

KIYI MÜHENDİSLİĞİ UYGULAMALARI I

KIYI MÜHENDİSLİĞİNDE İNTERAKTİF OLANAKLAR

İbrahim Özkasap (Arş Gör.)

Celal Bayar Üniversitesi
İnşaat Müh.Böl. MANİSA
E- mail : ibrahim@ozkasap.com.tr

Gündüz Gürhan (Arş Gör.)

Dokuz Eylül Üniversitesi
Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Enstitüsü İZMİR
E- mail : gunduz@neptune.imst.deu.edu.tr

ÖZET

Geçmişten günümüze değin ülkemiz açısından önemli kıyı kullanımların alanlarını, kıyı yapılarını, limanları çağdaş yaklaşımlarla tasarlayan, yaşama geçiren inşaat mühendisleri son yıllarda teknolojinin gelişmesi ile beraber, interaktif olanakları da kullanma durumuna gelmiştir. Bu olanaklar mühendislerin diğer ülkelerdeki meslektaşları ile sürekli şekilde iç içe çalışma imkanını getirmiş, bilgi ve deneyimlerin paylaşılmasını kolaylaştırmıştır. Bu bağlamda bilgisayarların sunduğu olanaklar bu çalışmanın konusu olacaktır. Arama sayfaları (Search Engines), web sayfaları (web sites) haber grupları (News groups), elektronik posta tartışma listeleri (e mail discussion list), bilgisayar yazılımları (software) gibi olanakların kıyı mühendisliği amaçlı kullanımları ve bunlara erişme imkanları anlatılacaktır. Ayrıca, US Army Coastal Engineering Research Center tarafından kullanılan ACES, SMS, BFM, BMAP, SBEACH gibi isimli programların elde edilişi örnek olarak gösterilecektir.

1. GİRİŞ

Kıyı mühendisliği kıyıdaki süregelen oluşumları, kıyı alanlarındaki yapıların tasarımlarını ve doğal olaylarla etkileşimini belirleyen mühendislik dalıdır. Bu mühendislik dalı kıyı oşinografisi, deniz jeolojisi ve inşaat mühendisliği uygulamalarını içerir. Çalışma alanları diğer mühendislik dalları gibi başka uzmanlık alanları ile iç içedir. Kıyı bölgeleri yönetimsel ve planlama açısından bir bütün olarak ele alındığında, kıyı yapıları ve limanların yapım faaliyetleri yanı sıra kıyı bölgelerinin kullanım kararlarını oluşturmada da kıyı mühendisleri önemli görevler üstlenmektedir. Bu bağlamda son yıllarda bilgisayar teknolojisinin gelişmesi yeni olanakların kullanımını gündeme getirmiştir. Bu çalışmada kıyı mühendisliği uygulamalarında kullanılacak bazı seçilmiş yazılımlara ulaşma ve bilgi alışverişi için gerekli adreslere ulaşma biçimi arama yöneticilerinden başlayarak anlatılacaktır.

2. AMAÇ

Günümüz teknolojisini kullanarak Kıyı mühendisliğindeki güncel araştırma sonuçlarına ulaşmak, bilgi paylaşımını sağlayarak ülkemizde bu konuda çalışanlara kaynak sağlamaktır. Bu teknoloji içerisinde en kolay ve en aktif kullanım yöntemi olan internetin önemli bir yeri olması nedeniyle internet bazlı etkileşim temel alınmıştır. Bu bağlamda oluşturulan WEB Sayfasına <http://www.ozkasap.com.tr/coastal> adresinden ulaşmak mümkündür.

3. INTERAKTİF BİLGİ KAYNAKLARINA ULAŞIM

3.1 ARAMA YÖNETİCİLERİ (Search Engine)

Çalıştığınız konuda aradığınız bilgiye en hızlı ve ücretsiz ulaşma yöntemidir. Bu servisi kullanmak konuyu en iyi tanımlayan anahtar kelimeler seçildikten sonra arama yöneticilerinde veritabanında yapılan sorgulamalar sonucunda aranılan bilgiye ulaşılır. En çok kullanılan arama yöneticilerinden Yahoo, Altavista, Infoseek ve Lycos internet adresleri aşağıda sunulmuştur.

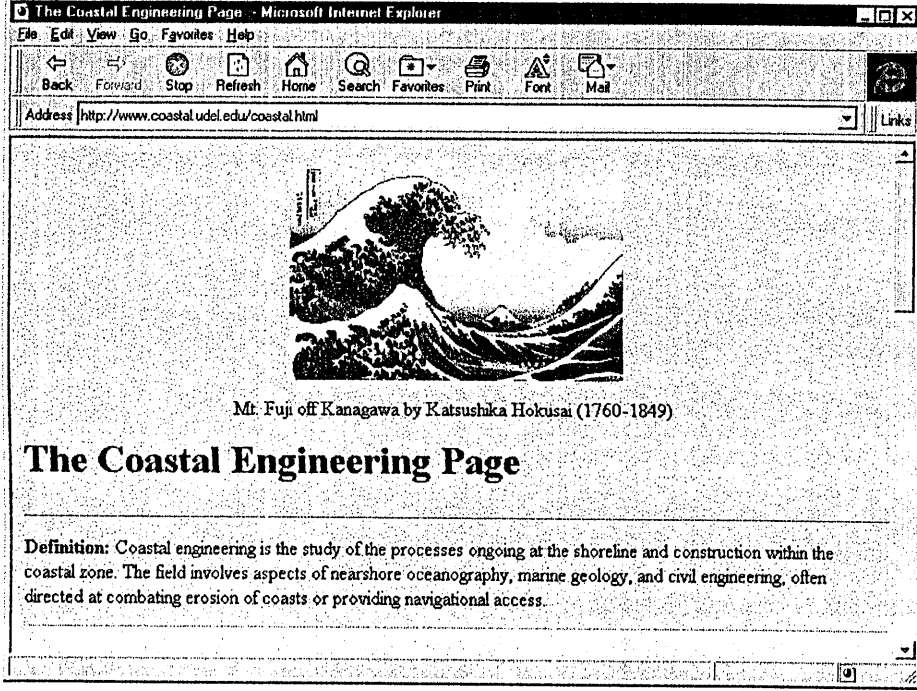
<http://www.yahoo.com>
<http://www.altavista.digital.com>
<http://www.infoseek.com>
<http://www.lycos.com>

Veritabanı sorgulamasında ulaştığınız bilgi kaynakları İngilizce dışında hazırlanmış dokümanlar da olsa, online Almanca-Fransızca-İtalyanca-İspanyolca-Portekizce hazırlanmış kaynakları İngilizce ye çeviren internet adresi aşağıda bilginize sunulmuştur. İstendiğinde ulaştığınız sayfanın internet adresi yazılarak içerik bozulmadan İngilizce ye çevrinin yapılması yanında kelime bazında çeviri hizmeti de bu serviste verilmiştir.

<http://babelfish.altavista.com/cgi-bin/translate?>

3.2 WEB Sayfaları

Arama yöneticileri veritabanı sorgulamasından istenilen WEB sayfalarına ulaşılır. Web sayfaları içeriğinde bilgi yanı sıra bilgisayar yazılımlarına da ulaşmak mümkündür. Bilgisayar programlarına ulaşma şekli Bölüm 3.4’de anlatılacaktır.



Şekil 1. Kıyı Mühendisliği WEB Sayfası Örneği

Kıyı mühendisliği ile ilgili yazarlar tarafından hazırlanan WEB sayfasında detaylı olarak verilen internet adreslerinden bir kısmı aşağıda gösterilmiştir.

Coastal Engineering Links from Yahoo

http://www.yahoo.com/Science/Engineering/Coastal_Engineering/

Dalrymple's Coastal Engineering Java Page

<http://www.coastal.udel.edu/faculty/rad/index.html>

Index of Waterways Experiment Station <http://www.wes.army.mil/cgi-bin/wais.pl>

Center for Coastal Physical Oceanography <http://www.ccpo.odu.edu/>

Center for Coastal and Land-Margin Research <http://amb1.ccalmr.cgi.edu>

Coastal Ocean Modeling at the USGS <http://crusty.er.usgs.gov/>

Center for Coastal Studies, Scripps Institution of Oceanography, UCSD
<http://www-ccs.ucsd.edu/>

Environmental Organization WebDirectory
<http://www.webdirectory.com/waterres/coastpre/>

Bart Winder's Coastal Engineering Links
<http://www.marine.fit.edu/~winder/service.html>

The Coastal Management Web
<http://www.wantree.com.au/~kays/index.html>

Davidson Laboratory: Coastal Engineering <http://www.dl.stevens-tech.edu/davidson/coastal.html>

CSIRO DBCE Fluid Dynamics - Links compiled by R.Manasseh
<http://taylor.mel.dbce.csiro.au/~richman/links.html>

MIKE21 & EXCEL/VBA homepage
<http://www.geocities.com/SiliconValley/Campus/8960/index.html>

The American Shore and Beach Preservation Association
http://www2.ncsu.edu/ncsu/CIL/ncsu_kenan/shore_beach/index.html

Search ASCE'S Civil Engineering Database
<http://www.pubs.asce.org/WWWsrchkwx.cgi?>

NATO TU-Waves Project <http://tu-waves.klare.metu.edu.tr/>

Coastal Sediments <http://www.coastalsediments.org/>

Delaware University Marine Studies web pages;

Centre for Applied Coastal Engineering Site <http://www.coastal.udel.edu/>

Marine Studies;

Center for Colloidal Science <http://www.ocean.udel.edu/ccolloid.html>

Center for Remote Sensing <http://triton.cms.udel.edu/crs/crs.html>

Center for the Study of Marine Policy <http://www.udel.edu/CMS/csmp/>

Halophyte Biotechnology Center <http://www.udel.edu/connie/hbcl.htm>

3.3 HABERLEŞME KAYNAKLARI (News & Discussion Groups)

WEB sayfalarında ulaştığımız bilgilerin yanısıra mevcut haberleşme kaynaklarından da söz etmek gerekir. İlgilenilen konuda dünya genelinde çalışan kişi ve kuruluşlara ulaşmak, yapılan çalışmaları karşılıklı olarak irdelemek ya da ortak çalışmalar üretmek amacına yönelik kullanım kaynağıdır.

Haber kaynaklarına ulaşmak için haber sunucularından faydalanılır. Ülkemizde mevcut haber sunucularından bazıları aşağıda sunulmuştur.

news.metu.edu.tr
news.escortnet.com
news.raksnet.com.tr

Sunuculara mevcut haber gurubu programlarıyla bağlandıktan sonra karşınıza çıkan listelerde her konudan değişik haber grupları vardır. Bu haber gruplarından seçilmek istenilenlere ücretsiz olarak üye olunur. Bu gruplardan bazıları aşağıda yer almaktadır.

misc.transport.marine
sci.engr.marine.hydrodynamics
sci.engr.civil

Haber grupları günlük gazeteler mantığıyla hizmet veren servislerdir. Dünyanın her köşesinden konuyla ilgili kullanıcılar projeleri için karşılıklı alışveriş yapma imkanına sahiptirler. Aradığınız bilgilere, konulara ya da yaptığınız çalışmadaki sorunlarınız için karşılıklı aynı ortamda internet üzerinden görüşülür. Bu konuları ilgili listelere dahil olan tüm kullanıcılar takip ederler. Bu konuda dünya da yapılan yeni çalışmalardan haberdar olunabilir ve otoritelerle tanışılabilir.

Bir basamak daha sonrası da tanışılan kullanıcılarla gurubun daha daraltılmış şekli e-mail haberleşme gruplarıdır. Bu haber grupları elektronik posta listeleri adıyla da anılmaktadır. Bir liste sunucu yardımıyla haber programları benzeri fakat direk elektronik posta veriyolunu kullanarak değişik çalışmalar ve güncelliği yakalama yoluna gidilmesi mümkündür. Listeye atılan mesajlar liste yoğunluğuna göre zaman zaman 2000 ila 3000'e varan üyelerin bulunduğu kullanıcı kitlesine mesajların birer kopyaları dağıtılır. Bu grupların bir faydalı tarafı ise karşınızdaki kişinin programını bozmadan size yardımcı olabileme imkanı sağlamaktır. Çoğu zaman daha önce karşılaşılmış sorunlara pratik cevaplar alarak zevkli bir çalışma ortamı da bulmak olasıdır.

Haber gruplarındaki gibi fakat elektronik posta veriyolunu kullanarak üye olunabilen bu listeler de tamamıyla internet üzerinden ücretsiz hizmet vermektedirler. Bu listelerden bazılarının internet elektronik posta üye olma adresini bilginize aşağıda sunmaktayız. En aktif çalışan kıyı mühendisliği ile ilgili liste Delaware universitesi tarafından yönetilendir. 28 Eylül 1995 yılında kurulmuş olan bu listeye ücretsiz olarak üye olmak mümkündür. Bu listenin amacı 600 den fazla üyesi olan kıyı mühendisleri ve araştırmacılarının ilgi alanlarında karşılıklı olarak bulunduğu geniş bir haberleşme kaynağıdır. Bu listede yeni iş olanakları,

konferans çağrıları, yeni bulgulara yer verilmiştir. Listeye üye olmak için majordomo@udel.edu listesine içinde subscribe coastal_list yazılı bir ileti göndermek yeterlidir. Daha sonra üyelik kabul edilince yazışma adresi coastal_list@udel.edu olacağı yönünde size bir mesaj gelecektir.

