

DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**DENİZ JEOFİZİK SİSTEMLERİNDE ELDE
EDİLEN VERİNİN KALİTESİNİN
ARTTIRILMASI VE KALİBRASYONU İÇİN
DENİZ ORTAMINDA DENEYSEL ÇALIŞMALAR**

Görkem DUMANOĞLU

Nisan, 2014

İZMİR

**DENİZ JEOFİZİK SİSTEMLERİNDE ELDE
EDİLEN VERİNİN KALİTESİNİN
ARTTIRILMASI VE KALİBRASYONU İÇİN
DENİZ ORTAMINDA DENEYSEL ÇALIŞMALAR**

Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

Yüksek Lisans Tezi

Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Anabilim Dalı, Deniz Jeolojisi ve Jeofiziği

Programı

Görkem DUMANOĞLU

Nisan, 2014

İZMİR

TEŞEKKÜR

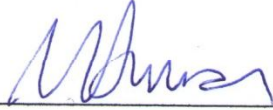
YÜKSEK LİSANS TEZİ SINAV SONUÇ FORMU

GÖRKEM DUMANOĞLU tarafından PROF. DR. ERDENİZ ÖZEL yönetiminde hazırlanan “DENİZ JEOFİZİK SİSTEMLERİNDE ELDE EDİLEN VERİNİN KALİTESİNİN ARTTIRILMASI VE KALİBRASYONU İÇİN DENİZ ORTAMINDA DENEYSEL ÇALIŞMALAR” başlıklı tez tarafımızdan okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.



Prof. Dr. Erdeniz ÖZEL

Yönetici



Prof. Dr. Mohamed Amour

Jüri Üyesi



Doç. Dr. Engin AKTAS

Jüri Üyesi



Prof. Dr. Ayşe OKUR

Müdür

Fen Bilimleri Enstitüsü

Bu tezin oluşmasında öncülük eden bilgisi ve desteğiyle bana yardımcı olan tez hocam Prof. Dr. Erdeniz ÖZEL' e teşekkürlerimi sunarım.

Veri toplamada çok büyük desteği olan ve tecrübelerini paylaşan Prof. Dr. Muhammet DUMAN' a, yarattıkları imkanlar ile bana ve bütün öğrencilere katkıda bulunan Prof. Dr. Derman DONDUDUR' a ve Prof. Dr. Günay Çiftçi'ye katkılarını ve çalışmalarını esirgmeden bana yardımcı olan Araş. Gör. Can EYTEMİZ, Dr. Barış AKÇALI, doktora öğrencilerinden Şüheda EDREMİT, H. Mert KÜÇÜK' e ve tüm Seis-Lab ekibine ve ayrıca Dokuz Eylül -1 mürettebatına çok teşekkür ederim.

Her daim yanımda olan Jeofizik Müh. Fulya ÖZGÜDEN ve yüksek lisans öğrencilerden Müge ATALAR, Recai SERGİN' e, hayatımda her türlü maddi ve manevi desteği sağlayan aileme minnettarlığımı sunarım.

Görkem DUMANOĞLU

DENİZ JEOFİZİK SİSTEMLERİNDE ELDE EDİLEN VERİNİN KALİTESİNİN ARTTIRILMASI VE KALİBRASYONU İÇİN DENİZ ORTAMINDA DENEYSEL ÇALIŞMALAR

ÖZ

Bu çalışma, deniz jeofiziği yöntemlerinden tek ışınlı, çok ışınlı batimetri ve sonar sistemleri ile İzmir Körfezi'nin girişinde yeni kale batıkları üzerinde alınmış verilerin kalibrasyon ve veri setleri üzerinde yapılan iyileştirmeleri içermektedir.

Çalışma kapsamında uygulanan tek ışınlı, çok ışınlı batimetri, sonar ve sismik yöntemlerinde alınan derinlik bilgilerinin veya görüntülerin doğruluklarının nasıl sağlandığı gösterilmiştir. Değişken deniz koşullarından etkilenmeksizin uygulanan yönteme ek olarak yapılabilecek cihazların tanıtımı yapılmış ve etkileri gösterilmiştir.

Çalışma, veriler alındıktan sonra veri işlem adımlarıyla veri iyileştirmesinin nasıl uygulandığı ve nelere dikkat edilmesini kapsamaktadır. Elde ettiğimiz veriler birbiri arasında karşılaştırmaları ve amaca uygun çalışma yönteminin de önemini göstermektedir.

Çalışmada kullanılan yöntemlerin uygulanmasında dikkat edilmesi gereken hususlara yer verilmiştir. Her yöntemin kendi içinde bir kalibrasyonu olup, bu kalibrasyonun çalışma amacına göre yapılması gerekmektedir. Her yöntem kendi içinde çalışma prensibi gereğince, veri kalitesini arttırmak için belli hususlara sahiptir. Bu hususların olması ya da olmaması durumunda veride meydana gelen eksiklikler ve oluşabilecek hatalar gösterilmeye çalışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Deniz jeofiziği, batimetri, sonar, kalibrasyon.

EXPERIMENTAL MARINE STUDIES TO CALIBRATE AND IMPROVE THE QUALITY OF DATA IN MARINE GEOPHYSICAL SYSTEMS

ABSTRACT

In this study, calibration and improvements made on data taken from Yenikale wrecks at the entrance of Gulf of Izmir using marine geophysical methods such as single - beam, multi - beam bathymetry, sonar and single channel marine seismic systems are presented.

Herein, it is discussed how to ensure depth and image accuracy obtained by using single - beam, multi - beam bathymetry, sonar and seismic methods. To be unaffected by marine conditions, the devices that may be used with these methods are promoted and utilities presented.

After collecting the data, it is mentioned how it processed and what's to be paid attention in processing steps and improvements. Data should be compared with each other and has to be proved the importance of choosing the methods that is available for study.

Also details to be paid importance in the application of methods used in the study are included. Every method has a unique calibration way, this calibration has to be carried out for convenient way of usage. Every method has an attribute for improving the quality of data in principal, otherwise in the absence of theses attributes, deficiency and errors may occur.

Abstract: Marine geophysics, bathymetry, sonar, calibration.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

YÜKSEK LİSANS TEZ SINAV SONUÇ FORMU	ii
TEŞEKKÜR	iii
ÖZ	iv
ABSTRACT	v
ŞEKİLLER LİSTESİ	viii
TABLOLAR LİSTESİ	xi

BÖLÜM BİR - GİRİŞ.....1

1.1 Çalışmanın Amacı ve Çalışma Alanı.....	1
--	---

BÖLÜM İKİ – KULLANILAN JEOFİZİK YÖNTEMLER3

2.1 Yanal Tarama Sonarı.....	3
2.2 Ekosounder Batimetri Sistemleri.....	5
2.3 Ekosounder Sistemlerinde Gürültü ve Ayrımlılık.....	9
2.4 Sparker Yöntemi.....	10
2.5 Subbottom – Profiler	12

BÖLÜM ÜÇ - VERİNİN İYİLEŞTİRİLMESİ VE KALİBRASYONU14

3.1 Çalışma Öncesi İşlemler	14
3.1.1 Batimetri Veri İyileştirme (Tek Işınlı Sistem).....	14
3.1.2 Batimetri Veri Kalitesinin Arttırılması ve Veri İyileştirme (Çok Işınlı Sistem)	16
3.1.3 Sonar Veri İyileştirme, Veri Toplama ve Veri Kalitesini Arttırma	19
3.2 Çalışma Sonrası İşlemler	24

3.2.1 Batimetri Veri İyileştirme Ve Veri İşlem (Tek Işınlı Ve Çok Işınlı).....	24
3.2.2 Sonar Veri İyileştirme ve Veri İşlem	29
3.2.2.1 Radyometrik Düzeltmeler	30
3.2.2.1.1 Erim (acrosstrack) Düzeltmeleri	31
3.2.2.1.2 Boyuna (along - track) Düzeltmeler.....	31
3.2.2.2 Geometrik Düzeltmeler.....	31
3.2.2.2.1 Eğim - Erim (Slant - Range) Düzeltmesi.....	31
3.2.2.2.2 Anamorfoz	31
3.2.2.3 Harita (Mozaik ve Kalıp) Hazırlama	32
3.2.3 Sparker ve Subbottom Profiler Veri İşlem	33
3.2.3.1 Uygulanan Veri İşlem Adımları	34
3.2.3.1.1 Kazanç Uygulaması.....	34
3.2.3.1.2 Bant Geçişli Süzgeç (Bandpass Filter).....	36
3.2.3.1.3 İz Katıştırma (Trace Mix).....	37
3.2.3.1.4 İstenmeyen Alanların Atılması (Trace Mute).....	37
3.2.3.1.5 F - K Migrasyonu	38
3.2.3.1.6 Dekonvolüsyon	39
3.3 Çalışma Esnasında Veri Setlerinin Karşılaştırılması ve Veri İyileştirmesi	41
BÖLÜM DÖRT – SONUÇLAR	47
KAYNAKLAR.....	49

ŞEKİLLER LİSTESİ

	Sayfa
Şekil 1.1 Çalışmanın yapıldığı alan	2
Şekil 2.1 Tipik yanal tarama sonarı sistemi	3
Şekil 2.2 Bir yanal tarama sonarı sisteminin ana bileşenleri.....	4
Şekil 2.3 a)Çok ışınlı ekosounder, b) Tek ışınlı ekosounder sistemi.....	6
Şekil 2.4 Tek ışınlı (single - beam) ekosounderin ölçüm alma düzeneği.	7
Şekil 2.5 Çok ışınlı ekosounder ışın düzeni	8
Şekil 2.6 İki farklı frekansta çalışabilen SeaBeam 1050D ekosounder sisteminin su derinliği ve frekansa bağlı olarak tarama alanının değişimi	8
Şekil 2.7 Sparker çalışma sistemi	11
Şekil 2.8 SIG Sparker sistemi.....	12
Şekil 2.9 Subbottom profiler kesiti	12
Şekil 2.10 SBP sistemin çalışma prensibi	13
Şekil 3.1 Bar - check.	14
Şekil 3.2 Gemideki sistemin yazılım görüntüsü.....	15
Şekil 3.3 5 Teknenin yükseklik (heave),dönme (roll), yalpalama (pitch) ve sapma (yaw) hareketi.....	16
Şekil 3.4 a) Pitch düzeltilmesi yapılmamış veri b) Pitch düzeltilmesi yapılmış veri. ..	17
Şekil 3.5 a) Roll düzeltilmesi yapılmamış veri b) Roll düzeltilmesi yapılmış veri.	17
Şekil 3.6 Ses hızı ölçer	18
Şekil 3.7 Odom mb1 ekosounder ve Kongsberg Geoswath Ekosounder	18
Şekil 3.8 Tow - fish görüntüsü.	19
Şekil 3.9 Yüksek frekanslı 360 derece sonar ile alınmış görüntü	20
Şekil 3.10 Üç farklı sonar sisteminden alınmış veriler görülmektedir.	20
Şekil 3.11 Sonar kaydında görülen anomali aslında sığlık şamandıranın tonozu.	21
Şekil 3.12 Sonar kaydında görülen yapı eski bir iskelenin yanında geçerken alınan bir kayıt.	21
Şekil 3.13 a) Normal sonar kaydı b) Dümen suyundan etkilenmiş veri.	22
Şekil 3.14 Yanal tarama sonarda dümen suyunun girişimi görülmektedir.	23
Şekil 3.15 Motion Sensor ve GPS görüntüsü.....	24
Şekil 3.16 Kaydedilen verinin görüntüsü.....	25

Şekil 3.17 Bilgisayar ortamına kaydedilen diğer parametrelerin görünümü.	25
Şekil 3.18 Gel-git ölçüm alımını açıklayan şema.	26
Şekil 3.19 Kırımızı iğnecik (spike) deniz tabanını doğru yansıtmamaktadır.	26
Şekil 3.20 a) Ham veri b) Veri - işlem uygulanmış veri.	27
Şekil 3.21 Veri iyileştirme penceresi.	27
Şekil 3.22 Veri iyileştirme hatası.	28
Şekil 3.23 Hücre sayısı 10 örnekte bir alınmış veri.	28
Şekil 3.24 Hücre sayısı her örnekte bir alınmış veri.	29
Şekil 3.25 Sonar verisinin işlem aşamaları.	29
Şekil 3.26 Formüldeki değerlerin şekil üzerindeki görüntüleri.	30
Şekil 3.27 Mozaik yapılmış veri.	32
Şekil 3.28 Saha da alınan sonar görüntülerden mozaik yapılmış veri.	33
Şekil 3.29 Tek kanallı sismik yansıma veri toplama	33
Şekil 3.30 Promax tek kanallı veri işlem adımları.	34
Şekil 3.31 a) AGC pencere boyu 100 alınmış veri, b) AGC pencere boyu 200 alınmış veri.	35
Şekil 3.32 a) AGC pencere boyu 200 alınmış veri, b) AGC pencere boyu 500 alınmış veri.	35
Şekil 3.33 Spektral analizde köşe frekansların seçilmesi.	36
Şekil 3.34 a) Süzgeç uygulanmamış veri b) Süzgeç sonrası veri.	36
Şekil 3.35 a) Trace mix olmayan veri b) Trace mix olan veri.	37
Şekil 3.36 a) Top mute yapılmamış veri b) Top mute yapılmış veri.	38
Şekil 3.37 a) Migrasyon uygulanmamış veri b) Migrasyon uygulanmış veri.	38
Şekil 3.38 a) Dekonvolüsyon sonrası b) Dekonvolüsyon öncesi.	39
Şekil 3.39 a) Dekonvolüsyon öncesi b) Dekonvolüsyon sonrası.	39
Şekil 3.40 a) Dekonvolüsyon öncesi b) Dekonvolüsyon sonrası.	40
Şekil 3.41 Çalışma esnasında Subbottom profiler da karşılaşılan batık anomalisi.	41
Şekil 3.42 Çalışma sonrasında yanal tarama sonarı kaydında batık görüntüsü.	42
Şekil 3.43 Çalışma alanı ve hatlar (batıklar).	42
Şekil 3.44 Yanal tarama sonarı mozaik yapılmış batık verisi.	43
Şekil 3.45 360° sonar ile yapılmış batık verisi.	43
Şekil 3.46 Tek ışınli batimetri 3 boyutlu batık verisi.	44

Şekil 3.47 Çok ışınlı batimetri 3 boyutlu batık verisi.....	44
Şekil 3.48 a) Sisimikte karşılaşılan gömülü kablo anomalisi b) Yanal tarama sonarda görülen gömülü kablunun tespiti.....	45
Şekil 3.49 Sonar kayıt sistemi	46
Şekil 3.50 a) Sonar kaydında görülen objeler b) Sonar kaydında görüle objenin sualtı fotoğrafları.....	46

TABLolar LİSTESİ

Sayfa

Tablo 1.1 Farklı yapıların saptanması için gerekli frekans aralıkları6

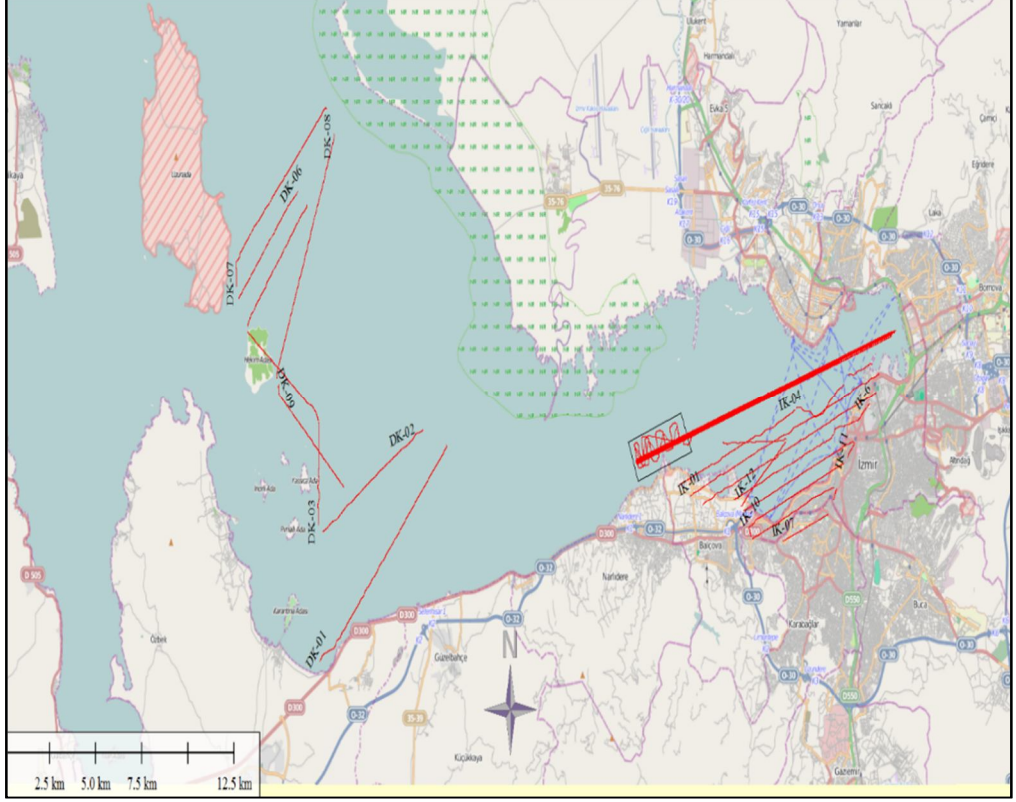
BÖLÜM BİR

GİRİŞ

1.1 Çalışmanın Amacı

Çalışma, tek ışınlı (single - beam) ve çok ışınlı (multi - beam) batimetri ve sonar yöntemleriyle alınan derinliklerin veya görüntülerin doğruluklarının nasıl sağlandığını göstermeyi, veriler alındıktan sonra veri işlem adımlarıyla veri iyileştirmesinin nasıl uygulandığı ve nelere dikkat edilmesi gerektiğini, veri işlem sonucunda elde edilen verilerin birbiri arasında karşılaştırmalarını ve amaca en uygun yöntemin seçilmesini amaçlamaktadır.

Bu çalışmada kullanılan her yöntemin kendi içinde bir kalibrasyonu olup, bu kalibrasyonun çalışma amacına göre yapılmasını ve veri kalitesini arttırmak için sisteme eklenebilecek ek özelliklerden bahsedilmiştir. Bu hususların olması ya da olmaması durumunda veride meydana gelen eksiklikler ya da hatalar gösterilmeye çalışılmıştır. Bazı sonar kayıtları da sualtı fotoğrafları ile desteklenmiştir.



Şekil 1.1 Çalışmanın yapıldığı alan

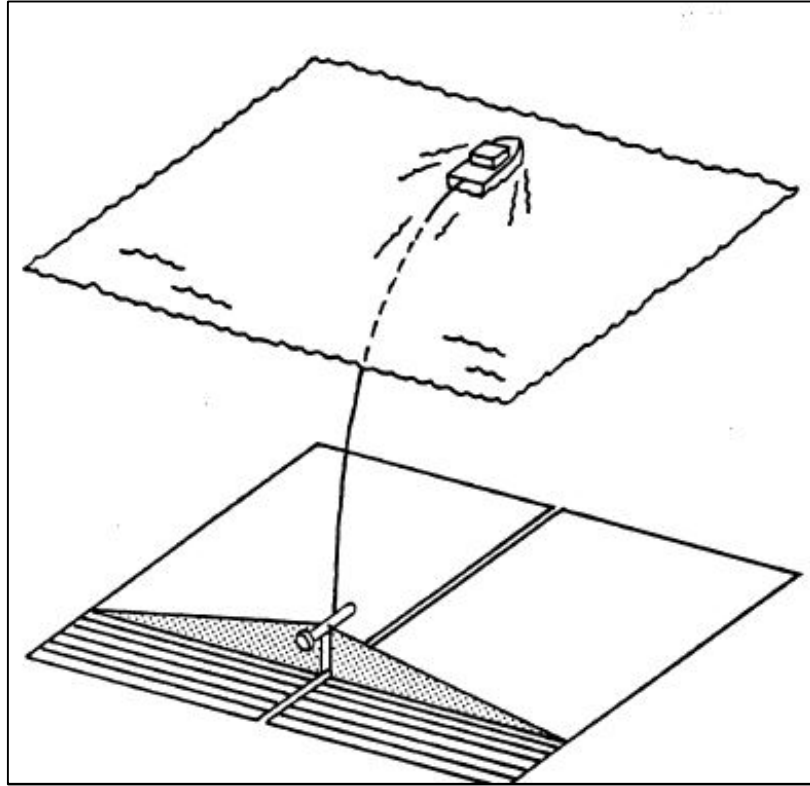
Çalışma alanı, İzmir Körfezi'nin girişinde bulunan yeni kale batıklarındır ve bu alan üzerinde veriler elde etmek için deniz jeofiziği yöntemlerinden tek ışınlı, çok ışınlı batimetri, sonar sistemleri ile deniz sığ sismik çalışmalarından sparker ve sub - bottom profiller yöntemleri kullanılmıştır (Şekil 1.1).

