

ZEMİN ETÜDLERİNDE YAPILAN HATALARIN TEMEL MALİYETİNE ETKİSİ

Devrim ALKAYA

Yard. Doç. Dr.
Pamukkale Üniversitesi
DENİZLİ

ÖZET

Çalışmada zemin etüdleri sonrası temel tasarımı için belirlenmesi gereken geoteknik özelliklerden olan zemin emniyet gerilmesi ve hatalı belirlenen zemin emniyet gerilmesinin temel tasarıma etkisi belirlenecektir. Zemin incelemesi amacına uygun olarak üst yapı ve temel sistemine yönelik gerekli tasarım parametrelerini içermesi ile sağlanacak tasarruf konu edilmiştir.

Çalışmada temel tasarımı yapılırken PROBİNA adlı hazır paket programı kullanılarak farklı zemin emniyet gerilmelerinde aynı yapı için temel tasarımları yapılmış ve maliyet analizi yapılmıştır.

Maliyet analizinde Bayındırlık ve İskan Bakanlığının Birim Fiyatları kullanılmıştır. Zemin emniyet gerilmesinin zemin etüdleri ve geoteknik raporlarda hatalı verilmesinin temel maliyetine etkisi araştırılmıştır.

AMAÇ

Yapı altında yer alan zemin tabakalarının gerilme – şekil değiştirme ve mukavemet özellikleri, mühendislik özellikleri bilinmeden ekonomik ve güvenli bir temel sistemi seçilemez ve gerekli tahkikler de yapılamaz. Bu yüzden güvenli ve ekonomik bir tasarım yapabilmek için önce zeminin

kapsamlı bir şekilde incelenmesi gerekir. Çalışmanın amacı; yükler aynı kalmak şartıyla, farklı zemin emniyet gerilmelerinde inşaa edilen temel sistemlerinin ekonomik analizini yapmaktır.

Bir yapının yapılacağı alan geoteknik açıdan incelenecekse bu incelemenin ne kadar kapsamlı olacağı zemin tabakalaşmasının ve özelliklerinin bir fonksiyonu olacağı kadar, yapılacak yapının özelliklerine de bağlıdır. Yapı önemsiz ve basit görünse bile zemin incelemelerinin eksik yapılması sonucu çok düşük zemin emniyet gerilmelerinin seçilmesi ile ortaya çıkan maliyet artışı incelenecektir. Önemli yapılar içinse detaylı inceleme ve tasarım şartı getirerek bu tür yapıların güvenli olmalarını sağlamaktır.

GİRİŞ

Herhangi bir sahada bir mühendislik uygulaması yapılacak ise ilk aşamada o bölge ile ilgili jeolojik ve geoteknik verilerin derlenmesi ve yorumlanması gerekir. Bu sadece bir ilk ve ön aşamadır. Bir mühendislik yapısının inşaatı planlanıyor ise bu bilgiler baz alınarak detaylı geoteknik incelemeler yapılmalı ve yapıyı taşıyacak olan temel sistemi ve yapının kendisi bu bilgilere dayanarak tasarlanmalıdır.

Bir geoteknik incelemenin ana amacı inşaat için seçilen sahada zemin tabakalaşmasının, bu tabakaların mühendislik özelliklerinin belirlenmesi; bu bilgiler ışığında güvenli ve ekonomik bir temel sistemi seçilmesidir. Zemin incelemesi amacına uygun olarak üst yapı ve temel sistemine yönelik gerekli tasarım parametrelerini içermelidir.

Bir yapıya etkileyen tüm yüklerin güvenle zemine aktarılması gerekmektedir. Duvar, perde ve kolon gibi elemanlardan gelen yükleri

zeminde aktarmak amacıyla oluşturulan elemanlara "temel" adı verilir. Çağdaş yapılar (betonarme, çelik ve kagir yapılar) betonarme temeller üzerinde oturur. Temel tasarımı ve temel inşası bina yükleri ve zeminin geoteknik özelliklerine farklılık gösterir.

