

BELDE LİMANI KESON DALGAKIRANI İKİ VE ÜÇ BOYUTLU HİDROLİK MODEL ÇALIŞMASI

Ali Rıza GÜNBAK

STFA İnşaat A.Ş. 81190 Altunizade, İSTANBUL

M. Sedat KABDAŞLI

İ.T.Ü., İnşaat Fakültesi, Hidrolik Anabilim Dalı, Maslak, İSTANBUL

Oral YAĞCI

İ.T.Ü., İnşaat Fakültesi, Hidrolik Anabilim Dalı, Maslak, İSTANBUL

ÖZET

S.T.F.A Deniz İnşaat A.Ş. tarafından yapımı üstlenilen Belde Limanı rıhtımları kesondan inşa edilmektedir. Kesonlar, gelen dalgayı büyük ölçüde yansıtan yapılardır. Bu durum, yanaşmakta olan gemilerin hareketleri için elverişsiz koşullar yaratmaktadır. Dalga tırmanmasını ve rıhtım önü dalga hareketlerini azaltmak için kesonların üzerindeki başlık betonunda boşluklar bırakılması düşünülmektedir. Bu fiziksel olayın araştırılması amacı ile İ.T.Ü. Hidrolik Laboratuvarı'nda iki ve üç boyutlu model çalışmaları yapılmıştır. Amaç keson üzerinde bırakılan bu boşlukların, dalganın enerjisini sönmülemde etkisini araştırmaktır. Çalışmanın sonucunda bu boşluklar için oluşturulacak alternatif geometrilerden en etkin olanı belirlenmiştir. Ayrıca, bu boşluklarda oluşan su hareketleri gelen dalganın enerjisini büyük oranda sönmülemiş, böylece dalga yansıması ve tırmanması azalmıştır.

