

GNR MÜHENDİSLİK LTD. ŞTİ.

PTT Projesi

ANKARA

PRESİYOMETRE DEĞERLENDİRME RAPORU

Eylül 2019

PRESİYOMETRE DENEYİ

Günümüz mühendislik çalışmalarında zemin ve kaya mekaniğinin önemi herkes tarafından bilinmektedir. Bu nedenle laboratuvarında ve arazide temel bazı parametreleri elde etmek amaçlı birtakım deneyler ve bu deneyleri yapabilecek cihazlar geliştirilmiştir. Kuyu içi yanal yükleme deneylerinin bir türü olan Presiyometre deneyi, 1956 yılında Dr. Louis Menard tarafından geliştirilmiştir ve geniş uygulama alanıyla birçok jeoteknik problem çözümünde kullanılmaktadır. Menard, 1960'lı yılların başlarında Presiyometre cihazları imal etmeye başlamıştır. Ülkemizde ise ilk Presiyometre deneyleri 1969 yılında DSİ tarafından Menard firmasından alınan G-tipi Presiyometre ile başlamıştır.

Presiyometre deney aleti; dairesel basınç verilerek, zeminde dairesel deformasyon oluşturan silindirik şekilde bir sonda (prop) ve buna bağlı kumanda panosundan oluşan bir cihazdır. Kullanılan sondaların çapları zemin ve kuyu özelliğine göre değişmektedir. Bunun yanında Presiyometre deneyi, çok yumuşak ve yumuşak zeminlerin yanı sıra basınç dayanımı 10.000 kPa (10 mPa)'ya kadar olan zayıf kayalara da uygulanabilmektedir.

Presiyometre deneyinde; belirli aralıklarla sondaj kuyusu içine yerleştirilen prop ile kuyu duvarına kademeli olarak basınç verilir ve kuyu cidarında oluşan deformasyonlar 15-30-60 saniye aralıklarla ölçülür. Buna göre x-ekseni basınç seviyelerini (kg/cm^2), y-ekseni de bu seviyelerde oluşan hacim değişimlerini (cm^3) gösterecek şekilde basınç-deformasyon grafikleri çizilir. Deneylerden önce basınç ve hacim düzeltmeleri için gerekli olan membran ve hacim kalibrasyonları yapılır. Elde edilen verilerden hareketle deneyler sonrasında düzeltilmiş basınç ve düzeltilmiş hacim değerleri hesaplanır, düzeltilmiş Presiyometre grafikleri çizilir ve Deformasyon modülü (EM), Limit basınç (PL) ve Net limit basınç (PL*) değerleri elde edilir.

Elde edilen değerlere dayanılarak ve Menard formülasyonları kullanılarak taşıma gücü ve oturma miktarları her kuyu ve civarı için ayrı ayrı hesaplanır.

1. GİRİŞ

Bu çalışma; **ANKARA** İli/İlçesi sınırları içerisinde yer alan '**PTT Projesi**'ne ait zemin yerinde, mühendislik yapılarının oturtulacağı zeminin emniyet gerilmesinin hesabı ve oturmaların tahmini için yapılmıştır.

Deneylerden elde edilen veriler değerlendirilerek Presiyometre deney grafikleri (*EK-1*) ve Presiyometre kuyu logları (*EK-2*) hazırlanmıştır. Deney verileri ve proje bilgileri (*Tablo-2*) kullanılarak inşaat/proje yeri için zemin emniyet gerilmesi hesaplanmış ve oturma tahminleri yapılmıştır (*Tablo-4, EK-3*).

2. DENEY KOŞULLARI VE DEĞERLENDİRME ESASLARI

Bu bölümde; deneylerin yapıldığı yerdeki doğal koşullar, deney ekipmanının özellikleri ile hesaplamalardaki kabul ve yöntemler anlatılarak projeye, bu raporda sunulan zemine ait değerlerle ilgili karar verme kolaylığı sağlamak amaçlanmıştır. Bu noktadan hareketle yaptığımız tespit ve kabuller aşağıda sunulmuştur;

1. Proje kapsamında, **2** adet sondaj kuyusunda toplam **6** adet Presiyometre deneyi yapılabilmektedir.
2. Deneyler GA tipi Menard Presiyometresiyle yapılmış, kuyuların tamamında basınç uygulama aparatı olarak ölçüm hücresi hacmi **790 cm³** olan **NX** kodlu prop ve **HX kodlu casing** kullanılmıştır.
3. Deneylerden önce membran ve hacim düzeltmeleri için gerekli olan kalibrasyonlar yapılmıştır. Elde edilen verilerden hareketle deneyler sonrasında düzeltilmiş basınç ve düzeltilmiş hacim değerleri hesaplanmış, düzeltilmiş Presiyometre grafikleri çizilmiş ve EM, PL, PL* değerleri hesaplanmıştır (*Tablo-1, EK-1*).

4. Presiyometre deneylerinde, probun patlama tehlikesi ve kontrol ünitesinin su haznesi kapasitesinin sınırlı olması nedeniyle $V=V_c+2V_o$ kadar su enjekte edilemediğinden deney eğrilerinden direkt limit basınç (PL) elde edilememiş, PL tüm deneylerde 'extrapolasyon metodu' ile tahmin edilmiştir.

5. Taşıma gücü hesaplamalarında, limit basınç ve/veya diğer test değerlerinin aynı kuyuda farklılıklar göstermesi nedeniyle zemin "**HETEROJEN**" olarak kabul edilmiştir. Temel etki derinliği $\pm 1,5$ B alınmış ve temel etki derinliği içerisindeki net limit basınç değerleri kullanılmıştır. Eşdeğer net limit basınç (PL*)e, $\pm 1,5$ B derinliği içinde ölçülen net limit basınçların (PL*) geometrik ortalamasından elde edilmiştir.

6. Oturma hesapları için gerekli eşdeğer deformasyon modülleri, kuyulardaki deformasyon modüllerinin harmonik ortalamasından elde edilmiştir.

7. Hesaplanan oturma değeri için D_f / B oranına bağlı olarak % **18,00 - 18,41** oturma artışı uygulanmıştır. (Tablo-4, Şekil-3).

8. Her seviyede yapılan Presiyometre deneyleri tek tek değerlendirilerek grafikleri çizilmiş ve EK-1'de verilmiştir. Ayrıca Presiyometre kuyu logları da hazırlanarak EK-2'de sunulmuştur. Elde edilen Deformasyon Modülü (EM) ve Limit Basınç (PL) değerlerinin istatistiksel değerlendirmesi Tablo-3 ve Grafik-1'de sunulmuştur.

9. Bulunan "Net Limit Basınç" ve "Deformasyon Modülü" değerleri kullanılarak temel zeminin emniyetli taşıma gücü ve temel altında oluşacak oturma miktarları hesaplanmış ve rapor içinde sunulmuştur (Tablo-4, EK-3).

10. Deneyler ASTM-D4719 standardına uygun olarak gerçekleştirilmiştir. Elde edilen değerlerin birimlerinde SI (sign International) ölçü sistemi kullanılmıştır.

- 11.** Raporda sunulan Deformasyon Modülü, statik elastisite modülü değildir ve klasik elastisite modülü formüllerinde kullanılamaz.
- 12.** Raporda sunulan tüm presiyometrik parametreler, sadece Menard formülasyonları ile kullanılabilir.
- 13.** Kural olarak incelenen üst yapının genişliğinin yaklaşık iki katı derinliğe kadar, her metrede deney yapılmalıdır (*Baquetin vd.1978*). Bu kapsamda; deney adetleri ve metrajları sağlıklı veri elde etmek adına yetersiz olabileceğinden bu raporda verilen taşıma gücü ve oturma değerlerinin varsa laboratuvar ve diğer arazi deney sonuçları ile karşılaştırılması önerilmektedir.

Tablo-1: Projeye ait presiometrik değerler

Kuyu No	Derinlik (m)	Limit Basınç PL (kg/cm ²)	Deformasyon Modülü Em (kg/cm ²)
SK-1	1	6,05	148,79
SK-1	2	6,21	154,92
SK-1	3	6,16	120,35
SK-1	4	6,45	152,94
SK-2	1	12,58	66,64
SK-2	3	23,47	370,12

Tablo-2: Firma tarafından beyan edilen proje bilgileri

Kuyu No	Temel Uzunluğu (L - cm)	Temel Genislięi (B - cm)	Temel Derinliği (Df - cm)	Proje Yüku (q* - kg/cm ²)
SK-1	2500	1500	150	1,50
SK-2	1242	1242	99	0,96

Tablo-3: Elde edilen Deformasyon Modülü (Em) ve Limit Basınç (PL) değerlerinin istatistiksel değerlendirmesi

Kuyu No	Deney (Adet)	Limit Basınç (PL - kg/cm ²)			Deformasyon Modülü (Em - kg/cm ²)		
		Ortalama	En Yüksek	En Düşük	Ortalama	En Yüksek	En Düşük
SK-1	4	6,22	6,45	6,05	144,25	154,92	120,35
SK-2	2	18,03	23,47	12,58	218,38	370,12	66,64

3. TAŞIMA GÜCÜ HESAPLARI

Taşıma gücü hesabında aşağıdaki yarı ampirik formül kullanılmıştır (*Centre d'Etudes Mênard, 1967*).

