

**YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**KUM ALIMININ KIYI MORFOLOJİSİNE ETKİSİ**

**İnşaat Mühendisi İsmail Ahmet YAZICIGİL**

**FBE İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı Kıyı ve Liman Mühendisliği Programında  
Hazırlanan**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Tez Danışmanı : Doç. Dr. Yeşim ÇELİKOĞLU**

**İSTANBUL, 2008**

## İÇİNDEKİLER

	Sayfa
SİMGE LİSTESİ .....	i
KISALTIMA LİSTESİ.....	ii
ŞEKİL LİSTESİ.....	iii
ÇİZELGE LİSTESİ .....	iv
ÖNSÖZ .....	v
ÖZET .....	vi
ABSTRACT .....	vii
1. GİRİŞ .....	1
2. KUM ALIMININ (TARAMA) KIYI MORFOLOJİSİNE ETKİSİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ .....	4
2.1 Giriş .....	4
2.2 Kum Alım (Tarama) Etkisinin Değerlendirilmesi.....	5
2.2.1 Etkinin Türleri .....	5
2.2.2 Aktif Taşınım Bölgesinin Tespiti .....	6
2.2.2.1 Kıyıya Dik Taşınım .....	6
2.2.2.2 Kıyı Boyu Taşınım .....	8
2.2.3 Dalga İlerlemesinin Değişimi.....	10
2.3 Kum Alımı (Tarama) ile İlgili Literatürde Yeralan Çalışmalar .....	12
3. KUM ALIMININ MEVCUT ETKİLERİ.....	16
3.1 Agrega Alımı.....	16
3.1.1 Sığ Alım .....	16
3.1.2 Derin Alım .....	17
3.2 Ekolojik Etkiler .....	19
3.2.1 Denizel Agrega Alımının Etkileri.....	19
3.2.2 Deniz Tabanında Katı Madde Birikiminin Etkileri .....	20
3.2.3 Su Kolonundaki Etkiler.....	21
3.2.3.1 Plankton .....	22
3.2.3.2 Benthos (Deniz Dibi Canlıları).....	22
3.2.3.3 Balıklar.....	22
3.2.4 Besin .....	23
3.2.5 Toplam Etki.....	23
3.2.6 Kum Alımında Ekolojik Etkilerin Belirlenmesi.....	23
3.3 Diğer Etkiler.....	24
4 TARAMA (KUM ALIMI) EKİPMANLARI .....	25

4.1	Giriş .....	25
4.2	Tarama Ekipmanları .....	27
4.2.1	Traylerli Emme Mavnalı Tarayıcı (Trailing Suction Hopper Dredger) .....	27
4.2.1.1	Uygulama Limitleri .....	30
4.2.1.2	Yardımcı Ekipmanlar.....	30
4.2.2	Taban Düzeltici (Bed Leveller).....	35
4.2.2.1	Uygulama Limitleri .....	36
4.2.2.2	Yardımcı Ekipmanlar.....	37
4.2.3	Su Enjeksiyonlu Tarayıcı (Water Injection Dredger).....	37
4.2.3.1	Uygulama Limitleri .....	37
4.2.4	Sabit Emmeli Tarayıcı (Stationary Suction Dredger).....	39
4.2.4.1	Uygulama Limitleri .....	40
4.2.4.2	Yardımcı Ekipmanlar.....	40
4.2.5	Kesici Emmeli Tarayıcı (Cutter Suction Dredger).....	40
4.2.5.1	Uygulama Limitleri .....	42
4.2.5.2	Yardımcı Ekipmanlar.....	43
4.2.6	Faraşlı Tarayıcı (Dustpan Dredger).....	45
4.2.6.1	Uygulama Limitleri .....	46
4.2.6.2	Yardımcı Ekipmanlar.....	47
4.2.7	Dubalı Tutar Kaldırır Tarayıcı (Grab Ponton Dredger).....	47
4.2.7.1	Uygulama Limitleri .....	48
4.2.7.2	Yardımcı Ekipmanlar.....	48
4.2.8	Mavnalı Tutat Kaldırır Tarayıcı (Grab Hopper Dredger) .....	49
4.2.8.1	Uygulama Limitleri .....	50
4.2.8.2	Yardımcı Ekipmanlar.....	51
4.2.9	Hidrolik Kepeçli Tarayıcı (Hydraulic Backhoe Dredger).....	51
4.2.9.1	Uygulama Limitleri .....	53
4.2.9.2	Yardımcı Ekipmanlar.....	53
4.2.10	Daldıraçlı Tarayıcı (Dipper Dredger) .....	54
4.2.10.1	Uygulama Limitleri .....	55
4.2.10.2	Yardımcı Ekipmanlar.....	55
4.2.11	Kovalı Tarayıcı (Bucket Dredger).....	55
4.2.11.1	Uygulama Limitleri .....	57
4.2.11.2	Yardımcı Ekipmalar.....	57
4.2.12	Özel Tarayıcılar .....	58
4.2.12.1	Jet Pompalı Tarayıcı (Jet Pump Dredger).....	58
4.2.12.2	Hava ile Taşıma (Air-Lifts).....	58
4.2.12.3	Havalı Tarayıcılar (Pnömatik Dredgers).....	59
4.2.12.4	Amfibi Tarayıcı (Amphibious Dredger) .....	60
4.2.12.5	Kazıcı Tarayıcı (The Scraper Dredger) .....	61
5.	DENEY SİSTEMİ VE ÖLÇÜM YÖNTEMLERİ .....	63
5.1	Deney Sistemi.....	63
5.2	Dalga Ölçümü.....	66
5.3	Dalga Karakteristikleri.....	68
5.4	Olaya Etkili Parametrelerin Belirlenmesi ve Boyut Analizi .....	71
6	DENEY SONUÇLARI .....	74

7	SONUÇLAR .....	86
	KAYNAKLAR.....	87
	EKLER .....	90
Ek 1	Her Bir Deney Şartı İçin Ölçüm Noktalarında Elde Edilen Dalga Yüksekliği Değerleri.....	90
	ÖZGEÇMİŞ.....	93

## SİMGE LİSTESİ

$\alpha_0$	Dalga ortogonalı ile kıyı normalı arasındaki açı
B	Tarama çukur genişliği
$D_{50}$	Medyan (katı tanelerin %50'sinin geçtiği elek çapı)
d	Tarama çukur derinliği
d+p	Dalgaların kırılma anından sonra eşğin üstünde oluşturacağı yeni su derinliği
f	Dalganın bir yılda kıyıya etki etme yüzdesi
g	Yerçekimi ivmesi
h	Su derinliği
H	Dalga yüksekliği
$\bar{H}$	Yıllık ortalama belirgin dalga yüksekliği
H/H <sub>i</sub>	Boyutsuz dalga yüksekliği
H <sub>0</sub>	Derin su dalga yüksekliği
h <sub>c</sub>	Kapama derinliği
H <sub>i</sub>	Gelen dalga yüksekliği
H <sub>i</sub> /L <sub>i</sub>	Gelen dalga dikliği
H <sub>maks</sub>	Kırılmadan sonraki maksimum dalga yüksekliği
H <sub>s</sub>	Belirgin dalga yüksekliği
H <sub>s,12</sub>	12 saat/yıl'da oluşan belirgin dalga yüksekliği
H <sub>sm</sub>	Yıllık ortalama belirgin dalga yüksekliği dağılımı
H <sub>smaks</sub>	Maksimum belirgin dalga yüksekliği
L	Dalga boyu
L <sub>0</sub>	Tarama çukurunun dışında aynı su derinliğindeki dalga boyu
L <sub>i</sub>	Gelen dalga boyu
l <sub>s</sub>	Tarama çukurunun boyu
l <sub>sc</sub>	Tarama çukurunun kıyıya olan mesafesi
L <sub>sc</sub>	l <sub>sc</sub> mesafesi boyunca ortalama dalga boyu
N	Toplam sınıf sayısı
$\rho$	Akışkanın özgül kütlesi
T	Dalga periyodu
X/L	Çukur ekseninden itibaren dalga boyu değişimi

## **KISALTIMA LİSTESİ**

SWAN	Simulating Waves Nearshore
EFDC	Environmental Fluid Dynamics Code
CEDA	Central Dredging Association
FFT	Fast Fourier Transform (Hızlı Frouier Dönüşümü)
DLH	Demiryolları, Limanlar ve Hava Meydanları İnşaatı Genel Müdürlüğü

## ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 2.1	Kıyı boyu ve kıyıya dik katı madde taşınımı .....	5
Şekil 2.2	Kum alım çukurunun dalga sapmasına etkileri .....	6
Şekil 2.3	Nicholls ve diğ. tarafından hesaplanan kapama derinlikleri arasındaki karşılaştırma .....	10
Şekil 2.4	Tarama çukurunun üstündeki sapmadan dolayı dalgalardaki rölatif ilerleme .....	11
Şekil 2.5	Kum eşiğinden kum alımı için şematik gösterim .....	12
Şekil 2.6	Taramadan önceki ve tarama çukuru dolduktan sonraki kıyı profili .....	13
Şekil 2.7	Tarama çukurunun dolaylı etkisi .....	14
Şekil 3.1	Denizel kum alımının etkileri .....	19
Şekil 3.2	Kum alımının ekolojik etkileri .....	21
Şekil 4.1	Traylerli emme mavnalı tarayıcının ana özellikleri .....	28
Şekil 4.2	Traylerli emme mavnalı tarayıcı .....	30
Şekil 4.3	Tarama başlığı tipleri .....	31
Şekil 4.4	Fruhling tipi tarama başlığı .....	33
Şekil 4.5	Kaliforniya tipi tarama başlığı .....	33
Şekil 4.6	Taban düzeltici .....	36
Şekil 4.7	Su enjeksiyonlu tarayıcı .....	38
Şekil 4.8	HAM su enjeksiyonlu tarayıcı .....	38
Şekil 4.9	Sabit emmeli tarayıcı .....	39
Şekil 4.10	Kesici emmeli tarayıcı .....	41
Şekil 4.11	Kesici emmeli tarayıcının diğ. çeşitleri .....	42
Şekil 4.12	Kovalı dönen kesici .....	44
Şekil 4.13	Faraşlı tarayıcının emme başlığı .....	45
Şekil 4.14	Faraşlı tarayıcının örnek çapa yayılımı .....	46
Şekil 4.15	Kepçeli dubalı tarayıcı .....	47
Şekil 4.16	Çeşitli operasyon tipleri için kepçe kovası çeşitleri .....	49
Şekil 4.17	Mavnalı tutar kaldırır tarayıcı .....	49
Şekil 4.18	Hidrolik kepçeli tarayıcı .....	51
Şekil 4.19	Kepçeli tarayıcının tarama faaliyeti .....	52
Şekil 4.20	Daldıraçlı tarayıcı .....	54
Şekil 4.21	Kovalı tarayıcı .....	56
Şekil 4.22	Kova zinciri sistemi .....	56
Şekil 4.23	Hava ile taşıma .....	59
Şekil 4.24	Havalı tarayıcı .....	60
Şekil 4.25	Paletli tipte amfibi tarayıcı .....	61
Şekil 4.26	Kazıcı tarayıcının faaliyet yöntemi .....	61
Şekil 5.1	Deney sisteminin genel görünümü .....	63
Şekil 5.2	Dalga kanalı .....	64
Şekil 5.3	Deney sistemi üzerindeki redresör ve eksantrik .....	64
Şekil 5.4	Dalga kanalı .....	65
Şekil 5.5	Dalga monitörü .....	66
Şekil 5.6	Deneylerde kullanılan farklı boyutta model çukurları .....	68
Şekil 6.1	$x/L$ ile $H/H_i$ 'nin değişimi .....	75
Şekil 6.2	Dalga dikliğinin $(H/gT^2)$ $X/L$ ile değişimi .....	81

## ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 3.1 Kum alım (tarama) derinlikleri ve etkileri .....	17
Çizelge 4.1 Çeşitli tarama başlıklarının kullanım alanları .....	31
Çizelge 5.1 Seçilen gelen dalgalara ait özellikler .....	70
Çizelge 5.2 Kullanılan tarama çukuruna ait özellikler .....	70
Çizelge 5.3 Etkili parametreler .....	71
Çizelge 5.4 Dalga yüksekliğindeki değişim için etkili parametrelerin boyutları .....	72
Çizelge 5.5 Dalga yüksekliğindeki değişim için boyutsuz parametreler .....	72



## ÖNSÖZ

Tez çalışmamın her aşamasında yakından ilgilenerek her konuda destek olan ve değerli zamanını, tecrübelerini paylaşan tez danışmanım Sayın Doç. Dr. Yeşim Çelikoğlu'na en derin saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

Yüksek lisans eğitimim ve tez çalışmaları boyunca yakın ilgi desteklerini esirgemeyen Sayın Prof. Dr. Yalçın Yüksel'e ve Sayın Prof. Dr. Esin Çevik'e teşekkürlerimi bir borç bilirim.

Bu çalışma süresince yardım ve desteklerini esirgemeyen tüm hidrolik programı araştırma görevlilerine çok teşekkür ederim. Laboratuvar çalışmaları sırasındaki yardımlarından dolayı Hidrolik ve Kıyı-Liman Laboratuvarı Teknisyeni Gazi Kurt'a çok teşekkür ederim.

Çalışmalarım boyunca gösterdikleri destekten dolayı aileme teşekkürlerimi sunarım.

## Özet

Kum, toplumlar için gerekli en önemli minerallerden biridir. Endüstrileşmenin ve inşaat sektörünün gelişmesiyle kuma olan ihtiyaç da artmaktadır. Çünkü toplumlar geliştikçe daha fazla beton kullanılmaktadır. Yol yapım çalışmaları, kıyı koruma amaçlı kumsal yenileme çalışmaları ve baraj inşaatları da kumun kullanıldığı alanlardır. Kıyı bölgelerinin hızlı bir şekilde gelişerek şehirleşmesinin sonuçlarından biri de arazilerin ıslah edilmesi ve kıyıların doldurulmasıdır. Son yıllarda açık denizden büyük ölçekli kum alımı (tarama) işlemi artan kıyı yenileme çalışmaları için oldukça gelişmiştir.

Kıyı alanlarından kum alımı (tarama) dünya çapında farklı düzenlemelere tabidir. Kum alımları sığ alanlarda oldukça kolay uygulanabilmektedir. Bu alanlardaki kum alımları sonucu tarama çukuru/çukurları oluşmaktadır. Meydana gelen bu çukurlar dalga ilerlemesinin ve katı madde taşınımının değişmesine sebep olmaktadır. Kumsal kıyılarda genel bağlamda erozyon, bu gibi uygulamalarda sıklıkla plajın geri çekilmesi ile oluşmaktadır.

Kum alım çukurlarının sığ sudaki taban morfolojisine etkisinin daha iyi anlaşılması detaylı araştırmalar gerektirmektedir. Belirlenen kum alım alanlarının gözlemlenmesi, yerel fiziksel değişimlere bağlı olarak (dalgalar, akıntılar, çukurların geometrik karakteristikleri, taban eğimi, katı madde boyutu vb.) tarama çukurları morfolojisinin nasıl değiştiğinin anlaşılmasına yardımcı olmaktadır.

Kum taşınımında en önemli parametrelerden biri dalga etkisidir. Bu nedenle bu çalışmada öncelikle kum alımı amacıyla açılan tarama çukurlarına benzeştirilerek rijit tabanlı bir dalga kanalında açılan farklı geometrilere sahip kum çukurlarının dalga şartlarını nasıl etkilediği araştırılmıştır.

**Anahtar Kelimeler :** Kum alımı, tarama, kum alım çukuru, dalga,

## Abstract

Sand has become a very important mineral for the societies. By the expanding industry and building sector it has increased for need sand. It is used more concrete as the societies are developing. Sand mainly used beach nourishment for shore protection, building roads and building dams. Filling coastals and land reclamation is one immediate consequence of the rapid expansion of urban areas in coastal regions. A more recent development is large scale offshore mining for sand for the increasingly popular beach nourishment programmes.

Sand mining in coastal areas is subjected to different arrangements in whole world. Sand mining in shallow depths can be applied easily. As a result of sand mining in this areas sand hole/holes occurs. These holes cause changes in wave progress and sediment transport. Erosion in general context at sandy beaches occurs by this applications as receding of the shoreline.

Detail of researchs require to better understanding the impact of sand pits in shallow water on the bottom morphology. While monitoring of extraction sites is now required and can help us understand how the morphology of sand pits evolves depending on the local physical processes (waves, currents, geometric characteristics of the pit, bottom slope, sediment size *etc.*), we need to be able to predict long term evolutions in order to reduce negative impacts due to poor coastal management.

The most important parameter is wave effect in sand transport. For this reason in this study, sand pits which is excavated for sand mining were analogied to sand pits with different geometries which were excavated at the rigid boottom in wave channel and investigated these sand pits how affected the wave conditions.

**Key Words** : Sand mining, sand excavated, sand pit, wave,

## 1.Giriş

Ülkemiz uzunluğu 8000 km'yi aşan bir kıyı şeridine sahiptir. Kıyılardan maksimum faydanın sağlanabilmesi amacıyla çeşitli kıyı yapılarına ihtiyaç duyulmaktadır. Bu nedenle kara ile deniz arasındaki dengeyi koruyarak denizlerden en iyi şekilde faydalanmanın sağlanması gerekmektedir. Doğru ve bilinçli kullanım ülke ekonomisine büyük katkılar sağlamakla birlikte yanlış ve bilinçsiz kullanım büyük zararlara neden olabilmektedir. Yanlış kıyı kullanımı ve kıyı yapılarının doğru bir şekilde tasarlanmaması o bölgelerde kıyı erozyonunun oluşmasına neden olmaktadır. İnşaat projeleri için kum ve çakıl malzemeleri büyük ölçüde kullanılmaktadır. Bu projelere örnek olarak yol yapım çalışmaları, dolgu, kıyı koruma veya turizm amaçlı kumsal yenileme çalışmaları, baraj inşaatları gösterilebilir. Dolayısıyla deniz kaynaklı kum ve çakıl ülke ekonomisi açısından oldukça büyük önem taşımaktadır. Özellikle, son yıllarda dünyada kum alımı son derece önemli bir hale gelmiştir. Kıyı erozyonundan dolayı geri çekilen kıyıların doldurulması, plajların yenilenmesi amacıyla denizden büyük miktarda kum alımı yapılmaktadır. Çünkü plajların ve kıyıların yok olması ekonomik olarak kayba yol açmaktadır. Günümüzde özellikle turistler tarafından kullanılarak gelir sağlayan popüler kıyı alanlarının ve plajların beslenmesi ve yenilenmesi oldukça yaygın bir hale gelmiştir. Bu yöntemde kıyı sistemi dışındaki bir kaynaktan alınan kum pompalanarak yenilenmesi gereken kıyıya taşınmaktadır. Taşınan kumun mevcut kıyı kumu ile aynı çapta veya daha büyük çapta olması istenir. Aksi halde taşınan kum çok çabuk erozyona uğramaktadır (Yüksel, 2005).

Dünyada ve ülkemizde çevrecilik anlayışının gelişmesi, doğanın daha az zarar görmesi yani doğa ve çevreyle uyum içinde çalışılması amacıyla erozyona uğrayan kıyıların doldurulması amacıyla denizden büyük ölçekli kum alımı işlemi artan kıyı yenileme çalışmaları için oldukça gelişmiştir. Kum alımı haliçlerde, kumsallarda, kumullarda ve yakın kıyı alanlarında yoğunlaşmıştır. Bu alanlardan kum alımı kıyı boyu kum bütçesini etkilemekte ve bu alanların erozyona uğramasına neden olmaktadır. Bunun yanında büyük miktarda kum ve çakıl alımları açık denizde ve akarsu yataklarında da yapılmaktadır. Bu da katı madde taşınımında değişimlere ve kıyı erozyonunda artışlara dolayısıyla kıyı morfolojisinin değişmesine neden olmaktadır.

Diğer yandan kum alımlarının fiziksel zararları ve yaşam alanları üzerinde de yıkıcı etkileri olmaktadır. Kontrolsüz tarama faaliyetleri deniz tabanında, ekosistemde, balıkçılıkta, yakın

kıyı çizgisinde önemli ve ciddi hasarlara neden olabilmektedir. Bu hasarlar arasında; tarama işlemi suda bulanıklığın artmasına neden olduğu için balık alanlarının kaybı, bunun sonucu olarak balıkçılık kaybı, sedimentasyon sonucu deniz bitkilerinin ve yosunlarının, mercan resiflerinin tükenmesi, kıyı erozyonundan dolayı kıyıların yok olmasıyla turizm gelirlerinin kaybı, katı madde taşınımında ve su seviyesinde oluşan değişimler sayılabilir.

Bütün bu hasarlar aynı zamanda ülke ekonomisinde kayba neden olmaktadır. Ancak bu durumda kum alımının (taramanın) oldukça pahalı ve zahmetli bir işlem olmasından dolayı ekonomik kriterlere ve kum alımından dolayı deniz tabanında, ekosistemde, balıkçılıkta, yakın kıyı çizgisinde oluşabilecek bu hasarlara dikkat edilmelidir.

Kıyı alanlarındaki kum alımı (tarama) dünya çapında farklı düzenlemelere tabidir. Kum alımları sığ alanlarda oldukça kolay uygulanabilmektedir. Bu alanlardaki kum alımları sonucu tarama çukuru/çukurları oluşmaktadır. Meydana gelen bu çukurlar dalga ilerlemesinin ve katı madde taşınımının değişmesine sebep olmaktadır. Ayrıca kum alımından dolayı kıyı morfolojisinde gözlenen değişimler kum alımı için açılmakta olan tarama çukurlarının dalga ve katı madde taşınımını etkilemesinden dolayı oluşmaktadır. Bu nedenle tarama çukurlarının sığ sudaki taban morfolojisine etkisinin daha iyi anlaşılması detaylı araştırmalar yapılmasını gündeme getirmiştir. Belirlenen kum alım alanlarının gözlemlenmesi, yerel fiziksel değişimlere (dalgalarda, akıntılar, çukurların geometrik karakteristikleri, taban eğimi, katı madde boyutu vb.) bağlı olan tarama çukurlarının morfolojiyi nasıl değiştirdiğinin anlaşılmasına yardımcı olmaktadır.

Kum taşınımında en önemli parametrelerden birinin dalga şartları olduğu bilinmektedir. Bu nedenle bu çalışmada öncelikle geçiş derinliğinde olacak şekilde kum alımı (tarama) amacıyla açılan tarama çukurlarına benzeştirilerek rijit taban üzerinde farklı boyutlarda tarama çukurları açılmış, düzenli dalga şartları altında bir seri deney gerçekleştirilmiştir. Böylece bu tarama çukurlarının dalga şartları üzerindeki etkileri araştırılarak yorumlanılmaya çalışılmıştır.

Bu tez yukarıda yapılan açıklamaların ışığı altında hazırlanmıştır. Aşağıda tezi oluşturan bölümlerin içerikleri kısaca özetlenmiştir.

Bölüm 1’de kıyı kullanımı ve kıyı yapılarının doğru tasarlanmasının önemi, deniz kaynaklı kum ve çakıl kullanımının ülke ekonomisi açısından önemi ve kum alımlarının (tarama) fiziksel zararları ve yaşam alanları üzerindeki etkileri hakkında kısaca bilgi verilmiştir.

Bölüm 2’de kum alımının (tarama) kıyı morfolojisine etkisinin değerlendirilmesi hakkında bilgiler verilmektedir. Kum alımları sonucunda oluşan etkinin türleri, aktif taşınım bölgesinin tespit edilmesi, dalga ilerlemesinin değişimi gibi önemli konular değerlendirilmiştir. Ayrıca kum alımının (tarama) kıyı morfolojisi üzerine etkisi hakkında yapılmış çalışmalar özetlenmiştir.

Bölüm 3’de kum alımının mevcut etkileri üzerinde durulmuştur. Denizden agrega alımı, ekolojik etkiler ve kıyı erozyonu, tarama teçhizatlarının oluşturduğu gürültü, akarsu ve deniz trafiğinin engellenmesi gibi diğer etkiler hakkında detaylı bilgiler verilmiştir. Derin ve sığ kum alımları durumlarında kıyı morfolojisi üzerinde meydana gelen farklı etkiler incelenmiştir.

Bölüm 4’de tarama (kum alımı) ekipmanları hakkında önce genel bilgiler verilmiştir. Daha sonra her bir tarama ekipmanının özellikleri, avantaj ve dezavantajları, uygulama limitleri ve kullandıkları yardımcı ekipmanlar detaylı bir şekilde açıklanmıştır.

Bölüm 5’de deney sistemi, dalga ölçüm yöntemi, dalga karakteristikleri ve boyut analizi izah edilmiştir.

Bölüm 6’da gerçekleştirilen deneysel çalışmalardan elde edilen sonuçlar değerlendirilerek yorumlanılmaya çalışılmıştır.

Bölüm 7’de bütün çalışmalar neticesinde elde edilen sonuçlar sunulmuştur.

## 2. KUM ALIMININ (TARAMA) KIYI MORFOLOJİSİNE ETKİSİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

### 2.1 Giriş

Kıyı alanlarından kum alımı dünya çapında farklı düzenlemelere tabidir. Pek çok ülkede çoğunlukla maden lisansını temin etmek için minimum su derinliği tanımlanmakta ve istenmektedir. Kum alımları sığ alanlarda oldukça kolay uygulanabilmektedir. Bu alanlardaki kum alımları sonucu tarama çukuru/çukurları oluşmaktadır. Meydana gelen bu çukurlar dalga ilerlemesinin ve katı madde taşınımının değişmesine sebep olmaktadır. Kumsal kıyılarda genel bağlamda erozyon, bu gibi uygulamalarda sıklıkla plajın geri çekilmesi ile oluşmaktadır.

Tarama çukurlarının sığ sudaki taban morfolojisine etkisinin daha iyi anlaşılması detaylı araştırmaları gerektirmektedir. Belirlenen kum alım alanlarının gözlemlenmesi, yerel fiziksel değişimlere bağlı olan tarama çukurları morfolojisinin nasıl değiştiğinin anlaşılmasına yardımcı olmaktadır (dalgalar, akıntılar, çukurların geometrik karakteristikleri, taban eğimi, katı madde boyutu vb.). Yetersiz kıyı yönetiminden kaynaklanan negatif etkileri azaltabilmek için uzun dönemli değişimler belirlenmelidir.

Bir çok uluslararası program bu amaçla, mevcut kaynaklarla fiziksel çevre etkisini minimuma indirmek için duyarlı kuralları belirlemektedir. Kıyı çizgisindeki fiziksel etkileri basite indirmek için, deneylere dayanan ifadeler, yaklaşık tahminler elde etmek için kullanılmaktadır. Kompleks durumlarda uygulanmasa bile bu formüllerin kullanımında dikkatli olunmalıdır. Tarama çukurunun uzun dönemli etkilerini mümkün olduğunca kesin bir şekilde belirlemek için morfodinamik modellerin kullanımı geliştirilmelidir (Cayocca ve Gardin, 2003).

Konu ile ilgili ana hatlar çevresel etki değerlendirmelerinin içeriğini tam olarak tanımlamadığından, deniz tabanı tarama şirketlerinde çalışan uzmanlar tarafından yürütülen çalışmaların kalitesi fazlasıyla değişkenlik göstermektedir. Örneğin; Ifremer'in (Hidrolik Laboratuvarı, Fransa) projeleri aşağıdakileri amaçlamaktadır (Cayocca ve Gardin, 2003);

- Kum alımının kıyı stabilitesine olası etkilerinin daha iyi anlaşılmasını sağlamak
- Çevresel korumayı sağlamak için duyarlı esaslar oluşturmak

- Prosedürleri basitleştirmek için katkıda bulunmak

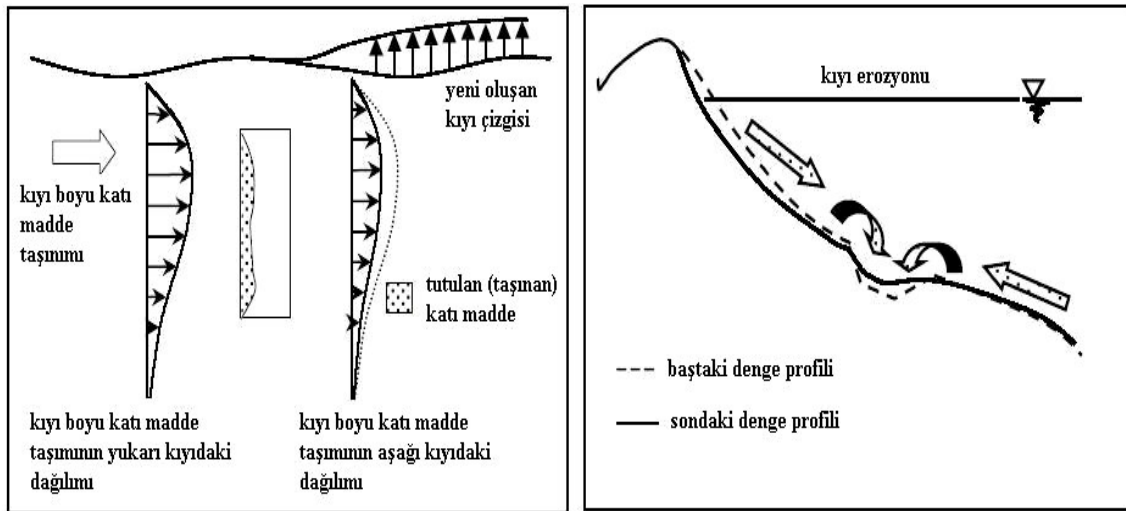
## 2.2 Kum Alım (Tarama) Etkisinin Değerlendirilmesi

### 2.2.1 Etkinin Türleri

Tarama çukurunun kıyı morfolojisine olan etkisi aşağıdakilere bağlıdır (eğer tarama çukuru veya kum eşiğinin şekli kum alımı sonucunda oluşmuşsa);

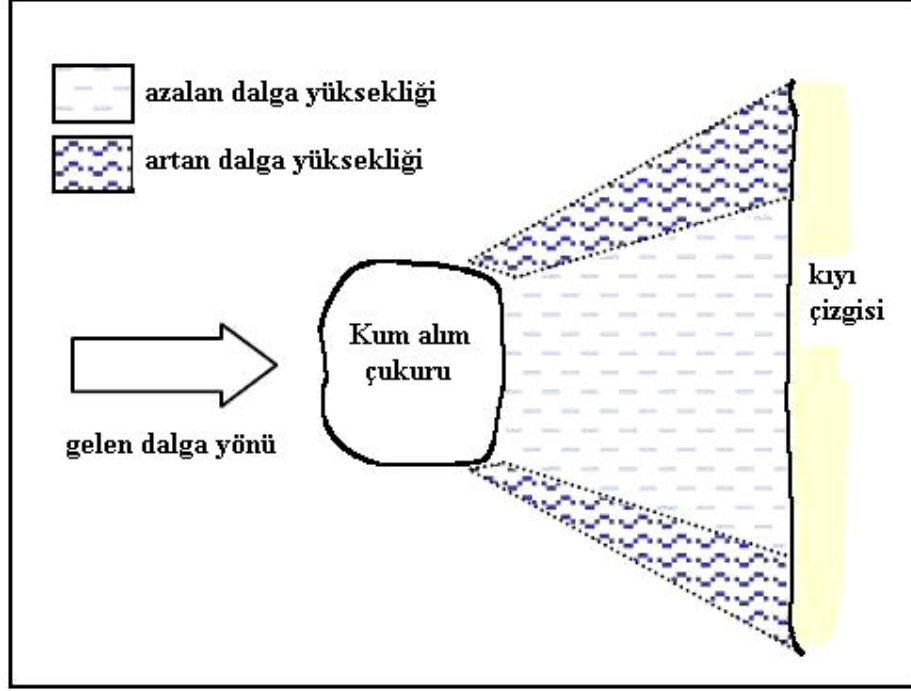
- Tarama çukurunun şekli gibi geometrik parametrelere (gelen dalgalara bağlı olarak tarama çukurunun uzunluğu ve genişliği), derinliğe, kıyı çizgisinden uzaklığa, tarama çukuru ve kıyı çizgisi arasındaki batimetriye
- Dalga ve akıntı gibi hidrodinamik parametrelere
- Katı madde parametrelerine (tane çapı)

Kum alımından sonraki yeni taban formu dalga ilerlemesinin ve katı madde taşınımının değişmesine sebep olmaktadır. Bu yeni şartlar altında, kum alım çukurunun geometrisi ve alanı ya doğrudan yeni batimetriye etkili olmaktadır ya da dolaylı olarak dalga ilerlemesinin ulaştığı yeni dengeye etkili olmaktadır. Kıyı çizgisine etkisi, kıyı boyu katı madde taşınımının veya mevsimsel kıyıya dik taşınımın değişimine sebep olabilmektedir (Şekil 2.1). Yeni dalga ilerleme modelinin sonucu olarak, başlıca kum alım çukurundan dolayı sapma (artan dalga yüksekliği çukurun her iki yanında) ve kırılma yeri değişmektedir (Şekil 2.2).



Şekil 2.1 Kıyı boyu ve kıyıya dik katı madde taşınımını (Cayocca ve Gardin, 2003)





Şekil 2.2 Kum alım çukurunun dalga sapmasına etkileri (Cayocca ve Gardin, 2003)

Kıyı çizgisindeki sınırlı değişimin sağlanması amacıyla;

- Kum alım alanı aktif taşınım bölgesinin dışında olmalıdır (kıyı boyu ve kıyıya dik taşınımın meydana geldiği yer aktif bölgedir).
- Kum alım alanının şekli ve konumu hassas alanlarda (liman vb.) dalga yüksekliğinin artması gibi negatif bir etkiye neden olmamalıdır (Cayocca ve Gardin, 2003) .

## 2.2.2 Aktif Taşınım Bölgesinin Tespiti

### 2.2.2.1 Kıyıya Dik Taşınım

Dalga ve/veya akıntı etkisi altında kıyıya dik katı madde taşınımının hesabı deniz tabanında kıyı profillerinin oluşumu dolayısıyla kıyı çizgisi değişimi ve deniz yapılarının stabilitesi açısından oldukça önemlidir.

Açık deniz katı madde taşınımında ilk olarak dikkate alınan aktif ve aktif olmayan bölgenin tanımlanmasıdır. Aktif bölgelerde taban malzemesi dalgaların ve akıntıların etkisiyle hareket etmeye başlamaktadır. Böylece aktif bölgenin açık deniz tarafı taban malzemesi hareketinin başlangıç şartları altında elde edilebilir. Bu hareketin başladığı derinlik dalga iklimine, katı madde karakteristiklerine ve dikkate alınan kıyı sisteminin büyüklüğüne bağlıdır.

Kıyıya dik katı madde taşınımı incelendiğinde, çok karmaşık bir mekanizmanın söz konusu olduğu görülür. Diğer akıntılar mevcut olmadığında ve dalgaların oluşturduğu net kütle taşınımı sıfır olduğunda bile dalgalar net katı madde taşınımına neden olabilir. Gerçekte bazı şartlar altında, uzun dönemde ortalama hız pozitif olduğunda dahi dalga ilerleme doğrultusuna ters yönde negatif kum taşınımı gözlenmektedir. Şüphesiz dalga ilerleme doğrultusundaki akıntı yeterince büyükse, pozitif yönlü bir kum taşınımı olmaktadır.

Kıyı profilleri normal (yaz) ile fırtına (kış) profili olmak üzere genellikle ikiye ayrılabilir. Kış aylarında dalga şartları yaz aylarına göre daha şiddetlidir. Malzeme açığa doğru hareket eder, surf bölgesindeki kıyı eğimi daha yumuşak bir hale gelir. Sonuç olarak bir veya daha fazla kıyı eşiği meydana gelebilir. Açık kıyı eşikleri kıyıyı şiddetli dalga etkilerine karşı korur çünkü dalgalar daha açıkta kırılırlar. Aynı zamanda açık kıyı eşikleri açığa doğru şiddetli katı madde kayıplarını da önlemektedir.

Yaz aylarında ise ortalama dalga yüksekliği azalır, ortalama dalga periyodu artar. Kıyı yenilenmeye başlar. Kum kıyıya doğru taşınır ve tırmanmadan dolayı bir basamak oluşur. Bu kıyıya doğru katı madde taşınımı surf bölgesinde eğimin daha dik hale gelmesine neden olur. Yaz ve kış profilleri başlıca dalga karakteristiklerine bağlıdır. Bunlar dalga dikliği, katı madde tane boyutu, ortalama kıyı eğimi ve derin su dalga yüksekliğidir (Yüksel, 2005).

Mevsimsel kıyıya dik taşınım kapama derinliği (closure depth) ile sınırlandırılmıştır. Kapama derinliğindeki taban profili, dalga koşullarındaki mevsimsel değişimlerden etkilenmez (Pilkey vd., 1993, Work and Dean, 1995, Nicholls vd., 1998).

Hallermeier (1981) kapama derinliği tanımını aşağıdaki gibi yapmıştır.

$$h_c = 1.6 \times H_{s,12} \quad (2.1)$$

burada  $H_{s,12}$  12 saat/yıl'da oluşan belirgin dalga yüksekliğidir.

Lineer dalga teorisi kullanılarak, geniş ölçüde kullanılan ve geçerli olan kapama derinliği için aşağıdaki yaklaşım Nicholls vd. (1998) tarafından elde edilmiştir;

$$h_c = 2.28 \times H_{s,12} - 68.5 \times \frac{H_{s,12}^2}{g \times T^2} \quad (2.2)$$

burada  $h_c$  gözlem sonucu ortaya çıkan zamansal uzunluğa (t) bağlı kapama derinliğidir.  $H_{s,12}$  yıllık ortalama belirgin dalga yüksekliğinden ( $\bar{H}$ ) belirlenebilir,

$$H_{s,12} = \bar{H} + 5.6\sigma_H \quad (2.3)$$

ancak ifadenin tabandaki tane boyutuna bağılı olmaması ilginçtir. Birkemeier (1985) bu ifadeyi saha ölçümlerini kullanarak farklı sabitlerle vermiştir (Yüksel, 2005);

$$h_c = 1.75 \times H_{s,12} - 57.5 \times \frac{H_{s,12}^2}{g \times T^2} \quad (2.4)$$

bu formülasyonlar yığılma durumlarında geçerli değildir.

