

46625

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**KİLYOS - KARABURUN ARASINDA KARADENİZ SULARI
ALTINDAKİ LİNYİT OLUŞUMUNUN SULU ORTAM MADENCİLİĞİ
TEKNİKLERİYLE ÜRETİLEBİLİRLİĞİNİN ARAŞTIRILMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Mad. Müh. Hakan SELVİ

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 16 Ocak 1995

Tezin Savunulduğu Tarih : 26 Ocak 1995

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Senai SALTOĞLU

Diğer Jüri Üyeleri : Prof. Dr. Nuh BİLGİN

: Prof. Dr. Erkin NASUF

OCAK 1995

ÖNSÖZ

Ülkemizde uygulama alanı olmayan böyle bir konuda bana çalışma fırsatı veren danışmanım Sayın Prof. Senai SALTOĞLU 'ya, bölge hakkındaki bilgileri toplamama yardımcı olan Kut Madencilik A.Ş. Mühendislerine, sulu madencilik ekipmanları hakkında detaylı bilgi sunan IHC Şirketine, ilgili faks, yazışma ve bilgisayar çalışmalarında yardımcılığı üstlenen Sayın Elektronik Mühendisi Ufuk ÖZBOZKURT ve Murat FIÇICIOĞLU 'ya teşekkürlerimi sunarım.

Ocak 1995

Hakan SELVİ

İÇİNDEKİLER

ŞEKİL LİSTESİ.....	V
TABLO LİSTESİ.....	VII
ÖZET.....	VIII
SUMMARY.....	IX
BÖLÜM 1. GİRİŞ VE AMAÇ.....	1
BÖLÜM 2. BÖLGE HAKKINDA GENEL BİLGİLER.....	2
2.1. Coğrafi Durum.....	2
2.2. Genel Jeolojik Durum.....	2
2.2.1. Stratigrafi.....	2
2.2.2. Tektonik.....	3
2.3. Örtü ve Kömürü Tabakası Karakteristikleri.....	8
2.4. Denizin Karakteristiği ve Meteorolojik Durum.....	8
2.5. Bölgedeki Üretim ve Dekapaj Miktarı.....	9
2.6. Çalışma Zamanı.....	10
2.7. Yeniden Islah Çalışmaları.....	10
BÖLÜM 3. MEVCUT ÜRETİM SİSTEMİYLE İLGİLİ BİLGİLER.....	11
3.1. Bölgede Uygulanan Dekapaj ve Üretim Sistemi.....	14
3.2. Mevcut Sistemin Teknik ve Ekonomik Kısıtlamaları.....	14
3.3. Mevcut Sistemin Maliyeti.....	14
BÖLÜM 4. DÜNYADAKİ SULU ORTAM MADENCİLİĞİNİN TEKNİK VE EKONOMİK İNCELEMESİ	15
4.1. Ekonomik Bakış.....	15
4.2. Teknik Bakış.....	15
4.3. Çevresel Bakış.....	16
4.4. Sulu Ortamların Genel Özellikleri.....	17
4.5. Deniz Kimyası.....	18
4.6. Deniz Mineral Kaynakları.....	18
4.7. Taraklama Ekipmanları.....	19

4.7.1. Taraklayıcı Ekipmanların Madencilik Alanındaki Uygulamaları.....	19
4.7.2. Taraklayıcı Ekipmanların Diğer Uygulama Alanları.....	20
4.7.3. Taraklayıcı Ekipman Türleri ve Teknik Özellikleri.....	20
4.7.4. Teknolojinin En Son Geliştirdiği Sulu Madencilik Ekipmanları.....	35
4.7.5. Taraklayıcı Ekipmanların Seçimine Etki Eden Faktörler.....	37
4.8. Dünyadaki Sulu Ortam Madenciliği Uygulamalarına Örnekler.....	39
4.9. Hidrolik Taraklayıcı ile Kovalı Taraklayıcının Teknik ve Ekonomik Mukayesesi.....	42
BÖLÜM 5. TARAKLAMA TEKNİKLERİNİN BÖLGEDE UYGULANABİLİRLİĞİNİN TEKNİK VE EKONOMİK ANALİZİ.....	48
5.1. Hedef Çalışma Koşullarının Tayini.....	48
5.2. Bölge Şartları ve Hedef Çalışma Koşullarına Teknik Olarak Uygun Taraklayıcı Ekipmanların Seçimi.....	49
5.3. Seçilen Taraklama Tekniklerinin Mevcut Üretim Yöntemiyle Teknik ve Ekonomik Yönden Karşılaştırılması.....	50
SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	52
KAYNAKLAR.....	54
EKLER.....	56
ÖZGEÇMİŞ.....	58

ŞEKİL LİSTESİ

- 2.1. Coğrafik Durum Haritası
- 2.2. 70 No'lu Sondaj Kesiti
- 2.3. 71 No'lu Sondaj Kesiti
- 2.4. 72 No'lu Sondaj Kesiti
- 2.5. Sahanın Güney - Kuzey Jeolojik Kesiti
- 3.1. Denizdeki Çalışmanın Plan Görünüşü
- 3.2. Denizdeki Çalışmanın Kesit Görünüşü
- 4.1. " Barent Zanen " Adlı Taraklayıcının Genel Görünümü
- 4.2. Barent Zanen'in Kepçesi
- 4.3. Barent Zanen'in Fırlatma Gücünün Genel Görünümü
- 4.4. Kesici - emici Tip Bir Taraklayıcıya Ait Kesici Kafa Modeli
- 4.5. Kesici - emici Tip Bir Taraklayıcının Denizdeki Görünümü
- 4.6. Döner Kepçeli Bir Taraklayıcı ve Başlıca Parçaları
- 4.7. Dünyanın En Büyük Çaplı Döner Kepçeli Taraklayıcısının Kesici Kafası
- 4.8. Ters Kepçeli Taraklayıcı
- 4.9. Kepçeli Taraklayıcı
- 4.10. Kaptırma Kepçede Kapasite, Kepçe Hacmi ve Taraklama Derinliği İlişkisi
- 4.11. Bir Kaptırma Kepçenin Genel Görünümü
- 4.12. Kovalı Bir Taraklayıcının Şematik Görünümü ve Teknik Özellikleri
- 4.13. Kovalı Bir Taraklayıcının Kum ve Çakıl Kazısındaki Çalışma Görünümü
- 4.14. Deneme Çalışmasında Olan Bir Su Altı Sabanı
- 4.15. Deniz Dibi Reklamasyon Aleti
- 4.16. Üç Parçalı Kovalı Taraklayıcı
- 4.17. İki Parçalı Bir Hidrolik Taraklayıcı
- 4.18. Hidrolik Taraklayıcı ve Kovalı Taraklayıcının Formasyon Cinsine Bağlı Kapasiteleri ve Ortalama Direk Birim Maliyetleri

4.19. Hidrolik Taraklayıcı ve Kovalı Taraklayıcılara Ait Maliyet Eğrileri ve Yatırım Değerlerinin Su Derinliğine Bağlı Değişimi



TABLO LİSTESİ

- 2.1. Ağaçlı Mevkiinden Alınan İki Kil Numunesinin 105°C' de Kurutularak Çıkarılan Analiz Raporu
- 2.2. Bölge Kömüründen Alınan ÇK201-Üİ İşaretli Numunenin Analiz Raporu
- 2.3. Bölgede Bir Şirkete Ait Linyit Üretimi
- 4.1. Deniz Suyundaki Başlıca Elementler ve Konsantrasyonları
- 4.2. Barent Zanen ' in Başlıca Teknik Özellikleri
- 4.3. IHC Şirketi Tarafından Üretilen Standart Tip Kesici - emici Taraklayıcı - ların Teknik Özellikleri
- 4.4. IHC Şirketi Tarafından Üretilen Standart Tip Döner Kepçeli Taraklayıcıların Teknik Özellikleri
- 4.5. Değişik Tipteki Taraklayıcılarının Çeşitli Şartlardaki Performansları
- 4.6. Kaptırma Kepçe ve Kovalı Taraklayıcı İçin 1962 Yılına Ait Karşılaştırmacı Bilgiler
- 4.7. Kovalı Taraklayıcının Çalışma Maliyeti
- 4.8. Dünya Taraklama Madenciliğine Ait Genel Uygulamalar

ÖZET

Bu çalışmada, Kilyos - Karaburun arasında, deniz altında uzanan linyit rezervini sulu madencilik teknikleriyle çıkarılabilirliği araştırılmıştır. Bölge koşulları ve örtü karakteristikleri belirlendikten sonra, bölgedeki üretim sistemi incelenmiştir. Geleneksel yüzey madenciliği ekipmanları ile denizin doldurulması ve ardından örtükazı işlemiyle gerçekleştirilen üretim sisteminin en büyük dezavantajı, deniz derinliği artışıyla paralel artan dolgu miktarı ve bunun sonucu yükselen dekapaj oranı ve maliyetidir.

Çalışma ortamı su olduğundan, bu ortama uygun tekniklerin araştırılması yapılarak dünyadaki sulu ortam madenciliği teknik, ekonomik ve çevresel yönüyle incelenmiştir. Bu inceleme ve araştırma sonuçları; bu ortamlar için geliştirilmiş değişik tip ve kapasitede pek çok taraklama ekipmanlarının bulunduğunu ve dünyada oldukça geniş uygulama alanları olan bu tekniklerin birim maliyetlerinin uygun seviyelerde olduğunu gözler önüne sermiştir.

Edinilen bilgilerden yola çıkılarak, bölge için yıllık üretim ve dekapaj kapasitesi tayin edilmiştir. Yıllık 4 milyon ton kömür üretimi hedeflenerek, bölge koşullarında ve örtü karakteristiklerinde bu hedefi en iyi performansla gerçekleştirebilecek ekipmanlar seçilmiştir.

Mevcut yöntem ile taraklama teknikleri arasında birim dekapaj maliyeti cinsinden yapılan ekonomik bir karşılaştırma araştırmaya şu olumlu sonuçları kazandırmıştır : Bölgede taraklama tekniklerinin kullanılmasıyla dekapaj oranı yaklaşık üçte bir az olmakta ve birim maliyet değeri de düşük çıkmaktadır. Diğer yandan fizibilite sınırlarını aşmak üzere olan mevcut yöntemin teknik ekonomik ve çevresel olarak üstesinden gelemeyeceği sınırlamaları ortadan kaldıracak ve denizde kalan rezervi kazanacaktır.

INVESTIGATION IN TO THE MINABILITY OF THE LIGNITE RESERVE WHICH LIES UNDER THE BLACK SEA WATERS BETWEEN KILYOS AND KARABURUN REGIONS, BY USING WET MINING TECHNIQUES

SUMMARY

Mining operations between Kilyos and Karaburun Regions include two different environment. These are on land and in the Black Sea Waters. Conventional surface mining equipment is used in both environment. Mining operations on land have been carried on for a long time. So that the lignite reserve on land is about to be used up, the mining operations extend so far in to the sea.

The overburden consist of clayey sand, sandy clay and clayey sandy marl each in turn.

The average overburden thickness above the first and second lignite layers is 17 m and 11 m, totally 28 m. The first lignite layer is 1.5 m and the second one is 1.0 m in thickness. Total thickness is about 2.5 m.

Mining operations in the location are carried on by e few companies which operate in the sea beyond 1.0 km from the shore. Due to the lack of drilling and sampling works in the sea, neither reserve nor overburden characteristics can be determined. But it is estimated that the reserve will be approximately 200 million tones.

Mining method in the sea consist of filling in the sea clayey and sandy material, and stripping the overburden. Firstly a seawall is constructed from low permeable clays which is sttripped in the land operations. The seawall's width changes between 50 and 100 m. Then, stripped material during the land operations are dumped behind the seawall. The filled material is about 5 - 8 m above the sea level to be protected against the dangerous sea impacts. Finally the filled material and the overburden are stripped and lignite is excavated.

Nowadays, the mining operations extend as far as 1 km in to the sea. In this extension point, some operational parameters which belong a company

are like these sea depth is about 15 meters, stripping ratio is 30 : 1 and the unit excavating cost is about 53.2 cent / m³.

There are a number of technical and economical restraints on the existing mining method in the sea. Increase in water level will also increase the amount of required filling materials, stripping ratio and unit cost. Because of lack of the adequate filling materials, mining operations will be effected negatively.

So that the mining operations are in the sea, the applicability of the wet mining techniques should be investigated by benefiting from the wet mining applications (Dredging) in the world.

It is a fact that the mining operations in the world go towards the seas, lakes and rivers. This is because, mineral contents in land is used up rapidly, and a given area of the sea is more productive than a comparable areas of land.

There are more than 70 dredging operations in the world in production dimonds, gold, heavy mineral sands, iron sands, lime sands, sand and gravel. For example, more than 60 % of the world's sand and gravel production is extracted from the sea, and 10 % of the world's total tin production is supplied from the sea.

Today, mining application fields of dredging techniques are extending. These are Placer Mining (simple river deposit, beach deposits, onshore consolidated sediments and offshore deposits.), Marine Deposits (manganese nodules, metalliferous mud, sand and gravel, phosphate etc.), Industrial Bulk Minerals (sand and gravel, booxite, clays, salts, phosphate rocks, bentonite dolomite, diatomite, asbestos, feldspar, sulphur and others.), Solid Fuels (peat, lignite, brown coal, coal and oil sands), and overburden removal and tailing rehandling.

Dredging has a very old history. During the Middle Ages, dredging was used in Holland to keep ditches, canals and rivers open for drainage, travel and commercial transportation. In 1400s, the dredges were equipped with various devices such as a horrow or a plow to loose the water bottoms. A milestone in dredging was the development of Bucket Line Dredge. In 1860s, the first hydrolic dredge was developed. The results of rapid developments of construction ships and using iron, mining industry benefited from these developments. Together with scientific developments, many different types of dredges were developed to excavate various types material and remove overburden.

Today, a lot of dredgers such as Backhoe, Grab, Dipper, Trailing Suction Hopper, Cutter Suction, Bucket Ladder, Bucket Wheels and Reclamation Dredgers exist in terms of type and capacity. These dredgers are equipped with cutters, wheels, dragheads, grabs, dippers, buckets, centrifugal pumps and high pressure water jets to removal and transport of soil from water bottoms.

Dredging equipment can roughly divided into hydrolic dredgers, mechanical dredgers and support equipment.

Hydrolic dredgers are equipped with centrifugal pumps for the transport of the dredged soil as a fluid mixture of soil and water. In the case of mechanical dredgers, the soil is loosened and transported by mechanical way. Support equipment includes transport barges, tug boats, booster stations and pipelines.

In this thesis, the main characteristics and technical spesifications of the dredging equipment are examined in much fuller details.

The trailing suction hopper dredgers are equipped with one ore more suctions pipes which terminate in the draghead, and the pump installations. These Dredgers are succesfully in mining phosphate, sand and gravel, and have high capacity and dredging depth.

The cutter suction dredgers work as the same way as the trailing hopper dredgers. These equipment can handle sand, gravel, clay, soft rocks and even hard rocks. These type of dredgers can work in high capacity and dredging depth.

Bucket wheel dredgers represent a new concept in dredging technology. These type of dredgers are the most suitable equipment which can handle sticky and as well as the hard materials, and have the good characteristics of the bucket ladder and cutter suction types dredgers.

Grab dredgers have simple construction and low capital value. These dredgers'capacity is low, but can work relatively high dredging depth.

Bucket ladder dredgers are one of the most efficient equipment for use in all kind of deposits. These type equipment has high capital cost, but can work in high capacity and dredging depth.

A wide variety of dredging equipment's applications exist in the world. Some case studies of these applications are presented. These case studies show that the approximate unit costs' (including supervision, engineering, labour, power, supplies, replacement parts, maintenance, major overhaul,

attendant equipment etc.) change between 8.25 and 46.0 cent / m³ depending on the different formations, dredging depths, and accurate information obtained in drilling and sampling works.

Selection of a specific type dredging equipment is depend on site conditions, soil characteristics and performance demands. In order to select the most suitable equipment, these factors have to be evaluated carefully. If local conditions are suitable for the standart type of dredgers, this will be the best economic choice. In the case the local conditidions require large mining rates, custom built equipment will be the most appropriate solution.

Asimplified set of performance data of different types of dredging equipment under varios soil characteristics and site conditions are given in a table. The general characteristics of the Kilyos - Karaburun Regions are marked in this table.

After having been investigated the market possibilities and companies' yearly production rate in the location, the yearly lignite production rate is determined as much as 4,000,000 tones. According to the this value, the yearly dredging capacity will be 32,8 0,600 m³. In this connection, the required dredging rate for the overburden will be about 7330 m³ / hour, and in the case of lignite, it will be 895 m³ / hour.

It is planned that the dredging operations will begin from the far of which existing mining equipment has reached, and extend as much as 2.6 kilometers behind that far. Under these conditions, dredging equipment will work in the dredging depth of 60 m below the water level.

In the result, the dredging equipment which can excavate the overburden in the highest performance will be Bucket Wheel Dredger, Trailing Suction Hopper Dredger and Bucket Ladder Dredger in turn. In the case of lignite's excavation, Bucket Wheel Dredger, Bucket Ladder Dredger and Grab Dredger will be the best choice each in turn.

After having been selected the dredging equipment for the location, an economic comparison is made between existing mining method and dredging techniques. This comparison show that the unit excavating cost of the dredging techniques is lower than the cost of existing equipment.

In addition to this, the stripping ratio of the dredging techniques will be less as much as three times than the existing stripping rate.

It is a fact that feasibility study shows the most appropriate results when evaluating a mining project. The factors which should be determined in

much fuller details, are lignite reserve, geotechnical parameters of the overburden, environmental effects, reclamation plans, disposal sites etc.



BÖLÜM 1. GİRİŞ VE AMAÇ

Dünyada deniz, göl ve nehir gibi sulu ortamlarda fizibil olarak çalışan pekçok madencilik uygulaması mevcuttur. Dünya madenciliğinin sulu ortamlara yönelmesi uzmanlarca iki genel sebebe dayandırılmaktadır. Bunlardan ilki; büyük kapasitelere ulaşan kara madenciliğinin buradaki rezervleri hızla tüketmesi, diğeri; sulu ortam yüzölçüm ve taşıdığı mineral kaynaklarının karaya nazaran çok daha fazla olmasıdır.

19. yüzyılda başlayan sulu madencilik tekniklerindeki gelişmeler, 20. yüzyılda geniş boyutlara ulaşarak, geçmişte fizibil olmayan pekçok yatağa fizibilite kazandırmıştır.

Ülkemizin üç tarafının denizlerle çevrili olması, 32 göl, 32 akarsu ve bunların kollarını içermesi, sulu ortamlarca zenginliğinin göstergesidir.

Bu çalışma; Kilyos - Karaburun arasında Karadeniz Suları altında gerçekleştirilen linyit madenciliğinin, artan deniz derinliğiyle fizibilite sınırlarından uzaklaşması üzerine, alternatif üretim tekniklerinin araştırılmasını ve tanıtılmasını hedef almaktadır. Dünya sulu ortam madenciliğinin incelenmesi ve uygulama örneklerine yer verilmesiyle araştırmaya ayrı bir boyut kazandırılmıştır.

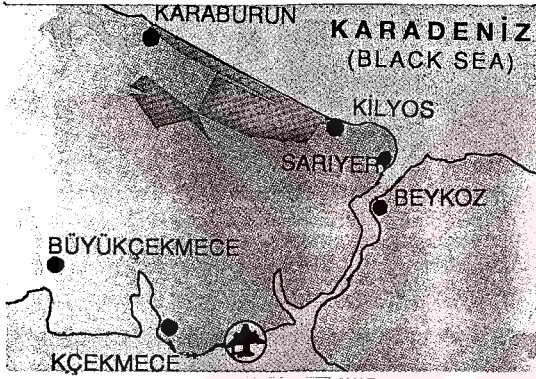
Edinilen bilgilerin ışığında, bölge şartlarına uygun taraklayıcı ekipmanların seçimine gidilmiştir. Bölge şartları , örtü ve kömür karakteristiklerinde en iyi performansla çalışabilecek ekipmanlar önerilmiştir.

