

Tekil kazığın oturma analizi

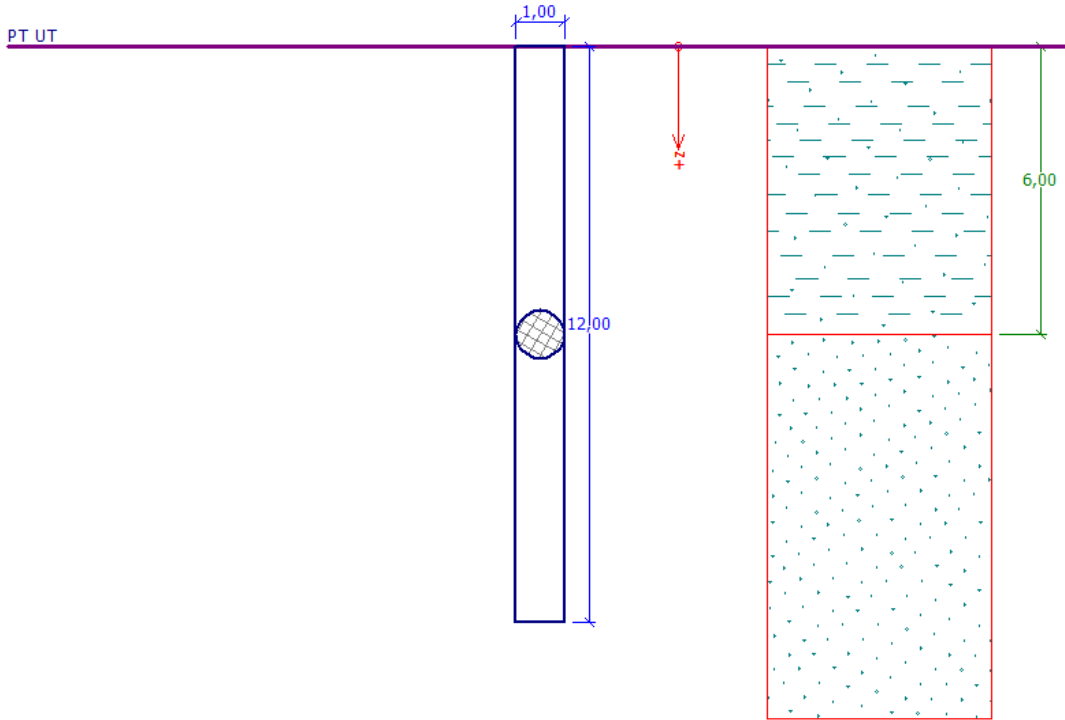
Program: Kazıklar

Dosya : Demo_manual_14.gpi

Bu mühendislik program dosyasının amacı; belirli bir pratik problemde tekil bir kazığın oturma analizi için GEO 5 – Kazıklar programının uygulamasını açıklamaktır.

Problem tanımlaması

Problemın genel özellikleri mühendislik uygulaması no:12 Kazıklı temeller–Giriş’de açıklanmıştır. Tekil kazık oturmasının tüm analizleri, Mühendislik uygulaması no:13 Tekil kazığın düşey yük taşıma kapasitesinin analizinde kullanılan örnek üzerinde yapılacaktır.



Problem tanımlama şeması – tekil kazık

Çözüm

Bu problemi analiz etmek için GEO 5 – Kazık programını kullanıyoruz. Alttaki paragrafta bu problemın çözümünü adım adım tanımlayacağız.

Bu analizde, aşağıdaki yöntemleri kullanarak tekil kazığın oturmasını hesaplayacağız:

- Doğrusal oturma teorisi (**Prof. Poulos** ‘a göre)
- Doğrusal olmayan oturma teorisi (**Masopust** ‘a göre)

Doğrusal yüklem eğrisi (Poulos'a göre çözüm), kazık yük taşıma kapasitesinin hesaplanmasıyla belirlenir. Hesaplamanın temel girdisi, kazık shaft yüzeyi taşıma kapasitesi R_s ve kazık tabanı taşıma kapasitesi R_b değerlerinden oluşur. Bu değerler, uygulanan yöntem (NAVFAC DM 7.2, Efektif gerilme, CSN 73 1002 veya Tomlinson) göre tekil kazık düşey taşıma kapasitesinin bir önceki analizinden elde edilir.

