



**Kısa Makale
(Short Communication)**

Microsoft Office Excel Kullanılarak Geoteknik Rapor Hesap Programı

Devrim ALKAYA* , Burak YEŞİL*

*Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü, 20070 Denizli/TÜRKİYE
burakyesil06@hotmail.com

Özet

Geoteknik rapor hazırlanmasını kolaylaştırmak, gereken hesapların hızla yapılmasını sağlamak, hata olasılığını en aza indirmek, güvenli ve ekonomik tasarım için gereken verileri elde edebilmek amacıyla Excel tablolama programı (Spread sheet) kullanılarak bir Geoteknik Rapor hazırlama programı oluşturulmuştur. Bu programda, gerekli hesap ve sonuçların geoteknik rapora konulmasını kolaylaştırmak amacıyla hesaplarda kullanılan formüller, tablolar ve şekiller açıkça sayfalarda bulundurulmuştur. Piyasada bulunan paket programlarda, ya sadece birkaç hesapla kısıtlı hesap sonuçları oluşturulmuş, ya da bir bütün olarak geoteknik rapora sunulacak hesap çıktıları için gerekli düzenlemeler yapılmamış durumdadır. Bu nedenle geoteknik hesapları bir araya getiren yazılım geliştirilmiştir.

Anahtar kelimeler: Geoteknik rapor, Zemin etüdü, Temel inşaatı, Yüzeysel temeller

Using Excel Microsop Office, Geotechnical Report Program Account

Abstract

A software for generating a geotechnical report is developed by using the Excel spreadsheet software to ease the preparation of geotechnical report, to enable faster calculations, to decreasing the probability of mistakes to a minimum and to obtain the required data for secure and economic design. In the software, for facilitating the adding of required calculations and results to the geotechnical report, the formulas, tables and figures are placed in the pages. In the present commercial software packages, the calculation results are generated by only a few limited calculations or the required organizations are not made for calculation outputs to be present in the geotechnical report as a whole. So a software that combines the geotechnical calculations is developed.

Key words: Geotechnical report, Ground survey, Foundation construction, Shallow foundations

1. GİRİŞ

Bir alanın altındaki arsanın derinliğine incelenmesine, *zemin incelemesi* (zemin etüdü, geoteknik inceleme, geoteknik etüt, vb) denir. Bir alanın, herhangi bir inşaat işi için uygunluğunu belirlemek, inşaatı güvenli ve ekonomik olarak projelendirmek, uygulamak için zemin incelemesi gerekir. Zemin incelemesi ile zemini oluşturan tabakalar, tabakaların kalınlıkları, tabakalardaki zeminlerin özellikleri (doğal birim hacim ağırlıkları, su muhtevaları, porozite veya boşluk oranları, sıklıkları, kıvam limitleri, sınıfları, kayma direnci parametreleri, konsolidasyon özellikleri, vb.) varsa yer altı suyu ile ilgili bilgiler elde edilir [1]. Elde edilen bilgilerin yer seçimi, zemin yapıları, statik-betonarme projeleri gibi mühendislik uygulamalarında kullanılabilmesi için inşaat mühendisince anlaşılabilir, sorunları ve çözüm yöntemlerini gösterir bir geoteknik raporun hazırlanması kanuni bir zorunluluktur.

Bu makaleye atf yapmak için

Alkaya D., Yeşil B., "Microsoft Office Excel Kullanılarak, Geoteknik Rapor Hesap Programı" Yapı Teknolojileri Elektronik Dergisi 2011, 7(1) 80-88

How to cite this article

Alkaya D., Yeşil B., "Using Excel Microsop Office, Geotechnical Report Program Account" Electronic Journal of Construction Technologies, 2011, 7(1) 80-88

Geoteknik raporların hazırlanmasında standartların yeterince oluşmaması ve uygulamada karşılaşılan farklılıkların ve hesap yöntemlerinin en aza indirilmesi için MS Excel kullanarak yüzeysel temeller için geoteknik raporda bulunması gereken zemin verileri ve analizlerin farklı yöntemlerle yapılması sonuçların karşılaştırmalı olarak görülebileceği bir yazılım geliştirilmiştir. Çalışmanın temel amacı geoteknik rapordaki hesapları, zaman alıcı ve basit yöntemlerle yapmak yerine; hızlı, ayrıntılı ve güvenilir bir yazılımla gerçekleştirmektir.

