



TMMOB İNŞAAT MÜHENDİSLERİ ODASI
İSTANBUL ŞUBESİ
GEOTEKNİK KURSU
26 Kasım 2016

DERİN (KAZIKLI) TEMELLERİN
TASARIMI

Ozan DADAŞBİLGE, İnş.Y.Müh.

İÇERİK

1. Giriş
2. Kazık Tipleri
3. Kazıkların Yük Altındaki Davranışı
4. Kazık Taşıma Gücü
5. Negatif Çevre Sürtünmesi
6. Grup Etkisi
7. Kazıkların Oturması
8. Kazık İmalatı
9. Deneyler

1-GİRİŞ

Herhangi bir yapının üstyapı yükleri zemine temeller vasıtasıyla aktarılır. Yeterli taşıyıcı niteliklere haiz olan zemin tabakasının yapının oturtulması planlanan seviyede bulunması halinde «Yüzeysel Temeller» tercih edilir.

Yüzeysel Temeller:

1. Tekil (münferit) temel
2. Sürekli (mütemadi) temel
3. Plak (radye) temel

Taşıyıcı zemin tabakasının daha derinlerde bulunması halinde ise iki alternatif çözüm söz konusu olur:

1. Yapının oturduğu seviyedeki zayıf zeminin iyileştirilmesi,
2. Yapı yüklerinin derin temellerle taşıyıcı zemine aktarılması.

Genel olarak «Derin Temeller» tanımlaması, derinliği kısa kenarının 2,5 katından daha fazla olan temel elemanları için kullanılır.

Derin Temeller:

1. Ayaklar
2. Kesonlar
3. Kazıklar

2- KAZIK TİPLERİ

Kazıklar imalat yöntemlerine göre 5 ana tipe ayrılırlar:

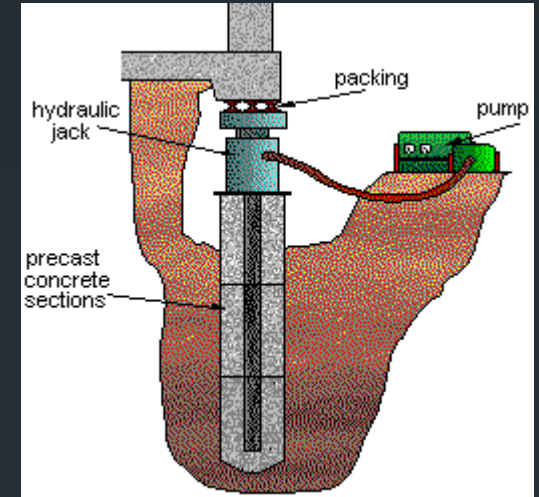
1.Çakma Kazıklar: Önceden şekil verilmiş, genellikle ahşap, beton veya çelik malzemeden yapılmış, bir şahmerdanın darbeleriyle zemine çakılırlar.

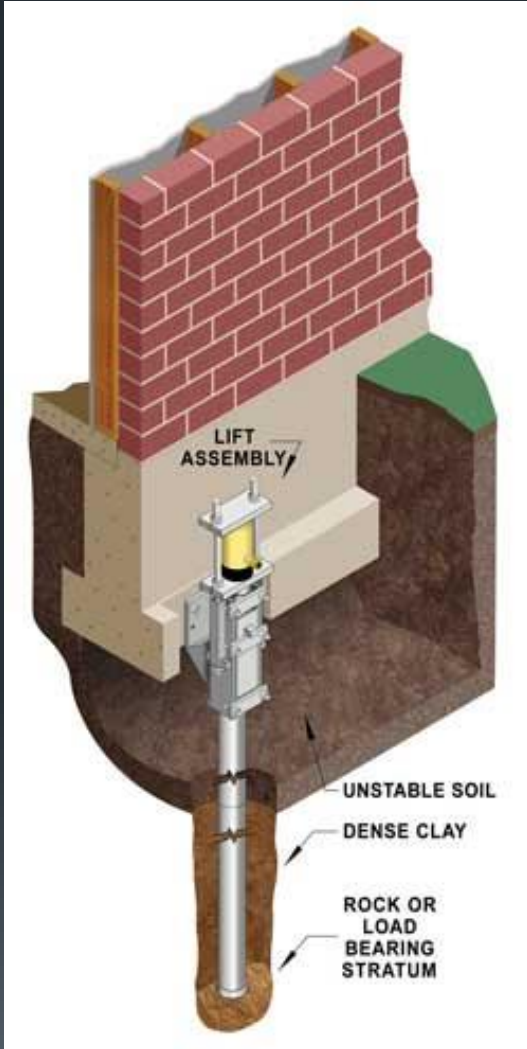
2.Yerinde Dökme Çakma Kazıklar: Kapalı uçlu bir çelik borunun zemine çakılıp daha sonra içinin beton doldurulması suretiyle yapılır. Beton dökümü sırasında boru geri çekilebilir veya yerinde bırakılabilir.

3.Hidrolik İtme Kazıklar (Jacked piles): Zemine hidrolik bir kriko ile itilerek yerleştirilirler.

4.Delme (Fore) ve Yerinde Dökme Kazıklar: Zemin içinde bir delik delinip içine donatı kafesi yerleştirilir ve beton dökülür.

5.Kompozit Kazıklar: Yukarıda sayılan tiplerin kombinasyonu olan, veya aynı tipte farklı malzemeden yapılmış kazıkların kombinasyonu olan kazıklardır. İlk 3 tip, kazığın zemine yerleştirilmesi sırasında zemin yanlara doğru itildiği için «Deplasman Kazıkları» olarak da adlandırılır.





