

VAKA ANALİZLERİ

TRANSCONA TAHİL SİLOLARI
(TRANSCONA GRAIN ELEVATOR)

EĞİK PİSA KULESİ
(LEANING TOWER OF PISA)

TRANSCONA TAHİL SİLOLARI
(TRANSCONA GRAIN ELEVATOR)

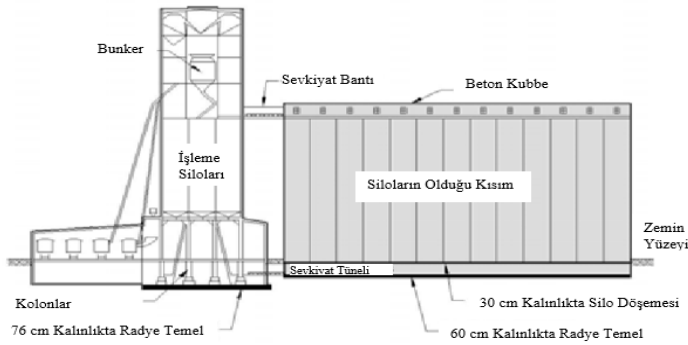
TRANSCONA TAHIL SİLOLARI

- Transcona Tahıl Ambarının yapımı 1911 yılında başlamış ve 1913 yılı eylül ayında tamamlanarak depolama işlemine geçilmiştir.
- Silolar, kuzey-güney doğrultusu boyunca, her sırada 13 adet silo olmak üzere 5 sıra şeklinde tasarlanmıştır. Silolarda toplam depolama kapasitesi yaklaşık olarak 35 000 m³ dür. Göçme, yaklaşık olarak 35.000 m³ buğday depolama kapasitesine sahip siloların altında gerçekleşmiştir.



Göçme Sonrası Siloların Bulunduğu Kısım

Buğdayların silolarda depolanması sırasında üniform bir yük dağılımı oluşturulması için önemli bir çaba harcanmıştır. Farklı siloların aynı yük değerini içerecek şekilde dolmasına özen gösterilmiştir.

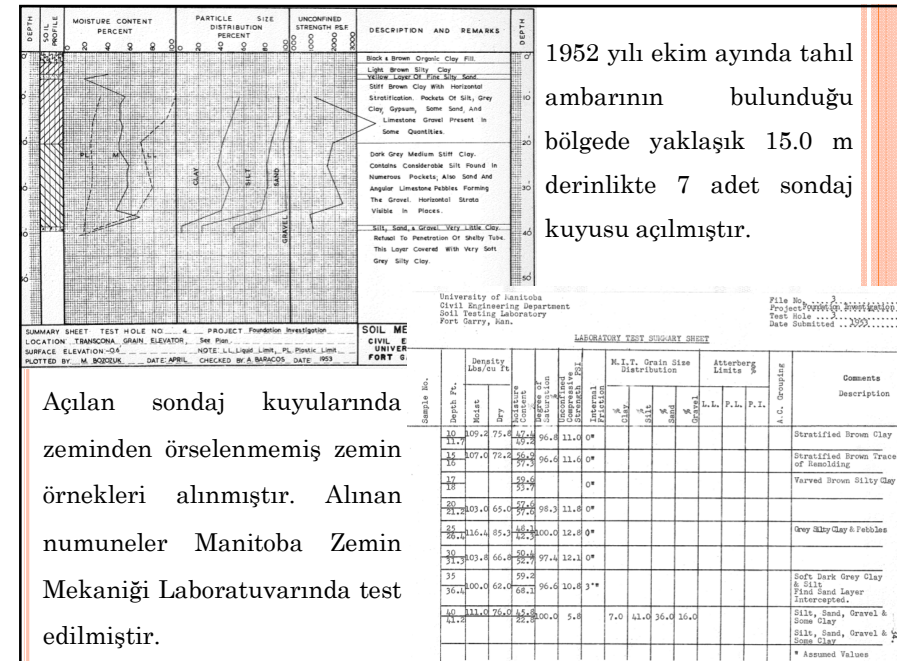
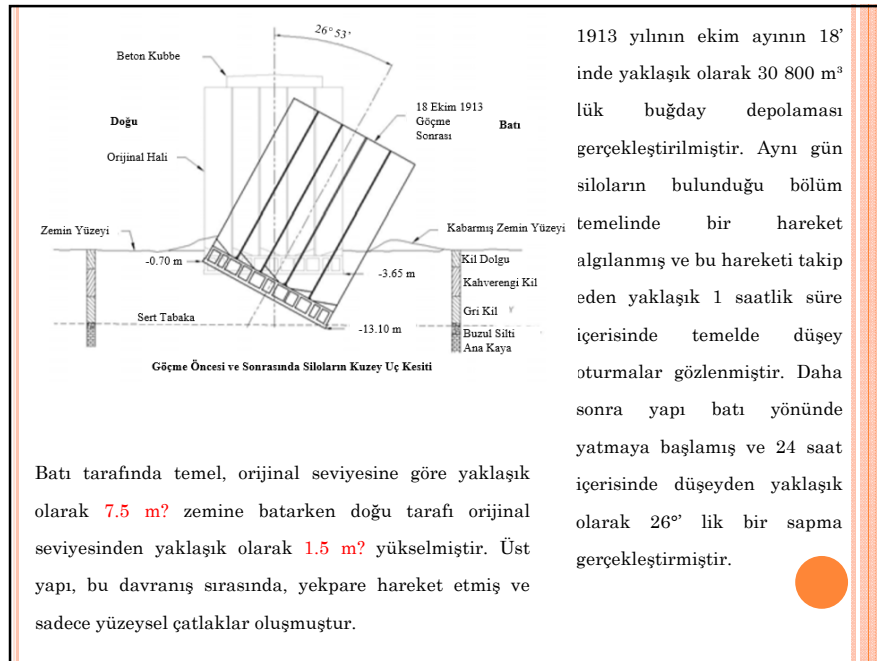


