

BİR RIHTIM REHABİLİTASYONU

MISURATA DEMİR ÇELİK FABRİKASI LİMANI RIHTIMI

FEHMİ ÇAKMAK
İnşaat Yüksek Mühendisi

ÖZET

Libya'da Misurata Demir Çelik Fabrikası'na, zenginleştirilmiş demir cevheri pellet'lerini getiren 150 000 DWT'a kadar gemilerin yanaştığı ve malzemeyi boşaltan vincin, "unloader"ın, üzerinde çalıştığı kazıklı rıhtım (Bulk Berth) betonlarında çatlaklar ve plaklar halinde kabarmalar görülmesi üzerine özellikle rıhtım taşıyıcı kirişlerinde bir rehabilitasyon çalışması yapılmıştır.

STFA Firması tarafından 1982 – 1984 yıllarında inşa edilip 1985 yılında hizmete giren rıhtımın betonu, çeşitli vesilelerle onaylandığı üzere yüksek kalitededir, fakat planlandığı halde yapılmayan doğu mendireğinin olmayışı dolayısı ile de yükselen dalgalar rıhtım altındaki 3 – 5 t'luk kayalarla kaplı kıyı koruma şevine çarpıp çevreye püskürerek buradaki betonları devamlı ıslatmaktadır. Akdeniz'in bu bölgede oranı daha da fazla olan aşırı tuzlu suları aşırı sıcak ve nem ile birlikte beton yüzeyinde devamlı etkin olunca, klor iyonları süratle betonarme demirine ulaşarak paslanmayı başlatmış, önce çatlaklar, daha sonra da plaklar halinde kabarmalar ortaya çıkmıştır.

Bu rıhtımın projesinin, Avrupa'lı projeciler tarafından 1970'li yılların sonunda yapıldığı bilinmektedir. Deniz yapıları için 1980'li yıllarda gündeme gelmeye başlayan, günümüzde de uygulanması artık mecburi hale gelen bir takım yeni kriterler bu yapının projelendirilmesi sırasında dikkate alınmamıştır.

Yapımda curufllu çimento kullanılması gerekirken, STFA'nın bütün ısrarına karşın Müşavir sülfata dayanıklı çimento kullandırmıştır.

Misurata Demir Çelik Fabrikası Rıhtımı 1995 – 1996 yıllarında STFA tarafından, çok özel metotlarla rehabilite edilerek, yapı ömrü uzatılmıştır.

MİSURATA DEMİR ÇELİK FABRİKASI LİMANI RIHTIMI

1. GİRİŞ

Misurata, Libya'nın Akdeniz kıyısındaki Liman şehirlerinden birisidir. Tarih boyunca önemli bir yerleşim merkezi olan Misurata'da 1980'li yıllarda büyük bir demir çelik fabrikası kurulmuştur. Demir cevheri, yoğunlaştırılmış granüller (pellet) halinde gemilerle Libya'ya getirilip fabrikada işlenmektedir. Demir cevherini getiren 150 000 DWT'a ulaşan büyüklükteki gemilerin yanaştığı ve pellet halindeki bu cevherin boşaltılmasını sağlayan "unloader" tabir edilen özel vincin üzerinde yürüyeceği bir rıhtımın yapımı da 1982 – 1984 yılları arasında gerçekleştirilmiştir.

Misurata Demir Çelik Fabrikası 2 milyon ton/yıl kapasitesini hedefleyen büyük ölçekli bir tesistir. 1978'lerden itibaren inşaat faaliyetlerine başlanmış Limanın yapımı ise STFA İnşaat A.Ş. tarafından 1980 – 1985 yılları arasında gerçekleştirilmiştir. Liman yapımının ana amacı olan Bulk Berth, basenin kuzeyine yerleşmiş ve önünde 150 000 tonluk (DWT) gemilere yeterli manevra alanı ile 19.00 m derinlik sağlanmıştır. Kuzey ve kuzey doğu dalgalarından tamamen korunmuş olan Liman için yapımı henüz gerçekleşmemiş bir doğu mendireği de planlanmıştır. Dolayısı ile, Liman halen doğu dalgalarına karşı tam bir koruma altında değildir. Liman içinde ayrıca bir de küçük deniz vasıtaları limanı vardır.

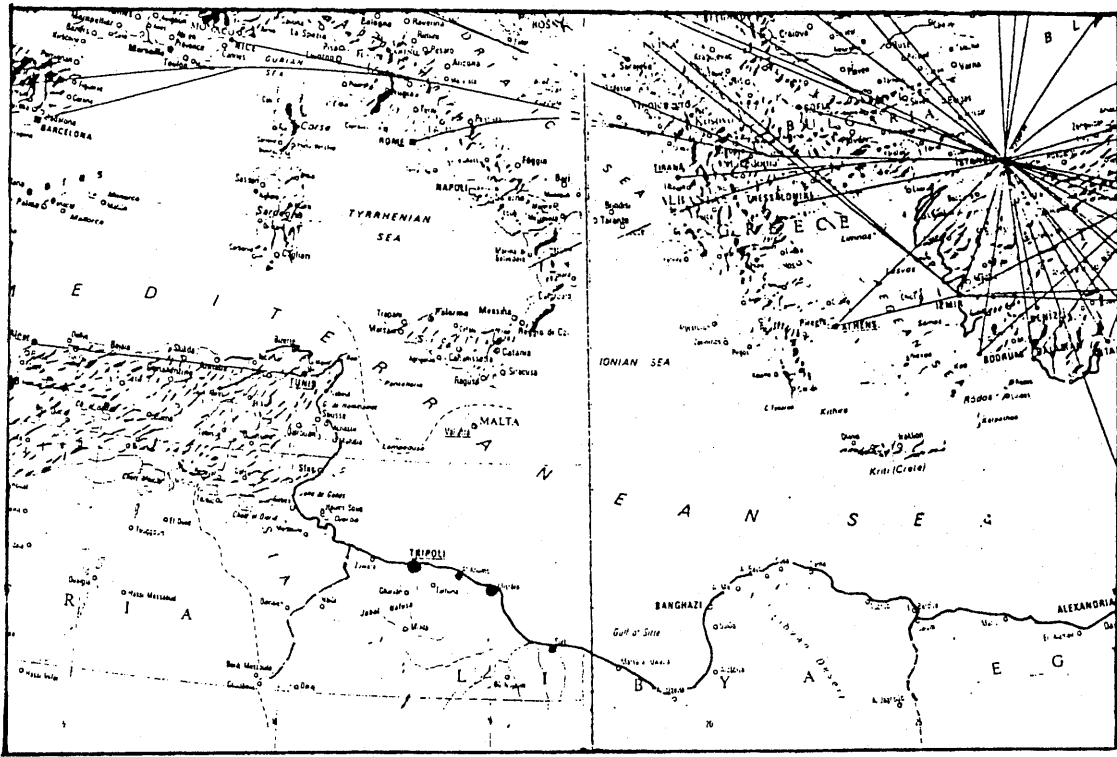
Bulk Berth üzerinde bir cevher boşaltma vinci, Bulk Unloader ve Konveyör sistemi bulunmaktadır. Ayrıca gemi bağlama noktaları yanaşma hızı gösterge tablosu, katodik koruma tesisleri, fuel oil, içme suyu, yangın v.s. sistemleri yerleştirilmiştir.

Bulk Berth'in projesi Frederic R.Harris (Hollanda) Firmasınca yapılmıştır. STFA Mühendislik A.Ş. Firması da tüm detay ve tatbikat projelerini hazırlamıştır.

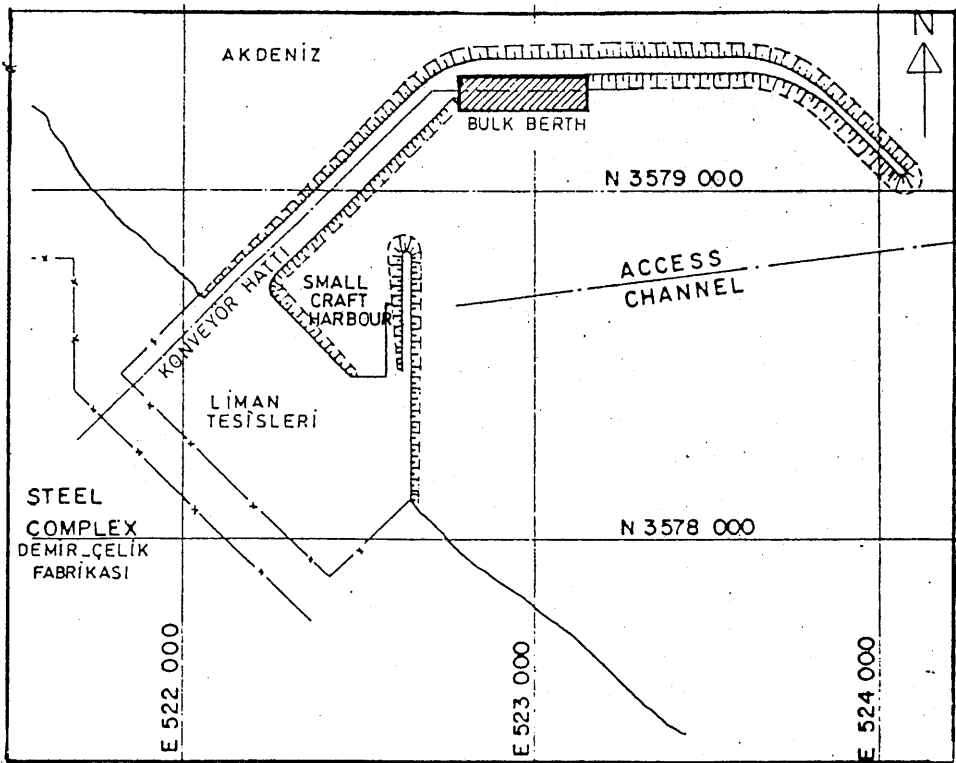
Bulk Berth yapım süresince, 1984'te tamamlandığında ve sonraki yıl İdare'ye teslim edildiğinde, İdare ve özellikle Hollandalı ve İngiliz deniz yapı uzmanları mühendislerden oluşan Müşavir'ce sürekli çok sıkı kontrol altında olmuş, dolayısı ile STFA, İdare ve Müşavir aşırı derecede kalite hassasiyeti göstermişlerdir. İlk cevher gemisi yanaştığında rıhtım canlı testten de geçirilmiş ve taraflar Bulk Berth'in yapım, malzeme ve işlev kalitesini tekrar onaylamışlardır. Her aşamadaki ve çok detaylı dökümantasyon, tüm tarafların onayını haiz bir şekilde STFA arşivlerinde halen de muhafaza edilmektedir.

