

DENİZ YAPILARINDA DEPREM ETKİLERİ ve 1999 GÖLCÜK DEPREMİ ÖRNEĞİ

Prof. Dr. Yalçın YÜKSEL
Yıldız Teknik Üniversitesi, İnşaat Müh. Bölümü,
34349, Yıldız, Beşiktaş, İstanbul

Dr. Işıkhan GÜLER
Yüksel Proje A.Ş. Ankara

Özet

Depremler yüzünden oluşan zarar ve kayıpların azaltılması amacıyla, sismik tasarım yöntemleri, 20.yy'ın başlarından itibaren birçok bölgede kurallar ve standartlar ile tasarım uygulamaları geliştirilmiş ve gerçekleştirilmiştir. Bu yöntemler genellikle yerçekimi ivmesiyle tanımlanan sismik kuvvetin tanımlanan bir seviyesine direnç gösterecek şekilde tasarlanan yapılardaki kuvvet dengesi yaklaşımına dayanmaktadır. Bu yöntemler, özellikle deprem hareketlerinin, tanımlanan tasarım seviyesinin az çok içinde olması durumunda deniz yapılarının kabul edilebilecek ölçüdeki sismik performanslarına katkıda bulunmaktadır. Deprem felaketleri oluşmaya devam edecektir. Bu felaketler, genellikle sismik bölgelerin yakınlarındaki güçlü deprem hareketleri veya zemin göçmesi dolayısıyla oluşacak hasarın, sismik tasarımın göz önüne alınmadığı bölgelerdeki orta büyüklükteki deprem hareketlerinde bile meydana gelmektedir.

Burada deniz yapıları için sunulan geleneksel sismik tasarım yöntemlere göre yapıların sismik performansına dayalı yöntemlere yön vermek ve çerçeve oluşturmak amacıyla özellikle 1999 Kocaeli Depremindeki gözlemlere ve incelemelere dayanan bilgileri bu doğrultuda aktarmaktır. Bu makalede Yüksel v.d. 2000, 2001a,b ve 2003 çalışmalarını esas alan bir derleme sunulmuştur.

Giriş

17 Ağustos 1999 Kocaeli depreminde nüfus yoğunluğunun en fazla olduğu Doğu Marmara Bölgesini etkilenmiştir. Bu deprem Tablo 1'de görülen özelliklere sahiptir.

Bu depremde kara yapılarının yanında deniz yapıları ve kıyı alanları da hasar görmüştür. Bu nedenle birçok limanda işletmeler aksamış ve deniz yapılarının bir kısmı kullanılamaz duruma gelmiştir. Bu amaçla, İzmit körfezi kıyı alanında mevcut olan deniz yapıları incelenerek deprem hasarları belirlenmeye çalışılmıştır. Böylece hasar nedenleri araştırılabilecek ve gelecekte olması muhtemel deprem etkilerine karşı koyabilecek sismik performansları daha iyi olan yapısal tasarımlar gerçekleştirilebilecektir.

Tablo 1. 17/08/1999 Depremine ait bazı özellikler (BÜ, Kandilli)

Tarih ve Saat	17.08.1999, 03:01:37 a.m. yerel saat 00:01 39.80 (UTC)
Yüzey Dalga Büyüklüğü	7.8 (UGS)
Kütlesele Dalga Büyüklüğü	6.3 (USGS)
Süresel Büyüklük	6.7 (Kandilli)
Moment Büyüklüğü	7.4 (USGS, Kandilli)
Odak	40.702 N
Merkez	Gölcük

Bu araştırmada aşağıdaki sorulara cevap aranmıştır;