Doğrusal olmayan yüklem eğrisi (Masopust'a göre çözüm), regresyon katsayılarını kullanılan şartnameyi baz alır. Bu nedenle sonuç, yük taşıma kapasitesi analiz yöntemlerinden bağımsızdır ve oturma izin verilebilir değere ulaştığında (genellikle 25 mm) kazık düşey taşıma kapasitesi belirlenebilir.

Tanımlama süreci: Doğrusal oturma teorisi (POULOS)

“Kazıklar” programında 13. örneği açın. “Ayarlar” çerçevesinde, analiz ayarlarını değiştirmeden bırakacağız. Önceki problemde tanımladığımız “Standart – EN 1997 – DA2” ayarını kullanacağız. Taşıma kapasitesi analizi NAVFAC DM 7.2'ye göre yapılacaktır. Ayrıca **“Yatay taşıma kapasitesini hesaplamaz”** kutusunu da işaretleyeceğiz. Bu analiz ayarı için doğrusal yük oturma eğrisi (Poulos) halihazırda belirlenmiştir.

“Ayarlar” penceresi

Not: Limit yük oturma eğrisinin analizi, elastisite teorisine dayanmaktadır. Zemin, deformasyon modülü E_{def} ve Poisson oranı ν ile karakterize edilir.

Bir sonraki adımda, “Zeminler” penceresine gideceğiz ve oturma analizi için gerekli olan zeminlerin deformasyon özelliklerini, yani odometrik modülü E_{oed} , deformasyon modülü E_{def} ve Poisson oranını ν kontrol edeceğiz.

Zemin (Zemin sınıflandırma)	Birim hacim ağırlığı γ [kN/m ³]	İçsel sürtünme açısı φ_{ef} / φ_u [°]	Kohezyon c_{ef} / c_u [kPa]	Poisson oranı ν [-]	Odömetric modül $E_{oed} =$ [MPa]
CS – Kumlu kil, katı kıvam	18,5	24,5	14,0	0,35	8,0
S-F – İnce daneli kum, orta sıkı	17,5	29,5	0,0	0,30	21,0

Zemin parametreleri tablosu – Tekil kazığın oturması

Daha sonra, “Yük” penceresinde, tekil kazığın oturmasını analiz etmek amacıyla servis yükünü tanımlayacağız. “Ekle” düğmesine tıklayın ve aşağıdaki şekilde gösterildiği gibi parametrelerle yeni bir yük ekleyin.

Yeni yük ×

Ad :

Düşey kuvvet : N = [kN]

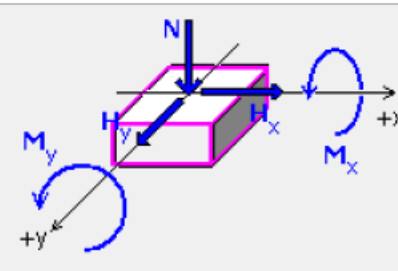
Eğilme momenti : $M_x =$ [kNm]

$M_y =$ [kNm]

Yatay kuvvet : $H_x =$ [kN]

$H_y =$ [kN]

tasarım servis



“Yeni yük” penceresi

Diğer tüm çerçeveler değişmeden kalacaktır. Artık “Oturma” penceresinde oturma analizine geçebiliriz.

“Oturma” çerçevesinde, “ E_s düzenle” butonunu kullanarak her bir zemin tipi için sekant deformasyon modülünü E_s [MPa] tanımlayacağız.

Birinci kohezyonlu zemin tabakası (CS sınıfı) için deformasyon sekant modülünün değerini $E_s \cong 17.0$ MPa, ikinci kohezyonsuz zemin tabakası (S-F sınıfı) için deformasyon sekant modülünü $E_s \cong 24.0$ MPa olarak kabul edeceğiz.

Yük oturma eğrisi için giriş

Girdi parametreleri Tabaka No. : 1

Atanmış zemin : CS-Kumlu kil- katı kıvam

Tabaka baş. (FG'den itibaren) : 0,00m

Tabaka sonu (FG'den itibaren) : 6,00m, tabaka kalınlığı : 6,00m

— Parametreler — Yardım

E_s = 17,00 [MPa]

Deformasyon sekant modülü E_s [MPa]:

Kayalar:

Sınıf R3 105,50

Sınıf R4 57,30

Sınıf R5 41,00

Sınıf R6 23,90

Kohezyonsuz zeminler:
(I_d = görelî kompaksiyon)

I_d = 0.5 18,40

I_d = 0.7 25,00

I_d = 1.0 47,80

Kohezyonlu zeminler:
(I_c = kıvam indeksi)