Bölgede denizdeki sondajların azlığı ve örtünün jeomekanik özelliklerinin ve kömür rezervinin tespit edilememiş olması başlıca dezavantajlar olmuştur. Araştırma; seçilen taraklama teknikleri ve mevcut üretim yöntemi arasında ekonomik bir karşılaştırma ile sonuçlandırılmış ve önemli sonuçlara değinilmiştir.

BÖLÜM 2. BÖLGE HAKKINDA GENEL BİLGİLER

2.1. Coğrafik Durum

Çalışma bölgesi İstanbul İli'nin Kuzey sahilinde bulunan Kilyos ve Karaburun arasında yaklaşık 25 km'lik bir sahil şeridini kapsamaktadır. (Şekil 2.1) Bölgenin coğrafyası Ek A'da geniş olarak verilmiştir.



ŞEKİL 2.1. Coğrafik Durum Haritası [1].

2.2. Genel Jeolojik Durum

2.2.1. Statigrafi

1. Mesozoyik : Üst Kratese altere andesit ile temsil edilir. Çok dar bir alanda yüzeylenmiş olup, üzerinde uyumsuz tersiyer yaşlı seriler vardır [1].

2. Senozoyik : Tersiyer çökelleridir. Altta marn-kil-kömür, üstte kil-kumçakıl stratifikasyonları vardır. Kendi içinde konkordan özellikler gösteren bu birimler kuzeye doğru 1 - 4° eğimlidirler. Alttaki formasyonlar Oligosen, üsttekiler Miyosen- Pliyosen yaşlıdır. Kimi yerde tabakaların ani kalınlaşıp incelmeleri, kömür tabakalarının iki veya üç olması paleotopoğrafya ve taşınma ortamının özellikleri ile ilgilidir. Alt formasyonlardan marn birimi içindeki kömür damarları arasında ve alt kömür damarının altında ekonomik öneme sahip kil tabakaları gözlenmektedir. Kil yatakları; killi şist, grovak ve

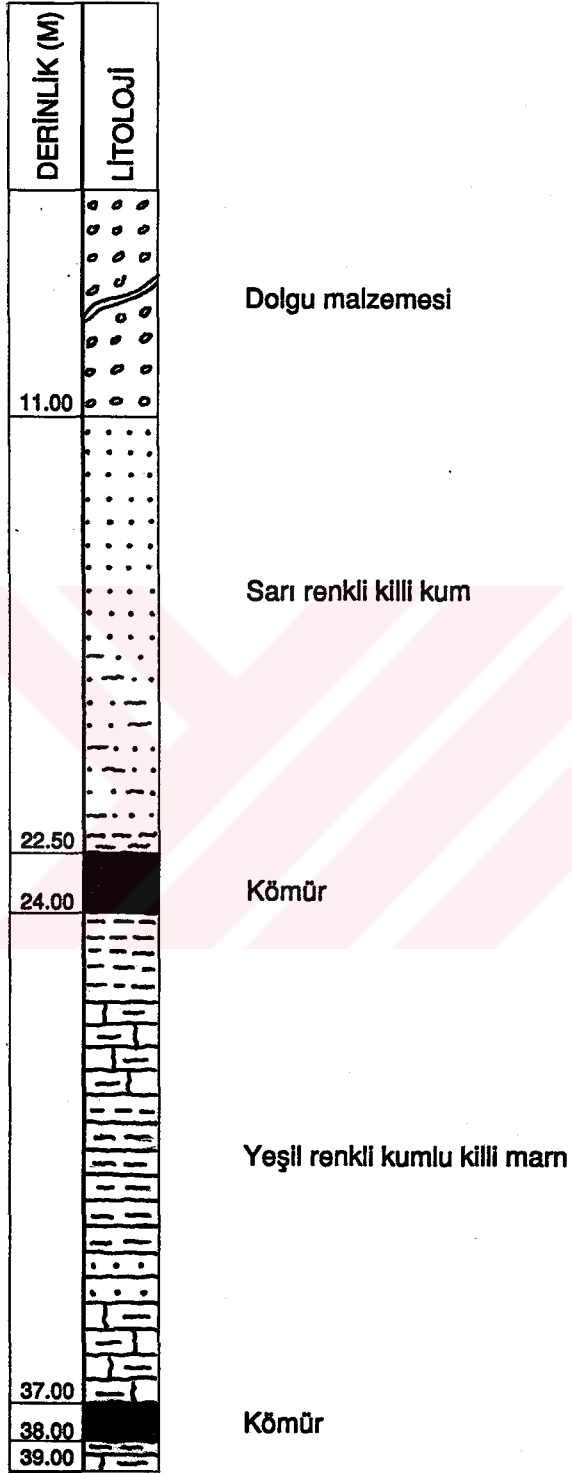
feldspatça zengin kayaçların alterasyon örtüsünün aşınması ve taşınması sonucu, tatlı su havuzlarında çökmesi sonucu meydana gelir. Çökme ortamının zaman zaman hareketli, çalkantılı ve sakin olması kil-kum-marn istiflenmesinde yanal ve düşey tane boyutu değişimine, merceklenmelere, oygu ve dolgu oluşumuna yol açmıştır. Sakin ortamda kil ve kömür, hareketli ortamda tane boyutu daha iri olan silt, kum ve çakıllı birimler çökmüştür. Kömür altında refrakter killer, kömüre yakın bağlayıcı ve kaolinitik killer, tavanda ise bentonitik veya montmorillonit killer teşekkül etmiştir. Killer içerisinde demir konkresyonlarına da rastlanılmaktadır.

Bölgede üç kömürleşme evresi görülmektedir. Linyitler Oligosen yaşlı kil-marn birimi içinde yer almaktadır. Oluşumları otokton olup yer yer kesintili ve mercek şeklinde oluşumlar gösterirler. Alt kömür damarının kömürleşme süreci daha ileri olup rengi siyah ve parlaktır. Orta damar odunsu yapıdadı olup siyah - kahverengidir. En üstteki damar, kil varlığı ve odunsu yapısı nedeniyle değerlendirilememektedir. Şekil 2.2, Şekil 2.3 ve Şekil 2.4'te bölgede denizde yapılan üç adet sondaj kesiti, Şekil 2.5'te ise sahanın Güney - Kuzey jeolojik kesiti verilmiştir.

Üst formasyonlar Üst Miyosen yaşlı olup alttaki birimlerle uyumludurlar. Tabakalanma yataya yakındır. Birimde kum oranı fazladır. Birim içinde zaman zaman kil, kum ve çakıldan oluşan mercekler gözlenir. Çakıllar büyük oranda kuvars, kayaç kırıntısı ve az miktarda opak mineraller içerirler. Kil, kum, kabakum ve çakıl birimleri gevşek, sıkışmamış ve çimentosuzdur. Kumların tümü sedimanter kökenli olup kuvars oranları yüksektir.

2.2.2. Tektonik

Bölgede küçük boyutlu fayların dışında önemli bir tektonik hareket yoktur. Üst Kratese ile Tersiyer arasında bir sedimantasyon boşluğu mevcuttur. Kil, killi kum ve çakıldan oluşan zemin yüksek geçirimlidir. Alttaki Oligosen serisi kil ve marn ise çok düşük geçirimlidir. Sahada krip olaylarına rastlanılmaktadır.



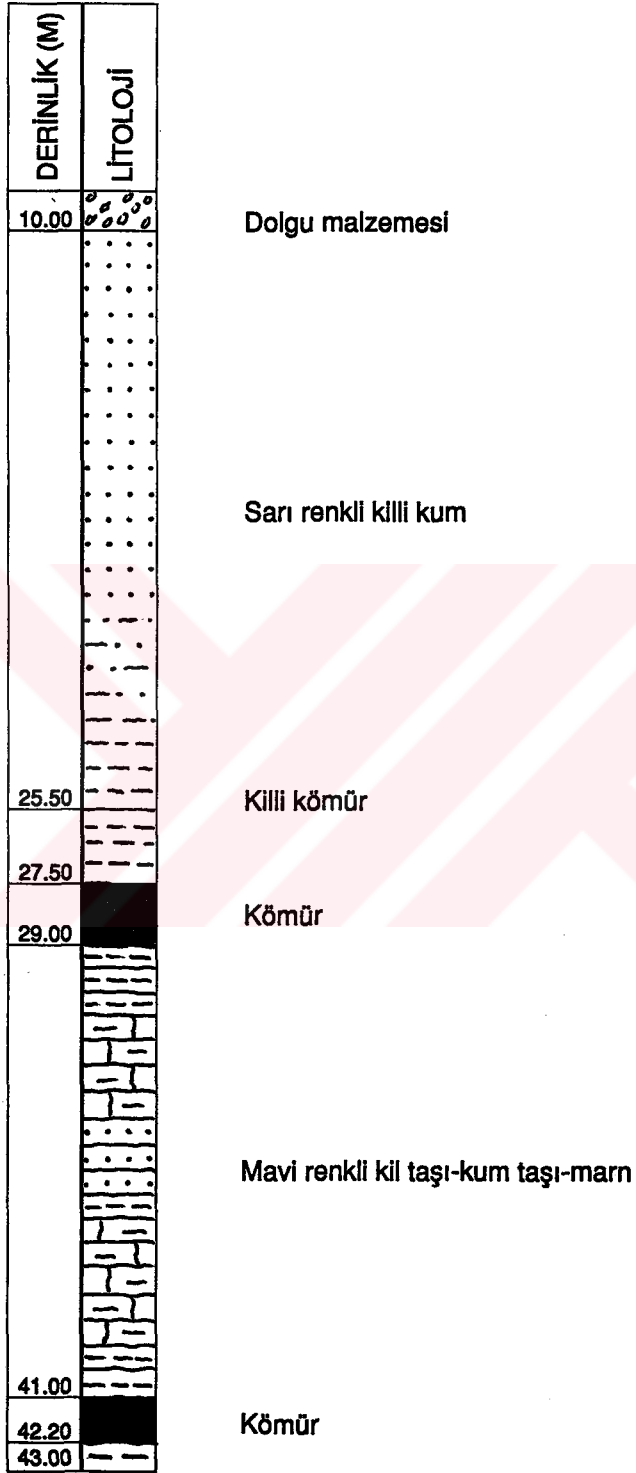
Ölçek : 1 / 200

ŞEKİL 2.2. 70 No'lu Sondaj Kesiti [1]



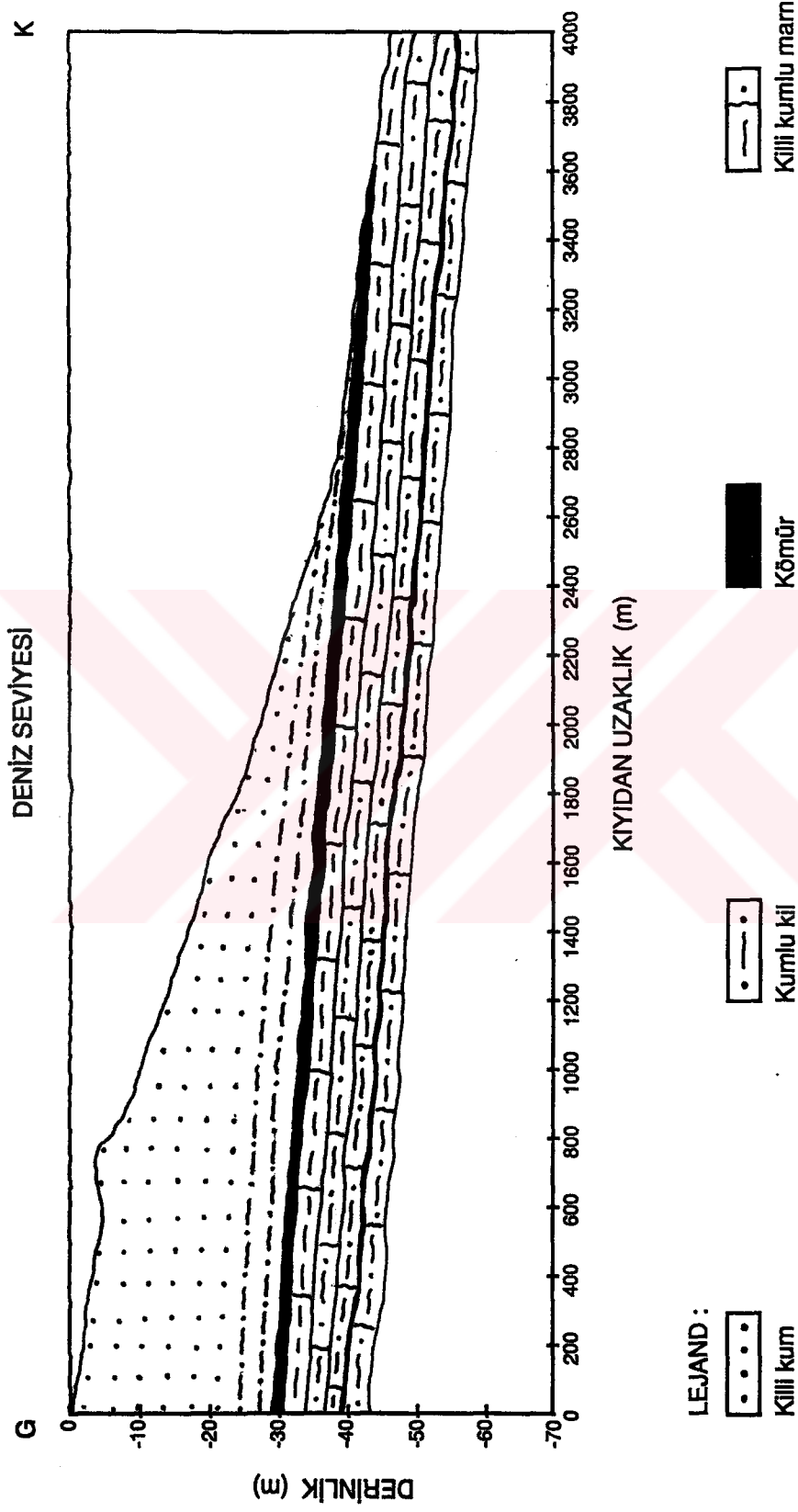
Ölçek : 1 / 200

ŞEKİL 2.3. 71 No'lu Sondaj Kesiti [1]



Ölçek : 1 / 200

ŞEKİL 2.4. 72 No'lu Sondaj Kesiti [1]



ŞEKİL 2.5. Bölgenin Güney - Kuzey Jeolojik Kesiti

2.3. Örtü ve Kömür Tabakası Karakteristikleri

Bölgede üretim faaliyetlerinde bulunan birr şirketin denizde yapmış olduğu üç adet sondaja göre (Şekil 2.2, Şekil 2.3 ve Şekil 2.4) ortalama örtü kalınlığı; üst damar için 17 m, alttaki damar için 11 m olmak üzere toplam 28 m'dir [1]. Örtü tabakası sırasıyla; killi kum ve kumlu killi marn olup ortalama yaş yoğunluğu 1.95 t/m³'tür. Örtü gevşek ve ortagevşek bir yapı göstermekte olup, ortalama boyutu 0.95 mm'dir. Kömür üzerinde kalınlığı değişen kil tabakasına rastlanılmaktadır.

Ağaçlı Bölgesi'nden alınan iki ayrı kil numunesinin 105°C 'de kurutularak M.T.A. tarafından alınan analiz raporu Tablo 2.1'de sunulmuştur [2]. Bu raporlar bölge kilinin seramik sanayisi için uygun olduğunu göstermektedir.

TABLO 2.1. Ağaçlı Mevkiinden Alınan İki Kil umunesinin 105°C' de Kurutularak Çıkarılan Analiz Raporu [1].

Numune No	SiO ₂ %	Al ₂ O ₃ %	Fe ₂ O ₃ %	CaO %	MgO %	A.Za %
1	53.33	28.51	1.67	0.40	0.90	9.93
2	50.96	28.28	1.97	0.47	1.60	9.62

Birinci damarın ortalama kalınlığı 1.50 m, ikinci damarınki ise 1.00 m'dir. Ortalama kömür yoğunluğu 1.30 t / m³'tür. Kömür tabakasının doğrultusu Doğu - Batı; eğimi 4 - 5° Kuzey'dir [1]. Bölge kömürden alınan ÇK201-Ü1 işaretli numunenin M.T.A. tarafından yapılan analiz raporu Tablo 2.2'de sunulmuştur [2].

2.4. Denizin Karakteristiği ve Meteorolojik Durum

Ortalama deniz sıcaklığı + 6 C°, ortalama tuzluluk % 35, akıntı hızı 0.51 - 3.08 m / sn, maksimum dalga yüksekliği 4 m'dir. Bölgede sıcaklık; - 8C°; +39 C°, yıllık yağış miktarı; 500 - 1250 mm, nemlilik; % 12 - 95 alt ve üst sınırlarında değişmektedir [3].

TABLO 2.2. Bölge Kömüründen Alınan ÇK201 - Ül İşaretli Numunenin Analiz Raporu [1].

Analiz Tipi	Orjinal kömürde	Havada kuru kömürde	Kuru kömürde	Saf kömürde
Su %	37.05	8.40	-	
Kül %	5.22	7.60	8.30	
Uçucu madde %	31.41	45.71	49.90	
Sabit Karbon %	26.32	38.29	41.80	100.00
Toplam	100.00	100.00	100.00	
Yanar kükürt %	0.09	0.13	0.15	
Külde kükürt %	0.58	0.85	0.92	
Toplam kükürt %	0.67	0.98	1.07	
Kok %	31.54	45.89	50.10	
Gaz %	68.46	54.11	49.90	
Koklaşma özelliği Siyah toz halinde				
Alt kalori Kcal/Kg	3427	5260	5797	
Üst kalori Kcal/Kg	3840	5559	6069	

2.5. Bölgedeki Üretim ve Dekapaj Miktarı

Bölgede denizde üretim yapan mutelif şirketlerden birine ait kömür üretimi Tablo 2.3'te verilmiştir [1].

Denizde, jeolojik ve jeofizik çalışma yapılmaması nedeniyle kömür rezervi örtü miktarı ve ilgili parametreler belirlenememiştir. Ortalama linyit kalınlığının 2.5m, Doğu - Batı yönündeki linyit uzanımının yaklaşık 25000m, Kuzey- Güney yönündeki uzanımın ise üst damarın aşınma noktasına göre 2600m olduğu varsayımlarına göre toplam rezervin 200,000,000 ton değerinde olacağı tahmin edilmektedir.

TABLO 2.3. Bölgede Bir Şirkete Ait Linyit Üretimi [1].

Yıl	Üretilen linyit (Ton)
1988	364,244
1989	1,363,723
1990	1,596,831
1991	1,303,313
1992	1,642,308
1993	-----
1994(Hedeflenen)	2,000,000

2.6. Çalışma Zamanı

Bölgede tek vardiya halinde çalışılmaktadır. Yıllık çalışma zamanı:8 saat/gün x 28 gün/ay x 12 ay/yıl = 2688 saat olarak uygulanmaktadır.

