

# Çakma Kazıkların Servis Yüklerine Uygun Çakılma Esasları

Remzi ÜLKER

## ÖZET

Çakma kazıklar, insanlığın çok eski tarihlerinden beri bilinen bir temel inşası malzemesidir. Çakma tekniğinde ortaya çıkan büyük gelişmeler bu tip kazıkların kullanılma alanlarını çok genişletmiştir. Bu nedenle kazık çapını veya en kesitini değiştirmek yerine boyunu ve çakma derinliklerini ayarlayarak farklı yük taşıma çok uygulanmaya başlanılmıştır. Bu makalede değişen servis yüklerine uygun olarak çakma esasları ve dikkat edilecek teknik hususlar ele alınmıştır.

### 1. KAZIK ÇAKMA ARAÇLARI :

Çakma kazıklar ahşap, betonarme veya çelikten yapırlar ve çakma araçları, kazık tipine uygun olarak seçilirler. Ahşap kazıkların çapının değişik olmasına karşıt betonarme ve çelik hazıklarda kesit alanı genellikle sabit kalır.

1.1 — Çakma kazıklar serbest düşümlü şahmerdanlar, tek veya çift tesirli patlamalı tokmaklar veya otomatik çabuk vuruşlu tokmaklar ile çakılırlar.

1.2 — Serbest düşümlü şahmerdanlarda tokmak ağırlığının - kazık ağırlığına oranı mümkünse 1 : 1 ile 2 : 1 arasında değişmelidir. Zemin özelliklerinin uygun olması halinde ve çelik kazıkların çakılmasında bu oran 0,6 değerine kadar azaltılabilir. Daha düşük bir tokmak ile kazık arasındaki ağırlık oranının uygulanması yalnız çakılmada istenilen derinliklere inilememe yönünden değil aynı zamanda kazığın tehlikeye so-

kulması nedeni ile de tasviye olunmaz. Dakikadaki düşüm sayısının 25 ile 33 arasında ve düşüm yüksekliğinin ortalama 1.0 m. civarında olması halinde yüksek verimli çalışma sağlanır.

1.3 — Patlamalı tokmaklar cinslerine göre buharlı, dizelli tek veya çift tesirli olabilir. Bu tip çakma vasıtalarında da serbest düşümlü bir iç tokmak vardır. Bu tokmağın düşüşü ve etkinin tepkiye eşitliği nedeni ile tekrar yukarıya çıkışı aynı anda olur. Çift tesirli adını alan tokmaklarda gerek düşme gerekse patlama sonucu yukarı itilişin tepkisi çakma esnasında görülen dirence göre değişen bir enerji verir. Patlamalı tokmaklarda enerji bilhassa dakikadaki düşüm sayısına, iç tokmağın düşüm yüksekliğine ve refü ile adlandırılan zemine giriş miktarı gibi etkenlere bağlıdır. Bu tokmaklar düşen silindir kısmının ağırlığına göre isimlendirilirler. Örneğin D. 22 serbest düşüm yapan kısmın ağırlığının 2200 kg. olduğunu belirtir.

1.4 — Otomatik çabuk vuruşlu tokmaklar genel olarak basınçlı hava ile çalışırlar. Bu tokmaklarda serbest düşümlü iç tokmak ağırlığı az ve fakat dakikadaki çift etkili vuruş adedi çok yüksektir. İsimlendirilmelerindeki kullanılan sayı çift etkili vuruş adedidir. Otomatik çabuk vuruşlu tokmakların çakma sırası kazık ve çevre zemininde oluşturdukları yüksek frekanslı titreşim minimum çevre sürtünmesi yaratır. Kazık boyuna doğrultusunda oluşan titreşim dalgalarının kazık ucuna en etkili ulaşımı bu tip çakma araçlarında olmaktadır. Bu çakma vasıtaları halat uçlarına asılı ve kazık veya palpaş üzerine oturtularak uzaktan çabakabilmeyi, patlamalı tokmaklara göre daha kolay yapar. Önemli mahzur olarak çakma enerjisinin rahat ayarlanamaması gösterilebilir.

## 2. UYGULANAN BAŞLICA KAZIK TIPLERİ :

Kazıkların yerleştirilmesi, kazığa ve çakma vasıtasına ve zemin özelliklerine ve kazığın alacağı tesirlere bağlı etkenler kazık tipinin seçimi sırası dikkate alınmalıdır.

2.1 — Kazıklarla ilgili çeşitli ülke normlarında büyük benzerlikler vardır. DIN. 4026 nın 1975 - Ağustos baskısının 5.1.3. bölümünde 6.0 m. uzunluğa kadar ki ortalama kazık çapının 25 cm. daha büyüklerinin ise

$$D=20+L \text{ (cm)}$$

olarak seçilmesi tavsiye edilmektedir. Bu kaidede  $L$  kazık boyu  $m$  olarak yerine konacaktır.

2.2 — Ahşap kazığın sivriltilmiş ucu zemin özelliklerine bağlı olarak, kazık çapının 1.2 ile 2 katı kadar yükseklikte yapılmalı, icabında korunmalıdır.

2.3 — Ahşap kazık başının çakma sırası zedelenmesini önleyecek bir başlık hazırlanmalıdır. En çok kullanılan kazık başlığı sert ağaçtan yapılmış ve çevresi dökme demirle korunmuş olmalıdır. Kazık başlığı, kazığı iyice sarmalı ve çakma sırası ayrılmalar doğmaması için en az 15 cm. kadar kazığa geçmelidir. Kazık çevresi ile başlık arası gene sert ağaçla iyice sıkıştırılmalı ve çakma işlemi sırası darbelerin aksel gelme zorunluğu önemle gözönünde bulundurulmalıdır.

2.4 — Ahşap kazıklarda kazık eksenine paralel ince çatlamlar varsa bunların çakma sırası bir kama oluşturabileceği dikkate alınmalıdır. Ahşap kazıklarda, derinlik boyunca yer yer lamalarla kuşaklama, kazık ucuna demir çarık yapma çok kullanılan bir usuldür.