$$q = q_0 + k \cdot (P_L - P_0)$$

$$q_a^* = k \cdot (P_L^*)_e / G_s$$

- q** : *Temel zeminin nihai (sınır) taşıma gücü (kg/cm²)*
- q₀** : *Zeminin temel seviyesindeki düşey içsel basıncı ($\gamma \times D_f$)*
- k** : *Temel genişliğine ve derinliğine bağlı katsayı (Şekil-1)*
- P_L-P₀** : *Presiyometre deneyinden bulunan net limit basınç (P_L^{*})*
- (P_L^{*})_e** : *Eşdeğer net limit basınç (kg/cm²)*
- G_s** : *Güvenlik katsayısı (genellikle 3 alınır).*
- q_a^{*}** : *Temel zeminin emniyetli taşıma gücü (kg/cm²)*
- P_{L1}^{*}** : *Temel taban seviyesinin üstünde +3R ile +R aralığında tespit edilen net limit basınç değerlerinin geometrik ortalaması.*
- P_{L2}^{*}** : *Temel taban seviyesinin üstündeki +R ile temel taban seviyesinin altındaki -R aralığında tespit edilen net limit basınç değerlerinin geometrik ortalaması.*
- P_{L3}^{*}** : *Temel taban seviyesinin altındaki -R ile -3R aralığında tespit edilen net limit basınç değerlerinin geometrik ortalaması.*

SK-1

Direnci derinlikle değişken olan tabakalara temel oturtulduğunda, elde edilen net limit basınç değerlerinin geometrik ortalaması alınarak eşdeğer net limit basınçların hesaplanması gerekir. Eşdeğer net limit basınç, temel etki zonu içerisindeki ($\pm 1,5 B$) net limit basınç değerlerinden hesaplanmış olup aşağıdaki gibi belirlenir.

$$(PL^*)_e = [PL1^* \cdot PL2^* \cdot PL3^*]^{1/3}$$

PL1*	=	-	kg/cm ²
PL2*	=	4,70	kg/cm ²
PL3*	=	-	kg/cm ²
(PL*)_e	=	4,70	kg/cm ²

Zeminin emniyetli taşıma gücü aşağıdaki formülden hesaplanır;

$$qa^* = k \cdot (PL^*)_e / G_s$$

(PL*)_e	=	4,70	kg/cm ²
k	=	1,22	
G_s	=	3,1	alınır ise;
qa*	=	5,74	Sınır taşıma gücü [k. (PL*) _e]
qa*	=	1,85	Emniyetli taşıma gücü (Sürşarj hariç)

SK-2

Direnci derinlikle değişken olan tabakalara temel oturtulduğunda, elde edilen net limit basınç değerlerinin geometrik ortalaması alınarak eşdeğer net limit basınçların hesaplanması gerekir. Eşdeğer net limit basınç, temel etki zonu içerisindeki ($\pm 1,5 B$) net limit basınç değerlerinden hesaplanmış olup aşağıdaki gibi belirlenir.

$$(PL^*)_e = [PL1^* \cdot PL2^* \cdot PL3^*]^{1/3}$$

PL1*	=	-	kg/cm ²
PL2*	=	13,67	kg/cm ²
PL3*	=	-	kg/cm ²
(PL*)_e	=	13,67	kg/cm ²

Zeminin emniyetli taşıma gücü aşağıdaki formülden hesaplanır;

$$qa^* = k \cdot (PL^*)_e / G_s$$

(PL*)_e	=	13,67	kg/cm ²
k	=	1,6	
G_s	=	3,1	alınır ise;
qa*	=	21,87	Sınır taşıma gücü [k. (PL*) _e]
qa*	=	7,06	Emniyetli taşıma gücü (Sürşarj hariç)

4. OTURMA HESAPLARI

Oturma hesaplamalarında aşağıda verilen formül kullanılmıştır (*Centre d'Etudes Mènard, 1967*).

$$S = \frac{2}{9 \cdot E_d} \cdot q^* \cdot B_0 \cdot \left(\lambda_d \cdot \frac{B}{B_0} \right)^\alpha + \frac{\alpha}{9 \cdot E_c} \cdot q^* \cdot \lambda_c \cdot B$$

- S** : Oturma
- S*** : Net oturma
- E_d** : Deviatorik bölgedeki deformasyon modülü
- E_c** : Küresel bölgedeki deformasyon modülü
- q*** : Net taban basıncı (cm²'ye düşen proje yükü)
- B₀** : Temel referans genişliği
- D_f** : Temel derinliği
- B** : Temel genişliği
- L** : Temel uzunluğu
- λ_d** : L / B oranına bağlı temel şekli faktörü
- λ_c** : L / B oranına bağlı temel şekli faktörü
- α** : E_M / P_L* oranına bağlı reolojik katsayı
- S_f** : D_f / B oranına bağlı oturma artış faktörü

SK-1

Oturma hesapları, firma tarafından beyan edilen aşağıdaki bilgilere göre yapılmıştır. Hesaplama Df ile 16R arasındaki değerler kullanılmıştır.

$$q^* = 1,50 \text{ kg/cm}^2$$

$$Df = 150 \text{ cm}$$

$$B = 1500 \text{ cm}$$

$$L = 2500 \text{ cm}$$

Küresel bölgedeki Presiyometre deformasyon modülü temel in hemen altındaki ilk tabaka deformasyon modülüne eşit olduğundan aşağıdaki gibi bulunur;

$$E_c = E_1 = 140,83 \text{ kg/cm}^2$$

Deviatorik bölgedeki eşdeğer Presiyometre modülleri, her tabaka içerisinde ölçülen deformasyon modüllerinin harmonik ortalamasının alınması sonucunda bulunur;

$$E_2 = 140,83 \text{ kg/cm}^2$$

$$E_{345} = 140,83 \text{ kg/cm}^2$$

$$E_{678} = 140,83 \text{ kg/cm}^2$$

$$E_{9-16} = 140,83 \text{ kg/cm}^2$$

$$E_d = 141,66 \text{ kg/cm}^2$$

$$E_d = (4 / ((1 / E_1) + (1 / (0,85 * E_2)) + (1 / E_{345}) + (1 / (2,5 * E_{678})) + (1 / (2,5 * E_{9-16}))))$$

$$\alpha = 0,33 \text{ (İlgili çizelgeden)}$$

$$\lambda_c = \sim 1,17 \text{ (Şekil-2)}$$

$$\lambda_d = \sim 1,39 \text{ (Şekil-2)}$$

esitliiden temel in oturması:

$$S = 1,14 \text{ cm}$$

Df / B oranına bağlı oturma artış faktöründen (Sf) dolayı oturma % 18,00 arttırılırsa;

$$S^* = 1,34 \text{ Net Oturma (cm)}$$

SK-2

Oturma hesapları, firma tarafından beyan edilen aşağıdaki bilgilere göre yapılmıştır. Hesaplama Df ile 16R arasındaki değerler kullanılmıştır.

$$q^* = 0,96 \text{ kg/cm}^2$$

$$Df = 99 \text{ cm}$$

$$B = 1242 \text{ cm}$$

$$L = 1242 \text{ cm}$$

Küresel bölgedeki Presiyometre deformasyon modülü temelin hemen altındaki ilk tabaka deformasyon modülüne eşit olduğundan aşağıdaki gibi bulunur;

$$E_c = E_1 = 112,94 \text{ kg/cm}^2$$

Deviatorik bölgedeki eşdeğer Presiyometre modülleri, her tabaka içerisinde ölçülen deformasyon modüllerinin harmonik ortalamasının alınması sonucunda bulunur;

$$E_2 = 112,94 \text{ kg/cm}^2$$

$$E_{345} = 112,94 \text{ kg/cm}^2$$

$$E_{678} = 112,94 \text{ kg/cm}^2$$

$$E_{9-16} = 112,94 \text{ kg/cm}^2$$

$$E_d = 113,61 \text{ kg/cm}^2$$

$$E_d = (4 / ((1 / E_1) + (1 / (0,85 * E_2)) + (1 / E_{345}) + (1 / (2,5 * E_{678})) + (1 / (2,5 * E_{9-16}))))$$

$$\alpha = 0,33 \text{ (İlgili çizelgeden)}$$

$$\lambda_c = \sim 1,10 \text{ (Şekil-2)}$$

$$\lambda_d = \sim 1,12 \text{ (Şekil-2)}$$

esitliiden temelin oturması:

$$S = 0,74 \text{ cm}$$

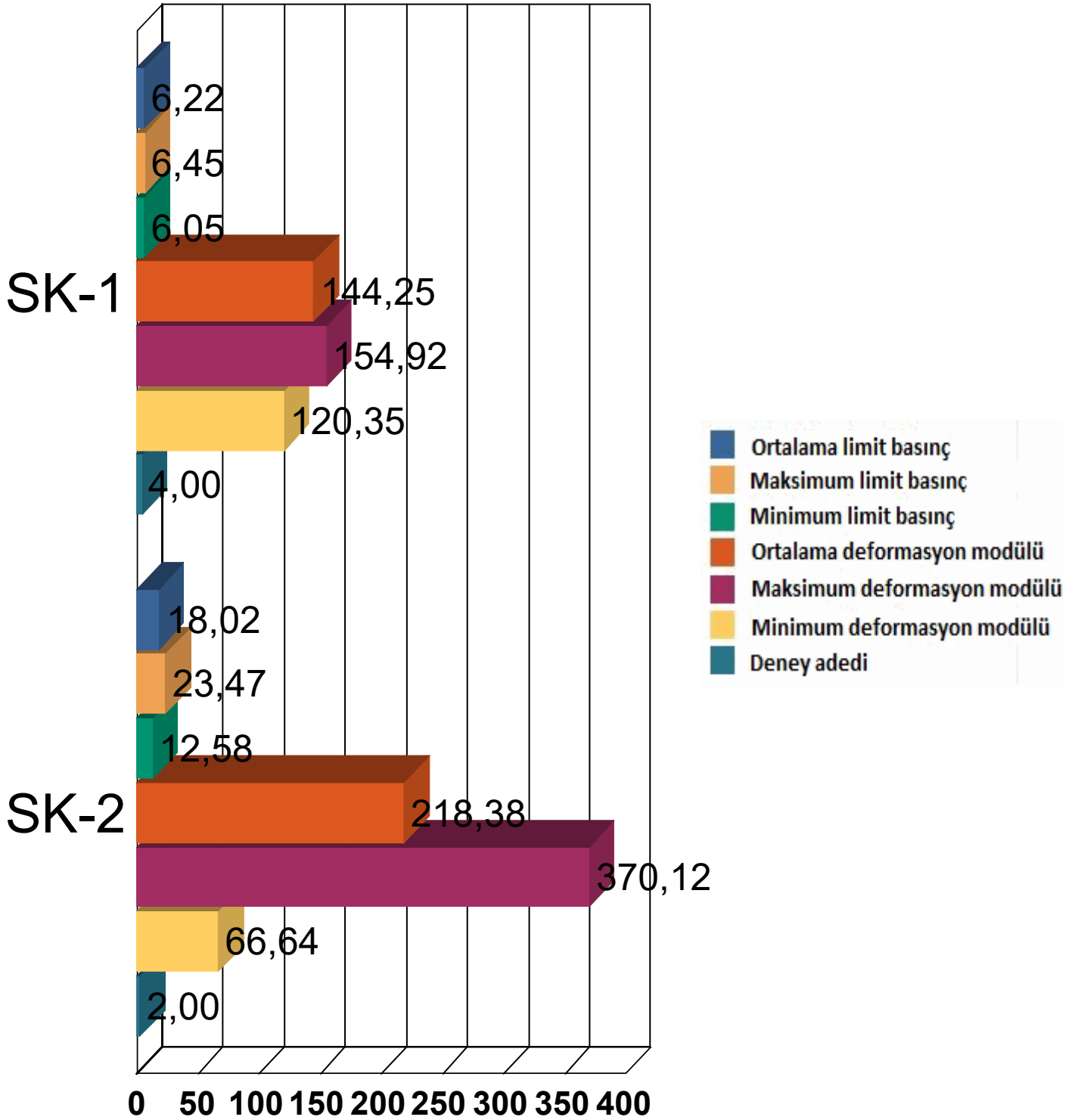
Df / B oranına bağlı oturma artış faktöründen (Sf) dolayı oturma % 18,41 arttırılırsa;