2. ZEMİN İNCELEMESİNİN AMACI

Zemin İncelemesi; arazi çalışmaları, arazi deneyleri, zemin örneği alınması ve laboratuvar deneylerini kapsar. Zemin incelemesi ile temel zemininin, kendisi ile temas içinde çalışan bir inşaat yapısından gelecek olan etkilere karşı nasıl bir tepki vereceğinin incelenmesi ve bu "etki-tepki"nin gerekli uygun çözümlerle ele alınarak geçerli tasarımların yapılması sağlanır. Burada bir yapı-zemin etkileşimi söz konusudur. Yapı zemin etkileşimi probleminin çözümü ise etkileşmeye giren elemanların, yani zeminin ve yapı malzemesinin gerilme altındaki davranış özelliklerinin bilinmesine bağlıdır. Yapı malzemesinin parametreleri zemin incelemesinden elde edilecek olan zemine ait verilerle birlikte, Sürekli Ortam Mekanığı'nin bilimsel yaklaşımları içinde kullanılırlar. Bu suretle ortaya dinamik olsun, statik olsun, her türlü yük altında güvenle davranacak bir inşaat yapısı çıkar.

Zemin incelemesinin tutarı, inşaat işinin toplam maliyetinin % 0,1 - % 2'si arasında değişebilir[1]. Böyle bir maliyetten kaçmak, gerek inşaat sırasında, gerekse inşaat bittikten sonra, maliyet arttırıcı veya tehlikeli sorunlar ortaya çıkmasına neden olabilir. Ortaya çıkabilecek problemlerin önceden çözümü bir inşaat işi için önce, yeterli zemin incelemesinin yapılması ve sonuçların statiker ve yapımcıya anlaşılır bir biçimde geoteknik rapor ile sunulması ile olanaklıdır.

3. ZEMİN İNCELEMESİNİN KAPSAMI

Yapıların tamamı zemin üzerine oturtulur. Zemin incelemelerinin amacı, temel zemini hakkında yeterli bilgi elde ederek, yapılacak yapıların yerlerini ve boyutlarını güvenli ve ekonomik olarak belirlemektir. Zemin özelliklerinden ötürü, farklı zeminler üzerinde yapılacak olan yapıların boyutları çok farklı olabilir. Zemin özellikleri yapı maliyetini etkileyen önemli bir unsurdur.

Zeminler, üzerlerine uygulanan yüklere bağlı olarak davranış gösterirler; buna bağlı olarak yapıların tasarımında zeminlerin hangi mühendislik özelliklerinin belirlenmesi gerektiğine karar verilmelidir.

Yapı tasarımlarını etkin ve verimli bir şekilde gerçekleştirmek için mühendis karşılaşıacağı problemleri, var olan teknik ve yöntemleri bilmek zorundadır. Güvenli ve ekonomik tasarım için aşağıdaki bilgiler zemin incelemesinden elde edilmelidir.

- 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,
- 4)Zemin tabakalarının mühendislik özellikleri (kayma mukavemeti, su geçirgenliği, sıkışabilirlik vb.)

Projeye göre elde edilecek bilgiler farklılaşabilir. Veriler zemin etüd raporunda ayrıntılı olarak sunulur.

4. TAŞIMA GÜCÜ VE OTURMA ANALİZLERİ

Bir yapıya etkiyen tüm yüklerin güvenle zemine aktarılması gerekmektedir. Duvar, perde ve kolon gibi elemanlardan gelen yükleri zemine aktarmak amacıyla oluşturulan elemanlara "temel" adı verilir [2]. Çağdaş yapılar (betonarme, çelik ve kargir yapılar) betonarme temeller üzerinde oturur.

Temel oluşturulurken, zemin taşıma gücü ölçü alınarak güvenli bir zemin gerilmesinin aşılmasına özen gösterilir. Temellerin tasarımında zeminin taşıma gücü tek ölçüt değildir. Temeller yapıya zararlı olabilecek oturmalara neden olmayacak bir biçimde düzenlenmeli ve boyutlandırılmalıdır. Her temel birbirinden bağımsız olarak taşıma gücü ve oturma açısından güvenilir şekilde tasarımılandırılır. [3] Zemin etüdü sonrası yapı mühendisinin ihtiyaç duyduğu veriler, zemin mekaniği hesapları için geoteknik rapor hazırlanır.