2.5 — Betonarme kazıklarda beton ve donatı kalitesi ve donatının yerleştirilmesi önem taşır. Kazığın hazırlandığı yerden alınması, taşınması, çakma için kaldırılması esnasında kazıkta asla bir çatlak oluşmalıdır.

2.5.1 — Betonarme kazıklarda taşıma yerleri uçlardan 0,2 ile 0,3 l. mesafe içerde yapılmalı ve çelik kalitesine bağlı olmaksızın minimum donatı pürsantajı % 0,8 den daha aşağı düşürülmemelidir. Etriye aralığı uzun kazıklarda 10 cm. ve pas payı ise kısmen zararlı kimyasal maddeler ihtiva eden sularda en az 4 cm. olarak dikkate alınmalıdır.

2.5.2 — DIN. 4026 ya göre Betonarme kazıkların hazırlanışında minimum çimento miktarı  $325 \text{ kg/m}^3$  olabilir. Beton imalinin ve bakımının çok dikkatli yapılması gereği açıktır. İmâl edilen bir kazığın yerinden kaldırılabilmesi için  $225 \text{ kg/cm}^2$ , çakılabilmesi içinse  $350 \text{ kg/cm}^2$  mukavemete erişmesi beklenilmelidir. Amerikan Standart Yapı Şartnamesinde ise kazık hazırlama betonundan alınan silindirik beton nümunesinin mukavemetinin  $210 \text{ kg/cm}^2$  yi geçmesi halinde çakılmasına müsaade vardır.

2.6 — Çelik kazıklar genellikle başlık genişliği yüksekliğine eşit putreller ile ucu açık veya kapalı çakılan borulardan oluşur. Çelik cinsi olarak St. 37 yeterlidir.

2.6.1 — Çelik putrellerin I 300 den daha küçük olması uygun değildir. Bu kazıkların başlık ve uç kısmında icabında takviye yapılarak çakılma sırası zarar görmesi önlenabilir ve daha büyük yük taşımalar sağlana-

bilir. Uç mukavemeti ve sürtünme kuvveti yönünden kare kesitli kazıklara benzer davranıştaadır. Kaynaklı birleşimli, karışık çelik profilden oluşmuş kazıklar üzerinde devamlı çalışmalar yapılmaktadır.

2.6.2 — Çelik boru kazıklar DIN. 4026 ya göre en az 35 cm. çapta olur. Ucu açık olarak çakılan boru kazık içinde kalan zemin belirli bir derinlikten sonra bilhassa kumlu zeminlerde kapalı uç şeklinde etki yapar. Amerikan standardına göre boru dış çapı 27,5 cm. den ve et kalınlığı 7,5 mm. den az olmamalıdır.

Bu tip kazıkların içinin boşaltılması ve ilâve donatı konarak betonla doldurulması bugün pek uygulanmamaktadır. Yatay yüklerin alınması bakımından buna gereksinme varsa paslanma miktarı ayrılıp et kalınlığı da demir pürsantajında dikkate alınır. Ucu açık olarak çakılan boru kazıklar iç zemini de birlikte kısmen aşağıya çeker. Bu kısmın kumla doldurulması kazığa büyük rijitlik verir.

### 3. ÇAKMAYA ETKİYEN HUSUSLAR

Çakmaya etkiyen hususlar ve bunların zararlarının azaltılması çareleri çok çeşitlidir. Bu bölümde önemli olanları incelenecektir.

3.1 — Zemin cinsinin ve özelliklerinin, zemin taşıma gücüne olduğu kadar çakmaya da büyük etki yaptığı açıktır.

3.1.1 — Kohezyonsuz gevşek zeminlerde masif kazıklar tercihan kullanılır. Kazık hacminin yarattığı boşluk oranındaki azaltmadan daha çok çevreye yayılan çakma enerjisinin neden olduğu sıkışma önemlidir (Şekil 8). Bu tip zeminlerde çakılmadan önceki zemin yüzü çakılmadan sonra zeminle tekrar kontrol edilirse kısmen alçalmalar olur. Sıkı yerleşmiş kumlu zeminlerde aynı kontrol yapılırsa aksine yer yer kabarmalar görülür. Bu yüzden sıkı kumlu zeminlerde az hacim tutan çelik kazıkların çabuk vuruşlu tokmaklarla çakılması en uygun yoldur. Sıkı kumlu bir zemine massif bir kazığın çakılması düşünülüyorsa, kazık ucuna basınçlı su jeti vererek o kısmı gevşetme suretiyle indirme ve istenilen çakma boyuna yaklaşıldığında, çakmaya başlama tercih edilmelidir.

3.1.2 — Kohezyonlu zeminlerde çakmada ise boşluk suyu basıncında artma, çevreyi örseleme, herhangi bir nedenle çakma sırası devamlılık sağlanamadığı anda adhezyon etkisinin doğması, çakma sırası yakın çevredeki kazıkların fazlaca etkilenmesi gibi dikkat edilecek hususlar vardır.

3.2 — Kazıkların yerleştirilmesi ve çakılma sırası, kazık çakmaya önemle etker.

3.2.1 — Kazık aralıkları DIN. 4026 ya göre

$$e \geq 3d \geq 1m + d$$

olmalıdır.

Bu ön görülen aralık grub etkisi dikkate alınmayan, hem uç hemde sürtünme kuvveti alan kazıklar için daha da önemlidir. Amerikan şartnamesinde ise en az değer olarak dörtköşe kazıklarda, köşegenin iki katı, yuvarlak kazıklarda eksenden eksene  $2d$  kaydı bulunmaktadır. Kazık başlığında ekonomi sağlama gibi nedenlerle kazık aralıklarının sıkıştırılması diğer çakılan kazıkları zedeleme yönünden doğru değildir. Bu durumda kazıklar % 2 değeri üzerinde eğim kazanabilirler ve kazığın kabul edilmemesi tehlikesi doğar.