Hallermeier (1981)'de daha fazla tanımlayıcı, zamandan bağımsız yeni bir kapama derinliği yaklaşımı elde etmiştir;

$$h_c = H_{sm} T \sqrt{\frac{g}{5000 \times D_{50}}} \quad (2.5)$$

burada  $H_{sm}$  yıllık ortalama belirgin dalga yüksekliği dağılımıdır. Bu formülasyon tane çapının değişimine göre değişiklik göstermektedir ve bu, ifadeyi daha kullanılabilir yapmaktadır (Cayocca ve Gardin, 2003).

#### 2.2.2.2 Kıyı Boyu Taşınım

Kıyı bölgesi için katı madde taşınımına sebep olan bir çok neden vardır. Bunlardan en önemlisi dalga etkisidir. Akarsu ve gel-git etkileri akarsu ağızlarında etkin olmaktadır. Korunmasız ve kurak kıyılarda rüzgar etkileri de oldukça önemli olmaktadır. Kıyı boyu katı madde hareketinde, kıyıya dik katı madde taşınımında olduğu gibi, dalga etkisinde surf bölgesi içinde ve dışında katı madde taşınım mekanizmaları arasında fark vardır. Ancak kıyı sistemlerinin oluşumu açısından kıyı boyu ve kıyıya dik katı madde taşınımının birbirleriyle etkileşiminin ve birbirleriyle bağılı bir mekanizmanın var olduğu bilinmektedir.

Dalga etkisinde kıyı çizgisi boyunca katı madde taşınımında üç temel mekanizma vardır. Bunlardan ikisi surf bölgesi içinde dalgaların kırılmasıyla ilgilidir, diğeri ise kırılma noktasının açığında kalan dalga mekanizması ile ilişkilidir.

1) Dalgaların kıyı ile belli bir açı yaparak kırılması ve tırmanması daha sonra yerçekimi etkisi ile doğrudan geri dönmesi nedeniyle kıyı yüzeyi boyunca katı taneler zig-zag hareketi yapmaktadır. Bu işlem kıyı eğiminin fazla olması durumunda kıyısız katı madde taşınımı

olarak bilinmektedir (beach drifting). Eğer dalga daha büyük bir açıyla kırılırsa, bu durumda kıyı boyu taşınım modu hakim olmaktadır.

2) Kırılan ve kırılmamış dalgaların surf bölgesi içinde hareket ettirdiği katı madde taneleri dalgaların veya diğer akıntıların kıyı boyu bileşeni boyunca taşınırlar. Bu işlem kıyı boyu kum eşikleri ile rölatif olarak geniş surf bölgesi mevcut olduğunda oldukça iyi gelişmektedir.

3) Surf bölgesi dışında kıyı boyu taşınımı, dalgaların yörüngesel hareketi ile tabanda hareketlenen taneler, dalgaların kütle taşınımı ya da diğer bir akıntı yapısı ile meydana gelmektedir. Dalgaların kıyıya herhangi bir açı ile yaklaşması durumunda kıyıya dik katı madde taşınımının yanı sıra yörüngesel hızlardan kaynaklanan kütleli taşınımın kıyı boyu bileşeni söz konusudur. Bu işlem dalga etkisinde oluşan kum dalgacıklarının veya taban şekillerinin oluşması nedeniyle oldukça karmaşık bir yapıya sahiptir. Bu durum, hidrolik cilalı taban üzerinde kütle taşınımı ile oluşan akıntılardan kaynaklanan net katı madde taşınımının bazen ters doğrultuda meydana gelmesine neden olabilmektedir (Yüksel, 2005).

Taranmış kanallarda kıyı boyu taşınımını önlemeye ilişkin birçok çalışma yapılmasına karşın, kum alımı etkisi üzerine çok az araştırma bulunmaktadır (Katsui ve Bijker 1986, Van Rijn, 1986; Sutton vd., 1994). Kıyı boyu katı madde taşınımı belirsiz olarak düşünüldüğünde, tarama çukurunun bulunduğu su derinliğinin kıyı çizgisinden olan mesafesi belirlenmelidir.

Göz önüne alınan kıyı bölgesinde dalga iklimindeki değişimler nedeniyle bir yıllık bir dönemde etkin kıyı boyu katı madde taşınımını belirlemek için katı madde hareketine yol açacak dalgaların yükseklikleri, yönleri ve etki süreleri belirlenmelidir (Hanson ve Kraus, 1989)

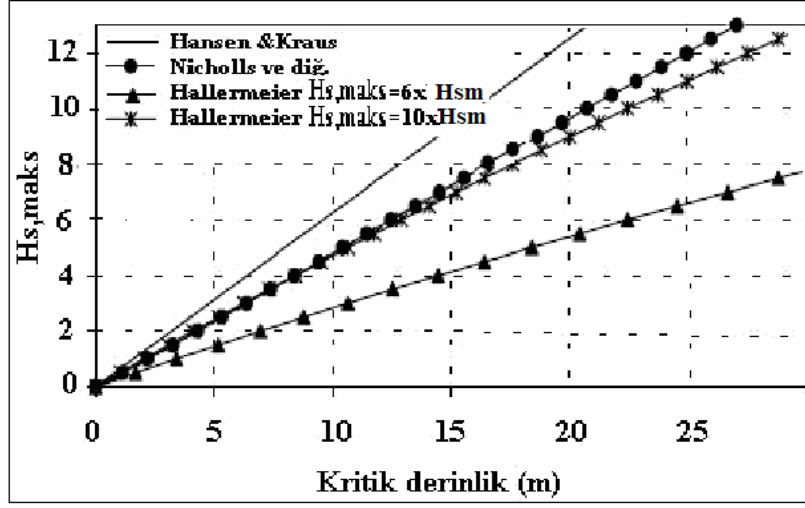
Böylece  $H_0$  yüksekliğinde  $\alpha_0$  açısına sahip dalganın bir yılda kıyıya etki etme yüzdesi  $f$  ise SPM (CERC 1984)'e göre;

$$Q_s = 2.03 \times 10^6 f H_0^{3/2} F(\alpha_0) \quad (2.6)$$

Yazılır, burada  $F(\alpha_0) = \left[ (\cos \alpha_0)^{3/4} (\sin 2\alpha_0) \right]$  yön terimi olarak tanımlanmıştır.  $\alpha$  dalga tepesinin kıyı ile yaptığı açı ya da dalga ortogonalinin kıyı normali ile yaptığı açıdır (Yüksel, 2005).

Kıyı boyu ve kıyıya dik katı madde taşınımının meydana geldiği derinlikleri ifade eden bağıntıların karşılaştırılması Şekil 2.3'te gösterilmiştir. Bu karşılaştırma Hallermeier'in

formülünün (Denklem 2.5) daha sınırlayıcı olduğunu göstermektedir. Bununla birlikte bu sonuç dalga iklimine bağlıdır.



Şekil 2.3 Nicholls ve diğ. tarafından hesaplanan kapama derinlikleri arasındaki karşılaştırma (Cayocca ve Gardin, 2003)

### 2.2.3 Dalga İlerlemesinin Değişimi

Dalgalar kum alım alanına ulaştıklarında çeşitli nedenlerle sapabilirler, daha derin olan tarama çukurundan geçerken hızlanırlar ve tarama çukurunun dışından geçen dalgalara göre kıyı çizgisine daha erken ulaşırlar (Şekil 2.4). Bu rölatif artış miktarı  $\Delta t$  miktarı Migniot ve Viguier (1983) tarafından belirlenmiştir. Kıyının doğrusal olması ve dalganın kıyıya dik gelmesi şartıyla hesaplanmıştır.

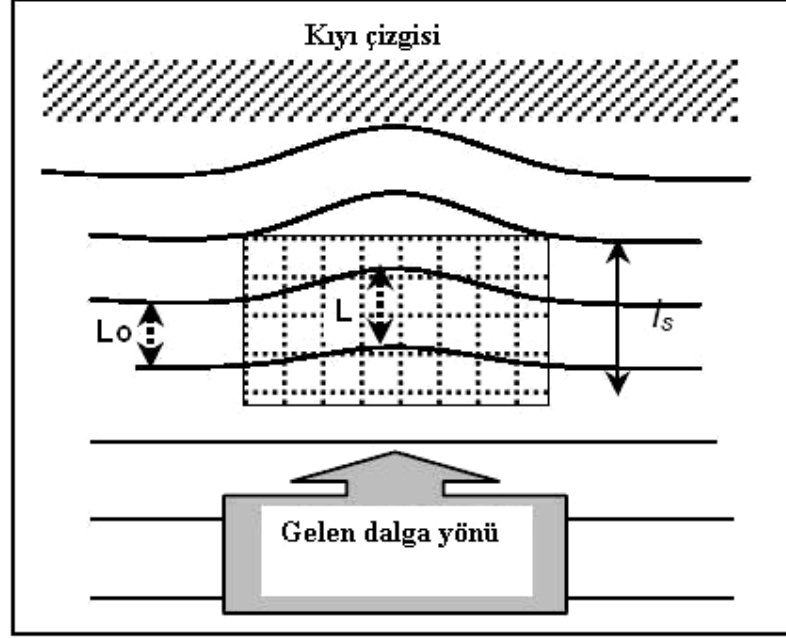
$$\frac{\Delta t}{T} = 1_s \left( \frac{1}{L_0} - \frac{1}{L} \right) \quad (2.7)$$

Burada  $L$  tarama çukurunun üstündeki dalga boyu,  $L_0$  tarama çukurunun dışında aynı su derinliğindeki dalga boyu,  $1_s$  tarama çukurunun boyudur.

Migniot ve Viguier (1983) deneysel çalışmalarının sonucunda aşağıdaki durum oluştuğu sürece sapmanın kıyı morfolojisine etkisinin önemsiz olduğunu bulmuşlardır .

$$\frac{\Delta t}{T} \frac{L_{sc}}{1_{sc}} \leq 0.02 \quad (2.8)$$

Burada  $l_{sc}$  tarama çukurunun kıyıya olan mesafesi,  $L_{sc}$  ise  $l_{sc}$  mesafesi boyunca ortalama dalga boyudur (Gardin vd., 2002). Bu basit formülün en önemli eksikliği kıyı eğimini ve katı madde özelliklerini dikkate almamasıdır.



Şekil 2.4 Tarama çukurunun üstündeki sapmadan dolayı dalgalardaki rölatif ilerleme  
(Cayocca ve Gardin, 2003)

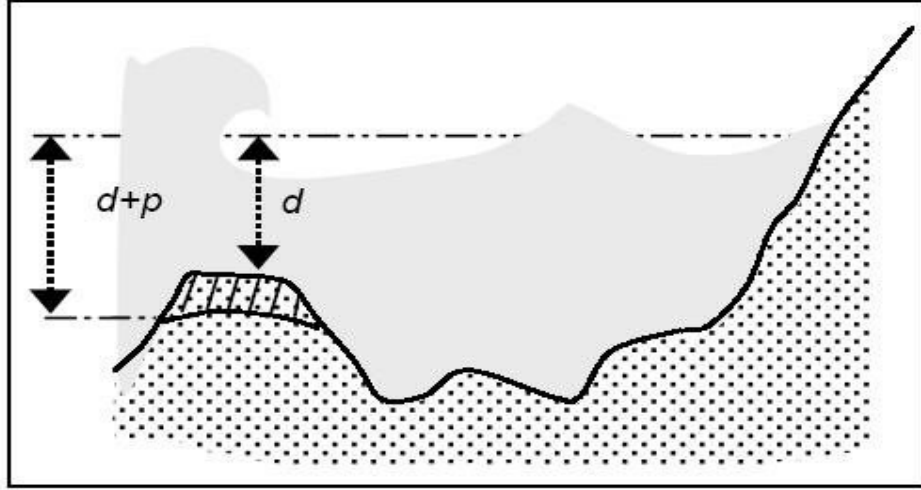
Kum eşiklerinden kum alımı yapıldığında kum alımından önce eşğin üstündeki su derinliği  $d$ , dalgaların kırılma anından sonra eşğin üstünde oluşturacağı yeni su derinliği  $d+p$  olmaktadır. Kum eşği ve kıyı arasındaki dalga yüksekliğindeki rölatif artış hesaplanmalıdır (Şekil 2.5). Kırılmadan sonraki maksimum dalga yüksekliği  $H_{maks}$  kırılma anındaki dalga yüksekliğini aşmıyorsa, (bunun anlamı ilk kırılmadan sonra hiçbir dalganın gelişmemesidir) Battjes ve Jansen'nin kırılma kriterleri kullanılarak,

$$H_{maks} = \gamma d \quad (\gamma = 0.75) \quad (2.9)$$

elde edilmektedir.

Bundan dolayı alçalan kum eşğine bağlı olarak dalga yüksekliğindeki rölatif artış aşağıdaki gibi olmaktadır;

$$\frac{\Delta H_{maks}}{H_{maks}} = \frac{p}{d} \quad (2.10)$$



Şekil 2.5 Kum eşiğinden kum alımı için şematik gösterim (Cayocca ve Gardin, 2003)

Gerçekte karmaşık durumlarda kum alımı alanının dalga ilerlemesine etkisinin ne olduğunu tahmin etmek için daha fazla hesap yapılmaya ihtiyaç duyulmaktadır (Cayocca ve Gardin, 2003).

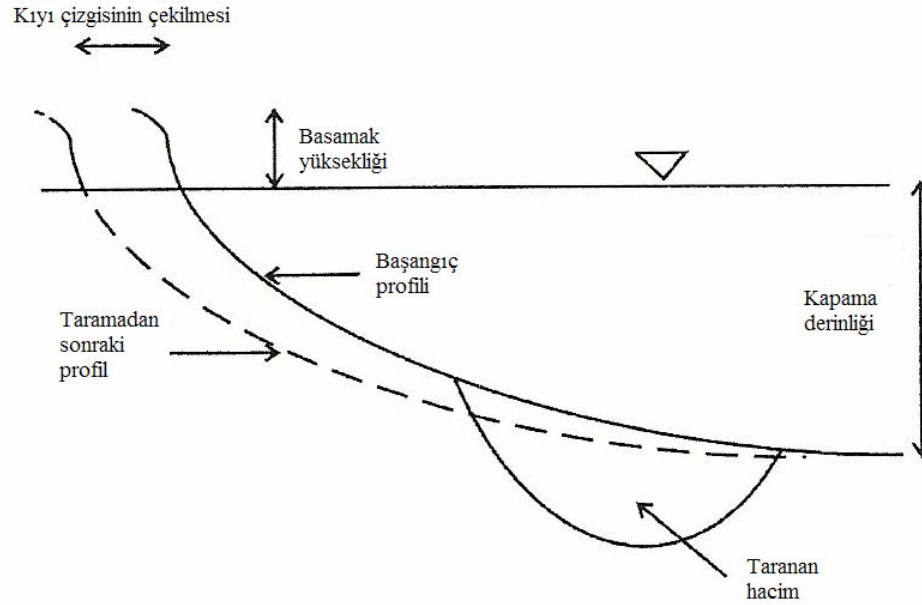
### 2.3 Kum Alımı (Tarama) ile İlgili Literatürde Yeralan Çalışmalar

Kum alımı ile ilgili literatür çalışmalarına bakıldığında konuyla ilgili çok fazla çalışma olmadığı görülmüştür. Bulunan çalışmalar aşağıdaki gibi özetlenmiştir.

Work vd. (2004) taramanın kıyı çizgisi üzerindeki etkilerini belirlemek için kıyı çizgisi değişimi, dalga ve akıntı için sayısal modeller kullanarak bir yöntem önermişlerdir. Kırılma bölgesinin dışında açılan kum alım (tarama) çukurunun sabit olduğu kabul edilmiştir ancak kırılma bölgesine ulaşan dalgalar değiştirilmiştir. Güney Carolina'da Folly Adası civarındaki dalgaları benzeştirmek için SWAN (Simulating Waves Nearshore) dalga transformasyon modeli kullanılmıştır. Dalga model sonuçları üç farklı yerde alınan kısa dönemli arazi ölçümleri ile doğrulanmıştır. Uzun dönemli (1 yıl) simulasyonlar tahmini olarak dalga ve rüzgar verileri kullanılarak çalıştırılmıştır. Hız alanları ve gel-git durumu arazi ölçümleri kalibre edildikten sonra EFDC (Environmental Fluid Dynamics Code) hidrodinamik modeli kullanılarak benzeştirilmiştir. Dalga model sonuçları kıyı boyu katı madde taşınımını ve kıyı çizgisi değişimini belirlemek için kullanılmıştır. Kıyı profili verilerinden elde edilen kıyı hacim değişimlerini ölçmek için model sonuçlarına uygun olacak şekilde ampirik katı madde taşınım katsayıları seçilmiştir. Kalibre edilen model daha sonra uzun dönemli kıyı çizgisi değişimlerine kum alımının (tarama) etkisini belirlemek için kullanılmıştır. Yeri ve geometrisi

seçilen kum alım çukuru için, hem çukur açılmadan hem de açıldıktan sonra uzun dönemli kıyı çizgisi değişimine bakılarak aradaki farkın oldukça küçük olduğu görülmüştür. Sonuçlar sadece kum alım çukurunun arkasındaki kıyı çizgisinde değişim olduğunu göstermiştir. İki simülasyon arasındaki maksimum farkın bir yılda 2 m olduğunu belirlemişlerdir ve bunun da model yaklaşımının belirsizliği dahilinde ihmal edilebilir olduğunu ifade etmişlerdir.

Demir vd. (2004) inşaat yapımında ve kıyı yenilemede kullanılmak amacıyla yapılan kum alımının yakın kıyıyı doğrudan ve dolaylı olarak etkilediğini (yakın kıyı dengesinin bozulması, dalga transformasyonlarının değişmesi ve kıyıda kum kaybı oluşması) ifade etmişlerdir. Doğrudan etki kıyıya dik katı madde taşınımı nedeniyle kum alımı için taranan çukurun dolmasıyla oluşmaktadır. Böylece kıyı profilinde çekilme meydana gelmiştir (Şekil 2.6). Erozyon miktarının taranan katı madde hacmiyle orantılı olduğu eğer çukur yeri kapama derinliğinden daha küçük bir derinlikte ise çukur derinliği ve geometrisinden bağımsız olduğu belirtilmiştir. Kum alım çukuru kapama derinliğinden daha büyük bir derinlikte ise çukurun dolma zamanının arttığı ve çukur derinliği kapama derinliğinden fazla ise kıyının erozyona karşı korunabildiği gözlenmiştir.

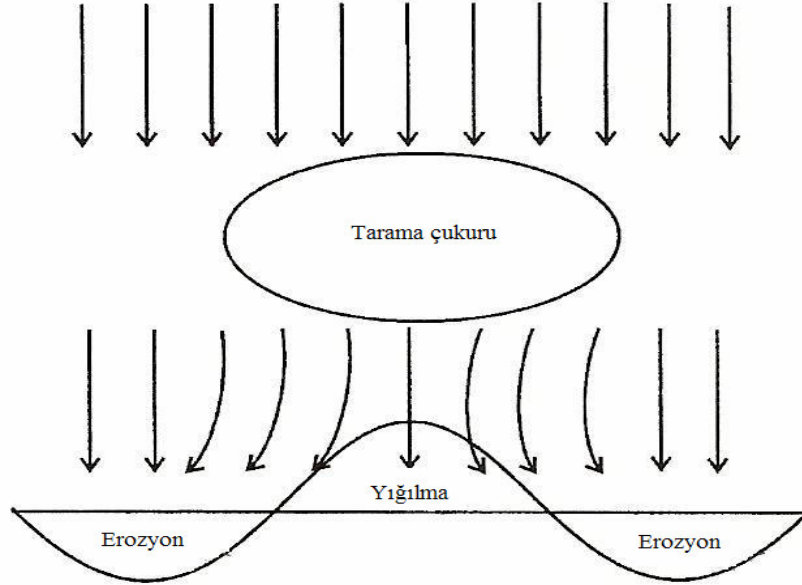


Şekil 2.6 Taramadan önceki ve tarama çukuru dolduktan sonraki kıyı profili (Demir vd., 2004)

Dolaylı etki ise kıyı boyu katı madde taşınımının değiştirdiği dalga transformasyonları ile ortaya çıkmaktadır. Kıyı boyu katı madde taşınımındaki düzensizlik komşu kıyılarda erozyona neden olmaktadır. Bu mekanizmanın fiziği sapma ve difraksiyon ile kontrol



edilmektedir. Kıyı çizgisinin değişiminde sapma hakimdir. Sapmadan dolayı kum alım çukurunun kara tarafının arkasında yığılma ve kenarlarında erozyon meydana gelir. Çukur derinliği su derinliği ile karşılaştırıldığında küçükse veya çukurun şev eğimleri yumuşaksa difraksiyon sapmadan daha az etkilidir. Kum alım (tarama) çukurunun her iki tarafından saçılan dalgalardan dolayı oluşan difraksiyon etkisi kıyı çizgisinin dalgalı bir görünüm almasına neden olur (Şekil 2.7). Tarama çukurunun merkezinden uzaklaştıkça veya çukurun şev eğimleri daha yumuşak hale geldikçe bu dalgalanmalar kaybolurlar. Sayısal hassaslık testleri kıyı çizgisi değişiminin tarama yerindeki su derinliğine oldukça bağımlı, çukurun kıyıya dik genişliğine daha az bağımlı ve çukurun kıyı boyu uzunluğundan hemen hemen bağımsız olduğunu göstermiştir. Böylece tarama çukuru yerinin daha derin suda olması hem pratik hem de taramadan ve çukur şev eğimlerinden dolayı derinlikte oluşan değişimleri minimize etmek açısından uygundur. Daha büyük hacimde kum alımı için çukur boyutları artırılıyorsa ve doğrudan etkiler ihmal ediliyorsa Demir vd. (2004) en iyi yolun çukurun kıyı boyu uzunluğunu artırılması olduğunu önermişlerdir.



Şekil 2.7 Tarama çukurunun dolaylı etkisi (Demir vd., 2004)

Walkden ve Stansby (2006) yaptıkları çalışmada Kuzey Norfolk Bölgesi'ndeki kıyı erozyonu ile Great Yarmouth açıklarındaki taramadan dolayı deniz tabanında oluşan alçalma arasındaki ilişkiyi açıklamak amacıyla büyük ölçekli hidrodinamik model ve bölgesel kıyı morfoloji modeli kullanmışlardır. Büyük tarama senaryosu tanımlamış ve yakın kıyı dalgalarının hassaslığını göstermek için hidrodinamik modelin sınır şartlarını modifiye etmek için

kullanmışlardır. Modifiye edilen dalgalar daha sonra kıyı erozyonunu belirlemek için morfoloji modelinde kullanılmıştır. Kıyı çizgisi sonuçları tarama olmadan önceki batimetride belirlenen tahmini sonuçlarla karşılaştırılmıştır. Yakın kıyı dalga ikliminde ve tarama senaryosundan dolayı kıyı çizgisi erozyonunda önemli bir fark olmadığı bulunmuştur. Kıyıya gelen dalga SWAN modelinden belirlenmiştir (Booij vd., 2005). Stansby vd. (2006) yaptıkları çalışmada rüzgar verilerinden elde edilen derin deniz dalga iklimi ile arazi ölçümlerinden elde edilen kıyıya gelen dalga iklimini karşılaştırarak bu yöntemin geçerliliğini ifade etmişlerdir. Walkden ve Stansby (2006) tarafından bulunan sonuçlar taramanın gelen dalga yüksekliği, periyodu ve doğrultusunda bu yaklaşımda öngörülen hata payı çerçevesinde %1'den daha az olduğunu göstermiştir.

Migniot ve Viguiet (1983) tarafından 1979 ve 1983'te fiziksel deneyler gerçekleştirilmiştir. Deneylerden biri, tarama çukurunun üstündeki kritik dalga yüksekliğini bulmak için şeffaf cam su kanalında gerçekleştirilmiştir. Bu çalışma kapama derinliğini tanımlamak amacıyla yapılmıştır. Deneysel sonuçlar, uygulama alanında gözlemsel olarak mükemmel uyuma göstermiştir. Diğer deneysel çalışma ise dalga havuzunda gerçekleştirilmiştir. 3 boyutlu olarak, kıyı çizgisinde ve tarama çukurunda uzun dönemli morfolojik değişimler tekrar oluşturulmuştur. Sonuçlar sadece deney koşullarında (verilen dalga ve gelgit durumları, katı madde boyutu ve taban eğimi) geçerli olan tasarım kriterlerini (su derinliği ve çukurun uyumu gibi) tanımlamak için kullanılmıştır (Cayocca ve Gardin, 2003).

Hitchcock and Bell (2004) İngiltere'nin güney kıyılarında agrega çıkarılması için oluşturulan tarama çukurları etrafındaki deniz tabanının durumunu araştıran detaylı bir çalışma yapmışlardır. Kum alımının deniz tabanının fiziksel ve biyolojik kaynakları üzerindeki uzak etkilerini tanımlamak için tarama bölgesinin her iki tarafından 10 km uzaklıktaki çalışma alanı boyunca katı madde örnekleri almışlardır. Fiziksel sonuçlar taramanın deniz tabanı üzerindeki fiziksel etkisinin, tarama bölgesinin yaklaşık 300 m mansabındaki bölgeyle sınırlandığını göstermiştir. Bu da çalışma prosedürlerinden dolayı genellikle tarama sınırının içinde kalmaktadır. Deniz tabanındaki tane granülometrisinde küçük değişimler olmuş, benthic komünitelerde ise dikkate değer bir etki görülmemiştir.

### 3. KUM ALIMININ MEVCUT ETKİLERİ

#### 3.1 Agregalı Alımı

Agregalı olarak tanımlanan kum ve çakıl ekonomik değerlerinden dolayı veya bakım amaçlı işlerin bir parçası olduğu için deniz tabanından alınmaktadır. Alınan malzemeler çeşitli amaçlar için kullanılabilirler. Tarama aktivitesi veya kum alımı aşağıdaki işlemler için yapılmaktadır:

- Bakım amaçlı tarama – ulaşım kanalları veya yavaşma yapılarının bakımında kullanmak için,
- Ana tarama – kanalları geliştirmek, yeni kanallar oluşturmak veya kanal derinliğini arttırmak için
- Agregalı veya mineral taraması – deniz tabanından alınan kum ve çakıl gibi malzemeleri inşaat sektöründe ve kıyı korumasında kullanmak için (C. Phua vd., 2004).

#### 3.1.1 Sığ Alım

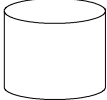
Sığ alımda deniz tabanından itibaren maksimum 2 m derinliğe kadar alım yapılmaktadır. Genel olarak alım işlemi deniz tabanından 0.2-0.5 m derinlikte gerçekleştirilmektedir. Bu da alım alanına ait yüzey alanının artmasına neden olmaktadır. Böylece yüzey alanı ile alınan kum hacmi arasında doğrudan bir ilişki olduğu görülmektedir. Daha büyük hacimlerde daha geniş deniz tabanı yüzeyi etkilenmektedir. Kumun hangi amaçlarla alındığı kum alımının stratejisini belirlemektedir. Bakım amaçlı veya ana (genel) tarama istenilen yüzey alanına uygulanmaktadır. Endüstri veya inşaat sektöründe kullanmak amacıyla kum alımı yapılacaksa alım stratejisini istenilen katı madde miktarı ve özellikleri etkilemektedir. İstenilen katı madde farklı biçimlerde ve tabakalarda deniz tabanının altında bulunmaktadır. Bu da farklı uygulamalara yol açabilmektedir, örnek olarak; bir yüzey alanı tamamen alınabilmekte (istenilen katı madde bileşimi yüzey boyunca sabit ise) veya alım yüzeyinin tamamı değil belirli hatlar oluşturularak hatlar boyunca alım yapılabilir. Fakat yine de kum alımı yapılmamış yüzeyler kum alımı yapılan hatlar arasında kaldığından, kum alımı yapılan bölgelerden etkilenmektedir (C. Phua vd., 2004).


### 3.1.2 Derin Alım

Derin alımlar yerel su derinliğini belirgin bir şekilde değiştirebilmektedir. Aynı zamanda alım alanının hidrodinamiğine etki etmektedir. Alım alanının boyutlarına bağlı olarak çukurun içinde farklı tabakalaşmalar mümkün olmaktadır. Aynı katı madde hacmi için derin alımdan etkilenen yüzey alanı sığ alımla kıyaslandığında daha küçüktür, derin alımlar kıyı morfolojisini daha az etkilemektedir.

Kum alım derinliği ile değişimlere maruz kalan farklı katı madde bileşimlerine sahip katı madde tabakaları, orijinal deniz tabanından farklılık göstermektedir. Farklı iki projeden alınan bilgilere göre, ana etkiler ve olası etkiler Çizelge 3.1’de özetlenmiştir. PUTMOR ve RIACON projelerinin her ikisinde de sığ ve derin alımlar yapılmıştır. İki proje de son derece dinamik durumdaki bir alanda gerçekleştirilmiştir (C. Phua vd., 2004).

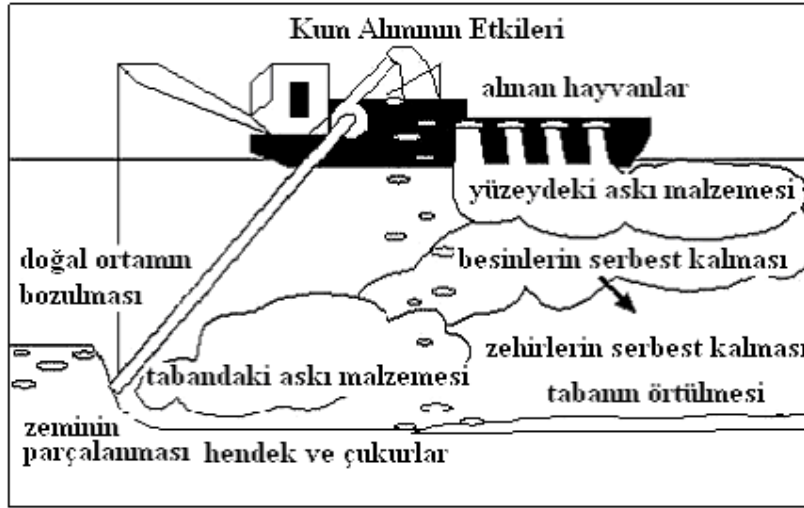
Çizelge 3.1 Kum alım (tarama) derinlikleri ve etkileri (C. Phua vd., 2004)

Kum alım derinliği	Çukurun basitleştirilmiş görünümü	Örnek çalışma	Ana Etkiler	Olası etkiler
Sığ alım (+/- 2 m)		RIACON Projesi <ul style="list-style-type: none"> <li>• 14-20 m su derinliği</li> <li>• Alınan kum hacmi 2.1 milyon m<sup>3</sup></li> <li>• 1.5 m kalınlığında ki oldukça dinamik sisteme sahip kum tabakası (Van Dalssen ve Essink, 1997)</li> </ul>	1 yıl sonra, alım çift kabuklu yumuşakça popülasyonunun düzelmesinde avantaj sağlamıştır. Bu türler aslında, kalıcı popülasyonlarını kurmakta başarısız olmuşlardır.  2 yıl sonra, uzun ömürlü macro fauna türü aşırı derece iyileşmiştir.  Donax vittatus’un yerel popülasyonu kum alımından ciddi bir şekilde etkilenmektedir. Yetişkin türleri ortadan kaybolmaktadır.	Benthic türündeki azalma, demersal balığının besin kaynağındaki azalmadır.  Karabataklar için ciddi bir tehlike bulunmamaktadır, bunlar 30 m dalıp molluscs’la beslenebilmektedirler.  20 m derinliğindeki geniş çukurlar bu tür için ciddi yan etkilere sahip olabilirler

Derin alım (+/-20 m)		<p>PUTMOR Projesi</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Çukur derinliği 10 m (1300 m uzunlukta ve 500 m genişlikte)</li> <li>• 22 m su derinliği</li> <li>• Çukurun sol tarafı 1/10/1999 – 1/04/2000’ de açılmış, daha sonra liman çamuruyla doldurulmuştur</li> </ul>	<p>Tarama çukurunun içindeki O<sub>2</sub> konsantrasyonu, çukurun dışına göre hafifçe azalmaktadır.</p>	<p>Liman çamuru ile doldurulan çukur iyileşme sürecini desteklemektedir. Derin çukurlar, çukur tabanında tamamen değişik katı madde tabakalarına sahip olabilirler, bu da tamamen farklı türlerin çukur alanına yerleşmesini destekleyebilmektedir. Bundan dolayı, türlerin çeşitliliği çukurdan önceki duruma benzemeyecektir.</p>
		<p>PUNAISE Projesi</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Çukur derinliği 7 m daha sonra kumla doldurulmuştur</li> <li>• Son derece dinamik çevre</li> </ul>	<p>15 ay sonra, benthic fauna popülasyonu büyük ölçüde düzelmiştir fakat halen önceki kapatılan çukurla ve onu çevreleyen alan arasında farklılıklar vardır;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• komünite yapısı</li> <li>• Yoğunluk</li> <li>• Biyokütle</li> </ul> <p>4 sene sonra, kapatılan çukur onu çevreleyen alandan ayırt edilememektedir. Benthic komünite tamamen düzelmiştir.</p>	<p>Benthic komünitesinin yapısı ciddi bir şekilde parçalanmış, tekrar iyileşip aynı komünitenin oluşabilmesi 2 yılı aşkın bir süre almıştır.</p>

### 3.2 Ekolojik Etkiler

Bu bölümde kum alımından kaynaklanabilecek olası ekolojik etkilere genel bir bakış yapılmıştır. Denizel biyolojik çeşitlilik ile fiziksel çevre arasında kuvvetli bir bağ bulunmaktadır. Agregatör alımının fiziksel çevre üzerindeki etkisi denizel ekosistem üzerindeki en belirleyici etkidir. Bu etkiler deniz tabanında ve su kolonunun içinde açıkça görülebilmektedir (Gubbay, 2003). Genel olarak bazı kum alımı etkileri Şekil 3.1’de gösterilmektedir.



Şekil 3.1 Denizel kum alımının etkileri (Gubbay, 2003)

#### 3.2.1 Denizel Agregatör Alımının Etkileri

Agregatör alımının en açık etkilerinden biri de katı maddenin taşınmasıdır. Şekil 3.1’de görüldüğü gibi tarama gemisinin alım kolları katı madde üzerine bırakılmaktadır. Alım stratejisine göre taranacak bölge rölatif olarak derin ve dar bir çukur veya sığ ve geniş (2 m derinliğe kadar) bir alan olabilmektedir. Yerel habitat tahrip edildiğinde, alım alanının fonksiyonuna bağlı olarak katı madde bileşiminde ve deniz tabanı yüzeyinde değişiklikler meydana gelmektedir.

Dikkatsiz alım teknikleri, alım bölgesinde benthic yaşamını yok edecektir. Kum alımı aynı zamanda dikkatsizlik sonucu çift kabuklu yumuşakça ve kabuklular gibi zengin besin kaynağı olan hayvanların kabuklarına zarar verebilmektedir (Posford Duviver Environment ve Hill, 2001).

Kum alım stratejisi ve alım aktivitesinin ölçüsüne bağlı olarak agrega alımı, balıkçılığı da etkilemektedir. Alım yapılan geniş alandaki kumun üst kısmında bulunan zengin benthic türlerine etkisi vardır (Rozenmeijer, 1999).

Kum alımı sonucu taşınan ve/veya bozulan ekolojik olarak önemli alanlarda yaşayan türler için de potansiyel tehdit unsuru oluşmaktadır. Daha önce yapılan çalışmalar, değişen şartlarda istenilen balık yumurtlamalarının gerçekleşmediğini göstermektedir (de Groot, 1979).

Derin ve sığ kum alımları farklı etkiler göstermektedir. Sığ kum alımları durumunda, çıkarılan malzemenin hacmi ile etkilenen yüzey alanı doğrudan ilişkilidir. Sığ kum alımları ekolojik etkileri göreceli olarak daha büyük denizel benthic yaşamını deniz tabanının yüzeyinde meydana getirmektedir veya katı maddenin 30 cm üstünde bulunmaktadır. Sığ kum alımları bu yüzden alım alanlarından bir çok benthic yaşamını uzaklaştırmaktadır (Heinis ve Dalfsen, 2001).

Derin kum alımları ise deniz tabanı yüzey alanını daha az etkileyecektir. Sonuçlar benthic yaşama yerel etkilerin olduğunu göstermektedir. Alım yöntemleri mevcut benthic yaşamı farklı şekillerde etkilemektedir. Hidrodinamik koşullar ve katı maddenin niteliğinden etkilenen benthic türleri için, derin kum alımları muhtemelen taban çukurundaki benthic türler üzerinde etkili olmaktadır. Derin çukurda oksijen azalımı benthos ve diğer hayvan türleri için yaşanabilir bir ortam oluşturacaktır (C. Phua vd., 2004).

### **3.2.2 Deniz Tabanında Katı Madde Birikiminin Etkileri**

Kum alımı sırasında, alım kollarından taşan katı maddenin çoğu yoğunluğuna bağlı olarak hızla deniz tabanına inmektedir. Kaba taneli malzeme ince taneli malzemeye göre deniz tabanına daha hızlı çökmektedir. Hitchcock ve Drucker'e (1996) göre kum alımı ile çok ince taneli kum, alım alanından 11 km'den uzağa, ince taneli kum 5 km'den uzağa, orta taneli kum 1 km'den uzağa ve kaba taneli kum 50 m'ye kadar yayılabilmektedirler (Gubbay, 2003).

