

## KAZIK YÜKLEME DENEYİ PROSEDÜRÜ

M.Metin Sonuvar  
Teknik Danışman, Deniz Yapıları Prj.Md  
Cesaş İnş.Tic. ve San A.Ş.  
Tel: 0312 441 84 80 Fax: 0312 440 27 37  
msonuvar@cesas.com.tr

### ÖZET

Bildirinin kapsamı, kazık temelli rıhtım ve iskele gibi yapılarda uygulanan çakma kazıkların hesapla bulunan çalışma yüklerini emniyetli bir şekilde taşıyabildiğini ispat etmek amacıyla yapılan kazık yükleme testi prosedürünün anlatılmasından oluşmaktadır.

Çakma kazıklarda yükleme deneyleri genellikle, BS 8004 nolu temellerle ilgili standart veya (basınç testi için )ASTM D 1143-81, (çekme testi için )ASTM D 3689-90 ve (yanal yük testi için )ASTM D 3966-81 nolu standartlara göre uygulanmaktadır.

Kazık yükleme deneyleri kazıkların maruz kalabileceği basınç, çekme ve yanal yükleri emniyetli bir şekilde taşıdıklarını test etmek amacıyla yapılır.

Bu alanda en yaygın olarak kullanılan Deney Metodları şunlardır;

- Sürekli Yükleme (SY) [Maintained Load (ML)]
- Sabit Oranlı Penetrasyon (SOP) [Constant Rate of Penetration (CRP)]

Genel olarak kazık taşıma gücünü test etmek için (SY) Metodu uygulanmaktadır. (SOP) metodu ise esas olarak kazık nihai taşıma gücünü tespit etmek için uygulanır ve bu nedenle daha ziyade kazık ön yükleme veya araştırma çalışmalarında kullanılır.

### GİRİŞ

Bildirinin kapsamı, kazık temelli rıhtım ve iskele gibi yapılarda uygulanan çakma kazıkların hesapla bulunan çalışma yüklerini emniyetli bir şekilde taşıyabildiğini ispat etmek amacıyla yapılan kazık yükleme deneyi prosedürünü içermektedir.

Bu konuda bazı uygulamaların doğru ve yeterli olduğu söylenemez. Daha ötesi bir çok işlerde “Kazık Yükleme Deneyi” istenmemekte sadece “Kazık Çakma Deneyi yaptırılmaktadır. Bu bildiride “Kazık Çakma Deneyi” Prosedürüne yer verilememiş ve kısaca bahsedilmiştir.

Proje ve Müşavirlik Firmaları mutlaka ve her kazık temelli yapılarda kazık yükleme deneyi yapılmasını şart koşmalıdır.

Amaç standart bir uygulamayı sağlamak olduğu için aşağıda da görüleceği gibi bildirinin deney safhalarını kapsayan bir klavuz modelinde sunulması tercih edilmiştir.

Bu modelde yapılacak işler sırasına göre maddeler halinde belirtilmiş olup farklı anlamları önlemek için Türkçe karşılığı henüz yerleşmemiş olan terimlerin İngilizceleri köşeli parantez içinde verilmiştir.

## DENEY STANDARTLARI VE METODLAR

Kazık Yükleme deneyi uluslararası kabul görmüş standartlara göre yapılmalıdır. Bu konuda en yaygın kullanılan iki önde gelen standart bulunmaktadır.

Çakma kazıklarda yükleme deneyleri genellikle, BS 8004 nolu temellerle ilgili standart veya basınç testi için ASTM D 1143-81, çekme testi için ASTM D 3689-90 ve yanal yük testi için ASTM D 3966-81 nolu standartlar uygulanmaktadır

Kazık yükleme deneyleri kazıkların maruz kalabileceği basınç, çekme ve yanal yüklerine emniyetli bir şekilde dayanımlarını tespit maksadıyla yapılmakta olup her üç deney için ayrı düzenek teşkili gerekmez aynı düzenek modifiye edilerek kullanılabilir.

