

DENİZ TABANININ TOPOĞRAFİK ÖZELLİKLERİNİ ARAŞTIRMAK İÇİN AKUSTİK BİR YAKLAŞIM: YANI TARAYAN SONAR SİSTEMİ

An Acoustical Approach for Determining the Topographic Features of the Sea Floor: Side Scan Sonar System

Mahmut OKYAR*, M. Nuri BODUR*, Vedat EDİGER*, Kemal TİMUR*, Mustafa ERGİN*

ÖZET

Deniz tabanının topoğrafik özelliklerinin bilinmesi deniz jeolojisinde ve mühendislik çalışmalarında önemli bir rol oynar. Jeolojik önemi, deniz tabanındaki yüzeysel sedimentlerin dağılımının belirlenmesi, kaya mostralarının yerlerinin saptanması ve mikrotopoğrafik yapıların (kum dalgaları, çakıl kümeleri, akıntı izleri v.b) araştırılmasıdır. Mühendislik çalışmalarında ise; batıkların aranması, deniz tabanının derinleştirilmesi için yapılan tarama faaliyetlerinin izlenmesi, denizaltı kablo ve boru hatlarının döşenmesi için uygun yerlerin belirlenmesidir. Yanı tarayan sonar sisteminin bu tür çalışmalar için en ekonomik ve güvenilir sistemlerden biri olduğu bilinen bir gerçektir.

Bu makalede, ODTÜ-DBE'nce çeşitli jeolojik ve jeofiziksel araştırmalarda kullanılan yanı tarayan sonar sisteminin tanıtımına ve sonar kayıtlarının (sonograf) yorumlanmasına değineceğiz. Sonar kayıtları, Bilim Araştırma gemisi ile, İstanbul Boğazı, Anamur ve Mersin Körfezlerinde 40 metreden az su derinliklerinde alınmıştır. Deniz tabanında tane boyutları farklı yapıda çeşitli sediman grupları, çapa tarama izleri, deniz yosunları kümelenmeleri, kum ve çakıl dalgaları, gibi değişik türde yapılar tanınabilmektedir.

ABSTRACT

The knowledge of topographic features of the sea-floor plays an important role in marine geological and engineering surveys. Of geological importance are; determination of bottom sediment distribution; identification of rock-outcrop locations, and the study of microtopographic features (sand waves, gravel patches, ripples, etc.). Applications for engineering works include; search for shipwrecks, monitoring of the sea-floor dredging activities and investigation of submarine pipeline and cables. The side scan sonar system is considered to be one of the most effective and reliable system for this kind of surveys.

In this paper, we briefly discuss the application of a side scan sonar system and the interpretation of resulting sonar records (sonograph) obtained during the geological and geophysical surveys by IMS-METU. Sonographs are taken onboard the R/V Bilim in Bosphorus and the bays of Anamur and Mersin at water depths less than 40 m. On the sea floor, various types of sediments, anchor dredging traces, sea-grass communities, sand and gravel waves are recognized.

GİRİŞ

Deniz tabanının topoğrafik özelliklerini araştırmak için jeofiziksel olarak iki temel akustik yöntem mevcuttur. Bunlar ses yankılanması (echo-sounding) ve yanı tarayan sonar (side scanning sonar) yöntemleridir (Mc Qullin ve Arduş 1977).

Ses yankılanması yönteminde deniz tabanı topoğrafik özellikleri, hüzmeye şeklinde akustik dalgalar kullanılarak araştırılır. Bu akustik dalgaların hüzmeye açısı (beam angle) genellikle 5° ile 30° arasındadır (Shepard 1973). Günümüzde ise

hüzmeye açısı 5° veya daha az olan akustik dalgalar da kullanılmaktadır (MacPhee 1976). Elektrikli iskandil sistemi olarak da isimlendirilen bu ses yankılanması yönteminde en önemli özellik, akustik dalga hüzmelerinin asıl ekseninin düşey doğrultuda olmasıdır. Böylelikle geminin bünyesine monte edilen, elektrik enerjisini akustik enerjiye, akustik enerjiyi de elektrik enerjisine dönüştüren aygıt (transducer) aracılığıyla seyir hatının altında kalan deniz tabanındaki topoğrafik özellikler düşey bir kesit şeklinde kayıt edilebilmektedir.

* O.D.T.Ü. Deniz Bilimleri Enstitüsü, P.K. 28, Erdemli, 37731 İçel.

Yanı tarayan sonar sisteminde ise kullanılan akustik dalga hüzmesinin ana eksenini düşey doğrultuda olmayıp yatay düzlemle 10° den fazla bir açı yapmaktadır. Ayrıca bu akustik dalga hüzmesinin yatay düzlemdeki açısal değeri 3° den az olmasına karşın, düşey düzlemdeki değeri 7.5° - 50° arasında olmaktadır (Şekil 1). Bu özelliklere sahip iki adet transducer gemi bünyesinden bağımsız olarak arkadan çekilen sinyal verici-alıcı (tow - fish) sağ ve sol taraflarına monte edilmiş durumdadır. Bu transducer'ler yardımıyla seyir hattının sancak (starboard) ve iskele (port) taraflarında yer alan, yüzlerce metre genişliğindeki bir tabanın topoğrafik özellikleri kısa sürede ve ayrıntılı olarak incelenebilmektedir.

Bu sistemlerin tarama menzili (scanning range), kullanılan akustik dalga hüzmesinin frekansı ile ters orantılı olmaktadır. Şöyle ki, 100 kHz lik bir akustik dalga hüzmesi en fazla 600 m lik bir mesafeyi tarayabildiği halde, çok daha düşük frekanslarda (6.5 kHz) bu değer 22 km ye ulaşmaktadır. Ancak düşük frekanslı bir akustik dalga hüzmesi çok uzun bir mesafeyi (menzili) taramasına rağmen, ayrırlılık (resolution) azalmakta, buna karşın yüksek frekans kullanıldığında ise tarama menzili daralmasına rağmen ayrırlılık (resolution) artmaktadır (Stefanon 1985). Yanı tarayan sonar sistemleri bu özelliklere bağlı olarak kullanım amacına göre üç gruba ayrılmaktadır. Bunlar,

I- Kıta Sahanlığı Sınırları İçerisinde Kullanılanlar:

Bu grup içerisinde bulunanlar, aynı zamanda Yüksek Ayrırlı Yanı Tarayan Sonar Sistemleri olarak da adlandırılırlar. Bunların tarama menzili her bir kanal için en az 25 en fazla 600 m arasında olup frekansları 100 - 500 kHz civarındadır. Örnek olarak EG-G ve Klein firmalarının ürettiği Model 259 ve Model 521T/422S-101F yan tarama sonar sistemleri gösterilebilir.

II- Kıta Eğimi Sınırları İçerisinde kullanılanlar:

Bu gruptakiler, Orta Menzilli Yanı Tarayan Sonar Sistemleri olarak bilinmektedirler. Tarama menzilleri, her bir kanal için 600 - 1500 m ye ulaşmaktadır. Frekansları ise yaklaşık 35 - 50 kHz civarındadır. Örnek olarak Klein, Kelvin Hughes ve Geomecanique Compagnie Française firmalarının ürettiği Model 521T/422S-101GF, SOL-100 ve Towed Surveying Asdic cihazları gösterilebilir.

III- Derin Denizlerde Kullanılanlar:

Bu gruptakiler, Uzun Menzilli Yanı Tarayan Sonar Sistemleridir. En çok bilineni National Institute of Oceanography'in geliştirdiği Gloria adlı yanı tarayan sonar sistemidir. Frekansı 6.5 kHz, tarama menzili ise 22 km dir.

Yanı tarayan sonar sistemleri güncel bir jeofiziksel yöntem olarak deniz bilimlerinin jeolojik, biyolojik, hidrografik ve mühendislik araştırmalarında yaygın şekilde kullanılmaktadır. Yabancı kaynaklarda, bu konularla ilgili olarak çok sayıda araştırmalar yer almaktadır. Bunlardan bazıları aşağıda kısaca özetlenmiştir. Belderson ve diğ. (1972) sonar cihazının uygulama alanlarını (jeoloji, biyoloji, hidrografi ve mühendislik) ayrıntılı bir şekilde incelemişler ve bunlarla ilgili kayıtların yorumlarını açıklamışlardır. Flemming (1976) sonar sisteminin analizini özellikle kayıtların deformasyon nedenlerini ve bunların giderilmesini matematiksel bağıntılarla açıklamış, ayrıca çeşitli bölgelerden alınan sonar kayıtlarını yorumlamıştır. Bryant (1975) ve Russel (1978) yanı tarayan sonar sisteminin hidrografik araştırmalarda kullanımını izah etmişlerdir. Gene benzer şekilde deniz yüzeyindeki fiziksel olayların (dalga hareketi, yüzey akıntıları v.b) sonar aygıtıyla belirlenmesi konularında çalışmalar yapılmıştır (Thorpe ve Hall 1983, Thorpe ve diğ. 1985). Newton ve Stefanon (1975) yanı tarayan sonar sistemini deniz biyolojisi alanında kullanmışlardır. Aynı şekilde

deniz dibi çökellerinin ve küçük topoğrafik yapıların incelenmesinde sonar sistemi kullanılmıştır (Stefanon 1985, Colantoni ve diğ. 1981).

