

DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DENİZ TABANI DERİNLEŞTİRME
ÇALIŞMALARINDA BATİMETRİK VE SİSMİK
ETÜTLERİN ÖNEMİ

Abdurrahman ULU

Temmuz, 2006

İZMİR

**DENİZ TABANI DERİNLEŞTİRME
ÇALIŞMALARINDA BATİMETRİK VE SİSMİK
ETÜTLERİN ÖNEMİ**

Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

Yüksek Lisans Tezi

Deniz Bilimleri ve Teknoloji Enstitüsü

Deniz Jeolojisi ve Jeofiziğı Programı

Abdurrahman ULU

Temmuz, 2006

İZMİR

YÜKSEK LİSANS TEZİ SINAV SONUÇ FORMU

Abdurrahman ULU, tarafından **Yrd.Doç.Dr. Muhammet DUMAN** yönetiminde hazırlanan “**Deniz Tabanı Derinleştirme Çalışmalarında Batimetrik ve Sismik Etütlerin Önemi**” başlıklı tez tarafımızdan okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

.....
Yrd. Doç. Dr. Muhammet DUMAN

Yönetici

.....
Prof. Dr. Atilla ULUĞ

Jüri Üyesi

.....
Prof. Dr. Coşkun SARI

Jüri Üyesi

Prof. Dr. Cahit HELVACI

Müdür

Fen Bilimleri Enstitüsü

TEŞEKKÜR

Yüksek Lisans Tezimin konusunun seçiminden tamamlanmasına kadar her aşamada araştırmalarımı yönlendiren ve bilimsel bakımdan en iyi şekilde yetişmem hususunda samimi gayretlerini esirgemeyen, tecrübe ve bilgileriyle her zaman yanımda olan sayın hocam Yrd.Doç.Dr. Muhammet DUMAN'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Mesleki bilgi ve deneyimleri ile sürekli desteğini esirgemeyen sevgili meslektaşım Jeofizik Yüksek Mühendisi Nilhan KAŞER'e ve manevi destekleri ile beni yalnız bırakmayan aileme teşekkür ederim.

Abdurrahman ULU

IMPORTANCE OF BATHYMETRIC AND SEISMIC SURVEY IN DREDGING STUDIES

ABSTRACT

Marine Surveys and Marine engineering are highly sophisticated and most automated process. There are number of techniques and instrumentations. The main rule of the geophysical engineer is to know these possibilities, the nature of the project, analyze and find the best solution using its survey background.

In this thesis, importance of bathymetric and seismic survey in dredging studies was investigated. The sample of Samsun Port was examined.

Off shore basins in the mainland and present condition of bathymetric maps that show surface topography of these water basins have been discussed. The surface topography changes due to the reason that vast areas in our country are subjected to the soil erosion and each year considerable amount of materials have been carried to these areas. Therefore, the importance of periodic measurements in these areas is highlighted in this study. Systems that can realize more rapid and precise measurements in these areas covered up with water have been discussed. In addition, some of applications implemented using an automated data collection system and their results are mentioned and some suggestions are also given.

Keywords: Bathymetry, dredging, high resolution seismic

DENİZ TABANI DERİNLEŞTİRME ÇALIŞMALARINDA BATİMETRİK VE SİSMİK ETÜTLERİN ÖNEMİ

ÖZ

Deniz ölçmeleri ve deniz mühendisliği oldukça gelişmiş ve en çok otomasyona uyarlanmış çalışmalardır. Bu alanda birçok teknikler ve cihazlar geliştirilmiştir. Jeofizik Mühendisinin ana rolü, bu olanakları iyi bilmek, yapılacak projeyi analiz ederek, ölçme altyapısını kullanarak en iyi çözümü üretmektir.

Bu yüksek lisans tez çalışmasında, Deniz derinleştirme çalışmalarında batimetrik ve sismik etütlerin önemi araştırılmıştır. Örnek olarak Samsun limanı incelenmiştir.

Ülkemizdeki deniz kıyılarından ve sularla kaplı bu alanlardaki taban topografyasını gösteren batimetrik haritaların mevcut durumundan söz edilmiştir. Ülkemizde büyük oranda erozyonal etkiye açık olması sebebiyle her yıl önemli miktarlarda malzemenin denizel depolanma ortamlarına taşınması ve buralardaki taban topografyasının belirgin olarak değişmesi nedeniyle, özellikle denizel kullanımın yoğun olduğu liman vb alanlarda periyodik deniz taban derinliği ölçümleri yapılmasının gerekliliğinden bahsedilmiştir. Sularla kaplı bu alanlarda gelişmiş ve hassas ölçmelerin yapabildiği güncel sistemler tanıtılmıştır. Otomatik veri toplama sistemi kullanılarak yapılmış güncel uygulamalar ve sonuçlarından örnekler verilmiş ve bazı önerilerde bulunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Batimetri, deniz derinleştirme çalışması, mühendislik sismiği

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
YÜKSEK LİSANS TEZİ SINAV SONUÇ FORMU	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
ABSTRACT	iv
ÖZ	v
BÖLÜM BİR - GİRİŞ.....	1
1.1 Çalışmanın Amacı.....	1
BÖLÜM İKİ - DENİZ TABANI DERİNLEŞTİRME ÇALIŞMALARI.....	2
2.1 Tanım	2
2.2 Deniz Tarama Çalışması Öncesi Araştırılması Gereken Parametreler	2
2.3 Uygulama Alanları	3
2.4 Kullanılan Yöntemler.....	3
BÖLÜM ÜÇ - TARAMA ÇALIŞMALARINA ESAS OLAN ÖLÇÜM SİSTEMLERİ VE YÖNTEMLER.....	6
3.1 Konum Belirleme	6
3.1.1 Yatay Konum	7
3.1.2 Düşey Konum	10
3.2 Taban Yüzeyi ve Taban Altı Ölçümler	12
3.2.1 Batimetri.....	14
3.2.2 Mühendislik Sismik Sistemi (Subbottom Profiler).....	17
3.3 Ölçme, Navigasyon ve Proses Yazılımı (Triton).....	18
3.4 Deniz Ölçmesinde Veri Akışı	20
3.5 Ölçüm Aşamaları	20
BÖLÜM DÖRT - ÖRNEK UYGULAMA.....	22
4.1 Çalışmanın Amacı.....	22
4.2 Uygulama Alanı	23
4.2.1 Alanın Konumu.....	23
4.2.2 Bölgenin Jeolojik Yapısı ve Stratigrafi	25
4.3 Kullanılan Jeofizik Yöntemler	25
4.3.1 Çalışmada Kullanılan Donanımlar.....	26
4.3.2 Batimetrik Değerlendirme.....	27

4.3.3	Sismik Değerlendirme.....	31
4.3.4	Batimetrik Verilerle Hacim Hesabı.....	34
BÖLÜM BEŞ - SONUÇLAR		46
5.1	Sonuçlar.....	46
KAYNAKLAR		47

BÖLÜM BİR

GİRİŞ

1.1 Çalışmanın Amacı

Bu çalışmanın amacı deniz derinleştirme çalışmalarında batimetrik ve sismik etütlerin öneminin araştırılması ve örneklerle incelenmesidir. Çalışmada deniz tabanı derinleştirilmesi yapılmasına başlanmadan önce ön bilgi amaçlı deniz tabanının batimetrik (topografik) haritalarının hazırlanması ve tabanın fiziksel özelliklerinin araştırılması, tarama esnasında projeye uygunluğunun denetlenmesi ve tarama sonucunda tabanın son halinin jeofizik yöntemlerle görüntülenmesinin tarama çalışmalarına sağladığı yarar araştırılmıştır.

Projede kullanılan jeofizik yöntemlerin genel tanımı yapılmış, örnek tarama çalışmalarında kullanılan jeofizik veriler ve sonuçları da yol gösterici bilgi olarak incelenmiştir. Gerek ekonomik boyut, gerekse zaman kazanımı sağlanması için jeofizik verilerin önemi vurgulanmış, tarama yöntemlerinin seçiminde jeofizik yöntemlerin gerekliliği hususu uygulama örnekleriyle vurgulanmaya çalışılmıştır.

Konuya örnek olarak 2004 yılında Blue Stream Pipeline Company (BSPC) tarafından yaptırılan Türkiye Rusya doğal gaz boru hattı periyodik kontrol çalışmaları esnasında Samsun Liman İşletmeleri'nin talebi üzerine gerçekleştirilen ve Samsun Limanı tarama çalışması ara aşamasında kullanılan jeofizik yöntem ve donanımlar tanıtılmıştır. Kullanılan bu jeofizik yöntemlerle elde edilen veriler daha önce hazırlanmış olan mevcut liman harita bilgileriyle birlikte haritalanıp batimetrik bulgular olarak karşılaştırılmış, ayrıca örnek olarak sunulmuş sismik kesitlerle ayrıntılı olarak tespit edilebilen tabanaltı yapısının, batimetrik unsurların doğru ve ayrıntılı olarak bilinmesinde destekleyici bilgi olarak da kullanıldığı örneklenmiştir.

BÖLÜM İKİ

DENİZ TABANI DERİNLEŞTİRME ÇALIŞMALARI

2.1 Tanım

Mühendislik çalışmalarında, liman yapıları, rıhtım, seyir kanalları, maden (kum, çakıl.) işletmeciliği veya akarsu, göl temizliği amacıyla sığ deniz tabanının taranarak malzemenin toplanıp alınması ile istenen bölgenin taban kotunun düşürülmesine deniz derinleştirme çalışmaları (tarama) denir. Deniz derinleştirme, kara destekli pompa, ekskavator, kırıcı gibi aletler kullanılarak deniz tabanındaki malzemenin nakli suretiyle, ya da orta sığ bölgelerde gemiden kontrollü yöntemlerle tabanın temizlenmesi, derinleştirilmesi veya genişletilmesi şeklinde yapılır. Mühendislik amaçlı taramalar genellikle kıyı bölgelerinde yapılmaktadır. Taban yapısının özelliklerine göre farklı tarama teknikleri uygulanmaktadır.

2.2 Deniz Tarama Çalışması Öncesi Araştırılması Gereken Parametreler

Genel olarak günümüzde mühendislik, ekonomik ve temizlik amaçlı tarama çalışmaları yapılmakta, planlanan çalışma öncesinde tarama bölgesine ait:

- Hidrodinamik;
- Sediment özelliği;
- Su özelliği;
- Denizel ve kıyusal ekoloji;
- Denizel ve kıyusal ornitoloji;
- Karasal ekoloji;
- Balıkçılık;
- Navigasyon;
- Arkeoloji;
- Turizm;
- Jeoloji;
- Karasal drenaj, kıyusal koruma ve taşkın kontrolü; trafik ve taşımacılık;
- Altyapı

gibi hususların göz önüne alınması gerekmektedir. Bu ölçütler, çalışmanın çevreye verilecek zararın en aza indirgenebileceği ve mümkün olan en ekonomik biçimde yapılmasını sağlar.

2.3 Uygulama Alanları

Deniz derinleştirme çalışmalarının uygulama alanları genellikle mühendislik amaçlı çalışmalarda ve kıyı yakını bölgelerde yoğunlaşmıştır. En çok görülen örnekleri ise:

- Liman ve sığ körfezler ile boğazlarda seyir kanallarının oluşturulması
- İskele yapıları inşaatı ve bakımı
- Tersane yapıları giriş, çıkış ve gemi indirme havuzları
- Tüp geçitler
- Denize deşarjlar
- Enerji nakil hatları
- Doğalgaz hatları
- Petrol boru hatları
- Kıyı bölgesi kum, çakıl işletmeleri vb. dir.

2.4 Kullanılan Yöntemler

Tarama yapılacak bölgenin mevcut durumu incelendikten sonra, batimetrik ve sismik etüt sonuçlarına göre uygun tarama teknikleri uygulanmaktadır. Bu tekniklerin seçimi zemin koşullarına göre farklılıklar gösterir. Ekonomi ve tarama çalışmasının mümkün olan en kısa sürede tamamlanması da aşağıda örnekleri verilen yöntemler için önemli kriterlerdir.

- Çok gevşek zeminde pompa ile (Şekil 2.1)
- Sıkı zeminde Ekskavatörlü tarama ile (Şekil 2.2)
- Çok sıkı zemin veya çatlaklı kayada kırıcı ile (Şekil 2.3)
- Sert kayada patlatma (Dinamit) ile (Şekil 2.4)



Şekil 2.1 Çok gevşek zeminde pompa ile yapılan taramada çamur deşarjı (D-a-instruments, 2005).



Şekil 2.2 Sıkı zeminde ekskavatörlü tarama ile yapılan bir çalışma (Yurder, 2005).



Şekil 2.3 Çok sıkı zeminde veya çatlaklı kayada kırıcı ile yapılan bir çalışma (Yurder, 2005).



Şekil 2.4 Sert kayada sondaj destekli patlayıcı ile yapılan bir çalışma (Yurder, 2005).

BÖLÜM ÜÇ

TARAMA ÇALIŞMALARINA ESAS OLAN ÖLÇÜM SİSTEMLERİ VE YÖNTEMLER

3.1 Konum Belirleme

Denizde radyo dalgaları ile elektronik olarak konum belirlemede bizim kullandığımız yöntem; uçakların yön bilgisi ve gemilerin konum belirlemesi için II. Dünya Savaşı'nda gelişen hiperbolik yöntemdir. Küresel Konum Belirleme Sistemi (Global Positioning System, GPS) yeryüzünden 20.000 km. yükseklikte bir yörüngede bulunan ve günde iki kere dünyanın çevresini turlayan ABD Savunma Bakanlığı'na ait 32 adet uydudan oluşmaktadır. Yeryüzündeki alıcılar bu uyduların pozisyonlarıyla üçgenler oluşturmak üzere kesin referans noktaları olarak kullanılmaktadır. Her bir uydudan gönderilen sinyalin yeryüzüne kadar geçen seyahat zamanı ölçülerek yerdeki alıcılar ile uydu arasındaki mesafe hesaplanır. Sistem en az dört uydudan aldığı mesafe ölçüm bilgisiyle yerdeki istasyonun pozisyonunu, yüksekliğini ve hızını hesaplayabilir. Bu sistem dünyanın her yerinde, günde 24 saat ve her türlü hava koşullarında çalışabilecek özelliğe sahiptir. GPS ilk tasarlandığında CA kod (commercially available) genel ticari operasyonlar için serbest iken P-kodun (precision code) sadece askeri ve diğer ayrıcalıklı kullanıcılara uygun olması kararlaştırılmıştır. Uydu konumlarının doğruluğunun daha az olması için CA kod yayımlanması kasten azaltılmış ve bu problemlerin üstesinden diferansiyel mod ile gelinmiştir. Diferansiyel Küresel Konum Belirleme Sistemi (DGPS) GPS'in daha hassas (<1m) sürümüdür. DGPS'in en önemli ilkesi sabit bir noktanın (referans istasyonu) konumunun kıyaslanmasıdır. Bu noktanın konumu GPS alıcısından elde edilen konum bilgileri ile belirlenir. Gözlenen farklar iki veya üç boyutlu coğrafik koordinat ofseti veya uydu verilerine olan düzeltmelerin bir serisi olarak düşünülebilir. Referans istasyonunda gözlenen her bir uydunun konumu için düzeltme hesaplanır. Diferansiyel düzeltmeler için ilk olarak 285–325 kHz arasında çalışan orta frekanslı (MF) radyo dalgaları kullanılmıştır.

İki sinyalin izlediği yolun sebep olduğu iyonosferik ve atmosferik hatalara bağlı olarak yönlendirilir. İyonosfer Dünya'nın yüzeyinin 50–500 km. üzerinde iyonlaşmış havanın oluşturduğu bir tabakadır. Dünya'nın 9–16 km. üzerinde olan ve atmosferin alt kısmını oluşturan troposfer içerisinde basınç, sıcaklık, yoğunluk ve nem değişimleri oldukça önemlidir. İki farklı sinyalin göreceli hızlarının hesaplanması iyonosferik ve troposferik etkileri azaltır. Troposferik hatalar yaklaşık 1m. hata verirken iyonosferik etkiler yaklaşık 5m. hataya neden olur (Parkinson,2001).

DGPS kalite kontrolü için göz önünde bulundurulması gerekenler şöyledir;

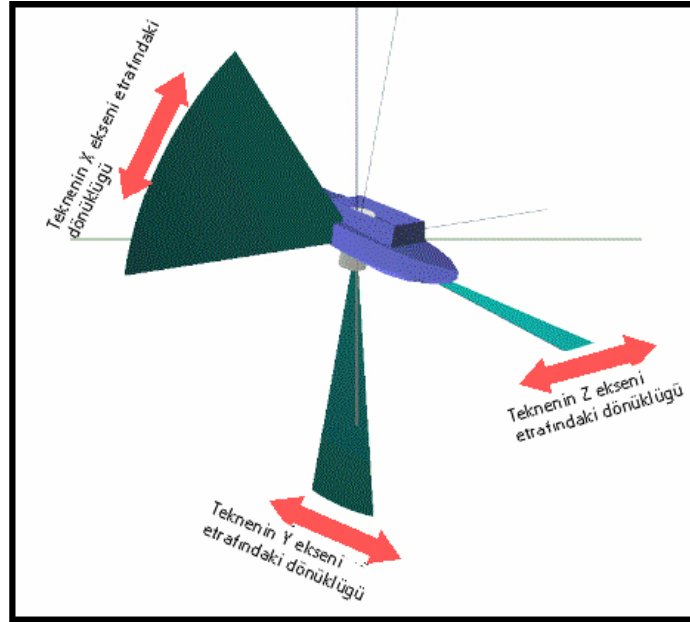
- Antenin yatay düzlem üzerinde gökyüzü ile görüşü bölünmemelidir. İstasyon alanı elektriksel ve iletişim sistemlerinin karışabileceği alanlardan uzakta olmalıdır.
- İstasyon ekipmanlarının her türlü hava şartlarına karşı dayanıklı konteyner veya binalara yerleştirilmesi gerekir.
- Kurulumun olduğu çevredeki binaların sebep olduğu çok yolluluk etkilerinin en aza indirilmesi için dikkatli olunması gerekmektedir. Anten ve alıcı arasındaki kablonun enerji hatlarına ve diğer elektronik aletlere yakın olmasından kaçınılmalıdır (Kaşer, 2004).

