

39671

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**YEDİKULE-BÜYÜKÇEKMECE (İSTANBUL) SIĞ DENİZ
SİSMİĞİ VERİLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Jeofizik Müh. HÜLYA KURT

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 24 Ocak 1994

Tezin Savunulduğu Tarih : 16 Şubat 1994

Tez Danışmanı : Yrd.Doç.Dr. Emin Demirbağ

Diğer Jüri Üyeleri : Prof.Dr. Fazlı Y. Oktay

Yrd.Doç.Dr. Berkan Ecevitoğlu

ŞUBAT, 1994
T.C. YÜKSEK LİSANS ENSTİTÜSÜ KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ

ÖNSÖZ

Bu tez çalışmasında konuyu; Marmara Denizi' nde, Yedikule-Büyükçekmece (İstanbul) arasında, -100 metre derinliğe kadar olan bir bölgede, sismik yansıma yöntemi kullanılarak toplanan verilerin değerlendirilmesiyle elde edilen sığ deniz jeofiziği ve jeolojisi oluşturmaktadır.

Çalışma, İstanbul Teknik Üniversitesi (İTÜ), Dz.K.K. Seyir, Hidrografi ve Oşinografi Dairesi Başkanlığı (SHOD) işbirliği ve Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) desteği ile TÜBİTAK DEBAG-102 nolu Deniz Jeolojisi ve Jeofiziği Projesi kapsamında gerçekleştirilmiştir.

Bana bu tez konusunu öneren, tez danışmanlığımı yapan, çalışmalarımnda her zaman çok yakın ilgi ve yardımlarını gördüğüm hocam, Yrd.Doç.Dr. Emin Demirbağ' a sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum.

Tezi hazırlamamda jeoloji bilgileri ile bana her zaman yardımda bulunan Prof.Dr. Fazlı Y. Oktay' a, Doç.Dr. Aykut Barka'ya ve Yrd.Doç.Dr. Mehmet Sakıncı' a teşekkürlerimi sunuyorum.

Çalışmam süresince yardımlarını gördüğüm Yrd.Doç.Dr. Berkan Ecevitoğlu ve Araş.Gör. Dilek Gürler başta olmak üzere bölümümüzün tüm elemanlarına çok teşekkür ederim.

Ayrıca fedakarlıkları için aileme ve özellikle kızkardeşim Yelda Kurt' a çok teşekkür ediyorum.

Ocak, 1994

HÜLYA KURT

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖZET	v
SUMMARY	vi
BÖLÜM 1. GİRİŞ	1
BÖLÜM 2. DENİZ SİSMİĞİNİN İLKELERİ	5
2.1. KAYIT ALETLERİ VE TEKNOLOJİSİ	5
2.1.1. Enerji Kaynağı Ünitesi	6
2.1.2. Sismik Verici Ünitesi	7
2.1.3. Sismik Alıcı Ünitesi ve Kayıt Cihazı	8
BÖLÜM 3. KAYIT GEOMETRİSİ VE NAVİGASYON	11
BÖLÜM 4. SİSMİK KAYITLARIN DEĞERLENDİRİLMESİNDE TEMEL İLKELER	16
4.1. YANSIMA KATSAYISI VE JEOLojİK ANLAMI	16
4.2. YAPISAL UNSURLARIN TANIMLANMASI	18
4.3. SİSMİK STRATİGRAFİK SEVİYELERİN TANIMLANMASI ..	25
BÖLÜM 5. SİSMİK KAYITLARIN YORUMLANMASINDA YANILTICI ETKİLER	30
5.1. TEKRARLI YANSIMALAR	30
5.1.1. Deniz Tabanı Tekrarlı Yansımaları	34
5.1.2. Tabakalar Arası Tekrarlı Yansımalar	35
5.2. HAYALET YANSIMALAR (GHOST)	36
5.3. SİSMİK GÖÇ (MIGRATION) ETKİSİ	40

BÖLÜM 6. YEDİKULE-BÜYÜKÇEKMECE DENİZ SİSMİĞİ VERİLERİNİN YORUMLANMASI	43
6.1. ÇALIŞMA SAHASININ YAKIN ÇEVRE JEOLojİSİ	43
6.2. DENİZ JEOFİZİĞİ VE JEOLojİSİ	49
6.2.1. Sismik Kesitlerden Elde Edilen Jeolojik Gözlemler	49
6.2.2. Sismik Stratigrafik Seviyeleme	63
SONUÇLAR VE ÖNERİLER	75
KAYNAKLAR	78
EKLER	81
ÖZGEÇMİŞ	84

ÖZET

Marmara Denizi'nde Yedikule-Büyükçekmece (İstanbul) açıklarında, yaklaşık -100 metre derinliğe kadar olan bir alanın sı  deniz jeofizi i ve jeolojisini incelemek amacıyla, K-G doğrultulu 43 adet ve D-B doğrultulu 10 adet 345 km toplam hat uzunluklu, çözüm gücü yüksek sı  sismik yansıma verileri toplanmış ve sismik stratigrafik ve yapısal unsur değerlendirmeleri yapılmıştır.

Batimetrik inceleme sonucu, sahanın batı kısımlarının kıyılarda eğimli, açıklarda d zle mekte olduğu, doğuda kıyılarda -25 metrelerde geniş bir sı  d zl   n olduğu, ayrıca sahayı güneyde sınırlayan, D-B doğrultusunda uzanan dik bir yamacın varlığı belirlenmiştir. Sahada genç çökellerin (Kuvaterner-Holosen?), kalınlığı genelde kıyılardan açığa gittikçe 9 metrelerden 1 metrelere doğru azalmaktadır. Genç çökel tabakasının altında yer alan temel kaya topo rafyası (paleotopo rafya) bir uyumsuzluk yüzeyi olarak belirlenmiştir. Kara jeolojisinden elde edilen bilgilerden temel kayanın, sahanın batısında Oligosen?, doğusunda da  st Miyosen? ya lı birimlerden oluştuğu ihtimali kuvvetlidir.

Sahayı güneyde sınırlayan, D-B doğrultulu normal faylanma, ve buna paralel fayların varlığı önemli yapısal unsur değişimleri olarak belirlenmiştir.

SUMMARY

INTERPRETATION OF THE SHALLOW MARINE SEISMIC DATA ON OFFSHORE YEDIKULE-BÜYÜKÇEKMECE (İSTANBUL)

High resolution shallow seismic data were acquired at northern Marmara Sea, along offshore Yedikule-Büyükekmece (İstanbul, Turkey) for shallow marine geophysics. Seismic profiling is achieved by using high resolution Uniboom seismic data collection system. The data reveals striking examples of submarine geology, such as angular unconformity surfaces, faults, deformed layers, ancient river beds, man made effects on the sea bottom, and layers with various internal reflection configurations. The basement surface is a truncational, angular unconformity surface above which marine sediments (Quaternary-Holocene?) are superposed. In general, the sediments are thicker along the coast and at the east of the area, and thinner at offshore. At the west of the area, the overall seismic stratigraphy shows a deformed basement located at the lowermost level, possibly Oligocene age at the west, and upper Miocene age at the east. The seismic stratigraphy above the unconformity surface can be divided into 4 levels. The trace of a possible major faulting, possibly one of the normal faults belonging to pull-apart basins of strike-slip North Anatolian Fault Zone (NAFZ), is observed as a strong bathymetry change on offshore, extending in east-west. Minor old and young faults parallel to this major event, and evidences of Küçükçekmece basin are observable from the seismic data.

The coast of northern Marmara Sea has a great potential as a new urban area of İstanbul metropolitan. The metropolitan has been expanding toward west along the northern coast of Marmara Sea. Construction of large number of housings, industrial sites, harbor facilities, natural gas pipelines, and sewage disposal systems are among increasing activities. Although, the land geology has been extensively studied (Komut and Barka, 1994; Meriç et al., 1991; Sayar, 1954), the marine geophysics and geology are not well known. However, large industrial and urban investment in the area requires good knowledge of the shallow marine geophysics and geology in the near future. Moreover, the area is located at the north of North Anatolian Fault Zone (NAFZ) which is associated with high seismicity. As a result, the region possesses a great potential of earthquake hazard (Barka and Cadinsky-Cade, 1988). Investigation of marine geophysics and geology is

therefore important as far as the earthquake safety is concerned.

To investigate the marine geology and geophysics of the area, high resolution shallow seismic data are acquired along offshore Yedikule-Büyükçekmece at northern Marmara Sea, Turkey, by the cooperation of Turkish Naval Forces, Department of Navigation, Hydrography and Oceanography (SHOD) and İstanbul Technical University (İTÜ) in a joint Marine Geology and Geophysics project supported by TÜBİTAK.

The seismic data has been acquired by using Uniboom high resolution seismic data collection system. The system consists of EG&G manufactured Model-234 energy unit, Model-230-1 transducer, Model-265 hydrophone streamer, and Model-255 recorder. High frequency band (100 Hz-8 KHz) of the system allows the collection of high resolution seismic data. The resolution is good enough to discriminate layers with about 30 cm thickness when good Signal-to-Noise (S/N) data are available.

During the data collection, following field and instrumentation parameters were selected:

Seismic system	: Uniboom seismic system (Model-230)
Energy level	: 300 Watt.s
Vessel speed	: 4-4.5 mile/h
Record length	: Maximum 200 ms
Trigger interval	: 3*100 ms
Gain	: Around 60 dB
Variable gain	: Adjusted according to record quality
Filter type	: Low-cut 1000 Hz (adjusted)
Profile lengths	: 5 to 10 km
Profile intervals	: 0.5 and 1 km

There are 43 profiles perpendicular and 10 profiles parallel to the coast with 345 km total profile length. The profile interval is 0.5 km between Yedikule and Küçükçekmece and 1 km between Küçükçekmece and Büyükçekmece. Location map of seismic profiles is shown in Figure 3.2. The numbers on the profiles which also appear on the seismic records denote the location of the seismic events. The lengths of 43

profiles perpendicular to the coast are limited by -100 m of bathymetry, due to limited penetration capacity of the marine seismic source, and by the -10 m of bathymetry for safety operation of the research vessel. There are 10 control profiles parallel to the coast, crossing the perpendicular ones. The labels on the map show the major urban and industrial sites of İstanbul metropolitan along the northern coast of Marmara Sea. Yedikule, Bakırköy, Yeşilköy and Küçükçekmece are mostly residence areas with intensive housing and population, Ambarlı and Büyükçekmece are mostly industrial areas.

The data reveal striking examples of submarine geophysics and geology, such as unconformity surfaces, faults, deformed layers, landslides, ancient river beds, man made artifacts, and layers with various internal reflection configurations.

The bathymetry map of the area obtained from the seismic sections is seen in Figure 6.4. Note that two major slopes develop in the area, one by the coast and the other one on offshore. The slope by the coast is East-West oriented between Büyükçekmece with an average dip of 2 to 3 degree. In front of the Küçükçekmece bay, the sea bottom gets gradually shallower. By the coast of Yeşilköy, the orientation of the slope near the coast becomes Northwest-Southeast, and extends offshore Yedikule where it makes a sharp turn towards Northeast-Southwest. On the other hand, the coast line between the Yeşilköy and Yedikule is Northeast-Southwest oriented; for this reason, a shallow and more or less flat platform develops at the western part of the investigated area. The second slope appears as a strong sea bottom morphology change at the further south. A sudden decrease in bathymetry from -100 meters to -140 meters is observed depending on the penetration capacity of the marine seismic source. This sudden drop in the bathymetry which may be an indication of normal faulting limits the entire area and extends in East-West. Between these two slopes, the sea bottom is relatively flat, and gradually gets deeper from -60 meters to -90 meters over 3 to 5 km distance.

The interpretation of the seismic sections reveals a truncational, angular unconformity surface which was identified on the seismic sections due to its continuous high amplitude reflections and rough surface (Figure 6.7). This unconformity surface is followed almost all over the area and form the top of the deformed basement formation of possibly Oligocene age to the west of Küçükçekmece and possible

upper Miocene age to the east of Küçükçekmece. The unconformity surface continues underneath another one, under the shallow, flat platform, offshore Bakırköy. The reflections between the two unconformity surfaces show subparallel reflections of possible upper Miocene or younger formations. The topographic map of unconformity surface obtained from the seismic sections is seen in Figure 6.7. Note the striking similarity between the bathymetry and basement maps.

In Figure 6.12, the general seismic stratigraphy of the area is shown. In general, the seismic stratigraphy of offshore Yedikule-Büyükçekmece shows deformed basement formation (A) of Oligocene age to the west of Küçükçekmece and upper Miocene age to the east of Küçükçekmece. At further east, underneath the shallow, flat platform offshore Bakırköy, upper Miocene or younger age formations (B) with subparallel reflection configuration form the basement. The top of basement is a truncational unconformity surface above which the marine sediments (Quaternary-Holocene?) are placed. The seismic stratigraphy within the marine sediments may be divided into four levels. The lowermost level is a unit with chaotic reflection configuration (C) which may be an indication of an old land slide or fan delta deposits due to faulting. This unit is lens shaped and interestingly is located down dip of the slope by the coast line. When the borders of unit (C) is marked (Figure 6.13), it is seen that unit (C) is well correlated with the slope by the coast. It is well developed offshore Küçükçekmece and appears in two pieces offshore Yeşilköy. This correlation indicates a possible land slide due to the slope. Another interpretation is that unit (C) is fan delta deposits of an old faulting which developed the slope by the coast and the shallow, flat platform offshore Bakırköy. However, direct evidences of this faulting on the seismic sections are not strongly observed. Above unit (C), a unit with frequent reflection configuration (D1) is observed. Unit (D1) is onlap to unit (C) and its borders is shown in Figure 6.13. Note unit (D1) is also develops in front of the slope by the coast and possibly becomes wider to the east. The frequent internal reflection configuration of unit (D1) indicates that this unit consists of thin layers with different acoustic impedances. Above unit (D1), a reflection free zone characterizes an homogenous unit (D2) which is seen almost all over the area (Figure 6.12). Unit (D3) with parallel reflection configuration is deposited over unit (D2) mostly to the west of Yeşilköy (Figure 6.12). The uppermost level is the mud and sandy mud (D4) overlapping the most part of the area which is well known from the sea bottom samples. The velocity of wave propagation usually increases with depth because the sediments becomes more and more consolidated with increasing depth. For this reason an average P-wave

velocity of 1900 m/s is assumed to figure out the average thickness of the marine sediments. The sediment thickness map is shown in Figure 6.6. In general, the marine sediments are thicker by the coast (6-9 meters) and to the east of the area and thinner (1 meters) on offshore. Thickest sedimentation is by the coast between the Ambarlı and Küçükçekmece, within Küçükçekmece bay, and on offshore Yedikule in the form of small sediment packets.

The structural interpretation of the seismic sections shows the mark of a possible major normal fault (F1) observed as a strong sea bed bathymetry change extending East-West on offshore (Figure 6.9). The basement formation (A) is strongly deformed by fault F1 as seen in Figure 6.9, and deformational fissures are well developed and observed in some seismic sections as seen in Figure 6.10. Parallel to this major fault, another one (F2) is also developed further north (Figure 6.9). Between faults (F1) and (F2), some minor faults which effect the bathymetry are also determined. It is seen that (F1), (F2) and the faults in between all together can be taken as a normal fault zone. This fault zone is placed possibly between the strike-slip faults forming the north branches of the NAFZ in the Sea of Marmara (Figure 6.11).

BÖLÜM 1. GİRİŞ

Üç tarafı denizlerle çevrili ülkemizin ulusal güvenliği, uluslararası hakları ve ekonomisi açısından, denizel özelliklerin ve kaynakların saptanması için denizel verilerin toplanması, bilimsel yöntemlerle işlenmesi ve çeşitli amaçlarla kullanılmak üzere değerlendirilmesi gerekmektedir. Etrafımızı çeviren denizlerin farklı oşinografik, jeofizik, jeolojik, biyolojik ve jeomorfolojik özelliklerinin tanımlanması bilimsel açıdan olduğu gibi, ülkemizin gerek ekonomik, gerekse politik açıdan çıkarlarının korunabilmesi için de önemlidir. Bu görüşler doğrultusunda, İstanbul Teknik Üniversitesi (İTÜ) ve Dz.K.K. Seyir, Hidrografi ve Oşinografi Dairesi (SHOD) Başkanlığı işbirliği, ve Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) desteği ile Güneybatı Karadeniz, İstanbul Boğazı ve Marmara Denizi Kuzeyi'nin deniz jeolojisi ve jeofiziğinin aydınlatılmasına yönelik bir araştırma projesi oluşturulmuştur. Projenin bilimsel ve teknik alanlarda aşağıda değinilen önemli katkıları olacaktır.

- İstanbul Boğazı'nın oluşumu değişik görüşlerin tartışıldığı araştırma alanlarından birisidir. Boğaz'ın bir akarsu vadisi olarak veya fay kontrolunda geliştiğini öneren karşıt hipotezler önemli birer araştırma konusu olarak güncelliklerini sürdürmektedir. Boğaz'ın açılması üzerine yeni gözlemler sağlanarak bu hipotezlerin test edilmesi sağlanacaktır.

- İstanbul ve çevresi tarih boyunca önemli depremlere tanık olmuştur. Bölgenin depremselliği özellikle Marmara Denizi içerisinde yer alan Kuzey Anadolu Fay Zonu'nun (KAFZ) kuzey kolu ile doğrudan ilgilidir. Bölgede alınacak deniz jeolojisi ve jeofiziği ölçmelerinin, KAFZ'nun kuzey kolunda yer alan faylar ve depremsellik açısından bir değerlendirmesi yapılacaktır.

- Gelecekte ülkemiz denizlerinde yapılabilecek olan ODP (Ocean Drilling Program) çalışmaları için bilgi birikimi sağlayacaktır.

- Çalışma bölgesi yerleşim ve endüstriyel açıdan çok yoğundur ve bu faaliyetler artan bir hızda devam etmektedir. Kıyıda yerleşim ve tatil siteleri, kıyı düzenlemesi, su üstü ve su altı endüstriyel ve bayındırlık yapıları (doğalgaz, su borusu geçişi, deşarj hatları, köprü ve tünel geçişleri), kıyı tesisleri, ekonomik değere haiz maden ve kum yataklarının işletilmesi bakımından proje sonuçları önemlidir. Bölgenin bütün bu mühendislik problemleri ve doğal kaynakları denizlerde bu türden yapılacak bir çalışmanın kapsamı içine girmektedir.

- Deniz tabanı topoğrafyası ve çökel kalınlığı dağılımı askeri açıdan da önemli unsurlardır. Proje kapsamında tüm bu bilgiler detaylı bir biçimde elde edilecektir.

Şekil 3.1' de çerçeve içine alınan alanlar, geçmiş yıllarda ve 1992 den bu yana bu proje kapsamında SHOD' a bağlı TCG Çubuklu araştırma gemisi ve mesaha botları ile veri toplanmış ve toplanacak bölgeleri toplu halde göstermektedir. Yine Şekil 3.1' de taralı olarak gösterilen sahada (Yedikule-Büyükçekmece açıkları), 9-18 Haziran 1993 tarihinde, bu Yüksek Lisans Tezi'ne konu olan sığ sismik yansıma verileri toplanmıştır. Sismik veriler, Uniboom sismik veri toplama sistemi kullanılarak kıyıya dik 43 ve kıyıya paralel 10 hat boyunca toplam 345 km uzunlukta toplanmıştır. Sığ sismik verilerin Yedikule-Büyükçekmece arası kara jeolojisi de dikkate alınarak değerlendirilmesi sonucu deniz jeofiziği ve jeolojisine yukarıda verilen yorumlama hedefleri çerçevesinde katkı sağlanmıştır.

Marmara Denizi' nde, Yedikule-Büyükçekmece (İstanbul) arasında yapılan bu çalışmada sahanın deniz jeolojisi ve jeofiziğinin

incelenmesinde, sözkonusu sismik yansıma kesitlerinin yorumlarından elde edilen bilgilerden faydalanılarak çeşitli haritalar oluşturulmuştur. Sahaya ait batimetri, genç çökel kalınlığı, temel kaya derinliği, yapısal unsur ve sismik fasiyes haritalarının yorumu ile detaylı bir inceleme yapılmış, ayrıca, çalışma sahasının sismik stratigrafik seviyelemesi de oluşturulmuştur.

Sahanın batimetrik değişiminde, deniz tabanının eğimli olduğu yerler yaklaşık 2 derece ile batıda kıyı kesimleridir. Ayrıca, doğuda Yeşilköy ve Yedikule arasında, kıyılardan başlayan kabaca üçgen şekilli bir sığ düzlüğün varlığı da belirlenmiştir. Sahanın güneyinde, D-B doğrultusunda uzanan ve yaklaşık olarak -100 metre derinliklerden başlayan dik yamaç, deniz tabanında görülen en belirgin değişimdir. Batimetrinin -100 metrelerden ani olarak düşmesi, ancak -150 metrelere kadar gözlenebilmekte, daha aşağılar ise veri toplama sisteminin sınırlı penetrasyon kabiliyeti nedeni ile gözlenememektedir. Çalışma alanının orta kesimleri deniz tabanının en az eğimli olduğu yerlerdir.

Sahada genç çökel kalınlığının en fazla olduğu yerler kıyı kesimleridir (6-9 metreler). Doğuda da sığ düzlüğün sınırlarında lokal olarak, cep şeklinde kalın genç çökeller bulunmaktadır. Sahanın açıklarına doğru genç çökel kalınlıkları yaklaşık 1 metrelere kadar azalmaktadır.

Temel kaya topoğrafyası (paleotopoğrafya), açılı bir uyumsuzluk yüzeyi oluşturmaktadır. Bu yüzeyin deniz yüzeyinden olan derinlik haritası ile batimetri haritası oldukça benzer görünmektedirler. Bu da sahada batimetrinin doğrudan temel kaya topoğrafyası tarafından belirlendiğini göstermektedir.

Yayvan kıvrımlı yapıdaki temel kayanın, kara kesimine ait

jeolojiden sahanın batı kesimleri için Oligosen yaşı Gürpınar Formasyonu, doğusu için ise Üst Miyosen yaşı Çekmece Formasyonu'na ait Güngören ve/veya Çukurçeşme Üyeleri olduğu düşünülmektedir.



BÖLÜM 2. DENİZ SİSMİĞİNİN İLKELERİ

Denizlerde yapılan sismik yansıma çalışmalarında izlenen yol genel olarak şöyledir:

Ölçüm alanı önceden incelenir ve araştırmanın hedefine uygun olarak ölçüm hatlarının harita üzerinde yerleri tespit edilir. Daha sonra denizde ölçme sırasında, bir optik veya elektronik gemi pozisyonu belirleme sistemi kullanılarak, araştırma gemisinin önceden belirlenen bu hatlar boyunca lokasyonu sağlanır. Belli bir hızla ilerleyen gemiden su yüzeyine yakın çekilen bir ses kaynağı vericisi ile suda ardışıklı olarak ses dalgası üretilir. Bu dalgalar deniz tabanı ve altındaki arayüzeylerden yansır ve yansıyan sinyaller yine su yüzeyine yakın çekilen ses alıcı sistemi (hidrofon) tarafından algılanır. Gelen yansımış sinyaller elektronik olarak proses edilir ve derinlik ilişkileri coğrafik konumlarıyla jeolojik tabakaları gösteren çıkış, sürekli olarak bir hat boyunca kayıt aletine analog veya sayısal olarak aktarılır. Sayısal veri çok yönlü veri işlem için ideal olurken, analog veri de kayıtların anında izlenmesi için daha uygundur.

2.1 KAYIT ALETLERİ VE TEKNOLOJİSİ

Marmara Denizi' nde Yedikule-Büyükçekmece (İstanbul) açıklarında yapılan bu deniz sismiği çalışmasında ölçümler SHOD' a ait Çubuklu Gemisi ile alınmıştır. Kullanılan ölçüm düzeni UNIBOOM Model 230 Sığ Sismik Yansıma Sistemidir. Ayrıca jeolojik numune alınmasında Gravite Core ve Orange Peel aletleri kullanılmıştır. Sismik ölçüm sisteminin genel özellikleri şöyle sıralanabilir : Yeraltına gönderilen ses sinyallerinin uzunluğu yaklaşık 0.2 ms dir. Aletin yüksek rezolüsyona sahip olması sayesinde, elde edilen kayıtlarda kalınlığı kuramsal olarak 30cm' ye kadar olan tabakalar çözümlenebilmektedir. Frekans band

genişliği 400-8000 Hz arasında değişir. Sismik dalga penetrasyon derinliği deniz tabanından itibaren yaklaşık 75 m kadardır. Deniz tabanı kayaçlarının cinsi, yoğunluğu, deniz suyunun bileşimi, kayaçların katılık derecesindeki değişimler yansıma karakterine etki ettiklerinden, penetrasyon ve rezolüsyonun kestiriminde bu faktörler göz önünde tutulmalıdır. Sismik vericinin üzerine oturtulduğu kataraman birimi sayesinde kayıtlarda deniz dalgası hareketlerinin bozucu etkisi en aza indirilmiştir. Sistemin bir avantajı gerekli hallerde daha fazla penetrasyon derinliğine sahip bir Sparker ölçüm sistemine dönüştürülebilme özelliğine sahip olmasıdır. Uniboom Sisteminin kullandığı diğer parametreler olarak, alçak frekanslı gürültülerin ayıklanması için yüksek geçişli bir filtre ve ayrıca ses enerjisinin zaman içinde azalmasını kompanse etmek için zamanla değişen kazanç kurtarım fonksiyonu (TVG) uygulanmıştır. Burada sabit kazanç 60 dB de tutulmuştur. Uniboom ölçüm sistemi jeolojik araştırmalar, mineral aramaları, kıyı ötesi düzlüklerde temel incelemeleri, liman geliştirme ve boru hattı döşeme çalışmalarına bir ön etüd oluşturacak çalışmalarda kullanılır. Sistem 4 temel elemandan oluşmaktadır :

- 1-) Enerji Kaynağı Ünitesi (Energy Source, Model 234)
- 2-) Verici Ünitesi (Sismik Transducer, Model 230-1)
- 3-) Alıcı Ünitesi (Hydrophone, Model 265)
- 4-) Grafik Kayıt Cihazı (Seismic Recorder, Model 255)

2.1.1 ENERJİ KAYNAğI ÜNİTESİ

Model 234 Enerji Kaynağı ünitesi güç sağlayıcı, tetikleyici (trigger) ve enerji depolama birimlerini içinde bulunduran bir alettir. Bu ünite, sismik verici ünitesine 3500 voltta, 100, 200 ve 300 watt.sn' lik seviyelerden biri seçilmek üzere enerji tedarik edecek şekilde çalışır. Bu enerji kaynağı (Model 234) çeşitli boşaltım tipli ses kaynaklarıyla

çalışabilme kabiliyetindedir. Özet olarak, enerji kaynağı ünitesinde elektrik enerjisi kondansatörlerde şarj edilir, tetikleyici ünitesi ile de uyarılma işlemi başlatılır.