BÖLÜM İKİ

KULLANILAN JEOFİZİK YÖNTEMLER

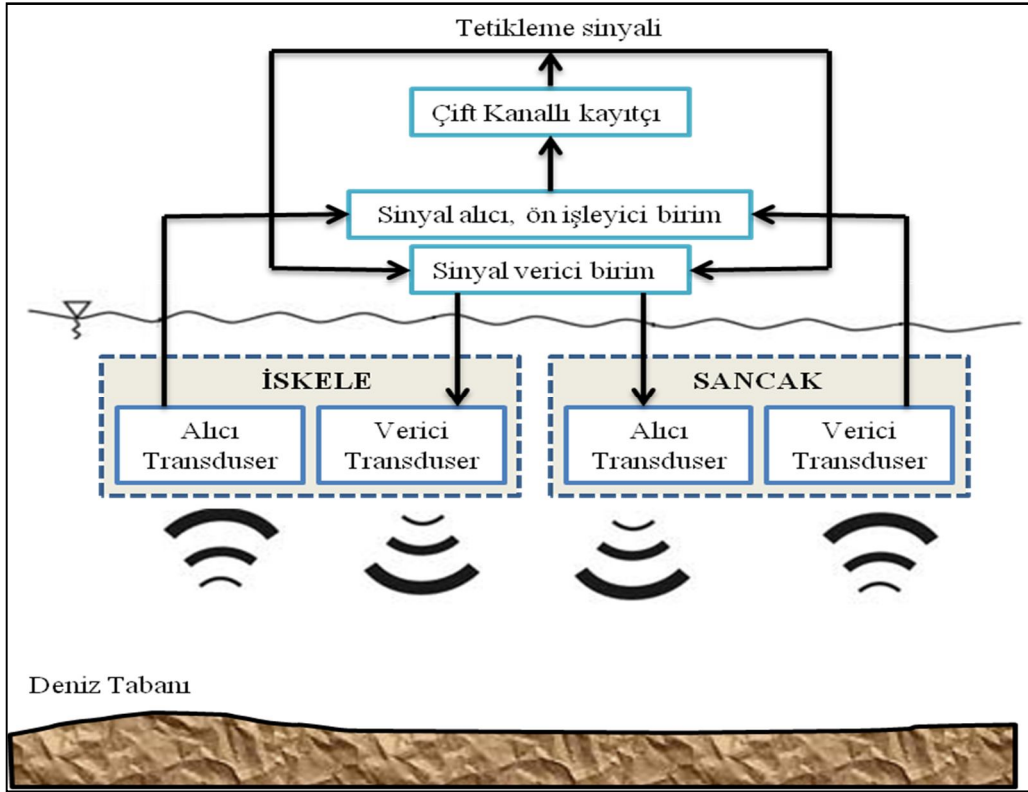
2.1 Yanal Tarama Sonarı

Deniz içerisinde çekilen bir balık (tow - fish) üzerine yerleştirilen transduserin gönderdiği sinyal yardımıyla deniz tabanının akustik görüntüsünü elde eden yöntemdir (Şekil 2.1). Deniz tabanının akustik görüntüsünü elde etmeye yarayan sistem, “Sound, Navigation and Ranging” kelimelerinin kısaltılmışı ‘SONAR’ olarak tanımlanmaktadır. Yanal tarama sonarı kayıtları genellikle ‘sonograf’ olarak isimlendirilir. Yanlardaki transduserler, her iki yana yatay ve aşağı doğru şekil 2.1’de gösterildiği gibi iki ses dalgası (genel olarak $0,2^\circ$ den 2° genişliğinde) oluşturur. Her sonar dalgası her iki taraftaki deniz tabanı üzerinde dar şerit şeklinde sinyaller yayar bu şeritler kullanılan çalışma frekansına göre 30 km ye kadar çıkabilir (Cobra, 1990).



Şekil 2.1 Tipik yanal tarama sonarı sistemi. Tow - fish denilen metot ile deniz tabanına yakın şekilde tarama yapılır(Cobra, 1990).

Sistem genel olarak alıcı / verici (transduser) ve bir kayıtçıdan oluşmaktadır (Şekil 2.2). Bu transduserler çok kısa aralıklarla (0,1 ms) huzme şeklinde akustik dalgalar gönderirler. Deniz tabanındaki engebeli yüzeylerden yansıyan bu dalgalar, tekrar aynı transduser tarafından algılanır ve elektrik akımına çevrilerek kayıtçıya gönderilir (Çifçi ve diğer., 2005). Böylece deniz tabanının görüntüsü elde edilir.



Şekil 2.2 Bir yanal tarama sonarı sisteminin ana bileşenleri.

Yanal tarama sonar sisteminde amaç deniz tabanı üzerinde ki ayrımlılığa yol açan (mostralar, kıvrımlar, güncel çökeller) yapıları saptayabilmektir. Bunun yanında sonarın, batık gemi, deniz tabanında kaybolan yapıların tespitinde önemi büyüktür. Deniz tabanının görüntülenmesi için 100 - 900 kHz frekans aralıklarında çalışılır. Deniz tabanı akustik sinyal demeti ile tarandığında belirtilen açılarda, gelen ultra - sonik dalgalar her yöne ve özellikle algılayıcı ağıta doğru, yansıtılır (back - scattering). Algılanan yansımalar gemi üzerindeki kaydedici aygıt tarafından yansıtılan ultra - sonik dalgalar ilk olarak algılayıcıya ulaşır, daha sonra uzak noktalardan gelen yansımalar kayda girer. Sonar görüntüsünde ki farklı tonlar deniz

tabanı üzerindeki topografik ve yapısal farklılaşmaları vurgular. Rölyefin pozitif ve negatif elemanları koyu yansımalar ve açık renkli, gölgelerle temsil edilirler.

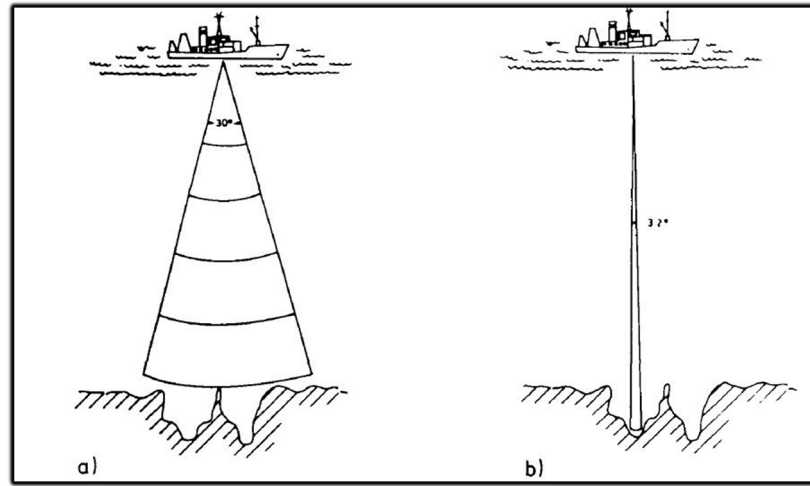
2.2 Ekosounder Batimetri Sistemleri

Ekosounderlar genel olarak, piezoelektrik malzeme bloklarından oluşmuş transduserleri kullanır, elektrik iletimi uygulandığında bozulur veya şekil değiştirir, oluşturulan voltaj sayesinde piezoelektrik materyallerin titreşimine karşılık bir ses dalgası meydana gelir (Clay ve Medwin, 1977). Çoğu transduser seramik malzemedir yapılmıştır. Bu sayede arzu edilen ışın düzeninde ve ses sinyalinin tepki güzergahına göre sinyal üretebilecek yönde şekillendirilebilirler. Şekillendirilmiş ses yansımaları aynalardaki gibi giden ve gelen ses sinyallerinin odaklanmasında kullanılır. Ekosounderlar kısa dalga ses sinyali yayar ve deniz tabanından veya su kolonunda ki balık sürüsünden, plankton topluluğundan gelen yansıma enerjisini kaydederler. Deniz tabanı morfolojisinin yüksek ayrımlı olarak haritalanması, deniz jeofiziği araştırmalarında önemli bir yere sahiptir. Ekosounderların frekansı, kullanım alanına göre değişir. İyi derecede sığ taban altı sediment görüntülenmesi için 3,5 kHz civarı frekanslar kullanılır bununla birlikte 1,5 – 11,5 kHz ya da 0,4 - 8 kHz aralıklarında tarama yapabilen transduserler, yapılışı, model ve uygulama yöntemine bağlı olarak daha iyi taban altı görüntülenmesi elde edilebilir. 12 kHz sıklıkla okyanus derinliğini ölçmek için ve bazı tek kanallı mühendislik sismiği çalışmalarında kullanılır. Yüksek frekanslar sedimentin altına fazla nüfuz etmezler. Derinlik ölçümleri 36 - 240 kHz aralıklarında kullanılırlar ama yüksek frekanslar daha çok sığ sularda kullanılır.

Tablo 2.1 Farklı yapıların saptanması için gerekli frekans aralıkları (Medwin ve Clay, 1977).

Bitkiler ya da hayvanlar	Eşdeğer Çap	Saptama Frekans Aralığı
Balinalar ve Köpekbalıkları	2-6m	3-250 Hz
Büyük Nekton & en büyük Plankton	0.2-2m	10-2500 Hz
Küçük nekton ve büyük plankton	2-20cm	100 Hz-2.5kHz
Megaplankton (örneğin, krill)	2-20mm	1 kHz-250 kHz
Makroplankton	0.2-2mm	10 kHz- 2500 kHz
Mikroplankton	20-200µ	100 kHz- 25 MHz

Ekosounder sistemleri deniz tabanı derinliğini (batimetri) ölçen akustik sistemlerdir. Ekosounder sistemleri, tek ışınlı (single - beam) ve çok ışınlı (multibeam) ekosounder olmak üzere iki türdür (Şekil2.3).

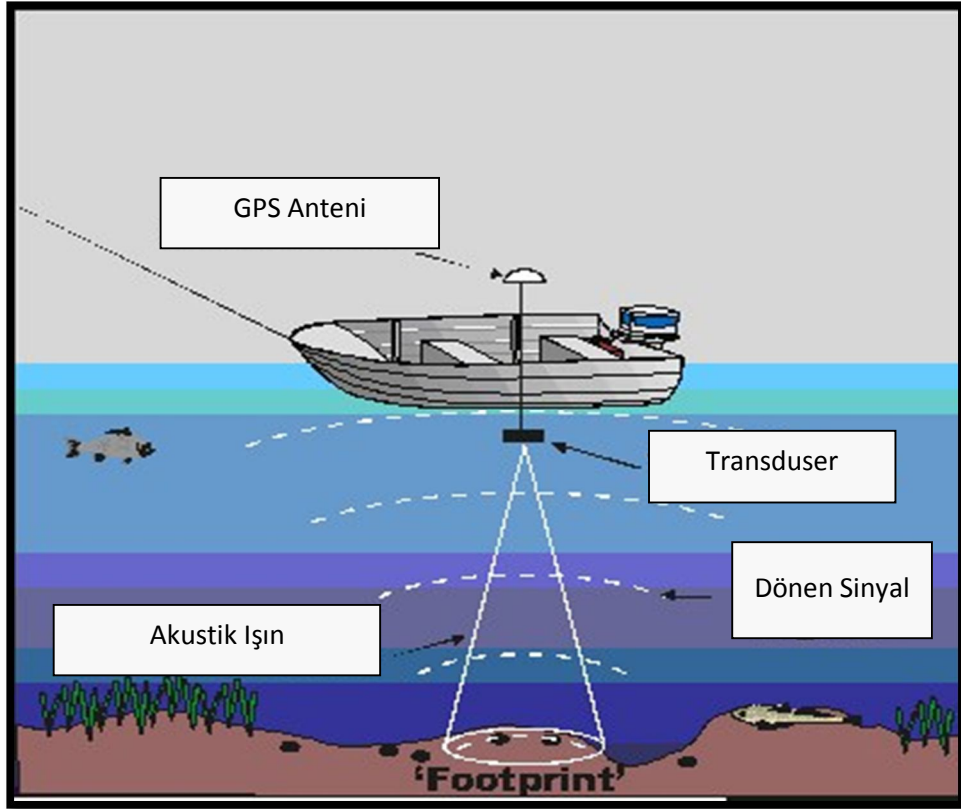


Şekil 2.3 (a) Çok ışınlı ekosounder, (b) Tek ışınlı ekosounder sistemi.

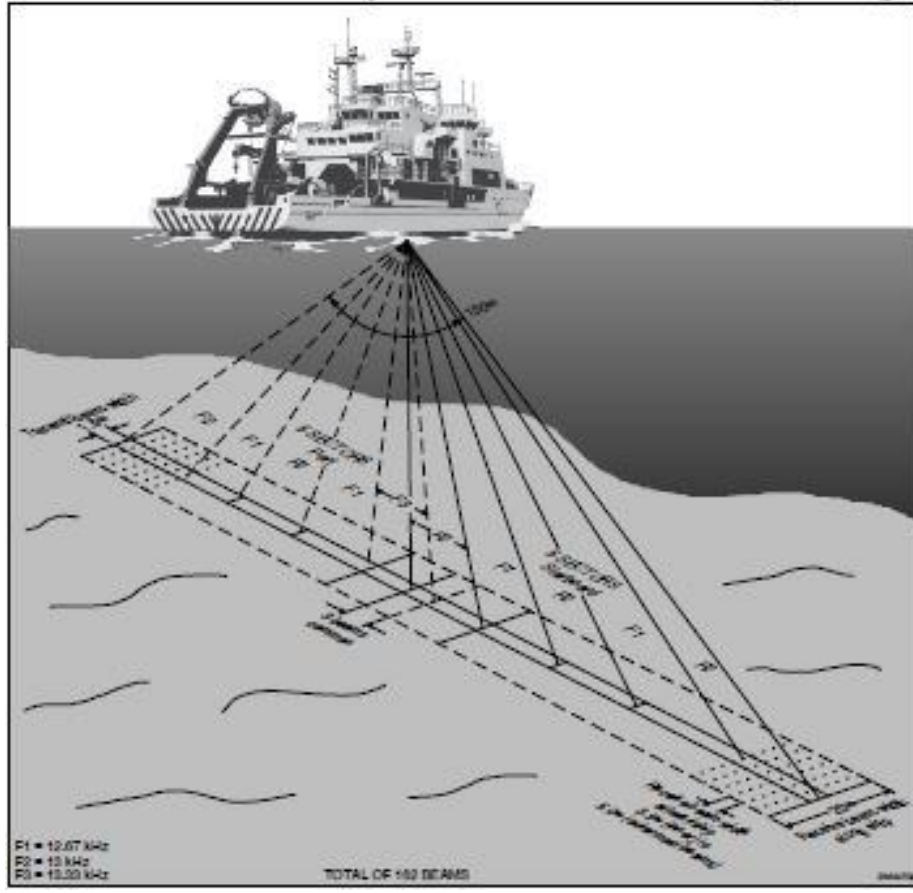
Singlebeam (tek ışınlı) ekosounder, gemi gövdesine sabitlenmiş transduserin su altına gönderdiği sinyalin gidiş - geliş zamanını kaydederek derinliği elde edilmesini sağlayan yöntemdir (Şekil2.4). Su derinliği (D), transduser derinliği için yapılan bir düzeltme ile birlikte, iki - yol seyahat zamanı (t) ve düşey yöndeki ortalama ses hızının (V_w) çarpımının yarısına eşittir.

$$D = \frac{V_w * t}{2} \quad (2.1)$$

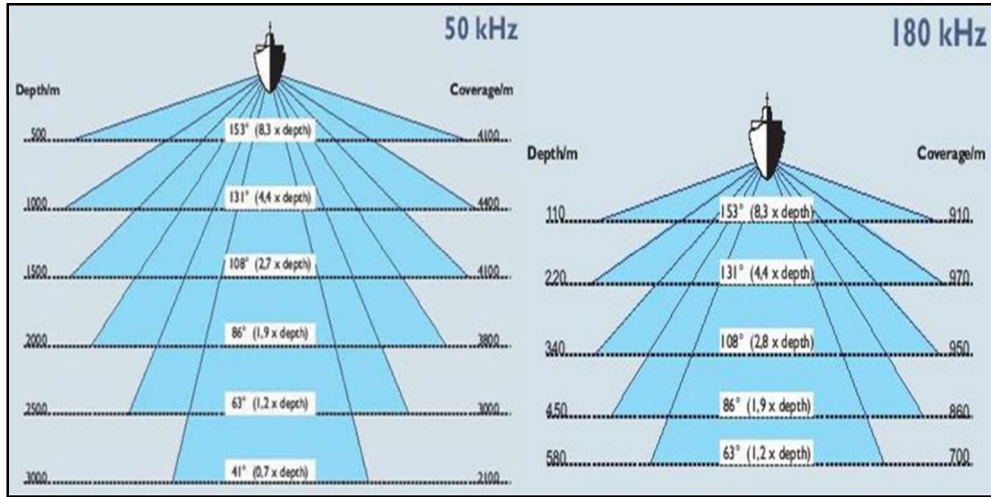
Multibeam (çok ışınlı) ekosounder sistemi ise, gidilen rotaya dik, düşey düzleme ışın demeti göndererek deniz tabanı haritalayan bir yöntemdir. Multibeam ekosounder yanal tarama sonarına benzer bir yöntem olup, aralarındaki fark ise şekillendirilebilir ışın demeti kullanmalarıdır (Grant ve Schreiber, 1990). Bu ışın demeti 45°'den 150°'ye kadar kullanılan üniteye göre değişebilir (Şekil 2.5). Dönen ışınlar konum bilgisi ve tekne hareketlerinin düzeltmeleri yapılarak bize batimetri sonucunu ve bununla birlikte yanal tarama sonarı gibi deniz tabanı görüntüsü verir. Yani, bu durum yöntemde amaca uygun birden fazla frekansın kullanılabilceği anlamına gelmektedir. Sadece tek bir güzergahta sisteme göre, su derinliğinin 2 ve 12 katı kadar alan tarayabilen sistemler mevcuttur.



Şekil 2.4 Tek ışınlı (single - beam) ekosounderın ölçüm alma düzeneği (Çiççi ve diğer., 2005).



Şekil 2.5 Çok ışınlı ekosounder ışın düzeni (Hill ve diğer., 1995).



Şekil 2.6 İki farklı frekansta çalışabilen SeaBeam 1050D ekosounder sisteminin su derinliği ve frekansa bağlı olarak tarama alanının değişimi (Çifçi ve diğer., 2005).

Ekosounder sisteminin kullandığı frekansta, sistemin kullanılabileceği en büyük su derinliği tarama alanı açısından önemli bir parametredir ve elde edilen tarama genişliği (swathwidth) tüm bu parametrelerin seçimine göre değişir. Genel olarak düşük frekanslı ekosounder sistemleri daha derin sularda, göreceli olarak daha yüksek frekanslı sistemler ise daha sığ sularda kullanılır (Şekil 2.6). Bazı çok ışınlı ekosounder sistemleri ise, sistemin farklı su derinliğine sahip ortamlarda da kullanılabilmesi için iki farklı frekansta kullanılabilme özelliğine sahiptir.

2.3 Ekosounder Sistemlerinde Gürültü ve Ayrımlılık

Ekosounder sisteminde geri dönen ana yansımayı maskeleyen ve istenmeyen her türlü akustik olay gürültü olarak dikkate alınabilir. Bu gürültüler;

- a) Su kolonu içerisindeki balık sürüleri, kabuklu ve kabuksuz canlılar gibi organizmalar, gemi pervanesinin hareketi ve diğer akustik sistemlerden kaynaklanan gürültü ve istenmeyen sinyaller.
- b) Su kolonu içerisindeki partiküllerden kaynaklanan gürültüler (geri saçınım - back - scattering).
- c) Gönderilen akustik sinyalin, transduserden ve yansıtıcı noktalardan uzaklaştıkça ve deniz tabanı doğrultusunda küresel yapıdaki fiziksel açılımından dolayı sönümlenmesi.

Bu sorunlar sinyal - gürültü oranının artırılmasıyla kısmen giderilebilir. Kaydedilen sinyale oranla daha az gürültü, bu oranın artmasını sağlayacaktır. Bu işlem aşağıdaki yöntemler kullanılarak gerçekleştirilir:

- 1) Sinyal yayımında ayırık frekansların kullanımı ve sinyal güçlendirmesinden önce tabandan yansıyan bu belirli frekanstaki sinyalin geçmesini sağlayacak bant geçişli süzgeç uygulanması (Çifçi ve diğer., 2005).

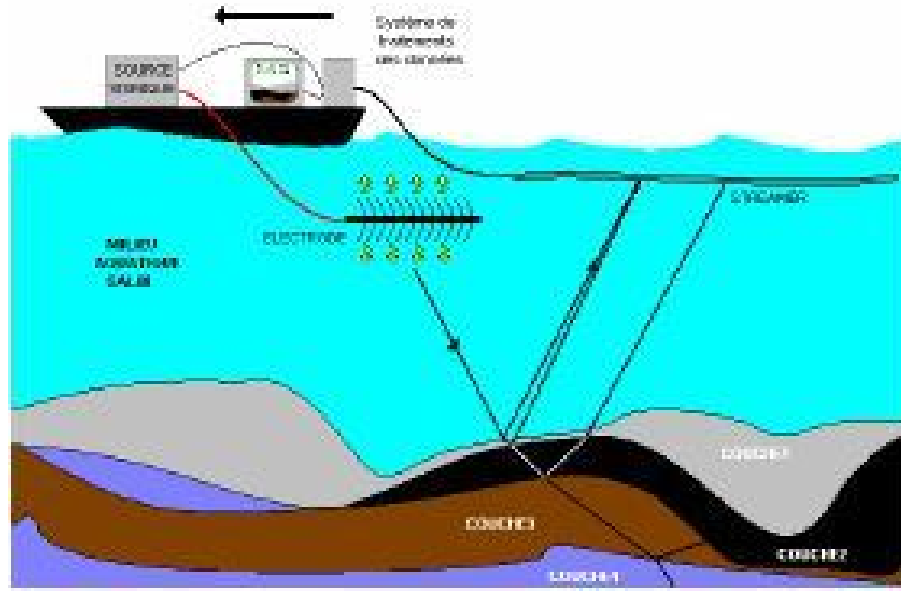
2) Küresel yayılım etkisinden doğacak kayıpları önlemek amacıyla yansıtılarak geri dönen sinyalin güçlendirilmesi (Çifçi ve diğer., 2005).

3) Işın genişliğinin frekansın bir fonksiyonu olarak daraltılması (yüksek frekanslar dar ışın genişliğine karşılık gelmektedir). Bu işlem, akustik sinyalin dar bir yayılım konisi içerisine (ışın genişliği) yoğunlaşmasını sağlayarak sinyal gürültü oranını artırır (Çifçi ve diğer., 2005).

Çok ışınlı ekosounder sistemlerinin düşey yönde (derinlik) ayrımlılığı çok yüksek olup, santimetre mertebesindedir. Sistemlerin yataydaki ayrımlılığı için enine ve boyuna ayrımlılık göz önüne alındığında hat yönüne ve hatta dik ışınların tabandan yansıdığı noktalar arasındaki mesafeler, her iki yönde de değişim gösterir. Hat yönündeki ayrımlılık geminin veri toplama sırasındaki hızına ve ping sıklığına bağlıdır. Gemi hızının sabit olduğu düşünüldüğünde, ekosounder tarafından deniz tabanı ne kadar sık taranırsa, hat yönündeki ayrımlılık o kadar yüksek olur.