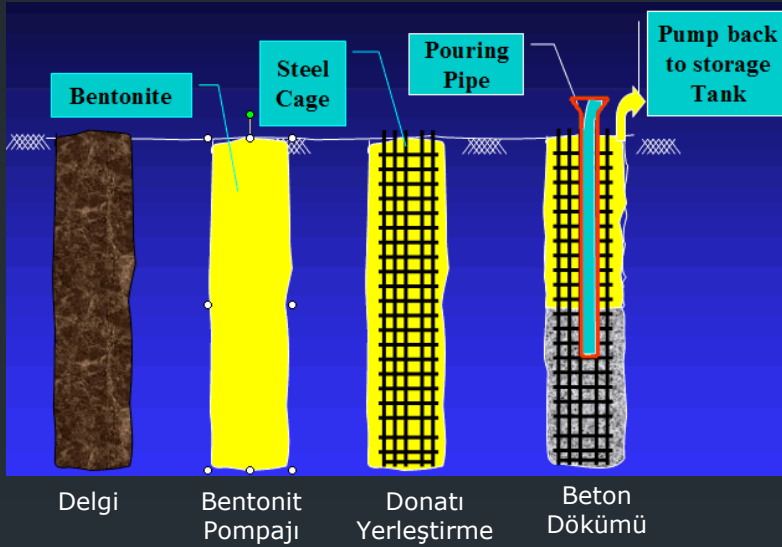
Hidrolik İtme Kazık



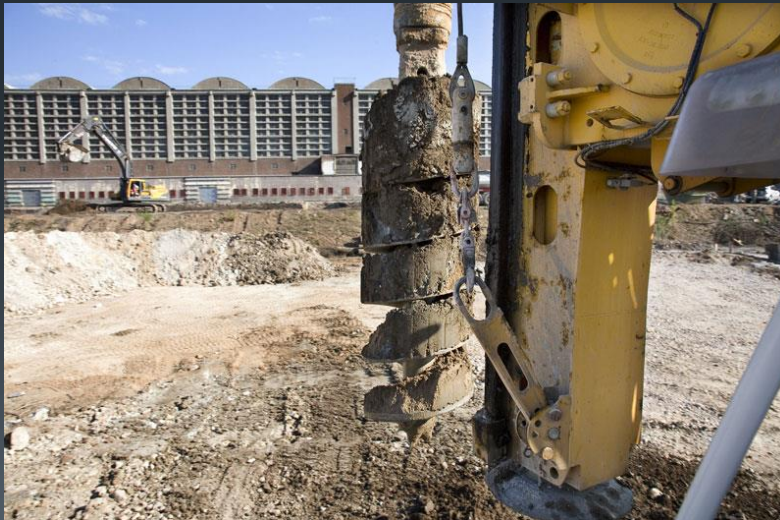
Prekast Betonarme Çakma Kazık



Çelik Çakma Kazık



Fore Kazık Donatı Kafesi Hazırlığı



Foraj



Bitmiş İmalat



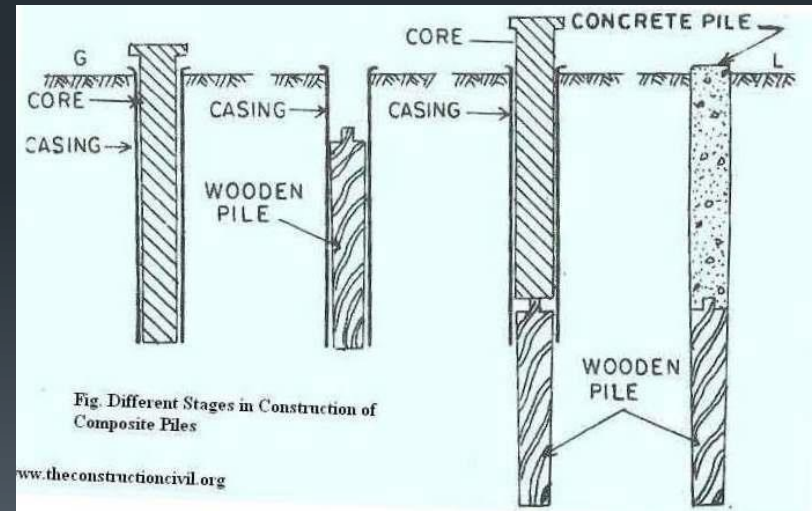
Çelik Kılıflı Betonarme Kazık



Çelik Profil Çekirdekli Beton Kazık



Çift Cidarlı Çelik Boru / Betonarme Kazık



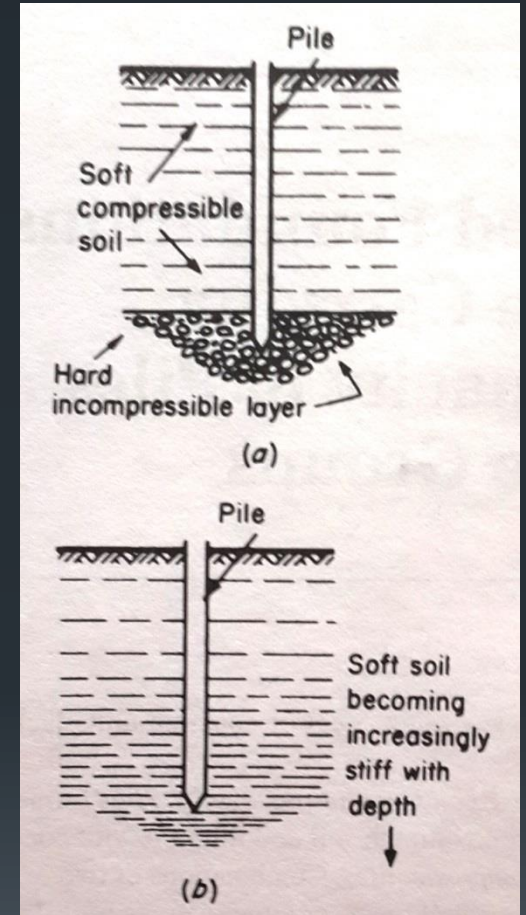
Ahşap / Beton Kompozit Kazık

Kazıklar uzun ve narin yapı elemanlarıdır ve yapı yüklerini zayıf zemin tabakalarından geçerek daha derinde bulunan sağlam zemin tabakalarına veya kayaya aktarmak amacıyla kullanılırlar.

Yükü zemine aktarma şekli bakımından kazıklar iki ayrı grupta incelenir (Şekil-1):

1. Uç Kazıkları: Kazıkların ulaştığı taşıyıcı niteliğe haiz zemin tabakasının sert, penetrasyonun çok zor olduğu kaya, çok sıkı kum veya çakıl gibi zeminlerde kazık taşıma gücünün büyük bir kısmı bu tabaka içindeki kazık ucundaki dirençten gelir.

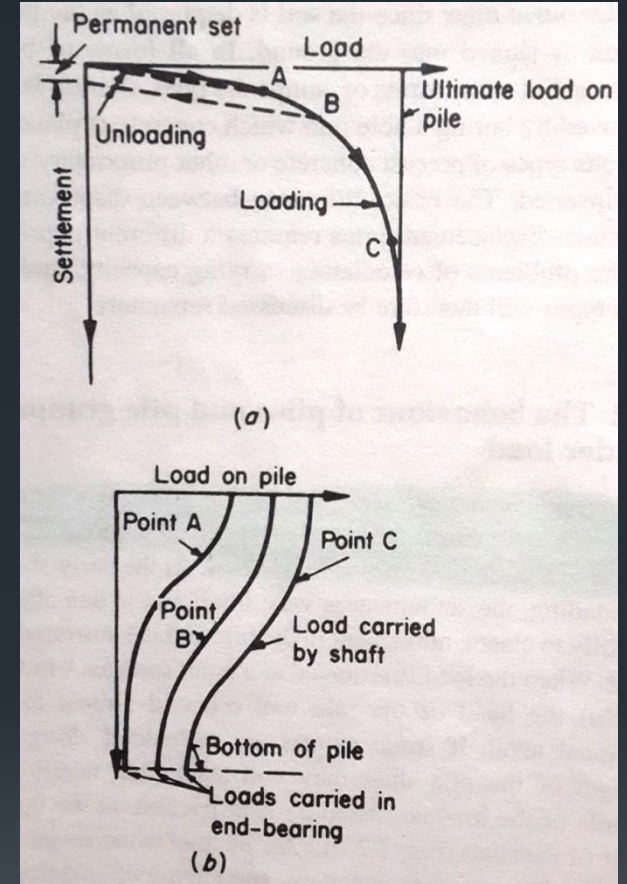
2. Sürtünme Kazıkları: Penetrasyonun çok zor olduğu tabakalara ulaşamayan kazıklarda taşıma gücü kısmen uç direnci ile, kısmen de kazık gövdesinin çevre zemin tabakalarıyla arasındaki yüzey sürtünmesinden gelir.



Şekil-1: a) Uç kazığı b) Sürtünme kazığı (yüzen kazık) (Tomlinson)

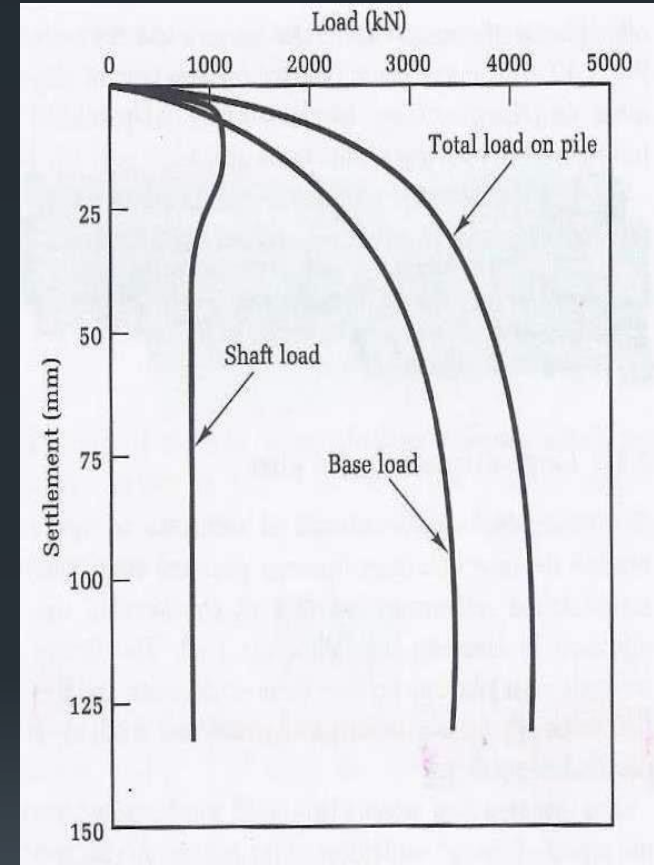
3- KAZIKLARIN YÜK ALTINDAKİ DAVRANIŞI

- Kazığın yük altındaki davranışı yük-oturma eğrisi üzerinden incelenir.
- Yüklemenin ilk aşamalarında oturma çok azdır hemen hemen sadece kazıktaki ve çevre zemindeki elastik hareketten meydana gelir. Şekil-2'deki A noktasında yük kaldırıldığında kazık başlığı hemen hemen orijinal seviyesine kadar tekrar yükselir. Kazık boyunca yük dağılımı uzama ölçerler vasıtasıyla okunduğunda yükün neredeyse tamamının gövdenin üst kısmındaki çevre sürtünmesiyle taşındığı görülür.
- Yük arttırılarak B noktasına gelindiğinde eğri biraz dikleşir ve yük kaldırıldığında yine bir miktar elastik dönüş olur, ancak kazık başlığı orijinal seviyesine gelmez (kalıcı deformasyon). Uzama ölçer okumaları artık verilen yüke eşit değildir ve bu kazık ucunun da yük taşımaya başladığını gösterir.
- C noktasına (göçme yükü) yaklaşıldığında küçük yük artışlarında oturma daha hızlı artmaya başlar.
- Uzama ölçer okumaları yük arttırıldıkça kazık gövdesinin taşıdığı yükün taşınan toplam yüke oranının giderek azaldığını göstermektedir.



Şekil-2: Yüklemenin kazık üzerindeki etkisi. a) Yük – oturma eğrisi. b) Kazık gövdesi boyunca alınan «strain gauge» (uzama ölçer) okumaları (Tomlinson)

- Çevre sürtünmesi ve uç direnci tarafından taşınan yüklerin birbirlerine oranı zeminin kayma mukavemetine ve elastisitesine bağlıdır.
- Genel olarak uç direncinin tamamını mobilize etmek için gerekli olan kazık düşey hareketi, çevre sürtünmesinin tamamını mobilize etmek için gerekli olan düşey hareketten çok daha fazladır.
- Bir kazığın gövdesindeki toplam yük ve ucundaki yük ayrı ayrı ölçülürse her bileşene ait yük – oturma eğrisi Şekil-3'teki gibi olur.
- Görüldüğü gibi gövdedeki çevre sürtünmesi bir pik değere kadar yükseldikten sonra yükü arttırdıkça düşer ve belli bir oturmadan sonra sabit kalır.
- Buna karşın uç direnci ise göçme meydana gelene dek düzenli bir şekilde artar.