Bizim buradaki amacımız ise deniz bilimlerinde böyle-sine geniş bir uygulama alanına sahip jeofiziksel bir yöntem olan yanı tarayan sonar sistemini kısa ve öz bir şekilde tanıtmak, bu sistemlerle elde edilen kayıtların yorumlanmasında temel kabul edilen ilkeleri açıklamak ve son olarak da ilginç olacağını umduğumuz bazı kayıt örneklerini sunmaktır.

YANI TARAYAN SONAR SİSTEMİ

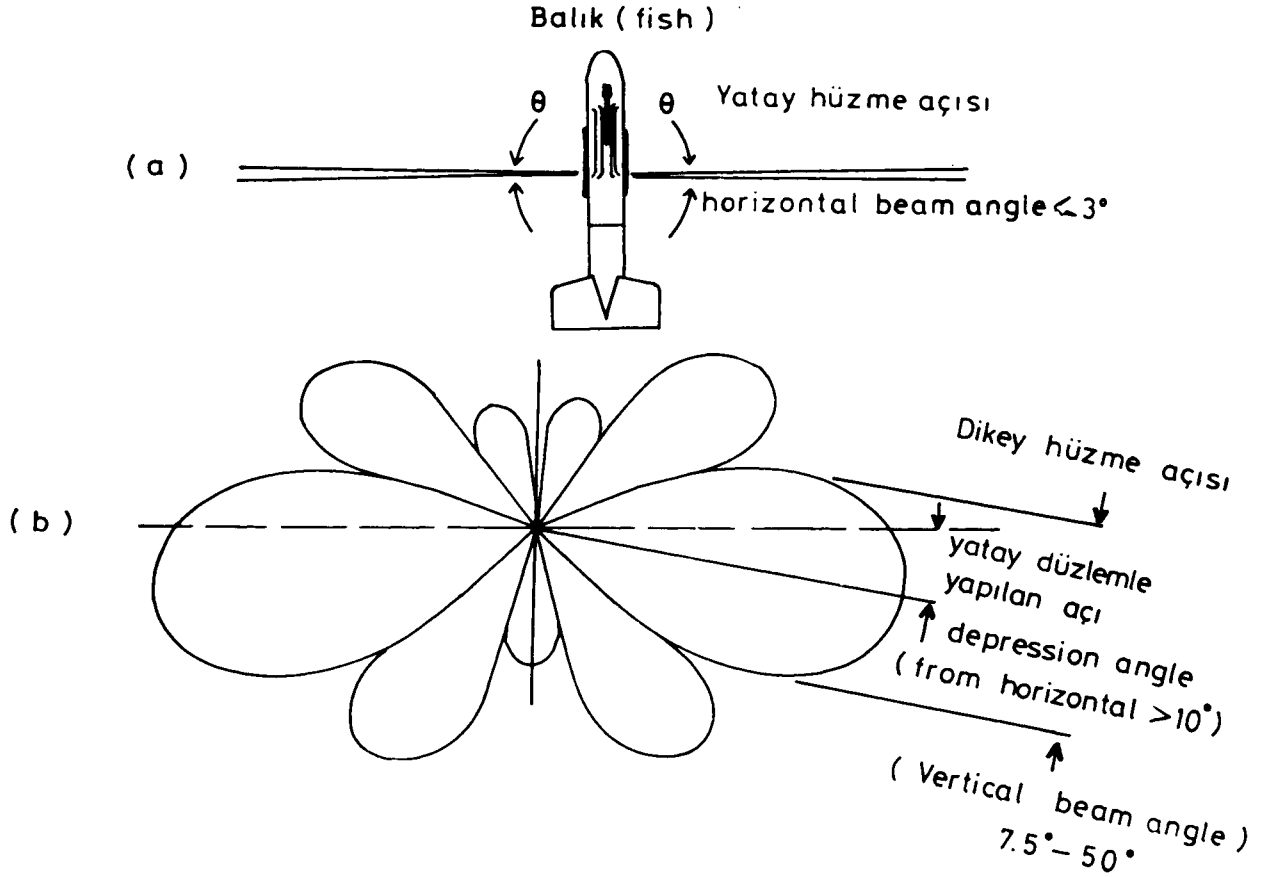
Esas olarak yanı tarayan sonar sistemleri üç ana parçadan oluşmaktadır. Bunlar, denizde çekilen sinyal verici - alıcı (tow - fish), grafik kayıtedici ve bu iki birim arasındaki elektriksel bağlantıyı sağlayan çekme kablosudur (Şekil 2). Daha geliştirilmiş yanı tarayan sonar sistemlerinde bunlara ek olarak manyetik teyp ünitesi ilave edilmiştir. Sayısal olarak da kayıt yapabilen bu sistemlerde, hüzme şeklindeki akustik ışınların neden olduğu distorsiyon etkileri giderilmektedir.

Yanı tarayan sonar sisteminin su altı ünitesi olan sinyal verici - alıcı (tow - fish), hidrodinamik bir yapıya sahip olduğundan geminin salınım hareketlerinden pek fazla etkilenmemektedir. Sistemin sancak (starboard) ve iskele (port) taraflarına birer adet transducer elementi monte edilmiştir. Bu transducer'ler çok kısa aralıklarla (0.1 milisaniye) hüzme şeklinde akustik dalgalar gönderirler. Deniz tabanındaki engembeli yüzeylerden yansıyan bu dalgalar, tekrar aynı transducerler tarafından algılanır ve elektrik akımına çevrilerek çekme kablosu aracılığıyla grafik kayıtediciye gönderilirler. Sinyal verici - alıcının deniz tabanından olan yüksekliği, çalışma esnasında kullanılan kayıt edici cihazın tarama menzilinin % 10 - 20 si kadar olmalıdır. Çünkü sistemin yüksekte çekilmesi durumunda akustik geometriye bağlı olarak kayıt üzerinde boşluklar meydana gelmektedir (Şekil 3). Sinyal verici - alıcının deniz tabanına nazaran yüksekliği çekme kablosu aracılığıyla veya gemi hızıyla ayarlanmaktadır.

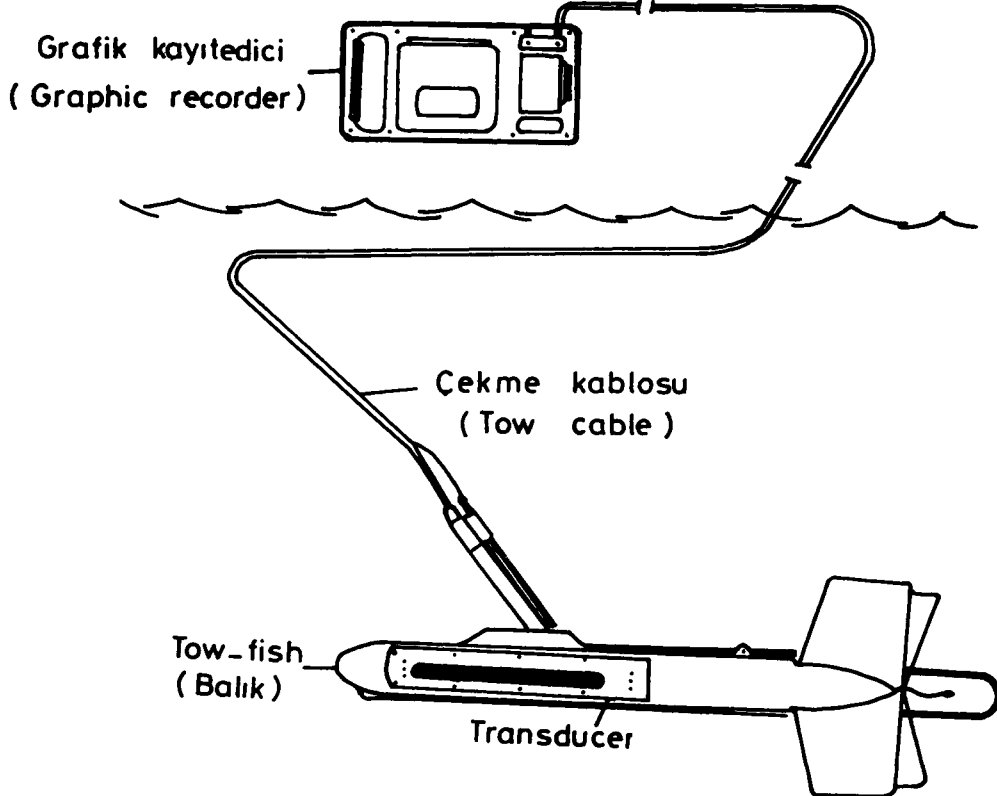
Yanı tarayan sonar sisteminin grafik kayıtedicileri genelde iki kanallı olup iletken bir sıvı ile nemlendirilmiş demir iyonları ihtiva eden, özel bir kayıt kağıdı kullanılırlar. Standart kuru kayıt kağıtları sadece dar bir tarama menzili içerisinde oluşan çok güçlü sinyalleri iletebildiği için daha az kullanılmaktadır. Çekme kablosu aracılığıyla grafik kayıt ediciye ulaşan elektrik akımı burada güçlendirilerek kayıt edici cihazda bulunan baskı bıçağına iletilir. Bu elektrik akımının baskı bıçağının hemen üzerinde yer alan nemli kayıt kağıdına geçmesiyle birlikte, gelen sinyallerin şiddetlerine bağlı olarak demir iyonları farklı tonlarda açığa çıkar. Deniz tabanının farklı tonlarda elde edilen bu görüntüsüne sonograf adı verilir. Kayıt edici cihazlar çalışma koşullarına göre ayarlanabilen farklı tarama menzilleri ihtiva etmektedirler. Mesela EG-G firmasının ürettiği Model-259 iki kanallı grafik kayıt edici altı değişik (50-500 m) tarama menzili, gene aynı firmanın Model 260 grafik kayıt edicisi dokuz değişik (25-600 m) tarama menzili ihtiva etmesine rağmen, bunların magnetik teyp uyumlu olanları Model-521T onüç değişik (25-600 m) tarama menzilini ihtiva etmektedir.