2.1.2 SİSMİK VERİCİ ÜNİTESİ

Model 230-1 verici ünitesi değişik sismik profil uygulamalarında yaygın olarak kullanılan makul penetrasyon derinliği ve yüksek rezolüsyona sahip bir düzendir. Bu elektromekanik ses verici düzeneği bir katamaran üzerine monte edilmiştir. Birim izole edilmiş bir metal plaka ve bir elektrik bobine bitişik lastik zardan oluşur. Kısa bir müddet, enerji kaynağından gelen yüksek güçlü elektrik sinyal bobine gelir ve bir manyetik alan oluşur bu da lastik zarın titreşimine sebep olur. Sonuçta sudaki zar hareketi geniş bantlı bir akustik basınç sinyali oluşturur. Özet olarak, elektrik enerjisi bir zar vasıtasıyla mekanik enerjiye dönüşür ve suda ses dalgası oluşur.

Sismik transducerin dizaynına bağlı olarak etkileri geniş band frekans spektrumuna karışan istenmeyen su kabarcıkları (cavitation) veya yabancı dalgacıkların çıkarılabilmesi ile ;

- Deniz tabanından net bir yansıma alınır.
- Deniz tabanı altındaki tabaka yansıma yüzeylerinden net kayıt alınabilir.
- Sıkışmış kum (hard-packet) dahil tüm deniz materyallerine 75 m' ye kadar penetrasyon derinliği sağlanır. Şekil 2.1' de Sismik verici ünitesinin çeşitli açılardan çekilmiş fotoğrafları görülmektedir.

Sismik ses vericisi sinyalinin karakteristik özellikleri şöyledir:

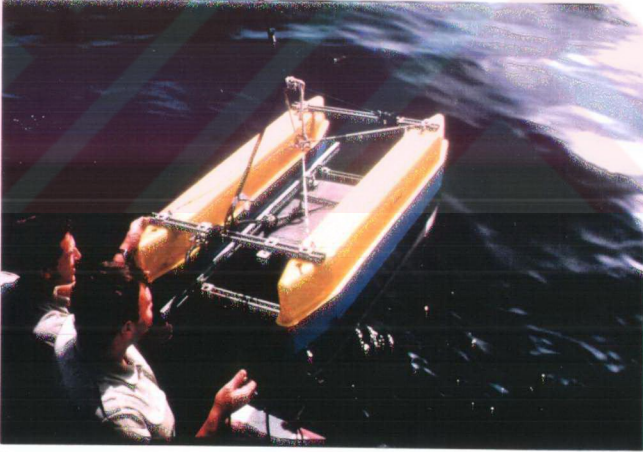
- Enerji seviyesi : 300 watt.sn

- Devam süresi : 0.2 milisaniye
- Spektrum : 400 Hz ile 8000 Hz arası
- Tetikleme oranı : 2 (sinyal/sn)

2.1.3 SİSMİK ALICI ÜNİTESİ ve KAYIT CİHAZI

Basınca karşı duyarlı olan alıcı ünitesi geminin arkasında sismik verici ünitesi ile paralel bir şekilde deniz yüzeyine yakın bir derinlikten çekilir ve deniz tabanından ve altındaki jeolojik tabakalardan yansıyan sismik sinyalleri algılar. Sistem, streamer denilen, suda batmayan içi kerosen maddesi dolu plastik kablonun içine yerleştirilmiş 8 alıcı elemanından oluşur. Plastik tüp sudaki çalkantının oluşturduğu gürültüyü minimumda tutacak şekilde dizayn edilmiştir. Kullanılan Model 265 alıcı ünitesinde toplam 8 adet olan alıcı elemanları eşit aralıklarla toplam 3.8 m ' lik aktif bölümde kablo içine yerleştirilmiştir. Kablonun kayıtçıya bağlanan ucunda bir adet ön yükseltici mevcuttur. Şekil 2.2' de alıcı ünitesinin (Model 265) fotoğrafı görülmektedir.

Sismik verici ünitesi vasıtasıyla suda oluşturulan ses dalgaları basınca duyarlı alıcı sistemi tarafından algılanır ve alıcı ünitesinin ön kısmında bulunan ön yükselticiden geçtikten sonra sabit kazanç ayarı ile birlikte zamanla değişen kazanç ayarı (TVG) uygulanır. Ayrıca yüksek rezolüsyona sahip bu ölçüm sisteminde alınan sinyal kesme frekansı ayarlanabilen bir yüksek geçişli süzgeçten geçirilir. Sonuçta elde edilen sismik sinyal kayıt cihazında analog olarak grafiklenir. Şekil 2.3'de kayıt aletinin (Model 255) fotoğrafı görülmektedir.



Şekil 2.1

Sismik Verici Ünitesinin Değişik
Açılardan Görüntüleri



Şekil 2.2 Sismik Alıcı Ünitesi (Model 265)



Şekil 2.3 Sismik Grafik Kayıt Cihazı (Model 255)

BÖLÜM 3. KAYIT GEOMETRİSİ VE NAVİGASYON

Marmara Denizi Kuzeyinde, Yedikule-Büyükçekmece (İstanbul) arasında yapılan bu çalışmaya ait lokasyon haritası Şekil 3.1' de verilmektedir. Ayrıca çalışma sahasının köşe koordinatları:

40 59 48 N - 28 56 21 E

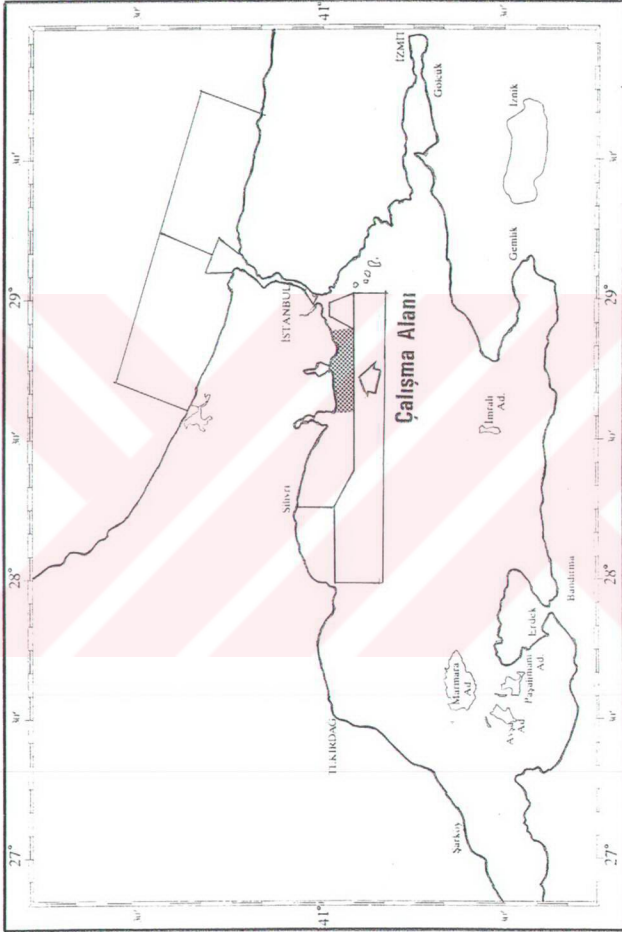
40 53 18 N - 28 56 21 E

40 54 12 N - 28 35 48 E

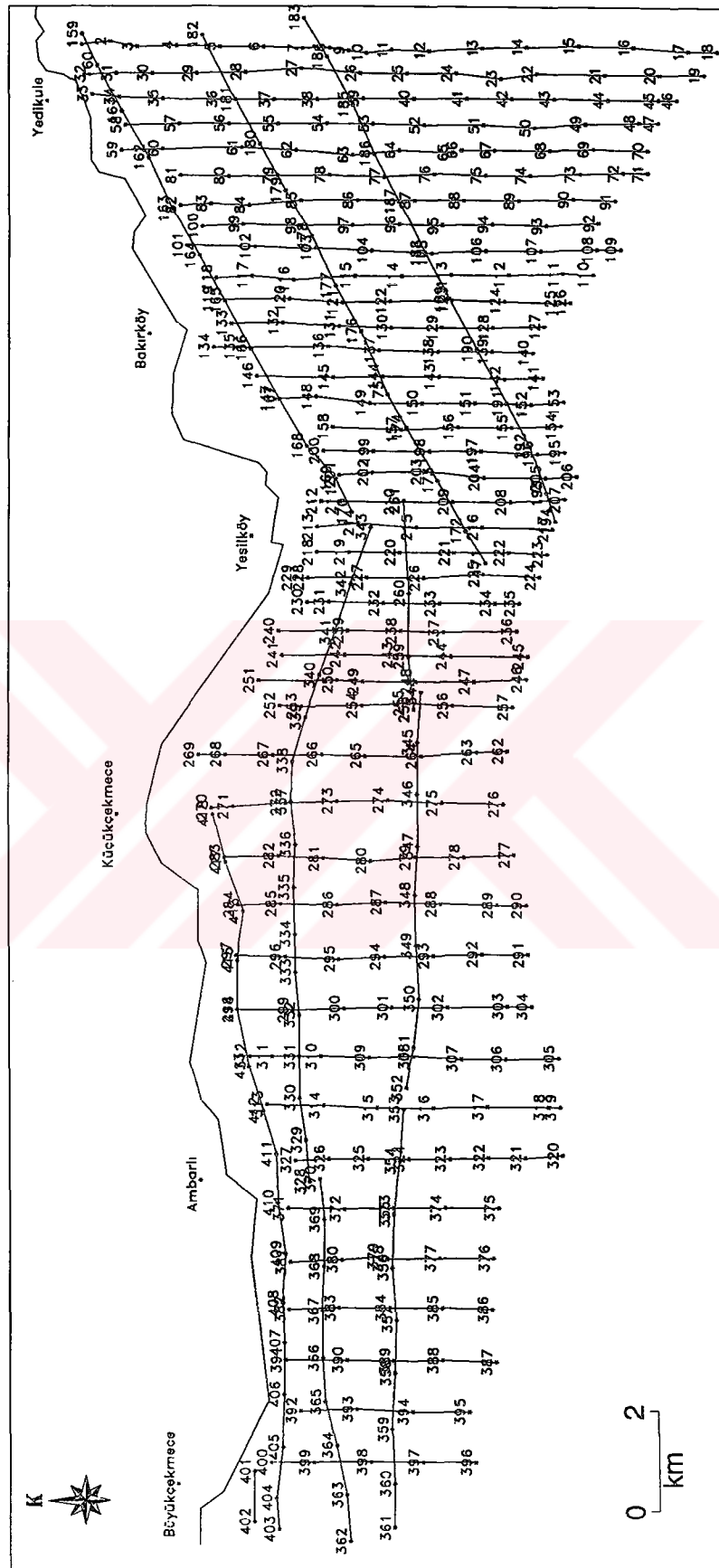
40 57 00 N - 28 35 48 E

şeklinde. Sismik yansıma verileri 53 hat üzerinde, 345 km uzunlukta olmak üzere toplanmıştır. Kıyıya paralel hatlardan 7 tanesi D-B doğrultulu, diğer üç tanesi yaklaşık KD-GB doğrultuludur. Ortalama hat uzunlukları 5-10 km arasında değişmektedir. Hat aralıkları sahanın doğu kısımlarında 500 m, batıda 1000 m olarak alınmıştır. Jeolojik numune olarak da 23 adet karotun alındığı noktaların yerleri sismik kesitlerde çalışma sırasında yapılan ilk değerlendirmeler sonucu belirlenmiştir. Şekil 3.2'deki haritada sismik hatların konumları verilmektedir.

Sismik yansıma kayıtları alınırken gemi hızı yaklaşık olarak 4-4.5 knot (mil/saat) arasında değişmektedir. Bu hızla giden geminin arkasında yaklaşık 20 metre geriden gelen sismik verici ve alıcı sistemleri su yüzeyine yakın çekilerek ölçü alınır. Bu sayede deniz yüzeyinde oluşabilecek hayalet yansıma tipi gürültüler önlenmeye çalışılmıştır. Bu kayıt geometrisinde göz önünde bulundurulması gereken iki önemli husus, sismik alıcı ve verici sisteminin birbirine paralel hareket etmesi gerektiği ve aralarındaki uzaklığın da geminin dümen suyu kanışıklığından etkilenmeyecek mesafede (yaklaşık 8 metre) olması gerektiğidir. Şekil 3.3'de denizde sıfır açılımlı, tek kanallı sismik yansıma ölçü alım yöntemi şematik olarak gösterilmektedir.



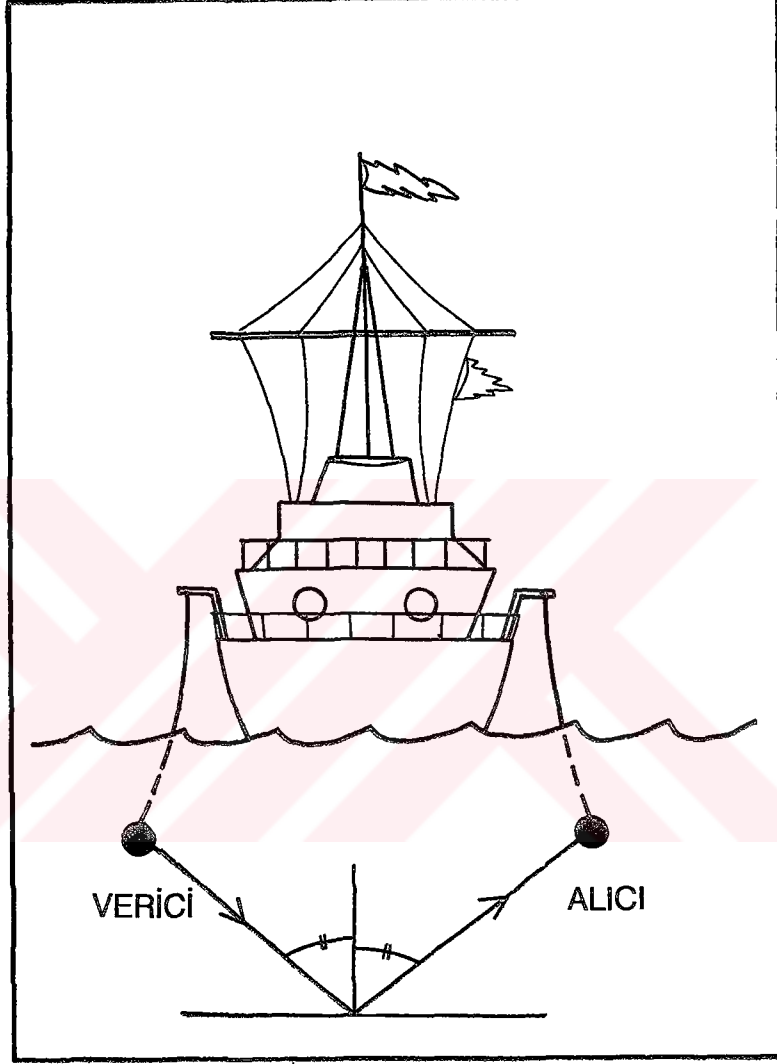
Şekil 3.1 Çalışma Sahasının Lokasyon Haritası



Şekil 3.2 Çalışma Sahasındaki Sismik Hatların Konumu

Deniz araştırmalarında geminin seyir halinde olması veya durması esnasında konumunun doğru bir biçimde belirlenmesi gerekir. Pozisyon (lokasyon) belirlemede Trisponder ve Miniranger sistemleri kullanılabilir. Bu çalışmada gemi lokasyonunun belirlenmesinde Trisponder l sistemi kullanılmıştır. Bu duruma göre, sahilde aralarında belli bir uzaklık bulunan iki adet yardımcı trisponder istasyonu (verici) ve gemi direğinde de her yönlü (omni) bir anten mevcuttur. İstasyonlardan elektromanyetik sinyaller gönderilmiş, bu sinyaller anten vasıtasıyla algılanmış ve sinyalin yol alış zamanı ile bilinen dalga yayılım hızından uzaklık hesaplanmış, böylece geminin konumu belirlenmiş ve 4-5 dakika aralıklarla fix mevkii konulmuştur. Burada fix noktalarını harita üzerine işlerken dikkat edilmesi gerekli bir husus vardır :

Sismik ekipman konumu ile gemideki Trisponder anteni arası yaklaşık 50 m dir. Verici noktası ile alıcı noktasının arasının orta noktası yansıma noktası olarak kabul edilir. Bu nokta ile gemideki alıcı antenin konumu arasındaki yatay mesafe farkı sismik kayıtlara gecikmeli fix konularak düzeltilmiştir.



Şekil 3.3 Kaynak-Alıcı Geometrisi

BÖLÜM 4. SİSMİK KAYITLARIN DEĞERLENDİRİLMESİNDE TEMEL İLKELER

Sismik yöntemde, yeryüzünde herhangi bir kaynak ile oluşturulan sismik dalgalar yer içerisinde ilerlerken farklı özellikteki ortamların arayüzeylerinden yansıyarak veya kırılarak gelir ve bir alıcıda algılanırlar.

Sismik yöntemin bir dalı olan yansıma sismiğinde kaynaktan küresel olarak yayılan dalga cephesi yer içerisinde ilerlerken, farklı fiziksel özelliklere (yoğunluk ve hız) sahip ortamların arayüzeylerinden yansıyarak, yeryüzündeki alıcılar ile algılanırlar. Böylece kaydedilen sismik iz dalganın geçtiği ortamlara ilişkin bilgiler taşır.

Bu çalışmada geminin arkasında su yüzeyine yakın bir derinlikte çekilen sismik verici ünitesi (transducer) ile suya verilen sismik enerjinin oluşturduğu basınç dalgaları, ortamda ilerleyip deniz tabanından veya onun altındaki arayüzeylerden yansıyarak geri döner ve yine geminin arkasından su yüzeyine yakın olarak çekilen alıcı ünitesi (hydrophone) ile algılanırlar. Kaydedilen parametre dalganın kaynaktan çıkıp alıcıya gelmesi için geçen zamandır. Tek kanallı, analog ve yüksek çözünürlüklü olan bu sığ deniz sismiği çalışmasında, kaynak ile alıcı arasındaki mesafe (yaklaşık 8 metre), dalganın ilerlediği düşey mesafeye göre çok küçük olduğundan, sıfır açılımlı duruma yaklaşım söz konusudur. Buna göre dalgaların, iki ortam arasındaki arayüzeyden dik olarak yansıdığı kabul edilir ve yansıma bilgisi kaynak ve alıcı arasında, orta noktaya atanır.

4.1 YANSIMA KATSAYISI VE JEOLJİK ANLAMI

Yansıma yönteminde yeraltında iki tabaka arasındaki arayüzeyin saptanabilmesi için bu sınırın iyi yansıtıcı olması gerekir. Sözü edilen

arayüzeye gelen dalganın genliği (A_o) ve bu arayüzeyden yansıyan dalganın genliği (A_y) olmak üzere A_y/A_o oranına yansımaya katsayısı (reflection coefficient) denir ve

$$\frac{A_y}{A_o} = \frac{\rho_2 V_2 - \rho_1 V_1}{\rho_2 V_2 + \rho_1 V_1} \quad (4.1)$$

formülü ile verilir. (4.1) numaralı bağıntıda yoğunluk (ρ) ve hızın (V) çarpımı ($\rho.V$), akustik empedansı verir. Burada ($\rho_1.V_1$) çarpımı 1. ortama, ($\rho_2.V_2$) çarpımı da 2. ortama ait akustik empedansları vermektedir. Görüldüğü gibi iki tabakanın akustik empedansı farklı ise, bu tabakalar arasındaki sınırdan yansımaya olur. Buna göre bir sınırdan yansıyıp gelen dalganın genliğinin yüksekliği akustik empedans farkı ile doğrudan ilişkilidir. Bununla beraber, doğada çok az da olsa yoğunluk ve hızları birbirinden farklı ortamların akustik empedansları farklı olmayabilir ve bu tür ortamların arayüzeyleri iyi yansımaya vermeyeceğinden sismik yansımaya ile fark edilemez.

Ortamların akustik empedansları farklı olduğu sürece, yansımaya katsayısının (+) veya (-) değer taşıması arayüzeylerin varlığını değiştirmez. Tahmin edileceği gibi yansımaya katsayısının (+) çıkması alttaki ortamın akustik empedans değerinin daha büyük olduğunu, (-) çıkması ise tam tersi durumu temsil etmektedir. Akustik empedans farklılığının bulunmadığı arayüzeylerde yansımaya katsayısı sıfır değerini alacaktır.

Genellikle ortamlardaki hız değişimi, yoğunluk değişiminden çok büyük olduğu için hesaplamalarda yoğunluk değişimi ihmal edilebilir ve sadece kayalara ait hız bilgileri kullanılır. Bir kayaçtaki hız değeri kayacın elastik özelliklerine, gözenekliliğine ve gözeneklerdeki akışkana bağlı olarak değişiklik gösterir.

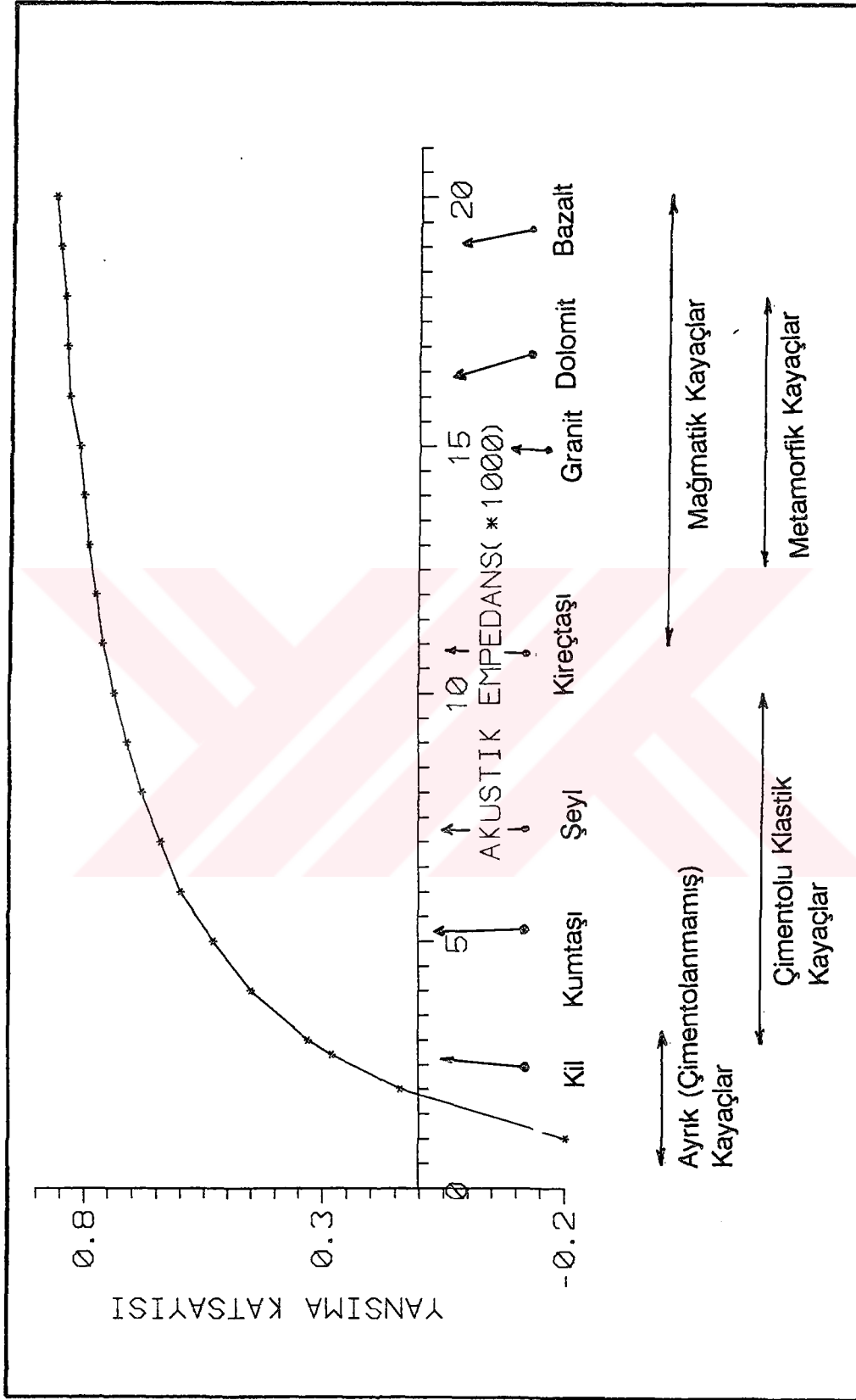
Bu çalışmadaki sismik kesitlerde bahsedilen türde yüksek genlik veren 2 temel yansıma belirlenmiştir. Birincisi su ile genç çökel birimlerinin oluşturduğu arayüze ait yansımadır. Bu yüzeye ait yansıma katsayısının (+) veya (-) çıkması olasıdır. Şekil 4.1' de çeşitli jeolojik birimlere göre deniz tabanı yansıma katsayısının değişimini gösteren grafik verilmiştir. Sismik kesitlerde yüksek genlik veren ikinci yansıma genç çökellerle temel kaya arayüzeyinden gelmektedir. Buna ait yansıma katsayısı (+) işaretli olmalıdır.

Bu çalışmada, deniz suyuna ait sismik dalga hızı 1500 m/sn alınmıştır. Genç sedimanlar arasında deniz tabanı veya temel kaya yansıması gibi büyük ve sürekli yansımalar alınamadığından genç sedimanların tümüne ait ortak bir hız değeri olarak 1900 m/sn (Uluğ, 1986; Alper, 1993) kullanılmıştır. Bu birimlere ait sismik hız derine gidildikçe genelde artar ancak bu birimler için derine doğru artan hız değerleri kullanılmaktansa ortalama bir değer kullanılmıştır. Ayrıca bu çalışmada temel kaya birimine ait hız değeri olarak 3000 m/sn alınmıştır.

4.2 YAPISAL UNSURLARIN TANIMLANMASI

Bu çalışmada, bölgeye ait yapısal unsur birimleri olan fay ve kıvrımlar sismik kesitlerde çeşitli görünümde olmaktadır. Bunların yorumlanması tecrübe ve dikkat gerektirmektedir. Sismik yansıma yöntemiyle, bölgede genelde sadece eğim atımlı faylanmalar (normal ve ters faylanma) tespit edilebilmektedir. Sismik kesitte eğim atımlı fayın doğru olarak tanınabilmesi için sismik hattın fay çizgisine dik veya dike yakın atılması gerekmektedir. Doğrultu atımlı faylanmaların sismik kesitlerde tanınabilmesi çok güçtür.

Herşeyden önce fay ve tabaka kıvrımlarının doğru tespitini yapabilmek için sismik kesitlere sismik göç işlemi uygulanması gerekir.