2.7. Yeniden Islah Çalışmaları

1930 yılından beri madencilik çalışmalarının uygulanmakta olduğu bölge; ekolojik ve topoğrafik değişikliklere uğramıştır. Üretimi biten sahaların düzeltilerek ağaçlandırılması 1988 yılında başlamıştır [1]. Arazi toprağı etüdleri yapılarak, üç yıl süren ölçümler sonucu; akasya, sahil çamı, fıstık çamı ve bazı yapraklı ağaçların başarıyla uygulanabileceğı görülmüş, ve 1989 yılında 14 hektarlık bir fidanlık kurulmuştur. 1992 - 1993 yıllarında 1.5 milyon fidan üretimi yapılarak, günümüze kadar 2 milyondan fazla fidan dikilmiş ve aralarına erozyona karşı korunga bitkisi ekilerek yöre hayvancılığına da katkı da bulunulmuştur. 1992 - 1993'lü yıllara kadar 622.8 hektarlık bir alan düzeltilerek ağaçlandırılmıştır. Önümüzdeki 10 yıllık bir hedef dönemi için 5000 hektarlık bir alanın rehabilite edilerek ağaçlandırılması planlanmaktadır.

Rehabilitasyon amacıyla su havuzları ve su kaynakları ıslah edilerek, birçok göletten oluşan göletler sistemi oluşturularak, aynalı sazan, yayın ve kerevit gibi su ürünleri üretilmektedir. Bu göller Karadeniz'den gelen kuşlar için iyi bir konaklama alanı olmaktadır. İlerde İstanbul Halkı'nın hizmetine açılacak bu alanlar çeşitli etkinlikleri sağlayabilecektir.

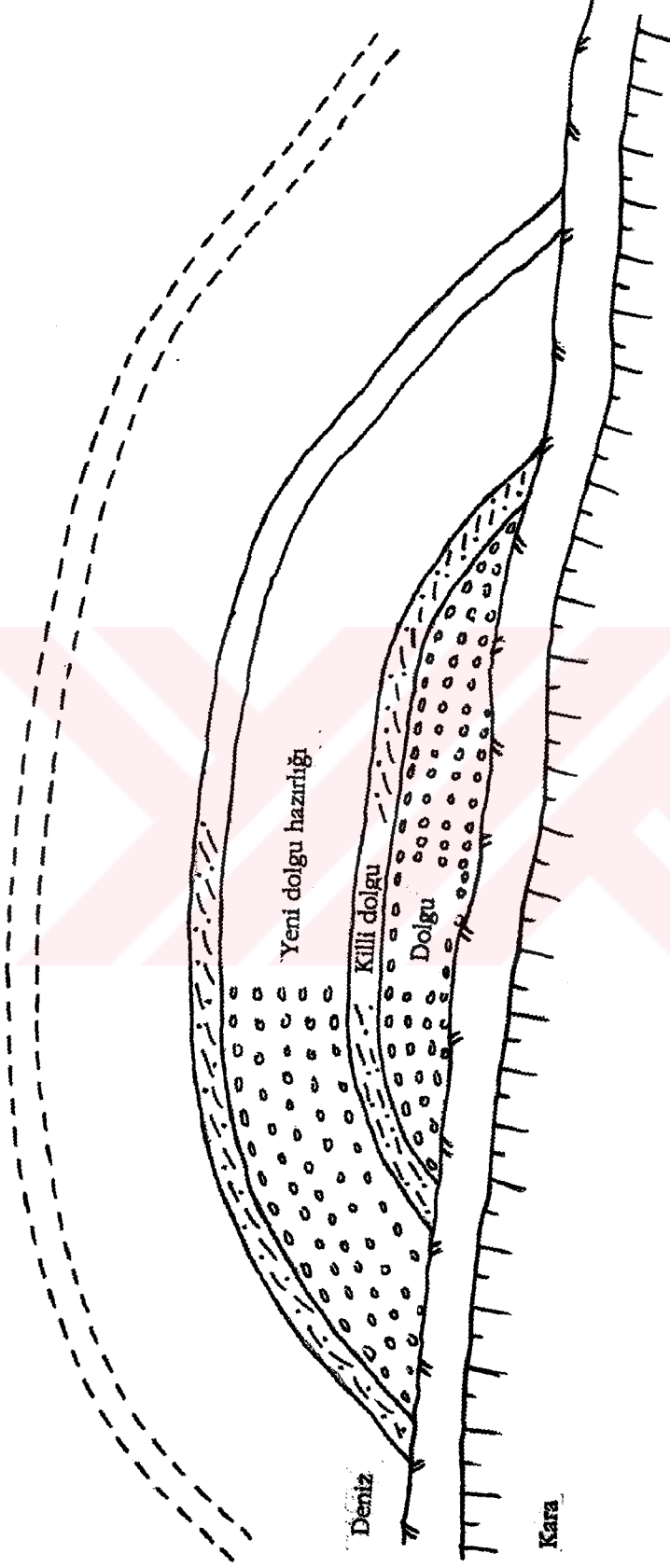
BÖLÜM 3. MEVCUT ÜRETİM SİSTEMİYLE İLGİLİ BİLGİLER

3.1. Bölgede Uygulanan Dekapaj ve Üretim Sistemi

Bölgede üretim iki değişik çevrede sürdürülmektedir. Karadaki çalışmalar uzun zamandır devam ettiği için rezervini tüketmiştir. Denizdeki çalışmalar gittikçe denize doğru ilerlemektedir. Her iki çevrede aynı dekapaj ve üretim sistemi uygulanmaktaysa da denizdeki çalışmalar uygulama biçimi bakımından farklıdır. Örtü kazısında değişik tip ve kapasitedeki kepçe ve ekskavatörler ile kazılmakta ve kömürü alınmış sahalara kamyonlarla dökülmektedir. Karada çıkan düşük geçirimli killi malzeme denizdeki dolgu çalışmalarında kullanılmak üzere ayrılmaktadır. Kömürün kazısı paletli yükleyicilerle yapılmakta ve kamyon nakliyatıyla taşınmaktadır.

Denizdeki üretim yöntemine " Havuzlama - Seddeleme " ismi verilmektedir. Sistemin uygulanış biçimi, denizin doldurularak kara haline getirilmesi ve örtükazı çalışmalarıyla devam etmesidir. Önce, denizin tehditlerinden korunmak için denize yay biçiminde geçirimi düşük kil malzemesiyle genişliği 50 - 100 m, deniz seviyesinden yüksekliği 5 - 8 m olan sedde çekilmeye başlanır. Daha sonra seddenin kıyı tarafındaki kısmı karadan getirilen örtü malzemesiyle doldurulur. Dolgu alanını büyüklüğü istenilen kömür üretimine göre değişkendir. İkinci uygulama kara haline gelmiş alanın kazılması ve kömüre ulaşılmasıdır. (Şekil 3.1 ve Şekil 3.2) Şekil 3.2'de görüldüğü gibi deniz içindeki çalışma kıyıdan yaklaşık 1km uzaklaşmıştır. Ulaşılan bu uzaklıkta, çalışma bölgesi aşağıdaki karakterlerdedir :

Altındaki damarın taban kotu :	- 44 m
Üst damarın taban kotu :	- 33 m
Maksimum deniz derinliği :	15 m
Maksimum dolgu derinliği :	23 m
Ortalama örtü kalınlığı :	28 m
Toplam kömür kalınlığı :	2.5 m
Dekapaj oranı :	26/1
Toplam hafriyat derinliği :	74 m



ŞEKİL 3.1. Denizdeki Çalışmanın Plan Görünüşü



ŞEKİL 3.2. Denizdeki Çalışmanın Kesit Görünümü

3.2. Mevcut Sisteminin Teknik ve Ekonomik Kısıtlamaları

Çalışmaların deniz içine doğru ilerlemesi, dolgu miktarını, dekapaj oranını ve dolayısıyla dekapaj maliyetini arttırmaktadır. Karadaki çalışmalarda çıkan uygun killi malzeme dolgu materyali olarak kullanıldığından, bu malzemenin yeteri kadar bulunamaması çalışmaları olumsuz etkilemektedir. Kumlu malzeme iyi kontrol edilmediğinde seddenin patlamasına yol açmakta, bu zondaki sondaj çalışmalarında takım sıkışması oluşmakta ve sondaj maliyetini arttırmaktadır. Seddeler dalgalar sebebiyle aşınmaya uğramakta ve beslenmeleri dekapaj oranını ve maliyetini arttırmaktadır [1].

Dekapaj oranı 30/1 olan bölgede, dolgunsuz bir çalışma yapılmış olsaydı; dekapaj oranı yaklaşık 1/10 değerinde olacaktı. (Şekil 3.2) Bu ise dekapaj maliyetini yaklaşık üç kat aşağıda sağlayacaktı. Görüldüğü gibi mevcut yöntemin fizibilitesi gittikçe azalmaktadır.

3.3. Mevcut Sistemin Maliyeti

Bürüt işletme karına göre aşağıdaki gibidir [1]:

K	: Dekapaj oranı (m ³ /ton)	: 30/1
M	: Mazot alış fiyatı (cent/Lt)	: 34.62
L	: Mazot tüketimi (Lt/m ³)	: 1.535
C	: Birim kazı maliyeti (cent/m ³)	: 53.20 (MxL)
D	: Dekapaj maliyeti (cent/ton)	: 1596.0 (KxC)
T	: Kömür üretim masrafı (cent/ton)	: 239.4 (0.15xD)
İ	: İdari masraflar (cent/ton)	: 159.6 (0.10xD)
H	: Toplam birim maliyet (cent/ton)	: 1995.0 (D+T+İ)
S	: İşletme bürüt karı (cent/ton)	: 598.5 (0.30xH)
P	: Devlet hakkı, Mad.fon.işt. (cent/ton)	: 71.82 (0.12xS)
R	: Toplam satış fiyatı (cent/ton)	: 2665.32 (H+S+P)

BÖLÜM 4. DÜNYADAKİ SULU ORTAM MADENCİLİĞİNİN TEKNİK VE EKONOMİK İNCELEMESİ

4.1. Ekonomik Bakış.

Dünya yüzölçümünün 2/3'sinin su olması ve karadaki mineral ve enerji kaynaklarının azalması, dünya madenciliğini deniz, göl ve nehlere yöneltmiştir. Bu ortamlardaki pek çok yatak bugün fizibil olarak işletilmektedir.

Uzmanlar; denizdeki belli bir alanın karaya nazaran daha verimli olduğu görüşündedirler. Örneğin; deniz tabanının 74 milyon km²'lik kısmını kaplayan killerin içerdiği bakır ve aliminyum insanlığa şimdiki tüketim oranlarında bir milyon yıl yetecek miktardadır [4]. Güney Japonya'da 15 - 28 m su derinliğinden çıkarılan magnetitli kum, bu ülkenin yıllık pik demir ihtiyacını 47,000 tona düşürmüştür. Dünya kum ve çakıl üretiminin % 60'ı denizden sağlanmaktadır. Malezya, Tayland ve İndonezya'daki kalay üretimi, dünya üretiminin % 10'udur. Dünya elmas üretiminin %3'ü deniz ve kumsallardan üretilmektedir.

Dünyada bazı sulu ortam yatakları geleneksel kara madenciliği ile işletilmekte ve bazı teknik ve ekonomik zorluklara sebep olmaktadır. Sulu madencilik ekipmanları (taraklayıcılar) uygulamasının fizibil gözüktüğü Suriname Boksit Madeni konuya iyi bir örnek teşkil eder [5]. Sulu madenciliğin diğer bir ekonomik avantajı, cevher ve örtünün su ile taşınmasına izin vermesidir.

4.2. Teknik Bakış

Taraklama teknikleri 1400'lü yıllarda Hollanda'da, hendek, nehir ve su kanalları açımında ve malzeme naklinde kullanılmıştır. Taraklayıcılarda dipteki malzemeyi gevşetmek için saban ve tırmık devreleri modellenmişti. İlk taraklama ekipmanı olan kovalı taraklayıcı Hollanda'da geliştirilmiş, ilk hidrolik taraklayıcı 1860'lı yıllarda modellenmiştir. Gemi sanayindeki

gelişmelerle birlikte, inşaat sanayisi için döner kepçeli, kovalı, kesici kafalı, tırnaklı ve kepçeli pek çok taraklayıcı geliştirilmiş, gelişmeler madenciliğe sıçrayarak bugün, altın, kalay, barit, kum, çakıl, fosfat ve linyit gibi örtükazısı büyük yataklarda uygulama alanı bulmaktadır [6].

Günümüzde gemilere, platformlara ve dubalara monte edilebilen, kazı ve nakliyatı hem hidrolik hem de mekanik yolla elektronik olarak gerçekleştiren, oldukça büyük su derinliklerinde, dalgalı ve akıntılı ortamlarda çalışabilen, sert, yumuşak ve yapışkan malzemeleri kolayca kazabilen taraklama ekipmanlarının pekçok tip ve kapasitesi mevcuttur. Yılda milyonlarca m³ malzeme kazısı yapan bu ekipmanlardan kesici - emici taraklayıcılar, 1986 yılında Kanada, Manitoba'da 19 milyon m³ kumlu ve killi örtükazısı yapmıştır.

Yeni gelişmelerle birlikte, sulu ortam tabanlarının, elektronik - sismik profileme aletleriyle ayrıntılı olarak izlenmesi, denizaltı jeolojisi ve jeofiziğinin detaylı olarak belirlenebilmesi; denizaltı dozerleri, sabanları ve diğer aletlerin geliştirilmesine yardımcı olmuştur [7].

4.3. Çevresel Bakış :

Dünya nüfusunun yaklaşık % 70'i denize 50 km uzaklıktaki alan içinde yaşamaktadır. Böyle bir nüfus yoğunluğu, kıyı ve deniz madenciliğinin ülkesel bir plan içinde incelenmesini, fiziksel ve biyolojik çevrenin korunmasını zorunlu kılar [8].

Madencilik sırasında deniz tabanının derinleşmesi sonucu oluşacak dalga kırılmaları, dipte alçak ve yükseklikler halinde dağılan kum erezyonuna sebep olacaktır. Bunun örnekleri Amerika New Jersey, Jacksonville, Miami ve Wrightsville Sahillerinde görülmüş, 1956'yılından itibaren sahil erezyonuna karşı New Jersey Sahiline kum beslemesi yapılmıştır. Ortama uygun besleme malzemesini bulabilmek için bu gibi ortamların karakterleri iyi tanımlanmalıdır.

Diğer bir etki, dipteki kazının süspansiyon halinde katı tanecikleri oluşturarak su altı organizma ve bitkilerinin fotosentezini engellemesi ve buna bağlı olarak görülen balık ölümleridir. Ayrıca madencilik çalışması bittikten sonra iyi dizilmiş malzeme üzerinde oluşacak düşük akım ve kesme gerilmeleri

dip stabilizasyonunu bozacaktır. Bu tip etkilerden kaçınmak için aşağıdaki önlemler alınmalıdır:

1. Madencilik bölgesi ve yakın bölgelerin iyi bir ekolojik tanımının yapılması, madencilik safhalarında oluşabilecek değişikliklerin ekolojiye ne yönde etkileyebileceğinin araştırılması
2. Madencilik safhalarında çevrenin monitörlenmesi
3. Madencilik çalışmaları sonrası deniz tabanı için bir restorasyon planı yapılması
4. Sondajlama esnasında ayrıntılı bilgilerin ve su karakterinin çıkarılması

4.4. Sulu Ortamların Genel Özellikleri

1. Fiziksel Oşinografi: Kuzey - Güney yönlerinin enlemler, Doğu - Batı yönlerinin boylamlarla; derece dakika ve saniye yönünden belirtilmesidir. 1°'lik enlem; 60 deniz mili, 1 deniz mili; 1852 m'dir. Dikey boyut derinlik cinsinden belirtilir [9].
2. Sıcaklık: Deniz suyu sıcaklığı ortalama olarak belirtilir.
3. Tuzluluk: Dipteki tuzluluk ve yüzeydeki tuzluluk yüzdesi belirtilir.
4. Basınç: Derinliğe bağlı olarak değişir.
5. Yoğunluk: Tuzluluk, basınç ve sıcaklığın bir fonksiyonudur.
6. Optik özellikler: Kırılma indeksi, absorpsiyon ve rengi temsil eder.
7. Akustik özellikler: Ses dalgalarının yayılım hızıdır. Basınç ve sıcaklığın fonksiyonudur.
8. Sirkülasyon: Yüksek enlemli yerlerde dipteki su ekvatora doğru sirküle olur. Yüzeyde rüzgara bağlı sürtünme, ara zonda rotasyonel kuvvetler, dipte ise sürüklenme kuvvetleri hakimdir.

4.5. Deniz Kimyası

Deniz suyu 60 element içermektedir. Bunlardan önemli olanları ve konsantrasyonları aşağıdaki gibidir:

TABLO 4.1. Deniz Suyundaki Başlıca Elementler ve Konsantrasyonları [9].

ELEMENT	Konsant. (mg/l)	ELEMENT	Konsant. (mg/l)
Klorin	19,000	Rubidyum	0.12
Sodyum	10,500	Fosfor	0.07
Magnezyum	1,350	Baryum	0.03
Sülfür	885	Çinko	0.01
Kalsiyum.	400	Demir	0.01
Potasyum..	380	Alüminyum	0.01
Bromin	65	Molibdenyum	0.01
Karbon	28	Kalay	0.003
Stronsiyum	8	Bakır	0.003
Boron	4.6	Uranyum	0.003
Silikon	3	Nikel	0.002
Florin	1.3	Manganez	0.002
Argon	0.6	Gümüş	0.0003
Nitrojen	0.5	Kurşun	0.00003
Lityum	0.17	Cıva	0.00003
Altın	0.000004	Radyum	0.0000000001

4.6. Deniz Mineral Kaynakları

1. Çözünmüş Yataklar

Deniz suyundan ticari olarak üretilenler tuz, magnezyum, su, brom ve magnezyum bileşikleridir.

2. Birleşmemiş Yataklar

Tarıklama teknikleriyle çıkarılabilen yataklardır. İçerdikleri mineraller kara madenciliğinden farklı değildir. Metal harici yataklar miktar olarak % 50

- 100 oranındadırlar. Fosforit, manganez alaşımları ve metalli çamurlar başlıcalarıdır. Ağır mineraller % 10 oranındadırlar.

3. Birleşmiş Yataklar

Sayıları fazla olmayan bu yataklar önemli miktarlardadırlar. Kömür, demirli kayalar, kireçtaşı, sülfür, kalay, altın, metal sülfidler, metalik tuzlar ve hidrokarbonlar bu sınıfta yer alır.

4.7. Taraklama Ekipmanları

4.7.1. Taraklayıcı Ekipmanların Madencilik Alanındaki Uygulamaları

1. Plaser Yatakları

Platin, altın, kalay, elmas ve rütil gibi ağır mineraller ve içinde nadir mineralleri barındıran kum yataklarında uygulamaları geniştir. Bu tür yataklar; nehir ve sahil yatakları, kıyı sedimanları, deniz sedimanları gibi ortamlardadırlar [5].

2. Deniz Yatakları

Manganez nodülleri ve metalli alaşım çamurlarıyla beraber, son yıllarda çok önem verilen kum, çakıl, fosfat, ve deniz plaserlerinde uygulamaları mevcuttur.

3. Endüstriyel ve Büyük Rezervlere Sahip Mineraller

Yapı malzemeleri (çakıl,kum), endüstriyel kayalar (boksit, killer, tuz, fosfat, bentonit,dolomit, diatomit, kireçtaşı, soda külü vb.), asbest, feldspar ve sülfür gibi diğer minerallerde uygulama alanları vardır.

4. Katı Yakıtlar

Turba, linyit, kahverengi kömür ve kömürlü şeyl gibi yataklar büyük miktarlarda ve üniform kalınlıklarda uzanırlar ve yatay tabakalarda oluşurlar. Nehir deltaları, göl ve denizin kesiştiği yerlerdeki yataklar sulu madencilik tekniklerinin uygulanmasını gerektirirler. Bu yataklar üzerinde yumuşak ve

kalın örtü tabakalarının varlığı da bu ekipmanların kullanımını gerektirici bir unsurdur.