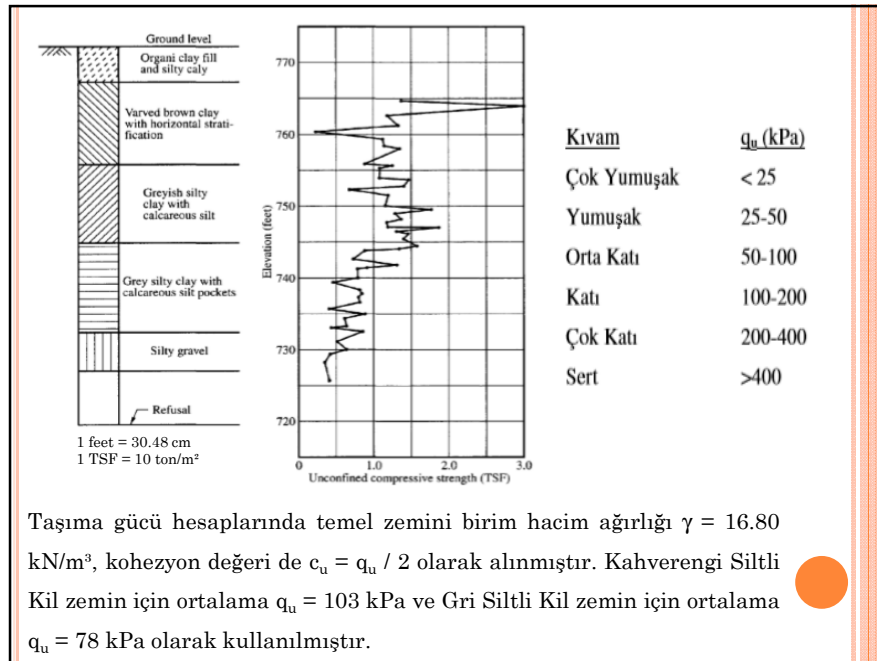
Transcona Tahıl Ambarı Yapısına Ait Profil Görüntüsü

Temel ağırlığı dahil yapı ağırlığı, $W_1 = 20\,000$ ton
 Temel boyutları, $B = 23.50$ m ve $L = 59.50$ m
 Temel tipi, 60 cm kalınlığındaki radye temeldir.
 Temel derinliği, $D_f = -3.65$ m
 Göçme anında, depolanmış $30\,800\text{ m}^3$ lük buğdayın
 ağırlığı, $W_2 = 23\,625$ ton

Yapı ölü ağırlığı ve yaklaşık
 olarak $30\,800\text{ m}^3$ buğday
 ağırlığının neden olduğu
 üniform taban basıncı 31.2 t/m^2
 olarak hesaplanmıştır.

- Yükleme deneyleri sonucu söz konusu yapı temel zeminine ait taşıma gücü değeri yaklaşık olarak 32 t/m^2 olarak belirlenmiştir.
- Yapı temel zemini kil zemindir. Kil zeminin taşıma gücü, sadece, tek bir arazi yükleme deney sonucuna bağlı olarak tahmin edilmiştir.
- Siloların doldurulması sonucu oluşan temel taban basıncı kil zeminin nihai kayma direncini aştığı için göçme meydana gelmiştir.