$$S^* = 0,88 \text{ Net Oturma (cm)}$$

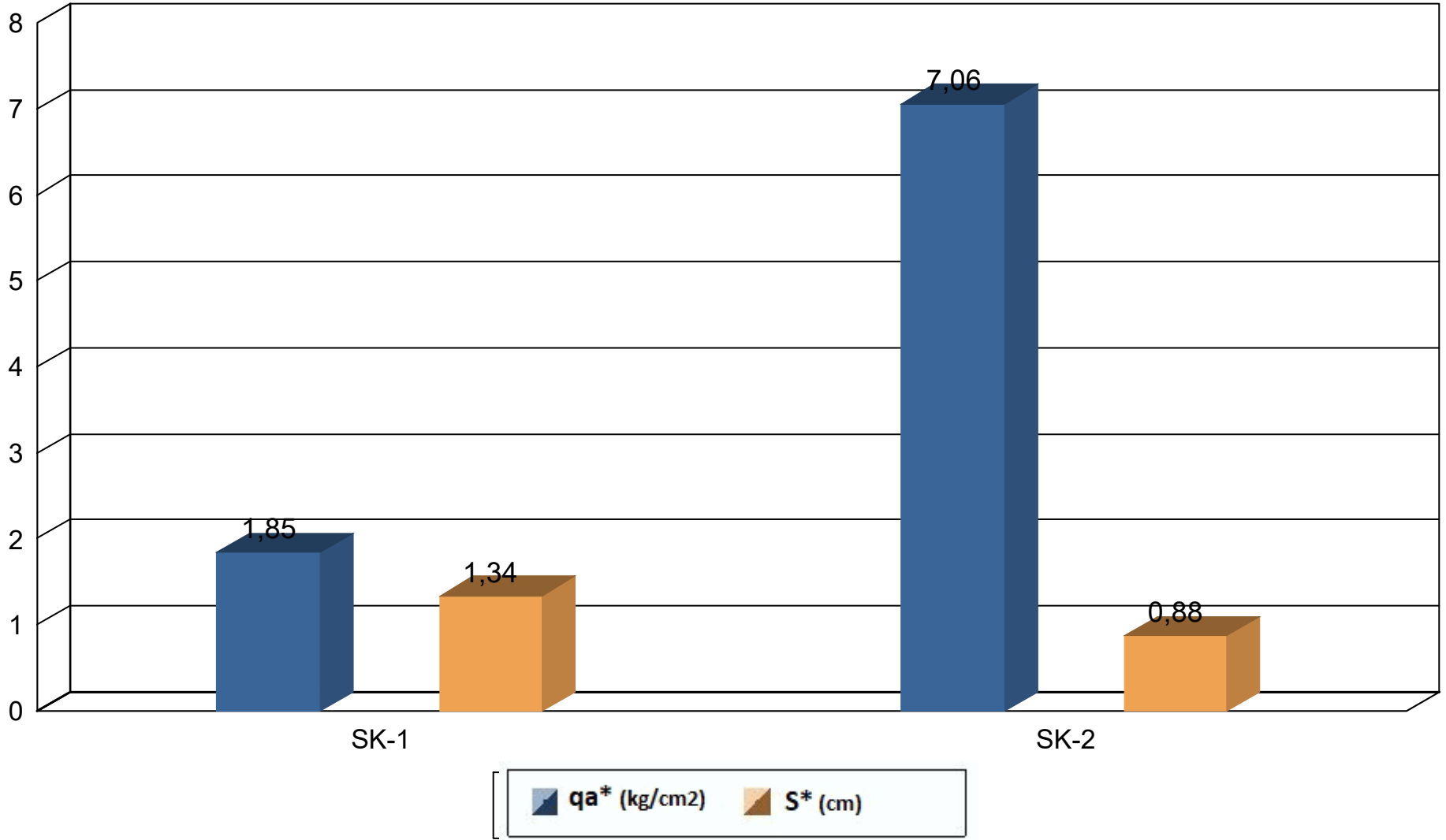
Tablo-4: Projeye ait presiometrik parametreler ve değerlendirme sonuçları

Kuyu No	L	B	Bo	Df	q*	k	Gs	(PL*)e	α	λ_c	λ_d	Ec	Ed	Sf	qa*	S*
SK-1	2500	1500	60	150	1,50	1,22	3,1	4,70	0,33	1,17	1,39	140,83	141,66	18,00	1,85	1,34
SK-2	1242	1242	60	99	0,96	1,6	3,1	13,67	0,33	1,10	1,12	112,94	113,61	18,41	7,06	0,88

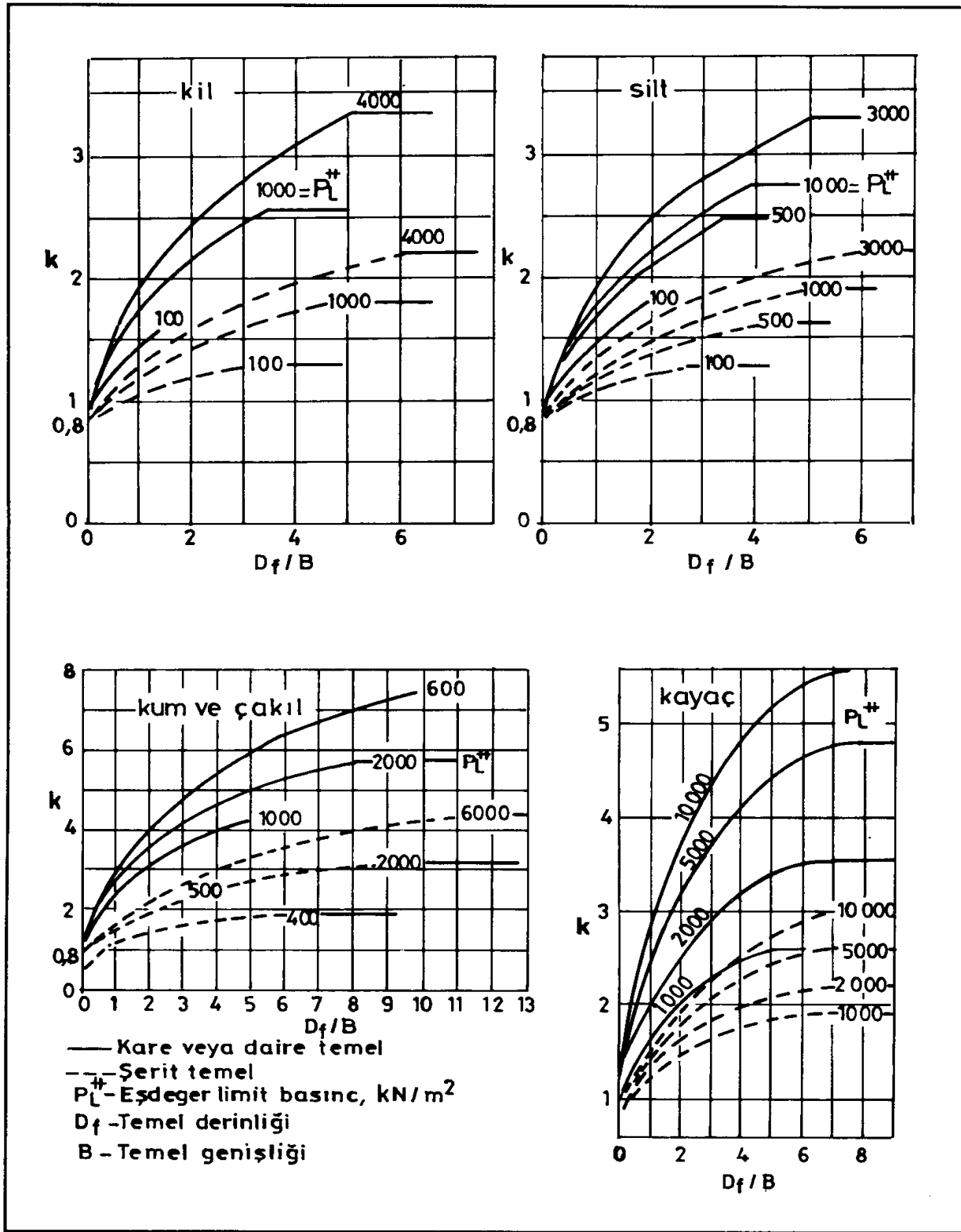
Grafik-1: Deneylerden elde edilen Deformasyon Modülü (Em) ve Limit Basınç (PL) değerlerinin grafiksel gösterimi



