

T.C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
DENİZ BİLİMLERİ VE İŞLETMECİLİĞİ ENSTİTÜSÜ

**İSTANBUL GÜNEY ŞELFİ (AVCILAR–
BÜYÜKÇEKMECE) DENİZ TABANI AKUSTİK
ÖZELLİKLERİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

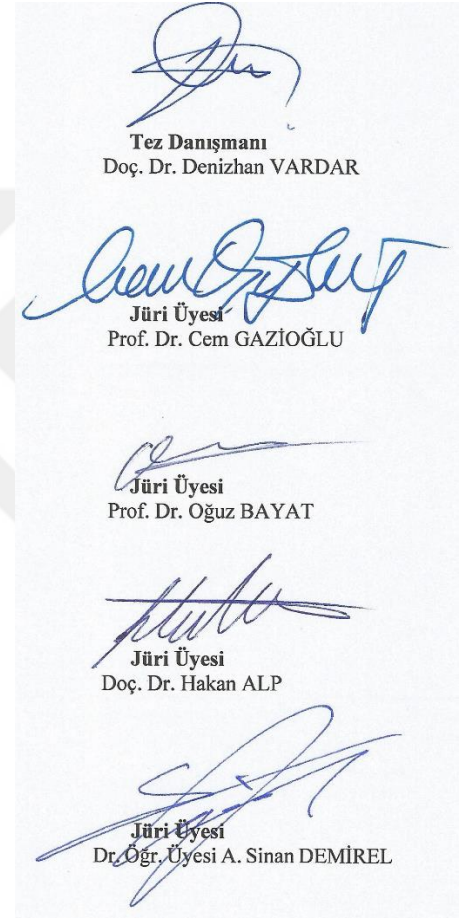
Sinan ÖZGAN
Deniz Jeolojisi ve Jeofiziği Ana Bilim Dalı

Danışman
Doç. Dr. Denizhan VARDAR

OCAK, 2020

T.C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
DENİZ BİLİMLERİ VE İŞLETMECİLİĞİ ENSTİTÜSÜ

Sinan ÖZGAN tarafından hazırlanmış ve sunulmuş “İSTANBUL GÜNEY ŞELFİ (AVCILAR-BÜYÜKÇEKMECE) DENİZ TABANI AKUSTİK ÖZELLİKLERİ” başlıklı tez DENİZ JEOLJİSİ VE JEOFİZİĞİ Ana Bilim Dalında YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.



Tez Savunma Tarihi: 16/01/2020

ETİK BEYAN

İstanbul Üniversitesi Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü Tez Yazım Kılavuzu kurallarına uygun olarak hazırladığım “İSTANBUL GÜNEY ŞELFİ (AVCILAR–BÜYÜKÇEKMECE) DENİZ TABANI AKUSTİK ÖZELLİKLERİ” başlıklı *YÜKSEK LİSANS* tez çalışmasında bilimsel etik ve akademik kurallara riayet ettiğimi;

- Çalışma konusunun özgün olduğunu,
- Tez içinde sunduğum tüm veri ve belgeleri bilimsel etik ve ahlak kuralları çerçevesinde elde ettiğimi,
- Çalışmanın bulgularında tahrifat yapmadığımı ve yanlış davranmadığımı,
- Tez kapsamında yararlandığım tüm eserlere ve doğrudan veya dolaylı olarak kullandığım her alıntıya atıfta bulunduğumu,
- Yararlandığım tüm eserlerin kaynakçada gösterilenlerden oluştuğunu,
- Kullandığım veri ve belgelerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- Patent ve telif haklarını ihlal etmediğimi

bildirir, aksinin vuku bulması durumunda yasal sonuç/sonuçları ve aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabul ettiğimi beyan ederim.

17.12.2019

Sinan ÖZGAN



“Annem’e ve Babam’a.....”



ÖNSÖZ

Deniz tabanı özelliklerini belirlemede; klasik örnekleme yöntemlerine göre daha kısa sürede daha geniş alanları tarayabilen akustik tabanlı deniz jeofiziği yöntemleri, karmaşık deniz tabanı yapısının kolayca tanımlanmasını ve ayrıntılı haritalanmasını sağlamaktadır. Ayrıca klasik yöntemlerden çok daha az maliyetli olup devam eden araştırmalara temel kaynak sağlayan yorumlu verilerin daha geniş kitlelere yayılmasını, ek olarak deniz tabanı yaşam alanlarına (habitat) olan ilginin artmasını ve kısa süreli deniz koruma planları oluşturmayı sağlamaktadır. Bu bağlamda bu yüksek lisans tez çalışmasında, konu olan araştırma sahasında farklı amaçlara odaklanan önceki çalışmalarda toplanmış sayısal akustik deniz jeofiziği verileri yardımıyla deniz tabanı sediman ve morfolojik unsurların tanımlanması amaç edinmiştir.

Başta buralara kadar gelmemi sağlayan ve üstümde büyük emeği olan Anneme, babama ve ablalarım, yüksek lisans eğitimim süresince benden desteğini esirgemeyen ve bu aşamaya gelmemde önemli bir emeği bulunan danışman hocam Sayın Doç. Dr. Denizhan VARDAR'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca süreçte bilgilerinden önemli derecede faydalandığım Sayın Prof. Dr. Bedri ALPAR ve Sayın Dr. Öğretim Üyesi Sinan DEMİREL'e teşekkürlerimi sunmayı bir borç bilirim. Bununla birlikte tez aşamasında gerek veri olarak gerekse de değerli yönlendirmeleri ile ve ayrıca Jeofizik Mühendisliği Lisans eğitimimde de tarafıma gerçek anlamda destek olan Sayın Doç. Dr. Hakan ALP'e en derin içtenliğim ile teşekkürlerimi ve saygılarımı sunmaktan büyük bir mutluluk duyarım.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖNSÖZ	i
ÖZET	iv
ABSTRACT.....	v
TABLO LİSTESİ.....	vi
ŞEKİL LİSTESİ.....	vii
SİMGE LİSTESİ.....	x
KISALTMA LİSTESİ	xi
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Deniz Jeofiziğinde Kullanılan Akustik Tabanlı Yöntemler	2
1.2. Çalışmanın Amacı ve Hedefleri	3
1.3. Çalışma Alanı Kara Jeolojisi, Genel Tektoniği, Sedimentolojisi	4
1.4. Çalışma Alanında Önceki Çalışmalar.....	5
2. MATERYAL VE METOT	7
2.1. YTS Verileri	7
2.2. YTS Özellikleri.....	9
2.2.1. Kaynak seviyesi	9
2.2.2. Sinyal uzunluğu	9
2.2.3. Işın şekli ve oluşumu	11
2.2.4. Frekans ve erim mesafesi.....	12
2.2.5. Kırılma etkisi	13
2.3. YTS Sistemlerinde Ayrım (Resolution)	14
2.3.1. Erim (Across-track) ayrımı	14
2.3.2. Boyuna (Along-track) ayrımlık.....	15
2.4. YTS' a Geri Dönen Sinyaller	16
2.4.1. Yansıma	16
2.4.2. Geri saçınım (Back-scattering)	17
2.5. Sonar Denklemi	20
2.6. YTS' da Veri İşlem.....	20
2.6.1. Ön işlem (Pre-processing).....	20
2.6.2. Ana işlemler	21
2.6.3. Ek işlemler	29
2.7. YTS Verilerinin Değerlendirilmesi	30
2.7.1. YTS veri kalitesi	30
2.7.2. Yüzey etkileri.....	30
2.7.3. Hedefler ve gölgeleri.....	33
2.7.4. YTS sisteminden kaynaklanan etkiler	36
2.7.5. YTS verilerinde gürültü	39
2.7.6. Çekme-balığı çekme etkileri	40
2.7.7. YTS verilerinde yansıma tipleri ve yorumlara örnekler	42
2.8. Sismik Veriler.....	47
2.8.1. Çalışma ilkesi.....	48
2.8.2. CHIRP sistemleri	48
2.9. Derinlik Verileri	49
2.9.1. Tek ışınlı iskandiller	49

2.9.2. Çok ışınlı iskandiller	53
3. BULGULAR	55
3.1. Çalışma Alanı Deniz Tabanı Morfolojisi	55
3.2. YTS Verileri	56
3.2.1. Küçükçekmece (K) bölgesi YTS ve CHIRP verileri	58
3.2.2. Küçükçekmece-Avcılar (KA) bölgesi YTS ve CHIRP verileri	61
3.2.3. Avcılar-Beylikdüzü (AB) bölgesi YTS ve CHIRP verileri	67
3.2.4. Beylikdüzü-Gürpınar (BG) bölgesi YTS verileri	75
3.2.5. Gürpınar-Büyükçekmece (GB) bölgesi YTS ve CHIRP verileri.....	80
3.2.6. Küçükçekmece Gölü (KG) bölgesi YTS verileri.....	88
4. TARTIŞMA VE SONUÇLAR.....	93
KAYNAKLAR	97
ÖZGEÇMİŞ	100
FORMLAR	
Tez Çalışması Benzerlik Raporu Uygunluk Yazısı ve Eki	

ÖZET

İSTANBUL GÜNEY ŞELFİ (AVCILAR–BÜYÜKÇEKMECE) DENİZ TABANI AKUSTİK ÖZELLİKLERİ

Sinan ÖZGAN

İstanbul ili güney şelfinin Avcılar–Büyükçekmece arasındaki kısmın deniz tabanı akustik özelliklerinin belirlenmesine odaklanan bu tez çalışmasında, öncelikle yüzey sediman tipleri çeşitli akustik tabanlı deniz jeofiziği veri setlerindeki yansıma karakterleri ile tanımlanarak, dağılımları belirlenmiştir. Ayrıca çalışma sahasının deniz tabanı morfolojisi gene akustik veri setleri sayesinde ortaya konmuştur. Genel olarak sahada sediman dağılımı oldukça karmaşık olmakla beraber, bölgenin akıntı durumu, dalga etkisi, hidrodinamik yapısı ile karadan taşınan malzeme miktarı ve derinlik değişimi sediman dağılımı üzerinde rol oynayan önemli etkenlerdir. Deniz tabanı yüksek oranda insan kaynaklı zarara uğramıştır. Bunlar; çıpa deformasyonu ve ilişkili taban taraması; trol balıkçılığına ait ağın tabandaki bozucu izleri, yakın kıyı ve deniz tabanına (doğal gaz boru hatları, balıkçı barınağı ve limanlara ait kazıklar gibi) yapılan yapılar ve buna bağlı kumul birikimleri ile sığlaşma olarak gözlenmektedir. Yanal Taramalı Sonar verilerinde olası bir eski limana ait izler ile bazı batık yansımaları belirlenmiştir. Ortalama 7-10 m su derinliklerinde 60-70 m’lik uzun bloklar bulunmaktadır. Bu bloklar doğu batı yönlü olmakla beraber çoğunlukla yerleşik yapısı iyi korunmuştur. Buna karşın daha kısa bloklar normal trendin dışına dağılmış olarak gözlenmektedir. Bunda balıkçı ağlarının takılıp yer değiştirmesi veyahut kuvvetli bir kütle hareketine neden olabilecek bir deprem etkin olabilir. E-W yönlü olup, blokların hemen yakınından başlayan ve morfolojik bir yapı olan kum barı yüksek olasılıkla, tarihi liman yapıları akıntı sistemine bir set oluşturduğundan ve dolayısı ile bu alanlarda akıntı gücünü yitirdiğinden taşınan malzeme çökelip birikmeye başlamış ve yapıya paralel şekilde büyüyerek gelişmiştir.

Anahtar Kelimeler: Yanal tarama sonarı, CHIRP sismik, batimetri, deniz tabanı, sediman

ABSTRACT

ACOUSTIC CHARACTERISATION OF THE SEABOTTOM IN THE SOUTHERN SHELF OF ISTANBUL (AVCILAR-BUYUKCEKMECE)

Sinan ÖZGAN

In this thesis, which focuses on determining the seabed acoustic characteristics between the Avcilar-Buyukcekmece in the southern shelf of İstanbul, the seafloor sediment types and their distributions are defined by the reflection characters by using various acoustic based marine geophysical data. In addition, the seabed morphology of the study area was also presented by means of acoustic data sets. Although the sediment distribution are quite complex in general, the current condition and dominant waves in the region, the amount of material transported from the land in the control the hydrodynamic forces and the depth of the seabed are main factors. The sea floor has affected by highly human sourced damage like; anchor deformation and associated seabed deformations; disturbing traces of trawl fishing net at the bottom, structures built on nearby shore and sea floor (such as natural gas pipelines, fishing shelters and piles of harbors) and related dune accumulations that cause shallowing . Acoustic reflections related as evidences of a possible old harbor and some wrecks were determined in the Side Scan Sonar data. 60 m-70 m length long blocks situated at average water depth of 7-10 m. Although these blocks are oriented towards east and west, their settled structure is well preserved. However, shorter blocks are observed to spread out of the normal trend. It is possible that fishing nets are stuck on and caused displacement, or the effect of big earthquake that causes mass movement. The sand bar, which is an east-west oriented, morphological structure starting from the immediate vicinity of the blocks, probably that the material transported by the system starts to settle and formed sandbar parallel to the structure because of the historical port structures cause decreasing on the current system velocity and therefore lose their energy in these areas.

Keywords: Side scan sonar, CHIRP seismic, bathymetry, sea floor, sediment

TABLO LİSTESİ

	Sayfa
Tablo 1. Temel harita birim özellikleri	42
Tablo 2. Sistemin çalışmasında kullanılan kayıt parametreleri	56
Tablo 3. Çalışma alanındaki birimlerin genel özellikleri	57



ŞEKİL LİSTESİ

	Sayfa
Şekil 1. (A) Çalışma alanı yer bulduru (B) derinlik (C) genel jeoloji haritaları.....	3
Şekil 2. Çalışma alanının tektoniği	5
Şekil 3. YTS sistemi (çekme-balık, kayıtçı, çekme kablo)	7
Şekil 4. YTS çalışma prensibi.....	8
Şekil 5. Yayılan sinyalin fiziksel genişliği	10
Şekil 6. Yakın ve uzak alan bölgelerinin konumları.....	10
Şekil 7. Transduserde sonar sinyalinin oluşumu	11
Şekil 8. Transduserin yatay düzlemdeki ışın şekli.....	12
Şekil 9. Transduserin düşey düzlemdeki ışın şekli.	12
Şekil 10. Sudaki ses hızı profili ve erim izleme diyagramı	13
Şekil 11. YTS sisteminde erim ayrımı.....	15
Şekil 12. YTS sisteminde boyuna ayırım	16
Şekil 13. Yayılan sinyalin yansıma ve geri saçınımı. (A) Işının yansıma ve geri saçınım geometrisi (B) ışın geliş geometrisi (C) ışın dalgaboyu ile orantılı olarak deniz tabanı pürüzlülüğü ve (D) tabanın yapısı ve içsel özellikleri	19
Şekil 14. Eğim-erim bozulması	23
Şekil 15. (A) Erim-eğim düzeltmesi yapılmamış ve (B) düzeltme yapılmış sonar kaydı, ham veride su derinliğindeki değişim, çekme balığın derinlik değişiminden kaynaklanmaktadır.....	24
Şekil 16. SonarWiz' de koordinat belirleme.....	25
Şekil 17. SonarWiz' de verilerin çağrılması	26
Şekil 18. SonarWiz' de verilerin yüklenmesi	26
Şekil 19. Yüklenen YTS hatları	27
Şekil 20. Bottom track işleminin uygulanması.....	27
Şekil 21. Filtre işleminin uygulanması	28
Şekil 22. Mozaik işleminin kaydedilmesi.....	28
Şekil 23. Deniz yüzeyinden dolayı tekrarlı yansımalar	30
Şekil 24. (A) Sonarın deniz yüzeyine ve (B) deniz tabanına yakın olması durumlarında yüzey yansımasının sonar kaydındaki görünümü.....	31
Şekil 25. Tekrarlı yansıma ışın yolları.....	32
Şekil 26. (A) deniz tabanındaki, (B) su kolonundaki hedeflerin gölgelerinin oluşumu	34
Şekil 27. (A) Sonardan uzakta ve (B) sonara yakın bir mayından alınan sonar kaydı	34
Şekil 28. YTS verisinde balık görüntüsü	35
Şekil 29. Hiperbolik görünümlü yan lob yansımalarının oluşumu	36
Şekil 30. Su kolonundaki hedefler nedeniyle deniz tabanındaki yansıtıcının diğer tarafında görünmesi	37
Şekil 31. Erim dışı yansımaların oluşumu	38
Şekil 32. Erim dışı yansımaların sonar kaydındaki görünümü	38
Şekil 33. YTS verisinde pervane gürültüsü	39
Şekil 34. Çekme-balık çekilirken oluşan hareketler	40
Şekil 35. Birim sınıflandırması	43
Şekil 36. Farklı akustik yansımaları gösteren YTS kaydı.....	43
Şekil 37. (A) YTS kaydı, dördüncü son üye birimlerce hafifçe yansıyan çamur (M) birikimini göstermektedir. Bağlantının genişliği 200 m'dir. (B) Sismik	

yansıma profili aynı anda yukarıdaki YTS kaydıyla aynı yerde görünür. Dikey, kesikli çizgiler, çakıllı, çamurlu ve kayalık tabanlar arasındaki güçlü karşıtlığa, yüzey dönüşünün yapısındaki değişiklikleri gösterir. Referans için her iki kayıta da küçük harfler (x, y) görünür	44
Şekil 38. Deniz tabanı üzerinde kum lekeleri ve dalgalı çakılları gösteren YTS kaydı	44
Şekil 39. Beş farklı harita birimini gösteren YTS kaydı	46
Şekil 40. Yan kayaç sonrasını çevreleyen çamurun (M) az çamurlu kaya (Rm) gösterilen YTS kaydı	46
Şekil 41. SBP (CHIRP) Sistemi	47
Şekil 42. Tek ışınlı iskandil	50
Şekil 43. Analog tek ışınlı iskandil kayıtcısı	51
Şekil 44. Deniz tabanının eğimli olduğu durumda eksounder batimetri ölçümü. (A) sabit eğimli ve (B) değişken eğimli eniz tabanı	52
Şekil 45. Çok ışınlı iskandil çalışma prensibi	53
Şekil 46. Çalışma sahası derinlik haritası	55
Şekil 47. Çalışma alanı ve yansıma tiplerinin yerlerini gösteren harita	58
Şekil 48. Küçükçekmece (K) bölgesi yansıma tipleri haritası	58
Şekil 49. Boru görüntüsü ve molozlar (K1 noktası)	59
Şekil 50. Çıpa izleri ve birim değişimleri (K2-K3 noktaları)	60
Şekil 51. Birim değişimi (K4 noktası)	60
Şekil 52: Alanı temsil eden CHIRP verisi (HB-HS hattı)	61
Şekil 53. Küçükçekmece-Avcılar (KA) bölgesi yansıma tipleri haritası	62
Şekil 54. Çamur birimi içinde bulunan Kum birimi (KA1 noktası)	62
Şekil 55. Birden fazla birimin bir arada bulunduğu YTS verisi (KA2 noktası)	63
Şekil 56. Pervane gürültüsü (KA3 noktası)	63
Şekil 57. Birim değişimi (KA4 noktası)	64
Şekil 58. Birim değişimi (KA5 noktası)	64
Şekil 59. Boru hattı yansıma, birim değişimleri ve kumul dalgacıkları (KA6 noktası)	65
Şekil 60. Moloz akmalari (KA7 noktası)	65
Şekil 61. Kıyı görüntüsü (KA8 noktası)	66
Şekil 62. Bölgeyi temsil eden CHIRP verisi (S1B-S1S hattı)	66
Şekil 63. Bölgeyi temsil eden CHIRP verisi (S2B-S2S hattı)	67
Şekil 64. Avcılar-Beylikdüzü (AB) bölgesi yansıma tipleri haritası	68
Şekil 65. Batık liman görüntüsü (AB1 noktası)	68
Şekil 66. Batık liman görüntüsü (AB2 noktası)	69
Şekil 67. Su kolonunda bulunan balık görüntüsü (AB3 noktası)	69
Şekil 68. Batık liman görüntüsü (AB4 noktası)	70
Şekil 69. Çıpa izleri ve kumul dalgacıkları (AB5 noktası)	70
Şekil 70. Deniz tabanının birim değişimleri (AB6 noktası)	71
Şekil 71. Deniz tabanında yükselti (AB7 noktası)	71
Şekil 72. Kıyı görüntüsü (AB8 noktası)	72
Şekil 73. Kıyıdan uzanan liman içinde ki deniz tabanı görüntüsü (AB9 noktası)	72
Şekil 74. Gemi ikmal hattının ayaklarının görüntüsü (AB10 noktası)	73
Şekil 75. Batık gemi görüntüsü (AB11 noktası)	73
Şekil 76. Deniz tabanı kumul dalgacıkları ve birim değişimi (AB12 noktası)	74
Şekil 77. Deniz tabanı birim değişimi (AB13 noktası)	74

Şekil 78. Bölgeyi temsil eden CHIRP verisi (B-S hattı).....	75
Şekil 79. Beylikdüzü-Gürpınar (BG) bölgesi yansıma tipleri haritası.....	75
Şekil 80. Birim değişimi (BG1 noktası)	76
Şekil 81. Deniz tabanında kumul yapısı (BG2 noktası).....	76
Şekil 82. Deniz tabanında bulunan bir metal parça (BG3 noktası)	77
Şekil 83. Gürpınar balıkçı barınağı girişi mendirek görüntüsü (BG4 noktası).....	77
Şekil 84. Gürpınar balıkçı barınağı iskele kazıkları ve sığlaşma (BG5 noktası).....	78
Şekil 85. Deniz tabanı akarsu deformasyonu (azmak) (BG6 noktası).....	78
Şekil 86. Gemisi pervane gürültüsü (BG7 noktası)	79
Şekil 87. Dalga kontrollü kumul dalgacıkları ve farklı birimlerin görüntüsü (BG8 noktası)...	79
Şekil 88. Deniz tabanı birim değişimi (BG9 noktası).....	80
Şekil 89. Gürpınar-Büyükçekmece bölgesi (GB) yansıma tipleri haritası	81
Şekil 90. Deniz tabanı kaya döküntüleri (GB1 noktası)	81
Şekil 91. Birim değişimi görüntüsü (GB2 noktası)	82
Şekil 92. Birim değişimi (GB3 noktası)	82
Şekil 93. Kaya döküntüleri (GB4 noktası).....	83
Şekil 94. Birim değişimi (çamurlu kumdan (Kç) kum'a (K) geçiş) (GB5 noktası)	83
Şekil 95. Birim değişimi (GB6 noktası)	84
Şekil 96. Boru hattı görüntüsü (GB7 noktası)	84
Şekil 97. Birim değişimleri ve deniz tabanında bulunan çukurlar (GB8 noktası).....	85
Şekil 98. Birim değişimi (GB9 noktası)	85
Şekil 99. Birim değişimi, kumul dalgacıkları (GB10 noktası)	86
Şekil 100. Moloz akması (GB11 noktası).....	86
Şekil 101. Bölgeyi temsil eden CHIRP verisi (B1-S1 hattı).....	87
Şekil 102. Bölgeyi temsil eden CHIRP verisi (B2-S2 hattı).....	87
Şekil 103. Bölgeyi temsil eden CHIRP verisi (B3-S3 hattı).....	88
Şekil 104. Küçükçekmece Gölü (KG) yansıma tipleri haritası	88
Şekil 105. Birim değişimi (KG1 noktası)	89
Şekil 106. Akarsu girdisi (azmak) görüntüsü (KG2 noktası)	89
Şekil 107. Batık antik şehir (Bathonea) görüntüsü (KG3 noktası)	90
Şekil 108. Kıyı şeridi (KG4 noktası)	90
Şekil 109. Kaya parçaları ve göl tabanı bentik habitat görüntüsü (KG5 noktası)	91
Şekil 110. Göl tabanı bitki görüntüleri bentik habitatlar (KG6 noktası)	91
Şekil 111. Farklı birimlerin görüntüsü.....	92
Şekil 112. Akustik veri setlerinden tanımlanan sediman birimlerinin dağılımları	93

SİMGE LİSTESİ

$V\omega$	: Sudaki ses dalgası hızı
Φ	: Sigma açısı
θ	: Teta Açısı
β	: Beta açısı
π	: Pi sayısı



KISALTMA LİSTESİ

YTS	: Yanal Tarama Sonarı
BF	: Büyükçekmece Fayı
KAFZ	: Kuzey Anadolu Fay Zonu
SE	: Signal Excess (Sinyal Aşımı)
SL	: Source Level (Kaynak Seviyesi)
TL	: Transmission Lose (Transmisyon Kaybı)
NL	: Noise Level (Gürültü Seviyesi)
DI	: Directivity Index (Yönsellik İndeksi)
TS	: Target Strenght (Hedef Kuvveti)
DT	: Detection Treshold (Eşik Değeri)



1. GİRİŞ

Deniz tabanı morfolojisi, topografyası, sediman dağılım ile birikim özellikleri vb., çalışmalar; hem yerkürenin jeolojik oluşumu ve gelişimi hakkında, hem de hala aktifliği devam eden denizaltı hidrografik etkenleri ile bu sistemlerin birbirleriyle olan ilişkilerini açıklamayı amaç edinmişlerdir. Bu çalışmalar; doğal kaynakların ekonomik yönetiminde ki önemli işlemlerden olduğundan hem devlet hem de endüstri için öncelikli alanlardandır. Günümüz teknolojisi ve yıllardır devam eden araştırmalara rağmen, deniz tabanı özellikleri küresel anlamda çok az bilinmekte ve ayrıntılı haritalar yetersiz sayıdadır. Bu nedenlerden dolayı denizlerde ayrıntılı çalışmalara oldukça ihtiyaç duyulmaktadır.

Deniz tabanı özelliklerini belirlemede kullanılan akustik yöntemler (Sismik, yanal tarama sonar, echo sounder, multibeam vb.); diğer klasik örnekleme temelli yöntemlere göre daha geniş alanları tarayabilme imkânı sağladığından karmaşık deniz tabanlarının kolayca tanımlanmasını ve ayrıntılı haritalanmasını mümkün kılmaktadır. Ayrıca jeolojik yöntemlerden daha hızlı ve çok daha az maliyetli olup devam eden araştırmalara temel kaynak sağlayan yorumlu verilerin daha geniş kitlelere yayılmasını, ek olarak deniz tabanı yaşam alanlarına (habitat) olan ilginin artmasını ve kısa süreli deniz koruma planları oluşturmayı sağlar.

Akustik yöntemler; deniz tabanı tanımlanması ve araştırmaları için kullanılan önemli bir yöntem olup kendi içinde de gelişmeye devam eden araştırma konusudur. Güvenilir bir deniz tabanı sınıflandırma yöntemi oluşturmada asıl sorun, elde edilen yansımayı doğru tanımlayabilmek ve bu işlem için kullanılacak kategori ve parametre sayılarını belirlemektir. Malzeme tipi, morfoloji, katman yapısı, yüksek düzeyde kesinlik ve doğruluk gibi parametreler deniz tabanı belirlemede karakteristik olarak önemli özelliklerdendir.

Bu tez çalışmasında, akustik veriler kullanılarak İstanbul Güney Şelfi (Avcılar–Büyükçekmece arası) deniz tabanı özelliklerinin belirlenmesi ve yansıma özelliklerine göre deniz tabanı sınıflandırılması amaçlanmıştır. Böylece çalışma alanındaki sediman taşınım sistemi ile varsa yüzeye yakın unsular ortaya konacaktır. Bu tez çalışması için seçilen bölge coğrafik özelliğinden ve iki lagün (Küçükçekmece ve Büyükçekmece) sistemi içermesinden

dolayı, denizel alanla yakın geçmiş ilişkisinin ortaya konulmasını, konumu itibari ile de gemi trafiğine açık bir bölge olduğundan insan kaynaklı deformasyonların deniz tabanına etkisinin irdelenmesine imkân sağlayacaktır.

1.1. Deniz Jeofiziğinde Kullanılan Akustik Tabanlı Yöntemler

Deniz jeofiziğinde yeraltı görüntülenmesinde kullanılan akustik tabanlı sistemler temelde; sismik, yanal tarama sonar (YTS) ve tek-çok ışınlı iskandil sistemleri (Single-Multibeam Echo sounder) olarak bilinen üç yöntemden oluşur.

Sismik yöntemler yeraltındaki jeolojik tabakaların durumlarını akustik empedans farklarından yararlanarak tespit etmede, elastik dalgaların katman içerisinde yayılması ile ilgili fizik kanunlarına dayanır (Gürel, 2008). Denizel uygulamalarda sismik yöntem; deniz tabanının iki veya üç boyutlu, detaylı yapısal ve stratigrafik kesitlerinin tespit edilmesinde kullanılan bir yöntemdir. Ayrıca; ekonomik açıdan petrol ve doğal gaz aramalarında, kömür yatağı aramalarında, mühendislik olarak kıyı da ki yapıların denizaltı zemin ve çökel istif şartlarının tespitinde, karayolu, liman, baraj ve büyük yapıların inşası ile ilgili temel kaya problemlerinin çözümünde, kültürel olarak arkeolojik çalışmalarda kullanılmaktadır (Gürel, 2008)

YTS ise; deniz içerisinde çekilen bir tow-fish (çekme-balık) üzerine yerleştirilen transduserin gönderdiği sinyal yardımıyla deniz tabanının akustik görüntüsünü elde etmeye yarayan yöntemdir (Dumanoglu, 2014). YTS'da ise amaç deniz tabanı üzerinde ki ayrımlığa yol açan (mostralar, kıvrımlar, güncel çökeller) yapıları saptayabilmektir. Bunun yanında sonarın, batık gemi, deniz tabanında kaybolan yapıların tespitinde önemi büyüktür (Dumanoglu, 2014).

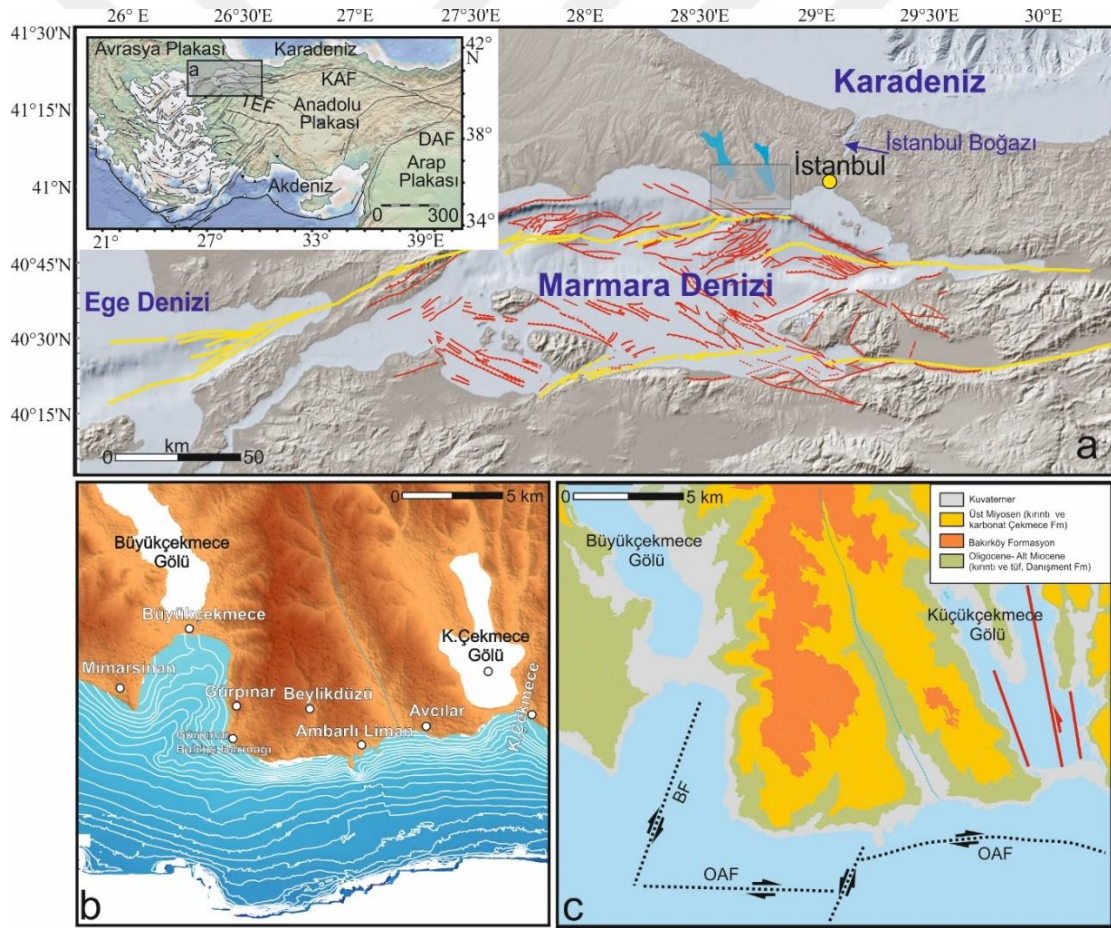
Ayrıca deniz tabanı sınıflandırılmasında da önemli rol oynamaktadır. Deniz tabanının hangi materyallerden oluştuğu (kum, kil, çakıl, çamur vb.) yansıma tiplerine göre farklılık göstermekte ve bu da bize sınıflandırmayı yapmamızda kolaylık sağlamaktadır.

İskandil sistemleri; deniz içerisinde bulunan ayna yardımı ile iletilen ses dalgası ile su derinliğinin hesaplanmasına yarayan yöntemdir. Ses dalgalarının deniz tabanına gidip gelmesi için geçen süre ölçülür ve derinlik belirlenebilir. ($Mesafe = Hız \times Zaman / 2$)

1.2. Çalışmanın Amacı ve Hedefleri

Bu tez çalışmasında; YTS verileri yardımıyla İstanbul Güney Şelfi (Avcılar–Büyükçekmece) deniz tabanı akustik özelliklerinin belirlenmesi ve yansıma özelliklerine göre deniz tabanı sınıflandırılması amaçlanmıştır. Marmara Denizi kuzey şelfinde, Küçükçekmece ve Büyükçekmece lagünleri arasında kalan sahanın (Şekil 1) yakın kıyı deniz tabanı hem karasal girdi, hem gemi trafiği, hem de deniz mühendislik yapıları açısından baskı altında bulunduğundan dolayı, bölgenin deniz tabanı özelliklerinin bugünkü durumunun belirlenmesi önem arz etmektedir.

Ek olarak deniz tabanı derinlik ve sismik akustik veri setleri ile de bu sınıflandırmalar ilişkilendirilecektir.



Şekil 1. (A) Çalışma alanı yer bulduru (B) derinlik (C) genel jeoloji haritaları (Alp ve diğerleri (2018)’den alınmıştır).

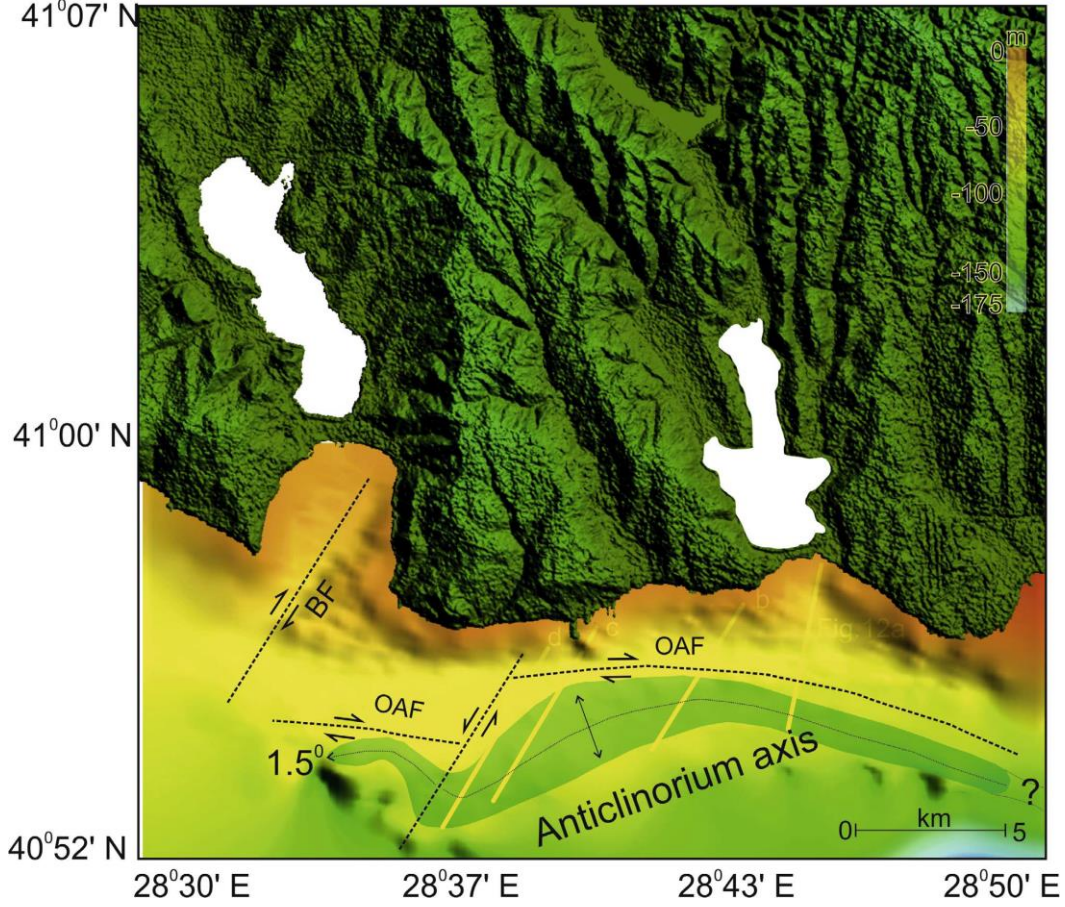
1.3. Çalışma Alanı Kara Jeolojisi, Genel Tektoniği, Sedimentolojisi

Küçükçekmece-Büyükçekmece lagünleri arası kara alanın jeolojik birimleri; Küçükçekmece'den Avcılar Ambarlı limanına kadar olan bölgede Çekmece formasyonu; Bakırköy formasyonu ile Çukurçeşme ve Güngören birimlerinden oluşmaktadır. Avcılar Ambarlı Liman'ından Büyükçekmece önlerine kadar ise Gürpınar Formasyonunu yaygındır. Teze konu alan sahanın Paleozoik tabanı, Eosen-Oligosen ve Miyosen çökeltileri tarafından örtüşmemektedir (Oktay ve diğerleri, 2002). Nehir kaynaklı kumtaşları ve konglomeralar Oligosen çökellerle tüflerle iç içedir (Siyako ve diğerleri, 2006). Miyosen çökellerindeki kıtasal plastikler, marnlar ve gölsel killeri kil bantlarıyla kaplanır ve eski tabakaları uyumsuz olarak kaplar. Paleozoik taban ile Kuvaterner alüvyon birimleri arasındaki çökeller, ardışık beş ana birimden oluşur. Yukarıdan aşağıya, bunlar; (a) Avcılar ve Beylikdüzü semtlerinde gözlenen karbonatlarla temsil edilen Çekmece Formasyonu (Üst Miyosen), (b) İstanbul Formasyonu'na ait Kıraç birimi (Alt Miyosen) ile kumlu ve çakıllı akıntılı tortular, (c) Danışment Formasyonu (Oligosen-Alt Miyosen) kırıntılı ve tuf, (d) Şeyl marn ve tuf ile temsile edilen Ceylan Formasyonu (Oligosen) ve son olarak (e) neritik karbonatlarla temsil edilen Soğucak Formasyonu (Üst Eosen).

Bölgedeki, dar kanallarla Marmara Denizi'ne bağlanan kıyı su kütleleri (Küçükçekmece ve Büyükçekmece Gölleri) eski haliçlerdir. Bunların deniz ile bağlantısı akıntı sistemleri ile oluşan kum barları tarafından kesilmeye başlamış ve 20. yüzyılın başlarında insan yapımı takviye bariyerler ile lagün koşulları oluşturulmuştur. Çalışma sahası içinde bulunan Küçükçekmece Gölü, yaklaşık olarak uzunluğu 10 km ve genişliği 6 km'dir. Gölün en derin noktası ise yaklaşık 22 metredir. Küçükçekmece Gölü; arkeolojik açıdan birçok çalışmaya eşlik etmiştir. M.S. 577 yılında meydana gelen büyük bir deprem sonucu göl tabanına gömülen Bathenoa kenti burada bulunmaktadır.

Çalışma alanının yapısal özelliklerine odaklanan en son çalışma Alp ve diğerleri, (2018) tarafından yapılmıştır. Bölgeye etkileyen iki önemi fay sistemi belirlemişler. Bunlardan Büyükçekmece fayı (BF) Büyükçekmece Koyu'nda gözlemlenen tek faydır ve diğer tektonik elementlerin neden olabileceği başka bir deformasyona yaratmamıştır. Bölgenin sıkışma rejiminin sonucu gelişen kıyı ötesi Avcılar Fayı (OAF), Trakya-Eskişehir fayının Marmara Denizi kuzeyindeki parçasıdır. Benzer şekilde, BF aynı sisteme aittir, ancak Büyükçekmece lagün bölgesinde bulunan bir eski-haliç ile bütünleşmiş olup Para-Tetis okyanusunu Marmara

havzasına bağlayan olası yollardan biri üzerinde gelişmiştir. Her iki fay Pliyo-Kuvaterner birimlerde bir deformasyon yaratmamıştır (Şekil 2).



Şekil 2. Çalışma alanının tektoniği (Alp ve diğerleri (2018)'den alınmıştır).

1.4. Çalışma Alanında Önceki Çalışmalar

Kuzey Anadolu Fay Zonu'nun (KAFZ) Marmara Denizi altındaki devamlılığını belirlemek ve bu iç denizin paleo-oşinografik geçmişinin anlamak amacıyla geçmişte çeşitli araştırmalar yapılmıştır. Barka ve Kadinsky-Cade (1988) Türkiye'deki doğrultu atımlı fay geometrisini ve deprem etkinliği üzerindeki etkilerini tartışmış, Alavi ve diğerleri (1989) İstanbul Boğazı'ndaki Geç Kuvaterner çökmesini yüksek ayrımlı sismik kesitler ile araştırmışlardır. Demirbağ ve diğerleri (1999) Karadeniz'deki son deniz seviyesi değişiklikleri ile Marmara Denizi ilişkisini sismik veriler üzerine yapılan çalışmalarla ortaya koymuşlar, Okay ve diğerleri (2000) ise Marmara Denizi'ndeki aktif fayları ve gelişmekte olan doğrultu atımlı havzaları çok kanallı sismik yöntemlerle incelemişlerdir. İmren ve diğerleri (2001) çok

kanallı sismik ve çok ışınlı derinlik verilerin yorumlanmasına dayanarak Marmara Denizi'ndeki KAFZ konusunu incelemiş, Le Pichon ve diğerleri (2001) batimetrik ve sismik yansıma verilerine dayanan aktif Marmara fayı üzerinde tartışmıştır. Armijo ve diğerleri (2002) Marmara Denizi çek-ayır havzasındaki asimetrik kaymanın KAFZ'ın gelişim süreçlerinin ipucu olarak ele almışlar ve Marmara Denizi kuzeyinde, karadaki İzmit ve Ganos doğrultu atımlı fayları arasındaki daha küçük bir çek-ayır noktası oluşturan denizaltı fay sistemi üzerinde yüksek ayrımlı jeofizik veriler toplanmış ve incelenmişlerdir. Gazioğlu ve diğerleri (2002) çok ışınlı derinlik verilerinde Marmara Denizi'nin morfolojik özelliklerini ortaya koymuşlar, Oktay ve diğerleri (2002) KAFZ'ın Karadeniz ile Marmara Denizi arasındaki en son bağlantı üzerindeki etkilerini incelemişlerdir ve İstanbul Boğazı'nın gelişimi, 7 My önce Marmara Bölgesi'nde KAFZ'ın gelişmesine yol açan tektonizmanın başlıca sonuçlarından biri olduğunu belirtmişlerdir. Yaltırak (2002) Marmara Denizi ve çevresinin tektonik evrimini incelemiş, Ergintav ve diğerleri (2011) Avcılar'da kıyı ve denizde, Kuzey Anadolu Fayı'nın etkisi altındaki yapısal sistemi araştırmışlardır. Araştırmacılar Marmara Denizi'nin kuzey şelfinde karada ve denizde çok disiplinli bir çalışma uygulayarak, denizde; çok kanallı ve tek kanallı sismik yansıma profilleri, çok ışınlı derinlik, YTS, karada; pasif ve aktif dizi ölçümleri ile S-dalga hızı tahmini ve küresel Konumlandırma Sistemi (GPS) ile blok deformasyonlarının izlenmesi üzerinde çalışmışlardır. Akarvardar ve diğerleri (2009) 1992-1999 yılları arasında Avcılar ve çevresindeki deformasyonların değerlendirilmesi için Avcılar ilçesinin uydu radar interferometrisini görüntülemiş, Algan ve diğerleri (2011) İstanbul Yenikapı eski limandaki Holosen kıyı değişimini belirlemişlerdir.

2. MATERYAL VE METOT

2.1. YTS Verileri

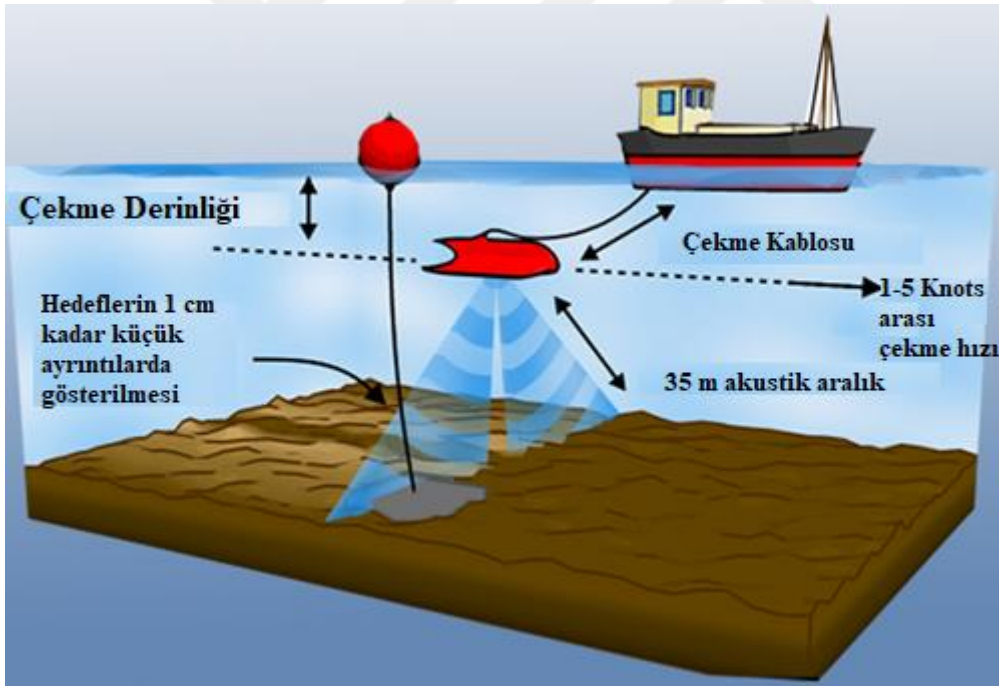
YTS, deniz tabanının yüksek ayrımla gösterilmesi ve görüntülenmesini sağlayan cihazdır. YTS sistemi teknede bulunan kayıt cihazına kablo yoluyla bağlanmış bir sualtı transduserinden oluşur (Şekil 3). YTS kayıt sistemi çekme-balık'taki kapasitörleri kablo aracılığıyla şarj eder. Kayıt sisteminden iletilen komut ile güç akustik sinyal (ses sinyali) olarak transduser yolu ile deşarj olur. Sonar enerjinin yayılan lobu (azimuhta dar) ışın geometrisine sahiptir. Deniz tabanından yansıyan ekolar, kısa periyotlarda transduser tarafından algılanır, zamana bağlı kazanım eğrisiyle büyütülür ve kayıt sistemine gönderilir. Kayıt sistemi sinyali işler. Modern yüksek frekanslı YTS cihazları deniz tabanının çok yüksek ayrımda görüntülenmesini sağlar. Çekme-balığın her iki yanında iletilen akustik sinyal ile 100 m tarama aralığına kadar (toplam 200 m) 10 cm civarında ayırım sağlar. Tarama yapılan deniz tabanında, tabanda bulunan yapıların doğruluğu, tarama aralığının azalmasıyla artış gösterir. Örneğin; 50 m'lik bir tarama aralığında (toplam 100 m) deniz tabanının da bulunan yapıların doğruluğu 0,1 cm civarındadır. Optimal koşullarda YTS, deniz tabanının fotoğraf gerçekliğinde görüntülenmesini sağlar.



Şekil 3. YTS sistemi (çekme-balık, kayıtçı, çekme kablosu)

Çekme-balıkta bulunan sensörler aracılığıyla gönderilen akustik sinyaller, yatay düzlemde dar, dikey düzlemde ise geniş bir ışın hüzme paterninde yayılır. Transduser tarafından algılanan ses dalgaları ilk olarak elektrik enerjisine dönüştürülüp ardından çekme kablosu ile kayıt sistemine (PC) iletilerek sayısal kaydı gerçekleştirilir (Şekil 4). YTS kayıtlarının değerlendirilmesindeki kilit nokta kullanılan geometridir. Transduser'i içeren çekme-balık dipten belirli bir yükseklikte çekilirken, sistem deniz tabanından gelen akustik sinyal yansımalarının çekilen deniz biriminden mesafesini ölçer ve gösterir. Sonar kayıtlarındaki her bir bilgi bu pozisyona göre değerlendirilmektedir. Sonarın sudaki pozisyonuna bağlı olarak alınan ilk sinyal deniz yüzeyinden (surface echo) veya sonarın altındaki deniz tabanından (bottom echo) dönen, deniz tabanı sinyalidir.

Buradaki mesafenin direk mesafe olduğuna ve gemiden olan yatay mesafeyi temsil etmediğine özellikle dikkat edilmelidir. YTS geometrisinin tam olarak çalışabilmesi için ölçüm esnasında dikkat edilen önemli birkaç parametreyi şu şekilde sıralayabiliriz.



Şekil 4. YTS çalışma prensibi (Penrose ve diğerleri (2005)' den değiştirilmiştir).

Deniz biriminin (çekme-balık) deniz tabanından olan yüksekliğinin; seçilen tarama menzilinin %10-20'si kadar deniz tabanından yukarıda olmasına dikkat edilmelidir. Deniz biriminin üzerindeki transduserin ürettiği ışın demetinin yatay hüzme açısı (horizontal beam

angle) 0.7°-1.8° kadar dar, dikey hüzmeye açısı (vertical beam angle) ise 30-60° kadar geniştir. Ayrıca ışın demeti ana (esas) lupunun orta eksenine yataydan hafifçe bastırılmış olup 10°-20° kadar aşağı eğimlidir. Yatay hüzmeye açısının çok dar seçilmesinin nedeni uzak menzildeki cisimlerin daha iyi ayrımlık sağlamak içindir.

Çekme-balığın her iki yanındaki transduserler ile alınmış olan sinyaller güçlendirilerek, bilgisayara bir kablo aracılığıyla elektrik akımı olarak iletilmektedir. İletilen bu akım sinyalleri tabanındaki malzemenin yansıma katsayısının şiddetine bağlı olarak grinin tonları şeklinde deniz tabanı yüzeyinin görüntüsünü oluşturmaktadır.