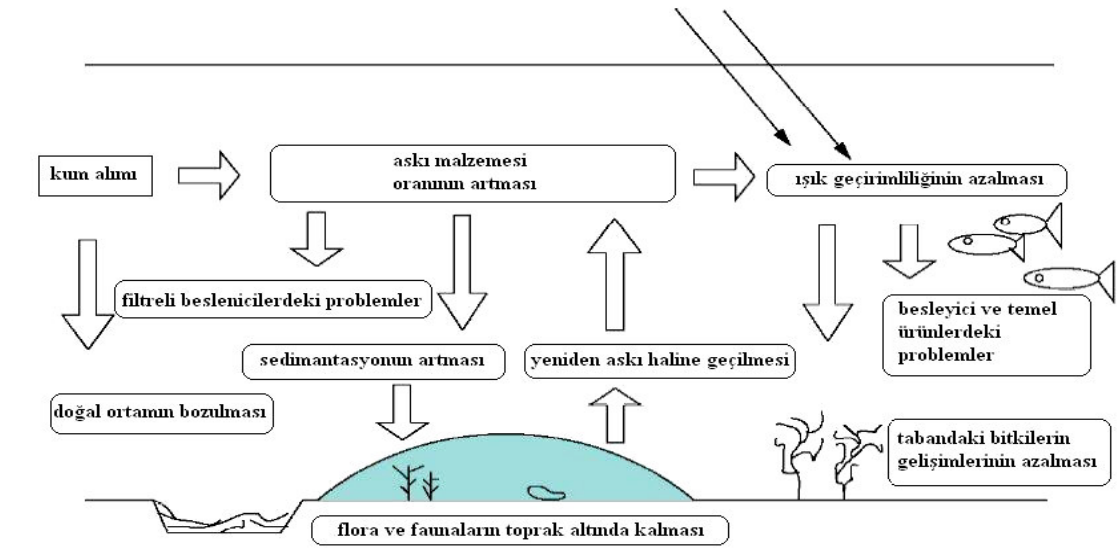
Deniz tabanında katı maddenin çökmesinin ekolojik etkileri katı madde çökme oranına, katı maddenin tipine ve benthic türlerinin özelliklerine göre değişmektedir (Wijsman ve Anderson, 2004). Bütün benthic türleri aynı hassasiyet oranında katı madde çökmesine tepki göstermemektedir. Polycheaets gibi hareketli benthic türleri, çift kabukluların bazı türleri, karnından bacaklılar ve kabuklular kumun 32 cm altına gömüldükten sonra 8 günlük periyotta 2-26 cm arasında göç yapabilmektedirler. Aslında, hepsi katı madde tabakalarının altına gömülmeye uyumlu değildirler. Örnek olarak katı madde çökme oranı ayda 7 cm ise çift

kabuklu *Macoma balthica* etkilenmemektedir. Fakat her ay 10.2 cm lik çökeltmede türün %20 si hayatta kalamamaktadır. *Corophium volutator* gibi diğer türler, kabuklular, aylık katı madde çökeltme oranı 2.3 cm ise %56'sı, 7 cm ise %18'i, 10.2 cm ise %0.4'ü hayatta kalıp, daha duyarlı olduklarını göstermektedirler (Turk ve Risk, 1981).

Katı maddenin çökmesinden dolayı oluşan ekolojik etkiler uzun zaman boyunca ve alım alanından daha büyük alanlarda meydana gelebilmektedir (C. Phua vd., 2004).

### 3.2.3 Su Kolonundaki Etkiler

Su kolonunun içinde askı halindeki tanecikler ister çökmüş ister su ortamında olsun biota üzerinde çeşitli etkiler yaratacaktır. Şekil 3.2'de su kolonu içindeki ekolojik etkiler özetlenmiştir. Su kolonu içindeki tanecikler ışığı absorbe ederler ve geri saçılma neden olurlar. Bu da bulanıklığa işaret etmektedir (CEDA, 2000). Yüksek bulanıklık ince katı maddeden ve/veya organik taneciklerden dolayı olmaktadır. Yüksek bulanıklık seviyeleri gölgeleme (güneş ışığının bloke edilmesi) ve kum alımı ile askı haline geçen katı maddenin çökmesi ile benthic bitkilerine ve faunalara zarar verebilmektedir (Dankers, 2002). Bu etki sadece bulanıklığın belirgin derecede yüksek olması durumunda meydana gelmektedir. Su ortamında kum alımının ekolojik etkileri birkaç faktöre bağlıdır, bunlar; alım yöntemi, katı maddenin tipi, taşan katı madde miktarı ve yerel hidrodinamik koşullardır (Wijman ve Anderson, 2004).



Şekil 3.2 Kum alımının ekolojik etkileri (Dankers, 2002)



### 3.2.3.1 Plankton

Yüksek bulanıklılık seviyesinden dolayı ışık geçirimsizliğinin azalması ve değişmesi birincil üretimi etkileyebilmektedir. Artan bulanıklık algler için daha kısa veya değişik gelişme dönemleri geçirmelerine neden olabilmektedir yada plankton topluluklarının bileşiminde değişiklik oluşturabilmektedir (Dankers, 2002). Kuzey denizinde havaalanı adasının inşası için geliştirilen ekolojik modeller, sürekli ve geniş ölçekte alım yapılmasının ve ince malzemenin serbest kalmasının en kötü durum olduğunu göstermektedir. Birincil üretimde meydana gelen değişikliklerden besin zincirindeki diğer türler de etkilenebileceklerdir. Birincil üretim diğer türler için temel oluşturmaktadır (C. Phua vd., 2004).

### 3.2.3.2 Benthos (Deniz Dibi Canlıları)

Su ortamındaki yüksek konsantrasyonlu maddeler askı halindeyken, benthic filtreli besleniciler, filtre organlarının zarar görmesinden dolayı risk altındadır. Aslında, midye gibi filtreli beslenen çift kabuklu yumuşakçalar askı halindeki katı madde ve alg karışımında besin taneciklerini seçebilmektedirler (Navarro et al., 1996).

### 3.2.3.3 Balıklar

Su ortamında, artan askı halindeki madde konsantrasyonu, siltin balıkların solungaçlarına zarar vermesinden dolayı solungaçların normalin altında çalışmasına sebep olabilmektedirler. Bundan başka balıkların ölmesine veya enfeksiyon kapmasına neden olabilmektedir. Bazı balıklar ve hareketli omurgasızlar askı halindeki katı maddeyi gözlemleyip ortamdan uzaklaşmaktadırlar (Dankers, 2002).

Balıklar, kuşlar ve deniz memelileri gibi görsel besleniciler artan bulanıklık seviyesinden dolayı oldukça fazla negatif olarak etkilenmektedirler. Su kolonu içinde azalan görüş mesafesi avın yerleşmesini ve yakalanmasını etkileyebilmektedir. Değişen ışık geçirimsizliği de avın başarılı bir şekilde yakalanma oranını azaltabilmektedir (Essink, 1999).

Balık ve kuşlarda, artan bulanıklığın yerel etkilerinin görülmesi de beklenmektedir. Av türleri, kum alımı ve yetişkin türlerin yok olması yüzünden ciddi bir şekilde etkilenmektedirler (Van Dalssen ve Essink, 1997). Bu da aynı zamanda balıkçılığa da zarar vermektedir.

### 3.2.4 Besin

Katı madde, organik maddeler ve besinler içermektedir. Kum alımı esnasında, organik maddeler ve besinler, yüzeyde ve tabanda askı halinde serbest kalabilmektedirler. Bu durum su içerisinde besinlerin artmasını sağlamaktadır. Gubbay (2003) Avustralya'daki çalışmalarında, herhangi bir yerden alınan ince katı maddenin, benthic biyotasını arttırdığını gözlemlemiştir. Seys (2003) kum alımından ötürü serbest kalan organik maddelerin yaşam alanını büyüttüğü sonucunu çıkarmıştır.

Kum alımının diğer olası pozitif etkileri oksijensiz yaşayan katı madde tabakalarındaki karışım nedeniyle oksijen seviyesinde artma olmaktadır (Gubbay, 2003). Diğer bir etki kumdan daha ağır olan atık maddelerin serbest kalmasıdır. Bundan dolayı katı maddenin sadece üst tabakalarında atık madde ihtiva etmesi beklenmektedir (C. Phua vd., 2004).

### 3.2.5 Toplam Etki

Olası toplam etkilerin düşünülmesi çok önemlidir, özellikle denizel katı madde ihtiyacının önümüzdeki yıllarda artması beklenmektedir. Toplam etki ayrıca farklı aktivitelerin sonucu olarak da ortaya çıkmaktadır (C. Phua vd., 2004).

### 3.2.6 Kum Alımında Ekolojik Etkilerin Belirlenmesi

Hangi etkilerin ortaya çıkacağını gözlemlemek mümkün olabilmektedir. Aslında, her bölge kendisine has fiziksel ve biyolojik karakteristiklere, habitat tipine ve ekolojik fonksiyonlarına bağlı olarak çeşitli özelliklere sahiptir.

Belirli alanlardaki kum alımlarının ekolojik etkilerinin önemini anlaşılması için, doğal değerler, farklı kullanımlar ve etkileri araştırılmalı ve belirlenmelidir. Hangi etki derecelerinin kabul edilebileceği önceden belirlenmelidir. Doğal denizel çevre üzerine kum alımının etkilerinin belirlenebilmesi için aşağıdaki maddelerin dikkate alınması gerekmektedir (C. Phua vd., 2004).

- Etkinin büyüklüğü: Yerel mi yoksa büyük ölçülerde mi?
- Geçici etki: Etki kısa periyotta mı yoksa daha uzun periyotta mı ortaya çıkmaktadır?
- Etki tersine çevrilebilir mi veya etkinin düzelme olasılığı var mıdır, ne kadar bir zaman gerekmektedir?

- Alım yapılan bölgelerdeki mevcut doğal değerler nedir?

### 3.3 Diğer Etkiler

#### *Kıyı erozyonu*

Yakın kıyı bölgesinin taranması hidrodinamik rejim değişikliğinden dolayı kıyı erozyonunun hızlanmasını sağlar. Bakım amacıyla düzenli tarama yapılması durumunda, kıyı boyunca taşınan katı madde aşağı kıyı bölgesine gitmez ve kıyı stabilitesinin bozulmasına neden olur. Aynı zamanda deniz taramasının yerel kıyı çizgisi üzerinde önemli etkileri olabilmektedir. Kıyıların korunmasını sağlamak amacıyla kıyı yenilemesi ve yapay kumulların yapılması için taramadan yararlanılabilir (Bray vd., 1997).

#### *Tarama teçhizatının oluşturduğu gürültü*

Mekanik teçhizatlar gürültü yapar. Özellikle kovalı tarayıcılar sert killerde ve zayıf kayalarda oldukça sesli çalışırlar. Fakat son zamanlarda yapılan kovalı tarayıcılarda sesin ihmal edilebilir seviyeye düştüğü belirlenmiştir.

Ayrıca, kayalar için yapılan ön işlemler de oldukça gürültü yapmaktadır. Bu durumda kaya delicilerin ve kompresörlerin yarattığı gürültü yerleşim bölgesine yakın alanlardaki patlatma operasyonları kadar rahatsızlığa sebep olmaktadır. Geceleri çevredeki ses seviyesi çok düşük olduğundan gürültü problemi çok daha önemli olmaktadır (Bray vd., 1997).

#### *Akarsu ve deniz trafiğinin engellenmesi*

sabit tarayıcılar deniz trafiğini engelleyebilmektedir. Yüzen boru hatları için tehlike oluşturmakta ve taranan malzemenin mavnalarla taşınması deniz trafiğini arttırmaktadır. Bunlar kaçınılmaz kısa dönem etkilerdir. Eğer gerekirse uygun tarama ve taşıma yöntemlerinin seçilmesi ile trafik düzenlemesi için bazı işlemler kurulabilir (Bray vd., 1997).

## 4. TARAMA (KUM ALIMI) EKİPMANLARI

### 4.1 Giriş

Tarama; deniz, göl, nehir, dere, gölet ve kanal tabanından malzeme (katı madde) çıkarılması işlemidir. Taranan malzeme gemi veya dubalara konularak deniz veya karada uygun olan yere boşaltılır (Yüksel, 2005). Tarama yapılırken çeşitli tarayıcı tipleri kullanılmaktadır.

Tarama işlemleri yapılmadan önce, tarama yapılacak alandaki batimetri haritaları çıkarılmalı ve bölgenin jeolojik araştırmaları yapılarak taranacak malzemenin cinsinin belirlenmesi gerekmektedir. Deniz tabanının haritası çıkarıldıktan sonra tarama yapılacak malzemenin miktarı hesaplanmalı ve kullanılacak uygun ekipman buna göre seçilmelidir (DLH, 2007).

Tarama ekipmanı

- Deniz koşulları (dalga, akıntı, rüzgar yönü, deniz kabarması)
- Tarama yapılacak bölgenin geometrisi, boyutları, tarama derinliği
- Tarama yapılacak malzemenin fiziksel ve mekanik özellikleri, boyut ve malzeme dayanımı
- Taranan malzemenin boşaltılacağı yer
- Deniz trafiği koşulları

göz önüne alınarak belirlenmelidir.

Ayrıca tarama yapılacak bölgede bulunabilecek zararlı kimyasalların olup olmadığı, bölge içinde hassas yapıların bulunup bulunmadığı da tarama ekipmanlarının seçiminde önemli faktörlerdendir (DLH, 2007).

Dikkatli bir tasarım ile tarama işlerinde çeşitli tesis gereksinimleri azaltılabilir veya tesisin daha büyük verimlilikte çalışmasına müsaade edilebilir. Tarama yöntemleri tam olarak kavranmalı ve tasarım sırasında dikkate alınmalıdır.

Birçok tarama yöntemi bulunmaktadır. Karıştırarak tarama en çok uygulanan ve en basit tarama şeklidir. Karıştırarak taramada deniz tabanı malzemesi rahatsız edilerek askıya geçirilir, sonra doğal akıntı ile başka bir yere tekrar depolanır.

Su jeti veya pompalama ile malzeme askıya geçirilebilir. Taranacak alandan yeterince kaldırılan askı malzemesinin hareket edeceği mesafe ve doğrultusu belli ise bu yöntem iyi çalışır. Kanal derinliğinin korunması amaçlı tarama yapılan yerlerde, kanal içinde çökelmiş olan ince katı maddeler tekrar askıya geçmiş ve kanal alanı dışında deniz tabanı üzerine birikmiş olabilirler.

Çeşitli yöntemlerin uyarlanmasıdan önce muhtemel yığılma bölgesinin belirlenmesi uygun tarama yöntemine karar verilmesi açısından oldukça önemlidir.

Su enjeksiyonu karıştırma yönteminin bir çeşididir. Deniz tabanı yüzeyinde yığılmış olan malzemenin içine basınçlı su enjekte edilmesini kapsamaktadır.

Taranan malzemelerin önceden belirlenen alanlara yerleştirilmesi oldukça yaygındır. Bu gibi durumlarda planlanan yığılma bölgelerindeki deniz tabanı malzemesi yerinden kaldırılmalı ve fiziksel sınırları belirlenmelidir. Bu süreçteki her bir adım çeşitli yollardan elde edilebilir.

Yerinden kaldırılma süreci genellikle en belirsizidir. Bu süreç deniz tabanı malzemesinin mukavemetine oldukça bağlıdır. Eğer deniz tabanı malzemesi kaya gibi sert bir yapıda ise taramadan önce taban malzemesinin parçalanmasını sağlayan ön işlemleri içeren bazı yöntemlerin kullanılması gerekli olabilir. Birçok zemin durumlarında ön işlem gereklidir, fakat yine de deniz tabanı malzemesinin mukavemeti tarama yönteminin seçiminde önemli bir etki oluşturmaktadır.

Eğer deniz tabanı malzemesi gevşek veya mukavemeti az ise, mekanik yöntemler kullanılarak malzemenin yerinden kaldırılmasına gerek olmayabilir. Böyle durumlarda genellikle emme yöntemleri başarılıdır. Emme pompasının ağzı içine sudaki malzeme çekilerek pompalanan karışımla birlikte yukarıya kaldırılır. Bu gibi yöntemler ince silt, kum, çakıl ve çok yumuşak kilde başarılı olabilmektedir.

Deniz tabanı malzemesinin mukavemeti çok yüksek olduğu zaman mekanik olarak yerinden çıkarma faaliyetleri gerekli olmaktadır. Malzeme kesici başlık ile yerinden çıkarılarak emme yöntemleri ile birlikte kaldırılabilir. Kesici başlık, emme pompası ağzının yakınına yerleştirilmelidir.

Malzemenin yerinden kaldırılması ve askıya geçirilmesi için diğ er bir alternatif ise kova yöntemidir. Bu kovalı tarayıcı da oldu ğ u gibi birden çok kova ile, veya kepçe, beko<sub>2</sub> kazıcı iş makinelerinde oldu ğ u gibi tek kova ile olabilir. Askıya geçen malzemeler hidrolik olarak boru hatlarıyla veya mavnalarla taşınabilir (Bray vd., 1997).

Genel olarak inşaat mühendisliğinde tarama aşağıdaki gibi çeşitli özel uygulamalarda kullanılabilir.

- Küçük iç su yolları ve göllerde yığılan malzemenin çıkarılması
- Deniz taban malzemesinin çıkarılması
- Gemi enkazı çıkarılması
- Açık deniz platformlarının etrafının veya batardo içlerinin temizlenmesi
- Kabuklu deniz hayvanlarının kurtarılması

## **4.2 Tarama Ekipmanları**

Burada tarama (kum alımı) süreçlerindeki fiziksel mekanizmaların anlaşılması açısından farklı tipteki tarama makinelerinden bahsedilecektir.

### **4.2.1 Traylerli Emme Mavnalı Tarayıcı (Trailing Suction Hopper Dredger)**

Traylerli emme mavnalı tarayıcı, traylerli geminin kısaltılmışıdır. Yakın kıyıda veya derin denizde seyri uygundur. Santrifüj pompaya sahip bir mavnası bulunmaktadır.

Birçok traylerli emme mavnalı tarayıcının ileriye doğru çift personelli ve yüksek derecede manevra kabiliyetine sahip güçlü ileri iticisi vardır.

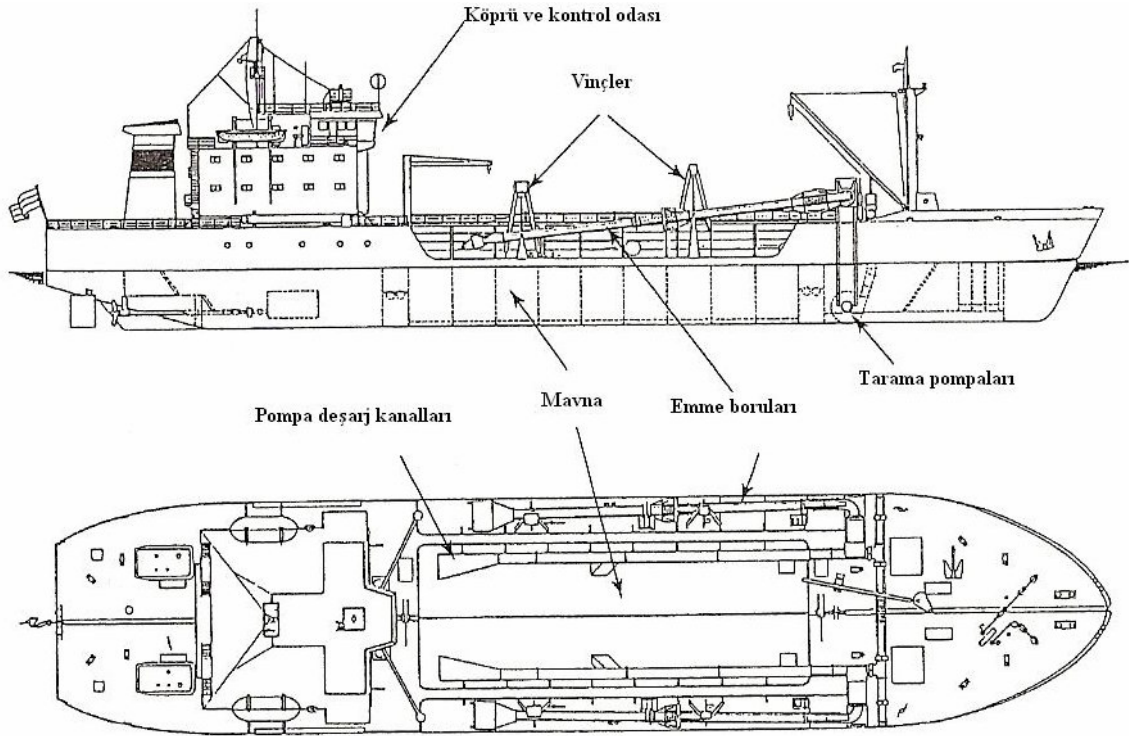
Traylerli emme mavnalı tarayıcının avantajları :

- Hava ve deniz şartlarından etkilenmez.
- Serbest operasyon kabiliyetine sahiptir.
- Diğ er gemilere minimum etki eder.
- Taranan malzemeleri uzun mesafeler boyunca taşıma kabiliyetine sahiptir.
- Oldukça yüksek oranda randıman sağlar.
- Basit ve bu nedenle ucuz mobilizasyon sürecine sahiptir.

Traylerli emme mavnalı tarayıcının dezavantajları :

- Sert malzemeleri tarayamaz
- Çok sınırlı alanlarda çalışamaz
- Yabancı maddelere (moloz, enkaz) karşı hassastır.
- Yükleme sırasında taranan malzemelerde seyrelme olmaktadır.

Traylerli tarayıcının hacmi maksimum mavna kapasitesine göre 750 ile 10000 m<sup>3</sup> civarındadır. Fakat istisna olarak daha büyük hacimli olabilirler. Şekil 4.1’de traylerli emme mavnalı tarayıcının ana özellikleri verilmiştir.



Şekil 4.1 Traylerli emme mavnalı tarayıcının ana özellikleri (Bray vd., 1997)

Traylerli emme mavnalı tarayıcı kendi gücü ile hareket eder. Taranan malzeme bir veya iki büyük santrifüj pompa yardımıyla mavnaya yüklenir, pompalar genellikle geminin içindedir. Fakat emme borusu da kullanılabilir.

Tarama pompası ile oluşturulan emme başlığı ile taramanın maksimum derinliği mümkün olduğunca sınırlandırılır. Eğer tarama pompası gemi gövdesinin içine monte edilmiş ise orta büyüklükteki traylerli tarama için maksimum ekonomik tarama derinliği 35 m olmasına rağmen, bazı büyük tarayıcılar için tarama derinliği verimin azalması ile birlikte 80 m

olabilmektedir. Tarama pompası dıştan takılarak traylerli emme borusu daha derinlerde de uygulanabilir veya daha iyi verim sağlanabilir.

Birçok traylerli tarayıcı, ince taneli malzemeyi tam kapasitede taşımak için tasarlanmıştır. Genellikle bu tarayıcılar kum ve çakıl için uygun değildir. Çünkü bu malzemelerin yüksek yoğunluklarından dolayı mavna kapasitesinin sadece %80'i dolu olabilir.

Tarama alanına yaklaşıldığında emme borusu vinçler yardımıyla dışardan idare edilir. Eğer tarama pompası içeriye yerleştirilmiş ise emme borusunun ucu uygun tarama için emme pompası ağız ile birlikte su seviyesinin altına indirilir.

Eğer tarama pompaları traylerli emme borusunun içine yerleştirilmiş ise emme bağlantısı ve basınçlı boru sistemleri uygun olabilir. Mavna tam dolana kadar pompalama devam eder. Emme borusu sonundaki giriş tarama başlığı ile uygun olmalıdır. Tarama başlığı, deniz tabanına indirilir ve tarama başlar.

Yoğunluğu fazla olan kum, sert ve katı kil gibi daha az taranabilen malzemelerin deniz tabanından çıkarılmasında bıçaklar, kazıcılar, yüksek basınçlı su jetleri yardımcı olur. Emme boruları genellikle uzunluğu boyunca burğu aleti gibi mafsallı parçalardan oluşmuştur. Mavna tasarımı ve boyutlandırılması mavna içindeki malzemelerin çökmesinde güçlü etkilere sahiptir. Mavna içindeki türbülans minimize edilmelidir.

Mavnada yük olduğu zaman, emme boruları içeriye döndürülür ve yükler tarama gemisindeki boş alanlara istiflenir. Boşaltım alanına ulaşıldığında katı maddeler genellikle tabandan deşarj edilir. Alternatif olarak, eğer katı maddeler yakın kıyıya deşarj edilecek ise veya iyileştirme alanında kullanılacaksa, tarayıcı şamandıraya bağlanır. Ana boru ile pompa bağlantısı yapılır ve pompa ile deşarj başlanır (Şekil 4.2).





Şekil 4.2 Traylerli emme mavnalı tarayıcı (Bray vd., 1997).

#### 4.2.1.1 Uygulama Limitleri

- Minimum su derinliği 4 m
- Maksimum su derinliği 45 m
- Maksimum seyir hızı 17 knot
- Minimum dönüş çapı 75 m
- Maksimum dalga yüksekliği 5 m
- Maksimum akıntı 3 knot
- Maksimum buz kalınlığı 200 mm
- Maksimum tane boyutu 300 mm
- Maksimum kesme mukavemeti (kil) 75 kPa

#### 4.2.1.2 Yardımcı Ekipmanlar

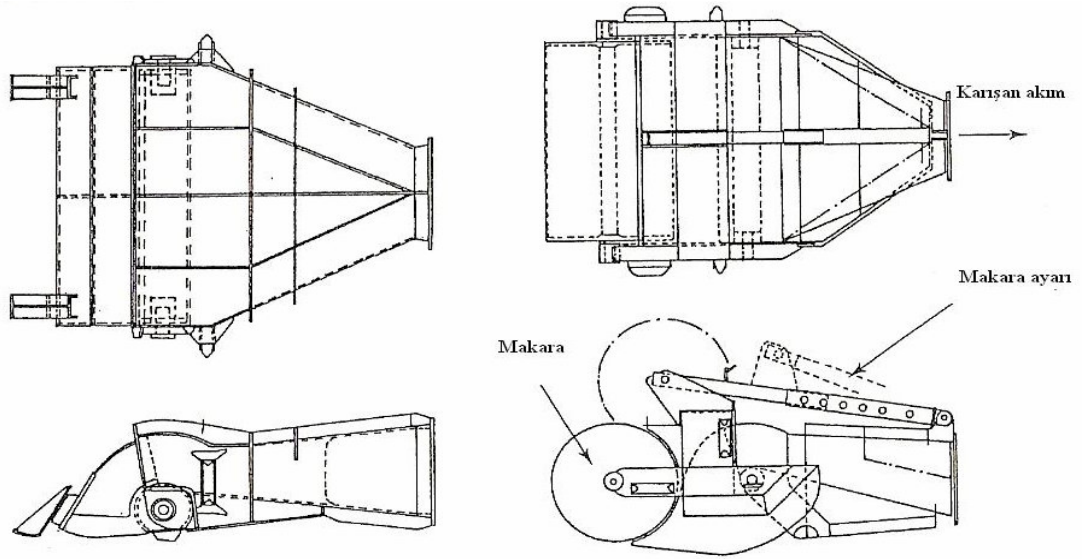
Traylerli tarayıcılarda çok fazla yardımcı ekipmana ihtiyaç olmamaktadır.

#### *Tarama başlığı*

Uygun tarama başlığı kullanımı ile deniz tabanı en iyi şekilde taranabilmektedir. En uygun tarama başlığı tipi taranacak malzemenin tipine göre seçilir ve tarayıcıda kullanılır. En yaygın tipler ve uygulamaları Çizelge 4.1 ve Şekil 4.3’de verilmiştir.

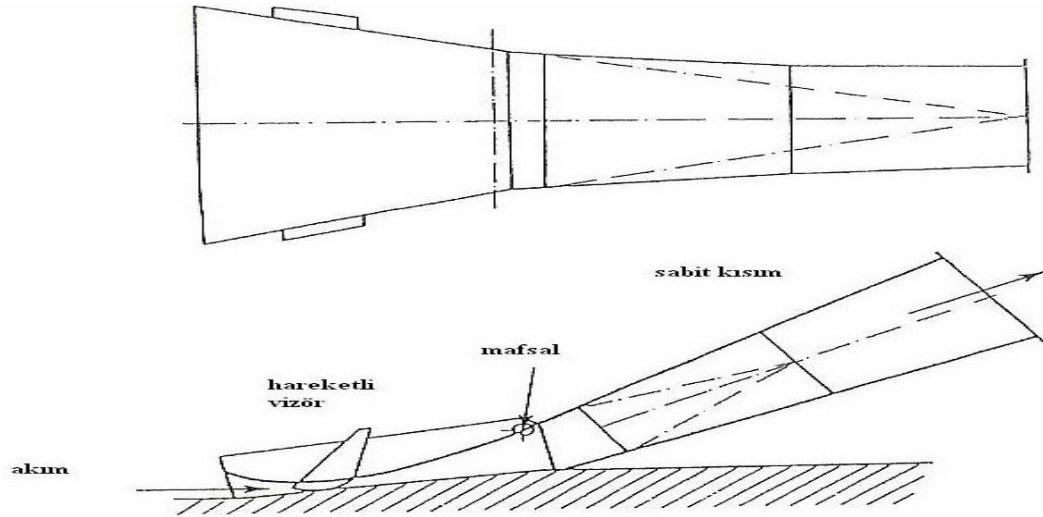
Çizelge 4.1 Çeşitli tarama başlıklarının kullanım alanları (Bray vd., 1997)

TİP	UYGULAMA ALANI	ŞEKİL NO
Fruhling	Silt, yumuşak kil ve gevşek kum	4.2.a ve resim 4.1
Silt	Silt	4.2.b
Kaliforniya	Kum, sıkı kum	resim 4.2
Venturi	Kum	4.2.c
Su jeti	İnce kum, orta kil	4.2.d
Aktif	Orta,ince ve sert kil	4.2.e



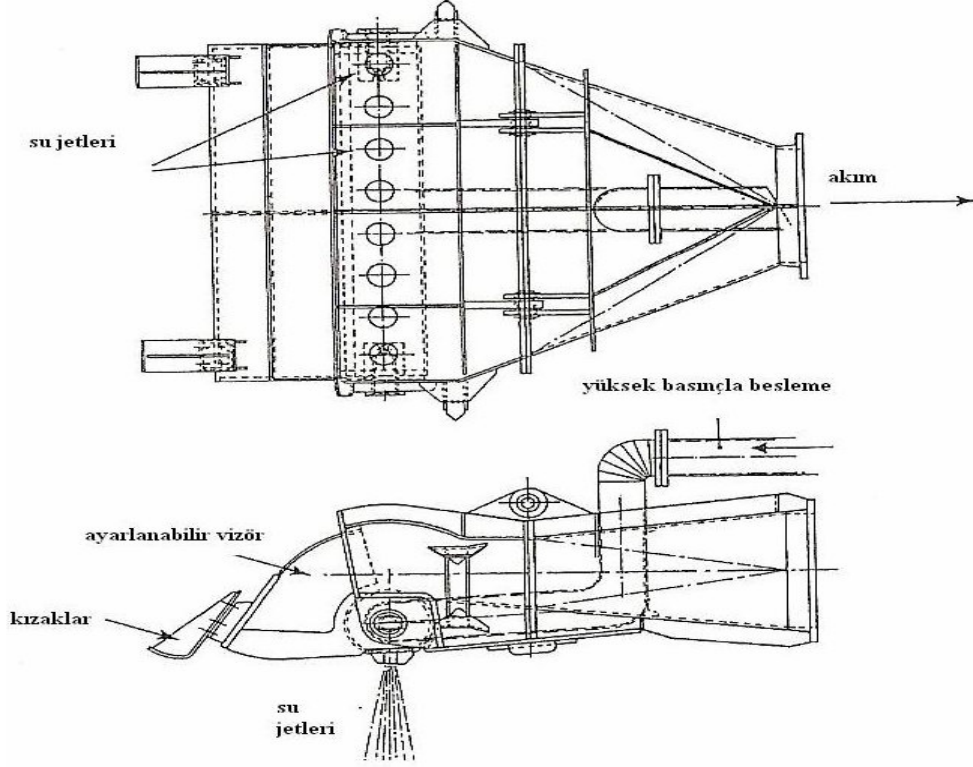
a ) Fruhling tipi tarama başlığı

b ) Silt tarama başlığı

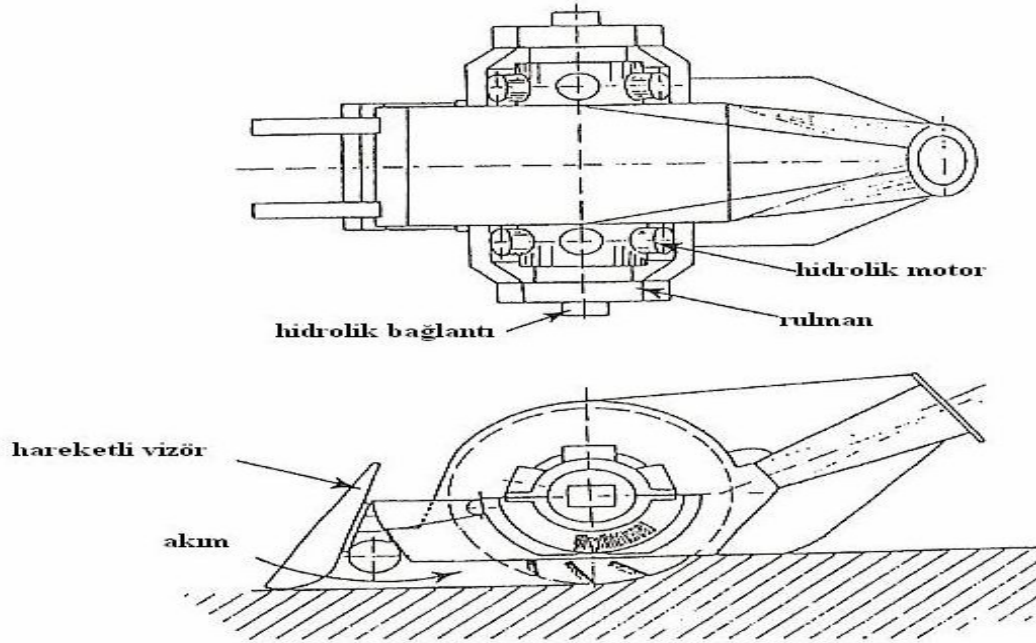


c ) Venturi tarama başlığı

Şekil 4.3 Tarama başlığı tipleri (Bray vd., 1997).



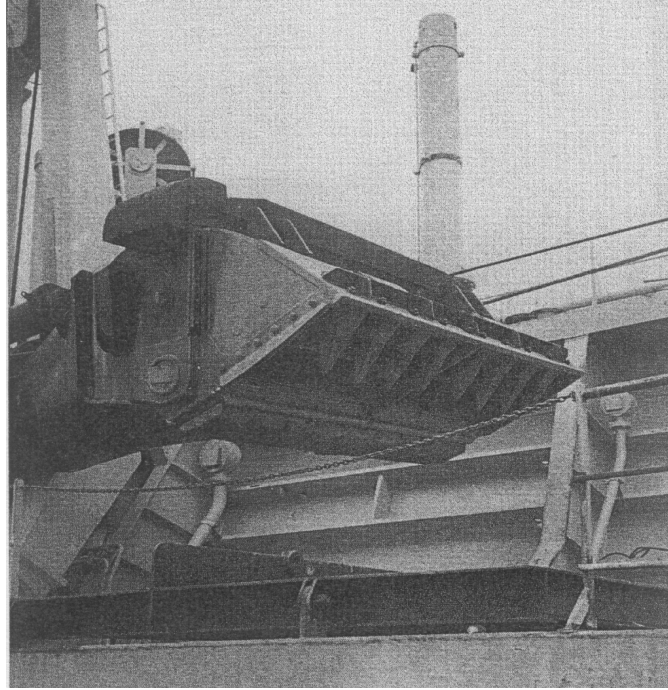
d ) Su jetlerine uygun tarama başlığı



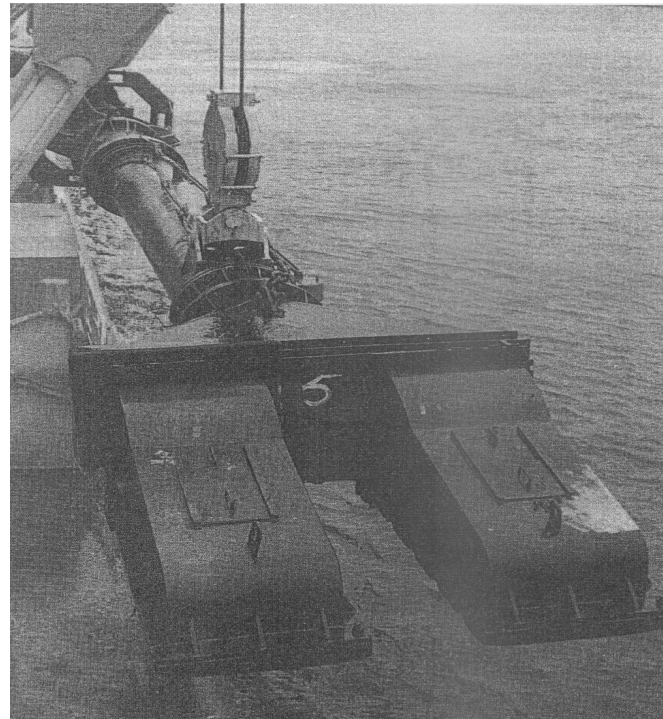
e ) Aktif tarama başlığı

Şekil 4.3 Tarama başlığı tipleri (devam) (Bray vd., 1997).

Dişler veya su jetleri dirençli taban malzemelerini tarama başlığının alt tarafı ile dağıtmak için uygundur. Ancak çevresel hassaslık nedeni ile su jetlerinin kullanımı istenmeyebilir. Şekil 4.4'de Fruhling tipi tarama başlığı, Şekil 4.5'de ise Kaliforniya tipi tarama başlığı görülmektedir.



Şekil 4.4 Fruhling tipi tarama başlığı (Bray vd., 1997).



Şekil 4.5 Kaliforniya tipi tarama başlığı (Bray vd., 1997).

