



2. KAZIK TEMELLERİN SINIFLANDIRILMASI

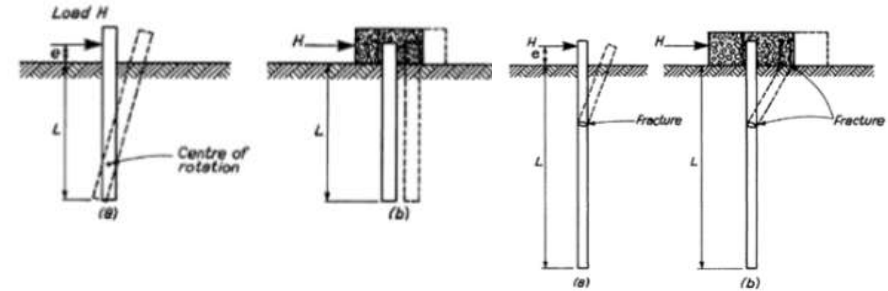
DOÇ. DR. ERDAL UNCULOĞLU
ERCİYES ÜNİVERSİTESİ
2019



Kazıklar, değişik özellikleri göz önüne alınarak birçok farklı şekilde sınıflandırılabilir.

- *L/d Oranına Göre*

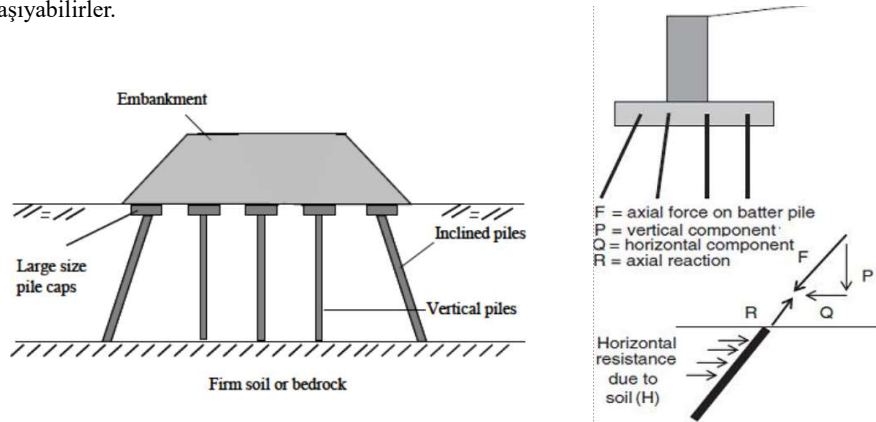
L; kazık gömülü uzunluğu ve d; kazık çapı olmak üzere kazıklar L/d oranlarına göre kısa ya da uzun kazık olarak sınıflandırılırlar. Kısa bir kazık rijit bir kütle gibi davranarak yatay yükler etkisinde bir bütün olarak döner. Kazığın ucuna aktarılan yük kazık başında etkiyen toplam düşey yükün önemli bir bölümüdür. Uzun bir kazıkta ise belirli bir derinliğin ötesinde kazık uzunluğu yatay yükler etkisi altında önemini kaybeder. Ancak düşey yükleme durumunda kazığın gövdesi boyunca taşıdığı sürtünme yükü toplam düşey yükün önemli bir kısmını oluşturur.



Şekil 5. Yanal Yük Etkisi Altındaki
(a) Serbest Başlı ve (b) Sabit Başlı Rijit Kısa Kazıkların
Göçme Davranışı

Şekil 6. Yanal Yük Etkisi Altındaki
(a) Serbest Başlı ve (b) Sabit Başlı Uzun Esnek Kazıkların
Göçme Davranışı

Kazıklar, geometrilerine göre, düşey kazık ya da eğimli kazık olarak da sınıflandırılabilirler. Düşey kazıklar, genellikle, esas olarak düşey yük taşımak amacı ile kullanılırken yatay yük taşıma kapasiteleri düşüktür. Kazıklar düşey ile bir açı yapacak şekilde imal edildiklerinde eğik kazık (batter or raker pile) olarak adlandırılırlar. Eğik kazıklar, yanıl yüklerin karşılanmasında son derece efektif olup grup içerisinde kullanıldıklarında düşey yük de taşıyabilirler.



Şekil 7. Eğik Kazıklar

• İmal edildikleri Malzemeye Göre

Kazık malzemesi göz önüne alındığında ahşap, beton, çelik veya bunların ikisinin birlikte kullanıldığı (betonarmer) türlerden söz edilebilir.

Ahşap Kazıklar; ağaç gövdesinden imal edilirler. Uzunluğu 15 metre ya da daha fazla olabilir. Eğer daha büyük uzunluklar gerekli ise kazık elemanlar eklenerek birleştirilir. Kazık başındaki çapları 30 ila 40 cm aralığında değişir. Kazık ucu çapı 15 cm' den az olmamalıdır. Kazık başına maksimum tasarım yükü genelde 250 kN 'u aşamaz.

