

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**TEKİRDAĞ HAVZASI YÜKSEK ÇÖZÜNÜRLÜKLÜ SİSMİK YANSIMA
VERİLERİNİN İŞLENMESİ VE YORUMLANMASI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
Emre PERİNÇEK**

Anabilim Dalı : Jeofizik Mühendisliği

Programı : Jeofizik Mühendisliği

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Hülya KURT

OCAK 2011

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**TEKİRDAĞ HAVZASI YÜKSEK ÇÖZÜNÜRLÜKLÜ SİSMİK YANSIMA
VERİLERİNİN İŞLENMESİ VE YORUMLANMASI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
Emre PERİNÇEK
(505071412)**

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 22 Aralık 2010

Tezin Savunulduğu Tarih : 25 Ocak 2011

**Tez Danışmanı : Doç. Dr. Hülya KURT (İTÜ)
Diğer Jüri Üyeleri : Prof. Dr. Emin DEMİRBAĞ (İTÜ)
Prof. Dr. Bedri ALPAR (İÜ)**

OCAK 2011

Dedem Sami Perinçek'e,

ÖNSÖZ

Bu çalışma ile 1-22 Temmuz 2008 tarihleri arasında İstanbul Teknik Üniversitesi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Missouri-Columbia Üniversitesi ve Lamont Doherty Earth Observatory iş birliği ile TAMAM (Turkish American Marmara Multi Channel) projesi adı altında Marmara Denizi'nde yüksek çözünürlüklü sismik yansıma verileri elde edilmiştir. Tez çalışması nazarında ise Tekirdağ Havzası ve sırt bölgesindeki sismik hatların işlenip yorumlanması ile elde edilen bulgulardan, Marmara Denizi içerisinden geçen Kuzey Anadolu Fay Zonu'nun lokasyonu ile bunun yanı sıra havza ve sırt oluşum nedeninin ortaya koymak amaçlanmıştır.

Çalışmam süresince yakın ilgi ve alakasını cömertçe sunan, tez danışmanım Doç. Dr. Hülya KURT'a, yardım ve katkılarından dolayı içten teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca TAMAM projesine katılmamı öneren ve sağlayan Prof. Dr. Emin DEMİRBAĞ'a ve çalışmamın teknik ve yorum aşamalarında sağladığı katkı ve teşviklerinden ötürü Yrd. Doç. Dr. Caner İMREN'e içten teşekkürlerimi borç bilirim.

Missouri-Columbia Üniversitesi'ni ziyaretim sırasında bana evlerinin kapısını son derece misafirperverce açan ve istekli, öğretici yaklaşımlarıyla yardımda bulunan projenin Amerikalı üyelerinden Christopher SORLIEN ve eşi Marie Helene CORMIER'e sonsuz teşekkürlerimi arz ederim.

Bununla birlikte, yine kendimi öğrencilerinden biri olarak adlettiğim, amcam Prof. Dr. Doğan PERİNÇEK'e, çalışmam hakkında göstermiş olduğu ilgi, yol göstericilik ve mesleki teknik anlamda ufkumu genişletmiş olmasından ötürü şahsına duyduğum saygı ve minnettarlığımı belirtmek isterim.

Aralık 2010

Emre PERİNÇEK

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 HAKKINDA BİLGİLER ve VERİ İŞLEM 7	
2.1 Sismik Yansıma Verilerinin Toplanması	8
2.2 Sismik Veri İşlem.....	10
2.2.1 Atış alıcı geometrisi	13
2.2.2 Verilerin ayıklanması (Editing)	14
2.2.3 Genlik düzeltmesi (Gain recovery)	15
2.2.4 Filtreleme (Süzgeçleme)	17
2.2.5 Atış düzeninden ortak yansıma düzenine geçiş	19
2.2.6 Hız analizi	20
2.2.7 Kırılma dalgalarının atılması (Muting)	25
2.2.8 NMO düzeltmesi (Normal move out correction).....	26
2.2.9 Yığma (Stack)	28
2.2.10 Ters evrişim (Deconvolution)	29
2.2.11 Sismik göç (Migrasyon).....	31
2.2.12 Agc (Otomatik genlik kontrolü).....	32
2.3 Sismik Verilerde Seçilebilirlik (Seismic Resolution)	34
2.3.1 Düşey Seçilebilirlik (Vertical Resolution).....	34
2.3.2 Yatay Seçilebilirlik (Horizontal Resolution)	35
3. TEKİRDAĞ HAVZASI VE CİVARININ JEOLJİK VE JEOFİZİK	
ÖZELLİKLERİ.....	37
3.1 Marmara Deniz Tabanı Morfolojisi	38
3.1.1 Şelf alanlar	38
3.1.2 Çukurlar, Eğimler ve Sırtlar.....	40
3.1.2.1 Batı Marmara (Tekirdağ) çukuru	40
3.1.2.2 Batı Marmara (Tekirdağ) sırtı	40
3.1.2.3 Orta Marmara çukuru	41
3.1.2.4 Orta Marmara sırtı	41
3.1.2.5 Kumburgaz çukuru	41
3.1.2.6 Doğu Marmara sırtı	41
3.1.2.7 Doğu Marmara (Çınarcık) çukuru	41
3.2 Marmara Denizi Civarında Bölgesel Jeoloji	42
3.2.1 Marmara bölgesi havzaları (Geç Pliyosen-Günümüz).....	42

3.2.1.1 Marmara Denizi havzası.....	42
3.2.1.2 Batı Marmara alt havzası.....	42
3.2.1.3 Orta Marmara alt havzası	43
3.2.1.4 Kumburgaz alt havzası	44
3.2.1.5 Doğu Marmara alt havzası.....	44
3.3 Tekirdağ Havzası Sismik Yansıma Verilerinin Yapısal ve Stratigrafik Yorumu.	45
3.4 Kuzey Anadolu Fayı'nın Marmara Denizi İçindeki Karakteristiği ile İlgili Diğer Görüşler	78
4. SONUÇLAR VE TARTIŞMA	85
KAYNAKLAR.....	87
EKLER.....	91

KISALTMALAR

AGC	: Automatic Gain Control
B	: Batı
BBFZ	: Bandırma-Behramkale Fay Zonu
BKB	: Batı-Kuzeybatı
D	: Doğu
DAF	: Doğu Anadolu Fayı
F	: Frekans
CDP	: Common Depth Point
CMP	: Common Mid Point
Db	: Desibel
DKD	: Doğu-Kuzeydoğu
DEÜ	: Dokuz Eylül Üniversitesi
Fold	: Katlama sayısı
GB	: Güneybatı
GFZ	: Ganos Fay Zonu
Hz	: Hertz
İnch³	: İnç küp
İTÜ	: İstanbul Teknik Üniversitesi
KAF	: Kuzey Anadolu Fayı
KAFZ	: Kuzey Anadolu Fay Zonu
KD	: Kuzeydoğu
Khz	: Kilohertz
Km	: Kilometre
LDEO	: Lemont Doherty Earth Observatory
m	: Metre
mm	: Milimetre
ms	: Milisaniye
m²	: Metrekare
Migrms	: Migrasyon karekök hızı
MEFZ	: Manyas Edremit Fay Zonu
MTA	: Maden Tetkik Arama
My	: Milyon yıl
NMFS	: North Marmara Fault System
NMO	: Normal Move Out
Nyquist	: Nyquist Maksimum Frekansı
Psi	: Pound square inch
Pull-apart	: Çek-ayır
RMS	: Root Mean Square- karekök
SEG Y	: Society of Exploration Geophysic Format
Sort	: Sıralama
SPW	: Seismic Processing Workshop
Stack	: Yığma

s	: saniye
SEG Y	: Society of Exploration Geophysic Format
TAMAM	: Turkish American Marmara Multichannel
TEFZ	: Trakya Eskişehir Fay Zonu
V	: Velocity
VELDEFN	: Velocity Definition
Δt	: Delta t Zaman Farkı
Δt_{NMO}	: Normal Move Out Zaman Farkı
λ	: Lamda (Dalga Boyu)
ρ	: Ro (Yoğunluk)

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 2.1 : Tekirdağ Havzası ve Batı Marmara Sırtı üzerindeki sismik hatların koordinat ve uzunluk bilgileri.....	9
--	---

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1.1 : Marmara Denizi'nin jeolojik düzenini gösteren Doğu Akdeniz tektonik haritası.	1
Şekil 1.2 : Kuzey Anadolu Fay Zonu'nun Doğuda Muş- Varto- Karlıova üçgeninden başlayıp batıda fayın kuzey kolunun Marmara Denizi içerisinde geçtiğini ve güney kolun ise Ege Denizi'ne kadar ulaştığını gösteren fay haritası. .	2
Şekil 1.3 : Marmara Denizi içerisinde bulunan derin ve asimetrik doğrultu atımlı Çınarcık, Orta Marmara ve Tekirdağ havzaları (Rangin ve diğ., 2001).	3
Şekil 1.4 : TAMAM (Turkish American Multichannel Marmara) projesi kapsamında Marmara Denizi'ndeki sismik hatlar.	4
Şekil 1.5 : Kuzey Anadolu Fayı'nın Marmara Denizi içerisinde ilerleyişi.	4
Şekil 1.6 : Tekirdağ Havzası ve bu çalışmada işlenen sismik hatlar.	5
Şekil 2.1 : Sismik veri işlem çalışmasını giriş çıkış işlemi olarak gösteren şema.....	7
Şekil 2.2 : Dokuz Eylül Üniversitesi'ne ait Piri Reis gemisi.....	8
Şekil 2.3 : Sismik yansıma veri işlem akış şeması.	12
Şekil 2.4 : Veri toplama sırasındaki atış-alıcı düzeni.	13
Şekil 2.5 : Atış verisi üzerinde görülen, direk gelen dalga, bozuk iz ve veri içeriğini örten düşük frekansları gösteren sismik kesit.	14
Şekil 2.6 : a) Genlik düzeltilmesi uygulanmamış atış verisinin analiz görüntüsü. b) Genlik düzeltilmesi uygulanmış atış verisindeki değişim.	15
Şekil 2.7 : Band geçişli filtreleme işleminde seçilen düşük ve yüksek kesme frekansları.....	16
Şekil 2.8 : Frekans süzgeçlemesi önce izleri maskeleyen düşük frekanslı gürültülerin yer aldığı atış verisi ve frekans spektrumu.	17
Şekil 2.9 : a) Band geçişli filtreleme yapılmış bir atış verisi. b) Yüksek genlikli baskın frekans içeriğini gösteren frekans spektrumu.	18
Şekil 2.10 : Bir cdp (ortak derinlik noktası) noktasından yansıyan maksimum iz sayısı (fold).....	19
Şekil 2.11 : Hız analizi işlemi sırasında yansıma hiperbollerinin seçildiği 200 cdp'lik örnekleme aralığında belirlenmiş sismik iz topluluğu.	20
Şekil 2.12 : Sismik dalgaların arayüzeyden yansıyarak izlediği yol.	21
Şekil 2.13 : Farklı hız ve seyahat zamanlarına sahip tabaka serileri.	22
Şekil 2.14 : Hız analizini takip eden nmo düzeltmesi ve yığma işlemi temsili görüntüsü.....	23
Şekil 2.15 : Cmp ve cdp arasındaki fark.....	24
Şekil 2.16 : NMO düzeltmesi.	25
Şekil 2.17 : Farklı hızlar kullanılarak yapılan NMO düzeltmesinden elde edilen sonuçlar.	26
Şekil 2.18 : Mute işlemi ile direk gelen dalgaların atılması.	27
Şekil 2.19 : 200 cdp'lik örnekleme aralığında yapılmış hız analizinde, seçilmiş olan hızların hangi izlere denk geldiğini gösteren ön yığma görünümü.....	28

Şekil 2.20 : Kaynak dalgacığı ve yansıma serilerinin kaydedildiği dalgacık	29
Şekil 2.21 : Kaynak dalgacığı ve yansıma serilerinin sayısal olarak evrişim sonucu ve kaydedilen dalga şekli.	29
Şekil 2.22 : Migrasyon (göç) işlemi ile birlikte jeolojik yapının açısız olarak değişimi.	31
Şekil 2.23 : AGC uygulanmamış 39 no'lu migrasyonlu kesit.	33
Şekil 2.24 : AGC uygulanmış 39 no'lu migrasyonlu ve süzgeçli kesit.	33
Şekil 2.25 : Sismik dalganın düşey ve yanal yönde taradığı yarıçap miktarı olan fresnel zonu.	35
Şekil 3.1 : Marmara Denizi'nin deniz tabanı morfolojisi ve batimetri görüntüsü.	39
Şekil 3.2 : Marmara Denizi içerisinde yer alan faylanmalar ile havza ve sırtların oluşumunu açıklayan, Anadolu levhasının 22 mm/yıl hız ile batıya kaçış hareketini Avrasya Levhası'nın karşılaması ile kuzey bölgesindeki sıkışma ve güneydeki gevşemeyi gösteren kuzeyden güneybatıya doğru olan dönüş hareketi, Armijo (2002)'den uyarlanmıştır.	45
Şekil 3.3 : Marmara Denizi'nin tektonik modelleri. A) Pull apart (çek-ayır) modeli. B) Paralel fay modeli. C) Tek fay modeli, Yaltırak (2002)'den uyarlanmıştır.	46
Şekil 3.4 : Kuzey Anadolu Fayı'nın Marmara çukurluğu içerisinde tek fay modeli ile ilerleyişi, X. Le Pichon (2001)'den uyarlanmıştır.	47
Şekil 3.5 : Marmara Bölgesi'ndeki aktif faylar. Okay (2004)'ten uyarlanmıştır.	48
Şekil 3.6 : Marmara Denizi tektonik modeli, Barka ve Kadinsky Cade, (1988)'den uyarlanmıştır.	48
Şekil 3.7 : Ana fay ve ilişkili çapraz fay sitemine sahip çek-ayır modeli, Kuşçu, (2009)'dan uyarlanmıştır.	49
Şekil 3.8 : 33 no'lu sismik hattın lokasyon haritası.	51
Şekil 3.9 : Tekirdağ sırtı üzerindeki 33 no'lu sismik hattın yorumsuz hali.	52
Şekil 3.10 : 33 no'lu sismik hattın kuzey kısmında bindirme fayının yorumlandığı yakınlştırılmış kesiti.	53
Şekil 3.11 : 33 no'lu sismik hattın güney kısmında KAF'ın yorumlandığı yakınlştırılmış kesiti.	53
Şekil 3.12 : 35 no'lu sismik hattın lokasyon haritası.	54
Şekil 3.13 : Havzanın en doğusunda yer alan K-G doğrultulu 35 no'lu sismik hattın yorumsuz hali.	55
Şekil 3.14 : 35 no'lu sismik hattın kuzey bölümünde yer alan havza içerisinde ikincil fayların görüldüğü yakınlştırılmış kesiti.	56
Şekil 3.15 : 35 no'lu sismik hattın güneyinde, hattın Tekirdağ sırtını kestiği bölümde, KAF ve gravitasyonel etkiler ile oluşmuş ikincil normal fayların görüldüğü yakınlştırılmış kesiti.	56
Şekil 3.16 : 36 no'lu sismik hattın lokasyon haritası.	57
Şekil 3.17 : Tekirdağ Havzası'nı ve sırtını kesen K-G doğrultulu 36 no'lu hattın yorumlanmamış hali.	58
Şekil 3.18 : 36 no'lu sismik hattın kuzey bölümünde yer alan havza içerisindeki, ikincil fayların görüldüğü yakınlştırılmış kesiti.	59
Şekil 3.19 : 36 no'lu hattın güneyinde Tekirdağ sırtına denk gelen yakınlştırılmış kesiti.	59
Şekil 3.20 : 37 no'lu sismik hattın lokasyon haritası.	60
Şekil 3.21 : Tekirdağ Havzası ve sırtını kesen K-G doğrultulu 37 no'lu hat.	61
Şekil 3.22 : 37 no'lu sismik hattın kuzey bölümünde yer alan havza içerisindeki, ikincil fayların yorumlandığı yakınlştırılmış kesiti.	62

Şekil 3.23 :	37 no'lu hattın Tekirdağ sırtına denk gelen, KAF ve birçok ikincil faylanmanın görüldüğü yakınlaştırılmış kesiti.....	62
Şekil 3.24 :	38 no'lu sismik hattın lokasyon haritası.....	63
Şekil 3.25 :	Tekirdağ Havzası ve sırtını kesen K-G doğrultu 38 no'lu hattın yorumlanmamış hali.....	64
Şekil 3.26 :	38 no'lu hattın kuzey bölümünde Tekirdağ Havzası içerisindeki tabaka sınırlarının ve fayların görüldüğü yorumlu, yakınlaştırılmış kesiti.	65
Şekil 3.27 :	38 no'lu hattın Tekirdağ sırtını kestiği bölümünde yer alan ikincil fayların ve gaz formasyonunun tespit edildiği yakınlaştırılmış yorumlu kesiti.	65
Şekil 3.28 :	39 no'lu sismik hattın lokasyon haritası.....	66
Şekil 3.29 :	Tekirdağ Havzası ve sırtını kesen K-G doğrultulu, 39 no'lu hattın yorumlanmamış hali.....	67
Şekil 3.30 :	39 no'lu hattın havza içerisini kestiği, tabaka kalınlıkları, KAF ve ikincil faylanmaların görüldüğü yakınlaştırılmış yorumlu kesiti.....	68
Şekil 3.31 :	39 no'lu hattın güney kısmında, Tekirdağ sırtını kestiği bölümde sırt üzerindeki ikincil fayların ve yamaç kaymasının görüldüğü yakınlaştırılmış yorumlu kesiti.....	68
Şekil 3.32 :	40 no'lu sismik hattın lokasyon haritası.....	69
Şekil 3.33 :	Tekirdağ Havzası ortasında yer alan ve KAF'ın neden olduğu bozulmanın en fazla görüldüğü K-G doğrultulu yorumsuz 40 no'lu sismik hat.	70
Şekil 3.34 :	40 no'lu hattın, havza içerisini kesitiği bölümde KAF, fayın neden neden olduğu bozulmanın ve ikincil faylanmaların yorumlandığı yakınlaştırılmış kesiti.	71
Şekil 3.35 :	40 no'lu hattın havza içerisindeki bölümünün tabaka sınır ve kalınlıklarının belirlendiği yakınlaştırılmış yorumlu kesiti.	71
Şekil 3.36 :	41 no'lu sismik hattın lokasyon haritası.....	72
Şekil 3.37 :	Tekirdağ havzasının GB ucunu kesen K-G doğrultulu yorumlanmamış 41 no'lu sismik hat.....	73
Şekil 3.38 :	41 no'lu hattın kuzey kısmında, havza içerisindeki sedimanlara ve fay devamlılıklarına işaret eden yakınlaştırılmış yorumlanmış kesiti.....	74
Şekil 3.39 :	41 no'lu hattın güney kısmında yamaç kayması ile oluşmuş, faylanmaların görüldüğü yakınlaştırılmış yorumlanmış kesiti.	74
Şekil 3.40 :	44 no'lu sismik hattın lokasyon haritası.....	75
Şekil 3.41 :	Tekirdağ Havzası'nın güneybatı yamacını kesen K-G doğrultulu 42 no'lu sismik hat.....	76
Şekil 3.42 :	Tekirdağ Havzası içerisinde yer alan, paleo yapılarını işaret eden kıvrımları gösteren D-B doğrultulu 44 no'lu sismik hat.....	77
Şekil 3.43 :	46 no'lu sismik hattın lokasyon haritası.....	78
Şekil 3.44 :	Tekirdağ havza ortasını kesen, normal fayları ve süreksizlikleri gösteren D-B doğrultulu 46 no'lu sismik hat.....	79
Şekil 3.45 :	46 no'lu hatta havzanın batı ucundaki sıkışma yapılarının ve derindeki kubbenin, doğu ucunda ise sıkışma rejiminin sonucu olan ters faylanmanın görüldüğü yakınlaştırılmış yorumsuz kesiti.....	80
Şekil 3.46 :	46 no'lu hatta havza içerisinde görülen faylanmayı gösteren yakınlaştırılmış kesitin yorumlu hali.....	80
Şekil 3.47 :	57 no'lu sismik hattın lokasyon haritası.....	81

Şekil 3.48 : Tekirdağ Havzası güney sınırından keserek kuzeydoğuya doğru sırta uzanan sırt, havza sedimanları ve KAF'ın yaşı hakkında bilgi veren D-B doğrultulu 57 no'lu sismik hat.	82
Şekil 3.49 : 57 no'lu hattın, Tekirdağ sırtını ve güney yamacı kestiği bölgede, KAF, havza sedimanları ve sırtın görüldüğü yakınlaştırılmış kesiti.	83
Şekil 3.50 : 57 no'lu hattın Tekirdağ sırtı üzerindeki kısmında, gravitasyonel faylanmalara işaret eden yakınlaştırılmış yorumlu kesiti.	83
Şekil 3.51 : Sismik kesitlerin yorumlanmasıyla oluşturulan Tekirdağ Havzası ve sırtını gösteren fay haritası	84
Şekil 4.1 : Tekirdağ Havzası'nın oluşum şeklini açıklayan havza içerisindeki fay yönelimleri.....	86
Şekil A.1 : Disco focus programında hat geometrisi, bozuk izlerin atıldığı edit işlemi, filtreleme, genlik düzeltilmesi ve sort işlemlerinin yapıldığı iş dosyası. ...	92
Şekil A.2 : Disco focus programında band geçişli filtre işleminin yapıldığı iş dosyası.	92
Şekil A.3 : Disco focus programında 39 no'lu hat için yığma kesitinin elde edildiği iş dosyası.	93
Şekil A.4 : Disco focus programında final kesit için uygulanmış migrasyon (göç), band geçişli filtre ve agc işlemlerinin uygulandığı iş dosyası.	93

TEKİRDAĞ HAVZASI YÜKSEK ÇÖZÜNÜRLÜKLÜ SİSMİK YANSIMA VERİLERİNİN İŞLENMESİ VE YORUMLANMASI

ÖZET

Bu çalışma İstanbul Teknik Üniversitesi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Columbia-Missouri Üniversitesi ve Columbia Üniversitesi, Lamont Doherty Earth Observatory (LDEO) ortaklığındaki TAMAM (Turkish American Multichannel Marmara) projesi adı altında Marmara Denizi'nde toplanan çok kanallı sismik yansımaya verilerinin işlenmesi ve yorumlanması ile gerçekleştirilmiştir. Sismik veriler Dokuz Eylül Üniversitesi'ne ait Piri Reis araştırma gemisi ile 1-22 Temmuz 2008 tarihleri arasında toplanmıştır. Bu tez kapsamında Tekirdağ Havzası içerisinde ve Tekirdağ sırtında bulunan toplam 360 km uzunluğunda 12 adet sismik hat işlenmiş ve yorumlanmıştır. Verilerin kayıt uzunluğu 4 s, örnekleme aralığı 1 ms olarak seçilmiştir. Nyquist frekansı 1 ms örnekleme aralığına bağlı olarak 500 Hz'tir. Kaynak olarak $45+45\text{ inch}^3$ hacminde ve 160 bar basınç üretebilen 1 adet hava tabancası kullanılmıştır. Kayıt esnasında kullanılan 72 aktif kanal mevcut olup her bir alıcı grubu 8 hidrofon içermektedir. Hidrofonları çeken kablo 450 m boyundadır. Alıcı grup aralığı 6.25 m olarak düzenlenmiş olup atış mesafesi deniz tabanının sığ veya derin olma durumuna göre 40-100 m, atış aralığı ise 12.75 ve 18.75 m olarak değiştirilmiştir.

Sismik veriler İTÜ Maden Fakültesi Jeofizik Mühendisliği Bölümü, Nezihi Canitez Veri İşlem Laboratuvarında işlenmiştir. Verilerin işlenmesinde geleneksel sismik veri işlem basamakları uygulanmıştır. Bunun için sırasıyla, verilerin SEG-Y formatından dahili formata çevrilmesi, sismik hat içi atış-alıcı düzeni geometrisi tanımı, istenmeyen kalitedeki sismik izlerin ayıklanması, atış düzeninden ortak yansımaya noktası düzenine geçilmesi, genlik kazancı uygulaması, frekans süzgeçlemesi, yığma işlemi, hızı analizi, NMO düzeltmesi ve NMO işlemi ile ortaya çıkan bozucu etkilerin giderilmesi, yığma işlemi, zaman ortamında sismik göç ve otomatik genlik kazancı işlemleri uygulanmıştır.

İşlenen verilerin yorumları zaman ortamındaki sismik göç kesitleri kullanılarak yapılmıştır. Tekirdağ Havzası'nı güneyden sınırlayan Kuzey Anadolu Fayı (KAF) havzanın oluşumunda en etkili unsurdur. KAF sismik kesitlerde deniz tabanından başlayarak yaklaşık 3 km derinliklere kadar ulaşan düşey bir süreksizlik olarak takip edilir. Tekirdağ Havzası'nın güneyden sınırlayan KAF, K-G doğrultulu sismik hatlarda kuzeye eğimlenen bir görüntü vermektedir. Doğu-batı doğrultulu 46 no'lu hatta havza çökel birimlerinin kuzeydoğu uç kısımdaki kenar fayı ile birlikte güneybatıya doğru eğimlendiği görülürken, 57 no'lu hat üzerinde ise bu söz konusu birimlerin havzayı güneyden sınırlayan ana fay ile birlikte kuzeydoğuya doğru eğimli olduğu anlaşılmaktadır. Bu yönelimler, Tekirdağ Havzası'nın günümüzdeki şeklini ve oluş biçimini açıklar niteliktedir. Havza içinde KAF'a bağlı olarak gelişen aktif normal faylanmalar yaklaşık KD-GB doğrultusunda uzanır.

Sismik kesitlerden ayrıca KAF'ın kuzeyinde, faylanma ile eş zamanlı gelişen yaklaşık 1.5 km toplam kalınlıklı çökel paketleri tespit edilmiştir. Bu çökel paketleri görünürde 6 adet olup havza üst seviyelerinde ortalama 50-100 m, alt birimlerde ise 200-250 m arasında değişmektedir. Söz konusu tüm birimleri bu çalışmada işlenen ve yorumlanan 38, 39 ve 40 no'lu hatlar üzerinden 250 m'den kesecek koordinat bilgileri, yakın gelecekte Marmara Denizi'nde gerçekleştirilmesi planlanan "Ocean Drilling Programı" için referans olarak önerilebilir.

Bir diğer bulgu ise 46 no'lu hatta Tekirdağ Havzası'nın güneybatı kısmında gözlenen ilginç kubbe yapılarıdır. Söz konusu yapıların hız analizi esnasında yanal yönde düşük hız bilgileri taşıdığı ve bir süre sonra hızların artarak bu nedenle yapıların kenar uzantılarında gözlenen yüksek genlikli izlerin oluştuğu düşünülmektedir. Düşük hızların belirli bir CDP aralığında süreklilik arz etmesi yapıların geometrisiyle ilişkilendirildiğinde, gerçek bir yapı ile karşılaşıldığını düşündürmektedir. Bu alan daha sonraki çalışmalar için dikkat çekici özelliğinden dolayı önerilebilir.

Bütün bu bulgular ışığında gelecekte Tekirdağ Havzası civarında yapılması planlanan çalışmalar için farklı konuma sahip hatlar ve Kuzey Anadolu Fayı'nın havza içerisinde daha derinlerdeki durumunu görmek açısından farklı frekans parametreleriyle çalışılması bölgenin daha da aydınlatılması açısından önemli katkılar sağlayacaktır.

PROCESSING AND INTERPRETING HIGH RESOLUTIONED SEISMIC REFLECTION DATAS OF THE TEKIRDAG BASIN

SUMMARY

In this study multi-channel seismic reflection data from the Marmara Sea were processed and interpreted. The data were collected with the collaboration of Istanbul Technical University, Dokuz Eylul University, Columbia- Missouri University and Columbia University, Lamont Doherty Earth Observatory (LDEO) by under named as TAMAM (Turkish American Marmara Multichannel) project. Seismic data were collected in between 1-22 July, 2008 by Piri Reis Research/Wessel of Dokuz Eylul University. In this thesis, total length of 360 km seismic data in Tekirdag Basin having 12 lines have been processed and interpreted. Recording length of the data and sampling rate were chosen as 4 s and 1 ms respectively. Nyquist frequency is 500 Hz with the sampling rate value of 1 ms. As source, 1 air gun that has $45 + 45 \text{ inch}^3$ volume and 160 bar pressure was used. The number of active channel is 72 and every channel has 8 hydrophones. Streamer length is 450 meters. Receiver group interval was 6.25 meter and shot interval was changing between 12.75-18.75 m and offset was varied between 40-100 meters related to the depth value of the sea bottom.

The data were processed in the Nezihi Canitez Data Processing Laboratory of the Department of Geophysics, ITU. A conventional seismic reflection data processing steps was applied to the data as follows: Transferring data from SEG Y to the internal format, in-line geometry definition, trace editing, CDP sorting, gain correction, band-pass frequency filtering, velocity analysis and normal-move-out (NMO) correction, muting, stacking, time migration, depth migration and automatic Gain Control (AGC).

First of all line geometry pattern definition has been done in order to fit the correct shot-receiver accordance by using data acquisition parameters. Subsequently a shot data has been illustrated. Secondly, a single seismic section was constituted that gave a general idea about the geological view of the line by putting every channel's first trace to head for each shot. By edit operator the bad traces on 13th channel omitted from all lines. By scrutinizing of 72 channel shots, some of the low frequency noises observed that's frequency band is between 0,8-2 Hz. To reject those noises from the data, a band pass filter operator designed, that's low cut frequency band 10-20 Hz and high cut frequency is between 200-250 Hz. By that way the frequencies lower than 10 Hz. and higher than 250 Hz rejected from the all data context. As following, gain analyzing implemented to compensate descended gain values due to traces' go away from the source toward to depths. Before the gain application the values read as -20 db. By Applied gain with some coefficients for defined time depths, the gain value pulled up to -10 db around. After the geometry definition, editing, filtering and gain analyzing, shot traces converted to the CDP (Common Depth Point) domain to make velocity analysis and product stack sections.

In order to make transition to the CDP's domain, fold number calculated as 12 by using the acquisition parameters that are group interval, number of channel and shot interval. After transition to the CDP's, the traces prepared to be ready starting velocity analyzing. The velocity analyzing has been implemented for each 200 CDP trace gap. Analyzing was done meticulously by paying attention to correlation between each of CDP traces. Especially it was important to follow horizontal velocity continuity and not to assign any velocity values inside the sea bottom multiples in order not to define incorrect formations on the stack sections. After velocity analyzing, NMO (Normal Move Out) correction was applied to eliminate break affects on the far offsets and then stack section produced. To get final seismic section the processing step migration applied that is in regarded with formations' sloppy that makes fake affect in view of defining and interpretation of geological structures' correct place. Application of this processing step, wave equation migration was used that considers almost no velocity changing on horizontal direction because of project's target. It is defined the geological structure's maximum inclination amount as millisecond on each CDP viewed on the stack section. By that way it was defined maximum inclination amount will be able to seen on final section. Finally AGC (Automatic Gain Control) was applied all trace in 500 ms window to enhance gain and get making correlation between traces was lost in the dipper. In order to clean final sections from noises that occurred due to AGC on the top of the sea basement, mute process was applied by cutting the all noises from section.

Tekirdag Basin is a rhomb-shaped extensional basin long axis is 40 km, and wide axis is 15 km length. At the deepest part of it in the middle of the basin is 1190 m. Given the bathymetry, averagely 800-900 m sharp canyons bounders north of the basin. On the south of the Tekirdag Basin, milder fall transitions seemed rather than north part. West Marmara Ridge is 440 m depth as located at the eastern of the Tekirdag Basin. Ridge is bounded by 840 m depth valley from the both side east and west. Interpretation of the processed data was done by using seismic migration sections. The North Anatolian Fault (NAF) that borders Tekirdag basin from the south accounts for the formation of the basin. The NAF in the seismic sections can be observed as a vertical discontinuity from the sea bottom to the approximately 3 km depths.

The NAF bounders Tekirdag Basin at the south, appears as dipping to the north on the N-S directed lines. On the other hand, it is observed that, sediman groups have tendency to deep toward southwest by the side fault at the northeast part of line 46. On the contrast to line 46, the sediman groups are viewed as dipping to the northeast by NAF on line 57. All those geological tendencies would have qualify to explain present formation and occurring stages of the Tekirdag Basin. By Interpretation of the 12 seismic lines most of in the Tekirdag Basin, it is seemed that the NAF deeps to the north side from the south of the basin. At the northeastern part of the Tekirdag Basin that is west side of the West Marmara Ridge side compression faults bounders the Western Ridge. This is the tectonic that has qualification be able to explain occurring cause of the West Marmara Ridge.

In addition the basically 3 secondary faults interpreted in the Tekirdag Basin, those occurred by the NAF. It is interested that those secondary faults on the NNE-SSW direction on the contrast with previous studies' tectonic fault models. Those direction of the secondary fault implicate direction of the North Anatolian Fault accordingly Tekirdag Basin's. All those findings provide new perspectives about western part of the Marmara Trough. There are many views about the North Anatolian Fault's geometry in the Sea of Marmara. One of them is Tekirdag Basin is a pull-apart basin developed as long as activation of the cross segments of the NAF. Other view is on the direction of NAF is a single fault model crossing the Marmara Sea throughout. In this study according to fault dipping geometry in the Tekirdag Basin, especially on NE-SW directed lines, implies that basin's existing format causes of cross movement of the those faults.

On the other hand Tekirdag Basin seems as less active trough given having little number of secondary faults comparison to other basins in the Marmara Sea such as Cınarcık and Centre Basin. Accordingly, it can be considered that the NAF is less active at the Western Marmara Trough if compared with others segments in the Marmara Sea.

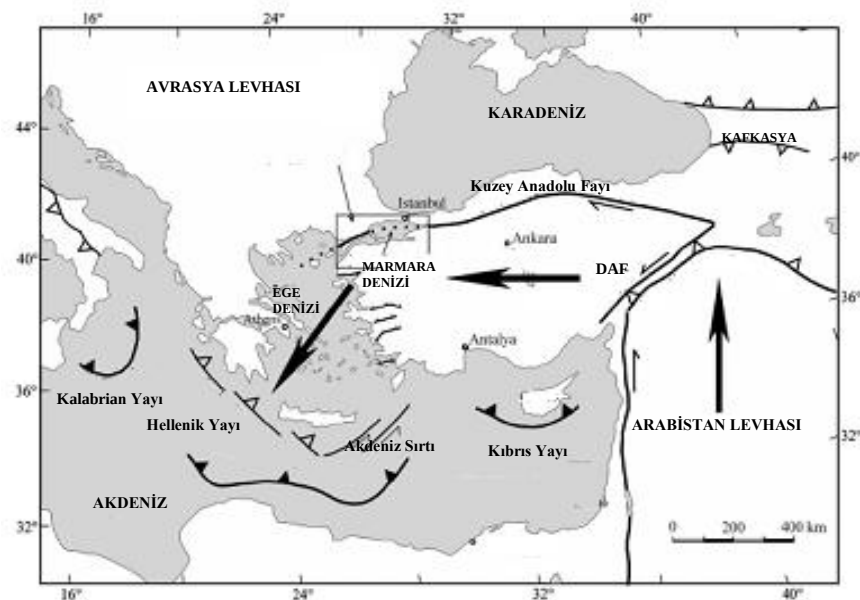
There exist secondary normal faults in the basin extending nearly NE-SW direction. In addition, the syn-transform sediments with the 1.5 km thicknesses were determined from the sections. Those sediments' average thicknesses are between 50 to 100 m at the top levels and 200-250 m at the down levels within basically 6-7 certain formations that could be reached all formations by 250 m drilling on lines 38, 39 and 40 can be suggested as reference coordinate points for the being planned Ocean Drilling Program in the near future on the Sea of Marmara.

One another thing is observed some interesting dome structures on line 46 close to western side of the basin. It is considered that those structures are representing the real view because of velocity analyzing implied some low velocities on the horizontal direction then increased up again. This explains dome structures' having high gained traces on its side border on the right. It can be suggested that those area could be investigated for the afterwards studies fundamentally.

In the lights of the all those findings covers processing, faced interesting geological structures with their parameters and interpretation, it is possible to have lots of idea in regards with studied area's tectonic evolution by making correlation with previous studies, but also could be considered to acquire new data with different located lines and different frequency to determine response of the NAF in the deeper part of the Tekirdag Basin.

1. GİRİŞ

Anadolu levhası, Afrika levhasının Arabistan levhasının altına dalmaya başlamasıyla kuzeyde Kafkasya levhasının direncine karşılık 22 mm/yıl hızı ile batıya göç etmeye başlamış ve bu kuvvetlerin sonucu ile Kuzey Anadolu Fayı (KAF) ve Doğu Anadolu Fayı (DAF) oluşmuştur (Barka, A., 1992., Bozkurt, E., 2001., Okay ve diğ., 2004 Şengör, A.M.C. ve diğ., 2004). (Şekil 1.1) KAF Türkiye sınırları dahilinde 1200 km uzunluğuna ve 0.3-40 km genişliğine sahip olup doğuda Karlıova civarında başlar, batıya doğru, Erzincan, Ladik, Ilgaz, Gerede, Bolu, Mudurnu suyu vadisi boyunca Dokurcuna kadar uzanır (Şekil 1.2). Dokurcundan sonra iki kola ayrılan KAF, Güneyde Geyve-Pamukova, İzmit, Gemlik, Bursa, Manyas-Yenice-Gönen üzerinden orta Ege Denizine, Kuzeyde ise Arifiye-Sapanca-İzmit Körfezi, Adalar Güneyi, Tekirdağ Güneyi, Ganos Dağı üzerinden Saros Körfezine ulaşır (Ketin, 1968., Şengör 1979., McKenzie 1972., Bozkurt, E., 2001.,).

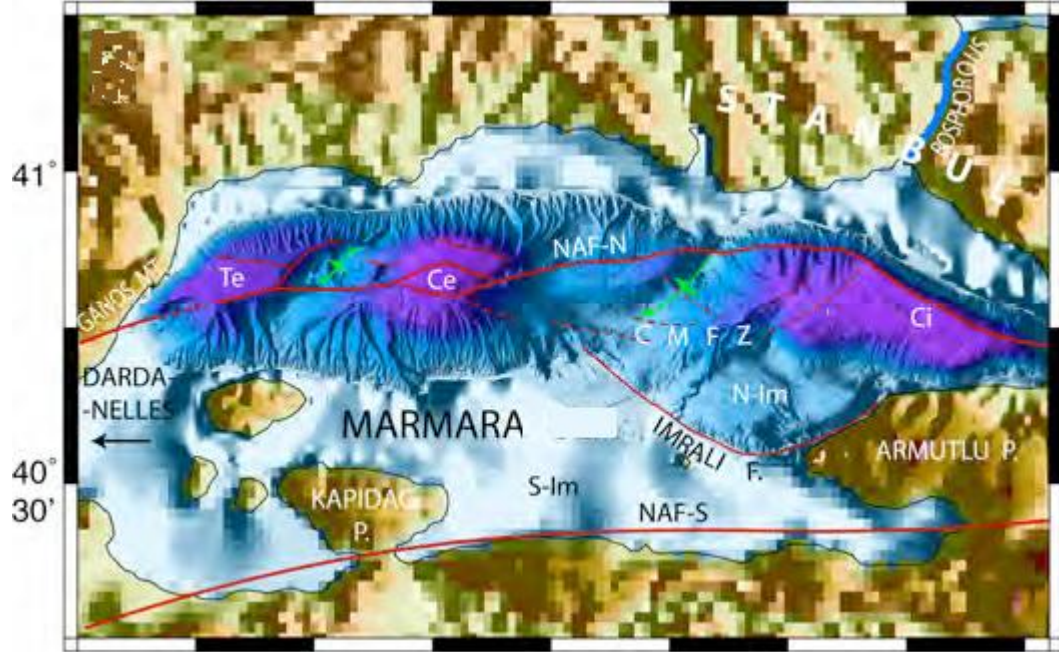


Şekil 1.1 : Doğu Akdeniz Bölgesi'nin basitleştirilmiş tektonik haritası. İçi dolu üçgenler aktif dalma zonunu, içi boş üçgenler kıta çarpışma zonundaki aktif bindirme faylarını, göstermektedir. (Okay ve diğ., 2004'ten Türkçeye uyarlanmıştır).



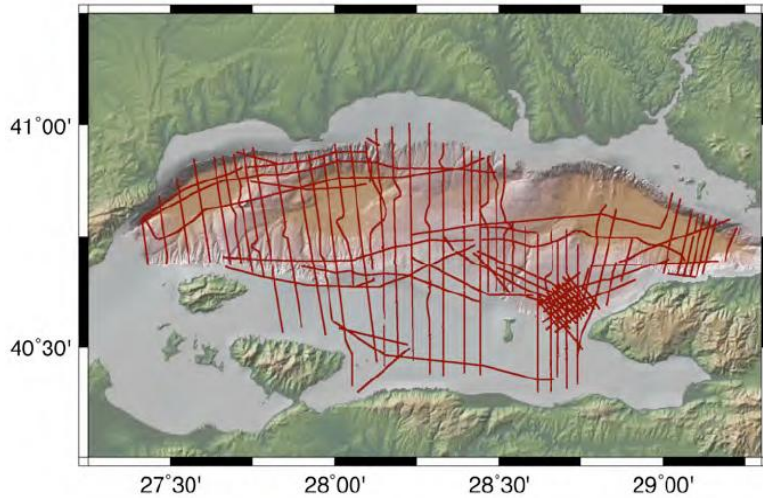
Şekil 1.2 : Kuzey Anadolu Fayı'nın Anadolu Levhası'nda izlediği doğrultu (Kuşçu, 2009).

Marmara Denizi sahip olduğu 3 ana havza ile KAF üzerinde yer alan bir çukur ortamını temsil etmektedir. (Yaltırak, 2002., Seeber ve diğ., 2006) (Şekil 1.3). Bu havzalar doğuda Çınarcık, ortada Merkez havza ve batıda Tekirdağ Havzası olarak kendilerini gösterirler.



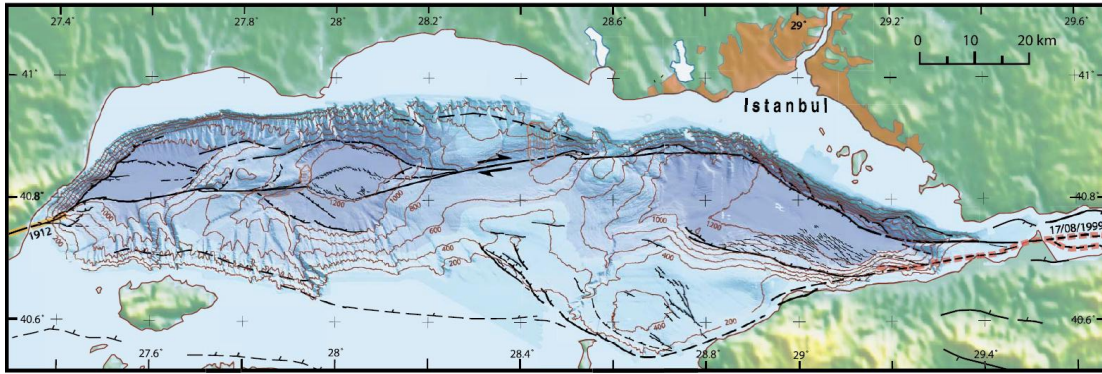
Şekil 1.3 : Marmara Denizi içerisinde bulunan derin ve asimetrik doğrultu atımlı Çınarcık, Orta Marmara ve Tekirdağ havzaları (Rangin ve diğ., 2001). Te: Tekirdağ, Ce: Merkez, Ci: Çınarcık, NAF-N: Kuzey Anadolu Fayı'nın kuzey kolu, NAF-S: Kuzey Anadolu Fayı'nın güney kolu, CMFZ: Merkez Marmara Fay Zonu, N-İm: Kuzey İmralı, S-İm: Güney İmralı.