Şekil 4.1 Deniz Tabanını Oluşturan Kayaç Cinsi ile Yansıma Katsayısı Arasındaki İlişki (Dikici, 1994)

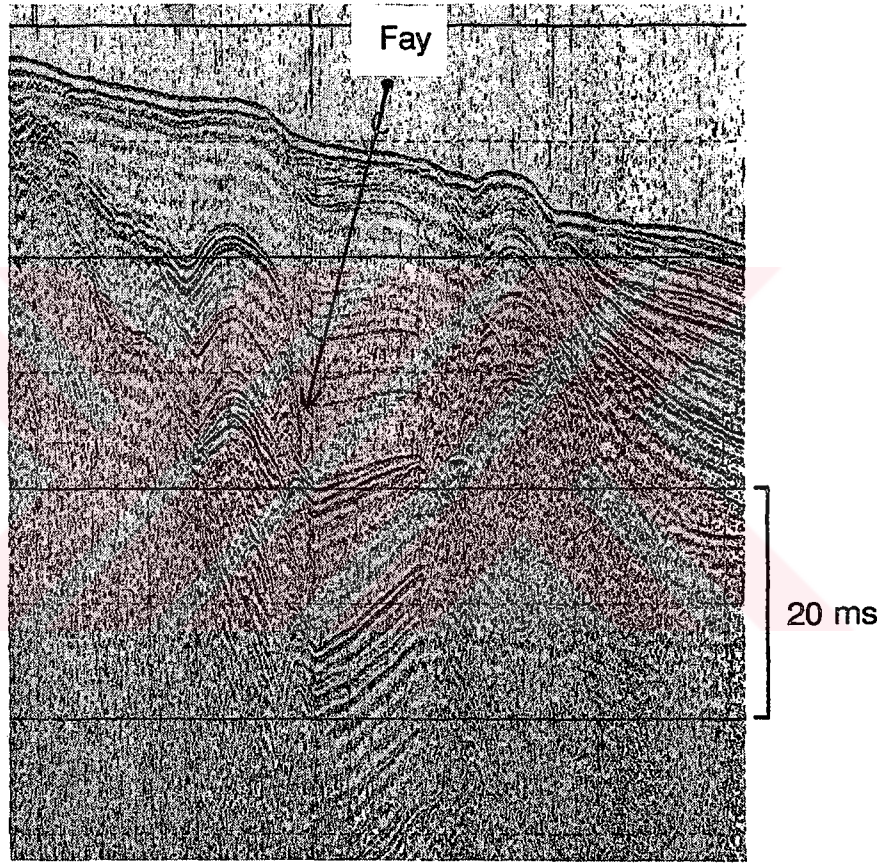
Aksi taktirde bu tip yapılanmalar bozucu etkiler altında görünürler. Bu çalışmada daha ileriki konularda anlatılacağı gibi sismik göç işlemini gerektirecek bir jeolojik yapılanma gözlenmemektedir.

Çalışmaya ait sismik kesitlerde düşey faylanma örneği Şekil 4.2' de verilmektedir. Buna göre soldaki bloğun üst yüzüne ait yansımalar sağdaki bloğun düşmesiyle kesilmekte ve uçları, düşen bloğa doğru kıvrılmaktadır. Sağdaki bloğun düşmediği düşünülürse her iki bloğa ait yansımalar birbirini karşılamaktadır. Bu da sismik kesitlerde bu yapılanmanın bir faylanma olduğunun güçlü bir kanıtıdır. Şekilde gösterilen bu fay batimetride de kendini belli etmekte bu sebeple yaşının genç olduğu tahmin edilmektedir.

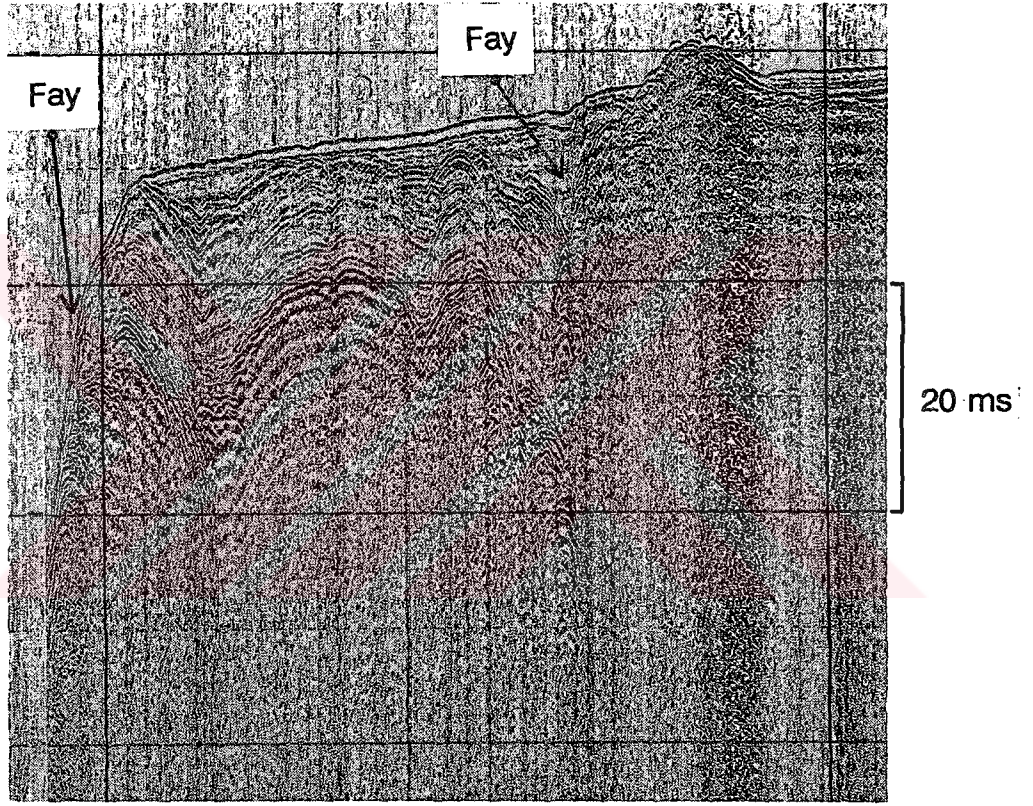
Şekil 4.3' de en uçtaki dik uçurumun kendisi bir normal faylanma özelliği göstermekte, geride kalan kırıklı fay zonu türündeki yapılanmanın da bu ana faylanmanın oluşumu sırasında yarattığı gerilmelerle oluştuğu anlaşılmaktadır.

Sismik kesitlerdeki difraksiyon hiperbollerleri de fay düzlemlerinin doğru bir biçimde belirlenmesine yardımcı olurlar. Fay düzlemleri difraksiyon hiperbollerlerinin tepe noktalarından geçerler (Şekil 4.4).

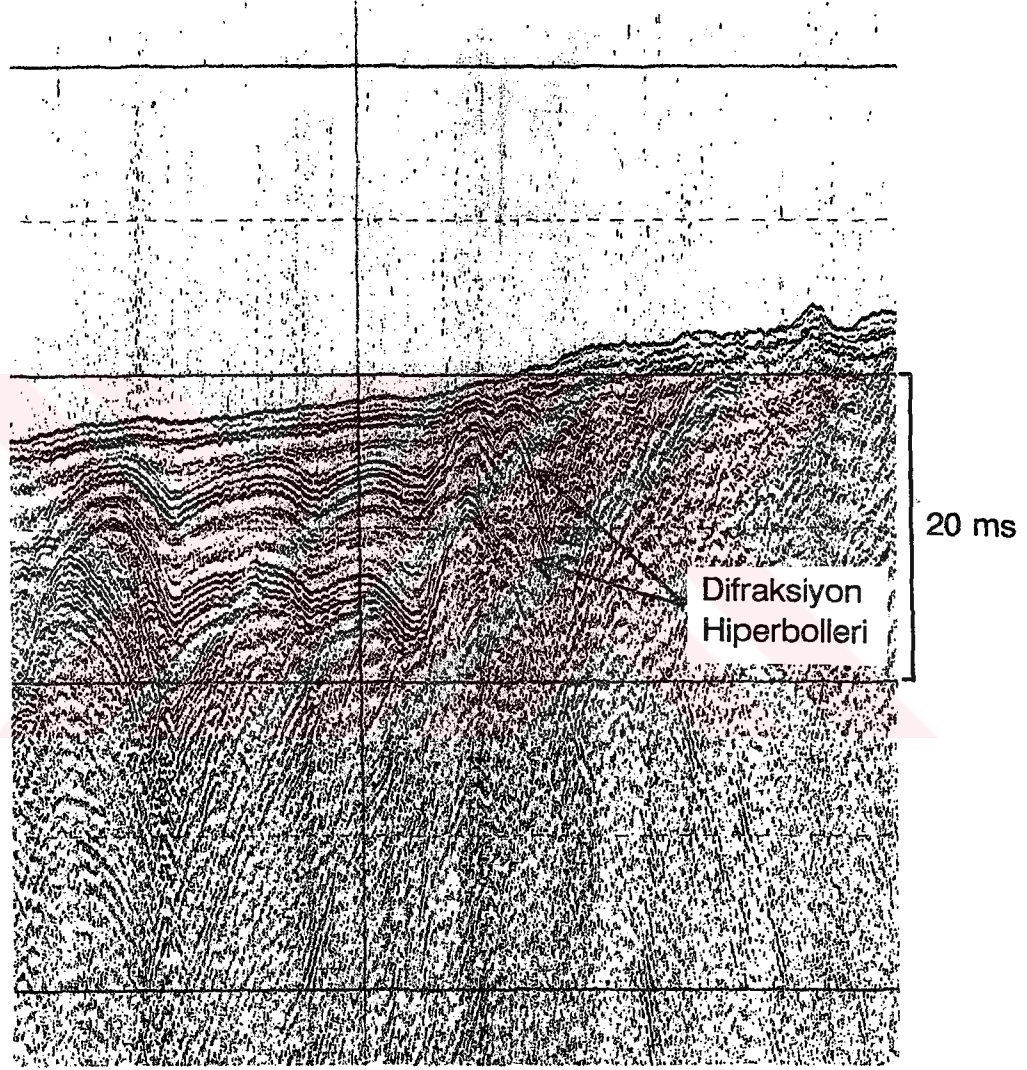
Bu çalışmada alınan sismik yansıma kesitlerinden temel kaya birimlerinin yayvan kıvrımlı bir özellik gösterdiği belirlenmiştir. Genç denizel çökellerde ise kıvrımlanma belirtisi bulunmamaktadır. Kıvrımlanmaların da doğru tanımlanabilmesi için sismik hattın kıvrım eksenine dik atılmış olması gerekmektedir. Bu çalışmada yer yer yayvan kıvrımlı temel kaya birimleri, kıyıya dik K-G doğrultulu hatlarda gözlemlendiği gibi kıyıya paralel D-B doğrultulu hatlarda da gözlenmektedir. Bu nedenle kıvrım eksenlerinin ortalama KB-GD veya KD-GB doğrultularında uzandığı anlaşılmaktadır (Şekil 4.5).



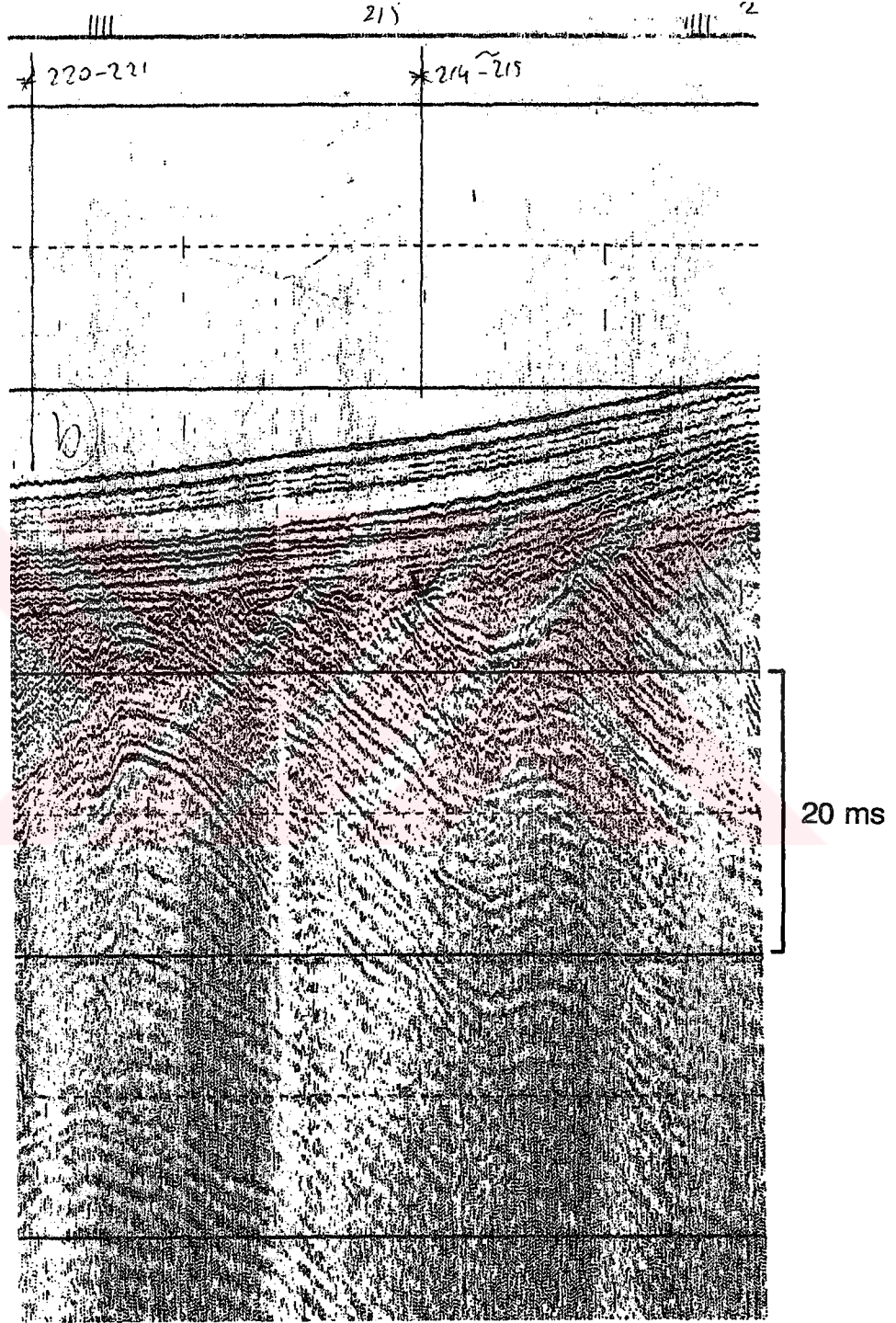
Şekil 4.2 Sismik Kesitte Düşey Faylanmanın Görünümü



Şekil 4.3 Sismik Kesitte Düşey Faylanmaların Görünümü



Şekil 4.4 Sismik Kesitte Difraksiyon Hiperbollerinin Görünümü



Şekil 4.5 Sismik Kesitte Kıvrımlı Birimlerin Görünümü

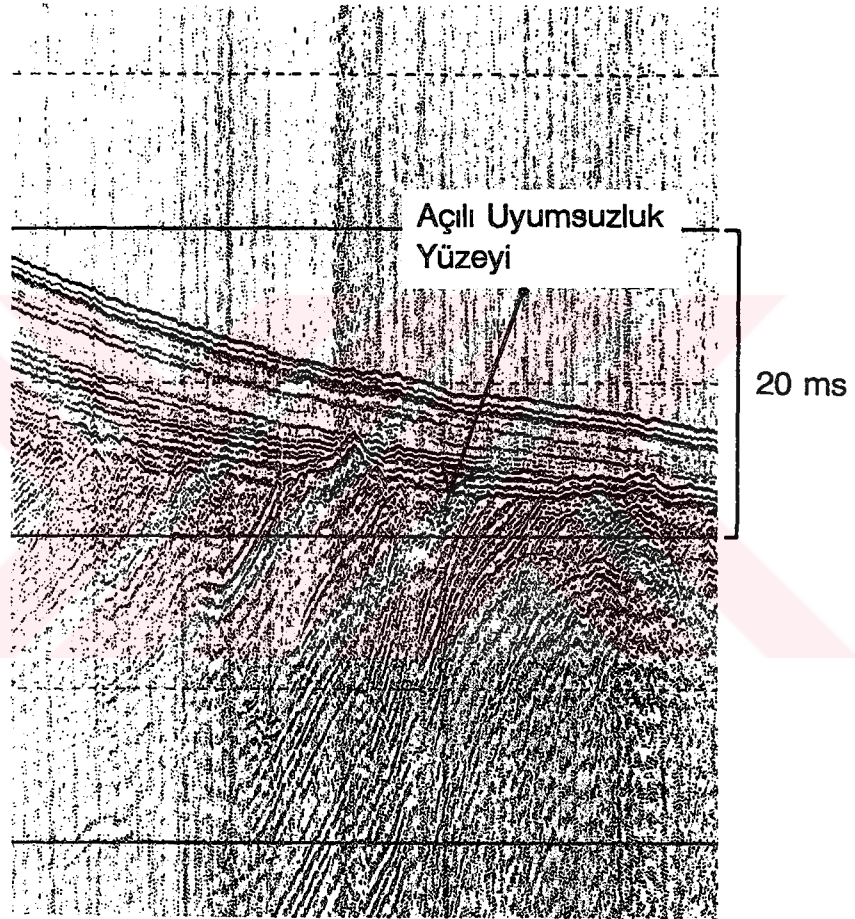
4.3 SİSMİK STRATİGRAFİK SEVİYELERİN TANIMLANMASI

Sismik kesitlerde herhangi bir yansıma ve/veya yansıma paketi; genliği, polaritesi, yansıma sıklığı, sürekliliği ve diğer yansımalarla olan ilişkileriyle incelenir. Yansımaların bu tür özelliklerinin bilinmesi ile kayaçların yapısına, fiziksel özelliklerine, yayılım alanlarına ait bilgiler edinilebilir. Yansıma şekillerini kullanarak ortama ait sedimantasyon ve litoloji modellerini oluşturup, sismik stratigrafi çalışması yapılır. Bu çalışmada kullanılan düzene göre sismik kesitlerde sinyalin genlik ve polarite bilgisi yoktur. Ancak genlik, dolaylı olarak sismik iz üzerindeki kesikli çizgilerin uzunluğuna bağlı olarak elde edilmektedir.

Sismik kesitlerde kuvvetli yansımalar büyük akustik empedans farklılığına sahip ortamların arayüzeylerinden gelir. Bu çalışmada kesitlerdeki en belirgin yansımalar deniz tabanı ve temel kaya üst yüzeyinden gelmektedir. Temel kaya üst yüzeyi belli bir jeolojik zamandaki çökelim yüzeyi olduğundan, o zamanı temsil eden bir uyumsuzluk yüzeyi olarak ele alınır. Bu yüzeye, üstteki birimlere göre daha yaşlı alttaki birimlerin farklı açılarla gelip kesilmesi (truncation) bu yüzeyin bir açılı uyumsuzluk yüzeyi olduğunu gösterir (Şekil 4.6).

Sismik yansıma şekillerinin jeolojiye yaklaşım sağlaması için uygulanan bir çalışma şekli olan sismik stratigrafik seviyelemede önce sismik kesitte farklı yansıma gruplarının sınırları belirlenir (Seismic Sequence Analysis). Daha sonra her bir grup alınıp, geçirdiği jeolojik evrim, dolum (depositional) özellikleri ve ortamsal özellikleri ile ilgili bilgiler çıkarılabilir. Burada bilgi çıkarma tekniği her bir grup içinde, yansıma karakteri esas alınarak yapılır.

Uyumsuzluk yüzeyleri çökel istiflerin sınırlarının belirlenmesinde



Şekil 4.6 Sismik Kesitlerde Görülen Açılı Uyumsuzluk Yüzeyine Bir Örnek

kullanılan önemli bir özelliktir. Uyumsuzluk yüzeyinin sismik kesitlerde izlenen şekli bu yüzeyin nasıl oluştuğuna dair bilgiler verebilir. Sismik kesitlerde karşılaşılan yansıma kesilmeleri (lapout) sedimantasyonun şekline bağlı olarak gelişen yanal yöndeki tabakalanma kesilmeleridir. Traşlanma (truncation) ise çökelmeden sonra (post depositional) meydana gelen aşınmalar nedeniyle olan tabaka kesilmeleridir (Us, 1993).

Aşınma, faylanma ve kayma gibi yapısal kesiklikler nedeni ile de meydana gelebilir. Tipik yansıma kesilme (lapout) şekilleri mevcuttur. Baselap, bir çökel istifin alt sınırı için kullanılır. Onlap ve downlap olmak üzere iki şekilde tanınır. Onlap yatay tabakaların yukarı doğru eğimli bir tabaka ya da bir uyumsuzluk yüzeyi üzerinde kesilmesidir. Downlap ise aşağı doğru uzanan tabakaların yatay ya da kıvrımlı yüzeyler üzerinde kesilmeleridir. Toplap ise çökel istifin üst sınırından olan kesilmeleridir ve yukarı doğru uzanan tabakaların yatay tabaka tabanı ile kesilmiş görünen şekline denir.

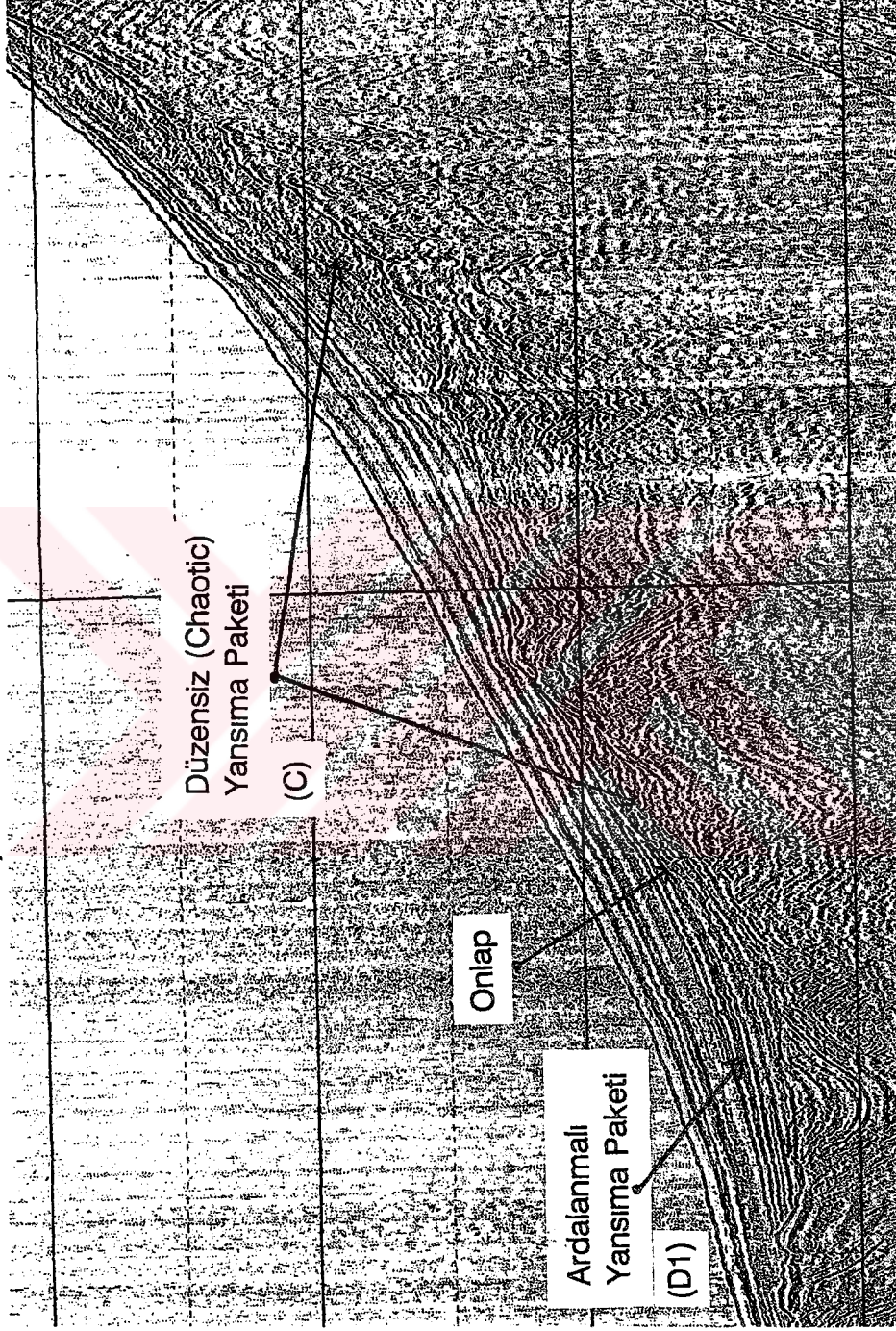
Sismik fasiyesden litolojik yorum yapılabilmesi için yansıma gruplarının şekilleri, sınır ilişkileri ve yanal yönde fasiyes değişimleri değerlendirilir. Yansımalar, paralel (diverjant), progradasyonal (hem yukarı hem de basen yönünde ilerleyen), yığışım ve onlap (dolgu) olarak dört ana grupta toplanır (Us, 1993). Basenlerde gözlenen yansıma şekli paraleldir.

Sismik stratigrafide yeraltı jeolojisinin genel görünümü kesitlerdeki yansıma şekillerinin tanımlanması ile gerçekleşir. Yansımaların sürekliliği, kesilmeleri (truncation) ve kesilme şekilleri kullanılarak bölgeye ait sedimantasyon özellikleri, aşınmalar bulunabilir. Tek bir yansıma veya küçük bir yansıma paketi bir litolojiyi tanımlar. Bu yansıma paketleri kullanılarak fasiyeslerin ortamdaki dağılımları ve kalınlıkları belirlenir.

Örneğin bu çalışmada sismik kesitlerde gözlenen mercek şekilli, düzensiz (chaotik) yansıma karakterli (C) ve ardalanmalı yansıma karakterli (D1) birimlerinin sahadaki dağılımları incelenmiştir (Şekil 4.7 ve Şekil 6.13). Ardalanma yansıma karakterli (D1) birimi (C) birimi üzerine onlap yaparak kesilmektedir (Şekil 4.7).