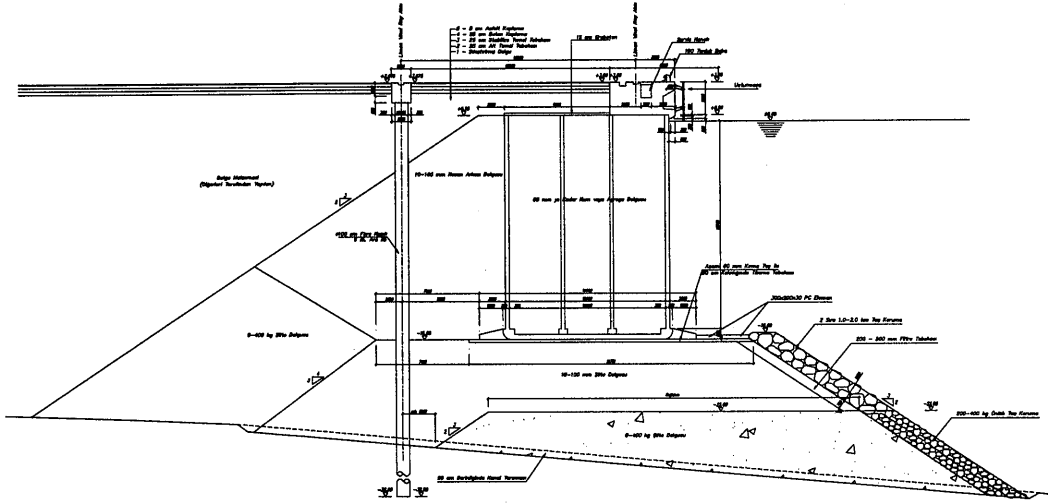
GİRİŞ

İzmit Körfezi girişinde inşaatı STFA İnşaat A.Ş. tarafından yapılmakta olan Belde Limanı rıhtımları kesondan inşa edilmektedir. Kesonlar ve üzerindeki başlık betonu su seviyesi üzerinde, +3m kotuna kadar yükselmektedir. Bu dik ve geçirimsiz yüzeyden yansıyan dalgalar rıhtım önünde dalga yüksekliğini iki misli mertebesine çıkarabilmekte, bu ise hem gemi hareketlerini ve yükleme boşaltmayı olumsuz etkilemekte ve hem de rıhtım üzerine su çıkmasına neden olmaktadır. Gerek dalga tırmanmasını azaltmak ve gerekse rıhtım önü dalga hareketini azaltmak için kesonların deniz tarafındaki yüzeylerine su seviyesi ve hemen altına uzanan boşluklar bırakılmıştır. Bu boşluklara girip çıkan su hareketi yapı önündeki dalga hareketlerinde önemli bir enerji kaybına neden olmuş ve kesondan dalga yansıması azalmıştır. Bu yayın keson üzerinde bırakılan boşlukların en uygun geometrilerini ve dalganın sönmülenmesine etkilerini azaltan İTÜ Hidrolik Laboratuvarlarında yapılmış deneyleri ve sonuçlarını anlatmaktadır.

PROJENİN TANITIMI

Belde Limanı İzmit Körfezi girişinde Dilovası mevkiinde bulunmaktadır. Limanı etkileyebilecek uzun dönem ve ekstrem derin deniz olasılık dağılımları Gebze ve Kocaeli rüzgar rasatlarını kullanarak yapılmıştır. Belde Limanı Körfez içerisinde olduğu halde güneybatı yönünden Marmara Denizine uzanan 66 km lik bir feç mesafesine sahiptir. Yapılan çalışmalar, $R_p=50$ yıl dönüşümlü ekstrem belirgin derin deniz dalga yüksekliğinin 3.09 m, dalga döneminin 7.3 s olacağını göstermiştir. Uzun dönem dalga olasılığı ise rıhtıma 50 cm den yüksek gelecek belirgin dalga olasılığını 20 saat/sene bulmuştur. Rıhtımın yapılacağı bölgede su derinliği 18 m ila 30 m arasında değişmektedir. Bu derinliklerde bu büyüklükteki dalgalar için dalgakıran yapılması ekonomik olmayacağından rıhtımların açık rıhtım olarak bırakılmasına karar verilmiştir.

Kullanılmış olan tipik rıhtım kesiti Şekil 1'de gösterilmiştir. Kesonlar -16.5 m de anroşman dolgu üzerine oturtulmaktadır. Her keson 16.5 m yüksekliğinde, 16 m eninde ve 30 m boyundadır. Her keson karada 2800 ton ağırlığındadır. Kesonlar STFA İnşaat'ın Pendik'deki kıyı tesislerinde karada inşa edilip gantry tipi vinç ile denize indirilmektedir. Kesonların iç bölmelerine derhal kontrollü olarak su alınmakta ve kesonlar dengede yüzecek şekilde suya batırılmakta ve 37 km ilerideki inşaat sahasına romörkörlerle çekilip yerinde keson içine su alarak batırılmakta ve yerine oturtulmaktadır. Bu operasyonu takiben keson içi kum ile doldurulmaktadır. Birkaç kesonun yan yana konmasını takiben başlık kirişi yerinde dökülmektedir.



Şekil 1. Tipik Rıhtım Kesiti

Dalga enerjisini söndürmek için her kesonda üç adet, Şekil 2'de gösterilmiş geometrik özelliklerde boşluk, başlık kirişi içerisinde bırakılmıştır. Aşağıda bu geometride bir boşluğun enerji emme özelliklerini ölçen hidrolik model deneyleri anlatılacaktır.