Şekil-3: Büyük çaplı yerinde dökme fore kazıklar için Yük – Oturma ilişkileri (Tomlinson)

4 – KAZIK TAŞIMA GÜCÜ

11

Şekil-4'deki C noktasına karşı gelen limit durumda kazığın nihai taşıma gücü (ultimate bearing capacity):

$$Q_p = Q_s + Q_b - W_p$$

Q_s ... Kazık gövdesindeki nihai çevre sürtünmesi

Q_b ... Nihai uç direnci

W_p ... Kazık ağırlığı (ihmal edilebilir)

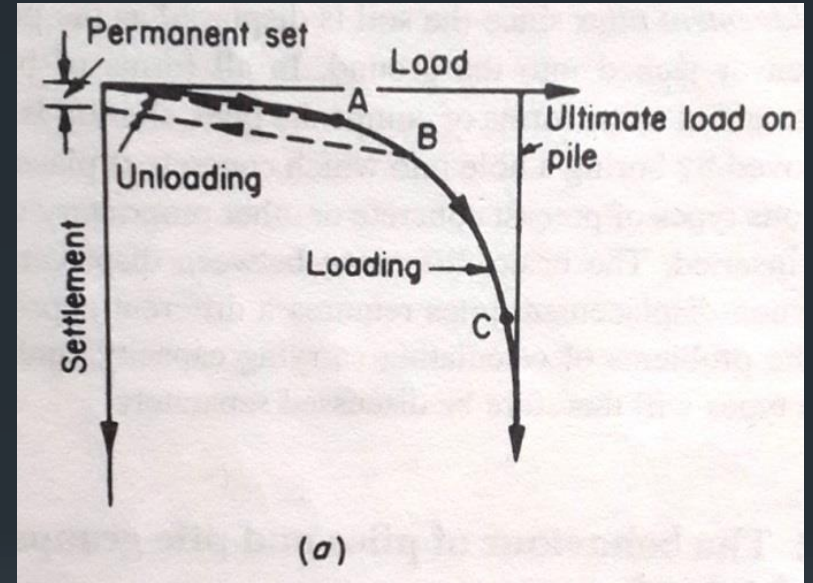
Tasarım taşıma gücü iki şekilde belirlenir:

a) Kısmi güvenlik sayıları ile:

$$Q = Q_s/1,5 + Q_b/3$$

b) Paçal (overall) güvenlik sayısı ile:

$$Q = (Q_s + Q_b) / 2,5$$



Şekil-4: Yüklemenin kazık üzerindeki etkisi. a) Yük – oturma eğrisi. (Tomlinson)

DİKKAT: Tasarım taşıma gücü için verilen güvenlik sayıları bu yük altında beklenen oturma miktarına göre arttırılabilir!..

4.1. Göçme Yüğü

- Terzaghi göçme yükünü pratik olarak kazık çapının veya kazık genişliğinin 1/10'u kadar oturmayı meydana getiren yük olarak tanımlamaktadır. Bu kriter geniş bir kabul görmüştür.
- Ancak bu kriter büyük çaplı kazıklar (> 60cm) için uygulandığında ve servis yükü belirlemek için güvenlik sayısı 2,0 alındığında servis yükü altındaki aşırı oturmalar meydana gelebilir. **Dolayısıyla servis yükü, kazığın taşıdığı üst yapının tolere edebileceği oturma miktarıyla sınırlıdır!!!**
- Oturmanın kritik olduğu durumlarda çevre sürtünmesi ve uç direnci ile taşınan yük ayrı ayrı değerlendirilmeli, kazık başlığındaki oturma kazık gövdesinin elastik sıkışmasının, gövde etrafındaki zeminin elasto-plastik deformasyonu ile kazık ucu altındaki zeminin sıkışması arasındaki etkileşim yardımıyla hesaplanmalıdır.
- İmalat yönteminin kazığın taşıma gücüne önemli bir etkisi vardır.
- **Hesapla bulunan kazık taşıma gücü mutlaka arazide yapılacak yükleme deneyleriyle teyid edilmelidir.** Zemin mekaniği yöntemleriyle bulunan taşıma kapasiteleri yükleme deney sonuçlarına göre +/- %50, hatta bazı durumlarda daha da fazla fark gösterebilir.
- Kazık göçme yükü «dinamik kazık formülleri» yardımıyla da elde edilebilmektedir. Bu durumda da arazide dinamik kazık yükleme deneyleri yapılması uygundur.

4.2 – Kohezyonsuz Zeminlerde Kazık Taşıma Gücü

- Taşıma gücü hesaplarına başlarken öncelikle kazığın tipi, malzemesi ve imalat yöntemi belirlenmelidir.
- Burada yerinde dökme betonarme fore kazıklarla ilgili bağıntılar verilecektir.

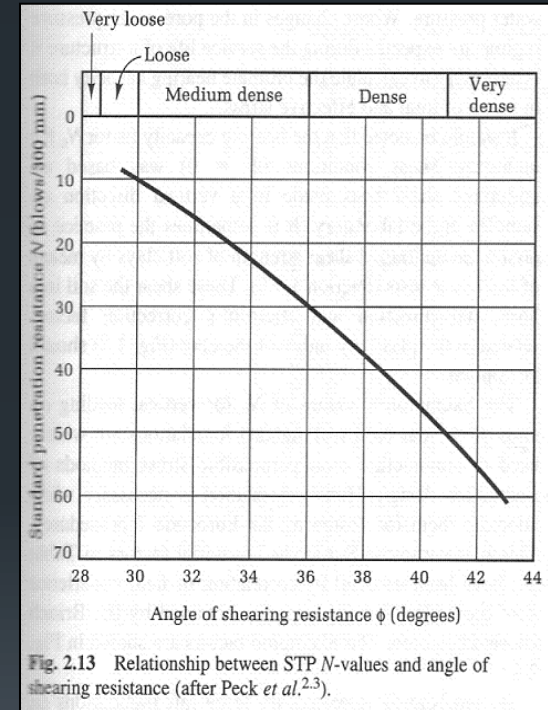
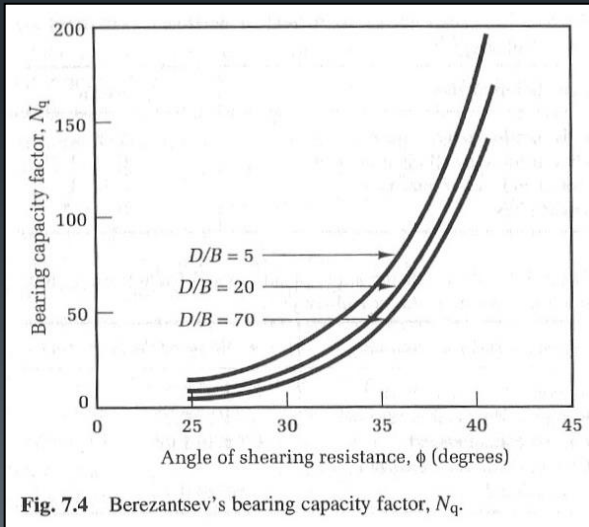
4.2.1. Uç Direnci

$$Q_b = q_b \cdot A_b = N_q \cdot \sigma'_{v0} \cdot A_b$$

N_q : Taşıma gücü faktörü

σ'_{v0} : Kazık uç seviyesindeki efektif jeolojik yük

A_b : Kazık ucu nominal plan alanı



Not: Şekiller ve tablolar MJ Tomlinson'un «Foundation Design and Construction» isimli kitabından alınmıştır.

İçsel sürtünme açısı SPT (Standart Penetrasyon) veya CPT (Koni Penetrasyon) deneylerinden elde edilebilir.

4.2.2. Çevre Sürtünmesi

$$Q_s = q_s \cdot A_s = K_s \cdot \sigma'_{v0} \cdot \tan \delta \cdot A_s$$

K_s : Yatay zemin gerilmesi katsayısı

σ'_{v0} : Kazık gövdesi boyunca ortalama efektif jeolojik yük

δ : Duvar sürtünme açısı

A_s : Kazık gövdesi yüzey alanı

Table 5.6 Values of the coefficient of earth pressure, at rest (K_0)

Loose normally consolidated sand	0.5
Medium-dense normally consolidated sand	0.45
Dense normally consolidated sand	0.35
Normally consolidated clay	0.75
Overconsolidated clay	1-2

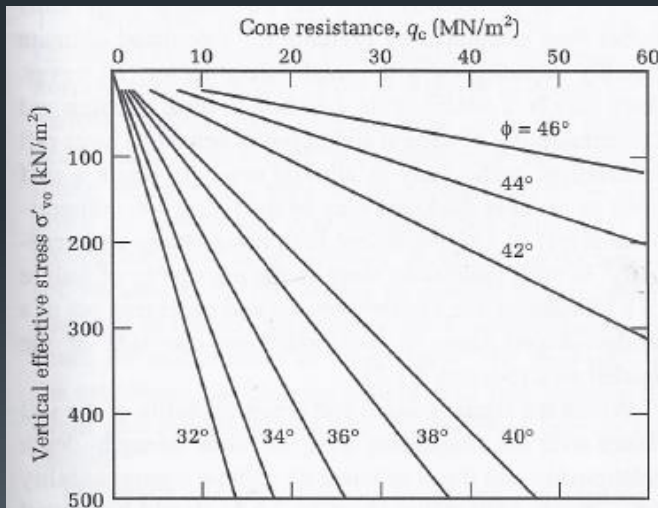


Fig. 2.14 Relationship between angle of shearing resistance and cone resistance for an uncemented, normally consolidated quartz sand (after Durgunoglu and Mitchell^{2.4}).