Düşey kazıklı iskelelerde basınç ve yanal yükleme esastır.

En yaygın olarak kullanılan Test Metodları şunlardır;

- Sürekli Yükleme (SY)[Maintained Load (ML)]
- Sabit Oranlı Penetrasyon (SOP) [Constant Rate of Penetration (CRP)]

Genel olarak kazık taşıma gücünü test etmek için Sürekli Yükleme Metodu uygulanmaktadır. Bu metotta kazık çalışma yükü, “Yükleme Program”ında belirtilen oranlarda ve sürelerde kazığa tatbik edilir. Uygulamalar, yük yükleme ve boşaltma olarak iki aşamalı yapılmakta olup her iki aşamada tutulan kayıtlar kullanılarak “yük -oturma “ ve “zaman-oturma” eğrileri çizilir. Sabit Oranlı Penetrasyon ise genel olarak kazık nihai taşıma gücünü tespit etmek için uygulanır ve bu nedenle daha ziyade kazık ön yükleme veya araştırma çalışmalarında kullanılır.

## DENEY EKİBİ

Kazık yükleme deneyleri deneyimli elemanlardan oluşan bir ekip tarafından yapılmalıdır.

Deney ekibi genel olarak belirtilen görevleri yapmak üzere şu elemanlardan oluşur:

Ekip başı (Müh.)	: Yönetici ve deney sorumlusu
Ekip başı yrd.(Tekniker)	: Dokümanların hazırlanması ve deney düzeneğinin kurulması
Formen	: Deney düzeneğinin kurulması ve sökülmesi
Topoğraf (2 adet)	: Deney düzeneğinin aplikasyonu, okumaların yapılması, kayıtların tutulması, yük/oturma, yük/zaman grafiklerinin çizilmesi
Makine operatörü	: Jeneratör ve güç ünitesinin işletmesi
Teknisyen	: Ekipmanların bakım, onarım ve idamesi (vinç hariç)
Servis botu kaptanı	: Deney ekibinin ve kontrol teşkilatının deniz ulaşımı
Vinç operatörü	: Vinç işletmesi, deney düzeneğinin kurulması ve sökülmesi
Kaynakçı	: Her türlü kaynak işi
Düz işçi	: Muhtelif hizmetler

Formen vinç operatörü ve kaynakçılar sadece deney düzeneğinin kurulması ve sökülmesi aşamalarında görevlendirilir.

## PROSEDÜRLER

### Prosedür 1- Dokümantasyon

Bir yükleme deneyi yapılması için ilk aktivite deneyin hangi standartlara ve hangi yükleme metoduna göre yapılacağını tespitidir. Bu Proje hesap raporunda ve Teknik Şartnamesinde belirtilmiş olmalıdır. Hesap raporlarında, belirtilen standart hükümlerinde sapmalar oluşturacak hükümler olmamalı, zorunlu ise detaylı açıklama yapılmalıdır. Proje hesap raporunda uygulanacak test yükü, emniyet katsayıları v.d. bilgiler mutlaka bulunacak ve bu bilgiler bu süreçte Deney Ekibine verilecektir.

Deneyden önce aşağıda belirtilen dokümanlar Deney Ekibince hazırlanarak İdare'nin onayına sunulacaktır.