4.7.2. Taraklayıcı Ekipmanların Diğer Uygulama Alanları

Liman inşası ve derinleştirilmesi, su yolları, sulama ve drenaj kanallarının açılması, kumsalların yeniden ıslahı, su barajları, dykların ve suni adaların inşası, kirlenmiş su diplerinin kazılması, tünellerin açılması sırasında ortaya çıkan hendek ve boru hatlarının kazılması, ve alan ıslahında kullanımları yaygındır [10].

4.7.3. Taraklayıcı Ekipman Türleri ve Teknik Özellikleri

Taraklayıcı ekipmanlar; hidrolik taraklayıcılar, mekanik taraklayıcılar ve yardımcı ekipmanlar olmak üzere üç kısma ayrılırlar [10].

A) Hidrolik Taraklayıcılar

Bu tipleri genel özellikleri ; taraklanmış malzemeyi santrifüj pompalar vasıtasıyla su - malzeme karışımı halinde nakletmeleridir. Örtüyü gevşetmek için emme pompası borusu önünde kesiciler, döner kepçeler, kazıcı uçlar ve yüksek basınçlı su jetleri gibi pek çok ekipman kullanılmaktadır. Hidrolik Taraklayıcı tipleri şunlardır [10].

1. Emici kepçeli Taraklayıcı

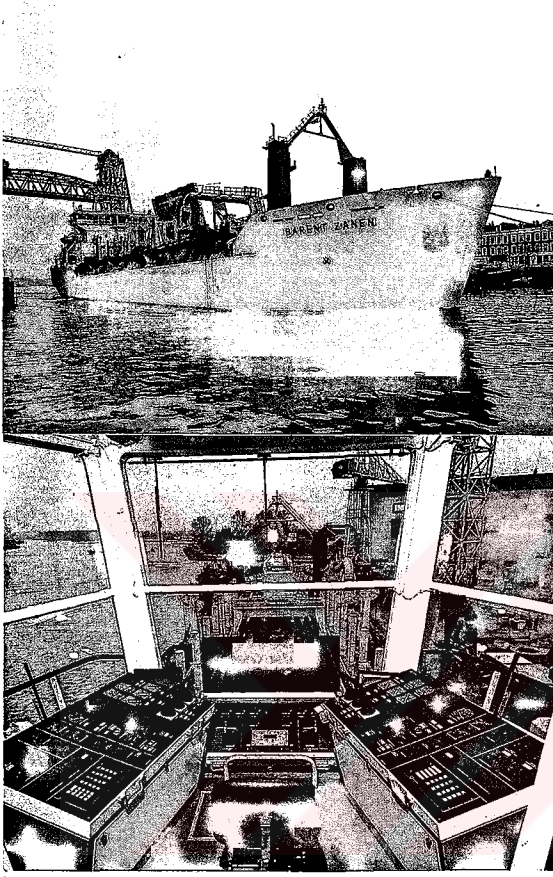
Su yollarını, su kanallarını ve limanları derinleştirmek için modellenmiş olan bu tip ekipmanlar; dibi açılır bir kepçe, buna bağlı bir veya daha fazla emici boru ve pompalama sistemiyle donatılmıştır. Kepçeyle taraklanan malzemeyi toplama işlemi yapan her bir emme borusu kepçe içinde son bulur. Bu tip taraklayıcı nispeten yüksek dalgalarda öteki gemi nakliyatlarını engellemeden çalışabilir ve ince tabakaları kazabilir. Fosfat ve deniz agregaları (kum, çakıl) kazısında son derece başarılıdır [5]. Son yıllarda denizden kum ve çakıl çıkarma işlemlerinde büyük yükselişler olduğu için özel dizaynı olanları geliştirilmiştir [10]. Bunlardan biri olan "Barent Zanen" adlı taraklayıcının genel görünümü, kepçe görünümü ve teknik özellikleri verilmiştir. (Şekil 4.1, Şekil 4.2 , Şekil 4.3.ve Tablo 4.2) Diğer özellikleri şunlardır:

1. Kapasitesine göre nispeten sığ sularda çalışabilir
2. İki emme borusu, iki taraklama pompası ve kıyıya pompalama sistemleriyle donatılmıştır.
3. Boru başlarına monte edilmiş, fırlatma açısını kontrol eden iki adet sevkedici valf ve gemi başında yeralan bir itici sisteme sahiptir.
4. Taraklama işlemi elektronik kontrol edilir.
5. 35'tonluk bir vinç donanımlıdır.
6. Buzlu sularda buzları kırıcı bir kepçe sistemi
7. Sıkı örtüde kazma işlemini kolaylaştıran su jetleri sistemi
8. Geminin yükselme eğilimi gösterdiği yerlerde, kepçenin malzeme kaçırmasını engelleyici bir sistem
9. Malzeme nakli; gemi omurgasının her iki tarafında eşit sıralar halinde bulunan 22 çift kapaklı bölmeler, kıyı terminaline boşaltım ise birer adet emme silolarına bağlı pompalar vasıtasıyla gerçekleştirilir.

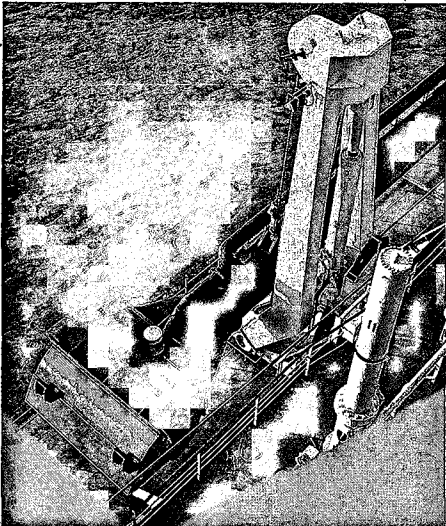
TABLO 4.2. Barent Zanen'in Başlıca Teknik Özellikleri [10].

İnşa tarihi	: 1985
Sahibi	: Zanen Verstoep, China
Toplam uzunluk	: 130.80 m
Gemini uzunluğu	: 122.80 m
Direk uzunluğu	: 23 m
Derinliği	: 10 m
Kapasite	: 8000 m ³
Toplam yük kapasitesi	: 14,185 ton
Emme borusu çapı	: 1,000 mm
Taraklama derinliği	: 34 - 47 m
Ana motor gücü	: 2 x 5,075 kw
Taraklama motorları	: 2 x 2,270 kw
Toplam makina gücü	: 11,435 kw

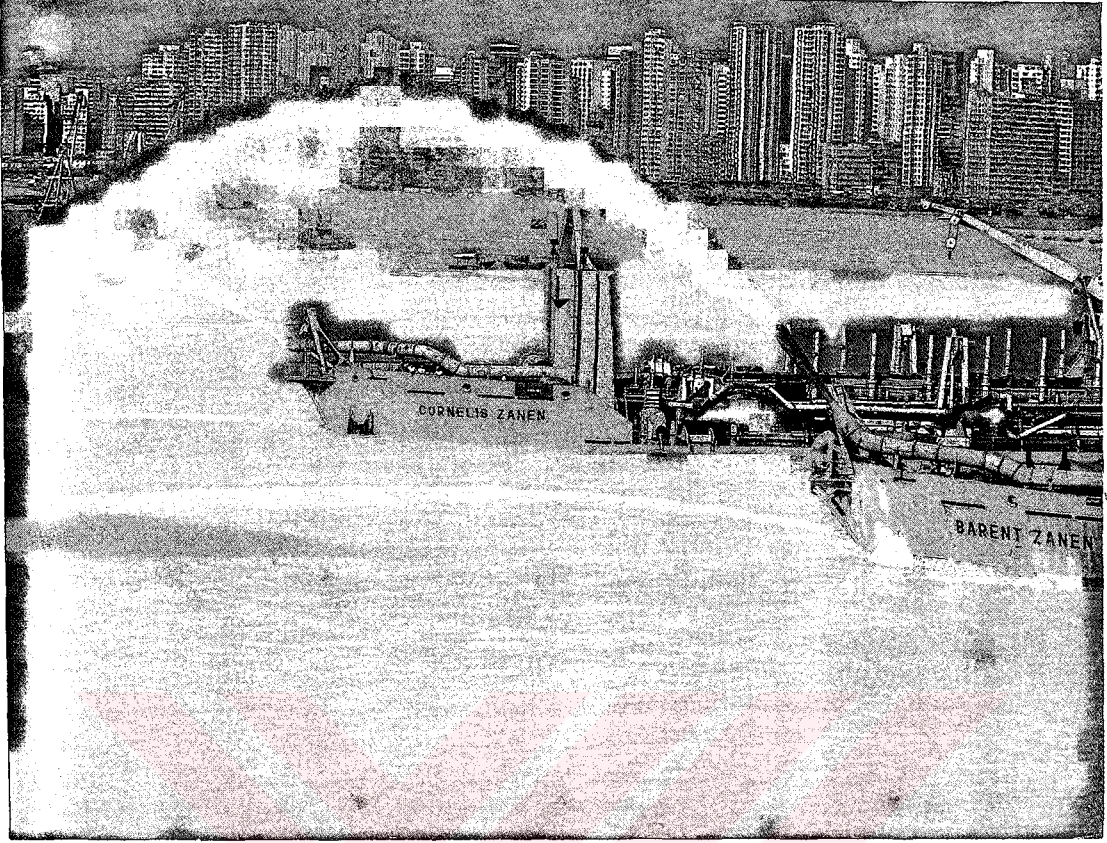
Personel sayısı : 46 kişi
Gemi hızı : 28.16 km / saat



ŞEKİL 4.1. Barent Zanen Adlı Taraklayıcının Genel Görünümü [10].



ŞEKİL 4.2. Barent Zanen'in Kepçesi [10].



ŞEKİL 4.3. Barent Zanen'in Fırlatma Gücünün Genel Görünümü [10].

2. Kesici - emici Taraklayıcı

Bu tip taraklayıcılarda da örtü santrifüj pompalar vasıtasıyla suyla beraber nakledilir. Malzeme, emme işlemeyle yüzeye nakledilmeden önce; kazı, kesme ve toplama gibi pekçok kuvvet devreye sokulur. Kum, çakıl, kil ve kumtaşı gibi yumuşak kayalar kazabilir. Daha gelişmiş tipleri sert kayaları da kazabilmektedir. Makinanın önemli özellikleri; yüksek üretim oranı, kazı gücü ve uzak mesafelere pompalamadır. En önemli dezavantajı, ağır mineral madenciliğinde kesilen parçaların emme borusuna girmeden kurtulabilmesidir. Bu tip makinalar büyük nakliyat mesafeleri söz konusu olduğunda, örtükazı ve artık boşaltımı için çok uygundur [5]. Tablo 4.3'te bu tip taraklayıcılara ait teknik özellikler, Şekil 4.4'te bu tip taraklayıcılara ait bir kesici kafa modeli, Şekil 4.5'te ise çalışma görünümü sunulmuştur [10].

Kesici - emici taraklayıcılarının en büyüğü, özel sipariş olarak Çin halk Cumhuriyeti'ni adına modellenen Leonardo da Vinci'dir. Aletin genel teknik özellikleri şunlardır [10]:

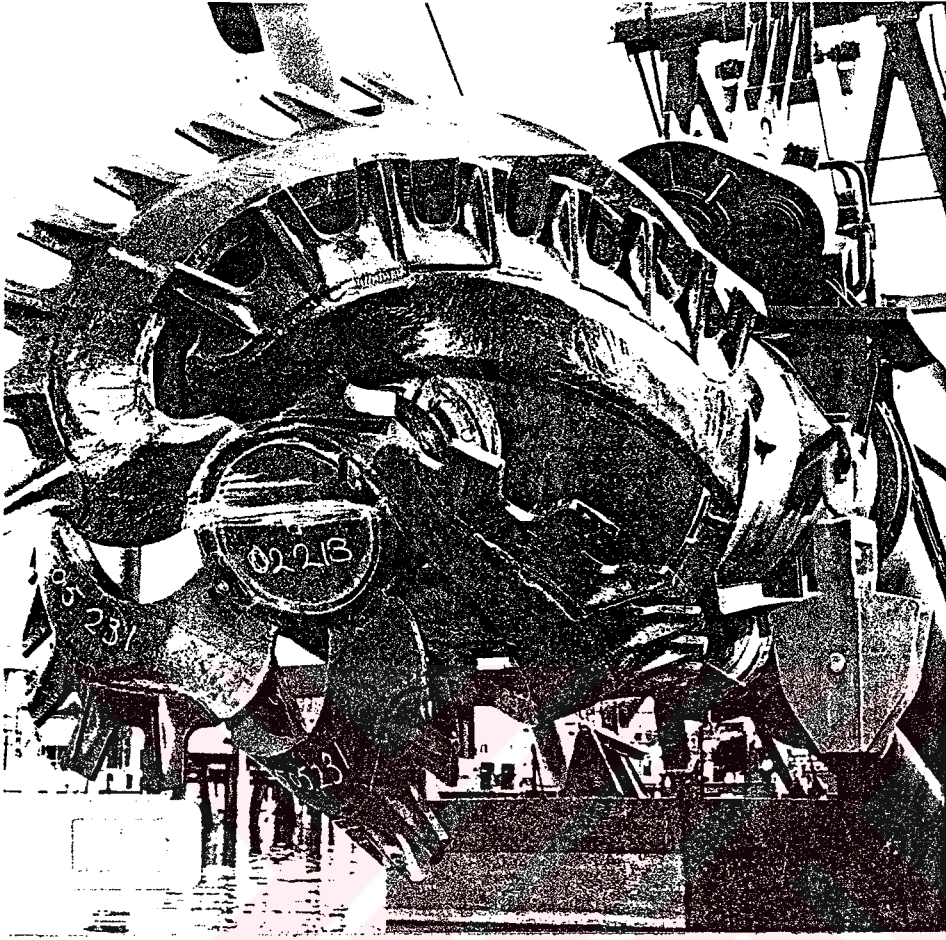
Toplam uzunluk	: 129.20 m
Maksimum taraklama derinliği	: 30 m
Emme ve boşaltma borusu çapı	: 900 mm
Toplam makina gücü	: 20,230 kw
Kesici güç	: 4,410 kw
Kapasite	: 5400 m ³ / saat
İlerleme hızı	: 20.2 km / saat
Barındırabileceği personel	: 41 kişi

TABLO 4.3. IHC Şirketi Tarafından Üretilen Standart Tip Kesici - emici Taraklayıcıların Teknik Özellikleri [10].

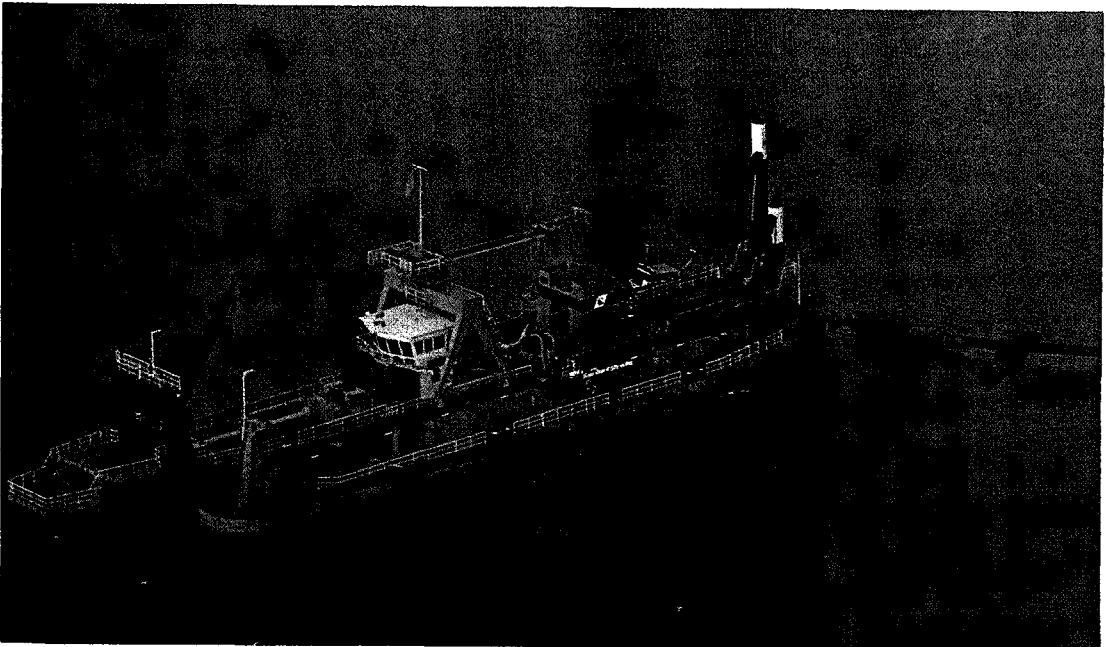
Tip	300	600	1200	1600	2400	3800	4600	8000
Pompa gücü(Kw)	175	390	610	910	1275	1846	2550	3360
Emme borusu çapı (mm)	260	400	450	550	600	700	750	800
Kesme gücü(Kw)	30	52	110	170	276	552	552	883
Taraklama derinliği (m)	6	8	10	14	14	16	18	22
Yan platformlu uzunluk (m)	11.5	12.5	16.5	22.0	26.5	32.0	37.0	56.7
Yan platformlu genişlik (m)	4.05	5.72	6.69	7.95	8.60	10.3	13.4	15.0
Derinlik (m)	1.30	1.51	1.87	2.46	2.75	2.97	3.00	4.25
Platform sayısı	3	3	3	3	3	3	1	1
Maksimum kapasite(m ³ /saat)	225	550	700	1000	1150	1800	1800	2800

3. Döner Kepçeli Taraklayıcı

Döner kepçeli ekskavatörlerden esimlenerek modellenmiştir. Başlıca avantajı, kesici - emici ve kovalı tip taraklayıcıların avantajlarını üzerinde toplamasıdır. Salınım yönünden bağımsız kazı ve alçak döküm yapabilmesi kovalı taraklayıcıya; düşük fiyat, bakım maliyeti, güç gereksinimi ve daha derin taraklama yeteneği de kesici - emici taraklayıcıya göre avantajlarıdır [5].



ŞEKİL 4.4. Kesici-emici Tip Bir Taraklayıcıya Ait Kesici Kafa Modeli [10].



ŞEKİL 4.5. Kesici-emici Tip Bir Taraklayıcının Denizdeki Görünümü [10].