Beton Kazıklar; Prefabrik ya da yerinde dökme beton kazıklar olabilir. Prefabrik kazıklar sivri uçlu ve uniform kesitli olarak imal edilirler. Daha yüksek taşıma gücü değerlerine ihtiyaç duyulduğunda konikleştirilmiş kesitli kazıklar da üretilebilir. Genelde prefabrik kazıklar, yatay pozisyonda dökülmeleri kolay olduğu için kare ya da sekizgen kesitli olarak üretilirler. Tutma, kaldırma, taşıma gerilmeleri dikkate alınmak üzere gerekli donatılardır sağlanır. Kazıklar öngerilmeli de olabilir. Öngerilmeli beton bir kazık için maksimum yük değeri 2000 kN civarında iken prefabrik kazıklarda 1000 kN civarındadır. Optimum yük aralığı ise 400 ila 600 kN' dur.

Çelik Kazıklar; genellikle H kesitli ya da boru kazıklardır. Boru kazıklar kaynaklı ya da kaynaklız olabilir ve kapalı uçlu ya da açık uçlu olarak zemine çakılırlar. Boru kazıklar; bazı durumlarda gerekli olmasına rağmen, çoğunlukla zemine çakıldıktan sonra içi beton ile doldurulur. Çelik kazıklar için optimum yük aralığı 400 ila 1200 kN' dur.

- **Zemine Yerleştirilme Yöntemlerine Göre**

Kazıklar, yapım yöntemleri ya da arazide imal ediliş biçimlerine göre **çakma kazıklar**, **delme-yerinde dökme kazıklar** ve **çakma-yerinde dökme kazıklar** olmak üzere üç grupta incelenebilirler.

Çakma kazıklar; ahşap, çelik ya da beton kazık olabilirler. Betondan imal edilmiş çakma kazıklar prefabrik kazıklardır. Çakma kazıklar düşey olarak ya da düşey ile açı yapacak şekilde çakılabilirler. Kazıklar bir şahmerdan kullanılarak çakılırlar. Bir kazık granüler bir zemine çakıldığında kazık hacmine eşdeğer zemin kütlesi de hareket ederek kazığa bitişik konumdaki zemin kütlesinin boşluklarına girecek ve kazık gövdesi çevresindeki zemin kütlesi bu yolla sıkılaşacaktır. Bu nedenle; kazığa bitişik konumdaki zeminde sıkılaşmaya neden olan kazıklar kompaksiyon kazıkları olarak da adlandırılırlar. Kazığı çevreleyen zemin kütlesinin sıkılaşması aynı zamanda kazığın taşıma kapasitesini de artıracaktır.

Şekil 8. Çakma Kazık Örnekleri



Eğer kazık eleman doymun silt zemin ya da doymun kohezyonlu zemine çakılıyorsa, söz konusu zeminlerin düşük geçirgenliklerinden dolayı kazığı çevreleyen zeminde bir sıkılaşma meydana gelmeyecektir. Yer değiştiren zemin daneleri, boşluklardaki su dışarı atılmadan kazık gövdesi bitişigindeki zemin boşluklarına giremeyecektir. Kazığın zemine çakılması ile boşluk suyu basınçları meydana gelecek ve bunun sonucunda da zemin taşıma gücünde bir azalma oluşacaktır. Kazığa bitişik zemin kütlesinde oluşacak örselenmeler (ve yoğrulma etkileri) nedeni ile zemin kütlesi belli bir oranda mukavemet kaybı yaşayacaktır. Düşük geçirimliliğe sahip suya doymun zeminlerde kazığın zemine çakılması ile oluşan anlık etki sonucu zeminin taşıma gücü azalmaktadır. Bununla birlikte; örselenmiş ve yoğrulmuş zemin kütlesinde zamanla oluşacak konsolidasyon ve tiksotropi davranışları sonucu kaybolan mukavemetin bir kısmı geri kazanılacaktır. Bu kazıkların boyları 25-30 m' ye kadar kapasiteleri de 1000 kN dolaylarında olabilir.



Çakma kazıkların avantaj ve dezavantajları aşağıda sıralanmıştır.

Avantajları;

