

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**ZEMİN İNCELEMELERİNDE STANDART PENETRASYON VE KONİ
PENETRASYON DENEYLERİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Kamil ÖZÇELİK

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Zemin Mekaniği ve Geoteknik Mühendisliği Programı

OCAK 2013

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**ZEMİN İNCELEMELERİNDE STANDART PENETRASYON VE KONİ
PENETRASYON DENEYLERİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Kamil ÖZÇELİK
(501091323)**

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Zemin Mekaniği ve Geoteknik Mühendisliği Programı

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Oğuz TAN

OCAK 2013

İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü'nün 501091323 numaralı Yüksek Lisans Öğrencisi **Kamil ÖZÇELİK**, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı “**ZEMİN İNCELEMELERİNDE STANDART PENETRASYON VE KONİ PENETRASYON DENEYLERİ**” başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

Tez Danışmanı : **Doç. Dr. Oğuz TAN**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri : **Doç. Dr. Recep İYİSAN**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Yrd. Doç. Dr. Özer ÇİNİCİOĞLU
Boğaziçi Üniversitesi

Teslim Tarihi : **14 Aralık 2012**
Savunma Tarihi : **21 Ocak 2013**

Aileme,

ÖNSÖZ

Bu araştırmada, Geoteknik Mühendisliği alanında sıkça kullanılan arazi deneylerinden Standart Penetrasyon Deneyi (SPT) ve Koni Penetrasyon Deneyi (CPT)'nden elde edilen veriler ile zeminlerin çeşitli özellikleri arasındaki mevcut ilişkiler incelenmiş ve sahip olunan zemin verileri kullanılarak çeşitli ifadeler önerilmiştir.

Çalışmalarım süresince desteğini esirgemeyen tez danışmanım Sayın Doç. Dr. Oğuz TAN'a teşekkürlerimi ve saygılarımı sunarım.

Ocak 2013

Kamil Özçelik
(İnşaat Mühendisi)

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ.....	vii
İÇİNDEKİLER	ix
KISALTMALAR	xiii
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xvii
ŞEKİL LİSTESİ.....	xix
ÖZET.....	xxiii
SUMMARY	xxv
1. GİRİŞ	1
2. STANDART PENETRASYON DENEYİ (SPT)	5
2.1 Deneyin Yapılışı.....	7
2.2 Deneyin Yapım Yöntemi ve Ekipman Ayrıntıları	10
2.2.1 Sondaj metodları	10
2.2.2 Yapım yöntemindeki değişkenler	11
2.2.2.1 Deney aralığı	11
2.2.2.2 Tokmak düşürülme hızı.....	11
2.2.2.3 Vuruş sayılarının sınırlandırılması.....	12
2.2.3 SPT kaşığındaki değişkenler	12
2.2.3.1 Numune alıcı tüp	12
2.2.3.2 Çarık	13
2.2.3.3 Numune tutucular.....	13
2.2.3.4 Numune tüp kılıfları.....	13
2.2.3.5 Numune tüp uzunluğu	14
2.2.3.6 Havalandırma delikleri.....	14
2.2.4 SPT Ekipman değişkenleri.....	15
2.2.4.1 Tokmaklar ve tokmak düşürülme şekilleri.....	16
Güvenli tokmaklar.....	16
Halka tokmaklar	17
Otomatik tokmaklar	18
2.2.4.2 Tijler ve tij uzunlukları.....	18
2.2.5 Ölçülen SPT-N değerlerinin düzeltilmesi	20
2.2.5.1 Derinlik düzeltme faktörleri (C_N).....	21
2.2.5.2 Enerji düzeltme faktörleri (C_E)	22
2.2.5.3 Tij uzunluğu düzeltme faktörleri (C_R).....	24
2.2.5.4 Sondaj çapı düzeltme faktörleri (C_B)	24
2.2.5.5 Kılıf düzeltme faktörleri (C_S).....	25
2.2.5.6 Çakma başlığı düzeltme faktörleri (C_A)	25
2.2.5.7 Tokmak yastığı düzeltme faktörleri (C_C)	26
2.2.5.8 Vuruş sayısı sıklığı düzeltme faktörleri (C_{BF}).....	26
2.2.5.9 Yer altı su seviyesi için düzeltmeler	26
2.3 SPT-N İle Zeminin Mühendislik Özellikleri Arasındaki İlişkiler.....	27
2.3.1 Kayma mukavemeti ilişkileri	27

2.3.1.1 SPT-N ile efektif kayma mukavemeti açısı (ϕ') arasındaki ilişki	27
2.3.1.2 SPT-N ile serbest basınç mukavemeti (q_u) arasındaki ilişki	32
2.3.1.3 SPT-N ile drenajsız kayma mukavemeti (s_u) arasındaki ilişki	35
2.3.2 Zemin modülü değerleri	43
2.3.3 Yüzeysel temellerde SPT-N ile taşıma gücü arasındaki ilişki	45
2.3.4 Derin temellerde SPT-N ile taşıma gücü arasındaki ilişki	46
3. KONİ PENETRASYON DENEYİ (CPT)	49
3.1 CPT Çeşitleri	50
3.1.1 Mekanik CPT	50
3.1.2 Elektronik CPT	51
3.1.3 Piyezokon (CPTu)	52
3.1.4 Sismik SCPTu	53
3.2 CPT Ekipmanı ve Uygulama	53
3.3 CPT ile Ölçülen Parametreler	55
3.3.1 CPT'de ölçülen değişkenler ve terimler	55
3.3.2 CPT'de yapılan düzeltmeler	56
3.3.2.1 Boşluk suyu basıncı düzeltmesi	56
3.3.2.2 Tabakalaşma düzeltmesi	57
3.3.2.3 Jeolojik gerilme düzeltmesi	58
3.4 CPT ile Zemin Mühendislik Özellikleri Arasındaki İlişkiler	59
3.4.1 Kayma mukavemeti ilişkileri	59
3.4.1.1 CPT ile kayma mukavemeti açısı (ϕ') arasındaki ilişki	59
3.4.1.2 CPT ile drenajsız kayma mukavemeti (s_u) arasındaki ilişki	61
3.4.1.3 CPT ile gerilme deformasyon ve sıkışma modülü arasındaki ilişki	67
3.4.1.4 Yüzeysel temellerde CPT ile taşıma gücü arasındaki ilişki	68
3.4.1.5 Derin temellerde CPT ile taşıma gücü arasındaki ilişki	71
4. VERİ DEĞERLENDİRME YÖNTEMİ	75
4.1 Regresyon ve Korelasyon Analizleri	76
4.1.1 Regresyon analizi	76
4.1.1.1 Doğrusal (basit) regresyon modeli	76
Katsayıların tahmini	77
4.1.2 Korelasyon analizi	77
4.1.2.1 Korelasyon katsayısı önem testi (t test)	79
5. İNCELEME VE DEĞERLENDİRME	81
5.1 Standart Penetrasyon Deneyi (SPT) Değerlendirmeleri	81
5.1.1 SPT-N ile drenajsız kayma mukavemeti (s_u) arasındaki ilişki	81
5.1.1.1 Serbest basınç deneyi	82
5.1.1.2 Konsolidasyonsuz drenajsız üç eksenli basınç deneyi	84
5.1.1.3 Serbest basınç ve konsolidasyonsuz drenajsız üç eksenli basınç deneyi	88
5.1.2 s_u /SPT-N ile plastisite indisi (I_p) arasındaki ilişki	91
5.1.3 s_u ile tabii su muhtevası (w_n) arasındaki ilişki	92
5.1.3.1 Serbest basınç deneyi	92
5.1.3.2 Konsolidasyonsuz drenajsız üç eksenli basınç deneyi	93
5.1.3.3 Serbest basınç ve konsolidasyonsuz drenajsız üç eksenli basınç deneyi	95
5.1.4 SPT-N ile tabii su muhtevası (w_n) arasındaki ilişki	96
5.1.5 SPT-N ile likidite indisi (I_L) arasındaki ilişki	98
5.1.6 SPT-N ile ön konsolidasyon basıncı (σ'_c) arasındaki ilişki	101
5.2 Koni Penetrasyon Deneyi (CPT) Değerlendirmeleri	102

5.2.1 s_u ile ($q_c - \sigma_v$) arasındaki ilişki	102
5.2.2 s_u ile CPT uç direnci (q_c) arasındaki ilişki	105
5.2.3 s_u ile CPT sürtünme direnci (f_c) arasındaki ilişki.....	107
5.2.4 Koni faktörü (N_k) ile plastisite indisi (I_p) arasındaki ilişki	108
5.2.5 Koni faktörü (N_k) ile likidite indisi (I_L) arasındaki ilişki.....	110
5.2.6 Koni faktörü (N_k) ile tabii su muhtevası (w_n) arasındaki ilişki.....	111
5.2.7 CPT uç direnci (q_c) ile tabii su muhtevası (w_n) arasındaki ilişki	112
5.2.8 CPT sürtünme direnci (f_c) ile tabii su muhtevası (w_n) arasındaki ilişki..	114
5.2.9 CPT uç direnci ile ön konsolidasyon basıncı arasındaki ilişki.....	115
5.2.10 CPT sürtünme direnci ile ön konsolidasyon basıncı arasındaki ilişki ..	117
6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	119
6.1 Standart Penetrasyon Deneyi (SPT) İlişkileri	119
6.1.1 Drenajsız kayma mukavemeti (s_u) – SPT-N	119
6.1.2 s_u /SPT-N – plastisite indisi (I_p)	120
6.1.3 Drenajsız kayma mukavemeti (s_u) – tabii su muhtevası (w_n)	120
6.1.4 SPT-N – tabii su muhtevası (w_n).....	120
6.1.5 SPT-N – likidite indisi (I_L).....	120
6.1.6 SPT-N – ön konsolidasyon basıncı (σ'_c).....	121
6.2 Koni Penetrasyon Deneyi (CPT) İlişkileri	121
6.2.1 Drenajsız kayma mukavemeti (s_u) – ($q_c - \sigma_v$)	121
6.2.2 Drenajsız kayma mukavemeti (s_u) – koni uç direnci (q_c)	121
6.2.3 Drenajsız kayma mukavemeti (s_u) – koni sürtünme direnci (f_c)	121
6.2.4 Koni faktörü (N_k) – plastisite indisi (I_p).....	122
6.2.5 Koni faktörü (N_k) – likidite indisi (I_L)	122
6.2.6 Koni faktörü (N_k) – tabii su muhtevası (w_n)	122
6.2.7 CPT uç direnci (q_c) – tabii su muhtevası (w_n).....	122
6.2.8 CPT sürtünme direnci (f_c) – tabii su muhtevası (w_n)	122
6.2.9 CPT uç direnci (q_c) – ön konsolidasyon basıncı (σ'_c).....	123
6.2.10 CPT sürtünme direnci (f_c) – ön konsolidasyon basıncı (σ'_c)	123
KAYNAKLAR	125
EKLER.....	127
ÖZGEÇMİŞ.....	177

KISALTMALAR

a	: Net alan oranı
A_s	: Koni Penetrasyon Deneyi sürtünme alanı
A_{sb}	: Koni Penetrasyon Deneyi sürtünme yüzeyi en kesit alanı
AKO	: Aşırı konsolidasyon oranı
ASTM	: American Society for Testing and Materials
AW	: Sondaj delgi tij tipi
B	: Temel genişliği
BPT	: Becker Penetrasyon Deneyi
B_q	: Koni Penetrasyon Deneyi boşluk suyu basıncı oranı
BW	: Sondaj delgi tij tipi
CI	: Orta plastisiteli kil
CH	: Yüksek plastisiteli kil
CL	: Düşük plastisiteli kil
CME	: Central Mine Equipment
CPT	: Koni Penetrasyon Deneyi
CPTu	: Boşluk suyu basıncı ölçülen Koni Penetrasyon Deneyi
C_N	: Derinlik düzeltme faktörü
C_E	: Enerji düzeltme faktörü
C_R	: Tij uzunluğu düzeltme faktörü
C_B	: Sondaj çapı düzeltme faktörü
C_S	: Numune alıcı kılıf düzeltme faktörü
C_A	: Çakma başlığı düzeltme faktörü
C_{BF}	: Tokmak düşürülme sıklığı düzeltme faktörü
C_C	: Tokmak yastığı düzeltme faktörü
D	: Kazık çapı
d_c	: CPT koni çapı
D_r	: Relatif sıklık
D_f	: Gömülü temel derinliği
E_{ölçülen}	: Delgi tijlerinde ölçülen enerji
E_s	: Elastisite modülü
E_{teorik}	: Numune alıcıya aktarılan teorik enerji
EPRI	: Electric Power Research Institute
ER	: Delgi tijlerindeki enerji oranı
f_c	: Koni Penetrasyon Deneyi sürtünme direnci
F_r	: Normalize edilmiş Koni Penetrasyon Deneyi sürtünme oranı
f_t	: Boşluk suyu basıncı etkileri dikkate alınan düzeltilmiş sürtünme direnci
f₁	: s _u /SPT-N oranı
f₂	: 1/(m _v N ₆₀) oranı
G_s	: Dinamik kayma modülü
H	: Sert ince tabaka kalınlığı
I_L	: Likidite indisi
I_p	: Plastisite indisi

K_c	: Sert ince tabakalar için düzeltme faktörü
L	: Zemine gömülü kazık boyu
L_{sıkıkkum}	: Kazığın sıkı kum tabakası içindeki boyu
MH	: Yüksek plastisiteli silt
ML	: Düşük plastisiteli silt
m_v	: Hacimsel sıkışma katsayısı
M_c	: Hacimsel sıkışma modülü
n	: Numune sayısı
N_c	: CPT alternatif koni faktörü
N_k	: CPT koni faktörü
N_{ke}	: Efektif koni uç direncine göre tanımlı koni faktörü
N_{kt}	: Düzeltilmiş koni uç direncine göre tanımlı koni faktörü
N_{Δu}	: Boşluk suyu basıncına göre tanımlı koni faktörü
NCHRP	: National Cooperative Highway Research Program
NW	: Sondaj delgi tij tipi
N₆₀	: Teorik serbest düşme tokmak enerjisinin %60'ına göre düzeltilmiş vuruş sayısı
N_{1,60}	: Teorik serbest düşme tokmak enerjisinin %60'ına ve efektif jeolojik basıncı 100 kPa olarak düzeltilmiş vuruş sayısı
N_{ort}	: Ortalama zemin penetrasyon direnci
N_c, N_q, N_γ	: Terzaghi taşıma gücü katsayıları
NP	: Plastik olmayan numune
OH	: Ortadan yükseğe plastisiteli organik killer
OL	: Organik siltler ve düşük plastisiteli organik silt-kil karışımları
P_a	: Atmosfer basıncı
r	: Korelasyon katsayısı
R_f	: Koni Penetrasyon Deneyi sürtünme oranı
R_k	: Temel şekline, derinliğe bağlı katsayı
SCPTu	: Sismik Koni Penetrasyon Deneyi
SM	: Siltli kum
S_r	: Rezidüel drenajsız kayma mukavemeti
SPT	: Standart Penetrasyon Deneyi
SPT-N	: Arazide ölçülen zemin penetrasyon direnci
s_u	: Drenajsız kayma mukavemeti
t	: t istatistiği değeri
t_c	: t istatistiği kritik cetvel değeri
u₀	: Hidrostatik basınç
u_{1,2}	: CPTu deneyinde ölçülen boşluksuyu basınçları
q_a	: Müsade edilebilir taşıma gücü
q_b	: Düşey kazıklarda uç mukavemeti
q_c	: Koni Penetrasyon Deneyi uç direnci
$\bar{q}_c$	: Koni Penetrasyon Deneyi ortalama uç direnci
q_c'	: Koni Penetrasyon Deneyi efektif koni mukavemeti
q_{c2}	: Sert ince tabakada ölçülen Koni Penetrasyon Deneyi uç direnci
q_d	: Sınır taşıma gücü
q_E	: Koni Penetrasyon Deneyi efektif koni mukavemetleri geometrik ortalaması
q_s	: Düşey kazıklarda sürtünme mukavemeti
q_t	: Koni Penetrasyon Deneyi toplam direnci
Q_t	: Normalize edilmiş Koni Penetrasyon Deneyi uç direnci

q_u	: Serbest basınç mukavemeti, nihai taşıma gücü
q_n	: Koni Penetrasyon Deneyi net uç direnci
V_s	: Kayma dalgası hızı
w_n	: Tabii su muhtevası
w_L	: Likit limit
w_p	: Plastik limit
x	: Bağımsız değişken
y	: Bağımlı değişken
α	: Adhezyon faktörü, deneysel katsayı, istatistiksel anlamlılık düzeyi
β	: Deneysel katsayı, regresyon katsayısı
Δu	: Boşluk suyu basıncı farkı
ε	: Tesadüfi hata terimi
ϕ	: Kayma mukavemeti açısı
ϕ'	: Efektif kayma mukavemeti açısı
σ_c'	: Ön konsolidasyon basıncı
σ_{v0}'	: Düşey jeolojik efektif gerilme
σ_{h0}'	: Yatay jeolojik efektif gerilme
σ_v	: Toplam düşey jeolojik gerilme
σ_r	: Referans gerilmesi

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 2.1 : Delgi tij boyutları (McGregor ve Duncan, 1998).....	19
Çizelge 2.2 : Jeolojik yük düzeltme faktörleri (Toğrol ve Sivrikaya, 2009).	22
Çizelge 2.3 : Ülkelere göre enerji düzeltme faktörü (Toğrol ve Sivrikaya, 2009). ...	23
Çizelge 2.4 : C_E 'nin değişim aralığı (Toğrol ve Sivrikaya, 2009).....	24
Çizelge 2.5 : Tij uzunluğu düzeltme faktörleri (Toğrol ve Sivrikaya, 2009).	24
Çizelge 2.6 : Sondaj çapı düzeltme faktörleri (Skempton, 1986).....	25
Çizelge 2.7 : Kılıf düzeltme faktörleri (Skempton, 1986, Youd ve Idriss, 1997).	25
Çizelge 2.8 : Çakma başlığı düzeltme faktörleri (Tokimatsu, 1988).....	25
Çizelge 2.9 : Yastık blok düzeltme faktörleri (Decourt, 1990).	26
Çizelge 2.10 : Vuruş sayısı sıklığı düzeltme faktörleri (Decourt, 1990).....	26
Çizelge 2.11 : SPT-N ile ϕ' arasındaki ilişkiler (McGregor ve Duncan, 1998).....	28
Çizelge 2.12 : Zemin cinslerine göre q_u ile N_{60}^* arasındaki ilişkiler (Toğrol ve Sivrikaya, 2009).	33
Çizelge 2.13 : SPT-N'e göre killi zeminlerin kıvamı ve q_u arasındaki ilişkiler (Toğrol ve Sivrikaya, 2009).....	33
Çizelge 2.14 : q_u ile SPT-N ve N_{60} arasındaki ilişkiler (Sivrikaya ve Toğrol, 2002).35	
Çizelge 2.15 : f_1 'in değişimi üzerine çalışmalar (Sivrikaya ve Toğrol, 2007).	37
Çizelge 2.16 : SPT-N'e göre killi zeminlerin kıvamı ve s_u arasındaki ilişkiler (Toğrol ve Sivrikaya, 2009).....	38
Çizelge 2.17 : SPT-N ve N_{60} ile s_u arasındaki ilişkiler (Sivrikaya ve Toğrol, 2007).39	
Çizelge 2.18 : Çeşitli efektif jeolojik gerilme değerlerinde s_u ile N_{60} ve I_p arasındaki ilişkiler (Kalantary ve diğ., 2008).....	40
Çizelge 2.19 : Parametrelerin değer aralıkları (Kalantary ve diğ., 2008).....	40
Çizelge 2.20 : Drenajsız kayma mukavemeti s_u ile SPT-N, N_{60} , w_n , w_L ve I_p arasındaki ilişkiler (Sivrikaya, 2009).	43
Çizelge 2.21 : Drenajsız kayma mukavemeti s_u ile SPT-N, N_{60} , w_n , w_L ve I_p arasındaki ilişkiler (Nassaji ve Kalantari, 2011).	43
Çizelge 2.22 : SPT yöntemi ile belirlenen gerilme-deformasyon modülü için formüller (Tan ve diğ., 1991).	44
Çizelge 2.23 : SPT-N ile belirlenen gerilme-deformasyon modülü için formüller (Kulhawy ve Mayne, 1990).....	44
Çizelge 3.1 : Güvenirlilik açısından CPT'nin tasarımda kullanım alanları (Sivrikaya ve Toğrol, 2009).	50
Çizelge 3.2 : s_u , I_p ve N_k arasındaki ilişkiler (Chen, 2001).....	63
Çizelge 3.3 : Regresyon analizi sonuçları (Wei ve diğ., 2010).	65
Çizelge 3.4 : q_c ile E_s arasındaki ilişkiler (Bowles, 1996).....	67
Çizelge 3.5 : CPT deneyinde alfa değerleri (Sanglerat, 1972; Lunne ve diğ., 1997).67	
Çizelge 4.1 : t değeri tablosu.	80
Çizelge 5.1 : Zemin özellikleri.	82
Çizelge 5.2 : SPT-N ile s_u arasındaki ilişkiler (serbest basınç deneyi).....	83
Çizelge 5.3 : Zemin özellikleri.	85

Çizelge 5.4 : SPT-N ile s_u arasındaki ilişkiler (konsolidasyonsuz drenajsız üç eksenli basınç deneyi).	85
Çizelge 5.5 : SPT-N ile s_u arasındaki geçmiş çalışmalar.	87
Çizelge 5.6 : Zemin özellikleri.	88
Çizelge 5.7 : SPT-N ile s_u arasındaki ilişkiler (serbest basınç deneyi ve konsolidasyonsuz drenajsız üç eksenli basınç deneyi).	90
Çizelge 5.8 : f_1 'in değişimi.	91
Çizelge 5.9 : s_u ile w_n arasındaki ilişkiler (serbest basınç deneyi).	92
Çizelge 5.10 : s_u ile w_n arasındaki ilişkiler (konsolidasyonsuz drenajsız üç eksenli basınç deneyi).	94
Çizelge 5.11 : s_u ile w_n arasındaki ilişkiler (serbest basınç deneyi ve konsolidasyonsuz drenajsız üç eksenli basınç deneyi).	95
Çizelge 5.12 : Zemin özellikleri.	97
Çizelge 5.13 : SPT-N ile w_n arasındaki ilişkiler.	97
Çizelge 5.14 : Zemin özellikleri.	99
Çizelge 5.15 : SPT-N ile I_L arasındaki ilişkiler.	100
Çizelge 5.16 : Zemin özellikleri.	101
Çizelge 5.17 : SPT-N ile σ_c' arasındaki ilişkiler.	101
Çizelge 5.18 : Zemin özellikleri.	103
Çizelge 5.19 : $N_k - I_p$ ilişkileri.	109
Çizelge 5.20 : $N_k - I_L$ ilişkileri.	110
Çizelge 5.21 : $N_k - w_n$ ilişkileri.	111
Çizelge 5.22 : $q_c - w_n$ ilişkileri.	113
Çizelge 5.23 : $f_c - w_n$ ilişkileri.	114
Çizelge 5.24 : $q_c - \sigma_c'$ ilişkileri.	116
Çizelge 5.25 : $f_c - \sigma_c'$ ilişkileri.	117
Çizelge 6.1 : s_u ile SPT-N arasında önerilen ilişki.	120
Çizelge 6.2 : f_1 değerleri.	120

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1 : Standart Penetrasyon kaşığı (numune alıcı) (ASTM, 1997).	7
Şekil 2.2 : SPT'nin yapılışı (Coduto, 1994).	8
Şekil 2.3 : SPT Otomatik CME tokmak sistemi (Farrar ve Chitwood, 1999).	9
Şekil 2.4 : Tokmak tipleri (Coduto, 1994 ve Bowles, 1996).	9
Şekil 2.5 : Tetik tokmak düşürme tipi (Skempton, 1986).	10
Şekil 2.6 : Numune alıcıya takılabilen kapaklar (Bowles, 1996).	13
Şekil 2.7 : SPT numune alıcısından numunelerin çıkarılması (Bowles, 1996).	14
Şekil 2.8 : Halatın sarım devir sayısı ve açısının tanımları (Kovaks, 1980).	17
Şekil 2.9 : Kumların efektif kayma mukavemeti açısı ile normalize edilmiş SPT-N arasındaki deneysel ilişki (Terzaghi ve diğ., 1996).	29
Şekil 2.10 : SPT sonuçlarından daneli zeminlerin efektif kayma mukavemeti açısının tahmin edilmesi (orijinal Peck ve diğ., 1974 ve değiştirilen Carter ve Bentley, 1991).	29
Şekil 2.11 : SPT sonuçlarından σ_{vo} 'e bağlı olarak ϕ' değerinin tahmin edilmesi (Mitchell ve diğ., 1978).	30
Şekil 2.12 : İri daneli zeminlerde efektif kayma mukavemeti açısı (ϕ') ile N_{60}^* arasındaki ilişki (Sowers, 1979).	30
Şekil 2.13 : Efektif kayma mukavemeti açısı (ϕ') ile N_{60}^* / σ_{vo} ' arasındaki ilişki (Parry, 1977).	31
Şekil 2.14 : ϕ' , N_{60}^* ve σ_{vo} ' arasındaki ilişki (De Mello, 1971 ve Schmertmann, 1975).	31
Şekil 2.15 : Standart penetrasyon direnci ile serbest basınç mukavemeti (q_u) arasındaki ilişki (NAVFAC, 1982).	34
Şekil 2.16 : f_1 ile plastisite indisi (I_p) arasındaki ilişki (Stroud, 1974).	36
Şekil 2.17 : f_1 ile I_p arasındaki ilişki (Sivrikaya ve Toğrol, 2007).	37
Şekil 2.18 : Zemin cinsine bağlı olarak s_u ile N_{60}^* arasındaki ilişki (Sowers, 1979).	38
Şekil 2.19 : 50, 100, 150, 200 ve 250 kPa efektif jeolojik gerilmeler için $s_u - N_{60}$ ilişkileri (Kalantary ve diğ., 2008).	41
Şekil 2.20 : Düşük plastisiteli killer için $s_u / \sqrt{\sigma'_n} - N_{60}$ arasındaki ilişki (Kalantary ve diğ., 2008).	42
Şekil 2.21 : f_2 ile plastisite indisi (I_p) ilişkisi (Stroud, 1974).	45
Şekil 3.1 : Mekanik tipte CPT çalışma prensibi (Lunne ve diğ., 1997).	50
Şekil 3.2 : Elektronik CPT detayları (Lunne ve diğ., 1997).	51
Şekil 3.3 : Elektronik CPT türleri (Sabatini ve diğ., 2002).	51
Şekil 3.4 : Elektronik CPTu ve şematik kesiti (NCHRP Synthesis 368, 2007).	52
Şekil 3.5 : Sismik SCPTu'nun görünüşü (NCHRP Synthesis 368, 2007).	53
Şekil 3.6 : CPT ekipmanı ve uygulanması (Mayne ve diğ., 2001).	54
Şekil 3.7 : CPT'de eşit olmayan uç alanları (Kulhawy ve Mayne, 1990).	57
Şekil 3.8 : q_c ile ϕ' arasındaki ilişkiler (Durgunoğlu ve Mitchell, 1974).	59
Şekil 3.9 : q_c ile ϕ arasındaki ilişkiler (Robertson ve Campenalla, 1983).	60

Şekil 3.10 : Drenajsız kayma mukavemetinin belirlenmesi (Lunne ve Eide, 1976).	62
Şekil 3.11 : s_u ile $(q_c - \sigma_v)$ değeri arasındaki ilişki (Dipova ve Cangir, 2005).....	63
Şekil 3.12 : N_k ve I_p arasındaki ilişki (Dipova ve Cangir, 2005).....	64
Şekil 3.13 : N_{kt} ve N_{ke} katsayılarının belirlenmesi (Hong ve diğ., 2010).....	65
Şekil 3.14 : Ölçülen ve tahmin edilen s_u değerleri (Wei ve diğ., 2010).	66
Şekil 3.15 : Tüm bölgelerden elde edilen N_{kt} değerleri (Almeida ve diğ., 2010).....	66
Şekil 3.16 : Sığ temellerde q_s tahmini (Eslaamizaad ve Robertson, 1996).....	70
Şekil 3.17 : CPT ile taşıma gücü hesabı (CGS, 1985).....	70
Şekil 4.1 : Korelasyon katsayısının alabileceği değerler (Şahinler, 2011).	78
Şekil 5.1 : Örselenmemiş numune için SPT-N darbe sayısı tahmini.....	81
Şekil 5.2 : Zemin sınıflandırma özellikleri.	82
Şekil 5.3 : Drenajsız kayma mukavemeti ve SPT-N sayısının derinlik ile değişimi.	83
Şekil 5.4 : s_u – SPT-N ilişkileri (serbest basınç deneyi).	84
Şekil 5.5 : Zemin sınıflandırma özellikleri.	85
Şekil 5.6 : Drenajsız kayma mukavemeti ve SPT-N sayısının derinlik ile değişimi.	86
Şekil 5.7 : s_u – SPT-N ilişkisi (konsolidasyonsuz drenajsız üç eksenli basınç deneyi).....	87
Şekil 5.8 : Geçmiş çalışmalar ve elde edilen yeni ilişkiler.	88
Şekil 5.9 : Zemin sınıflandırma özellikleri.	89
Şekil 5.10 : Drenajsız kayma mukavemeti ve SPT-N sayısının derinlik ile değişimi.	89
Şekil 5.11 : s_u – SPT-N ilişkisi (serbest basınç deneyi ve konsolidasyonsuz drenajsız üç eksenli basınç deneyi).....	90
Şekil 5.12 : $f_t = s_u / SPT-N$ 'in I_p ile ilişkisi.	91
Şekil 5.13 : s_u – w_n ilişkisi (serbest basınç deneyi).....	93
Şekil 5.14 : s_u – w_n ilişkisi (konsolidasyonsuz drenajsız üç eksenli basınç deneyi)..	94
Şekil 5.15 : s_u – w_n ilişkisi (serbest basınç deneyi ve konsolidasyonsuz drenajsız üç eksenli basınç deneyi).	96
Şekil 5.16 : Tabii su muhtevası ve SPT-N sayısının derinlik ile değişimi.	97
Şekil 5.17 : w_n – SPT-N arası ilişkiler.	98
Şekil 5.18 : Likidite indisi ve SPT-N sayısının derinlik ile değişimi.	99
Şekil 5.19 : I_L – SPT-N arası ilişkiler.	100
Şekil 5.20 : Ön konsolidasyon basıncı ve SPT-N sayısının derinlik ile değişimi. ..	102
Şekil 5.21 : Zemin sınıflandırma özellikleri.	103
Şekil 5.22 : Killer için N_k değeri.....	104
Şekil 5.23 : s_u ve $(q_c - \sigma_v)$ değerlerinin derinlik ile değişimi.	104
Şekil 5.24 : Killer için N_c değeri.....	106
Şekil 5.25 : s_u ve q_c değerlerinin derinlik ile değişimi.....	106
Şekil 5.26 : Killer için s_u – f_c ilişkisi.....	107
Şekil 5.27 : s_u ve f_c değerlerinin derinlik ile değişimi.	108
Şekil 5.28 : N_k – I_p ilişkisi.....	109
Şekil 5.29 : N_k – I_L ilişkisi.	111
Şekil 5.30 : N_k – w_n ilişkisi.	112
Şekil 5.31 : q_c – w_n ilişkileri.	113
Şekil 5.32 : f_c – w_n ilişkileri.	115
Şekil 5.33 : σ'_c – q_c ilişkileri.	116
Şekil 5.34 : σ'_c – f_c ilişkileri.....	118
Şekil A.1 : Laboratuvar deney sonuçları ve SPT-N değerleri.	128
Şekil B.1 : Laboratuvar deney sonuçları ve SPT-N değerleri.....	132
Şekil C.1 : Laboratuvar deney sonuçları ile CPT değişkenleri.....	160

Şekil D.1 : Laboratuvar deney sonuçları ile CPT değişkenleri.	162
---	------------

ZEMİN İNCELEMELERİNDE STANDART PENETRASYON VE KONİ PENETRASYON DENEYLERİ

ÖZET

İnşaat Mühendisliği alanında zeminler, çeşitli yapıların temellerinin oturduğu mühendislik malzemeleri olarak statik ve dinamik yüklerin etkisi altında kalmaktadır. Bu yükler altında zemin davranış özelliklerinin gerekli derinliğe kadar bilinmesi önemlidir. Zemin davranış özellikleri ise laboratuvar ve arazi deneyleri ile belirlenebilmektedir.

Laboratuvar deneylerinde araziden alınan numunenin kalitesi oldukça önemlidir. İnce daneli zeminlerde örselenmemiş numune alma işlemi iri daneli zeminlere göre çok daha kolay gerçekleştirilebilmektedir. Ancak numune alma yöntemi ne kadar gelişmiş olursa olsun, alınan numunenin gerilme durumundaki değişme yüzünden tam örselenmemiş sayılamayacağı bilinmektedir. Örselenme etkisi ihmal edilse bile, laboratuvarda üzerinde deney yapılan numunelerin alındıkları tabakanın çok küçük bir parçasını temsil etmeleri nedeniyle bu numuneler için elde edilen özellikler tüm tabakayı temsil etmeyebilir.

Arazi deney yöntemlerinde laboratuvardaki gibi gerilme şartlarının tekrar yaratılma sorunuyla karşılaşmazken, gerçek gerilme durumu ve anizotropi çoğu kez kendiliğinden sağlanmaktadır. Arazi deneyleri, daha geniş bir bölgede uygulandığından, elde edilen sonuçlar zemin tabakasını daha iyi temsil edebilmektedir. Ayrıca, arazi deneylerinin sonuçları laboratuvar deneylerine göre hızlı bir şekilde elde edilebilir. Bu nedenle, zeminin arazide bulunduğu şartlarda gerçekleştirilen arazi deneyleri büyük önem taşımaktadır. İri daneli zeminlerde numune alma zorluğunu ve ince daneli zeminlerde numunelerin örselenmesi sorunlarını ortadan kaldırmak için arazi deneyleri sıkça kullanılmaktadır.

Mühendislik uygulamalarında zemin numunelerinin elde edilmesi, numunelerin uygun şartlarda muhafaza edilmesi, laboratuvar deneylerinin yapılması işlemlerinin yapılmasındaki güçlükler ve bu işlemlerin yüksek maliyeti nedeniyle sınırlı bilgi ile yetinilmesi yoluna gidilmektedir. Bu durumda, mümkün olduğu kadar az ve kolay elde edilebilen zemin özellikleri kullanarak zeminlerin mühendislik özelliklerini belirleyebilmek tercih edilir olmuştur. Ön tasarım aşamasında arazi deneyleri sonuçlarından zeminlerin mühendislik davranış özellikleri değerlerini elde etmek için araştırmacılar tarafından geliştirilmiş ifadeler ön plana çıkmaktadır.

Bu tez çalışması kapsamında, zemin inceleme programlarında sıkça tercih edilen arazi deneylerinden Standart Penetrasyon Deneyi (SPT) ve Koni Penetrasyon Deneyi (CPT) konu alınmıştır. Standart Penetrasyon Deneyi ile elde edilen zemin penetrasyon direnci SPT-N ve Koni Penetrasyon Deneyi ile elde edilen koni uç ve koni sürtünme direnci değerleri ile zeminlerin mukavemet özellikleri arasında geçmişte önerilen ilişkiler incelenmiştir. Ayrıca, Türkiye'nin çeşitli yerlerinde gerçekleştirilen SPT, CPT ve laboratuvar deney sonuçları kullanılarak arazide

ölçülen SPT-N darbe sayısı, koni uç ve koni sürtünme direnci ile başta drenajsız kayma mukavemeti olmak üzere zeminlerin çeşitli özellikleri arasında ifadeler elde edilmiştir.

Laboratuvar deneyleri ve arazide ölçülen SPT-N darbe sayısı sonuçları kullanılarak SPT-N ile drenajsız kayma mukavemeti (s_u), $f_1 = s_u/\text{SPT-N}$ değeri ile plastisite indisi (I_p), drenajsız kayma mukavemeti (s_u) ile tabii su muhtevası (w_n), SPT-N ile tabii su muhtevası (w_n), SPT-N ile likidite indisi (I_L) ve SPT-N ile ön konsolidasyon basıncı (σ'_c) arasındaki ilişkiler incelenmiştir.

CPT verileri (koni uç direnci (q_c) ve koni sürtünme direnci (f_c)) ve laboratuvar deney sonuçları kullanılarak koni uç direnci (q_c) ve koni sürtünme direnci (f_c) ile drenajsız kayma mukavemeti (s_u), koni faktörü (N_k) ile plastisite indisi (I_p), likidite indisi (I_L) ve tabii su muhtevası (w_n), koni uç direnci (q_c) ve koni sürtünme direnci (f_c) ile tabii su muhtevası (w_n), koni uç direnci (q_c) ve koni sürtünme direnci (f_c) ile ön konsolidasyon basıncı (σ'_c) arasındaki ilişkiler incelenmiştir.

STANDARD PENETRATION AND CONE PENETRATION TESTS IN SOIL INVESTIGATIONS

SUMMARY

In Civil Engineering, soils which are used as engineering materials under the foundations of various structures, are effected by the static and dynamic loads. It is important that the soil parameters must be known down to a necessary depth to determine the soil behaviour under these loads. The soil parameters can be obtained through laboratory and field tests.

Quality of the undisturbed soil samples taken from the field is very important for the laboratory tests. Taking an undisturbed sample from fine grained soils is easier than taking from coarse grained soils. However, eventhough the method of taking undisturbed soil sample is very advanced, it is known that the taken sample certainly can not be an undisturbed soil sample due to the changing stress. Even if the disturbance is ignored, the undisturbed soil samples represent very small part of the soil layer where they are taken. For this reason, the soil properties obtained from the laboratory tests performed on these undisturbed soil samples can not represent the whole soil layer.

In field test methods, there is not a problem with creation of the stress conditions of the soil sample like laboratory testing. The real stress and anisotropy conditions are provided by automatically. Because of the field test are performed in large areas, the results can represent the soil layer properties much better than laboratory results. Also, the results of the field tests can be obtained faster than the result of the laboratory tests. For this reason, the field tests that are performed at natural soil conditions have a great importance. To eliminate the the problems such as; difficulty of taking samples in coarse grained soils and the problem of disturbing the soil sample in fine grained soils, the field tests are often used.

In engineering practice, due to the reasons such as; obtaining the soil samples, protection of the samples in convenient conditions, the difficulty of performing the laboratory tests and the high cost of all these activities, it is preferred to determine the soil properties with less information. The methods that more parameters can be obtained with minimum soil data and its easy applications is preferred to estimate the engineering properties of soils. At this stage, the relationships suggested by the researchers between the soil parameters and the field test data become very important in the preliminary design phase of the projects.

This thesis covers Standard Penetration Test (SPT) and Cone Penetration Test (CPT) which are widely used in the soil investigation schedules. The proposed relationships between SPT-N blow number and the strength parameters, cone penetration test point resistance, sleeve friction values and strength parameters of soils are researched. Also, by using the SPT, CPT and laboratory test results obtained from different part of Turkey, the relationships are analysed between the field test

parameters (SPT-N from SPT, point resistance (q_c) and sleeve friction (f_c) from CPT) and various soil parameters (from laboratory tests), especially undrained shear strength (s_u).

Undrained shear strength (s_u) results are obtained from two different laboratory tests which are unconfined compression test and unconsolidated undrained triaxial compression test. The relationships between SPT-N and undrained shear strength (s_u) are suggested for each laboratory test separately and for two laboratory tests together. The correlation coefficient (r) of all obtained equations shows that statistically, undrained shear strength and SPT-N have medium to strong significant relationship according to the existing soil data. The strongest relationship is suggested as $s_u = 3.37\text{SPT-N} + 14.37$ with correlation coefficient of 0.73.

As researched in the past studies, relationships between $f_1 = s_u/\text{SPT-N}$ and plasticity index (I_p) are investigated for the existing soil data. According to obtained $f_1 - I_p$ charts, it is very difficult to reach a certain relationship between these two parameters but it can be said that while I_p increases f_1 tends to increase. f_1 is specified as changing between 0.6 and 15.5 that closer to some past study results such as; Özkan et al (1990) (2.5 ~ 14), İyisan et al (1990) (2 ~ 16) and Sivrikaya and Toğrol (2007) (2 ~ 17.5).

The relationships between undrained shear strength (s_u) and natural water content (w_n) are researched for the existing soil data. The relationships between undrained shear strength (s_u) and natural water content (w_n) are suggested for each laboratory test (unconfined compression test and unconsolidated undrained triaxial compression test). The correlation coefficient (r) of all obtained equations shows that statistically, undrained shear strength and natural water content have low to intermediate significant relationship according to the existing soil data. According to obtained $s_u - w_n$ charts, it can be said that while w_n increases s_u tends to decrease.

For all existing soil data the relationships between SPT-N and natural water content (w_n) are researched. The correlation coefficient (r) of all obtained equations shows that statistically, SPT-N and natural water content have intermediate significant relationship for existing soil data. According to obtained SPT-N – w_n charts, it can be said that while SPT-N increases w_n tends to decrease.

The relationships between SPT-N and liquidity index (I_L) are researched for the existing soil data. As it is encountered in the relationships between SPT-N and natural water content (w_n), according to obtained SPT-N – I_L charts, it can be said that while SPT-N increases I_L tends to decrease. The correlation coefficient (r) of all obtained equations shows that statistically, SPT-N and liquidity index have intermediate significant relationship for existing soil data.

The relationships between SPT-N and preconsolidation pressure (σ_c') are researched for the existing soil data. The correlation coefficient (r) of all obtained equations shows that statistically, SPT-N and preconsolidation pressure have very low significant relationship. But, according to obtained SPT-N – σ_c' charts, it can be said that while SPT-N increases σ_c' tends to increase.

In addition to the relationships obtained from Standard Penetration Test results, Cone Penetration Tests that are performed in the same fields with Standard Penetration Tests are used for researching the relationships between Cone Penetration Test parameters (point resistance (q_c) and sleeve friction (f_c)) and soil parameters obtained from laboratory tests, especially undrained shear strength (s_u).

Because of the nonexistence CPT soil data that correspond to each laboratory test results, undrained shear strength (s_u) results which are obtained from unconsolidated undrained triaxial compression tests can only be used for researching the relationships between CPT soil parameters and s_u . As a general equation $s_u=(q_c-\sigma_v)/N_k$ is researched by using the existing undrained shear strength (s_u) results obtained by laboratory tests. The relationship is given for clays. The correlation coefficient (r) of obtained equation shows that statistically, the equation has highly strong significant relationship according to the existing soil data. The cone factor (N_k) is specified as 25. When obtained cone factor (N_k) value and the suggested cone factor (N_k) values in literature are compared, it can be said that cone factor (N_k) values which are suggested by Lunne and Eide (1976) that depend on plasticity index is the closest one to the result in this study. The cone factor (N_k) is suggested between 10 and 30 in the study of Lunne and Eide (1976). The cone factor (N_k) is suggested as 15 by Mayne and Kemper (1988). Also, the cone factor (N_k) is obtained by Dipova and Cangir (2005) as 18.9 from the soil investigations performed in Antalya/Turkey.

As an alternative to the general equation $[s_u=(q_c-\sigma_v)/N_k]$, N_c cone factor which represents the relationship between undrained shear strength (s_u) and cone point resistance (q_c); $[s_u=q_c/N_c]$ is researched. The N_c cone factor is obtained as 26.9 for clays. As it is expected that N_c is higher than N_k .

The relationship between undrained shear strength (s_u) and CPT sleeve friction (f_c) is researched for the existing soil data. The coefficient of equation a, ($s_u=af_c$) is specified as 0.66 for clays. The coefficient a is suggested as 1 by Anagnostopoulos et al (2003) for electronic CPT systems.

As researched in the past studies, relationships between cone factor (N_k) and plasticity index (I_p) are investigated for the existing soil data. According to obtained $N_k - I_p$ charts, it can be said that while I_p increases N_k tends to decrease. The subjected relationship is discussed as while I_p increases N_k decreases by Lunne and Eide (1976). Also, it can be realized from the study of Chen (2001) that while I_p increases N_k tends to decrease. However, according to the chart obtained from the soil investigations performed in Antalya/Turkey by Dipova and Cangir (2005), it is stated that while I_p increases N_k increases.

The relationship between cone factor (N_k) and liquidity index (I_L) is researched for the existing soil data. According to obtained $N_k - I_L$ charts, it can be said that while I_L increases N_k tends to increase.

The relationship between cone factor (N_k) and natural water content (w_n) is researched for the existing soil data. According to obtained $N_k - w_n$ charts, it can be said that while w_n increases N_k tends to decrease.

The relationships between CPT point resistance (q_c) – sleeve friction (f_c) and natural water content (w_n) are researched for the existing soil data. According to obtained $q_c - w_n$ and $f_c - w_n$ charts, it can be said that while w_n increases q_c and f_c tend to decrease.

The relationships between CPT point resistance (q_c) – sleeve friction (f_c) and preconsolidation pressure (σ'_c) are researched for the existing soil data. According to obtained $\sigma'_c - q_c$ and $\sigma'_c - f_c$ charts, it can be said that while q_c and f_c increase σ'_c tends to increase.

1. GİRİŞ

Geoteknik Mühendisliği'nde zemin kesitinde yer alan tabakaların mühendislik özelliklerinin belirli bir derinliğe kadar bilinmesi gerekmektedir. Zeminlerin mühendislik özellikleri, laboratuvar ve arazide yapılan deneyler ile belirlenebilmektedir. Laboratuvar yöntemleri kullanılırken örselenme etkisi ihmal edilebilir kabul edilse bile, numuneler alındığı tabakanın çok küçük bir bölgesini temsil ettiğinden, laboratuvar deney sonuçları tüm tabakanın özelliklerini yansıtmayabilir. Arazi deney yöntemlerinde laboratuvardaki gibi gerilme şartlarının tekrar yaratılma sorunuyla karşılaşılmazken, gerçek gerilme durumu ve anizotropi çoğu kere kendiliğinden sağlanır. Arazi deneyleri, daha geniş bir bölgede uygulandığından, sonuçlar zemin tabakasını daha iyi temsil edebilmektedir. İri daneli zeminlerde numune alma zorluğunu ve ince daneli zeminlerde numunelerin örselenmesi sorunlarını ortadan kaldırmak için arazi deneyleri sıkça kullanılmaktadır. Geoteknik incelemelerde, Standart Penetrasyon Deneyi (SPT) oldukça yaygın bir şekilde kullanılan arazi deneylerinin başında gelmektedir. Ülkemizde SPT, hemen hemen her zemin inceleme programının ana parçalarından birini oluşturmaktadır.

İnşaat Mühendisliği'nde zeminler, yapı malzemesi olarak ve çeşitli mühendislik yapılarının temellerinin oturduğu, mühendislik malzemeleri olarak statik ve dinamik yüklerin etkisi altında kalmaktadır. Bu yükler altında zemin davranışlarının belirlenmesi için zemin davranış özelliklerinin gerekli derinliğe kadar bilinmesi gerekmektedir. Zemin özellikleri ise, laboratuvar ve arazi deneyleri ile belirlenebilmektedir.

Geoteknik Mühendisliği'nde araziden çeşitli yöntemlerle numuneler alınmaktadır. Killi zeminlerde numune alma işlemi daha kolay bir şekilde yapılabilmeyle birlikte, numune alma yöntemi ne kadar gelişmiş olursa olsun, alınan numunenin gerilme durumundaki değişme yüzünden tam örselenmemiş sayılamayacağı bilinmektedir. Ayrıca numune alma işlemi sırasında çeşitli fiziksel etkiler nedeni ile az veya çok örselenme meydana gelmektedir. İri daneli zeminlerde ise örselenmemiş numune alınması bazı özel tekniklerle mümkün olsa bile oldukça zor ve pahalıdır. İri daneli

zeminlerden numune alma zorluğu ve killi zeminlerde numunelerin örselenmesi mahzurlarından kaçınmak için laboratuvar deneyleri yerine arazi deneyleri tercih edilmektedir.

Örselenme etkisi ihmal edilse bile, laboratuvarda üzerinde deney yapılan numunelerin alındıkları tabakanın çok küçük bir parçasını temsil etmeleri nedeniyle, bu numuneler için bulunan özellikler tüm tabakayı temsil etmeyebilir. Arazi deney yöntemlerinde laboratuvardaki gibi gerilme şartlarının tekrar yaratılma sorunuyla karşılaşmaz. Gerçek gerilme durumu ve anizotropi çoğu kez kendiliğinden sağlanır. Böylece zemin daha detaylı bir şekilde karakterize edilebilir. Arazi deneylerinin sonuçları hızlı bir şekilde elde edilebilir. Bu yüzden, zeminin arazide bulunduğu şartlarda gerçekleştirilen arazi deneyleri büyük önem taşımaktadır. Bu deneyler, mühendislere yapacakları tasarımda zeminin çeşitli bölgeleri arasında bir karşılaştırma imkanı sağlamaktadır. Çeşitli zemin özelliklerinin arazi ve/veya laboratuvar şartlarındaki değerler arasındaki ilişkiler mühendisler için gerek tasarım sırasında ışık tutmakta gerekse çeşitli yöntemlerle bulunan sonuçların tutarlılığını kontrol etme imkanı tanımaktadır.

Mühendislik uygulamalarında numunelerin alınmasında, deneylerin yapılmasındaki güçlükler ve maliyet nedeniyle sınırlı bilgi ile yetinilmesi yoluna gidilmektedir. Bu yüzden, zemin davranış özelliklerini mümkün olduğu kadar az ve kolay elde edilebilen bilgilerle belirlemek tercih edilir olmuştur. Bu bağlamda, ön tasarım aşamasında arazi deneyleri sonuçlarından mühendislik özelliklerinin değerlerini elde etmek için çeşitli araştırmacılar tarafından geliştirilmiş ampirik bağıntılar kullanılmaktadır.

Bu tez çalışması kapsamında, zemin inceleme programlarında sıkça tercih edilen arazi deneylerinden Standart Penetrasyon Deneyi (SPT) ve Koni Penetrasyon Deneyi (CPT) konu alınmıştır. Standart Penetrasyon Deneyi ile elde edilen zemin penetrasyon direnci SPT-N ve Koni Penetrasyon Deneyi ile elde edilen koni uç ve koni sürtünme direnci değerleri ile zeminlerin çeşitli özellikleri arasında geçmişte önerilen ilişkiler incelenmiştir. Ayrıca, Türkiye'nin çeşitli yerlerinde gerçekleştirilen SPT, CPT ve laboratuvar deney sonuçları kullanılarak arazide ölçülen SPT-N darbe sayısı, koni uç ve koni sürtünme direnci ile başta drenajsız kayma mukavemeti (s_u) olmak üzere zeminlerin çeşitli özellikleri arasında ifadeler elde edilmiştir.

Laboratuvar deneyleri ve arazide ölçülen SPT-N darbe sayısı sonuçları kullanılarak SPT-N ile drenajsız kayma mukavemeti (s_u), $f_1 = s_u/\text{SPT-N}$ değeri ile plastisite indisi (I_p), drenajsız kayma mukavemeti (s_u) ile tabii su muhtevası (w_n), SPT-N ile tabii su muhtevası (w_n), SPT-N ile likidite indisi (I_L) ve SPT-N ile ön konsolidasyon basıncı (σ'_c) arasındaki ilişkiler incelenmiştir.

CPT verileri (koni uç direnci (q_c) ve koni sürtünme direnci (f_c)) ve laboratuvar deney sonuçları kullanılarak koni uç direnci (q_c) ve koni sürtünme direnci (f_c) ile drenajsız kayma mukavemeti (s_u), koni faktörü (N_k) ile plastisite indisi (I_p), likidite indisi (I_L) ve tabii su muhtevası (w_n), koni uç direnci (q_c) ve koni sürtünme direnci (f_c) ile tabii su muhtevası (w_n), koni uç direnci (q_c) ve koni sürtünme direnci (f_c) ile ön konsolidasyon basıncı (σ'_c) arasındaki ilişkiler incelenmiştir.

2. STANDART PENETRASYON DENEYİ (SPT)

Bazı arazi deneyleri 40-50 yıldan beri yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Bazıları teknoloji ile birlikte gelişmektedir. Standart Penetrasyon Deneyi (SPT) geoteknik mühendisliğinde yaygın olarak kullanılan en eski arazi deneylerinden biridir.

Diğer arazi deneyleri ile karşılaştırıldığında SPT'nin bazı üstünlükleri bulunmaktadır. Bu deneyde kullanılan mekanik ekipman (tij, numune alıcı, tokmak vs.) genel olarak daha basit ve dayanıklıdır. SPT, sondaj işlemi sırasında kuyu içinde kolayca uygulanabildiğinden maliyeti daha düşüktür. Deneyin önemli üstünlüklerinden biri de SPT'nin yapılan sondaj çukurlarından numune alınabilmesidir. Ayrıca bu deney bütün zemin gruplarında ve yeraltı su seviyesi altında uygulanabilmektedir. Bahsedilen üstünlüklerin tümünü başka bir arazi deneyinde bulmak mümkün değildir (Nixon, 1982).

SPT dünyanın birçok ülkesinde olduğu gibi Türkiye'de de geoteknik incelemelerinde yaygın şekilde kullanılan bir arazi deneyidir. SPT, ülkemizde sıklıkla karşılaşılan zeminler aşırı konsolide olmuş katı-sert killer, kumlar ve çakıllı kumlar olduğu için, hemen hemen her zemin inceleme programının ana öğelerinden biri olarak karşımıza çıkmaktadır (Durgunoğlu ve Toğrol). Bu deney yumuşak killer ve gevşek kumlardan, sert killer ve çok sıkı kumlara kadar çeşitli zemin türlerinde uygulanabilmektedir. SPT, ön incelemeler için olduğu kadar tasarım aşamasında da kullanılmaktadır. SPT-N ile zemin özellikleri, temel tasarımı ve sıvılaşma riski arasında bir çok yararlı bağıntılar bulunmaktadır. Son yıllarda bazı mühendisler, ölçülen SPT-N değerleri için, farklı tipteki tokmakları kullanmanın etkileri, jeolojik gerilme etkileri, tij tipi ve boyu, sondaj kuyusu gibi etkisi daha az olan diğer faktörleri içeren çeşitli “düzeltmeler” geliştirmişlerdir.

SPT'de uygulanan enerjinin miktarı ve tokmağın düşürülme biçimi gibi işlemler sırasında oluşabilecek hatalar, farklı değerlendirmelere sebep olabilmektedir. Bu yüzden çakma sırasında tokmağın tipi ve düşürülme yöntemine bağlı olarak üretilen enerji miktarının standart hale getirilmesi gerekmektedir.

SPT-N ile zeminlerin çeşitli özellikleri arasındaki ifadelerin kullanılmasında düzeltilmiş veya düzeltilmemiş SPT-N değerlerinin dikkate alınması hususu karmaşıklığa neden olmaktadır. SPT, temiz ince-orta kumlar, çok ince çakıllı kumlar ve az siltli kumların mühendislik özelliklerinin tahmini için yararlı olan bir deney türü olup bu zeminlerde daha uygun sonuçlar verirken, zemindeki kaba dane oranı arttıkça, özellikle iri çakıl bulunması durumunda elde edilen sonuçlar yanıltıcı olabilmektedir. Bununla beraber, deney silt ve killerin mühendislik özelliklerinin tahmininde de kullanılmaktadır. Bu ilişkiler yaklaşık ifadelerdir ve onlardan tahmin edilen zemin parametrelerinin kullanımı mühendislik tecrübesi ve yorum gerektirmektedir.

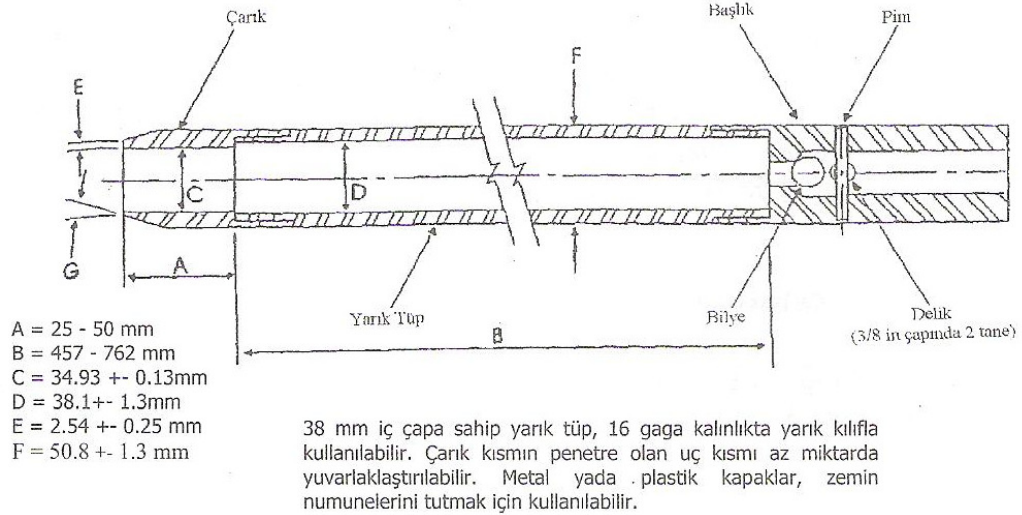
Örselenmemiş numuneler almanın zor olduğu iri daneli zeminlerin özelliklerini tahmin etmede SPT yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. SPT, kumlar ve siltler için arazideki efektif kayma mukavemeti açısı (ϕ'), relatif sıkılık (D_r) gibi zemin özelliklerini tahmin etmede kullanılabilir.

Killi zeminlerde ise SPT-N ile serbest basınç mukavemeti (q_u), drenajsız kayma mukavemeti (s_u), hacimsel sıkışma katsayısı (m_v) arasında ilişkiler geliştirilmiştir. Çeşitli zeminler için dinamik kayma modülü (G_s), elastisite modülü (E_s) ve kayma dalgası hızını (V_s) veren bağıntılar mevcuttur. Ayrıca SPT, iri daneli zeminlerin sıvılaşma potansiyelini, sıg ve derin temellerin taşıma gücünü ve oturmalarını tahmin etmekte kullanılmaktadır. Hem oturma hem de taşıma gücü doğrudan SPT direncine bağlı olarak tahmin edilebilmektedir. SPT-N değerine dayanarak sert killerdeki sürtünme kazıklarının taşıma kapasitesi hakkında kabaca fikir edinmek mümkündür. SPT ile tahmin edilen kilin kayma mukavemetinden statik kazık formülleri ile kil zeminlerdeki sürtünme kazıklarının birim uç mukavemeti ve birim çerçe sürtünmesi tayin edilebilir (Toğrol ve Sivrikaya, 2009).

SPT-N değeri ile kumun kayma direnci açısı ϕ' arasında güvenilir bağıntılar bulunmaktadır. Kumların sıvılaşma potansiyeli ve kum zeminlere oturacak temellerin ani oturmaları ve güvenli taşıma gücü de bu deneyle sağlıklı olarak tayin edilebilir.

2.1 Deneyin Yapılışı

Dinamik karakterli Standart Penetrasyon Deneyi'nin en önemli özelliği, kumlu zemine girişine gösterilen direnci ölçme yanında örselenmiş numune elde edilebilmesidir. Deney, 63.5 kg ağırlığın 762 mm yükseklikten düşürülerek ucu sertleştirilmiş çelikten kaşığı zemine 305 mm çakmak için gereken vuruşların (N) sayılmasıdır. Standart penetrasyon kaşığı özellikleri Şekil 2.1'de verilmiştir.

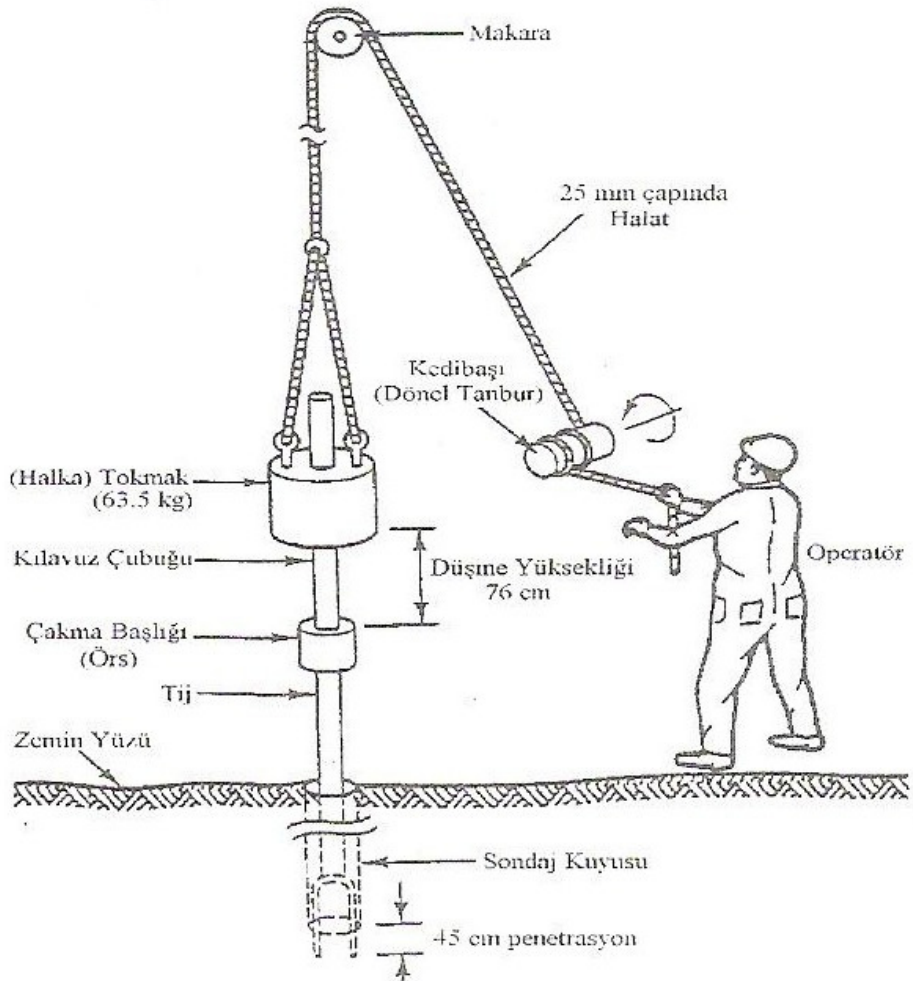


Şekil 2.1 : Standart Penetrasyon kaşığı (numune alıcı) (ASTM, 1997).

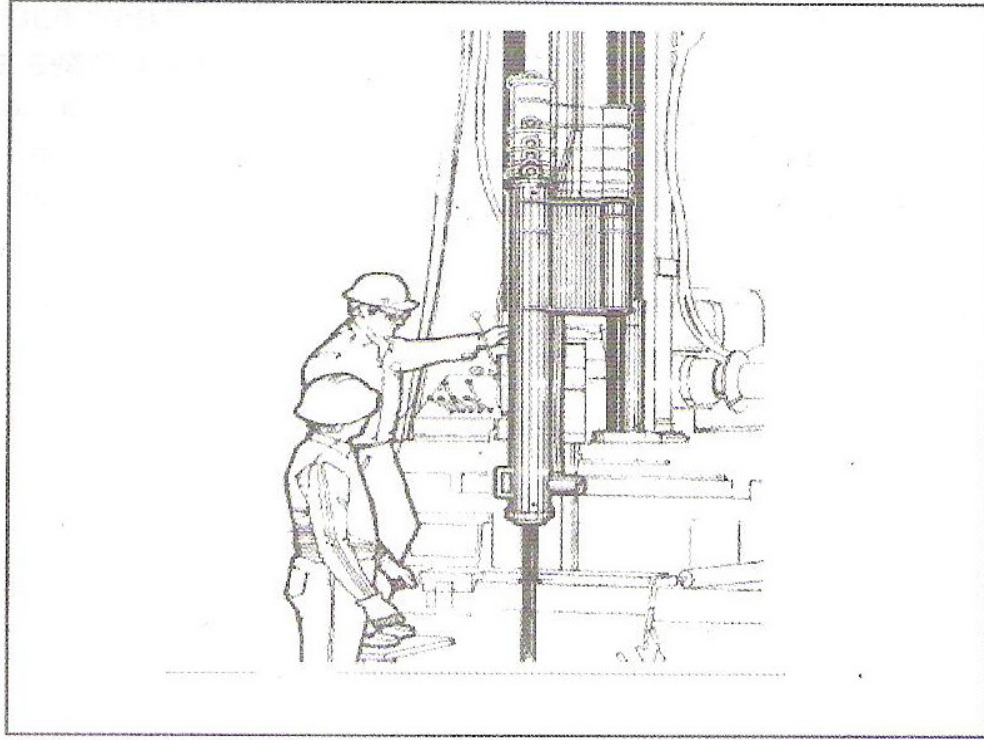
Deney, en çok uygulanan arazi deneyi olarak ön plana çıkmış olmakla birlikte önemli hatalara açıktır. Bu hatalar arasında düşüşün gerekli enerjiyi sağlamayacak şekilde yapılması, penetrasyon kaşığının çarığının hasarlı olması, operatör ön yargılarının sayıya yansması gösterilebilir. Deney simit tipi şahmerdan (donut) ile yapılmamışsa bu husus sondaj kaydına geçirilmelidir. Kumlar için geliştirilmiş deney, killerin kıvamı hakkında bilgi edinmek için her 1.5 m'de yapılmalıdır. Sondaj çubuklarının ağırlığının aşırı artması nedeniyle SPT uygulama derinliği 30 m, tercihen 20 m'yi geçmemelidir.

Deneyin en sakıncalı yanı ise, çapı 20 mm'den büyük çakıllı veya taş içeren zeminlerde uygulanması durumunda doğmaktadır. Tümüyle yanıltıcı sonuçlar verebilen bu uygulamadan kaçınmak gerekir. Bu sorunu ortadan kaldırmada çakıllı zeminler için önerilen uçlar kullanılmalıdır.

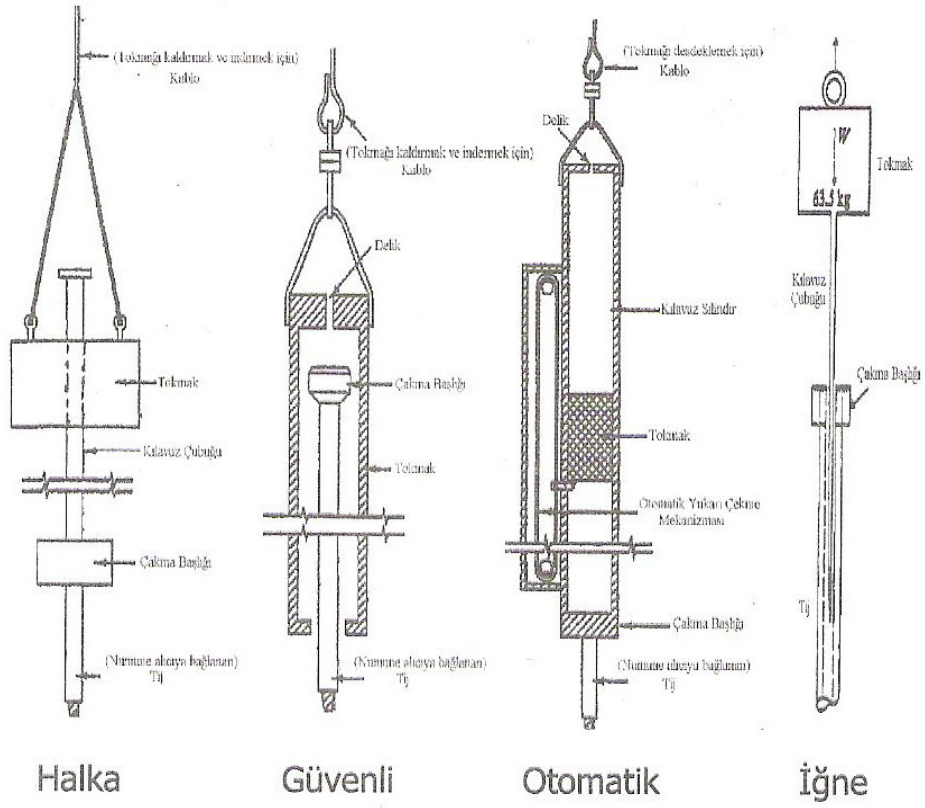
Halka veya güvenli tokmağın kaldırılması ve bırakılmasının en yaygın metodu, halat ve kedibaşı yöntemidir (Şekil 2.2). Kedibaşına sarılı halat tokmağı kaldırıp düşürmek için kullanılır. Böylece tokmak çakma başlığına çarpar ve numune alıcı zemine çakılır. Tijler, 0.15 m artımlarla üç kez işaretlenir. Numune alıcı çakıldığında, numune alıcının her 0.15 m çakılması için gereken tokmak düşme sayısı kaydedilir. 2. ve 3. 0.15 m'lik penetrasyonun toplamı için gereken vuruş sayısı, standart penetrasyon direnci, yani, SPT-N değeri olarak alınır. Çakma işleminin tamamlanması üzerine numune alıcı sondaj kuyusundan çıkarılır. Yarık numune alıcı açılır ve temsili zemin numunesi alınır. Otomatik tokmak sistemi Şekil 2.3'de temsili olarak verilmiştir. Halka, güvenli, otomatik ve iğne tokmak tipleri Şekil 2.4'te topluca görülmektedir. Tetik tokmak düşürme tipi Şekil 2.5'te verilmiştir.



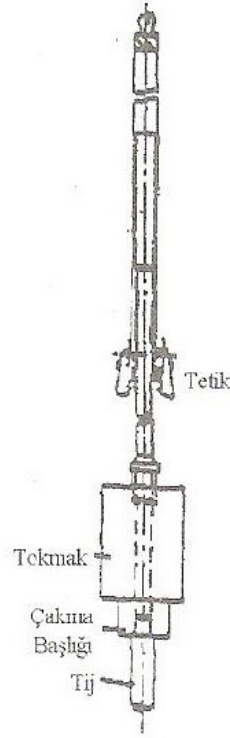
Şekil 2.2 : SPT'nin yapılışı (Coduto, 1994).



Şekil 2.3 : SPT Otomatik CME tokmak sistemi (Farrar ve Chitwood, 1999).



Şekil 2.4 : Tokmak tipleri (Coduto, 1994 ve Bowles, 1996).



Şekil 2.5 : Tetik tokmak düşürme tipi (Skempton, 1986).

2.2 Deneyin Yapım Yöntemi ve Ekipman Ayrıntıları

SPT, deneyde kullanılan ekipman ve deney yapım yöntemi konusunda günümüze kadar standartlaşma evresi geçirmiştir. Buna rağmen hala yoruma açık çeşitli hususlar içermektedir.

2.2.1 Sondaj metodları

İyi sondaj tekniği, SPT'den önce zeminin örselenmediğini doğrulayan yaklaşımdır. Gevşek kum zeminler sondaj yapılabilecek en zor zeminlerden biridir.

Deneyden önce sondaj kuyusu dikkatli bir şekilde temizlenmelidir. Bu işlemi yaparken sondaj kuyusunun tabanının örselenmemesine dikkat edilmelidir. Sondajdaki su seviyesi, daima yeraltı su seviyesinde veya daha yukarıda tutulmalıdır. Sondaj deliği içerisindeki yer altı su seviyesi yüksekliği, en az kum zemin içerisindeki piyezometrik basınca eşit olmalıdır. Aksi halde, akıcı kum durumu ortaya çıkar ve düşük SPT-N sayıları elde edilir.

- **Rotari Sondaj:** SPT'nin ilk yapıldığı yıllardaki veriler, temiz su ile yapılan rotari sondajdan elde edilen SPT-N değerinin, sondaj çamuru kullanılandan çok düşük olduğunu göstermektedir. Gevşek doymuş kumlarda sondaj yapmak için en iyi yol bentonit veya polimerle artırılan sondaj suyu ve fişkırtma ile oluşacak örselenmeyi önleyecek sondaj uçları kullanmaktır. Sulu rotari metodu, doymuş kumlarda SPT-N değerini belirleme için düşünülen en iyi yöntemdir (Farrar, 1999).
- **Burgu Sondajı:** Bu yöntem, suya doymuş gevşek kumlarda başarılı bir şekilde kullanılabilir. İçi boş burgular kullanılırken ana problem, burguların kumu gevşetip kabartmasıdır.

2.2.2 Yapım yöntemindeki değişkenler

2.2.2.1 Deney aralığı

USBR 7015'e göre SPT prosedürü, deney için en yakın aralığın 0.76 m olduğunu söylemektedir. Bu aralık, bir sonraki deney için tabakanın örselenmemesi için yeterli kabul edilmektedir. Bu özellikle kumlu zeminlerde geçerlidir. Silt, kil ve çakıl gibi zeminlerde SPT yapılır fakat, bu zeminlerdeki deney aralığını azaltmak gerekmeyebilir (Farrar, 1999).

2.2.2.2 Tokmak düşürülme hızı

Tokmak düşürme oranı (hızı), drenajın dikkate alınması gereken durumlarda önemlidir. Temiz kumlarda, tokmakların düşürülmeleri sonucunda oluşan tekrarlı yükler altında meydana gelen boşluk suyu basınçları, kolayca sönmülenebileceği için vuruş sayıları yüksektir. Alüvyon temiz kumlar için, tipik vuruş sayısı, dakikada 20 vuruştur. Siltli kumlar (SM) gibi %30 ince dane içeren zeminlerde drenaj meydana gelmez ve çakma sayısı düşer. Alüvyon killi kumlardaki tipik vuruş sayısı, dakikada 20, daha düşük drenaja sahip yumuşak killerde 5 veya 10 olabilmektedir. Çoğu SPT standartlarında dakikada 20 – 40 vuruş önerilmektedir. Düşme sayısını kontrol eden tokmaklar kullanılıyor ise, dakikada 20 ile 40 arasında vuruş sağlanmaya çalışılmalıdır. Bununla beraber CME otomatik tokmak (Şekil 2.3) gibi, daha hızlı oranda tokmak vuruşları sağlayan tokmak sistemleri mevcuttur (Farrar, 1999).

2.2.2.3 Vuruş sayılarının sınırlandırılması

ASTM D-1586'ya göre, 100 vuruş sayısından sonra çakma işlemi sona erdirilmelidir. USBR'ye göre ise, 50 vuruş sayısında çakma işlemine son verilir. Bu, özellikle ekipmanın zarar görmesini önlemek için yapılmaktadır. Çakıllı zeminlerde çakma vuruşu yapıldığında penetrasyon miktarı kaydedilmektedir. Her vuruş için penetrasyonun kaydedilmesinin sebebi, mühendisin kumlu veya killi tabakayı tespit edebilmesidir. ABD'de "Earth Manual" (Farrar, 1999)'de her 30 mm için vuruş sayısı dikkate alınır.

2.2.3 SPT kaşığındaki değişkenler

Standart penetrasyon kaşığı, çarık, numune alıcı tüp ve başlıktan oluşmaktadır. Çarık, çok sert çelik olmalıdır. Çarık önemli derecede hasar aldığı anda, biçimi bozulduğunda ve çarpıklaştığında değiştirilmelidir. Numune alıcının merkezi kısmı çelik ve numunelerin kolay çıkarılmasına ve incelenmesine izin veren yarık tüp şeklinde olması gerekmektedir. Numune alıcı, havalandırma deliğine ve havalandırma deliğinin altında çelik bilye (yaklaşık 25 mm çapında)'ye sahip olmalıdır. SPT kaşığındaki değişkenler, ASTM D 1586'da Şekil 2.1'de gösterilen boyutlara sahiptir.

2.2.3.1 Numune alıcı tüp

Standart numune alıcı tüpün dış çapı 50.8 mm'dir. Amerika'da özel endüstride 63.5 mm ve 76.2 mm dış çapındaki tüp sıkça kullanılmaktadır. Bu farkın SPT-N üzerindeki etkisi bilinmemektedir. Yalnızca Farrar (1999) tarafından elde edilen verilerde gevşek kum ve dolgu malzemelerinde çok büyük farkın olmadığı görülmüştür. Burada, çakıllı zeminlerde 76.2 mm çaplı tüp beklendiği gibi 63.5 mm çaplı tüpten daha düşük SPT-N değerleri vermektedir. Sondajın tabanındaki sıkı kumlarda ise, 62.5 mm çaplı numune alıcı, sürtünmeden dolayı 76.2 mm çaplı numune alıcıdan daha düşük SPT-N değerine sahip olduğu gözlenmiştir. Bu sonuca göre, daha geniş numune alıcı tüpün etkisi, killi zeminlerde SPT-N değerini etkilemezken, orta sıkı kumlarda bir miktar artma meydana getirdiği kabul edilebilir (Farrar, 1999).

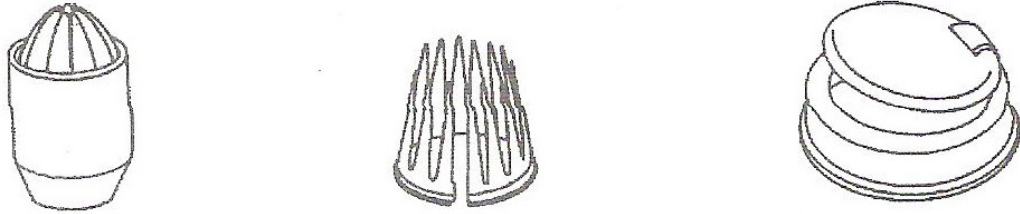
2.2.3.2 Çarık

USBR’a göre, numune alıcı çarığın boyutları standartlaştırılmış olup, ASTM D 1586 ile uyumludur. Çarığın çapı sabit olup 34.9 mm’dir. Çarığın iç yüzeyi pürüzsüz, sert, gevrek çelikten yapılmış olmalıdır. Çakıllı zeminlerde genellikle güvenilir SPT-N değeri vermez. Çakıllı zeminlerin sıkılığını tespit etmek için daha geniş numune alıcı ve tokmaklar kullanan diğer yöntemler bulunmaktadır. Çakıllı alanlarda yaygın olarak “Becker Penetrasyon Deneyi” (BPT) kullanılmaktadır.