3.1.1 Yatay Konum

GPS ile yapılan çalışmalarda, teknedeki alıcı konumunun minimum hata sınırları içerisinde saptanabilmesi temel kuraldır ve bu amaçla aşağıda açıklanan konular üzerinde önemle durulması gereken hususlardır.

1-Genel olarak GPS alıcıları WGS84 sisteminde konum verisi sundukları için, çalışılan bölgede kullanılan koordinat sistemi ile WGS84 datum ve projeksiyonu arasındaki dönüşüm parametrelerinin mutlak bilinmesi gereklidir. Bu şekilde baz vericinin çalışma sahası için geçerli olana ve konumu hassas olarak bilinen bir referans noktası üzerine kurulması ve teknedeki navigasyon yazılımına gerekli dönüşüm parametrelerinin girilmesi gereklidir.

2-Çalışılan bölgeye ait koordinat sisteminin WGS84 koordinatları ile dönüşüm parametreleri bilinmiyorsa, kıyıda koordinatı bilinen en az 4 noktadan GPS ölçmeleri yapılarak dönüşüm parametreleri elde edilir. Burada dikkat edilmesi gereken nokta, yapılacak deniz ölçme alanının kıyıdan olan uzaklığının en az yarısı kadar kenar boylarına sahip noktaların düzgün bir ağ oluşturabilecek olanlarının seçilmesidir. Bu noktaların dağılımının kıyıya paralel olması tercih edilmelidir. Ancak tekne üzerinde GPS anteninin bulunduğu yerin koordinatlarında, tekne hareketlerinin etkisi bulunmaktadır. Bu etkileri minimuma indirmek için tekne hareketlerini sayısal değerlere çeviren cihazların kullanılır. Komple bir navigasyon çözümü için aşağıdaki değerlerin bilinmesi gereklidir. Bulunulan yerin koordinatları, o andaki teknenin yanal (roll) ve boyuna (pitch) olan hareketinin açı değeri (Şekil 3.1), teknenin gittiği yönün kuzey ile yapmış olduğu açı (Heading) Bu bilgiler tekne üzerine konulan pitch ve roll sensörlerden alınarak, GPS ile elde edilen koordinatlara anında etki ettirilir. Ancak elde edilen bu değerler teknenin kendi relatif koordinat sistemine göredir. Bu değerleri gerçek koordinatlara dönüştürebilmek için teknenin kuzey ile yapmış olduğu açının da ölçülmesi gereklidir. Bu açının ölçülmesi ile ilgili üç farklı yöntemden yararlanılır (Alporal, 2005).



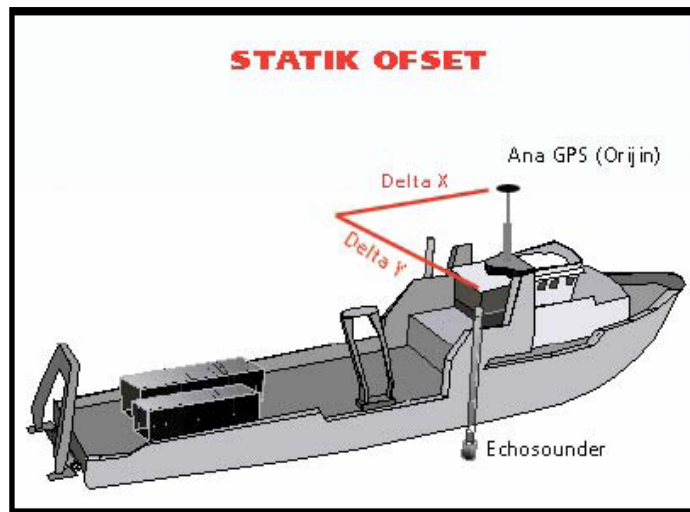
Şekil 3.1 Ölçmeye etki eden kontrolsüz tekne hareketleri

1- Gyroscope ile sürekli magnetik kuzeyi ölçmek. Bu yöntemde manyetik kuzey ile gerçek kuzey arasındaki farkın bilinmesi gereklidir. Bu sistem oldukça pahalı, büyük

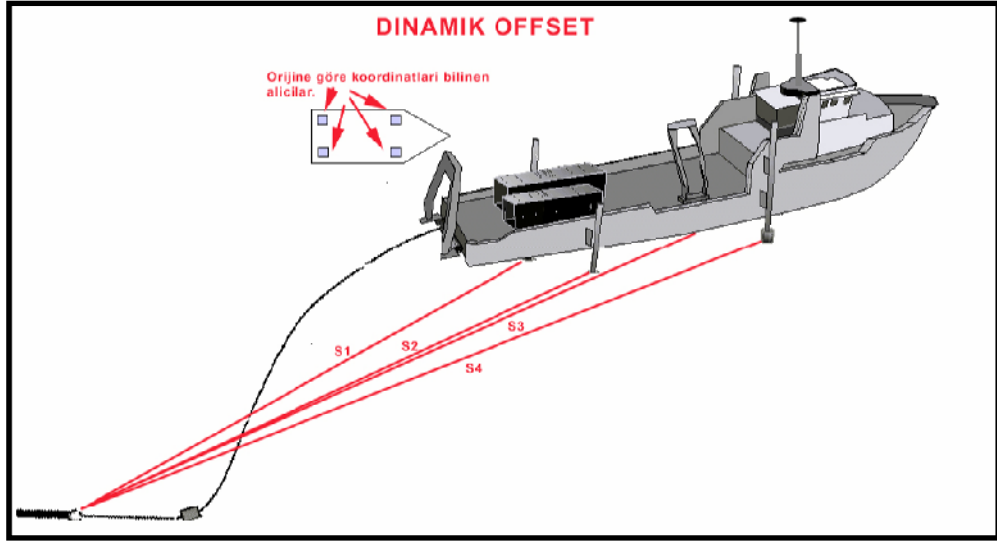
ve her çalışılan yer için kalibrasyon gerektirir. (Koordinatı bilinen bir nokta ve açıklık açısı)

2- Ardışık GPS RTK konumları arasındaki vektörden gerçek kuzeyi sürekli belirlemek. Bu yöntemde elde edilen kuzey açısı (semt, açıklık açısı, heading) yaklaşık 1 saniye gecikmeli hesaplandığından, konum hassasiyeti 25-30cm civarında kötüleşir. (Ardışık iki nokta koordinatından, doğrultu vektörü hesabı)

3- Teknenin uzun ekseni boyunca iki adet RTK GPS alıcısı kullanılarak, her ikisinin anlık aldığı koordinatlardan, gerçek kuzey açısının sürekli elde edilmesi. Bu yöntem en hassas yöntem olup, boyut olarak her tür ölçme teknesinde kullanılabilir. Ancak ölçme teknesi üzerinde kullanılan cihazların hepsi GPS anteninin düşeyinde monteli değildir. Bunların bir kısmı ofsetleri bilinen sabit konumlardadır. Bir kısmı ise teknenin arkasına suyun içerisinde kablo vasıtası ile çekilmektedir ve konumları tekne konumuna göre dinamik olarak değişmektedir. Konumları sabit olan her cihazın ofset değerleri (Statik Offset) (Şekil 3.2) ilgili kontrol navigasyon yazılımına girildiğinde, sistem orijin noktası olarak da tarif edilebilen ana GPS antenine göre her birinin koordinatını sürekli hesaplayacak ve kayıt edecektir. Tekne arkasından kablo vasıtası ile çekilen ünitelerin dinamik konumları (Şekil 3.3), bu cihazların üzerine yerleştirilen ve alıcıları tekne üzerinde orijine göre bilinen ofsetlerde olan LBL sistemi ile belirlenir.



Şekil 3.2 Statik ofset

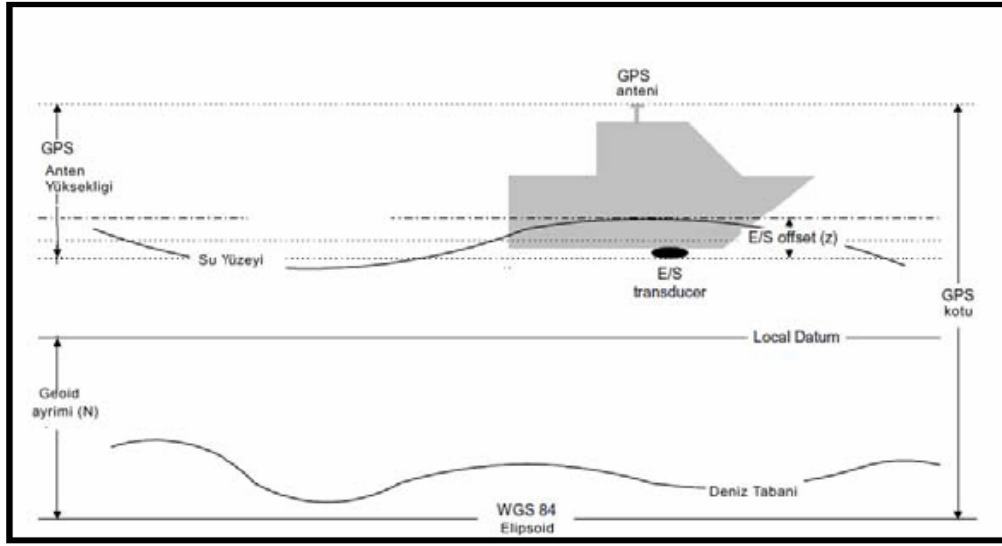


Şekil 3.3 Tekne üzerinde dinamik ofsetler

3.1.2 Düşey Konum

Özellikle deniz tabanının topografyasının belirlenmesi çalışmalarında, hassas deniz tabanı kotlarının elde edilmesi ana sorunların başında gelmektedir (Şekil 3.4). Derinlik ölçme değeri ham olarak ekosounder transduseri ile taban arasındaki düşey mesafedir. Bu mesafenin hassasiyeti, suyun içerisinde ses dalgasının hızının doğru kalibrasyonuna bağlıdır. Bu kalibrasyon suyun ısısı, ve özellikle tuzluluğuna bağlı olarak değişir. Bu kalibrasyon değerinin belirlenmesi için matematiksel kavramlar kullanılabilir de, pratikte çalışılan yerde yapılacak basit bir ölçme ile bu değer kolaylıkla bulunabilir. Kısaca bar-check denilen yöntem, 5m, 10m, 20m gibi mesafeler hassas olarak işaretlenmiş bir zincirin ucuna bağlı metal bir plaka veya çubuğun, sırasıyla ekosounder transduserinin altına getirilerek, ekranda bu değerler okunana kadar, kalibrasyon yapılmasından ibarettir. Ancak kalibre edilmiş derinlik ölçmesinden, taban kotunu hassas elde etmek için birçok faktör bulunmaktadır.

- 1-Deniz kotunun sıfır değerinin tespiti (datum)
- 2-Teknenin draftı (Suya batma miktarı) ve Squat değeri (hıza bağlı kabarma)
- 3-Sudaki dalganın düşey hareketinin etkisi (Heave)
- 4-Roll-pitch etkisi
- 5-Ölçme sırasındaki med cezir değerinin bilinmesi ve takibi



Şekil 3.4 Deniz tabanı kotu hesabı

Deniz kotunun datum değeri her ülke için tespit edilmiş ve karadaki nivelman noktalarına referans teşkil etmiştir. Bu nedenle kıyıya yakın bir RS noktasından deniz kıyısına getirilen bir kotun, o anki deniz yüksekliğinden farkı, o andaki med-cezir değerine karşılık gelir. Bu değer belirli periodlarla değişir ve zamana bağlı bir sinüs eğrisi oluşur. Ortalama her yarım saate bir yapılacak fark ölçümlerinin oluşturduğu sinüs eğrisi, derinlik ölçmelerine etki ettirilerek gerçek taban kotu elde edilir. Med-cezir ölçen cihazlara mareograf adı verilmektedir. Bunların bir kısmı mekanik, bir kısmı su basıncına göre deniz yüksekliğini ölçmektedir. Yine bir kısmı veriyi kendi içine kaydetmekte, bir kısmı ise radyo modem vasıtası ile değerleri anında teknedeki navigasyon yazılımına göndermektedir. Deniz kotunun bu şekilde belirlenmesi durumunda, yapılan derinlik ölçmelerinde ekosounder transduserinin altından, deniz tabanına olan derinlik değerine, transduserin su yüzeyinden olan mesafesi ve med/cezir (tide) değeri eklenerek taban kotu bulunur.

$$D + KT + (T) = H (1)$$

D :Transduser altından tabana olan derinlik

KT :Transduserin su altına olan derinliği

T :Med cezir değeri

Deniz tabanı kotunu doğrudan kıyı kotuna bağlı olarak elde etmenin yolu ise RTK

ölçme teknikleri kullanılmaktadır. Bu yöntemde kıyıda kurulan baz vericinin bulunduğu noktanın kotunun da hassas olarak bilinmesi gereklidir. Bu şekilde tekne üzerinde elde edilen transduser kotu karaya bağlı gerçek kot olup, bu değere transduser ile deniz tabanı arasındaki derinlik değeri doğrudan eklenir. Bu yöntemde elde edilen deniz tabanı kotları med cezir ve teknenin hızına bağlı kotlardır. Ancak bu yöntem kıyıdan 20km'e kadar olan mesafelerde kullanılabilir. (RTK çalışmalarında baz ve gezici arasındaki maksimum mesafe sınırı)

$$H_{ort} - (I + D) = H \quad (2)$$

H_{ort} : GPS ortometrik kotu I:GPS anteni ile transduser altı arasındaki mesafe

D: Ölçülen derinlik

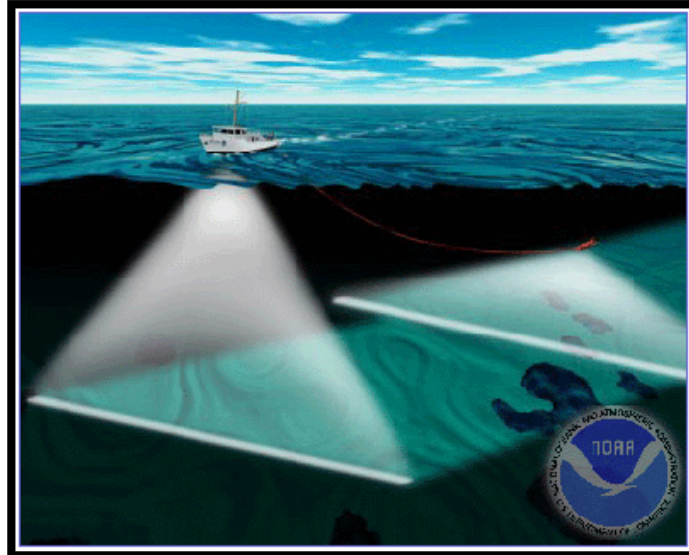
Ancak elde edilen bu değere etki eden başka etkenler de vardır. Bunlardan en önemlisi dalga etkisi olan heave değeri genel olarak RTK ile elde edilen derinlik değerine heave etkisi de dahil edilebilir. Ancak RTK veri toplama hızı 1/20 (20Hz) saniyeden daha iyi olamadığı için, kısa periyotlu dalgalarda yeterli hassasiyeti vermez. Bu nedenle heave değeri, heave sensörü denilen cihazlar ile sürekli ölçülür. Bu cihazların prensibi sürekli olarak dalganın oluşturduğu ivmenin düşey bileşeninin ölçülmesidir. Ancak bu ivmenin tek başına ölçülmesi yeterli değildir. Bir referans gereklidir. Bu referans ise denizin sıfırıdır. Prensip olarak her tür deniz çalışmasında dalga yüksekliğinin 20cm'yi geçmediği şartlar aranmasına rağmen, zaman zaman etraftan geçen gemi benzeri dalga etkilerini minimuma indirmek gereklidir. Son teknolojik gelişmeler bu tür etkileri tamamen ortadan kaldıran bileşik hareket sensörlerini ortaya çıkarmıştır. (Inertial sistemler) Bunun ilk örneği Trimble grubuna ait Applanix firmasının geliştirdiği POS MV sistemidir (Alporal, 2005).