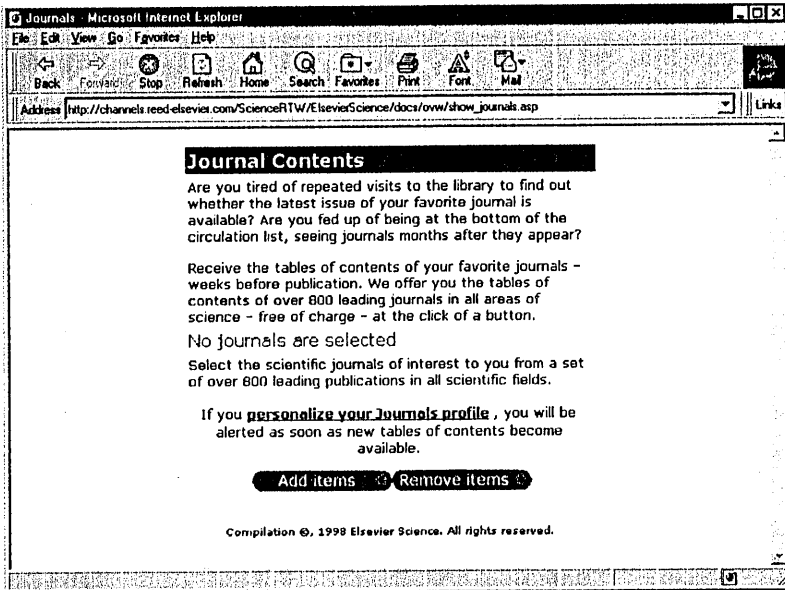
wes_email directory ftp://joanna.wes.army.mil/wes_email/

gopher.jussieu: littoral? <gopher://gopher.jussieu.fr:70/7waissrc%3A/bibli/biusj-univ-jussieu-fr.src?littoral>

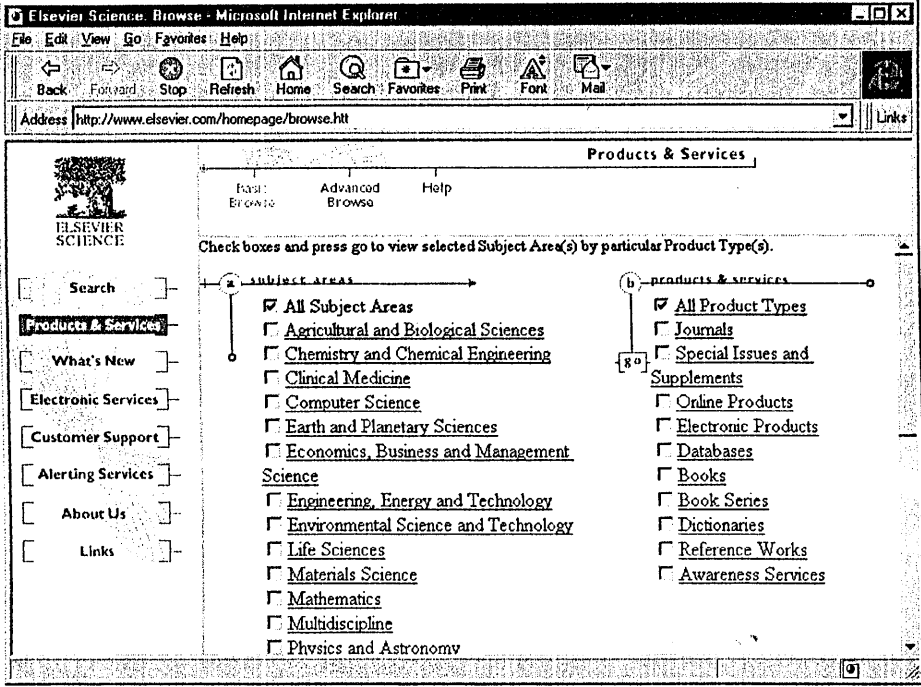
<http://www.coastalsediments.org/mailling.htm>

Yeni basılacak makalelerin ismi ve özetini ücretsiz olarak sağlayabileceğiniz önemli servislerden biride internet üzerinden ulaşabileceğiniz <http://www.elsevier.co.uk> sayfasıdır. Burada ilgi alanına göre ücretsiz olarak üye olabilme olanağı vardır. Aşağıdaki internet adresinden istediğiniz ilgi alanı seçebilirsiniz;

http://channels.reed-elsevier.com/sciencertw/elsevierscience/docs/ovw/show_journals.asp



Şekil 2. Elsevier Servisinden Makale Profili Oluşturma Sayfası



Şekil 3 Elsevier'den Elektronik Makale Servisi

Seçtiğiniz konunuzla ilgili olan konferansların kendi e-mail adresinize gönderilmesini istiyorsanız;

http://channels.reed-elsevier.com/ScienceRTW/ElsevierScience/docs/ovw/show_events.asp

adresinden üye olmak gerekmektedir.

3.4 BİLGİSAYAR YAZILIMLARI

Kıyı mühendisliği uygulamalarının tasarım ve analizlerini yapan bilgisayar programlarına ulaşmak WEB sayfaları aracılığıyla mümkündür. Daha önce verilen www.wes.army adlı adreste ücretsiz olarak kullanıma sunulan programların yüklenmesi (download) burada bulunan yazılımların çeşitliliği nedeniyle örnek olarak seçilmiştir. Bu aşamada web sayfasında "Software" menüsüne girilerek ekranda yazılımlara ulaşılır. Bu yazılımların bazıları daha önce Dokuz Eylül Üniversitesi Araştırma projelerinde kullanılmış (1), (2), ve aynı zamanda kıyı mühendisliği eğitimde genç araştırmacıların kullanımına sunulmuştur. Bu deneyimlerden yola çıkılarak yazımların rasyonel olduğu söylenebilir.

Bu yazılımlardan bazıları ise ;

- ◆ Dalga oluşum ve analizlerini ve yapısal etkileşimleri inceleyen ACES,

- ◆ Dalga etkisinden dolayı kıyı Cizgisi değişimini tek çizgi teorisine göre inceleyen **SMS**,
 - ◆ Değişen fırtına dalgaları ve dalga seviyeleri altında kıyı profili değişimlerini ve ana morfolojik özelliklerdeki hareketi ve şekli simule eden **SBEACH**,
 - ◆ Kum besleme uygulamalarının tasarım ve hesaplarını içeren **BFM**,
 - ◆ Kumsal profilinin morfolojik ve dinamik değişimini inceleyen **BMAP**,
- olarak sıralanabilir.

4. SONUÇ

Kıyı mühendisliğinin interaktif kullanım metodları detaylı olarak verilmeye çalışılmıştır. Teknolojinin hergeçen gün geliştiği göz önüne alınırsa, bu çalışmanın güncelliğini koruması için yazarlar tarafından hazırlanan <http://www.ozkasap.com.tr/coastal> internet adresindeki web sayfasını güncelleştirmek gerekmektedir. Bu nedenle hazırlanan web sayfasını ziyaret edenlerin, öneri ve eleştirileri için <http://www.ozkasap.com.tr/coastal/recommends.html> adresinde ayrı bir sayfaya yer verilmiştir.

KAYNAKLAR

1. Akyarlı, A., Gökkuş, Ü., Eren, A., Wind And Wave Climate At Fethiye Bay, DEU. Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Enstitüsü, İzmir, Mart 1997, 180 Sayfa.
2. Madra Çayı Mevkii Kıyı Erozyonu Etüdü, DEU. Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Enstitüsü, İzmir, Aralık 1997, 140 Sayfa.
3. <http://www.yahoo.com>
4. <http://www.altavista.digital.com>
5. <http://www.infoseek.com>
6. <http://www.lycos.com>

ABSTRACT

In the design and analysis phase of the Coastal Engineering projects, the share of experience has a great importance. Nowadays the computer applications give the opportunity to an engineer to communicate easily in an interactive environment. In this study the use of internet is explained in the coastal engineering perspective. The search engines, web pages, news groups and discussion lists and available software addresses are given. The addresses are also shown on the WEB page <http://www.ozkasap.com.tr/coastal>

LİMAN İNŞAATLARINDA STFA ARŞİVİ

Ali Rıza Günbak, Teknik Müşavir, STFA Grup
Murat Ege, Proje Müdürü, STFA Deniz İnşaat A.Ş.

ÖZET

Sezai Türkeş - Fevzi Akkaya Firması, STFA, 1962 yılından itibaren Bartın Liman İnşaatı ile başlayan arşivlenmiş bir liman inşaat tecrübesine ve bilgi bankasına sahiptir. Bu tebliğ, arşiv çalışması sonucunda hazırlanmış olup, değişik liman yapılarının inşaatlarını, inşaat sırasını takip edecek şekilde ve öğretici olması amaçlanarak 'slide'lar halinde hazırlanmıştır. Taş Dolgu Dalgakıranlar için Tripoli, Misurata gibi 25 t ve 40 t tetrapod kaplı dalgakıranlar kullanılmıştır. Keson kullanımı için Tripoli ve Tunus Liman inşaatlarında kullanılmış 1100 t ve 3000 t keson örnekleri seçilmiştir. Kazıklı iskeleler ve Palplanş rıhtımlar için Marmara LNG Terminal İnşaatı ve Ormara - Karaçi rıhtımları seçilmiştir. Tarama ve Dolgu işlerine örnek olarak döneminin en büyük tarama gemilerinin kullanıldığı Misurata kaya taraması ve Ormara kum - silt - kil taraması kullanılmıştır. Su altı boru hattı inşaatına örnek olarak 1600 mm çaplı, 2500 m boyundaki 50 m su derinliğine kadar uzanan HDPE tipi, Antalya derin deniz deşarjı anlatılmıştır. Tebliğde inşaatların anlatımı seçilecek resimlerle yapılacak, ancak sunuşta çok daha zengin slide arşivi kullanılacaktır.

KARAÇİ LİMANI ve 5-10 NUMARALI DOĞU RIHTIMLARININ YENİDEN İNŞAATI

Ali IRVALI
İnşaat Yüksek Mühendisi
Pakistan Bölge Temsilcisi
STFA Temel Kazıkları İnşaat A.Ş.
İstanbul, Türkiye

Osman BÖREKÇİ
Boğaziçi Üniversitesi
İnşaat Mühendisliği Bölümü ve
STFA Temel Kazıkları İnş. A.Ş.
İstanbul, Türkiye

ÖZET

Bölgenin en büyük doğal limanlarından biri olan Karaçi, M.Ö. 326 yıllarında Büyük İskender' in donanmasını demirlediği yer olarak bilinmektedir. İngilizlerin bölgeyi ele geçirdiği 1838 yılından sonra liman gelişmeye başlayarak üç aşamadan sonra bugünkü şeklini almıştır. Limanın fiziksel şeklini belirleyen haliç, limanı doğu ve batı rıhtımları olarak adlandırılan iki kısma ayırmaktadır. Liman, toplam 28 kuru yük rıhtımı ve iki petrol terminali ile hizmet vermektedir. Doğru bölümüne ait 5-10 rıhtımlarının yeniden inşa edilmesini gerektiren problemler 1955-1960 yıllarında tamamlanan inşaat ile birlikte başlamış ve 1993 yılında 5 ve 6 numaralı rıhtımların denize göçmesi ile acil önlem gerektirmiştir. Problemleri kısımların yeniden inşası ile ilgili ihale 1994 yılında yapılmış ve 1995 yılında şirketimiz işi kazanarak sözleşme imzalamıştır. Bu rıhtımların dört adedi tamamlanmış ve son kalan rıhtımda ise üst yapı devam etmektedir. Artan konteyner trafiğine hizmet verecek şekilde dizayn edilen söz konusu rıhtımlar, "mother vessel" tabir edilen büyük konteyner gemilerini karşılayabilecek kapasite ve su derinliğine sahip olacaktır.

Bildirinin ilk bölümünde Limanın tarihi gelişimi ve organizasyonu anlatılacaktır. İnşaat aşamasının ele alındığı ikinci kısımda ise, yeniden inşasını gerektiren problemler, dizayn ve yapım yöntemleri anlatılacaktır.

Limanın tarihçesi, inşaat yöntemleri ve bugünkü görünümü, dia ve resimlerle desteklenerek sunulacaktır.

1. GİRİŞ

Grubumuz, 1985 yılından beri takip ettiği Pakistan pazarına ilk olarak 1993 yılında STFA İnşaat A.Ş. adına, arka arkaya kazandığı Indus otoyolu, Lahor Çevre Yolu ve Ormara Askeri Limanı ihaleleri ile girmiştir. Şirketimiz de sözkonusu pazarda aynı tecrübeye sahip olmakla beraber özel olarak ilgilendiği Karaçi Limanında geçmiş yıllarda girdiği, Deniz Kuvvetleri 1-4 rıhtımlarının yeniden inşası, petrol terminali yapımı ve Jinnah Köprüsü gibi ihalelerde başarılı olamamıştır. Limanda 5-10 rıhtımlarının yeniden yapılması ile ilgili ihale çıktığında, kardeş şirketlerimizden STFA İnşaat A.Ş.'nin bir projeye başlamış olarak ülkede ofise sahip olmasının verdiği avantaj, ilave olarak Türkiye'de o dönem alınan ekonomik kararlar ve gerçekleştirilen devalüasyon sonucu oluşan piyasa durgunluğu, bize yurt dışındaki bu işi kazanmaya zorlamıştır. Dolayısı ile ihaleye katılan 6 uluslararası firma geride bırakılarak en düşük teklif verilmiş ve sonucunda iş kazanılmıştır. Bu yazıda, ülkemizde fazla tanınmayan bu limanın tarihsel gelişimi ve bugünkü durumu ile ilgili bilgilerin yanında, kapasiteyi arttırmak amacı ile planlanan 5-10 rıhtımlarının yeniden inşası projesi ele alınacaktır.

2. LİMANIN TARİHÇESİ

Bugün 12 milyona varan nüfusu ile Karaçi şehri, uzun bir geçmişe sahip limanının gelişmesi sonucu ortaya çıkmıştır. Karaçi'nin küçük bir balıkçı köyü olduğu zamanlara ait bu doğal liman ile ilgili tarihi kayıtlar, İngilizlerin burayı ele geçirdiği 1800' lü yıllardan çok daha eskiye dayanmaktadır. Büyük İskender'in donanmasını demirlediği Arap Denizindeki bu yerin adı Krokala olarak geçmekteydi. 1558 yılında Arapça yazılmış bir navigasyon haritasında ise denizcilerin kötü havalarda bu limana emniyetle sığınabilecekleri belirtilmiştir. Bölgenin İngilizler tarafından ele geçirildiği yıllarda Karaçi limanı gemilerin demirleyebilecekleri korunmuş bir lagün şeklinde idi. Açık deniz şartlarına karşı kum bantları ve adacıklar ile korunmuş bu demirleme bölgesinde gemilerdeki mallar küçük tekneler vasıtası ile 3 mil ilerdeki kıyıya taşınabiliyordu. Limandaki gelişme 1843 yılından itibaren İngilizler tarafından başlatılmış ve dört dönemde bugünkü şekil ve kapasitesine kavuşmuştur.

Yaklaşık 30 yıllık bir süreyi kapsayan (1843-1873) ilk dönemde demirleme bölgesi derinleştirilmiş, Manora bölgesinde bir dalgakıran inşa edilerek gemilerin her hava şartında limana emniyetle girişleri temin edilmiştir. Bu dalgakıran, muson dönemlerinde liman girişindeki büyük kum hareketlerini önleyerek herhangi bir taramaya gerek kalmadan liman girişinin ortalama 2.5 metre derinleşmesini sağlamış ve okyanusda oluşan büyük dalgaların liman içlerine girmesini önlemiştir. Ayrıca Keamari adası dolgu ile ana karaya bağlanarak gemilere ulaşım kolaylaşmıştır. (Şekil.1)

İkinci dönemde (1874-1914) Hindistan hükümeti tarafından onaylanan Karaçi Liman Yönetmeliği (Karachi Port Trust Act) yürürlüğe konularak liman organizasyonu tamamlanmıştır. Yönetim kurulu, hükümet tarafından atanan dört üye ile ticaret odası ve belediye tarafından seçilen dört üyeden oluşmaktadır. Yönetim kuruluna önceleri gümrük müdürü başkanlık etmekteyken, 1909 yılında hükümet tarafından devamlı görev başında olacak bir başkan atanmıştır. İlk dönemde limanın gelişmesi için büyük paralar harcanmış olmasına karşı, gemilerin yanaşabileceği bir iskele veya rıhtım hala mevcut değildir.

Bu ikinci dönemde ise doğu rıhtımları inşa edilmiş, Keamari ile ana karayı birleştiren ulaşım yolu daha da genişletilerek demiryolu, yol, stok sahaları ve ambarlar için yer kazanılmıştır. 1910 yılında gemilere servis veren 17 rıhtıma ulaşılmıştır. Rıhtımlar, 150 mm çapında, dolu gövdeli çelik vida uçlu kazıkların üzerine oturan çelik kiriş ve ahşap döşeme plaklardan yapılmış olup, buharla çalışan 87 adet 1.7 ton kapasiteli vinç ile donatılmıştır. Rıhtımlarda yaklaşık 8 m olan derinliğin korunması ve saha dolgularının yürütülmesi işleri için tarama ekipmanları temin edilerek, bu faaliyet düzenli hale getirilmiştir. Ayrıca bu dönemde liman girişinde yaptırılan fener döneminin en güçlü fenerlerinden biridir ve ısıtıcı 70 milden farkedilebilmektedir. Birinci Dünya Savaşı yıllarında Karaçi, Hindistan'ın üçüncü büyük limanı olmuştur.