Yanı tarayan sonar sistemlerinin ayrırlılığı (resolution) yani, deniz tabanında birbirine çok yakın mesafede bulunan iki cismin sonograf üzerinde birbirlerinden ayrı olarak algılanabilmesi, bu cisimlerin seyir hattına nazaran konumlarına bağlı olmakta ve ayrı olarak ifade edilmektedir. Bunlar;

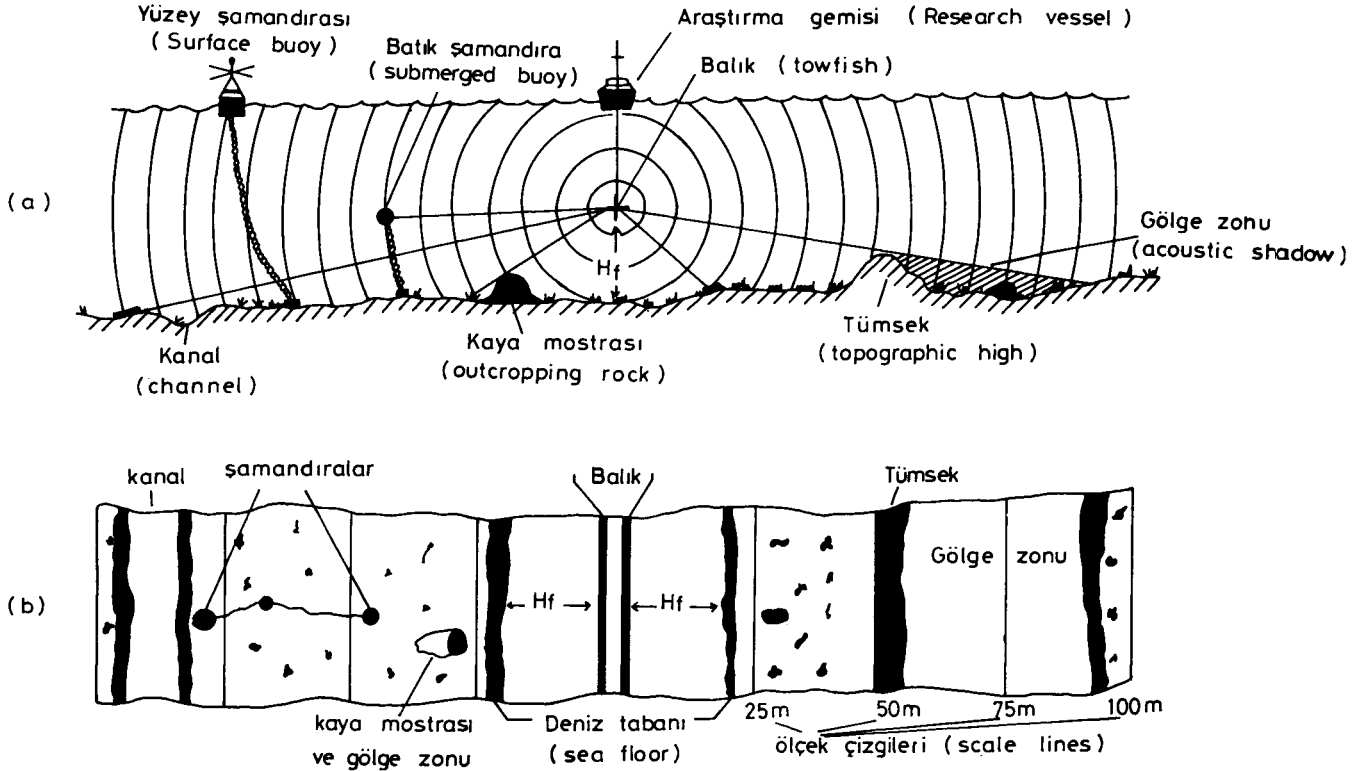
Yanal ayrırlılık (transverse resolution); Seyir hattına paralel doğrultuda bulunan ve tarama menzili içine giren iki cismin sonograflarda seçilebilmesi için gerekli olan en yakın mesafedir. Bu ise aşağıdaki formülle hesaplanmaktadır (Şekil 4).



Şekil 1. Yanı tarayan sonar sistemindeki akustik dalga hüzmesinin, (a) üstten ve (b) düşey görünümü.
Fig. 1. Acoustical beam pattern of side scan sonar system, (a) horizontal and (b) vertical views.

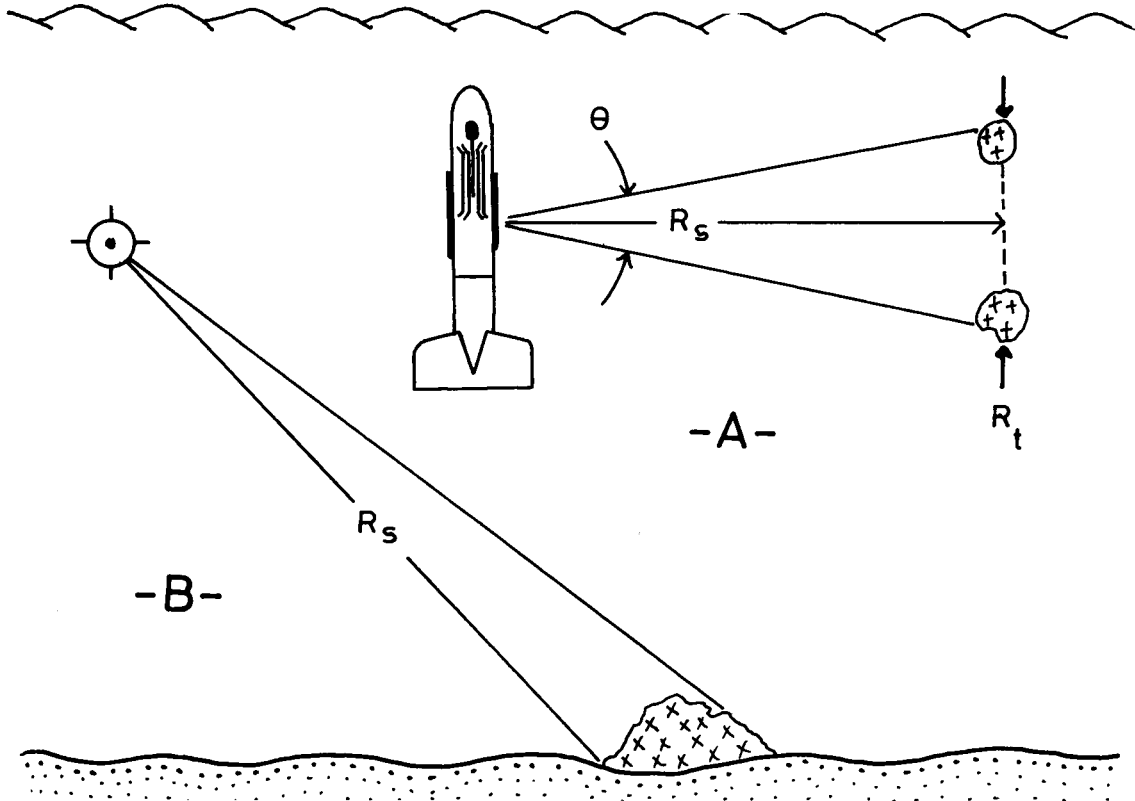


Şekil 2. Yanı tarayan sonar sisteminin ana bileşenleri.
Fig. 2. The main components of a side scan sonar system.