3.2 Taban Yüzeyi ve Taban Altı Ölçümler

Deniz tabanı topografyası için ekosounder cihazları kullanılır. Bu cihazlar tek hüzmeli (Single beam) veya çok hüzmeli (Multibeam) olmak üzere ikiye ayrılır. Tek hüzmeli cihazlar transduserin altına gelen deniz tabanının derinliğini ölçer. Bu

cihazla ölçme için çalışılacak alan istenen ölçeğe göre paralel hatlar olarak planlanır. Örneğin 1:1000 ölçekli çalışmalar için bu hata aralıkları 10 m, 1:5000 ölçekli çalışmalar için 50 m olarak planlanır. Hat üzerinde giderken hangi sıklıkta veri kayıt edileceği ise iki türlü belirlenir. Bu sıklık navigasyon yazılımlarına ya mesafeye bağlı olarak (Örn: Her 10 metrede bir), veya tekne hızına bağlı olarak belirli bir zaman aralığında (Örn: Her 5 saniyede bir) seçilebilir.

Çok hüzmeli ekosounder'lar (şekil 3.5) ise belirli genişlikte bir alanı tarayarak derinlik belirlerler. Bu nedenle hatlar genişliğe göre arada boşluk kalmayacak şekilde planlanır. Genişliği belirleyen önemli bir faktör deniz tabanının derinliğidir. Derinleştikçe tarama alanı genişler. Deniz tabanının jeofizik özelliklerini ölçmeye yarayan, sub bottom profiller de tek bir hat üzerinde deniz tabanının 50-60m altına kadar kesit çıkarır ve planlaması tek hüzmeli ekosounder gibidir. Buna karşılık deniz tabanının akustik olarak bir tür resmini çeken side scan sonar'lar da belirli bir genişlikte tabanı tarar ve planlama çok hüzmeli ekosounder gibi, genişliğe bağlı olarak yapılır.



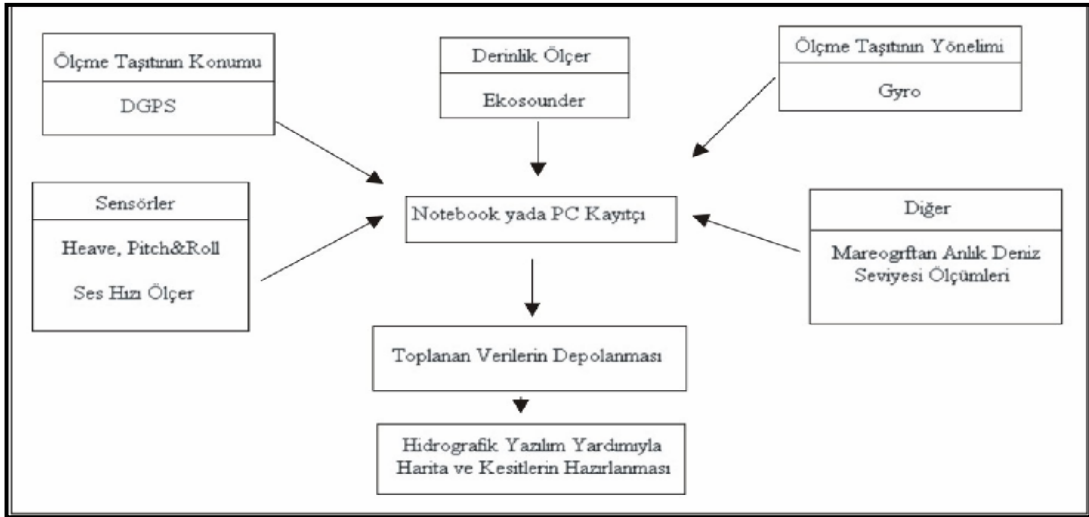
Şekil 3.5 Multibeam ekosounder ve side scan sonar ölçme şekli

(Torrscientific, 2005)

3.2.1 Batimetri

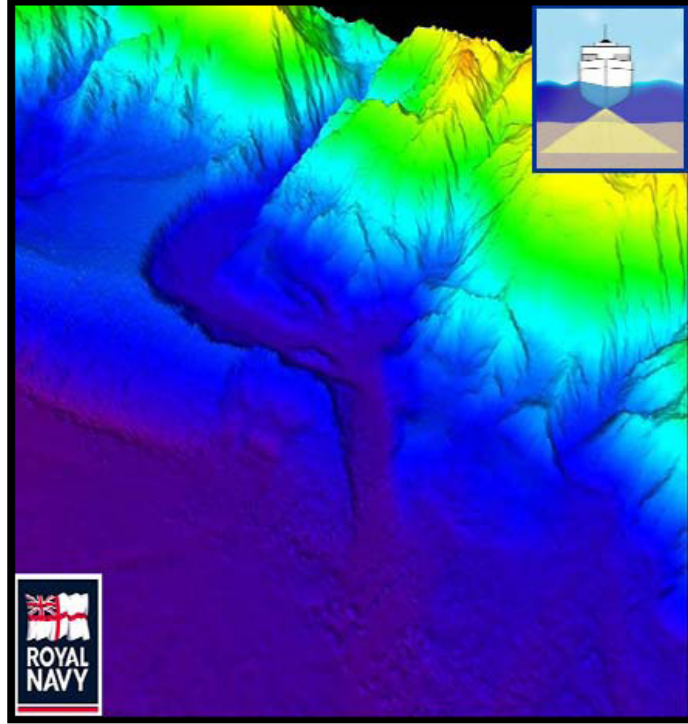
Hassas hidrografik (deniz haritasına yönelik) ölçmelerle veri toplayan ve bu verileri değerlendirerek deniz dibi yapısını (topografyasını) belirleyen sistemdir. Bu sistemde; konum belirleyici GPS, derinlikölçer ekosounder, aracın yönünü belirleyen pusula, anlık deniz seviyesi ölçen mareograf, PC kayıtçı ve gerekli yazılım bulunur. (Şekil 3.6)

Ölçüm teknesinde bulunan bu sistemle özel hidrografik yazılım içine eş zamanlı olarak depolanan; GPS'den konum bilgileri, ekosounder'den derinlik bilgileri değerlendirilerek deniz dibi yapısı haritası hazırlanır. Bu haritaya batimetri haritası denir (Akbulut, 2005).



Şekil 3.6 Örnek bir batimetri sistemin elemanları.

Güncel teknoloji ürünü olan çok hüzmeli ekosounder, derinliğe göre ortalama 8 kata kadar daha geniş bir alana gönderilen akustik sinyaller vasıtası ile elde edilen binlerce derinlik değerinin oluşturduğu üç boyutlu model elde edilir. Zorluğu, sistemin çok özenli kurulması ve kalibrasyon gerekliliği ve her tür teknede kullanılmasının zorluğudur. Proses için güçlü bilgisayarlar gereklidir. Şekil 3.7'deki örnek Güney Asya'daki Tsunami'ye neden olan kırılmanın çok hüzmeli ekosounder ile elde edilen üç boyutlu modelidir.



Şekil 3.7 Güney Asya'daki Tsunami'ye neden olan kırılmanın çok hüzmeli ekosounder ile elde edilen üç boyutlu modeli (Royal-N, 2005)

1912'de Titanik gemisinin batması, buz dağlarının varlığının araştırılması için deniz tabanından ses yankısı kullanılmasını ortaya çıkarmıştır. Saha araştırması çalışmaları için çift frekanslı bir hidrografik ekosounderin gerekli olduğu düşünülmüştür. Elektronik sistemlerin hızla gelişmekte olduğu günümüzde çok sayıda üretici firma tarafından geliştirilmiş olan tek ve çok hüzmeli modern ekosounderler geliştirilmiştir (Parkinson, 2001).

Çalışma prensibi olarak kabaca; geminin alt kısmına veya dikey bir direk aracılığıyla yan kısmına monte edilmiş olan ekosounder transduseri, aşağı doğru yönelmiş koni biçiminde yüksek frekanslı ses pulsü üretmek için enerji verir. Transduserden çıkan bu ses pulsü su boyunca seyahat eder ve deniz tabanından veya taban altındaki daha yoğun bir ara yüzeyden yansiyarak geri döner. Yansımış sinyalin gücü ara yüzeyin reflektansına bağlıdır. Genelde en güçlü ve en hızlı uygun dönüş, transduserin dikey olarak altında olan deniz tabanından gelen dönüştür. Pulsar saniyede bir ile yirmi puls arasında belli aralıkla gönderilir.

Batimetrik verilerin ölçülmesi sırasında transduserin derinliği bilinmelidir ve sesin sudaki hızı saptanmalıdır. Çoğu saha araştırmalarında ekosounder verileri sayısallaştırılır ve navigasyon veri teybinde kaydedilir. Sayısallaştırılmış derinlik verileri med-cezir değişimleri için kolayca düzeltilebilir. Ekosounder genelde araştırmanın her evresinde çalıştırılır. Tipik bir ekosounder sistemi, bir alıcı-verici birimden (transduser) ve bir çiziciden (plotter) oluşur.

Hidrografik ekosounderler transduser derinliği ve sudaki ses hızı değişimleri için ayarlanabilir olmalıdır. Sudaki ses hızını saptamak için iki metot vardır. Bar çek sudaki ses hızını saptamak için en basit yöntemdir. Bar çek aynı zamanda ekosounder transduserinin gerçek konumunu belirler. İkinci yöntem deniz yüzeyinden deniz tabanına kadar olan derinlikte bir sıcaklık /tuzluluk ölçer kullanılır. Tipik bir sıcaklık /tuzluluk ölçere örnek olarak hız değişimi için Medwin'in formülünü kullanan Safre Crouzet C10 hızölçer sistemi verilebilir.

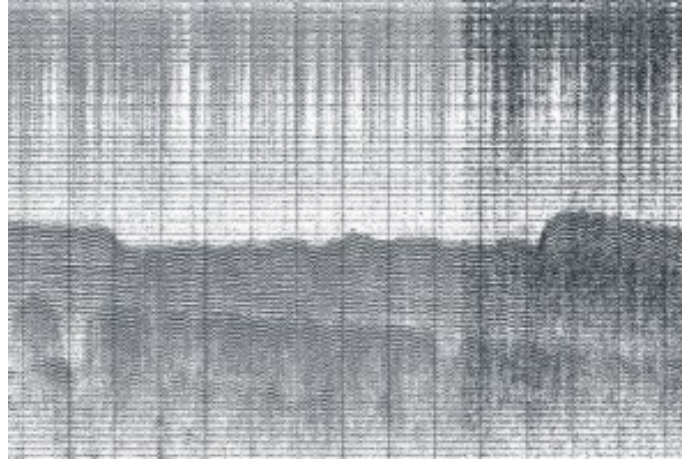
Çoğu ekosounder dalga hareketlerini gidermeye uygun olan süzgeçlere veya en azından bu tür hareketlerin neden olduğu hatalı derinlik ölçümlerini düzeltme amaçlı bir süzgeç seçimine uygundur. Tipik ekosounder parametreleri aşağıdaki gibi olmalıdır:

- Geçirilen frekanslar :33kHz ve 210 kHz
- Gönderilen güç :170w (33kHz) ve 150W (210 kHz)
- Ölçüm hassasiyeti :33kHz için 9,5 cm
210 kHz için 1,5 cm
- Heave compensation :Model TSS 320
(Dalga hareketlerinin dengelenmesi)
- Kalibrasyon :SBE 19, Seacat CDT Profiler (örnek)

Sonuç olarak, ekosounder yüksek ayrımlı batimetrik haritalama çalışmaları ve batık ve boru hattı araştırmalarında yapılması gereken batimetrik ölçümler için gerekli bir donanımdır. Sığ su ve yumuşak oluşumların uygun koşullarında ekosounder 5–10 cm derinliğe nüfuz edebilir.

3.2.2 Mühendislik Sismik Sistemi (Subbottom Profiler)

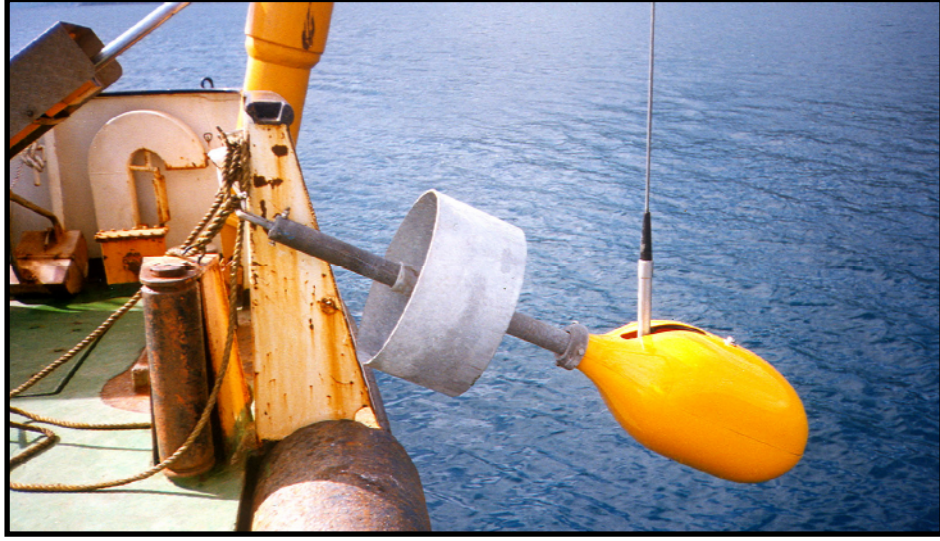
Noktasal olarak olarak gönderilen düşük frekanslı ve güçlü akustik sinyali deniz tabanının sediman yüzeyinden 60 m kadar altına kadar işleyerek deniz tabanını oluşturan malzeme hakkında bilgi verir. (eski, yeni gevşek, kaya oluşumunun başladığı yer vb.) 1–11000 metre derinliklerde tekne yanında veya kablo ile deniz tabanına yakın konumda çekilerek kullanılır. Hassas kalibrasyon gerektirir.



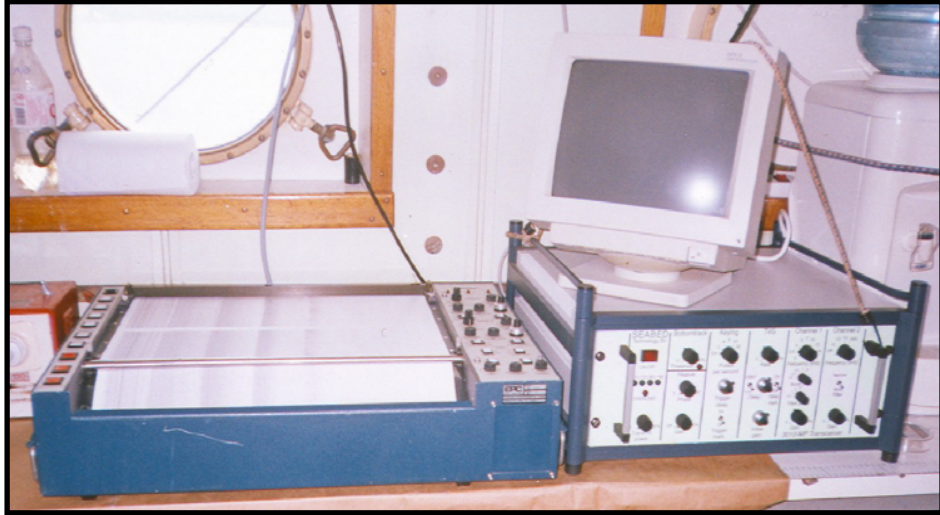
Şekil 3.8 Örnek subbottom profiler verisi (BSPC, 2005)

Sismik yöntem; ses dalgasının yansıma ve kırılma prensibine göre çalışan, deniz tabanı ve taban altı yapısının ses hızlarına göre tabakalaşmasını görüntüleyen sistemlerdir. Sistemin kullanım amacı; taban altı yapının fiziksel özelliğini tespit etmektir. Bu sayede taban altı zeminlerin tabaka sınırları, derinlikleri, sismik sökülebilirlikleri, boşluk ve rezervuar yapıları saptanabilmekte, hızlı ve ekonomik ölçü alınarak projelendirme öncesi ön fikir oluşturmaktadır (Şekil 3.8).

Mühendislik ölçüm amaçlı ilk subbottom profiler 1950'lerde geliştirilmiştir. Genellikle 1–10 kHz aralığında çalışan subbottom profiler deniz tabanının 60 m. kadar altındaki bölgeyi görüntüleyebilir. Örneğin; 3.5 kHz frekansında çalışan mühendislik sismik sistemi ile 30–40 cm ayrımlılık sağlamakta ve zemin uygunsa 30-40 m. taban altı bilgisi elde edilebilmektedir. Şekil 3.9 ve 3.10 Seabed 3010 MP Model subbottom profiler elemanları gösterilmektedir.