1994 başlarında Bulk Berth betonlarında bazı çatlaklar ve kabarmalar tesbit edilmiştir. STFA konuyla yakından ilgilenmiş ve İdare ile birlikte sürekli gözlemler yapmıştır. 1994 sonlarında İdare, Libya Milli Müşavirlik Bürosu (NCB) ile Mott MacDonald (MMD) Firmasına ortak bir teknik rapor hazırlattırmıştır. Raporda rıhtım betonlarında artık müdahale edilmesi gereken bir bozulma olduğu belirtilmiştir.

1995 yılında STFA, 10 yıllık garanti süresinin dolmasına rağmen, İdare'ce tüm yerli malzeme, kamp, v.s., gibi ana kalemlerin temini şartıyla, teknoloji ve personel STFA'ca getirilerek bu rehabilitasyonu bila bedel gerçekleştirmiştir.



ŞEKİL 1 LIBYA VE MİSÜRATA



ŞEKİL 2: BULK BERTH: MİSÜRATA DEMİR ÇELİK FABRİKASI LİMANI VE RIHTIMI

2. RIHTIM ÖZELLİKLERİ

2.1 Genel

Bulk Berth 384 m uzunluğunda ve 36 m enindedir. Ø 48 = 1219 mm çapında 360 adet çelik kazık üzerine inşa edilmiştir. 32 m × 36 m'lik 12 adet modülden oluşmuştur. Her modülde 25 adet enine, 24 adet boyuna prekast kirişler bulunur ve bunlar her kazık üzerine yerinde dökülmüş kazık başlıklarına oturtulmuşlardır. Kirişler kazık başlıkları üzerinde yerinde dökülen bir beton ile birbirlerine bağlanmaktadır. Kirişlerin üzerine prekast beton plaklar yerleştirilip, bunların üzerine dökülen beton ile de rıhtım tabliyesi oluşturulmuştur. Rıhtımın üst kotu Liman tarafından + 3,56 m'dir.

Tasarım Kriterleri

Maximum design vessel	:150 00 DWT
Significant wave	: $H_s = 1.5$ m, $T_z = 13$ sec
Uniformly distributed load	:1 ton/m ²
Concentrated wheel load	:15 t
Unloader weight	:1 200 t (Material being unloaded : 100 t)
Unloading capacity	:2 000 t/hour
Each seaward boggie max load	:440 t simultaneously each back boggie : 1200 t
Each backword boggie max load	:400 t combined with each seaward boggie : 250
Dead load of each conveyer belt	:300 kg/m plus material avorload : 150 kg

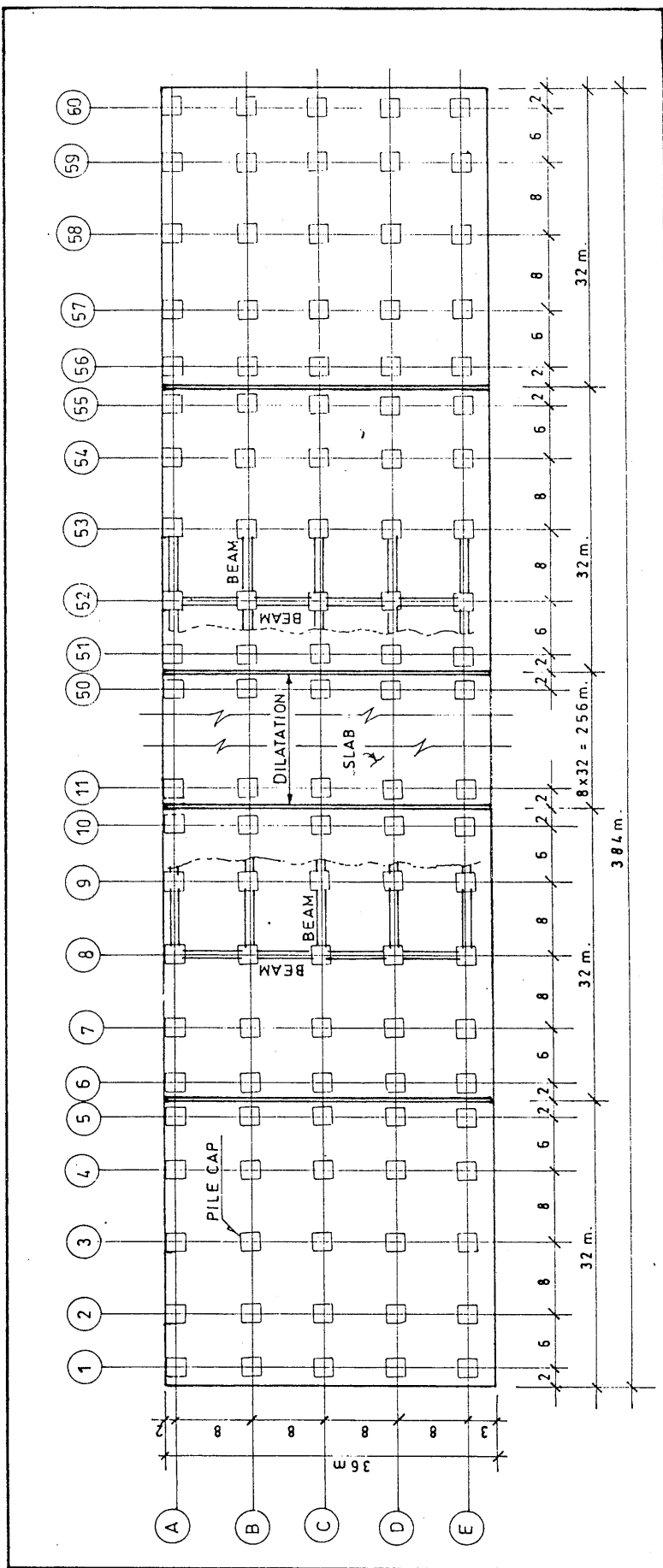
Misurata Demir Çelik Fabrikası Limanı dalgakıranı yapıldıktan sonra Liman tarafına bir dolgu alanı teşkil edilmiştir. Bu alan üzerine cevheri Demir Çelik Fabrikasına taşıyacak bir konveyör hattı, ilgili transfer binaları ve diğer tesisler yerleştirilmiştir. Bu dolgu alanının şevlerini korumak için de bir şev koruma bandı (Slope Protection Bund) yapılmıştır. Bu dalgakıran benzeri yapı Bulk Berth'in altından geçmektedir. Dolayısı ile önce tabii zemine 360 adet kazık çakılmış, sonra da sırası ile 0.1 – 300 kg , 0.2 – 0.5 ton ve 3- 5 ton'luk taşlardan oluşan tabakalar halinde bu şev koruma yapısı oluşturulmuştur. Daha sonra kazık başlıkları yapımı gerçekleştirilmiştir.

