

İSTANBUL İÇİN TAHMİN EDİLEN DEPREM SENARYOSUNUN HAYDARPAŞA LİMANI ÜZERİNDEKİ OLASI ETKİLERİ

ÖZMEN Haluk İbrahim¹

YÜKSEL Yalçın²

ÇEVİK Esin³

ÖZGÜVEN Oya⁴

¹Dr. Mühendis Ulaştırma Bak. DLH İnşaatı 4. Böl. Müd.

²Prof. Dr YTÜ İnşaat Fak. İnşaat Müh. Böl.

³Yrd. Doç. Dr. YTÜ İnşaat Fak. İnşaat Müh. Böl.

⁴Jeoloji Mühendisi Ulaştırma Bak. DLH İnşaatı . 4.Böl.Müd.

ÖZET

Marmara denizinde olması beklenen ve İstanbul'u yoğun bir şekilde etkileyeceği tahmin edilen muhtemel bir deprem sonrasında, stratejik tesisler olan ulaşım sistemleri yoğun olarak hizmet verecektir. Deniz ulaşımından bu dönemde yoğun olarak yararlanılacak olup Haydarpaşa Limanı İstanbul'un merkezinde yer alması nedeniyle bu

faaliyetin en fazla gerçekleştirildiği tesis olacaktır. Bu çalışmada Haydarpaşa Limanının mevcut yapısının yapım ve projelendirme kriterleri dikkate alınarak muhtemel bir depremden ne şekilde etkileneceği benzer örneklerinden yararlanılarak ortaya konmuş ve deprem sonrasında kesintisiz hizmet vermesi için şimdiden ne gibi önlemler alınması gerektiği belirlenmiştir.

1.GİRİŞ

17 Ağustos 1999 tarihinde meydana gelen Marmara Depremi sonrasında İzmit körfezinin güney ve kuzey sahillerinde mevcut birçok kıyı tesisi çeşitli derecelerde hasar görmüş ve bazıları da tamamen işletme dışı kalmıştır. Bu durum sonucunda bu tesislerin deniz ticaretine yaptıkları katkıların olumsuz bir şekilde etkilenecek, gerilemesi durumu ile karşı karşıya kalınmıştır.

Stratejik öneme sahip olmaları nedeniyle, doğal afetlerde yoğun olarak kullanılacak ulaştırma alt yapı tesislerinin fonksiyonlarını sürdürebilecek şekilde planlanmış ve inşa edilmiş olmaları önemli bir husustur.

Gelecekte Marmara denizinde olması muhtemel yeni bir depremde İstanbul il sınırları içinde yer alan kıyı tesislerinin, kara ulaşımı alt yapı tesislerinin yoğun bir şekilde hasar görebileceği düşünüldüğünde ne kadar stratejik bir konumda bulundukları anlaşılabilmektedir.

Bu doğrultuda özellikle Haydarpaşa Limanının muhtemel yeni bir depremi en az hasarla atlatması için gerekli araştırma ve iyileştirme çalışmalarının öncelikle ele alınması önem kazanmaktadır.

Haydarpaşa Limanı, Trakya ve Anadolu'da hinterlandı olan yegane ithalat ve ihracat limanımızdır. Bu çalışmada stratejik bir alt yapıya sahip olan bu tesisin halihazırdaki ve gelecekte göreceği işlev göz önünde bulundurularak; Marmara denizinde gelecekte gerçekleşme olasılığı yüksek olan büyük bir depremden sonra, ne şekilde etkilenebileceği ve rehabilitasyonu için gereken mali portrenin ne olacağı; proje, inşa ve

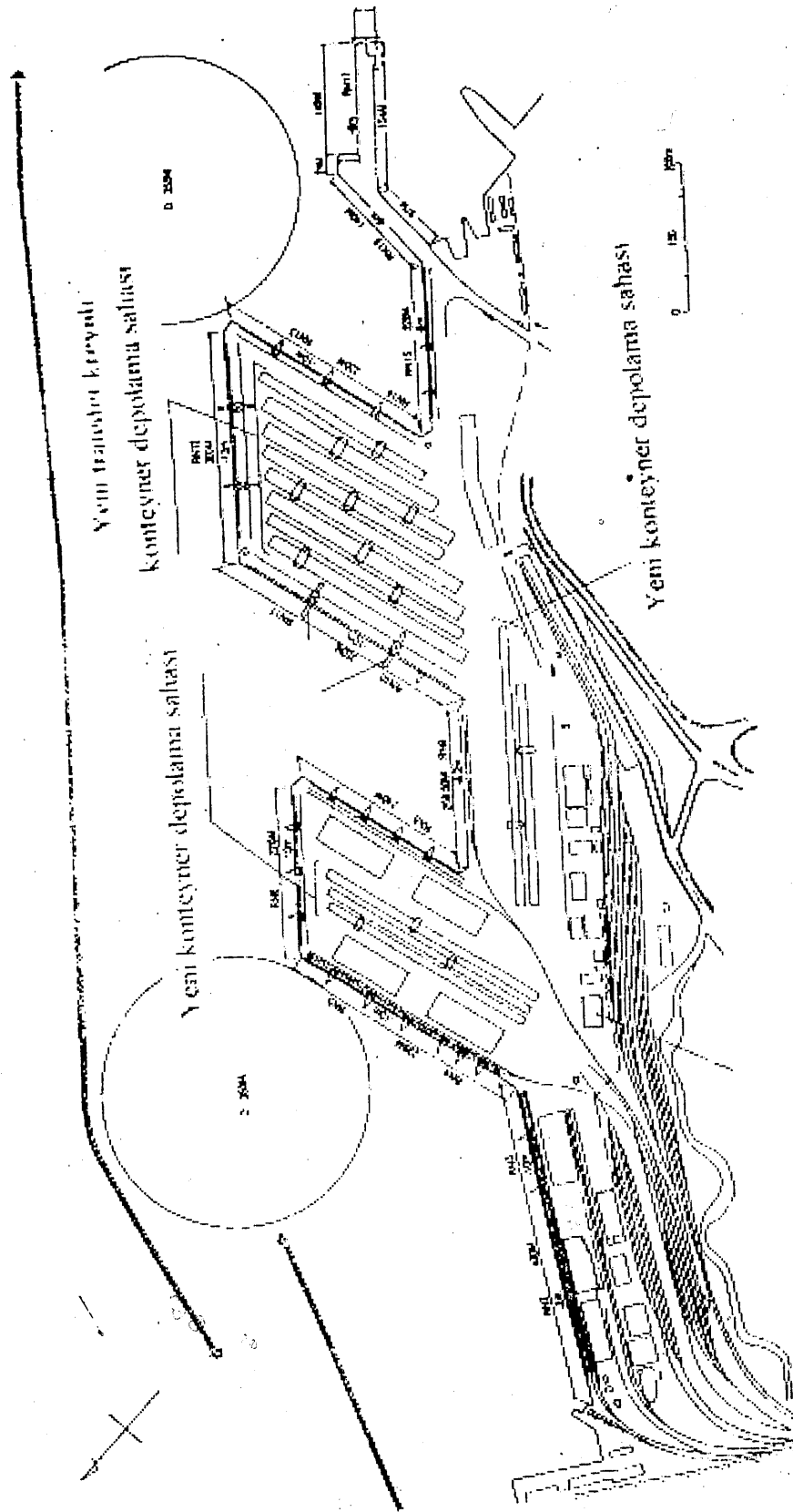
işletme koşulları dikkate alınarak tahmin edilmiş ve ileriye yönelik alınması gereken önlemler belirlenmiştir.

