

kesitli olarak imal edilmektedir. Building Code of the City of New York (1998) içi boş kesitli kazıkların et kalınlığının en az 100 mm olmasını istemektedir.

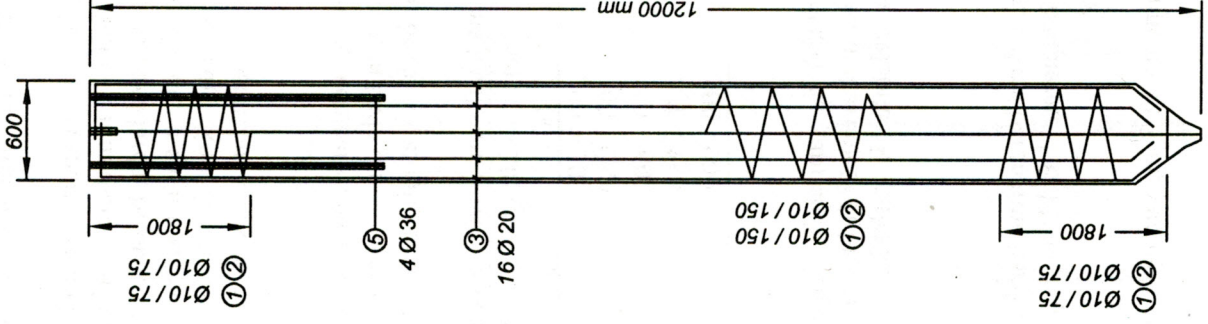
Betonarme çakma kazıkların kesitlerinin ve konulacak donatının miktarının hesaplanmasında, kazığın istiflenme ve taşınması sırasında maruz kalacağı gerilmeler rol oynar. Bu gerilmeler, kazığın kaldırılma şekli ile ilgilidir. Kazığa konulacak donatı, kazığın kaldırılması sırasında hasıl olacak eğilme momentini karşılayabilmelidir (Şekil 3.4).

Çeşitli ülkelerin standartlarında bu konuda hükümler bulunmaktadır. BS8004 ve DIN 4026, konulacak boyuna donatının kaldırma ve istifleme sırasında meydana gelen gerilmeler, yapı yüklerinden gelen kuvvetler ve zemin kabarmasından doğan çekme kuvvetlerine göre hesaplanmasını şart koşmaktadır. DIN4026 beton basınç mukavemetinin kaldırma sırasında kazığın en az 22 N/mm^2 , çakma sırasında ise en az 34 N/mm^2 olmasını öngörmektedir. TS3169 betonarme çakma kazık yapımında kullanılan betonun basınç mukavemetinin kalıptan çıkarılma sırasında 22.5 N/mm^2 çakılma sırasında 35 N/mm^2 olmasını yeterli görmektedir. BS8004 zor çakma halinde betonun 28 günlük küp mukavemeti, σ_b 'nin 40 N/mm^2 olması gerektiğini, normal koşullarda ve kolay çakma halinde ise mukavemetin 25 N/mm^2 olmasının yeterli olacağını söylemektedir. American Concrete Institute, basınç mukavemetinin $0.33 \sigma_b$, National Building Code (BOCA, 1999), $\sigma_b > 21 \text{ N/mm}^2$ olmak şartı ile basınç mukavemetinin $0.25 \sigma_b$ değerinden küçük olmaması gerektiğini kaydetmiştir.

Hava şartları elverişli ise yan kalıplar, beton dökülmesinden 24 saat sonra alınabilir. Kazık betonu kesintisiz dökülmelidir. Betonarme kazıklar döküldükten sonra 10 gün süre ile ıslatılmalıdır. Çabuk sertleşen beton kullanılması halinde bu süre 4 güne indirilebilir.

DIN4026, 10 m. den daha uzun kazıklarda boyuna donatı alanının kazık kesit alanının % 0.8 inden daha az olmamasını, kare kesitli kazıklarda köşelerde çapı 14 mm den daha küçük olmayan dört demir, daire kesitli kazıkların çevresinde 14 mm den küçük olmayan beş demir konulmasını istemektedir. New York City Building Code (1999) boyuna donatı alanının kazık kesit alanının en az % 0.2 si kadar ve en az 4 adet boyuna donatı konulması öngörülmüştür.

Canadian Manual on Foundation Engineering (NRC, 1975) ve Building Code of the City of New York (1998) etriye aralıklarının 100 ila 200 mm arasında olabileceğini, kazığın başında ve ucunda, kazık çapının 3 katı kadar uzunlukta



Şekil 3.5 Betonarme çakma kazık

etriye aralıklarının 75 mm den daha büyük olamayacağını kaydetmiştir. DIN4026 kazık gövdesindeki etrilyeler arasında 120 mm aralık olmasını gerekli görmüştür.