2.2. YTS Özellikleri

2.2.1. Kaynak seviyesi

Ses, değişken yüksek ve düşük basınç bölgelerinden oluşan, ortamda salınım yapan mekanik bir bozulmadır. Suda ki değişen basınç seviyeleri, sinyal başlatıldığında transduserin yüzeyindeki titreşim tarafından üretilir. Suyu iletilen enerji “akustik kaynak seviyesi” olarak adlandırılır. Sinyalin daha uzaklara ulaşmasını sağlamak için, su içerisine mümkün olduğunca yüksek miktarda enerji vermek mantıklı görünebilir. Ancak bu doğru değildir ve her sinyal üretiminde, su içerisine verilen enerjiyi pratik olarak sınırlayan birçok neden vardır. İlk neden boşluk vakumu (cavitation)’ dur. Transduser ne kadar sert şekilde sürülürse, o kadar yüksek pozitif ve negatif basınç bölgeleri oluşur. Negatif basınç boşluk vakumu sınırını geçerken su içerisinde zıt yönde hareketler oluşacak ve boşluk vakumu kabarcıkları meydana gelecektir. Bu kabarcıklar daha sonra patlayacak ve sinyal gücünü sönmüleyecek, ışın üretim işleminde bozulmalara neden olacaktır. Bu yüzden sonar sistemlerinde optimum kaynak şiddeti kullanılmalıdır (Çiftçi ve diğerleri, 2005).

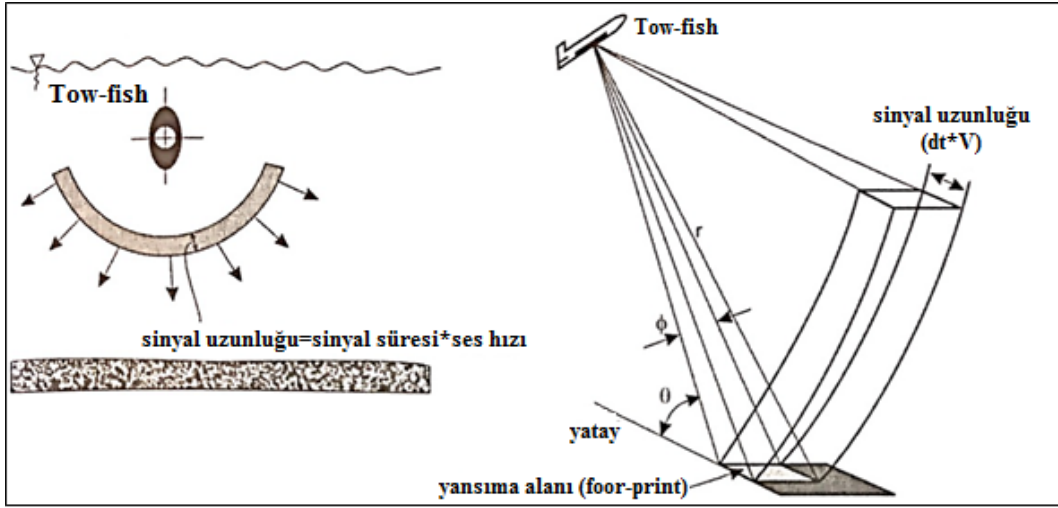
2.2.2. Sinyal uzunluğu

Sinyal uzunluğu ile erim mesafesi ve ayırım arasında bir ilişki vardır. Kısa bir sinyal, daha yüksek ayırma sahiptir. Daha uzun sinyal ise daha dar bir bant genişliğine sahiptir ve bu nedenle ortamdaki gürültülere daha az duyarlı olup, daha uzun erime sahiptir. Genel olarak sonar sistemlerinde 100 kHz frekans için sinyal uzunluğu 0.1 msn civarındadır.

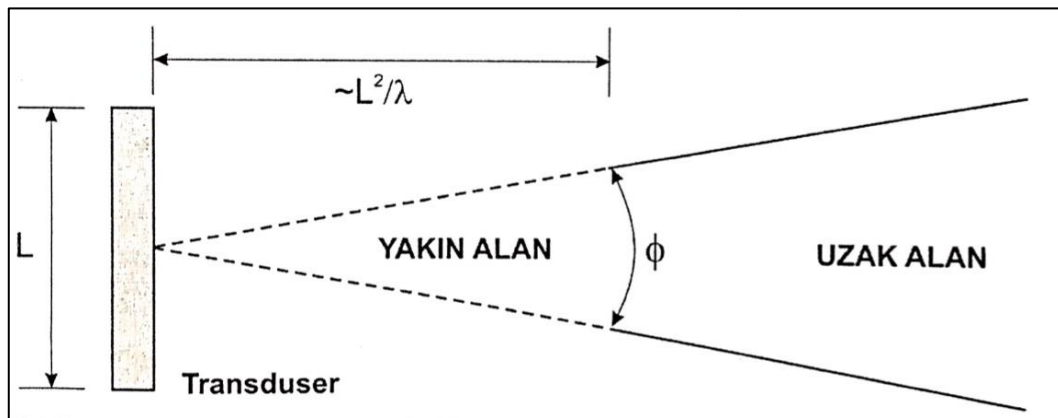
Sinyal, su içerisinde ses hızı tarafından belirlenen fiziksel bir genişliğe sahiptir. Sonar sinyalinin son kısmı transduser yüzeyinden ayrılınca kadar, sinyalin başlangıç kısmı su içerisinde bir miktar yol almış olacaktır. Bu mesafe, sinyal uzunluğu ile sudaki ses hızının

çarpımına eşittir. Sinyal uzunluğu, sonar sisteminin erim ayırımı (across-track) üzerinde önemli etkiye sahiptir.

Işın ise, çok büyük mesafeler boyunca uzanan fiziksel bir olaydır. Işın davranışı, yakın alan ve uzak alan olmak üzere iki farklı bölgede incelenebilir. Bu iki alan arasındaki geçiş, L uzunluğundaki bir dizilim için L^2/λ mesafesinde yer alır. Burada λ sinyalin dalga boyudur. Bu mesafeden sonra ışın uzak alan davranışı sergilemeye başlar. Yakın alan bölgesinde ışın şekli ölçülerek veya hesaplanarak bulunabilir. Pratik nedenlerden dolayı, ışın genişliğinin dizilim genişliğine (L) eşit olduğu ve uzak alan geçiş mesafesinden itibaren teorik ışın açısı ile yayılımı başladığı dikkate alınmalıdır (Şekil 5, 6).



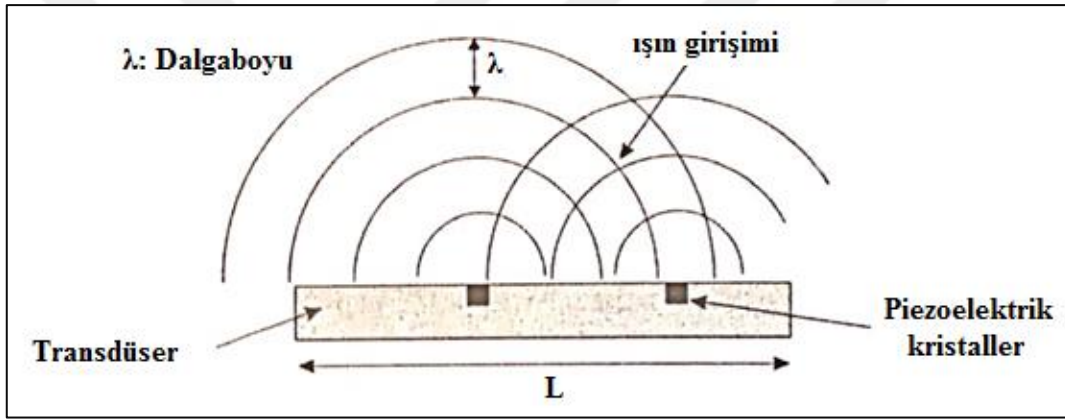
Şekil 5. Yayılan sinyalin fiziksel genişliği (Malinverno ve diğerleri (1990)' dan değiştirilmiştir).



Şekil 6. Yakın ve uzak alan bölgelerinin konumları (Çiftçi ve diğerleri (2005)'den alınmıştır).

2.2.3. Işın şekli ve oluşumu

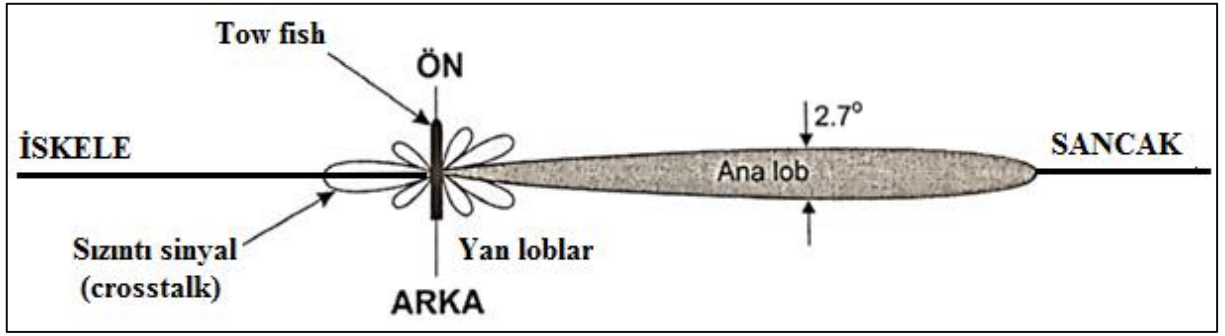
Işın şekli, transduser tasarımının bir sonucudur. Bir YTS transduseri, bir kristal elemanlar dizisinden oluşur. Bu kristal yüzeylerindeki her nokta, her yöne sinyal yayan bir ses yayıcısı gibi davranır. Bu noktaların sadece iki tanesi dikkate alındığında (Şekil 7) transduserden belirli bir mesafe uzaklıkta, bu her noktadan oluşan basınç bozulmaları birleşir, fazlarına göre birbirlerine eklenirler veya birbirlerini yok ederler. Sudaki tüm bu ekleme ve çıkarmaların net etkisi ışın şeklini meydana getirir. Işın eksenini boyunca basınç katkıları birbirlerini güçlendirirken, anlara doğru birbirlerini yok ederler. Böylece yatay düzlemde dar bir ışın hüzmesi üretilmiş olur. Bir kristal dizisi için ışın genişliği λ/L ile verilir. Burada λ dalgaboyu ve L ise dizinin uzunluğudur.



Şekil 7. Transduserde sonar sinyalinin oluşumu (Çiftçi ve diğerleri (2005)’den alınmıştır).

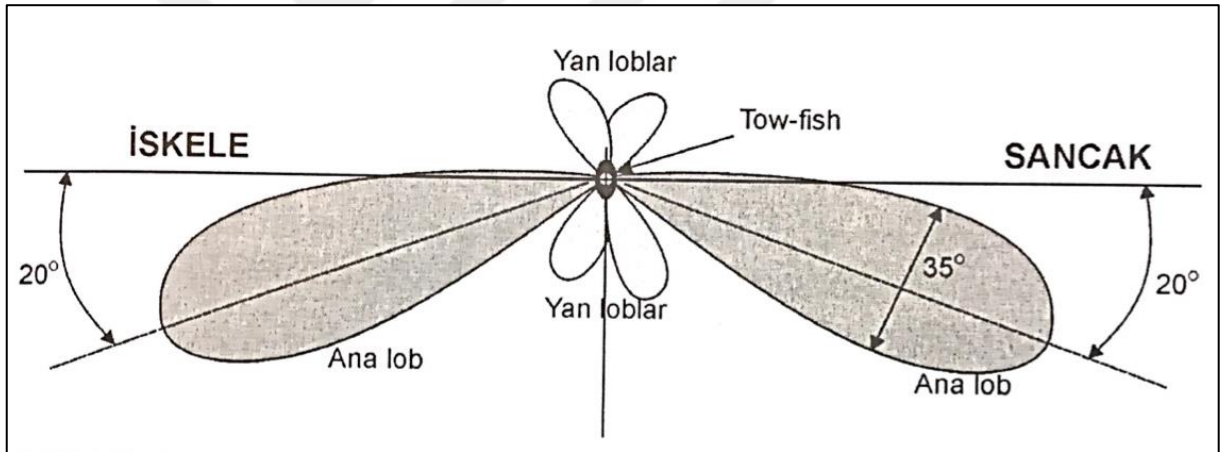
YTS sistemleri, yatay düzlemde dar, düşey düzlemde geniş bir ışın kullanırlar. Tipik bir sistem için bu değerler yatay düzlemde 1° ve düşey düzlemde 40° civarındadır.

Sonar sistemlerinde yayılan ışın, merkezi ekseninde çok keskin ve yüksek genliğe, yanlarda ise düşük genlikli zayıf loblara sahiptir. Transduser, hem öne hem de arkaya doğru ses sinyali yaymaktadır. Transduserin üretimi sırasında arka tarafa enerji yaymaları önlenmeye çalışılsa da, yine de arkaya doğru bir miktar enerji sızıntısı olmaktadır. Buna “sızıntı sinyali (crosstalk)” denir (Şekil 8).



Şekil 8. Transduserin yatay düzlemdeki ışın şekli (Jones (1999)'dan değiştirilmiştir).

Sonar sistemlerinde düşey ışın genişliği, yatay ışın genişliğinden oldukça farklıdır. Sinyal aşağıya ve yukarıya doğru hemen hemen eşit şiddette gönderilir ve bu nedenle su yüzeyinden de yansıma alınır. Işının ana eksenini yataydan 20° eğimlidir ve enerjinin büyük kısmı deniz tabanına yönelmiştir (Şekil 9).



Şekil 9. Transduserin düşey düzlemdeki ışın şekli (Jones (1999)'dan değiştirilmiştir).

2.2.4. Frekans ve erim mesafesi

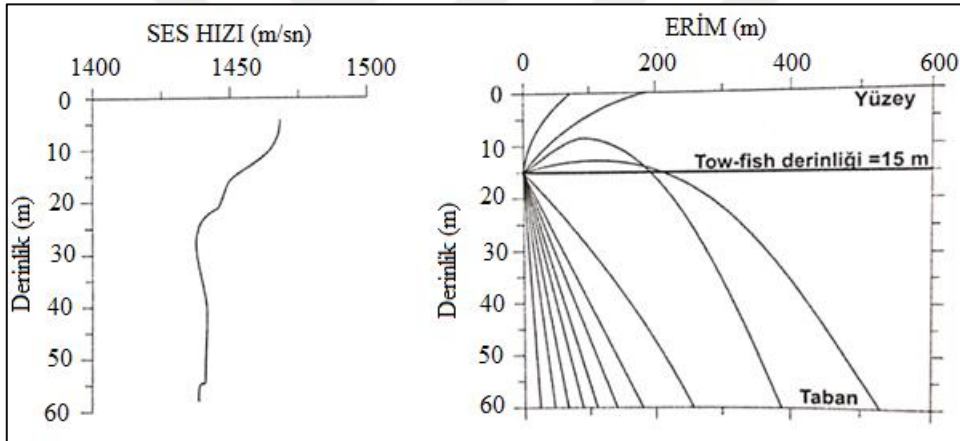
Sonar sisteminin çalışma frekansının seçiminde dikkate alınacak birçok etmen vardır. Bunlardan birincisi erim ve ayırım arasındaki ilişkidir. Yüksek frekanslarda sinyal uzunluğu daha azdır ve ışın daha dardır, dolayısıyla ayırım daha yüksektir. Ancak frekans arttıkça erim (range) ve dolayısıyla taranan alan azalır. Ayrıca, yüksek frekanslı sonar sistemlerinin yüksek çözüm yeteneği, bunların çok daha özenli kullanımını, örneğin çekme-balığın çok daha duraylı çalıştırmasını gerektirirler. Düşük frekanslı sistemler geniş alanları tarayabilir, ancak ayırım düşüktür.

Sabit frekans için YTS sistemlerinin erim mesafeleri ana ışın açısı ve çekme-balığın deniz tabanından olan yüksekliğine bağlıdır. Uzun erimli sistemlerde sonar sistemi deniz yüzeyine yakın çekilirken, yüksek ayırım ve kısa erim mesafesi gerektiren durumlarda, çekme-balığ deniz tabanına yakın çekilir.

2.2.5. Kırılma etkisi

Ses dalgası farklı hızlara sahip ortamlardan geçerken kırılır. Snell yasasının prensipleri ile ortamın ses hızı bilindiğinde, kaynaktan çıkan sinyalin yayıldığı yol hesaplanabilir.

YTS ölçümlerinde çekme-balık deniz tabanına oldukça yakın tutulur ve dar bir erim mesafesiyle çalışır. Deniz tabanının belirli bir bölgesinde daha yüksek yoğunlukta ses dalgası ulaşması, sonar kaydının bu erim bölgesinde koyu bir bant meydana gelmesine neden olur. Çekme-balık bu tabakaya olan uzaklığının değiştirilmesiyle, bu bandın görünümü değiştirilip hatta yok edilebilir (Şekil 10).



Şekil 10. Sudaki ses hızı profili ve erim izleme diyagramı (Mazel (1985)'den değiştirilmiştir).

YTS genellikle kırılmaya neden olan hız değişimlerine maruz kalır. Büyük su derinliklerinde uzun mesafelerde çalışan uzun erimli sonar sistemleri davranışları göz önüne alındığında kırılma etkileri çok önemlidir. Su kolonundaki sıcaklık değişimleri sonucu oluşan yatay hız tabakaları, kırılmanın tek kaynağı değildir. Kısa mesafelerde hız değişimin olduğu her yerde bu etki oluşabilir. Denize boşalan nehir ağızlarında ve eriyen buzul kütlelerinin bulunduğu bölgelerde, hızdaki değişim yataydan çok düşey yöndedir ve böyle durumlarda kırılma etkisi sonarın sadece bir tarafındaki kayıta ortaya çıkabilir. Bu tür durumlar gerçekte çok sık rastlanan durumlar değildir.

2.3. YTS Sistemlerinde Ayrım (Resolution)

YTS sistemlerinde ayrım; sinyal ışın genişliği, sinyal uzunluğu ve kayıt yönteminin bir fonksiyonudur. Pratikte ayrım, sistemin çalışma eriminin (range) yaklaşık olarak 1/1000' i kadardır. Buna göre, 100 kHz frekansında, 300 m'lik bir erim için ayrım 15 cm, 6.5 kHz frekansında 22 km'lik bir erim için ise ayrım 7 m civarındadır. Ayrıma etki eden diğer etmenler ise, sinyalin tekrarlanma aralığı ve gemi hızıdır. YTS da ayrım, erim (across-track) ve boyuna (along-track) olarak dikkate alınır. Erim ayrımı, kayıt doğrultusunda paralel şekilde uzanan iki nesnenin kayıta ayrı nesneler olarak görülebildiği en küçük uzaklık olarak, boyuna ayrım ise, kayıt doğrultusuna dik şekilde uzanan iki nesnenin kayıta ayrı nesneler olarak görülebildiği en küçük uzaklık olarak tanımlanabilir.

Ayrıca orta ve uzun erime sahip sonar sistemleri ile elde edilmiş verilerin yorumunda, sinyalin üst tortul katman içerisine etkimesi de dikkate alınması gereken önemli bir faktördür. Düşük frekans kullanan bu sistemlerin ürettiği sinyallerin, yumuşak ve ince taneli üst tortul katmana etkiyerek, bu üst katmanın içerisinden yansımaları, sonar kayıtlarının deniz tabanı görüntüsü yerine üst tortul birimlerin bir görüntüsü vermesine neden olabilir (Trabant, 1984).

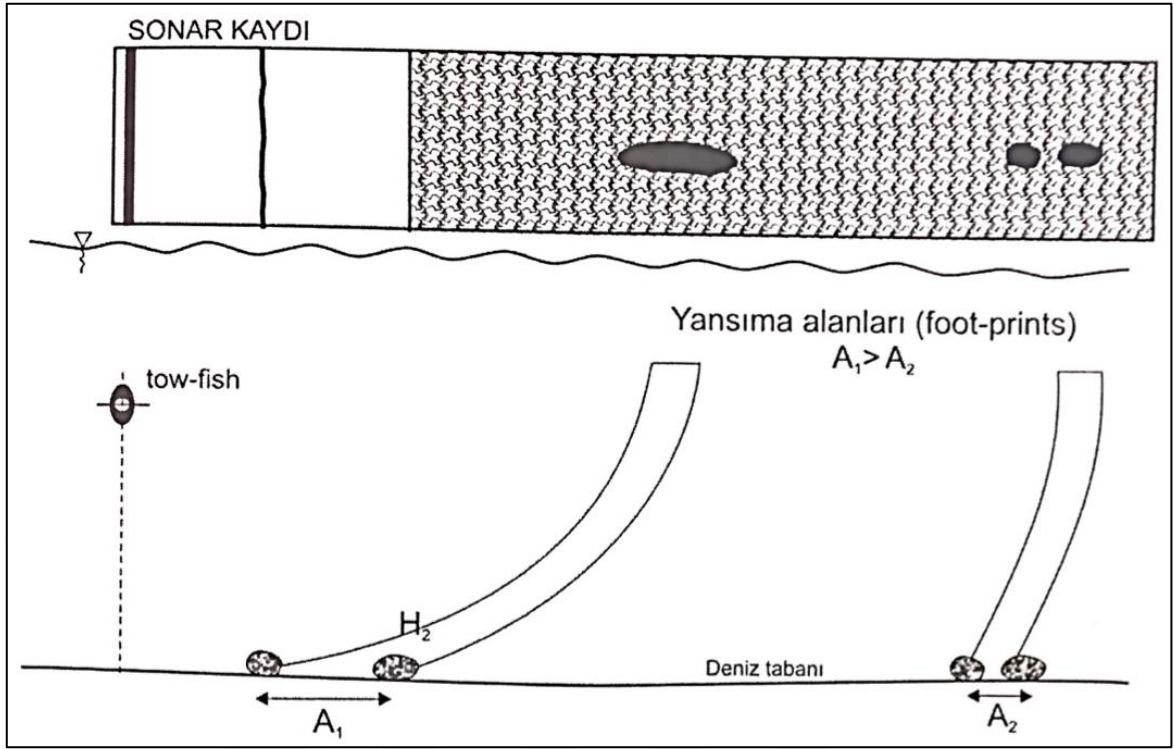
2.3.1. Erim (Across-track) ayrımı

Deniz tabanında bulunan iki cisim, eğer birbirine erim üzerinde çok yakınsa her ikisinden alınan sinyaller üst üste bineceğinden kayıt üzerinde tek bir hedef gibi görünürler. Teorik olarak nesnelerin birbirinden ayrılma mesafesi, sinyalin fiziksel uzunluğunun yarısı kadardır. Gerçekte ise, elde edilen ayrım bu teorik sınırın daima daha altındadır. Geliş açısından dolayı tabandan yansıyan enerjinin yansımaya alanı (foot-print) sonar yakınlarında daha geniştir. Sonardan ne kadar uzaklaşırsa, bu taban yansımaya alanı, su içerisindeki gerçek ışın genişliğine o kadar yaklaşır. Buna göre, erim yönündeki ayrım sonardan uzaklaştıkça artmaktadır. Ayrımı azaltan diğer nedenlerden dolayı, gerçekte durum böyle değildir.

Erim yönündeki ayrım (EA) (denklem 2.1);

$$EA = \frac{dt * V\omega}{2\cos\theta} \quad (2.1)$$

olup, burada dt sinyalin süresi ve $V\omega$ sudaki ses dalgası hızıdır (Şekil 11).



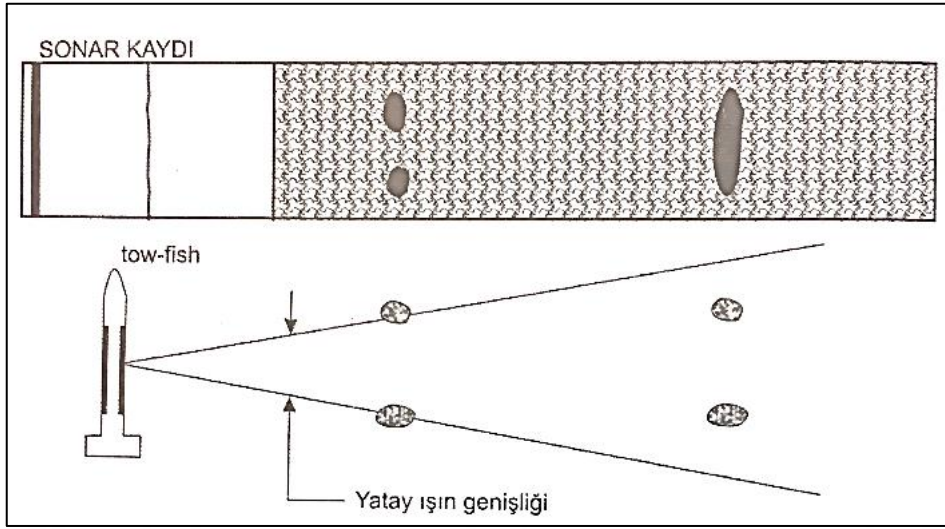
Şekil 11. YTS sisteminde erim ayrımı (Çiftçi ve diğerleri (2005)'den değiştirilmiştir).

2.3.2. Boyuna (Along-track) ayrımlık

Boyuna ayırım, çekme-balığın çekilme yönünde birbirine yakın duran iki nesnenin birbirinden ayırt edilebilme yeteneği olarak tanımlanabilir ve sonarın yatay ışın genişliğine önemli derecede bağlıdır. Herhangi bir tarama sırasında, iki nesne arasında sonar ışının genişliğinden daha küçük bir mesafe varsa, bu nesneler birbirinden ayırlamaz ve her iki nesne, tek bir büyük nesne gibi kaydedilir. Daha yakın erim mesafelerinde ışın daha dardır ve boyuna ayırım daha yüksektir. Boyuna ayırım ayrıca, çekme-balığın çekilme hızına ve ardışık ışınlar arasındaki zamana da bağlıdır. Ancak ışın açısı, bunun belirlenmesindeki en büyük etmendir. Boyuna ayırım (BA) (denklem 2.2);

$$BA = r * \Phi \quad (2.2)$$

ile tanımlanır.



Şekil 12. YTS sisteminde boyuna ayırım (Çiftçi ve diğerleri (2005)'den değiştirilmiştir).

2.4. YTS' a Geri Dönen Sinyaller

Sonardan yayılan ses sinyalinin sonara geri dönerek transduserler tarafından algılanmasının iki ana mekanizması vardır. Bunlar, yansıma ve geri saçınım (back-scattering). Yansıma nesnelere ulaşarak onların yüzeyinden doğrudan geri dönen sinyallerdir. Geri saçınım ise, yayılan ses sinyalinin deniz tabanındaki malzeme ile etkileşimi sonucunda üretilen daha zayıf genlikteki sinyaldir.

2.4.1. Yansıma

Yayılan sinyal, su yüzeyi, deniz tabanı, kayalar veya balıklar gibi engellerle karşılaştığında, sinyalin bir kısmı bu engellerden geriye yansır. Yansıyan sinyalin ne kadarının geriye döneceği, soğurma ve küresel açılım etkisinin yanı sıra, başka etmenlere de bağlıdır.

Yansıtıcı nesnenin, sinyalin geldiği yöne doğru yönelmiş olması, yansıyan enerjinin çekme-balığa doğru mu yoksa onan uzağa doğru mu yayılacağını belirleyen en önemli etmendir. Eğer yansıtıcı yüzey sonara doğru bakıyorsa güçlü bir yansıma alınır. Yatay duran bir yüzey ise ayna gibi davranarak, enerjinin büyük kısmının sonardan uzağa doğru gitmesine neden olur. Geriye yansıyan sinyalin miktarını belirleyen ikinci bir etmen ise, dalganın etkileşimine girdiği malzemenin türüdür. Gelen sinyal ile bu yeni ortam içerisine iletilen sinyalin genlikleri ortamları ayıran ara yüzeyin yansıma katsayısı ile belirlenir.

2.4.2. Geri saçınım (Back-scattering)

YTS a geri dönen sinyalin tamamı sadece yansımalarından oluşmaz. Deniz tabanı yatay ise, gelen sinyalin büyük kısmı sonardan uzağa doğru yansıyacaktır. Eğer deniz tabanı ayna gibi düz ise, bu kez sonara hiç sinyal gelmeyecek ve bu durumda sonar son derece kullanışsız bir araç olacaktır. Ancak taban ne kadar yatay ve düzgün olursa olsun, gönderilen sinyalin bir kısmı daima geri saçınım olarak geri alınır. Deniz tabanındaki sedimanların (kum, silt, kil, çamur, çakıl vb.) tanecik boyutu nedeniyle, deniz tabanında daima bir pürüzlülük mevcuttur. Tabandaki bu pürüzsüzlük gelen sinyali her yönde yayan bir saçıcı gibi davranır. Deniz tabanından olan saçınım yüzey saçınımı, taban altındaki tortulların içerisinde olan saçınım ise hacim saçınımı olarak isimlendirilir. Yayılan sinyalin büyük kısmı sonardan uzaklaşır, ancak belirli bir kısmı geri saçılarak sonara geri dönecek ve algılanarak kaydedilecektir. Sonar görüntüleri, geri saçınım katsayılarını ifade eden ve boyutsuz rakamlardan meydana gelen gri seviyelerden oluşurlar. Bu rakamların logaritması “geri saçınım şiddeti” olarak adlandırılır. Sonuçtaki kaydın tonu gelen sinyalin şiddetiyle ilişkilidir ve geri saçınım katsayısı S_b ile belirlenir. S_b , birim alandan geriye saçınan sinyal şiddetinin, gelen dalga şiddetine oranı olup (denklem 2.3),

$$S_b = P_b / (I_i * A) \quad (2.3)$$

şeklinde tanımlanır. Burada P_b birim açı başına geri saçınan güç, I_i gelen sinyalin gücü ve A ise deniz tabanında taranan alandır. Sonara doğru geri saçınan sinyalin şiddeti, 3 ana faktör tarafından belirlenir. Bunlardan birincisi sonar-hedef sisteminin geometrisi (her sinyalin geliş açısı, yerel taban eğimi) ikincisi tabanın morfolojik karakteri (mikro-ölçekteki taban pürüzlülüğü gibi) ve üçüncüsü ise deniz tabanının gerçek özellikleridir (bileşim, yoğunluk, vb.)

Gerçekte taban ne kadar pürüzlü ise geri saçınım o kadar güçlü, sinyalin geliş açısı ne kadar küçük ise o kadar zayıf olacaktır. Pürüzlülük, sadece gelen sinyalin frekansına (ya da dalga boyuna) bağlı olarak tanımlanabilmektedir. Buna göre ilgilenen parametre, taban rölyefinin ses sinyalinin dalga boyuna göre olan büyüklüğüdür. Deniz tabanında, pürüzlülük çok geniş bir aralıkta değişebilir; 10 km’ den büyük olabileceği gibi, gelen sinyalin dalga boyundan (100 kHz için 15 mm) daha küçük de olabilir. Pürüzlülük, en basit şekilde Rayleigh parametresi (denklem 2.4);

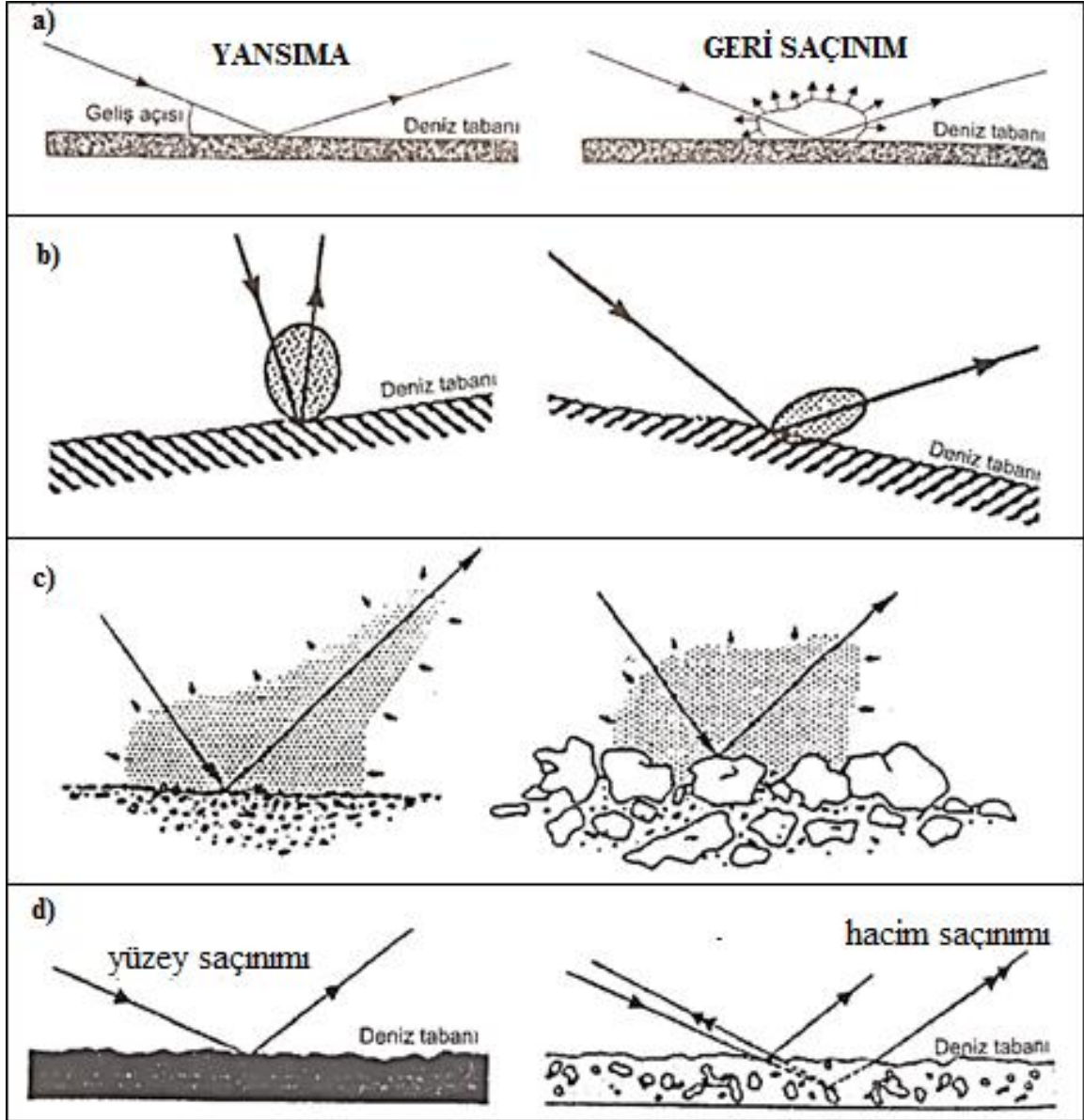
$$R=k H \sin \beta \quad (2.4)$$

şeklinde ifade edilir. Burada k dalga sayısı ($2\pi/\text{sinyal dalga boyu}$), H deniz tabanı rölyefinin tepeden çukur noktasına kadar olan rms yüksekliği ve β ise sinyalin yataydan ölçülen geliş açısıdır. Eğer $R \ll 1$ ise, deniz tabanı oldukça yumuşak ve pürüzsüz olup, böyle düz bir deniz tabanındaki tek pürüzlülük, onu oluşturan malzemenin tanecik büyüklüğüne bağlıdır. Buna göre, kum siltten, silt de kilden daha pürüzlüdür. Kum, kil, çamur, silt, çakıl malzemenin her biri farklı miktarda enerjiyi çekme-balığa geri saçacaklar ve görüntüde farklı koyuluk göreceli renk tonlamasının oluşmasını sağlayacaktır. Herhangi bir iki deniz tabanı türü arasındaki fark, kullanılan sonar frekansları için oldukça farklı olacaktır.

Su kolonu içerisinde herhangi bir cisimden dolayı oluşan saçınımın sürekli bir akustik enerjinin var olmasına neden olur. Bu istenmeyen bir enerji olması ile beraber bizim için gerekli olan sinyal bu gürültü saçınımını aşıyor olması gerekmektedir. Saçınım gösteren bu enerji “reverberasyon” olarak isimlendirilip; deniz yüzeyinden ve tabanından gelen saçılmalara göre sırasıyla “yüzey reverberasyonu” ve “taban reverberasyonu” olarak isimlendirilir. Su kolonunun hacminden dolayı oluşan saçılmalara ise “hacim reverberasyonu” denir. Yüzey ve hacim reverberasyonu istenmeyen enerjidir. Taban reverberasyonu ise “geri saçınım” olarak adlandırılır ve kaydedilerek deniz tabanındaki tortul türlerin birbirinden ayırt edilmesine izin veren mekanizmadır.

Geliş açısı ne kadar büyükse sonar çekme-balık doğrultusunda geri saçılan sinyal oranı o kadar yüksek olacaktır. Sinyalin geliş açısı azaldıkça geri saçınım da azalmaktadır. Sonar sisteminin geometrisine göre, geliş açısı sonarın erim mesafesi arttıkça azalır. Bu durum, küresel açılım ve soğurma etkilerine ek olarak, erim mesafesi arttıkça geri dönen sinyal şiddetinin azalmasına neden olan başka bir etmendir. Geri saçınım, erim arttıkça tüm taban türleri için farklı oranlarda azalır. Belirli bir erim uzaklığında geri saçınım şiddeti, mevcut sürekli gürültü seviyesinin altına düşecektir. Bu noktada, kayıt üzerinde gerçek taban yansımaları görülmez. Tabanın üzerinde çıkıntı oluşturan hedefler algılanabilir, ancak kayıta bu nesnelerin arkasında bir gölge oluşmaz. Bu erim mesafesinden sonra, geri dönen enerji gürültü seviyesinden daha az olacak, taban dokusu kayıt edilmeyecektir. Geri saçınım algılanarak kaydedildiği en uzak erim olan bu nokta “geri saçınım sınırı” olarak isimlendirilir.

ve her farklı sonar derinliği, frekansı ve taban tipi için farklıdır. Bu sınırdan sonra kayıt düz, yapısız ve boş görülür (Şekil 13).



Şekil 13. Yayılan sinyalin yansımaları ve geri saçınımı. (A) Işının yansımaları ve geri saçınımı geometrisi (B) ışın geliş geometrisi (C) ışın dalga boyu ile orantılı olarak deniz tabanı pürüzlülüğü ve (D) tabanın yapısı ve içsel özellikleri (Blondel ve Murton, (1997)'den değiştirilmiştir).

2.5. Sonar Denklemi

Sonar denklemi, kayıtlarda ki farklı gürültü seviyeleri, çıkış seviyeleri vb. durumlar için nasıl performans gösterdiğini bilmek için kullanılabilir.

$$SE = SL - TL - (NL - DI) + TS - DT \quad (2.5)$$

şeklinde ki sonar denkleminde (denklem 2.5);

SE (Sinyal Aşırılığı): Sinyalin algılanabilmesi için sahip olması gereken en küçük genlik değeri.

SL (Kaynak Seviyesi): Gönderilen sinyalin şiddeti.

TL (Transmisyon Kaybı): Sinyalde meydana gelen enerji kaybı (küresel açılım+sönüm kaybı).

NL (Gürültü Seviyesi): Algılanan gürültü seviyesi.

DI (Yönlülük Endeksi): YTS'ın sınırlı bant genişliğinden dolayı kaydedilemeyen gürültü miktarı.

TS (Hedef Kuvveti): Transduserden gönderilen sinyal göre, yansıyan sinyal şiddeti.

DT (Eşik Değeri): YTS sisteminin algılayabileceği minimum sinyal seviyesi.

2.6. YTS' da Veri İşlem

Veri işlem 3 ana bölümde incelenebilir. Bunlar;

- Ön işlem (Pre-processing)
- Ana işlem (Main processing)
- Ek işlem (Post-processing)

2.6.1. Ön işlem (Pre-processing)

Ham sonar verisinin işlenmeye hazırlanması, genellikle veri toplama sisteminin kullanıldığı veri formatı ile veri işlem yazılımının kullanıldığı veri formatı arasında bir dönüşüm işlemini içerir. Tüm bu format türleri, verinin işlenmesi için gerekli olan mümkün olduğu kadar fazla bilgi içermelidir. Pratikte, tüm sonar türlerinin özel bir veri format türü vardır. Bunlardan en çok bilineni HDF (Hierarchical Data Format) ve bunun daha basit bir şekli olan NetCDF' dir.

Konumlandırma verisi 3B konum, yön, hız ve geminin her üç boyuttaki hareketi (heave, pitch, roll) hakkında bilgi verir. Kullanılan konumlandırma sistemine bağlı olarak geminin konumu, konum ölçüm zaman aralığının büyük olması veya ölçümlerin çok gürültülü olması

nedeniyle hatalı olabilmektedir. Çekme-balığın konumu genellikle çok daha hassastır. Bu nedenle Çekme-balığı taşıyan çekme kablosu üzerine, balığın konumunun belirlenmesini sağlayan bir konumlandırma sistemi (USBL) monte edilir. Bu işlem yapılmadığında, çekme-balığın gemiden olan yatay uzaklığı;

$$d = \sqrt{L^2 - (H - h)^2} \quad (2.6)$$

bağlantısı ile belirlenebilir (denklem 2.6). L; kablo boyu, H; geminin deniz tabanından olan yüksekliği ve h ise; çekme-balığın deniz tabanından yüksekliğidir.

Bu yöntem “geriden çekme (layback)” olarak isimlendirilir ve yapılabilecek olası hatalar kablo boyundan veya deniz tabanından olan yüksekliklerden kaynaklanmaktadır. Fakat yöntem sadece düz hat üzerinde yapılan çalışmalarda kullanılabilir ve dönüşlerde çekme-balığın tabandan olan yüksekliği, mevcut derinlik verisi ile karşılaştırılarak Çekme-balığın konumu belirlenir.

2.6.2. Ana işlemler

2.6.2.1. Radyometrik düzeltmeler

Veri işleminde ilk olarak her bir YTS geri saçınım ölçümünün tekrar kalibre edilmesidir. Kalibre işlemi sırasıyla;

- Her bir ölçüm üzerinde (requantization),
- Ardışık profiller üzerinde (across-track),
- Sonar görüntüsü üzerinde yapılır.

Her bir ölçüm üzerinde kalibrasyon

Çoğu YTS işleme programı 0-255 (8 bit kalibrasyonu) arasından ölçeklenmiş ölçümlerle çalışmaktadır fakat YTS verisi bu kalibrasyon şekline uymaz ve verinin tekrar örneklenmesine gerek duyulur. Kalibrasyon işlemi doğru yapılmaz ise, orijinal geri saçınımın dinamik aralığının geri kazanılmaz şekilde kaybedilmesine neden olur (denklem 2.7).

$$Yd = C * \ln \left(1 + \frac{2^{n*Hd}}{2^m} \right) \quad (2.7)$$

Bell-μ yasası olup; kalibrasyon işleminde en çok kullanılan yöntemdir. Burada;

Yd: hesaplanan yeni değer

Hd: eski değer

C: kullanıcı tarafından tanımlanan sabit

m: orijinal bit sayısı ve

n: yeni bit sayısı (0-255 aralığı için n=8)

olarak isimlendirilir. Abisal düzlük gibi düşük geri saçınımlı bölgelerde oldukça kullanışlıdır. Okyanus ortası sırtlar gibi yüksek kontrasta sahip bölgelerde ise sadece 2^{m-n} değerine bölerek yapılan kalibrasyon daha uygun olmaktadır.

Erim (across-track) düzeltmeleri

Yayınım ve atenüasyon kayıpları nedeniyle, geri saçınan sinyali yayılan 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, su sıcaklığı ve tuzluluğu dikkate alınarak, e^{ar} gibi bir faktör ile çarpılır. Sinyal genliklerinin kaybını karşılamak için, sinyal şiddeti, zamanla değişen kazanç (TVG) uygulamasına tabi tutulur. Bu işlem abisal düzlük gibi yatay deniz tabanı olan bölgelerde yapılır.

Boyuna (along-track) düzeltmeleri

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

2.6.2.2. Geometrik düzeltmeler

Eğim-erim (Slant-range) düzeltmesi

Sahadan alınan YTS verilerinde eğim-erim olarak bilinen önemli geometrik erim bozulmalarına sahiptir. Bu sorun YTS sisteminin, transduserden çıkan ses dalgalarının seyahat süresinin ölçülmesi nedeniyle oluşmaktadır.

Şekil 14' te yakın erim mesafesinde bulunan iki hedef (D1-D2), hemen hemen eşit ili eğim-erimine (R1-R2) sahiptir. Buna karşın, birbirleri ile aralarındaki mesafe aynı olan ancak

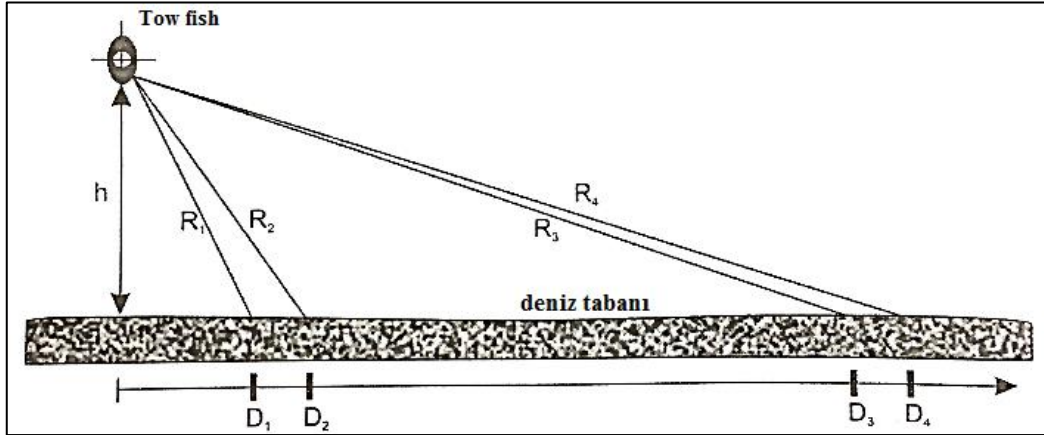
uzak erim mesafesinde bulunan iki hedef (D3 ve D4) ise, çok farklı iki eğim-erimine (R3-R4) sahip olacaklar, dolayısıyla birbirlerinden çok daha uzakta görüneceklerdir. Eğim-erim düzeltilmesi yapılmadığında sonara yakın alanlar uzak alanlardan çok daha sıkıştırılmış olarak görünürler.

Eğim-erim (Slant-Range) düzeltilmesi, piksellerin görünüş yerlerinden alınarak gerçek yerlerine taşınması işlemidir ve geçen zaman ile sonarın tabandan olan yüksekliği kullanılarak hesaplanır. Eğim-erim düzeltilmesinin ardından su kolonu içerisinde sinyalin yayınması için geçen zaman nedeniyle geminin tam altındaki görülen boşluk bölgesi de yok edilmiş olur (Şekil 15).

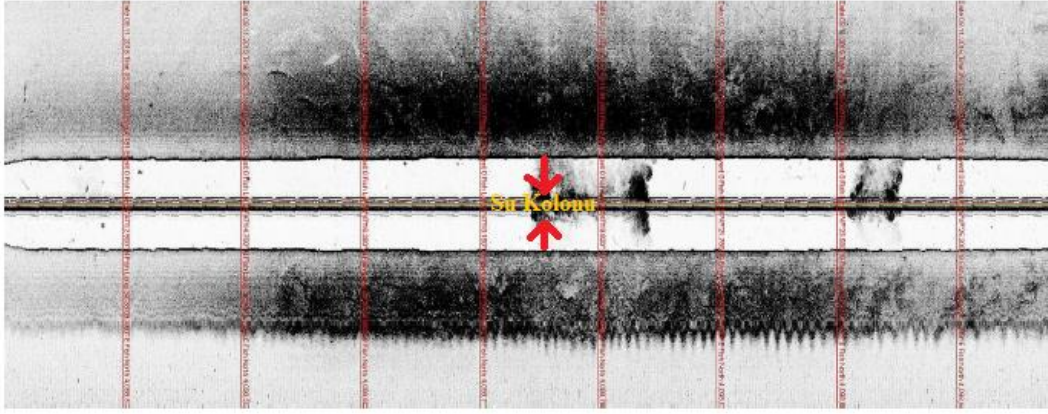
V_w ; su içerisindeki ses dalga hızı ve T_i ; sonardaki sinyalin kayıt zamanı olmak üzere, yatay bir deniz tabanı öngörülerek, tabandaki doğru mesafe (denklem 2.8);

$$D_i = \sqrt{\left(\frac{V_w T_i}{2}\right)^2 - h^2} \quad (2.8)$$

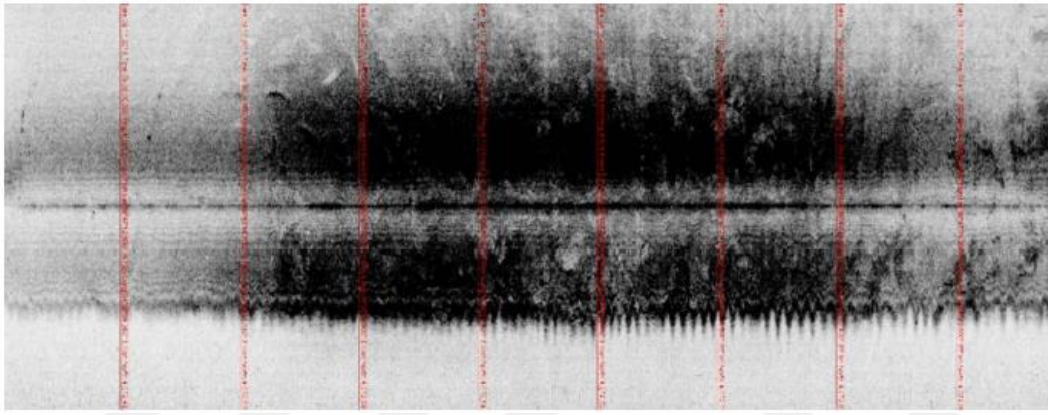
ile verilir. Burada eğim-erim (slant-range) mesafesi $R_i = \frac{V_w T_i}{2}$ olup, çekme-balığın tabandan olan yüksekliğidir.



Şekil 14. Eğim-erim bozulması (Blondel ve Murton (1997)'den değiştirilmiştir).



(A)



(B)

Şekil 15. (A) Erim-eğim düzeltmesi yapılmamış ve (B) düzeltme yapılmış sonar kaydı, ham veride su derinliğindeki değişim, çekme balığın derinlik değişiminden kaynaklanmaktadır.