2. HAYDARPAŞA LİMANI

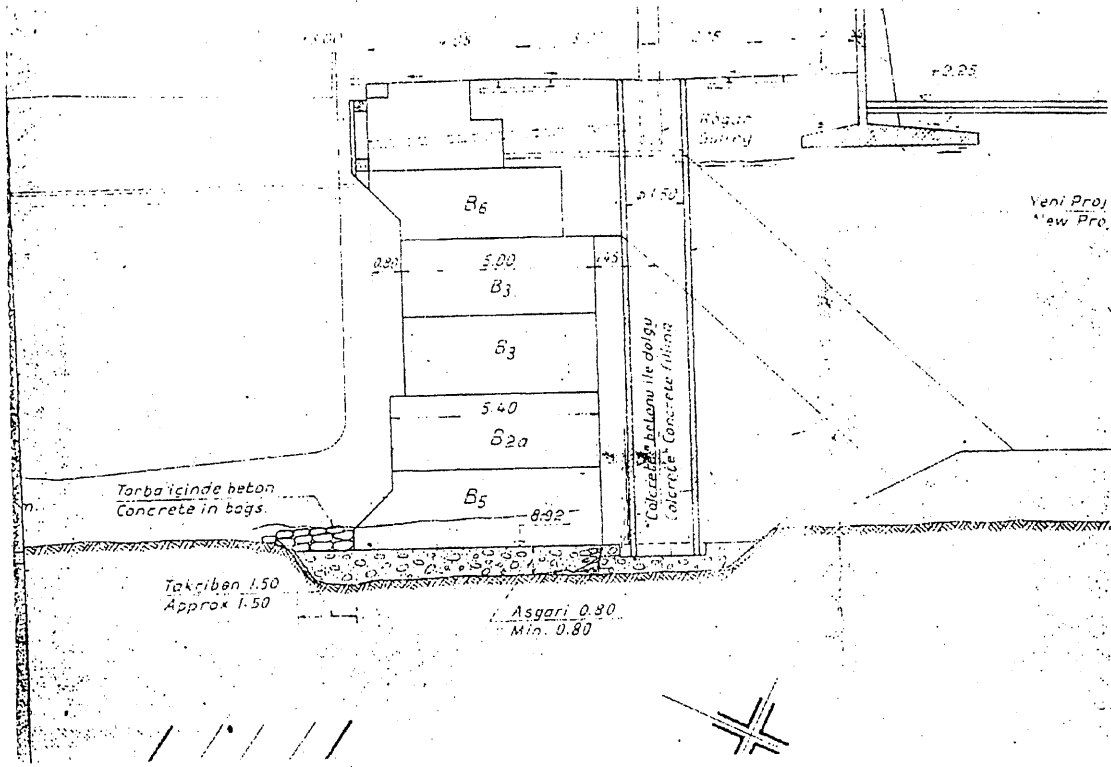
1965 yılından itibaren yapımına başlanılan Haydarpaşa Limanındaki yenileme çalışmaları son olarak 1995 yılında tamamlanarak proje şimdiki haline getirilmiştir. Liman iki ayrı bölümde inşa edilmiştir. Bunlardan birincisi 1965-1975 yılları arasında tamamlanarak hizmete giren hububat rıhtımı ve parça eşya rıhtımı diğeri ise 1978-1995 yılları arasında inşa edilen konteyner ve feribot yanaşma yerleri ile Ro-Ro iskelesi ve kapak atma rampasıdır.

şekil 1'deki liman genel vaziyet planından görülen ve 1. bölümü oluşturan 2 ve 9 numaralı rıhtımlar arasında kalan kısımlar değişik derinliklerde beton bloklularak inşa edilmişlerdir (şekil 2)

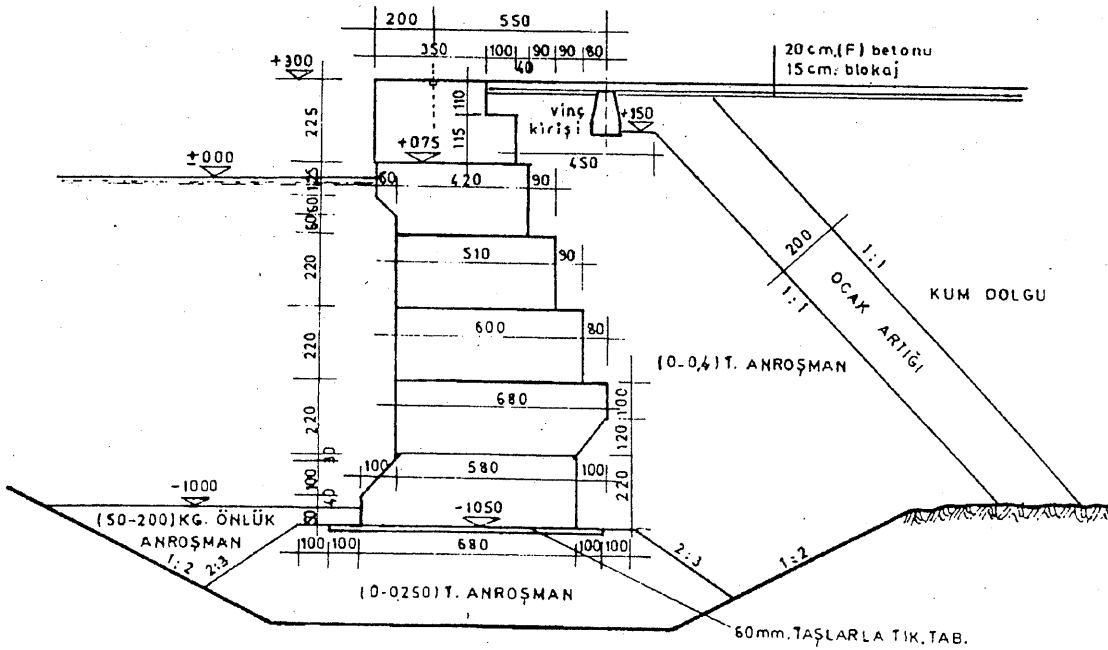
Konteyner rıhtımları (10-14 nolu) ve dökme yük rıhtımı da (15 nolu) eşitli derinliklerde beton blok tipinde inşa edilmişlerdir (şekil 3 ve şekil 4). 17 ve 18 nolu rıhtımlar dolu gövdeli olarak beton bloklularak inşa edilmiş olup 17 nolu kesim, dış tarafına elik boru kazıklar üzerinde teşkil edilmiş Ro-Ro kapak atma rampası ve yanaşma iskelesi inşa edilerek yenilenmiştir.



Şekil 1 Haydarpaşa limanı genel vaziyet planı



Şekil 2 Parça eşya rıhtımı -8,00 m'lik bloklu rıhtım kesiti



Şekil 3 Konteyner molü -10,00 m'lik bloklu rıhtım kesiti

2.1. Haydarpaşa Limanının Mevcut Yapısı İle İlgili Değerlendirmeler

Gerek parça eşya rıhtımı ve gerekse konteyner rıhtım yapıları birbirinin benzeridir. Ancak parça eşya rıhtımında ve konteyner rıhtımında öneminin vurgulanması gereken iki ana unsur bulunmaktadır. Bunlar sırası ile;

1. Rıhtım gerisinde kullanılan dolgunun niteliği,
2. Rıhtım vinçlerinin hareket ettiği yürüme yollarının(vinç kirişlerinin) dizayn ve inşaa şekli.

Parça eşya molünde rıhtım gerisinde kullanılan dolgunun niteliği konusunda bilgi verecek yeterli doküman elde edilememiştir. Ancak rıhtım vinçlerinin kara tarafındaki ayaklarının üzerinde hareket ettiği kirişlerin dizaynı, elastik zemine oturan sürekli temel gibi hesaplanarak yapılmıştır.

Konteyner rıhtımının bulunduğu alanın büyük bir kesiminin dolgusunda ise liman sahası olarak planlanan alanın taranması neticesinde çıkarılan kum kullanılmıştır. Bu durum Şekil 3 ve 4 de uygulama kesitlerinde de görülmektedir. 11 ve 12 nolu rıhtım üzerinde yer alan ve uygulama kesitlerinde sürekli temel şeklinde inşa edildiği görülen konteyner vinç kirişleri 90'lı yıllarda yaşanan çeşitli olumsuzluklar nedeniyle kırılarak kaldırılmış ve çelik boru kazıklar üzerinde yeniden inşa edilmişlerdir. 13 numaralı rıhtım üzerinde bulunan vinçler ise sürekli temel gibi dizayn edilmiş ve inşa edilmiş kirişler üzerinde hareket etmektedirler.