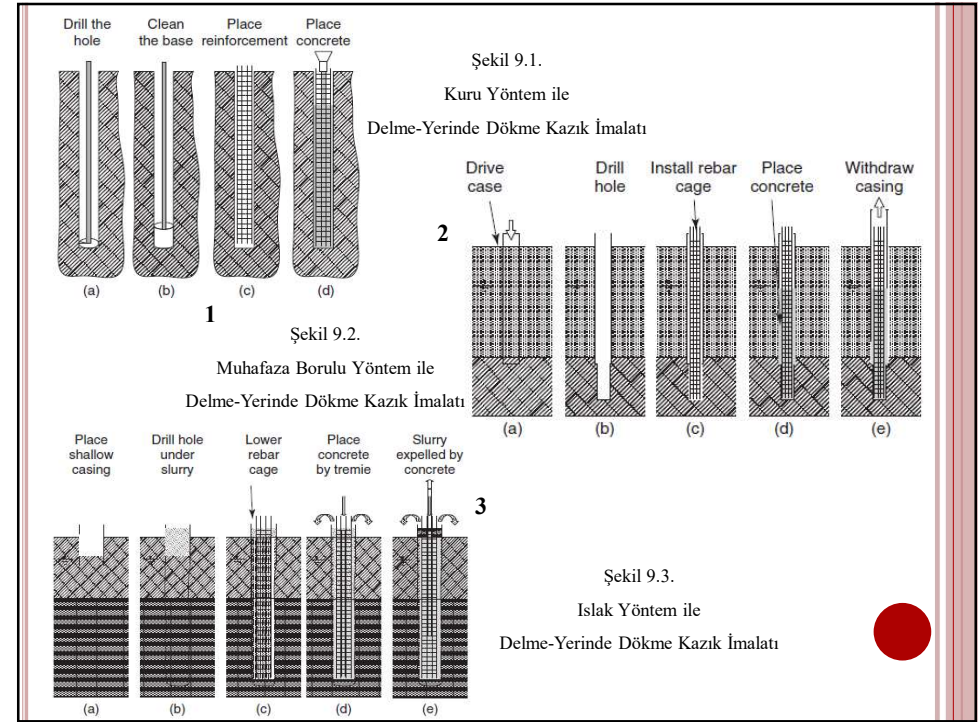
- Granüler zeminlere çakılan kazıklar kazığa bitişik zemin kütlelerini sıkıştırarak kazık taşıma gücünde artışa neden olurlar.
- Basınçlı yer altı suyu ile karşılaşılma korkusu nedeni ile kuyu açılmasının tavsiye edilmediği yerlerde çakma kazıklar güvenle kullanılabilir.
- Su üstü yapıları (iskele ya da dalga kıran gibi) için yapılacak işlerde çakma kazıklar tercih edilmektedir. Deniz yapılarında su derinliğinin çakma kazıklar kullanılarak geçilmesi kolaydır.
- Çakma sırasında yukarı doğru deplasman yapan kazıklar tekrar çakılabilir.
- Sıkışabilen silt, turba ve yumuşak kil zeminlerde stabiliteleri iyidir ve boğulma tehlikesi olmaksızın yerleştirilebilirler.

Dezavantajları;

- Prefabrik ya da öngerilmeli beton kazıklar taşıma ve çakma işlemleri sırasında kaldırılıp tutulurken oluşan gerilmelere karşı koyacak uygunlukta donatılandırılmalıdırlar. Zor çakma koşullarında kazıkta hasar oluşma olasılığı ve taşınmaları sırasında doğabilecek etkileri karşılamak amacı ile belki de gereksiz donatı konulma zorunluluğu doğmaktadır.
- Arazideki kesin kazık boyu önceden tanımlanamayacağından bu yöntemle imal edilen kazıklarda ekstra uzunlukların kesilmesi ya da ilave parçaların eklenmesi gerekir ki bu da maliyeti artırır.
- Drenaj özellikleri zayıf olan zeminlerde çakma kazık kullanımı uygun değildir. Öyle ki; imalat işlemi uygun şekilde düzenlenmezse zeminin kabarması ya da yeni bir kazığın çakılması sırasında çakılmış kazıkların yukarı doğru hareketi söz konusu olabilir. Kazıkların yukarı doğru hareketi donatısız kazıkların kırılmasına sebep olabilir.
- Kazıklar çakılırken oluşan titreşimler komşu yapı temellerini etkiliyorsa çakma kazık kullanılmamalıdır.
- Kazıkların tutulması, kaldırılması ve çakılması için ağır ekipmanlar gereklidir.
- Büyük çaplı imal edilmeleri ve çakılmaları zordur.

Delme - yerinde dökme kazıklar beton kazıklardır. Çaplarının küçük olması yönüyle keson (ya da ayak) temellerden ayrılırlar. Arazide gerekli derinliğe kadar kuyu açılması ve sonrasında da kuyunun beton ile doldurulması şeklinde imal edilirler. Arazide, derinlik boyunca sabit kesitli olarak düz bir şekilde (straight bored piles) ya da belirli aralıklarda soğanlar oluşturularak dökülebilirler. İhtiyaca göre donatılı olarak da inşa edilebilirler. Bu tip kazıklar, 10000 kN' luk kapasitelere kadar imal edilebilirler. Delme-yerinde dökme kazıklar; kuru yöntem, muhafazalı (boru kılıflı) yöntem ve ıslak yöntem olmak üzere üç farklı şekilde imal edilebilirler.

Eğer zemin açılan kuyu derinliği boyunca serbestçe stabil kalabiliyor ise kazık imalatı kuru yöntem ile yapılabilir. Aksi takdirde kuyunun göçmesinin önlenmesi için muhafaza borulu yöntem ya da ıslak yöntem (bulamaç – bentonit çamuru) kullanılır. Eğer bulamaç çamuru kuyuyu açık tutmak için yetersiz kalıyorsa çelik muhafaza boruları kullanılabilir. Kuyu açıldıktan sonra muhafaza borusu yerinde bırakılabileceği gibi çekilip çıkartılabilir de.



