

## EŞDEĞER DEPREM YÜKÜ YÖNTEMİ İLE BETONARME KIZAĞIN DEPREM PERFORMANSININ İNCELENMESİ

Dünya ticaretinin önemli bir kısmının deniz yolu taşımacılığı ile yapılmakta olduğu ve bu taşımacılığın temel taşıını oluşturan gemilerin ise kara tesislerinde imal edildikleri herkes tarafından bilinmektedir. Türkiye’de yer alan tersanelerin ve kıyı yapılarının çoğunluğu Türkiye coğrafyasının bir gerçeği olan deprem fay hatlarının yakınında yer almaktadır. Bu gerçek, tersane dediğimiz gemi inşa tesislerinin, herhangi deprem sırasında yapının ihtiyaç duyacağı gerekli mukavemetin ve performansın belirlenmesinde anahtar rol oynamaktadır.

Türkiye’de hali hazırda yer alan 71 adet tersanenin yanında 53 adet yatırım halinde olan tersane olduğu göz önüne alındığında ülkemiz kıyılarında inşa edilecek tersane ve kıyı yapılarının deprem etkisi dikkate alınarak tasarımının yapılması elzem bir hal almaktadır. Yer hareketlerinin kıyı yapılarına nasıl tesir edebileceğine ilişkin olarak Şekil 1’ de yer alan resim, basit ve önemli bir örnektir. Şekil 1’deki resimde görüleceği üzere, deprem etkisiyle oluşan yatay ve düşey hareketlenmeler kıyı yapılarında düşey ve yatay yer değiştirmelere sebebiyet vermektedir.



Şekil 1. Deprem nedeniyle kıyı yapısında meydana gelen deformasyon.

Türkiye’de özellikle Tuzla Tersaneler Bölgesinde yer alan tersaneler, 1990’lı yılların başında inşa edilmiştir. Türkiye’nin gemi inşa lokomotifi konumdaki Tuzla Tersaneler Bölgesi’nde inşa edilen bu kıyı yapılarının inşasında deprem performansının tetkiki çalışmaları yok denecek kadar azdır.

Tuzla Tersaneler Bölgesi’nde yer alan bir tersaneye ait betonarme kızağın deprem performansının incelenmesi ve mevcut ve yapılması planlanan betonarme kızakların deprem performanslarının araştırılması, tersane yatırımlarının ekonomik sürdürülebilirliği ve gelecekte yaşanabilecek yer hareketleri sonrasındaki kullanımları açısından büyük önem taşımaktadır. Bununla birlikte kızak inşasında çelik konstrüksiyonun kullanılması ve gerekli deprem performansının incelenmesi de malzemenin çeşitliği, sürdürülebilirliği ve ekonomik yönleri açısından kayda değer bir konudur. Ayrıca herhangi bir yer hareketi esnasında kızak üzerinde geminin devrilip devrilmeyeceğinin irdelenmesi de deprem sonrasında kızak üzerindeki gemiye herhangi bir zarar gelmemesi yönünde önem arz eden bir diğer husustur.

Bu kapsamda Tuzla Tersaneler Bölgesi’nde yer alan betonarme raylı kızağın deprem performansı Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi ile incelenecek olup söz konusu kızağa ilişkin resimler Şekil 2 ile Şekil 3’te yer almaktadır.