2.2.3.3 Numune tutucular

Numune tutucuların (kapak) kullanımının etkisini gösteren kontrollü bir çalışma yapılmadığından numune tutucuların kullanılmasının etkileri bilinmemektedir (Farrar, 1999).

Numune alıcı tüpün içini daraltacağı için, SPT-N değerinde çok az büyümeye sebep olabilir. Birçok tip numune tutucu kapaklar mevcut olup bazı tipleri diğerlerinden daha avantajlıdır (Şekil 2.6).

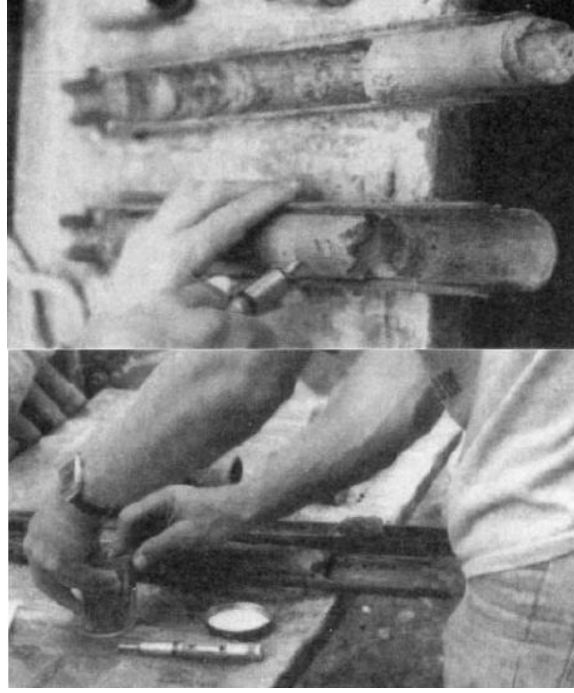


Şekil 2.6 : Numune alıcıya takılabilen kapaklar (Bowles, 1996).

2.2.3.4 Numune tüp kılıfları

ABD’de SPT’lerin çoğu kılıfları içerisine konulmak üzere yapılan numune alıcı ile yapılır (Şekil 2.7). Fakat uygulamada kılıf genellikle içine konulmakta, ihmal edilmektedir. Numune alıcı kılıfsız kullanılmışsa da bu durum not edilir. Numune alıcının kılıfsız olup olmadığı, parmak çarığının içerisine sokularak tüpün içerisinde hareket ettirmek suretiyle anlaşılır.

SPT’nin ilk geliştirildiği yıllarda kılıflar sıkça kullanılmıştır. Fakat ABD’de bu kullanım azalarak, 1960 yıllarında terk edilmiştir. Günümüzde tüm SPT ekipman üreticilerinin çoğu tüpün içerisine kılıf girecekmiş gibi üretim yapmaktadır.



Şekil 2.7 : SPT numune alıcısından numunelerin çıkarılması (Bowles, 1996).

Aynı zamanda ABD dışındaki ülkelerin hepsi iç çapı sabit olan numune alıcı tüpü kullanmaktadır. SPT yapılan zeminlerde genişletilmiş ve sabit çaplı tüpler arasındaki SPT-N değerindeki fark net değildir. Japonya’da yapılan bir çalışmaya göre killi zeminlerde farklar %10’a, kumlarda ise %25’e kadardır. Gevşek kumlarda, sabit iç çapa sahip tüp yalnızca 1 veya 2 sayı kadar artabilir. Temiz kumlarda ise fark 4 veya 5 vuruş sayısı kadar olabilmektedir (Farrar, 1999).

2.2.3.5 Numune tüp uzunluğu

1992’de yeniden revize edilen ASTM D 1586-84 ve EPRI-982’ye göre minimum tüp uzunluğu 457 mm olarak önerilmiştir. USBR ise 609.6 mm yarık tüp kullanmaktadır. İlave uzunluk kullanmanın amacı, bilye deliğini tıkamaksızın çamura yer sağlamaktır.

2.2.3.6 Havalandırma delikleri

Sondaj çamuru ile sondaj yapıldığında, ASTM ve USBR’ye göre SPT yöntemindeki numune alıcı başlığı için istenen havalandırma delikleri yetersiz kalmaktadır. ASTM standardı bilye üzerinde iki adet 9.5 mm çapında delik, EPRI standardı ise dört tane 13 mm çapında delik önermektedir. Özellikle bilyenin yerine iyi oturup oturmadığı kontrol edilmelidir. Aksi takdirde numuneyi dışarı itmeye çalışan büyük bir sondaj çamuru baskısı ile karşı karşıya kalınabilir.

2.2.4 SPT Ekipman değişkenleri

Son 30 yılda mühendisler SPT'nin mekanik yönünü incelemeye başlamışlardır. İlk önceleri tokmağın düşme yüksekliği ve hızı ölçülmüş, bu ölçümler tokmak enerjisi üzerinde kedibaşına sarılan halatın sarım sayısı gibi değişkenlerin etkilerini göstermiştir.

Enerji aktarımındaki değişkenler; tokmak tipi, tokmak düşürölme yüksekliği, tokmak düşerken oluşın sürtünme, çakma başlığına çarpmada oluşın enerji kayıpları ve tijlerdeki enerji kayıplarıdır. Numune alıcı tüpe aktarılan enerjiyi ölçmek için en mantıklı yer numune alıcının hemen üzerindeki tijler olarak gözükmektedir. Bu çok olası ve makul değildir. Bu yüzden ölçümler, çakma başlığının hemen altındaki delgi tijlerinin baş kısmında yapılmaktadır. Bu enerji ölçümlerinin gerçekleştirilmesi kolay değildir.

Önceleri farklı kuvvet transduserleri (force transducers) kullanılarak, 1990'larda ise akselerometre (accelerometers) kullanılarak yapılan ölçümlerden bazıları birbirleriyle çelişmektedir. Şimdilerde bu durumun çözölmesi için çalışmalar sürdürölmemtedir. Tokmağın düşürölmesi sonucunda delgi tijlerindeki enerji oranı ER aşğıdaki şekilde gösterilmektedir (Toğrol ve Sivrikaya, 2009).

$$ER = \frac{E_{ölçölün}}{E_{teorik}} \times 100 \quad (2.1)$$

Delgi tijleri üzerindeki enerji ölçölmleri ($E_{ölçölün}$) 1980'lerde yapılmaya başlanmıştır. Bu ölçölmler geniş çakma başlığına sahip bazı tokmakların, özellikle halka tokmakların, 0.76 m'den düşürölün 63.5 kg ağırlığındaki tokmağın toplam potansiyel enerjisinin %50 mertebesinde, çok düşük enerjiyi aktardığını ortaya koymuştur. Farklı tokmalardan elde edilen SPT-N değerlerini karşılaştırmak amacıyla birçok çalışma yapılmıştır. Bu çalışmalar sonucunda SPT-N değeri, aktarılan enerji ile orantılı olup, belirli bir ortak enerjiye göre düzenlendiğı anlaşılmıştır. Kullanılan güncel uygulama, SPT-N değerini %60 sondaj tij enerjisine (ER) göre normalize etmektedir.

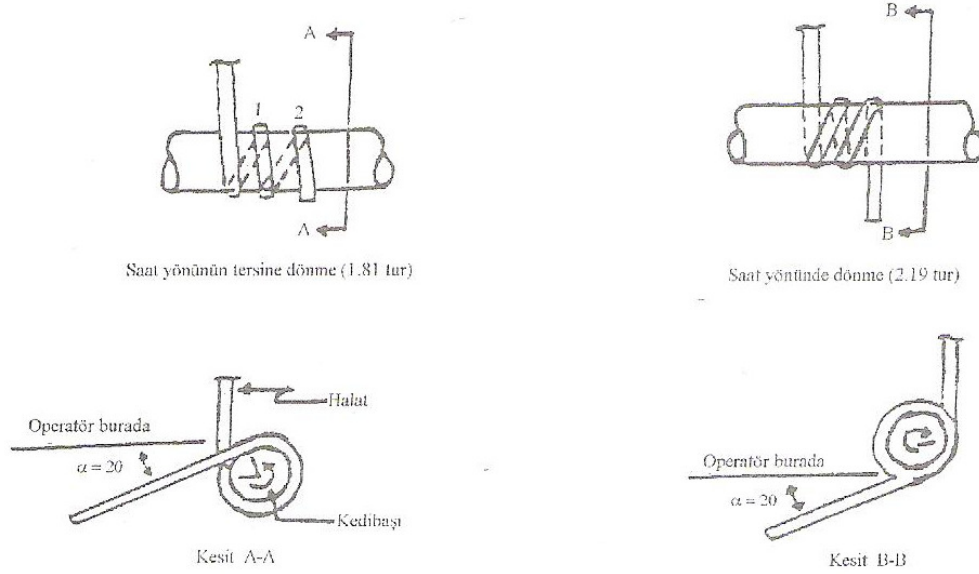
Numune alıcıya aktarılan enerji, bir vuruş için teorik olarak maksimum enerjinin ($E_{\text{teorik}}=475 \text{ J}$), %60'ı 285 J olmalıdır. Bu, güvenli tokmak tarafından aktarılan enerjidir. Güvenli tokmaktan başka bir tokmak kullanılırsa, arazide ölçülen vuruş sayısı (SPT-N), teorik enerjinin %60'ı olan uygun bir enerjiye düzeltilmesi gerekmektedir.

2.2.4.1 Tokmaklar ve tokmak düşürülme şekilleri

Birçok türde SPT tokmakları ve düşürülme mekanizmaları mevcuttur. Şekil 2.4'te halka, çivi, güvenli ve otomatik tokmaklar görülmektedir. İlk zamanlarda çivi ve halka tipi tokmaklar kullanılmıştır. ABD'de halka tokmak, kapalı çakma başlığına sahip güvenli tokmağa göre kullanılabilirliğini yitirmiştir. Artık numune alıcı tüpe aktarılan enerji tekrarlılığını geliştirmeye yardımcı olan yeni otomatik tokmaklar (Şekil 2.3) da kullanılmaktadır.

Güvenli tokmaklar

Bu tür tokmaklar, SPT'nin yapılmasında ekonomik ve güvenlidir. Kapalı çakma başlığı, küçük metal parçalarının fırlamasından ve operatörün çakma yüzeyine ellerinin gelmesinden doğacak tehlikeyi ortadan kaldırır. Güvenli tokmakta, deney kurallara uygun ve sürekli olarak yönetildiği sürece doğal geometrisinden dolayı enerji aktarımı yalnızca yaklaşık %20'e kadar değişmektedir. Güvenli tokmaklar yaklaşık 813 mm toplam vuruşa göre tasarlanmalıdır. Operatörün 0.76 m düşüşü görebilmesi için kılavuz çubuğu üzerine işaret konmalıdır (Farrar, 1999). Güvenli tokmakların en kullanışlı durumu, kedibaşına 2 sarımla (Şekil 2.8) uygulanan tokmak düşürülmesi sonucu oluşan enerjinin %60'ını aktardığının kabul edilmesidir. Gerçekte tokmaklar tasarımlarına bağlı olarak numune alıcıya enerjinin yaklaşık %60~75'ini aktarırlar. Enerji aktarımı etkileyen bir faktör de kılavuz çubuğudur. Bazı güvenli tokmaklar ile içi dolu tijler kullanılırken, bazen de içi boş AW tipi tijler kullanılmaktadır. İçi dolu kılavuz çubuğuna sahip güvenli tokmak, içi boş kılavuz çubuğuna sahip güvenli tokmaktan daha az enerji aktarımı sağlamaktadır. Bununla beraber, bu farklar önemli boyutta değildirler (Farrar, 1999).



Şekil 2.8 : Halatın sarım devir sayısı ve açısının tanımları (Kovaks, 1980).

Halka tokmaklar

Halka tokmaklar genelde tercih edilmemektedir, ancak özel durumlarda kullanılmak zorunda kalınabilir. Eğer yapılan deney verisi sıvılaşma analizinde kullanılacaksa kullanılan halka tokmanın enerjisinin ölçülmesi gerekmektedir.

Halka tokmakların kullanımının verimsiz olduğu düşünülmektedir. Fakat tokmak küçük çakma başlığına sahipse güvenli tokmağa yakın verimliliğe sahip olabilir. Geniş çakma başlığı çakma enerjisinin bir bölümünü absorbe etmektedir.

Çoğu Standart Penetrasyon Deneyi halat ve kedibaşı yöntemi kullanılarak yapılmaktadır. Bu metotta tokmak makaraya giden kedibaşına sarılı halat tarafından kaldırılır. ASTM ve USBR standartları kedibaşına sarılı halatın 2 devir olmasını istemektedir (Şekil 2.8). Halat 0.76 m düşürülme yüksekliğine kaldırıldıktan sonra mümkün olduğu ölçüde tokmanın serbest düşmesine izin veren kedibaşına sarılı halat serbest bırakılır. Halat-kedibaşı yöntemi kullanıldığında kedibaşına oldukça yakın olmasından kaçınılmalıdır. Kedibaşında halat sarım sayısı arttıkça sürtünme artacağından aktarılan enerji daha az olacağı için SPT-N değeri artacaktır. Ayrıca halat, eski, aşınmış ve kirli olursa kedibaşında ve makarada daha çok sürtünme meydana gelir.

Ayrıca yarı otomatik ya da Japonya ve İngiltere’de oldukça kullanılan tetikleme (trigger) yöntemleriyle de tokmaklar düşürülebilmektedir (Şekil 2.5). Düşme ağırlığının enerjisinin kılavuz çubuğu ile çakma ağırlığı arasındaki sürtünme tarafından azaltılmadığına emin olacak özel önlemler alınmalıdır. Burada kendi tetikleme mekanizmasına sahip (self triggering hammer) tokmak tavsiye edilmektedir. Serbest düşmeyle bırakılan tokmak, tekrar elde edilebilir sonuçlar vermekte ve sürtünme vincine bağlı kenevir halatın çekilip bırakılması sonucu düşürülen tokmaktan daha düşük SPT-N değeri vermektedir.

Otomatik tokmaklar

Otomatik tokmaklar, genellikle daha güvenli olup, uygulamasında tekrarlanabilme imkanı sağlamaktadır. İlk otomatik tokmak tipi, CME (Central Mine Equipment) firması tarafından yapılmıştır (Şekil 2.3). Otomatik tokmağın başka bir tipi, “Foremost Mobile Drilling Company” tarafından üretilmiştir. Fakat tokmağın düşürülme mekanizması sabit hızlı değildir. Bu tokmağın diğer bir problemi de oldukça gürültü çıkarmasıdır. Otomatik tokmakların bazılarının enerji transferi, halat-kedibaşı tokmaklarla yapılan uygulamalardan önemli derecede yüksektir. CME otomatik tokmak sabit hız ayarlı (örneğin dakikada 50 vuruş gibi) olup, numune alıcıya yaklaşık %60~90 arasında değişen enerji aktarmaktadır.

Otomatik CME tokmak sistemi, imalat yönetmeliğine göre uygulandığında, halat-kedibaşı ve güvenli tokmak sistemlerinden elde edilen SPT-N değerlerinden %50’ye kadar daha düşük sonuçlar vermektedir. Otomatik tokmak kullanılıyor ise zemin inceleme tutanağına otomatik tokmak kullanıldığını belirtmek ve diğer detaylı bilgileri rapor etmek unutulmamalıdır.

2.2.4.2 Tijler ve tij uzunlukları

Standart numune alıcının çakılması için kullanılan tijler, AW delgi tijlerindeki rijitliğe eşit ya da daha büyük olmalıdır. 15 m’den daha derin sondajlar için rijitliği tip BW delgi tijine eşit ya da daha büyük tijler kullanılmalıdır. Deney esnasında kullanılan tijin rijitliğinin penetrasyon direncini etkilediği düşünülmektedir. Özellikle hafif tijler tokmağın düşürülmesiyle ezilir. Tijler sıkı bir biçimde birbirine takılmalıdır.

SPT için AW tij tipinden NW tij tipine kadar tijler deney için kabul edilmektedir (Çizelge 2.1). 22.86 m'den daha büyük derinliklerde daha küçük AW tipi tijlerin eğilmesi, bükülmesi veya burkulması hakkında bazı endişe ve kaygılar vardır. Bu durumlarda BW tipi veya daha geniş tijler kullanılması tavsiye edilmektedir. Burkulmadan oluşan enerji kaybını gösteren kesin bir çalışma yapılmamıştır. AW ile NW tip tijler arasındaki enerji transferinde büyük bir fark yoktur. Günümüzdeki çalışmalar bu etkinin daha da düşük olabileceğini göstermektedir (Farrar, 1999).

Çok kısa tijler kullanıldığında numune alıcıya enerji girişi, yansıyan dalgalar yüzünden erken sona erer. Gerçekte enerjinin erken sönümlenmesi 9 m derinliklere kadar bir problemdir. Fakat düzeltme küçük olup sıkça dikkate alınmaz. Enerjinin sönümlenmesi aynı zamanda delgi tijlerinin boyutunun bir fonksiyonudur. Sığ derinliklerde SPT-N değerleri daha yüksektir. 30 m'den daha büyük delgi tijlerde bazı kayıplar olacağı için düzeltme yapılmalıdır. Yapılan çalışmalarda 30 m'den 60 m'ye kadar enerjideki azalma %10 civarındadır (Farrar, 1999).

Schmertmann ve Palacios (1979) yapmış oldukları çalışmalarda, 30 m'den daha düşük tij uzunlukları için enerji kaybının ihmal edilebilir olduğunu göstermişlerdir. Genellikle NW tip tijler kullanılmalı ve sondaj logunda belirtilmelidir. Kısa tij uzunlukları için düzeltmeye gereksinim olduğu için tij uzunluğunun 14 m'den düşük olduğu yerlerde her çakma için tij uzunluğu kaydedilmelidir (Hall, 1982, Schmertmann ve Palacios, 1979, Yokel, 1982).

Çizelge 2.1 : Delgi tij boyutları (McGregor ve Duncan, 1998).

Boyut	Dış Çap		İç Çap		1 in'de Yiv Sayısı	Ağırlık (kg/m)
	in.	mm	in.	mm		
E	1-15/16	49.2	7/8	22.2	3	4.0
EW	1-3/8	34.9	15/16	23.8	3	4.2
A	1-5/8	41.3	1-1/8	28.6	3	5.7
AW	1-3/4	44.5	1-1/4	31.8	3	6.4
B	1-7/8	47.6	1-1/4	31.8	5	5.4
BW	2-1/8	54.0	1-3/4	44.5	3	6.4
N	2-3/8	60.3	2	50.8	4	7.4
NW	2-5/8	66.7	2-1/4	57.2	3	8.2
HW	3-1/2	88.9	3-1/16	77.8	3	13.1

Kısa tij uzunlukları için aktarılan düşük enerjinin düzeltilmesi için yaygın ve güncel uygulama, 3 m'den daha düşük sondaj derinlikleri içerisinde ölçülen SPT-N değerleri 0.75 faktörü ile çarpılır (U.S. Dept. Of the Army, 1988). Bir başka yöntemde ise SPT-N değerlerini elde etmek için, ölçülen SPT-N değerleri ASTM D 4633-86'da listelenen katsayı (K2) değerlerine bölünür.

2.2.5 Ölçülen SPT-N değerlerinin düzeltilmesi

Verilen bir zemin tabakası için SPT sonuçlarında geniş bir değişim aralığına sebep olan birçok faktör mevcuttur. Bu değişim veya deneyin tekrarlanabilirliğinin düşük olması, SPT sonuçlarının yorumlanmasında ve geçmiş verilerin güvenle kullanılmasında zorluklara sebep olmaktadır. Son zamanlarda özellikle SPT tokmaklarının arazideki enerjilerinin ölçülmesi SPT'nin dinamiği (Schmertmann ve Palacios, 1979, Kovacs ve diğ., 1981, Clayton, 1990, Farrar, 1999) üzerine mevcut araştırmalar, SPT ve sonuçlarına ait bilgileri önemli derecede geliştirmiştir. Bunun sonucu olarak deneydeki değişimler azaltılabilmektedir.

SPT esnasında enerji ölçülürse, SPT üzerindeki birçok faktörün etkisi ortadan kaldırılıp en aza indirgenebilir. Özellikle zeminin sismik stabilite analizlerinde, projede kullanılacak SPT sonuçları için tijlere aktarılan enerji ($E_{ölçülen}$) ölçümleri yapılmalı ya da deneyin prosedürü ve detayları sondaj loglarına yazılmalıdır.

Geoteknik mühendisliği uygulamalarında kullanılacak arazide ölçülen darbe sayılarında (SPT-N); tokmak enerjisi, jeolojik basınç ve bazı durumlarda sonuçları etkileyen çeşitli diğer etkiler için düzeltme yapılmalıdır. Ölçülen darbe sayıları (SPT-N), N_{60} veya $N_{1,60}$ şeklinde normalize edilebilir.

N_{60} veya $N_{1,60}$ için genel formül aşağıdaki gibidir (Toğrol ve Sivrikaya, 2009).

$$N_{60} = (SPT - N)C_E C_R C_B C_S C_A C_{BF} C_C \quad (2.2)$$

$$N_{1,60} = N_{60} C_N \quad (2.3)$$

Burada;

N_{60} : Teorik serbest düşme tokmak enerjisinin %60'ına göre düzeltilmiş vuruş sayısı

$N_{1,60}$: Teorik serbest düşme tokmak enerjisinin %60'ına ve efektif jeolojik basıncı 100 kPa olarak düzeltilmiş vuruş sayısı

SPT-N: Arazide ölçülen darbe sayısı

C_N : Derinlik düzeltme faktörü

C_E : Enerji düzeltme faktörü

C_R : Tij uzunluğu düzeltme faktörü

C_B : Sondaj çapı düzeltme faktörü

C_S : Numune alıcı kılıf (liner) düzeltme faktörü

C_A : Çakma başlığı düzeltme faktörü

C_{BF} : Tokmak düşürülme sıklığı (hızı) düzeltme faktörü

C_C : Tokmak yastığı düzeltme faktörü

Geoteknik mühendisliğinde çoğunlukla yukarıda sıralanan son altı düzeltme faktörü kullanılmamaktadır. Ancak bazı durumlarda, bu faktörler daha iyi veri sağlamak için kullanılabilir. Birçok durumda N_{60} ve $N_{1,60}$ aşağıdaki gibi tanımlanabilir (Toğrol ve Sivrikaya, 2009).

$$N_{60} = (SPT-N) C_E \quad (2.4)$$

$$N_{1,60} = N_{60} C_N \quad (2.5)$$

2.2.5.1 Derinlik düzeltme faktörleri (C_N)

Farklı derinliklerde ölçülen SPT-N değerlerini karşılaştırmak için, ölçülen SPT-N değeri 100 kPa'lık standart üst tabaka gerilmesine (σ_{v0}') göre uyarlanmalıdır. İri daneli zeminlerin (kum) penetrasyon direnci fazlasıyla çevre basıncına bağlıdır.

Aynı kum için sıg derinlikte yapılan bir SPT, daha derinde yapılan SPT'den daha düşük SPT-N değerine sahip olacaktır. SPT-N, C_N ile çarpılarak çevre basıncı etkileri karşılanır. Jeolojik gerilmenin 100 kPa'dan küçük olduğu derinliklerde derinlik düzeltme faktörü uygulanmaz. C_N 'nin çeşitli araştırmacılar tarafından tavsiye edilen ampirik denklemler Çizelge 2.2'de özetlenmiştir.

Çizelge 2.2 : Jeolojik yük düzeltme faktörleri (Toğrol ve Sivrikaya, 2009).

Referans	Düzeltilme Faktörü (C_N)
Teng (1962)	$C_N = \frac{50}{(10 + 0.145 \sigma_v')}$
Bazaraa (1967)	$C_N = \frac{4}{(1 + 0.04 \sigma_v')} \quad \sigma_v' \leq 72 \text{ kPa}$ $C_N = \frac{4}{(3.25 + 0.01 \sigma_v')} \quad \sigma_v' > 72 \text{ kPa}$
Peck et al. (1974)	$C_N = 0.77 \log_{10} \left(\frac{2000}{\sigma_v'} \right)$
Seed (1976)	$C_N = 1.00 - 1.25 \log_{10} \sigma_v'$
Tokimatsu ve Yoshimi (1983)	$C_N = \frac{1.7}{(0.7 + 0.01 \sigma_v')}$
Liao ve Whitman (1986)	$C_N = \sqrt{\frac{1}{0.01 \sigma_v'}}$
Skempton (1986)	$C_N = \frac{2}{(1 + 0.01 \sigma_v')} \quad \text{orta sıklıkta ince kumlar}$

σ_v' birim olarak kPa'dır.

2.2.5.2 Enerji düzeltme faktörleri (C_E)

SPT-N değerinde yapılacak en önemli düzeltmelerden biri çelik tijlere aktarılan enerji düzeltmesidir (C_E). Tokmaktan tij çubuklara aktarılan enerji, tokmağın tipi ve serbest düşürülme yöntemine bağlıdır. Birçok farklı tokmak türü ve tokmak düşürülme şekli yaygın olarak kullanılmaktadır (Şekil 2.2, Şekil 2.3, Şekil 2.4 ve Şekil 2.5). Bunların hiçbiri %100 randımanlı değildir. Tokmak verimliliği, tokmak tipi ve düşürülme şekline bağlı olarak değişmektedir.

SPT-N ile ilgili bağıntıların çoğu, yaklaşık %60 verimliliğe sahip tokmaklar kullanılarak geliştirilmiştir. Teorik enerji (E_{teorik}), 63.5 kg (140 lb) tokmağın 0.76 m (30 inç) yükseklikten düşürülmesi ile, 475 J (4200 inç-lbs) meydana gelir. Enerji kayıpları nedeniyle (sürtünme, serbest düşme eksikliği) çelik tijlere aktarılan gerçek enerji 475 J'den daha düşüktür.

Enerji düzeltme faktörü uygulanmasının amacı, teorik enerjinin %60'ını veren bir tokmak deneyde kullanılmamışsa, ölçülmüş olan SPT-N değerini uyarlamak, düzeltmektir. Düzeltme faktörü (C_E) aşağıdaki gibi tanımlanır.

$$C_E = \frac{ER}{60} \quad (2.6)$$

Burada ER, 63.5 kg tokmağın 0.76 m'den düşürülmesiyle tijlerde oluşan enerjinin ($E_{ölçülen}$), teorik enerjiye ($E_{teorik}=475$ J) yüzde olarak oranını, C_E ise tokmak enerji düzeltme faktörünü göstermektedir. Çeşitli ülkelerde yapılan SPT'lerde karşılaşılan ER ve C_E 'nin değişimi Çizelge 2.3'te verilmiştir.

Çizelge 2.3 : Ükelere göre enerji düzeltme faktörü (Toğrol ve Sivrikaya, 2009).

Ülke	Tokmak Tipi	Tokmak Düşürülme Tipi	ER (%)	C_E
Arjantin	Halka	Kedibaşı	45	0.75
Brezilya	Çivi	Serbest elle düşürme	72	1.20
Çin	Otomatik	Tetikleme (trip)	60	1.00
	Halka	Kedibaşı	50	0.83
Kolombiya	Halka	Kedibaşı	50	0.83
Japonya	Halka	Tombi trigger	78~85	1.30~1.42
	Halka	Kedibaşı 2 devir+özel düşürme	65~67	1.08~1.12
Britanya	Otomatik	Tetikleme	73	1.22
Amerika	Güvenli	Kedibaşında 2 devir	55~60	0.92~1.00
	Halka	Kedibaşında 2 devir	45	0.75
Venezüella	Halka	Kedibaşı	43	0.72

Çizelge 2.4'ten görüldüğü gibi tokmağın her bir türü, bir C_E değerine sahipken Seed ve diğ. (1985) ve Youd ve Idriss (1997), sondaj ve deney ekipmanındaki değişiklikler yüzünden her bir tokmak için C_E aralığını önermiştir. Türkiye'de ise Durgunoğlu ve diğ. (2000), yapmış oldukları çalışmalarında özel aletler kullanılarak her derinlikteki tij çubuğa aktarılan enerjiyi ölçerek enerji oranını belirlemişlerdir. Alternatif olarak enerji oranı doğrudan ASTM D 6066-96'da belirtildiği şekilde ölçülerek belirlenebilir.

Ayrıca çeşitli araştırmacılar tokmağın tipine ve düşürülme şekline göre enerji düzeltme faktörünün değişimini araştırmışlardır. C_E değerleri topluca Çizelge 2.4'te gösterilmiştir.

Çizelge 2.4 : C_E 'nin değişim aralığı (Toğrol ve Sivrikaya, 2009).

Referans	Tokmak Tipi	ER (%)	C_E
Seed ve diğ. (1984)	Otomatik	78	1.3
	Güvenli	60	1.0
	Halka	45	0.75
Seed ve diğ. (1984)	Halka	45	0.75
	Güvenli	60	1.00
	Trip	100	1.67
Youd ve Idriss (1997)	Halka	30~60	0.50~1.00
	Güvenli	42~72	0.70~1.20
	Otomatik-trip halka	48~78	0.80~1.30
Durgunoğlu ve diğ. (2000)	Güvenli	52~60	0.87~1.00

2.2.5.3 Tij uzunluğu düzeltme faktörleri (C_R)

Numune alıcıya (SPT kaşığı) aktarılan enerji, tijin uzunluğuna bağlı olarak belli bir dereceye kadar etkilendir ve ölçülen SPT-N değerleri bazen bu faktör için düzeltilir. Çizelge 2.5'te Seed ve diğ. (1985), Skempton (1986) ve Youd ve Idriss (1997) tarafından önerilen C_R değerleri özetlenmiştir.

Çizelge 2.5 : Tij uzunluğu düzeltme faktörleri (Toğrol ve Sivrikaya, 2009).

Tij Uzunluğu (m)	C_R		
	Seed ve diğ. (1985)	Skempton (1986)	Youd ve Idriss (1997)
< 3	0.75	-	-
3 ~ 4	1.00	0.75	0.75
4 ~ 6	1.00	0.85	0.85
6 ~ 9	1.00	0.95	0.95
> 9	1.00	1.00	-
9 ~ 30	-	-	1.00
> 30	-	-	< 1.00

2.2.5.4 Sondaj çapı düzeltme faktörleri (C_B)

Sondaj çapının 114 mm (4.5 inç)'den büyük olduğu durumlarda yapılan deneylerde ölçülen SPT-N değerlerinde düzeltmeler yapılmalıdır. Sondaj kuyuları 114 mm'den büyük olduğunda gerilme boşalması meydana gelir ve ölçülen SPT-N değerlerinin daha küçük çaptaki delik için ölçülen SPT-N değerinden daha düşük olduğu görülür.

Bu etki, kumlarda önemli olabilir fakat killi zeminlerde ihmal edilebilir (Sanglerat, 1982). Çizelge 2.6'da sondaj çapı düzeltme faktörünün (C_B) değerleri verilmiştir.

Çizelge 2.6 : Sondaj çapı düzeltme faktörleri (Skempton, 1986).

Sondaj Kuyu Çapı (mm)	C_B
65 ~ 115	1.00
150	1.05
200	1.15

2.2.5.5 Kılıf düzeltme faktörleri (C_S)

Standart Penetrasyon Deneyi, numune alıcı içerisinde kılıf kullanılarak veya kılıfsız yapılabilir. Uygulamalarda kılıflar sıkça ihmal edilir. Dolayısıyla da numune alma tüpünün iç çapı 35 mm (1-3/8 inç)’den 38 mm (1-1/2 inç) artar. İç çaptaki artma, numune alıcının içerisindeki sürtünmeyi azaltır ve zeminin ölçülen penetrasyon direncini azaltır. Skempton (1986) ve Youd ve Idriss (1997) iç kaplamanın olup olmaması durumunda düzeltme faktörlerinin aralığını Çizelge 2.7’de özetlendiği gibi vermişlerdir.

Çizelge 2.7 : Kılıf düzeltme faktörleri (Skempton, 1986, Youd ve Idriss, 1997).

Numune alıcı şekli	C_S	
	Youd ve Idriss, 1997	Skempton, 1986
Kılıflı (Standart)	1.00	1.00
Kılıfsız (Amerika)	1.10 ~ 1.30	1.20

2.2.5.6 Çakma başlığı düzeltme faktörleri (C_A)

SPT sırasında tokmak düşürüldüğünde tij çubuk sistemine tutturulmuş çakma başlığına çarpar. Çakma başlığı genellikle metal olup ağırlığı, boyutu ve şekli değişebilmektedir. Çelik tijlere aktarılan enerjinin miktarı, çakma başlığının ağırlığına bağlıdır (Tokimatsu, 1988). Çizelge 2.8’de çakma başlığı ağırlığı ve tokmak tipine bağlı SPT-N değerlerinin düzeltme faktörleri verilmiştir. Burada $C_A=1.00$ değerinin olmadığına dikkat edilmelidir. Bununla beraber güvenli tokmaklar için yaygın olarak $C_A=1.00$ değeri kullanılmaktadır.

Çizelge 2.8 : Çakma başlığı düzeltme faktörleri (Tokimatsu, 1988).

Tokmak	Çakma Başlığı	C_A
Halka	Küçük, 2 kg	0.85
	Büyük, 12 kg	0.70
Güvenli	2.5 kg	0.90

2.2.5.7 Tokmak yastığı düzeltme faktörleri (C_C)

Tokmaklar düşürülürken çakma başlığı yüzeyinde bazen sert odun yastık blok kullanılmaktadır. Blok enerjiyi absorbe etmekte ve ölçülen SPT-N değerini artırmaktadır. Bu durumda SPT-N değerleri Çizelge 2.9’da gösterilen faktörlerle düzeltilmelidir.

Çizelge 2.9 : Yastık blok düzeltme faktörleri (Decourt, 1990).

Odun yastık blok türü	C_C
Olmayan	1.00
Yeni	0.95
Eski	0.90

2.2.5.8 Vuruş sayısı sıklığı düzeltme faktörleri (C_{BF})

Bu durum yalnızca yer altı su seviyesinin altındaki kumlar için geçerlidir. Tij çubuklara uygulanan çakma hızı (sıklığı), ölçülen SPT-N değerini etkileyebilmektedir. Düzeltme faktörü (C_{BF}) yer altı su seviyesi altındaki kumlarda oluşan boşluksuyu basıncı etkilerini gidermek için kullanılmaktadır. C_{BF} ’nin değeri $N_{1,60}$ değerine bağlıdır. Çizelge 2.10 vuruş sayısı sıklığı düzeltme faktörlerini göstermektedir. Tokmak vuruş sıklığı dakikada 30~40 vuruş ise (30~40 vuruş/dak.), $C_{BF}=1.00$ olarak kullanılabilir.

Çizelge 2.10 : Vuruş sayısı sıklığı düzeltme faktörleri (Decourt, 1990).

$N_{1,60}$	Tokmak vuruş sıklığı (vuruş/dak.)	C_{BF}
< 20	10~20	0.95
> 20	10~20	1.05

2.2.5.9 Yer altı su seviyesi için düzeltmeler

Suya doymuş gevşek çok ince veya siltli kumlar için zeminde yükün dinamik şekilde uygulanması ve zeminin düşük geçirimsizliği yüzünden pozitif boşluk suyu basıncı oluşur. Pozitif boşluk suyu basınçları, numune kaşığının penetrasyonuna karşı koyan zeminin kayma dayanımını azaltır. Bu yüzen böyle gevşek zeminlerin SPT-N değeri azalır. Bunun yanında suya doymuş sıkı, çok ince veya siltli kumlarda penetrasyon deneyi, penetrasyon direncini artıran negatif boşluk suyu basınçları meydana getirebilir ve böylece SPT-N değeri artar. SPT suya doymuş çok ince veya siltli kumlarda yapıldığında, ölçülen SPT-N değerleri, dinamik boşluk suyu basıncı etkileri için düzeltilmeye ihtiyaç duyulmaktadır (Meyerhof, 1956).

Terzaghi ve Peck (1967)'ye göre düzeltme yalnızca ölçülen SPT-N değerlerinin 15'den büyük olduğu durumlar için gerekmektedir.

$$SPT - N > 15 \text{ için } N = 15 + \frac{(SPT - N) - 15}{2} \quad (2.7)$$

Bu düzeltme yapılmazsa, suya doymun orta sıkı, çok ince kum ve siltli kumun izafi sıklığı, SPT sonuçlarından aşırı yüksek tahmin edilebilir.

2.3 SPT-N İle Zeminin Mühendislik Özellikleri Arasındaki İlişkiler

SPT esas olarak yerinde yapılan bir dinamik kesme deneyidir. Kesme direnci iri daneli zeminlerde zeminin relatif sıklığına, killi zeminlerde ise zeminin mukavemet parametrelerine bağlıdır. Bu sebeple Standart Penetrasyon Deneyi sonuçları ile gerçeğe uygun bir bağıntı kurmak mümkündür.

Örselenmemiş numune almanın zorluğu yüzünden Standart Penetrasyon Deneyi iri daneli zeminlerin özelliklerini tahmin etmede yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. SPT, kumlar ve siltler için arazideki efektif kayma mukavemeti açısını (ϕ) ve relatif sıklığı (D_r) belirlemede sıkça kullanılmaktadır. Killi zeminlerde ise SPT-N ile serbest basınç mukavemeti (q_u), drenajsız kayma mukavemeti (s_u), hacimsel sıkışma katsayısı (m_v) arasında ilişkiler geliştirilmiştir. Çeşitli zeminler için dinamik kayma modülü (G_s), elastisite modülü (E_s) ve kayma dalgası hızını (V_s) veren ifadeler mevcuttur. Ayrıca SPT, sığ ve derin temellerin taşıma gücünü ve oturmalarını tahmin etmede kullanılmaktadır. Hem oturma hem de taşıma gücü doğrudan SPT direncine bağlı olarak tahmin edilebilmektedir.

2.3.1 Kayma mukavemeti ilişkileri

2.3.1.1 SPT-N ile efektif kayma mukavemeti açısı (ϕ') arasındaki ilişki

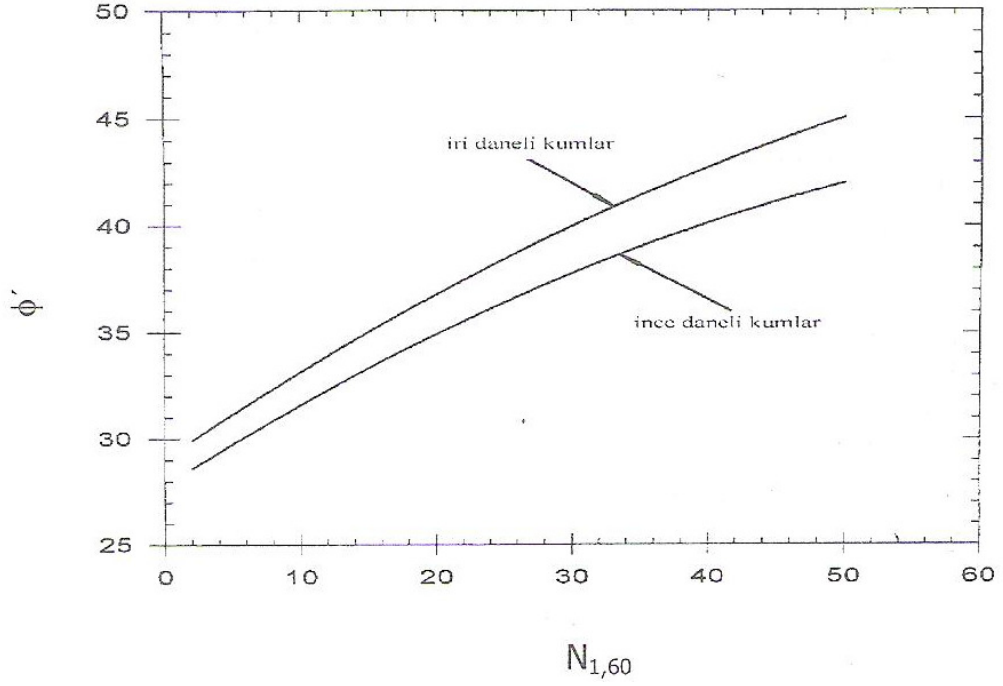
SPT, kumlar ve siltler için arazideki efektif kayma mukavemeti açısını (ϕ') tahmin etmede kullanılabilir. İri daneli zeminler için farklı araştırmacılar tarafından önerilen SPT-N değeri ile ϕ' arasındaki ilişkiyi gösteren amprik ifadeler Çizelge 2.1'de verilmektedir (Meyerhof 1956, Bowles 1968, Duncan ve Buchignani 1976 ve Mithchell ve Katti 1981).

Birçok ifade ve grafiklerde, sadece N sayısı gösterilmektedir. Bu, enerji düzeltilmesinin yapılmamış olduğuna işaret etmektedir. Bununla beraber, SPT için teorik enerjinin %60'ını aktaran tokmaklar en yaygın şekilde kullanılmıştır. Bağıntıya göre esas alınan verilerin böyle tokmalara sahip deneylerden elde edilmesi muhtemeldir. Bundan dolayı, bu ifadelerle birlikte N_{60} kullanmak mantıklı gözükmemektedir (McGregor ve Duncan, 1998). Dolayısıyla orijinal makalelerde N sayısı, burada enerji düzeltilmesi yapılmış olan N_{60}^* olarak gösterilmiştir.

Çizelge 2.11 : SPT-N ile ϕ' arasındaki ilişkiler (McGregor ve Duncan, 1998).

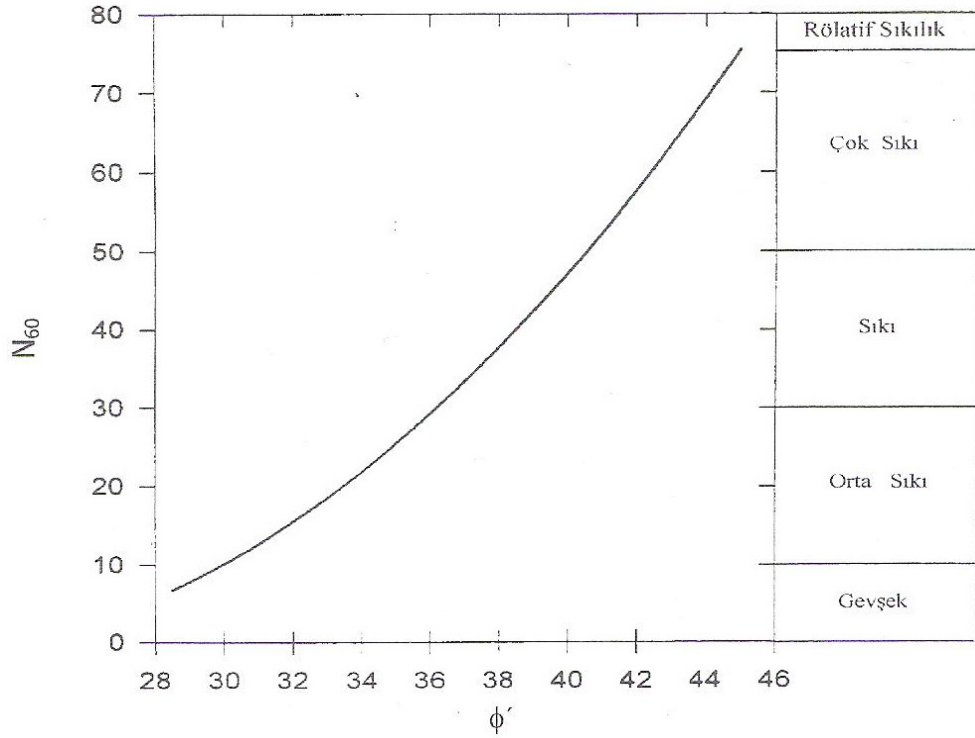
Zemin Cinsi	ϕ' (°)	Referans
Köşeli ve iyi derecelenmiş zemin daneleri	$\phi' = (12N_{60}^*)^{0.5} + 25$	Dunham (1954)
Yuvarlak ve iyi derecelenmiş veya köşeli ve üniform derecelenmiş zemin daneleri	$\phi' = (12N_{60}^*)^{0.5} + 20$	Dunham (1954)
Yuvarlak ve üniform derecelenmiş zemin daneleri	$\phi' = (12N_{60}^*)^{0.5} + 15$	Dunham (1954)
Kumlu	$\phi' = (12N_{60}^*)^{0.5} + 15$	Ohsaki ve diğ. (1959)
Kaba daneli	$\phi' = (3.5N_{60}^*)^{0.5} + 20$	Muromachi ve diğ. (1974)
Kumlu	$\phi' = (15N_{60}^*)^{0.5} + 15 > 45$ ($N_{60}^* > 5$)	Japan Road Association (1990)
Kumlu	$\phi' = (20N_{1,60}^*)^{0.5} + 20$ $N_{1,60}^* = \text{SPT-N'nin Liao ve Whitman (1986) bağıntısını kullanarak 100 kPa jeolojik basınçla normalize edilmiş şekli. McGregor ve Duncan (1998) bu ifade için } N_1 \text{ yerine } N_{1,60} \text{ kullanmayı tavsiye etmektedirler.}$	Hatanaka ve Uchida (1996)

Terzaghi ve diğ. (1996) kumlu zeminleri ince ve kaba daneli olmak üzere ayırarak $N_{1,60}$ ile ϕ' arasındaki ilişkiyi Şekil 2.9'daki gibi tanımlamıştır.



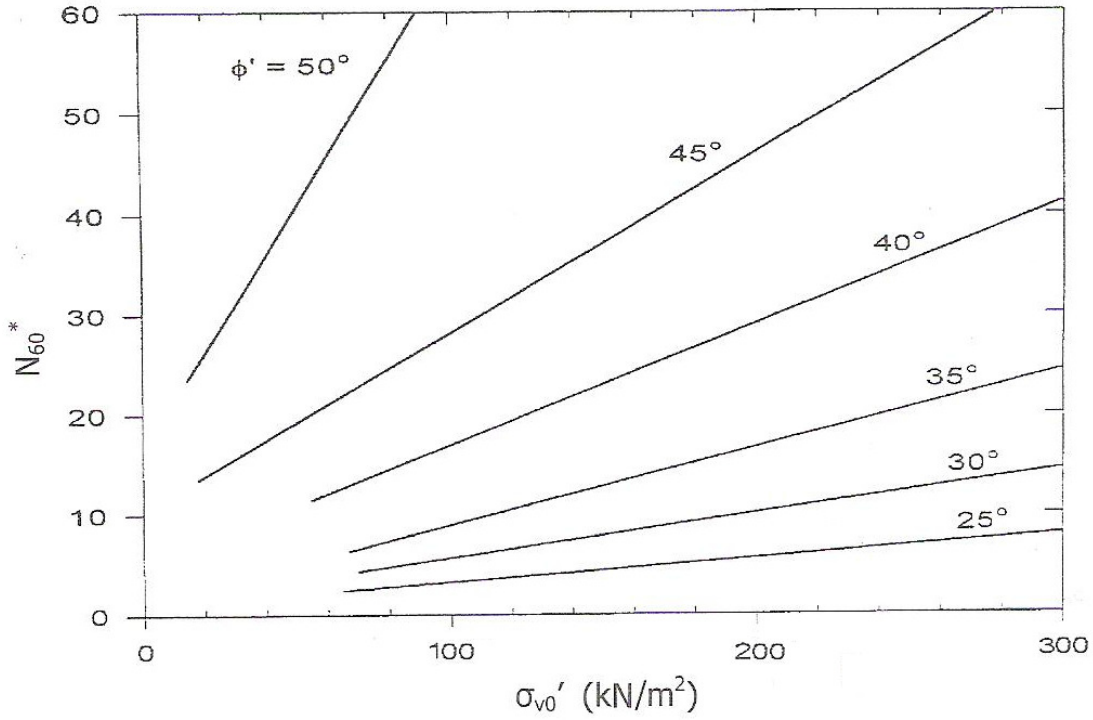
Şekil 2.9 : Kumların efektif kayma mukavemeti açısı ile normalize edilmiş SPT-N arasındaki deneysel ilişki (Terzaghi ve diğ., 1996).

Carter ve Bentley (1991), relatif sıklığı tanımlayacak şekilde N_{60} ve ϕ' grafiğini Şekil 2.10'da gösterildiği gibi geliştirmiştir.

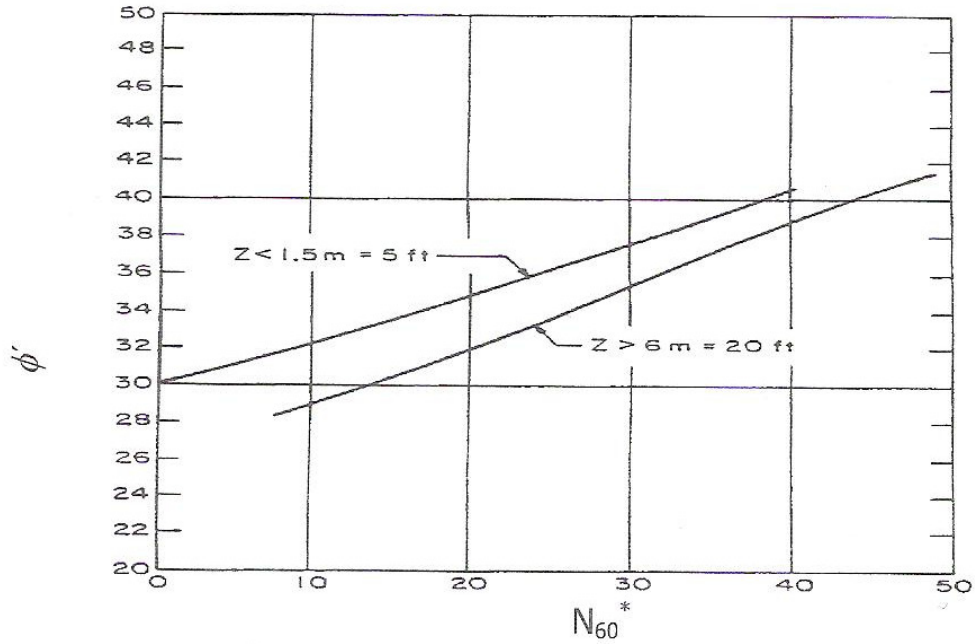


Şekil 2.10 : SPT sonuçlarından daneli zeminlerin efektif kayma mukavemeti açısının tahmin edilmesi (orijinal Peck ve diğ., 1974 ve değiştirilen Carter ve Bentley, 1991).

Mitchell ve diğ. (1978), N_{60}^* ve düşey jeolojik efektif gerilme değerine (σ_{v0}') bağlı olarak N_{60}^* ile ϕ' arasındaki ilişkiyi Şekil 2.11'deki gibi tanımlamıştır.

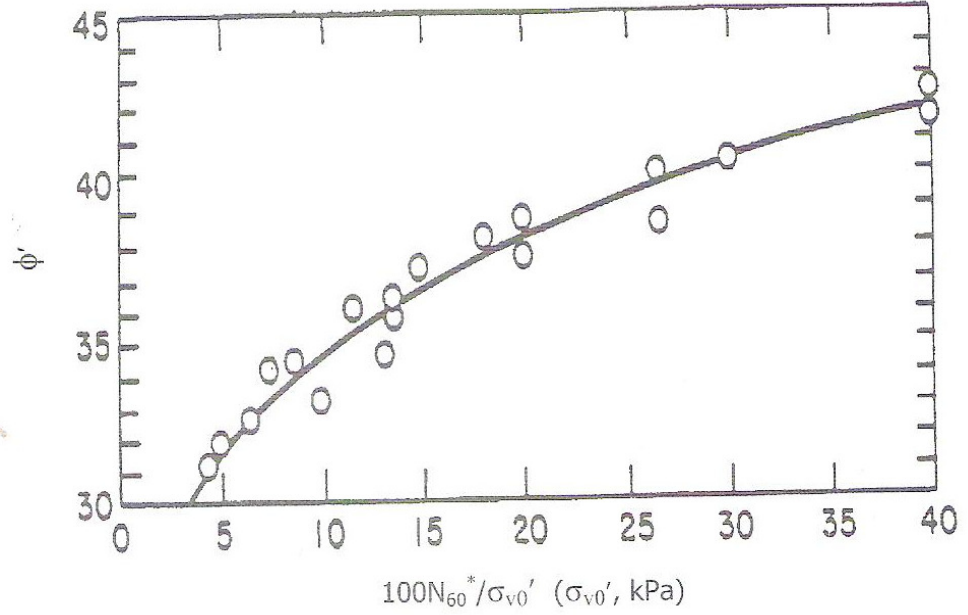


Şekil 2.11 : SPT sonuçlarından σ_{v0}' e bağlı olarak ϕ' değerinin tahmin edilmesi (Mitchell ve diğ., 1978).

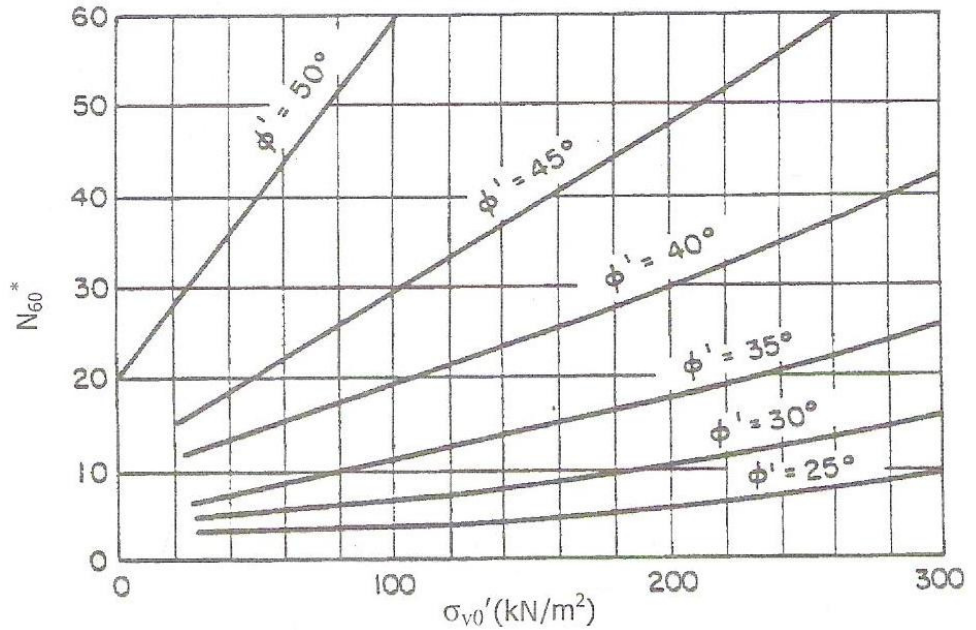


Şekil 2.12 : İri daneli zeminlerde efektif kayma mukavemeti açısı (ϕ') ile N_{60}^* arasındaki ilişki (Sowers, 1979).

Sowers (1979), N_{60}^* ile efektif kayma mukavemeti açısı (ϕ') arasındaki ilişkiyi derinliğe bağlı olarak, Şekil 2.12'de gösterildiği gibi önermiştir. Grafik üzerinde, 1.5m'den düşük derinliklerdeki N_{60}^* değerleri ile 6.0m'ye eşit ya da büyük derinliklerdeki N_{60}^* değerleri için iki doğru tanımlanmıştır. Ara derinlikler için interpolasyon yapılabilir.



Şekil 2.13 : Efektif kayma mukavemeti açısı (ϕ') ile N_{60}^* / σ_{v0}' arasındaki ilişki (Parry, 1977).



Şekil 2.14 : ϕ' , N_{60}^* ve σ_{v0}' arasındaki ilişki (De Mello, 1971 ve Schmertmann, 1975).

Parry (1977) ve Schmertmann (1975), jeolojik gerilme etkilerini hesaba katarak N_{60}^* ile ϕ' arasındaki ilişkileri vermişlerdir. Şekil 2.13, N_{60}^* 'ı σ_{v0}' göre normalize eden ilişkiyi göstermekte olup, Şekil 2.14 ise N_{60}^* ve σ_{v0}' değerlerine bağlı olarak efektif kayma mukavemeti açısının değişimini göstermektedir.

Hettiarachchi ve Brown (2009), farklı bir bakış açısı geliştirerek, SPT numune alıcı çarığının minyatür bir açık uçlu çakma kazık gibi davrandığını düşünerek, enerji dengesi yaklaşımını öne sürmüşlerdir. Standart Penetrasyon Deneyi sırasında verilen enerjinin bir kısmının zemine iletildiği, bu enerjinin ise numune alıcı çarık yüzeyi etrafında sürtünme kuvvetini ve çarık ucunda uç direncini yenmek için harcandığını belirtmişlerdir. Enerji dengesi yöntemini kullanarak zeminin kayma mukavemeti özellikleri hakkında ilişkiler önermiş olup, ϕ' ile N_{60} arasında aşağıdaki denklemi oluşturmuşlardır.

$$\phi' = \frac{1}{\beta} \tan^{-1} \left(0.25 N_{60} \frac{p_a}{\sigma_{v0}'} \right) \quad (2.8)$$

p_a : Atmosfer basıncı $\approx 100 \text{ kN/m}^2$

$1/\beta$: Deneysel katsayı = 0.3818

σ_{v0}' : Düşey jeolojik efektif gerilme

Hettiarachchi ve Brown (2009), enerji aktarımının sert veya sıkı zemin tabakalarında oldukça karmaşık olduğunu, bu tip zeminlerde numune alıcı çarığın minyatür bir kapalı uçlu çakma kazık gibi davrandığını, bu nedenle sözkonusu eşitliğin sıkı – çok sıkı zemin koşullarında uygun olmayacağını belirtmişlerdir.

2.3.1.2 SPT-N ile serbest basınç mukavemeti (q_u) arasındaki ilişki

SPT-N değerinin bilinmesi halinde q_u , s_u ve m_v hakkında bilgi edinmek mümkündür. q_u zeminin kıvamı hakkında bilgi verirken, s_u toplam gerilme analizlerinde kullanılan bir değişken ve m_v ise killi zeminlerde konsolidasyon oturmasının hesaplanmasında kullanılan değişkendir. SPT-N değerine dayanarak sert killerdeki sürtünme kazıklarının taşıma kapasitesi hakkında kabaca fikir edinmek mümkündür. Tahmin edilen kilin kayma mukavemetinden, statik kazık formülleri ile kil zeminlerdeki sürtünme kazıklarının birim uç mukavemeti ve birim çevre sürtünmesi tayin edilebilir.

Çizelge 2.12 : Zemin cinslerine göre q_u ile N_{60}^* arasındaki ilişkiler (Toğrol ve Sivrikaya, 2009).

Yapılan Çalışmalar	Zemin Cinsi	q_u (kPa)
Sanglerat (1972) ve Tomlinson (1986)	Kil	$25N_{60}^*$
	Siltli Kil	$20N_{60}^*$
	Yüksek Plastisisteli Kil	$25N_{60}^*$
Sowers (1979)	Orta Plastisisteli Kil	$15N_{60}^*$
	Düşük Plastisisteli Kil	$7.5N_{60}^*$
Nixon (1982)	Kil	$24N_{60}^*$
Kulhawy ve Mayne (1990)	Killi Zemin	$58(N_{60}^*)^{0.72}$

Çeşitli araştırmacılar, zeminin cinsine bağlı olarak serbest basınç mukavemeti (q_u) ile N_{60}^* sayısı arasında ilişkiler geliştirmişlerdir. Bu bağıntılar Çizelge 2.12’de topluca verilmiştir. Terzaghi ve Peck (1967) ve Bowles (1968) tarafından önerilen, N_{60}^* ile serbest basınç mukavemeti arasındaki yaklaşık ilişkiler Çizelge 2.13’de verilmiştir.

Çizelge 2.13 : SPT-N’e göre killi zeminlerin kıvamı ve q_u arasındaki ilişkiler (Toğrol ve Sivrikaya, 2009).

Zemin Kıvamı	Terzaghi ve Peck (1967)		Bowles (1968)	
	N_{60}^*	q_u (kPa)	N_{60}^*	q_u (kPa)
Çok Yumuşak	< 2	< 25	< 2	0 – 25
Yumuşak	2 – 4	25 – 50	2 – 4	25 – 50
Orta Katı	4 – 8	50 – 100	4 – 8	50 – 100
Katı	8 – 15	100 – 200	8 – 16	100 – 200
Çok Katı	15 – 30	200 – 400	16 – 32	200 – 400
Sert	> 30	> 400	> 32	> 400

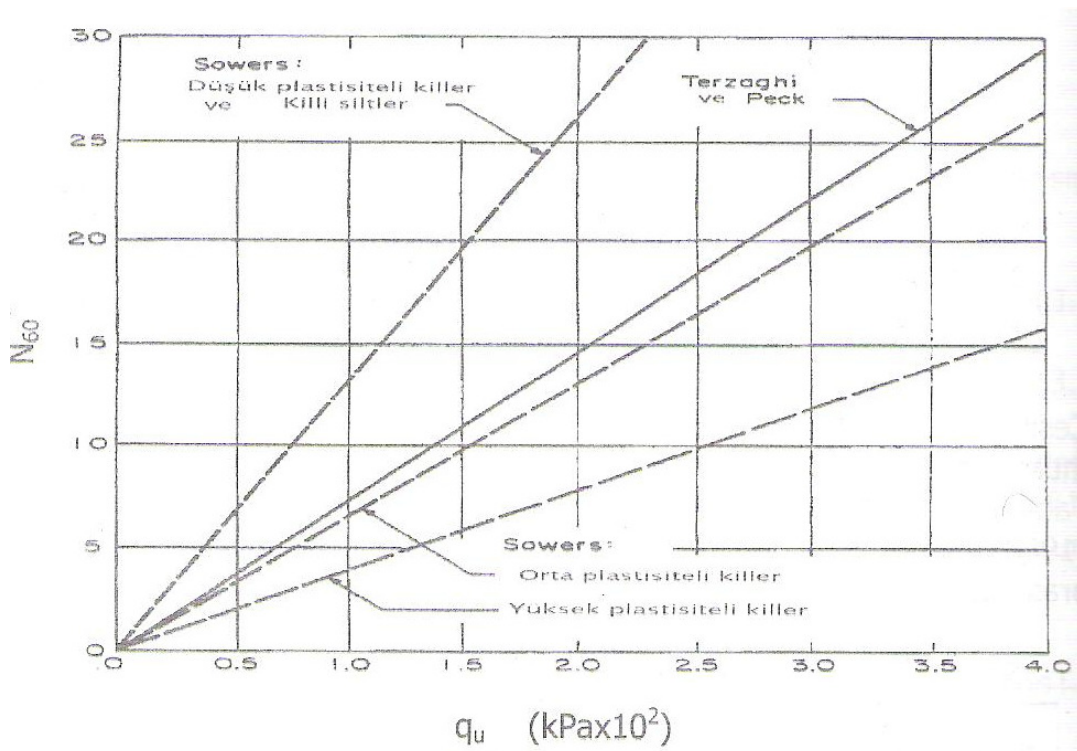
Terzaghi ve Peck tarafından yapılan kapsamlı karşılaştırmalı çalışmalarda, N_{60}^* değeri ile killerin kıvamları ve serbest basınç deneyi yapılarak laboratuvarında ölçülen serbest basınç mukavemeti (q_u) arasındaki ilişkiyi belirlemişlerdir. Bu ilişki yaklaşık olarak aşağıdaki gibi ifade edilebilir.

$$q_u = 12.5 N_{60}^* \text{ (kPa)} \quad (2.9)$$

Peck (Sanglerat, 1972), ls zeminler için yaptığı çalışmalarda ise Memphis (76 deney), Nebraska (72 deney), Illinois (67 deney) ve Iowa (83 deney) bölgelerinden alınan numuneler üzerinde yapılan deneyler sonucu N_{60}^* ile q_u arasındaki ilişkiyi ortalama olarak bulmuştur.

$$q_u = (16 \sim 25)N_{60}^* \text{ (kPa)} \quad (2.10)$$

Amerika Deniz Kuvvetleri (NAVFAC, 1982), Sowers (1979) ile Terzaghi ve Peck (1967) tarafından önerilen serbest basınc mukavemeti ile N_{60}^* arasındaki ilişkiyi birleştirerek, şekil 2.15'te gösterilen grafiğe ulaşmıştır.



şekil 2.15 : Standart penetrasyon direnci ile serbest basınc mukavemeti (q_u) arasındaki ilişki (NAVFAC, 1982).

Sivrikaya ve Toğrol (2002), Birleştirilmiş Zemin Sınıflandırmasına göre zeminleri ayırarak yapmış oldukları çalışmada, serbest basınc mukavemeti (q_u) ile standart penetrasyon direnci arasında aşağıdaki ilişkileri vermiştir. Ayrıca Sivrikaya ve Toğrol (2002), denklem katsayısını plastisite indisi (I_p) cinsinden ifade eden $N_{60} < 25$ için ilişki elde etmiştir (izelge 2.14).

Çizelge 2.14 : q_u ile SPT-N ve N_{60} arasındaki ilişkiler (Sivrikaya ve Toğrol, 2002).

Zemin Cinsi	q_u (kPa)	Korelasyon Katsayısı (r)
(n: Numune sayısı)		
Yüksek Plastisiteli Kil (CH)	9.70 SPT-N	0.83
n=113	13.63 N_{60}	0.80
Düşük Plastisiteli Kil (CL)	6.70 SPT-N	0.76
n=72	9.85 N_{60}	0.73
İnce Daneli Zemin	8.64 SPT-N	0.80
n=226	12.36 N_{60}	0.78
İnce Daneli Zemin (n=30)	$(0.19I_p + 6.20)N_{60}, N_{60} < 25$	

2.3.1.3 SPT-N ile drenajsız kayma mukavemeti (s_u) arasındaki ilişki

SPT, killer için drenajsız kayma mukavemetini (s_u) tahmin etmede de kullanılmaktadır. Literatürde kilin drenajsız kayma mukavemeti ile SPT-N sayısı arasında önerilen birçok ifade mevcuttur. Robertson (1986) makalesinde belirttiğine göre Ladd ve diğ. (1977), nispeten katı ve hassas olmayan killer hariç, SPT-N'den elde edilen s_u değerlerinin düşük olduğuna dikkat çekmişlerdir. De Mello (1971), Schmertmann (1971), Mitchell ve diğ. (1978) kilin hassaslığı, numune alıcı penetrasyonu sırasında mukavemet kaybına sebep olması yüzünden, düşük SPT-N sayılarına sebep olabileceğine dikkat çekmişlerdir.

Hara ve diğ. (1971), drenajsız kayma mukavemeti ile N_{60} sayısı arasında aşağıdaki bağıntıyı elde etmiştir.

$$\frac{s_u}{P_a} = 0.29 N_{60}^{0.72} \quad (2.11)$$

Burada;

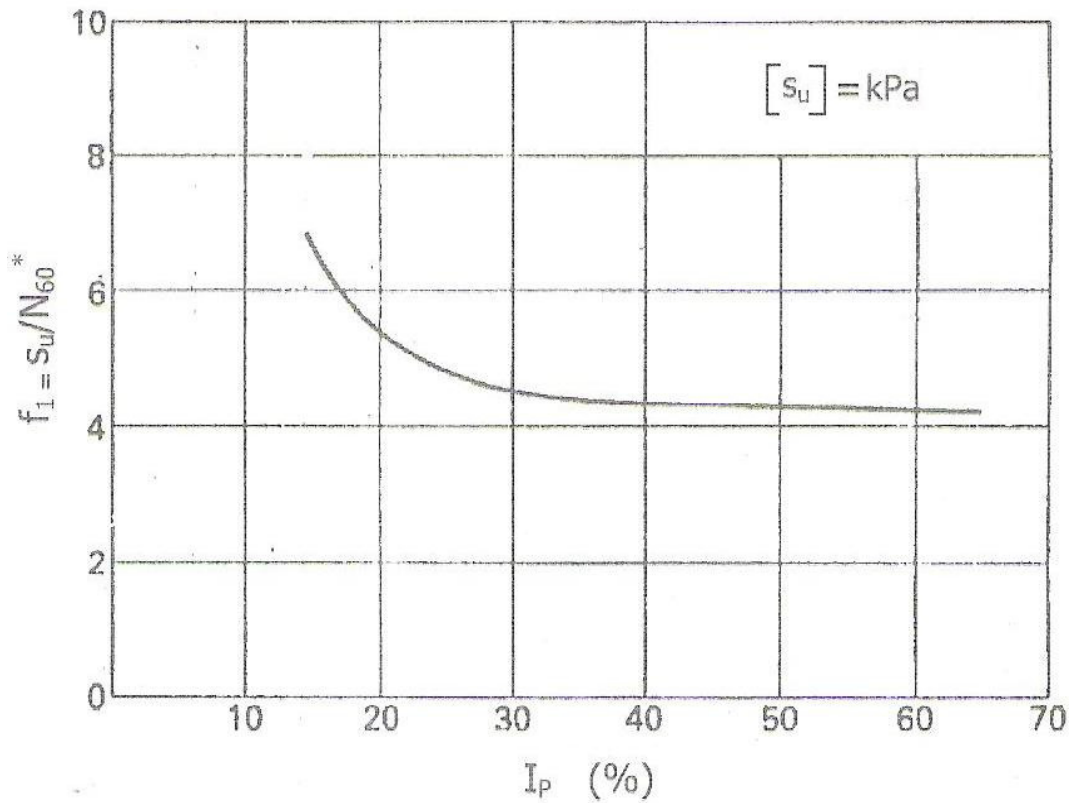
P_a : atmosfer basıncı $\approx 100 \text{ kN/m}^2$

Stroud (1974), hassas olmayan killer üzerinde yapılan üç eksenli basınç deneyi sonuçlarını kullanarak s_u/N oranının plastisite indisine bağlı aşağıdaki bağıntıyı elde etmiştir.

$$s_u = f_1 N_{60}^* \text{ (kPa)} \quad (2.12)$$

Sözkonusu bağıntıda $f_1 (=s_u/N_{60}^*)$, zemin plastisite indisine (I_p) bağlı sabir bir değer olup 4.5 ~ 7 kPa arasında değişmektedir (Şekil 2.16). Stroud'un önerdiği eğride zaman etkileri, anizotropi ve zeminin iç yapısı gibi etkilerin göz önüne alınmadığı unutulmamalıdır (Tomlinson, 1993). Bu ifade normal ve aşırı konsolide killeri için kullanılabilir. f_1 değeri, orta plastisiteli killeri için yaklaşık 4 ~ 5 kN/m²'dir. Plastisite indisi 20'den küçükse, bu oran 6 ~ 7 kN/m² veya daha büyük olabilmektedir. $I_p > 30$ olması durumunda yaklaşık olarak $f_1=4.2$ alınabilir.

$f_1 (=s_u/N_{60}^*)$ katsayısının değişimi üzerine yapılan çalışmalar sonucunda elde edilen değerler Çizelge 2.15'te özetlenmiştir.

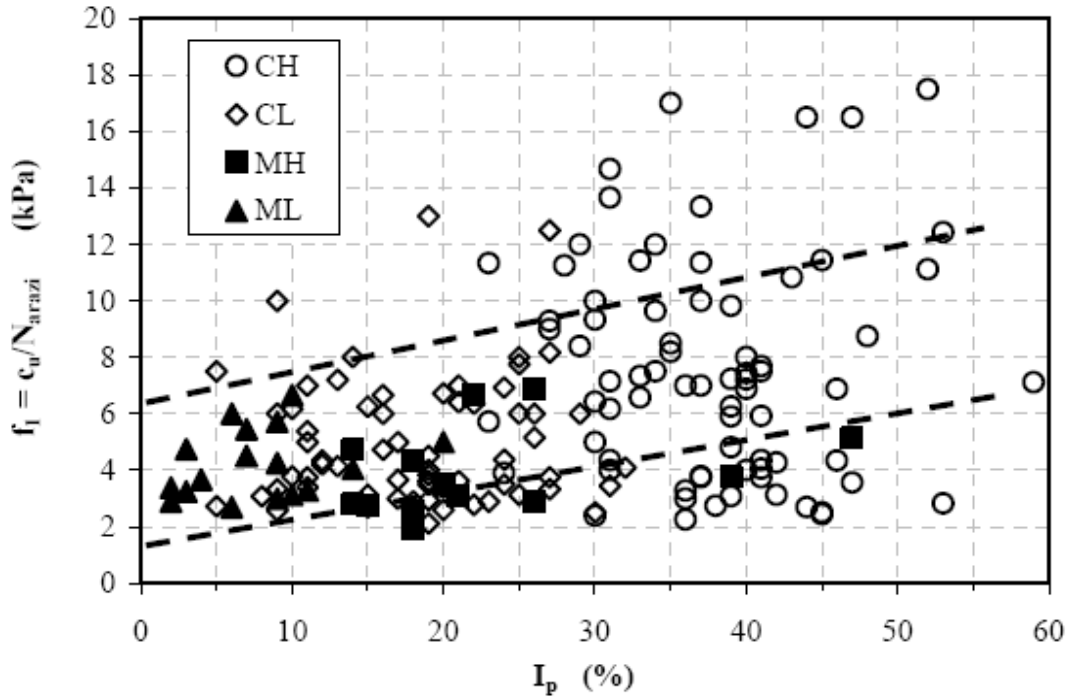


Şekil 2.16 : f_1 ile plastisite indisi (I_p) arasındaki ilişki (Stroud, 1974).

Sivrikaya ve Toğrol (2007), f_1 'in plastisite indisi ile değişimini inceledikleri çalışmalarında, Stroud (1974)'un önerdiği f_1 katsayısının plastisite indisi I_p 'nin artması ile azaldığı yaklaşımına katılmanın oldukça güç olduğunu öne sürmüşlerdir. Sivrikaya ve Toğrol (2007), üç eksenli basınç deneylerinden elde edilen drenajsız kayma mukavemeti s_u değerlerini kullanarak plastisite indisi I_p 'nin artması ile f_1 değerinin artma eğiliminde olduğunu belirtmişlerdir (Şekil 2.17).

Çizelge 2.15 : f_1 'in değişimi üzerine çalışmalar (Sivrikaya ve Toğrol, 2007).

Yapılan Çalışmalar	Zemin Grubu	f_1	f_1 Ortalama
Sowers (1954)	Yüksek Plastisiteli Killer (CH)	7.1 ~ 16.5	
	Orta Plastisiteli Killer	4.7 ~ 9.5	
	Düşük Plastisiteli Killer (CL) ve Plastik Siltler	2.4 ~ 4.7	
Stroud (1974)	$35 < I_p < 65$	4 ~ 5	
	$I_p < 20$	≥ 6	
Özkan v.d (1990)	Aşırı Konsolide ODTÜ Kampüs Kili $I_p > 35$	2.5 ~ 14	7.8
İyisan ve Ansal (1990)	İnce Daneli Zemin	2 ~ 16	
	İnce Daneli Zemin	2 ~ 17.5	6.09
Sivrikaya ve Toğrol (2007)	Yüksek Plastisiteli Killer (CH)	2.25 ~ 17.5	7.52
	Killer (CH – CL)	2.12 ~ 17.5	6.38
	Düşük Plastisiteli Killer (CL)	2.12 ~ 13	4.98
	Düşük Plastisiteli Siltler (ML)	2.68 ~ 6.67	4.22
	Yüksek Plastisiteli Siltler (MH)	2 ~ 6.88	3.8



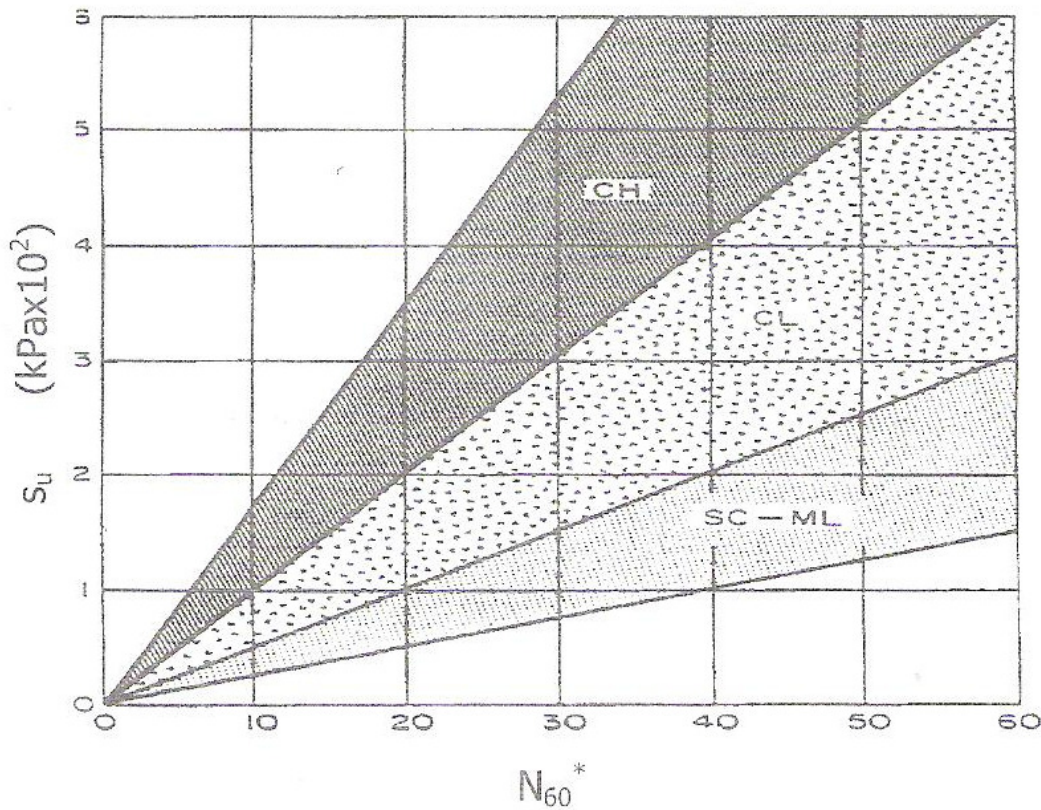
Şekil 2.17 : f_1 ile I_p arasındaki ilişki (Sivrikaya ve Toğrol, 2007).