3. MARMARA DEPREMİNDE BENZER TESİSLERDE OLUŞAN HASAR TIPLERİ

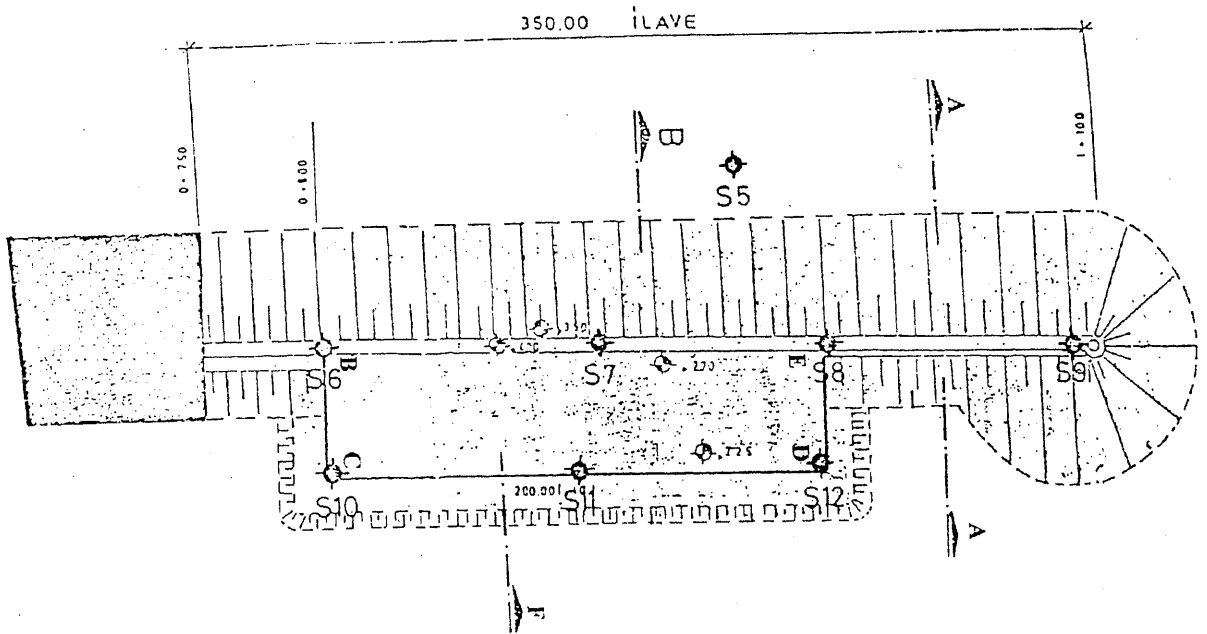
3.1. Tuzla tersanesi limanı

Tuzla Tersanesi limanı (Şekil 6) ana dalgakıranı içinde yer alan -10,00 m. derinlikli rıhtımlar ağırlık tipi beton bloklu rıhtım olarak inşa edilmiştir (Şekil 7). Rıhtım arkasında 200x50 m boyutlarında geri saha bulunmaktadır. Bu sahanın oluşturulmasında

ve rıhtım arkasında kullanılan malzeme (0-0,4)ton kategorik malzeme ve KAT özellikli malzemedir.

Marmara depreminde bu tesiste meydana gelen tipik hasarlar aşağıda sıralanmıştır.

1. Rıhtım hattında kronman duvarı ile geri saha arasında 10-35 cm'lik açılmalar meydana gelmiştir.
2. Rıhtım kronmanı ile geri saha arasında ki açılmalar nedeniyle vinç rayları arasındaki standart aks aralığı orijinal ölçüsünü yitirmiştir.
3. Rıhtım geri sahasında orijinal kotuna göre ortalama 20 cm mertebesinde oturmalar oluşmuştur (Resim 1).
4. Geri sahadaki farklı oturmalar nedeniyle beton saha kaplamasında rıhtım hattına paralel kırılma ve çatlamlar meydana gelmiştir (Resim 2).
5. Su altında yapılan tetkiklerden bazı rıhtım bloklarının orijinal konumlarına göre 20 cm ye varan şekilde denize doğru kaydıkları gözlenmiştir.
6. Rıhtım köşelerindeki blokların kenetlenme şekilleri nedeniyle birbirlerini aşırı zorlaması sonucunda kronman duvarının bu kesimlerde kırılma ve çatlamasına yol açmıştır.



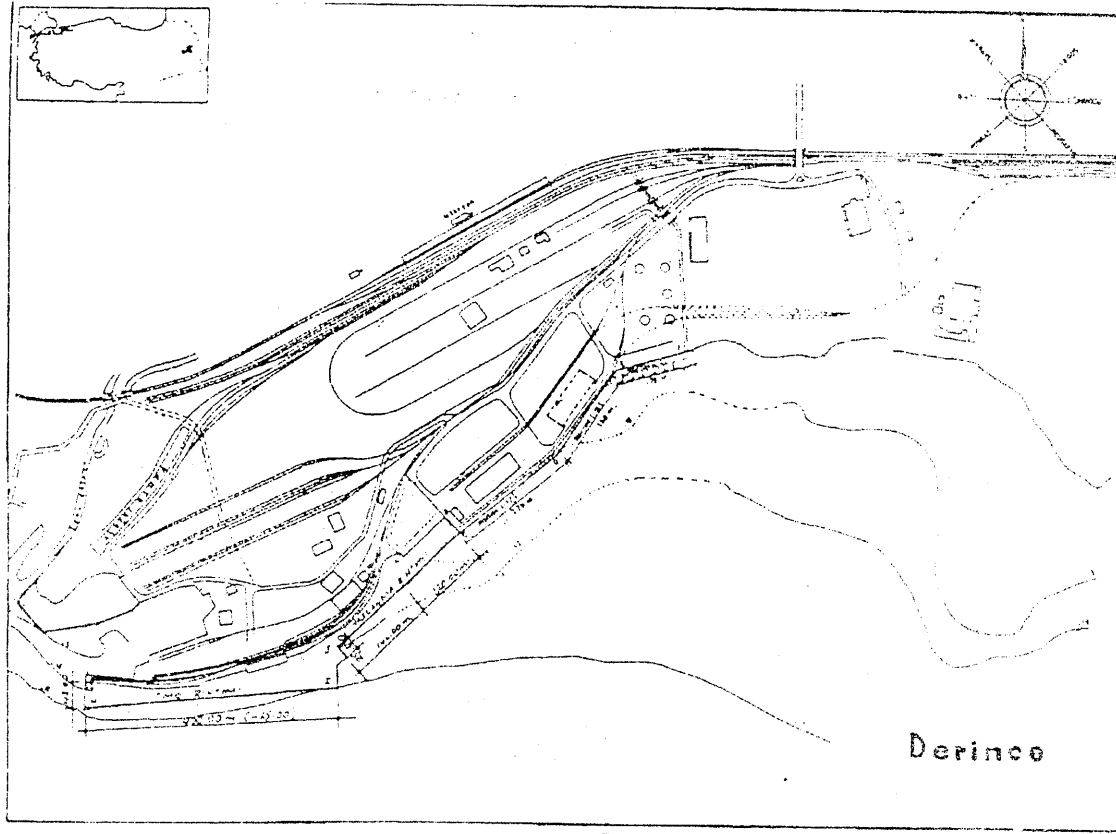
Şekil 6 Tuzla tersane limanı ana mendirek ve rıhtımı