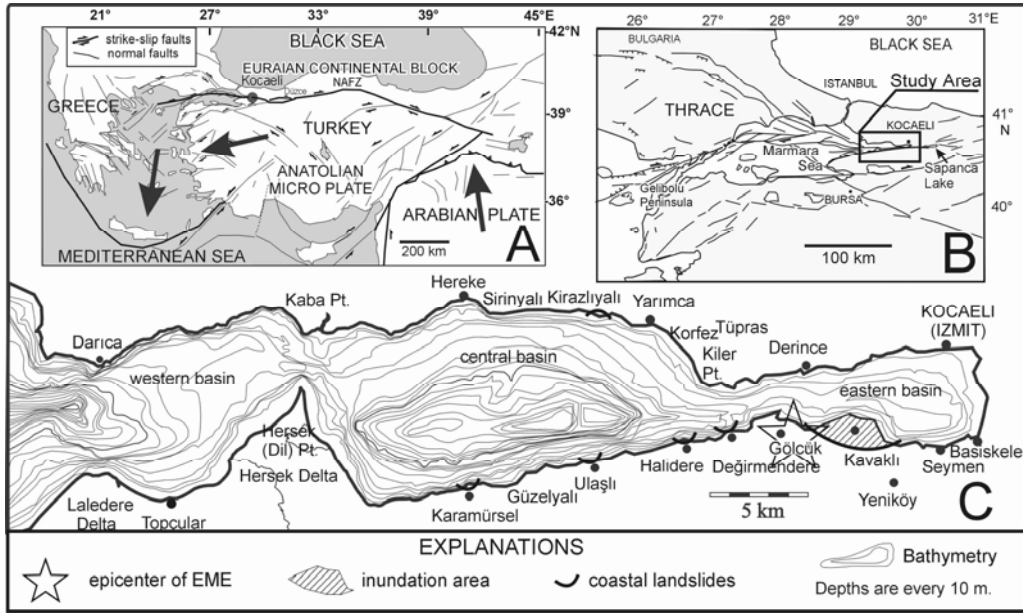
- 1- Neden körfez bölgesi gibi alüviyal birikintilerin bulunduğu kıyı alanlarında hasar yüzdesi yüksek olmuştur?
- 2- Bu hasarlara sebep olan depremin özellikleri nelerdir?
- 3- Yapıların dinamik performansı için yeni çalışmalara ihtiyaç var mıdır?
- 4- Zemin koşullarının deniz yapılarının davranışı üzerindeki etkileri nelerdir?
- 5- Deprem sonrası acil eylem planları nasıl hazırlanmalıdır?

Limanlarda meydana gelen deprem hasarları nedeniyle ortaya çıkan işletme kayıpları sadece ulusal değil aynı zamanda uluslararası boyutta ekonomik zararların doğmasına sebep olmaktadır. Bu tip büyük depremlerin neden olduğu ekonomik kayıplara dünyada daha önce de rastlanılmıştır. Örneğin 17/01/1995 Hyogoken Nanbu depremi Kobe limanında neden olduğu hasar ve işletme kayıpları 5.5 milyar \$ mertebesindedir. Bu depremden sonra sadece birinci yılda dolaylı olarak neden olduğu ekonomik kaybın ise 6 milyar \$ olduğu tahmin edilmiştir (Werner, 1998).

İzmit Körfezinin Genel Özellikleri ve Deniz Yapıları

Marmara Denizinin bir uzantısı şeklinde Darıca'dan doğuya doğru yaklaşık 50 km uzanan İzmit Körfezi, yıllardan beri coğrafi konumu, jeolojik ve yapısal özellikleri bakımından bir çok yerli ve yabancı araştırmacının dikkatini çekmiştir.

Genişliği 1800 m (Tütünçiftlik ve Yüzbaşılar, Gölcük arası) ile 9800 m (Hereke ve Karamürsel arası) arasında değişen İzmit Körfezi, en doğudaki İzmit havzasından ayrı olarak, biri Hersek burnunun batısında, diğeri ise doğusundaki fay kontrollü iki derin deniz çukurundan oluşmaktadır (Şekil 1). Hersek burnunun doğusundaki Karamürsel havzası yaklaşık olarak 18 km uzunluğunda 10 km genişliğindedir. Doğudaki çukurluğun en derin yeri Ulaşlı açıklarında 204 metredir. Güney kesimi kuzeyine göre daha eğimlidir. Batıdaki Çınarcık havzası ise Marmara Denizinin en büyük havzasıdır. Bu çukurluklar Pliyosen'de oluşan sismik aktivitenin denetiminde gelişmişlerdir (Ergün ve Yörük 1990).