Tschebotarioff (1973), Parcher ve Means (1968), Terzaghi ve Peck (1967) tarafından önerilen, N_{60}^* ile drenajsız kayma mukavemeti arasındaki yaklaşık ilişkiler Çizelge 2.16'da zeminin kıvamına bağlı olarak verilmiştir. Bu ilişkiler nispeten hassas olmayan killerde, drenajsız kayma mukavemetinin tahmininde kullanılmaktadır.

Doygun zeminler için Sowers (1979) tarafından geliştirilen s_u , N_{60}^* ve zemin türü arasındaki ilişkiler Şekil 2.18'de gösterilmiştir.

Çizelge 2.16 : SPT-N'e göre killi zeminlerin kıvamı ve s_u arasındaki ilişkiler (Toğrol ve Sivrikaya, 2009).

N_{60}^*	Zemin Kıvamı	Drenajsız Kayma Mukavemeti s_u (kPa)		
		Tschebotarioff (1973)	Parcher ve Means (1968)	Terzaghi ve Peck (1967)
< 2	Çok yumuşak	15	< 12	< 12.5
2 – 4	Yumuşak	15 ~ 30	12 ~ 25	12.5 ~ 25
4 – 8	Orta katı	30 ~ 60	25 ~ 50	25 ~ 50
8 – 15	Katı	60 ~ 120	50 ~ 100	50 ~ 100
15 – 30	Çok katı	120	100 ~ 200	100 ~ 200
> 30	Sert	> 225	> 200	> 200



Şekil 2.18 : Zemin cinsine bağlı olarak s_u ile N_{60}^* arasındaki ilişki (Sowers, 1979).

İyisan ve Ansal (1990), Türkiye'nin çeşitli yerlerinden elde edilen numuneler üzerinde gerçekleştirilen serbest basınç deneyi sonuçlarını ($s_u=q_u/2$ olarak) kullanarak s_u ile SPT-N arasında aşağıdaki denklemi önermişlerdir.

$$s_u = 4.43 \text{ SPT-N} + 8.07 \text{ (kPa)} \quad (2.13)$$

Sivrikaya ve Toğrol (2007), örselenmemiş numuneler üzerinde yapılan serbest basınç, üç eksenli basınç deneyi ve arazi veyn deneylerinden elde edilen s_u ile SPT-N değerleri arasındaki ilişkileri incelemişlerdir. Zemin sınıfları ve deney türleri için, s_u ile arazide ölçülen zemin penetrasyon direnci SPT-N ve düzeltilmiş zemin penetrasyon direnci N_{60} arasında belirlenen ilişkiler topluca Çizelge 2.17'de verilmiştir.

Çizelge 2.17 : SPT-N ve N_{60} ile s_u arasındaki ilişkiler (Sivrikaya ve Toğrol, 2007).

Zemin Cinsi	s_u (kPa) Serbest Basınç Deneyi	s_u (kPa) Üç Eksenli Basınç Deneyi	s_u (kPa) Arazi Veyn Deneyi	s_u (kPa) Ortalama
Yüksek Plastisiteli Kil (CH)	4.85 SPT-N	5.90 SPT-N	6.17 SPT-N	5.50 SPT-N
	$r=0.83$	$r=0.80$	$r=0.86$	
	$6.82N_{60}$	$8.76N_{60}$	$8.27N_{60}$	$7.80N_{60}$
Düşük Plastisiteli Kil (CL)	$r=0.80$	$r=0.80$	$r=0.87$	
	3.35 SPT-N	3.97 SPT-N	3.58 SPT-N	3.70 SPT-N
	$r=0.76$	$r=0.75$	$r=0.82$	
Kil	$4.93N_{60}$	$5.82N_{60}$	$4.88N_{60}$	$5.35N_{60}$
	$r=0.73$	$r=0.75$	$r=0.83$	
	4.33 SPT-N	5.13 SPT-N	4.97 SPT-N	4.75 SPT-N
İnce Daneli Zemin	$r=0.82$	$r=0.76$	$r=0.73$	
	$6.19N_{60}$	$7.57N_{60}$	$6.72N_{60}$	$6.90N_{60}$
	$r=0.77$	$r=0.76$	$r=0.75$	
	4.32 SPT-N	4.68 SPT-N	4.18 SPT-N	4.45 SPT-N
	$r=0.80$	$r=0.72$	$r=0.76$	
	$6.18N_{60}$	$6.97N_{60}$	$5.77N_{60}$	$6.35N_{60}$
	$r=0.78$	$r=0.71$	$r=0.79$	

r: Korelasyon Katsayısı

Sivrikaya ve Toğrol (2007), homojen zemin özelliğine sahip bir bölgeden elde edilen arazi veyn deneyi sonuçlarını kullanarak drenajsız kayma mukavemeti s_u ile plastisite indisi I_p ve arazide ölçülen zemin penetrasyon direnci SPT-N arasında aşağıdaki denklemi önermişlerdir.

$$s_u = (0.12I_p + 2.08) \text{ SPT-N (kPa)}, r = 0.62 \quad (2.14)$$

Kalantary ve diğ. (2008), İran'ın çeşitli yerlerinden elde edilen numuneler üzerinde gerçekleştirilen üç eksenli basınç deneyi sonuçlarını kullanarak düşük plastisiteli ($I_p < 20$) ince daneli zeminlerin drenajsız kayma mukavemeti s_u ile N_{60} , plastisite indisi I_p ve efektif jeolojik gerilme σ_{v0}' arasında Çizelge 2.18'deki eşitlikleri önermişlerdir.

Çizelge 2.18 : Çeşitli efektif jeolojik gerilme değerlerinde s_u ile N_{60} ve I_p arasındaki ilişkiler (Kalantary ve diğ., 2008).

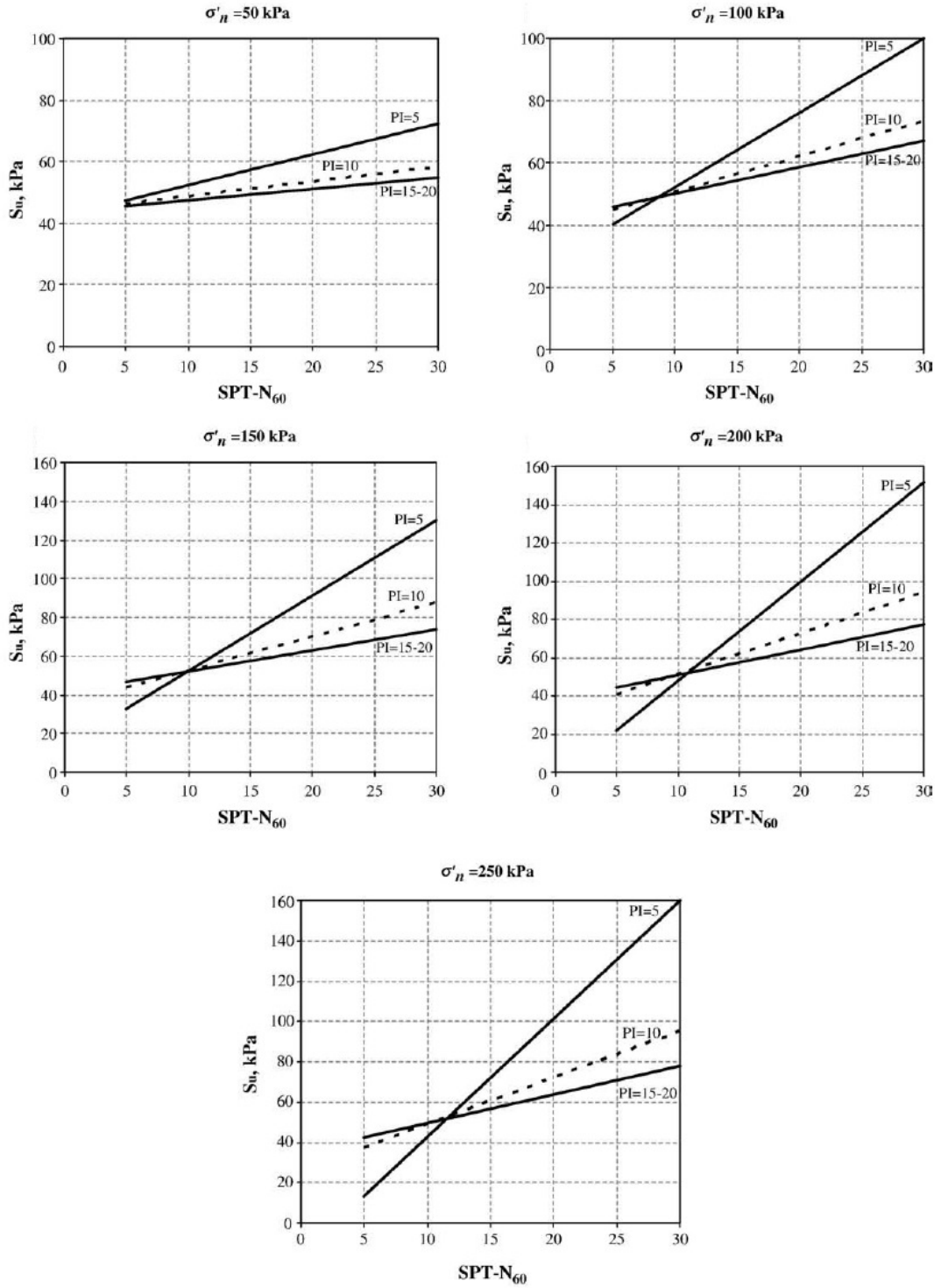
Efektif Jeolojik Gerilme (σ_{v0}')	Drenajsız Kayma Mukavemeti s_u (kPa)
50 kPa	$s_u = I_p^2 (0.0055N_{60} - 0.008) - I_p (0.176N_{60} - 0.3) + 1.7N_{60} + 41$
100 kPa	$s_u = I_p^2 (0.0125N_{60} - 0.1) - I_p (0.425N_{60} - 3.4) + 4.1N_{60} + 16.5$
150 kPa	$s_u = I_p^2 (0.0216N_{60} - 0.222) - I_p (0.721N_{60} - 7.4) + 6.9N_{60} - 19$
200 kPa	$s_u = I_p^2 (0.0306N_{60} - 0.33) - I_p (1.016N_{60} - 11.1) + 9.4N_{60} - 50.5$
250 kPa	$s_u = I_p^2 (0.0371N_{60} - 0.423) - I_p (1.22N_{60} - 14) + 11.1N_{60} - 75$

Kalantary ve diğ. (2008) tarafından gerçekleştirilen anlamlılık analizleri neticesinde, önerilen ifadelerde sapmayı en aza indirmek amacıyla değişkenlerde bazı sınırlandırmalar gerektiği belirtilmiştir (Çizelge 2.19).

Çizelge 2.19 : Değişkenlerin değer aralıkları (Kalantary ve diğ., 2008).

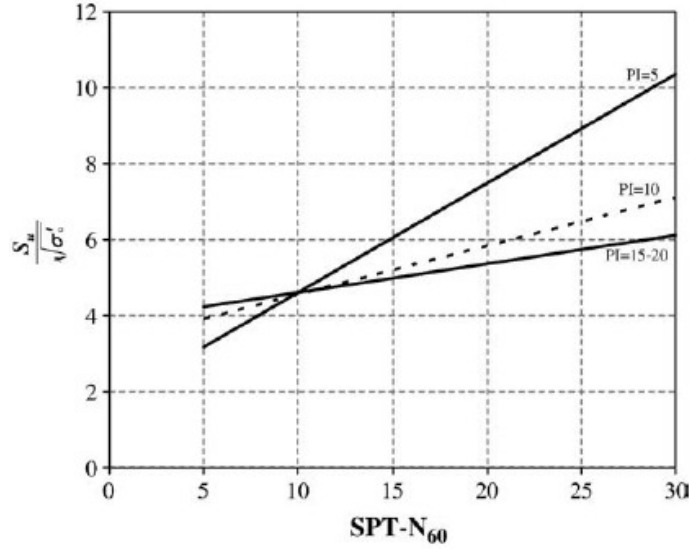
Değişken	Değer Aralığı
N_{60}	5 ~ 30
σ_{v0}'	50 ~ 250 (kPa)
I_p	5 ~ 20 (%)
w_n	5 ~ 25 (%)

Sınırlandırılmış değişken değerleri doğrultusunda 50, 100, 150, 200 ve 250 kPa efektif jeolojik gerilmeler için Şekil 2.19'daki grafikler oluşturulmuştur.



Şekil 2.19 : 50, 100, 150, 200 ve 250 kPa efektif jeolojik gerilmeler için $s_u - N_{60}$ ilişkileri (Kalantary ve diğ., 2008).

Ayrıca, anlamlılık analizleri doğrultusunda birleştirilmiş bir grafik oluşturulmuştur. Bu grafik sayesinde, N_{60} , I_p ve σ_{v0}' değişkenlerinin bilinmesi durumunda drenajsız kayma mukavemeti s_u elde edilebilmektedir (Şekil 2.20).



Şekil 2.20 : Düşük plastisiteli killer için $s_u / \sqrt{\sigma_{v0}'}$ – N_{60} arasındaki ilişki (Kalandary ve diğ., 2008).

Hettiarachchi ve Brown (2009), farklı bir bakış açısı geliştirerek, SPT numune alıcı çarığının minyatür bir açık uçlu çakma kazık gibi davrandığını düşünerek, enerji dengesi yaklaşımını öne sürmüşlerdir. Standart Penetrasyon Deneyi sırasında verilen enerjinin bir kısmının zemine iletildiği, bu enerjinin ise numune alıcı çarık yüzeyi etrafında sürtünme kuvvetini ve çarık ucunda uç direncini yenmek için harcandığını belirtmişlerdir. Enerji dengesi yöntemini kullanarak zeminin kayma mukavemeti özellikleri hakkında bağıntılar önermiş olup, s_u ile N_{60} arasında aşağıdaki denklemi oluşturmuşlardır.

$$s_u = \frac{1}{\alpha} \left(\frac{p_a}{8.5} N_{60} \right) \quad (2.15)$$

p_a : Atmosfer basıncı $\approx 100 \text{ kN/m}^2$

$1/\alpha$: Deneysel katsayı = 0.3535

Hettiarachchi ve Brown (2009), enerji aktarımının sert veya sıkı zemin tabakalarında oldukça karmaşık olduğunu, bu tip zeminlerde numune alıcı çarığın minyatür bir kapalı uçlu çakma kazık gibi davrandığını, bu nedenle sözkonusu eşitliğin çok katı – sert zemin koşullarında uygun olmayacağını belirtmişlerdir.

Sivrikaya (2009), yapay sinir ağı yöntemi ile serbest basınç ve üç eksenli basınç deneyi sonuçlarını kullanarak drenajsız kayma mukavemeti s_u ile zeminin düzeltme yapılmamış penetrasyon direnci SPT-N, zeminin enerji düzeltmesi yapılmış penetrasyon direnci N_{60} , tabii su muhtevası w_n , likit limit w_L ve plastisite indisi I_p arasında Çizelge 2.20'deki ifadeleri önermiştir.

Çizelge 2.20 : Drenajsız kayma mukavemeti s_u ile SPT-N, N_{60} , w_n , w_L ve I_p arasındaki ilişkiler (Sivrikaya, 2009).

Deney Tipi	Drenajsız Kayma Mukavemeti s_u (kPa)	Korelasyon Katsayısı (r)
Konsolidasyonsuz	$s_u = 3.33 \text{ (SPT-N)} - 0.75 w_n + 0.2 w_L + 1.67 I_p$	0.82
Drenajsız Üç Eksenli	$s_u = 4.43N_{60} - 1.29 w_n + 1.06 w_L + 1.02 I_p$	0.81
	$s_u = 2.41 \text{ (SPT-N)} - 0.82 w_n + 0.14 w_L + 1.44 I_p$	0.86
Serbest Basınç	$s_u = 3.24N_{60} - 0.53 w_n - 0.43 w_L + 2.14 I_p$	0.87

Nassaji ve Kalantari (2011), basit lineer ve çoklu lineer regresyon analizi yöntemleri ile serbest basınç deneyi sonuçlarını kullanarak drenajsız kayma mukavemeti s_u ile zeminin düzeltme yapılmamış penetrasyon direnci SPT-N, zeminin enerji düzeltmesi yapılmış penetrasyon direnci N_{60} , tabii su muhtevası w_n , likit limit w_L ve plastisite indisi I_p arasında Çizelge 2.21'deki ifadeleri önermişlerdir. Söz konusu çalışmada kullanılan zemin numunelerinin tamamının plastisite indisi $I_p < 20$ olması sebebiyle önerilen ifadelerde de plastisite indisi I_p , üst limit olarak 20 ile sınırlandırılmıştır.

Çizelge 2.21 : Drenajsız kayma mukavemeti s_u ile SPT-N, N_{60} , w_n , w_L ve I_p arasındaki ilişkiler (Nassaji ve Kalantari, 2011).

Deney Tipi	Drenajsız Kayma Mukavemeti s_u (kPa)	Korelasyon Katsayısı (r)
	$s_u = 1.6 \text{ (SPT-N)} + 15.4$	0.72
	$s_u = 2.1N_{60} + 17.6$	0.73
Serbest Basınç	$s_u = 1.5 \text{ (SPT-N)} - 0.1 w_n - 0.9 w_L + 2.4 I_p + 21.1$	0.80
	$s_u = 2N_{60} - 0.4 w_n - 1.1 w_L + 2.4 I_p + 33.3$	0.81

2.3.2 Zemin modülü değerleri

Hacimsal sıkışma modülü (M_c) ve Young modülü (E veya E_s), SPT-N değerlerine bağlı olarak tahmin edilebilir. SPT-N değerleri ile gerilme-deformasyon modülü arasındaki ilişkiler topluca Çizelge 2.22'de verilmiştir (Tan ve diğ., 1991). Mitchell

ve Gardner (1975), belirli bir zeminde hangi ilişkinin güvenli bir şekilde kullanılabileceğini tahmin etmenin güç olduğu hususunda uyarıda bulunmuştur.

Çizelge 2.22 : SPT yöntemi ile belirlenen gerilme-deformasyon modülü için formüller (Tan ve diğ., 1991).

Zemin Cinsi	Gerilme-Deformasyon Modülü, E_s (kPa)
Normal	$E_s = 500 (N_{60}^* + 15)$
Konsolide Kum	$E_s = (15000 - 22000) \ln N_{60}^*$
Aşırı Konsolide Kum	$E_s = 18000 + 750 N_{60}^*$
Çakıllı Kum ve Çakıl	$E_{s,AK} = E_{s,NK} (AKO)^{0.5}$
Killi Kum	$E_s = 600 (N_{60}^* + 6), N_{60}^* < 15$
Siltli Kum	$E_s = 600 (N_{60}^* + 6) + 2000, N_{60}^* > 15$
	$E_s = 320 (N_{60}^* + 15)$
	$E_s = 300 (N_{60}^* + 6)$

Kulhawy ve Mayne (1990) ise N_{60} değerine bağlı olarak aşağıdaki ilişkileri önermişlerdir.

Çizelge 2.23 : N_{60} ile belirlenen gerilme-deformasyon modülü için formüller (Kulhawy ve Mayne, 1990).

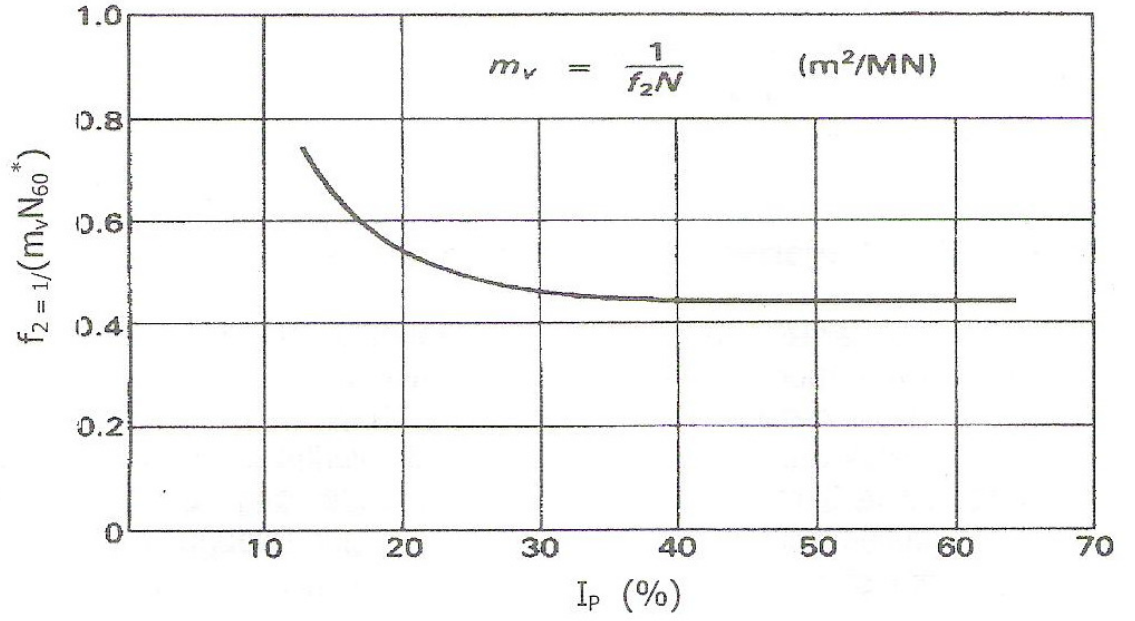
Zemin Cinsi	Gerilme-Deformasyon Modülü, E_s (kPa)
Siltli ve killi kumlar için	$E_s = 5\sigma_r N_{60}$
Temiz normal konsolide kumlar için	$E_s = 10\sigma_r N_{60}$
Temiz aşırı konsolide kumlar için	$E_s = 15\sigma_r N_{60}$

σ_r : Referans gerilmesi (100 kPa)

Stroud (1974), N_{60}^* ile hacimsal sıkışma katsayısı (m_v) arasında ilişkiyi plastisite indisine (I_p) bağlı olarak hassas olmayan killerde belirlemiştir. Şekil 2.21’de görüldüğü gibi m_v , f_2 katsayısına bağlı olarak aşağıdaki şekilde önerilmiştir.

$$m_v = \frac{1}{f_2 N_{60}^*} \quad (2.12)$$

Formülde m_v ’nin birimi 1/MPa’dır. f_2 katsayısı I_p ’ye bağlı olarak 0.42 ile 0.72 arasında değişmekle birlikte, I_p 35 ile 65 arasında ise f_2 yaklaşık olarak 0.42 alınabilir.



Şekil 2.21 : f_2 ile plastisite indisi (I_p) ilişkisi (Stroud, 1974).

Young modülü (E) ile hacimsal sıkışma modülü ($M_c = 1/m_v$) arasında aşağıdaki gibi ilişki vardır (McGregor ve Duncan, 1998).

Gevşek kumlar için:

$$E = 0.65M_c \quad (2.16)$$

Sıkı kumlar için:

$$E = 0.85M_c \quad (2.17)$$

2.3.3 Yüzeysel temelerde SPT-N ile taşıma gücü arasındaki ilişki

Killi zeminlerde özellikle çakma sırasında ortamda beliren boşluk suyu basınçlarının bilinmemesi ve numune alıcının çevresindeki zemine yapışma etkisi nedeniyle SPT-N değeri ile taşıma gücünün belirlenmesi yanıltıcı olacağından önerilmemektedir. İri daneli zeminler için ise literatürde çeşitli araştırmacıların önermiş olduğu deneysel bağıntılar mevcuttur.

Meyerhof (1956) 25 mm oturma için, emniyetli taşıma gücünü kPa olarak aşağıdaki ifadelerle vermiştir.

$$\begin{aligned} q_a &= 12(SPT - N)k_d & B \leq 1.22m \\ q_a &= 8(SPT - N) \left(\frac{B + 0.305}{B} \right)^2 k_d & B > 1.22m \end{aligned} \quad (2.18)$$

Burada, $k_d = 1 + 0.33 \left(\frac{D_f}{B} \right) \leq 1.33$ olmalıdır.

Bu ifadelerde SPT-N, temel seviyesinin B/4 kadar üstü ile bu seviyenin 1.5B altı arasındaki kesimde ölçülen SPT-N'lerin ortalamasıdır.

Bowles (1988), Meyerhof ifadelerine bir düzeltme getirerek, aşağıda şekilde oluşturmuştur.

$$\begin{aligned} q_a &= 20(SPT - N)k_d & B \leq 1.22m \\ q_a &= 12.5(SPT - N) \left(\frac{B + 0.305}{B} \right)^2 k_d & B > 1.22m \end{aligned} \quad (2.19)$$

Parry (1977) aşağıdaki taşıma gücü bağıntısını önermiştir. Burada q_u nihai taşıma gücü (MPa), SPT-N temel altından 0.75B derinlik boyunca ortalama SPT-N değeri, B temel genişliği (m), D_f temel derinliği (m)'dir.

$$q_u = 0.24(SPT - N) \left[\frac{D_f + 0.73B}{D_f + 0.75B} \right] \quad (2.20)$$

2.3.4 Derin temelerde SPT-N ile taşıma gücü arasındaki ilişki

İri daneli zeminlerde kazıkların taşıma güçlerini tahmin etmek için SPT sonuçları kullanılabilir. Bununla birlikte bu tahminler orta derecede güvenlidir. Meyerhof (1976) düşey kazıklarda net uç direnci (q_b) ve sürtünme direncini (q_s) veren taşıma gücü bağıntıları aşağıda verilmiştir.

Kumlar ve çakıllar için:

$$q_b = 40N_{1,60} \frac{L}{B} \leq 400N_{1,60} \quad (2.21)$$

Plastik olmayan siltler için:

$$q_b = 40N_{1,60} \frac{L}{B} \leq 400N_{1,60} \quad (2.22)$$

İri daneli zeminlerde büyük deplasman kazıklar için:

$$q_s = 2N_{60} \quad (2.23)$$

İri daneli zeminlerde küçük deplasman kazıklar için:

$$q_s = N_{60} \quad (2.24)$$

Burada q_b uç direnci (kPa), q_s sürtünme direnci (kPa), L zemine gömülü kazık boyu (m), B kazık çapı (m) göstermektedir. Denklem 2.21'in üst sınırı $L/B \geq 10$ ve Denklem 2.22'nin üst sınırı $L/B \geq 7.5$ olması durumunda uygulanır.

Briaud ve diğ. (1985) düşey kazıklar için taşıma gücünü belirleyen aşağıdaki eşitlikleri önermiştir.

$$q_b = 1970(N_{60})^{0.36} \quad (2.25)$$

$$q_s = 22.4(N_{60})^{0.29} \quad (2.26)$$

Burada q_b ve q_s birimleri kPa'dır. SPT ile killi zeminlerde kazıkların taşıma gücünün güvenli şekilde belirlenmesi zordur.

3. KONİ PENETRASYON DENEYİ (CPT)

Koni Penetrasyon Deneyi (CPT) ilk kez Hollanda'da 1930'larda kullanılmış olup, teknolojinin ilerlemesi ile günümüzde çok güvenilir ve ekonomik arazi deneyi niteliğini kazanmıştır. CPT, sondaj kuyusu olmaksızın çelik bir sondanın sabit bir hız oranında zemine sokularak zeminin gösterdiği direncin ölçülmesi ile gerçekleştirilir. CPT, gerek hızlı sonuç vermesi gerekse de derinlikle sürekli veri sağlaması açısından zemin etütlerinde ve temel mühendisliği tasarımlarında kullanılan bir metottür. Günümüzde ise CPT, alüvyon zeminlerde oldukça yaygın bir kullanım alanına erişmiştir. Ülkemizde 1970'li yıllardan itibaren yapılan zemin etütlerinde CPT kullanılmaya başlanmıştır.

CPT, çok yumuşak killerden sıkı kumlara kadar değişen zeminler için uygundur. Bununla birlikte özellikle çakıllar ve kayaç içeren zeminler için ise uygun değildir. Kullanım amaçları 3 ana grupta toplanabilir:

- Zemin tabakalaşmasını belirlemek ve tabakaları tanımlamak (tabaka değişimleri ve kalınlıkları, zemin cinsi vb.)
- Tabakalardaki zeminlerin mühendislik özelliklerini belirlemek (D_r , ϕ , s_u , k vb.).
- Geoteknik tasarım için doğrudan sonuçlara ulaşmak (sığ temellerin ve derin temellerin taşıma gücü ve oturması, kumlu zeminlerde sıvılaşma, zemin iyileştirmesinin kontrolü vb.).

Her deneyde olduğu gibi CPT, SPT'ye göre daha modern bir teknik olup, bazı üstünlüklere ve sınırlayıcı yanlara sahiptir. Sondaj kuyusu gerekmemesi, hızlı ve sürekli ölçüm alınabilmesi, tekrarlanabilir olması, ekonomik olması, operatör etkisinin olmaması üstünlükleri sayılabilir. Zemin numunesinin alınamaması, kalifiye elemana ihtiyaç duyulması ve mobilizasyonu sınırlayıcı yanları olarak sayılabilir.

Çizelge 3.1 : Güvenirlik açısından CPT'nin tasarımda kullanım alanları (Sivrikaya ve Toğrol, 2009).

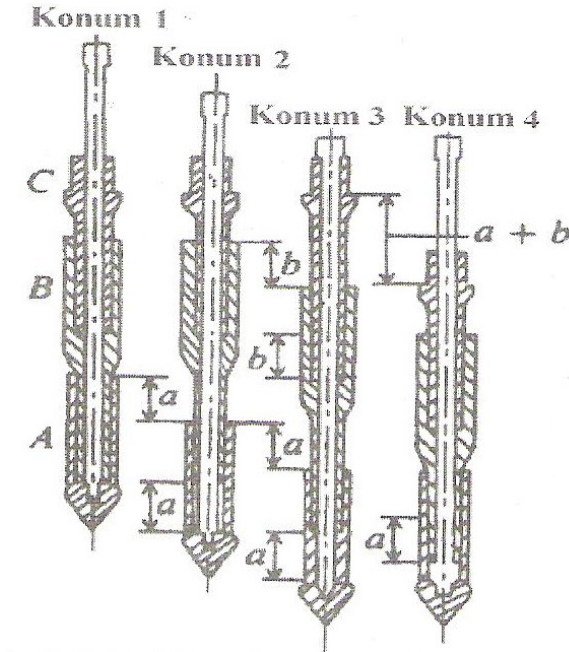
Zemin Cinsi	Kazık Tasarımı	Taşıma Gücü	Oturma	Dolgu Kontrolü	Sıvılaşma
Kum	Çok yüksek-Yüksek	Çok yüksek-Yüksek	Yüksek-Orta	Çok yüksek-Yüksek	Çok yüksek-Yüksek
Kil	Çok yüksek-Yüksek	Çok yüksek-Yüksek	Düşük-Çok düşük	Düşük-Çok düşük	-
Karma Zemin	Çok yüksek-Yüksek	Yüksek-Orta	Düşük-Çok düşük	Yüksek-Orta	-

3.1 CPT Çeşitleri

CPT'ler, mekanik CPT, elektronik-elektronik CPT, daha gelişmiş olan piyezokon CPTu ve en gelişmiş olan sismik SCPTu olmak üzere dört çeşidi mevcuttur.

3.1.1 Mekanik CPT

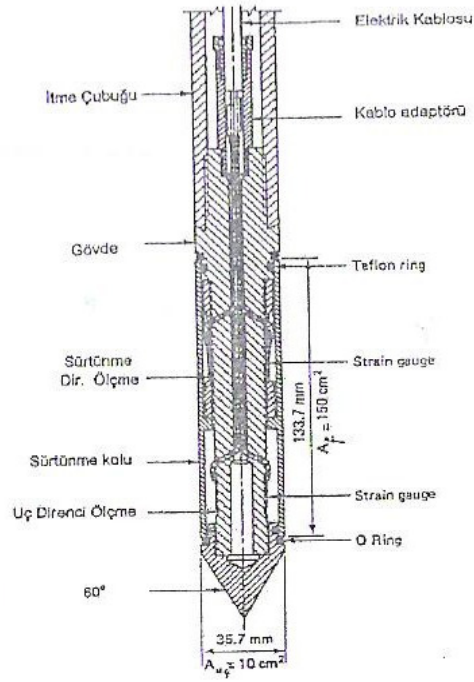
Penetrometre ucu iç tijlere bağlı olup, önce uç bir miktar zemine itilerek uç direnci (q_c) ölçülür. Daha sonra tijler biraz daha itilerek, sürtünme kolunun konik başlık ile teması sağlanır ve birlikte zemine penetrasyonu sağlanır. Bu durumda okunan düşey yük (q_{top}), uç direnci ile sürtünme direncinin (f_c) toplamına eşittir. Toplam okuma ile uç okuması farkı, çevre sürtünmesine eşit olmaktadır ($f_c = q_{top} - q_c$) (Şekil 3.1).



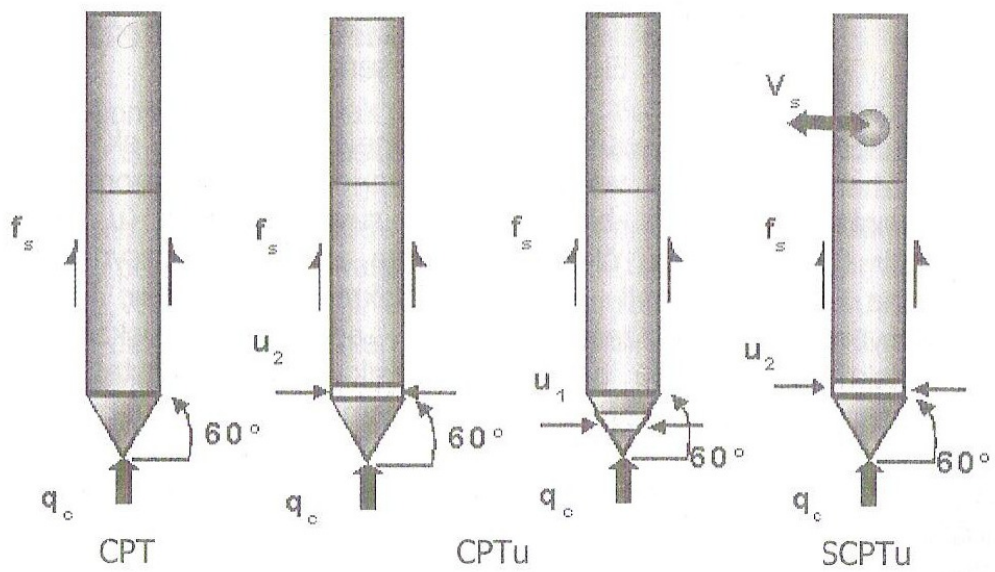
Şekil 3.1 : Mekanik tipte CPT çalışma prensibi (Lunne ve diğ., 1997).

3.1.2 Elektronik CPT

Penetrometre ucu tijlerin içinden geçen kablolara bağlıdır. Uç ve sürtünme dirençleri ayrı ayrı veri toplama ünitesine sürekli olarak aktarılır. Mekanik CPT’de olduğu gibi, toplam ve uç okuması için deney durdurulmaz. Sadece tij ekleme sırasında deneye ara verilir. Elektronik CPT detayları Şekil 3.2’de verilmiş olup, Şekil 3.3’te elektronik CPT türleri verilmiştir.



Şekil 3.2 : Elektronik CPT detayları (Lunne ve diğ., 1997).



Şekil 3.3 : Elektronik CPT türleri (Sabatini ve diğ., 2002).

3.1.3 Piyezokon (CPTu)

Günümüzde elektronik CPT'lere boşluk suyu basıncı ölçme aygıtları ilave edilmesi ile geliştirilen ölçüm sistemine Piyezokon adı verilmektedir. Piyezokon uygulamalarında deneye başlamadan önce suya doygunluk sağlanmalıdır. Bunun için konik uç içindeki havanın alınması ve montajın su içinde yapılması gerekmektedir. Boşluk suyu basıncı ölçen CPT'ye ait ayrıntılar Şekil 3.3 ve Şekil 3.4'te verilmiştir.

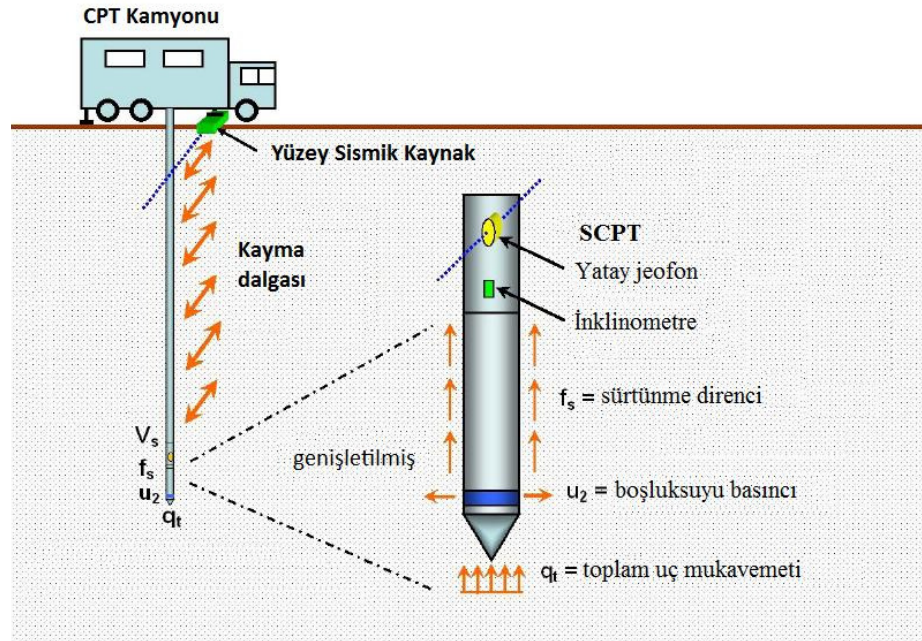


Şekil 3.4 : Elektronik CPTu ve şematik kesiti (NCHRP Synthesis 368, 2007).

Mekanik sondanın gelişmiş olan bu deneyde q_c ve q_s 'e ek olarak koni ucunun hemen arkasına veya ortasına yerleştirilmiş piyezometreler ile deney sırasında ortamda beliren boşluk suyu basınçları (u_1 veya u_2) kaydedilir (Şekil 3.3). Bu ölçümler ortamın aşırı konsolidasyon oranının tahminine yönelik önemli bilgiler vermektedir. Bu basınç okumaları, penetrasyon sırasında zemin daneleri arasındaki akışkan basıncı göstermektedir. Kumlarda basınçlar yaklaşık olarak hidrostatik basınca eşittir ($u_2 \approx u_0$). Yumuşak-katı-sert bozulmamış killerde ise $u_2 > u_0$ 'dır. u_1 daima pozitif değer iken, u_2 bozulmamış zeminlerde pozitif değer, fisürlü killerde ve sıkı siltlerde ise 100 kPa kadar düşük negatif değer alabilir.

3.1.4 Sismik SCPTu

CPT sondasına hız alıcıların monte edilerek sismik ölçümler yapma imkanı da doğmuştur. Bu tür ölçüm sistemine sismik CPT adı verilmektedir (SCPTu). Deneyin bu türünde yüzeyde oluşturulan ses dalgalarının belirlenmiş derinlikte duran ölçüm aleti tarafından algılanması ile her 1 m aralıklarda ölçüm yapılır (Şekil 3.3 ve Şekil 3.5).



Şekil 3.5 : Sismik SCPTu'nun görünüşü (NCHRP Synthesis 368, 2007).

3.2 CPT Ekipmanı ve Uygulama

Statik sonda deneyi olarak da bilinen CPT, 60⁰ konik uç, 1000 mm² kesit alanına ve 15000 mm² sürtünme ceketine sahip sondanın sabit bir hızla zemin içine itilerek, penetrasyon direncini ölçmek için uygulanan bir arazi deneyidir. Sondanın zemine penetrasyon hızı 20 mm/saniye civarındadır. Sondanın zemine penetrasyonu sırasında, uç direnci (q_c), çevre sürtünmesi (f_c), eğim ölçümü, CPT tipine bağlı olarak da aynı zamanda boşluksuyu basıncı ve kayma dalgası hız ölçümü alınabilmekte olup, bu okumalar 50 mm aralıklarla yapılabilmektedir.

Deney, CPT için gerekli ekipman olan standart penetrometre, tij çubuk, elektrik kablo, veri toplama ünitesini içeren 20~25 ton ağırlığındaki “CPT kamyonu” vasıtasıyla gerçekleştirilir (Şekil 3.6). Tij çubuğun uzunluğu 1 m, dış çapı 35.7 mm ve iç çapı 22 mm’dir.

- **Penetrasyon Hızı:** CPT için penetrasyon hızı $20 \text{ mm/s} \pm 10\%$ olmalıdır. Boşluk suyu basıncı ölçülmeyen CPT’de penetrasyon hızı $20 \text{ mm/s} \pm 25\%$ olabilir.
- **Veri Okuma Aralığı:** Elektronik CPT sürekli veri alır ve seçilen aralıkta onları dijital hale dönüştürür. Veri toplama sıklığı amaca bağlı olarak değişir. Seçilen aralık küçük ise daha fazla detay elde edilir. Tipik q_c ve f_c okumalar sıklıkla yapılır ve ortalama derinlik aralığı 50 mm ’dir. Boşluk suyu basıncı okumaları her 20 mm derinlikte alınmalı ve penetrasyon okuması ise her 10 mm ’de alınması tavsiye edilmektedir.
- **Derinlik Ölçümleri:** Derinlik ölçmek için birçok sistem mevcuttur. Sistem zemin yüzeyinde deney boyunca sabit kalmalıdır. Deney başında referans okuması yapılmalı ve doğru değerler verdiği kontrol edilmelidir. İtme sistemine bağlı olarak penetrasyon sırasında saat akrebi yönünde dönerken okuma alır, diğer yönde okuma almaz. Koni penetrasyon derinliği $\pm 100 \text{ mm}$ doğrulukta yapılmalıdır.
- **Boşluk Suyu Basıncı İçin Doygunluk:** CPT ve CPTu deneyinin arazi uygulamaları arasında bir farklılık yoktur. Tek farkı piyezokonun suya doymuş duruma getirilmesidir. Aksi durumda boşluk suyu basıncı ölçüm değerlerinde farklılıklar ortaya çıkmaktadır. Bu ise killi zeminlerde önem kazanmaktadır. Doygunluğu sağlamak için boşluk suyu basıncını ölçmekte kullanılan sistem su içinde monte edilmelidir.

3.3 CPT ile Ölçülen Parametreler

Sondanın zemine penetrasyonu sırasında gördüğü toplam direnç (q_t), uç direnci (q_c) ve çevre sürtünmesi (f_c) bileşenlerinden oluşmaktadır. Ayrıca boşluk suyu basıncı (u) ya da kayma dalgası (V_s) da ölçülebilmektedir.

3.3.1 CPT’de ölçülen değişkenler ve terimler

Aşağıda CPT ile ilgili temel tanımlar ve formüller özetlenmiştir:

- **Uç Direnci (q_c):** Konik uca etkiyen toplam düşey kuvvetin en kesit alana oranıdır.

$$q_c = \frac{Q_c}{A_c} \quad (3.1)$$

- **Sürtünme Direnci (f_c):** Sürtünme gömleğine etkiyen toplam kuvvetin sürtünme yüzeyine oranıdır.

$$f_c = \frac{Q_s}{A_s} \quad (3.2)$$

- **Sürtünme Oranı (R_f):** Aynı derinlikte ölçülen sürtünme direncinin uç direncine oranıdır.

$$R_f = \frac{f_c}{q_c} \times 100 \quad (3.3)$$

- **Net Uç Direnci (q_n):** Düzeltilmiş uç dirençten toplam düşey gerilmenin çıkarılması ile bulunur. Burada q_t boşluk suyu basıncı etkilerini dikkate alan düzeltilmiş uç direncidir.

$$q_n = q_t - \sigma_v \quad (3.4)$$

3.3.2 CPT'de yapılan düzeltmeler

3.3.2.1 Boşluk suyu basıncı düzeltmesi

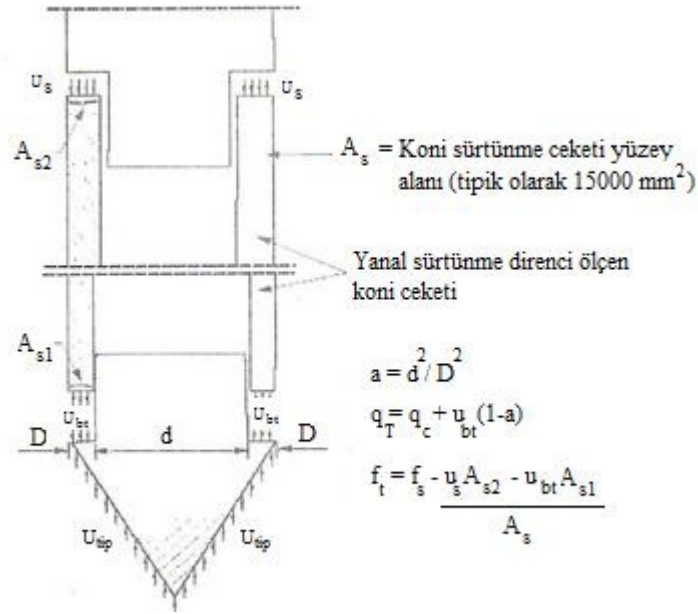
Penetrasyon sırasında penetrometre etrafında oluşan boşluk suyu basıncı (u), ölçülen q_c ve f_c değerlerine etki etmektedir. Bu etki penetrometrenin sahip olduğu içsel geometriden kaynaklanmakta, sürtünme kolu ve başlık arasında kalan alanda etkili olmaktadır. Düşey yükün uygulandığı şaftın ve konik başlığın kesit alanlarının eşit olmaması bu etkiye neden olmaktadır. Bu nedenle ölçülen değerler boşluk suyu basıncına göre düzeltilmektedir.

$$q_t = q_c - u_2(1 - a) \quad (3.5)$$

Burada q_t boşluk suyu basıncı etkilerini dikkate alan düzeltilmiş uç direnci, q_c ölçülen uç direnci, u ölçülen boşluk suyu basıncı, a net alan oranı [$a=(d/D^2)$] dır (Şekil 3.7). Alan oranı koni tipine bağlıdır ve genelde 0.55~0.90 arasında değişmektedir. İdeal olan $a=1$ durumunda $q_t=q_c$ olmaktadır ($u \cong 0$). Boşluk suyu basıncı sadece q_c 'yi değil sürtünme direncini (f_c) de etkilemektedir.

$$f_t = f_c - \frac{u A_{sb}}{A_s} \quad (3.6)$$

Burada f_t boşluk suyu basıncı etkilerini dikkate alan düzeltilmiş sürtünme direnci, f_s ölçülen sürtünme direnci, u ölçülen boşluk suyu basıncı, a alan oranı, A_{sb} sürtünme yüzeyinin en kesit alanı, A_s sürtünme alanıdır. A_{sb}/A_s oranının olabildiğince küçük olması istenir. Günümüz teknolojisinde de üretimler buna uygun olarak yapılmaktadır (Tipik $A_s=15000 \text{ mm}^2$). Pratik uygulamalarda $u \cong 0$ veya ihmal edilebilir ise bu durumda $f_t=f_s$ olacaktır.



Şekil 3.7 : CPT’de eşit olmayan uç alanları (Kulhawy ve Mayne, 1990).

3.3.2.2 Tabakalaşma düzeltmesi

Penetrasyon direncinin konik ucun önündeki ve gerisindeki zeminden etkilendiği bilinmektedir. Penetrasyon sırasında bir tabakadan diğerine geçişte genelde keskin bir değişim meydana gelmez. Tabakalı ortamlarda CPT ucu yeni tabakaya ulaştığında penetrasyon devam ederken bu değişimi hissetmeye başlayacaktır. Bu nedenle tabakalar arasında yataklanmış ince tabakaların mekanik özellikleri tam doğru ölçülemeyebilir. Yumuşak zeminlerde bu mesafe koni çapının 2~3 katı iken sert zeminlerde 10~20 katıdır. Yani sert zemine girilmeden önce bu tabakanın rijitliği ölçümleri etkilemektedir. Tabaka kalınlığı 0.75 m’den daha az olduğu durumlarda ölçülen değerler daha düşüktür. Özellikle yumuşak kil içinde ince bir kum tabakası olduğu durumlarda önemlidir.

Basitleştirilmiş elastik çözüme göre Vreugdenhil ve diğ. (1994) sert ince tabakalar için düzeltme faktörü (K_c) önererek, ölçülen uç dirençler düzeltilmiştir.

$$q_c^* = q_{c2} K_c = q_{c2} \left[0.25 \left(\frac{H}{17d_c} - 1.77 \right)^2 + 1 \right] \quad (3.7)$$

Burada H sert ince tabaka kalınlığı (mm), d_c CPT koni çapı, q_{c2} sert ince tabakada ölçülen CPT uç direnç'tir. $\left(\frac{H}{17d_c} - 1.77 \right)^2 > 0$ ise $K_c=1$ alınır.

3.3.2.3 Jeolojik gerilme düzeltmesi

SPT'de olduğu gibi, CPT sonuçlarına efektif düşey gerilme etkili olmaktadır. SPT konusunda verilen düzeltme faktörleri burada da geçerlidir.

$$q_{c1} = C_N q_c = \left(\frac{100}{\sigma'_v} \right)^{0.5} q_c \quad (3.8)$$

Burada σ'_v düşey efektif gerilmedir (kPa).

CPT sonuçları aşağıdaki gibi de normalize edilebilir:

Normalize edilmiş uç direnci:

$$Q_t = \frac{q_t - \sigma_v}{\sigma'_v} \quad (3.9)$$

Normalize edilmiş sürtünme oranı:

$$F_r = \frac{f_c}{q_t - \sigma_v} \quad (3.10)$$

Boşluk suyu basıncı oranı:

$$B_q = \frac{u_2 - u_0}{q_t - \sigma_v} \quad (3.11)$$

3.4 CPT ile Zemin Mühendislik Özellikleri Arasındaki İlişkiler

CPT'nin sonuçları ile zemin sınıfının belirlenmesi, zeminlerin mühendislik özelliklerinin (izafi sıkılık, drenajsız kayma mukavemeti, sıkışabilirlik, kayma modülü vb.) tahmin edilmesi yapılabilmektedir.

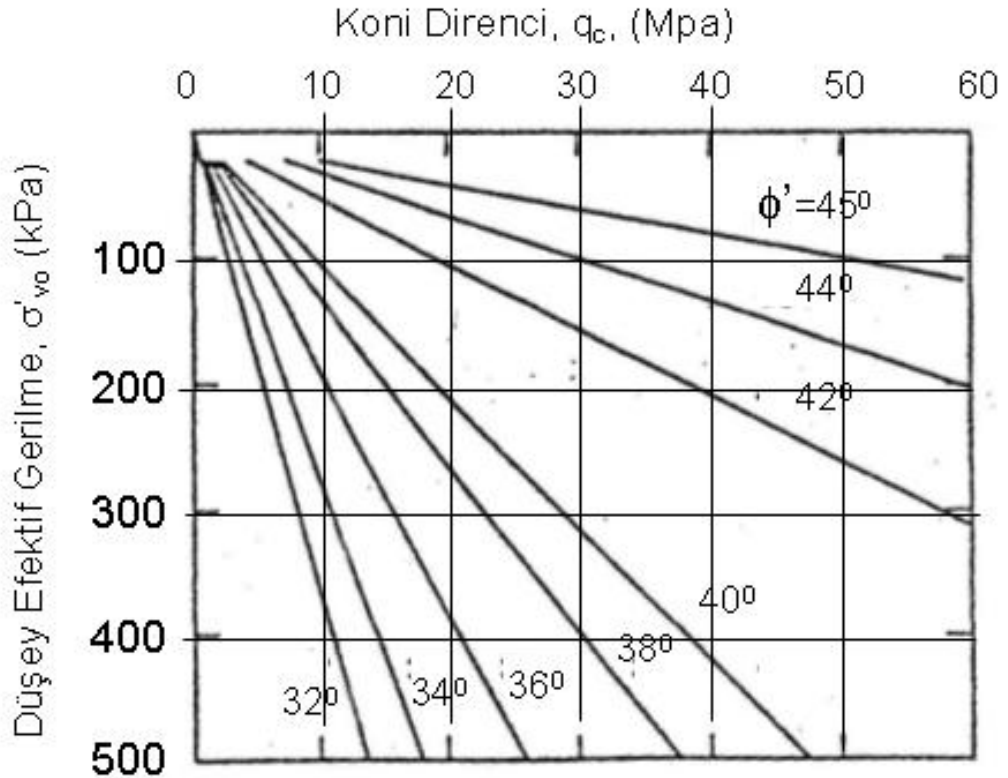
3.4.1 Kayma mukavemeti ilişkileri

3.4.1.1 CPT ile kayma mukavemeti açısı (ϕ') arasındaki ilişki

Meyerhof (1976), ϕ ile q_c (MPa) arasında aşağıdaki eşitliği önermiş olup, bulunan değer çakıllar için 5° artırılmalı, siltli kumlar için ise 5° azaltılmalıdır.

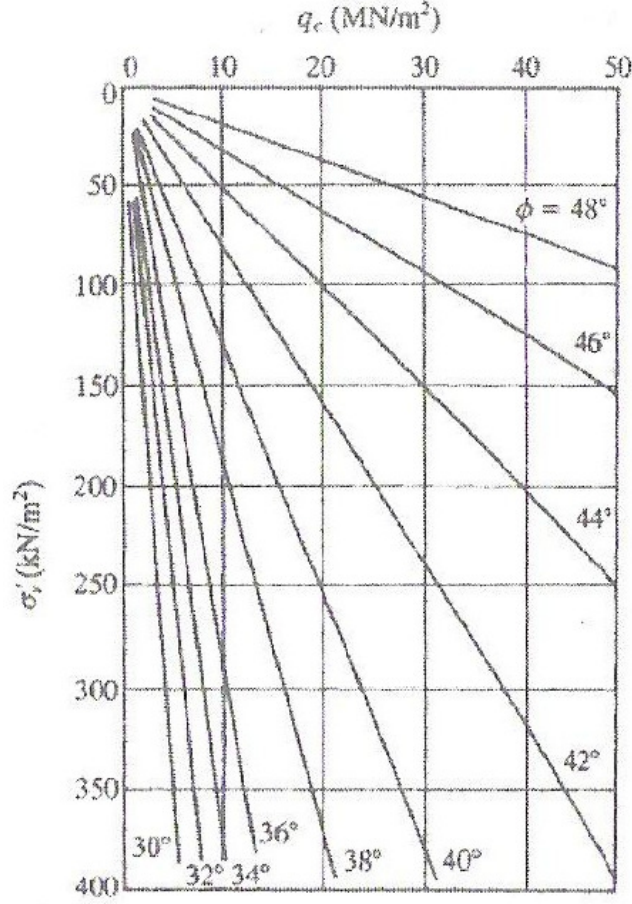
$$\phi = 29^\circ + (q_c)^{0.5} \quad (3.12)$$

Efektif kayma mukavemeti açısı ϕ' 'nin koni uç direnci q_c (MPa) ile düşey efektif gerilme σ_{vo}' 'ye bağlı olarak Durgunoğlu ve Mitchell (1974) tarafından geliştirilen ilişki Şekil 3.8'de gösterilmiştir.



Şekil 3.8 : q_c ile ϕ' arasındaki ilişkiler (Durgunoğlu ve Mitchell, 1974).

Kayma mukavemeti açısı ϕ 'nin koni uç direnci q_c (MPa) ile düşey efektif gerilme σ_{vo}' 'ye bağlı olarak geliştirilen ilişki Şekil 3.9'da gösterilmiştir (Robertson ve Campanella, 1983).



Şekil 3.9 : q_c ile ϕ arasındaki ilişkiler (Robertson ve Campanella, 1983).

Robertson ve Campanella (1983), tarafından önerilen Şekil 3.9'da gösterilen ilişki Kulhawy ve Mayne (1990) tarafından aşağıdaki denklem ile ifade edilmiştir.

$$\phi' = \tan^{-1} \left[0.1 + 0.38 \log \left(\frac{q_c}{\sigma_{vo}'} \right) \right] \quad (3.13)$$

Chen ve Juang (1996), Robertson ve Campanella (1983)'nın orta derecede sıkışabilirlik özelliğine sahip kumlarda gerçekleştirdiği deneyler neticesinde önerdiği denklem modeli doğrultusunda, yüksek derecede sıkışabilirlik özelliğine sahip kumlar için aşağıdaki ilişkiyi önermişlerdir.

$$\phi' = \tan^{-1} \left[0.16 \ln \left(\frac{q_c}{0.34 \sigma_{vo}'} \right) \right] \quad (3.14)$$

İtalya’da Venedik Gölü yakınlarında gerçekleştirilen koni penetrasyon deneyi sonuçları neticesinde Ricceri ve diğ. (2002) tarafından Kulhawy ve Mayne (1990) eşitliğine benzer olarak efektif kayma mukavemeti açısı ϕ' koni uç direnci q_c (MPa) ile düşey efektif gerilme σ_{vo}' ’ye bağlı olarak ML ve SP – SM zemin tipleri için aşağıdaki denklem ile ifade edilmiştir.

$$\phi' = \tan^{-1} \left[0.38 + 0.27 \log \left(\frac{q_c}{\sigma_{vo}'} \right) \right] \quad (3.15)$$

Lee ve diğ. (2004) tarafından, efektif kayma mukavemeti açısı ϕ' , koni uç direnci q_c (MPa) ve yatay efektif gerilme σ_{ho}' arasında aşağıdaki bağıntı önerilmiştir.

$$\phi' = 15.575 \left(\frac{q_c}{\sigma_{ho}'} \right)^{0.1714} \quad (3.16)$$

3.4.1.2 CPT ile drenajsız kayma mukavemeti (s_u) arasındaki ilişki

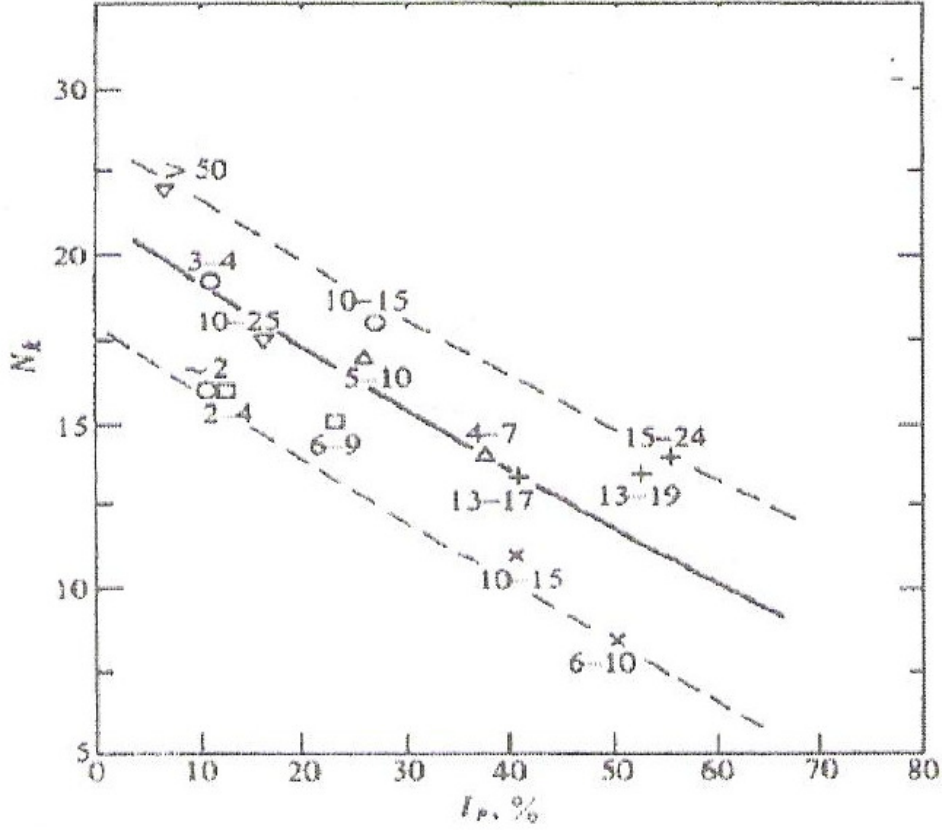
İnce daneli zeminler için CPT sonuçlarını kullanarak aşağıdaki eşitliklerle drenajsız kayma mukavemeti tahmin edilebilir.

$$s_u = \frac{(q_c - \sigma_v)}{N_k} \quad (3.17)$$

$$s_u = \frac{(q_t - \sigma_v)}{N_{kt}} \quad (3.18)$$

Burada q_c uç direnci, σ_v toplam düşey gerilme ve N_k koni faktörüdür. N_k genelde 10~30, çoğunlukla 15~20 arasındadır. N_k , I_p ’ye bağlı bir değişkendir (Şekil 3.10).

Mayne ve Kemper (1988)’e göre N_k koni faktörü değeri elektronik CPT’ler için 15, mekanik CPT’ler için ise 20 olarak önerilmiştir.



Şekil 3.10 : Drenajsız kayma mukavemetinin belirlenmesi (Lunne ve Eide, 1976).

N_{kt} , düzeltilmiş koni uç direncine göre (q_t) tanımlanmış olup, I_p 'ye bağlı bir değişkendir. N_{kt} , 10~20 arasında değişmekte olup, aşağıdaki gibi önerilmiştir.

$$N_{kt} = 13 + \frac{5.5}{50} I_p \quad (\pm 2) \quad (3.19)$$

Düşük hassaslığa ($S_t < 4$) sahip ve $I_p < \%30$ için normal konsolide killerde yaklaşık olarak $N_k=18$ ve $N_{kt}=14$ alınabilir.

Senneset ve diğ. (1982), efektif koni uç direnci q_e değerini kullanarak drenajsız kayma mukavemeti için aşağıdaki ifadeyi önermişlerdir. N_{ke} 'nin 6~12 arasında değer aldığını belirtmişlerdir. Lunne ve diğ. (1985) ise, N_{ke} 'nin 1~10 arasında değer aldığını ve boşluk suyu basıncı oranına bağlı olduğunu ileri sürmüştür.

$$s_u = \frac{q_e}{N_{ke}} = \frac{q_t - u_2}{N_{ke}} \quad (3.20)$$

Vesic (1972), Randolph ve Wroth (1972) tarafından drenajsız kayma mukavemeti ile boşluk suyu basıncı farkı arasında aşağıdaki ifade verilmiştir (3.21). Lunne ve diğ. (1985), $N_{\Delta u}$ değerinin 4~10 arasında, Karlsrud ve diğ. (1996) ise 6~8 arasında değiştiğini ve boşluk basıncı oranı ile bir ilişkisinin olmadığını belirtmişlerdir.

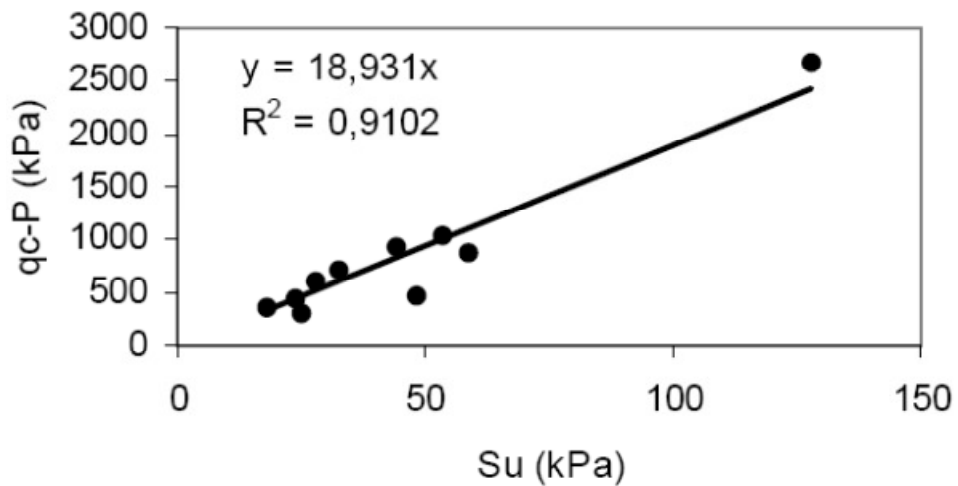
$$s_u = \frac{\Delta u}{N_{\Delta u}} = \frac{u_2 - u_0}{N_{\Delta u}} \quad (3.21)$$

Chen (2001), Malezya'nın Klang şehrinde üç farklı sahada gerçekleştirilen CPT ve arazi veyn deneyleri ile laboratuvarında gerçekleştirilen üç eksenli basınç deneyleri neticesinde drenajsız kayma mukavemeti s_u , plastisite indisi I_p ve koni faktörü N_k arasında Çizelge 3.2'deki sonuçlara ulaşmıştır.

Çizelge 3.2 : s_u , I_p ve N_k arasındaki ilişkiler (Chen, 2001).

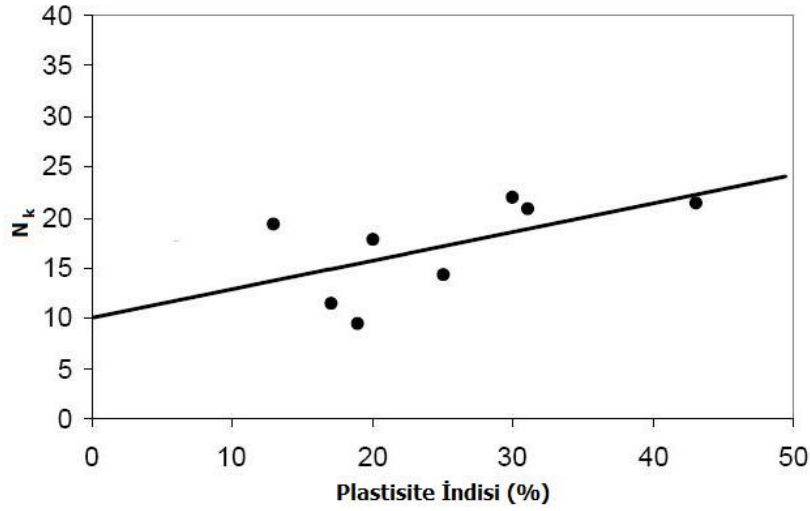
Saha	Derinlik (m)	I_p (%)	s_u (kPa)	N_k
A	5 ~ 18	25 ~ 50	10 ~ 70	7 ~ 12
B	4 ~ 18	70 ~ 90	10 ~ 70	6 ~ 10
C	1 ~ 13	40 ~ 60	7 ~ 50	5 ~ 9

Dipova ve Cangir (2005) tarafından, Antalya'da yapılan CPT ve üç eksenli basınç deneyleri sonuçları kullanılarak gerçekleştirilen korelasyon çalışmaları neticesinde drenajsız kayma mukavemeti s_u ile $(q_c - \sigma_v)$ değeri arasında elde edilen ilişki Şekil 3.11'de verilmiştir ($P = \sigma_v$).



Şekil 3.11 : s_u ile $(q_c - \sigma_v)$ değeri arasındaki ilişki (Dipova ve Cangir, 2005).

Dipova ve Cangir (2005) tarafından, koni faktörü N_k ile plastisite indisi I_p arasındaki ilişki incelenmiş olup, Şekil 3.12’de verilmiştir.



Şekil 3.12 : N_k ve I_p arasındaki ilişki (Dipova ve Cangir, 2005).

Hong ve diğ. (2010), Güney Kore’nin Busan şehrinde kil zeminde gerçekleştirilen CPTu ve üç eksenli basınç deneyleri neticesinde, düzeltilmiş koni uç direncine göre tanımlanmış N_{kt} ve efektif koni uç direnci q_e ($q_t - u_2$) değerine göre tanımlanmış N_{ke} aşağıdaki sonuçlara varmışlardır (B_q : Boşluk suyu basıncı oranı).

Elde edilen N_{kt} değeri kullanılarak (Şekil 3.13):

$$s_u = \frac{q_t - \sigma_{v0}}{24 - 19B_q} \quad (3.22)$$

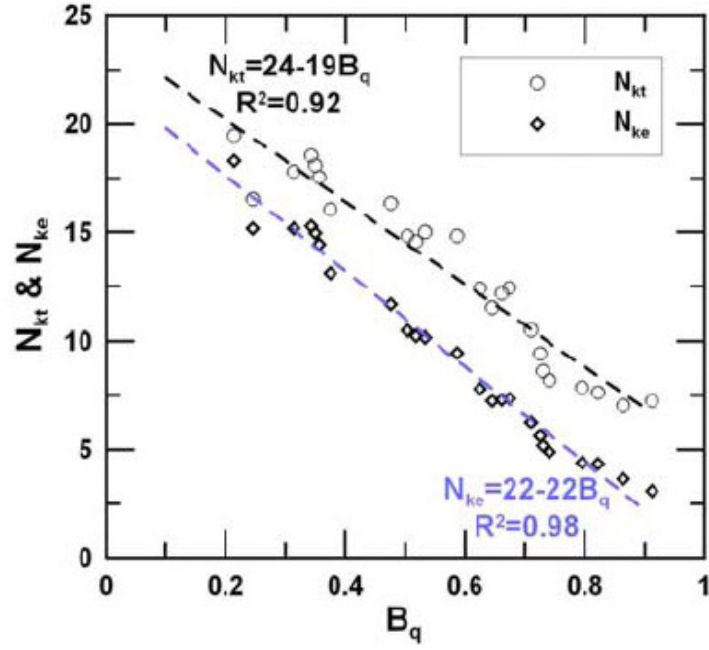
Elde edilen N_{ke} değeri kullanılarak (Şekil 3.13):

$$s_u = \frac{q_t - u_2}{22 - 22B_q} \quad (3.23)$$

Yunanistan’da gerçekleştirilen deneyler neticesinde Anagnostopoulos ve diğ. (2003), N_k koni faktörü değerini elektronik CPT’ler için 17.2, mekanik CPT’ler için ise 18.9 olarak önermişlerdir. Anagnostopoulos ve diğ. (2003), elektronik ve mekanik CPT sistemleri için sürtünme direnci f_c ’ye bağlı olarak zeminin drenajsız kayma mukavemeti s_u hakkında aşağıdaki eşitlikleri önermişlerdir.

$$s_u = \frac{f_c}{1.26} \text{ (mekanik CPT için)} \quad (3.24)$$

$$s_u = f_c \text{ (elektronik CPT için)} \quad (3.25)$$



Şekil 3.13 : N_{kt} ve N_{ke} katsayılarının belirlenmesi (Hong ve diğ., 2010).

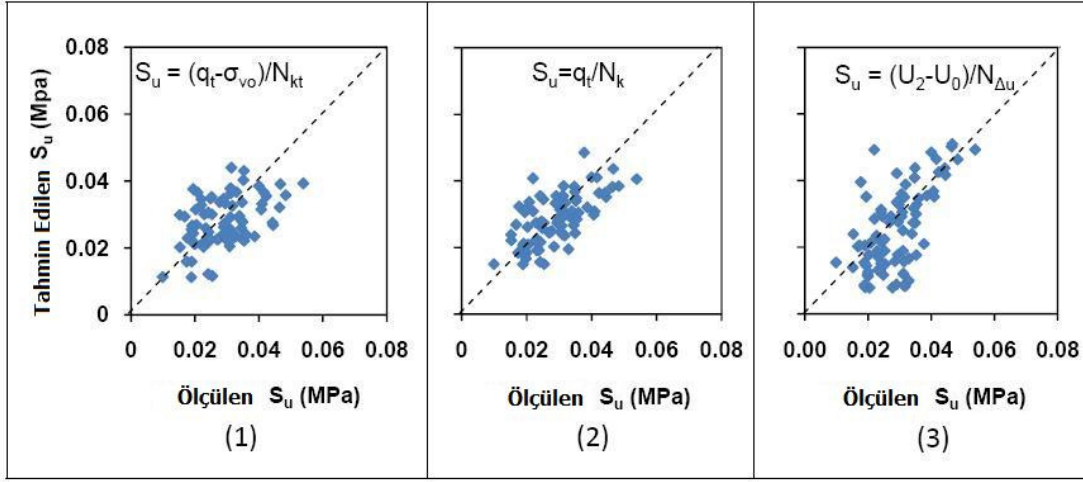
Wei ve diğ. (2010), Amerika Birleşik Devletleri'nin New Orleans şehrinde gerçekleştirilen CPT ve üç eksenli basınç deneyleri sonuçlarını kullanarak, literatürdeki mevcut bağıntılar (No:1 ve No:2) ile sözkonusu zemin için alternatif olarak önerilen bağıntıda (No:2) regresyon analizleri gerçekleştirmişlerdir (Çizelge 3.3).

Çizelge 3.3 : Regresyon analizi sonuçları (Wei ve diğ., 2010).

No	Model	R^2	Koni Faktörü
1	$s_u = \frac{(q_t - \sigma_v)}{N_{kt}}$	0.92	$N_{kt}=13.9$
2	$s_u = \frac{q_t}{N_c}$	0.95	$N_c=23$
3	$s_u = \frac{u_2 - u_0}{N_{\Delta u}}$	0.88	$N_{\Delta u}=8.6$

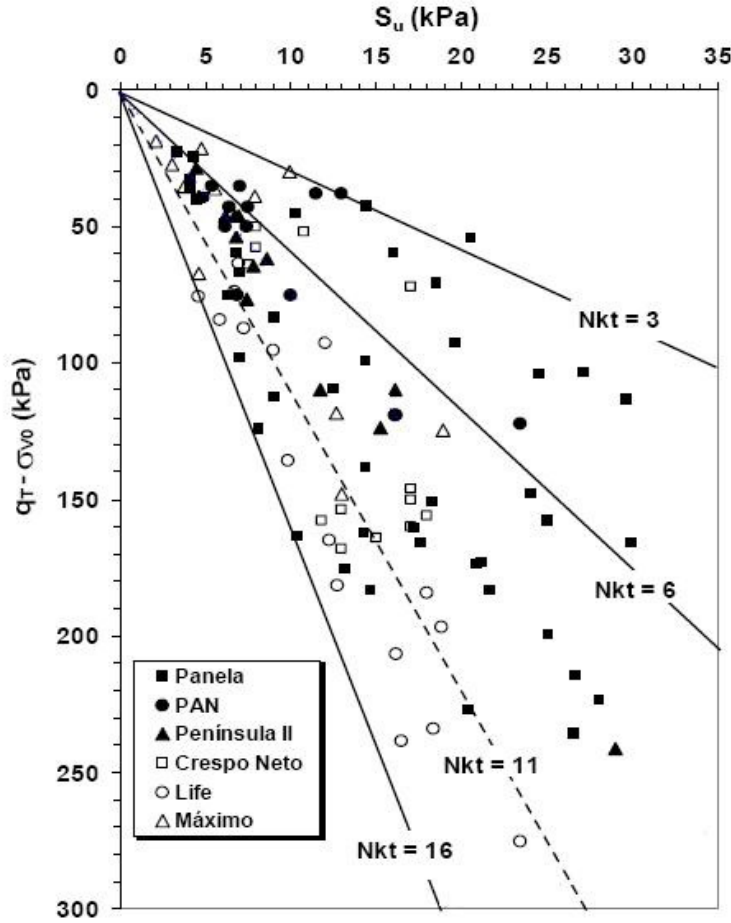
Çizelge 3.3'de verilen regresyon analizi sonuçlarından da anlaşıldığı üzere, düşey jeolojik gerilmenin dikkate alınmadığı bağıntının (No:2) sözkonusu zemin için istatistiksel açıdan diğer bağıntılardan daha uygun sonuç verdiği belirtilmiştir (R^2 : Determinasyon katsayısı).

Üç ayrı ifade ve üç eksenli basınç deneyi ile elde edilen drenajsız kayma mukavemeti s_u değerleri Şekil 3.14'te verilmiştir.



Şekil 3.14 : Ölçülen ve tahmin edilen s_u değerleri (Wei ve diğ., 2010).

Almeida ve diğ. (2010), Brezilya'nın çeşitli bölgelerinde gerçekleştirilen CPTu ve laboratuvar deneyleri sonuçlarını kullanarak, sözkonusu bölgelerde karşılaşılan çok yumuşak kil zeminler için Şekil 3.15'te verilen grafikteki düzeltilmiş koni uç direncine göre tanımlanmış N_{kt} değerlerini elde etmişlerdir.



Şekil 3.15 : Tüm bölgelerden elde edilen N_{kt} değerleri (Almeida ve diğ., 2010).

3.4.1.3 CPT ile gerilme deformasyon ve sıkışma modülü arasındaki ilişki

Bowles (1997), çeşitli araştırmacıların geliştirdiği denklemleri zemin tiplerine göre Çizelge 3.4'te verildiği gibi özetlemiştir.

Çizelge 3.4 : q_c ile E_s arasındaki ilişkiler (Bowles, 1996).