Anamorfoz (Anamorphosis)

Anamorfoz düzeltmesi; erim ve boyuna yöndeki pikseller arası mesafenin birbirine eşit olduğu bir sonar görüntüsü oluşturma işlemidir. Boyuna yönde izler arası mesafe,

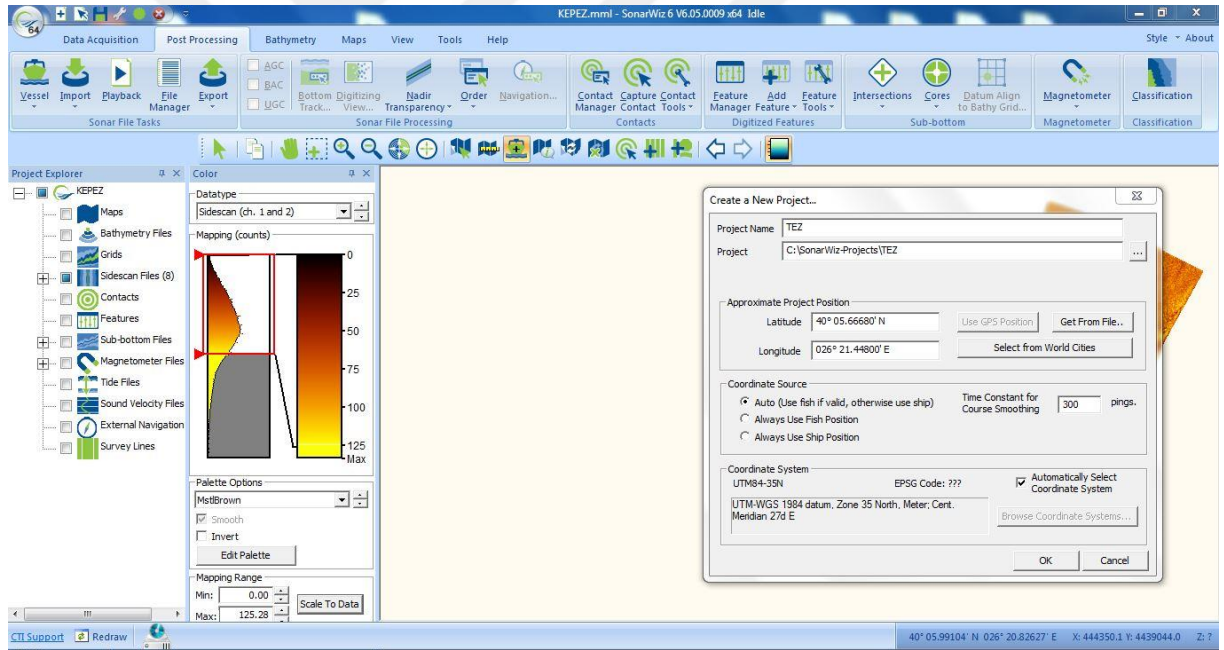
- Işının tabandaki yatay genişliği,
- Kayıt süresi boyunca transduserin aldığı yol

Parametrelerinden hangisi daha küçük ise, o parametre ile belirlenir. Eğer gemi hızı düşük boyuna ayırım oluşturuyorsa (yüksek gemi hızı), ardışık izlerden kopya izler oluştururlar. Eğer gemi hızı yüksek boyuna ayırım oluşturuyorsa (düşük gemi hızı), izler tekrardan örneklenir. Bu düzeltme sonucunda, jeolojik yapıların doğru şekilde görüldüğü 1:1 en-boy oranına sahip bir görüntü oluşturulmuş olur.

2.6.2.3. Mozaikleme

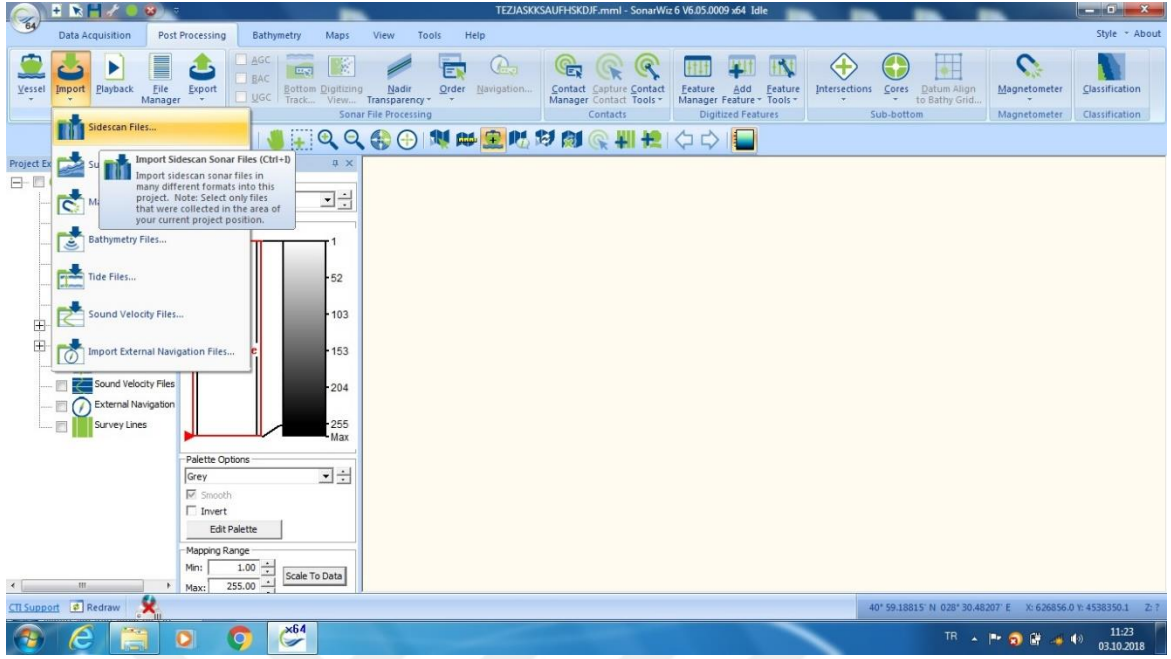
Mozaikleme işleminde elde edilen YTS verileri, sistemin kendi programı olan SonarWiz yazılımı ile mozaiklenmiştir. Mozaikleme programı gerekli veri işlem adımlarını kendisi uygulamaktadır (Slante Range). Mozaikleme adımları aşağıda verilmiştir.

İlk önce SonarWiz programına çalışma alanından alınan verileri yüklemekten önce yeni bir dosya adı ile çalışma alanının mutlak koordinatlara dönüştürme işlemini yapmak gerekmektedir. İşlenmiş YTS görüntüler piksellerden oluşur. 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 işlemine “geo-referencing” denir. Mozaik haritasının hazırlanmasında ki ilk adımdır ve görüntüler uygun bir coğrafik projeksiyon sistemine göre (UTM, TM, vb.) düzeltmesini de içerir. Bu dönüştürme için bir hat programda seçilir (Şekil 16).

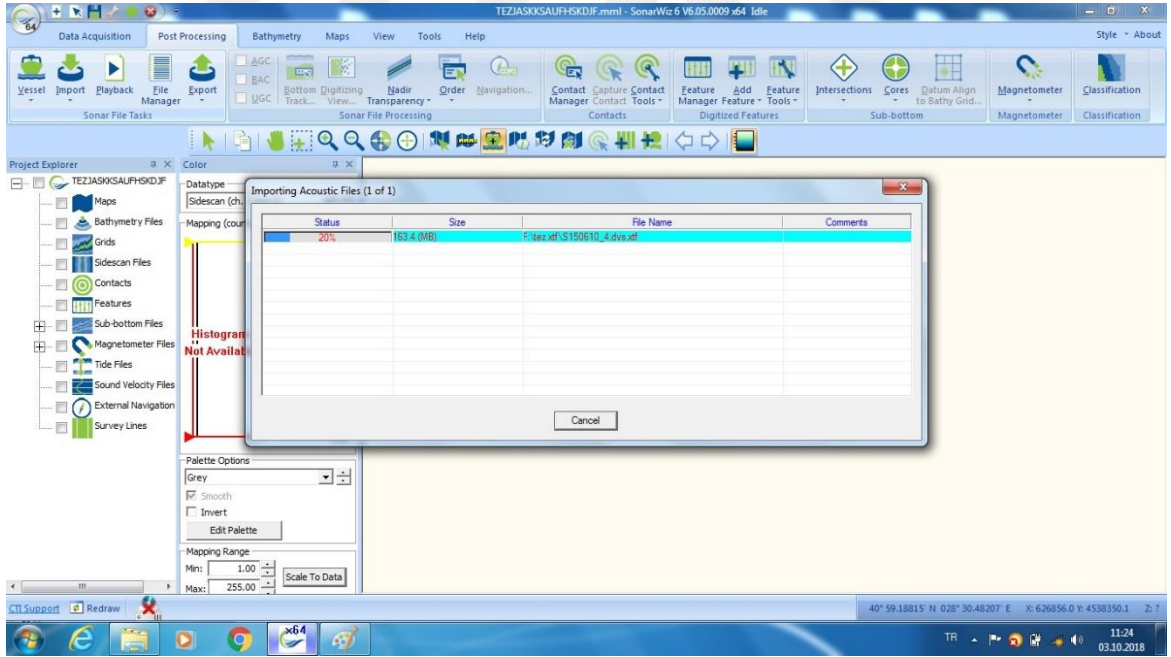


Şekil 16. SonarWiz’ de koordinat belirleme

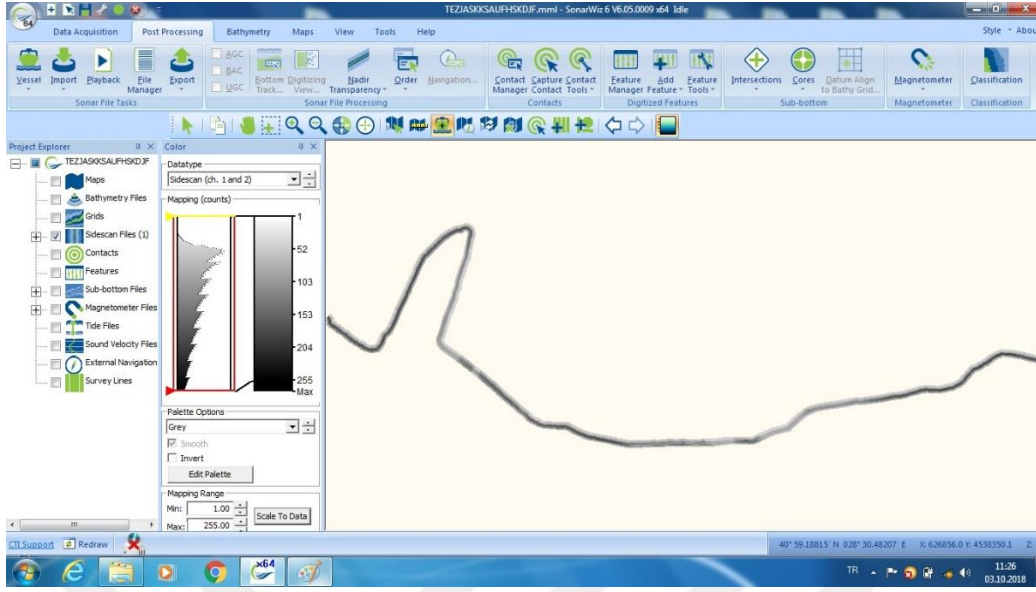
Koordinat dönüştürme işleminden sonra adım adım mozaikleme işlemi tamamlanır. Yeni dosyayı oluşturduktan sonra; Import, Sidescan Files sekmesine tıklanarak çalışma alanında elde ettiğimiz YTS verilerini programa yüklemek için seçeriz (Şekil 17-19).



Şekil 17. SonarWiz’ de verilerin çağırılması

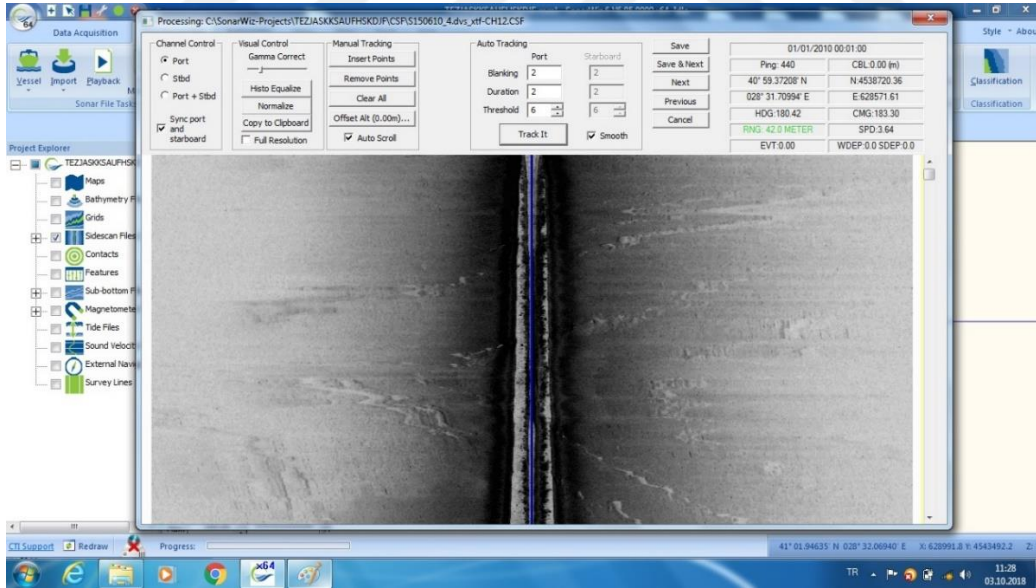


Şekil 18. SonarWiz’ de verilerin yüklenmesi



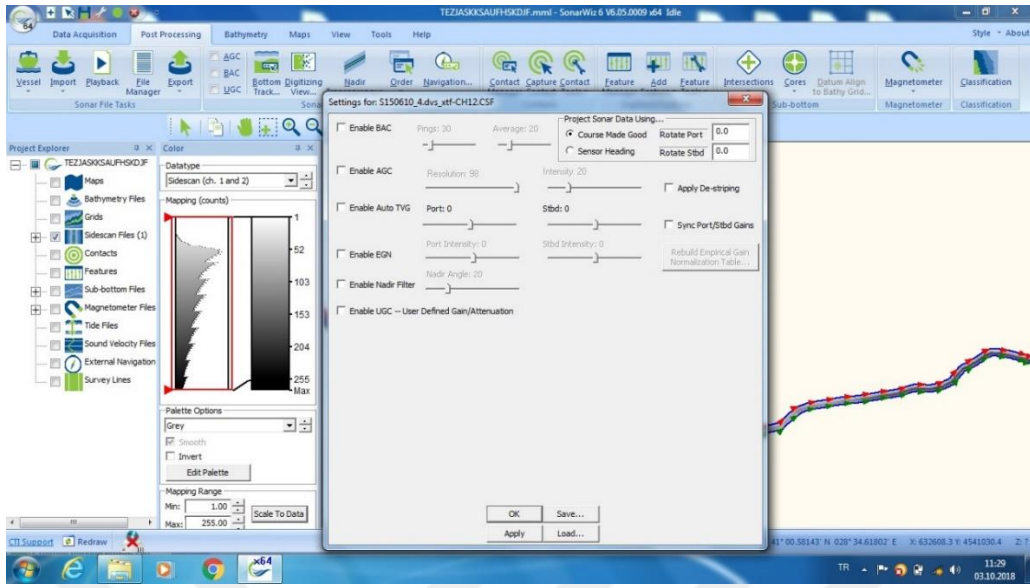
Şekil 19. Yüklenen YTS hatları

YTS hatları yüklendikten sonra ki adım hatlara bottom track işlemi uygulanır (Şekil 20). Bu işlem sonucunda su kolonu silinmiş olur.



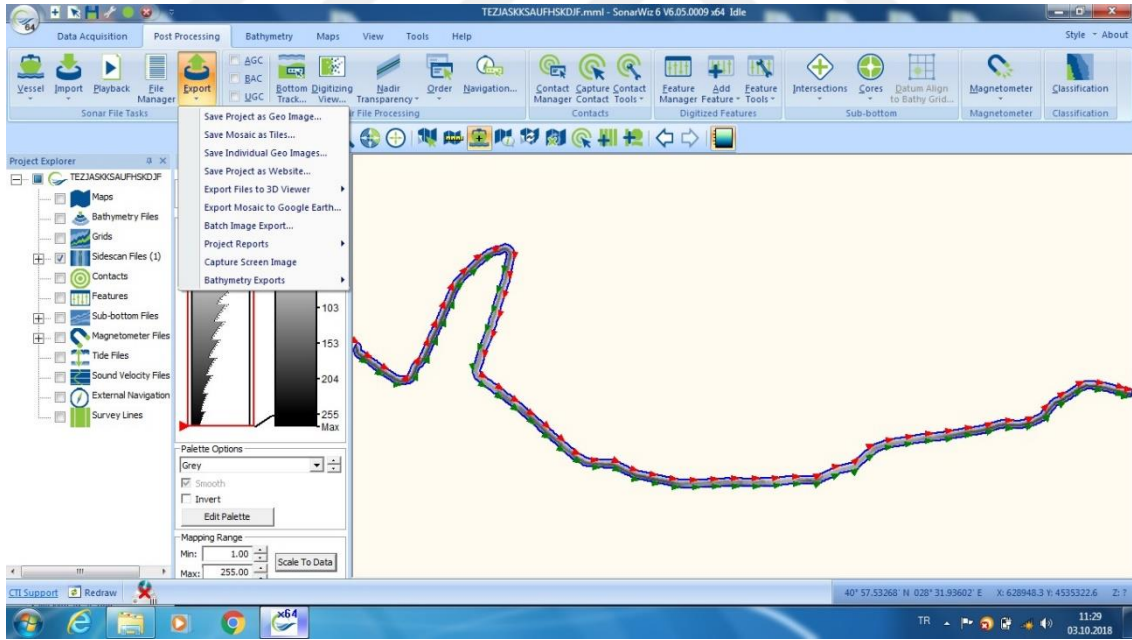
Şekil 20. Bottom track işleminin uygulanması

Deniz tabanı yüzeyinde ki deformasyonları, sedimantasyon geçişlerini, batık vb. gibi doğal ya da doğal olmayan yapıları daha detaylı ve net görebilmemizi sağlamak için YTS verilerine filtre uygulamamız gerekir. Filtre işlemi için YTS verimize Şekil 21' de ki adımlar uygun adımlar uygulanır.



Şekil 21. Filtre işleminin uygulanması

Filtre işlemi uygulandıktan sonra Export sekmesinden verimizi Tiff uzantısında kaydedebiliriz (Şekil 22).



Şekil 22. Mozaik işleminin kaydedilmesi

2.6.3. Ek işlemler

2.6.3.1. Görüntü istatistikleri

Görüntüdeki sayısal bilgi, farklı gri seviyelerin göreceli frekansları gibi, birinci derece istatistiklerle tanımlanır. Bu frekansların dağılımı bir histograma çizilir. Histogramın şekli veri istatistiğinin tanımlanmasına yardım eder (tek biçimli ve çok biçimli, yumuşak değişen veya düzensiz vb.). Bu histogramın sınırlarından, tüm görüntüde bulunan minimum gri seviye I_{min} ve maksimum seviye I_{max} , dinamik aralığı (dynamic range) tanımlanır (denklem 2.9):

$$D = I_{max} - I_{min} \quad (2.9)$$

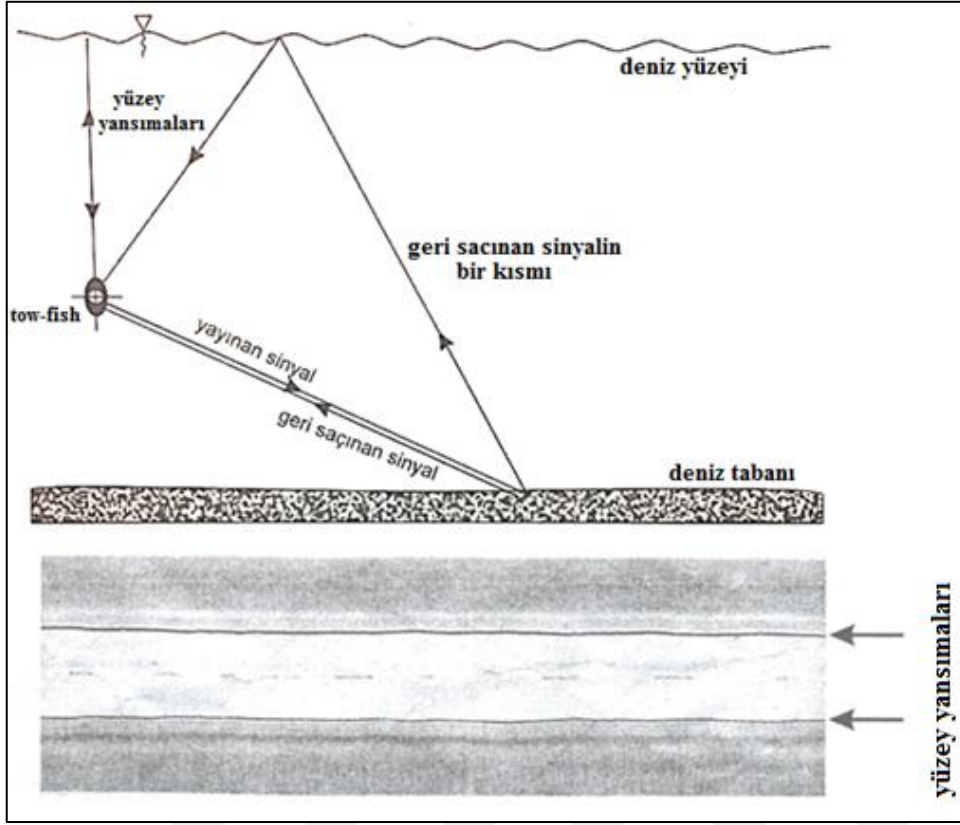
Kontrast değeri (C) ise, histogramdaki piksel değerlerinin dağılımının bir ölçütüdür ve

$$C = \frac{I_{max} - I_{min}}{I_{max} + I_{min}} \quad (2.10)$$

ile verilir (denklem 2.10). Eğer gri seviyeler tek bir pik etrafında toplanmış ise, görüntünün karşıtlığı (kontrast) düşük olacaktır. Tersî şekilde, eğer gri seviyeler tüm histograma düzgün şekilde dağılmış ise görüntünün karşıtlığı en azdır. Gri seviye dağılımının diğer ölçütler, orta değer, meydan (en sık oluşan gri seviye), standart sapma ve diğer istatistiksel momentlerdir.

2.6.3.2. Deniz yüzeyi yansımalarının yok edilmesi

Sığ sularda ki YTS çalışmalarında (1 km' den az derinlikte), sonar görüntüsü deniz yüzeyinden alınan tekrarlı yansımaları da içerir. İlk tekrarlı yansıma, sinyal deniz tabanından bir kez ve deniz yüzeyinden bir kez yansıdıktan sonra oluşur. Bunlar, sonar kayıt yönüne paralel, sonardan kabaca su derinliğine kadar uzaklıkta oluşan parlak hatlar şeklinde kendilerini gösterirler. Eğer erim mesafesi yeteri kadar genişse, artarda gelen tekrarlı yansımalar birbirinden eşit mesafelerde ve birbirine paralel uzanan parlak hatlar şeklinde sonar kaydında görülürler. Bunlar, deniz tabanının yatay ve düzgün olduğu tortul alanlarında geniş çapta gözlenirler ve yok edilmelerinde uzaklık veya frekans süzgeçleri kullanılır (Şekil 23).



Şekil 23. Deniz yüzeyinden dolayı tekrarlı yansımalar (Çiftçi ve diğerleri (2005)’den alınmıştır).

2.7. YTS Verilerinin Değerlendirilmesi

2.7.1. YTS veri kalitesi

Bir YTS verisinde, ihtiyacımızı karşılayan veriler bizim için iyi bir veridir. Koyu alanlar olarak görünen sert nesneler dışında tüm tarama alanının genellikle aynı yoğunlukta görünmesi istenir. Sonar verilerinde ki ton farklılığı hedeflerin görülebilmesi için önemlidir. Tüm veri eşit yoğunlukta fakat çok koyu ise, hedefler koyu bir arka plan üzerine çizileceğinden görünmezler. Eğer arka plan açık ton ise güçlü yansımalar daha iyi görülür. Bu nedenle eşit yoğunlukta, açık tonda bir veriden iyi sonuçlar elde edilebilir.

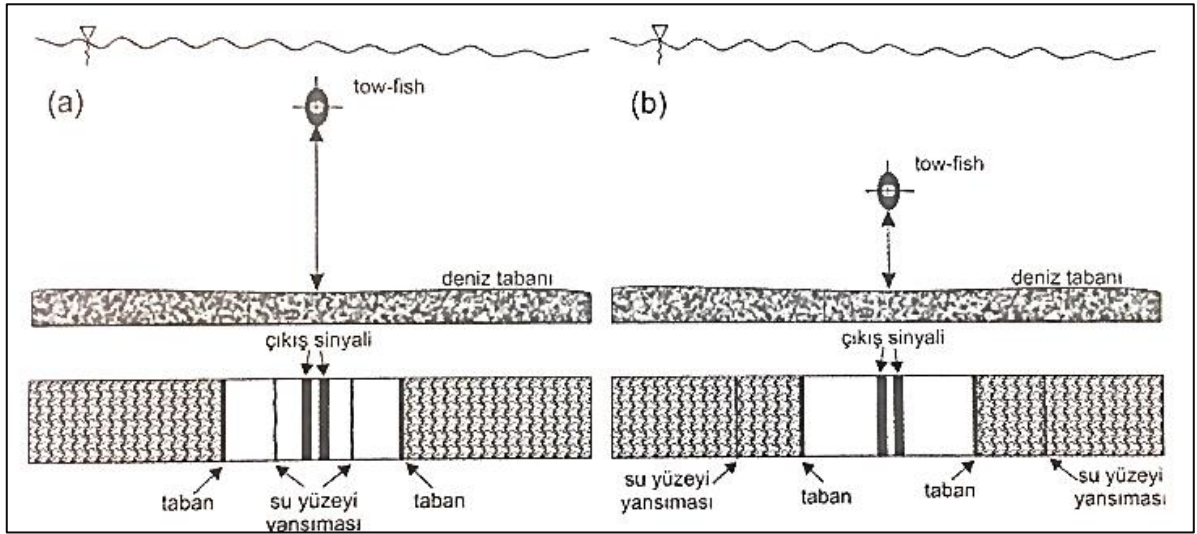
2.7.2. Yüzey etkileri

2.7.2.1. Yüzey yansımaları

Deniz yüzeyinden dönen yansıma sonar kaydının her yerinde görülebilir ya da hiç görülmeyebilir. Yüzey izinin nerede çizileceği çekme-balığın deniz tabanı ve deniz yüzeyine göre konumuna bağlıdır. Sonar deniz tabanına nazaran yüzeye daha yakın ise yüzey yansıması

deniz tabanı yansımından daha önce çekme-balığa gelecektir. Eğer sonar deniz tabanına deniz yüzeyinden daha yakın ise yüzey yansıması taban yansımından sonra koyu bir çizgi halinde görülecek ve normal deniz tabanı verisinin üzerine binecektir.

Çekme-balık, deniz tabanına ne kadar yakınsa taban ve yüzey yansımaları o kadar birbirine yaklaşır. Bazı durumlarda yüzey yansımaları hiç görülmez. Derin denizlerde sonar deniz yüzeyinden çok aşağıda olacağından yüzey yansıması ya çok zayıf ya da menzil dışında olacaktır (Şekil 24).



Şekil 24. (A) Sonarın deniz yüzeyine ve (B) deniz tabanına yakın olması durumlarında yüzey yansımalarının sonar kaydındaki görünümü (Çiftçi ve diğerleri (2005)’den alınmıştır).

Sonuç olarak yüzey yansımalarının sebebi, çekme-balığın su kolonu içinden çekilirken farklı derinliklerde ve deniz tabanına olan uzaklığından kaynaklanmaktadır. Çekme-balık, deniz tabanına oldukça sabit derinliklerde çekilmelidir.

2.7.2.2. Deniz yüzey dalgaları

Deniz dalgalarının etkisi, sığ sularda ya da çekme-balık deniz yüzeyine yakın çekildiği zamanlarda daha kuvvetlidir. Bu tür etkilerden kaçmak için çekme-balığın daha derinlere indirilmesi gerekmektedir. Bazı durumlarda deniz dalgalarının etkileri, sonar kayıtlarında belirli açılarda yönlenmiş koyu çizgiler şeklinde görülebilir. Eğer geminin yönü değişirse bu açı da değişir.

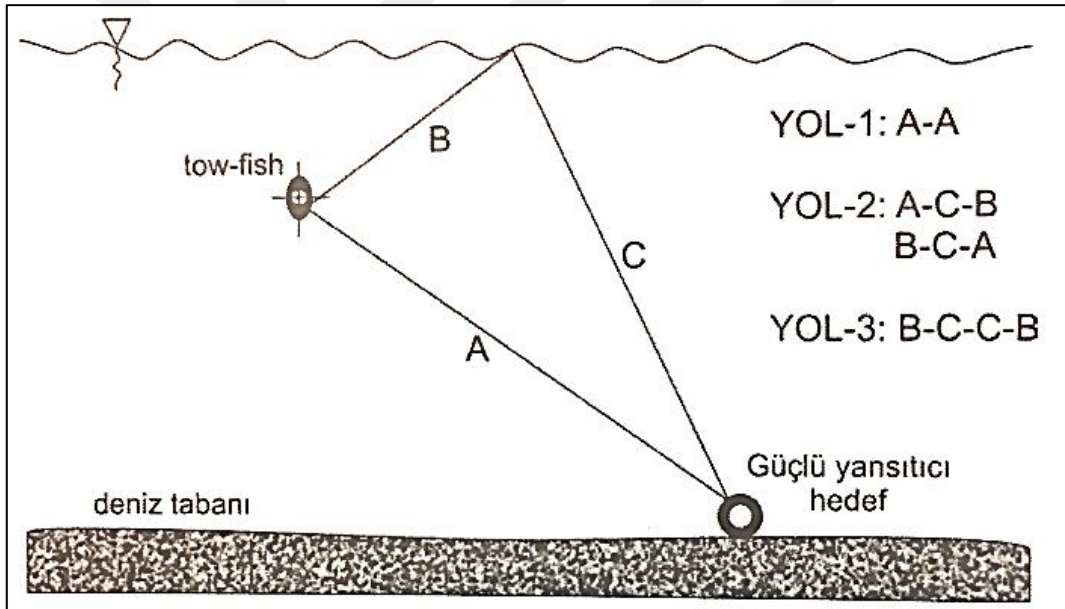
YTS kayıtlarında, durgun deniz durumlarında yüzey yansıması genellikle ince düz bir çizgi olarak görünürken, dalgalı denizde ise, hava kabarcıklarından ve dalgaların alt

taraflarından olan yansılardan, kayıta ilk yüzey yansımasından daha uzak kısımlara kadar uzanabilen benekli bir görüntü üretebilir.

2.7.2.3. Tekrarlı yansımalar (Multiple echoes)

Tekrarlı yansımalar pek görünür bir durum olmasa da durgun orta derinlikli bir denizde yapılan ölçümlerde, güçlü hedefler tekrarlı yansılara sebep olabilir. Tekrarlı yansımalar, ışınların hedefe ulaşıp geri dönmesi sırasında izlediği farklı uzunluktaki farklı yolların olması sonucu meydana gelmektedir.

Normal koşullarda, çekme-balıktan hedefe, hedeften tekrar çekme-balığa gelen ışının izlediği yol en kısa ve kayıta ilk çizilendir. Fakat çekme-balıktan hedefe, hedeften yüzeye, yüzeyden çekme-balığa giden yol uzun yoldur ve kayıta tekrarlı yansıma oluşturabilir (Şekil 25).



Şekil 25. Tekrarlı yansıma ışın yolları (Çiftçi ve diğerleri (2005)'den alınmıştır).

2.7.2.4. Dümen suyu (wake) ve pervane gürültüsü

Dönen pervaneler arasında oluşan boşluk, sudaki geniş bantlı akustik gürültünün kaynağıdır. Transduser bu gürültü kaynağının tam karşısında olduğu zaman, sonar kaydının büyük kısmında koyu bir çizginin görülmesine sebep olacaktır. Bu kısa süreli değil sürekli bir gürültü kaynağıdır ve bu nedenle kayıta uzun bir çizgi olarak görülecektir. Sonara yakın kısımdaki zamanla değişen kazanç ayarı (TVG) yükselticisinin düşük seviyesi nedeniyle bu

gürültüsü, gönderilen sonar sinyalin yakınındaki kayıt bölümüne genellikle uzanmaz ve uzak/orta erim mesafelerinde ortaya çıkar.

Dümen suyu ise YTS kaydında, gemi geçtikten sonra pervaneden kaynaklanan kabarcıklardan dolayı, koyu ama siyah olmayan, köşeleri belirsiz, genellikle bulutsu bir alan olarak görünür.

2.7.3. Hedefler ve gölgeleri

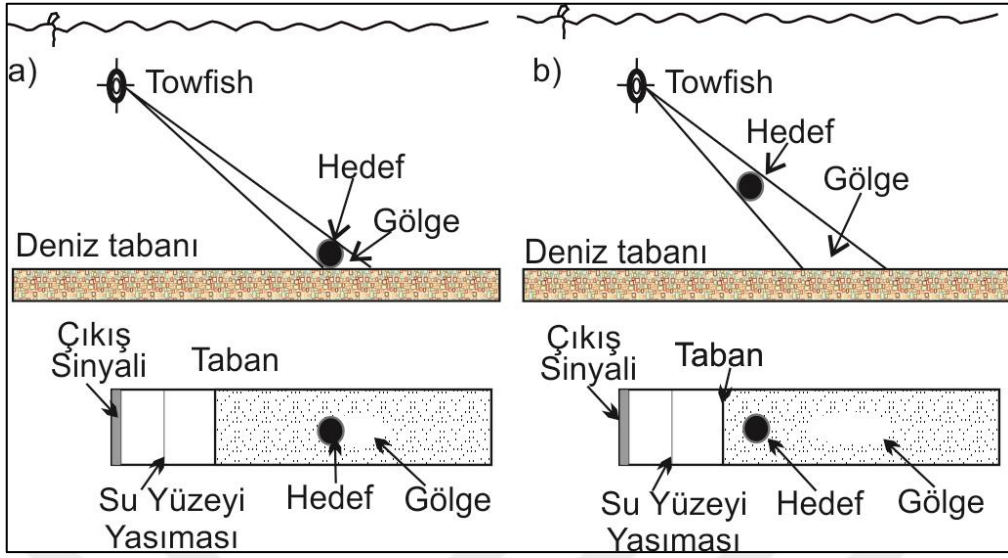
Hedefler sonar kaydındaki, gerçek deniz tabanı ve deniz yüzeyi hariç her şeyi ifade etmekte kullanılan bir terimdir. Hedefler, su kolonunda, tabandan deniz yüzeyine kadar her yerde bulunabilirler. Hedeflerin oluşturduğu gölgeler bazı durumlarda oluşmayabilir ve bu durum, nesnelerin yer ve özelliklerinin yorumlanmasında çok değerli katkı sağlayabilir.

2.7.3.1. Gölgeler (Shadows)

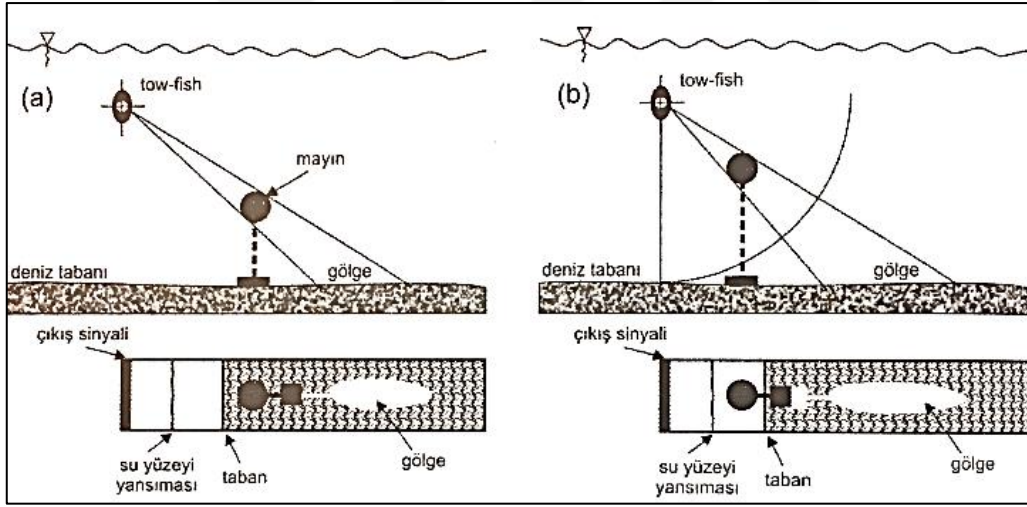
YTS ses dalgalarını ince yelpaze şekilli bir ışın demeti olarak gönderir. Çekme-balığın her iki tarafından gönderilen dalgalar deniz tabanından geri saçılır veya deniz tabanından yükselen ya da su kolonundaki cisimler tarafından yansıtılır. Sesi yansıtan cisimler, sonarın deniz tabanından uzaklığına ve hedefin yüksekliğine bağlı olarak, akustik dalgaların deniz tabanının bir kısmına ulaşmasını engellerler. Sonar kaydında açık tonda bir alan olarak görülen bu kısım “akustik gölge zone” olarak adlandırılır.

Gölgeler, YTS kaydının yorumlanmasında büyük destek olabilirler. İnsan yapımı cisimler genellikle keskin ve ayırt edici gölgelere sahipken, doğal oluşumların gölgeleri daha yuvarlak olma eğilimindedir. Ayrıca gölgeler bir cismin deniz tabanında mı yok su kolonunda mı olduğunu da gösterirler. Ayrıca gölge uzunluğu, hedefin deniz tabanından yaklaşık yüksekliğinin hesaplanmasında kullanılabilirler.

Gölgelerin taşıdığı önemli bir bilgi, bir nesnenin deniz tabanında mı yoksa su kolonunda asılı mı olduğu bilgisidir. Eğer nesne tabanda ise, gölge nesnenin koyu tondaki yansımısını takip eder (Şekil 26). Eğer nesne tabandan yukarıda ise, kayıt üzerinde gölge ile hedefi birbirinden ayıran normal saçılma sahip bölge yer alacaktır (Şekil 27).



Şekil 26. (A) deniz tabanındaki, (B) su kolonundaki hedeflerin gölgelerinin oluşumu (Çiftçi ve diğerleri (2005)'den alınmıştır).

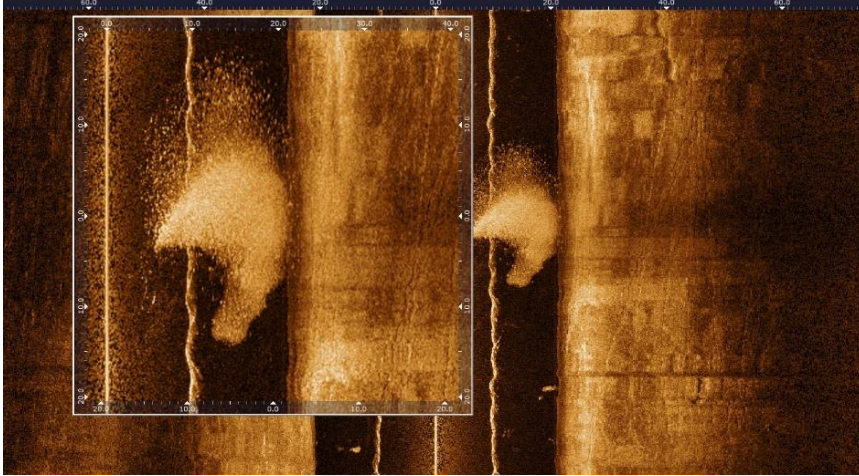


Şekil 27. (A) Sonardan uzakta ve (B) sonara yakın bir mayından alınan sonar kaydı (Çiftçi ve diğerleri (2005)'den alınmıştır).

Deniz tabanına halat ile bağlı durumda denizde bulunan bir mayın da benzer tipte bir hedeftir. Şekil 27' de şematik olarak gösterilmiştir. Çapanın gölgesi yansımanın hemen arkasında olduğu halde, mayının uzamış gölgesi belli bir mesafeden sonra ortaya çıkmaktadır. Eğer sonar mayına daha yakın geçerse, şekil 27' de gösterildiği gibi bir durumla karşılaşılır. Bu durumda, hedefin yansıması taban yansımasından önce gelecek ve böylece hedef sonar kaydının su kolonu bölümünde yer alacaktır.

2.7.3.2. Pelajik canlı yansıması

Balık sürüleri veya tek bir balıkta YTS ile algılanabilir. Genellikle sürü olarak gözlenen balık türleri su kolonunda ki geometrilerine göre de tanımlanabilmektedir. Örnek olarak sardalya sürüsü genellikle koyu, konik şekilli bir alan olarak, hamsi sürüsü devamlı düz ve deniz tabanına paralel olarak gözlenmekte, palamut sürüsü ise nerdeyse küre şekilli yansıma ile belirlenebilmektedir. Şekil 28’de olası sardalya sürüsünün yansıması gözlenmektedir.



Şekil 28. YTS verisinde balık görüntüsü

2.7.3.3. Yükselti ve çukurlar

Deniz tabanında ki hedeflerin yükselti mi yoksa çukur mu olduklarını yansıma şekillerinde ki koyuluklar gösterir. Eğer hedef çevreleyen alandan yukarı doğru yükseliyorsa, kayıtlarda koyu bir iz oluşturacak güçlü bir yansıma şeklinde görünür. Güçlü yansımayı akustik gölge takip eder. Bu şekilde, koyu tonu izleyen açık tondaki yansıma kayıtları, yükseltilerin tipik özelliklerindendir. Eğer tabanda bir çukur varsa, gerçekte bir gölge olmamasına rağmen, bu kez açık ton koyu tondaki alanın önünde yer alacaktır.

Deniz tabanındaki yansıtıcı alana akustik dalgaların ulaşmasını engelleyen bir cisim olduğundan sonar kaydında bir gölge zonu oluşur. Çukur durumunda ise akustik dalgayı yansıtacak bir taban olmadığından, çukurluğun ön kısmı kayıtta açık ton şeklinde görünecektir. Kablo ve boru hattı çukurları, akıntıların oluşturduğu akıntılar gibi taban yapılarında bu yansıma türü belirgin olarak görülürler. Çukuru izleyen eğimli kısım ise sonarda koyu bir iz oluşturur. Bu şekilde açık tonu izleyen koyu tondaki izi deniz tabanındaki çukurlukların tipik özelliklerindendir.

2.7.3.4. Hedef büyüklüğü ve yakalama

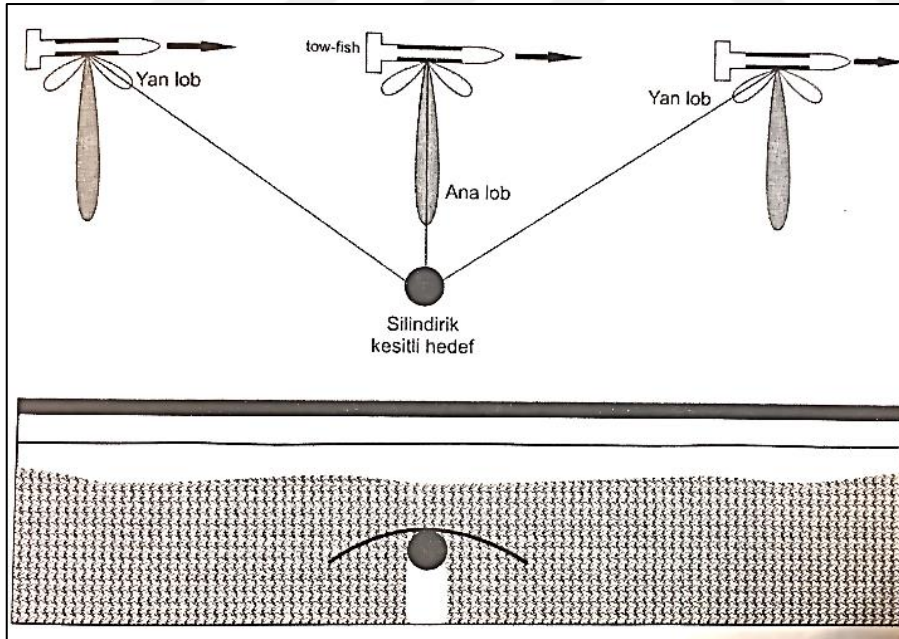
Deniz tabanında bulunan bir hedefin yakalanması belirli faktörlere bağlıdır. Sonar erim ölçeği, kayıt kağıdı ilerleme oranı ve gemi hızı gibi faktörler, küçük bir nesnenin büyük, büyük bir nesnenin ise küçük görünmesine sebep olabilir. Çalışma koşulları dikkate alınarak, bilinen bir nesnenin nasıl görülebileceğini tahmin etmek yâda gözlenenin gerçek boyutuna karar vermek olasıdır.

2.7.4. YTS sisteminden kaynaklanan etkiler

Kayıtlarda görülen bazı gürültülerin kaynağı sonar sisteminin elektriksel, mekanik, akustik tasarımı ve kullanım şekli ile ilgili olabilir.

2.7.4.1. Yan lob yansımaları

Yan loblardan dolayı oluşan yansımalar az rastlanır. Genellikle deniz tabanında bulunan boru, yuvarlak köprü ayakları ya da konumlandırma şamandırası gibi yüksek derecede yansıtıcı düşer bir silindir ise bu etki ortaya çıkmaktadır. Silindir şeklinli hedeflerde silindirin yüzeyi her zaman sonara doğru dönük olacaktır. Yan loblar oldukça zayıf olduğundan, bu etki silindir şeklinli olmayan hedefler için geçerli değildir (Şekil 29).



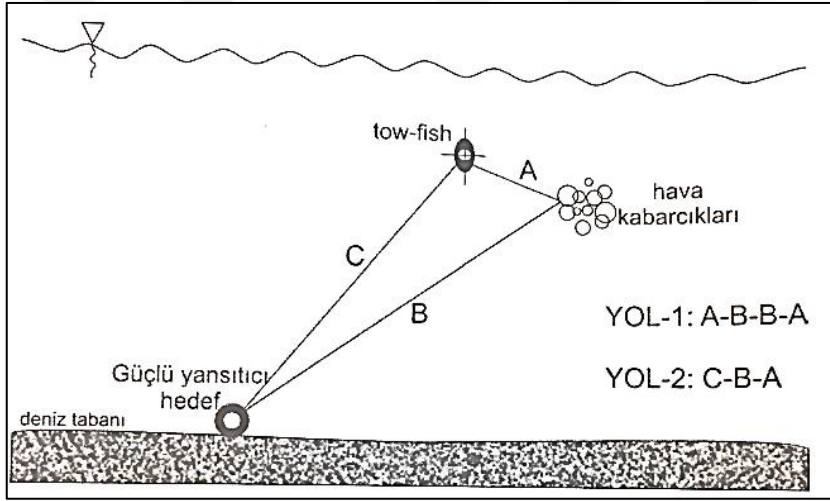
Şekil 29. Hiperbolik görünümlü yan lob yansımalarının oluşumu (Çiftçi ve diğerleri (2005)'den alınmıştır).

2.7.4.2. Sızıntı sinyal (Crosstalk)

Sızıntı sinyali, sonarın iskele transduserinden sancak tarafına ve sancak transduserinden iskele tarafına olan sızıntı sinyalleri olarak ifade edilir. Bu sızıntının etkisi, sonarın bir tarafında olan hedefin sonar kaydında iki kanalda da görülmesidir. Sızıntı sinyalin, elektriksel ve akustik olmaz üzere iki kaynağı vardır.

Elektriksel sızıntı, çekme kablusunun uygun olmayan koruyucu tasarımı, yetersiz devre dizaynı ya da diğer sebeplerden bir kanal sinyalinin diğeri ile birleşmesi sonucu oluşur.

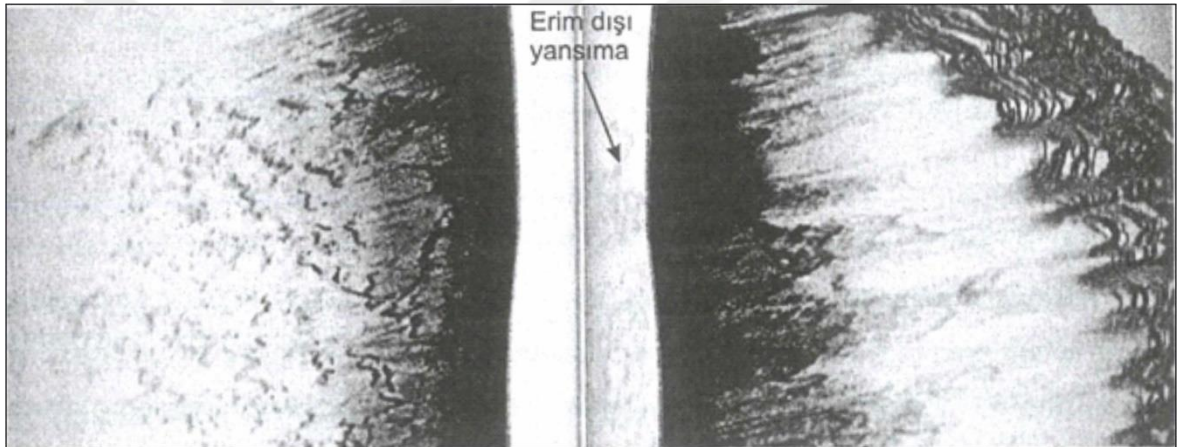
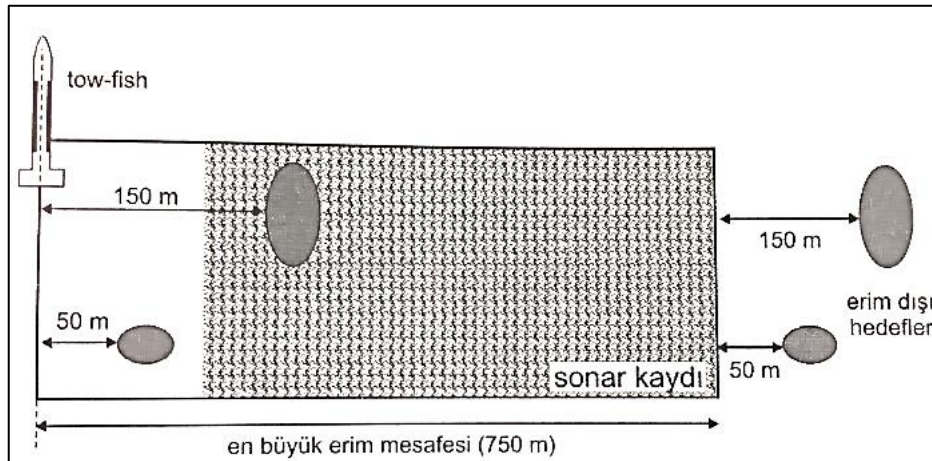
Akustik sızıntı ise, sonarın bir tarafında oldukça kuvvetli bir yansıtıcı varsa oluşur. Geri dönen enerji o kadar yoğundur ki, transduserin içinden ya da sonar gövdesinden geçerken çekme-balığın karşı tarafındaki diğeri transduseri etkilemektedir (Şekil 30).



Şekil 30. Su kolonundaki hedefler nedeniyle deniz tabanındaki yansıtıcının diğeri tarafında görünmesi (Mazel (1985)'den değiştirilmiştir).

2.7.4.3. Erim dışı yansımalar (Second sweep returns)

YTS kayıtlarında belirli bir erim ölçüsü seçimi, akustik sinyalin deniz tabanında bu erim mesafesinin ötesine geçemeyeceği anlamına gelmez. Mesafe nedeniyle artan sönümlenme sonucu bu uzun menzillerden yansıyan sinyaller (örneğin 750 m erim için 900 m' den gelen sinyaller) YTS kayıtlarında çizilmek için çok zayıftır. Eğer erim dışındaki bir hedef yeterince kuvvetli yansıtıcı ise, bu hedeften gelen yansımaların kayıt edilme olasılığı vardır, ancak fazladan yol alma zamanı nedeniyle takip eden bir sonraki tarama sinyalinin kaydı sırasında çizilecektir (Şekil 31, 32).



Erim dışı yansımaların, sinyal sönümlenmesinin çok şiddetli olmadığı yerlerde ve kısa erimde çalışırken oluşması beklenir. Erim dışı hedeflerin görüntüsü normal taban yansıması üzerine eklenmiş ve yorumlamada karışıklığa neden olabilirler.

2.7.4.4. Lloyd ayna etkisi

Lloyd ayna bantları sonar kaydında, tüm kayıt boyunca uzanan siyah-beyaz bantlar şeklinde gözlenirler. Aralarındaki mesafe gemiden olan mesafe ve su derinliği arttıkça büyür. Bu etkiyi sadece sakin ve rüzgarsız havalarda sığ sularda çalışırken rastlanır. Lloyd ayna bantları, deniz tabanından transdusere doğru düz bir yol izleyerek gelen sinyal ile deniz yüzeyi yansıması gibi daha uzun bir yolu izleyerek gelen sinyalin girişimi sonucu oluşur. Bu etki deniz

tabanı yapılarını örtme eğilimindedir, ancak bu bantlar deniz tabanının genel rölyefinin belirlenmesi açısından faydalı olabilir.