- Deneyde görev alacak personelin isimlerini, deneyimlerini ve aktivitedeki görevlerini belirten bir personel deklarasyon tablosu,
- Aktivitenin nasıl yapılacağını anlatan bir “Yapım Metodu” [Method Statement],
- Kazık yükleme deneyinde uygulanacak olan “Kazık Yükleme Programı” [Pile Loading Program) tabloları,
- Eğer güç ünitesindeki yük göstergesi yükü “bar” cinsinden gösteriyorsa, her yük artırımı değerini ton cinsine çeviren tablo ,
- Basınç deneyinde kazık başı oturmalarının, çekme deneyinde kazık başı yükselmelerinin ve yanal yükleme deneyinde kazık başının yanal deplasmanlarının kaydedileceği formlar,
- Deneyde kullanılacak olan ekipmanların (Hidrolik kriko, Güç ünitesi, Kompartörler, [Dial Gage] teodolit, kaldırma ekipmanları) güncelleştirilmiş kalibrasyon sertifikaları ve katalokları,
- Çakma deneyine ait kazık çakma raporu (Refü Hesabı, Çakım kayıt tabloları v.d.)
- Prosedürün son aşaması olarak kazık yükleme deneyi tamamlandıktan sonra ayrıntılı “Deney Sonuç Raporu” hazırlanarak İdarenin onayına sunulur.

### Prosedür 2- Test Kazığının Çakılması

Temel prensip test kazıklarının tüm iskele kazıklarını temsil edecek konumda ve sayıda çakılmasıdır. Uygulamada test kazıkları iskele alanı dışında ancak en yakın mesafedeki bir noktada veya proje kazıklarının birinin bulunduğu noktada çakılabilir. Eğer test kazığı proje kazıklarının birinin bulunduğu noktada çakıldıysa bu kazık proje kazığı olarak muhafaza edilecektir.

Test kazığı hesaplanan refü (kazığın zemine 10 cm girmesi için darbe sayısı) değerine göre çakılır ve darbe/giriş değerleri kazık çakma föyüne kaydedilir.

Test kazığı çakılması sürecinde yapılacak işlemler sırasıyla şunlardır.

- Kazık statik taşıma gücü hesabıyla tahmin edilen boyda test kazığı imal edilir.
- Hesap raporunda istenen enerjiyi sağlayacak kapasitede çekiç, çakma başlığı ve yastık seçilir.
- Tespit edilen kriterlere ve hesap raporunda istenen metod ile refü hesabı yapılır.
- Test kazığı belirlenen noktada çakılır.

- İdarece istenirse Çakım sırasında Kazık Çakma Analizör'ü [Pile Driving Analyser] de kullanılacaktır. Bu enstruman kazık çakımının analizi için hazırlanmış bilgisayar programı ve donanımından ibaret olup aynı zamanda çakım sürecinde kazığın bütünlüğünü de [integrity] göstermektedir.
- Test kazığı çakılırken darbe/giriş kayıtları standart formlara kaydedilir. Kayıtların iki teknik eleman tarafından ayrı ayrı tutulması önerilir.
- Kazık çakım sürecinde onaylı yapım metodunda taaahhüt edilen Kalite/Kontrol ve Sağlık Emniyet ve Çevre (SEÇ) [Health Safety and Environment (HSE)] için gereken tedbirleri alınacaktır.

### **Prosedür 3- Ankraj (Çekme&Basınç) ve Referans Kazıklarının Çakılması**

Test yükü olarak iki metod kullanılabilir. Bunlardan birincisi test yükünü hidrolik kriko yardımı ile kazığa tatbik edilmesi, diğeri ise beton ağırlık blokları kullanmaktır.

Ancak bu metodlardan en yaygın kullanılan birinci metod olduğu için diğeri bildiri kapsamına alınmamış olup sadece birinci metod'dan bahsedilecektir.

Test kazığına hidrolik kriko ile test yükü verilmesi metodu ile ilgili prosedür aşağıda sunulmaktadır.