2.4 Sparker Yöntemi

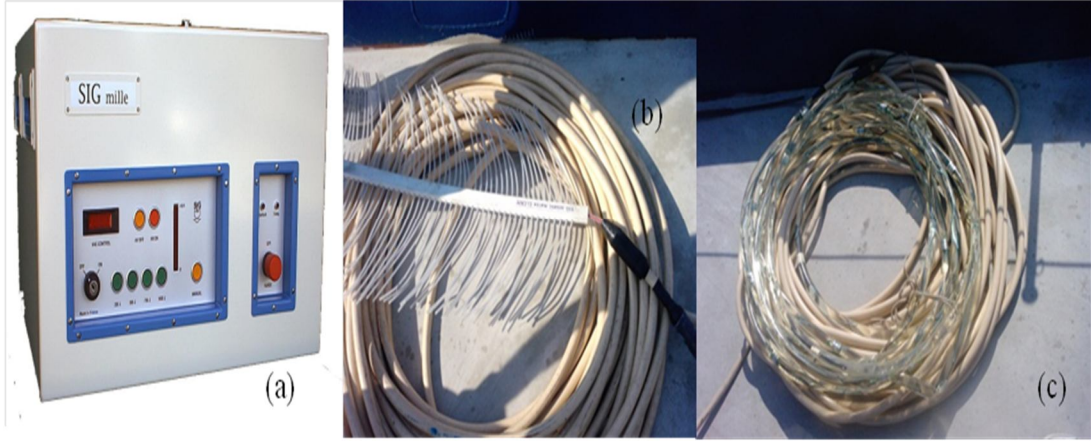
1-14 kHz akustik frekanslarda çalışan deniz mühendislik sistemleri, deniz tabanından itibaren ortalama 30 m derinliklere kadar olan üst tortul katmanın yüksek ayrımlı sismik görüntüsünün elde edilmesini sağlarlar ve yüksek ayrımlı deniz tabanı araştırmalarda kullanılan ana yöntemlerden biridir (Şekil 2.7).



Şekil 2.7. Sparker çalışma sistemi.

Sparker'ların çalışma esası, su yüzeyinin hemen altında, aralarında birkaç santimetre aralık bulunan elektrod çiftleri arasında oluşturulan kıvılcıma dayanır. Yüksek voltajlar kullanılarak oluşturulan bu kıvılcım, elektrodlar arasını dolduran su hacmini aniden buharlaştırarak bir Dış-Patlama, yani ilk basınç genliğinin sıkışma olduğu bir sismik dalgacık yaratır. Oluşan bu dalgacığın genliği, Derin Deniz Sismiği kaynaklarından biri olan hava tabancasına göre çok daha küçüktür. Buna karşın yüksek frekans içeriği yönünden çok zengindir.

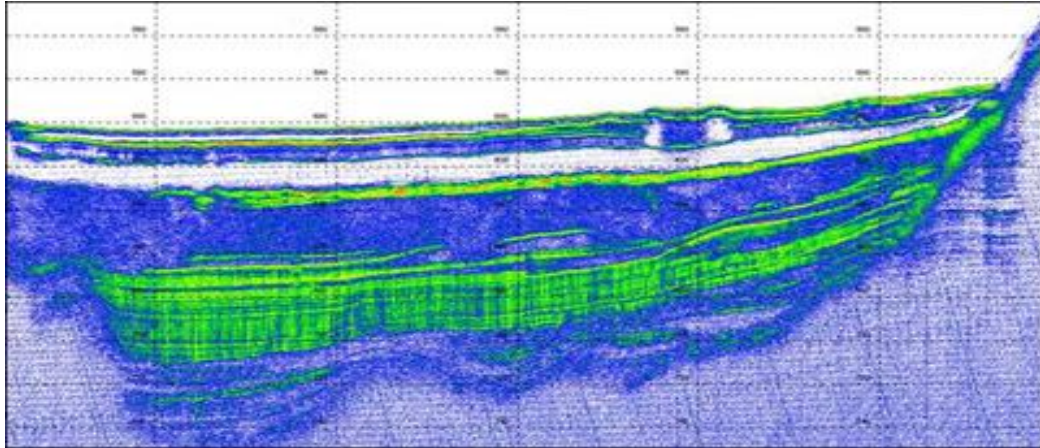
Sparker tek kanallı sismik bir yöntemdir. Tek kanallı sismik sistemlerde veri, tek bir kanala sahip kısa bir alıcı kablo ve kayıtçı sistemi kullanılarak toplanır. Sismik kaynak ve alıcı kablo birbirine yakın ve su altında belli mesafede çekilir. Yapılan her patlamanın ardından alıcı kablo tek bir sismik iz verisini kayıtçıya gönderir ve bu sismik izler her patlamanın ardından yan yana çizilerek tek kanallı sismik yansıma kesiti (sıfır ofset kesit) oluşturulur. Bu çalışmada kullanılan Sparker sistemi SIG firmasının SIG 2 Mille (160 - 2000 joule) modeli kaynak olarak kullanılmıştır (Şekil 2.8). Bu cihaz güç seçeneklerine göre 500 - 3000m arası derinliklere kadar sinyal üretebilir.



Şekil 2.8.SIG Sparker sistemi. (a) kayıtçı, (b) çift uçlu elektrotlar, (c) alıcı kablo.

2.5 Subbottom Profiler

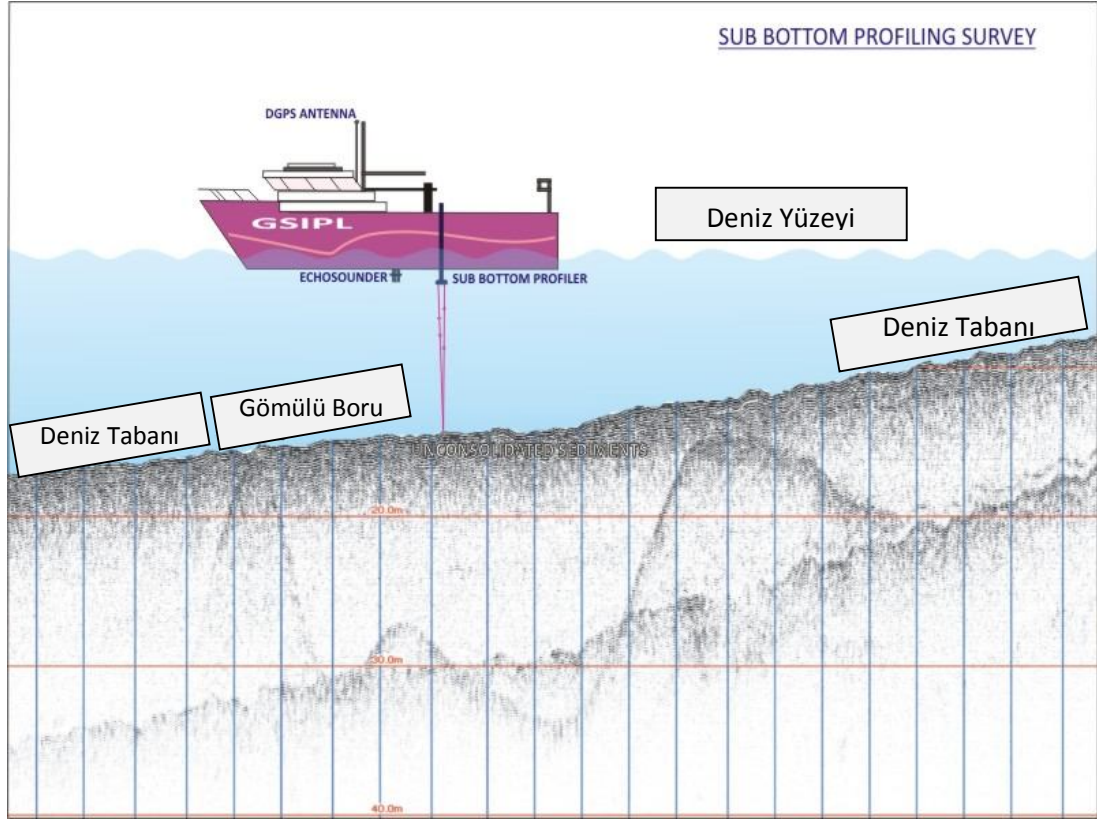
Subbottom profiler yöntemi (SBP), sonik ve ultrasonik dalgalar kullanarak su-sediman ara yüzeyini ve sediman altı tabakalarının, mekanik empedans değişimlerini saptayarak görüntülemeyi sağlar. Sistemin çalışma frekansı 3,5 - 7 kHz arası değişir (Richter ve diğer., 2003). Sediman tipine bağlı olarak sinyaller 30 - 50 metreler kadar nüfuz ederek tabakalar haritalanabilir (Şekil 2.9).



Şekil 2.9. Subbottom Profiler kesiti (Anonim - a, b. t).

SBP sistemi, verici / alıcı birimi (transceiver), bir transduser (bazı sistemlerde daha yüksek çıkış gücü için birden çok transduser kullanılmaktadır) ve bir kayıtçı biriminden oluşmaktadır (Şekil 2.10). Yapı olarak tek ışınlı ekosounder sistemleri ile

oldukça benzer olup, çalışma frekansları ekosounder sistemlerinden daha düşük ve çıkış güçleri ise çok daha yüksektir (Çifçi ve diğerleri, 2005). SBP sistemlerinin ekosounder sistemlerine göre en büyük avantajı, sediman tabakalarının yüksek çözünürlüklü ve detaylı şekilde kaydederek yorumlanmasına izin verir.



Şekil 2.10 SBP sisteminin çalışma prensibi (Anonim - b, b.t).

Yöntemin uygulama alanları, denizaltı yapı inşası için zemin araştırılmasından, sualtı gömülü boru hatları veya kablolarının tespiti, sediman birikiminin saptanması ve bununla alakalı problemlerin araştırılmasına kadar uzanmaktadır.

BÖLÜM ÜÇ

VERİNİN İYİLEŞTİRİLMESİ VE KALİBRASYON

3.1 Çalışma Öncesi İşlemler

3.1.1 Batimetri Veri İyileştirme (Tek Işınlı Sistem)

Batimetri çalışmalarında dikkat edilmesi gereken en önemli husus gelen derinlik bilgisinin doğruluğu ve bu bilginin koordinatının tam neresi olduğudur. Bunu sağlamak için transduserin ne kadar su derinliğinde olduğunu bilmek ve tekne üzerinde ki yerinin ölçülüp bunun navigasyon programına girilmesi ve bu şekilde ölçümlerin alınması gerekir. Bu sayede aldığımız değer hem konum hem de derinlik bilgisi olarak tam doğru olur. Bu işlemler nasıl yapılır?

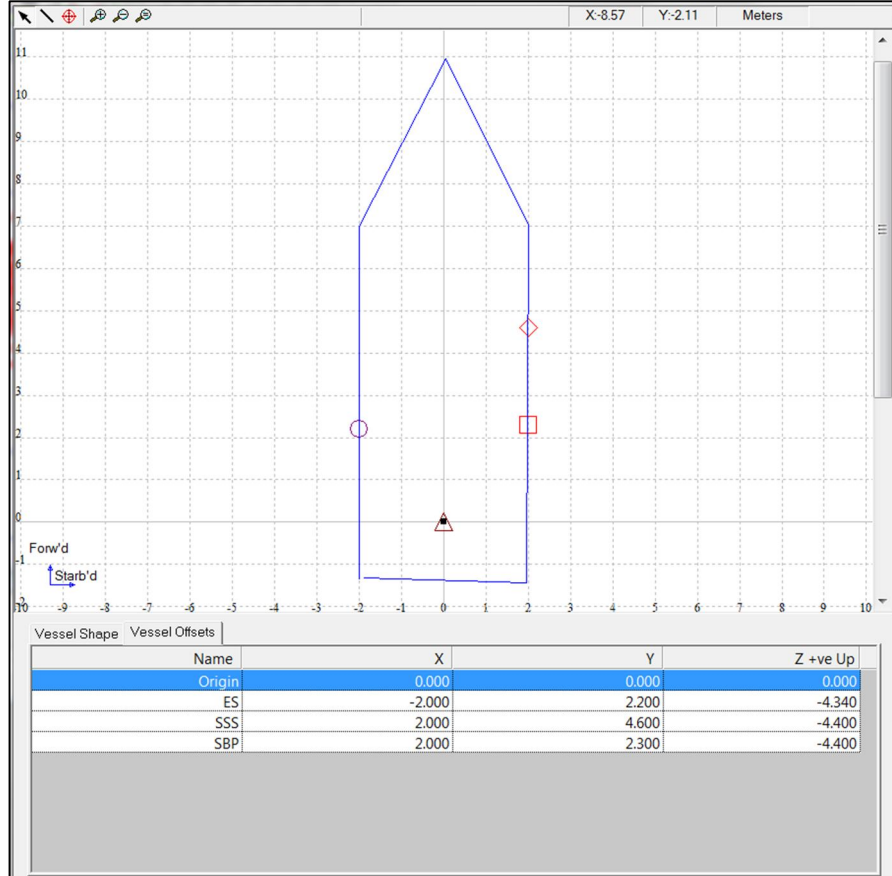
Transduserin derinliğini girdikten sonra doğru derinliği verip vermediği iki yolla öğrenilebilir. Bunlardan ilki Bar - check diğeri ise iskandil atma yöntemleridir. Bu iki yöntem sistemin kalibrasyonunu sağlar. Bar - check işlemi metal bir plakanın uzunluğu bilinen iple transduserin altına tutularak transduserin kalibre edilmesi sağlanır (Şekil 3.1).



Şekil 3.1 Bar - check işlemi

İskandil yöntemi ise; metre ucuna bağlı ağırlıkla, transduser altından alınan derinlik değeri karşılaştırılır. İlk batimetrik çalışmalar bu şekilde yapılmıştır. Konum bilgisi her çalışma için çok önemli bir bilgidir. Alınan verinin yeri koordinatları

bilinmezse o verinin bir önemi yoktur. Çünkü veride görülen herhangi bir bulgunun yeri bilinmediğinden bir şey yapılamaz. Yapılan batimetri çalışmalarında transduserin tekne üzerindeki yeri kullanılacak navigasyon programına girilmesi gerekmektedir (Şekil 3.2).



Şekil 3.2 Gemideki sistemin yazılımdaki görüntüsü.

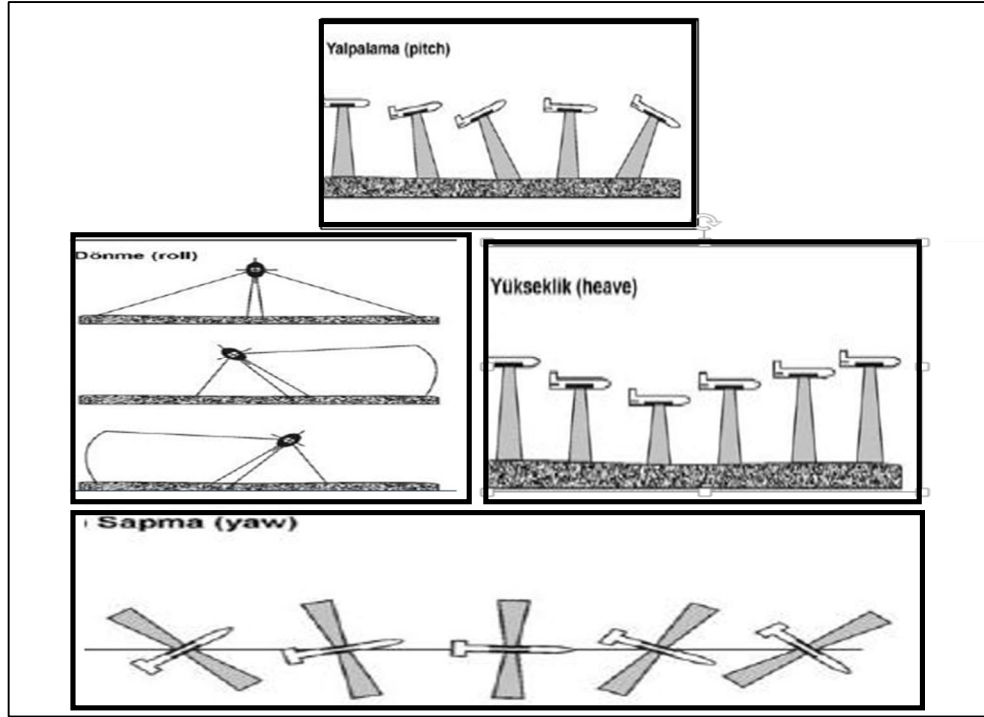
Çalışma sahasında ses hızı bilgisinin elde edilip bunun ekosoundera girilmesi gerekmektedir. Çalışmaya başlamadan önce ekosounderin frekansı çalışma derinliğine göre kalibre edilmez.

Batimetri de frekans düşük ve yüksek olmak üzere ikiye ayrılır. Tercihen yüksek frekans 210 kHz, düşük frekans ise 33 kHz kullanılır. Yüksek frekanslar sığ derinliklerde, düşük frekanslar ise derin çalışmalarda kullanılır.

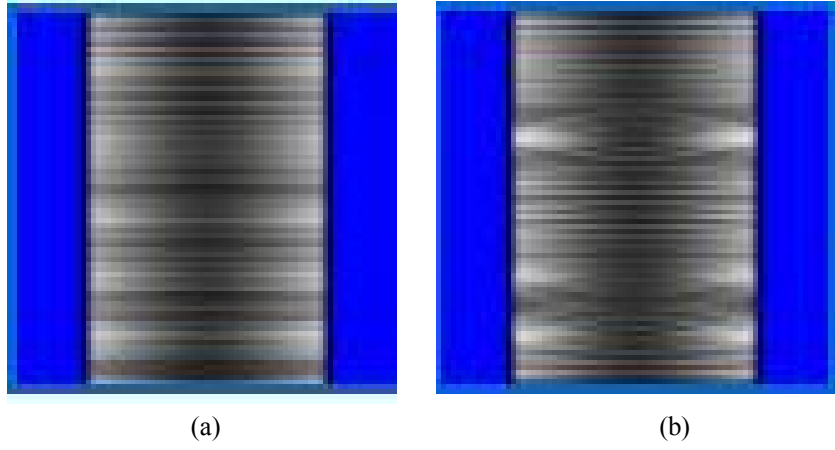
3.1.2 Batimetri Veri Kalitesinin Arttırılması ve Veri İyileştirme (Çok Işınlı Sistem)

Çok ışınlı batimetri sistemleri, diğer yöntemlerden daha hassas olup, uygulaması zahmetli bir yöntemdir. Sebebi ise sualtına gönderilen çoklu ışınların her birinden doğru derinlik bilgisini alıp aynı zamanda bu derinlik bilgisinin hepsinin doğru koordinatlarda olması gereklidir. Bunun yanı sıra çok ışınlı batimetri yöntemi kaliteli, doğru veriyi kısa zamanda elde etmek için kullanılan en ideal yöntemdir.

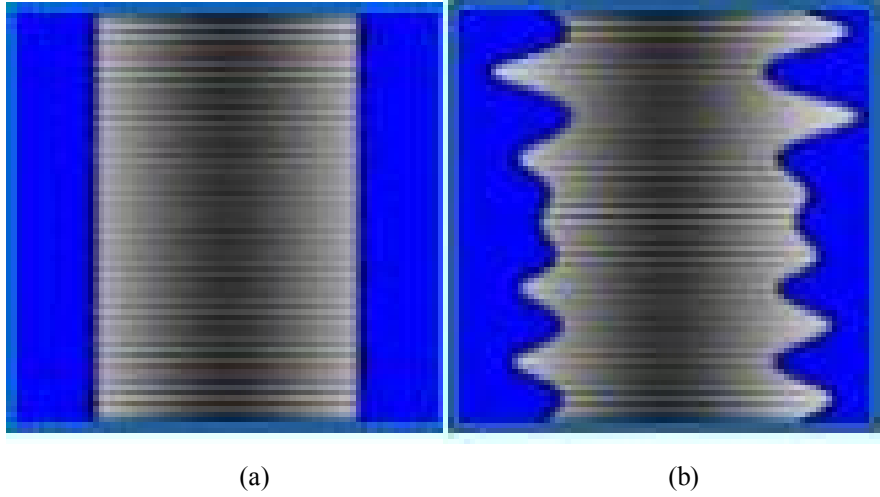
Çok ışınlı batimetri sisteminde veri kalitesini arttırmak için sistemde oluşabilecek hataları önlemeye yönelik bazı sensörler eklenmelidir. Bunlardan ilki; hareket sensörüdür. Bu sensör geminin 3 boyuttaki hareketlerini algılayıp çok ışınlı sistemde gönderilen sinyallerin gemi hareketinden etkilenmemesini sağlamaktır. Şekil 3.3'te tekne hareketlerin şematik görüntüsü içeren resimler mevcuttur.



Şekil 3.3 Teknenin yükseklik (heave), dönme (roll), yalpalama (pitch) ve sapma (yaw) hareketi (Anonim - c, b. t).



Şekil 3.4 a) Pitch düzeltmesi yapılmamış veri b) Pitch düzeltmesi yapılmış veri (Anonim - c, b. t).



Şekil 3.5 a) Roll düzeltmesi yapılmış veri b) Roll düzeltmesi yapılmamış veri (Anonim - c, b. t).

Teknenin bütün hareketleri gönderilen sinyaller üzerinde büyük bir etkisi vardır (Şekil 3.4 ve Şekil 3.5). Veri kalitesinin arttırmak için bu sensörlerin sistemde olması gereklidir.

Bir ikinci sensör ise ses hızı ölçerdir (Şekil 3.6). Gönderilen sinyaller ortamın yayılma hızına ve zamanına bağlı olarak kat ettikleri yoldan derinliğin bulunmasını sağlar. Bu yüzden sudaki ses hızının bulunması gereklidir.



Şekil 3.6 Ses hızı ölçer (Anonim - d, b. t)

Genellikle çok ışınlı batimetri yapmadan önce çalışma sahasından belli noktalarda bu cihazlarla ölçümler alınıp bulunan hız değerleri veriye aktarılır.

Günümüzde son çıkan sistemlerde çok ışınlı batimetri cihazların yanına hareket sensörleri ve hızölçerler monte edilebilmektedir.