2.7.5. YTS verilerinde gürültü

YTS verilerinde gürültü oluşumunun birçok sebebi vardır. Genel olarak, iki başlık altında toplayabilir. Bunlar; akustik kaynaklı ve elektriksel kaynaklı gürültülerdir.

Akustik kaynaklı gürültüler, sisteme kaydedilmek istenen sonar sinyali gibi su ortamında transduserlerden girebilir. Sinyalden farkı, sesin kaynağının sonarın kendisinden başka bir şeyin olmasıdır.

Elektriksel kaynaklı gürültüler ise, sistemde ki güç kaynağı problemleri, kablo problemleri, sistem bileşenlerinin bozulması gibi etmenler olabilir.

2.7.5.1. Deniz canlıları

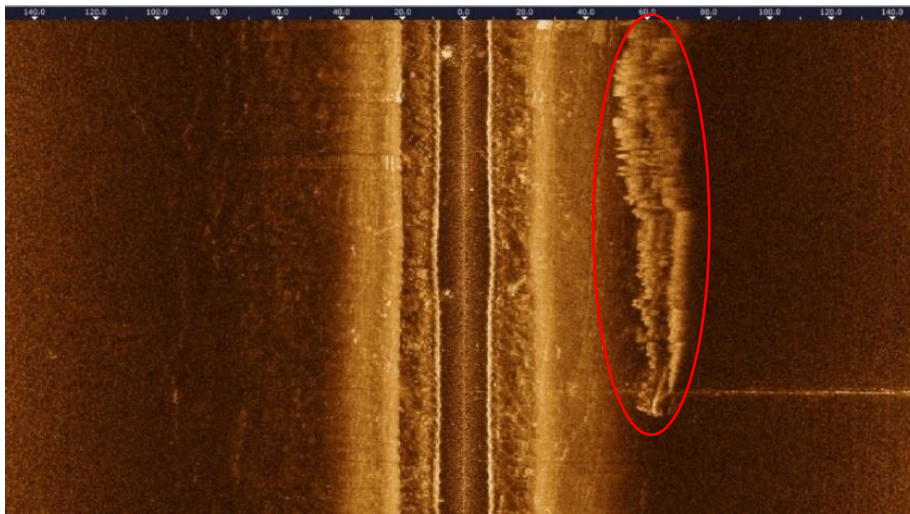
Deniz canlıların meydana getirdikleri sesler gürültü olarak YTS verilerinde görülebilir. Örneğin; yunus balıklarının çıkardıkları sesler ve boyutlarından ötürü oluştukları gürültüler, YTS verilerinde görülebilmektedir.

2.7.5.2. İskandil girişimi

Gemiye monte edilmiş iskandilden kaynaklanan ses sinyalleri, YTS kayıtlarında bir girişim oluşturur. Bu da kayıtlarda gürültü olarak görülebilir.

2.7.5.3. Tekne pervane gürültüsü

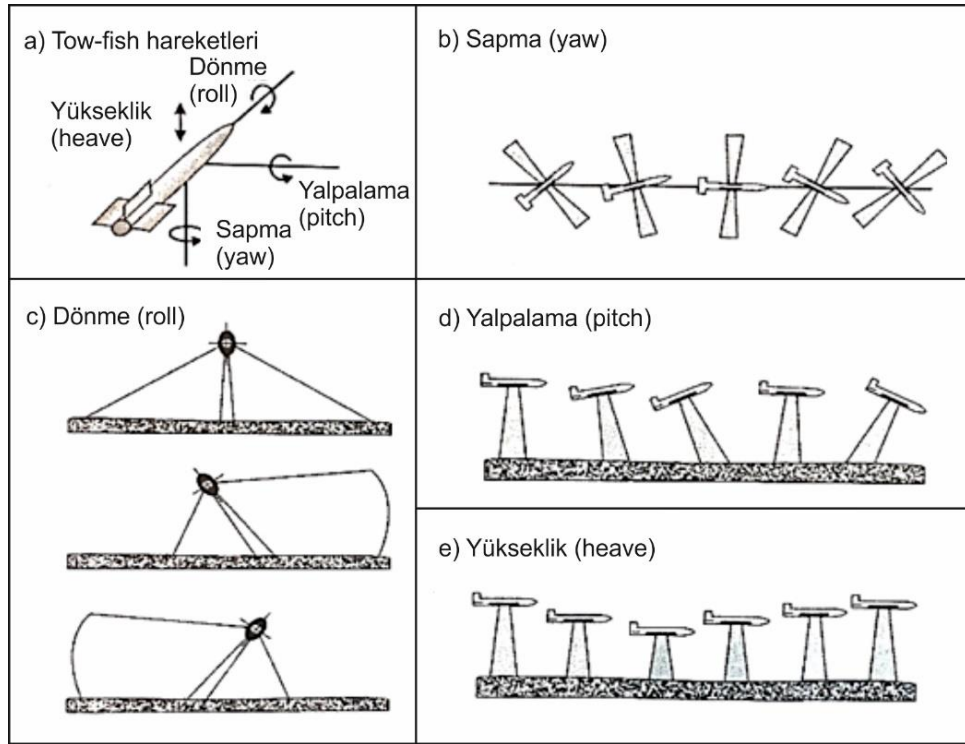
Pervane gürültüsünün oluşturduğu titreşimi akustik girişim olarak YTS a ulaşabilir. Bu gürültü kayıt üzerinde, koyu, gelişigüzel yerleşmiş izler olarak görülebilir (Şekil 33).



Şekil 33. YTS verisinde pervane gürültüsü

2.7.6. Çekme-balığı çekme etkileri

YTS ölçümlerinde, çekme-balığı ideal olarak sabit hızda ve olabildiğince düz doğrultuda çekmek gerekmektedir. Pratikte ise bunun mümkün olamayacağından çekme-balık, her üç eksen de hareket edebilir (Şekil 34). Ölçüm yapılırken denizin durumu da çekme-balığın çekme durumunu etkileyeceğinden, ölçümün kalitesine bağlı olarak gerekli uygunlukta işlem yapılmalıdır.



Şekil 34. Çekme-balık çekilirken oluşan hareketler (Zehner ve Thompson (1996)’dan değiştirilmiştir).

2.7.6.1. Çekme-balığın yüksekliği (heave), yalpalama (pitch) ve sapma (yaw)

Çekme-balıkta yükseklik değişimi, araştırma gemisinin yukarı aşağı hareketi nedeniyle oluşur. Kablo açısı ne kadar dik olursa, geminin bu hareketleri o kadar çok çekme-balıkta hissedilecektir. Hem gerçek düşey hareket hem de bir miktar yalpalanma (pitch) oluşur. Yalpalanma hareketi, transduserlerden çıkan ışınların deniz tabanını ileri ve geri taramasına neden olur.

Yükseklik değişiminin etkisi, tabanda ya da herhangi bir yerde bulunan hedefe olan uzaklığı değiştirecektir. Bu durumda, taban yansıması ya da deniz tabanı yapılarının kenarlarında taraklama (scallop) etkisi oluşturacaktır.

Sapma, çekme duyarsızlığı nedeniyle, sonarın düşey eksen etrafında yanlara sallanmasıdır. Bu duraysızlık daha çok, düşük çekme hızlarının ya da dümen suyuna yakın çekmelerde aşırı akıntının bir sonucudur. Bu durumdan kaynaklı ölçümlerde transduserden çıkan ışınlar öne ve geriye bakmaktadır ve buna bağlı olarak deniz tabanı yapılarının bozulmuş görüntüleri elde edilir. Az veya çok simetrik hedef görüntüleri, bu tip duraysız hareketin bir özelliğidir.

2.7.6.2. Dönüşler

Çekme-balığı çekme sırasında, çekme kablosunun su kolonu içerisindeki sürüklenmesi, çekme-balık üzerinde önemli miktarda yukarıya çekme kuvveti oluşturur. Normal çalışma sırasında, su kütlesinin çekme kablosuna göreceli hareketi, su içerisinde bulunan kablo miktarı ve çekme-balığın ağırlığı ile dengelenir ve deniz tabanından belirli bir mesafe kadar yukarıda kalması sağlanır. Dönme olayı, kabloya göre su kütlesi hareketini azaltır ve gemi hızı azalmışçasına çekme-balığın aşağıya inmesine sebep olur. Eğer dönüş sırasında gemi hızı arttırılmaz ise, sonarın etkin çekilme hızı düşecektir. Bu, çekme-balığın tabana yaklaşmasına neden olacaktır. Özellikle uzun çekme kablosuyla tabana yakın çalışırken çekme-balığın tabana çarpma tehlikesi doğar. Dönüşlerde ya gemi hızı arttırılmalı ya dönüş geniş yapılmalı ya da kablonun bir kısmı çekilmelidir. Dönüş ne kadar keskin olursa, çekme-balık o kadar çok deniz tabanına yaklaşacaktır.

Dönüşün diğer etkisi ise çekme-balık ışınının taramasıdır. Dönüş sırasında çekme-balıkta bulunan transduserler düz bir profil üzerinde düzgün aralıklı olarak tarama yapamayacaklardır. Dönüşün iç kısmına doğru olan taraf (sancağa doğru dönüşte sancak tarafı), değişken bir açıyla tabanın oldukça küçük bir bölümünü tarayacaktır. Dış transduser ise, tam tersi olarak büyük bir kavisli alanı tarar. Bu şekilde kaydedilen YTS görüntüsü düz bir hat üzerinde gösterilirse, dönüş tarafındaki hedefler çok dar, dönüşün diğer tarafındaki hedefler ise çok daha geniş görünürler (smearing). Bu dönüşlerde, hedefleri andıran ancak deniz tabanında mevcut olmayan yapı görüntüleri elde edilir.

2.7.6.3. Tabana çarpma

Çekme-balığın deniz tabanına çarpması durumu ya deniz tabanının ani yükselmesi ya da çekme ipinin çok salınarak deniz tabanına yaklaşmasıdır. Bu durum önlenmesi için anlık YTS görüntülerinden yararlanılarak ya geminin hızı arttırılır ve ipteye oluşacak gerilimden dolayı çekme-balık deniz tabanından uzaklaşır ya da çekme ipi toplanır.

Çekme-balığın deniz tabanına çarpması sonucu, taban çıktı sinyaline yaklaşır ve kayıt çok koyulaşır. Çünkü düşük derinlikte kazanç çok yüksektir. Çekme-balık tam olarak tabanda ise kayıt boş olacaktır. Çünkü ses dalgaları tabana paralel yayılacaktır.

2.7.7. YTS verilerinde yansıma tipleri ve yorumlara örnekler

YTS verilerinde belirlenen yansıma tipleri ve tanımlamaları Tablo 1’ de verilmiştir.

Tablo 1. Temel harita birim özellikleri

Birim	Akustik Yansıma	Mostra Özellikleri
Kum	Açık kahve	Pürüzsüz, kumul dalgaları
Siltli çamurlu Kum	Açık-Koyu Kahve arası	Pürüzsüz, kumul dalgaları
Kumlu çamurlu Silt	Açık-Koyu kahve karışık	Pürüzsüz
Çamur	Koyu kahve ye yakın	Pürüzsüz

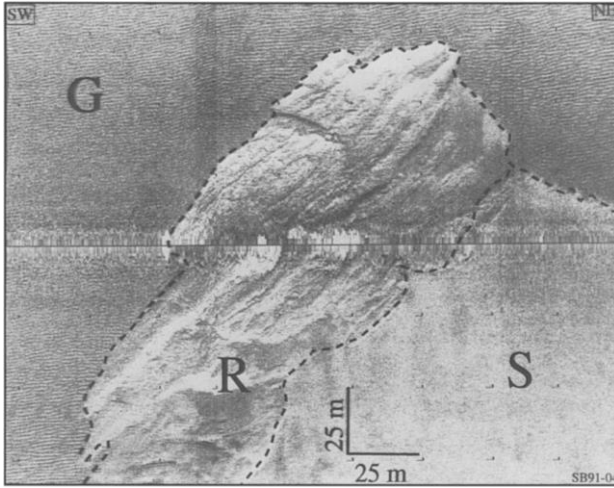
Dört son birimden oluşan sınıflandırma şeması (R=Kaya, S=Kum, M=Çamur, G=Çakıl) Şekil 35’ teki gibidir. 12 karma harita birimi, bunların baskın yapıya sahip birimler büyük harf (%50’ den fazla ise) ile baskın olmayan birim ise küçük harf (%50’ den az ise) ile temsil eder.

Şekil 36’daki çalışmada jeolojik bilgilerin birincil kaynağı YTS verileridir. Çünkü doğrudan deniz tabanını görüntülenmektedir. Çalışma alanında, dört tür deniz tabanı birimi (örneğin, kaya, çakıl, kum ve çamurun "son üyeleri") YTS kayıtlarında belirgin olarak görülmektedir. Yansıma derecelerine, yüzey güvenilirliğine ve diğer uzaktan algılanan özelliklerine bağlı olarak, bu dört üye temel harita birimlerini oluşturur. Yukarıda tartışılan kriterleri kullanarak, dört son üye birim ve bunların 12 olası kombinasyonu dahil toplam 16 harita birimin oluşturulmaktadır (Şekil 35).

Kaya, genellikle büyük batimetrik kabartmalı ve akustik gölgeli alanlara neden olan kırılmalar ile birlikte güçlü bir yüzey yansıması (koyu gri-YTS kayıtlarında) verir (Şekil 36). Çakıl çökeltileri ayrıca nispeten güçlü bir akustik geri yansıma (koyu griden siyaha) üretir ve genellikle kaya ile yakından ilişkilidir, ancak kabartma ve kırılmalar yoktur ve çoğunlukla yatak formları veya kayalar ile kaplanır (Şekil 36). Kum, çakıl veya kayadan çok daha zayıf bir akustik yansıma (açık ila orta gri) üretir ve genellikle yerel kabartmadan yoksundur (Şekil 36).

Kaya (Rock)	R	Rg	Gr	G	Çakıl Gravel)
	Rs	Rm	Gs	Gm	
	Sr	Sg	Mr	Mg	
Kum (Sand)	S	Sm	Ms	M	Çamur (Mud)

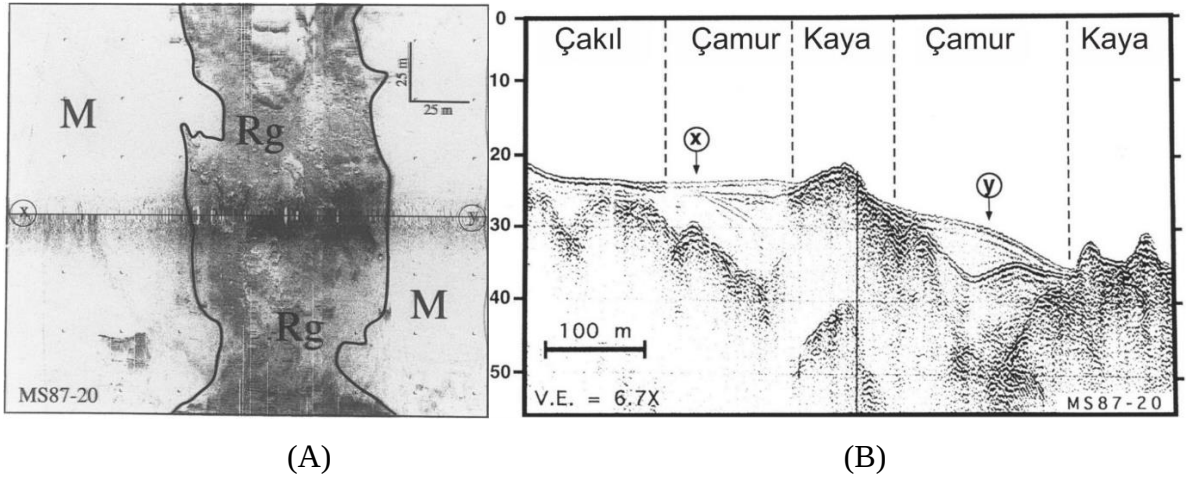
Şekil 35. Birim sınıflandırması (Barnthard ve diğerleri (1998)’den değiştirilmiştir).



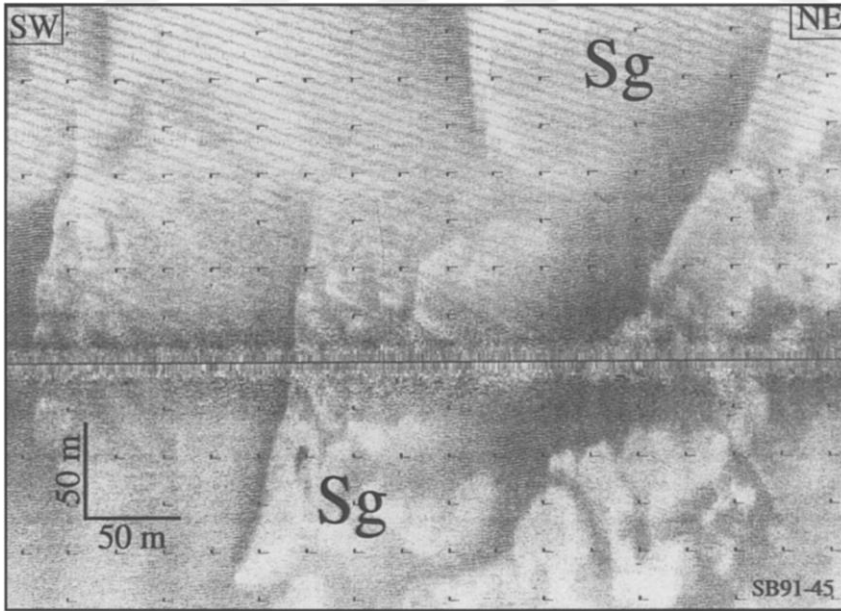
Şekil 36. Farklı akustik yansımaları gösteren YTS kaydı (R=Kaya, S=Kum, G =Çakıl) (Barnthard ve diğerleri (1998)’den alınmıştır).

Çamur çok zayıf bir yüzey yansıması (açık griden beyaza) verir ve dik eğimlerde veya gaz kaçış noktalarının yakınında biriktiği durumlar dışında, pürüzsüz bir deniz tabanı ile ilişkilendirilir (Şekil 37).

Deniz tabanı ortamlarının jeolojik bir haritasının karşısına çıkan bir durum, YTS kaydında ne kadar detayın bir haritaya aktarılabilirliği. Deniz seviyesinin tüm ölçeklerdeki heterojenliği, boyutuna bakılmaksızın gözlemlenen özelliğin haritalandırılmasını engellemektedir. Görünür olmak için haritadaki bir özellik en az 1 mm² olmalıdır. Bu, 1/100.000 ölçekli bir haritada, deniz tabanındaki en küçük haritalanabilir birimin en az 10.000 m² olması gerektiği anlamına gelir. Bireysel kum, çakıl, kaya veya çamur ekleri bu minimum alanı aştığında ayrı birimler olarak eşlenebilir.



Şekil 37. (A) YTS kaydı (Kelley ve Belknap (1991)'den değiştirilmiştir), dördüncü son üye birimlerce hafifçe yansıyan çamur (M) birikimini göstermektedir. Bağlantının genişliği 200 m'dir. (B) Sismik yansıma profili aynı anda yukarıdaki YTS kaydıyla aynı yerde görünür. Dikey, kesikli çizgiler, çakıllı, çamurlu ve kayalık tabanlar arasındaki güçlü karşıtlığa, yüzey dönüşünün yapısındaki değişiklikleri gösterir. Referans için her iki kayıta da küçük harfler (x, y) görünür. (Barnthard, ve diğerleri (1998)'den değiştirilmiştir).



Şekil 38. Deniz tabanı üzerinde kum lekeleri ve dalgalı çakılları gösteren YTS kaydı (karma birim Sg.) (Barnthard ve diğerleri (1998)'den değiştirilmiştir).

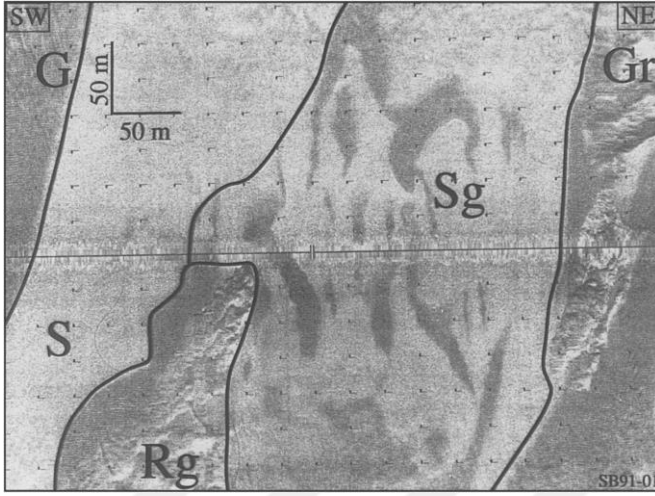
Bu harita birimi nispeten nadirdir ancak karmaşık deniz alanlarının haritalanmasında ölçek sorununu temsil eder. Hiçbir kum veya çakıl ünitesi, küçük ölçekli bir haritada görünecek kadar büyük değildir. Bağlantının genişliği 400 m'dir. Üst kanaldaki çapraz çizgi deseni akustik gürültülerden kaynaklanmaktadır.

Karma (composite) harita birimleri; birçok yerde, farklı taban tiplerinde bir mozaik oluşturur, hepsi birbiriyle ilişkilidir ve ayrı ayrı minimum boyut ihtiyaçlarını karşılar. Bu dokusal olarak karmaşık alanları temsil etmek için, karma harita birimleri gerekir. Bu bağlamda son üyelerden biri (kaya, çakıl, kum veya çamur) baskın, diğeri ise baskın olmayandır. Büyük ölçekli bir yatak formları alanında, örneğin, 1: 100.000 ölçeğinde gösterilecek kadar tek bir kum veya çakıl ünitesi yeterince büyük değildir (Şekil 38). Bunun yerine, 'Sg' karma ünitesi, 'az çakıllı kumla' kaplı bir deniz tabanı alanını (en az 10.000 m²) göstermektedir. Kum (baskın bileşen) birimin %50-90'ını alana göre oluştururken, geri kalanı çakıldan (alt) oluşmaktadır. Alternatif olarak, ünite "Gs" veya "az kuma sahip olan çakıl", göreceli kum ve çakıl konsantrasyonlarının tersine çevrildiği göreceli zemini ve alanını gösterir. Ayrıca, Şekil 'teki yatak formları zaman içinde konumunu değiştirebilen dinamik özelliklerdir. Bu nedenle, gözden geçirme gerektirmeyen kullanılabilir bir ölçekte bir harita oluşturmak için yukarıda açıklanan protokolü kullanılmalıdır.

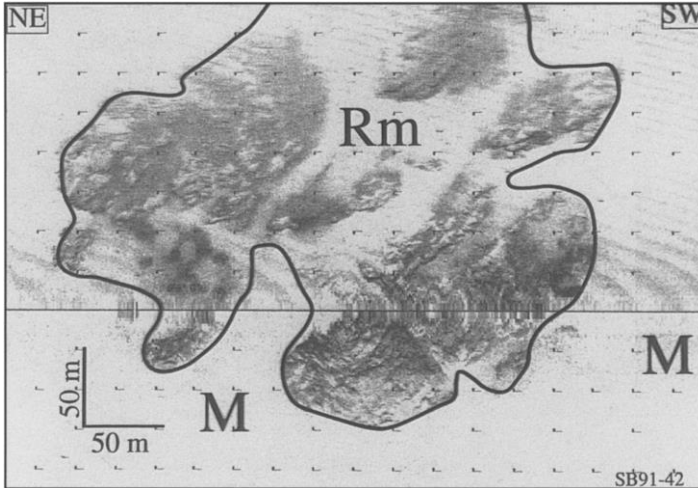
Diğer karma birimler, dört son elemanın farklı birleşimlerini temsil eder. Kaya ve çakıl genellikle 'Rg' veya 'Gr' olarak ortaya çıkar (Şekil 39). İki en yaygın deniz tabanı malzemesi olan kaya ve çamur da yakın ilişkide ortaya çıkmakta ve 'Mr' ve 'Rm' birimleri olarak gösterilmektedir (şekil 40). 'Gm' ve 'Mg' gibi bazı birimlerin bulunmaması nadirdir, çünkü çamur ve çakıl nadiren aynı hidrodinamik koşullar altında birikir. Akustik karşıtlık diğer birimlerde, hafifçe yansıtıcı olan 'Sm' ve 'Ms' gibi zayıftır. Bu nedenle, karma kum ve çamur birimleri deniz tabanında görünmez, YTS kaydında aynı görünebilir ve dolayısıyla sırasıyla homojen kum ya da çamur olarak eşlenir. Bu nedenle, çok yoğun bir alternatif kum ve zengin çamur örüntüsünün 'Sm' tanımladığı birkaç konum dışında, karışık kum ve çamur birimleri haritalarda görünmez. Kumun yavaş yavaş çamurla karıştığı yerlerde, bilinen oluşumları arasında orta noktada bir temas çizilir.

Bu sınıflandırma, büyük ölçüde alt örnek ve diğer verilerle desteklenen akustik görüntülere dayanmaktadır. Av kafesleri (0.5 * 1 * 0.5m) kadar küçük nesneler ve titreşim dalgalanmaları (1-3 m dalga boyu, 0.25 m yükseklik) genellikle YTS üzerinde görünseler de

(Şekil 40), ayrıntılı dokusal ayrımlarını yapabilmek mümkün değildir çünkü YTS kayıtlarında düzgün, açık gri bir yansıma olarak gözlenirler. Örnek olarak dokusal analizler küçük bir çakıl bileşeni gösterse bile kumla eşleştirilir. Bundan dolayı karma birimlerin iki harfli tasarımları, farklı büyüklükteki partiküllerin karışımlarına değil, dokunun karakteristik akustik yansımalarının bolluğuna göredir. Üçüncü veya dördüncü bir bileşenin göreceli bolluğuna bağlı olarak başka alt bölümler 1: 100.000 ölçeğinde pratik değildir.



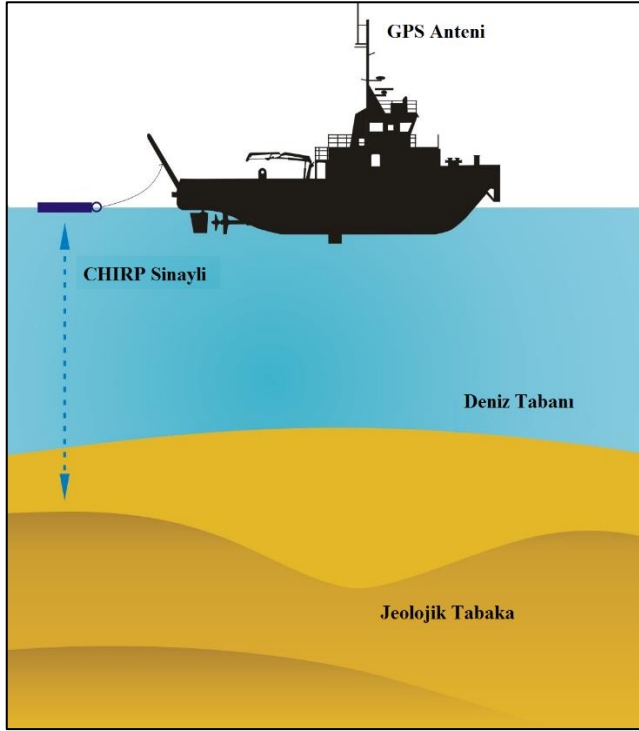
Şekil 39. Beş farklı harita birimini gösteren YTS kaydı (Barnthard ve diğerleri (1998)'den değiştirilmiştir) (Çakıl (G), Kum (S), az çakıllı Kaya (Rg), az çakıllı Kum (Sg) ve az kayalı çakıl (Gr)).



Şekil 40. Yan kayaç sonrasını çevreleyen çamurun (M) az çamurlu kaya (Rm) gösterilen YTS kaydı (Barnthard ve diğerleri (1998)'den değiştirilmiştir).

2.8. Sismik Veriler

1-14 kHz akustik frekanslarda çalışan çok yüksek ayrımlı sismik sistemler, genel olarak deniz mühendislik sismiği (subbottom profiller) olarak isimlendirilmektedir. Bu sistemler, deniz tabanından itibaren ortalama 30 m derinliklere kadar olan üst tortul katmanın yüksek ayrımlı sismik görüntüsünün sürekli şekilde elde edilmesini sağlarlar ve yüksek ayrımlı deniz tabanı araştırmalarında kullanılan ana yöntemlerden biri olarak geniş çapta kullanılırlar (Şekil 41).



Şekil 41. SBP (CHIRP) Sistemi (Jones (1999)' dan değiştirilmiştir).

Deniz sismiği verileri, liman ve kanallarda deniz tabanında hafriyat yapılması gereken durumlarda, denizel mühendislik yapılarının konumlandırılacağı alanlarda, denizaltı boru hattı güzergah seçimlerinde, sondaj platformu konumlandırılmasında, nükleer santraller ve petrol sondajlı işlemleri için üretilecek olan yapay adaların yer seçimi çalışmalarında ve sığ sulardaki kum ve ya çakıl gibi minerallerin aranmasında geniş çapta kullanılmaktadır. Ayrıca deniz sismiği sistemleri, deniz tabanı ve su kolonuna olan gaz sızıntılarının belirlenmesinde de olanak tanır. Uygun kalibre edildiğinde deniz mühendislik sismiği verisi, sürekli batimetrik profilin elde edilmesinde de kullanılabilir.

2.8.1. Çalışma ilkesi

Basit bir deniz sismiği sistemi, verici/alıcı birimi, bir transduser ve bir kayıtçı biriminden oluşmaktadır. Yapı olarak tek ışınlı iskandil sistemleri ile oldukça benzer olup, çalışma frekansları iskandil sistemlerinden daha düşük (1-14 kHz) ve çıkış güçleri ise çok daha yüksektir (10 kW' a kadar). Verici transduserden yayılan ses dalgasının deniz tabanı ve tabanın altındaki tortul ara yüzeylerinden geri yansiyarak alıcı transduserde algılanıp kaydedilir.

İskandil sistemleri ile karşılaştırıldığında, sismik sistemlerde ek bir süzgeçleme birimi ve etki derinliğine göre, kaydedilen sinyalin genliğini artıran ve sinyale kaybettiği enerjiyi tekrar kazandıran bir zamanla değişen kazanç (TVG) birimi mevcuttur.

TVG ayarı, deniz tabanın altında bulunan tortulların optimum görüntüsünün elde edilebileceği şekilde yapılır. Genellikle deniz tabanı yansımasından itibaren artmaya başlayan bir TVG kazancı uygulanmaktadır. Birçok sismik sistemi, kaydın su kolonun ile ilişkisi olan kısmını devre dışı bırakan elektronik bileşenlere sahiptir. Bu durum, daha temiz bir kayıt elde edilmesini sağlamakla birlikte, su kolonu içerisindeki gaz sızıntıları gibi bazı önemli oluşumların görülmesini engellemektedir. Su kolonu içerisindeki bu tür bilgileri görmek için, TVG kazancı sıfır zamanında başlatılmalıdır.

2.8.2. CHIRP sistemleri

CHIRP deniz sismiği sistemi, deniz akustik yöntemlerinde kullanılan, yüksek frekanslı, frekans modüleli (FM) ve tekrarlanabilir süpürme (sweep) kaynaklarıdır. Karada hidrokarbon aramalarında kullanılan VibroSeis sistemine benzer geniş bir frekans aralığını kullanır. Üretilen sinyalin imzası önceden belirlenebilir. CHIRP sistemleri genellikle 1-10 kHz frekans aralığında çalışırlar ve deniz tabanından itibaren yaklaşık ilk 30 m'lik kısımdaki tortul birimler hakkında bilgi verirler. CHIRP sistemleri, deniz tabanı tortul sınıflamaları, denizel mühendislik yapılarının konumlandırılması, boru hatları jeoteknik çalışmaları, platform ve kuyu alanı değerlendirmeleri, arkeolojik ve çevresel etki değerlendirme çalışmalarında geniş çapta kullanılmaktadır.

Sistemin ayrımı desimetre mertebesinde ve düşey ayırım kaynağın bant genişliğine bağlıdır. Örneğin; su kolonundaki P dalga hızını 1500 m/sn kabul edilirse, 2-8 kHz CHIRP kaynağının teorik düşey ayırım 12.5 m civarındadır. Yatay ayırım genellikle 1-2 m civarında olup, birincil olarak kaynak özelliklerine (ışın açısı, baskın frekans), tortullardaki P dalga hızı, çekme-balığın derinliği ve sistemin sinyal tekrarlama oranına bağlıdır.

CHIRP sistemlerini, diğer kısa sinyalli tek frekanslı deniz sismik sistemlerinden ayıran ana özellik, CHIRP kaynak imzasının doğasıdır. Sonar sistemleri, bilgisayar tarafından üretilen verici ve alıcın genlik ve faz tepkilerine göre düzeltilmiş olan süpürme frekans sinyalleri yayarlar. Kaynak dalga formunun tam ve kesin olarak kontrolü, kısa sinyalli deniz sismik sistemlerinde önemli bir sorun olan ve düşey ayrımı etkileyen kaynak sinyalinin yansımalarının bastırılmasına yardımcı olmaktadır. Kullanılan kaynak sinyali, çalışmanın amacına, istenen düşey ayrım miktarına ve etki derinliğine göre en uygun şekilde ayarlanabilir.

2.9. Derinlik Verileri

Deniz tabanı derinliğinin ölçülmesi denizlerde ki temel unsurlardan biri olan iskandilin derinlik belirlemeleri sonucu elde edilen batimetri, jeoloji ve yer içinin uzun dönemli davranışı ile yakından ilişkilidir. İskandil sistemiyle yapılan batimetrik çalışmalar, denizel yer-mühendisliği ve denizel jeoteknik çalışmaların önemli bir parçası konumundadır. Kıyı ötesi mühendislik yapılarının inşasında su derinliği, denizel sondaj platformlarının, arama ve üretim yapılarının ve denizaltı boru hatlarının başarılı olarak kurulmasında kesin ve doğru olarak bilinmelidir. Birçok kıyı ötesi yapı belirli su derinlikleri için tasarlanarak yapıldıklarından batimetride ki küçük bir hata ciddi inşa sorunlarına yol açabilir. Örneğin; denizaltı hafriyat çalışmalarında 1m'lik bir batimetri hatası onlarca metrelik ek dolgu kaldırılmasına, büyük para ve zaman kaybına neden olacaktır.

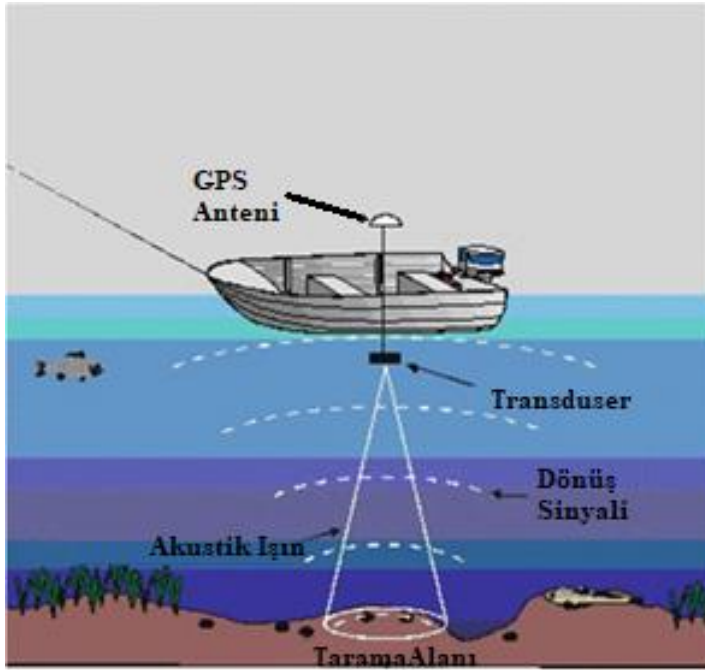
Günümüzde geniş çapta kullanılan iskandil sistemleri tek ışınlı ve çok ışınlı iskandiller olmak üzere iki ana gruba ayrılmaktadır.

Tek ışınlı iskandiller, tek bir ses dalgası göndererek gemi altındaki deniz tabanını üzerinde dar bir alanı tarayarak, bu alandan yansıyan ses dalgalarını kaybederler ve tek bir profil boyunca batimetrisinin elde edilmesini sağlarlar.

Çok ışınlı iskandiller ise, birden fazla ışın hüzmesi kullanarak, sadece geminin altında ki batimetrisinin değil, aynı zamanda geminin hemen iki yanında uzanan deniz tabanının derinliğinin de elde edilmesine olanak tanırırlar.

2.9.1. Tek ışınlı iskandiller

Geleneksel bir tek ışınlı iskandil, gemi gövdesine monte edilmiş veya derinden çekilen bir transduserden çıkan ve yansıyarak geri dönen ses dalgası için geçen zamanı kaydeder (Şekil 42).



Şekil 42. Tek ışınlı iskandil (Scanu ve diğerleri (2013)’ den değiştirilmiştir)

Su derinliği (D), transduser derinliği için yapılan bir düzeltme ile birlikte, iki-yol seyahat zamanı (t) ve düşey yöndeki ortalama ses hızının ($V\omega$) çarpımının yarısına eşittir (denklem 2.11).

$$D = \frac{V\omega * t}{2} \quad (2.11)$$

Analog kayıtçılarda, elde edilen deniz tabanı derinliği bir grafik kağıt üzerine kaydedilir. Sinyal yayınının ardından transduserler tarafından algılanan yansımalar güçlendirilir ve bir grafik kayıtçı üzerinde bulunan termal kâğıda çizilir. Sinyal aralığı su derinliğine ve kayıtçının büyüklüğüne göre seçilir. Gemi ilerledikçe, taban profilini çıkarabilmek amacıyla her sinyalden sonra kaydedilen kâğıt bir miktar ilerletilir. Dinamik aralık, otomatik kazanç kontrolü yardımıyla artırılarak, güçlü sinyallerin genliği azaltılır ve zayıf sinyaller güçlendirilir. Sayısal sistemlerde deniz tabanı görüntüsü, kayıt kalitesini artırmak amacıyla daha sonraki veri işlem aşamalarını için farklı disklere kaydedilir (Şekil 43).



Şekil 43. Analog tek ışınlı iskandil kayıtcısı

Ölçümler, keskin bir ses dalgası üretimini, deniz tabanı yansımalarının kesin zamanlamasına ve doğru bir su hızı ($V\omega$) değerini gerektirir. 50 kHz' in altındaki frekanslarda deniz suyunda ses dalgası genlik azalımı, 20 km'lik mesafeler boyunca bile oldukça düşüktür. Böylece, gereken keskin ses dalgalarını üretmekte yüksek frekanslı veya ultrasonik transduserler kullanmak mümkündür. Bu transduserler, derin okyanus çalışmalarında geniş çapta kullanılan 10-15 kHz aralığında sinyal yayarlar.

Çıkış dalgalarının seyahat zamanları 1/15000' den daha duyarlı bir oranda ölçülebilir. Kıtasal yamaçlar gibi göreceli olarak sığ sulardaki hidrografik çalışmalar için tasarlanmış olan transduserler daha yüksek frekanslarda (30-210 kHz) çalışırlar.

Taban yansıması deniz tabanına her zaman dik açılardaki ışın yollarını izlediği için, deniz tabanı eğimli olduğundan iskandil kaydından elde edilen eğim açısı Φ , gerçek eğim açısı θ ' dan az olacaktır (Şekil 44).

Sabit bir θ eğimi için (denklem 2.12),

$$\sin \theta = \tan \Phi \quad (2.12)$$

yazılabilir. Kaydedilen derinlik r_1 ise, geminin altındaki derinlik z_1 , Şekil 44a' dan ,

$$z_1 = \frac{r_1}{\cos \theta} = \frac{r_1}{\sqrt{1 - \tan^2 \Phi}} \quad (2.13)$$

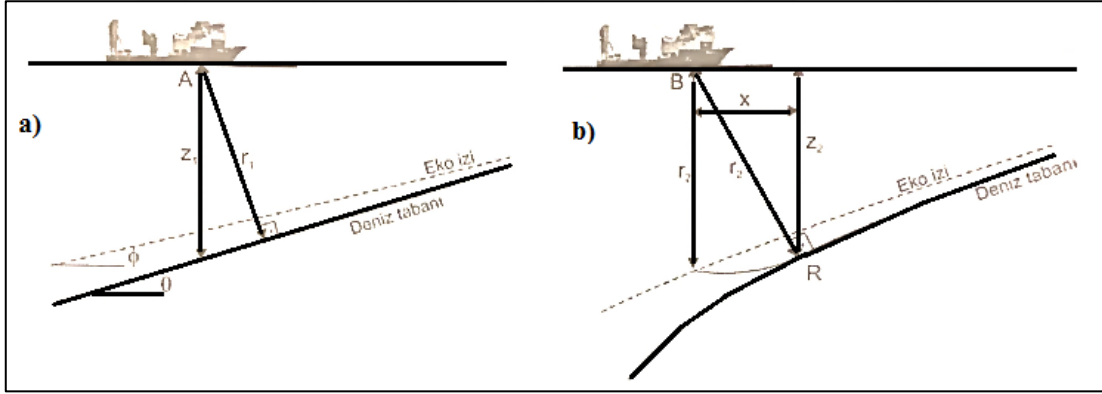
şekil 44b' den deniz tabanının eğimi gemi rotası boyunca değişmektedir. Gemi B noktasında iken R noktasında olan yansımalar kaydedilir. Eğer r_2 B noktasında kaydedilen derinlik ise, R yansıma noktasındaki gerçek deniz tabanı derinliği z_2 (denklem 2.14),

$$z^2 = \sqrt{1 - \tan^2 \Phi_r} \quad (2.14)$$

ile verilir. Burada Φ_r iskandil izinden elde edilen R noktasındaki deniz tabanı eğimidir. Yansıma noktasından gemiye olan x mesafesi ise (denklem 2.15),

$$x = r_2 \tan \Phi_r \quad (2.15)$$

bağlantısı ile hesaplanabilir. Eğim değişimleri çok dik olduğunda, ışın yolları ana transduser ışınının dışına düşer ve bu durumda taban yansımalar genelde kayıtlarda karakteristik hiperbolik izler olarak görülen nokta-kaynak yansımaları şeklinde kaydedilirler. Dik eğimler bir dizi tamamlanmamış hiperboller şeklinde görülebilirler (Şekil 44).



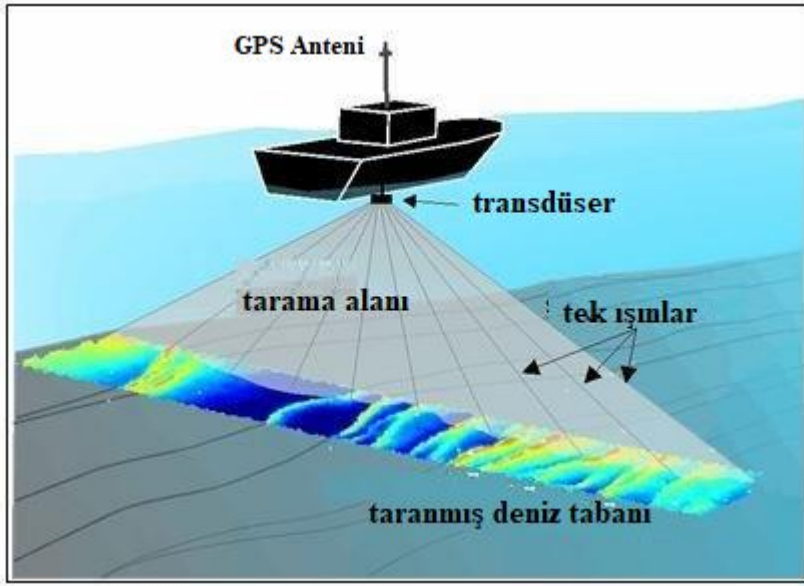
Şekil 44. Deniz tabanının eğimli olduğu durumda eksounder batimetri ölçümü. (A) sabit eğimli ve (B) değişken eğimli eniz tabanı (Krause (1962)'den değiştirilmiştir).

Düzensiz ve hızlı değişen derinliğe sahip bölgelerde yapılan okumalar ve eğim düzeltmeleri hatalı olabilirler.

Yan yansımalar dar ışınlı iskandil kullanılarak azaltılabilirler. Hem geniş ($\sim 30^\circ$, 10 kHz) ve hem de dar ($\sim 3^\circ$, 200 kHz' e kadar) ışına sahip tek ışınlı iskandiller aynı anda kullanılabilirler. Dar ışınlı iskandiller, gemi altındaki yansıma noktası civarında dar bir alandan alınan yansımaları kaydettikleri için daha yüksek ayırım sağlarlar.

2.9.2. Çok ışınlı iskandiller

1960' lı yıllarda geliştirilen çok ışınlı iskandil sistemi, doğrudan geminin altından ve her iki yanından gelen yansımaları kullanarak konturlanmış derinlik haritalarının elde edilmesini sağlayan oldukça gelişmiş bir yöntemdir. Çok ışınlı sistemler, tek ışınlı sistemler gibi sadece geminin izlediği rota boyunca deniz tabanı derinliğini değil, deniz tabanının 2 boyutlu görünümünün elde edilmesini de sağlamaktadır (Şekil 45).



Şekil 45. Çok ışınlı iskandil çalışma prensibi (Marshala (2015)' den değiştirilmiştir).

Sonar dizi tarama sistemi (SASS) olarak bilinen yöntem, her iki yandan gelen yansımaları algılayarak, transduserlerin düzenine bağlı olarak her iki yandaki su derinliklerini hesaplamaktadır. Derinlik değeri gerçek zamanda, henüz veri toplanırken konturlanabilir. Kıtasal yamaç ve derin deniz araştırmaları için kullanılan çok ışınlı birçok sistem mevcuttur.

Çok ışınlı bir sistem, temelde çok kanallı bir iskandil' den ibarettir. Böyle bir sistem temel olarak araştırma gemisinin rotasına dik bir hat üzeri e konumlandırılmış bir dizi transduserin çalışması ve her bir kanalın eş zamanlı olarak kayıt almasından meydana gelmektedir. Sistemde tek veya ikili transduser yerine, geminin her iki yanında yelpaze şekilli bir düzen içerisinde yayılırlar.

Çok ışınlı iskandil sistemleri, düşey düzlemde oldukça geniş bir alanı tarayan, ancak yatay düzlemde oldukça dar bir ışın demet kullanır. Düşey düzlemdeki toplam ışın demeti

genişliği, sistemin toplam tarama alanını da belirleyen önemli bir parametredir. Bu ışın demeti normalde her biri oldukça dar olan birçok ışından oluşmaktadır.

200 kHz frekansta çalışan bir transduser, 1.5° genişliğe sahip toplam 80 adet ışın kullanmaktadır. Dolayısıyla toplam ışın demeti, genişliği düşey düzlemde 120° ye kadar ulaşan geniş bir tarama alanı meydana getirmektedir.

Bu ışınların her birinin yatay düzlemdeki genişliği ise yine 1.5° dir. Dolayısıyla çalışma sırasında gemi rotası boyunca transduserin belirli zaman aralıklarıyla yaydığı her bir tarama sinyali kullanılarak, geminin iskele ve sancak tarafındaki geniş bir alanda derinlik bilgisi alınabilir.

Çok ışınlı iskandil sisteminin temeli; 12 kHz' lik ve her biri 4 elemana sahip 20 akustik kaynak, gemi gövdesinin altındaki 6 m uzunluğa sahip bir koruma yapısı içerisine konumlandırılmıştır. Bu dizilim, gemi içerisindeki grafik kayıtçı tarafından belirli aralıklarla tetiklenen 7 msn' lik sinyaller yayar ve bu sinyaller deniz tabanında $54^{\circ} \times 2,67^{\circ}$ genişliğinde ve gemi rotasında dik bir alanı tarar. Yayılım düzlemi, elektronik bir düzenleyici ile düşey tutulur. Alıcılar, gemi gövdesi üzerine ön-arka doğrultuda monte edilmiş olan 40 hidrofon diziliminden oluşur. Her bir ışın, deniz tabanından gemiye dik doğrultuda $2,67^{\circ}$ ve gemi ön-arka doğrultusunda 20° genişliğinde bir alan ile iliklendirilir. Sonuç akustik sinyaller, gönderilen ve kaydedilen ışınların üst üste bindiği gelen sinyallerdir.

Çok ışınlı iskandil sistemlerinin toplam tarama alanları deniz tabanı derinliği ve kullanılan toplam ışın açısı ile değişmektedir. Sığ sularda daha büyük toplam ışın açıları, daha derin sularda ise daha küçük toplam ışın açıları kullanılır. iskandil sisteminin kullandığı frekansda, sistemin kullanabileceği en büyük su derinliği ve tarama alanı açısından önemli bir parametredir ve elde edilen tarama genişliği tün bu parametrelerin seçimine göre değişir.

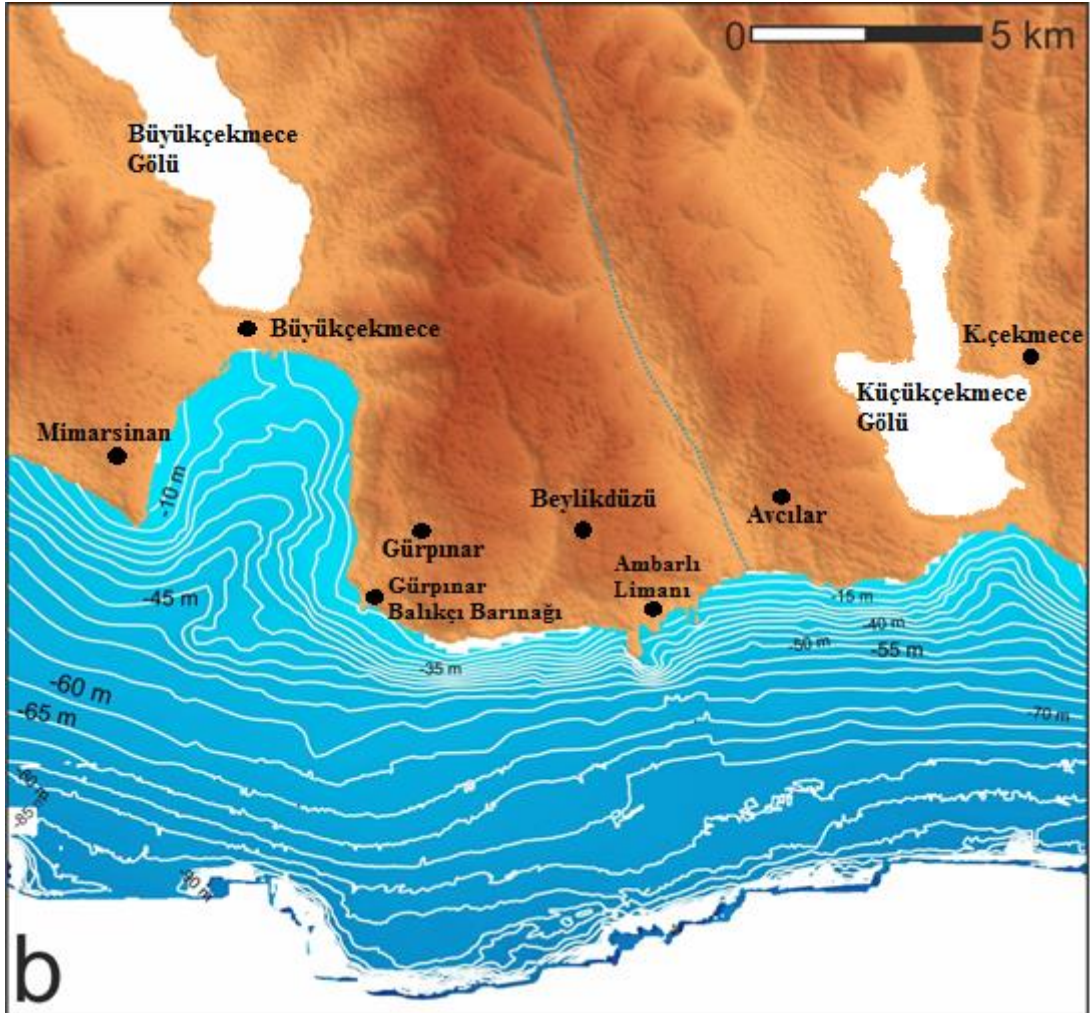
Bazı çok ışınlı iskandil sistemleri ise, sistemin farklı su derinliğine sahip ortamlarda da kullanılabilmesi için iki farklı frekansta kullanılabilme özelliğine sahiptir. Örneğin; sığ sularda (yaklaşık 500 m' ye kadar) 180kHz frekansında, derin sularda (3000 m' ye kadar) ise 50 kHz frekansta çalışabilme özelliği.