Şekil 1. Anadolu üzerindeki tektonik yapı (a) Marmara Denizi (b) İzmit Körfezi (c) Batimetri. Compiled from Guneyssu (1999), Yaltrak vd. (2000), Altinok vd. (2001) ve Yüksel vd. (2003).

Yaklaşık 1500 km olan sağ-yanal atımlı Kuzey Anadolu Transform Fay Zonu (KAF) Marmara Denizinin doğusunda üç kola ayrılmaktadır. Güney kol Yenişehir ile Edremit arasındadır. Orta kol Geyve'den Bandırma'ya kadar Marmara kıyı çizgisini izler ve Bayramiç'ten Ege Denizine girer. Kuzey kol ise İzmit Körfezi ile derin Marmara'yı yanal geçerek Saroz Körfezine doğru yönelmektedir (Barka, 1992).

İzmit körfezi gerek çevresel etkenlere (dalga, rüzgar v.b.) karşı korunaklı bir konumda bulunması, gerekse jeopolitik açıdan emniyetli bir coğrafyaya sahibi olmasının yanı sıra İstanbul gibi ticari, sanayi, turizm ve eğitim işlevlerinin en yoğun olduğu şehrin hinterlandı içinde kalması nedeniyle sivil ve askeri amaçlı çok sayıda deniz yapısının bu körfezin kıyı şeridi boyunca inşa edilmesine sebep olmuştur. Ayrıca bu bölgede karayolu, demiryolu ve havayolu gibi ulaşım sistemlerinin gelişmiş olması da, Türkiye'nin daha iç bölgelerine hizmet verme imkanını sağlamaktadır. Bu bölgede, sanayinin de çok gelişmesi ithalat ve ihracatın en büyük yüzdeyle yapıldığı deniz taşımacılığı dolayısıyla gerek devlete gerekse özel sektöre ait çok sayıda limanın gelişmesine neden olmuştur. Sanayi tesisleri ve bunlara hizmet veren yanal yapıları ile diğer limanlar çoğunlukla körfezin kuzey kıyılarında yer almışlardır. Marmara bölgesinin, özellikle İstanbul'un tarihi dokusu nedeniyle bölgede turizme yönelik yatırımların da artmasına sebep olmuştur. Bu nedenle yat limanları inşa edilmiştir, bir kısmında ya inşa edilme ya da planlama aşamasındadır. Ayrıca, körfezde balıkçılıkla uğraşan halka hizmet amacıyla birçok inşa edilmiş balıkçı barınağı da mevcuttur. Körfez bölgesi sahibi olduğu sanayi potansiyeli ile Türkiye Cumhuriyeti Devleti için son derece hayati bir yapıya sahiptir.

Ne yazık ki bütün bu gelişmişliğe karşın bölgenin tarih boyunca gelişiminde karşılaştığı sismik hareketler, bu yapılanmayı korkutucu biçimde tehdit etmektedir. Bu amaçla, yöredeki gerek sanayi yapılarının gerekse bunlara hizmet veren en önemli ulaşım yapılarından biri olan deniz yapılarının sismik performansları çok dikkatlice tasarlanmalıdır. 17 Ağustos 1999 Gölçük merkezli Gölçük depreminin bu yapılarda neden olduğu hasarların

envanterinin hazırlanması ve bu hasarların nedenlerinin araştırılması bu araştırmanın başlıca amacıdır. Bu nedenle Şekil 2’de görülen İzmit Körfezi üzerinde kurulu bulunan deniz yapılarından 22 adedinde hasar tespit çalışmaları yapılmıştır. Değişik hizmetlere sahip bu deniz yapılarının öncelikle yapısal durumları ve geoteknik yapıları, daha sonrada oluşan hasarlar belirlenmiştir.

Yapı Hasar Dağılımı

Körfez bölgesinde deniz yapılarında yapılan hasar tespit çalışmaları ve bu yapıların sismik performanslarının da değerlendirilmesinden sonra yapı zemin etkileşimleri de dikkate alınarak Kocaeli depremi sonrası yapı hasar dağılımlarının elde edilmesine çalışılmıştır (Şekil 3 ve Tablo 2). Bu amaçla öncelikle yapılar oluşan hasar durumlarına göre dört ana gruba ayrılmıştır. Bu hasar durumları aşağıdaki tanımlara göre belirlenmiştir (Yüksel vd 2001 ve Yüksel vd 2003).