I_c = 0.5 12,50

I_c > 1 23,90

OK + ↑ OK + ↓

“Yük oturma eğrisi için giriş –Deformasyon sekant modülü E_s ” penceresi-CS zemini

Yük oturma eğrisi için giriş

Girdi parametreleri Tabaka No. : 2

Atanmış zemin : S-F İnce daneli kum- Orta sıkı

Tabaka baş. (FG'den itibaren) : 6,00m

Tabaka sonu (FG'den itibaren) : 12,00m, tabaka kalınlığı : 6,00m

— Parametreler — Yardım

E_s = 24,00 [MPa]

Deformasyon sekant modülü E_s [MPa]:

Kayalar:

Sınıf R3 158,00

Sınıf R4 106,66

Sınıf R5 77,52

Sınıf R6 47,72

Kohezyonsuz zeminler:
(I_d = görelî kompaksiyon)

I_d = 0.5 28,40

I_d = 0.7 44,74

I_d = 1.0 88,54

Kohezyonlu zeminler:
(I_c = kıvam indeksi)

I_c = 0.5 20,22

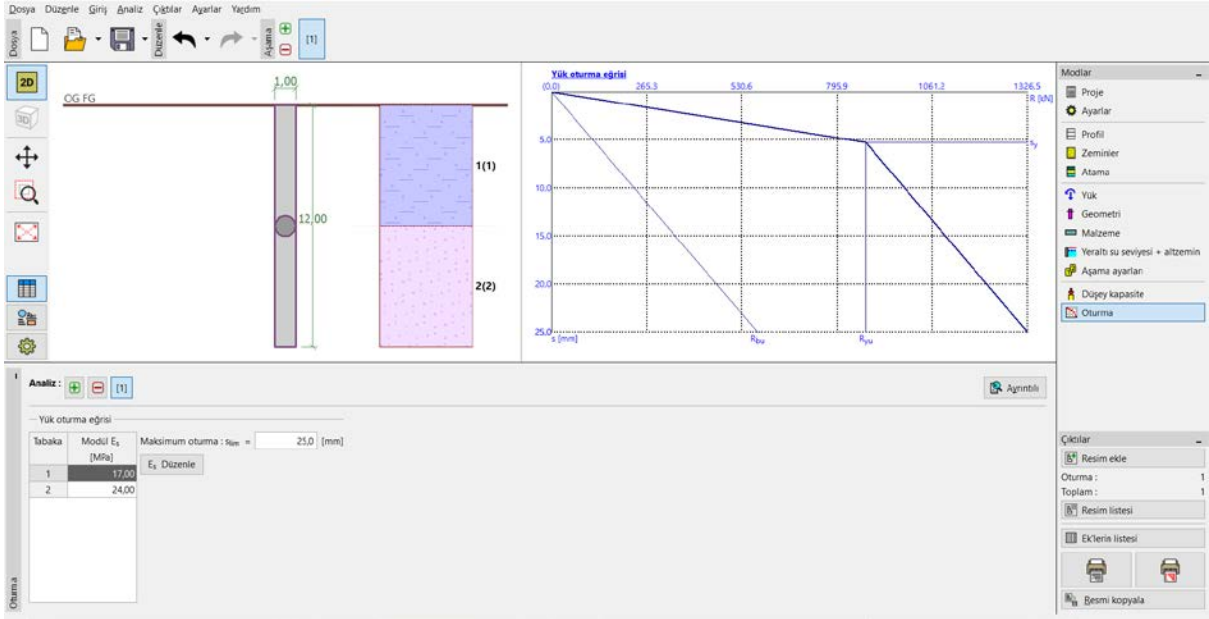
I_c > 1 48,12

OK + ↑ OK + ↓

“Yük oturma eğrisi için giriş –Deformasyon sekant modülü E_s ” penceresi S-F zemini