3.9 SeaBed 3010MP Mühendislik sismik sistemi sualtı ünitesi
(DEÜ K.Piri Reis Araştırma Gemisi Ekipmanı).

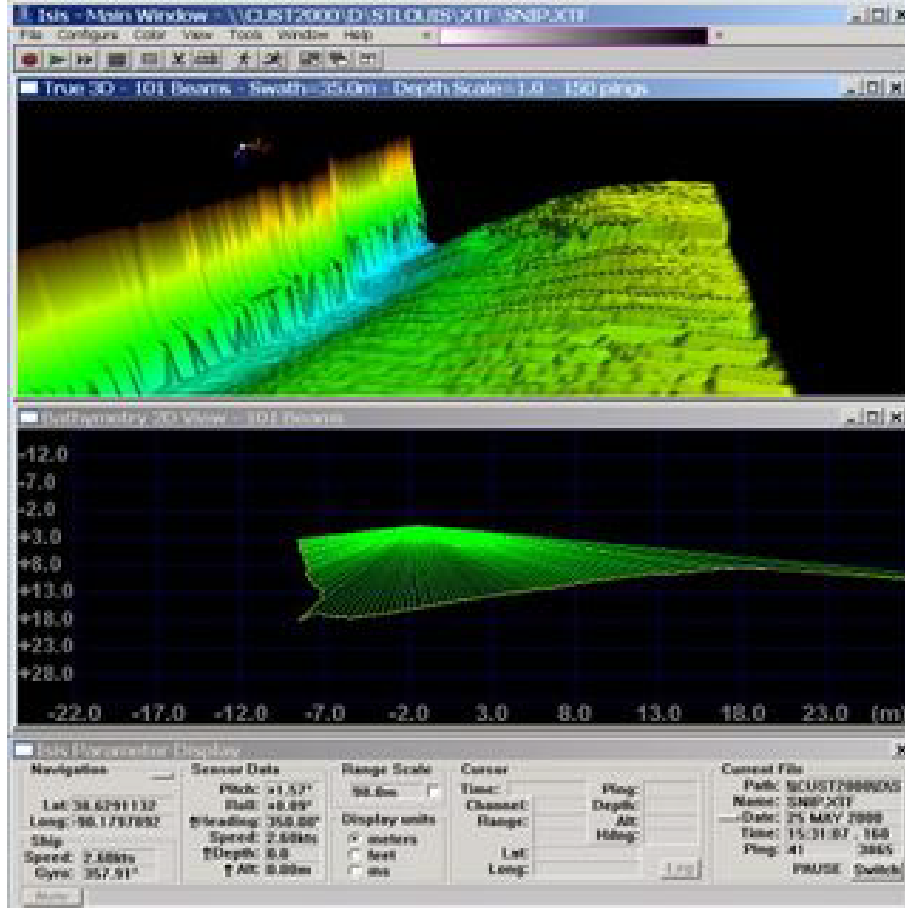


Şekil 3.10 SeaBed 3010MP Mühendislik sismik sistemi grafik kayıt ünitesi
(DEÜ K.Piri Reis Araştırma Gemisi Ekipmanı).

3.3 Ölçme, Navigasyon ve Proses Yazılımı (Triton)

Deniz çalışmalarında, tüm cihazların birbirleri ile senkronizasyonunu sağlayan, konum ve derinlik bilgilerini kayıt eden, kendinden kayıtlı cihazlara kendi ofsetlerine göre konum ve zaman verilerini gönderen, aynı zamanda çalışma esnasında, tekneyi kullanan kaptana planlanan hatlar üzerinde gidip gitmediğini görsel ve sayısal olarak sürekli bildiren ve/veya varsa teknenin otomatik pilotuna kumanda ederek, planlanan hat üzerinde kalmasını sağlayan, sistemin kalbi navigasyon yazılımıdır (Şekil 3.11).

Bu yazılımlar dünyadaki mevcut hemen tüm cihazlara bağlanabilirler, deniz altında yapılacak tarama veya kanal açmaya yönelik projelerin programa girilmesi olanaklıdır ve bu durumda örneğin ölçülen kesit ile proje değerlerini anında karşılaştırabilmektedir.



Şekil 3.11 Triton Navigasyon yazılımı ekranı (reson, 2005)

Bu programların en önemli işlevi bağlanan cihazların senkronizasyonunu sağlamaktır. Bunun için GPS tarafından üretilen komut sinyali, tüm cihazların, aynı anda veri göndermesini sağlar. Bilgisayar portuna gelen bu verilerin porta ulaşma zamanı ve birbirlerinden olan farkları zamansal olarak ölçülür ve karşılıklı eşleştirilir. Bu şekilde tekne hızının fazla olduğu şartlarda bile senkronizasyon sağlanabilmektedir. Ancak prensip olarak her tür çalışmada tekne hızının 5 knot'u (Mil/saat) aşmaması gerekir. Bunun bir nedeni de, arkadan kablo yardımı ile çekilen sensörlerin tabandan olan yüksekliğinin, hızla doğru orantılı olarak artmasıdır.

3.4 Deniz Ölçmesinde Veri Akışı

Deniz ölçmelerinde, teknede, tüm sistemi kontrol eden bir merkezi bilgisayar sistemi bulunur. Bu sistem GPS alıcısından gelen konum bilgisini, ekosounderden gelen derinlik bilgisini ve heave, pitch roll sensörlerden gelen düzeltme verilerini eşleştirerek kayıt ederken, aynı zamanda istenilen aralıklarda düzeltilmiş konum verisini, diğer kendinden kayıtlı cihazlara gönderir. Ancak bu cihazların her birinin tekne üzerindeki konumu farklı yerlerde. Ayrıca bir kısmı da tekne arkasından uzun çelik halatlarla çekilen ünitelerdir. Bu nedenledir ki her bir ünitenin GPS anteninin konumuna göre olan ofsetlerinin aynı anda hesaplanarak doğru konumlarının kendilerine aktarılması gereklidir. Navigasyon yazılımından gönderilen koordinatlar bu görüntülerin daha sonra birleştirilerek bir mozaik elde edilmesi ve doğru konumlandırılması için kullanılır (Şekil 3.12).



Şekil 3.12 Teknedeki veri akışı (georentals.co, 2005)

3.5 Ölçüm Aşamaları

Hedefi ne olursa olsun bir denizel mühendislik çalışması izleyen aşamalardan oluşmaktadır (Kalkan ve Alkan 2005).

A-) Ölçme Öncesi Hazırlıklar:

- Sistemdeki cihazların iletişim protokollerinin ayarlanması,
- Lokal tekne koordinat sisteminin tanımlanması,
- Offset değerlerinin girilmesi,

- Ölçme sınırlarının belirlenmesi,
- Ölçme profillerinin oluşturulması,
- Kıyı çizgisi gibi detayların eklenmesi,
- Koordinat dönüşümü için gerekli olan parametrelerin girilmesi.

B-) Ölçümlerin Gerçekleştirilmesi:

- Derinlik, konum ve diğer sensörlerden alınan bilgilerin toplanıp, manyetik ortamlara depolanması,
- Gerçek zamanlı derinlik profillerinin çizimi,
- Ölçmeler yapılırken, bilgisayar ekranında ölçme profilleri, sahil çizgisi ve diğer detaylar ile teknenin hareketinin gerçek zamanda görüntülenmesi,
- Teknenin hız ve doğrultu açısı gibi bilgilerin toplanması,
- Ses hızının ölçülmesi.

C-) Ölçme Sonrası Çalışmalar:

- Toplanan verilerin kontrol edilip, gerektiğinde düzeltilmesi,
- Ses hızı ve su seviyesi düzeltmelerinin yapılması,
- Bu verilerin ekranda görüntülenmesi veya yazıcıdan çıkışlarının alınması,
- Ölçülmüş değerlerden profil kesitlerinin çizilmesi,
- Hacim hesapları,
- Hidrografik haritaların hazırlanması

BÖLÜM DÖRT

ÖRNEK UYGULAMA

4.1 Çalışmanın Amacı

Örnek uygulama olarak, 2005 yılı yaz döneminde BSPC adına yapılan Samsun doğal gaz boru hattı kontrol etütleri sırasında Samsun Liman İşletmeleri'nin talebi üzerine liman tarama çalışmalarının derinlik kontrolü için, Samsun Limanında kayıtlanmış kısıtlı sayıdaki batimetrik ve sismik profil verileri değerlendirilmiştir. İncelemede; deniz derinleştirme çalışması yapılmakta olan Samsun Limanında; taban taraması esnasında kontrol amaçlı toplanan batimetrik ve dokuz adet sismik profil verileri kullanılmıştır. Kontrol amaçlı bu etütte çalışma öncesi mevcut bilgiler doğrultusunda hazırlanan batimetri haritası ile çalışma esnasında oluşan batimetri haritaları karşılaştırılmış, ayrıca çalışma esnasında alınan sismik verilerle de mühendislik amaçlı sismik kesitler elde edilmiştir.

Tarama çalışması öncesine ait taban topografyasına ilişkin bilgiler, mevcut seyir haritasının sayısallaştırılarak bilgisayar ortamına girilmesi suretiyle oluşturulmuş ve bu haritalar tarama çalışmalarında temel veriler olarak kullanılmıştır. Bu şekilde, taramanın ne yönde ve ne miktarda yapılacağı hakkında temel bilgilere erişilmiş, tarama esnasında yapılan çalışmanın amaca uygunluğu izlenebilmiştir. Yapılan çalışma liman içi deniz trafiğini düzenleyen seyir yollarının temizlenmesi ya da derinleştirilmesi amaçlı olduğu için gerektiği gibi taranmayan yüzeylerin kalmaması ve bunun izlenebilmesi amacıyla çalışma esnasında belli aralıklarla batimetrik ölçümlerle kontrollerin yapılması, bu kontroller için sağlıklı derinlik ölçümlerinin gerçekleştirilmesi zorunluluğu anlatılmıştır.

Sismik etütte çalışma öncesi taramanın hangi yöntemle yapılacağını belirlenmesi, sismik sökülebilirlik değerlerinin tespiti ve sismik hatlar üzerinde bulunan batimetri verileri ile sismik verilerin karşılaştırmasının yapılabilmesi amaçlanmıştır. Sismik yöntem taban ve taban altı yapısının fiziksel olarak incelemesine yönelik bir çalışma olduğu için çalışmada kullanılacak pompa, ekskavator, kırıcı ya da patlatıcı yöntemlerinin birini veya birkaçının

belirlenmesinde, bunların güç ve kapasiteleri ile iş süresinin belirlenmesinde kullanılması zorunlu bir yöntem olduğu vurgulanmıştır.

Bu çalışma kapsamında kaydedilen sismik veriler yukarıda değinilen amaçlara uygun olarak yapılmamış olup yalnızca bölgenin tabanaltı yapısının mevcut durumunun tespitine yönelik bir girişim olup proje ile doğrudan ilgisi bulunmamaktadır.

4.2 Uygulama Alanı

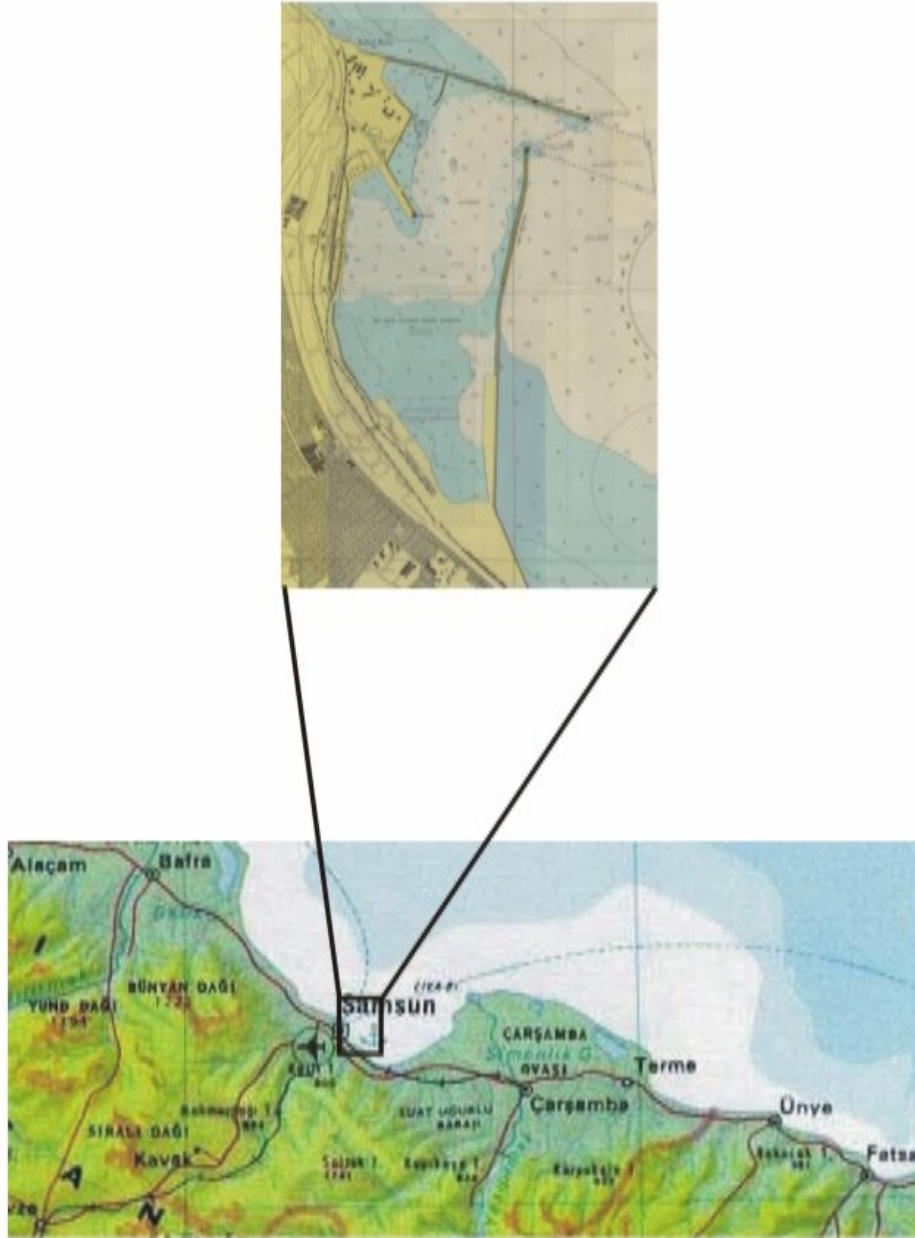
4.2.1 Alanın Konumu

Karadeniz sahil şeridinin orta bölümünde Yeşilırmak ve Kızılırmak nehirlerinin Karadeniz'e döküldükleri deltalar arasında yer alan Samsun ili 9,579 km²'lik bir yüzölçümüne sahiptir. Coğrafi konum olarak enlem kuzey 40° 50' - 41° 51', Boylam doğu 37° 08' ve 34° 25' dir. Kuzeyinde Karadeniz'in yer aldığı ilin komşuları; doğusunda Ordu, batısında Sinop, güneyinde Tokat ve Amasya, Güney batısında ise Çorum illeridir (Şekil 4.1).



Şekil 4.1 Bölgenin Uydu Görüntüsü (Google Earth).

Samsun ili yeryüzü şekilleri bakımından üç ayrı özellik gösterir. Birincisi güneyindeki dağlık kesim, ikincisi; dağlık kesimle kıyı şeridi arasında kalan yaylalar, üçüncüsü; yaylalarla Karadeniz arasındaki kıyı ovalarıdır. (Samsun İl Çevre Durum Raporu, Samsun Valiliği, İl Çevre ve Orman Müdürlüğü, 2004) (Şekil 4.2).



Şekil 4.2 Çalışma Alanının Konumu

(DEU. Deniz. Bil. ve Tek. Ens. Küt. Har. Arş. - [http:// www.mta.gov.tr](http://www.mta.gov.tr)).

4.2.2 Bölgenin Jeolojik Yapısı ve Stratigrafi

Samsun'da genç delta ovalarında alüvyonlar bulunmakla birlikte, dik yamaçlarla ayrılmış taraçalarda eski alüvyonlar görülmektedir. Güneydeki dağlık kesime geçiş alanı neojen yaşlı, killi-kireçli tortularla kaplıdır. Kıyı dağları Kretase lavlarından oluşmuştur. Aynı dağların iç kesimlerinde killi, çakıllı tortullar bulunur. İç kesimlerde Neojen tortullar ve yer yer alüvyonlarla kaplı ovaların güneyinde de birinci ve ikinci zaman yaşlı ve kıvrımlı kayalar Kretase ve Eosen Flişlerine rastlanır. Geniş alanlarda ise volkanik oluşumlar görülmektedir. Samsun'da Eosen, Kretase ve Neojen dönemli oluşumlara sıkça rastlanmaktadır. İl topraklarının güney sınırında Göksu ile Yeşilirmak'ın birleştiği alanda üst kretase yaşlı oluşumlar geniş alanlara yayılır. Abdal Irmağının doğusunda eosen oluşumlarına rastlanır. Yeşilirmak havzasının doğusunda devam eden bu oluşumlar genelde gre, marn ve konglomeradan ibarettir. İlin kuzeyi tümüyle halosen yaşlı yeni alüvyonlarla kaplıdır. Bu alanlarda Yeşilirmağın taşıdığı kum-çakıl ve bloklar izlenmektedir.

Samsun ili jeoloji haritasının güneybatısı ile Kelkit Çayı boyunca doğuya doğru gittikçe incelen ve haritanın güneydoğu köşesinde, Ağvanis bölgesinde yeniden geniş yer kaplayan tabaka serilerine en eski formasyonlu olarak görülmektedir. Fakat bu serilerin hemen hemen hepsinin metamorfize olmuş bulunmaları içlerinde bulunması muhtemel fosilleri yok etmiş veya tanınmaz hale getirmiştir. Bundan dolayı metamorfik serilerin yaşı tam olarak bilinmemektedir. Genel olarak, paleozoik diye kabul olunagelmış ise de bunlar içinde mesozoik yaşlı tabakaların da bulunması çok muhtemeldir. Adı geçen masiflerin litolojik ve stratigrafik durumları birbirine çok benzemektedir. Bölge içinde kalan Tokat masifi ile Ağvanis ve Zevker masiflerini litoloji ve stratigrafi bakımından iki kısımda mütalaa etmek mümkündür.