5. MS EXCEL İLE GEOTEKNİK RAPOR HESAP PROGRAMI

Piyasada bulunan paket yapı analizi programlarında, zeminle ilgili verilerin eksik olması, ya da bir bütün olarak geoteknik rapora sunulacak hesap çıktıları için gerekli düzenlemeler yapılmamış olması bu tür çalışma yapılması fikrini doğurmuştur. Bina türü yapılar için hazırlanan geoteknik rapor aşağıdaki bölümlerden oluşur [4];

- 1-Giriş
- 2-Proje ve inşaat alanına ait özellikler
- 3-Yapıya ait özellikler
- 4-İnşaat alanındaki zemin yapısı ve su durumu
- 5-Depremsellik
- 6-Yapı temelleri hakkında değerlendirmeler (taşıma gücü, oturmalar, yapı temelleri ile ilgili diğer hususlar, önerilen temel sistemi, vb.)
- 7-Sonuç ve öneriler
- 8-Yararlanılan kaynaklar

Ancak geoteknik raporların düzenlenmemesi, eksik - hatalı düzenlenmesi, yapılarda taşıma gücü, oturma problemlerinin önceden anlaşılmasını engellemekte ve bazı durumlarda yapılar kullanılamaz hale gelmekte ve/veya çok maliyetli çözümleri zorunlu kılmaktadır. Geoteknik rapor hazırlanmasını kolaylaştırmak, gereken hesapların hızla yapılmasını sağlamak, hata olasılığını en aza indirmek, güvenli ve ekonomik tasarım için gereken verileri elde edebilmek için Excel tablolama programı (Spread sheet) kullanılarak geoteknik raporda gereken hesapların yapıldığı bir program oluşturulmuştur. Geoteknik raporda bulunması gereken tüm hesaplar ve farklı hesap yöntemleri program tasarımında dikkate alınmıştır. Bu programda, gerekli hesap ve sonuçların geoteknik rapora konulmasını kolaylaştırmak amacıyla hesaplarda kullanılan formüller, tablolar ve şekiller açıkça sayfalarda bulundurulmuştur. Uygulamadaki eksiklik göz önünde bulundurularak bu geoteknik hesapların sırasıyla yapılabildiği Excel programı oluşturulmuştur. Program, geoteknik hesapları yapan mühendisi yönlendirmekte, hesapların kontrolünü ve sonuçların karşılaştırılmasını sağlamakta, geoteknik raporun hazırlanmasını kolaylaştırmaktadır.

Programda, yüzeysel temeller için hazırlanan geoteknik raporda veriyi oluşturan aşağıda verilen tüm unsurlar yer almaktadır.

1. Yazılım proje tanıtım sayfası ile başlamakta ve temel tipi seçimi yapılarak kullanıcı zemin emniyet gerilmesi hesabına yönlendirmektedir.
2. Zemin emniyet gerilmesinin yer altı suyu dikkate alınarak Terzaghi Formülü [5] ve SPT verilerinden Meyerhof yöntemi [6] ile hesaplanması
3. Gerilme Analizi
4. Oturma Analizi (ani oturma ve konsolidasyon oturması)

- 4.1. Konsolidasyon deneyi sonuçları yardımıyla oturma hesabı
- 4.2. Sıkışma indisi ve sıkışma indisiyle oturma hesabı
- 4.3. Amprik yöntemlerden (korelasyonlardan) yararlanarak oturma hesabı
- 4.4. SPT verilerinden yararlanarak oturma hesabı
5. Yatak katsayısının 4 farklı yöntemle tespiti
6. Sıvılaşma analizinin 4 farklı yöntemle kontrolü
7. Zemin verilerinin şişme –büzülme açısından değerlendirilmesi
8. Afet yönetmeliğine göre zemin sınıfının seçilmesi
9. Zeminle ilgili verilerin ve sonuçların tablo halinde sunulması