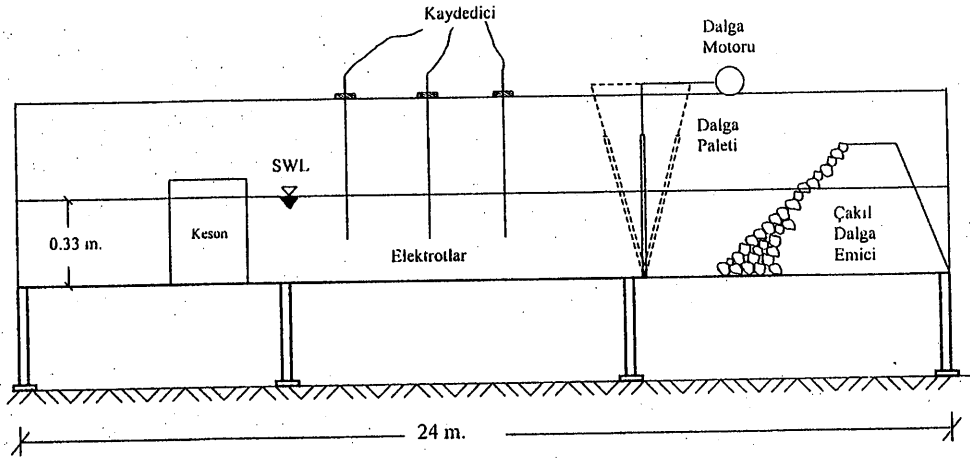
MODEL OLARAK KESON YAPISININ İMALATI

Kesonun kendisi ahşaptan yapılmış olup, üst kiriş ise betondan imal edilmiştir. Her ikisi daha sonra birleştirilmiştir. Üst kiriş ön yüzey konfigürasyonu için ise uzunluk ölçeğinde küçültülmüş özel parçalar imal edilerek beton kalıbında kullanılmıştır. Bu özel parçalar deneylerin yapılması sırasında ön yüzeyi konfigürasyonsuz yekpare yüzey haline getirebilmek için de kullanılmıştır. Bu yolla önyüzey konfigürasyonsuz durumun için ortaya çıkan koşulların konfigürasyonlu durumla aynı dalga koşullarında denenmesi olanağı yaratılmıştır.

Konfigürasyonun ana etkisini ortaya koyan önemli parametrelerden biri olan dalga aşma miktarının ölçülebilmesi için kesonun üst yüzeyinde kirişi gerisi, bir su toplama havuzu olarak imal edilmiştir. Aşan dalga miktarı bu havuzda suyun yükseklik olarak birikmesi ölçülerek belirlenmiştir.

İKİ BOYUTLU MODEL SİSTEMİ

Belde Limanı keson rıhtımının iki boyutlu modeli laboratuvardaki 24m x 1.0m x 0.5m boyutlarındaki kenarları tamamen cam olan dalga kanalında yapılmıştır (Şekil 3). Dalga kanalı düzenli dalga üreticisine sahip olup, en uygun çalışma su derinliği 33 cm dir. Bu derinlik seçilen uzunluk ölçeğine göre keson yapısının kiriş altına kadar yüksekliğine karşı gelmektedir.



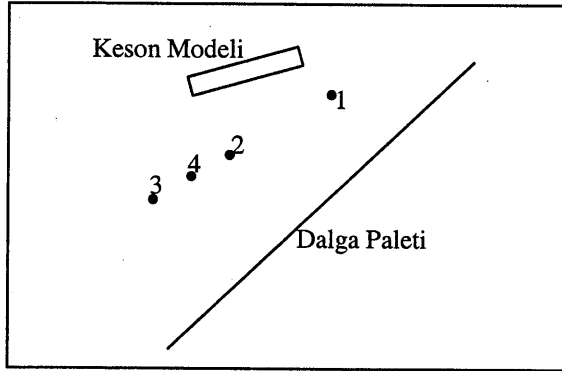
Şekil 3. Dalga Kanalı

İki boyutlu dalga kanalında dalgalar ardışık olarak dizilmiş üç ayrı dalga probundan yararlanılarak doğrudan bilgisayar ortamına kaydedilmiştir. Ölçümlerde keson ön yüzeyinden yansıyan dalgaların kanal içinde giderek artarak üretilen orijinal dalgayı bozmasına sebep olmamak için deney süresi oldukça kısa tutulmak zorunda kalmıştır. Deneyler arasında ise kanalın sakin hale gelmesi için beklenilmiştir. Dalga aşması ise keson üstü havuzda biriken su miktarının ölçülmesi ile belirlenmiştir.

ÜÇ BOYUTLU MODEL SİSTEMİ

Üç boyutlu model deneyleri 30 m x 30 m boyutlarına ve 0.55 m su derinliğine sahip dalga havuzunda yapılmıştır. STFA tarafından hakim dalga ortogonalı ile keson eksenini normali arasındaki açının 28° olduğu bildirilmiştir. Modelde keson arkasının sakinleştirilmesi amacıyla kesonun her iki yanını geriye doğru kapatılmış ve bir izleme platformu yapılmıştır.