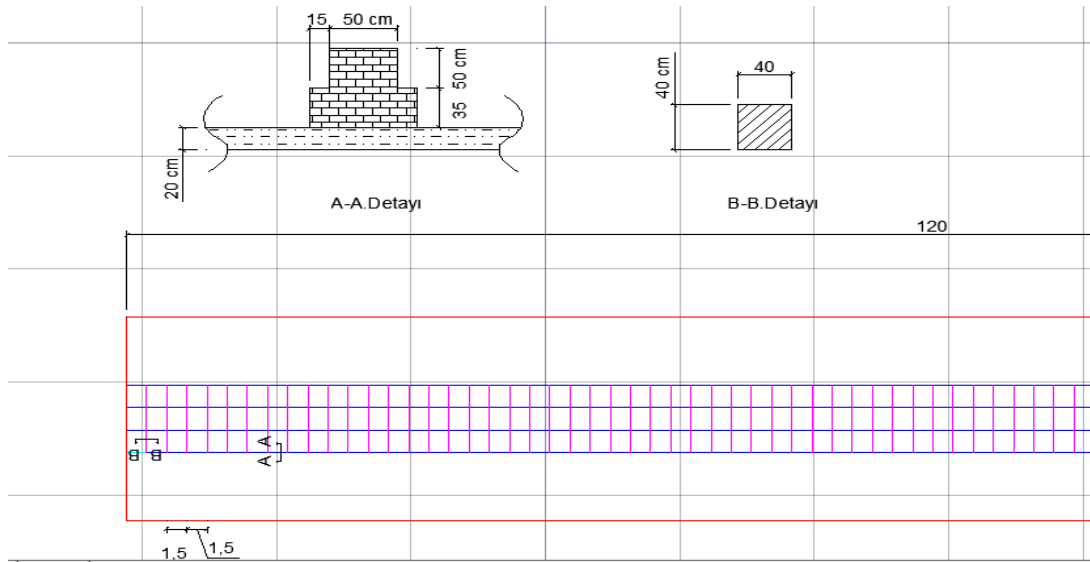


Şekil 2. Deprem performansı incelenecek betonarme raylı kızak görüntüsü.



Şekil 3. Deprem performansı incelenecek betonarme raylı kızak görüntüsü.

Şekil 2 ve Şekil 3'te yer alan kızak resimlerinin aynı ölçülerdeki çizimi ve kesit görüntüleri Şekil 4'te yer almaktadır.



Şekil 4. Betonarme kızığa ait çizim ve kesit detayları

Kızağa ait kısa spesifik bilgiler aşağıda yer almaktadır.

Lkızak= 120 metre

Bkızak= 18 metre

Betonarme kızağın deprem performansının incelenmesinde bir çok belirleyici parametre vardır. Bunlar konstrüksiyonun nitelikleri, zeminin durumu, yapıya etki eden statik ve dinamik yükler ve diğer değerlerdir.

Yapının deprem performansının incelenmesi sırasında kızağa etki eden statik yüklerin, yapının kendi ağırlığı ve kızak üzerinde yer alan geminin ağırlığı olduğu düşünülmüştür. Deprem performansı irdelenen tersane kızağı üzerinde aşağıda özellikleri yer alan kuru yük cinsi bir geminin bulunduğu hesaba katılmıştır.

Loa= 97,175 metre

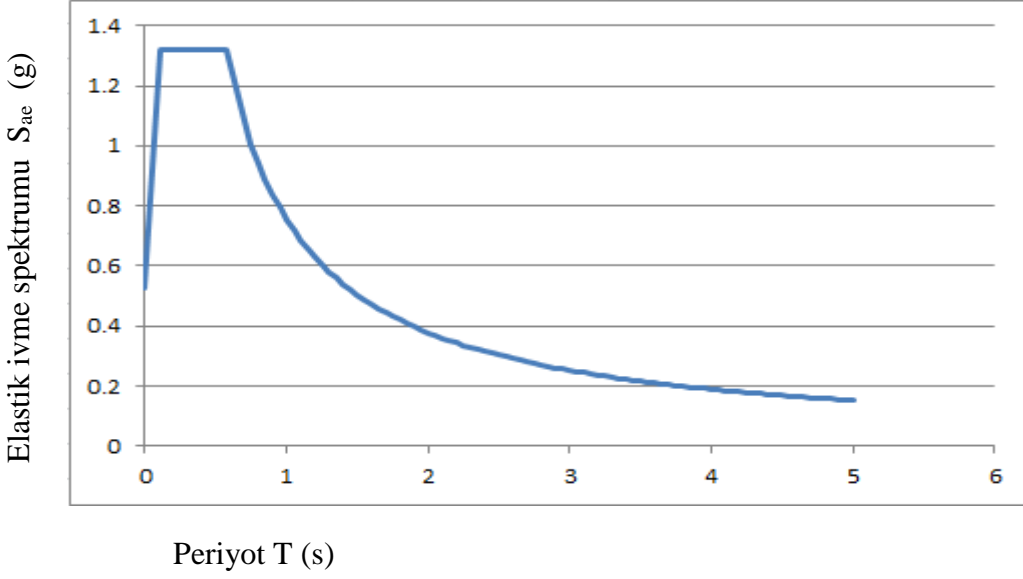
Bgemi= 12,50 metre

Dgemi= 7,60 metre

Lightship (Geminin yüksüz yapı ağırlığı)= 1590 ton

Kızağın bulunduğu zeminin C zemin sınıfı olduğu kabul edilmiştir. Bu kabul yapılırken bölgeye ait zeminin karakteristik özellikleri göz önüne alınmıştır. Yapıya etki eden dinamik yükün hesabında zemin sınıfı önemli bir rol üstlenmektedir. Zemine ait deprem spektrumu ve yapıya etkiyecek olan yatay deprem yükü hesabı aşağıda yer almaktadır.