Marmara Bölgesinde, 1999 yılında meydana gelen 17 Ağustos İzmit ($M=7.4$) ve 12 Kasım Düzce ($M=7.2$) depremlerinden sonra jeolojik ve jeofizik çalışmalar yoğunlaşmıştır. Söz konusu çalışmalardan, 1-22 Temmuz 2008 tarihinde, Columbia Üniversitesi, Lamont Doherty Earth Observatory (LDEO), Missouri Üniversitesi (University of Missouri), İstanbul Teknik Üniversitesi (İTÜ) ve Dokuz Eylül Üniversitesi (DEÜ) işbirliğiyle gerçekleştirilmiş olan TAMAM (Turkish American Marmara Multichannel) Projesi ile Marmara Denizi altında aktif fayların belirlenmesi, deniz tabanı altındaki tabakaların, faylarla kırılma ilişkilerinden yararlanarak görelî yaş tayini yapılması ve İstanbul ve çevresi için depremsellik riskinin araştırılması amaçlanmıştır. Bu amaçla 2008 yılının Temmuz ayında DEÜ'ye ait Piri Reis araştırma gemisi ile yaklaşık 2650 km uzunluğunda çok kanallı sismik yansıma verileri toplanmıştır (Şekil 1.4). Sismik verilerin uzunluğu 4 s, örnekleme aralığı 1 ms olarak seçilmiştir.



Şekil 1.4 : TAMAM projesi kapsamında Marmara Denizi'ndeki sismik hatlar.

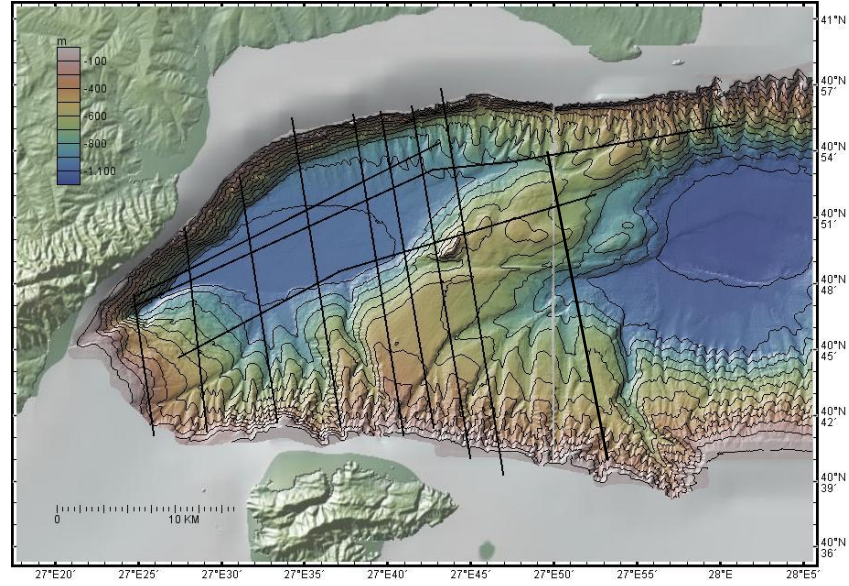
Kuzey Anadolu Fayı, Marmara Denizi içerisindeki eski ve yeni uzantılarıyla oldukça karmaşık bir tektonizma sergilemektedir. KAF, Marmara Denizi'ne doğu ucundan girdikten sonra yaklaşık 45° lik açıyla kuzeybatıya yönelerek Çınarcık havzasının kuzeyinden geçmektedir (Seeber ve diğ., 2006). Bu noktadan itibaren güneybatıya doğru yönelmekte ve Orta havzayı hemen hemen paralel geçerek, batıda Tekirdağ Havzası'nın güneyinden Marmara Denizi'ni terk etmektedir (Şekil 1.5).



Şekil 1.5 : Kuzey Anadolu Fayı'nın Marmara Denizi içerisindeki ilerleyişi (Armijo ve diğ. 2002).

Marmara çukurluğuna doğuda İzmit Körfezi'nden giren Kuzey Anadolu Fayı Çınarcık Havzası'nın kuzeyinden, Adalar güneyinden geçerek Kumburgaz Havzasına ve oradan da Orta Marmara Bölgesini verevine geçerek Orta Havza ve Tekirdağ Havzası'nın güneyine ulaşmaktadır. Tekirdağ Havzası'nın güney kısmını sınırlayan KAF, Saros Körfezi üzerinden batıda Ganos yükselimine kadar (924 m) ulaşır.

Türkiye'nin kuzeybatı bölgesinde, Ege Denizi ve Karadeniz'i birleştiren 275 km uzunluğunda ve 80 km genişliğinde, güney kısmı daha sığ ve yer yer derinliği 1250 m ye kadar ulaşarak derin çukurlar içeren bir çökeltme ortamı olan (Yaltırak, 2002), Marmara Denizi sınırları dahilinde Tekirdağ Havzası ve sırtını kapsayan toplam uzunluğu 360 km olan 12 adet çok kanallı sismik hat işlenmiş yorumlanmıştır (Şekil 1.6).

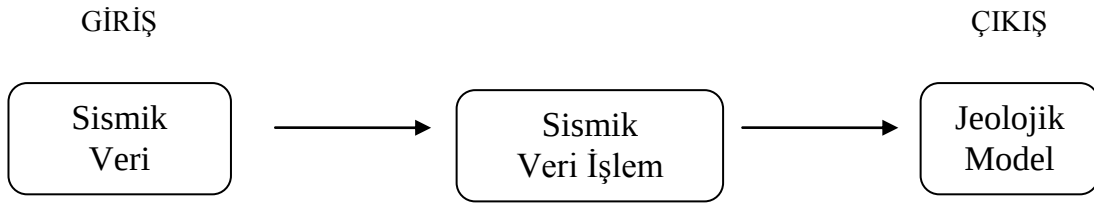


Şekil 1.6 : Tekirdağ Havzası ve bu çalışmada işlenen sismik hatlar.

Tekirdağ Havzası uzun eksenli 40 km olan, 15 km genişliğinde ve yaklaşık 220 km^2 lik bir alan içerisinde düz bir tabana sahip eşkenar dörtgen biçimde bir havzadır. Kuzey ve güney şelfleri 1100 m derinliğe kadar ulaşan yamaçlarla sınırlıdır. (Okay ve diğ., 2004., Seeber ve diğ., 2004). Çok kanallı ve batimetrik verilerle son zamanlarda yapılan çoğu yoruma göre bir gerilme havzasıdır (Wong ve diğ., 1995., Ergün ve Özel., 1995., Parke ve diğ., 2000., Okay ve diğ., 1999., İmren ve diğ., 2001., Armijo ve diğ., 2002., Yaltırak ve Alpar., 2002). Proje kapsamında Tekirdağ Havzası konulu bu tez çalışmasında bölgede bulunan 12 sismik hattın işlenip, yorumlanması ile birlikte KAF'ın, havza civarında sahip olduğu konum, doğrultu ve yönelimleri belirlenerek geçmişte ve günümüzdeki konumlarıyla havza oluşumuna sağladığı katkılar incelenmiştir.

2. SİSMİK YANSIMA VERİLERİ HAKKINDA BİLGİLER VE VERİ-İŞLEM

Arazi çalışması ile toplanan veriler, veri-işlem merkezine getirilerek sayısal işleme hazır hale getirilir. Burada amaç, arazi kayıtlarından mümkün olan en fazla bilgiyi elde edebilmektir. Bu itibarla arazide kaydedilen sismik izlerin, belirli bir düzen dahilinde gürültülerden arındırılarak, mümkün olan en iyi jeolojik modele ulaşılması amaçlanır (Şekil 2.1).



Şekil 2.1 : Sismik yansımada veri-işlem çalışmasının giriş ve çıkış tanımı.

Gözlem loglarından araştırma sırasında toplanan veriler üzerindeki bozuk izler, hatalı atışlar tespit edilerek bu izler veri işlem aşamalarında veriden çıkartılır. Veri toplama sırasında kullanılan parametreler çerçevesinde atış alıcı geometrisi oluşturularak atış verileri elde edilir. Atış verilerine genlik düzeltmesi ve filtreleme işlemi uygulanarak bu veri CDP (Common Depth Point= Ortak Derinlik Noktası) ortamına geçirilir. Bu noktadan itibaren kaliteli yığma kesitleri elde etmek için veriye sırasıyla hız analizi ve NMO (Normal Move Out= Normal Kayma Zamanı Düzeltmesi) işlemleri uygulanarak yığma kesiti elde edilir. Yığma verisinin genliklerini güçlendirmek için verinin tamamına AGC (Automatic Gain Control= Otomatik Genlik Kontrolü) işlemi uygulanır. Yer altında, kayıtçılar tarafından kaydedilen eğimli formasyon bilgileri yansımaya açılarının dik olmamasından dolayı gerçek noktalardaki bilgileri vermeyeceğinden bu noktalar göç (migrasyon) işlemi ile doğru yerlerine taşınarak final kesitler elde edilmiş olur. Çalışmanın amacına göre final kesitlerinin yorumlanması ile birlikte fay haritaları, jeolojik (stratigrafik ve tektonik) modeller veya ekonomik değeri olan rezerv tespitleri yapılır.

2.1 Sismik Yansıma Verilerinin Toplanması

Dokuz Eylül Üniversitesi'ne ait Piri Reis araştırma gemisi (Şekil 2.2) ile sismik veri elde edilmesinde 72 aktif kanal kullanılmıştır. İşlenen sismik hatlara ait bilgiler çizelge 2.1'de verilmiştir. Streamer (alıcı kablosu) uzunluğu 450 m'dir. Hidrofon grup aralıkları 6.25 m olup her bir grup 8 hidrofon içermektedir. Atışlar hattın elverişine göre 12.75 veya 18.75 m de bir gerçekleştirilmiştir. Ofset bazı hatlarda 40 bazı bazılarında ise 100 m olarak düzenlenmiştir. Araştırmada kaynak olarak kullanılan hava tabancası 45 inch³ hacim ile çalışarak 2000 psi= 160 bar basınç üretmektedir. Chirp verileri her bir hat için kaydedilmiş ve ilgili hat numarasıyla aynı olarak isimlendirilmiştir. Kaynak ve streamer kablosu, su yüzeyinde, kaynaktan oluşan yansımaların sebep olduğu ve sırasıyla 3 ve 4 m derinlikte oluşan 250 Hz ve 187.5 Hz'lik frekansları gizleyen "hayalet dalgaları"nı önlemek amacıyla, 3-4 m derinlikte sabitlenmeye çalışılmıştır. Bu düzenleme Marmara Denizi'nde yüksek çözünürlüklü görünüm sağlamıştır.



Şekil 2.2: Dokuz Eylül Üniversitesine ait Piri Reis gemisi.

Çizelge 2.1 : Tekirdağ Havzası ve Batı Marmara Sırtı üzerindeki sismik hat bilgileri.

HAT NO	DOĞRULTU	UZUNLUK (Km)	(Başlangıç) BOYLAM / ENLEM	(Bitiş) BOYLAM / ENLEM	İLK ATIŞ NO	SON ATIŞ NO
33	K-G	41,6	040°54.794493' / 027°49.172683'	040°32.519455' / 027°53.949397'	101	2298
35	K-G	32,9	040°56.842366' / 027°43.202848'	040°39.279776' / 027°46.988321'	101	1834
36	G-K	30,1	040°40.019887' / 027°45.008105'	040°56.064799' / 027°41.476981'	101	1684
37	K-G	27,1	040°55.804136' / 027°39.595912'	040°41.415532' / 027°42.804129'	101	1521
38	G-K	27,7	040°41.097497' / 027°40.982342'	040°55.669650' / 027°37.857339'	101	1538
39	K-G	26,2	040°55.504018' / 027°34.282425'	040°41.540596' / 027°37.167779'	101	1477
40	G-K	21,4	040°41.431157' / 027°33.407062'	040°52.797778' / 027°31.152660'	101	1221
41	K-G	17,4	040°50.514360' / 027°27.829348'	040°41.263058' / 027°29.172862'	101	1006
42	G-K	12,2	040°41.073763' / 027°25.932505'	040°47.437817' / 027°24.770276'	101	727
44	B-D	28,8	040°47.403319' / 027°24.846413'	040°54.352355' / 027°43.122799'	101	1625
46	D-B	53,7	040°55.239980' / 028°00.915206'	040°46.899481' / 027°24.598708'	101	2940
57	B-D	41,2	040°44.621392' / 027°27.449872'	040°55.529699' / 028°27.182177'	101	4703

2.2 Sismik Veri İşlem

Bu çalışmada Marmara Denizi Tekirdağ Havzası sismik yansıma verilerini ‘‘Disco Focus’’ ve kısmen ‘‘SPW’’ (Seismic Processing Workshop) programı ile işlenmiş olup Kingdom Suit programı sayesinde yorumlanmıştır. Tekirdağ Havzası bölgesindeki sismik hatlar içinde saptanan formasyonlar yorumlanarak belirlenmiş ve belirlenen fay sistemleri, birbirleri arasında ilişkilendirilerek haritalanmıştır. Sismik hatların veri-işlem sırası şekil 2.3’teki sırayla uygulanmıştır.

Sismik veri işlem aşamasında alıcı-kaynak-gözlem geometrisi belirlendikten sonra ham verilerin bozuk izlerden arındırılması ve filtrelenmesi aşamasına geçilmiştir. Bu aşamadan sonra izlere NMO hız düzeltmesi uygulanarak yığma işlemine hazır hale getirilen izler her kanalda bulunan izleri üst üste getirme işlemi olan yığma işlemiyle bir araya getirilmiştir. Yığılan izler üzerinden genlik dengelemesi adı ile bilinen sığda ve derinde genlik eşitlemesi yapılarak düşük genlikli izlerin genliği güçlendirilmiştir. Bu işlemin ardından band geçişli filtreleme ile sismik hatta görüntülenmek istenen aralıktaki frekanslar kesitte görülürken bu aralığın dışında kalan frekanslar veriden atılır. Elde edilen kesitte CMP (Common Mid Point= Ortak Orta Nokta) noktalarına göre hız analizleri yapılmış ve her bir CMP noktasında elde edilen hızların içerisinde en kaliteli yansıma genlikleri yani hızlar seçilmiştir. Yığma işlemi tamamlandıktan sonra eğimli yüzeylerden yansıyan izleri gerçek yerlerine taşımak adına göç (migrasyon) işlemi uygulanarak final kesitleri elde edilmiştir.

Disco-Focus programında veriler işlenmeden önce SEG-Y formatında kaydedilen veriler DSK formatına dönüştürülmüştür. Dönüştürülen yeni formattaki bu veri ‘‘atış’’ dosyası adı altında kaydedilmiştir. Elde edilen bu iş dosyası tek kanal kesite dönüştürülerek Focus programında görüntülenir. DSK formatına çevrilmiş olan veriler atış alıcı düzenine göre; ilk atış numarası, son atış numarası, aktif kanal sayısı, atış sayısı artışı, ofset, grup aralığı ve atış aralığı değerleri iş dosyasında girilerek geometri düzeni kurulmuştur. Söz konusu iş dosyasında, single kesitte tespit edilen bozuk izler, ‘‘edit’’ komutu ile tüm veriden atılmış ve temizlenmiş veriye, kayıt esnasındaki frekans penceresi göz önünde tutularak, band geçişli filtreleme işlemi uygulanmıştır (Ek A-1, Ek A-2).

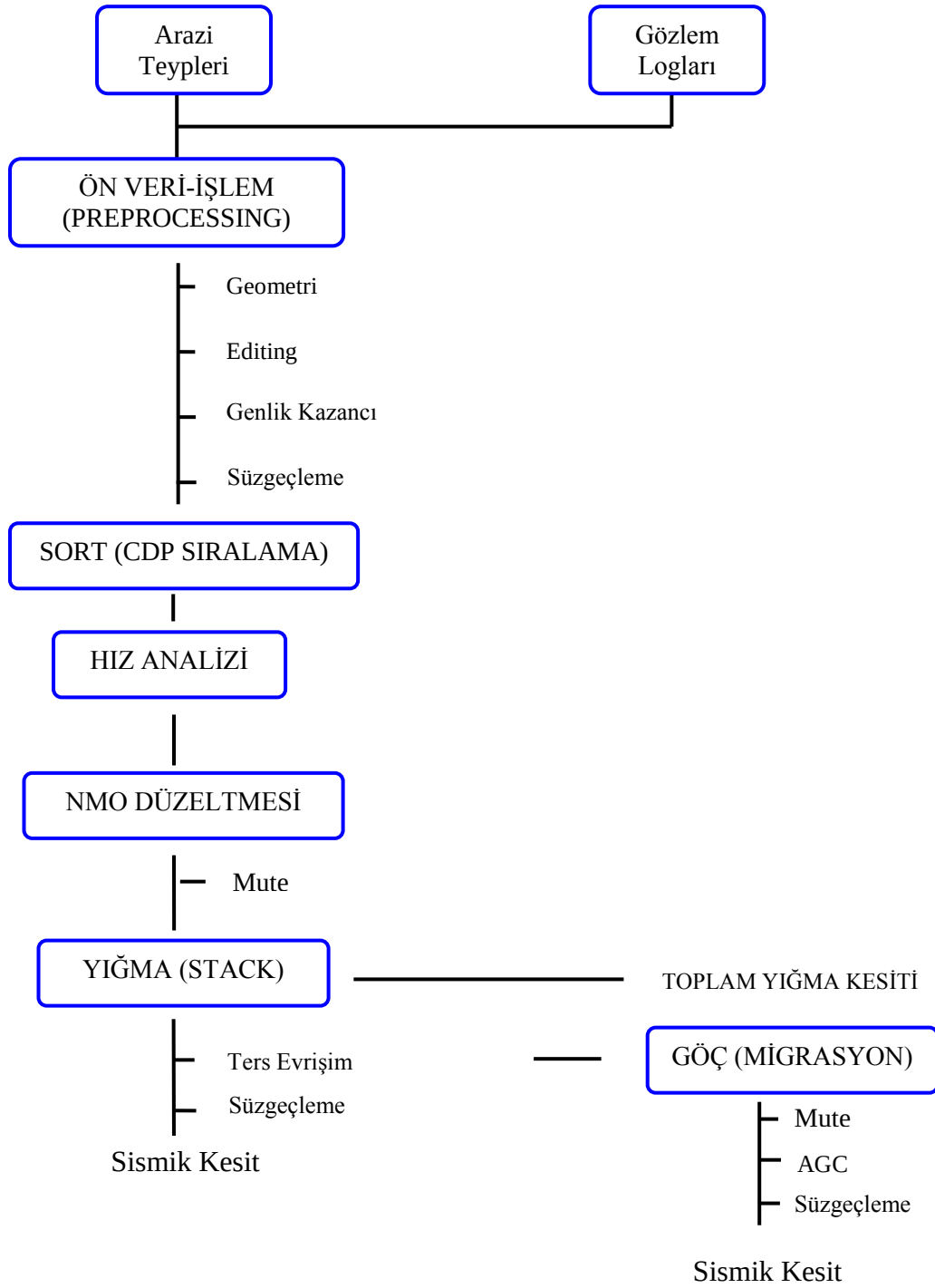
Focus programında atışlar dosyası çağırılarak, atış verileri üzerinde seçilen belirli aralıklarla enteraktif olarak genlik analizi yapılmış ve kullanılan bu genlik düzeltme değerleri iş dosyası içerisine “Gain” komutu kullanılarak işlenmiştir.

Genlik düzeltmesi yapılan verileri sort etmek için iş dosyasında sort komutunu kullanarak hattaki kanal sayısı ile fold (katlanma) sayısının çarpımına 1 eklenmiş böylece CDP (common depth point = ortak derinlik noktası) ortamına geçiş için gerekli olan son işlem bu şekilde tamamlanmıştır.

CDP verileri dosyası focus programında input verisi olarak çağırılarak VELDEFN enteraktif komutu ile single kesitten jeolojik yapı ve tekrarlı yansıma zamanlarına dikkat edilerek belirli yansıma zamanlarında en iyi okunan hız bilgileri seçilerek hız analizi yapılmış, böylelikle veriler yığma işlemine hazır hale getirilmiştir. Hız seçimi esnasında enteraktif olarak ilk gelen dalgalar mute işlemi ile kesilmiş ve yine enteraktif olarak farklı CDP’lerdeki ön yığmalar görüntülenmiştir.

Veriler, CDP ortamında hız analizi yapıldıktan sonra, iş dosyasında fold (katlama) sayısı girilerek “stack” komutu ile yığılmıştır. Elde edilen yığma kesitinde, istenmeyen bozukluklar “mute on” işlemi ile atılmıştır. Bu işlemi yaparken bozuk izlerin bulunduğu CDP aralığı ve tekabül eden zaman değerleri aralığı, (milisaniye cinsinden) düzeltmenin uygulanması istenilen kanal sayısı ile birlikte işlenmiştir. Bu işlemlerle yığma kesitleri elde edilmiştir.

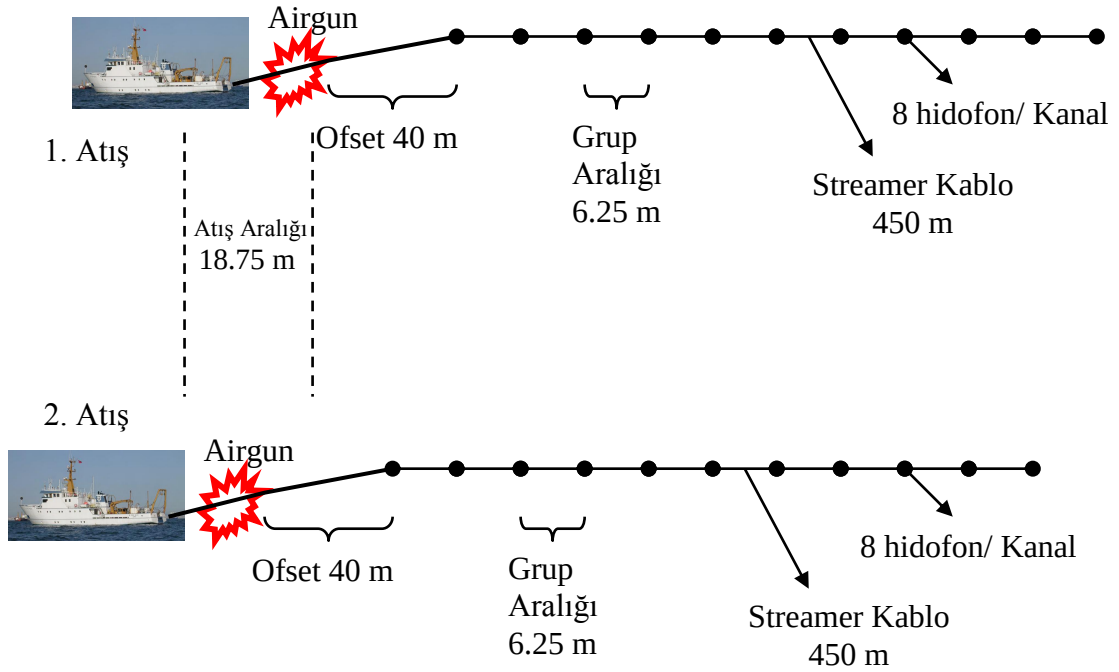
Son olarak yığılan veriler, göç işlemi için karekök hız değerleri (migrms) baz alınarak, yığma kesitinde saptanan en büyük eğime sahip yansımanın eğim değeri, CDP aralıkları (metre) ve iki tabaka arasındaki milisaniye cinsinden kalınlık değeri girilerek final kesitleri elde edilmiştir. Bu işlemle birlikte sismik kesitte görülebilecek en büyük eğim değeri tanımlanmıştır. Kullanılan migrasyon (göç) işlemi, dalga denklemi migrasyonu olup yatay yönde hemen hemen hız değişiminin gerçekleşmediği göz önünde tutularak yapılan bir göç işlemi türüdür. Kullanılan migrasyon çeşidi çalışmanın ve problemin amacına bağlı olarak seçilir ve işleme konulur. Gerek TAMAM (Turkish American Marmara Multi-channel) projesinde gerek bu tez çalışmasında düşey süreksizlik ve hız değişimleri ağırlıklı olarak hedeflenerek sırasıyla stratigrafik yaş tayini ve tektonik amaçlar güdülmüştür.



Şekil 2.3 : Sismik yansıma veri işlem akış şeması.

2.2.1 Atış-alıcı geometrisi

Bir sismik yansıma çalışmasında veri işleme geçilmeden önce yapılması gereken önemli iş geometrinin doğru düzenlenmesidir (Şekil 2.4). Veri toplandığı sırada çeşitli dış etkilere dolayı hatlarda meydana gelen eğrisellikler, atış alıcı geometrileri için belirlenmiş parametreler ile ilişkilendirildikten sonra veri işleme başlanılır.

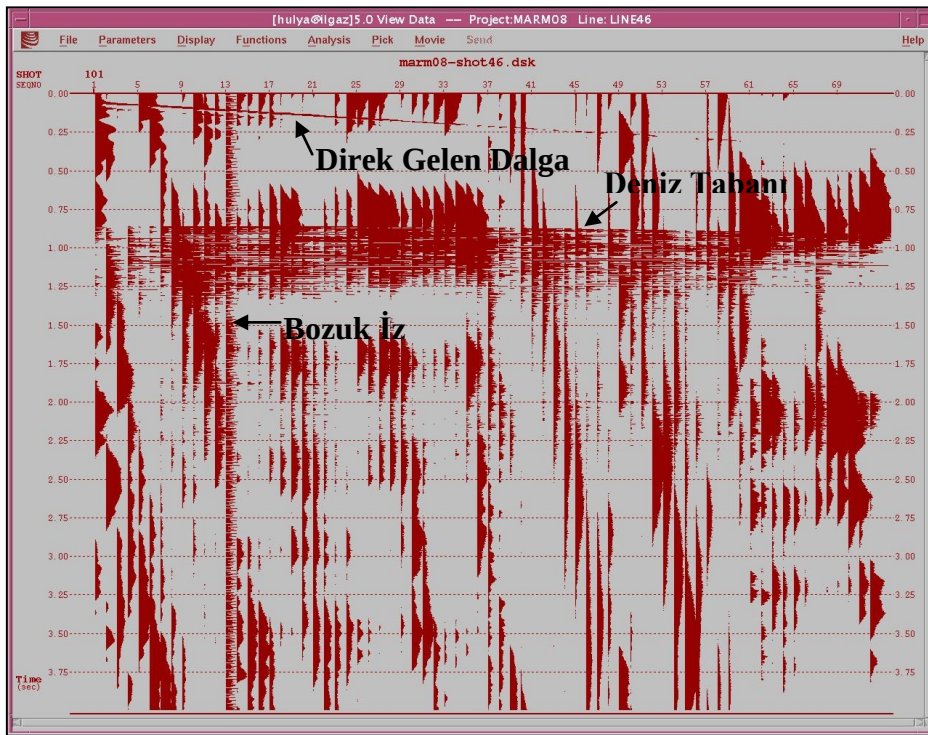


Şekil 2.4 : Veri toplama sırasındaki atış-alıcı düzeni.

TAMAM projesinde Piri Reis gemisi ile toplanan veriler Tekirdağ Havzası ve civarında atış aralığı 18,75 m olarak kaydedilmiştir. Kaynak olarak kullanılan 1 adet hava tabancası basınç haznesini her iki atış aralığında patlamaya hazır hale getirerek belirlenen atış aralığı parametresine uygun olarak atışlarını gerçekleştirmiştir. Kaynak ile ilk kanal arasındaki uzaklık 40 m olarak belirlenmiştir. Kullanılan 450 m uzunluğundaki streamer kablosu 72 aktif kanal içerirken söz konusu her bir kanalda 8 hidrofon bulunmaktadır. Söz konusu gruplar arasındaki mesafe 6,25 m olarak belirlenmiştir.

2.2.2 Verilerin ayıklanması (Editing)

Sismik yansıma çalışmalarında toplanan veriler bir dizi atış noktalarından gerçekleşen kayıtlardan oluşur. Çalışma ekibi aynı zamanda, yüzey tabakasının derinliği ve hız dağılımı hakkında ayrıntılı bilgileri de veri-işlem merkezine ulaştırır. İstenmeyen arazi şartları nedeniyle kaydedilen verilerden bazıları yararlı olmayabilir (Şekil 2.5). Hatta bazı durumlarda normal veri-işlem çalışmalarında kullanılmaları zararlı olabilir. Sismik izin bir kısmı veya tamamı, bazen tüm kayıtlar çok zayıf olabilir, veya üzerlerine başka büyük enerjili bir olay binmiş olabilir. Veriler işleme sokulmadan önce, belirtilen bu türlü istenmeyen verilerin ayıklanması gerekir. Bu düzeltme, istenmeyen izlerin iz örneklerini sıfır yaparak sağlanır.

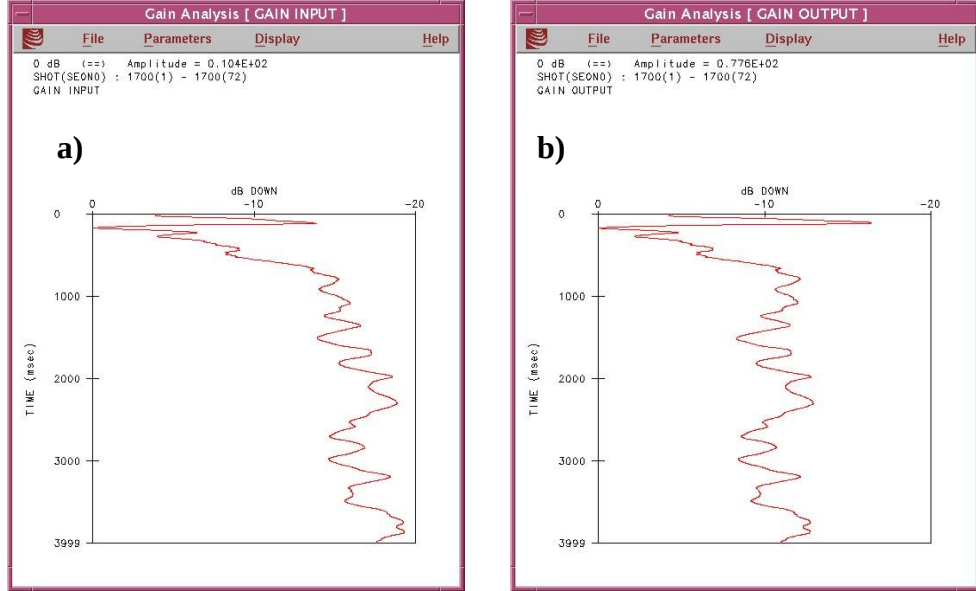


Şekil 2.5 : Direk gelen dalga, bozuk iz ve veri içeriğini örten düşük frekansları gösteren 46 no'lu hattın 101 no'lu atış verisi.

Bazı durumlarda, elektrik bağlantılarındaki yanlışlıklardan ötürü izlerde terslikler (polarite farklılığı) görülebilir. Bu durumlarda yanlışlık yapılan izdeki maksimum ve minimumlar, kaydın diğer bölümlerine göre ters durumdadırlar. Bu tür polarite farklılıklarının giderilmesi veri düzeltme aşamasında yapılan önemli bir işlemdir. Herhangi bir nedenle polarite düzeltmesi yapılamıyorsa bu izlerin sıfırlanması gerekir.

2.2.3 Genlik düzeltmesi (Gain recovery)

Kaynaktan çıkan sismik dalga yerkürede küresel olarak yayılır. Bu durum dalganın ortamda ilerlerken genliğinin zamanla azalmasına neden olur (Şekil 2.6). Sinyalin genliğindeki bu değişimin nedeni, küresel yayılım ve elastik olmayan sönümün sonucudur. Gerek küresel dağılma ve gerekse elastik olmayan azalma ortamın jeolojisine bağlıdır. Yerin homojen olması durumunda dalganın genliği kaynaktan olan uzaklık ile ters orantılı olarak azaldığından kolaylıkla düzeltilir. Bunun için gidiş-geliş zamanı ile lineer artan bir kazanç uygulamak yeterli olur. Yer içinde hız derinlikle arttığı için, sabit hızlı bir ortam gibi düzeltme yapılamaz. Sismik dalga küresel yayıldığı için enerji küre yüzeyine yayılır ve küresel açılımda hız ve zamana bağlı bir azalma vardır. Dolayısıyla burada küresel olarak bir enerji kaybı söz konusudur. Yer içine gönderilen enerji zamanla yeraltından ilerlerken gücünü kaybeder. Bu enerji kaybı ve küresel açılımdan doğan kaybın geri kazanılması için yapılan işleme “kazanç düzeltmesi” denir (Şekil 2.6). Genlik düzeltmesi yapılmadan önce, atış verisi içerisindeki her bir atış, analiz edilerek, uygulamanın hangi atışlar üzerinde yapılacağına karar verilir.

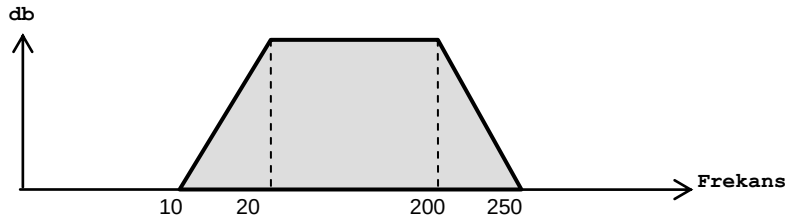


Şekil 2.6 : a) Genlik düzeltmesi uygulanmamış atış verisinin derinlikle -20 db'e kadar azalan genliğinin analiz görüntüsü. b) Genlik düzeltilmesi yapılmış atış verisinin genlik içeriğinin derinlere doğru -10 db civarında dengelenmiş hali.

Sismik dalgaların küresel açılamdan dolayı kaynaktan uzaklaşan dalganın enerjisinde meydana gelen azalıştan ötürü genlik kaybını telafi edip, bu kaybı dengelemek amacıyla, azalma tespit edilen belirli zaman aralıklarında uygun katsayılar belirlenerek kaybolan genliğin dengelenmesi sağlanmıştır. Kullanılan bu katsayılar ile soldaki şekilde -20 db civarına kadar düşen genliğin, -10 db civarına çekilmesi gerçekleştirilmiştir.

2.2.4 Filtreleme (Süzgeçleme)

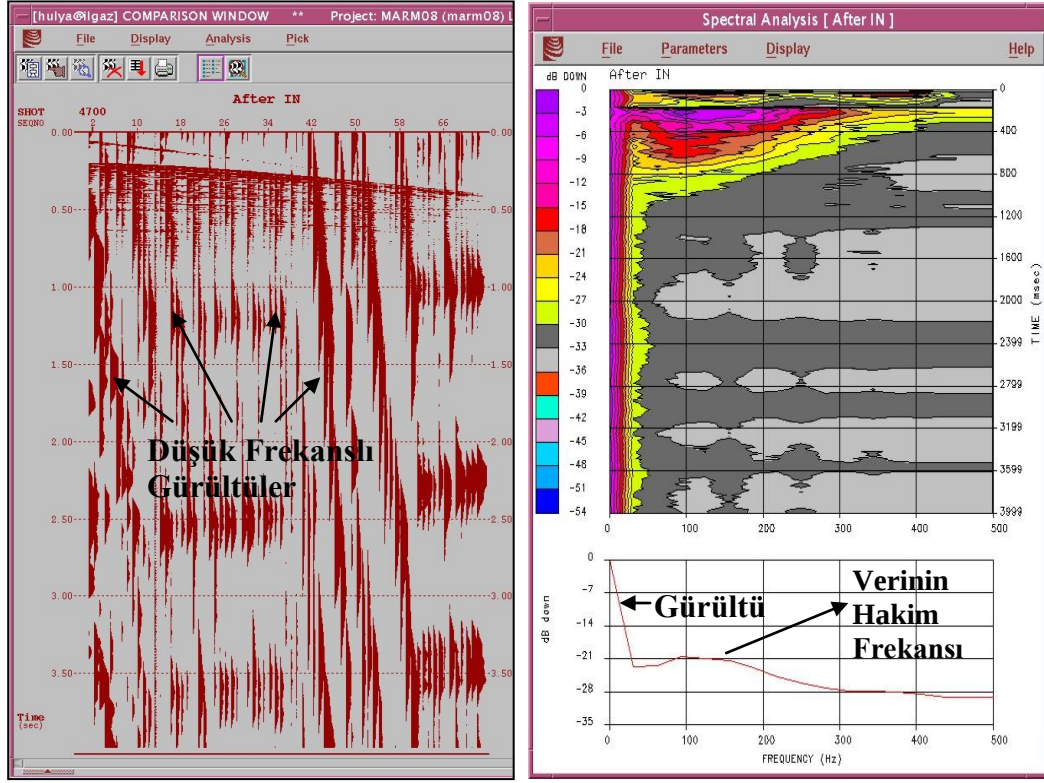
Bu işlemde kayıta gürültü denilen istenmeyen olaylar uzaklaştırılır. Gürültülerin çeşitlerine göre değişik veri işlem filtreleri geliştirilmiştir. Bazı durumlarda ise yapılan sismik çalışmanın amacına uygun olan filtreleme türü işleme konulur (Şekil 2.7). Örneğin amaç, çözünürlüğü yüksek stratigrafik çalışma ise band aralığında yüksek frekanslı içeriğin kullanılmasına özen gösterilir. Yansıma sismiğinde iki tür gürültüden söz edilir. Bunlar ilgili gürültü (düzenli) ve ilgisiz gürültü (düzensiz) dır. Düzenli gürültüler belli bir fiziksel olaya karşılık gelirler ve veriyi örterler. Düşük frekanslı gürültüler, tekrarlı yansımalar, hava dalgaları, ground roll dalgaları vb. türlerdir (Şekil 2.8). Düzensiz gürültüler ise değişik sebeplerle oluşurlar. Sismik veri işlemde bu gürültülerin yok edilmesine süzgeçleme denir.



Şekil 2.7 : Uygulanan band geçişli filtreleme işleminde seçilen düşük ve yüksek kesme frekansları.

Frekans süzgeçlemesi işleminde kullanılan band geçişli süzgeç tipi ile düşük kesme frekansları 10-20 Hz yüksek kesme frekansları ise 200-250 Hz olarak belirlenerek 10 Hz'ten düşük, 250 Hz'ten yüksek frekans içerikleri veriden ihraç edilerek hakim frekans bandı 20 Hz ile 200 Hz arasında görüntülenmiştir.

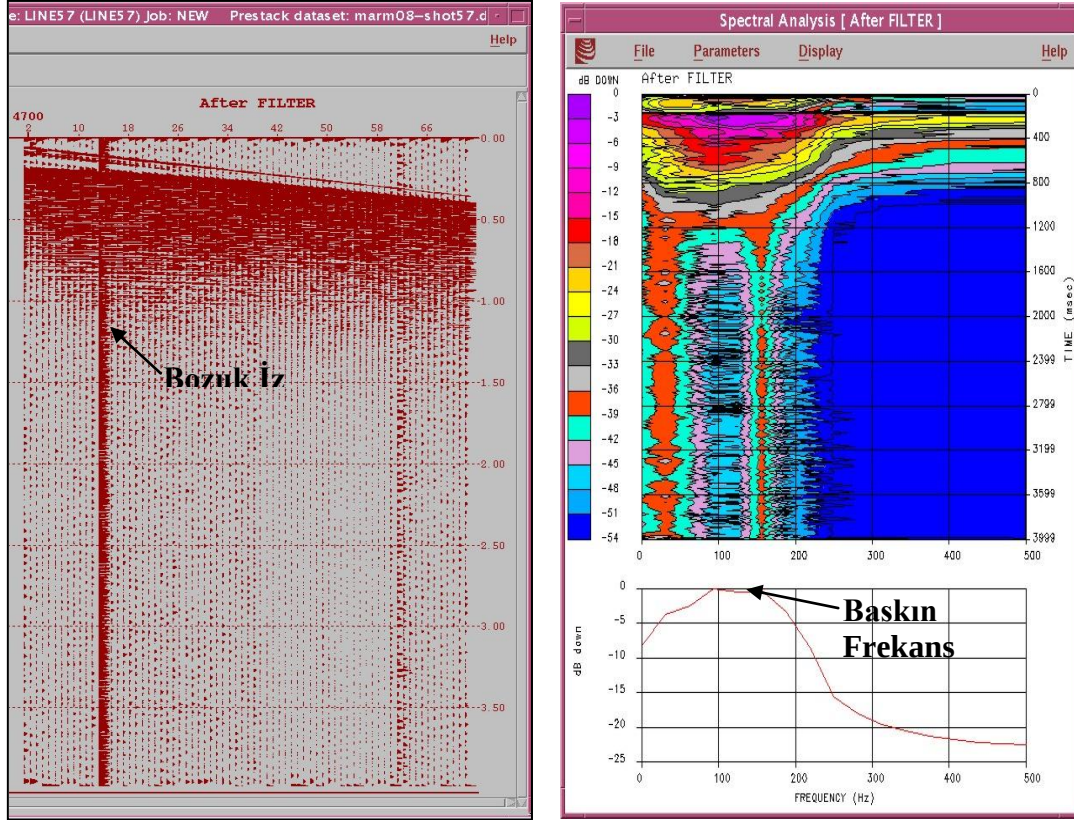
Veri işlem süzgeçleme işleminden bahsedildiğinde genelde frekans filtresi akla gelir. Veri işlem çalışmaları sürecinde dalgacığın, iğnecik (spike) dalgacığına yaklaştırma işlemi dekonvolüsyon (ters evrişim) işlemi ile yapılırken, filtreleme işlemi ile de (Şekil 2.9) bu işlemi kısmen yapmak mümkündür.



Şekil 2.8 : Frekans süzgeçlemesi öncesi a) Düşük frekanslı gürültülerin yer aldığı atış verisi b) Verinin sahip olduğu frekans spektrumu.

Filtreleme işlemi iki ortamda yapılır; bunlar zaman ve frekans ortamıdır. Zaman ortamında filtreleme bir filtre operatörü ile giriş dalgacığının konvole edilmesi ile olur. Frekans ortamında filtreleme ise filtre operatörünün genlik spektrumu ile giriş dalgacığının çarpılması ile gerçekleştirilir. Söz konusu veriyi maskeleyen düşük frekanslı gürültülerin frekans bandı 0,8 Hz ile 2 Hz arasında değişirken hakim periyotun 1,25 sn olduğu görülmektedir. Tüm veriyi gizleyen bu gürültülerin ortadan kaldırılması için düşük kesme frekansı 10-20 Hz yüksek kesme frekansı 200-250 Hz olarak belirlenen band geçişli süzgeçleme işlemi uygulanarak 10 Hz'in altındaki frekans içerikleri veriden çıkarılmıştır.

Filtreleme işlemi sonrası atış verisini maskeleyen düşük frekanslı gürültüler bastırılmış, böylece sinyal sıkıştırılarak esas veri içeriği belirginleştirilmiştir. Gürültünün ortadan kaldırılması ile birlikte veri içeriğinin iyi genlikli baskın frekansı ortalama 100-150 hz arasında kendini göstermiştir (Şekil 2.9).



Şekil 2.9 : 57 no’lu sismik hattın 4700 no’lu atış verisinin a) band geçişli filtreleme yapıldıktan sonraki durumu. b) verinin frekans spektrumu.