Dalga kayıtları iki boyutluya benzer bir yaklaşımla fakat dört dalga probu kullanılarak yapılmıştır (Şekil 4). Bunlardan ilki kesondan yansıyan dalgalardan etkilenmeyecek ve sadece üretilen dalga özelliklerinin kaydedilebileceği noktaya konulurken diğerleri dalga yansımalarını belirleyecek şekilde ve doğrultuda ard arda dizilmişlerdir.



Şekil 4. Üç Boyutlu Modelin Krokisi ve Probların Konumları

İKİ BOYUTLU MODEL DENEYLERİNİN SONUÇLARI

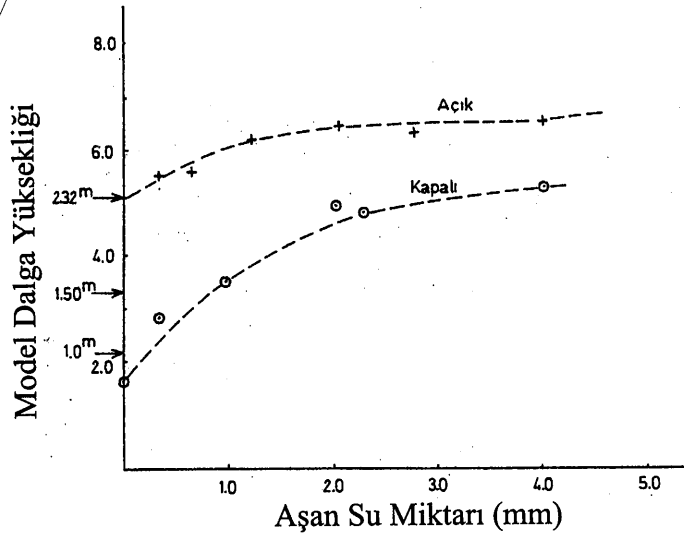
- Üst kiriş ön yüzeyi konfigürasyonu tam haliyle,
- Üst kiriş ön yüzeyi konfigürasyonunda en iç kısım kapatılmış haliyle,
- Üst kiriş ön yüzeyi konfigürasyonsuz haliyle ayrı ayrı deneyler yürütülmüştür.

Deneylerde konfigürasyonsuz halin elde edilebilmesi için daha önce tanımlanan parçalar kullanılmıştır.

Elde edilen sonuçlar aşağıda toplu olarak verilmiştir.

- Üst kiriş konfigürasyonu tam haliyle, en iç kısmın kapatılmış halin farkının araştırılması için aynı dalga karakteristiklerinde ard arda deneyler yapılmış olup, aralarında ölçülebilir mertebede bir fark elde edilememiştir. Dolayısıyla en iç kısmın yapılmasının gerekli olmadığı görüşüne varılmıştır.
- En iç kısmın kapatılmış fakat ön yüzey konfigürasyonunun diğer kısımlarının korunduğu durum ile konfigürasyonsuz hal için yapılan deneylerde varılan sonuçlar şunlardır:

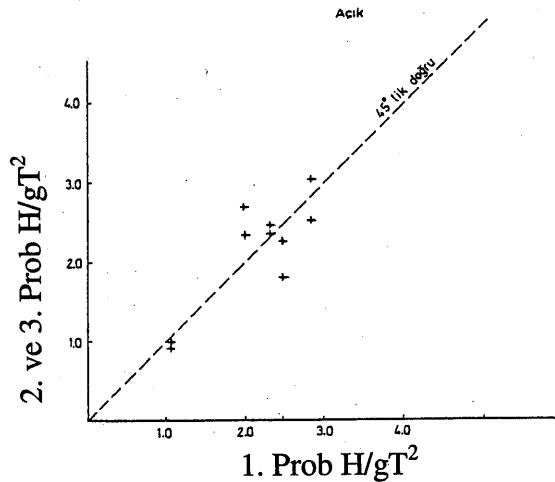
b1. Şekil 5'de görüldüğü gibi konfigürasyonun dalga tırmanmasına etkisinin çok büyük olduğu, konfigürasyonsuz halde ≈ 1.0 m de dalga aşması başlarken, konfigürasyonlu da bu değerin 2.30 m ye yükseldiği görülmüştür.