Table 7.1 Values of the coefficient of horizontal soil stress K_s (after Kulhawy^{7.2})

Installation method	K_s/K_0
Driven piles, large displacement	1-2
Driven piles, small displacement	0.75-1.75
Bored and cast-in-place piles	0.71-1
Jetted piles	0.5-0.7

Table 7.2 Values of the angle of pile to soil friction for various interface conditions (after Kulhawy^{7.2})

Pile/soil interface condition	Angle of pile/soil friction (δ)
Smooth (coated) steel/sand	$0.5\phi'$ to $0.7\phi'$
Rough (corrugated) steel/sand	$0.7\phi'$ to $0.9\phi'$
Precast concrete/sand	$0.8\phi'$ to $1.0\phi'$
Cast-in-place concrete/sand	$1.0\phi'$
Timber/sand	$0.8\phi'$ to $0.9\phi'$

4.3 – Kohezyonlu Zeminlerde Kazık Taşıma Gücü

4.3.1. Uç Direnci

$$Q_b = q_b \cdot A_b = N_c \cdot c_{ub} \cdot \frac{1}{\gamma_m} \cdot A_b$$

- N_c : Taşıma gücü faktörü
 c_{ub} : Kazık ucundaki drenajsız kohezyon
 γ_m : Fissürlü killer için malzeme faktörü
 A_b : Kazık ucu nominal plan alanı

- Kazık ucunun taşıyıcı zemin içine en az çapın 5 katı kadar girmesi halinde $N_c = 9$ alınabilir.
- Katı ve fissürlü killerde drenajsız kohezyon için fissürlü durumdaki dayanım esas alınmalıdır. Bunun için eğer elde belirgin bir veri dağılımı oluşturacak miktarda kaliteli veri varsa, bu dağılımın alt sınırındaki değer c_{ub} değeri olarak seçilebilir.
- Eurocode 7'de fissürlü killer için malzeme katsayısının 1,5 – 1,8 arasında seçilmesi tavsiye edilmektedir.

4.3 – Kohezyonlu Zeminlerde Kazık Taşıma Gücü (devam)

16

4.3.2. Çevre Sürtünmesi

$$Q_s = q_s \cdot A_s = \alpha \cdot c_{u,avg} \cdot A_s$$

α : Adhezyon faktörü

$c_{u,avg}$: Kazık gövdesi boyunca veya tekil zemin tabakası boyunca ortalama drenajsız kayma mukavemeti

A_s : Kazık gövdesi yüzey alanı

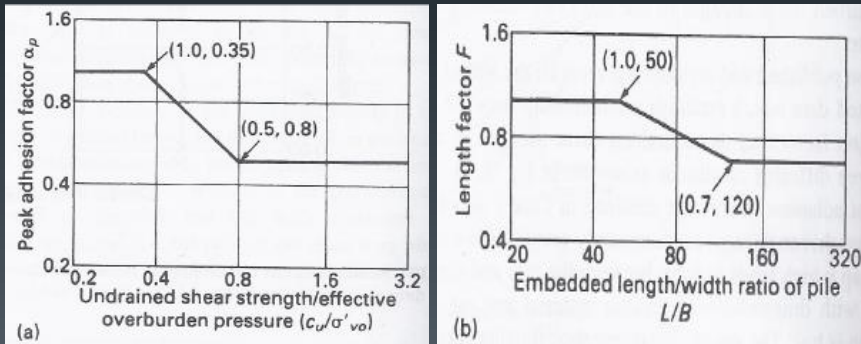


Fig. 7.11: Derine çakılan ağır yüklü kazıklar için adhezyon faktörleri. a) Drenajsız kayma mukavemeti / efektif jeolojik yük oranı için pik adhezyon faktörü, b) Uzunluk faktörü (okunan değer $F \times \alpha_p$ 'dir).

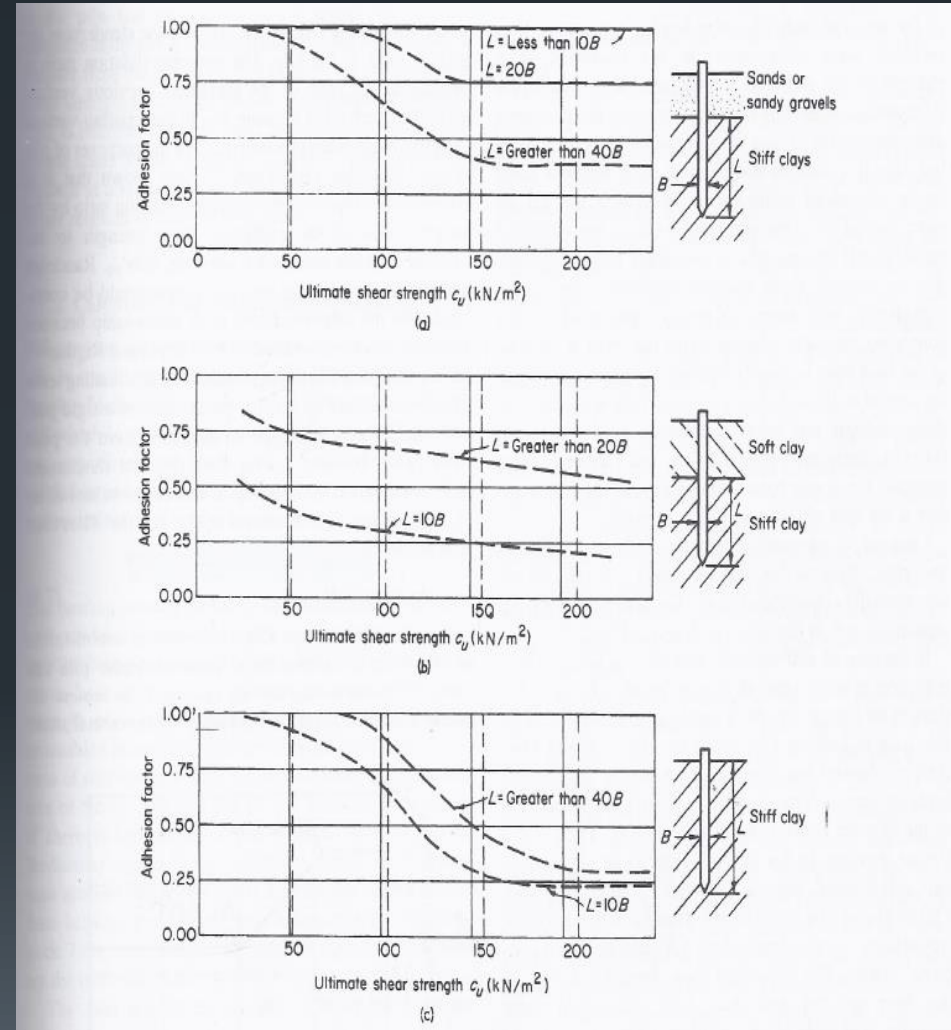


Fig. 7.10: Kil içindeki çakma kazıklar için adhezyon faktörleri. a) Kum veya kumlu çakıl içinden geçerek çakılan kazıklar, b) Zayıf kil zemin içinden geçerek çakılan kazıklar, c) Tek bir tabaka içinde çakılan kazıklar

4.3 – Kohezyonlu Zeminlerde Kazık Taşıma Gücü (devam)

- Londra Kili içinde imal edilen fore kazıklar üzerinde Skempton tarafından yapılan araştırmalar «ortalama» kayma mukavemeti için adhezyon faktörünün 0,45 alınabileceğini göstermiştir.
- Kayma mukavemetinin yaklaşık sadece yarısının mobilize olmasının nedenlerinin aşağıdaki hususların bir kombinasyonu olduğu düşünülmektedir:
 - a. Foraj kuyusu çeperindeki kil zeminin şişmesi ve buna bağlı olarak yumuşaması,
 - b. Kil zeminin fissürlerinden ve henüz prizini almamış betondan sızan sular,
 - c. Delgi operasyonu nedeniyle meydana gelen yumuşama.
- Skempton hesapla bulunan değer ne olursa olsun çevre sürtünmesinin 96 kN/m²'den daha büyük alınmaması gerektiğini belirtmektedir.
- Londra Kili içinde yapılan kısa fore kazıklarda adhezyon faktörünün 0,3 alınması gerektiği yine Skempton tarafından belirtilmektedir.
- Weltman ve Healy tarafından «çakıllı kil» (*boulder clay*) için aşağıdaki tasarım eğrilerini vermiştir.