20 ms

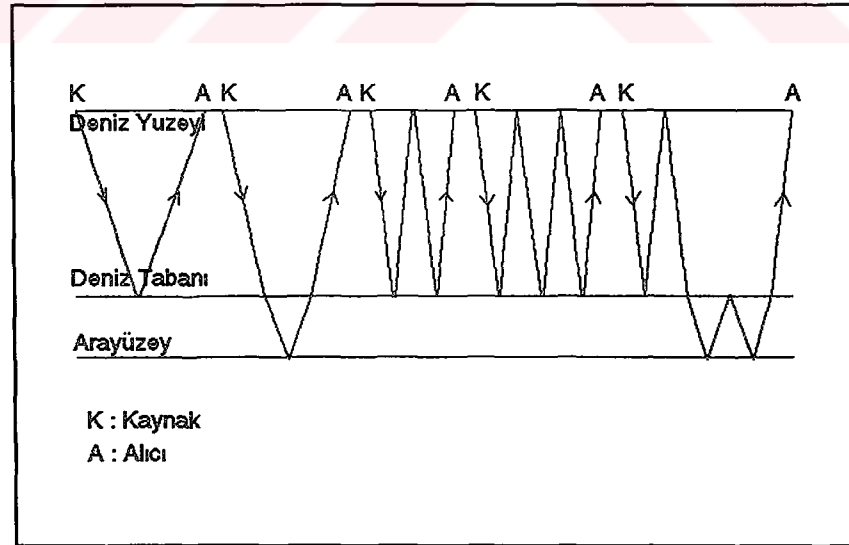


Şekil 4.7 (C) ve (D1) Yansımalar Paketlerinin Sismik Kesitlerdeki Görünümü

BÖLÜM 5. SİSMİK KAYITLARIN YORUMLANMASINDA YANILTICI ETKİLER

5.1 TEKRARLI YANSIMALAR (MULTIPLES)

Sismik dalgalar kaynaktan çıkıp ilerlerken farklı yoğunluk ve hıza sahip ortamların arayüzeylerinden yansıyarak tekrar yüzeye gelir ve dinleme cihazı ile algılanırlar. Sismik yansımada yorumlar bu asıl (primer) gelen dalgaların yansımaya zamanlarından yararlanılarak yapılır. Ancak, alıcılar özellikle kuvvetli yansıtıcı arayüzeylerden iki ve daha çok kez yansımaya uğramış dalgaları da kaydederler. Sismik dalga'nın iki kuvvetli yansıtıcı arayüzey arasında aynı yolu birden fazla giderek meydana getirdiği bu olaya tekrarlı yansımaya denir. Deniz sismiği uygulamalarında tekrarlı yansımalar, genellikle kuvvetli yansımaya katsayılarına sahip olan su-hava arayüzeyi, deniz tabanı ve temel kaya yüzeyi arasında oluşurlar.



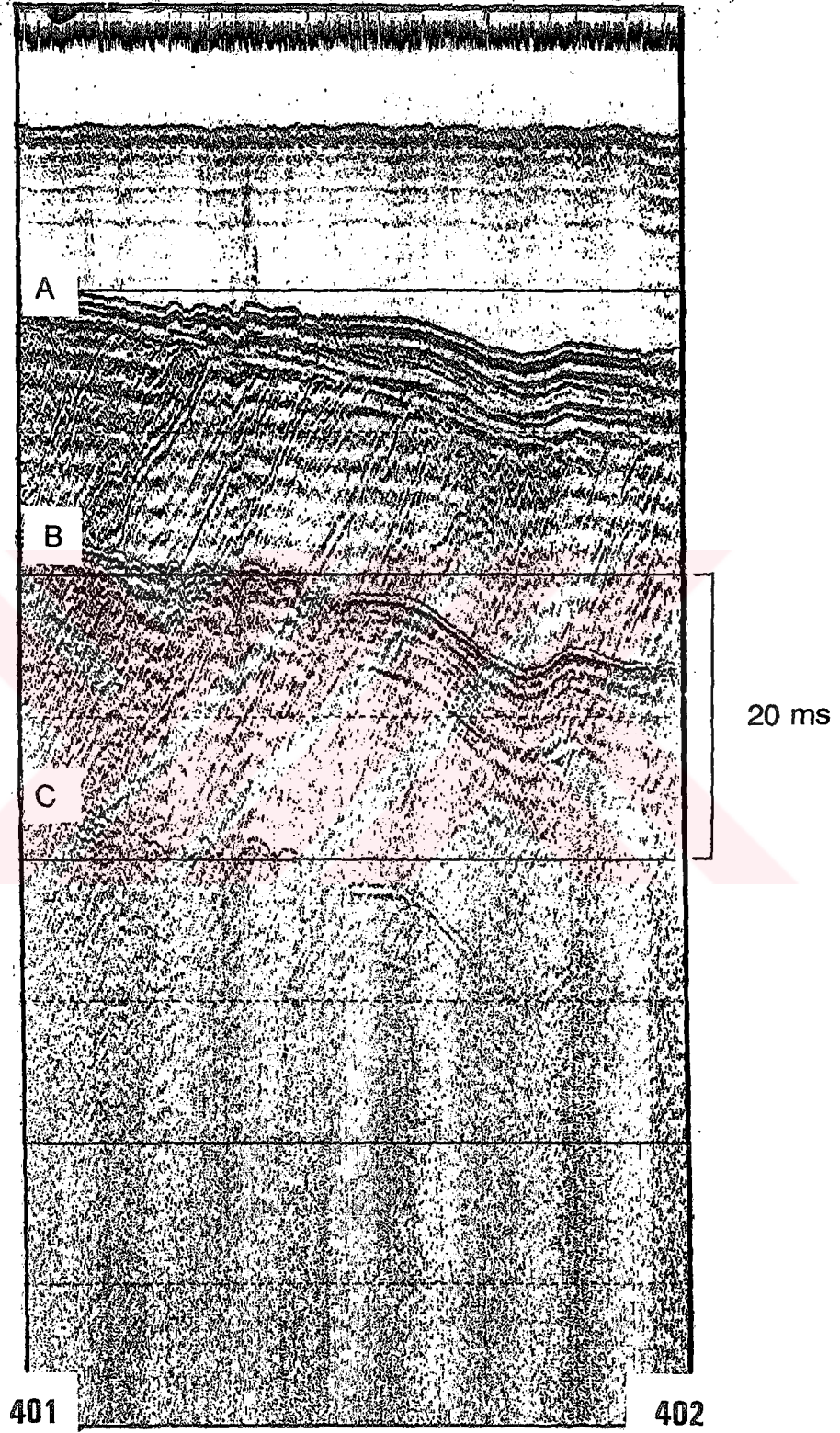
Şekil 5.1 Tekrarlı Yansımalar Şekilleri (Backus, 1959)

Şekil 5.1'de asıl ve değişik tekrarlı yansımalar gösterilmektedir. (K) kaynağı, (A)'da alıcıyı göstermek üzere ilk iki yansımaya örneği sırasıyla

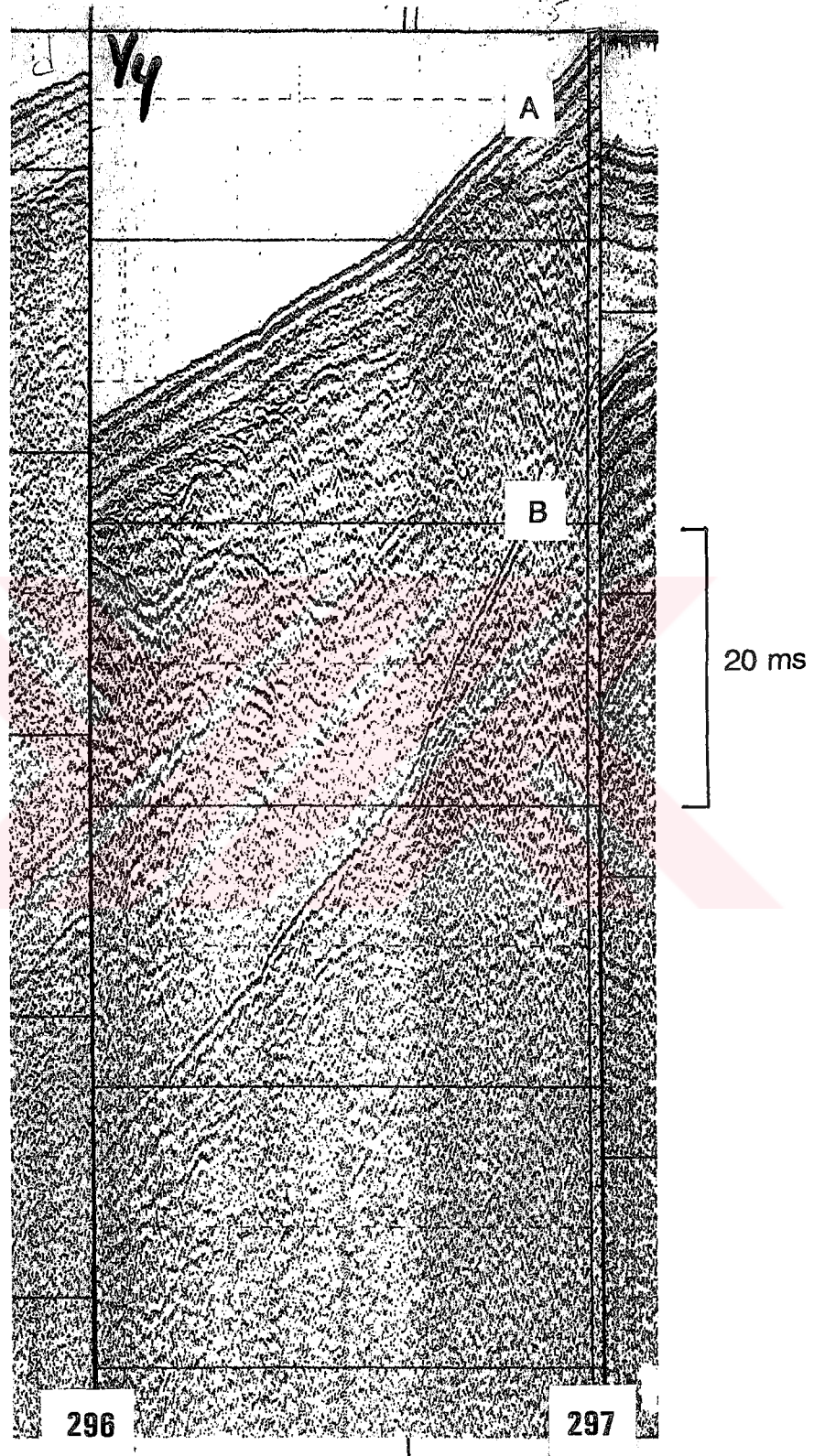
deniz tabanından ve deniz tabanı altında bulunan kuvvetli yansıtıcı arayüzeyden gelen asıl yansımaları temsil etmektedir. Diğer yansımalar da sırasıyla deniz tabanından iki ve üç kez yansıyan ve arayüzeyden yansıyan çeşitli tekrarlı yansıma örneklerini göstermektedir.

Tekrarlı yansımalar alıcı tarafından ayrı bir yansıtıcı yüzey gibi algılandıklarından sismik kesitlerde asıl yansımalarla birlikte görünürler. Deniz tabanına ait ilk tekrarlı yansıma, asıl yansımanın iki katı kadar bir zaman gecikmesi ile gelir. Bu durumda yatay konumdaki deniz tabanına ait tekrarlı yansımalar kesitlerde asıl yansıma seviyesine paralel ve asıl yansımanın geldiği süre olan çift-yol alış zamanının katları kadar bir zaman gecikmesi ile kaydedilmiş biçimde görüneceklerdir. Şekil 5.2'de (A) ile deniz tabanına ait asıl yansıma ve (B) ve (C) ile de deniz tabanına ait tekrarlı yansımalar gösterilmektedir. Burada deniz tabanının hemen hemen yatay olması sebebiyle tekrarlı yansımaların da asıl yansımaya paralel bir şekilde devam ettiği ve bunların gecikme zamanlarının da (B) ve (C) için sırasıyla asıl yansıma çift-yol alış zamanının iki ve üç katı olduğu gözlenmektedir. Yansıtıcı yüzeyin yatay değil de eğimli olması durumunda, tekrarlı yansımalar yansıtıcı yüzeyin verdiği yansımaya paralel değildir. Bu durumda tekrarlı yansıma gerçek yansımayı, eğiminin iki katı kadar bir eğimle izler (Şekil 5.3). Şekilde (A) eğimli deniz tabanı yansımasını, (B) de buna ait tekrarlı yansımayı göstermektedir.

Tekrarlı yansımaların genlik ve polaritelerinde görülen değişme ardışık yansydıkları arayüzeylerin yansıma katsayılarına bağlıdır. Ayrıca yansımaların ardarda olması sebebiyle genliği giderek azalır ve kesitlerde 1. tekrarlı yansımadan sonrakiler belirsizleşir (Şekil 5.2). Tekrarlı yansımalar kesitlerde gerçek yansımaları keserler ve bu yönleriyle de gerçek yansımalarından ayırd edilirler (Şekil.5.2).



Şekil 5.2 Yatay Arayüzeylerde Oluşan Tekrarlı Yansımaların Sismik Kesitlerdeki Görünümü



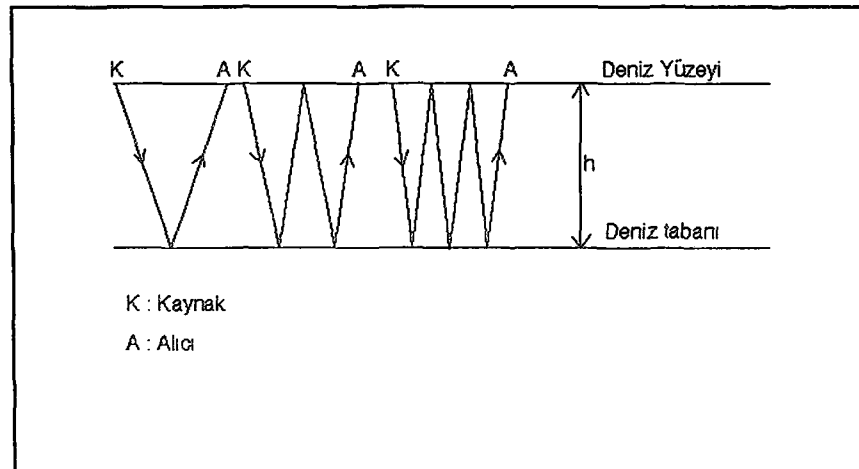
Şekil 5.3 Eğimli Arayüzelerde Oluşan Tekrarlı Yansımaların Sismik Kesitlerdeki Görünümü

Veri işlem aşamasında yapılan ters evrişim (predictive deconvolution) ve yığma (stack) işlemleri ile tekrarlı yansımalar ortadan kaldırılabilir veya etkileri azaltılabilir. Bu tez konusunu oluşturan deniz sismiği çalışmasında sismik veriler kayıt sisteminin özelliklerinden dolayı tek kanallı ve analog olarak kağıt üzerine dökülmekte ve sonradan sayısallaştırmaya olanak tanımamaktadır. Bu nedenle yukarıda sözü edilen veri işlem tekniklerini kullanarak tekrarlı yansımaların ortadan kaldırılması bu çalışmada mümkün olamamaktadır. Ancak tekrarlı yansımaların yukarıda verilen özelliklerinin bilinmesi ile sismik yansımalar kesitlerinde bu tür yansımalar tekrarlı yansımalar olarak yorumlanmış ve değerlendirmeye alınmamıştır.

Deniz sismiği uygulamalarında tekrarlı yansımaları deniz tabanı tekrarlı yansımaları ve tabakalar arası tekrarlı yansımalar olmak üzere iki kısımda inceleyebiliriz.

5.1.1 DENİZ TABANI TEKRARLI YANSIMALARI

Kaynaktan çıkan dalgacığın kuvvetli bir yansıtıcı arayüzey olan deniz tabanı ve deniz yüzeyi arasında ardışık yansımaya uğraması olayıdır (Şekil 5.4).



Şekil 5.4 Deniz Tabanına Ait Asıl ve Tekrarlı Yansımalar

Şekil 5.4 'de (1) numaralı yansıma asıl yansımayı verir. Bunun kaynaktan çıkıp alıcıya ulaşabilmesi için geçen süre olan çift-yol alış zamanı, h deniz tabanı derinliği ve V de suda P dalgası yayılma hızı olduğuna göre;

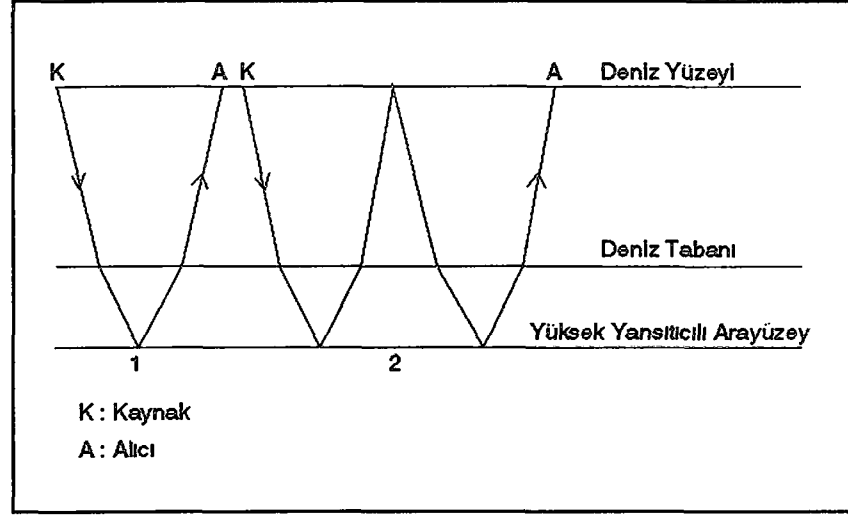
$$t_0 = \frac{2h}{V} \quad (5.1)$$

(5.1) bağıntısından hesaplanır. Şekil 5.4'de (2) numaralı yansıma deniz tabanından olan birinci tekrarlı yansımadır ve gecikme zamanı asıl yansımaya ait olan çift-yol alış zamanının iki katı kadardır. Aynı şekilde (3) numaralı yansıma da deniz tabanından olan ikinci tekrarlı yansıma olup gecikme zamanı çift-yol alış zamanının üç katı kadardır.

Bu çalışmada alınan sismik kesitlerde deniz tabanı tekrarlı yansımalarına ait bir örnek Şekil 5.2'de verilmektedir. Şekilde (B) ve (C) seviyeleri deniz tabanından olan sırasıyla 1. ve 2. tekrarlı yansımaları göstermektedir.

5.1.2 TABAKALAR ARASI TEKRARLI YANSIMALAR

Kaynaktan çıkan dalgacığın deniz tabanı altındaki yüksek yansıma katsayısına sahip arayüzeylerden yaptığı tekrarlı yansımalar bu grupta toplanabilir (Şekil 5.5). Örneğin deniz tabanı ile temel kaya üst yüzeyi arasında bu tür yansımalar meydana gelebilir.



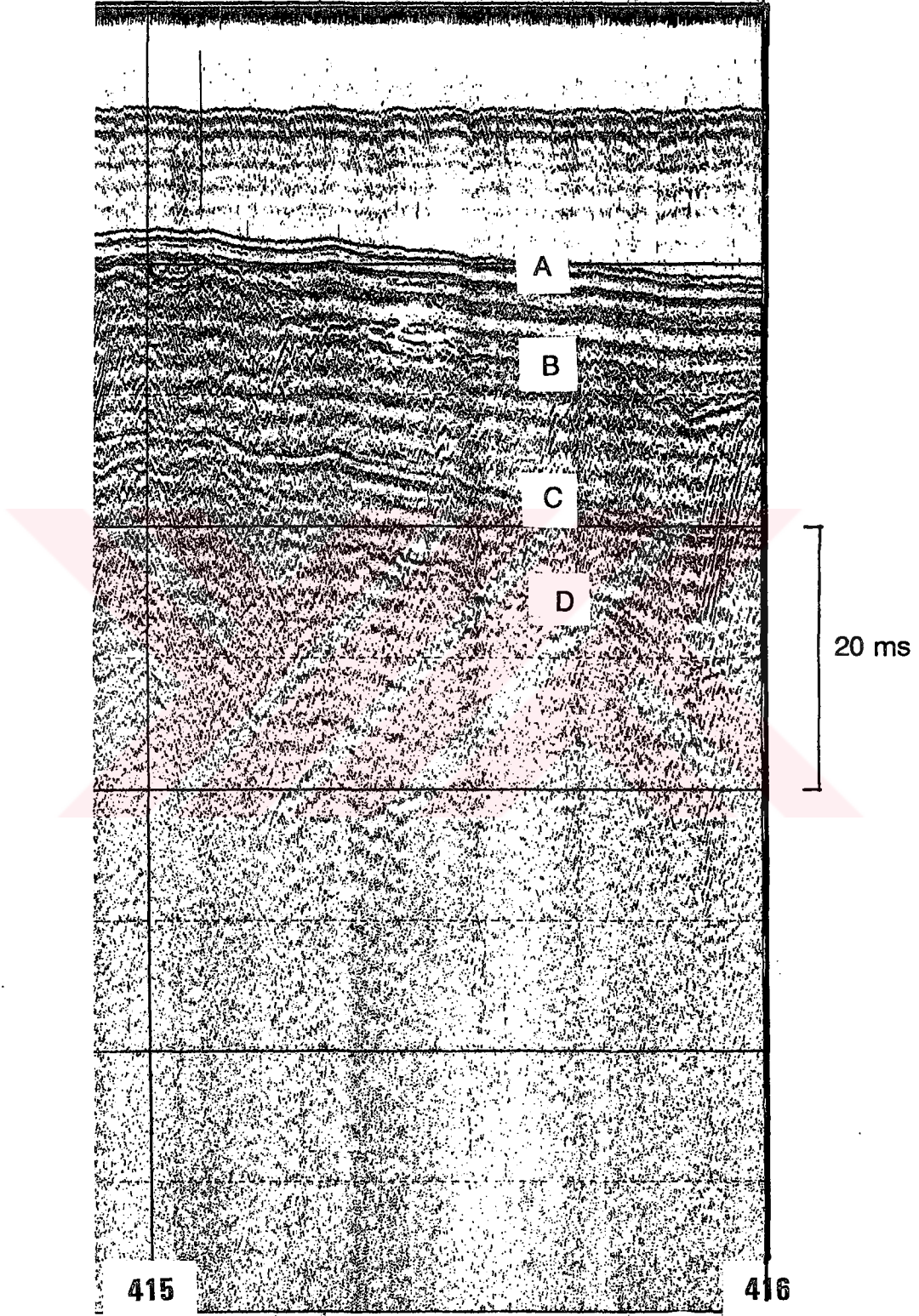
Şekil 5.5 Tabakalar Arası Tekrarlı Yansımalar

Şekil 5.5'de (1) numaralı yansıma, sözkonusu yüksek yansıtıcı arayüzeye ait asıl yansımayı göstermektedir. (2) numaralı yansıma ise arayüzeyden birden fazla yansımaya uğramış olan tekrarlı yansımadır.

Bu çalışmada deniz tabanı altında bulunan ve deniz tabanında olduğu gibi kuvvetli bir yansıma katsayısına sahip bir diğer arayüzey temel kaya topoğrafyasıdır. Şekil 5.6'da sismik kesitlerde bu arayüzeye ait tekrarlı yansımaların görünümü verilmiştir. Şekilde (B) temel kaya üst yüzeyine ait yansıma seviyesi (D) ise bu arayüzeye ait tekrarlı yansımayı gösterir. Ayrıca, (A) deniz tabanı yansımasını (C) ise deniz tabanına ait birinci tekrarlı yansımayı vermektedir.

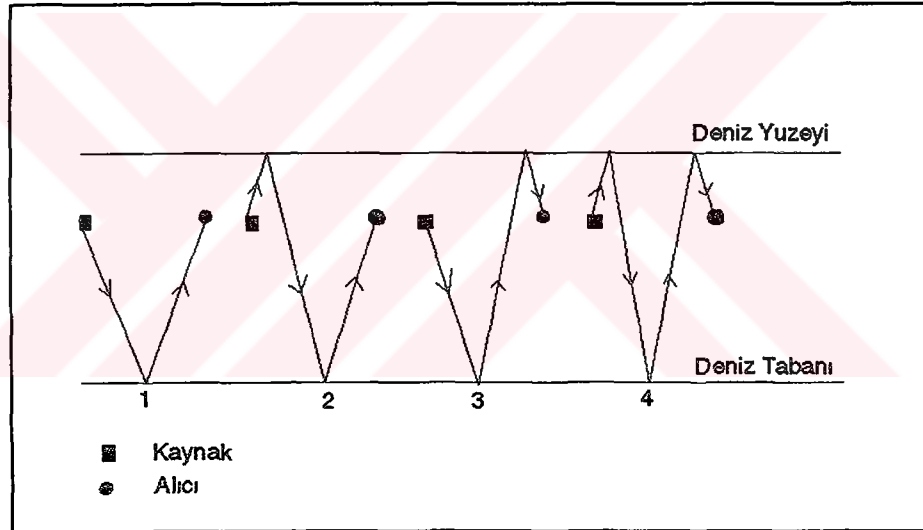
5.2 HAYALET YANSIMALAR (GHOST)

Hayalet yansımalar tekrarlı yansımaların özel bir halidir ve denizlerde yapılan sismik yansıma çalışmalarında sıkça karşılaşılan bir durumdur. Sismik yansıma kesitlerinde bir dalga katarı şeklinde dizilen bu yansımaların varlığı doğru kestirilemezse yorumda hatalara yol açabilir, örneğin bunlar kesitlerde tabakalara ait arayüzeyler olarak



Şekil 5.6 Tabakalar Arası Tekrarlı Yansımaların Sismik Kesitteki Görünümü

yorumlanabilirler. Deniz sismiği uygulamalarında hayalet yansımalarının oluşmasının sebebi ses kaynağı aleti ve algılayıcı aletin su yüzeyinin belli bir miktar altında kalmasındandır (McQuillin, 1984). Bu durumda kaynaktan çıkan ses dalgası sismik yansıma değerlendirmelerinde esas alınan asıl yansıma olarak kaydedilir ancak, bunun yanı sıra üç olası durumda oluşabilecek hayalet yansımalar da algılanır. Şekil 5.7'de asıl yansıma ve toplam üç durumda oluşabilen hayalet yansımalar gösterilmiştir. Burada (1) numaralı yansıma asıl yansımayı, (2), (3) ve (4) numaralı yansımalar da hayalet yansımaları göstermektedir.



Şekil 5.7 Asıl ve Hayalet Yansımaların Oluşumu

Birinci örnekte, kaynaktan çıkan dalgacık deniz tabanından yansıyarak doğrudan alıcıya gelir, bu asıl yansımadır. İkinci örnekte, kaynaktan çıkan dalgacık kaynak tarafında deniz yüzeyinden bir yansıma yaptıktan sonra deniz tabanından yansıyarak alıcıya ulaşır. Üçüncü örnekte, kaynaktan çıkan dalgacık deniz tabanından yansıdıktan sonra alıcıya gelmeden önce deniz yüzeyinde yansıma yapar. Dördüncü örnekte, kaynaktan çıkan dalgacık hemen deniz yüzeyinden yansır, ardından deniz tabanından yansır ve son olarak da alıcıya gelmeden

önce bir daha deniz yüzeyinde yansıma yapar. Deniz yüzeyinde yansıma katsayısını negatif, deniz tabanında ise pozitif olmasına bağlı olarak (1), (2), (3) ve (4) numaralı örneklerdeki yansımaların polariteleri sırasıyla pozitif, negatif, negatif ve pozitifdir. Hayalet yansımalar asıl yansımaların hemen ardından gelirler ve birleşik bir dalga katarı oluştururlar.