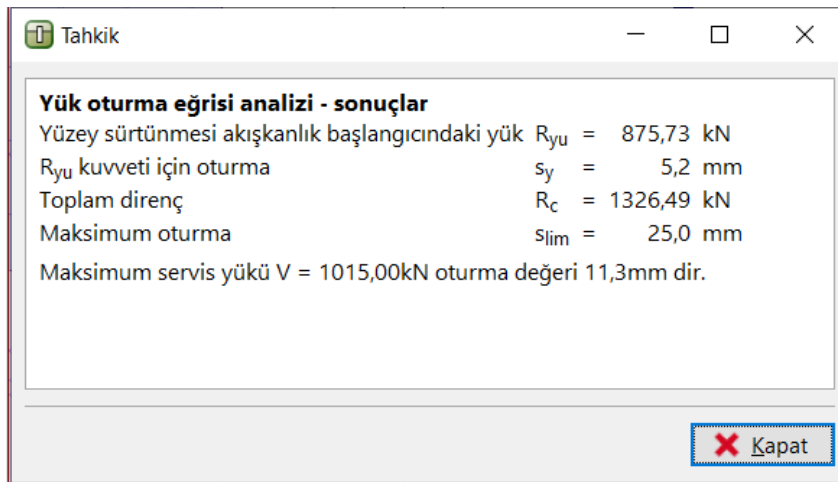
Not: Sekant deformasyon modülü E_s , kazık çapına ve zemin tabaka kalınlığına bağlıdır. Bu modülün değerleri, yerinde deneylerle belirlenmelidir. Kohezyonsuz ve kohezyonlu zeminler için bu modülün değeri ayrıca sırasıyla rölatif sıkılık indeksine I_d ve kıvam indeksine I_c bağlıdır.

Ayrıca, yükleme eğrisinin hesaplandığı maksimum oturma değeri olan limit oturmaya da gireceğiz. Bu örnekte, maksimum 25 mm'lik bir oturmaya ele alacağız.



“Oturma” penceresi – Doğrusal yükleme eğrisi (Poulos’a göre çözüm)

Daha sonra “Ayrıntılı” butonuna tıklayarak açılan pencerede maksimum servis yükü için hesaplanan oturma değerini görebiliriz.



“Tahkik” penceresinde-Oturma sonucu

NAVFAC DM 7.2 kullanılarak yapılan düşey taşıma kapasitesi analizi için, tekil kazık için ortaya çıkan oturma **11,3 mm**'dir.

Tekil kazık oturma analizi: Doğrusal oturma teorisi (POULOS), diğer yöntemler

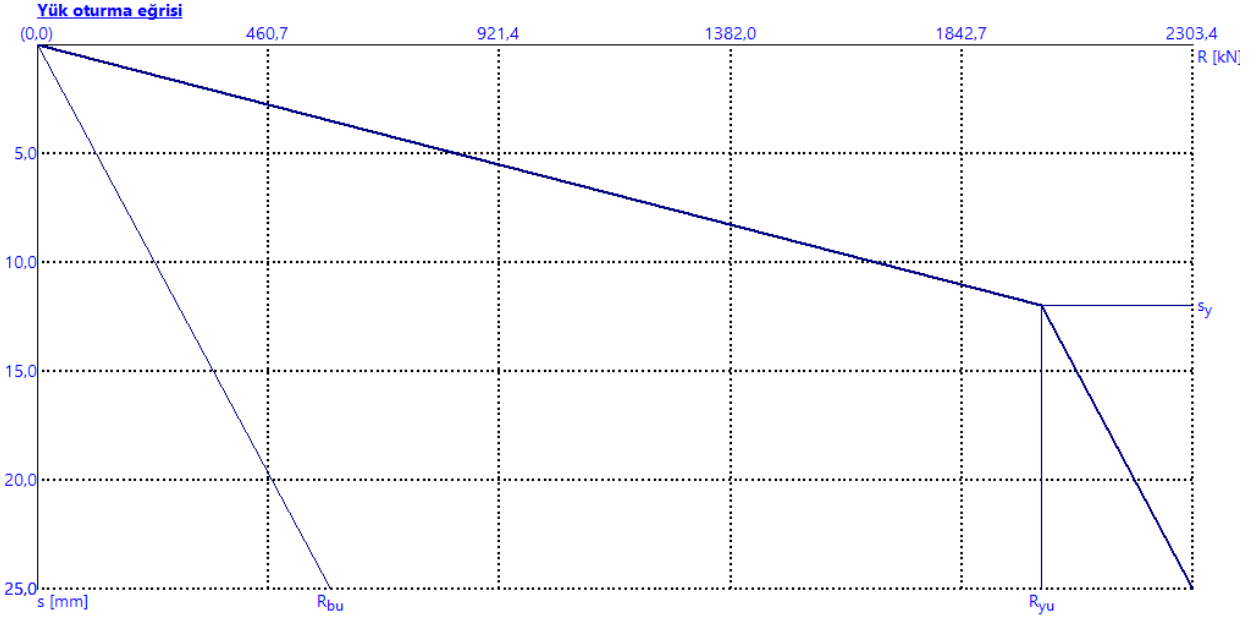
Şimdi analiz ayarlarına geri döneceğiz. "Ayarlar" çerçevesinde "Düzenle" düğmesine tıklayın. Drenajlı durumların analizi için "Kazık" sekmesinde, önce "Etketif gerilme" seçeneğini ve daha sonrada bir sonraki analiz için "CSN 73 1002" seçeneğini seçeceğiz. Diğer giriş parametreleri değişmeden kalacaktır.