Limanın gelişme evrelerinin üçüncüsünde (1914 - 1947) ve ticaretin her geçen gün artmakta olduğu bir dönemde liman idaresinin güçlü bir finans yapısına sahip olduğu görülmektedir. Bu dönemde artan trafiği karşılayacak kapasiteye ulaşmak için yönetim kurulu, batı rıhtımları inşaatına karar vermiş, ve bu amaçla saha dolguları yapılarak bir yol ile karaya irtibat sağlanmıştır. İngiltere'de projelendirilen batı rıhtımları, kazıklı iskele sistemine sahip doğu rıhtımlarından farklı olarak kesonlar üzerine oturmaktadır. Bu kesonların her biri yaklaşık 3 m² taban alanına sahip ve zemin durumuna göre 14 - 16 metre yüksekliğindedir. Bu kesonlar projedeki yerlerinde imal edilerek üç ayrı noktada içleri hafredilmiştir. Bu sayede zemine batarak gerekli taşıyıcı tabakaya ulaşmaları sonucu inşaatları tamamlanmış olup, bakım gerektirmeyen güçlü bir yapıya sahiptirler. İkinci Dünya Savaşı yıllarında stratejik bir önemi olmayan limanda taşıt trafiği, faaliyetler ve yatırımlar hemen hemen durmuştur.

Liman gelişmesi ile ilgili son dönem 1947 yılında Pakistan Devleti'nin kuruluşu ile başlamaktadır. Bu dönemin başlarında liman 1.5 milyon ton kuru yük ve 1 milyon ton petrol ürünlerini işleyecek kapasiteye ulaşmıştır. O yıllarda Pakistan'ın başkenti olan Karaçi ülkenin tek limanına sahipti. 1958 yılına kadar kargo trafiği yıllık 4 milyon tona ulaşmış ve özellikle ithal malların çeşitliliği çok artmıştır. Ülkenin artan ihtiyacı paralelinde limanda yeniden yapılanma ve modernleşme gereği doğmuş, ve uzun bir dönemi kapsayan modernizasyon planı yürürlüğe konmuştur. İlk aşamada doğu bölümünde 13 rıhtım (5-17 rıhtımları) yeniden inşa edilmiştir. 1960 yılında tamamlanan bu proje ile kuru yük elleme kapasitesi 1.5 milyon ton arttırılmıştır. Ayrıca Dünya Bankası desteğinde yeni petrol terminali, navigasyon kanalının derinleştirilmesi ve genişletilmesi, liman civarındaki yolların kapasitesinin artırılması ve bu amaçla ilave köprü ve yol inşaatları tamamlanmıştır. (Şekil.2)

Bugün liman toplam 37 mil karelik bir alana sahiptir. Liman ayrıca kendi bünyesinde, deniz kuvvetlerine ait rıhtımları, balıkçı limanını ve bir tersaneyi barındırmaktadır. Denize açılan kanalı 11 mil uzunluğunda olup, limanın giriş kısımları ve petrol terminallerini kapsayan aşağı kısımda 12 ve rıhtım bölgesinin bulunduğu yukarı kısımda 9 metrelik bir derinliğe sahiptir. Kanal çıkışı bir dalgakıran ile okyanus tesirlerine karşı korunmuş olup, gece ve gündüz emniyetli seyir için şamandıra ve ışıklar yerleştirilmiştir. Yukarı liman bölgesinde bu kanalın doğu kısmında 17 ve batı kısmında 11 adet olmak üzere, uzunlukları 150 ile 210 metre arasında toplam 28 kuru yük rıhtımı vardır. Bu rıhtımların arkasında, açık ve kapalı stok sahaları, depolar ve yanıcı maddeler için ayrı bir depolama sahası mevcuttur. Aşağı liman kısmında 75.000 DWT 'luk petrol tankerlerinin yanaşabileceği 3 petrol terminali mevcuttur. Gerek kanalda gerekse de rıhtım önlerinde istenen derinliği muhafaza edebilmek için liman idaresi bir tarama filosuna sahiptir. (Yılda 1 milyon m³ tarama yapılmaktadır).

Liman, yükleme boşaltma işleri için 80 adet 3 ton kapasiteli ve ağır yükler için 2 adet 40 ton kapasiteli vinç, 80 adet mobil vinç, 45 forklift ve 80 treyler ile hizmet vermektedir. Ayrıca özel şirketlere ait konteyner vinçleri ve lastik tekerlekli konteyner taşıyıcı ve stoklayıcılar bu konuda hizmet vermektedir. Günümüzde liman, 14 milyon ton petrol ürünleri, 513.000 TEU konteyner trafiği dahil 9 milyon ton kuru ve dökme yük işleme kapasitesine sahiptir. Liman, sahası içerisinde bir ana ve dört yardımcı istasyondan oluşan itfaiye teşkilatı, bir hastane ve spor kompleksine sahiptir.

Son yıllarda başlayan özelleştirme projeleri kapsamında, özel sektör limandaki çeşitli faaliyetlere yatırım için davet edilmiştir. Bunların başlıcaları, 5-9 rıhtımlarına kurulacak konteyner terminalinin yap işlet devret bazında, ekipman temini ve işletmesi faaliyetlerini içeren projesi, American President Lines tarafından 22 - 24 rıhtımlarının konteyner rıhtımlarına dönüştürülerek işletmeye açılması sayılabilir. Bu tür büyük projeler dışında, romorkör hizmetlerinin verilmesi, yükleme/boşaltma ekipmanlarının modernizasyonu, su arıtma ve enerji tesisleri ile kuru havuz yapımı gibi faaliyetler için özel sektör davet edilmiştir. Ayrıca, kompüterizasyon, çevre koruma, limanın derinleştirilmesi, radar sisteminin kurulması gibi çalışmalar yürütülmektedir.

3. LİMAN YÖNETİMİ

Karachi Liman İdaresi (Karachi Port Trust) bir vakıf şeklinde yönetilmekte olup, gelirleri kendi giderlerini karşılamak ve limanın geliştirme projelerini finanse etmekte kullanılmaktadır. Bu gelirler üzerinde devlet değil, yönetim kurulu söz hakkına sahiptir. Liman onbir kişilik yönetim kurulu tarafından yönetilmektedir. Beş üye özel sektör tarafından seçilmekte (ticaret ve sanayi odaları, cotton exchange v.b. gibi), diğer beş üye ise hükümet tarafından atanmaktadır. Yönetim kurulu başkanı (chairman) ise, hükümet tarafından genellikle oramiral rütbesinde asker kökenlilerden seçilerek atanmaktadır. Liman yönetimi, yönetim kurulu başkanı altında altı genel müdür ve bunlara bağlı bölümlere ayrılmaktadır. Bu bölümler : Planlama, operasyon, mühendislik, finans, emlak ve inşaat işleri, idari işler olarak isimlendirilmektedir. (Şekil.3)

3.1 Planlama

Planlama bölümünün faaliyetleri, liman gelişimi ile ilgili çalışmalar yapmak, ihtiyaçlarını saptamak, bu gelişmeler için master plan çalışmalarını tamamlamak, projelerini yaptırmak, ihaleleri organize etmek, inşaatı devam eden projelerin kontrollüğünü yürütmektir. Bu bölüm, liman başkanına bağlı bir genel müdür tarafından yönetilmektedir.

3.2 Operasyon

Operasyon bölümünün faaliyetleri, deniz ve kara trafiğini düzenlemek, liman giriş ve çıkışlarının organizasyon ve güvenliğini temin etmek, gemi yükleme ve boşaltma işleri ile mal stok sahalarını yönetmektir. Bu departmanda en aktif eleman genel müdürün altındaki trafik müdürü ve ona bağlı trafik müdür yardımcılarıdır.

3.3 Mühendislik

Mühendislik bölümü, limana ait yüzer ekipman (dubalar, vinçler, romörkörler), kargo yükleme-boşaltma, tarama ve yangın söndürme ekipman ve teçhizatlarının kullanım, bakım ve onarım işlerinden sorumludur. Bu işlerle ilgili operasyon bölümü ile koordineli olarak kullanım programları yapar.

3.4 Finans

Liman kar amacı ile çalışmamaktadır. Başlıca gelirlerini, gemi sahipleri ve acentalarından tahsil ettikleri liman, rıhtım, v.b. masraflar ile kargo sahiplerinden tahsil ettikleri yükleme, boşaltma ve stoklama ücretleri ile gayrimenkul kiralari oluşturmaktadır. Yıllık geliri yaklaşık 100 milyon dolar civarındadır. Buna karşılık, personel ve işçi maaşları, tüm teçhizat ve ekipmanın temin, bakım ve kullanım masrafları, sabit tesisler ile ilgili harcamalar ana gider kalemlerini oluşturmaktadır. Bütün masraflar çıktıktan sonra kalan para, yine limanın geliştirilmesi ve modernizasyonu için kullanılmaktadır. Bir genel müdür tarafından yönetilen bu bölümün faaliyetleri, sözkonusu paraların bütçeye uygun olarak harcanmasının denetim ve kontrolüdür.

3.5 Emlak ve İnşaat

Liman, çevresi ile birlikte çok geniş bir saha ve birçok bina ile depoya sahiptir. Bu sahaların ve depoların büyük kısmı özel sektöre kiralanmakta olup, bunun yönetimi amacıyla bir genel müdürlük oluşturulmuştur.

3.6 İdari

Liman 400 idari memuru, 13,000 ofislerde çalışan memuru ve doklarda çalışan 7,000 işçisi ile çok büyük bir organizasyondur. İdari işlerden sorumlu genel müdür, güvenlik, eğitim ve sağlık tesisleri ile diğer sosyal faaliyetlerden sorumludur.

4. DOĞU BÖLÜMÜ 5 - 10 NUMARALI RIHTIMLARIN İNŞAATI PROJESİ

4.1. Giriş

Doğu bölümünde bulunan, vidalı kazıklar üzerine kelepçelenmiş çelik kiriş ile ahşap platformlardan oluşan ve 1886 - 1909 yıllarında inşa edilmiş onyediy rıhtım, 1950 yılına girildiğinde ekonomik ömrünü tamamlamış, büyük kısmı kullanılamaz, sürekli bakım gerektiren bir hale gelmiştir. Liman idaresi 1954 yılında 5- 17 rıhtımlarının yeniden inşaaı kararını alarak, Rendel, Palmer ve Tritton firmasını müşavir seçmiş ve inşaaata başlanmıştır. Yeni projede kazıkların üzerine oturan bir iskele sistemi (suspended deck) yerine, eski rıhtım çizgisinin önüne inşa edilecek bir istinad yapısı öngörülmüştür. Bu amaçla geniş I kesitli, ortalama 20 m uzunluğunda öngermeli prekast kazıklar 3 m aralıkla çakılarak aralarına prekast perde duvar yerleştirilmekte ve rıhtım seviyesinde betonarme başlık kirişi içine alınmaktadır.

Sistemin stabilitesini temin için rıhtım kirişi, 9.75 m aralıkla yerleştirilen gergi kabloları ile 45 m geride bulunan ankraj bloklarına bağlanmıştır. Gergi kabloları, bir kanal içerisine yerleştirilerek içi sıcak bitümle doldurulmak suretiyle korozyona karşı korunmuştur. Rıhtım duvarının arkası kum ile doldurularak inşaat tamamlanmıştır. (Şekil.4) Dizayn ile ilgili en büyük problem kazıklar ile perde duvarların arasındaki sızdırmazlık olmuştur. Bu konuda yaşanan problemler nedeniyle, birkaç rıhtım tamamlandıktan sonra tek bir perde duvar yerine, kazıkların arasına yerleştirilen iki plak ve arasına yerinde dökülen beton ile oluşturulan bir sandviç duvar sistemine geçilmiştir.

Henüz daha inşaat tamamlanmadan ve müteahhit sahadan ayrılmadan rıhtımlarla ilgili problemlerin başladığı 1958 yılı başlarında 7 numaralı rıhtımda büyük bir çukur (sinkhole) olduğu raporlarda yer almaktadır. Daha sonraki ömrü boyunca oturmaların gözlemlendiği bu rıhtımlarda, sözkonusu probleme kazıklar ile prekast duvar arasındaki boşluklardan malzeme kaçmasının yol açtığı tahmin edilmiştir. 1987 yılında 5 ve 6 numaralı rıhtımlarda öne doğru bir hareket tesbit edilmiş ve bu nedenle kullanıma kapanmıştır. 1993 yılında 5 ve 6 numaralı rıhtımlar stabilitesini tamamen kaybederek deniz tarafına doğru yıkılmıştır. (Fotoğraf.1) Bunun hemen ardından liman idaresi bu sorunlu rıhtımların yeniden inşaatı için karar almış, müşavir firma seçilerek (Scott Wilson Kirkpatrick) yeni dizayn yaptırılmıştır. Müşavir ilk aşamada toplam 800 m uzunluğa sahip 5 - 10 numaralı rıhtımların yeniden inşaatını önermiş ve Eylül 1993 de Dünya Bankası desteğiyle uluslararası ihale açılmıştır. Şirketimiz yeterlilik alarak ihaleye katılmış ve Mart 1994 de verdiği en düşük teklif ile birinci ilan edilmiştir. Uzun bir değerlendirme aşaması yaşanmış ve ikinci düşük teklif ile aradaki farkın çok küçük (% 2) olduğu ihale 16 ay sonra Temmuz 1995 de karara bağlanarak sözleşme imzalanmıştır.

4.2. Dizayn

Rıhtımların yeni sistemi de kazıklardan oluşan bir istinad duvarı olarak tasarlanmıştır. Bu duvar, mevcut rıhtımların 4.5 m - 20 m önünde, yanyana yerleştirilen 2 m çapında yerinde dökme betonarme kazıklı perdeden oluşmaktadır. Mevcut sistemde yaşanan problemler nedeniyle, bu kazıkların birleşim noktalarında sızdırmazlığa karşı özel tedbir alınmıştır. Rıhtım önünde 13.4 m su derinliği sağlayacak bu duvarın stabilitesi, 36 m geride inşa edilecek ve aynı çapta kazıklardan oluşacak ankraj duvarı ile temin edilmektedir. Her iki duvar gergi çubukları ile birbirine bağlanmaktadır. Bu iki perde duvar arasındaki boşluk, gergi çubukları kotuna kadar hafredilmekte, mevcut rıhtım ile yeni rıhtım arasında kalan çamur tabakası ise tamamen temizlenmektedir. Aradaki dolguların tamamlanmasından sonra saha beton kaplanmaktadır. (Şekil.5) Başlıca dizayn esas ve kriterleri şöylece özetlenebilir:

Kullanım Amacı

Yeni rıhtımlardan, 6-10 numaralı rıhtımlar konteyner, 5 numaralı rıhtımsa kuru yük, ro-ro, ağır yük olmak üzere çok amaçlı olarak tasarlanmıştır.

Gemi Bilgileri

Gemilerin, romorkör ile rıhtıma yanaştırılacağı kabul edilmiştir. Dizayn, 270 m uzunlukta, 12.2 m drafta sahip ve 50,000 ton displacement tonajında gemiler için tasarlanmıştır.