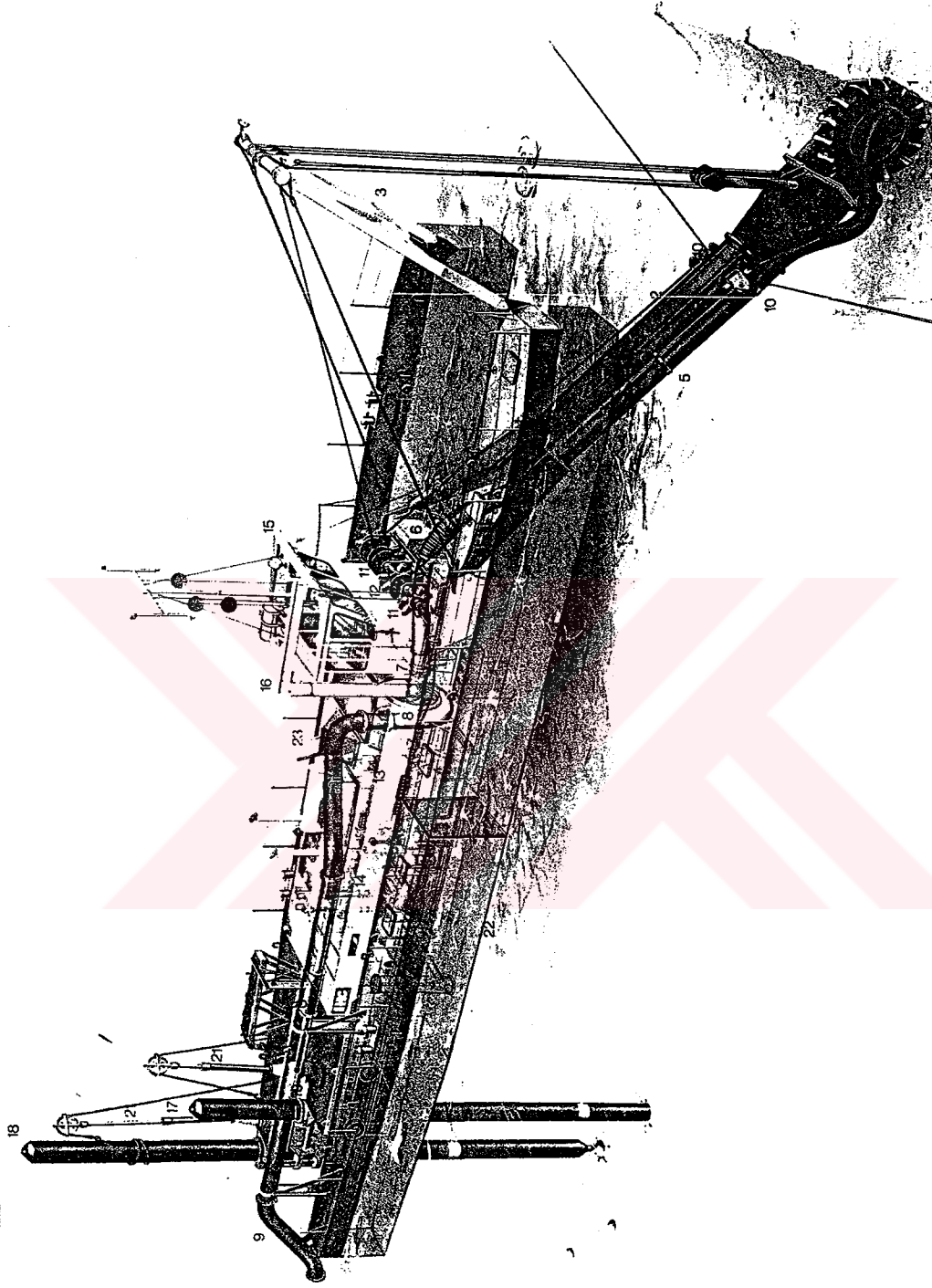
Birtakım dezavantajları aşağıdaki tekniklerle ortadan kaldırılmıştır :

1. Yumuşak formasyonlarda karşılaşılan tıkanmaları önlemek için kepçe dipleri çıkarılmıştır.
2. Kepçeler birbirine yakın tutularak, emme borusu iç ucunun temasta olduğu bir tünel oluşturulmuştur. Böylece kazılan malzeme hemen nakledilebilmektedir.
3. Kepçe aralarına sıkışan parçaları emme borusu ağzına düşüren bir uzantı yapılmıştır.
4. Kepçeler arası mesafe yakın tutularak aralara giren parçaların emme borusu ağzını, boşaltım borusunu ve pompayı tıkaması önlenmiştir.

Bu tip ekipmanlar sert ve sıkışık malzemeyi kazabilir. Dipte düzgün ve pürüzsüz bir yüzey bırakır. En çok kullanıldığı yataklar; çakıl, kum, fosfat, kaya tuzu, soda ve altın madenciliğidir. Gemi ve platformlara monte edilebilirler, yeniden sökülebilirler , kesme kuvvetleri, kesici kafanın yatay doğrultudakisalınım yönüne göre eşdeğer ve yukarı yönlüdür. Bu ekipmanların tiplerinin teknik özellikleri, başlıca parçaları ve kepçe yapısı Tablo 4.4, Şekil 4.6 ve Şekil 4.7'de görülmektedir [10]. Bu tip taraklayıcıların kapasiteleri yüksektir (100 -3000 m³/saat). Sert kayalarda döner kepçelere özel diş ve keskiler dizayn edilebilmektedir [5].

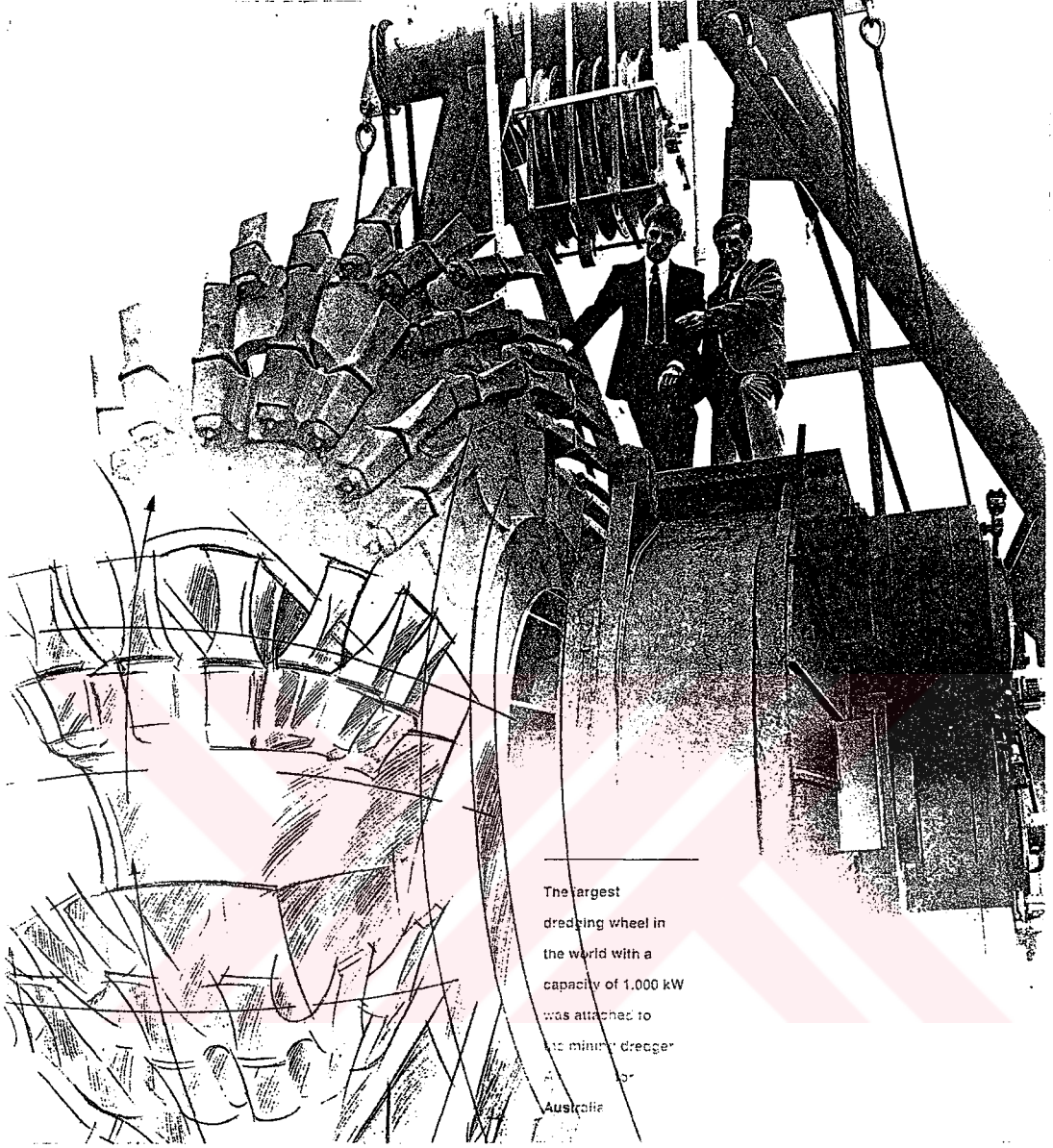
TABLO 4.4. IHC Şirketi Tarafından Üretilen Standart Tip Döner Kepçeli Taraklayıcıların Teknik Özellikleri [10].

Güç (hp)	220	750	1500	2900	4000
Döner kepçe gücü (Kw)	30	75	170	320	550
Pompa gücü (Kw)	100	388	810	1470	2060
Emme borusu çapı (mm)	260	400	550	650	800
Traklama derinliği(mm)	6	10	14	16	16



1. Döner kepçe
2. Kepçe yükselticisi
3. Halat mafsalı
4. Emme başlangıcı
5. Emme borusu
6. Kauçuk hortum
7. Geniş bağlantı
8. Emic pompa
9. Boşaltım borusu
10. Düşey salınım halatı makaraları
11. Salınım vinçleri
12. Yükseltici vinçleri
13. Pompa motoru
14. Yardımcı motor
15. Kontrol kabini
16. Güverte vinci
17. Denirleme kazığı
18. Yardımcı kazık
19. Kazık taşıyıcı
20. Kazık taşıyıcı kol
21. Kazık kaldırıcı kollar
22. Yakıt tankları
23. Motor ve pompa odası

ŞEKİL 4.6. Döner Kepçeli Bir Taraklayıcı ve Başlıca Parçaları [10].



ŞEKİL 4.7. Dünyanın En Büyük Çaplı Döner Kepçeli Taraklayıcısının Kesici Kafası [10].

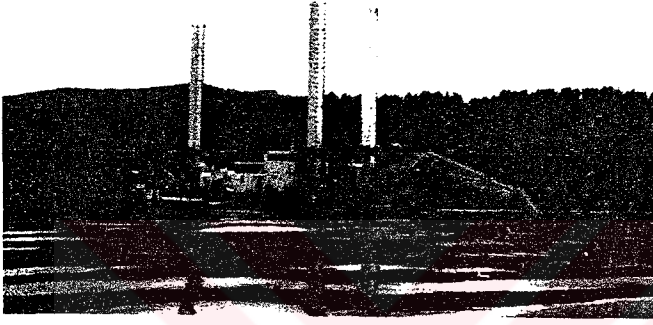
B) Mekanik Taraklayıcılar

Örtü; kapma / tırnak, kepçe ve kova gibi mekanik vasıtalarla gevşetilir ve nakledilir [10]. Bu sınıfta yer alan taraklayıcılar da şunlardır :

1. Ters Kepçeli Taraklayıcı

Kuru ortamlar için geliştirilmiş olmalarına rağmen sulu ortamlarda da artan oranda kullanılmaktadırlar [5]. Etkili ve düşük maliyetli kazı yapabilen

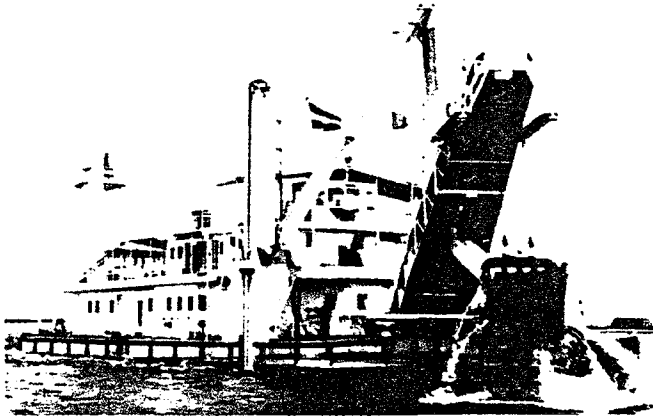
alet, çukur ve kıvrımları ve hatta kayaçların üst kısımlarını kazabilmektedir. Derinlik arttıkça üretim kapasiteleri düşmektedir. 100 m^3 / saat gibi küçük çaplı çalışmalar için uygundur. Bu da altın, elmas ve kalay gibi yüksek değerli cevherler ve küçük çaplı turba yatakları için iyi bir seçimdir. Kendi kendine yükselen platformlara montelenmiş tipleri kepçeli taraklayıcıya göre örtüyü daha iyi kazabilmektedir. Değişik şartlara göre özel amaçlı kepçelerle donatılabilirler. 30 m^3 üstünde kepçe kapasiteli olanları mevcuttur. Max 27 m derinliği kazabilirler. Genel görünümü Şekil 4.8'de verilmiştir.



ŞEKİL 4.8. Ters Kepçeli Taraklayıcı [5].

2. Kepçeli Taraklayıcı

Bu tip taraklayıcı bir kepçe gibidir. Mekanik veya hidrolik hareketli olanları mevcuttur. Sert kayaçları kazabilen aletin kapasitesi düşük olduğundan kalın tabakalar için pek uygun değildir. İnce ve sert tabakaların kazısında başarılıdır. Genel görünümü Şekil 4.9'da verilmiştir.

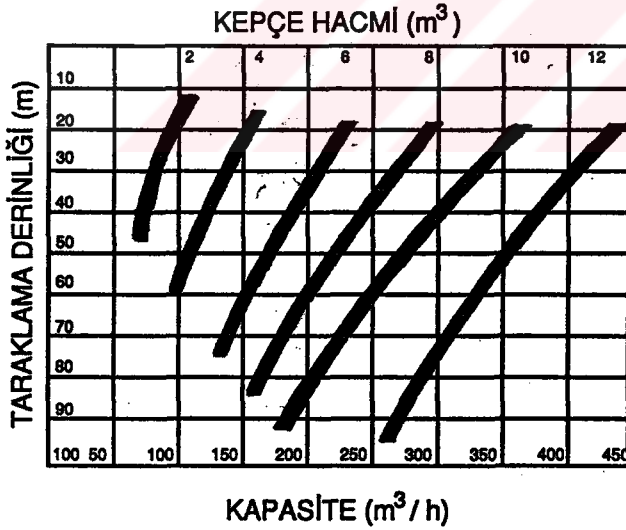


ŞEKİL 4.9. Kepçeli Taraklayıcı [5].

3. Kaptırma Kepçe

Diğer taraklayıcılara, duba ve platformlara monte edilebilen bu alet derin sularda çalışabilir. Kapasiteleri düşük, basit yapılı ve ucuzdur. Birden fazla kepçeyle donatılabilirler. Ancak su derinliği arttıkça kapasiteleri azalmaktadır.

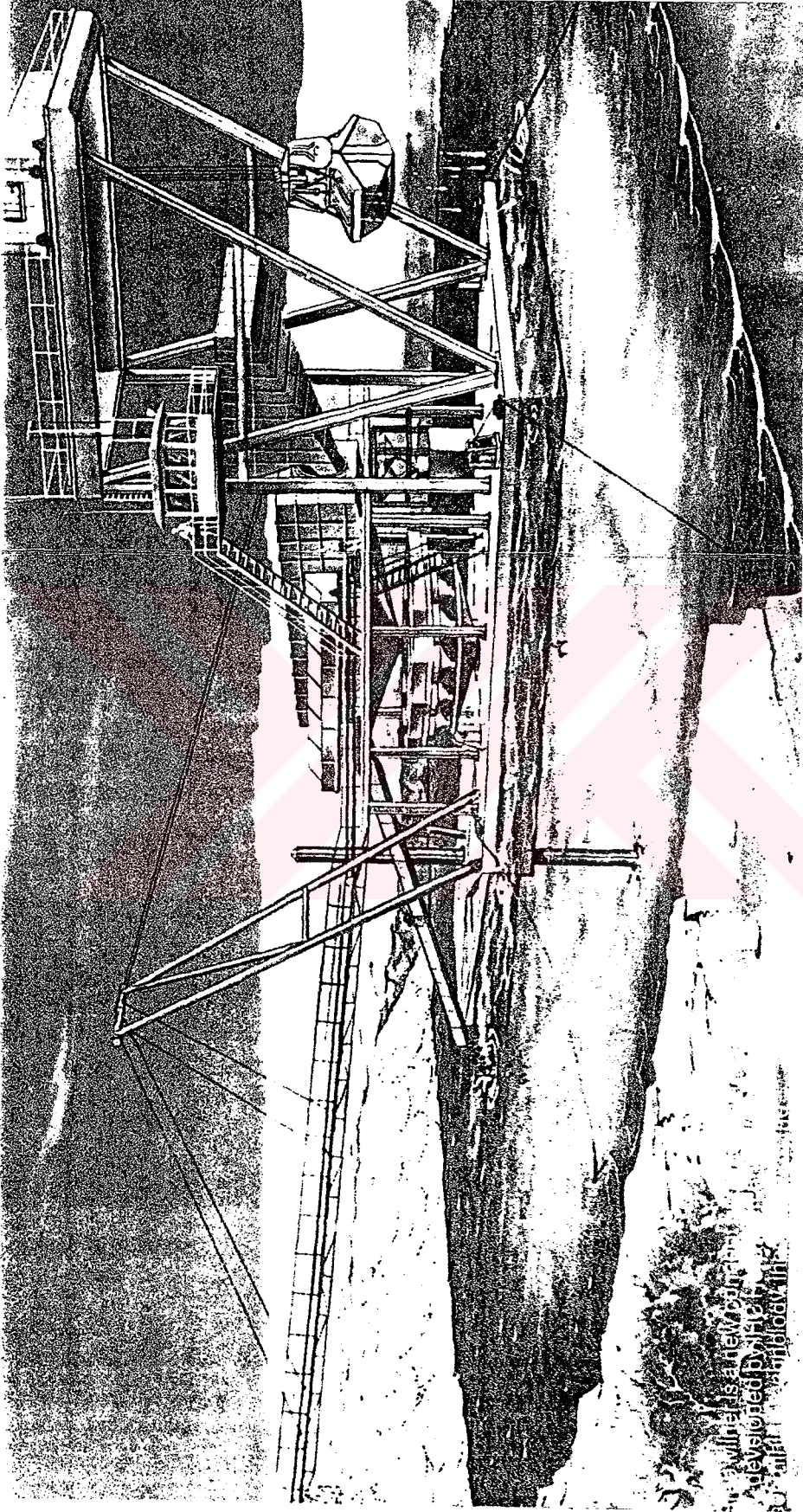
Bu tip taraklayıcılar altın, platinyum, kalay, ağır mineraller, fosfat, linyit, kromit vb. oluşumlar için uygundur. Ekipman, 150 m gibi yüksek taraklama derinliklerinde çalışabilmekte; taraklama periyodu, kepçenin açılması, kaldırma ve boşaltma tamamen otomatik kontrol edilmektedir. Cevher hazırlama istasyonunu yapısında taşıyabilen alet, yapışkan malzemeler için su altı pompasına, atık atma donanımına ve gevşek malzemeler için özel kepçe modeline sahiptir [10]. Aletin genel görünümü, kepçe hacmi, taraklama derinliği ve kapasite arasındaki ilişki Şekil 4.10 ve Şekil 4.11'de görülmektedir.



ŞEKİL 4.10. Kaptırma Kepçede Kapasite, Kepçe Hacmi ve Taraklama Derinliği İlişkisi [10].

4. Kovalı Taraklayıcı

Yüzyıldan fazla bir zamandır madencilikte kullanılan, günümüzde gelişmiş modellere sahip bir makinedir. Kapalı bir zincir, bu zincire bağlı



ŞEKİL 4.11. Bir Kaptırma Kepçinin Genel Görünümü [10]

kovalar ve yükseltici konstrüksiyondan oluşur. Zincirin çekilmesiyle dolan kovalar yüzeye çıkararak, ulaştığı en yüksek noktada yükünü siloya boşaltır. Artıklar gemi arkasındaki diğer siloya nakledilir [5].