2.2 Şartnameler

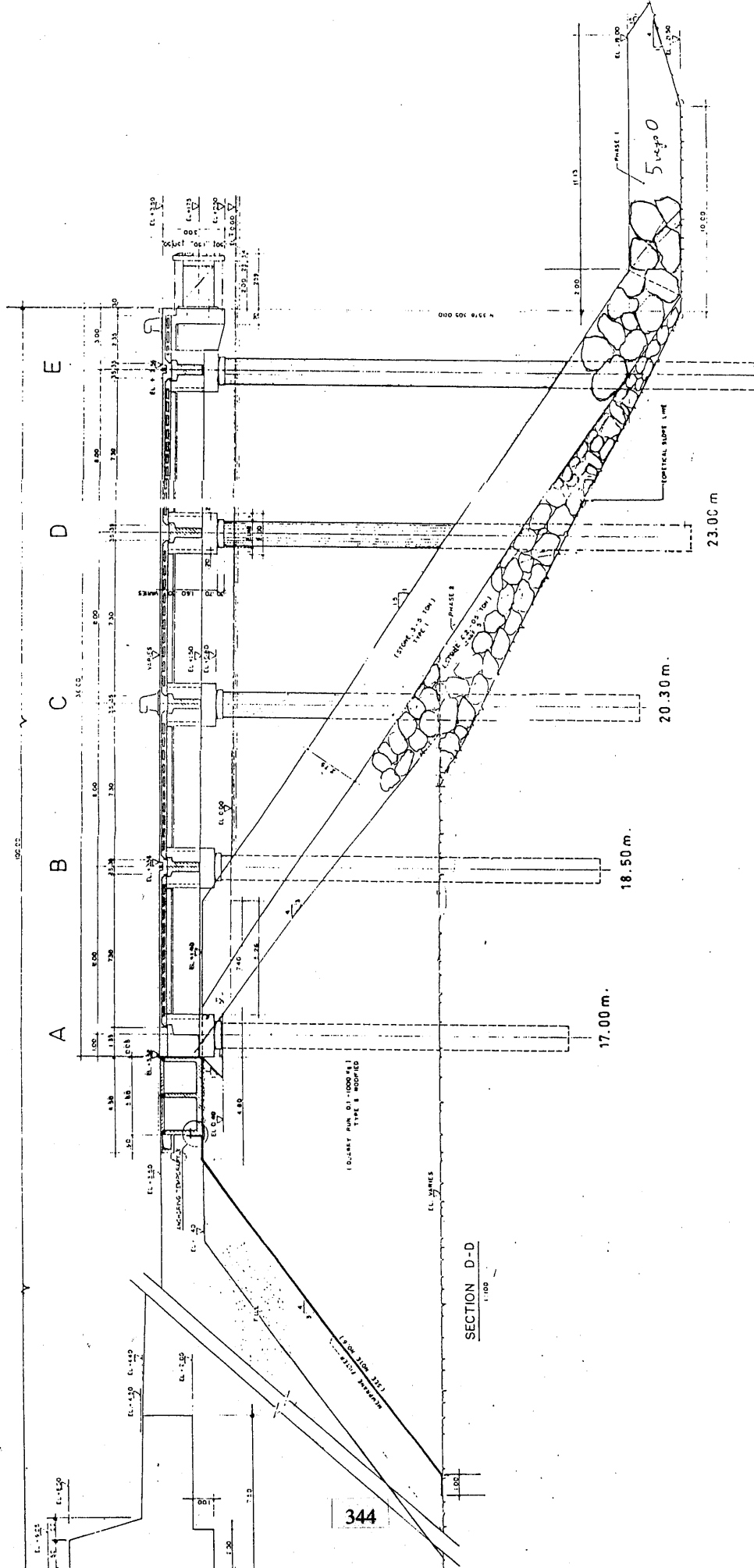
Bulk Berth Yapım Şartnamesi yazımı 1980 de tamamlanmış, inşaatın başladığı 1982 ve sonraki yıllarda hiçbir değişikliğe uğramamıştır.

Dizayn ve yapım sırasında kullanılan şartnameler aşağıdadır.

Çimento	: ASTM C 150 – 78 a (SRPC – SDÇ)
Agrega	: ASTM C 33
Su (Tanım)	: Yağ, asit, alkali, organik maddeler ve diğer yabancı maddelerden arınmış ve berrak olmaktadır. Kullanım için Mühendis'in onayı gerekmektedir.
Demir	: Grade 60. ASTM A 615 (1680 kg/cm ²), ASTM A497
Katkı Maddeleri	: ACI
Beton	: Sülfata dayanıklı Çimento (SRPC). Katkı (onayla) kullanılabilir. 28 günlük mukavemet: 315 kg/cm ² (31 Mpa)



ŞEKİL 3 : BULK BERTH PLAN



ŞEKİL 4 BULK BERTH ENINE KESİT

	Minimum çimento miktarı : 350 kg/m ³
	Maximum su – çimento oranı : 0.5
Paspayı	: 16 mm' den ince demirli bölgede 1 ½ inç (37.5 mm) 16 mm' den kalın demirli bölgede 2 inç (51 mm)
Çelik Kazık	: API 5 LX Grade X 52 (2400 kg/cm ²) Korozyon önlemi : Islak bölgede (splash zone) : Epoxy boya
Genelde	: Katodik koruma
Dizayn	: ACI 318, 1977

2.3 Kazıklar

360 adet 1219 mm çapında kazık çok özel vinçler ve özel imalat dizel çekiç kullanarak çakılmıştır. Dalgakıran yapımı devam ederken, önceleri açık denizde yapılan kazık çakımında bu iş için Sayın Feyzi AKKAYA'nın özel olarak dizayn ettiği Hergeleci isimli jack – up platform kullanılmıştır. Jack – up platform'un üzerine çok büyük kapasiteli bir crawler crane yerleştirilmiştir. Kazık çakımının büyük bir bölümünde kullanılan gıdajlarda (pile guides) bu jack – up platform'a mesnetlenmiştir. Kazık et kalınlığı 22.2 mm'dir. Çakılan kazık toplam boyu 12 000 m'dir. En uzun kazık 73 m'dir. Max penetrasyon 42.40 m'dir.

En derin suda -21.00 m'de kazık çakılmıştır. Bulk Berth kazıklarının çakıldığı bölgede tabii zemin seviyesi -11.00 m civarındadır. A, B ve C aksları kazıkları bu seviyeden itibaren çakılmıştır. Rıhtım önü derinliğinin -19.00 m'ye indirilmesi için yapılan tarama neticesi D aksı kazıkları -15.00 m, E aksı kazıkları -20.00 m'de zemine çakılmıştır. -11.00 m'den sonraki zemin yapısı ise, 3 – 5 m kalınlığında kum ve zayıf kumtaşı tabakası, altında ise 2 – 7 m kalınlığında az sementle olmuş kumtaşı / kalker tabakası ile daha alttaki asıl zemin olan zayıf kumtaşı tabakasından oluşmaktadır. Kazıklar genellikle en alttaki zayıf kumtaşına kadar çakılmıştır.

2.4 Kalıp Sistemleri – Beton Yerleştirme

Kazık Başlıkları(Pile Caps) : 2.00 m × 2.00 m × 0.70 m boyutlarında kazık başlıkları yerinde döküldüğünden çok sayıda çelik kalıp imal edilmiştir. Bu kalıplar kazıkların üst kısmına yerleştirilmiş prekast beton bir tabla üzerine monte edilmektedir. Kazık üst bölgesinin bir kısmını da kapsayan bu tabla, splash zone'daki kazık bölümünün boyalı kısmında ilave bir korozyon koruma görevi de yaparken, kazık plug betonları döküm için de bir platform oluşturmaktadır.

Kirişler : Prekast olarak dökülen kirişlerin kalıbı çok sayıda setler halinde çelikten imal edilmiş, hidrolik kalıp açma sistemleri ile donatılmıştır. Buhar kürü de uygulandığı için prekast kirişler mükemmel şartlarda ve şartnamelerin gösterdiğinin çok üzerinde bir kalitede imal edilmiştir.

Kiriş Bağlantıları : Kazık başlıkları üzerine monte edilen kirişlerin uçları yerinde dökülen bir betonla birbirine sabitlenmektedir. Kazık başlıkları gibi 2.00 m×2.00 m ebadındaki bu bağlantı bölgesinin yüksekliği 1.90 m'dir. 4 kirişe bağlanıp sabitlenerek monte edilen özel çelik kalıba beton yerleştirilmesi de deniz üzerinde yapılmıştır.

Prekast Tabliyeler : Birbirine fixlenmiş kirişler üzerine yerleştirilerek hem bağlantı elemanı hem de rıhtım üst beton için taban kalıbı görevi yapan bu boşluklu prekast tablo elemanlar, kirişler gibi özel prekast sahasında dökülmüşlerdir. Çelik kalıpları da çok sayıda imal edilmiştir.

Diğer : Servis kanalları kirişleri, usturmaça kirişleri, yerinde dökülen A aksı kirişleri, vs. için de pek çok çeşitli çok sayıda çelik ve ahşap kalıp sistemleri imal edilmiştir. Bu elemanlar da dikkatle betonlanarak ortaya çıkmışlardır. Prekast olanların montajı için gereken özel aparatlar imal edilmiş ve hassasiyetle yerleştirilmişlerdir.

2.5 Beton

Beton mix design'ları üç tip için ayrı ayrıdır.

ELEMAN	PREKAST KİRİŞLER	PREKAST KİRİŞLER PREKAST TABLİYELER	KAZIK BAŞLIKLARI YERİNDE DÖKME TABLİYE
Mix No	53	44	43
Sınıfı	315 kg/cm ²	315 kg/cm ²	315 kg/cm ²
Ölçümü	kg/m ³	kg/m ³	Kg/m ³
Çimento (SDÇ)	370	390	370
Su	178	195	178
İnce Kum	128	124	129
Kırılmış Kum	698	678	702
İri Agrega 1	369	358	371
İri Agrega 2	647	627	649
Katkı	Rheobuild 716	Rheobuild 716	Rheobuild 716
Su/Çimento Oranı	0.48	0,50	0,48

28 Günlük mukavemetler kg/cm²

Beton Silindir Mukavemeti	53	44	43
Minimum	328	303	302
Maximum	477	458	427
Ortalama	369	373	377

Katkı maddesi akışkanlaştırıcı olarak kullanılmıştır. Kırılmış kum ve agregası 120 km uzaklıktaki Wadi Caam'daki STFA Taşocağından getirilmiştir. İnce kum çöl kumudur.

2.6 Demir (Betonarme Demiri)

Türkiye'den ve Avrupa'dan getirilen nervürlü betonarme çeliği kullanılmıştır. ASTM A 615 (allowable tensile stress of 1680 kg) standardına uygun Grade 60 çelik, kesme ve bükme makinalarını işlenerek, hiçbir şekilde paslı olmayacak şekilde ve kalıba yerleştirildikten sonra tatlı su ile yıkanarak ideal şartlar sağlanmıştır. Şartnamede gösterilen paspayı mesafeleri hiçbir taviz verilmeden her zaman sağlanmıştır.

2.7 Unloader, Konveyör Ve Ankraj Elemanları

Bulk Berth'in üzerinde bulunan "Unloader" 2. Modülden itibaren 10 Modül üzerine oturmaktadır. B ve E aksları üzerindeki raylar üzerinde masif yürüyüş sistemleri vardır. Kendi ağırlığı 1 200 ton olan unloader boggie'ler vasıtası ile rıhtıma her bir boggie için 440 tona kadar konsantre yük getirmektedir. Unloader cevher gemisinden yükü bir seferde 100 t pellet alabilen özel kepçe ile boşaltmaktadır.