Temel oluşturulurken, zemin taşıma gücü ölçü alınarak güvenli bir zemin gerilmesinin aşılmasına özen gösterilir. Temellerin tasarımında zeminin taşıma gücü tek kriter değildir. Temeller yapıya zararlı olabilecek oturmalara neden olmayacak bir biçimde düzenlenmeli ve boyutlandırılmalıdır.

TEMEL ZEMİN ETÜDLERİ

İyi yapılmış bir zemin araştırması ile aşağıdaki sorunlar önceden çözümlenerek, yapıda ileride doğabilecek beklenmeyen zararlara engel olunabilir (Köseoğlu, 1986).

- a) Yapının oturacağı temel zemini taşıma yeteneğinin, yapı yükünden doğacak zorlamaları karşılayabilmesinin sağlanması,
- b) Yapı yüklerinden ötürü zeminde oluşan oturmaların yapıya zarar vermeyecek sınırlarda kalmasının sağlanması,
- c) Zemin suyunun değişmesi, yeraltı suyu düzeyinin değişmesi sonucu oluşan zemin hareketlerinin doğurduğu gerilmelerin dış yüklerle dengelenmesinin sağlanması,
- d) Zeminin su kapsamındaki beklenen değişmelerden dolayı, zeminin niteliklerinde olacak değişmelerin; zeminin taşıma yeteneğine ne ölçüde etki edeceğinin belirlenmesi,
- e) Doğal durumuyla dengede bulunan zeminin; yapının inşası sırasında gerekli temel kazısının yapılması veya yeraltı ve yerüstü sularının durumlarının değiştirilmesi nedenleriyle, stabilitesinin bozulmaması için gerekli tedbirlerin alınması,

- f) Özellikle eğimli arazideki yapılarda; yapıdan gelen statik ve dinamik yüklerin etkisiyle, zeminin stabilitesinin bozulması ihtimalinin araştırılması ile gerekli önleyici tedbirlerin alınması,
- g) Mevcut bir yapının yanına yapılacak yeni yapılardan doğan ek gerilmelerle birlikte, mevcut yapıda oluşan oturmaların zararsız olduğunun gerçekleşmesi,
- h) Mevcut yapının yanına yapılacak yeni yapının temel derinliği eskisinden çok fazla olabilir. Bu durumda yapı temelinde oluşabilecek bir göçmenin önlenmesi.

Yapı dizaynlarını etkin ve verimli bir şekilde gerçekleştirmek için mühendis karşılaşacağı problemleri, varolan teknik ve yöntemleri bilmek zorundadır. Etkin ve ekonomik dizayn için aşağıdaki yer altı yapısı bilgilerine ihtiyaç vardır:

- 1) Tanımlanabilen her zemin tabakasının yanal ve düşey yöndeki uzantısı ve tabakayı oluşturan zeminlerin tanımı (yoğunluğu, dane dağılımı v.b.),
- 2) Ana kayanın derinliği ve özellikleri (çatlakların ve fayların boyutları ve dağılımı),
- 3) Yeraltı su derinliği, varsa artezyen basıncının büyüklüğü ve
- 4) Zemin tabakalarının mühendislik özellikleri (kesme kuvveti, su geçirgenliği, sıkışabilirliği....)

Uygulamada Zemin Etüdüleri zemin emniyet gerilmesinin belirlenmesi seviyesine indirgenmiş ve çoğunluklarda yeterli araştırmanın yapılmamış olmasından dolayı çok yüksek güvenlik sayıları alınarak zemin emniyet gerilmeleri olduğundan çok küçük değerlerde seçilerek temel boyutları gereğinden daha büyük boyutlarda inşa edilmektedir. Hatalı uygulama nedenlerinden ikincisi geoteknikçi olmayan diğer meslek gruplarınınca zemin

emniyet gerilmesi belirlenirken formüller yanlış yorumlanabilmekte ve yanlış değerler ile temel tasarımları yapılmaktadır. Temel maliyetini arttıran bir unsur olması nedeniyle mühendisliğin sağlamlık yanında ekonomi faktörü göz ardı edilmektedir.