"Geçerli ayarları düzenle" penceresi

Daha sonra, sonuçları göreceğimiz "Oturma" penceresine geri döneceğiz. Limit oturma'nın büyüklüğü s_{lim} , kazık tipi ve sekant deformasyon modülü E_s , önceki analiz ayarları ile aynı kalır.

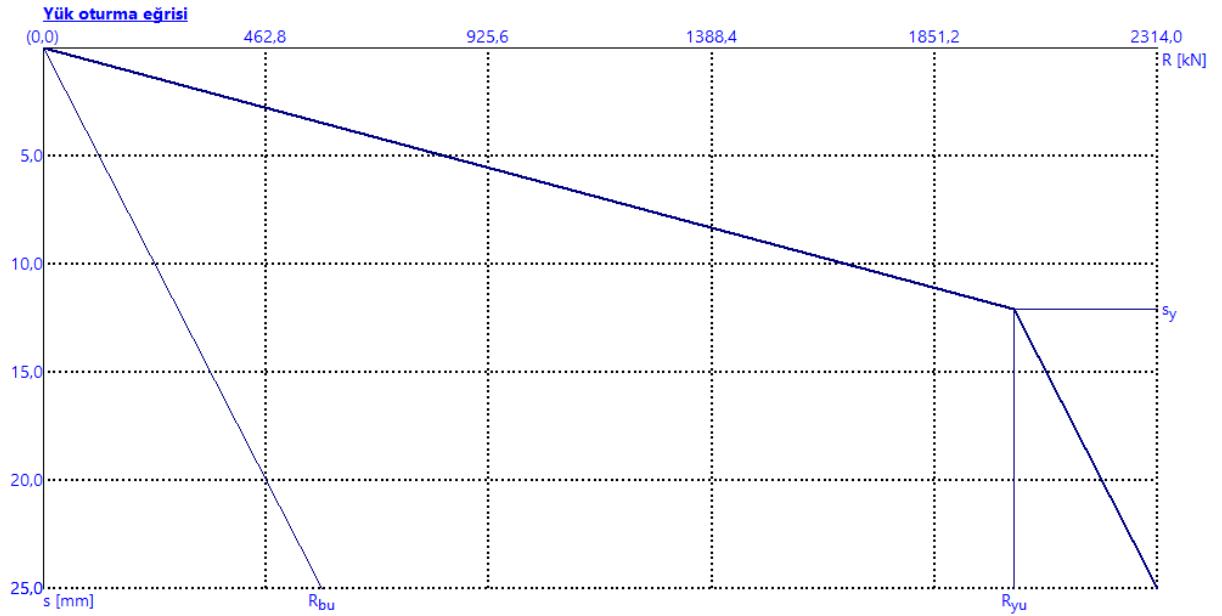
"Ayrıntılı" penceresi – Yük oturma eğrisi analizi sonucu

EFEKTİF GERİLME yöntemine göre tekil kazığın oturma değeri; $s = 6.1 \text{ mm}$ olarak hesaplanmıştır.



“Oturma” grafiği – Efektif gerilme yöntemi için Doğrusal yükleme eğrisi(Poulos’a göre)

CSN 73 1002 yöntemine göre tekil kazığın oturma değeri; $s = 6.1 \text{ mm}$ olarak hesaplanmıştır.



“Oturma” ekranı –CSN 73 1002 yöntemi için Doğrusal yükleme eğrisi(Poulos’a göre)

Kullanılan düşey taşıma kapasitesi analiz yöntemine bağlı olarak doğrusal teoriye (Poulos) göre tekil kazık oturma analizinin sonuçları aşağıdaki tabloda sunulmaktadır:

Doğrusal yükleme eğrisi analiz metodu	Şaft sürtünmesi mobilizasyonu başlangıcındaki yük R_{yu} [kN]	Toplam direnç R_c [kN] için $s_{lim} = 25,0$ mm	Tekil kazığın oturması s [mm]
NAVFAC DM 7.2	875,73	1326,49	11,3
EFEKTİF GERİLME	2000,47	2303,4	6,1
CSN 73 1002	2215,89	2314,40	6,1

Sonuçların özeti – Poulos’a göre tekil kazıkta oturma

Tekil kazığın oturma analizi: Doğrusal olmayan teori(MASOPUST)

Bu analiz, kazığın düşey taşıma kapasitesinin hesaplandığı önceki analizlerden bağımsızdır. Yöntem, statik kazık yükleme deneylerinin sonuçlarına göre regresyon eğrisi denklemlerinin çözümüne dayanmaktadır. Bu yöntem daha çok Çek ve Slovakya'da kullanılmaktadır. Yerel mühendislik jeolojik koşulları için güvenilir ve konservatif sonuçlar sağlar.