### ***Mavna deşarj mekanizmaları***

#### ***Tabandan deşarj***

Traylerli tarayıcılar genellikle taranan malzemeyi mavnanın tabanındaki kapaklar ile mavnadan deşarj ederler. Kapaklar bir kenarından mafsallı olabilir ve zincir ile tutulabilir veya hidrolik olarak harekete geçiren silindirler ile bağlanabilir. Boşaltım sıg suda olduğunda veya deniz dalgalı ise kapaklarda hasar oluşabilir ve taban açıklığının arttırılması istenir. Bu problemler sürgülü kapaklar ile giderilir. Sürgülü kapaklar hidrolik silindirler ile hareket ettirilir.

Taban kapaklarına alternatif olarak taban valfleri kullanılabilir. Taban valfleri sıg sularda mafsallı kapaklardan daha iyi çalışmaktadır. Fakat, sürgülü kapaklara göre daha fazla dikkat gereklidir. Taban valfleri deniz durumundan etkilenmezler.

Parçalı gövdeli traylerli emme tarayıcısı yukarıda tarif edilen problemler üzerine geliştirilmiştir. Bu düzenleme ile tarayıcılar boylamasına bölünür. Omurganın iki yarısında güverteye ilave edilen ağır destek ve geniş hidrolik silindir deşarj sırasında iki yarının açılıp kapanmasına yardım eder. Sistem farklı malzemelerin hızlı bir şekilde deşarj edilmesini sağlar. Küçük ve orta ölçekteki traylerli tarayıcılara uygun olarak büyük yarar sağlar. Fakat, yapım maliyetleri artar ve çok büyük tarayıcılarda uygulanamaz.

#### ***Pompa ile deşarj***

Amaç arazi iyileştirme olduğunda, taranan malzemeler mavnadan iyileştirme alanı içine direkt pompa ile deşarj edilebilir. Bazı traylerler bunun için özel olarak tasarlanmıştır. Ana tarama pompaları pompa deşarj operasyonlarında kullanılır. Boru döşeme sistemi ve vanalar taranan malzemenin mavnadan direkt tarama pompası ile çekilmesine müsaade eder. Gövdedeki batık vana yardımıyla su çekmek için yardımcı pompa kullanılarak mavna kapasitesi azaltılır. Ana tarama pompası borudan veya mavna tabanında oluşturulan kanaldan emerek çeker.

#### ***Kazıyıcı ve kepçeli tekerlekli deşarj***

Geniş kazıyıcı kepçeleri vinçler ile hareket ederler. Genellikle agregaların rıhtıma deşarj edilmesi için kullanılır.

### ***Kenara dökme veya bum deşarj***

Kenara dökme tarayıcı genellikle mavnasız traylerdir. Taranmış malzemenin gemilerin mavnalarının içine dökülmesi yerine, yükseltilmiş boru ile geminin dışına deşarj edilir.

Bu tipteki tarayıcılar nadirdir. Bu tarayıcılar hızlı siltasyona maruz kalan uzun navigasyon kanallarının bakımında ve tesis dışına depolamanın ekonomik olmadığı yerlerde kullanılır. Doğal yollardan daha hızlı bir şekilde kanallardan malzemelerin çıkarılması konusunda bu yöntem güvenilir. Çünkü depolama alanında gemiye ihtiyaç olmadan üretim devam eder, üretim sadece tarama pompalarının kapasitesi ile limitlidir.

Kenara dökmenin ana avantajı, yüksek miktarda üretim yapılmasıdır. Dezavantajı ise taranan malzemenin tarama alanından kısa bir mesafeye kaldırılması ve bu yüzden geriye dönüşün hızlı olmasıdır. Aynı zamanda yüksek şiddette türbülansın dolaylı olumsuz çevresel etkiler olmaktadır (Bray vd., 1997).

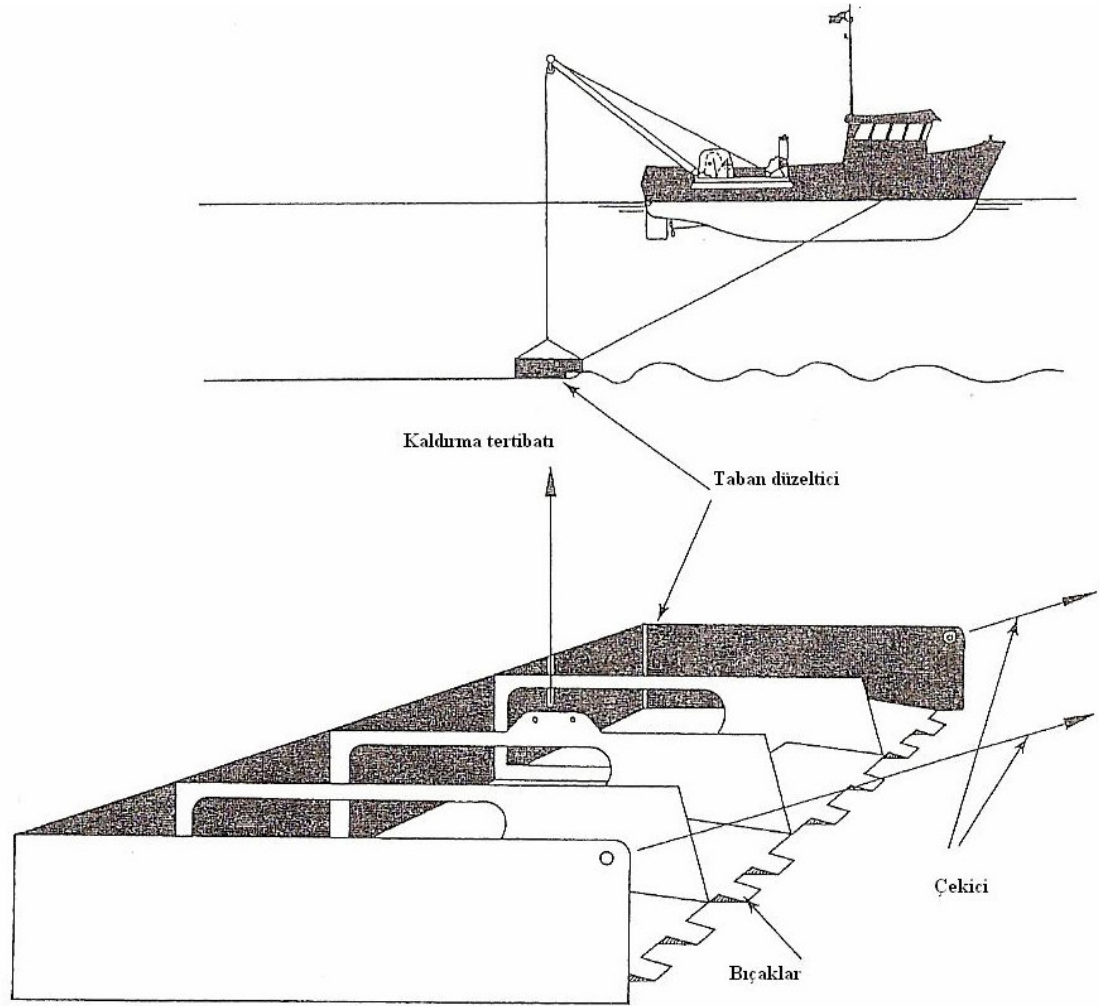
### **4.2.2 Taban Düzeltici (Bed Leveller)**

Genellikle boru hatlarının yerleştirilmesinde ve hendek açılmasında kullanılmaktadır. Taban düzelticilerinin iki uygulama alanı bulunmaktadır. Amaç tarayıcıların operasyonel verimliliğini arttırmak veya malzemeyi kısa mesafelerde bağımsız olarak hareket ettirmektir.

Taban düzelticinin ana özellikleri Şekil 4.6'da gösterilmiştir. İtici güç römorkör ile sağlanır. Gerekli güç kaldırılacak malzemenin kalınlığına ve kayma mukavemetine bağlıdır.

Taban düzeltici sığ sulardan derin sulara rölatif olarak kısa mesafelerde malzemeyi bağımsız olarak hareket ettirebilir.

Eğer tarayıcılar taban düzelticiler ile bir arada kullanılırsa traylerin çekmesi azaltılabilir. Taban düzeltici, ulaşılabilen açık denizlerde veya traylerlerin erişemediği derin sularda malzemeleri harekete geçirebilir. Herhangi bir yöntem ile tarama yapıldıktan sonra tabanı düzeltmekte kullanılabilir.



Şekil 4.6 Taban düzeltici (Bray vd., 1997)

Trayler ile erişilemeyen malzemelerin taşınmasında kullanılacağı zaman römorkörün taşıdığı taban düzelticisi temizlenmesi için ters döndürülür ve taban düzeltici vinç gücü ile deniz tabanına kadar alçaltılır. Römorkör daha sonra malzemenin depolandığı alana doğru hareket eder, derin sulara gelindiğinde tutulan malzemeler kazıyıcıdan düşürülür. Bu yolla yanaşma yerleri, jetty'ler ve sınırlanmış köşelerdeki malzemeler geleneksel tarama ekipmanların yardımı olmadan ucuz bir şekilde taşınırlar.

Taban malzemesi sıkı ise malzemenin karıştırılması ve gevşetilmesi için taban düzeltici ile birlikte su jetlerinin kullanımı uygun olabilir (Bray vd., 1997).

#### 4.2.2.1 Uygulama Limitleri

Minimum operasyon su derinliği 3 m

Maksimum operasyon derinliği	30 m
Maksimum dalga yüksekliği	1 m
Maksimum soluğan	1 m
Maksimum akıntı	1.5 knot

Toprak tipi çok yumuşak ve yumuşak kil, silt, gevşek ve orta sıklıkta kumlardır.

#### 4.2.2.2 Yardımcı Ekipmanlar

Römorkördeki yüksek basınç pompalarından beslenen su jetleri gevşek malzeme için kullanılabilir.

#### 4.2.3 Su Enjeksiyonlu Tarayıcı (Water Injection Dredger)

Su enjeksiyon sistemlerinin prensibi, belli tipteki deniz tabanı malzemelerinin içine su enjekte edilmesidir. Bu durumda sıvılaşma olan bölgedeki toprak, yoğunluğu azaltılarak hareket ettirilir. Bu yöntem 1980'lerde Hollanda'da ticari olarak geliştirilmiştir. Düşük mukavemetli ince taneli malzemelerde çok başarılı olmaktadır.

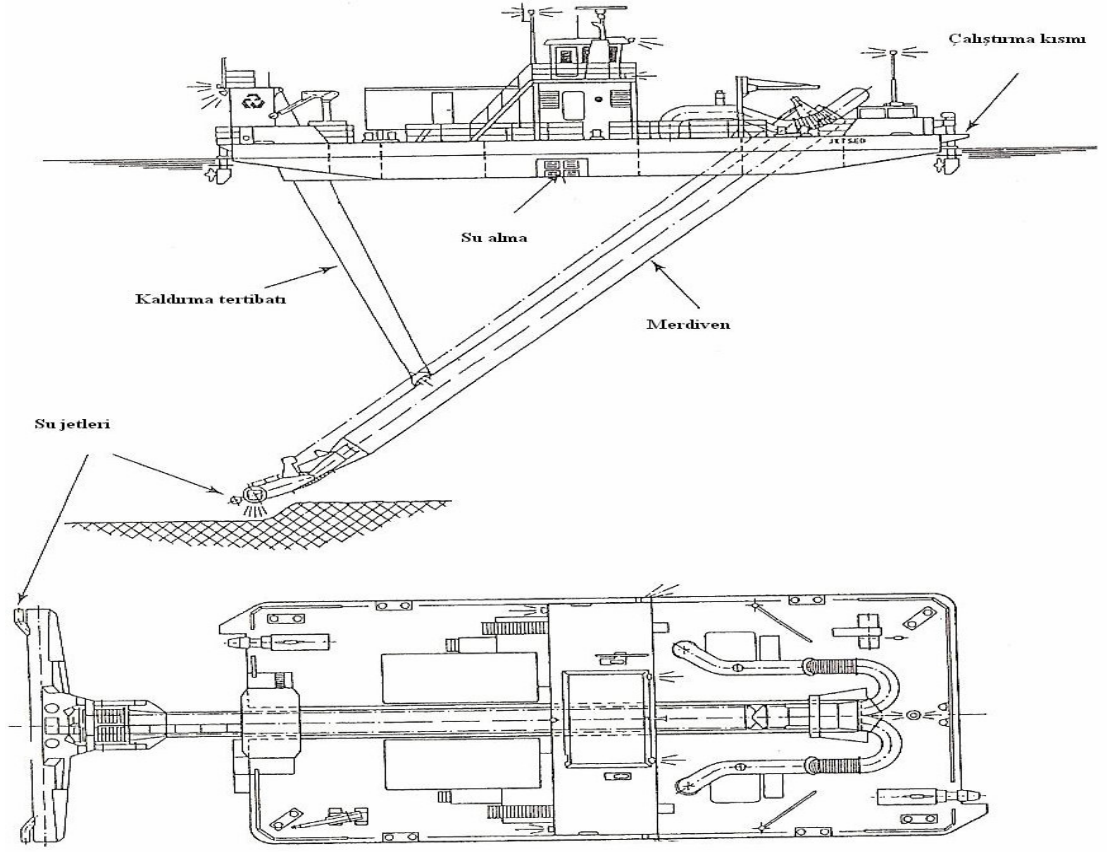
Su enjeksiyon ünitesi kendiliğinden çalışan tiptedir. Çalışma sırasında uygun düzende su jeti ağızları deniz tabanına nüfuz etmek için alçaltılır. Önceden belirlenen basınç ve debide su enjeksiyonu yapılır ve malzeme sıvılaşmadan önce gemi yavaşça ileri hareket ettirilir. Su enjeksiyonlu tarayıcı Şekil 4.7 ve Şekil 4.8'de gösterilmiştir.

##### 4.2.3.1 Uygulama Limitleri

Minimum operasyon su derinliği	3 m
Maksimum operasyon su derinliği	15 m
Maksimum dalga yüksekliği	0.5 m
Maksimum soluğan	0.75 m

Toprak tipi çok yumuşak ve yumuşak koheziv topraklar ile çok ince ve ince taneli topraklardır.





Şekil 4.7 Su enjeksiyonlu tarayıcı (Bray vd., 1997)

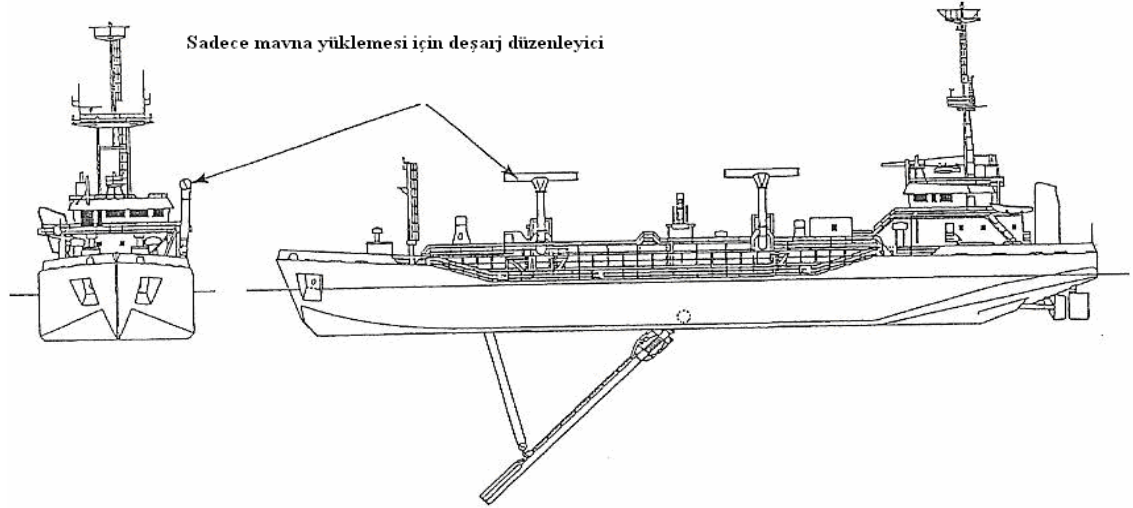


Şekil 4.8 HAM su enjeksiyonlu tarayıcı (Bray vd., 1997)

#### 4.2.4 Sabit Emmeli Tarayıcı (Stationary Suction Dredger)

Sabit emmeli tarayıcı, traylerli emmeli mavnalı tarayıcının birçok özelliğini taşımaktadır. Traylerden farklıdır. Sabit emmeli tarayıcı ilerlerken tarama yapamaz, önce demirler daha sonra da demirliken mavnaya yükleme yapılır. Taramanın sonunda deniz tabanında oluşan çukur genellikle ters çevrilmiş koni şeklindedir. Bu tip tarama; kanalların bakımları, şekillerinin bozulmaması için kullanışlı değildir. Sabit emmeli tarayıcının genel işlevi iyileştirme veya inşaat işinde kullanmak amacıyla malzemelerin elde edilmesidir.

Bazı sabit emmeli tarayıcılar mavnalara sahiptir ve traylerli tarayıcılar ile benzer şekilde malzemeleri uzak alanlara bırakabilir. Bazı traylerli tarayıcılar sabit durumda çalışabilir. Fakat birçok sabit emmeli tarayıcının mavnası bulunmamaktadır. Taranan malzeme boru hattı ile pompalanarak dağıtılır. Şekil 4.9'da sabit emmeli tarayıcının önemli özellikleri görülmektedir.



Şekil 4.9 Sabit emmeli tarayıcı (Bray vd., 1997)

Tarama alanına gelindiğinde, tarayıcı demir atarak emme borusu ağzı deniz tabanına indirilir ve mavnaya yükleme başlar. Tarayıcının yanına bağlanmış yük mavnası bulunmaktadır. Bu verimliliğin artmasını sağlar.

Taranacak zeminin sıvılaştırılması ve sürüklenmesine emme ağzı etrafında düzenlenmiş yüksek basınçlı su jetleri yardımcı olabilir. Bu prensip ile kil ve bataklık kumu gibi

istenmeyen malzemelerin üst tabakasının altından taneli malzemelerin çıkarılmasına izin verir. Bunu kolaylaştırmak için emme borusu mafsallı tasarlanır ve düşey durumda korunur. Emme borusu ilerledikçe üstte bulunan malzeme azalır ve iri taneli malzemeye ulaşılır. Emme ağzı bölgesinde yığılan taneli malzeme su jetlerinin etkisi ile sıvılaşır, emme ağzı içine çekilir ve mavnaya nakledilir. Büyük derinlikten malzeme taramasında bu yöntem kullanılabilir (Bray vd., 1997).

#### 4.2.4.1 Uygulama Limitleri

Minimum operasyon su derinliği	3 m
Maksimum operasyon su derinliği	50 m
Maksimum dalga yüksekliği	3 m
Maksimum akıntı	3 knot

Zemin tipi geçirimli taneli zemindir.

#### 4.2.4.2 Yardımcı Ekipmanlar

Sabit emmeli mavnalı tarayıcılar genel bağımsız operasyonlarda çok fazla yardımcı ekipman istememektedir. Temel olarak emme başlığı ve boşaltım yöntemleri ile bağlantılı olarak ekipman gerekebilir.

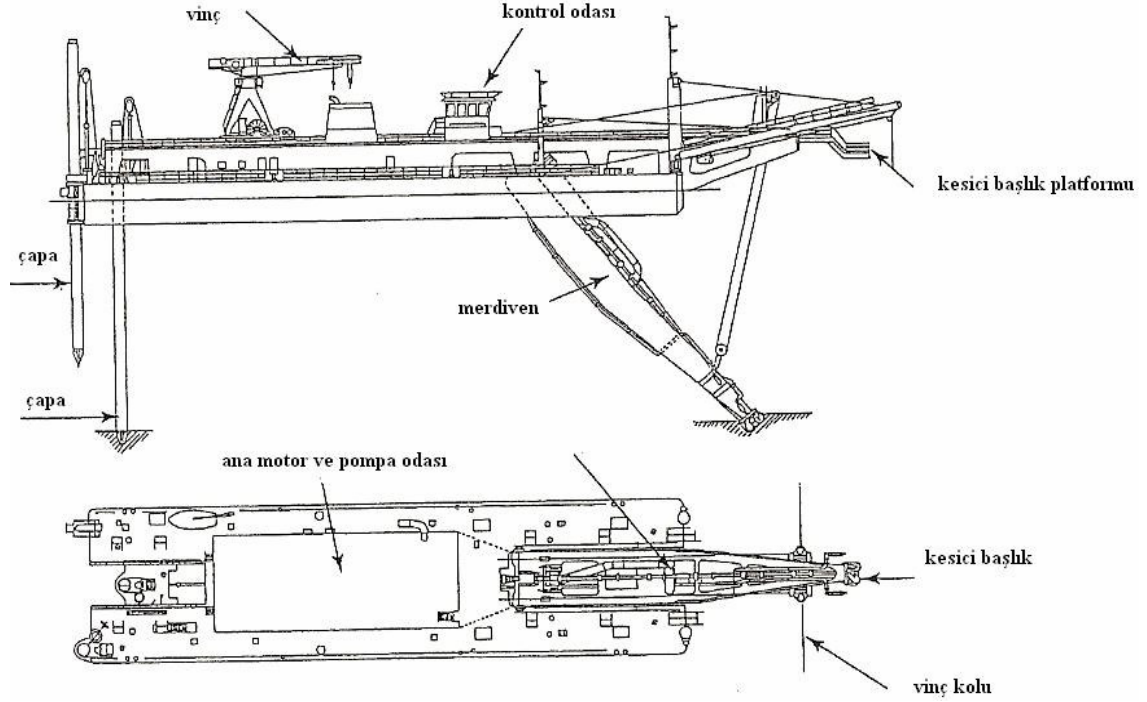
#### 4.2.5 Kesici Emmeli Tarayıcı (Cutter Suction Dredger)

Kesici emmeli tarayıcının en yaygın formu itici güç olmaksızın gemi gövdesinde yüzer bir dubaya sahip olan tiptedir (Şekil 4.10). Tarayıcının çapa atması ile tarama başlar. Tarayıcı iyileştirme çalışmalarında veya hidrolik olarak dolgu işlerinde sıklıkla kullanılır.

Tarama süreci başlangıçta güçlü bir kesme faaliyetini içerir, bunu emme takip eder ve boru hattı ile pompalanarak deşarj edilir.

Kesici emmeli tarayıcının temel avantajları,

- Sığ sularda faaliyet gösterebilir ve üniform taban seviyesi elde edilir.
- Farklı malzemeleri (örn. kaya) tarama kabiliyetine sahiptir.



Şekil 4.10 Kesici emmeli tarayıcı (Bray vd., 1997)

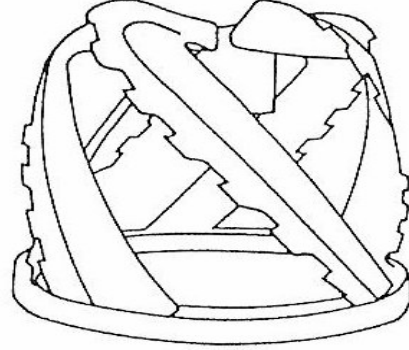
Dezavantajları;

- Deniz koşullarına karşı hassastır.
- Sadece belli mesafeler içinde taranan malzemeler ekonomik bir şekilde nakledilebilir.
- Taranan malzemeler seyrelmektedir.
- Tarama derinliği sınırlıdır.
- Maliyet yüksektir.

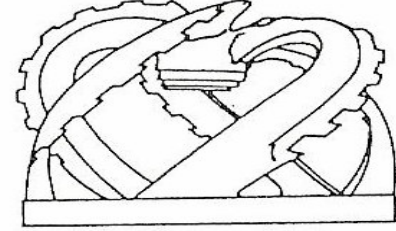
Toprak veya kaya taranmasında oldukça güçlü, dişli kesici ile kesilir, çıkartılır veya kırılır. Kesici zemin durumuna bağlı olarak genellikle 5 veya 6 keskin bıçağa sahiptir (Şekil 4.11). Kesici başlık elektrikli veya hidrolik olabilir (Bray vd., 1997).

Tarayıcının konum ve kontrolü genellikle vinçler ve dik bacakların kombinasyonu ile olmaktadır. Genellikle dalgalı sularda sadece vinçler kullanılabilir. 2 sallanan vinç ve 2 dik bacak kullanılır. Duba sonundaki kesicinin karşısındaki uygun deliğin içine ilk dik bacak yerleştirilir. Diğer bacak ise geminin arka kısmına yerleştirilir. Tarama sırasında, çalışan dik bacaklar ile deniz tabanı kazılır. Kesicinin alt tarafı istenen seviyenin biraz üzerinde konumlanır. Dönen bir vinç ile tarayıcı dik bacaklar çevresinde döndürülür. Çok derinlerdeki

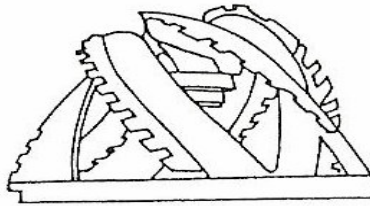
malzemeler kaldırıldığında son seviyeye ulaşmadan önce birkaç kesme yapmak gereklidir. Gevşek malzemelerde kesme derinliği kesici başlık çapının birkaç katı olabilir. İnce kil ve kayaların kesme derinliği genellikle kesici başlığın çapından daha azdır.



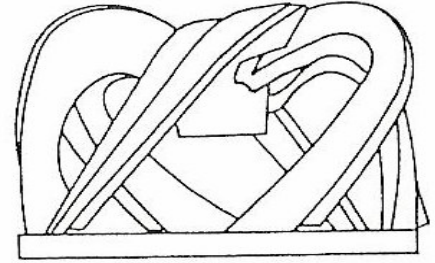
kapalı burunlu sepet



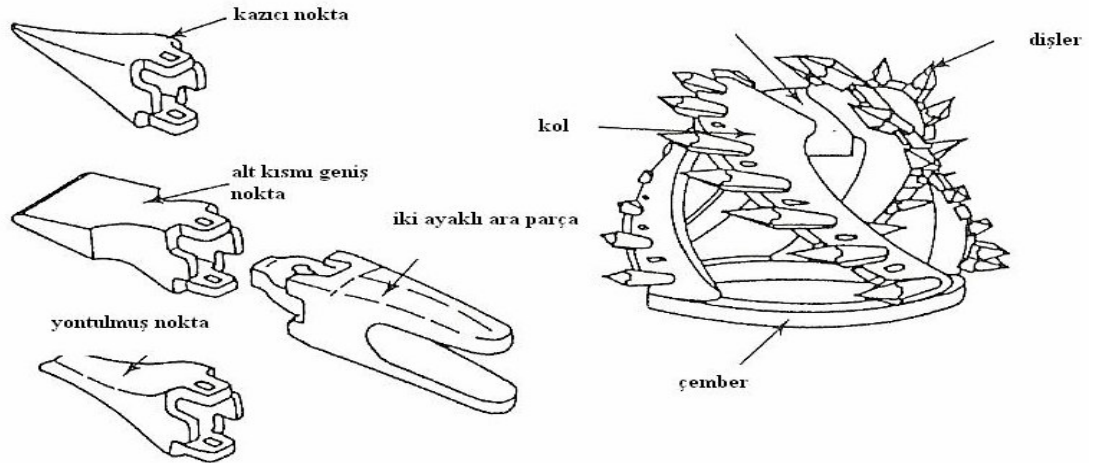
sepet



modifiyeli sepet



taç



Şekil 4.11 Kesici emmeli tarayıcının diş çeşitleri (Bray vd., 1997)

#### 4.2.5.1 Uygulama Limitleri

Minimum su derinliği	0.75 m
Maksimum tarama derinliği	35 m

Maksimum kesme genişliği	175 m
Maksimum dalga yüksekliği	2 m
Maksimum soluğan	1 m
Maksimum akıntı	2 knot
Maksimum buz kalınlığı	200 mm
Maksimum tane boyutu	500 mm
Maksimum basınç dayanımı (kaya)	50 MPa

#### **4.2.5.2 Yardımcı Ekipmanlar**

Kesici emmeli tarayıcı boru hattı, çapalar, kesici başlıklar, çalışma botları, kaldırma ekipmanları gibi çeşitli yardımcı ekipmanları kullanabilir (Bray vd., 1997).

##### ***Boru hatları***

Boru hattı hem performans olarak hem de kesici emmeli tarayıcının faaliyetlerinde önemli etkilere sahiptir. Boru hattının çapı hidrolik taşıma sürecinde direkt olarak etkilidir. Eğer ap çok küçük ise sürtünmeden dolayı büyük kayıplar olabilir. Eğer aplar çok büyük ise akım hızı boru içindeki malzemenin hareketi için yetersiz olacaktır ve bu durumda boru hattında tıkanıklılık meydana gelebilecektir. Boru cidar kalınlığı yeterli iç basınç dayanıklılığına sahip olmalıdır. Eğer alışma sırasında aşınma artarsa boru cidarının kalınlığı azalır. Aşındırıcı malzemeler pompalanırken boru hattı değiştirilmelidir.

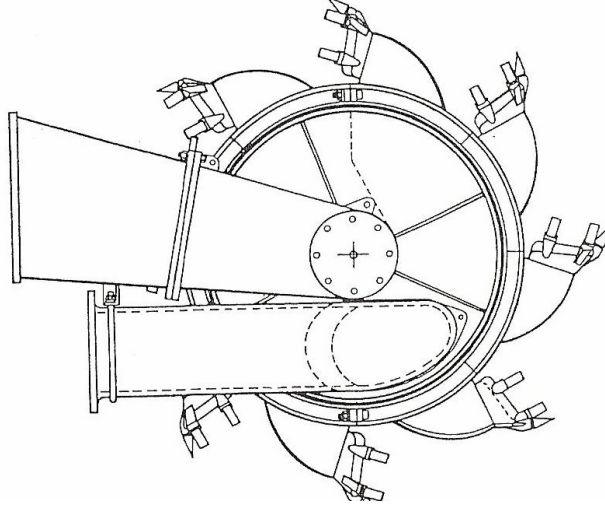
##### ***apalar***

Mevcut zemin şartlarına bağlı olarak çapa seçimi yapılmaktadır. Birçok durumda, kesici emmeli tarayıcı geminin istif bölümündeki emniyetli çapa ile çalışılarak deniz tabanına nüfuz edilir.

##### ***Kesici başlıklar***

En yaygın kullanılan kesici başlıklar dişli tiptir. Farklı tipte kesici başlık dişleri mevcuttur. Deniz tabanı malzemelerini kesmek ve parçalamak için genellikle 5 veya 6 adet özel şekilli bıçak tasarlanmıştır. Kesici başlığın ana kısmı elik alaşımdan yapılmıştır. Farklı zemin

durumları için kesici tipleri bulunmaktadır. Düz bıçaklı kesiciler sadece silt, kil, kum gibi yumuşak malzemelerde kullanılırlar. Bıçağın kenarı genellikle değiştirilebilir. Testere dişli bıçaklı kesiciler katı kil, yoğun kum gibi konsolide olmuş zeminlerde kullanılırlar. Bıçak kenarı aşındığında yenilenebilir. Kaya kesiciler, zengin bıçağa sahip ağır yapılardır. Kesici şekilleri çok zayıf kayalar ve katı killerin taranmasından, kısmen güçlü kayaların zayıf taranmasına kadar sınıflandırılabilir. Kovalı dönen kesiciler genellikle dönen kova olarak da tanımlanır. Emme ağzı içeren dairesel tarayıcı yapının etrafında ayrılmış kovalardan oluşur (Şekil 4.12). Taban malzemeleri kovanın dişleri veya kenarı ile yerinden çıkarılır. Kovalı dönen kesiciler yumuşak kaya içeren çeşitli zemin durumlarında kullanılabilir. Dönen kesici, kovalı dönen kesiciye benzerdir. Fakat yumuşak zemin durumlarında çalışmak için daha uygundur.



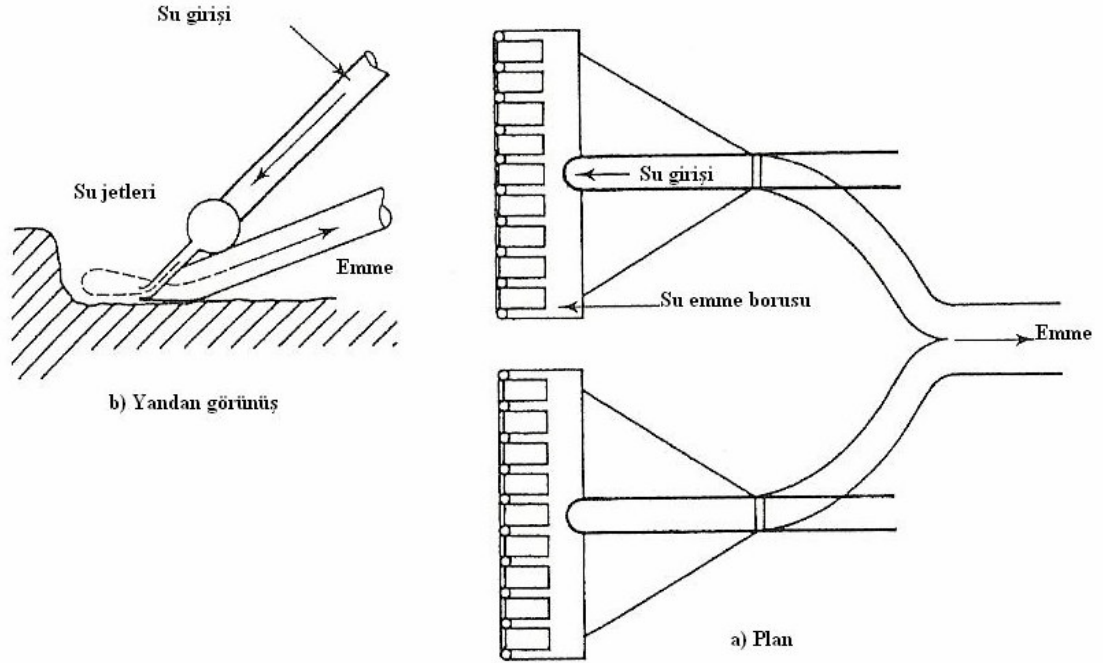
Şekil 4.12 Kovalı dönen kesici (Bray vd., 1997)

### ***Emme başlıkları***

Emme başlıkları çeşitli özel uygulamalar için geliştirilmiştir. Yatay burgu başlığı oldukça kabul edilebilir uygunluktur. Emme ağzının içine doğru besleme yapan iki adet yatay zıt yönlü burgulardan oluşur. Bu özellik düşük mukavemetli ince malzemeyi taramada çok uygundur. Yüksek konsantrasyonlu zeminlerde de bu başlık tipi kullanılabilir. Uygun burgu kullanıldığında tarayıcı direkt olarak yüzeye etki eder. Burgunun üst kenarı ayarlanabilir kalkan ile kapatılmıştır. Su ağzının kontrol edilmesinde ve yerinden çıkan malzemenin toplanmasında etkilidir.

#### 4.2.6 Faraşlı Tarayıcı (Dustpan Dredger)

Faraşlı tarayıcının en genel şekli, kısa yüzen boru hattı içine deşarj eden emmeli tarayıcıdır. Birçok yönden kesici emmeli tarayıcı ile benzerdir. En önemli farkı Şekil 4.13’de resmedilen emme başlığının tasarımıdır.



Şekil 4.13 Faraşlı tarayıcının emme başlığı (Bray vd., 1997)

Faraşlı tarayıcılar genellikle vinçler ile hareket ederler. Bu tarayıcının serbestçe ve zemin üzerinde hızlı bir şekilde hareket edebilmesini sağlar. Birçok durumda eğer faraşlı tarayıcı kendi ilerleyebilir ise avantajlıdır. Normal operasyonlarda taranan malzeme derinlere veya tarama alanından çok uzak olmayan akıntının fazla olduğu bölgelere boşaltılır. Faraşlı tarayıcı, biriken malzemenin navigasyon kanalını doldurduğu büyük nehirlerde malzemenin çıkarılması için çok etkilidir. Biriken malzemeyi yakın kıyı koruma alanlarına pompalayabilir.

Faraşlı tarayıcı özellikle göreceli olarak aşırı geniş alanlarda ince kalınlıktaki gevşek malzemenin kaldırılma ihtiyacı olan yerlerde kullanışlıdır.

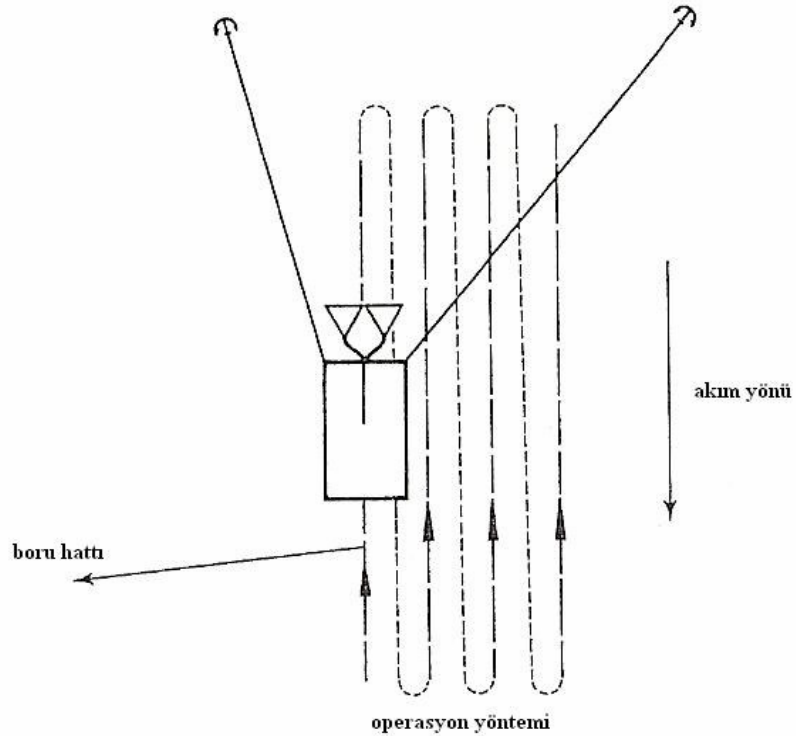
Genelde tarayıcı tek yönlü akıma sahip kanal veya nehirlerde kullanılır. Tarama alanına gelir ve taranacak alanın menba kısmında belli mesafeye ilerler ve baş çapasını bırakır. Tarayıcı sonra tarama için başlık bağlantısının eriştiği son yerde araç gelene kadar başlık vinci



bağlanarak mansaba bırakılır. Daha sonra stabiliteyi arttırmak için arka taraftaki çapa bırakılır.