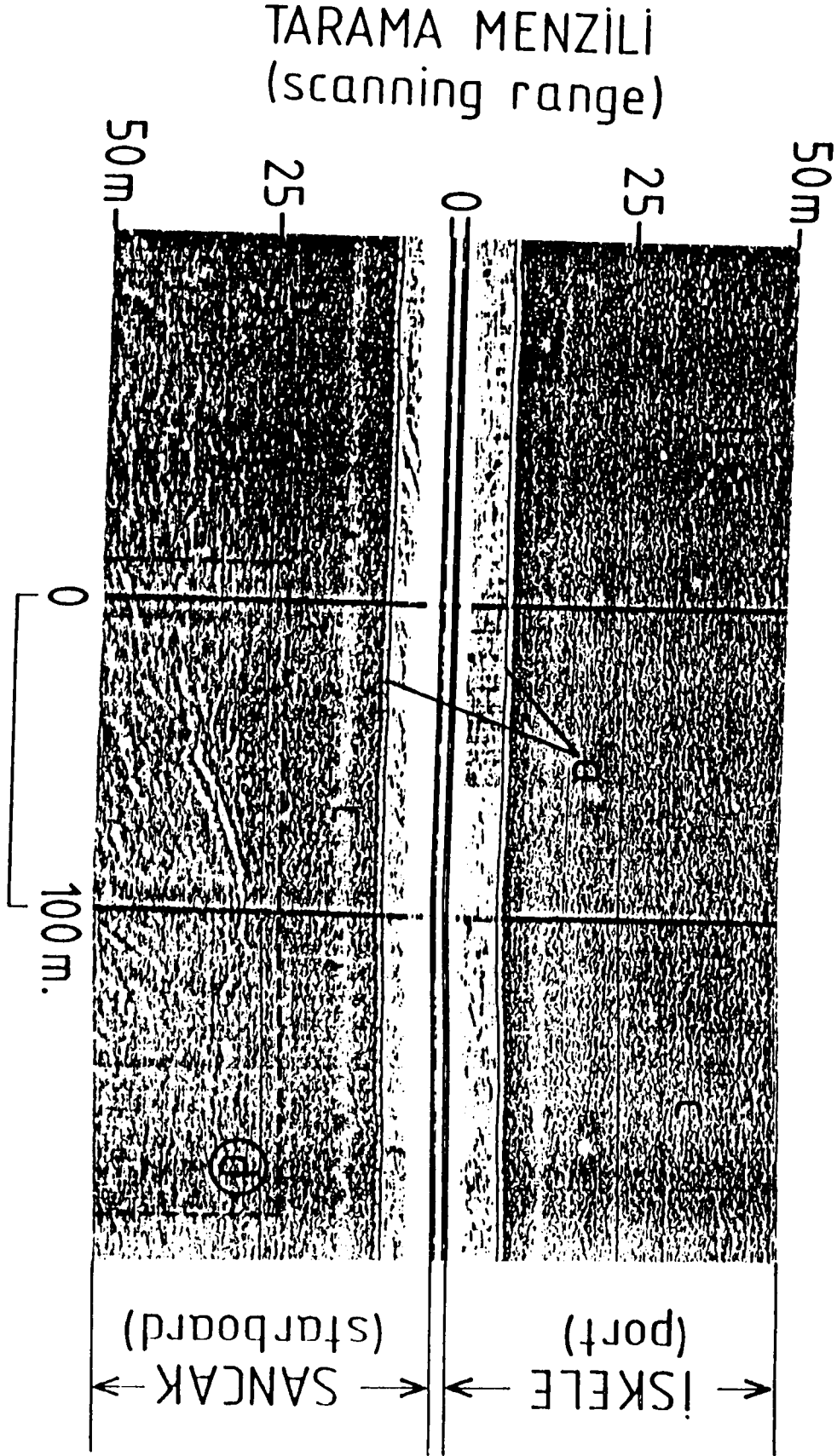
Şekil 3. Yanı tarayan sonar sisteminin akustik geometrisi (a) ve buna bağlı olarak elde edilen şematik bir sonar kaydı (b), H_f = sinyal verici - alıcının deniz tabanına olan yüksekliği.

Fig. 3. The side scan sonar acoustic geometry (a) and its corresponding recorded imagery (b), H_f = height of fish above the sea floor.



Şekil 4. Yanı tarayan sonar sisteminin yanıl ayırımılığının şematik ifadesi, (A) üstten ve (B) yandan görünüm.

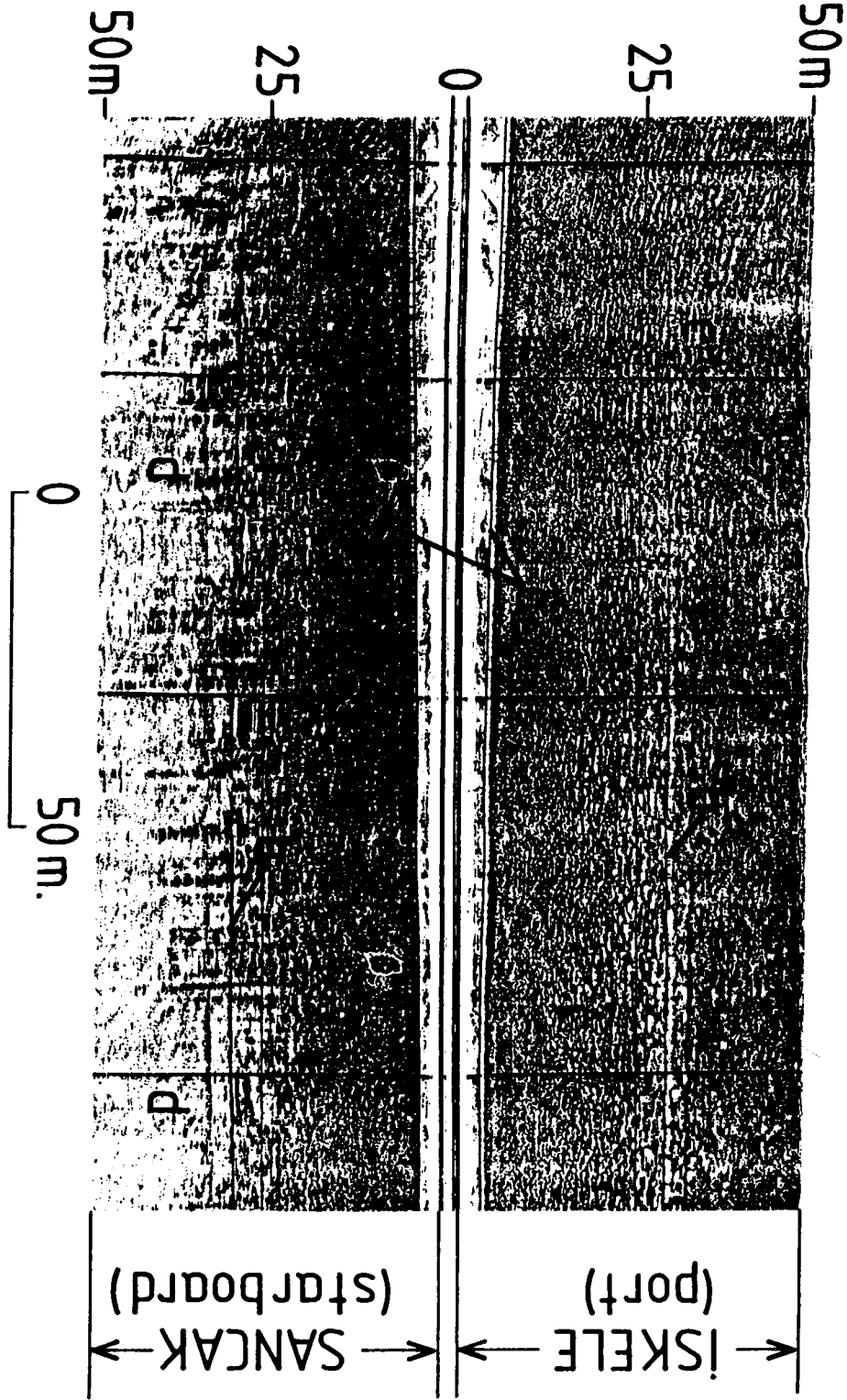
Fig. 4. The schematic illustration of the side scan sonar system's transverse resolution, (A) top and (B) horizontal view.



Şekil 5. İstanbul Boğazında yaklaşık 38 m su derinliğinde, 50 m lik tarama menziline alınmış bir sonar kaydı. Deniz tabanı (a), deniz yüzeyi (b) kavrulmuş kumlu çakıl (c) ve çapa tarama izleri (d), Okyar 1987.