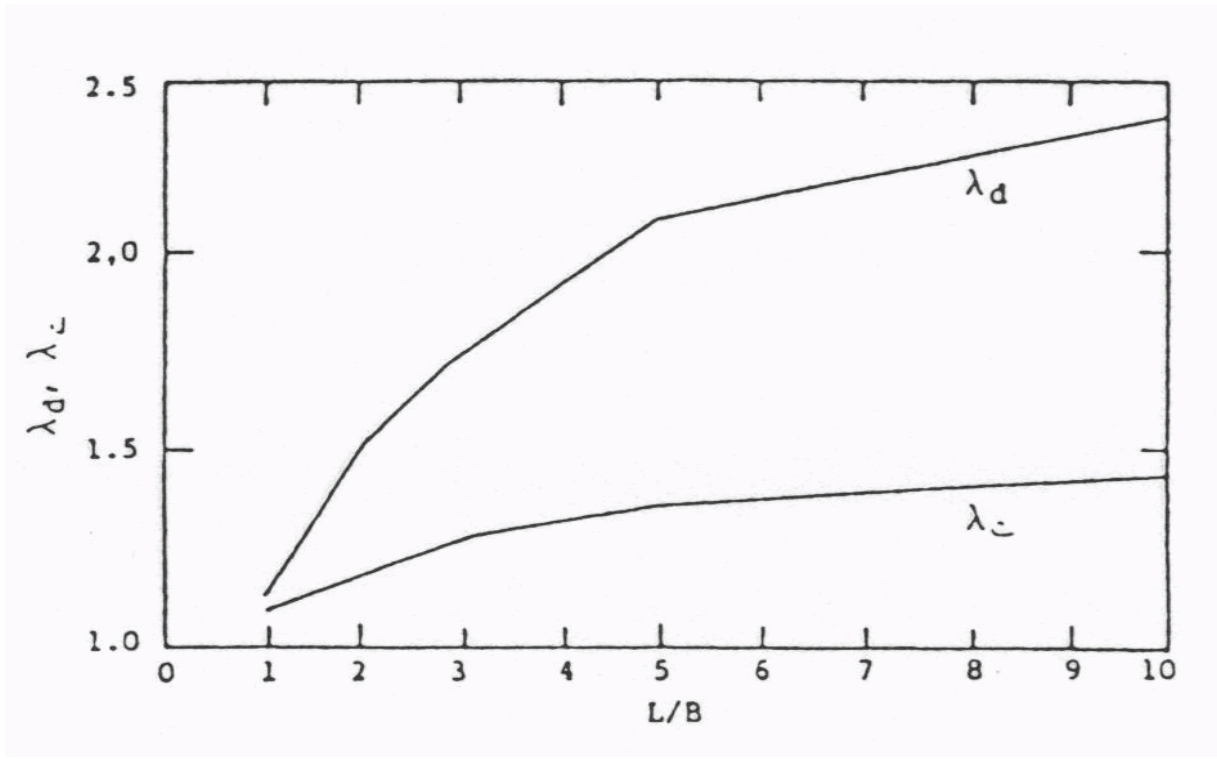
Grafik-2: Presiyometre deneylerinden elde edilen Taşıma Gücü (q_a^*) ve Net Oturma (S^*) değerlerinin grafiksel gösterimi



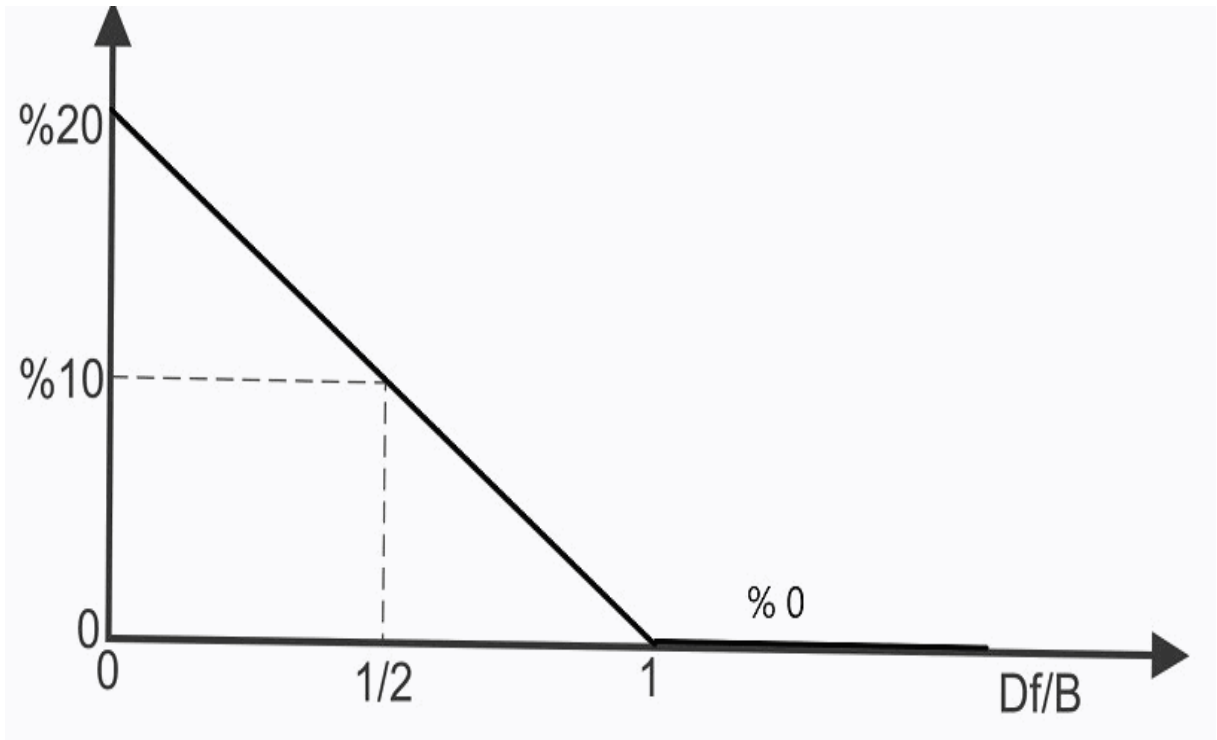
* Proje yükü (q^*) bilinmiyorsa (raporda "P" ile gösterilmişse) S^* değeri için yukarıda verilen değer daha sonra belirlenecek Proje yükü ile çarpılmalıdır.



Şekil-1: "k" katsayısı faktörü için hazırlanmış grafikler (Baquelin vd, 1978)



Şekil-2: Temel şekli faktörleri (Baquelin vd, 1978)



Şekil-3: Oturma artış faktörü (Baquelin vd, 1978)

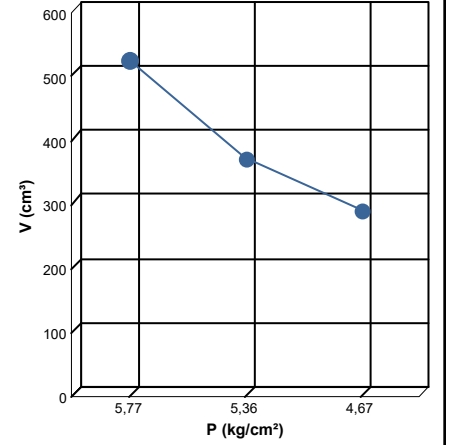
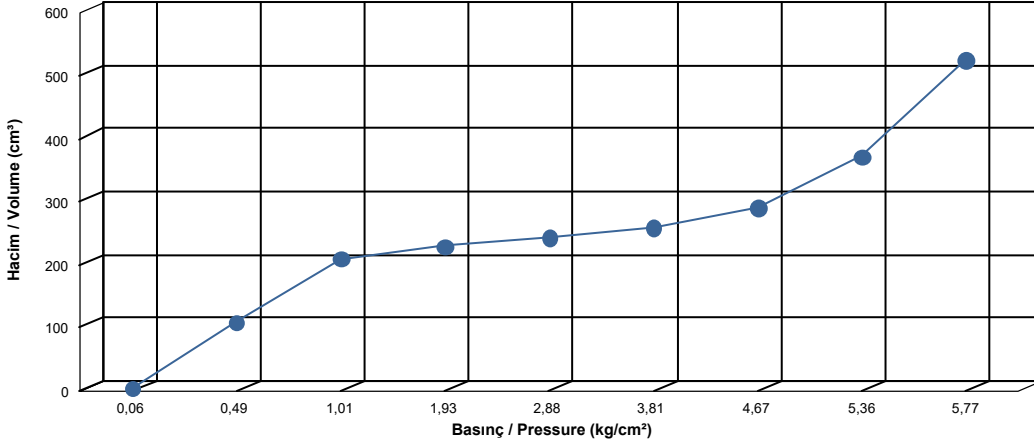
GNR MÜHENDİSLİK LTD. ŞTİ.