Yük Kriterleri:

Düşey Yükler:

Başlık bölgesinde yayılı yük	(5 t/m ²)
Mobil vinç yükü	(180 t. max)
Konteyner stoklanması tekil yük	- 2 sıra üst üste 27.4 t - 3 sıra üst üste 54.8 t
Tekerlek yükü	- konteyner vinci 100 t - mobil vinç 56 t

Yatay Yükler:

Duvar arkasında toprak basıncı
Duvar arkasında su basıncı
Mevcut rıhtıma ait gergilerin kopmasından dolayı, bu rıhtımdan gelebilecek yükler
Baba çekmesi 100 t
Usturmaça reaksiyon kuvveti (gemi yanaşma hızı 0.1 m/sn)
Usturmaça sürtünmelerinden dolayı boyuna kuvvetler
Gantry vinç yükü 5.7 t/m
Gantry vinç rüzgar yükü
Sismik yükler (2. bölge gereksinimlerine göre)

4.2.1. Ön Kazıklar

Rıhtımı oluşturan 2 m çapında ve ortalama 25 m boyundaki yerinde dökme betonarme kazıklar, bu bölgedeki çamur, kumlu kil, sert kil tabakalarını geçerek oldukça sert bir yapıdaki konglomeraya 2.5 m girmektedirler. Yüksek su seviyesinden sert kil tabakasına kadar olan boyda, 10 mm et kalınlığındaki çelik kılıf boruları kalıcı olarak kullanılmaktadır. Mevcut rıhtımda yaşanan problemler nedeniyle, bu projede kazık aralarında sızdırmazlığa karşı ilave tedbirler alınmıştır. Kalıcı kılıf borularında, palplanş perdelerinde olduğu gibi kilit sistemleri uygulanmaktadır. Bu amaçla, çelik kılıf borularının her iki tarafına kaynaklanan sürekli profiller ile birbirlerine geçmeli bir sistem oluşturulmaktadır. Müşavir bu sistem ile de yetinmeyerek, rıhtım perdesinin iç yüzeyinde bulunan kazık birleşim noktalarında ayrıca 150 mm çapında içi kum dolu geotekstil sucukların düşey olarak çamur tabakası sonuna kadar yerleştirilmelerini öngörmüştür. Kazık üst kotları + 1.5 m olup, + 2.5 m' de yerleştirilecek gergi çubuklarının kazığa montajı için 2 adet 2.5 m boyunda U 210 çelik profil kullanılmıştır. Bu kirişler kazık donatısı ile beraber yerleştirilerek betonun dökülmesi ile kazığa tesbit edilmektedir.

4.2.2. Ankraj Kazıkları

Rıhtımdaki su derinliği göz önüne alındığında, 18 m yüksekliğinde bir istinad duvarının stabilitesi söz konusudur. Bu nedenle arka tarafta da oldukça güçlü bir ankraj perdesi öngörülmüştür. Yaklaşık 20 m boyunda ve 2 m çapında kazıklar bu perdeyi oluşturmaktadır. Arka perdenin rıhtım duvarından farkı, yaklaşık 10 m de bir yeralan mevcut rıhtıma ait gergi kablolarına zarar vermeyecek bir aralık bırakılmasıdır.

Mevcut rıhtım duvarının gergilerine, inşaat aşamasında zarar vererek duvar stabilitesini bozmamak amacı ile arka kazıklar 9.75 m' lik aralıklar ile gruplandırılmışlardır. Bu nedenle yeni rıhtımdaki her ön kazığa bağlanan gergi çubukları için, arka duvarda başlık betonu içerisinde boşluk bırakılmak suretiyle montaj yapılmıştır. Ankraj kazıkları, ön kazıklara nazaran daha kısa olmakla beraber (ortalama 20 m) üst kotları aynıdır. Hem ön kazıklarda hem de arka kazıklarda, boyuna doğrultuda 40 mm çapında torçelik ana donatı olarak kullanılmıştır. Etriyeler ise hem 40 mm hem de 25 mm lik demirlerden bükülmüştür. Kazık donatısı yaklaşık 1 ton/metre ağırlığa sahiptir ve beton dökülmesi sırasında vakit kaybı da göz önüne alınarak, tüm boyda tek parça olarak imal edilmiştir. (Fotoğraf.2) Kazık donatı kafesinin rijitliğini arttırmak için, 40 mm' lik etriyeler ana donatılara kaynaklanmıştır.

4.2.3. Başlık Kirişleri

Oldukça rijit bir yapıya sahip başlık kirişleri, aynı zamanda gergi çubuklarının bağlanma noktalarını oluşturmaktadır. Rıhtımın ve dolayısı ile başlık kirişinin ön yüzü prekast olarak dizayn edilmiştir. Ön başlık kirişleri de L biçiminde olup, usturmaçaların asıldığı ön tarafta 5.5 m , kazığın arka tarafında ise 3 m' lik yüksekliğe sahiptir. Başlık genişliği 3.5 m dir. Usturmaçaların bağlandığı kısımlarda, başlık kirişine denize doğru 1 m' lik çıkıntı verilmiştir. Başlık üst kotu + 4.5 m dir. Ön başlık kirişinin betonu, gergi çubuklarının montajından sonra dökülmekte ve böylece gergi sabitlenmektedir. Arka başlık kirişinde ise, gergi çubuklarının geçirileceği noktada 200 mm çapında boşluk bırakılmaktadır. Arka başlık kirişi, 2.5 m genişlik ve 3 m yüksekliğe sahiptir. Her iki başlık kirişi de 30 veya 45 m uzunluğunda değişen uzunluklarda dökülmekte ve genişleme derzi bırakılmaktadır.

4.2.4. Gergi Çubukları

10 cm çapındaki yüksek mukavemetli gergi çubukları (St 52), 12 metrelik parçalar halinde, mafsalları, somunları ve ek parçaları ile takım olarak sipariş edilmişlerdir. En kısa parçası ön başlığın içinde kalan kısımdır. Her iki duvarın tamamlanmasından sonra, gergi çubukları monte edilerek, ankraj duvarının arkasına yerleştirilen bir hidrolik kriko ile gerilmektedir. Bu gergi sistemi, paslanmaya karşı korunma için kumlanarak epoksi cinsi bir boyayla kaplanmakta, ardından Denso firmasınca üretilmekte olan PVC kaplı bitümlü bir bant ile sarılmaktadır. Bu koruyucu kaplamanın zarar görmemesi amacı ile ayrıca tüm gergi sistemi prekast betonarme kanal içerisine alınmaktadır. (Fotoğraf.4)

4.2.5. Kazı ve Dolgular

Kazı işleri iki grupta ele alınabilir, birincisi mevcut rıhtım ile önüne yapılmakta olan yeni rıhtım arasında kalan deniz dibindeki çamur tabakasının tarama ekipmanı ile temizlenmesi ve yerine kaya dolgu yerleştirilmesidir. Diğeri ise mevcut duvar ile ankraj duvarı arasındaki bölgede, gergi çubuklarının yerleştirilebilmesi amacı ile yapılan hafriyattır. Bu hafriyat sırasında, mevcut başlığın yeni yerleştirilecek gergi kotuna kadar kırılması öngörülmüştür. Ayrıca 8 numaralı rıhtım duvarı arkasında kalan zemin organik made içerdiği ve taşıma kapasitesi düşük olduğu için -2.5 m kotuna kadar hafredilmiş ve yerine granüler malzeme yerleştirilmiştir.

Proje toplamında, yaklaşık 100,000 m³ beton, 22,000 ton inşaat demiri, 5,460 m kalıcı kılıf borusu, 14,607 m yüksek mukavemetli gergi çubuğu, 311 adet ön ve 257 adet ankraj kazığı kullanılmıştır.

4.3 İnşaat

İnşaat sırasında üç ana zorluk yaşanmıştır. İlki, komple göçerek deniz tabanında yatmakta olan eski rıhtım duvarının parçalanarak sudan çıkarılması ve deniz tabanının temizlenmesi operasyonu olmuştur. İkinci olarak, çeşitli inşaat evreleri geçirmiş bulunan 5-10 numaralı rıhtımlarda, muhtelif derinliklerde ortaya çıkan, özellikle kazık yapımını güçleştiren birçok engel ve enkaz ile karşılaşılmasıdır. Deniz yüzeyinde ortalama 3.5 m fark yaratan gel-git ise çalışabilme süresini çok kısaltmıştır. Çalışma alanının büyük kısmı günde iki kere yükselen suların altında kalmaktadır. Çalışma programı, yıllık gel-git cetvellerine göre yapılmış olup, özellikle başlık kirişi kalıp, demir, beton döküm işleri, ön kazık beton işleri deniz seviyesinin minimum zamanlarına denk getirilmiştir.

4.3.1. Çökmüş Rıhtımların Temizlenmesi

İnşaat metoduna karar vermeden önce, yüzlerce ton ağırlığı ile su altında yatan enkazın rölevesi çıkarılmıştır. Bu enkazın, yeni rıhtım kazıklarının imali ve inşaat işleri için temizlenmesi gerekmektedir. Deniz suyunun oldukça bulanık ve kirli olması, gel-git esnasında ortaya çıkan şiddetli akıntılar başlıca güçlükleri yaratmıştır. Temizlenecek enkaza karadan ulaşmak mümkün olmadığı için genelde deniz ekipmanları ve tarama işleri için de getirilen duba (30x20x3 m) kullanılmıştır. Başlığın parçalanabilmesi için nisbeten sığ yerlerde back-hoe ekskavatör (Komatsu PC 220-5) ve kırıcı uç kullanılmıştır. Ulaşma mesafesi kısa olan bu ekskavatör koluna yapılan bir uzatma ile kırıcı ucun çalışabilme uzaklığı artırılmıştır. Daha derin yerlerde ise, duba üzerindeki paletli vinç (American 7250) yardımı ile ağırlıkları artırılmış baltalar düşürülmek suretiyle başlık parçalanmıştır. Enkazın temizlenmesi için tarama amacı ile getirilmiş ve 17 m kol uzunluğuna sahip back-hoe ekskavatör (O&K RH 75) ve yine duba üzerinde bulunan paletli vinç ile klemşell kullanılmıştır.

4.3.2. Kazık İmalatı

Kazık imalatı, rıhtım kazıkları ve ankraj kazıkları için ayrı ekipler kurularak yürütülmüştür. Yeni rıhtım kazıklarına karadan ulaşmanın mümkün olmadığı 5,6,7 numaralı rıhtımlarda deniz ekipmanları kullanılmıştır. Bu amaçla duba üzerine yerleştirilen paletli vince monte düşey delgi makineleri kullanılmış olup, kalıcı kılıf boruları da aynı vinç kullanılarak bir titreşimli çekic (ICE 1412) ile çakılmışlardır. Yeni rıhtım çizgisi ile mevcudun birbirine yaklaştığı 8, 9 ve 10 numaralı rıhtımlarda ise karada bulunan derik vinç ile çakılan kılıf borularının içlerinin forajı, yine karada bulunan fore kazık ekipmanı ile tamamlanmıştır. Ön kazıkların son metrelerinde geçilmesi gerekli konglomera tabakalarının forajı için kaya delici, "reverse circulation drill" (Salzgitter 200 H) getirilmiş olmakla beraber, kullanılmasına gerek kalmadan foraj ekipmanına takılan kaya delme uçları ve kovalar ile foraj tamamlanmıştır. Ankraj kazıkları ise, foraj çukurunun stabilizasyonu amacı ile bentonit çamuru kullanılarak imal edilmişlerdir. Geçilen tabakalarda kum oranının fazla olması nedeniyle, bentonit çamuru sirküle ettirilirken bir kum ayırıcı üniteden geçirilmesi gerekmiştir.

Boyuna demirleri 40 mm, etriyeleri ise 25 mm çapındaki demirlerden hazırlanan donatı kafesi, kazık başındaki ilk ekinde 12 saatlik bir uğraş gerektirmesinden dolayı sonraki kazıklarda, kazık boyunda tek parça olarak hazırlanmış ve yerine yerleştirilmiştir. (Fotoğraf.2) Ancak bu işlem için, donatı kafesinin deforme olmasını önleyici ilave tedbirler alınmış ve 40 mm lik etriyeler kafese kaynaklanmıştır. Bu şartlarda, ayrı ayrı çalışan kazık ekipleri günde birer kazık yapabilmektedir. Herhangi bir engelle karşılaşmadığı en iyi şartlarda günde toplam 4 kazık imal edilebilmiştir. (Şekil.6 & 7)

4.3.3 Başlık Kirişleri

Rıhtım duvarının (cope beam) ön yüzü L şeklindeki prekast elemanlardan oluşmuştur. Gerek bu prekast elemanların montajı, gerekse de tamamı denizde olan başlık kirişinin imalı için ayrıca bir geçici servis iskelesi inşa edilmiş ve prekastlar ile birlikte tüm kalıp sistemi bu servis iskelesine askı sistemi ile bağlanmıştır. (Fotoğraf.3) Rıhtımın üst kotu +4.50 m olarak dizayn edilmiştir. Başlık alt kotu 0.00 olup, su seviyesi maksimum durumda +3.2 ve minimumda ise -0.4 m' ye inmektedir. Başlığın yarısı günde iki kere yükselen suyun altında kalmaktadır. Bu nedenle çok sınırlı bir zamanda kalıp montaj, donatı bağlama ve beton döküm işleri yürütülmüştür. Bu işler için 5,6 rıhtımlarında denizde servis iskelesi üzerinde ve 7,8,9 rıhtımlarında karada kurulan 35 ton kaldırma kapasiteli derik vinçler kullanılmış olup, iki vardiyada 24 saatlik çalışma ile tamamlanabilmektedir. Ankraj duvarının başlığı daha basit olarak ve tamamı karada imal edilmiştir. Ortalama 40 metrelik bir rıhtım başlığı üç haftada beton dökülebilir hale gelmektedir. Servis iskelesinin teşkilinden sonra kalıp ve donatı yerleştirilmesi işleri çalışılan mevsime ve güne göre değişen gel-git etkisine çok bağlıdır. (Şekil.8)

4.3.4 Diğer İşler

Başlık inşaatlarına paralel olarak hafriyat ve mevcut rıhtım duvarının gergi seviyesine kadar kırılması işlemleri yürütülmüştür. Bundan sonra gergiler monte edilerek, ankraj duvarı tarafına yerleştirilen bir hidrolik krik o ile sisteme küçük bir öngerme uygulanmıştır. Kova ve şüt kullanılarak gerçekleştirilen dolgu işlerinden sonra, saha 45 cm kalınlığında demirsiz beton ile kaplanmaktadır. Bunun üzerine serilen ince bir kum tabakasına yerleştirilen kaplama taşları ile karada faaliyet sona ermektedir. Rıhtım inşaatlarının tamamlanmasının ardından yürütülen son faaliyet 50 metrelik bir bant genişliği ve rıhtım boyunca deniz dibinin taranarak -13.40 m derinliğinin teminidir. Böylece daha büyük drafta sahip ve "mother vessel" tabir edilen konteyner gemileri bu rıhtımları kullanabilecektir. Şu an kanalda su derinliği 9 metre olmakla beraber daha büyük drafta sahip gemiler gel-git' ten yararlanarak suyun yüksek olduğu zaman rıhtımlara yanaştırılmaktadır. Toplam taramanın 500,000 m3 olacağı beklenmektedir.

4.4 Proje Maliyeti

Proje maliyeti, ihalenin verildiği tarihteki dolar kuru üzerinden yaklaşık 48 milyon dolardır. Bu paranın % 70 lik kısmı yerli para ve % 30 luk kısmı dış paradır. Ancak yerli paranın devalüasyonuna karşı eskalasyon ile bir koruma sağlanmaktadır. Proje halen devam etmekte olup, sonuncu olan, 9 numaralı rıhtımın üst yapısı tamamlanmaktadır.

SUMMARY

The city of Karachi is a gift of its port which has a long history. Karachi Port till 150 years ago, was serving a small fishing community and since then it has gradually developed from an anchorage to a modern and major deep sea port. The Port of Karachi is the premier port of Pakistan and handles over 85 percent of the whole dry general and liquid cargo of the country as well as the north countries. The Port has 3 liquid cargo handling berths and 28 dry cargo berths, 17 berths on East Wharves and 11 on West Wharves, including Container Berths 5 to 10 at East Wharves which are presently under reconstruction by a Turkish Company STFA-Temel.