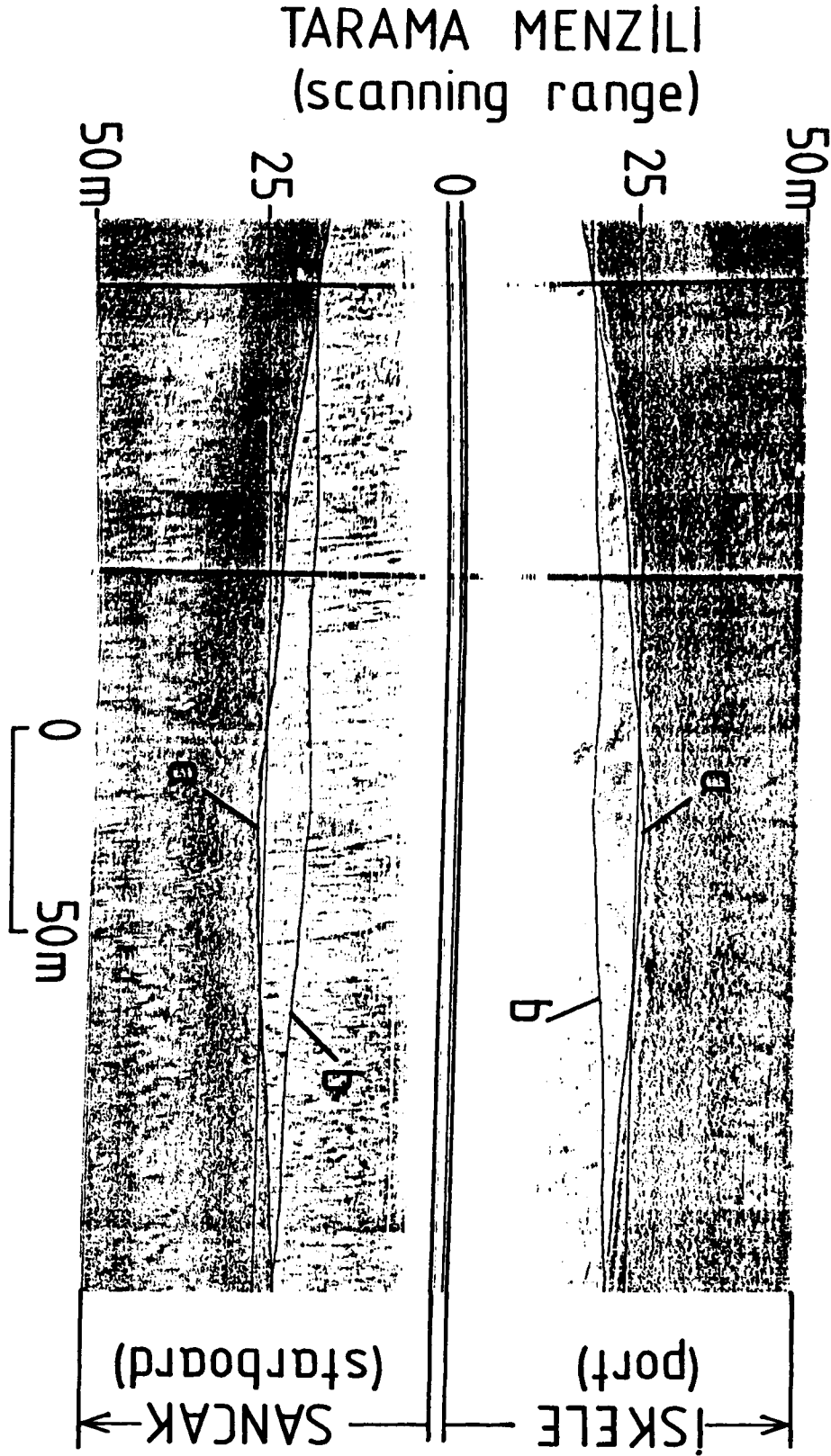
Fig. 5. A sonography within the 50 m scanning range, recorded from the Strait of Bosphorus at about 38 m water depth. Sea floor (a), Sea Surface (b), sandy gravel with shell (c) and anchor dragging traces (d).

TARAMA MENZİLİ (scanning range)

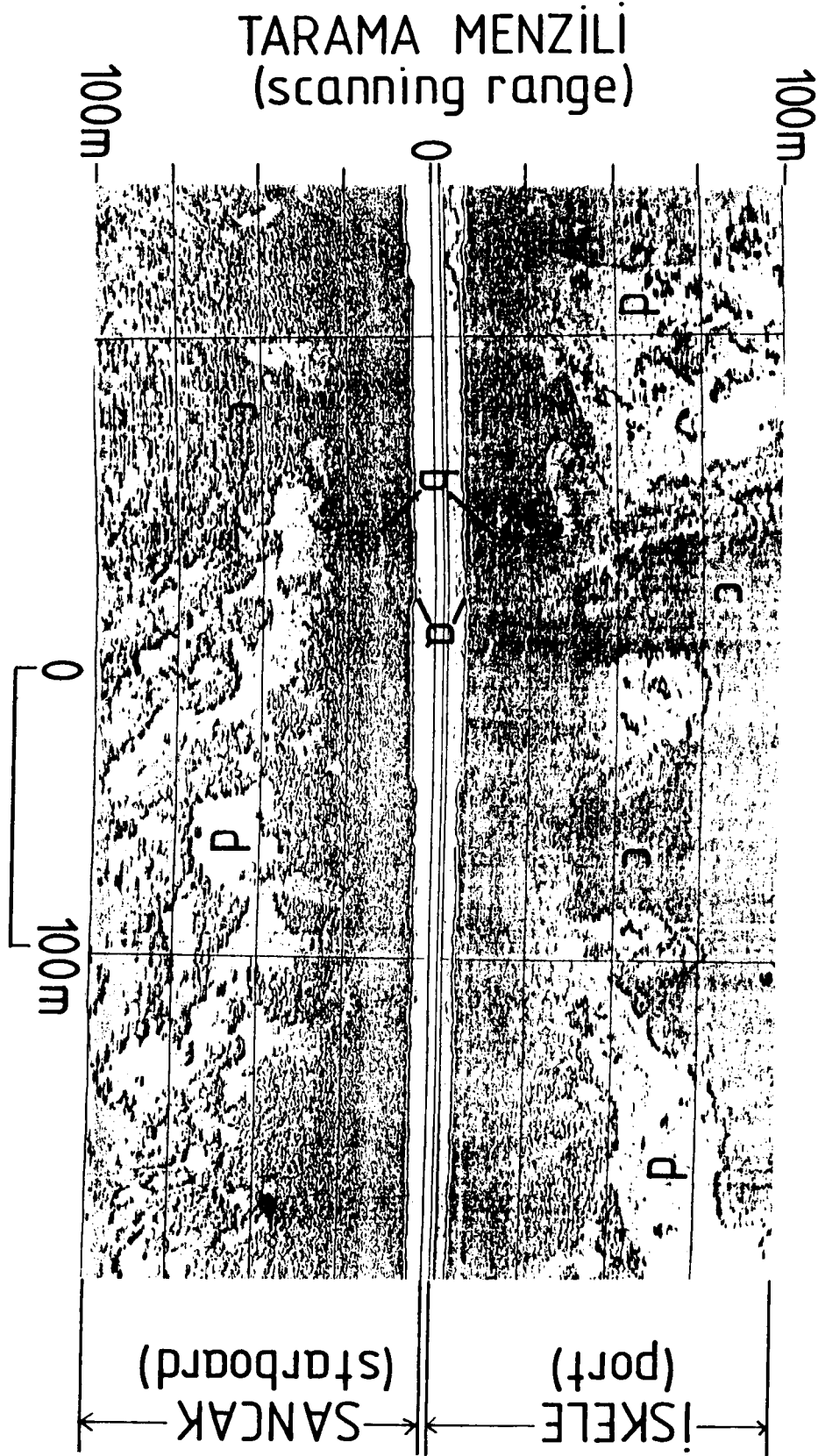


Şekil 6. İstanbul Boğazında yaklaşık 34 m su derinliğinde, 50 m lik tarama menzilinde alınmış bir sonar kaydı. Deniz tabanı (a), deniz yüzeyi (b), kavrıklı çakıl (c) ve kum (d), Okyar 1987.

Fig. 6. A sonography within the 50 m scanning range, recorded from the Strait of Bosphorus at about 34 m water depth. Sea floor (a), Sea Surface (b), shelly gravel (c) and sand (d).