Şekil 2. İzmit Körfezi Deniz Yapıları (Yüksel vd 2001 ve Yüksel vd 2003).

Hasar Tanımları;

- 1-Ağır Hasar:Yapı toptan göçmeye uğramış ve yeniden inşa edilmesi gerekmektedir. Bu durumda işletme tamamen durmuştur.
- 2-Orta Hasar:Yapıda kısmi hasarlar mevcuttur, yapının kalan kısmındada görünür fakat işletmeyi engelleyici hasar yoktur. Servis sistemleri hasar görmüş olmasına karşın geçici servis imkanları oluşturulabilir. Kontrollüde olsa kısmi işletme yapılabilir. Yapıdaki hasarların durumuna göre yeniden yapılanma ve restorasyon gerekmektedir.
- 3-Az Hasar:Yapıda kısmi küçük hasarlar oluşmuştur. Bu hasarlar işletmeyi engellememektedir. Yapı restorasyon çalışmalarıyla tam olarak hizmet verebilecek duruma gelebilir.
- 4-Hasarsız:Yapıda işletmeyi engelleyici herhangi bir hasar meydana gelmemiştir.

İşletme Durumu;

Yapıların deprem sonrası işletmedeki durumları üçe ayrılmıştır.

1-İşletme Dışı: Yapı toptan göçmüş böylece hiçbir şekilde hizmet verememektedir.

2-Kısmen İşletme: Yapı orta yada az hasarlıdır, bu durumda yapı tam aktivite ile yeteri hizmeti verememektedir.

3-İşletmede: Yapı az hasarlı yada hasarsızdır, bu durumda yapı hizmeti aksatmamaktadır.

Geoteknik Kriterleri ile Zemin Durumu;

Bölgedeki kıyı yapılarının altında yer alan Kuaverterner yaşlı çökeller geoteknik kriterleri göz önüne alınarak 3 bölgede incelenmiş olup yerel morfoloji nedeniyle küçük farklılıklar göstermekle birlikte genel olarak aşağıdaki gibi özetlenmiştir (Yüksel vd 2001 ve Yüksel vd 2003).

1-Yelkenkaya Burnu-Yarımca Arası

Zemin Profili: 3-10m güncel deniz tabanı çökelleri, genellikle üstte 2-3m kalınlığında gevşek-orta sıkı kavkılı killi kum ve çakıl, alta doğru çakıllı orta sıkı-çok sıkı kum veya orta katı-sert kil seviyesinden oluşmaktadır.