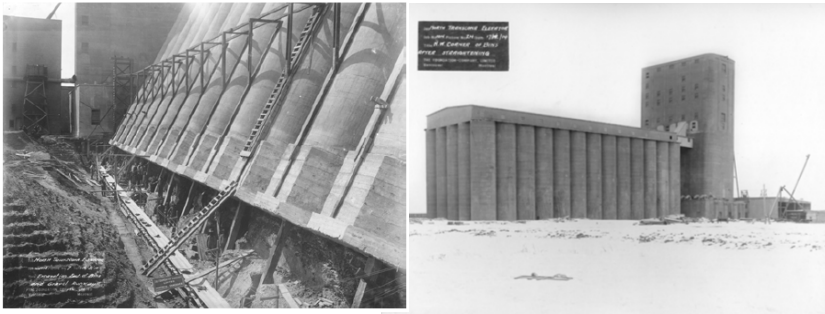


Göçme anında silo yapısının zeminde neden olduğu maksimum gerilme değeri yaklaşık olarak **328 kPa** olup çeşitli teorik taşıma gücü eşitlikleri ile tahmin edilen taşıma gücü değerleri ise, sırası ile, **Terzaghi = 395 kPa**, **Meyerhof = 353 kPa** ve **Skempton = 356 kPa** dır.

Tahıl ambarında yaşanan göçme olayı, taşıma gücü teorilerinin güvenilirliğinin kontrol edilmesi anlamında oldukça önemli bir fırsat olmuştur.

20. yüzyılın başlarında taşıma gücü eşitlikleri ya da herhangi bir taşıma gücü tahmin aracı bulunmadığından temel tasarımlarında lokal tecrübelerle güvenmek bir gereklilik doğurmaktaydı. Günümüzde, özellikle büyük yapılar için, tasarımı kontrol eden esas unsur oturma kriteri olduğundan nihai kayma göçmesinin yaşandığı vaka analizleri yaygın değildir. Transcona tahıl ambarı yapısı için de radye temel tasarlanmasının en önemli nedeni büyük oturmaları ve farklı oturmaları engellemektir.

Yapının kaldırılıp düzeltildikten sonra temelının alttan desteklenmesine karar verilmiştir. Yapının kaldırılıp düzeltilmesi için doğu tarafında yüksekte yer alan temel altı kazılarak radye temelın seviyesi yavaş yavaş batı taraftaki alçak kısmın seviyesine indirilmiştir. Başlangıçta, siloların bulunduğu kısmın temelının doğu kısmının altına ulaşılacak şekilde doğu kenar boyunca hendek kazılmıştır. Batı kenarına yerleştirilen vidalı destek sistemleri kullanılarak yapı batı tarafında yükseltilmiştir. Yapı, yaklaşık olarak 3.5 m yükseltilerek dikey pozisyona getirilmiştir. 17 ekim 1914 tarihinde düşey pozisyona getirilen yapı o tarihten itibaren başarılı bir şekilde kullanılmıştır.



Kaynaklar

- The Foundation Failure of the Transcona Grain Elevator Baracos, A. Publisher's version / Version de l'éditeur: Report (National Research Council Canada. Division of Building Research), 195409-01
- Blatz, J. And Skaffeld, K. 2003. The Transcona grain elevator failure: a modern perspective 90 years later. Proceedings, 56th Canadian Geotechnical Conference, 4th Joint IAHC-CNC/CGS Conference, Winnipeg, MB, 29 Sept. -1 Oct., 2003, pp. 8-22 to 8-29.
- Michael Boozuk, 1954. A Study Of The Foundation Failure of the Transcona Grain Elevator. A thesis Presented to The Faculty of Graduate Studies The University of Manitoba.
- V.N.S. Murty, Geotechnical Engineering Principles and Practices of Soil Mechanics and Foundation Engineering.

EĞİK PİSA KULESİ (LEANING TOWER OF PISA)



EĞİK PİSA KULESİ

Pisa kulesinin yapımına 1173 yılında başlanmıştır. Kulenin yapımı sırasında iki kere uzun süreli ara verilen inşaat yaklaşık olarak 200 yıl süren bir süreç sonunda tamamlanmıştır.