Zemin Cinsi	E_s
Kum (Normal konsolide)	$E_s = 800(q_c)^{0.5}$
Kum (Aşırı konsolide)	$E_s = (6 \sim 30)q_c$
Killi kum	$E_s = (3 \sim 6)q_c$
Siltler, kumlu silt, killi silt	$E_s = (1 \sim 6)q_c$
Yumuşak kil, killi silt	$E_s = (3 \sim 8)q_c$

Kulhawy ve Mayne (1990), sıkışma modülü ile uç direnci arasında aşağıda belirtilen eşitliği belirlemişlerdir. Burada M_c sıkışma modülü olup, $M_c = \alpha q_c = 1/m_v$ 'dir.

$$M_c = 8.25(q_t - \sigma_v) \quad (3.26)$$

Çizelge 3.5 : CPT deneyinde alfa değerleri (Sanglerat, 1972; Lunne ve diğ., 1997).

Zemin Türü	q_c (MPa)	α
CL	≤ 0.7	3 ~ 8
CL	0.7 ~ 2	2 ~ 5
CL	≥ 2	1 ~ 2.5
ML	< 2	3 ~ 6
ML	≥ 2	1 ~ 3
CH ve MH	< 2	2 ~ 6
CH ve MH	> 2	1 ~ 2
OL	< 1.2	2 ~ 8
OH ve Turba	< 0.7 için	
OH ve Turba	$50 < w < 100$	1.5 ~ 4
OH ve Turba	$100 < w < 200$	1.0 ~ 1.5
OH ve Turba	$w \geq 300$	< 0.4
Kum	< 5	2
Kum	> 10	1.5

3.4.1.4 Yüzeysel temelerde CPT ile taşıma gücü arasındaki ilişki

Koni Penetrasyon Deneyi (CPT), sunduğu olanaklar (özellikle yumuşak ve gevşek zeminlerde) nedeniyle, zemin özelliklerinin dolayısıyla taşıma gücünün ölçümü için en uygun deney olarak nitelendirilebilir. Deney, kumlar için geliştirilmiş olsa da killi zeminlerde de kullanılabilir. Kuşkusuz bu deney, yapılışı itibariyle kazıkların projelendirilmesi için (çevre sürtünmesi, uç direncinin ölçülmesi) daha uygun bir görünüm arz etmektedir. Yüzeysel temelerde değeri taşıma gücü yanında konsolidasyon katsayısı da dahil, oturmalar için de gerekli verileri sağlamasından kaynaklanmaktadır. CPT sonuçları ile temellerin taşıma gücü ve oturmalar tahmin edilebilmektedir.

Terzaghi taşıma gücü denklemindeki taşıma gücü katsayıları, Schmertman (1978) tarafından uç dirence bağlı olarak $D_f / B \leq 1.5$ için aşağıdaki gibi önerilmiştir.

Burada $\bar{q}_c$ temel tabanından B/2 kadar yukarısı ile 1.1B kadar aşağısı arasında ölçülen ortalama uç direncidir.

$$\bar{q}_c \cong 0.8 N_q \cong 0.8 N_\gamma \quad (3.27)$$

İri daneli ve killi zeminler için farklı temel tipleri dikkate alınarak Bowles (1997) tarafından aşağıdaki eşitlikler önerilmiştir. Burada q_c 'nin birimi kg/cm^2 'dir.

İri daneli zeminlerde:

Şerit temel için:

$$q_d = 28 - 0.0052 (300 - q_c)^{1.5} \quad (3.28)$$

Kare temel için:

$$q_d = 48 - 0.009 (300 - q_c)^{1.5} \quad (3.29)$$

Killi zeminlerde:

Şerit temel için:

$$q_d = 2 + 0.28 q_c \quad (3.30)$$

Emniyetli taşıma gücü ($q_a = q_d / G_s$) için güvenlik sayısının (G_s) 3 alınması önerilmektedir.

Kare temel için:

$$q_d = 5 + 0.34 q_c \quad (3.31)$$

Meyerhof (1956), CPT sonuçlarını kullanarak kumlu zeminler üzerindeki yüzeysel temellerin sınır taşıma gücünü tahmin eden aşağıdaki yaklaşımı önermiştir.

$$q_d = \overline{q_c} \left(\frac{B}{C} \right) \left[1 + \frac{D_f}{B} \right] \quad (3.32)$$

Burada C deneysel bir katsayı olup 12.2 m, B temel genişliği (m), D_f temel derinliği (m), $\overline{q_c}$ temel altından en az B derinliğe kadar ölçülmüş koni uç dirençlerinin ortalamasıdır. Emniyetli taşıma gücü ($q_a = q_d / G_s$) için Mayerhof (1956), G_s'nın 3 alınmasını tavsiye etmektedir.

Tand ve diğ. (1995), hafif çimentolu orta sıkı kumlar üzerindeki sıg temellerin sınır taşıma gücünü tahmin eden aşağıdaki denklemi önermiştir.

$$q_d = R_k \overline{q_c} + \sigma_v \quad (3.33)$$

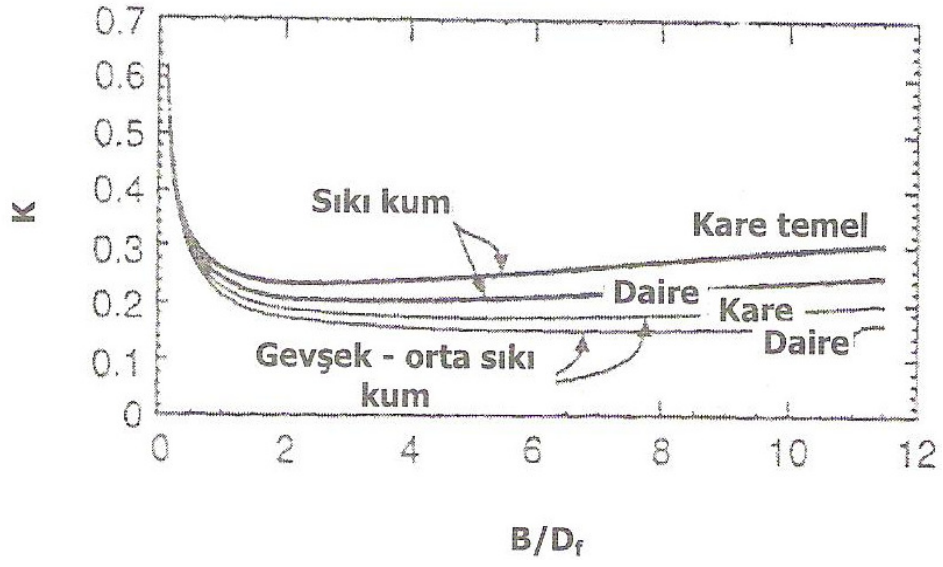
Burada R_k, temelin şekline, derinliğine bağlı bir katsayı olup, 0.14 ~ 0.2 arasında değişmektedir. σ_v ise temel taban seviyesindeki düşey gerilme değeridir. Bu metotlar yaklaşık ve genellikle muhafazakar sonuçlar vermektedir.

Eslaamizaad ve Robertson (1996), kaba daneli zeminler üzerindeki yüzeysel temellerin sınır taşıma gücünü (q_d), CPT uç direnci ile temelin gömme derinliği, genişliği ve zeminin sıkılığına bağlı olarak tahmin etmiştir (Şekil 3.16).

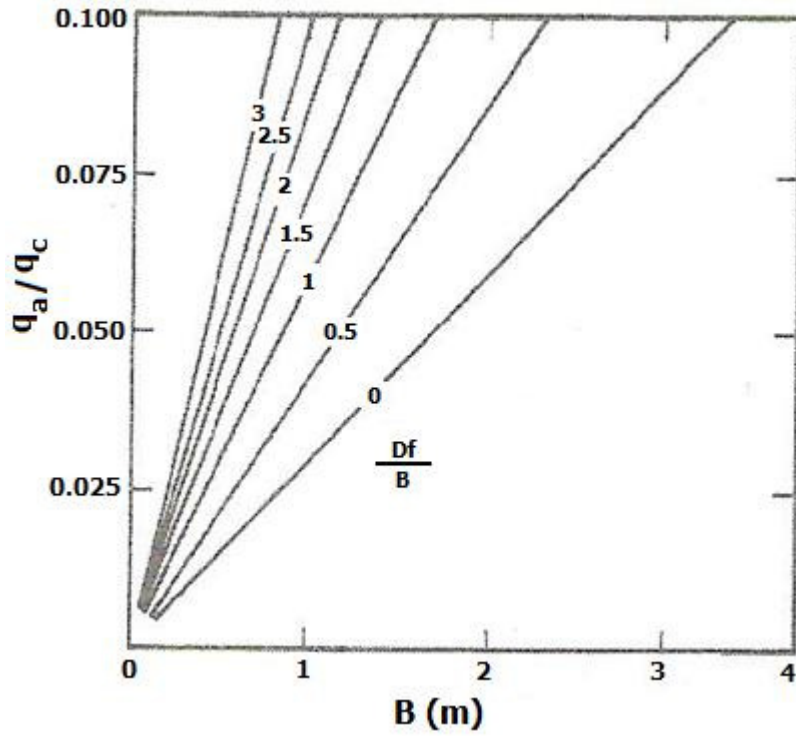
$$q_d = K \overline{q_c} \quad (3.34)$$

Kanada temel şartnamesinde tekil temeller için basit ilişki Şekil 3.17'de verilmiştir. Burada gömülü temel derinliği (D_f) ve temel boyutu göz önüne alınmaktadır.

CPT ve CPTu deney sonuçlarını kullanarak killerde taşıma gücü hesaplanması kumlara oranla daha güçtür. Bunun nedeni okumaların kilin aşırı konsolidasyon oranı (AKO), plastisite indisi (I_p) ve bunlara bağlı olarak da yükleme sırasında oluşan boşluk suyu basıncından (u₂) etkilenmesidir.



Şekil 3.16 : Sığ temellerde q_d tahmini (Eslaamizaad ve Robertson, 1996).



Şekil 3.17 : CPT ile taşıma gücü hesabı (CGS, 1985).

3.4.1.5 Derin temelerde CPT ile taşıma gücü arasındaki ilişki

Koni uç mukavemeti (q_c) ile çevre sürtünmesi (f_c), kazıkların uç mukavemeti (q_b) ve çevre sürtünmesinin (q_s) belirlenmesinde kullanılmaktadır. Bu dolaylı olarak, önce zemin mukavemet özelliklerinin belirlenmesi ve daha sonra bu özelliklerden kazık taşıma gücünün bulunması şeklinde olabilirken, CPT sonuçlarını kullanarak kazık taşıma gücünün doğrudan belirlenmesi şeklinde de gerçekleştirilebilir.

Kazık taşıma gücünün doğrudan belirlenmesi amacıyla kullanılan başlıca 6 yöntem bulunmaktadır (Eslami ve Fellenius, 1995).

- Schmertmann ve Nottingham Yöntemi
- deRuiter ve Beringen Yöntemi
- LCPC Yöntemi
- Meyerhof Yöntemi
- Tümay ve Fakhroo Yöntemi
- Piyezokon İçin Çıkarılan Eslami ve Fellenius Yöntemi

Nottingham (1975) ve Schmertmann (1978) tarafından geliştirilen yöntemde, kazık ucu seviyesinin üstünde 6D ile 8D (D, kazık çapı) kadar olan bölge ile kazık ucu seviyesinin altında 0.7D ile 4D kadar olan bölgedeki ortalama koni uç mukavemeti (q_c), iri daneli zeminlerde ve kilde kazık uç mukavemetine (q_b) eşit alınmaktadır. Maksimum değeri 15 MPa'ı geçemez.

$$q_b = q_c < 15 \text{ MPa} \quad (3.35)$$

Kazık çevre sürtünmesi ise, koni çevre sürtünmesinden bulunmaktadır.

$$q_s = \lambda_1 f_c \quad (3.36)$$

Burada λ_1 boyutsuz bir katsayıdır. Kazığın biçimine, yapıldığı malzemeye, deney derinliğine bağlı olarak, iri daneli zeminlerde 0.8 ile 2.0 arasında, killi zeminlerde 0.2 ile 1.25 arasında değişen değerler alır.

Alternatif olarak iri daneli zeminlerde aşağıdaki bağıntı kullanılmaktadır.

$$q_s = \lambda_2 q_c \leq 120 \text{ kPa} \quad (3.37)$$

Böylece, kazık çevre sürtünmesi (q_s), koni uç mukavemeti (q_c) ile ilişkilendirilmiş olmaktadır. λ_2 'nin değeri kazık tipine bağlı olarak %0.8 ile %1.8 arasında değişir. Bu ifade ile belirlenen kazık çevre sürtünmesinin üst sınırı 120 kPa'dır.

deRuiter ve Beringen (1979), açık deniz platformlarının inşası sırasında edinilen tecrübelerle dayanılarak kazık uç mukavemeti ve çevre sürtünmesinin hesabı için bir yöntem önermiştir. İri daneli zeminlerdeki kazıkların uç mukavemeti, Schmertmann-Nottingham yöntemindeki gibi hesaplanır. Killi zeminlerdeki kazıkların uç mukavemetinin belirlenmesinde Terzaghi taşıma gücü faktörü kullanılmaktadır. Kazık uç mukavemeti, killi zeminlerde aşağıdaki ifade ile belirlenmektedir.

$$q_b = N_c s_u < 15 \text{ MPa} \quad (3.38)$$

Drenajsız kayma mukavemeti $s_u = q_c / N_k$ ifadesi ile belirlenmektedir. N_k katsayısı değeri, yerel tecrübelerle dayanılarak 15 ile 20 arasında bir değerde olmaktadır. Bu şekilde belirlenen kazık uç mukavemetinin değeri 15 MPa'ı geçemez.

İri daneli zeminlerde kazığın çevre sürtünmesi (q_s), (3.26) ifadesinde $\lambda_1 = 1$ alınarak; killi zeminlerde kazığın çevre sürtünmesi (q_s), (3.27) ifadesinde $\lambda_2 = \%0.3$ alınarak hesaplanır. Kilde kazık çevre sürtünmesi, aşağıdaki ifade ile de hesaplanmaktadır.

$$q_s = \alpha s_u < 150 \text{ kPa} \quad (3.39)$$

Bu ifadede α adhezyon faktörü olarak isimlendirilmektedir ve değeri normal konsolide killerde 1, aşırı konsolide killerde 0.5 alınmaktadır. Kazık çevre sürtünmesinin değeri 150 kPa'ı geçemez.

LCPC (Laboratoire Central des Ponts et Chaussees) yönteminde, kazık uç mukavemeti ve çevre sürtünmesi, koni uç mukavemetinden hesaplanmaktadır. Kazık uç mukavemeti (q_b), kazık ucu seviyesinin 1.5D (D, kazık çapı) kadar üstünden başlayarak kazık ucu seviyesinin 1.5D kadar altına kadar olan bölgedeki ortalama koni uç mukavemeti ($\overline{q_c}$) kullanılarak hesaplanmaktadır. Kazık uç mukavemeti, bu ortalama değerlerin %40'ı ila %55'i arasındadır.

$$q_b = (0.40 \sim 0.55) \overline{q_c} \quad (3.40)$$

Kazık çevre sürtünmesi (q_s), (3.27) ifadesinde λ_2 katsayısı, koni uç mukavemetinin mertebesi, zemin cinsi, kazık tipine bağlı olarak $\lambda_2 = \%0.5$ ile $\%3.0$ arasında bir değer alınarak hesaplanır. Bu yöntemle hesaplanan kazık çevre sürtünmesinin üst sınırı 15 kPa ile 120 kPa arasında değişmektedir.

$$q_s = (0.005 \sim 0.03)q_c \leq 15 \sim 120 \text{ kPa} \quad (3.41)$$

Meyerhof (1956, 1976, 1983) yönteminde, kazık uç mukavemeti (q_b), kazık ucu seviyesinin 4D üstü ile 1.0D (D, kazık çapı) altı arasındaki koni uç mukavemetlerinin aritmetik ortalaması ($\overline{q_c}$) değeri kullanılarak aşağıdaki bağıntı ile hesaplanır.

$$q_b = \lambda_3 \lambda_4 q_c \quad (3.42)$$

Burada λ_3 boyut etkisi için kullanılan bir katsayıdır. $D > 0.5$ m ise aşağıdaki ifade ile hesaplanır.

$$\lambda_3 = \left[\frac{D+0.5}{2D} \right]^n \quad (3.43)$$

Gevşek kumlarda $n=1$, orta sıkı kumlarda $n=2$, sıkı kumlarda $n=3$ alınır. $D > 0.5$ m şartı sağlanmıyorsa $\lambda_3 = 1$ alınır. Kazığın sıkı kum tabakası içindeki boyu $L_{\text{sıkıkum}} < 10D$ ise, λ_4 aşağıdaki ifade ile hesaplanır.

$$\lambda_4 = \frac{L_{\text{sıkıkum}}}{10D} \quad (3.44)$$

$L_{\text{sıkıkum}} > 10D$ ise, $\lambda_4 = 1$ alınır.

Tümay ve Fakhroo (1981), Louisiana'da CPT sonuçlarını değerlendirmişlerdir. Kazık çevre sürtünmesi (q_s), Schmertmann-Nottingham yöntemindeki gibi hesaplanmaktadır. Yalnız (3.27) denklemindeki λ_2 katsayısı için aşağıdaki ifadeyi önermişlerdir.

$$\lambda_2 = 0.5 + 9.5e^{-0.9f_c} \quad (3.45)$$

Bu ifadede koni çevre sürtünmesi f_c kullanılmaktadır.

Eslami ve Fellenius (1995), boşluk suyu basıncı ölçümlerini de göz önünde tutarak CPT'den doğrudan kazık mukavemetinin hesaplanması için bir yöntem önermişlerdir. Efektif koni mukavemeti, $q_c' = q_c - u_2$ hesaplanmakta, zayıf zeminden geçilerek sağlam zemine giren kazıklarda kazık ucu seviyesinin 8D üstü ile 4D (D, kazık çapı) altı seviyeleri arasında, sağlam zeminden geçilerek zayıf zemine giren kazıklarda kazık ucu seviyesinin 2D üstü ile 4D altı seviyeleri arasında ölçülen efektif koni uç mukavemetlerinin geometrik ortalaması (q_E) alınmaktadır. Kazık uç mukavemeti aşağıdaki gibi dikkate alınmaktadır.

$$q_b = q_E \quad (3.46)$$

Bu yöntemde kazık çevre sürtünmesinin (q_s) hesaplanması biraz karışıktır. Eslami ve Fellenius zemin sınıfına göre tanımlanan bir katsayı kullanarak, kazık çevre sürtünmesini q_E ile ilişkilendirmektedir. Kazık çevre sürtünmesi aşağıdaki ifade ile bulunmaktadır.

$$q_s = \lambda_s q_E \quad (3.47)$$

λ_s 'in değeri, çok yumuşak killer ve yumuşak hassas zeminlerde 0.08, yumuşak killerde 0.05, katı killer ve kil-silt karışımlarında 0.025, silt-kum karışımlarında 0.01, kum ve çakıllı kumda 0.004 olarak verilmektedir.

4. VERİ DEĞERLENDİRME YÖNTEMİ

Bu tez çalışması kapsamında, zemin inceleme programlarında sıkça tercih edilen arazi deneylerinden Standart Penetrasyon Deneyi (SPT) ve Koni Penetrasyon Deneyi (CPT) konu alınmıştır. Türkiye'nin çeşitli yerlerinde gerçekleştirilen SPT, CPT ve laboratuvar deney sonuçları kullanılarak arazide ölçülen SPT-N darbe sayısı, koni uç ve koni sürtünme direnci ile başta drenajsız kayma mukavemeti (s_u) olmak üzere zeminlerin çeşitli özellikleri arasındaki ilişkiler araştırılmıştır.

Laboratuvar deneyleri ve arazide ölçülen SPT-N darbe sayısı sonuçları kullanılarak SPT-N ile drenajsız kayma mukavemeti (s_u), $f_1 = s_u/\text{SPT-N}$ değeri ile plastisite indisi (I_p), drenajsız kayma mukavemeti (s_u) ile tabii su muhtevası (w_n), SPT-N ile tabii su muhtevası (w_n), SPT-N ile likidite indisi (I_L) ve SPT-N ile ön konsolidasyon basıncı (σ'_c) arasındaki ilişkiler incelenmiştir.

CPT verileri (koni uç direnci (q_c) ve koni sürtünme direnci (f_c)) ve laboratuvar deney sonuçları kullanılarak koni uç direnci (q_c) ve koni sürtünme direnci (f_c) ile drenajsız kayma mukavemeti (s_u), koni faktörü (N_k) ile plastisite indisi (I_p), likidite indisi (I_L) ve tabii su muhtevası (w_n), koni uç direnci (q_c) ve koni sürtünme direnci (f_c) ile tabii su muhtevası (w_n), koni uç direnci (q_c) ve koni sürtünme direnci (f_c) ile ön konsolidasyon basıncı (σ'_c) arasındaki ilişkiler incelenmiştir.

Mühendislik alanındaki birçok problem iki veya daha fazla değişkenin aralarındaki ilişkinin incelenmesi şeklinde ortaya çıkmaktadır. Geoteknik Mühendisliği'nde, zemin özelliklerinin tahmin edilmesinde kullanılan arazi deneylerinden elde edilen sonuçların laboratuvar deneyleri ile elde edilen verilerle karşılaştırılması ve aralarındaki ilişkilerin incelenmesi, projelerin ön tasarım aşamasında fikir vermesi açısından oldukça önemli bir konudur.

Geoteknik Mühendisliği uygulamalarında, zemin numunelerinin alınmasında, numuneler üzerinde laboratuvar deneyleri gerçekleştirilmesindeki güçlükler, bu işlemlerin maliyetinin yüksek olması ve fazla zaman gerektirmesi nedenleri ile sınırlı sayıda bilgi ile çözüme gidilme yolu tercih edilmektedir (Toğrol ve Sivrikaya, 2009).

Bu durumda, arazi deneyleri sonuçlarından elde edilen ifadelerin önemi ortaya çıkmaktadır. Projelerin ön tasarım ve tasarım aşamalarında sözkonusu ilişkiler sayesinde arazi deneyleri verileri kullanılarak zeminlerin çeşitli özellikleri hakkında tahminde bulunmak mümkün olmaktadır.

4.1 Regresyon ve Korelasyon Analizleri

Mühendislik alanında yapılan çalışmalarda genellikle bir değişken başka değişkenler yardımıyla tanımlanır. Değişkenler arasında bir ilişki olup olmadığını, eğer varsa bu ilişkinin şeklini ve derecesini araştırmak için istatistiğin regresyon ve korelasyon analizi metotları kullanılır. Eğer, değişkenler arasında bir ilişki olduğu bulunabiliyorsa, bu ilişki en iyi şekilde ancak matematik fonksiyon olarak tanımlanabilir. Bu fonksiyon, ilişkinin şekline göre lineer bir doğru veya bir eğri denklemi şeklinde ifade edilebilir (Bayazıt, 1996).

4.1.1 Regresyon analizi

Regresyon analizi, aralarında sebep-sonuç ilişkisi bulunan iki veya daha fazla değişken arasındaki ilişkiyi belirlemek ve bu ilişkiyi kullanarak konu ile ilgili tahminler yapabilmek amacıyla yapılır. Regresyon analizi, değişkenler arasındaki ilişkinin yalnızca şeklini (en uygun doğru veya eğri denklemini) belirlerken, eğrinin verilere uyumluluğunun derecesi hakkında bilgi vermez.

Üzerinde durulan değişkenlerden birinin bağımlı (y), diğerinin bağımsız (x) olması durumunda y'nin x'in bir fonksiyonu olarak ifade eden ilişkiye regresyon denir. İlişki aşağıdaki fonksiyon ile gösterilir.

$$y = f(x) \quad (4.1)$$

4.1.1.1 Doğrusal (basit) regresyon modeli

Doğrusal (basit) regresyon modeli bir bağımlı ve bir de bağımsız değişken içeren bir modeldir. Aşağıdaki şekilde ifade edilir (Şahinler, 2011).

$$Y = \alpha + \beta X + \varepsilon \quad (4.2)$$

Burada:

Y: Bağımlı (sonuç) değişken olup belli bir hataya sahip olduğu varsayılır.

X: Bağımsız (sebeup) değışkeni olup hatasız ölçüldüğü varsayılır.

α : Sabit olup $X=0$ olduğunda Y'nin aldığı değerdur.

β : Regresyon katsayısı olup, X'in kendi birimi cinsinden 1 birim değışmesine karşılık Y'de kendi birimi cinsinden meydana gelecek değışme miktarını ifade eder.

ϵ : Tesadüfi hata terimidur.

Katsayıların tahmini

Bir regresyon modeli oluştururken genelde en küçük kareler ve en büyük olabilirlik teknikleri olarak bilinen iki yaklaşımdan birisi kullanılır. Eğer hata teriminin normal dağılım göstermesi şeklinde bir varsayım varsa en büyük olabilirlik, hata teriminin dağılışı ile ilgili herhangi bir varsayım söz konusu değilse en küçük kareler tekniğı kullanılarak katsayılar tahmin edilir.

En küçük kareler yönteminde katsayılar aşağıdaki denklemler aracılığıyla bulunabilmektedir (Şahinler, 2011).

$$\beta = \frac{\sum_{i=1}^n X_i Y_i - \left(\sum_{i=1}^n X_i \right) \left(\sum_{i=1}^n Y_i \right) / n}{\sum_{i=1}^n X_i^2 - \left(\sum_{i=1}^n X_i \right)^2 / n} \quad (4.3)$$

$$\alpha = \frac{\sum_{i=1}^n Y_i}{n} - \beta \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n} \quad (4.4)$$

Yukarıdaki eşitlikler yardımıyla en küçük kareler regresyon doğrusu denklemini ($Y=\alpha+\beta X$) elde edilmiş olur (n: Veri sayısı).

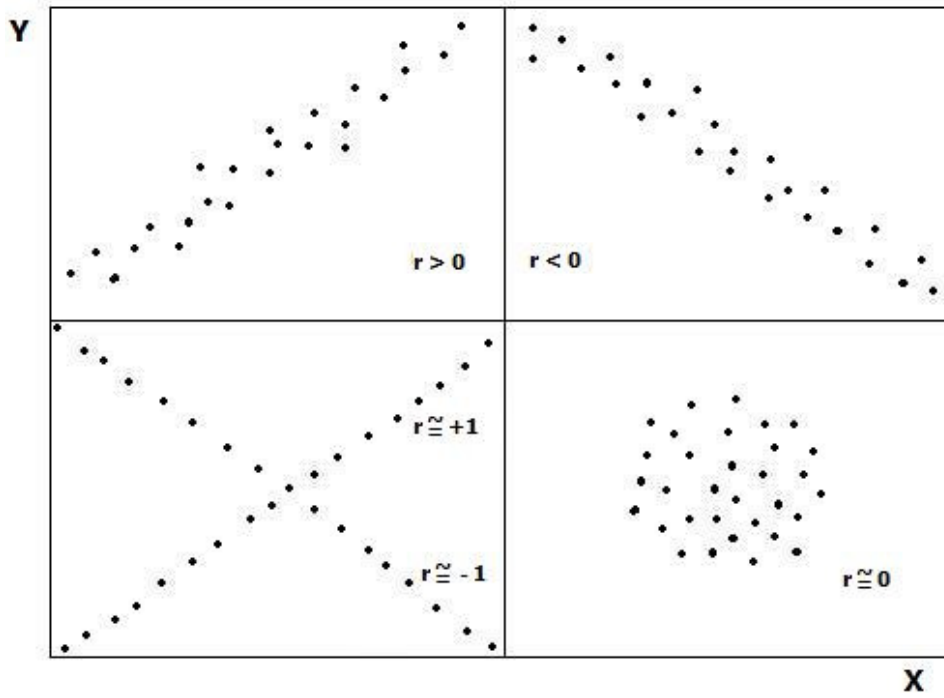
4.1.2 Korelasyon analizi

İki değışken arasındaki ilişkinin derecesini ve yönünü belirlemek amacıyla kullanılan istatistik yöntemlerden birisi korelasyon analizidir. Değışkenlerin bağımlı veya bağımsız olması dikkate alınmaz. Değışik şekillerde hesaplanan ve değışik amaçlar için kullanılan Pearson korelasyon katsayısı, Canonical korelasyon katsayısı, kısmi korelasyon katsayısı gibi farklı isimler alan korelasyon katsayıları vardır. Bunlardan Pearson korelasyon katsayısı (r) aşağıdaki şekilde hesaplanmaktadır (Şahinler, 2011).

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n X_i Y_i - \left(\sum_{i=1}^n X_i \right) \left(\sum_{i=1}^n Y_i \right) / n}{\sqrt{\left(\sum_{i=1}^n X_i^2 - \left(\sum_{i=1}^n X_i \right)^2 / n \right) \left(\sum_{i=1}^n Y_i^2 - \left(\sum_{i=1}^n Y_i \right)^2 / n \right)}} \quad (4.5)$$

Korelasyon katsayısı r , -1 ile +1 arasında değişen değerler alır ($-1 \leq r \leq +1$). Korelasyon katsayısı, değişkenler arasında ilişki olmadığı durumda 0, tam veya kuvvetli bir ilişki varsa 1, ters yönlü ve tam bir ilişki varsa -1 değerini alır.

Aralarındaki ilişkinin derecesi araştırılan değişkenlere ait gözlemler serpmeye diyagramında incelendiğinde, noktaların dağılımına göre korelasyon katsayısının alabileceği değerler Şekil 4.1’de gösterilmiştir.



Şekil 4.1 : Korelasyon katsayısının alabileceği değerler (Şahinler, 2011).

Korelasyon katsayısının yorumunu, tam değerler dışında ara değerler için yapmak oldukça güçtür. Ara değerler için katsayı değerlendirirken örnek gözlem sayısı (n) oldukça önemlidir. Çok fazla gözleme dayanan değerlendirmelerde 0.25’e kadar düşmüş bir korelasyon katsayısı bile anlamlı sayılabilmektedir. Az sayıda, 10 ~ 15, gözleme dayanan değerlendirmelerde korelasyon katsayısının 0.71’in üstünde olması beklenir. Populasyona göre normal sayılacak kadar bir gözlem sayısı alınarak bakılmış gözlem grupları için genellikle korelasyon katsayısı, 0 ~ 0.49 arasında ise

zayıf, 0.5 ~ 0.74 arasında ise orta derecede, 0.75 ~ 1 arasında ise kuvvetli ilişki vardır denilmektedir (Şahinler, 2011).

4.1.2.1 Korelasyon katsayısı önem testi (t test)

İki rastgele değişken arasında anlamlı bir ilişki bulunup bulunmadığına karar vermek için sadece korelasyon katsayısını hesaplamak yeterli değildir. Korelasyon katsayısı değerinin anlamlılığının kontrol edilmesi gerekmektedir. Hesaplanan korelasyon katsayısının anlamlılığı t testi yardımıyla ortaya koyulabilir. Hipotez testi için t istatistiği aşağıdaki şekilde hesaplanır (Till, 1974).

$$t = r \sqrt{\frac{n-2}{1-r^2}} \quad df = (n-2) \quad (4.6)$$

Burada:

t: t istatistiği değeri

r: Korelasyon katsayısı

n: Gözlem sayısı

t tablosundan kritik cetvel değeri t_c , tek yönlü testte $t_{\alpha(n-2)}$, çift yönlü testte ise $t_{\alpha/2(n-2)}$ olarak belirlenir (Çizelge 4.1).

Güven sınırlarının tahmininde ise aşağıdaki eşitlik kullanılmaktadır (Şahinler, 2011).

$$\rho_{gs} = r \pm t_{\alpha/2(n-2)} S_r \quad (4.7)$$

Hesaplanan t değerinin seçilen α anlamlılık düzeyine karşı gelen güven aralığı içinde kalması halinde H_0 ($\rho=0$) hipotezi kabul edilir. Bu durumda iki değişken arasında doğrusal bağımlılık bulunmadığına karar verilebilir.

$t > t_c$ olması durumunda; H_0 ($\rho=0$) hipotezi reddedilir. Bu sonuç, iki değişken arasındaki ilişkinin sıfırdan farklı olduğunu belirtmektedir.

İncelenen ilişkiler için elde edilen korelasyon katsayılarının önem testi (t-test) Çizelge 4.1 yardımıyla gerçekleştirilebilmektedir. Çizelge 4.1'deki α güvenilirlik düzeylerinden biri seçilerek, df (Numune sayısı – 2) için karşılık gelen t değeri ile Denklem 4.6 ile elde edilen t değeri karşılaştırılmaktadır. Hesaplanan t sayısının tablodan bulunan t sayısından yüksek olması durumunda sözkonusu eşitlik için

korelasyon katsayısının istatistiksel olarak anlamlı düzeyde olduğu söylenebilmektedir. Örneğin; incelenen ilişkide sahip olunan numune sayısı 23, Denklem 4.6 ile elde edilen t sayısı 2.561 ise, df (df=23-2=21) değeri 21, güvenilirlik düzeyi % 95 için ($\alpha=0.05$) Çizelge 4.1’de t değeri 1.721 olarak elde edilir. Hesaplanan değer (2.561) Çizelge 4.1 yardımıyla elde edilen değerden (1.721) büyük olduğundan, incelenen korelasyon katsayısının istatistiksel olarak anlamlı düzeyde olduğu söylenebilir.

Çizelge 4.1 : t değeri tablosu.

df	α			
	0.05	0.025	0.01	0.005
1	6.314	12.706	31.821	63.657
2	2.920	4.303	6.965	9.925
3	2.353	3.182	4.541	5.841
4	2.132	2.776	3.747	4.604
5	2.015	2.571	3.365	4.032
6	1.943	2.447	3.143	3.707
7	1.895	2.365	2.998	3.499
8	1.860	2.306	2.896	3.355
9	1.833	2.262	2.821	3.250
10	1.812	2.228	2.764	3.169
11	1.796	2.201	2.718	3.106
12	1.782	2.179	2.681	3.055
13	1.771	2.160	2.650	3.012
14	1.761	2.145	2.624	2.977
15	1.753	2.131	2.602	2.947
16	1.746	2.120	2.583	2.921
17	1.740	2.110	2.567	2.898
18	1.734	2.101	2.552	2.878
19	1.729	2.093	2.539	2.861
20	1.725	2.086	2.528	2.845
21	1.721	2.080	2.518	2.831
22	1.717	2.074	2.508	2.819
23	1.714	2.069	2.500	2.807
24	1.711	2.064	2.492	2.797
25	1.708	2.060	2.485	2.787
26	1.706	2.056	2.479	2.779
27	1.703	2.052	2.473	2.771
28	1.701	2.048	2.467	2.763
29	1.699	2.045	2.462	2.756
30	1.697	2.042	2.457	2.750
40	1.684	2.021	2.423	2.704
60	1.671	2.000	2.390	2.660
120	1.658	1.980	2.358	2.617
(z) ∞	1.645	1.960	2.326	2.576

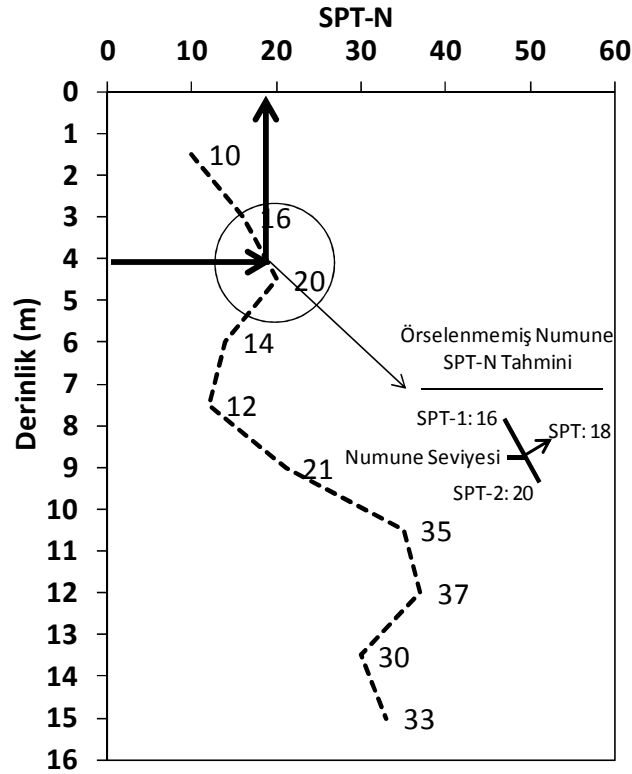
5. İNCELEME VE DEĞERLENDİRME

Bu çalışma kapsamında Türkiye'nin çeşitli yerlerinde gerçekleştirilen Standart Penetrasyon Deneyi (SPT) ve Koni Penetrasyon Deneyi (CPT) sonuçları ile elde edilen numuneler üzerinde gerçekleştirilen zemin mekaniği laboratuvar deneyleri verileri kullanılarak zeminin çeşitli özellikleri ile SPT-N darbe sayısı, CPT uç direnci (q_c) ve CPT sürtünme direnci (f_c) arasındaki ilişkiler incelenmiş olup çeşitli ifadeler önerilmiştir.

5.1 Standart Penetrasyon Deneyi (SPT) Değerlendirmeleri

5.1.1 SPT-N ile drenajsız kayma mukavemeti (s_u) arasındaki ilişki

SPT-N darbe sayısı ile drenajsız kayma mukavemeti s_u arasındaki ilişkiler, serbest basınç deneyi ve konsolidasyonsuz drenajsız üç eksenli basınç deneyi neticesinde elde edilmiş olup, ilişkiler iki farklı deney için ayrı ayrı önerilmiştir.



Şekil 5.1 : Örselenmemiş numune için SPT-N darbe sayısı tahmini.

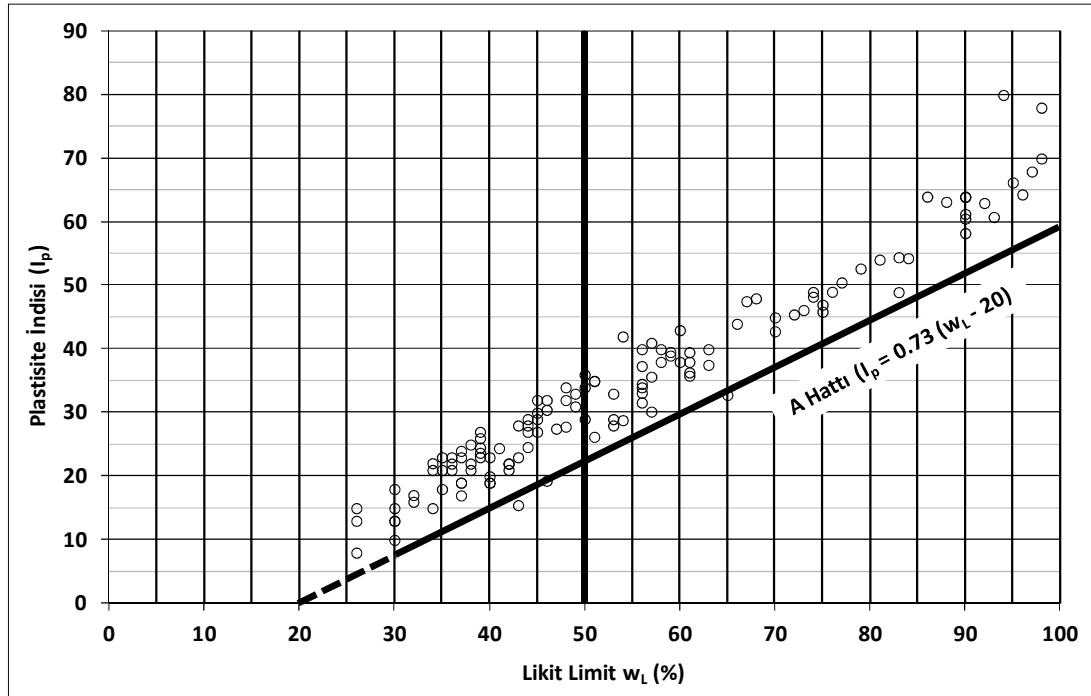
Örselenmemiş numune seviyesi için SPT-N darbe sayısı Şekil 5.1’de belirtildiği üzere, seviye altında ve üstünde gerçekleştirilen Standart Penetrasyon Deneyi ile elde edilen SPT-N darbe sayılarının interpolasyonu yapılarak elde edilmiştir.

5.1.1.1 Serbest basınç deneyi

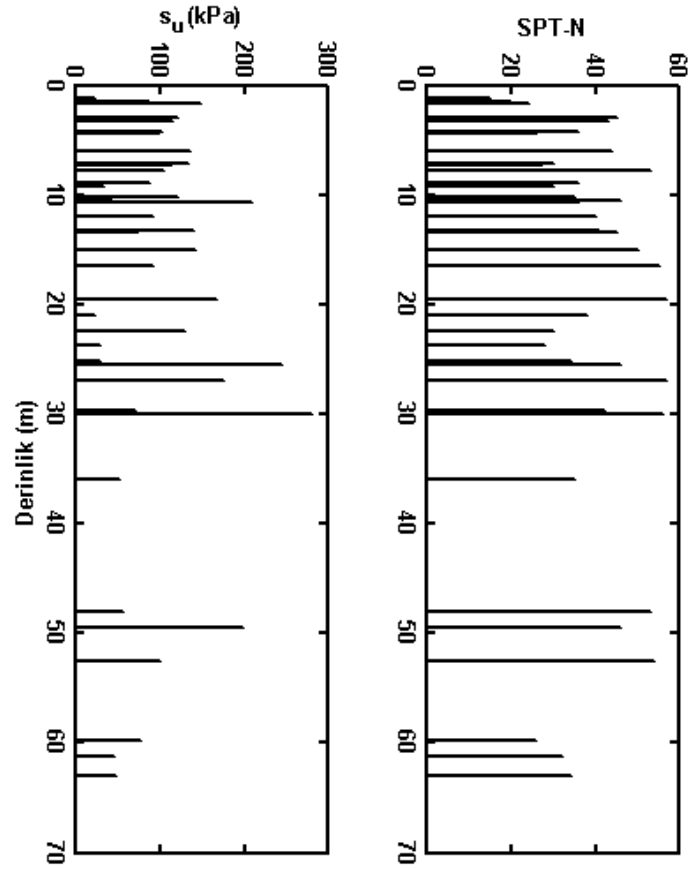
Sondajlardan alınan örselenmemiş numuneler üzerinde gerçekleştirilen toplam 56 adet serbest basınç deneyi sonuçları kullanılarak SPT-N ile ($s_u=q_u/2$) arasında sözkonusu zeminler için ilişkiler incelenmiştir. Gerçekleştirilen regresyon ve korelasyon analizleri sonucunda değişkenler arasındaki ilişkilerin anlamlılığı t testi ile değerlendirilmiştir. İncelenen numunelere ait zemin sınıflandırma özellikleri Çizelge 5.1 ve Şekil 5.2’de verilmiştir. Drenajsız kayma mukavemeti ile SPT-N darbe sayısının derinlik ile değişimi Şekil 5.3’de verilmiştir.

Çizelge 5.1 : Zemin özellikleri.

Zemin Cinsi	Numune Sayısı	w_n (%)	w_L (%)	I_p (%)
Kil	56	10 ~ 50	24 ~ 71	8 ~ 49



Şekil 5.2 : Zemin sınıflandırma özellikleri.

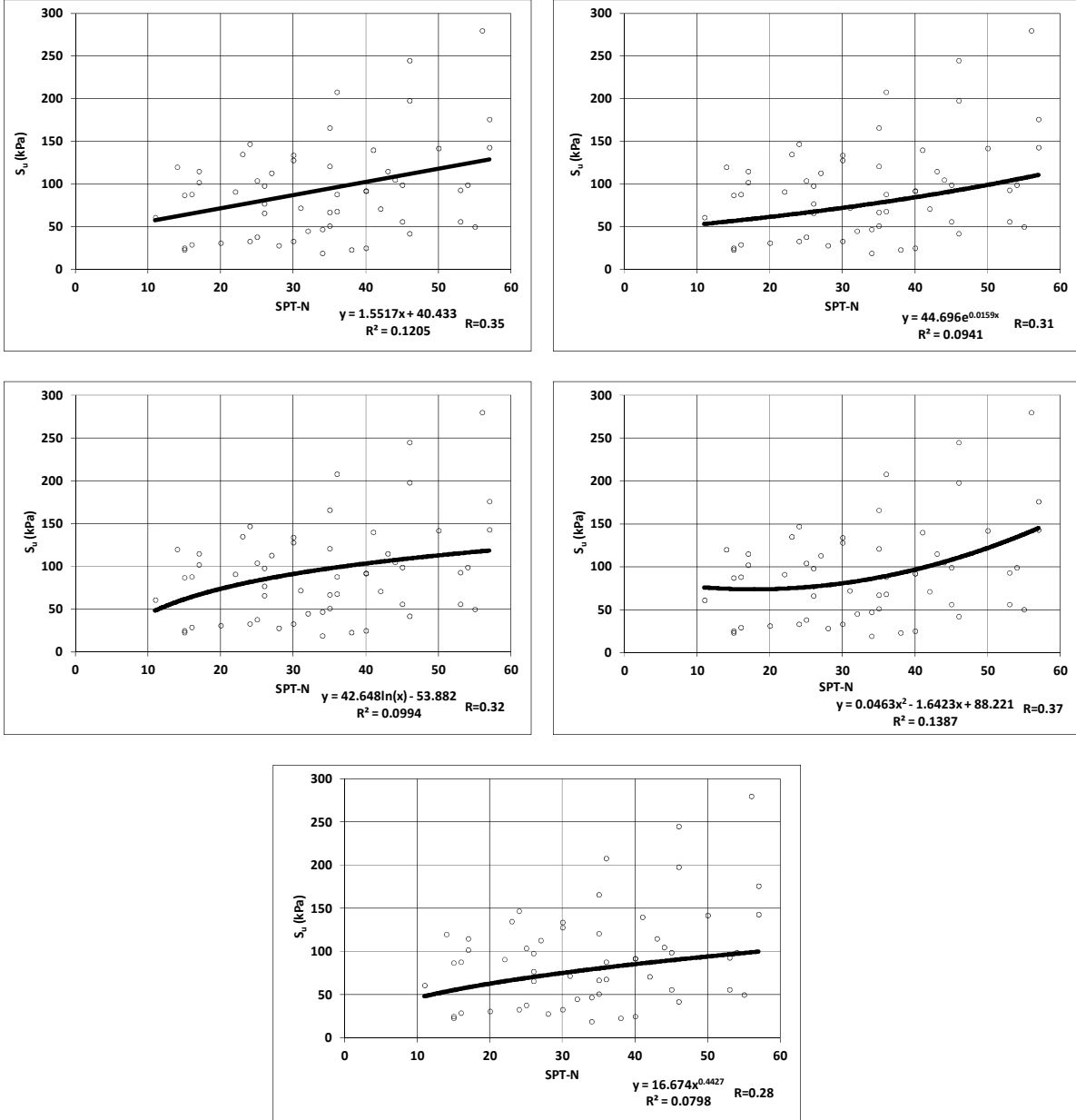


Şekil 5.3 : Drenajsız kayma mukavemeti ve SPT-N sayısının derinlik ile değişimi.

Serbest basınç deneyi sonuçları kullanılarak beş farklı denklem cinsi (doğrusal, üstel, logaritmik, polinom, üs) için SPT-N ile s_u arasındaki ilişkiler incelenmiştir. Elde edilen ifadeler ve özellikleri Çizelge 5.2’de özetlenmiştir (n: Numune sayısı). Elde edilen ifadeler incelendiğinde, korelasyon katsayılarının oldukça düşük mertebede (0.28 ~ 0.37) olduğu söylenebilir. İncelenen ilişkilere ait grafikler Şekil 5.4’te verilmiştir. Grafiklerden de anlaşılacağı üzere ele alınan zemin numuneleri için s_u ile SPT-N arasında kesin bir ilişkiye varılamayacağı görülmektedir.

Çizelge 5.2 : SPT-N ile s_u arasındaki ilişkiler (serbest basınç deneyi).

Zemin Cinsi (n: Numune sayısı)	Denklem Cinsi	s_u (kPa)	Korelasyon Katsayısı (r)
Kil (n=56)	Doğrusal	$1.55 \text{ SPT-N} + 40.43$	0.35
	Üstel	$44.69 e^{0.0159(\text{SPT-N})}$	0.31
	Logaritmik	$42.65 \ln(\text{SPT-N}) - 53.88$	0.32
	Polinom	$0.0463 (\text{SPT-N})^2 - 1.64 \text{ SPT-N} + 88.22$	0.37
	Üs	$16.67 \text{ SPT-N}^{0.4427}$	0.28



Şekil 5.4 : s_u – SPT-N ilişkileri (serbest basınç deneyi).

5.1.1.2 Konsolidasyonsuz drenajsız üç eksenli basınç deneyi

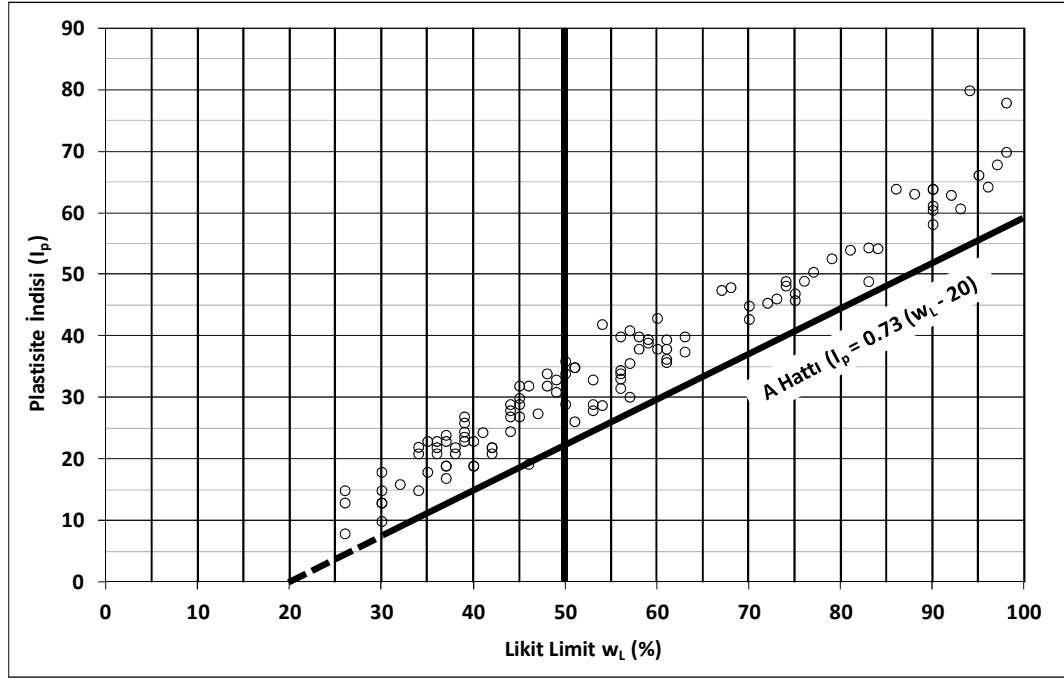
Sondajlardan alınan örselenmemiş numuneler üzerinde gerçekleştirilen toplam 116 adet konsolidasyonsuz drenajsız üç eksenli basınç deneyi sonuçları kullanılarak SPT-N ile s_u arasında sözkonusu zeminler için ilişkiler incelenmiştir. Gerçekleştirilen regresyon ve korelasyon analizleri sonucunda zemin özellikleri arasındaki ilişkilerin anlamlılığı t testi ile değerlendirilmiştir.

İncelenen numunelere ait zemin sınıflandırma özellikleri Çizelge 5.3 ve Şekil 5.5’de verilmiştir. Drenajsız kayma mukavemeti ile SPT-N darbe sayısının derinlik ile değişimi Şekil 5.6’da verilmiştir.

Çizelge 5.3 : Zemin özellikleri.

Zemin Cinsi	Numune Sayısı	w _n (%)	w _L (%)	I _p (%)
Kil	116	9 ~ 61	26 ~ 104	8 ~ 80

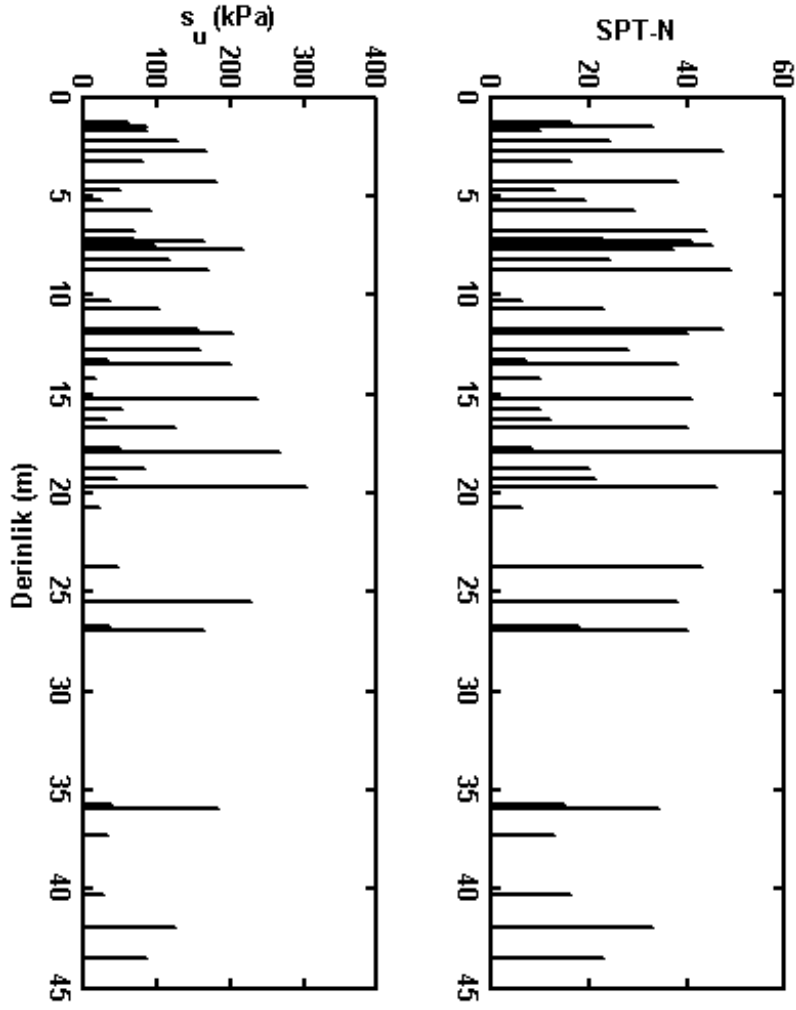
SPT-N ile s_u arasında elde edilen ilişkiler ve özellikleri Çizelge 5.4'te özetlenmiştir (n: Numune sayısı).



Şekil 5.5 : Zemin sınıflandırma özellikleri.

Çizelge 5.4 : SPT-N ile s_u arasındaki ilişkiler (konsolidasyonsuz drenajsız üç eksenli basınç deneyi).

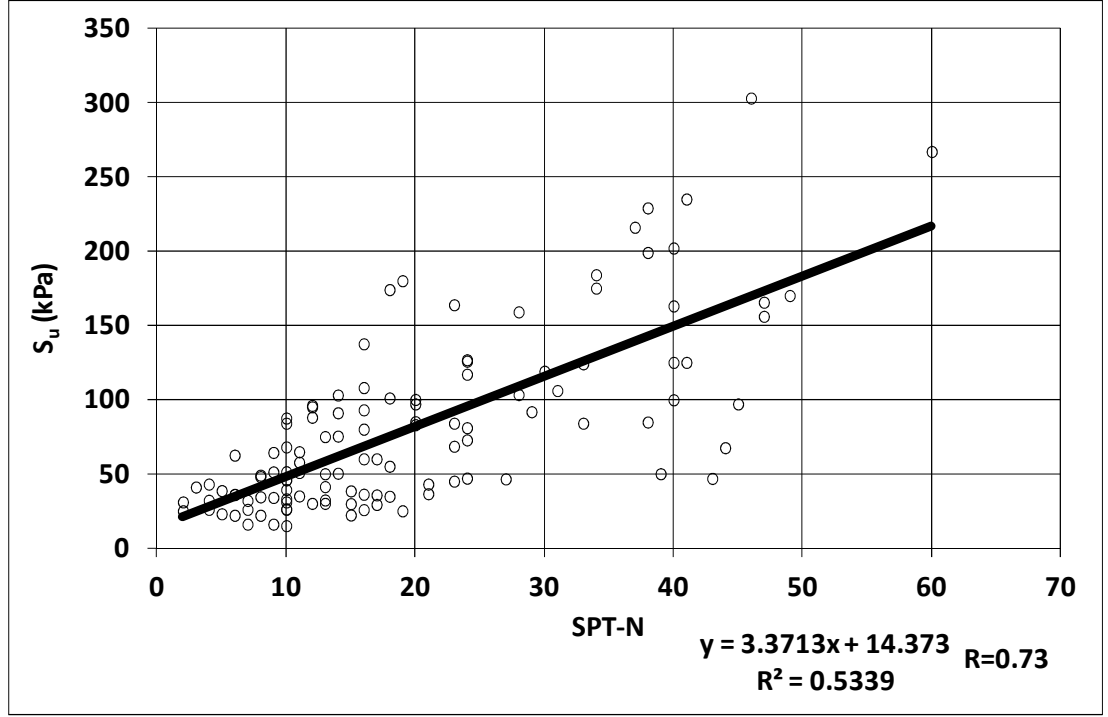
Zemin Cinsi (n: Numune sayısı)	Denklem Cinsi	s_u (kPa)	Korelasyon Katsayısı (r)
Kil (n=116)	Doğrusal	$3.37 \text{ SPT-N} + 14.37$	0.73
	Üstel	$29.71 e^{0.0386(\text{SPT-N})}$	0.71
	Logaritmik	$55.32 \ln(\text{SPT-N}) - 71.81$	0.66
	Polinom	$0.0121 (\text{SPT-N})^2 + 2.76 \text{ SPT-N} + 19.83$	0.73
	Üs	$9.72 \text{ SPT-N}^{0.6806}$	0.69



Şekil 5.6 : Drenajsız kayma mukavemeti ve SPT-N sayısının derinlik ile değişimi.

Konsolidasyonsuz drenajsız üç eksenli basınç deneyi sonuçları kullanılarak beş farklı denklem cinsi (doğrusal, üstel, logaritmik, polinom, üs) için SPT-N ile s_u arasındaki ilişkiler incelenmiştir (Çizelge 5.4). Elde edilen ifadeler incelendiğinde, korelasyon katsayılarının 0.66 ile 0.73 arasında değiştiği belirlenmiştir.

Elde edilen ifadeler incelendiğinde kolay kullanılabilir ve pratik olması açısından doğrusal ilişki seçeneği önerilmiş olup, grafiği Şekil 5.7’de verilmiştir.



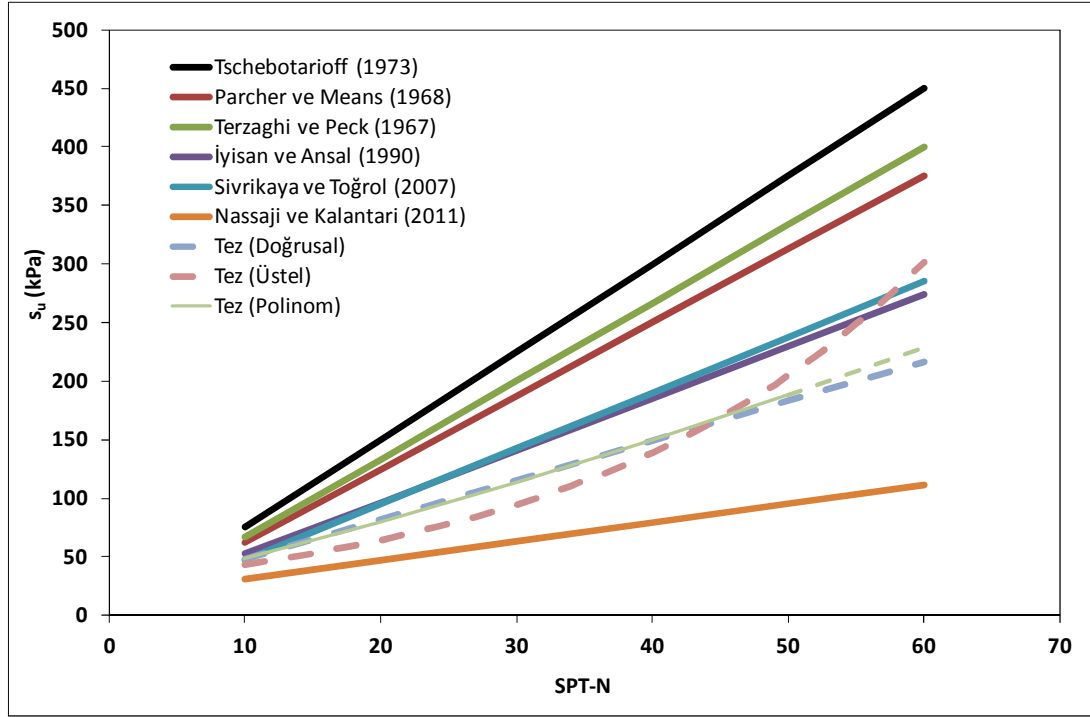
Şekil 5.7 : s_u – SPT-N ilişkisi (konsolidasyonsuz drenajsız üç eksenli basınç deneyi).

Geçmişte gerçekleştirilen çalışmalarda SPT-N darbe sayısı ile drenajsız kayma mukavemeti (s_u) arasında çeşitli araştırmacılar tarafından aşağıdaki ifadeler önerilmiştir.

Çizelge 5.5 : SPT-N ile s_u arasındaki geçmiş çalışmalar.

Araştırmacı	s_u (kPa)
Tschebotarioff (1973)	≈ 7.5 SPT-N
Parcher ve Means (1968)	≈ 6.25 SPT-N
Terzaghi ve Peck (1967)	≈ 6.67 SPT-N
İyisan ve Ansal (1990)	4.43 SPT-N + 8.07
Sivrikaya ve Toğrol (2007)	4.75 SPT-N
Nassaji ve Kalantari (2011)	1.6 SPT-N + 15.4

Çizelge 5.5'te verilen ifadeler ile tez çalışması kapsamında elde edilen yüksek korelasyon katsayısına sahip ilişkiler Şekil 5.8'de birlikte verilmiştir. Grafikten de görüleceği üzere, tez çalışması kapsamında elde edilen üç ifadeyle (doğrusal, üstel ve polinom) çoğu çalışmaya göre düşük değerler elde edilmektedir.



Şekil 5.8 : Geçmiş çalışmalar ve elde edilen yeni ilişkiler.

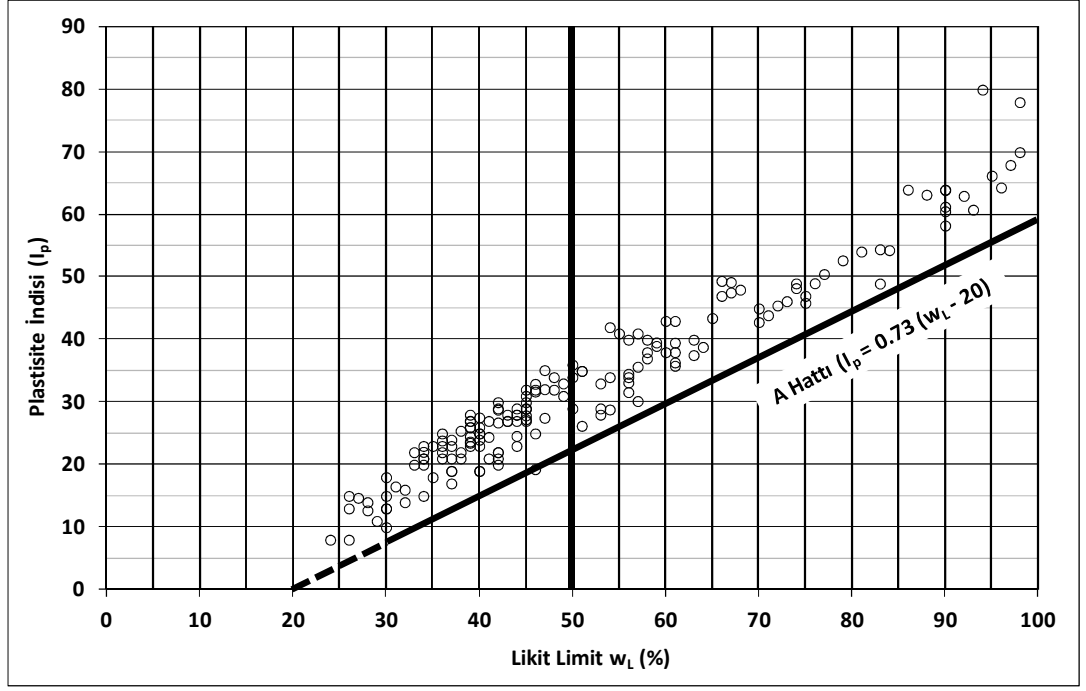
5.1.1.3 Serbest basınç ve konsolidasyonsuz drenajsız üç eksenli basınç deneyi

Sondajlardan alınan örselenmemiş numuneler üzerinde gerçekleştirilen 56 adet serbest basınç deneyi ve 116 adet konsolidasyonsuz drenajsız üç eksenli basınç deneyi sonuçları olmak üzere toplam 172 adet deney sonucu kullanılarak SPT-N ile s_u arasında sözkonusu zeminler için ilişkiler incelenmiştir. Gerçekleştirilen regresyon ve korelasyon analizleri sonucunda zemin özellikleri arasındaki ilişkilerin anlamlılığı t testi ile değerlendirilmiştir.

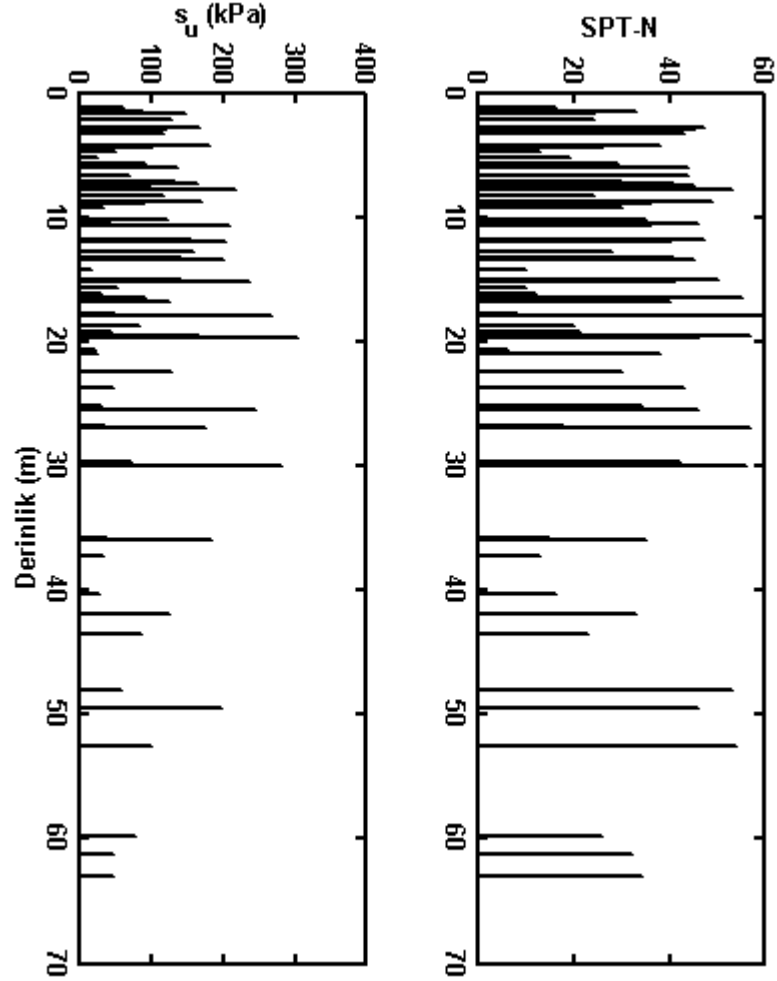
İncelenen numunelere ait zemin sınıflandırma özellikleri Çizelge 5.6 ve Şekil 5.9’da verilmiştir. Drenajsız kayma mukavemeti ile SPT-N darbe sayısının derinlik ile değişimi Şekil 5.10’da verilmiştir.

Çizelge 5.6 : Zemin özellikleri.

Zemin Cinsi	Numune Sayısı	w_n (%)	w_L (%)	I_p (%)
Kil	172	9 ~ 61	24 ~ 104	8 ~ 80



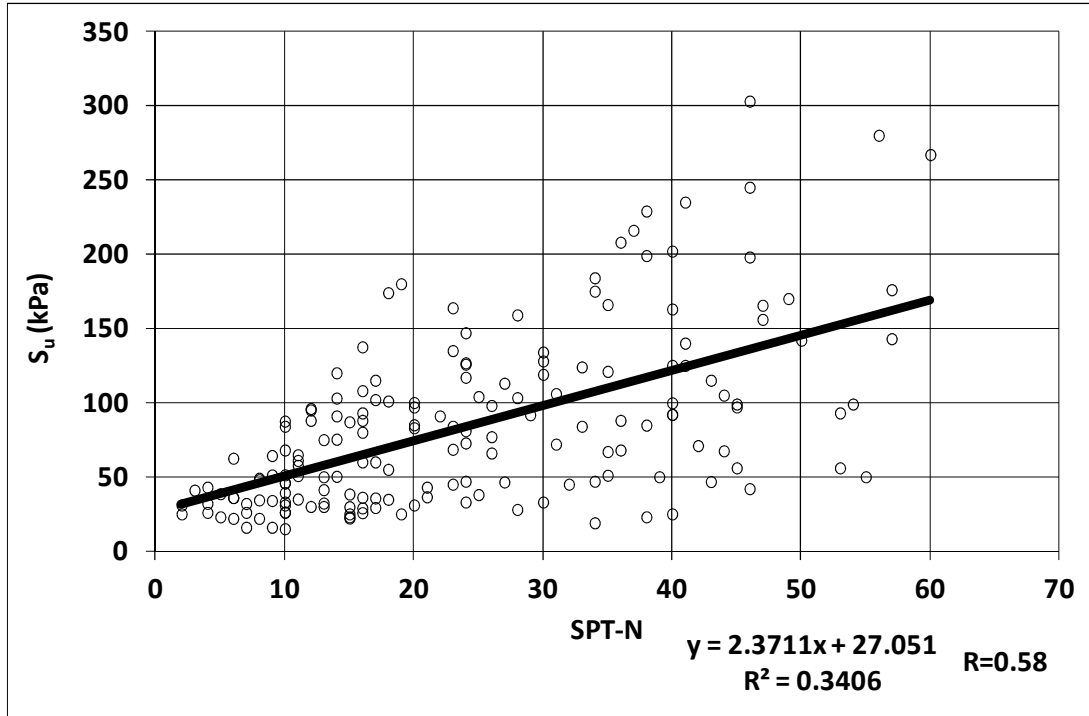
Şekil 5.9 : Zemin sınıflandırma özellikleri.



Şekil 5.10 : Drenajsız kayma mukavemeti ve SPT-N sayısının derinlik ile değişimi.

Çizelge 5.7 : SPT-N ile s_u arasındaki ilişkiler (serbest basınç deneyi ve konsolidasyonsuz drenajsız üç eksenli basınç deneyi).

Zemin Cinsi (n: Numune sayısı)	Denklem Cinsi	s_u (kPa)	Korelasyon Katsayısı (r)
Kil (n=172)	Doğrusal	2.37 SPT-N + 27.05	0.58
	Üstel	$34.67 e^{0.0274(SPT-N)}$	0.57
	Logaritmik	$46.02 \ln(SPT-N) - 52.51$	0.56
	Polinom	$-0.0066 (SPT-N)^2 + 2.74 SPT-N + 23.34$	0.58
	Üs	$12.41 SPT-N^{0.5681}$	0.58



Şekil 5.11 : s_u – SPT-N ilişkisi (serbest basınç deneyi ve konsolidasyonsuz drenajsız drenajsız üç eksenli basınç deneyi).

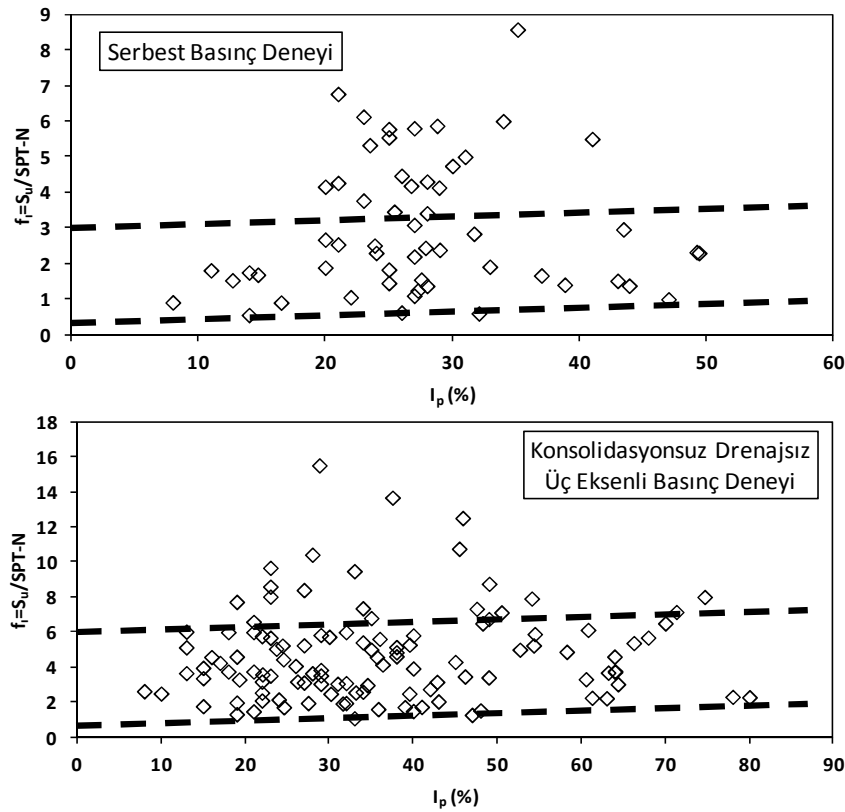
Serbest basınç deneyi ve konsolidasyonsuz drenajsız üç eksenli basınç deneyi sonuçları kullanılarak SPT-N ile s_u arasında elde edilen ifadeler ve özellikleri Çizelge 5.7’de özetlenmiştir (n: Numune sayısı). Elde edilen ifadeler incelendiğinde, korelasyon katsayılarının 0.56 ile 0.58 arasında değiştiği belirlenmiştir. Elde edilen ifadeler incelendiğinde kolay kullanılabilir ve pratik olması açısından doğrusal ilişki grafiği Şekil 5.11’de verilmiştir. Ancak grafikten de anlaşılacağı üzere geniş aralıkta oluşan veri dağılımı sebebiyle s_u ile SPT-N arasında kesin bir ilişkiye varılamayacağı görülmektedir.

5.1.2 s_u /SPT-N ile plastisite indisi (I_p) arasındaki ilişki

$f_1=s_u$ /SPT-N ile plastisite indisi I_p arasındaki ilişki, serbest basınç deneyi ve konsolidasyonsuz drenajsız üç eksenli basınç deneyinden elde edilen veriler için ayrı ayrı incelenmiştir. f_1 değerinin değişim aralığı her deney tipi için Çizelge 5.8’de verilmiştir. $f_1=s_u$ /SPT-N ile I_p arasındaki ilişki hakkında kesin karar vermek güç olsa da, I_p ’nin artması ile f_1 ’in artma eğilimi gösterdiği görülmektedir (Şekil 5.12).

Çizelge 5.8 : f_1 ’in değişimi.

Deney Tipi	Zemin Grubu	f_1
Serbest Basınç Deneyi	Kil	0.6 ~ 8.6
Konsolidasyonsuz Drenajsız Üç Eksenli Basınç Deneyi	Kil	1.1 ~ 15.5



Şekil 5.12 : $f_1=s_u$ /SPT-N’in I_p ile ilişkisi.

Çalışma kapsamında elde edilen $f_1=s_u$ /SPT-N değerlerinin 0.6 ila 15.5 arasında değiştiği belirlenmiştir. Bu değerler ile literatürdeki mevcut f_1 değerleri karşılaştırıldığında elde edilen değerlerin Özkan ve diğ. (1990) tarafından önerilen 2.5 ~ 14, İyisan ve diğ. (1990) tarafından önerilen 2 ~ 16 ile Sivrikaya ve Toğrol (2007) tarafından önerilen 2 ~ 17.5 değerlerine yakın olduğu söylenebilir. Bu yakınlığın nedeni olarak, deneylerin aynı coğrafi sınırlarda yapılması, benzer makina

ve ekipman kullanımı, işçilik kalitesinin ve standartlara uyumun birbirine yakın olması olabileceği düşünülmektedir.

5.1.3 s_u ile tabii su muhtevası (w_n) arasındaki ilişki

Drenajsız kayma mukavemeti s_u ile tabii su muhtevası w_n arasındaki ilişki, serbest basınç deneyi ve konsolidasyonsuz drenajsız üç eksenli basınç deneyinden elde edilen veriler için ayrı ayrı incelenmiştir.