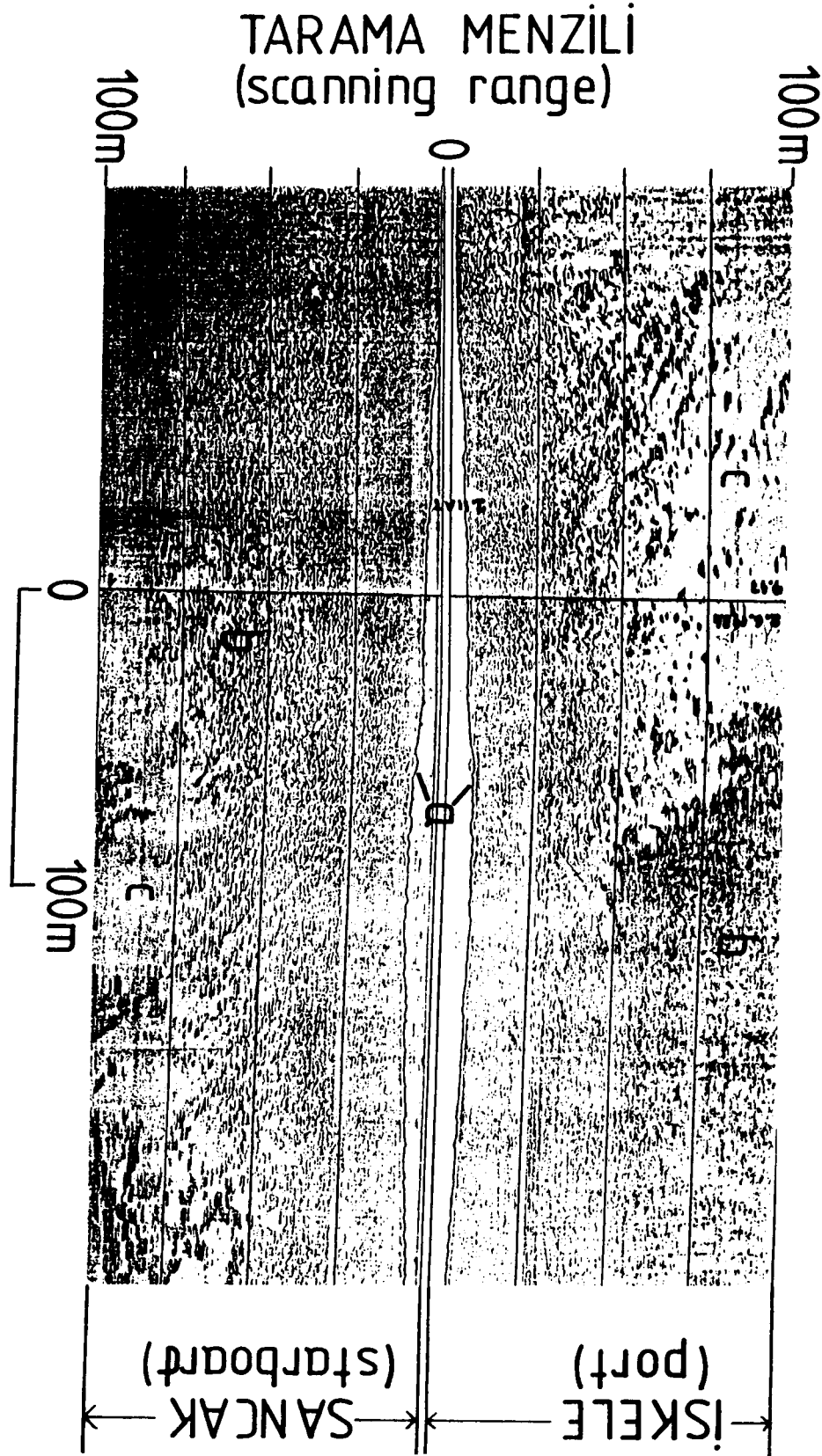


- Şekil 7. İstanbul Boğazında yaklaşık 45 m su derinliğinde, 50 m lik tarama menzilinde alınmış bir sonar kaydı. Sinyal verici - alıcının tabandan fazla yüksekte olması nedeniyle kaydın ilk 25 m lik kısmı kaybolmuştur. Sancak tarafındaki kazancın fazla olması, kayıta koyulaşmaya neden olmuştur. Deniz tabanı (a), deniz yüzeyi (b), Okyar 1987.
- Fig. 7. A sonograph within the 50 m scanning range, recorded from the Strait of Bosphorus at about 45 m water depth. First 25 m part of the record lost due to increasing height of fish above the sea bed. Much more gain setting on starboard led to a darker appearance record on this side. Sea floor (a), sea surface (b).



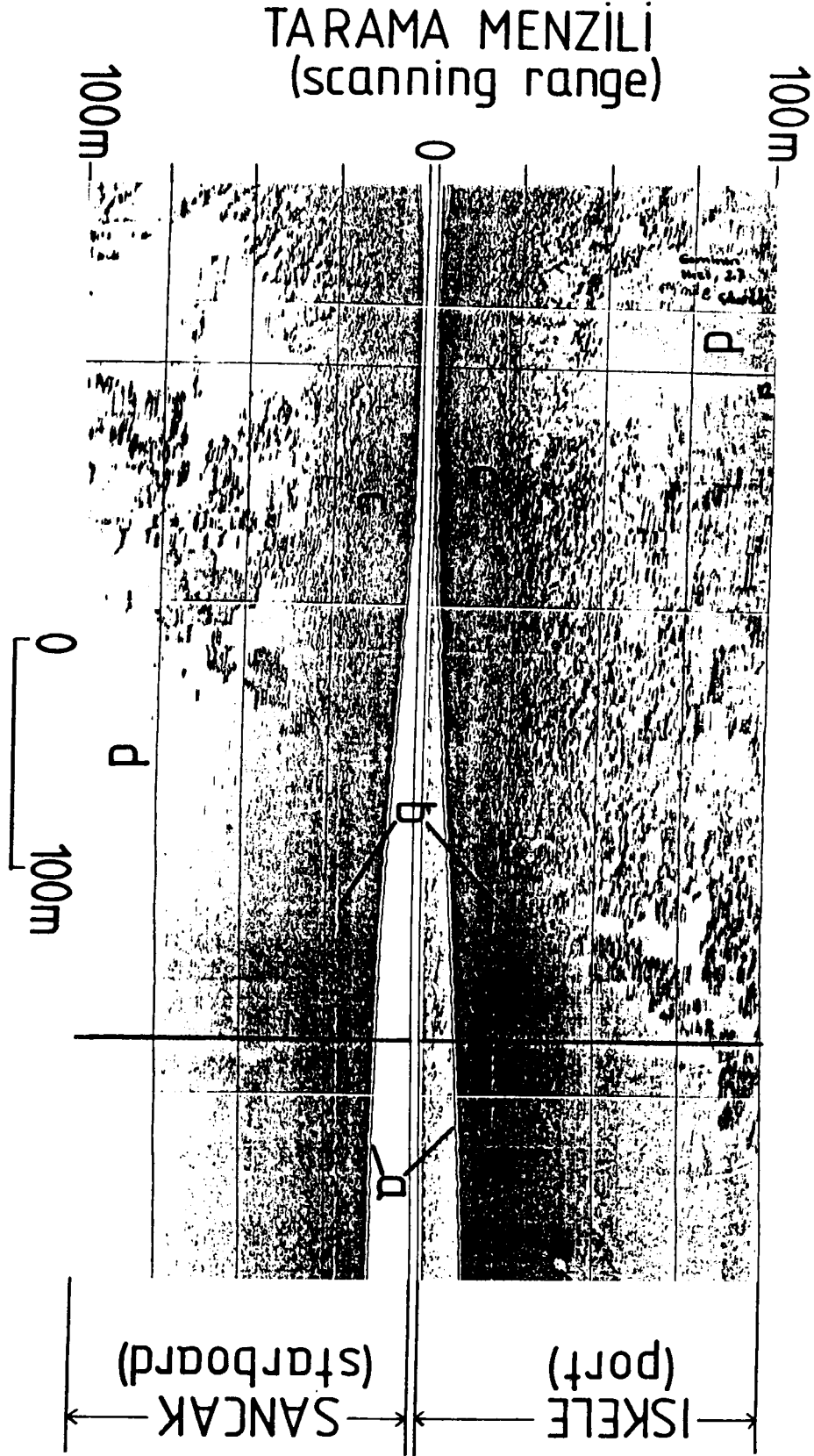
Şekil 8. Anamur Körfezinde yaklaşık 20 m su derinliğinde, 100 m lik tarama menziliinde alınmış bir sonar kaydı. Deniz tabanı (a), deniz yüzeyi (b), deniz yosunları (c) ve kum (d), (Ediger 1987).

Fig. 8. A sonograph within the 100 m scanning range scale, recorded from the Bay of Anamur at about 20 m water depth. Sea floor (a), sea surface (b), sea grass (c) and sand (d).



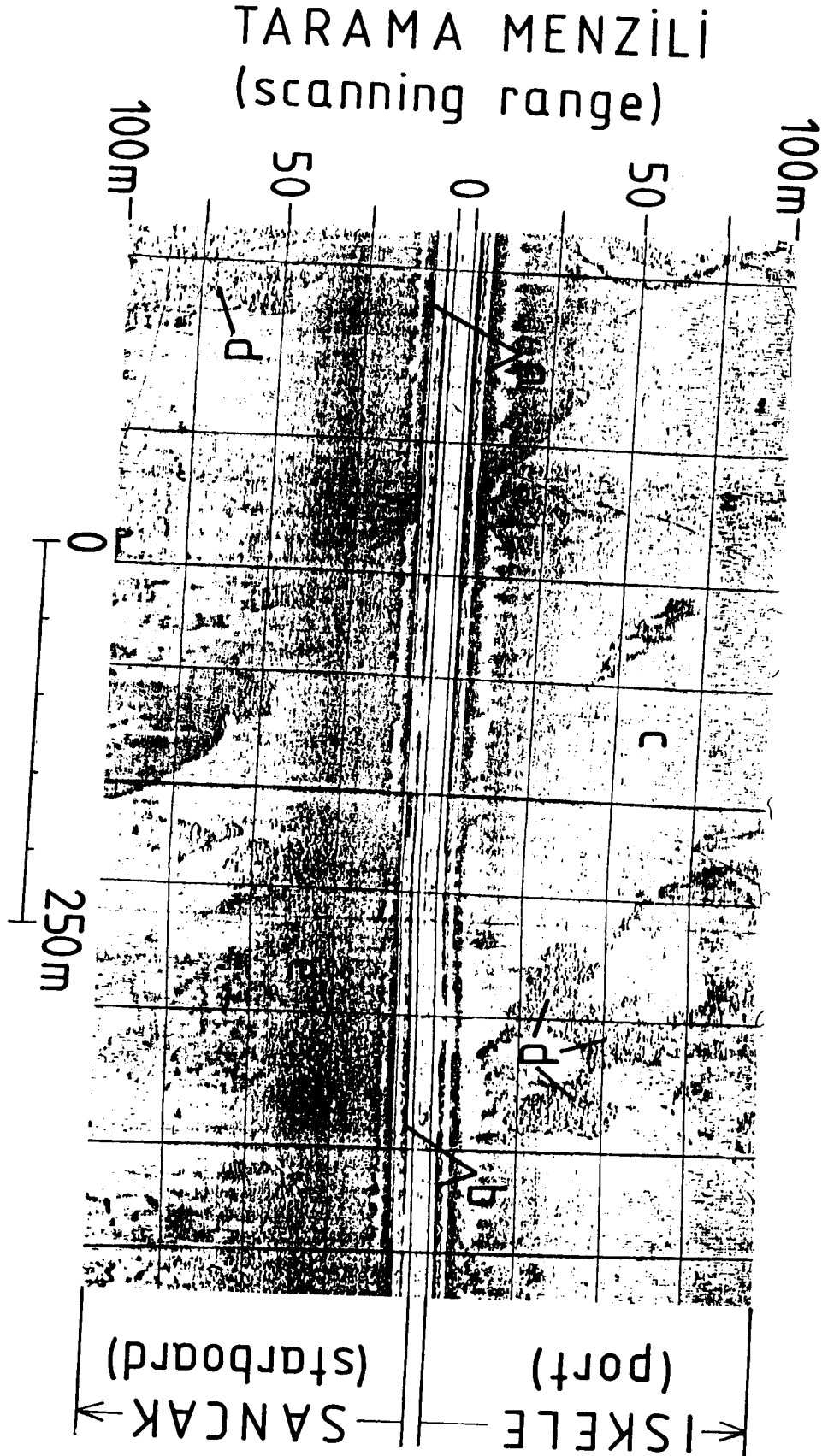
Şekil 9. Anamur Körfezinde yaklaşık 30 m su derinliğinde, 100 m lik tarama menziline alınmış bir sonar kaydı. Deniz tabanı (a), deniz yosunları (b) ve kum (c), (Ediger 1987).