Tüm gerekli çapa yerleştirmeleri ile gereken seviyenin biraz altına kadar emme başlığı indirilir ve başlık vinci bağlanır (Şekil 4.14). Tarayıcı kaldırılacak malzemeye yaklaşık hızda menbadan yüzeye doğru hareket eder ve belli mesafeye kadar hareketini sürdürür.

Kaldırılacak malzeme yığını emme başlığının genişliğinden daha büyük ise yan vinçler veya ikinci baş çapa kullanılarak işlem devam eder (Bray vd., 1997).



Şekil 4.14 Faraşlı tarayıcının örnek çapa yayılımı (Bray vd., 1997)

#### 4.2.6.1 Uygulama Limitleri

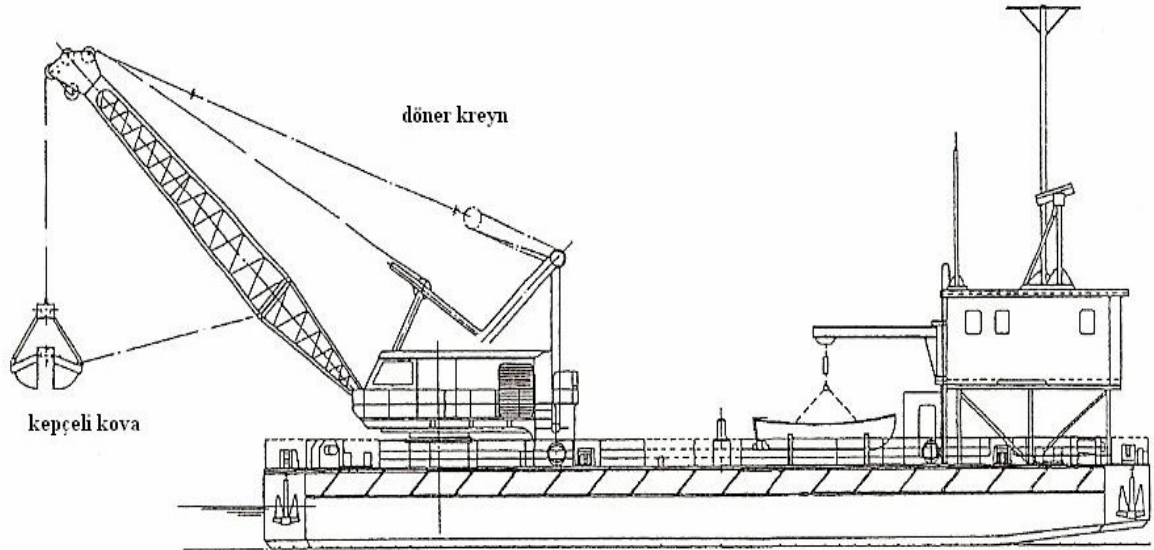
Minimum operasyon derinliği	1.5 m
Maksimum tarama derinliği	20 m
Maksimum akıntı	0.5 knot
Maksimum kesme genişliği	10 m
Maksimum deşarj mesafesi	500 m

#### 4.2.6.2 Yardımcı Ekipmanlar

Faraşlı tarayıcı bağımsız olarak çalışan basit bir araçtır. Bazen taranan malzemelerin tasfiyesi durumunda mavnalar yardımcı olabilir. Çeşitli tiplerde yüzen boru hatları kullanılabilir. Çeşitli çapa tipleri de özel zemin durumlarında kullanılabilir.

#### 4.2.7 Dubalı Tutar Kaldırır Tarayıcı (Grab Ponton Dredger)

Dubalı tutar kaldırır tarayıcı basit bir yüzer dubaya bağlı kafesli kola sahip bir vinç içerir (Şekil 4.15). Kendi mavnası yoktur. Tarayıcı yerine bağımsız bir mavna içine yükleme yapılır. Uygun mavnanın sağlanması ile aralıksız tarama gerçekleştirilir ve tutar kaldırır tarayıcı ile yüksek randıman elde edilmesi mümkündür.



Şekil 4.15 Kepçeli dubalı tarayıcı (Bray vd., 1997)

Kepçeli vinç genellikle yaklaşık olarak dikdörtgen olan dubanın sonuna doğru yerleştirilmiştir. Yüzer duba, vinçler veya çapalarla sabit konumda tutulabilir. Tutar kaldırır tarayıcı normal olarak kepçe kapasitesi ile değerlendirilir. 20 m<sup>3</sup>'ten fazla kapasiteye sahip olanları nadir olmasına rağmen kepçe kapasitesi 0.75 ile 200 m<sup>3</sup> arasındadır.

Dubalı tutar kaldırır tarayıcı birçok avantaja sahiptir.

- Hidrolik yöntemlerle karşılaştırıldığında zeminde minimum bozulma ve seyrelme oluşturarak taranan malzemeleri yükler. Böylece mavna daha fazla miktarda malzeme ile doldurulabilir.

- Yanaşma yeri, dok girişleri gibi sınırlı alanlarda kepçe tarama için uygundur. Bu durumlarda tarama diğer tip tarayıcılarla çok zor olabilir.
- Kepçenin operasyon derinliği vinç makarasının halat kapasitesi ile sınırlıdır. Bu nedenle, diğer tarayıcılarla mümkün olmayan bir derinlikte tarama yapılabilir.
- Yüzer dubanın su çekimi oldukça küçüktür ve tutar kaldırır tarayıcı böylece sığ sularda çalışabilir.
- En önemli avantajı dar hendekleri tarayabilir.

Tutar kaldırır tarayıcının dezavantajları ise;

- Diğer tip tarayıcılarla karşılaştırıldığında randımanı düşüktür.
- Geniş alanlardan ince tabakalı malzeme çıkartılması istendiğinde yüksek derecede maliyet çıkabilir.

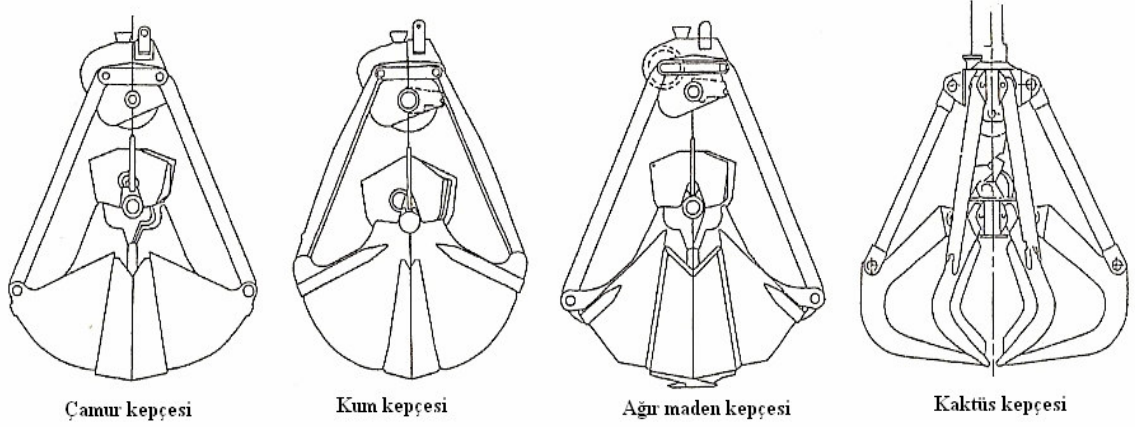
Kepçeli vincin çalışma alanı içindeki tüm malzemeler istenen seviyeye düzenli olarak çıkarılır ve dubaya bağlı olan mavnaya doldurulur. Daha fazla malzeme istenmediği zaman duba geminin dik bacaklarına veya vinçlere bağlı olarak yüzeye doğru ilerletilir. Bu prosedür mavna tam dolana kadar devam eder (Bray vd., 1997).

#### 4.2.7.1 Uygulama Limitleri

Minimum operasyon derinliği	1 m
Maksimum operasyon derinliği	50 m
Dalga yüksekliği	2 m
Maksimum akıntısı	1.5 knot
Maksimum kesme mukavemeti	300 KPa
Maksimum basınç mukavemeti (kayalar)	1 MPa

#### 4.2.7.2 Yardımcı Ekipmanlar

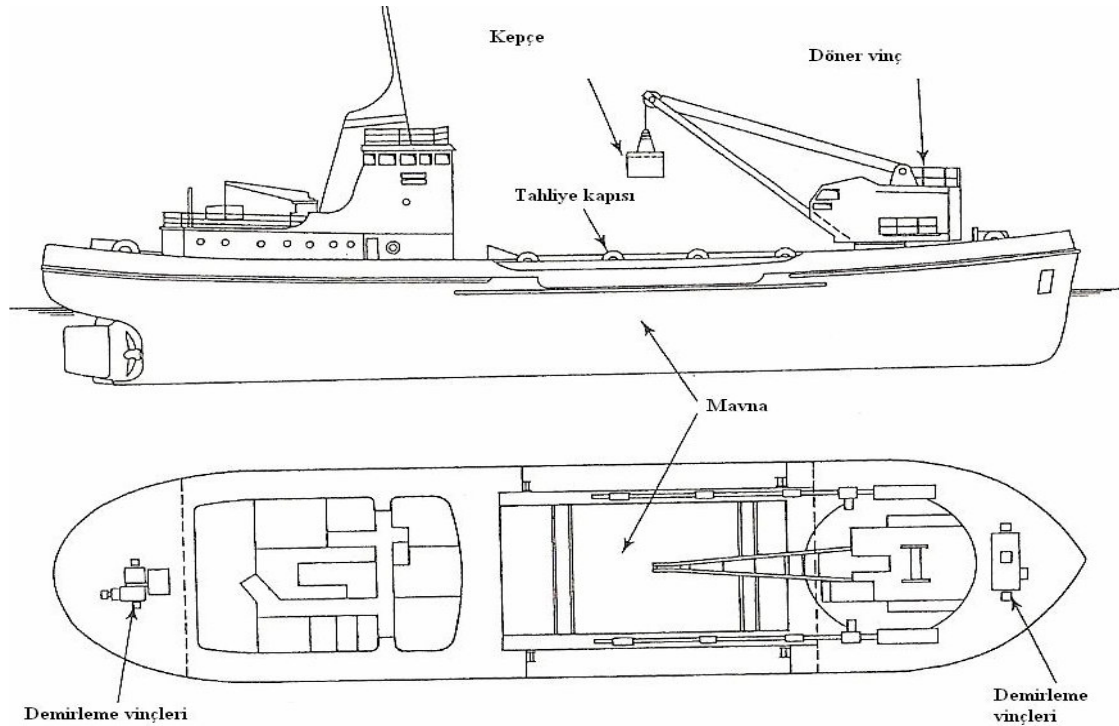
Yardımcı ekipman olarak çeşitli tipte kepçe kovaları kullanılabilir (Şekil 4.16). Kepçe taranacak malzemenin özelliklerine göre dikkatlice seçilmelidir. Yumuşak silt, çamur ve kil taranırken maksimum büyüklükteki düz hafif bir kova kullanılabilir. Katı kil ve çok zayıf kayalar için ağır dişli kovalar kullanılır.



Şekil 4.16 Çeşitli operasyon tipleri için kepçe kovası çeşitleri (Bray vd., 1997)

#### 4.2.8 Mavnalı Tutar Kaldırır Tarayıcı (Grab Hopper Dredger)

Mavnalı tutar kaldırır tarayıcı genellikle güverteye monte edilmiş bir veya daha fazla kepçeli vince sahip mavnası olan bir gemidir (Şekil 4.17). Yükleme çapası sabit tarayıcı ile oluşturulur.



Şekil 4.17 Mavnalı tutar kaldırır tarayıcı (Bray vd., 1997)

Mavna kapasitesi nadiren  $1500 \text{ m}^3$ 'ü aşar. Birden fazla vinç mavnaya yüklenebilir. Vinç sayısı genellikle dördü geçmez.

Mavnalı tutar kaldırır tarayıcının avantajları, birçok yönden kepçeli dubalı tutar kaldırır tarayıcı ile aynıdır. Fakat ilave edilen dubalar ve kendiliğinden itici güç tamamen bağımsız operasyon sağlar. Böylece küçük ve dağınık tarama görevleri için tarayıcıyı uygun yapar. Tarayıcının kendiliğinden itici güçlü gemi şekli yardımcı mavnalar ve dubalı versiyonu tarafından müsaade edilenden daha fazla deniz koşullarında faaliyetin devam etmesine izin verebilir.

Mavnalı tutar kaldırır tarayıcının dezavantajları, dubalı tutar kaldırır tarayıcı için tanımlananlara ilave olarak su çekiminin fazla olması, operasyon alanının azalması ve her yükleme periyodu başında ve sonunda çapaları bırakmak ve geri almak için harcanan zamanın çok olmasıdır.

Birçok mavnalı tutar kaldırır tarayıcının operasyon maliyetleri benzer büyüklükteki traylerli emmeli mavnalı tarayıcıya göre daha fazladır.

Mavnalı tutar kaldırır tarayıcılar çapalar atılırken tarama yapar. Tarayıcının durumu çalışma bölgesinde kullanılan kepçeli vinçlerin sayısına bağlıdır. Her vinç diğer vinçlerin çalışma alanına zarar vermeden maksimum çalışma alanını kapsamalıdır.

Operasyon alanı içinde istenen derinlikteki tüm malzemeler vinçlerle kaldırılırken, tarayıcı komşu alana hareket eder. Bu prosedür mavna tamamen dolana kadar devam eder. Sonra çapalar kaldırılarak ambara yerleştirilir ve tarayıcı depolama alanına doğru yola çıkar.

#### **4.2.8.1 Uygulama Limitleri**

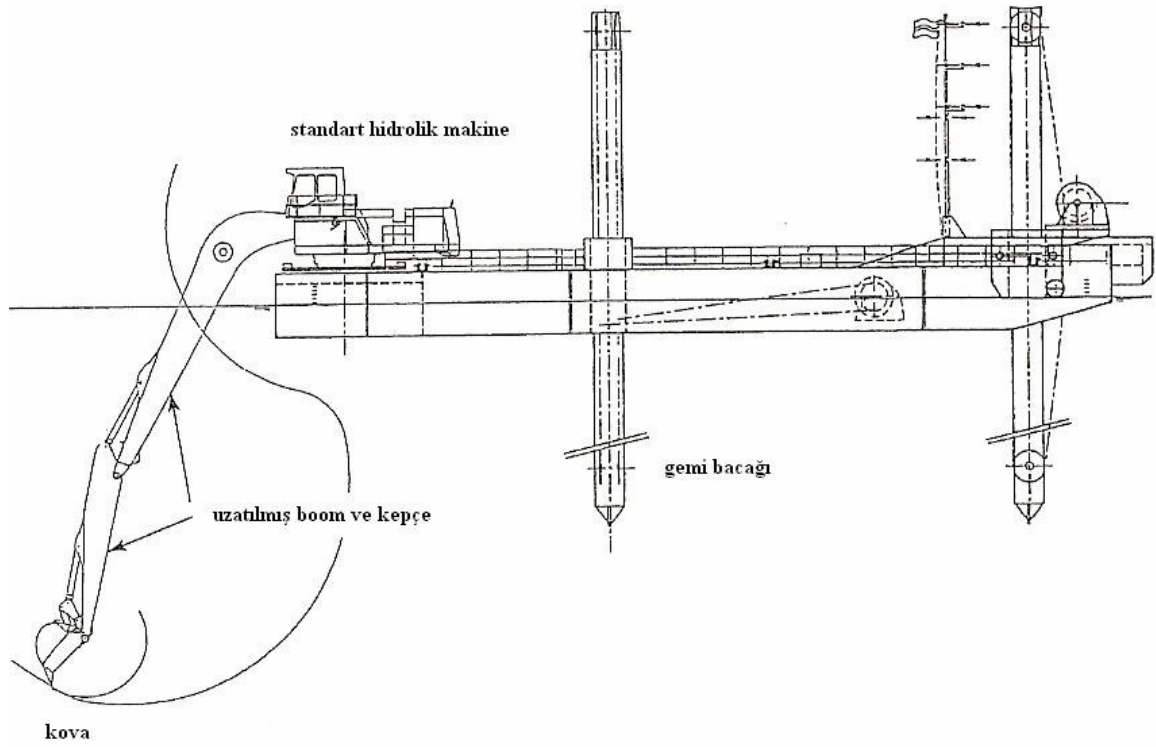
Minimum operasyon derinliği	3 m
Maksimum operasyon su derinliği	45 m (aşılabilir)
Minimum dönme çapı	75 m
Maksimum dalga yüksekliği	2 m
Maksimum akıntı	1.5 knot
Maksimum buz kalınlığı	200 mm
Maksimum kesme mukavemeti	100 kPa

#### 4.2.8.2 Yardımcı Ekipmanlar

Mavnalı tutar kaldırır tarayıcılar için çok fazla yardımcı ekipman istenmez. Çeşitli tipte kepçe kovaları kullanılabilir.

#### 4.2.9 Hidrolik Kepçeli Tarayıcı (Hydraulic Backhoe Dredger)

Hidrolik kepçeli tarayıcı genel olarak tabana yerleştirilmiş hidrolik kepçeli ekskavatörden geliştirilmiştir (Şekil 4.18). Tabana yerleştirilen tarama makineleri bıçaklı bir dubaya monte edilmiştir.



Şekil 4.18 Hidrolik kepçeli tarayıcı (Bray vd., 1997)

Kepçeli tarayıcı, birçok tarama uygulamaları için istenenden daha fazla güç ve kazma derinliğini sağlayan daha büyük kepçeli ekskavatörlerle oluşturulmuştur.

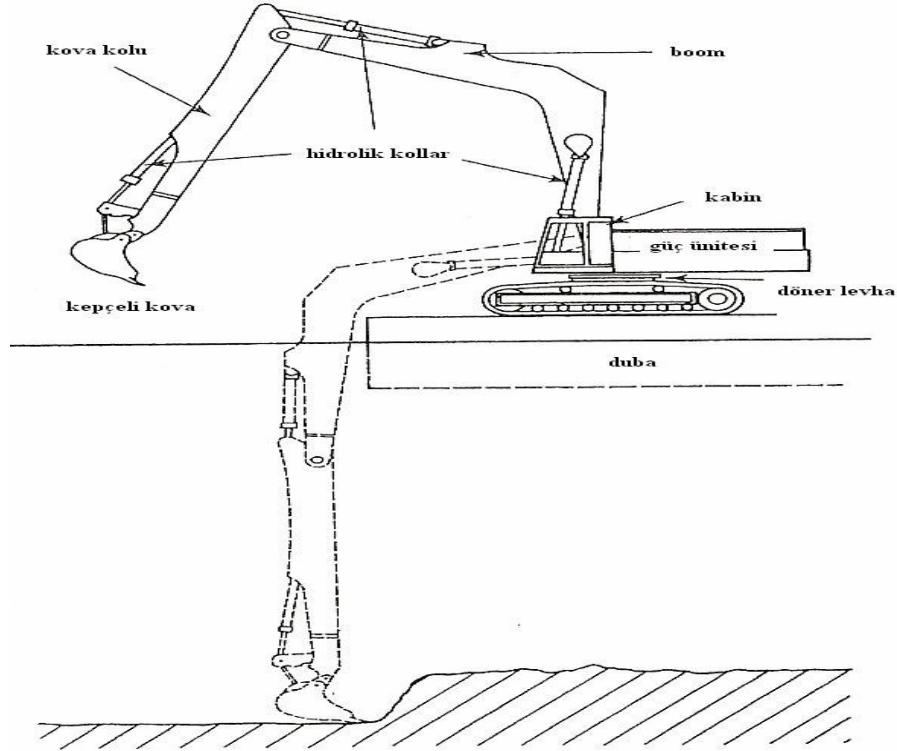
Kullanılan kovanın büyüklüğü taranacak malzemenin yapısına ve maksimum tarama derinliğine bağlıdır. Tarama derinliğinin artmasıyla kovanın koparma gücü azalır. Maksimum tarama derinliği 4 m ile 24 m arasında değişebilir.

Hidrolik kepçeli tarayıcıların avantajları;

- Çakıl veya kaya gibi büyük boyuttaki malzemeleri tarayabilir.
- Sınırlı alanlarda çalışma kabiliyetine sahiptir.
- Konum ve derinliği hassas olarak kontrol eder.
- Taranan malzemelerde minimum seyrelme ve bozulma olur.

Kepçeli tarayıcının dezavantajı temel olarak sürekli tarama yapan tarayıcılar ile mukayese edildiğinde düşük üretim oranına sahip olmasıdır. Eğer operatörün kontrolü zayıf ise veya taranan malzemeler çeşitli mukavemette veya yapıda olduklarında tarama seviyeleri düzensiz olabilir.

Duba tarama alanının üzerine yerleştirildiği zaman kepçe çok etkindir (Şekil 4.19). Eğer su derinliği dubanın maksimum su çekiminden daha az ise bu yöntem pratik değildir. Randıman çıkarılacak malzemenin derinliği ile doğrudan ilişkilidir.



Şekil 4.19 Kepçeli tarayıcının tarama faaliyeti (Bray vd., 1997)

Kepçenin tarama hareketi insan el ve kol hareketlerine benzetilebilir. Tek kazıçılı kova kolun ucuna yerleştirilir. Kova ile makinenin ana yapısı arasında üç dönme noktası vardır. Her bölümün hareketi diğeri ile ilişkilidir ve yüksek basınçlı hidrolik silindirler ile kontrol edilir.

Kovanın kepçe kolu iki birleşik boğumlu ana makine yapısına bağlı mono blok olarak yapılmıştır. Tarama uygulamaları aşağıya uzatma özel boğum ve gemi direği ile sağlanır. Taramanın başlaması amacı ile, kova döndürülerek mevcut açık yüzeye ve sert zeminde tarayıcının kazıcı dişleri deniz tabanına indirilir. Kumsal kumu veya toprak az miktarda sıkıştırılarak kepçe ile yukarı çıkarılır.

Kepçe genel olarak yük mavnasının duba yanına palamar ile bağlanması ile kullanılır. Bazen hendek kazısı gibi taranan malzeme kenara atılabilir. Fakat aşma limitlidir ve bu nedenle malzemeler büyük bir ihtimalle kazı alanına tekrar geri döner.

Dubanın hareketi normalde kazıcı kollar ile sağlanır. Öncelikli harekette kova deniz tabanına indirilir ve iki adet ileri bacak temiz deniz tabanını ortaya çıkartır. Geminin arkasındaki hareketli bacak eğimli olabilir veya taşınabilir olarak monte edilmiştir. Kesme merkezindeki duba deniz tabanında pozisyonunu korur. Eğer uygun ise, hidrolik taşıyıcı bacakla duba daha sonra ya yüzeyden geriye itilir yada kazıcı kollar ile yüzey içine çekilir.

#### **4.2.9.1 Uygulama Limitleri**

Minimum operasyon su derinliği	2 m
Maksimum operasyon su derinliği	24 m
Maksimum kesme genişliği	25 m
Minimum kesme genişliği	kova genişliği
Maksimum dalga yüksekliği	1.5 m
Maksimum soluğan yüksekliği	1 m
Maksimum çapraz akıntı	2 knot
Maksimum basınç dayanımı	10 MPa (kaya)

#### **4.2.9.2 Yardımcı Ekipmanlar**

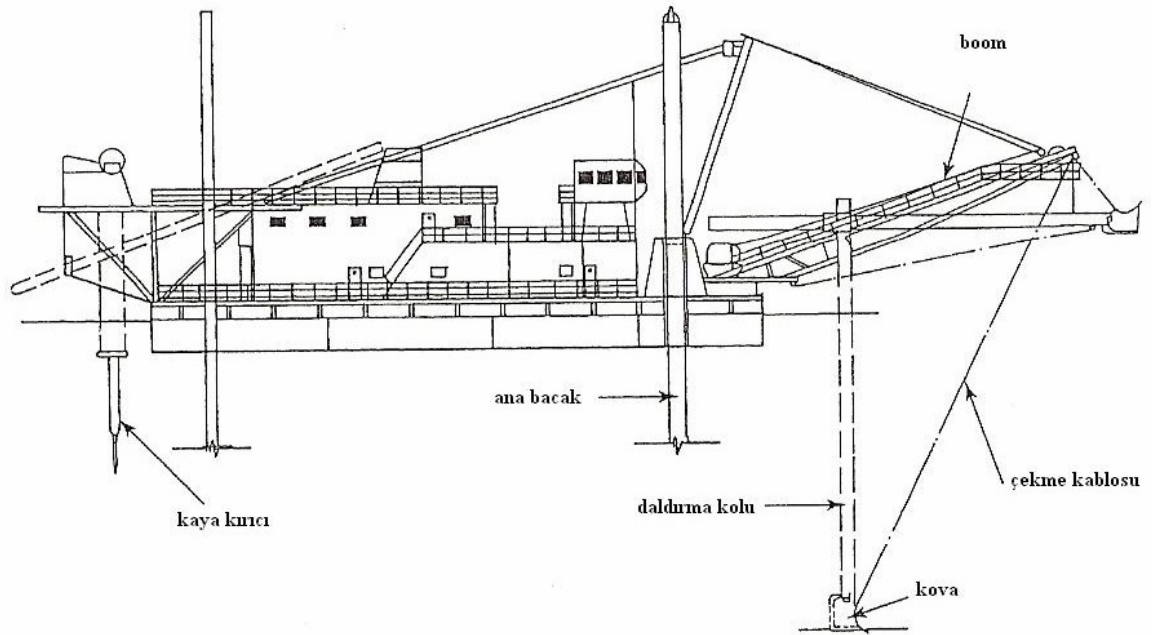
Kepçeli tarayıcılar taranan malzemenin tasfiyesi için kullanılan çeşitli mavna tiplerinden başka, küçük yardımcı ekipmanlar da ister. Kaya kazılması için daha küçük kapasitede kovalar kullanılabilir. Kaya mukavemeti çok büyük ise kovaya kesici dişler takılabilir.



#### 4.2.10 Daldıraçlı Tarayıcı (Dipper Dredger)

Geleneksel daldıraçlı tarayıcı ağır yapılı, halat ile idare edilen makinedir. Böylece hidrolik kepçeli tarayıcı, hidrolik yüzlü kepçe tarafından geniş bir şekilde değişir.

Halatlı ve hidrolik kazıclı olmak üzere iki tipi bulunmaktadır. Her ikisi de yüzey içinde ileriye ve yukarıya doğru kazıcı tarafından idare edilir. Her ikisi de kazma gücüne gerekli tepkiyi sağlayan bacaklı dubalara bağlıdır. Şekil 4.20'de halatlı tipin genel özellikleri verilmiştir. Hidrolik tipler hidrolik kepçeli tarayıcıya benzerdir.



Şekil 4.20 Daldıraçlı tarayıcı (Bray vd., 1997)

Daldıraçlı tarayıcının temel avantajı zayıf kaya, katı kil ve iri parçalı kil gibi farklı malzemelerde kullanılabilmesidir.

Halatlı tip tarayıcılar aynı büyüklükteki hidrolik makinelerden daha fazla derinlikte tarama yapabilirler. Yapısı dayanıklı ve basittir.

Kova istenen tarama derinliğine indirilir. Sonra ileri ve geriye doğru kovaya güç verilerek malzemeler parçalanır. Ana dubaya yerleştirilen ağır bacakların dayanacağı şekilde önemli miktarda güç uygulanır. Mavnayı, dolduğu zaman ya hidrolik makine yardımı ile yada operasyon makinesindeki mavnanın arkasındaki kapı ile mavna deşarj edilir.

Dubanın ucuna iki adet, arka tarafına bir adet ağır bacak yerleştirilir. İleri hareket arka taraftaki bacağa eğim verilerek yapılır.

#### 4.2.10.1 Uygulama Limitleri

Minimum operasyon su derinliği	3.5 m
Maksimum operasyon su derinliği	20 m
Maksimum kesme genişliği	30 m
Minimum kesme genişliği	kova genişliği
Maksimum dalga genişliği	1.5 m
Maksimum soluğan yüksekliği	1 m
Maksimum akıntı	2.5 knot
Maksimum basınç dayanımı (kaya)	12 MPa

#### 4.2.10.2 Yardımcı Ekipmanlar

Taranan malzemenin tasfiyesi için çeşitli tipte mavnalar kullanılabilir. Kullanılan kazıcı kovanın boyut ve tipi ile kepçe kollarının boyutlarında değişimler yapılabilir. Kaya kazıları için küçük kapasiteli kovalar kullanılabilir.

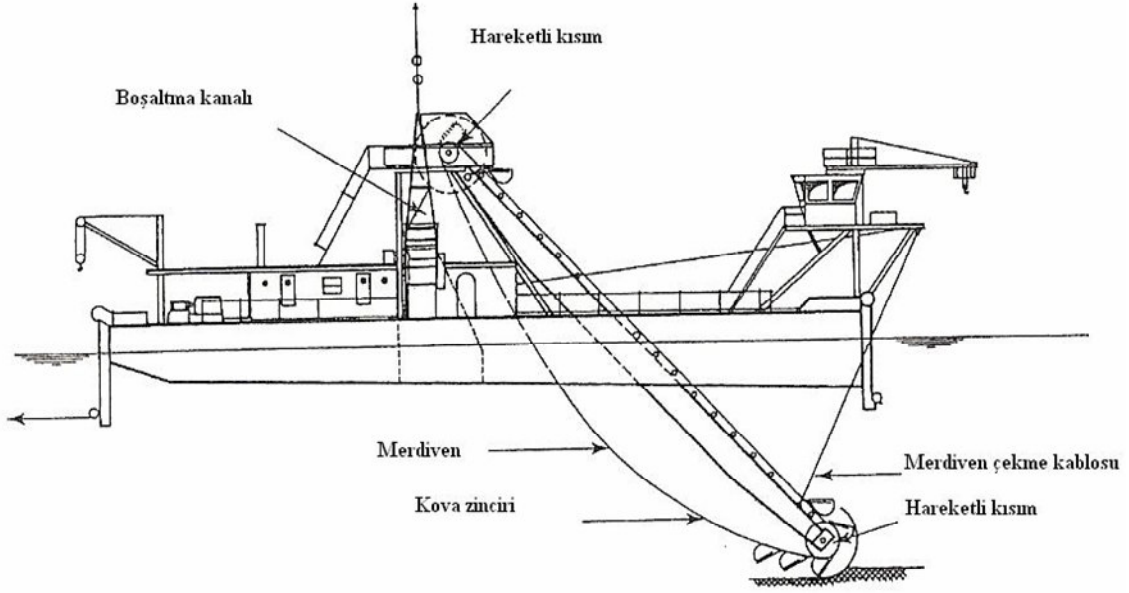
#### 4.2.11 Kovalı Tarayıcı (Bucket Dredger)

Kovalı tarayıcının temel tasarımı uzun yıllardan beri değişmeden kalmıştır (Şekil 4.21). Kepçe ile deniz tabanından kaldırılan malzeme sürekli bir zincire bağlı kovalarla taşınır ve su yüzeyine çıkarılır (Şekil 4.22). Kovalar üstteki mekanizmayla ters çevrilir ve taranan malzemeyi mavnalara ileten kanal içine yerçekimi altında deşarj edilir.

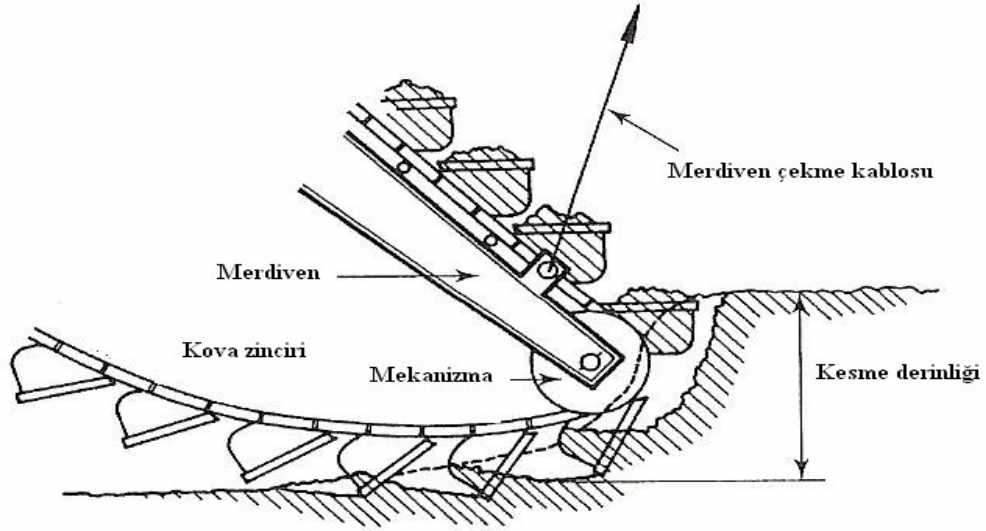
Ağır kova zinciri, hidrolik veya elektrikli çelik merdiven ile desteklenir. Dört taraftaki vinçler tarayıcının yüzey etrafında dönmesini sağlar. Dubanın arka tarafındaki vinç çeşitli kazma reaksiyonlarındaki değişimlere karşı dengeyi sağlar.

Kovalı tarayıcı sadece mavnalara yüklemek için kullanılır ancak bazen kanal çalışmalarında kısa bir konveyör sistemine boşaltım yapabilir. Kova kenarına veya dışlarına uygulanan koparma kuvveti oldukça güçlüdür. Koparma kuvveti, tarayıcının kütleline ve büyüklüğüne,

kovanın biçimine, yapısına ve kapasitesine ve üstteki mekanizmanın kullanım karakterine ve gücüne bağlıdır.



Şekil 4.21 Kovalı tarayıcı (Bray vd., 1997)



Şekil 4.22 Kova zinciri sistemi (Bray vd., 1997)

Kaya taranırken, ikinci ve üçüncü kova için kesici çatal yerleştirilebilir. Kova kapasitesi 15 ile 1200 litre arasında olabilir. Dakikada 30 kova olacak şekilde hızlanabilir.

Kovalı tarayıcılar, kova ile tarama yapan tarayıcılar arasında sürekli tarama faaliyeti yapma avantajına sahip olan tek tarayıcı tipidir. Tüm kova sistemlerinde olduğu gibi taranan malzemelerin su ile seyrelmesi önemli değildir.

Sürekli tarama faaliyeti tarama derinliğini iyi bir şekilde kontrol ederek üniform tarama seviyesinin meydana gelmesini sağlar.

Kovalı tarayıcıların dezavantajları

- Çapaların geniş bir alana yayılması navigasyon kanalını bozabilir.
- Hassas bölgelerde diğer tarayıcılara göre gürültü seviyesinin daha fazla olması problem oluşturabilir.
- Taranacak malzeme kalınlığı küçük olduğunda verim düşüktür.

Kovalı tarayıcıların sığ sularda çalışması uygun değildir. Ancak bazı kovalı tarayıcılar farklı su derinliklerinde çalışabilecek mekanizma ile imal edilebilir. Bu durumda, ayarlama genellikle zahmetli ve çok zaman harcanarak yapılabilir. Kovalı tarayıcı yapısı ağır ve benzer üretim kapasitesindeki diğer tarayıcılar ile mukayese edildiğinde daha fazla iş gücü gerektirmektedir.

#### 4.2.11.1 Uygulama Limitleri

Minimum operasyon su derinliği	5 m
Maksimum tarama su derinliği	35 m
Maksimum kesme genişliği	150 m
Maksimum dalga yüksekliği	1.5 m
Maksimum soluğan	1 m
Maksimum akıntı	2 knot
Maksimum buz kalınlığı	100 mm
Maksimum tane boyutu	1500 mm
Maksimum basınç dayanımı	10 MPa

#### 4.2.11.2 Yardımcı Ekipmanlar

Kovalı tarayıcılar farklı malzemeler için farklı kovalar ile kullanılabilirler. Ortalama bir tarayıcıda ikiden fazla farklı büyüklükte ve tipte kova bulunmaktadır. Farklı zemin koşullarında farklı çapalar kullanılır.

## 4.2.12 Özel Tarayıcılar

### 4.2.12.1 Jet Pompalı Tarayıcı (Jet Pump Dredger)

Jet pompası emme prensibi ile çalışan herhangi bir tarayıcıya dahil edilebilir. Fakat, genellikle sabit emmeli tarayıcı gibi tipler tarafından kullanılır. Aslında, emme borusunun alt kısmındaki dar kısmı içinden suyun enjekte edildiği yüksek basınçlı bir su sistemi içerir. Toprak su karışımını istenen yüksekliğe kaldırmayı sağlayan bu jet ile sisteme ilave hidrolik yük temin edilir.

Jet pompalı tarayıcının avantajları,

- Daha fazla derinlikte tarama kabiliyetine sahiptir.
- Uzun boru hattı içinde deşarj sırasında boru hattının tıkanma riski azalır.
- Herhangi bir derinlikte çalışma kabiliyetine sahiptir.
- Aşındırıcı malzemelerin nakliyesinde dayanıklılıktan dolayı maliyetler azalır.