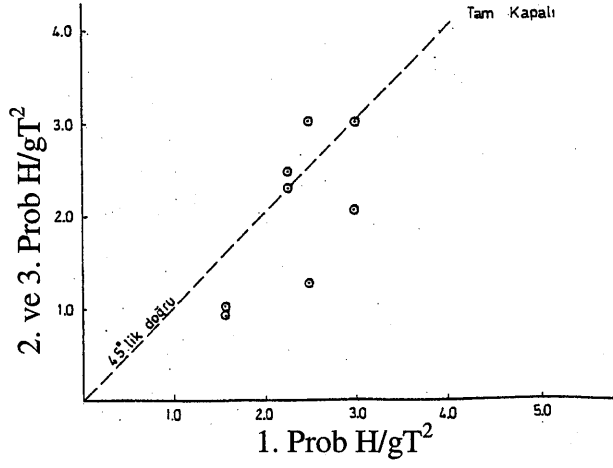
Şekil 5. Dalga Aşması Olayının Karşılaştırılması

b2. Dalga yansımaları olayı iki boyutlu kanalda kesonun sahip olduğu geometri nedeniyle klasik yöntemlerle belirlenememesine karşılık boyutsuz H_0/gT_0^2 parametresinin karşılaştırılması sonucunda konfigürasyonlu halde Şekil 6 ve 7'de görüldüğü gibi dalga formunun her üç probda da korunduğu gözlemlenmiştir.

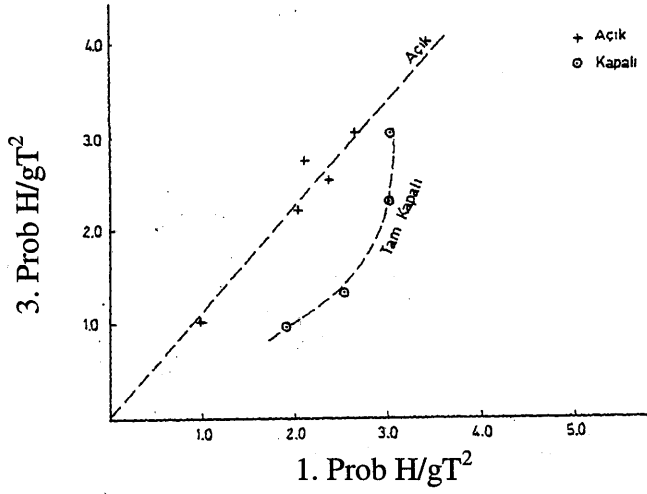
Konfigürasyonsuz halde ise çok büyük bir farklılaşma meydana geldiği görülmüş ve bunun yansımadan dolayı ortaya çıktığı görsel olarak da belirlenmiştir (Şekil 8 ve 9). Dolayısı ile konfigürasyonun dalga tırmanmasını azaltırken dalga yansımalarını da büyük ölçüde azalttığı sonucuna varılmıştır. Başka bir deyişle, konfigürasyon dalganın enerjisini büyük oranda sönmülemektedir.