3.2.2 — Kazık çakılma sırasının belirlenmesinde kural her kazığın, onu çevreleyen zemini eşit ölçüde ve her yönde sıkıştırmasıdır. Kazık grublarında içden dışarı doğru kazıkları yerleştirme ve çakma tercih edilir. Kazıklar sıra halinde iseler önce birer atlamalı olarak çakma konusu incelenmelidir. Bu husus ara kazık çakılırken evvelkilerin çevre sürtünmelerini artırıcı yönde etki yaratacaktır. Bu konuda önemle dikkat edilecek husus 4 ve 5 bölümünde açıklandığı üzere taşıyıcı zemin içinde kalan kazık uzunluğunu her durumda sağlamak şeklinde özetlenebilir.

#### 4. DIN. 1054 e GÖRE KAZIKLAR İÇİN TAŞIYICI ZEMİN TANIMLAMASI

4.1 Çakma kazıklarıyla ilgili DIN.4026 ve yerinde dökme kazıklarla ilgili DIN.4014 normaları, zemin mekaniği ve temel inşaatının esas normal olan DIN. 1054 ün «taşıyıcı zemin» kavramına göre değiştirilmiştir. Kazıkların uç mukavemetleri ve taşıyıcı zemin içinde kalan kısımlarından aldıkları sürtünme kuvvetleri kazık servis yüklerinin esasını oluşturmaktadır. Çok uzun yılların tecrübeleri, yükleme deneyleri ile deneylerin yapıldığı bölgelerin geoteknik özellikleri arasında ki ilişkilerden elde edilen istatistiksel sonuçlara dayanılma DIN. 4026 tablolarında esas tutulmuştur. Çok önemli olan bir husus ise sonuçların mümkün olduğu kadar emniyetli yönde verilmiş olmasıdır. Bu sayede bilhassa küçük işlerde kazık yükleme deneyi gerekmebilecek ve ekonomi sağlanacaktır.

4.1.1 — DIN. 1054 Nisan 1976 baskısında kohezyonsuz zeminler için relatif sıklığın, uniformluk katsayısına göre değişimi esasına göre :

Üniformluk katsayısı

$$U < 3 \text{ ise } Dr \geq 0,40$$

$$U \geq 3 \text{ ise } Dr \geq 0,55$$

ise taşıyıcı zemin olarak kabul edilecektir.

4.1.2 — Kohezyonsuz zeminlerde itmeli sonda deneyindeki uç mukavemeti kohezyonsuz zeminlerin yerleşim sıklığı hakkında bilgi verir. Berlin Teknik Üniversitesi Zemin Mekaniği Araştırma Kurumunca

(DEGEBO)

$q \leq 50 \text{ kg/cm}^2$	»	gevşek
$50 < q \leq 100$	»	gevşekten orta sıklıya
$100 < q \leq 150$	»	orta sıkı
$q > 150$	»	sıkıdan çok sıklıya

şeklinde bir değerlendirme öngörülmüştür.  $q > 100 \text{ kg/cm}^2$  lik uç mukavemetine ulaşıldığı yer taşıyıcı zemin tabakasının başlama noktasıdır.

DIN. 4014 ün Büyükçaplı Yerinde Dökme kazıklarla ilgili Ağustos 1975 baskısına ait açıklamaların 6.1.2 bölümünde itmeli sonda uç mukavemetinin SPT (Standart penetrasyon deneyi ile ilgili

$$q_s = 3.5 \sim 6 n_{30} \text{ kg/cm}^2$$

şeklinde verilmiştir. Genel olarak katsayının 4.0 alınması uygundur ve  $q_s < 50 \text{ kg/cm}^2$  olan kısımlardan kazığın hiç sürtünme kuvveti almadığı kabul edilir.

4.2 — Kohezyonlu zeminlerde taşıyıcı zemin, DIN. 1054 Nisan 1975 tasarısı ve bağlı nisan 1976 açıklamalarının 4.2.2 maddesindeki yüzeyel temellerin taşıma gücünü arttıran özelliklerde belirlenmiştir. Buna göre elde 3 mm. kalınlıktaki silindirik çubuklar haline çok güç getirilebilen kohezyonlu zemin içine kazık girme boyu dikkate alınacaktır. DIN. 1054 e ait yukarıda açıklanan hüküm ise DIN. 18915 in I. bölümünün 4.2.1. maddesinde tanımlanmıştır. Bu duruma göre taşıyıcı zemin relatif konsistansı

$$C_r = 0,75 \sim 1.00$$

arasında kalması hali taşıyıcı zeminin başlama sınırındır. Yalnız relatif konsistansın hesaplanmasında DIN 18122 nin 7.2 maddesine uygun düzeltilmiş su muhtevası değeri dikkate alınmalıdır.

## 5. ÇAKMA DENEYLERİ VE DEĞERLENDİRİLMESİ

Çakmak kazık yapım şantiyelerinde deneme çakmaları için çok önemli bir kısmını oluşturur. Kazık emniyetli taşıma gücünün taşıyıcı zemin içinde kalan kazık boyu ile değerlendirileceği DIN. 4026 ya ait yeni tablolarda verilmiştir. Bu tabloların kullanılması yükleme deneylerinden tamamen vazgeçileceği anlamı taşımaz. Ayrıca kazık boylarının 6,0 m.den az olmamasına ve taşıyıcı zemin içine en az 3.0 m. girmesine dikkat gerekir.

5.1 — Ahşap ve betonarme kazıkların emniyetli taşıma gücü için kullanılacak DIN. 4026 ya uygun tablolar aşağıda verilmiştir. Ara değerler doğru orantılı olarak alınabilecektir. Değer verilmemiş bölümler o boyuttaki kazık için tablodaki sırada öngörülen miktar taşıyıcı zemin içine girilemeyeceğini belirtmektedir. Betonarme kazıklar için verilen değerler dikdörtgen kazıkların alanı yaklaşık kare olarak alınabildiği anda da geçerlidir.