Jet pompasının dezavantajı,

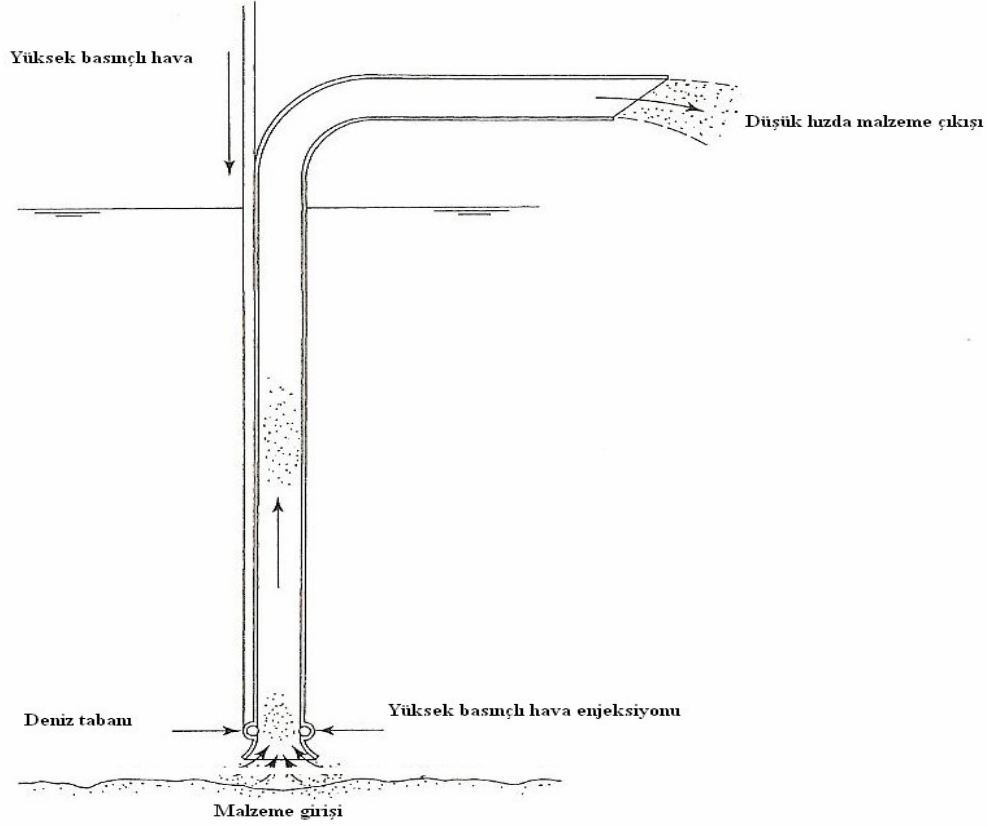
- Santrifüj pompa ile karşılaştırıldığında tüm sistemin verimliliği önemli derecede azalır.

Jet pompası bir yerde birikmiş olan malzemenin taranması ve pompalanması için oldukça uygundur. Aynı zamanda kıyı boyu akıntısının bir nehir veya koy ile engellendiği kıyılarda kıyı yenileme işlemlerinde de kullanılabilir. Gemi enkazları ve su altı yapıları etrafında biriken kumun kaldırılması için de kullanılır.

### 4.2.12.2 Hava ile Taşıma (Air-Lifts)

Batırılmış boruda basınçlı hava enjeksiyonu ile borudaki akım taşınır. En iyi çalışma sistemi derin sularda ince malzemelerin uzaklaştırılması durumundadır (Şekil 4.23).

Hava ile taşıma sistemi su altındaki yapılarda basitlik avantajına sahiptir. Küçük tarama tertibatıyla ağırlık olarak çok hafiftir. Hava ile taşımının en önemli özelliği gerçekte herhangi bir derinlik sınırlamasının olmamasıdır.



Şekil 4.23 Hava ile taşıma (Bray vd., 1997)

Hava ile taşımanın dezavantajları ise,

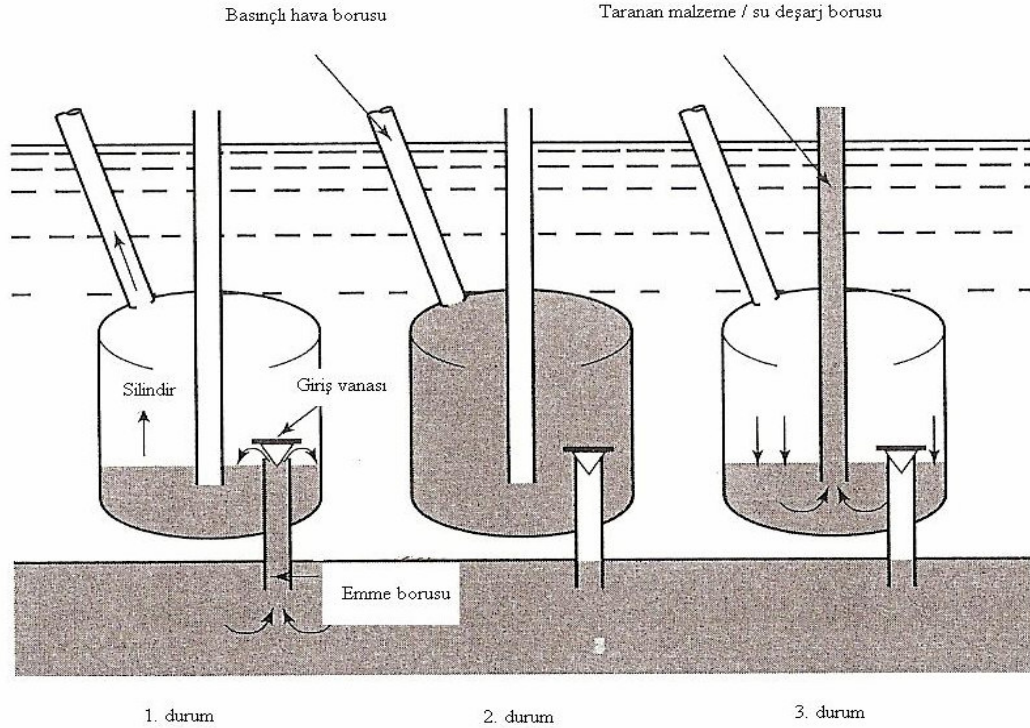
- Mekanik kesici başlıklardan yardım görmedikçe göreceli olarak ince ve gevşek malzemelerin çıkarılması ile sınırlıdır.
- Elle tutmalı sistem durumunda düşük enerjili bir yapıya sahip olduğundan tıkanıklık olabilir.
- Düşük mekanik verimliliğe sahiptir.

Hava ile taşıma genellikle, batık yapıların veya gemi enkazı etrafındaki katı madde temizliği için uygundur.

#### 4.2.12.3 Havalı Tarayıcılar (Pnömatik Dredgers)

Havalı tarayıcılar özellikle çok yumuşak koheziv toprakların taranması ile sınırlıdır. Genellikle yüzeyden basınçlı havanın serbest bırakılmasında kullanılan bir veya daha fazla

bölmeyi kapsamaktadır. Bölmenin tabanındaki vana açılır ve çamur hidrostatik basınç altında bölmenin içine akar. Tamamen dolduğunda, basınçlı hava bölmenin içine verilir, tek yönlü vana kapatılır ve çamur deşarj borusu vasıtası ile yüzeye enjekte edilir. Boşaldığında, basınçlı hava kesilir ve çamur tekrar bölmenin içine hidrostatik basınç altında girer. Bu döngü tekrarlanır (Şekil 4.24). Bu tarayıcılar genellikle büyük derinliklerde ve kirli malzemelerin taranması için kullanılır.

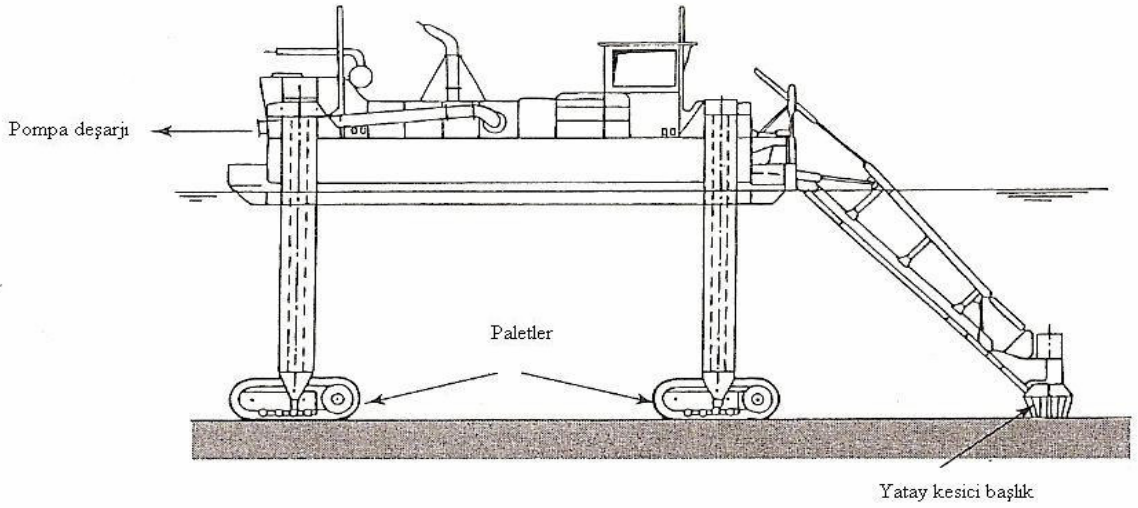


Şekil 4.24 Havalı tarayıcı (Bray vd., 1997)

#### 4.2.12.4 Amfibi Tarayıcı (Amphibious Dredger)

Amfibi tarayıcılar genellikle hem karada, hem de su içinde özellikle sığ sularda hareket edecek şekilde tasarlanmışlardır. Genellikle amfibi kapasitesi küçük kepçeli ve kesici emmeli tarayıcılar ile sınırlıdır.

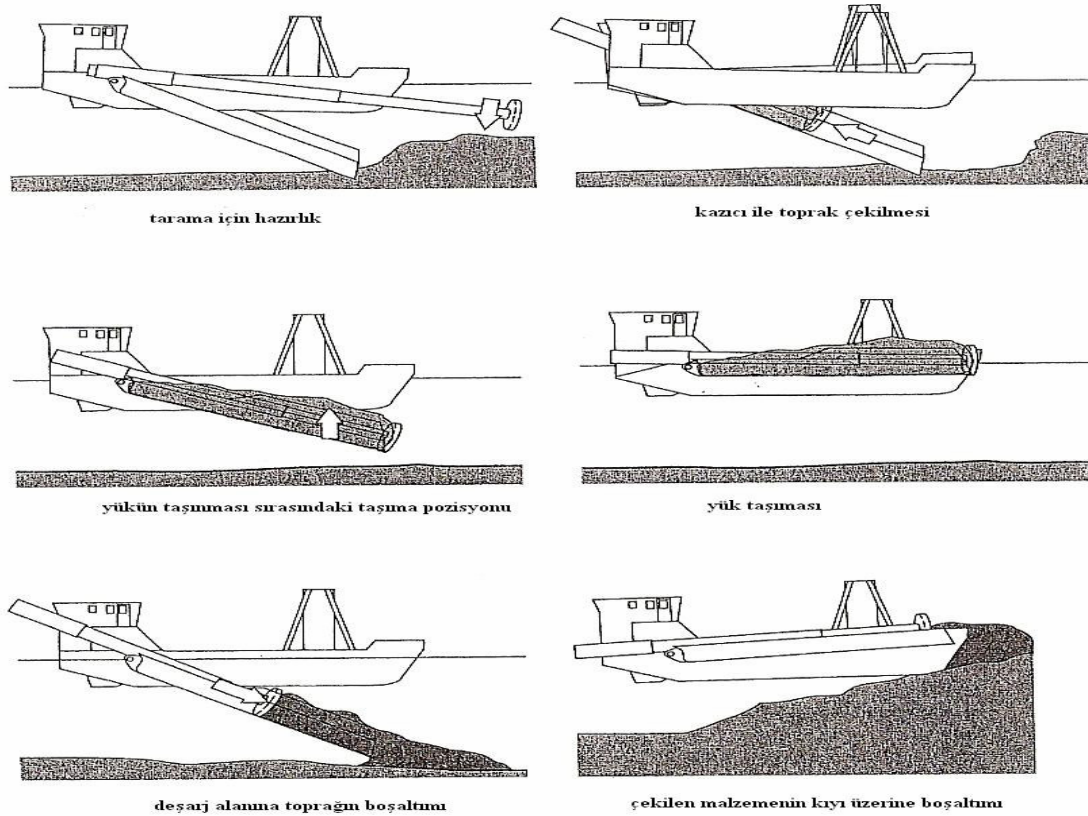
Amfibi tarayıcıların çoğunda sudan ayrılıp karada hareket etmesi için paletli mekanizmalar bulunmaktadır (Şekil 4.25).



Şekil 4.25 Paletli tipte amfibi tarayıcı (Bray vd., 1997)

#### 4.2.12.5 Kazıclı Tarayıcı (The Scraper Dredger)

Kazıclı tarayıcı, güçlü kazma faaliyeti ile kendini yükleyebilen ve kendini hareket ettirebilen bağımsız bir mavnalı tarayıcıdır (Şekil 4.26).



Şekil 4.26 Kazıclı tarayıcının faaliyet yöntemi (Bray vd., 1997)



Mavna zemini geminin kıç tarafında mafsallıdır. Ön taraf vinçler veya hidrolik silindirler tarafından deniz tabanı ile temas edecek şekilde alçaltılır. Deniz tabanı malzemesi, mekanik kazıcı yardımıyla mavna zeminindeki sığ bölmenin içine yüklenir. Mavna bölmesi tam dolana kadar kazıcı operasyonu tekrarlanır.

Hızlı yüklemesi, taranan malzemenin seyrelememesi ve küçük kaya veya yabancı madde ile ilgili duyarsızlık sistemin avantajlarıdır. Sığ tarama derinliğine, deniz koşullarına ve doğal deniz tabanı malzemelerine karşı yüksek hassaslık ise dezavantajlarıdır.

## 5. DENEY SİSTEMİ VE ÖLÇÜM YÖNTEMLERİ

### 5.1 Deney Sistemi

Deneyler Yıldız Teknik Üniversitesi İnşaat Fakültesi Hidrolik ve Kıyı Liman Laboratuvarında bulunan iki boyutlu düzenli dalga kanalında gerçekleştirilmiştir (Şekil 5.1). 20 m uzunluğa sahip olan dalga kanalının genişliği ve derinliği 1 m'dir. Deney problemlerinin olduğu ve ölçümlerin yapıldığı kısım olan 14 m'lik bölüm boyunca kanalın her iki tarafı da cam ile kaplıdır (Şekil 5.2). Tabana mafsallı paletin ve doğru akım motorunun bulunduğu 6 m'lik kısım ise sacdan yapılmıştır. Deneyler sırasında kanalın her iki tarafından oluşabilecek dalga yansımaları deney şartlarını değiştirebileceğinden yansımaları en aza indirmek için dalga sönmölendircileri yerleştirilmiştir (Şekil 5.2).

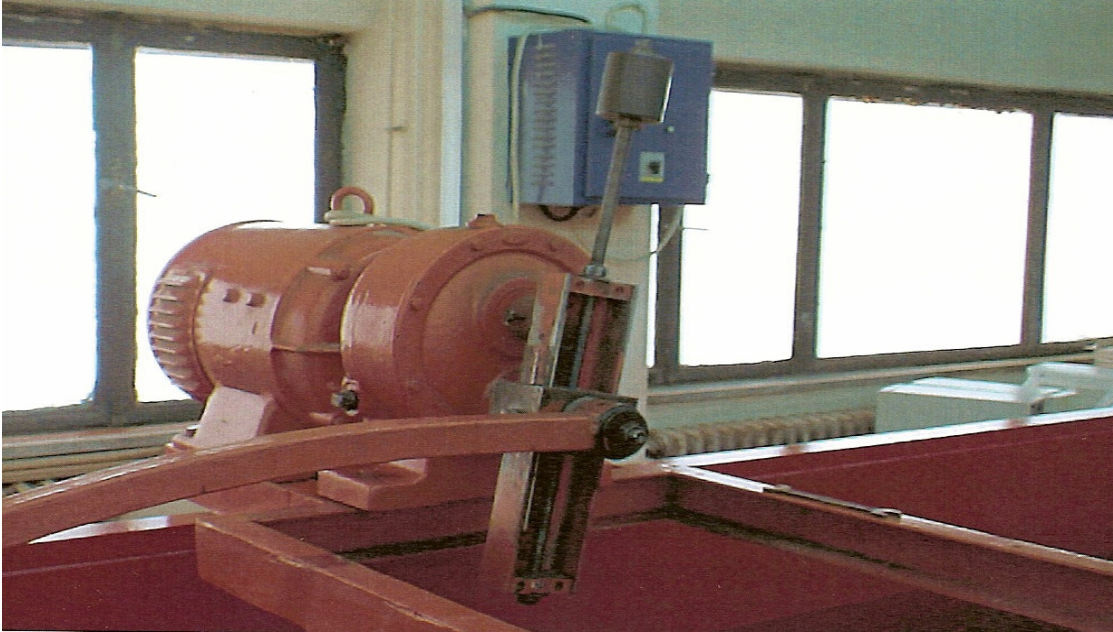


Şekil 5.1 Deney sisteminin genel görünümü

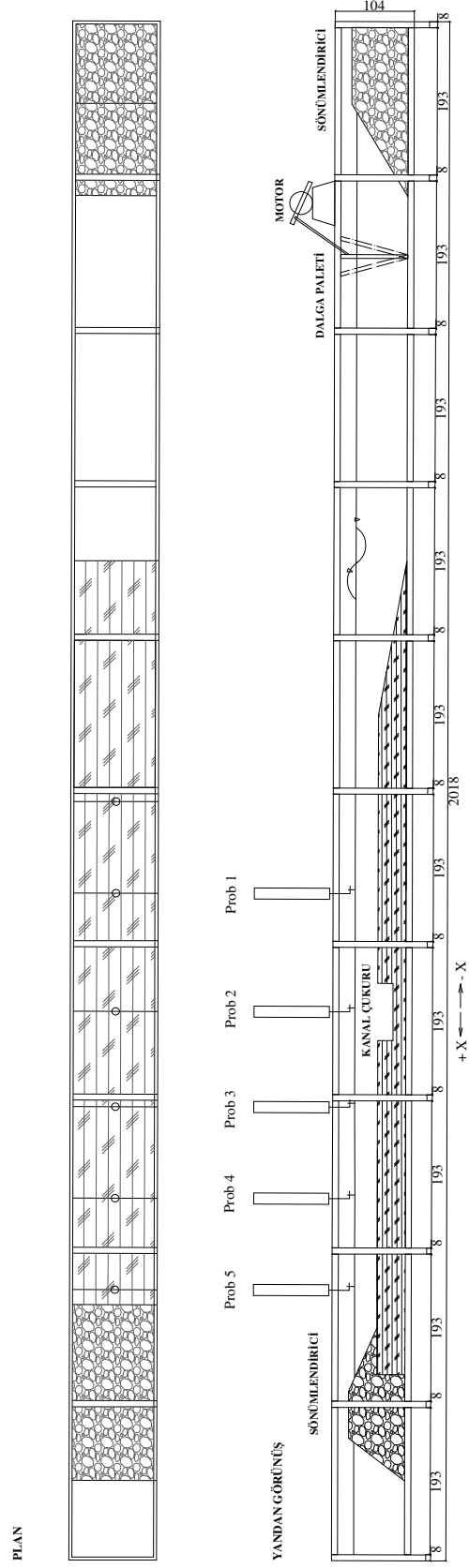


Şekil 5.2 Dalga kanalı

Deney süresince istenen değerlerdeki dalga yükseklikleri doğru akım motorunun miline bağlı bulunan tabana mafsallı paletin eksantrik değerinin değiştirilmesi ile; dalga periyodu ise doğru akım motorunu kontrol eden redresör değerlerinin ayarlanması ile elde edilmiştir (Şekil 5.3). Dalga kanalının plan ve kesiti de Şekil 5.4’de gösterilmiştir.



Şekil 5.3 Deney sistemi üzerindeki redresör ve eksantrik

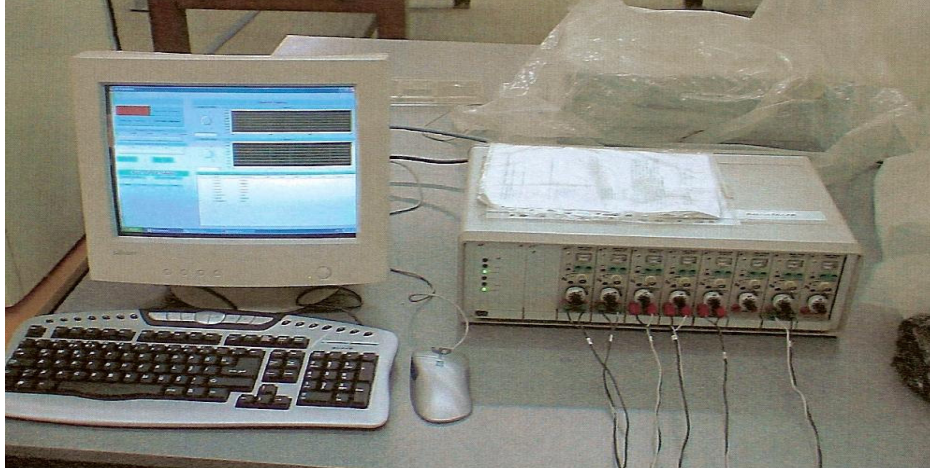


Şekil 5.4 Dalga kanalı

## 5.2 Dalga Ölçümü

Dalga kanalında model çukuru açılmadan önce yani sabit taban durumunda 15 adet farklı dalga şartı için kanalda bulunan 5 adet dalga ölçer probu yardımıyla HRWaveData programı kullanılarak dalga yükseklik ve periyotları ölçülmüştür. Daha sonra deney çalışma süresi boyunca değişik boy ve derinliklerdeki model çukurları sırası ile kanalda oluşturularak aynı dalga şartları için çukurdan önce 1 adet, çukur merkezinde 1 adet ve çukurdan sonraki 3 adet olmak üzere yerleştirilen dalga problemleri ile ölçülen dalga yüksekliği değişimleri gözlenmiştir.

Dalga kanalında oluşturulan dalgaların yükseklikleri elektrotlar arasındaki suyun devreyi tamamlaması ve su seviyesinin alçalıp yükselmesi ile direncin değişmesi prensibine dayanarak çalışan ikiz çubuk elektrotlu (dalga ölçer probu) bir sistem ve CLE3 C30 model 8 çıkışlı bir dalga monitörü yardımı ile ölçülmüştür (Şekil 5.5). Ölçümlerden önce sakin su durumunda sistemin direncini dengeye getirmek sureti ile sistem kalibrasyonu yapılmıştır. Yapılan ölçümler dalga monitörü vasıtası ile HRWaveData 3.0 veri eldesi ve analizi adlı yazılım programı kullanılarak bilgisayar ortamına aktarılmıştır.



Şekil 5.5 Dalga monitörü

HRWaveData, hidrolik modeller için kullanılan analog veri sinyallerinin elde edilmesi ve analizi için tasarlanmış bir programlar bütünüdür. Bu program özellikle dalga ölçüm problemleri için uygun olan bir kalibrasyon yöntemini, bir analiz paketleri takımı ve sınırlı sayıdaki parametrelerin gerçek zamanlı analizleri ile veri elde etme yöntemini kapsamaktadır. Bu analiz paketleri spektral ve istatistik analiz yöntemlerini ayrıca yansıma analiz yöntemi ile bir çıktı değerlendirme yöntemini içermektedir.

Deney süresince ölçümlerde kullanılan HRWaveData yazılım programı, dalga spektrumu ve spektrum parametrelerini belirleyen spektrum analiz programıdır. Sıfırı aşağı kesme yöntemi ile istatistiksel analiz yapmaktadır. Deney süresi içinde ölçülen kalibre edilmiş verileri, buna karşılık gelen spektrumu elde etmek için frekans alanına dönüştürerek spektrum analizi yapar. Bu yöntem ile tasarım parametreleri hesaplanabilmektedir.

HRWaveData programı içerisinde spektrumu hesaplamak için zamana bağlı veriyi frekansa bağlı veriye dönüştüren hızlı fourier dönüşümleri (FFT) adı verilen bir algoritma kullanılmaktadır. FFT, N sayıdaki veri değerinin zamansal kayıtlarını alır ve örnekleme frekansını ikiye bölmek için sıfır aralığının üzerine eşit olarak yerleştirilmiş frekanslara sahip farklı (ayrık, kesikli, discrete)  $N/2$  sayıdaki sinüs dalgasını eşitler.

HRWaveData programının öngördüğü bir dizi işlem ile deney sisteminin optimum çalışma süresi ve veri alma frekansı belirlenmiştir. Deney öncesinde dalga kanalında en büyük dalga periyodu 2 sn olarak belirlenmiştir. Ölçümlerde dalga yansımalarını engellemek için ölçülen ilk 10 dalga ile çalışılmıştır. HRWaveData programının çalışma süresi hesaplanmasında ise % 20 oranında bir hata payı bırakılmıştır. Böylelikle çalışma süresi 24 sn olarak kabul edilmiştir. Veri alma sıklığı HRWaveData programına göre şu şekilde hesaplanmıştır.

Pik periyot = 2 sn

Elde edilmek istenen dalga sayısı = 10 adet

Çalışma süresi =  $2 \times 10 = 20$  sn

Örnekleme frekansının pik periyodunun en az 8 katı olması tavsiye edilmektedir. Buna göre frekans aralığı

$2 \div 8 = 0.25$  sn

Toplam çalışma süresi için,

$20 \text{ sn} \div 0.25 = 80$  adet veri alınması gerekmektedir.

$2^6 < 2^7$  aralığında yer almaktadır.

Spektrum analizi için toplanacak veri sayısının  $2^n$  sayıda olması gerekir. Bunun için veri alma sıklığı  $2^7$  yani 128 Hz olarak hesaplanmıştır.

İki boyutlu düzenli dalga kanalında açılması planlanan model çukurunun konumuna göre 3 no'lu dalga ölçer probu yerleştirilerek HRWaveData dalga kayıt programı ile kırılmayan ve düzenli koşullardaki dalgalar için periyotları ve yükseklikler ölçülmüştür.

### 5.3 Dalga Karakteristikleri

İki boyutlu düzenli dalga kanalında model çukuru oluşturulmadan önce farklı periyot ve yüksekliklerdeki dalgaların düzlem tabandaki değerleri belirlenmiş, daha sonra çeşitli genişlik ve derinliklerde model çukurları açılmıştır. Dalga kanalında gerçekleştirilen deneylerde 0.45 m genişliğinde 0.10, 0.20, 0.30 m derinliklerinde, 0.70 m genişliğinde 0.10, 0.20, 0.30 m derinliklerinde ve 1.00 m genişliğinde yine 0.10, 0.20, 0.30 m derinliklerinde olmak üzere 9 adet farklı model çukuru oluşturulmuştur. Dalga kanalında açılan bu çukurlardan bazıları Şekil 5.6'da gösterilmiştir. Çukur etkisi dikkate alınarak tekrar elde edilen değerler, dalga periyodu ve dalga yüksekliklerindeki değişimler bulunarak karşılaştırılmıştır.



(a)  $d=0.10$  m,  $B=0.70$  m boyutlu model çukuru

Şekil 5.6 Deneylerde kullanılan farklı boyutta model çukurları



(b)  $d=0.10$  m,  $B=0.70$  m boyutlu model çukuru



(c)  $d=0.20$  m,  $B=0.45$  m boyutlu model çukuru (Yapım aşaması)

Şekil 5.6 Deneylerde kullanılan farklı boyutta model çukurları

Dalgalar 0.9, 1.15, 1.35, 2 s periyodlarında farklı dalga yükseklikleri belirlenerek gruplandırılmıştır. Bütün çukur durumları ve dalga şartları dikkate alınarak toplam 135 adet farklı deney gerçekleştirilmiştir. Dalga kanalında üretilen dalgalar değerlendirilerek elde



edilen dalgalara ait özellikler Çizelge 5.1’de, kullanılan tarama çukuru boyutları Çizelge 5.2’de özetlenmiştir. Çizelge 5.1 ve 5.2’de T dalga periyodunu,  $H_i$  gelen dalga yüksekliğini,  $L_i$  gelen dalga boyunu,  $H_i/L_i$  gelen dalga dikliğini, B tarama çukuru genişliğini, d tarama çukuru derinliğini göstermektedir.

Çizelge 5.1 Seçilen gelen dalgalara ait özellikler

Dalga Periyodu T (s)	Gelen Dalga Yüksekliği $H_i$ (m)	Gelen Dalga Boyu $L_i$ (m)	Dalga Dikliği $H_i/L_i$
0.90	0.075	1.17	0.0641
0.90	0.100	1.17	0.0855
0.90	0.125	1.17	0.1026
1.15	0.050	1.67	0.0299
1.15	0.075	1.67	0.0449
1.15	0.100	1.67	0.0599
1.15	0.125	1.67	0.0719
1.35	0.050	2.05	0.0244
1.35	0.075	2.05	0.0366
1.35	0.100	2.05	0.0488
1.35	0.125	2.05	0.0585
2.00	0.050	3.26	0.0153
2.00	0.075	3.26	0.0230
2.00	0.100	3.26	0.0307
2.00	0.125	3.26	0.0368

Çizelge 5.2 Kullanılan tarama çukuruna ait özellikler

Çukur Genişliği B (m)	Çukur Derinliği d (m)
0.45	0.10
	0.20
	0.30
0.70	0.10
	0.20
	0.30
1.00	0.10
	0.20
	0.30

HRWaveData programı ile yapılan dalga ölçümlerinde model çukuru öncesinde 1 adet dalga ölçer probu yerleştirilmiştir. Model çukurundan dolayı çukurun üzerindeki dalga değerlerinde meydana gelen değişimlerin gözlemlenmesi amacıyla çukurun merkez noktasına 1 adet prob konulmuştur. Benzer şekilde çukur etkisinden dolayı çukurdan sonra dalga yüksekliğindeki değişimi gözlemek için de çukurdan sonra kanala 3 adet dalga ölçer probu yerleştirilmiştir. Model çukurundan önceki prob ile çukurun merkez noktasındaki prob arasındaki mesafe 1.6 m'dir. Kanalda bulunan diğer problemlerin eksenleri arasındaki mesafe ise 1.2 m olacak şekilde yerleştirilmiştir. Çukur merkezinden itibaren uzaklık X ile gösterilmiştir. Deney süresince model kanalındaki su derinliği 30 cm olarak sabit tutulmuştur. Kanala yerleştirilen dalga problemlerinin konumları yine Şekil 5.2'de görülmektedir.

#### 5.4 Olaya Etkili Parametrelerin Belirlenmesi ve Boyut Analizi

Kanal tabanında açılan farklı geometrilerdeki çukurların etkisi ile dalga yüksekliklerinde meydana gelen değişimin belirlenmesi için öncelikle olaya etkili parametrelerin elde edilmesi gereklidir. Bu parametreler Çizelge 5.3'de gösterildiği gibi belirlenmiştir.

Çizelge 5.3 Etkili parametreler

	Parametre	Sembolü	Birimi	Boyutu
Akışkanı karakterize eden değişkenler	Akışkanın özgül kütlesi	$\rho$	$\text{kg/m}^3$	$\text{ML}^{-3}$
Akımı karakterize eden değişkenler	Dalga yüksekliği	H	m	L
	Dalga periyodu	T	sn	T
	Dalga boyu	L	m	L
	Su derinliği	h	m	L
Çukuru karakterize eden değişkenler	Çukur genişliği	B	m	L
	Çukur derinliği	d	m	L
Diğer değişkenler	Yerçekimi ivmesi	g	$\text{m/s}^2$	$\text{LT}^{-2}$

Çizelge 5.3'deki parametreler dikkate alındığında aşağıdaki fonksiyon yazılabilir.

$$F(\rho, g, h, B, H, T, d, L)=0 \quad (5.1)$$

Bu parametreler esas alınarak Langhaar (1980) metodu ile Çizelge 5.4 ve 5.5 yardımıyla boyut analizi uygulanarak boyutsuz büyüklükler bulunmuştur (Yüksel, 2000).

Çizelge 5.4 Dalga yüksekliğindeki değişim için etkili parametrelerin boyutları

	$k_1$	$k_2$	$k_3$	$k_4$	$k_5$	$k_6$	$k_7$	$k_8$
Sembol	H	B	g	h	L	$\rho$	d	T
M	0	0	0	0	0	1	0	0
L	1	1	1	1	1	-3	1	0
T	0	0	-2	0	0	0	0	1

$$k_6 = 0 \quad (5.1)$$

$$k_1 + k_2 + k_3 + k_4 + k_5 - 3k_6 + k_7 = 0$$

$$k_7 = -k_1 - k_2 - k_3 - k_4 - k_5 \quad (5.2)$$

$$-2k_3 + k_8 = 0$$

$$k_8 = 2k_3 \quad (5.3)$$

Çizelge 5.5 Dalga yüksekliğindeki değişim için boyutsuz parametreler

	$k_1$	$k_2$	$k_3$	$k_4$	$k_5$	$k_6$	$k_7$	$k_8$
$\Pi_1$	1	0	0	0	0	0	-1	0
$\Pi_2$	0	1	0	0	0	0	-1	0
$\Pi_3$	0	0	1	0	0	0	-1	2
$\Pi_4$	0	0	0	1	0	0	-1	0
$\Pi_5$	0	0	0	0	1	0	-1	0

(5.1), (5.2) ve (5.3) ifadeleri kullanılarak Çizelge 5.5’de görülen boyutsuzların üstel değerleri belirlenir. Çizelge (5.5)’den aşağıdaki gibi dört boyutsuz büyüklük elde bulunmuştur.

$$\Pi_1 = \frac{H}{d} \quad \text{göreceli dalga yüksekliği}$$

$$\Pi_2 = \frac{B}{d} \quad \text{göreceli çukur genişliği}$$

$$\Pi_3 = \frac{gT^2}{d} \quad \text{periyot parametresi}$$

$$\Pi_4 = \frac{h}{d} \quad \text{göreceli su derinliği}$$

$$\Pi_5 = \frac{L}{d} \quad \text{göreceli dalga boyu}$$

O halde boyutsuz fonksiyon

$$F_1(\Pi_1, \Pi_2, \Pi_3, \Pi_4, \Pi_5) = 0$$

$$F_1\left(\frac{H}{d}, \frac{B}{d}, \frac{gT^2}{d}, \frac{h}{d}, \frac{L}{d}\right) = 0$$

olarak elde edilmiştir.

Burada dalga dikliğini elde etmek amacıyla belirlenen boyutsuz gruplardan  $\Pi_1$  ve  $\Pi_3$  birlikte dikkate alınarak yeni boyutsuz fonksiyon belirlenmiştir.

$$F_2(\Pi_1, \Pi_2, \Pi_3', \Pi_4, \Pi_5) = 0$$

$$F_2\left(\frac{H}{d}, \frac{B}{d}, \frac{H}{gT^2}, \frac{h}{d}, \frac{L}{d}\right) = 0$$

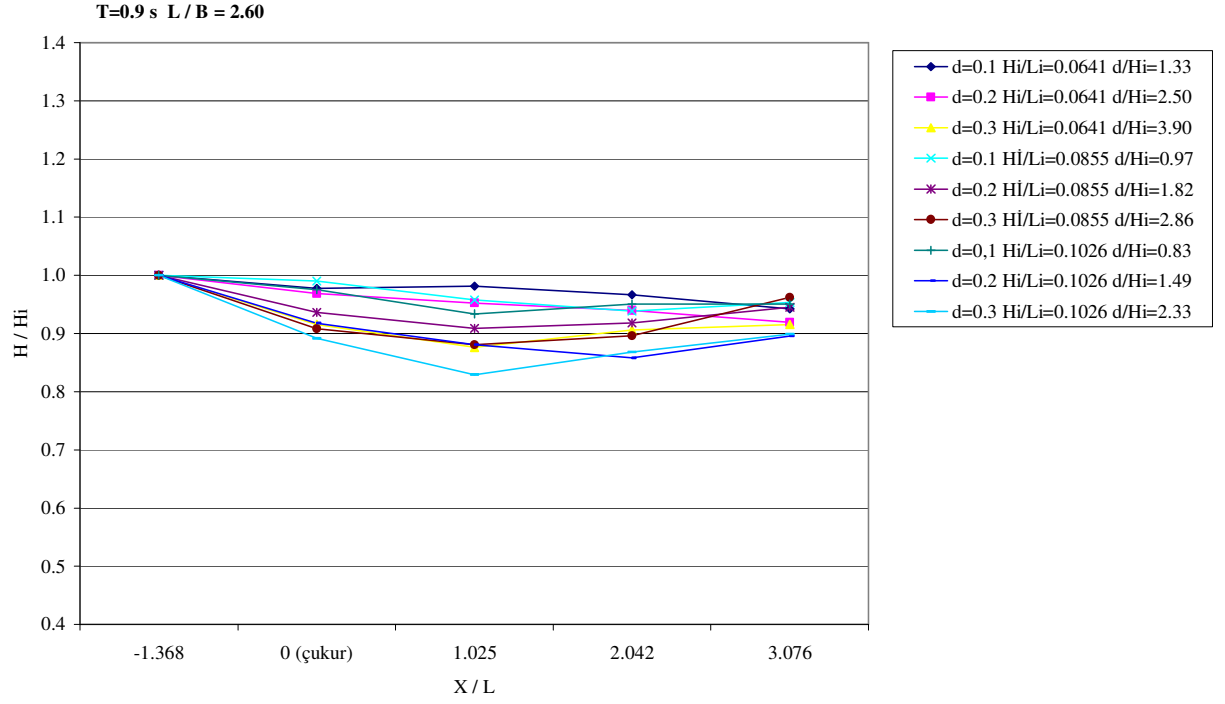
Her bir boyutsuzun anlamı daha önce verilmiştir, ancak problem için daha anlamlı olan  $\Pi_3'$  boyutsuzu dalga dikliği olarak tanımlanmıştır.