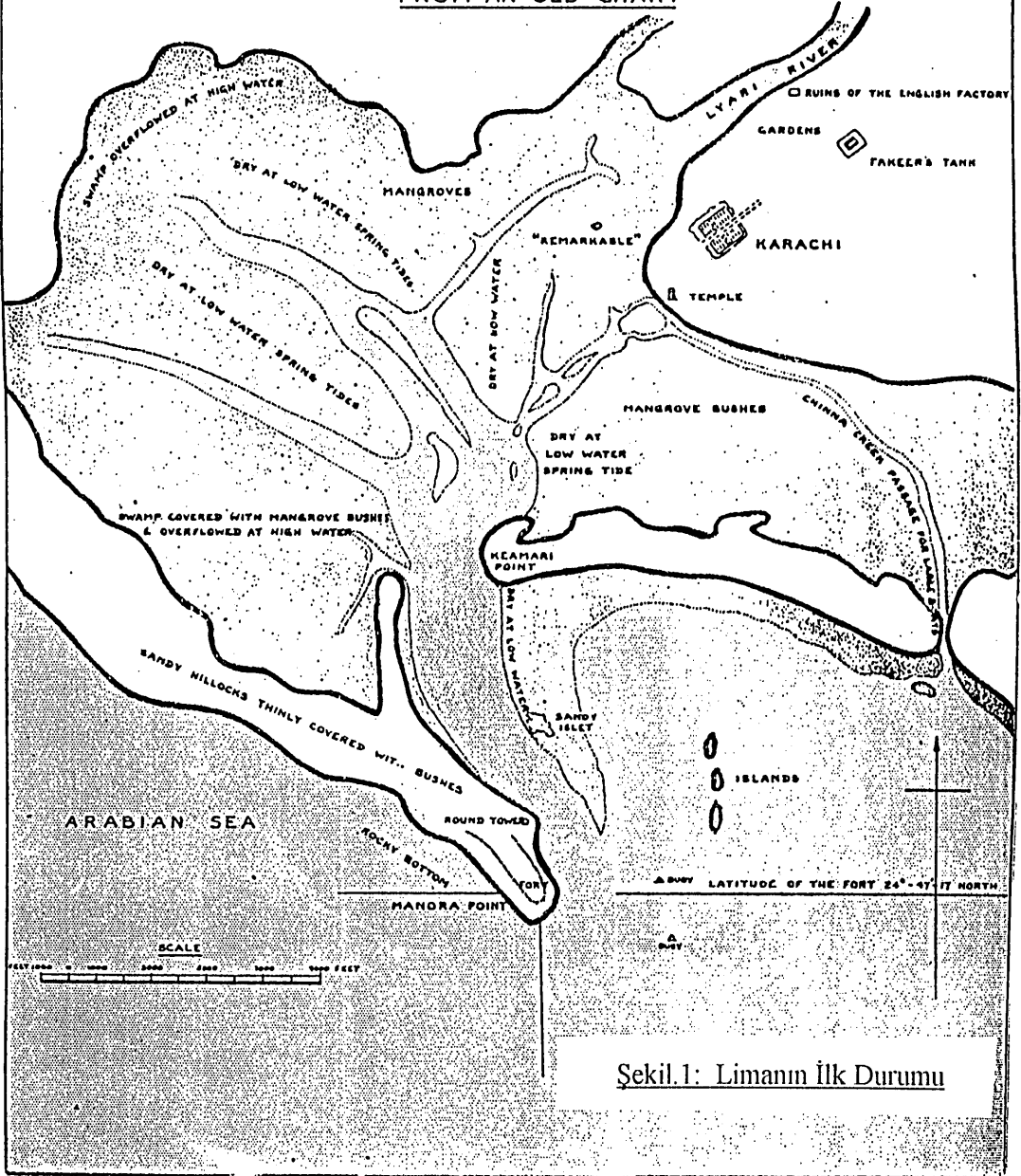
The thirteen berths 5 to 17 at East Wharves were re-built on the east side of the main navigation channel between 1955 and 1960. The quaywall replaced old steel piled open structure which after a life of 50 years had suffered serious and extensive deterioration. The new quaywall for the reconstructed berths was in reinforced and prestressed concrete, with a closed berthing face set forward from the old line and backfilled with sand. Problems started appearing at Berths 5 to 10 area soon after their construction with settlements and observations of ground sinkages. Settlements continued throughout the life of quaywall structure, with the result that the cable ties gave way and substantial forward movement and finally collapse of, (the berths 5 and 6) the part of quaywall was observed. The Port's Consulting Engineer's recommended the reconstruction of berths 5 to 10, which would give adequate waterfront length to accommodate a modern twin berth multipurpose/container terminal. The project was awarded to M/s STFA-Temel of Turkey in July 1995.

The current project consists of a rigid quaywall with an anchor wall located 36 m behind, and held together by 100 mm dia tie-rods. Both the quaywall and the anchor wall consist of 2 m diameter reinforced concrete drilled piles in a continuous alignment and are socketted into the solid bed rock formation of conglomerate. The berths are designed for a max water depth of 13.7 m throughout. On completion of the reconstruction works, the port will be in a position to operate modern and durable berths to serve the country by welcoming latest and highly efficient vessels bringing container and bulk cargoes.