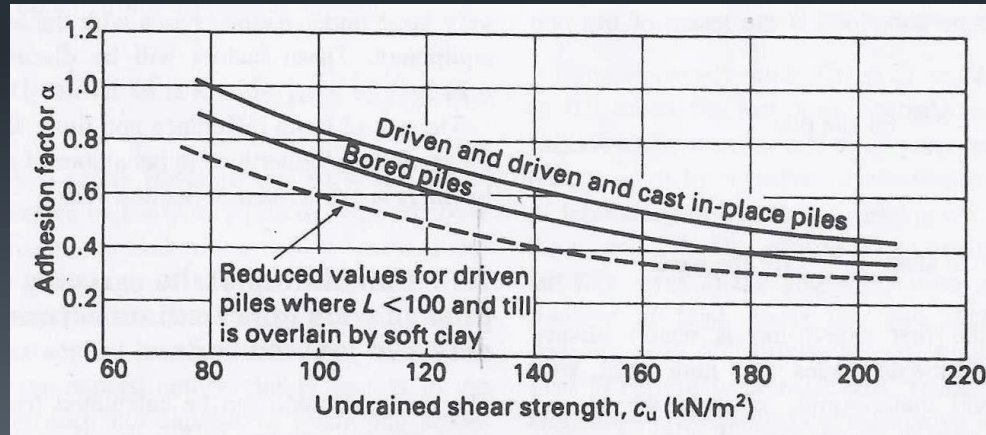


Fig. 7.12: Çakıllı kil (*boulder clay*) içindeki kazıklar için adhezyon faktörleri (Weltman ve Healy).

5 – NEGATİF ÇEVRE SÜRTÜNMESİ

- Yumuşak bir zemin içinden geçip sert bir zemine giren kazıklar, yapıdan gelen yüklere ek olarak kazık çevresindeki yumuşak zeminin kazığa göre hareketi (oturması) nedeniyle, aşağı doğru sürüklenme etkisine maruz kalırlar. Bu etki «Negatif Çevre Sürtünmesi» olarak tanımlanır. Oturmanın sebebi zemin yüzeyinde bir dolgu yapılması, yeraltı su seviyesinin düşürülmesi, çakma kazıkların hassas yumuşak killeri örseleyip yeniden konsolidasyona neden olması gibi etkenler olabilir.
- Herhangi bir derinlikteki birim negatif çevre sürtünmesi aşağıdaki şekilde hesaplanabilir:

$$f_{sneg} = \beta \cdot \sigma'_{v0}$$

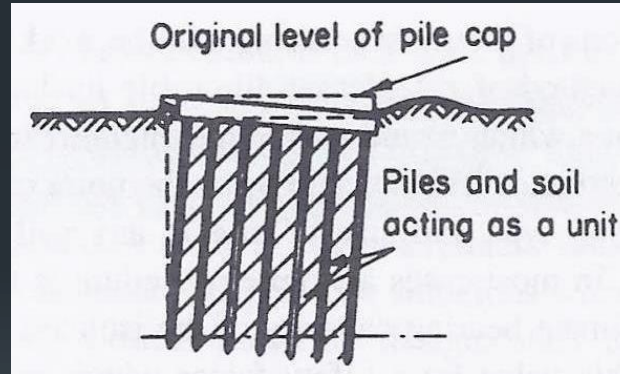
β : Azaltma faktörü

σ'_{v0} : İlgili derinlikteki efektif jeolojik yük

- Meyerhof boyu 15m'ye kadar olan kazıklar için azaltma faktörünü 0,3 olarak; 40m ve 60m boyundaki kazıklar için ise sırasıyla 0,2 ve 0,1 olarak vermektedir.
- Negatif çevre sürtünmesinin kazık taşıma gücüne olan etkisinin çok büyük olduğu durumlarda kazık üzerindeki aşağıya sürüklenme etkisinin elimine edilmesi veya önemli ölçüde azaltılması mümkündür. Bunun için sıkışabilir tabaka içindeki kazık bölümü yumuşak asfalt membran veya epoksi ile kaplanarak sürtünme değeri düşürülebilir. Bir başka çözüm de kazık boyunun gerekli miktarda uzatılarak üst kısımda kaybedilen direncin alt kısımda geri kazanılmasıdır.

6 – GRUP ETKİSİ

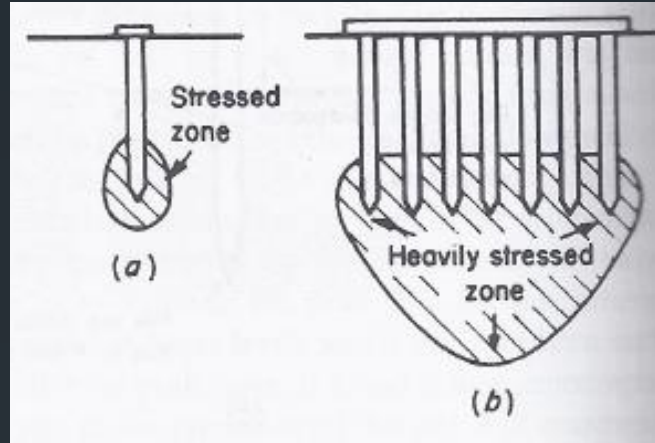
- Kazıkların birbirine yakın olarak yerleştirilmiş şekilde bir grup oluşturması halinde göçme mekanizması tek bir kazığın göçme mekanizmasından farklı olur (Şekil-5). Böyle bir durumda kazıklar ve kazık grubu içinde kalan zemin birlikte tek bir birim olarak hareket eder.
- Grubun çevresi boyunca bir kayma düzlemi oluşur ve grubun tek bir birim olarak batması veya dönmesiyle «blok göçmesi» meydana gelir.
- Kazık grubunun göçme yükü tek bir kazığın göçme yükünün kazık sayısı ile çarpılmasıyla elde edilen değere eşit değildir. Grup göçme yükü kum zeminlerde bundan daha fazla olabilirken killi zeminlerde ise daha düşüktür.



Şekil-5: Grup etkisi altındaki kazıkların göçmesi (Tomlinson)

- Göçme modunun tekil kazıktan blok göçmesine doğru geçmesi kazıklar arasındaki mesafenin belirli bir değerin altına düşmesi halinde meydana gelir. Bu geçiş kazıklar arasındaki mesafeye bağlı olduğu kadar kazık grubunun büyüklüğüne, şekline ve kazık boyuna da bağlıdır.

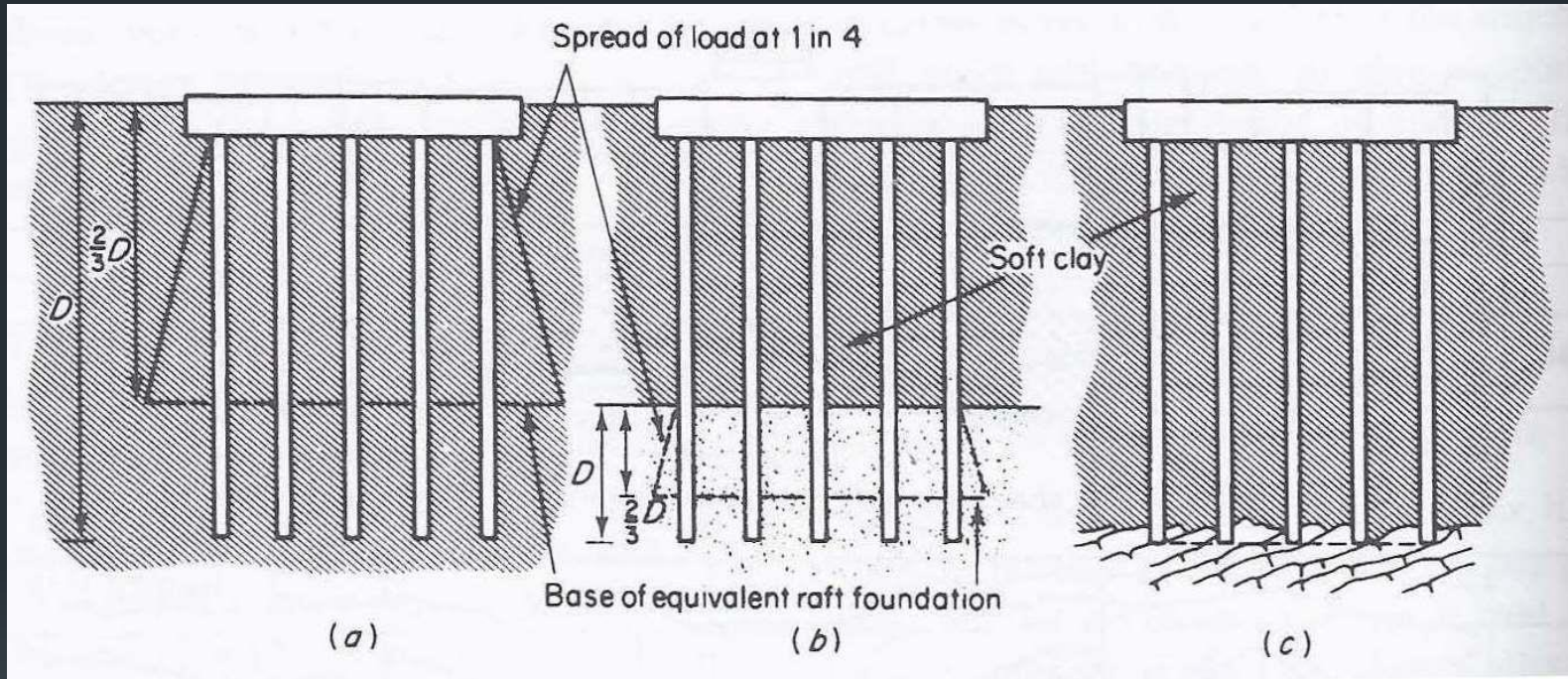
- Grup etkisi konsolidasyon oturmaları bakımından da önem arz eder. Zemin cinsinden bağımsız olarak kazık grubunun oturması, gruptaki tek bir kazıkla aynı servis yükünü taşıyan tek bir kazığın oturmasından daha fazladır. Bunun sebebi kazık grubu altındaki basınç bölgesinin tek kazıktan daha büyük olmasıdır (Şekil-6).
- Kazık grubunun oturmasının tekil kazığın oturmasına oranı grubun toplam genişliği ile orantılıdır.