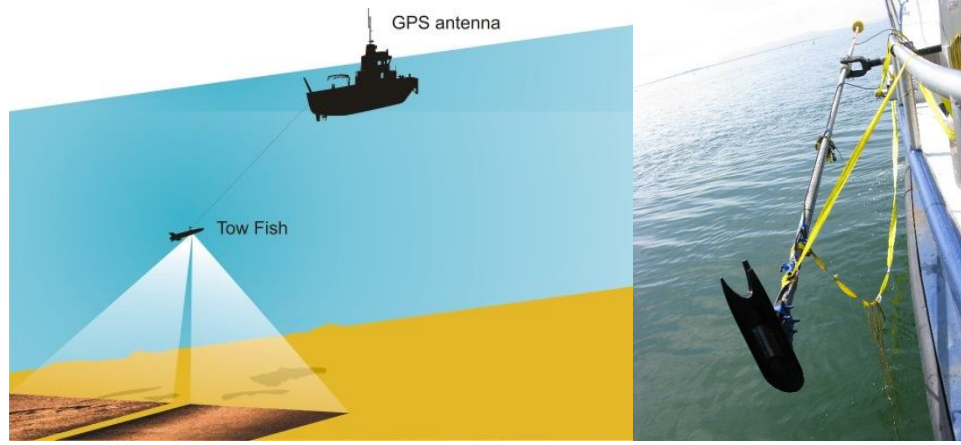
Şekil 3.7 OdomMB1ekosounder ve Kongsberg Geoswath Ekosounder (Anonim - e, b. t)

Çok ışınlı batimetri verisini etkileyen başka bir faktör ise geminin hızıdır. Cihazın belirleyebileceğimiz bir sinyal gönderme sıklığı (ping - rate) vardır. Geminin hızı arttığında aldığımız veride boyuna ayrımlılık azalır. Bu ayrımlılığı arttırmak için ping - rate değerini arttırıp daha sık sinyal yollanırsa, daha sık aralıklarda veri alımı sağlanır. Bu sayede elde edilen verinin doğruluğu ve kalitesi artar.

3.1.3 Sonar Veri İyileştirme, Veri Toplama ve Veri Kalitesini Arttırma

Günümüzde en çok bilinen sonar türü yanal tarama sonarıdır. Bunun yanı sıra olduğu yerde 360 derece dönebilen sonarlarda bulunmaktadır. Çalışmanın amacına göre farklı sonar türleri tercih edilebilir.

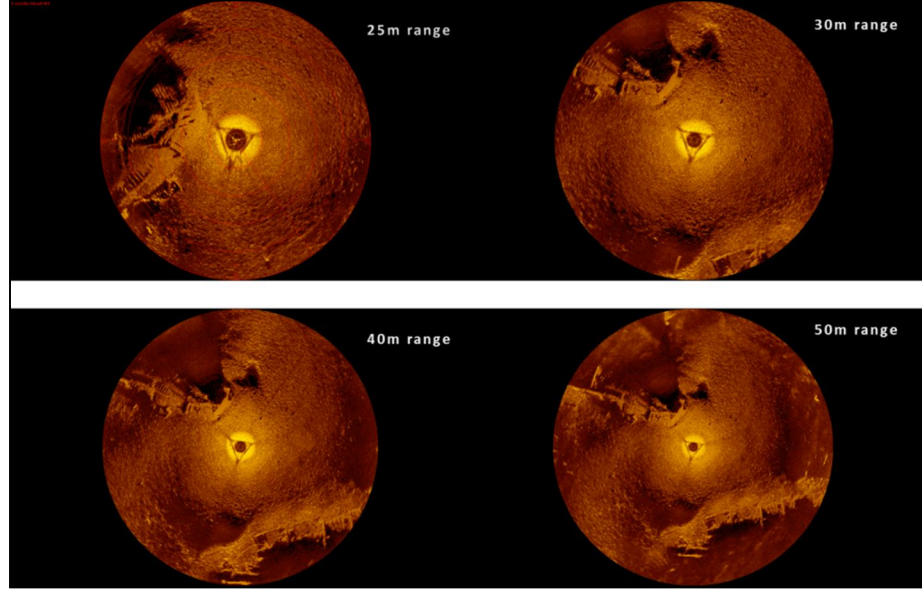
Yanal tarama sonarının 2 farklı uygulama şekli vardır. İlki; tekne üzerine monte edilerek, diğeri ise tow - fish denen sonarı su altından tekneden bağımsız halde çekerek uygulanabilir.



Şekil 3.8 Tow - fish görüntüsü (Çifçi ve diğ., 2005).

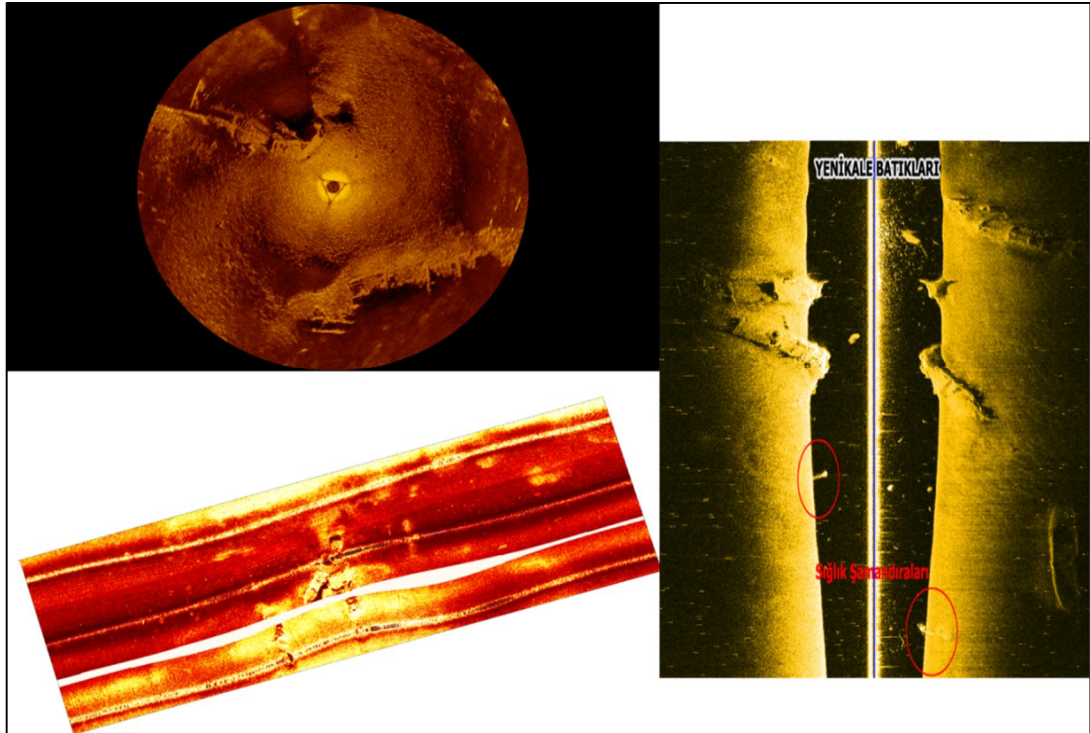
Eğer çalışma bölgesinde teknenin salınımı fazla oluyorsa bu yanal tarama sonarının her iki yandan gönderdiği ses sinyalleri de bu salınımdan etkilenip veride bozulmalara yol açabilir. Bu yüzden genellikle tow - fish denilen çekme şekli kullanılır. Bunda ise yanal tarama sonarı derinden çekilip dalga hareketlerinden ve yüzey gürültülerinden bağımsız deniz tabanının gerçek görüntüsünü elde etmemizi sağlar.

Sonar verisinde çözünürlük tarama alanı ile orantılıdır. Verinin tarama mesafesi daraltıldığında çözünürlüğü yüksek veri elde edilir. Bu yüzden tarama sırasında uygun aralık seçilip öyle devam edilmelidir.



Şekil 3.9 Yüksek frekanslı 360 derece sonar ile alınmış görüntüler.

Tarama alanı düşürüldüğünde veride ayrımlılığın arttığı gözlenmektedir (Şekil 3.9). Sonar verisinin kalitesi her ne kadar bizim yaptıklarımıza bağlı olsa da kullanılan sonar cihazının kalitesinin ve çalışma frekansının etkisi de büyüktür (Şekil 3.10). Çalışmanın amacına göre uygun sonar seçmek bize çok büyük fayda sağlar.



Şekil 3.10 3 Farklı sonar sisteminden alınmış veriler görülmektedir.

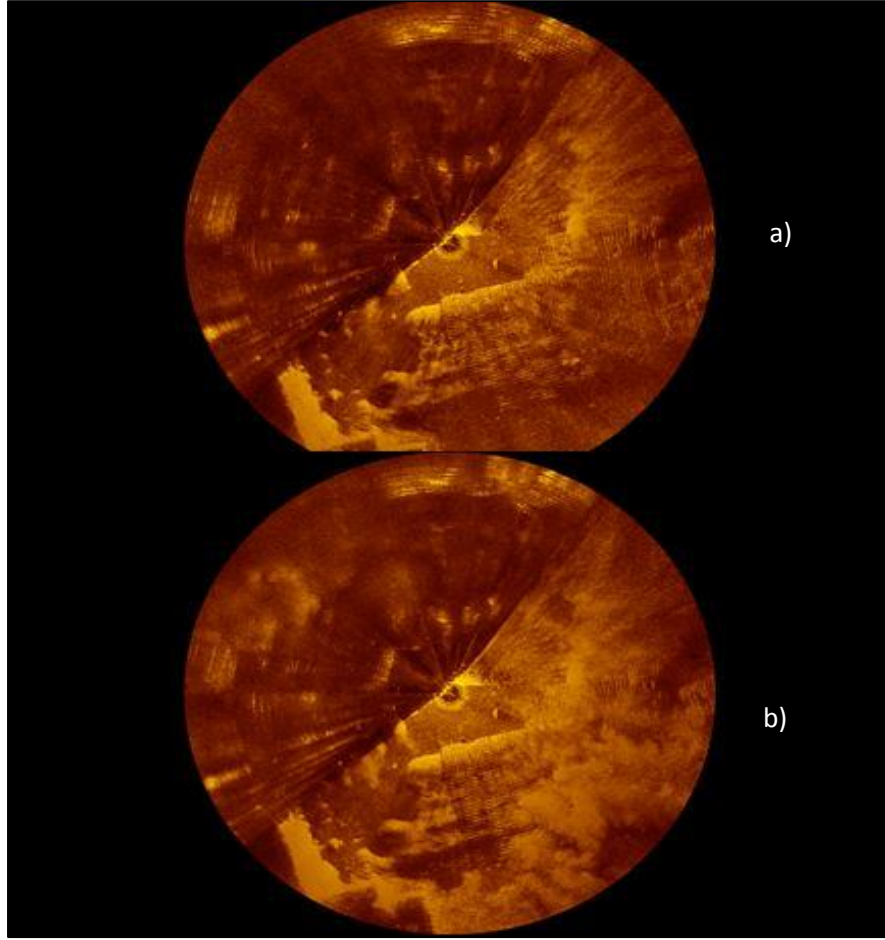
Çalışma sırasında sonar kaydında anlık yakalanan anomaliler tekne etrafında herhangi bir nesne ile eşleştirilirse verinin yorumu ve anlaşılması işi yapan için daha iyi sonuç ortaya çıkartır. Örneğin; veride görülen bir topuk ya da yükselti orada atılmış olan şamandıranın tonozu olabilir ya da veride meydana gelen bozulmalar sonarın yakınında geçmiş bir geminin dümen suyu olabilir (Şekil 3.11 ve Şekil 3.12). Eğer bunlara veri alma aşamasında dikkat edilirse ölçüler tekrarlanabilir ve daha iyi veri için tekrar kayıt alınabilir.



Şekil 3.11 Sonar kaydında görülen anomali aslında sıhık şamandıranın tonozu

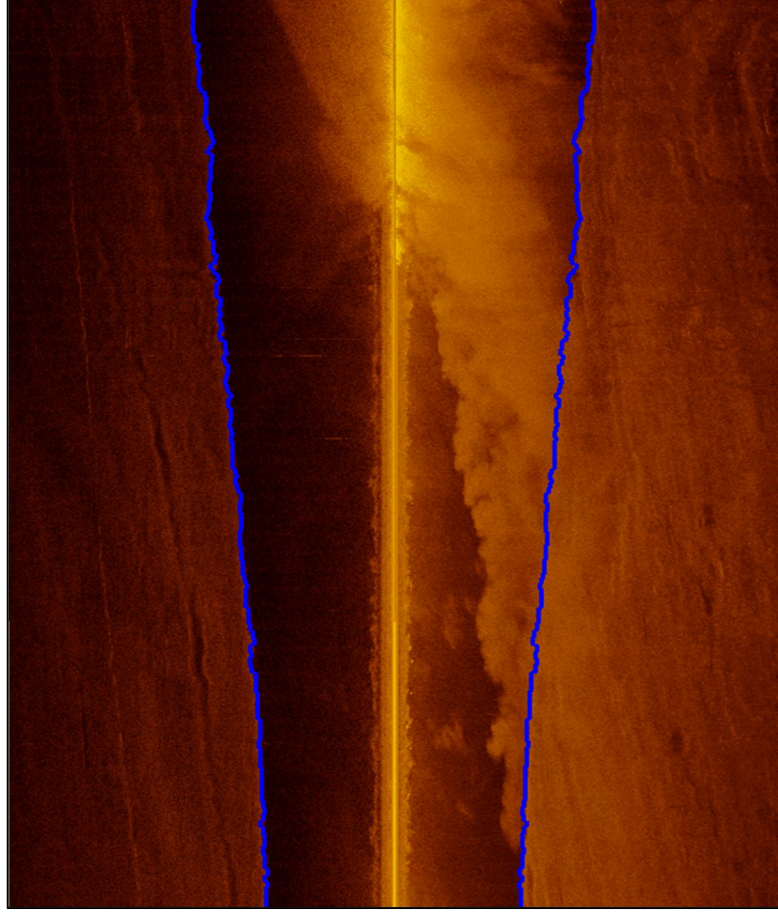


Şekil 3.12 Sonar kaydında görülen yapı eski bir iskelenin yanında geçerken alınan bir kayıt.



Şekil 3.13 a) Normal Sonar kaydı b) Dümen suyunda etkilenmiş veri.

Yüksek frekanslı 360° sonarda Şekil 3.13' de görüldüğü üzere civardan geçen bir teknenin yaratmış olduğu dümen suyunun sonar görüntüsündeki yapıları perdelediği açıkça görülmektedir. Şekil 3.14 ise aynı olayın yanıl tarama sonar verisinde ki durumu gösterilmiştir.



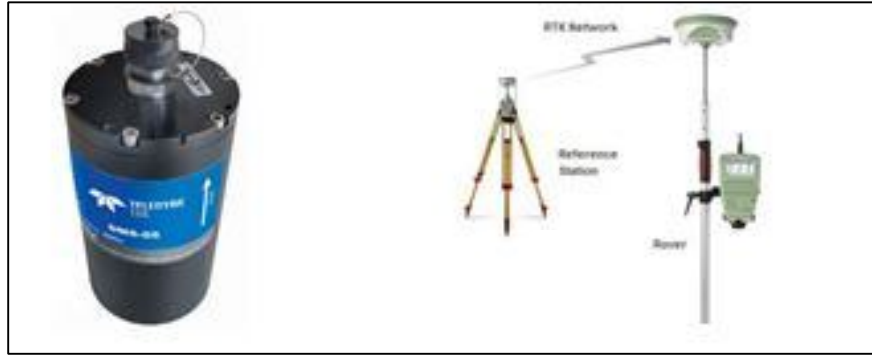
Şekil 3.14 Yanal tarama sonarda dümen suyunun girişimi görülmektedir.

Eğer veriyi alırken dışardaki koşulları takip edip sonar verisini bozan gürültülere dikkat edersek uygulanan veri işlem aşamalarından sonra daha kaliteli bir sonar görüntüsü elde edebiliriz.

3.2 Çalışma Sonrası İşlemler

3.2.1 Batimetri Veri İyileştirme Ve Veri İşlem (Tek Işınlı Ve Çok Işınlı)

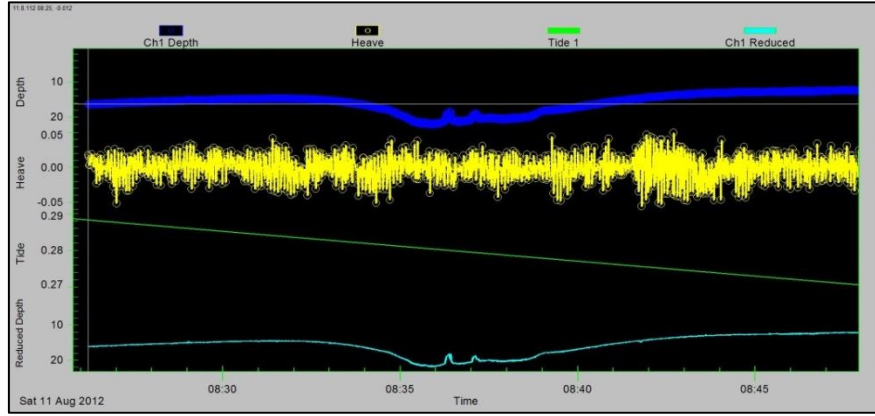
Batimetri veri kalitesini arttırmak için Real Time Kinematic (RTK) konumlama sistemi ve hareket sensörü (MRU) gibi hassas çalışan cihazlar sisteme eklenebilir. Aynı zamanda yapılacak mühendislik çalışmalarında karaya deniz seviyesi ölçüm istasyonu kurulabilir. Bu sayede günlük deniz seviyelerini, tekne ve dalga hareketlerini kaydedip verideki salınımları engelleyerek daha kaliteli veri elde edilebilir.



Şekil 3.15 Motion Sensor ve Gps görüntüsü (Anonim-f, b.t)

Kısaca bu sistemlerden bahsetmek gerekirse, hareket sensörü (MRU) teknenin yaptığı düşey yöndeki değişimleri algılayıp, transduserin düşeydeki yer değiştirmesinin derinlik bilgisinden çıkarmamızı sağlayan bir sensördür. Teknenin yaptığı hareketler heave, pitch ve roll olarak adlandırılır. Bu hareketlerin şekli aşağıda gösterilmektedir.

Bu sensörden gelen değerler kullanılan yazılıma aktarılıp veri işlem aşamasında veriden çıkartılmasını sağlar.



Şekil 3.16 Kaydedilen verinin görüntüsü.

Date	Time	Ch1 Depth
11.08.2012	08:26:12.937	16.35m
11.08.2012	08:26:13.012	16.36m
11.08.2012	08:26:13.094	16.39m
11.08.2012	08:26:13.285	16.36m
11.08.2012	08:26:13.359	16.38m
11.08.2012	08:26:13.435	16.39m
11.08.2012	08:26:13.510	16.45m
11.08.2012	08:26:13.585	16.39m

Date	Time	Heave
11.08.2012	08:26:12.519	0.02m
11.08.2012	08:26:13.517	0.01m
11.08.2012	08:26:14.516	0.00m
11.08.2012	08:26:15.515	0.00m
11.08.2012	08:26:16.516	0.01m
11.08.2012	08:26:17.514	0.01m
11.08.2012	08:26:18.517	0.02m

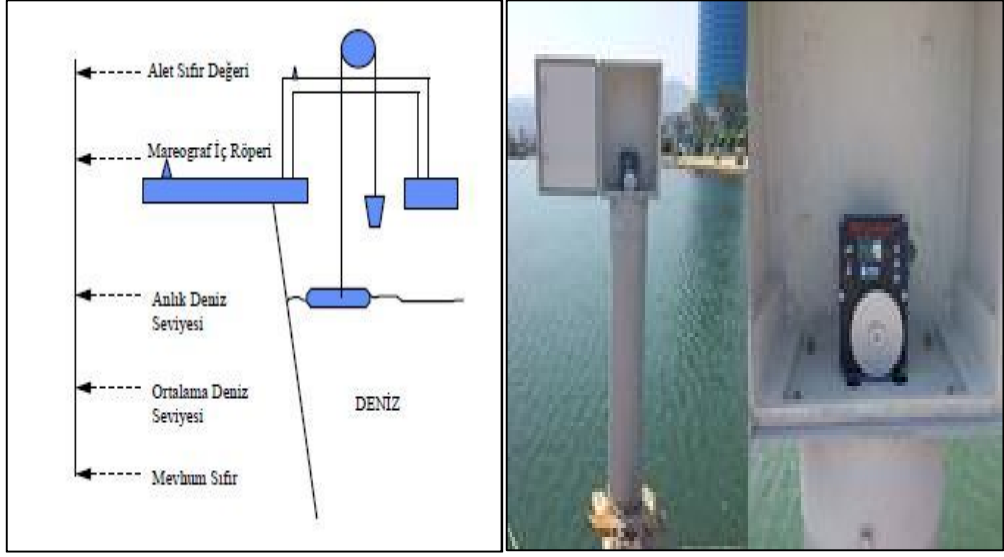
Date	Time	Tide 1
11.08.2012	08:00:00.000	0.29m
11.08.2012	09:00:00.000	0.27m

Date	Time	Ch1 Reduced
11.08.2012	08:26:12.937	16.05m
11.08.2012	08:26:13.012	16.06m
11.08.2012	08:26:13.094	16.09m
11.08.2012	08:26:13.285	16.06m
11.08.2012	08:26:13.359	16.08m
11.08.2012	08:26:13.435	16.09m
11.08.2012	08:26:13.510	16.15m
11.08.2012	08:26:13.585	16.09m

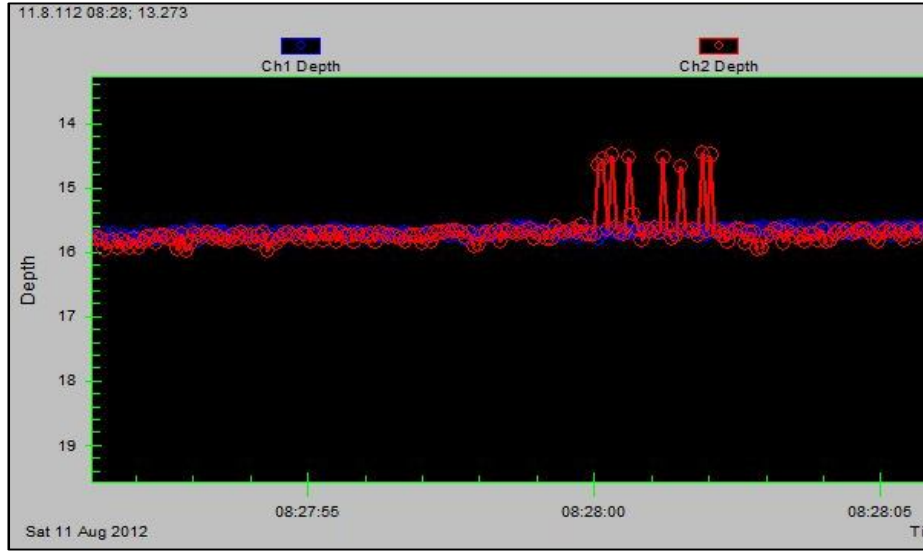
Şekil 3.17 Bilgisayar ortamına kaydedilen diğer parametrelerin görünümü.