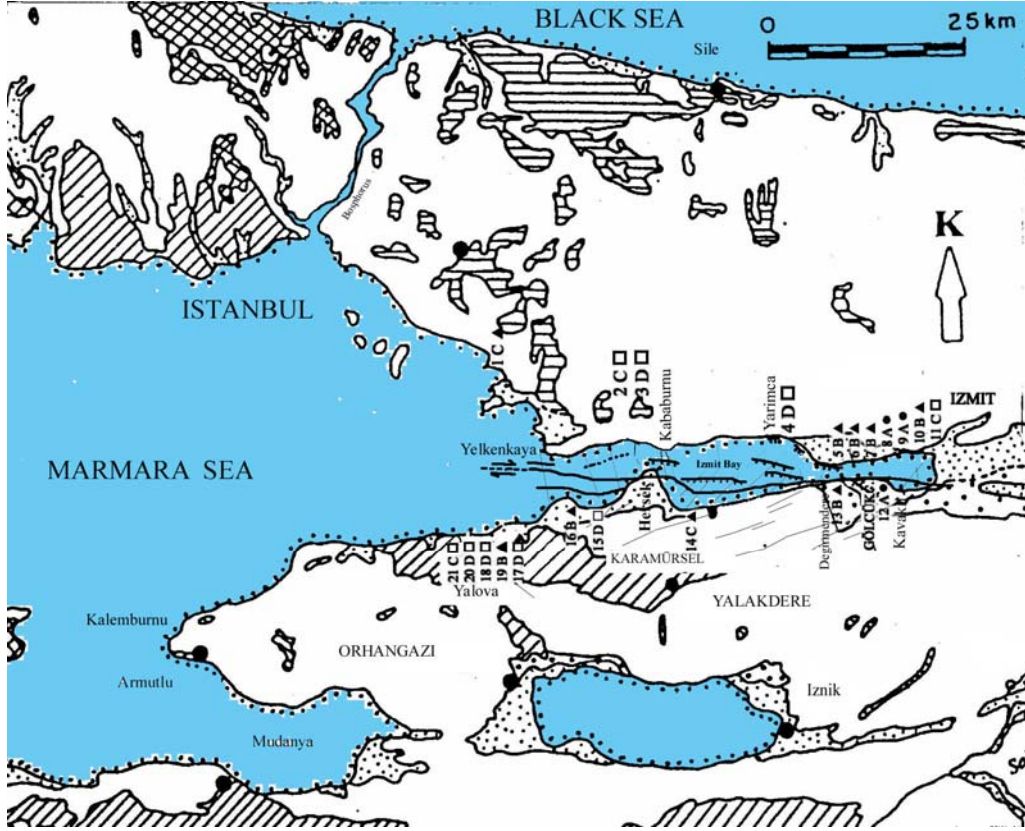
2-Yarımca-Değirmendere Arası

Zemin Profili: Üstte güncel deniz tabanı çökelleri olarak nitelendirilen Holosen yaşlı çok yumuşak-yumuşak kil (SPT N=0-4) olup kalınlığı sahilinden derine doğru artarak 5-25 m arasında değişmektedir. Kıyı yapıları altındaki Holosen yaşlı bu tabakanın kalınlığı 20-30 m civarında olup altında Geç Pliyosen-Pleyistosen yaşlı taşıyıcı nitelikte orta katı-sert kıvamında kil ve/veya orta sıkı çok sıkı kum seviyeleri yer almaktadır.

3-Değirmendere-Kalem Burnu Arası

Zemin Profili: Bu bölgenin jeolojik ve jeomorfolojik yapısı Körfezin kuzeyinden oldukça farklılık göstermekte olup delta çökelleri daha büyük loblar oluşturur. Muhtelif kıyı yapılarının yer aldığı Yalova ve Hersek gibi yerleşim yerleri delta ve denizel bataklık çökellerinin üzerinde yer almaktadır. Çınarcık ise yamaç molozu çökelleri, denizel kıyı düzlüğü çökelleri ve Plaj çökelleri üzerine kurulmuş bir yerleşim birimidir.

Genel olarak zemin profili üstte Holosen yaşlı 5-20 m kalınlığında çok yumuşak-yumuşak kil ve/veya çok gevşek-gevşek kum altta ise Geç Pliyosen-Pleyistosen yaşlı taşıyıcı nitelikte çok katı-sert kıvamında kil ve/veya orta sıkı-çok sıkı kum seviyeleri yer almaktadır. Hersek Deltasında yapılan bir sondajda taşıyıcı nitelikli bu zeminin -118 m de tabanına ulaşılamamıştır.



AÇIKLAMA: LEJANLAR

Zemin Lejandları		Sismik Lejandlar	
	Kuvaterner		Ayrılmamış Neojen
	En Geç Pliyosen- Pleyistosen		Erken-Orta Miyosen
	Geç Pliyosen		Pre-Neojen
	Geç Miyosen- Erken Pliyosen		Seismic profiles
			Strike-slip (main) fault
			Normal fault

Hasar Lejandı	
Ağır Hasar	A
Orta Hasar	B
Az Hasar	C
Hasarsız	D
İşletme Lejandı	
İşletme Dışı	<input type="checkbox"/>
Kısmen İşletme	<input type="checkbox"/>
İşletme	<input type="checkbox"/>

Şekil 3. Yapı Zemin Hasar ve Sismik Dağılım (Yüksel vd 2001 ve Yüksel vd 2003).