## 6. DENEY SONUÇLARI

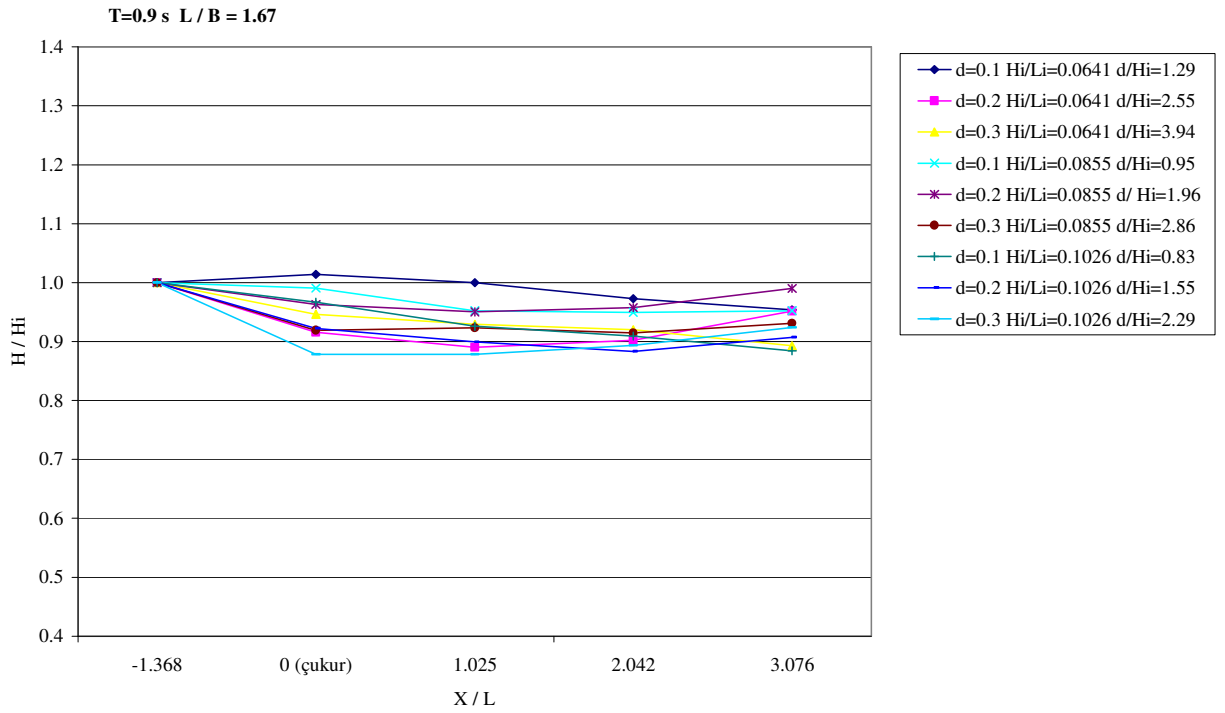
İki boyutlu dalga kanalında farklı çukur boyutları ve dalga şartları kullanılarak gerçekleştirilen deneyler sonucunda elde edilen sonuçlar aşağıda yorumlanılmıştır.

Şekil 6.1’de farklı çukur geometrilerinde, çukurdan olan farklı mesafeler için boyutsuz dalga yükseklikleri (her noktada ölçülen dalga yüksekliğinin gelen dalga yüksekliğine oranı) çizilmiştir. Grafiklerde “0” noktası çukurun eksenini göstermektedir. Grafikler dalga periyoduna ve çukur genişliğine göre gruplandırılmıştır.  $T=0.9$  s için çizilen grafiklere (Şekil 6.1a,b,c) bakıldığında çukurun boyutları ne olursa olsun dalga yüksekliğinin deney kanalında açılan çukurdan çok fazla etkilenmediği görülmektedir. Genel olarak bütün grafikler incelendiğinde ise şu gözlenmiştir. Her bir dalga periyodu için grafikler ayrı ayrı incelendiğinde dalga periyodu arttıkça, çukur ekseninden itibaren bir dalga boyu mesafenin ( $X/L \cong 1$ ) kaydığı ancak bu mesafede başlangıç probunda ölçülen dalga yüksekliğine göre bir azalma meydana geldiği görülmektedir. Bu azalma  $T=0.9$  s periyoda sahip dalgalarda oldukça küçük olmakla birlikte dalga periyodunun büyümesiyle azalma miktarının da arttığı belirlenmiştir. Diğer bir deyişle dalga periyodunun artmasıyla dalga yüksekliğindeki değişim daha belirgin olmuştur. Cayocca ve Gardin (2003) de yaptıkları çalışmada dalga yüksekliğinin kum alım çukurundan geçerken azaldığını ifade etmişlerdir. Aynı zamanda Walkden ve Stansby (2006) yaptıkları çalışmada yakın kıyı dalga ikliminde, taramadan (kum alımından) dolayı dikkate değer bir değişim olmadığını belirtmişlerdir. Bu çalışmada da sabit tabanlı dalga kanalında açılan farklı boyuttaki çukurların dalga yüksekliğinde çok az değişim oluşturduğu görülmüştür (Çizelge Ek1).

Diğer yandan her grafik kendi içinde incelendiğinde genel eğilim olarak çukur derinliği 0.1 m iken dalga yüksekliğindeki değişimin az olduğu ancak artan çukur derinliği ile birlikte değişimin de arttığı belirlenmiştir. Dalga periyodunun büyümesiyle dalga yüksekliğindeki bu değişimin oldukça fazlaştığı görülmüştür.

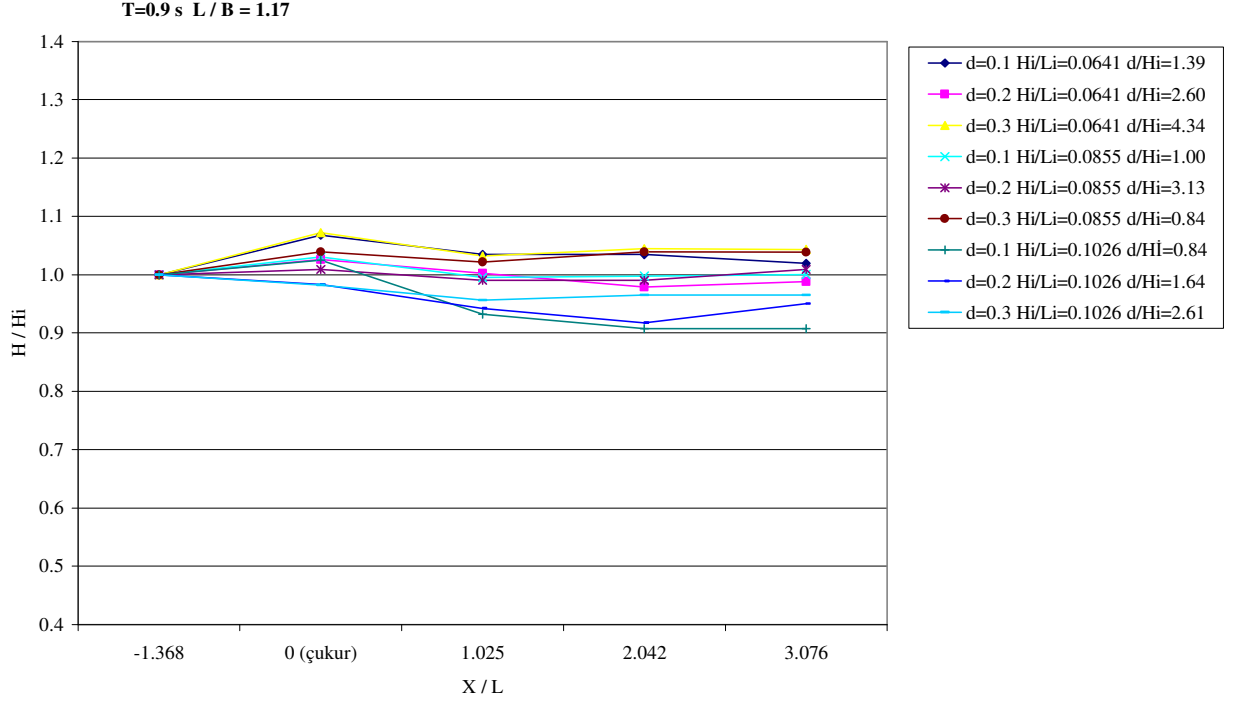


(a)

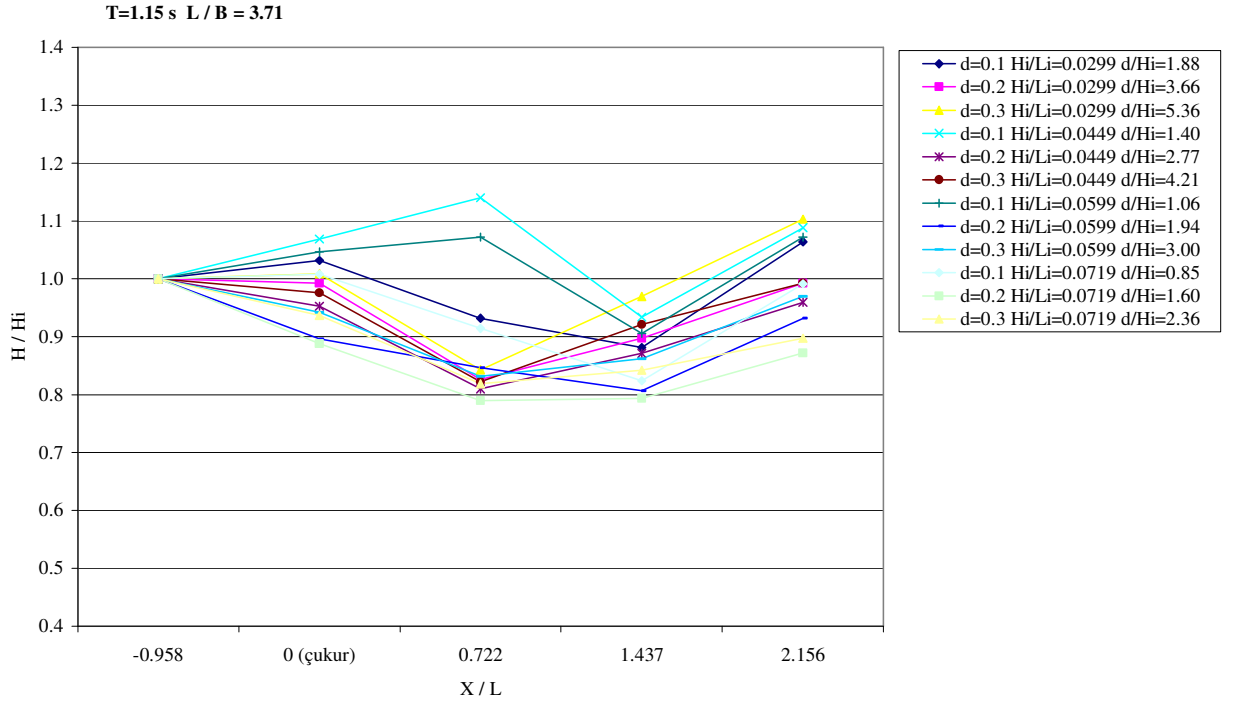


(b)

Şekil 6.1  $x/L$  ile  $H/H_i$ 'nin değişimi

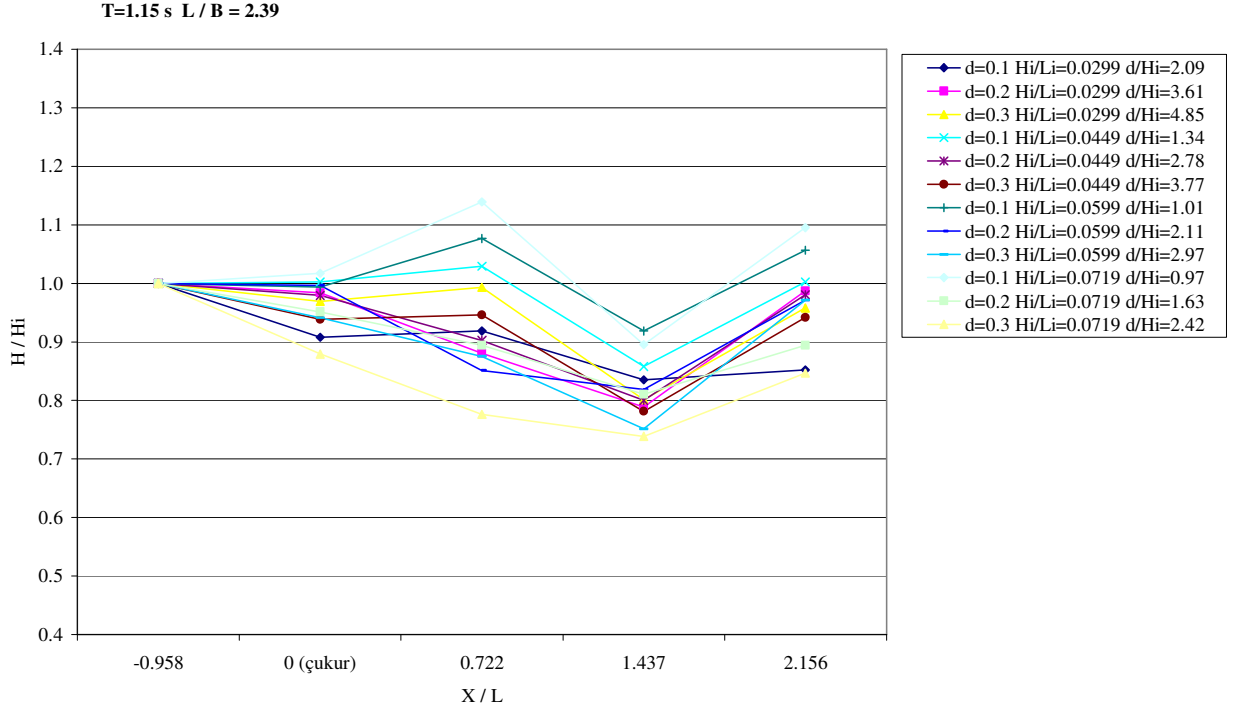


(c)

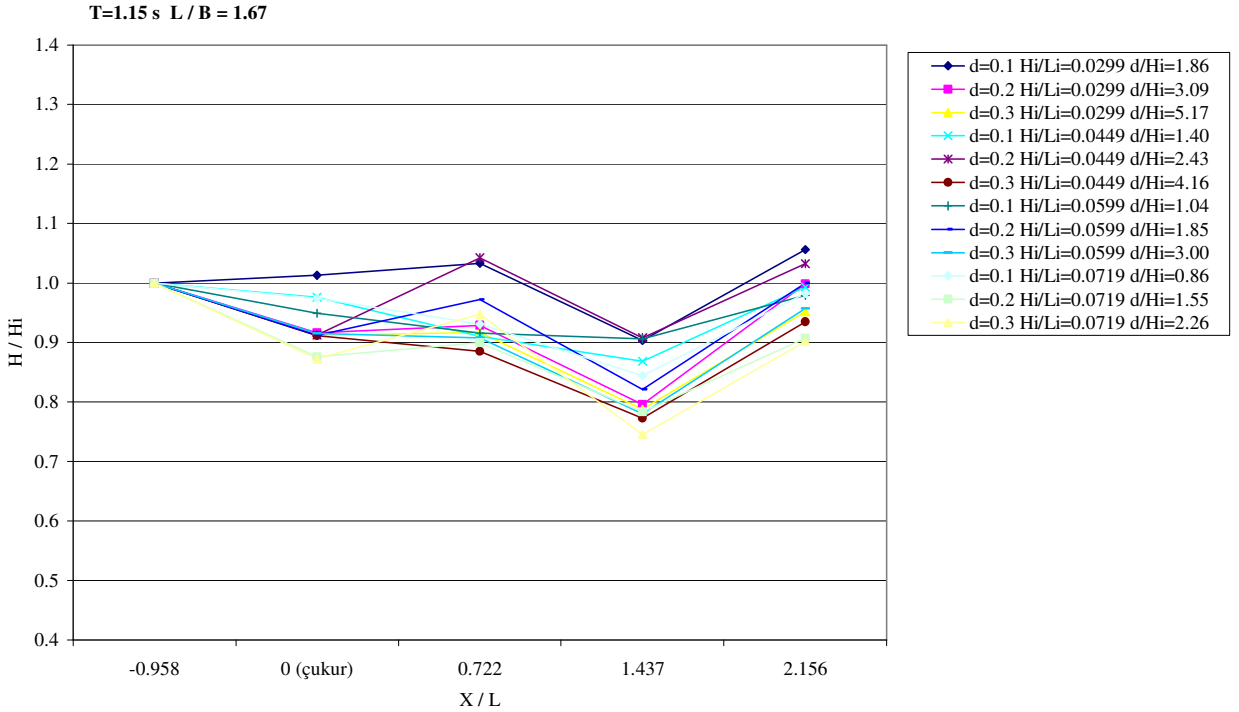


(d)

Şekil 6.1 Devam



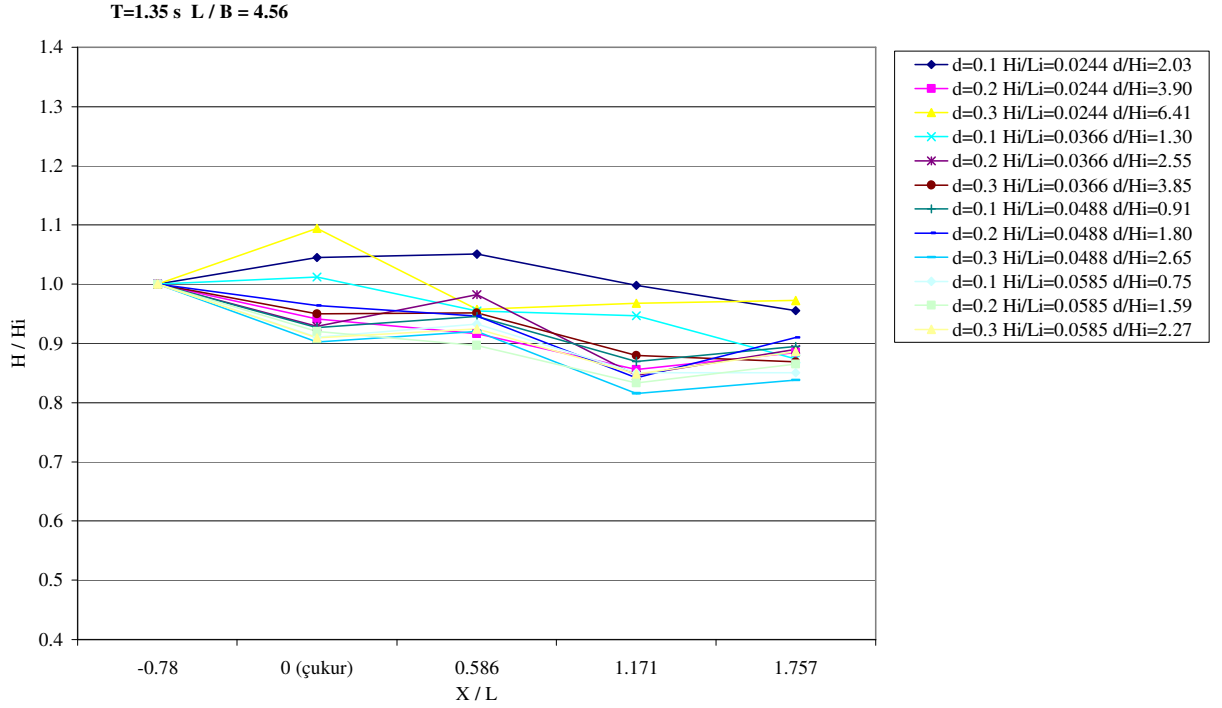
(e)



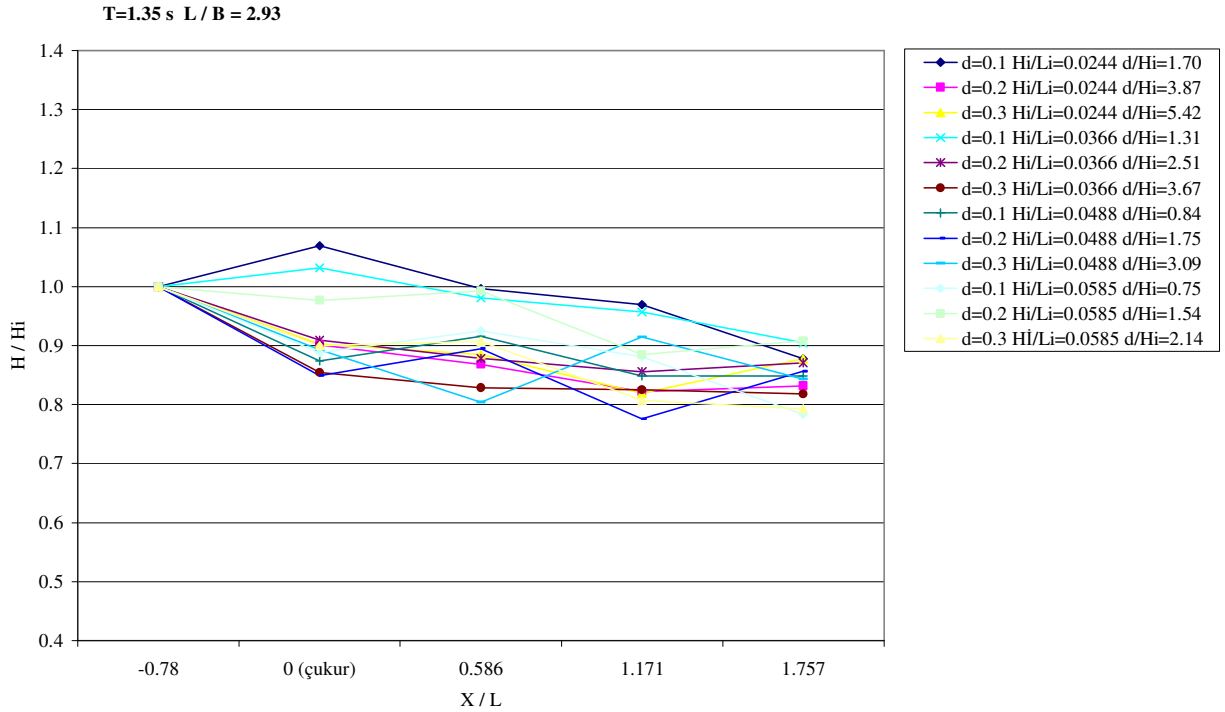
(f)

Şekil 6.1 Devam



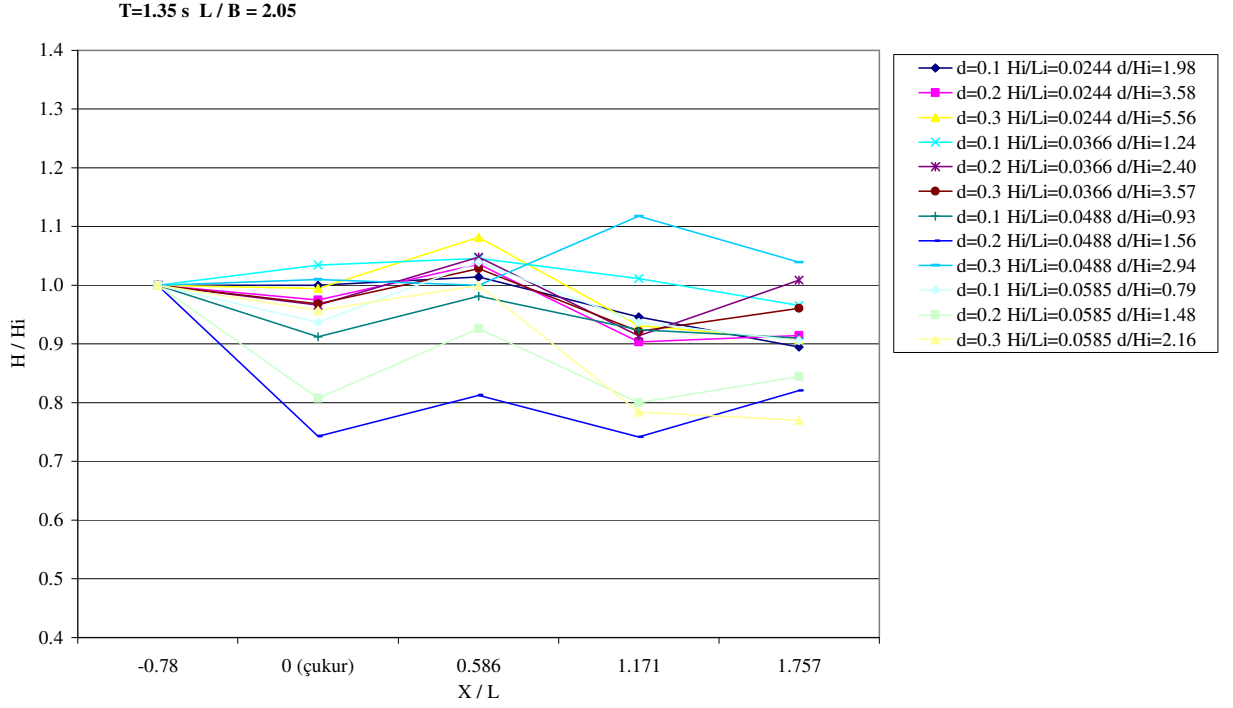


(g)

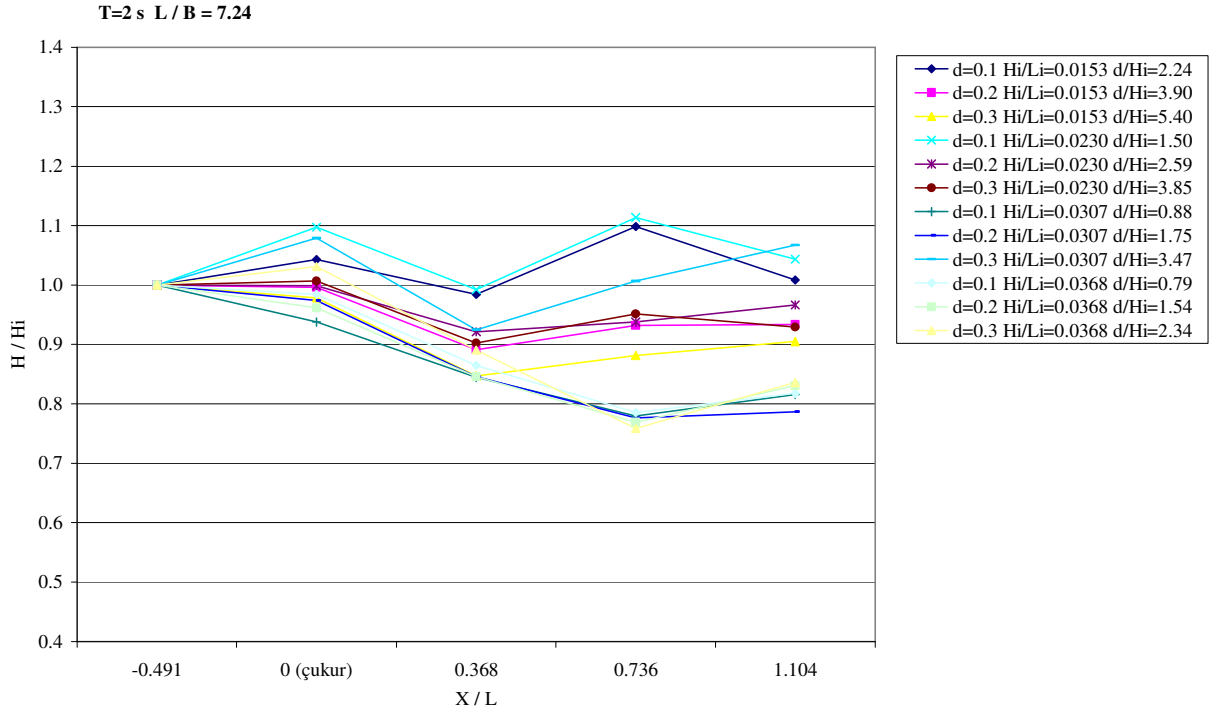


(h)

Şekil 6.1 Devam

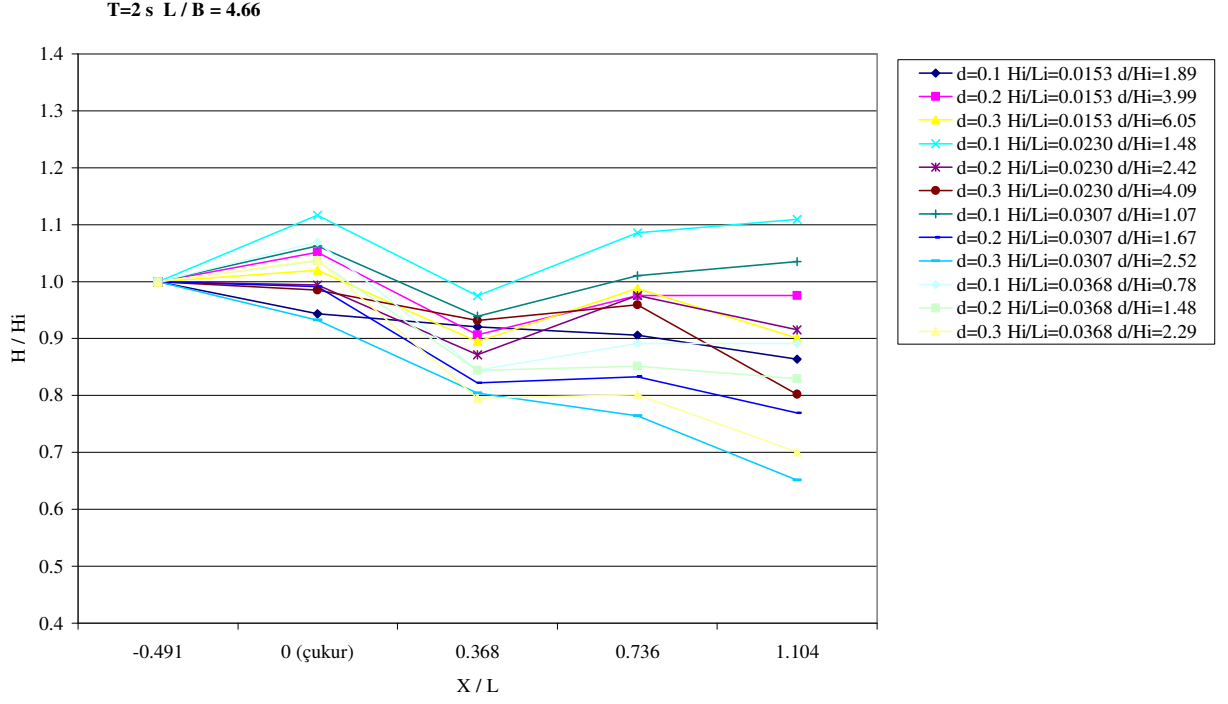


(i)

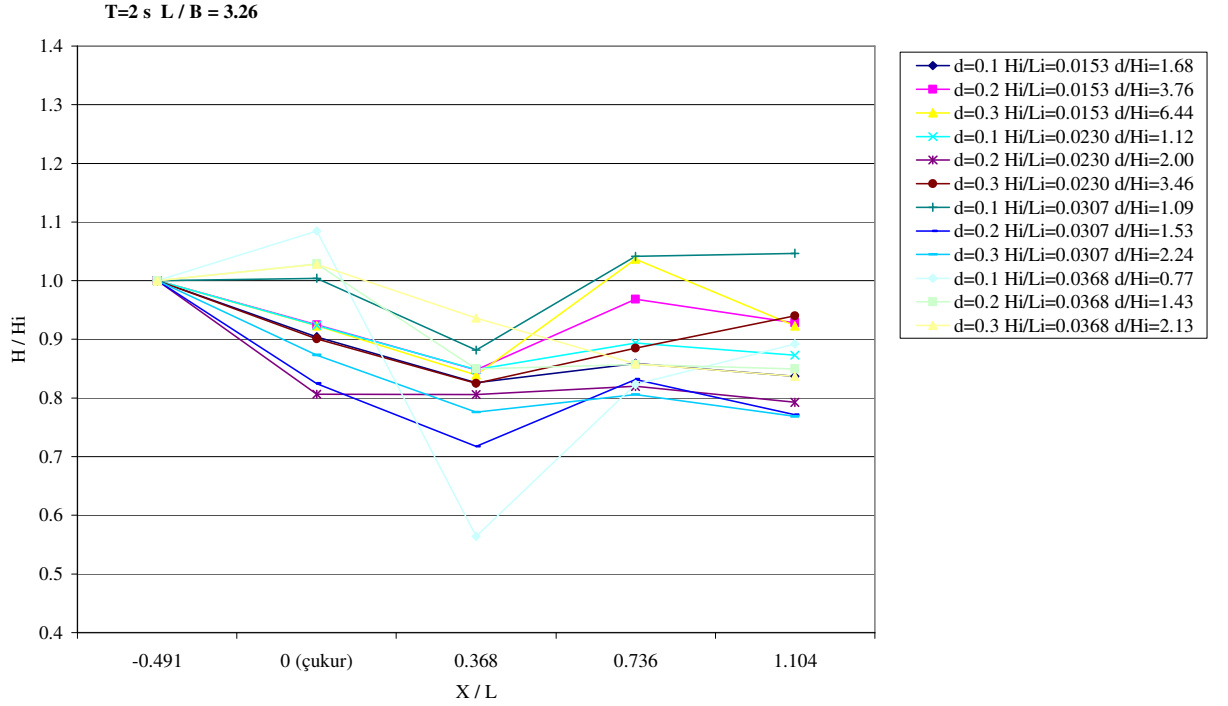


(i)

Şekil 6.1 Devam



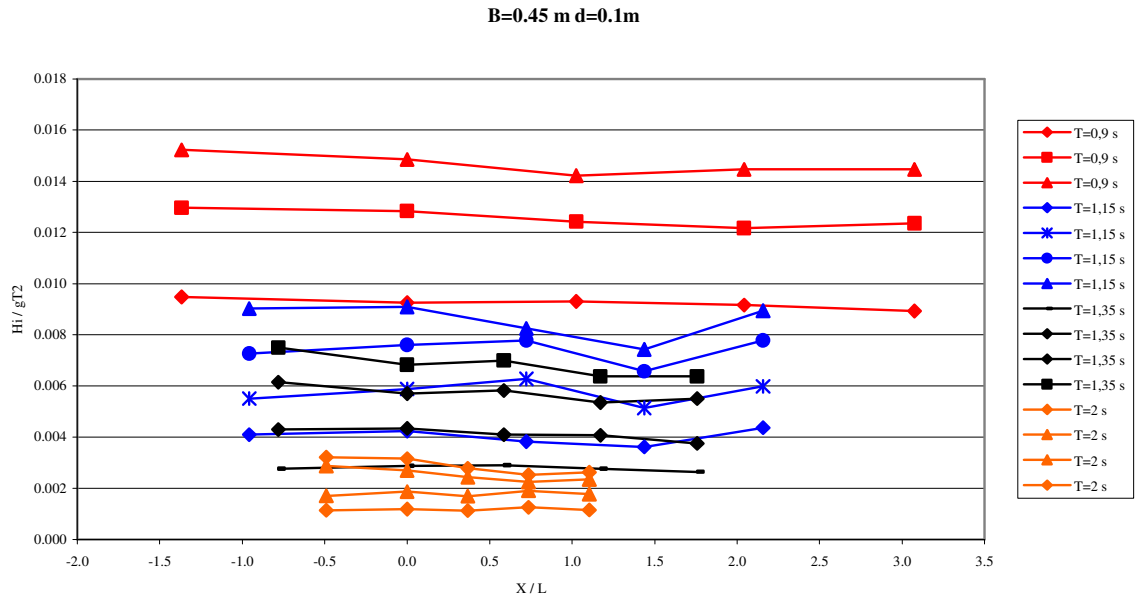
(j)



(k)

Şekil 6.1 Devam

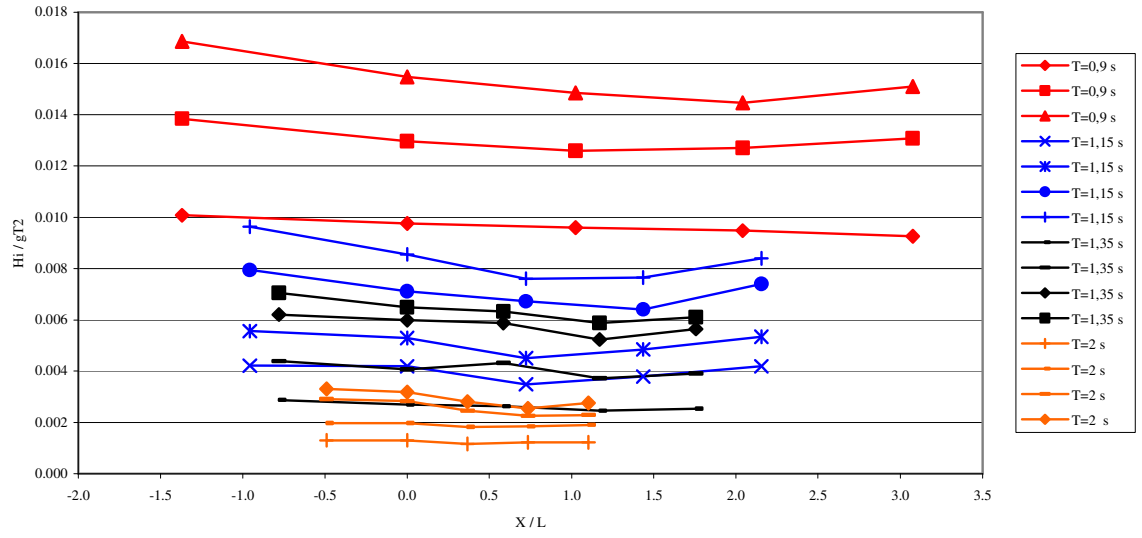
Şekil 6.2’de ise her noktadaki gelen dalga dikliğine( $H_i/gT^2$ ) karşılık çukurdan olan farklı mesafeler ( $X/L$ ) çizilmiştir. Grafikler farklı çukur geometrileri için gruplandırılmıştır. Her bir grafikte bütün periyotların ayrı ayrı dikkate alınması durumunda, çukur geometrisi ne olursa olsun dalga dikliğinin büyük değerlerinde değişimin fazla olduğu, dalga dikliği küçüldükçe değişimin azaldığı görülmektedir. Çukur derinliğinin 0.1 m olduğu durumlarda  $T=0.9$  s periyotlu dalgaların çukurdan fazla etkilenmediği belirlenmiştir. En küçük çukur boyutu (0.45 m×0.10 m) için çizilen grafiğe (Şekil6.2a) bakıldığında dalgaların çukurdan çok fazla etkilenmediği ancak çukur boyutları büyüdükçe gelen dalgadaki etkilenmenin arttığı sonucuna varılmıştır.