“Ayarlar” penceresinde “Düzenle” butonuna tıklayınız. “Kazık” sekmesinde, yükleme eğrisi için “doğrusal olmayan” seçeneği (Masopust) seçiniz.

“Geçerli ayarları düzenle” penceresi

Diğer değişmeden kalır. Ardından “Oturma” penceresine devam edeceğiz.

Doğrusal olmayan limit yükleme eğrisi için **servis yükünü** dikkate alacağız çünkü bu limit durumda hizmet verilebilirliği durumuna göre yapılan bir analizdir. Şaft koruma faktörü değerini $m_2 = 1.0$ olarak bırakacağız. Bu, imalat teknolojisine göre kazık düşey taşıma kapasitesinin hesaplanan değerini düşürmeyeceğimiz anlamına gelir. İzin verilen (maksimum) oturma s_{lim} ve sekant deformasyon modülünü E_s değerlerini bir önceki örnek ile aynı bırakacağız.

Ayrıca aşağıdaki resimde gösterildiği gibi “a, b Düzenle” ve “e, f Düzenle” butonlarını kullanarak regresyon katsayılarının değerlerini ayarlayacağız. Düzenleme yapılırken, diyalog penceresinde çeşitli zemin ve kaya türleri için önerilen regresyon katsayılarının değerleri görüntülenir.

Yük oturma eğrisi için giriş

Girdi parametreleri Tabaka No. : 1

Atanmış zemin : CS-Kumlu kil- katı kıvrım

Tabaka baş. (FG'den itibaren) : 0,00m

Tabaka sonu (FG'den itibaren) : 6,00m, tabaka kalınlığı : 6,00m

— Parametreler — — Yardım —

a = 46,00 [-]

b = 20,00 [-]

	a	b
Sağlam kaya	246	225
Normal kaya	169	139
Zayıf kaya	131	94
Çok zayıf kaya	97	108
Kohezyonsuz zeminler		
(Id = görelî kompaksiyon)		
	a	b
Id = 0.5	62	16
Id = 0.7	91	48
Id = 1.0	154	115
Kohezyonlu zeminler		
{Ic = kıvrım indeksi}		
	a	b
Ic = 0.5	46	20
Ic > 1	97	108

OK + ↑ OK + ↓ **Tamam** İptal

“Yük oturma eğrisi için giriş – regresyon katsayıları a, b (e, f)” penceresi – CS zemini

Yük oturma eğrisi için giriş

Girdi parametreleri Tabaka No. : 2
 Atanmış zemin : S-F İnce daneli kum- Orta sıkı
 Tabaka baş. (FG'den itibaren) : 6,00m
 Tabaka sonu (FG'den itibaren) : 12,00m, tabaka kalınlığı : 6,00m

— Parametreler — — Yardım —

a = [-]
 b = [-]

	a	b
Sağlam kaya	246	225
Normal kaya	169	139
Zayıf kaya	131	94
Çok zayıf kaya	97	108

Kohezyonsuz zeminler
 (Id = görelî kompaksiyon)

	a	b
Id = 0.5	62	16
Id = 0.7	91	48
Id = 1.0	154	115

Kohezyonlu zeminler
 (Ic = kıvam indeksi)

	a	b
Ic = 0.5	46	20
Ic > 1	97	108

OK + ↑ OK + ↓

“Yük oturma eğrisi girişi – regresyon katsayıları a, b” penceresi – S-F zemini

Yük oturma eğrisi için giriş

kazık ucu altı giriş parametreleri
 Tabaka baş. (FG'den itibaren) : 12,00m
 Tabaka sonu (FG'den itibaren) : -

— Parametreler — — Yardım —

e = [-]
 f = [-]

	e	f
Sağlam kaya	2840	1298
Normal kaya	1616	1155
Zayıf kaya	957	704
Çok zayıf kaya	988	1084