Fig. 9. A sonograph within the 100 m scanning range scale, recorded from the Bay of Anamur at about 30 m water depth. Sea floor (a), sea grass (b) and sand (c).



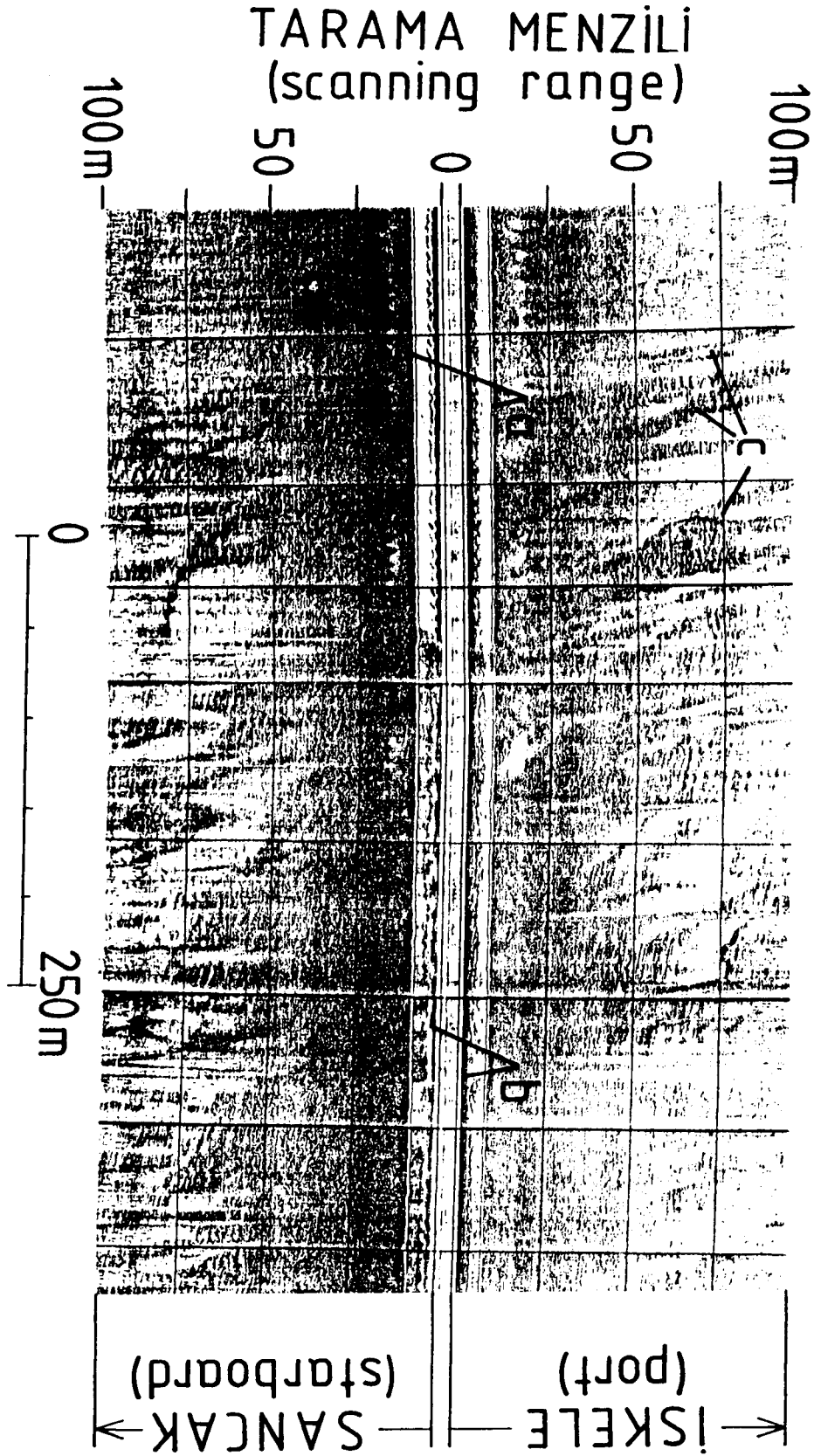
Şekil 10. Anamur Körfezinde yaklaşık 30 m su derinliğinde, 100 m lik tarama menzilinde alınmış bir sonar kaydı. Deniz tabanı (a), deniz yüzeyi (b) deniz yosunları (c) ve kum (d), (Ediger 1987).

Fig. 10. A sonograph within the 100 m scanning range scale, recorded from the Bay of Anamur at about 30 m water depth. Sea floor (a), sea surface (b), sea grass (c) and sand (d).



Şekil 11. Mersin Körfezinde (Karaduvar bölgesi) yaklaşık 7 m su derinliğinde, 100 m lik tarama menziline alınmış bir sonar kaydı. Deniz tabanı (a), deniz yüzeyi (b), çamurlu kum (c), çakıl kümeleri (d), kumlu çakıl (e), (Bodur 1987).

Fig. 11. A sonograph within the 100 m scanning range recorded from the Bay of Mersin (Karaduvar area) at about 7 m water depth. Sea floor (a), sea surface (b), muddy sand (c), gravel patches (d) and sandy gravel (e).



Şekil 12. Mersin Körfezinde (Karaduvar bölgesi) yaklaşık 10 m su derinliğinde, 100 m lik tarama menziline alınmış bir sonar kaydı. Deniz tabanı (a), deniz yüzeyi (b) ve çamurlu kumlu taban materyali üzerindeki çatallanmış kum dalgaları (c), (Bodur 1987).

Fig. 12. A sonograph within the 100 m scanning range recorded from the Bay of Mersin (Karaduvar area/ at about 10 m water depth. Sea floor (a), sea surface (b) and bifurcated sand waves (c) on muddy sandy bottom materials.

$$R_t = M \times R_s$$

R_t = yanıl ayrımlılık (transverse resolution), metre

$M = \theta^\circ/57.3$ yatay düzlemdaki akustik hüzmeye açısının radyan cinsinden değeri

R_s = Sinyal verici - alıcı ile objeler arasındaki uzaklık, metre

Menzil ayrımlılığı (range resolution); Seyir hattına dik doğrultuda bulunan ve tarama menzili içine giren iki cismin sonograflarda seçilebilmesi için gerekli olan en yakın mesafedir. Bu ise aşağıdaki formülle hesaplanmaktadır.

$$R_r = \frac{P_d \times V_s}{2}$$

R_r = menzil ayrımlılığı (range resolution), metre

P_d = kayıtçı cihazın çalışma anındaki tarama menziline bağlı olarak değişen darbe süresi (pulse duration), saniye

V_s = su ortamındaki ses hızı, m/saniye.

SONAR KAYITLARININ YORUMLANMASI

Sonograf denilen sonar kayıtlarının yorumlanması ile bu yorumlar sonucunda elde edilecek bulgulara göre haritaların hazırlanması, birbirlerinden farklı özellikler taşımaktadır. Biz bu makalede sadece kayıtların yorumlanmasını ele almaktayız. Haritaların hazırlanmasına ilişkin teknikler ve sonar kayıtlarındaki alansal distorsiyonların düzeltilmesiyle ilgili olarak ayrıntılı çalışmalar yapılmıştır (Mudie ve diğ. 1970, Flemming 1976, Prior ve diğ. 1979, Kolouch 1984, Hobbs 1986).

Sonar kayıtlarında iki önemli özellik göze çarpar. Bunlardan birincisi, su kolonu içerisinde çekilmekte olan sinyal verici - alıcısının deniz tabanına ve deniz yüzeyine olan uzaklığının sürekli bir çizgi olarak kayıt edilebilmesidir. Bu iki mesafenin toplanmasıyla su derinliği hesaplanabilmektedir. İkinci özellik ise, deniz tabanının değişik özelliklerinin kayıtlara farklı tonlarda yansımalarıdır. Kayıtlar üzerinde ton farklılığının oluşmasında iki etken rol oynamaktadır (Flemming 1976).