Şekil-6: Tekil kazıkla kazık grubu altındaki basınç bölgelerinin karşılaştırması a) Tekil kazık, b) Kazık grubu (Tomlinson)

- BS8004'te kohezyonsuz zeminlerde grup etkisinin devreye girmemesi için kazıklar arasındaki merkezden merkeze kadar olan mesafenin en az kazık çevresi kadar, veya dairesel kazıklar için en az 3D kadar olması gerektiği ifade edilmektedir.
- Ucu genişletilmiş olan kazıklarda ise kazıklar arasındaki mesafenin daha da artırılması gerekmektedir.

- Kazık gruplarında yükün zemine aktarılma biçimi Şekil-7’de gösterildiği gibidir.
- Kazık grubunun oturmasının tekil kazığın oturmasına oranı grubun toplam genişliği ile orantılıdır.



Şekil-7: Kazık grubundan zemine yük transferi a) Sadece çevre sürtünmesi ile desteklenen kazık grubu, b) Zayıf kil zemin içinden hem çevre sürtünmesi hem de uç direnci alan sıkı granüler zemin tabakasına soketlenmiş kazık grubu, c) Sıkışmayan sert tabakadan uç direnci alan kazık grubu (Tomlinson)

- Kazık grubunun oturma tahmini, grubu derine gömülü bir plak temel gibi kabul etmek suretiyle yapılır.

- Kil zemine oturan kazık gruplarının nihai taşıma gücü aşağıdaki şekilde hesaplanabilir:

$$Q_u = 2D \cdot (B + L) \cdot c_{avg} + 1,3 \cdot c \cdot N_c \cdot B \cdot L$$

D : Kazıkların boyu

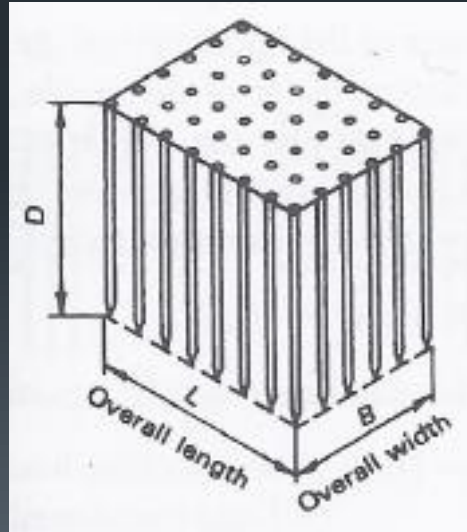
B : Grup genişliği

L : Grup uzunluğu

c_{avg} : Kazık grubu çevresindeki kil zeminin ortalama kohezyonu

c : Kazık grubu altındaki kil zeminin kohezyonu

N_c : Taşıma gücü faktörü



Şekil-8: Kil zemindeki kazık grubunda blok göçmesi hesabı (Tomlinson)

7 – KAZIKLARIN OTURMASI

- Kazık taşıma gücü hesabında kullanılan güvenlik sayısı hem zemindeki belirsizliklerden kaynaklanan zemin parametre değişimlerine karşı önlem almak, hem de farklı ve toplam oturmaların üstyapının tolere edebileceği en üst mertebeye ulaşmasını önlemek amacıyla uygulanmaktadır.
- Genel olarak taşıma gücü hesabında güvenlik sayısı 3 alındığı takdirde, çapı veya genişliği 60cm veya daha küçük olan kazıklar için oturma miktarının üstyapının tolere edebileceği sınırlar içinde kaldığı kabul edilebilir.
- Ancak daha büyük kazıklar için kazık ucu altındaki zemin tabakasının deformasyon modülü yardımıyla oturma tahminlerinin yapılması gerekmektedir. Oturma tahmininde uç direnci ve çevre sürtünmesinin etkisi ayrı ayrı dikkate alınır.

$$\rho = (W_s + 2W_b)L/2A_sE_p + 3,14W_b/4A_b \cdot B(1-\nu^2)I_p/E_b$$

W_s ve W_b : Sırasıyla kazık gövdesindeki ve ucundaki yükler

L : Gövde uzunluğu

A_s ve A_b : Sırasıyla kazık gövde ve uç kesit alanları

E_p : Kazık malzemesinin elastik modülü

B : Kazık genişliği

ν : Zeminin Poisson oranı

I_p : L/B oranına bağlı tesir faktörü

E_b : Kazık ucu altındaki zeminin deformasyon modülü

*Poisson oranı 0 – 0,25 ve $L/B > 5$ için eğer son terim $0,5W_b/BE_b'$ 'ye yaklaşıyorsa $I_p=0,5$ alınır.
 E_b değeri arazide yapılan CPT (Koni Penetrasyon) veya PMT (Presiyometre) deneylerinden elde edilebilir. Kohezyonsuz zeminler için gevşek duruma karşı gelen E_b değeri kullanılmalıdır.*

8 – KAZIK İMALATI

Kazık imalatları yapılırken dikkat edilmesi gereken hususlardan bazıları aşağıda verilmiştir:

- İmalatta kullanılacak kazık makinesi tasarlanan kaziğin tipine ve kaziğin yapılacağı zemin koşullarına uygun seçilmiş olmalıdır.
- Yeraltı su seviyesi altında veya zayıf zemin içinde fore kazık imalatı yapılırken mutlaka kılıf borusu kullanılmalıdır. Kılıf borusu kuru zeminlerde yıkıntı yapmayan zemin tabakalarına en az 2-3 m girecek kadar uzun seçilmelidir.
- Yerinde dökme kazıklarda beton dökümü mutlaka tremi borusu kullanılarak yapılmalıdır.
- Beton dökümü sırasında soğuk derz oluşmamalıdır.
- Kil içindeki ucu kapalı büyük çaplı çakma kazıklarda refü değerine ulaşıldığında kazık ucu altındaki aşırı boşluk suyu basıncının dağılması beklenmeli ve çakıma tekrar devam edilmelidir (Galata Köprüsü)
- Fore kazıklarda kazık forajının yapıldığı gün içinde beton dökülmelidir. Eğer dökülemiyorsa ertesi gün beton dökümünden önce tekrar tarama delgisi yapılmalıdır.
- Fore kazıklarda beton mikseri gelmeden donatı kafesi foraj kuyusuna indirilmemelidir.
- Kazık betonu nihai başlık kotundan en az 30-35cm daha yüksek dökülmeli ve beton mukavemetini aldıktan sonra fazla dökülen zayıf beton kırılıp atılmalıdır.

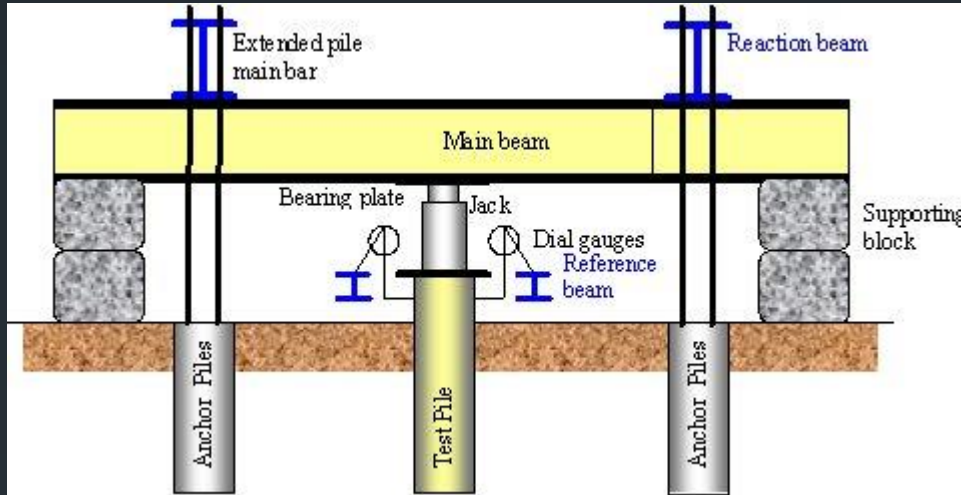


Kazıklar üzerinde performans tayini ve kalite/kontrol amacıyla aşağıdaki deneyler yapılmaktadır:

- Düşey Kazık Yükleme Deneyi: Düşey yüke maruz kazıklarda Kazık/Zemin bütünlüğünün taşıma gücünü belirlemek amacıyla yapılır. Yükleme hem basınç hem de çekme yükü olarak uygulanabilmektedir. Kazık elemanı üzerinde gerekli enstrumantasyon yapıldığı takdirde çevre sürtünmesi ve uç direnci ayrı ayrı belirlenebilmektedir. Yükleme deneyi kazık beton döküm tarihinden en erken 28 gün sonra yapılmalıdır. Düşey yükleme deneylerinde statik ve dinamik yükleme yapılabilmektedir.
- Kazık Süreklilik Deneyi: Betonarme kazıklarda kazık gövdesini oluşturan betonda herhangi bir süreksizlik olup olmadığını araştırmak için yapılır. Kazık boyunca herhangi bir seviyedeki daralma veya genişleme, çatlak veya kırıklar süreksizlik olarak tanımlanmaktadır. Deneyin amacı kazık boyunu belirlemek olmayıp kazık boyu veri olarak kullanılmaktadır. Deney sonuçları kazığın bulunduğu zemin ortamına, deney sırasındaki çevre koşullarına (gürültü, titreşim, kazık başındaki rutubet, yeraltı suyu vb) göre değişkenlik gösterdiğinden mümkün olduğunca çok sayıda kazıkta (tercihen tüm kazıklarda) süreklilik deneyi yapılmalıdır. Deney sonuçları kesin bilgidен ziyade «süreksizlik olabilecek bir anomali tesbit edildiği» şeklinde sunulmaktadır.
- Yanal Kazık Yükleme Deneyi: Yanal yüke maruz kazıklarda Kazık/Zemin bütünlüğünün taşıma gücünü belirlemek amacıyla yapılır. Yükleme hem basınç hem de çekme yükü olarak uygulanabilmektedir. Yanal yükleme deneylerinde statik ve dinamik yükleme yapılabilmektedir.

Statik Kazık Yükleme Deneyi (Düşey Yük)

26



Düşey Kazık yükleme deneyinde en az aşağıdaki ölçümler yapılır:

- Kazığa uygulanan aksenal yük,
- Basınç kazığı başlığındaki oturma,
- Referans kirişlerinin mesnetlerindeki oturma.

Deney sırasında yük eşit kademeler halinde artırılır ve her yük kademesindeki oturma sönümlendikten sonra bir sonraki yük kademesine geçilir. Oturmalar belirli zaman aralıklarıyla alınmalıdır.

Çekme kazıkları basınç kazığına uygulanan yükten etkilenmeyecek kadar uzakta olmalıdır.



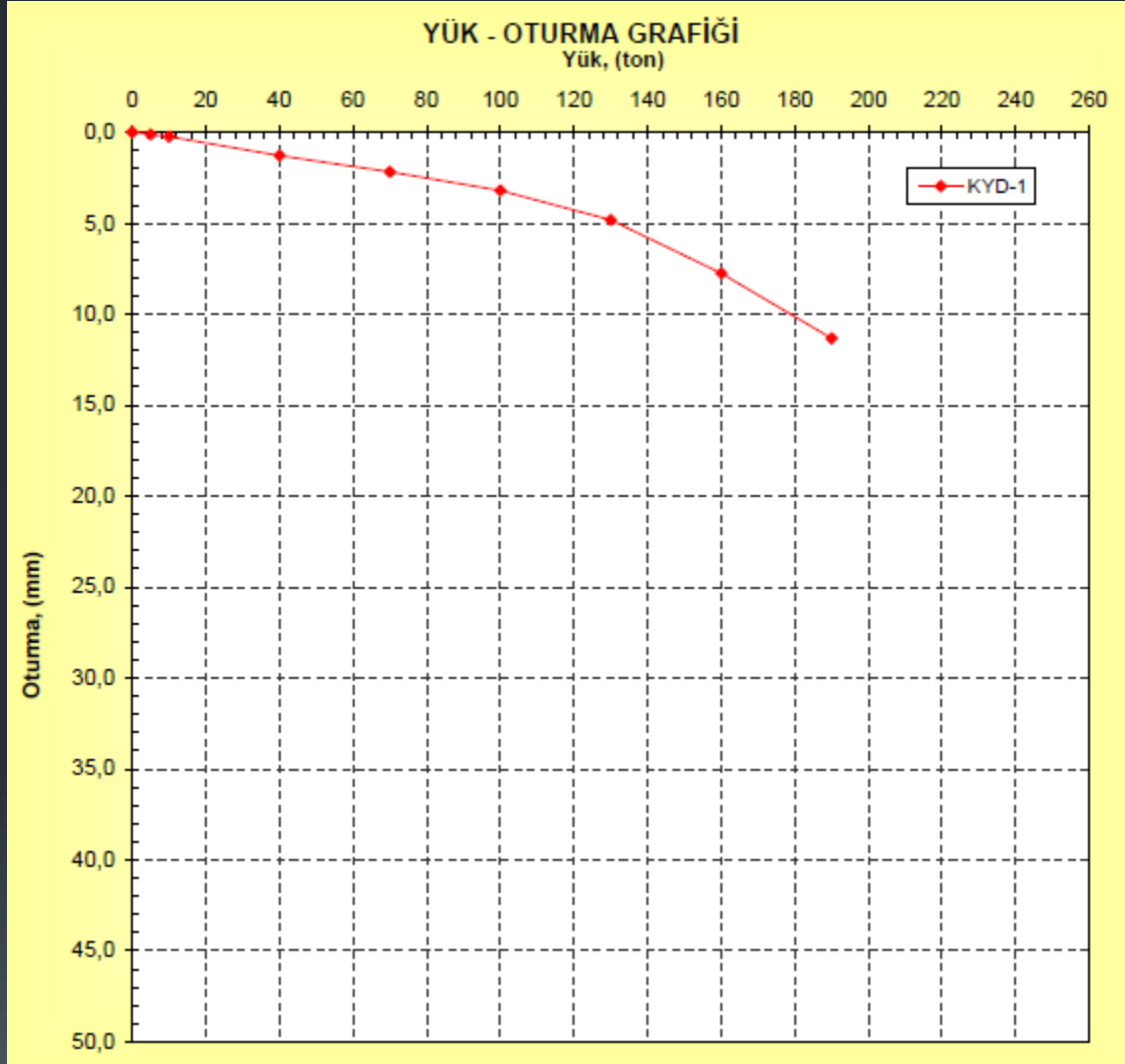
Yükleme Deneyleri



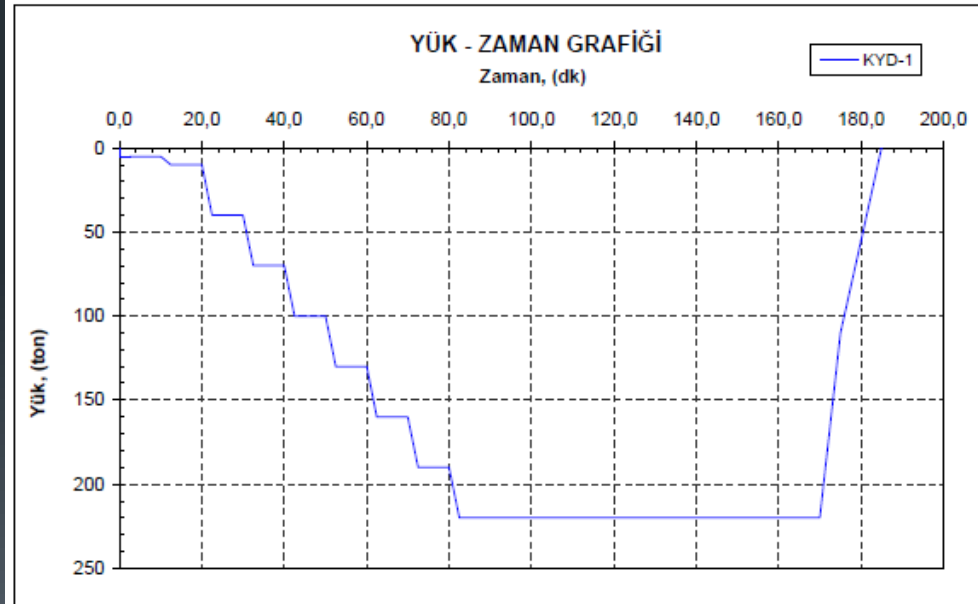
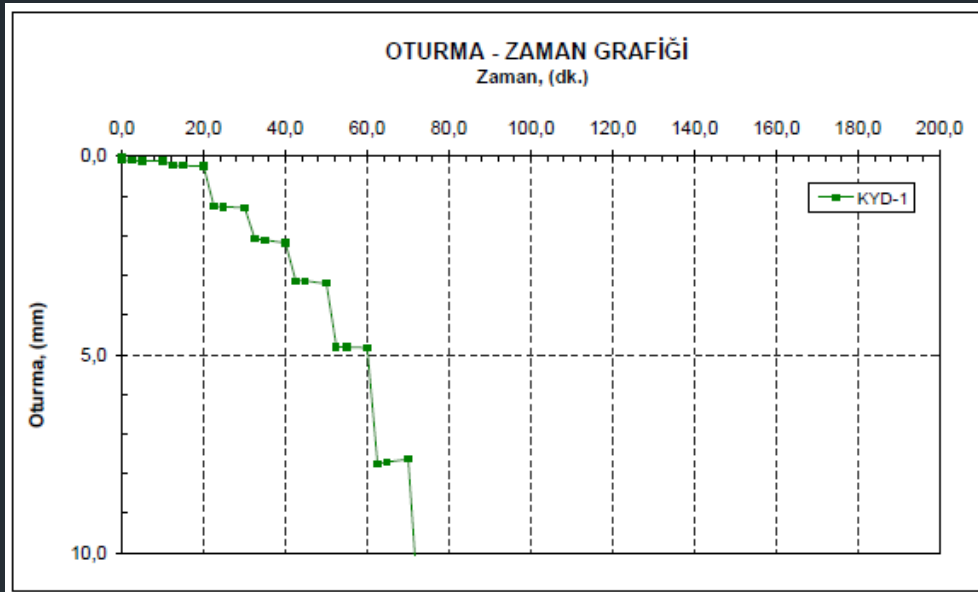
Yükleme Düzeneđi