Çalışılan sahada suyun alçalıp yükselme (gel - git) seviyelerinin de derinliklere etkisi olduğundan çalışma sahasında deniz seviyesini ölçmek için bir eşel veya mareograf kurup alınan derinlik değerlerini sıfır deniz seviyesinde düzeltme yapılması gerekmektedir. Basit olarak aşağıda mareograf sistemi gösterilmiştir.(Şekil 3.18)

Elde edilen bu gel - git verisi kullanılan programa aktarılıp gel - git düzeltmesi yapılır. Veriye gerekli düzeltmeler yapıldıktan sonra veri işlem aşamasına geçilip veriden iğnecikler (spike) ayklanır. Bunlar deniz tabanında gerçeği yansıtmayan pick yapmış değerlerdir. Sinyalin denizdeki herhangi bir şeyden yansıyor ekosoundera geç veya erken gelmesinden kaynaklı deniz tabanını olduğu gibi yansıtmamasıdır.



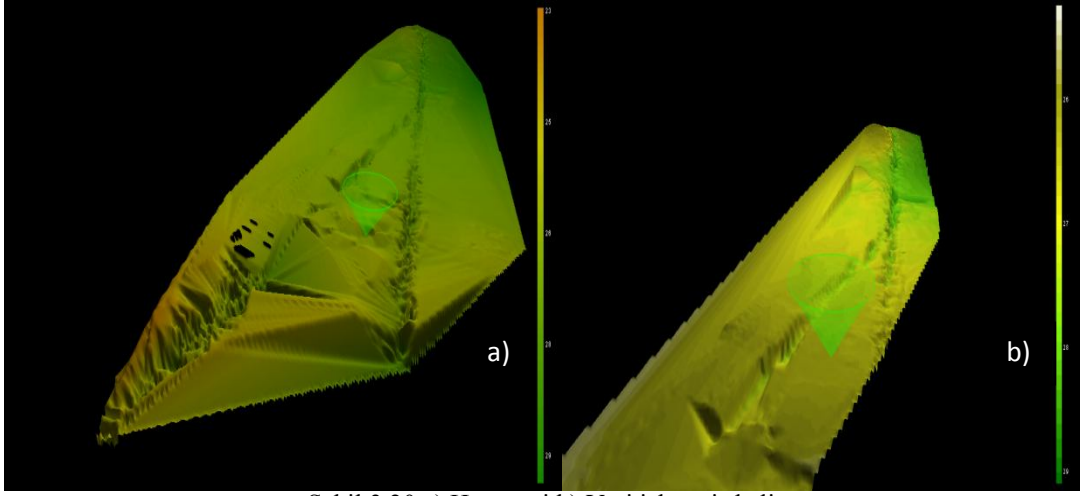
Şekil 3.18 Gel - git ölçüm alımını açıklayan şema.



Şekil 3.19 Kırmızı iğnecik (spike) deniz tabanını doğru yansıtmamaktadır.

İki farklı frekans değeri vardır. Bunlar mavi ve kırmızı olarak gösterilmiştir. Genel olarak deniz tabanı stabil devam etmektedir. Eğer deniz tabanında gerçekte böyle bir anomali olsaydı bu veri setinde her iki frekansta da aynı şekilde yükselim görülmesi gerekirdi.

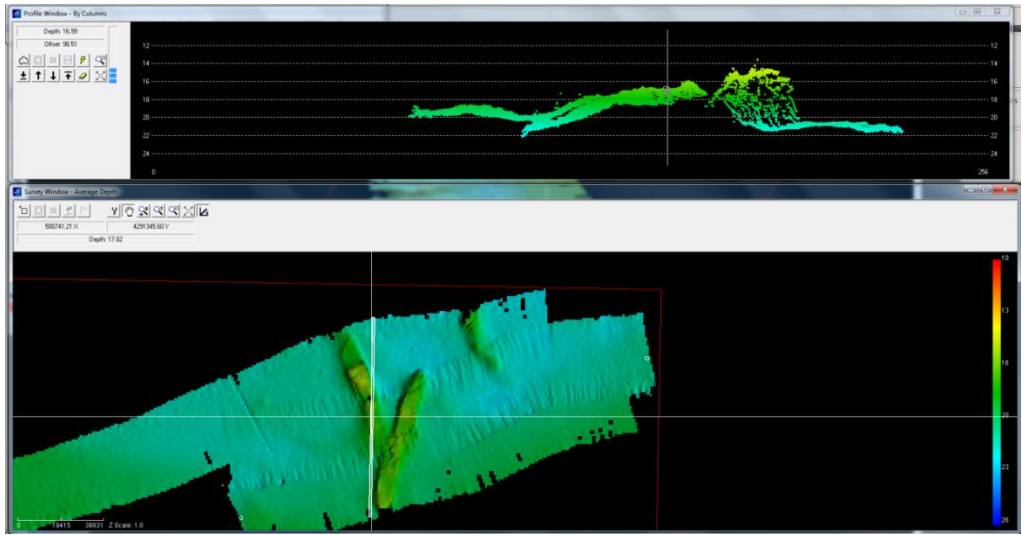
Bütün bu işlemler yapılıncaya elde edilecek 3 boyutlu harita ya da kontur haritasında verinin daha düzgün görünmesini ve gerçeği yansıtmasını sağlayacaktır.



Şekil 3.20 a) Ham veri b) Veri işlenmiş hali

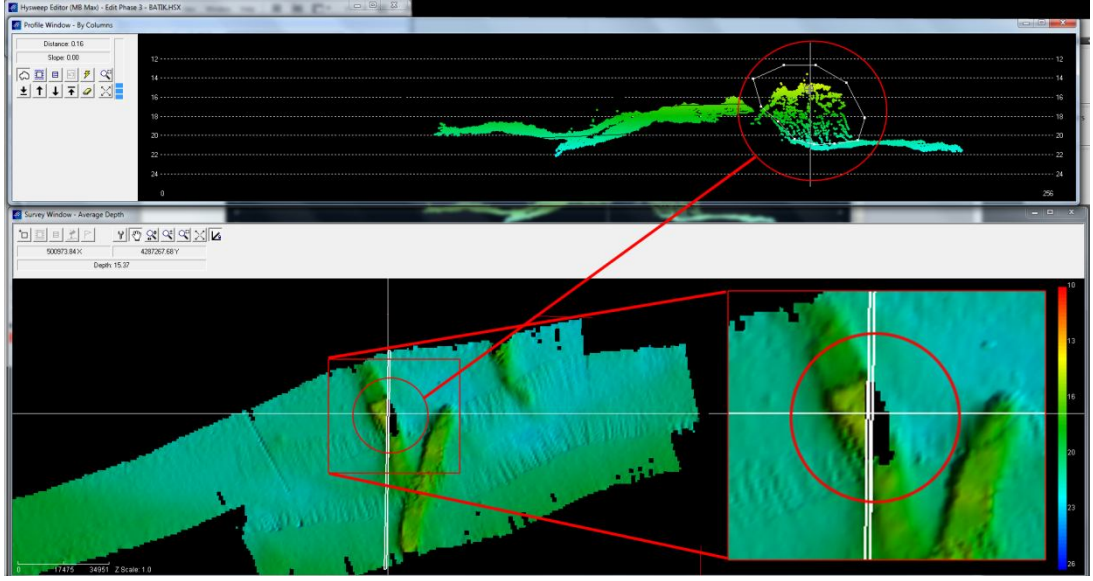
Ham verideki gözlenen kanaldaki spikeler belirgin durumda görülmektedir.

Çok ışınlı batimetride, tek ışınıda olduğu gibi iğnecik (spike) temizleme işlemi yapılır. Ama bu işlem çok ışınıda daha hassas yapılmalıdır çünkü veri kaybı fazla olabilmektedir.



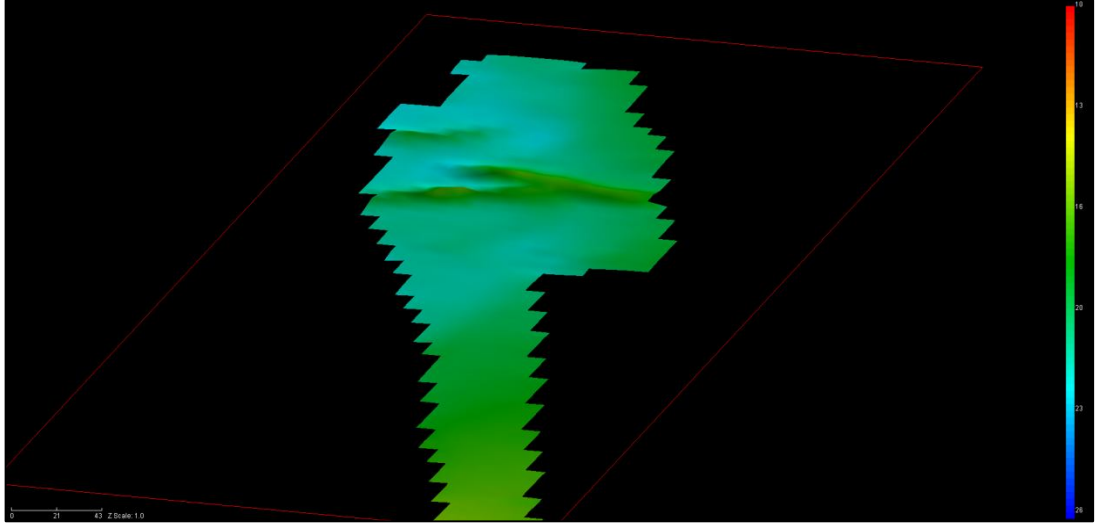
Şekil 3.21 Veri iyileştirme penceresi.

Üstteki pencerede görülen en kesitte spike ayıklama penceresidir. Altta ise tüm veri üzerinde bu veri iyileştirme uygulamasını nerede yaptığımızı gösterir.



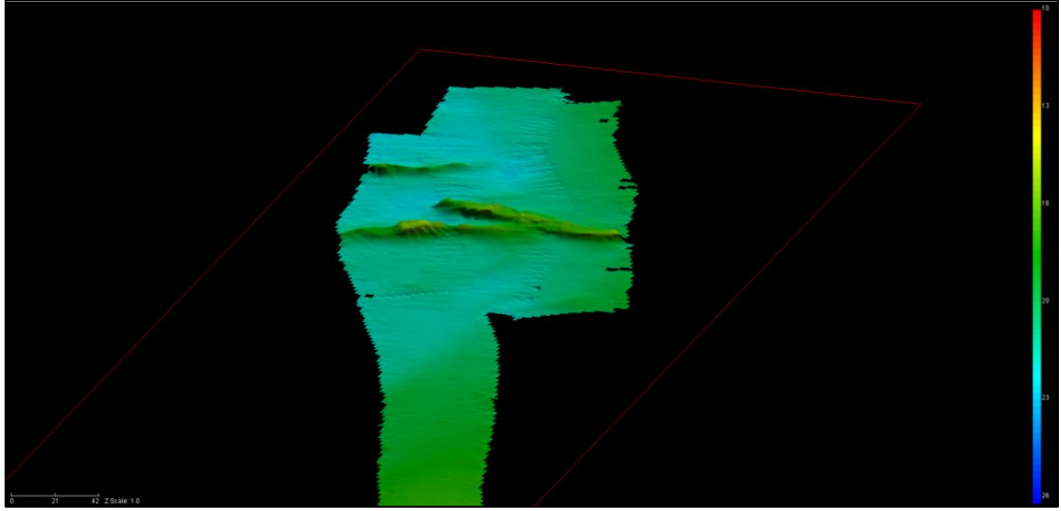
Şekil 3.22 Veri iyileştirme hatası.

Yukarıda gösterilen şekilde üstteki alanda gösterilen kısım silindiğinde gerçek verinin önemli bir kısmının kaybedildiği görülmüştür. Üç boyutlu bir görsel oluşturmak için alınan noktalar enterpolasyon yapılarak bir araya getirilir ve yüzeyler oluşturur. Oluşturulan yüzeyler veri işlemi yapan kişi tarafından atanan bir hücre sayısı ile örnekleme yapar ve bunu birleştirir.



Şekil 3.23 Hücre sayısı 10 örnekte bir alınmış veri.

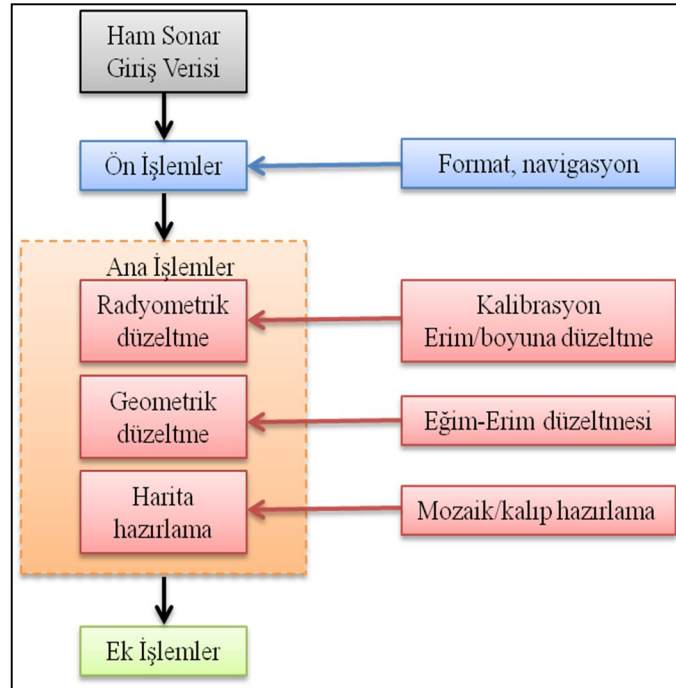
Yukarıda şekilde görüldüğü üzere hücre sayısı 10 örnekte bir alınmış ve oluşturulan yüzde ayrımlılık kaybedilmiştir.



Şekil 3.24 Hücre sayısı her örnekte bir alınmış veri.

Her yapılan batimetri çalışmasında amaç doğru derinliği elde etmektir. Zaman geçtikçe ve teknoloji ilerledikçe alacağımız veriler yeni sistemlerle daha doğru ve kesin olma yolunda ilerlemektedir. Batimetri için veri kalitesinin arttırmak, düzgün kalibrasyon ve doğru veri iyileştirmeden geçmektedir.

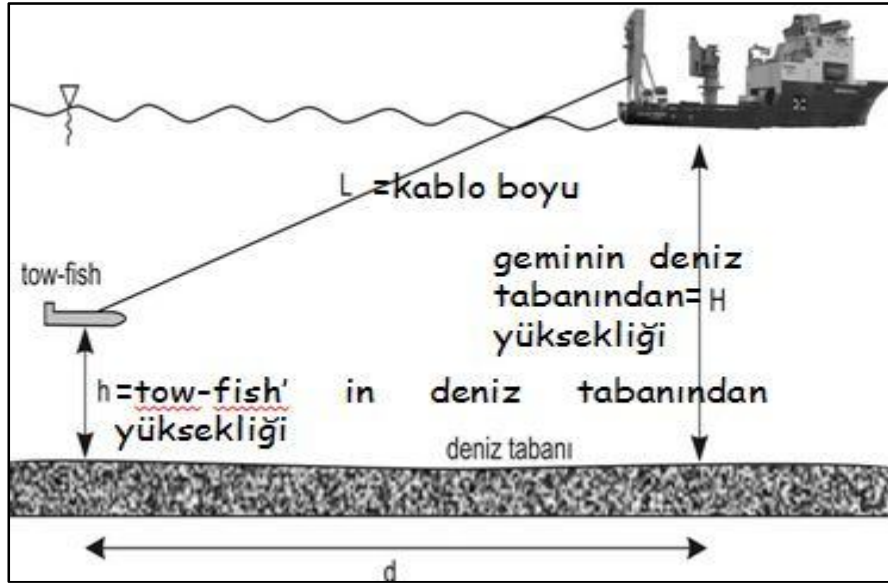
3.2.2 Sonar Veri İyileştirme ve Veri İşlem



Şekil 3.25 Sonar verisinin işlem aşamaları

Ön işlem, ham sonar verisinin işlenmeye hazırlanmasıdır. Navigasyon verisinin sonar verisi ile ilişkilendirilmesi ve farklı veri formatları arasında dönüşüm işlemlerini içerir. Tow - fish' in konumu genellikle çok daha hassastır. Bu nedenle tow - fish' i taşıyan çekme kablosu üzerine, tow - fish' in konumunun belirlenmesini sağlayan bir navigasyon sistemi (USBL sistemi) monte edilir. Bu işlem yapılmadığında, tow - fish' in gemiden olan yatay uzaklığı; aşağıdaki bağıntı ile belirlenebilir.

$$d = \sqrt{L^2 - (H - h)^2} \quad (3.1)$$



Şekil 3.26 Formüldeki değerlerin şekil üzerindeki görüntüleri (Çifçi ve diğer., 2005).

Bu yöntem “geriden çekme (layback)” olarak bilinir ve yapılabilecek olası hatalar kablo boyundan veya deniz tabanından olan yüksekliklerden kaynaklanmaktadır. Yöntem sadece düz bir hat üzerinde yapılan çalışmalarda kullanılabilir.

3.2.2.1 Radyometrik Düzeltmeler

Veri işlemenin ilk aşamaları, her bir sonar geri saçınım ölçümünün tekrar kalibre edilmesidir. Bu işlem önce her bir ölçüm üzerinde (requantization), sonra ardışık profiller üzerinde (accrostrack) ve son olarak da elde edilen tüm sonar görüntüsü üzerinde yapılır. Her bir ölçümün kalibrasyonu (requantization) birçok sonar işleme

yazılımı 0 - 255 (8 bit kalibrasyonu) arasında ölçeklenmiş ölçümlerle çalışmaktadır. Ancak sonar verisinin toplandığı donanım her zaman bu kalibrasyon şekline uymaz ve verinin tekrar örneklenmesine gerek duyulur. Eğer doğru yapılmazsa, bu işlem orijinal geri saçının dinamik aralığının geri kazanılamaz şekilde kaybedilmesine neden olur.

3.2.2.1.1 Erim (Acrosstrack) Düzeltmeleri. Yayınım ve atenüasyon kayıpları nedeniyle, geri saçınan sinyal, yayınan sinyalden birkaç kat düşük genliğe sahiptir. Yayınım kayıpları, sinyalin aldığı yol ile orantılıdır ve her geri dönen sinyal için farklı olacaktır. Bu kaybı karşılamak için sinyal, suyun sıcaklık ve tuzluluk koşulları dikkate alınarak, *ear* gibi bir faktör ile çarpılır. Sinyal genliklerinin kaybını karşılamak için, sinyal şiddeti, zamanla değişen kazanç (TVG) uygulamasına tabi tutulur.

3.2.2.1.2 Boyuna (Along - Track) Düzeltmeler. Kayıtta erim boyunca uzanan ve düzgün dağılım gösteren siyah çizgiler (drop - outhatları) şeklinde ortaya çıkar ve transduserdeki veri toplama sorunları veya sonar ile gemi arasındaki veri transferi sırasındaki veri kaybı ile ilişkili olabilirler. Geminin hareketi veya diğer sistem hataları nedeniyle, anormal derecede düşük değerlere sahip çizgisellikler (erim yönünde stripping) meydana gelebilir. Bu tür gürültüler, kayıttaki bu düşük genlikli çizgisel hatları bularak, bunları bitişik izlerdeki ortalama değerler ile yer değiştiren bir süzgeçleme işlemi ile yok edilebilir. Sistemik boyuna değişimler (boyuna stripping), alıcı kazancının sistemik açısal değişimleri nedeniyle oluşur. Bunlar TVG' nin yeniden düzenlenmesiyle düzeltilebilir.

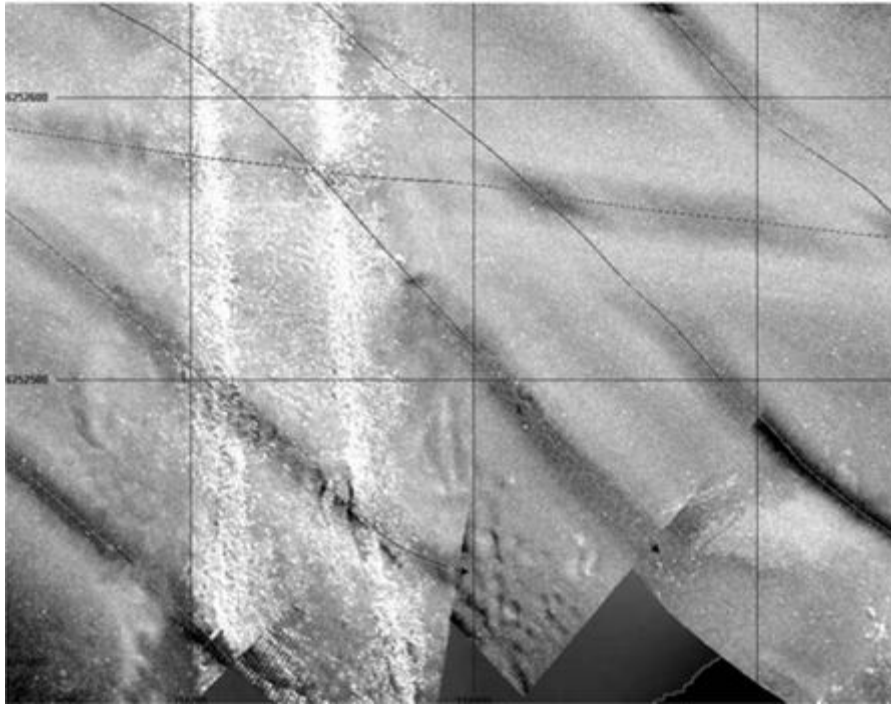
3.2.2.2 Geometrik Düzeltmeler

3.2.2.2.1 Eğim - Erim (Slant - Range) Düzeltmesi. Eğim - erim düzeltmesi, piksellerin görünür yerlerinden alınarak gerçek yerlerine taşınması işlemidir ve geçen zaman ile sonarın tabandan olan yüksekliği kullanılarak hesaplanır. Eğim-erim düzeltmesinin ardından su kolonu içerisinde sinyalin yayılması için geçen zaman nedeniyle geminin tam altındaki kısımda görülen boşluk bölgesi de yok edilmiş olur

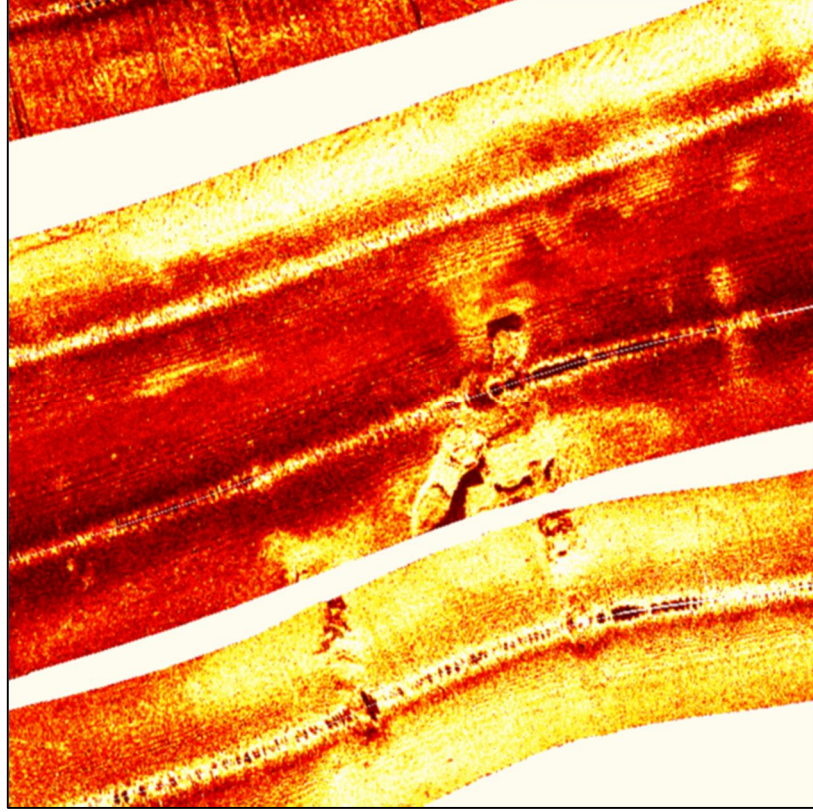
3.2.2.2.2 *Anamorfoz*. Eğim - erim düzeltmesinin ardından, sonar görüntüsü erim yönünde geometrik olarak düzeltilmiş olur. Geminin ilerleme yönünde (alongtrack) yapılacak geometrik düzeltme ise, geminin ve sonar sisteminin hızı ile ilgilidir. Anamorfoz adı verilen bu işlem, erim ve boyuna yöndeki pikseller arası mesafenin birbirine eşit olduğu bir sonar görüntüsü oluşturma işlemidir.