Maksimum frekans içeriği (Nyquist frekansı) f_{NYQ} , örnekleme aralığı 1 ms olarak seçildiğinden dolayı;

$$f_{NYQ} = \frac{1}{2 \times \Delta t} = \frac{1}{2 \times 0,001} = 500 \text{ Hz. 'dir.} \quad (2.1)$$

2.2.5 Atış düzeninden ortak yansıma düzenine geçiş

Aynı noktadan yansıyan izlerin bir araya getirilmesi işlemi olan bu uygulama ile birbiriyle ilişkili olan yansıma bilgileri yan yana getirilerek katlanma sayısı (fold) elde edilir. Katlanma (fold) sayısı bir CMP noktasından elde edilen maksimum yansıma sayısıdır (Şekil 2.10).



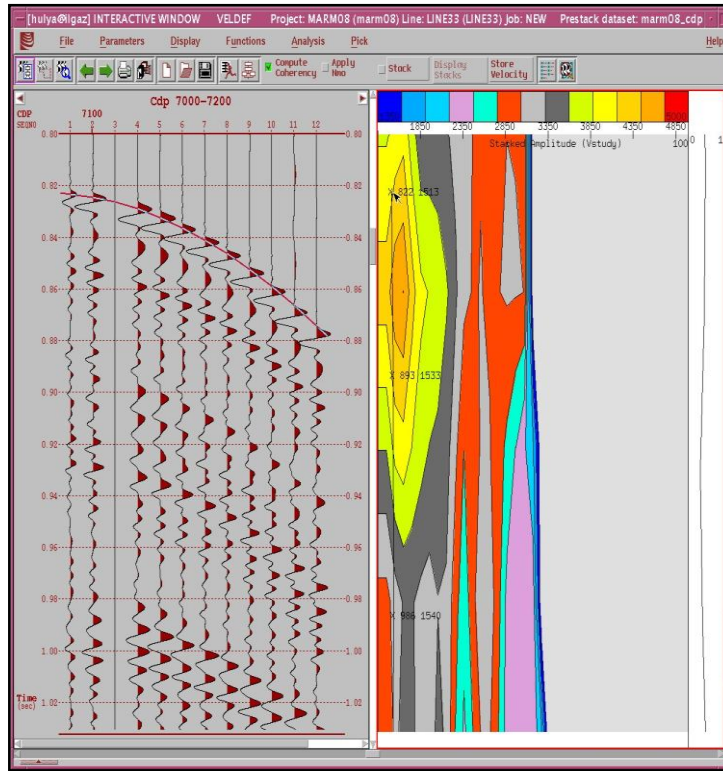
Şekil 2.10 : 46 no'lu sismik hattın 8886 no'lu CDP örneği. CDP'deki toplam iz sayısı (fold) 12'dir.

Sismik çalışma için kullandığımız veri işlem parametrelerine bağlı olarak; grup aralığının 6.25 m, kanal sayısının 72 ve atış aralığının 18.75 m olduğu durumda bir noktadan yansıyan maksimum iz (katlama) sayısı (2.3) formülü ile 12 olarak işleme konulmuştur.

$$FOLD = \frac{GRUP\ ARALIĞI \times KANALSAYISI}{2 \times ATIŞ\ ARALIĞI} \quad (2.2)$$

2.2.6 Hız Analizi

Bir CDP grubundaki izlerde çok sayıda yansıma hiperbolü yer alır (Şekil 2.11). Bu hiperbollerin aynı yansıma zamanına çekilmesi, farklı NMO hızları kullanarak gerçekleştirilir. Tek bir CDP grubu dikkate alındığında, bu gruptaki izlerde bütün yansıma hiperbollerini düzeltecek olan hız fonksiyonunu saptamak gerekir. Bulunacak hız fonksiyonu, yığma kesitindeki tek bir x noktası için t'nin fonksiyonu $v(t)$ olacaktır. Yığma kesitinin diğer x noktaları için de aynı işlem tekrarlanarak hız dağılımı x'in ve t'nin bir fonksiyonu $v(x,t)$ olarak saptanmış olur. Hız analizi ile ilgili değişik yöntemler bulunmaktadır.

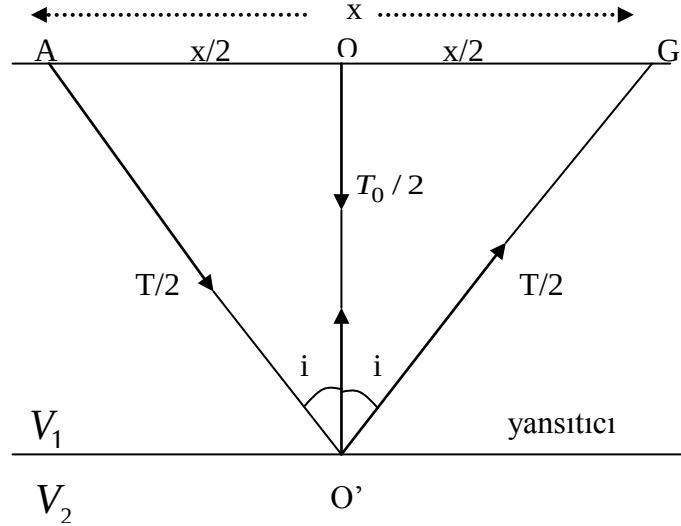


Şekil 2.11 : 33 no'lu hattın 7000-7200 no'lu 200 CDP'lik örnekleme aralığında belirlenmiş sismik izlerin, hız analizi işlemi sırasında yansıma hiperbollerinin seçildiği sismik iz topluluğu.

Hız analizi işlemi sırasında mümkün olduğunca iyi genliğe sahip ve sürekli izler yansıma hiperbollerini üzerinde çakıştırılmaya çalışılmıştır.

Derinlere doğru genlik kaybından dolayı net bir şekilde okunamayan izler için interpolasyonun sağlanabilmesi için hızların artış doğrusallığını bozmayacak şekilde söz konusu alt zaman dilimlerinde de hız ataması yapılmıştır.

Yeraltındaki litoloji özelliklerine göre, sismik dalganın bir yada daha fazla kayacı geçme geometrisi basit olarak Şekil 2.12’teki gibidir. Burada temsil edilen hızlar ara hızlardır ve matematiksel ifadesi (2.4)’teki gibidir.



Şekil 2.12 : Sismik dalgaların ara yüzeyde yansıyarak izlediği yol.
x: Atış-alıcı mesafesi. T_0 : Düşey gidiş geliş zamanı. T: Ara yol seyahat zamanı. V_1 : ilk tabaka hızı. V_2 : ikinci tabaka hızı. Δt : Ara yol seyahat zamanı ile gidiş geliş zamanı arasındaki fark.

$$AO' = \frac{T}{2} V_1 \quad (2.3a) \quad \Delta t = T - T_0 \quad (2.3b) \quad T + T_0 = 2T_0 + \Delta t \quad (2.3c)$$

$$OO' = \frac{T_0}{2} V_1 \quad (2.3d) \quad AO'^2 = OO'^2 + AO^2 \Rightarrow \left(\frac{T}{2} V_1 \right)^2 = \left(\frac{T_0}{2} V_1 \right)^2 + \left(\frac{x}{2} \right)^2 \quad (2.3e)$$

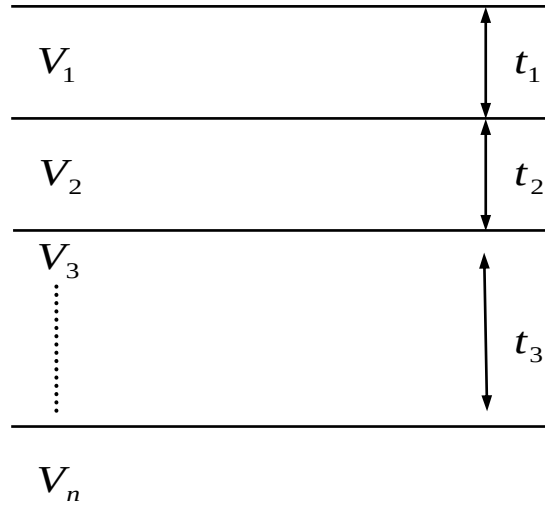
$$T^2 V_1^2 = T_0^2 V_1^2 + x^2 \Rightarrow T^2 - T_0^2 = \left(\frac{x}{V_1} \right)^2 \Rightarrow (T + T_0)(T - T_0) = \left(\frac{x}{V_1} \right)^2 \quad (2.3f)$$

$$\Rightarrow (2T_0 + \Delta t)\Delta t = \left(\frac{x}{V_1} \right)^2 \quad \text{buradan hız hesaplanırsa;} \quad (2.3g)$$

$$V_1 = \frac{x}{\sqrt{2T_0\Delta t + \Delta t^2}} \Rightarrow \Delta t^2 \ll 2T_0\Delta t \text{ (NMO) ise } V_1 = \frac{x}{\sqrt{2T_0\Delta t}} \quad (2.3) \quad \text{olarak hesaplanır.}$$

Eğer iki yansıtıcı yüzey, Z_1 ve Z_2 derinliklerinde ve t_1 ve t_2 tek yol zamanlarına sahipler ise, ara hız; $V_{\text{int}} = \frac{Z_2 - Z_1}{t_2 - t_1}$ şeklinde verilir. (2.4)

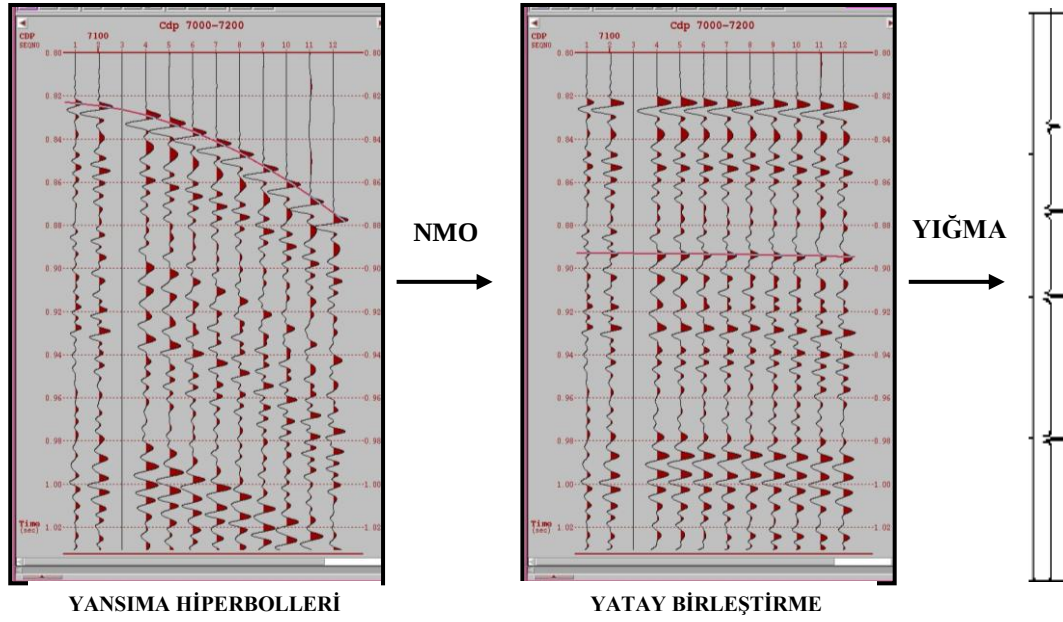
(2.4)'teki ara hız, havza içerisindeki tabaka kalınlıklarının tespit edilmesinde kullanılmıştır. CDP verileri üzerinden hız analizi yaparken NMO hızına en yakın hız olması sebebiyle RMS hızları kullanılmıştır. Bu hız tabaka serilerinin ağırlıklı karekök hızı da denir. Bir başka ifade ile NMO hızının özel bir şeklidir. Kaynak ile alıcı arasındaki açıklık (offset) küçük ise, hesaplanan NMO hızı RMS hızına yaklaşır. Bu nedenle çok sık olarak RMS hızı, NMO hızıyla eş anlamlı olarak kullanılmaktadır. RMS hızı, yeraltındaki tabakaların yatay olmalarının dışında ortalama hızdan büyüktür. Ara hız değerleri, $V_1, V_2, V_3, \dots, V_n$, tek yol yansıma zamanları ise, $t_1, t_2, t_3, \dots, t_n$, olduğundan (Şekil 2.13), V_{RMS} hızı (2.5)'teki gibidir.



Şekil 2.13 : Farklı hız ve seyahat zamanlarına sahip tabaka serileri.

$$V_{RMS} = \sqrt{\frac{V_1^2 t_1 + V_2^2 t_2 + V_3^2 t_3 + \dots V_n^2 t_n}{t_1 + t_2 + t_3 + \dots t_n}} = \sqrt{\frac{\sum_{k=1}^n V_k^2 t_k}{\sum_{k=1}^n t_k}} \quad \text{şeklinde ifade edilir.} \quad (2.5)$$

Tekrarlı yansımalar üzerinde yapılan hız seçimleri yığma kesitlerinde ve final kesitlerinde yanlış formasyon bilgileri verdiğinden dolayı, söz konusu tekrarlı yansımalara ait hız değerleri seçilmemiştir. Hız analizi işleminde amaç kaliteli yığma kesitleri elde etmek olduğundan doğru zamanlarda doğru hız seçimleri yapılmalıdır (Şekil 2.14).



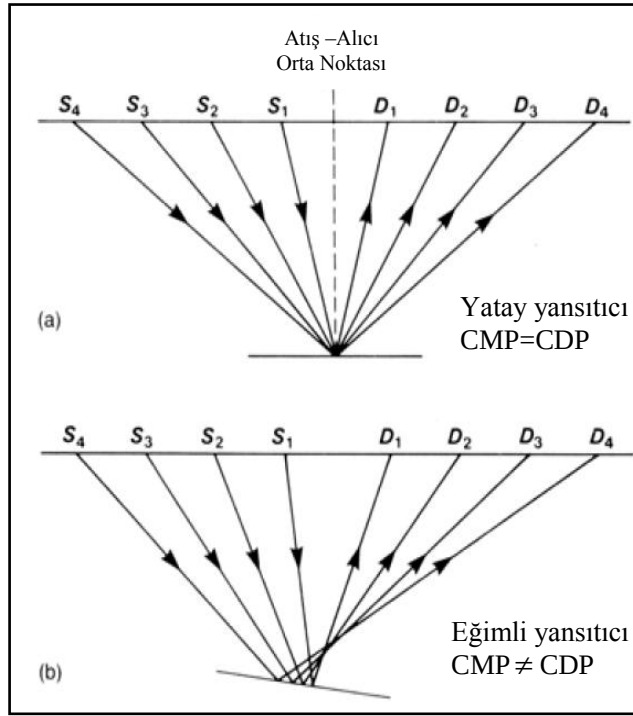
Şekil 2.14 : 33 no’lu hattın 7000-7200 CDP’leri arasında yapılmış hız analizi, takip eden NMO düzeltmesi ve yığma işleminin temsili görüntüsü.

Dikkat edilirse her biri farklı eğimlerde ve derinliklerde yer alan yansıtıcı yüzeylerin Δt değerleri de farklı olacaktır.

$$\Delta t = \sqrt{t_0^2 + \frac{x^2}{V^2}} - t_0 \quad (2.6)$$

(2.6) formülündeki V yığma hızı, her yansıtıcı yüzey için farklıdır. Şekildeki farklı yansımaya zamanlarından Δt zaman farkı çıkarılırsa, bütün olaylar aynı varış zamanına sahip olur. Bu işlem tekrarlanırsa, değişik V değerleri için işlemler yapılır. Böylece hesaplanan Δt zaman farkı değerleri gözlenen yansımaya zamanlarından çıkarılarak bütün izler için NMO düzelmesi yapılmış izler elde edilir. Daha sonra aynı noktadan yansıyan bu CDP izleri yan yana getirilip toplanırsa yığma kesitleri elde edilir.

Yatay tabakalarda atış ve alıcı arasındaki ışın yolu birbirine göre simetrik olduğundan bu yansıtıcı yüzeydeki CMP ve CDP noktaları birbiriyle aynı olacaktır. Fakat eğimli yüzeylerde alıcılara gelecek sinyallerin açı farkından dolayı oluşacak asimetrik ışın yolu geometrisinden dolayı CMP ve CDP noktaları birbirine eşit olamaz (Şekil 2.15).

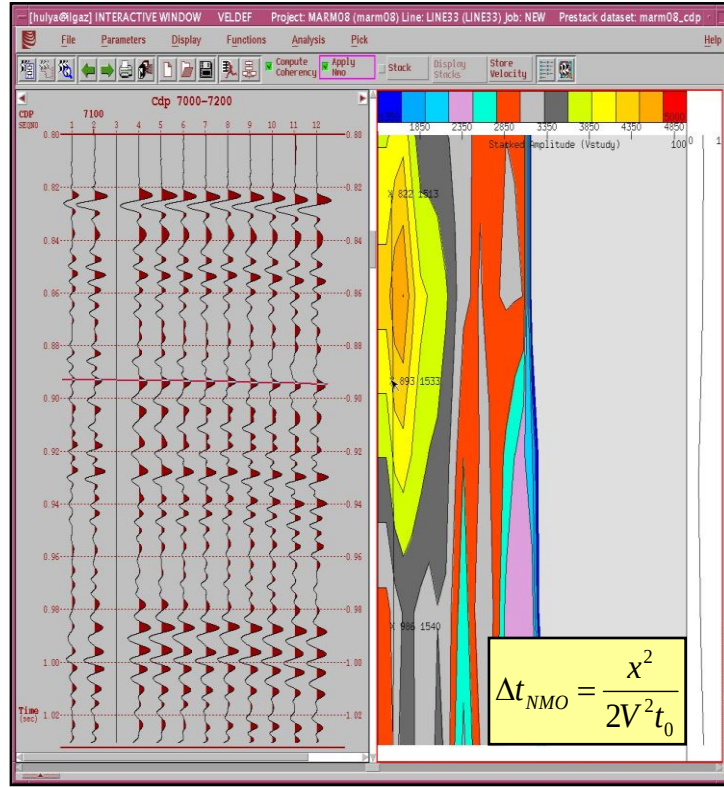


Şekil 2.15 : CMP ve CDP arasındaki fark.

Şekil 2.15 a)'da farklı atış noktalarından gönderilen sismik dalgaların aynı yansıtıcı noktasından (CDP) yansıyarak farklı alıcılar üzerinden kayıt edilmesi temsil edilirken, 2.15 (b)' de ise farklı atış noktalarından yola çıkan sismik dalgaların, eğimli yansıtıcı yüzey tarafından farklı yansıtıcı noktasından yansıtılarak farklı alıcılar ile kayıt edilme durumları ifade edilmektedir. İlk durumda yansıyan izlerin orta noktaları ile yansıtıcı noktaları izdüşümleri çakışırken, eğimli yansıtıcı söz konusu olduğunda sismik dalgaların orta noktaları olmadığından ara yüzeydeki yansıtıcı noktaları ile farklı açılarda kesişmektedirler.

2.2.7 NMO düzeltmesi (Normal move out correction)

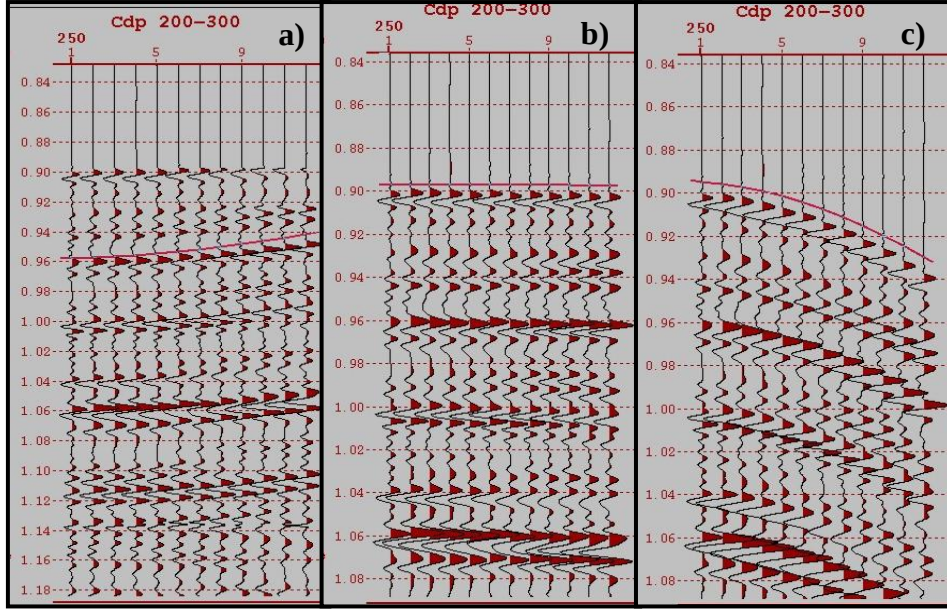
Aynı noktadan yansıyan izler arasındaki zaman farkını ortadan kaldırmak için seçilen yansıma hiperbollerini yataylaştırma işlemi olan NMO (Normal Move Out) kayma düzeltmesi sayesinde, hiperbollerin düzeltilmeden sonra kazandığı yataylığa bağlı olarak, atanan hız değerlerinin doğru olup olmadığı anlaşılır. Hızlar doğru atanmış ise yansıma hiperbollerini yatay bir görüntü verir (Şekil 2.16). Olması gerekenden düşük hızlar atandığı takdirde hiperboller yukarı, yüksek hızlar atanması ile de aşağı doğru eğilirler.



Şekil 2.16 : Hız analizinden sonra NMO (Normal Move Out) düzeltmesi yapılmış 7000-7200 CDP'ler arasındaki sismik izler.

Aynı noktadan yansıyan izler arasındaki kaydedilen zaman farkları ortadan kaldırılarak yansıma hiperbollerini yatay duruma getirilir. Bu işlemin ardından uzun alıcı kablolarının yer aldığı çalışmalarda uzak ofsette meydana gelen deniz yüzeyindeki NMO bozucu etkilerini gidermek için mute işlemi uygulanmaktadır.

Yığılma hızı olarak da isimlendirilen bu hız, düzeltilmemiş ortak derinlik noktası (CDP gather) çalışmasında farklı zamanlardaki izleri birleştirerek yansıma oluşmasını sağlayan hız olarak tarif edilir (Şekil 2.17). NMO hızı veri işlem aşamasında kullanılır, sismik kesitlerin yorumlanmasında önemi yoktur. NMO hızı sismik kaynak ile alıcılar arasındaki uzaklıklardan ve yeraltındaki eğimli tabakaların varlığından çok etkilenir.



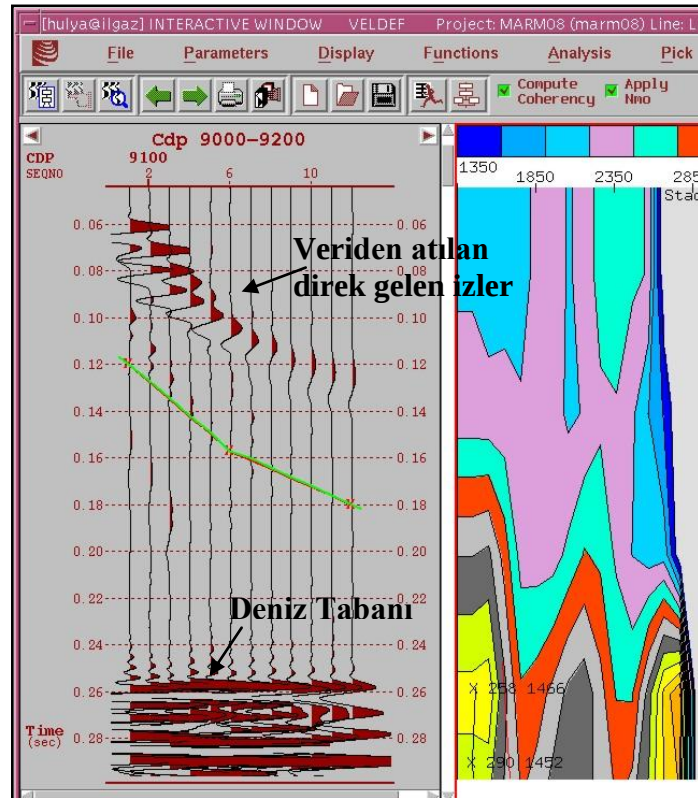
Şekil 2.17 : 33 no’lu sismik hattın 200-300 CDP aralığında farklı hızlar kullanılarak yapılan NMO düzeltmesi. a) düşük hız, b) doğru hız, c) yüksek hız ile yapılan NMO düzeltmeleri.

Burada yapılan NMO düzeltmeleri, her bir CMP (Common Mid Point= Ortak Orta Nokta) için uygun hız fonksiyonu seçilerek gerçekleştirilir. CMP’lerin her iki yanlardaki kanatları, yapılan veri işlem çalışmasıyla birbirlerine birleştirilmeye çalışılır. Her seferinde yeni bir iterasyon ile yeni bir hız fonksiyonu seçilerek düzeltme işlemi tekrarlanır. Bu işleme en uygun yığılma kesiti hazırlanıncaya kadar devam edilir. NMO düzeltmesinin matematiksel ifadesi (2.7)’deki gibidir.

$$\Delta t_{NMO} = \frac{x^2}{2V^2 t_0} \quad (2.7)$$

2.2.8 NMO bozucu etkilerinin giderilmesi (Mute)

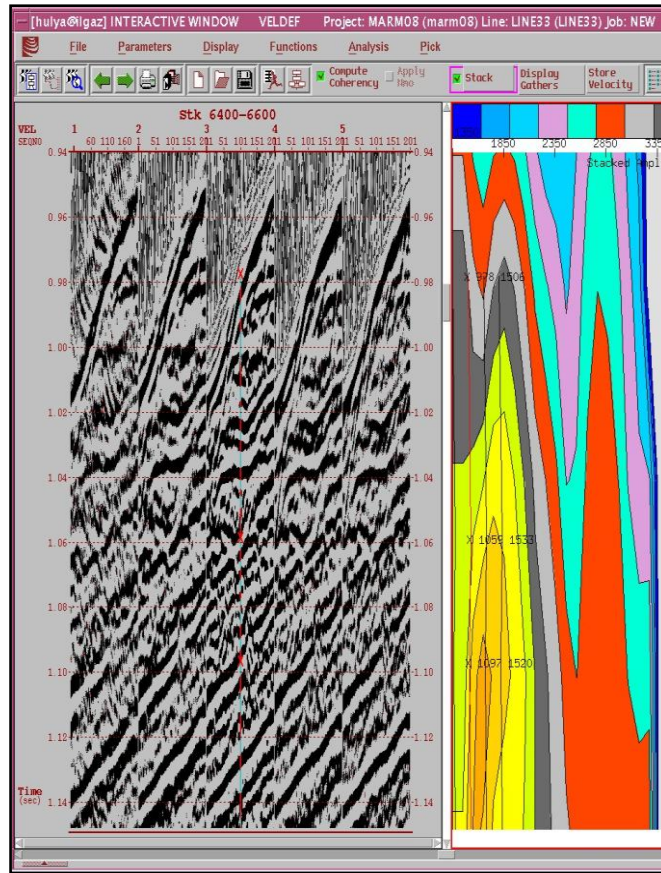
Sismik atış esnasında enerji 3 boyutlu yayılır. Bu nedenle direk gelen yeraltındaki tabakalar arasından yansıyan ve havaya giden, patlama sırasında havaya yayılan dalgalar ve kırılan dalgalar olabilmektedir. Havada yayılan dalga hızı, ses hızına yakındır (340 m/s). Bir CDP’de direk gelen dalgalar, kırılan dalgalar ve gürültüler görülür (Şekil 2.18). Bunlar, hava dalgasının yanı sıra, düzenli ve düzensiz gürültüler olmak üzere iki şekilde görülebilir. Bunlar esas sinyali maskeleyebilirler. Düzenli gürültülere “ground-roll” (yüzey dalgaları) örnek olarak verilebilir. Yüzey dalgaları, hava yer kontrastında oluşur. Genlikleri esas sinyalin genliğine göre çok büyük olduğundan, kesitte kendini belli ederek esas sinyalin görülmesini engeller. Ground-roll, gerçek sinyalin frekansına yakın bir frekansa sahiptir. Eğer ground-roll’un frekansı esas sinyalden farklı olsaydı, bunlar süzgeç işlemi ile ayıklanabilirdi. Muting işlemi ile sismik izin istenmeyen kısımları sıfırlanır ve gürültüler yok edilir. NMO işlemi ile son izlerde yataylaşarak meydana gelen bozucu etkiler mute işlemi ile ortadan kaldırılmıştır.



Şekil 2.18 : 33 no’lu hattın 9000-9200 CDP aralığındaki iz topluluğundan mute işlemi ile direk gelen dalgaların atılışı.

2.2.9 Yığma (Stack)

Aynı noktadan yansıyan izlerin (Ortak Yansıma Noktası= CMP) toplanmasına yığma adı verilir. Burada her derinlik noktasından yansıyarak gelen bütün izler toplanır (Şekil 2.19). Böylece her derinlik noktası için tek bir iz elde edilir. Yığma izlerinin yan yana getirilmesi ile yığma kesiti elde edilmiş olur. Yığma işlemi sonucu elde edilen bu kesitler yoruma hazır durumdadır. Hazırlanan bu final kesitler üzerinde ilave birtakım veri-işlem çalışmaları daha yapılabilir. Bundan sonra yapılacak en önemli veri-işlem çalışması ise göç (migrasyon) işlemidir.



Şekil 2.19 : 33 no'lu hattın 200 örnekleme aralığı ile 6400-6600 CDP'leri arasındaki yapıları hız analizinde seçilmiş olan hızların, hangi izlere denk geldiğini gösteren ön yığma görünümü.

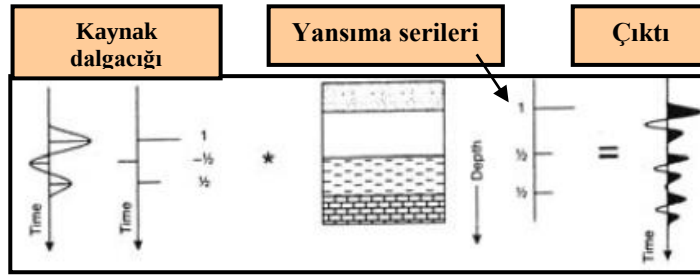
2.2.10 Ters evrişim (Deconvolution)

Evrişim işlemi zaman serileri arasında kullanılan çok önemli matematiksel bir işlemdir (Şekil 2.20). $f(t)$ ve $h(t)$ gibi 2 fonksiyonun evrişimi (2.8)'deki gibidir;

$$f(t) * h(t) = \int_{-\infty}^{+\infty} f(\tau) h(t - \tau) d\tau \quad (\text{Analog})$$

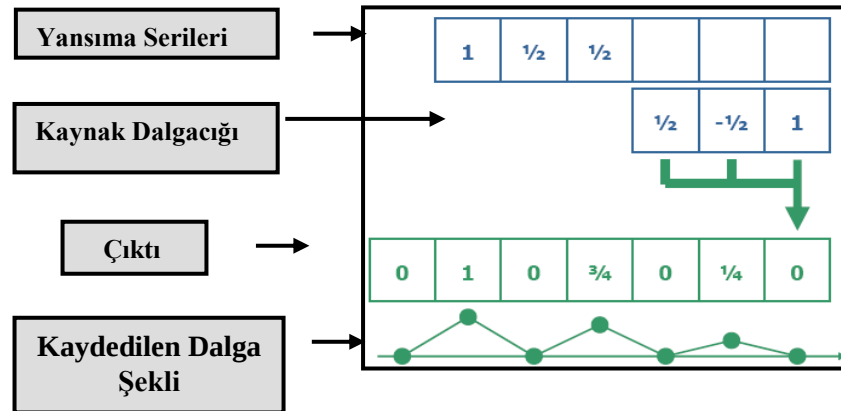
$$f(i) * h(i) = \sum_{j=-\infty}^{+\infty} f_j h_{j-i} = y_i \quad (\text{Sayısal}) \quad (2.8)$$

$$f(t) * h(t) \Leftrightarrow F(w).H(w) \quad (\text{Fourier})$$



Şekil 2.20 : Kaynak dalgacığı ve yansıma serilerinin evrişimi sonucu kaydedilen dalgacık.

Evrişim bir filtre işlemi olup zaman ortamındaki evrişim, frekans ortamında çarpma olarak elde edilir. Yeraltına gönderilen sismik dalgacık yerin içinden geçerken buradaki yansıma katsayıları sayısı kadar filtre etkisi yapar. Dalgacık yansıma katsayılarının içinden geçerken karşı karşıya gelen değerle çarpılır ve toplanır. Kaynak dalgacığı kaç kez yansıma katsayısı ile karşı karşıya gelirse o kadar çarpılarak toplanır (Şekil 2.21). Bu işlem bir filtre etkisi yapar.



Şekil 2.21 : Kaynak dalgacığı ve yansıma serilerinin sayısal olarak evrişim sonucu ve kaydedilen dalga şekli.

Evrişim işlemi sonucunda yansıma katsayısı serisi sismik dalgacıklardan oluşan bir seri haline gelir. Bu işlem sonucunda her dalgacığın yansıma katsayıları, ayrı ayrı değil de hepsinin toplamı şeklinde görülür. Fakat burada amaç her tabaka sınırındaki yansıma katsayılarını belirlemektir. Bu toplu gürültü, soğrulmadan (absorbsiyon) dolayı sismik dalgacık üzerinde genişleme meydana getirir. Bunun yanı sıra tekrarlı yansımaların meydana gelmesi de evrişim işleminde gerçek verilerin ayırt edilebilmesi adına sorun teşkil eder. Bu sorunları ortadan kaldırmak için “Ters Evrişim” (Deconvolution) işlemi yapılır.

Yere gönderilen sismik dalgacık değişik tabakalardan ve tabaka sınırlarından geçerken hem frekans içeriğinin bir kısmını kaybeder, (Yerin yüksek frekansları yutma etkisi) hem de enerji, sınırdan bölünür. Yani kayıt düzlemine gelen enerji bir bütünün sadece küçük bir parçasıdır. Öte yandan tabakalar arasındaki tekrarlı yansımalar ve çeşitli girişim olayları hem kaydedilen enerji miktarını değiştirir hem de gerçek olmayan yalancı tabakalar olarak sismik kesitte görüntü verirler.

$$gt = bt * ft \quad (2.9)$$

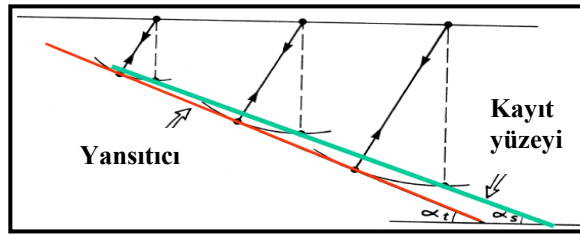
$$ft = bt^{-1} * gt \quad (2.10)$$

Bu işlemlerde gt istenen çıkış sinyali, bt sismik dalgacık, ft ise yeri temsil eden filtre katsayılarıdır. Veri-işlem çalışmasında tekrarlı yansımalar ters evrişim (deconvolution) işlemi ile giderilir. Bu işlemlerde yansımalar kuvvetlendirilerek, tekrarlı yansımalar sönümlenir. Yani söz konusu bu sorunları çözmek ve kayıt edilen dalgacığı orijinal dalgacığa yaklaştırma işlemine “Ters Evrişim” (Deconvolution) adı verilir. Ters Evrişim işleminde, genel olarak giriş dalgacığının minimum fazda olması ve yer yansıma katsayılarının rastgele olması gibi kabuller yapılır. Yapılan ters evrişim algoritmasının başarısı bu kabullerin doğruluk derecesine bağlıdır.

Bazı sismik hatlarda tekrarlı yansımaları gidermek amacıyla ters evrişim işlemi uygulanmış fakat olumlu sonuç alınamamıştır.

2.2.11 Sismik göç (Migrasyon)

Migrasyon işlemi, yansıma olaylarının, gerçek yeryüzü konumu altında ve düzeltilmiş dikey yansıma zamanlarında tekrardan konumlandırılması sebebiyle sismik kesitin yeniden oluşturulduğu bir veri-işlem aşaması olarak tanımlanır. Bu işlem yorumlama ile başlamıştır. Önceleri yansımaların gerçek yerleri araştırılmış ve cetvel, pergel yardımıyla göç işlemi yapılmıştır. Daha sonraları ise gelişen bilgisayar teknolojisi sayesinde sismik göç işlemi kısa zamanda yapılabilmektedir. Final kesitlerde görülen eğimli tabakalar aslında gerçek konumlarını temsil etmezler. Kesit doğrultusunun altında olmayan bazı olaylar, kesit üzerinde görülebilirler. Ayrıca fay ve bazı stratigrafik kesikliklerden oluşan saçılmalarda yorumlamalarda hatalara neden olurlar. Migrasyon işlemi ile yığma kesitindeki olaylar gerçek yerlerine taşınarak, yığma kesitinin jeolojik kesite dönüşümü sağlanır (Şekil 2.22).



Şekil 2.22 : Migrasyon (göç) işlemi ile birlikte jeolojik yapının açısal olarak değişimi. Gerçek eğimi α_t olan yansıtıcı tabaka, α_s eğimi ile görülür.

Sismik kesitlerde, eğimli görülen olaylar eğim yukarıya doğru taşınırlar. Antiklinallerin flankları (kanatları) tepe noktasına doğru hareket ettiğinden, antiklinaller daralır. Senklinallerin flankları (kanatları) dışa doğru eğim yukarı hareket ettiğinden, senklinaller genişler. Gömülü senklinal yapılarının belirlenmesinde büyük kolaylık sağlayan papyon kravat (bow tie) etkisini giderir. Difraksiyonlar, difraksiyon hiperbolü boyunca onu oluşturan bozukluğun olduğu tepe noktasına taşınırlar. Migrasyon (göç) işlemi ile yığma kesiti üzerinde en büyük eğime sahip jeolojik yapının eğimi hesaplanarak her CDP (ortak derinlik noktası) başına düşen milisaniye cinsinden eğim miktarı ve CDP aralığı Disco Focus programında tanıtılarak final kesitte görülmesi istenilen en büyük eğim miktarı belirlenmiştir. Göç işleminde, NMO hızına en yakın olması sebebiyle Vrms hızları kullanılmıştır.

2.2.12 AGC (Otomatik Genlik Kontrolü)

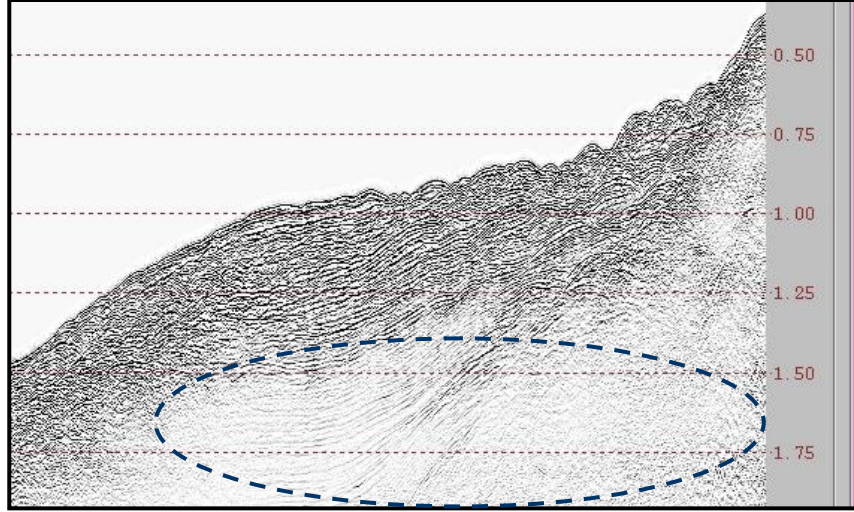
Atış verilerine uygulanan genlik kazancı düzeltmesi ile yerin soğurma etkisi düzeltilmeye çalışılır. Fakat her ne kadar kazanç düzeltmesi ile veride dengeleme sağlanmışsa da bazı durumlarda yeterli olmayabilir. Dengeleme işleminin genel amacı sinyal/gürültü oranını artırmak ve zayıf genliklerin güçlendirilmesiyle yorumlayıcıya kolay yorum yapabilme imkanı sağlamaktır. Dengeleme işlemi AGC işlemi ile yapılmaktadır. Tüm izin her pencere aralığına uygulanan bir işlemdir. Veriden bulunan sabit bir değer her örnekleme aralığı ile çarpılır.

Her pencere aralığı için hesaplanan sabit değer şu şekilde yapılır; Veri işlemcisinin belirttiği pencere içindeki sıfırdan farklı sayıların toplamı örnekleme sayısına bölünür. Bulunan sayının tersi büyük bir sabit sayı ile çarpılır. Bulunan değer, verilen pencerenin uzunluğunun yarısında bulunan değer (orta değer) ile çarpılır. Bu işlem bir örnekleme aralığı kadar kaydırılarak tekrar edilir.

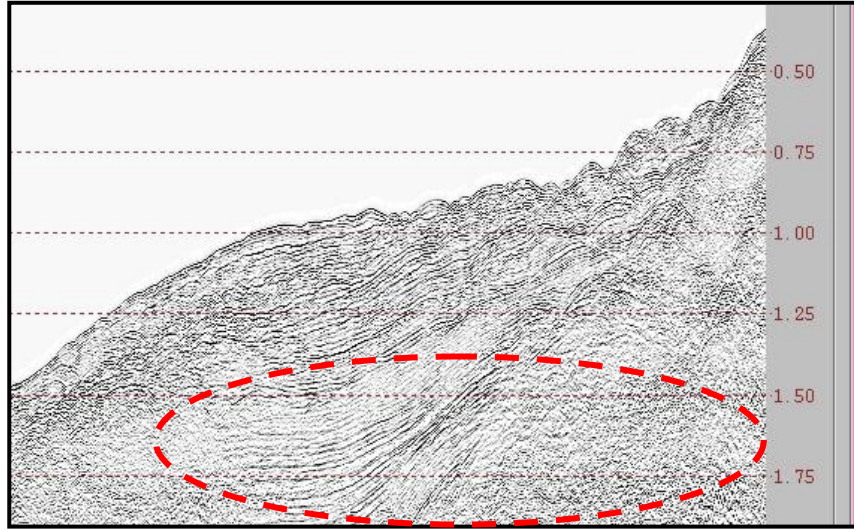
AGC işleminde pencere uzunluğu verideki genlikleri izafi olarak etkilediğinden önemlidir. Kısa pencere uzunluğu, zayıf genlikleri kuvvetli genlikler seviyesine çıkarabilir. Ancak uzun pencere uzunluğu kısa pencere uzunluğu kadar etkili olmaz. En iyi pencere uzunluğu veri üzerinde test yapılarak elde edilir. AGC'nin amacı genlikleri dengelemek olduğundan en dengeli genlik kazancı sağlamak için 200 örneklik pencereler kullanılmaktadır. AGC işlemi verinin tamamının genlik değerlerindeki artışa sebep olduğundan dolayı gerekli yerlerde kullanılmalıdır.

Bu tez çalışmasında final kesitlere uygulanan AGC işlemi ile 500 ms örneklik pencere aralıkları seçilerek tüm veriye uygulanan genlik kazancı söz konusudur. Bu işlemle birlikte özellikle derinlerde genliği azalmış ve birbiri ile ilişkisi kaybolan sismik izler arasında ilişkilerinin geri kazandırılması hedeflenmiş ve sağlanmıştır. Migrasyon (göç) işlemi uygulanmış sismik kesitler üzerine uygulanan AGC işlemi, öncesi ve sonrası görüntüleri sırasıyla şekil 2.23 ve şekil 2.24'teki gibidir.