Taşıyıcı zemin içine girme mik- tarları	Kazık emniyetli taşıma gücü-ton				
	Kazık çapı - cm				
	15	20	25	30	35
300m	10	15	20	30	40
400m	15	20	30	40	50
500m		30	40	50	60

Ahşap kazıkların emniyetli taşıma gücü  
Şekil:1

5.2 — Çelik geniş başlıklı putreller ve boru kazıklar taşıyıcı zemin içine 8.00 m. kadar çakılabilirler. Tablodaki  $D$  boru çapı, sandık kazıkların  $a$  ortalama kenarları dışdan dışa boyutlar olarak alınacaktır. Tablodaki değerler ucu kapalı çakılan çelik boru kazıklar için geçerlidir. Boru kazıkların açık uçla çakılmaları ve bunların taşıyıcı zemin içinde

Taşıyıcı zemin içine girme mik- tarları	Kazık emniyetli taşıma gücü - ton Kazık kenar uzunluğu-a cm				
	20	25	30	35	40
300 m	20	25	35	45	55
400 m	25	35	45	60	70
500 m		40	55	70	85
600 m			65	80	100

Betonarme kazıkların emniyetli taşıma gücü

Şekil: 2

Taşıyıcı zemin içine girmemik- tarları	Kazık emniyetli taşıma gücü - ton				
	Çelik putrel kaz.		Çelik boru ve sandık kaz.		
	30	35	D=35 cm a=30 "	D=40 cm a=30 "	D=45 cm a=30 "
300 m	-	-	35	45	55
400 m	-	-	45	60	70
500 m	45	55	55	70	85
600 m	55	65	65	80	100
700 m	60	75	70	90	110
800 m	70	85	80	110	120

Çelik kazıkların emniyetli taşıma gücü

Şekil: 3



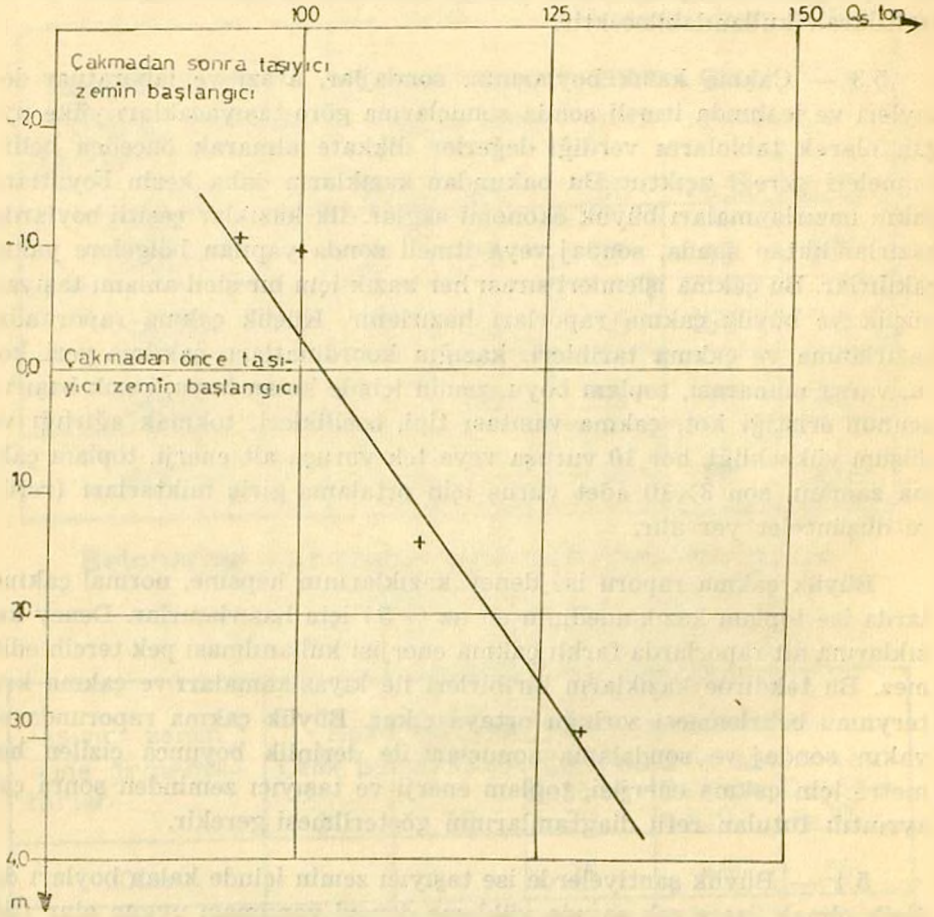
bir uç teşkil edeceğini kesin olduğu durumlarda tablo değerleri % 10 azaltılarak kullanılabilir.

5.3 — Çakma kazık boylarının, sondajlar, arazi ve laboratuvar deneyleri ve icabında itmeli sonda sonuçlarına göre taşıyacakları yüke uygun olarak tabloların verdiği değerler dikkate alınarak önceden belirlenmeleri gereği açıktır. Bu bakımdan kazıkların daha kesin boyutlara yakın hazırlanmaları büyük ekonomi sağlar. İlk kazıklar çeşitli boylarda hazırlandıktan sonra, sondaj veya itmeli sonda yapılan bölgelere yakın çakılırlar. Bu çakma işlemleri sırası her kazık için bir sicil anlamı taşıyan küçük ve büyük çakma raporları hazırlanır. Küçük çakma raporunda, hazırlanma ve çakma tarihleri, kazığın koordinatları, çakılma yeri kotu, varsa numarası, toplam boyu, zemin içinde kalan boyu, kazık başı ve ucunun eriştiği kot, çakma vasıtası tipi, özellikleri, tokmak ağırlığı ve düşüm yüksekliği, her 10 vuruşa veya tek vuruşa ait enerji, toplam çakma zamanı, son  $3 \times 10$  adet vuruş için ortalama giriş miktarları (refü) ve düşünceler yer alır.