3.2.2.3 *Harita (Mozaik ve Kalıp) Hazırlama*

İşlenmiş sonar görüntüleri resim elemanlarından (pikseller) meydana gelir. Bu pikseller, merkezi genellikle görüntünün sol üst köşesinde olan göreceli bir koordinat sistemine göre yerleştirilmişlerdir ve bunların bu göreceli koordinatlardan mutlak koordinatlara (enlem-boylam) dönüştürülme işlemi “georeferencing” olarak bilinir. Bu, görüntülerin birleştirilerek haritaların hazırlanmasındaki ilk adımdır ve görüntülerin uygun bir coğrafik projeksiyon sistemine göre (Mercator, UTM vb.) düzeltilmesini de içerir.



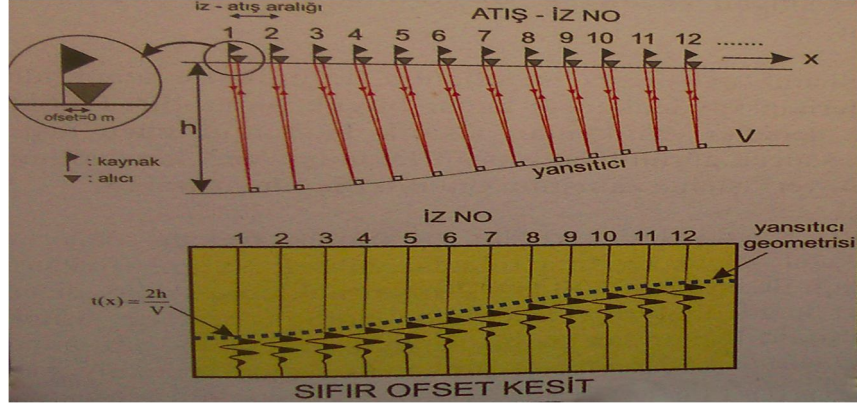
Şekil 3.27 Mozaik yapılmış veri.



Şekil 3.28 Sahada alınan sonar görüntülerden mozaik yapılmış veri.

3.2.3 Sparker ve Subbottom Profiler Veri İşlem

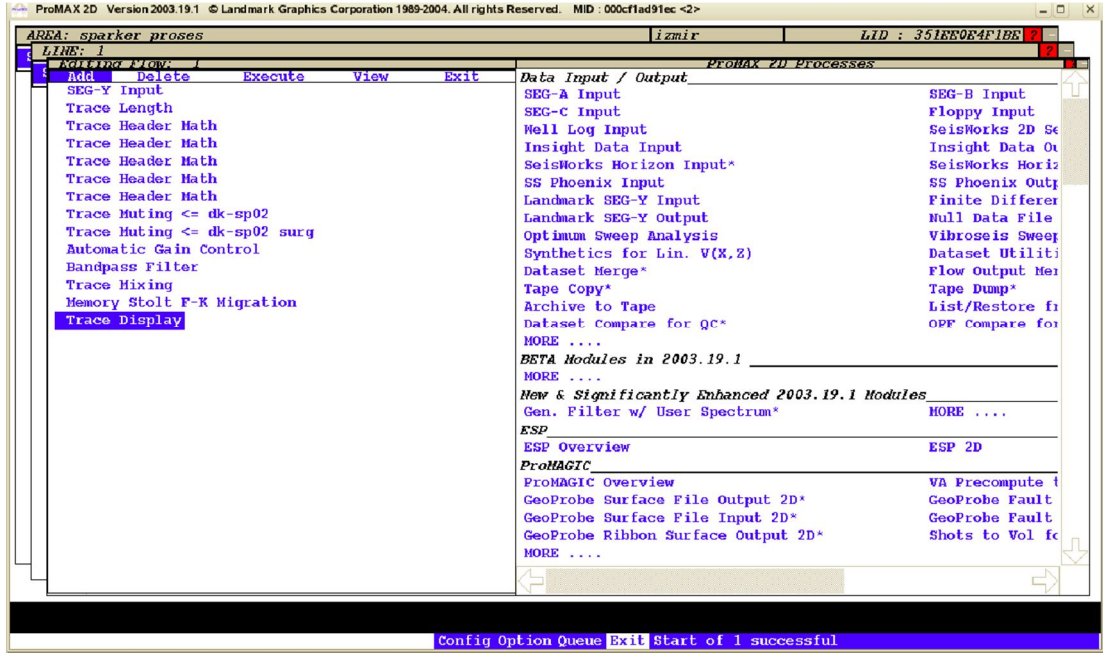
Bu yöntemler tek kanallı deniz sismik yöntemlerdir. Veri tek bir kanala gelerek kayıtçıya kaydedilir ve bu kayıtlar yan yana çizilerek tek kanallı sismik kesit elde edilir. Tek kanallı sistemlerde yansıma sinyalinin varış zamanı bilinir (Şekil 3.29). Bu zaman hem derinliğe hem de deniz altında ki tabakaların hızlarına bağlıdır (Dondurur, 2009).



Şekil 3.29 Tek kanallı sismik yansıma veri toplama.

3.2.3.1 Uygulanan Veri İşlem Adımları

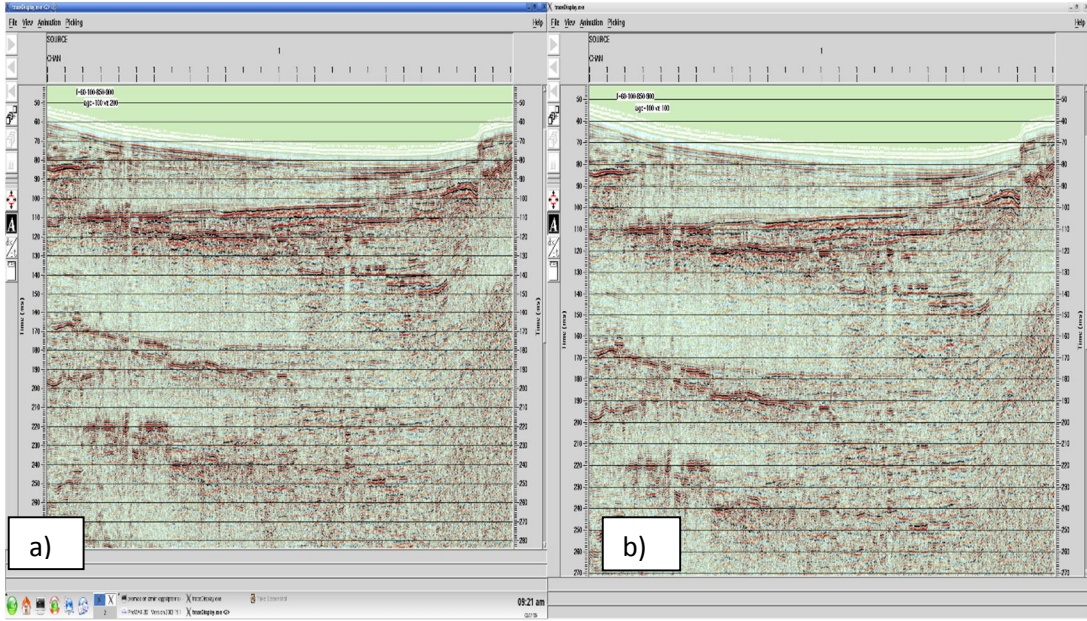
Elde ettiğimiz tek kanallı sismik kayıtları enstitümüz jeofizik laboratuvarın da bulunan Promax programı ile çeşitli veri işlem adımlarından geçirildi. Bu adımlar şekilde gösterilmektedir.



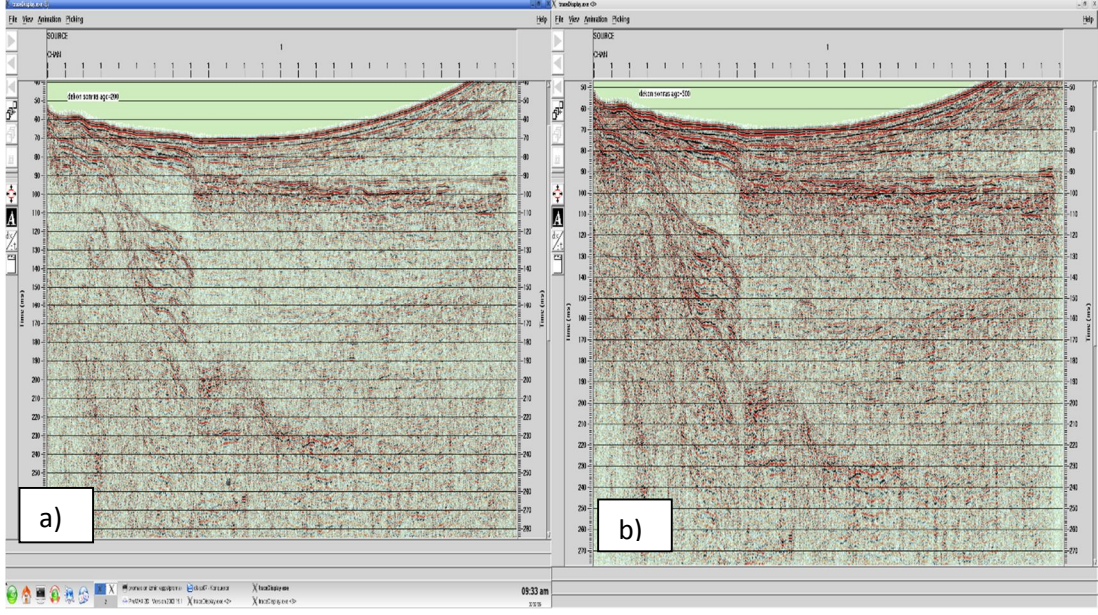
Şekil 3.30 Promax tek kanallı veri işlem adımları.

Bu veri işlem adımlarının genel açıklamaları ve veri üzerinde ki etkileri gösterilmiştir.

3.2.3.1.1 Kazanç Uygulaması. Yayılan sinyalin genliğini etkileyen birçok etmen vardır. Bunlar ortamın fiziksel özellikleriyle bağlantılıdır. Sinyal uzaklaştıkça genliği azalır. Bunu geri kazanmak için otomatik kazanç kontrolü (Automatic Gain Control-AGC) denilen bir veri işlem adımı uygulanır. Bu işlem tüm izlerin genliklerini aynı seviyeye çıkarmaya hedefler. Bu işlemin uygulanmasında kullanılan parametre AGC pencere boyudur (Dondurur, 2009). Farklı pencere boylarının veride etkileri aşağıdaki şekillerde gösterilmiştir.

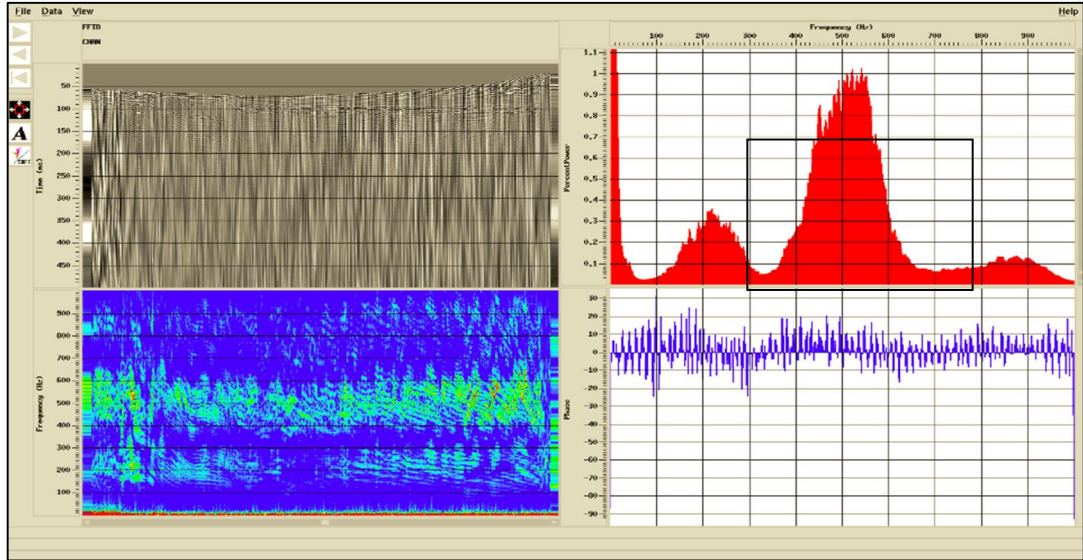


Şekil 3.31 a) AGC pencere boyu 100 alınmış veri, b) AGC pencere boyu 200 alınmış veri.

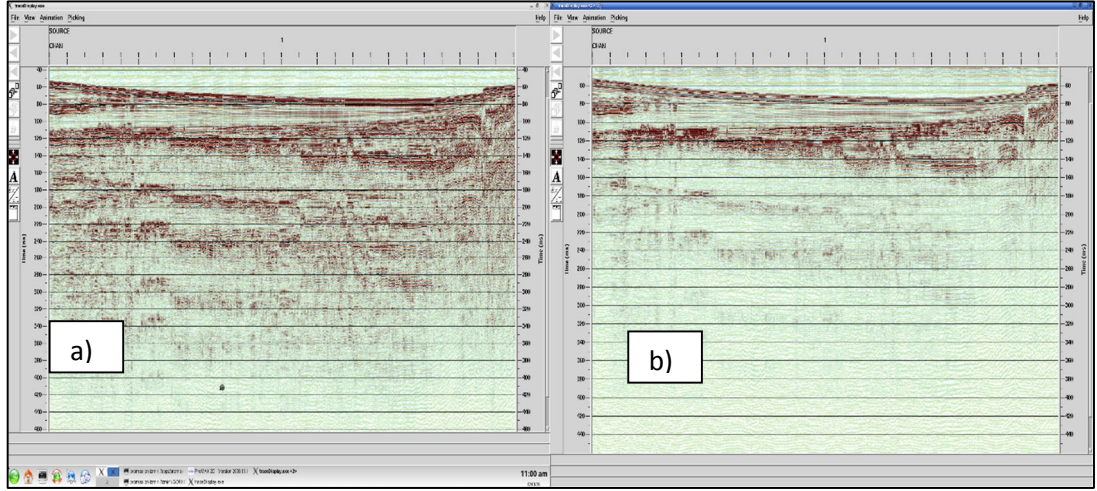


Şekil 3.32 a) AGC pencere boyu 200 alınmış veri, b) AGC pencere boyu 500 alınmış veri.

3.2.3.1.2 *Bant Geçişli Süzgeç (Bandpass Filter)*. Bu süzgeçleme tekniği belirli frekans aralıklarını geçiren en çok kullanılan yöntemdir. Veriden istenmeyen genlikteki gürültülerin ayıklanmasında kullanılır.



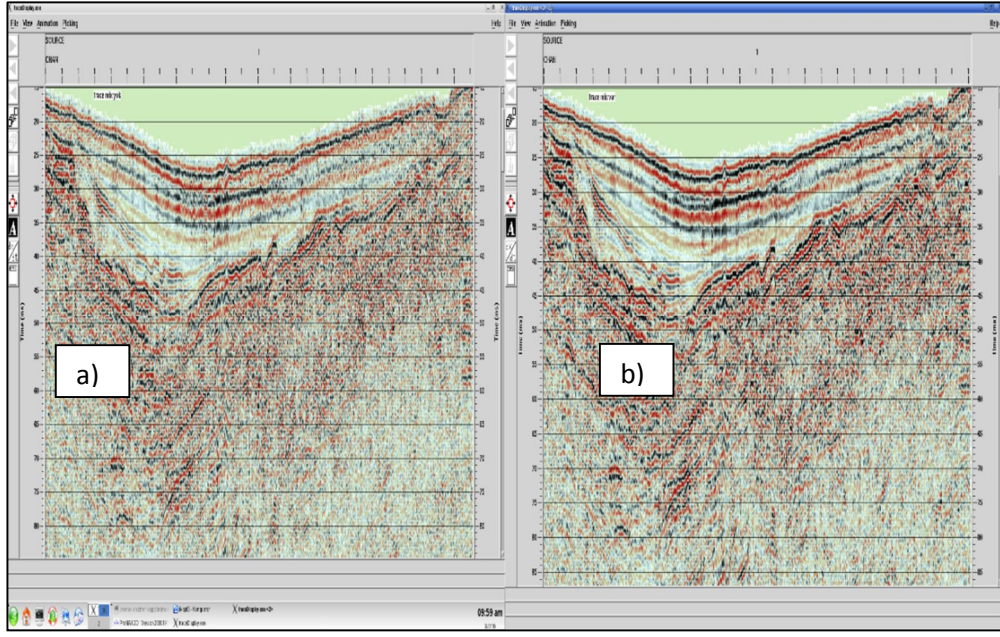
Şekil 3.33 Spektral analizde köşe frekanslarının seçilmesi.



Şekil 3.34 a) Süzgeç uygulanmamış veri b) Süzgeç sonrası veri.

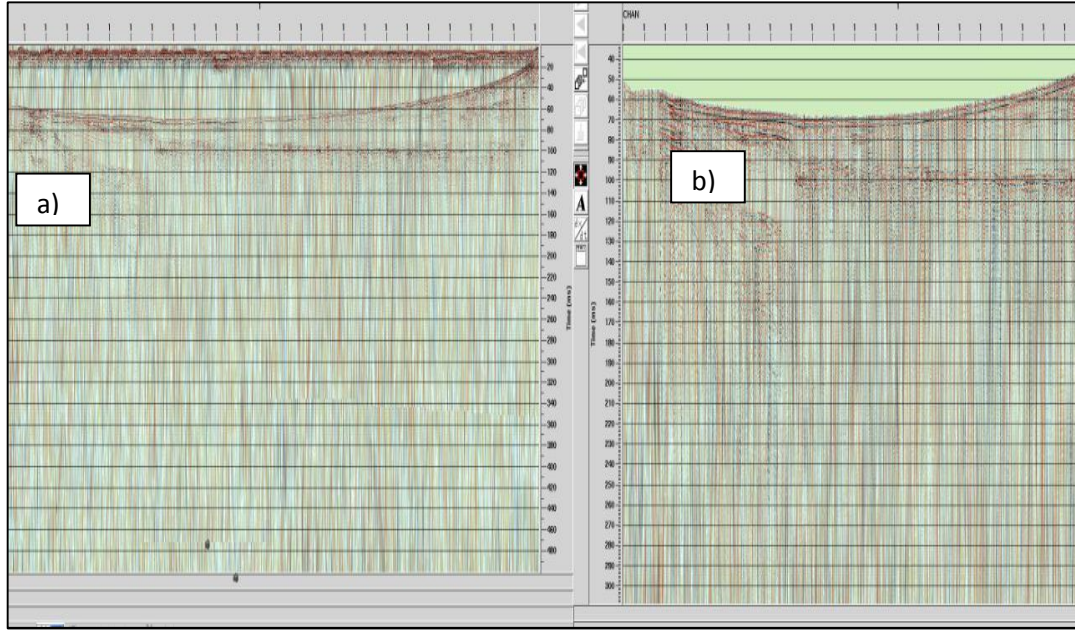
Bir sismik veriye bant geçişli süzgeç uygulamamız için süzgeç operatörünü belirleyip daha sonra köşe frekanslarını seçmemiz gerekir. Bu adımda Butterworth süzgeç operatörü kullanılmıştır. Bu operatör Ormsby operatör süzgeci gibi geçirim bandının trapezoid şeklinin eğimli kanatlarının tanımlamasında köşe frekansı değerlerini kullanmaz, doğrudan kanat eğimi değerlerini girmemiz gerekir (Dondurur, 2009).

3.2.3.1.3 *İz Katıştırma (Trace Mix)*. Bu işlem artarda gelen izleri toplayarak tek bir iz elde ederek gürültüyü bastırmaya yarayan bir yöntemdir (Dondurur, 2009).