4.3 Kullanılan Jeofizik Yöntemler

Örnek uygulama yeri, 2005 yılında Samsun Limanında yapılmış olan batimetrik ve sismik etütlerle incelenmiştir. İncelemede; deniz derinleştirme çalışması yapılmakta olan Samsun Limanında; çalışma esnasında kontrol amaçlı toplanan

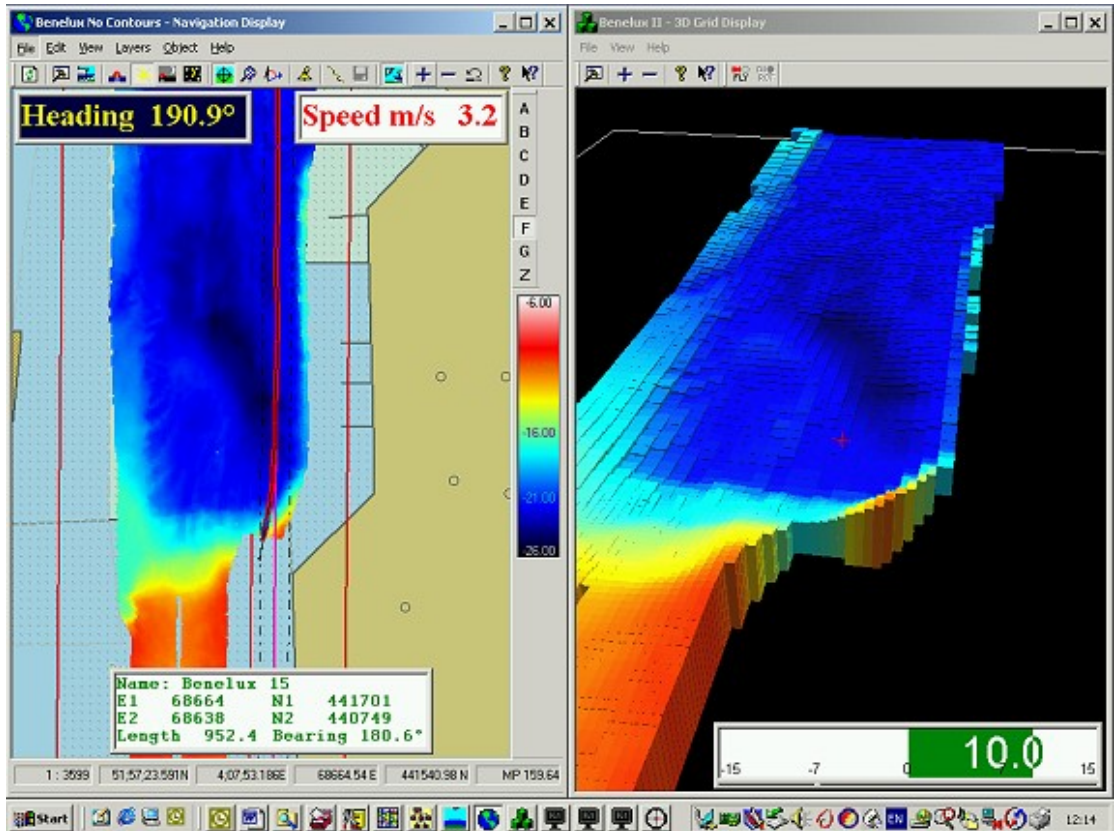
batimetrik veriler ve sismik profiller kullanılmıştır. Kontrol amaçlı bu etütte çalışma öncesi batimetri haritası ile çalışma esnasında oluşan batimetri haritaları karşılaştırılmış, ayrıca çalışma esnasında alınan sismik verilerle de mühendislik amaçlı sismik kesitler elde edilmiştir.

4.3.1 Çalışmada Kullanılan Donanımlar

Uygulama sırasında deniz aracı olarak Dalıcı II adlı tekne kullanılmış, ölçüm sistemleri olarak;

- Pozisyon belirleme sistemi (Trimble 5700 RTK GPS)
- Pusula (SG Brown Meridian)
- TSS DMS Heave Compensatör
- Batimetri sistemi, Çok hüzmeli ES (Reson 8125)
- Mühendislik sismik sistemi (Seabed 3010 Mp)
- Navigasyon yazılımı (Şekil 4.3, QINSy version 7)

kullanılmıştır.

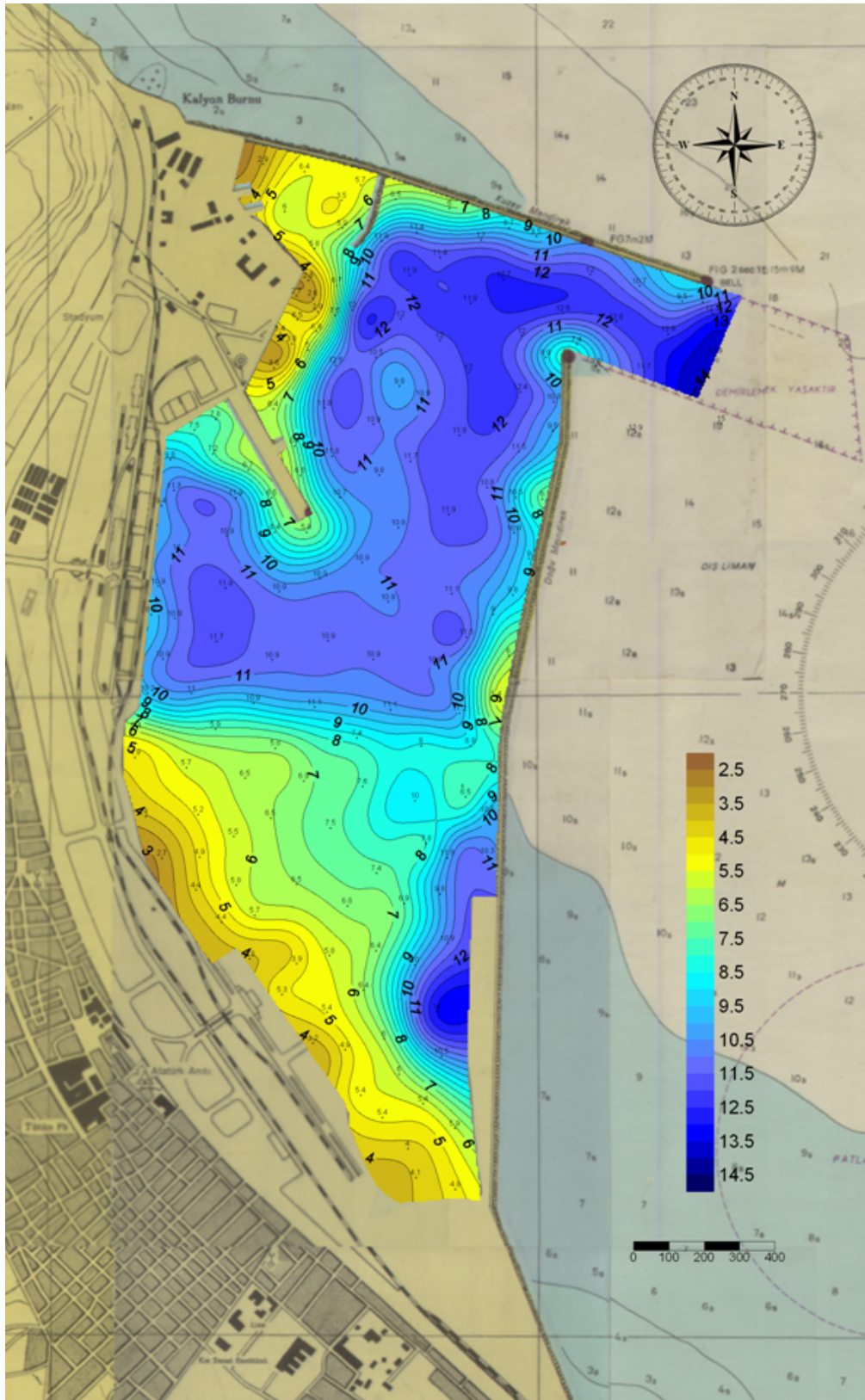


Şekil 4.3 QINSy Multibeam Navigation yazılımı örnek modelleme (QINSy.asp, 2005)

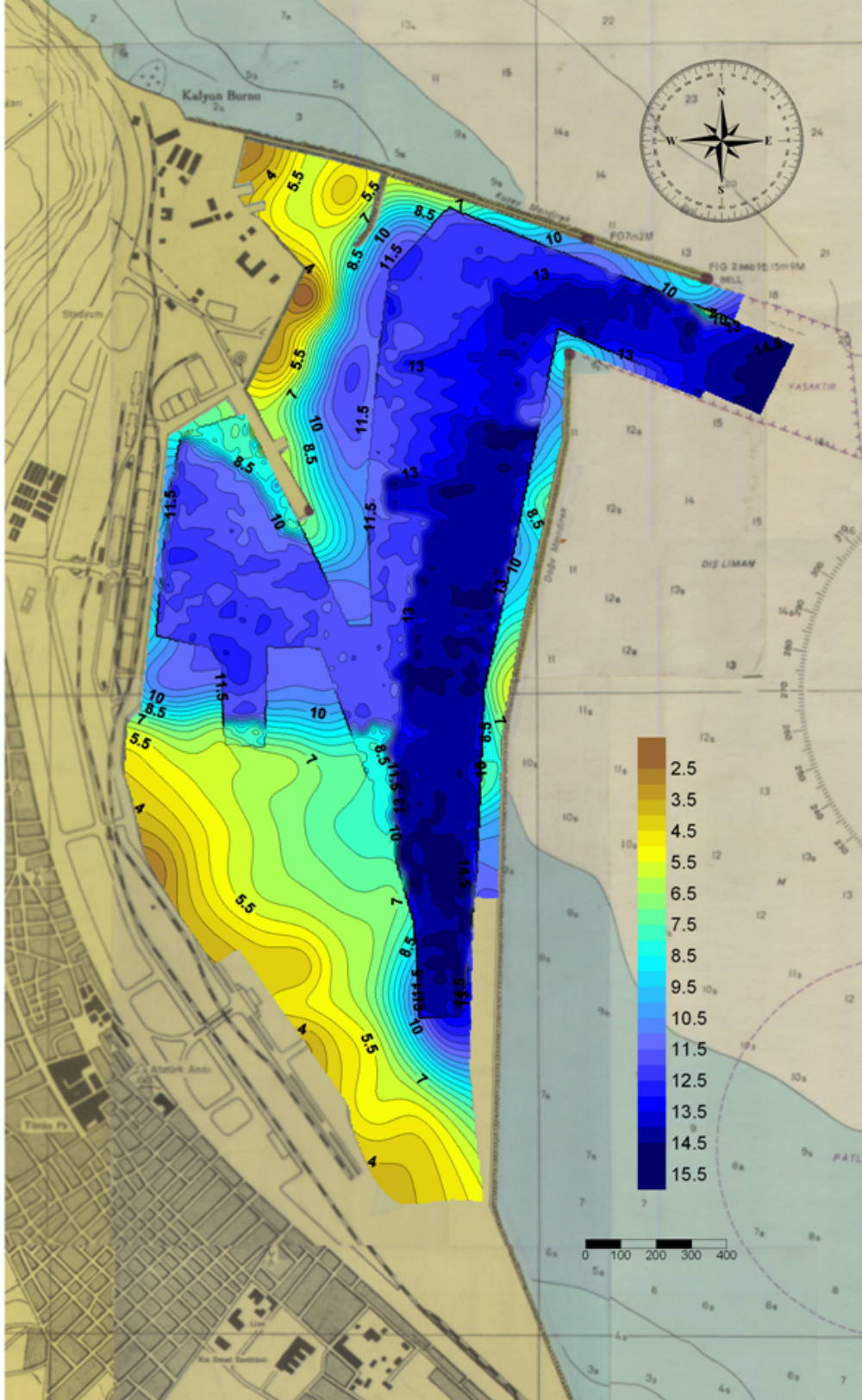
4.3.2 Batimetrik Değerlendirme

Çalışma alanına ait mevcut batimetrik harita (Şekil 4.4) ile birlikte çok hüzmeli ES Reson 8125 model sistemle elde edilen batimetrik veriler değerlendirilerek sahaya ait güncel batimetri haritası oluşturulmuştur. (Şekil 4.5). Derinlik ölçümleri esnasında dalga nedeniyle oluşan düşey hareketler sisteme dahil edilen TSS DMS Heave Compensatör aracılığı ile tespit edilerek, batimetrik verilerin hatasız arşivlenmesi sağlanmıştır.

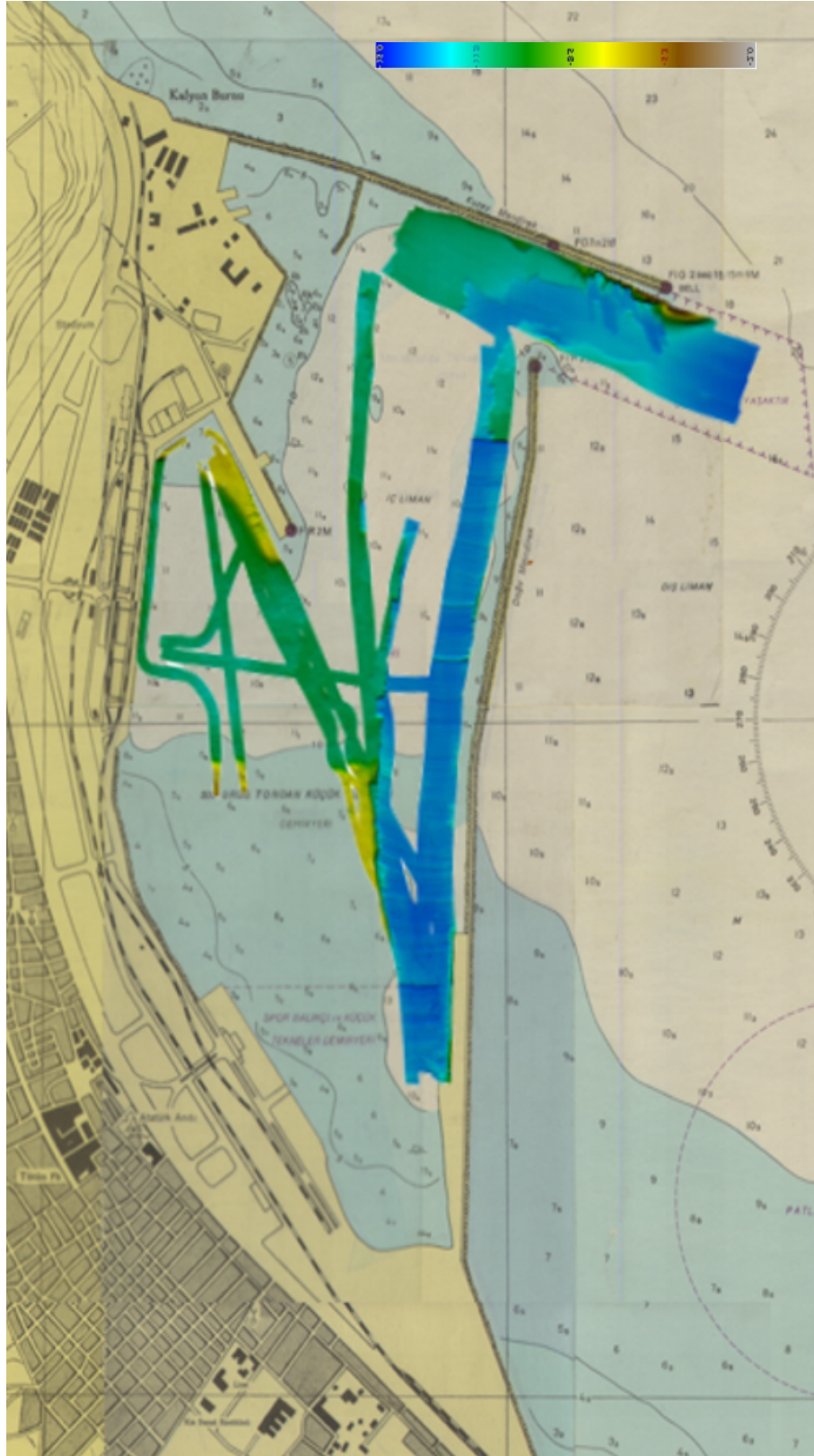
Hazırlanan batimetrik haritalar çalışma öncesi Samsun Limanı taban topografyasını ve çalışma esnasında yapılan tarama bölgelerini ayrıntılı olarak göstermektedir. Haritalarda görüldüğü üzere; liman girişinden iskeleye doğru tamamen sediment dolgusu olan alan tarama ile derinleştirilmiş ve limana giren gemilerin seyirlerinin daha emniyetli olması için bir seyir yolu açılmıştır. Ölçüm esnasında derinleştirme çalışmaları devam ettiği için tarama yüzeyleri ile taranmamış bölgeler arasında belirgin geçişler dikkat çekmektedir. Üretilen bu batimetri haritaları sayesinde yapılan hafriyat miktarı hesaplanabildiği gibi, tarama yapılması gereken yüzeylerin tespiti de görülebilmektedir. Limanın kuzeybatı ve güneybatı bölgelerinin nispeten sığ olduğu görülmekte, ayrıca gelecekte bu bölgelere yapılabilecek deniz yapılarının fizibilitesi hakkında da ön bilgi vermesi batimetri çalışmalarının önemini vurgulamaktadır. Kullanılan sistemin çok hüzmeli ölçü alabilme özelliği de ölçülerin hassasiyetini artırmıştır (Şekil 4.6). Çok hüzmeli sistemlerde alınan ölçülerin geniş bir alandan veri toplayabilmesi, işin daha kısa sürede ve ekonomik olarak tamamlanmasını sağlamaktadır. Ayrıca kullanılan Surfer yazılım programı ile oluşturulan üç boyutlu batimetri haritaları da kullanıcıya daha açıklayıcı bilgi verilmesi açısından önemlidir (Şekil 4.7). Tarama çalışması sonrasında yapılacak ölçümlerle güncel liman haritası oluşturulması planlanmıştır. Güvenli seyir haritalarının oluşturulması ise liman içinde trafiği düzenlediği ve olası kazaları önlediği için ekonomik avantaj sağlamaktadır. Ayrıca limanın günümüzde oluşturulan batimetri haritaları daha sonraki dönemlerde oluşturulacak kıyaslama amaçlı batimetri haritalarına baz konusu olabileceği gibi, benzer hassasiyetteki çalışmalarla limanın ne tür topografik değişimler gösterdiği hususundaki tahminlerin yapılması konularında da sağlıklı veri arşivlenmesini de sağlayacaktır.