Unloader'ın altında bulunan konveyör sistemi de cevheri Demir Çelik Fabrikasına götürürken rıhtımı boydan boya katetmektedir.

Unloader rayları B ve E akslarında üst tabliye yerinde dökme betonunda bırakılan birer kanal içersindedir. Buraya ankre edilen özel civatalar "expansive mortar" harcı kullanılarak çok büyük mukavemet ile rıhtıma bağlanmaktadır. Bu civatalar vasıtası ile unloader rayları her aksta 320 m'lik tek parça olarak yerleştirilmiştir. Ray özel kaynakları rıhtım üzerinde yapılmıştır. Rayların başında ve sonunda çelik stoper blokları mevcuttur.

Konveyör sistemi rıhtıma her modül üzerine 5 çift çelik ayak sistemi ile basmaktadır. Kazıklar üzerine denk getirilmiş bu ayaklar kazık üst başlık betonlarına ankre edilmişlerdir. Konveyör kabloları için ayrı destek sistemleri de bulunmaktadır.

2.8 Rıhtımdaki Diğer Sistemler

Rıhtım altında servis kirişleri vardır. Çeşitli boru, kablo vs. bu kirişler üzerindedir.

Rıhtım üzerinde gemi bağlama noktaları, "baba"lar (bollards) mevcuttur. 200 ton kapasiteli normal babalara ilaveten 4 adet büyük "storm bollards" mevcuttur.

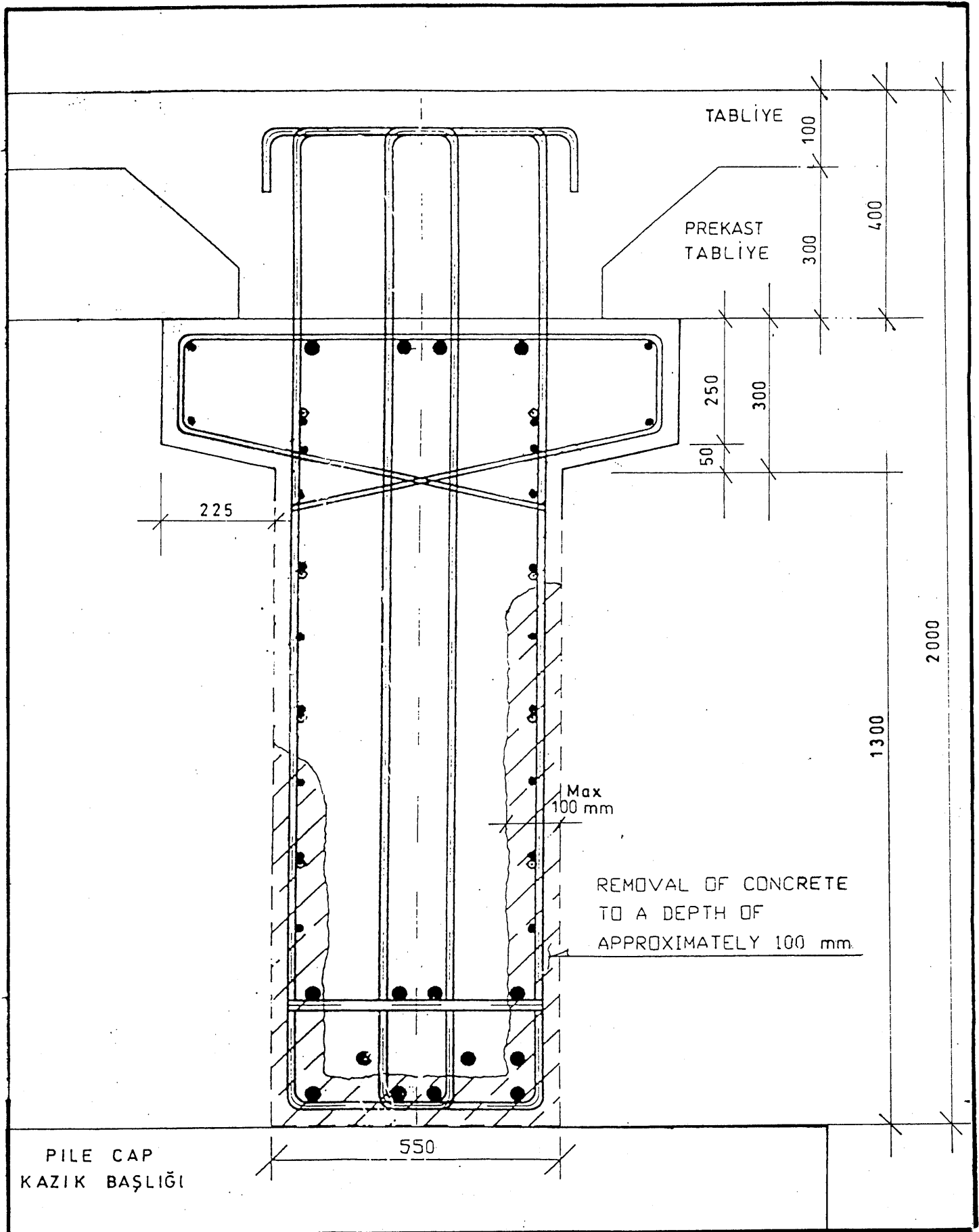
Elektrik, içme suyu, fuel oil, vs. sistemleri ile kazıkları korozyondan koruyan katodik koruma sistemi de rıhtıma monte edilmiştir. Yanaşma hızı sensörü ve gösterge paneli de rıhtım üzerindedir.

Her modülde ikişer tane olmak üzere $E = 160$ tm. "berthing energy"ye dayanacak, 3 parça halinde getirilip monte edilen, yüzeyi epoxy levhalarda kaplı, özel imal edilmiş, usturmaçalar (fenders) da Bulk Berth'in kendine has özelliklerinden biridir.

3. BETONUN BOZULMASI

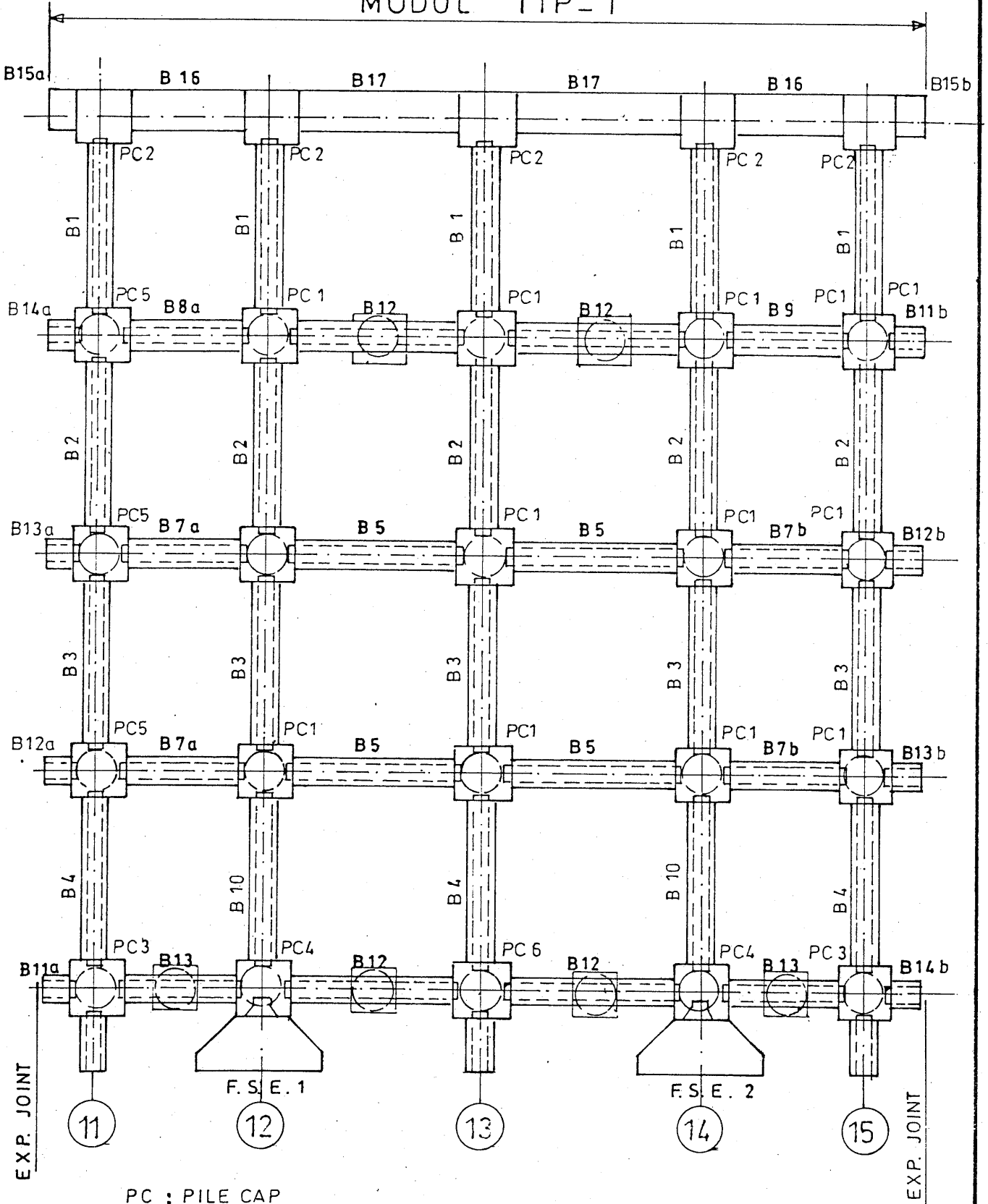
3.1 Gözlemler

1994 te NCB ve MMD grubu, 1995 başında da STFA uzmanları grubu Bulk Berth'de çeşitli gözlemler yapmışlardır. Kazık başları kirişler, tabliye altları ve üst tabliye betonlarında bozulma (deterioration) görülmüştür, Rıhtımın altında renk değiştirmeler, çatlaklar, kabuk halinde kabarmalar ve nihayet bölgesel olarak betonarme demiri açığa çıkacak şekilde betonun kabuklar halinde dökülmesi evrelerinde, her modülde değişik şiddette bozulmalar tesbit edilmiştir. Ortaya çıkan demirlerde şiddetli paslanma ve kabuklar halinde dökülme görülmüştür. Kirişlerde ve prekast tabliye elemanların alt yüzlerinde şiddetli görülen bozulma, kazık başlıklarında sadece çeşitli çatlaklar halindedir,