5.1.3.1 Serbest basınç deneyi

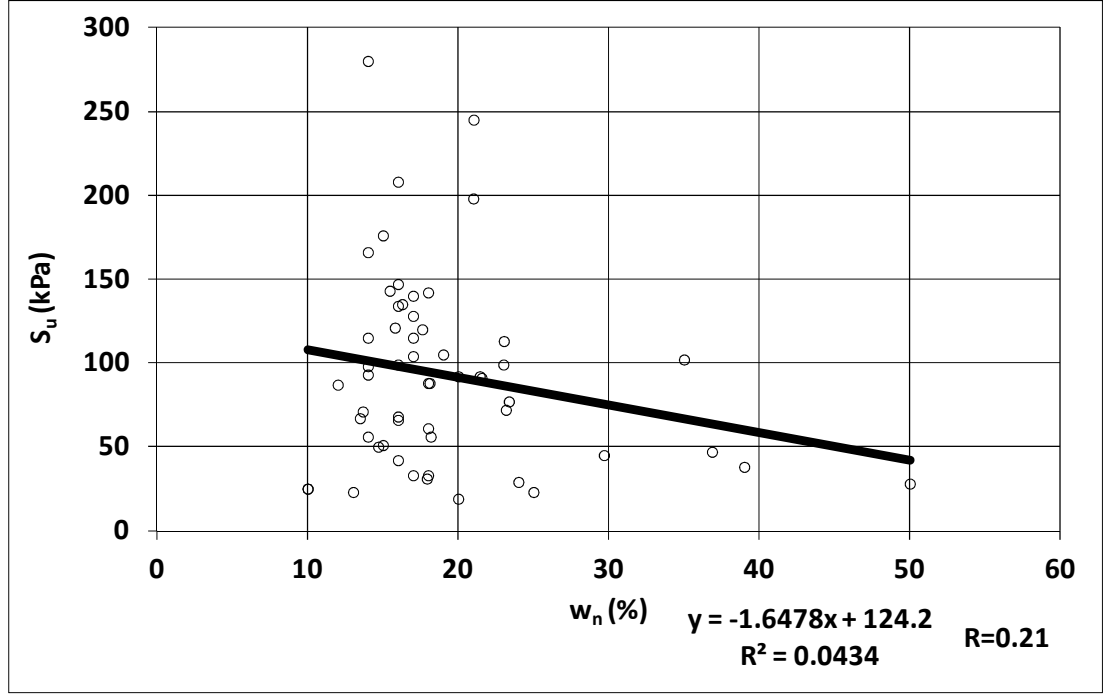
Sondajlardan alınan örselenmemiş numuneler üzerinde gerçekleştirilen toplam 56 adet serbest basınç deneyi sonuçları kullanılarak drenajsız kayma mukavemeti ($s_u=q_u/2$) ile tabii su muhtevası (w_n) arasında sözkonusu zeminler için ilişkiler incelenmiştir. Gerçekleştirilen regresyon ve korelasyon analizleri sonucunda zemin özellikleri arasındaki ilişkilerin anlamlılığı t testi ile değerlendirilmiştir.

İncelenen numunelere ait zemin sınıflandırma özellikleri Çizelge 5.1 ve Şekil 5.2’de verilmiştir. Drenajsız kayma mukavemeti ile SPT-N darbe sayısının derinlik ile değişimi Şekil 5.3’de verilmiştir.

Serbest basınç deneyi sonuçları kullanılarak drenajsız kayma mukavemeti ile tabii su muhtevası arasında elde edilen ilişkiler ve özellikleri Çizelge 5.9’da özetlenmiştir (n: Numune sayısı). Elde edilen ifadeler incelendiğinde, korelasyon katsayılarının oldukça düşük (0.15 ~ 0.25) aralıkta olduğu görülmektedir.

Çizelge 5.9 : s_u ile w_n arasındaki ilişkiler (serbest basınç deneyi).

Zemin Cinsi (n: Numune sayısı)	Denklemler	s_u (kPa)	Korelasyon Katsayısı (r)
Kil (n=56)	Doğrusal	$-1.65 w_n + 124.7$	0.21
	Üstel	$112.4 e^{-0.02(w_n)}$	0.22
	Logaritmik	$-28.47 \ln(w_n) + 175.24$	0.15
	Polinom	$-0.0899 (w_n)^2 + 3.22 w_n + 68.62$	0.25
	Üs	$190.78 w_n^{-0.316}$	0.15



Şekil 5.13 : $s_u - w_n$ ilişkisi (serbest basınç deneyi).

Çizelge 5.9'daki ifadeler dikkate alındığında, s_u ile w_n arasında istatistiksel olarak kuvvetli bir ilişkinin olduğunu söylemek mümkün gözükmemektedir. Elde edilen ifadeler incelendiğinde kolay kullanılabilir ve pratik olması açısından doğrusal ilişki seçeneği Şekil 5.13'de verilmiştir. Grafikten de görüleceği üzere, tabii su muhtevasının artması ile drenajsız kayma mukavemetinin azalma eğiliminde olduğundan bahsedilebilir.

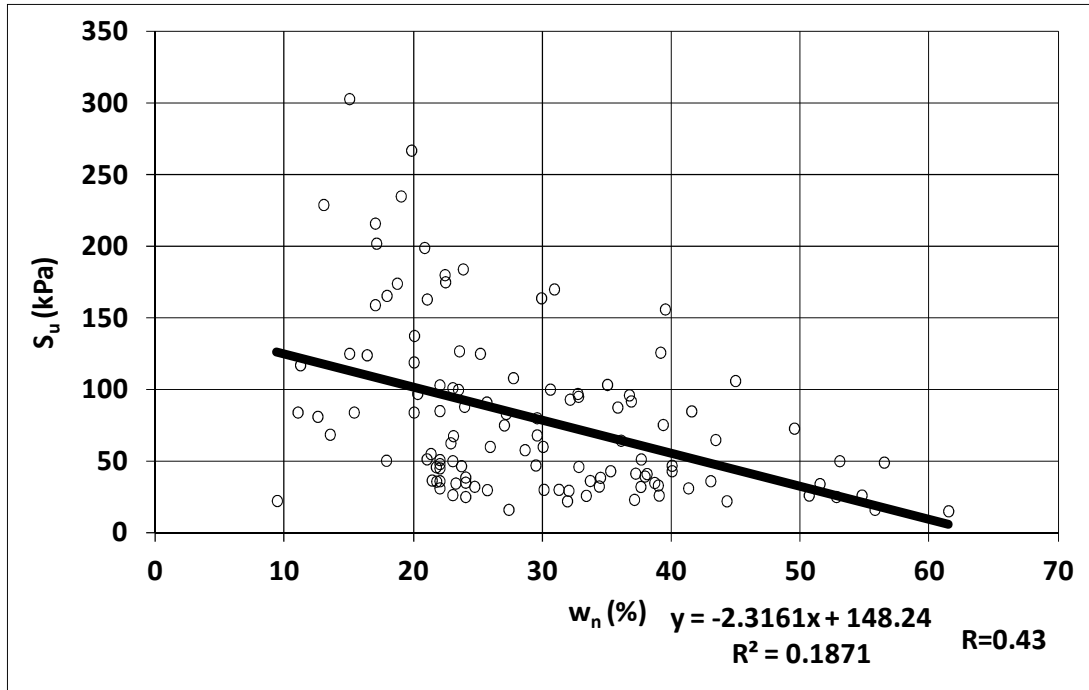
5.1.3.2 Konsolidasyonsuz drenajsız üç eksenli basınç deneyi

Sondajlardan alınan örselenmemiş numuneler üzerinde gerçekleştirilen toplam 116 adet konsolidasyonsuz drenajsız üç eksenli basınç deneyi sonuçları kullanılarak drenajsız kayma mukavemeti s_u ile tabii su muhtevası w_n arasında sözkonusu zeminler için ilişkiler incelenmiştir. Gerçekleştirilen regresyon ve korelasyon analizleri sonucunda zemin özellikleri arasındaki ilişkilerin anlamlılığı t testi ile değerlendirilmiştir.

Konsolidasyonsuz drenajsız üç eksenli basınç deneyi sonuçları kullanılarak drenajsız kayma mukavemeti ile tabii su muhtevası arasında elde edilen ilişkiler ve özellikleri Çizelge 5.10'da özetlenmiştir (n: Numune sayısı).

Çizelge 5.10 : s_u ile w_n arasındaki ilişkiler (konsolidasyonsuz drenajsız üç eksenli basınç deneyi).

Zemin Cinsi (n: Numune sayısı)	Denklem Cinsi	s_u (kPa)	Korelasyon Katsayısı (r)
Kil (n=116)	Doğrusal	$-2.32 w_n + 148.24$	0.43
	Üstel	$148.69 e^{-0.029(w_n)}$	0.46
	Logaritmik	$-67.7 \ln(w_n) + 304.29$	0.44
	Polinom	$0.0438 (w_n)^2 - 5.22 w_n + 190.35$	0.45
	Üs	$928.02 w_n^{-0.812}$	0.44



Şekil 5.14 : $s_u - w_n$ ilişkisi (konsolidasyonsuz drenajsız üç eksenli basınç deneyi).

İncelenen numunelere ait zemin sınıflandırma özellikleri Çizelge 5.3 ve Şekil 5.5’de verilmiştir. Drenajsız kayma mukavemetinin derinlik ile değişimi Şekil 5.6’da verilmiştir.

Konsolidasyonsuz drenajsız üç eksenli basınç deneyi sonuçları kullanılarak drenajsız kayma mukavemeti ile tabii su muhtevası arasında elde edilen ilişkiler ve özellikleri Çizelge 5.10’da özetlenmiştir (n: Numune sayısı). Elde edilen ifadeler incelendiğinde, korelasyon katsayılarının 0.43 ile 0.46 arasında olduğu görülmektedir.

Çizelge 5.10'daki ifadeler dikkate alındığında, s_u ile w_n arasında istatistiksel olarak kuvvetli bir ilişkinin olduğunu söylemek mümkün gözükmemektedir. Elde edilen ifadeler incelendiğinde kolay kullanılabilir ve pratik olması açısından doğrusal ilişki seçeneği Şekil 5.14'te verilmiştir. Grafikten de görüleceği üzere, tabii su muhtevasının artması ile drenajsız kayma mukavemetinin azalma eğiliminde olduğundan bahsedilebilir.

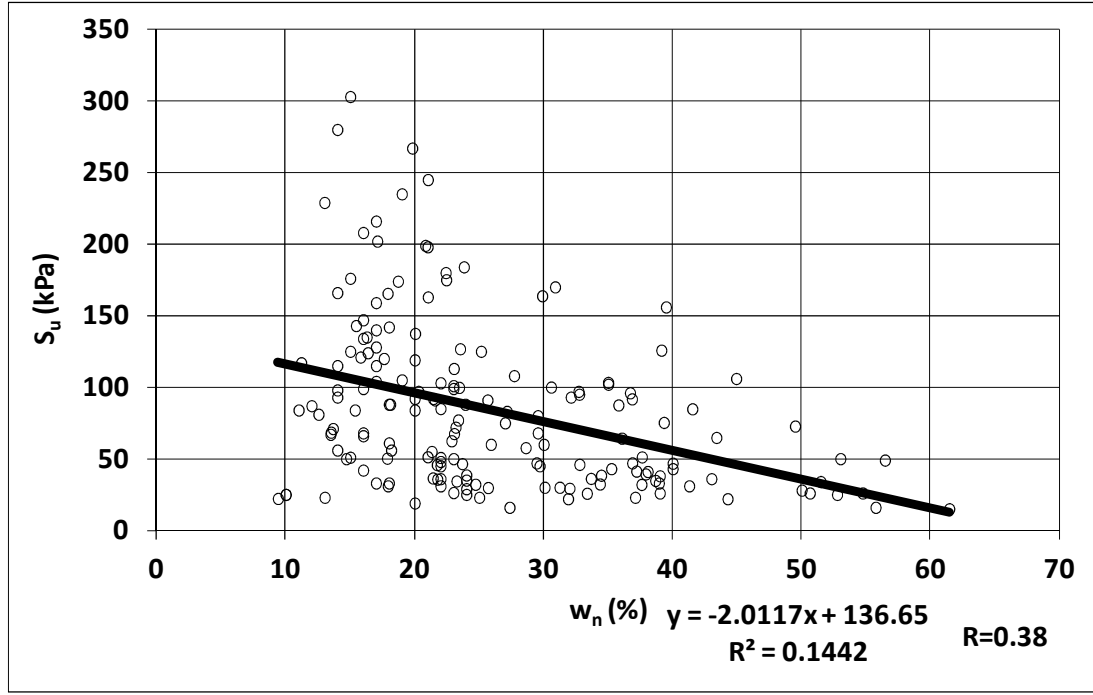
5.1.3.3 Serbest basınç ve konsolidasyonsuz drenajsız üç eksenli basınç deneyi

Sondajlardan alınan örselenmemiş numuneler üzerinde gerçekleştirilen 56 adet serbest basınç deneyi ve 116 adet konsolidasyonsuz drenajsız üç eksenli basınç deneyi sonuçları olmak üzere toplam 172 adet deney sonucu kullanılarak drenajsız kayma mukavemeti s_u ile tabii su muhtevası w_n arasında sözkonusu zeminler için ilişkiler incelenmiştir. Gerçekleştirilen regresyon ve korelasyon analizleri sonucunda zemin özellikleri arasındaki ilişkilerin anlamlılığı t testi ile değerlendirilmiştir. Serbest basınç deneyi ve konsolidasyonsuz drenajsız üç eksenli basınç deneyi sonuçları kullanılarak drenajsız kayma mukavemeti ile tabii su muhtevası arasında elde edilen ilişkiler ve özellikleri Çizelge 5.11'de özetlenmiştir (n: Numune sayısı).

Çizelge 5.11 : s_u ile w_n arasındaki ilişkiler (serbest basınç ve konsolidasyonsuz drenajsız üç eksenli basınç deneyi).

Zemin Cinsi (n: Numune sayısı)	Denklem Cinsi	s_u (kPa)	Korelasyon Katsayısı (r)
	Doğrusal	$-2.01 w_n + 136.65$	0.38
	Üstel	$131.72 e^{-0.026(w_n)}$	0.41
Kil (n=172)	Logaritmik	$-51.94 \ln(w_n) + 249.25$	0.36
	Polinom	$0.0085 (w_n)^2 - 2.54 w_n + 143.67$	0.38
	Üs	$513.56 w_n^{-0.641}$	0.38

İncelenen numunelere ait zemin sınıflandırma özellikleri Çizelge 5.6 ve Şekil 5.9'da verilmiştir. Drenajsız kayma mukavemetinin derinlik ile değişimi Şekil 5.10'da verilmiştir. Elde edilen ifadeler incelendiğinde, korelasyon katsayılarının 0.36 ile 0.41 arasında değiştiği belirlenmiştir.



Şekil 5.15 : $s_u - w_n$ ilişkisi (serbest basınç ve konsolidasyonsuz drenajsız üç eksenli basınç deneyi).

Çizelge 5.11’deki ifadeler dikkate alındığında, s_u ile w_n arasında istatistiksel olarak kuvvetli bir ilişkinin olduğunu söylemek mümkün gözükmemektedir. Elde edilen ifadeler incelendiğinde kolay kullanılabilir ve pratik olması açısından doğrusal ilişki seçeneği Şekil 5.15’te verilmiştir. Grafikten de görüleceği üzere, tabii su muhtevasının artması ile drenajsız kayma mukavemetinin azalma eğiliminde olduğundan bahsedilebilir.

5.1.4 SPT-N ile tabii su muhtevası (w_n) arasındaki ilişki

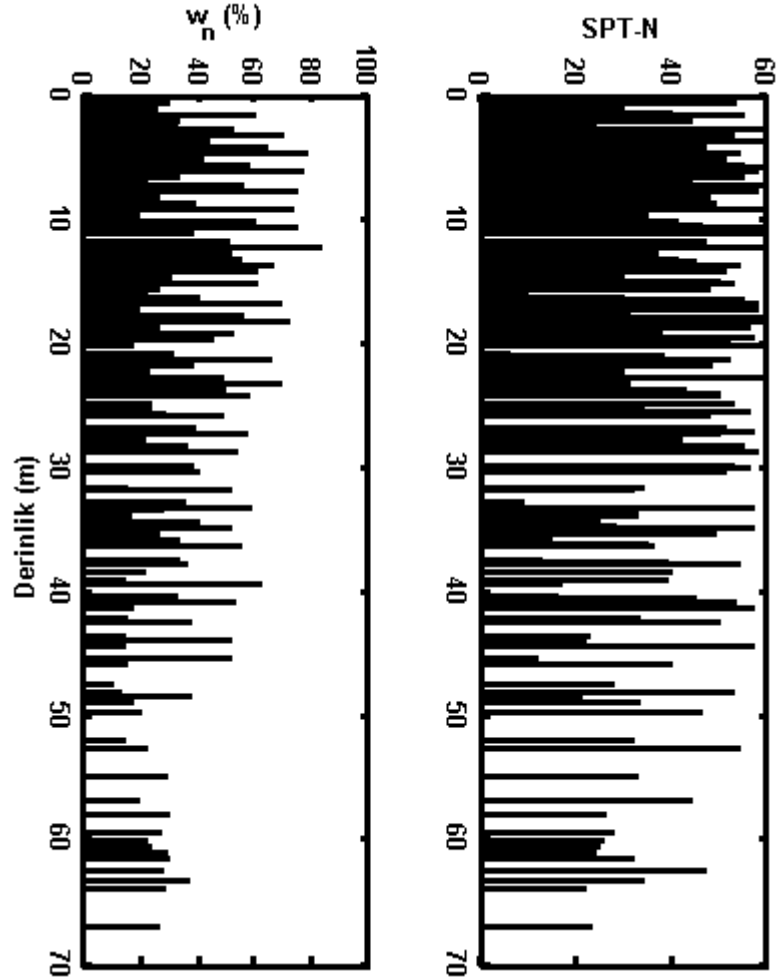
Sondajlardan alınan numuneler üzerinde gerçekleştirilen deney sonuçları kullanılarak SPT-N darbe sayısı ile tabii su muhtevası w_n arasında sözkonusu zeminler için ilişkiler incelenmiştir. Gerçekleştirilen regresyon ve korelasyon analizleri sonucunda zemin özellikleri arasındaki ilişkilerin anlamlılığı t testi ile değerlendirilmiştir.

İncelenen numunelere ait zemin sınıflandırma özellikleri Çizelge 5.12’de verilmiştir. SPT-N darbe sayısı ile tabii su muhtevasının derinlik ile değişimi Şekil 5.16’da verilmiştir.

SPT-N darbe sayısı ile tabii su muhtevası w_n arasında elde edilen ilişkiler ve özellikleri Çizelge 5.13’de özetlenmiştir (n: Numune sayısı).

Çizelge 5.12 : Zemin özellikleri.

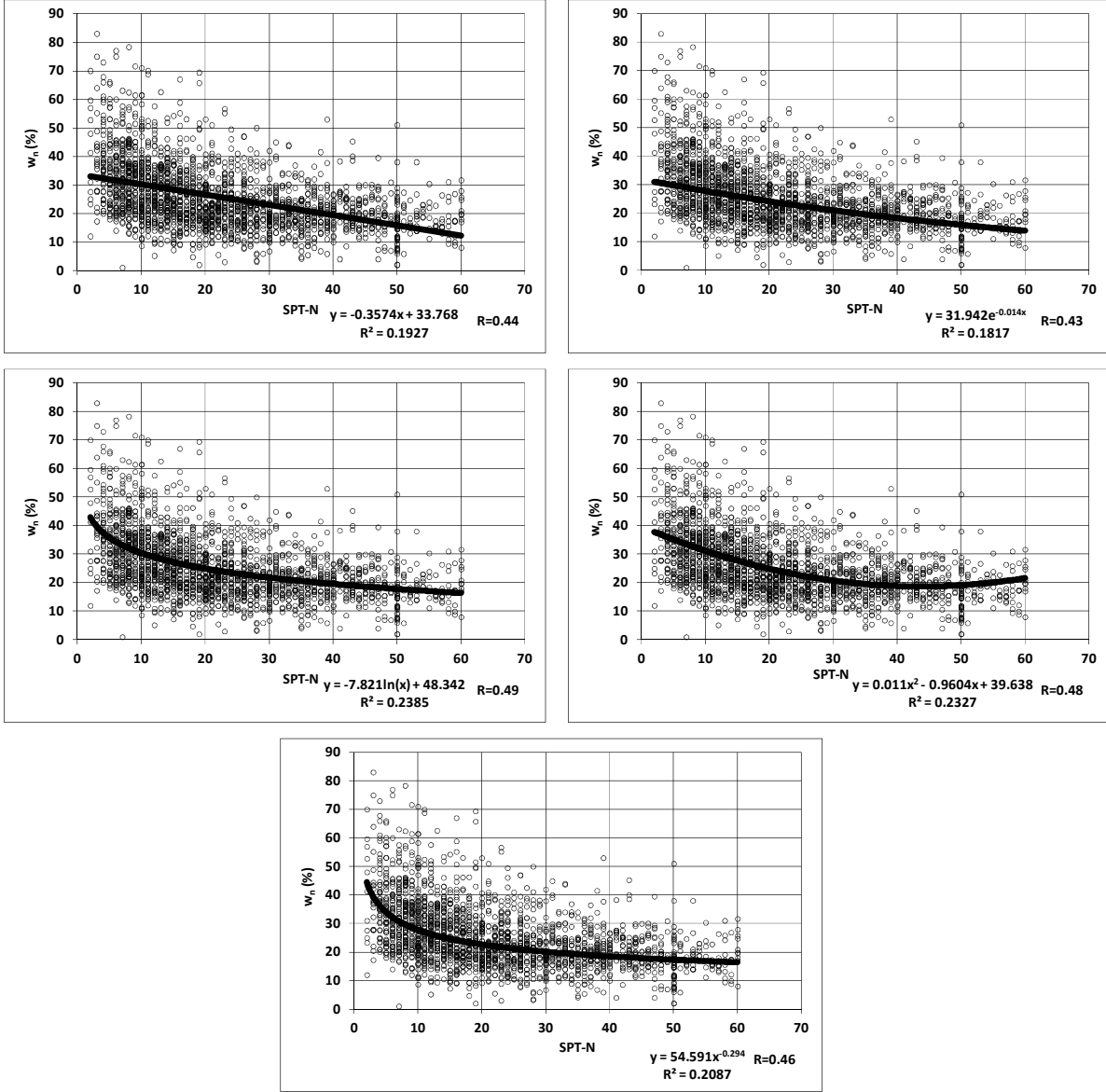
Zemin Cinsi	Numune Sayısı	w_n (%)	w_L (%)	I_p (%)
Kil	172	9 ~ 61	24 ~ 104	8 ~ 80



Şekil 5.16 : Tabii su muhtevası ve SPT-N sayısının derinlik ile değişimi.

Çizelge 5.13 : SPT-N ile w_n arasındaki ilişkiler.

Zemin Cinsi (n: Numune sayısı)	Denklem Cinsi	w_n (%)	Korelasyon Katsayısı (r)
Tüm Zeminler (n=2034)	Doğrusal	$-0.36 \text{ SPT-N} + 33.77$	0.44
	Üstel	$31.94 e^{-0.014(\text{SPT-N})}$	0.43
	Logaritmik	$-7.82 \ln(\text{SPT-N}) + 48.34$	0.49
	Polinom	$0.011 (\text{SPT-N})^2 - 0.96 \text{ SPT-N} + 39.64$	0.48
	Üs	$54.59 \text{ SPT-N}^{-0.294}$	0.46



Şekil 5.17 : w_n – SPT-N arası ilişkiler.

Elde edilen ifadeler incelendiğinde, korelasyon katsayılarının 0.43 ile 0.49 arasında değiştiği belirlenmiştir. İncelenen ilişkilere ait grafikler Şekil 5.17’de verilmiştir. Çizelge 5.13’deki ifadeler dikkate alındığında, w_n ile SPT-N arasında istatistiksel olarak kuvvetli bir ilişkinin olduğunu söylemek mümkün gözükmemektedir. Ancak Şekil 5.17’deki grafiklerden de görüleceği üzere, SPT-N darbe sayısının artması ile tabii su muhtevasının azalma eğiliminde olduğundan bahsedilebilir.

5.1.5 SPT-N ile likidite indisi (I_L) arasındaki ilişki

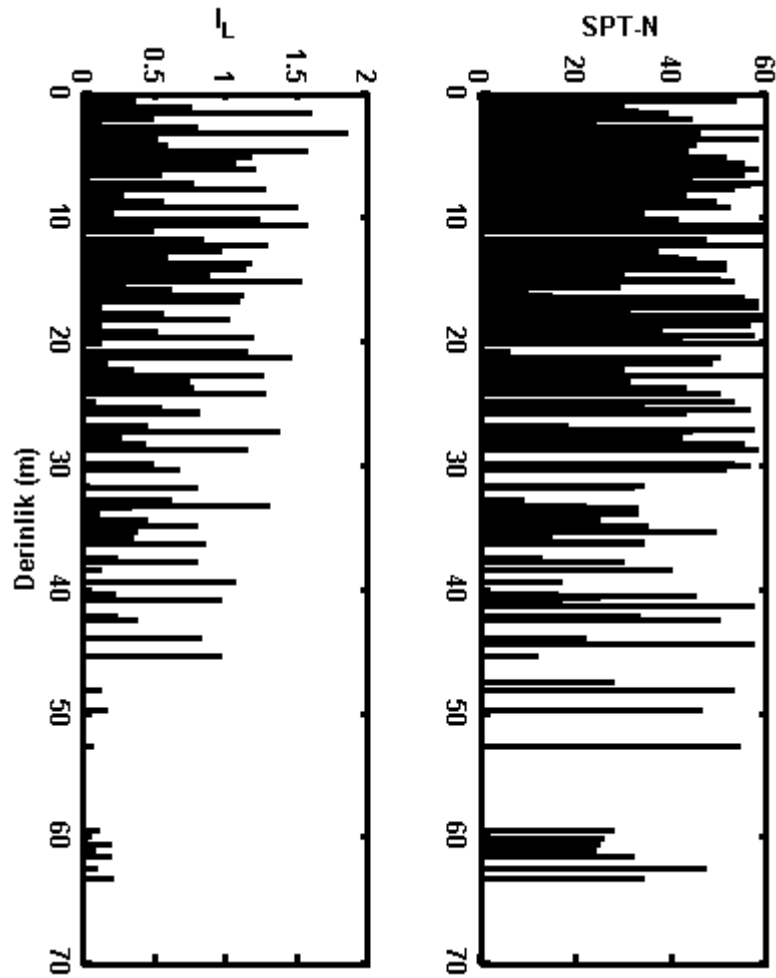
Sondajlardan alınan numuneler üzerinde gerçekleştirilen deney sonuçları kullanılarak SPT-N darbe sayısı ile likidite indisi I_L arasında sözkonusu zeminler için ilişkiler

incelenmiştir. Gerçekleştirilen regresyon ve korelasyon analizleri sonucunda zemin özellikleri arasındaki ilişkilerin anlamlılığı t testi ile değerlendirilmiştir.

İncelenen numunelere ait zemin sınıflandırma özellikleri Çizelge 5.14’te verilmiştir. SPT-N darbe sayısı ile likidite indisinin derinlik ile değişimi Şekil 5.18’de verilmiştir.

Çizelge 5.14 : Zemin özellikleri.

Zemin Cinsi	Numune Sayısı	w_n (%)	w_L (%)	I_p (%)
Kil	1260	11 ~ 83	20 ~ 119	4 ~ 89



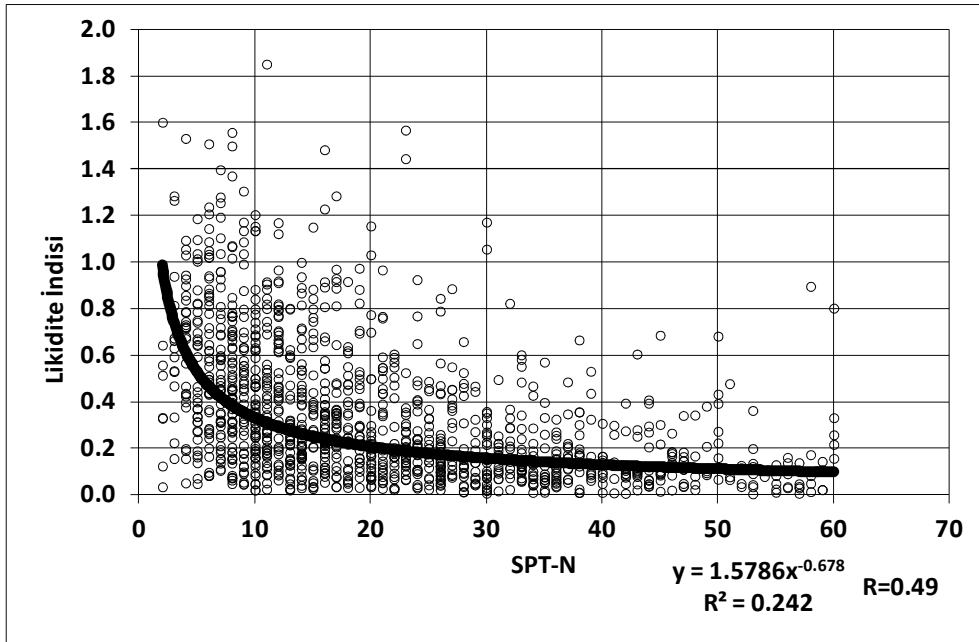
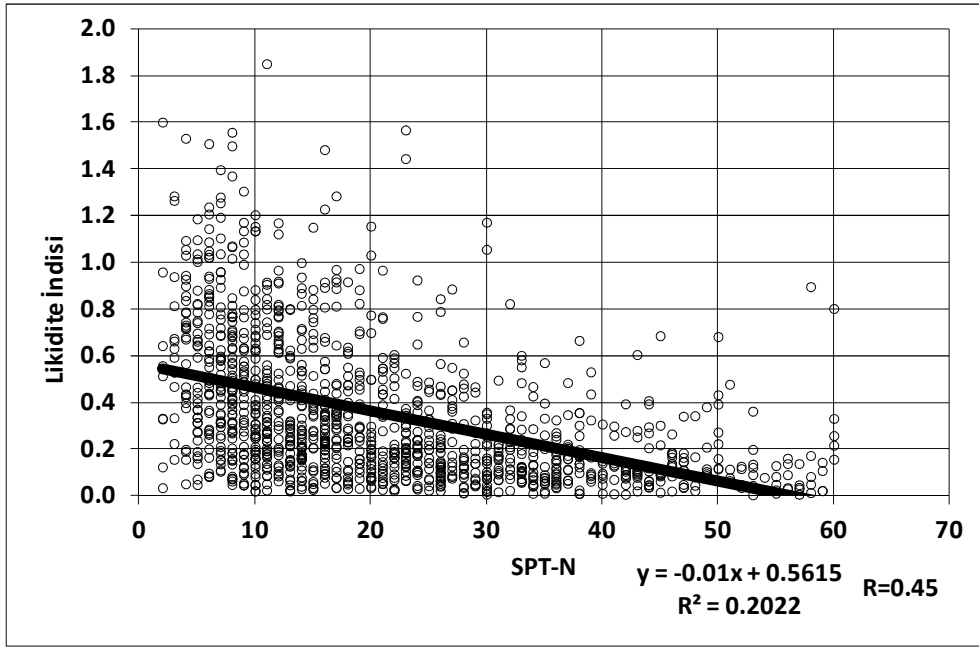
Şekil 5.18 : Likidite indisi ve SPT-N sayısının derinlik ile değişimi.

SPT-N darbe sayısı ile likidite indisi I_L arasında elde edilen ilişkiler ve özellikleri Çizelge 5.15’de özetlenmiştir (n: Numune sayısı).

Elde edilen ifadeler incelendiğinde, korelasyon katsayılarının 0.45 ile 0.49 arasında değiştiği belirlenmiştir.

Çizelge 5.15 : SPT-N ile I_L arasındaki ilişkiler.

Zemin Cinsi (n: Numune sayısı)	Denklem Cinsi	I_L	Korelasyon Katsayısı (r)
Kil (n=1260)	Doğrusal	$-0.01 \text{ SPT-N} + 0.56$	0.45
	Üstel	$0.49 e^{-0.036(\text{SPT-N})}$	0.49
	Logaritmik	$-0.20 \ln(\text{SPT-N}) + 0.92$	0.48
	Polinom	$0.0003 (\text{SPT-N})^2 - 0.02 \text{ SPT-N} + 0.69$	0.49
	Üs	$1.58 \text{ SPT-N}^{-0.678}$	0.49



Şekil 5.19 : I_L – SPT-N arası ilişkiler.

Çizelge 5.15'deki ifadeler dikkate alındığında, I_L ile SPT-N arasında istatistiksel olarak kuvvetli bir ilişkinin olduğunu söylemek mümkün gözükmemektedir. Elde edilen ifadeler incelendiğinde kolay kullanılabilir ve pratik olması açısından doğrusal ve üs ilişki seçeneği Şekil 5.19'da verilmiştir. Grafiklerden de görüleceği üzere, SPT-N darbe sayısının artması ile likidite indisinin azalma eğiliminde olduğundan bahsedilebilir.

5.1.6 SPT-N ile ön konsolidasyon basıncı (σ_c') arasındaki ilişki

Sondajlardan alınan örselenmemiş numuneler üzerinde gerçekleştirilen toplam 94 adet konsolidasyon deneyi sonuçları kullanılarak SPT-N darbe sayısı ile ön konsolidasyon basıncı (σ_c') arasında sözkonusu zeminler için ilişkiler incelenmiştir (Çizelge 5.17). Gerçekleştirilen regresyon ve korelasyon analizleri sonucunda zemin özellikleri arasındaki ilişkilerin anlamlılığı t testi ile değerlendirilmiştir. İncelenen numunelere ait zemin sınıflandırma özellikleri Çizelge 5.16'da verilmiştir.

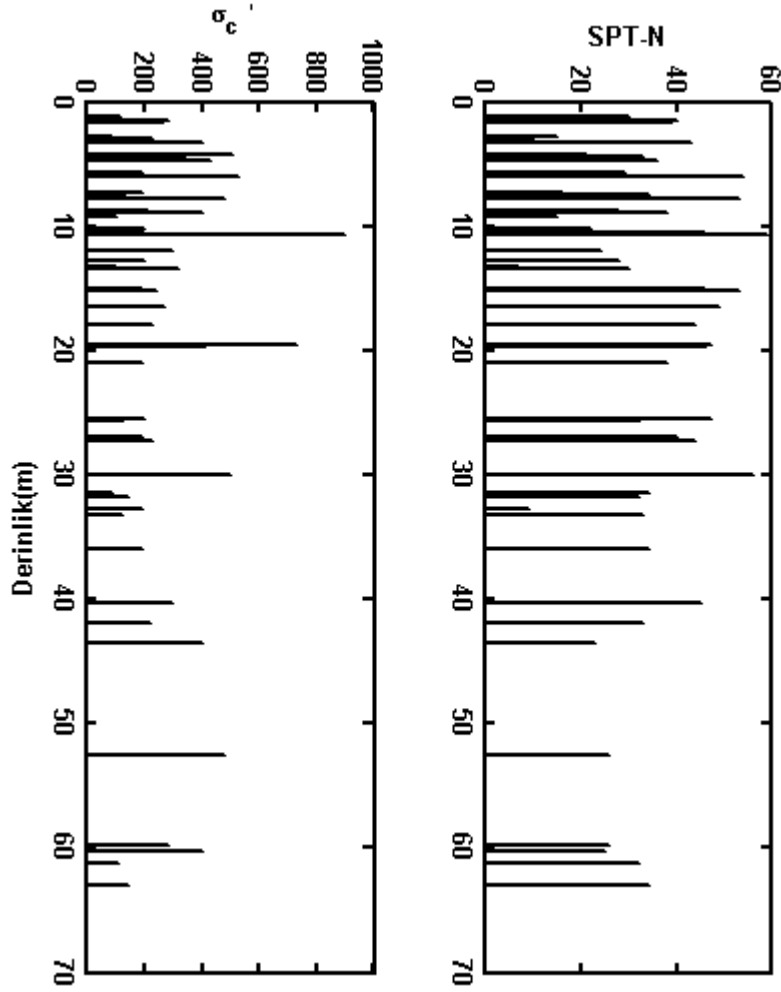
Çizelge 5.16 : Zemin özellikleri.

Zemin Cinsi	Numune Sayısı	w_n (%)	w_L (%)	I_p (%)
Kil	94	9 ~ 39	24 ~ 88	8 ~ 63

SPT-N darbe sayısı ile ön konsolidasyon basıncının derinlik ile değişimi Şekil 5.20'de verilmiştir.

Çizelge 5.17 : SPT-N ile σ_c' arasındaki ilişkiler.

Zemin Cinsi (n: Numune sayısı)	Denklem Cinsi	Ön Konsolidasyon Basıncı σ_c' (kPa)	Korelasyon Katsayısı (r)
Kil (n=94)	Doğrusal	$1.06 \text{ SPT-N} + 205.17$	0.09
	Üstel	$178 e^{0.0043(\text{SPT-N})}$	0.10
	Logaritmik	$29.31 \ln(\text{SPT-N}) + 141$	0.11
	Polinom	$-0.01 (\text{SPT-N})^2 + 1.67 \text{ SPT-N} + 197.76$	0.09
	Üs	$141.03 \text{ SPT-N}^{0.1103}$	0.11



Şekil 5.20 : Ön konsolidasyon basıncı ve SPT-N sayısının derinlik ile değişimi.

Elde edilen ifadeler incelendiğinde, korelasyon katsayılarının oldukça düşük (0.09 ~ 0.11) değer aralığında değiştiği belirlenmiştir. Çizelge 5.17'deki ifadeler dikkate alındığında, σ'_c ile SPT-N arasındaki ilişkilerin istatistiksel olarak çok zayıf olduğunu söylemek mümkündür. SPT-N darbe sayısının artması ile ön konsolidasyon basıncının artma eğilimi gösterdiğinden bahsedilebilir.

5.2 Koni Penetrasyon Deneyi (CPT) Değerlendirmeleri

5.2.1 s_u ile $(q_c - \sigma_v)$ arasındaki ilişki

Koni Penetrasyon Deneyi (CPT) verileri kullanılarak, koni uç direnci (q_c) ve toplam düşey gerilme (σ_v) değerlerine bağlı olarak N_k koni faktörünün elde edildiği

$$s_u = \frac{(q_c - \sigma_v)}{N_k} \text{ genel bağıntısı yardımıyla drenajsız kayma mukavemeti } s_u \text{ değeri}$$

mevcut zemin verileri aracılığıyla incelenmiştir. İncelemede CPT yakınında

gerçekleştirilen sondajlardan elde edilen örselenmemiş numuneler üzerinde gerçekleştirilen toplam 73 adet konsolidasyonsuz drenajsız üç eksenli basınç deneyi sonucunda elde edilen drenajsız kayma mukavemeti sonuçları kullanılmıştır. Gerçekleştirilen regresyon ve korelasyon analizleri sonucunda zemin özellikleri arasındaki ilişkilerin anlamlılığı t testi ile değerlendirilmiştir.

İncelenen numunelere ait zemin sınıflandırma özellikleri Çizelge 5.18 ve Şekil 5.21’de verilmiştir.

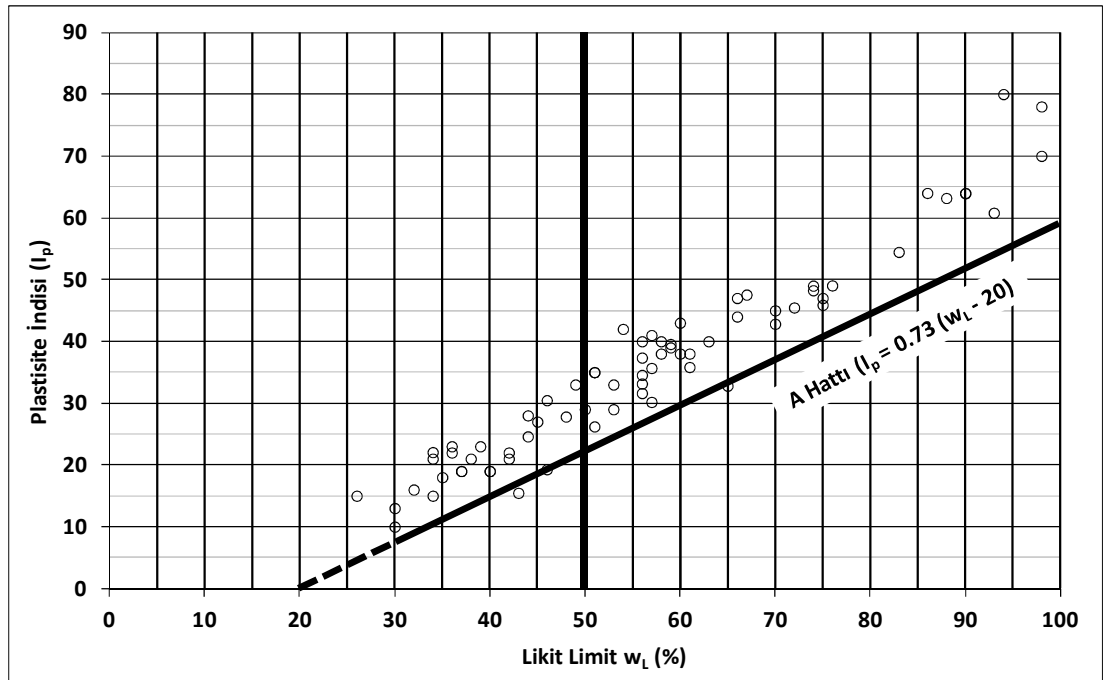
Çizelge 5.18 : Zemin özellikleri.

Zemin Cinsi	Numune Sayısı	w_n (%)	w_L (%)	I_p (%)
Kil	73	9 ~ 61	26 ~ 104	10 ~ 80

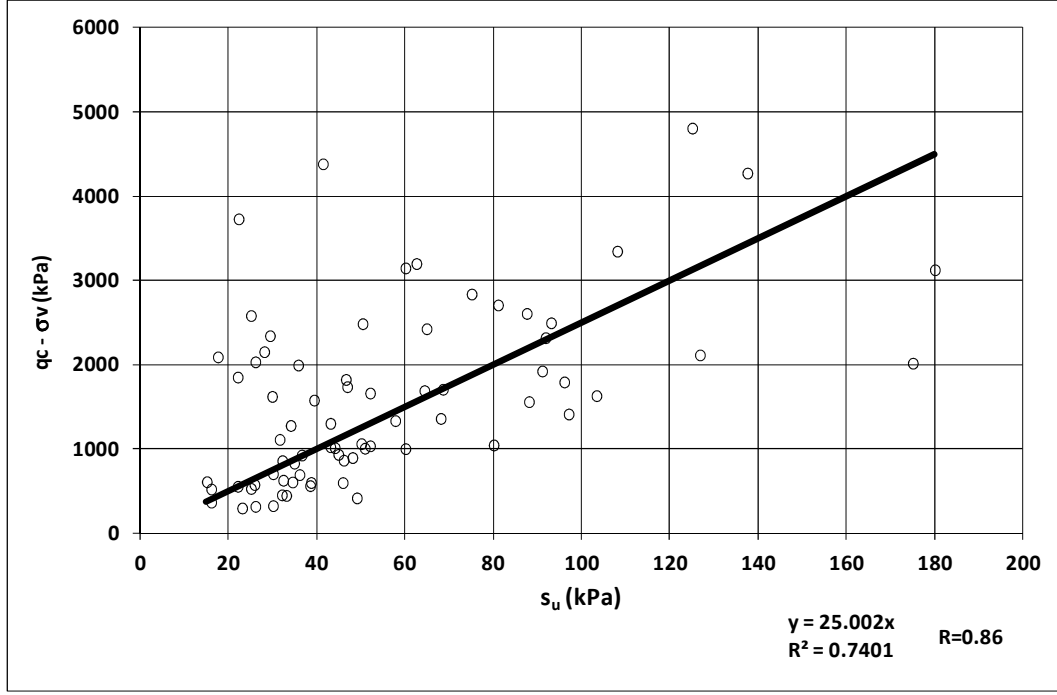
Kil zeminler için elde edilen ilişki aşağıda verilmiştir (n: Numune sayısı, r: Korelasyon katsayısı). Drenajsız kayma mukavemeti ile $(q_c - \sigma_v)$ değeri arasındaki ilişki Şekil 5.22’de görülmektedir.

$$s_u = \frac{(q_c - \sigma_v)}{25} \quad (kPa), \quad n = 73, \quad r = 0.86 \quad (5.1)$$

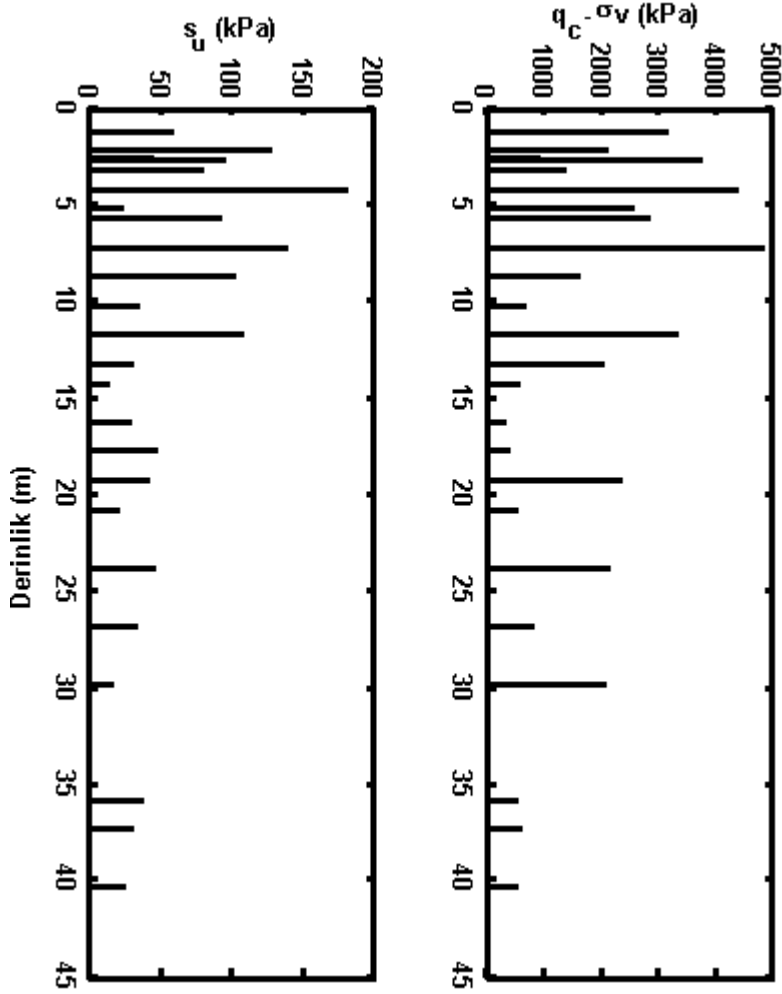
Drenajsız kayma mukavemeti ile $(q_c - \sigma_v)$ değerinin derinlik ile değişimi Şekil 5.23’de verilmiştir.



Şekil 5.21 : Zemin sınıflandırma özellikleri.



Şekil 5.22 : Killer için N_k değeri.



Şekil 5.23 : s_u ve $(q_c - \sigma_v)$ değerlerinin derinlik ile değişimi.

Şekil 5.22’de görüldüğü üzere N_k koni faktörü ele alınan zemin numuneleri için 25 olarak bulunmuştur.

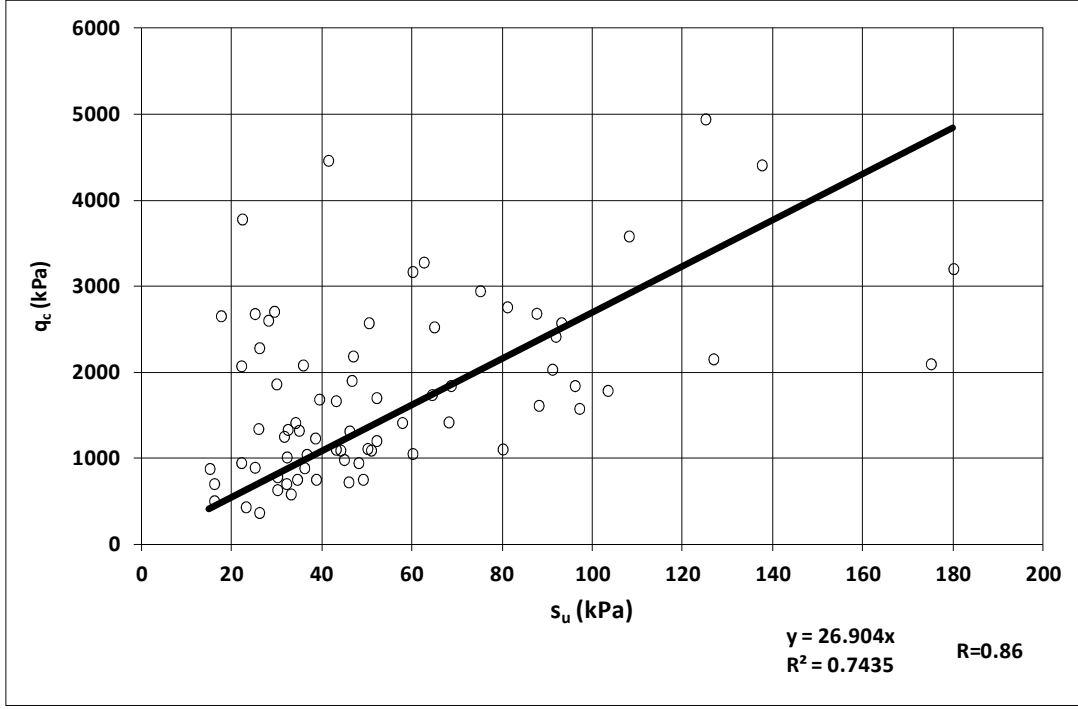
Geçmişte yapılan çalışmalara bakıldığında, Lunne ve Eide (1976), N_k koni faktörünün I_p ’ye bağlı olarak 10 ile 30 arasında değiştiğini önermiştir (Şekil 3.10). Mayne ve Kemper (1988) tarafından gerçekleştirilen çalışmada ise N_k koni faktörü elektronik CPT’ler için 15 olarak önerilmiştir. Dipova ve Cangir (2005) tarafından Antalya zemininde gerçekleştirilen deney sonuçları kullanılarak yapılan çalışma sonucunda N_k koni faktörü 18.9 olarak elde edilmiştir.

5.2.2 s_u ile CPT uç direnci (q_c) arasındaki ilişki

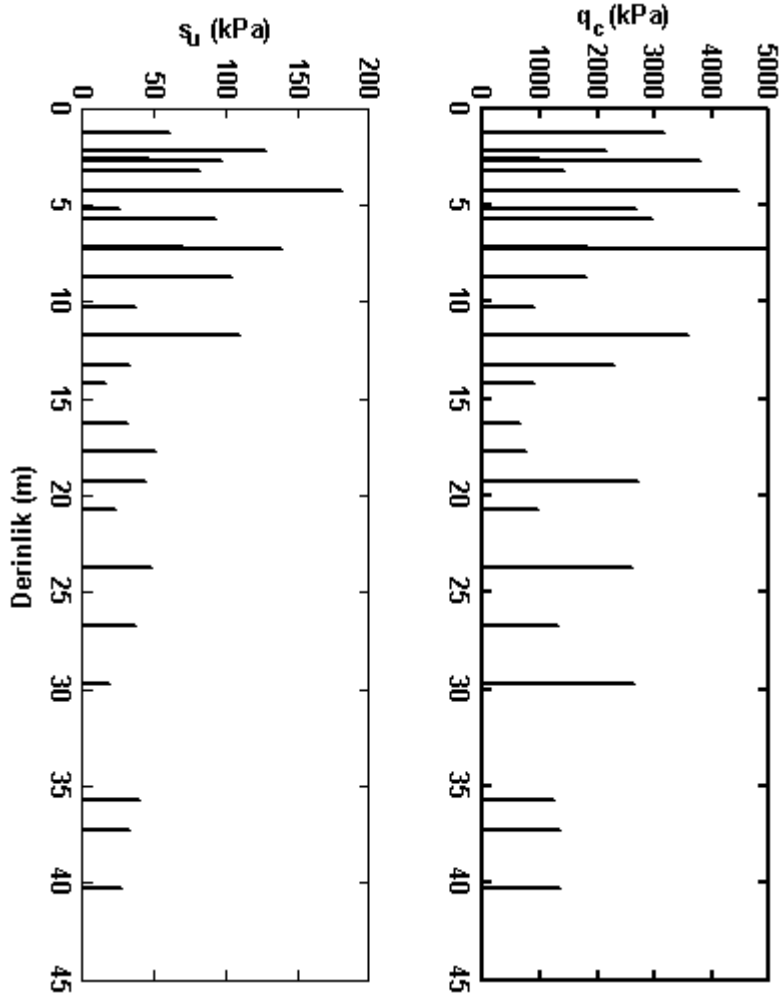
Koni Penetrasyon Deneyi (CPT) verileri kullanılarak, koni uç direnci (q_c) değerine bağlı olarak N_c koni faktörünün elde edildiği $s_u = q_c / N_c$ genel bağıntısı yardımıyla drenajsız kayma mukavemeti s_u değeri mevcut zemin verileri aracılığıyla incelenmiştir. İncelemede CPT yakınında gerçekleştirilen sondajlardan elde edilen örselenmemiş numuneler üzerinde gerçekleştirilen toplam 73 adet konsolidasyonsuz drenajsız üç eksenli basınç deneyi sonucunda elde edilen drenajsız kayma mukavemeti sonuçları kullanılmıştır. Gerçekleştirilen regresyon ve korelasyon analizleri sonucunda zemin özellikleri arasındaki ilişkilerin anlamlılığı t testi ile değerlendirilmiştir. İncelenen numunelere ait zemin sınıflandırma özellikleri Çizelge 5.18 ve Şekil 5.21’de verilmiştir. Kil zeminler için elde edilen ilişki aşağıda verilmiştir (n : Numune sayısı, r : Korelasyon katsayısı). Drenajsız kayma mukavemeti ile koni uç mukavemeti arasındaki ilişki Şekil 5.24’te verilmiştir.

$$s_u = \frac{q_c}{26.9} \quad (kPa), \quad n = 73, \quad r = 0.86 \quad (5.2)$$

Drenajsız kayma mukavemeti ile koni uç mukavemeti değerinin derinlik ile değişimi Şekil 5.25’te verilmiştir. Şekil 5.24’te görüldüğü üzere N_c koni faktörü ele alınan zemin numuneleri için 26.9 olarak bulunmuştur.



Şekil 5.24 : Killer için N_c değeri.



Şekil 5.25 : s_u ve q_c değerlerinin derinlik ile değişimi.

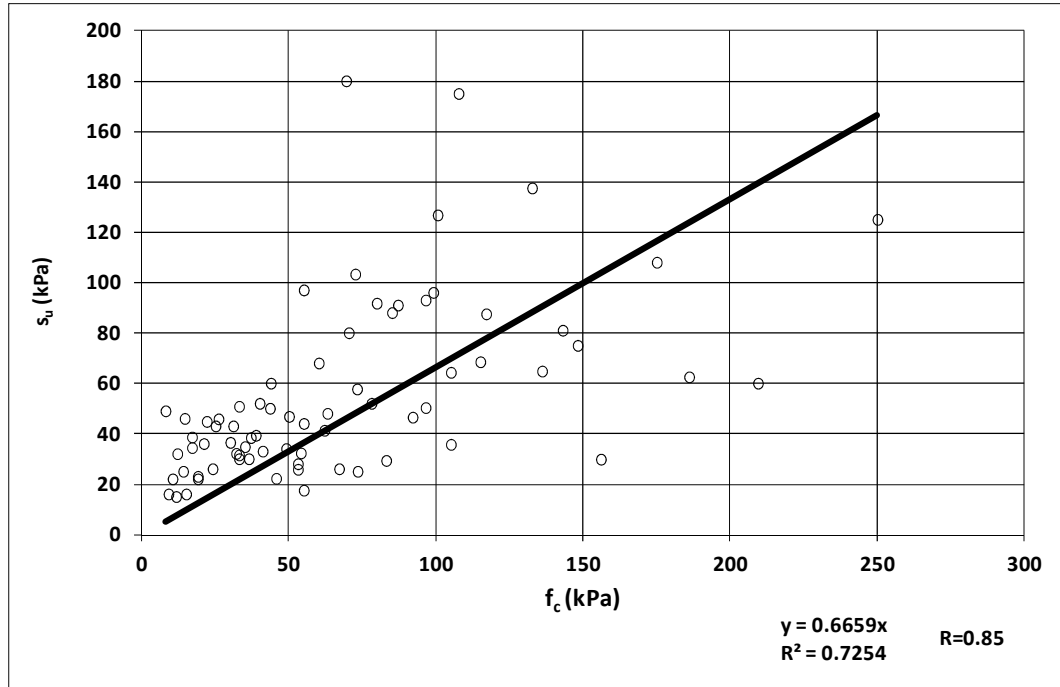
5.2.3 s_u ile CPT sürtünme direnci (f_c) arasındaki ilişki

Koni Penetrasyon Deneyi (CPT) verileri kullanılarak, CPT sürtünme direnci (f_c) ile drenajsız kayma mukavemeti s_u arasındaki ilişki mevcut zemin verileri aracılığıyla incelenmiştir. İncelemede CPT yakınında gerçekleştirilen sondajlardan elde edilen örselenmemiş numuneler üzerinde gerçekleştirilen toplam 73 adet konsolidasyonsuz drenajsız üç eksenli basınç deneyi sonucunda elde edilen drenajsız kayma mukavemeti sonuçları kullanılmıştır. Gerçekleştirilen regresyon ve korelasyon analizleri sonucunda zemin özellikleri arasındaki ilişkilerin anlamlılığı t testi ile değerlendirilmiştir.

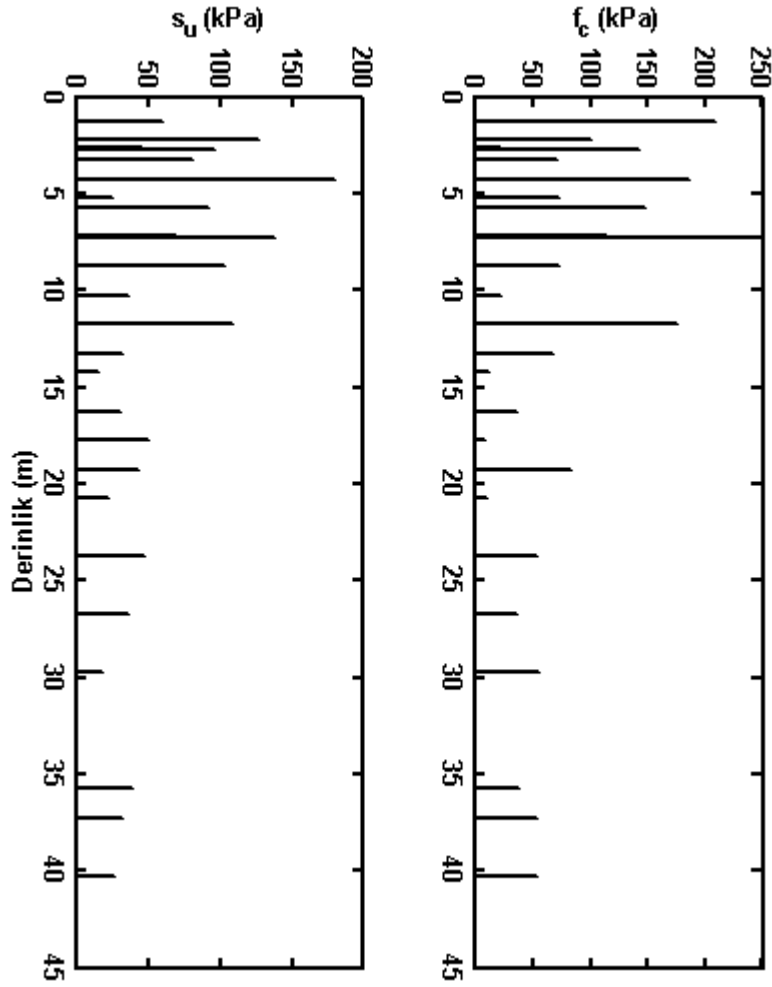
İncelenen numunelere ait zemin sınıflandırma özellikleri Çizelge 5.18 ve Şekil 5.21’de verilmiştir. Kil zeminler için elde edilen ilişki aşağıda verilmiştir (n: Numune sayısı, r: Korelasyon katsayısı). Drenajsız kayma mukavemeti ile koni sürtünme mukavemeti arasındaki ilişki Şekil 5.26’da verilmiştir.

$$s_u = 0.66 f_c \text{ (kPa)}, \quad n = 73, \quad r = 0.85 \quad (5.3)$$

Drenajsız kayma mukavemeti ile koni sürtünme mukavemeti değerinin derinlik ile değişimi Şekil 5.27’de verilmiştir.



Şekil 5.26 : Killer için $s_u - f_c$ ilişkisi.



Şekil 5.27 : s_u ve f_c değerlerinin derinlik ile değişimi.

Şekil 5.26’da görüldüğü üzere ele alınan zemin numuneleri için, drenajsız kayma mukavemetinin koni sürtünme mukavemetinin 0.66 katında değer aldığı belirlenmiştir. Geçmişte bu konuda yapılan çalışmaya bakıldığında, Anagnostopoulos ve diğ. (2003) tarafından drenajsız kayma mukavemeti koni sürtünme mukavemetine eşit ($s_u=f_c$) olarak önerilmiştir.

5.2.4 Koni faktörü (N_k) ile plastisite indisi (I_p) arasındaki ilişki

Koni Penetrasyon Deneyi (CPT) verileri kullanılarak elde edilen koni faktörü (N_k) ile plastisite indisi (I_p) arasındaki ilişki mevcut zemin verileri aracılığıyla incelenmiştir. İncelemede CPT yakınında gerçekleştirilen sondajlardan elde edilen örselenmemiş numuneler üzerinde gerçekleştirilen toplam 73 adet konsolidasyonsuz drenajsız üç eksenli basınç deneyi sonucunda elde edilen drenajsız kayma mukavemeti sonuçları kullanılmıştır. Gerçekleştirilen regresyon ve korelasyon analizleri sonucunda zemin özellikleri arasındaki ilişkilerin anlamlılığı t testi ile değerlendirilmiştir.

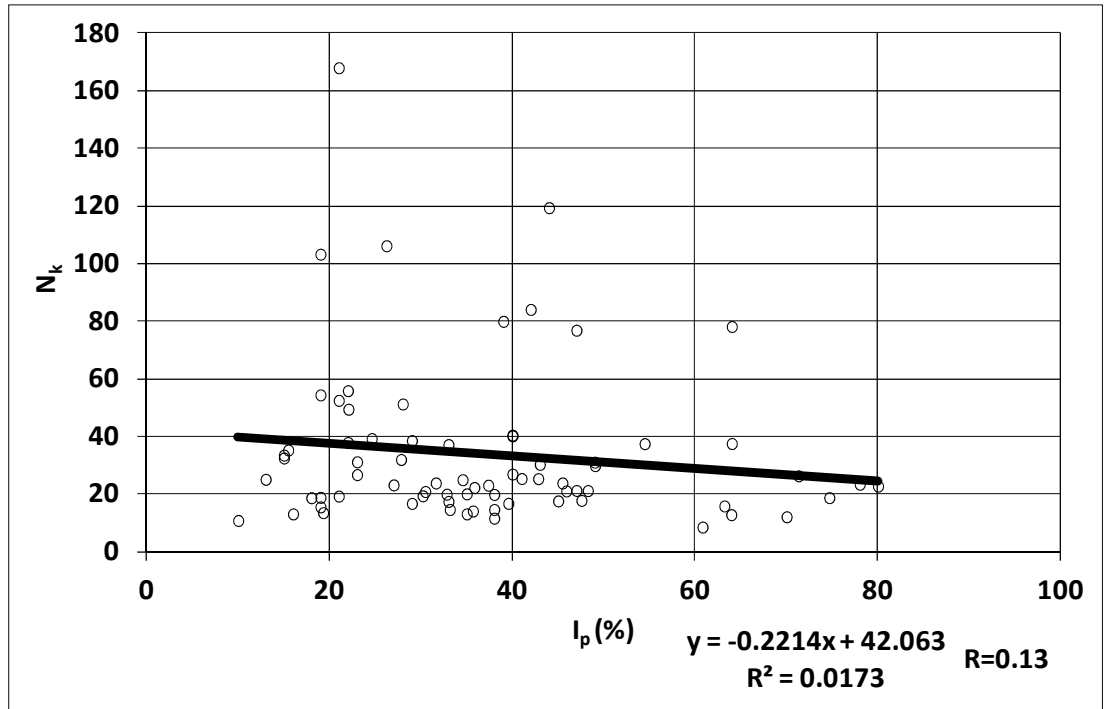
İncelenen numunelere ait zemin sınıflandırma özellikleri Çizelge 5.18 ve Şekil 5.21’de verilmiştir. Elde edilen ilişkiler ve özellikleri Çizelge 5.19’da özetlenmiştir (n: Numune sayısı).

Çizelge 5.19 : $N_k - I_p$ ilişkileri.

Zemin Cinsi (n: Numune sayısı)	Denklem Cinsi	Koni Faktörü N_k	Korelasyon Katsayısı (r)
Kil (n=73)	Doğrusal	$-0.22 I_p + 42.06$	0.13
	Üstel	$33.13 e^{-0.005(I_p)}$	0.14
	Logaritmik	$-6.58 \ln(I_p) + 56.97$	0.11
	Polinom	$-0.0028 (I_p)^2 + 0.022 I_p + 37.71$	0.13
	Üs	$45.23 I_p^{-0.144}$	0.11

Elde edilen ifadeler incelendiğinde, korelasyon katsayılarının oldukça düşük (0.11 ~ 0.14) değer aralığında değiştiği belirlenmiştir.

Çizelge 5.19’daki ifadeler dikkate alındığında, N_k koni faktörü ile I_p arasındaki ilişkilerin istatistiksel olarak çok zayıf olduğunu söylemek mümkündür. Elde edilen ifadeler incelendiğinde kolay kullanılabilir ve pratik olması açısından doğrusal ilişki seçeneği Şekil 5.28’de verilmiştir. Grafikten de görüleceği üzere, plastisite indisinin artması ile N_k koni faktörünün azalma eğiliminde olduğundan bahsedilebilir.



Şekil 5.28 : $N_k - I_p$ ilişkisi.

Geçmişte yapılan çalışmalara bakıldığında; Lunne ve Eide (1976) tarafından N_k koni faktörünün I_p 'nin artması ile azaldığı şeklinde önerilmiştir. (Şekil 3.10). Chen (2001) tarafından gerçekleştirilen çalışmada da N_k koni faktörünün I_p 'nin artması ile azaldığı sonucuna varılabilmektedir. Ancak, Dipova ve Cangir (2005) tarafından gerçekleştirilen çalışma ise N_k koni faktörünün I_p 'nin artması ile arttığını göstermektedir.

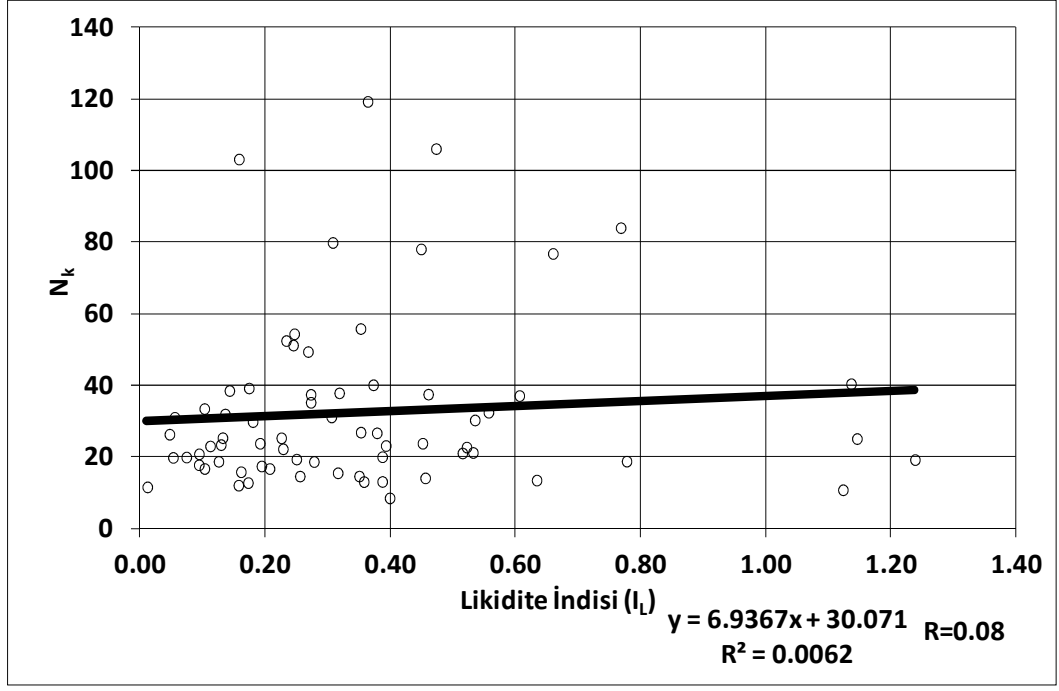
5.2.5 Koni faktörü (N_k) ile likidite indisi (I_L) arasındaki ilişki

Koni Penetrasyon Deneyi (CPT) verileri kullanılarak elde edilen koni faktörü (N_k) ile likidite indisi (I_L) arasındaki ilişki mevcut zemin verileri aracılığıyla incelenmiştir. İncelemede CPT yakınında gerçekleştirilen sondajlardan elde edilen örselenmemiş numuneler üzerinde gerçekleştirilen toplam 69 adet konsolidasyonsuz drenajsız üç eksenli basınç deneyi sonucunda elde edilen drenajsız kayma mukavemeti sonuçları kullanılmıştır. Gerçekleştirilen regresyon ve korelasyon analizleri sonucunda zemin özellikleri arasındaki ilişkilerin anlamlılığı t testi ile değerlendirilmiştir. Elde edilen ilişkiler ve özellikleri Çizelge 5.20'de özetlenmiştir (n: Numune sayısı).

Çizelge 5.20 : $N_k - I_L$ ilişkileri.

Zemin Cinsi (n: Numune sayısı)	Denklem Cinsi	Koni Faktörü N_k	Korelasyon Katsayısı (r)
	Doğrusal	$6.93 I_L + 30.07$	0.08
Kil	Üstel	$25.73 e^{0.1225(I_L)}$	0.05
(n=69)	Logaritmik	$4.93 \ln(I_L) + 39.09$	0.17
	Polinom	$-0.5401 (I_L)^2 + 67.88 I_L + 19.16$	0.24
	Üs	$31.38 I_L^{0.1165}$	0.16

Elde edilen ifadeler incelendiğinde, korelasyon katsayılarının oldukça düşük (0.05 ~ 0.24) değer aralığında değiştiği belirlenmiştir. Çizelge 5.20'deki ifadeler dikkate alındığında, N_k koni faktörü ile I_L arasındaki ilişkilerin istatistiksel olarak çok zayıf olduğunu söylemek mümkündür. Elde edilen ifadeler incelendiğinde kolay kullanılabilir ve pratik olması açısından doğrusal ilişki seçeneği Şekil 5.29'da verilmiştir. Grafiklerden de görüleceği üzere, likidite indisinin artması ile N_k koni faktörünün artma eğiliminde olduğundan bahsedilebilir.



Şekil 5.29 : $N_k - I_L$ ilişkisi.

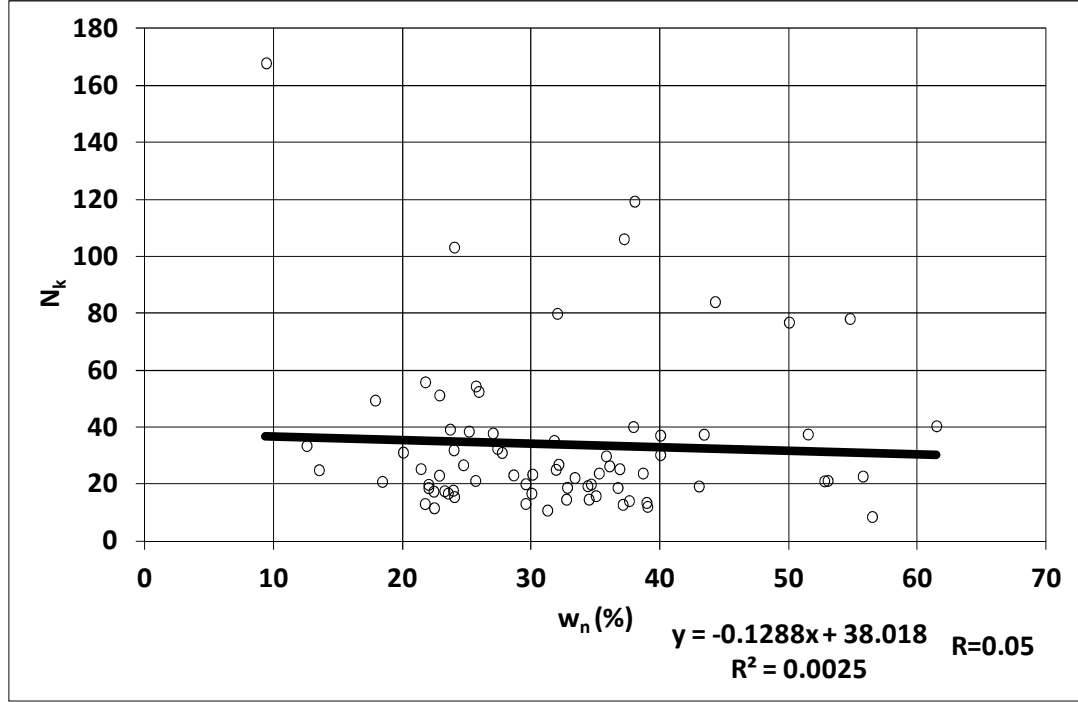
5.2.6 Koni faktörü (N_k) ile tabii su muhtevası (w_n) arasındaki ilişki

Koni Penetrasyon Deneyi (CPT) verileri kullanılarak elde edilen koni faktörü (N_k) ile tabii su muhtevası (w_n) arasındaki ilişki mevcut zemin verileri aracılığıyla incelenmiştir. İncelemede CPT yakınında gerçekleştirilen sondajlardan elde edilen örselenmemiş numuneler üzerinde gerçekleştirilen toplam 73 adet konsolidasyonsuz drenajsız üç eksenli basınç deneyi sonucunda elde edilen drenajsız kayma mukavemeti sonuçları kullanılmıştır. Gerçekleştirilen regresyon ve korelasyon analizleri sonucunda zemin özellikleri arasındaki ilişkilerin anlamlılığı t testi ile değerlendirilmiştir. Elde edilen ilişkiler ve özellikleri Çizelge 5.21’de özetlenmiştir (n: Numune sayısı).

Çizelge 5.21 : $N_k - w_n$ ilişkileri.

Zemin Cinsi (n: Numune sayısı)	Denklem Cinsi	Koni Faktörü N_k	Korelasyon Katsayısı (r)
Kil (n=73)	Doğrusal	$-0.13 w_n + 38.02$	0.05
	Üstel	$28.82 e^{-0.002(w_n)}$	0.03
	Logaritmik	$-11.51 \ln(w_n) + 73.13$	0.14
	Polinom	$0.0471 (w_n)^2 - 3.46 w_n + 90.97$	0.27
	Üs	$49.90 w_n^{-0.177}$	0.10

Elde edilen ifadeler incelendiğinde, korelasyon katsayılarının oldukça düşük (0.03 ~ 0.27) değer aralığında değiştiği belirlenmiştir. Çizelge 5.21'deki ifadeler dikkate alındığında, N_k koni faktörü ile w_n arasındaki ilişkilerin istatistiksel olarak çok zayıf olduğunu söylemek mümkündür. Elde edilen ifadeler incelendiğinde kolay kullanılabilir ve pratik olması açısından doğrusal ilişki seçeneği Şekil 5.30'da verilmiştir. Grafikten de görüleceği üzere, tabii su muhtevasının artması ile N_k koni faktörünün azalma eğiliminde olduğundan bahsedilebilir.



Şekil 5.30 : $N_k - w_n$ ilişkisi.