Genel olarak tün çok ışınlı iskandil sistemleri, tasarlandıkları ideal su derinliklerinde kullanıldığında en büyük tarama alanına sahip olurlar.

3. BULGULAR

3.1. Çalışma Alanı Deniz Tabanı Morfolojisi

Çalışma sahası derinlik haritasına göre (Şekil 46), şelf alanının 15 km ile en geniş alan kapladığı yer Büyükçekmece koyunun içlerindendir ve bu alanda kıyı şeridi boyunca meydana gelen akımların denizaltı uzantıları da gözlenmektedir.



Şekil 46. Çalışma sahası derinlik haritası

Şelfin genişliği doğuya doğru yavaş yavaş azalırken, en dar olduğu (Küçükçekmece doğusu) yerde ise 6,5 km'dir. Derinlik haritası genel olarak kıyıdan şelfin dış kenarına doğru yaklaşık -100 m. derinliğe kadar düşük eğimlerle derinleşen yataya yakın bir deniz tabanı morfolojisi hâkimiyeti izlenir. Kuzey Marmara tüm şelf alanları yaklaşık 90 m derinlik konturuna kadar çok düşük bir eğime nerdeyse düz bir morfolojiye sahiptir. Bu tekdüze yüzey morfolojisi, Küçükçekmece Lagünü çevresinde, kıyı hattına paralel olarak uzanan çizgisellikler tarafından bozulur. Bunlara ilave olarak, yine Büyükçekmece Lagünü açıklarında, şelfin dış kenarında izlenen iki önemli kanyon, bu alanda yamaç boyunca önemli bir çökel transferi meydana gelmekte olduğunu işaret eder. Büyükçekmece Körfezi'nin kıyısallıkları ve bunların denizaltı uzantılarında gözlenen gaz çıkışları boyunca K-G ve KD-GB uzanımlı çizgisellikler gözlenmektedir. Burada dikkat çeken diğer bir özellikte Büyükçekmece Körfezi'nde KD-GB uzanımlı vadi sistemidir. Bu vadi sistemi körfezin içlerine doğru yaklaşık 4500 m'ye varan bir genişleme gösterirken, güneye gelindiğinde kıyasla temel kayaların kontrolünde daralma göstermektedir. Sözü geçen vadi asimetrik bir yapıya sahip olup yamaçları aşırı diklik göstermemektedir. Batıda eğim 1.5-2° olarak gözlenirken, doğuda 0.5-1° düşmüştür.

3.2. YTS Verileri

Çalışma alanında YTS verileri DeepVision DE3468D Dual CHIRP Digital 340/680 kHz sistemi ile kayıt edilmiştir. Deniz tabanı morfolojisinin özellikleri dikkate alınarak yüksek kalitede veriye ulaşabilmek için sistem; 340 kHz frekansta ve 128.000 baud-rate operasyon ayarlarında kullanılmıştır. Veri toplam sırasında sistemin kayıt parametreleri Tablo 2'de verilmiştir. Tarama aralığı 150 m'dir (toplam 300 m). Çalışmada 6 m uzunluğunda zodyak bot kullanılmış ve bot hızı ortalama 2-2,5 knot olarak sabitlenmiştir. Çalışma alanında YTS verisi gemi trafiğinin elverdiği şekilde ve kıyı morfolojisine uyumlu olarak toplanmıştır (Şekil 47). Kayıt parametreleri Tablo 2' de verilmiştir.

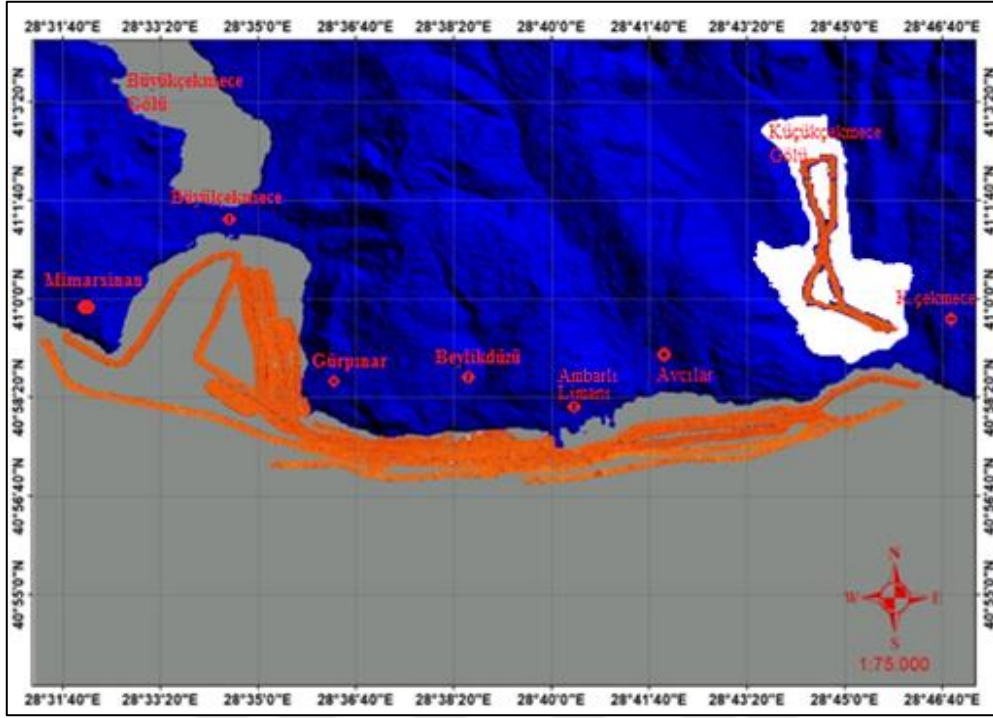
Tablo 2. Sistemin çalışmasında kullanılan kayıt parametreleri

Frekans (kHz)	Erim (m)	Örnekleme	Delta Frekansı (kHz)	Geçerli Periyot Sayısı	Ön Filtreleme	CH0 Büyütme	CH1 Büyütme
340	150	500	64	148	3	3	3

YTS verilerinden elde edilen yansıma tiplerine göre (Tablo 3) altı bölgeye ayrılan çalışma alanı (Şekil 47); Küçükçekmece (K), Küçükçekmece-Avcılar (KA), Avcılar-Beylikdüzü (AB), Beylikdüzü-Gürpınar (BG), Gürpınar-Büyükçekmece (GB) ve Küçükçekmece gölü (KG) olarak isimlendirilmiştir. Her bölgeye ait deniz tabanı YTS ve Sismik verisi görüntüleri bölgelerin başlıkları altında verilmiştir. Çalışma alanındaki birimlerin genel özellikleri Tablo 3’ de verilmiştir.

Tablo 3. Çalışma alanındaki birimlerin genel özellikleri

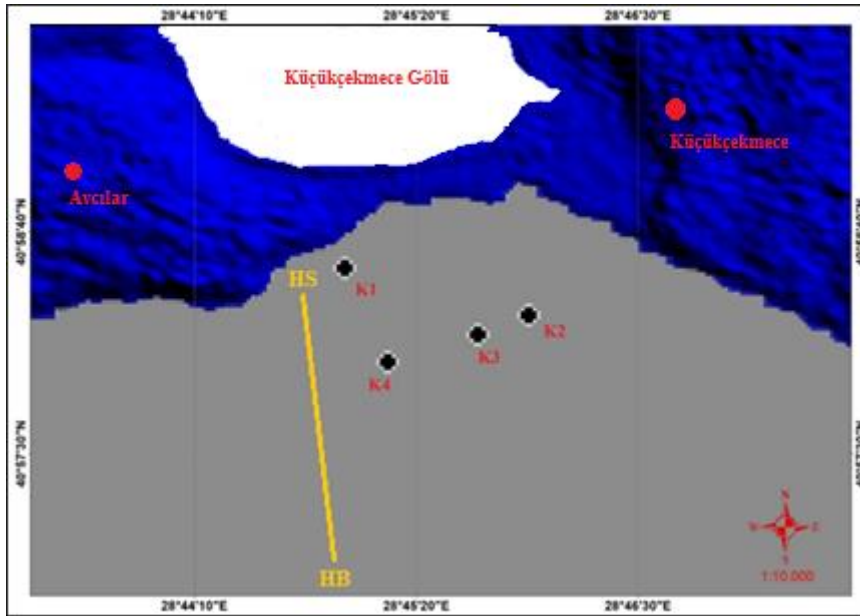
Birim	Akustik Yansıma	Mostra Özellikleri	Çalışma Alanı Dağılımı
Kum	Açık kahve	Pürüzsüz, kumul dalgaları	Kıydan ile yaklaşık 300 m arası mesafede
Siltli çamurlu Kum	Açık-Koyu Kahve arası	Pürüzsüz, kumul dalgaları	Kıydan açıkta 300-800 m arası, Gürpınar burnu civarı 2 km mesafede
Kumlu çamurlu Silt	Açık-Koyu kahve karışık	Pürüzsüz	K.Çekmece-Avcılar arası yaklaşık 1 km açıklıkta
Çamur	Koyu kahve ye yakın	Pürüzsüz	Avcılar-Beylikdüzü arası yaklaşık 450-1100 m arası
Kaya	Kum ya da diğer birimler üzerinde açık renkli noktalar ya da gruplar halinde	Döküntü halinde, parça parça kumul üstünde	Kıyıya yakın bölgelerde döküntü haline



Şekil 47. Çalışma alanı ve yansım tiplerinin yerlerini gösteren harita

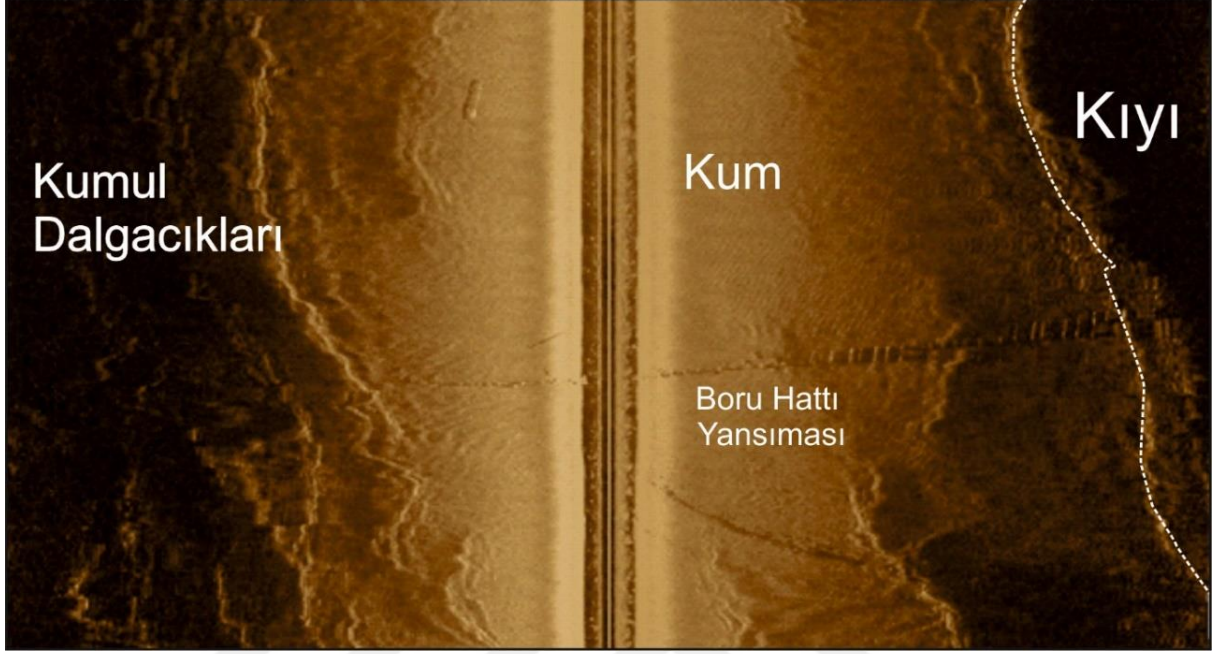
3.2.1. Küçükçekmece (K) bölgesi YTS ve CHIRP verileri

Küçükçekmece bölgesinde alınan noktalar Şekil 48’ te ki haritada verilmiş olup aşağıda ki görüntülerde yorumlaması yapılmıştır.



Şekil 48. Küçükçekmece (K) bölgesi yansım tipleri haritası

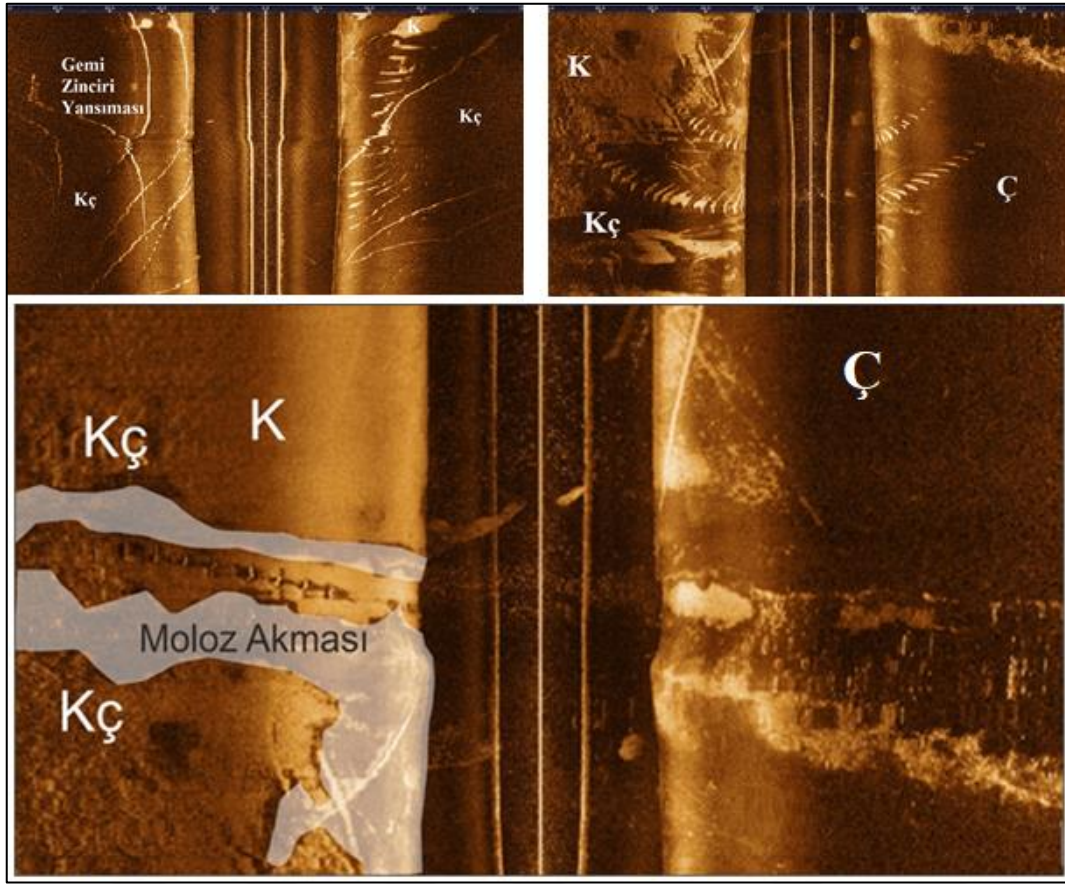
Küçükçekmece bölgesinde alınan noktalar Şekil 48’ te ki haritada verilmiş olup Şekil 49-51’ de yorumlaması yapılmıştır.



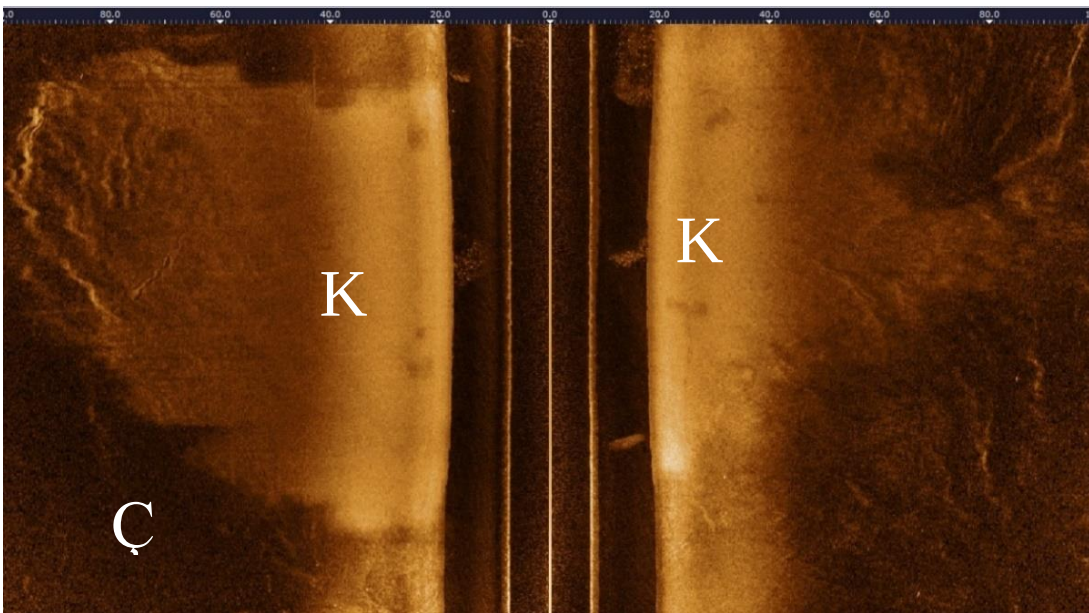
Şekil 49. Boru görüntüsü ve molozlar (K1 noktası)

K1 noktasında belirgin şekilde deniz tabanı üzerinde bir boru hattının geçtiği görülmüştür. Ayrıca sancak tarafında kıyı sokulumu yansıma olarak kaydedilmiştir. Bölge geneli kum biriminden oluşup kumul dalgacıkları belirgin şekilde gözlemlenmiştir.

K2 ve K3 noktalarında; özellikle birden fazla birimler gözlenmiştir, Kum (K) ve çamurlu Kum (Kç) olmak üzere. Ayrıca moloz akmaları ve gemi çıpalarının deniz tabanında neden olduğu deformasyonlar belirgin şekilde görünmektedir.



Şekil 50. Çıpa izleri ve birim değişimleri (K2-K3 noktaları)

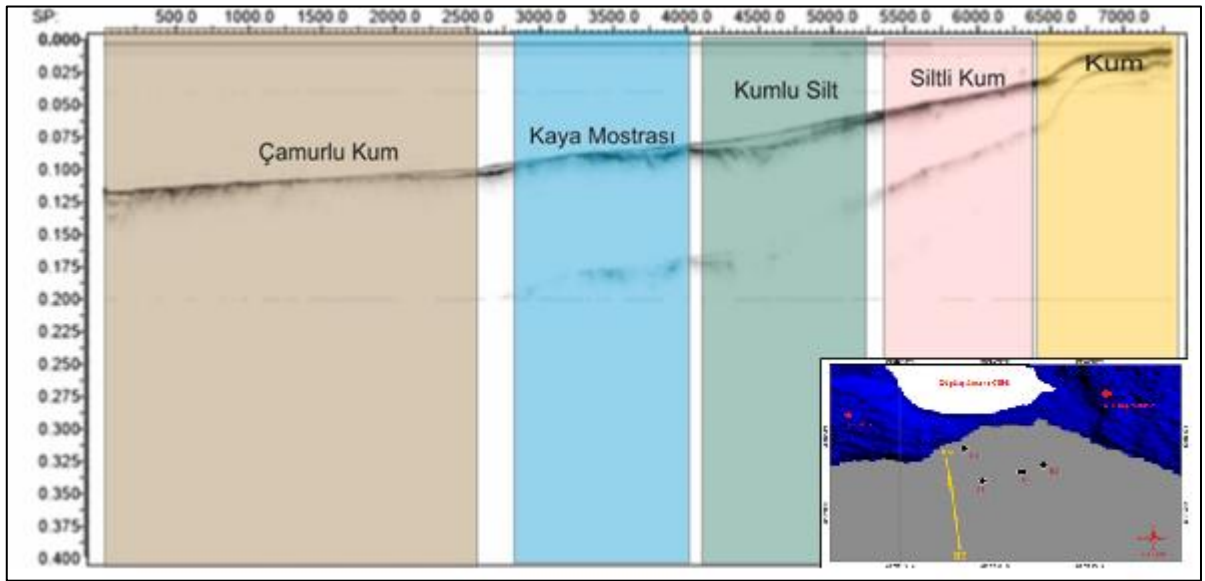


Şekil 51. Birim değişimi (K4 noktası)

K4 noktasında ise birim değişimleri kesin bir şekilde görünmektedir. İskele tarafında Kum (K) ve Çamur (Ç) ayrımı, sancak tarafında ise Kum (K) ve çamurlu Kum (Kç) geçişi görünmektedir.

Küçükçekmece (K) bölgesinde sonuç olarak kıyıya yakın yerlerde birim değişimine pek rastlanmazken (çamur), kıyıdan açıldıkça birim değişimleri YTS verilerinde çamurdan kuma (Şekil 51) olarak görünmektedir.

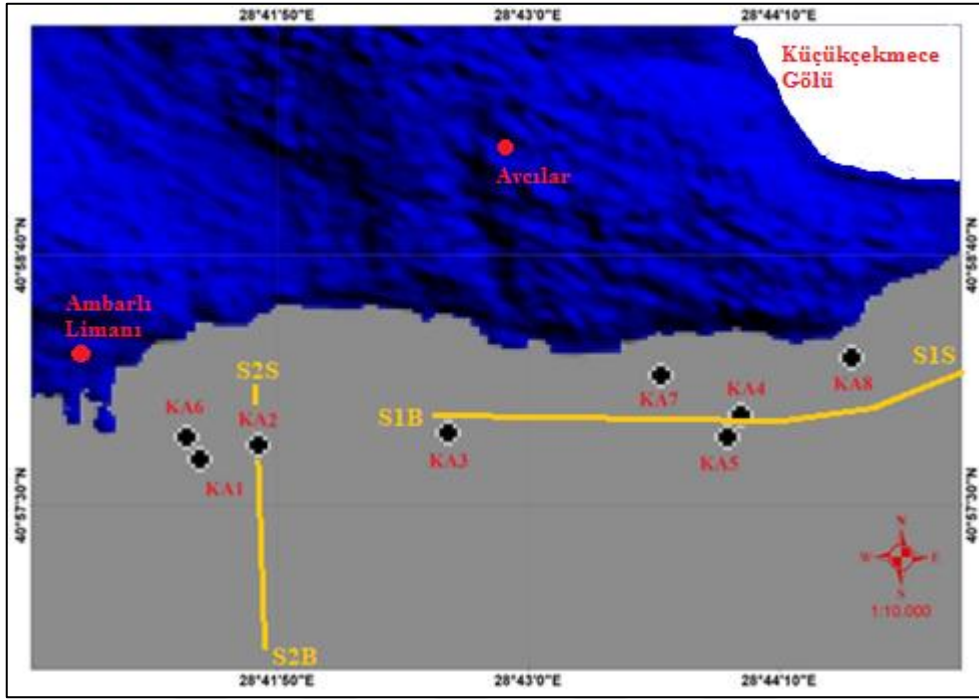
CHIRP verisinde ise kıyı kesimlerde (kum) yansıma daha koyu iken açığa gidildikçe birim değişiminden dolayı (çamur) yansıma daha açık renktedir (Şekil 52).



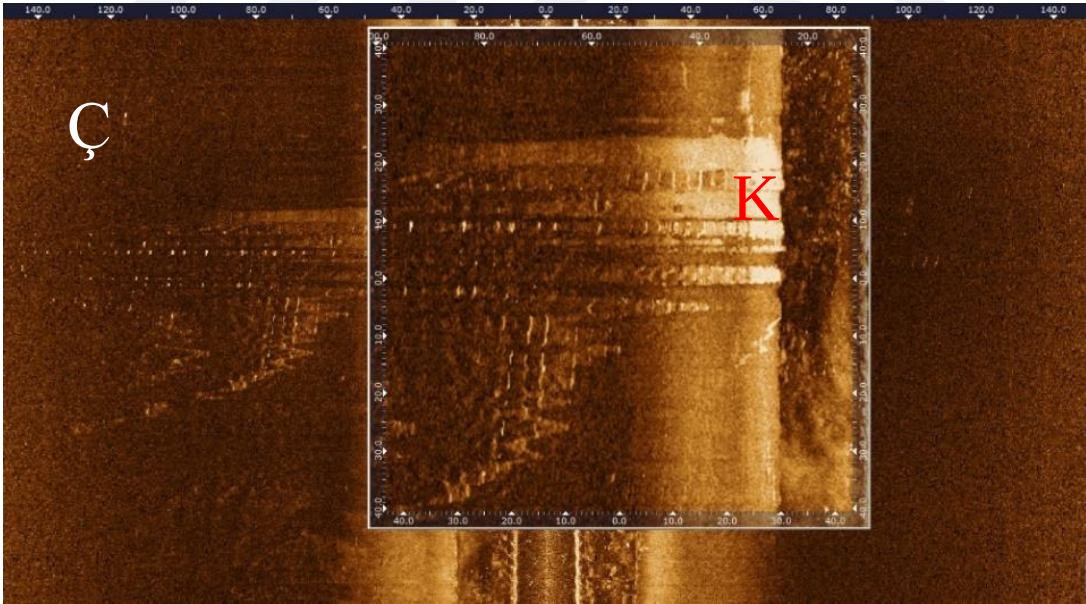
Şekil 52: Alanı temsil eden CHIRP verisi (HB-HS hattı)

3.2.2. Küçükçekmece-Avcılar (KA) bölgesi YTS ve CHIRP verileri

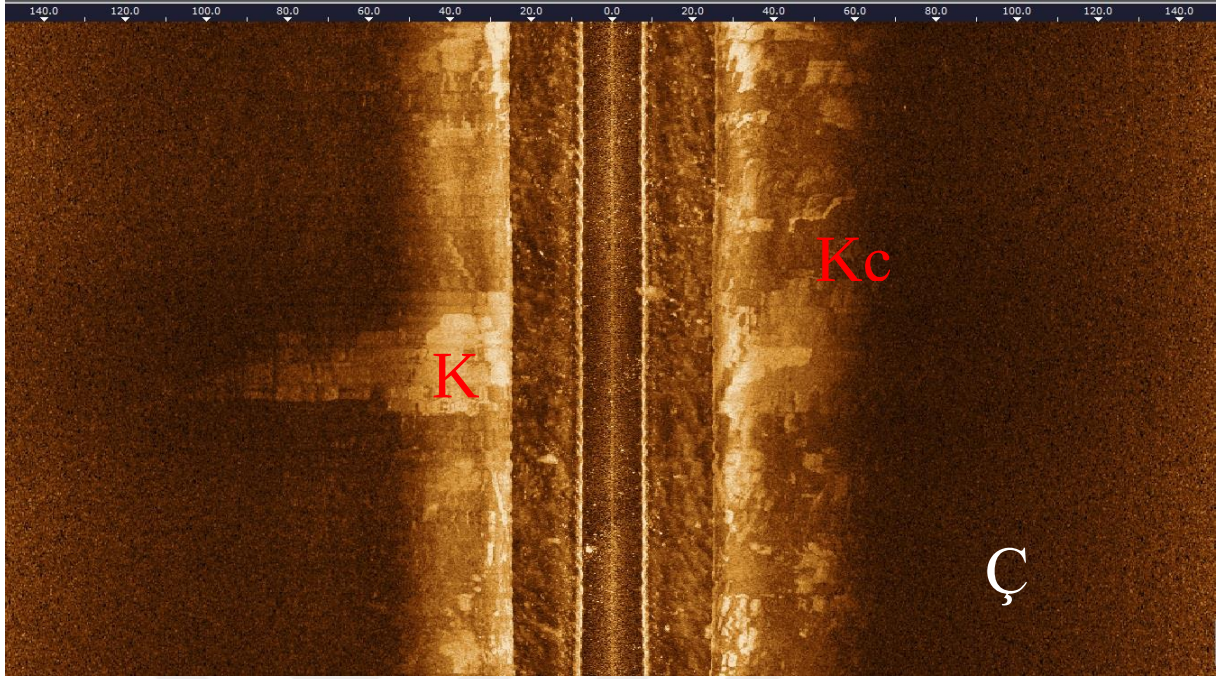
Küçükçekmece-Avcılar bölgesinde alınan noktalar Şekil 53’ te ki haritada verilmiş olup aşağıda ki görüntülerde yorumlaması yapılmıştır.



Şekil 53. Küçükçekmece-Avcılar (KA) bölgesi yansıma tipleri haritası

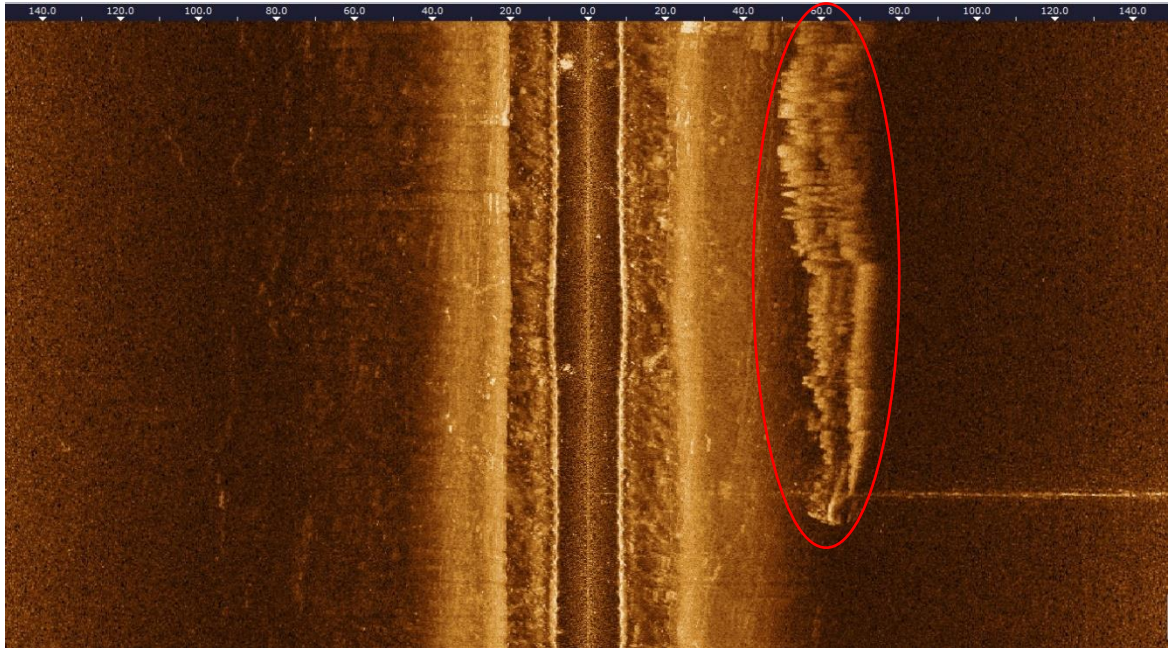


Şekil 54. Çamur birimi içinde bulunan Kum birimi (KA1 noktası)

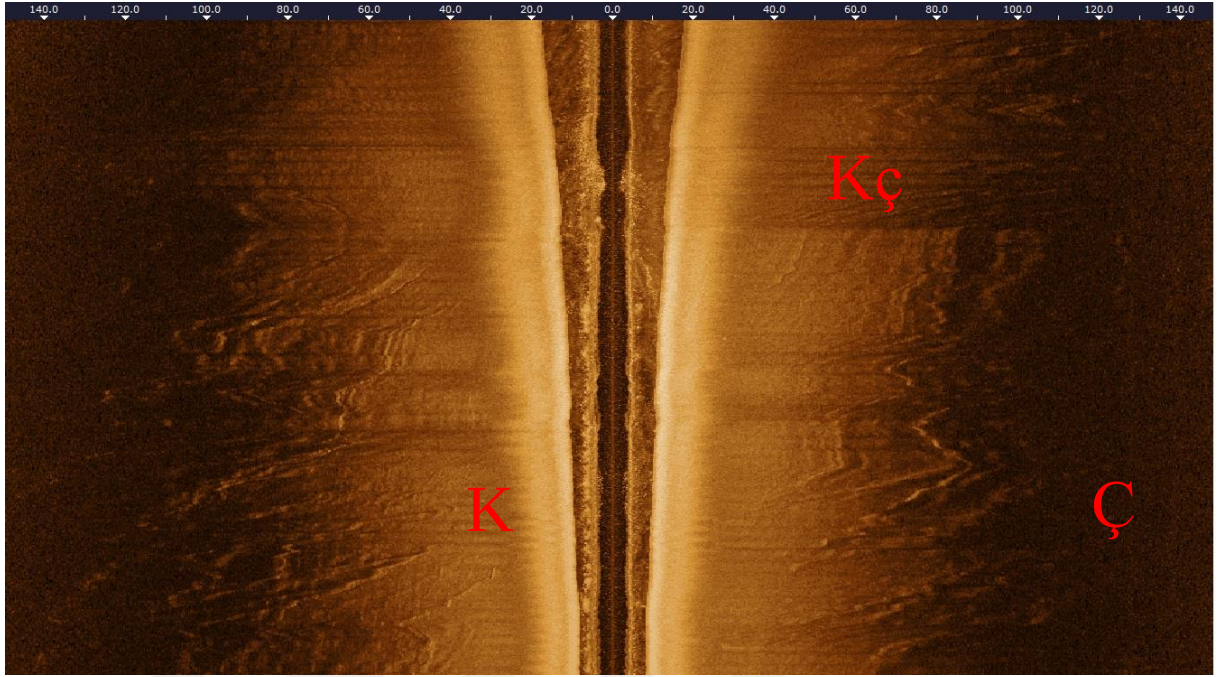


Şekil 55. Birden fazla birimin bir arada bulunduğu YTS verisi (KA2 noktası)

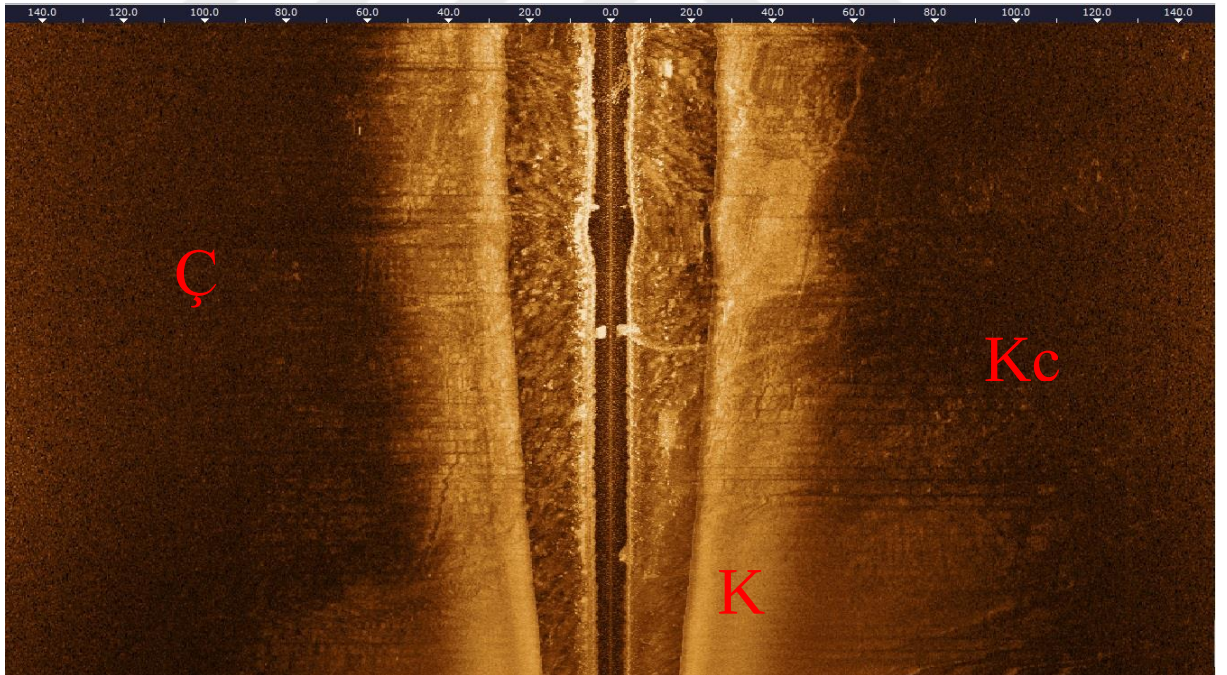
KA1 ve KA2 noktalarında iç içe geçmiş birden fazla birime rastlanmıştır. Hakim birimin Çamur (Ç) olduğu görüntülerde yer yer çamurlu Kum (Kç) ve Kum (K) birimlerine de rastlamak mümkündür.



Şekil 56. Pervane gürültüsü (KA3 noktası)

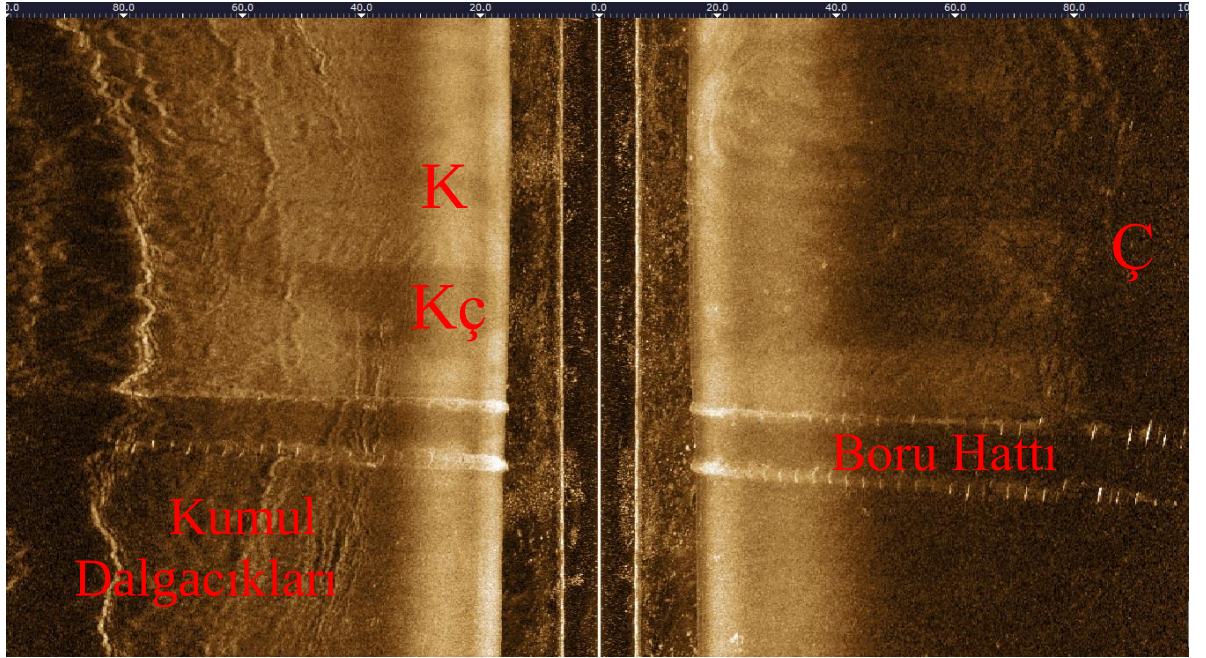


Şekil 57. Birim değişimi (KA4 noktası)

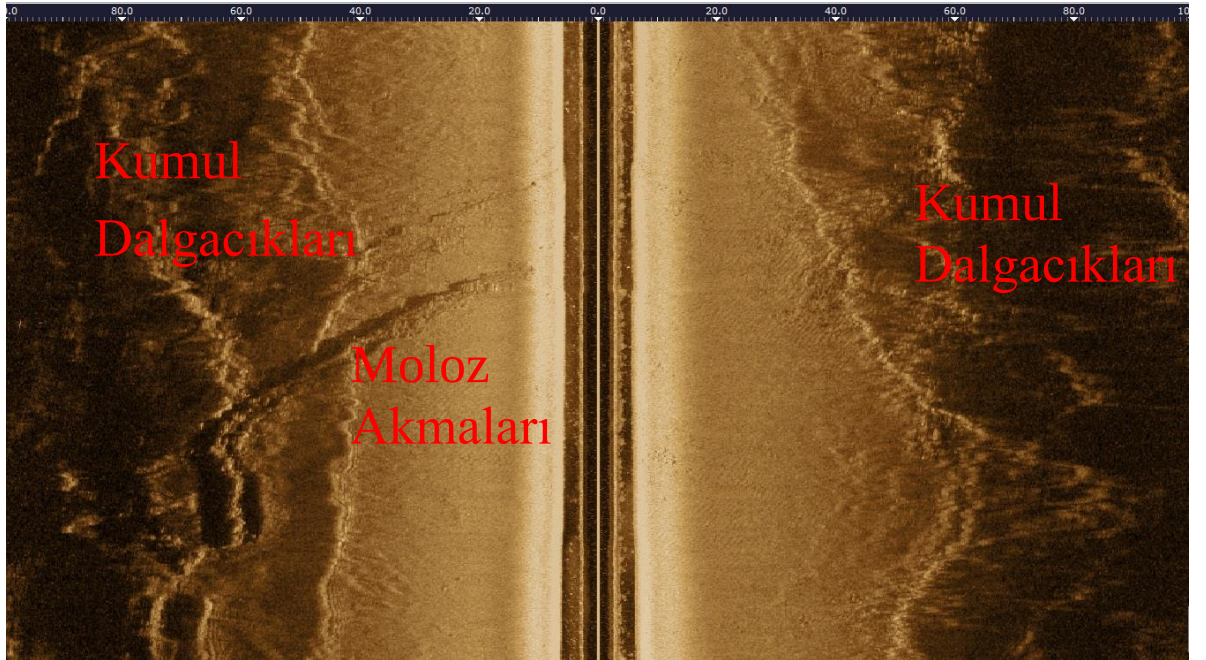


Şekil 58. Birim değişimi (KA5 noktası)

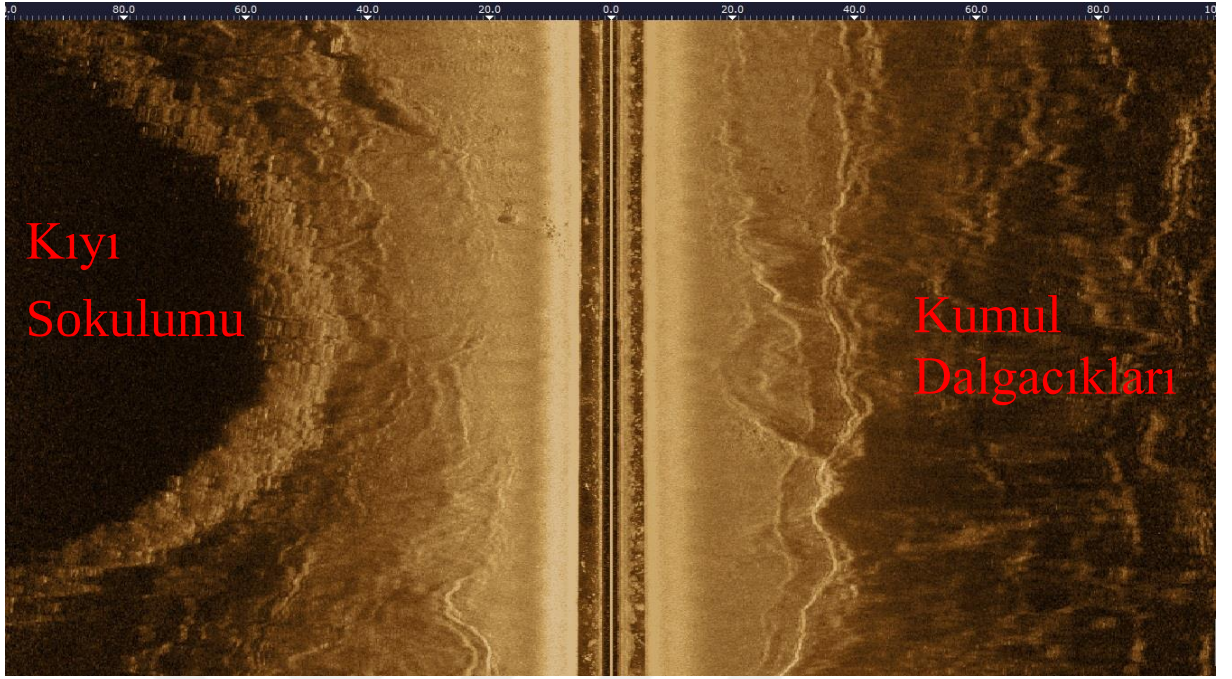
KA3 noktasında araştırma gemisinden kaynaklı deniz tabanı üzerinde bir gürültü meydana gelmiş olup KA4 ve KA5 noktalarında birden fazla birime rastlanmıştır. Bu noktalarda birim değişimleri net bir şekilde görünmektedir.



Şekil 59. Boru hattı yansıma, birim değişimleri ve kumul dalgacıkları (KA6 noktası)

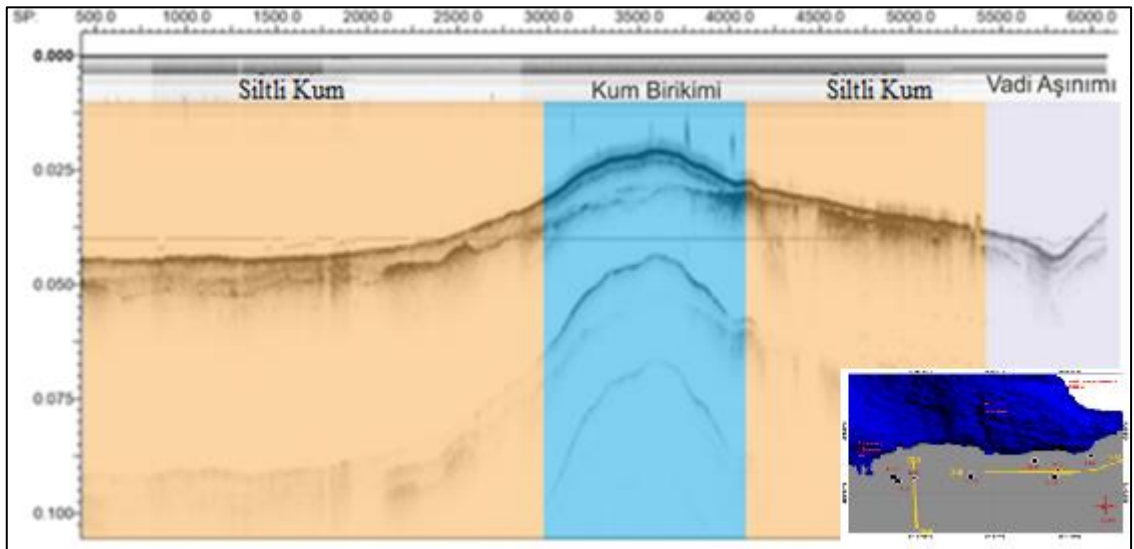


Şekil 60. Moloz akmaları (KA7 noktası)

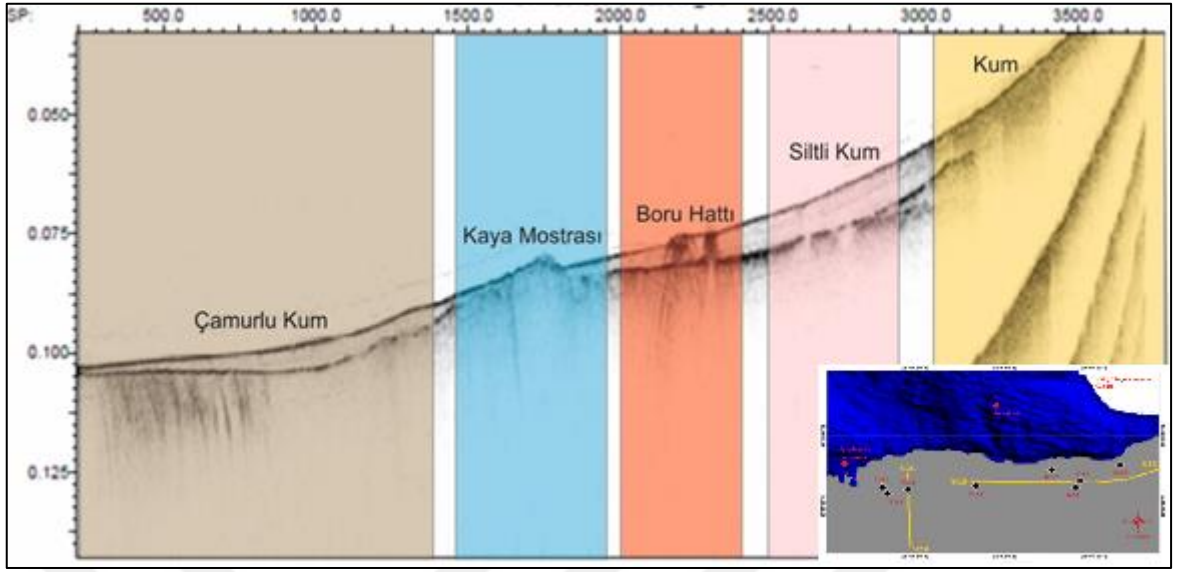


Şekil 61. Kıyı görüntüsü (KA8 noktası)

KA6 noktasında boru hattı net bir şekilde görünürken, birim değişimlerine de rastlanmıştır (Kum, Çamur, çamurlu Kum). KA7 noktasında moloz akmaları ve yoğun şekilde kumul dalgacıkları bulunurken ve KA8 noktasında iskele tarafında kıyı sokulumu göze çarpmaktadır. Sancak tarafında ise kumul dalgacıkları görünmektedir.