KARACHI HARBOUR

1838

FROM AN OLD CHART



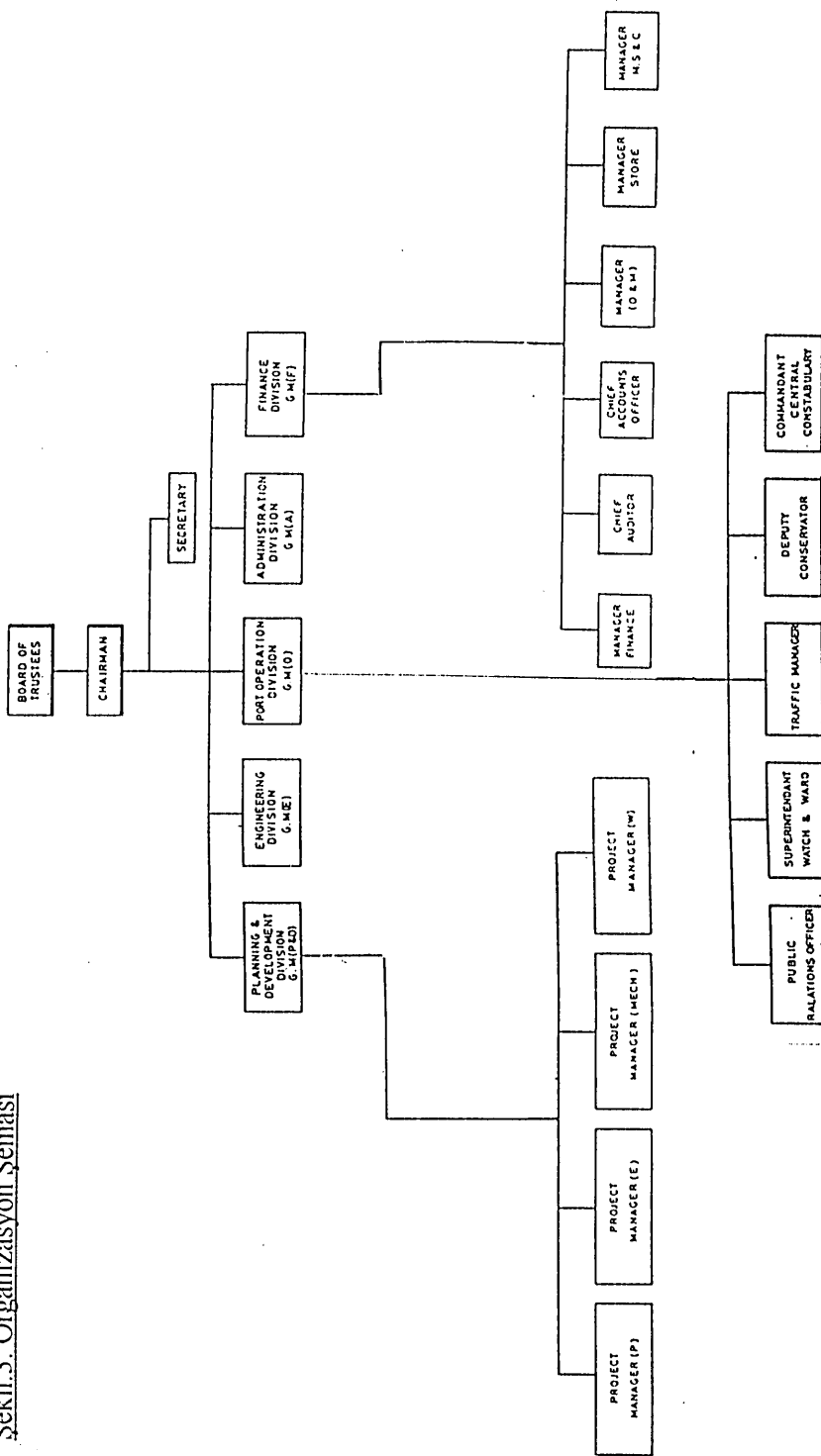
Şekil.1: Limanın İlk Durumu

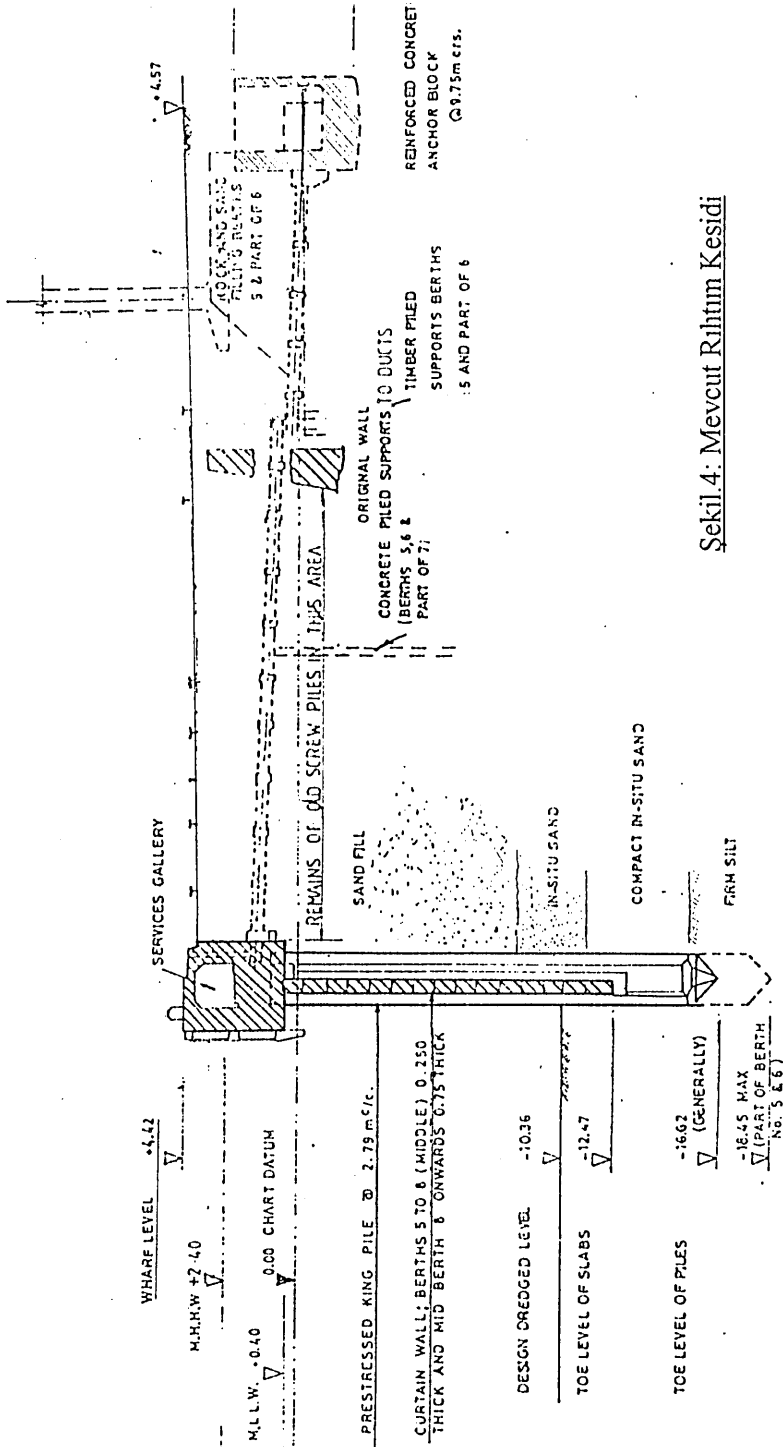
WESTERN
BACKWATER



Şekil.2: Limanın Bugünkü Durumu

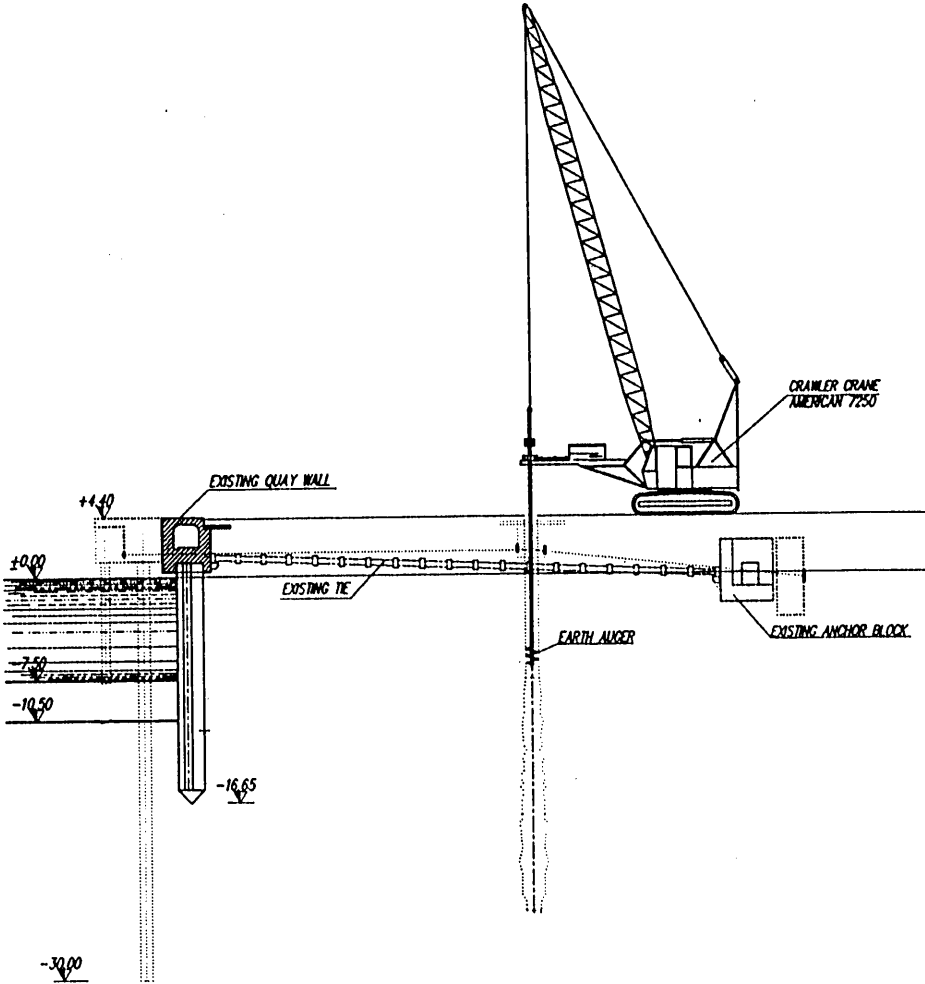
Şekil.3: Organizasyon Şeması





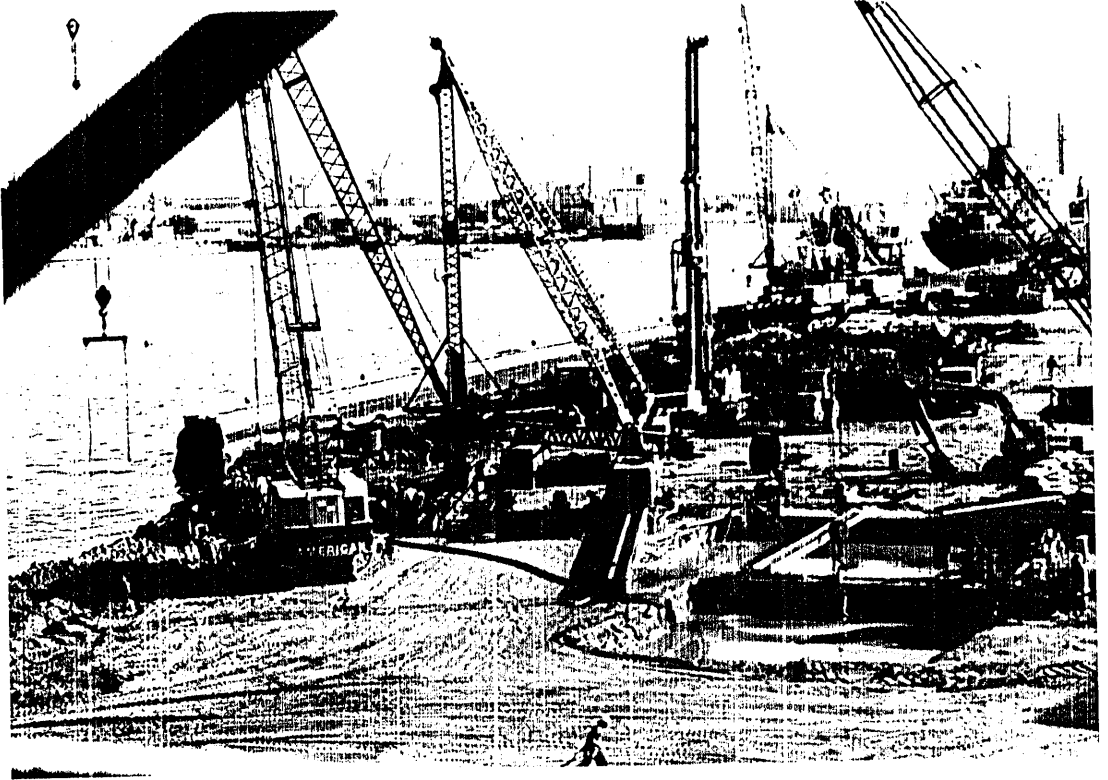
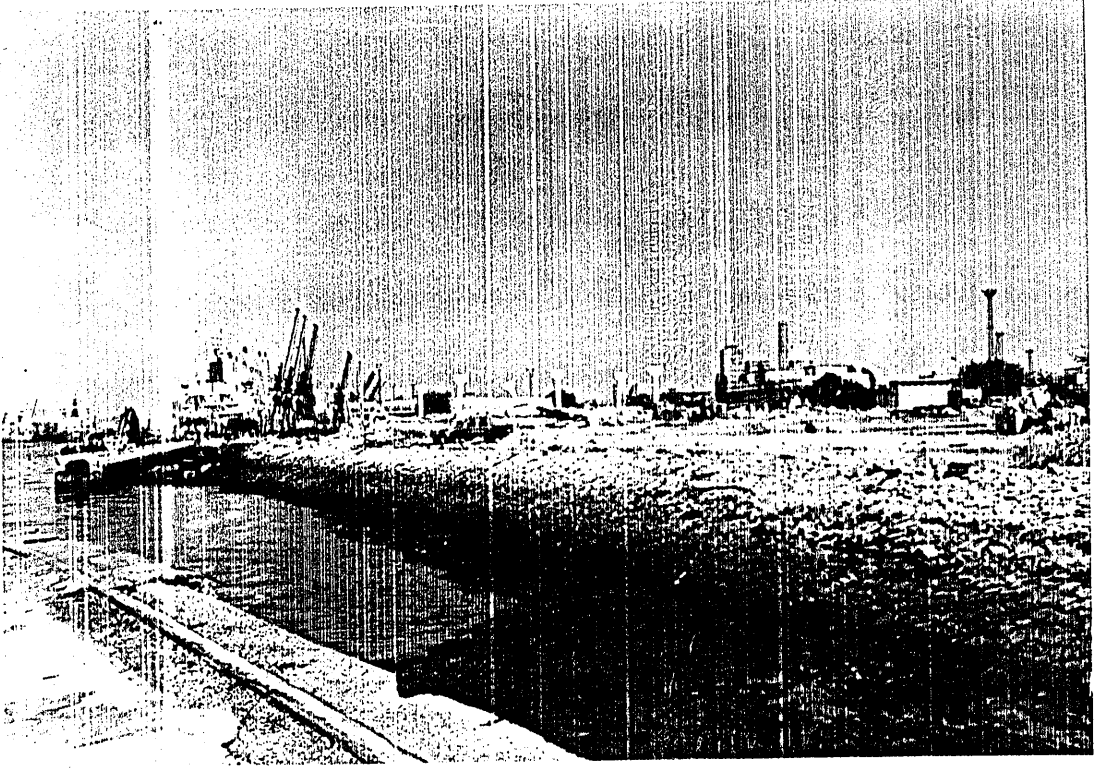
Şekil 4: Mevcut Rıhtım Kesidi

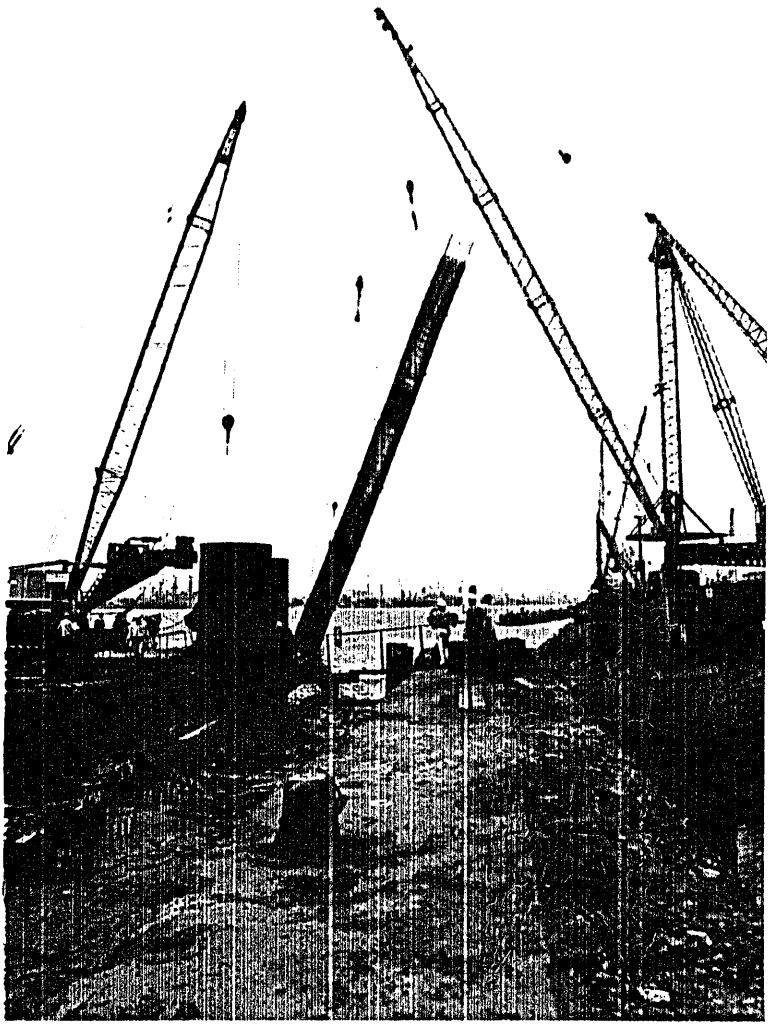
*Boring Of The Soil by Using Rotary Drill Equipment
CMV 35/21 and Earth Auger Equipment*



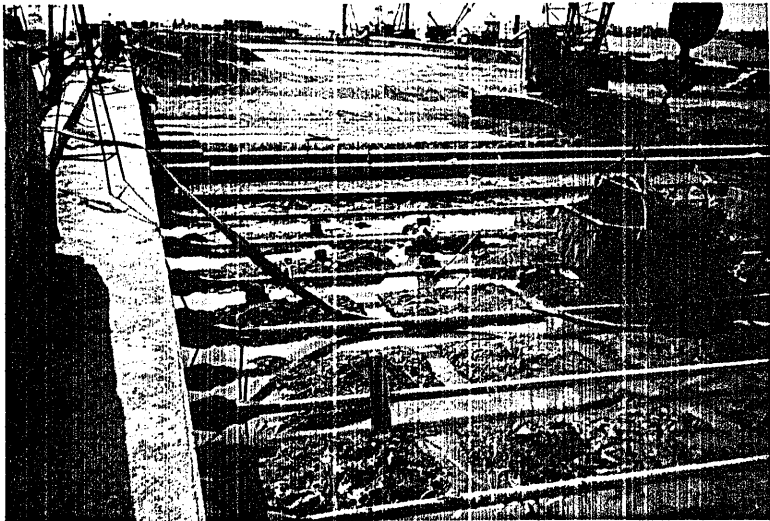
Şekil.7: Ankraj Kazığı Forajı



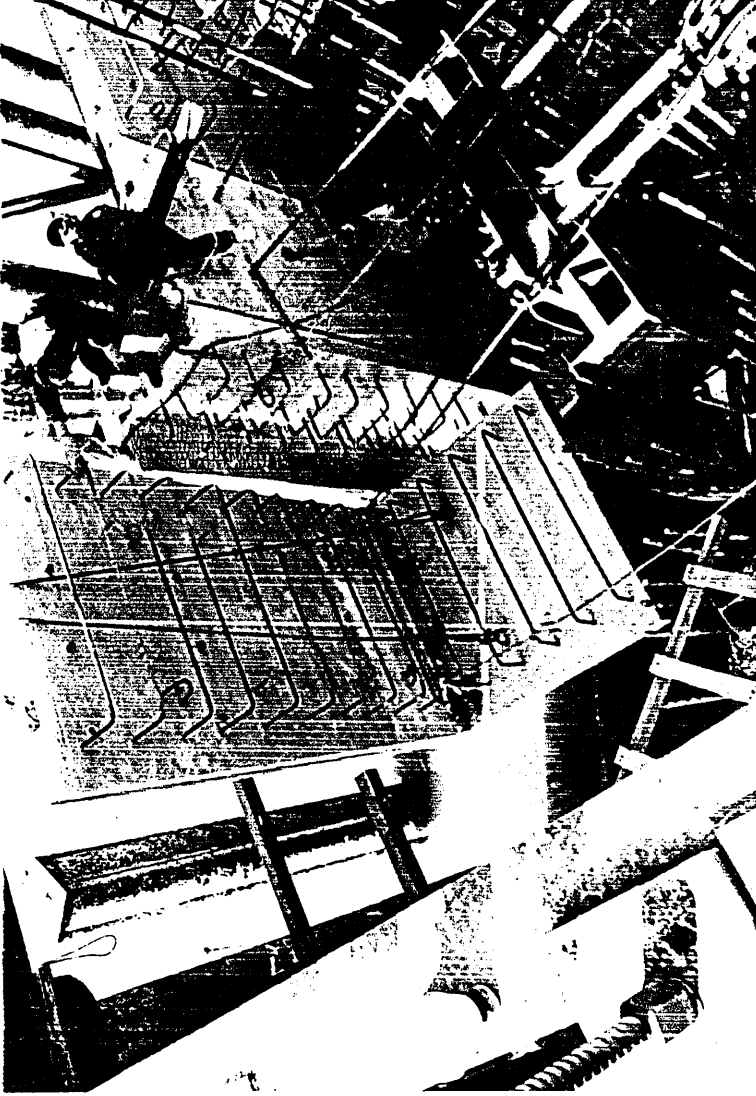




Fotoğraf.2: Ön Kazık Donatı Yerleştirilmesi



Fotoğraf.4: Gergi Çubukları



Fotoğraf.3: Prekast Panel Montajı ve Başlık Kirişi İmalatı

İSKENDERUN SIVILAŞTIRILMIŞ DOĞALGAZ (LNG) TERMİNALİ MODELLEME ve AVAN PROJE ÇALIŞMALARI

İnş. Müh. Merih Özcan
Teknik Müdür
Artı Proje Ltd. Şti.

İnş. Müh. İpek Baga
Proje Mühendisi
Artı Proje Ltd. Şti.

Dr. İnş. Müh. Tunç Gökçe
Şirket Müdürü
Artı Proje Ltd. Şti.

ÖZET

Bu bildiri, İskenderun Ceyhan'da BOTAŞ tarafından planlanan Sıvılaştırılmış Doğalgaz (LNG) Terminali'nin avan projelendirilmesi ile ilgili olarak, bölgedeki dalga ve akıntı etkisinin belirlenmesine yönelik yürütülmüş olan sayısal modelleme çalışmaları ile iskele yapısal tasarım çalışmalarını özetlemektedir.

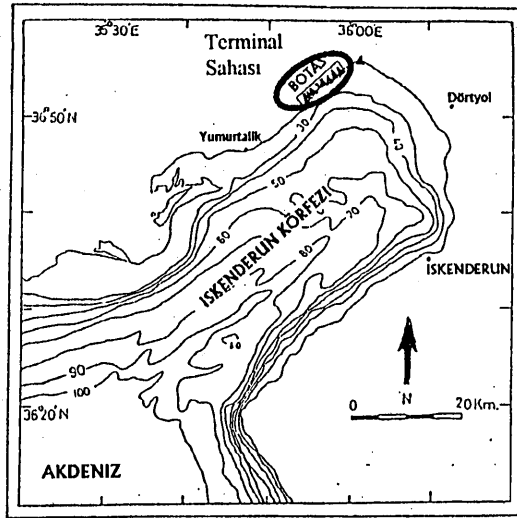
Proje kapsamında öncelikle dalga iklimi çalışmaları yürütülmüştür. Sonraki aşamada da körfez içinde akıntı düzeninin ve ısıtma suyu deşarjı etkilerinin belirlenmesi için çalışmalar yapılmıştır. Modelleme çalışmalarının tamamlanmasıyla, iskelenin avan proje düzeyinde yapısal tasarımı gerçekleştirilmiştir.

Tüm modelleme çalışmalarında Danimarka Hidrolik Enstitüsü tarafından geliştirilen MIKE21 simulasyon programının değişik modülleri kullanılmıştır.

Bu bildiride, proje kapsamında tamamlanan çalışmaların ve planlama aşamasında kullanılan genel kriterlerin tanıtılması amaçlanmaktadır. Modelleme çalışmalarının yöntemi, kullanılan modelleme yazılımları ve çalışma sonuçları ile ilgili detaylı bilgiler de bildiride yer almaktadır.