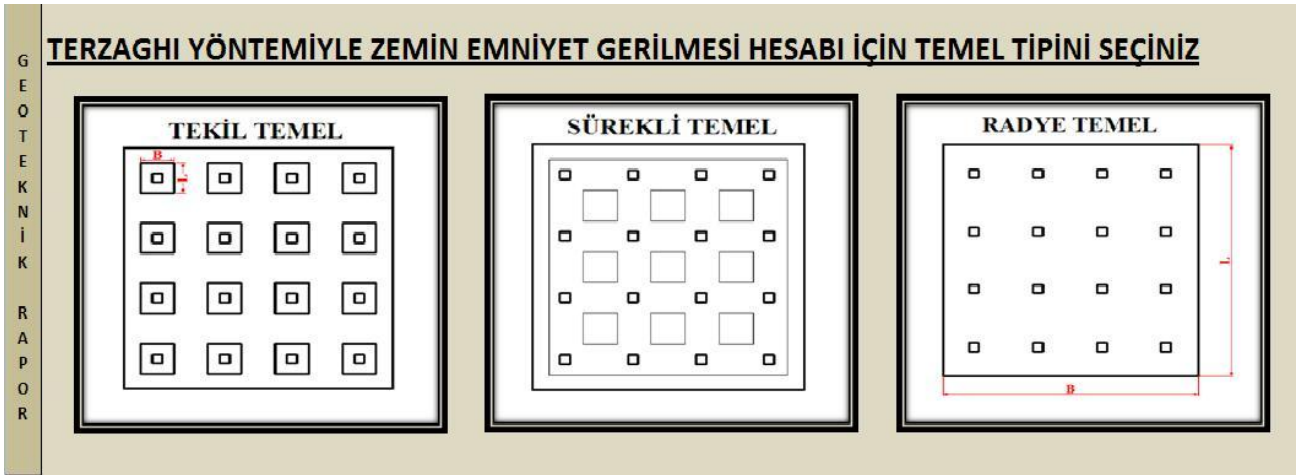
Programdaki hesap sayfalarından yalnızca birkaçı gösterilmiştir.



Şekil 1. Program giriş sayfası

Programın girişinde yer alan ilk Şekil 1’de verilmiştir. Kullanıcı bu sayfadan itibaren rapor hazırlamaya başlar.

Bundan sonra elde bulunan verileri programa girilmesi için “veri girişi” linkine tıklayarak veri girişine başlanabilir. Temel tipi seçimi yapılarak zemin emniyet gerilmesi hesabı sayfasına gidilir (Şekil 2).



B ve L boyutları, zemin bilgileri, yer altı suyu derinliği girilerek temel tipine bağlı olarak izin verilebilir taşıma gücü hesabı yapılır (Şekil 3).

ZEMİN EMNİYET GERİLMESİ (radye temel)

TERZAGHI (yer altı suyu yoksa ya da $B \ll H_w$ ise...)

RADYE TEMEL

B=	10	radye için	1	Nc=	17.7
L=	10	K1=	1.2	Nq=	7.4
ϕ =	20	K2=	0.4	Ny=	5
$\gamma_1 = \gamma_n$	18	qd=t/m ²			66.06
$\gamma_2 =$	18	c=t/m ²	2		
		Df=	1.5		

bodrumSUZ	qs=	$(qd - \gamma_1 \cdot Df) / 3 =$	21.120	2.11
bodrumlu	qs=	$qd / 3 =$	22.020	2.20
bodrumlu	qs=	$((qd - \gamma_1 \cdot Df) / 3) + (\gamma_1 \cdot Df) =$	23.820	2.38

SONUÇ (kg/cm²)

TERZAGHI (yer altı suyu varsa ya da $B > H_w$ ise...)

RADYE TEMEL

B=	10	radye için	1	Nc=	19
L=	10	K1=	1.2	Nq=	8.3
ϕ =	30	K2=	0.4	Ny=	5.7
$\gamma_1 = \gamma_n$	18	qd=t/m ²	2		55.090
$\gamma_d =$	1	c=t/m ²	1.333		
$\gamma_2 = \gamma_a$	1	Df=	1.5		

bodrumSUZ	qs=	$(qd - \gamma_1 \cdot Df) / 3 =$	17.463	1.75
bodrumlu	qs=	$qd / 3 =$	18.363	1.84
bodrumlu	qs=	$((qd - \gamma_1 \cdot Df) / 3) + (\gamma_1 \cdot Df) =$	20.163	2.02