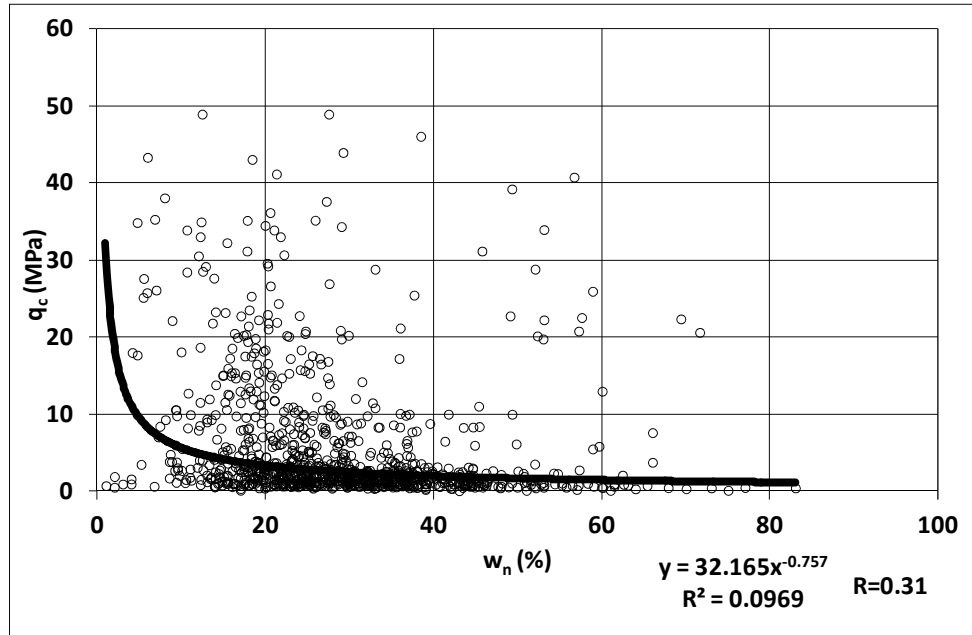
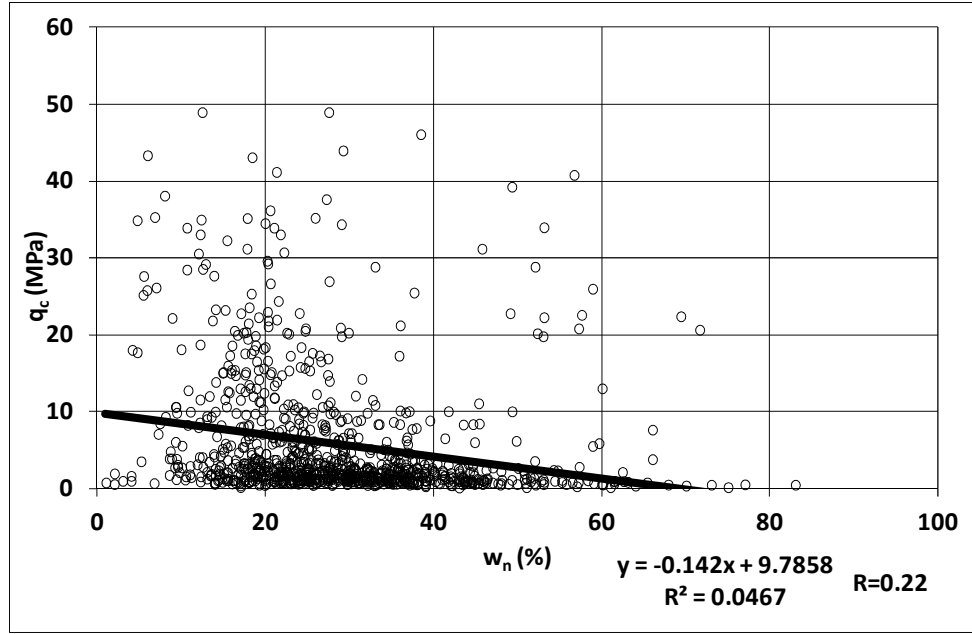
5.2.7 CPT uç direnci (q_c) ile tabii su muhtevası (w_n) arasındaki ilişki

Koni Penetrasyon Deneyi (CPT) uç direnci (q_c) değeri ile tabii su muhtevası (w_n) arasındaki ilişki mevcut zemin verileri aracılığıyla incelenmiştir. İncelemede CPT yakınında gerçekleştirilen sondajlardan elde edilen numunelerden elde edilen tabii su muhtevası sonuçları kullanılmıştır. Gerçekleştirilen regresyon ve korelasyon analizleri sonucunda zemin özellikleri arasındaki ilişkilerin anlamlılığı t testi ile değerlendirilmiştir.

Elde edilen ilişkiler ve özellikleri Çizelge 5.22'de özetlenmiştir (n: Numune sayısı).

Çizelge 5.22 : $q_c - w_n$ ilişkileri.

Zemin Cinsi (n: Numune sayısı)	Denklem Cinsi	q_c (MPa)	Korelasyon Katsayısı (r)
Tüm Zeminler (n=985)	Doğrusal	$-0.14 w_n + 9.78$	0.22
	Üstel	$6.75 e^{-0.031(w_n)}$	0.33
	Logaritmik	$-4.13 \ln(w_n) + 19.15$	0.25
	Polinom	$0.0063 (w_n)^2 - 0.56 w_n + 15.81$	0.28
	Üs	$32.16 w_n^{-0.757}$	0.31



Şekil 5.31 : $q_c - w_n$ ilişkileri.

Elde edilen ifadeler incelendiğinde, korelasyon katsayılarının düşük (0.22 ~ 0.33) değer aralığında değiştiği belirlenmiştir. Çizelge 5.22'deki ifadeler dikkate alındığında, koni uç mukavemeti ile w_n arasındaki ilişkilerin istatistiksel olarak zayıf olduğunu söylemek mümkündür. Elde edilen ifadeler incelendiğinde kolay kullanılabilir ve pratik olması açısından doğrusal ve üs ilişki seçeneği Şekil 5.31'de verilmiştir. Grafiklerden de görüleceği üzere, tabii su muhtevasının artması ile koni uç mukavemetinin (q_c) azalma eğiliminde olduğundan bahsedilebilir.

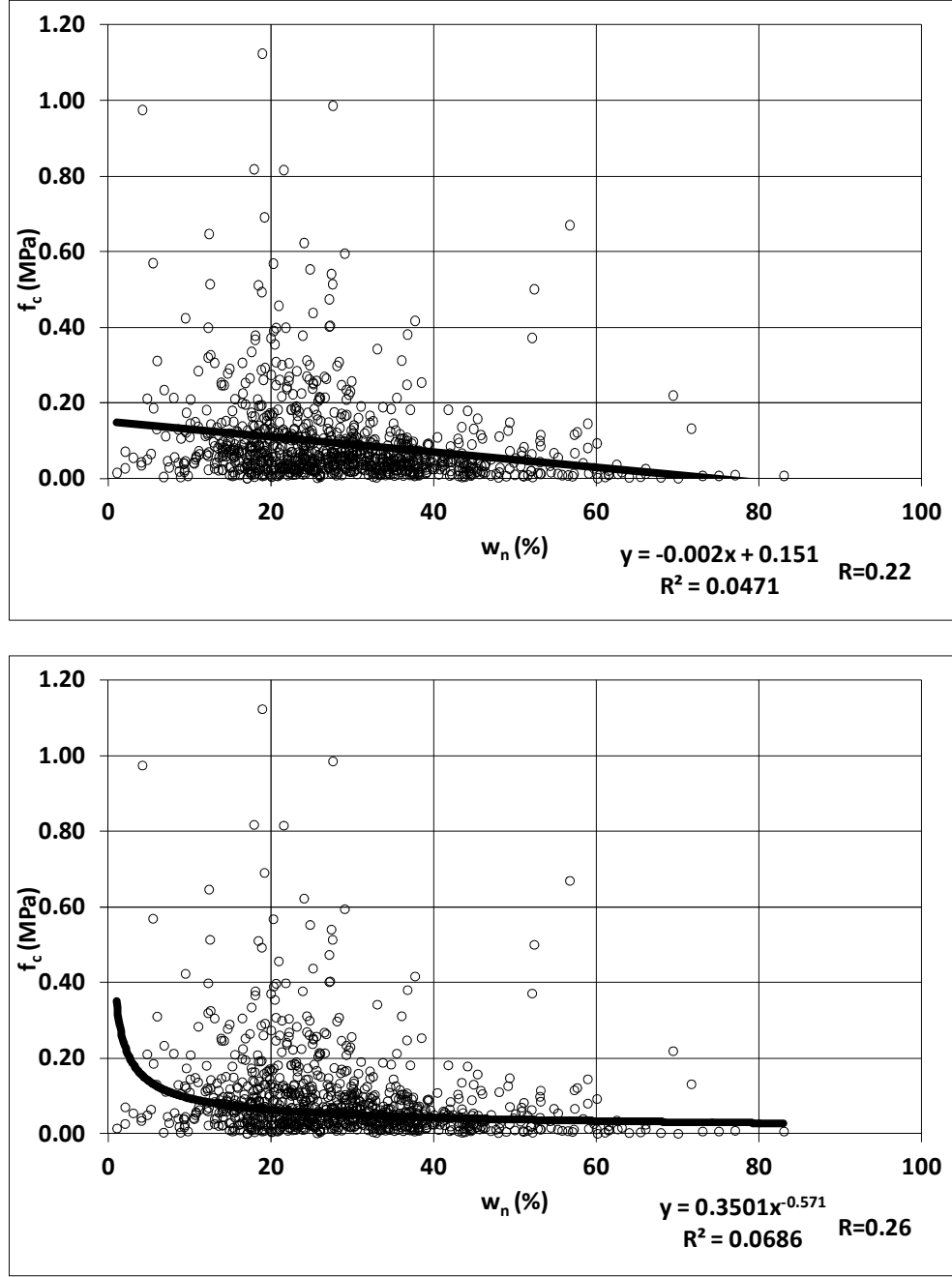
5.2.8 CPT sürtünme direnci (f_c) ile tabii su muhtevası (w_n) arasındaki ilişki

Koni Penetrasyon Deneyi (CPT) sürtünme direnci (f_c) değeri ile tabii su muhtevası (w_n) arasındaki ilişki mevcut zemin verileri aracılığıyla incelenmiştir. İncelemede CPT yakınında gerçekleştirilen sondajlardan alınan numunelerden elde edilen tabii su muhtevası sonuçları kullanılmıştır. Gerçekleştirilen regresyon ve korelasyon analizleri sonucunda zemin özellikleri arasındaki ilişkilerin anlamlılığı t testi ile değerlendirilmiştir. Elde edilen ilişkiler ve özellikleri Çizelge 5.23'de özetlenmiştir (n: Numune sayısı).

Çizelge 5.23 : $f_c - w_n$ ilişkileri.

Zemin Cinsi (n: Numune sayısı)	Denklem Cinsi	f_c (MPa)	Korelasyon Katsayısı (r)
	Doğrusal	-0.002 w_n + 0.151	0.22
Tüm Zeminler (n=985)	Üstel	$0.1197 e^{-0.027(w_n)}$	0.32
	Logaritmik	$-0.049 \ln(w_n) + 0.2532$	0.21
	Polinom	$3e^{-5} (w_n)^2 - 0.0037 w_n + 0.1751$	0.22
	Üs	0.35 $w_n^{-0.571}$	0.26

Elde edilen ifadeler incelendiğinde, korelasyon katsayılarının düşük (0.21 ~ 0.32) değer aralığında değiştiği belirlenmiştir. Çizelge 5.23'deki ifadeler dikkate alındığında, koni sürtünme mukavemeti ile w_n arasındaki ilişkilerin istatistiksel olarak zayıf olduğunu söylemek mümkündür. Elde edilen ifadeler incelendiğinde kolay kullanılabilir ve pratik olması açısından doğrusal ve üs ilişki seçeneği Şekil 5.32'de verilmiştir. Grafiklerden de görüleceği üzere, tabii su muhtevasının artması ile koni sürtünme mukavemetinin (f_c) azalma eğiliminde olduğundan bahsedilebilir.



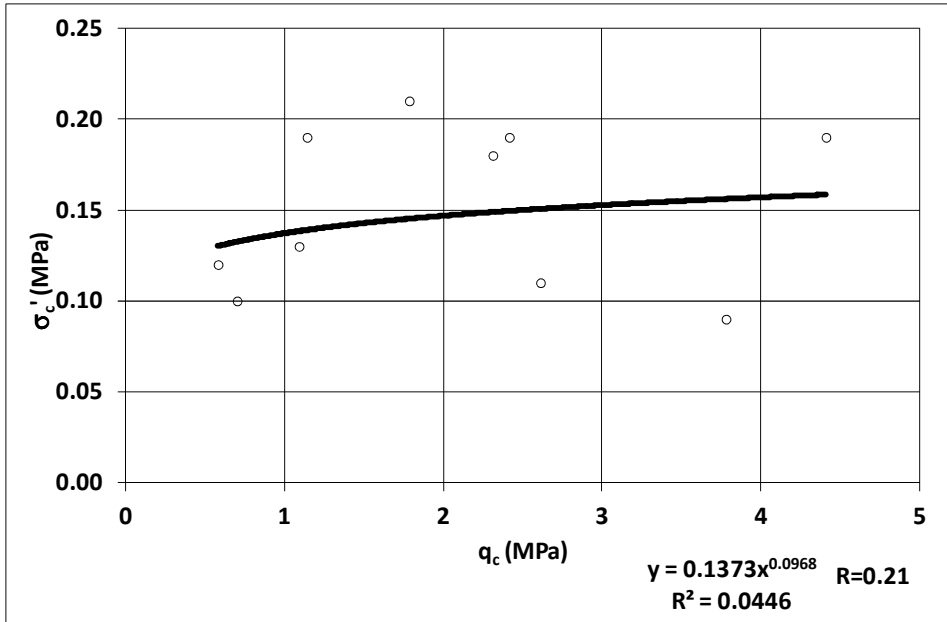
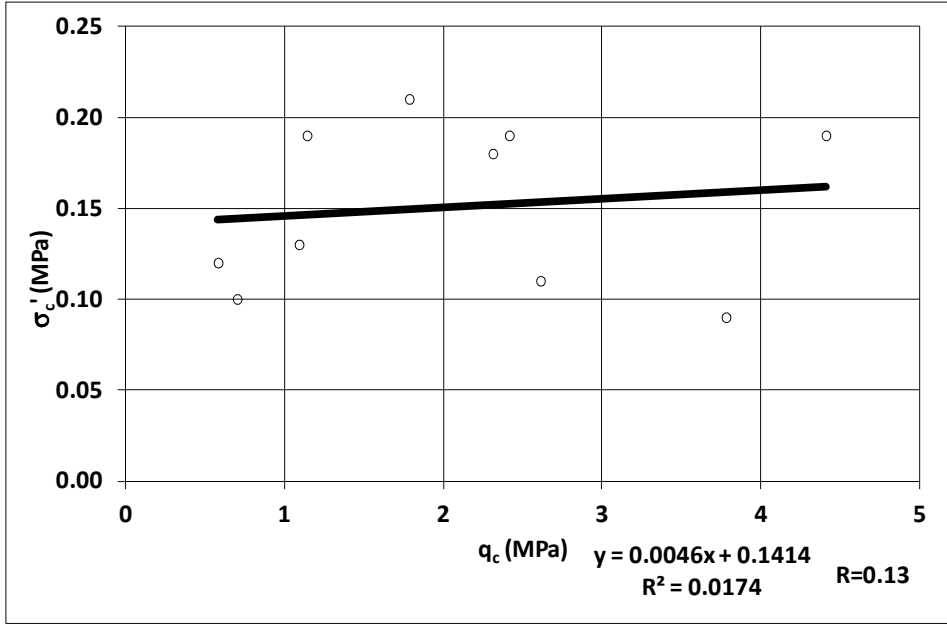
Şekil 5.32 : $f_c - w_n$ ilişkileri.

5.2.9 CPT uç direnci ile ön konsolidasyon basıncı arasındaki ilişki

Koni Penetrasyon Deneyi (CPT) uç direnci (q_c) değeri ile ön konsolidasyon basıncı (σ_c') arasındaki ilişki mevcut zemin verileri aracılığıyla incelenmiştir. İncelemede CPT yakınında gerçekleştirilen sondajlardan alınan örselenmemiş numunelerden elde edilen konsolidasyon deneyi sonuçları kullanılmıştır. Gerçekleştirilen regresyon ve korelasyon analizleri sonucunda zemin özellikleri arasındaki ilişkilerin anlamlılığı t testi ile değerlendirilmiştir. Elde edilen ilişkiler ve özellikleri Çizelge 5.24'te özetlenmiştir (n: Numune sayısı).

Çizelge 5.24 : $q_c - \sigma_c'$ ilişkileri.

Zemin Cinsi (n: Numune sayısı)	Denklem Cinsi	σ_c' (MPa)	Korelasyon Katsayısı (r)
Kil (n=10)	Doğrusal	$0.0046 q_c + 0.14$	0.13
	Üstel	$0.1376 e^{0.0238(q_c)}$	0.09
	Logaritmik	$0.0161 \ln(q_c) + 0.1423$	0.25
	Polinom	$-0.0083 (q_c)^2 + 0.0449 q_c + 0.1061$	0.30
	Üs	$0.1373 q_c^{0.0968}$	0.21



Şekil 5.33 : $\sigma_c' - q_c$ ilişkileri.

Elde edilen ifadeler incelendiğinde, korelasyon katsayılarının oldukça düşük (0.09 ~ 0.30) değer aralığında değiştiği belirlenmiştir. İncelenen Çizelge 5.24'teki ifadeler dikkate alındığında, ön konsolidasyon basıncı ile koni uç mukavemeti arasındaki ilişkilerin istatistiksel olarak zayıf olduğunu söylemek mümkündür. Elde edilen ifadeler incelendiğinde kolay kullanılabilir ve pratik olması açısından doğrusal ve üs ilişki seçeneği Şekil 5.33'de verilmiştir. Grafiklerden de görüleceği üzere, koni uç mukavemetinin artması ile ön konsolidasyon basıncının artma eğiliminde olduğundan bahsedilebilir.

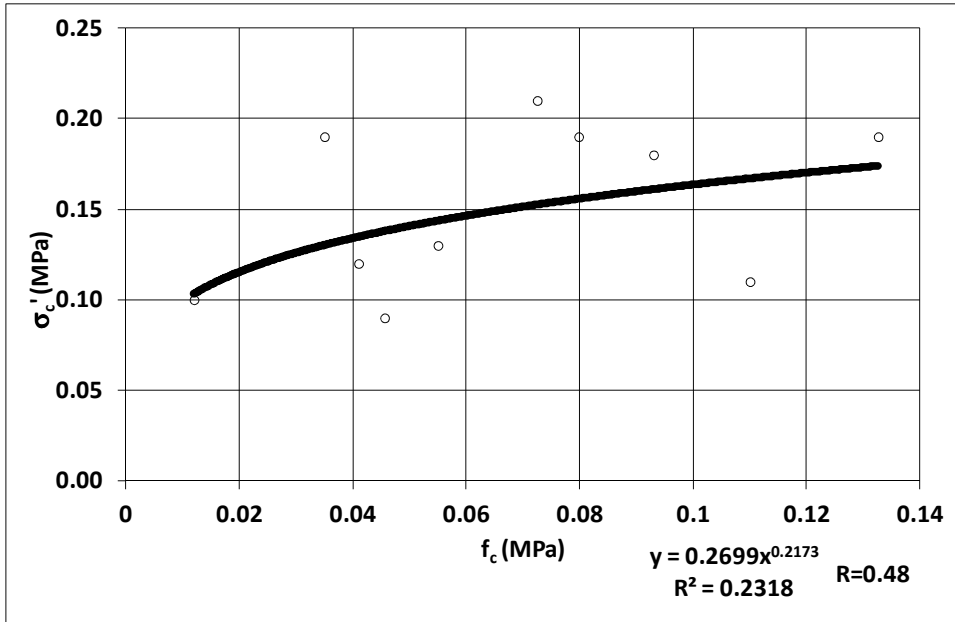
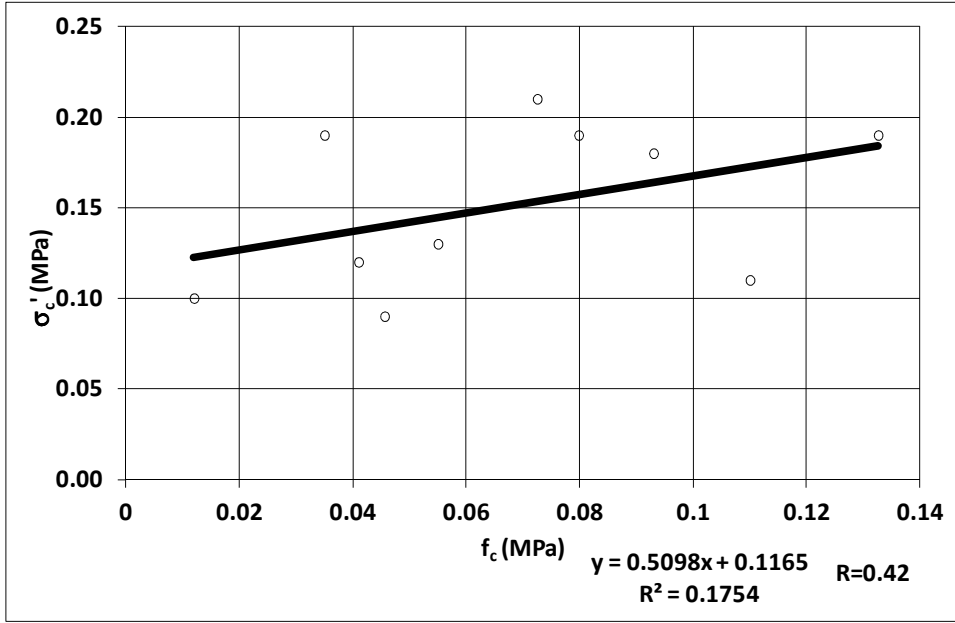
5.2.10 CPT sürtünme direnci ile ön konsolidasyon basıncı arasındaki ilişki

Koni Penetrasyon Deneyi (CPT) uç direnci (f_c) değeri ile ön konsolidasyon basıncı (σ'_c) arasındaki ilişki mevcut zemin verileri aracılığıyla incelenmiştir. İncelemede CPT yakınında gerçekleştirilen sondajlardan alınan örselenmemiş numunelerden elde edilen konsolidasyon deneyi sonuçları kullanılmıştır. Gerçekleştirilen regresyon ve korelasyon analizleri sonucunda zemin özellikleri arasındaki ilişkilerin anlamlılığı t testi ile değerlendirilmiştir. Elde edilen ilişkiler ve özellikleri Çizelge 5.25'de özetlenmiştir (n: Numune sayısı).

Çizelge 5.25 : $f_c - \sigma'_c$ ilişkileri.

Zemin Cinsi (n: Numune sayısı)	Denklem Cinsi	σ'_c (MPa)	Korelasyon Katsayısı (r)
Kil (n=10)	Doğrusal	$0.51 f_c + 0.12$	0.42
	Üstel	$0.11 e^{3.66(f_c)}$	0.43
	Logaritmik	$0.03 \ln(f_c) + 0.24$	0.47
	Polinom	$-7.37 (f_c)^2 + 1.58 f_c + 0.086$	0.47
	Üs	$0.27 f_c^{0.2173}$	0.48

Elde edilen ifadeler incelendiğinde, korelasyon katsayılarının 0.42 ile 0.48 arasında değiştiği belirlenmiştir. Çizelge 5.25'deki ifadeler dikkate alındığında, ön konsolidasyon basıncı ile koni sürtünme mukavemeti arasındaki ilişkilerin istatistiksel olarak kuvvetli olmadığını söylemek mümkündür. Elde edilen ifadeler incelendiğinde kolay kullanılabilir ve pratik olması açısından doğrusal ve üs ilişki seçeneği Şekil 5.34'te verilmiştir. Grafiklerden de görüleceği üzere, koni sürtünme mukavemetinin artması ile ön konsolidasyon basıncının artma eğiliminde olduğundan bahsedilebilir.



Şekil 5.34 : $\sigma'_c - f_c$ ilişkileri.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Tez çalışması kapsamında, zemin inceleme programlarında sıkça tercih edilen arazi deneylerinden Standart Penetrasyon Deneyi (SPT) ve Koni Penetrasyon Deneyi (CPT) konu alınmıştır. Standart Penetrasyon Deneyi ile elde edilen zemin penetrasyon direnci SPT-N ve Koni Penetrasyon Deneyi ile elde edilen koni uç ve koni sürtünme direnci değerleri ile zeminlerin çeşitli özellikleri arasında geçmişte önerilen ilişkiler incelenmiştir. Ayrıca, Türkiye'nin çeşitli yerlerinde gerçekleştirilen SPT, CPT ve laboratuvar deney sonuçları kullanılarak arazide ölçülen SPT-N darbe sayısı, koni uç ve koni sürtünme direnci ile başta drenajsız kayma mukavemeti (s_u) olmak üzere zeminlerin çeşitli özellikleri arasında ifadeler elde edilmiştir.

Laboratuvar deneyleri ve arazide ölçülen SPT-N darbe sayısı sonuçları kullanılarak SPT-N ile drenajsız kayma mukavemeti (s_u), $f_1 = s_u/\text{SPT-N}$ değeri ile plastisite indisi (I_p), drenajsız kayma mukavemeti (s_u) ile tabii su muhtevası (w_n), SPT-N ile tabii su muhtevası (w_n), SPT-N ile likidite indisi (I_L) ve SPT-N ile ön konsolidasyon basıncı (σ_c') arasındaki ilişkiler incelenmiştir.

CPT verileri (koni uç direnci (q_c) ve koni sürtünme direnci (f_c)) ve laboratuvar deney sonuçları kullanılarak koni uç direnci (q_c) ve koni sürtünme direnci (f_c) ile drenajsız kayma mukavemeti (s_u), koni faktörü (N_k) ile plastisite indisi (I_p), likidite indisi (I_L) ve tabii su muhtevası (w_n), koni uç direnci (q_c) ve koni sürtünme direnci (f_c) ile tabii su muhtevası (w_n), koni uç direnci (q_c) ve koni sürtünme direnci (f_c) ile ön konsolidasyon basıncı (σ_c') arasındaki ilişkiler incelenmiştir.

6.1 Standart Penetrasyon Deneyi (SPT) İlişkileri

6.1.1 Drenajsız kayma mukavemeti (s_u) – SPT-N

Serbest basınç deneyi ve konsolidasyonsuz drenajsız üç eksenli basınç deneyi sonuçları yardımıyla çeşitli ilişkiler elde edilmiş olup, istatistiksel olarak kuvvetli özellikte olan ve konsolidasyonsuz drenajsız üç eksenli basınç deneyi yardımıyla elde edilen aşağıdaki ifade önerilmiştir (n: Numune sayısı).

Çizelge 6.1 : s_u ile SPT-N arasında önerilen ilişki.

Zemin Cinsi (n: Numune sayısı)	Denklem Cinsi	s_u (kPa)	Korelasyon Katsayısı (r)
Kil (n=116)	Doğrusal	$3.37 \text{ SPT-N} + 14.37$	0.73

6.1.2 s_u /SPT-N – plastisite indisi (I_p)

$f_1=s_u$ /SPT-N ile plastisite indisi I_p arasındaki ilişki, serbest basınç deneyi ve konsolidasyonsuz drenajsız üç eksenli basınç deneyinden elde edilen veriler için ayrı ayrı incelenmiştir. f_1 değerinin değişimi iki deney tipi için ayrı ayrı Çizelge 6.2’de verilmiştir.

Çizelge 6.2 : f_1 değerleri.

Deney Tipi	Zemin Grubu	f_1
Serbest Basınç Deneyi	Kil	0.6 ~ 8.6
Konsolidasyonsuz Drenajsız Üç Eksenli Basınç Deneyi	Kil	1.1 ~ 15.5

6.1.3 Drenajsız kayma mukavemeti (s_u) – tabii su muhtevası (w_n)

Serbest basınç deneyi ve konsolidasyonsuz drenajsız üç eksenli basınç deneyi sonuçları yardımıyla s_u ile w_n arasında elde edilen ifadeler dikkate alındığında, iki özellik arasında istatistiksel olarak kuvvetli bir ilişkinin olduğunu söylemek mümkün gözükmemektedir. Ancak Şekil 5.13 ve Şekil 5.14’teki grafiklerden de görüleceği üzere, tabii su muhtevasının artması ile drenajsız kayma mukavemetinin azalma eğiliminde olduğundan bahsedilebilir.

6.1.4 SPT-N – tabii su muhtevası (w_n)

SPT-N darbe sayısı ile tabii su muhtevası arasında elde edilen ifadeler incelendiğinde w_n ile SPT-N arasında istatistiksel olarak kuvvetli bir ilişkinin olduğunu söylemek mümkün gözükmemektedir. Ancak Şekil 5.17’deki grafiklerden de görüleceği üzere, SPT-N darbe sayısının artması ile tabii su muhtevasının azalma eğiliminde olduğundan bahsedilebilir.

6.1.5 SPT-N – likidite indisi (I_L)

SPT-N darbe sayısı ile likidite indisi arasında elde edilen ifadeler incelendiğinde I_L ile SPT-N arasında istatistiksel olarak kuvvetli bir ilişkinin olduğunu söylemek mümkün gözükmemektedir. Ancak Şekil 5.19’daki grafiklerden de görüleceği üzere,

SPT-N darbe sayısının artması ile likidite indisinin azalma eğiliminde olduğundan bahsedilebilir.

6.1.6 SPT-N – ön konsolidasyon basıncı (σ_c')

SPT-N darbe sayısı ile ön konsolidasyon basıncı arasında elde edilen ifadeler dikkate alındığında, σ_c' ile SPT-N arasındaki ilişkilerin istatistiksel olarak çok zayıf olduğunu söylemek mümkündür. Ancak elde edilen grafiklerden de görüleceği üzere, SPT-N darbe sayısının artması ile ön konsolidasyon basıncının artma eğiliminde olduğundan bahsedilebilir.

6.2 Koni Penetrasyon Deneyi (CPT) İlişkileri

6.2.1 Drenajsız kayma mukavemeti (s_u) – ($q_c - \sigma_v$)

Konsolidasyonsuz drenajsız üç eksenli basınç deneyi sonuçları kullanılarak

$s_u = \frac{(q_c - \sigma_v)}{N_k}$ genel bağıntısı yardımıyla drenajsız kayma mukavemeti (s_u) değeri

koni uç direnci ve düşey toplam gerilme değerlerine bağlı olarak incelenmiştir. Kil zeminler için elde edilen ilişki aşağıda verilmiştir (n: Numune sayısı, r: Korelasyon katsayısı).

$$s_u = \frac{(q_c - \sigma_v)}{25} \text{ (kPa)}, \quad n = 73, \quad r = 0.86 \quad (6.1)$$

6.2.2 Drenajsız kayma mukavemeti (s_u) – koni uç direnci (q_c)

Konsolidasyonsuz drenajsız üç eksenli basınç deneyi sonuçları kullanılarak $s_u = q_c / N_c$ genel bağıntısı yardımıyla drenajsız kayma mukavemeti (s_u) değeri, koni uç mukavemeti değerine bağlı olarak incelenmiştir. Kil zeminler için elde edilen ilişki aşağıda verilmiştir (n: Numune sayısı, r: Korelasyon katsayısı).

$$s_u = \frac{q_c}{26.9} \text{ (kPa)}, \quad n = 73, \quad r = 0.86 \quad (6.2)$$

6.2.3 Drenajsız kayma mukavemeti (s_u) – koni sürtünme direnci (f_c)

Konsolidasyonsuz drenajsız üç eksenli basınç deneyi sonuçları kullanılarak drenajsız kayma mukavemeti (s_u) değeri ile koni sürtünme mukavemeti değeri arasındaki ilişki

incelenmiştir. Kil zeminler için elde edilen ilişki aşağıda verilmiştir (n: Numune sayısı, r: Korelasyon katsayısı).

$$s_u = 0.66 f_c \text{ (kPa)}, \quad n = 73, \quad r = 0.85 \quad (6.3)$$

6.2.4 Koni faktörü (N_k) – plastisite indisi (I_p)

N_k koni faktörü ile plastisite indisi arasında elde edilen ifadeler dikkate alındığında, iki özellik arasındaki ilişkilerin istatistiksel olarak çok zayıf olduğunu söylemek mümkündür. Ancak Şekil 5.28'deki grafikten de görüleceği üzere, plastisite indisinin artması ile N_k koni faktörünün azalma eğiliminde olduğundan bahsedilebilir.

6.2.5 Koni faktörü (N_k) – likidite indisi (I_L)

N_k koni faktörü ile likidite indisi arasında elde edilen ifadeler dikkate alındığında, N_k koni faktörü ile I_L arasındaki ilişkilerin istatistiksel olarak çok zayıf olduğunu söylemek mümkündür. Ancak Şekil 5.29'daki grafikten de görüleceği üzere, likidite indisinin artması ile N_k koni faktörünün artma eğiliminde olduğundan bahsedilebilir.

6.2.6 Koni faktörü (N_k) – tabii su muhtevası (w_n)

Koni faktörü N_k ile tabii su muhtevası w_n değerleri arasında elde edilen ifadeler incelendiğinde N_k koni faktörü ile w_n arasındaki ilişkilerin istatistiksel olarak çok zayıf olduğunu söylemek mümkündür. Ancak Şekil 5.30'daki grafikten de görüleceği üzere, tabii su muhtevasının artması ile N_k koni faktörünün azalma eğiliminde olduğundan bahsedilebilir.

6.2.7 CPT uç direnci (q_c) – tabii su muhtevası (w_n)

CPT uç direnci ile tabii su muhtevası arasında elde edilen ifadeler dikkate alındığında, koni uç mukavemeti ile w_n arasındaki ilişkilerin istatistiksel olarak zayıf olduğunu söylemek mümkündür. Ancak Şekil 5.31'deki grafiklerden de görüleceği üzere, tabii su muhtevasının artması ile koni uç mukavemetinin (q_c) azalma eğiliminde olduğundan bahsedilebilir.

6.2.8 CPT sürtünme direnci (f_c) – tabii su muhtevası (w_n)

CPT sürtünme direnci ile tabii su muhtevası arasında elde edilen ifadeler dikkate alındığında, koni sürtünme mukavemeti ile w_n arasındaki ilişkilerin istatistiksel olarak zayıf olduğunu söylemek mümkündür. Ancak Şekil 5.32'deki grafiklerden de

görülebceği üzere, tabii su muhtevasının artması ile koni sürtünme mukavemetinin (f_c) azalma eğiliminde olduğundan bahsedilebilir.

6.2.9 CPT uç direnci (q_c) – ön konsolidasyon basıncı (σ'_c)

CPT uç direnci ile ön konsolidasyon basıncı arasında elde edilen ifadeler dikkate alındığında, ön konsolidasyon basıncı ile koni uç mukavemeti arasındaki ilişkilerin istatistiksel olarak zayıf olduğunu söylemek mümkündür. Ancak Şekil 5.33'deki grafiklerden de görülebceği üzere, koni uç mukavemetinin artması ile ön konsolidasyon basıncının artma eğiliminde olduğundan bahsedilebilir.

6.2.10 CPT sürtünme direnci (f_c) – ön konsolidasyon basıncı (σ'_c)

CPT sürtünme direnci ile ön konsolidasyon basıncı arasında elde edilen ifadeler dikkate alındığında, ön konsolidasyon basıncı ile koni sürtünme mukavemeti arasındaki ilişkilerin istatistiksel olarak kuvvetli olmadığını söylemek mümkündür. Ancak Şekil 5.34'teki grafiklerden de görülebceği üzere, koni sürtünme mukavemetinin artması ile ön konsolidasyon basıncının artma eğiliminde olduğundan bahsedilebilir.

KAYNAKLAR

- Almeida, M.S.S. de, Marques, M.E.S. ve Baroni, M.** (2010). Geotechnical Parameters of Very Soft Clays From CPTu. 2nd International Symposium on Cone Penetration Testing, Huntington Beach, CA, USA, Mayıs 2010.
- Bayazıt, M. ve Oğuz, B. Y.** (2011). Mühendisler İçin İstatistik, Birsen Yayınevi, İstanbul.
- Bowles, J. E.** (1996). Foundation Analysis and Design, McGraw-Hill Book Company, New York.
- Brown, T.** (2008). Estimating Shear Strength Properties of Soils Using SPT Blow Counts: An Energy Balance Approach. GeoCongress 2008: Characterization, Monitoring and Modeling of GeoSystems, New Orleans, Louisiana, U.S.A., 9-12 Mart.
- Chen, J. W. ve Juang, C. H.** (1996). Determination of Drained Friction Angle of Sands From CPT. *Journal of Geotechnical Engineering*, 122, 374-381.
- Chen, C. S.** (2001). Evaluating Undrained Shear Strength of Klang Clay From Cone Penetration Test. International Conference on In-situ Measurement of Soil Properties and Case Histories, Bali, Indonesia, Mayıs 2001.
- Das, M. B.** (2007). Principles of Foundation Engineering, 7th Edition, Brooks/Cole, California, U.S.A.
- Hettiarachchi, H. ve Brown, T.** (2009). Use of SPT Blow Counts to Estimate Shear Strength Properties of Soils: Energy Balance Approach. *Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering*, 135, 830-834.
- Hong, S. J., Lee, M. J., Kim J. J. ve Lee, W. J.** (2010). Evaluation of Undrained Shear Strength of Busan Clay Using CPT. 2nd International Symposium on Cone Penetration Testing, Huntington Beach, CA, USA, Mayıs 2010.
- İyisan, R.** (1994). Geoteknik Özelliklerin Belirlenmesinde Sismik ve Penetrasyon Deney Sonuçlarının Karşılaştırılması, Ph. D. İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Anabilim Dalı, Geoteknik Programı.
- Kalantary, F., Ardalan, H. ve Nariman-Zadeh, N.** (2008). An Investigation on The s_u - N_{SPT} Correlation Using GMDH Type Neural Networks and Genetic Algorithms. *Engineering Geology*, 104, 144-155.
- Kumbasar, V. ve Kip, F.** (1999). Zemin Mekaniği Problemleri, Çağlayan Kitabevi, İstanbul.
- Lunne, T., Robertson, P. K. ve Powell, J. J. M.** (1997). Cone Penetration Testing in Geotechnical Practice, E&FN Spon, New York, U.S.A.

- Mayne, P. W.** (2007). Cone Penetration Testing A Synthesis of Highway Practice, National Cooperative Highway Research Program, Washington D.C.
- Nassaji, F. ve Kalantari, B.** (2011). SPT Capability to Estimate Undrained Shear Strength of Fine-Grained Soils of Tehran, Iran. *Electronic Journal of Geotechnical Engineering*, 16, 1229-1238.
- Özüdoğru, K., Tan, O. ve Aksoy, İ. H.** (1996). Çözümlü Problemlerle Zemin Mekaniği, Birsen Yayınevi, İstanbul.
- Sivrikaya, O. ve Toğrol, E.** (2006). Determination of Undrained Strength of Fine-Grained Soils by Means of SPT and Its Application in Turkey. *Engineering Geology*, 86, 52-69.
- Sivrikaya, O. ve Toğrol, E.** (2007). Türkiye’de SPT-N Değeri ile İnce Daneli Zeminlerin Drenajsız Kayma Mukavemeti Arasındaki İlişkiler. *İMO Teknik Dergi*, Yazı 279, 4229-4246.
- Sivrikaya, O. ve Toğrol E.** (2009). Arazi Deneyleri ve Geoteknik Tasarımda Kullanımları, Birsen Yayınevi, İstanbul.
- Sivrikaya, O.** (2009). Comparison of Artificial Neural Networks Models with Correlative Works on Undrained Shear Strength. *Eurasian Soil Science*, 42, 1487-1496.
- Till, R.** (1974). Statistical Methods for the Earth Scientists, John Wiley&Sons, New York.
- Toğrol, E. ve Tan O.** (2009). Kazıklı Temeller, Birsen Yayınevi, İstanbul.
- Wei, L., Pant, R. ve Tumay, M. T.** (2010). Evaluation of Undrained Shear Strength of Soft New Orleans Clay Using Piezocone. 2nd International Symposium on Cone Penetration Testing, Huntington Beach, CA, USA, Mayıs 2010.
- Dipova, N. ve Cangir, B.** (2005). Antalya Zeminlerinde CPT (Konik Penetrasyon Deneyi) Uygulamaları. *Antalya Yöresinin İnşaat Mühendisliği Sorunları Kongresi*. Alındığı tarih: 05.03.2012, adres: <http://www.e-kutuphane.imo.org.tr/pdf/11103.pdf>
- Çetin, K. Ö.** (2011). Dayanma Yapılarının Tasarımına Yönelik Analiz Yöntemleri – Derin Kazılarda Zemin Yapı Etkileşimi. *Bursa İnşaat Mühendisleri Odası Eğitim Programı*. Alındığı tarih: 05.03.2012, adres: <http://tr.scribd.com/doc/90675273/Dayanma-Yapilarinin-Tasarima-Yonelik-Analiz-Yontemleri-Prof-94712>
- Şahinler, S.** (2011). İstatistik: Lineer Regresyon ve Korelasyon Analizi Ders Notları. Alındığı tarih: 13.08.2012, adres: <http://old.mku.edu.tr/image/ziraatfak/file/istatistik/Bolum12.pdf>
- Url-1** <<http://transport.itu.edu.tr/PDF/ista208/istatistikBL8.pdf>>, alındığı tarih: 13.08.2012.

EKLER

EK A: Zeminlerin Mukavemet Özellikleri Elde Edilen Laboratuvar Deney Sonuçları ve SPT-N Değerleri

EK B: Zeminlerin Mukavemet Özellikleri Elde Edilmeyen Laboratuvar Deney Sonuçları ve SPT-N Değerleri

EK C: Zeminlerin Mukavemet Özellikleri Elde Edilen Laboratuvar Deney Sonuçları ve CPT Değişkenleri

EK D: Zeminlerin Mukavemet Özellikleri Elde Edilmeyen Laboratuvar Deney Sonuçları ve CPT Değişkenleri

EK A

Proje Yeri	Proje Kodu	Sondaj Kuyusu No	Numune No	Derinlik (m'den - m'ye)	w _n (%)	w _L (%)	w _p (%)	I _p (%)	+No.10 (%)	-No.200 (%)	σ' _v (kPa)	γ _n (kN/m ³)	Serbest Basınç Deneyi s _u =q _u /2 (kPa)	Konsolidasyonsuz Drenajsız Üç Eksenli Basınç Deneyi s _u (kPa)	Zemin Sınıfı	SPT-N
01	04b	SK3	UD1	15.50 - 16.00	23	26	18	8	0.00	62.96				26	CL	10
01	04b	SK4	UD2	15.50 - 16.00	21	30	17	13	0.87	78.22				51	CL	10
02	01	SK-4	UD-2	23.50 - 24.00	33	37	18	19	0.00	100.00				46	CL	10
02	01	SK-6	UD-1	20.50 - 21.00	32	30	17	13	0.00	97.66				22	CL	6
02	01	SK-8	UD-1	16.00 - 16.50	31	30	20	10	0.00	82.61				30	CL	12
03	51	SK- 10	UD-1	4.00 - 4.50	37	51	25	26	0.00	99.13		19.00		41	CH	13
04	11	SK-29	UD-1	7.00 - 7.50	39	46	27	19	0.00	96.54	120			33	CI	10
04	11	SK-29	UD-2	13.00 - 13.50	38	57	21	36	0.00	94.19	100			32	CH	7
04	11	SK-55	UD-1	7.00 - 7.50	37	90	26	64	0.00	100.00				23	CH	5
04	11	SK-56	UD-2	17.50 - 18.00	56	93	32	61	0.00	100.00				49	CH	8
04	11	SK-57	UD-1	4.00 - 4.50	35	72	27	45	0.00	98.06				43	CH	4
04	11	SK-57	UD-3	19.00 - 19.50	53	75	29	46	0.00	100.00				25	CH	2
04	11	SK-58	UD-1	5.50 - 6.00	38	63	25	38	0.00	83.32				41	CH	3
04	11	SK-58	UD-3	17.50 - 18.00	41	54	25	29	0.53	97.34				31	CH	2
04	11_2	SK-2	UD-1	4.00 - 4.50	23	56	19	37	22.91	42.96	130				SC	7
04	11_2	SK-4	UD-2	13.00 - 13.50	55	90	26	64	0.00	100.00				26	CH	7
04	11_2	SK-5	UD-1	4.00 - 4.50	30	98	20	78	0.00	100.00				30	CH	13
04	11_2	SK-8	UD-1	7.00 - 7.50	56	94	14	80	0.00	100.00				16	CH	7
04	11_2	SK-8	UD-2	11.50 - 12.00	44	54	12	42	0.00	100.00				22	CH	8
04	11_2	SK-9	UD-1	7.00 - 7.50	51	86	22	64	0.00	100.00				34	CH	9
04	11_2	SK-9	UD-2	11.50 - 12.00	51	56	22	34	0.00	100.00				26	CH	10
04	12	SK- 1	UD-1	32.50 - 33.00	36	43	23	20	0.34	60.24	190	18.30			CI	9
04	12	SK- 1	UD-2	37.00 - 37.50	34	57	27	30	0.00	95.65		19.00		32	CH	13
04	12	SK- 2	UD-1	35.50 - 36.00	34	56	23	33	0.00	99.47		18.80		38	CH	15
04	12	SK- 2	UD-2	40.00 - 40.50	33	61	25	36	0.00	95.76		19.10		26	CH	16
04	12	SK- 3	UD-1	26.50 - 27.00	39	56	24	32	0.00	93.93		18.50		35	CH	18
04	41	SK-1	UD1	3.00 - 3.50	30	51	16	35	1.63	86.93				80	CH	16
04	41	SK-2	UD1	3.00 - 3.50	30	51	16	35	1.63	86.93				68	CH	10
04	41	SK-2	UD2	8.50 - 9.00	33	61	23	38	0.00	87.68				97	CH	20
04	52	SK- 1	UD-1	5.50 - 6.00	26	74	26	48	3.59	78.04		19.30		91	CH	14
04	52	SK- 1	UD-2	10.00 - 10.50	36	66	27	39	3.74	75.98	180	18.40			CH	16
04	52	SK- 2	UD-1	2.50 - 3.00	24	67	19	48	6.05	61.67		19.80		88	CH	12
04	52	SK- 2	UD-2	7.00 - 7.50	30	66	23	43	0.69	87.67	110	19.10			CH	16
04	52	SK- 2	UD-3	11.50 - 12.00	28	74	25	49	1.97	85.31		20.20		108	CH	16
06	03_2	SK-3	UD2	5.50 - 6.00	38	63	23	40	0.00	93.11				39	CH	10
06	03_2	SK-4	UD1	4.00 - 4.50	29	45	18	27	0.00	66.77				58	CL	11
06	07	S2	UD-1	2.50 - 3.00	9	34	13	21	1.40	57.17	90	18.87		22	CL	15
06	07	S3	UD-1	4.00 - 4.50	42	92	29	63	0.00	100.00		17.40		85	CH	38
06	07	S5	UD-1	7.00 - 7.50	20	36	13	23	0.00	62.51	190	18.93		138	CL	16
06	07	S7	UD-1	7.00 - 7.50	30	77	26	51	0.00	99.50		17.73		164	CH	23
06	07	S8	UD-1	4.00 - 4.50	18	34	12	22	1.61	53.14		21.20		50	CL	14
06	07	S9	UD-1	8.50 - 9.00	35	88	25	63	0.00	99.46	210	18.02		103	CH	28
06	07	S11	UD-1	4.00 - 4.50	32	58	18	40	0.00	97.00		18.60		93	CH	16
06	07	S11	UD-2	7.00 - 7.50	23	61	21	40	0.00	100.00		17.54		100	CH	40
06	07	S12	UD1	2.00 - 2.50	24	59	19	40	0.00	80.72		18.27		127	CH	24
06	07	S15	UD-1	4.00 - 4.50	19	35	12	23	0.00	74.00		20.30		174	CL	18
06	07	S17	UD1	5.50 - 6.00	37	70	27	43	0.00	98.74	190	17.26		92	CH	29
06	07	S19	UD-1	4.00 - 4.50	22	49	16	33	0.00	77.00		18.70		180	CL	19
06	07	SA02	UD-1	11.50 - 12.00	45	83	34	49	0.00	100.00		16.45		106	CH	31
06	07	SA04	UD-1	8.00 - 8.50	11	90	32	58	0.00	97.04		16.85		117	CH	24
06	07	SA05	UD-1	8.50 - 9.00	39	84	30	54	0.00	100.00		17.07		126	CH	24
06	07	SK1	UD-1	8.50 - 9.00	31	73	27	46	0.00	98.89		18.00		170	CH	49
06	07	SK1	UD-2	11.50 - 12.00	39	90	29	61	0.00	100.00		17.40		156	CH	47
06	07	SK10	UD-1	4.00 - 4.50	34	90	29	61	0.00	100.00		17.60		36	CH	16
06	07	SK10	UD-2	7.00 - 7.50	49	96	32	64	0.00	100.00		17.90		73	CH	24
06	07	SK12	UD-1	4.00 - 4.50	38	97	29	68	0.00	99.12		17.90		51	CH	9
06	19	SK-3	UD1	2.50 - 3.00	18	40	17	23	0.00	86.56				166	CL	47
06	49	SK-2	UD2	5.50 - 6.00	27	42	20	22	10.30	69.50				75	CL	13
06	49	SK-3	UD1	2.50 - 3.00	30	53	24	29	28.40	55.20				60	CH	17
06	49	SK-3	UD2	5.00 - 5.50	24	40	21	19	15.40	57.60				25	CL	19
06	49	SK-6	UD1	1.00 - 1.50	26	42	21	21	5.80	70.80				60	CL	16
06	49	SK-6	UD2	2.50 - 3.00	53	75	28	47	23.20	57.60				50	CH	39
06	49	SK-7	UD1	2.50 - 3.00	24	42	20	22	12.70	52.10				35	CL	11
06	53	SK-4	UD-1	4.00 - 4.50	22	58	20	38	0.00	100.00		20.60		51	CH	11
06	53	SK-10	UD-2	7.00 - 7.50	24	37	18	19	2.30	75.60		21.30		39	CI	5
06	53	SK-11	UD-1	7.00 - 7.50	23	70	25	45	0.00	66.89		20.50		34	CH	8
06	53	SK-12	UD-1	5.50 - 6.00	21	57	16	41	0.00	65.86		20.60		37	CH	21
06	53	SK-14	UD-1	5.50 - 6.00	22	41	21	20	13.00	49.00		17.60			SC	55
06	53	SK-15	UD-1	7.00 - 7.50	25	39	16	23	0.78	73.03		21.50		32	CI	4
06	53	SK-15	UD-2	11.50 - 12.00	26	40	21	19	1.59	72.83		20.60		30	CI	15
06	53	SK-16	UD-1	8.50 - 9.00	27	34	19	15	15.11	66.66		20.80		16	CL	9

Şekil A.1 : Laboratuvar deney sonuçları ve SPT-N değerleri (proje yeri: 1 – 6).

Proje Yeri	Proje Kodu	Sondaj Kuyusu No	Numune No	Derinlik (m'den - m'ye)	w _n (%)	w _L (%)	w _p (%)	I _p (%)	+No.10 (%)	-No.200 (%)	σ _c ' (kPa)	γ _n (kN/m ³)	Serbest Basınç Deneyi s _u =q _u /2 (kPa)	Konsolidasyonsuz Drenajsız Üç Eksenli Basınç Deneyi s _u (kPa)	Zemin Sınıfı	SPT-N
06	53	SK-17	UD-1	5.50 - 6.00	22	32	16	16	1.27	74.54		21.80		46	CL	10
06	53	SK-18	UD-1	4.00 - 4.50	22	36	14	22	0.00	62.48		21.10		36	CI	17
06	56	SK-1	UD-1	5.50 - 6.00	29	47	20	27	1.11	73.34				47	CI	24
06	56	SK-3	UD-1	18.50 - 19.00	27	61	25	36	14.96	60.84				83	CH	20
06	SG	BH- 101	CW-2	0.95 - 2.00	20	38	14	24	37.18	36.80		27.20			GC	26
06	SG	BH- 101	CW-4	3.95 - 5.00	11	39	14	25	24.75	54.58	175	20.45			CI	33
06	SG	BH- 101	CW-7	8.45 - 9.50	18	45	17	28	6.78	93.22			88		CI	36
06	SG	BH- 101	CW-10	12.95 - 14.00	21	41	17	24	14.75	73.50		20.50		199	CI	38
06	SG	BH- 102	CW-1	0.95 - 2.00	15	33	16	17	27.16	63.89	280	20.25			CL	40
06	SG	BH- 102	CW-4	5.45 - 6.50	17	37	14	23	20.61	63.01	500	19.88			CI	49
06	SG	BH- 102	CW-9	12.95 - 14.00	18	45	18	27	44.55	50.52			56		CI	45
06	SG	BH- 102	UD-1	15.00 - 15.50	19	45	15	30	0.00	93.00		20.55		235	CI	41
06	SG	BH- 102	CW-11	15.95 - 17.00	20	40	16	24	0.00	93.00			92		CI	40
06	SG	BH- 102	CW-13	18.95 - 20.00	20	40	16	24	0.00	93.00	530	20.18			CI	46
06	SG	BH- 103	UD-1	1.50 - 1.65	14	26	15	11	26.00	64.00	160	20.32			CL	37
06	SG	BH- 105	UD-1	1.50 - 2.00	20	50	21	29	4.00	86.00		24.55			CH	9
06	SG	BH- 105	CW-1	2.45 - 3.50	14	44	15	29	0.00	76.00	230	19.83			CI	10
06	SG	BH- 105	UD-2	4.50 - 5.00	21	47	13	34	4.00	89.00		20.45			CI	11
06	SG	BH- 105	CW-4	8.45 - 9.50	21	41	17	24	13.52	68.72	160	18.22			CI	22
06	SG	BH- 105	UD-4	19.50 - 20.00	15	36	15	21	2.00	77.00	410	21.70		303	CI	46
06	SG	BH- 105	CW-18	29.45 - 30.50	14	45	13	31	7.97	75.03	500	20.62	280		CI	56
06	SG	BH- 105	CW-25	39.64 - 41.00	16	42	14	28	9.13	85.05	300	19.60			CI	45
06	SG	BH- 105	CW-31	48.95 - 50.00	21	44	16	28	24.00	62.00			198		CI	46
06	SG	BH- 106	UD-2	4.00 - 4.50	18	55	14	41	0.00	92.00	490	19.99	88		CH	16
06	SG	BH- 106	UD-3	7.50 - 8.00	14	32	18	14	9.00	69.00	480	21.36	93		CL	53
06	SG	BH- 106	CW-14	18.95 - 20.00	14	42	12	30	4.00	77.00	730	21.27	166		CI	35
06	SG	BH- 107	CW-5	5.45 - 6.50	16	42	13	29	30.20	57.35		20.87	135		CI	23
06	SG	BH- 107	UD-3	7.00 - 7.50	23	42	15	27	2.00	89.00			113		CI	27
06	SG	BH- 107	CW-8	9.95 - 11.00	23	42	15	27	2.00	89.00	70	20.09			CI	32
06	SG	BH- 107	CW-11	14.45 - 15.50	18	46	14	32	7.20	84.24		24.44	142		CI	50
06	SG	BH- 107	CW-12	15.95 - 17.00	18	46	14	32	7.20	84.24	200	21.04			CI	49
06	SG	BH- 108	UD-2	3.00 - 3.50	23	52	15	37	2.95	86.91	400	20.50			CH	13
06	SG	BH- 108	UD-3	4.00 - 4.50	22	48	15	33	2.95	86.91		20.40			CI	10
06	SG	BH- 108	UD-5	7.50 - 8.00	18	41	13	28	22.00	58.00	150	19.60			CI	9
06	SG	BH- 108	UD-6	9.00 - 9.50	37	40	14	25	14.00	74.00	100	19.73			CI	15
06	SG	BH- 108	UD-7	10.50 - 11.00	22	37	20	17	9.00	67.00	900	20.80		85	CI	20
06	SG	BH- 108	CW-11	14.45 - 15.50	20	41	16	25	11.27	76.91	90	20.01			CI	23
06	SG	BH- 108	CW-13	17.45 - 18.50	19	46	15	31	0.00	94.77	100	20.37			CI	36
06	SG	BH- 109	UD-1	1.50 - 2.00	19	39	22	17	0.00	99.00	260	21.10			CI	6
06	SG	BH- 109	UD-2	4.00 - 4.50	15	39	13	26	8.00	81.00	510	19.60			CI	20
06	SG	BH- 109	CW-1	6.95 - 7.50	16	40	14	26	4.34	90.59		21.48	134		CI	30
06	SG	BH- 109	CW-2	9.95 - 10.50	16	38	13	25	14.09	71.41		21.54	121		CI	35
06	SG	BH- 109	UD-4	10.50 - 11.00	16	40	15	25	4.00	85.00	410	21.15	208		CI	36
06	SG	BH- 109	CW-3	11.45 - 12.50	13	46	13	33	13.73	61.84		21.28	67		CI	35
06	SG	BH- 109	CW-5	18.95 - 20.00	15	36	12	24	11.16	71.81		21.23	143		CI	57
06	SG	BH- 110	CW-1	8.45 - 9.50	22	43	15	28	11.92	74.48	180	19.36			CI	8
06	SG	BH- 110	UD-1	10.50 - 11.00	22	50	16	34	10.00	80.00				103	CH	14
06	SG	BH- 110	UD-2	13.00 - 13.50	18	39	22	17	10.00	80.00		20.21			CI	16
06	SG	BH- 110	CW-6	15.95 - 17.00	16	42	16	26	1.00	84.00	270	20.22			CI	21
06	SG	BH- 110	CW-10	21.95 - 23.00	17	37	16	21	1.00	84.00			128		CI	30
06	SG	BH- 111	CW-7	10.45 - 11.00	17	49	16	33	19.03	62.35	115	20.28			CI	59
06	SG	BH- 111	CW-17	24.95 - 26.00	21	39	15	24	23.00	52.00		20.61	245		CI	46
06	SG	BH- 112	UD-2	7.50 - 8.00	22	45	13	32	13.00	75.00		19.77		36	CI	6
06	SG	BH- 112	UD-3	10.00 - 10.50	23	36	17	19	28.00	57.00	170	18.17			CI	9
06	SG	BH- 112	UD-8	27.00 - 27.50	23	36	14	22	30.00	47.00	230	20.53			GC	44
06	SG	BH- 113	UD-3	4.50 - 5.00	16	43	15	28	1.27	93.13		21.00			CI	20
06	SG	BH- 113	UD-4	7.50 - 8.00	16	34	13	21	7.00	81.00	220	20.50	66		CL	26
06	SG	BH- 113	UD-5	12.50 - 13.00	17	37	14	23	5.00	75.00	200	21.20		159	CI	28
06	SG	BH- 113	UD-6	15.00 - 15.50	20	30	15	15	14.00	73.00		20.40		119	CL	30
06	SG	BH-114	UD-1	4.00 - 4.50	24	49	15	34	8.23	82.58		20.11			CI	13
06	SG	BH-114	UD-3	10.00 - 10.50	24	31	10	21	2.00	94.00	170	20.50			CL	12
06	SG	BH-114	UD-4	16.00 - 16.50	19	46	20	26	4.65	89.38		20.86			CI	30
06	SG	BH- 115	UD-1	1.50 - 2.00	36	56	19	37	0.00	100.00		18.10			CH	11
06	SG	BH- 115	UD-2	4.00 - 4.50	22	46	14	32	0.00	100.00		20.40		31	CI	10
06	SG	BH- 115	CW-3	4.50 - 5.00	22	46	14	32	0.00	100.00	250	20.42			CI	7
06	SG	BH- 115	UD-3	7.50 - 8.00	23	50	14	36	0.00	100.00		20.10		101	CH	18
06	SG	BH- 115	CW-6	9.95 - 10.50	22	48	16	32	0.00	100.00	200	20.84			CI	22
06	SG	BH- 115	UD-4	10.50 - 11.00	22	48	16	32	0.00	100.00		20.40		45	CI	23
06	SG	BH- 115	CW-10	18.95 - 20.00	21	56	18	38	0.00	100.00	310	20.48			CH	25
06	SG	BH- 116	UD-3	7.50 - 8.00	24	47	17	30	3.00	89.00	190	21.00			CI	18
06	SG	BH- 116	UD-4	10.50 - 11.00	15	38	13	25	5.00	75.00	190	21.00			CI	22

Şekil A.1 : Laboratuvar deney sonuçları ve SPT-N değerleri (proje yeri: 6).

Proje Yeri	Proje Kodu	Sondaj Kuyusu No	Numune No	Derinlik (m'den - m'ye)	w _a (%)	w _l (%)	w _p (%)	I _p (%)	+No.10 (%)	-No.200 (%)	σ _c ' (kPa)	γ _n (kN/m ³)	Serbest Basınç Deneyi s _u =q _u /2 (kPa)	Konsolidasyonsuz Drenajsız Üç Eksenli Basınç Deneyi s _u (kPa)	Zemin Sınıfı	SPT-N
06	SG	BH-116	CW-8	12.95 - 14.00	23	67	18	49	3.40	93.08		20.88	72		CH	31
06	SG	BH-116	CW-9	14.45 - 15.50	23	67	18	49	3.40	93.08	120	19.03			CH	33
06	SG	BH-117	CW-2	0.95 - 2.00	20	38	16	22	5.00	75.00		20.70		84	CI	33
06	SG	BH-117	CW-11	17.45 - 18.50	14	35	15	20	15.00	45.00	230	21.77			SC	44
06	SG	BH-118	CW-1	0.95 - 2.00	18	40	12	28	13.40	69.54		18.84	31		CI	20
06	SG	BH-118	CW-2	11.45 - 12.50	21	66	17	49	6.92	86.20		19.22	92		CH	40
06	SG	BH-118	CW-3	12.95 - 14.00	21	66	17	49	6.92	86.20	200	20.13			CH	28
06	SG	BH-119	CW-10	25.00 - 25.50	20	28	14	14	22.00	65.00		13.98	19		CL	34
06	SG	BH-120	UD-1	4.50 - 5.00	23	45	16	29	5.34	79.63	110	20.00		50	CI	13
06	SG	BH-120	CW-5	11.45 - 12.50	17	39	15	24	27.60	63.88				202	CI	40
06	SG	BH-120	CW-8	15.95 - 17.00	17	41	14	27	10.13	70.62	140	20.50			CI	43
06	SG	BH-120	CW-9	17.45 - 18.50	20	39	14	25	8.67	67.71				267	CI	60
06	SG	BH-120	CW-17	29.45 - 30.00	14	27	12	15	13.04	65.23			71		CL	42
06	SG	BH-121	UD-1	1.50 - 2.00	21	52	20	32	1.00	96.00		19.50			CH	14
06	SG	BH-121	UD-2	4.00 - 4.50	18	34	12	22	11.00	72.00		20.50			CL	29
06	SG	BH-121	CW-5	5.45 - 6.50	18	34	12	22	11.00	72.00	530	19.86			CL	20
06	SG	BH-121	CW-9	9.95 - 11.00	16	24	16	8	18.00	66.00	200	21.94	42		CL	46
06	SG	BH-121	CW-12	14.45 - 15.50	15	28	15	13	10.41	75.85	190	21.52			CL	46
06	SG	BH-121	CW-13	15.95 - 17.00	15	31	14	17	0.00	100.00		20.46	50		CL	55
06	SG	BH-121	CW-17	24.95 - 26.00	13	26	13	13	11.00	72.00		21.00		229	CL	38
06	SG	BH-121	CW-21	30.95 - 32.00	16	37	15	22	30.00	52.00	90	20.16			CI	34
06	SG	BH-121	CW-35	51.95 - 53.00	23	46	21	25	22.33	59.81		19.28	99		CI	54
06	SG	BH-121R	CW-2	59.45 - 60.00	23	65	22	43	6.36	85.14	280	19.50	77		CH	26
06	SG	BH-121R	CW-3	60.95 - 61.50	30	64	25	39	0.84	97.40		21.24	45		CH	32
06	SG	BH-121R	UD-1	60.00 - 60.50	24	52	17	35	1.65	94.13	400	19.70			CH	25
06	SG	BH-121R	CW-3	60.95 - 61.50	24	52	17	35	1.65	94.13	110	19.69			CH	32
06	SG	BH-121R	CW-4	62.45 - 63.50	37	71	27	44	1.61	94.47	140	19.82	47		CH	34
06	SG	BH-122	CW-1	0.95 - 1.50	16	26	12	14	10.00	64.00	115	19.96			CL	30
06	SG	BH-122	CW-4	4.50 - 5.00	23	78	20	58	27.00	64.00	430	17.34			CH	36
06	SG	BH-122	UD-2	15.00 - 15.50	18	34	14	20	34.00	35.00	240	21.00			GC	53
06	SG	BH-122	CW-14	18.95 - 20.00	15	34	13	21	12.26	72.69	160	19.00			CL	43
06	SG	BH-122	CW-18	24.95 - 26.00	15	41	14	27	6.00	83.00	200	20.79			CI	47
06	SG	BH-122	CW-19	26.45 - 27.50	15	41	14	27	6.00	83.00		21.56	176		CI	57
06	SG	BH-122	CW-33	47.45 - 48.50	14	33	11	22	12.00	72.00		21.34	56		CL	53
06	SG	BH-123	UD-1	1.50 - 2.00	21	30	13	17	5.00	73.00		21.50			CL	26
06	SG	BH-123	UD-2	7.50 - 8.00	12	39	15	24	14.00	74.00	160	19.79			CI	22
06	SG	BH-123	CW-9	11.45 - 12.50	17	39	11	28	31.43	53.50	300	19.98	33		CI	24
06	SG	BH-123	CW-14	18.95 - 20.00	10	39	13	26	16.00	70.00	140	20.98	25		CI	40
06	SG	BH-123	CW-25	35.45 - 36.50	15	40	15	25	14.69	67.54		20.65	51		CI	35
06	SG	BH-124	UD-1	1.50 - 2.00	47	56	21	35	2.00	89.00		18.20			CH	10
06	SG	BH-124	CW-1	3.95 - 5.00	22	45	16	29	8.70	83.52	340	21.73	91		CI	22
06	SG	BH-124	CW-3	6.95 - 8.00	20	37	13	24	3.00	87.00		21.52		97	CI	45
06	SG	BH-124	CW-4	8.45 - 9.50	20	37	13	24	3.00	87.00	400	21.34			CI	38
06	SG	BH-125	CW-1	3.95 - 5.00	14	34	11	23	5.00	75.00	110	21.32	98		CL	26
06	SG	BH-125	CW-3	6.95 - 8.00	17	38	15	23	6.50	81.48	130	19.64			CI	34
06	SG	BH-125	CW-4	8.45 - 9.50	18	35	14	21	13.00	66.00	125	20.67			CI	34
06	SG	BH-126	CW-5	11.45 - 12.50	16	44	15	29	35.00	42.00	110	21.71			GC	15
06	SG	BH-126	CW-9	20.45 - 21.50	13	47	15	32	3.25	74.21	190	23.33	23		CI	38
06	SG	BH-130	CW-4	26.45 - 27.50	21	39	13	26	3.00	84.00	190	21.52		163	CI	40
06	SG	BH-130	UD-1	31.50 - 32.00	24	48	14	34	0.00	87.00	140	18.41			CI	32
06	SG	BH-130	CW-9	35.45 - 36.50	24	48	14	34	0.00	87.00	190	21.18		184	CI	34
06	SG	BH-130	CW-12	41.45 - 42.50	16	30	12	18	2.00	91.00	220	19.25		124	CL	33
06	SG	BH-130	CW-14	42.95 - 44.00	15	53	25	28	3.00	68.00	400	18.96		84	CH	23
06	SG	BH-138	UD-1	1.50 - 2.00	16	44	21	23	29.15	60.25		21.50	147		CI	24
06	SG	BH-130	CW-18	51.95 - 53.00	14	38	13	25	1.00	66.00	480				CI	26
06	SG	BH-138	UD-2	3.00 - 3.50	14	42	22	20	29.80	59.18	105	19.60	115		CI	43
06	SG	BH-138	CW-5	5.45 - 6.50	22	56	23	33	4.18	90.29	130	21.90			CH	54
06	SG	BH-138	CW-13	18.95 - 20.00	21	40	20	20	8.00	66.00	110				CI	47
06	SG	BH-138	CW-18	25.30 - 26.00	29	32	15	17	19.57	45.49	120				SC	32
06	SG	BH-138	CW-20	33.03 - 33.50	28	46	19	27	11.41	61.67	125	19.21			CI	33
06	SG	BH-140	UD-1	1.50 - 2.00	18	36	11	25	0.00	70.00		21.23	61		CI	11
06	SG	BH-140	UD-2	5.50 - 6.00	16	48	15	33	1.00	82.00	180	19.34			CI	24
06	SG	BH-140	UD-3	10.50 - 11.00	19	46	12	34	4.00	64.00	370	19.30			CI	25
06	SG	BH-140	CW-9	12.95 - 14.00	18	47	17	30	2.11	86.37	320	19.14			CI	30
06	SG	BH-143	UD-1	1.50 - 2.00	18	54	14	40	11.00	66.00	90	19.14			CH	39
06	SG	BH-145	UD-1	4.00 - 4.50	17	38	17	21	4.00	79.00	200	19.20			CI	21
06	SG	BH-145	UD-2	10.50 - 11.00	25	68	22	46	0.00	92.93	220	20.46			CH	32
06	SG	BH-146	UD-1	4.00 - 4.50	16	34	14	20	32.00	53.00		19.40	68		CL	36
06	SG	BH-146	UD-2	7.50 - 8.00	17	44	15	29	6.00	87.00		21.10		216	CI	37
06	SG	BH-147	UD-1	4.00 - 4.50	35	54	20	34	2.00	89.00		20.21	102		CH	17
06	SG	BH-148	UD-2	13.00 - 13.50	17	43	15	28	2.99	63.96		21.28	140		CI	41

Şekil A.1 : Laboratuvar deney sonuçları ve SPT-N değerleri (proje yeri: 6).

Proje Yeri	Proje Kodu	Sondaj Kuyusu No	Numune No	Derinlik (m'den - m'ye)	w _n (%)	w _L (%)	w _p (%)	I _p (%)	+No.10 (%)	-No.200 (%)	σ _c ' (kPa)	γ _n (kN/m ³)	Serbest Basınç Deneyi s _u =q _u /2 (kPa)	Konsolidasyonsuz Drenajsız Üç Eksenli Basınç Deneyi s _u (kPa)	Zemin Sınıfı	SPT-N
06	SG	BH- 401	CW-3	2.45 - 3.50	16	43	16	27	3.72	80.20		20.99	99		CI	45
06	SG	BH- 402	UD-1	4.00 - 4.50	44	63	21	42	15.00	70.00		19.20			CH	21
06	SG	BH- 404	UD-1	1.50 - 2.00	12	28	11	17	1.00	64.00		21.00			CL	33
06	SG	BH- 404	UD-2	4.00 - 4.50	15	33	14	19	0.00	70.00		19.98			CL	34
06	SG	BH- 404	UD-3	7.50 - 8.00	17	33	13	20	0.00	70.00		20.70	104		CL	25
06	SG	BH- 405	CW-2	2.45 - 3.50	18	47	12	35	3.72	80.20		21.50	120		CI	14
06	SG	BH- 405	UD-1	4.00 - 4.50	15	35	15	20	11.00	54.00		20.00			CI	17
06	SG	BH- 405	UD-3	16.50 - 17.00	15	44	17	27	1.00	79.00		21.38		125	CI	40
06	SG	BH- 406	UD-1	1.50 - 2.00	10	58	21	37	1.00	85.00		19.47	25		CH	15
06	SG	BH- 408	CW-2	0.95 - 2.00	12	39	12	27	3.00	54.00		21.97	87		CI	15
06	SG	BH- 408	CW-3	5.45 - 6.50	19	42	13	29	11.00	60.00		20.98	105		CI	44
06	SG	BH- 413	CW-3	5.45 - 6.50	12	39	17	22	7.00	83.00	280	20.69			CI	44
06	SG	BH- 416	CW-2	0.95 - 1.50	25	28	15	13	5.13	74.05		19.60	23		CL	15
06	SG	BH- 416	UD-1	1.50 - 2.00	17	41	20	21	20.00	52.00	110	21.00	115		CI	17
06	SG	BH-419	UD-1	9.00 - 9.50	18	43	16	27	2.90	88.74		20.59	33		CI	30
06	SG	BH- 502	UD-1	1.50 - 2.00	11	39	12	27	15.00	52.00				84	CI	10
07	24	SK- 1	UD-1	2.50 - 3.00	39	95	29	66	4.69	85.28		18.00		75	CH	14
07	24	SK- 2	UD-1	2.00 - 2.50	33	81	27	54	12.85	66.04		18.80		95	CH	12
07	24	SK- 3	UD-1	2.50 - 3.00	31	79	26	53	23.08	53.00		18.90		100	CH	20
07	24	SK- 6	UD-1	2.50 - 3.00	37	102	27	75	2.19	84.80		18.50		96	CH	12
07	24	SK- 7	UD-1	5.50 - 6.00	43	83	29	54	3.65	80.02		17.80		65	CH	11
07	24	SK- 8	UD-1	4.00 - 4.50	36	76	27	49	2.77	85.25		18.40		88	CH	10
07	24	SK- 11	UD-1	2.50 - 3.00	36	104	33	71	6.91	77.14		17.70		64	CH	9
07	28	SK-11	UD-1	4.00 - 4.50	24	44	19	25	5.02	52.32				47	CI	27
07	28	SK-19	UD-1	7.00 - 7.45	14	56	21	35	1.99	83.70				69	CH	23
08	26	SK- 6	UD-1	11.50 - 12.00	21	49	18	31	7.19	68.74		19.30		55	CI	18
10	16	SK-1	UD1	6.50 - 7.00	23	68	20	48	0.59	94.92				68	CH	44
10	16	SK-7	UD1	4.00 - 4.50	22	60	22	38	0.57	94.58				175	CH	34
14	14	SK/BH-4	UD1	7.00 - 7.50	25	50	21	29	0.00	92.28				125	CH	41
14	14	SK/BH-15	UD1	4.00 - 4.50	23	44	16	28	0.00	58.10				63	CL	6
14	14	SK/BH-25	UD1	2.50 - 3.00	13	26	11	15	0.00	54.27				81	CL	24
14	45	SK-13	UD2	14.00 - 14.50	61	56	16	40	21.80	71.40				15	CH	10
15	18	SK-1	UD-1	2.50 - 3.00	39	98	28	70	0.00	100.00				26	CH	4
15	18	SK-5	UD-1	2.50 - 3.00	22	35	17	18	0.00	67.14				48	CL	8
15	39	SK1	UD-4	23.50 - 24.00	50	66	19	47	0.00	100.00			28		CH	28
15	39	SK3	UD-4	25.00 - 25.50	24	29	18	11	1.00	81.00			29		CL	16
15	39	SK4	UD-5	23.50 - 24.00	40	53	20	33	0.00	100.00				47	CH	43
15	39	SK4	UD-7	29.50 - 30.00	39	61	18	43	0.00	94.00			38		CH	25
15	39	SK7	UD-3	19.00 - 19.50	40	60	17	43	0.00	98.00				43	CH	21
15	39	SK8	UD-3	10.00 - 10.50	43	38	17	21	2.00	92.00				36	CL	6
15	39	SK8	UD-6	19.00 - 19.50	32	59	20	39	0.61	74.53				29	CH	17

Şekil A.1 : Laboratuvar deney sonuçları ve SPT-N değerleri (proje yeri: 6 – 15).