Büyük çakma raporu ise deney kazıklarının hepsine, normal çakımlarda ise toplam kazık adedinin en az % 5 i için hazırlanırlar. Deney kazıklarına ait raporlarda farklı çakma enerjisi kullanılması pek tercih edilmez. Bu takdirde kazıkların birbirleri ile kıyaslanmaları ve çakma kriteriyumu belirlenmesi zorluğu ortaya çıkar. Büyük çakma raporunda en yakın sondaj ve sondalama sonuçları ile derinlik boyunca çizilen her metre için çakma enerjisi, toplam enerji ve taşıyıcı zeminden sonra çok ayrıntılı tutulan refü diagramlarının gösterilmesi gerekir.

5.4 — Büyük şantiyelerde ise taşıyıcı zemin içinde kalan boyları değişik olmak üzere çok sayıda yükleme deneyi yapılması uygun olur (Şekil: 5). Bu çeşitli yükleme deneyi sonuçlarına göre taşıyıcı zemin içinde kalan boylarla ilgili tablo değerleri kontrol edilir. Tablo değerlerinin yükseltilmesi için çok sayıda yükleme deneyi sonucu gerekir.

Bu halde yük - toplam oturma diyagramına göre kazık servis yükü belirlenirken DIN. 1054 5.4.1.1 maddesi esasları uygulanır ve çok sayıda yükleme deneyi yapıldığı için güvenlik katsayısı 1.75 e düşürülür. DIN. 1054 ün ilgili maddesi kazık eşdeğer çapının  $0.025 \times d$  (cm) kısmını kalıcı oturma kabul edip bu noktanın oturma eksenini kestiği noktada elâstik kabarma çizgisine çizilen paralelin eğriyi kestiği nokta sınır yük olarak kabul edilir. Çakma kazıklarda elâstik şekil değiştirmenin kısmen yüksek ve toplam eğrinin şeklini etkiler biçimde ortaya çıktığı unutul-



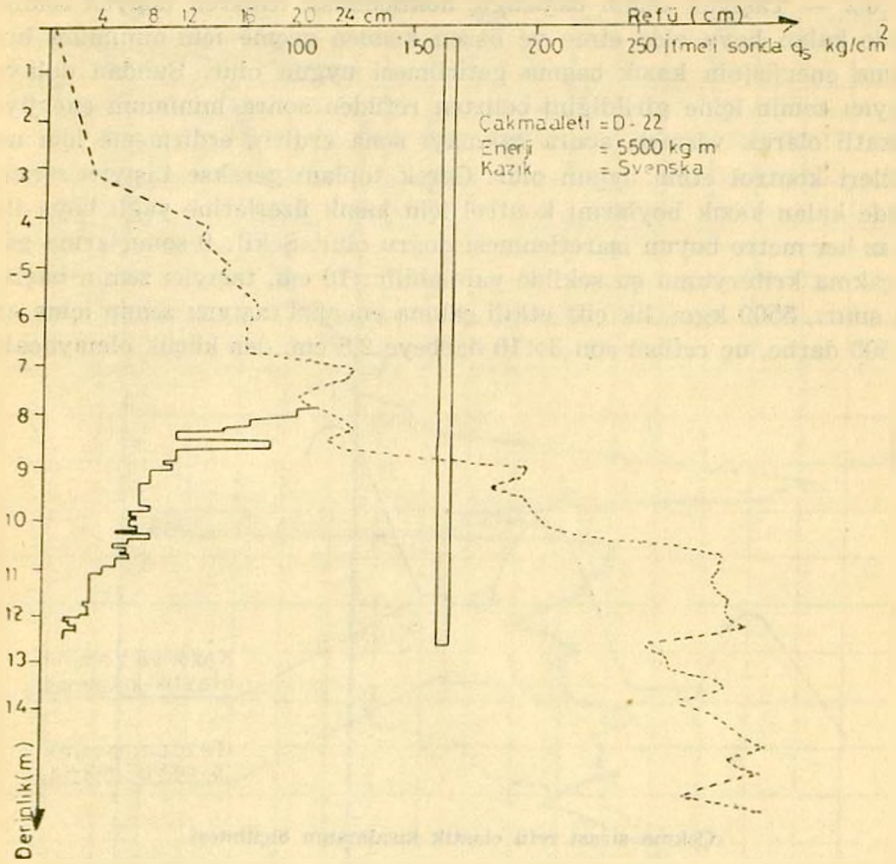
Yükleme deneyleri bulunan sınır yükü ile taşıyıcı zemin içindeki kazık boyu bağıntısı

Şekil : 5

mamalıdır. Bu nedenle toplam oturma 2 cm. yi geçse bile kalıcı oturma yukarıda açıklanan 0.025 d değerine ulaşmadıkça sınır yüke gelinmiş sayılmaz.

## 6. SONUÇ

Yukarıda çeşitli bölümlerde açıkladığımız sonuçları toplu bir halde incelemekle kazıkları değişik servis yüklerine uygun boylarda hazırlama ve bir esas altında çakma mümkün olur.