Bu taraklayıcı ağır kil, çakıl, kırıklı kayalar için uygun bir çalışma profili gösterir. Maksimum güvenilebilirlik, uzun ömür, yüksek kazı kapasitesi ve üretim oranı başlıca avantajlarıdır. Tek dezavantajı kapital değerinin yüksekliğidir. Kazı derinlikleri 70 m'ye ulaşan bu tip ekipmanlar, her çeşit yatağın kazısında etkili olmaktadır. Kova kapasiteleri 0.009 m³ ile 1 m³ arasında değişmektedir.

Bu tip bir ekipman Amerika'da kum ve çakıl madenciliğinde kullanılmaktadır. (Şekil 4.12 ve Şekil 4.13) Makinanın kazı pozisyonunda sabit kalması için 6 adet çapa kullanılmaktadır. Gemi salınımı, viçlerin çekme gücü, zincirin çekilme kuvveti, frenleme torku, taraklama açısı, yükseltici konstrüksiyonu tutan vinçler, kesici kafayı tutan vinç, yükseltici konstrüksiyonun dikeyle yaptığı açı ve kovaların kazı yüzeyiyle yaptığı açı elektronik kontrol edilir. Malzemenin kıyıya sevki bant nakliyatıyla yapılmaktadır [10].

C) Yardımcı Ekipmanlar

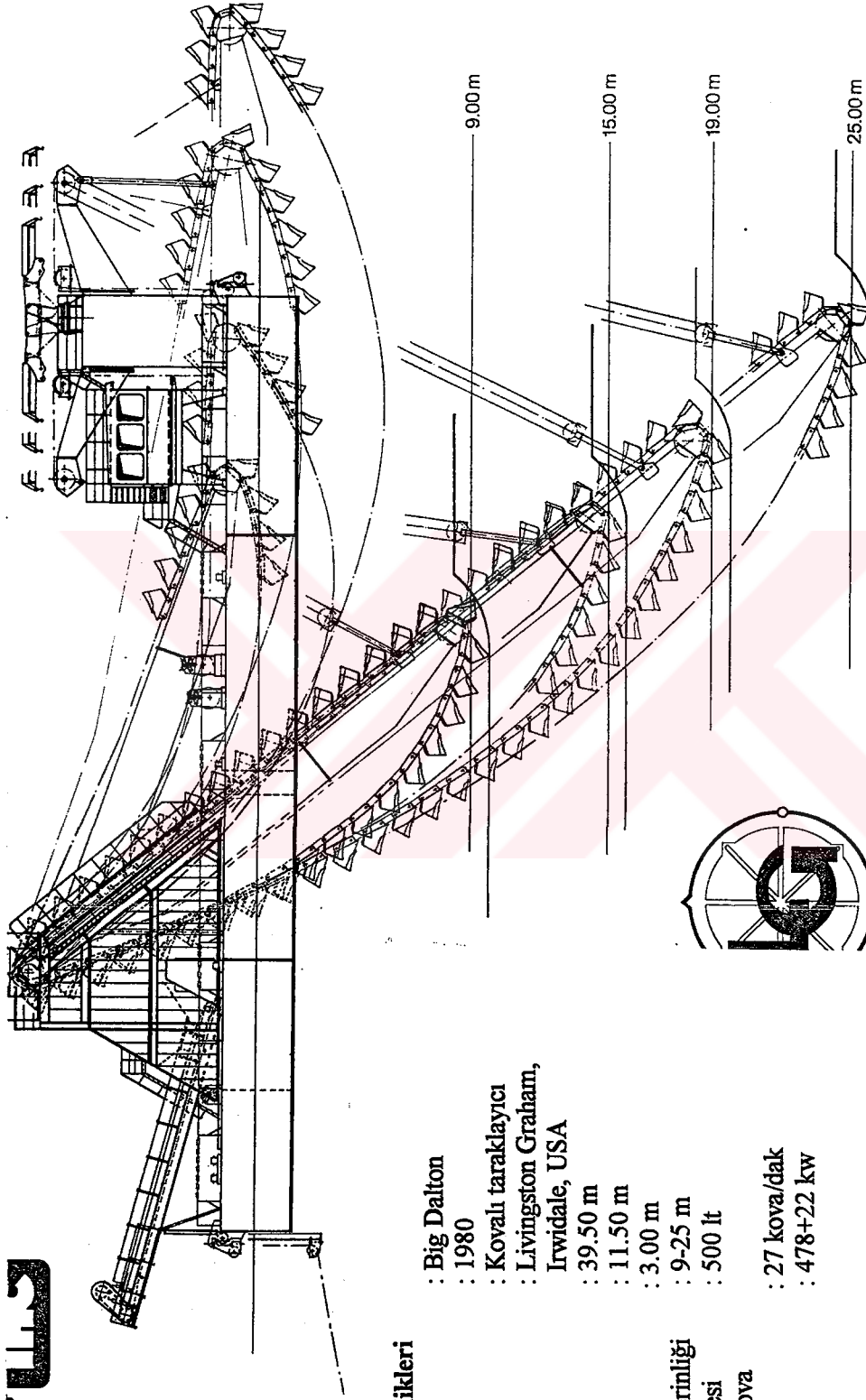
1. Su altı Pompaları

Bu tip pompaların kullanımı taraklama derinliği ve kapasitesini artırır. Daha büyük bir emme derinliği sağlayarak emme işlemini kolaylaştırır. Genelde kesici, kazıcı kafa konstrüksiyonlarına veya emme borularına monte edilmektedirler. Emme borusu çapına göre (350 mm - 1000 mm) pekçok modelleri mevcuttur. Pompalarla beraber sevk ediciler, kauçuk bilezikli valfler ve döner bilezikler kullanılmaktadır.

2. Kazık Varyoları

Su altına çeşitli amaçlar için çakılacak metal kazıklara yer açmak ve kayaların kırılmasında kullanılmaktadırlar.

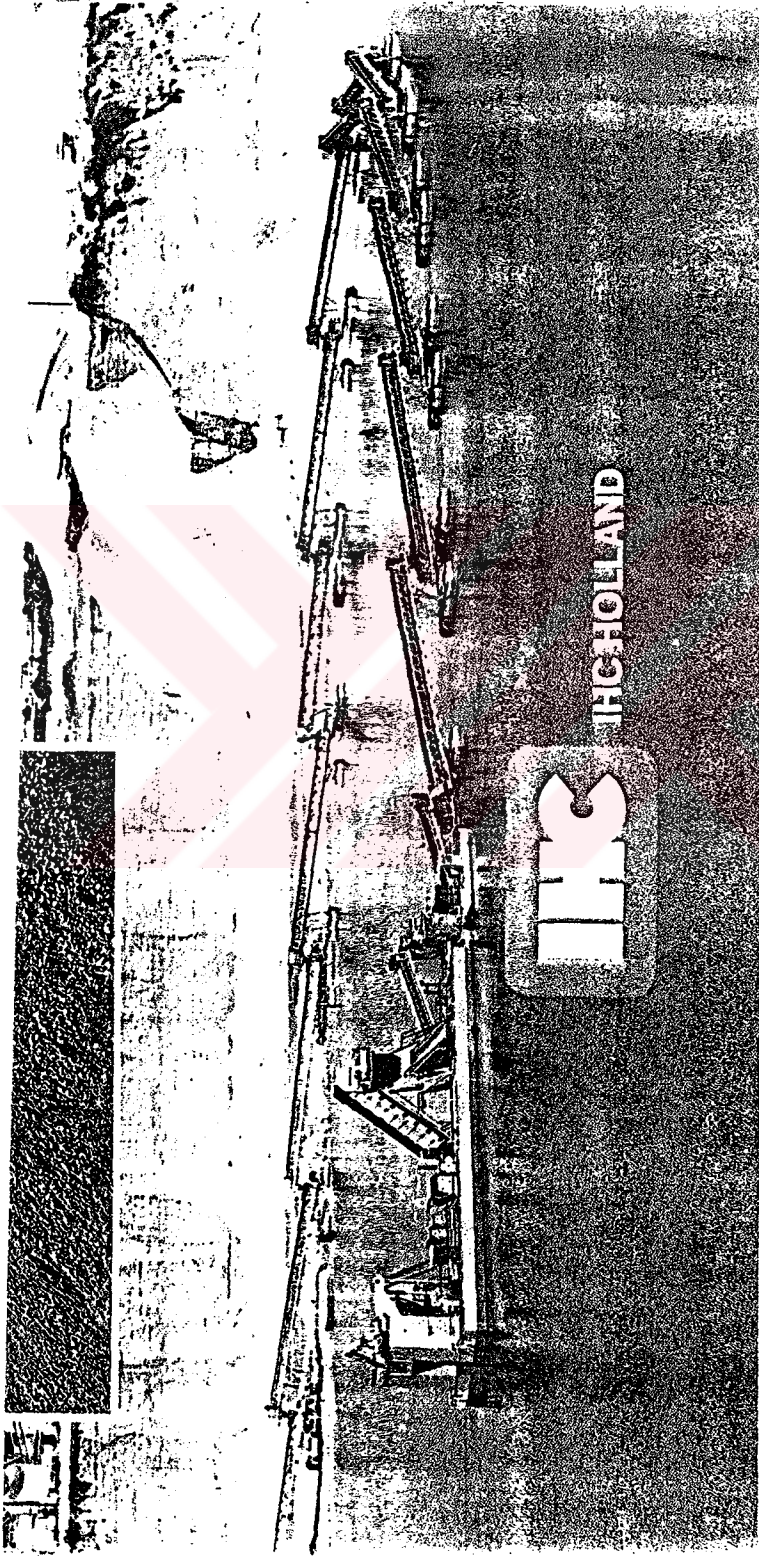
3. Yürüyen Platformlar



Başlıca Özellikleri

İsmi	: Big Dalton
Yapım yılı	: 1980
Tipi	: Kovalı taraklayıcı
Sahibi	: Livingston Graham, Irwidale, USA
Uzunluk	: 39.50 m
Genişlik	: 11.50 m
Derinlik	: 3.00 m
Taraklama derinliği	: 9-25 m
Kova kapasitesi	: 500 lt
Maksimum kova periyodu	: 27 kova/dak
Makina gücü	: 478+22 kw

ŞEKİL 4.12. Kovalı Bir Taraklayıcının Şematik Görünümü ve Başlıca Parçaları [10]



ŞEKİL 4.13. Kovalı Bir Taraklayıcının Kum ve Çakıl Kazısındaki Çalışma Görünümü [10]

Geleneksel taraklayıcıların şantiye koşullarına uyumsuzluk gösterdiği yerlerde hidrolik ilerleyen platformlar kullanılır. Özellikle denizdeki sondaj çalışmalarında deliciler bunlara monte edilmektedir.

4. Çekici Botlar ve Yük Gemileri

Kazılan örtü, cevher ve artıkları kıyıya nakletmek için kullanılırlar. Tip ve kapasiteleri çeşitlidir.

4.7.4. Teknolojinin En Son Geliştirdiği Sulu Madencilik Ekipmanları

1. Su Altı Buldozeri

Komatsu Limited Şirketi tarafından geliştirilen makina 2 - 60 m su derinliğinde ve karada çalışabilmektedir. Su altında 3 m'lik bir kazı yüksekliğini çalışabilmekte, kaya yataklarının parçalanması, kazılması, sıyırılması ve meyillendirilmesi işlemlerini yerine getirebilmektedir.

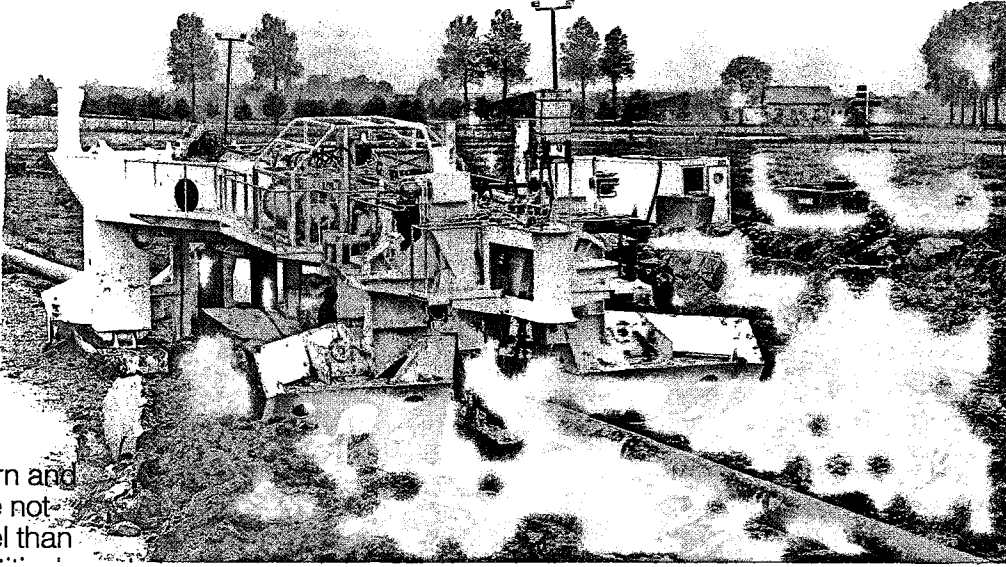
Elektrik tahrikli makina; 170 kVA & 1800 dev/dak ile çalışır. Platforma monteli jeneratörü 300 Hp gücündedir. Jeneratör kablosu uzunluğu 150 m'dir. Kepçe kapasitesi 7 m³ olan dozer, 2 - 3.5 km / saat hız yapabilmektedir. Yere uyguladığı basınç 0.6 kg /cm²'dir. Uzunluğu 8400 mm, genişliği 3750 mm ve yüksekliği 3280 mm'dir. Çalışma ağırlığı; karada 34 ton, suda 27 ton'dur [11].

2. Su Altı Sabanı

IHC Şirketi tarafından geliştirilmiş alet, henüz karada test çalışmalarında denenmektedir. Teknik özellikleri henüz verilmemiş aletin genel görünümü Şekil 4.14'te verilmiştir [10].

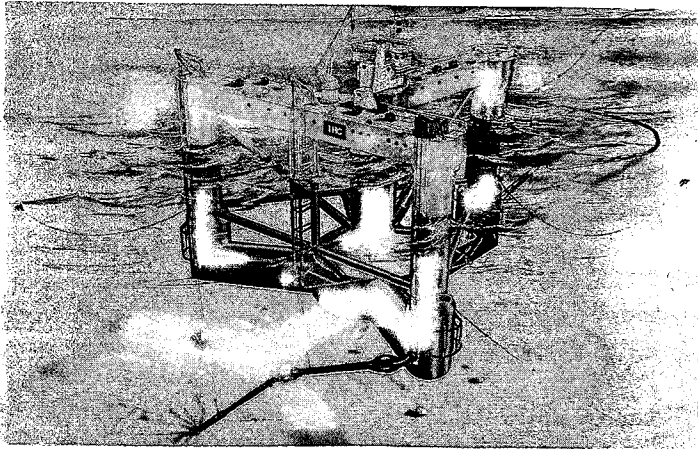
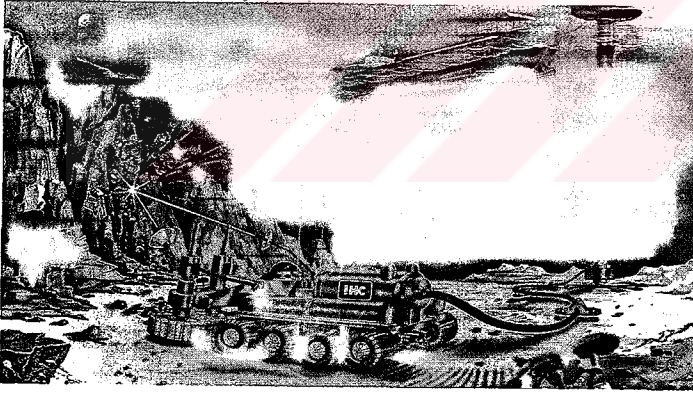
3. Deniz Dibi Reklamasyon Aleti

Alet; sulu madencilik çalışmaları sonrasında deniz dibi ıslahında kullanılmak üzere geliştirilmiştir. (Şekil 4.15)



n and
not-
than

ŞEKİL 4.14. Deneme Çalışmasında Olan Bir Su Altı Sabanı [10].



ŞEKİL 4.15. Deniz Dibi Reklamasyon Aleti [10].

4.7.5. Taraklayıcı Ekipmanların Seçimine Etki Eden Faktörler

Tip ve kapasite olarak pekçok türü bulunan taraklayıcı ekipmanlarından belirli bir tipin seçimi; seçilen üretim yöntemine, performans taleplerine ve çalışma bölgesinin karakteristiklerine bağlıdır [5]. Taraklama yönteminin fizibilitesi değerlendirilirken şu faktörler göz önünde bulunmalarıdır [6] :

1. Kazılacak malzemenin jeoteknik özellikleri
2. Su mevcudiyeti ve karakteri
3. İstenilen üretim oranları
4. Planlanan çalışma süresinin vadesi ve sürekliliği
5. Döküm yerine (karaya) olan mesafe
6. Politik ve çevresel sınırlamalar

Değişik tipteki taraklayıcıların çeşitli şartlardaki performansları Tablo 4.5'te verilmiştir [5]. İstenilen performansı elde edebilmek için değişen örtü karakteristiklerinin performans üzerinde oluşturacağı değişikliklerin dikkatli bir analizinin yapılması gereklidir. Eğer yöresel şartlara uyan standart tip ekipmanlar varsa, bunları seçmek fizibil olacaktır. Çalışma bölgesinin özel şartlara sahip olduğu ve büyük madencilik kapasiteleri gerekiyorsa, sipariş ekipman en iyi seçim olacaktır. Doğru ekipmanları seçebilmek için aşağıdaki bilgilerin değerlendirilmesi gerekmektedir [10] :

1. Mineral cinsleri ve rezervleri
2. Gerekli taraklama kapasitesi
3. Maksimum su derinliği
4. Deniz dibi topoğrafik haritası
5. Örtü ve cevher kalınlığı ve cevher tabanının yapısı
6. Örtü boyutu, sertliği, kil içeriği, koni direnci ve yerinde yoğunluğu
7. Yıllık çalışma zamanı
8. Makina tahrik gücü
9. Ekipmanın şantiyede montaj durumu, kızıktan suya indirme imkanları, yedekte çekilebilme durumu
10. Yeterli kullanım suyunun varlığı
11. Maksimum ve minimum sıcaklık
12. Maksimum ve minimum yağış
13. Maksimum ve minimum nem

TABLO 4.5. Değişik Tipteki Taraklayıcıların Çeşitli Şartlardaki Performansları [5]

Değişik Şartlar	Kazı Karakteristikleri						
	Kapıtma Keçe	Keçeli Taraklayıcı	Ters Keçeli Taraklayıcı	Kovalı Taraklayıcı	Emici Keçeli Taraklayıcı	Kesici-emici Taraklayıcı	Döner Keçeli Taraklayıcı
KAYAÇ/FORMASYON							
Magnetik	N	N	N	N	N	N	N
Sedimanter	D	C	C	C	N	C/B	D/C
Metamorfik	N	N	N	N	N	N	N
Kırıklı kaya	C/B	B	C/B	D/C	N	N	N
Parke taşı	B	B	B	C/B	D	D/C	D
Çakıl	B	B	B	A	B	C/B	C/D
Kumlu çakıl	B	B	B	A	B	B	B
Kum	B	B	B	A	A	A	A
Çimentolu kum	D	B	B	C/B	D/C	A	A
Silt	C	N	D	B	A	B	A
Sıkı/sert killler (Kırıklı killler)	C/B	C	C/B	B	D/C	C/B	B
Yumuşak siltli killler	C	N	C	B	C	C	B
(Altıviyal killler)	A	N	C	B	D	B	A
Turba	A	C	B	A	N	B	A
Linyit	A	C	B	A	N	B	A
ŞANTIYE ŞARTLARI							
Kıyıda	A	A	A	A	A	A	A
Kıydan uzak	C	C	C/B	B	A	B	B
Derin yatac	A	N	N	B	B	C	A
Düşük akım	B	B	B	B	A	B	B
Yüksek akım	D	B	A	C	B	B	B

NOT: A: Çok iyi, B: İyi, C: Orta, D: Köfi, N: Uygulanmaz

4.8. Dünyadaki Sulu Ortam Madenciliği Uygulamalarına Örnekler

1. İngiltere Kum ve Çakıl Madenciliği

İngiltere sahillerinde, 1969 yılında 14 milyon ton kum ve çakıl üretimi gerçekleştirilmiştir. Çalışmalar bu tarihte 63 şantiyede devam etmekteydi. Kullanılan taraklayıcı tipleri kesici - emici ve emici kepçeli olup jet yardımlı kazı yapılmaktadır. Ortalama su derinliği 16.72 m olan bölgede 85 adet taraklayıcı çalışmakta olup, malzeme nakli 711 mm'lik borularla yapılmaktadır [9].