- En az iki adet olmak üzere genelde 4 veya 8 adet Çekme&Basınç kazıkları çakılır. Bu kazıklar esas olarak test yükü altında düşey deplasman yapmamalıdır.
  - Çekme&Basınç kazıkları ve test kazığı aplane edilirken aralarında ilgili standart'da belirtilen mesafelere mutlaka uyulacaktır.
  - Zemin gerektiriyorsa bu kazıklara uç ankrajı yapılacaktır.
  - Test ve Çekme&Basınç kazıkları çakıldıktan sonra zemin türüne göre en az 48 saat beklendikten sonra deneye başlanmalıdır. Bu süre şartnamesinde belirtilmelidir.
  - Kazık deplasmanlarını ölçmek için üzerine Komparatör [Dial Gage] konulacak olan referans kirişlerini taşımak üzere 4 adet kazık çakılacaktır. Sağlıklı bir okuma yapılabilmesi için bu kazıkların dalga hareketlerinden etkilenmemesi esastır.
- Bu kazıklar deney süresince mümkün olduğunca sabit kalmalıdır.

### **Prosedür 4- Test Kirişlerinin ve Hidrolik Krikonun Maniplasyonu ve Montajı**

- Test kazığının kafası tesfiye edilir, üzerine uygulanacak olan yük altında eğilmeyecek kalınlıkta çelik basınç plakası konur ve plaka kaymayacak şekilde sabitlenir,
- Test kirişleri vinç ile Çekme&Basınç kazıklarının üzerine konur ve test yükü altında aşırı uzama veya kısalma yapmayacak şekilde bağlanır,
- Hidrolik kriko çelik basınç plakasının hassas bir şekilde tam ortasına yerleştirilir,
- Referans kirişleri referans kazıklarının üzerine konur ve aynı şekilde sabitlenir,
- Komparatörler (2 adet) basınç plakasının üzerine konarak mıknatısla sabitlenir.
- Komparatörlerin (2 adet) iğneleri referans kirişleri üzerine okuma yapılabilecek pozisyonda bir cam parçası üzerine yerleştirilir, camın üzerine ince makine yağı sürülmesi okumaların doğruluğu açısından yararlı olacaktır.
- Test düzeni kurulmasına ait üç örnek fotoğraf aşağıda görülmektedir.



### Prosedür 5- Deney Çalışma Platformu teşkil edilmesi

- Test ekibinin okuma yapıp kayıt tutacağı, yük ünitesinin, jeneratörün ve topoğraf aletlerinin üzerine konulacağı bir sabit bir platform yapılması gerekir.
- Bu platform karada sabit bir nokta veya kazıklar üzerinde geçici bir yapı olabilir.
- Yükleme testi yapılacak nokta denizde ise bu platformun alt fotoğrafta görüldüğü gibi dalga, rüzgar ve güneşten korumalı bir yaşam alanı olması istenir.
- Yükleme testleri süreklilik gerektirdiği için gece saatlerinde de devam edecektir,
- Denizde test platformuna ulaşım için bir adet servis teknesi tahsis edilecektir.