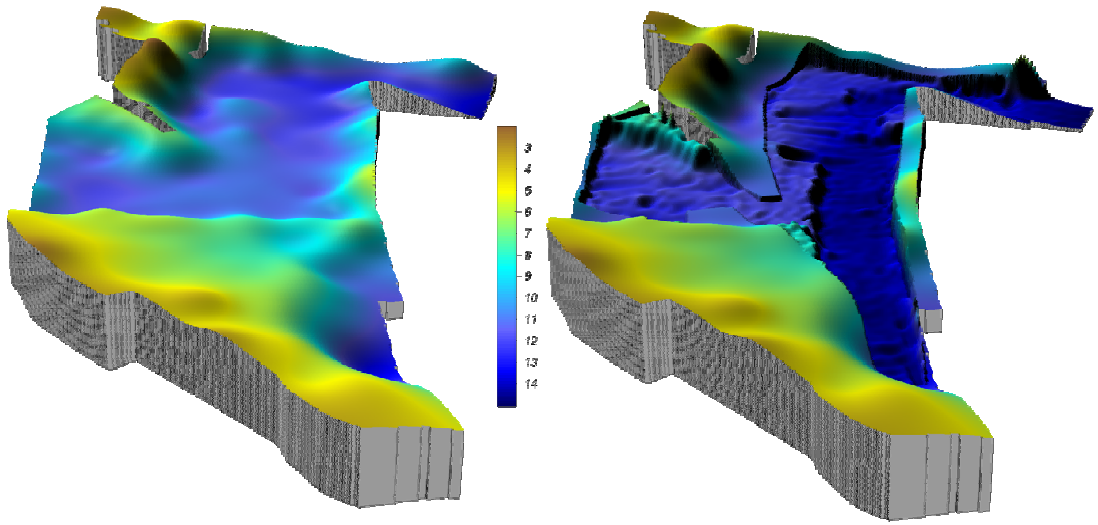
Şekil 4.4 Samsun Limanı tarama öncesi Batimetri haritası



Şekil 4.5 Samsun Limanı tarama esnası Batimetri haritası



Şekil 4.6 Samsun limanı Reson 8125ES hatları ve verileri
(BSPC, 2005)

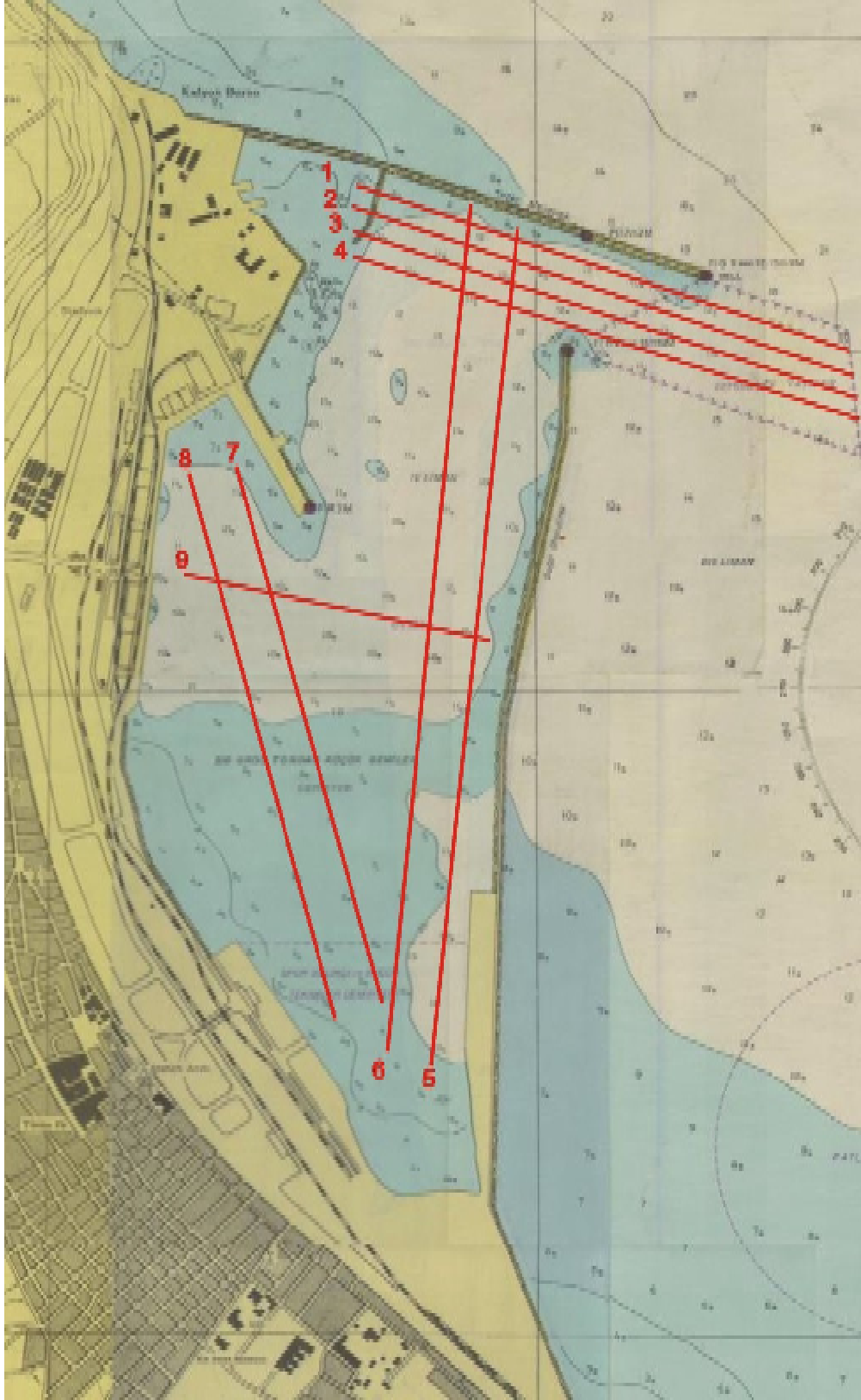


Şekil 4.7 Samsun limanı Tarama öncesi ve esnası üç boyutlu batimetri haritaları

4.3.3 Sismik Değerlendirme

Seabed 3010 MP Mühendislik sismik sistemi ile elde edilen veriler değerlendirildiğinde, sedimanter katmanlardan en üstünde yer alan birimdeki yüzey taraması yapılmış bölümler net bir şekilde izlenebilmektedir. Taban altını oluşturan tabaka sınırları ve sismik stratigrafik unsurlar bazı durumlarda ayrıntılı olarak belirlenebilmesine rağmen bunların alansal dağılımlarının izlenmesi muhtemel gaz maskeleyesi nedeniyle net olarak belirlenememektedir. Bu nedenle stratigrafik anlamda ayrıntılı bir değerlendirme yapılması mümkün olamamıştır. Limandaki sediment birikimiyle ilgili olarak alansal ve hacimsel tahminlerin yapılması ancak farklı dönemlerde kayıtlanmış sismik profillerin karşılaştırılması ile mümkün olabilecektir.

Çalışmadaki sismik hatlar; 1,2,3,4 no'lu profiller liman girişinden kuzeybatı-güneydoğu doğrultulu, 5 ve 6 no'lu profiller mendireğe paralel kuzey-güney doğrultulu, 7,8 no'lu profiller limanın içinde kuzeybatı-güneydoğu yönelimli, 9 no'lu profil ise limanı ortadan kesecek şekilde batı-kuzeybatı - doğu-güneydoğu doğrultulu alınmıştır.(Şekil 4.8)



Şekil 4.8 Samsun Limanı sismik hatlar planı

Bu çalışmadaki profiller yorumlandığında; 1,2,3 ve 4 no'lu profillerde liman girişi bölgesinde yüzey katmanındaki tarama alanı net olarak görülmekte ve bu katmanın altında dört farklı sedimanter dolgu olduğu görülen katmanlar bulunmaktadır. Katmanlar genellikle doğu-güneydoğu yönelimli olarak görünür eğime sahiptirler ve kalınlıkları 3-6 m. arasında değişmektedir. Bu birimler, muhtemelen düşük konumlu deniz seviyelerinde gelişmiş akarsu oluşukları olarak değerlendirilmiştir. Deniz tabanının ortalama derinliği 13-19m. arasında değişmektedir. Kayıtlanan sismik profillerde alansal yorumlamayı güçleştiren muhtemel gaz birikim alanları bulunmaktadır. Sismik profillerin taramanın yapıldığı süreç içerisinde kayıtlanmış olması nedeniyle, muhtemel tarama etkisiyle deniz suyu ortamına dahil edilmiş olan ilave askı materyalin neden olduğu ve sismik kayıtların bazı bölümlerinde su kolonu boyunca meydana gelmiş olan görüntü kirliliği dikkat çekmektedir. Profillerin bulunduğu kesimde tarama yapılmış alan ile taranmamış kesimler arasında yaklaşık 2 m. lik bir kot farkı bulunmakta ve taramanın en üstte yer alan sedimanter katman içerisinde gerçekleştirildiği izlenmektedir. Limanın giriş bölümünde kayıtlanan sismik profiller (1, 2, 3,4) (Şekil 4.9, 4.10, 4.11, 4.12) sırayla incelendiğinde taranan alanının güneye doğru göreceli genişlediği görülmektedir. Bölgeye ait batimetri haritasından (Şekil 4.7) da izlenebileceği gibi liman girişindeki tarama işlemi parçalı olarak gerçekleştirilmiş olup tarama işlemi ağırlıklı olarak girişin güney kesiminde yoğunlaştırılmıştır. Tarama yapılan üst katmanın tarama alanının hemen tamamında aynı özellikte olduğu sismik profillerden ayrıntılı olarak görülmektedir. Buradan hareketle eksik taramanın taban yapısıyla ilişkili olmadığı ve muhtemelen tarama işleminin gerektiği gibi yapılmadığı sonucu ortaya çıkmaktadır. Tarama aracının tarama alanına günlük gidiş gelişleri esnasında sağlıklı konumlandırma işlevinin yapılamamış olması ihtimali de tarama işleminin rasgele yapıldığı izlenimini vermektedir.

Limana girişinden güney sınıra kadar olan koridor üzerinde kayıtlanan 5 ve 6 no'lu profiller incelendiğinde (Şekil 4.13, 4.14) tarama öncesi su derinliğinin 12 m. civarında olduğu ve tarama yapılmış bölgelerde derinliğin yer yer 16m ye ulaştığı görülmektedir. Sismik profillerde tabanaltı yapısı olarak birkaç tabakadan oluşan sedimanter istif tesbit edilmiş, bazı bölümlerde tarama sonrasında ilk tabakanın

tamamen kaldırıldığı izlenmiştir. Daha önceki sismik profillerde olduğu gibi bu profillerde de muhtemel gaz maskelemesi nedeniyle tabanaltı yapısının ayrıntılı incelenmesi mümkün olamamıştır. Hatların kuzey kısmında küçük bir alan ile orta kısmının tamamının tarandığı görülmekte, tarama yüzeylerinin alansal dağılımı batimetri haritasıyla da ayrıntılı olarak izlenebilmektedir.

İç limanı boyuna kesen 7 ve 8 no'lu profiller (Şekil 4.15, 4.16) incelendiğinde hatların uç kesimlerinde lokal taranma yapıldığı tespit edilmiş ve bölgenin büyük bir bölümünün henüz taranmadığı saptanmıştır. Profillerin kuzeybatı tarafında üç farklı katman ayırt edilebilmiş güney tarafında ise muhtemel gaz varlığı veya göreceli olarak daha pekişmiş materyalden oluşan karmaşık tabanaltı yapısı nedeniyle benzer tabakalı yapı izlenememiştir.

9 no'lu profil (Şekil 4.17) ise limanı batı-kuzeybatıdan doğu-güneydoğuya doğru tam ortadan kesmiş hattın doğusunda ve batısında taranmış alan net bir şekilde görülmüştür. Yapılan değerlendirmede dört farklı tabaka yapısı olduğu görülmektedir. Hattın doğu ucunda yine muhtemel gaz maskelemesi nedeniyle bu bölgedeki tabaka ayrımı net bir şekilde yapılamamaktadır.

4.3.4 Batimetrik Verilerle Hacim Hesabı

Deniz tabanı derinleştirme çalışmalarında deniz taban derinliğinin proje amaçlarına uygun hale getirilmesinin yanında tarama esnasında tabandan alınan materyal hacminin belirlenmesi de proje maliyetleri açısından büyük önem taşımaktadır. Genelde işveren ile yüklenici arasında en önemli anlaşmazlık konusu olarak gündeme gelen tarama hacim hesaplamalarında tarama öncesi ve tarama sonrası yapılması gereken batimetrik ölçümlerin önemi tartışılmazdır.

Bu bölümde bir deniz taban derinleştirme çalışması kapsamında yapılması gereken hacim belirleme hesaplamalarına ilişkin, Samsun Limanı batimetrik verileri kullanılarak Surfer yazılım aracılığıyla yapılan bir örnek sunulmuştur.

Surfer yazılımı esas olarak tarama öncesi ve tarama sonrası batimetrik verileri kullanmaktadır. Bu örneğe ilişkin program çıktısı aşağıda sunulmuştur.

Kafes Hacim Hesabı

Fri Jun 23 14:25:06 2006

Birimler metredir.

Tarama Öncesi Yüzey

Grid File Name: C:\tarama_öncesi.grd
Grid Size: 641 rows x 461 columns

X Minimum: 276500
X Maximum: 278800
X Spacing: 5

Y Minimum: 4573800
Y Maximum: 4577000
Y Spacing: 5

Z Minimum: -14.22559490023
Z Maximum: -2.1515776329409

Tarama Sonrası Yüzey

Grid File Name: C:\tarama_sonrası.grd
Grid Size: 641 rows x 461 columns

X Minimum: 276500
X Maximum: 278800
X Spacing: 5

Y Minimum: 4573800
Y Maximum: 4577000
Y Spacing: 5

Z Minimum: -15.06689443044
Z Maximum: -2.1515776329409

Hacimler

Z Ölçek Faktörü: 1

Yöntemler Göre Toplam Hacimler:

Trapezoidal Yöntem: 2459000.9503599
 Simpson Yöntemi: 2458856.0555878
 Simpson'un 3/8 Yöntemi: 2458456.5278137

Tarama & Dolgu Hacimleri

Pozitif Hacim [Tarama]: 2472046.5184482
 Negatif Hacim [Dolgu]: 13045.568088266
 Net Hacim [Tarama-Dolgu]: 2459000.9503599