Hayalet yansımaların gecikme sürelerinin hesabı için;

h_k : Kaynak noktasının su yüzeyinden derinliği

h_a : Alıcı noktasının su yüzeyinden derinliği

V_s : Suda P dalgası yayılma hızı

olmak üzere 2, 3 ve 4 numaralı örneklerdeki hayalet yansımalara ait gecikme zamanları sırasıyla

$$t_K = \frac{2h_K}{V_s} \quad (5.2)$$

$$t_A = \frac{2h_A}{V_s} \quad (5.3)$$

$$t_{KA} = \frac{2(h_K + h_A)}{V_s} \quad (5.4)$$

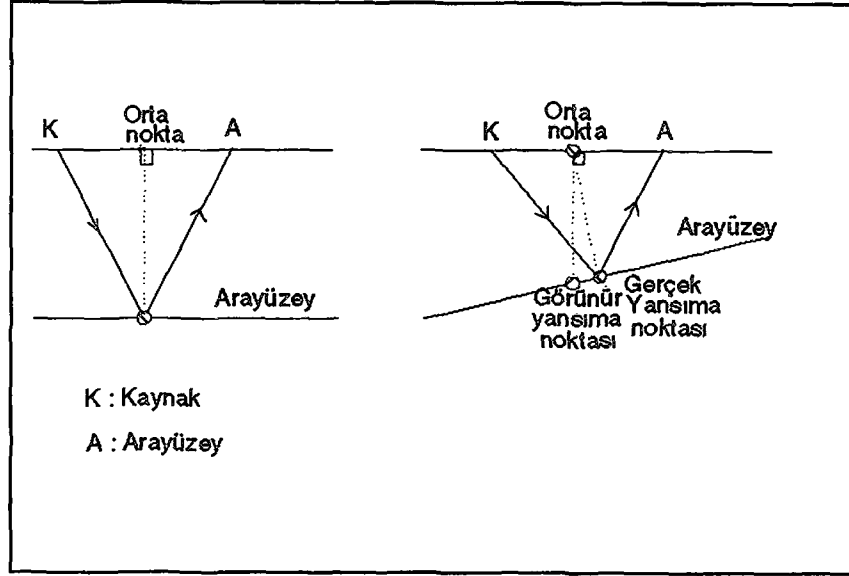
(5.2), (5.3), (5.4) bağıntılarından hesaplanır (Ecevitoglu, 1993a).

Kaynak ve alıcının deniz yüzeyinden olan derinlikleri değiştiğinde

hayalet yansımaların gecikme zamanları da değişeceğinden sismik kesitlerde farklı aralıklarda görülürler. Kullanılan kaynak dalgacığının etken periyodu ve dalgacığın yansıdığı arayüzeyin polaritesi de sismik kesitlerde hayalet yansımaların görünümünü etkileyen parametrelerdir. Bu çalışmada boyu 1 milisaniye, etken periyodu ise yaklaşık 0.2 milisaniye olan dalgacık türü kullanılmıştır. Örnek olarak kaynak ve alıcı deniz yüzeyinden yaklaşık 10 cm derinde bulundukları durumda hayalet yansımaların oluştuğu gecikme süreleriyle kaynak dalgacığının etken periyodu arasında çok az fark bulunmaktadır. Dolayısıyla zıt polaritelere sahip asıl ve hayalet yansımalar birbirini yok edecek şekilde üstüste geleceklerdir (Ecevitöğlu, 1993b). Kaynak ve alıcının su yüzeyinden olan derinlikleri azaldıkça hayalet yansımalar birbirini yok ederler. Bu çalışmada kullanılan kaynak ve alıcının yaklaşık olarak su yüzeyinden olan derinliği sırasıyla, 30 cm ve 20 cm civarındadır.

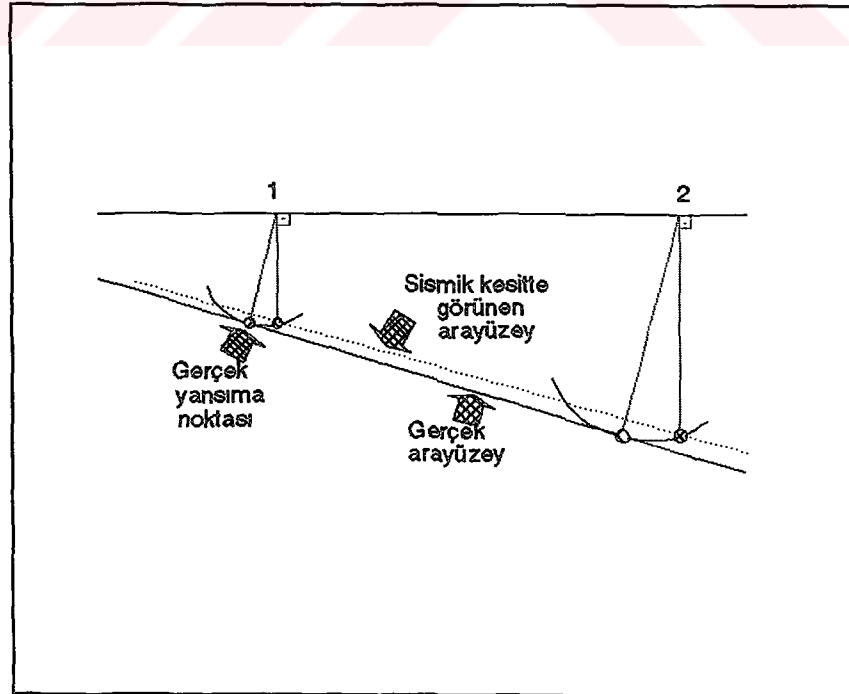
5.3 SİSMİK GÖÇ (MIGRATION) ETKİSİ

Sismik yansıma kayıtlarının yorumunu etkileyen temel problemlerden bir diğeri sismik göç (migration) etkisidir. Yansıma sismiğinde oluşturulan sismik dalgalar yansıtıcı ortamlardan gelerek alıcıda algılanırlar. Bu durumda kaynak ve alıcının orta noktasından indirilen dikmenin tabaka arayüzeyini kestiği yer yansımayı veren nokta olarak alınır. Kaynak ve alıcının aynı noktada olduğu düşünüldüğünde (sıfır açılım) yansıtıcı nokta, kaynak-alıcı noktasından inilen dik doğrunun yüzeyi kestiği noktadır. Bu durum yatay arayüzey halinde geçerli olurken eğimli arayüzey durumunda sorun teşkil etmektedir. Eğimli arayüzey durumunda yansıtıcı nokta, kaynak alıcı noktasının dikey doğrultuda altında değil bir miktar eğim yukarıda yer almaktadır (Şekil 5.8).



Şekil 5.8 Yansıtıcı Arayüzeyin Yatay ve Eğimli Olması Durumunda Gerçek Yansımalar

Eğimli arayüzeylerin sismik yansımalar kesitleri üzerindeki görünüşleri gerçek durumlarından daha az eğimli ve daha yukarıda çıkacak şekildedir.



Şekil 5.9 Sismik Yansımada Göç Etkisi

Derinliğin zaman cinsinden verildiği sismik kesitlerde eğimli arayüzeylerden gelen yansımalarla ait sismik ışın yollarının geometrik yeri, merkezi kaynak-alıcı noktası olan ve çapı yolculuk mesafesine eşit bir daire yayıdır (Ecevitoglu, 1993a). Bu daire yayı üzerinde bulunan her nokta aynı yansıma zamanını verebilir. Ancak sismik yansımada yansımayı veren nokta olarak bu yay üzerinde kaynak-alıcı noktasının tam altına denk gelen nokta alınır. Bu varsayım, arayüzeylerin yatay olmaları halinde doğrudur. Eğimli arayüzeylerin var olması durumunda gerçek yansıma arayüzeyi ve kesitlerde görülen arayüzey Şekil 5.9' da gösterilmiştir. Görüldüğü gibi dik eğimli sahalarda yansıtıcılar zaman kesitleri üzerindeki gerçek konumlarından taşınmış görünürler.

Sismik yansımada göç işlemi kesitteki olayların gerçek yerlerine taşınması amacıyla yapılır. Yansıma yüzeyinin yatay olması durumunda, kesit yüzeyi ile yansıma yüzeyi aynıdır. Eğimli ve ondülasyonlu yansıma yüzeylerinde sismik kesitlerde görülen jeolojik olaylar farklı koordinatlardadır ayrıca antiklinal yapılar gerçeğinden daha geniş görünürken senklinal yapılar daha dar görünür. Göç işlemi yapılmamış yansıma kesitinde antiklinaller ve senklinallerin varlığı tanınabilir ancak kanat kısımlarının gerçek şekli bulunamaz.

Yedikule-Büyükçekmece açıklarında yapılan bu deniz sismiği çalışmasında sismik göç olayından etkilenebilecek oranda eğime sahip yüzeyler genelde bulunmamaktadır. Sismik kesitlerde inceleme sahasının batı kesimlerindeki kıyı bölümünde ve doğu kesimlerinde de sığ bir düzlüğü oluşturan batimetri, eğimli bir yüzey görünümündedir. Ancak kesitlerin jeolojik görünümü çıkarıldığında bu eğimlerin sırasıyla 2° ve 3° civarında olması sebebiyle göç işleminin sismik kesitlere uygulanmasının gereksiz olduğu sonucuna varılmıştır.

BÖLÜM 6. YEDİKULE-BÜYÜKÇEKMECE DENİZ SİSMİĞİ VERİLERİNİN YORUMLANMASI

6.1 ÇALIŞMA SAHASININ YAKIN ÇEVRE JEOLJİSİ

Marmara Denizinde, Yedikule-Büyükçekmece (İstanbul) arasında alınan sismik yansıma kesitlerinin değerlendirilmesinde, çalışma sahasının yakın çevre jeolojisinin iyi bilinmesinde yarar vardır. Sismik yansıma verilerini yorumlamada çevre jeolojisinin tanınması litolojik ve yapısal yorumu daha doğru kılar.

İstanbul' un batı yakasında Marmara kıyısı boyunca genelde Üst Miyosen yaşlı Çukurçeşme, Güngören ve Bakırköy Üyelerinden oluşan Çekmece Formasyonu yer almakta, bu sığ denizel ve karasal çökeller İstanbul Surlariçi'nde ve Zeytinburnu'nun bir kısmında direkt olarak Trakya Formasyonunun grovakları üzerine oturmakta, batıda ise (Zeytinburnu'nun batısı) bu birimler Eosen yaşlı kireçtaşları üzerinde bulunmaktadır (Sayar, 1954). Bu birimler morfolojik olarak, kuzeyden güneye akan Ayamama, Çavuşbaşı ve Çırpıcı dereleriyle kesilmiştir. Bu K-G doğrultulu derelerin bulunduğu çukurlukların normal faylar doğrultusunda geliştiği ve en belirgininin en az 40 m düşey atımlı Ayamama Fayı olduğu öne sürülmektedir (Oktay vd, 1991). Büyükçekmece ve Ambarlı arasında yine kara jeolojisinden Oligosen yaşlı Gürpınar Formasyonu (Yeşil renkli, ince orta katmanlı, kömür bantlı, yer yer silt-kum ve çakıl mercekli kil), Ambarlı Vadisi üzerinde de Üst Miyosen yaşlı birimler gözlenmektedir.

Karada bu alanda yoğun şehirleşme ve sanayileşme sebebiyle jeolojik gözlem yapmakta güçlüklerle karşılaşılır. Ancak, Komut ve Barka (1994) bölgede yapılan bazı inşaatların temel kazılarından, ayrıca DSİ ve su arama şirketlerinin yaptığı sondajları derleyerek bazı jeolojik bilgiler

elde etmişlerdir. Yedikule-Küçükçekmece arasının kara kesimine ait bu jeolojik çalışma sonuçlarına göre bölgenin temel birimlerini Alt Karbonifer yaşlı Trakya Formasyonu ve üzerinde açısal uyumsuzlukla yer alan Orta-Üst Eosen yaşlı Soğucak Formasyonu oluşturur. Bu temel üzerine, açısal uyumsuzlukla Üst Miyosen yaşlı Çekmece Formasyonu birimleri çökelmiştir. Bu bölgeye ait genel stratigrafik kesit Şekil 6.1'de gösterilmektedir. Bu çalışmadan alınan bilgilere dayanarak, bahsi geçen birimler yaşıdan gence doğru genel olarak açıklanacak olursa;

Trakya Formasyonu, kumtaşı, kilitaşı, grovak ve şeyl aralanmasından oluşmaktadır. Birim iri taneli ve siyah renklidir. Birimin litolojisi ve içerdği sedimantolojik yapılar, Trakya Formasyonu'nun karasal ortamda çökelmiş olduğunu gösterir.

Soğucak Formasyonu, istif taşı, tanetaşı ve bağlam taşı niteliğindeki resifal kireçtaşlarından oluşur (Yılmaz, 1993). Bu birimler yaklaşık K-G gidişli kıvrımlanmış haldedir.

Çekmece Formasyonu, başlıca Maktralı kireçtaşları, kil-silt-marn ardışıklı, kum mercekli, kumlu ve çakıllı kaya türlerinden oluşan trangresif bir birimdir. Bu formasyona ait üç üye çökeltme sırasına göre:

- 3 Bakırköy Üyesi
- 2 Güngören Üyesi
- 1 Çukurçeşme Üyesi

olarak sıralandırılabilir. Çukurçeşme Üyesi, Çoğunlukla Üst Miyosen çökellerinin tabanını oluşturur, genel olarak bol omurgalı, fosilli karasal kum ve çakıllardan oluşmaktadır. Güngören Üyesi, genellikle yeşil renkli kil ve bej renkli marn ardışımından oluşan bir birimdir. Bakırköy üyesi, büyük oranda bej-beyaz renkli Maktralı kireçtaşları ile yeşil renkli kil

YAŞ	FORMASYON	ÜYE	SEMBOL	KALINLIK	LİTOLOJİ	AÇIKLAMALAR
Kvaterner	Alüvyon		QaL	-15 m.		Kum, çakıl AÇISAL DİSKORDANS
ÜST MİOSEN	ÇEKMECE FORMASYONU	Bakırköy Üyesi	Ta k	-30 m.		Maktra'lı kireçtaşı; yer yer killi ve marnlı.
		Güngören Üyesi	T k m	-100 m.		Kil; marnlı, kumlu siltli
		Çukurçeşme Üyesi	T k ç	-40 m.		Hipparionlu kum, çakıl
						AÇISAL DİSKORDANS
ORTA-ÜST EÖSEN	SÖĞÜÇAK FORMASYONU		T ks	-74 m.		Kireçtaşı
Alt Karbonifer	TRAKYA FM.		K kt	> 15 m.		AÇISAL DİSKORDANS Kumtaşı, kilitaşı, grovak, şeyl

Şekil 6.1 Yedikule-Küçükçekmece Kara Jeolojisinin Genel Stratigrafik Kesiti (Komut, 1994)

ardalanmasından oluşmaktadır.

Şekil 6.2'de karada bu bölgeye ait ilgili kesitlerin yerleri, Şekil 6.3'de ise jeolojik kesitler yer almaktadır. Bu bölgedeki sondajları derleyen ve yorumlayan Komut ve Barka'nın (1994), elde ettiği bilgilere göre:

- Kuzeydeki A-A' kesitinde tabanda, bütün sondajlarda kesilen, kireçtaşları yer almakta, kumlu ve killi seviyelerin (Çekmece Formasyonu) altında görülen bu kireçtaşları deforme olmuş Eosen birimleri olarak yorumlanmıştır.

- Üst Miyosen formasyonlarında görülen litolojik süreksizlikler kesitlerde dikkat çekmektedir. Örneğin killi hem Çukurçeşme hem de Bakırköy Üyesi içinde yer alır. Kum ve marn birimleri keza öyledir.

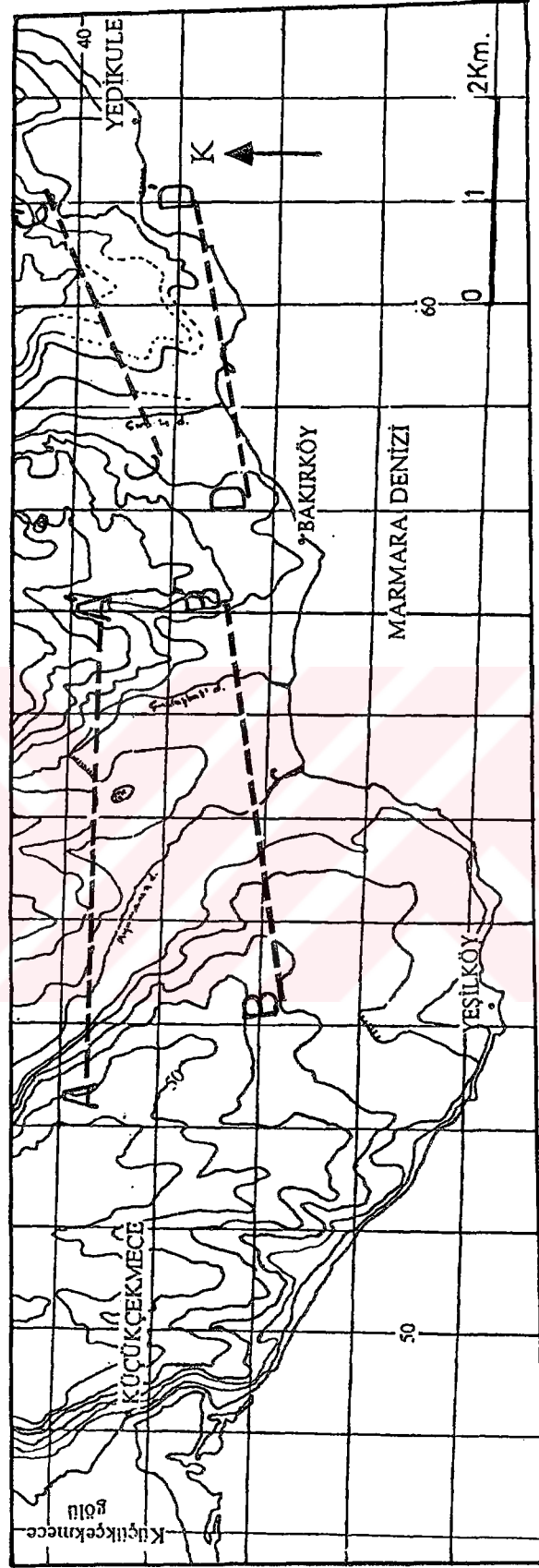
- Havaalanı kuzeyinde, E-5 Karayolu kenarında yapılmakta olan inşaatın temel çukurunda Bakırköy Üyesi içinde transgresif aşmaların olduğu gözlenmiştir.

- Üstte sıralanan tüm özellikler Üst Miyosende bu çevredeki deniz seviyelerinde olan değişimleri göstermektedir.

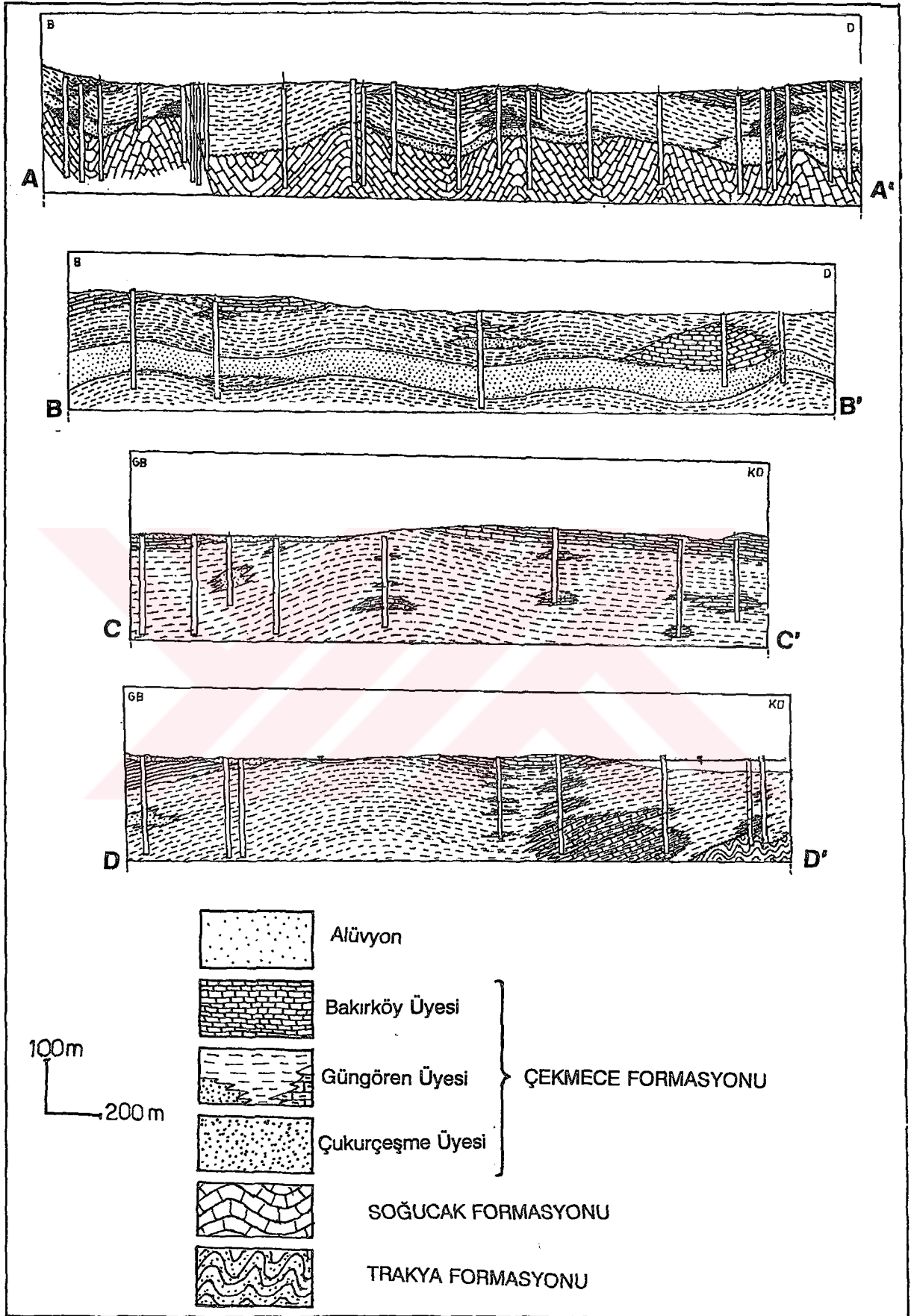
- Güneye doğru Üst Miyosen içindeki marn ve kireçtaşları azalır. Bu birimlerin yanal ve düşey geçişli olması düzensiz bir paleotopoğrafyanın varlığını gösterir.

Tüm bu kara jeolojisi çalışmalarından yararlanarak denizde temel kaya birimlerinin ne olduğu anlaşılmaya çalışılmıştır.

Çalışma sahasının içinde bulunduğu genel tektonik harita Şekil



Şekil 6.2 Çalışma Alanının Kara Kesiminde Bulunan İlgili Jeolojik Kesitlerin Yerleri (Komut, 1994)



Şekil 6.3

Çalışma Alanının Kara Kesiminde Elde Edilen Jeolojik Kesitler
(Komut, 1994)

6.11'de verilmiştir. Çalışma alanı güneyindeki Marmara çukurluklarının Kuzey Anadolu Fayının hareketi ile oluştuğu bilinmektedir (Barka ve Kadinsky-Cade 1988). Bu sistemde, Marmara Denizi içinde KD-GB uzanımlı olduğu varsayılan doğrultu atımlı faylanmalar, hemen hemen D-B uzanımlı normal faylanmalar meydana getirerek çek-ayır (pull-apart) türde havzalar oluşturmaktadır (Barka ve Kadinsky-Cade, 1988).

6.2 DENİZ JEOFİZİĞİ VE JEOLOJİSİ

Yedikule-Büyükçekmece (İstanbul) açıklarına ait deniz jeolojisi ve jeofiziğinin incelenmesinde, sözkonusu sahanın sismik yansıma kesitlerinin yorumlarından elde edilen bilgilerden faydalanılarak çeşitli haritalar oluşturulmuştur. Hazırlanan batimetri, genç çökel kalınlığı, temel kaya derinliği, yapısal unsur ve sismik fasiyes haritalarının jeolojik ve jeofizik yorumu ile saha detaylı incelenmiştir. Ayrıca çalışma sahasının sismik stratigrafik seviyelemesi de oluşturulmuştur.

6.2.1 SİSMİK KESİTLERDEN ELDE EDİLEN JEOLOJİK GÖZLEMLER

Sahanın batimetri haritası incelendiğinde deniz tabanının eğimli olduğu yerler açıkça ortaya çıkmaktadır (Şekil 6.4). Çalışma alanının batısında, Büyükçekmece-Küçükçekmece önleri arasında, kıyılarda nisbeten eğimli bir deniz tabanı göze çarpmaktadır. Büyükçekmece önlerinden başlayıp Küçükçekmece Körfezi önlerine gelmeden biten bu batimetrik değişim kıyıya paralel, doğu-batı doğrultusunda uzanır. Kıyıda yaklaşık -20 metrelerden başlayan bu değişim güneye doğru ortalama 2° lik bir eğimle inerek, -50 metrelere düşmektedir. Küçükçekmece Körfezi önlerinde bu morfoloji gözlenmemekte, körfeze karadan gelen malzemenin dağılma özelliğine ve körfezde hakim dip akıntılarına bağlı olarak bu bölgede deniz tabanı topoğrafyasının yumuşamış olduğu



Şekil 6.4 Çalışma Alanının Sismik Kesitlerden Elde Edilen Batimetri Haritası

düşünülmektedir. Batimetri, Küçükçekmece Körfezi önlerinde bu sebeplerle, kıyıda -10 metrelerden başlayarak açıklara doğru (yaklaşık 7.5 km güneye doğru) -110 metrelere tatlı bir meyille ulaşır. Sahanın daha doğu kısımlarına gidildikçe Küçükçekmece Körfezi önlerinde görülmeyen bu eğimli deniz tabanı, Yeşilköy önlerinde kıyıya paralel bir görünümde tekrar belirir. Burada kıyılarda -20 metrelerden -50 metrelere yaklaşık 3° lik bir eğimle inen bu batimetrik değişim sahanın doğusuna doğru ilerledikçe kıyıya paralel doğu-batı doğrultusundan ayrılıp yaklaşık olarak KB-GD doğrultusunu almaktadır. Bu uzanım Yedikule kıyılarından ortalama 7 km güneyde bulunan bir bölgeye kadar devam etmekte ve daha sonra eğimli topoğrafya kıyıya dik, K-G doğrultusunda uzanmaktadır. Yeşilköy ve Yedikule açıkları arasındaki bu eğimli topoğrafya, bu bölgede bulunan sığ bir düzlüğün sınırlarını oluşturmaktadır. Yeşilköy-Bakırköy-Yedikule önlerinde, açığa doğru üçgen şeklinde uzanan bu düzlüğün orta kısımlarında ortalama derinlik -25 metrelerdedir. Düzlüğün bittiği bölgelerde derinlik -40 metrelerden -70 metrelere düşer. Sahanın doğu kısımlarında bulunan ve batimetrideki ani değişim ile sınırlanan bu düzlüğün normal bir faylanma ile oluştuğu ihtimali yüksektir. Ek A1 ve Ek A2 'de sığ düzlüğün bulunduğu alanlardaki sismik yansıma kesitlerinden elde edilen derinlik kesitlerinde sığ düzlük ve (F3) ile gösterilen muhtemel normal faylanma görülmektedir. Şekil 6.8a ve 6.8b'de batimetri haritasının üç boyutlu görünümünde de bahsi geçen sığ düzlük kendini daha iyi göstermektedir. Bu sığ düzlüğün sınırlarının eski bir kıyı çizgisi olabileceği görüşü de muhtemeldir (Barka, Sözlü Görüşme).