Bunun yanı sıra model litolojik açıdan önem arz ediyor ise AGC kullanılmamalıdır. Çünkü zaman değişimi ile yansıma katsayıları bir araya geldiğinde gerçek jeolojik veriden uzaklaşlabilmektedir. AGC uygulanmış izler birbiriyle ilişkisi bozulmuş izlerdir (Şekil 2.23). Göreceli olarak izler birbirine yaklaşıp (Şekil 2.24).



Şekil 2.23 : AGC uygulanmamış 39 no'lu migrasyonlu kesit.



Şekil 2.24 : AGC uygulanmış 39 no'lu migrasyonlu ve süzgeçli kesit.

AGC işlemiyle kesitin tüm pencere aralığı aynı genlik katsayısı ile çarpılarak genlik değerleri her yerde aynı oranda dengelenmiştir. Böylece birbiri ile ilişkisi kopuk izler arasında geçiş sağlanmış ve derinlik arttıkça sönümlenen izlerin genliği artırılarak kesit kalitesi yoruma daha uygun hale getirilmiştir.

2.3 Sismik Verilerde Seçilebilirlik (Seismic Resolution)

1977’de Sheriff bu kavramı ‘‘sismik hangi sorulara cevap verebilir?’’ sorusu ile tartışmaya açmıştır. Bu soru seçilebilirlik için daha da detaylandırılırsa;

i) Düşey seçilebilirlik: Ne kadar kalın birimler sismik kesitte temsil edilebilirler?

ii) Yatay seçilebilirlik: Yanal yönde ne kadar bir yayılım, seçilebilir bir yansıma üretir? sorularına yanıt aramaktadır.

2.3.1 Düşey seçilebilirlik (Vertical resolution)

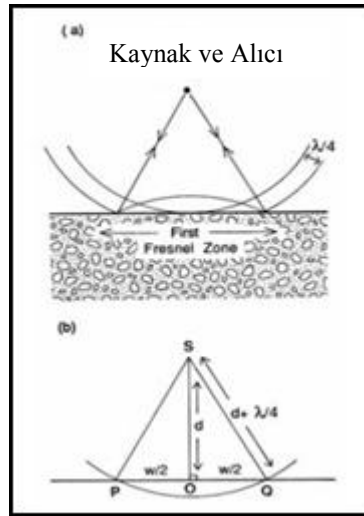
Kaynak dalgacığını frekansı ile doğru orantılı olarak artar. Çalışmalar göstermiştir ki kalınlığı dalgacığın dalga boyunun yarısından ($\lambda/2$) küçük olan birimleri ayırmak çok güçtür. Kalınlığı ($\lambda/4$)’ten küçük olanlar ise hiç ayıramazlar. Genellikle ayrımlılık derinlikle ters orantılıdır (azalır), çünkü derinlere inildikçe kaynak dalgacığı yüksek frekansları kaybeder.

Örneğin sismik kesitlerde ayrımlılık sığ bölgeler için daha yüksektir. 1-2 km derinlikte hız genellikle 2000-3500 m/s civarında ve sismik dalganın frekansı 40-50 Hz arasındadır. Bu da dalga boyunun (λ) 40 m civarında olması demektir. ($\lambda/4$) ve ($\lambda/2$) değerleri minimum rezolüsyon için önemli olduğuna göre bu derinlikte 10-20 m’lik litolojik birimler ayırt edilebilirler. Derinlerde ise hız artacağından ve dalganın frekansı azalacağından düşey rezolüsyon 50-100 m değerlerine ulaşacaktır. Aynı şekilde düşey atımı her yerde aynı bir fay düşünülürse, hızın derinlikle artması nedeniyle fayın düşey atımının derinlere inildikçe kaybolduğu görüntüsü elde edilecektir. Yani görünen atım gerçek atıma oranla daha küçük olacaktır.

Tekirdağ Havzası içerisinde düşey seçilebilirlik, deniz tabanı seviyelerinde (1479 m/s ve 100 Hz) yaklaşık 3.7 metre, 1.2 s (havza ortası) derinliklerde (1513 m/s ve 18.86 Hz) ise 20 m olarak tespit edilmiştir.

2.3.2 Yatay seçilebilirlik (Horizontal resolution)

Gerçekte yansıma küresel dalga cepheleri şeklinde oluşmaktadır. Bu da yansımaların yansıtıcı yüzey üzerinde tek bir noktadan olmamaları demektir. Yani küresel dalga cephesi bir ara yüzeye çarptığında, yüzey üzerinde küresel dalga cephesinin çapı ile doğru orantılı olan dairesel bir alandan yansır (Şekil 2.25). Bu dairesel alan ‘‘Fresnel Zonu’’ olarak bilinir. Bu alan içerisinde kalan her şey dairenin merkez noktasındaki yansıma etkisi olacaktır. Derinlik arttıkça bu alanın çapı da artacaktır.



Şekil 2.25 : Sismik dalganın düşey ve yanal yönde taradığı yarıçap miktarı: Fresnel zonu yarıçapı.

$$\lambda = \frac{v}{f} \quad (2.11)$$

$$w/2 = \frac{v}{4} \sqrt{\frac{t}{f}} \quad (2.12)$$

Kaynaktan alıcıya olan uzaklık (d), hız (v) ve bunlara bağlı olarak gidiş-geliş zamanı (t), sismik kesitteki belli bir zaman seviyesinde olan yansımaların hakim frekansı (f) ise bu durumda fresnel zonunun yarıçapı, (2.12) no’lu bağıntıyla verilir. (Neidell ve Poggiagliolmi, 1977)

Yatay seçilebilirlik deniz tabanı seviyelerinde 33 metre ve 1.2 s derinliklerde ise 95 metre olarak hesaplanmıştır.

3. TEKİRDAĞ HAVZASI VE CİVARININ JEOLojİK VE JEOFİZİK ÖZELLİKLERİ

Tekirdağ Havzası Marmara denizinin derinliği 1200 metreyi geçen üç önemli çukurluğundan en batıda olanıdır. KD-GB doğrultusunda uzanan baklava şekilli Tekirdağ Havzası'nın uzun eksenini yaklaşık 40 km, kısa eksenini boyunca yaklaşık 15 km'dir. Havza doğu ve batısından iki önemli morfolojik değişim ile sınırlıdır: Batısındaki kara kesiminde yaklaşık 940 m yüksekliğindeki Ganos yükselimi ve doğusunda deniz yüzeyinden derinliği yaklaşık 1100 m olan Tekirdağ (Batı) sırtı ile sınırlıdır (Şekil 1.1). Havzanın kuzeyinde ortalama derinliği 100 m'den daha az olan şelf alanı güneyinde 14° – 24° (Yaltırak, 2002) arasında değişerek havzaya kavuşan eğimli bir yamaca sahiptir. Havzanın güneyinde ise yaklaşık 100 metrelerde seyreden deniz tabanı derinliğine sahip geniş bir şelf alanı ve onun güneyinde Marmara Denizi'nin en büyük adası olan Marmara Adası yer alır.

Tekirdağ Havzası'nın yer altı özelliklerini doğru sunabilmek için öncelikle Marmara Denizi ve çevresinin yapısal ve stratigrafik özelliklerinin anlaşılması gerekmektedir. Bu nedenle aşağıdaki paragraflarda Marmara Bölgesi'nin kara ve deniz olmak üzere jeolojik yapısı verilmiştir.

1999 depremi öncesinde Marmara Denizi'nde yapılan sismik çalışmalar, Wong ve diğ., 1995 ve Ergun ve Özel, 1995'dir. 1997 yılında Marmara Denizinde MTA Sismik-1 araştırma gemisi ile toplanan çok kanallı sismik yansıma verilerinin işlenerek yorumlanmasından oluşan ilk çalışma Okay ve diğ., 1999'dur. Havzanın çevresindeki detaylı kara jeolojisi bilgilerinin katkısıyla sismik kesitlerin değerlendirilmesi ile bu çalışmada Tekirdağ Havzası'nın KAF'ın o bölgede gevşemeli büküm (releasing bend) yapması ile oluştuğu ve Pliyosen ve daha genç faylanma ile eş zamanlı (syn-sedimentary) malzeme ile dolduğu belirtilir. Okay ve diğ., 1999'da kullanılan sismik hatların sayısı toplamda (K-G ve D-B doğrultuda olmak üzere) 5 adettir.

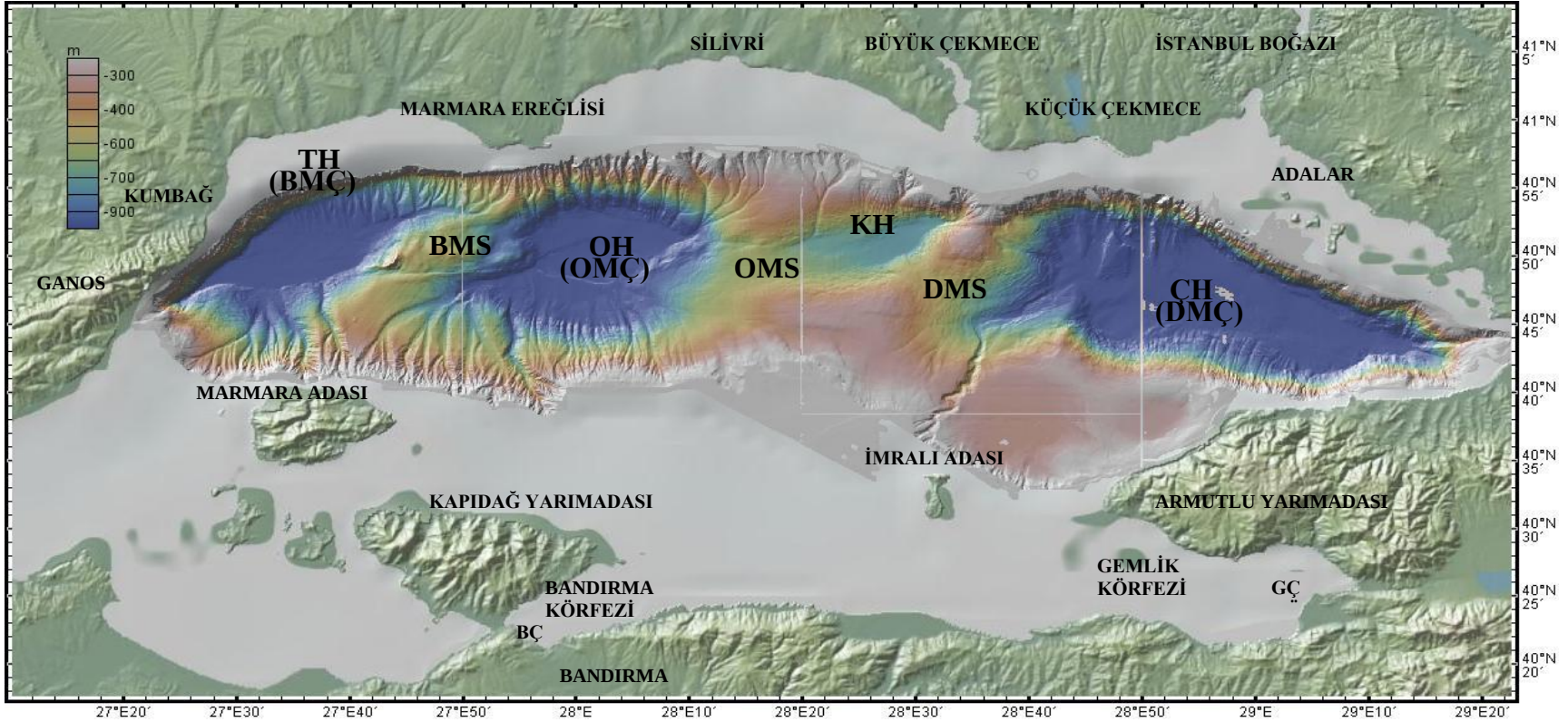
3.1 Marmara Deniz Tabanı Morfolojisi

3.1.1 Şelf alanlar

Şelf alanlar kuzeyde 4 bölge olarak sınıflandırılabilir; Tekirdağ, Silivri, Çekmece ve Adalar. Çoğu kanyonlar şelf sınırlarını ve kıtasal eğimleri keserler (Şekil 3.1). Tekirdağ bölgesindeki şelf, Kumbağ ve Marmara Ereğlisi arasında daralmaktadır. Marmara Ereğlisi ve Büyük Çekmece arasındaki yay biçimli Silivri bölgesi ise Marmara Denizi'nin kuzey kıyısındaki en geniş şelf alanına sahiptir. Küçükçekmece bölgesinin şelfi, şelf sınırının kıyıya yaklaştığı bölge olan İstanbul Boğazına doğru daha da daralmaktadır. Adalar bölgesi ise İstanbul Boğazı'nın Marmara kanyonu tarafından, batı şelf alanından ayrılmaktadır.

Güney şelfte iki farklı bölge bulunmaktadır. Armutlu Yarımadasının kuzeyine doğru şelf daralmaktadır (<1 km). Eğimi $1^{\circ} - 2^{\circ}$ 'dir (Yaltırak, 2002). İkinci şelf alanı Çanakkale Boğazı'nın doğusunda, boğazdan Batı Marmara Çukuru içine uzanan bir sualtı vadisinin bulunduğu yerde ortaya çıkmaktadır. Bu vadi Kapıdağ Yarımadası ile Marmara Adası'nın güneybatısına doğru devam eden iki başka vadi ile bağlantılıdır.

Güneydeki Gemlik Çukuru yaklaşık 110 m derindedir. Üçgen biçimindeki Bandırma Çukuru, Bandırma Körfezi içinde 30 m'lik bir taban ile 60-70 m derinlikli şelf alanından ayrılmaktadır. Çukur, Bandırma şehrine doğru daha da derinleşmektedir. Söz konusu çukurun doğusuna doğru, Kapıdağ Yarımadası ile Bandırma arasındaki dar bölgede, şelfin ve Bandırma Çukuru'nun batı kısmında karasal bir uzanımın olduğu görülmektedir. Bu çukurun en derin noktası 200 m dir. Kuzey eğim boyunca eğimi $8^{\circ} - 10^{\circ}$ iken güney bölgesinin eğimi 15° 'dir (Yaltırak, 2002).



Şekil 3.1 : Marmara Denizi'nin batimetrisi ve kara alanların topoğrafik değişimini gösteren harita. Marmara Denizi'nin Deniz Tabanı morfolojisi ve batimetri görünümü. GÇ: Gemlik Çukuru, BÇ: Bandırma Çukuru, DMÇ: Doğu Marmara Çukuru, ÇH: Çınarcık Havzası, DMS: Doğu Marmara Sırtı, KH: Kumburgaz Havzası, OMS : Orta Marmara Sırtı, OMÇ: Orta Marmara Çukuru, OH: Orta Havza, BMS: Batı Marmara Sırtı, BMÇ: Batı Marmara Çukuru, TH: Tekirdağ Havzası. (geomapapp yazılımında düzenlenmiştir. www.geomapapp.com)

3.1.2 Çukurlar, eğimler ve sırtlar

3.1.2.1 Batı Marmara (Tekirdağ) ukuru

Batı Marmara ukuru, uzun ekseni kuzeydoğ-u-güneybatı meyilli bir eşkenar dörtgen şeklindedir ve ortalama derinliğı 1100 m ve en derin noktası 1190 m dir (Yaltırak, 2002). Bölgede Kuzeye doğru, yay biçimli alan boyunca , eğim 18°'den 30°'ye kadar değışirken, kıtasal eğimi, 100 m konturundan aşığıya doğru 1100 m derinlik boyunca kesen kıyıya dik kanyonlar ve dereler bulunmaktadır. Batı Marmara ukuru'nun kuzeybatısına doğru, geniş bir sualtı kalıntısı güneye doğru ilerlemektedir. Bu özellik 10 km uzunluğunda olup 8 km genişliğindedir. Batı Marmara ukuru'nun güneyinde, kıtasal eğimin gradyenti 14° – 24°'dir (Yaltırak, 2002). Marmara Adası'nın iki kanyonu bu çukurluğun güneybatısına doğru uzanmaktadır. Burada önde gelen iki kanyon daha vardır; Bunlardan biri Çanakale Boğazı'nın doğuya doğru uzantısı, diğeri ise Ganos Fay Zonu'na tekabül etmektedir (Yaltırak 2002). Bunların arasında ise Ganos kentinin güneydoğusunda, 100 m su derinliğinden çukurun dip kısmına kadar uzanan (12x8 km boyutunda) başka bir deniz altı heyelanı mevcuttur.

3.1.2.2 Batı Marmara Sırtı

Batı Marmara Sırtı, Batı Marmara ukuru'nun doğusunda yer alır. Batı Marmara Sırtı, 440 m derinlikte ve doğu-batı yönlü her iki yakasında bulunan 840 m derinlikteki vadilerle sınırlandırılmıştır. Kuzeyde olan vadi Batı Marmara Sırtı ile 100 m derindeki şelf arasında sınır teşkil etmektedir. Güneyde, Marmara Adası'nın önünde Kuzey Anadolu Fay Zonu'na ait olan bir fay adımı, sırtın güney sınırını biçimlendirmektedir. Burada Batı Marmara Sırtı ile şelf arasında hemen hemen Kuzey Anadolu Fayı'nın kuzey kolu ile çakışan ve Orta Marmara ukuruna uzanan bir vadi yer almaktadır (Yaltırak, 2002).

3.1.2.3 Orta Marmara ukuru

Orta Marmara ukuru, Marmara Denizi'nin en derin noktasını (~1250 m) barındırmaktadır. Kuzey kıtasal Őelften Orta Marmara ukuru'na giren çoğu kanyon Şelf sınırlarına dik konumdadır. Bu kanyonlar ~1200 m derinlikteki havza tabanının sınır çevresini yok etmektedir. Güneyde, kanyonlar Şelf sınırından başlayarak, KKB-GGD yönünde uzanır ve Orta Marmara ukuru'nun batı tarafına doğru devam eder (Yaltırak, 2002).

3.1.2.4 Orta Marmara sırtı

Orta Marmara Sırtı, Orta Marmara ukuru'nun doğusunda yer alır. Su yüzeyinden yaklaşık derinliği 650 m olan sırt, doğu- batı yönünde derin bir vadi tarafından kesilmektedir. Merkezi havzanın kuzey ve güneyindeki dışbükey uzanım, Orta Marmara Sırtı'nı biçimlendirmektedir.

3.1.2.5 Kumburgaz ukuru

Kumburgaz ukuru, Orta Marmara Sırtı'nı KD-GB doğrultusunda geçen dışbükey merkez bir vadinin doğusunda yer almaktadır. Çukurun DKD-BGB uzanımlı bir elips Şekle sahip Orta Marmara Sırtı'nın yükselimi esnasında bir vadinin kısmen doldurulmasıyla biçimlenmiŐ olduğu görülmektedir (Yaltırak, 2002).

3.1.2.6 Doğu Marmara sırtı

Doğu Marmara Sırtı, Kumburgaz ukuru'nu güneydoğu sınırı boyunca sınırlar ve yaklaşık KD-GB doğrultulu uzanır. Sırt, Marmara Denizi'ndeki diğer sırtlara oranla oldukça geniş bir alan kaplar.

3.1.2.7 Doğu Marmara (ınarcık) ukuru

Marmara Denizi'nin en doğusundaki üçgensel biçimli bir çukurdur. 1200 m derinliğe sahip çukurun en geniş kısmı 10 km olarak batısında yer almaktadır. Doğu Marmara ukuru, doğuya doğru İzmit Körfezi'nin batı kısmına yaklaştığı için bu bölgede daha da daralmaktadır. Adalar bölgesinde (Prens Adaları), çoğu kanyonlar kuzey güney yönünde dibe doğru uzanmaktadır. Çukurun batı kısmında, İstanbul Boğazı'nın güneyinde, düzensiz eğimden kaynaklanan denizaltı heyelanlarının varlığı, söz konusu kanyonların önünde görülmektedir (Alpar ve Yaltırak, 2000).

Doğu Marmara Çukuru'nun güneyinde çoğu kanyon, Armutlu Yarımadası'ndan aşağı eğimli olarak uzanmaktadır. 20 km uzunluğunda ve 1 km genişliğindeki dışbükey anomali, çukur içinden $\sim 29^\circ$ Doğu enleminde uzanan bir heyelandır. (Alpar ve Yaltırak, 2000). Çukurun güneybatı kısmı boyunca eğimler oldukça pürüzsüzdür.

3.2 Marmara Denizi Civarında Bölgesel Jeoloji

3.2.1 Marmara bölgesi havzaları

Marmara havzaları, Trakya Neojen Havzası'nın alt basen parçaları üzerinde, Kuzey Anadolu Fay Zonu kontrolü altında dizilmektedir (Yaltırak, 2002). Sedimanlar Trakya havzasının üzerinde düzensiz olarak geç Pliyosen ve sonrasında istiflenmiştir. İstanbul, Kocaeli ve Armutlu Yarımadaı üzerindeki Orta Miyosen-alt Pliyosen birimleri düşük enerjili istiflenme alanlarını temsil etmektedir. Bu birimler Kuzey Anadolu Fay Zonu'nun etkisini yansıtan küçük ölçekli basenler ile örtülmektedir (Yaltırak, 2002).

3.2.1.1 Marmara Denizi havzası

Marmara Denizi havzası içindeki sedimanlar, düzensiz olarak birtakım eski kayaların üzerini örtmektedir. Bu oluşum, havzanın geç Pliyosendeki evrimi sırasında başlamış, Marmara-Gelibolu ve Güney Marmara basenlerine ait olan erken Miyosen-erken Pliyosen yaşlı birimler üzerinde gelişmiştir. (Yaltırak, 1996., Yaltırak ve diğ., 2000a). Kuzey şelf üzerinde, İstanbul'un güneyi ve çevre alanlar hariç, Neojen birimler tamamen aşındırılmıştır.

Marmara Denizi havzaları farklı derinlik ve boyutlardaki çukur ve sırtlarla 8 alt havzaya ayrılabilir. Bunların 5 tanesi KAFZ'nin kuzey parçası üzerindedir (Yaltırak, 2002). Geri kalan 3'ü ise diğerlerinden derinlik ve boyut bakımından farklıdır.

3.2.1.2 Batı Marmara alt havzası

Bu havzanın en derin noktası 1190 m'dir. Havza kuzey ve güneyde derinliği ortalama 100 m'lerde değişen şelf alanlar ile sınırlanmıştır. Söz konusu eşkenar dörtgen şeklindeki bu alt-havza, Batı Marmara Çukuru ve onun çevre alanlarını kaplamaktadır. Batı Marmara alt havzası içindeki tortulların kalınlığı 2000 m'yi aşmaktadır (Okay ve diğ., 1999).

Batı Marmara Alt havzası, güneyinden geçen ve KAF'ın kuzey parçası kontrolü altında şekillenmiş bir negatif çiçek yapısı olarak yorumlanmaktadır (Yaltırak, 2002). Bu fayın güneydeki bloğu kıvrımlı sedimanlar barındırmaktadır. Batı Marmara Alt Havzası'nın bu kısmında fayın kuzeyindeki tortullar yatay durumdadır. Ana fayın gevşeyen bükümünün doğası gereği profillerde normal faylar kolaylıkla seçilebilmektedir. Buna karşın, güneydeki kıvrım ise, güney bloğun sağ yönlü makaslamasından dolayı oluşmaktadır (Yaltırak, 2002).

Alt havzanın güneybatısı, havza tabanının yatay depozitleri ile örtüşerek kuzeye doğru üst üste birbirine geçmiş kayma görüntüsüyle ilerlemiştir. Söz konusu bu kayma paketinin birbirine geçen geometrisi, ters fay olarak yorumlanmıştır (Okay ve diğ., 1999). Yine bu söz konusu karma depozitlerin ise, bindirme duvarında yatay olarak yataklanmış sedimanları örttüğü tahmin edilmektedir. (Okay ve diğ., 1999). Bunun yanı sıra bu kompleks yapıların tipik bir heyelan karmaşığına tekabül ettiği çoklu açılım batimetri haritasından da görülmektedir. Kuzeybatıda küçük açılı bir normal fay söz konusu alt havzayı çevrelemektedir. Bu fayı ise genç depozitlerin örttüğü görülmektedir. Bu alanda, güneydeki gibi gözlenen bir heyelan söz konusu değildir. İncelendiğinde çoğu küçük kanyon önlerinde, geniş deniz altı birikintilerinin havzaya doğru yayıldığı görülmektedir. Batı Marmara Alt Havzası'nın güneyinde ise, Batı Marmara Sırtı, alt havza dolgusunun doğu kısmının katlanmasına da öncülük eden KD-GB yönelimli bindirme fayının kontrolü altında yükselmektedir (Yaltırak, 2002). Sismik profillerden elde edilen bilgiler ışığında Batı Marmara Sırtı'nın tamamen katlanmış sedimanlardan oluştuğu ve sırtın kuzey sınırının da bindirme karakterine sahip olduğu görülmektedir (Yaltırak, 2002).

3.2.1.3 Orta Marmara alt havzası

Orta Marmara Alt havzası, Marmara Denizi'nin ortasında yer alan bir paralel kenar görünümündedir (Yaltırak, 2002). Havza 1250 m derinlik ve büyük eğim alanları ihtiva etmektedir. Kuzeybatı-güneydoğu doğrultulu normal faylar, havzanın doğu ve batı bölgelerini sınırlamaktadır. KAFZ'nin kuzey kolu, havzayı K80°E yönünde kesmektedir (Yaltırak, 2002).

Havza, sağ yönlü makaslama kuvvetleri sayesinde gelişen normal fayların kontrolü altında bulunmaktadır. Havza içinde, kuzey ve güney şelflerden uzanan kanyonların içlerinde oluşan mevcut sediman kalınlığı 2.5 km' dir (İmren ve diğ., 2001).

3.2.1.4 Kumburgaz alt havzası

Orta Marmara Sırtı'nın kuzeydoğusunda, kuzeydoğu-güneybatı uzanımlı olan Kumburgaz havzası 800 m derinliğe sahiptir (Yaltırak, 2002). Kumburgaz havzası, kuzey kıyısı boyunca, doğrultu atımlı hareketin normal bileşeni ile ve neredeyse dik olarak güneye dalan doğrultu atımlı bir fayın kontrolü altındadır. Bölgede ayrıca Doğu Marmara Sırtı'nın kuzeybatı kenarını kuşatan bir ters fay mevcuttur (Yaltırak, 2002). Havza içindeki genç sedimanların yatay olarak uzandığı, daha yaşlı tabakaların ise zamanla daha kıvrımlı bir şekle bürünmüş oldukları anlaşılmaktadır.

3.2.1.5 Doğu Marmara alt havzası

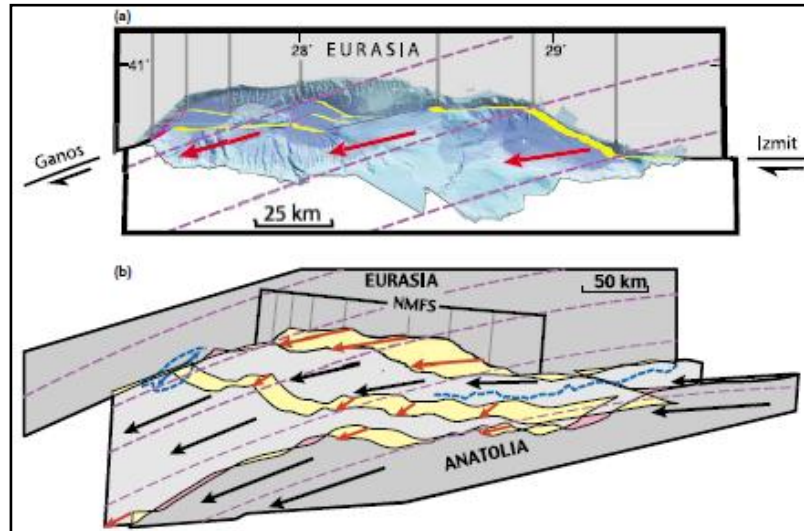
Doğu Marmara Alt havzası, Kocaeli ve Armutlu Yarımadasının arasında keskin bir üçgen şekline sahiptir. Havza Doğu Marmara Çukuru ile Doğu Marmara Sırtı'nın doğu kanatlarını barındırmaktadır. Havza kuzey sınırından KAF'ın kuzey kolu tarafından sınırlanmaktadır. Havzanın güney kıyısında ise, kuzeye doğru dalan, düşey atıma sahip doğu batı doğrultulu, sağ yanal doğrultu atımlı fay mevcuttur (Yaltırak, 2002). Havzanın batı kısmındaki genç depozitler, katlanmış ve sağ yanal sıyırma ile basamak şeklinde dizilmişlerdir. Bu sıyırma aynı zamanda Doğu Marmara Sırtı'nın doğu kanadının kıvrılma ve yükselmesine neden olmaktadır. Doğu Marmara Sırtı sıkışma sonucu oluşan bir antiklinaldir. Çevre yüzey fayları antiklinal eksenini boyunca uzanmaya zorlanarak bu sırtın yüzeyinde dalga görünümü vermektedir (Yaltırak 2002). Bu yapılar İmren ve diğ., (2001) tarafından mega-ripples (büyük dalgalanma) olarak ve Okay ve diğ., tarafından (2000) kıvrımlanmalar olarak yorumlanmıştır.

Söz konusu dalgalanma yapılarına benzer şekilde bu tez çalışmasında yorumlanan sismik hatlardan havzayı KKD-GGB doğrultusunda verevine kesen hatlarda da benzer yapılara rastlanmaktadır. Bu yapılar Tekirdağ Havzasını verevine kesen 44 no'lu hatta, deniz yüzeyinde ve havza içi sedimanlarda görülürken, 46 no'lu hattın ise Tekirdağ havzasını KD ucundan kestiği nokta ile orta havzayı kuzeyden kestiği bölümünde görülmektedir. Söz konusu yapılar derin deniz altı kanyonlarının paleo izleri olarak yorumlanmıştır.

3.3 Kuzey Anadolu Fayı'nın Marmara Denizi İçindeki Karakteristiği İle İlgili Görüşler

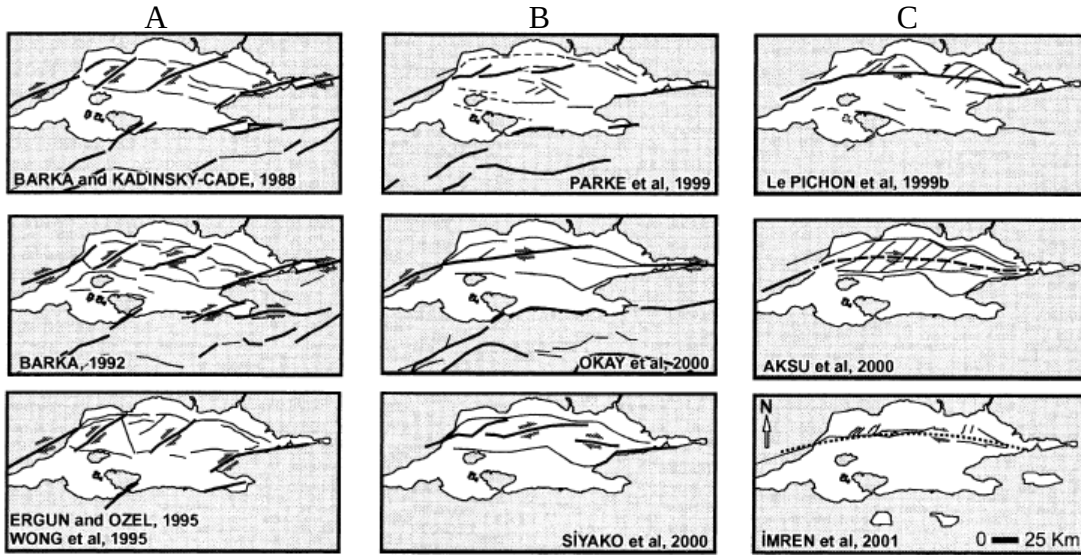
Marmara Denizi içersindeki çukurluklar Kuzey Anadolu Fayı'nın bu bölgede yorumlanmasında farklı görüşlerin ortaya çıkmasına neden olmuştur. Bu noktada genel olarak iki ana görüş mevcuttur. Bunlar; 1) Marmara çukurluklarında çek-ayır modelini destekleyen aktif kenar fayları. 2) Marmara Denizi'ni baştanbaşa geçen tek ve sürekli bir fay sistemi görüşleridir.

Tez içeriğinde Tekirdağ Havzasına ait işlenen ve yorumlanan sismik kesitlerde elde edilen bulguda, KAF'ın kuzeye ve batıya doğru dalımı ile oluşan bir gevşeme yapısı oluşturması gibi, havzanın Anadolu Levhası'nın 22 mm/yıl hız ile saat yönünün tersine batıya doğru kaçış hareketi sebebiyle meydana gelen bir çek ayır havzasını destekler nitelikte olduğu düşünülmektedir (Armijo ve diğ., 2002) (Şekil 3.2). Söz konusu batıya olan kaçış hareketini Avrasya levhası karşılamakta böylece Marmara Deniz tabanının kuzey kısmında sıkışma meydana gelirken güneybatıya doğru gevşeme görülmektedir. Batı Marmara Sırtı'nın oluşma sebebi de bölgedeki sıkışma hareketinin bir yükselti meydana getirmesi olarak yorumlanmıştır. Sırtın üzerindeki kuzeydoğu güneybatı doğrultulu ikincil faylar ise yine çek ayır havzasını destekler nitelikte olan kenar faylarının konumunu işaret etmektedir.



Şekil 3.2 : Marmara Denizi içerisindeki faylanmalar, havza ve sırtların oluşumunu açıklayan ve Anadolu levhasının 22 mm/yıl hız ile batıya kaçış hareketi ile kuzey bölgesindeki sıkışma ile güney bölgesindeki gevşemeyi gösteren kuzeyden güneybatıya doğru olan dönüş hareketi (Armijo ve diğ., 2002). NMFS: Kuzey Marmara Fay Sistemi.

1500 km uzunluğundaki Kuzey Anadolu Fay Zonu, Marmara Denizi'nin doğusunda 3 kola ayrılmaktadır. Bu kollar Anadolu levhasının saat yönünün tersine dönüş hareketi ile batıya kaçıışı ile birlikte bu hareketin sonucu olarak Ege Denizi'nde meydana gelen açılma bölgesinde yok olmaktadır. Bu 3 kol Marmara bölgesinde farklı kinematik ve sismik özellik göstermektedir. Bunun yanı sıra Marmara bölgesindeki bütün havzalar erken neotektonik periyot karakteristiğine sahip Kuzey Anadolu Fay Zonu ile açılmışlardır. Bu sebeple farklı tektonizma aşamaları ile açılmış olan havzalar her durum için bölgesel tektonik görünümle tutarlılık içerindedir (Şekil 3.3). Bütün bunların yanında Marmara bölgesinde meydana gelmiş olan her yapıyı Kuzey Anadolu Fay Zonu ile ilişkilendirmek mümkün değildir (Yaltırak, 2002).

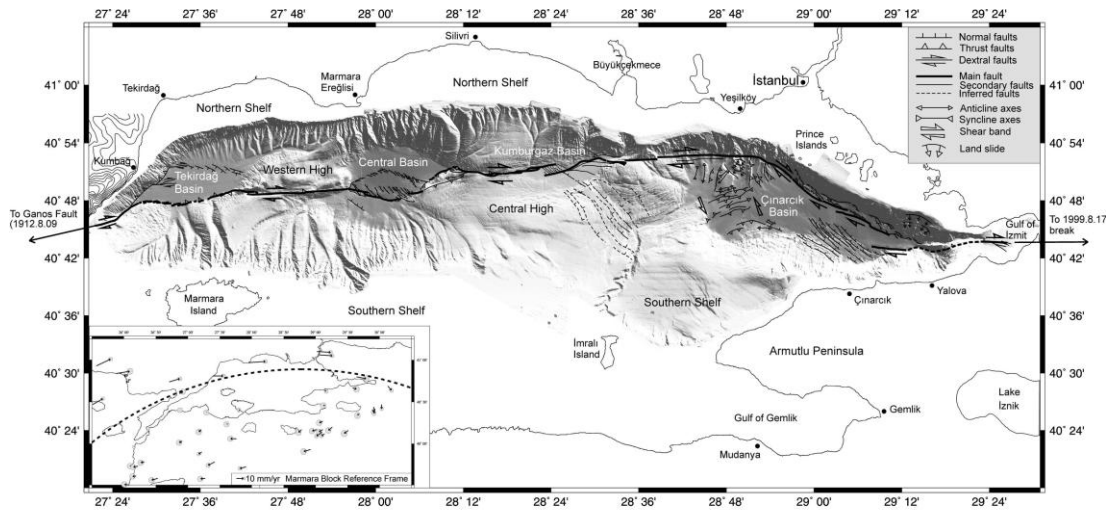


Şekil 3.3 : Marmara Denizi'nin tektonik modelleri. (A) Pull-apart (çek-ayır) modeli. (B) Paralel fay modeli. (C) Tek fay modeli. (Yaltırak, 2002)

Diğer bir görüş ise Tekirdağ Havzası ile birlikte Marmara Denizi içerisinde bulunan diğer bütün havzaların şekillenmesine neden olan gevşeme hareketinin, Kuzey Anadolu Fayı etkisi ile meydana geldiğini ileri sürmektedir (Okay ve diğ., 1999). Bunun dışındaki bir diğer görüşe göre ise: Marmara Bölgesi'ndeki hareketin büyük bir bölümünün kuzeye doğru verevine gelişen ve ana faydan kuzey kola doğru olan hareketin yanı sıra, geniş bir eşkenar dörtgen havzayı kesen iki kolun varlığına bağlı olarak, Marmara Denizi'nin esas olarak gerilmeli adım yukarı (step-over) veya çek-ayır (pull-apart) özelliğine de sahip olduğu görülmektedir. (Armijo ve diğ., 1999, McClusky ve diğ., 2000). Esas olarak, yerleşmiş çek-ayır havzaları, uzun zaman zarfında olagelmiş jeolojik yapıları işaret etmektedir.

Dolayısıyla çek-ayır havzası içerisindeki asimetrik kayma yapıları süregelen bir hareketin etkisi ile oluşmaktadır, bununla birlikte verev doğrultuya sahip olan Kuzey Anadolu fayı, tek parça fay modeli ile tutarsızlık göstermektedir. (Armijo ve diğ., 2002).

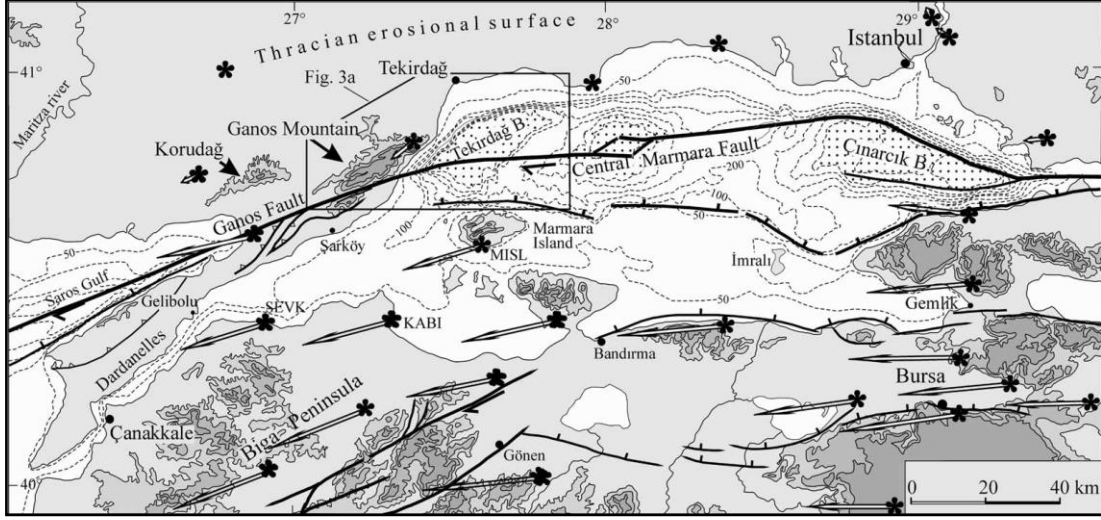
İki ana gözlem, Marmara çukurluğunu ve bütün Marmara'nın gerilmeli bir yapıya sahip olduğunu göstermektedir. Birincisi; çukurluğun tabanının gelişerek gittikçe daha geniş bir yapıya bürünmesi ve derine doğru yol alması, ikincisi ise Marmara havzalarının sahip olduğu sediman kalınlığının en az 1000-1500 m oluşu ile söz konusu uzama ve gerilmenin Orta Miyosen dönemine denk gelmesidir. Bu gerilme ise çapraz havza olarak Marmara çukurunu ve onun havzalarının KKD-GGB uzanımlı bir sistem içerisinde oluşmasını sağlamıştır (Le Pichon ve diğ., 2001). Muhtemel olarak esas fay zonu, geçmişte şu anki ana yer değiştirme zonundan daha geniş bir yapıya sahipti ve bu fay zonu Marmara çukurunun gerçek kenar faylarını çalıştırmıştır. (Le Pichon ve diğ., 2001) Marmara çukurluğunu baştanbaşa neredeyse ikiye ayıran tek parça doğrultu atımlı bir fay zonu mevcuttur (Le Pichon ve diğ., 2001) (Şekil 3.4).



Şekil 3.4 : Kuzey Anadolu Fayı'nın Marmara çukurluğu içerisindeki tek fay modeli ile ilerleyişi (X. Le Pichon ve diğ., 2001 Earth and Planetary Science).

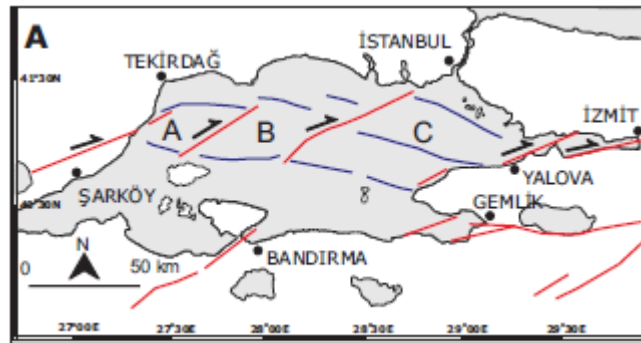
Günümüzdeki K-G ve KKD-GGB doğrultulu aktif gerilme yapıları büyük olasılıkla Marmara Denizi içerisindeki alan dahilinde tahrip ve parçalanma olduğunu işaret etmektedir (X. Le Pichon ve diğ., 2001).

Geniş yarı graben bir havza olan Tekirdağ çukurluğu, Kuzey Anadolu Fayı'nın transtansiyonel (gerilme ileten) merkez Marmara fayı segmenti boyunca biçimlenmektedir (Okay ve diğ., 2004). (Şekil 3.5).



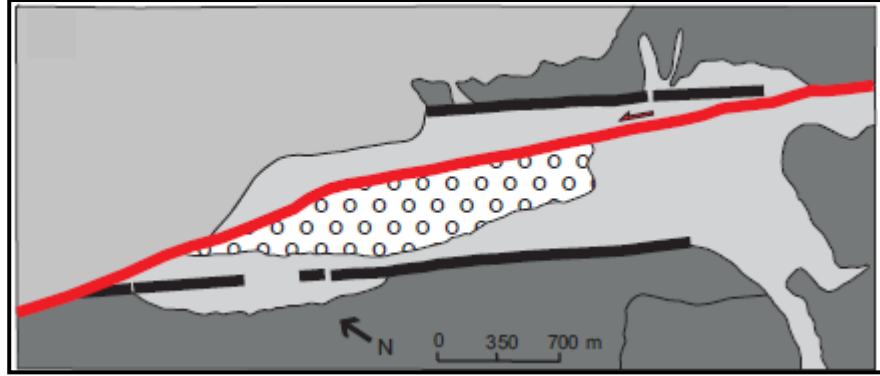
Şekil 3.5 : Marmara bölgesindeki aktif faylar. (Okay ve diğ., 2004) Fayların miyosen ve daha genç sedimanları kestiği görülmektedir. Batimetrik konturlar 50, 100 ve daha sonra her 200 m de bir çizilmiştir. Topoğrafik konturlar 300, 450 ve 600 m dir. Yıldız ve oklar sırasıyla GPS istasyon yerlerini ve yer değiştirme vektörlerine (McClusky ve diğ.,2000; Meade ve diğ., 2002) işaret etmektedir.