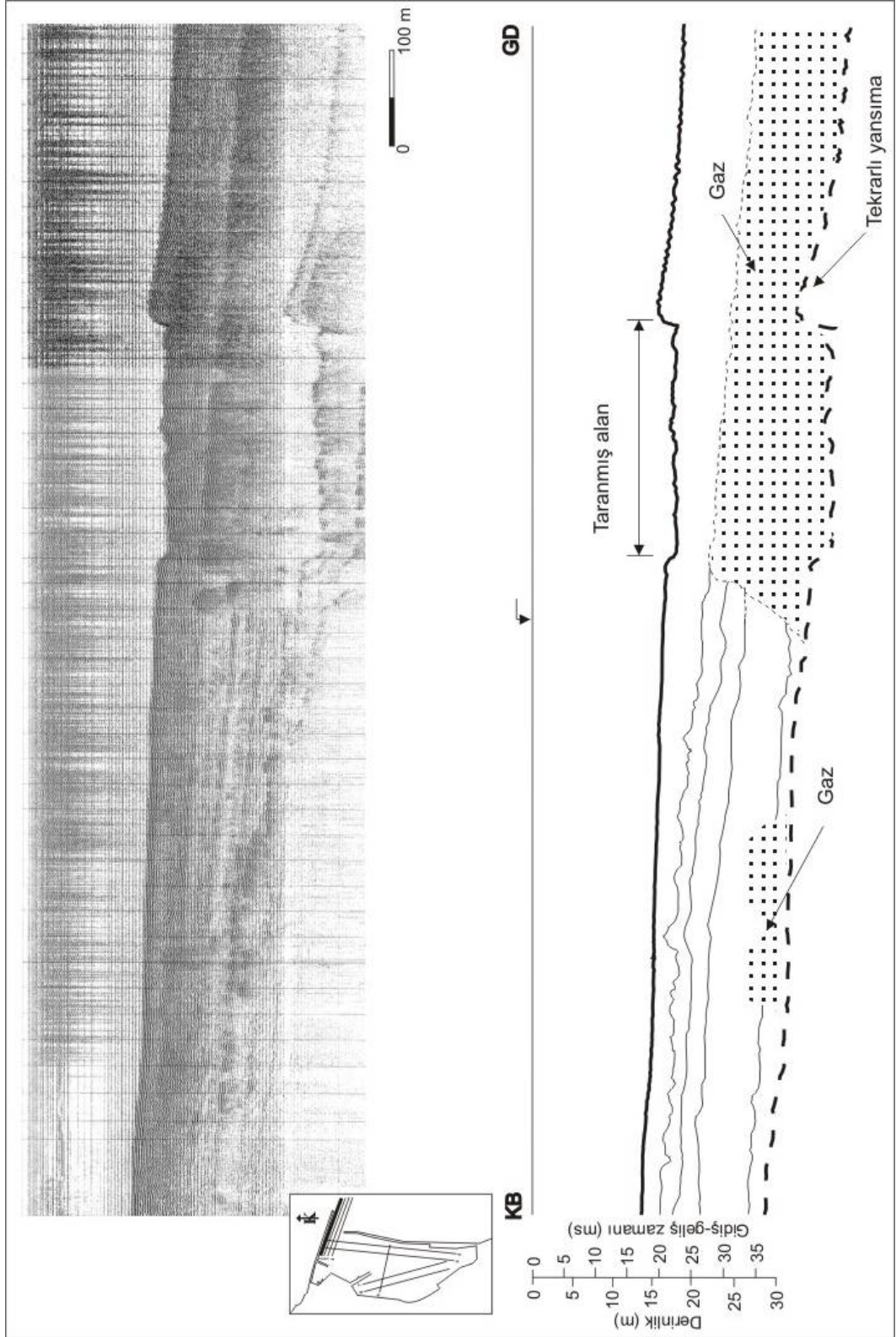
Alanlar

Düzlem Alanlar

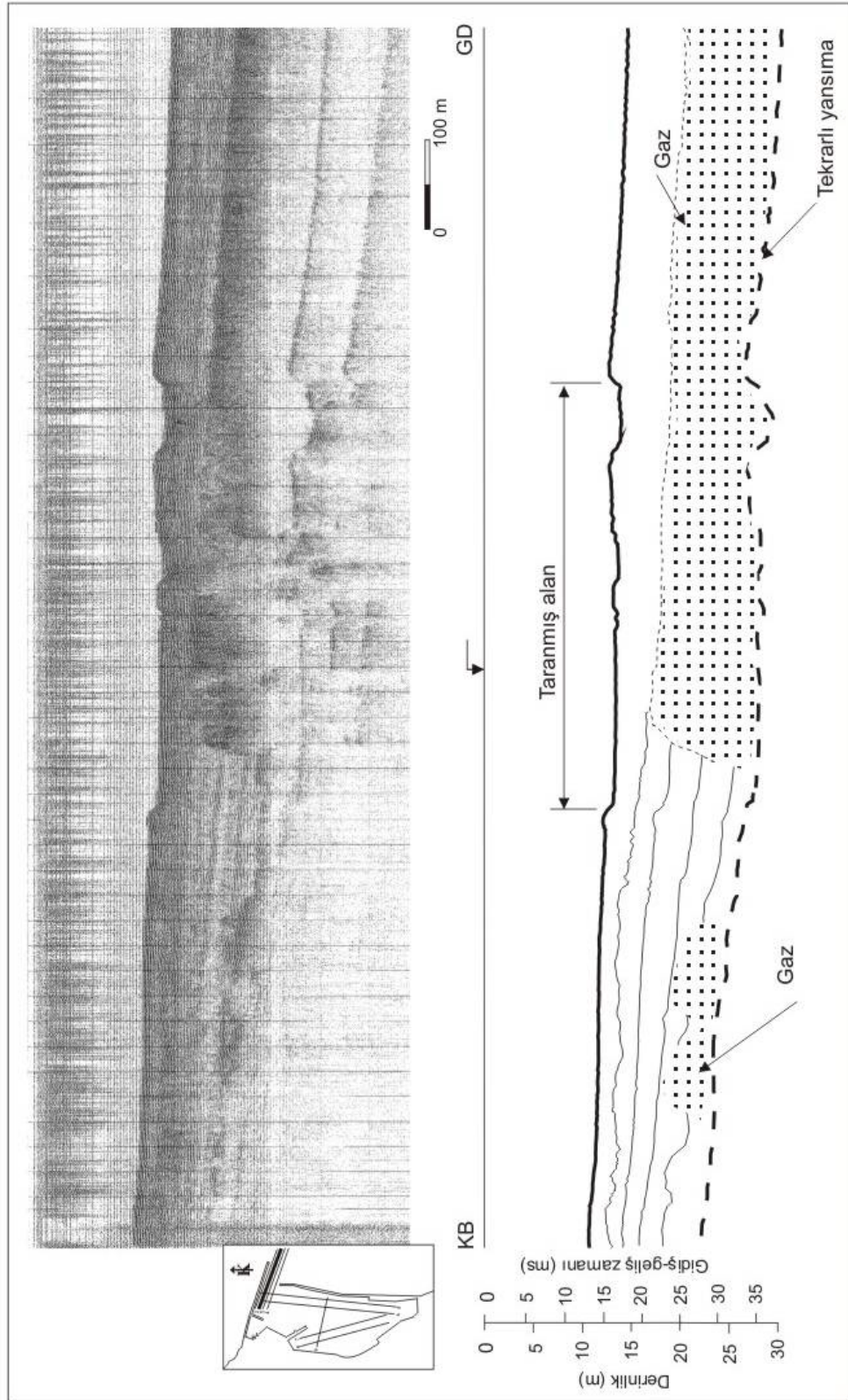
Pozitif Düzlem Alan [Tarama]: 2512050.8366129
 Negatif Düzlem Alan [Dolgu]: 22274.163387062
 Hesap Dışı Alan: 4825675
 Toplam Düzlem Alan: 7360000

Yüzey Alanları

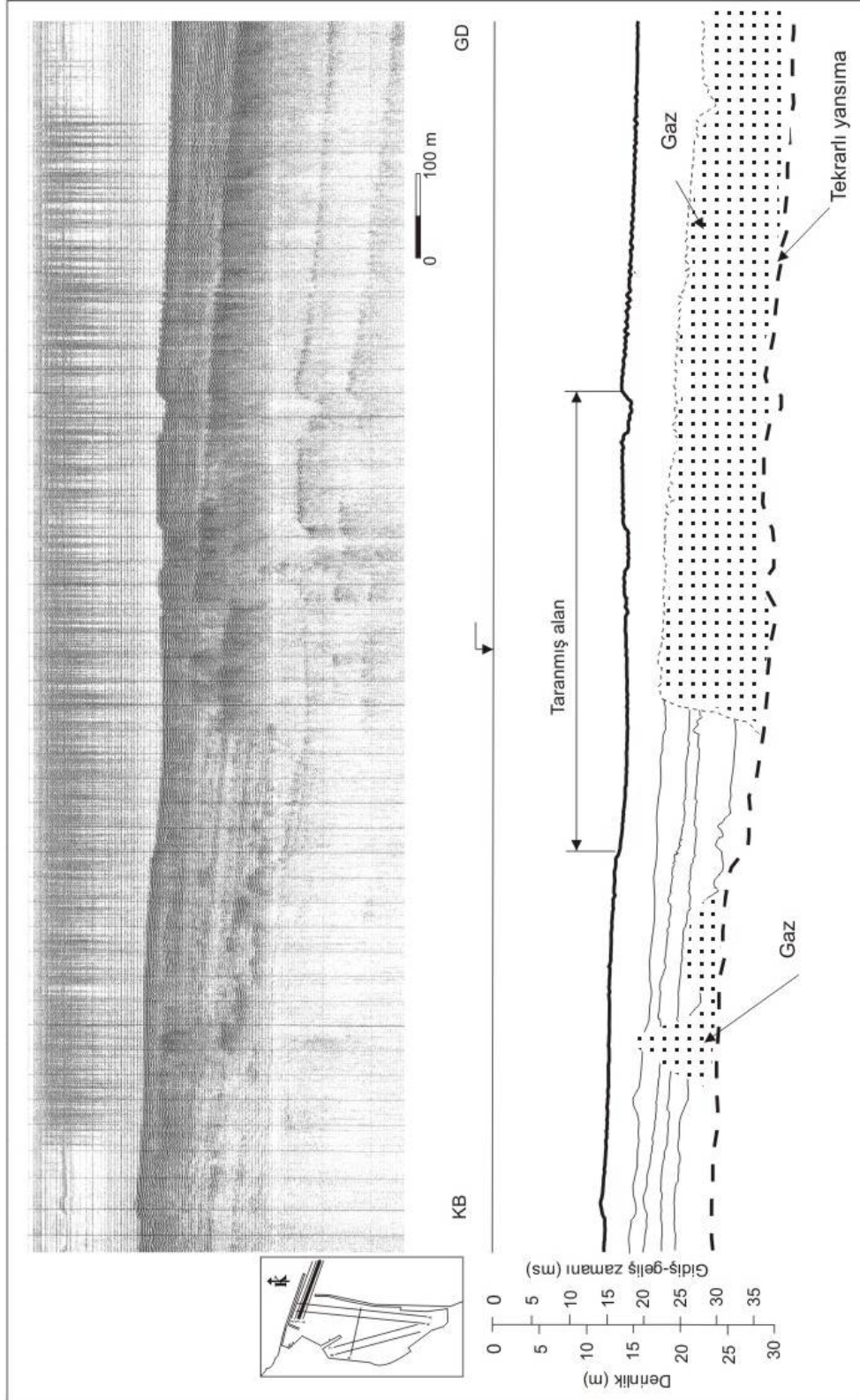
Pozitif Düzlem Alan [Tarama]: 2517301.3101738
 Negatif Düzlem Alan [Dolgu]: 22667.167288285



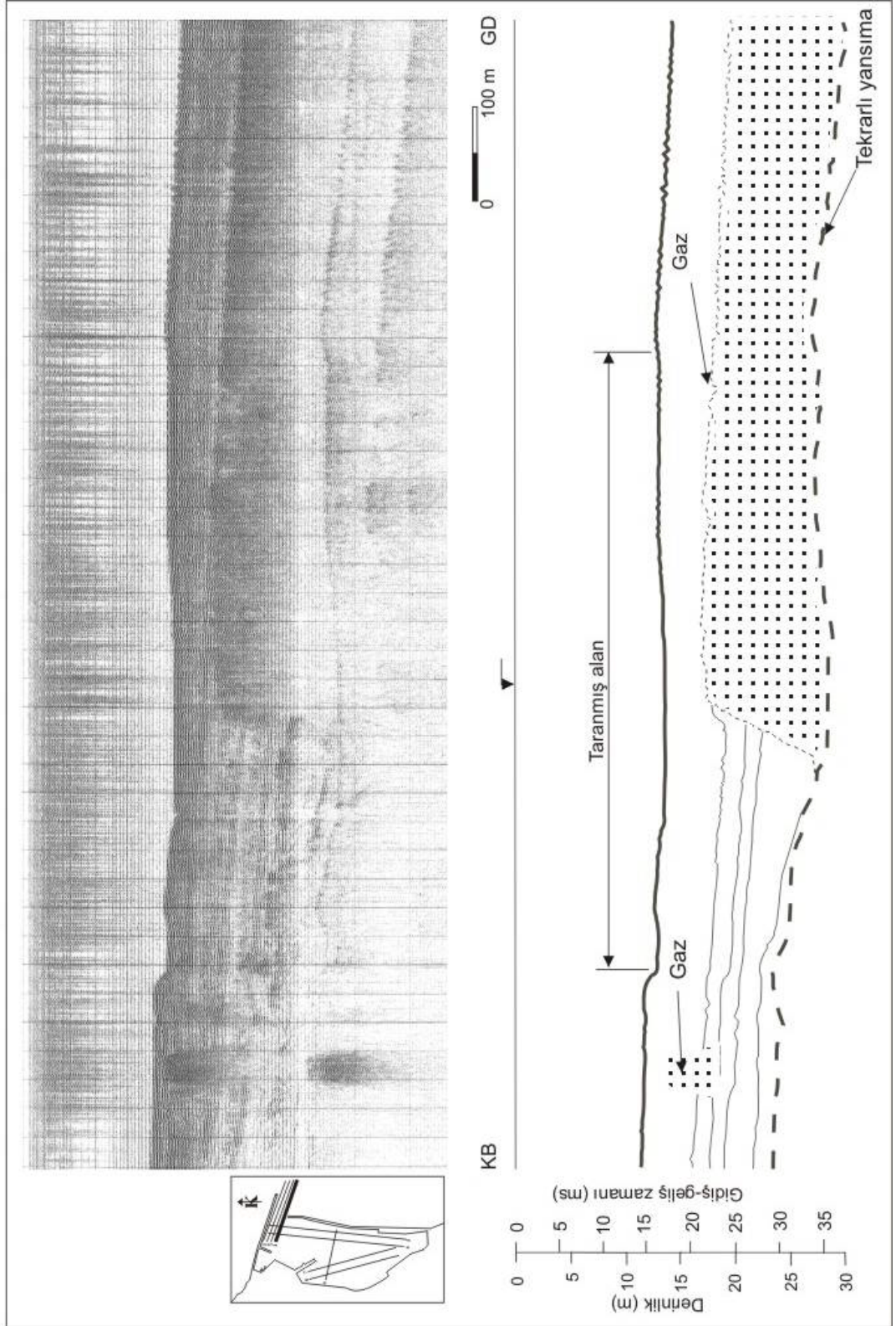
Şekil 4.9 KB-GD doğrultulu 1. profil ve değerlendirme kesiti.



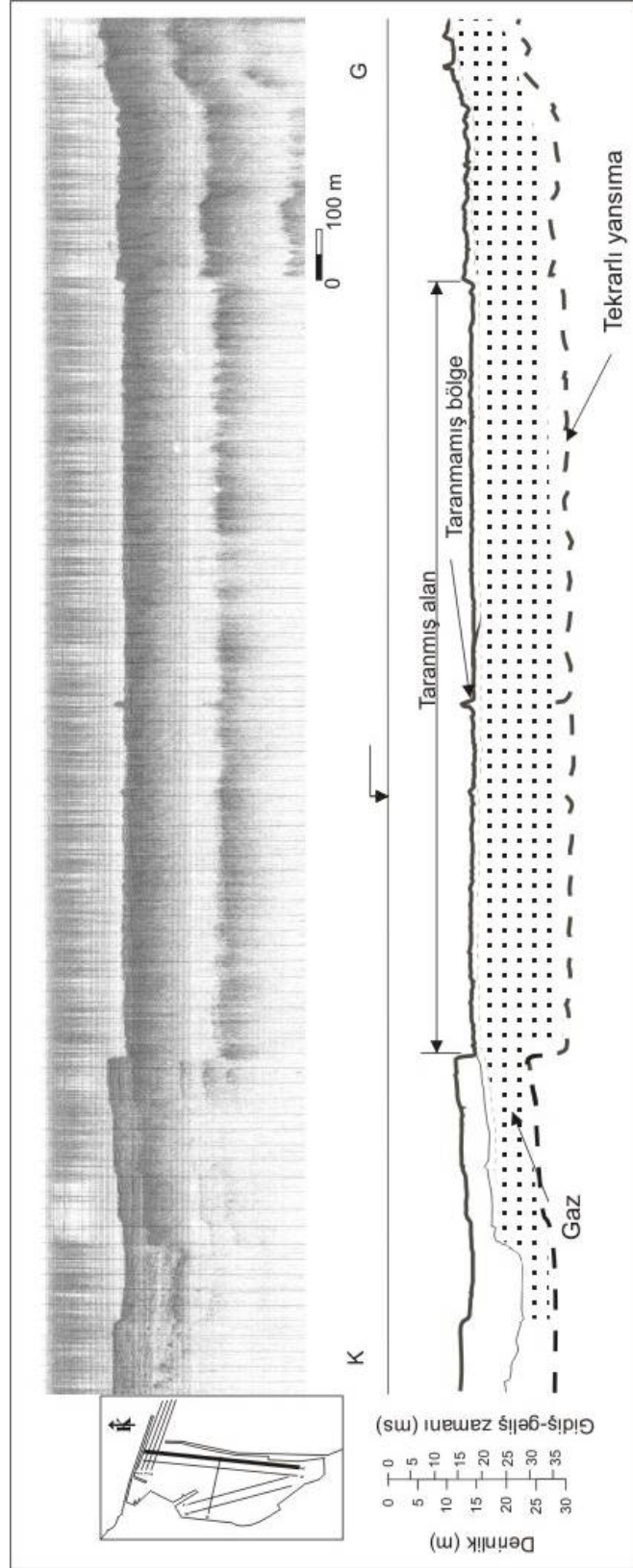
Şekil 4.10 KB-GD doğrultulu 2. profil ve değerlendirme kesiti.