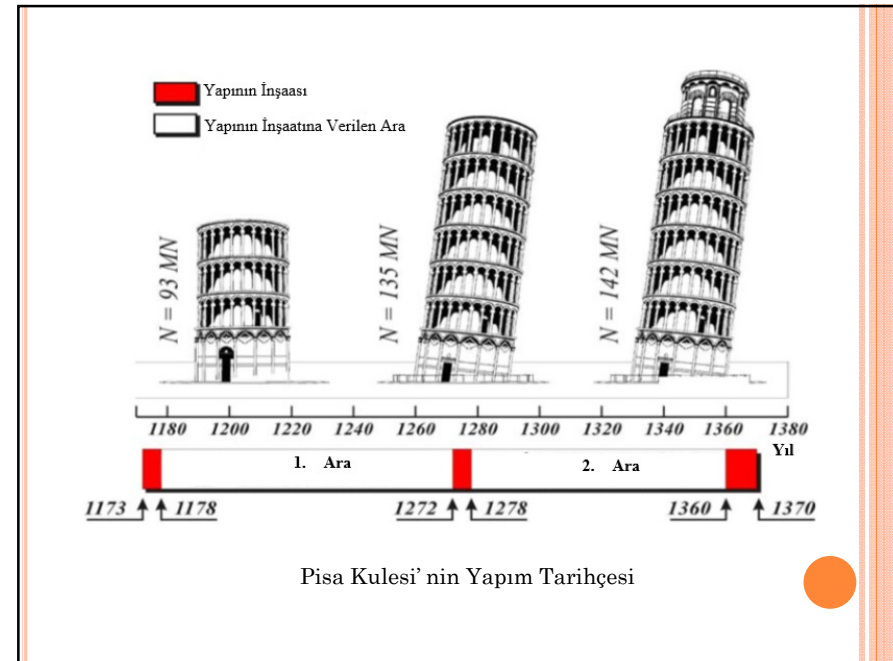
Kulenin yapımı ilk olarak 1178 yılında kulenin 4. katı tamamlandığında durmuştur. Durma nedeni bilinmemektedir. Ancak; eğer inşaatın yapımına ara verilme ve devam edilse idi muhtemelen bir kayma göçmesi meydana gelecekti. 1178 yılında, kulenin ağırlığı yaklaşık olarak **90 000 kN** olup ortalama temel taban basıncı **315 kPa** dır. Drenajsız koşullar altında, temel taşıma gücünün değeri ise ortalama drenajsız kohezyon, $c_u = 55 \text{ kPa}$ ve $q_u \approx 6 c_u$ için **330 kPa** değerindedir.