Pfannensteil (1944) eşkenar dörtgen biçimli derin Marmara Denizi havzalarını işaret etmekte ve yanı sıra sırtların normal faylarla çevrili olan horst bloklarıyla, söz konusu havzaları ayırdığını önermektedir. Barka & Kadinsky-Cade (1988) ise Marmara Denizi havzalarının Kuzey Anadolu Fayı'nın kolları arasında oluşmuş bir çek-ayır havza olarak geliştiklerini öngörmüşlerdir (Şekil 3.6). Bu model iki fay sistemi içermektedir.. Bunlar: KD-GB yönelimli doğrultu atımlı faylar ile KKD-GGB veya D-B yönelimli normal faylardır.



Şekil 3.6 : Marmara Denizi tektonik modeli. (Barka & Kadinsky Cade., 1988).

Çek-ayır havzasının gelişiminin ilk aşamalarında, ilerleyen strike-slip hareket, baştanbaşa tek bir doğrultu atımlı fay üretmek için, çapraz havza fayları üzerinden havzanın merkezine doğru kayarak strike-slip fay segmentlerine bağlanır (Rahe ve diğ., 1998) (Şekil 3.7). Diğer araştırmacılar (Mann ve diğ., 1983., Zhang ve diğ., 1989) çapraz havza faylarının çek-ayır havzasının gelişiminin olgun dönemlerinde oluştuğunu önermektedirler.



Şekil 3.7 : Ana fay ve ilişkili çapraz fay sisteme sahip çek-ayır modeli (Zhang ve diğ., 1989) (Kuşçu, İ., 2009'dan alıntıdır). Kırmızı çizgi: Doğrultu atımlı fayı (strike-slip) Siyah çizgiler: çapraz havza kenar faylarını, halkalı beyaz alan: Jeolojik birimi temsil etmektedir.

Gevşeme geometrisiyle ilişkili doğrultu atımlı fayların, gelişen çapraz havza fayları sayesinde düz uzanıma geçmeye eğilimli olduğu görülmektedir. (Zhang ve diğ., 1989., Dooley & McClay., 1977). Bu nedenle bir çapraz havza fayının çek-ayır havzasının yok olmasına katkı sağlayan bir unsur olduğu düşünülebilir. (Zhang ve diğ., 1989., Rahe ve diğ., 1998). Rangin ve diğ., (2004) günümüzde Marmara çek-ayır sisteminin aktif olmadığını işaret etmektedirler.

Kuşçu. İ (2009) Birbiriyle karşıt gibi görülen çift fay sistemli çek-ayır modeli ile tek fay modeli aslında çelişkili olmadığını ve bunların birbirini takip eden olaylar olduğuna dikkat çekmekte, bununla birlikte fay geometrisi bağlamında Marmara Denizi'nde gözlemlenen olayların karmaşık çek-ayır sisteminden, tek, doğrultu atımlı faylara geçiş olduğunu işaret etmektedir. Tüm çek-ayır havzalar zaman içinde verrev atımlı bağlantı fayları ile sınırlanmış dar grabenlerden, daha geniş basamaklı kenar fayı sistemleri ile sınırlanmış baklava dilimi şekilli havzalara doğru evrilirler.

Arazi gözlemleri ve analog modeller bu genişlemenin ileri aşamalarında çapraz havza faylarının çek-ayır havza tabanlarını kestiğini ve ana ötelenme zonlarını birleştirdiğini gösterir. Böylece çek-ayır havzalar yok olur ve doğrultu atımlı faylar zaman içinde düz uzanımlı hale gelir (Kuşçu. İ., 2009).

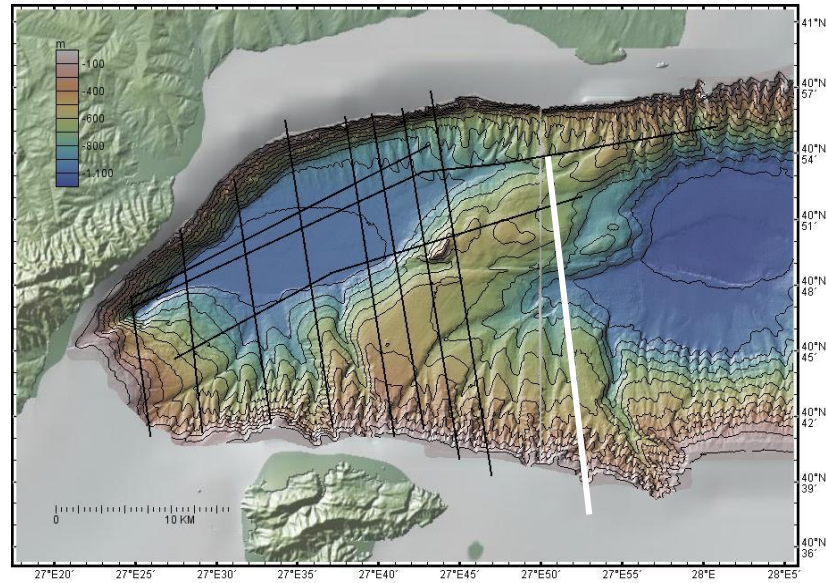
3.4 Tekirdağ Havzası Sismik Yansıma Verilerinin Yapısal ve Stratigrafik Yorumu

Havzada 9 adet K-G ve 3 adet D-B doğrultusunda toplanan çok kanallı sismik yansıma hatlarının veri toplama ve işleme aşamaları ile ilgili detayları Bölüm 2’de verilmiştir. K-G doğrultulu sismik hatların tümünü kesen yaklaşık D-B doğrultulu kontrol hatları daha uzundur (Çizelge 2.1). K-G sismik hatların en uzununu yaklaşık 42 km ile 33 no’lu hat, en kısası yaklaşık 12 km ile 42 no’lu hattır. Bu bölümde veri işlem aşamalarından geçirildikten sonra elde edilen sismik göç (seismic migration) kesitlerine dayanarak jeolojik ve jeofiziksel yorumlar yapılacaktır. Kesitlerin sol kısmı kuzeyi veya batıyı sağ kısmı güneyi veya doğuyu göstermektedir. (Şekil 3.8 ve Şekil 3.39 arasındaki tüm şekiller). Kesitler, en uzun hat olan 33 no’lu hattın boyu ile orantılı olarak verilmiştir. Yapısal yorumlar sismik göç uygulanmış kesitlerden verilmiş, her kesitin sunumunda iki sayfa kullanılmıştır. İlk sayfada kesitin tümü yorumsuz olarak, ikinci sayfa ise yorumlanmış kısımları sunulmuştur. Kayıt süresi 4 s olmasına karşılık tekrarlı yansımaların kesiti örtmesinden dolayı daha derinler net olarak görülmediği için kesitlerin boyu 3 s’ye kadar verilmiştir. Kesitlerin sağ alt köşesine, hatların lokasyon haritaları eklenmiştir. Sismik kesitlerde düşey abartma yaklaşık 3.2 kattır. Bundan sonraki paragraflarda doğudan batıya doğru tüm sismik kesitler üzerinde gözlenen özellikler tartışılacaktır.

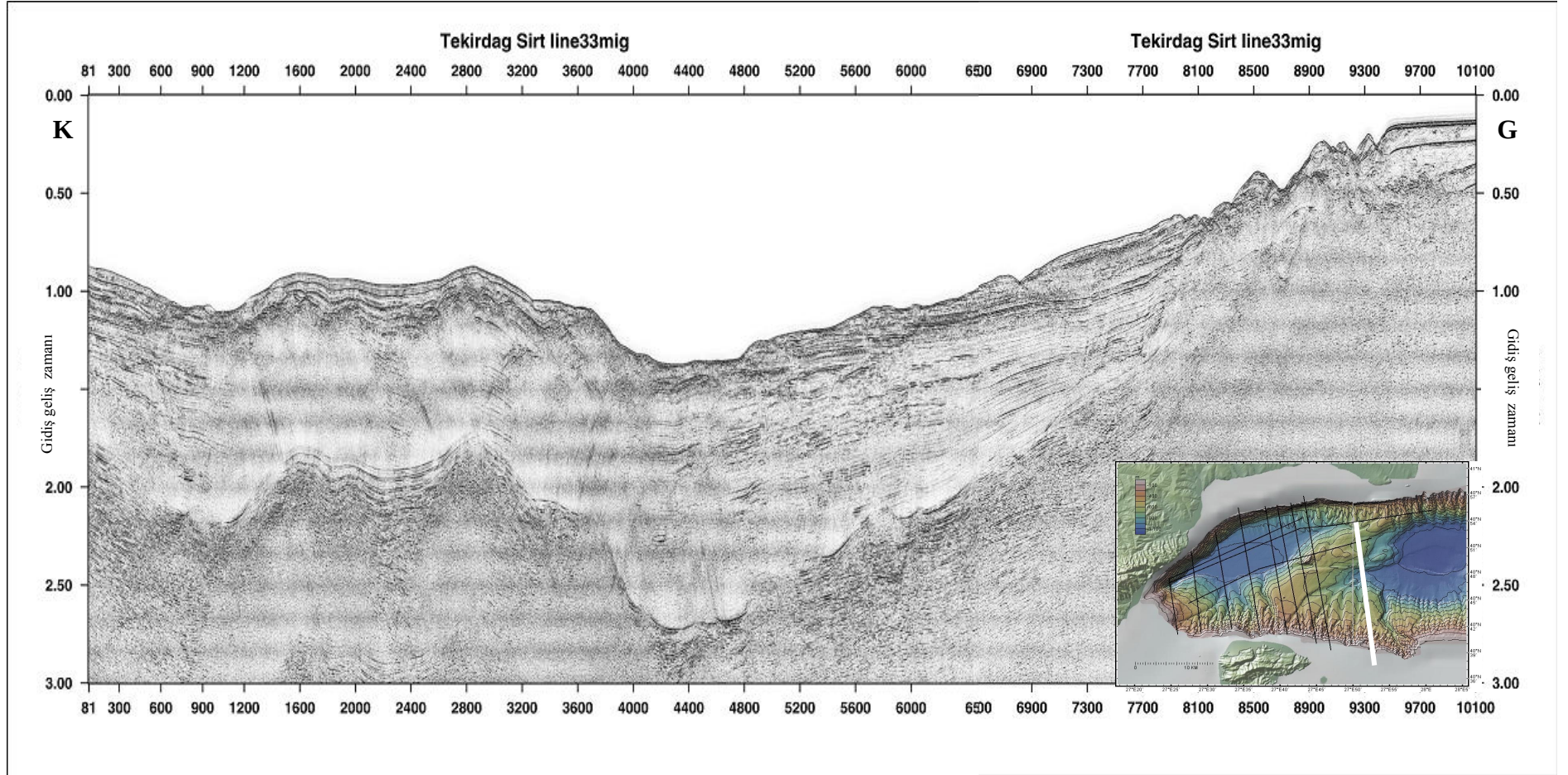
Hat-33 güneydeki geniş yamaç alanı ve sırtı tamamen kesmektedir (Şekil 3.9, Şekil 3.10, Şekil 3.11). Kesitin kuzeye yakın orta kısmında düşey bir süreksizlik olarak gözlenen KAF yaklaşık 1.4 s'lik deniz tabanı derinliğinden başlayarak 2.5 s'lere kadar gözlenmektedir. 2.5 s derinliklerden sonra deniz tabanı tekrarlı yansımalarının gerçek yansımaları örtmesi nedeniyle daha derinlerde KAF gözlenmemektedir. KAF kesitte gözleendiği kadarıyla yanal olarak birbirinden farklı iki ortamı ayırmaktadır. KAF'ın güneyindeki faya doğru eğimli çökel tabakaların devamı, KAF'ın kuzey bölgesinde gözlenmemektedir.

KAF'ın güneyinde kalan kalın tortul istifin kalınlığı ortalama sismik hızın 1750 m/s'lik değerine göre yaklaşık 1 km kadardır. KAF'ın kuzeyinde üst yüzeyi yaklaşık 1 s seviyelerinde yer alan Batı Marmara Sırtı'nın üzerinde görece olarak ince bir çökel istif takip edilmektedir.

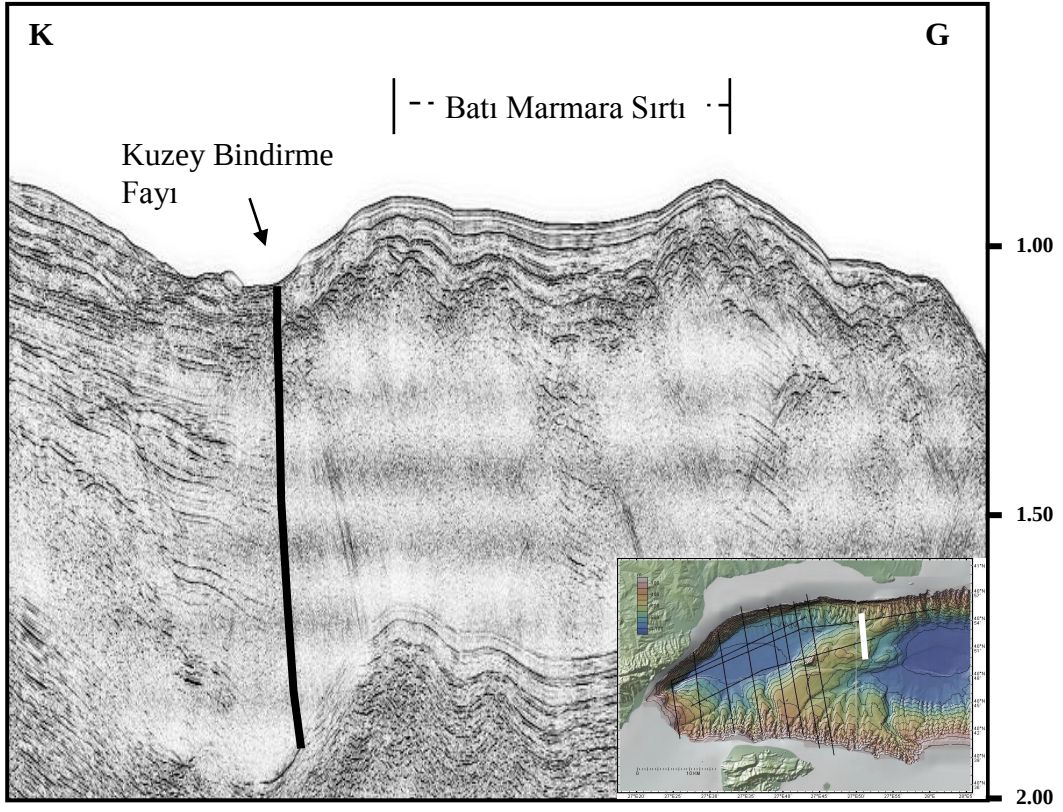
Bu çökel istifin altındaki birimler yansısız sismik karakteri (reflection free) göstermektedir. Bu duruma, sırtın alt kısmında gaz ihtimalinin varlığına bağlı olarak sismik dalga enerjisinin soğurulmasının neden olduğu düşünülmektedir.



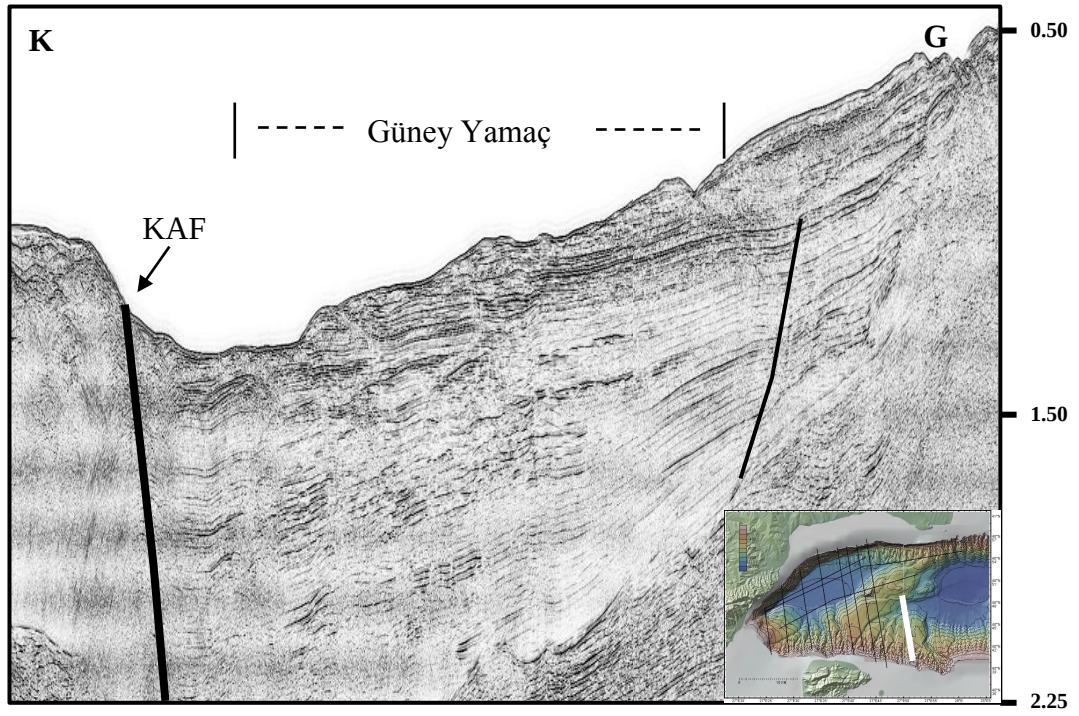
Şekil 3.8 : 33 no'lu hattın lokasyon haritası.



Şekil 3.9: Batı Marmara Sirtı üzerindeki K-G doğrultulu 33 no'lu sismik göç kesitinin yorumlanmamış hali.

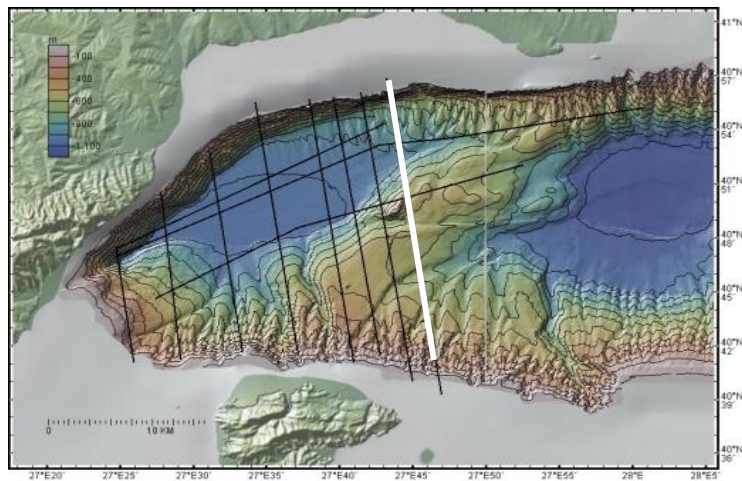


Şekil 3.10 : 33 no'lu sismik hattın kuzey bölümünün yakınlaştırılmış yorumlu kesiti.

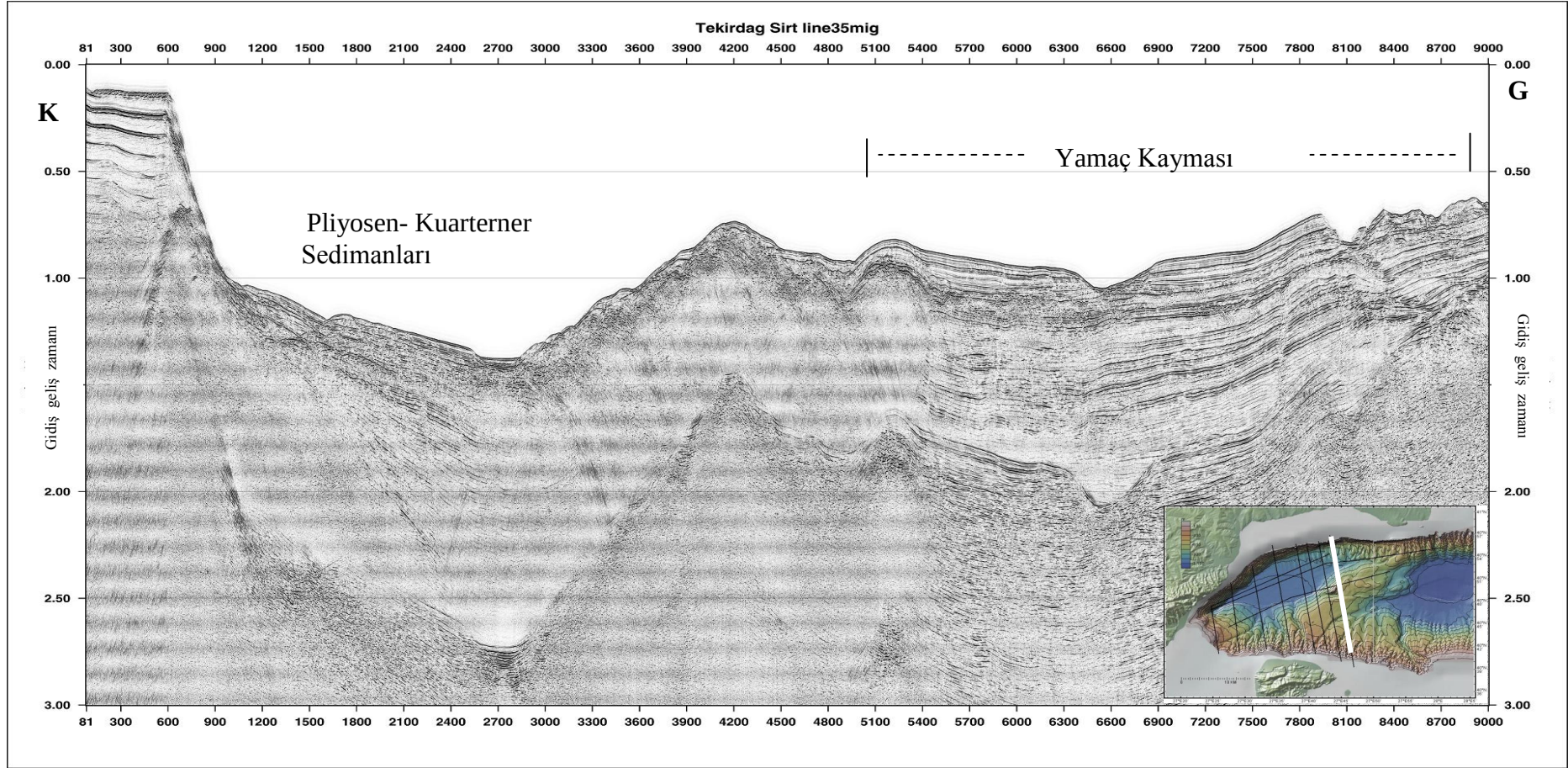


Şekil 3.11 : 33 no'lu sismik hattın güney bölümünün yakınlaştırılmış yorumlu kesiti.

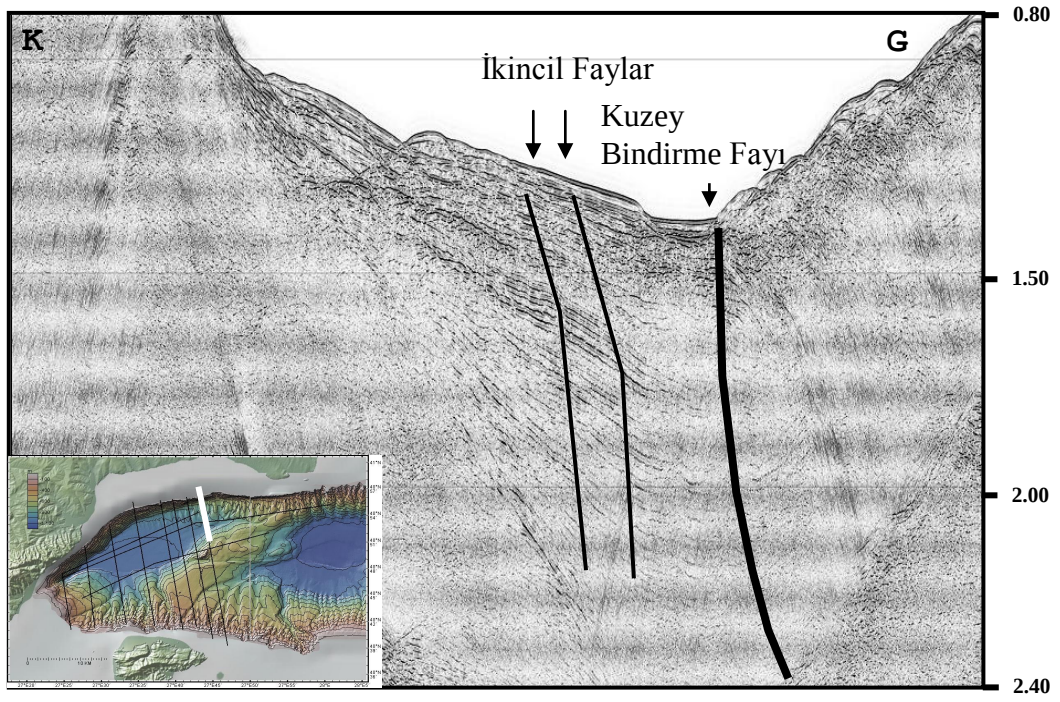
35 numaralı sismik kesit batı sırtın yanı sıra Tekirdağ Havzası'nın KD kısmındaki küçük bir alanı K-G doğrultuda boylu boyunca kesmektedir. Kesitte ilk göze çarpan yapısal unsur KAF'ın varlığıdır. Batimetri haritasında da D-B çizgisellik olarak gözlenen KAF'ın kesitte yaklaşık 0.8 s'den başlayarak derinlere doğru düşey bir süreksizlik olarak devam ettiği gözlenmiştir. Bir önceki 33 numaralı sismik kesitte de gözlemlendiği gibi bu düşey süreksizlik yanal olarak iki farklı yeraltı ortamını birbirinden ayırmaktadır. Süreksizliğin güneyinde yer alan kalın yatay ya da yataya yakın çökelleşmenin kuzeye doğru devamında kesilme gerçekleşmiştir. Bu sismik görüntü yansıma kesitlerinde doğrultu atımlı faylanma izinin tanınmasında kullanılan en çarpıcı örneklerden biridir. 35 numaralı bu sismik kesitte kuzeydeki yamaç yaklaşık 90 m'lerden başlayarak 900 m'ye kadar takip edilmektedir. Kesitte yamaç kayması olarak tariflenen kısımdaki güney yamacın sahip olduğu eğimin, çökeller üzerindeki kayma etkisi görülmektedir. Hattın orta kısmında batimetri haritasından da kolaylıkla takip edilen Kuzey Anadolu Fayı ve yamaç üzerinde meydana getirdiği ikincil normal faylar görülmektedir. Yamaç üzerindeki bazı fayların kaymanın etkisi ile oluşarak kimi yerlerde sıkışma meydana getirdiği de görülmüştür. Kuzey kısımda havza içerisinde iki adet ikincil fay görülmektedir. Havza içerisindeki kenar fayının kuzeye doğru eğim kazandığı, çökellerin ise faya doğru kalınlıklarının arttığı görülmektedir. Söz konusu fayların bu tür bir karakteristiğe sahip olmaları, batimetri haritasından da gözlemlenen ana fay'ın batı sırtın kuzey kısmı üzerindeki ikinci parçasının, havza içerisinde kuzeye doğru dalım yapmasıyla ilişkilendirilmektedir. Böylece fayla birlikte hareket eden sediman paketlerinin faya doğru kalınlaşırken, kuzeye doğru döndüğü görülmektedir.



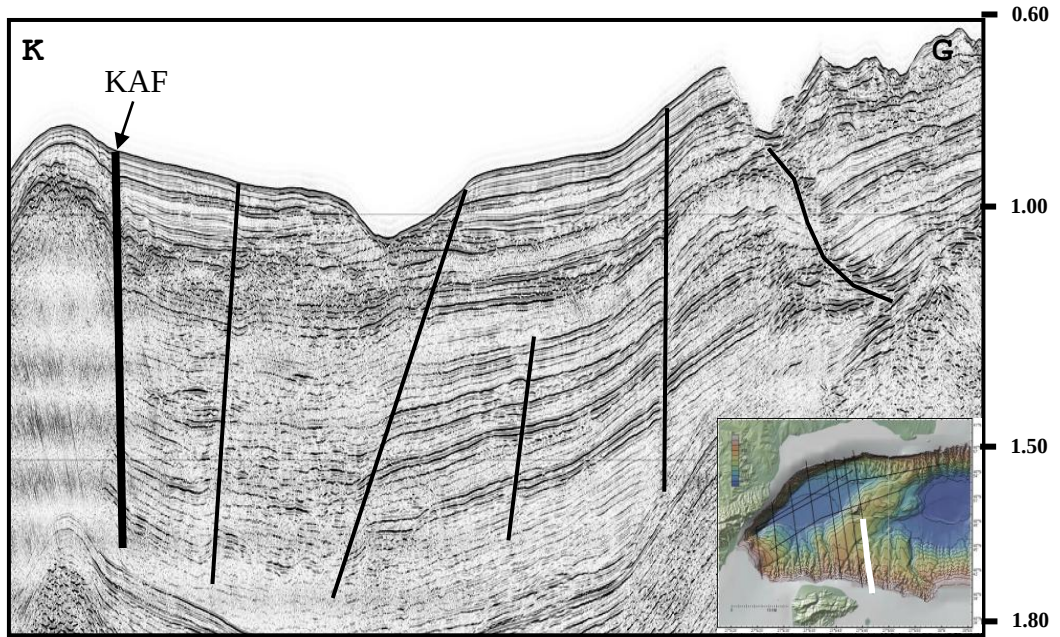
Şekil 3.12 : 35 no'lu hattın lokasyon haritası.



Şekil 3.13 : Havzanın en doğusunda yer alan K-G doğrultulu 35 no'lu sismik göç kesitinin yorumlanmamış hali.

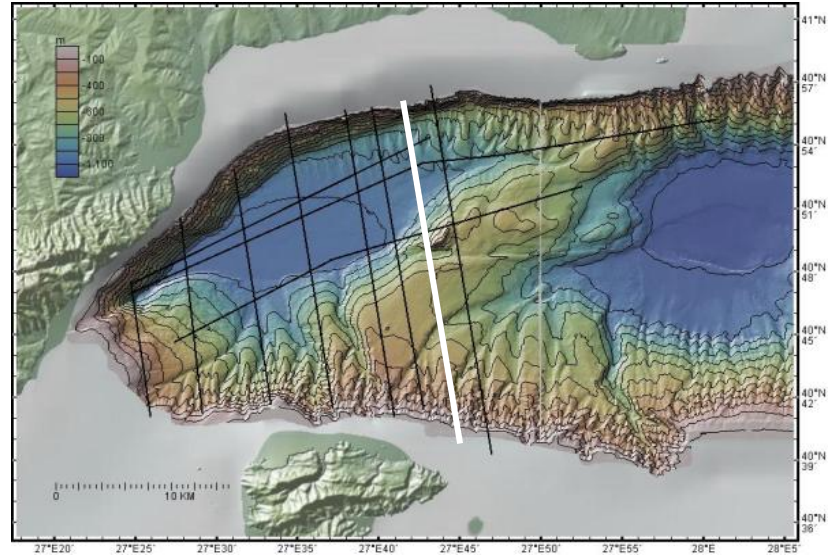


Şekil 3.14 : 35 no'lu sismik hattın Tekirdağ Havzası içerisindeki ikincil fayların görüldüğü sismik kesiti.

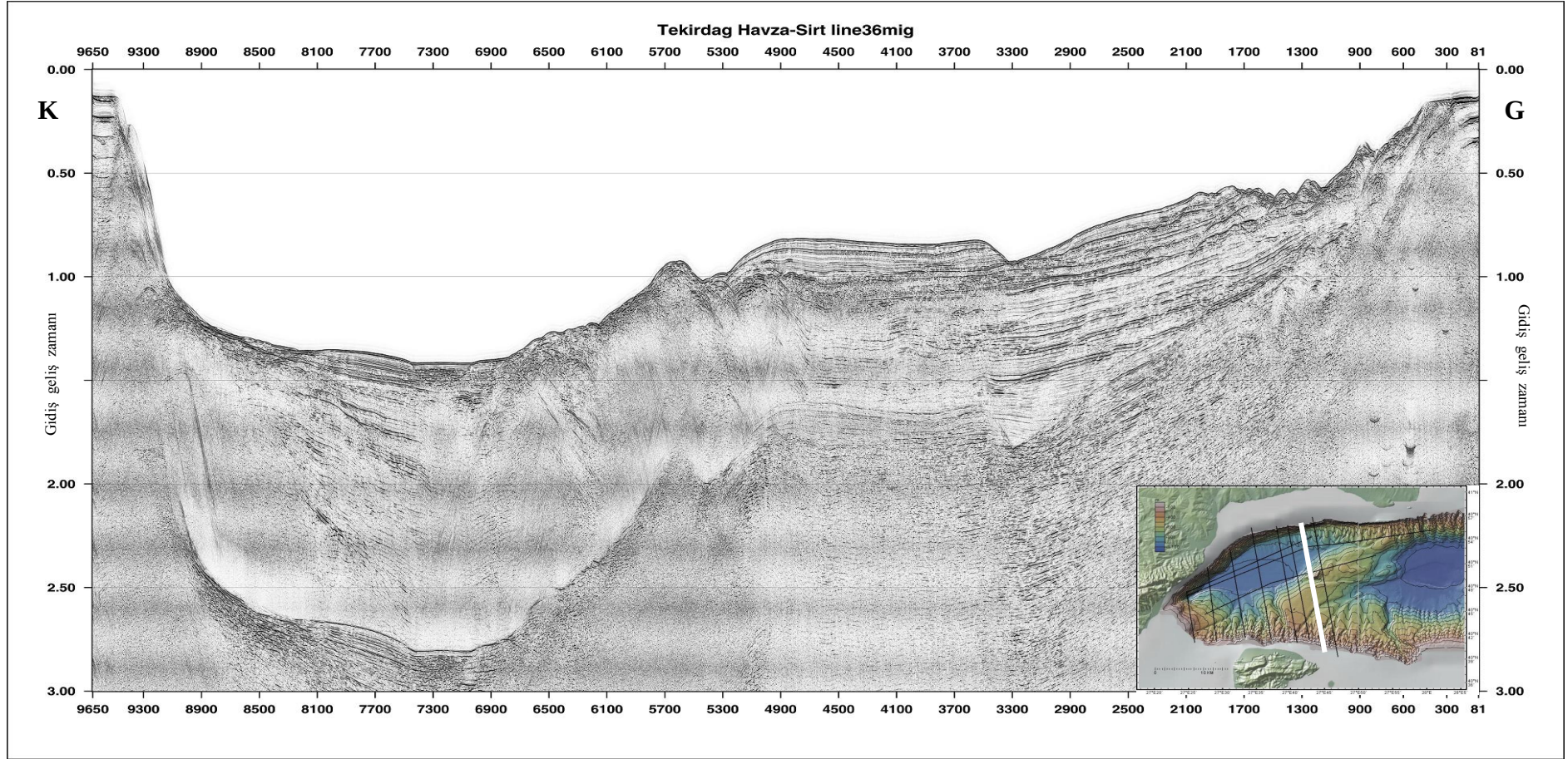


Şekil 3.15 : 35 no'lu sismik hattın Batı Marmara Sırtına denk gelen kısmında, KAF ve gravitasyonel etki ile oluşmuş ikincil normal fayların görüldüğü sismik kesit.

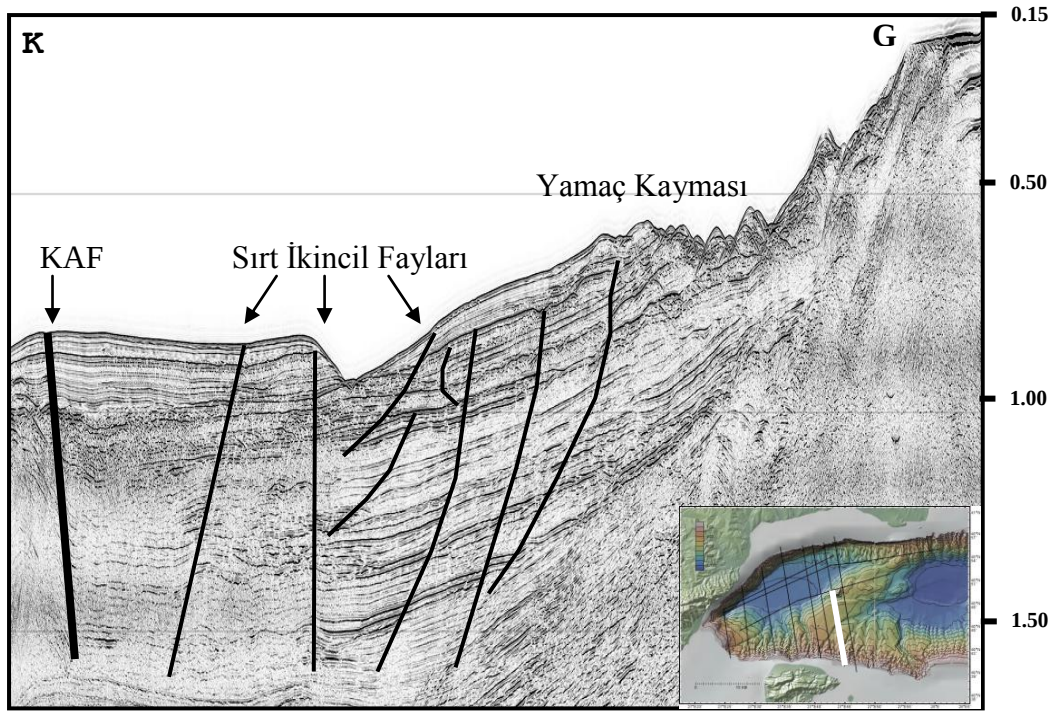
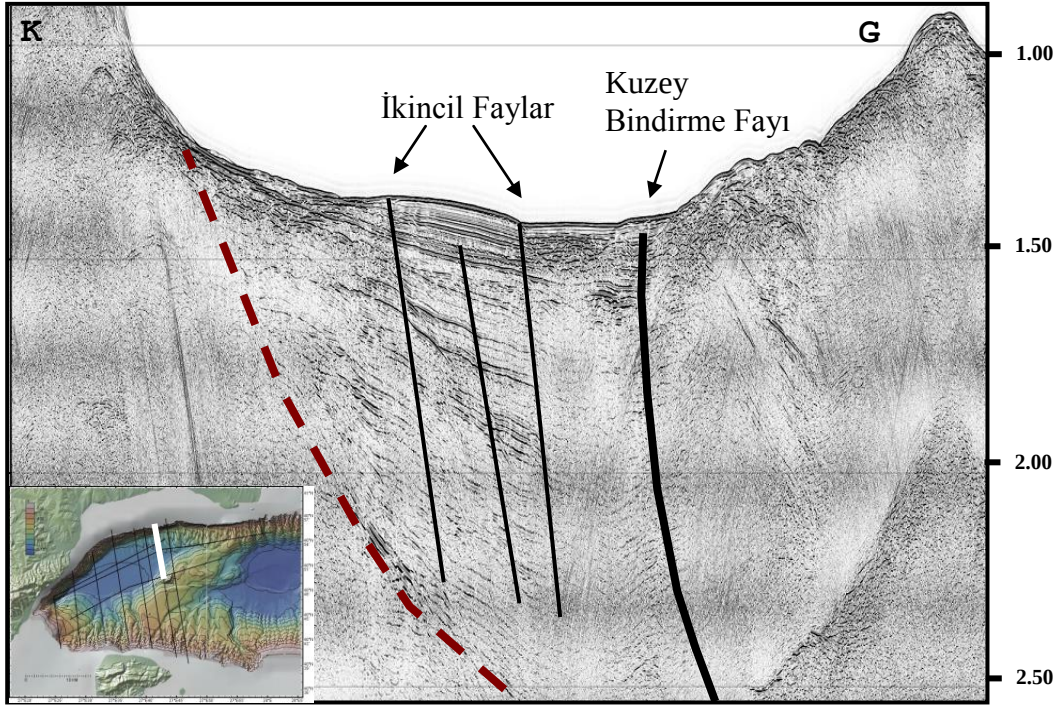
36 no'lu hat ise havzayı dik kesen diğer hatlar gibi KKB yönünde Tekirdağ Havzasını verevine kesmektedir. Bu hat üzerinde görülen kuzey ve güney şelfin, deniz yüzeyinden derinliği hemen hemen birbirine yakın olup 0.1 s'lerde 1500 m/s lik deniz tabanı hızıyla 75 m civarındadır. Sismik hatların bu hat itibariyle havza içini doğudan batıya gelerek daha geniş kesmeye başlamasıyla sedimanlar ve tabakalar belirginleşmektedir. Bu bölgede KAF'ın, kuzeyde havza içerisindeki parçasının kuzey dalımlı hareketinden dolayı, tabakaların faya doğru genişleyerek dibe doğru bükülmesinin daha belirgin olduğu görülmektedir. Hattın güney kısmında yamaç üzerinde görülen faylanmaların, batimetri haritasında D-B çizgiselliği takip eden ana fay olan KAF'ın etkisiyle oluştuğu düşünülmektedir. Sırt üzerinde görülen sedimanların, bu ana fay tarafından kesilerek, bu birimlerin fayın kuzeyinde kalan sırt birimleri ile ilişkisinin bozulduğu görülmektedir. Güney yamaç üzerinde birbiriyle ilişkili görülen çok sayıda normal fay olası bir negatif çiçek yapısına işaret ettiği düşünülebilir. Güney yamaç üzerinde yüzeye kadar çıkan söz konusu aktif normal ikincil faylar, bu noktada görülen ana fayın hareketli olduğunu göstermektedir.



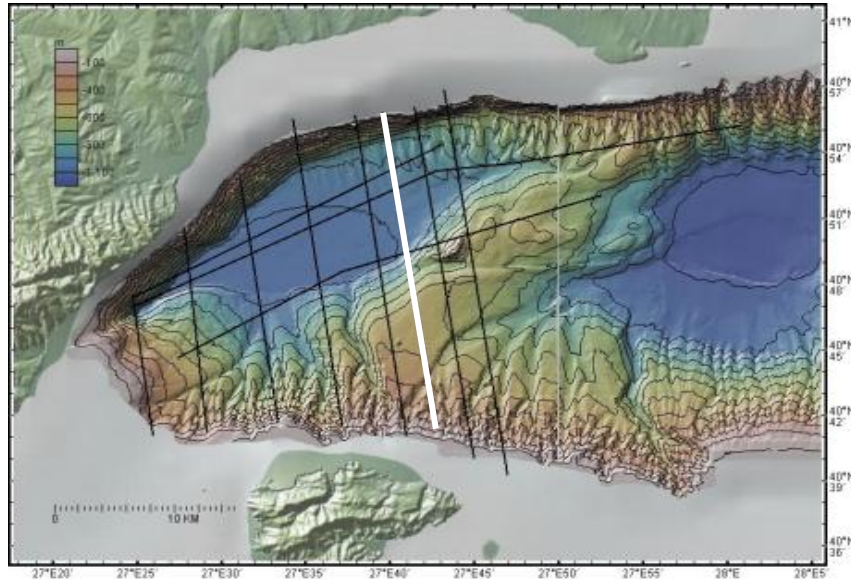
Şekil 3.16 : 36 no'lu hattın lokasyon haritası.