SONUÇ (kg/cm²)

Şekil 3. Radye temel için zemin emniyet gerilmesi hesap sayfası

Temel tipine uygun metotlardan biriyle (dikdörtgen alan metodu, noktasal yük yöntemi, dairesel alan metodu ve basit yöntem) temel boyutları, temel derinliği, yapı yükü, tabaka ortasının temel tabanından itibaren derinliği girilir ve gerilme hesaplanır.[7]. Farklı metod çözümleri tek bir sayfada bulunmaktadır. İstenilen hesap yöntemi seçilip geoteknik rapora aktarılır. İstenirse birden fazla hesabı kullanarak sonuçlar arasındaki (kabuller arasındaki) farklılıklar görülebilir. Gerilme analizi sonrası hesaplanan ΔP gerilme artışı değeri, oturma hesaplarında ve taşıma gücü kontrollerinde kullanılmaktadır (Şekil 4).

Oturma hesaplarında Terzaghi tarafından önerilen oturma hesap yöntemi kullanılmıştır. SPT (düzeltilmiş) verileriyle oturma analizi de yapılabilmektedir [8]. Laboratuvar verilerinden hangi derinliğe kadar SPT çalışması yapılmışsa o derinlik değerleri ve SPT değerleri ilgili tabloya işlenir. Hesap için ortalama SPT değeri hesaplanır. Temel boyutları, yapı ağırlığı, zeminin birim hacim ağırlığı programa girilir. Kullanıcının temel altında zemini daha rahat kavrayabilmesi için derinlikle-SPT değerinin değişimini ölçekli olarak çizim yaptırılmıştır. (Şekil 5).

GERİLME ARTIŞI

G E O T E K N İ K R A P O R

DİKDÖRTGEN ALAN METODU

TEMEL BOYUTLARI	m= 0.5	
D(m)= 3.5	n= 0.5	
B(m)= 2	k= 0.0841	TABLO 1
L(m)= 2		

TABAKA ORTASININ TEMEL TABANINDAN
TİBAREN DERİNLİĞİ

z(m)= 2	k= 0.0841	
	qnet= 27.3	

ΔP(kg/cm²)= 0.92

Vkavilim zemin) (σ(m²)= 1.8

YAPIL AĞIRLIĞI

P(ton)= 320	σ(t/m ²)= 30
-------------	--------------------------

G E O T E K N İ K R A P O R

NOKTASAL YÜK YÖNEMİ

P(ton)= 320	r/z= 0	
B(m)= 2	k= 0.4777	
L(m)= 2		TABLO 2

OTURACAK TABAKA DERİNLİĞİ

z(m)= 2	
r= 0	

ΔP(kg/cm²)= 0.09

**r değeri temel merkezinden yataydaki mesafedir
değer merkezdeki gerilme arpa bulunacaksa buraya "0" değeri girilir

G E O T E K N İ K R A P O R

DAİRESEL ALAN METODU

P(ton)= 320	q(t/m ²)= 26.515
D(m)= 3.5	

OTURACAK TABAKA DERİNLİĞİ

z(m)= 2	D/z= 2.4	
	k= 0.7376	TABLO 3

ΔP(kg/cm²)= 1.96

"k" değerini İSTENİRSE tablodan
"D/z" değerine göre tablodan KONTROL EDİLEBİLİR.

G E O T E K N İ K R A P O R

SERİT YÜK DAĞILIMI

Şekil: Üniform Yüklü Şerit (Kumbasar, 1999)