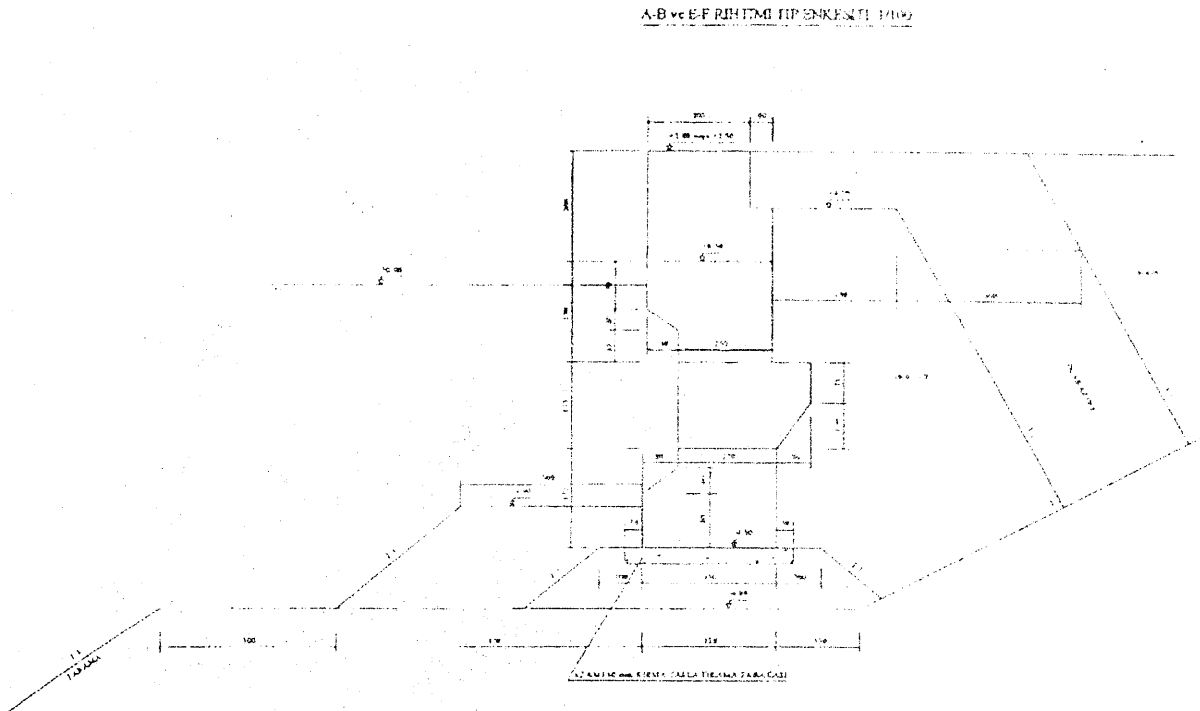
Resim 2 Rıhtım arkası saha kaplamasında oluşan kırılma ve çatlaklar

3.2. Derince Limanı

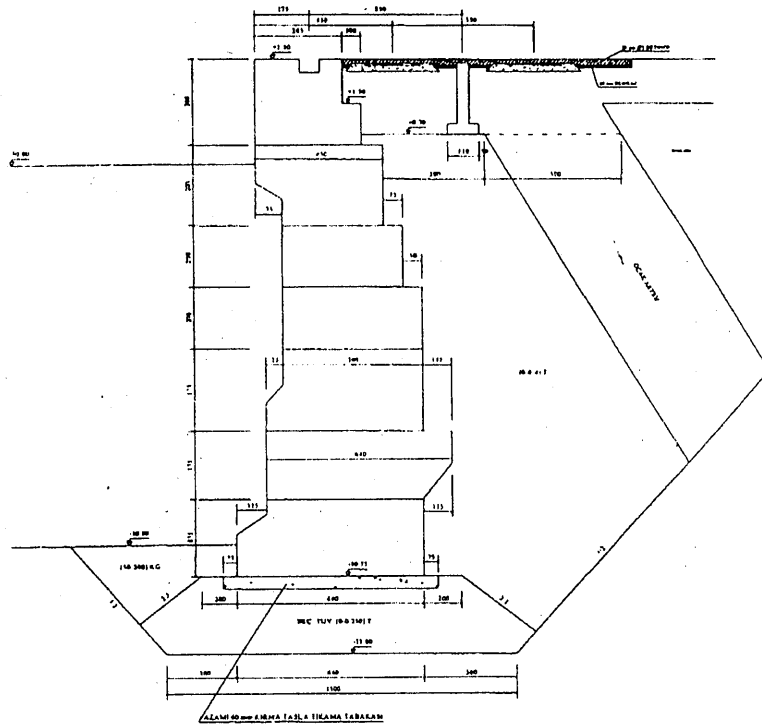
Derince limanı sahasında bulunan yanaşma tesislerini yapısal olarak iki ayrı grupta değerlendirmek gerekir (Şekil 8). Bunlardan birinci grubu beton bloklı rıhtımlar teşkil etmekte olup (-4,00)m, (-10,00)m ve (-12,00) m derinlikli olarak inşa edilmişlerdir (Şekil 9, Şekil 10, Şekil 11). İkinci grup yapıları ise, 1980 yılından sonra inşa edilen çelik kazıklı rıhtım tipinde yapılar teşkil etmektedir (Şekil 12, Şekil 13).



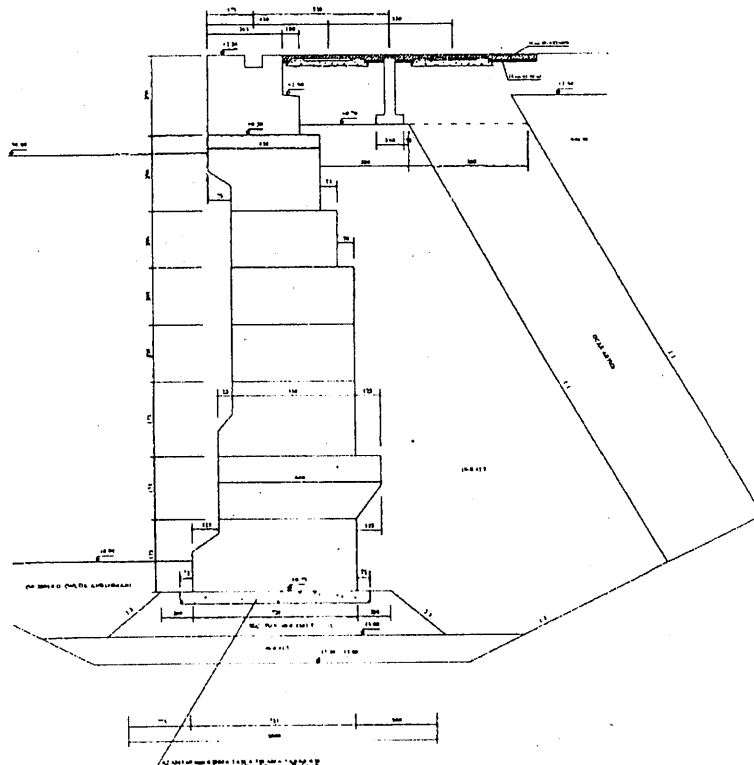
Şekil 8 Derince limanı genel yerleşim planı