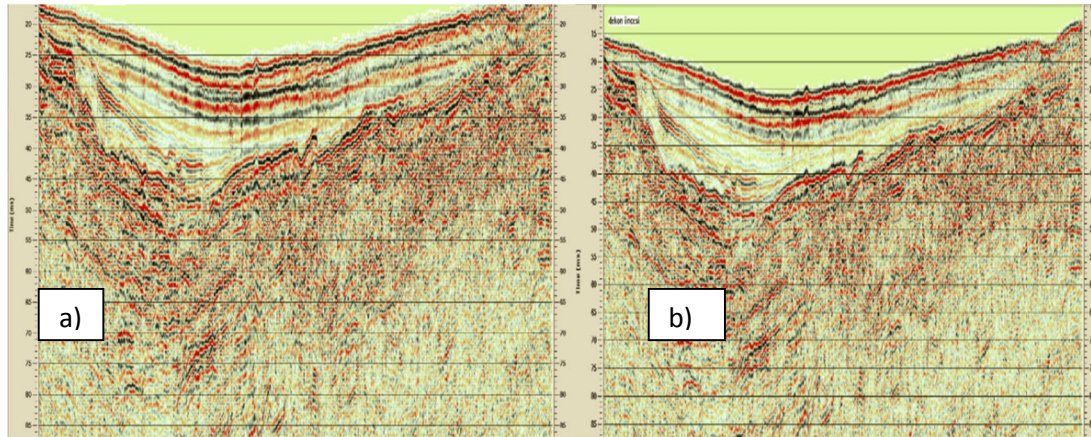
Şekil 3.35 a) Trace Mix olmayan veri b) Trace Mix olan veri

3.2.3.1.4 *İstenmeyen Alanların Atılması (Trace Mute)*. Veriye giren birincil yansımalar doğrudan gelen dalgaların ve bunlara bağlı gürültülerin veriden silinmesi işlemidir. Bu işlem dört şekilde yapılabilir, üst kısımların atılması (top mute), alt kısımların atılması (bottom mute), iç kısımların atılması (surgical mute), ve NMO gerilme alanının atılması (NMO stretch mute) gibi işlemlerdir (Dondurur, 2009). Bu adımda veriye sadece Top Mute dediğimiz işlem uygulanmıştır.



Şekil 3.36 a) Top Mute yapılmamış veri b) Top mute yapılmış veri.

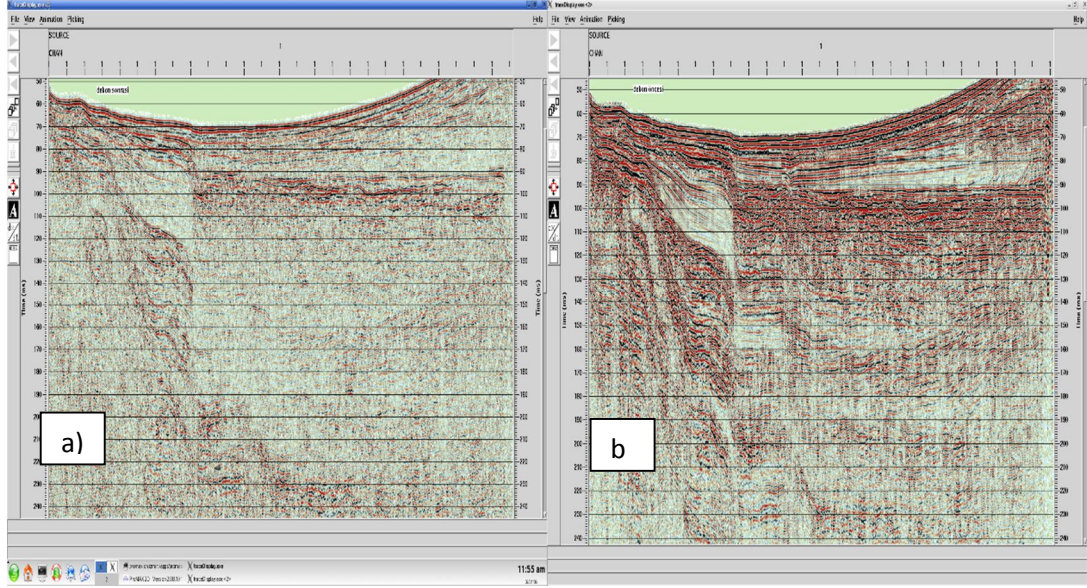
3.2.3.1.5 *F - K Migrasyonu*. Bu veri işlem adımında migrasyon yani göç dediğimiz izleri gerçek yerlerine taşınması adıdır. Veri toplanan alan eğimli ise burada elde edilen yansıma yığıma kesitinde gerçek yerinde olmaz. Kullanılan f - k migrasyonun iki türü vardır (Dondurur, 2009). Bu çalışmada Stolt sabit hız migrasyon yöntemi kullanıldı.



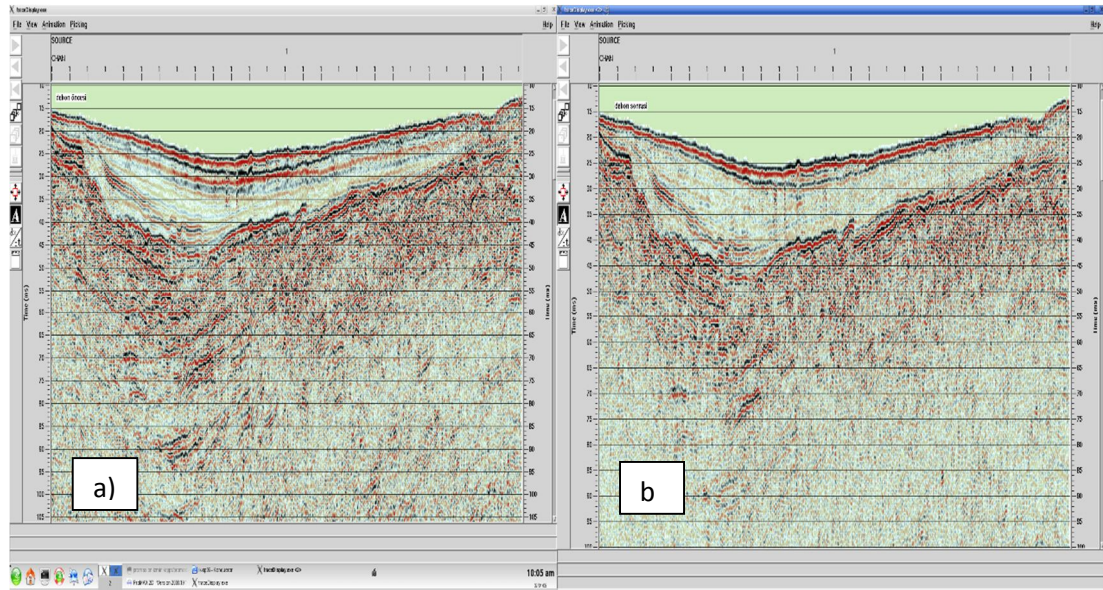
Şekil 3.37 a) Migrasyon uygulanmamış veri b) Migrasyon uygulanmış veri.

3.2.3.1.6 *Dekonvolüsyon*. Dekonvolüsyon işlemi iğnecikleştirme işlemi olarak da bilinir. Kaynak dalgacığını sıkıştırarak iğnecik biçimine getirmeye çalışır. Bu işlemin

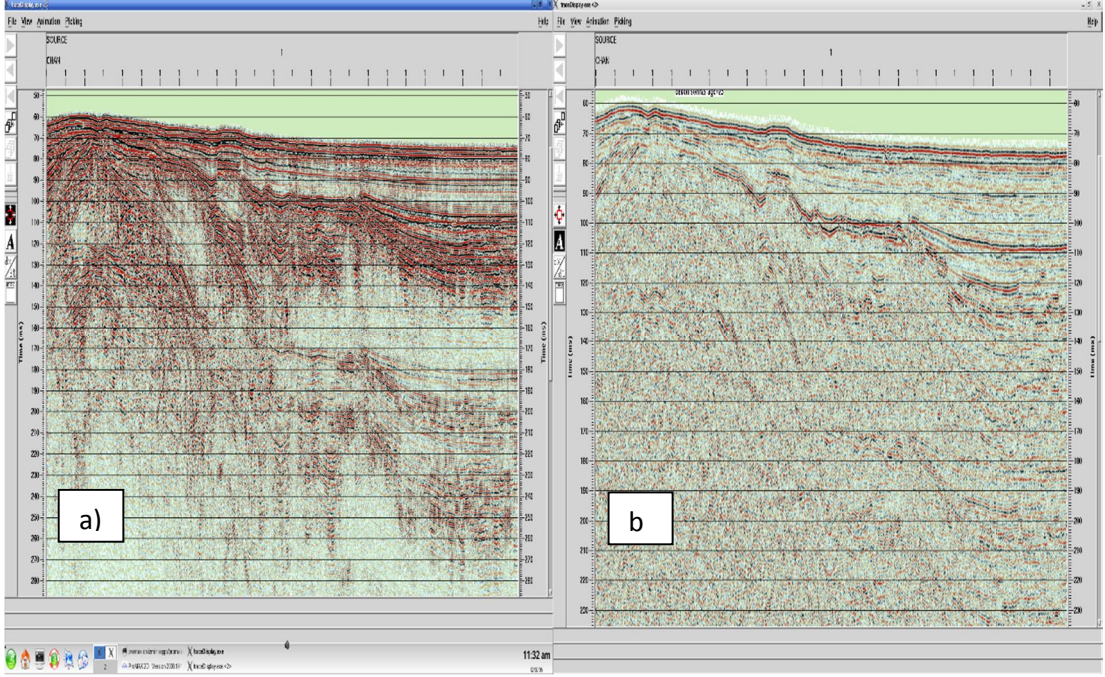
amacı veride ki tekrarlı yansımaları atmak için uygulanır. Aşağıda dekonvolüsyon işleminin veri de ki etkisi örneklerle gösterilmiştir.



Şekil 3.38 a) Dekonvolüsyon sonrası, b) Dekonvolüsyon öncesi.



Şekil 3.39 a) Dekonvolüsyon öncesi, b) Dekonvolüsyon sonrası.



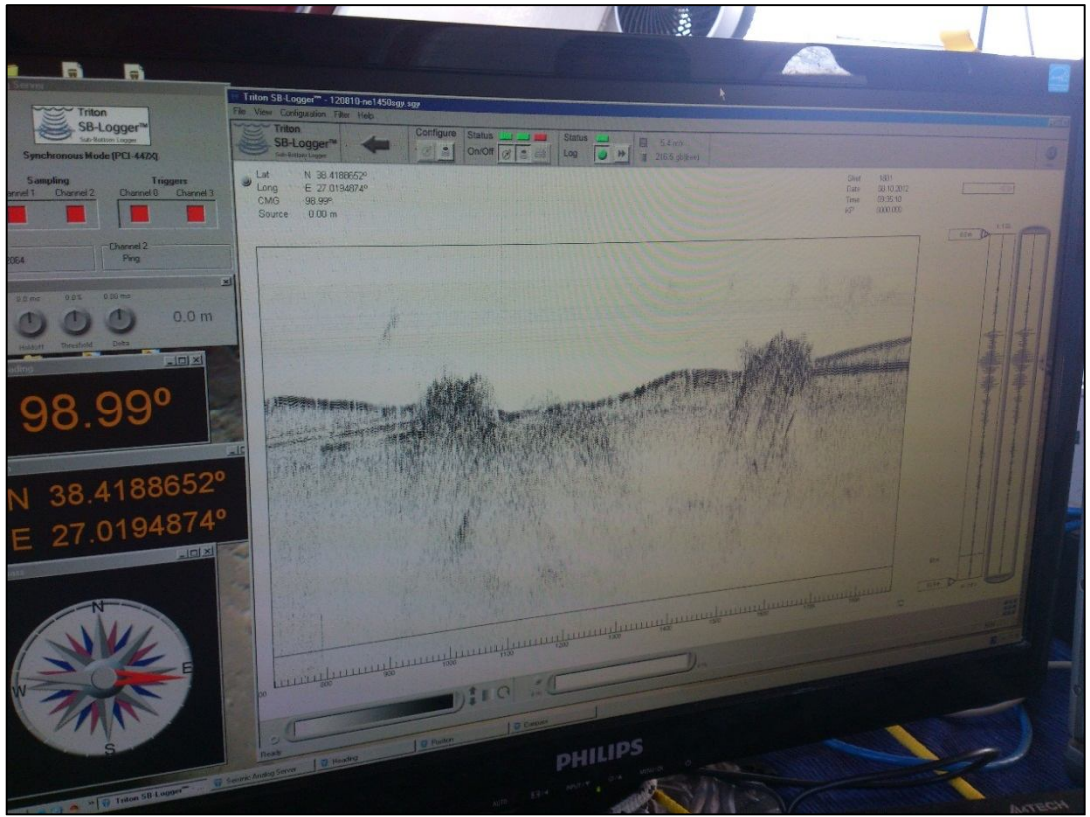
Şekil 3.40 a) Dekonvolüsyon öncesi, b) Dekonvolüsyon sonrası.

Yukarıda çalışma sonrasında elde edilen verinin veri işlem aşamalarıyla yoruma açık en temiz veri için neler yapılabildiği gösterilmeye çalışılmıştır. Veri işlem gerçeğe en yakın veriyi elde etmeye çalışmak için yapılan işlem topluluğudur. Tek bir yöntem ile gerçek veriyi elde etmek zordur.

Bu yüzden farklı veri setleriyle karşılaştırmalar yaparak aranılan yapıya yaklaşmak en doğrusudur.

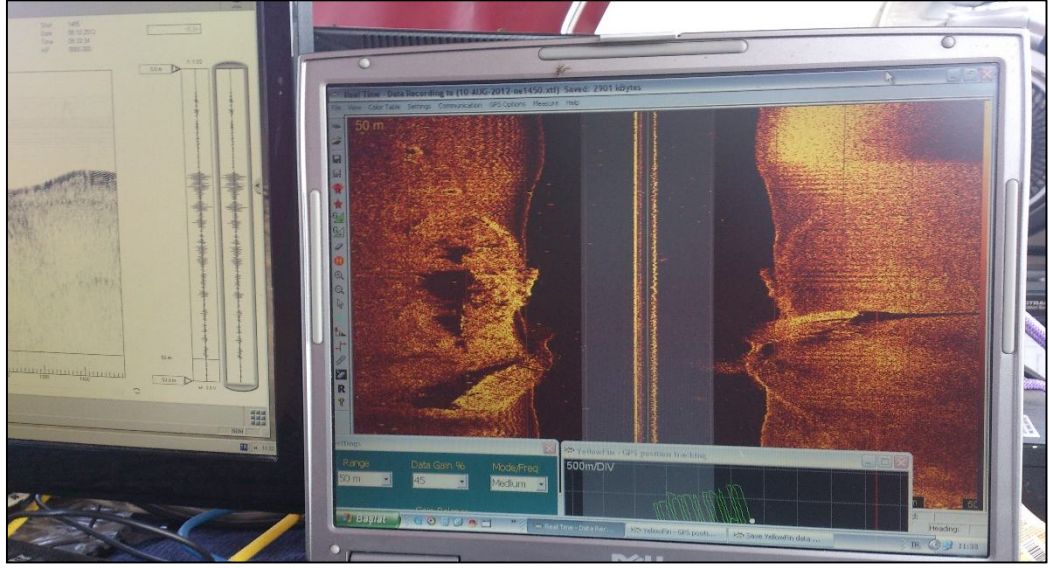
3.3 Çalışma Esnasında Veri Setlerinin Karşılaştırılması ve Veri İyileştirilmesi

Kullandığımız sistemler çalışma esnasında veriye müdahale etmemiz sağlayabilir. Tabii bunu yaparken dikkatli olunması gerekli çünkü veri toplanırken yapılan hatalar düzeltilmesi zor hatalar sebep olabilir. Bu yüzden farklı sistemlerle veri toplamak veriye müdahale için en doğru tercihi yapmamızı sağlar. Aşağıda çalışma esnasında karşılaşılan örnekler gösterilmiştir.



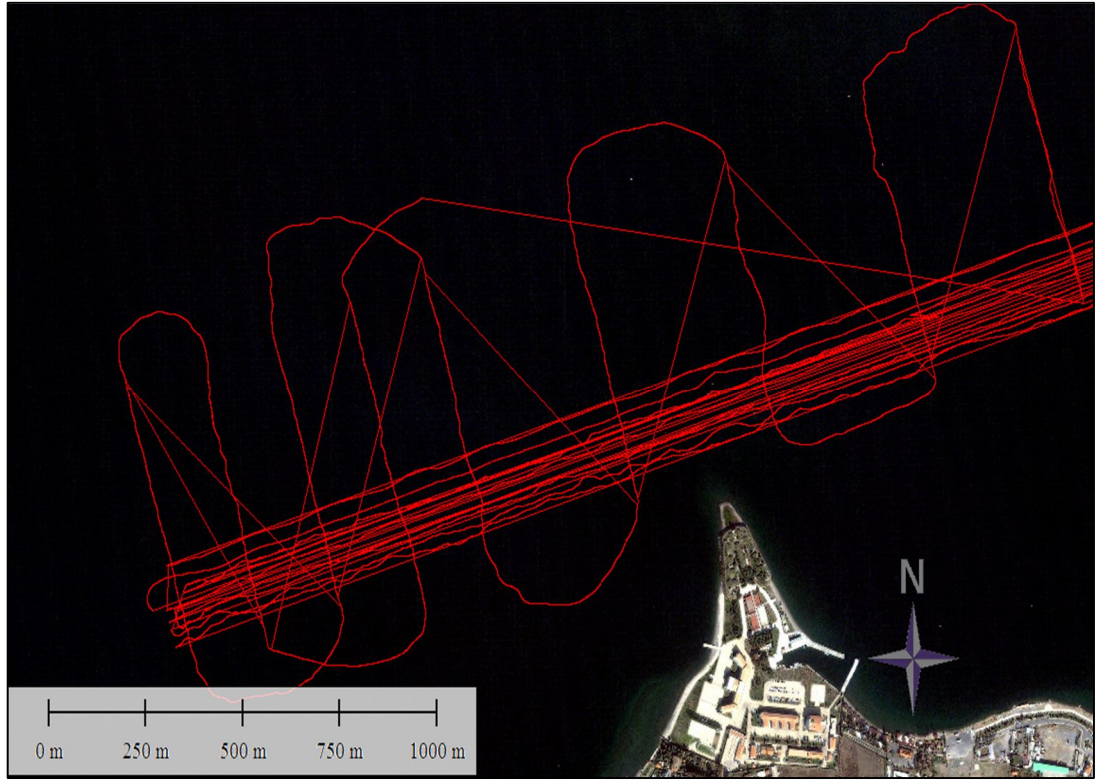
Şekil 3.41 Çalışma esnasında Subbottom Profiler da karşılaşılan batık anomalisi.

Subbottom Profiler’da karşılaşılan bu yapıların batık olduğunu sadece buradan anlaşılamaz. Şekil 3.42’ de gösterilen yanal tarama sonarı verisi ile karşılaştırıldığında bunun batık olduğu anlaşılmıştır.

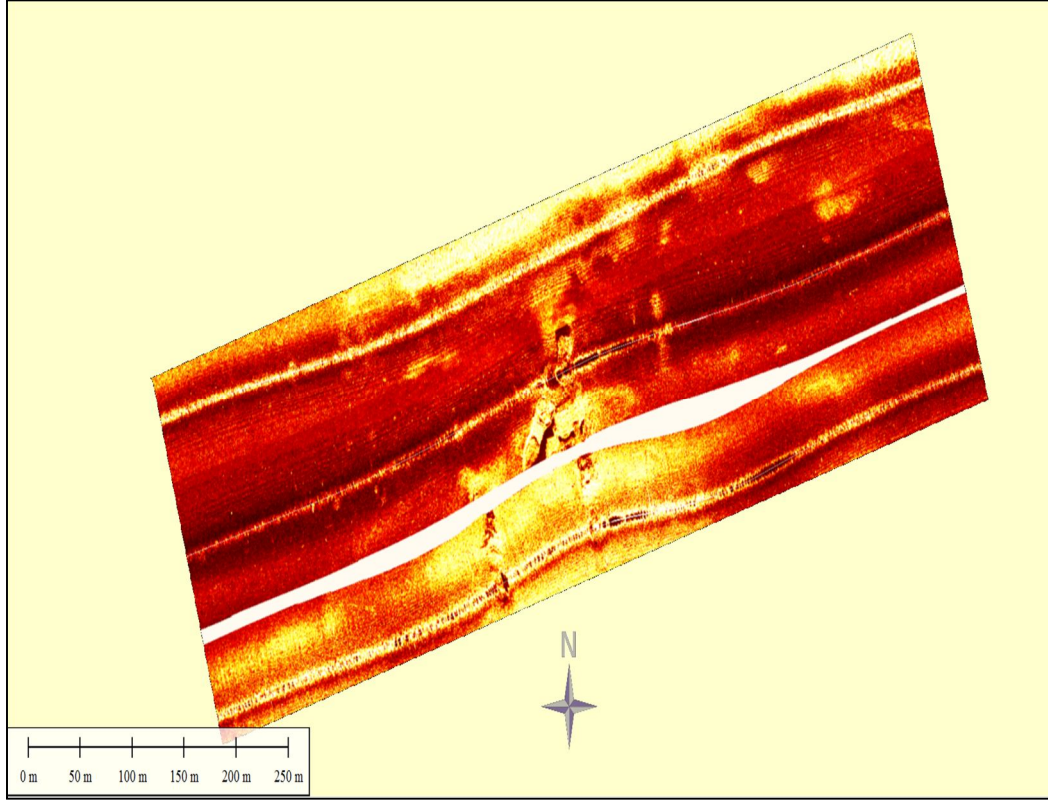


Şekil 3.42 Çalışma esnasında yanal tarama sonarı kaydında batık görüntüsü.