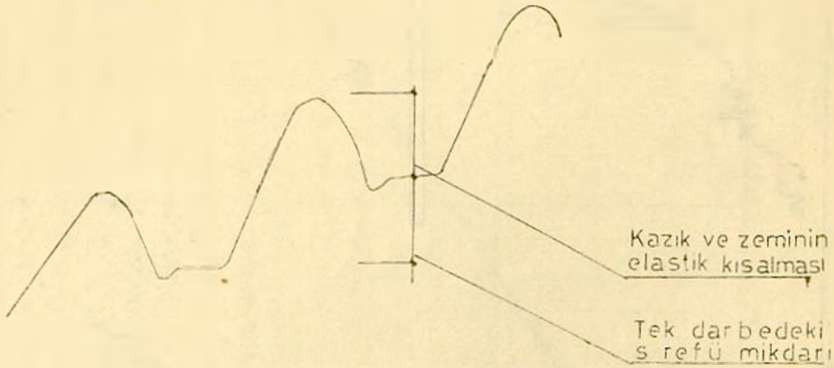
İtmeli sonda ile refü bağıntısı

Şekil : 6

6.1 — Kazıkların servis yüklerini, taşıyıcı zemin içinde kalan uzunlukları ile belirleme esas ise de çakma sırası taşıyıcı zeminin başlama sınırını belirleme yönünden refünün incelenmesi çok önemlidir. Son 3×10 vurustaki ortalama girişler şeklindeki refüler ise kazığın daha çakılabilmeye dayanıklı olup olmadığı konusu bakımından gereklidir.

Bu sınırları belirleyen refü değerleri yükleme deneyi ve çekmede kullanılan kazıkların çakma diyagramlarından elde olunarak bir çakma kriteriyumu belirlenir. Şekil: 6 sonuçlarına göre taşıyıcı tabakanın başlama noktasını belirleyen refü 10,0 cm, 4,0 m. taşıyıcı zemin içinde kalan boydan sonraki refü ise 3.0 cm. şeklinde değerlendirilebilir.

6.2 — Taşıyıcı zemin başlangıç noktasından itibaren taşıyıcı zemin içinde kalan boyu elde etme ve bazen kısmen geçme için minimum bir çakma enerjisinin kazık başına getirilmesi uygun olur. Bundan dolayı taşıyıcı zemin içine girildiğini belirten refüden sonra minimum enerjiyi dikkatli olarak vermek, sonra çakmayı sona erdirip erdirmeme için uç refüleri kontrol etme uygun olur. Gerek toplam gerekse taşıyıcı zemin içinde kalan kazık boylarını kontrol için kazık üzerlerine yağlı boya ile en az her metre boyunca işaretlenmesi doğru olur. Şekil: 9 sonuçlarına göre çakma kriteriyumu şu şekilde yapılabilir: 10 cm. taşıyıcı zemin başlama sınırı, 5500 kgm. lik çift etkili çakma enerjisi taşıyıcı zemin içine en az 500 darbe, uç refüsü son  $3 \times 10$  darbeye 2,5 cm. den küçük olmayacak