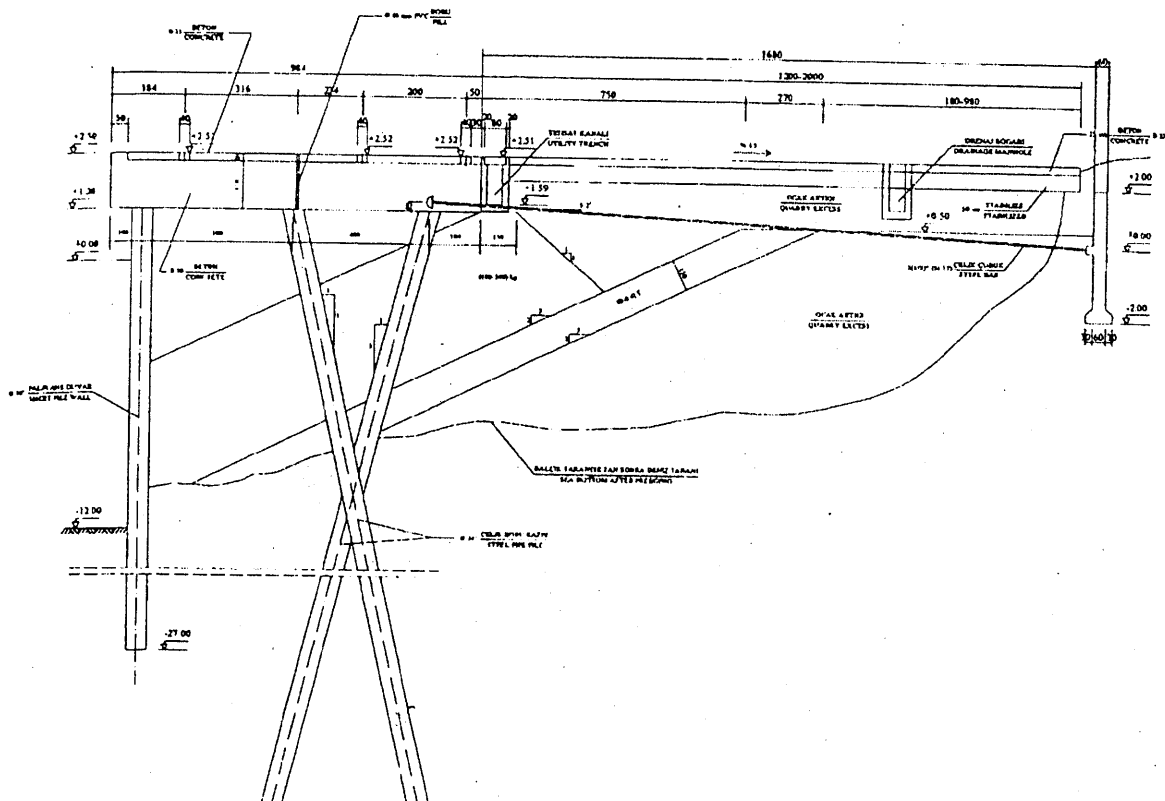
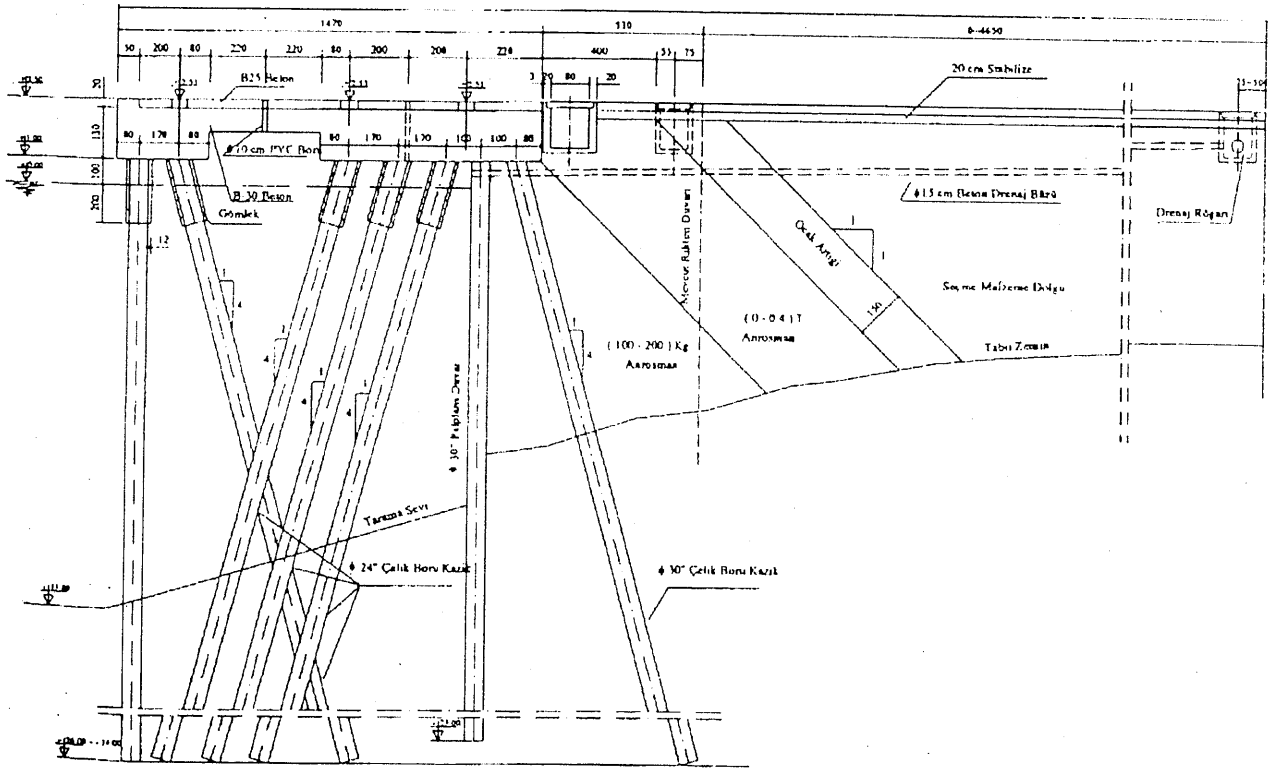
Şekil 9 4.00 m'lik bloklu rıhtım kesiti



Şekil 10 -10,00 m'lik rıhtım kesiti



Şekil 11 12,00 m'lik bloklu rıhtım kesiti



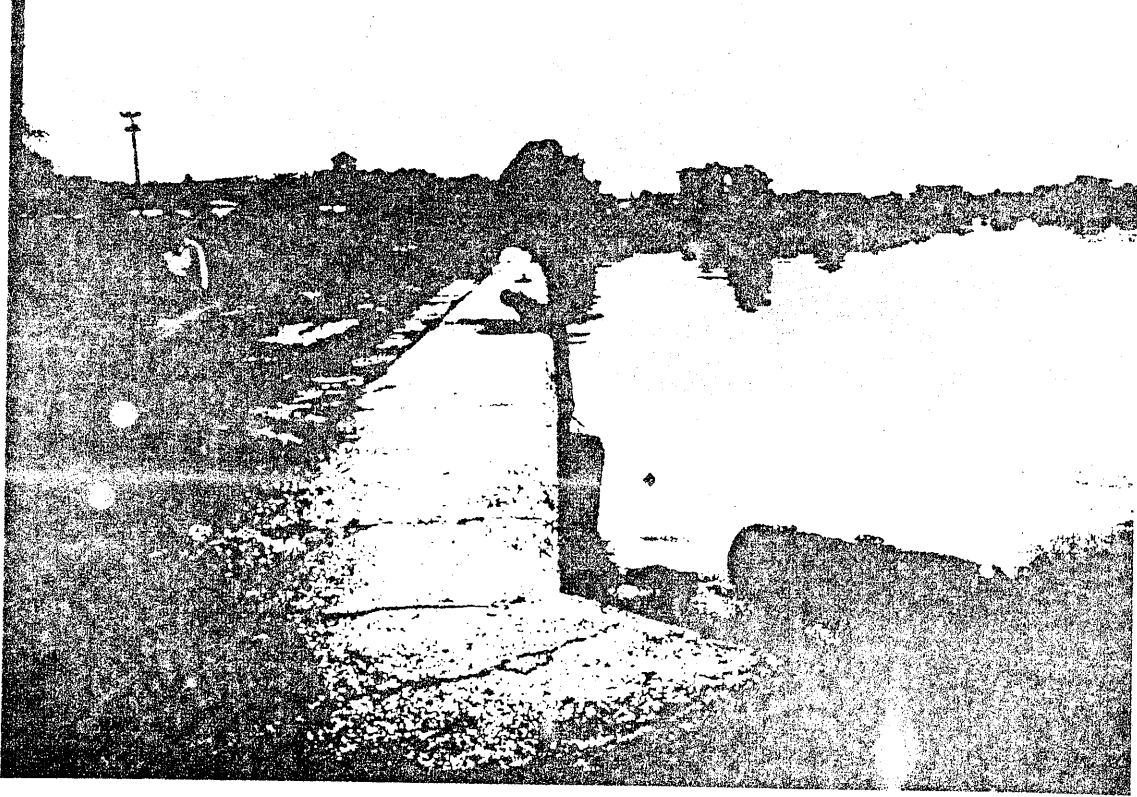
Değişik derinliklerde ve boylarda inşa edilen beton bloklü rıhtımlar arkasında geniş bir alan mevcuttur. Bu sahanın oluşturulması sırasında rıhtım arkasında 0-0,4 ton ve ocak artığı malzeme ile filtre oluşturulmuş ve sahanın kalan kesimleri dere ağzından taranan çakılı kum basılmak suretiyle doldurulmuştur. Bloklü rıhtımların gerisinde yer alan saha üzerinde transit ambarlar bulunmaktadır.