Tablo 2. Yapı Hasar Zemin ve Sismik İlişki (Yüksel vd 2001 ve Yüksel vd 2003).

Sıra No	Tesis Adı	Yapı Tipi	Hasar Durumu	İşletme Durumu	Merkeze Uzaklık (km)
1	TUZLA TERSANE LİMANI	Beton Bloklı Rıhtım, Beton Blok Dalgakıran	C	<input type="checkbox"/>	48
2	ESKİHİSAR FERİBOT İSKELESİ	Beton Bloklı Rıhtım, Kapak Atma Rampası	C	<input type="checkbox"/>	35
3	ESKİ HİSAR BALIKÇI BARINAĞI	Taş Dolgu Dalgakıran	D	<input type="checkbox"/>	35
4	ROTA DENİZCİLİK İSKELESİ	Betonarme Kazıklı İskele	D	<input type="checkbox"/>	8.5
5	TÜPRAŞ KIYI TESİSLERİ	Betonarme ve Çelik Kazıklı İskeleler	B	<input type="checkbox"/>	5.5
6	DERİNCE LİMANI	Beton Bloklı ve Kazıklı Rıhtımlar	B	<input type="checkbox"/>	3
7	PETROLOFİSİ İSKELESİ	Betonarme ve Çelik Kazıklı İskeleler	A	<input type="checkbox"/>	4.5
8	SHELL DERİNCE İSKELESİ	Çelik Kazıklı İskele	A	<input type="checkbox"/>	5
9	KORUMA TARIM İSKELESİ	Betonarme Kazıklı İskele	A	<input type="checkbox"/>	5.5
10	TRANSTÜRK İSKELESİ	Çelik Kazıklı İskele	B	<input type="checkbox"/>	6
11	İZMİT YAT LİMANI	Betonarme Kazıklı İskele	C	<input type="checkbox"/>	9.5
12	UM DENİZCİLİK LİMAN TESİSİLERİ	Çelik Kazıklı İskele	A	<input type="checkbox"/>	7.5
13	GÖLCÜK TERSANE KIYI TESİSİLERİ	Çelik Kazıklı İskele	B	<input type="checkbox"/>	0.0
14	KARAMÜRSEL EREĞLİ BALIKÇI BARINAĞI	Taş Dolgu Dalgakıran	C	<input type="checkbox"/>	13.5
15	TOPÇULAR FERİBOT İSKELESİ	Betonarme Palplanjlı Dolgu ve Çelik Kazıklı İskele	D	<input type="checkbox"/>	32
16	AKSA İSKELE VE DOLFENLERİ	Çelik Kazıklı İskele	B	<input type="checkbox"/>	43
17	YALOVA YAT LİMANI	Taş Dolgu Dalgakıran	D	<input type="checkbox"/>	48
18	KORUKÖY İSKELESİ	Betonarme Kazıklı İskele	D	<input type="checkbox"/>	56
19	ÇINARCIK BALIKÇI BARINAĞI	Taş Dolgu Dalgakıran	B	<input type="checkbox"/>	65
20	KOCADERE MOTOR İSKELESİ	Betonarme Kazıklı İskele	D	<input type="checkbox"/>	71
21	ESENKÖY BALIKÇI BARINAĞI	Taş Dolgu Dalgakıran	C	<input type="checkbox"/>	78

SONUÇLAR

Geoteknik Hasarlardan Kaçınmak İçin Temel Tasarımında Önemli Faktör Ve Parametreler (Yüksel vd 2001 ve Yüksel vd 2003);

Sismik olarak dünyanın en aktif bölgelerinden birisi olan Anadolu Levhasının iyi tanımlanmış, uluslararası üne sahip Kuzey Anadolu Fay Zonunda jeoteknik hasarlardan kaçınmak için temel tasarımının detaylı araştırma ve verilere dayanması gerekmektedir.

Temel tasarımı öncesinde mutlaka sahayı üç boyutta (sondaj ve jeofizik ölçümlerle) incelemek ve anlamak, tasarımda kullanılacak parametreleri yerinde veya laboratuvar deneylerinden elde etmek, kabullerle veya ampirik formüllerle temel tasarımı yapmamak hem insan yaşamını korumakla hem de yapının kabul edilebilir boyutta hasara uğramasıyla sonuçlanacaktır.