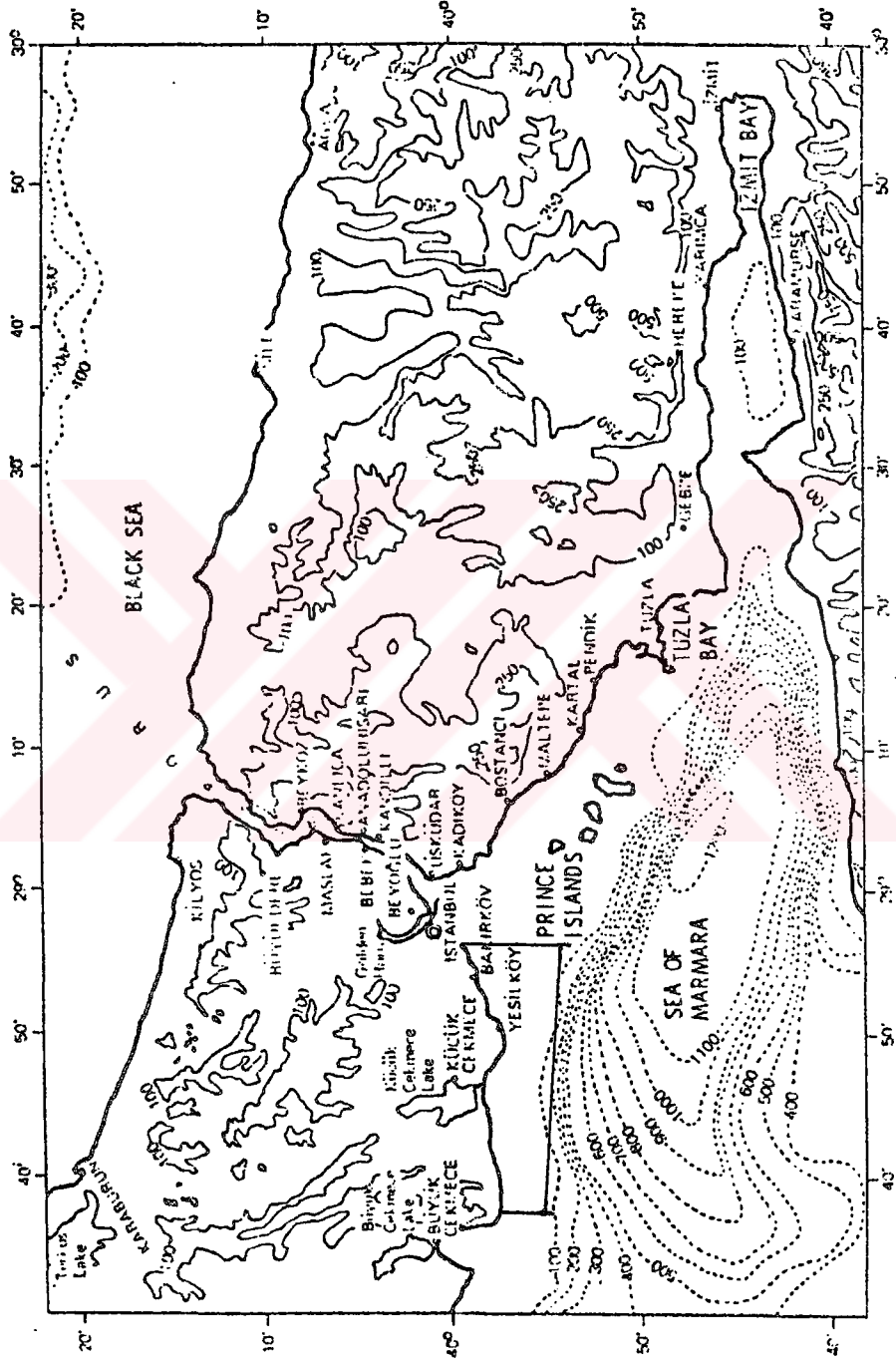
Sahanın batimetrisinde gözlenen bir diğer önemli değişim açıklarda, yaklaşık D-B doğrultulu, çalışma sahasının güneyini boyly boyunca sınırlayan bir dik yamacın varlığıdır. Bu ani eğimli deniz tabanı morfolojisi değişimine, D-B doğrultulu bir normal faylanmanın sebep olduğu düşünülmektedir. Bu konuya ileriki paragraflarda daha ayrıntılı

değınılecektir.

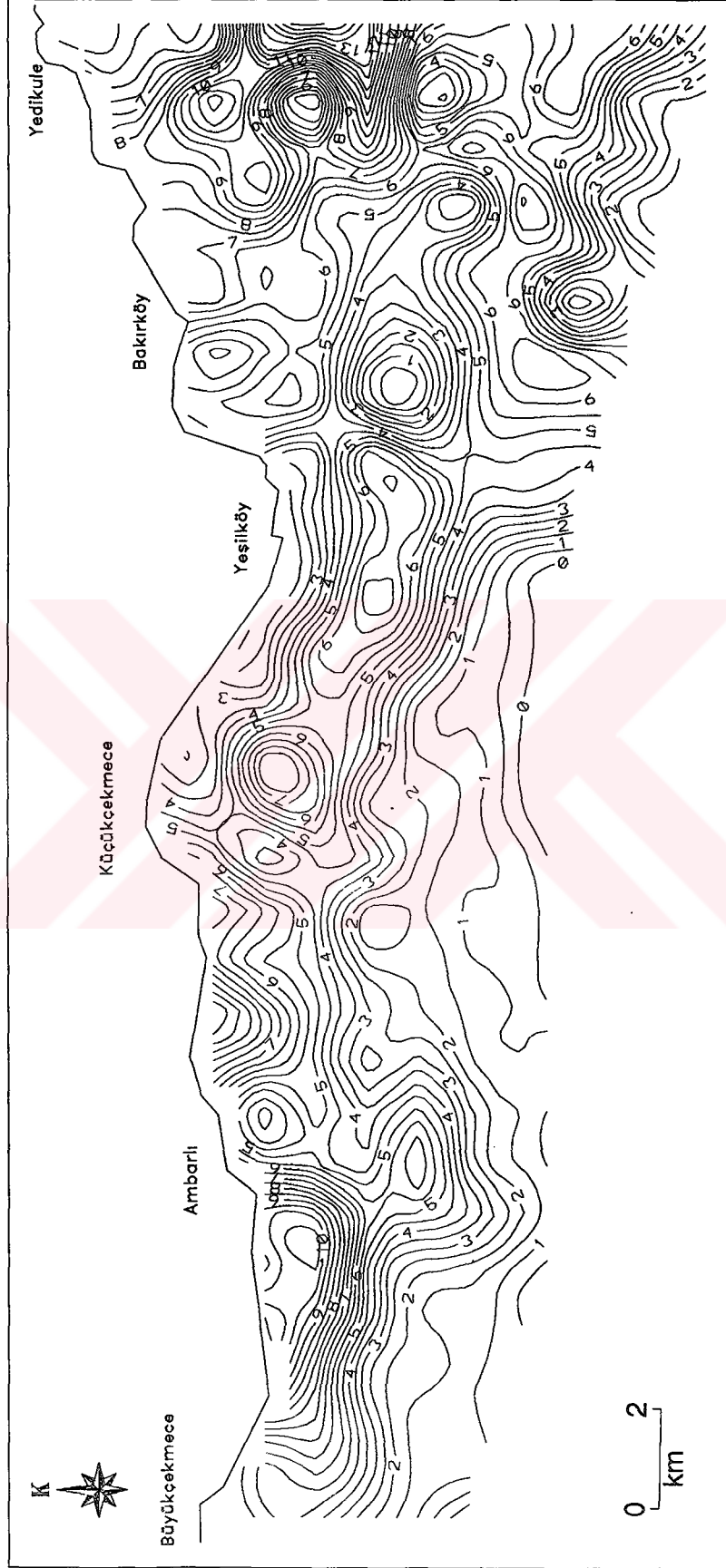
Çalışma alanının orta kısımlarında, kıyıdaki eğimli değişim ve güneydeki eğimli değişimin arasındaki alanda sakin bir eğimde açığa gittikçe derinleşen bir bölge vardır. Özellikle batıda Büyükçekmece açıklarında batimetrideki bu düzlük daha belirgindir.

Şekil 6.5 'de Marmara Denizi'nin kuzeydoğusuna ait batimetrik harita verilmiştir. Buna göre inceleme alanınının bu batimetrik değişimdeki yeri ve bahsedilen -100 konturunun genel gidişi buradan izlenebilir. Ayrıca Şekil 6.8a ve 6.8b'de batimetrinin farklı açılardan üç boyutlu görünümüleri sergilenmektedir.

Sahada deniz tabanı ve temel kaya yüzeyi arasında bulunan genç denizel çökellerin (Kuvaterner-Holosen?) kalınlık dağılımı haritası Şekil 6.6'da gösterilmektedir. Sismik yansıma kesitlerinde yüksek genlikli sürekli yansıma karakterinde izlenen ve uyumsuzluk yüzeyi olarak yorumlanan temel kaya üst yüzeyi ile yine yüksek genlikli yansıma veren deniz tabanı arasında kalan alanda, farklı tabakalanma özelliklerine sahip, denizel çökel birimleri yer almaktadır. Buna göre çalışma sahasının tümü için kıyı kesimlerinde çökellerin 6-9 metreler arasında değiştiği gözlenir. Sahada genç çökel kalınlığının en fazla olduğu yerlerden biri olan bu kıyı kesimleri batimetrinin eğimli olduğu bölgelere rastlamaktadır, bu ilk bakışta bir tezat yaratabilir ancak 2°-3° lik eğimli yüzeyler, üzerlerinde bulunan malzemelerin tutunamamasına sebebiyet vermezler. Yine tüm bölge için kıyıdan açıklara gidildikçe, sahanın orta kısımlarında sediment kalınlığının 4-5 metrelere düştüğü gözlenir. Batimetriden gözlenen eğimli yüzeyin bittiği yerlere rastlayan bu bölgede, temel kayanın yer yer deniz tabanı şeklinde yüzeylendiği, yani genç sedimentlerin çok incel-diği gözlenir. Sahanın açıklarında genç sediment kalınlığı değişimi incelendiğinde Yeşilköy ve batısının açıkları için sedimentlerin ince bir



Şekil 6.5 Marmara Denizi Kuzeydoğusunun Batimetri Haritası (Gunnerson ve Erdoğan, 1974)



Şekil 6.6 Çalışma Alanının Sediment Kalınlığı Haritası

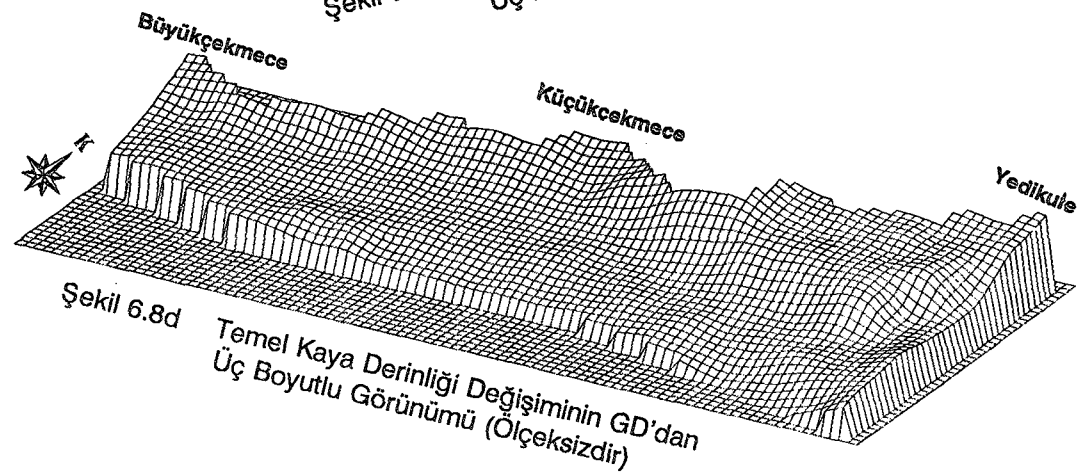
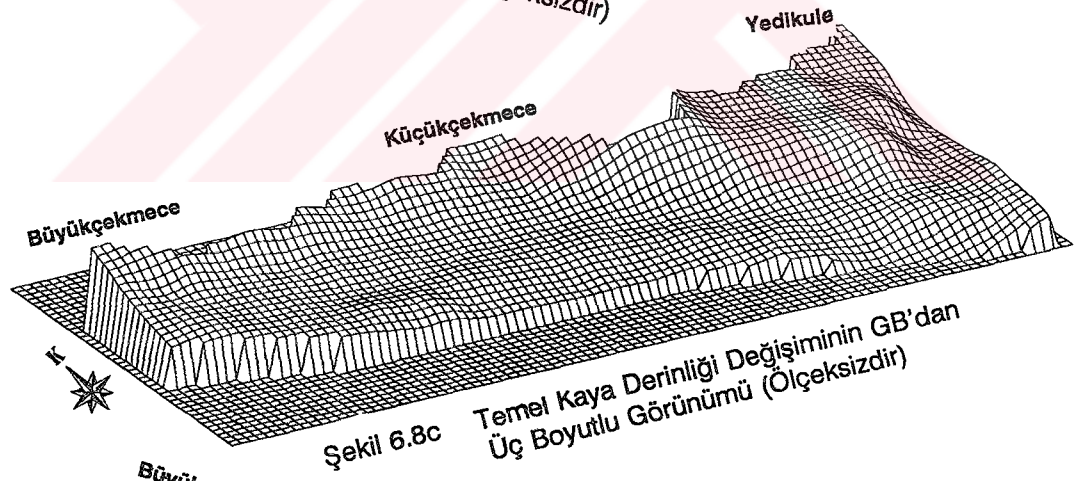
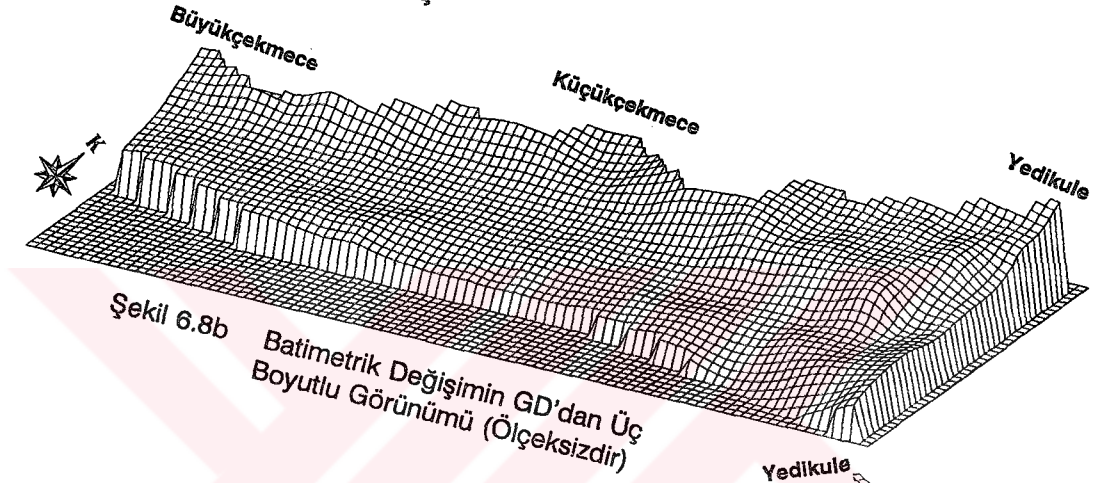
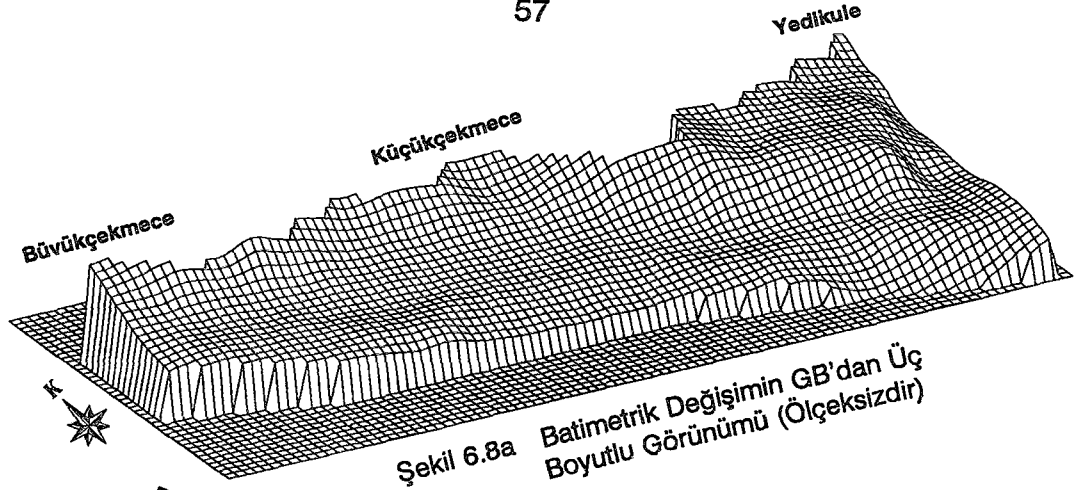
tabaka şeklinde 0.5 m ile 1.5 metreler arasında değiştiği, doğusunun açıkları için ise 4-4.5 metreler civarında yer aldığı anlaşılmıştır. Ayrıca doğuda sığ düzlüğü oluşturan batimetrik değişimin önlerinde de lokal olarak kalın genç çökel istifin cep şeklinde dağıldığı gözlenmektedir.

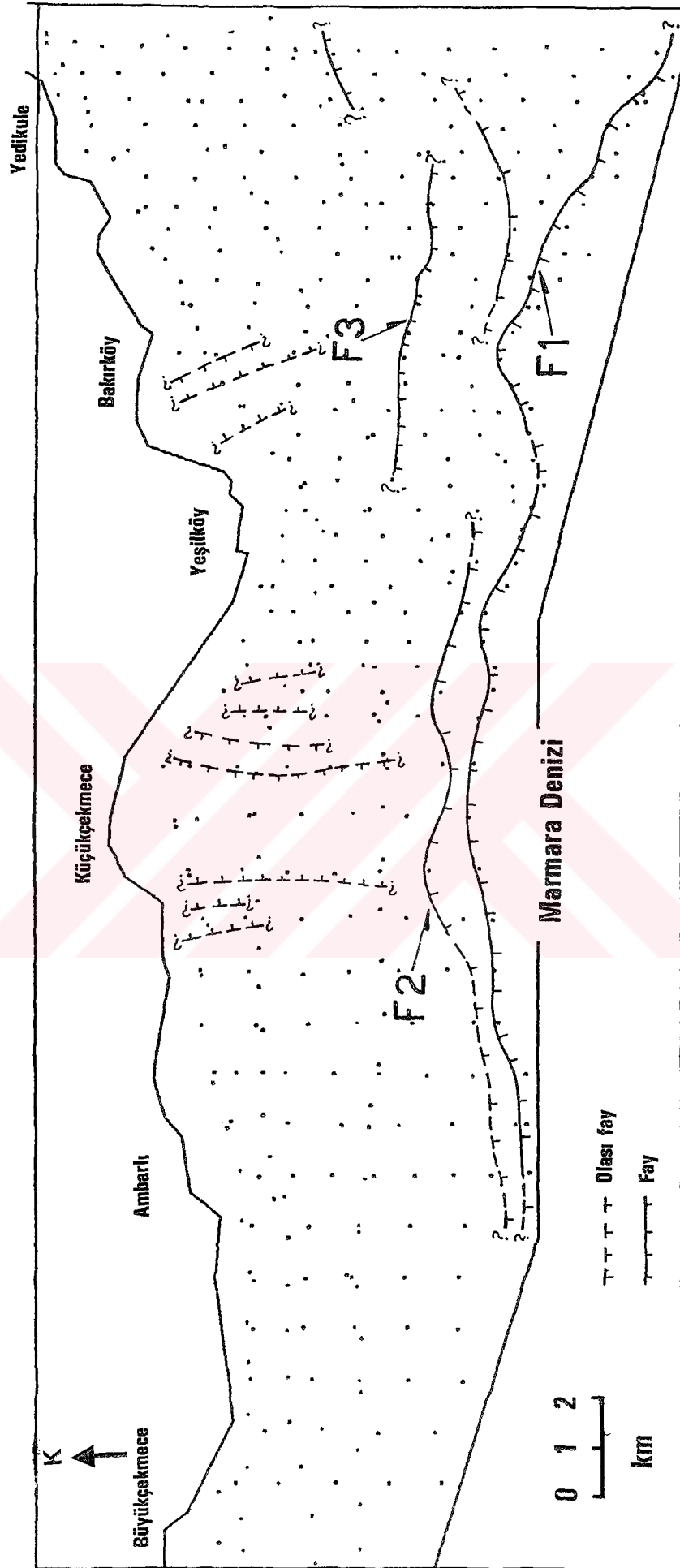
Daha önce de belirtildiği gibi sahada temel kayanın üst yüzeyi olarak, denizel çökellerin altında bulunan, sismik kesitlerde yüksek genlikli yansıma veren, düzgün olmayan bir yüzey oluşturan seviye belirlenmiştir. Temel kaya topoğrafyası olarak alınan seviye bir çökelme arayüzeyi değil, jeolojik zamanda bir boşluğu gösteren bir aşınma yüzeyidir. Sözü edilen bu yüzeyin deniz yüzeyinden olan derinlik değişimi Şekil 6.7'de verilen haritada gösterilmektedir. Temel kaya topoğrafik yüzeyi kabul edilen bu seviyenin bir noktadaki derinliği o noktaya ait deniz tabanı derinliği ve genç çökel kalınlığını toplayarak bulunur. Bilindiği gibi deniz tabanı derinliğinin bulunmasında P dalgalarının ilerleme hızı denizde 1500 m/sn, genç çökel istiflerinde ise 1900 m/sn olarak alınmış, böylece sismik zaman kesitlerinden derinlik kesitlerine geçilmiştir. Buna göre oluşturulan temel kaya derinlik değişimi haritası ile batimetri haritasının oldukça benzer olduğu gözlenir. Bu da batimetrinin doğrudan temel kaya topoğrafyası tarafından belirlendiğini gösterir. Şekil 6.8a, 6.8b, 6.8c, 6.8d'de çalışma sahasının batimetri ve temel kaya derinliği değişimlerinin üç boyutlu görünümleri çeşitli bakış açılarından verilmektedir.