### Prosedür 6- Yükleme yapılması, deplasmanların aletle okunması ve kaydedilmesi

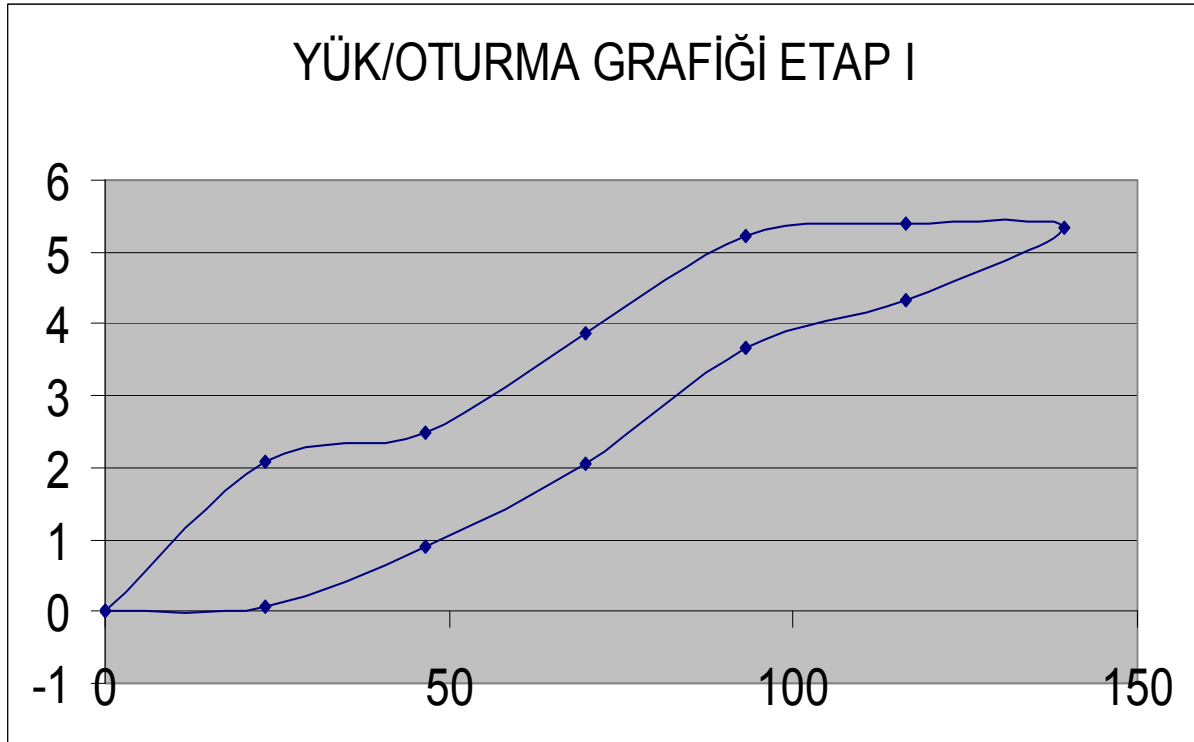
- Yükleme programında belirtilen yük oranları belirtilen zaman aralıklarında uygulanır,
- Her yükleme sonunda kazık başı deplasmanı iki komparatörden aynı anda okunarak kayıt formlarına yazılır ve ortalaması alınır. Okunan her iki değer birbirine çok yakın değerler olması gerekmektedir. Aşırı fark yüklemenin eksantrik olduğunu veya kömparatörlerin iyi kalibre edilmediğini gösterir. Bu nedenle test mahallinde yedek komparatörler bulundurulması tavsiye olunur.
- 0.01 mm. hassasiyette olan komparatörlerin doğru göstermesi için rüzgar ve güneş ısısından, deniz suyundan korunması ve referans kirişlerinin kesinlikle sabit kalması, üzerine basılmaması ve test düzeninin diğer elemanlarından etkilenmemesi esastır,
- Temel olarak denizin test sürecinde sakin olmasına test düzeninin solugan dalgalarına maruz kalmamasına azami dikkat edilmelidir.
- Yük aralıklarında yükleme programında belirtilen değerlere göre sapmalar olmamalıdır.
- Test ortamının ısısı çelik elemanları etkileyeceğinden buna bağlı uzama ve kısaltmalar hesaplanarak sonuçların değerlendirilmesinde dikkate alınır.
- Bu aktivitelerin uygulanmasından ekip başı sorumlu olmalıdır.