Bu nedenle;

1) Jeolojik, jeomorfolojik, tektonik, sismik ve zemin parametrelerinin toplanarak ve/veya elde edilerek sahayı anlamak ve bu bilgileri edindikten sonra temel tasarımı yapmak jeoteknik hasarları kabul edilebilir boyutlara indirgeyecektir.

2) Temel tasarımında gerekli zemin parametreleri; statik (uzun ve kısa vadeli stabilite tahkikleri, taşıma gücü, oturma, farklı oturma v.b.) ve dinamik analizler için $\{\gamma_m, \gamma_{sat}, SPT-N, c_u, \phi_u, c', \phi', m_v, c_v, E_s, v, f_n$ (zemin titreşim periyodu) v.b.} yerinde ve/veya laboratuvar deneylerinden elde edilerek kullanılmalıdır.

3) Gerekiyorsa zemin ıslahı yapılmalıdır. Deprem nedeniyle $SPT-N < 10$ olan siltli ve kumlu zeminlerde sıvılaşma riski, $w_n > LL$ ve $c_u < 50$ kPa olan killi zeminlerde taşıma gücü ve zemin büyütmesi nedeniyle önemli hasarlar oluşabilmektedir.

4) Temel Tasarımında;

- Yüzeysel temellerde temel seviyesinin altındaki zeminin üç boyuttaki geometrisi elde edilmeden ve taşıyıcı zemin tam olarak tanımlanmadan tasarıma geçmemelidir,
- Kazıklı Temellerde kazık türü seçilirken zeminle en uyumlu olanı seçebilmek için kazık yüzeyinin yer alacağı zeminin çok iyi tanımlanması gerekmektedir. Ayrıca birinci derece deprem bölgesinde uç kazıklarının toptan göçtüğü, yeterli derinliğe ve kesit alanına sahip çelik boru sürtünme kazıklarının ise kabul edilebilir hasarlarla ayakta kaldığı unutulmamalıdır. Bu bakımdan önemli kıyı yapılarında çelik boru sürtünme kazıkları tercih edilmelidir.

5) Malzeme seçiminde dünya standartlarına uyulmalı ve dolguda kum kullanılmamalıdır. Malzemenin kaynağı, şekli, boyutları ve iyi sıkıştırılması yapının ayakta kalabilmesinde önemli etkenlerdir.

Yapısal Tasarım ve Dogu Marmara Depremi Nedeniyle Yapı-Hasar Dağılımının Değerlendirilmesi(Yüksel vd 2001 ve Yüksel vd 2003);

1) Yapı-Hasar dağılımı incelendiğinde hasarın ağır ve orta büyüklükte olduğu deniz yapılarının kuvaterner yaşlı çökeller üzerine kurulu olduğu görülmektedir. Bu durum stratigrafik dikme kesitlerinden görüldüğü gibi zemin kum, kil ve silt kil çökellerden oluşmaktadır. Yeteri zemin etüdünün yapılmaması dolayısıyla zemin ıslah çalışmalarının da yetersiz kalması bu yapılardaki hasarın artmasına neden olmuştur. Ayrıca yapılar 1997 deprem şartnamesinden önce tasarlanmış ve deprem bölge katsayıları Gölcük depremi yer ivmesine göre düşük alınmıştır. Bu durum güvenliklerin küçük olmasına neden olmuştur. O halde zemin şartları ve yapı tipi ile tasarım kriterleri deniz yapılarının depreme karşı sismik performanslarını etkilemiştir.

2) Marmara denizinde yeni bir depremin olması durumunda İstanbul şehrinin faya daha yakın olması nedeniyle daha azla etkileneceği de aşıkardır. Bu durumda Gölcük depreminden çıkan bu sonuçlara göre özellikle Haydarpaşa Limanı'nda sismik performansın yüksek olduğu rıhtımların yaratılması deprem sonrası ulaşacak yardımlar nedeniyle son derece önem arz etmektedir.