1. AMAÇ

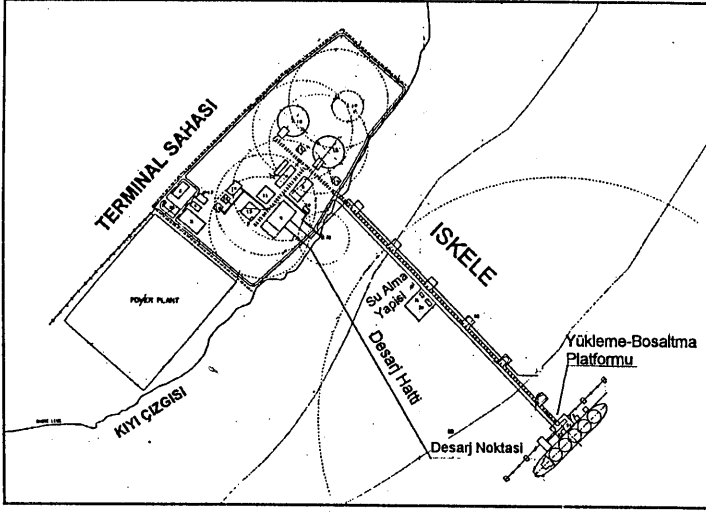
BOTAŞ tarafından İskenderun Ceyhan'da Sıvılaştırılmış Doğalgaz (LNG) Terminali inşaatı planlanmaktadır. Şekil 1'de proje bölgesini gösteren harita verilmiştir. Planlanan terminal -15 metre derinlikteki bir ana boşaltma platformu ile bu platformu karaya bağlayan yaklaşık 800 metre boyundaki iskeleden oluşmaktadır. 40,000 ve 140,000 m³ kapasiteli LNG tankerlerle taşıma yapılacak terminalde doğalgazın ısıtılması için kullanılacak deniz suyu, 5 adet 5,200 m³/saat kapasiteli pompa ile -6 m. derinlikten alınacaktır. Aynı su, 6° soğumuş olarak -10 m. derinlikte deşarj edilecektir. Planlanan Terminalin Genel Vaziyet Planı da Şekil 2'de verilmiştir.



ŞEKİL 1. İskenderun Körfezi-Terminal Sahası

Terminal ile ilgili olarak yürütülen avan projelendirme aşamasında, ARTI Proje tarafından modelleme ve yapısal tasarım çalışmaları yürütülmüştür. Çalışmalar kapsamında hedeflenen temel amaçlar aşağıdaki başlıklar altında toplanmıştır:

1. İskenderun Körfezi'ndeki dalga şartlarının belirlenmesi ,



ŞEKİL 2. Terminal Genel Vaziyet Planı

2. Isıtma suyu olarak kullanılacak deniz suyu alım ve deşarj noktaları için en uygun yerleşimin, çevre, ısıtma verimliliği ve tekne navigasyonu gözetilerek belirlenmesi,
3. Terminal iskelesi ile boşaltma platformunun avan proje düzeyinde yapısal projelendirilmesi

Bu üç temel hedef gözetilerek aşağıda sıralanan yöntem doğrultusunda modelleme çalışmaları yürütülmüştür:

- A. İskenderun Körfezi için derin deniz rüzgar ve dalga iklimi belirlenmiştir.
- B. Bulunan derin deniz dalgalarının iskele bölgesine gelinceye kadar uğrayacakları değişim Dalga Transformasyonu modelinde hesaplanmıştır.
- C. İskele bölgesinde rüzgar ve dalga değerlerinin aşılma olasılıkları hesaplanarak, yıl içinde iskele operasyonlarının kesilme süreleri tahmin edilmiştir. Buna bağlı olarak dalgakıran koruması gerekliliği tartışılmıştır.
- D. İskenderun Körfezi ve terminal bölgesindeki akıntı düzenindeki mevsimsel değişiklikler hazırlanan nümerik Hidrodinamik Model’de çalışılmıştır.

E. Akıntı düzenin ısıtma suyu alım ve deşarj noktalarına etkisi nümerik Isı Yayılmı modeli ile çalışılmıştır. Deşarjın yaratacağı ısı farklılığının yayılma alanları modelde simule edilmiş, en uygun deşarj noktası belirlenmiştir.

F. Model çalışmaları ışığında, iskele ve platformun yapısal tasarımı gerçekleştirilmiştir.

Aşağıdaki bölümlerde, çalışma kapsamında kullanılan temel tasarım kriterlerinin sunulması ve çalışma sonuçlarının özetlenmesi amaçlanmaktadır. Bildiride modelleme çalışmalarında izlenen yöntem hakkında da bilgiler yer almaktadır.

2. DALGA ÇALIŞMALARI

2.1. Körfezde Rüzgar ve Dalga İklimi

İskenderun Körfezi'ndeki rüzgar iklimi belirleme çalışmalarında İskenderun ve Yumurtalık Meteoroloji İstasyonu'nun 1991-1996 yılları arasındaki saatlik kayıtları ayrı ayrı değerlendirilerek, rüzgar oluşma sıklıkları hakkında bilgiler derlenmiştir. Her iki istasyon kayıtları için yön ve hız dağılımları çıkartılmış, rüzgar gülleri üretilmiştir. Bunun dışında, rüzgar kayıtları aylık bazda incelenerek, rüzgar iklimindeki aylık değişimler araştırılmıştır.

Her iki istasyonun sözü geçen döneme ait saatlik kayıtları kullanılarak, Körfez'in Akdeniz'e bağlandığı bölgede derin deniz dalga iklimi tahmin çalışmaları yürütülmüştür. Tahmin çalışmalarında, saatlik rüzgar donelerinden yararlanarak, tanımlı kabarma mesafeleri üzerinde her saat sonunda oluşan dalga yükseklik ve döneminini Pierson-Moskowitz Model Spektrumu'na göre hesaplayan HINDCAST isimli nümerik model kullanılmıştır.

2.2. İskelede Dalga Etkisi

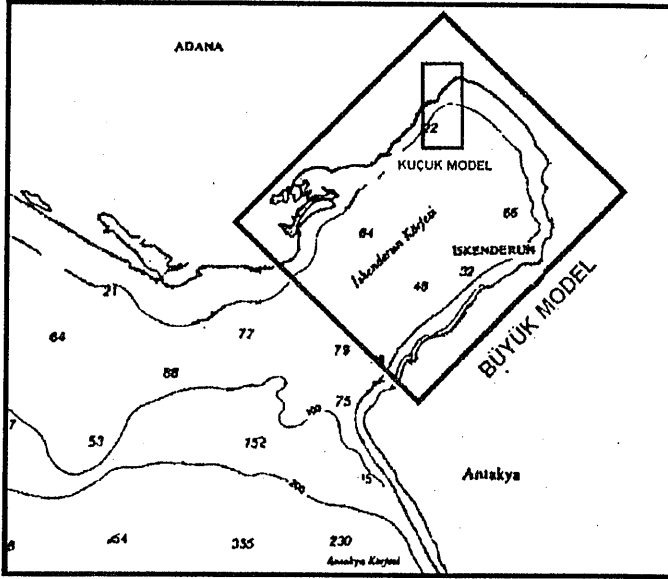
Yukarıda anlatıldığı şekilde İskenderun Körfezi dışında derin denizde hesaplanmış olan dalga değerlerinin iskelede yaratacakları çalkantı değerleri nümerik transformasyon

model çalışması ile bulunmuştur. Böylece, iskele bölgesi için dalga aşılma olasılık dağılımları üretilmiştir.

2.2.1. Transformasyon Model Çalışması

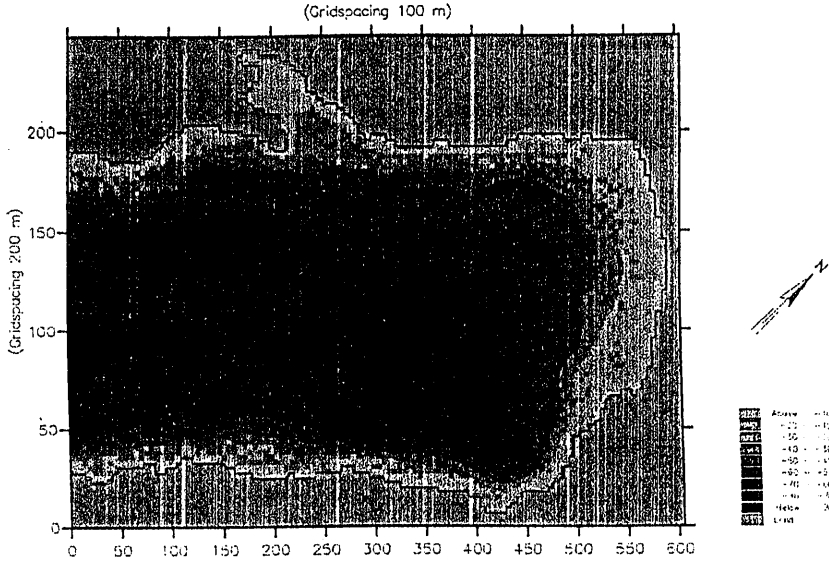
Transformasyon Model Çalışmasında Danimarka Hidrolik Enstitüsü tarafından geliştirilmiş MIKE21 programının NSW (Nearshore Wind-Wave Model) modülü kullanılmıştır. NSW, kısa dönemli dalgaların rüzgar etkisinde oluşumu, kıyıya hareketleri süresince sapma, sıkışma, kırınım ve kırılma gibi etkiler nedeniyle değişime uğramalarını modellemekte kullanılan bir yazılımdır.

Transformasyon çalışmasında iç içe geçmiş iki model alanı kullanılmıştır. Biri Büyük Model diğeri Küçük Model olarak adlandırılan bu iki model alanının yerleşimi Şekil 3’de gösterilmektedir.



ŞEKİL 3. Dalga transformasyon çalışması model alanları

Büyük Model’de x yönünde 100 metre y yönünde 200 metre açıklığı olan bir karelej sistemi kullanılarak, körfezi içine alan toplam 60 km x 48 km’lik bir alan modellenmiştir. Büyük Model Alanı için hazırlanan model batimetrisi Şekil 4’de verilmektedir.



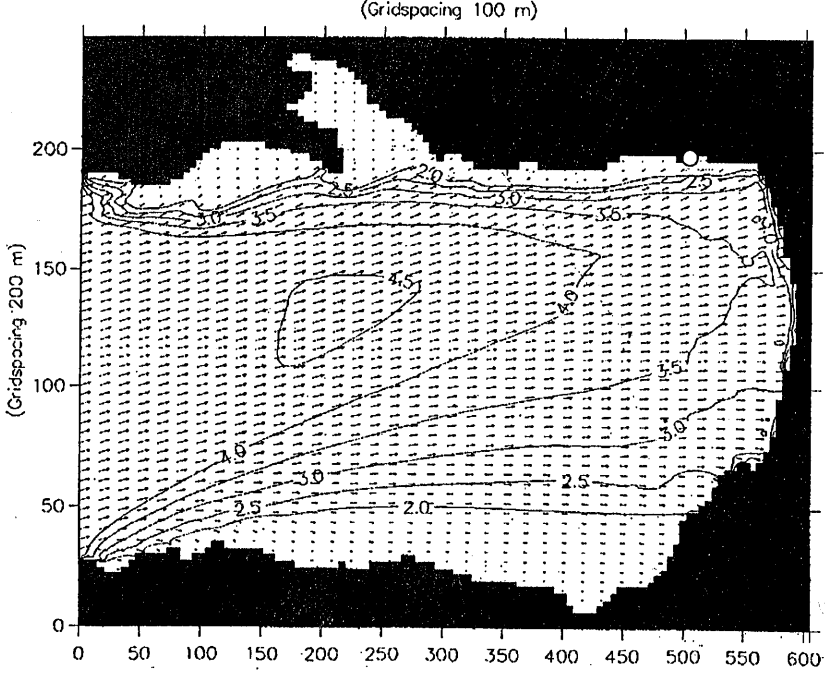
ŞEKİL 4. Büyük model alanı için hazırlanan model batimetrisi

Küçük Model alanı ise iskele bölgesini daha detaylı çalışmak üzere 25 m x 50 m. ağ açıklığındaki bir model alanından oluşmaktadır. Bu modelde de iskelenin her iki tarafını içine alacak şekilde toplam 21 km x 12 km'lik bir alan modellenmiştir.

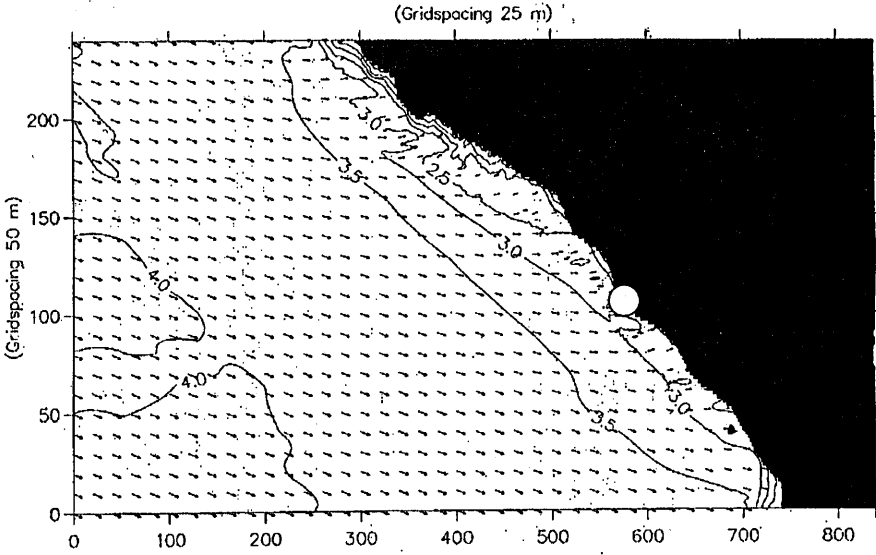
Transformasyon model çalışmalarından örnek çıktılar Şekil 5 'de verilmektedir. Şekillerde dalga yüksekliği eğrileri ve yönü de oklarla gösterilmektedir.

2.2.2. İskelede Operasyon Kesilme Sürelerinin Hesaplanması

Yukarıdaki bölümde anlatılan transformasyon çalışmaları sonucunda, iskele bölgesinde dalga aşılma olasılık dağılımı bulunmuştur. Bu dağılım kullanılarak, iskelede tanker güvenliğinin riske gireceği süreler hesaplanmıştır. Bu hesaplamalarda kriter olarak $H=1.5$ m. ve $T=10$ sn. limit değerler kullanılmıştır. Hesaplar sonucunda dalga kriterlerinin iskelede yılda $t_{12.7}$ 12.7 gün aşılacağı bulunmuştur. Ortalama duraklama süresinin 7-8 saat mertebesinde olacağı hesaplanmıştır.



ŞEKİL 5a. Dalgı transformasyon çalışması örnek çıktısı (Büyük model alanı)



ŞEKİL 5b. Dalgı transformasyon çalışması örnek çıktısı (Küçük model alanı)

3. ISITMA SUYU DEŞARJ ETKİLERİNİN BELİRLENMESİ

Ceyhan LNG Terminali'nde denizden alınacak su doğalgazı ısıtmak için kullanıldıktan sonra denize geri deşarj edilecektir. Deşarj edilen su, alındığına oranla 6^o daha soğumuş olacaktır. Isıtma suyunun, 5 adet 5,200 m³/saat kapasiteli pompa ile -6 metreden alınmasına ve yine aynı kapasitedeki 5 pompa ile yaklaşık 10 metre su derinliğinde deşarj edilmesine karar verilmiştir. Deşarj 1.5 metre çapında boruyla ve 4 m/sn. hızla yapılacaktır.

Alıcı ortamdakine göre soğumuş olarak deşarj edilecek suyun etkileyeceği alanın tespit edilmesi üç yönden önem taşımaktadır :

1. Deşarj edilen suyun etkisiyle ısı düşmesi olan su alanının mümkün olduğunca kısıtlı kalması, körfezdeki flora ve fauna açısından önem taşımaktadır.
2. Deşarj edilen su etkisiyle oluşan ısı düşmesi, su alım noktasını etkilememelidir. Alım noktasındaki ısı düşmesi, ısıtma ve buna bağlı tüm terminal operasyonlarının verimliliğini düşürmektedir.
3. Deşarj edilen suyun yaratacağı akıntıların tanker manevrası üzerinde olumsuz etkisi olmamalıdır.