ÖRNEK ÇALIŞMA

Çalışmada örnek bir bina alınarak zemin emniyet gerilmesi 50 -100-150- 200 kN/m² değerleri alınarak her bir durum için tekil, sürekli temel çözümleri yapılmış ve temel maliyetleri ortaya çıkarılmıştır. Zemin emniyet gerilmesinin küçük seçilmesi ile temel maliyetinin 2 kata varan oranda arttığı görülmüştür.

Doğru ve yeterli bir zemin araştırması yaparak zemin ile ilgili parametreleri doğru tespit etmenin bina maliyetini azalttığı ve ortaya çıkabilecek sorunları azalttığı örnekle orta yere konmuştur.

Tekil Temel Analizi

Yapı tekil temel ile çözülmek istenmiş yapı yükleri sbit kalmak kaydıyla zemin emniyet gerilmesi 50-100-150-200 kN/m² seçilerek analiz yapılmıştır. 50 ve 100 kN/m² zemin emniyet gerilmelerinde Zemin Emniyet Gerilmesi çok düşük olduğu için Tekil Temel Hesabı yapıldığında sömel boyutları çok büyük çıkmıştır. Bu sömeller planda yerleştirilmek istendiğinde ise iç içe girmiştir. Ancak 150 ve 200 kN/m² zemin emniyet gerilmelerinde tekil temel projesi yapılabilmiştir. Zımbalama tahkiki sonucu temel kalınlığı 40 cm bulunmuştur. $\Phi 14$ 'lük donatı ve BS20 beton kullanılarak hesap yapılmıştır. Bağ kirişleri ihmal edilmiştir.

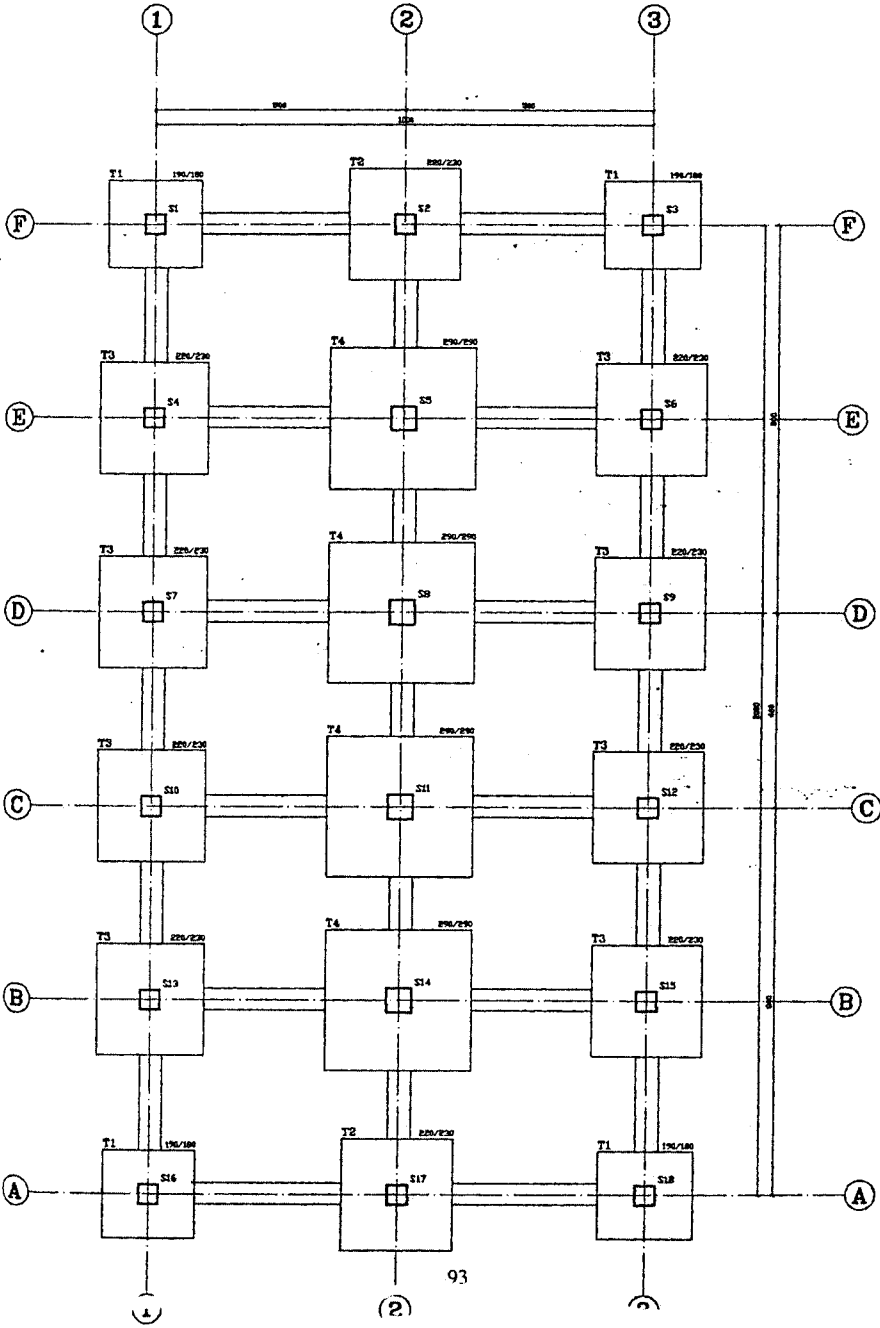
Tekil temel ile çözümden çalışmanın sonuçlarının Tablo 1' de verilmiştir.