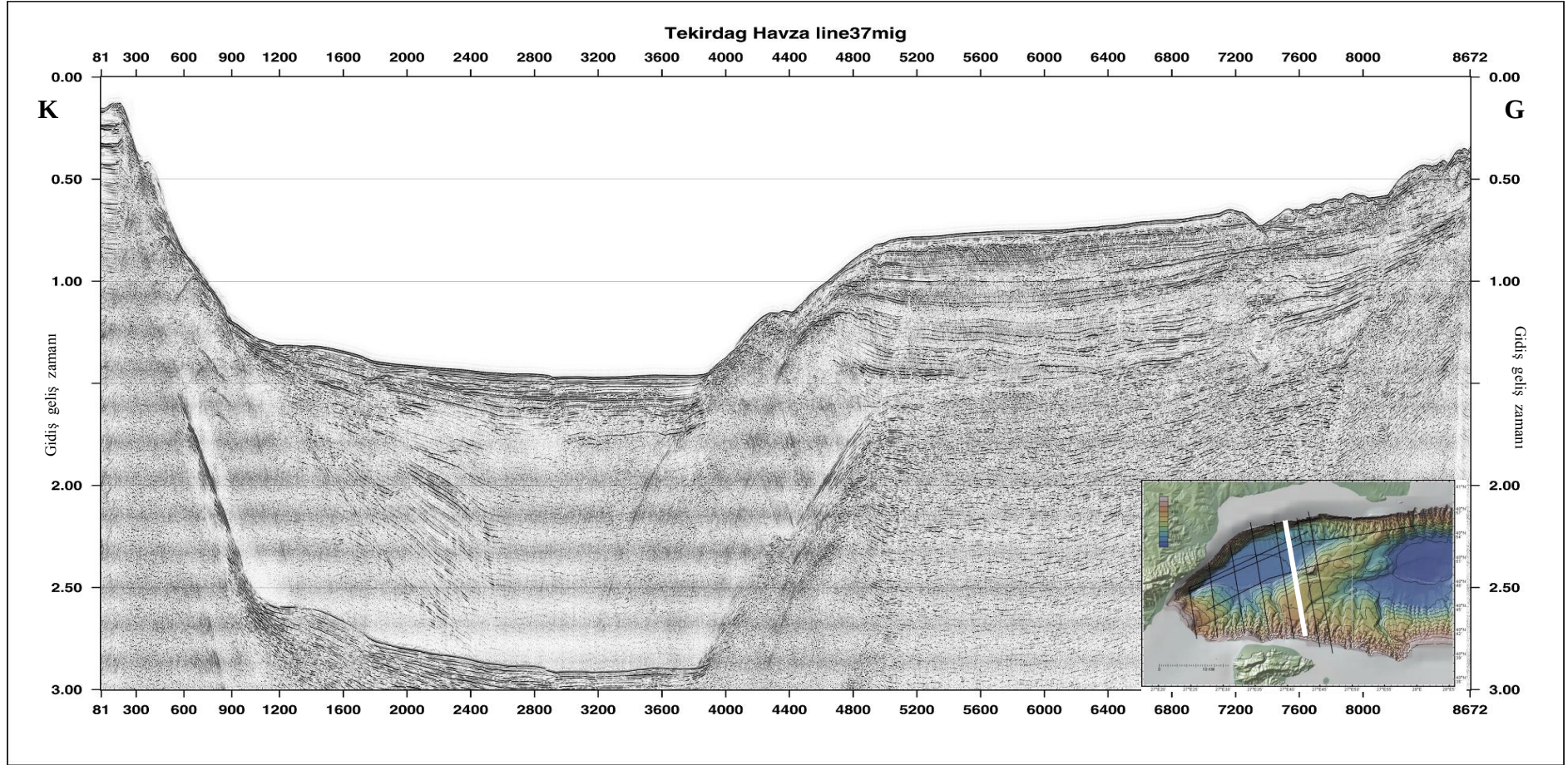
Şekil 3.17 : Tekirdağ Havzası ve sırtını kesen K-G yönlü 36 no'lu sismik göç kesitinin yorumlanmamış hali.



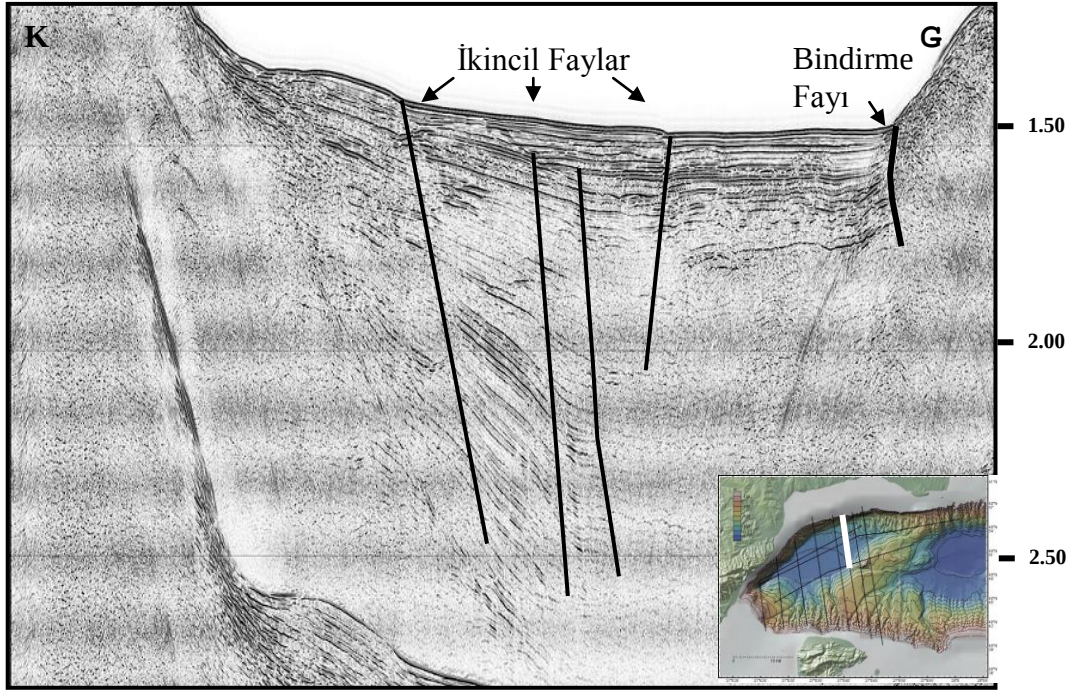
Tekirdağ Havzasını dikey kesen hatlardan, doğudan itibaren üçüncüsü olan 37 no'lu hat üzerinde, havza içerisinde geniş görüntüsü mevcuttur. Bu bölgedeki havza içinde çökellerin kalınlığı sismik kesitlerden yaklaşık 1.5 km olarak hesaplanmıştır. Havza içerisinde deniz tabanı tekrarlı yansıması 2.8 s'lerde, sırt üzerinde ise 1.5 s'lerde kendini göstermektedir. Kesitte Kuzey Anadolu Fayı'nın ters bileşene sahip olduğu düşünülmektedir. Havzada biriken sedimanların kesitin orta kısmında KAF olarak yorumlanan ana faya doğru hareketinin oldukça kuvvetli ve eğiminin fazla olduğu görülmektedir. Havza içerisinde kalın çökel tabakayı kesen aktif ikincil faylanmalar mevcuttur. Bu fayların normal atım bileşenli faylar olduğu gözlenmekle birlikte faya en yakın olan üyesinin ters fay bileşenli bir görüntü verdiği gözlenmektedir. Güneye doğru sırt düzlüğünün hemen başlangıcında kesit üzerinde ana fayın izi net olarak takip edilebilirken, bu iz batimetri haritasında mevcut ana fay ile çakışmaktadır. Dolayısıyla sırt üzerinde oluşmuş, birbiriyle ilişkili ikincil normal fayların bu fay ile şekillenmiş olduğu düşünülmektedir. Bu fayları yatay olarak kesen yaklaşık 1 s derinliklerde şerit şeklinde düşük genlikli bir formasyon ile bu formasyonun kesiştiği ve fayların doğrultusunda paralel uzanan düşük genlikli bir alan dikkat çekmektedir. Görülen bu düşük genlikli bölgelerin olası bir gaz çıkışına işaret ettiği düşünülebilir.



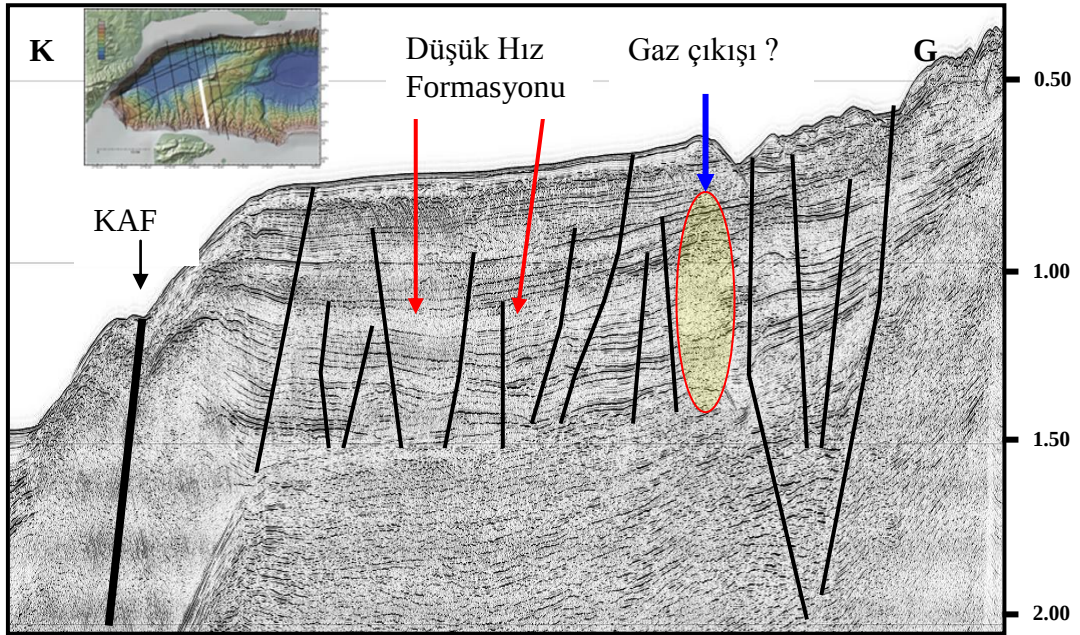
Şekil 3.20 : 37 no'lu hattın lokasyon haritası.



Şekil 3.21 : Tekirdağ Havzası ve sırtını kesen K-G doğrultulu 37 no'lu sismik göç kesitinin yorumsuz hali. Hattın kuzey bölgesinde havza içerisinde iki adet ikincil normal görülürken havzanın ortasında güney yamaca daha yakın bölgede formasyonların girişimiyle de tespit edilmiş bir sıkışma yapısı görülmektedir. Sırt bölgesinde KAF ve çok sayıda faylar bulunmaktadır.

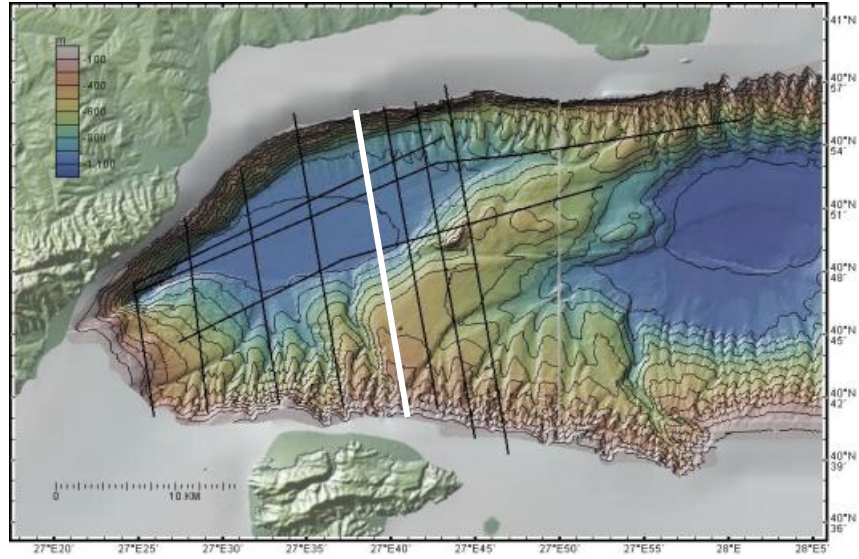


Şekil 3.22 : 37 no'lu hat üzerinde Tekirdağ Havzasına denk gelen ve havza içerisinde 2 adet ikincil normal fay ile bir güney yamaca yakın bölgede bir sıkışma yapısının görüldüğü sismik kesit.

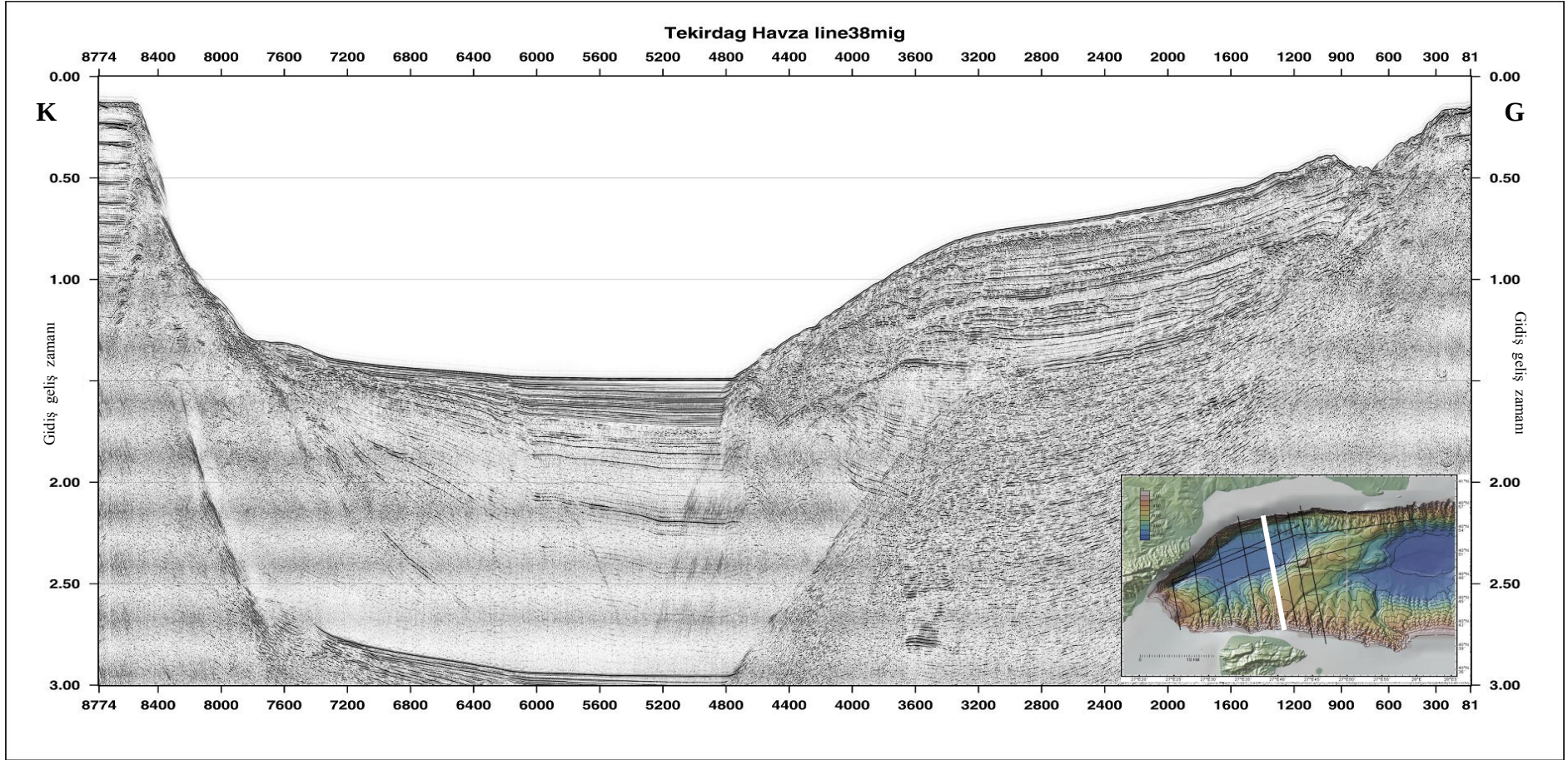


Şekil 3.23 : 37 no'lu hattın Batı Marmara Sirtına denk gelen, KAF ve birçok faylanmaların görüldüğü sismik kesit. Sarı dolgulu oval yapı ve yatay yönde uzanan beyaz şerit bölgede bir gaz çıkışı olduğuna işaret etmektedir.

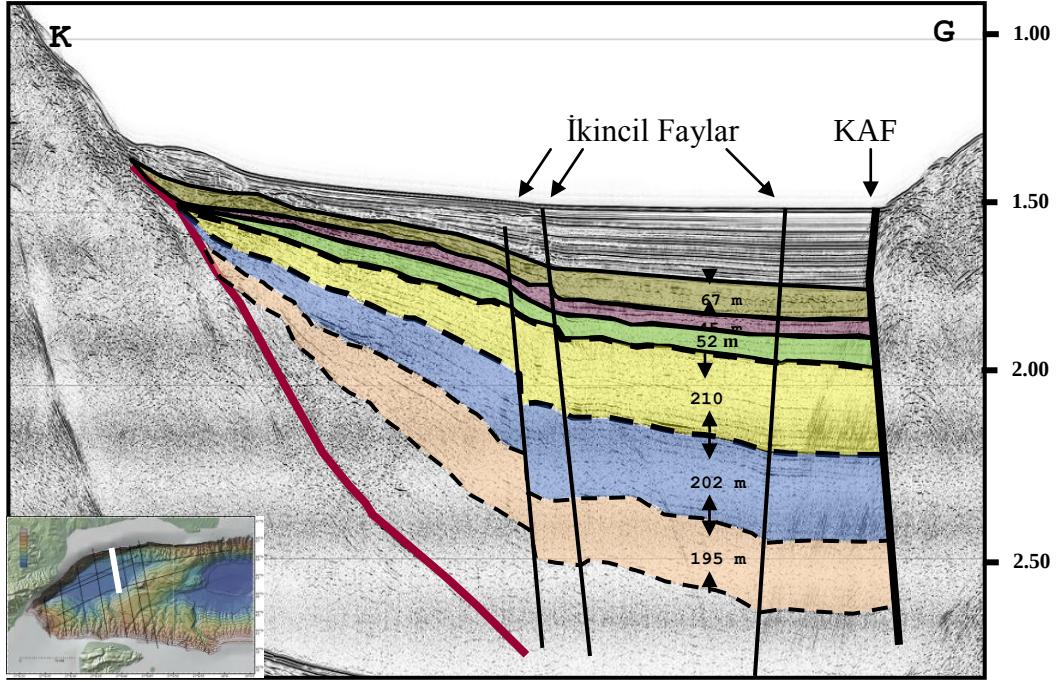
38 no'lu hat üzerinde kuzey ve güney şelfin deniz yüzeyinden derinlikleri yaklaşık olarak 100 m civarında gözlenmekle birlikte daha doğudaki hatlara nazaran güney yamacın eğimi fazla olup yaklaşık 12°'dir. Bu bölgede yaklaşık 1.5 s derinliklerden itibaren görülmeye başlayan çökel paketi içinde yer alan farklı çökel grupları çok iyi ayırt edilebilmektedir. Üst seviyelerde 45-70 m kalınlığında değişen 3 birim, alt seviyelerde ise ortalama kalınlığı 200 m olan 3 birim yorumlanmıştır. Güney şelfi üzerinde bir önceki 37 no'lu hatta görülen şerit şeklindeki düşük genlikli formasyon bu hatta da kendisini çok net olarak göstermektedir. Burada da bir önceki kesitte verdiğimiz yoruma benzer olarak bu çökel grubun diğer birimlere göre daha zayıf bir birim tarafından geçildiğini ya da bu birimlerin muhtemel bir gaz birikimi olduğu da düşünülebilir. Sırt üzerinde düşük atımlı paralel normal faylanmalar görülürken, Havzada tabaka serilerinin sırtta doğru ilerlemesi KAF'ın Tekirdağ Havzası'nda güneye dalımlı etkisini düşündürmektedir. Tabaka kalınlıkları faya doğru genişlerken, kuzeye doğru bu çökel kalınlıklarının azaldığı gözlenmiştir. 38 numaralı bu sismik göç kesitinde havza içinde KAF'ın hareketiyle oluşmuş 3 adet temel ikincil fay net bir şekilde yorumlanmıştır.



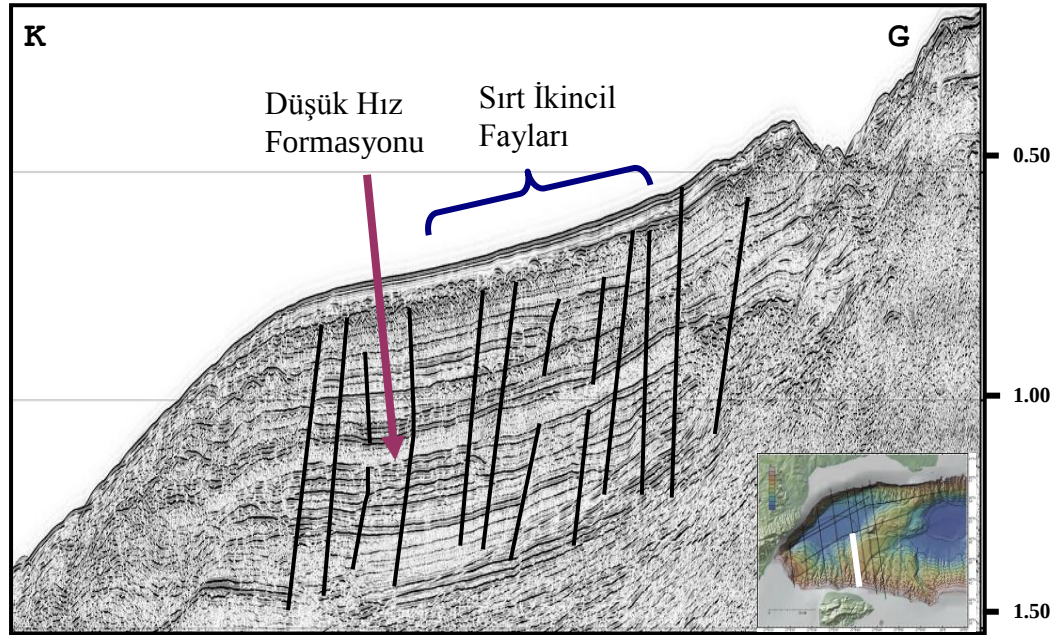
Şekil 3.24 : 38 no'lu hattın lokasyon haritası.



Şekil 3.25 : Tekirdağ Havzası ve sırtını kesen K-G doğrultulu 38 no'lu göç kesitinin yorumsuz hali. Havza içerisinde tabaka sınırları ile birlikte 3 adet ikincil normal fay KAF görülmektedir. Hattın güney kısmı Batı Marmara Sırtına denk gelmekte ve bu bölgede sırt üzerinde oluşmuş faylanmalar ile bu fayların arasında tespit edilen beyaz şerit şeklindeki formasyon olası bir gaz rezervini işaret etmektedir.

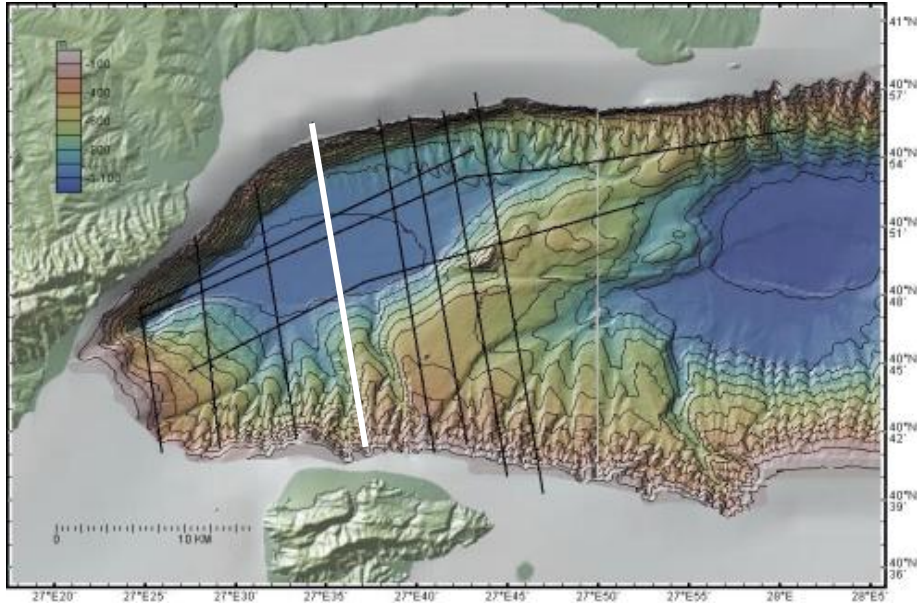


Şekil 3.26 : 38 no'lu hattın Tekirdağ Havzasına denk gelen sismik kesiti. Güney Yamaca en yakın olan KAF ve havza ortasına tekabül eden 3 adet ikincil normal bileşenli fay görülmektedir.

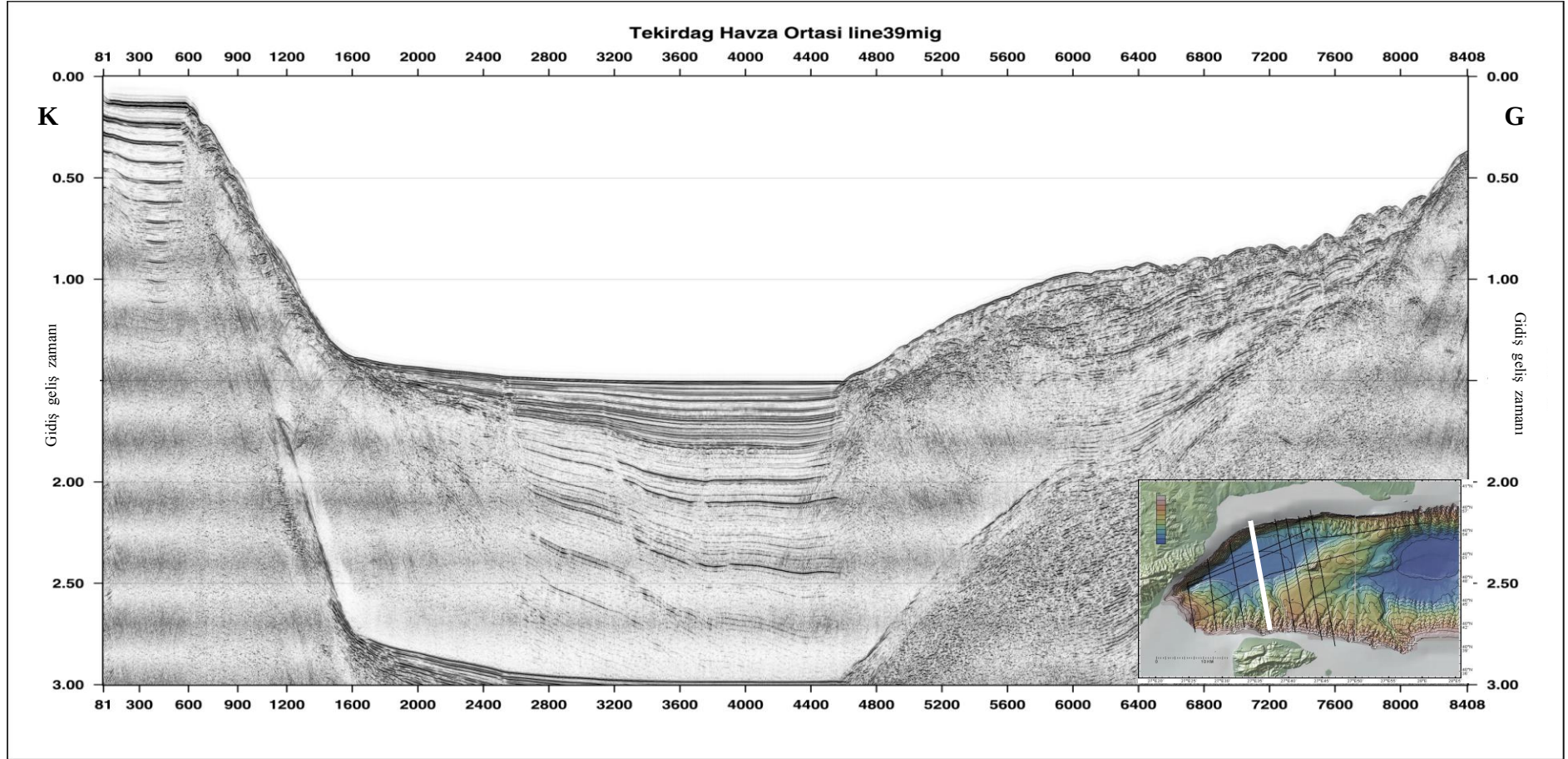


Şekil 3.27 : 38 no'lu hat üzerinde Batı Marmara Sırtını kesen sismik kesit. Kesitte sırt üzerinde oluşmuş faylar arasında beyaz şerit olarak görülen kısım bir gaz rezervine işaret etmektedir.

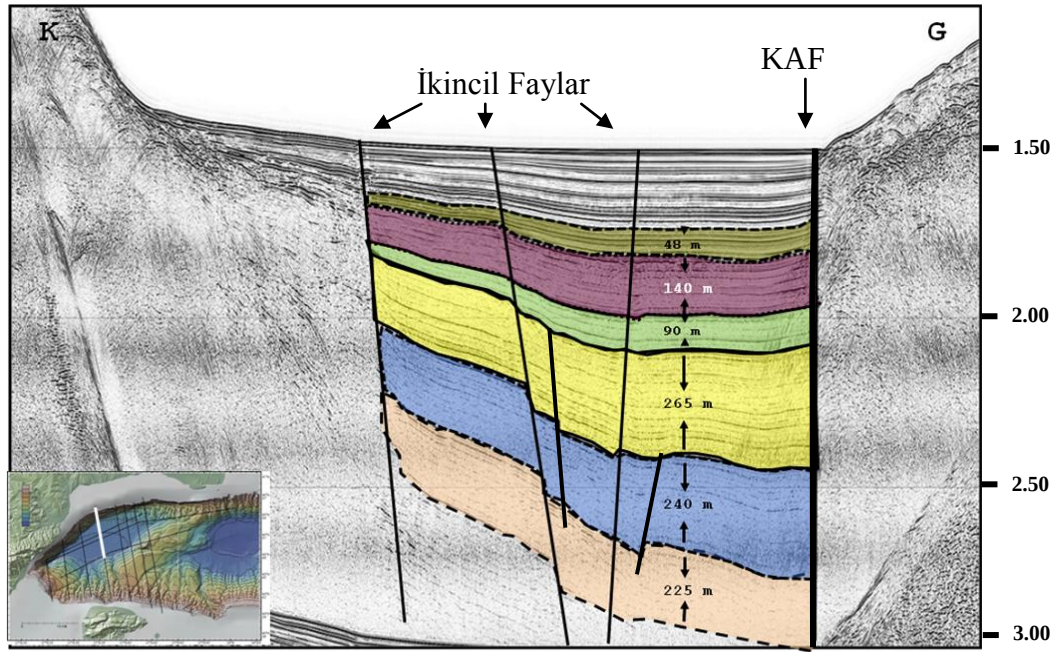
Tekirdağ Havzasını orta kısımlarındaki en geniş alanından kesen 39 no'lu sismik hat, kuzey yamacın en sığ olarak görüldüğü hatlardan biridir. Havza içerisindeki ikincil fayların, kırık atımlarının ve tabaka sınırlarının en net olarak görüldüğü hattır. Havza içinde diğer sismik hatlarda olduğu gibi 3 temel ikincil fayın yanı sıra derinlerde oluşan iki küçük fay da izlenmektedir. İkincil fayların kestiği kesitte farklı renklerle birbirinden ayrılan sayıları 9'u bulan tabaka seviyelerinden en belirgin olan 6'sının kalınlık ve sınır yorumları yapılmıştır. Yorumlanan ilk üç birimin kalınlıkları sırasıyla 48 m, 140 m, ve 90 m iken daha derindeki birimlerin ortalama kalınlığı bir önceki sismik yansıma kesitine benzer şekilde yaklaşık 250 m civarında hesaplanmıştır (Şekil 3.30). Tabaka kalınlıklarının Kuzey Anadolu Fayı'na yakın kısımları daha geniş iken kuzeye doğru daralmaktadır. Havza içerisinde, güney yamaca yakın tabaka sınırlarının bir kısmının yamaç içerisine sokulmaları, KAF'ın bu bölgelerde ters fay bileşenine de sahip olduğuna işaret etmektedir. Yamaç üzerinde görülen fay sayısının azalmasında, bu bölgede KAF'ın herhangi bir bileşeninin olmayışının etkisi olduğu düşünülmektedir. Bu yamaç faylarının, eğimden kaynaklanan gravitasyonel kaymadan dolayı oluştukları söylenebilir.



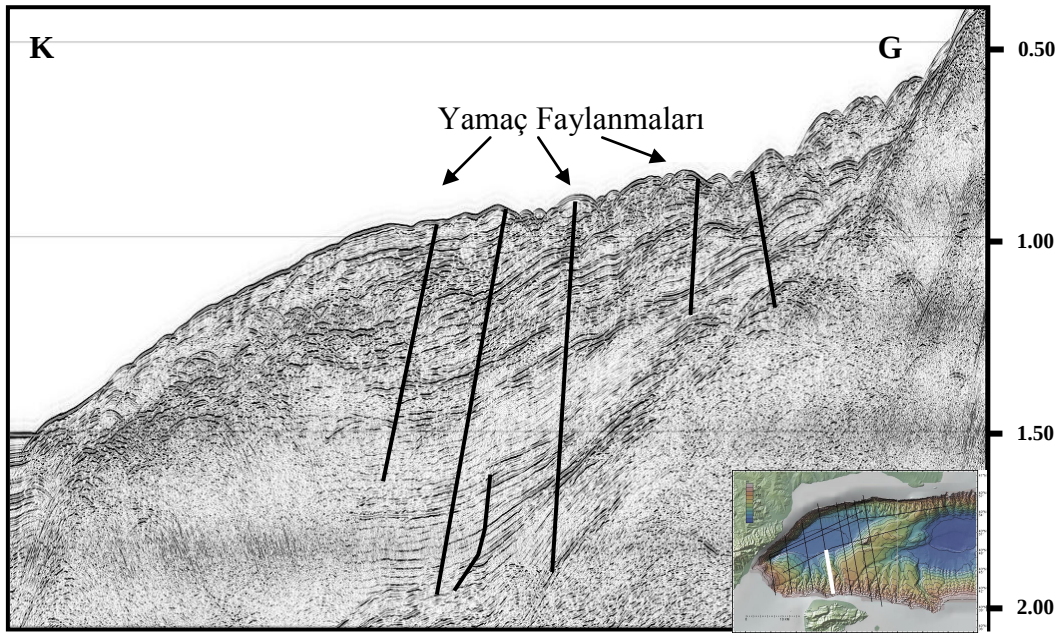
Şekil 3.28 : 39 no'lu hattın lokasyon haritası.



Şekil 3.29 : Tekirdağ havza ortasını ve güney yamacı kesen K-G yönlü 39 no'lu göç kesitinin yorumsuz hali. Tekirdağ Havzası içerisinde bulunan tabaka sınırları ve KAF'ın etkisiyle oluşmuş ikincil normal bileşenli faylar net bir şekilde görülmektedir. Güney yamaçta ise yamaç kaymasıyla meydana gelen faylar mevcuttur. Düşey abartı 3.2 olarak hesaplanmıştır.

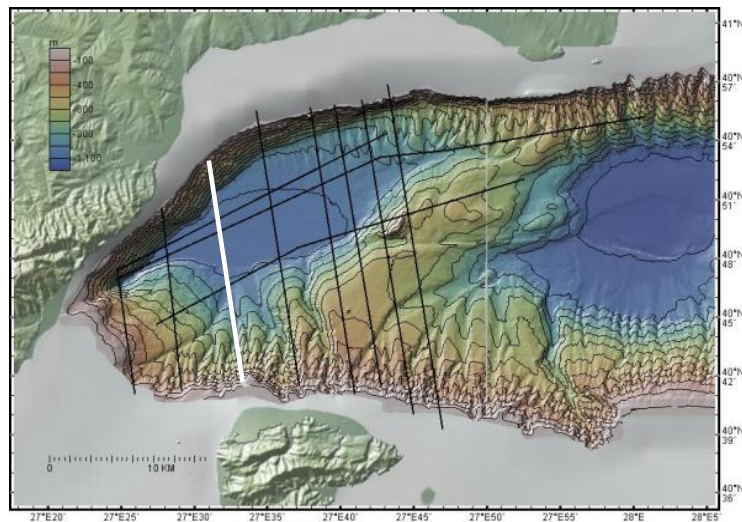


Şekil 3.30 : Tekirdağ havza ortasına tekabül eden hattın 39 no'lu sismik kesiti. Kesitte KAF, ikincil faylar ve tabaka kalınlıkları gösterilmiştir.

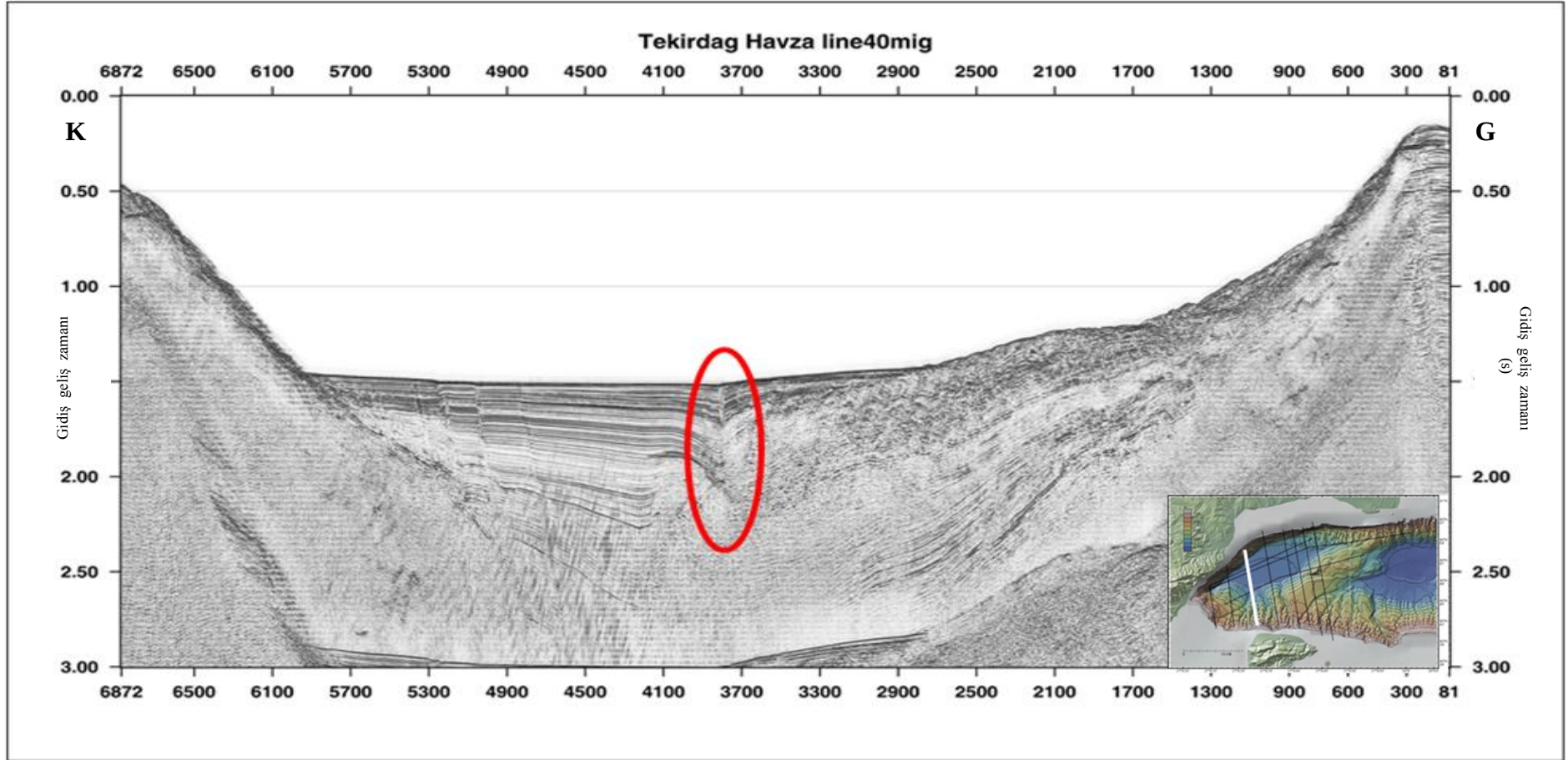


Şekil 3.31 : 39 no'lu hat üzerinde güney yamaca denk gelen sismik kesit. Kesitte yamaç üzerinde meydana gelen kayma ile oluşmuş faylar görülmektedir.