(a)

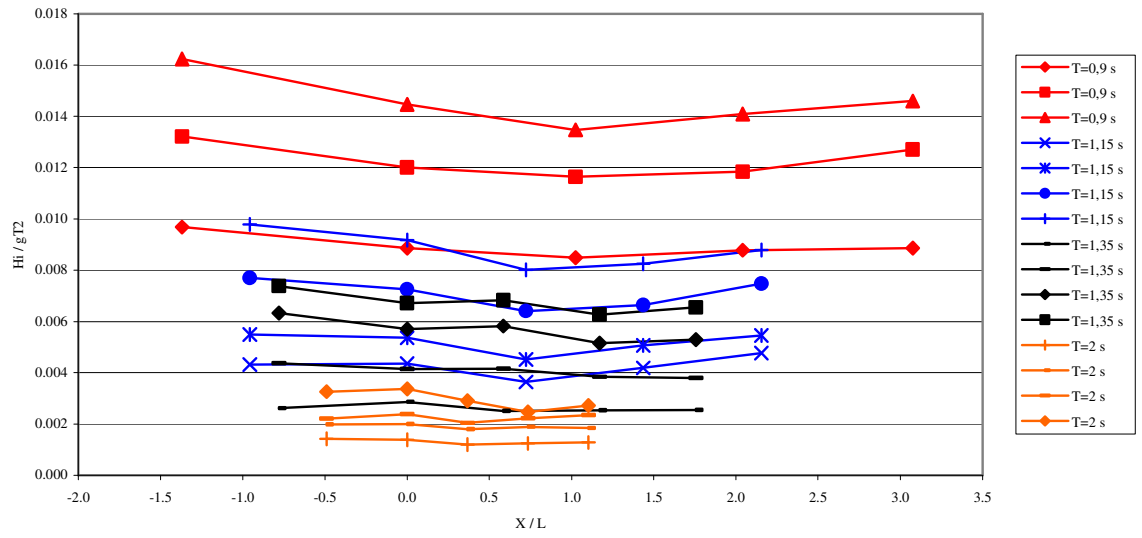
Şekil 6.2 Dalga dikliğinin ( $H/gT^2$ )  $X/L$  ile değişimi

$B = 0.45 \text{ m } d = 0.2 \text{ m}$



(b)

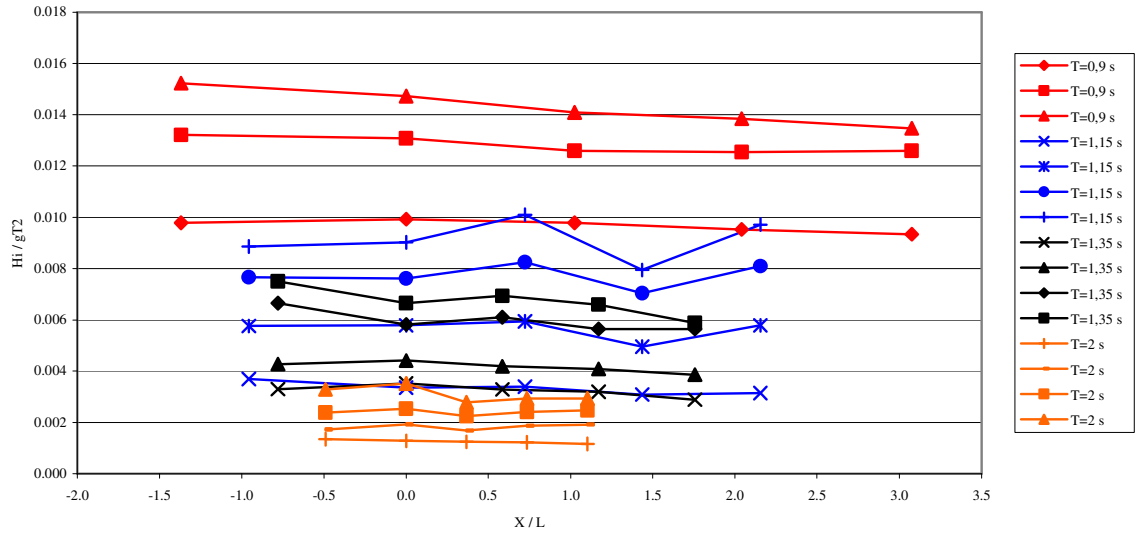
$B = 0.45 \text{ m } d = 0.3 \text{ m}$



(c)

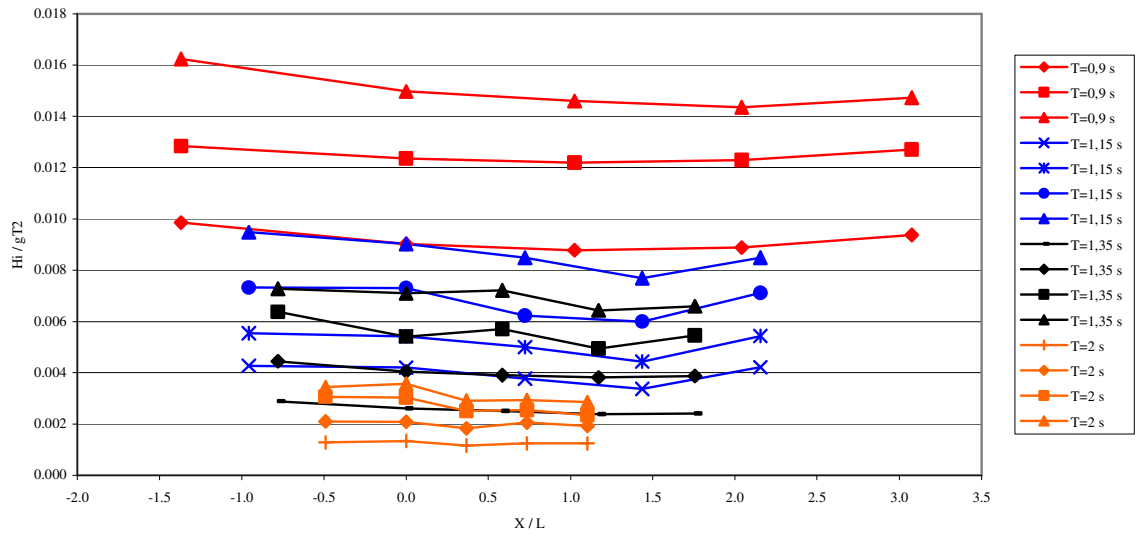
Şekil 6.2 Devam

B = 0.7 m d = 0.1 m



(d)

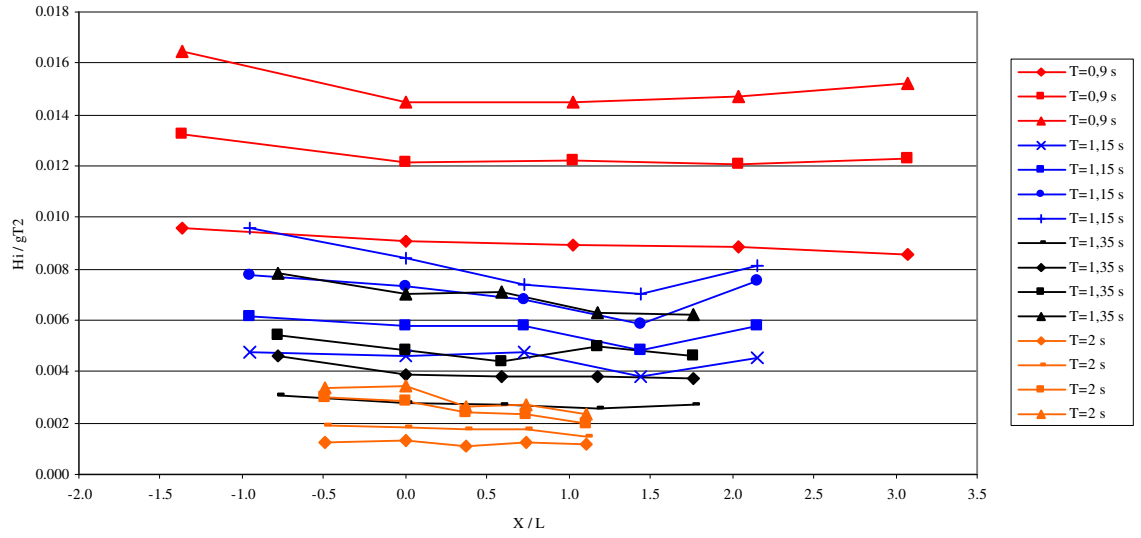
B = 0.7 m d = 0.2 m



(e)

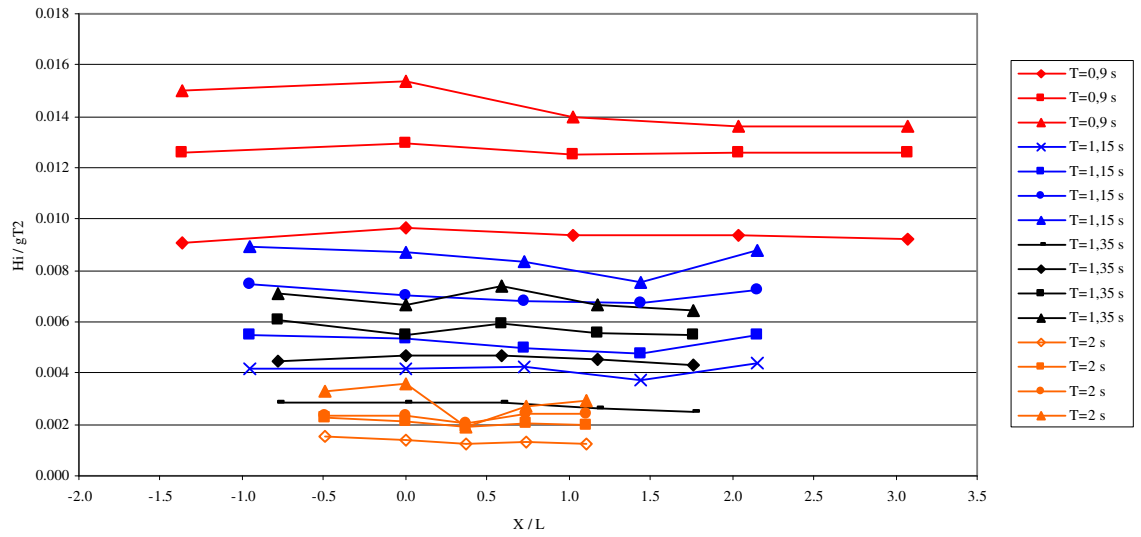
Şekil 6.2 Devam

**B = 0.7 m d = 0.3 m**



(f)

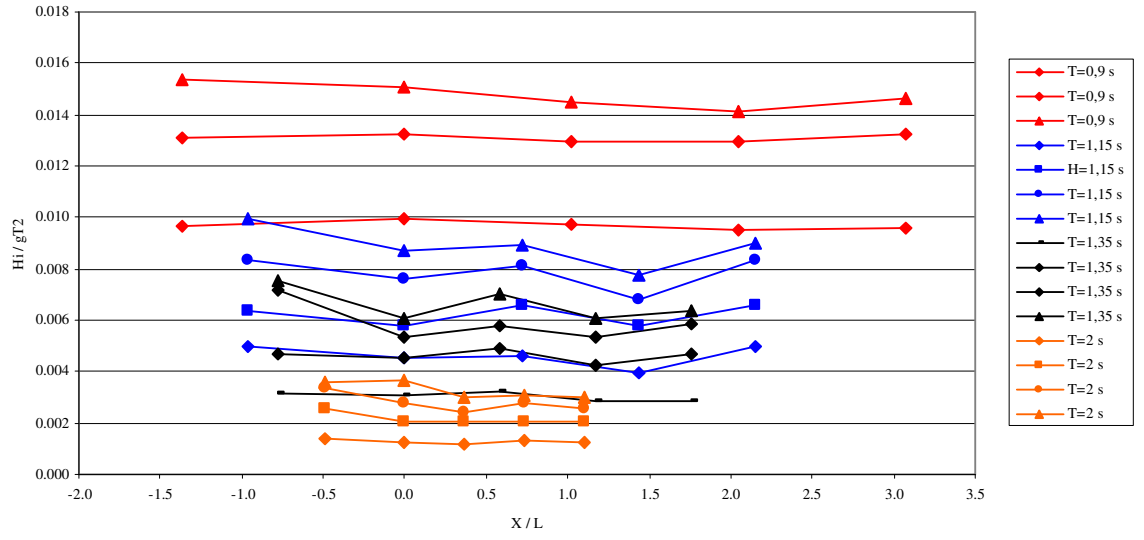
**B = 1 m d = 0.1 m**



(g)

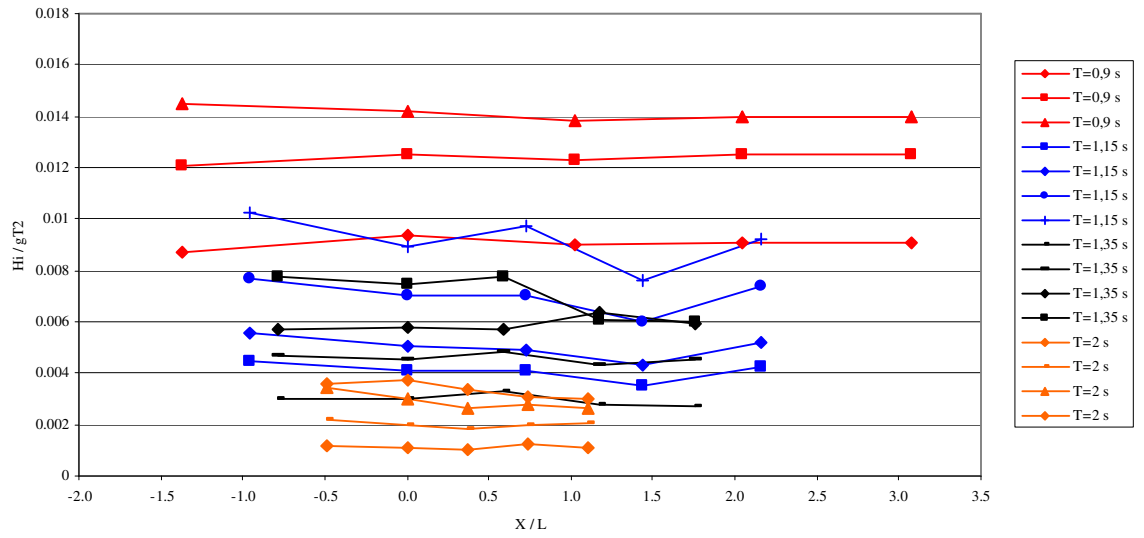
Şekil 6.2 Devam

**B = 1 m d = 0.2 m**



(h)

**B=1 m d=0.3 m**



(i)

Şekil 6.2 Devam



## 7. SONUÇLAR

Kum taşınımında en önemli parametrelerden birinin dalga şartları olduğu bilinmektedir. Bu nedenle bu çalışmada öncelikle geçiş derinliğinde olacak şekilde kum alımı (tarama) amacıyla açılan tarama çukurlarına benzeştirilerek sabit taban üzerinde farklı boyutlarda çukurlar açılmış, düzenli dalga şartları altında bir seri deney gerçekleştirilmiştir. Böylece bu çukurların dalga şartları üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Çalışmada farklı çukur geometrileri ( $B=0.45$  m,  $0.70$  m,  $1.00$  m ve  $d=0.1$  m,  $0.2$  m,  $0.3$  m) ve farklı gelen dalga şartları kullanılmıştır. Gelen dalga diklikleri ( $H_i/L_i$ )  $0.0153-0.1026$  limitleri arasındadır. Deneyler sonucunda elde edilen bulgular aşağıda özetlenmiştir.

- 1) Küçük periyotlu dalga şartlarında tarama çukuru boyutları ne olursa olsun dalga yüksekliğinin çukurdan çok fazla etkilenmediği görülmüştür.
- 2) Dalga periyodu arttıkça, çukur ekseninden itibaren bir dalga boyu mesafenin ( $X/L \approx 1$ ) kaydığı ancak bu mesafede başlangıç noktasında ölçülen dalga yüksekliğine göre bir azalma meydana geldiği görülmüştür. Bu azalmanın  $T=0.9$  s periyoda sahip dalgalarda oldukça küçük olduğu ve dalga periyodunun büyümesiyle azalma miktarının da arttığı belirlenmiştir. Yani dalga periyodunun artmasıyla dalga yüksekliğindeki değişim daha belirgin olmuştur.
- 3) Genel olarak dalga kanalında açılan farklı boyuttaki tarama çukurlarının dalga yüksekliğinde çok az değişim oluşturduğu görülmüştür.
- 4) Çukur derinliği  $0.1$  m iken dalga yüksekliğindeki değişimin az olduğu ancak artan çukur derinliği ile birlikte aynı dalga için değişimin de arttığı belirlenmiştir. Dalga periyodunun büyümesiyle dalga yüksekliğindeki bu değişimin oldukça fazlaştığı görülmüştür.
- 5) Her bir periyot ayrı ayrı incelendiğinde, çukur geometrisi ne olursa olsun dalga dikliği küçüldükçe değişimin azaldığı görülmektedir. En küçük çukur boyutu ( $0.45 \text{ m} \times 0.10 \text{ m}$ ) için dalgaların çukurdan etkilenmediği ancak çukur boyutları büyüdükçe gelen dalgadaki etkilenmenin arttığı sonucuna varılmıştır.

**KAYNAKLAR**

Bray, R.N., Bates, A.D. ve Land, J.M., (1997), *Dredging a Handbook for Engineers*, Butterworth Heinemann.

Birkemeir, W.A., (1985), "Time Scales of Nearshore Profile Changes", *Proceedings 19<sup>th</sup> International Conference on Coastal Engineering*, Houston, Vol.2, Chapter 102, pp:1507-1521

Booij, N., Haagsma, I.J.G., Holthuijsen, L.H., Kieftenburg, A.T.M.M., Ris, R.C., van der Westhuysen, A.J. ve Zijlema, M., (2004), *SWAN Cycle III Version 40.41 User Manual*, Delft University of Technology.

Cayocca, F. ve Gardin, B., (2003), "Assessing The Impact of Sand Extraction on The Shore Stability: Project for a Methodological Framework", *European Marine Sand-Shaping The Future*, EMSAGG Conference 20-21 February 2003, Delft University, The Netherlands.

CEDA / IADC (2000), *Effects, Ecology and Economy, Environmental Aspects of Dredging*.

CERC, (1984), "Shore Protection Manual (SPM)", USA.

Dankers, P.J.T., (2002), *Literature Study on Sediment Plumes that Arise Due to Dredging*, TU Delft, the Netherlands.

Demir, H., Otay, E.N., Work, P.A. ve Börekçi, O.S., (2004), *Impacts of Dredging on Shoreline Change*, *Journal of Waterway, Port, Coastal and Ocean Engineering*, July-Aug, 2004

DLH., (2007), *Kıyı Yapıları ve Limanlar Malzeme, Yapım, Kontrol ve Bakım Onarım Teknik Esasları*, T.C. Ulaştırma Bakanlığı Demiryollar, Limanlar, Havameydanları İnşaatı Gn. Müd.

Essink, K., (1999), *Ecological Effects of Dumping Dredged Sediments, Options for Management*. *Journal of Coastal Conservation*, Vol.5: 69 - 80.

du Gardin, B., Armède, R., Cayocca, F. ve Augris, C., (2002), *Effets de l'extraction des Matériaux Marins sur la Stabilité du Littoral*. *Les Techniques de l'Industrie Minérale*, 15: 94-112.

de Groot, S.J., (1979), *The Potential Environmental Impact of Marine Gravel Extraction in the North Sea*, *Ocean Management*, 5: 233 - 249.

Gubbay, S., (2003), *Marine Aggregate Extraction and Biodiversity, Information, Issues and Gaps in Understanding*. Report to the Joint Marine Programme of The Wildlife Trusts and WWF-UK.

Hallermeier, R. J., (1981), *Terminal Settling Velocity of Commonly Occuring Sands*, *Sedimentology*, 28: 859-865.

Hanson, H. ve Kraus, N.C., (1989), "Genesis- Generalized Model for Simulating Shoreline Change, Vol.1 Reference Manual and users guide.

- Heinis, F. ve van Dalftsen, J.A., (2001), Ecological Effects of Large Scale Dredging in Relation to Extraction Depth (an International Panel's View), HWE and Agro Consultancy.
- Hitchcock, D.R. ve Bell, S., (2004), Physical Impact of Marine Aggregate Dredging on Seabed Resources in Coastal Deposits, *Journal of Coastal*, Vol.20, No.1, 101-114
- Katsui, H. ve Bijker, E.W., (1986), Expected Transport Rate of Material on Seabed. *Journal of Hydraulic Engineering*, 112(9): 861-867.
- Migniot, C. ve Viguiet, J., (1983), Influence de l'extraction des Granulats en Mer sur l'équilibre du Littoral. *La Houille Blanche*.
- Navarro, E., Iglesias, J.I.P., Camacho A.P. ve Labarta U., (1996), The Effect of Diets of Phytoplankton and Suspended Bottom Material on Feeding and Absorption of Raft Mussels (*Mytilus galloprovincialis* Lmk), *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 198: 175 - 189.
- Nicholls, R.J., Birkemeier, W.A. ve Lee, G.H., (1998), Evaluation of Depth of Closure Using Data from Duck, NC, USA. *Marine Geology*, 148 (3-4): 179-201.
- Phua, C., van den Akker, S., Baretta, M. ve van Dalftsen, J., (2004), Ecological Effects of Sand Extraction in The North Sea.
- Posford Duvivier Environment and Hill, M.I., (2001), Guidelines on The Impact of Aggregate Extraction on European Marine Sites. Countryside Council for Wales
- Pilkey, O.H., Young, R.S., Riggs, S.R. ve Smith, A.W.S., (1993), The Concept of Shoreface Profile of Equilibrium : A critical Review. *Journal of Coastal Research*, 9(1): 255-278.
- van Rijn, L., (1986), Sedimentation of Dredged Channels by Currents and Waves. *Journal of Waterway, Port and Ocean Engineering*, 2(5).
- Rozemeijer, M.J.C., (1999),. Van ei tot Kinderkamerbewoner. RIKZ
- Seys, J., (2003), Zorgeloos Zandwinnen: op Zee, Focus, p.3-9 in: *VLIZ* Nummer 8, juli 2003.
- Stansby, P.K., Zhou, J., Kuang, C., Walkden, M., Hall, J. ve Dickson, M., (2006), Long Term Prediction of Nearshore Wave Climate With an Application to Cliff Erosion. Proc. 30<sup>th</sup> Int. Conf. on Coastal Engineering, San Diego, USA.
- Sutton, D.W., Richter, K., Kinghorn, S. ve Cheng, R.T., (1994), Computer Model Study of Changes in Water Currents and Sediment Transport Rates Due to Dredging the Shipping Channel in San Diego Bay. *EOS, Transactions, AGU*, 75 (44, Suppl): 339.
- Turk, T.R. ve Risk, M.J., (1981), Effects of Sedimentation on Infaunal Invertebrate Populations of Cobequid Bay, Bay of Fundy. *Can. J. Fish. Aquatic Science*, 38: 642 - 648.
- Walkden, M. ve Stansby, P., (2006), The Effect of Dredging off Great Yarmouth on The Wave Conditions and Erosion of The North Norfolk Coast, Tyndall Working Paper.

Wijsman, J. ve Anderson, J.B., (2004), Sandpit. WP 2.4: Ecological Effects of Sand Extraction. Draft version1, 4 February 2004.

Work, P.A. ve Dean, R.G., (1995), Assessment and Prediction of Beach-Nourishment Evolution. J.-WATERWAY-PORT-COAST.-ENG., 121(3): 182-190.

Yüksel, Y., (2000), Teori ve Çözümlü Problemler ile Akışkanlar Mekaniği ve Hidrolik, Beta Yayınevi, İstanbul.

Yüksel, Y., (2005), Deniz Tabanı Hidrodinamiği ve Kıyı Morfolojisi, Arıkan Yayınevi, İstanbul

Çizelge Ek1 Her bir deney şartı için ölçüm noktalarında elde edilen dalga yüksekliği değerleri

Dalga Periyodu T (s)	Çukur Genişliği B (m)	Çukur Derinliği d (m)	Ölçülen Dalga Yüksekliği (H <sub>i</sub> ) Değerleri				
			1. kanal	2. kanal ( çukur )	3. kanal	4. kanal	5. kanal
0.9	0.45	0.20	0.0801	0.0776	0.0763	0.0753	0.0736
0.9	0.45	0.30	0.0769	0.0704	0.0674	0.0697	0.0704
0.9	0.70	0.10	0.0778	0.0789	0.0778	0.0757	0.0742
0.9	0.70	0.20	0.0783	0.0717	0.0697	0.0706	0.0745
0.9	0.70	0.30	0.0762	0.0721	0.0708	0.0701	0.0680
0.9	1.00	0.10	0.0720	0.0769	0.0745	0.0745	0.0734
0.9	1.00	0.20	0.0770	0.0790	0.0772	0.0754	0.0761
0.9	1.00	0.30	0.0692	0.0742	0.0714	0.0723	0.0722
0.9	0.45	0.10	0.1030	0.1020	0.0987	0.0967	0.0982
0.9	0.45	0.20	0.1100	0.1030	0.1000	0.1010	0.1040
0.9	0.45	0.30	0.1050	0.0954	0.0925	0.0941	0.1010
0.9	0.70	0.10	0.1050	0.1040	0.1000	0.0997	0.1000
0.9	0.70	0.20	0.1020	0.0982	0.0969	0.0977	0.1010
0.9	0.70	0.30	0.1050	0.0965	0.0969	0.0960	0.0978
0.9	1.00	0.10	0.0999	0.1030	0.0994	0.0997	0.1000
0.9	1.00	0.20	0.1040	0.1050	0.1030	0.1030	0.1050
0.9	1.00	0.30	0.0957	0.0995	0.0978	0.0995	0.0994
0.9	0.45	0.10	0.1210	0.1180	0.1130	0.1150	0.1150
0.9	0.45	0.20	0.1340	0.1230	0.1180	0.1150	0.1200
0.9	0.45	0.30	0.1290	0.1150	0.1070	0.1120	0.1160
0.9	0.70	0.10	0.1210	0.1170	0.1120	0.1100	0.1070
0.9	0.70	0.20	0.1290	0.1190	0.1160	0.1140	0.1170
0.9	0.70	0.30	0.1310	0.1150	0.1150	0.1170	0.1210
0.9	1.00	0.10	0.1190	0.1220	0.1110	0.1080	0.1080
0.9	1.00	0.20	0.1220	0.1200	0.1150	0.1120	0.1160
0.9	1.00	0.30	0.1150	0.1130	0.1100	0.1110	0.1110
1.15	0.45	0.10	0.0532	0.0549	0.0496	0.0469	0.0566
1.15	0.45	0.20	0.0547	0.0543	0.0452	0.0491	0.0543
1.15	0.45	0.30	0.0560	0.0565	0.0472	0.0543	0.0618
1.15	0.70	0.10	0.0479	0.0435	0.0440	0.0400	0.0408
1.15	0.70	0.20	0.0554	0.0545	0.0488	0.0437	0.0547
1.15	0.70	0.30	0.0619	0.0600	0.0615	0.0496	0.0593
1.15	1.00	0.10	0.0537	0.0544	0.0555	0.0485	0.0567
1.15	1.00	0.20	0.0647	0.0593	0.0601	0.0515	0.0646
1.15	1.00	0.30	0.0580	0.0529	0.0532	0.0457	0.0552
1.15	0.45	0.10	0.0714	0.0763	0.0814	0.0667	0.0777
1.15	0.45	0.20	0.0721	0.0687	0.0584	0.0628	0.0692
1.15	0.45	0.30	0.0713	0.0696	0.0586	0.0657	0.0708
1.15	0.70	0.10	0.0748	0.0750	0.0770	0.0642	0.0750
1.15	0.70	0.20	0.0719	0.0704	0.0649	0.0575	0.0705
1.15	0.70	0.30	0.0796	0.0747	0.0753	0.0622	0.0750
1.15	1.00	0.10	0.0714	0.0697	0.0650	0.0620	0.0709
1.15	1.00	0.20	0.0824	0.0752	0.0859	0.0748	0.0851
1.15	1.00	0.30	0.0721	0.0657	0.0638	0.0557	0.0674
1.15	0.45	0.10	0.0942	0.0986	0.1010	0.0853	0.1010

Çizelge Ek1 Devam

Dalga Periyodu T (s)	Çukur Genişliği B (m)	Çukur Derinliği d (m)	Ölçülen Dalga Yüksekliği (H <sub>i</sub> ) Değerleri				
			1 kanal	2 kanal ( çukur )	3 kanal	4 kanal	5 kanal
1.15	0.45	0.20	0.1030	0.0923	0.0872	0.0831	0.0960
1.15	0.45	0.30	0.0999	0.0941	0.0831	0.0861	0.0969
1.15	0.70	0.10	0.0994	0.0988	0.1070	0.0913	0.1050
1.15	0.70	0.20	0.0950	0.0947	0.0809	0.0778	0.0923
1.15	0.70	0.30	0.1010	0.0951	0.0884	0.0759	0.0981
1.15	1.00	0.10	0.0964	0.0915	0.0883	0.0873	0.0944
1.15	1.00	0.20	0.1080	0.0985	0.1050	0.0887	0.1080
1.15	1.00	0.30	0.1000	0.0915	0.0908	0.0780	0.0957
1.15	0.45	0.10	0.1170	0.1180	0.1070	0.0964	0.1160
1.15	0.45	0.20	0.1250	0.1110	0.0987	0.0992	0.1090
1.15	0.45	0.30	0.1270	0.1190	0.1040	0.1070	0.1140
1.15	0.70	0.10	0.1150	0.1170	0.1310	0.1030	0.1260
1.15	0.70	0.20	0.1230	0.1170	0.1100	0.0997	0.1100
1.15	0.70	0.30	0.1240	0.1090	0.0962	0.0916	0.1050
1.15	1.00	0.10	0.1160	0.1130	0.1080	0.0979	0.1140
1.15	1.00	0.20	0.1290	0.1130	0.1160	0.1010	0.1170
1.15	1.00	0.30	0.1330	0.1160	0.1260	0.0991	0.1200
1.35	0.45	0.10	0.0493	0.0515	0.0518	0.0492	0.0471
1.35	0.45	0.20	0.0513	0.0483	0.0470	0.0439	0.0454
1.35	0.45	0.30	0.0468	0.0512	0.0448	0.0453	0.0455
1.35	0.70	0.10	0.0589	0.0630	0.0587	0.0571	0.0517
1.35	0.70	0.20	0.0517	0.0466	0.0449	0.0425	0.0430
1.35	0.70	0.30	0.0554	0.0500	0.0490	0.0454	0.0486
1.35	1.00	0.10	0.0504	0.0504	0.0511	0.0477	0.0451
1.35	1.00	0.20	0.0559	0.0545	0.0579	0.0505	0.0511
1.35	1.00	0.30	0.0540	0.0537	0.0584	0.0503	0.0490
1.35	0.45	0.10	0.0768	0.0777	0.0733	0.0727	0.0671
1.35	0.45	0.20	0.0785	0.0729	0.0771	0.0664	0.0699
1.35	0.45	0.30	0.0780	0.0741	0.0742	0.0686	0.0678
1.35	0.70	0.10	0.0764	0.0788	0.0749	0.0731	0.0691
1.35	0.70	0.20	0.0796	0.0724	0.0699	0.0681	0.0693
1.35	0.70	0.30	0.0818	0.0699	0.0678	0.0675	0.0669
1.35	1.00	0.10	0.0804	0.0832	0.0841	0.0813	0.0776
1.35	1.00	0.20	0.0833	0.0805	0.0873	0.0761	0.0840
1.35	1.00	0.30	0.0840	0.0813	0.0864	0.0774	0.0807
1.35	0.45	0.10	0.1100	0.1020	0.1040	0.0957	0.0984
1.35	0.45	0.20	0.1110	0.1070	0.1050	0.0935	0.1010
1.35	0.45	0.30	0.1130	0.1020	0.1040	0.0922	0.0947
1.35	0.70	0.10	0.1190	0.1040	0.1090	0.1010	0.1010
1.35	0.70	0.20	0.1140	0.0968	0.1020	0.0884	0.0976
1.35	0.70	0.30	0.0970	0.0866	0.0780	0.0887	0.0818
1.35	1.00	0.10	0.1080	0.0985	0.1060	0.0998	0.0983
1.35	1.00	0.20	0.1280	0.0951	0.1040	0.0949	0.1050
1.35	1.00	0.30	0.1020	0.1030	0.1020	0.1140	0.1060
1.35	0.45	0.10	0.1340	0.1220	0.1250	0.1140	0.1140

Çizelge Ek1 Devam

Dalga Periyodu T (s)	Çukur Genişliği B (m)	Çukur Derinliği d (m)	Ölçülen Dalga Yüksekliği ( $H_1$ ) değerleri				
			1 kanal	2 kanal ( çukur )	3 kanal	4 kanal	5 kanal
1.35	0.45	0.20	0.1260	0.1160	0.1130	0.1050	0.1090
1.35	0.45	0.30	0.1320	0.1200	0.1220	0.1120	0.1170
1.35	0.70	0.10	0.1340	0.1190	0.1240	0.1180	0.1050
1.35	0.70	0.20	0.1300	0.1270	0.1290	0.1150	0.1180
1.35	0.70	0.30	0.1400	0.1260	0.1270	0.1130	0.1110
1.35	1.00	0.10	0.1270	0.1190	0.1320	0.1190	0.1150
1.35	1.00	0.20	0.1350	0.1090	0.1250	0.1080	0.1140
1.35	1.00	0.30	0.1390	0.1330	0.1390	0.1090	0.1070
2.00	0.45	0.10	0.0447	0.0466	0.0440	0.0491	0.0451
2.00	0.45	0.20	0.0513	0.0511	0.0457	0.0478	0.0479
2.00	0.45	0.30	0.0556	0.0544	0.0471	0.0490	0.0503
2.00	0.70	0.10	0.0530	0.0500	0.0488	0.0480	0.0458
2.00	0.70	0.20	0.0501	0.0527	0.0454	0.0489	0.0489
2.00	0.70	0.30	0.0496	0.0506	0.0444	0.0490	0.0447
2.00	1.00	0.10	0.0596	0.0539	0.0492	0.0512	0.0499
2.00	1.00	0.20	0.0532	0.0492	0.0451	0.0515	0.0494
2.00	1.00	0.30	0.0466	0.0430	0.0391	0.0483	0.0430
2.00	0.45	0.10	0.0668	0.0733	0.0663	0.0744	0.0697
2.00	0.45	0.20	0.0773	0.0772	0.0712	0.0725	0.0747
2.00	0.45	0.30	0.0779	0.0784	0.0703	0.0741	0.0724
2.00	0.70	0.10	0.0676	0.0755	0.0659	0.0734	0.0750
2.00	0.70	0.20	0.0826	0.0821	0.0720	0.0806	0.0756
2.00	0.70	0.30	0.0733	0.0722	0.0683	0.0703	0.0588
2.00	1.00	0.10	0.0892	0.0824	0.0757	0.0797	0.0779
2.00	1.00	0.20	0.0998	0.0805	0.0804	0.0818	0.0791
2.00	1.00	0.30	0.0868	0.0782	0.0716	0.0768	0.0816
2.00	0.45	0.10	0.1130	0.1060	0.0954	0.0881	0.0922
2.00	0.45	0.20	0.1140	0.1110	0.0964	0.0885	0.0897
2.00	0.45	0.30	0.0865	0.0933	0.0800	0.0871	0.0923
2.00	0.70	0.10	0.0936	0.0995	0.0879	0.0946	0.0969
2.00	0.70	0.20	0.1200	0.1190	0.0987	0.1000	0.0923
2.00	0.70	0.30	0.1190	0.1110	0.0957	0.0910	0.0775
2.00	1.00	0.10	0.0919	0.0923	0.0810	0.0957	0.0962
2.00	1.00	0.20	0.1310	0.1080	0.0940	0.1090	0.1010
2.00	1.00	0.30	0.1340	0.1170	0.1040	0.1080	0.1030
2.00	0.45	0.10	0.1260	0.1240	0.1090	0.0990	0.1030
2.00	0.45	0.20	0.1300	0.1250	0.1100	0.1000	0.1080
2.00	0.45	0.30	0.1280	0.1320	0.1140	0.0971	0.1070
2.00	0.70	0.10	0.1290	0.1380	0.1090	0.1150	0.1150
2.00	0.70	0.20	0.1350	0.1400	0.1140	0.1150	0.1120
2.00	0.70	0.30	0.1310	0.1360	0.1042	0.1050	0.0918
2.00	1.00	0.10	0.1300	0.1410	0.0734	0.1070	0.1160
2.00	1.00	0.20	0.1400	0.1440	0.1190	0.1200	0.1190
2.00	1.00	0.30	0.1410	0.1450	0.1320	0.1210	0.1180

**ÖZGEÇMİŞ**

Doğum tarihi	20.07.1982	
Doğum yeri	İstanbul	
Lise	1996-2000	İstanbul Eminönü Cibali Süper Lisesi
Lisans	2000-2004	İstanbul Üniversitesi Mühendislik Fak. İnşaat Mühendisliği Bölümü
Yüksek Lisans	2005-2008	Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Kıyı ve Liman Mühendisliği Programı