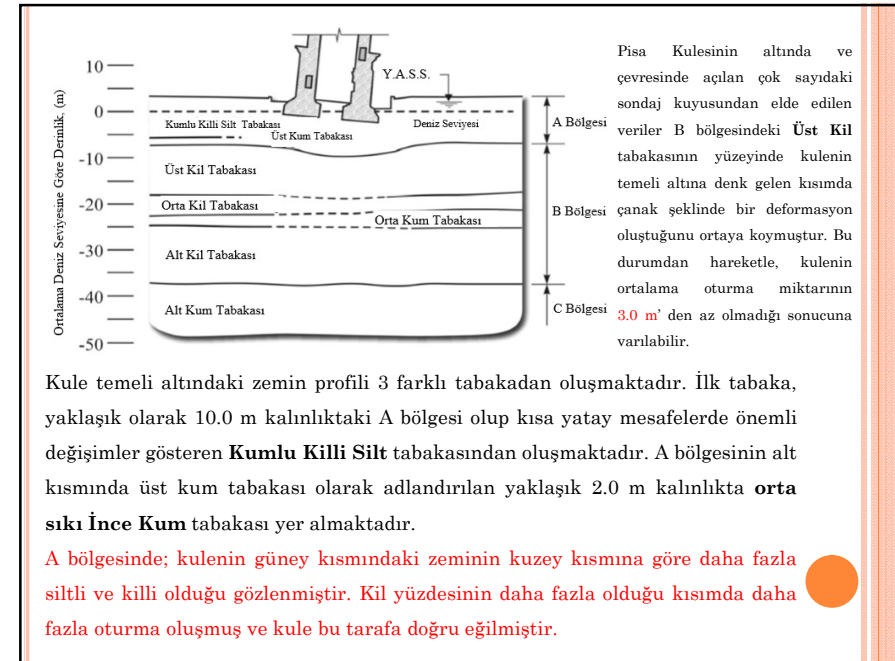
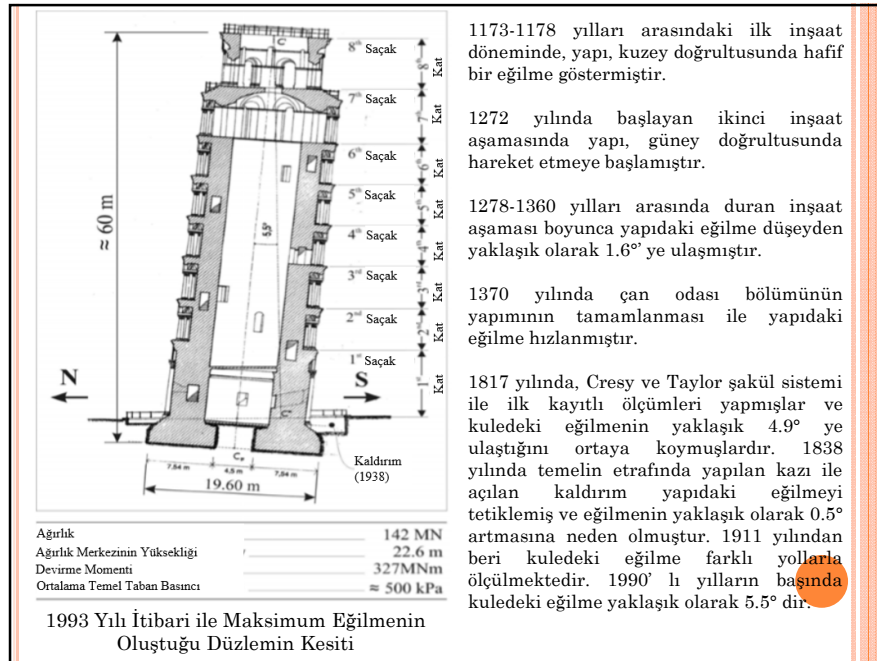
Kulenin yapımına, yaklaşık 100 yıl süren bir aranın ardından, 1272 yılında yeniden başlanmıştır. Bu yüz yıllık süreç içerisinde, mevcut yapı ağırlığı etkisinde oluşan konsolidasyon ile zeminin mukavemeti de artmıştır.

1278 yılında, kule inşaatı 7. kata ulaştığında çalışmalara yeniden ara verilmiştir. Eğer, ara verilmeden kule inşaatı tamamlanmış olsaydı yapı devrilecekti.

1360 yılında çalışmalara çan odasının yapımı ile yeniden başlanmıştır. Pisa Kulesinin yapımı 1370 yılında tamamlanmıştır.

Çan odasının yapımının başlaması ile kule, güney yönünde önemli derecede eğilmeye başlamıştır.





B bölgesi, yaklaşık olarak 40.0 m derinliğe kadar uzanan **Deniz Kilidir**. B bölgesi 4 farklı kısımdan oluşmaktadır. Üst tabaka, **Yumuşak Hassas Kil** tabakasıdır. Onun hemen altında daha katı halde **Kil** tabakası yer almaktadır. Öyle ki bu tabaka bazı bölümlerde **Orta Kum** tabakası olarak adlandırılan Kum tabakası üzerinden geçmektedir. B bölgesinin alt kısmı ise **Alt Kil** tabakası olarak adlandırılan **Normal Konsolide Kil** tabakasıdır. B bölgesi kule civarında yanal yönde üniform bir yapılanma sergilemektedir.

C bölgesi, Alt Kum tabakası olarak adlandırılan ve oldukça derinlere kadar uzanan **Sıkı Kum** tabakasıdır.

Kulenin hareketi, oluşması muhtemel bir taşıma gücü göçmesinden ziyade **Eğilmede Stabilité Yetersizliği** kavramı ile açıklanmıştır. Bu kavram; yüksek yapılarda, kritik bir yükseklikte meydana gelmekte ve eğilmedeki küçük bir atış sonucu oluşan devirme momentinin temel tarafından karşı konulan devirme momentine eşit ya da büyük olması şeklinde açıklanmaktadır. Bu durum, zemindeki mukavemet eksikliğinden değil temelin devrilmeye karşı yeterli rijitliğinin olmamasından kaynaklanmaktadır.

Mevsimsel olarak yer altı su seviyesi değişimlerinin de A bölgesindeki oturumları tetiklediği belirtilmektedir. Kuzey tarafta daha çok yükselen bir su seviyesi söz konusudur.