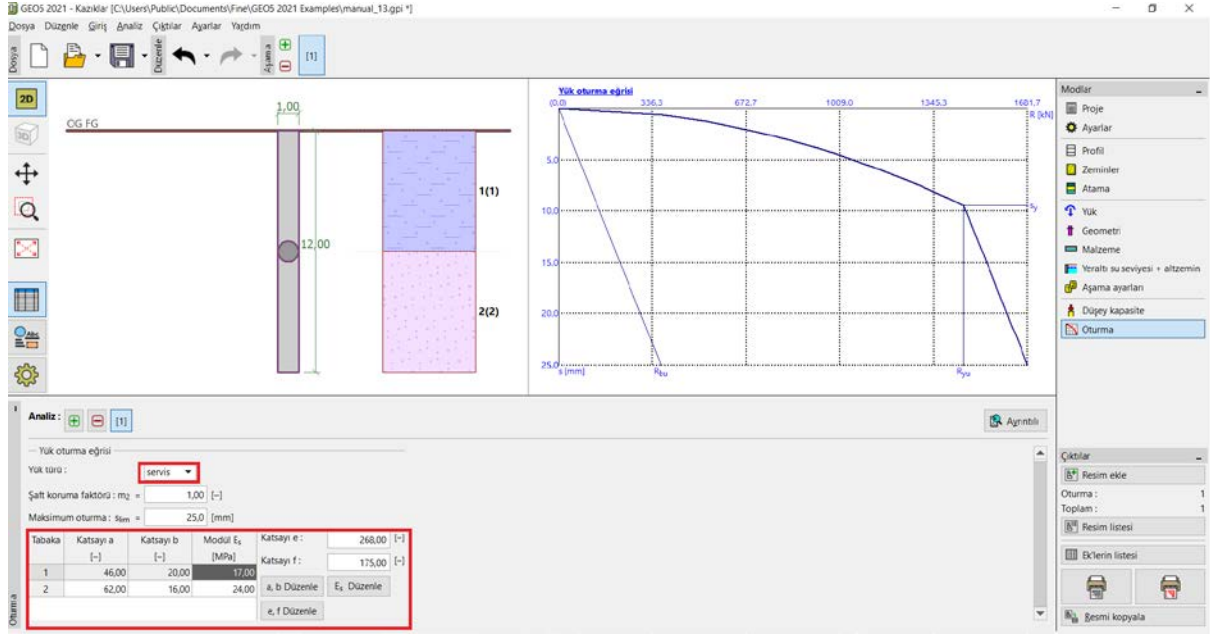
Kohezyonsuz zeminler
 (Id = görelî kompaksiyon)

	e	f
Id = 0.5	268	175
Id = 0.7	490	445
Id = 1.0	1596	1400

Kohezyonlu zeminler
 (Ic = kıvam indeksi)

	e	f
Ic = 0.5	198	150
Ic > 1	988	1084

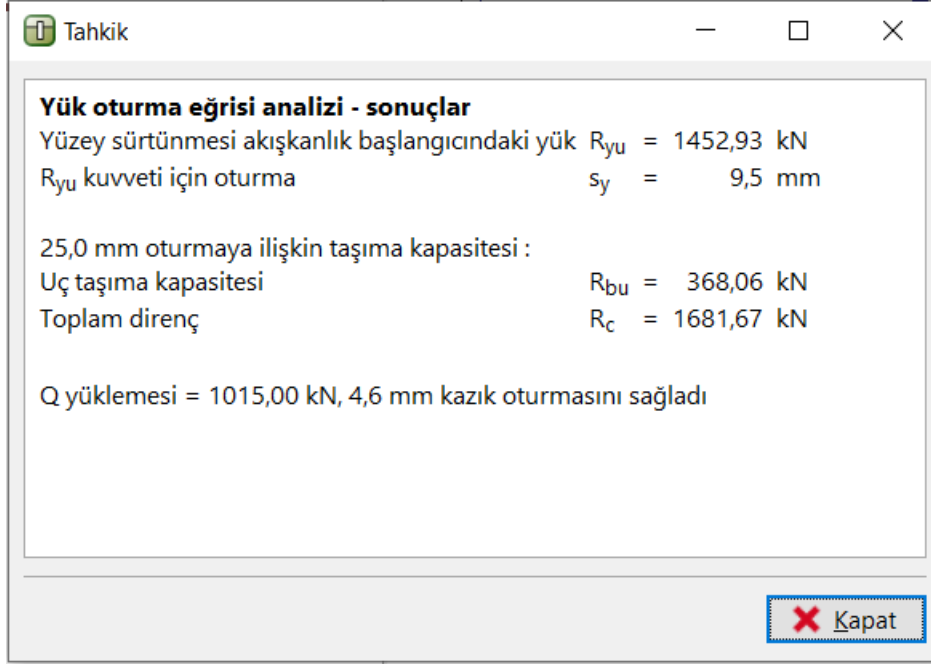
“Yük oturma eğrisi girişi – regresyon katsayıları e, f” penceresi