Çalışma sahasındaki yapısal unsur dağılımı Şekil 6.9'da verilen haritada gösterilmektedir. Haritada belirgin olarak inceleme sahasını güneyde boylu boyunca sınırlayan, doğu-batı doğrultulu bir normal faylanmanın (F1) varlığı dikkati çekmektedir. Batimetride -100 m derinliklerden sonra ani bir düşüş şeklinde kendini gösteren bu normal faylanma (F1), Yedikule açıklarından itibaren kabaca kıyı şekline paralel olacak biçimde Ambarlı açıklarına kadar devam etmektedir. Bu fayın



Şekil 6.7 Çalışma Alanının Temel Kaya Derinlik Haritası

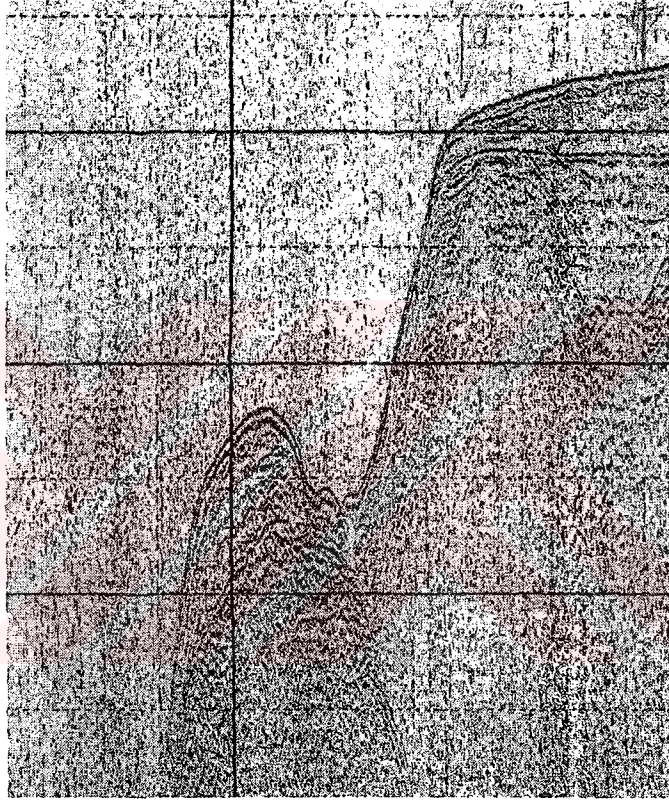




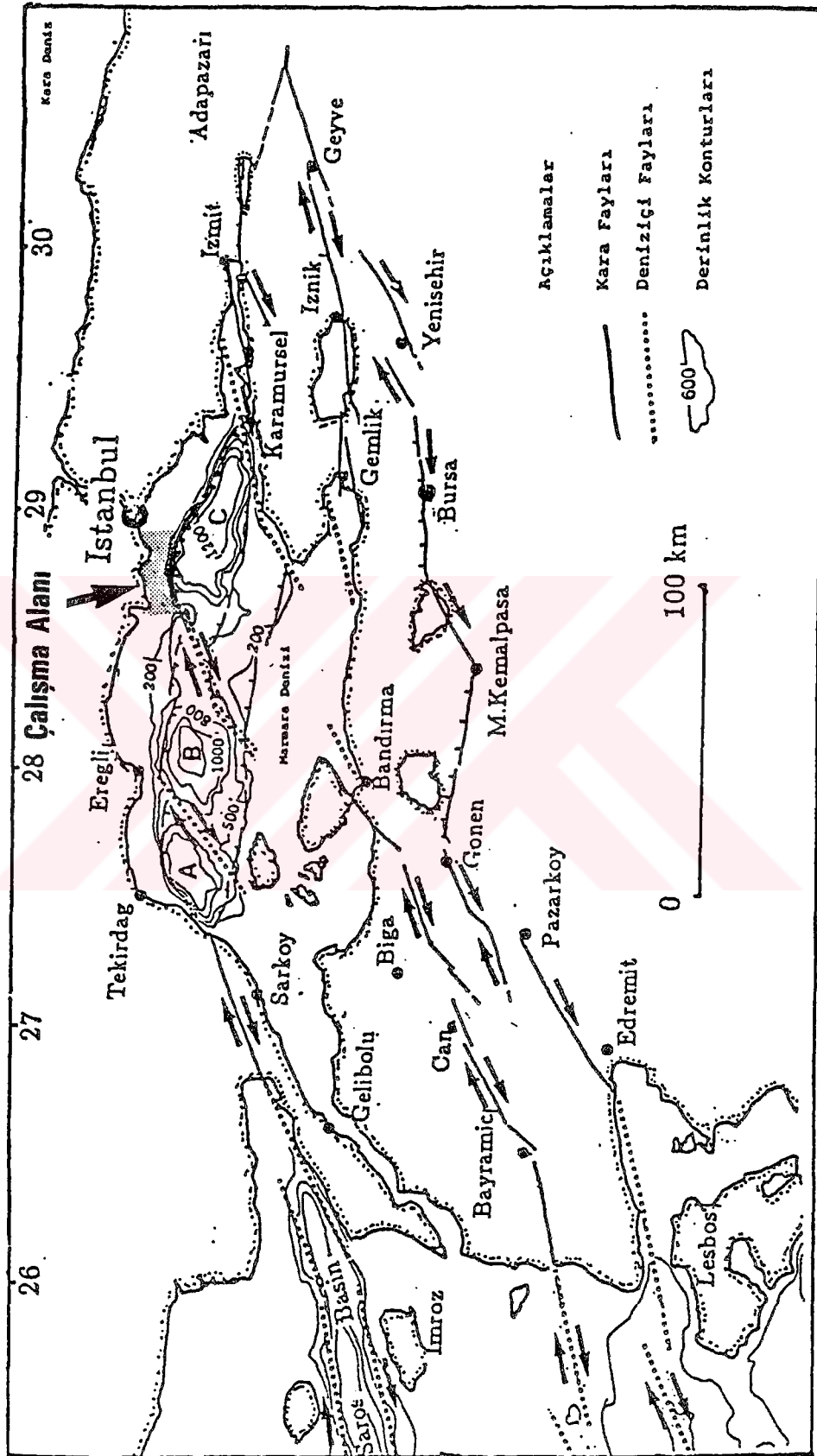
Şekil 6.9 Çalışma Alanının Yapısal Unsur Haritası

Büyükçekmece açıklarında devam edip etmediği, o bölgedeki sismik kayıt hatlarının yeterli uzunlukta olmaması nedeniyle takip edilememektedir. Sismik veri toplamada kullanılan aletin penetrasyon derinliğinin sınırlı olması sebebiyle batimetride -100 metrelerden aşağıya düşüşün hangi derinliklere ulaştığı gözlenememekte bu sebeple sözkonusu fayın haritaya işlenmesi, batimetride eğimin ani olarak değiştiği noktaların birleştirilmesi, yani fayın tepe çizgisinin çizilmesi ile gerçekleştirilmiştir (Şekil 6.9). Bu sebeple aşağı düşen blok göz önüne alınarak çizilmesi gereken fay çizgisinin haritanın biraz daha güneyinden geçmesi beklenir. (F1) fayı -100 metrelerden ani bir eğimle aşağıya inerken yaklaşık -140 metrelerde yer yer şiddetli depresyon yarıkları gözlenir. Özellikle sahanın batı kısımlarında bulunan depresyon yarıklarının sismik kesitlerdeki görünümü Şekil 6.10'da gösterilmektedir. Derin sismik verilerinde benzer yapıların varlığı bilinmektedir (Bally, 1986). Bu faylanmanın Marmara Denizi'nde etkili tektonik sistemdeki yeri Şekil 6.11'de verilmektedir (Barka ve Kadinsky-Cade, 1988). Görüldüğü gibi çalışma sahasına ait (F1) fayı, Marmara Denizinde çek-ayır (pull-apart) türde havzaların oluşmasına sebep olan KD-GB genel yönünde sıralanan doğrultu atımlı faylanmaların oluşturduğu D-B doğrultusunda uzanan normal faylanmaların Büyükçekmece-Yedikule açıkları arasında kalan kısmını oluşturmaktadır.

Yapısal unsur haritasında, bu ana faya (F1) paralel olarak gelişen, batimetride kendini yer yer belli eden ikinci bir normal faylanma (F2) gözlenmektedir. Bu (F2) fayının, (F1) ana fayının o bölgede yarattığı gerilme kuvvetleri ile oluştuğu düşünülmekte ve her iki fay arasında kalan alanın şiddetli kırıklı ve kıvrımlı bir yapılanma özelliği gösteren bir fay zonu olduğu anlaşılmaktadır. Ek A3' de Yeşilköy açıklarına ait derinlik kesitinde (F1) ve (F2) faylanması ve aralarında fay zonu olarak nitelendirilen bölge görülmektedir.



kil 6.10 Çalışma Alanının Doğusunda Gözlenen Depresyon Yarıklarının Sismik Kesitte Görünümü



Şekil 6.11 Marmara Denizi Ve Civarının Etkin Tektonik Sistemi
(Barka ve Kadinsky-Cade, 1988)

Sahada bu fayların dışında yine (F1) ana fayının yarattığı gerilmelerle oluşan, doğudaki sıg düzlüğü meydana getiren, batimetride etkili, yaklaşık D-B doğrultulu (F3) normal faylanması tesbit edilmiştir. Bu faylanmanın Bakırköy açıklarına ait iki derinlik kesitindeki görünümü Ek A1 ve Ek A2'de verilmektedir. İnceleme alanında ayrıca Bakırköy ve Yeşilköy kıyıları önünde yaklaşık KKB-GGD yönlü, muhtemel eski faylanmalar belirlenmiştir. Bu bölgede karada, Ayamama havzasını oluşturan küçük graben yapılarının var olduğu (Meriç vd.,1991) bilinmektedir. Buna göre karadaki bu faylanmalı birimlerin deniz içindeki uzanımı olarak düşünülebilecek bu muhtemel faylar, temel kaya birimlerinde etkilidirler. Bunlardan başka, Küçükçekmece körfezi önlerinde kıyıya yaklaşık dik olarak uzanan, temel kaya birimlerinde etkili olup batimetriyi etkilemeyen normal faylanma işaretleri sismik kesitlerde görülmektedir.

Yapısal unsur haritasında temel kaya olarak yorumlanan A birimi, yer yer yayvan kıvrımlı bir yapı göstermektedir (Şekil 6.12). Kıvrımlı temel kaya birimleri, kıyıya dik K-G doğrultulu hatlarda gözlemlendiği gibi kıyıya paralel D-B doğrultulu hatlarda da gözlenmektedir. Bu nedenle kıvrım eksenlerinin ortalama KB-GD veya KD-GB doğrultularında uzandığı anlaşılmaktadır. Bu bölgede karada yapılan jeolojik çalışmalarda Küçükçekmece-Yedikule arasında Üst Miyosen birimlerinin yayvan kıvrımlı olduğu ve kıvrım eksenlerinin de KKB-GGD doğrultulu olduğu belirtilmektedir (Komut, 1994). Buna dayanarak denizde de kıvrım eksenlerinin bu doğrultularda uzandığı düşünülmektedir. Kıvrımlı temel kaya birimleri sahanın açıklarında kendini şiddetli kırıklı ve kıvrımlı, (F1) ve (F2) arasında kalan fay zonu şeklinde gösterir. Buna karşılık A biriminin üzerindeki genç çökellerde herhangi bir kıvrımlanma belirtisi gözlenmemiştir.

6.2.2 SİSMİK STRATİGRAFİK SEVİYELEME

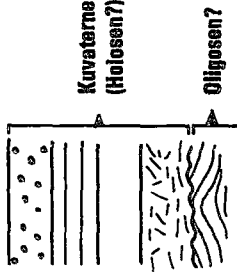
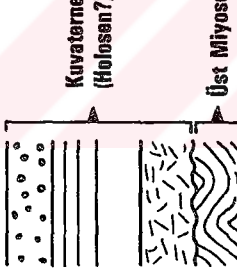
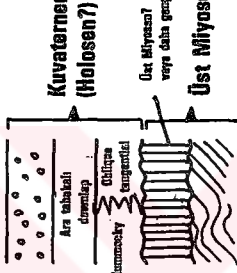
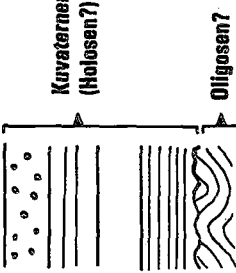
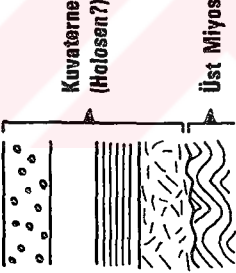
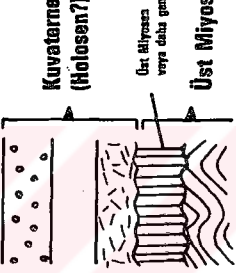
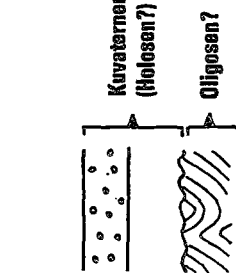
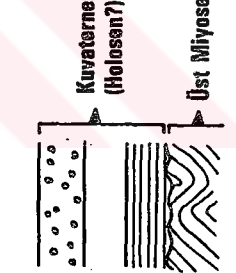
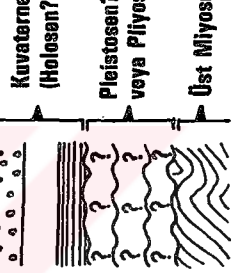
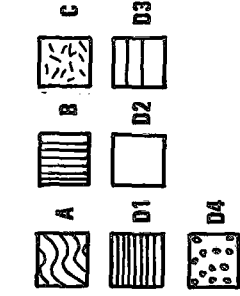
Şekil 6.16, 6.17 ve 6.18' de çalışma bölgesine ait sismik yansıma kesitlerinin tipik örnekleri verilmektedir. Genel olarak sismik kesitlerin çoğu jeolojik kesitlerin benzeşimi gibi düşünülebilirler, ancak jeolojik yapıya geçildiğinde farklılıklar ortaya çıkmaktadır. Çalışma bölgesini genelde en iyi karakterize eden alanlardan seçilen, yukarıda bahsedilen sismik yansıma kesitlerinden elde edilen derinlik kesitleri Ek A1, Ek A2 ve Ek A3'de verilmektedir. Derinlik kesitlerinde düşey ölçek 1/1000, yatay ölçek 1/5000 alınmıştır. Bu tip sığ sismik kesitlerde eğimli görülen yüzeylerin jeolojik kesitteki görünümünde gerçek eğimlerin çok daha az olduğu anlaşılır. Sismik kesitten derinlik kesitine geçişte daha önce de belirtildiği gibi P dalgalarının yayılma hızı denizde 1500 m/sn, denizel çökellerde 1900 m/sn ve temel kaya birimlerinde de 3000 m/sn alınmıştır.

Sismik yansıma ölçmelerinde kullanılan aletin penetrasyon derinliğine bağlı olarak bu çalışmada deniz tabanından itibaren en fazla 75 m derinliklerden bilgi alınabilmektedir. Sismik kesitlerin stratigrafik yorumu bu penetrasyon derinliği dahilinde yapılmıştır.

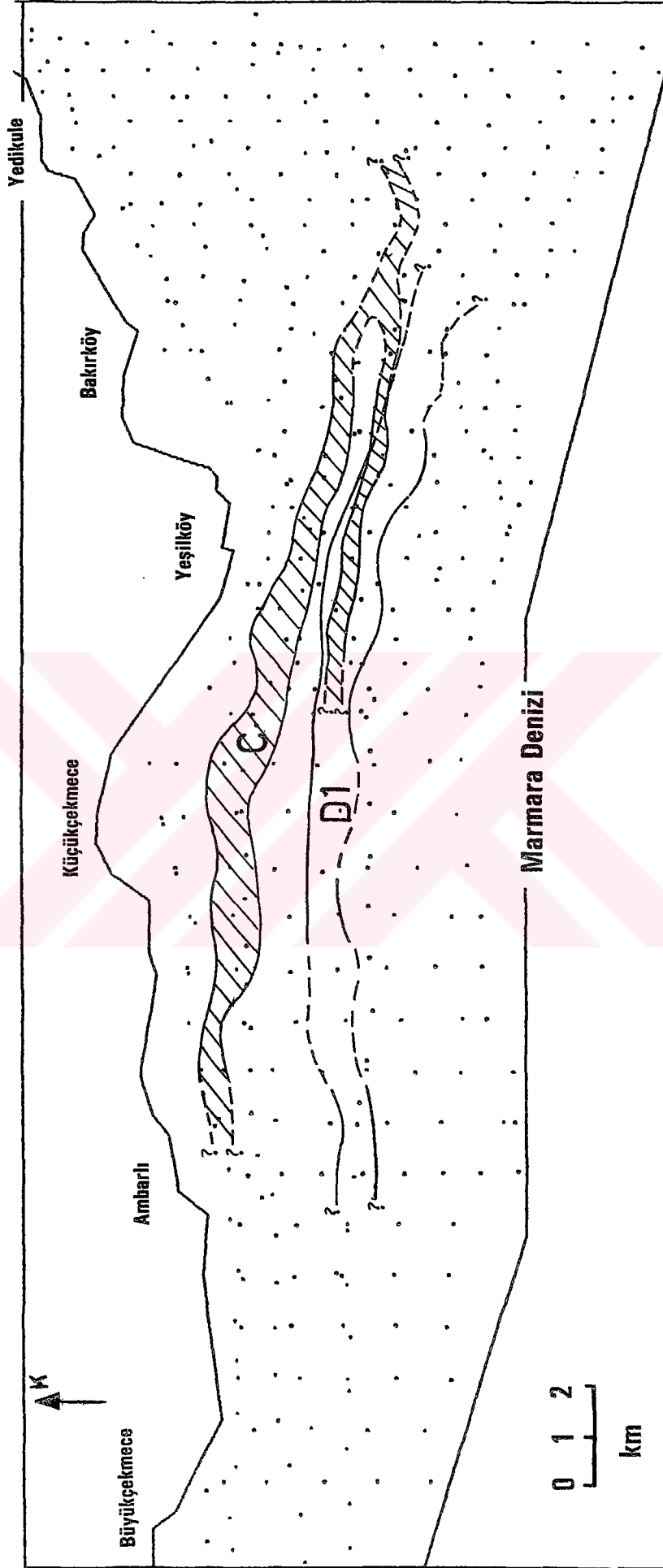
Sismik yansıma kesitlerinde temel kaya üst yüzeyinin bir uyumsuzluk yüzeyi olduğu kabul edilmiştir. Sismik kesitlerde bu seviye yüksek genlikli ve aşınma sonucu oluşan oldukça bozuk bir yüzey özelliği göstermekte ve alttaki birimler bu yüzeyle açısız uyumsuz olarak kesilmektedir. Üstteki birimler ise, genellikle bu yüzeye uygun tabakalanma veya onlap göstermektedirler. Karada gözlenen birimlerden hareketle, temel kaya olarak isimlendirilen yayvan kıvrımlı ve paralel tabakalanmalı birimin sahanın batısında Oligosen (Gürpınar Formasyonu?), sahanın doğusuna doğru Üst Miyosen (Çekmece Formasyonu'na ait Güngören ve/veya Çukurçeşme Üyesi?) yaşlı birimlerden oluştuğu düşünülmektedir. Şekil 6.3'deki Jeolojik kesitlere

ve Şekil 6.2'de bu kesitlerin konumlarına bakıldığında güneye gidildikçe yani denize inildikçe, Çekmece Formasyonuna ait birimlerin bulunduğu göze çarpar. Buna göre sismik kesitlerde inilebilen maksimum derinlik de göz önüne alınarak, denizde Küçükçekmece ve doğusu için temel kaya birimlerinin Çekmece Formasyonu'nun Güngören ve/veya Çukurçeşme üyelerine ait birimler olduğu düşünülmektedir. Ancak, Küçükçekmece körfezi'nde mühendislik amaçlı yapılan sığ sismik çalışmasında alınan sondajlarda, temel kayanın iri çakıllı kabuklu kum ve iri çakıllı kum birimlerinden oluştuğu belirtilmiştir (Alper, 1993). Buna göre bu teze konu olan bir deniz sismiği çalışmasında Küçükçekmece ve doğusu için temel kayayı Çukurçeşme Üyesi'nin (bol omurgalı fosilli karasal kum ve çakıl) oluşturduğu ihtimali yüksektir. Bunun yanında Güngören Üyesinin karada kum ve çakıllarla yanal geçişli olduğu belirtildiğinden (Komut ve Barka, 1994), Güngören Üyesinin de temeli oluşturabileceği ihtimali göz ardı edilmemelidir. Zira yanal değişimlerin sismik kesitlerde anlaşılabilmesi oldukça güçtür. Bakırköy Üyesi'nin ise aşınmış olması sebebiyle denizin altında devam etmediği düşünülmektedir.

Küçükçekmece koyu girişi ve sahanın doğu kısmına hakim genel sismik stratigrafik yapıda (Şekil 6.12), en altta kıvrımlı paralel tabakalanma gösteren ve açıklarda yer yer şiddetli kıvrımlı ve kırıklı bir durumda bulunan yukarıda bahsi geçen (A) birimi yer almaktadır. Üstteki paragrafda açıklandığı üzere, (A) biriminin üst yüzeyi kıyıdan itibaren açıklara doğru bir aşınma yüzeyi oluşturmaktadır. Bu yüzeyde görülen hafif eğimli çökel çukurları en altta eski bir heyelan veya faylanmanın ürünü olabilecek mercek şeklinde düzensiz (chaotic) yansıma karakterli (C) birimi (Şekil 6.12 ve 6.13) ve bu birimi tamamen veya kısmen örten ve yüksek yansıma sıklığı nedeni ile ardalanmalı bir karakterde, muhtemelen deniz çökeli (D1) birimi yer almaktadır. Karadaki jeolojik çalışmalardan Ambarlı ve Küçükçekmece arasında kıyıya paralel uzanan

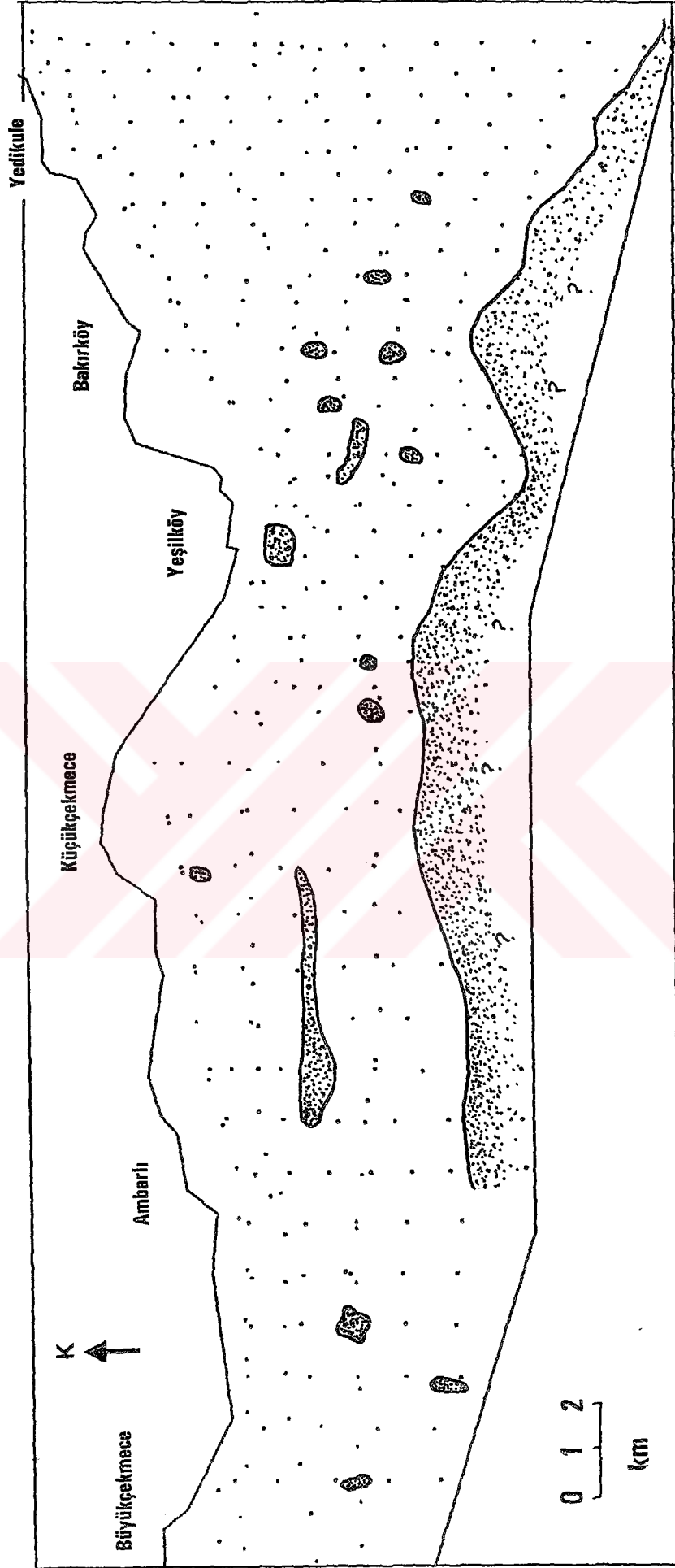
	Küçükçekmece ve Batısı (248-251 ve daha batısı)	Yeşilköy Açıkları (241-245)-(141-146) hatları arası	Bakırköy ve Doğusu (134-140 ve daha doğusu)	Açıklamalar
Kıyı Kesimi				D4: Çamur, kumlu-çamur D3: Alt ve üst birimlere uygun tabakalanma gösteren birim D2: Altta ve üstteki birimlere uygun tabakalanma gösteren yansız (Reflection free) tabakalanma D1: Ardalanmalı yansıma karakterli birim, altta birime onlay yapmakte.
Orta Kısımlar				C : İlercek şekilli, düzensiz (Kütü) yansıma karakterli birim B : Düzensiz tabakalanmalı (subparallel) birim, orta kesimlerde yansız (reflection free) karakterli A : Kıvrımlı tabakalanma, üstteki birimlere eğilimli bir uyumsuzluk göstermektedir
Açıklar				