BASİT YÖNTEM

P(ton)= 120	ΔP(kg/cm²)= 1.33
B(m)= 2	
L(m)= 2	
z(m)= 1	

SERİT YÜK DAĞILIMI

σ(t/m ²)= 20	B/z= 0.5
B(m)= 2	

TEMEL MERKEZİNDEN İTİBAREN
DERİNLİK

z(m)= 2	
---------	--

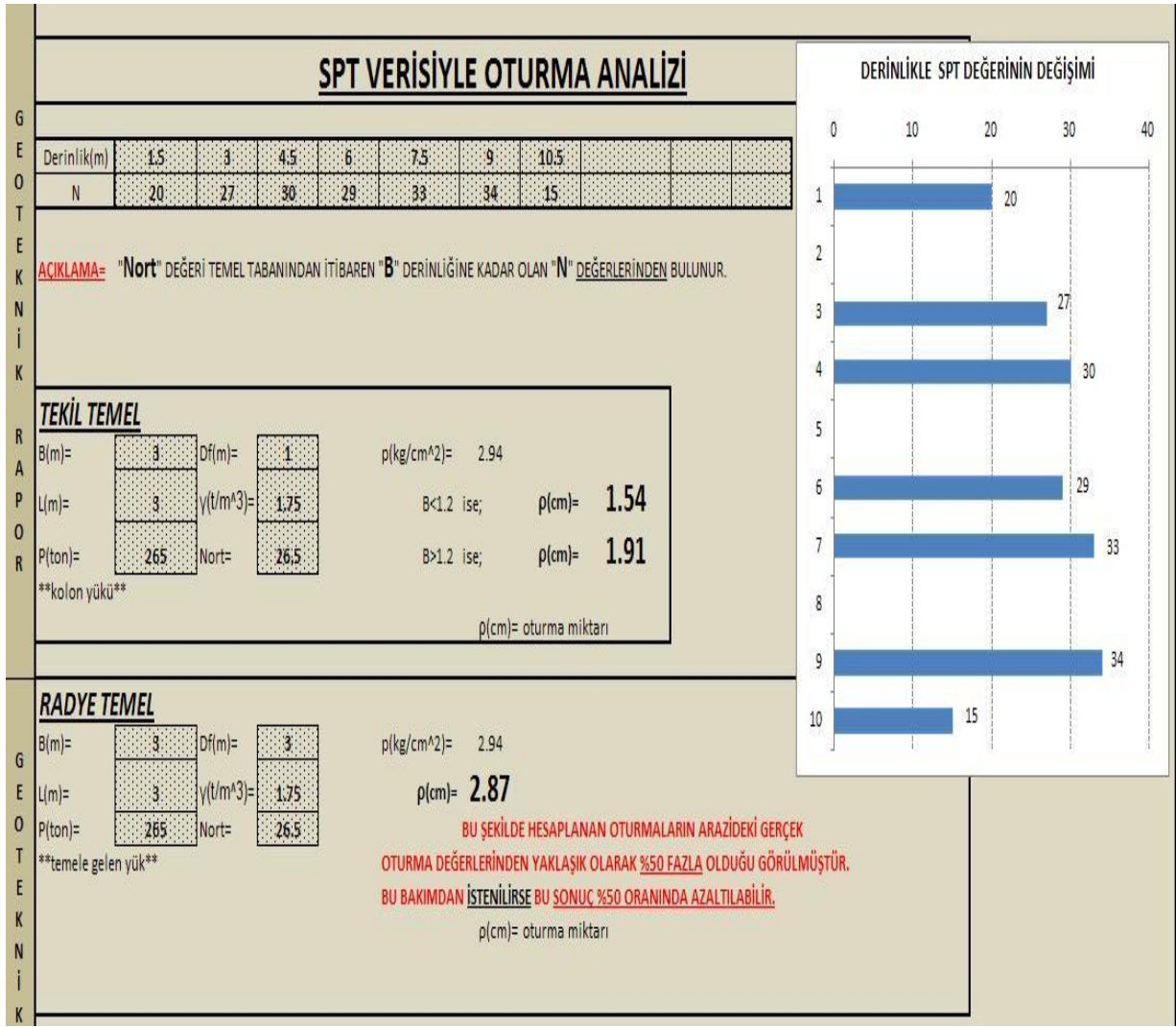
σ _{1(t/m²)= 6.12}	
T _{(ton/m²)= 3.00}	
σ _{3(N/m²)= 1.64}	

K1= 0.150	
K2= 0.500	TABLO 4
derince	redjon
β= 28.0%	0.49

"k" ve "β" değerlerini tablodan
"B/z" değerine göre alınır.