Büyük bir bölümü TMO tarafından inşa edilen ikinci bölüm iskele ve Ro-Ro yaslanma rıhtımları çelik boru kazıklar üzerinde inşa edilmiş olup iskele arkası dolgu alanları çelik boru kazıkla teşkil edilen palplanş duvarı ile tutulmuştur.

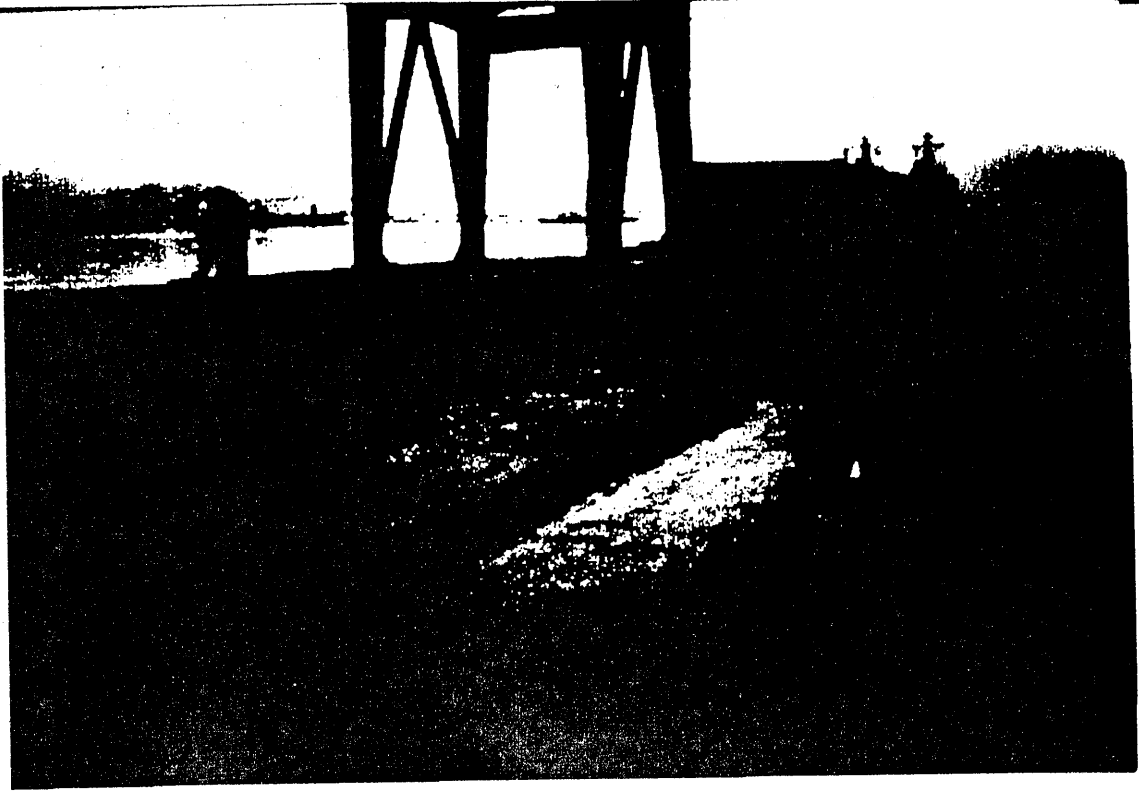
Marmara depreminde Derince limanında meydana gelen tipik hasarlar aşağıda sıralanmıştır.

1. -4,00 m derinlikli beton bloklü rıhtım arkasındaki sahada rıhtım hattına paralel yarık ve çatlaklar oluşmuş rıhtım hattı orta kesimlerinde denize doğru yatay olarak deplasman yapmıştır (Resim 3).
2. -10,00 m'lik rıhtım arkasındaki dolgu alanında rıhtım üst kotuna göre 70cm ye varan şekilde düşey deformasyonlar meydana gelmiştir (Resim 4).
3. Bu durum nedeniyle rıhtım üzerindeki vinç ray aralıkları orijinal ölçülerini yitirmiş olup vinçlerin deniz tarafındaki ayakları raylardan çıkmıştır. Bu nedenden ötürü 12,00 m'lik rıhtım arkasındaki vinçlerden birisi devrilmiştir (Resim 5).
4. -10,00 m'lik rıhtım doğrultusu boyunca denize tarafına doğru deplasman yapmıştır. Bu deplasman neticesinde rıhtım kronmanı ile geri saha kaplaması arasında 50 cm ye varan açılmalar oluşmuştur (Resim 6).
5. -12,00 m derinlikli rıhtım hatında herhangi bir olumsuzluk görülmemiştir.
6. -10,00 m ve -12,00 m'lik rıhtım gerisinde yer alan transit ambarlar hasar görerek kullanılamaz hale gelmiştir.
7. -10,00 ve -12,00 m'lik rıhtım hattı gerisinde dolgu malzemesi olarak kumlu malzeme kullanılması nedeniyle sıvılaşma meydana geldiğini kanıtlayan görüntüler mevcuttur (Resim 7).
8. TMO tarafından inşa ettirilen yanaşma rıhtımı, Ro-Ro kapak atma rampası ve yaslanma rıhtımlarında genel olarak işletmeyi engelleyici derecede herhangi bir olumsuzluk görülmemiştir.

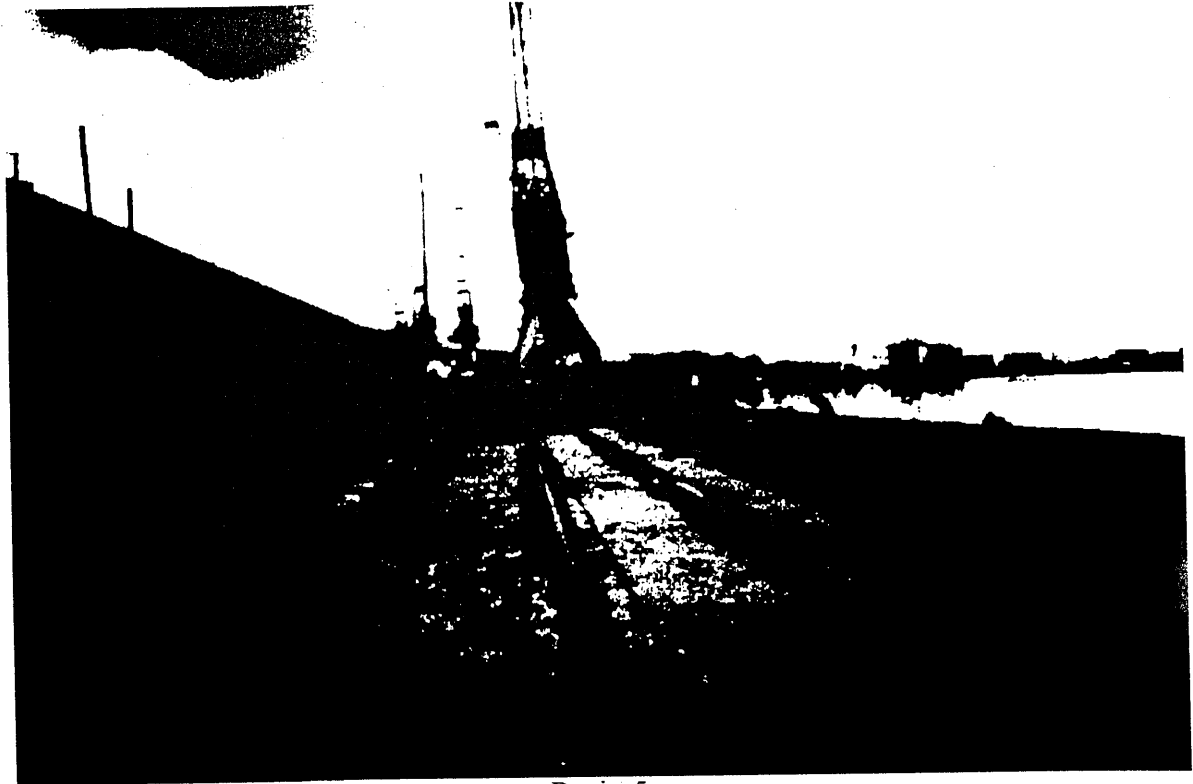
9. Yanaşma rıhtımı üzerinde çalışan ve tahıl yükleme boşaltılmasında kullanılan vinçlerin deniz tarafındaki ayakları; yatay deformasyonlar sonucu ray aksları arasında oluşan 1-2 cm mertebesindeki sapmalar nedeniyle raydan çıkararak işletme dışı kalmışlardır. İskele ve rıhtımların su seviyeleri altında kalan kesimlerinde yapılan su altı tetkikleri neticesinde kayda değer hasar ve olumsuzluk görülmemiştir.