Avantajları;

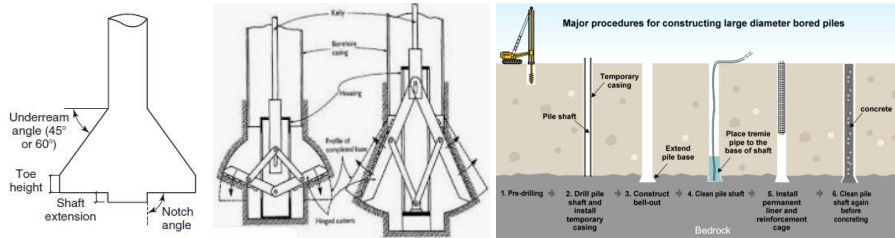
- Çok uzun boyda çok büyük çapta imal edilebilirler. Uçları, iki-üç çapa kadar genişletilebilirler.
- Zemin profili delme işlemi sırasında görülüp kontrol edilebilir.
- Donatıları, taşıma, kaldırma, çakma gibi operasyonlara bağlı değildir.
- Zemin kabarmasına neden olmazlar.
- Komşu yapıların güvenliğini korumak için imalatları sırasında titreşim etkisi oluşturan kazık tiplerinden kaçınmak amacıyla bu tip kazıklar en idealidir.
- Kendisini çevreleyen zemini önemli derecede örselemediklerinden dolayı drenaj yeteneği zayıf olan zeminler için uygun bir kazık tipidir.

**Dezavantajları;**

- Delme operasyonu sırasında zeminde gevşemeye, yumuşak kayaların parçalanıp bozulmasına neden olurlar.
- Yer altı suyu etkilerine maruzdurlar (betondaki çimentonun akan su ile yıkanması, sudaki maddelerin betonun prizini etkilemesi veya akan suyun kuyu kenarlarındaki zemini bozarak çevre sürtünmesini azaltması gibi).
- Güçlü yer altı su akımının ya da artezyen basıncının olduğu kuyularda delme kazıkların yapımı çok zordur.
- Çakma kazıklar ile granüler zeminlerde kompaksiyon etkisi nedeni ile elde edilen taşıma gücü artışı yerinde dökme kazıklar ile elde edilemez.

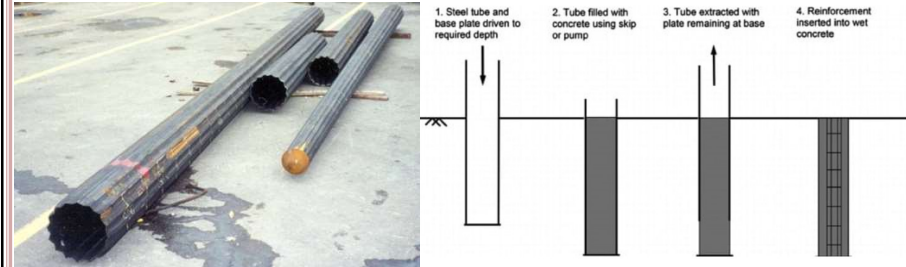


Uç kısmı genişletilmiş kazıklar ya da çan kazıklar, betonlama işlemi öncesinde kuyu tabanına indirilen özel bir delme aleti kullanılarak oluşturulur. Bu alet yanlara doğru genişleyip dönerek konik bir boşluk oluşturur. Koninin yatayla açısı 45 ila 60 derece arasındadır. Kazık ucunun genişletilmesinin veya çan şeklinde yapılmasının amacı delme-yerinde dökme kazığın uç taşıma kapasitesinin artırılması ya da kazık gömülü uzunluğu boyunca kazık çapı artırılmadan kazığın çekme (uplift) kapasitesinin artırılmasıdır.



Şekil 10. Uç Kısmı Genişletilmiş Kazıklar ya da Çan Kazıklar

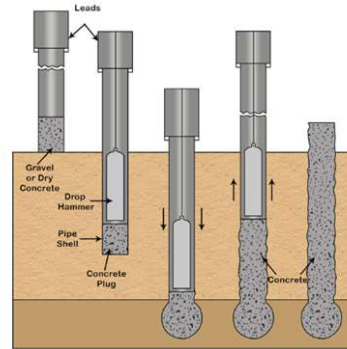
Çakma-Yerinde Dökme Kazıklar, hem çakma kazıkların hem de delme-yerinde dökme kazıkların avantaj ve dezavantajlarına sahiptirler. Çakma-yerinde dökme bir kazığın zemine yerleştirilme prosedürü şu şekildedir; çelik bir kabuk, kabuğa eklenmiş bir mandrel (boru çekme işleminde kullanılan silindirik parça) yardımı ile zemine çakılır. Daha sonra, mandrel çekilerek kabuğun içerisi betonla doldurulur. Bazı durumlarda boru kazıkların içleri boş da bırakılabilir. Kabuk; oluklu, güçlendirilmiş ince levha çelikten imal edilmiş borulardır. Boru kazığın alt kısmı konik bir uçla kapatılmıştır. Bu konik uç boru kazıktan ayrılabilir. Beton, kabuğun dışına itilerek genişletilmiş bir soğan kısım oluşturulabilir. Bu tip kazıklar, su üzerinde kazık temel uygulamalarında yaygın olarak kullanılırlar. Bu kazıkların uzunlukları 20-25 metreye kadar, taşıma kapasiteleri 1500 kN' a kadar olabilir.