DIN4026 da pas payı 30 mm, korozyona maruz ortamda 40 mm, New York City Building Code (1985) ise minimum 40 mm olarak verilmiştir. BS8110 da zemine gömülü veya devamlı su altındaki kazıklarda, beton kalitesi ile azalmak üzere, pas payını 40 mm ile 20 mm arasında; deniz suyu etkisine maruz olması halinde 60 mm ile 50 mm arasında vermektedir. Kare kesitli betonarme çakma kazıkların genellikle kullanılan boyutları ile taşımaları beklenen düşey servis yükleri Tablo 3.1'de verilmiştir.

Çok sayıda kazık yapılmasının söz konusu olması ve zemin koşullarının elverişli bulunması halinde, donatı miktarının fazla olmasına rağmen, gerçekleştirilen çakım süratı sayesinde çakma kazıklar büyük ekonomi sağlar.

TABLO 3.1 Betonarme çakma kazıkların boyutları ve servis yükleri

Kazık kenar uzunluğu (mm)	Servis yükü, Q_E (kN)	Maksimum kazık boyu (m)
250	200 ~ 300	12
300	300 ~ 450	15
350	350 ~ 600	18
400	450 - 750	21
450	500 - 900	25

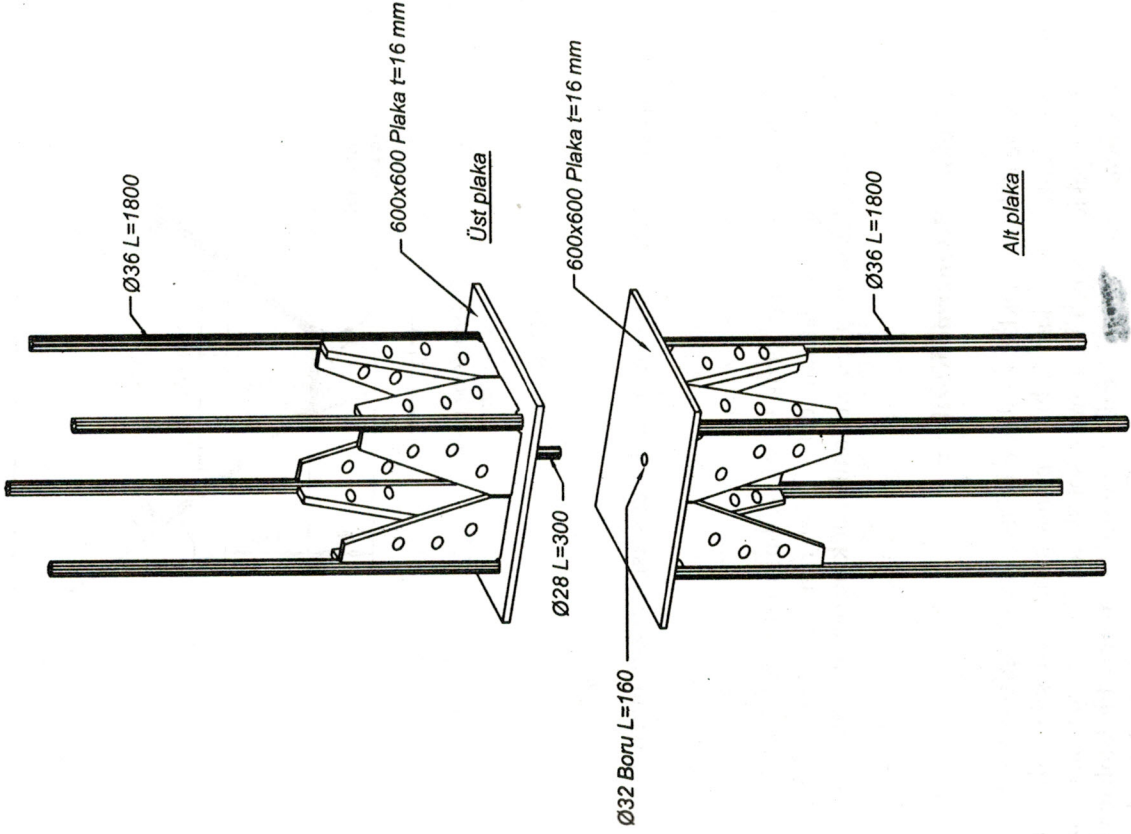
(Tomlinson, 1994)

Çakma kazıklar, öngörülmesi olarak da yapılabilir. Diğer çakma kazıklara göre, öngörülmesi kazıklar, daha büyük mukavemet/ağırlık oranına sahip olmaları, taşıma ve çakma sırasında meydana gelebilecek çatlakların öngörülmesi ile önlenmesi bakımından avantajlıdır.