PROJE ADI:		ÖZNUR KABLO ÇERKEZKÖY YENİ FABRİKA BİNASI FORE KAZIKLI DERİN TEMEL SİSTEMİ					YER:		Çerkezköy - TEKİRDAĞ		
İŞVEREN:		ÖZNUR KABLO SANAYİ VE TİCARET A.Ş.					KAZIK CİNSİ:		BA FORE KAZIK		
DENEY NO:		KYD-1		DENEY TARİHİ:		15.06.2012		KAZIK NO:		KYD - 1	
DENEY YÜKÜ:		62 - 116 ton					KAZIK ÇAPI / BOYU:		50cm / 12,0m		
MAKSİMUM YÜK:		200,0 ton					KAZIK İMALAT TARİHİ:		14.05.2012		
							YAPAN / KONTROL EDEN:		H. DEMİRTAŞ / Ö.F.SALMAN		
UYGULANAN YÜK			OTURMA OKUMALARI					ZAMAN/TIME			
POMPA BASINCI	KRİKO YÜKÜ		S1	S2	S3	S4	ORTALAMA	OKUMA SÜRESİ	TOPLAM SÜRE	SAAT	
Bar	%	Ton	mm	mm	mm	mm	mm	dak.	dak.	-	
0	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0	11:00	
16	#VALUE!	5,0	0,12	0,02	0,03	0,20	0,09	0,0	0,0	11:30	
16	#VALUE!	5,0	0,14	0,04	0,04	0,21	0,11	2,5	2,5	11:32	
16	#VALUE!	5,0	0,14	0,04	0,04	0,22	0,11	2,5	5,0	11:35	
16	#VALUE!	5,0	0,16	0,04	0,04	0,22	0,12	5,0	10,0	11:40	
32	#VALUE!	10,0	0,30	0,13	0,10	0,38	0,23	2,5	12,5	11:42	
32	#VALUE!	10,0	0,31	0,13	0,11	0,38	0,23	2,5	15,0	11:45	
32	#VALUE!	10,0	0,33	0,13	0,11	0,40	0,24	5,0	20,0	11:50	
127	#VALUE!	40,0	0,87	1,53	1,62	1,00	1,26	2,5	22,5	11:52	
127	#VALUE!	40,0	0,90	1,54	1,63	1,01	1,27	2,5	25,0	11:55	
127	#VALUE!	40,0	0,91	1,56	1,64	1,03	1,29	5,0	30,0	12:00	
223	#VALUE!	70,0	1,64	2,32	2,50	1,84	2,08	2,5	32,5	12:02	
223	#VALUE!	70,0	1,71	2,32	2,50	1,90	2,11	2,5	35,0	12:05	
223	#VALUE!	70,0	1,82	2,35	2,54	2,00	2,18	5,0	40,0	12:10	
318	#VALUE!	100,0	2,86	3,23	3,49	2,95	3,13	2,5	42,5	12:12	
318	#VALUE!	100,0	2,87	3,24	3,49	2,96	3,14	2,5	45,0	12:15	
318	#VALUE!	100,0	2,93	3,30	3,54	3,06	3,21	5,0	50,0	12:20	
414	#VALUE!	130,0	4,63	4,74	5,05	4,80	4,81	2,5	52,5	12:22	
414	#VALUE!	130,0	4,65	4,74	5,05	4,80	4,81	2,5	55,0	12:25	
414	#VALUE!	130,0	4,67	4,74	5,06	4,82	4,82	5,0	60,0	12:30	
510	#VALUE!	160,0	7,73	7,55	7,86	7,86	7,75	2,5	62,5	12:32	
510	#VALUE!	160,0	7,71	7,47	7,77	7,87	7,71	2,5	65,0	12:35	
510	#VALUE!	160,0	7,66	7,39	7,67	7,84	7,64	5,0	70,0	12:40	
605	#VALUE!	190,0	11,70	10,93	11,05	11,65	11,33	2,5	72,5	12:42	
605	#VALUE!	190,0	11,53	10,75	10,85	11,47	11,15	2,5	75,0	12:45	
605	#VALUE!	190,0	11,45	10,69	10,81	11,44	11,10	5,0	80,0	12:50	
701	#VALUE!	220,0						2,5	82,5	12:52	

Yükleme Deneyi Kayıt Formu

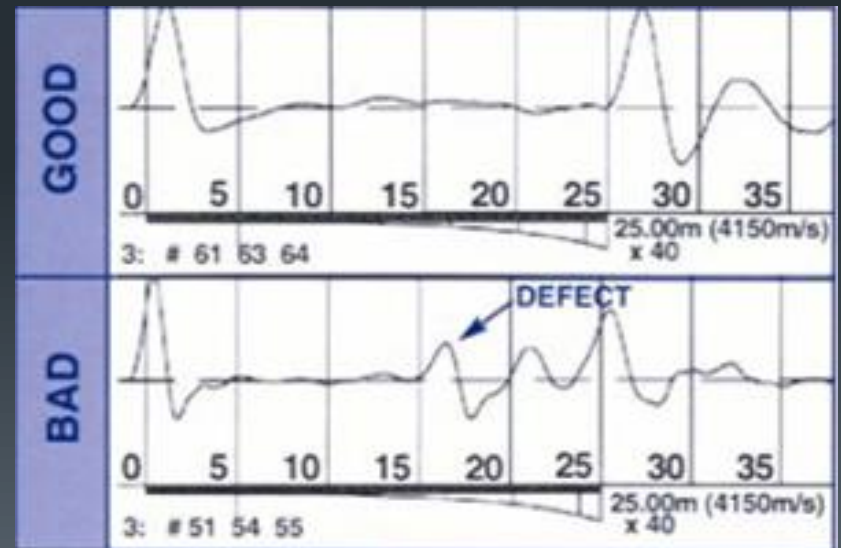
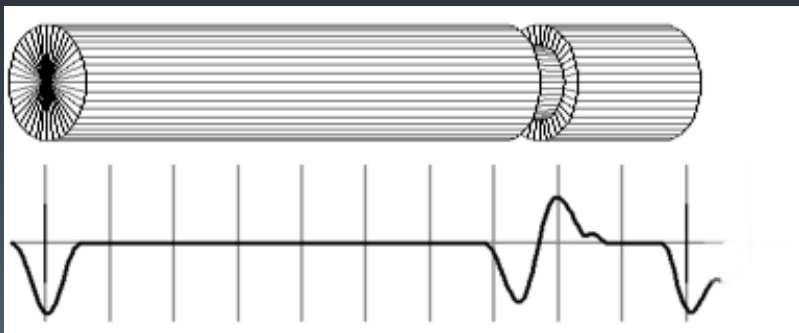
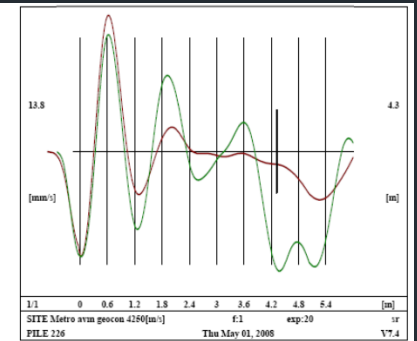
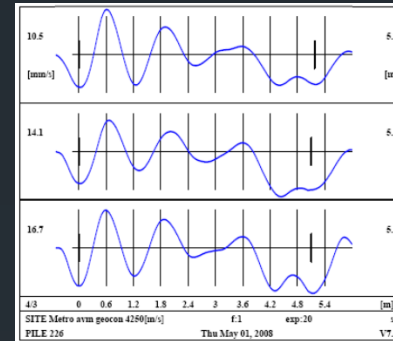


Yük - Oturma Grafiği



Oturma – Zaman ve Yük - Zaman Grafikleri

Kazık Süreklilik Deneyi



SON SÖZ

- “İyi bir mühendislik muhakemesiyle bir zarfın arka yüzünde bile yapılabilen tasarım, muhakeme yeteneği olmadan tonlarca bilgisayar çıktısı olsa da ortaya çıkartılamaz”

Anonim

TEŞEKKÜRLER...

İMO İstanbul Şubesi

Değerli Katılımcılar