Şekil 11. Çakma-Yerinde Dökme Kazıklar

Geniştirilmiş tabanın ve gövdesinin oluşturulmasında tokmaklanan betonun zemini yanal olarak sıkıştırması nedeni ile Franki kazıkları da bu grup içerisinde sayılabilir. Killi zeminlerde kazık hacminin %50' si, siltli killi zeminlerde %30' u kadar bir hacim kabarması gözlenebilir. Kabarmayı önlemek için kazıklar önceden oluşturulmuş deliklere çakılabilirler.

Bazı kazıklar özel üretim biçimleri nedeni ile patente sahip firmanın adı ile anılırlar. Franki kazıkları buna örnek gösterilebilir. Franki kazığının yapım aşamaları sırası ile özetlenmiştir. 30 – 50 cm çapındaki kaplama borusu içerisine belli bir yüksekliğe kadar (25 ila 100 cm) kuru tampon betonu konur. Bazı durumlarda beton yerine kum-çakıl veya taş da konabilir. Çelik borunun dibindeki beton tampon gibi çalıştırılarak şahmerdan etkisi ile borunun zemin içerisinde istenilen derinliğe gelmesi sağlanır. İstenilen derinliğe gelindikten sonra tampon beton şahmerdanla vurularak kazık dışına itilerek genişletilmiş bir taban oluşturulur. Sonrasında şahmerdan çıkarılıp donatı kafesi yerleştirilerek beton dökümü yapılır. Beton dökümü sırasında ya da sonrasında çelik boru dışarı çekilir.



STAGES IN THE FORMATION OF FRANKI PILE

Şekil 12.
Franki Kazığının
Yapım Aşamaları

Avantajları;

- Kazık ucunda genişletilmiş bölge yapılarak taşıma gücü artırılabilir.
- Ucu kapalı olarak çakılabilir ve yer altı suyu etkisinden uzak tutulabilirler.
- Kazık boyları ayarlanabilir.

Dezavantajları;

- Çevre zeminin kabarmasına neden olabilirler.
- Zeminin örseleyerek tekrar konsolidasyon ve negatif sürtünmeye neden olabilirler.
- Daha önce çakılmış kazıkların yukarı doğru hareketine, bu arada donatısız kazıkların kırılmasına sebep olabilirler.
- Büyük çaplı olarak imal edilmeleri zordur. Muhafaza borusu derinlikle ağırlaşacağı için de boyları sınırlıdır.
- Çevredeki dayanma yapılarının deplasmanına neden olabilirler. Çakma sırasında çevre yapılara zarar verebilirler.

Kazıklar, zemine yerleştirilmeleri sırasında zeminde neden oldukları yer değiştirmelere göre de büyük deplasman oluşturan kazıklar, küçük deplasman oluşturan kazıklar ve deplasmana neden olmayan kazıklar olarak sınıflandırılabilir. Genel olarak çakma kazıklar zeminde büyük yer değiştirmelere neden olan kazıklar sınıfına girmektedir. İçi boş ancak alt ucu kapalı kesitlerin zemine çakılıp yerinde bırakılmaları ile oluşturulabilir. Kesitler çakıldıktan sonra içleri boş bırakılabileceği gibi içerisi betonla da doldurulabilir. İçi dolu kesitler olarak da ahşap ve prefabrik beton kazıklar sayılabilir.

H kesitli çelik kazıklar ile ucu açık boru tipindeki çelik kazıkların çakma sırasında uçlarında bir tıkaç oluşmuyorsa zeminde çok az yer değiştirmeye neden olurlar. Vida kazık ya da burğu kazık olarak bilinen Helicel kazıklar da bu grupta yer alırlar. Burğu kazıkların boyları 24 metreye ve kapasiteleri de 2500 kN' a kadar çıkabilmekte olup basınç ve çekme dayanımları nedeni ile özellikle deniz yapıları için uygundur.

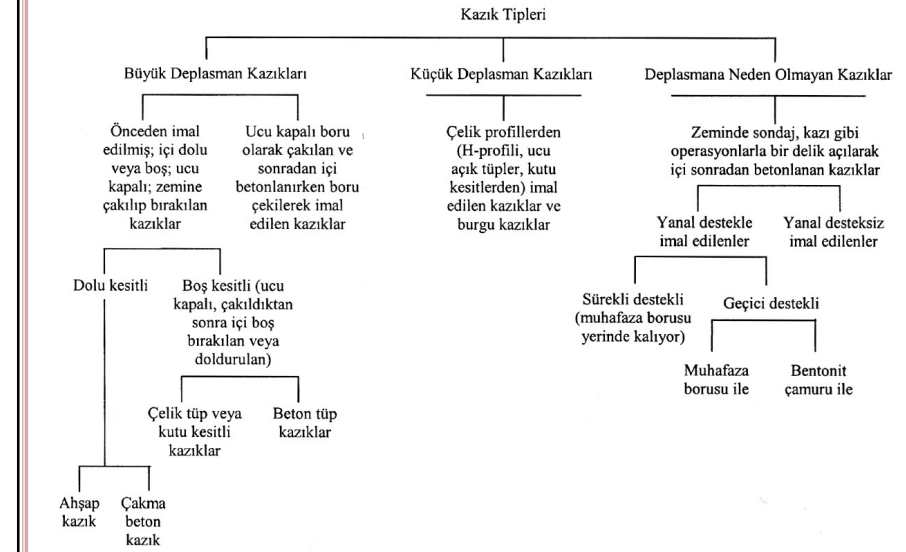
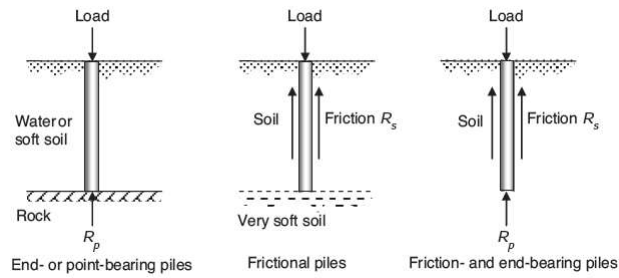
Fore kazıklar, zeminde yer değiştirmeye neden olmayan kazıklara örnek olarak verilebilir.