ŞEKİL 5 : TİPİK KİRİŞ KESİTİ VE BOZULMA BÖLGELERİ

MODÜL TİP-1



ŞEKİL 6 : TİPİK PREKAST KİRİŞ & KAZIK YERLEŞİMİ (MODÜL TİP-1)

dökülme yoktur. Rıhtım üst yüzeyi ise, daha ziyade kullanım sırasında üzerine dökülen pelletleri temizleyen makinaların kepçeleri ile hasar görmüş durumdadır.

Su altında yapılan araştırmalarda kazıkların iyi durumda olduğu tesbit edilmiştir.

Beton elemanlardan çeşitli metotlarla, çeşitli maksatlarla numuneler alınmıştır. Bunlarla “compression”, “petrographic analysis”, “chlorid ingress”, “permeability” gibi testler uygulanmıştır. Beton yüzeyinde ise “carbonation” testleri yapılmıştır.

Bütün bu gözlem, araştırma ve testler Bulk Berth elemanlarındaki beton bozulmasının son bir yılda süratlendiğini ve artık müdahale edilmesi gereğini ortaya koymuştur.

3.2 Bozulma Tipleri

1. (SS) Tuz lekeli yüzeyler, kabarma ya da tıklayınca boşluk sesi yok. Prekast tabliye alt yüzlerinde gözlemlendi.
2. (SG) Betonarme demiri izi yüzeyde takip ediliyor. Hasır şeklinde. Kabarma yok. Prekast tabliye alt yüzlerinde rastlanıyor.
3. (C) Çatlak. Kazık başlıklarında ve dikey olarak görülüyor.
4. (S %50) Beton yüzeyi kabarmış veya tıklayınca boşluk sesi veriyor. Eleman yüzeyinin %50'sinden az bir bölge.
5. (S) Yüzey kabarmış veya boşluk sesi veriyor. Eleman yüzeyinin %50'sinde daha büyük bir alanı kaplıyor.

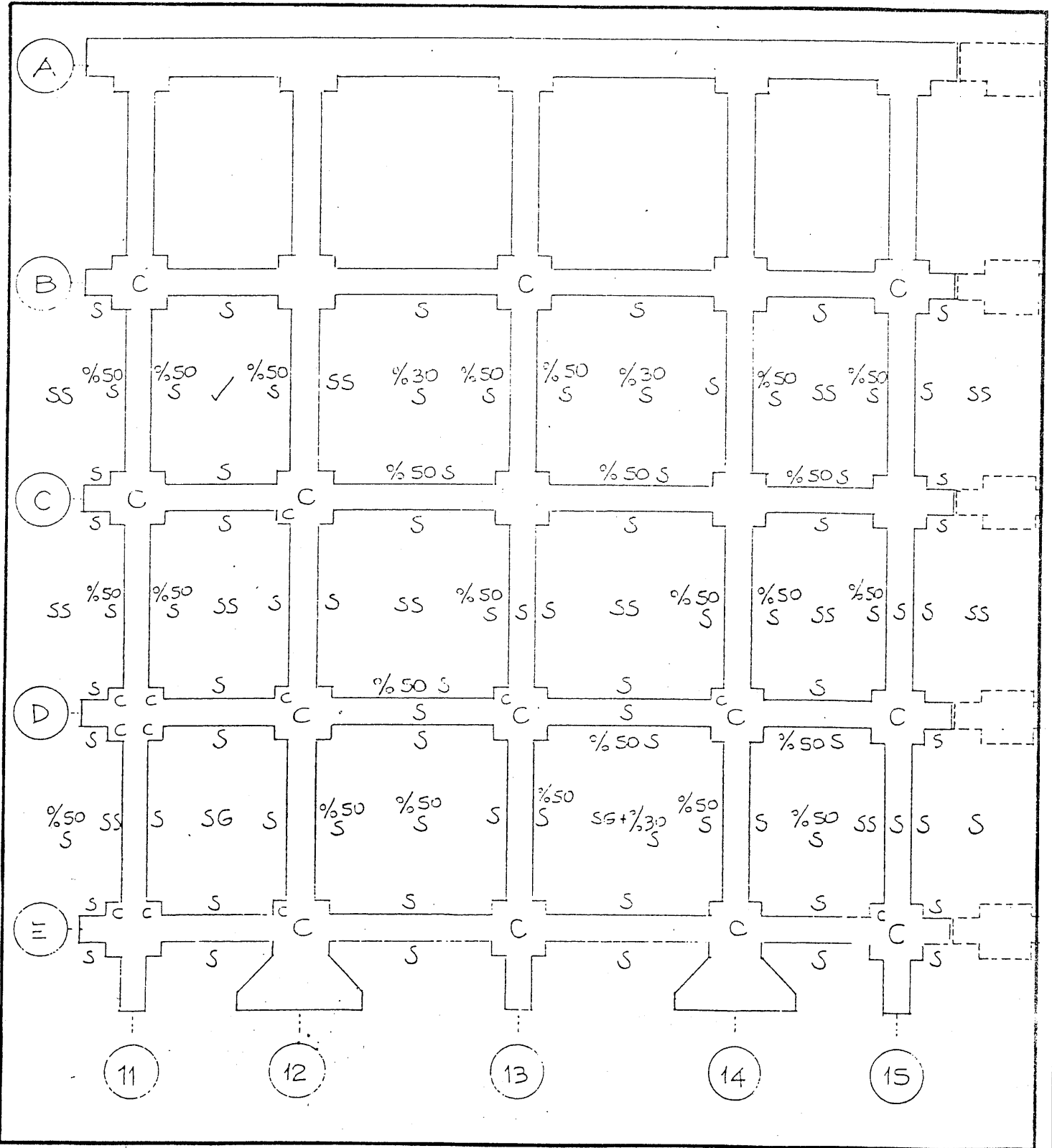
3.3 Kayıtlar

28 Ocak 1995 günü STFA mensubu bir grup uzman mühendis Libya'ya gitti. Tripoli'de STFA Merkez Ofisinde projeler ve raporlar üzerinde detaylı incelemeler yapıldıktan sonra 30 Ocak – 3 Şubat 1995 arasında Misurata'da Bulk Berth'de bozulmuş yüzeylerin tesbiti, gruplandırılması ve tabule edilmesi çalışmaları tamamlandı. Şekil 7'de görüldüğü gibi, tüm rıhtımda elemanların her yüzeyi detaylı incelenerek bozulmalar dökümante edildi. Bozulma tesbitleri gözle incelemeler, çekiçle tıklanarak kabarma tesbiti, kabarmış yüzeyler sökülerek çıkan betonun incelenmesi şeklinde çok dikkatle ve hassasiyetle yapılmıştır. Her kayıt en az iki uzmanın ortak görüşü üzerine kesinleşmiştir. Bozulma sınıfı tesbitinde ise konservatif davranılarak görünenden daha negatif bir kayıt yapılmıştır, bu da rehabilitasyon sırasında kabuklar döküldüğünde, ortaya çıkabilecek muhtemel daha olumsuz durumlara önceden yaklaşabilmek içindir.