Şekil 4. Gerilme analizi

85

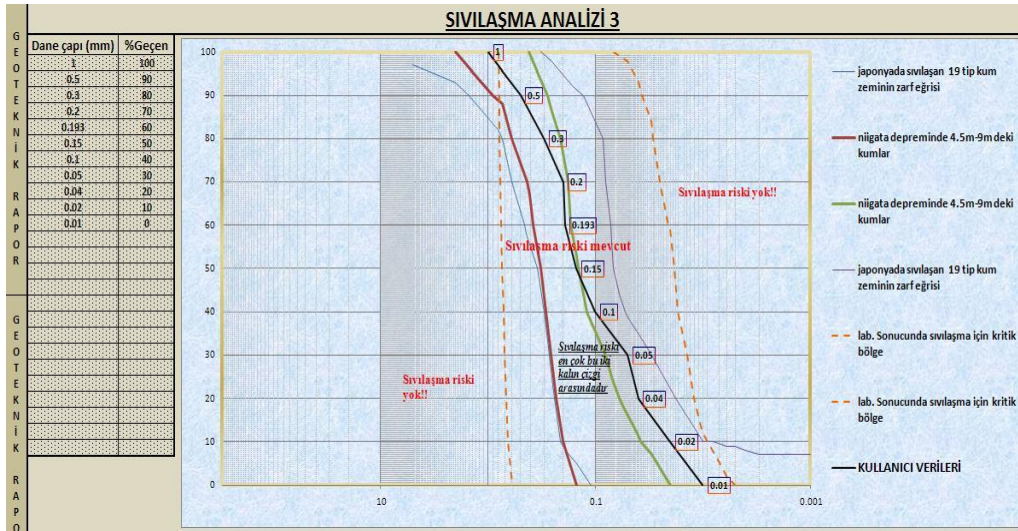


Şekil 5. SPT ile oturma analizi

Şekil 6'da verilen sayfada yatak katsayısı literatürde önerilen değerleri tablo halinde vermekte, serbest basınç deneyi, SPT sonuçları ve taşıma gücüne bağlı olarak hesaplanabilmektedir. [9-10].

Program 4 farklı yöntemle sınılaşma analizi yapılabilmektedir [11-12]. Şekil 7'de granülometri eğrisinden hesap gösterilmiştir. % geçen ve elek çapına bağlı olarak veriler girilir. Yani granülometri eğrisi program tarafından çizilerek zeminin hangi bölgede kaldığı, dolayısıyla sınılaşma durumu ortaya çıkar.

G E T E K N İ K	1	YATAK KATSAYISI (Ks)		Yandaki 4 yöntemden seçilen yatak katsayısı
		Zemin Türü	(ks), kN/m ³	
Gevşek Kum	4800 - 16000	480 - 1600		
Orta Sıkı Kum	9600 - 80000	960 - 8000		
Sıkı Kum	64000 - 128000	6400 - 12800		
Siltli Orta Sıkı Kum	24000 - 48000	2400 - 4800		
Killi Orta Sıkı Kum	32000 - 80000	3200 - 8000		
Killi Zemin (qu ≤ 200 kPa)	12000 - 24000	1200 - 2400		
Killi Zemin (200 < qu ≤ 800 kPa)	24000 - 48000	2400 - 4800		
Killi Zemin (qu > 800 kPa)	>48000	>4800		
R A P O R	2	Ks yatak katsayısının spt N verisi girilerek hesaplanması.		yatak katsayısı= <input type="text" value="2700"/> (Ks)
		$Ks(t/m^3) = 180 * N_{30}$ $SPT N = \text{input} \quad 15$ $Ks(t/m^3) = 2700$		
G E T E K N İ K	3	Ks yatak katsayısını program tarafından ilk kısımlarda hesaplanan zemin emniyet gerilmesini girilerek hesaplanması.		yatak katsayısı= <input type="text" value="27144"/> (Ks)
		$qd = K1 * c' * Nc' + \gamma_1 * Df * Nq' + K2 * \gamma_a * B * Ny'$ $Ks(t/m^3) = 40 * qd$ $qd(kg/cm^2) = \text{input} \quad 67.86$ $Ks(t/m^3) = 27144$		
R A P O R	4	Ks yatak katsayısını qu serbest basınç mukavemeti, spt N değeri ve zemin sıkışabilirliğine göre aşağıdaki tablodan seçiniz.		yatak katsayısı= <input type="text" value="27144"/> (Ks)
		$qu(kg/cm^2) = \text{input}$ $SPT N = \text{input}$ Zemin çeşidi (kum-çakıl, silt-kil) = <input type="text"/>		
G E T E K N İ K	R A P O R	<p>Şekil 6. Yatak katsayısı tespiti. Grafik, Serbest Basınç Mukavemeti qu (kg/cm²) ve SPT değerleri ile Yatak Katsayısı arasındaki ilişkiyi göstermektedir. Grafik iki bölüme ayrılmıştır: Kaba Daneli Zeminler (Kum, Çakıl) ve İnce Daneli Zeminler (Silt, Kil). Grafikte, qu (kg/cm²) ekseninde 0,25, 0,5, 1,0, 1,5, 2,0, 2,5, 3,0, 3,5, 4,0 değerleri ve SPT ekseninde 0, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100 değerleri belirtilmiştir. Yatak Katsayısı ekseninde 1000, 2000, 3000, 4000, 5000, 6000, 7000, 8000, 9000, 10000, 11000, 12000 değerleri belirtilmiştir. Grafikte, qu (kg/cm²) = 1,0 ve SPT = 30 için Yatak Katsayısı = 2700 olarak gösterilmiştir. Ayrıca, qu (kg/cm²) = 3,0 ve SPT = 50 için Yatak Katsayısı = 10000 olarak gösterilmiştir.</p>		
		G E T E K N İ K	<p>Şekil 6. Yatak katsayısı tespiti</p>	