Şekil 6.12 Çalışma Alanının Sismik Stratigrafik Seviyelemesi

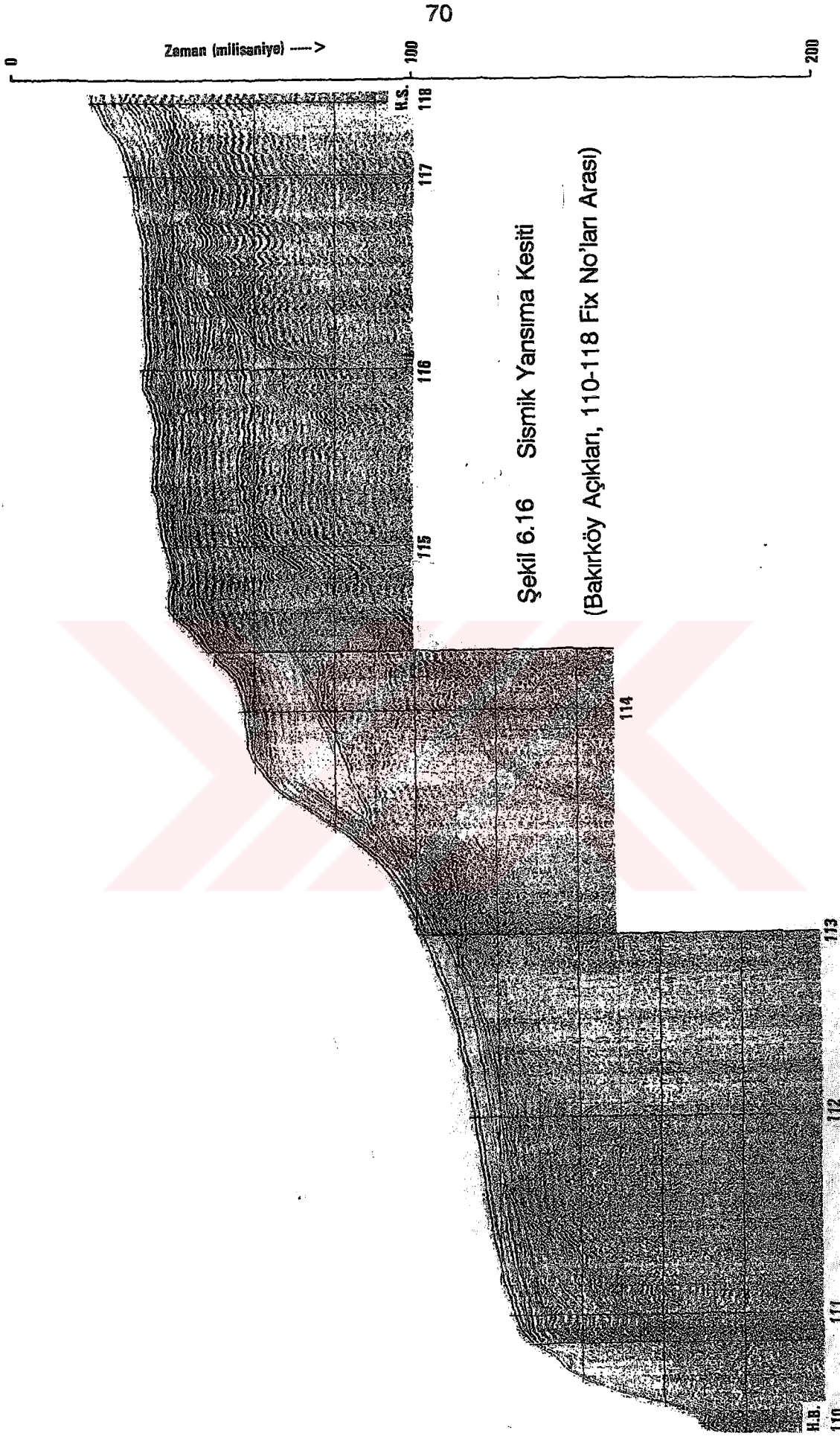


Şekil 6.13 (C) ve (D1) Sismik Fasiyeslerinin Çalışma Alanındaki Dağılım Haritası

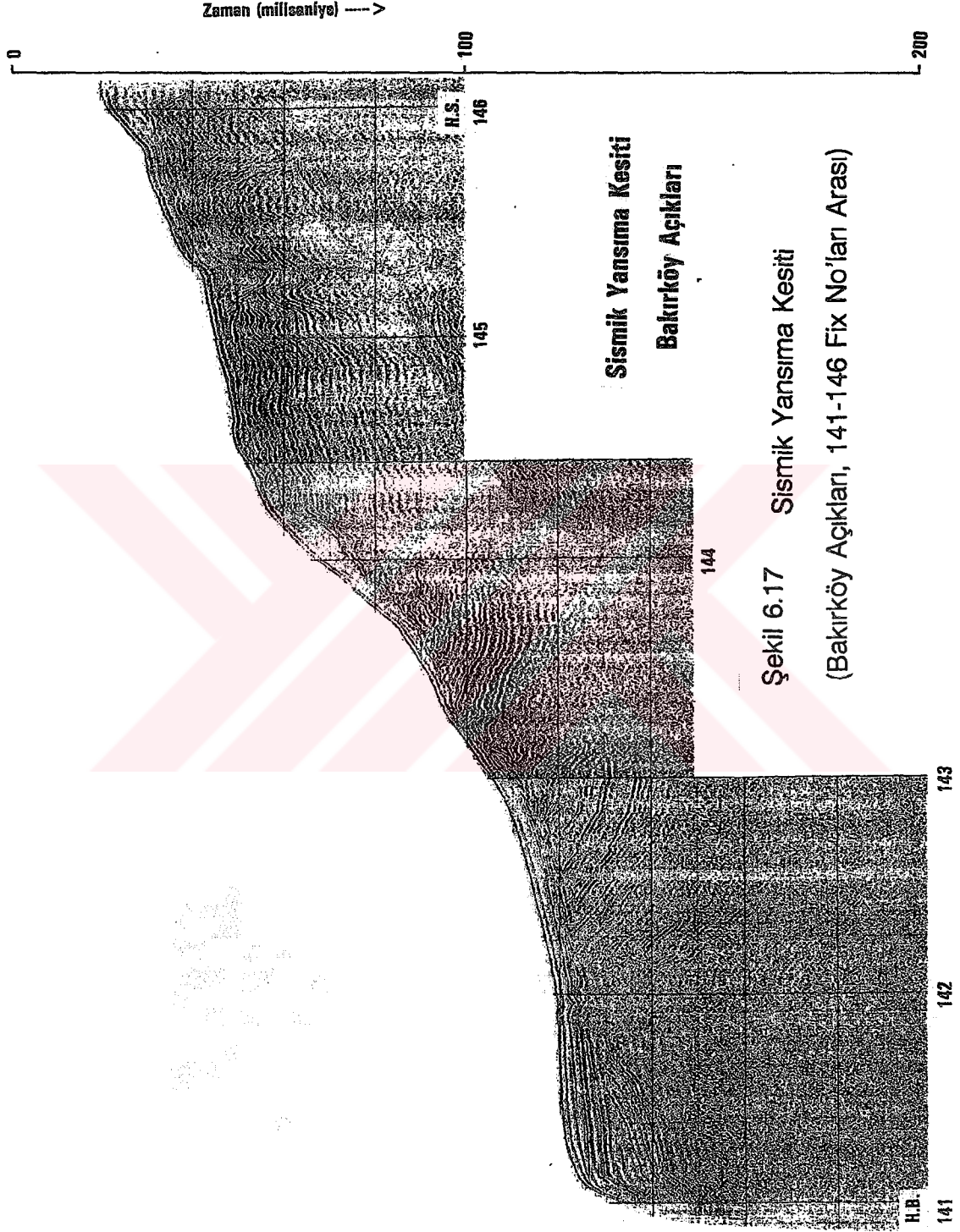
güncel heyelanların varlığı bilinmektedir (Barka, Sözlü Görüşme). Ayrıca denizel ortamda da bu kıyı bölgelerinde deniz sedimanları altında yer alan, daha yaşlı bir taşınmış malzeme özelliği gösteren (heyelan?), (C) sismik fasiyesi saptanmıştır. Bu da o bölgelerin (deniz ve kara için) eskiden beri bir heyelan bölgesi olduğunu göstermektedir. Sismik fasiyes dağılım haritasında (Şekil 6.13), (C) ve (D1) birimlerinin yaklaşık doğu-batı doğrultusunda Ambarlı açıklarından başlayarak daha ziyade Küçükçekmece Körfezi önünde iyi gelişmiş oldukları ve Bakırköy önlerinde bulunan sığ düzlüğü sınırlayan eğimi takip ettikleri görülmektedir. (C) birimi Yeşilköy önlerinde birbirine paralel iki parça halinde izlenmekte ve bu iki parça Bakırköy açıklarında muhtemelen birleşmektedir (Şekil 6.13). (D1) birimi Yeşilköy önlerinde bulunan (C) biriminin açıktan geçen parçasını, onlap olacak şekilde bütünüyle örtmektedir. (D1) birimi üzerinde sahanın çoğunu örten, ince taneli bir çökeltme özelliğine işaret eden iç yansız (reflection free), muhtemelen homojen bir birim (D2) bulunmaktadır (Şekil 6.12). Bu birim açıklara doğru incelirken, kıyıya doğru ara tabakalanmalı bir şekildedir. (D2) birimi üstünde yine sahanın çoğunda gözlenen ara tabakalanmalı (D3) birimi ve en üstte bütün sahada gözlenen ve gravite core ve yüzey örnekleri ile de iyi bilinen kumlu çamur seviyesi (D4) bulunmaktadır. Sahada tane büyüklüğüne göre yüzey sediment dağılım haritası Şekil 6.15'de gösterilmektedir. Bahsedilen (D4) biriminin sahadaki dağılımı olan haritaya göre deniz tabanı yüzeyinde kıyılarda kum, siltli kum, çamurlu kum ve kumlu silt, orta bölgelerde yer yer kumlu çamur ve daha açıklarda da çamur birimleri yer almaktadır. Bölgeye ait temel kaya yer yer denizaltı kayalıkları şeklinde deniz tabanında mostra vermektedir. Şekil 6.14'de sahada temel kayanın yüzeylendiği bu yerler haritalanmıştır. Sahanın doğusunda Yedikule-Bakırköy önlerinde bulunan sığ düzlükte sismik stratigrafi değişmekte ve iki diskordans yüzeyi ortaya çıkmaktadır. Altta yer alan diskordans yüzeyi altında kalan birimlerin yansıma özellikleri ve diskordans yüzeyi ile yaptıkları açılı uyumsuzluk gözönüne

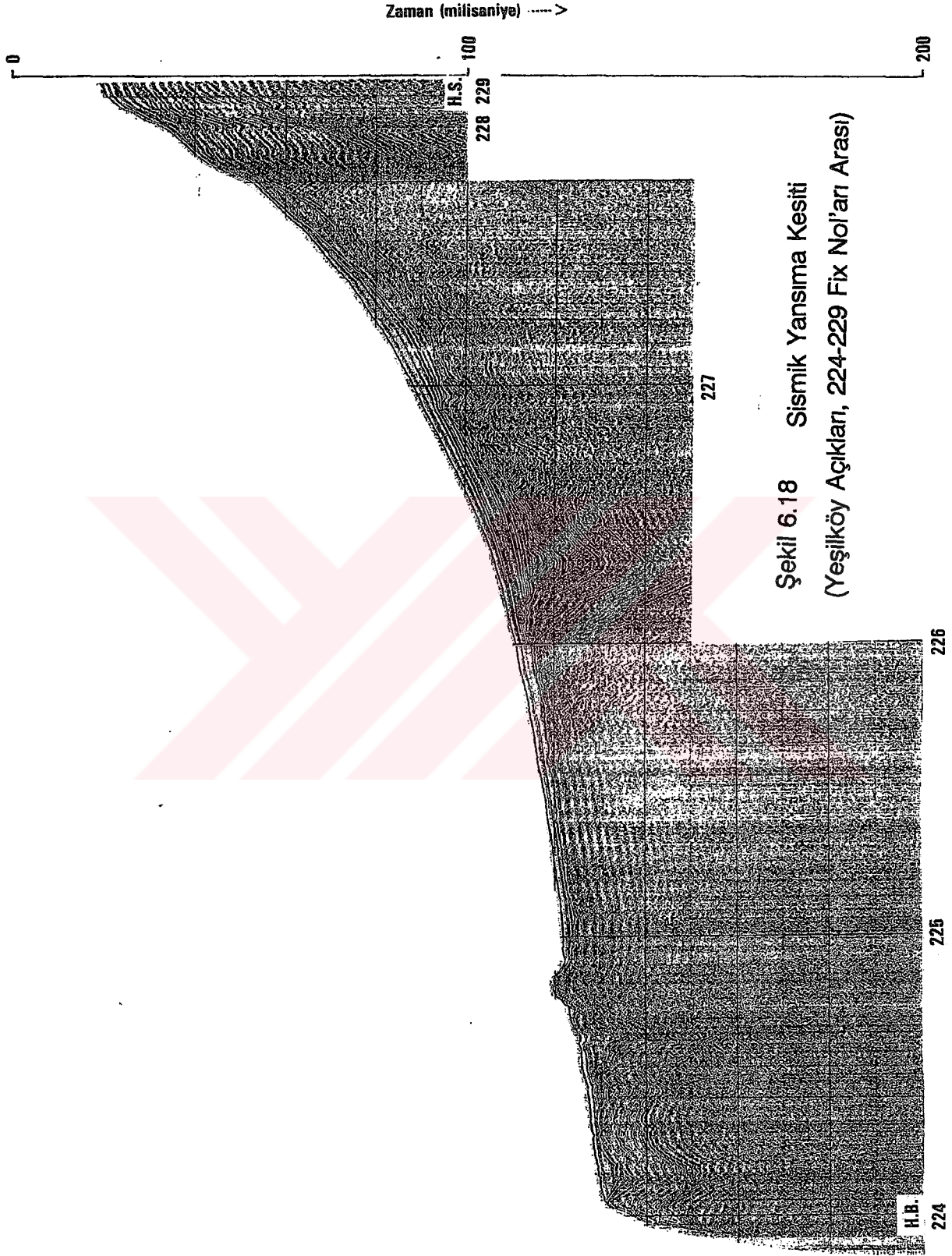


Şekil 6.14 Çalışma Alanında Temel Kayanın Yüzeylendiği Yerler



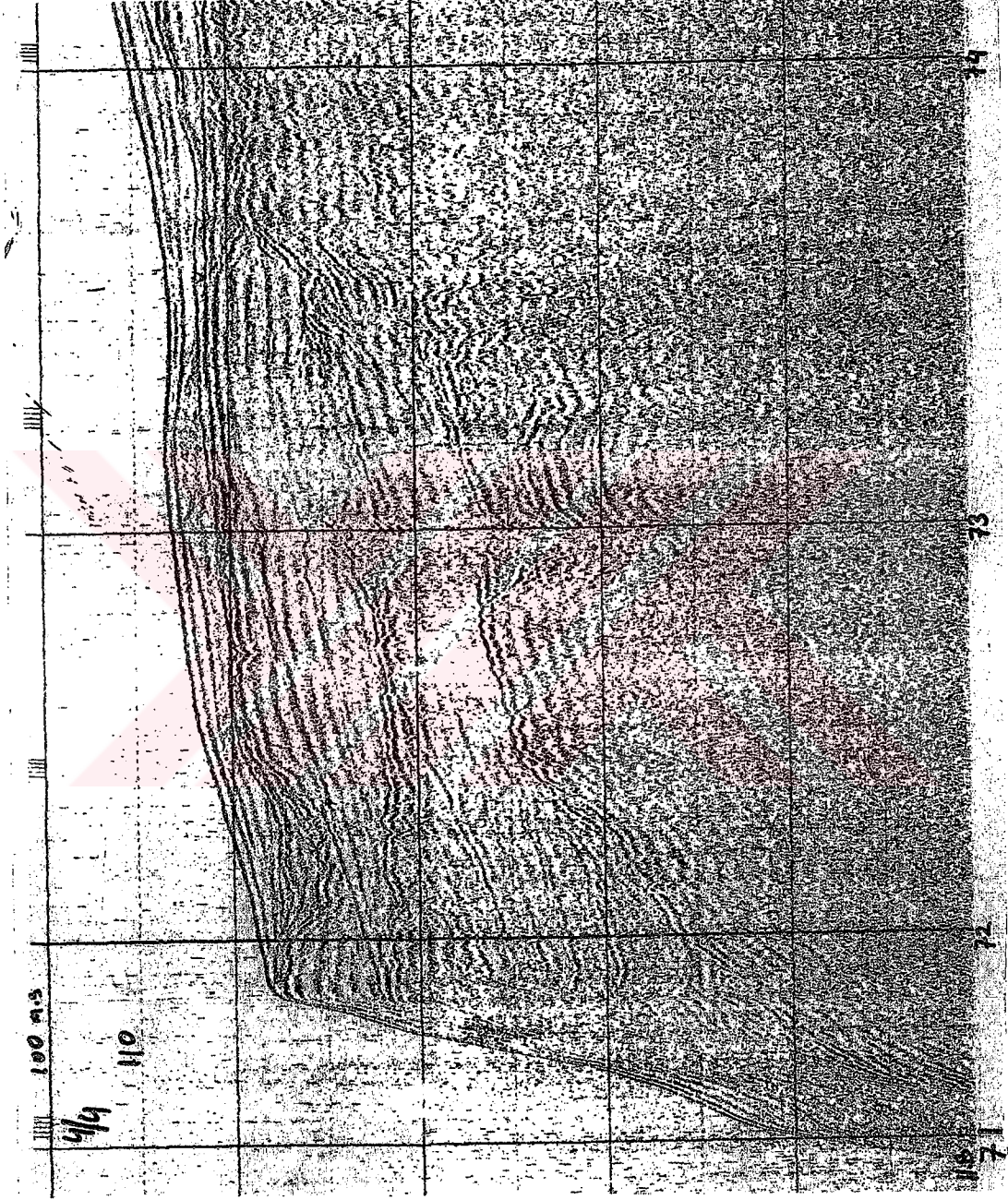
Şekil 6.16 Sismik Yansıma Kesiti
(Bakırköy Açıkları, 110-118 Fix No'ları Arası)





alındığında, Küçükçekmece önlerinde batıya doğru takip edilen üst Miyosen(?) yaşlı birimler olduğu varsayılabilir. Üstte yer alan diskordans yüzeyi üzerinde deniz çökelleri (Kuvaterner-Holosen?) yer almaktadır. İki diskordans yüzeyi arasında kalan birimler genellikle yatay düzensiz tabakalanmalı ve az deformasyona uğramış birimler olup, muhtemelen üst Miyosen(?) veya daha genç yaşta birimler (B) olmalıdırlar. Bakırköy ve doğusunda, kıyılarda sığ düzlüğe rastlayan bölgelerde uyumsuzluk yüzeyi üzerinde düzgün olmayan, tepecikli (hummocky) ve oblik tanjantiyel yansıma karakterli birimlerin bir yanıl geçişle sıralandığı gözlenir. Bunların üzerinde de ara tabakalı, ve aşağıda sözü edilen birimlere downlap yapacak şekilde uzanan, yine lokal bir değişim sismik kesitlerden izlenmektedir.

Bakırköy ve doğusunda, açıklar için oluşturulan stratigrafik seviyelemede denizel sedimentlerin altında birden fazla uyumsuzluk yüzeylerinin var olduğu kesitlerden izlenmektedir. Bu bölgede en altta, tüm sahada etkili kıvrımlı yapılı, Üst Miyosen yaşlı (A) biriminin varlığı, sözü edilen uyumsuzluk yüzeylerinin yaşlarının en genel olarak Pliyosen ve Pleistosen olduğuna işaret eder. Bu uyumsuzluk yüzeyleri sismik kesitlerde düzgün olmayan, yüksek genlikli yansımalar şeklinde kendini göstermektedir. Tabakalı yansımaların bu yüzeylere gelip dayanması, tabakaların jeolojik bir zaman aralığında aşınarak bu yüzeyleri oluşturduğu ihtimalini kuvvetlendirir ve bunların Plio-Pleistosedeki deniz seviyesi değişimleri ile ilgili olabileceğini düşündürür (Şekil 6.19). Sözü edilen yüzeylerin inceleme sahasının sadece batı kısımlarında görülmesi, sahanın güneyindeki (F1) ana fayının oluşması sırasında, batı kısımlarda bu birimlerin aşağıya süpürüldüğü, doğuda ise faylanma çizgisinin daha açıklardan geçmesi nedeniyle varlığını devam ettirdiği şeklinde açıklanabilir.



Şekil 6.19 Çalışma Alanının Doğusunda Bulunan Uyumsuzluk Yüzeylerini Gösteren Sismik Kesit

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Marmara Denizi Kuzeyinde, Yedikule-Büyükçekmece ( stanbul) arasının sı  deniz jeofizi i ve jeolojisini incelemek amacıyla bu bölgeye ait sismik yansıma kesitleri incelenmiş ve sahaya ait batimetri, genç sedimentlerin kalınlığı, temel kaya derinliği, yapısal unsur, ve belirli sismik seviyelerin dağılım haritaları, ayrıca sahanın sismik stratigrafik seviyelemesi oluşturulmuştur. Çalışma sahasının kara kesimine ait jeoloji bilgisinden ve ayrıca Marmara Denizi'nin geneline ait tektonik bilgilerden de yararlanılarak, sismik kesitlerden elde edilen haritalar daha doğru bir biçimde yorumlanmıştır.

Çalışma sonucunda, güneyde, sahayı boylu boyunca sınırlayan, D-B doğrultulu bir normal faylanmanın (F1) varlığı belirlenmiştir. Batimetride yaklaşık -100 metre derinliklerden sonra ani bir dik yamaç şeklinde kendini gösteren, sadece doğuda -140 metrelerde gerilme yarıkları şeklinde izlenip daha a a ılara giden (F1) fayının alt çizgisi, sismik aletin penetrasyon derinliğinin yetersiz olması sebebiyle görülememektedir. (F1) fayı KAFZ'nunda bulunan doğrultu atımlı faylar arasında kalan çukurlukları oluşturan normal faylanmalardan birisi olarak değerlendirilmiştir. Önümüzdeki yıllarda bu bölgelerde daha derin penetrasyon derinlikleri için yapılacak deniz jeofizi i ve jeolojisi çalışmalarında güneydeki (F1) fayının alt çizgisini görecek uygun sismik hatlar, K-G doğrultusunda ve daha açıklara gidilerek atılmalıdır.

Sahanın doğusunda, Yeşilköy ve Ambarlı arasında kabaca üçgen şekilli ortalama -25 metrelerde bir sı  d zl   n varlığı batimetrik de i imden gözlenmektedir. Bu sı  d zl   n muhtemelen normal bir faylanma (F3) ile oluştuğu düşünülmektedir. Bu sı  d zl   n sınırlarının eski kıyı çizgisi olabileceği düşünülmektedir.

Sahada genç çökel kalınlığının en fazla olduğu yerler 6 ile 9 metreler arasında olmak üzere genelde kıyı kesimleridir. Bunun dışında doğuda sığ düzlüğü oluşturan batimetrik değişimin önlerinde de lokal olarak kalın çökel istif cep şeklinde dağılmıştır. Sahanın orta kısımlarından itibaren genç çökeller açığa gittikçe 1 metreler kadar incelmektedirler.

Kara jeolojik bilgilerine dayanarak temel kayanın sahanın Ambarlı ve batı bölümlerinde Oligosen? yaşlı, doğusu için ise Üst Miyosen? yaşlı birimlerden oluştuğu söylenebilmektedir. Üstte yer alan genç çökellerin ise Kuvaterner-Holosen? yaşlı olduğu düşünülmektedir.

Sismik kesitlerde düzgün olmayan bir yüzey özelliği gösteren temel kaya topoğrafyası (paleotopoğrafya), açılı bir uyumsuzluk yüzeyi oluşturmaktadır. Batı kısımlarda bir diskordans yüzeyi gözlenmesine karşın Bakırköy ve daha doğusu için kıyılardan başlayıp orta kısımda sona eren ikinci bir diskordans yüzeyinin varlığı sismik kesitlerden anlaşılmaktadır. Bunun yanısıra Bakırköy ve doğusunun açıklarında ikiden de fazla sayıda diskordans yüzeyleri tesbit edilmiştir. Bunların muhtemelen Pliyosen ve Pleistosen'de, deniz seviyesinde olan değişimleri gösterdiği düşünülmektedir.

Ayrıca kara jeolojisinden bilinen ve Küçükçekmece baseninin deniz altındaki muhtemel uzanımını veren faylanmalar ve Bakırköy civarında varlığı kabul edilen Ayamama havzasını oluşturan graben yapılı faylanmaların (Oktay vd,1991), deniz altındaki muhtemel uzanımı belirlenmiştir.

Bu çalışmada karot bilgisi olmadığından deniz tabanı altında hangi çökel birimlerin olduğu ve yaşlarına dair kesin bilgi verilememekte, bu

konuyla ilgili bilgiler kara jeolojisinden edinilmektedir. İleriki yıllarda bu bölgede yapılacak çalışmalarda karot alınmasında öncelikli yerler Fix numaraları 220, 226-227 arası, 232 olarak belirlenmiştir. Bu bölgelerde yapılacak sondajlarla sismik stratigrafide bahsedilen farklı yansıma karakterli birçok genç sediment türünden ve temel kaya biriminden en fazla 6-7 metre derinliklere inilerek örnek alınabilecektir.



KAYNAKLAR

Alper, B., Hisarlı, M., K., Orbay, N., Doğan, E., 1993 Küçükçekmece Koyu Zemin Yapısının Araştırılması, Türkiye Kuvaterneri, Workshop Bildiri Özleri, 43, 44

Backus, Milo, M., 1959, Water Reverberations-Their Nature and Elimination, Geophysics V.24, No.2, 233-261

Bally, A.W., 1986, A Picture And Work Atlas, Seismic Expression of Structural Styles, The American Association of Petroleum Geologists, V.1, 1.2.1-30

Barka, A., A., Cadinsky-Cade, K., 1988, Strike-Slip Fault Geometry in Turkey and its Influence on Earthquake Activity Fault, Tectonics 7-3, 663,684

Barka, A., A., 1992, The North Anatolian Fault Zone, Special Issue, Supplement To Volume, V.1, 165, 167

Dikici, H., 1994, Deniz Sismiği Açısından Yansıma ve Aktarma Katsayılarının İncelenmesi, Bitirme Ödevi, İ.T.Ü Maden Fak., Jeofizik Müh., Maslak, İstanbul, 30

Ecevitoglu, B., 1993a, Sıfır Açılımlı Deniz Sismiği İle Batimetrisinin Belirlenmesinde Sismik Olayının Etkisi, Türkiye Kuvaterneri, Workshop Bildiri Özleri, 43, 44

Ecevitoglu, B., 1993b, Sıfır-Açılımlı, Tek-Kanal, Yüksek Ayırmı, Analog, Deniz Sismiği Verilerinin Etkileşimli Sismik Modelleme Yazılımlarıyla Bilgisayarda Değerlendirilmesi, Kabul Edilmiş Tübitak Proje Öneri Raporu, (DEBAG-99)

EG&G, 1976, Marine Products, Seismic Profiling Instruments, Ürün Kataloğu, 1-14

Komut, T., Barka A.A, 1994, Küçükçekmece ile Yedikule Arasındaki Bölgenin Jeolojisi, Bitirme Ödevi, İ.T.Ü Maden Fak., Jeoloji Müh. Böl., Genel Jeoloji Anabilim Dalı, Maslak, İstanbul, 7-17, 30-34

McGee, T.M., 1990, The Use of Marine Seismic Profiling for Environmental Assessment, Geophysical Prospecting 38, 868-870

McQuilin, R., Bacon, M., Barclay, W., An Introduction to Seismic Interpretation Gulf. Pub.Co, 15-18, 97

Mitchum, R.M., Vail, Jr.R.R., 1977, Sangree, J.B., Seismic Stratigraphy and Global Changes Of Sea Level, Part 6 : Stratigraphic Interpretation of Seismic Reflection Patterns In Depositional Sequences

Meriç, İ.E., Oktay, F.Y., Sakıncı, M., Gülen, D. ve İnal, A., 1991, Ayamama (Bakırköy-İstanbul) Kuvaterner İstifinin Sedimenter Jeolojisi ve Paleoekolojisi, C.Ü.Müh.Fak.Dergisi, Seri A-Yerbilimleri, C.8, S.1, 93-100

Sayar, C., 1955, Haliç-Küçükçekmece Gölü Bölgesinin Jeolojisi, Doktora Tezi, İ.T.Ü Maden Fakültesi

Şimşek, M., 1993, Marmara Denizi Kuzeyi 1993 Mesaha Sefer Sonu Raporu, SHOD

Uluğ, A., 1986, İstanbul Boğazında Sismik, Jeofizik Dergisi, 131,136

Us, E., 1993, Sismik Yöntemler Ve Yorumlamaya Giriş, TMMOB Jeofizik Mühendisleri Odası 78-81, 111-113

Yılmaz, Y., 1993, Çatalca Civarının Jeolojisi, Bitirme Ödevi, İ.T.Ü Maden Fak. Jeoloji Müh. Böl. Genel Jeoloji Anabilim Dalı, Maslak, İstanbul

I. Gelişme Raporu, 1994, TÜBİTAK DEBAG-102 Nolu Proje Raporu



T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURUMLARI
DOKÜMANTASYON MERKEZİ

ÖZGEÇMİŞ

1967 yılında Çorum' da doğdu. 1985 yılında İstanbul Bahçelievler Lisesi' nden mezun oldu. 1986 yılında girdiği İ.T.Ü Maden Fakültesi, Jeofizik Mühendisliği Bölümünden 1990 Haziran döneminde mezun oldu. Aynı yıl, İ.T.Ü Fen Bilimleri Enstitüsü' nde yüksek lisans öğrenimine başladı. Halen İ.T.Ü Maden Fakültesi, Jeofizik Mühendisliği Bölümünde araştırma görevlisi olarak görev yapmaktadır.