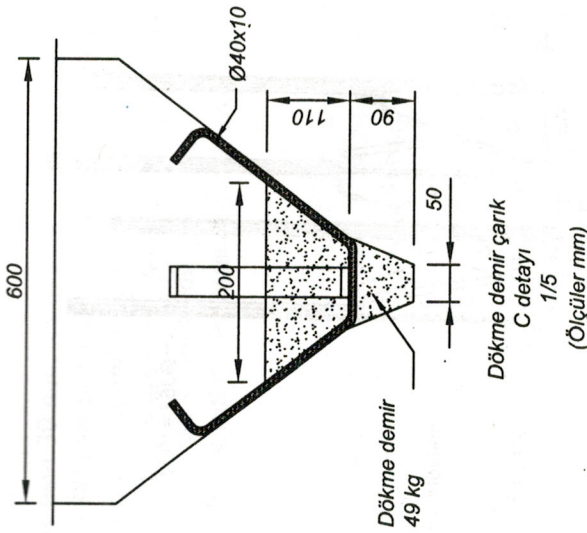
NAVFAC Design Manual 7.02 çakma betonarme kazıkların boyunun 12 m ~15 m arasında, öngörülmesi çakma betonarme kazıkların boyunun ise 18 m ~ 30 m arasında olabileceğini belirtmiştir.

Çakma kazıkların sağlam zemine en az 3 m, yumuşak zemine en az 6 m girmesi gerekir.

Çakma sırasında su jeti (yıkama) kullanılıyorsa, genellikle, 18 mm lik (3/4") iki boru ucundan 7 bar basınçta su püskürtecek bir düzenek kullanılmalıdır.



Şekil 3.6 Betonarme çakma kazığa ek yapılması için kullanılan düzen



Şekil 3.7 Betonarme çakma kazığının ucunun korunması için kullanılan dökme demir çarık

Şekil 3.5'te bir betonarme çakma kazık kesiti verilmektedir. Şekil 3.6'da böyle bir kazığa ek yapılması için kullanılan detay gösterilmiştir. Şekil 3.7'de çakım sırasında kazık ucunun korunması için kullanılan dökme demir çarık gösterilmiştir.

3.3.2 Yerde Dökme Betonarme Kazıklar

Betonarme yerinde dökme kazıklar, kaplama borusu veya kaplama borusuz sondaj deliği içinde imal edilir. Ucu kapalı bir kaplama borusunun şahmerdan, hidrolik veya titreşimli bir çekiç vasıtası ile zemine sokulması ile yer hazırlanan kazıklara *yerinde dökülen betonarme kazık* adı verilir. Ucu açık bir kaplama borusu zemine sokularak ve kaplama borusunun içi temizlenerek yeri hazırlanan kazıklara, kısaca *sondaj kazığı* veya *fore kazık* denilmektedir.

Yerinde dökülen betonarme ~~çakma~~ kazıklar:

- (1) Kaplama borusuz kazıklar (Zemin içinde silindirik bir çukur açan çelik bir çarığın çakılması ve meydana gelen çukurun veya kendini tutabilen çukurun betonlanması ile imal edilen kazıklar),
 - (2) Kaplama borusu yerinde bırakılan kazıklar,
 - (3) Kaplama borusu çıkarılan kazıklar
- olarak üç gruba ayrılabilir.

Yerinde dökme kazıkların bir çok çeşidi vardır. Bunlar arasından birisinin seçilmesinde, kazık çakılacak arazinin geoteknik özellikleri ve o tip kazığın imal olanakları rol oynar.

TS3168 uzunluklarına göre betonarme yerinde dökme kazıkların çaplarının en küçük değerlerini vermektedir (Tablo 3.2).

TABLO 3.2 Yerde dökülen betonarme kazıkların en küçük çapları

Kazık boyu, L (m)	En küçük kazık çapı, D (mm)
$L \leq 10$	300
$10 < L \leq 15$	350
$15 < L \leq 20$	400
$20 < L \leq 30$	500

Yerinde dökme betonarme kazıkların donatısı, önceden hazırlanmış donatı kafesinin, genellikle betonlama işlemine başlanılmasından önce, kazık çukuruna yerleştirilir. Betonlama, tremi borusu ile kazık çukurunun altından başlanarak veya beton pompası ile yapılır. Betonun kazık çukurunu tamamen doldurması, ve araya yabancı madde karışmamasına dikkat edilmelidir.

Yerinde dökme betonarme kazıkların bütünlüğünü etkileyen nedenler şöyle sıralanabilir (Sliwinski, Fleming, 1983, Fleming, 1983):

- (1) *Beton kalitesi yetersizdir.* Dökülmesi sırasında beton segregasyona uğramış ve bu yüzden mukavemeti düşmüştür.
- (2) *Öngörülen kazık kesiti sağlanamamıştır.* Beton içine yabancı madde karışmış, kılınfın hızlı çekilmesi yüzünden kesite su hücumu gibi nedenlerle istenilen kazık kesiti her derinlikte sağlanamamıştır.
- (3) *Kazık ucunun oturduğu zeminde örselenme meydana gelmiştir.* Kazık çukurunun açılması sırasında, kazık ucunun yerleştirileceği zemin örselenmiş veya kazi döküntüleri ile dolmuştur. Kazık ucu altındaki örselenme, geniş bir kesimi kapsıyor olabilir.
- (4) *Donatı kafesi yerinde değildir.*