PRESİYOMETRE DENEYİ
PRESSUREMETER TEST

Proje Adı / Yeri Project Name / Location	PTT Projesi / ANKARA				Tarih Date of Test
Firma Adı Company Name	GNR				25.09.2019
Presiyometre Türü Type of Pressuremeter	GA	Sonda Tipi Type of Probe	NX	Deney Derinliği (m) Test Depth	1
Kuyu No Borehole Number	SK-1	Manometre Yüksekliği (m) Height of Manometer	0,6		

Sıra	Deney Basıncı	Hacim Ölçer	Hidrostatik Okuması	Hacim Düzeltmesi	Düzeltilmiş Hacim	Membran Düzeltmesi	Düzeltilmiş Basıncı
1	0,00	5	0,06	0,00	5	0,00	0,06
2	1,00	110	1,06	0,00	110	0,57	0,49
3	2,00	210	2,06	0,00	210	1,05	1,01
4	3,00	230	3,06	0,00	230	1,13	1,93
5	4,00	245	4,06	1,00	244	1,18	2,88
6	5,00	262	5,06	2,00	260	1,25	3,81
7	6,00	295	6,06	2,50	292	1,39	4,67
8	7,00	375	7,06	3,00	372	1,70	5,36
9	8,00	530	8,06	4,00	526	2,29	5,77

Limit Basıncı PL (kg/cm ²)	6,05	Net Limit Basıncı PL* (kg/cm ²)	5,04	Deformasyon Modülü Em (kg/cm ²)	148,79
--	-------------	---	-------------	---	---------------



Pi (kg/cm²)	1,01	Vo (cm³)	210	ΔP (kg/cm²)	1,87	Em / PL	24,59
Pf (kg/cm²)	2,88	Vf (cm³)	244	ΔV (cm³)	34,00	Em / PL*	29,52
Teknisyen / Tested By				Kontrol / Supervisor			
Erol ÖZOKTAY JYM				Gökhan Öz JM			

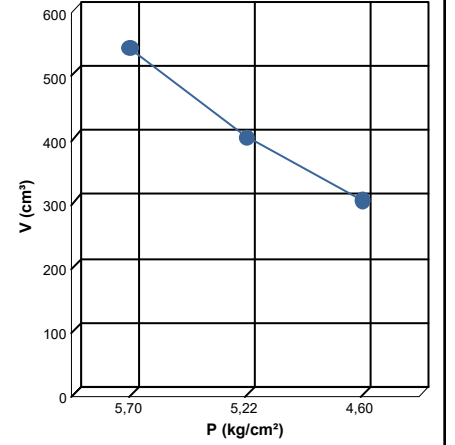
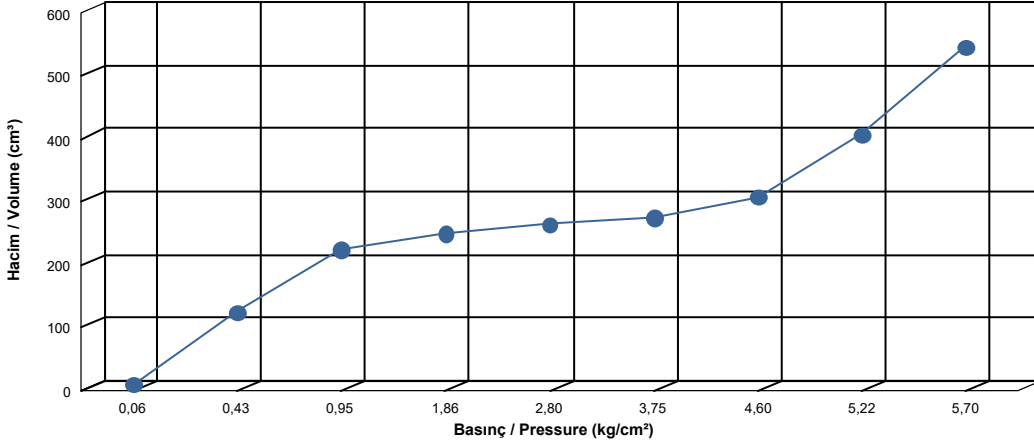
GNR MÜHENDİSLİK LTD. ŞTİ.

PRESİYOMETRE DENEYİ
PRESSUREMETER TEST

Proje Adı / Yeri Project Name / Location	PTT Projesi / ANKARA				Tarih Date of Test
Firma Adı Company Name	GNR				25.09.2019
Presiyometre Türü Type of Pressuremeter	GA	Sonda Tipi Type of Probe	NX	Deney Derinliği (m) Test Depth	2
Kuyu No Borehole Number	SK-1	Manometre Yüksekliği (m) Height of Manometer	0,6		

Sıra	Deney Basıncı	Hacim Ölçer	Hidrostatik Okuması	Hacim Düzeltmesi	Düzeltilmiş Hacim	Membran Düzeltmesi	Düzeltilmiş Basıncı
1	0,00	10	0,06	0,00	10	0,00	0,06
2	1,00	125	1,06	0,00	125	0,63	0,43
3	2,00	225	2,06	0,00	225	1,11	0,95
4	3,00	250	3,06	0,00	250	1,20	1,86
5	4,00	265	4,06	1,00	264	1,26	2,80
6	5,00	277	5,06	2,00	275	1,31	3,75
7	6,00	310	6,06	2,50	308	1,46	4,60
8	7,00	410	7,06	3,00	407	1,84	5,22
9	8,00	550	8,06	4,00	546	2,36	5,70

Limit Basıncı PL (kg/cm ²)	6,21	Net Limit Basıncı PL* (kg/cm ²)	5,26	Deformasyon Modülü Em (kg/cm ²)	154,92
--	-------------	---	-------------	---	---------------



Pi (kg/cm²)	0,95	Vo (cm³)	225	ΔP (kg/cm²)	2,80	Em / PL	24,95
Pf (kg/cm²)	3,75	Vf (cm³)	275	ΔV (cm³)	50,00	Em / PL*	29,45
Teknisyen / Tested By				Kontrol / Supervisor			
Erol ÖZOKTAY JYM				Gökhan Öz JM			

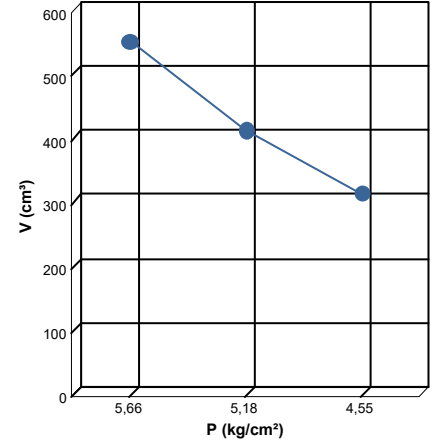
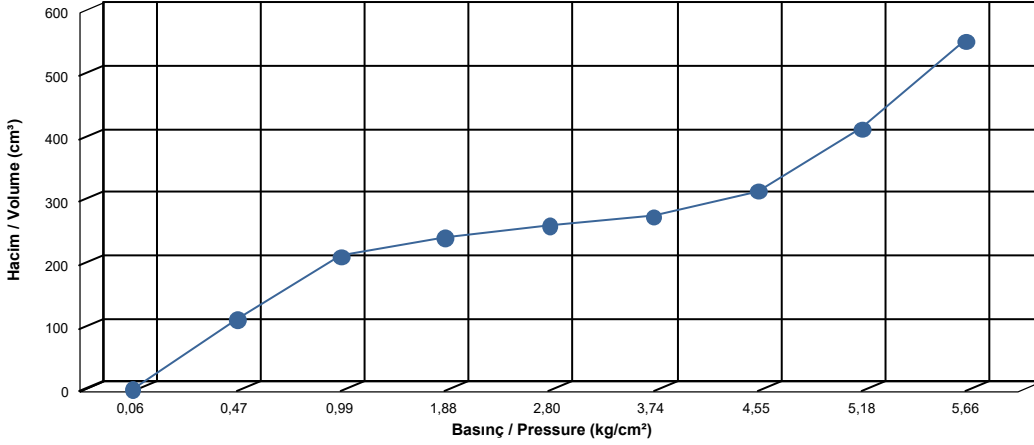
GNR MÜHENDİSLİK LTD. ŞTİ.

PRESİYOMETRE DENEYİ
PRESSUREMETER TEST

Proje Adı / Yeri Project Name / Location	PTT Projesi / ANKARA				Tarih Date of Test
Firma Adı Company Name	GNR				25.09.2019
Presiyometre Türü Type of Pressuremeter	GA	Sonda Tipi Type of Probe	NX	Deney Derinliği (m) Test Depth	3
Kuyu No Borehole Number	SK-1	Manometre Yüksekliği (m) Height of Manometer	0,6		

Sıra	Deney Basıncı	Hacim Ölçer	Hidrostatik Okuması	Hacim Düzeltmesi	Düzeltilmiş Hacim	Membran Düzeltmesi	Düzeltilmiş Basıncı
1	0,00	5	0,06	0,00	5	0,00	0,06
2	1,00	115	1,06	0,00	115	0,59	0,47
3	2,00	215	2,06	0,00	215	1,07	0,99
4	3,00	245	3,06	0,00	245	1,18	1,88
5	4,00	265	4,06	1,00	264	1,26	2,80
6	5,00	280	5,06	2,00	278	1,32	3,74
7	6,00	320	6,06	2,50	318	1,51	4,55
8	7,00	420	7,06	3,00	417	1,88	5,18
9	8,00	560	8,06	4,00	556	2,40	5,66

Limit Basıncı PL (kg/cm ²)	6,16	Net Limit Basıncı PL* (kg/cm ²)	5,17	Deformasyon Modülü Em (kg/cm ²)	120,35
--	-------------	---	-------------	---	---------------



Pi (kg/cm²)	0,99	Vo (cm³)	215	ΔP (kg/cm²)	2,75	Em / PL	19,54
Pf (kg/cm²)	3,74	Vf (cm³)	278	ΔV (cm³)	63,00	Em / PL*	23,28
Teknisyen / Tested By				Kontrol / Supervisor			
Erol ÖZOKTAY JYM				Gökhan Öz JM			