Taşıdıkları Yük ve Yükü Taşıma Biçimlerine Göre

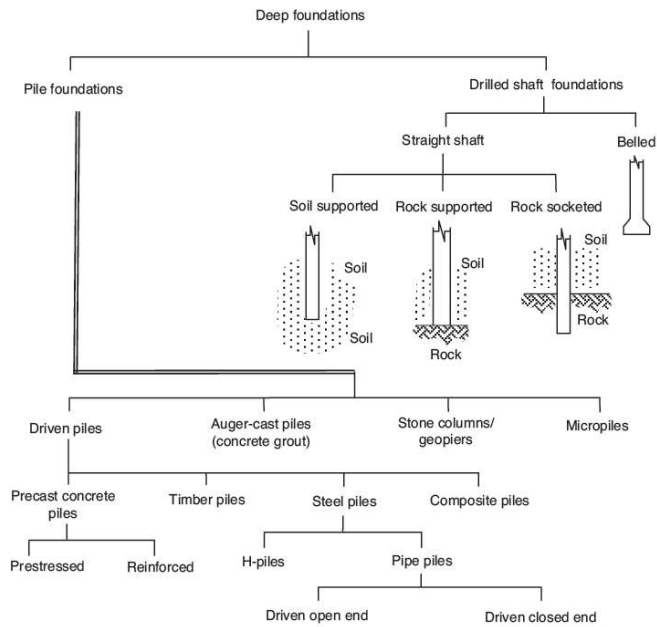
Kazık temeller; düşey basınç yüklerini taşımak, kaldırma kuvvetlerine karşı koymak ve yatay ya da eğik yükleri karşılamak amacı ile kullanılırlar.

Genellikle; düşey kazıklar bina, köprü gibi üst yapıdan gelen düşey basınç yüklerini taşımak için kullanılırlar. Kazıklar, kazık başlıkları ile bir araya getirilen kazık grupları içinde kullanılırlar. Kazıklar tarafından taşınan yük kazığı çevreleyen zemine aktarılır. Kazık başına gelen yükün tamamı kazığın ucuna aktarılıyor ve kazık ucunda yer alan zemine taşılıyorsa bu tip kazıklar uç kazıkları (end-bearing ya da point bearing piles) olarak adlandırılırlar. Bununla birlikte; eğer kazığa iletilen yükün tamamı kazık gömülü uzunluğu boyunca kazığı çevreleyen zemine aktarılıyorsa bu tip kazıklar da sürtünme kazıkları (friction piles) olarak adlandırılır. Kazığın granüler zeminlere çakılması sırasında kazığı çevreleyen zemin sıkışıyorsa bu tip kazıklara kompaksiyon kazıkları denir.

Kazıklar, ayrıca kaldırma kuvvetlerine karşı koymak için de kullanılır. Bu amaçla kullanılan kazıklar çekme kazıkları ya da ankraj kazıkları (tension piles, uplift piles ya da anchor piles) olarak tanımlanırlar. Kaldırma kuvvetleri, hidrostatik basınç ya da devirme momentleri nedeni ile meydana gelirler. Ayrıca; kazıklar yatay ya da eğik olarak etkiyen kuvvetlere de karşı koyarlar. Eğik kazıklar (batter piles) genellikle büyük yatay yükleri karşılamak için kullanılır.



Çizelge 1.a. Kazıkların Genel Sınıflandırılması



Çizelge 1.b. Kazıkların Genel Sınıflandırılması

Çeşitli mühendislik yapılarına ait temel sistemi tasarımlarında; gerek üst yapı yüklerinden gerekse de yapıya ait deplasman kriterlerinden ve sismik risklerden dolayı, zemin içerisinde çeşitli yöntemler kullanarak yapısal (taşıyıcı) elemanlar teşkil edilerek, derin temel sistemleri veya zeminin ıslah edilmesi ve güçlendirilmesi söz konusu olabilmektedir. Bu amaçla inşa edilen temel sistemleri yapısal elemanın deformasyon modülüne bağlı olarak; **Rigid Foundation Systems-RFS**, **Controlled Modulus Foundation Systems-CMFS** ve **Deformable Foundation Systems-DFS** olarak tanımlanabilir.