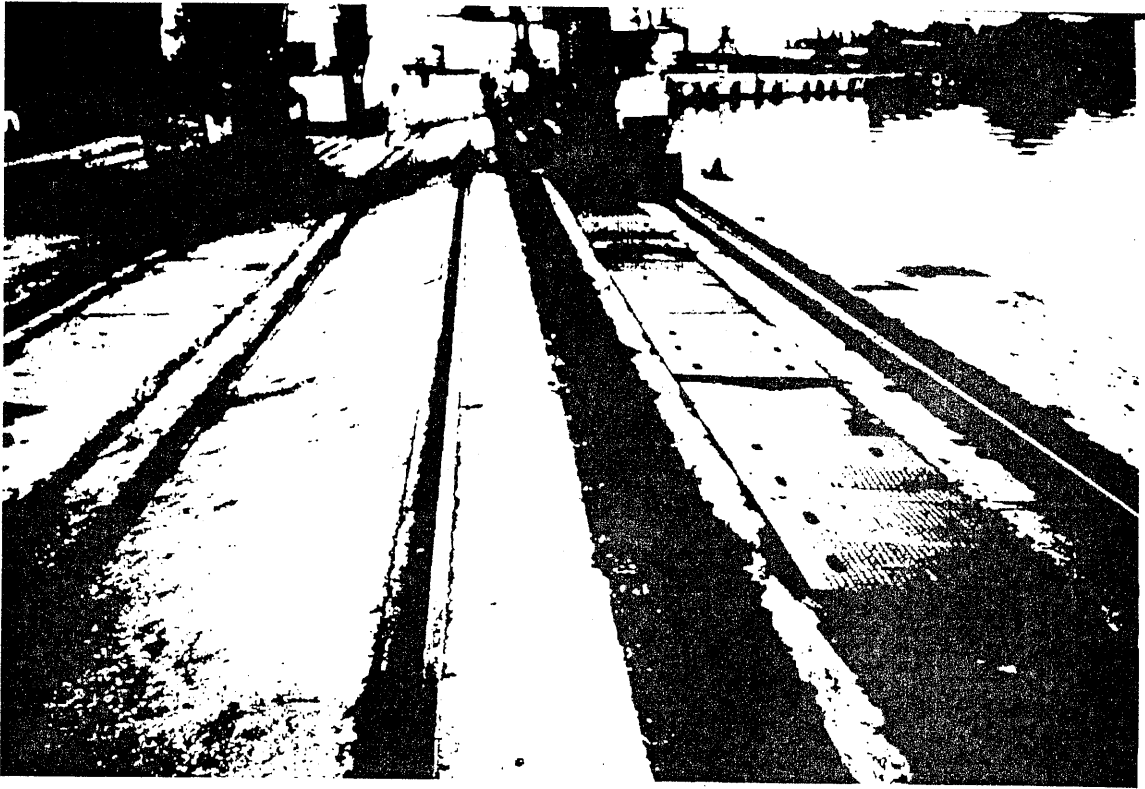
Resim 3 –4,00 m’lik rıhtım arkası sahada oluşan kırımlar



Resim 4 Rıhtım geri sahasında oluşan düşey deformasyonlar



Resim5



Resim 6



Resim 7

4. MARMARA DENİZİ ORİJİNLİ OLASI YENİ BİR DEPREMDE HAYDARPAŞA LİMANININ KARŞILAŞABİLECEĞİ OLUMSUZLUKLAR

Haydarpaşa limanının mevcut alt yapısının karakteri ile benzer özelliğe sahip Tuzla ve Derince limanlarında 17 Ağustos 1999 tarihinde meydana gelen Doğu Marmara depreminde oluşan hasar tipleri ile Haydarpaşa limanının altyapısındaki risk faktörleri dikkate alınarak gelecekte olması muhtemel yeni bir depremde Haydarpaşa limanında beklenebilecek hasar tipleri ve nedenleri aşağıda sıralanmıştır.

1. Parça eşya ve özellikle konteyner terminali depolama sahalarında büyük ölçekli düşey deformasyonlar beklenmelidir. Bu ihtimali güçlendiren özellikle konteyner terminal sahasında kullanılan dolgu malzemesinin cinsi ve niteliğidir. Bu alanda kullanılan kum dolgunun sıvılaşma limitleri içinde kaldığı belirlenen Derince limanı rıhtım geri dolgu malzemesi ile benzerlik gösterdiği tespit edilmiştir. Ayrıca Marmara depreminden sonra Haydarpaşa limanında yapılan gözlemlerde tüm sahada önemsizde olsa küçük ölçekte düşey deformasyonlar gözlenmiştir.
2. Parça eşya ve konteyner terminal sahasında meydana gelebilecek düşey deformasyonlar sonucunda saha kaplamasında rıhtım hatlarına paralel çatlak ve yarılmalar ile kabarmalar beklenmelidir.
3. Saha kaplamasında meydana gelebilecek hasara paralel olarak gerek parça eşya ve gerekse konteyner terminali sahasında depremden sonra elektrik, su ve saha drenaj sisteminin tamamen hasar görerek devre dışı kalması beklenmelidir.
4. Parça eşya molü rıhtımlarında işletilmekte olan vinçlerin ayakları; deniz tarafında beton blokluk olarak inşa edilen rıhtım yapısına oturan raylar üzerinde, kara tarafındaki ayakları ise sürekli temel kirişi üzerine yerleştirilmiş olan raylar üzerinde hareket etmektedir. Deprem sırasında bu iki yapı farklı yatay davranış göstermesi ve sahada oluşacak düşey deformasyonlar nedeniyle kara ve deniz tarafındaki vinç rayları arasında kot farklılıkların oluşması ihtimal dahilindedir. Bu durumda ray aksları arasındaki orijinal açıklığın bozulması sonucunda vinç ayaklarının bazılarının raydan çıkabileceği bazı vinçlerin de devrilebileceği beklenmelidir.