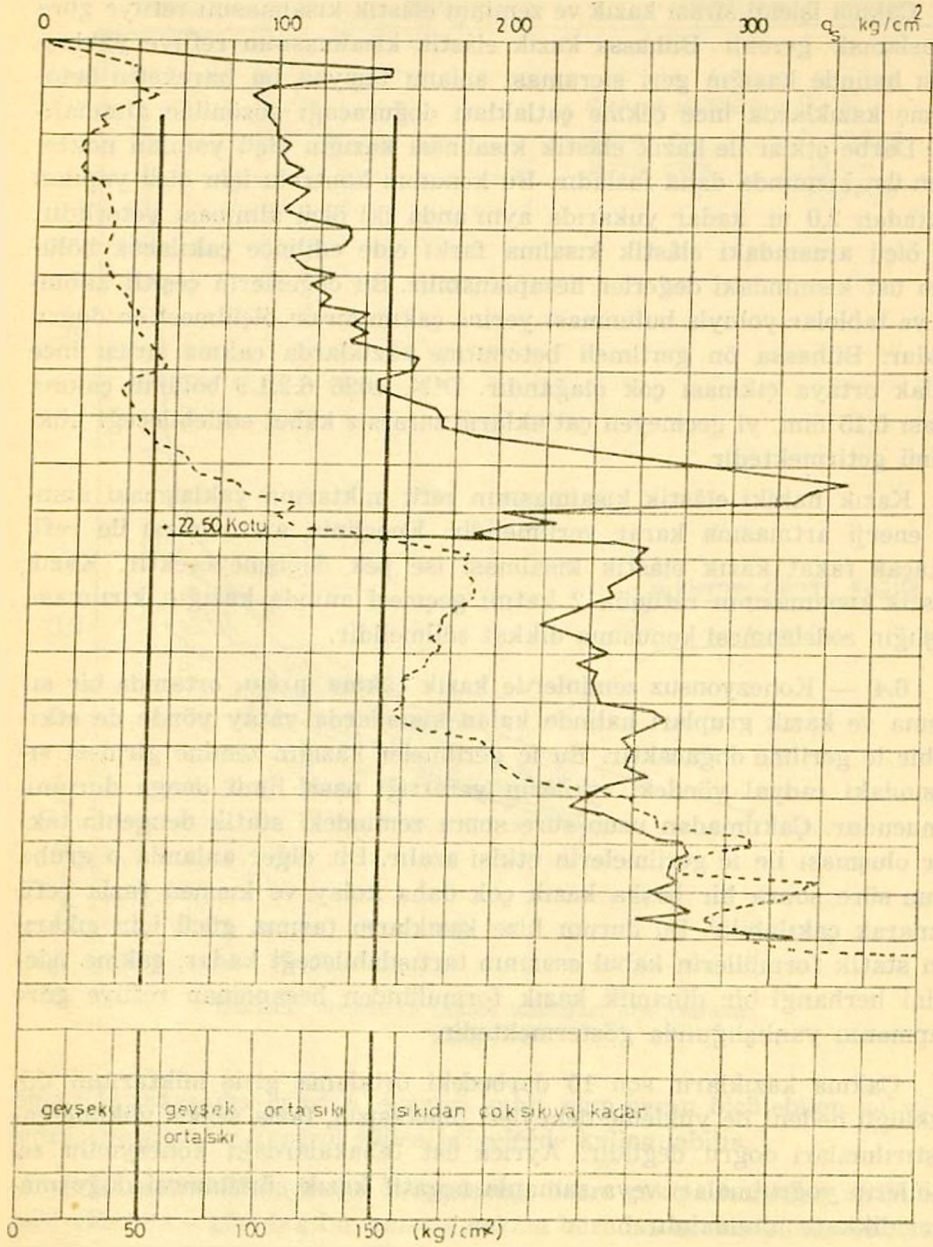


Çakma sırası refü elastik kışalmanın ölçülmesi

Şekil : 7

6.3 — Bir kazık çakılması sırasında kaybolan enerji miktarının büyüklüğü bilinen bir hususdur. Zemin, kazık ve başlığının elâstik kışalması, tokmak ve kazık malzemelerinin ve şekillerinin farklılığı nedeni ile tam elâstik bir çarpmanın olmaması sonucu zemin ve kazık titreşimi ve şüphesiz zeminin yanlara itilmesine bağlı boşluk oranında azalmalar kaybolan enerji ile orantılıdır (Şekil: 9).

Kazık ve zeminin elâstik kışalmasının çakma sırası belirlenmesi için kazığın bir yüzüne kâğıt yapıştırılır. Kazıktan en az 1,0 m. uzaklıkta zemine dayalı bir çubuk üzerine boyalı kalem tespit edilir. Bu kalem çakma işlemi sırası sabit hızla yatay yönde hareket ettirilir ve rekil. 7 deki biçimde eğri elde edilir.



Kazık çakımından önce ve sonra yapılan itmeli sondalar

Şekil : 8

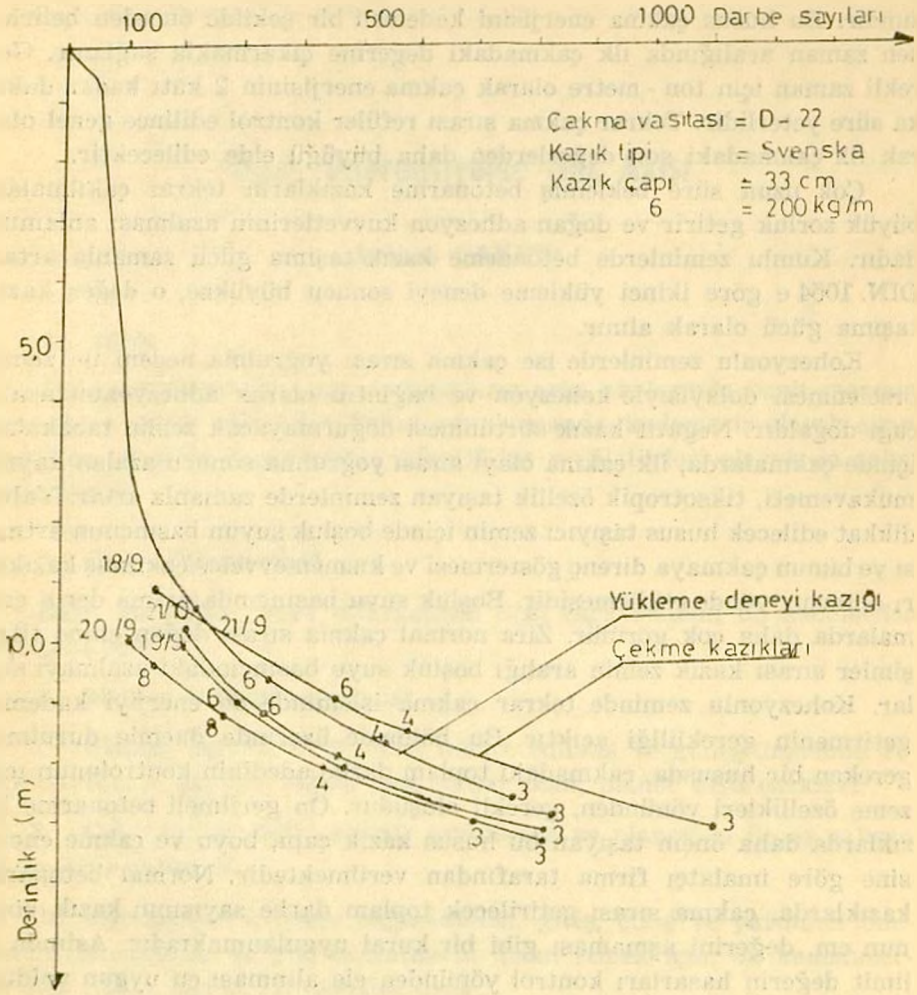
Çakma işlemi sırası kazık ve zeminin elâstik kışalmasını refüye göre kıyaslamak gerekir. Bilhassa kazık elâstik kışalmasının refüye yaklaşması halinde kazığın geri sıçraması anlamı taşıyan bu hareketin betonarme kazıklarda ince çekme çatlakları doğuracağı gözönüne alınmalıdır. Darbe etkisi ile kazık elâstik kışalması kazığın ölçü yapılan noktasının üst kısmında daha fazladır. Bu konunun kontrolü için ölçü yapılan noktadan 2,0 m. kadar yukarıda aynı anda iki ölçü alınması yeterlidir. İki ölçü arasındaki elâstik kışalma farkı elde edilince çakılacak bölümün üst kısmındaki değerler hesaplanabilir. Bu değerlerin çeşitli kabul ve tablolar yoluyla bulunması yerine çakım sırası ölçülmesi en doğru yoldur. Bilhassa ön gerilmeli betonarme kazıklarda çakma sırası ince çatlak ortaya çıkması çok olağandır. DIN. 4026 6.2.1.9 bölümü çakma sırası 0,15 mm. yi geçmeyen çatlakların zararsız kabul edilebileceği hükmünü getirmektedir.

Kazık hakiki elâstik kışalmasının refü miktarına yaklaşması anında enerji artmasına karar verilmelidir. Enerjinin arttırılması ile refü artacak fakat kazık elâstik kışalması ise pek değişmeyecektir. Kazık elâstik kışalmasının refününün 2 katını geçmesi anında kazığın kırılması, başlığın zedelenmesi konusuna dikkat edilmelidir.