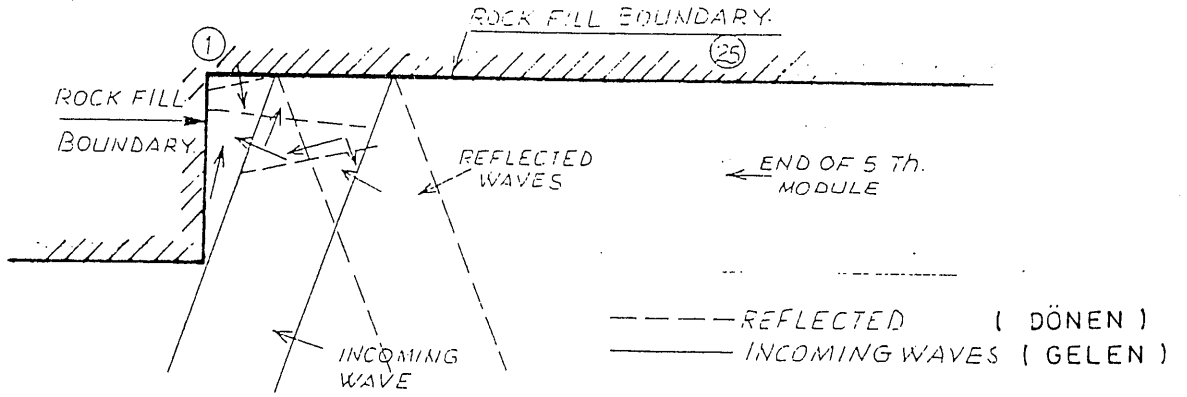
3.4 Yüzeyleri Bozulan Elemanlar

3.4.1 Kazık Başlıkları

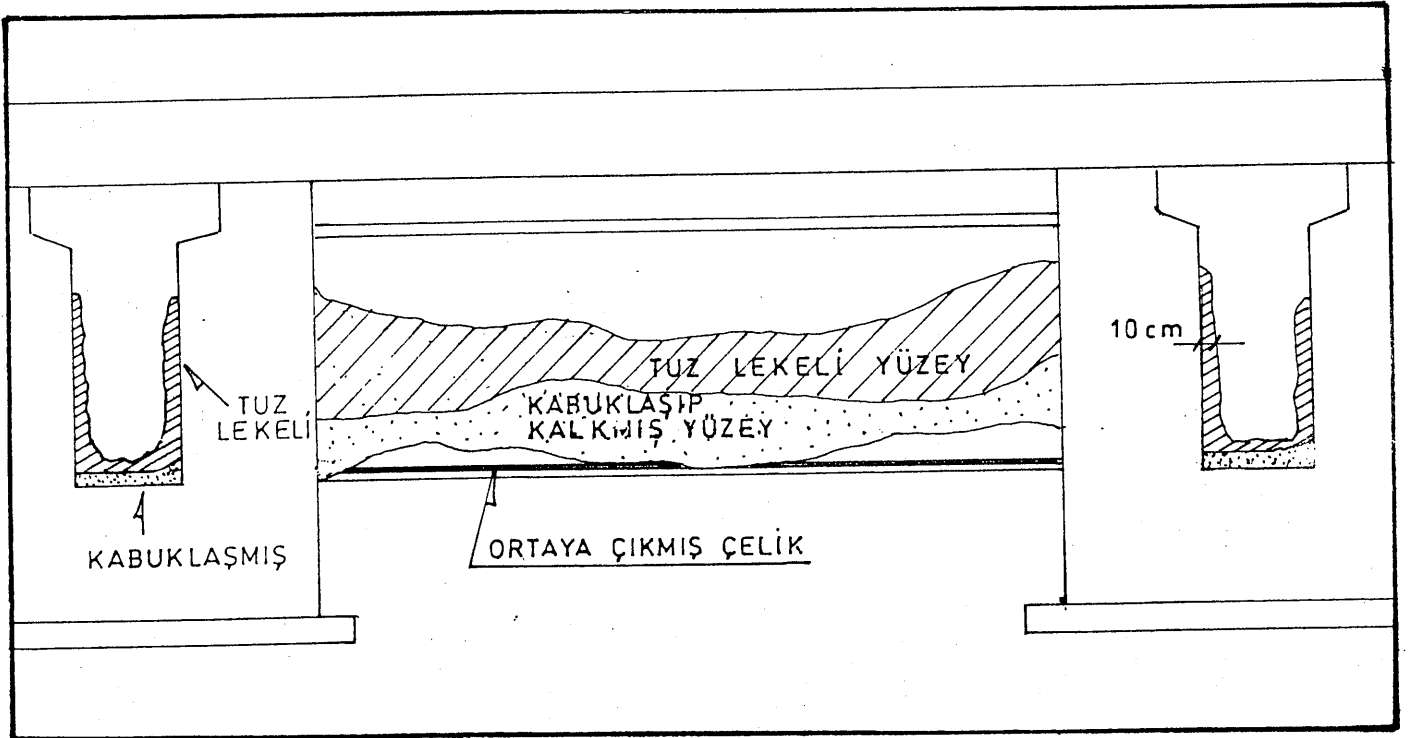
Genelde bozulma görülmemektedir. Modül 1 ile Modül 5 arasındaki başlıklarda düşey kılcal çatlaklar vardır. Bu bölgede şev koruma taş dolgusunun, Modül 1'in batısına da dönerek gelen dalgaların kırılıp bir açıyla geri dönmesine sebep olması şekil 8'de görüleceği gibi, daha fazla ıslanma – kuruma etkisi yaratmıştır.



ŞEKİL 7 : BİR MODÜLDE BETON BOZULMA TESPİTİ (MODÜL 3)



ŞEKİL 8 : MODÜL 1-5'te GELEN ve DÖNEN DALGALARIN ETKİLERİ



ŞEKİL 9 : BOZULMUŞ KİRİŞ YÜZEYLERİ

3.4.2 Prekast Kirişler

En fazla beton yüzeyi bozukluğu kirişlerde ortaya çıkmıştır. Deniz üzerinde + 1.50 m ile + 2.80 m arasında ve ıslak bölgede (splash zone) bulunan kirişler gelen ve dönen dalgaların etkisi altında devamlı ıslanmakta, ıslanma – kuruma etkisinden hiç kurtulamamaktadır. Şekil 5'te kirişlerdeki bozulma tipik olarak gösterilmiştir.

3.4.3 Tabliyeler

Tabliye alt yüzeyinde, prekast tabliye elemanlarında görülen bozulmalar da Modül 1 ile Modül 6 arasında yoğunlaşmıştır. Kazık başlıklarında olduğu gibi bu bölgede dönen dalgalar bu yüzeyleri ıslatmaktadır. Tabliye altındaki bozulmalar tamamen kimyasal etki ile oluşmuştur, yapısal bir etki yoktur. Rıhtım üst yüzeyinde ise, tesbit edilen bozulma sadece buradaki makinalar kepçe ile sıyırma hareketi etkisi ile oluşmuştur.

3.4.4 Diğer Elemanlar

Katodik koruma sistemi çalıştırılmamaktadır, bunun etkisi bilinmemektedir. Kenar kirişlerde de bozulmalar vardır.

3.5 Bozulma Sebepleri

Bulk Berth beton yüzeylerinde bozulmanın (deterioration) ana sebebi klor iyonlarının betona penetrasyonu, demire ulaşarak paslanmaya sebep olmasıdır. Beton yüzeyinde kabarmaların ortaya çıkması da kaçınılmazdır.

Şartnamede ve projelerde öngörülen paspayının düşük oluşu ve sülfata dayanıklı çimento (SDÇ) kullanılması klor girişini kolaylaştırmıştır. Bulk Berth inşaatının son yıllarında, sıcak ve nemli iklimlerde mevcut şartnamelerle yapım sorgulanmaya başlanmıştır. Kuzey ülkelerde başarı ile kullanılan şartname ve yöntem yönetmelikleri sıcak ve nemli güney ülkelerde yetersiz kalmaktadır.

Araştırmacılar özellikle Orta Doğu ülkelerinde betonarme yapıların kısa bir zaman aralığında bozulduğunu tesbit edip, tablo ve grafiklerle göstermişlerdir. Bir tabloda Fookes et. al., “betonarme deniz yapılarının şiddetli çatlaklar ve kabuklar halinde dökülmeleri” safhasının 9 yıla konsantre olduğunu göstermiştir.

Mott Mac Donald – NCB raporunda kaydedilen, Bulk Berth çevresi deniz suyu klor konsantrasyonu, Orta Doğu ülkelerinde kaydedilen klor değerlerinden yüksektir. Bulk Berth'te görülen demir paslanması ve betonun kabuk halinde kalkması, kayıtlara göre, Orta Doğu ülkelerindeki deniz yapılarında normal karşılanan bir oluşumdur.

Sıcak ve nemli ortamlardaki deniz yapıları betonları ile ilgili çok miktarda araştırma yapılmaktadır. Normal Portland Çimentosu kullanımı tavsiye edilmekte, Sülfata Dayanıklı Çimento (SDÇ) kullanımı tavsiye edilmemektedir. Yüksek ısı, % 85'i geçen nem oranı ile beraber demirdeki paslanmayı hızlandırmaktadır. “Splash zone”da paslanmanın, bol oksijen etkisi ile, suya batırılmış bir betonla kıyaslanmayacak kadar süratli olduğu gösterilmiştir. Sülfata Dayanıklı Çimento (SDÇ) kullanımının sadece blok betonlarda tercih edilmesi ve yüksek fırın curufu katkılı çimento kullanılması gereği birçok

araştırma ile gösterilmiştir. Paspayının 100 mm'ye çıkarılması da (CÇ) “splash zone” ve şiddetle suya açık bölgeler için tavsiye edilmektedir. Bazı araştırmalar da kabuklar halinde yüzeyi kalkmış kirişlerde yapılan testlerde kiriş yük taşıma kapasitelerinin tamamen kaybolmadığını göstermiştir.

Bulk Berth dizayn edildiği yıllardaki şartnamelere göre inşa edilmiştir. Fakat görülmüştür ki yıllar içerisinde ortaya çıkan bozulmalar, bulunduğu çevre iklim koşullarına göre normaldir. Zaten şartnameler de zamanla değiştirilmiştir.

4. REHABİLİTASYON

4.1 Genel

Misurata Demir Çelik Fabrikası ile STFA, Bulk Berth'de bir rehabilitasyon çalışması yapılmasına karar vermişlerdir. Tüm yerli malzeme ve accommodation İdarece temin edilecek, dizayn ve tatbikat STFA'ca yapılacaktır. MMD – NCB grubu Müşavir olarak tayin edilmiştir.

4.2 Rehabilitasyon Metodu

Kiriş yüzeylerinde	% 85
Tabliye alt yüzeylerinde	% 40
Kazık başlıkları yüzeyleri	% 30 ve
Tabliye üst yüzeyi	% 30 'u rehabilite edilmiştir.

“Deteriorated” beton, tuz lekeli, kabuklaşmış veya çatlak bölgelerde, 10 cm. derinliğine kadar kırılarak yüzeyden uzaklaştırılmıştır.