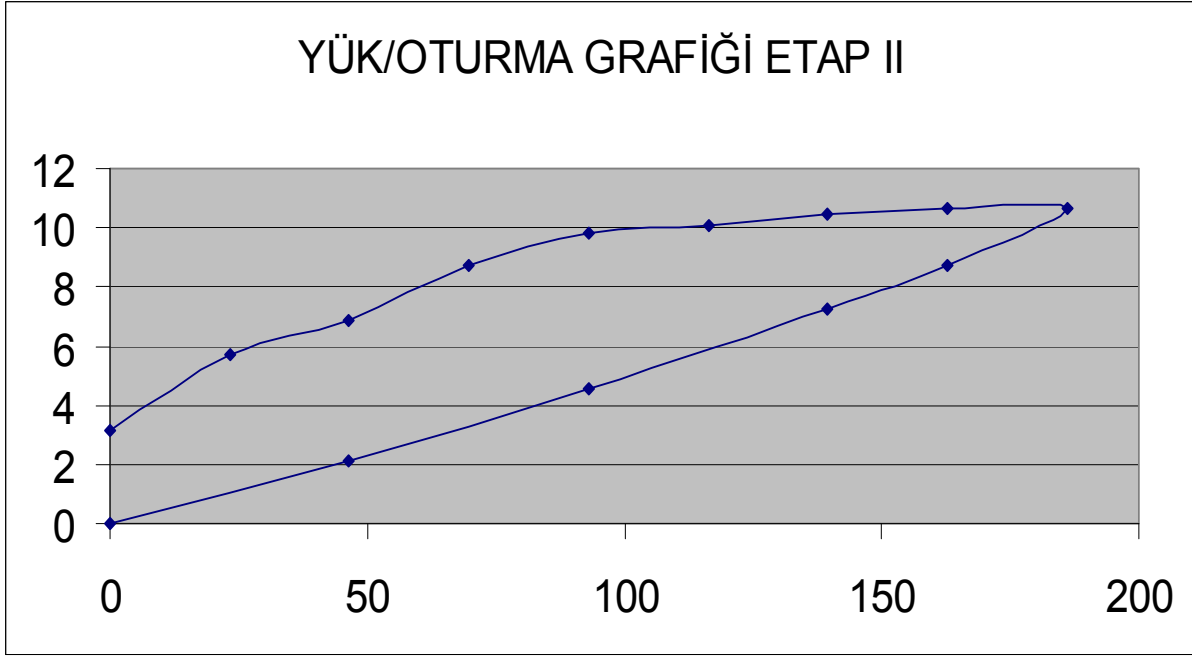


### DENEY SONUÇLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

Kayıt formlarına işlenen okumalara göre kazık başı deplasmanları ve kalıcı deplasman hesaplanacak ve aşağıda örneği görülen “yük-oturma” ile “yük- zaman “ eğrileri çizilecektir.

Kazık yükleme esnasında göçtüğü veya müsaade edilir deplasman aşıldığı takdirde test kazığının gerekli mukavemete ulaşmadığı anlaşılır. Bu takdirde refü hesabı gözden geçirilir ve test aynı prosedürler takip edilerek yeni refü ile çakılan kazıkta yinelenir.





## SONUÇ

Yükleme deneyleri bir yapının ne kadar güvenli olduğunu anlamak için mutlaka yapılmalıdır. Bu nedenle iskele ve rıhtım yapan ve bilhassa yaptıran kurum ve kuruluşların uygulamaya başlamadan önce yeterli sayıda yükleme deneyini esaslarını belirtmek suretiyle sözleşme ve şartnamelerine koymalı ve yapımını da denetlemelidir. Şartnamelere konulabilecek hükümlerin oluşturulabilmesi için burada verilen bilgiler ve öneriler uygulayıcılara ışık tutacaktır.

## KAYNAKLAR

Standard Test Method for Piles Under Static Axial Compressive Load ( ASTM D1143 -81) American National Standards Institute 1994

Standard Test Method for Piles Under Static Axial Tensile Load ( ASTM D3689 -90) American National Standards Institute 1994

Standard Test Method of testing piles Under Lateral Loads ( ASTM D3966 -81) American National Standards Institute 1994

British Standard Code of Practice, Foundations (BS 8004) , British Standards Institution 1986  
page 103

Türk Standartları, Kazıklı Temellerin Hesap ve Düzenlenmesinde Genel Kurallar (TS 3167) Türk Standartları Enstitüsü Nisan 1978, sayfa 7

Türk Standartları, Çakma Kazıklar Tasarım Yapım ve Uygulama Kuralları (TS 3169) Türk Standartları Enstitüsü Nisan 1978, sayfa 9