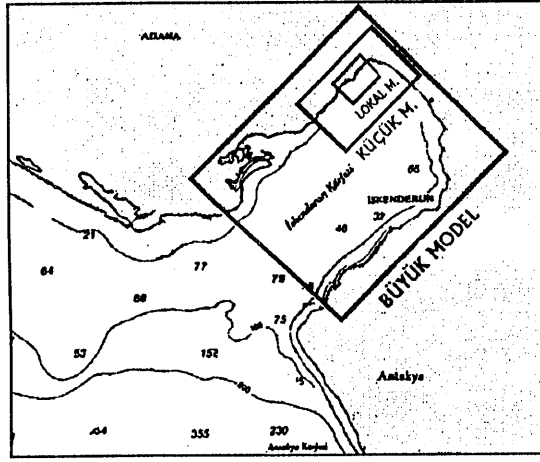
Bu etkiler öz önünde bulundurularak, en uygun su alım ve deşarj noktalarının tespit edilmesi için yürütülen modelleme çalışmaları Hidrodinamik ve Isı Yayılma Modellemesi aşamalarından oluşmuştur.

3.1. Körfez Hidrodinamik Modeli

İskenderun Körfezi'ndeki akıntı düzeninin belirlenmesi için öncelikle Hidrodinamik Modelleme çalışmaları yürütülmüştür. Çalışmalarda Danimarka Hidrolik Enstitüsü tarafından geliştirilmiş MIKE21 programı HD (Hidrodinamik) modülü kullanılmıştır.

Modelleme çalışmaları iç içe geçmiş üç farklı model alanı üzerinde yürütülmüştür: Büyük Model Alanı, Küçük Model Alanı ve Lokal Model Alanı. Bu model alanlarının yerleşimi Şekil 6'da verilmektedir. Büyük Model Alanı'nda tüm körfezi içine alan 600 m x 600 m. ağ açıklığında toplam 74.4 km x 48 km'lik bir alan modellenmiştir. Küçük

Model Alanı'nda planlanan iskele etrafındaki 21 km x 11 km'lik bir alan 100 m ağ açıklığında daha detaylı olarak modellenmiştir. En hassas model olarak hazırlanan Lokal Model Alanı ise ısı yayılım deneylerinin de yapılmasına olanak sağlayacak şekilde 40 m. ağ açıklığında hazırlanmıştır. Lokal Model'de iskelenin yakın çevresindeki 4.84 km x 3.6 km'lik bir alan yer almaktadır.



ŞEKİL 6. Proje bölgesi hidrodinamiğinin belirlenmesi çalışmaları model alanları

Tanımlanan bu üç model alanında hidrodinamik deneyler, büyükten küçüğe sınır şartlarının aktarılması ile artan hassasiyet sağlanarak yapılmıştır.

3.1.1. Hidrodinamik Deneyler

Hidrodinamik deneylerle, körfezde yılın büyük bölümünde olacak akıntı şartlarının belirlenmesi amaçlanmaktadır. Körfezdeki akıntı düzeni üzerindeki etkili parametrelerin rüzgar ve gel-git olduğu bilinmektedir. Bu nedenle deneylerde bu iki parametrenin etkileri araştırılmıştır.

Körfezdeki gel-git seviyelerinin belirlenmesi amacıyla daha önce yapılmış olan su seviyesi ölçümleri bulunmaktadır. Deneylerde bu değerler göz önünde bulundurulmuştur.

Rüzgar ikliminin değerlendirilmesi için yapılan çalışmalarda bölgede temel olarak yaz ve kış rejimleri olarak adlandırılabilir iki belirgin rüzgar düzeni olduğu bulunmuştur. Hidrodinamik deneylerde kullanılmak üzere, rüzgar kayıtları saatlik bazda incelenerek yaz rejimi ve kış rejiminde bir tam gün içindeki ortalama durumu temsil edecek rüzgar dağılımı araştırılmıştır.

Hidrodinamik deneylerde, yaz ve kış rejimlerindeki akıntı düzeni, rüzgar ve gel-git etkisi birlikte kullanılarak simule edilmiştir. Deneylerden örnek çıktılar, kış rejimi için Şekil 7’de verilmektedir.

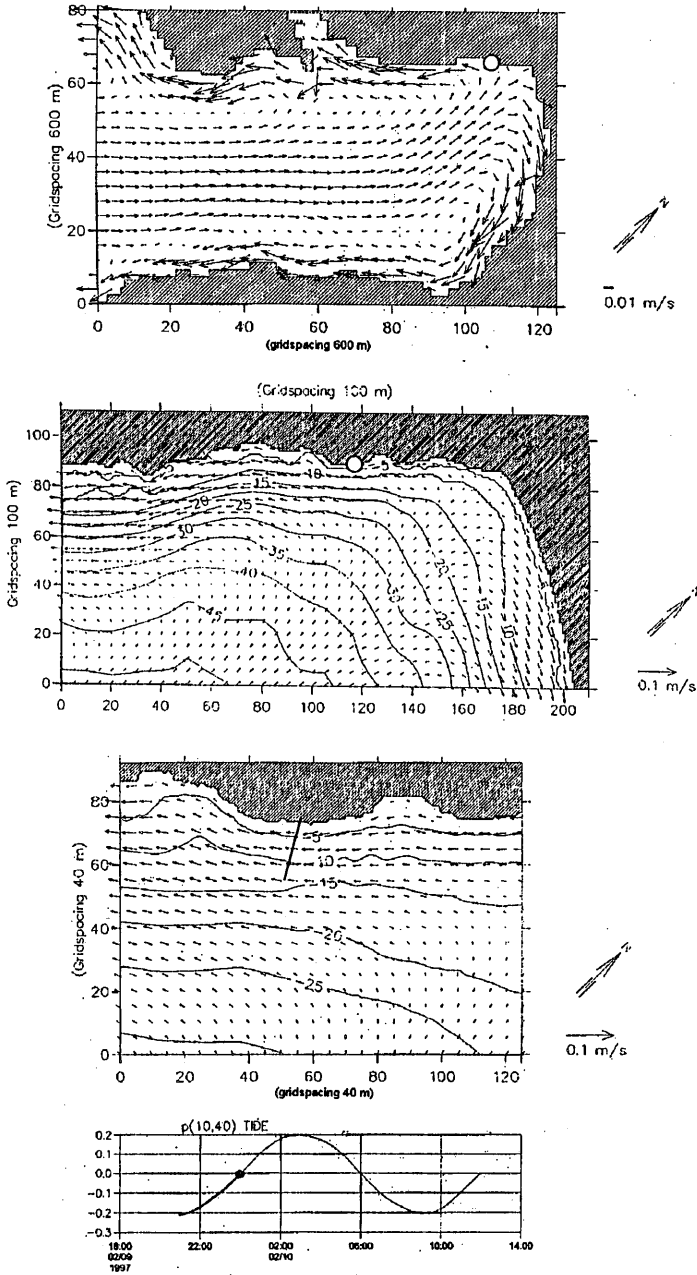
3.2. Isı Yayılma Modeli

Yaz ve kış dönemleri boyunca, belirlenmiş olan akıntı düzenlerinin deşarj kaynaklı ısı yayılımı üzerindeki etkileri Isı Yayılma Model çalışması ile belirlenmiştir. Model çalışmasında MIKE21 programının AD (Advection-Dispersion) modülü kullanılmıştır.

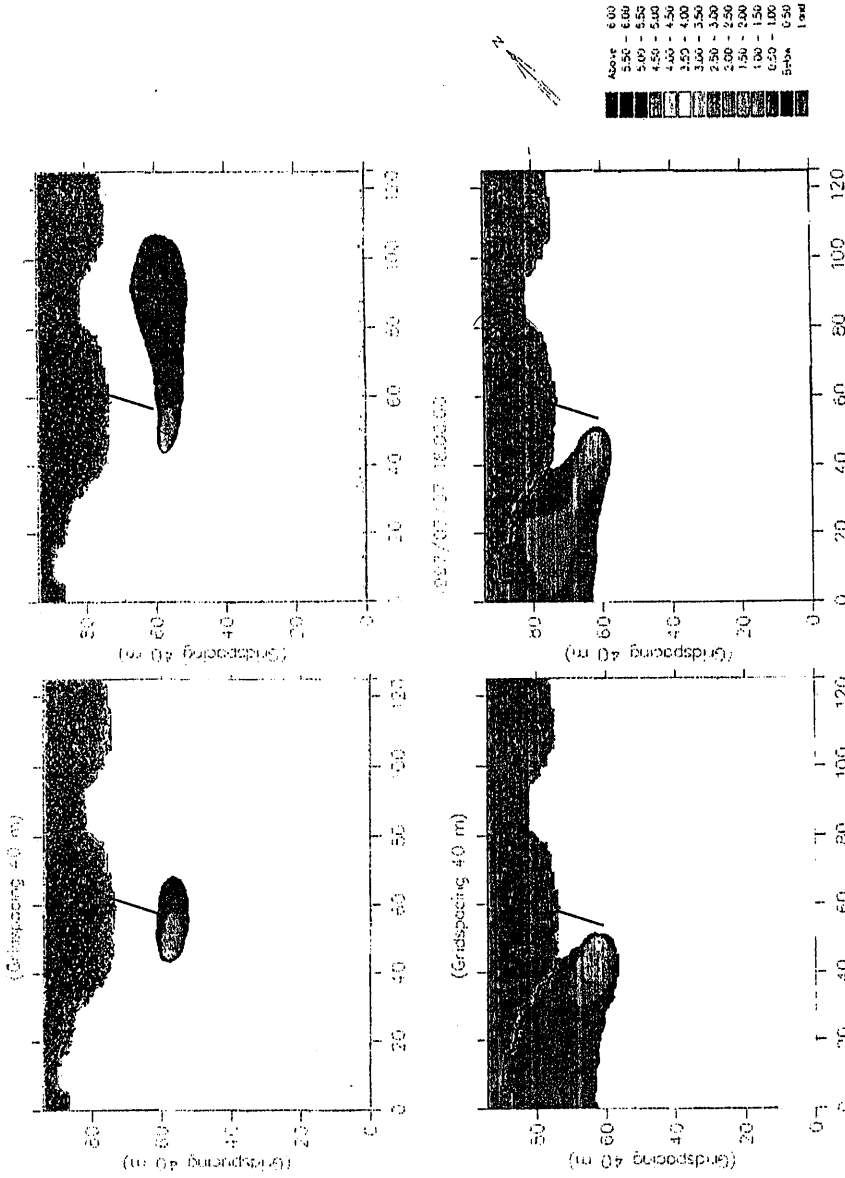
3.2.1. Isı Yayılma Deneyleri

Isı Yayılma deneyleri Hidrodinamik Model çalışmasında kullanılan Lokal Model Alanı üzerinde yapılmıştır. Deneyler temel olarak yaz ve kış rejimi olmak üzere iki ayrı akıntı düzeni için yapılmıştır. Su alım ve deşarj noktaları modelde tanımlanarak, yukarıdaki bölümlerde verilen pompa değerleri modele girilmiştir. Yaz ve kış dönemleri için, körfezde ölçülmüş olan ortalama su sıcaklıkları alıcı ortam sıcaklığı olarak modelde tanımlanmıştır. Isı yayılım katsayısı olarak, $1.0 \text{ m}^2/\text{s}$ değeri temel olarak kullanılmış ancak farklı değerlerle de deneyler tekrarlanarak Duyarlılık araştırması yapılmıştır.

Su alım ve deşarj noktalarının farklı kombinasyonları için tekrarlanan simülasyonlarla, ısı yayılma alanları tespit edilmiş ve optimum yerleşim araştırılmıştır. Deneylerle ilgili örnek sonuçlar Şekil 8’de verilmektedir. Şekillerde, körfez içinde ısı farklılığı oluşan bölgeler renk kodlarıyla gösterilmektedir



ŞEKİL 7. Proje bölgesi hidrodinamiği örnek model çıktısı (Üstte Büyük Model , Ortada Küçük Model , Altta Lokal Model)



ŞEKİL 8. 1997/02/08 22:00:00 1997/02/08 14:00:00 1997/02/08 16:00:00 1997/02/08 14:00:00
Isı Yayıma Deneyleri Örnek Çıkımları (Üstte Yaz Rejimi, Altta Kış Rejimi)

4. İSKELE YAPISAL TASARIMI

Planlanan iskelenin avan proje düzeyinde tasarım çalışmaları, modelleme çalışmaları sonuçlarından yararlanılarak yürütülmüştür. Temel olarak kazıklı sistem üzerinde planlanan iskele ve ana platformda, üst yapı mümkün olduğunca prekast elemanlarla projelendirilmeye çalışılmıştır.

İskele tasarımı ile ilgili temel kriterler aşağıda sıralanmıştır.

□ İskele tasarlanırken 40,000 m³ ve 140,000 m³ kapasiteli iki tür tankerin boşaltma yapacağı öngörülmüştür. Bu kapasitedeki tankerlerin boyutsal özellikleri LNG tankerleri kataloğundan alınarak kullanılmıştır. Aşağıda tankerlerin özellikleri verilmektedir.

Kapasite = 40,000 m³

Boy (LOA) = 200 metre

Genişlik (Beam) = 30 metre

Su Kesimi (Draft) = 8 metre

DWT = 21,500

GT = 27,500

NT = 14,000

Kapasite = 140,000 m³

Boy (LOA) = 300 metre

Genişlik (Beam) = 46 metre

Su Kesimi (Draft) = 12 metre

DWT = 71,500

GT = 111,000

NT = 34,000

□ Tankerlerin yanaşma yükleri hesaplanırken yukarıda verilen tanker özellikleri kullanılmıştır. Terminalde dört adet yaslanma ve altı adet bağlanma dolmeni tasarlanmıştır. Dolmenler tasarlanırken kritik yük kombinasyonları göz önünde bulundurulmuştur.

□ Ana platform tasarlanırken en önemli yükler deprem, ekipman ve trafik yükleri olarak alınmıştır. İskele boyunca ise deprem, trafik ve boru ağırlıkları dışında yatay genleşme ve akış darbe yükleri de göz önünde bulundurulmuştur.

□ Ana platformda taşıyıcı sistem tasarımını etkileyen en önemli parametreler, boşaltma kollarının ağırlığı ve kollara etkiyen yükler altında oluşan momentler olmuştur.

□ Bölgede zemin şartlarının içerdiği olumsuzluklar nedeniyle, özellikle yapı deplasman değerlerinin kontrol altında tutulması hesaplarda önem kazanmıştır.

□ Boru hattının zarar görmemesi için deprem şartları altında yapı deplasmanının kontrol altında tutulması bir başka belirleyici kriter olarak ortaya çıkmıştır.

5. SONUÇ

Yukarıdaki bölümlerde sunulduğu üzere Ceyhan LNG Terminali'nin avan projelendirilmesi aşamasında yürütülen modelleme ve tasarım çalışmaları ile terminal iskelesi için optimum düzenlemelerin geliştirilmesi sağlanmıştır.

Dalga çalışması sonuçlarına dayanarak, iskelede dalgakıran korumasına gerek olmadığı sonucuna varılmıştır. Yatırım bütçesini ve ekonomisini önemli derecede etkileyen böyle bir karar, modelleme çalışmaları ile hızlı bir şekilde verilerek, fizibilite çalışmalarının kesintisiz devam edebilmesi sağlanmıştır.

Modelleme çalışmaları ile uygulama projelerinin hazırlanması aşamasında dikkat edilmesi ve araştırılması gereken noktalara dikkat çekilebilmiştir.

Modelle çalışması sonuçları proje için yürütülecek olan Çevre Etki Değerlendirme çalışmalarına da veri sağlamıştır.