Tablo 1: Tekil temel maliyet analizi

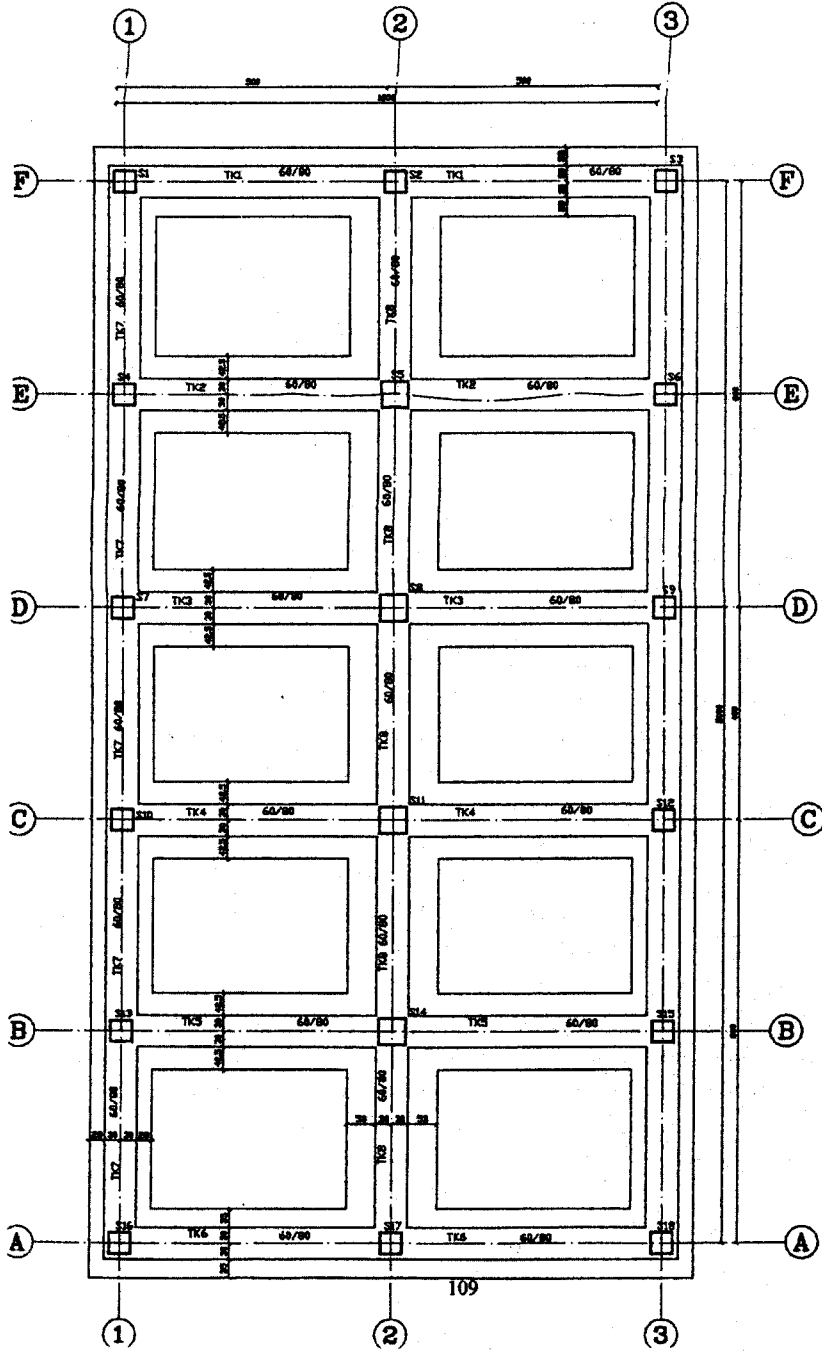
| Zemin Emniyet gerilm. kN/m^2 | Donatı Miktarı (kg) | Donatı Birim Fiyatı (10^3 TL) (2003) | Donatı Maliyeti (10^3 TL) (2003) | Beton miktarı (m^3) | Beton Birim Fiyatı (10^3 TL) (2003) | Beton maliyeti (10^3 TL) (2003) | Toplam Maliyet (10^3 TL) (2003) | Toplam Maliyet (10^3 TL) (2005) |
|---------------------------------------|---------------------|---|-------------------------------------|--------------------------------|--|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| 50 | | | | | | | | |
| 100 | | | | | | | | |
| 150 | 3022 | 779 025 | 2 354 213 | 53,2 | 69 527 | 3 698 836 | 6 053 049 | 7.203.000 |
| 200 | 2188 | 779 025 | 1 704 506 | 39 | 69 527 | 2 711 553 | 4 416 059 | 5.255.000 |

Tablo 2. Sürekli temel maliyet analizi

| Zemin Emniyet gerilmesi | Donatı Miktarı (kg) | Donatı Birim Fiyatı (2003) (10 ³ TL) | Donatı Maliyeti (2003) | Beton miktarı (m ³) | Beton Birim Fiyatı (2003) (10 ³ TL) | Beton maliyeti (2003) | Toplam maliyet (10 ³ TL) (2003) | Toplam maliyet (10 ³ TL) (2005) |
|-------------------------|---------------------|---|------------------------|---------------------------------|--|-----------------------|--|--|
| 5 | 6326 | 779 025 | 4 928 112 | 136 | 69 527 | 9 455 672 | 14 383 784 | 17.116.000 |
| 10 | 5786 | 779 025 | 4 507 438 | 90 | 69 527 | 6 257 430 | 10 764 868 | 12.810.000 |
| 15 | 5291 | 779 025 | 4 121 821 | 55 | 69 527 | 3 823 985 | 7 945 806 | 9.455.000 |
| 20 | 5071 | 779 025 | 3 950 435 | 38 | 69 527 | 2 642 026 | 6 592 461 | 7.845.000 |