Rijit Kolonlar - Rigid Foundation Systems-RFS; çeşitli yöntemler ve malzemelerle inşa edilen kazıklı temeller bu gruba girmektedir. Betonarme çakma kazıklar, fore kazıklar, mini kazıklar vb. bu gruba dahil edilebilir. Bu temel sisteminde; üst yapıdan gelen yükler, tamamen, rijitliği yüksek olan çeşitli çap ve boydaki kazık elemanlar ile uç ve/veya çevre direnci ile taşınırlar. Yatay yüklerin taşınması için tercihen zemine oturan kazık başlıkları tercih edilmektedir. Betonarme bir kazık için beton kalitesi ve inşa yöntemine bağlı olmakla birlikte deformasyon modülü $E_k = 25\ 000\ \text{MPa}$ olarak kabul edilebilir. Bu durumda zemine göre modül oranı $E_k / E_s = 1\ 000 \sim 6\ 000\ \text{MPa}$ olarak alınabilir.

Yüksek Modüllü Kolonlar - Controlled Modulus Foundation Systems-CMFS; mevcut zeminin yerinde bir katkı malzemesi ile karıştırılarak bir kolon teşkil edilmesi halinde oluşan kolonlardır. Katkı malzemesi olarak genellikle çimento şerbeti (çimento-su karışımı) kullanılmaktadır. Çok yumuşak ve hassas İskandinav ülkelerinin killlerinde, özellikle İsveç'te, kireç veya belirli oranlarda kireç-çimento karışımı da kullanılmaktadır. Mevcut zeminin önce özel bir delgi makinesi ile delinmesi ve devamında yüksek basınçta (400-500 bar) çimento şerbetinin jetlenerek, zeminin yerinde parçalanarak karıştırılması ve kullanılan özel tij ve monitörün belirli bir hızda döndürülerek yukarı çekilmesi sureti ile yerinde silindirik bir kolon oluşturulması yöntemine **Jet Grout** adı verilmektedir. Bu yöntemde; teşkil edilen zemin-çimento karışımı, zaman içerisinde priz yaparak **Soilcrete** adı verilen belirli mekanik özelliklere sahip kolonu oluşturmaktadır. Jet Grout yöntemi 1995 yılından beri ülkemizde temel mühendisliği uygulamalarında yaygın olarak kullanılmaktadır. **Jet Grout sisteminde; üst yapıdan veya deprem kayma dalgalarından zemine intikal eden yükler bu kolon elemanları ve zemin tarafından birlikte taşınmaktadır. Deformasyon şartından dolayı rijitliği fazla olan kolon elemanları yüklerin büyük kısmını almaktadır.** Oluşan Soilcrete kolonunun mekanik özellikleri, serbest basınç mukavemeti f_{jg} , deformasyon modülü E_{jg} , diğer uygulama parametreleri ile birlikte mevcut zeminin cinsi ve su-çimento oranı ile kontrol edilmektedir. Aşağıda verilen Tablo 1' de özetlenmiş çeşitli zeminler için Soilcrete deformasyon modülü ortalama $E_{jg} \sim 500 - 12\ 500$ MPa olarak alınabilir. Bu takdirde zemine göre kolon deformasyon modülü oranı $E_{jg} / E_s = 10-250$ olarak verilebilir.

Tablo 1. Zemin Cinsine göre Soilcrete Serbest Basınç Mukavemeti ve Modülü

Zemin Cinsi	Serbest Basınç Mukavemeti, f_{jg} , Mpa	Modül Oranı ^(*) , E/E_{jg}
Kil	2-5	150
Silt	3-7	200
Kum	7-14	600
Çakıl	12-18	900

^(*) %40 gerileme seviyesine tekabül eden modül

Deforme Olabilir Kolonlar - Deformable Foundation Systems-DFS; bu sistemde, zemin içerisinde, rijitliği zeminin deformasyon modülüne daha yakın elemanlar oluşturulmaktadır. Gerek ıslak veya kuru, yukarıdan veya aşağıdan beslenen vibro-soil replacement yöntemi gerekse de ucunda çelik bir tapa bulunan muhafaza borusunu zemine çakmak ve oluşan boşluğa taş doldurarak yerinde vibre etmek sureti ile inşa edilen taş kolonlar (stone columns) bu gruba girmektedir. Taş kolonlara ait deformasyon modülleri sıkılaşmaya ve taşın granülometrisine bağlı olarak $E_k = 40 \sim 80$ MPa olarak alınabilir. Bu durumda zemine göre modül oranı da $E_k / E_s = 4 \sim 10$ olur. Taş kolonlar yüksek hidrolik geçirgenlikleri dolayısı ile zemin içerisinde aynı zamanda dren görevi de yapabilmektedir. Ayrıca; taş kolonların oluşturulması aşamasında kolonlar arasındaki zemin de sıkıştığından kolon teşkili sonrasında ara zeminde kısmen ıslah edilmiş olacaktır. Bu iki husus, bu tip kolonların deprem yükleri altında sıvılaşmaya karşı güvenlik katsayısının artırılmasında dünyada yaygın olarak kullanılmasını sağlamıştır. Ancak; taş kolonlar, sınırlı rijitlikleri dolayısı ile statik ve deprem yükleri altında özellikle zayıf killi ve siltli zeminlerde düşük yanal zemin direnci dolayısı ile kolayca deforme olabilmekte ve böylece üst yapıda istenmeyen düşey toplam ve farklı deplasmanların oluşmasına neden olabilmektedir.