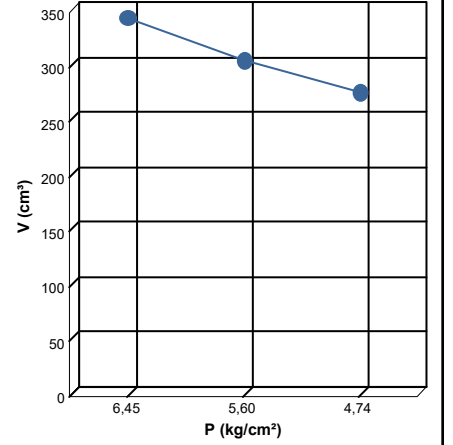
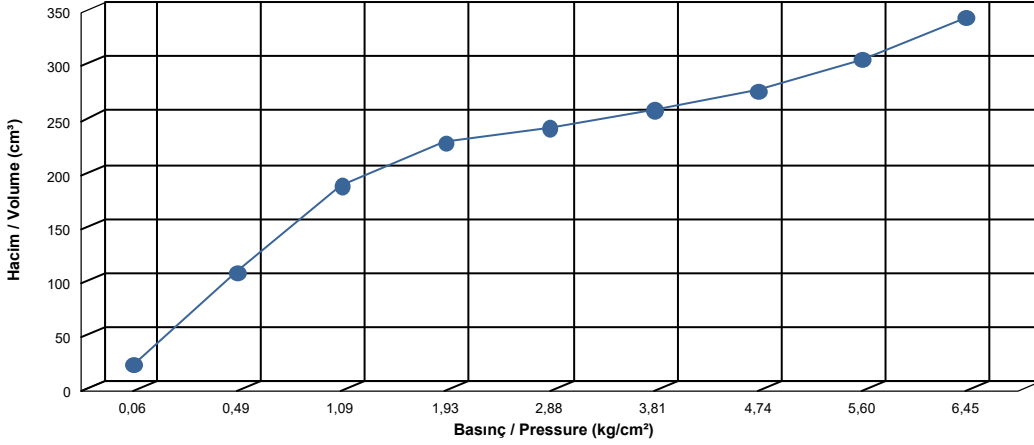
GNR MÜHENDİSLİK LTD. ŞTİ.

PRESİYOMETRE DENEYİ
PRESSUREMETER TEST

Proje Adı / Yeri Project Name / Location	PTT Projesi / ANKARA				Tarih Date of Test
Firma Adı Company Name	GNR				25.09.2019
Presiyometre Türü Type of Pressuremeter	GA	Sonda Tipi Type of Probe	NX	Deney Derinliği (m) Test Depth	4
Kuyu No Borehole Number	SK-1	Manometre Yüksekliği (m) Height of Manometer	0,6		

Sıra	Deney Basıncı	Hacim Ölçer	Hidrostatik Okuması	Hacim Düzeltmesi	Düzeltilmiş Hacim	Membran Düzeltmesi	Düzeltilmiş Basıncı
1	0,00	25	0,06	0,00	25	0,00	0,06
2	1,00	110	1,06	0,00	110	0,57	0,49
3	2,00	190	2,06	0,00	190	0,97	1,09
4	3,00	230	3,06	0,00	230	1,13	1,93
5	4,00	245	4,06	1,00	244	1,18	2,88
6	5,00	262	5,06	2,00	260	1,25	3,81
7	6,00	280	6,06	2,50	278	1,32	4,74
8	7,00	310	7,06	3,00	307	1,46	5,60
9	8,00	350	8,06	4,00	346	1,61	6,45

Limit Basıncı PL (kg/cm ²)	6,45	Net Limit Basıncı PL* (kg/cm ²)	3,57	Deformasyon Modülü Em (kg/cm ²)	152,94
--	-------------	---	-------------	---	---------------



Pi (kg/cm²)	2,88	Vo (cm³)	244	ΔP (kg/cm²)	1,86	Em / PL	23,71
Pf (kg/cm²)	4,74	Vf (cm³)	278	ΔV (cm³)	34,00	Em / PL*	42,84
Teknisyen / Tested By			Kontrol / Supervisor				
Erol ÖZOKTAY JYM			Gökhan Öz JM				

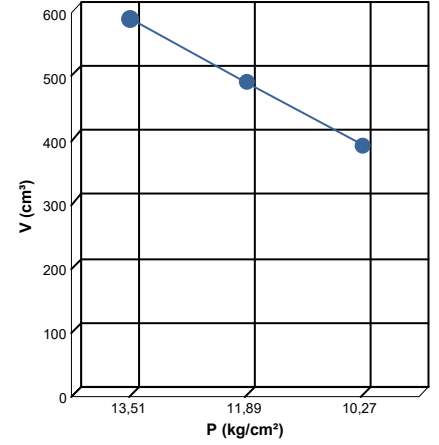
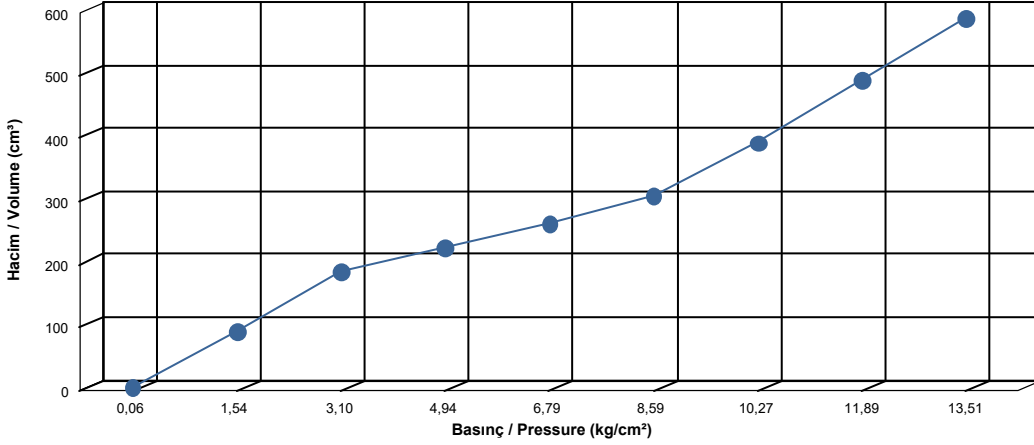
GNR MÜHENDİSLİK LTD. ŞTİ.

PRESİYOMETRE DENEYİ
PRESSUREMETER TEST

Proje Adı / Yeri <i>Project Name / Location</i>	PTT Projesi / ANKARA				Tarih <i>Date of Test</i>
Firma Adı <i>Company Name</i>	GNR				23.06.2019
Presiyometre Türü <i>Type of Pressuremeter</i>	GA	Sonda Tipi <i>Type of Probe</i>	AX	Deney Derinliği (m) <i>Test Depth</i>	1
Kuyu No <i>Borehole Number</i>	SK-2	Manometre Yüksekliği (m) <i>Height of Manometer</i>	0,6		

Sıra	Deney Basıncı	Hacim Ölçer	Hidrostatik Okuması	Hacim Düzeltmesi	Düzeltilmiş Hacim	Membran Düzeltmesi	Düzeltilmiş Basıncı
1	0,00	5	0,06	0,00	5	0,00	0,06
2	2,00	95	2,06	0,00	95	0,52	1,54
3	4,00	190	4,06	1,00	189	0,96	3,10
4	6,00	230	6,06	2,50	228	1,12	4,94
5	8,00	270	8,06	4,00	266	1,27	6,79
6	10,00	315	10,06	5,33	310	1,47	8,59
7	12,00	400	12,06	6,00	394	1,79	10,27
8	14,00	500	14,06	6,85	493	2,17	11,89
9	16,00	600	16,06	7,70	592	2,55	13,51

Limit Basıncı PL (kg/cm ²)	12,58	Net Limit Basıncı PL* (kg/cm ²)	9,12	Deformasyon Modülü Em (kg/cm ²)	66,64
--	--------------	---	-------------	---	--------------



Pi (kg/cm²)	4,94	Vo (cm³)	228	ΔP (kg/cm²)	3,65	Em / PL	5,30
Pf (kg/cm²)	8,59	Vf (cm³)	310	ΔV (cm³)	82,00	Em / PL*	7,31
Teknisyen / Tested By			Kontrol / Supervisor				
Erol ÖZOKTAY <i>Jeoloji Yüksek Mühendisi</i>			Gökhan Öz <i>Teknisyen</i>				

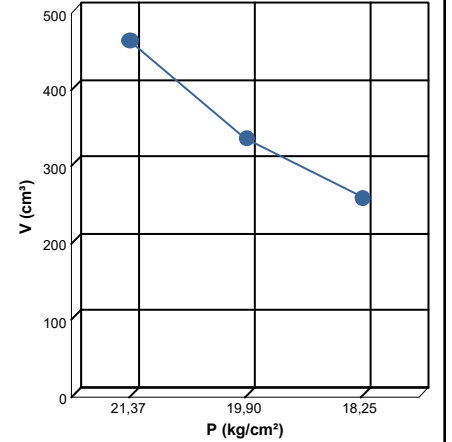
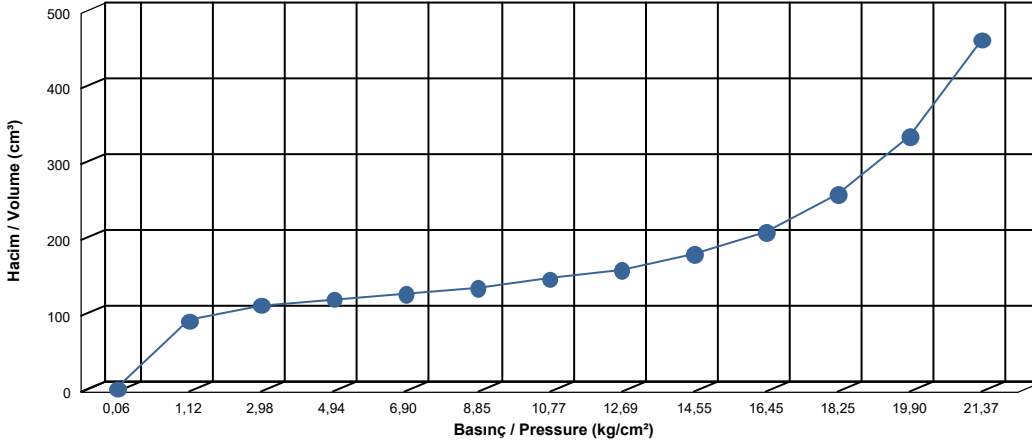
GNR MÜHENDİSLİK LTD. ŞTİ.