Şekil 62. Bölgeyi temsil eden CHIRP verisi (S1B-S1S hattı)



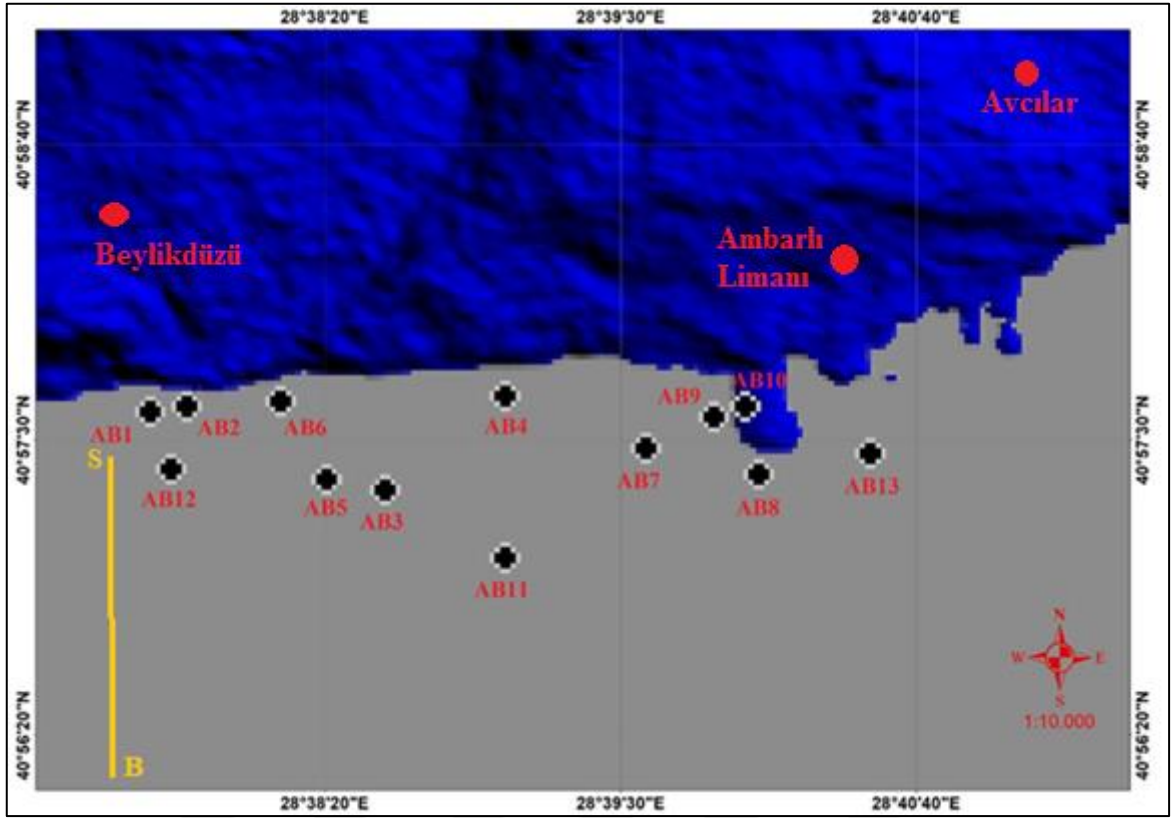
Şekil 63. Bölgeyi temsil eden CHIRP verisi (S2B-S2S hattı)

CHIRP verilerinde genel olarak deniz tabanında koyu yansımalar gözlenmiştir. S1B-S12 hattı aynı birim içerisinde devam ettiği için yansımalar kuvvetli ve koyu olarak görülmektedir. S2B-S2S hattında ise kıyı bölgesinde yansımalar daha güçlü iken açığa gidildikçe yansımalar daha zayıf ve açık renklidir. Bu da bize hat boyunca birim değişimi olduğunu göstermektedir. Hat üstünde ayrıca mostra ve boru hattından dolayı paralel yansıma gözlemlenmiştir.

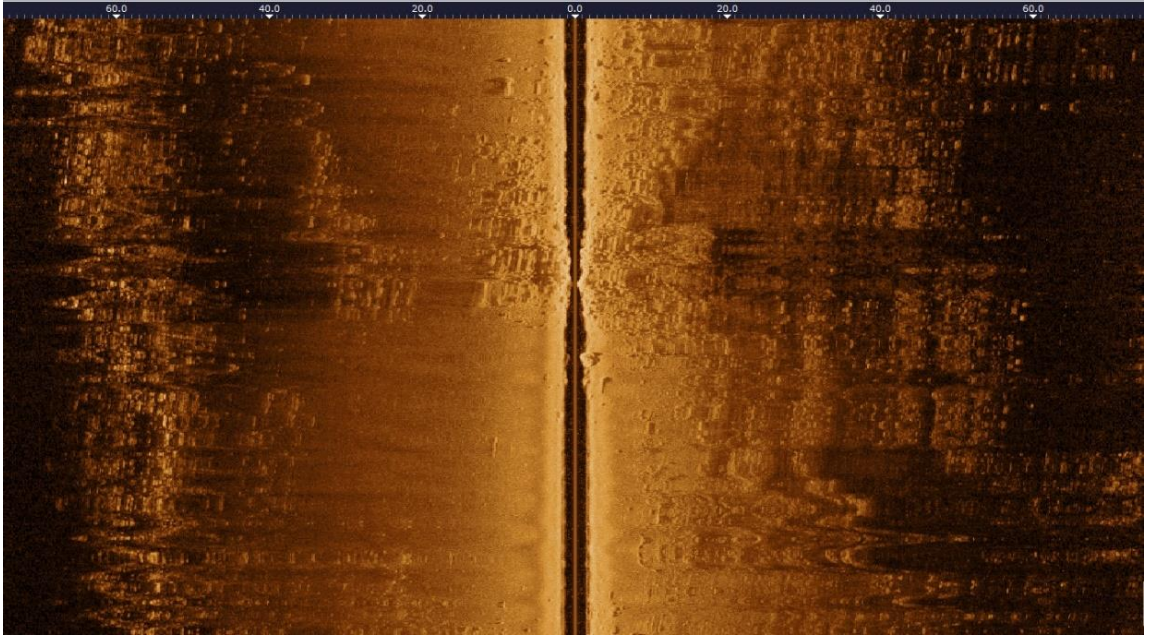
Genel olarak Küçükçekmece-Avcılar (KA) bölgesinde kıyıya yakın yerlerde birim değişimine pek rastlanmazken (kum), kıyıdan açıldıkça (yaklaşık 1 km) birim değişimin yavaş yavaş başladığı ve farklı birim geçişleri (kum-siltli kum-çamurlu kum) olduğu görülmektedir (açık- koyu yansıma karışık). Ayrıca deniz tabanı üzerinde çapa izlerine ve doğalgaz boru hatlarına rastlanmıştır.

3.2.3. Avcılar-Beylikdüzü (AB) bölgesi YTS ve CHIRP verileri

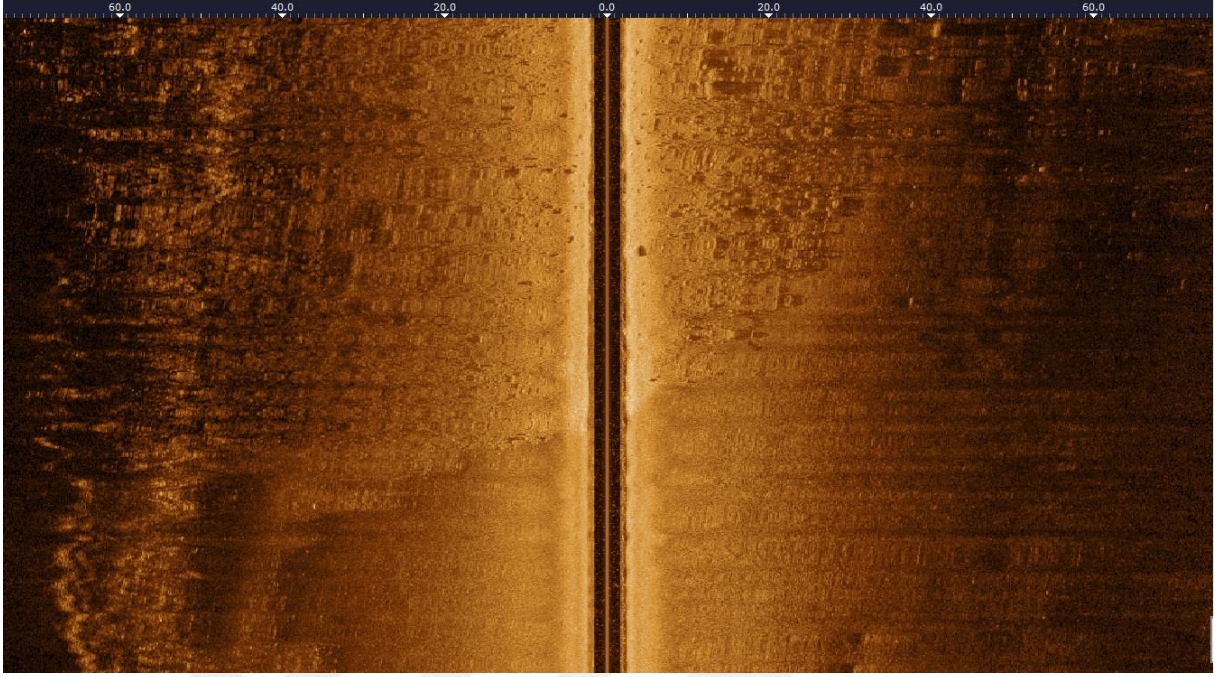
Küçükçekmece-Avcılar bölgesinde alınan noktalar Şekil 64' te ki haritada verilmiş olup bölgenin deniz tabanı yorumlaması yapılmıştır (Şekil 65-78).



Şekil 64. Avcılar-Beylikdüzü (AB) bölgesi yansıma tipleri haritası

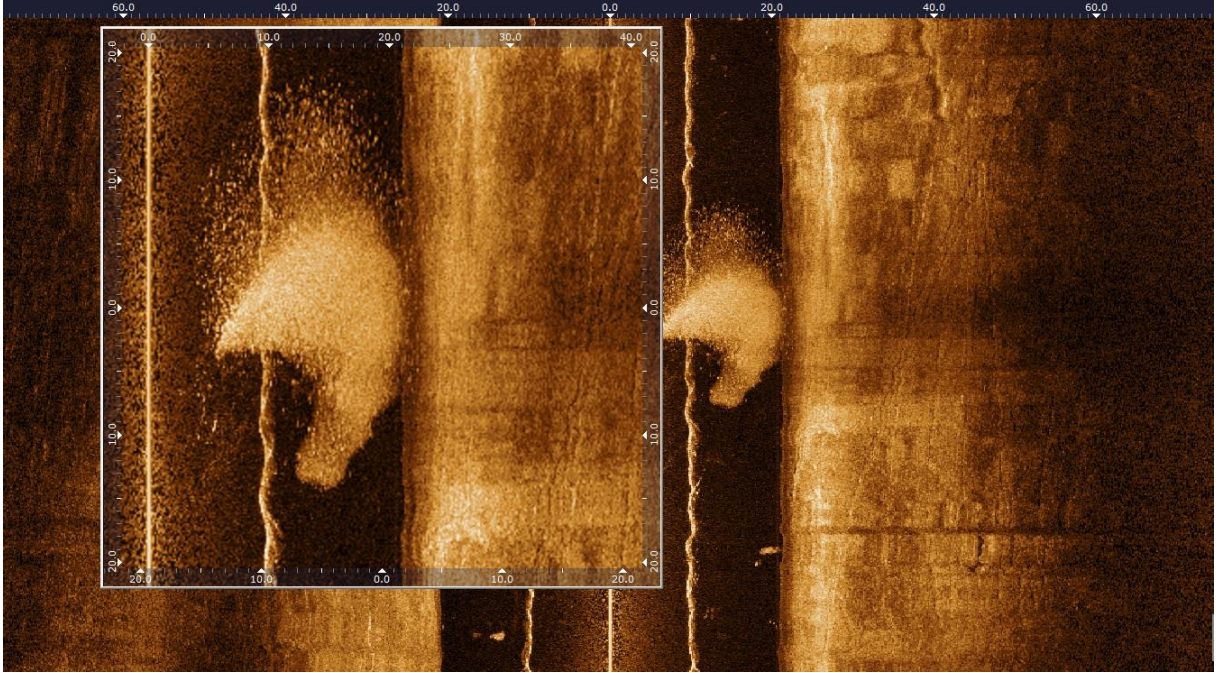


Şekil 65. Batık liman görüntüsü (AB1 noktası)

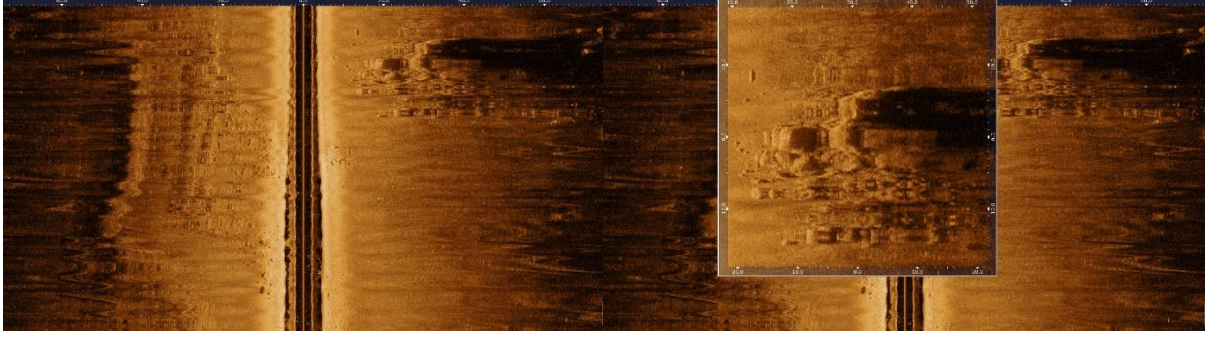


Şekil 66. Batık liman görüntüsü (AB2 noktası)

AB1 ve AB2 noktalarında olası liman görüntüsüne rastlanmıştır. İki nokta yan yana bulunup birbirinin devamı niteliğindedir.



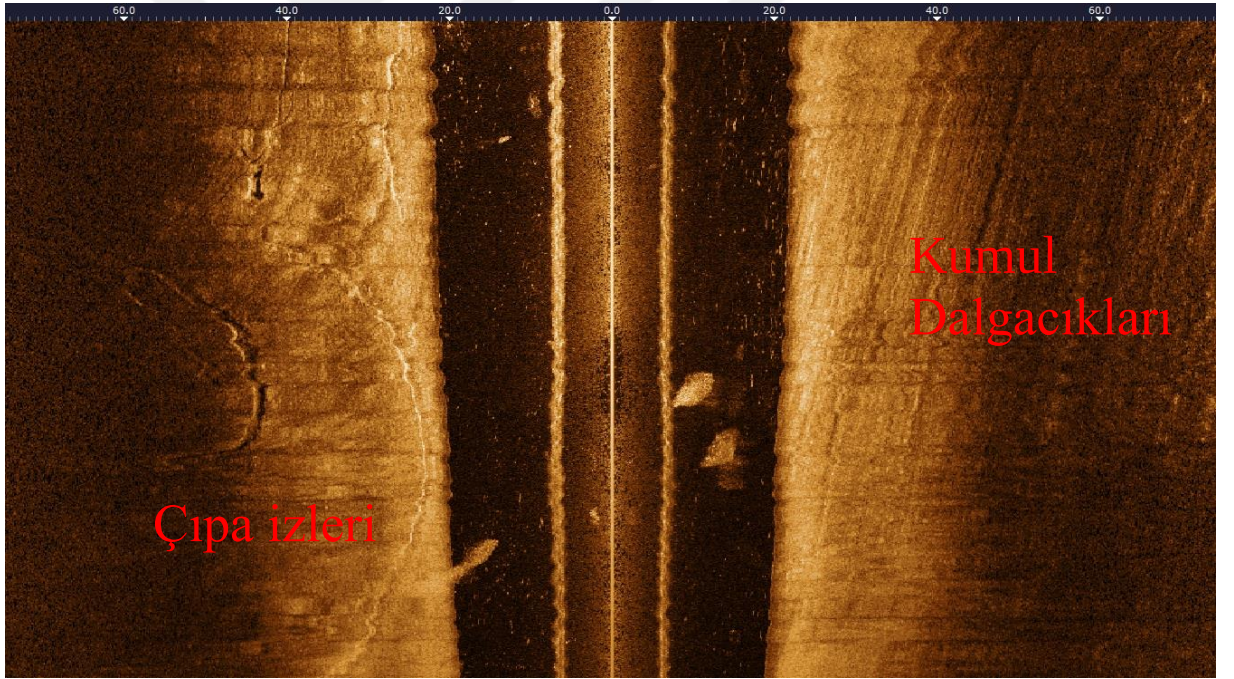
Şekil 67. Su kolonunda bulunan balık görüntüsü (AB3 noktası)



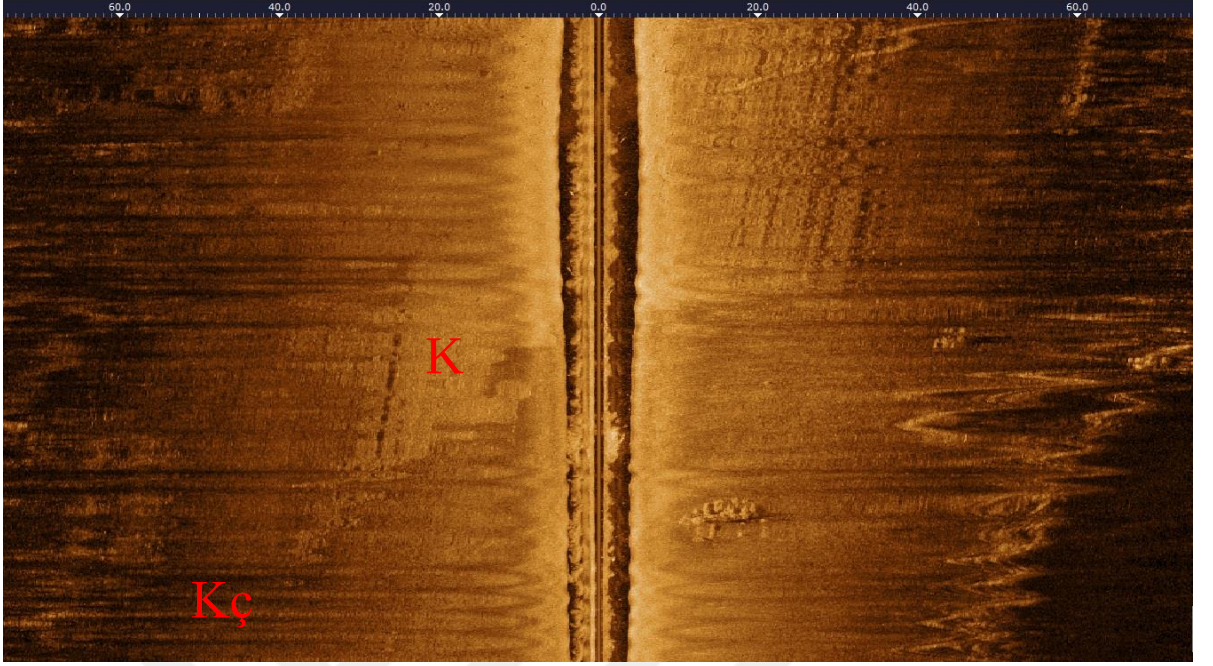
Şekil 68. Batık liman görüntüsü (AB4 noktası)

AB4 noktasında; AB1 ve AB2 noktalarında olduğu gibi batık limana rastlanmıştır.

AB5 ve AB6 noktalarında ise; gemilerin neden olduğu çıpa izleri, kumul dalgacıkları ve birim değişimleri gözlemlenmiştir (Şekil 69, 70).

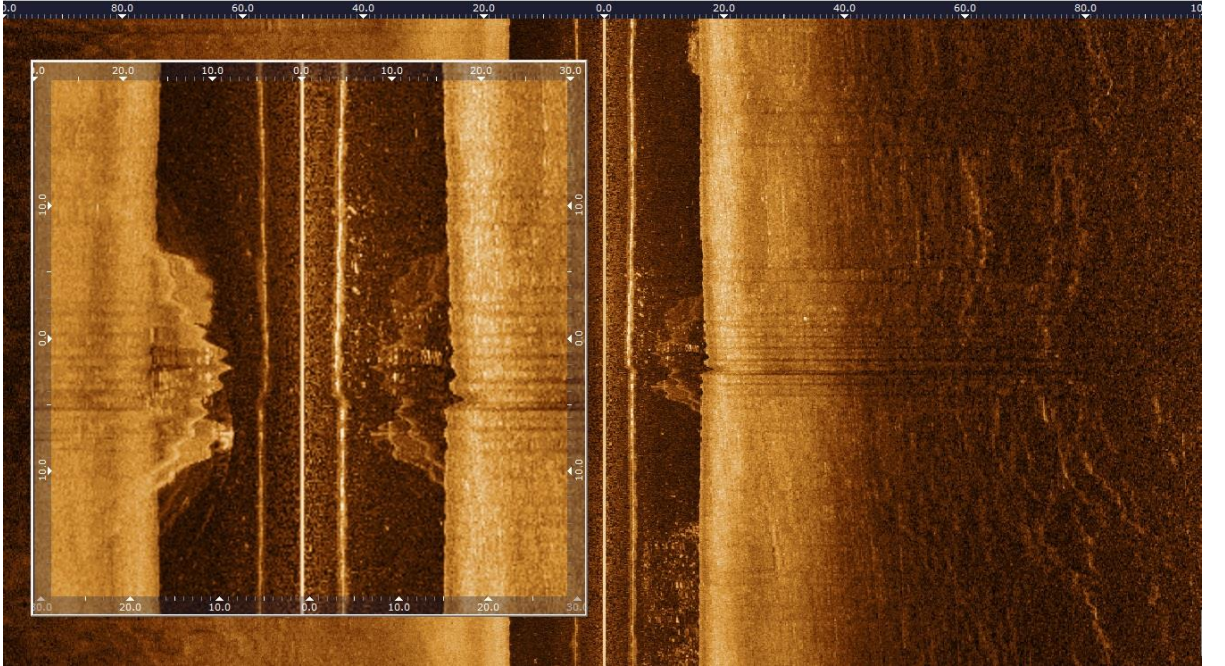


Şekil 69. Çıpa izleri ve kumul dalgacıkları (AB5 noktası)

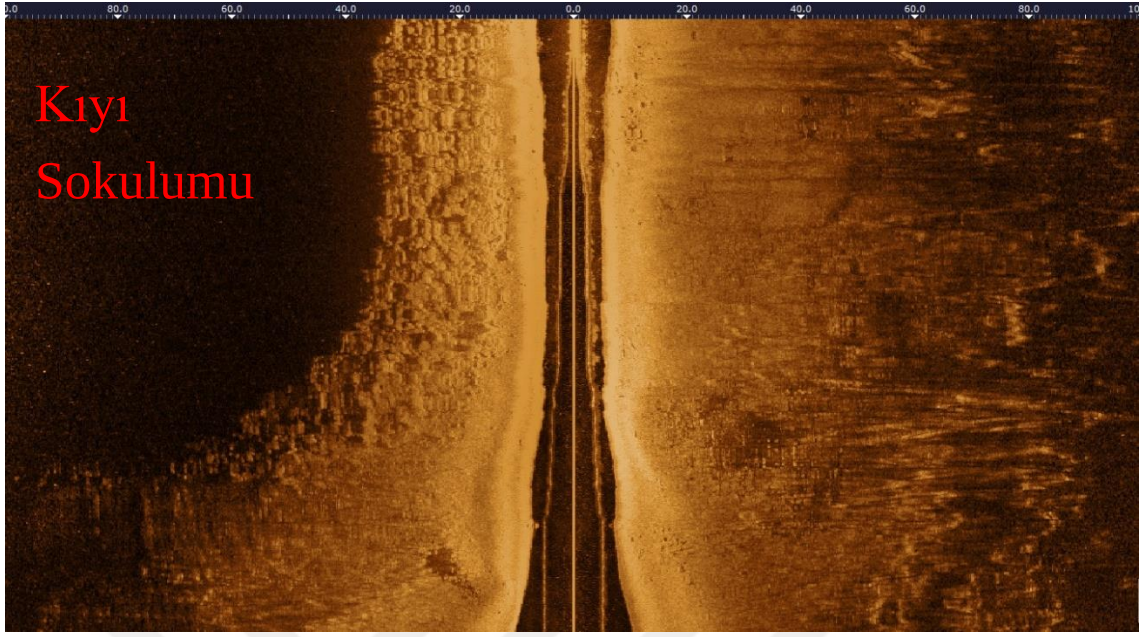


Şekil 70. Deniz tabanının birim değişimleri (AB6 noktası)

AB7 noktasında deniz tabanı üzerinde dik bir şekilde bulunan bir cismin yansıması gözlemlenmiştir. Cisimden dolayı güçlü bir yansıma oluşmuş ve sonar kaydının diğer tarafında da bu cismin gölgesi görülmüştür. Lloyd Ayna etkisine örnektir (Şekil 71).

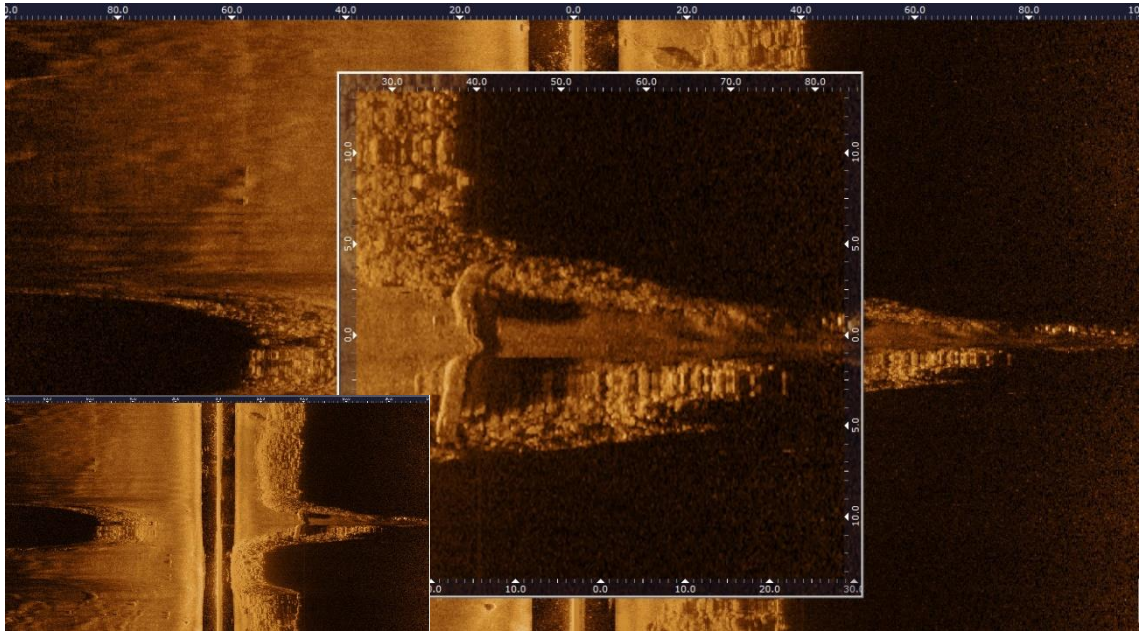


Şekil 71. Deniz tabanında yükselti (AB7 noktası)

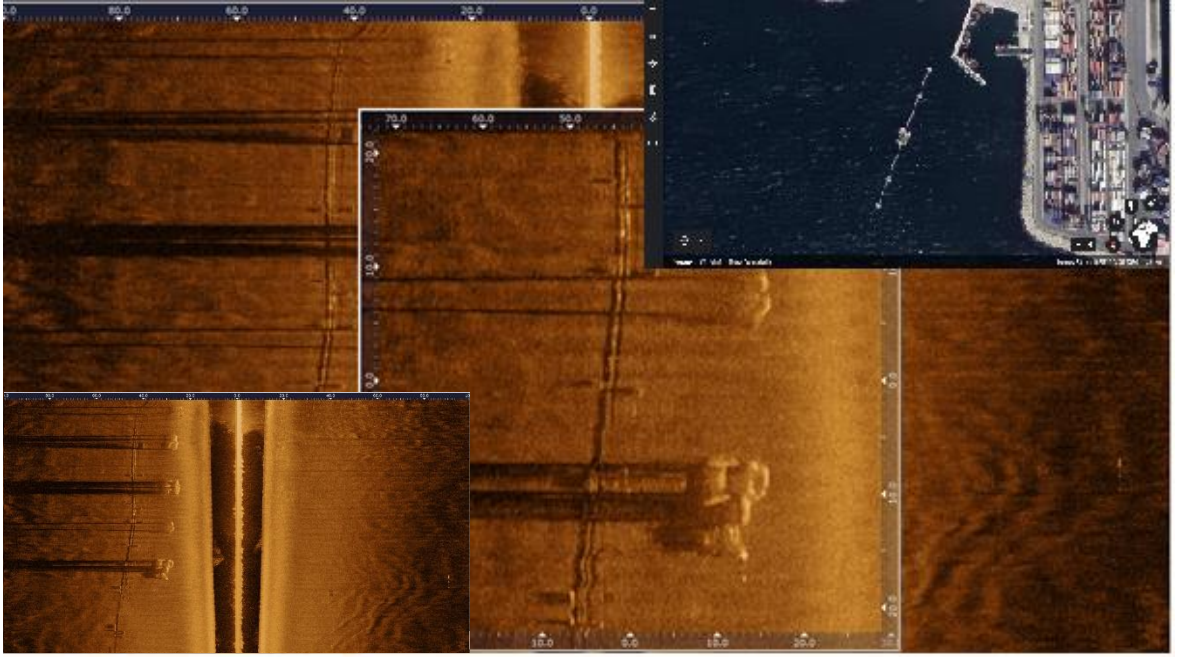


Şekil 72. Kıyı görüntüsü (AB8 noktası)

AB9 ve AB10 noktalarında Ambarlı Limanında bulunan insan yapımı limandan dolayı deniz tabanında oluşan tünel tarzı bir yapı, limanın arkasında bulunan alanda gemi ikmal hattının bağlantı ayakları görüntülenmiştir (Şekil 73, 74).

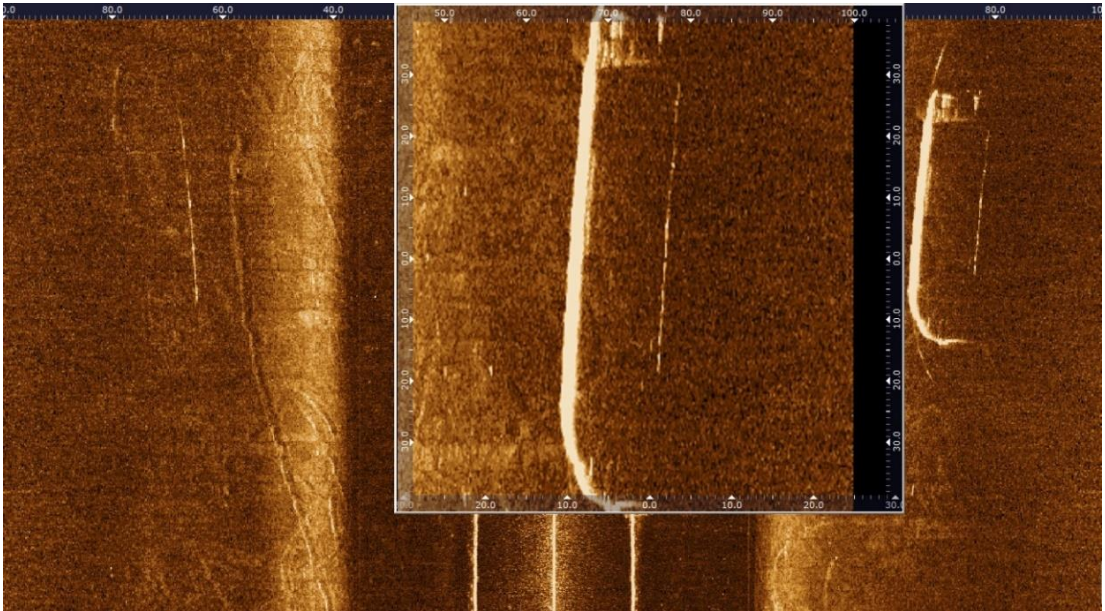


Şekil 73. Kıyıdan uzanan liman içinde ki deniz tabanı görüntüsü (AB9 noktası)



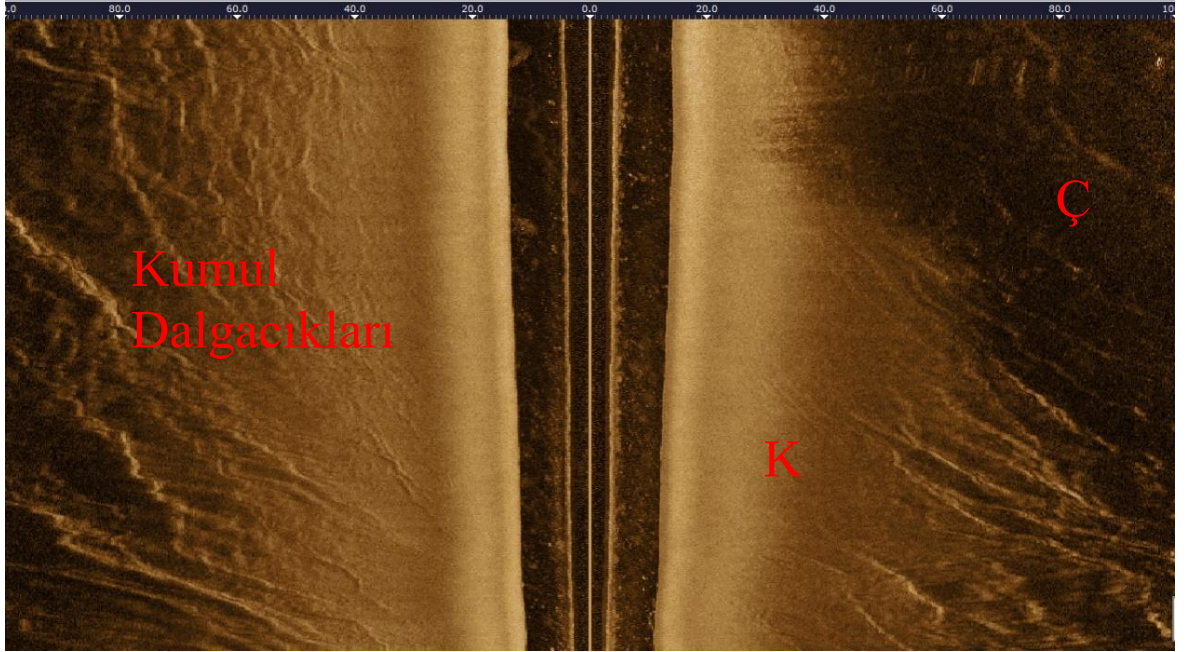
Şekil 74. Gemi ikmal hattının ayaklarının görüntüsü (AB10 noktası)

AB11 noktasında boyu yaklaşık 66 m olan bir batık gemi enkazına rastlanmıştır (Şekil 75).

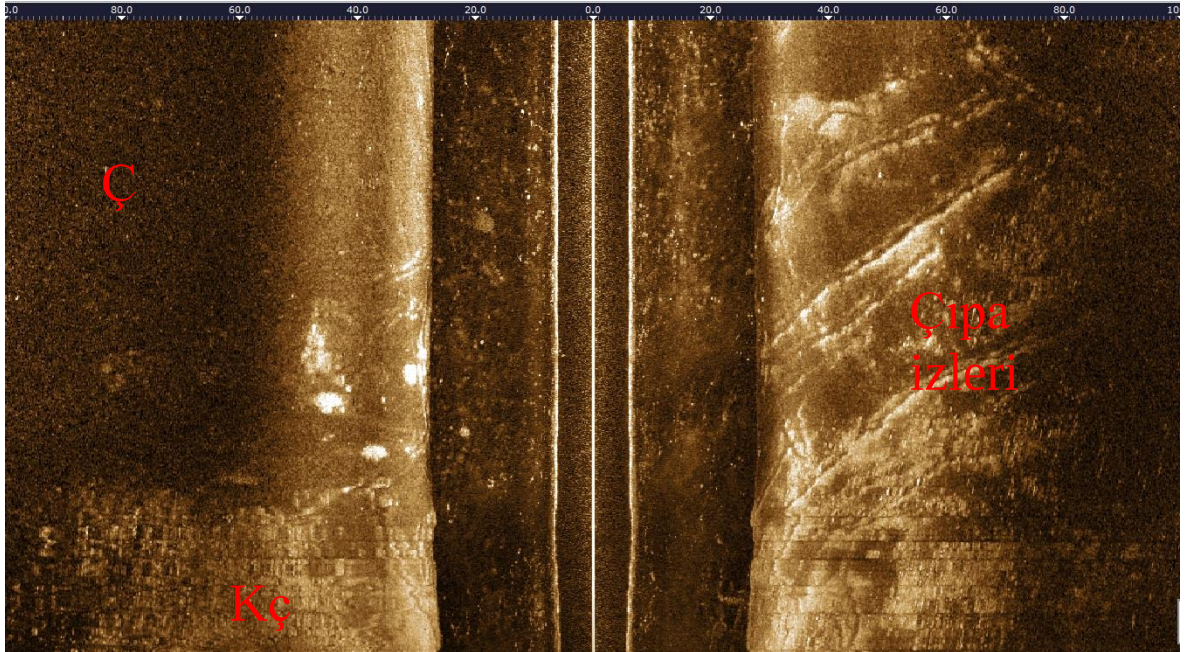


Şekil 75. Batık gemi görüntüsü (AB11 noktası)

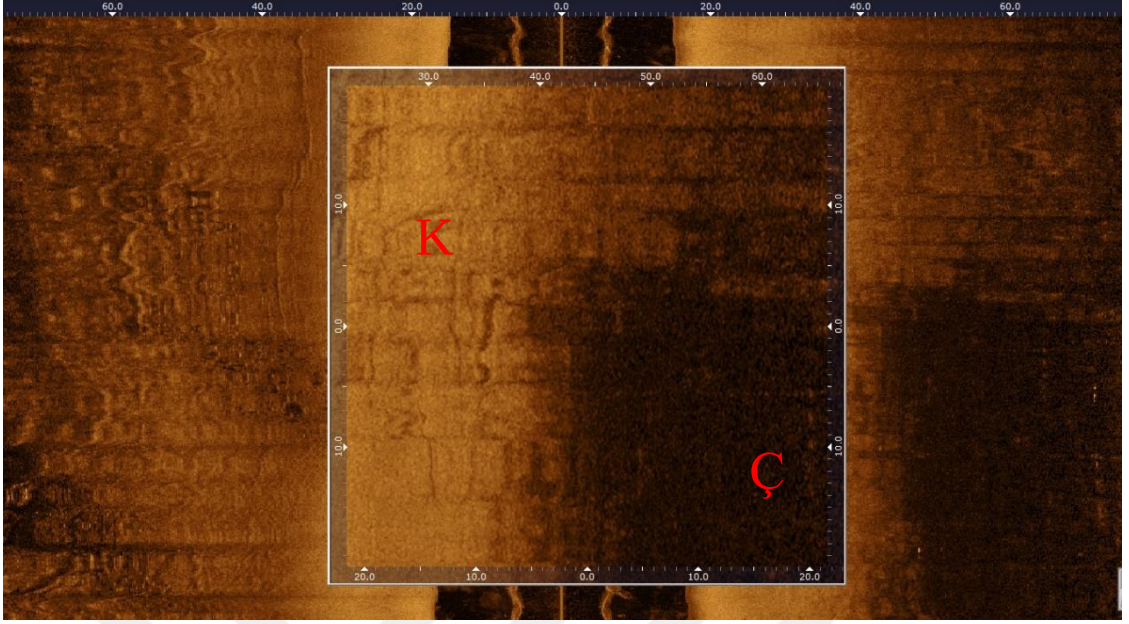
AB12 ve AB13 noktalarında kumul dalgacıkları ve birim değişimleri gözlemlenmiştir. AB12 noktasında birim değişimi kesin bir şekilde görölmektedir (Kumdan çamura geçiş) (şekil 76). Ayrıca AB13 noktasında deniz tabanı üzerinde çıpa izleri görölmektedir (şekil 77).



şekil 76. Deniz tabanı kumul dalgacıkları ve birim değişimi (AB12 noktası)



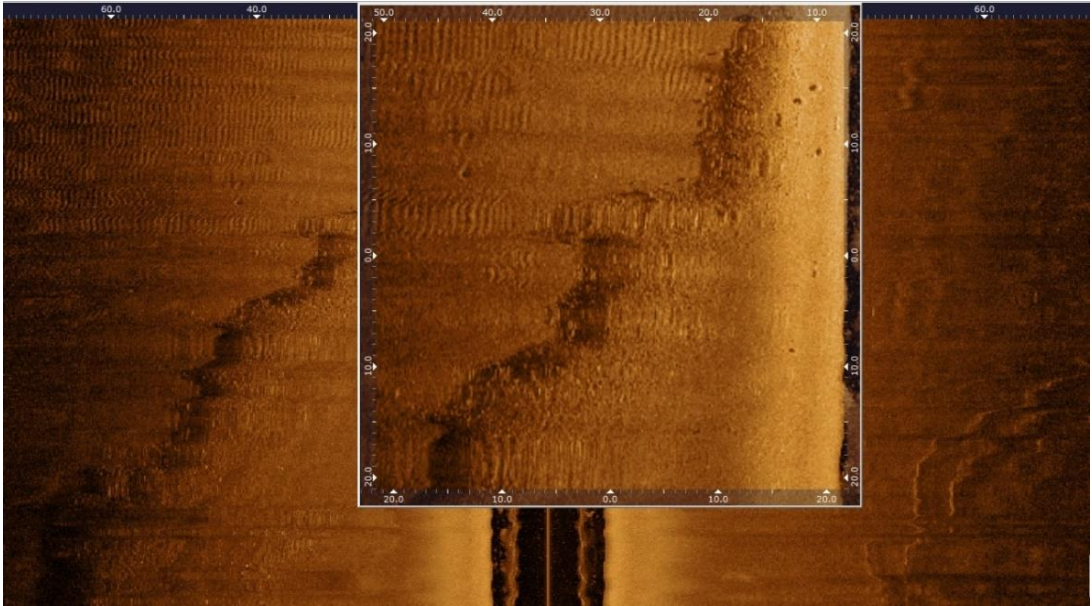
şekil 77. Deniz tabanı birim değişimi (AB13 noktası)



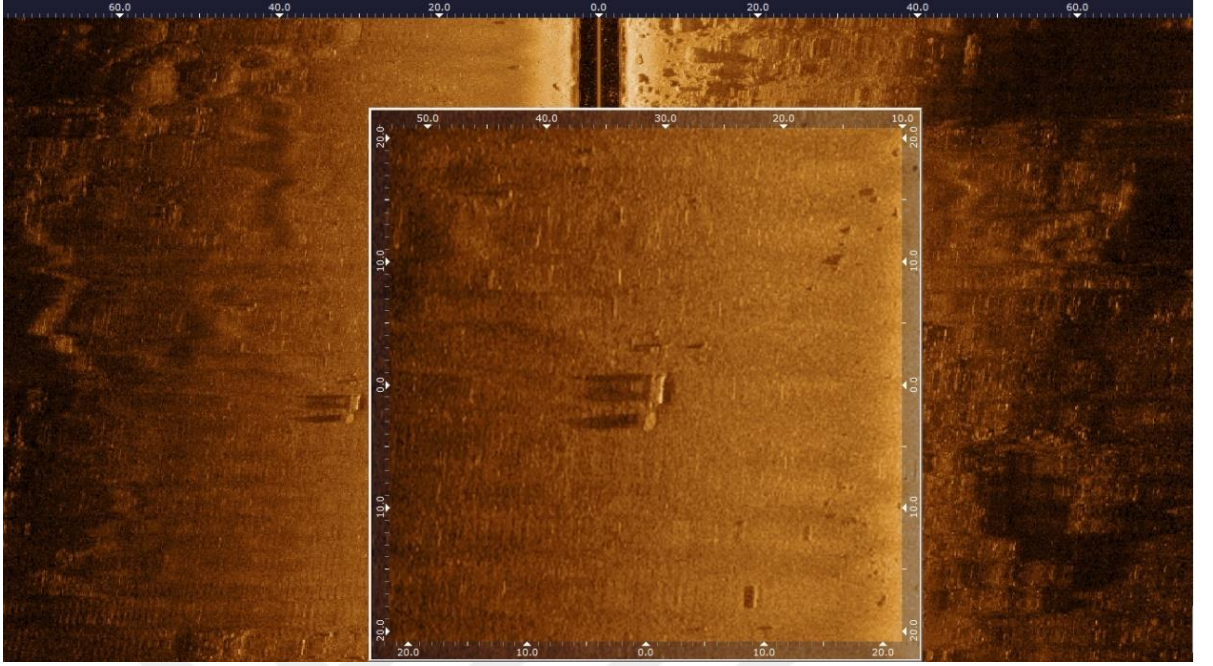
Şekil 80. Birim değişimi (BG1 noktası)

BG1 noktasında Kumdan (K) Çamura (Ç) birim değişimi gözlemlenmektedir.

BG2 noktasında yakında bulunan Gürpınar balıkçı barınağın, çalışma alanında hakim olan kıyı önü akıntısına engel olarak, akıntının taşıdığı malzemeyi bu alanda biriktirmesine neden olmuştur. Böylelikle limanın doğusunda bir kumul yapısı oluşmaya başlamış ve bölgede sığlaşma başlamıştır (Şekil 81).

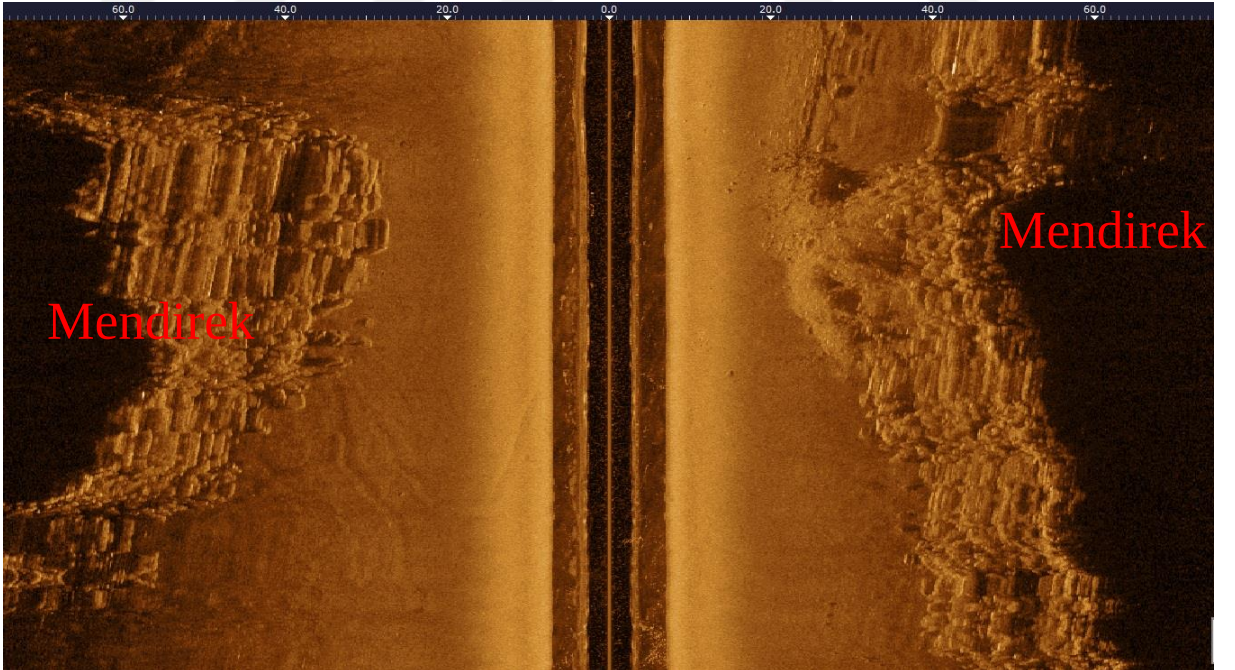


Şekil 81. Deniz tabanında kumul yapısı (BG2 noktası)

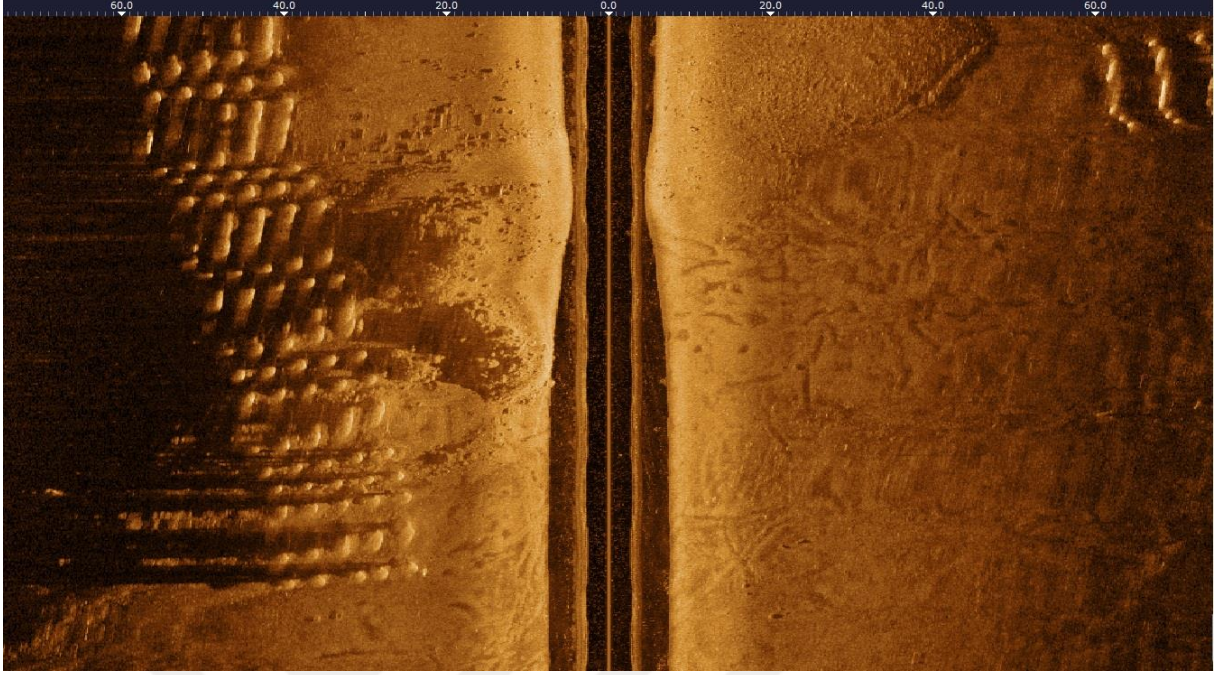


Şekil 82. Deniz tabanında bulunan bir metal parça (BG3 noktası)

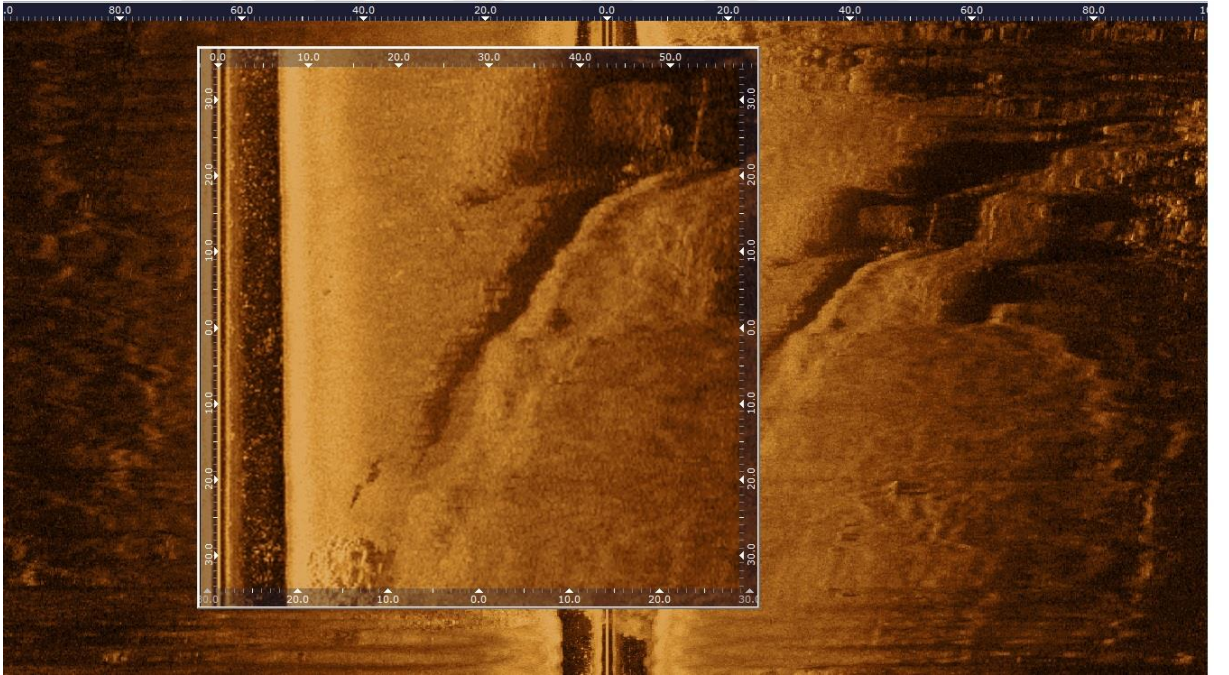
BG4 ve BG5 noktalarında Gürpınar balıkçı barınağının mendirek görüntüsü (Şekil 83) ve barınak içinde ki iskele kazıklarının yansımaları görülmektedir (Şekil 84).