EK B

Proje Yeri	Proje Kodu	Sondaj Kuyusu No	Numune No	Derinlik (m'den - m'ye)	w _n (%)	w _L (%)	w _p (%)	I _p (%)	+No.10 (%)	-No.200 (%)	Zemin Sınıfı	SPT-N
01	04a	SK1	SPT1	1.50 - 1.95	32	67	18	49	0.00	94.76	CH	13
01	04a	SK1	SPT3	4.50 - 4.95	26	63	19	44	0.00	82.00	CH	14
01	04a	SK1	SPT6	9.00 - 9.45	19	51	16	35	9.30	55.33	CH	30
01	04a	SK1	SPT9	13.50 - 13.95	25	68	21	47	0.66	86.16	CH	46
01	04a	SK1	SPT13	19.50 - 19.95	29	73	22	51	0.00	85.14	CH	34
01	04a	SK1	SPT15	22.50 - 22.95	29	73	24	49	0.00	100.00	CH	47
01	04a	SK2	SPT1	1.50 - 1.95	31	71	22	49	0.00	100.00	CH	14
01	04a	SK2	SPT3	4.50 - 4.95	32	68	21	47	0.00	83.91	CH	16
01	04a	SK2	SPT5	7.50 - 7.95	22	44	14	30	2.05	63.60	CL	43
01	04a	SK2	SPT7	10.50 - 10.95	27	NP	NP	NP	1.25	35.86	SM	40
01	04a	SK2	SPT9	13.50 - 13.95	32	66	20	46	0.00	100.00	CH	35
01	04a	SK2	SPT15	22.50 - 22.95	26	73	24	49	0.00	100.00	CH	57
01	04a	SK3	SPT1	1.50 - 1.95	30	63	24	39	0.00	91.65	CH	13
01	04a	SK3	SPT4	6.00 - 6.45	27	55	20	35	0.00	71.10	CH	26
01	04a	SK3	SPT8	12.00 - 12.45	28	65	22	43	0.00	92.94	CH	29
01	04a	SK3	SPT12	18.00 - 18.45	26	62	22	40	0.00	94.77	CH	45
01	04a	SK3	SPT15	22.50 - 22.95	25	68	26	42	0.00	95.96	CH	42
01	04b	SK1	SPT2	3.00 - 3.45	5	NP	NP	NP	81.23	0.72	GW	12
01	04b	SK1	SPT5	7.50 - 7.95	7	NP	NP	NP	58.46	7.02	GP-GM	18
01	04b	SK1	SPT8	12.00 - 12.45	9	NP	NP	NP	47.87	13.79	GM	23
01	04b	SK1	SPT12	18.00 - 18.45	19	20	16	4	0.48	57.99	CL	6
01	04b	SK2	SPT-3	4.50 - 4.95	9	NP	NP	NP	66.33	2.20	GW	19
01	04b	SK2	SPT-5	7.50 - 7.95	22	26	16	10	1.11	63.99	CL	6
01	04b	SK2	SPT-8	12.00 - 12.45	25	31	17	14	2.91	68.87	CL	10
01	04b	SK2	SPT-12	18.00 - 18.45	11	NP	NP	NP	49.80	22.59	GM	25
01	04b	SK3	SPT-3	4.50 - 4.95	9	NP	NP	NP	47.01	3.55	SW	20
01	04b	SK3	SPT-6	9.00 - 9.45	8	NP	NP	NP	63.29	5.33	GW-GM	26
01	04b	SK3	SPT-9	13.50 - 13.95	23	25	18	7	4.02	63.34	CL	12
01	04b	SK3	SPT-12	18.00 - 18.45	11	NP	NP	NP	34.83	13.63	SM	20
01	04b	SK4	SPT1	1.50 - 1.95	7	NP	NP	NP	72.84	2.78	GW	30
01	04b	SK4	SPT4	6.00 - 6.45	24	NP	NP	NP	7.83	22.58	SM	4
01	04b	SK4	SPT9	13.50 - 13.95	35	41	21	20	0.00	88.13	CL	12
01	04b	SK4	SPT13	19.50 - 19.95	18	24	16	8	0.00	71.78	CL	11
01	04b	SK5	SPT1	1.50 - 1.95	10	NP	NP	NP	59.58	2.83	GW	32
01	04b	SK5	SPT7	10.50 - 10.95	20	NP	NP	NP	0.00	41.54	SM	6
01	04b	SK5	SPT10	15.00 - 15.45	27	25	18	7	0.00	82.05	CL	17
02	01	SK-1	SPT-2	3.00 - 3.45	23	NP	NP	NP	0.00	6.84	SP-SM	15
02	01	SK-1	SPT-4	6.00 - 6.45	22	NP	NP	NP	0.25	25.80	SM	10
02	01	SK-1	SPT-5	7.50 - 7.95	26	NP	NP	NP	0.00	16.00	SM	17
02	01	SK-1	SPT-6	9.00 - 9.45	26	NP	NP	NP	0.00	7.61	SP-SM	27
02	01	SK-1	SPT-8	12.00 - 12.45	24	NP	NP	NP	0.12	11.33	SP-SM	24
02	01	SK-1	SPT-10	15.00 - 15.45	34	32	18	14	0.00	94.28	CL	10
02	01	SK-2	SPT-3	4.50 - 4.95	27	NP	NP	NP	1.87	6.93	SP-SM	14
02	01	SK-2	SPT-5	7.50 - 7.95	25	NP	NP	NP	0.00	25.74	SM	24
02	01	SK-2	SPT-8	12.00 - 12.45	24	NP	NP	NP	0.00	27.89	SM	15
02	01	SK-2	SPT-9	13.50 - 13.95	23	NP	NP	NP	0.00	34.00	SM	15
02	01	SK-2	SPT-10	15.00 - 15.45	32	34	18	16	0.00	89.28	CL	7
02	01	SK-3	SPT-2	3.00 - 3.45	23	NP	NP	NP	0.00	10.40	SP-SM	12
02	01	SK-3	SPT-4	6.00 - 6.45	24	NP	NP	NP	1.71	21.42	SM	18
02	01	SK-3	SPT-8	12.00 - 12.45	22	NP	NP	NP	0.00	17.08	SM	21
02	01	SK-3	SPT-10	15.00 - 15.45	36	30	18	12	0.00	69.96	CL	4
02	01	SK-3	SPT-12	18.00 - 18.45	30	NP	NP	NP	0.00	86.97	ML	15
02	01	SK-3	SPT-14	21.00 - 21.45	33	37	18	19	0.00	99.00	CL	7
02	01	SK-4	SPT-3	4.50 - 4.95	22	NP	NP	NP	0.31	10.62	SP-SM	20
02	01	SK-4	SPT-6	9.00 - 9.45	24	NP	NP	NP	0.00	8.60	SP-SM	18
02	01	SK-4	SPT-9	13.50 - 13.95	34	NP	NP	NP	9.32	28.89	SM	9
02	01	SK-4	SPT-10	15.00 - 15.45	29	NP	NP	NP	0.00	47.00	SM	20
02	01	SK-4	SPT-12	18.00 - 18.45	30	NP	NP	NP	0.00	91.09	ML	7
02	01	SK-4	SPT-19	28.50 - 28.95	33	38	19	19	0.00	96.60	CL	8
02	01	SK-4	SPT-23	34.50 - 34.95	26	NP	NP	NP	0.28	81.52	ML	12
02	01	SK-5	SPT-3	4.50 - 4.95	36	NP	NP	NP	1.51	15.24	SM	11
02	01	SK-5	SPT-7	10.50 - 10.95	25	NP	NP	NP	0.00	16.92	SM	23
02	01	SK-5	SPT-15	22.50 - 22.95	35	31	15	16	0.00	99.00	CL	7
02	01	SK-5	SPT-17	25.50 - 25.95	35	42	20	22	0.00	99.74	CL	11

Şekil B.1 : Laboratuvar deney sonuçları ve SPT-N değerleri (proje yeri: 1 – 2).

Proje Yeri	Proje Kodu	Sondaj Kuyusu No	Numune No	Derinlik (m'den - m'ye)	w _n (%)	w _L (%)	w _p (%)	I _p (%)	+No.10 (%)	-No.200 (%)	Zemin Sınıfı	SPT-N
02	01	SK-5	SPT-20	30.00 - 30.45	27	NP	NP	NP	0.00	83.75	ML	14
02	01	SK-5	SPT-24	36.00 - 36.45	25	NP	NP	NP	2.30	19.15	SM	36
02	01	SK-5	SPT-27	40.50 - 40.95	22	36	20	16	35.49	54.02	CL	15
02	01	SK-6	SPT-1	1.50 - 1.95	60	47	26	21	0.00	90.20	CL	2
02	01	SK-6	SPT-4	6.00 - 6.45	25	NP	NP	NP	1.30	21.66	SM	10
02	01	SK-6	SPT-8	12.00 - 12.45	25	NP	NP	NP	0.00	20.86	SM	22
02	01	SK-6	SPT-12	18.00 - 18.45	29	NP	NP	NP	0.00	74.78	ML	17
02	01	SK-6	SPT-18	27.00 - 27.45	16	NP	NP	NP	24.14	15.89	SM	8
02	01	SK-6	SPT-21	31.50 - 31.95	26	NP	NP	NP	0.00	72.90	ML	14
02	01	SK-6	SPT-23	34.50 - 34.95	13	NP	NP	NP	29.80	10.94	SP-SM	57
02	01	SK-7	SPT-3	4.50 - 4.95	23	NP	NP	NP	0.00	9.80	SP-SM	22
02	01	SK-7	SPT-7	10.50 - 10.95	28	NP	NP	NP	0.00	25.64	SM	22
02	01	SK-7	SPT-10	15.00 - 15.45	28	NP	NP	NP	0.00	25.65	SM	20
02	01	SK-7	SPT-11	16.50 - 16.95	35	NP	NP	NP	0.00	74.25	ML	18
02	01	SK-7	SPT-14	21.00 - 21.45	32	32	18	14	0.00	97.55	CL	6
02	01	SK-8	SPT-3	4.50 - 4.95	22	NP	NP	NP	0.47	7.05	SP-SM	22
02	01	SK-8	SPT-7	10.50 - 10.95	26	NP	NP	NP	0.00	21.49	SM	6
02	01	SK-8	SPT-13	19.50 - 19.95	31	NP	NP	NP	0.00	87.44	ML	12
02	01	SK-8	SPT-18	27.00 - 27.45	34	32	18	14	0.00	97.91	CL	9
02	01	SK-8	SPT-23	34.50 - 34.95	19	NP	NP	NP	14.57	12.01	SM	41
02	01	SK-8	SPT-29	43.50 - 43.95	29	37	18	19	0.00	97.84	CL	22
02	01	SK-8	SPT-32	48.00 - 48.45	22	NP	NP	NP	0.43	4.25	SP	20
02	01	SK-9	SPT-2	3.00 - 3.45	21	NP	NP	NP	0.16	4.19	SP	26
02	01	SK-9	SPT-5	7.50 - 7.95	32	32	19	13	0.00	77.86	CL	19
02	01	SK-9	SPT-8	12.00 - 12.45	33	NP	NP	NP	0.00	72.62	ML	9
02	01	SK-9	SPT-10	15.00 - 15.45	28	NP	NP	NP	0.00	31.41	SM	15
02	01	SK-10	SPT-2	3.00 - 3.45	25	NP	NP	NP	0.90	11.35	SM	11
02	01	SK-10	SPT-4	6.00 - 6.45	20	NP	NP	NP	0.00	6.00	SM-SP	24
02	01	SK-10	SPT-5	7.50 - 7.95	23	NP	NP	NP	0.25	15.43	SM	25
02	01	SK-10	SPT-7	10.50 - 10.95	22	NP	NP	NP	0.00	7.81	SM	22
02	01	SK-10	SPT-10	15.00 - 15.45	26	NP	NP	NP	0.90	11.35	SM	22
02	05	SK-1	SPT-1	1.50 - 1.95	25	NP	NP	NP	0.31	35.69	SM	12
02	05	SK-1	SPT-2	3.00 - 3.45	21	NP	NP	NP	0.25	10.17	SM	20
02	05	SK-1	SPT-3	4.50 - 4.95	26	NP	NP	NP	0.62	31.75	SM	12
02	05	SK-1	SPT-5	7.50 - 7.95	15	NP	NP	NP	1.86	8.15	SM-SW	36
02	05	SK-1	SPT-7	10.50 - 10.95	11	NP	NP	NP	2.97	34.03	SM	30
02	05	SK-1	SPT-8	12.00 - 12.45	13	NP	NP	NP	0.79	16.60	SM	20
02	05	SK-1	SPT-11	16.50 - 16.95	30	32	20	12	0.00	76.22	CL	11
02	05	SK-1	SPT-13	19.50 - 19.95	31	32	18	14	0.00	80.93	CL	24
02	05	SK-1	SPT-17	25.50 - 25.95	27	30	18	12	0.00	100.00	CL	12
02	05	SK-1	SPT-20	30.00 - 30.45	33	42	20	22	0.00	100.00	CL	13
02	05	SK-2	SPT-1	1.50 - 1.95	26	NP	NP	NP	4.14	30.22	SM	7
02	05	SK-2	SPT-2	3.00 - 3.45	31	NP	NP	NP	4.52	30.92	SM	5
02	05	SK-2	SPT-4	6.00 - 6.45	19	NP	NP	NP	1.08	25.82	SM	23
02	05	SK-2	SPT-5	7.50 - 7.95	27	NP	NP	NP	0.00	39.03	SM	20
02	05	SK-2	SPT-6	9.00 - 9.45	19	NP	NP	NP	2.44	32.69	SM	30
02	05	SK-2	SPT-7	10.50 - 10.95	22	NP	NP	NP	0.17	27.22	SM	16
02	05	SK-2	SPT-8	12.00 - 12.45	27	NP	NP	NP	0.00	29.70	SM	26
02	05	SK-2	SPT-11	16.50 - 16.95	28	28	15	13	0.00	75.30	CL	7
02	05	SK-2	SPT-13	19.50 - 19.95	27	NP	NP	NP	0.00	90.83	CL	19
02	05	SK-2	SPT-17	25.50 - 25.95	31	39	20	19	0.00	100.00	CL	13
02	05	SK-2	SPT-20	30.00 - 30.45	27	31	20	11	0.00	100.00	CL	12
02	50	BH-1	SPT-1	1.50 - 1.95	29	51	27	24	0.00	97.06	CH	6
02	50	BH-1	SPT-2	3.00 - 3.45	44	71	37	34	0.00	98.37	MH	4
02	50	BH-1	UD-1	4.00 - 4.50	64	85	33	52	0.00	96.02	CH	3
02	50	BH-1	SPT-4	6.00 - 6.45	33	35	17	18	21.16	53.01	CI	5
02	50	BH-1	UD-2	8.50 - 9.00	26	43	22	21	0.00	87.05	CI	10
02	50	BH-1	SPT-9	13.50 - 13.95	15	22	13	9	11.23	41.61	SC	24
02	50	BH-1	SPT-11	16.50 - 16.95	18	30	18	12	15.31	57.31	CL	42
02	50	BH-1	SPT-13	19.50 - 19.95	18	28	15	13	42.96	29.33	GC	12
02	50	BH-1	SPT-16	24.00 - 24.05	2	NP	NP	NP	88.17	7.42	GP-GM	50
02	50	BH-1	SPT-19	28.50 - 28.95	15	36	17	19	13.73	65.55	CI	50
02	50	BH-2	SPT-1	1.50 - 1.95	12	NP	NP	NP	53.03	27.44	GM	22
02	50	BH-2	SPT-2	3.00 - 3.45	17	39	14	25	22.43	51.96	CI	25

Şekil B.1 : Laboratuvar deney sonuçları ve SPT-N değerleri (proje yeri: 2).

Proje Yeri	Proje Kodu	Sondaj Kuyusu No	Numune No	Derinlik (m'den - m'ye)	w _n (%)	w _L (%)	w _p (%)	I _p (%)	+No.10 (%)	-No.200 (%)	Zemin Sınıfı	SPT-N
02	50	BH-2	SPT-3	4.50 - 4.95	22	47	19	28	7.19	74.52	CI	27
02	50	BH-2	SPT-4	6.00 - 6.45	19	38	17	21	10.11	59.52	CI	31
02	50	BH-2	SPT-7	10.50 - 10.95	22	42	20	22	9.54	75.68	CI	26
02	50	BH-2	SPT-8	12.00 - 12.45	18	30	16	14	23.45	48.40	SC	19
02	50	BH-2	SPT-9	13.50 - 13.95	17	34	15	19	29.82	42.51	GC	42
02	50	BH-2	SPT-12	18.00 - 18.45	19	31	15	16	45.56	37.16	GC	36
02	50	BH-3	SPT-1	1.50 - 1.95	24	45	16	29	0.00	93.94	CI	8
02	50	BH-3	SPT-3	4.50 - 4.95	24	27	15	12	10.12	59.93	CL	7
02	50	BH-3	SPT-4	6.00 - 6.45	21	29	14	15	17.37	51.45	CL	6
02	50	BH-3	SPT-5	7.50 - 7.95	38	45	20	25	12.52	71.41	CI	9
02	50	BH-3	SPT-8	12.00 - 12.45	29	55	24	31	0.00	97.45	CH	17
02	50	BH-3	SPT-11	16.50 - 16.95	22	50	19	31	0.00	90.21	CH	28
02	50	BH-3	SPT-12	18.50 - 18.95	12	27	13	14	42.32	28.78	GC	35
02	50	BH-4	SPT-1	1.50 - 1.95	32	57	25	32	0.00	100.00	CH	13
02	50	BH-4	UD-2	10.00 - 10.50	60	76	31	45	0.00	95.30	CH	5
02	50	BH-4	SPT-12	18.00 - 18.45	46	71	39	32	0.00	97.45	MH	16
02	50	BH-4	UD-4	16.00 - 16.50	38	56	28	28	0.00	98.10	CH	15
03	25	SK1	SPT1	1.50 - 1.95	35	42	23	19	0.00	85.89	CL	6
03	25	SK1	SPT2	3.00 - 3.45	36	43	21	22	0.00	80.09	CL	8
03	25	SK1	SPT3	4.50 - 4.95	32	33	19	14	0.00	79.55	CL	7
03	25	SK1	SPT5	7.50 - 7.95	31	NP	NP	NP	0.00	47.41	SM	7
03	25	SK1	SPT6	9.00 - 9.45	29	NP	NP	NP	0.00	40.96	SM	12
03	25	SK1	SPT7	10.50 - 10.95	34	NP	NP	NP	0.00	58.85	ML	9
03	25	SK1	SPT8	12.00 - 12.45	33	34	21	13	0.00	74.70	CL	11
03	25	SK1	SPT12	18.00 - 18.45	39	64	27	37	0.00	98.11	CH	11
03	25	SK2	SPT1	1.50 - 1.95	37	48	24	24	0.00	95.36	CL	3
03	25	SK2	UD1	4.00 - 4.50	27	33	19	14	7.40	46.06	SC	8
03	25	SK2	SPT4	6.00 - 6.45	33	NP	NP	NP	0.00	86.40	ML	11
03	25	SK2	SPT5	7.50 - 7.95	36	36	23	13	0.00	77.10	CL	9
03	25	SK2	SPT6	9.00 - 9.45	27	NP	NP	NP	0.00	42.78	SM	17
03	25	SK2	SPT7	10.50 - 10.95	32	NP	NP	NP	0.00	44.52	SM	7
03	25	SK2	SPT8	12.00 - 12.45	30	NP	NP	NP	0.00	50.73	ML	20
03	25	SK2	SPT10	15.00 - 15.45	45	53	27	26	0.00	98.08	CH	16
03	25	SK2	SPT14	21.00 - 21.45	37	59	24	35	0.00	94.84	CH	15
03	25	SK3	SPT1	1.50 - 1.95	38	60	25	35	0.00	96.13	CH	8
03	25	SK3	SPT3	4.50 - 4.95	32	38	21	17	0.00	53.34	CL	3
03	25	SK3	SPT6	9.00 - 9.45	25	NP	NP	NP	0.00	30.94	SM	7
03	25	SK3	SPT7	10.50 - 10.95	29	NP	NP	NP	0.00	56.50	ML	11
03	25	SK3	SPT8	12.00 - 12.45	32	37	23	14	0.00	61.26	CL	15
03	25	SK3	SPT9	13.50 - 13.95	29	NP	NP	NP	0.00	56.06	ML	15
03	25	SK3	SPT13	19.50 - 19.95	36	53	23	30	0.00	92.62	CH	14
03	25	SK4	SPT2	3.00 - 3.45	37	66	22	44	0.00	98.98	CH	8
03	25	SK4	SPT4	6.00 - 6.45	34	40	25	15	0.00	78.65	CL	13
03	25	SK4	SPT5	7.50 - 7.95	26	NP	NP	NP	0.00	38.68	SM	8
03	25	SK4	SPT6	9.00 - 9.45	27	32	20	12	0.00	43.89	SC	6
03	25	SK4	SPT7	10.50 - 10.95	29	35	20	15	0.00	40.35	SC	13
03	25	SK4	SPT8	12.00 - 12.45	30	NP	NP	NP	0.00	55.26	ML	14
03	25	SK4	SPT10	15.00 - 15.45	51	NP	NP	NP	0.00	90.10	ML	10
03	25	SK4	SPT13	19.50 - 19.95	35	46	24	22	0.00	81.95	CL	16
03	51	SK- 4	SPT-1	1.50 - 1.95	28	NP	NP	NP	0.00	45.71	SM	3
03	51	SK- 4	SPT-2	3.00 - 3.45	28	NP	NP	NP	0.00	42.98	SM	4
03	51	SK- 4	SPT-3	4.50 - 4.95	28	NP	NP	NP	0.00	10.23	SP-SM	20
03	51	SK- 4	SPT-4	6.00 - 6.45	35	49	22	27	0.00	83.55	CI	6
03	51	SK- 4	SPT-5	7.50 - 7.95	36	59	21	38	0.00	96.54	CH	5
03	51	SK- 4	SPT-7	10.50 - 10.95	29	NP	NP	NP	0.00	45.65	SM	21
03	51	SK- 4	SPT-10	15.00 - 15.45	35	44	27	17	0.00	75.79	MI	21
03	51	SK- 4	SPT-12	18.00 - 18.45	44	67	26	41	0.00	100.00	CH	7
03	51	SK- 4	SPT- 15	22.50 - 22.95	31	NP	NP	NP	0.00	49.04	SM	36
03	51	SK- 4	SPT- 17	25.50 - 25.95	31	NP	NP	NP	0.00	71.05	ML	26
03	51	SK- 6	SPT-1	1.50 - 1.95	36	59	29	30	0.00	100.00	CH	5
03	51	SK- 6	SPT-3	4.50 - 4.95	42	57	25	32	0.00	90.14	CH	3
03	51	SK- 6	SPT-5	7.50 - 7.95	44	58	21	37	0.00	94.99	CH	3
03	51	SK- 6	SPT-7	10.50 - 10.95	34	39	22	17	0.00	76.24	CI	14
03	51	SK- 6	SPT-10	15.00 - 15.45	30	NP	NP	NP	0.00	78.18	ML	32

Şekil B.1 : Laboratuvar deney sonuçları ve SPT-N değerleri (proje yeri: 2 – 3).

Proje Yeri	Proje Kodu	Sondaj Kuyusu No	Numune No	Derinlik (m'den - m'ye)	w _n (%)	w _L (%)	w _p (%)	I _p (%)	+No.10 (%)	-No.200 (%)	Zemin Smfi	SPT-N
03	51	SK- 6	SPT-12	18.00 - 18.45	46	57	28	29	0.00	100.00	CH	6
03	51	SK- 6	SPT-13	19.50 - 19.95	39	48	20	28	0.00	86.10	CI	7
03	51	SK- 6	SPT-15	22.50 - 22.95	27	56	23	33	0.00	57.81	CH	59
03	51	SK- 6	SPT-16	24.00 - 24.45	45	53	18	35	0.00	86.65	CH	21
03	51	SK- 6	SPT-18	27.00 - 27.45	30	NP	NP	NP	0.00	18.33	SM	39
03	51	SK- 10	SPT-1	1.50 - 1.95	35	NP	NP	NP	0.00	69.53	ML	8
03	51	SK- 10	SPT-4	6.00 - 6.45	28	47	21	26	0.00	69.99	CI	6
03	51	SK- 10	SPT-6	9.00 - 9.45	36	65	33	32	0.00	95.09	MH	9
03	51	SK- 10	SPT- 8	12.00 - 12.45	42	71	35	36	0.00	100.00	MH	9
03	51	SK- 10	SPT- 10	15.00 - 15.45	28	NP	NP	NP	0.00	8.11	SP-SM	41
03	51	SK- 10	SPT-12	18.00 - 18.45	44	57	25	32	0.00	93.35	CH	6
03	51	SK- 10	SPT-14	21.00 - 21.45	27	46	23	23	0.00	50.98	CI	29
03	51	SK- 10	SPT-16	24.00 - 24.45	34	46	29	17	0.00	89.34	MI	5
03	51	SK- 10	SPT-21	31.50 - 31.95	38	53	27	26	0.00	100.00	CH	14
03	51	SK- 10	SPT-24	36.00 - 36.45	30	36	26	10	0.00	86.70	MI	16
03	51	SK- 10	SPT-27	40.50 - 40.95	29	NP	NP	NP	0.00	14.37	SM	37
04	06	SK-1	SPT-2	3.00 - 3.45	20	NP	NP	NP	8.27	18.40	SM	18
04	06	SK-1	SPT-5	7.50 - 7.95	27	NP	NP	NP	5.90	23.85	SM	16
04	06	SK-1	SPT-7	10.50 - 10.95	25	NP	NP	NP	2.39	19.11	SM	18
04	06	SK-1	SPT-9	13.50 - 13.95	34	40	26	14	9.11	87.98	ML	7
04	06	SK-1	SPT-10	15.00 - 15.45	32	42	27	15	35.01	62.95	ML	6
04	06	SK-1	SPT-12	18.00 - 18.45	20	NP	NP	NP	14.63	30.91	SM	30
04	06	SK-1	SPT-16	24.00 - 24.45	37	NP	NP	NP	0.00	100.00	ML	18
04	06	SK-1	SPT-19	28.50 - 28.95	54	50	22	28	0.00	100.00	CH-CL	15
04	06	SK-2	SPT-2	3.00 - 3.45	15	NP	NP	NP	10.97	10.46	SM-SP	18
04	06	SK-2	SPT-6	9.00 - 9.45	20	NP	NP	NP	30.89	14.51	SM	21
04	06	SK-2	SPT-10	15.00 - 15.45	33	40	26	14	35.52	60.82	ML	15
04	06	SK-2	SPT-12	18.00 - 18.45	24	NP	NP	NP	0.00	62.22	ML	20
04	06	SK-2	SPT-15	22.50 - 22.95	37	40	24	16	0.00	92.47	CL	26
04	06	SK-2	SPT-19	28.50 - 28.95	46	48	22	26	0.00	100.00	CL	17
04	09	SK-7	SPT-5	7.50 - 7.95	17	NP	NP	NP	29.14	7.47	SW	3
04	09	SK-7	SPT-7	10.50 - 10.95	34	38	20	18	0.55	83.17	CI	10
04	09	SK-7	SPT-9	13.50 - 13.95	31	38	15	23	2.22	47.17	SC	12
04	09	SK-7	SPT-15	22.50 - 22.95	37	53	21	32	0.33	89.00	CH	9
04	09	SK-7	SPT-21	31.50 - 31.95	35	40	17	23	0.00	83.00	CI	21
04	09	SK-8	SPT-1	1.50 - 1.95	11	NP	NP	NP	57.12	17.48	GM	29
04	09	SK-8	SPT-3	4.50 - 4.95	18	NP	NP	NP	25.22	15.63	SM	21
04	09	SK-8	SPT-4	6.00 - 6.45	23	33	16	17	28.72	26.90	SC	21
04	09	SK-8	SPT-5	7.50 - 7.95	30	NP	NP	NP	0.06	32.68	SM	24
04	09	SK-8	SPT-6	9.00 - 9.45	33	39	20	19	0.00	86.80	CI	8
04	09	SK-8	SPT-8	12.00 - 12.45	17	NP	NP	NP	10.65	14.10	SM	15
04	09	SK-8	SPT-9	13.50 - 13.95	34	51	19	32	10.89	72.56	CH	18
04	09	SK-8	SPT-11	16.50 - 16.95	37	46	18	28	6.00	74.00	CI	8
04	09	SK-8	SPT-17	25.50 - 25.95	23	NP	NP	NP	6.18	30.12	SM	26
04	09	SK-8	SPT-21	31.50 - 31.95	38	47	18	29	0.00	97.00	CI	15
04	09	SK-9	SPT-4	6.00 - 6.45	23	NP	NP	NP	19.45	24.81	SM	12
04	09	SK-9	SPT-5	7.50 - 7.95	37	37	15	22	0.00	77.00	CI	8
04	09	SK-9	SPT-6	9.00 - 9.45	33	43	19	24	0.00	89.84	CI	9
04	09	SK-9	SPT-7	10.50 - 10.95	25	NP	NP	NP	0.00	7.60	SP	13
04	09	SK-9	SPT-8	12.00 - 12.45	18	NP	NP	NP	13.37	14.43	SM	21
04	09	SK-9	SPT-9	13.50 - 13.95	16	NP	NP	NP	29.54	11.08	SM-SW	32
04	09	SK-9	SPT-14	21.00 - 21.45	30	41	17	24	2.10	56.68	CI	14
04	09	SK-9	SPT-18	27.00 - 27.45	39	47	20	27	0.00	95.00	CI	20
04	09	SK-10	SPT-5	7.50 - 7.95	38	39	17	22	0.00	77.00	CI	4
04	09	SK-10	SPT-9	13.50 - 13.95	20	NP	NP	NP	12.41	13.85	SM	12
04	09	SK-10	SPT-14	21.00 - 21.45	32	40	17	23	2.56	53.29	CI	9
04	09	SK-10	SPT-22	33.00 - 33.45	38	54	22	32	0.00	98.00	CH	22
04	09	SK-11	SPT-1	1.50 - 1.95	22	36	15	21	33.00	36.00	GC	5
04	09	SK-11	SPT-3	4.50 - 4.95	35	42	17	25	0.00	41.15	SC	4
04	09	SK-11	SPT-4	6.00 - 6.45	33	36	19	17	0.00	47.97	SC	8
04	09	SK-11	SPT-5	7.50 - 7.95	42	46	20	26	1.17	66.72	CI	15
04	09	SK-11	SPT-6	9.00 - 9.45	14	NP	NP	NP	44.24	11.67	GM	20
04	09	SK-11	SPT-9	13.50 - 13.95	29	NP	NP	NP	0.59	30.18	SM	12
04	09	SK-11	SPT-18	27.00 - 27.45	39	53	21	32	1.00	96.00	CH	22

Şekil B.1 : Laboratuvar deney sonuçları ve SPT-N değerleri (proje yeri: 3 – 4).

Proje Yeri	Proje Kodu	Sondaj Kuyusu No	Numune No	Derinlik (m'den - m'ye)	w _n (%)	w _L (%)	w _p (%)	I _p (%)	+No.10 (%)	-No.200 (%)	Zemin Sınıfı	SPT-N
04	09	SK-11	SPT-24	36.00 - 36.45	25	NP	NP	NP	9.25	28.00	SM	34
04	09	SK-12	SPT-2	3.00 - 3.45	21	NP	NP	NP	62.00	19.00	GM	9
04	09	SK-12	SPT-6	9.00 - 9.45	43	52	22	30	0.00	70.24	CH	7
04	09	SK-12	SPT-7	10.50 - 10.95	26	NP	NP	NP	11.67	29.49	SM	20
04	09	SK-12	SPT-8	12.00 - 12.45	21	NP	NP	NP	3.39	28.12	SM	14
04	09	SK-12	SPT-14	21.00 - 21.45	36	40	16	24	1.00	73.00	CI	14
04	09	SK-13	SPT-1	1.50 - 1.95	29	50	20	30	2.94	86.82	CH	8
04	09	SK-13	SPT-3	4.50 - 4.95	18	NP	NP	NP	26.84	13.84	SM	22
04	09	SK-13	SPT-4	6.00 - 6.45	16	NP	NP	NP	41.86	13.89	SM	18
04	09	SK-13	SPT-5	7.50 - 7.95	30	NP	NP	NP	0.00	29.05	SM	14
04	09	SK-13	SPT-6	9.00 - 9.45	29	NP	NP	NP	6.43	24.59	SM	14
04	09	SK-13	SPT-7	10.50 - 10.95	40	45	21	24	0.00	83.81	CI	13
04	09	SK-13	SPT-9	13.50 - 13.95	41	39	19	20	0.00	95.00	CI	4
04	09	SK-13	SPT-15	22.50 - 22.95	27	48	18	30	0.00	63.82	CI	17
04	09	SK-13	SPT-19	28.50 - 28.95	27	70	18	52	9.00	74.00	CH	24
04	09	SK-14	SPT-2	3.00 - 3.45	33	62	21	41	1.30	88.74	CH	14
04	09	SK-14	SPT-3	4.50 - 4.95	18	NP	NP	NP	13.51	16.35	SM	31
04	09	SK-14	SPT-12	18.00 - 18.45	25	NP	NP	NP	42.40	19.93	GM	9
04	09	SK-14	SPT-15	22.50 - 22.95	23	57	18	39	5.47	66.82	CH	23
04	09	SK-15	SPT-6	9.00 - 9.45	25	NP	NP	NP	8.36	12.65	SC	14
04	09	SK-15	SPT-10	15.00 - 15.45	41	70	23	47	0.00	99.23	SM	14
04	09	SK-15	SPT-14	21.00 - 21.45	23	52	17	35	4.72	62.63	CH	28
04	11	SK-1	SPT-1	1.50 - 1.95	17	48	22	26	6.00	77.00	CI	11
04	11	SK-3	SPT-1	1.50 - 1.95	17	41	15	26	6.00	62.00	CI	17
04	11	SK-7	SPT-1	1.50 - 1.95	23	54	16	38	3.00	87.00	CH	8
04	11	SK-13	SPT-1	1.50 - 1.95	23	54	18	36	5.00	85.00	CH	5
04	11	SK-16	SPT-2	3.00 - 3.45	23	36	16	20	4.00	73.00	CI	8
04	11	SK-19	SPT-2	3.00 - 3.45	31	42	21	21	3.00	84.00	CI	11
04	11	SK-20	SPT-4	6.00 - 6.45	35	52	21	31	2.00	91.00	CH	8
04	11	SK-27	SPT-1	1.50 - 1.95	18	41	22	19	3.00	74.00	CI	22
04	11	SK-27	SPT-3	4.50 - 4.95	36	75	30	45	2.00	91.00	CH	12
04	11	SK-27	SPT-5	7.50 - 7.95	29	75	29	46	22.00	69.00	CH	14
04	11	SK-27	SPT-6	9.00 - 9.45	18	37	16	21	8.00	35.00	SC-SP	10
04	11	SK-29	SPT-1	1.50 - 1.95	20	42	16	26	4.00	78.00	CI	30
04	11	SK-29	SPT-5	7.50 - 7.95	16	35	13	22	19.00	36.00	SC	10
04	11	SK-31	SPT-3	4.50 - 4.95	39	46	27	19	0.00	96.54	CI	9
04	11	SK-31	SPT-6	9.00 - 9.25	14	39	23	16	1.00	93.00	CI	6
04	11	SK-31	SPT-7	10.50 - 10.95	45	62	21	41	0.00	99.06	CH	8
04	11	SK-31	SPT-9	13.50 - 13.95	44	62	21	41	0.00	98.61	CH	8
04	11	SK-31	SPT-11	16.50 - 16.69	20	46	21	25	0.00	98.00	CI	4
04	11	SK-31	SPT-12	18.00 - 18.45	45	50	21	29	0.00	91.34	CH	8
04	11	SK-31	SPT-13	19.50 - 19.95	23	48	17	31	13.84	60.53	CI	32
04	11	SK-31	SPT-17	25.50 - 25.95	23	52	20	32	4.49	75.71	CH	39
04	11	SK-32	SPT-3	4.50 - 4.95	30	51	24	27	2.00	94.00	CH	20
04	11	SK-32	SPT-7	10.50 - 10.76	18	45	23	22	65.00	21.00	GC-GP	8
04	11	SK-32	SPT-11	16.50 - 16.75	18	48	26	22	15.00	69.00	CI	5
04	11	SK-32	SPT-2	3.00 - 3.45	16	NP	NP	NP	52.69	21.68	GM	12
04	11	SK-32	SPT-5	7.50 - 7.95	50	105	31	74	0.00	97.11	CH	10
04	11	SK-32	SPT-8	12.00 - 12.45	38	57	21	36	0.00	94.19	CH	7
04	11	SK-32	SPT-12	18.00 - 18.45	44	50	20	30	0.00	86.35	CH	12
04	11	SK-32	SPT-14	21.00 - 21.45	21	54	19	35	24.94	53.64	CH	36
04	11	SK-32	SPT-17	25.50 - 25.95	22	44	15	29	11.46	52.96	CI	24
04	11	SK-34	SPT-2	4.50 - 4.67	39	56	26	30	1.00	95.00	CH	6
04	11	SK-34	SPT-7	10.50 - 10.70	1	32	18	14	10.00	73.00	CL	7
04	11	SK-34	SPT-12	18.00 - 18.24	26	43	20	23	2.00	92.00	CI	7
04	11	SK-34	SPT-4	6.00 - 6.45	46	84	29	55	0.00	97.93	CH	12
04	11	SK-34	SPT-6	9.00 - 9.45	63	82	31	51	0.00	95.87	CH	7
04	11	SK-34	SPT-10	15.00 - 15.45	47	76	26	50	0.00	98.57	CH	5
04	11	SK-34	SPT-12	18.00 - 18.45	45	60	23	37	0.00	81.95	CH	7
04	11	SK-34	SPT-14	21.00 - 21.45	26	55	21	34	16.78	53.31	CH	31
04	11	SK-34	SPT-16	24.00 - 24.45	24	57	22	35	2.02	79.74	CH	35
04	11	SK-36	SPT-2	3.00 - 3.45	32	57	19	38	0.00	79.54	CH	12
04	11	SK-36	SPT-4	6.00 - 6.45	18	NP	NP	NP	23.03	17.71	SM	37
04	11	SK-36	SPT-6	9.00 - 9.45	36	38	18	20	0.13	59.27	CI	18

Şekil B.1 : Laboratuvar deney sonuçları ve SPT-N değerleri (proje yeri: 4).

Proje Yeri	Proje Kodu	Sondaj Kuyusu No	Numune No	Derinlik (m'den - m'ye)	w _n (%)	w _L (%)	w _p (%)	I _p (%)	+No.10 (%)	-No.200 (%)	Zemin Smfi	SPT-N
04	11	SK-46	SPT-2	3.00 - 3.45	35	81	26	55	0.00	98.19	CH	6
04	11	SK-46	SPT-6	9.00 - 9.45	13	NP	NP	NP	77.64	13.40	GM	27
04	11	SK-46	SPT-8	12.00 - 12.45	44	58	22	36	0.00	100.00	CH	33
04	11	SK-48	SPT-2	3.00 - 3.45	14	NP	NP	NP	60.27	23.19	GM	53
04	11	SK-48	SPT-4	6.00 - 6.45	46	75	25	50	0.00	100.00	CH	8
04	11	SK-48	SPT-6	9.00 - 9.45	45	80	32	48	0.00	93.29	CH	11
04	11	SK-48	SPT-11	16.50 - 16.95	24	61	19	42	12.79	64.34	CH	38
04	11	SK-48	SPT-14	21.00 - 21.45	18	71	21	50	7.88	76.33	CH	52
04	11	SK-48	SPT-16	24.00 - 24.45	21	49	18	31	11.26	55.30	CI	33
04	11	SK-50	SPT-4	6.00 - 6.45	41	68	23	45	0.00	98.50	CH	7
04	11	SK-50	SPT-9	13.50 - 13.95	48	57	22	35	0.00	98.18	CH	4
04	11	SK-50	SPT-12	18.00 - 18.45	55	62	25	37	0.00	96.68	CH	3
04	11	SK-50	SPT-14	21.00 - 21.45	25	54	22	32	4.56	75.87	CH	26
04	11	SK-50	SPT-17	25.50 - 25.95	29	58	22	36	2.81	77.28	CH	26
04	11	SK-52	SPT-2	3.00 - 3.45	25	59	21	38	33.36	59.90	CH	24
04	11	SK-53	SPT-2	3.00 - 3.45	17	32	17	15	45.67	13.54	GC	22
04	11	SK-55	SPT-15	24.00 - 24.45	24	62	18	44	6.69	75.44	CH	21
04	11	SK-55	SPT-20	30.00 - 30.45	23	66	16	51	3.81	79.52	CH	26
04	11	SK-56	SPT-3	4.50 - 4.95	35	39	18	21	0.00	83.78	CI	4
04	11	SK-56	UD-1	10.00 - 10.50	45	48	25	23	0.00	82.88	CI	6
04	11	SK-56	SPT-18	27.00 - 27.45	20	40	17	23	14.34	50.05	CI	11
04	11	SK-57	SPT-19	28.50 - 28.95	23	54	16	38	38.61	38.48	GC	24
04	11_2	SK-1	SPT-1	1.50 - 1.95	34	74	20	54	23.16	74.66	CH	6
04	11_2	SK-1	SPT-5	7.50 - 7.95	33	53	16	37	17.36	60.89	CH	4
04	11_2	SK-1	SPT-8	12.00 - 12.45	11	NP	NP	NP	63.00	26.00	GC	32
04	11_2	SK-2	SPT-6	9.00 - 9.45	24	36	15	21	38.00	22.00	SC	8
04	11_2	SK-3	SPT-2	3.00 - 3.45	19	39	16	23	32.00	37.00	GC	16
04	11_2	SK-4	SPT-11	16.50 - 16.95	22	54	16	38	19.00	67.00	CH	37
04	11_2	SK-5	SPT-11	16.50 - 16.95	25	45	17	28	10.00	76.00	CI	33
04	11_2	SK-6	SPT-2	3.00 - 3.45	46	76	24	52	1.00	98.00	CH	8
04	11_2	SK-6	SPT-8	12.00 - 12.45	21	36	12	24	51.00	26.00	GC	38
04	11_2	SK-8	SPT-2	3.00 - 3.45	51	62	12	50	0.00	95.00	CH	6
04	11_2	SK-8	SPT-11	16.50 - 16.95	26	56	21	35	3.00	76.00	CH	42
04	11_2	SK-8	SPT-17	25.50 - 25.95	20	38	21	17	10.00	54.00	CI	34
04	11_2	SK-9	SPT-2	3.00 - 3.45	55	82	18	64	0.00	98.00	CH	9
04	11_2	SK-9	SPT-11	16.50 - 16.95	49	65	15	50	0.00	99.00	CH	10
04	11_2	SK-9	SPT-15	22.50 - 22.95	23	38	10	28	17.00	61.00	CI	27
04	11_2	SK-9	SPT-19	28.50 - 28.95	22	40	11	29	29.00	51.00	CI	42
04	12	SK- 1	SPT-1	1.50 - 1.95	28	NP	NP	NP	1.80	23.34	SM	3
04	12	SK- 1	SPT-3	4.50 - 4.95	35	NP	NP	NP	8.54	26.56	SM	4
04	12	SK- 1	SPT-4	6.00 - 6.45	28	NP	NP	NP	11.09	25.46	SM	2
04	12	SK- 1	SPT-5	7.50 - 7.95	36	NP	NP	NP	0.21	41.35	SM	3
04	12	SK- 1	SPT-6	9.00 - 9.45	30	NP	NP	NP	1.08	27.25	SM	12
04	12	SK- 1	SPT-7	10.50 - 10.95	32	NP	NP	NP	1.82	25.92	SM	10
04	12	SK- 1	SPT-8	12.00 - 12.45	19	NP	NP	NP	5.74	13.74	SM	18
04	12	SK- 1	SPT-9	13.50 - 13.95	52	53	26	27	5.72	49.92	SC	7
04	12	SK- 1	SPT-10	15.00 - 15.45	36	NP	NP	NP	1.90	45.41	SM	8
04	12	SK- 1	SPT-13	19.50 - 19.95	43	50	22	28	0.13	70.30	CH	9
04	12	SK- 1	SPT-16	24.00 - 24.45	44	53	25	28	0.00	80.71	CH	12
04	12	SK- 1	SPT-19	28.50 - 28.95	37	44	22	22	0.00	79.17	CI	14
04	12	SK- 1	SPT-23	34.50 - 34.95	32	42	23	19	1.72	66.52	CI	11
04	12	SK- 1	SPT-29	43.50 - 43.95	34	43	19	24	0.00	79.40	CI	12
04	12	SK- 2	SPT-1	1.50 - 1.95	32	40	16	24	1.20	52.31	CI	4
04	12	SK- 2	SPT-3	4.50 - 4.95	28	NP	NP	NP	11.11	22.85	SM	3
04	12	SK- 2	SPT-4	6.00 - 6.45	28	NP	NP	NP	12.18	25.13	SM	4
04	12	SK- 2	SPT-5	7.50 - 7.95	33	NP	NP	NP	1.10	33.00	SM	4
04	12	SK- 2	SPT-6	9.00 - 9.45	27	NP	NP	NP	2.52	11.28	SP-SM	5
04	12	SK- 2	SPT-7	10.50 - 10.95	27	NP	NP	NP	2.79	16.82	SM	7
04	12	SK- 2	SPT-8	12.00 - 12.45	41	NP	NP	NP	0.76	61.47	ML	4
04	12	SK- 2	SPT-9	13.50 - 13.95	44	NP	NP	NP	0.74	51.28	ML	5
04	12	SK- 2	SPT-10	15.00 - 15.45	45	NP	NP	NP	13.12	32.53	SM	4
04	12	SK- 2	SPT-13	19.50 - 19.95	33	45	21	24	0.04	58.07	CI	11
04	12	SK- 2	SPT-16	24.00 - 24.45	36	53	24	29	0.00	89.04	CH	13
04	12	SK- 2	SPT-19	28.50 - 28.95	41	63	24	39	0.00	91.77	CH	15

Şekil B.1 : Laboratuvar deney sonuçları ve SPT-N değerleri (proje yeri: 4).

Proje Yeri	Proje Kodu	Sondaj Kuyusu No	Numune No	Derinlik (m'den - m'ye)	w _n (%)	w _L (%)	w _p (%)	I _p (%)	+No.10 (%)	-No.200 (%)	Zemin Sınıfı	SPT-N
04	12	SK- 2	SPT-22	33.00 - 33.45	30	38	19	19	6.31	59.52	CI	10
04	12	SK- 2	SPT-25	37.50 - 37.95	36	54	23	31	0.00	96.05	CH	13
04	12	SK- 2	SPT-29	43.50 - 43.95	35	51	24	27	0.00	91.86	CH	14
04	12	SK- 3	SPT-2	3.00 - 3.45	19	NP	NP	NP	41.00	18.11	GM	5
04	12	SK- 3	SPT-3	4.50 - 4.95	30	NP	NP	NP	2.38	28.51	SM	4
04	12	SK- 3	SPT-4	6.00 - 6.45	28	NP	NP	NP	7.95	16.50	SM	10
04	12	SK- 3	SPT-5	7.50 - 7.95	35	NP	NP	NP	0.29	46.62	SM	9
04	12	SK- 3	SPT-6	9.00 - 9.45	37	NP	NP	NP	0.18	46.31	SM	8
04	12	SK- 3	SPT-7	10.50 - 10.95	40	NP	NP	NP	0.56	51.80	ML	6
04	12	SK- 3	SPT-8	12.00 - 12.45	44	47	24	23	1.34	58.90	CI	4
04	12	SK- 3	SPT-9	13.50 - 13.95	33	NP	NP	NP	2.58	25.97	SM	9
04	12	SK- 3	SPT-10	15.00 - 15.45	40	NP	NP	NP	0.73	44.48	SM	6
04	12	SK- 3	SPT-14	21.00 - 21.45	33	NP	NP	NP	0.00	51.61	ML	11
04	12	SK- 3	SPT-16	24.00 - 24.45	35	49	22	27	0.00	78.03	CI	11
04	12	SK- 3	SPT-20	30.00 - 30.45	41	62	27	35	0.00	87.51	CH	12
04	12	SK- 3	SPT-23	34.50 - 34.95	37	62	24	38	0.00	96.72	CH	15
04	34	SK-1	SPT1	1.50 - 1.95	30	NP	NP	NP	1.28	70.18	ML	8
04	34	SK-1	UD1	2.50 - 3.00	34	60	24	36	1.73	86.61	CH	23
04	34	SK-2	SPT1	1.50 - 1.95	32	NP	NP	NP	0.00	89.04	ML	27
04	34	SK-2	SPT4	6.00 - 6.45	29	NP	NP	NP	0.00	80.53	ML	39
04	34	SK-3	SPT1	1.50 - 1.95	28	NP	NP	NP	0.24	85.71	ML	20
04	34	SK-4	SPT1	1.50 - 1.95	31	NP	NP	NP	0.96	80.50	ML	18
04	34	SK-4	SPT4	6.00 - 6.45	33	NP	NP	NP	0.00	93.98	ML	34
04	34	SK-5	SPT1	1.50 - 1.95	27	52	45	7	3.29	79.17	MH	20
04	34	SK-5	UD1	2.50 - 3.00	32	65	24	41	4.60	74.00	CH	22
04	34	SK-5	SPT2	3.00 - 3.45	24	54	21	33	7.61	73.65	CH	23
04	34	SK-5	SPT4	6.00 - 6.45	32	57	23	34	0.00	97.17	CH	36
04	34	SK-6	UD1	2.50 - 3.00	23	51	18	33	0.00	86.53	CH	27
04	34	SK-6	SPT4	6.00 - 6.45	25	67	23	44	2.40	79.14	CH	44
04	41	SK-1	SPT1	1.50 - 1.95	16	41	18	23	18.40	40.33	SC	12
04	41	SK-1	SPT4	7.50 - 7.95	30	66	20	46	0.78	86.66	CH	26
04	41	SK-1	SPT7	12.00 - 12.45	30	67	21	46	0.00	85.86	CH	23
04	41	SK-1	SPT10	16.50 - 16.95	27	42	18	24	0.00	75.29	CL	17
04	41	SK-2	SPT2	4.50 - 4.95	30	51	16	35	1.63	86.93	CH	14
04	41	SK-2	SPT5	9.00 - 9.45	33	61	23	38	0.00	87.68	CH	19
04	41	SK-2	SPT9	15.00 - 15.45	30	50	17	33	0.00	93.06	CH	19
04	41	SK-2	SPT10	16.50 - 16.95	32	67	19	48	0.00	98.09	CH	18
04	41	SK-2	SPT11	18.00 - 18.45	20	NP	NP	NP	0.00	50.24	ML	17
04	41	SK-2	SPT12	19.50 - 19.95	13	NP	NP	NP	0.00	15.14	SM	30
04	52	SK- 1	SPT-2	3.00 - 3.45	48	55	20	35	3.25	58.98	CH	12
04	52	SK- 1	SPT-3	4.50 - 4.95	29	80	25	55	0.69	86.00	CH	13
04	52	SK- 1	SPT-5	7.50 - 7.95	28	69	19	50	0.88	85.15	CH	16
04	52	SK- 1	SPT-9	13.50 - 13.95	34	86	31	55	9.04	80.11	CH	14
04	52	SK- 1	SPT-12	18.00 - 18.45	37	57	23	34	0.00	75.61	CH	24
04	52	SK- 2	SPT-1	1.50 - 1.95	26	53	21	32	4.07	60.99	CH	10
04	52	SK- 2	SPT-3	4.50 - 4.95	30	85	20	65	0.86	89.29	CH	13
04	52	SK- 2	SPT-6	9.00 - 9.45	43	83	34	49	1.02	91.77	CH	14
04	52	SK- 2	SPT-9	13.50 - 13.95	36	84	29	55	1.18	89.36	CH	16
04	52	SK- 2	SPT-12	18.00 - 18.45	28	68	24	44	5.44	73.85	CH	31
05	32_1	S-425	SPT1	1.50 - 1.95	13	NP	NP	NP	17.71	46.40	SM	16
05	32_1	S-425	SPT2	3.00 - 3.45	9	NP	NP	NP	36.77	15.27	SM	35
05	32_1	S-425	SPT3	4.50 - 4.95	16	NP	NP	NP	23.72	29.87	SM	20
05	32_1	S-425	SPT4	6.00 - 6.45	15	NP	NP	NP	0.52	49.37	SM	24
05	32_1	S-425	SPT5	7.50 - 7.95	20	NP	NP	NP	2.51	62.52	ML	33
05	32_1	S-425	SPT6	9.00 - 9.45	25	32	18	14	15.35	62.67	CL	6
05	32_1	S-425	SPT7	10.50 - 10.95	20	28	18	11	6.00	62.23	CL	10
05	32_1	S-425	SPT8	12.00 - 12.45	20	30	20	10	0.50	78.56	CL	15
05	32_1	S-425	SPT9	13.50 - 13.95	19	28	18	10	3.23	64.94	CL	26
05	32_1	S-426	SPT1	1.50 - 1.95	9	NP	NP	NP	45.48	20.93	GM	27
05	32_1	S-426	SPT3	4.50 - 4.95	7	NP	NP	NP	39.54	18.94	SM	50
05	32_1	S-426	SPT4	6.00 - 6.45	12	NP	NP	NP	21.55	32.74	SM	36
05	32_1	S-426	SPT5	7.50 - 7.95	20	NP	NP	NP	14.70	57.63	ML	48
05	32_1	S-426	SPT6	9.00 - 9.45	20	28	19	9	7.75	59.13	CL	50
05	32_1	S-426	SPT7	10.50 - 10.95	22	32	20	12	1.15	79.42	CL	20

Şekil B.1 : Laboratuvar deney sonuçları ve SPT-N değerleri (proje yeri: 4 – 5).

Proje Yeri	Proje Kodu	Sondaj Kuyusu No	Numune No	Derinlik (m'den - m'ye)	w _n (%)	w _L (%)	w _p (%)	I _p (%)	+No.10 (%)	-No.200 (%)	Zemin Sınıfı	SPT-N
05	32_1	S-426	SPT8	12.00 - 12.45	15	23	17	6	2.49	60.35	CL	50
05	32_1	S-426	SPT9	13.50 - 13.95	17	NP	NP	NP	1.20	54.70	ML	30
05	32_1	S-426	SPT10	15.00 - 15.45	21	NP	NP	NP	9.76	22.58	SM	33
05	32_1	S-427	SPT1	1.50 - 1.95	11	NP	NP	NP	25.86	30.66	SM	34
05	32_1	S-427	SPT2	3.00 - 3.27	8	NP	NP	NP	37.31	14.81	SM	50
05	32_1	S-427	SPT3	4.50 - 4.95	7	NP	NP	NP	45.15	18.19	GM	50
05	32_1	S-427	SPT4	6.00 - 6.45	13	NP	NP	NP	13.27	36.47	SM	36
05	32_1	S-427	SPT5	7.50 - 7.95	12	NP	NP	NP	8.31	32.98	SM	50
05	32_1	S-427	SPT6	9.00 - 9.45	18	NP	NP	NP	0.51	61.28	ML	24
05	32_1	S-427	SPT7	10.50 - 10.95	16	20	16	4	10.69	48.74	SC	50
05	32_1	S-427	SPT9	13.50 - 13.95	21	28	21	7	9.24	78.01	CL	29
05	32_1	S-427	SPT10	15.00 - 15.45	22	33	20	13	6.91	62.28	CL	25
05	32_2	S-315	SPT2	3.00 - 3.45	21	36	23	13	47.27	29.20	GC	18
05	32_2	S-315	SPT7	10.50 - 10.95	11	NP	NP	NP	42.13	22.32	GM	50
05	32_2	S-316	SPT3	4.50 - 4.95	12	NP	NP	NP	43.87	11.57	SP-SM	50
05	32_2	S-316	SPT5	7.50 - 7.95	2	NP	NP	NP	82.86	1.70	GP	50
05	32_2	S-317	SPT2	3.00 - 3.45	6	NP	NP	NP	58.71	9.05	GP-GM	50
05	32_2	S-317	SPT4	6.00 - 6.45	7	NP	NP	NP	63.74	7.94	GP-GM	50
05	32_2	S-318	SPT2	3.00 - 3.45	11	NP	NP	NP	36.53	23.64	SM	50
05	32_2	S-318	SPT5	7.50 - 7.95	15	30	18	12	4.22	75.15	CL	50
05	32_2	S-318	SPT8	12.00 - 12.45	8	NP	NP	NP	44.98	12.51	GM	50
05	32_2	S-319	SPT3	4.50 - 4.95	23	NP	NP	NP	0.00	70.97	ML	22
05	32_2	S-319	SPT9	13.50 - 13.95	33	35	21	14	0.00	70.98	CL	11
05	32_2	S-320	SPT2	3.00 - 3.45	17	NP	NP	NP	1.59	60.32	ML	11
05	32_2	S-320	SPT6	9.00 - 9.45	27	41	17	24	0.00	80.97	CL	11
05	32_2	S-321	SPT 3	4.50 - 4.95	32	43	22	21	0.00	84.01	CL	8
05	32_2	S-321	SPT 6	9.00 - 9.45	9	NP	NP	NP	44.89	10.02	SM-SP	50
05	32_2	S-321	SPT9	13.50 - 13.95	23	NP	NP	NP	0.00	29.91	SM	50
05	32_2	S-322	SPT 2	3.00 - 3.45	9	NP	NP	NP	23.75	15.37	SM	50
05	32_2	S-322	SPT4	6.00 - 6.45	19	NP	NP	NP	2.08	48.10	SM	48
05	32_2	S-322	SPT 7	10.50 - 10.95	18	NP	NP	NP	0.00	74.60	ML	50
05	32_2	S-322	SPT 9	13.50 - 13.95	19	NP	NP	NP	0.00	64.71	ML	50
05	32_2	S-322	SPT10	15.00 - 15.45	18	NP	NP	NP	0.00	79.60	ML	50
05	32_2	S-323	SPT 1	1.50 - 1.95	22	49	20	29	10.06	61.56	CL	8
05	32_2	S-323	SPT 5	7.50 - 7.95	29	41	21	20	0.00	93.31	CL	27
05	32_2	S-323	SPT 9	13.50 - 13.95	29	38	22	16	0.00	93.72	CL	50
05	32_2	S-323	SPT12	18.00 - 18.45	30	35	19	16	0.00	98.10	CL	45
05	32_2	S-324	SPT 6	9.00 - 9.45	22	NP	NP	NP	0.00	55.36	ML	21
05	32_2	S-324	SPT8	12.00 - 12.45	22	31	17	14	5.80	76.99	CL	47
05	32_2	S-324	SPT 10	15.00 - 15.45	24	NP	NP	NP	0.00	35.56	SM	50
05	32_3	S-205	SPT2	3.00 - 3.45	13	NP	NP	NP	2.18	64.97	ML	16
05	32_3	S-205	SPT10	15.00 - 15.45	29	31	17	14	6.74	70.50	CL	5
05	32_3	S-206	SPT2	3.00 - 3.45	20	24	17	7	1.52	61.56	CL	8
05	32_3	S-206	SPT5	7.50 - 7.95	20	31	18	13	31.55	49.29	GC	9
05	32_3	S-206	SPT9	13.50 - 13.95	28	37	18	19	0.00	78.54	CL	8
05	32_3	S-207	SPT1	1.50 - 1.95	11	NP	NP	NP	28.29	41.80	SM	13
05	32_3	S-207	SPT4	6.00 - 6.45	32	40	20	20	11.54	71.95	CL	7
05	32_3	S-207	UD1	8.00 - 8.50	23	34	19	15	0.00	78.61	CL	10
05	32_3	S-207	SPT9	13.50 - 13.95	27	38	16	22	18.58	68.03	CL	6
05	32_3	S-208	SPT2	3.00 - 3.45	31	49	25	24	1.45	81.76	CL	18
05	32_3	S-208	UD1	8.50 - 9.00	27	43	19	24	0.69	78.81	CL	25
05	32_3	S-208	SPT9	13.50 - 13.95	26	36	17	19	17.87	49.97	SC	7
05	32_3	S-209	SPT2	3.00 - 3.45	30	51	24	27	0.00	100.00	CH	37
05	32_3	S-209	SPT4	6.00 - 6.45	32	52	19	33	4.38	69.47	CH	9
05	32_3	S-209	SPT8	12.00 - 12.45	32	41	16	25	17.12	56.28	CL	12
05	32_3	S-209	UD1	14.50 - 15.00	31	32	23	9	1.34	66.36	CL	14
05	32_3	S-210	SPT1	1.50 - 1.95	16	25	15	10	3.00	63.78	CL	19
05	32_3	S-210	UD1	5.50 - 6.00	18	36	15	21	7.12	62.11	CL	36
05	32_3	S-210	SPT7	10.50 - 10.95	26	47	21	26	17.32	50.36	CL	11
05	32_3	S-211	SPT1	1.50 - 1.95	10	NP	NP	NP	3.35	51.24	ML	12
05	32_3	S-211	SPT4	6.00 - 6.45	26	44	20	24	6.29	79.11	CL	11
05	32_3	S-211	SPT10	15.00 - 15.45	37	44	14	30	0.00	98.17	CL	20
05	32_3	S-212	SPT2	3.00 - 3.45	27	50	23	27	0.00	94.68	CH	36
05	32_3	S-212	SPT4	6.00 - 6.45	24	34	16	18	1.79	47.84	SC	16

Şekil B.1 : Laboratuvar deney sonuçları ve SPT-N değerleri (proje yeri: 5).

Proje Yeri	Proje Kodu	Sondaj Kuyusu No	Numune No	Derinlik (m'den - m'ye)	w _n (%)	w _L (%)	w _p (%)	I _p (%)	+No.10 (%)	-No.200 (%)	Zemin Sınıfı	SPT-N
05	32_3	S-212	SPT9	13.50 - 13.95	28	40	18	22	1.19	54.30	CL	12
05	32_3	S-213	SPT4	6.00 - 6.45	25	33	17	16	9.51	66.31	CL	10
05	32_3	S-213	UD1	13.00 - 13.50	26	32	17	15	5.31	60.83	CL	22
05	32_3	S-214	SPT3	4.50 - 4.95	45	54	26	28	4.07	81.10	CH	8
05	32_3	S-214	SPT8	12.00 - 12.45	28	46	18	28	12.37	77.01	CL	7
05	32_3	S-214	SPT12	18.00 - 18.45	32	36	19	17	13.88	66.91	CL	7
06	03	SK 1	SPT 1	1.50 - 1.95	24	37	17	20	0.00	58.85	CL	17
06	03	SK 1	SPT 2	3.00 - 3.45	33	61	22	39	0.00	93.57	CH	17
06	03	SK 2	SPT 1	1.50 - 1.95	32	59	20	39	0.67	81.72	CH	10
06	03	SK 2	SPT 3	4.50 - 4.95	29	65	26	39	0.00	85.93	CH	21
06	03	SK 2	SPT 7	10.50 - 10.95	36	97	25	72	3.29	93.79	CH	13
06	03	SK 2	SPT 10	15.00 - 15.45	28	54	28	26	0.00	96.93	CH	37
06	03	SK 3	SPT 1	1.50 - 1.95	27	54	21	33	4.68	70.82	CH	8
06	03	SK 3	SPT 4	6.00 - 6.45	23	54	21	33	0.00	82.27	CH	44
06	03	SK 3	SPT 10	15.00 - 15.45	31	69	21	48	14.54	74.68	CH	14
06	03	SK 4	SPT 1	1.50 - 1.95	44	79	29	50	0.00	95.13	CH	11
06	03	SK 4	SPT 3	4.50 - 4.95	39	68	21	47	0.35	84.84	CH	16
06	03	SK 4	SPT 4	6.00 - 6.45	27	55	21	34	3.61	48.30	SC	24
06	03	SK 4	SPT 11	16.50 - 16.95	19	34	19	15	0.86	71.39	CL	54
06	03	SK 5	SPT 1	1.50 - 1.95	27	92	32	60	0.00	72.57	CH	21
06	03	SK 5	SPT 5	7.50 - 7.95	28	50	24	26	6.13	47.77	SC	22
06	03	SK 5	SPT 10	10.50 - 10.95	18	59	21	38	6.26	65.17	CH	28
06	03	SK 5	SPT 13	21.00 - 21.41	25	64	25	39	5.98	73.53	CH	31
06	03	SK 6	SPT 2	3.00 - 3.45	19	56	23	33	0.00	63.06	CH	10
06	03	SK 6	SPT 5	7.50 - 7.95	22	46	18	28	3.29	58.05	CL	36
06	03	SK 6	SPT 9	13.50 - 13.95	27	85	26	59	3.66	91.49	CH	13
06	03	SK 6	SPT 16	24.00 - 24.45	20	65	25	40	0.00	91.77	CH	24
06	03	SK 6	SPT 20	30.00 - 30.45	24	50	21	29	0.00	93.15	CH	45
06	03	SK 7	SPT 1	1.50 - 1.95	27	54	23	31	31.99	41.94	GC	20
06	03	SK 7	SPT 7	10.50 - 10.95	19	46	29	17	0.00	50.94	ML	20
06	03	SK 7	SPT 8	12.00 - 12.45	31	65	23	42	0.00	75.81	CH	11
06	03	SK 7	SPT 14	21.00 - 21.45	14	71	23	48	0.00	90.90	CH	35
06	03	SK 8	SPT 1	1.50 - 1.95	29	58	23	35	11.75	78.81	CH	12
06	03	SK 8	SPT 3	4.50 - 4.95	35	56	18	38	4.14	74.13	CH	19
06	03	SK 8	SPT 5	7.50 - 7.95	26	70	20	50	0.00	94.66	CH	28
06	03	SK 8	SPT 7	10.50 - 10.95	35	88	31	57	0.00	100.00	CH	26
06	03	SK 8	SPT 11	16.50 - 16.95	17	50	20	30	1.77	79.28	CH	43
06	03	SK 8	SPT 15	22.50 - 22.95	19	55	25	30	1.32	95.24	CH	50
06	03_2	SK-1	SPT1	1.50 - 1.95	27	48	16	32	1.78	85.33	CL	9
06	03_2	SK-1	SPT3	4.50 - 4.95	31	40	15	25	12.70	44.71	SC	8
06	03_2	SK-1	SPT5	7.50 - 7.95	42	75	27	48	0.00	90.84	CH	7
06	03_2	SK-1	SPT8	12.00 - 12.45	36	92	29	63	0.00	96.98	CH	7
06	03_2	SK-1	SPT11	16.50 - 16.95	49	72	22	50	0.00	93.93	CH	8
06	03_2	SK-2	SPT2	3.00 - 3.45	25	NP	NP	NP	0.26	31.61	SM	4
06	03_2	SK-2	SPT4	6.00 - 6.45	21	NP	NP	NP	13.60	16.21	SM	19
06	03_2	SK-2	SPT6	9.00 - 9.45	44	53	16	37	0.00	89.58	CH	8
06	03_2	SK-2	SPT10	15.00 - 15.45	36	54	15	39	5.92	69.91	CH	11
06	03_2	SK-3	SPT1	1.50 - 1.95	30	67	24	43	0.92	90.97	CH	11
06	03_2	SK-3	SPT3	4.50 - 4.95	31	46	19	27	2.21	73.53	CL	6
06	03_2	SK-3	SPT4	6.00 - 6.45	38	63	23	40	0.00	93.11	CH	11
06	03_2	SK-3	SPT7	10.50 - 10.95	43	81	26	55	0.00	96.50	CH	8
06	03_2	SK-3	SPT10	15.00 - 15.45	45	69	21	48	0.00	96.01	CH	8
06	03_2	SK-4	SPT1	1.50 - 1.95	28	57	21	36	0.00	83.29	CH	15
06	03_2	SK-4	SPT3	4.50 - 4.95	29	45	18	27	0.00	66.77	CL	10
06	03_2	SK-4	SPT4	6.00 - 6.45	42	75	25	50	0.00	97.80	CH	5
06	03_2	SK-4	SPT5	7.50 - 7.95	27	NP	NP	NP	0.60	28.08	SM	9
06	03_2	SK-4	SPT6	9.00 - 9.45	37	62	20	42	0.00	68.71	CH	11
06	03_2	SK-4	SPT8	12.00 - 12.45	42	69	24	45	0.00	100.00	CH	8
06	03_2	SK-4	SPT12	18.00 - 18.45	58	91	28	63	0.00	100.00	CH	10
06	07	S1	SPT-2	3.00 - 3.45	31	NP	NP	NP	0.00	29.62	SM	16
06	07	S1	UD1	5.50 - 6.00	51	96	38	58	0.00	99.00	CH	50
06	07	S1	SPT-7	10.50 - 10.95	27	55	15	40	0.00	91.00	CH	41
06	07	S2	SPT-5	7.50 - 7.95	38	77	29	48	0.00	99.00	CH	23
06	07	S2	SPT-6	9.00 - 9.45	30	60	19	41	0.00	92.00	CH	36

Şekil B.1 : Laboratuvar deney sonuçları ve SPT-N değerleri (proje yeri: 5 – 6).

Proje Yeri	Proje Kodu	Sondaj Kuyusu No	Numune No	Derinlik (m'den - m'ye)	w _n (%)	w _L (%)	w _p (%)	I _p (%)	+No.10 (%)	-No.200 (%)	Zemin Sınıfı	SPT-N
06	07	S3	SPT-1	1.50 - 1.95	36	43	21	22	2.03	79.72	CL	5
06	07	S4	SPT-2	3.00 - 3.45	26	42	13	29	0.00	72.09	CL	6
06	07	S5	SPT-1	1.50 - 1.95	22	32	11	21	0.57	42.32	SC	7
06	07	S5	SPT-7	10.50 - 10.95	15	NP	NP	NP	0.27	14.68	SM	31
06	07	S5	SPT-11	16.50 - 16.95	19	NP	NP	NP	0.14	12.41	SM	38
06	07	S5	SPT-14	21.00 - 21.45	21	NP	NP	NP	0.00	15.25	SM	40
06	07	S5	SPT-16	24.00 - 24.45	25	67	23	44	0.00	88.46	CH	44
06	07	S5	SPT-19	28.50 - 28.95	26	27	16	11	0.00	34.67	SC	58
06	07	S6	SPT-3	4.50 - 4.95	23	28	13	15	0.00	47.46	SC	15
06	07	S7	SPT-3	4.50 - 4.95	34	38	19	19	0.89	71.27	CL	24
06	07	S7	SPT-7	10.50 - 10.95	24	49	20	29	0.48	83.26	CL	55
06	07	S7	SPT-9	13.50 - 13.95	36	62	24	38	0.00	98.27	CH	29
06	07	S8	SPT-4	6.00 - 6.45	39	81	21	60	0.00	98.15	CH	7
06	07	S8	SPT-6	9.00 - 9.45	19	44	16	28	0.00	67.98	CL	44
06	07	S8	UD-2	14.50 - 15.00	24	48	17	31	2.45	73.95	CL	30
06	07	S9	SPT-1	1.50 - 1.95	15	36	13	23	0.00	56.88	CL	9
06	07	S9	SPT-3	4.50 - 4.95	18	37	13	24	0.00	70.32	CL	16
06	07	S9	SPT-7	10.50 - 10.95	30	83	26	57	5.00	71.00	CH	18
06	07	S9	SPT-9	13.50 - 13.95	12	NP	NP	NP	0.00	19.13	SM	33
06	07	S9	SPT-13	19.50 - 19.95	13	NP	NP	NP	0.00	20.72	SM	52
06	07	S9	SPT-16	24.00 - 24.45	20	NP	NP	NP	0.00	10.98	SP-SM	43
06	07	S9	SPT-19	28.50 - 28.95	24	NP	NP	NP	0.00	19.63	SM	35
06	07	S10	SPT-2	3.00 - 3.45	5	NP	NP	NP	3.78	29.45	SM	36
06	07	S11	SPT-2	3.00 - 3.45	28	NP	NP	NP	0.00	24.39	SM	15
06	07	S11	UD-3	10.00 - 10.50	38	76	25	51	0.00	99.00	CH	41
06	07	S12	SPT-11	16.50 - 16.95	18	NP	NP	NP	3.33	28.46	SM	43
06	07	S12	SPT-14	21.00 - 21.45	17	NP	NP	NP	0.29	15.16	SM	38
06	07	S13	UD1	2.50 - 3.00	25	27	15	12	0.00	60.00	CL	60
06	07	S13	SPT-11	16.50 - 16.95	31	77	27	50	0.00	100.00	CH	58
06	07	S14	SPT-1	1.50 - 1.95	24	36	12	24	1.25	58.61	CL	8
06	07	S14	SPT-3	4.50 - 4.95	22	NP	NP	NP	1.20	27.08	SM	20
06	07	S14	SPT-7	10.50 - 10.95	37	53	19	34	0.00	93.00	CH	28
06	07	S15	SPT-1	1.50 - 1.95	25	41	12	29	0.00	58.05	CL	4
06	07	S15	SPT-8	12.00 - 12.45	17	NP	NP	NP	0.78	19.37	SM	60
06	07	S16	SPT-1	1.50 - 1.95	19	25	14	11	0.00	21.00	SC	22
06	07	S16	UD-1	28.00 - 28.50	30	82	29	53	0.00	100.00	CH	55
06	07	S17	SPT1	1.50 - 1.95	15	30	12	18	0.00	51.89	CL	16
06	07	S18	SPT-4	6.00 - 6.45	16	NP	NP	NP	20.24	13.74	SM	28
06	07	S18	SPT-8	12.00 - 12.45	19	NP	NP	NP	0.88	20.77	SM	47
06	07	S19	SPT-4	6.00 - 6.45	19	NP	NP	NP	0.00	25.74	SM	37
06	07	S19	SPT-10	15.00 - 15.45	20	NP	NP	NP	1.21	32.15	SM	40
06	07	SA02	SPT-2	3.00 - 3.45	14	23	14	9	0.00	58.59	CL	19
06	07	SA02	SPT-5	7.50 - 7.95	22	41	15	26	0.00	75.11	CL	25
06	07	SA02	SPT-10	15.00 - 15.45	38	83	30	53	0.00	97.27	CH	28
06	07	SA02	SPT-13	19.50 - 19.95	17	NP	NP	NP	1.18	30.35	SM	45
06	07	SA02	SPT-16	24.00 - 24.45	24	NP	NP	NP	0.00	16.70	SM	40
06	07	SA02	SPT-18	27.00 - 27.45	30	52	21	31	0.00	85.75	CH	44
06	07	SA03	SPT-1	1.50 - 1.95	14	NP	NP	NP	0.00	27.94	SM	42
06	07	SA03	SPT-2	3.00 - 3.45	19	39	18	21	5.31	71.73	CL	30
06	07	SA03	SPT-3	4.50 - 4.95	26	38	19	19	0.00	49.31	SC	18
06	07	SA03	SPT-4	6.00 - 6.45	32	NP	NP	NP	0.00	43.92	SM	30
06	07	SA03	UD-1	7.00 - 7.50	43	67	26	41	0.00	93.98	CH	24
06	07	SA03	SPT-7	10.50 - 10.95	38	57	23	34	0.00	90.76	CH	39
06	07	SA03	SPT-12	18.00 - 18.45	28	49	21	28	0.00	92.38	CL	60
06	07	SA03	SPT-14	21.00 - 21.45	27	44	21	23	0.00	88.99	CL	50
06	07	SA03	SPT-15	22.50 - 22.95	29	56	25	31	0.00	96.75	CH	30
06	07	SA03	SPT-20	30.00 - 30.45	23	60	20	40	0.00	83.96	CH	51
06	07	SA04	SPT-2	3.00 - 3.45	26	NP	NP	NP	0.99	25.59	SM	24
06	07	SA04	SPT-4	6.00 - 6.45	31	NP	NP	NP	0.13	27.65	SM	28
06	07	SA04	SPT-7	10.50 - 10.95	10	93	27	66	0.00	99.49	CH	30
06	07	SA04	SPT-10	15.00 - 15.45	30	74	24	50	0.00	98.87	CH	31
06	07	SA04	SPT-13	19.50 - 19.95	24	57	20	37	0.00	92.62	CH	42
06	07	SA04	SPT-15	22.50 - 22.95	26	NP	NP	NP	0.18	43.68	SM	60
06	07	SA05	SPT-1	1.50 - 1.95	16	NP	NP	NP	0.00	34.27	SM	43

Şekil B.1 : Laboratuvar deney sonuçları ve SPT-N değerleri (proje yeri: 6).

Proje Yeri	Proje Kodu	Sondaj Kuyusu No	Numune No	Derinlik (m'den - m'ye)	w _n (%)	w _L (%)	w _p (%)	I _p (%)	+No.10 (%)	-No.200 (%)	Zemin Sınıfı	SPT-N
06	07	SA05	SPT-7	10.50 - 10.95	29	67	23	44	0.00	98.96	CH	46
06	07	SA05	SPT-10	15.00 - 15.45	30	NP	NP	NP	0.00	39.82	SM	46
06	07	SK1	SPT-3	4.50 - 4.95	27	37	21	16	10.92	39.98	SC	37
06	07	SK1	SPT-10	15.00 - 15.45	23	35	17	18	0.00	65.84	CL	48
06	07	SK9	SPT-2	3.00 - 3.45	8	NP	NP	NP	34.66	25.32	SM	19
06	07	SK9	UD-1	10.00 - 10.50	51	94	28	66	0.00	96.00	CH	21
06	07	SK9	SPT-9	13.50 - 13.95	27	43	13	30	0.00	85.77	CL	51
06	07	SK10	SPT-8	12.00 - 12.45	15	23	10	13	0.00	41.00	SC	32
06	07	SK12	UD-2	7.00 - 7.50	24	34	12	22	0.00	67.00	CL	33
06	07	SK12	SPT-7	10.50 - 10.95	22	NP	NP	NP	0.00	41.79	SM	39
06	07	SK12	SPT-9	13.50 - 13.95	41	81	23	58	0.00	92.99	CH	20
06	07	SK12	SPT-12	18.00 - 18.45	40	78	27	51	0.00	99.00	CH	26
06	07	SK12	SPT-15	22.50 - 22.95	49	83	29	54	0.00	100.00	CH	19
06	07	SK12	SPT-18	27.00 - 27.45	36	88	27	61	0.00	100.00	CH	37
06	07	SK13	SPT-2	3.00 - 3.45	23	NP	NP	NP	0.00	45.00	SM	21
06	07	SK13	SPT-4	6.00 - 6.45	11	NP	NP	NP	0.00	12.79	SM	58
06	07	SK13	SPT-6	9.00 - 9.45	23	NP	NP	NP	0.00	40.72	SM	38
06	07	SK13	UD-2	17.50 - 18.00	40	79	32	47	1.00	99.00	CH	31
06	07	SK13	SPT-14	21.00 - 21.45	34	65	23	42	0.07	65.51	CH	38
06	15	SK-1	UD1	2.50 - 3.00	19	39	11	28	0.00	87.39	CL	16
06	15	SK-1	SPT3	4.50 - 4.95	22	36	12	24	0.00	82.48	CL	12
06	15	SK-1	SPT5	7.50 - 7.95	17	39	13	26	0.87	71.42	CL	7
06	15	SK-1	SPT9	13.50 - 13.95	19	28	11	17	0.75	46.44	SC	10
06	15	SK-1	SPT14	21.00 - 21.45	24	33	14	19	0.00	58.53	CL	12
06	15	SK-2	SPT2	3.00 - 3.45	16	38	14	24	0.00	75.10	CL	10
06	15	SK-2	SPT11	16.50 - 16.95	23	28	11	17	1.20	34.21	SC	12
06	15	SK-2	SPT13	19.50 - 19.95	25	25	12	13	0.00	47.92	SC	14
06	15	SK-3	UD1	2.50 - 3.00	18	41	10	31	0.00	77.11	CL	10
06	15	SK-3	SPT2	3.00 - 3.45	16	37	14	23	0.00	84.88	CL	11
06	15	SK-3	SPT9	13.50 - 13.95	19	34	11	23	1.34	83.08	CL	7
06	15	SK-3	SPT12	18.00 - 18.45	21	32	12	20	0.00	72.46	CL	12
06	15	SK-3	SPT14	21.00 - 21.45	24	46	12	34	0.00	87.32	CL	18
06	15	SK-4	SPT1	1.50 - 1.95	12	29	11	18	2.49	64.83	CL	9
06	15	SK-4	SPT2	3.00 - 3.45	17	30	12	18	5.50	68.31	CL	11
06	15	SK-4	UD1	4.00 - 4.50	16	29	12	17	5.59	62.48	CL	13
06	15	SK-4	SPT3	4.50 - 4.95	19	25	12	13	0.00	62.05	CL	14
06	17	SK- 4	SPT-5	7.50 - 7.95	12	NP	NP	NP	36.55	16.69	SM	24
06	17	SK- 4	SPT-8	12.00 - 12.45	22	36	17	19	3.79	39.36	SC	26
06	17	SK- 9	SPT-1	1.50 - 1.95	18	35	13	22	22.16	46.03	SC	16
06	19	SK-1	SPT1	1.50 - 1.95	21	37	16	21	1.02	78.59	CL	18
06	19	SK-1	SPT2	3.00 - 3.45	21	51	20	31	6.10	74.31	CH	28
06	19	SK-2	SPT1	1.50 - 1.95	24	47	21	26	2.27	85.13	CL	33
06	19	SK-2	SPT2	3.00 - 3.29	16	38	16	22	20.72	33.69	SC	50
06	19	SK-2	SPT5	7.50 - 7.95	38	54	24	30	39.12	33.41	GC	5
06	19	SK-3	SPT2	3.00 - 3.45	17	34	14	20	0.54	66.79	CL	46
06	19	SK-3	SPT4	6.00 - 6.42	25	39	27	12	0.00	92.41	ML	50
06	19	SK-4	SPT1	1.50 - 1.95	18	39	18	21	1.50	77.43	CL	35
06	19	SK-4	SPT3	4.50 - 4.95	16	46	20	26	4.90	42.67	SC	42
06	19	SK-5	SPT1	1.50 - 1.95	18	44	21	23	4.99	74.35	CL	32
06	19	SK-5	SPT3	4.50 - 4.95	17	35	17	18	10.70	53.76	CL	43
06	19	SK-6	SPT2	3.00 - 3.45	17	38	14	24	2.05	70.47	CL	19
06	19	SK-6	SPT5	7.50 - 7.95	39	47	21	26	4.94	83.92	CL	4
06	19	SK-6	SPT7	10.50 - 10.95	20	NP	NP	NP	56.44	23.61	GM	27
06	19	SK-7	SPT2	3.00 - 3.45	19	33	15	18	0.47	73.05	CL	37
06	19	SK-7	SPT3	4.50 - 4.95	20	41	18	23	5.51	61.14	CL	29
06	19	SK-8	SPT2	3.00 - 3.45	13	36	15	21	33.39	26.94	SC	39
06	19	SK-8	SPT3	4.50 - 4.95	20	46	18	28	30.16	46.77	GC	39
06	40	SK-1	SPT-2	3.00 - 3.45	19	NP	NP	NP	0.00	1.89	SP	21
06	40	SK-1	SPT-3	4.50 - 4.95	18	NP	NP	NP	0.00	5.42	SP-SM	39
06	40	SK-1	SPT-4	6.00 - 6.45	19	NP	NP	NP	0.00	2.90	SP	33
06	40	SK-1	SPT-5	7.50 - 7.95	16	NP	NP	NP	17.00	6.13	SP-SM	39
06	40	SK-1	SPT-6	9.00 - 9.45	21	NP	NP	NP	0.00	1.62	SP	43
06	40	SK-1	SPT-7	10.50 - 10.95	20	NP	NP	NP	0.00	6.88	SP-SM	48
06	40	SK-1	SPT-8	12.00 - 12.45	18	NP	NP	NP	15.21	4.27	SP	47

Şekil B.1 : Laboratuvar deney sonuçları ve SPT-N değerleri (proje yeri: 6).