Bu bölgelerde demir tamamen ortaya çıkarılmış ve iyi durumda olmayan demir yerine yenisi yerleştirilmiştir. Betonarme demiri kum raspası ile temizlenerek koruyucu madde ile boyanmıştır. Kalıp monte edildikten sonra beton özel olarak modifiye edilen beton pompası ile basılarak yerleştirilmiştir.

4.2.1 Bozuk Betonun Uzaklaştırılması

Tuz lekeli, rengi değişmiş yüzeyler, çekiçle vurunca boşluk sesi veren bölgeler, kabuklaşarak kalkmış bölgeler, eksik ve nihayet en fazla 10 cm derinliğine kadar kırılıp çıkarılarak altta sağlıklı betonda temiz bir yüzey elde edilmiştir. Deneyler göstermiştir ki bu derinlikte klor iyonu konsantrasyonu izin verilen limitlerin altında olmaktadır.

4.2.2 Ortaya Çıkan Yüzey

Bozulmuş beton uzaklaştırıldıktan sonra ortaya çıkan yüzey düzeltilerek bölgesel olarak düz bir satıh elde edilmektedir. Burada klor oranı % 0.3 - % 0.5 arasındadır. Bu satıh ayrıca kum raspası ile de temizlenerek gevşek mikro malzemelerden de arındırılmaktadır.

4.2.3 Betonarme Demiri

Ortaya çıkan mevcut demirlerde fazla hasar varsa yenisi ile değiştirilmektedir. Bu ilave, ya eski demire bindirilerek ya da kaynak yapılarak gerçekleştirilmiştir. Bu yöntemlerin tatbiki mümkün olmadığı hallerde yeni demir betona delik delinerek özel harç ile ankre edilmektedir. Daha sonra tüm demirler kum raspaşı ile temizlenip ve üzerlerine DCI ile hazırlanan çimento şerbeti sürülerek kurumaları sağlanmıştır.

4.2.4. Yeni Betonun Özellikleri Yerleştirilmesi Ve Yeni Yüzey

“Deteriorated” betonun yerine özel kalıpların içerisine basınçla gönderilerek çok büyük yüzeyler boyunca üniform yayılan, 10 cm.’yi geçmeyen kalınlıkta bir çeşit “structural” kılıf betonunun başarılı olabilmesi çok özel dizayn edilmiş bir beton gereklidir. Bu “micro” betondur. Mix dizaynı aşağıda gösterilmiştir.

Çöl kumu	0-2	: % 35	: 580 kg/m ³	Jufra Bölgesi
Kırılmış kum	0-5	: % 15	: 260 kg/m ³	Jufra Bölgesi
İri agreg	5-10	: % 50	: 880 kg/m ³	Jufra Bölgesi
Çimento			: 450 kg/m ³	NPC
Serbest su			: 172 lt/m ³	
Daracem 190 HC			: %0.8 - %0.3 (Çimento ağ)	
			: 12 lt/m (Akışkanlaştırıcı)	
Darex AEA			: %0.05-%0.2 (Çimento ağ)	
			: 0.9 lt/m ³ (Hava sürükleyici)	
DCI			: 10 lt/m ³ - 30 lt/m ³	
			: 17.5 lt/m ³ (Korozyon inhibitörü)	
Su çimento oranı (W/C ratio)			: 0.38	

Beton, Rehabilitasyon Şantiyesi için özel olarak kurulan beton santralinde üretilmiştir. Sabit beton pompası vasıtası ile beton, kalıplara gönderilmiştir. (50 m³/saat-Arbau) Deniz üzerinde platformlar ve iskeleler kullanılarak monte edilen kalıplara, bırakılan özel giriş boruları vasıtası ile basınç ile yerleştirilen beton, havalı satıh vibratörleri ile sıkıştırılmıştır. Akışkanlaştırıcı hava sürükleyici katkıların da avantajları ile beton mükemmel bir şekilde yerleşmekte, istenilenden daha üstün bir şekilde eski betonla birleşmekte, boşluksuz, gözeneksiz bir yerleşim ve pürüzsüz bir yüzey elde edilmektedir.

Hasar görmemiş eski betonun yüzeyleri ile yeni betonun yüzeylerine herhangi bir kimyasal tatbik edilmemiştir.

4.2.5. Kalıp, İskele Ve Platform Sistemleri

Bulk Berth Rehabilitasyonunun en önemli aşaması olan betonu doğru yerleştirme safhasının en kritik bölümü kalıpların mükemmeliyetidir. Şantiye bünyesindeki uzman kalıp dizayncıların titiz çalışmaları ile ortaya çıkan çelik kalıplar, basit, hafif, süratli ve temiz yüzey verecek şekilde imal edilmişlerdir. Kalıpların birbirine ve mesnetlere bağlanma sistemleri, kalıp yüzeylerindeki enjeksiyon delikleri ve satıh vibratörleri detayları, kalıp mesnetleme sistemleri, tüm sistemi ve personeli taşıyan ve denizden 40-50 cm. yükseklikteki yürür taşıyıcı platform tamamen Şantiyede projelendirilmiş ve imal

FORMS WILL BE SUPPORTED FROM THE
GROUND

A - B AKSI İÇİN,
YERİNDE KALIPLAMA
YAPILACAKTIR.

(FOR AXIS (B-C) CARS (6 NOS)
B-C AKSI İÇİN,
6 ADET ARABA
TABLİYE
KALIBI

(FOR AXIS (C-D) CARS (6 NOS)
C-D AKSI İÇİN,
6 ADET ARABA
KIRIŞ KALIBI

(FOR AXIS (D-E) CARS (6 NOS)
D-E AKSI İÇİN,
6 ADET ARABA
KIRIŞ KALIBI

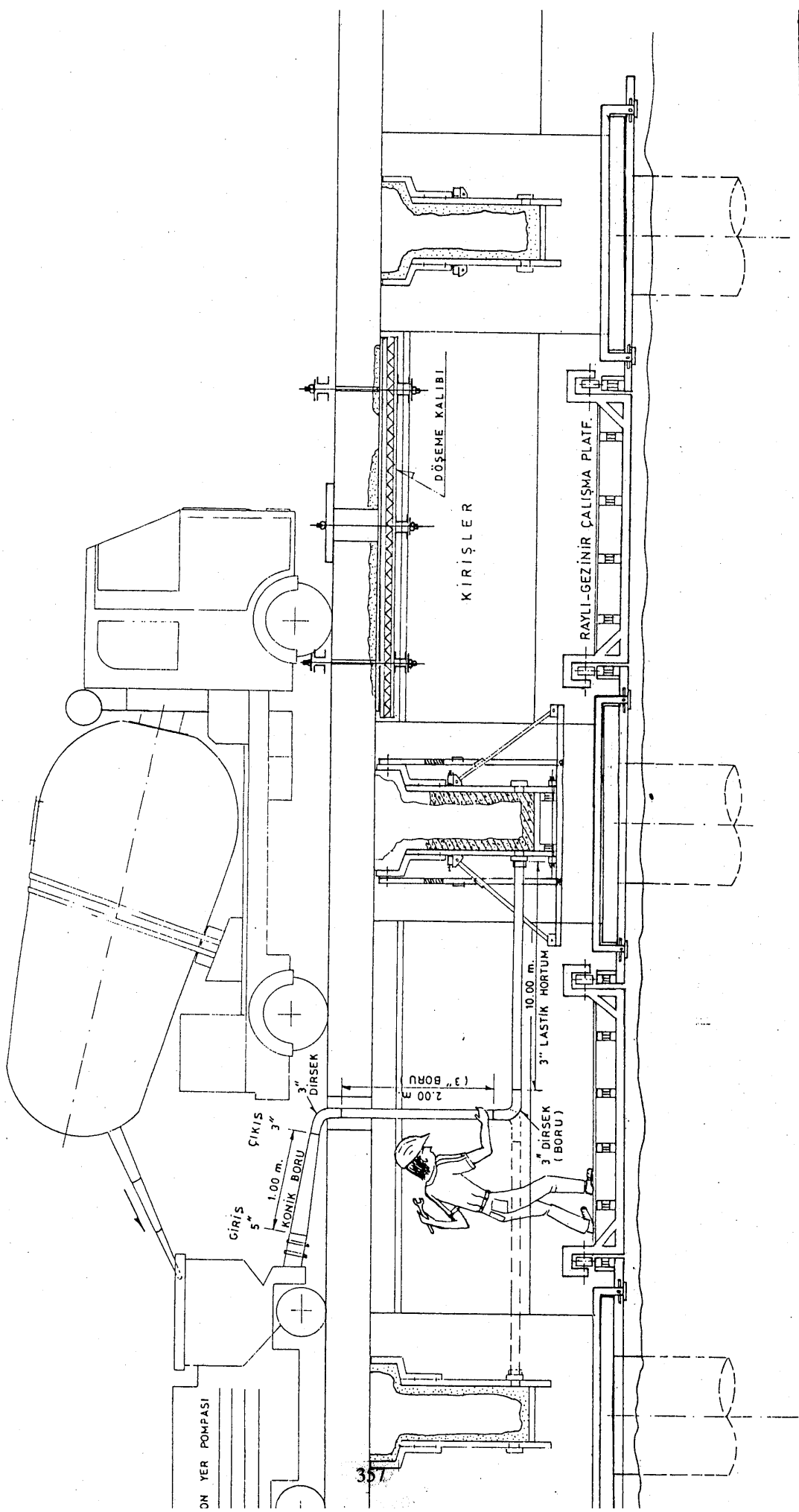
YÜRÜYEN ARABALAR

8000 8000 8000 8000

0.00

356

ŞEKİL 10 KALIP TAŞIYICI SİSTEMİ



ŞEKİL 11: PLATFORMLAR, KALİPLER VE BETONLAMA



STFA INSAAT A.S.