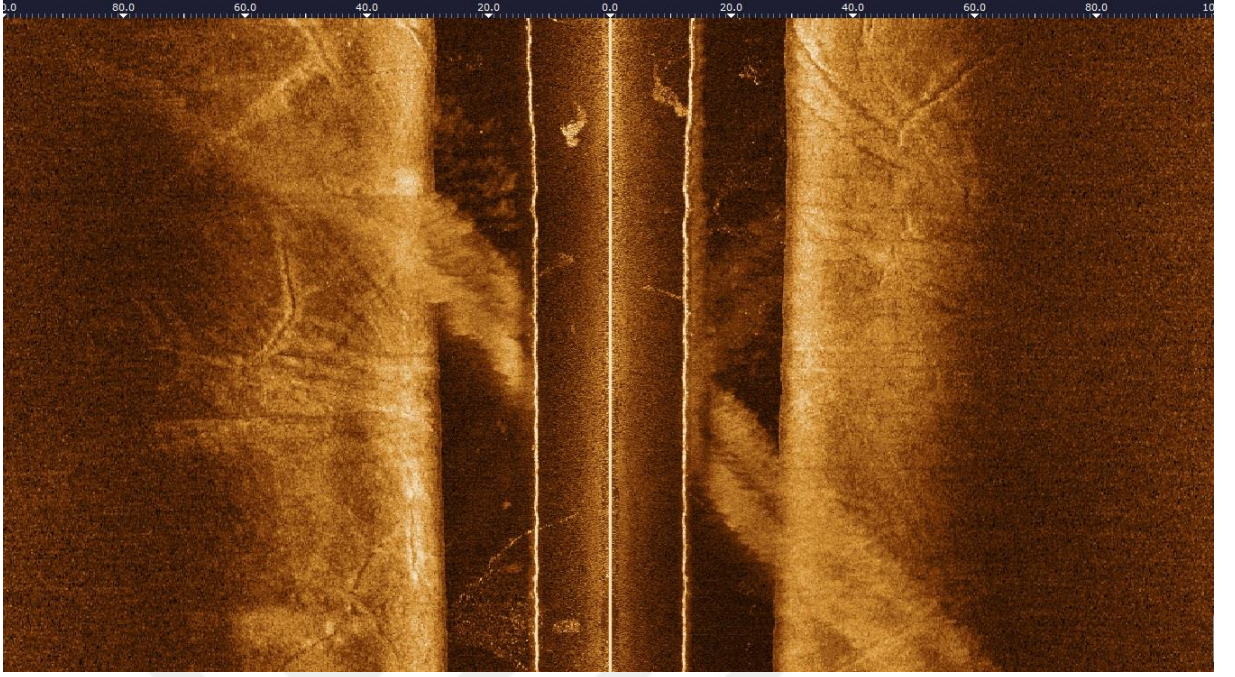
Şekil 83. Gürpınar balıkçı barınağı girişi mendirek görüntüsü (BG4 noktası)



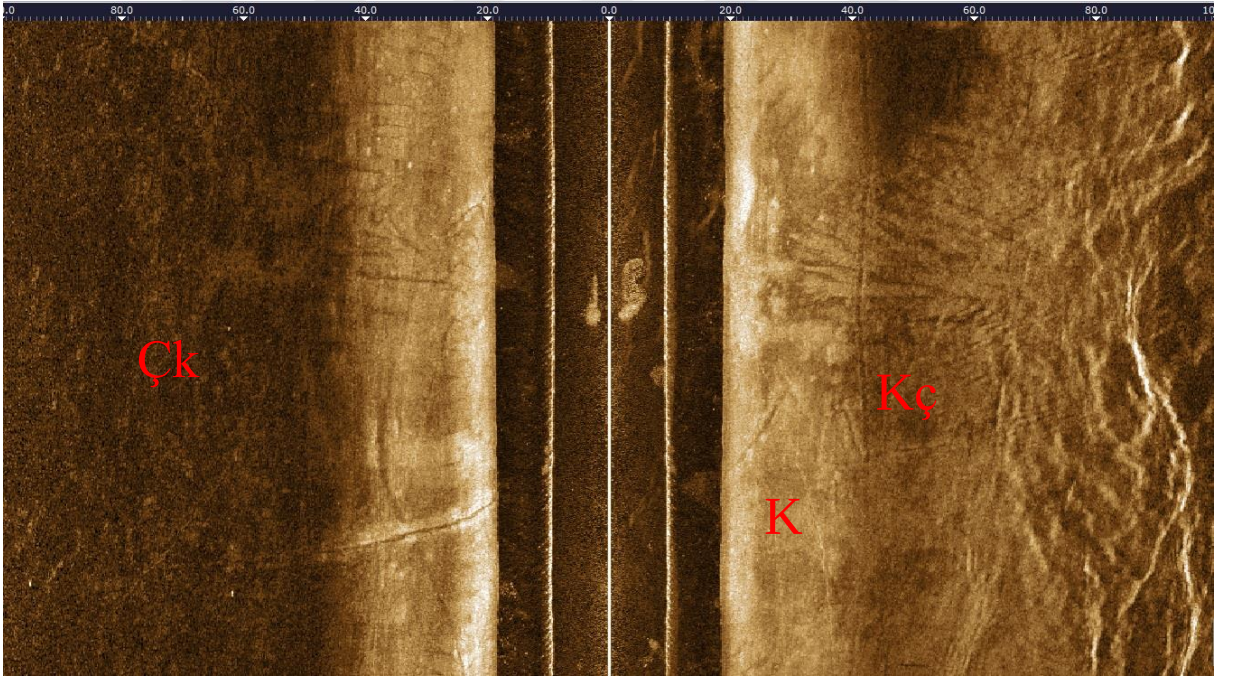
Şekil 84. Gürpınar balıkçı barınağı iskele kazıkları ve sığlaşma (BG5 noktası)



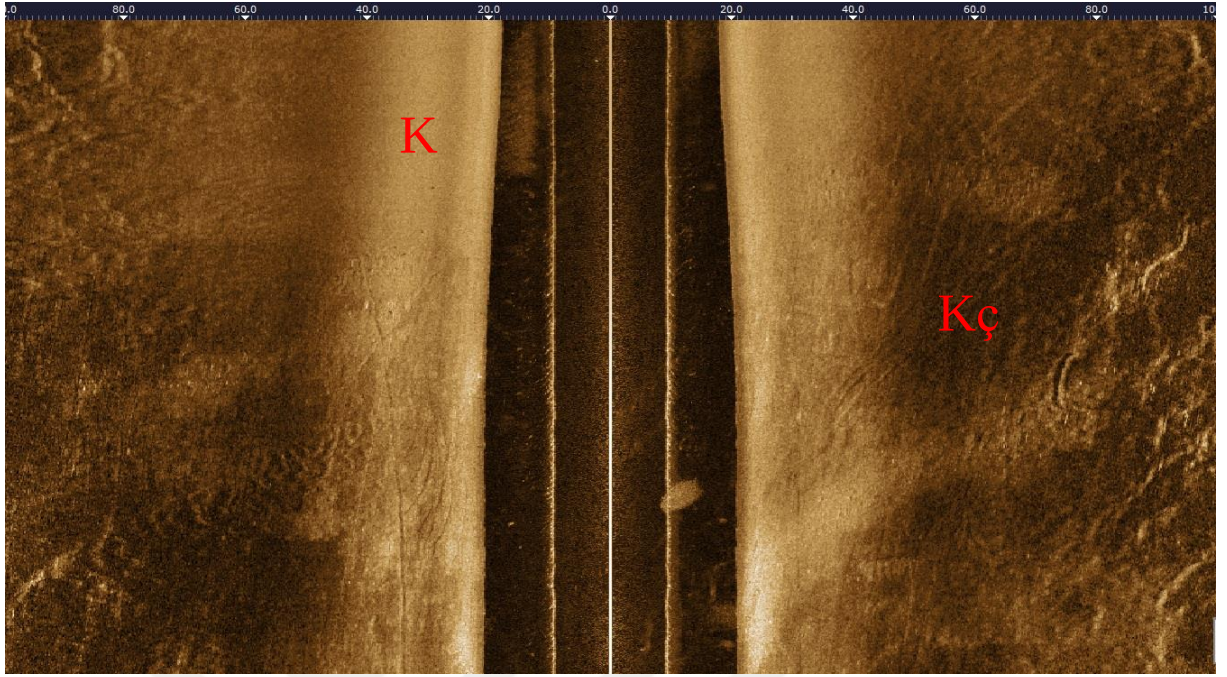
Şekil 85. Deniz tabanı akarsu deformasyonu (azmak) (BG6 noktası)



Şekil 86. Gemisi pervane gürültüsü (BG7 noktası)



Şekil 87. Dalga kontrollü kumul dalgacıkları ve farklı birimlerin görüntüsü (BG8 noktası)



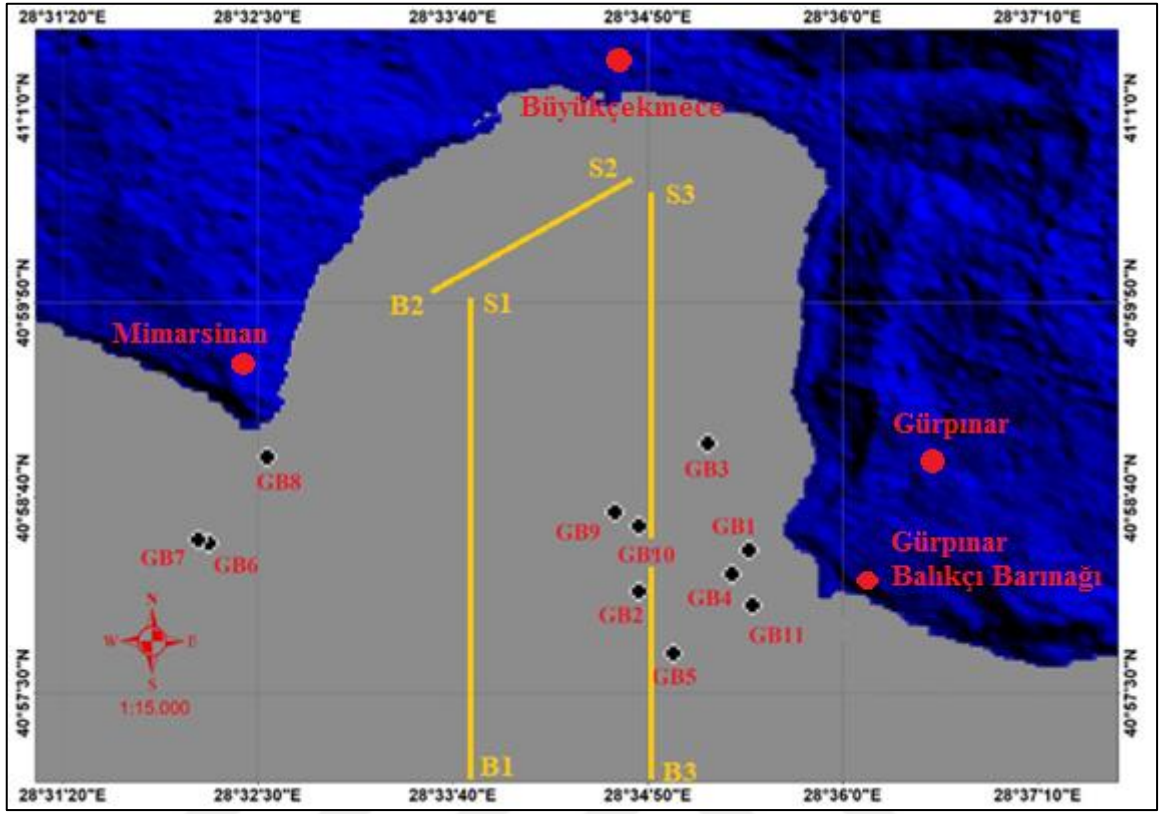
Şekil 88. Deniz tabanı birim değişimi (BG9 noktası)

Beylikdüzü-Gürpınar (BG) bölgesinde kıyıya yakın yerlerde tek birime (kum) ve kayalık alanlara rastlanmaktadır. Kıyıdan biraz açığa gidildiği zaman (yaklaşık 1 km) birim değişimleri başlamakta (kum-çamur) ve burada iki birim bir arada bulunmaktadır. Daha da açığa gidildiği zaman tek bir birimin hakim olduğu (çamur) gözlemlenmiştir.

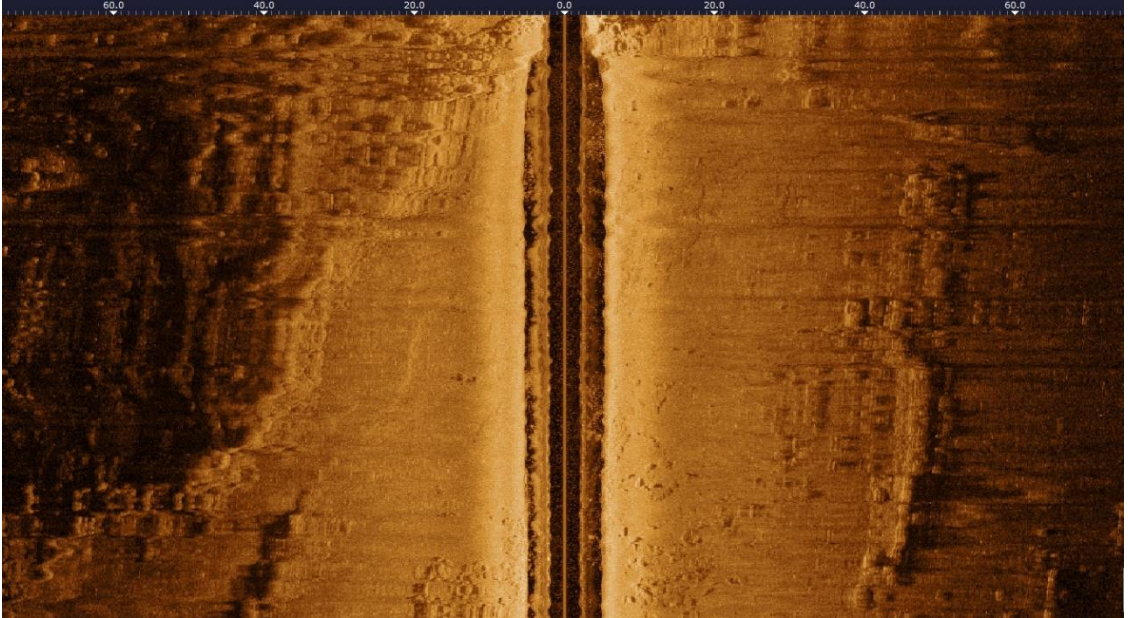
Ayrıca deniz tabanı üzerinde akarsu girdisine (azmak) (Şekil 85) ve araştırma gemisinin neden olduğu gürültüye (Şekil 86) rastlanmıştır.

3.2.5. Gürpınar-Büyükçekmece (GB) bölgesi YTS ve CHIRP verileri

Gürpınar-Büyükçekmece (GB) bölgesinde alınan noktalar Şekil 89' da ki haritada verilmiş olup deniz tabanı yorumlaması yapılmıştır (Şekil 90-103).

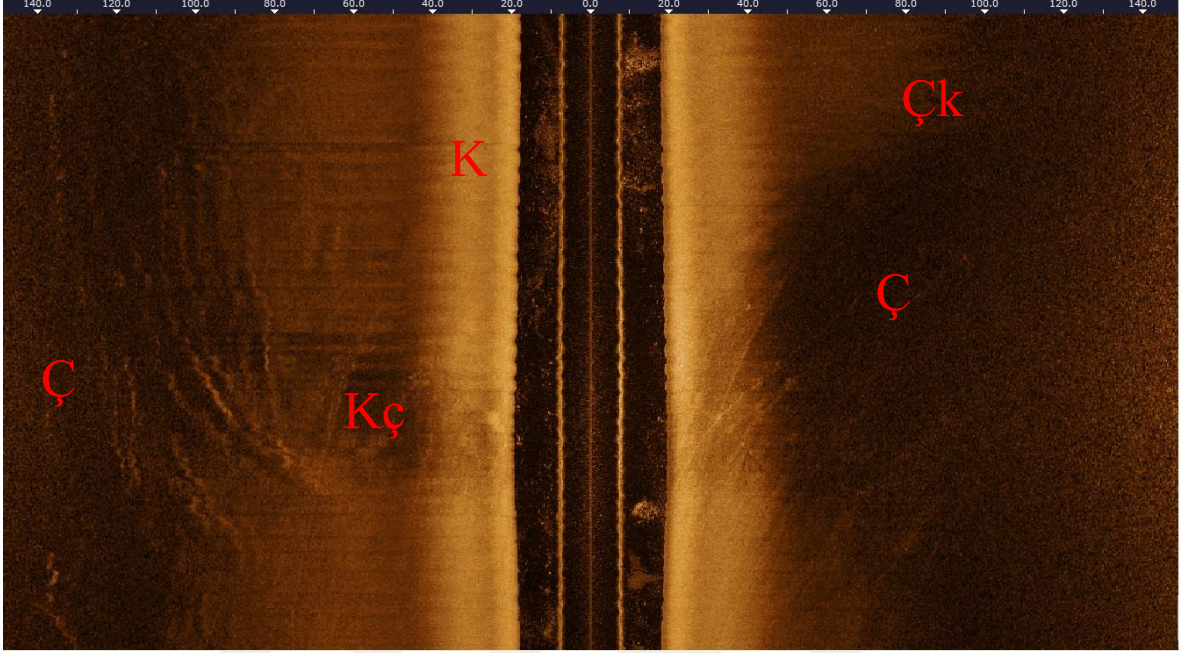


Şekil 89. Gürpınar-Büyükçekmece bölgesi (GB) yansıma tipleri haritası



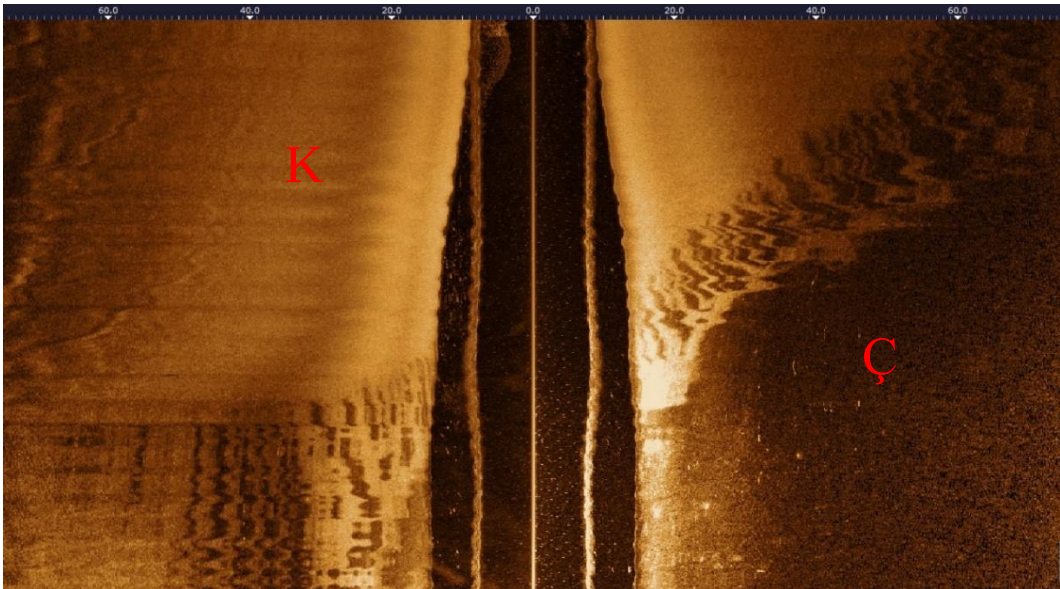
Şekil 90. Deniz tabanı kaya döküntüleri (GB1 noktası)

GB2 noktasında birden fazla birimin görüntüsü elde edilmiştir (Kum (K), çamurlu Kum (Kç), kumlu Çamur (Çk) ve Çamur (Ç)) (Şekil 91).



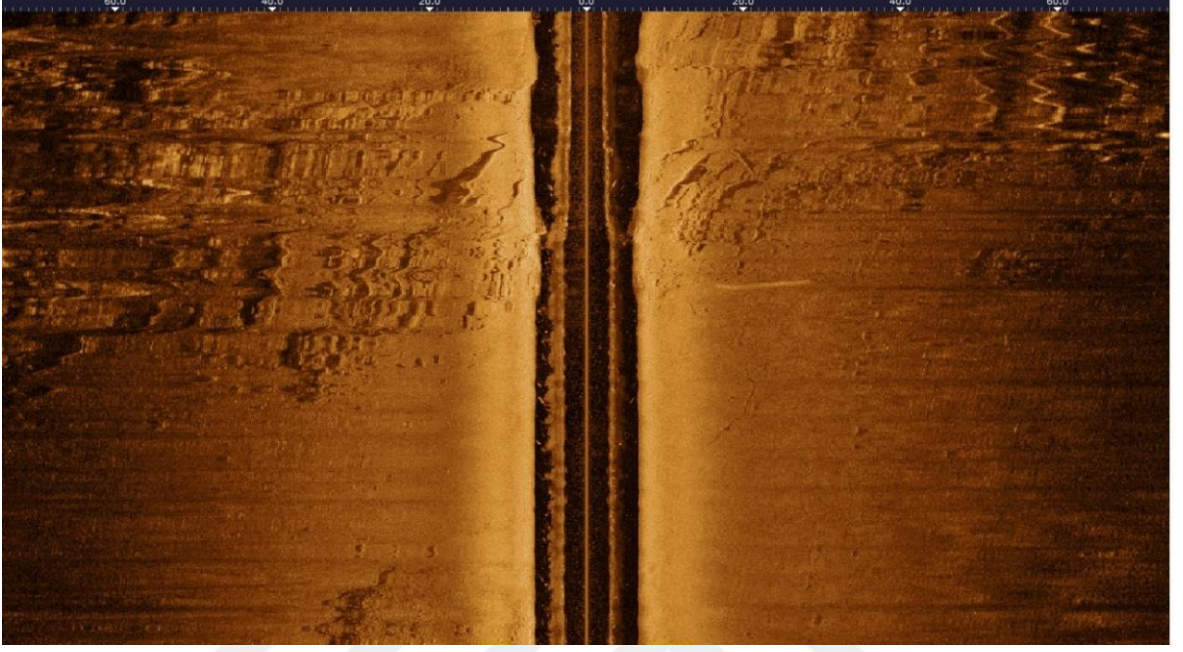
Şekil 91. Birim değişimi görüntüsü (GB2 noktası)

Büyükçekmece koyunda bulunan vadi yapısından dolayı ani derinleşme noktasında (GB3) alınan görüntüde net bir şekilde birim değişimi gözlenmektedir (Şekil 92).

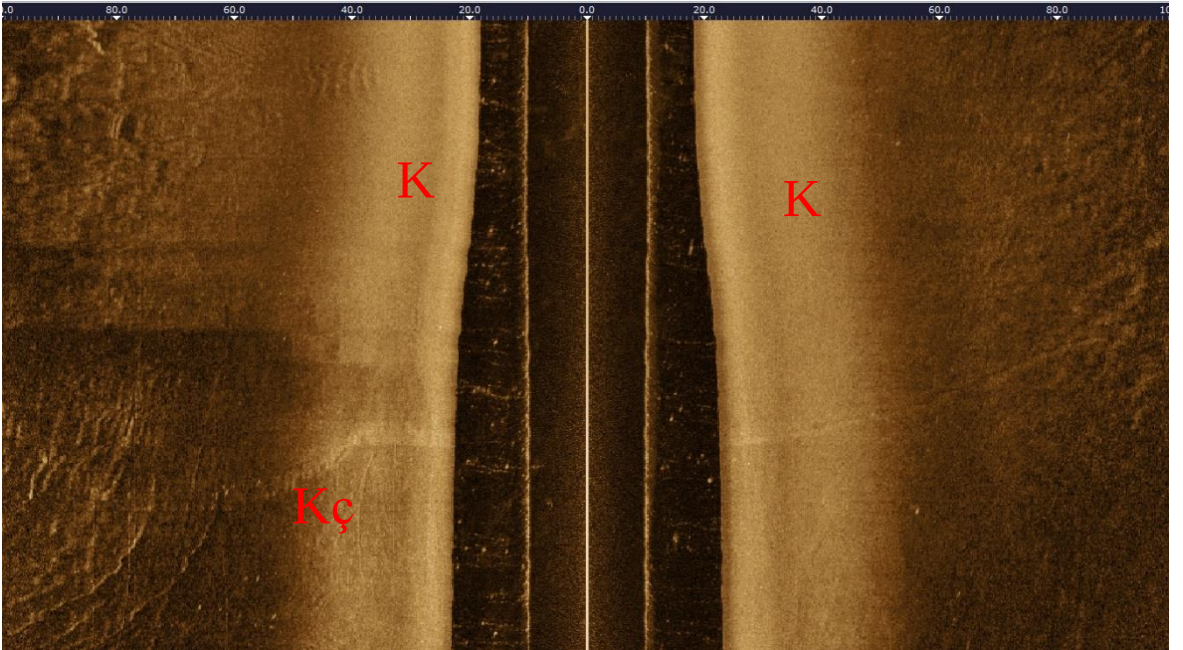


Şekil 92. Birim değişimi (GB3 noktası)

GB4 noktasında kıyıya yakın tarafta bulunan noktadan alınan görüntüde ise yer yer kaya döküntüleri gözlenmektedir (Şekil 93).

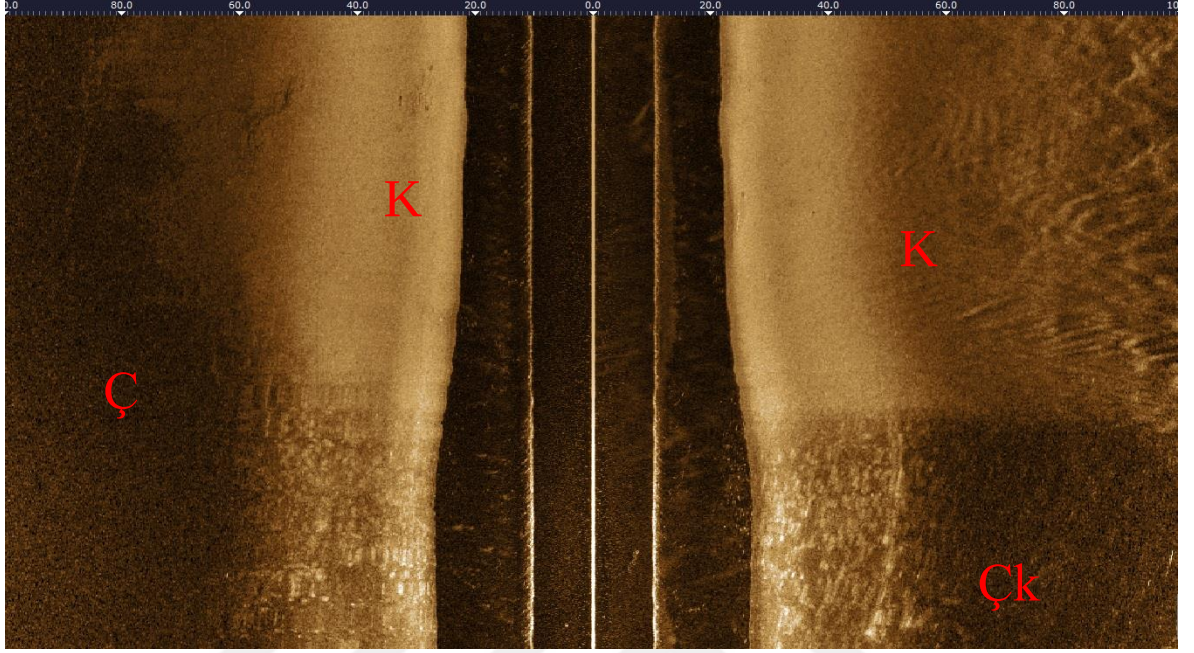


Şekil 93. Kaya döküntüleri (GB4 noktası)

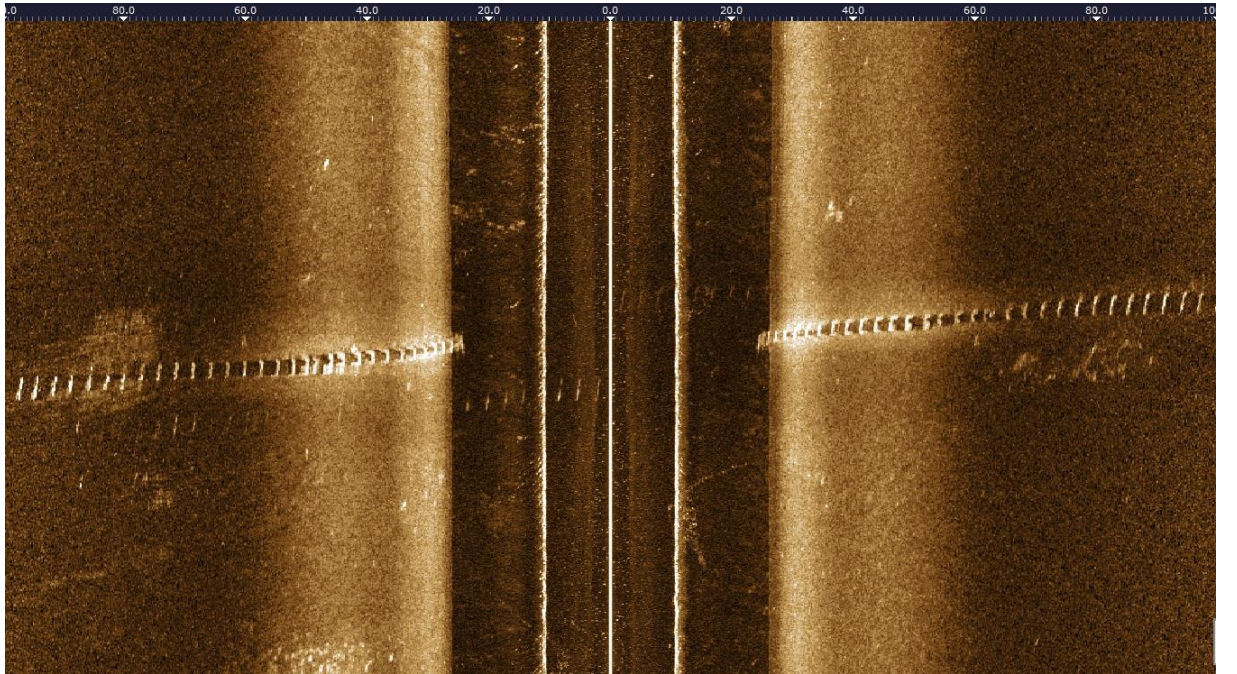


Şekil 94. Birim değişimi (çamurlu kumdan (Kç) kum'a (K) geçiş) (GB5 noktası)

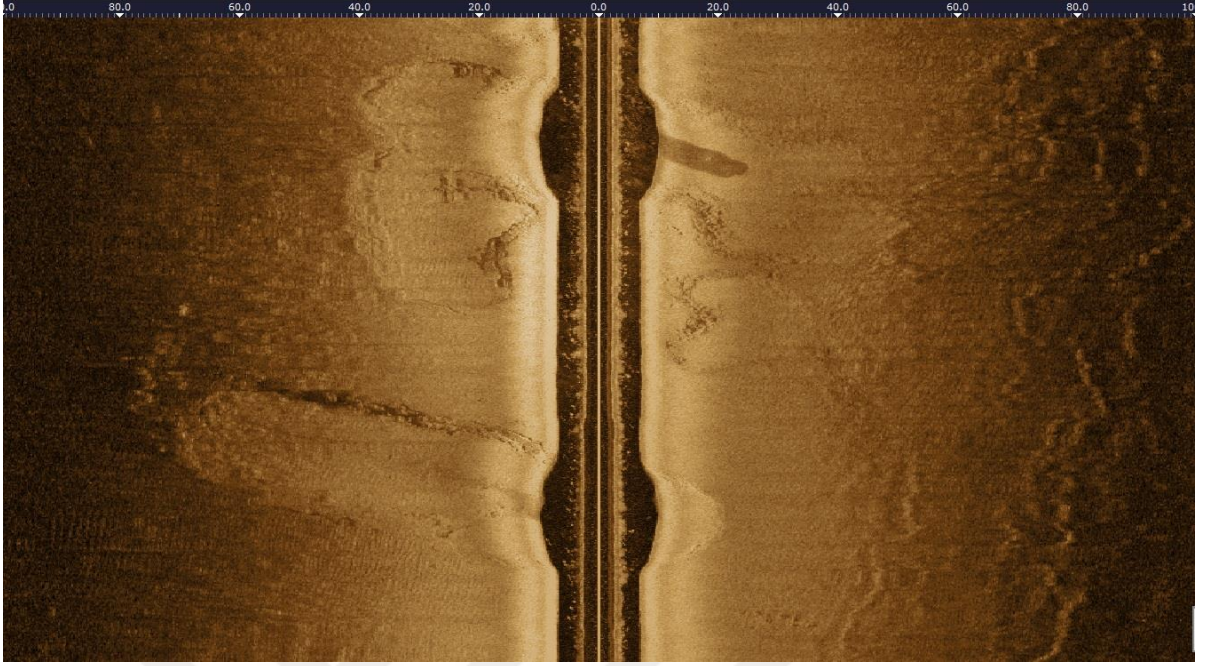
Mimarsinan burnu önünde bulunan ani derinleşme noktasında (GB6) alınan görüntüde net bir şekilde birim değişimi gözlenmektedir (Şekil 95).



Şekil 95. Birim değişimi (GB6 noktası)

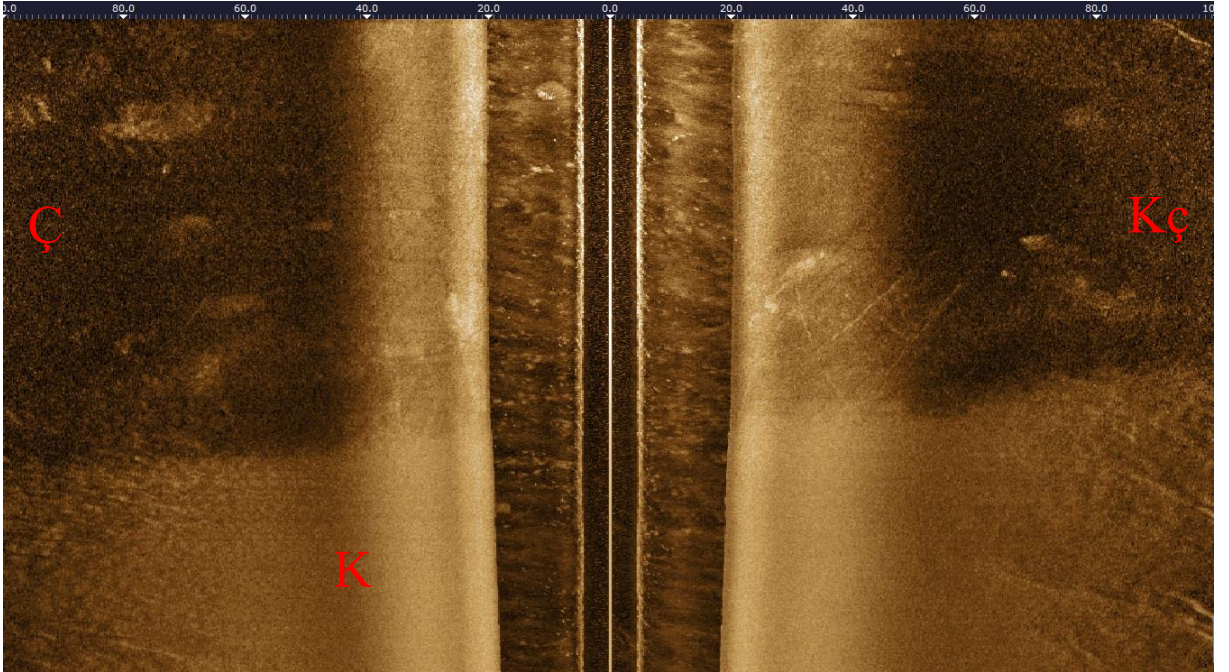


Şekil 96. Boru hattı görüntüsü (GB7 noktası)

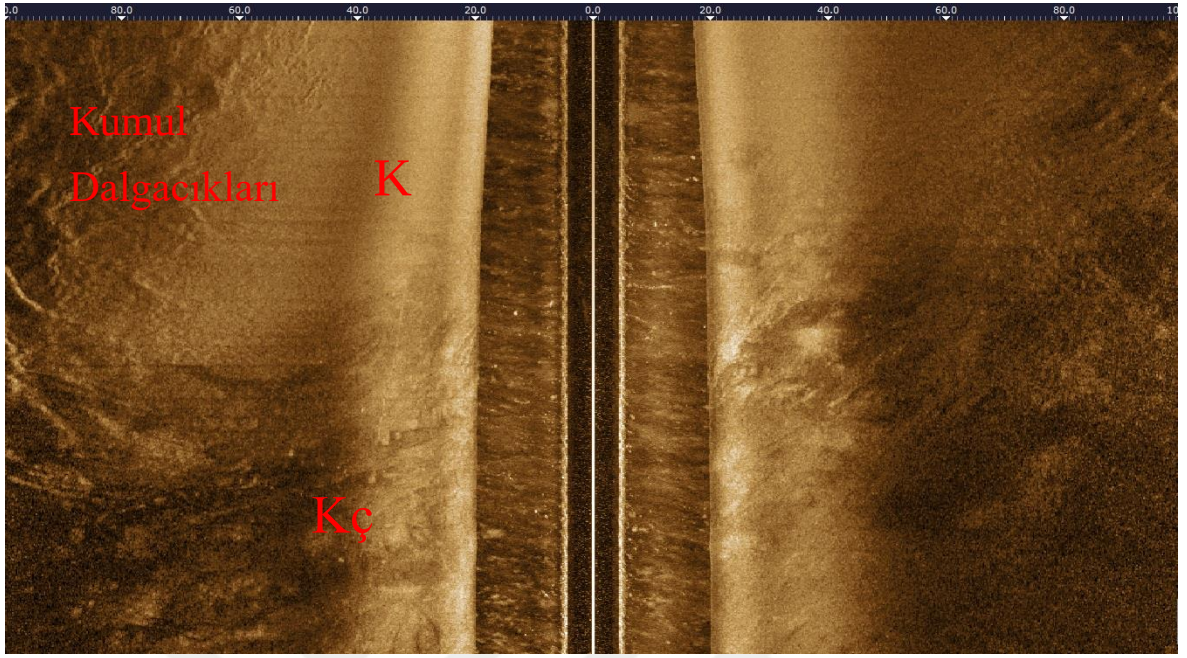


Şekil 97. Birim değişimleri ve deniz tabanında bulunan çukurlar (GB8 noktası)

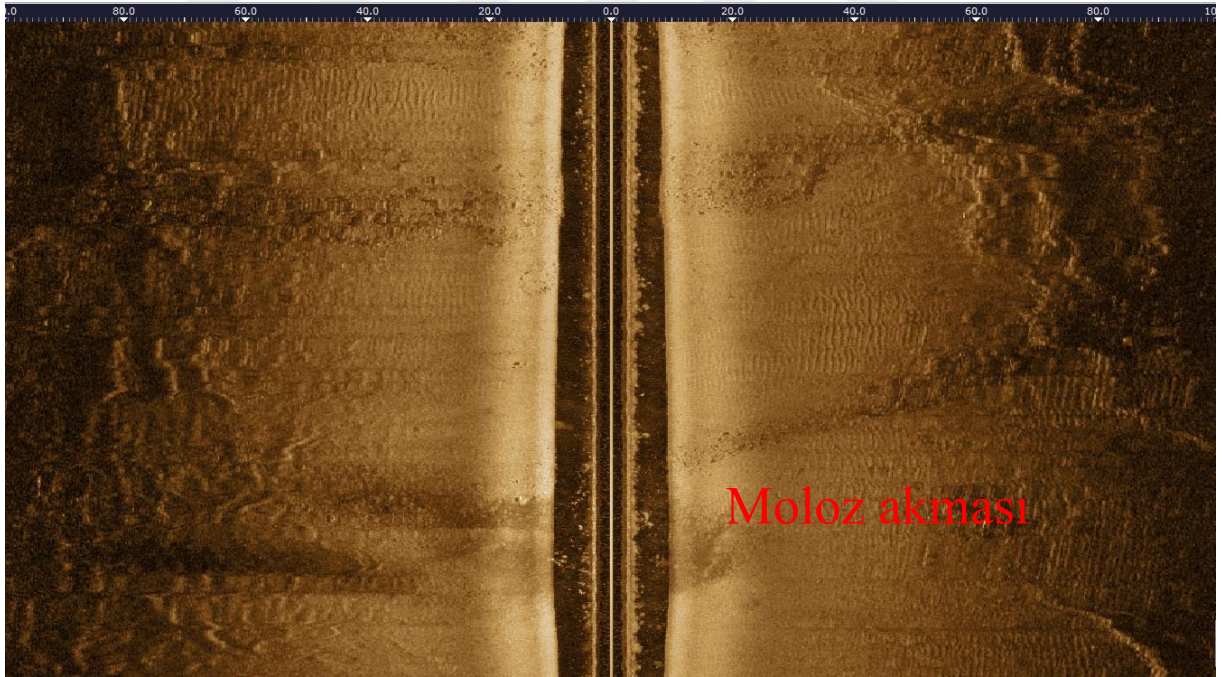
Büyükçekmece koyunda bulunan vadi yapısından dolayı ani derinleşme noktasında (GB9) alınan görüntüde net bir şekilde birim değişimi (Kum'dan (K) Çamur'a (Ç)) gözlenmektedir (Şekil 98).



Şekil 98. Birim değişimi (GB9 noktası)



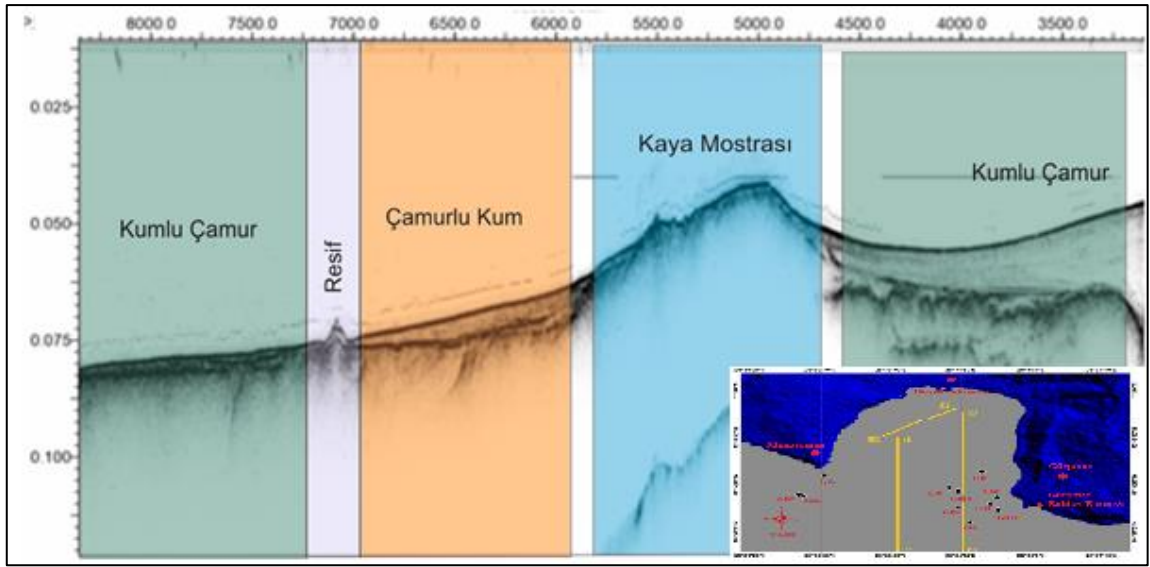
Şekil 99. Birim değişimi, kumul dalgacıkları (GB10 noktası)



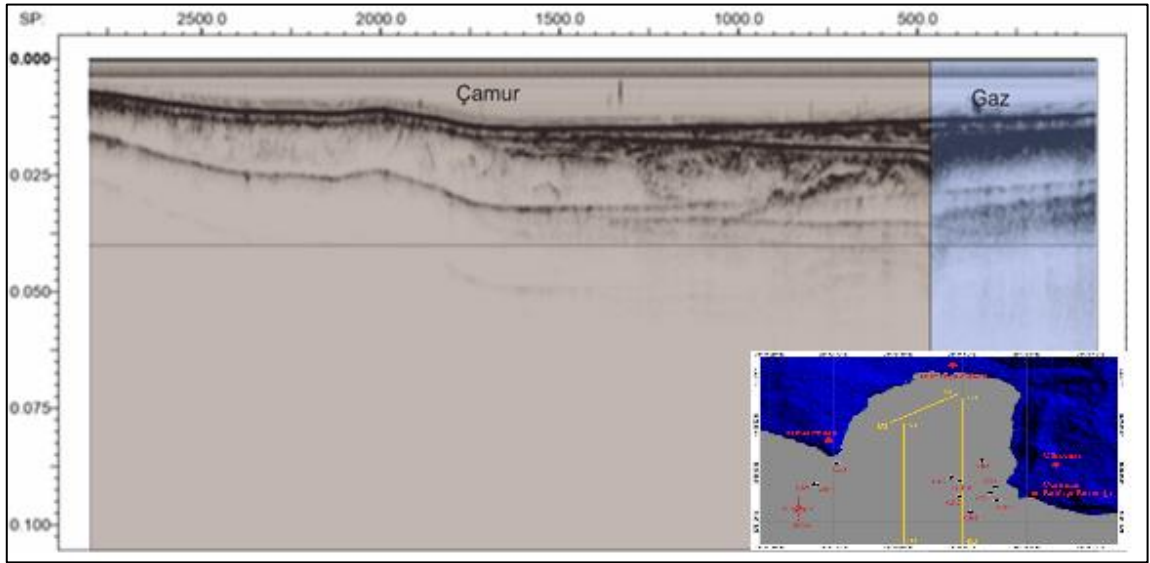
Şekil 100. Moloz akması (GB11 noktası)

Gürpınar burnu önünde bulunan GB11 noktasında kumul dalgacıkları yanı sıra moloz akıntıları da gözlemlenmiştir.

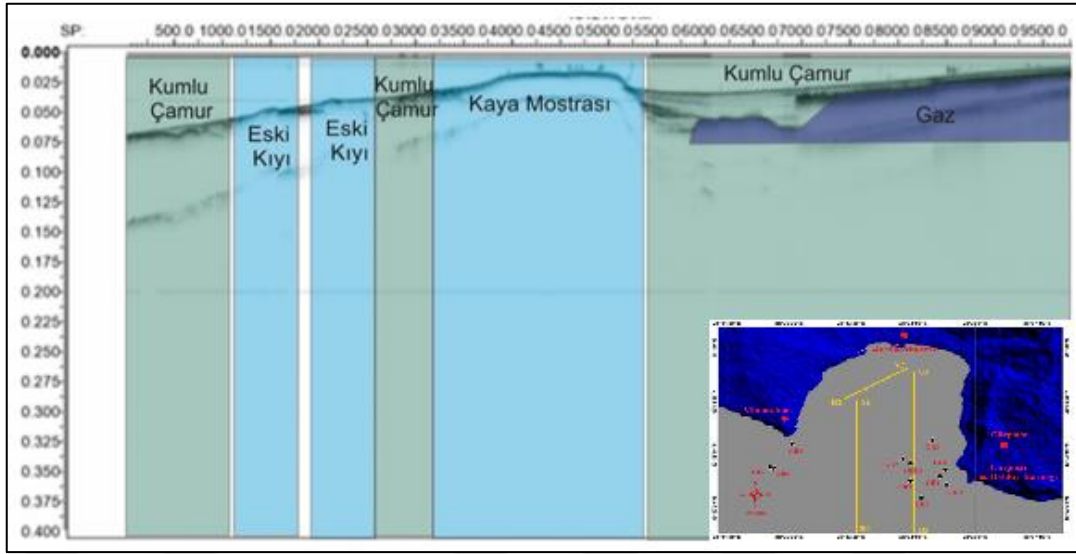
Gürpınar-Büyükçekmece arasında Büyükçekme' ye yakın olan alanda birim değişimleri (kum-çamurlu kum-kumlu çamur) gözlenmektedir. Mimarşinan ve Gürpınar burunlarında deniz tabanında kayalık alanlar gözlenmektedir (Şekil 90, 93). Kıyıdan yaklaşık 1 km de keskin şekilde birim değişimleri görülmektedir (kum-çamur). Daha da açığa gidildiği zaman tek bir birimin hakim olduğu (çamur) gözlemlenmiştir. Ayrıca deniz tabanı üzerinde; boru hattına (Şekil 96) rastlanmıştır.