2. Yamakawa Demirli Kum Madenciliği (Toho Metal Co.,Japonya)

1954'ten beri işletilen yataktaki su derinliği; 15 - 40 m arasında değişmektedir. Cevher titanlı manyetit olup, rezev 15 milyon ton'dur. Üretim 3,500 - 5,000 ton / ay'dır. Japonya'nın demirli kum üretiminin % 90'ı bu yataktan sağlanmaktadır. Çalışma süresi 25 gün / ay, 16 saat / gün' dür. Kullanılan taraklayıcı tipi emici kepçeli taraklayıcıdır. Nakliyat 600 mm'lik borularla sağlanmaktadır[12]ve [9].

3. Güney Tayland Kalay Madenciliği (Aokam Tin Berhad)

Tongkah Limanında kasiteritin bulunmasıyla, 1907 yılında bu limanda ve Phuket Adası'nda madencilik çalışmalarına başlanmıştır. Su derinliği 18 - 43 m arasında olup dalga yükseklikleri 3.04 m'yi bulmaktadır. Yatak; kum, çakıl ve kil ihtiva eder. Kil, zaman zaman yumuşak ve yapışkan karakterde olmaktadır. Alüviyal tabaka 1.2 - 21 m arası kalınlık göstermektedir. Kaya yatağı, şeyl ve kireçtaşı olup, bu yatağa yaklaşıldıkça kalay içeriği artmaktadır.

Bölgede, 1957 yılında kaptırma kepçe ile madenciliğe başlanmış olup, çıkan olumsuzluklardan dolayı 1969'da taraklayıcı tipi kovalı olarak seçilmiştir. Yüksek dalgalar sebebiyle kepçeyi dipte tutmanın zor olması, kilin yapışkanlığı, sert kayaçların kazısının zorluğu ve kepçe tahrik sisteminin sık sık arıza yapması; kaptırma kepçenin çalışma zamanından sadece % 69 oranında yararlanmasını sağlamıştır. İki taraklayıcının karşılaştırmalı bilgilerine bakıldığında (Tablo 4.6 ve Tablo 4.7) kovalı taraklayıcının kapasite, birim çalışma maliyeti ve birim masraf yönünden oldukça avantajlı olduğu görülmektedir.

TABLO 4.6. Kaptırma Kepçe ve Kovalı Taraklayıcı için 1962 Yılına Ait Karşılaştırmalı Bilgiler [9].

KAPTIRMA KEPÇELİ TARAK.			KOVALI TARAKLAYICI		
Aylar	Üretim **Yd ³	Masraf cent/Yd ³	Çalışma Gün/saat	Üretim Yd ³	Masraf cent/Yd ³
Ocak	81.900	21.6	16.25	160,000	25.8
Şubat	66.131	28.1	19.02	150,000	28.1
Mart	86.730	24.0	20.33	166,000	28.1
Nisan	68.130	31.3	20.51	99,000	49.6
Mayıs	71.855	34.2	18.51	153,000	26.6
Haziran	67.410	40.6	20.16	185,000	22.6
Temmuz	69.360	42.5	19.18	176,000	18.2
Ağustos	72.740	39.6	20.28	172,000	27.9
Eylül	74.670	38.2	19.37	148,000	24.9
Ekim	96.980	31.6	20.21	136,000	24.0
Kasım	97.870	32.4	20.52	155,000	30.4
Aralık	96.800	32.2	21.18	190,000	25.7
Aylık ortalama	79.147	33.15	19.62	157,500	25.42
Top. güç 226hp; ortalama aylık çıktı: 31.3Yd ³ /ay.hp			Top. güç 1397hp; ortalama aylık çıktı: 112.8Yd ³ /ay.hp		

** 1 Yd³ = 0.764 m³ 'tür.

TABLO 4.7. Kovalı Taraklayıcının Çalışma Maliyeti [9].

YIL	YILLIK ÜRETİM Yd ³	ÇALIŞMA MALİYETİ (Cent)
1964	2,321,000	24.25
1965	2,565,000	22.98
1966	2,051,000	30.58
1967	2,639,000	20.08
1968	2,488,000	20.51
*1969	2,214,000	22.76

* Taraklama derinliği arttırılmıştır.

4. Endonezya Kalay Madenciliği

Singkep Adası'nda 1910, Banka ve Belitung Adaları'nda ise 1937'den beri faaliyette olan yatak, dünyadaki en büyük metal madenciliği çalışmasıdır [12]. Kesici - emici ve kovalı tip Taraklayıcıların kullanıldığı yatakta, kesici -

emici taraklayıcı ; kovalı taraklayıcının sığ kesimde çalışabilmesi için bir kanal açar ve bundan sonra yardımcı görev yapar. Günlük çalışma 24 saat olan bölgede, taraklayıcı başına kapasite; 3,000,000 m³ / yıl'dır. Su derinliği; 26 - 40 m, maksimum kova kapasitesi; 0.4 m³ ve güç temini dizeldir [9].

5. Kaliforniya Altın Madenciliği (Natomas Company, Amerika)

Folsom yakınlarında nehirsel ortamda yapılan çalışmalar, Amerika'daki ikinci büyük plaser madenciliğidir [12]. Örtü gevşekten sıkıya doğru değişen yıkanmış çakıllar, parke taşları, çimentolu çakıl ve kil formasyonlarıdır. Yatak, yaklaşık 30 m su derinliğindedir. Sert kilin kazısı zaman zaman zor olmaktadır.

6. Kaliforniya, Yuba Nehri Altın Madenciliği (Yuba Consolidated Goldfield)

Taralama çalışmaları 1898 yılında başlamıştır. Batı dünyasının en büyük plaser yataklarından biridir. İlk kullanılan ekipman 0.14 m³ kova kapasiteli kovalı taraklayıcı olup, 1904 yılında çalışmaya başlamıştır. Daha sonra kova kapasitesi sırasıyla; 0.196, 0.21, 0.38, 0.42 ve 0.505 m³'e çıkarılmış, 18 m su derinliğinde çalışan alet 38 m derinlikte çalışabilecek dizayna getirilmiştir.

Yörede toplam 29 taraklayıcı 1,000,000,000 m³'ten fazla taralama yapmış olup, birim çalışma maliyeti 8.25 cent / m³ olarak gerçekleşmiştir. Bu değere göre, dünyada çalışma maliyeti en düşük olan yataklardan biridir. Bunun sebebi; makinaların uygun kazı derinliğinde ve kapasite değerlerinde çalışmak üzere modellenmesi, iyi bir planlama ve yönetim, ve jeoteknik parametrelerin detaylı yapılmasıdır.

7. Kolombiya ve Bolivya Altın ve Platinyum Madenciliği (International Mining Corporation)

11 taraklayıcının kullanıldığı bölge, alüviyal platin madenciliğinde Batı'da en büyük, dünyada Rusya'dan sonra ikinci büyük üretici olan, ve çalışma maliyeti en az olan yataktır.

8. Alaska Altın ve Platinyum Madenciliği (Goodnews Bay Mining Company)

1934'te yapılan kapsamlı bir araştırmadan sonra, 1937'de taraklayıcı dizaynı yapılmıştır. Soğuk iklim şartlarına rağmen zamandan faydalanma oranı % 97 olarak gerçekleşmiştir. 0.224 m³ kapasiteli kovalı taraklayıcı kullanılmakta olup, su derinliği 19 m'dir. Önden giden bir draglayn 18.24 m'lik killi örtüyü sıyırmaktadır. Nehirsel bir yataktır. Başlıca çalışma zorluğu; kaya yatağı ve yapışkan kilin kazısıdır.

9. Amerika, Idaho Bear Vadisi Ağır Mineral Madenciliği (Porter and Company)

İlk taraklama çalışmaları kesici - emici tipte başlamış, daha sonra bu ekipmanın yerine kovalı taraklayıcı kullanılmıştır. 1950 yılında kolombit ve tantalit üretimine başlanan bölge, ülke ihtiyacının % 90'lık kısmını karşılamaktadır. Diğer mineraller euxenite, fergusonit, braunerit, ksenotim, monazit, garnet, zirkon ve ilmenittir. Dünya taraklama madenciliğine ait diğer uygulamalar Tablo 4.8'de sunulmuştur [9].

4.9. Hidrolik Taraklayıcı ile Kovalı Taraklayıcının Teknik ve Ekonomik Mukayesesi

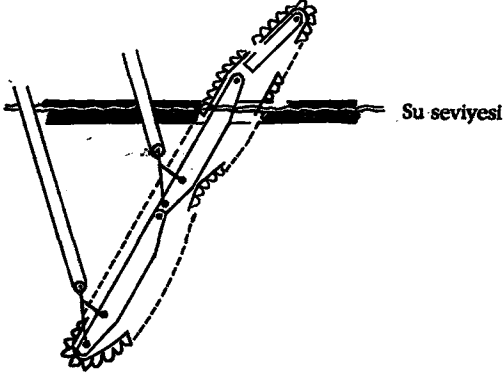
Bu iki ekipmanın geliştirilmiş en son modelleri, büyük su derinliklerinde, yüksek dalga ve akıntılı ortamlarda çalışabilmekte, ve sürekli bir üretim profili gerçekleştirebilmektedir [13].

Kovalı taraklayıcıda, zincire bağlı kovaları yükseltici görevindeki konstrüksiyon mafsallı üç parçaya ayrılarak, değişen kazı şartlarında ve kesme derinliklerinde daha etkili bir kazı yapabilme yeteneği sağlanmıştır. Her bir parçanın bükülme momenti tek parçanın üzerine düşen mometin dörtte biri olacaktır. Böylece, üst kısımdaki kazılarda gemi gövdesine iletilen kuvvet azaltılmış olacaktır. (Şekil 4.16)

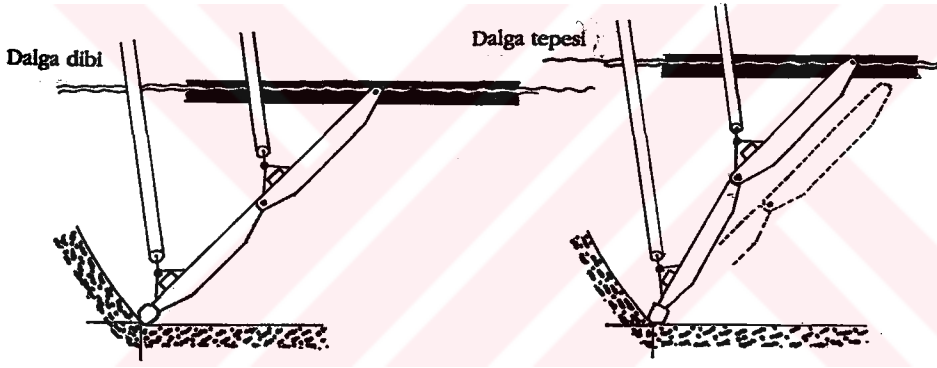
İki parçalı bir hidrolik taraklayıcı yükselticisi, kesici kafanın, akıntılı ve dalgalı bir ortamda kazı çalışmasında belirli bir x - y kazı düzleminde sabit kalmasını sağlar. Bu sabitlik parçaların belirli kısımlara takılan süspansiyonlarla sağlanır. (Şekil 4.17)

TABLO 4.8. Dünya Taraklama Madencilğine Ait Genel Uygulamalar [9]

ŞİRKET ADI	TARAKLAYICI TİPİ	ÇALIŞMA DERİNLİĞİ (m)	KAPASİTE	BİLGİ TARİHİ	YÖRE	YATAK TİPİ	MALİYET (cent/m ³)
U.S. Army Corp. of Engineers	Hidrolik	0 - 12.46	-	1949	Constal U.S.	Kum & kil	9.03 - 47.77
U.S. Army Corp. of Engineers	Emici kepçeli	7.60 - 182.70	11,460 m ³ /ay	1969	Texas	Kum & kil	0.3
Iceland Govt. Cement Works	Emici kepçeli	42.56	9,600 t/gün	1964	Akranes Bay, Iceland	Shell kumu	-
Yawata Iron & Steel Co.	Kaptırma kepçe	24.32	-	1964	Arlake Bay, Japan	Demirli kum	36.25
Aokam Tin Mining Ltd.	Kovalı	42.56	320,880 m ³ /ay	1969	Phuket, Thailand	Alüviyal kalay	-
Aokam Tin Mining Ltd.	Kovalı	35.57	278,096 m ³ /ay	1962	Phuket, Thailand	Alüviyal kalay	33.27
Southern Industries Corp.	Kesici - emici	16.72	18,336 m ³ /gün	1964	Louisiana	Shell kumu	-
Indonesian State Tin Mining Enterprise	Kovalı	41.04	320,880 m ³ /ay	1966	Bangka	Alüviyal kalay	29.80
Marine Dimond Corp.	Kesici - emici	< 45.60	15,000 t/gün	1964 - 1969	Güney Batı Afrika	Elmaslı çakıl	-
Aokam Tin Mining Ltd.	Kaptırma kepçe	65.36	366 m ³ /saat - 18,000 t/gün	1962 - 1966	Phuket, Thailand	Alüviyal kalay	46
Livingston Graham of California	Kovalı	50.00	2,400 t/saat	1981	California	Kum & çakıl	-



ŞEKİL 4.16. Üç Parçalı Kovalı Taraklayıcı [13].

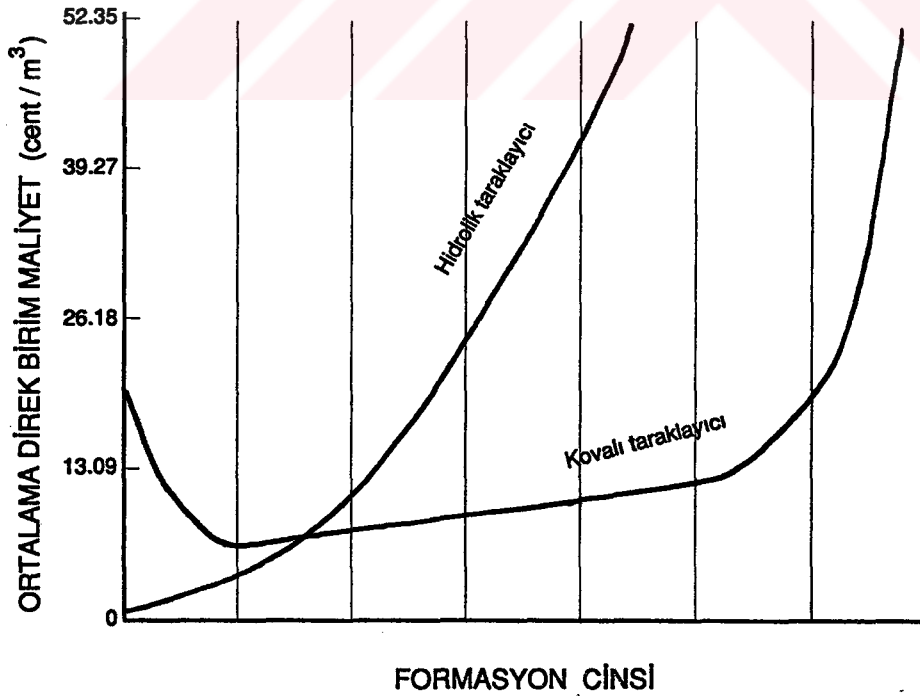
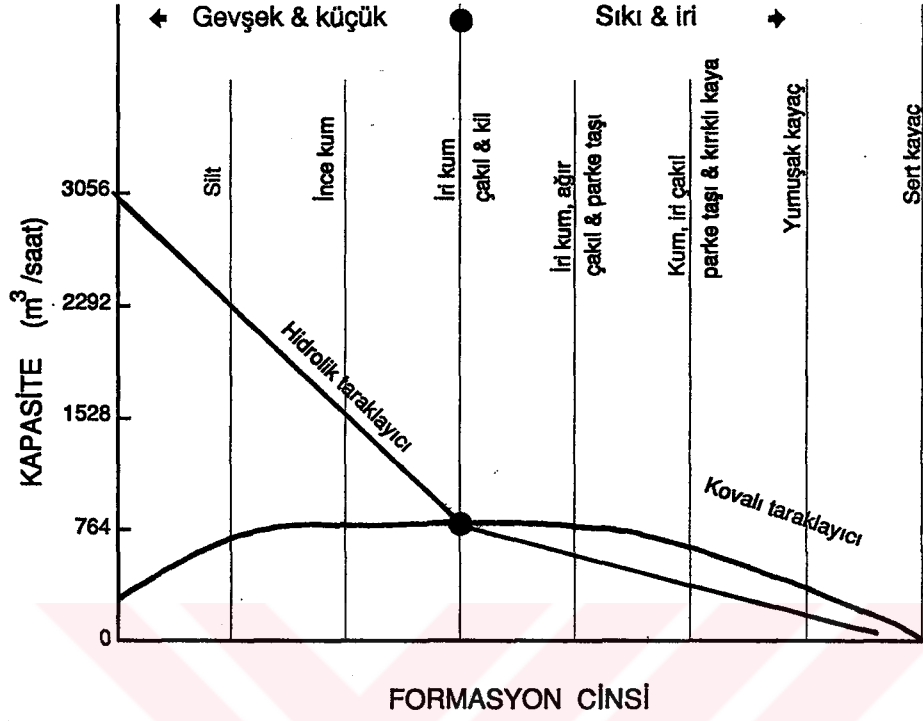


ŞEKİL 4.17. İki Parçalı Bir Hidrolik Taraklayıcı [13].