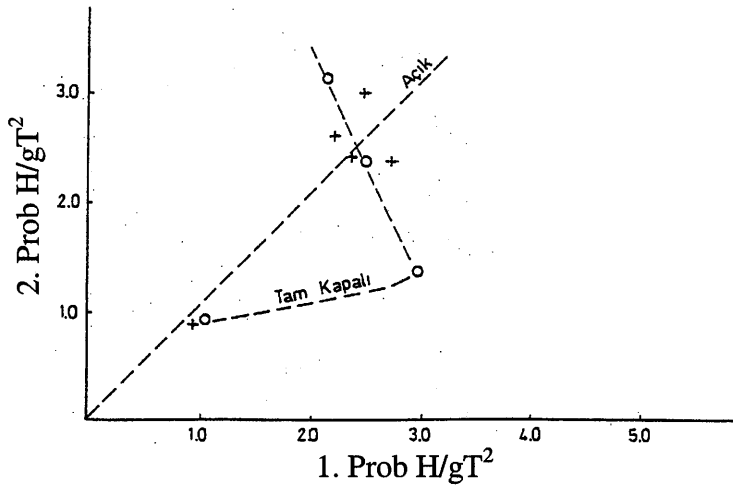
Şekil 6. Dalga Yansımalarının Etkisi



Şekil 7. Dalga Yansımasının Etkisi



Şekil 8. Dalga Yansımasının Etkisi



Şekil 9. Dalga Yansımasının Etkisi

ÜÇ BOYUTLU MODEL DENEYLERİNİN SONUÇLARI

Dalga kanalında yapılan deneyler sonucunda keson üstü sürekli kirişin ön yüzeyi konfigürasyonunun en iç kısım olmaksızın uygulanmasına karar verilmiş olduğundan üç boyutlu model deneyleri kesonun dalgayla planda 28° lik bir açıyla konumlanmasının dalga aşmasına etkisini araştırmak amacıyla yürütülmüştür. Deney sonuçlarının iki boyutlu deney sonuçları ile karşılaştırılması yapıldığında dalga aşmasının meydana geldiği dalga yüksekliğinin 2.22 m den 3.19 m ye yükseldiği görülmektedir. Başka bir ifade ile kesonun planda hakim dalga yönüyle 28° lik bir açıya sahip olması dalga aşmasının meydana geldiği dalga yüksekliği değerini 1.4 kat arttırmıştır. Bu amaçla yapılan toplam dokuz deneyin sonuçları Tablo 3.1 de özetlenmiştir.

Tablo 1. Üç Boyutlu Dalga Havuzu Deneyi Sonuçları

Deney No	H (cm)	H _{prototip} (cm)	Dalga Etkisi Sonucu	Yansım Oranı
1	4,01	175,33	Aşma yok	% 20
2	3,79	165,50	Aşma yok	% 10
3	5,50	240,20	Püskürme var	% 23
4	4,65	203,06	Püskürme var	% 34
5	3,59	156,80	Aşma ve püskürme yok	% 24
6	4,17	182,10	Aşma ve püskürme yok	% 30
7	5,63	246,00	Püskürme var	% 28
8	6,88	300,23	Püskürme var	% 20
9	7,30	318,80	Aşma var	% 40

SONUÇ

Yapılan iki ve üç boyutlu hidrolik model çalışmalarında:

- Kiriş ön cephe konfigürasyonunun çok etkili olduğu dik doğrultudaki dalgalarda aşmaya yol açan dalga yüksekliğini 2.2 kat arttırdığı,
- Konfigürasyonun ilk önerilen şeklinde yer alan en iç kısmının genel performansda ölçülebilir bir fark yaratmadığı ve dolayısıyla yararının olmadığı,
- Kesonun yüzey normali ile dalga ortogonalı arasında bir açı bulunması durumunda dalgaların yüzeyi yalayarak geçtiği ve 28° lik bir açı için dalga aşmasına yol açan dalga yüksekliğinin dik dalga etkisi durumuna göre 1.4 kat daha büyük olduğu temel sonuçlarına varılmıştır.

Ayrıca aşağıdaki hususlarda değerlendirilmeye değer görülmüştür.

Keson ön yüzeyi geometrisi nedeniyle keson üstü sürekli kirişin altı yüzey kesonların birleşim bölgelerinde dalga etkilerine maruz kalmakta olup, şok (anlık) kuvvetlerin yaratacağı etkilere açık bulunmaktadır. Bu bölgelerde cephe konfigürasyonu da yer almaktadır.

Üç boyutlu deneylerde yansıyan dalgaların gelen dalgadan yansıması olayı da gözlenmiş olup, çok uzun bir rıhtımda belli bölgelerde aşırı dalga değerlerinin meydana gelme olasılığının bulunduğu düşünülmektedir.