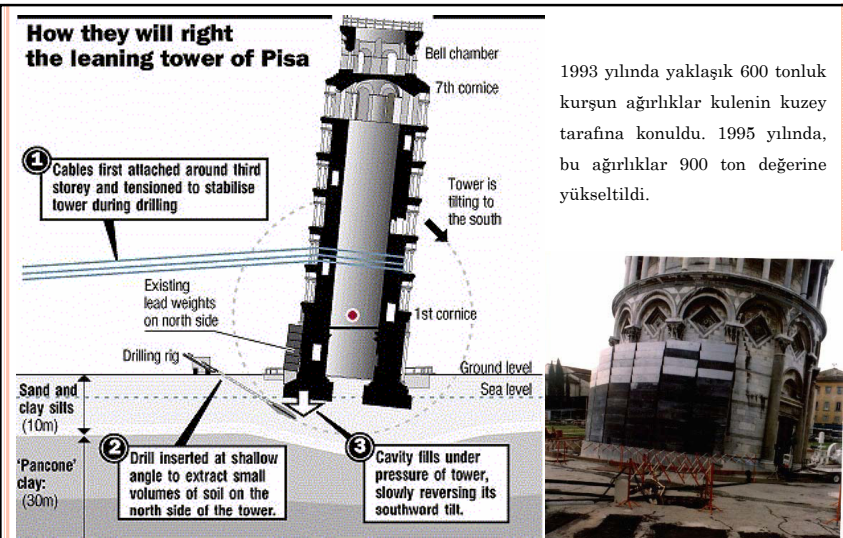
Kulenin ağır bir yapı olması, kalın ve zayıf bir kil tabakası üzerinde yer alması ve yüzeysel bir temel ile taşınması nedeni ile eğilme meydana gelmiştir.



1990 yılların başından 2001 yılı aralık ayına kadar, kule, ziyaretçilerin kullanımına kapatılmıştır.

İtalyan mühendisler, kuleyi dengede tutabilmek için yaklaşık 25 Milyon Dolar değerinde bir kurtarma planı uygulamışlardır.

Kule, sanki her an göçecek gibi dursa da şu anda geçmişte olduğundan çok daha dengeli yapıdadır.



1993 yılında yaklaşık 600 tonluk kurşun ağırlıklar kulenin kuzey tarafına konuldu. 1995 yılında, bu ağırlıklar 900 ton değerine yükseltildi.

Eğik Pisa Kulesi, 15 Aralık 2001 tarihinde tekrar ziyaretçilere açılmıştır.

Kaynaklar

- The Leaning Tower of Pisa, Mike Bartusiewicz, Dong-Hyun Chung, Steve Cullen, Kate Horlocker, Na Ning, & Bin Tong.
- <https://sites.google.com/site/civilengineeringtowerofpisa/home/geotechnical-engineering>
- Burland J.B., Jamiolkowski M.B., Viggiani C., (2009). *Leaning Tower of Pisa: Behaviour after Stabilization Operations*. International Journal of Geoengineering Case histories, <http://casehistories.geoengineer.org>.
- Vol.1, Issue 3, p.156-169.V.N.S. Murty, Geotechnical Engineering Principles and Practices of Soil Mechanics and Foundation Engineering.
- Burland J.B., Jamiolkowski M.B., Squeglia, N., Viggiani C., (2013). *Leaning Tower of Pisa. Geotechnics and Heritage – Bilotta, Flora, Lirer&Viggiani (eds), Taylor and Francis Group, London, 207-227.*

SONUÇLAR

- Her yapı için mutlaka zemin araştırmaları yapılmalıdır.
- Yapılacak zemin araştırmaları doğru ve isteklere cevap verecek nitelikte olmalı ve ekonomik olacak şekilde planlanmalıdır.
- Yeterli sayıda ve gerekli derinliklerde açılmış sondaj kuyuları, gerekli derinliklerde yeterli sayıda alınan doğru zemin numuneleri ve bu zemin numuneleri üzerinde yapılmış doğru laboratuvar (endeks ve mühendislik) deneyleri olmalıdır.
- Zemin araştırmaları kapsamında uygulanacak doğru arazi deneyleri seçilmelidir.
- Elde edilen sonuçlar; Zemin Mekaniği kanunları ve Temel İnşaatı'nda geliştirilen teorilerle kullanılarak hesaplamalar yapılmalıdır.
- Bu şekilde elde edilmiş zemin verileri ve yapı verileri birlikte değerlendirilerek hem taşıma gücü hem de oturma kriteri göz önüne alınarak yapılan temel tasarımları oldukça güvenilir olacaktır.