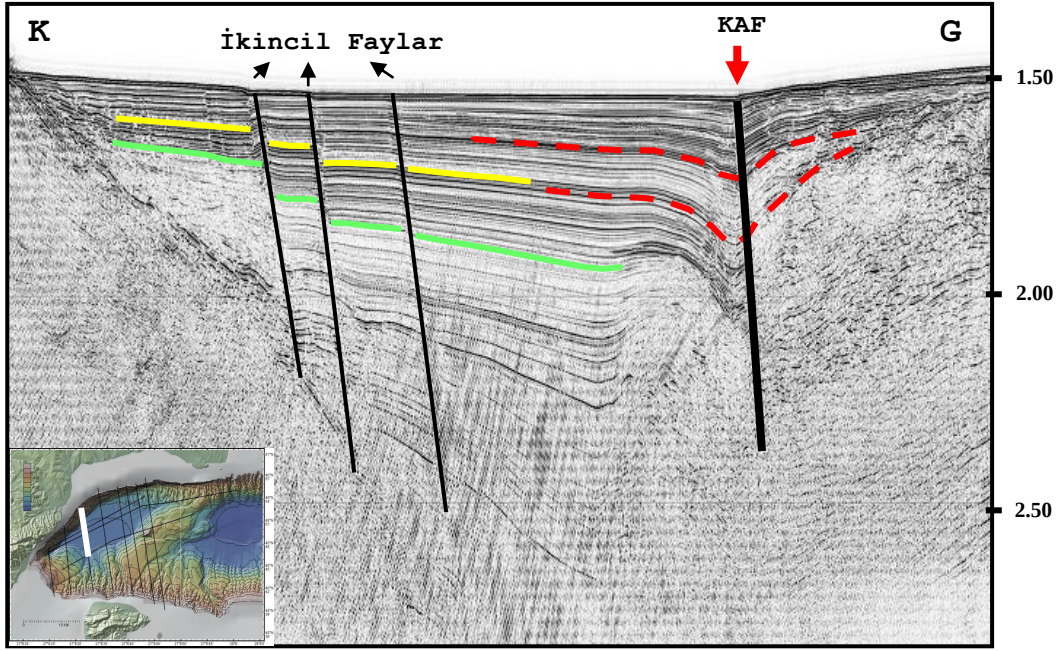
Eşkenar dörtgen biçimdeki Tekirdağ Havzası'nın güneybatı kısmında kalan 40 no'lu hat, kuzey şelfi 300 m derinliklerde keserken güney yamacı 127 metre civarında kestiği görülmektedir. Bu kesitte güney yamacın eğiminin azalarak havzanın orta kısımlarına dek yumuşak bir batimetrik değişimle uzandığı gözlenir. 40 numaralı bu sismik kesitte KAF yumuşak bir deniz tabanı ortamı altında düşey bir süreksizlik olarak kesitin orta kısmında gözlenir. Okay ve diğ., 1999, havzayı kuzey ve güneyden sınırlayan kenar faylarının derinlerde KAF'a doğru birleşecek şekilde uzanması görüntüsüne dayanarak Tekirdağ Havzası'nın bir negatif çiçek yapısı ile oluştuğunu öne sürmüştür. Ancak, bu tez çalışmasında incelenen sismik yansıma kesitlerinde havzayı kuzey ve güney kenarından sınırlayan bu yamaçların faylanma izine rastlanmamıştır. Havza içinde Kuzey Anadolu Fayı'nın neden olduğu kuvvetli deformasyona bağlı olarak ikincil fay sayısında artış gözlenmiştir. Bu fayların, neden olduğu deformasyonların şiddetlerinin de, diğer hatlarda gözlenen faylara nazaran daha etkili oldukları kesitte görülmektedir (Şekil 3.33). Bu görüşü destekleyecek şekilde, KAF'ın kuzeyinde, ikincil faylanma grubu ile KAF arasında kalan yerde gelişen bir diğer faylanma yaklaşık 1.8 saniyelerden daha derinlere doğru olacak şekilde yeni bir fay çeşidi gözlenmektedir. Bu fayın zamanla ana faydan ayrılarak kuzeye doğru eğimlenen bir bileşen konumuna gelerek ikinci bir fay görüntüsü verdiği, ana fayın ise doğrultu atımlı özelliğini koruduğu düşünülebilir. Söz konusu bileşenin, kestiği tabakalardan en derinde olanının 505 m, yüzeye doğru olan diğer sedimanların ise ortalama 150 m kalınlığa sahip oldukları hesaplanmıştır.



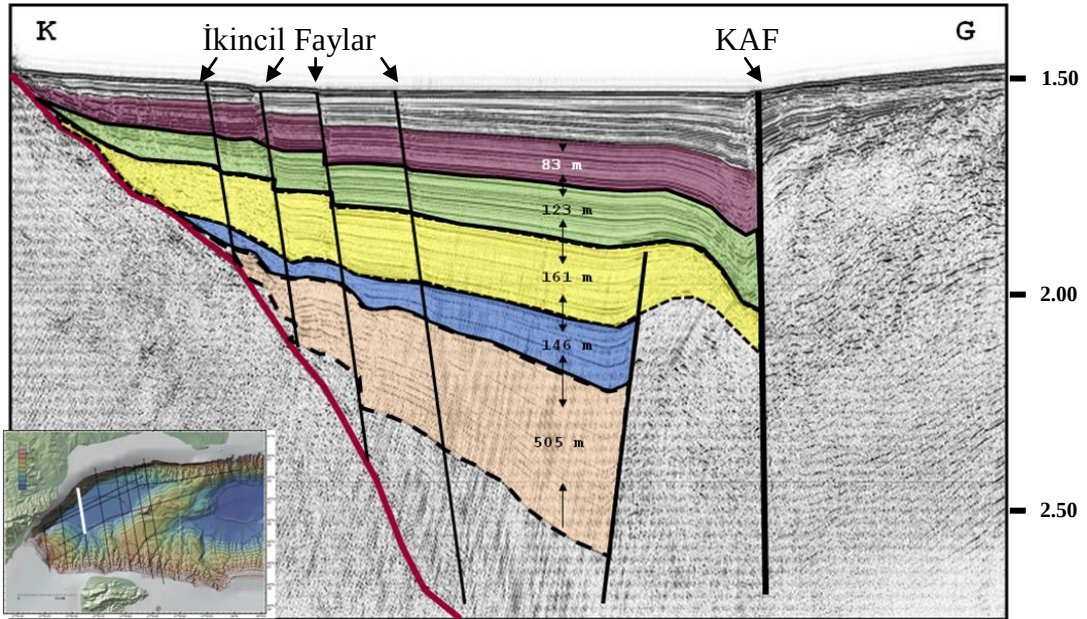
Şekil 3.32 : 40 no'lu hattın lokasyon haritası.



Şekil 3.33 : Tekirdağ havza içerisine tekabül eden K-G doğrultulu 40 no'lu sismik göç yorumsuz hali. Kırmızı oval ile işaretlenen kısım KAF'ın neden olduğu deformasyonun en kuvvetli olduğu bölge.

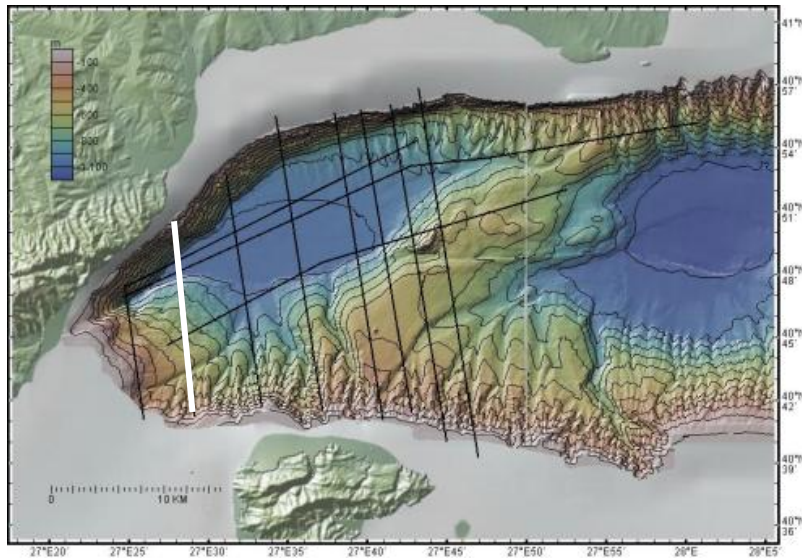


Şekil 3.34 : 40 no'lu hat üzerinde Tekirdağ Havzası'nın gösteren yorumlanmış sismik kesit. KAF'ın meydana getirdiği deformasyon ile kuzeydeki ikincil faylar görülmektedir.

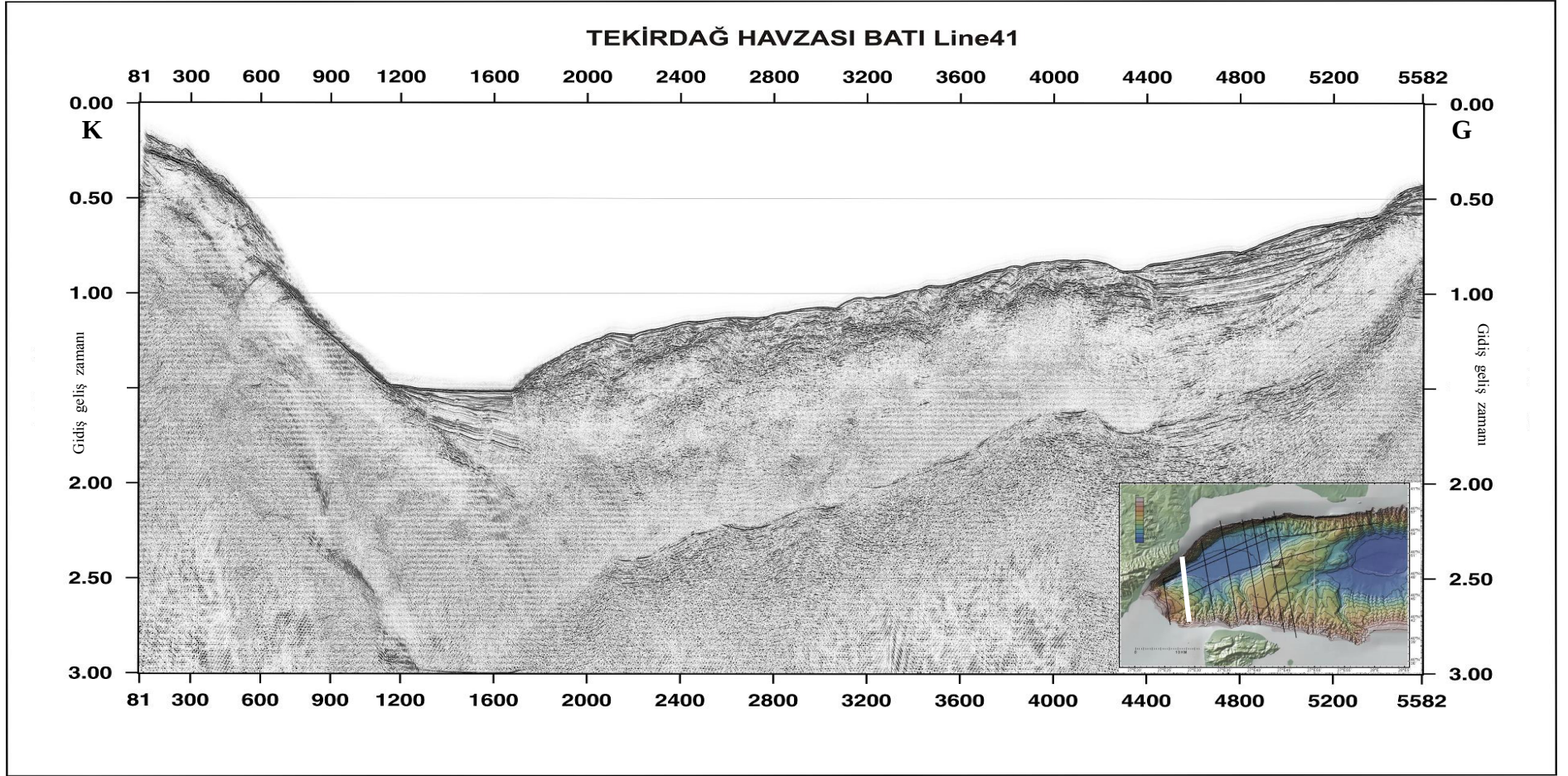


Şekil 3.35 : 40 no'lu hattın Tekirdağ Havzası içerisinde tabaka kalınlıklarının belirtildiği ve yorumlandığı sismik kesit.

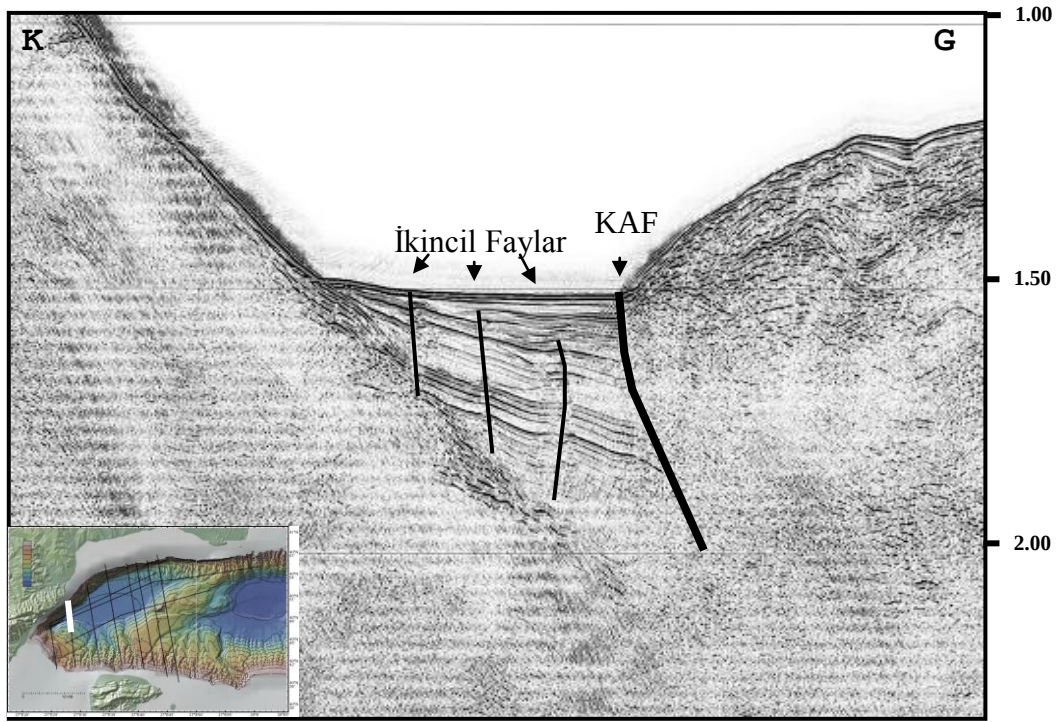
Tekirdağ Havzası'nın güneybatı ucunda kuzey ve güney şelfin neredeyse kesiştiği bölgeye denk gelen 41 no'lu hat, havzayı yaklaşık olarak K-G doğrultuda çok dar bir alanda kesmektedir. Bu bölgede kuzey şelf güney şelfe oranla daha sığ olmakla beraber, aralarında yaklaşık 170 m'lik yükseklik farkı bulunmaktadır. 1.5 s derinliklerden başlayan havzanın bu kesiminde güney yamaç kenarında ana fay ile kuzeye doğru bükülen havza içi ikincil fay sayısı diğer kesitlerle uyumlu olarak 3 adet gözlenmektedir. Gerek ana fayın gerekse ikincil fayların bu bölgede sahip oldukları doğrultu ile ters fay bileşeni taşıdıkları yorumlanmıştır. Bunun nedeni ise Marmara Denizi'nin güneybatı ucunun, Anadolu levhasının saat yönünün tersine 22 mm/yıl hız ile gerçekleşen rotasyonel hareketinin sonucu, sıkışmaya en çok maruz kaldığı bölge olması olarak düşünülebilir. Güney yamaç bölgesindeki eğim miktarı bu bölgede azalmakla birlikte, yamaç kaymasıyla oluşmuş ve zamanla sedimanlar tarafından doldurulmuş kanal yapıları dikkat çekmektedir. Güneyden kuzeye doğru gelişen söz konusu kaymanın, yamaç üzerinde çökel birimleri yer yer sıkıştırdığı bu bölgedeki kıvrımlı yapılarından anlaşılmaktadır. Gerek işlenen ve yorumlanan sismik kesitlerden gerekse batimetri haritasından takip edilebildiği üzere güney Tekirdağ Havzası'nın güney kısmında bulunan yamaçlar, kuzeydekilere nazaran çok daha yumuşak bir geçişle havzaya yönelmektedir. Böylece yamaç malzemesi Tekirdağ Havzası'nın güney kısmında havzayı üzerleyen bir görünüme sahip olmaktadır.



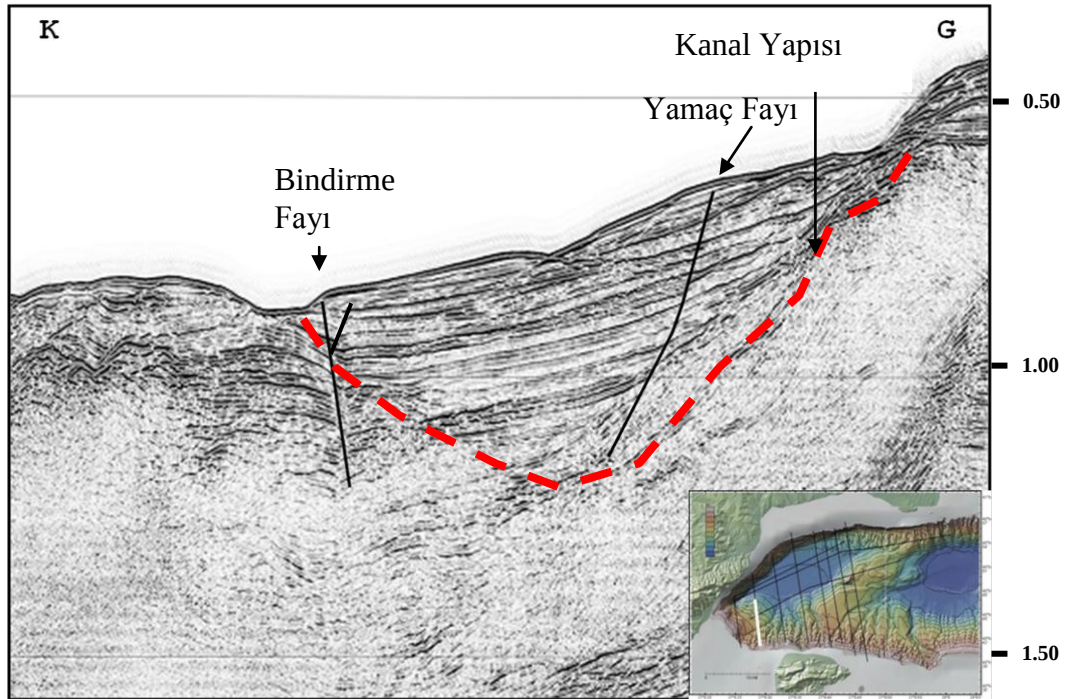
Şekil 3.36 : 41 no'lu hattın lokasyon haritası.



Şekil 3.37 : Tekirdağ Havzası'nın güneybatı kısmını kesen K-G doğrultulu 41 no'lu göç kesitinin yorumlanmamış hali. Sismik kesitte havza oldukça daralmış bir şekilde görülürken güney yamaç havzaya oranla geniş bir açıyla görülmektedir.



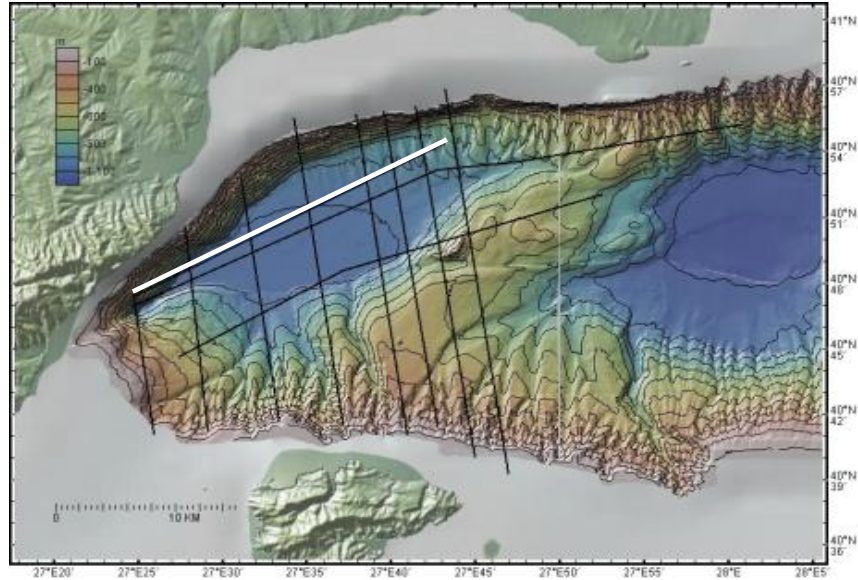
Şekil 3.38 : 41 no'lu hat üzerinde havza içerisinde yorumlanmış KAF ile 3 adet ikincil fayın görüldüğü sismik kesit.



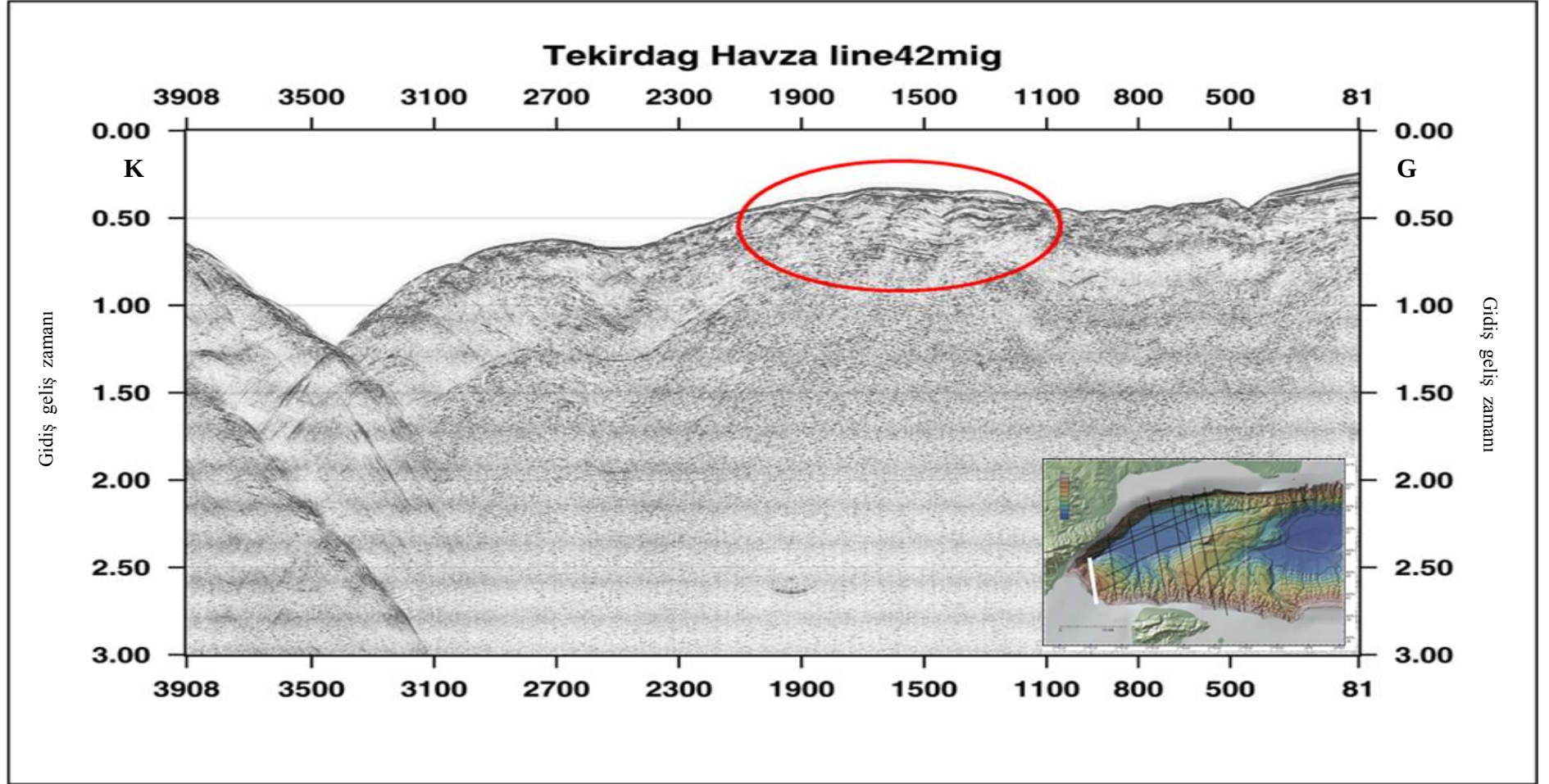
Şekil 3.39 : 41 no'lu hattın güney yamacında kayma ile oluşmuş faylanmaların görüldüğü sismik kesit.

42 no'lu hat Tekirdağ Havzası'nın en güneybatı ucunda bulunan K-G doğrultulu son hattır (Şekil 3.41). Bu hat, havza içinin görüntüsünü vermeksizin kuzey ve güney yamacın kesişimini temsil ederken, hattın neredeyse tamamı güney yamaç üzerinde uzanmaktadır. Bu bölgede kesitte görülen yamacın sahip olduğu eğim miktarı oldukça azalmakla birlikte neredeyse yatay bir seviye hâkimdir. Yamaç üzerinde bulunan çökel seviyelerdeki dalgalanmalar bu bölgede kıvrımlanma yapılarının oluştuğuna, bu yapıların da yamaç üzerinde meydana gelen faylanma ve kayma ile yamaç malzemesinin eğimlenerek havza içerisine doğru yöneliminden kaynaklanmaktadır. Söz konusu eğimli yapı 42 no'lu hat tarafından verevine kesildiğinden dolayı yamaç malzemeleri normal görüntüsünden uzaklaşarak aldatıcı bir dalgalanmış malzeme görünümü vermektedir.

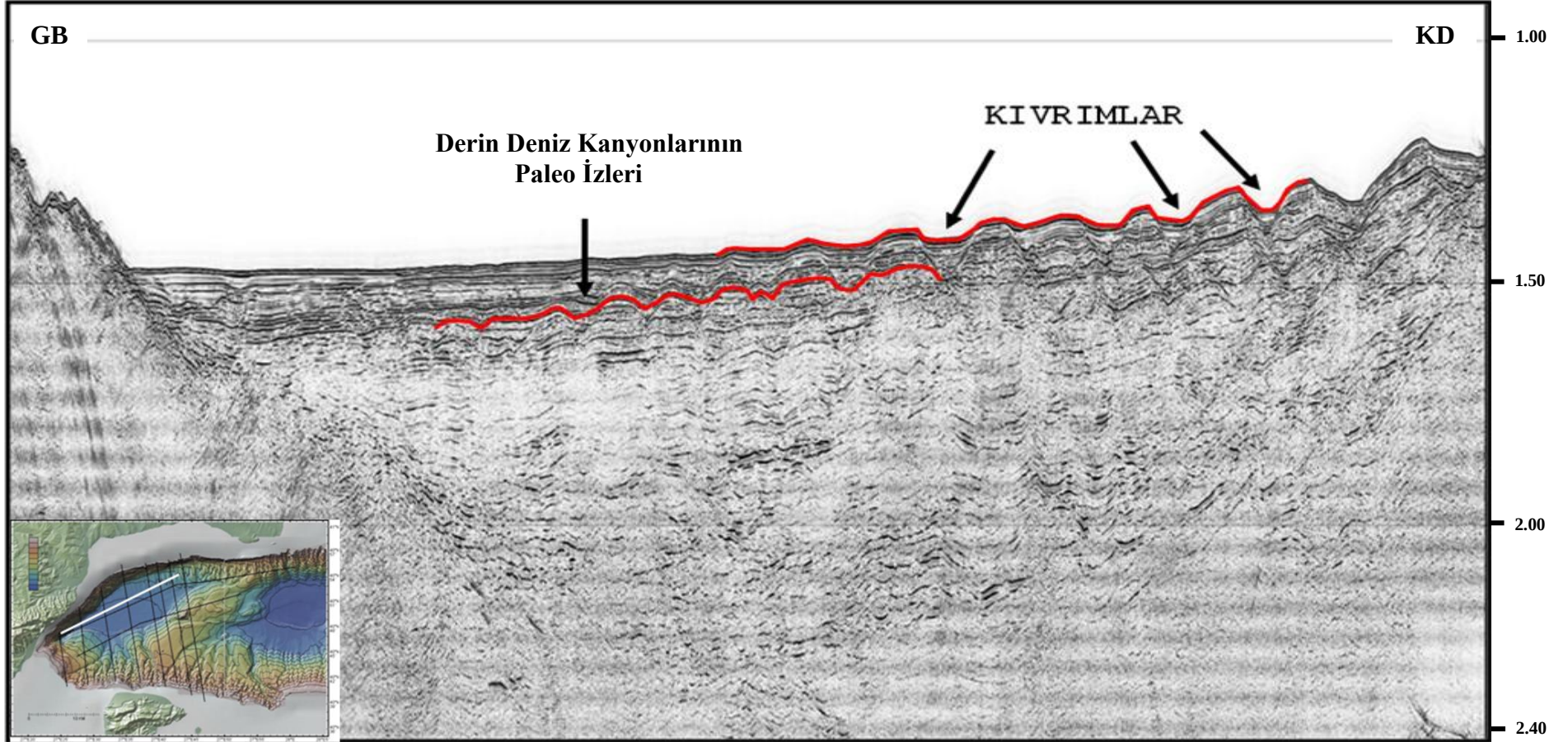
Tekirdağ Havzasını D-B doğrultusunda kesen hatların en kuzeyinde olan 44 no'lu sismik hat, havzanın kuzeydoğu ucundan şelf diplerini kesip, batıya doğru uzanmaktadır. Sismik veriler havza içi sedimanlarının dalgalı yapıda (ripple) olduğunu göstermektedir. Sedimanlar üzerinde gözlenen bu yapılar yüzeyde gözlenen kanyon yapılarının devamı olarak daha derinlerde deniz altı paleo izlerini temsil etmektedirler. Bu durum diğer yandan kuzey yamaç malzemelerinin havza içine akmasıyla havzada meydana getirdiği bozulmalar olarak da düşünülebilir.



Şekil 3.40 : 44 no'lu hattın lokasyon haritası.

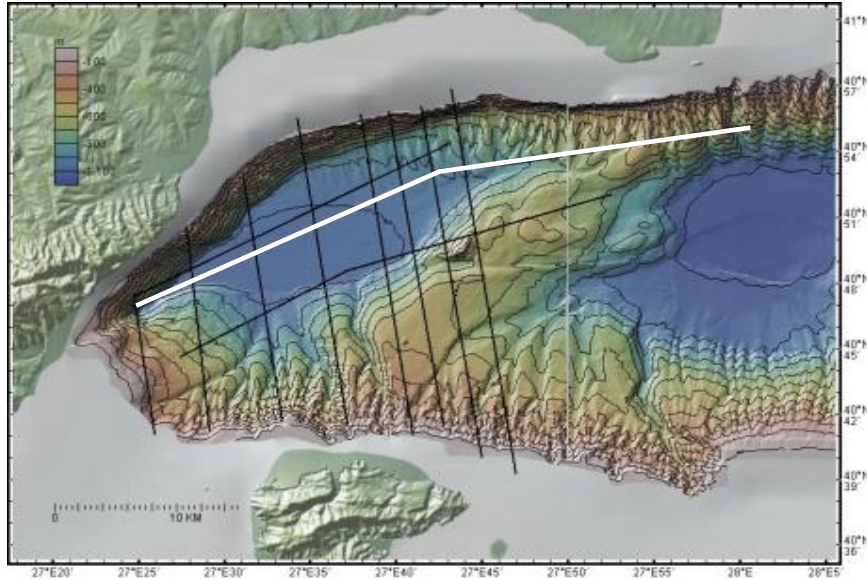


Şekil 3.41 : Tekirdağ Havzası'nın güneybatı yamacı kısmındaki K-G doğrultulu 42 no'lu göç kesiti. Sismik kesitte kuzey ve güney yamacın kesiştiği bölge ile güney yamaç görülmektedir. Kırmızı oval ile vurgulanan bölge güney yamaçta meydana gelen kayma yapılarına işaret etmektedir.

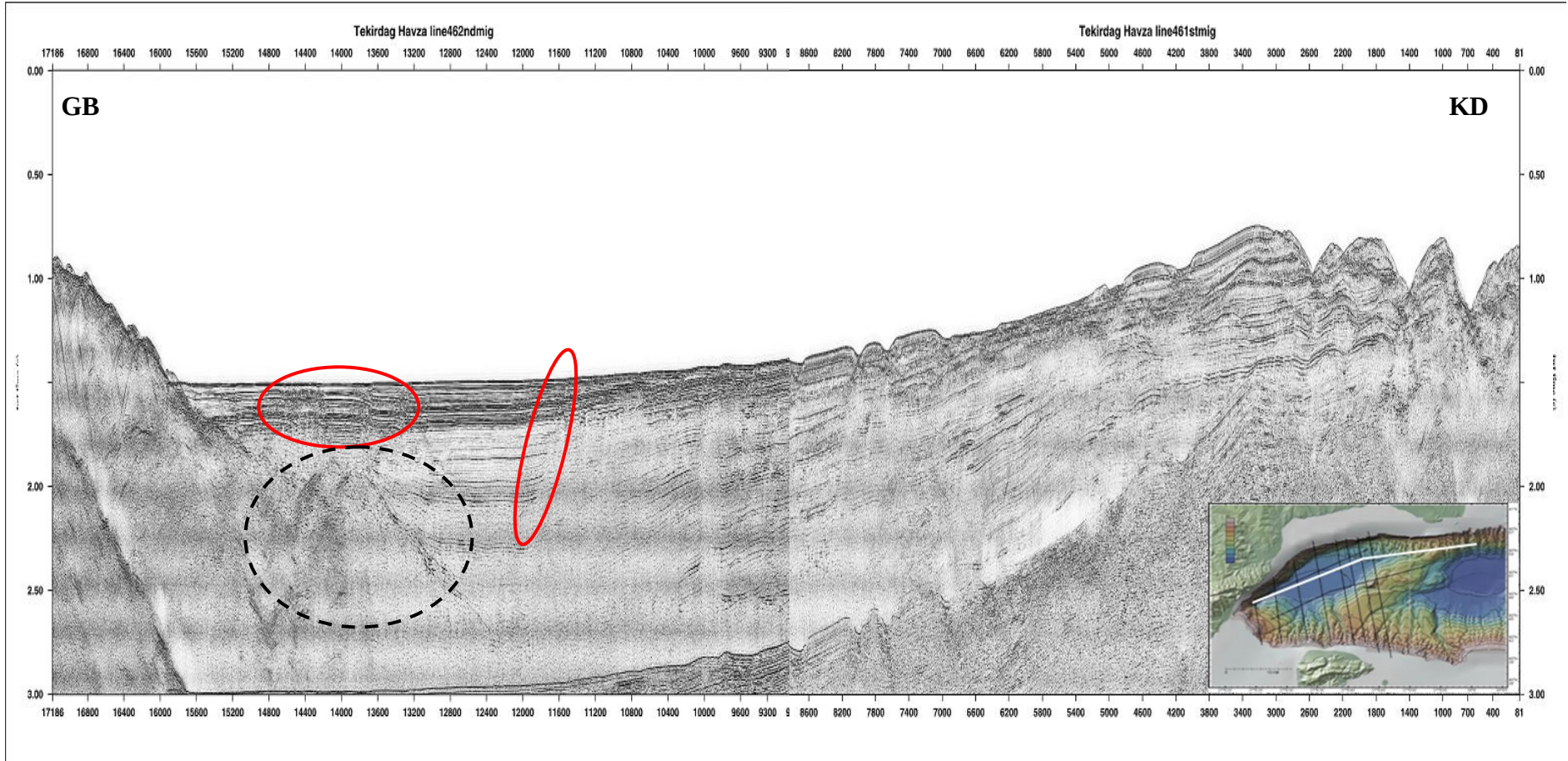


Şekil 3.42 : Tekirdağ Havzası içerisinde yer alan D-B doğrultulu 44 no'lu göç kesiti. Sismik kesitte havza içerisinde görülen katlanma yapıları derin deniz kanyonları ve bu yapıların paleo izlerini temsil etmektedir.

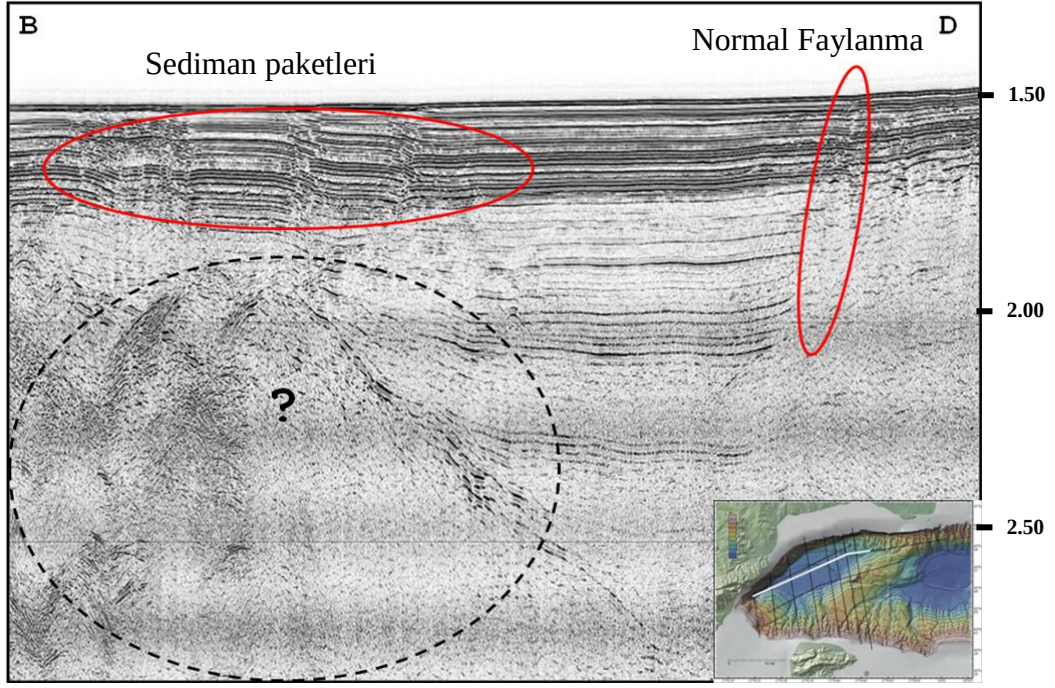
Tekirdağ Havzasını D-B doğrultulu kesen hatlardan 53.7 km ile en uzun olan 46 no'lu sismik hat, havzayı neredeyse ortalayarak, kuzeydoğuya doğru batı sırt üzerinden orta havzanın kuzey şelflerine kadar uzanmaktadır. Hattın batı ucu ise Tekirdağ Havzası'nın güney yamacı üzerinden geçmektedir. Deniz tabanından itibaren 1.75 s (187 m) derinlere kadar sediman birimleri bölgedeki faylanmalar ile deformasyona uğramakta oldukları görülmektedir. K-G kesitlerde gözlediğimiz normal bileşenli ikincil fayların bu bölgede havzayı enine kesen 46 no'lu hat üzerinde de varlığı görülmektedir. K-G kesitlerde gözlemlenmediğimiz bu yapılanmalar havza içinde D-B yönlü bir daralmanın varlığına da işaret edebilir. 46 no'lu hattın Tekirdağ Havzası'nın kuzeydoğu ucuna denk gelen bölümünde, yorumlanan normal fayın GB yönelimli oluşu, diğer hatlarda görülen yönelimlerle ilişkilendirildiğinde havza şekillenmesini açıklar niteliktedir. Kesitte yamaçtan itibaren yaklaşık 10 km doğuda 2 ila 2.5 s'ler arasında beliren kubbe biçimli iki yapıya rastlanmıştır. Bu derinliklerde havzanın orta kısmındaki formasyonlar söz konusu yapıları üzerlerken, yüzeye yakın bölgelerdeki deformasyona uğrayan birimler ise bu kubbelerin tam üzerine denk gelmektedir. Hattın havzadan sonraki doğu kısımları ise orta havzanın kuzeyindeki derin deniz kanyonlarının neden olduğu dalgalanma yapılarını temsil etmektedir. Tekirdağ Havzası'nın güneybatı ucunda 46 no'lu hattı dik kesen 41 no'lu hat üzerinde yorumlanmış KAF, oluşturulan fay haritasında söz konusu 46 no'lu hat üzerinde yorumlanan KAF ile çakışmaktadır.



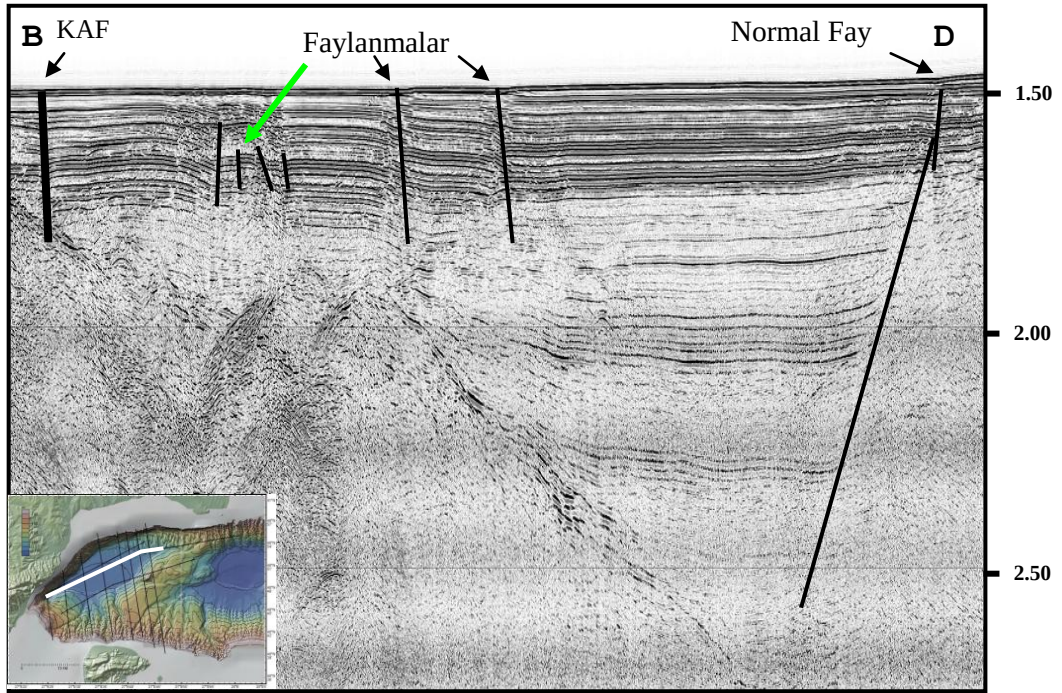
Şekil 3.43 : 46 no'lu hattın lokasyon haritası.



Şekil 3.44 : Tekirdağ havza ortasını kesen D-B doğrultulu 46 no'lu göç kesiti. Kesitte havzanın doğu ve batı uçlarında kırmızı oval işaretlerle vurgulanmış bölgeler formasyonların faylanmalara bağlı deformasyona maruz kaldığını göstermektedir. Siyah noktalı oval ile vurgulanan bölge ise havza içerisinde batı kısımda tespit edilmiş kubbemsi bir yapıdır. Hattın doğu ucunda ise orta havzanın kuzeyindeki dik yamaçlarında derin deniz kanyonlarının olduğu dalgalı yapılar görülmektedir.

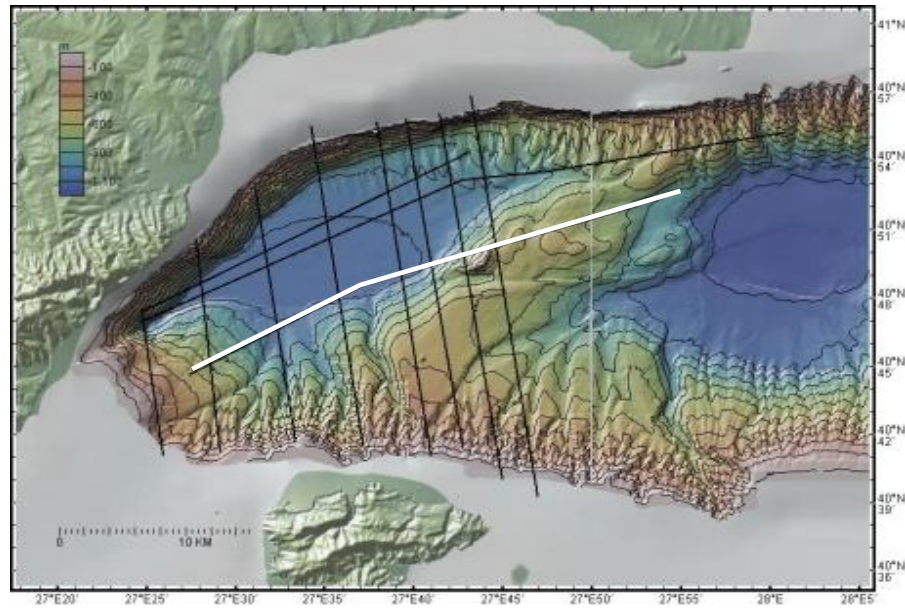


Şekil 3.45 : 46 no'lu hat üzerinde, havzanın batı ucundaki sıkışma yapılarının ve kubbenin, doğu ucunda ise sıkışma yapısının görüldüğü sismik kesit.