3) Gölcük depreminde deniz yapılarında aşağıda belirtilen tipik davranışlar belirlenmiştir;

- Taş dolgu dalgakıranlar eğer temel zeminleri yeterli taşıma gücüne sahip değilse oturma nedeniyle kronman kotları değişmiş ve deformasyona uğramışlardır (Karamürsel Ereğli Balıkçı Barınağı'nda olduğu gibi).
- Ağırlıklı blok tipli rıhtımlar genellikle düşey deplasman yerine denize doğru atay deplasman yapmışlardır, bunun nedeni ise geri dolgularında kullanılan zemin kalitesi ve sıvılaşmadır. Ayrıca bu tip yapıların, deprem katsayılarının küçük alınarak tasarlanmış olmaları kaymaya karşı güvenilirliklerinin küçük olmasına neden olmuştur.
- Kazıklı yanaşma yapılarında, kazık başlarında kırıklar belirlenmiştir. Bunun nedenleri genellikle yapım hatalarından kaynaklanmıştır. Ağır hasara neden olan kazıklı yapılarda ise kazık boylarının kısa olduğu belirlenmiştir. Çelik kazıklarda ise sakin su seviyesi civarındaki korozyon bu bölgede kazıkların buruşmasına neden olmuştur.
- Kompozit yapılarda, bu yapıların birbirlerine göre farklı dinamik davranışlarından dolayı hasar daha büyük olmaktadır.
- Çökellerin oluşturduğu zeminler yukarıda bahsedildiği gibi iyi etüd edilmeli ve yapılaşmada zemin ıslahı yapılmalıdır. Deprem nedeniyle kıyı çizgisinin değiştiği kıyı alanlarında yeni dolgu alanlarından kaçınılmalıdır.

Kaynaklar

- Güneş, C., The bathymetry of the Izmit Bay, *Turkish J. Mar. Sci.*, 1999, 5, 167-170.
- Yaltırak, C., Alpar, B., Sakıncı, M., Yüce, H., Origin of the Strait of Canakkale (Dardanelles): regional tectonics and the Mediterranean-Marmara incursion, *Marine Geology*, 2000, 164/3-4, 139-156.
- Altınok, Y., Tinti, S., Alpar, B., Yalçiner, A.C., Ersoy, S., Bortolucci, E., Armigliato, A., The Tsunami of August 17, 1999 In Izmit Bay, Turkey, *Natural Hazards*, 2001, 24(2): 133-146.
- Yuksel, Y., Yalçiner, A.C., Alpar, B., Cevik, E., Celikoglu, Y., Ozmen, H.I., Ozguven, O., Bostan T. and Gurer, S., *Effects of the Eastern Marmara Earthquake on the Marine Structures and Coastal Areas*, Report-1, in Turkish (AFP No: 99-05-01-01), Yildiz Technical University, February 2000, 205p.
- Yuksel, Y., Yalçiner, A.C., Cevik, E., Alpar, B., Celikoglu, Y., Ozmen, H.I., Güler, I., Ozguven, O., Bostan T., Mueyesser, O., Arel, E., Kiper, B., *Effects of the Eastern Marmara Earthquake on the Marine Structures and Coastal Areas*, Report-2, in Turkish (AFP No: 99-05-01-01). Yildiz Technical University, February 2001a, 205p.
- Yuksel, Y., Alkis, Z., Cevik, E., Yalçiner, A.C., Bayram, B., Ozmen, H.I., Güler, I., Ozguven, O., Tonguc, E., *Effects of the Eastern Marmara Earthquake on the Marine Structures and Coastal Areas*, Report-3, in Turkish (AFP No: 99-05-01-01). Yildiz Technical University October, 2001b, 136p.
- Barka, A.A. (1992). The North Anatolian fault zone, *Annales Tectonicae*, Special Issue to Volume 6: 164-195.
- Werner, D., "Seismic guidelines for ports", ASCE, 1998.
- Ergin, M. and Yörük, R. (1990). Distribution and texture of the bottom sediments in semi-closed coastal inlet, Izmit Bay from the Eastern Sea of Marmara (Turkey), *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 30, 647-654.