Kızağın bulunduğu bölgeye ait elastik spektrum Şekil 5'te yer almaktadır. Spektrumun hesaplanmasında 18.08.2007 tarih ve 26617 sayılı Kıyı, Liman Yapıları, Demiryolları, Hava Meydanları İnşaatlarına İlişkin Deprem Teknik Yönetmeliği kullanılmıştır.



Şekil 5. C sınıfı zemin için hazırlanan elastik spektrumu.

Şekil 5’te yer alan elastik spektrumu kullanılarak elde edilen taban kesme kuvveti  $f_{smaks}$ , aşağıda yer aldığı gibidir. Taban kesme kuvvetinin elde edilmesi işleminde yer hareketinden gelen pik ivme değeri hesaba katılmıştır.

$$S_{ae} = 0,4S_{ms}$$

$$S_{ms} = 1,32 \text{ (Tasarım spektrumundan okunan değer)} \quad (1)$$

$$S_{ae} = 0,4 * 1,32 = 0,53g$$

$$f_{smaks} = m * S_{ae}$$

$$f_{smaks} = 15 \quad (2)$$

$$f_{smaks} = 8427 \text{ kN}$$

Gemi ağırlık merkezinde oluşan deprem yükü, hem kuvvet hem de moment olarak hesaplanmıştır.

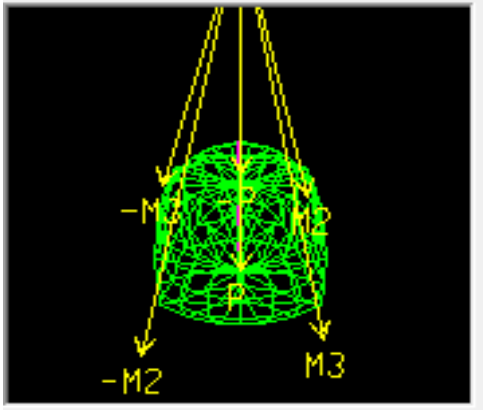
$$M_{eq} = KG * f_{smax}$$

$$M_{eq} = 5,79 * 8427 \text{ kN} \quad (3)$$

$$M_{eq} = 48792 \text{ kNm}$$

Ölü ve hareketli yüklerin ilgili dizayn programa girilmesi neticesinde elde edilen kesit gerilmeleri incelenerek, kritik kesitte oluşan maksimum moment ve kesme yükü değeri kesitin kapasitesi ile kıyaslanmıştır.

Şekil 6 ’da kritik kesitin P-M zarf eğrisi yer almaktadır.



Şekil 6. Kritik kesitin P-M zarf eğrisi.

P-M zarf eğrisinden elde edilen maksimum moment ve kesme yükleri ile yüklemeler neticesinde kesitte meydana gelen kritik gerilme değerlerinin karşılaştırılması Tablo 1’de yer almaktadır.

Tablo 1. Zarf eğrisinden elde edilen yükler ile kritik kesit yükleri değerleri

	F (kN)	M (kNm)
Kesitte Oluşan İç Kuvvetler	143	133
Kesitin Sağladığı Kapasite	2114	182

Bu hesaplamalar ve yaklaşımlardan faydalanarak, hali hazırda Tuzla Tersaneler bölgesinde bulunan betonarme kızağa ait kritik kesit olan enine kirişlerin, mevcut zeminde meydana gelebilecek bir depremde pozitif mukavemet gösterebilecek kesit özelliklerine sahip olduğu anlaşılmaktadır. Eşdeğer deprem yükü yöntemiyle yapılan hesaplar, mevcut betonarme kızağın olması muhtemel bir Marmara depremde deprem performansının başarılı olacağını göstermektedir.

Bir sonraki makalede çelik konstrüksiyon bir tersane kızağı ele alınacak olup bu kızağın deprem performansı, eşdeğer deprem yükü yönteminin yanında zaman tanım alanı methodunun kullanılması ile de incelenecektir.

\* Değerli bilgilerinden faydalandığım Sayın Doç.Dr.Yasin FAHJAN’a teşekkürlerimi sunarım.