Şekil 101. Bölgeyi temsil eden CHIRP verisi (B1-S1 hattı)



Şekil 102. Bölgeyi temsil eden CHIRP verisi (B2-S2 hattı)

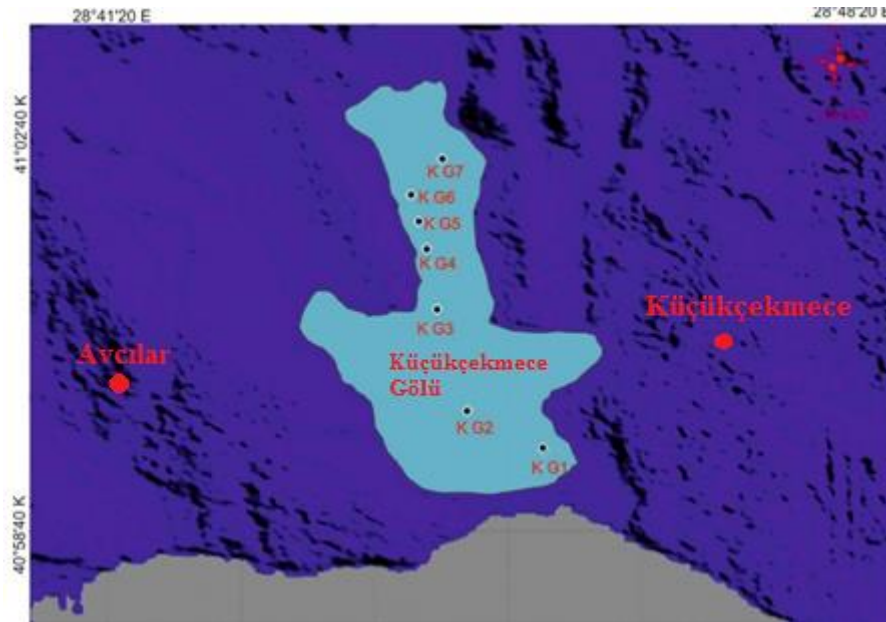


Şekil 103. Bölgeyi temsil eden CHIRP verisi (B3-S3 hattı)

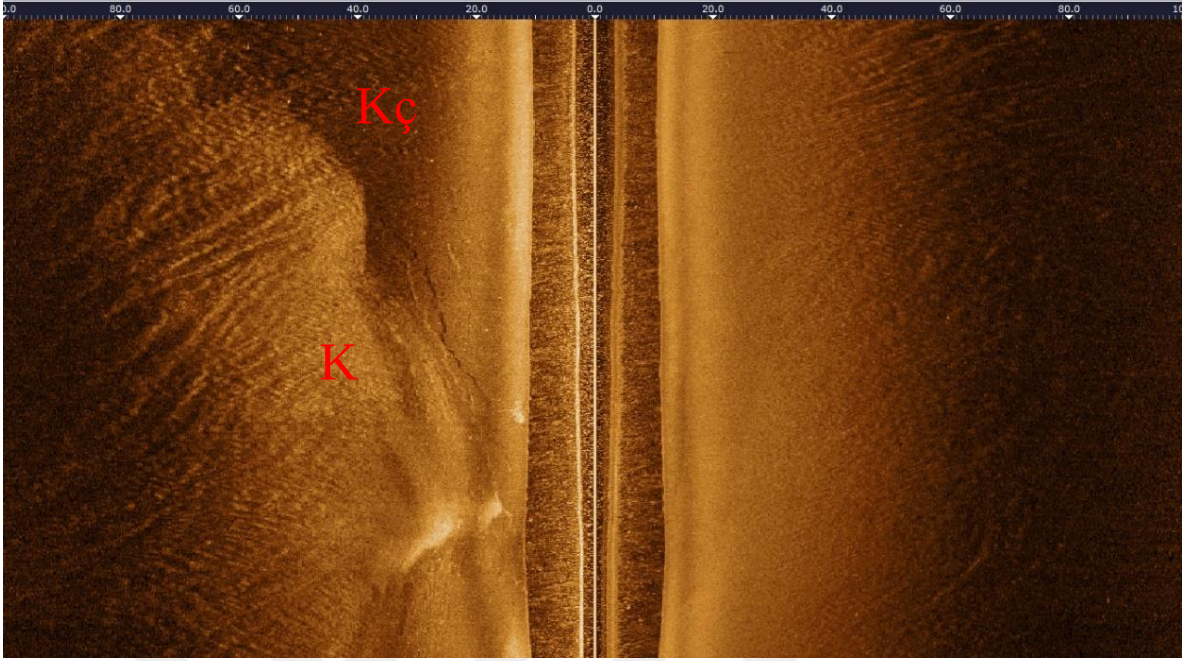
Hatların genelinde yansıma güçlü ve koyu renktedir. Şekil 101’ de mostra ve resife rastlanmıştır. Şekil 102 ve 103’ te gaz çıkışından dolayı koyu bir yansıma elde edilirken hat boyunca kumlu çamur, çamurlu kum ve çamur birimleri gözlenmiştir.

3.2.6. Küçükçekmece Gölü (KG) bölgesi YTS verileri

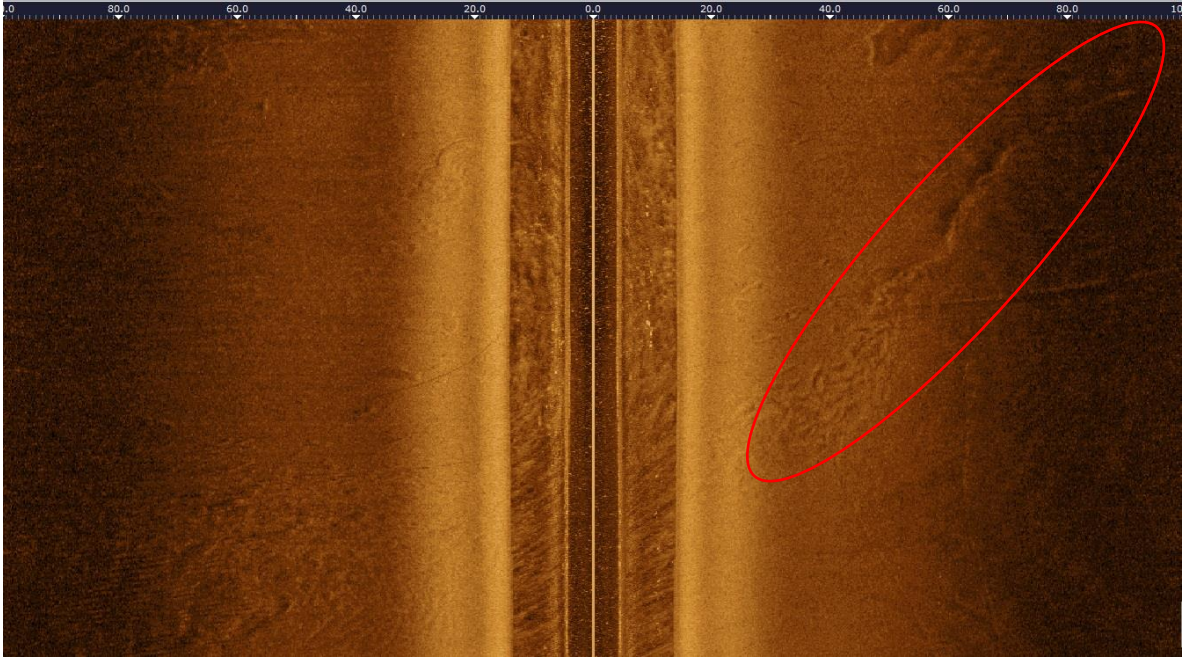
Küçükçekmece Gölü (KG) bölgesinde alınan noktalar Şekil 104’ te ki haritada verilmiş olup göl tabanı yorumlaması yapılmıştır (Şekil 105-111).



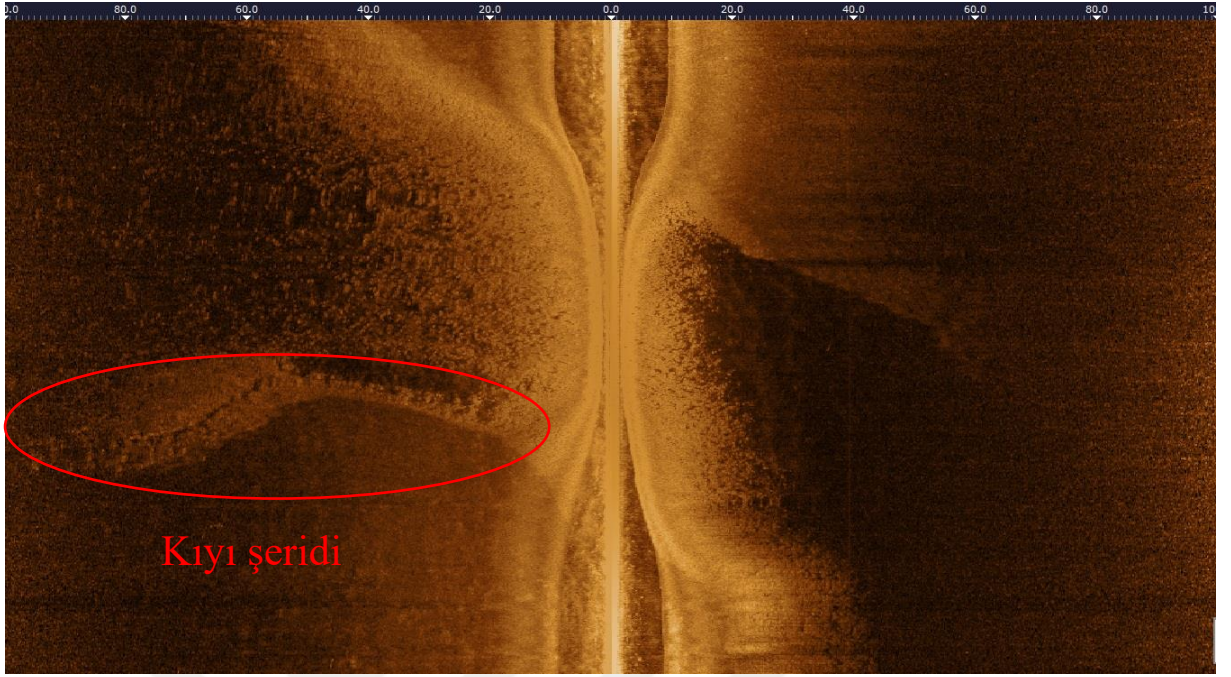
Şekil 104. Küçükçekmece Gölü (KG) yansıma tipleri haritası



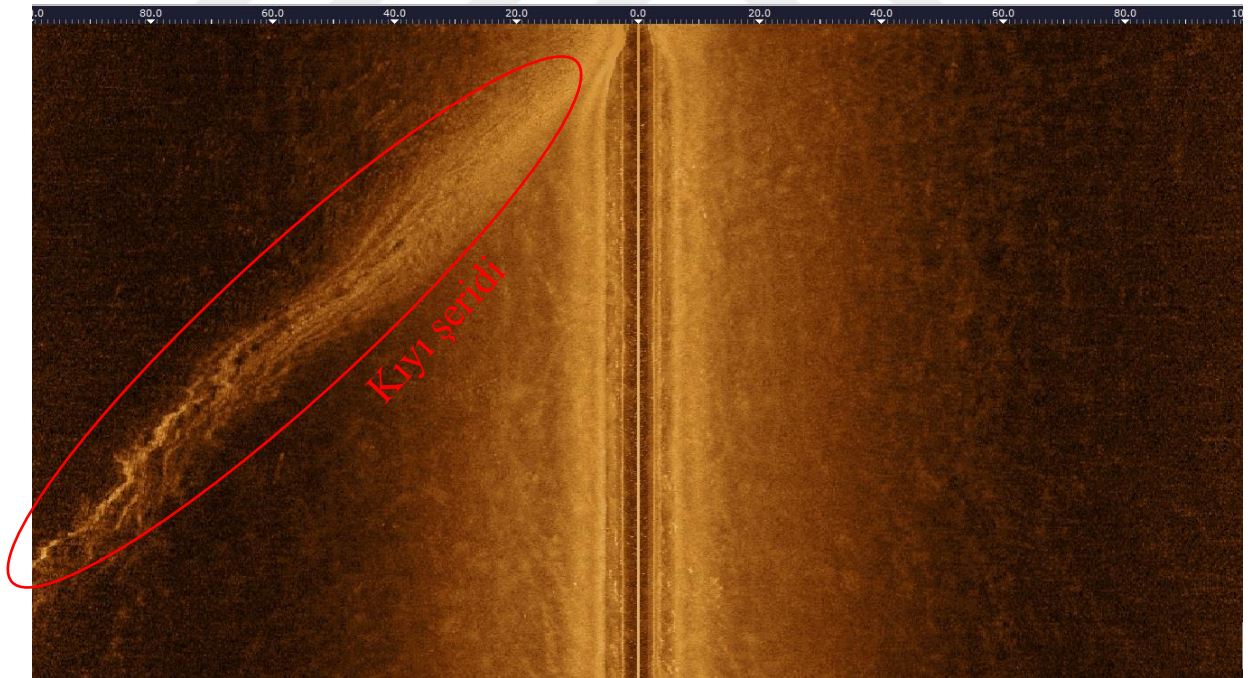
Şekil 105. Birim değişimi (KG1 noktası)



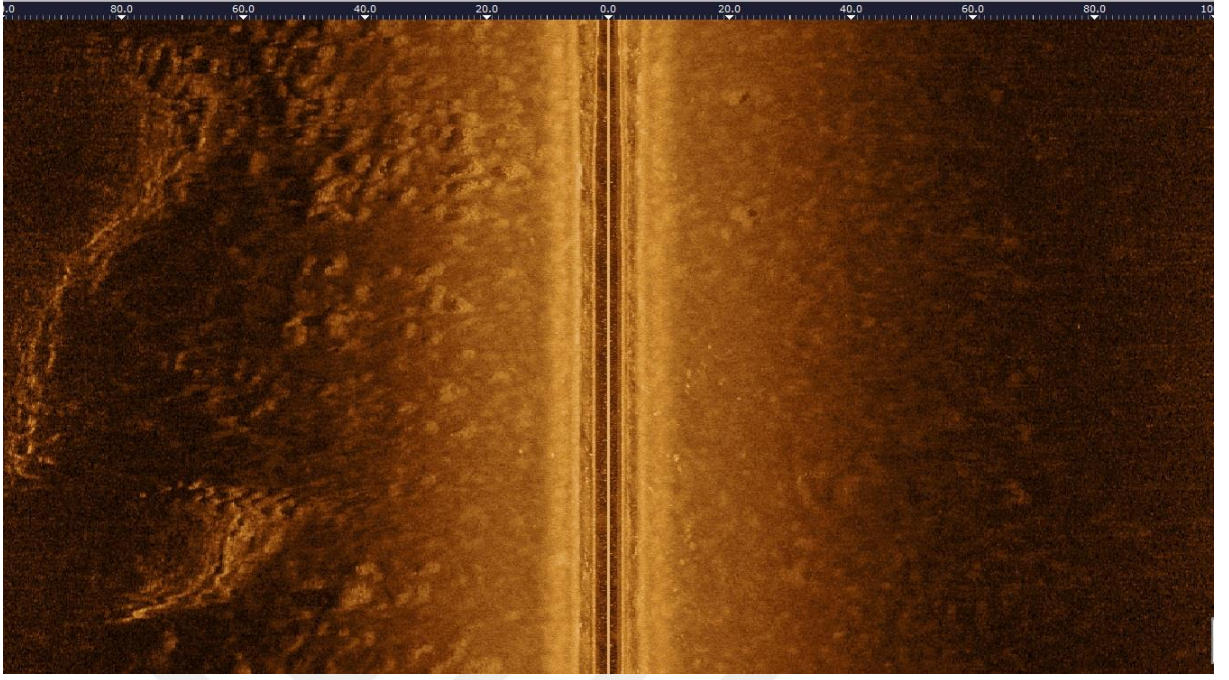
Şekil 106. Akarsu girdisi (azmak) görüntüsü (KG2 noktası)



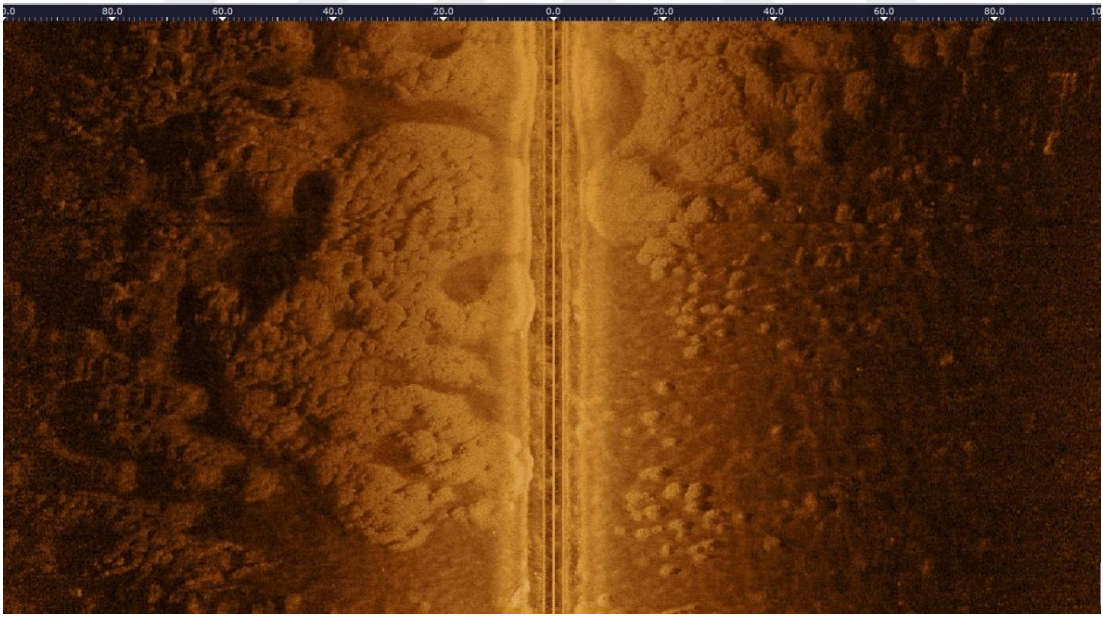
Şekil 107. Batık antik şehir (Bathonea) görüntüsü (KG3 noktası)



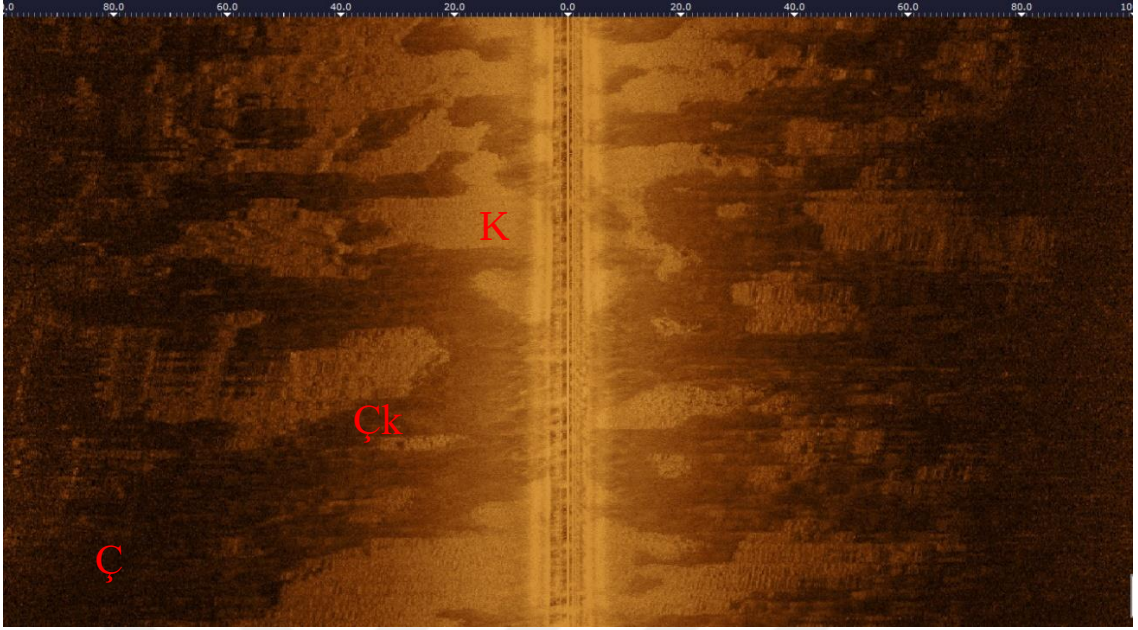
Şekil 108. Kıyı şeridi (KG4 noktası)



Şekil 109. Kaya parçaları ve göl tabanı bentik habitat görüntüsü (KG5 noktası)



Şekil 110. Göl tabanı bitki görüntüleri bentik habitatlar (KG6 noktası)

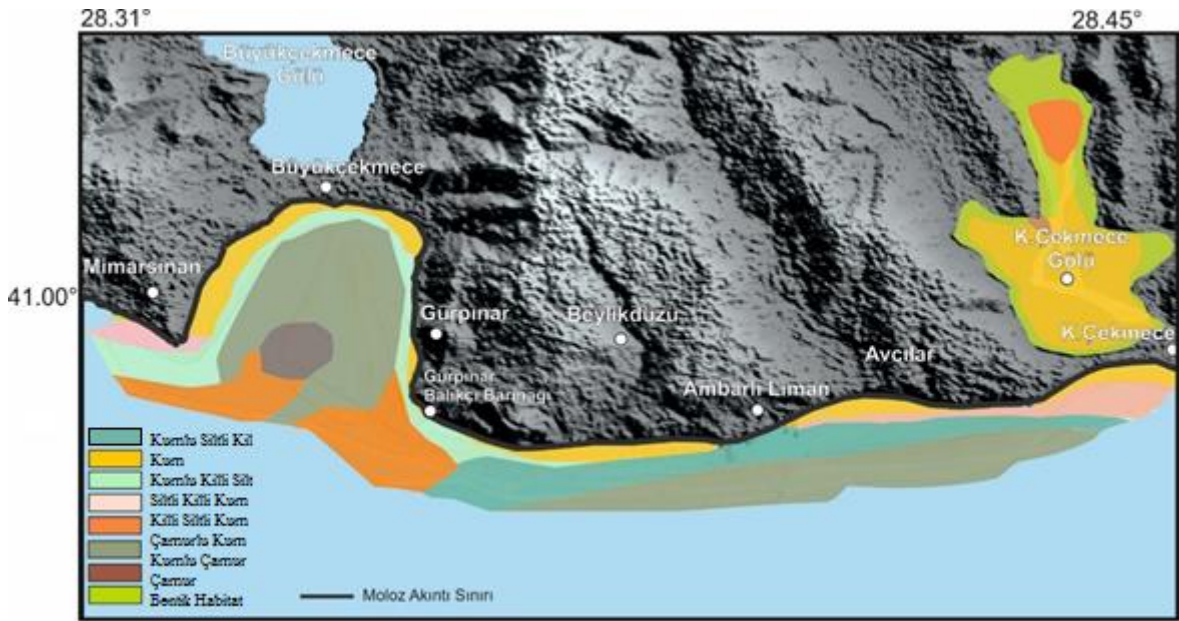


Şekil 111. Farklı birimlerin görüntüsü (Kum: K, Çamur: Ç, kumlu Çamur (Çk)) (KG7 noktası)

Küçükçekmece Gölü (KG) tabanında yer yer birim değişimleri gözlenmektedir (çamur-kumlu çamur-çamur). Ayrıca göl tabanında antik kent olan Bathonea' nın görüntüsüne rastlanmıştır (Şekil 108). Belli bölgelerde bentik habitatlar ve yer yer kayalık alanlara rastlanmıştır (Şekil 111).

4. TARTIŞMA VE SONUÇLAR

İstanbul güney şelfi (Avcılar–Büyükçekmece) deniz tabanı akustik özelliklerinin belirlenmesine odaklanan bu tez çalışmasında, öncelikle yüzey sediman tipleri; çeşitli deniz jeofiziği veri setlerindeki yansıma karakterleri ile tanımlanarak, dağılımları belirlenmiştir (Şekil 112).



Şekil 112. Akustik veri setlerinden tanımlanan sediman birimlerinin dağılımları

Çalışma sahasının deniz tabanı morfolojisi gene akustik veri setleri sayesinde orta konmuştur. Genel olarak iklim değişikliği, dalgalar, deniz tabanı morfolojisi ile birlikte akıntı sistemleri; sediman taşınımı, depolanması ve aşınımı üzerinde belirleyici rol oynamaktadır. Yerel koşullara göre, kıyı alanlarındaki kayaları aşındıran dalgalar kıyı gerilemesine veya taşınım suretiyle kıyılarda sediman birikimine neden olurlar. Rüzgâr, dalga ve akıntı gibi dış etmenler ile kendilerini besleyen akarsular gibi kaynakların, kendilerinden malzeme kaybına yol açan çeşitli faktörlerin etkisi altında kıyı alanları binlerce yıllarla ifade edilebilen bir süreçte, sediman (kum, çakıl, silt ve kil) taşınım açısından dinamik bir dengeye ulaşmaktadır. Etkenler

arasında denge oluşursa hem istikrarlı bir kıyı çizgisi hem de istikrarlı bir deniz taban profili ortaya çıkar; önemli ölçüde erozyon (kıyı gerilemesi) veya yığılma (kıyı ilerlemesi) durumuyla karşılaşılmaz. Bu bağlamda teze konu olan sahada sediman dağılımı oldukça heterojen bir yapı göstermektedir. Bölgenin akıntı durumu, dalga etkisi hidrodinamik yapı ile karadan taşınan malzeme miktarı ve deniz tabanı derinlik değişimi sediman dağılımı üzerinde rol oynayan önemli etkenlerdir. Kıyı çizgisinin takiben ortalama tane boyu sedimanın kabalaştığı izlenimini vermektedir.

Çalışma sahasında deniz tabanı yüzey çökellerinin tane boyutu yapısı ve dağılımı hakkında literatürde yeterli bilgi bulunmamaktadır. Buna karşın yanal taramalı sonar ve sığ sismik verilerde akustik cevaplarına göre belirlenmiş sediman tipleri, (Oktay ve diğerleri, 1998; Olgun, 2001; Alpar ve Ünlü, 2014) gibi çalışmalarda ki klasik yöntemlerle tanımlanmış sedimanlarla konum bazlı yüzey doğrulaması yapılabilmiş ve şekil 112’ de sunulmuştur. Bu bağlamda daha geniş bir tarama alınmasına sahip akustik veri setleri ile sınırlar daha kesin bir şekilde belirlenerek, bilgisayar algoritması tabanlı boşluk doldurma sınırlı tutulabilmektedir. Bölgede “Çamur, Kum, kumlu Çamur, çamurlu Kum, kumlu Silt, siltli Kum” gruplarının baskın olduğu gözlenmektedir, Kum ağırlıklı sedimanlar genel olarak kıyıya yakın alanlarda depolanmışlardır. Ayrıca tüm kıyı şeridi boyunca karasal girdi kaynaklı moloz akmaları da bulunmaktadır. Kumlu çamur tipinde sedimanlar ise bölgede en hakim olan sediman grubunu temsil etmektedir. Bu grup genel olarak şelf morfolojisine uyumlu olarak düşük eğimli derinleşme kontrolünde ve 35m’den daha derin alanlarda dağılım göstermektedir. Ayrıca Büyükçekmece vadisi içerisinde de yaygın olarak bulunmaktadır. Taban topoğrafyası, bölgesel akıntı sistemi ve olası kıyısal girdi çeşitliliğinin, bölgenin deniz tabanı sediman dağılımının kontrol ettiği düşünülmektedir. Büyükçekmece Körfezi’nin iç kısımları ve açıklarına bakıldığında, çok farklı özelliklerde depolanmış sedimanların varlığı göze çarpmaktadır. Bu sediman çeşitliğinin, kıyısal heyelan malzemesi girdisinden, bölgenin zaman zaman yaşadığı tektonik hareketlerden ve bölgedeki akıntı sisteminden kaynaklanması da bir olasılıktır. Büyükçekmece ve Küçükçekmece arasında kalan alanın deniz kısmı incelendiğinde, geniş bir deniz tabanı alanının Çamur ağırlıklı (M) sedimanlarla kaplı olduğu gözlenmektedir. Bu ise daha kararlı ve akıntı sistemi açısından daha durgun bir alanı temsil edebilmektedir. Bölgede meydana gelen heyelan izlerinin morfolojik olarak görünür olmaması, Büyükçekmece körfezi’nin güney yönünü takip ederek derin basene doğru taşınma olasılığını düşündürmektedir. Kıyıya yakın alanda heyelanlar ile

ilişkilendirilebilecek baskın malzeme birikimleri en belirgin Gürpınar bölgesinde gözükmemektedir. Bununla birlikte bunun aldatıcı bir görüntü olduğu düşünülmektedir. Bölgede baskın olan taban akıntı rejiminin, Büyükçekmece-Küçükçekmece arasında malzeme birikmesine engel olduğu ve İstanbul Boğazı dip akıntısının ise Küçükçekmece-Avcılar önlerinde yer alan batimetrik yükseltinin sahip olduğu konumdan dolayı bölgeye sediman taşınımını sınırladığı düşünülmektedir. Koyu yansımali zonları topografik olarak kıyının deniz içerisindeki devamlılıklarıdır. Küçükçekmece Gölünden denize doğru sediman taşınımı olduğu gözlenmektedir. Kumlu bir taban malzemesinden oluşan güney kesimi dışında, Küçükçekmece lagün tabanı kohezivite ve adsorpsiyon kapasiteleri yüksek çökellerden oluşmaktadır (Algan, 1987). Küçükçekmece lagününün deniz ile bağlantı bölgelerinde taban malzemesinin diğer bölgelere nazaran daha kaba taneli çökellerden oluşması, kaba taneli malzemenin bağlantı kanalından giren akımlarla ve rüzgârlarla kıyıdan lagün içine taşınması şeklinde açıklamıştır (Algan, 1987).

Kıyının dinamik dengesini bozan en önemli faktörler; mevsimlerdeki anormal değişimler sonucu büyük fırtınaların oluşması şeklindeki doğal faktörler veya antropojenik faaliyetler sonucu meydana gelen yapay faktörlerdir. Doğal faktörlerin etkisi onlarca yıllarla ifade edilebilen uzun sürelerde kendini gösterirken, yapay faktörlerin sonuçları birkaç yıl gibi kısa sürelerde görülebilir. Kıyılardan ve kıyı önlerinden kontrolsüz şekilde malzeme drenajı, kıyıyı besleyen materyallerin baraj ve bilinçsiz yapılaşma gibi değişik yollarla engellenmesi, kıyı profil dengesini bozan en önemli etmenlerdir. Liman, barınak, kıyı duvarı ve mendirek gibi deniz yapılarının oluşturacağı erozyon veya sığlaşmalar, oyulma veya mahmuzlar en bilinen örneklerdir. Bütün bunlara bağlı olarak kıyı boyu ve kıyıya dik sediman taşınımı değişir, kıyılarda erozyon ve/veya yığılmalar oluşur. Bu bağlamda da çalışma sahası deniz tabanı yüksek oranda insan kaynaklı zarara uğramıştır. Bunlar; yüksek oranda çipa deformasyonu ve taban taraması; trol balıkçılığına ait ağın tabandaki bozucu izleri, yakın kıyı ve deniz tabanına (doğal gaz boru hatları, balıkçı barınağı ve limanlara ait kazıkları gibi) yapılan yapılar ve buna bağlı kumul birikimleri ile sığlaşma olarak gözlenmektedir. Sarı ve diğerleri (2013; 2014), çalışma sahasında antropojenik kirleticilerin varlığına dikkat çekmektedir ve dolaylı yünden bölgedeki insan kaynaklı baskı bulgularını desteklemektedir.

Çalışma sahasının kıyı alanlarında yapılan çalışmalarda (Öniz ve diğerleri, 2013), bu alanda MÖ 4. yüzyılda başlayıp MS 9. yüzyıla kadar süren bir yapılaşmanın olduğu

söylenmiştir. Bu yapılaşmanın yedi gözlü bir liman ya da faaliyetin, 2 tanesinin ambar, 5 tanesinin de gemilerin ya da teknelerin inşasının yapıldığı bir yer olduğu tespit edilmiştir. YTS verilerinde bu eski limanın izleri ve bazı batıklarda belirlenmiştir. Ortalama 7-10 m su derinliklerinde 60 m -70 m'lik uzun bloklar bulunmaktadır. Bu bloklar doğu batı yönlü olmakla beraber morfolojik yapısı iyi korunmuştur. Bunların yansira daha kısa bloklar normal trendin dışına dağılmış olarak gözlenmektedir. Bu dağılımda akıntı ve dalga aşındırmasının etkisi olasıdır. Doğru batı yönlü ve blokların hemen yakınından başlayan kum barı yapısı vardır. Tarihi liman yapıları akıntı sistemini bir set vurduklarından akıntı ile taşınan malzeme bu alanlarda akıntı gücünü yitirdiğinden birikmeye başlar ve yapıya paralel şekilde büyüyerek morfolojik bir yapı olan kum barlarını geliştirir.

Çalışma sahasının şelf alanı genellikle düşük eğimli olup, şelf kırığından sonra yüksek bir eğimle Çınarcık Çukuruna doğru aniden derinleşmektedir ve genel Marmara Denizi morfolojisine uyumludur (Gazioğlu ve diğerleri, 2002). Büyükçekmece koyu içindeki vadi yapısından dolayı bölgeye özgün bir duruma geçmektedir (Nasıf ve diğerleri, 2019). Bu vadi eski bir fay kontrollü olup, Büyükçekmece gölünden gelen bir akışa işaretir (Vardar ve diğerleri, 2018).

Sismik veri setlerinde belirlenen kaya mostraları genellikle; ya tektonik bir sıkışmayı yâda yüksek oranda erozyonu işaret etmektedir. Büyükçekmece, Küçükçekmece arasında yüzeylenmelerin derinliği -85 m'lerdedir. Bu derinlik küresel son düşük deniz seviyesi süresince Marmara Denizi'ni göl olduğu (Demirbağ ve diğerleri, 1999; Oktay ve diğerleri, 1998; 2002) süreçteki su seviyesidir. Bu mostralar (Alp ve diğerleri, 2018) dalga aşındırmalı taraça olarak verilmiştir. Büyükçekmece vadisi kenarındaki yüzeylenmeler de deniz seviyesi yükselimlerindeki yavaşlamayla ilişkilidir ve Büyükçekmece vadi etrafındaki eski-deltalarla (Vardar ve diğerleri, 2018) aynı seviyelerdedir. Büyükçekmece körfezinin güney kısmında akustik cevap olarak akustik perde (curtain) tipindeki gaz maskeleymesi de sismik kesitlerde gözlenmiştir.

Küçükçekmece gölü kuzey kısmında 5 m su derinliğine kadar göl tabanında bentik canlı habitatı yaygın olarak YTS verilerinde belirlenmiştir. Körfezin güneyinde indikçe deniz tabanı derinlik değişimi kontrolünde bu habitatlar kıyı taraflarında sınırlı kalmış ve sediman tip baskın olarak kum yansıması olarak belirlenmiştir. Ayrıca Batı tarafındaki kıyı sokunumlarında tarihi kalıntı yansımaları bulunmaktadır.

KAYNAKLAR

- Akarvardar, S., Feigl, K. L., Ergintav, S. (2009). Ground deformation in an area later damaged by an earthquake: monitoring the Avcılar district of İstanbul, Turkey, by satellite radar interferometry 1992–1999. *Geophysical Journal International*, 8 (2), 976–988.
- Alavi, S. N., Okyar, M., Timur, K. (1989). Late quaternary sedimentation in the strait of bosphorus: high resolution seismic profiling. *Marine Geology*, 89, 185-205.
- Algan, A.O. (1987). Küçükçekmece lagününde dip sedimentlerinin dağılımı. *İ.Ü. Coğrafya ve Deniz Bilimleri Enstitüsü Bülteni*, 2, 145-155.
- Alp, H., Vardar, D., Alpar, B., Ustaömer, T. (2018). Seismic evidence for change of the tectonic regime in Messinian, Northern Marmara Sea, Turkey. *Journal of Asian Earth Sciences*, 151, 40-53.
- Alp, H. (2014). Evidences of active faults in Küçükçekmece Lagoon (Marmara Sea, Turkey) Inferred from high-resolution seismic data. *Geo-Marine Letters*, 34, 447-455.
- Alpar, B. (1988). Jeofizik ve Jeodezik Uygulamalarda Yandan Taramalı Sonar (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). *İ.Ü. Deniz Bilimleri ve Coğrafya Enstitüsü, İstanbul*.
- Alpar, B., Ünlü, S. (2014). Avcılar-Yenikapı (İstanbul) Şelf Alanındaki Güncel Taban Yapılarının Oluşum ve Dinamiklerinin Yüksek Çözünürlüklü Sismik Yöntem İle Belirlenmesi, TUBİTAK proje No:111Y216.
- Armijo, R., Meyer, B., Navarro, S., King, G., Barka, A. (2002). Asymmetric slip partitioning in the Sea of Marmara pullapart: A clue to propagation processes of the North Anatolian Fault, *Terra Nova*, 14, 80-86.
- Barka, A. A., Kadinsky-Cade, K. (1988). Strike-slip fault geometry in Turkey and Its Influence on Earthquake Activity. *Tectonics*, 7, 663-684.
- Barnhardt, W. A., Kelly, J. T., Dickson, S. M., Belknap, D. F. (1998). Mapping the gulf of maine with side-scan sonar: a new bottom-type classification for complex seafloors. *Journal of Coastal Research*, 14 (2), 646-659.
- Blondel, P., Murton, B. J. (1997). *Handbook of Seafloor Imagery*. England: John Wiley & Sons
- Çiftçi, G., Dondurur, D., Okay, S. (2005). Yüksek Ayrımlı Deniz Jeofiziği Yöntemleri. *İstanbul: Jeofizik Mühendisleri Odası*.
- Davis, K. S., Slowey N. C., Stender, I. H., Fiedler, H., Bryant, W. R., Fechner, G. (1996). Acoustic backscatter and sediment textural properties of inner shelf sands, northeastern gulf of Mexico. *Geo-Marine Letters*, 16, 273-278.
- Demirbağ, E., Gökaşan, E., Oktay, F. Y., Şimşek, M., Yüce, H. (1999). The last sea level changes in the Black Sea: Evidence from seismic data. *Marine Geology*, 157, 249- 265.
- Dumanoğlu, G. (2014). Deniz Jeofizik Sistemlerinde Elde Edilen Verinin Kalitesinin Arttırılması ve Kalibrasyonu İçin Deniz Ortamında Deneyisel Çalışmalar (Yayımlanmış Yüksek Lisans Tezi). *Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir*.
- Ergintav, S., Demirbağ, E., Ediger, V., Saatçılar, R., İnan, S., Cankurtaranlar, A., Dikbaş, A., Baş, M. (2011). Structural framework of onshore and offshore Avcılar, İstanbul under the influence of the North Anatolian Fault. *Geophysical Journal International* 185, 93-105.
- García-Gil, S., Ruth Durán, R., Vilas, F. (2000). Side scan sonar image and geologic interpretation of the Ría de Pontevedra seafloor (Galicia, NW Spain). *Scientia Marina*, 64, 393-402.

- Gazioğlu, C., Gökaşan, E., Algan, O., Yücel, Z., Tok, B., Doğan, E. (2002). Morphologic features of the Marmara Sea from multibeam data. *Marine Geology*, 190, 397- 420.
- Goff, J. A., Olson, H. C., Duncan, C. S. (2000). Correlation of side-scan backscatter intensity with grain-size distribution of shelf sediments, New Jersey Margin. *Geo-Marine Letters*, 20, 43-49
- Gökaşan, E., Gazioğlu, C., Alpar, B., Yücel, Z.Y., Ersoy, S., Gündoğdu, O., Yaltırak, C., Tok, B. (2002). Evidences of NW extension of the North Anatolian Fault Zone in the Marmara Sea; a new approach to the 17 August 1999 Marmara Sea earthquake. *Geo-Marine Letters*, 21, 183–199.
- Guillén, J., Acosta, J., Chiocci, F. L., Palanques, A. (2017). *Atlas of Bedforms in the Western Mediterranean*. Switzerland: Springer.
- Gürel, M. (2008). *Sismik Yöntemlerle Gaz Hidratların Aranması (Yayımlanmış Yüksek Lisans Tezi)*. İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- İmren, C., Le Pichon, X., Rangin, C., Demirbağ, E., Ecevitoglu, B., Görür, N. (2001) The North Anatolian Fault with in the Sea of Marmara: A new evaluation based on multichannel seismic and multibeam data. *Earth Planet Science Letters*, 186, 143-158.
- Kaesler, A. J., Thomas L. Litts, T. L., Tracy, T. W. (2012). Using low-cost side-scan sonar for benthic mapping throughout the lower flint river, Georgia, Usa. *River Research and Applications*, 29, 634-644.
- Krause, D. C. (1962). Interpretation of echo-sounding profiles, *International Hydrographic Review*, 39, 65-123.
- Kelley, J. T., Belknap, D. F. (1991). Physiography, surficial sediments and Quaternary stratigraphy of the inner continental shelf and nearshore region of the Gulf of Maine. *Continental Shelf Research*, 11, 1265-1283.
- Le Pichon, X., Şengör, C., Demirbağ, E., Rangin, C., İmren, C., Armijo, R., Görür, N., Çağatay, N., Mercier de Lepinay, B., Meyer, B., Saatçiler, R., Tok, B. (2001). The active main Marmara fault. *Earth and Planetary Science Letter*, 192, 595-616.
- Malinverno, A., Edwards, M. H., Ryan, W. B. F. (1990). Processing of seamarc swath sonar data. *IEEE Journal of Oceanic Engineering*, 15, 14–23.
- Marshall, F. B. (2015). *Seabed Morphology Mapping for Jack-Up Drilling Rig Emplacement (Published Undergraduate Thesis)*. Bandung Institute of Technology, Indonesia.
- Mazel, C. (1985). *Side scan sonar training manual*, New Hampshire: Klein Associates.
- Moreira, M.A., Vital, H., Lira, E. N. B. H. F. (2013). Using side scan sonar in the characterization of the continental shelf: Touros Area. 2013 IEEE/OES Acoustics in Underwater Geosciences Symposium, doi: 10.1109/RIOAcoustics.2013.6684014.
- Nasif, A., Dondurur, D., Vardar, D. (2019). Stratigraphical and morphological aspects of the northern Marmara shelf based on seismic data. *Journal of Earth System Science*, 128, 54. doi.org/10.1007/s12040-019-1081-1
- Okay, A. I., Kaşlılar-Özcan, A., İmren, C., Boztepe-Güney, A., Demirbağ, E., Kuşçu, I. (2000). Active faults and evolving strike-slip basins in the Marmara Sea, northwest Turkey: A multichannel seismic reflection study. *Tectonophysics*, 321, 189-218.
- Oktay, F. Y., Gökaşan, E., Sakınç M., Yaltırak, C., İmren, C., Demirbağ, E. (1998). Güneybatı Karadeniz, İstanbul Boğazı ve Marmara Denizi kuzey kesiminin Kuvaterner'deki oluşumu ve evrimi. TUBİTAK proje no: YDABÇAG (DEBAG)-102

- Oktaç, F. Y., Gökaşan, E., Sakınç., M., Yaltırak, Cenk., İmren, C., Demirbağ, E. (2002). The effects of the North Anatolian Fault Zone on the latest connection between Black Sea and Sea of Marmara. *Marine Geology*, 190, 367-382.
- Öniz, H., Kaya, H., Aydingün, Ş. (2014). A harbour structure at Beylikdüzü, Istanbul. *The International Journal of Nautical Archaeology*, 43,179-184.
- Penrose, J. D., Siwabessy, P. J. W., Gavrilov, A., Parnum, I., Hamilton, L. J., Bickers, A., Brooke, B., Ryan, D. A., Kennedy, P. (2005). Cooperative Research Centre for Coastal Zone Estuary and Waterway Management Technical Report 32: Acoustic Techniques for Seabed Classification. Perth: Centre for Marine Science and Technology, Curtin University of Technology.
- Sarı, E., Ünlü, V.S., Apak, M. R., Balci, N., Koldemir, B. (2014). Distribution and contamination of heavy metals in the surface sediments of Ambarlı Port area (İstanbul, Turkey). *Ekoloji*, 23,1-9.
- Sarı, E., Ünlü V.S., Apak M. R., Çelik Balci N., Koldemir B. (2013). Mercury distribution in the sediments of Ambarlı Port area, Sea of Marmara (Turkey). *Chemistry and Ecology*, 29, 28-43.
- Scanu, S. Carli, F. M., Peviani, M. A., Dampney, K. (2013). Work package 4: Research to innovate and improve infrastructures, Technologies and Techniques: D.4.8 database for environmental monitoring techniques and equipment. Erişim adresi: <http://www.marinet2.eu/> (Erişim tarihi: 11.12.2019).
- Siyako, M., Tanis, T., Saroglu, F. (2000). Marmara Denizi'nin aktif fay geometrisi. *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi*, 388, 66-71.
- Trabant, P. K. (1984). Applied high-resolution geophysical methods: Offshore Geoengineering Hazard. Boston: International Human Resources Development Corporation Publication.
- Vardar, D., Alp, H., Alpar, B. (2018). Seismic stratigraphy and depositional history of the Büyükçekmece Bay since Latest Pleistocene, Marmara Sea, Turkey. *Journal of Earth System Science*, 127, 13. doi.org/10.1007/s12040-017-0906-z
- Jones, E. J. W. (1999). *Marine Geophysics*. West Sussex: John Wiley and Sons.
- Yaltırak, C. (2002). Tectonic evolution of the Marmara Sea and its surroundings. *Marine Geology*, 190, 493-530.
- Zehner, W.J., Thompson, R.L. (1996). Methods of estimating allowable motion perturbations in side-scan sonar systems. *IEEE Journal of Oceanic Engineering*, 21, 245-255.

ÖZGEÇMİŞ

Doğum tarihi	: 12/03/1994
Doğum yeri	: Küçükçekmece/İstanbul
Lise	: 2007-2011, Borusan Asım Kocabıyık Anadolu Teknik Lisesi
Lisans	: 2011-2016, İ.Ü. , Jeofizik Mühendisliği (Bölüm birinciliği) 2014-devam ediyor, İ. Ü. Cerrahpaşa, Kimya Mühendisliği
Yüksek Lisans	: 2017-2019, İ. Ü. Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Deniz Jeolojisi ve Jeofiziği
Çalıştığı kurum (lar)	: 2016-2017, MCH Deniz Araştırmaları 2017-2019, ARS Mühendislik 2019-devam ediyor, Altınbaş Üniversitesi



T.C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
DENİZ BİLİMLERİ VE İŞLETMECİLİĞİ ENSTİTÜSÜ
TEZ BENZERLİK RAPORU UYGUNLUK FORMU



ÖĞRENCİNİN ADI SOYADI : Sinan ÖZGAN
ÖĞRENCİ NO : 3201170002
ÖĞRETİM YILI : 2019 - 2020
ANABİLİM DALI / BİLİM DALI : Deniz Jeolojisi ve Jeofizigi / Deniz Jeofizigi
PROGRAM TÜRÜ : YÜKSEK LİSANS ☒ DOKTORA ☐
TEZ DANIŞMANI ÜNVANI ADI SOYADI : Doç. Dr. Denizhan VARDAR
II. TEZ DANIŞMANI ÜNVAN ADI SOYADI :
TEZ BAŞLIĞI : İstanbul Güney Sıfırı (Avcılar - Zeytinlikmese) Deniz Tabanı Akustik Özellikleri

DENİZ BİLİMLERİ VE İŞLETMECİLİĞİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE,

Yukarıda başlığı verilen tez çalışmamın Kapak sayfası, Türkçe ve İngilizce özet, giriş ve amaç, genel bilgiler, materyal-metot, bulgular, tartışma, sonuç ve kaynaklar bölümlerinden oluşan toplam. . . . sayfalık kısmına ilişkin, 18/12/19 tarihinde Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsünün kullandığı TURNİTİN programı ile, Lisansüstü Tezlere ait Benzerlik Raporlarının Alınması ve Kullanılmasına İlişkin Uygulama Esaslarının 5inci madde ikinci fıkrasında belirtilen filtrelemeler uygulanarak alınmış nihai rapora göre benzerlik oranı % 7 dir.

Tezimin benzerlik oranı, 06/122017 tarih ve 20 sayılı Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü Yönetim Kurul Kararıyla Tezin intihal kapsamı dışında değerlendirilmesi için kabul edilmiş olan üst sınır benzerlik oranını aşmamaktadır.

İntihal programı ile raporlanan Tezime ait Benzerlik oranım Üst sınır benzerlik oranının altında olsa dahi aksinin tespit edilmesi durumunda her türlü yasal sorumluluğu kabul ettiğimi ve hukuki sonuçlarına razı olduğumu beyan ederim.

Gereğini arz ederim.

Sinan ÖZGAN
İmza

Öğrenci Ad-Soyadı

Tarih: 19.12.2019

EK: TURNİTİN Benzerlik Nihai Raporu ilk sayfa çıktısı

DANIŞMAN ONAYI

UYGUNDUR / UYGUNDUR

(Ünvan, Ad Soyadı, İmza)

Doç. Dr. Denizhan VARDAR

İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ LİSANSÜSTÜ EĞİTİM VE ÖĞRETİM YÖNETMELİĞİ (08.09.2016/29825)

(Yüksek Lisans) MADDE 36 – (2) Tezle ilgili benzerlik ön incelemesi, danışmanın bilgisi dahilinde öğrenci ile birlikte Üniversitenin kabul ettiği yazılım programı kullanılarak yapılır. Enstitü, söz konusu teze ilişkin intihal yazılım programı nihai raporunu alarak danışmana ve jüri üyelerine gönderir. Rapordaki verilerde veya sınav jüri üyesi/üyelerinin somut kanıtlarla belgeledikleri verilere göre gerçek bir intihalin tespiti halinde; tez, gerekçesi ile birlikte, karar verilmek üzere enstitü yönetim kuruluna gönderilir.

(Doktora) MADDE 50 – (4) Öğrenci, doktora tezinin savunmasından önce tezini, düzeltme verilen tezlerde ise düzeltilmiş tezini danışmanına sunar. Tezle ilgili benzerlik ön incelemesi, danışmanın bilgisi dahilinde öğrenci ile birlikte Üniversitenin kabul ettiği yazılım programı kullanılarak yapılır. Enstitü, söz konusu teze ilişkin intihal yazılım programı nihai raporunu alarak danışmana ve jüri üyelerine gönderir. Rapordaki verilerde veya sınav jüri üyesi/üyelerinin somut kanıtlarla belgeledikleri verilere göre gerçek bir intihalin tespiti halinde; tez, gerekçesi ile birlikte, karar verilmek üzere enstitü yönetim kuruluna gönderilir.

İstanbul Güney Şelfi (Avcılar– Büyükc kmece) Deniz Tabanı Akustik  zellikleri

Yazar Sinan Özgan

Gönderim Tarihi: 18-Ara-2019 02:17PM (UTC+0300)

Gönderim Numarası: 1236468601

Dosya adı: Sinan_zgan_yl.docx (170.99K)

Kelime sayısı: 15556

Karakter sayısı: 102554

İstanbul Güney Şelfi (Avcılar–Büyükçekmece) Deniz Tabanı Akustik Özellikleri

ORJİNALLIK RAPORU

%7 BENZERLİK ENDEKSİ	%7 İNTERNET KAYNAKLARI	%0 YAYINLAR	%0 ÖĞRENCİ ÖDEVLERİ
--------------------------------	-------------------------------------	-----------------------	-------------------------------

BİRİNCİL KAYNAKLAR

1	acikerisim.deu.edu.tr İnternet Kaynağı	%2
2	beylikduzuketbellegi.com İnternet Kaynağı	%2
3	polen.itu.edu.tr İnternet Kaynağı	%1
4	www.inoctr.org İnternet Kaynağı	<%1
5	ujes.org İnternet Kaynağı	<%1
6	yazmakh.com İnternet Kaynağı	<%1
7	www.globalbilgiler.com İnternet Kaynağı	<%1
8	www.mmo.org.tr İnternet Kaynağı	<%1

9	afforestations.blogspot.com İnternet Kaynağı	<% 1
10	ratingacademy.com.tr İnternet Kaynağı	<% 1
11	www.csb.gov.tr İnternet Kaynağı	<% 1
12	"Encyclopedia of Coastal Science", Springer Science and Business Media LLC, 2019 Yayın	<% 1
13	www.emo.org.tr İnternet Kaynağı	<% 1
14	acikerisim.istanbul.edu.tr İnternet Kaynağı	<% 1
15	Submitted to Istanbul University Öğrenci Ödevi	<% 1
16	cdn.istanbul.edu.tr İnternet Kaynağı	<% 1

Alıntılan çıkart üzerinde Eşleşmeleri çıkar < 5 words
Bibliyografyayı Çıkart üzerinde