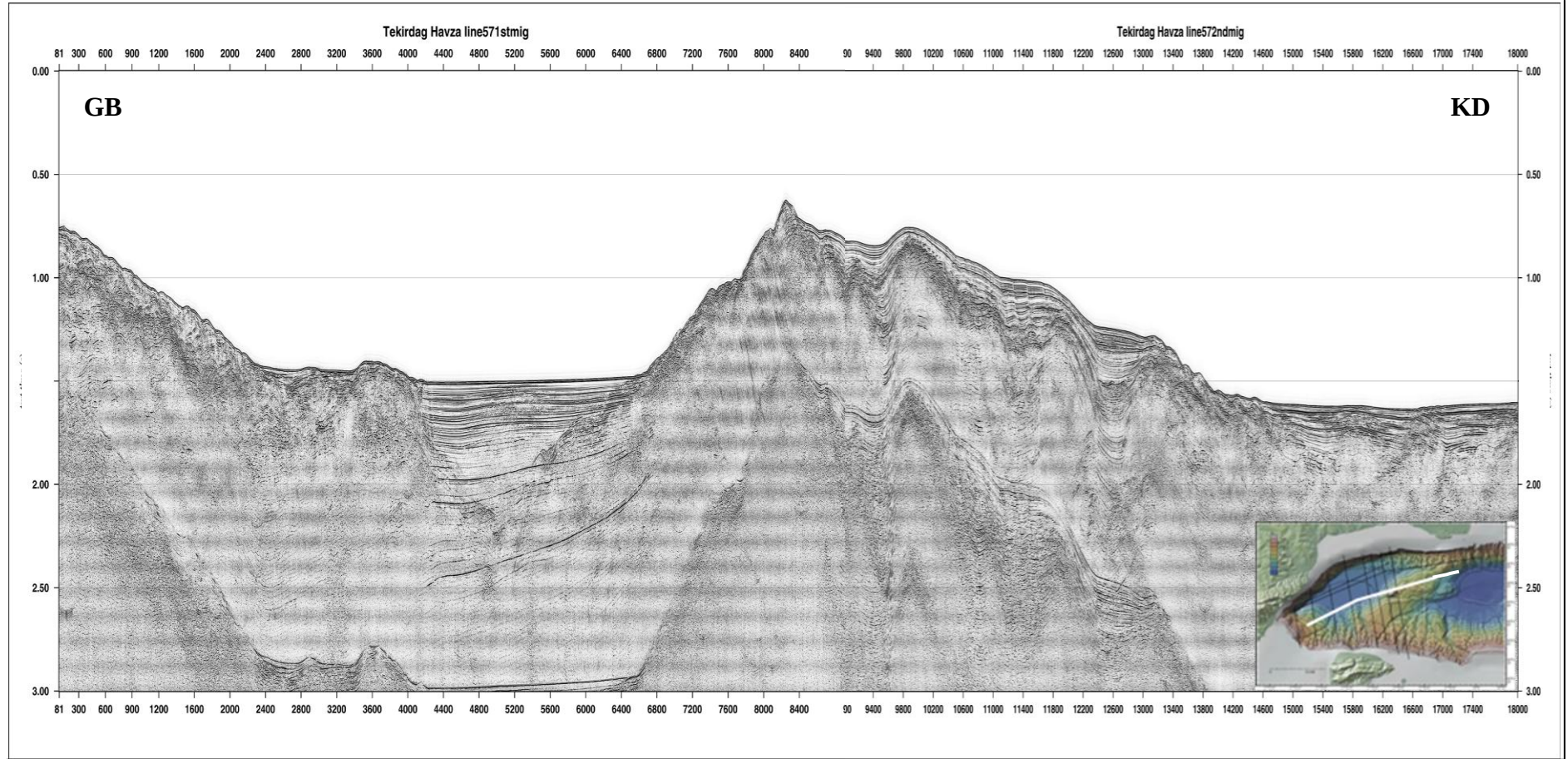


Şekil 3.46 : 46 no'lu hattın Tekirdağ Havzası içerisine denk gelen kısmının yorumlanmış hali.

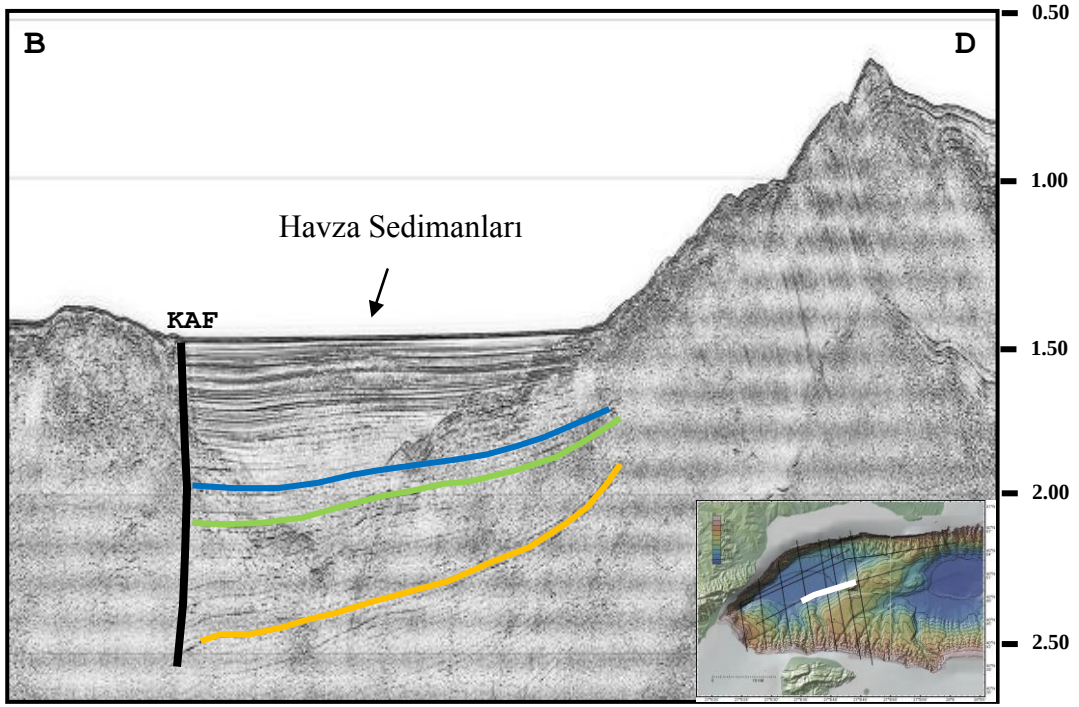
Tekirdağ Havzası'nın en güneyinde yer alan, yaklaşık olarak 46 km uzunluğundaki 57 no'lu hat, GB-KD yönünde uzanarak havzayı KD-GB doğrultusunda kesmektedir. Batı sırtı üzerinden geçen hat, orta havzanın batısını da dar bir çerçevede kesmektedir. Hattın Tekirdağ Havzasını kestiği bölümlerde havza içerisinde tabaka sınırlarının oldukça kuvvetli yansımaları görülmektedir. Güney yamacın havza ile birleştiği noktada Kuzey Anadolu Fayı'nın varlığı düşünülmektedir. KAF'ın söz konusu 57 no'lu hat üzerinde KD'ya dalımlı olduğu görülmektedir. KAF'ın bu yönelimi Tekirdağ Havzası'nın oluşumunu açıklayan önemli unsurlardan biridir. 57 no'lu hat üzerinde yorumlanan KAF'ın konumu ile bu hattı yaklaşık dikey kesen 39 no'lu hat üzerinde fay olarak yorumlanan noktalar oluşturulan fay haritasında çakışmaktadır. Sediman kalınlıkları faya doğru artarken KAF'ın batıya doğru ters bileşene sahip olduğu yorumlanabilir. Hattın ortasında sismik kesitte görülen yüzeyden itibaren yaklaşık 450 m derinlikte sivri bir tepe, göze çarpmaktadır. Bu tepenin bölgedeki kenar fayı ile KAF arasında sıkışma ile meydana gelmiş olabileceği düşünülebilir. Hattın batı sırtı kestiği bölgede ise basamak şeklinde dizilmiş birtakım ikincil faylar ile orta havzaya yakın uçta gravitasyonel çökeltme yapıları görülmektedir.



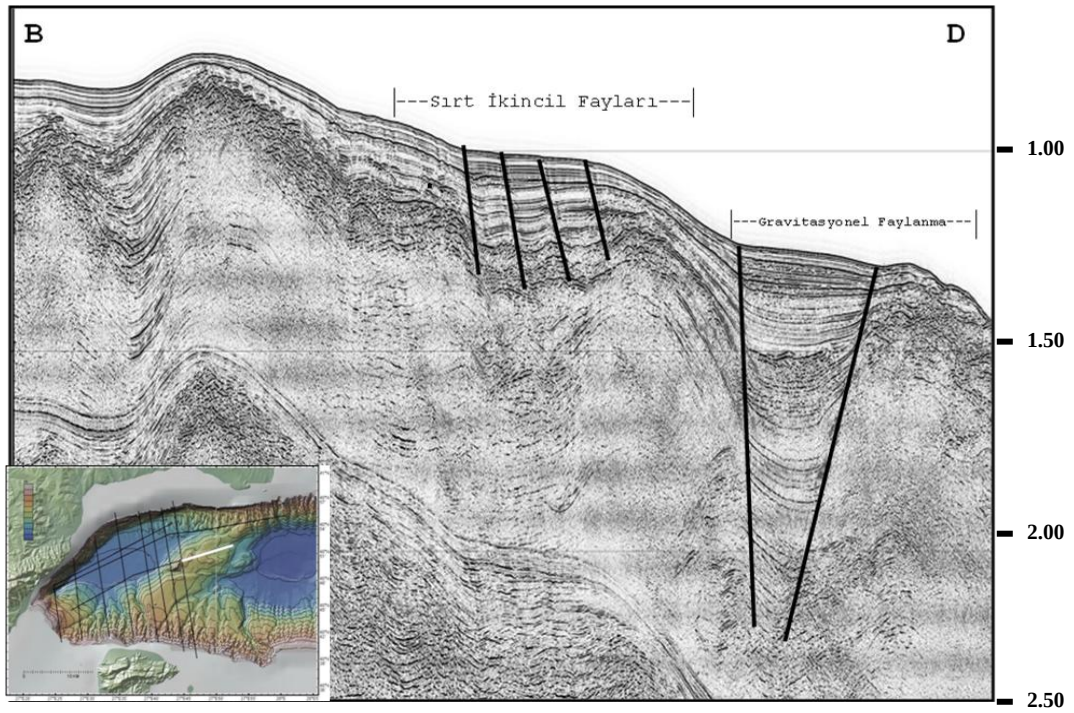
Şekil 3.47 : 57 no'lu hattın lokasyon haritası.



Şekil 3.48 : Tekirdağ Havzası ve sırtını D-B doğrultusunda verevine kesen 57 no’lu göç kesiti.

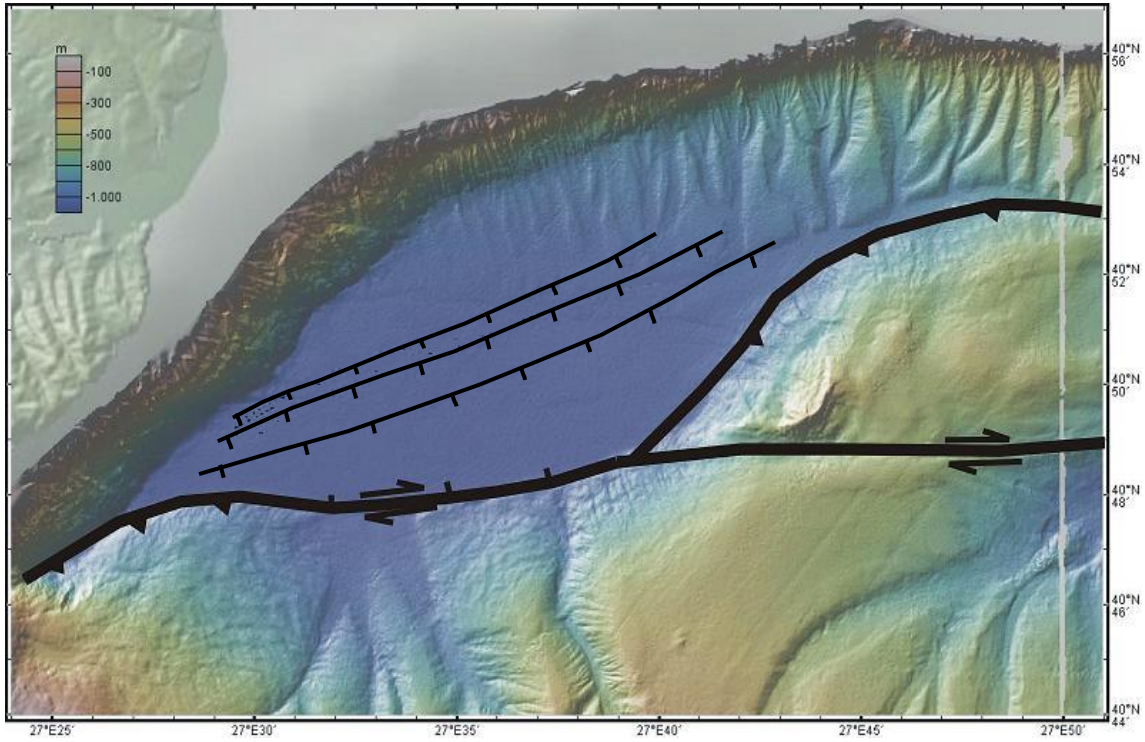


Şekil 3.49 : 57 no'lu hat üzerinde güney yamaca yakın bölgede kalın çizgi ile yorumlanmış KAF ve kestiği renkli çizgilerle belirtilen tabaka serileri görülmektedir.



Şekil 3.50 : 57 no'lu hattın Batı Marmara Sırtını vevine kestiği bölgenin sismik kesitteki görünümü. Kesitte sır üzerinde görülen gravitasyonel faylanmalar yorumlanmıştır.

Sismik göç kesitlerinin havza içinde yorumlanması sonucunda oluşturulan yapı kontur haritası Şekil 3.51’de verilmektedir. Şekilden de görüldüğü üzere KAF Tekirdağ Havzasını güneyinden sınırlamaktadır. Sağ yanal atımlı fayın bu bölgede düşey atım bileşenine de sahip olduğu gözlenir. Havza güneyini sınırlayan KAF’ın güney batıya gittikçe ters atım bileşenine sahip olduğu ve harita düzleminde batimetrideki süreksizliği takip edecek şekilde büküm yaptığı gözlenir. KAF’ın, havzanın doğusuna doğru olan uzanımında batı sırtını D-B yönlü ortadan biçerek devam ettiği gözlenir. Havzanın KD’suna batı sırtın yükselmesine olanak veren bindirme fayının yine bu bölgedeki batimetriyi takip edecek şekilde KD’ya doğru uzandığı gözlenir.



Şekil 3.51 : Sismik kesitlerin yorumlanmasıyla oluşturulan, Tekirdağ Havzası ve sırtını gösteren fay haritası. İçi dolu üçgenler bindirme alanlarını, kalın siyah çizgiler KAF’ı, ince siyah çizgiler havza içi ikincil faylarını, faylara dik kısa çizikler normal fay bileşenlerini, oklar sağ yanal doğrultu atımlı fay yönünü temsil etmektedir.

4. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

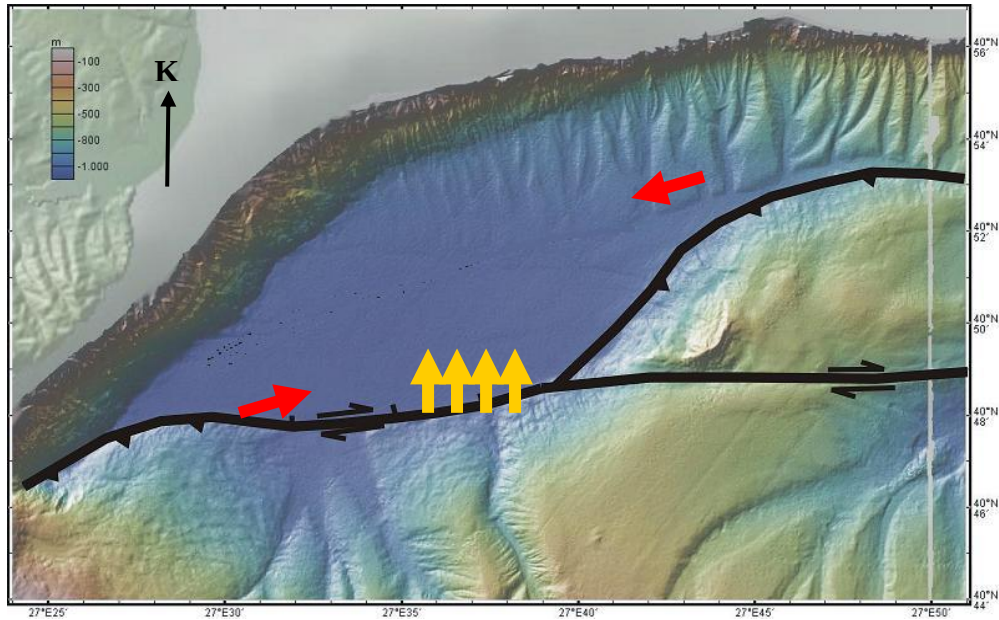
Marmara Denizi'nin derin üç çukurluğundan en batıda olan Tekirdağ çukurluğu KD-GB doğrultuda uzanan, uzun eksen 40 km kısa eksen 15 km olan elips şekilli bir deniz altı havzasıdır. Havzanın ortalama derinliği -1100 m olup derinlik batıdan doğuya doğru azalmakta en doğu ucunda -700 m değerini almaktadır. Havza kuzey ve güneyden derinliği -100 metrelerde değişen sıg şelf alanları ile sınırlıdır. Kuzeydeki şelfin yamaçları güneydekenden daha fazla eğime sahiptir. Havza batısındaki kara alanında 924 m yükseklikteki Ganos yükselimi, doğusunda ise -420 m derinlikli batı sırtı ile sınırlıdır.

Tekirdağ Havzası'nın güney sınırını oluşturan sağ yanal atımlı aktif Kuzey Anadolu Fayı, havzanın oluşumundaki en önemli etkidir. KAF çok kanallı sismik yansıma göç kesitlerinde deniz tabanından daha derinlere doğru düşey bir süreksizlik olarak gözlenmektedir. Fay havza içinde yaklaşık 3 km derinliklere kadar gözlenmekte ve çoğunlukla kuzeye dalım yapan bir görünüm vermektedir. Fay yapısı üzerinde gelişmiş ileri sismik göç yöntemleri KAF'ın derinlere doğru iniş geometrisini göstermek bakımından gereklidir.

KAF'ın kuzeyinde toplam kalınlığı 1.5 km olan çökeller sürekli yansıma özelliği veren alt çökel gruplarına ayrılmaktadır. Bu çökellerin yaşı Pliyosen-Kuvaterner olmalıdır (Okay ve diğ., 1999). Çökeller derine gittikçe eğim kazanarak faya yaslanmakta ve kalınlıkları fay yüzeyinde artmaktadır. Bu durum çökellerin faylanma ile eş zamanlı çökeller olduklarını göstermektedir. Bu çalışmada kullanılan verilerle aynı anda toplanan Marmara sismik verilerini kullanarak Sorlien ve diğ., 2009, İmralı Havzası için yansıma kesitinde gözlediği en üst seviyenin ortalama yaşını 109 bin yıl vermektedir. Her iki havza içindeki bu en üst seviyedeki tabakaya ait iç yansıma özelliklerinin benzerliği ve ortalama 180 metrelerde değişen, yakın kalınlıklara sahip olmaları göz önünde bulundurularak Tekirdağ Havzası'nın en üst katmanına ait tabakanın oluşum yaşı da bu çalışma için de 109 bin yıl olarak verilebilir.

Marmara Denizi içinde önümüzdeki yıllarda yaş tayinini belirlemeye yönelik olarak deniz içinde açılacak kuyulardan örnek alınması için (Ocean Drilling Program) yapılacaktır. Bu durumda önerilebilecek alanlar Tekirdağ Havzası için 38, 39 ve 40 numaralı K-G hatların kuzeye doğru olan kısımlarıdır. Hatların bu kısımlarında açılacak kuyularda yaklaşık 250 metre derinlikten tüm çökellere ait örnek toplamak mümkün olabilecektir.

Tekirdağ havası içinde KAF'ın etkisi ile oluşan ikincil faylanmalar gözlenmektedir. Bu faylar normal bileşenli ve deniz tabanından başlayarak zaman zaman havzanın tabanına kadar ulaşabilen aktif faylardır. Yaklaşık KD-GB uzanımlı Tekirdağ Havzası içindeki bu ikincil faylanmaların atımlarının en fazla olduğu ve sayılarının en çok olduğu yer havzanın tam ortasına denk gelmektedir. Bu durum havzayı açan faylanma kuvvetlerinin en etkili olarak çalıştığı yerin havzanın en geniş kısmına denk geldiğini göstermektedir. Bunun yanı sıra, Marmara Denizi içindeki diğer derin havzalar olan Çınarcık ve Orta havzaya kıyasla Tekirdağ Havzası'ndaki ikincil faylanmaların sayısındaki azlık dikkat çekicidir. Bu durum Tekirdağ Havzası'nın KAF'ın aktifliği bakımından üç havza içerisinde en az etkili havza olduğuna işaret edebilir.



Şekil 4.1 : Tekirdağ Havzası'nın oluşum şeklini açıklayan havza içersindeki fay yönelimleri. Kırmızı oklar KD-GB doğrultulu hatlarda yorumlanan KAF ve kenar faylarının dalım yönlerini, sarı oklar K-G doğrultulu hatlarda yorumlanan KAF'ın dalım yönünü temsil etmektedir.

KAYNAKLAR

- Aksu, A.E., Calon, T.J., Hiscott, R.N and Yaşar, D.,** 2000: Anatomy of the North Anatolian Fault Zone in the Marmara Sea, western Turkey: Extensional basins above a continental transforms. *GSA Today* **10** (6),3-7.
- Alpar, B., Yaltırak, C.,** 2002: Characteristic features of the North Anatolian Fault in the Eastern Marmara region and its tectonic evolution. *Mar. Geol. this volume*.
- Ambraseys, N.N., Finkel, C.F.,** 1995: Seismicity of Turkey and Adjacent Areas, A Historical Review. 1500-1800. *Eren Pres, İstanbul*, 224 pp.
- Ambraseys, N.N., and Jackson, J.A.,** 2000: Seismicity of the Sea of Marmara (Turkey) since 1500. *Geophys. J. Int.*, **141**, F1-F6.
- Armijo, R., Meyer B., Hubert, A., Barka, A.,** 1999: Westward propagation of the North Anatolian Fault into the Northern Aegean: timing and kinematics. *Geology* **27**, 267-270.
- Armijo, R., Meyer B., Navarro., S., King, G., and Barka, A.,** 2002: Asymmetric slip partitioning in the Sea of Marmara pull-apart: a clue to propagation processes of the North Anatolian Fault. *Terra Nova*, **14**, 80-86, 2002.
- Barka, A.,** 1992: The North Anatolian Fault. *Tectonicae* **6**, 174-195.
- Barka, A., Kadinsky-Cade, K.,** 1988: Strike-slip fault geometry in Turkey and its influence on earthquake activity. *Tectonics* **7**, 663-684.
- Bozkurt, E.,** 2001: Neotectonics of Turkey – a synthesis. *Geodin. Acta* **14**, 3-10.
- Demirbağ, E., Rangin, C., Le Pichon, X. & Şengör A.M.C** 2003: Investigation of the tectonics of the Main Marmara Fault by means of deep-towed seismic data. *Tectonophysics* **361**, 1-19.
- Ergün, M., Özel, E.,** 1995: Structural relationship between the Sea of Marmara Basin and the North Anatolian Fault Zone. *Terra Nova* **7**, 278-288.
- Göktaşan, E., Ustaömer, T., Gazioğlu, C., Yücel, Z.Y., Öztürk, K., Tur, H., Ecevitoglu, B., Tok, B.,** 2002: Morpho-tectonic evolution of the Marmara Sea inferred from multi-beam bathymetric and seismic data.
- İmren, C., Le Pichon, X., Rangin. C., Demirbağ, E., Ecevitoglu, B. & Görür, N.,** 2001: The North Anatolian Fault within the Sea of Marmara: a new interpretation based on multi-channel seismic and multi-beam bathymetry data. *Earth Planetary Science Letters* **186**, 143-158.
- Kanbur, Z., Alptekin, Ö., Utkucu, M and Kanbur, S.,** 2007: Imaging the basin and fault geometry from multichannel seismic reflection data in the Tekirdağ Basin, Marmara Sea, Turkey. *Geophys. J. Int* (2007) **169**, 659-666.

- Koçyiğit, A.**, 1991: Neotectonic structure and related land-forms expressing the contractional and extensional strains along the North Anatolian Fault at the Northwestern margin of the Erzincan Basin. NE Turkey. *Bull. Tech. Univ. İstanbul* **44**. 455-473
- Kuscu, İ.**, 2009: Cross-basin Faulting and Extinction of Pull-apart Basins in the Sea of Marmara, NW Turkey.
- Le Pichon, X., Şengör, A.M.C., Demirbağ, E., Rangin, C., İmren, C., Armijo, R., Görür, N., Çağatay, N., Mercier de Lepinay, B., Meyer, B., Saatçılar, R., Tok, B.** 2001: The Active Main Marmara Fault. *Earth and Planetary Science Letters* 192 (2001) 595-616.
- Okay, A.I., Demirbağ, E., Kurt, H., Okay, N., and Kuşçu, İ.**, 1999: An active, deep marine strike-slip basin along the North Anatolian fault in Turkey. *Tectonics*, vol. 18, no.1, 129-147 Şubat 1999.
- Okay, A. I., Kaşlılar-Özcan, A., İmren, C., Boztepe, G. A., Demirbağ, E. And Kuşçu, İ.**, 2000: Active faults and evolving strike-slip fault basin in the Marmara Sea, northwest Turkey: a multichannel reflection study. *Tectono-physics*, **321**, 189-218
- Okay, A., Tüysüz, O., Kaya, Ş.**, 2004: From transpression to transtension: changes in morphology and structure around a bend on the North Anatolian Fault in the Marmara region. *Tectonophysics* xx (2004) xxx-xxx.
- Parke, J.R., Minshull, T.A., Anderson, G. Et al.**, 1999: Active faults in the Sea of Marmara, western Turkey, imaged by seismic reflection profiles, *Terra Nova*, **11**, 223-227.
- Seeber, L., Cormier, M.H., McHugh, C., Emre, O., Polonia, Alina., Sorlien, C.**, 2006: Rapid subsidence and sedimentation from oblique slip near a bend on the North Anatolian transform fault in the Marmara Sea, Turkey. *Geology*; November 2006; v.34; no:11; p.933-936.
- Seeber, L., Emre, O., Cormier, M.H., Sorlien, C., McHugh, C.M.G., Polonia, A., Özer, N., Çağatay, N.**, 2004: Uplift and subsidence from oblique slip: the Ganos-Marmara bend of the North Anatolian Transform, Western Turkey. *Tectonophysics* 391 (2004) 239-258.
- Seeber, L., Okay, S., Perinçek, E., Sorlien, C., Kurt, H.** 2009: Basins beyond Bends along Continental Transforms in NW Turkey and southern California: asymmetrical and time-transgressive growth. *International Symposium on Historical Earthquakes and Conservation of Monuments and Sites in the Eastern Mediterranean Region, 500th Anniversary Year of the 1509 September 10, Marmara Earthquake” Proceedings*: p.384-385, Istanbul-Taşkışla, 10-12 August, 2009.
- Şengör, A.M.C., et al.**, 2004: The North Anatolian Fault. *Annu. Rev. Earth Planet. Sci.* 2004. 33:1–75
- Şengör, A.M.C., Görür, N., and Şaroğlu, F.**, 1985: Strike-slip faulting and related basin formation in zones of tectonic escape: Turkey as a case study. In: *Strike-slip Faulting and Basin Formation* (K.T. Biddke and N. Christie-Blick, eds). Spec. Publ. Soc. Econ. Paleont. Miner., Tulsa, **37**, 227-264

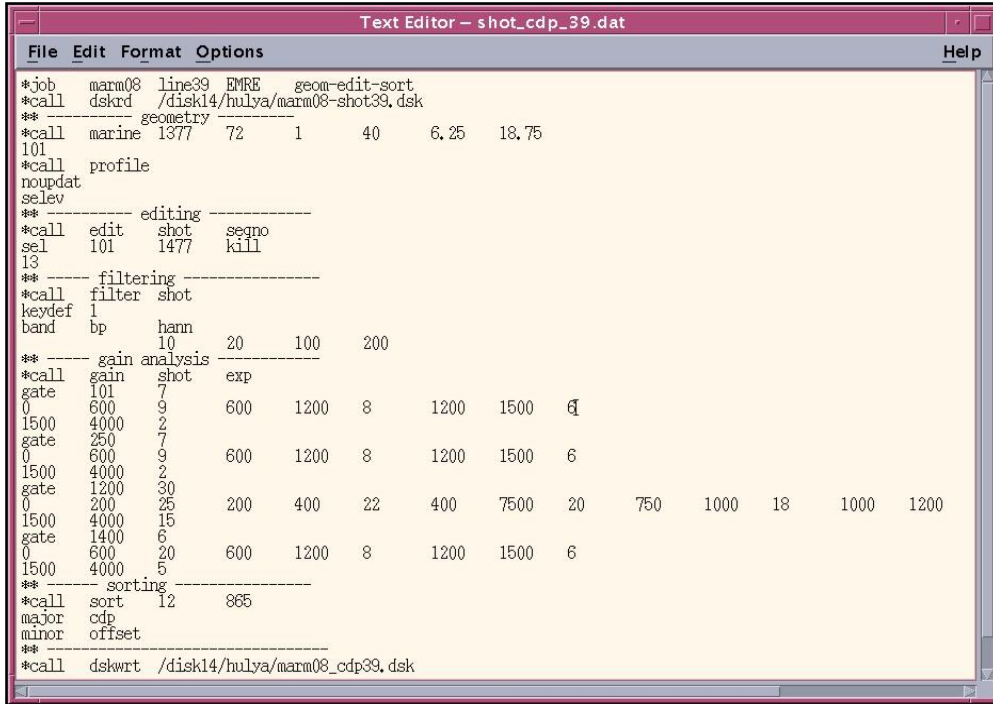
- Siyako, M., Tanış, T., Şaroğlu, F.,** 2000: Marmara Denizi aktif fay geometrisi. *TÜBİTAK Bilim. Tek. Derg.* **388**, 66-71.
- Smith, A.D., Taymaz, T., Oktay, F. Y., Yüce, H., Alpar, B., Başaran, H., Jackson, J., Kara, S., Şimşek, M.,** 1995: High-resolution seismic profiling in the Sea of Marmara (northwest Turkey): Late Quarternary sedimentation and sea-level changes, *Geol. Soc. Am. Bull.* **107** (1995) 923-936.
- Sorlien, C.C., Seeber, L., Diebold, J., Shillington, D., Steckler, M., Gürçay, S., Küçük, H.M., Akhun, S.D., Timur, D., Dondurur, D., Kurt, H., Perinçek, E., Özer, P.G., İmren, C., Coşkun, S., Büyükaşık, A.E., Cevatoğlu, M., Çifçi, G., Demirbağ, E.,** 2008: The Seismic Stratigraphic Record of Quaternary Deformation Across the North Anatolian Fault System in Southern Marmara Sea, Turkey. *Eos Trans. AGU*, 89(53), *Fall Meet. Suppl., Abstract "T21A-1915", December, 2008.*
- Steckler, M., Çifçi, G., Demirbağ, E., Akhun, S.D., Büyükaşık, A.E., Cevatoğlu, M., Coşkun, S., Diebold, J., Dondurur, D., Gürçay, S., İmren, C., Küçük, H.M., Kurt, H., Özer, P.G., Perinçek, E., Seeber, L., Shillington, D., Sorlien, C.C., Timur, D.,** 2008: High Resolution Multichannel Imaging of Basin Growth Along a Continental Transform: The Marmara Sea Along the North Anatolian Fault in NW Turkey. *Eos Trans. AGU*, 89(53), *Fall Meet. Suppl., Abstract "T21A-1921", December, 2008.*
- Yaltırak, C.,**2002: Tectonic evolution of the Marmara Sea and its surroundings. *Marine Geology* 3175 (2002) I-38.
- Yaltırak, C., Alpar, B.,** 2002a. Kinematics and evolution of the Northern Branch of the North Anatolian Fault (Ganos Fault) between the Sea of Marmara and the Gulf of Saros. *Mar. Geol., this volume.*
- Yılmaz, Ö.,** Seismic Data Analysis. v:1 & v:2.

EKLER

EK A.1 : a) Disco focus programında 39 no'lu hattın hat geometrisi, bozuk izlerin atıldığı edit işlemi, filtreleme, genlik düzeltmesi ve sort (sıralama) işlemlerinin yapıldığı iş dosyası. b) Disco focus programında band geçişli filtre işleminin yapıldığı 39 no'lu hattın iş dosyası.

EK A.2 : Disco focus programında final kesit için migrasyon (göç), band geçişli filtre ve agc işleminin yapıldığı 39 no'lu hattın iş dosyası.

EK A.1

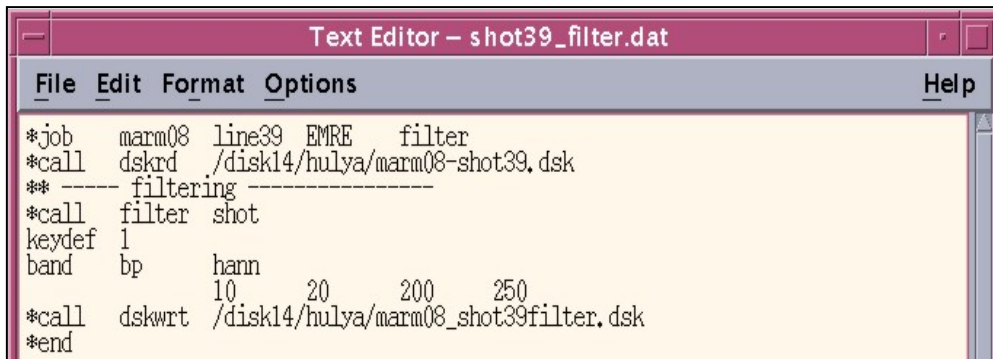


```

Text Editor - shot_cdp_39.dat
File Edit Format Options Help
**----- geometry -----
*job marm08 line39 EMRE geom-edit-sort
*call dskrd /disk14/hulya/marm08-shot39.dsk
**-----
*call marine 1377 72 1 40 6,25 18,75
101
*call profile
noupdatt
selev
**----- editing -----
*call edit shot segno
sel 101 1477 kill
13
**----- filtering -----
*call filter shot
keydef 1
band bp hann 10 20 100 200
**----- gain analysis -----
*call gain shot exp
gate 101 7
0 600 9 600 1200 8 1200 1500 6
1500 4000 2
gate 250 7
0 600 9 600 1200 8 1200 1500 6
1500 4000 2
gate 1200 30
0 200 25 200 400 22 400 7500 20 750 1000 18 1000 1200
1500 4000 15
gate 1400 6
0 600 20 600 1200 8 1200 1500 6
1500 4000 5
**----- sorting -----
*call sort 12 865
major cdp
minor offset
**-----
*call dskwrt /disk14/hulya/marm08_cdp39.dsk

```

Şekil A.1 : Disco focus programında hat geometrisi, bozuk izlerin atıldığı geometri, edit işlemi, filtreleme, genlik düzeltmesi ve sort (sıralama) işlemlerinin yapıldığı 39 no’lu hattın iş dosyası.



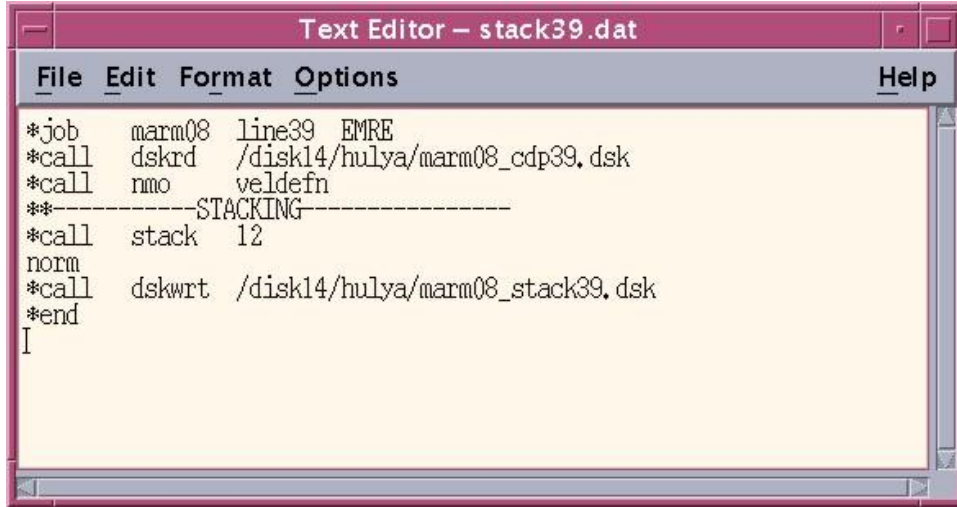
```

Text Editor - shot39_filter.dat
File Edit Format Options Help
*job marm08 line39 EMRE filter
*call dskrd /disk14/hulya/marm08-shot39.dsk
**----- filtering -----
*call filter shot
keydef 1
band bp hann 10 20 200 250
*call dskwrt /disk14/hulya/marm08_shot39filter.dsk
*end

```

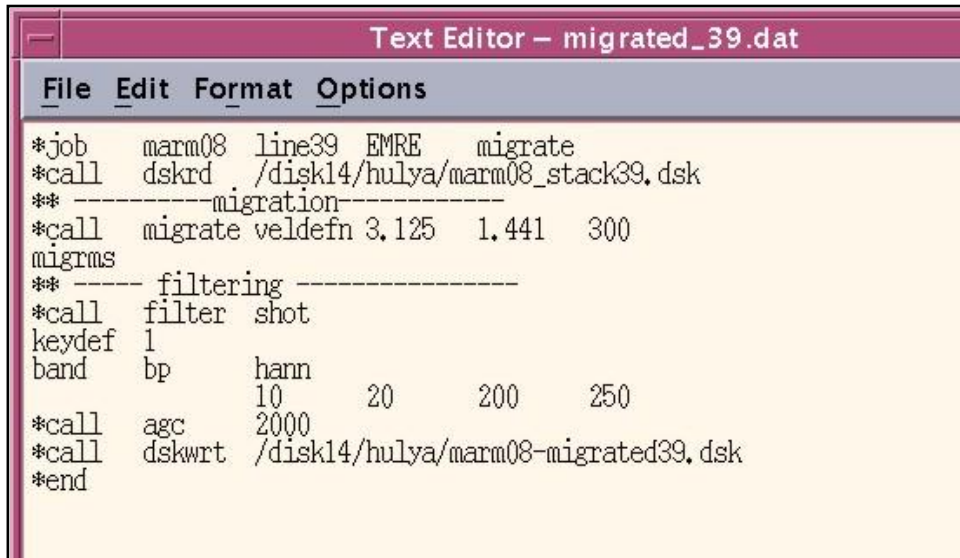
Şekil A.2 : Disco focus programında band geçişli filtre işleminin yapıldığı 39 no’lu hattın iş dosyası.

EK A.2



```
*job marm08 line39 EMRE
*call dskrd /disk14/hulya/marm08_cdp39.dsk
*call nmo veldefn
**-----STACKING-----
*call stack 12
norm
*call dskwrt /disk14/hulya/marm08_stack39.dsk
*end
I
```

Şekil A.3 : 39 no’lu hat için yığma kesitinin elde edildiği iş dosyası.



```
*job marm08 line39 EMRE migrate
*call dskrd /disk14/hulya/marm08_stack39.dsk
**-----migration-----
*call migrate veldefn 3.125 1.441 300
migrms
**-----filtering-----
*call filter shot
keydef 1
band bp hann
10 20 200 250
*call agc 2000
*call dskwrt /disk14/hulya/marm08-migrated39.dsk
*end
```

Şekil A.4 : Disco focus programında final kesit için migrasyon (göç), band geçişli filtre ve agc işleminin yapıldığı 39 no’lu hattın iş dosyası.

ÖZGEÇMİŞ

VESİKALIK
FOTO

Ad Soyad: Emre PERİNÇEK

Doğum Yeri ve Tarihi: İstanbul 1984

Adres: Hekimoğlu Alipaşa cad. Kurusebil sok. Armağan apt. 38/12
Kocamustafapaşa/İSTANBUL

Lisans Üniversitesi: Sakarya Üniversitesi

İlk öğrenimini Çapa Atatürk İlköğretim Okulunda, Orta Öğrenimini Yabancı Dil Ağırlıklı Eyüp Otakçılar Lisesi'nde tamamlamıştır. 2005'te Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı'nda (TPAO) Samsun-Bafra sismik ekibinde, 2006'da Merty Energy AŞ. de Trakya kamplarına katılarak kurum stajlarını tamamlamıştır. 2010 yılı Aralık ayı itibariyle ARAR Oil Company AŞ. de çalışmaya başlamıştır.

Yayın Listesi:

- Sorlien, C.C., Seeber, L., Diebold, J., Shillington, D., Steckler, M., Gürçay, S., Küçük, H.M., Akhun, S.D., Timur, D., Dondurur, D., Kurt, H., **Perinçek, E.**, Özer, P.G., İmren, C., Coşkun, S., Büyükaşık, A.E., Cevatoğlu, M., Çifçi, G., Demirbağ, E., “The Seismic Stratigraphic Record of Quaternary Deformation Across the North Anatolian Fault System in Southern Marmara Sea, Turkey” *Eos Trans. AGU*, 89(53), *Fall Meet. Suppl.*, Abstract “T21A-1915”, December, 2008.
- Steckler, M., Çifçi, G., Demirbağ, E., Akhun, S.D., Büyükaşık, A.E., Cevatoğlu, M., Coşkun, S., Diebold, J., Dondurur, D., Gürçay, S., İmren, C., Küçük, H.M., Kurt, H., Özer, P.G., **Perinçek, E.**, Seeber, L., Shillington, D., Sorlien, C.C., Timur, D., “High Resolution Multichannel Imaging of Basin Growth Along a Continental Transform: The Marmara Sea Along the North Anatolian Fault in NW Turkey” *Eos Trans. AGU*, 89(53), *Fall Meet. Suppl.*, Abstract “T21A-1921”, December, 2008.
- Seeber, L., Okay, S., **Perinçek, E.**, Sorlien, C., Kurt, H., “Basins beyond Bends along Continental Transforms in NW Turkey and southern California: asymmetrical and time-transgressive growth”, *International Symposium on Historical Earthquakes and Conservation of Monuments and Sites in the Eastern Mediterranean Region*, 500th Anniversary Year of the 1509 September 10, Marmara Earthquake” Proceedings: p.384-385, İstanbul-Taşkışla, 10-12 August, 2009.