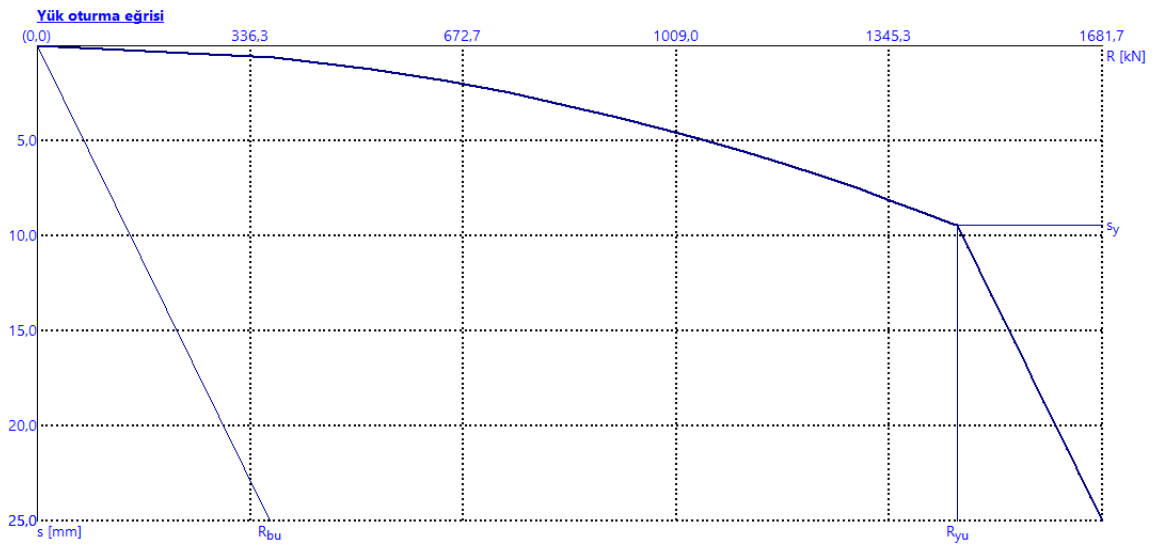
“Oturma” çerçevesi – doğrusal olmayan yerleşim teorisine göre çözüm (Masopust)

Not: Şaft sürtünmesi “a, b” regresyon katsayılarına bağlıdır. Kazık tabanındaki gerilme (tamamen mobilize edilmiş şaft sürtünmesinde) “e, f” regresyon katsayılarına bağlıdır. Bu regresyon katsayılarının değerleri, Çek ve Slovakya’da gerçekleştirilmiş yaklaşık 350 adet statik kazık yükleme testinin sonuçlarıyla istatistiksel analiz temelinde belirlenen regresyon eğrisi denklemlerinden türetilmiştir (daha fazla ayrıntı için program yardımı - F1’i ziyaret edin). Kohezyonsuz ve kohezyonlu zeminler için bu değerler sırasıyla rölatif sıklık indeksine I_d ve kıvam indeksine I_c bağlıdır (daha fazla ayrıntı için program yardımı – F1’i ziyaret edin).

Girilmiş servis yükü değeri için hesaplanan kazık oturması $s = 4.6 \text{ mm}$ ’dir.



Oturma sonuçları-Doğrusal olmayan eğri



"Oturma" penceresi – Doğrusal olmayan yüklem eğrisi (Masopust'a göre)

Not: Bu yöntem aynı zamanda, kazık yük taşıma kapasitesi analizi için de kullanılır. Burada program kazık taşıma kapasitesi limit oturma miktarına (genellikle 25 mm) göre hesaplar.

S_{lim} için toplam yük taşıma kapasitesi: $R_c = 1681.67 \text{ kN} > V_d = 1015.0 \text{ kN}$ **YETERLİ**

Sonuç

Program, belirtilen servis yükü için kazık oturmasını 4,6 ila 11,3 mm aralığında (kullanılan yöntemle bağlı olarak) hesapladı. Bu oturma, izin verilen maksimum oturmadan daha küçüktür – Kazık 2. limit durumu açısından tatmin edicidir.