6.4 — Kohezyonsuz zeminlerde kazık çakma sırası, ortamda bir sıkışma ve kazık grupları halinde kalan kısımlarda yatay yönde de etkili bir iç gerilme doğacaktır. Bu iç gerilmeler kazığın zemine girmesi sırasındaki radyal yöndeki etkilerin yarattığı pasif limit denge durumu sonucudur. Çakılmadan uzun süre sonra zemindeki statik dengenin tekrar oluşması ile iç gerilmelerin etkisi azalır. Bir diğer anlamla o gruba uzun süre sonra bir başka kazık çok daha kolay ve kısmen fazla refü alınarak çakılabilir. Bu durum bize kazıkların taşıma gücü için çıkarılan statik formüllerin kabul esasının tartışılabilirliği kadar, çakma işlemini herhangi bir dinamik kazık formülünden hesaplanan refüye göre yapmanın yanlışlığında göstermektedir.

Çakma kazıkların son 10 darbedeki ortalama giriş miktarının düşüklüğü nedeni ile yüklemeye deneyleri olmaksızın, fazla servis yüküne çalıştırılmaları doğru değildir. Ayrıca üst tabakalardaki kohezyonlu zeminlerin yoğrulmaları veya zamanla negatif kazık sürtünmesi doğurmaları dikkate alınmalıdır.

DIN. 4026 9.2 maddesi dinamik kazık formüllerini çok sınırlamaktadır. Bu hükme göre dinamik kazık formülleri, zemin alt yapısı tabaka özellikleri ve kalınlıkları pek değişmeden, yalnız aynı tip kazık ve serbest



Yükleme deneyi ve çekme kazıkları diyagramları

Şekil : 9

düşümlü tokmakla çakılan, enerjisi sabit olup heran ölçülebilen ve yük-  
leme deneyleri ile kontrol edilen bölgelerde kullanılabilir.

Açıklanan hükümlerden anlaşılacağı üzere çakma kazıkları, belli bir  
refü elde etme gibi tek bir amaçla çakma buradan servis yükü belirleme  
inandırıcı anlam taşımayacaktır.

6.5 — Kohezyonsuz zeminlerde çakma işlemi sırası zorunlu neden-  
lerden doğan duraklamalara dikkat gerekir. Tekrar çakmalara başlama  
sırası zemin ve çevre zeminini ilk çakmadaki titreşimlere getirmek lâ-

zımdır. Bu husus çakma enerjisini kademeli bir şekilde önceden belirlenen zaman aralığında ilk çakmadaki değerine çıkarmakla sağlanır. Gerekli zaman için ton - metre olarak çakma enerjisinin 2 katı kadar dakika süre yeterlidir. Tekrar çakma sırası refüleri kontrol edilince genel olarak ilk çakmadaki son değerlerden daha büyüğü elde edilecektir.

Çok uzun süre beklemiş betonarme kazıkların tekrar çakılmaları büyük zorluk getirir ve doğan adhezyon kuvvetlerinin azalması anlamındadır. Kumlu zeminlerde betonarme kazık taşıma gücü zamanla artar. DIN. 1054 e göre ikinci yükleme deneyi sonucu büyükse, o değer kazık taşıma gücü olarak alınır.

Kohezyonlu zeminlerde ise çakma sırası yoğrulma nedeni ile zemin örselenmesi dolayısıyla kohezyon ve bağıntılı olarak adhezyonun azalacağı doğaldır. Negatif kazık sürtünmesi doğurmayacak zemin tabakaları içinde çakmalarda, ilk çakma olayı sırası yoğrulma sonucu azalan kayma mukavemeti, tiksotropik özellik taşıyan zeminlerde zamanla artar. Yalnız dikkat edilecek husus taşıyıcı zemin içinde boşluk suyun basıncının artması ve bunun çakmaya direnç göstermesi ve kısmen evvelce çakılmış kazıkları olumsuz yönde etkilemesidir. Boşluk suyu basıncında artma derin çakmalarda daha çok görülür. Zira normal çakma sırası doğan enine titreşimler sırası kazık zemin aralığı boşluk suyu basıncındaki azalmayı sağlarlar. Kohezyonlu zeminde tekrar çakma işlemi de enerjiyi kademeli getirmenin gerekliliği açıktır. Bu bölümde üzerinde önemle durulması gereken bir hususta, çakmadaki toplam darbe adedinin kontrolünün malzeme özellikleri yönünden, gerekli oluşudur. Ön gerilmeli betonarme kazıklarda daha önem taşıyan bu husus kazık çapı, boyu ve çakma enerjisine göre imalatçı firma tarafından verilmektedir. Normal betonarme kazıklarda, çakma sırası getirilecek toplam darbe sayısının kazık boyunun cm. değerini aşmaması gibi bir kural uygulanmaktadır. Aslında bu limit değerini hasarları kontrol yönünden ele alınması en uygun yoldur.

#### LİTERATÜR

- 1 — DIN-4026 Rammpfähle - Richtlinien und Erläuterungen  
1975 Ağustos esas norm
- 2 — DIN-1054 Zulässige Belastung des Baugrunds  
1975 Nisan son tasarı şekli
- 3 — DIN-1054 Zulässige Belastung des Baugrunds - Erläuterungen  
1976 Nisan son tasarı şekli
- 4 — Design Manual Soilmechanics, foundations and Earth Structures  
1971 - 74 NAVFAC-DM 7
- 5 — Zemin Mekaniği Ord. Prof. Dr. Hamdi Peynircioğlu  
1957 İ.T.Ü. Yayını
- 6 — Kazılar ve Temeller için Amerikan Standart Yapı Şartnamesi Kayıtları  
Prof. Vahit Kumbasar 1962 İ.T.Ü. Yayını