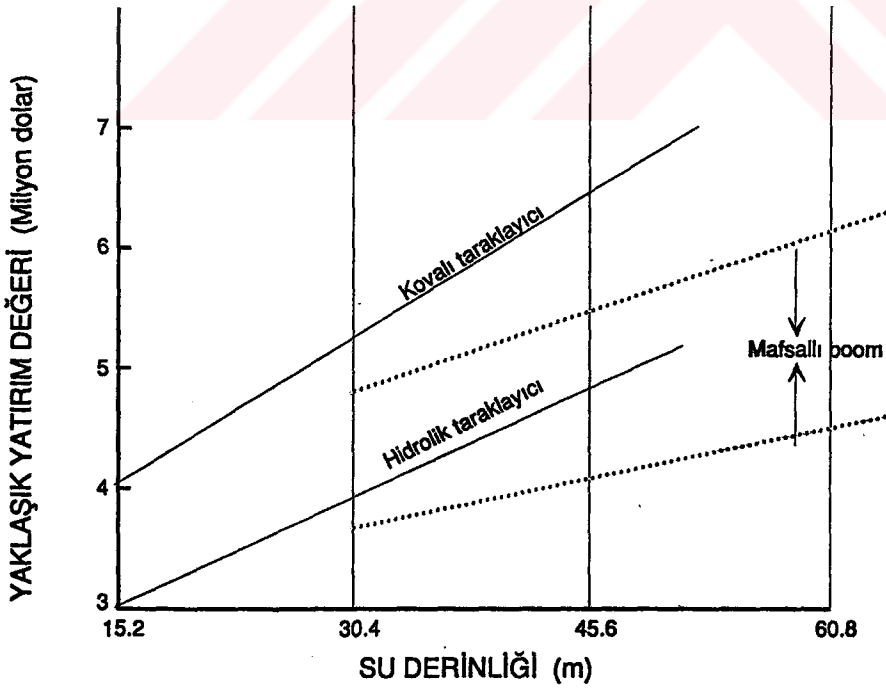
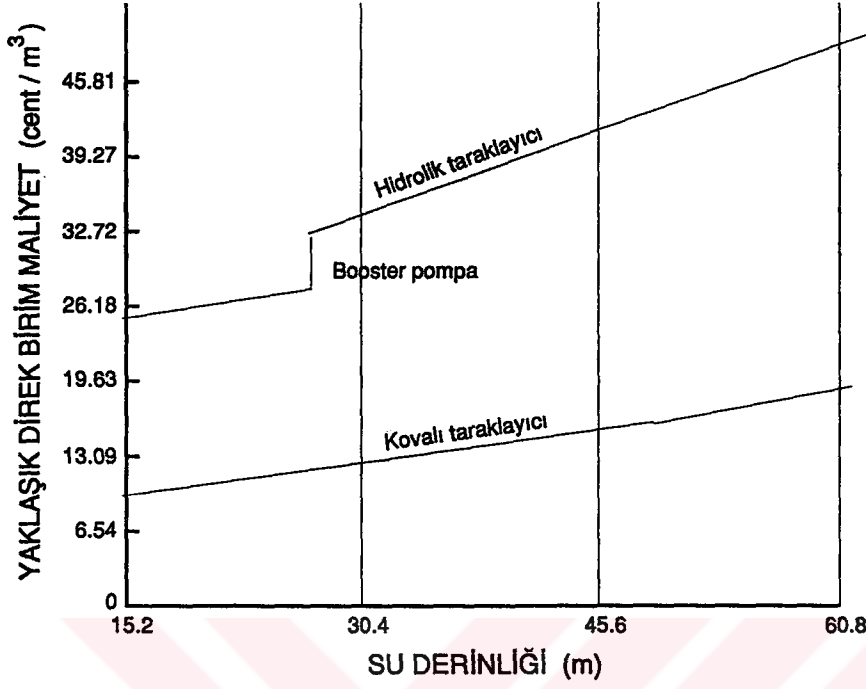
Şekil 4.18'de görülen 76.2 cm'lik bir hidrolik taraklayıcı ile 0.618 m^3 kova kapasiteli kovalı taraklayıcı ; nispeten sıkı kum, orta boyutlu çakıl ve kil için, 15.2 m su derinliğinde yaklaşık $0.764 \text{ m}^3 / \text{saat}$ olan aynı kapasite değerini verecektir.

Şekil 4.19'daki direk maliyet eğrileri; kontrol, mühendislik, işgücü, güç, malzeme, yedek parça, tamir bakım ve yardımcı ekipman gibi maliyet türlerini yarı ölçekli olarak yansıtmaktadır.

Şekillerden görüldüğü gibi; hidrolik taraklayıcı gevşek ve küçük taneli malzemeler için uygun olup, derinlik ve kapasite arttıkça artan bir maliyet getirir. Kovalı taraklayıcı ; daha zor kazı şartları ve derin çalışmalar için uygundur. Diğer sonuçlar aşağıdaki gibidir :



ŞEKİL 4.18. Hidrolik Taraklayıcı ve Kovalı Taraklayıcının Formasyon Cinsine Bağlı Kapasiteleri ve Ortalama Direk Birim Maliyetleri [13].



ŞEKİL 4.19. Hidrolik Taraklayıcı ve Kovalı Taraklayıcılara Ait Maliyet Eğrileri ve Yatırım Değerlerinin Su Derinliğine Bağlı Değişimi [13].

1. Hidrolik taraklayıcı, ilerledikçe dipte artan sırtlar ve terk edilmiş malzemeler bırakır. Kovalı taraklayıcı ise nispeten düz bir zemin bırakır.
2. Kovalı taraklayıcı sadece kazı, hidrolik taraklayıcı ise aynı zamanda bir nakliyat ekipmanıdır.
3. Hidrolik taraklayıcı sıkı ve sert malzemelerde tırmanma eğilimi gösterir.



BÖLÜM 5. TARAKLAMA TEKNİKLERİNİN BÖLGEDE UYGULANABİLİRLİĞİNİN TEKNİK VE EKONOMİK ANALİZİ

5.1. Hedef Çalışma Koşullarının Tayini

1. Çalışma Bölgesinin Seçimi

Doğu- Batı yönlerinde yaklaşık 25km'lik bir uzanımı kapsayacak olan taraklama çalışmaları, Kuzey- Güney yönünde mevcut çalışma konumundan itibaren 2.6km'lik bir uzanıma kadar denize doğru girecektir. Bu uzanım sınırını birinci damarın aşınma noktası belirlemektedir. Bu sınırdaki taraklama derinliği alt damarın taban kotu ile yaklaşık 60m olacaktır.

2. Çalışma Zamanı

Bölgede kış aylarında oluşan rüzgar ve dalgalar nedeniyle çalışma zamanı; 16 saat/gün x 28 gün/ay x 10 ay/gün = 4480 saat/yıl alınması uygun olacaktır.

3. Yıllık Üretim Miktarı

Bölge pazar potansiyeli ve burada çalışan muhtelif şirketlerin yıllık üretimleri göz önünde bulundurularak yıllık 4,000,000 ton üretim değeri planlanmıştır. Buna göre işletme ömrü; 200,000,000 ton : 4,000,000 ton /yıl = 50 yıl olacaktır.

4. Yıllık Taraklama Miktarı

$$\begin{aligned} 1 \text{ m}^2 \text{ den üretilbilecek kömür} &= 2.5 \text{ m} \times 1.3 \text{ ton/m}^3 \times 0.9 \\ &= 2.925 \text{ ton} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Yıllık üretim yapılacak saha alanı} &= 4,000,000 \text{ ton} : 2.925 \text{ ton/m}^2 \\ &= 1,367,525 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Yıllık taraklayıcı dekapajı} &= 1,367,525 \text{ m}^2 \times 24 \text{ m} \\ &= 32,820,600 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

4. Gerekli Taraklayıcı Kapasitesi

$$\text{A) Örtü için; } 32,820,600 \text{ m}^3/\text{yıl} : 4480 \text{ saat/yıl} = 7330 \text{ m}^3/\text{saat}$$

$$\text{B) Kömür için; } 4,000,000 \text{ m}^3/\text{yıl} : 4480 \text{ saat / yıl} = 895 \text{ m}^3/\text{saat}$$

$$\text{Toplam : } 8225 \text{ m}^3 / \text{saat}$$

5. Taraklayıcı Güç Temini

Çalışma bölgesi; Doğu - Batı Doğrultusunda 25 km'lik bir sahil şeridini, Kuzey - Güney Doğrultusunda ise 2.6 km'lik bir uzaklığı kapsamaktadır. Böyle bir alan içinde, taraklayıcı ekipmanların çalıştığı 6000 volt ve 50 Hz değerlerini sağlayacak trafo merkezlerini inşa etmek ve binlerce metre enerji nakil kablolarını temin etmek oldukça masraflı olacağı, hava şartları nedeniyle oluşabilecek enerji kesintileri nedenleriyle, taraklayıcılarda dizel tahrik kullanılması uygun olacaktır.

5.2. Bölge Şartlarına ve Hedef Çalışma Koşullarına Teknik Olarak Uygun Taraklayıcı Ekipmanların Tayini

1. Örtünün Taraklanması

Bölüm 1'de verilen bölge ve örtü karakteristikleri Tablo 4.5'te işaretlenmiştir. Bu karakteristiklerin sonucu olarak örtüyü en iyi performansla kazabilecek ekipmanlar sırasıyla; döner kepçeli taraklayıcı, emici kepçeli taraklayıcı ve kovalı taraklayıcıdır. Bu üç ekipman Bölüm 4'te detaylı olarak tanıtılmıştır.

Bölge için planlanan madencilik kapasitesi ($8550 \text{ m}^3 / \text{saat}$) ve gerekli taraklama derinliği (60m) göz önünde bulundurulduğunda standart tip ekipmanların uygun olmadığı, sipariş ekipmanların gerektiği görülmektedir.

2. Kömürün Taraklanması

Tablo 4.5'te linyit tabakasını mevcut bölge koşullarında en iyi performansla kazabilecek ekipmanlar sırasıyla; döner kepçeli taraklayıcı, kovalı taraklayıcı ve kesici - emici taraklayıcıdır. Linyit tabakası için gerekli kazı kapasitesinin küçük olması nedeniyle, örtü için seçilecek ekipmanlardan birinin aynı zamanda kömürü de kazabilecek şekilde değerlendirilmesi avantajlı olacaktır.

5.3. Seçilen Taraklama Tekniklerinin Mevcut Üretim Yöntemiyle Teknik ve Ekonomik Yönden Karşılaştırılması

Bölüm 3'te mevcut üretim yönteminin teknik ve ekonomik kısıtlamaları geniş olarak verilmiştir. Denizdeki üretim çalışmalarının devam ettirilmesi halinde birim dekapaj maliyeti sistemi zararlara sokacak, fizibilite kaybolacaktır.

Bu kısıtlamaları ortadan kaldırmak için önerilen taraklama teknikleri hakkında Bölüm 4'te verilen bilgilere dayanılarak; bölge ve yatak karakteristiklerinin tam olarak tespit edildiği yerlerde bu tekniklerin fizibil çalışabildiği, birim kazı maliyetlerinin son derece uygun değerler arasında olduğu ($8.25 - 46.0 \text{ cent} / \text{m}^3$) görülmektedir.

Şekil 4.18 ve Şekil 4.19'daki sonuçlara göre taraklayıcı ekipmanların direk birim maliyetlerinin kayaç sertliği ve taraklama derinliğiyle doğru orantılı olarak değiştiği; 60 m taraklama derinliğinde, kaba kum, çakıl ve killi formasyonda yaklaşık $17.7 \text{ cent} / \text{m}^3 - 45.9 \text{ cent} / \text{m}^3$ arasında değerler aldığı ve bu değerlerin bölgedeki üretim sistemi birim maliyetinden ($53.2 \text{ cent} / \text{m}^3$) küçük olduğu görülmektedir.

Bölgedeki mevcut üretim sisteminin dekapaj oranı 30 : 1 değerindedir. Denizdeki jeolojik kesiti incelendiğinde (Şekil 3.2), dolgusuz çalışmada dekapaj oranının yaklaşık 10 : 1 değerinde olacağı görülmektedir.

Bu bilgilere göre; taraklama teknikleri, gerek birim dekapaj maliyeti gerek dekapaj oranı bakımından avantajlıdır.



SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Yapılan araştırmalar neticesinde; mevcut üretim sisteminin bölge şartlarına teknik, ekonomik ve çevresel olarak uygun olmadığı sonucuna varılmıştır. Çalışma ortamı su olduğunda, bu ortamlar için geliştirilmiş teknikler araştırılmış, ve dünya madenciliğinde fizibil olarak çalışan pekçok taraklama ekipmanlarının olduğu belirlenmiş ; bunların teknik ve ekonomik özellikleri tanıtılmıştır.

En önemli sonuçlardan birisi; taraklama ekipmanlarının, yüzey madenciliği ekipmanlarıyla rekabet edebilecek düzeye erişmiş olmalarıdır.

Bölge koşulları, yatak karakteristikleri, istenen üretim oranı ve kapasitesi göz önünde tutularak, örtü kazısında; döner kepçeli taraklayıcı, emici kepçeli taraklayıcı ve kovalı taraklayıcı, kömürün kazısında; döner kepçeli taraklayıcı, kovalı taraklayıcı ve kesici - emici taraklayı sırasıyla en iyi performansı verebilecektir. Gerekli taraklama kapasitesi ve taraklama derinliğinin yüksek olması nedeniyle istenilen ekipmanların sipariş üzerine modellenmesi daha uygun olacaktır.

Mevcut üretim sistemi ve önerilen taraklama teknikleri arasında yapılan ekonomik kıyaslama; gerek birim dekapaj maliyeti gerek dekapaj oranı bakımından taraklayıcı ekipmanların avantajlı olduğu sonucunu vermiştir.

Denizdeki rezevin, örtü karakteristiklerinin ve ekolojik durumun tam olarak tanımlanması için ilgili jeolojik, jeofizik ve jeoteknik araştırmaların yapılması gereklidir.

Taraklayıcı ekipmanlar yüksek kapital değerlere sahiptirler. Genelde gemiler üzerine inşa edilmektedirler. Gemi kısmı kapital değerinde büyük paya sahiptir. Özellikle bu kısmının ülke içinde inşa edilebilirliği ekonomik olarak araştırılmalıdır.

Ekipmanların ÷lkemiz açısından yeni ve denenmemiş bir teknoloji olması nedeniyle teknoloji transferinin dikkatli ve doğru yapılmasına çalışılmalıdır.

Üretim alışmaları öncesi, sonrası ve sırasında deniz dibi ve çevresi için yeniden ıslah planlarının yapılması gereklidir.



KAYNAKLAR

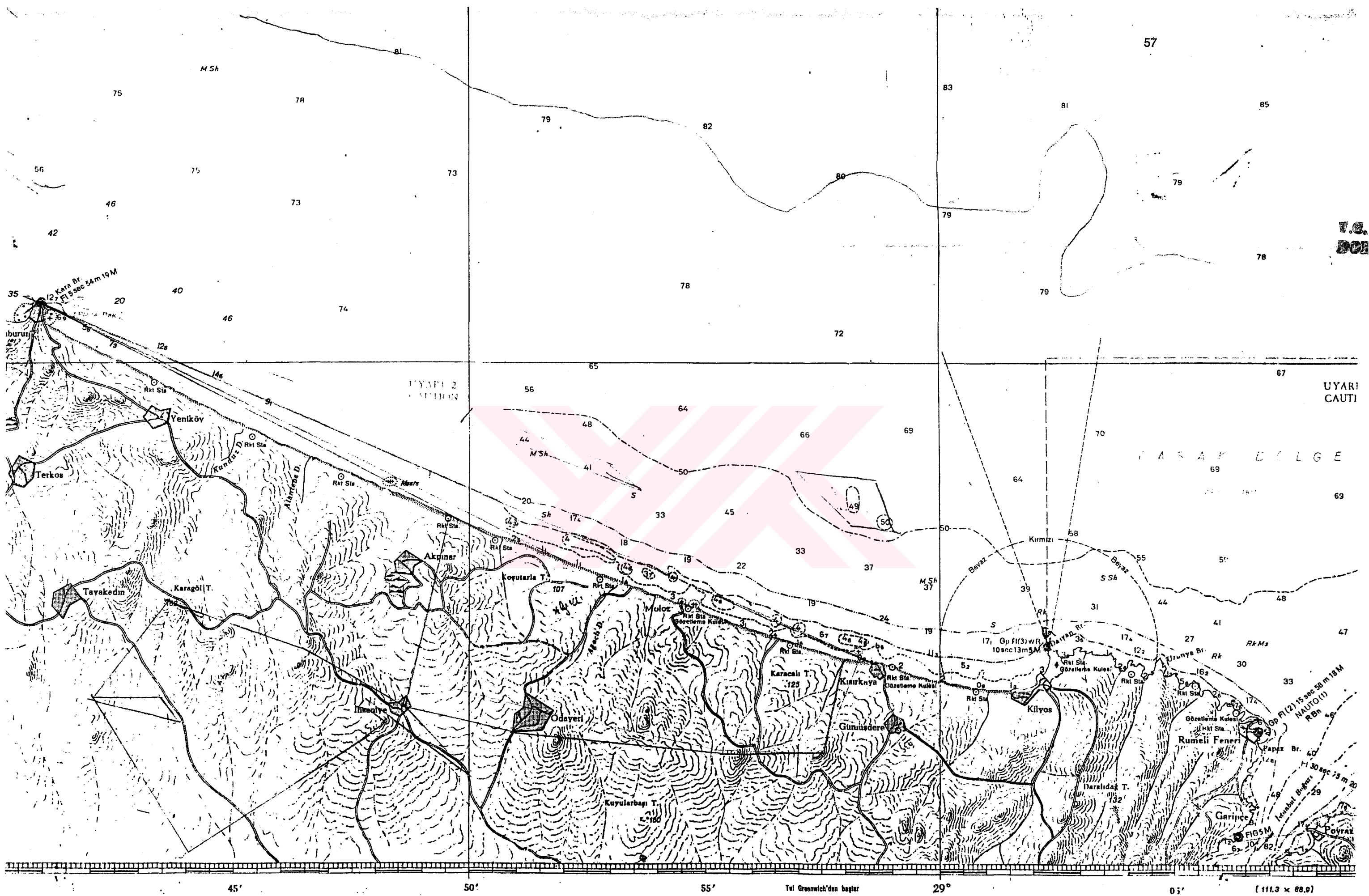
- [1] Kut Madencilik İ.R. 1048 Kömür Arama Projesi, 1992.
- [2] M.T.A. Maden Analizleri ve Teknolojisi Dairesi Raporları, 1992 ve 1993.
- [3] Kilyos Deniz Meteoroloji Kayıtları, 1994.
- [4] GARLICK, R., Minig Under The Sea, Canadian Mining Journal, pp. 39 - 41, July 1969.
- [5] MUIJEN, H.V., Dredging Equipment for (Alluvial) Mining and Overburden Removal, Proceedings of An International Symposium, pp 611 - 618, Edmonton, September 29 - October 1, 1986.
- [6] Dykstra, C.J., LOKHORST, G., Dredging - An Attractive Economical Alternative for Oil Sand Mining, Proceedings of An International Symposium, pp 623 - 628, Edmonton, September 29 - October 1, 1986.
- [7] Oceanology International 72, Minig Magazine, pp 209 - 210, May 1972.
- [8] ARND, P., LUTTIG, G.W., Mineral Resources' Extraction, Enviromental Protection and Land Use Planning in the Industrial and Developing Countries, pp 53 - 68, Stuttgart 1987.
- [9] CRUICKSHANK, M.J., MARSDEN, R.W., Marine Mining, pp 1 - 175, 1970.
- [10] I.H.C., Special Issues; Dredging Equipment's Brochures and Ports and Dredging Publication, Holland, 1985 - 1994.
- [11] World Mining, pp 36 - 37, January 1965. nt's Brochures
- [12] ROMANOWITZ, C.M., On Shore Alluvial Mining Results As

A Guide to Future Offshore Mining, World Mining, pp 46 - 52, March 1971.

- [13] BARKER, G., CAMERON, M. K., Some New Concepts in Dredge Design, World Mining, pp 155 - 159, 1974.



EKLER



ÖZGEÇMİŞ

1970 yılında Kırklareli'nin Vize İlçesinde doğdu. İlköğrenimini burada tamamladıktan sonra, Ortaöğreniminde girdiği Devlet Ara Sınıflar Parasız Yatılı Sınavını Kazanarak, Orta Öğrenimini Balıkesir Cumhuriyet Lisesi'nde tamamladı. 1987 yılında, İstanbul Teknik Üniversitesi Maden Fakültesi Maden Mühendisliği Bölümünü kazanarak 1991 yılında Maden Mühendisi Olarak mezun oldu. Aynı yıl, aynı fakülte ve bölümde Yüksek Lisans Eğitimine hak kazanarak, Maden Planlama ve Ekonomisi Programında Master Öğretimini sürdürmektedir.