Kazık Seçimi ve Seçimi Etkileyen Unsurlar

Kullanılacak olan kazığın tipi, uzunluğu ve yük taşıma kapasitesi genellikle zemin koşulları, yer altı suyu durumu ve taşınacak yükün büyüklüğü göz önüne alınarak belirlenir. Büyük şehirler derin temel uygulamaları anlamında daha avantajlıdır. Çünkü; buralarda hem zemin koşulları daha iyi bilinmekte hem de bu konuda yapılmış çalışmaların çok olması nedeni ile kazık imalatı konusunda kazanılmış tecrübeler son derece yararlı olmaktadır.

Birçok durumda; kazık uzunluğuna arazideki zemin profili incelenerek karar verilmektedir. Eğer zemin yüzeyinden itibaren uygun bir derinlikte sağlam tabaka bulunuyorsa kazıklar uçları bu sağlam tabakada bulunacak şekilde tasarlanmaktadır. Eğer zemin profili derinlik boyunca üniform ise sağlam bir tabaka yok veya sağlam tabaka kalınlığı kazık grubunu taşıyabilmek için oldukça ince ise bu durumda kazık uzunluğu yükü karşılayabilecek maksimum uzunluk olarak belirlenebileceği gibi seçilen kazık için mevcut olan maksimum uzunluğun kullanılması ile de belirlenebilir. Örneğin; ahşap kazıklar genellikle 20 m' den uzun olmamaktadır.

Bir proje için seçilecek olan kazık tipi ve boyutu, yapının inşa edileceği bölgeye ait **lokal koşullarla** da ilişkilidir. Örneğin; Hawaii' de çelik boru kazıklar nadiren bulunurken yaygın olarak beton kazıklar kullanılmaktadır. Ayrıca; bazı **zemin profillerinde** bazı kazıkların imal edilebilmeleri diğerlerine göre daha kolay olabilir. Örneğin; yer altı su seviyesinin oldukça derinlerde olduğu katı-sert bir kil zeminde kuru halde delme-yerinde dökme kazık imalatı çok ekonomik olacaktır. Çok yumuşak zeminlerde, delgi yapmak ve kuyuyu temiz bir şekilde açık tutmak oldukça zordur. Bu durumda çakma kazıkları tercih etmek daha doğrudur. Bazen **taşınacak yükün büyüklüğü** de kazık tipinin seçiminde önemlidir. Örneğin; büyük ve ağır yükler büyük çaplı delme-yerinde dökme bir kazık ile eşdeğer çap ve boya sahip bir çakma kazıktan çok daha kolay taşınır. Çünkü; zemin çok yumuşak olmadıkça, zeminde büyük çaplı bir kuyu açmak büyük çaplı bir kazığı çakmaktan daha kolaydır.

Kazık malzemesi seçimi yapılırken ahşap kazıkların, özellikle yer altı su seviyesi üzerinde çürüyecekleri, betonun tuz ve asitin olumsuz etkisinde olabileceği ve çelik kazıkların paslanabileceği düşünülmeli ve gerekiyorsa önlem alınmalıdır.

Birçok durumda; kazık uzunluğuna arazideki zemin profili incelenerek karar verilmektedir. Eğer zemin yüzeyinden itibaren uygun bir derinlikte sağlam tabaka bulunuyorsa kazıklar uçları bu sağlam tabakada bulunacak şekilde tasarlanmaktadır. Eğer zemin profili derinlik boyunca üniform ise sağlam bir tabaka yok veya sağlam tabaka kalınlığı kazık grubunu taşıyabilmek için oldukça ince ise bu durumda kazık uzunluğu yükü karşılayabilecek maksimum uzunluk olarak belirlenebileceği gibi seçilen kazık için mevcut olan maksimum uzunluğun kullanılması ile de belirlenebilir. Örneğin; ahşap kazıklar genellikle 20 m' den uzun olmamaktadır.

Genellikle kazık temel tasarımı başlangıçta tahmini değerlere göre yapılır. Kazık imalatına başlamadan önce kazık yükleme deneyleri yapılarak tasarım değerleri mutlaka doğrulanmalıdır. Kazık temel tasarımı, elde edilen kazık yükleme deneyi sonuçlarına göre yeniden gözden geçirilmelidir.

Kullanılacak kazığın seçimini idare eden unsurlar aşağıda sıralanmıştır;

- Zemin koşulları ve yük değeri ile ilişkili olarak kazık uzunluğu,
- Yapının özelliği,
- Kazık imalatında kullanılacak malzemelerin elde edilebilirliği,
- Yükleme şekli (düşey, yatay, eğik, çekme, dalga, rüzgar vb.),
- Bozulma, çürüme, parçalanmaya neden olan etkiler,
- Bakımının kolay olması,
- Kazık tiplerinin maliyeti (başlangıç maliyeti (ya da yapım maliyeti) + ekonomik ömür ve bakım maliyetleri),
- Mevcut bütçe