Şekil 1: Tekil temel şekli



Şekil 2: Sürekli temel şekli

SONUÇ

Zemin Emniyet Gerilmesinin değişmesiyle temel boyutlarının ve dolayısıyla da maliyetin nasıl değiştii örnekle gösterilmiştir. Seçilen temel tipi ne olursa olsun Zemin Emniyet Gerilmesinin değişmesi Temel Boyutlarını ve dolayısıyla da maliyetini etkilemektedir. Zemin etüdlerinde arazi ve laboratuvar deneylerini mümkün olduğunca az yaparak hatalı zemin etüdüleri sonucu güvenli tarafta kalma korkusuyla çok yüksek güvenlik sayıları ile çalışılması, çok düşük seçilen zemin emniyet gerilmeleri temel maliyetlerinde iki kata varan maliyet artışı getirmektedir.

Uygulamada zemin emniyet gerilmesi hesaplarını geoteknikçi olmayan ve yer bilimi uğraşan diğer meslek gruplarının yapmasında karşılaşılan bir problemdir. Hatalı yöntemlerle yapılan hesaplar maliyeti artıran bir unsur olarak karşımıza çıkmaktadır.

Güvenli ve ekonomik yapı dizaynı için yeraltı yapısının iyi tanınması ve Zemin Emniyet Gerilmesinin doğru olarak saptanması çok önemli ve gereklidir. İnşaat aşamalarında ortaya çıkabilecek stabilite ve oturma sorunlarının çözümü için zemin etüdlerinde gereksiz tasarruf anlayışından vazgeçilmelidir.

KAYNAKLAR

1. BİRAND, A., ÖZKAN ,Y., WASTİ,Y., SOYGÜR,Ü., SÖZMEN, A.; “Zemin Mekaniği ve Temel Mühendisliği Semineri”, İnşaat Mühendisleri Odası Ankara Şubesi, 1988-1989 Faaliyet Dönemi Teknik Yayınları – 4
2. CELEP, Z. ; “Betonarme Yapılar” , Beta Dağıtım, 2001 İSTANBUL
3. DOĞANGÜN, A. ; “Betonarme Yapıların Hesap ve Tasarımı”, Birsen Yayınevi, 2002 İSTANBUL
4. ERSOY, U.; “Döşeme ve Temeller”, Sistem Matbaacılık, 1995 ANKARA
5. KÖSEOĞLU, S.; “Temeller – Statiği ve Konstrüksiyonu – I ”, Matbaa Teknisyenleri Basımevi, 1987 İSTANBUL
6. KÖSEOĞLU, S.; “Temeller – Statiği ve Konstrüksiyonu – II”, Matbaa Teknisyenleri Basımevi, 1986 İSTANBUL
7. KUMBASAR, V. , KİP, F. ; “ Zemin Mekaniği Problemleri”, Çağlayan Kitabevi , 1999 İSTANBUL
8. MERTOL, A. ; “ Betonarme Temeller ”, 1984 ANKARA
9. ÖNALP, A. ; “ Geoteknik Bilgisi ”, 1983 TRABZON
10. UZAKGÖREN, N., SEZGİN, V. , TUNÇAĞ, M. , VERGİN, T.; “ Temeller El Kitabı ” , İnşaat Mühendisleri Odası İzmir Şubesi 1981 /1 Yayımlı
11. UZUNER, B.A.;“ Temel Mühendisliğine Giriş ”, Derya Kitabevi, 1995 TRABZON
12. YILDIRIM, S. ; “ Temel Tasarımı ”, Birsen Yayınevi, 2002 İSTANBUL

ABSTRACT

In this study, allowable soil bearing capacity which is one of the geotechnical properties that should be determined for the foundation design after soil investigation and the effect of the determined allowable soil bearing capacity on foundation design will be determined. Suitable to investigation purpose, the saving that will be provided by including required design parameters about foundation system is investigated.

In this study Probing software package is used, foundation designs for the same structure under various soil bearing capacities are made and cost analysis is made. In the cost analysis unit Price of Ministry of Public Works and Settlement are used. The effect of soil investigation of soil bearing capacity and giving it faulty in geotechnical reports on foundation costs is investigated.