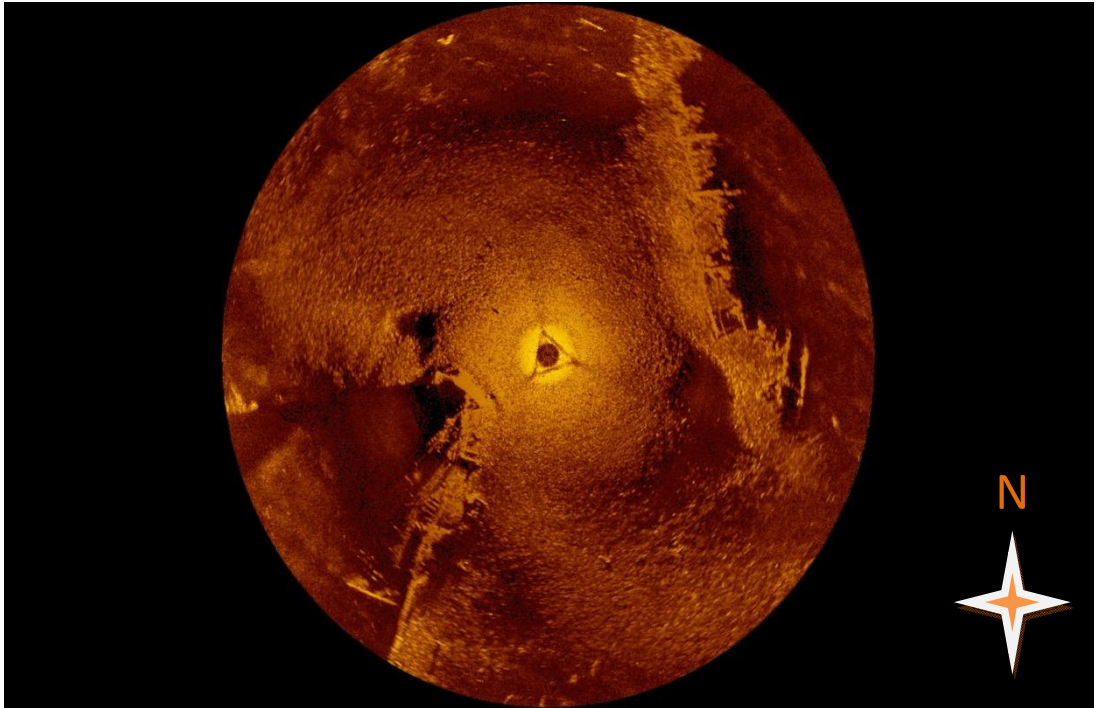
Daha sonra aynı alanda yapılan çok ışınlı iskandil ve tek ışınlı iskandil verileri de karşılaştırma için aşağıda gösterilmiştir. Bu alan ve çalışma hatları Şekil 3.43'de belirtilmiştir.



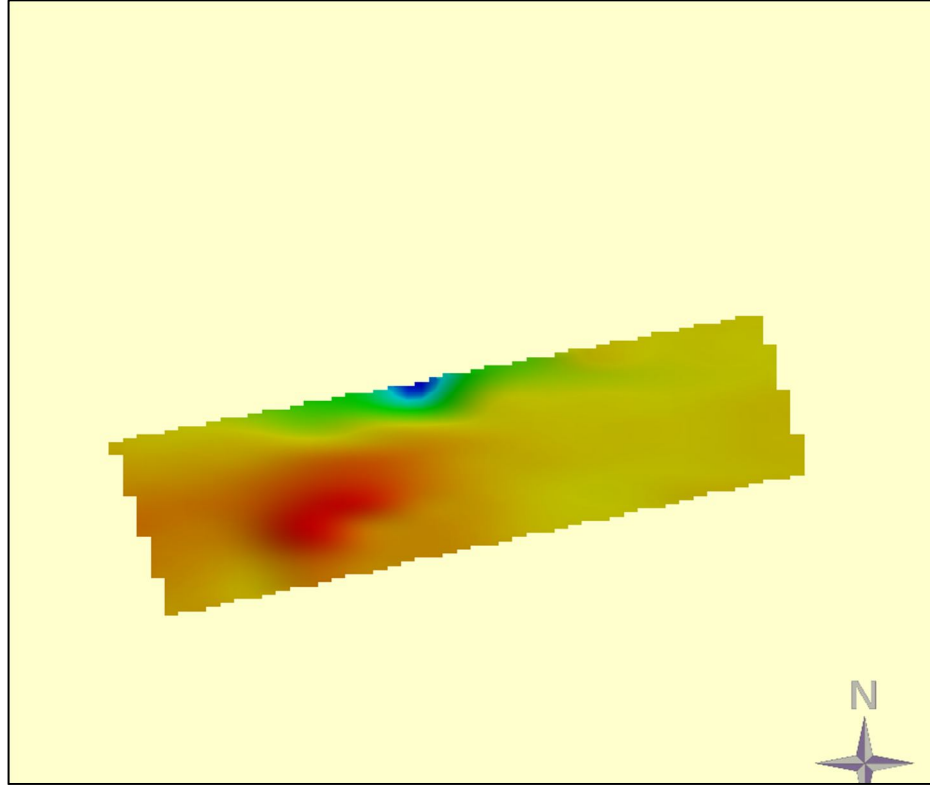
Şekil 3.43 Çalışma alanı ve hatlar (batıklar).



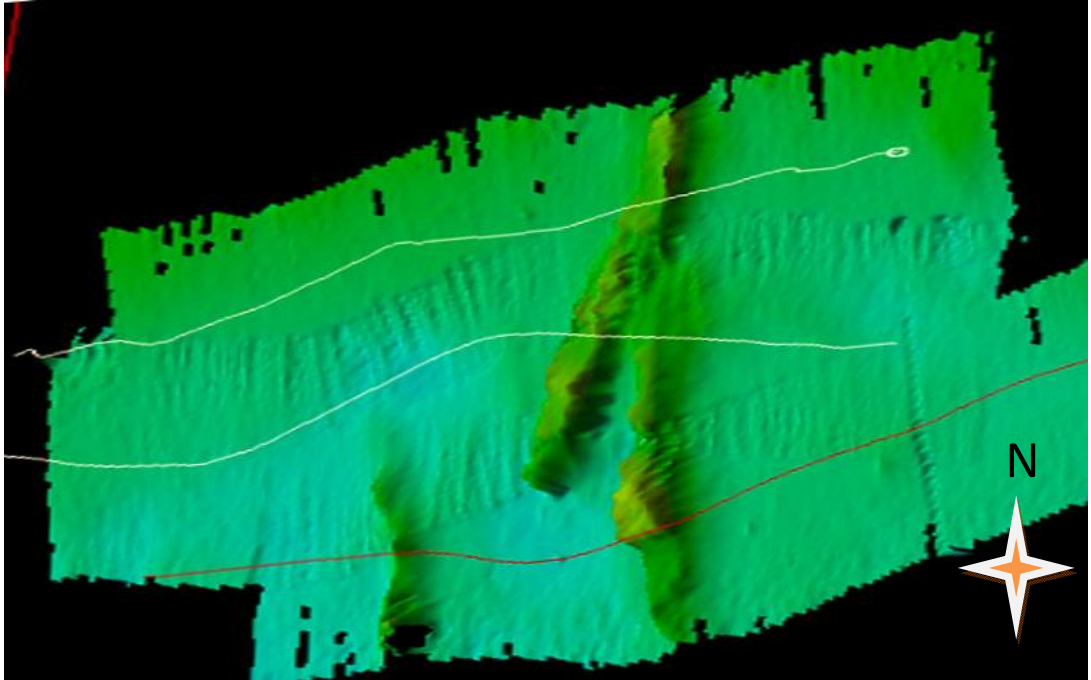
Şekil 3.44 Yanal tarama sonarı mozaik yapılmış batık verisi.



Şekil 3.45 360° sonar ile yapılmış batık verisi.

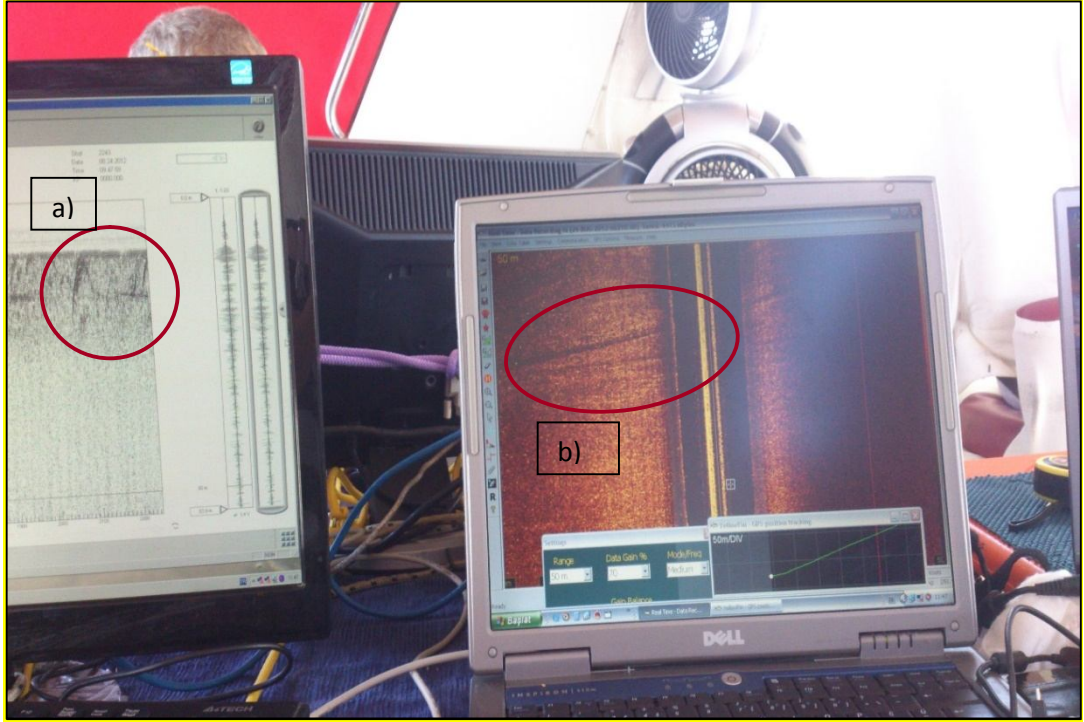


Şekil 3.46 Tek ışınli batimetri 3 boyutlu batık verisi.



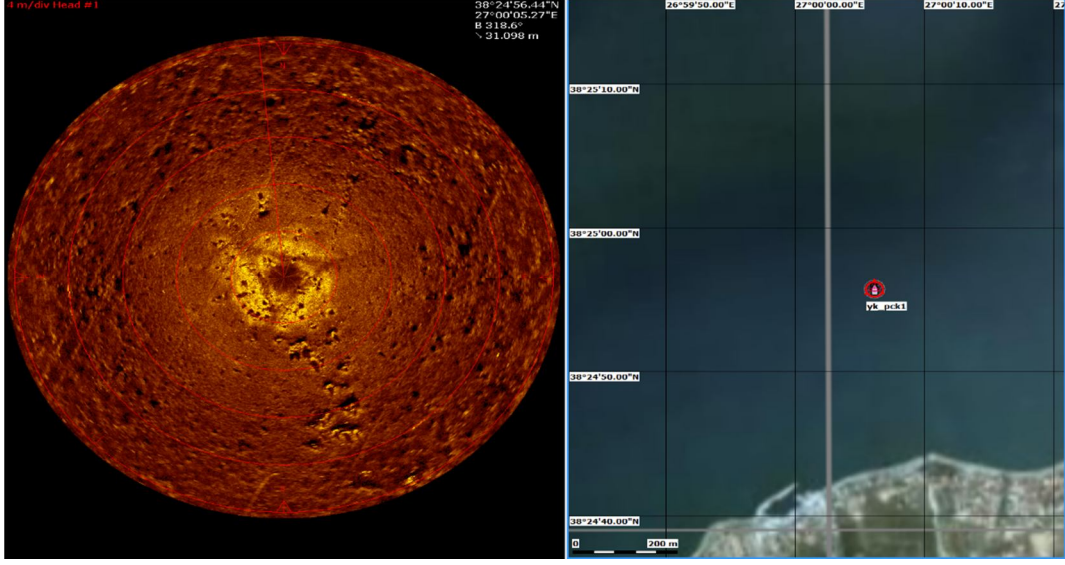
Şekil 3.47 Çok ışınli batimetri 3 boyutlu batık verisi.

Yukarıda ki örneğe benzer, yine sismik veride görülen bir anomali ve yanıl tarama sonarda da bunun karşılığı olarak tespit edilen gömülü kablo hattıyla karşılaşlmıştır (Şekil 3.48).

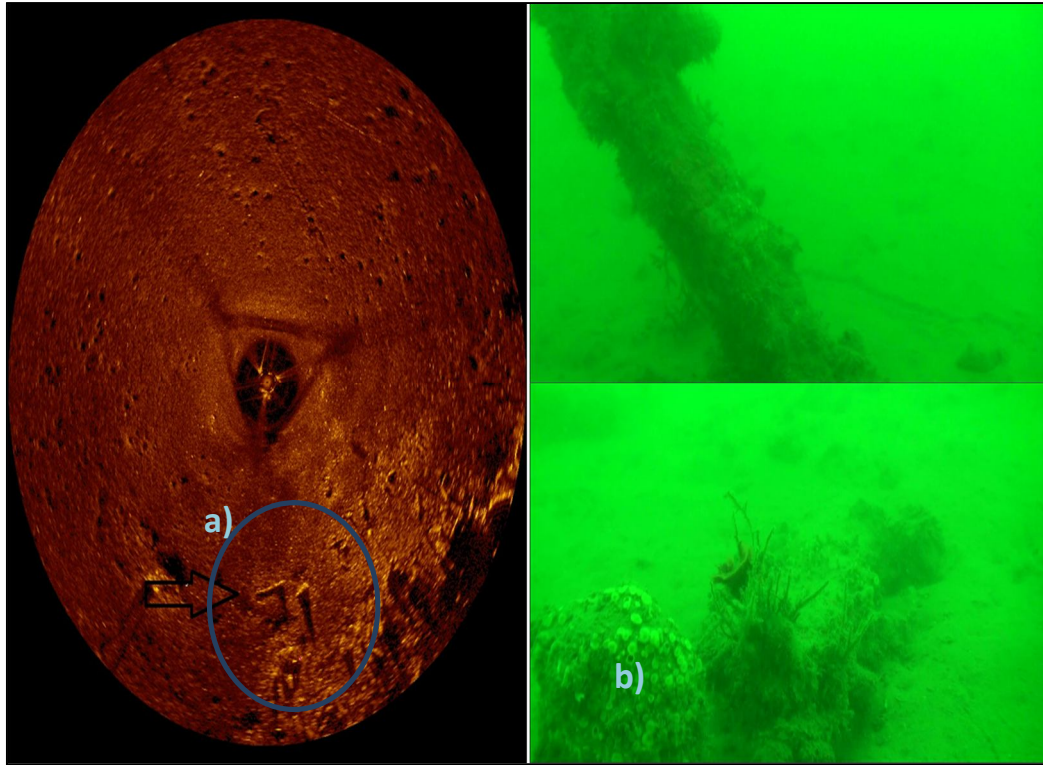


Şekil 3.48 a) Sismikte karşılaşılan gömülü kablo anomali, b) Yanal tarama sonarda görülen gömülü kablunun tespiti.

Yapılan bu çalışmaların sonucunda belirlediğimiz hedeflere yüksek ayrımlı sonar ve dalgıç ile düzenlenen bir çalışma sonucu elde ettiğimiz kayıtları sualtı fotoğrafı ile desteklenmiş oldu. Şekil 3.49’de sonar kayıt sisteminin resmi gösterilmektedir. Çalışma esnasında koordinat bilgisi de kullanılmaktadır ve körfezdeki teknenin konumu, sonarın konumu da kaydedilmektedir. Bu sistem doğrultusunda sonar kaydında görünen yapılara bir dalış yapıp fotoğraflar karşılaştırıldı (Şekil 3.50).



Şekil 3.49 Sonar kayıt sistemi.



Şekil 3.50 a) Sonar kaydında görülen objeler, b) Sonar kaydında görülen objenin sualtı fotoğrafları.

İzmir körfezinde yapılan dalışta çekilen sualtı fotoğrafı ve o bölgede alınan sonar kaydında dalgıcın çektiği görüntülerde su altında bulunan eski bir enkaz parçalarına rastlanmıştır. Bu parçalar sonar kaydında da net bir şekilde görüntülenebilmiştir (Şekil 3.49, Şekil 3.50).

BÖLÜM DÖRT

SONUÇLAR

Bu çalışmada uyguladığımız deniz jeofiziği yöntemlerinde, veri kalitesini arttırmak için çalışma öncesi ve sonrası verilere uyguladığımız aşamaları içermektedir. Uyguladığımız yöntemlerde veri kalitesini arttırıp deniz altındaki yapının gerçek halini yansıtmak için veri iyileştirmelerle ve kalibrasyonla en iyi sonuç elde edilmeye çalışılmıştır.

Batimetri çalışmalarında alınan derinlik bilgisi ve bu derinlik bilgisinin koordinatı kesinlikle doğru olmalıdır. Çünkü batimetri çalışmasının amacı deniz tabanın derinlik haritasını çıkarmaktır. Bu doğruluğu sağlamak adına batimetri çalışmasında, önce cihazın gösterdiği derinlik kontrol edilmeli, bar - check dene uygulama kısaca uzunluğu bilinen bir zincir veya ipin ucuna transducerin sinyalini engelleyecek bir levha tutturulur, bilinen uzunlukla ekosounderın gösterdiği derinlik kontrol edilir. Alınan GPS bilgisi de kullanılan sisteme göre (DGPS veya RTK) belli hassasiyet değerlerinin içinde olmalıdır. Alınan koordinat bilgisi tekne üzerinde ekosounderın yeriyle, kullandığımız yazılımda eşleştirilmelidir. Teknenin ölçüleri alınıp, merkeze göre ya da GPS in konumuna göre kullanılan cihazların uzaklıkları yazılıma girilip, koordinatın bu uzaklıklara göre atanması sağlanmalıdır. Çok ışınlı batimetride bu iş daha da hassas olması gereklidir. Deniz altına gönderilen yelpaze ışın setinin her birinden derinlik bilgisi alındığı için bu ışınların izlediği yolun nereye düştüğü bilinmeli, bu işlemi de tekne hareketlerini hassas şekilde kaydederek, deniz altına hangi açılarla gittiğinin öğrenilmesini sağlar. Bu sistemlerde gerekli düzeltmeler yapılarak alınmış verilerde karşılaştırılmıştır. Deniz altındaki yapının ayrıntılı bir şekilde çok ışınlı batimetride elde edildiği görülmüştür. Gönderilen ışın sayısının fazla olması veri ayrımlılığın en büyük etkisidir.

Tek ışınlı batimetride ise elde ettiğimiz en kesit veya boy kesitler diğer yöntemlere göre daha doğru olur. Tek yönde gönderilen tek ışınlı sistemde veri hassasiyeti daha yüksek olur. Çok ışınlı sistem birçok etkene bağlı olarak alınan

verilerde hata yapma olasılığı çok yüksek olan bir yöntemdir. Bu iki yöntemde veri iyileştirmelerle birlikte deniz tabanının 3 boyutlu görüntüsü elde edilebilmektedir.

Sonar sisteminde alınan veri deniz tabanının topoğrafyasını vermektedir. Bu yöntemle geniş alanlarda deniz tabanının topografik görüntüsü elde edilir. Bu yöntemde de iki farklı şekilde sonar cihazı kullanılmıştır. Bu sonar sistemlerinin veri kalitesini arttırmak için kullanılan yollar, çekilen sonarın deniz altından çekilerek yüzey gürültülerinden etkilenmesini önleyerek ölçü almak ve çalışma amacına sonarın çalışma frekansı arttırarak daha yüksek çözünürlükte veri almaktır. Çalışma alanında iki farklı sonar ile görüntü alınmıştır. Bunlardan yanal tarama sonarı ile alınan veri teknenin bordasına monte edilip ölçü alınmıştır. Alınan verideki diğer sonar görüntüsüyle arasında bir hayli fark bulunmaktadır. Ayrımlılık olarak 360 derece sonar su altına indirilip batıkların üzerinden ölçü alınmıştır. Ayrıca kullanılan 360 derece sonarın frekansı yüksek ayrımlı sonar olup çalışma frekansı 675 kHz'dir, bu fark ve ayrımlılık net bir şekilde görülmekte ve aralığı düşürüldükçe nesnenin ayırt edilebilirliğinin arttığı da gösterilmiştir. Bununla birlikte alınan sismik kayıtlar ile gömülü yapıların ve batıkların tespiti de yapılmıştır. Bu iki sistemin birlikte çalışmasının veri yorumuna ve sistemlerin kalibrasyonlarının kontrolüne de olanak sağladığı ortaya konulmuştur. Ayrıca sualtı fotoğrafı ile karşılaştırmalı olarak yapılan sonar çalışmasında elde edilen verilerde gayet net olarak su altındaki yapının sonar ile görüntülenebildiği ortaya çıkmıştır.

KAYNAKLAR

Anonim – a (b.t). *Subbottom Profiler Kesiti* (12.12.2013), www.kongsberg.com.tr

Anonim – b (b.t). *SBP Sisteminin Çalışma Prensipleri*, (12.12.2013). www.geostars-surveys.com.

Anonim – c (b.t). *Teknenin yükseklik (heave), dönme (roll), yalpalama (pitch) ve sapma (yaw) hareketi*, (12.12.2013). www.omg.unb.ca/~jhc/coverage_paper.html.

Anonim – d (b.t). *Ses hızı ölçer*, (12.12.2013). www.valeport.com.

Anonim – e (b.t). *Teknenin yükseklik (heave), dönme (roll), yalpalama (pitch) ve sapma (yaw) hareketi Odom MBI ekosounder ve Kongsberg Geoswath ekosounder* (12.12.2013), www.kongsberg.com.tr.

Anonim – f (b.t). *Motion Sensor ve Gps görüntüsü*, (12.11.2013). www.odomhydrographic.com.

Clay, C. S. ve Medwin, H. (1977). *Acoustic oceanography; principles and applications*. John Wiley and Sons, New York, 544.

Cobra, T. D. (1990). *Estimation and Correction of Geometric Distortions inside - Scan Sonar Images*, 556.

Çifçi, G., Dondurur, D. ve Okay, S. (2005). *Yüksek Ayrımlı Deniz Jeofiziği Yöntemleri*. TMMOB Jeofizik Mühendisleri Odası Baskısı.

Dondurur, D. (2009). *Deniz sismiğinde veri işlem*.

- Grant, J. A. ve Schreiber, R. (1990). Modern Swathe Sounding and Sub - Bottom Profiling Technology for Research Applications: The Atlas Hydrosweep and Parasound Systems. *Marine Geophysics Research*, 306.
- Hill, P. J., Exon, N. F., ve Royer, J. Y. (1995). Swath - mapping the Australian continental margin: results from offshore Tasmania. *Exploration Geophysics*, 305.
- Richter, H., Hansen, R., Pohl, W., Roeser, H. ve Ries, E. W. (2003). *Marine Geophysical Exploration Techniques*, 45-48, 302.
- Gürdal, M. (1991). *Deniz Seviyesi Ölçmeleri ve Harita Genel Komutanlığınca İşletilen Mareograf İstasyonları*, 1 – 15.
- Maden Tetkik Arama Genel Müdürlüğü, Jeofizik Dairesi, Ankara Jeoloji Mühendisliği – MTA (1990). *Yanal Tarayıcı Sonar, Deniz Jeolojisindeki Uygulama ve Önemi*, 79 – 95, 37.
- Schock, S. G., (1998). Buried object scanning sonar. *Proceedings, Oceanology International*, 67 – 83.