PRESİYOMETRE DENEYİ PRESSUREMETER TEST

Proje Adı / Yeri <i>Project Name / Location</i>	PTT Projesi / ANKARA				Tarih <i>Date of Test</i>
Firma Adı <i>Company Name</i>	GNR				23.06.2019
Presiyometre Türü <i>Type of Pressuremeter</i>	GA	Sonda Tipi <i>Type of Probe</i>	AX	Deney Derinliği (m) <i>Test Depth</i>	3
Kuyu No <i>Borehole Number</i>	SK-2	Manometre Yüksekliği (m) <i>Height of Manometer</i>	0,6		

Sıra	Deney Basıncı	Hacim Ölçer	Hidrostatik Okuması	Hacim Düzeltmesi	Düzeltilmiş Hacim	Membran Düzeltmesi	Düzeltilmiş Basıncı
1	0,00	5	0,06	0,00	5	0,00	0,06
2	2,00	95	2,06	0,00	95	0,94	1,12
3	4,00	115	4,06	0,00	115	1,08	2,98
4	6,00	124	6,06	1,00	123	1,12	4,94
5	8,00	132	8,06	1,50	130	1,16	6,90
6	10,00	140	10,06	2,00	138	1,21	8,85
7	12,00	152	12,06	2,40	150	1,29	10,77
8	14,00	165	14,06	2,80	162	1,37	12,69
9	16,00	185	16,06	3,20	182	1,51	14,55
10	18,00	215	18,06	3,60	211	1,61	16,45
11	20,00	265	20,06	4,00	261	1,81	18,25
12	22,00	342	22,06	4,40	338	2,16	19,90
13	24,00	470	24,06	4,80	465	2,69	21,37

Limit Basıncı PL (kg/cm ²)	23,47	Net Limit Basıncı PL* (kg/cm ²)	20,49	Deformasyon Modülü Em (kg/cm ²)	370,12
--	--------------	---	--------------	---	---------------



Pi (kg/cm²)	2,98	Vo (cm³)	115	ΔP (kg/cm²)	9,71	Em / PL	15,77
Pf (kg/cm²)	12,69	Vf (cm³)	162	ΔV (cm³)	47,00	Em / PL*	18,06
Teknisyen / Tested By				Kontrol / Supervisor			
Erol ÖZOKTAY <i>Jeoloji Yüksek Mühendisi</i>				Gökhan Öz <i>Teknisyen</i>			

PROJE ADI / YERİ PTT Projesi / ANKARA

FİRMA ADI GNR

KUYU NO SK-1

DERİNLİK (m) 20,45

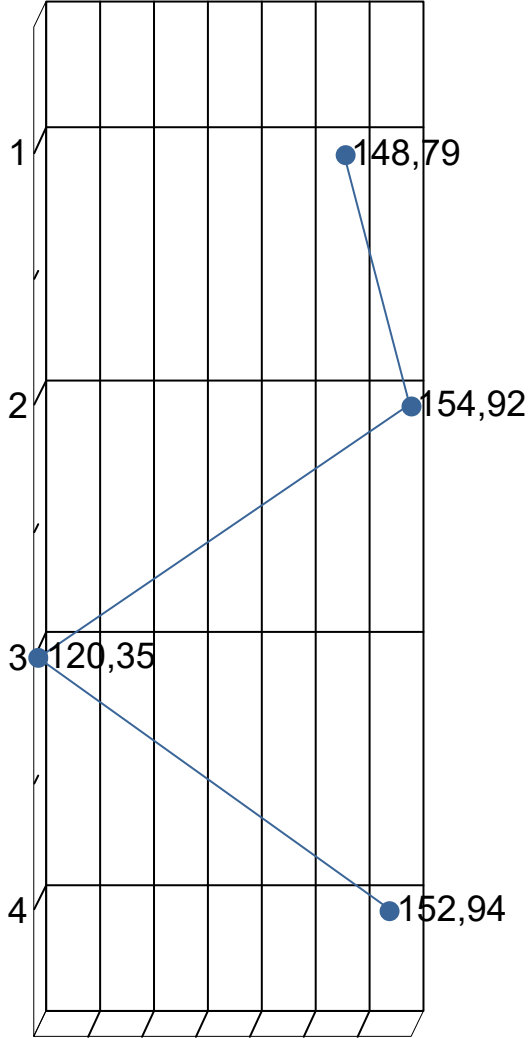
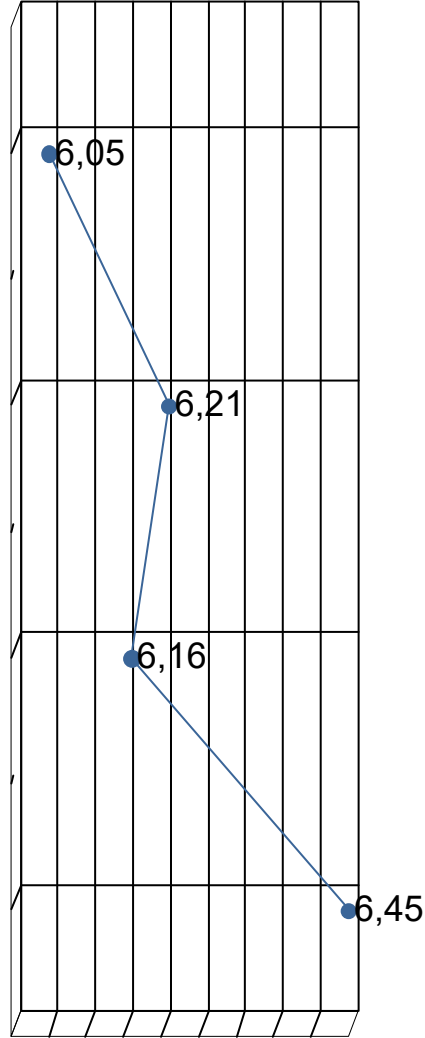
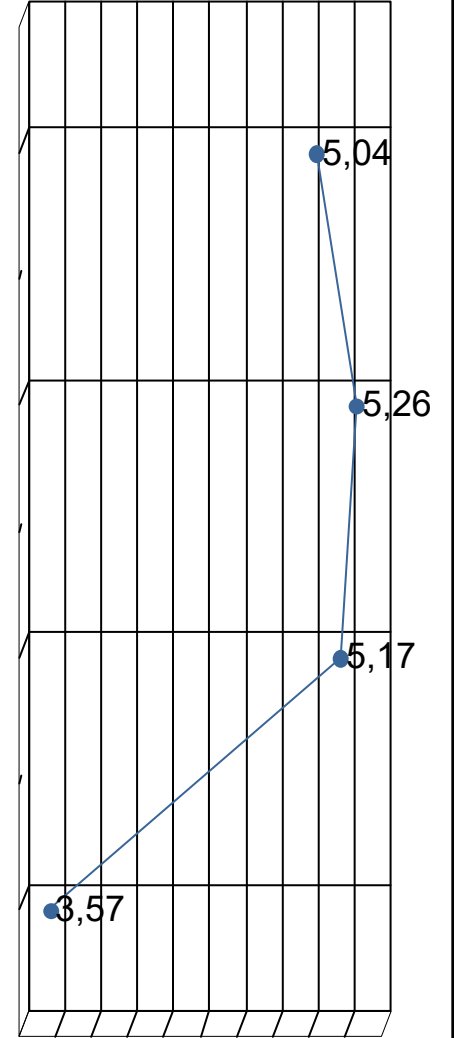
BAŞLAMA TARİHİ

25.09.2019

YASS (m) 10,5

BİTİŞ TARİHİ

25.09.2019

DEFORMASYON MODÜLÜ (Em - kg/cm²)LİMİT BASINÇ (PL - kg/cm²)NET LİMİT BASINÇ (PL* - kg/cm²)