Bunlardan birincisi çalışma anında kayıtedici cihazda yapılan ayarlamalardan kaynaklanmaktadır ve tamamen alet-seldir. Mesela aletin kazancı artırıldığında koyu tonda bir kayıt, azaltıldığında ise açık tonda bir kayıt elde edilmektedir. Çalışma esnasında bu tür ayarlamalar kaçınılmaz olmaktadır, bu nedenle yorum yaparken herhangi bir yanlıya düşmemek için bu tür değişiklikler çalışma anında kayıt üzerinde belirtilmelidir.

Kayıtlar üzerindeki ton farklılığının ikinci nedeni ise tamamen yansıyan sinyallerin gücüyle ilgilidir. Bu da deniz tabanındaki yansıtıcı yüzeylerin akustik özelliklerine ve tabandaki topoğrafik düzensizliklere bağlı olmaktadır. Şöyle ki, su ortamında ilerleyen akustik dalgalar sismik yansıma katsayısı yüksek olan bir ara yüzeyden yansındıkları zaman, yansıma katsayısı daha düşük bir yüzeye nazaran daha fazla bir enerjiye sahip olarak geriye dönmekte ve oluşturduğu elektrik akımı da aynı oranda arttığı için sonar kayıtlarında koyu bir ton oluşmasına neden olmaktadır.

Mesela, kayalık yüzeyler çok koyu bir tonda görülmesi-ne karşın çamurla kaplı olan bölgeler çok daha açık bir tonda görülecektir. Bu gibi materyalleri suya nazaran akustik empedanslarına bağlı olarak yansıtıcı özelliklerini yüksekten zayıfa doğru; kaya, çakıl, kum, çamur vb. şeklinde sıralamak mümkündür.

Deniz tabanındaki topoğrafik düzensizliklerde sonar kayıtlarında ton farklılığına yol açmaktadırlar. Mesela topoğrafik yükseltmeler (kaya blokları, kum dalgaları, kum ve çakıl kümeleri vb.) deniz tabanına nazaran daha koyu tonda görülürler. Çünkü

bu tür yükseltmeler transducerlerden gelen akustik dalga ışınlarına karşı dik konumda daha geniş yüzeylere sahip olmaları için iyi bir yansıtma özelliği göstermektedirler. Ayrıca bu tür topoğrafik yükseltmelerin arka tarafına sinyal ulaşmadığı için buralarda bir akustik gölge zonu oluşur. Deniz tabanında çukur şeklinde bulunan topoğrafik düzensizlikler ise tabana nazaran daha açık bir ton gösterirler çünkü, akustik sinyallerin bu tür yerlerden yansımaları zayıf olmaktadır.

Akustik dalgaların girişim olayı da sonar kayıtlarında ton değişikliğine ve sürekli bir iz oluşmasına neden olurlar, bu girişim olaylarının nedeni üçe ayrılır (Flemming 1976).

I. Şayet yanı tarayan sonar sistemi çalışırken sinyal verici - alıcının (tow - fish) yakınında yüksek frekanslı bir sismik cihaz (echo sounder gibi) kullanılıyor ise her iki kaynaktan çıkan akustik dalgaların girişime uğraması sonucu kayıtlar üzerinde sürekli bir iz oluşacaktır.

II. İkinci bir girişim olayı ise, denizsuyu içerisindeki yoğun askı maddelerinden (suspended matter) kaynaklanmaktadır. Bunlar özellikle akarsu ağızlarında ve akarsuların taşkın dönemlerinde meydana gelir ve sonar kayıtlarının tamamen veya kısmen koyulaşmasına yol açarlar. Aynı etki yoğun balık sürüleri tarafından siyah lekeler halinde görülür.

III. Üçüncü tür girişim olayı da geçen gemilerin yayınladığı ultrasonik dalgaların girişimidir. Bunlar kesikli çizgiler halinde görülürler ve kolayca ayırt edilirler.

SONAR KAYITLARIYLA İLGİLİ ÖRNEKLER

Kayıtların yorumlanmasıyla ilgili temel ilkeler bir önceki bölümde açıklanmıştır. Bu bölümde ODTÜ Deniz Bilimleri Enstitüsü'nce İstanbul Boğazı, Anamur ve Mersin Körfezlerinde yapılan jeolojik ve jeofiziksel çalışmalara ait (EG-G Mart 1B Side Scan Sonar cihazı kullanılarak) bazı sonar kayıtları, altlarındaki açıklayıcı bilgilerle okuyuculara sunulmuştur (Şekil 5 - 13).

SONUÇ

Bu çalışmalar jeofiziksel bir yöntem olan yanı tarayan sonar sisteminin deniz bilimlerinde (jeolojik, biyolojik ve hidroğrafik) ve mühendislik hizmetlerinde (denizaltı kablo ve boru hatlarının döşenmesi, platformların inşaatı, batıkların aranması ve tarama faaliyetlerinin kontrol edilmesi vb.) başarılı bir şekilde kullanılabileceğini kanıtlamaktadır.

KATKI BELİRTME

Bu makale ODTÜ Deniz Bilimleri Enstitüsünde İSKİ (İstanbul Su ve Kanalizasyon İdaresi), Anamur Kanalizasyon ve Deniz Deşarjı ve Mersin Kanalizasyon ve Deniz Deşarjı projeleri için yapılan oşinografik çalışmalara ait jeolojik ve jeofiziksel bulgulara dayanarak hazırlanmıştır. Deniz saha çalışmalarının oluşturulmasında katkıları bulunan Enstitümüzün tüm idari, akademik ve teknik personeline teşekkür ederiz. Ayrıca makalenin hazırlanışı esnasında yardımlarını esirgemeyen Jeofizik Mühendisi Halise Okyar'a burada teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

- Belderson, R.H., Kenyon, N.H., Stride, A.H. and Stubbs, A.R. 1972, Sonographs of the Sea Floor. A Picture Atlas, Elsevier Publishing Company, Amsterdam.
- Bodur, M.N. 1987, Recent Inshore Sedimentation in the Bay of Mersin. Master Thesis. O.D.T.Ü. D.B.E., Erdemli-İÇEL
- Bryant, R.S. 1975, Side Scan Sonar Fot Hydrography İan evaluation by the Canadian hydrographic service, International Hydrographic Review 52, 43 - 56.
- Colantoni, P., Fabri, A. and Galligani, P. 1981, Seismic stratigraphic interpretation of high resolution profiles: some applied examples, Bolletino di Geofisica Teorica ed Applicata 23, 89-106.

- Ediger, V. 1987, Recent Sedimentation in the Bay of Anamur. Master Thesis, O.D.T.Ü.D.B.E., Erdemli-IÇEL
- Flemming, B.W. 1976, Side Scan Sonar: A practical guide, International Hydrographic Review 53, 65 - 92.
- Hobbs, C.H. III. 1986, Side Scan Sonar as a tool for mapping spatial variations in sediment type, Geo-Marine Letters 5, 241-245.
- Kolouch, D. 1984, Interferometric Side Scan Sonar A Topographic Sea-Floor Mapping System, International Hydrographic review 61, 35 - 49.
- MacPhee, S.B. 1976 Developments in Narrow Beam Echo Sounders, International Hydrographic Review 53, 43 - 52.
- McQuillin, R. and Arduş, D. A. 1977, Exploring The Geology Of Shelf Seas, Graham and Trotman Limited, London.
- Mudie, J.D., Normark, W.R. and Cray, E.J. 1970, Direct mapping of the Sea-Floor using Side Scanning Sonar and transponder navigation, Geological Society of America Bulletin 81, 1547 - 1554.
- Newton, R.S. and Stefanon, A. 1975, Application of Side Scan Sonar in Marine Biology, Marine Biology 31, 287 - 291.
- Okyar, M. 1987, Late Quaternary Sedimentation in the Strait of Bosphorus: A Geophysical Approach. Master Thesis. O.D.T.Ü.D.B.E., Erdemli-IÇEL
- Prior, D.B., Coleman, J.M. and Garrison, I.E. 1976, Digitally Acquired Undistorted Side Scan Sonar Images Of Submarine Landslides, Mississippi River Delta Geology, Geological Society of America Bulletin 7, 423 - 425.
- Russel, I.C. 1978, Dual Channel Side Scan Sonar, uses an operation in hydrographic surveying, International Hydrographic Review 55, 27-100.
- Shepard, F.P. 1973, Submarine Geology, Harper and Row Publishers, Newyork.
- Stefanon, A. 1985, Marine sedimentology through modern acoustical methods: I. Side Scan Sonar, Bolletino di Oceanologia Teorica ed Applicata 3, 3-38.
- Thorpe, S.A. and Hall, A.J. 1983, The characteristics of breaking waves, bubble clouds, and near surface currents observed using side-scan sonar. Continental shelf Research 1, 353 - 384.
- Thorpe, S.A., Hall, A.J., Packwood, A.r. and Stubbs, A.R. 1985, The use of a towed side scan sonar to investigate processes near the sea surface, Continental Shelf Research 5, 597 - 607