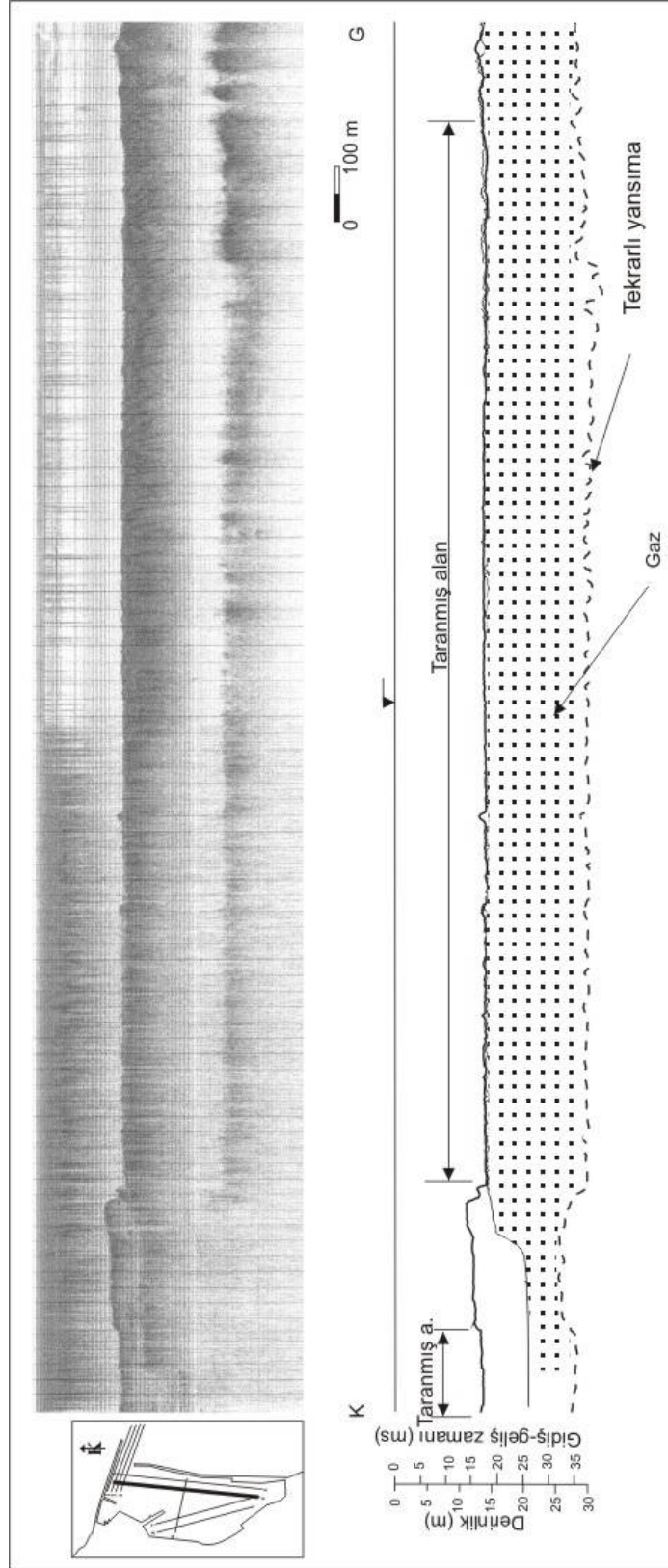
Şekil 4.11 KB-GD doğrultulu 3. profil ve değerlendirme kesiti.



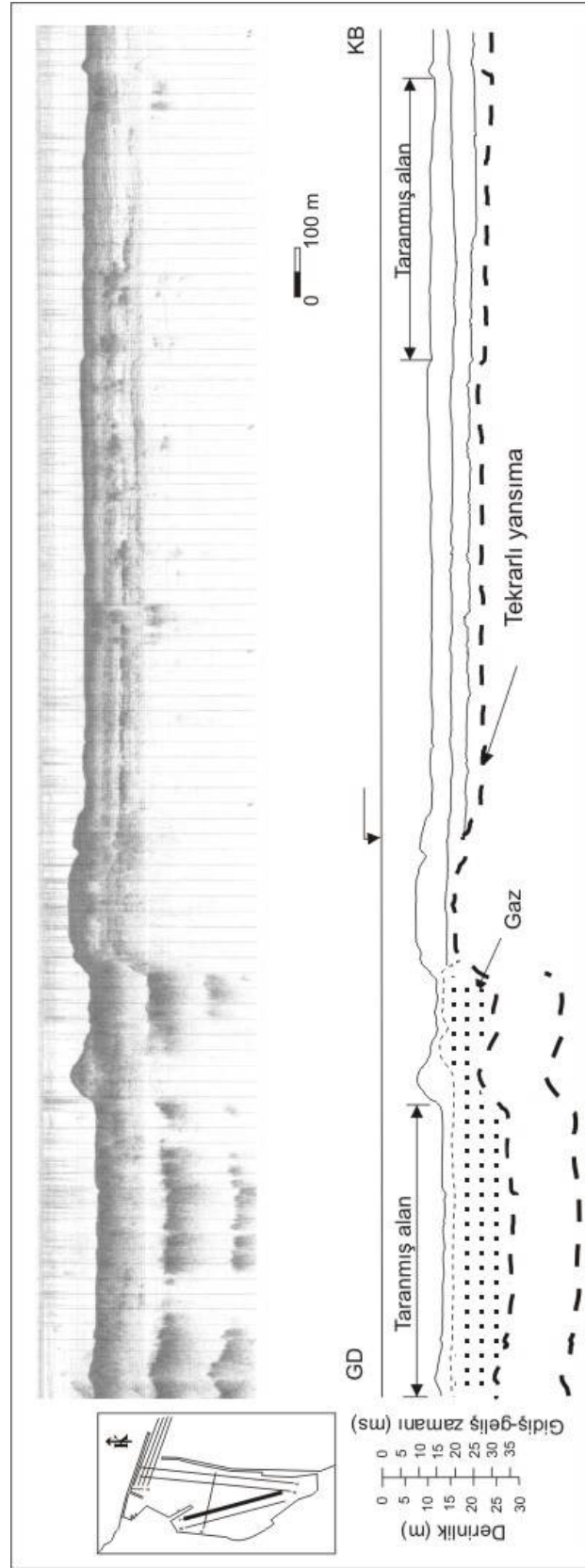
Şekil 4.12 KB-GD doğrultulu 4. profil ve değerlendirme kesiti.



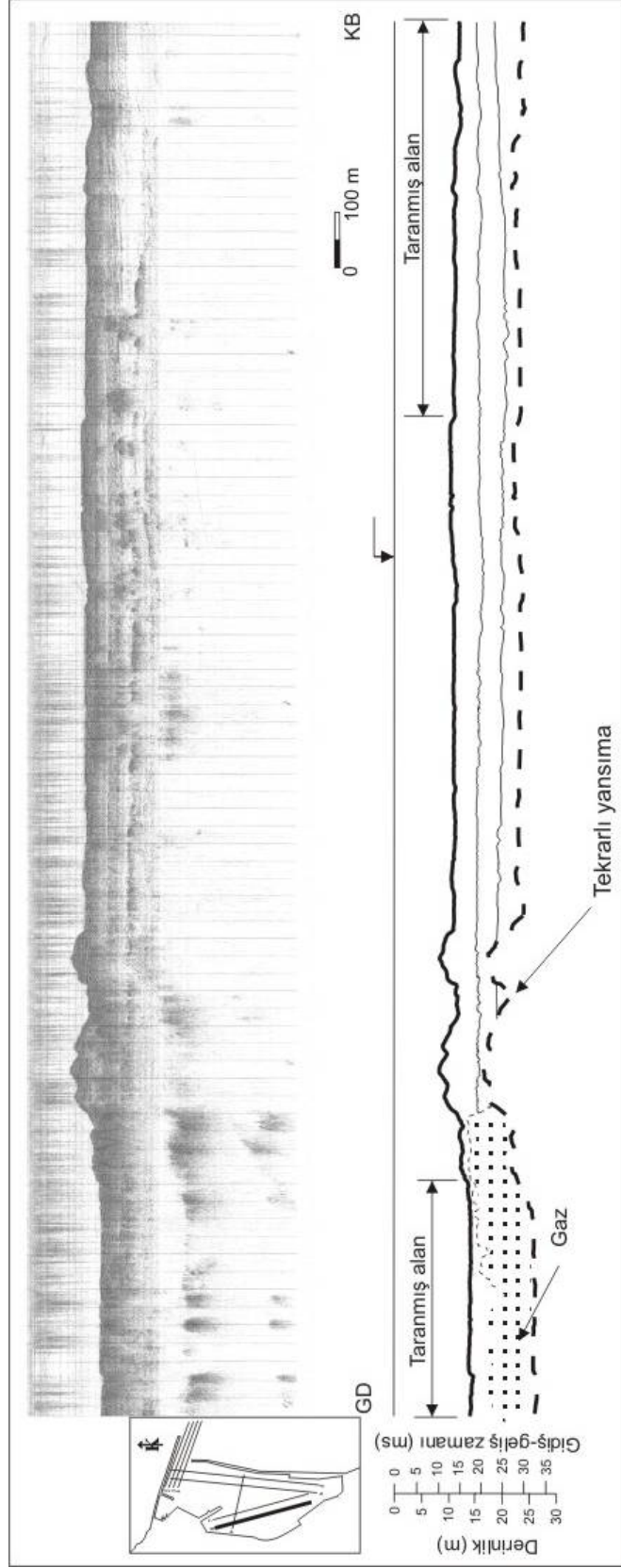
Şekil 4.13 K-G doğrultulu 5. profil ve değerlendirme kesiti.



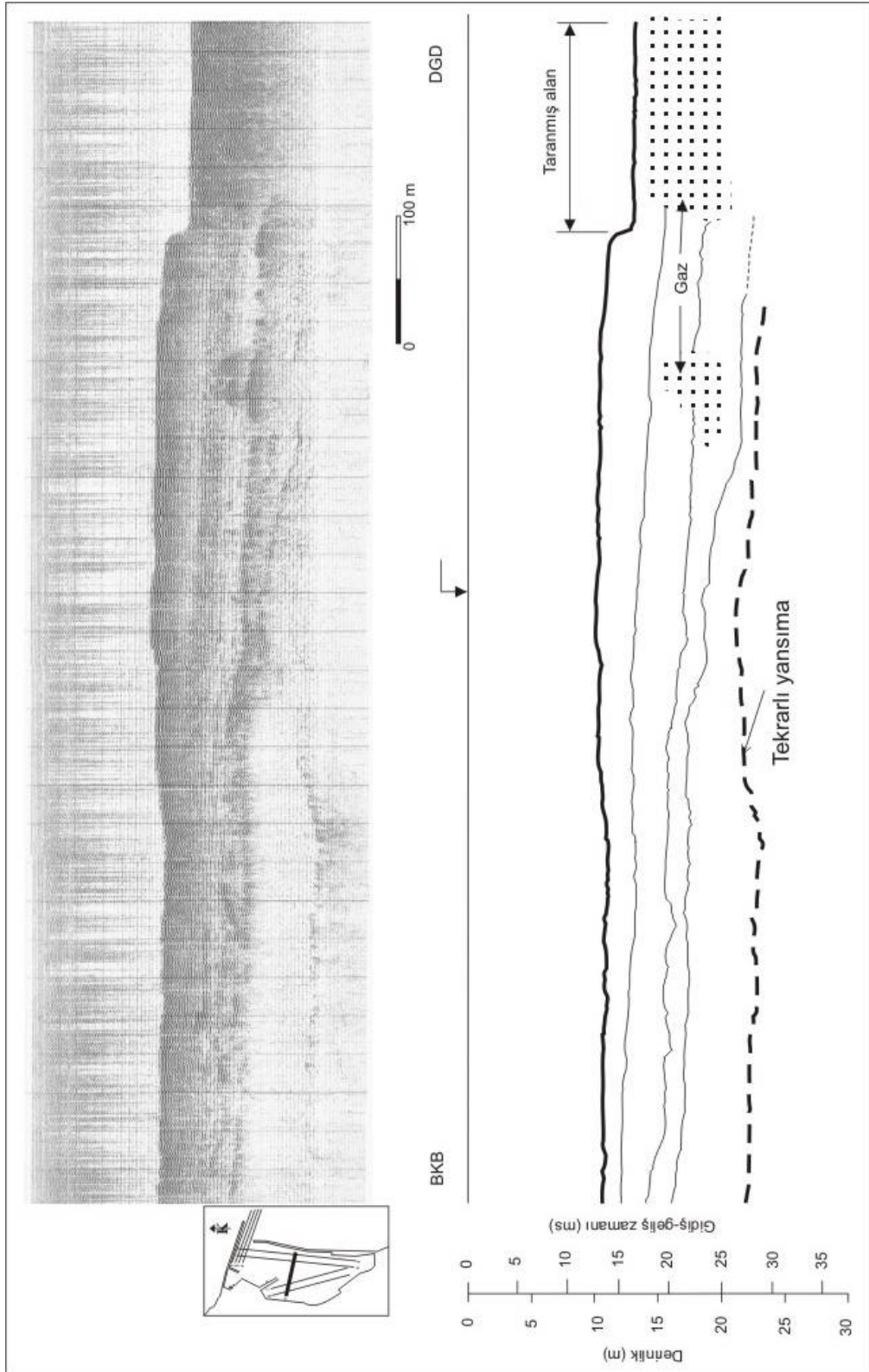
Şekil 4.14 K-G doğrultulu 6. profil ve değerlendirme kesiti.



Şekil 4.15 GD-KB doğrultulu 7. profil ve değerlendirme kesiti.



Şekil 4.16 GD-KB doğrultulu 8. profil ve değerlendirme kesiti.



Şekil 4.17 BKB-DGD doğrultulu 9. profil ve değerlendirme kesiti.

BÖLÜM BEŞ

SONUÇLAR

5.1 Sonuçlar

- Tarama öncesi, uygulama esnası ve sonrası batimetri haritaları ile gerek ön bilgi, gerek kontrol bilgisi ve gerekse sonuç verileri incelenerek ekonomik açıdan en uygun proje seçilebileceği gibi bu şekilde maliyet hesaplamalarının da hatasız çıkartılması mümkün olacaktır.
- Kullanılacak yöntemlerde güncel teknoloji ürünü sistemlerin kullanılması hata payını azaltacağı gibi ayrımlılık ve hassasiyeti arttırmaktadır.
- Yapılan çalışma sonucu arşivlenen veri setleriyle (harita, sismik profil vb) bölgesel sediment temini, alansal dağılımı ve miktarı gibi bilimsel sonuçlara ulaşılması mümkün olabilecektir.
- Özellikle projenin hazırlık aşamasında deniz tarama yöntemlerinin doğru bir şekilde belirlenebilmesi için mühendislik sismiği verilerinin temini gerekli ve zorunludur.
- Sismik sistem verileri ile tarama yöntemi belirlenebildiği gibi faylanma yönü ve doğrultuları da su yapıları ya da kıyı mühendisliği yönünden incelenebilir.
- Tabanaltı yapısının doğru ve ayrıntılı belirlenmesi açısından doğrudan sondaj ve sık taban örnekleme gibi diğer yöntemlere göre hızlı, ekonomik olması ve etüt amaçlı sondaj verilerinin denetlenmesi açısından mühendislik sismiği çalışmaları önemli tercih nedenidir.

KAYNAKLAR

- Akbulut, F. (2005). *Oşinografik, Hidrografik Ölçüm Hizmetleri*. (2005),
<http://www.batimetri.com.tr.tc>
- Alporal, Ö. (2005). *Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası, Mühendislik Ölçmeleri STB Komisyonu, 2.Mühendislik Ölçmeleri Sempozyumu*. 247–256
 İTÜ. İstanbul
- BSPC, (2005). *Topographic and Shore Approach Surveys-Turkish Landfall projesi Sismik ve Batimetrik verileri*. İzmir
- D & A Instrument Company . (2006). *Dredging in Bahrain*. (2006),
<http://www.d-a-instruments.com\dredging.html>.
- Kalkan, Y. ve Alkan, R. M. (2005). *Sularla Kaplı Alanlarımız ve Hidrografik Ölçmeler*. TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası 10. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı . Ankara
- Kaşer, N. (2004). *Güneybatı Anadolu Neotektoniğinin Deniz Sismik Verileri İle Araştırılması*. Y.L. Tezi 10 – 15. İzmir
- Mta. (2006). *Türkiye Fiziki Haritaları*. Kartografya Servisi Mta. (2006),
http://www.mta.gov.tr/mta_web/fiziki3asp
- Parkinson, R. (2001). *High Resolution Site Surveys*. 154-191. 11 New fetter lane.
 London. EC4P4EE.
- Qps, C. (2006). *Qinsy a Total Hydrographic Solution*. (2006),
<http://www.qps.nl/Eng/Pages/QINSy.asp>

Reson, C. (2005). *Underwater Acoustic Solutions*. (2005),
<http://www.reson.com>

Royal, N. (2006). *Submarine Service*. (2006),
www.royal-navy.mod.uk

Samsun İl Çevre Durum Raporu. (2004). *TC Çevre ve Orman Bakanlığı, Samsun Valiliği İl Çevre ve Orman Müdürlüğü, İl Çevre Durum Raporları Rehberi*. 7–14.
Samsun

Samsun Limanı Seyir Haritası. (2005). *DEU Deniz Bilimleri ve Teknoloji Enstitüsü Kütüphanesi Harita Arşivi 1311 no'lu harita*. İzmir

Torr S., Ltd. (2006). *Multibeam Echosounder & Side Scan Sonar Studies*. (2006),
www.torrscientific.co.uk

Yurder, G. (2005). *Deniz Tarama ve Sualtı Yapıları*. (2005),
<http://www.den-ta.net>