Teknisyen / Tested By

Erol ÖZOKTAY

JYM

Kontrol / Supervisor

Gökhan Öz

JM

PROJE ADI / YERİ PTT Projesi / ANKARA

FİRMA ADI GNR

KUYU NO SK-2

DERİNLİK (m) 25,5

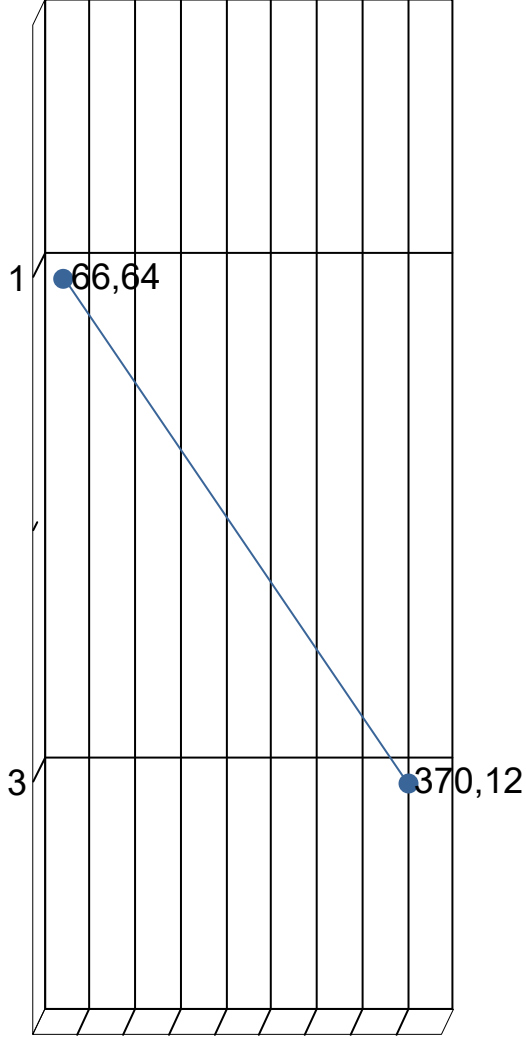
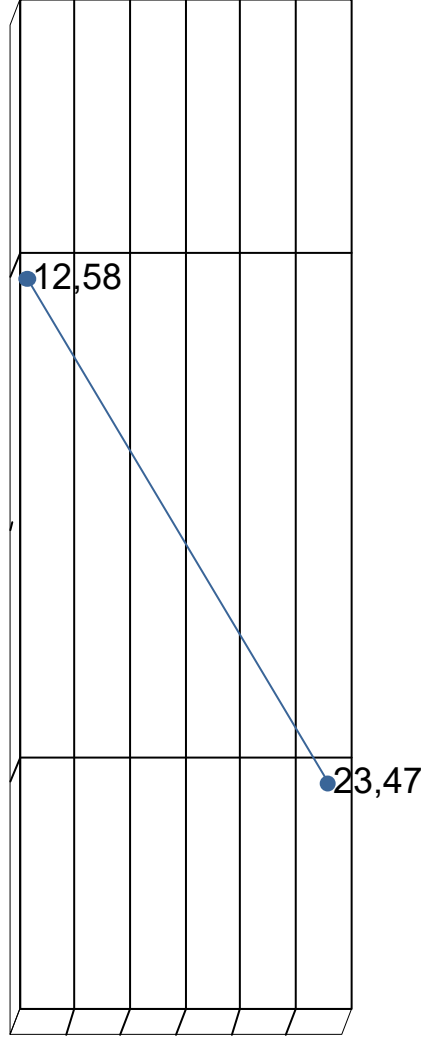
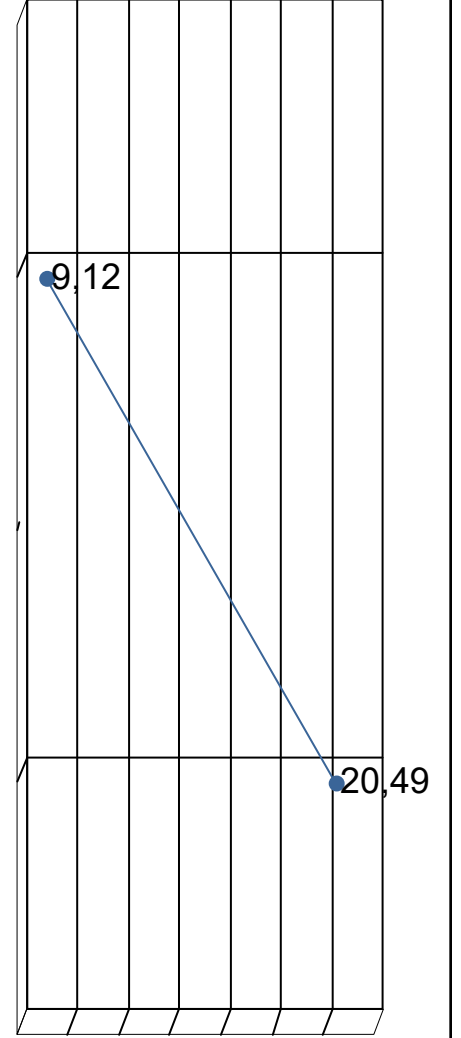
BAŞLAMA TARİHİ

6.06.2019

YASS (m) 25

BİTİŞ TARİHİ

23.06.2019

DEFORMASYON MODÜLÜ (Em - kg/cm²)LİMİT BASINÇ (PL - kg/cm²)NET LİMİT BASINÇ (PL* - kg/cm²)

Teknisyen / Tested By

Erol ÖZOKTAY

Jeoloji Yüksek Mühendisi

Kontrol / Supervisor

Gökhan Öz

Teknisyen

GNR MÜHENDİSLİK LTD. ŞTİ.

PRESİYOMETRE DENEYİ SONUÇLARINA GÖRE TAŞIMA GÜCÜ VE OTURMA HESAPLARI

PROJE ADI	PTT Projesi / ANKARA		TARİH			
KUYU NO	SK-1		26.09.2019			
TAŞIMA GÜCÜ			OTURMA			
$q_a^* = k \cdot (P_L^*)_e / G_s$ $(P_L^*)_e = \sqrt[n]{P_L^*-1 \cdot P_L^*-2 \dots P_L^*-n}$			$E_c = \frac{n}{\frac{1}{E_c} + \frac{1}{E_1} + \frac{1}{E_2} + \dots + \frac{1}{E_n}}$			
PL* - 1		PL* - 14	140,83			
PL* - 2		PL* - 15				
PL* - 3		PL* - 16	141,66			
PL* - 4		PL* - 17				
PL* - 5		PL* - 18	1500			
PL* - 6		PL* - 19				
PL* - 7		PL* - 20	60			
PL* - 8		PL* - 21				
PL* - 9		PL* - 22	1,17			
PL* - 10		PL* - 23				
PL* - 11		PL* - 24	1,39			
PL* - 12		PL* - 25				
PL* - 13		PL* - 26	0,33			
n	Toplam Deney Adedi	4				
(PL*)e	Eşdeğer Net Limit Basınç	4,70	1,50			
Gs	Güvenlik Katsayısı	3,1				
k	Taşıma Gücü Katsayısı	1,22	140,83			
qa*	Emniyetli taşıma gücü (kg/cm ²)	1,85	Ec=E1	Tabaka İçi Presiyometre Deformasyon Modülü	140,83	
			E2	Tabaka İçi Presiyometre Deformasyon Modülü	140,83	
			E3/4/5	Tabaka İçi Presiyometre Deformasyon Modülü	140,83	
			E6/7/8	Tabaka İçi Presiyometre Deformasyon Modülü	140,83	
			E9/16	Tabaka İçi Presiyometre Deformasyon Modülü	140,83	
			$S = \frac{2}{9 \cdot E_d} \cdot q^* \cdot B_o \cdot (\lambda_d \cdot B)^a + \frac{\alpha}{9 \cdot E_c} \cdot q^* \cdot \lambda_c \cdot B$		Oturma (cm)	1,14
			Sf	Df / B Oranına Bağlı Oturma Artış Faktörü (%)	18,00	
			S* Net oturma (cm)		1,34	

* Proje yükü (q*) bilinmiyorsa (raporda "P" ile gösterilmişse) S* değeri için yukarıda verilen değer daha sonra belirlenecek Proje yükü ile çarpılmalıdır.

GNR MÜHENDİSLİK LTD. ŞTİ.

PRESİYOMETRE DENEYİ SONUÇLARINA GÖRE TAŞIMA GÜCÜ VE OTURMA HESAPLARI

PROJE ADI	PTT Projesi / ANKARA		TARİH
KUYU NO	SK-2		23.06.2019
TAŞIMA GÜCÜ			OTURMA
$q_a^* = k \cdot (P_L^*)_e / G_s$ $(P_L^*)_e = \sqrt[n]{P_L^*-1 \cdot P_L^*-2 \dots P_L^*-n}$			$E_c = \frac{n}{\frac{1}{E_c} + \frac{1}{E_1} + \frac{1}{E_2} + \dots + \frac{1}{E_n}}$
PL* - 1		PL* - 14	112,94
PL* - 2		PL* - 15	
PL* - 3		PL* - 16	
PL* - 4		PL* - 17	
PL* - 5		PL* - 18	
PL* - 6		PL* - 19	
PL* - 7		PL* - 20	
PL* - 8		PL* - 21	
PL* - 9		PL* - 22	
PL* - 10		PL* - 23	
PL* - 11		PL* - 24	
PL* - 12		PL* - 25	
PL* - 13		PL* - 26	
n	Toplam Deney Adedi	2	
(PL*)e	Eşdeğer Net Limit Basınç	13,67	
Gs	Güvenlik Katsayısı	3,1	
k	Taşıma Gücü Katsayısı	1,6	
qa*	Emniyetli taşıma gücü (kg/cm²)	7,06	
			$E_d = 4 / (1/E_1) + (1/0,85 \cdot E_2) + (1/E_{345}) + (1/2,5 \cdot E_{678}) + (1/2,5 \cdot E_{9-16})$
			113,61
			Küresel Gerilme Alanı İçerisindeki Presiyometre Deformasyon Modülü (kg/cm ²)
			Deviatorik Gerilme Alanı İçerisindeki Presiyometre Deformasyon Modülü (kg/cm ²)
B	Temel Genişliği (cm)		1242
Bo	Referans Genişlik (cm)		60
λc	Temel Şekil Faktörü (~)		1,10
λd	Temel Şekil Faktörü (~)		1,12
α	Reolojik Katsayı		0,33
q*	Proje Yüğü (kg/cm ²)		0,96
Ec=E1	Tabaka İçi Presiyometre Deformasyon Modülü		112,94
E2	Tabaka İçi Presiyometre Deformasyon Modülü		112,94
E3/4/5	Tabaka İçi Presiyometre Deformasyon Modülü		112,94
E6/7/8	Tabaka İçi Presiyometre Deformasyon Modülü		112,94
E9/16	Tabaka İçi Presiyometre Deformasyon Modülü		112,94
$S = \frac{2}{9 \cdot E_d} \cdot q^* \cdot B_o \cdot (\lambda_d \cdot B)^a + \frac{\alpha}{9 \cdot E_c} \cdot q^* \cdot \lambda_c \cdot B$			Oturma (cm)
			0,74
Sf	Df / B Oranına Bağlı Oturma Artış Faktörü (%)		18,41
S* Net oturma (cm)			0,88

* Proje yükü (q*) bilinmiyorsa (raporda "P" ile gösterilmişse) S* değeri için yukarıda verilen değer daha sonra belirlenecek Proje yükü ile çarpılmalıdır.