PROJE : MIT

DONEM : NİSAN ' 1996

MEVCUT MAKİNA VE TECHİZAT LİSTESİ

TANIMI	AD.
ARBAU BATCHING PLANT (50 m ³ /h)	1
CİMENTO SİLOSU	1
HİDROFOR	1
BETON POMPASI	1
HIAB 12 TN.	1
AUTOCAR	1
KAYNAK MAKİNASI	8
ATLAS COPCO XA 125	1
BOSH, KIRICI, DELİCİ TABANCA	17
KOMPRESOR TABANCASI	2
SU TANKI (60 Ton)	1
BİNEK, SAHİN	1
BİNEK, RENAULT	2
MUTFAK VE YEMEKHANE	1
PROFİL KESME MAKİNASI	1
KUMLAMA MAKİNASI	1
DEMİR KESME MAKİNASI	1
DEMİR BUKME MAKİNASI	1
ASFALT KESME MAKİNASI	1
SHOTCRETE TAKIMI	1
MOBİL AYDINLATMA	1
PLANYA	1
SERİT TESTERE (AGAC) 400 mm	1
DAİRE TESTERE (AGAC) 400 mm	1
PORTAL VİNC 8 TON	1
TASLAMA TAŞI	1
BETONİYER	1
BETON KOVASI	2
SUTUNLU MATKAP	1

edilmiştir. Taşıyıcı platformun dalgalı havalarda askıya alınarak rıhtım altında yükseltilmesi de orjinal bir uygulamadır.

9 takım kiriş kalıbı, 18 adet mobil platform, yeterli miktarda tabliye taban kalıbı ve iskelesi, yeterli miktarda başlık betonu kalıbı kullanılmıştır. 10 adet havalı satıh vibratörü mevcuttur. Makina ve teçhizat listesi 23. sayfada verilmiştir.

Prensip olarak platform sistemi, pile cap'lere kuşaklama yapılarak elde edilen mesnetler üzerindedir. Bu kuşaklamalar ray sistemini taşımaktadır. Beton kırma, demir, kum raspaşı işlemleri bu platform üzerinde gerçekleştirilmiştir. 18 adet platform bu faaliyetlerin aynı anda ve birbirini engellemeden gerçekleştirilmesini sağlamıştır. Havalandırma için tabliyede delikler açılmış, kırmada ortaya çıkan toz, kum raspaşı tozu, kaynak gazları ve boya kimyasal buharları, özel bir borulama sistemi ve aspiratörler vasıtası ile rıhtım üzerine alınarak havalandırma sağlanmıştır.

4.3. Kullanılan Kimyasal Maddeler

1. **FOSROC – LOKSET P40** : Demir filizlerini betona ankre etmek için önceden delinen deliklere tatbik edilen non-shrink yüksek mukavemetli harç.
2. **GRACE DCI** : Temizlenmiş demirlere sürülen koruyucu boya. Korozyon inhibitörü ile yapılan çimento şerbeti.
3. **GRACE 190 HC** : Beton akışkanlaştırıcı.
4. **GRACE DCI** : Betona katılan korozyon inhibitörü.
5. **GRACE DAREX AEA** : Betona katılan hava sürükleyici.
6. **FOSROC NİTOBOND SBR** : Tamir harcı katkısı. Polimer esaslı, küçük tamirler için.

4.4. Şartnameler

Bulk Berth Rehabilitasyonunda yeni şartnameler kullanılmıştır.

- ACI 318 M – 89 : 50 mm. paspayı (19 mm.den büyük demirlerde)
NAV FAC 1988 : 76.7 mm. paspayı (tuzlu suda kalıcı demir için)
EAU 1980 : Min. paspayı 40 mm. (W/C ratio = 0.5)
EAU 1985 : Min. paspayı 50 mm.
ACI 1984 : Min. paspayı 75 mm.
ACI 1999 : Min. paspayı 75 mm.
AASHTO : Min. paspayı 100 mm. (W/C ratio = 0.4)
130 mm. (W/C ratio = 0.45)
BS 882 1983 : Kum, agrega, + BS 1197 (1976)
BS 3148, 5328 : Su ve mixteki toplam sülfat
BS 12 : Normal Portland Çimentosu
BS 4449 : Demir

4.5 İş Programı

Mayıs 1995 te başlayan Rehabilitasyon işleri Ağustos 1996 da tamamlanmıştır İlk üç ayda metod seçimi, dizayn, malzeme seçimi / temini ve mobilizasyon aktiviteleri gerçekleştirilmiştir. Ağustos 1995 te başlayan Şantiye faaliyetleri bir yıl sürmüştür.

4.6 Personel

Rehabilitasyon işinde, 3 mühendis başta olmak üzere 3 formen ile birlikte toplam ortalama 80 kişi çalışmıştır. Bunların 35'i düz işçi, 35'i de kalifiye elemandır. Geriye kalan yaklaşık 10 kişi de indirekt personeldir. Düz işçiler ve ustaların bir kısmını Mısır'lı işçiler oluşturmuştur.

5. REHABİLİTASYON MALİYETİ

Çimento, agrega, demir – çelik, su, elektrik, telefon, yatacak yer, servis, petrol, yağ, vs. gibi malzemeyi İdare temin etmiştir. STFA'nın toplam gideri 1,5 – 2 Milyon USD civarında olmuştur.

6. SONUÇ

Libya Misurata Demir Çelik Fabrikası Rıhtımı başarı ile rehabilite edilmiştir. Bu çalışma Türk Kıyı Mühendisliğinin uluslararası başarılarından biridir. Bildirinin yazarı, hem rıhtımın yapımında çalışmış, hem de rehabilitasyonunun her safhasında; keşif, tesbit, araştırma, metot seçimi, malzeme seçimi, İdare/Müşavir ilişkileri, şantiye kuruluşu, şantiye personeli seçimi, kalıp-platform, vs. dizayn, imalat, kullanımı ve nihayet imalatın yapılması safhalarında işin başında ve proje müdürü olarak görev yapmıştır.

Sezai TÜRKEŞ Feyzi AKKAYA Firması Libya'daki saygınlığına paralel olarak bu rehabilitasyonun tatbikatı için herhangi bir bedel almamıştır. Amaç rıhtım ömrünün en az 10 yıl uzatılmasıdır. Aradan geçen 5 yıl da herhangi bir olumsuzluk tesbit edilmemiştir.

STFA'nın Bulk Berth'te beton bozulmaları ile ilgili herhangi bir yükümlülüğü söz konusu değildir. Bu bildiri de açıklanan sebeplerle bozulmanın kaçınılmaz olduğu İşveren ve Müşavirce de kabul edilmiştir. Ayrıca, rehabilitasyona başlamadan önce 10 yıllık garanti süresi de dolmuştur. Libya'da Bingazi ve Brega'daki petrol kompleksleri rıhtımları için, daha yeni tesisler olmalarına rağmen, beton bozulmaları dolayısı ile yıkım ve yeniden yapım yoluna girilmiştir.

Misurata Bulk Berth rehabilitasyonu başarılı olmuştur ve İdare memnuniyetini belirterek STFA'ya sonraki yıllarda Limanla ilgili yeni işler vermiştir.

Bulk Berth rehabilitasyonu Sayın Prof. Ali Rıza GÜNBAK önderliğinde gerçekleşmiştir. Kendisinin konuya hakimiyeti ve uluslararası alanda bilimsel ağırlığı İşveren, Müşavir ve diğer ilgililer nezdinde STFA'nın itibarını daha da yükseltmiştir. Sayın Dr. İlkin BALTA ve Sayın Osman MÜYESSER'nin katkıları çok önemlidir. Sayın Prof. Engin ÇİTİPİTİOĞLU konunun bilimsel tarafını mükemmelen tamamlamıştır ve İdare/Müşavir ile görüşmelerde en önemli yeri doldurmuştur. Kendisini rahmetle anıyoruz.

Bir Kıyı Mühendisi olarak ilk yapımında da çalıştığım bir kıyı yapısının rehabilitasyonunu da her yönüyle yaparak yeni bir tecrübe kazanmak bir ayrıcalıktır. Burada bu önemli mesleki deneyimi sizin gibi güzide bir topluluğa aktarmak benim için ayrıca bir zevk ve onur kaynağı oldu.

Saygılarımla.

REHABILITATION OF A BERTH

BULK BERTH OF MISURATA STEEL COMPLEX PORT

H. FEHMI ÇAKMAK
Civil Engineer MSc.

ABSTRACT

Cracks and spillings on the concrete surfaces of the Bulk Berth of Steel Complex Port in Misurata-LIBYA, where iron ore is unloaded from max 150,000 DWT ships by a "crane-unloader", have been observed. Accordingly, a rehabilitation program has been taken into process on the load carrying beams of this berth.

The concrete quality of this berth, which has been constructed by STFA Construction Co. between 1982 – 1984 and commenced service in 1985, has been classified as "high quality" numerous times. However, the inexistence of the east breakwater and the splash due to slope protection bund under the berth, which is covered by 3-5 t rocks, caused continuous wetting and drying cycles on the concrete surfaces. Since the salt concentration is extremely high in this area of Mediterranean Sea, chlorine ions reached to the steel in the concrete due to continuous wetting of the concrete thus causing cracks and spillings on the surface of the concrete structure.

It is known that this berth has been designed by European Designers in the late 70's. Some new criteria brought up after the 80's, which are "requirement" today, have not been taken into account at the design of this project.

The Consultant has insisted for the use of sulfate resistant cement, where blast furnace slag-cement is proposed by STFA.

The Bulk Berth of Misurata Steel Complex Port has been rehabilitated by STFA Construction Co. by using special techniques and the service life has been improved.