6. SONUÇLAR

Zemin etütleri ve geoteknik raporların hazırlanması inşaat mühendisliğinin önemli çalışma konularındandır. Geoteknik rapor ile ilgili olarak standart biçimlerin olmayışı ve değerlendirmede yapılan farklı ve bazen de hatalı yaklaşımlar, tasarımda istenen amaca ulaşmasını engellemektedir. Çalışmada sunulan programın kullanılması geoteknik raporda bulunması gereken tüm hususları toplu olarak sunmaktadır. Program geoteknik raporda bulunması gereken zemin mekaniği hesaplarını kolaylaştırmakta, mühendise bir bütünlük içerisinde yol gösterici olmaktadır. Güvenilir ve hızlı hesap yapılmasını sağlamaktadır. Programın zemin mekaniği, temel inşaatı ile ilgili temel eğitimi almış olan mühendislerce kullanılması tavsiye edilmektedir.

7.KAYNAKLAR

1. Uzuner, B.A., 1995, “ Temel Mühendisliğine Giriş ”, Derya Kitabevi, Trabzon
2. Yıldırım, S., 2002, “ Temel Tasarımı ”, Birsen Yayınevi, İstanbul
3. Coduto D.P., 2005, “Temel Tasarımı İlkeler ve Uygulamalar”, Çeviren: Mollamahmutoğlu M, Kayabalı K., Gazi yayinevi, Ankara
4. TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası, 2008, “Bina ve bina türü yapılar (kategori 2 ve 3) için parsel bazında düzenlenecek zemin ve temel etüdü (geoteknik) değerlendirme raporu formatı” Ankara
5. Terzaghi, K., 1945, ” Therotical Soil Mechanics ”, Wiley, Newyork
6. Meyerhof G. G., 1956, “Penetration Tests and Bearing Capacity of Cohesionless Soils”, ASCE, Journal Of the Soil mechanic And Foundations Div., Volume 82, (Reprinted in Meyerhof 1982)
7. Capper P.L, Cassie W.F., 1984, “İnşaat Mühendisliğinde Zemin Mekaniği” Çev.Kumbasar V., Kip F., Çağlayan basımevi, İstanbul
8. Kumbasar, V., Kip, F., 1999, “Zemin Mekaniği Problemleri ”, Çağlayan Kitabevi, İstanbul
9. Das, B. M., 1995 “Principles of Foundation Engineering”, Third edition, PWS, Publishing Company
10. Bowles J E., 1988, “Foundation Analysis and Design”, McGraw Hill, 4th Edition, Singapore
11. Dorby R.,Stokoe K.H , Ladd R.S,Young T.L, 1981, “Liquefaction Susceptibility from S wave velocity ASCE National Convention, St. Louis Missouri USA
12. Seed H.B,İdriss I. M., 1971, “Simplified procedure for evaluating soil liquefaction potential”, JSM, Foundation Division, ASCE, No 97