5. Konteyner terminalinin 11 ve 12 nolu rıhtımlarında 2 şer adet olmak üzere 4 adet konteyner vinci çalıştırılmaktadır. Olası bir depremde vinçlerin yürüme yollarının oturduğu yapı farklılığı nedeniyle farklı yatay deplasmanların meydana gelebileceği düşünüldüğünde bazı vinçlerin, özellikle deniz tarafındaki ayaklarının ray aksından çıkabileceği düşünülmektedir. Ancak yürüme yollarının oturduğu alt yapının oturmalarına karşı performansının fazla olduğu düşünüldüğünde ray hatları arasında kot farkı oluşmayacağı ve vinçlerde devrilme gibi olumsuzluk meydana gelmeyeceği düşünülmektedir. Bununla birlikte vinç ayaklarının mafsallı birleşim noktalarında yer değiştirme farklarından oluşabilecek deformasyonlar beklenmelidir.
6. 15 ve 18 nolu rıhtımlar beton bloklularak inşa edilmiş olup bu rıhtımlar arkasında kalan sahalarda da terminal sahasında oluşması muhtemel düşey deformasyonlara benzer olumsuzluklar beklenebilir.
7. 17 numaralı rıhtıma bitişik inşa edilen Ro-Ro iskelesi ve kapak atma rampasında sistem seçimi ve inşa şekli dikkate alındığında olası bir depremde tesisi işletme dışı bırakabilecek nitelikte hasar beklenmemektedir.
8. Parça eşya terminali üzerinde bulunan transit ambarların, deprem sırasında gerek sahada deprem sırasında oluşabilecek düşey deformasyonlar ve gerekse niteliği konusunda bilgi sahibi olunamayan ancak sivilaşma limitleri içinde kalacak granülometriye sahip olabileceği düşünülen dolgu malzemesi nedeniyle meydana gelebilecek sivilaşma neticesinde hasar meydana gelebilme riskinin bulunduğu düşünülmektedir.
9. Deprem sırasında sivilaşma riski çok yüksek olan konteyner terminali sahası üzerinde yer alan trafo binalarının zarar görerek içindeki ekipmanları ile birlikte işletme dışı kalabileceği ihtimal dahilindedir.
10. Gerek parça eşya terminalindeki rıhtımlar ve gerekse konteyner terminali rıhtımlarında, rıhtım hatlarının birleşim noktalarında blok yerleştirilmesindeki özellik nedeniyle deprem sırasında blokların kendilerinin ve diğer blokları fazlaca etkilemeleri söz konusudur. Bu kesimlerde Tuzla Tersanesi limanı rıhtımlarında depremde sonra tespiti edilen hasarlara benzer olumsuzluklar meydana gelebileceği düşünülmektedir. Bunun neticesinde rıhtım üst yapısında kronman duvarı, vb elemanlarda kırılma ve çatlamlar oluşabilecektir. Marmara depreminden sonra Haydarpaşa Limanı İşletme Müdürlüğüne yaptırılan su altı çekimlerinde rıhtım köşelerinde yer alan beton blokların çok fazla hareketlendiği ve orijinal yerleştirme konumlarına göre küçük

ölçekte de olsa yer değiştirdikleri belirlenmiş olup bu tespit yukarıdaki ihtimalin gerçekleşme olasılığını güçlendirmektedir.

Muhtemel bir depremde tahmin edilen bu hasar durumları göz önüne alınarak Haydarpaşa limanı için minimum hasar maliyetleri Tablo 1’de belirtilmiştir.

Tablo 1. Haydarpaşa Limanında muhtemel hasar maliyetleri(*)

Depremde Hasar Görebileceği Tahmin Edilen Tesisler	Parça Eşya Terminali (\$)	Konteyner Terminali (\$)	Toplam (\$)
Drenaj tesisleri	65.000	95.000	160.000
Saha kaplama ve dolgu işleri	8.000.000	13.500.000	21.000.000
Su tesisatı	15.000	20.000	35.000
Elektrik tesisatı	230.000	350.000	580.000
Vinç kirişleri	810.000	270.000	1.080.000
Atölye,ambar ve sosyal tesisler(**)	1.150.000		1.150.000
TOPLAM			24x10 ⁶

(*) Bu maliyetlere teçhizat ve ekipmanlarda meydana gelebilecek zarar bedelleri dahil edilmemiştir.

(**) Liman içinde yer alan üst yapı tesislerinin herhangi bir muhtemel depremi onarılabilir nitelikte hasarlarla atlatacağı düşünülerek toplam inşa bedelinin %20 oranında onarım maliyetini ifade etmektedir. Ancak bu tesislerin daha büyük hasar görerek kullanılamaz hale gelmesi durumunda toplam maliyetin 4milyon ABD doları artarak 28 milyon dolara yükseleceği tahmin edilmiştir.

5. SONUÇLAR

1. Marmara denizinde İstanbul’u etkileyecek yeni bir depremin meydana gelmesi durumunda stratejik bir alt yapı tesisi olan Haydarpaşa limanının bundan etkileneceği ve hasar görerek işlevini yerine getiremeyecek duruma gelmesi ihtimal dahilindedir.
2. Muhtemel hasarların meydana gelmesinde en büyük etkenler, liman tesislerinin projelendirilmesi sırasında yanlış sistem seçimi ve inşa sırasında teknik şartname ve yönetmeliklere uyulmaması gösterilebilir.

3. Liman inşaatlarında yoğun olarak kullanılan çeşitli kategorilerde dolgu malzemeleri özelliklerinin teknik şartnamelerinde öngörülenlerden farklı olması sivilaşma yada aşırı düşey deformasyonların oluşmasında önemli etken olmaktadır.
4. Haydarpaşa limanı konteyner terminali rıhtım arkası dolgu alanında kullanılan kum dolgu malzemesi olası bir depremde liman için en büyük riski oluşturması beklenmektedir.
5. Haydarpaşa limanı için alt ve üst yapının inşa şekillerini de kapsayan bir envanter çalışması yapılarak risk grubu yapıların tespit edilmesi uygun olacaktır.
6. Risk taşıyan tesisler için iyileştirme çalışmalarının belirlenerek belirli bir program dahilinde uygulanması, olası bir depremde etkilenme riskini azaltacaktır.
7. Bu yapılar içinde en fazla önem arz edenler, dolgu alanları ile vinç kirişleri ve üst yapı tesisleridir.
8. Dolgu alanları ve vinç kirişleri için farklı iyileştirme metotları içinde uygulama kolaylığı, güvenlik ve ekonomi kriterleri dikkate alınarak uygulanacak yöntemin seçilmesi gerekmektedir.
9. Üst yapı tesisleri için yürürlükteki deprem yönetmeliği dikkate alınarak güçlendirme projelerinin hazırlattırılarak uygulanması gerekmektedir.
10. Kıyı yapılarının dizaynında ülkemize özgü bir yönetmeliğin bulunmaması bu alanda boşluk yaratmaktadır. Bu konuda ilgili kuruluşların koordinasyonu ile bu ihtiyacın giderilmesi zorunlu hale gelmiştir.
11. Kıyı yapılarının güçlendirilmesine yönelik olarak yapılacak çalışmalarda ve yeni planlamalarda, yürürlükteki deprem yönetmeliğine uyumlu dizayn kriterlerinin nasıl olması gerektiği konusunda belirsizlik söz konusudur. Bu konuda yapılacak bir çalışma ile bu eksikliğin giderilmesi gerekmektedir.

KAYNAKLAR

DLH., (1990), "Haydarpaşa Limanına Yeni Mol İlavesi ve 2. Feri İskelesi İnşaatı Kesin Hesap Raporu", İstanbul.

Unitek Mühendislik İşleri Ltd. Şti., (1991), "Derince Limanı TMO Rıhtımı Ve Ro-Ro Kapak Atma Rampası Uygulama Projeleri", Ankara.

Yüksel Proje Mühendislik ve Müşavirlik A.Ş., (1983) “Haydarpaşa Limanına Yeni Mol İlavesi ve 2. Feri İskelesi İnşaatı As-Built Projeleri”, Ankara, 37 Pafta.

Yüksel, Y., Yalçiner, A.C., Alpar, B., Çevik, E., Çevikoğlu, Y., Özmen, H.İ., Özgüven, O., Bostan, T., ve Gürer, S., (2000) “Doğu Marmara Depreminin Deniz Yapıları ve Kıyı Alanları Üzerindeki Etkileri” İstanbul, *Rapor-1, AFP* No:99-05-01-01, YTÜ ve Ulaştırma Bakanlığı.