Proje Yeri	Proje Kodu	Sondaj Kuyusu No	Numune No	Derinlik (m'den - m'ye)	w _n (%)	w _L (%)	w _p (%)	I _p (%)	+No.10 (%)	-No.200 (%)	Zemin Sınıfı	SPT-N
06	40	SK-1	SPT-9	13.50 - 13.95	15	NP	NP	NP	8.83	1.84	SP	48
06	40	SK-2	SPT-2	3.00 - 3.45	17	NP	NP	NP	0.00	3.23	SP	35
06	40	SK-2	SPT-3	4.50 - 4.95	16	NP	NP	NP	8.59	6.15	SP-SM	18
06	40	SK-2	SPT-4	6.00 - 6.45	14	NP	NP	NP	22.16	9.01	SP-SM	15
06	40	SK-2	SPT-5	7.50 - 7.95	18	NP	NP	NP	20.53	15.69	SM	28
06	40	SK-2	SPT-6	9.00 - 9.45	16	NP	NP	NP	9.08	10.65	SP-SM	30
06	40	SK-2	SPT-7	10.50 - 10.95	18	NP	NP	NP	0.00	3.59	SP	34
06	40	SK-2	SPT-8	12.00 - 12.45	17	NP	NP	NP	0.00	2.99	SP	40
06	40	SK-2	SPT-9	13.50 - 13.95	21	NP	NP	NP	0.00	6.87	SP-SM	39
06	40	SK-2	SPT-10	15.00 - 15.45	20	NP	NP	NP	0.00	0.94	SP	37
06	40	SK-2	SPT-12	18.00 - 18.45	9	NP	NP	NP	0.00	1.74	SP	59
06	40	SK-3	SPT-2	3.00 - 3.45	19	NP	NP	NP	3.84	4.29	SP	32
06	40	SK-3	SPT-3	4.50 - 4.95	21	NP	NP	NP	0.00	3.64	SP	35
06	40	SK-3	SPT-4	6.00 - 6.45	20	NP	NP	NP	0.00	4.07	SP	46
06	40	SK-3	SPT-5	7.50 - 7.95	23	NP	NP	NP	0.00	3.56	SP	51
06	40	SK-3	SPT-6	9.00 - 9.45	18	NP	NP	NP	0.00	4.25	SP	45
06	40	SK-3	SPT-8	12.00 - 12.45	20	NP	NP	NP	0.00	5.30	SP-SM	60
06	40	SK-4	SPT-2	3.00 - 3.45	18	NP	NP	NP	0.00	10.45	SP-SM	20
06	40	SK-4	SPT-3	4.50 - 4.95	25	NP	NP	NP	0.00	8.44	SP-SM	24
06	40	SK-4	SPT-4	6.00 - 6.45	19	NP	NP	NP	0.00	2.59	SP	34
06	40	SK-4	SPT-5	7.50 - 7.95	14	NP	NP	NP	34.50	2.97	SP	39
06	40	SK-4	SPT-6	9.00 - 9.45	17	NP	NP	NP	17.92	7.81	SP-SM	47
06	40	SK-4	SPT-7	10.50 - 10.95	23	NP	NP	NP	6.19	1.28	SP	22
06	40	SK-4	SPT-8	12.00 - 12.45	10	NP	NP	NP	10.81	2.28	SP	59
06	40	SK-4	SPT-12	18.00 - 18.45	24	NP	NP	NP	0.00	4.57	SP	58
06	46	SK-1	SPT4	6.00 - 6.45	53	NP	NP	NP	0.00	97.43	ML	5
06	46	SK-1	SPT8	12.00 - 12.45	46	53	20	33	1.58	94.23	CH	7
06	46	SK-1	SPT12	18.00 - 18.45	45	59	22	37	1.84	91.71	CH	8
06	46	SK-1	SPT16	24.00 - 24.45	45	67	24	43	0.00	99.51	CH	6
06	46	SK-1	SPT19	28.50 - 28.95	53	52	23	29	0.00	99.31	CH	5
06	46	SK-1	SPT23	34.50 - 34.95	52	60	22	38	0.00	99.02	CH	11
06	46	SK-1	SPT24	36.00 - 36.45	55	70	26	44	0.00	98.69	CH	16
06	46	SK-1	SPT27	40.50 - 40.95	53	54	22	32	0.00	99.12	CH	17
06	46	SK-1	SPT29	43.50 - 43.95	52	57	26	31	0.00	98.55	CH	19
06	46	SK-1	SPT32	48.00 - 48.45	38	68	44	24	0.00	99.27	MH	21
06	46	SK-2	SPT2	3.00 - 3.45	18	NP	NP	NP	22.32	22.82	SM	11
06	46	SK-2	SPT6	9.00 - 9.45	35	NP	NP	NP	25.88	40.61	SM	4
06	46	SK-2	SPT7	10.50 - 10.95	44	NP	NP	NP	1.94	76.57	ML	5
06	46	SK-3	SPT4	6.00 - 6.45	15	NP	NP	NP	42.07	16.61	GM	12
06	46	SK-3	SPT6	9.00 - 9.45	18	NP	NP	NP	50.51	13.58	GM	27
06	46	SK-3	SPT8	12.00 - 12.45	15	NP	NP	NP	20.11	22.86	SM	14
06	46	SK-3	SPT11	16.50 - 16.95	18	NP	NP	NP	17.06	24.76	SM	19
06	46	SK-3	SPT13	19.50 - 19.95	18	NP	NP	NP	14.18	29.64	SM	20
06	46	SK-3	SPT14	21.00 - 21.45	29	30	16	14	2.31	78.72	CL	12
06	46	SK-3	SPT16	24.00 - 24.45	26	30	17	13	33.52	23.55	SC	50
06	46	SK-3	SPT17	25.50 - 25.95	21	28	18	10	39.85	24.51	GC	43
06	46	SK-3	SPT18	27.00 - 27.32	12	NP	NP	NP	17.13	24.98	SM	50
06	46	SK-4	SPT2	3.00 - 3.45	17	NP	NP	NP	17.24	23.86	SM	12
06	46	SK-4	SPT4	6.00 - 6.45	20	NP	NP	NP	19.60	19.81	SM	7
06	46	SK-4	SPT6	9.00 - 9.45	16	NP	NP	NP	17.54	24.55	SM	25
06	46	SK-4	SPT11	16.50 - 16.95	17	NP	NP	NP	11.34	36.91	SM	6
06	46	SK-4	SPT14	21.00 - 21.45	14	NP	NP	NP	33.72	35.21	GM	12
06	46	SK-4	SPT17	25.50 - 25.95	49	55	23	32	0.00	96.96	CH	12
06	46	SK-4	SPT18	27.00 - 27.45	53	58	23	35	0.00	99.71	CH	14
06	46	SK-4	SPT22	34.50 - 34.75	6	NP	NP	NP	89.87	1.22	GP	28
06	46	SK-5	SPT11	18.00 - 18.45	25	NP	NP	NP	0.00	36.03	SM	14
06	46	SK-5	SPT12	19.50 - 19.95	31	NP	NP	NP	0.00	61.18	ML	11
06	46	SK-5	SPT14	24.00 - 24.45	32	NP	NP	NP	0.00	69.31	ML	12
06	46	SK-5	SPT15	27.00 - 27.45	36	NP	NP	NP	0.00	82.33	ML	13
06	46	SK-5	SPT16	30.00 - 30.45	38	NP	NP	NP	0.00	75.12	ML	10
06	46	SK-6	SPT1	1.50 - 1.95	30	NP	NP	NP	48.37	18.75	GM	12
06	46	SK-6	SPT-6	9.00 - 9.45	49	NP	NP	NP	1.19	62.51	ML	4
06	46	SK-6	SPT9	21.00 - 21.45	57	54	21	33	0.00	98.26	CH	5
06	46	SK-6	SPT10	24.00 - 24.45	58	50	23	27	0.00	100.00	CH	7

Şekil B.1 : Laboratuvar deney sonuçları ve SPT-N değerleri (proje yeri: 6).

Proje Yeri	Proje Kodu	Sondaj Kuyusu No	Numune No	Derinlik (m'den - m'ye)	w _n (%)	w _L (%)	w _p (%)	I _p (%)	+No.10 (%)	-No.200 (%)	Zemin Sınıfı	SPT-N
06	46	SK-6	SPT11	27.00 - 27.45	57	48	23	25	0.00	98.44	CL	8
06	46	SK-6	SPT13	33.00 - 33.45	59	50	21	29	0.00	95.86	CH	9
06	46	SK-6	SPT15	39.00 - 39.45	62	60	26	34	0.00	99.20	CH	8
06	46	SK-6	SPT17	45.00 - 45.45	52	53	22	31	0.00	98.33	CH	12
06	47	SK1	SPT2	3.00 - 3.45	23	36	21	15	11.40	72.00	CL	21
06	47	SK1	SPT3	4.50 - 4.95	24	36	17	19	2.30	89.10	CL	15
06	47	SK1	SPT5	9.00 - 9.45	23	NP	NP	NP	14.60	24.20	SM	21
06	47	SK1	SPT6	10.50 - 10.95	17	NP	NP	NP	19.30	14.00	SM	50
06	47	SK1	SPT8	15.00 - 15.45	12	NP	NP	NP	45.80	15.50	GM	50
06	47	SK2	SPT2	3.00 - 3.45	30	48	21	27	8.10	82.40	CL	7
06	47	SK2	SPT3	6.00 - 6.45	19	38	17	21	5.30	80.60	CL	19
06	47	SK2	SPT7	13.50 - 13.95	19	NP	NP	NP	2.80	21.20	SM	50
06	47	SK-1	SPT3	4.50 - 4.95	27	33	15	18	0.35	73.35	CL	5
06	47	SK-1	SPT4	6.00 - 6.45	23	38	15	23	1.36	68.00	CL	21
06	47	SK-1	SPT9	13.50 - 13.95	16	NP	NP	NP	14.81	11.62	SP/W-SM	37
06	47	SK-2	SPT2	3.00 - 3.45	23	40	15	25	7.02	45.19	SC	2
06	47	SK-2	SPT4	6.00 - 6.45	23	34	15	19	0.52	75.07	CL	5
06	47	SK-2	SPT6	9.00 - 9.45	13	NP	NP	NP	36.65	13.36	SM	47
06	47	SK-3	SPT2	3.00 - 3.45	14	NP	NP	NP	50.23	18.88	GM	27
06	47	SK-3	SPT4	6.00 - 6.45	27	NP	NP	NP	1.87	68.32	ML	17
06	47	SK-3	SPT6	9.00 - 9.45	22	41	15	26	1.14	69.87	CL	15
06	49	SK-1	SPT1	1.50 - 1.95	30	NP	NP	NP	2.92	71.65	ML	5
06	49	SK-1	SPT2	3.00 - 3.45	24	39	18	21	35.11	48.38	GC	10
06	49	SK-1	SPT3	4.50 - 4.95	29	48	19	29	11.09	65.70	CL	9
06	49	SK-1	SPT5	7.50 - 7.95	33	39	19	20	5.81	69.11	CL	8
06	49	SK-1	SPT7	10.50 - 10.95	22	NP	NP	NP	37.59	28.72	GM	24
06	49	SK-1	SPT8	12.00 - 12.45	22	NP	NP	NP	44.62	29.21	GM	9
06	49	SK-1	SPT9	13.50 - 13.95	43	NP	NP	NP	27.72	31.01	SM	14
06	49	SK-2	SPT1	1.50 - 1.95	25	41	18	23	3.22	74.14	CL	7
06	49	SK-2	SPT2	3.00 - 3.45	30	57	23	34	8.79	81.66	CH	12
06	49	SK-2	SPT3	4.50 - 4.95	35	63	22	41	0.60	99.40	CH	13
06	49	SK-3	SPT3	4.50 - 4.95	27	39	19	20	2.69	76.97	CL	18
06	49	SK-3	SPT5	7.50 - 7.95	23	42	21	21	6.61	84.87	CL	21
06	49	SK-4	SPT1	1.50 - 1.95	25	42	17	25	8.94	64.08	CL	12
06	49	SK-4	UD1	2.50 - 3.00	26	40	20	20	3.13	76.33	CL	19
06	49	SK-4	SPT2	3.00 - 3.45	55	NP	NP	NP	3.59	51.74	ML	23
06	49	SK-5	SPT1	1.50 - 1.95	21	40	20	20	23.14	55.05	CL	33
06	49	SK-6	SPT1	1.50 - 1.95	51	53	26	27	4.71	72.25	CH	16
06	49	SK-7	SPT2	3.00 - 3.45	24	40	18	22	9.62	65.19	CL	12
06	49	SK-7	SPT4	6.00 - 6.45	28	44	19	25	4.13	83.08	CL	18
06	49	SK-7	SPT6	9.00 - 9.45	25	42	20	22	0.00	92.79	CL	19
06	49	SK-7	SPT7	10.50 - 10.95	31	57	23	34	6.97	79.35	CH	17
06	53	SK-1	SPT-1	1.50 - 1.95	19	42	20	22	18.55	62.31	CI	10
06	53	SK-2	SPT-1	1.50 - 1.95	12	33	17	16	52.37	21.17	GC	34
06	53	SK-3	SPT-2	3.00 - 3.45	19	61	22	39	0.00	79.67	CH	14
06	53	SK-3	SPT-4	6.00 - 6.45	16	70	24	46	18.84	53.56	CH	13
06	53	SK-3	UD-1	7.00 - 7.50	18	34	15	19	29.61	50.94	CL	60
06	53	SK-4	SPT-5	7.50 - 7.95	17	58	20	38	0.00	100.00	CH	22
06	53	SK-5	SPT-1	1.50 - 1.95	13	56	20	36	74.38	15.06	GC	19
06	53	SK-6	SPT-1	1.50 - 1.95	13	NP	NP	NP	77.03	4.75	GP	15
06	53	SK-6	UD-1	3.50 - 4.00	16	32	20	12	33.96	31.92	SC	28
06	53	SK-6	SPT-3	4.50 - 4.95	13	NP	NP	NP	62.72	16.60	GM	48
06	53	SK-7	SPT-1	1.50 - 1.95	13	59	20	39	25.63	39.85	SC	18
06	53	SK-7	SPT-3	4.50 - 4.95	16	45	16	29	0.00	64.46	CI	8
06	53	SK-7	UD-1	8.00 - 8.50	21	44	16	28	0.00	70.57	CI	9
06	53	SK-7	SPT-9	13.50 - 13.95	19	71	26	45	0.00	65.38	CH	13
06	53	SK-8	SPT-1	1.50 - 1.95	12	NP	NP	NP	55.67	26.07	GM	2
06	53	SK-8	SPT-2	3.00 - 3.45	16	30	17	13	42.42	30.69	GC	11
06	53	SK-8	SPT-3	4.50 - 4.95	12	NP	NP	NP	58.14	22.58	GM	45
06	53	SK-9	SPT-2	3.00 - 3.45	14	NP	NP	NP	89.60	2.19	GW	9
06	53	SK-9	SPT-3	4.50 - 4.95	10	NP	NP	NP	78.59	9.52	GP-GM	36
06	53	SK-9	SPT-4	6.00 - 6.45	16	NP	NP	NP	48.52	19.81	GM	32
06	53	SK-10	SPT-2	3.00 - 3.45	21	87	32	55	0.00	52.84	CH	4
06	53	SK-10	SPT-4	6.00 - 6.45	20	66	21	45	0.00	54.99	CH	7

Şekil B.1 : Laboratuvar deney sonuçları ve SPT-N değerleri (proje yeri: 6).

Proje Yeri	Proje Kodu	Sondaj Kuyusu No	Numune No	Derinlik (m'den - m'ye)	w _n (%)	w _L (%)	w _p (%)	I _p (%)	+No.10 (%)	-No.200 (%)	Zemin Smfi	SPT-N
06	53	SK-11	SPT-2	3.00 - 3.45	15	49	17	32	29.08	41.08	SC	11
06	53	SK-11	SPT-8	12.00 - 12.45	24	70	25	45	0.00	66.89	CH	11
06	53	SK-12	SPT-5	7.50 - 7.95	19	57	16	41	0.00	65.86	CH	6
06	53	SK-12	SPT-7	10.50 - 10.95	21	56	19	37	13.94	40.55	SC	4
06	53	SK-12	SPT-8	12.00 - 12.45	20	60	20	40	15.68	40.94	SC	5
06	53	SK-13	SPT-1	1.50 - 1.95	17	37	12	25	33.96	40.15	GC	12
06	53	SK-14	SPT-1	1.50 - 1.95	20	81	25	56	11.02	53.59	CH	7
06	53	SK-14	SPT-3	4.50 - 4.95	19	39	15	24	0.00	55.62	CI	11
06	53	SK-15	SPT-2	3.00 - 3.45	25	60	20	40	17.46	49.72	SC	2
06	53	SK-15	SPT-9	13.50 - 13.95	22	61	25	36	0.00	65.28	CH	8
06	53	SK-15	SPT-10	15.00 - 15.45	23	46	16	30	0.00	58.48	CI	27
06	53	SK-16	SPT-3	4.50 - 4.95	21	59	22	37	0.00	61.24	CH	7
06	53	SK-16	SPT-7	10.50 - 10.95	21	59	20	39	0.00	40.73	SC	11
06	53	SK-17	SPT-2	3.00 - 3.45	22	63	27	36	10.95	47.52	SC	5
06	53	SK-17	SPT-6	9.00 - 9.45	18	58	21	37	35.70	47.26	GC	28
06	53	SK-18	SPT-3	4.50 - 4.95	20	36	14	22	0.00	62.48	CI	15
06	53	SK-18	SPT-5	7.50 - 7.95	17	42	16	26	26.82	39.77	SC	13
06	53	SK-19	SPT-3	4.50 - 4.95	22	52	21	31	0.00	73.71	CH	10
06	53	SK-19	SPT-5	7.50 - 7.95	27	64	25	39	0.00	81.81	CH	5
06	53	SK-19	SPT-9	13.50 - 13.95	20	61	25	36	9.38	67.50	CH	7
06	56	SK-1	SPT-1	1.50 - 1.95	23	30	14	16	0.69	35.83	SC	9
06	56	SK-1	SPT-3	4.50 - 4.95	25	42	16	26	0.69	79.42	CI	16
06	56	SK-1	SPT-5	7.50 - 7.95	25	40	15	25	0.00	75.58	CI	35
06	56	SK-1	SPT-8	12.00 - 12.45	27	NP	NP	NP	3.41	50.73	ML	41
06	56	SK-1	SPT-10	15.00 - 15.45	47	NP	NP	NP	0.00	100.00	ML	26
06	56	SK-1	SPT-11	16.50 - 16.95	17	39	14	25	0.40	44.59	SC	20
06	56	SK-2	SPT-2	3.00 - 3.45	19	NP	NP	NP	0.37	68.33	ML	20
06	56	SK-2	SPT-4	6.00 - 6.45	19	NP	NP	NP	3.00	6.00	SP-SM	26
06	56	SK-2	SPT-7	10.50 - 10.95	23	54	22	32	0.00	85.76	CH	21
06	56	SK-2	SPT-9	13.50 - 13.95	23	NP	NP	NP	4.03	51.53	ML	38
06	56	SK-2	SPT-11	16.50 - 16.95	25	NP	NP	NP	0.15	41.91	SM	35
06	56	SK-2	SPT-14	21.00 - 21.45	34	93	32	61	0.00	100.00	CH	17
06	56	SK-3	SPT-1	1.50 - 1.95	18	NP	NP	NP	0.23	38.16	SM	15
06	56	SK-3	SPT-3	4.50 - 4.95	19	NP	NP	NP	0.74	10.95	SP-SM	23
06	56	SK-3	SPT-5	7.50 - 7.95	30	53	22	31	0.00	100.00	CH	18
06	56	SK-3	SPT-7	10.50 - 10.95	18	NP	NP	NP	0.55	18.05	SM	25
06	56	SK-3	SPT-13	19.50 - 19.95	27	87	31	56	0.00	100.00	CH	23
06	56	SK-3	SPT-17	25.50 - 25.95	19	NP	NP	NP	1.54	21.97	SM	48
06	59	SK-1	SPT2	3.00 - 3.45	22	36	18	18	31.16	50.95	CL	3
06	59	SK-1	SPT4	6.00 - 6.45	30	36	17	19	6.68	72.83	CL	6
06	59	SK-1	SPT6	9.00 - 9.45	18	31	16	15	41.71	20.39	GC	9
06	59	SK-2	SPT2	3.00 - 3.45	26	43	21	22	3.38	66.49	CL	14
06	59	SK-3	SPT3	4.50 - 4.95	24	40	20	20	5.83	72.92	CL	16
06	59	SK-3	SPT6	9.00 - 9.45	54	46	27	19	0.00	79.63	CL	7
06	59	SK-3	SPT8	12.00 - 12.45	40	41	23	18	2.12	83.01	CL	6
06	59	SK-4	SPT1	1.50 - 1.95	31	39	18	21	1.37	68.98	CL	5
06	59	SK-4	SPT4	6.00 - 6.45	29	42	20	22	25.23	59.92	CL	9
06	59	SK-4	SPT8	12.00 - 12.45	16	33	14	19	6.07	32.96	SC	38
06	59	SK-5	SPT2	3.00 - 3.45	24	39	21	18	9.83	46.71	SC	5
06	59	SK-5	SPT5	7.50 - 7.95	59	NP	NP	NP	0.00	69.91	ML	5
06	SG	BH- 101	SPT-3	3.50 - 3.95	11	39	14	25	24.75	54.58	CI	32
06	SG	BH- 101	SPT-9	12.50 - 12.95	21	41	17	24	14.75	73.50	CI	37
06	SG	BH- 101	SPT-12	17.00 - 17.45	20	41	18	23	10.45	72.06	CI	43
06	SG	BH- 102	SPT-1	0.50 - 0.95	15	33	16	17	27.16	63.89	CL	20
06	SG	BH- 102	SPT-5	6.50 - 6.95	17	37	14	23	20.61	63.01	CI	43
06	SG	BH- 102	SPT-10	14.00 - 14.45	19	47	17	30	29.04	44.68	GC	48
06	SG	BH- 103	SPT-1	0.50 - 0.95	17	27	15	12	6.75	79.94	CL	20
06	SG	BH- 104	SPT-1	0.50 - 0.95	19	37	14	23	17.89	56.10	CI	16
06	SG	BH- 104	SPT-3	3.50 - 3.95	16	36	13	23	20.96	51.61	CI	53
06	SG	BH- 105	SPT-1	0.50 - 0.95	30	54	20	34	0.00	90.39	CH	9
06	SG	BH- 105	UD-3	7.50 - 8.00	21	41	17	24	13.52	68.72	CI	22
06	SG	BH- 105	SPT-10	14.00 - 14.45	17	40	16	24	23.66	52.76	CI	51
06	SG	BH- 105	SPT-17	24.50 - 24.95	16	53	14	39	12.22	78.91	CH	52
06	SG	BH- 105	CW-25	39.64 - 41.00	20	49	18	31	4.00	86.00	CI	45

Şekil B.1 : Laboratuvar deney sonuçları ve SPT-N değerleri (proje yeri: 6).

Proje Yeri	Proje Kodu	Sondaj Kuyusu No	Numune No	Derinlik (m'den - m'ye)	w _n (%)	w _L (%)	w _p (%)	I _p (%)	+No.10 (%)	-No.200 (%)	Zemin Sınıfı	SPT-N
06	SG	BH- 106	CW-1	0.00 - 0.50	7	34	15	19	36.95	33.56	GC	35
06	SG	BH- 106	SPT-2	2.00 - 2.45	34	50	17	33	0.00	88.83	CH	21
06	SG	BH- 107	SPT-1	0.50 - 0.95	26	54	20	34	3.75	90.32	CH	8
06	SG	BH- 107	UD-1	1.50 - 2.00	27	49	18	31	2.00	86.00	CI	8
06	SG	BH- 107	UD-2	4.00 - 4.50	23	38	32	6	2.00	93.00	MI	22
06	SG	BH- 108	SPT-10	14.00 - 14.45	20	41	16	25	11.27	76.91	CI	22
06	SG	BH- 109	SPT- 1	0.50 - 0.95	23	37	15	22	7.77	71.84	CI	5
06	SG	BH- 109	SPT- 2	2.00 - 2.45	23	54	16	38	7.54	77.67	CH	7
06	SG	BH- 109	SPT- 3	3.50 - 3.95	17	38	14	24	37.51	46.38	GC	16
06	SG	BH- 109	SPT-4	5.00 - 5.45	16	50	14	36	14.72	75.77	CH	26
06	SG	BH- 109	SPT-6	8.00 - 8.45	16	40	13	27	6.12	85.53	CI	43
06	SG	BH- 109	SPT-7	9.50 - 9.95	16	38	13	25	14.09	71.41	CI	33
06	SG	BH- 109	SPT-8	11.00 - 11.45	13	46	13	33	13.73	61.84	CI	38
06	SG	BH- 109	SPT-9	12.50 - 12.95	17	40	15	25	0.00	79.31	CI	34
06	SG	BH- 109	SPT-10	14.00 - 14.45	16	46	14	32	4.79	72.88	CI	36
06	SG	BH- 109	SPT-11	15.50 - 15.95	13	45	15	30	0.00	96.27	CI	46
06	SG	BH- 109	SPT-12	17.00 - 17.45	19	46	15	31	0.00	94.77	CI	32
06	SG	BH- 109	SPT-13	18.50 - 18.95	15	36	12	24	11.16	71.81	CI	56
06	SG	BH- 109	SPT-14	20.00 - 20.45	17	39	14	25	20.90	63.17	CI	59
06	SG	BH- 110	SPT-1	0.50 - 0.95	14	NP	NP	NP	56.37	23.73	GM	9
06	SG	BH- 110	SPT-3	3.50 - 3.95	10	33	15	18	40.09	38.83	GC	21
06	SG	BH- 110	SPT-6	8.00 - 8.45	22	43	15	28	11.92	74.48	CI	10
06	SG	BH- 111	UD-1	1.50 - 2.00	13	34	12	22	11.00	65.00	CL	24
06	SG	BH- 111	SPT-5	9.00 - 9.45	15	36	14	22	26.48	52.24	CI	52
06	SG	BH- 111	SPT-7	11.00 - 11.45	17	49	16	33	19.03	62.35	CI	59
06	SG	BH- 112	SPT-3	3.50 - 3.95	13	31	12	19	21.81	30.97	SC	8
06	SG	BH- 112	CW-5	11.45 - 12.50	23	40	14	26	15.79	69.98	CI	10
06	SG	BH- 112	UD-4	14.50 - 15.00	25	34	14	20	20.37	56.67	CL	18
06	SG	BH- 112	UD-6	19.00 - 19.50	14	36	17	19	44.74	32.02	GC	25
06	SG	BH- 112	UD-7	22.00 - 22.50	23	37	16	21	28.09	43.08	SC	30
06	SG	BH- 113	SPT-11	19.00 - 19.45	17	49	17	32	25.58	66.92	CI	38
06	SG	BH-114	SPT-1	0.50 - 0.95	21	51	18	33	3.67	90.31	CH	14
06	SG	BH-114	SPT-5	6.50 - 6.95	24	49	15	34	8.23	82.58	CI	31
06	SG	BH-114	SPT-9	12.50 - 12.95	18	43	16	27	4.65	89.38	CI	22
06	SG	BH- 116	C-1	0.00 - 0.50	22	53	19	34	12.34	78.65	CH	6
06	SG	BH- 116	SPT-12	17.00 - 17.45	17	44	15	29	16.68	72.48	CI	33
06	SG	BH- 117	SPT-1	0.50 - 0.95	11	31	12	19	23.48	51.66	CL	12
06	SG	BH- 117	SPT-3	3.50 - 3.95	16	46	18	28	12.95	69.41	CI	28
06	SG	BH- 117	CW-3	5.45 - 6.50	16	45	14	31	8.80	74.00	CI	43
06	SG	BH- 117	SPT-14	20.00 - 20.45	15	48	15	33	6.28	77.24	CI	44
06	SG	BH-118	SPT-3	3.50 - 3.95	19	42	17	25	12.30	70.69	CI	30
06	SG	BH-118	SPT-5	6.50 - 6.95	28	37	15	22	16.06	70.44	CI	14
06	SG	BH-118	SPT-8	11.00 - 11.45	22	52	25	27	20.78	65.74	CH	38
06	SG	BH-118	SPT-17	24.50 - 24.95	19	52	15	37	0.00	94.11	CH	49
06	SG	BH- 119	SPT- 1	0.50 - 0.95	11	25	13	12	59.40	28.53	GC	10
06	SG	BH- 119	SPT- 3	3.50 - 3.95	17	33	14	19	29.58	50.53	CL	7
06	SG	BH- 119	SPT-7	9.50 - 9.95	16	32	13	19	37.03	45.16	GC	10
06	SG	BH- 119	UD-1	13.00 - 13.50	16	30	14	16	51.00	24.00	GC	26
06	SG	BH- 119	SPT-11	15.50 - 15.95	24	59	19	40	5.07	86.12	CH	29
06	SG	BH- 120	SPT-1	0.50 - 0.95	20	33	15	18	4.35	83.17	CL	13
06	SG	BH- 120	SPT-6	8.00 - 8.45	27	58	21	37	1.87	87.86	CH	23
06	SG	BH- 120	CW-7	14.45 - 15.50	17	41	14	27	10.13	70.62	CI	37
06	SG	BH- 120	SPT-12	17.00 - 17.45	14	33	13	20	4.48	77.60	CL	50
06	SG	BH- 121	SPT-1	0.50 - 0.95	21	37	15	22	8.97	74.00	CI	9
06	SG	BH- 121	SPT-6	8.00 - 8.45	15	32	13	19	17.81	62.48	CL	42
06	SG	BH- 121	CW-11	12.95 - 14.00	15	28	15	13	10.41	75.85	CL	35
06	SG	BH- 121	SPT-13	18.50 - 18.95	16	30	15	15	10.08	69.19	CL	29
06	SG	BH- 121	SPT-16	23.00 - 23.45	12	27	13	14	18.63	59.02	CL	25
06	SG	BH- 121	SPT-22	33.50 - 33.95	17	41	13	28	22.01	57.32	CI	33
06	SG	BH- 121	CW-27	39.95 - 41.00	23	51	21	30	5.72	81.18	CH	25
06	SG	BH- 121	SPT-29	44.00 - 44.45	15	38	15	23	13.83	53.77	CI	57
06	SG	BH-121R	SPT-2	55.85 - 57.30	20	56	20	36	19.84	76.32	CH	44
06	SG	BH-121R	SPT-3	59.00 - 59.45	28	61	24	37	3.17	93.86	CH	28
06	SG	BH-121R	SPT-4	60.50 - 60.95	27	63	23	40	1.65	94.13	CH	24

Şekil B.1 : Laboratuvar deney sonuçları ve SPT-N değerleri (proje yeri: 6).

Proje Yeri	Proje Kodu	Sondaj Kuyusu No	Numune No	Derinlik (m'den - m'ye)	w _n (%)	w _L (%)	w _p (%)	I _p (%)	+No.10 (%)	-No.200 (%)	Zemin Sınıfı	SPT-N
06	SG	BH-121R	SPT-5	62.00 - 62.45	28	65	23	42	6.57	90.28	CH	47
06	SG	BH- 122	SPT-15	21.50 - 21.95	15	34	13	21	12.26	72.69	CL	44
06	SG	BH- 123	SPT-1	0.50 - 0.95	20	32	17	15	13.56	71.60	CL	6
06	SG	BH- 123	SPT-5	6.50 - 6.95	18	41	16	25	11.58	77.39	CI	24
06	SG	BH- 123	SPT-7	9.50 - 9.95	15	38	13	25	11.56	80.83	CI	34
06	SG	BH- 123	SPT-15	21.50 - 21.95	20	51	19	32	12.32	72.18	CH	48
06	SG	BH- 123	SPT-17	24.50 - 24.95	23	59	20	39	2.78	87.71	CH	35
06	SG	BH- 123	SPT-19	27.50 - 27.95	22	40	15	25	14.69	67.54	CI	42
06	SG	BH- 123	SPT-28	41.00 - 41.45	14	33	13	20	13.01	71.09	CL	57
06	SG	BH- 124	SPT-1	0.50 - 0.95	29	69	25	44	2.16	90.89	CH	6
06	SG	BH- 124	SPT-5	6.50 - 6.95	18	45	16	29	8.70	83.52	CI	55
06	SG	BH- 124	SPT-13	18.50 - 18.95	19	37	19	18	21.88	73.53	CI	46
06	SG	BH- 125	SPT-1	0.50 - 0.95	15	33	15	18	41.95	35.31	GC	18
06	SG	BH- 125	SPT-3	3.50 - 3.95	11	NP	NP	NP	69.69	20.93	GM	23
06	SG	BH- 125	SPT-5	6.50 - 6.95	17	38	15	23	6.50	81.48	CI	30
06	SG	BH- 125	SPT-12	17.00 - 17.45	17	45	14	31	1.62	92.54	CI	39
06	SG	BH- 125	SPT-17	24.50 - 24.95	16	NP	NP	NP	36.49	31.43	GM	32
06	SG	BH- 126	SPT-4	5.00 - 5.45	22	52	17	35	4.75	73.02	CH	8
06	SG	BH- 126	SPT-12	17.00 - 17.45	14	44	12	32	6.76	67.62	CI	36
06	SG	BH-130	SPT-1	0.50 - 0.95	21	46	20	26	30.11	47.66	GC	14
06	SG	BH-130	SPT-3	3.50 - 3.95	20	39	17	22	32.85	44.58	GC	20
06	SG	BH-130	SPT-6	8.00 - 8.45	15	33	18	15	49.19	28.13	GC	17
06	SG	BH-130	SPT-9	12.50 - 12.95	18	45	21	24	39.29	46.95	GC	31
06	SG	BH-130	SPT-11	15.50 - 15.95	8	NP	NP	NP	52.64	20.08	GM	48
06	SG	BH-130	SPT-14	20.00 - 20.45	18	41	16	25	13.24	65.54	CI	29
06	SG	BH-130	SPT-26	38.00 - 38.45	22	63	15	48	0.00	92.59	CH	40
06	SG	BH-130	SPT-32	47.00 - 47.45	11	33	10	23	4.41	45.18	SC	28
06	SG	BH- 133	SPT-1	0.50 - 0.95	11	NP	NP	NP	54.38	21.55	GM	15
06	SG	BH- 133	UD-1	1.50 - 2.00	14	NP	NP	NP	62.00	17.00	GM	11
06	SG	BH- 133	SPT-3	3.50 - 3.95	10	25	12	13	46.66	27.29	GC	26
06	SG	BH- 134	SPT-1	0.50 - 0.95	24	NP	NP	NP	39.29	32.23	GM	9
06	SG	BH- 134	SPT-3	3.50 - 3.95	12	28	17	11	42.10	29.50	GC	35
06	SG	BH- 134	SPT-7	9.50 - 9.95	20	NP	NP	NP	7.56	19.92	SM	26
06	SG	BH- 135	SPT-1	0.50 - 0.95	18	NP	NP	NP	44.86	25.30	GM	19
06	SG	BH- 135	SPT-3	3.50 - 3.95	21	NP	NP	NP	39.41	21.30	GM	14
06	SG	BH- 135	SPT-5	6.50 - 6.95	9	30	17	13	41.41	29.64	GC	16
06	SG	BH- 135	SPT-8	11.00 - 11.45	23	44	19	25	5.92	88.17	CI	14
06	SG	BH- 135	SPT-11	13.50 - 13.95	19	NP	NP	NP	55.33	23.63	GM	54
06	SG	BH- 135	SPT-16	23.00 - 23.45	27	48	21	27	3.28	79.84	CI	24
06	SG	BH- 135	SPT-19	27.50 - 27.95	17	31	14	17	19.36	49.16	SC	22
06	SG	BH- 135	C-22	29.45 - 30.00	14	36	16	20	26.06	38.53	SC	33
06	SG	BH- 135	C-23	30.00 - 30.50	3	NP	NP	NP	33.42	12.93	SM	28
06	SG	BH- 135	SPT-24	35.00 - 35.45	14	34	15	19	12.09	58.84	CL	27
06	SG	BH- 135	C-29	36.95 - 38.00	16	39	17	22	33.03	45.22	GC	39
06	SG	BH- 135	C-30	38.45 - 39.50	15	31	18	13	40.25	23.44	GC	39
06	SG	BH- 135	SPT-28	41.00 - 41.45	18	NP	NP	NP	18.18	22.02	SM	17
06	SG	BH- 135	SPT-31	45.50 - 45.95	16	NP	NP	NP	25.99	23.54	SM	40
06	SG	BH- 135	SPT-33	48.50 - 48.95	18	NP	NP	NP	24.21	35.85	SM	33
06	SG	BH- 135	SPT-35	51.50 - 51.95	15	NP	NP	NP	17.83	21.80	SM	32
06	SG	BH- 135	SPT-37	54.50 - 54.95	30	NP	NP	NP	0.60	11.10	SP-SM	33
06	SG	BH- 135	SPT-39	57.50 - 57.95	30	NP	NP	NP	0.63	9.20	SP-SM	26
06	SG	BH- 135	SPT-41	60.50 - 60.95	30	NP	NP	NP	0.17	20.39	SM	23
06	SG	BH- 135	SPT-43	63.50 - 63.95	29	NP	NP	NP	0.83	19.80	SM	22
06	SG	BH- 135	SPT-45	66.50 - 66.95	27	NP	NP	NP	3.20	23.69	SM	23
06	SG	BH- 138	SPT-1	0.50 - 0.95	19	49	21	28	7.64	68.92	CI	21
06	SG	BH- 138	SPT-16	23.00 - 23.45	24	32	23	9	13.90	34.22	SC	31
06	SG	BH- 138	SPT-25	35.00 - 35.45	27	42	18	24	22.05	44.12	SC	49
06	SG	BH- 140	SPT-3	3.50 - 3.95	15	48	13	35	0.29	83.09	CI	14
06	SG	BH- 140	SPT-6	8.00 - 8.45	21	46	14	32	1.44	81.59	CI	22
06	SG	BH- 140	SPT-10	14.00 - 14.45	18	47	17	30	2.11	86.37	CI	32
06	SG	BH- 142	SPT-1	0.50 - 0.95	17	36	16	20	4.44	57.64	CI	12
06	SG	BH-142R	SPT-1	0.50 - 0.95	20	41	21	20	0.00	62.23	CI	17
06	SG	BH-142R	SPT-2	2.00 - 2.45	11	26	16	10	14.73	37.45	SC	37
06	SG	BH-142R	SPT-3	3.50 - 3.95	15	28	16	12	7.69	44.98	SC	46

Şekil B.1 : Laboratuvar deney sonuçları ve SPT-N değerleri (proje yeri: 6).

Proje Yeri	Proje Kodu	Sondaj Kuyusu No	Numune No	Derinlik (m'den - m'ye)	w _n (%)	w _L (%)	w _p (%)	I _p (%)	+No.10 (%)	-No.200 (%)	Zemin Sınıfı	SPT-N
06	SG	BH- 144	SPT-2	2.00 - 2.45	24	59	22	37	47.69	45.26	GC	44
06	SG	BH- 145	SPT-1	0.50 - 0.95	18	43	15	28	0.32	47.35	SC	18
06	SG	BH- 145	SPT-6	8.00 - 8.45	25	68	22	46	0.00	92.93	CH	33
06	SG	BH- 145	SPT-9	12.50 - 12.95	13	34	13	21	13.05	41.71	SC	35
06	SG	BH- 145	SPT-17	24.50 - 24.95	20	58	18	40	1.87	90.77	CH	53
06	SG	BH- 146	SPT-1	0.50 - 0.10	31	54	18	36	11.71	69.06	CH	12
06	SG	BH- 146	SPT-3	3.50 - 3.95	17	42	16	26	1.94	75.98	CI	34
06	SG	BH- 146	SPT-5	6.50 - 6.95	24	65	18	47	2.55	92.73	SM	41
06	SG	BH- 146	SPT-8	11.00 - 11.45	21	48	15	33	7.00	87.00	CI	38
06	SG	BH- 147	SPT-1	0.50 - 0.95	23	52	19	33	3.91	76.82	CH	15
06	SG	BH- 147	SPT-2	2.00 - 2.45	20	43	17	26	5.39	74.03	CI	13
06	SG	BH- 147	SPT-5	6.50 - 6.95	20	54	18	36	3.83	84.34	CH	15
06	SG	BH- 147	SPT-11	15.50 - 15.95	27	43	20	23	3.31	87.31	CI	23
06	SG	BH- 148	SPT-1	0.50 - 0.95	23	42	18	24	3.30	75.44	CI	16
06	SG	BH- 148	SPT-3	3.50 - 3.95	30	40	18	22	1.66	84.38	CI	19
06	SG	BH- 148	SPT-7	9.50 - 9.95	17	NP	NP	NP	18.21	0.99	SM	35
06	SG	BH- 148	SPT-13	18.50 - 18.95	17	37	14	23	16.28	38.70	SC	52
06	SG	BH- 149	SPT-3	3.50 - 3.95	13	27	12	15	1.29	49.28	SC	58
06	SG	BH- 149	SPT-5	6.00 - 6.45	19	43	14	29	2.88	68.09	CI	58
06	SG	BH- 149	SPT-15	18.50 - 18.95	20	57	16	41	1.63	88.70	CH	33
06	SG	BH- 402	SPT-1	0.50 - 0.95	17	56	18	38	9.65	72.49	CH	18
06	SG	BH- 402	SPT-2	2.00 - 2.45	18	47	12	35	3.72	80.20	CI	14
06	SG	BH- 402	UD-2	5.50 - 6.00	16	34	21	13	14.00	79.00	CL	30
06	SG	BH- 403	SPT-3	3.50 - 3.95	12	24	17	7	12.95	33.30	SC	59
06	SG	BH- 403	SPT-4	5.50 - 5.95	9	26	16	10	45.93	32.49	GC	13
06	SG	BH- 404	SPT-1	0.50 - 0.95	13	27	15	12	10.24	53.40	CL	31
06	SG	BH- 404	SPT-5	6.50 - 6.95	17	31	15	16	8.40	66.59	CL	30
06	SG	BH- 404	SPT-7	9.50 - 9.95	18	36	13	23	0.83	72.28	CI	30
06	SG	BH- 404	CW-7	11.45 - 12.50	15	39	17	22	2.74	59.46	CI	29
06	SG	BH- 405	SPT-1	0.50 - 0.95	25	70	17	53	3.10	76.52	CH	8
06	SG	BH- 405	UD-2	10.00 - 10.50	17	49	12	37	3.65	78.27	CI	26
06	SG	BH- 405	SPT-15	21.50 - 21.95	23	57	16	41	2.35	89.39	CH	36
06	SG	BH- 405	UD-4	26.50 - 27.00	6	38	15	23	1.73	71.35	CI	51
06	SG	BH- 406	SPT-4	5.00 - 5.45	20	44	17	27	1.28	77.72	CI	51
06	SG	BH- 406	SPT-6	8.00 - 8.45	14	55	18	37	30.99	60.26	CH	48
06	SG	BH- 406	SPT-10	14.00 - 14.45	11	30	14	16	18.60	39.32	SC	50
06	SG	BH- 406	SPT-17	24.50 - 24.95	24	62	20	42	0.00	96.01	CH	27
06	SG	BH- 407	SPT-1	0.50 - 0.95	16	32	17	15	11.31	63.26	CL	13
06	SG	BH- 407	SPT-3	3.50 - 3.95	17	41	18	23	9.68	62.36	CI	37
06	SG	BH- 409	SPT-1	0.50 - 0.95	27	43	24	19	3.96	72.03	CI	53
06	SG	BH- 411	SPT-1	0.50 - 0.95	20	36	17	19	42.63	30.17	GC	30
06	SG	BH- 411	SPT-3	3.50 - 3.95	44	NP	NP	NP	67.56	16.61	GM	33
06	SG	BH- 412	SPT-1	0.50 - 0.95	17	NP	NP	NP	50.56	27.96	GM	38
06	SG	BH- 413	SPT-1	0.50 - 0.95	21	35	16	19	4.00	72.06	CI	23
06	SG	BH- 413	UD-1	1.50 - 2.00	14	35	9	26	6.00	47.00	SC	21
06	SG	BH- 413	SPT-9	12.50 - 12.95	17	51	15	36	0.00	74.99	CH	31
06	SG	BH- 413	SPT-12	17.00 - 17.45	17	40	14	26	0.00	66.55	CI	46
06	SG	BH- 413	SPT-19	27.50 - 27.95	21	56	18	38	0.40	83.89	CH	36
06	SG	BH- 414	SPT-1	0.50 - 0.95	21	49	18	31	6.00	73.98	CI	32
06	SG	BH- 414	SPT-8	11.00 - 11.45	17	NP	NP	NP	36.62	29.10	GM	14
06	SG	BH- 414	SPT-10	14.00 - 14.45	15	42	16	26	20.37	60.30	CI	18
06	SG	BH- 414	SPT-12	17.00 - 17.45	17	50	17	33	2.90	88.74	CH	58
06	SG	BH- 415	SPT-1	0.50 - 0.95	20	70	16	54	14.05	47.57	SC	5
06	SG	BH- 415	SPT-3	3.50 - 3.95	15	43	16	27	31.17	43.12	GC	52
06	SG	BH- 415	SPT-5	6.50 - 6.95	34	55	24	31	0.23	93.51	CH	32
06	SG	BH- 415	UD-1	9.00 - 9.50	13	NP	NP	NP	10.00	23.00	SM	30
06	SG	BH- 415	SPT-8	11.00 - 11.45	39	54	24	30	0.23	93.51	CH	31
06	SG	BH- 415	SPT-12	17.00 - 17.45	17	NP	NP	NP	26.98	20.70	SM	57
06	SG	BH- 416	SPT-2	2.00 - 2.45	15	38	16	22	17.36	52.23	CI	20
06	SG	BH- 418	CW-1	0.95 - 2.00	22	48	19	29	0.11	86.93	CI	14
06	SG	BH- 418	SPT-4	5.00 - 5.45	25	64	24	40	0.00	95.29	CH	38
06	SG	BH- 418	SPT-8	11.00 - 11.45	15	33	13	20	1.10	70.61	CL	56
06	SG	BH- 418	SPT-10	14.00 - 14.45	17	41	16	25	0.00	81.79	CI	20
06	SG	BH- 418	SPT-12	17.00 - 17.45	15	40	16	24	0.00	62.82	CI	48

Şekil B.1 : Laboratuvar deney sonuçları ve SPT-N değerleri (proje yeri: 6).

Proje Yeri	Proje Kodu	Sondaj Kuyusu No	Numune No	Derinlik (m'den - m'ye)	w _n (%)	w _L (%)	w _p (%)	I _p (%)	+No.10 (%)	-No.200 (%)	Zemin Sınıfı	SPT-N
06	SG	BH-419	SPT-2	2.00 - 2.45	14	34	13	21	7.60	46.08	SC	23
06	SG	BH-419	SPT-4	5.00 - 5.45	42	38	15	23	0.96	44.55	SC	30
06	SG	BH-419	SPT-8	11.00 - 11.45	23	62	17	45	0.00	98.41	CH	29
06	SG	BH- 420	SPT-1	0.50 - 0.95	21	63	16	47	0.69	85.50	CH	15
06	SG	BH- 420	UD-1	1.50 - 2.00	14	28	12	16	1.00	39.00	SC	23
06	SG	BH- 420	SPT-11	15.50 - 15.95	14	29	11	18	5.61	48.07	SC	25
06	SG	BH- 421	SPT-1	0.50 - 0.95	16	21	15	6	2.36	29.54	SM	8
06	SG	BH- 501	SPT-1	0.50 - 0.95	15	NP	NP	NP	58.25	12.05	GM	23
06	SG	BH- 501	SPT-2	2.00 - 2.45	19	36	18	18	35.31	47.42	GC	15
06	SG	BH- 501	SPT-4	5.00 - 5.45	19	NP	NP	NP	43.98	22.68	GM	10
06	SG	BH- 501	SPT-6	8.00 - 8.45	14	NP	NP	NP	65.59	13.28	GM	13
06	SG	BH- 501	SPT-8	11.00 - 11.45	12	NP	NP	NP	52.55	15.99	GM	21
06	SG	BH- 502	SPT-1	0.50 - 0.95	14	NP	NP	NP	49.23	27.89	GM	20
06	SG	BH- 502	SPT-3	3.50 - 3.95	16	34	14	20	17.84	55.60	CL	20
06	SG	BH- 502	SPT-4	5.00 - 5.95	12	NP	NP	NP	55.93	14.49	GM	24
06	SG	BH- 502	SPT-13	21.50 - 21.95	39	119	30	89	0.78	93.81	CH	43
07	24	SK- 1	SPT-3	4.50 - 4.95	28	80	27	53	15.59	62.28	CH	16
07	24	SK- 1	SPT-6	9.00 - 9.45	32	59	25	34	11.23	52.65	CH	7
07	24	SK- 1	SPT-8	12.00 - 12.45	30	63	26	37	45.29	19.75	GC	9
07	24	SK- 2	SPT-2	3.00 - 3.45	33	69	30	39	2.70	77.68	CH	12
07	24	SK- 2	UD-2	5.50 - 6.00	58	74	27	47	1.00	90.00	CH	12
07	24	SK- 2	SPT-6	9.00 - 9.45	42	67	33	34	7.42	65.98	MH	10
07	24	SK- 3	SPT- 4	6.00 - 6.45	38	81	25	56	5.24	76.05	CH	14
07	24	SK- 3	SPT- 6	9.00 - 9.45	35	NP	NP	NP	20.63	33.85	SM	10
07	24	SK- 3	SPT-8	12.00 - 12.45	38	70	33	37	8.42	64.07	CH	7
07	24	SK- 4	SPT-6	9.00 - 9.45	40	64	28	36	31.22	42.55	GC	11
07	24	SK- 4	SPT-8	12.00 - 12.45	18	NP	NP	NP	69.09	14.45	GM	17
07	24	SK- 5	SPT-5	7.50 - 7.95	21	NP	NP	NP	68.16	11.09	GW-GM	10
07	24	SK- 5	SPT-6	9.00 - 9.45	34	66	22	44	21.09	43.01	SC	9
07	24	SK- 6	SPT-4	6.00 - 6.45	35	82	32	50	12.82	67.20	CH	10
07	24	SK- 6	SPT-6	9.00 - 9.45	37	74	27	47	1.60	67.25	CH	7
07	24	SK- 7	SPT-1	1.50 - 1.95	39	96	31	65	4.83	84.28	CH	11
07	24	SK- 7	SPT-5	7.50 - 7.95	52	62	36	26	0.00	79.43	MH	10
07	24	SK- 7	SPT-7	10.50 - 10.95	30	75	27	48	21.54	51.56	CH	13
07	24	SK- 8	SPT-2	3.00 - 3.45	25	85	28	57	32.36	39.07	GC	9
07	24	SK- 8	UD-2	7.00 - 7.50	43	66	25	41	2.00	80.00	CH	8
07	24	SK- 8	SPT-6	9.00 - 9.45	42	84	32	52	0.00	89.78	CH	13
07	24	SK- 9	SPT-2	3.00 - 3.45	35	88	28	60	5.07	78.35	CH	16
07	24	SK- 10	SPT- 3	4.50 - 4.95	18	NP	NP	NP	37.28	19.65	SM	20
07	24	SK- 11	SPT-4	6.00 - 6.45	46	79	31	48	3.33	59.72	CH	8
07	24	SK- 11	SPT-6	9.00 - 9.45	39	80	28	52	0.00	77.81	CH	14
07	24	SK- 12	SPT-3	4.50 - 4.95	37	89	31	58	4.93	79.19	CH	13
07	24	SK- 13	SPT-2	3.00 - 3.45	34	78	25	53	14.69	65.35	CH	10
07	24	SK- 13	SPT-4	6.00 - 6.45	22	60	21	39	44.49	20.41	GC	13
07	28	SK-1	SPT-2	3.00 - 3.45	7	38	16	22	4.13	55.10	CI	47
07	28	SK-3	SPT-1	1.50 - 1.95	14	52	18	34	3.45	42.25	SC	51
07	28	SK-4	SPT-1	1.50 - 1.95	11	39	22	17	35.90	19.14	SC	55
07	28	SK-4	SPT-3	4.50 - 4.95	21	44	24	20	7.04	48.62	SC	54
07	28	SK-5	SPT-2	3.00 - 3.45	14	NP	NP	NP	8.60	23.10	SM	28
07	28	SK-5	SPT-3	4.50 - 4.95	19	NP	NP	NP	18.45	30.14	SM	28
07	28	SK-5	SPT-4	6.00 - 6.45	17	42	24	18	29.46	31.23	SC	31
07	28	SK-5	SPT-5	7.50 - 7.95	10	39	16	23	33.81	30.34	SC	37
07	28	SK-5	SPT-6	9.00 - 9.45	21	46	24	22	3.12	51.42	CI	60
07	28	SK-6	SPT-1	1.50 - 1.95	21	43	18	25	21.12	44.00	SC	8
07	28	SK-6	SPT-2	3.00 - 3.45	19	50	17	33	31.01	38.41	GC	26
07	28	SK-6	SPT-3	4.50 - 4.95	16	43	18	25	7.12	35.86	SC	25
07	28	SK-6	SPT-4	6.00 - 6.45	21	56	18	36	7.15	37.48	SC	27
07	28	SK-7	SPT-2	3.00 - 3.45	24	69	22	47	20.59	52.19	CH	21
07	28	SK-7	SPT-3	4.50 - 4.95	15	40	17	23	6.15	40.84	SC	50
07	28	SK-8	SPT-1	1.50 - 1.95	20	37	13	24	15.65	50.97	CI	14
07	28	SK-8	SPT-2	3.00 - 3.45	19	52	17	35	11.38	56.52	CH	21
07	28	SK-8	SPT-5	7.50 - 7.95	21	44	20	24	7.51	37.18	SC	53
07	28	SK-9	SPT-1	1.50 - 1.95	29	48	16	32	5.19	61.05	CI	10
07	28	SK-9	SPT-2	3.00 - 3.45	2	49	20	29	11.26	45.12	SC	19

Şekil B.1 : Laboratuvar deney sonuçları ve SPT-N değerleri (proje yeri: 6 – 7).

Proje Yeri	Proje Kodu	Sondaj Kuyusu No	Numune No	Derinlik (m'den - m'ye)	w _n (%)	w _L (%)	w _p (%)	I _p (%)	+No.10 (%)	-No.200 (%)	Zemin Sınıfı	SPT-N
07	28	SK-9	SPT-3	4.50 - 4.95	3	58	21	37	5.59	55.82	CH	23
07	28	SK-9	SPT-4	6.00 - 6.45	4	43	21	22	5.38	45.85	SC	41
07	28	SK-9	SPT-6	9.00 - 9.45	4	43	21	22	5.38	45.85	SC	47
07	28	SK-10	SPT-1	1.50 - 1.95	20	53	29	24	19.16	37.68	SC	17
07	28	SK-10	SPT-3	4.50 - 4.95	29	41	21	20	0.00	64.29	CI	23
07	28	SK-10	SPT-5	7.50 - 7.95	20	49	18	31	6.00	72.05	CI	26
07	28	SK-10	SPT-8	12.00 - 12.45	29	53	24	29	6.61	59.98	CH	38
07	28	SK-11	SPT-5	7.50 - 7.95	30	43	23	20	0.88	44.15	SC	20
07	28	SK-12	SPT-2	3.00 - 3.45	37	33	26	7	0.17	64.97	ML	6
07	28	SK-12	SPT-3	4.50 - 4.95	19	44	14	30	16.83	62.19	CI	14
07	28	SK-12	SPT-4	6.00 - 6.45	28	35	16	19	12.31	55.55	CL	14
07	28	SK-13	SPT-1	1.50 - 1.95	31	NP	NP	NP	0.73	65.25	ML	9
07	28	SK-13	SPT-2	3.00 - 3.45	34	51	24	27	1.43	79.63	CH	16
07	28	SK-13	SPT-3	4.50 - 4.95	27	52	20	32	18.79	59.82	CH	17
07	28	SK-13	SPT-4	6.00 - 6.45	22	59	18	41	10.50	65.79	CH	22
07	28	SK-13	SPT-5	7.50 - 7.95	19	41	13	28	5.43	67.29	CI	32
07	28	SK-13	SPT-6	9.00 - 9.45	26	41	22	19	3.49	45.72	SC	31
07	28	SK-14	SPT-1	1.50 - 1.95	37	47	27	20	0.65	89.92	CI	9
07	28	SK-14	SPT-3	4.50 - 4.95	25	47	17	30	0.74	77.31	CI	14
07	28	SK-15	SPT-1	1.50 - 1.95	30	44	27	17	0.19	82.40	MI	23
07	28	SK-15	SPT-3	4.50 - 4.95	31	NP	NP	NP	0.16	75.20	ML	26
07	28	SK-15	SPT-5	7.50 - 7.95	22	65	21	44	13.07	49.12	SC	28
07	28	SK-15	SPT-7	10.50 - 10.95	23	58	20	38	4.54	73.08	CH	28
07	28	SK-16	SPT-1	1.50 - 1.95	11	41	12	29	22.09	26.59	SC	14
07	28	SK-16	SPT-3	4.50 - 4.95	25	53	20	33	1.81	76.51	CH	14
07	28	SK-16	SPT-4	6.00 - 6.45	10	47	20	27	1.67	74.77	CI	21
07	28	SK-17	SPT-1	1.50 - 1.95	32	42	16	26	0.00	87.69	CI	18
07	28	SK-17	SPT-8	12.00 - 12.45	19	43	24	19	9.24	52.54	CI	50
07	28	SK-18	SPT-1	1.50 - 1.95	21	33	25	8	6.91	50.80	ML	18
07	28	SK-18	SPT-3	4.50 - 4.95	34	59	29	30	0.00	96.45	CH	23
07	28	SK-18	SPT-5	7.50 - 7.95	35	60	25	35	0.00	87.43	CH	25
07	28	SK-18	SPT-8	12.00 - 12.45	32	44	26	18	0.53	48.02	SC	60
07	28	SK-19	SPT-1	1.50 - 1.95	22	NP	NP	NP	3.38	40.51	SM	7
07	28	SK-19	SPT-2	3.00 - 3.45	37	63	31	32	0.38	85.71	CH	10
07	28	SK-19	SPT-3	4.50 - 4.95	31	NP	NP	NP	0.00	78.00	ML	7
07	28	SK-19	SPT-4	6.00 - 6.45	35	57	23	34	1.00	88.92	CH	11
07	28	SK-19	SPT-5	7.50 - 7.95	24	54	24	30	2.00	74.00	CH	29
07	28	SK-19	SPT-6	9.00 - 9.45	18	45	15	30	8.52	58.15	CI	30
07	28	SK-19	SPT-7	10.50 - 10.95	25	43	19	24	4.32	39.66	SC	23
07	28	SK-20	SPT-1	1.50 - 1.95	41	58	25	33	0.00	91.83	CH	9
07	28	SK-20	SPT-3	4.50 - 4.95	32	61	22	39	0.06	87.55	CH	14
07	28	SK-20	SPT-5	7.50 - 7.95	17	32	20	12	13.88	22.50	SC	39
07	28	SK-21	SPT-1	1.50 - 1.95	21	36	24	12	1.00	75.00	CI	16
07	28	SK-21	SPT-2	3.00 - 3.45	23	41	23	18	0.39	87.13	CI	15
07	28	SK-21	SPT-3	4.50 - 4.95	17	NP	NP	NP	3.82	51.54	ML	25
07	28	SK-21	SPT-4	6.00 - 6.45	43	52	31	21	0.88	28.71	SM	27
07	28	SK-21	SPT-5	7.50 - 7.95	28	34	16	18	7.00	69.00	CL	17
07	28	SK-21	SPT-6	9.00 - 9.45	25	44	22	22	11.39	67.84	CI	27
07	28	SK-21	UD-2	10.00 - 10.50	27	50	21	29	6.17	69.53	CH	31
07	28	SK-21	SPT-7	10.50 - 10.95	21	44	15	29	2.65	63.31	CI	33
07	28	SK-21	SPT-8	12.00 - 12.45	21	46	16	30	6.24	57.18	CI	29
07	28	SK-21	SPT-9	13.50 - 13.95	31	42	19	23	3.00	62.00	CI	23
07	28	SK-22	SPT-1	1.50 - 1.95	26	46	27	19	0.00	82.58	CI	6
07	28	SK-22	SPT-3	4.50 - 4.95	29	39	24	15	1.08	82.53	CI	11
07	28	SK-22	SPT-5	7.50 - 7.95	42	62	31	31	0.00	99.71	MH	17
07	28	SK-22	SPT-7	10.50 - 10.95	43	56	31	25	0.00	97.86	MH	19
07	28	SK-22	SPT-10	15.00 - 15.45	31	45	27	18	0.00	88.34	MI	24
07	30	SK-1	SPT3	4.50 - 4.95	43	NP	NP	NP	0.33	68.56	ML	3
07	30	SK-1	UD1	6.00 - 6.50	57	57	22	35	0.00	100.00	CH	5
07	30	SK-1	SPT5	7.50 - 7.95	49	43	21	22	0.00	94.24	CL	3
07	30	SK-1	SPT13	19.50 - 19.95	37	NP	NP	NP	0.00	79.67	ML	8
07	30	SK-1	SPT14	21.00 - 21.45	37	NP	NP	NP	0.00	65.52	ML	10
07	30	SK-1	SPT16	24.00 - 24.45	18	NP	NP	NP	35.45	23.42	SM	13
07	30	SK-1	SPT19	28.50 - 28.95	25	40	17	23	1.81	58.46	CL	14

Şekil B.1 : Laboratuvar deney sonuçları ve SPT-N değerleri (proje yeri: 7).

Proje Yeri	Proje Kodu	Sondaj Kuyusu No	Numune No	Derinlik (m'den - m'ye)	w _n (%)	w _L (%)	w _p (%)	I _p (%)	+No.10 (%)	-No.200 (%)	Zemin Smfi	SPT-N
07	30	SK-1	SPT22	33.00 - 33.45	22	42	15	27	3.79	56.94	CL	16
07	30	SK-1	SPT25	37.50 - 37.95	15	38	15	13	6.53	52.05	CL	30
07	30	SK-2	UD1	4.50 - 5.00	38	NP	NP	NP	0.00	57.47	ML	4
07	30	SK-2	SPT4	9.00 - 9.45	50	NP	NP	NP	0.00	17.34	SM	19
07	30	SK-2	SPT6	12.00 - 12.45	36	NP	NP	NP	0.00	39.81	SM	6
07	30	SK-2	SPT7	13.50 - 13.95	35	NP	NP	NP	0.00	43.06	SM	8
07	30	SK-2	SPT9	16.50 - 16.95	34	NP	NP	NP	0.00	48.43	SM	8
07	30	SK-2	SPT10	18.00 - 18.45	44	44	20	24	0.00	93.88	CL	5
07	30	SK-2	SPT12	21.00 - 21.45	54	66	24	42	0.00	100	CH	4
07	30	SK-2	SPT15	25.50 - 25.95	20	38	15	23	34.38	33.54	SC	10
07	35	SK-1	UD1	5.50 - 6.00	44	50	30	20	0.00	79.68	MH	3
07	35	SK-1	SPT5	7.50 - 7.95	31	NP	NP	NP	0.00	90.77	ML	4
07	35	SK-1	SPT6	9.00 - 9.45	30	NP	NP	NP	0.00	40.07	SM	5
07	35	SK-1	SPT7	10.50 - 10.95	51	53	29	24	0.00	76.78	MH	12
07	35	SK-1	SPT9	13.50 - 13.95	46	41	14	27	0.00	86.14	CL	12
07	35	SK-1	SPT11	16.50 - 16.95	34	NP	NP	NP	0.00	64.86	ML	9
07	35	SK-1	SPT21	31.50 - 31.95	52	60	32	28	0.00	100.00	MH	14
07	35	SK-2	SPT3	4.50 - 4.95	37	NP	NP	NP	0.00	61.43	ML	3
07	35	SK-2	UD1	5.50 - 6.00	41	40	17	23	0.00	83.90	CL	4
07	35	SK-2	SPT4	6.00 - 6.45	31	NP	NP	NP	0.00	39.01	SM	5
07	35	SK-2	SPT5	7.50 - 7.95	40	NP	NP	NP	0.00	82.12	ML	10
07	35	SK-2	SPT6	9.00 - 9.45	31	NP	NP	NP	0.00	70.25	ML	16
07	35	SK-2	SPT7	10.50 - 10.95	53	56	31	25	0.00	100.00	MH	10
07	35	SK-2	SPT8	12.00 - 12.45	37	NP	NP	NP	0.00	66.60	ML	13
07	35	SK-2	SPT11	16.50 - 16.95	43	41	16	25	0.00	89.38	CL	9
07	35	SK-2	SPT12	18.00 - 18.45	41	NP	NP	NP	0.00	100.00	ML	10
07	35	SK-2	SPT13	19.50 - 19.95	41	38	21	17	0.00	86.85	CL	7
07	35	SK-3	SPT4	6.00 - 6.45	26	NP	NP	NP	0.00	5.95	SP-SM	12
07	35	SK-3	SPT5	7.50 - 7.95	37	NP	NP	NP	0.00	83.61	ML	13
07	35	SK-3	SPT6	9.00 - 9.45	28	NP	NP	NP	0.00	31.26	SM	19
07	35	SK-3	SPT7	10.50 - 10.95	42	40	22	18	0.00	44.33	SC	7
07	35	SK-3	UD2	11.50 - 12.00	45	52	28	24	0.00	100.00	CH	11
07	35	SK-3	SPT8	12.00 - 12.45	36	NP	NP	NP	0.00	47.45	SM	13
07	35	SK-3	SPT15	22.50 - 22.95	45	44	17	27	0.00	91.14	CL	6
08	26	SK-1	SPT-2	3.00 - 3.45	10	NP	NP	NP	61.57	16.11	GM	15
08	26	SK-1	SPT-4	6.00 - 6.45	25	49	20	29	6.53	71.98	CI	47
08	26	SK-1	SPT-7	10.50 - 10.95	46	58	43	15	11.60	80.13	MH	14
08	26	SK-1	SPT-10	15.00 - 15.45	22	52	20	32	11.51	66.46	CH	27
08	26	SK-1	SPT-12	18.00 - 18.45	26	50	21	29	9.29	70.71	CH	11
08	26	SK-1	SPT-16	24.00 - 24.45	19	39	18	21	34.08	36.46	GC	15
08	26	SK-2	SPT-1	1.50 - 1.95	22	40	18	22	7.84	72.16	CI	11
08	26	SK-2	SPT-3	4.50 - 4.95	29	33	18	15	0.94	53.25	CL	15
08	26	SK-2	SPT-5	7.50 - 7.95	34	59	29	30	2.41	81.38	CH	34
08	26	SK-2	SPT-8	12.00 - 12.45	21	37	17	20	16.94	65.48	CI	13
08	26	SK-2	SPT-11	16.50 - 16.95	26	51	20	31	0.00	91.68	CH	22
08	26	SK-2	SPT-16	24.00 - 24.45	22	47	21	26	17.76	72.32	CI	18
08	26	SK-3	SPT-2	3.00 - 3.45	27	56	23	33	0.00	95.28	CH	17
08	26	SK-3	SPT-5	7.50 - 7.95	30	52	23	29	13.15	66.74	CH	20
08	26	SK-3	SPT-8	12.00 - 12.45	29	35	23	12	0.00	91.30	CI	10
08	26	SK-3	SPT-11	16.50 - 16.95	28	46	23	23	1.10	86.59	CI	31
08	26	SK-3	SPT-15	22.50 - 22.95	25	36	18	18	1.33	85.69	CI	15
08	26	SK-4	SPT-2	3.00 - 3.45	35	73	23	50	0.00	97.54	CH	17
08	26	SK-4	SPT-3	4.50 - 4.95	34	77	27	50	0.00	95.69	CH	24
08	26	SK-4	SPT-5	7.50 - 7.95	21	NP	NP	NP	36.00	52.65	ML	10
08	26	SK-4	SPT-8	12.00 - 12.45	37	35	24	11	8.00	58.15	CI	20
08	26	SK-4	SPT-12	18.00 - 18.45	28	54	23	31	2.31	81.46	CH	20
08	26	SK-4	SPT-14	21.00 - 21.45	24	40	19	21	3.18	70.47	CI	23
08	26	SK-4	SPT-15	22.50 - 22.95	24	39	18	21	4.41	65.54	CI	30
08	26	SK-5	SPT-2	3.00 - 3.45	10	64	23	41	0.00	89.97	CH	12
08	26	SK-5	SPT-4	6.00 - 6.45	25	69	31	38	0.00	54.39	CH	7
08	26	SK-5	SPT-7	10.50 - 10.95	46	52	35	17	17.77	70.68	MH	24
08	26	SK-5	SPT-10	15.00 - 15.45	22	42	22	20	14.02	57.94	CI	10
08	26	SK-5	SPT-14	21.00 - 21.45	26	NP	NP	NP	10.53	31.31	SM	27
08	26	SK-5	SPT-16	24.00 - 24.45	19	49	24	25	12.76	62.39	CI	21

Şekil B.1 : Laboratuvar deney sonuçları ve SPT-N değerleri (proje yeri: 7 – 8).

Proje Yeri	Proje Kodu	Sondaj Kuyusu No	Numune No	Derinlik (m'den - m'ye)	w _n (%)	w _L (%)	w _p (%)	I _p (%)	+No.10 (%)	-No.200 (%)	Zemin Sınıfı	SPT-N
08	26	SK- 6	SPT-1	1.50 - 1.95	22	56	21	35	6.67	73.79	CH	10
08	26	SK- 6	SPT-3	4.50 - 4.95	29	64	20	44	54.65	38.17	GC	15
08	26	SK- 6	SPT-6	9.00 - 9.45	34	55	33	22	54.65	38.17	GM	8
08	26	SK- 6	SPT-10	15.00 - 15.45	21	49	18	31	7.19	68.74	CI	21
08	26	SK- 6	SPT-13	19.50 - 19.95	26	72	27	45	0.00	84.85	CH	24
08	26	SK- 6	SPT-15	22.50 - 22.95	22	76	25	51	0.00	88.06	CH	19
09	08	SK-1	SPT2	3.00 - 3.45	23	29	17	12	0.00	62.91	CL	17
09	08	SK-1	SPT4	6.00 - 6.45	9	NP	NP	NP	35.26	5.53	SP-SM	34
09	08	SK-1	SPT7	10.50 - 10.95	7	NP	NP	NP	43.09	9.71	SP-SM	38
09	08	SK-2	SPT1	1.50 - 1.95	24	53	20	33	6.51	63.45	CH	14
09	08	SK-2	SPT3	4.50 - 4.95	6	NP	NP	NP	35.79	8.47	SP-SM	39
09	08	SK-2	SPT6	9.00 - 9.45	6	NP	NP	NP	40.85	2.43	SW	28
09	08	SK-3	SPT1	1.50 - 1.95	20	42	18	24	9.49	62.62	CL	36
09	08	SK-3	SPT3	4.50 - 4.95	5	NP	NP	NP	54.64	1.51	GW	22
09	08	SK-3	SPT5	7.50 - 7.95	5	NP	NP	NP	56.01	1.65	GW	35
09	08	SK-4	SPT2	3.00 - 3.45	29	39	19	20	0.00	75.65	CL	18
09	08	SK-4	SPT5	7.50 - 7.95	8	NP	NP	NP	33.28	7.90	SW-SM	37
09	08	SK-4	SPT8	12.00 - 12.45	32	82	25	57	0.00	97.94	CH	26
09	08	SK-4	SPT10	15.00 - 15.45	31	82	25	57	0.00	98.48	CH	26
09	08	SK-5	SPT2	3.00 - 3.45	21	45	19	26	4.34	69.79	CL	11
09	08	SK-5	SPT8	12.00 - 12.45	29	79	25	54	0.00	100.00	CH	42
09	08	SK-6	SPT1	1.50 - 1.95	25	56	22	34	1.29	87.35	CH	35
09	08	SK-6	SPT3	4.50 - 4.95	5	NP	NP	NP	62.48	3.76	GW	18
09	08	SK-6	SPT5	7.50 - 7.95	38	35	20	15	0.00	77.79	CL	16
09	08	SK-6	SPT8	12.00 - 12.45	45	NP	NP	NP	0.00	96.03	C/M	43
09	08	SK-7	SPT2	3.00 - 3.45	29	51	21	30	0.49	91.70	CH	44
09	08	SK-7	SPT4	6.00 - 6.45	6	NP	NP	NP	61.35	2.51	GW	29
09	08	SK-7	SPT9	13.50 - 13.95	36	82	28	54	0.00	96.17	CH	23
09	08	SK-8	SPT4	6.00 - 6.45	4	NP	NP	NP	68.79	3.36	GW	35
09	08	SK-8	SPT6	9.00 - 9.45	33	NP	NP	NP	24.68	10.63	SW/P-SM	18
09	08	SK-8	SPT9	13.50 - 13.95	28	81	27	54	0.00	100.00	CH	41
10	16	SK-1	SPT-1	1.50 - 1.95	17	49	17	32	3.44	76.74	CL	27
10	16	SK-1	SPT-3	4.50 - 4.95	23	59	17	42	2.00	88.00	CH	34
10	16	SK-1	SPT-5	7.50 - 7.95	23	68	20	48	0.59	94.92	CH	39
10	16	SK-2	SPT-1	1.50 - 1.95	27	57	17	40	3.00	84.00	CH	24
10	16	SK-2	SPT-3	4.50 - 4.95	19	51	16	35	20.67	36.48	SC	8
10	16	SK-2	SPT-6	9.00 - 9.45	20	NP	NP	NP	0.00	26.80	SM	43
10	16	SK-3	SPT-1	1.50 - 1.95	18	51	16	35	6.86	69.83	CH	29
10	16	SK-3	SPT-3	4.50 - 4.95	17	NP	NP	NP	3.20	30.48	SM	34
10	16	SK-3	SPT-5	7.50 - 7.95	25	62	18	44	1.00	90.00	CH	48
10	16	SK-4	SPT-1	1.50 - 1.95	22	49	14	35	0.00	72.27	CL	25
10	16	SK-4	SPT-3	4.50 - 4.95	23	54	17	37	0.00	94.40	CH	32
10	16	SK-4	SPT-6	9.00 - 9.45	25	63	19	44	0.00	94.36	CH	52
10	16	SK-5	SPT-1	1.50 - 1.95	14	38	15	23	16.66	52.96	CL	32
10	16	SK-5	SPT-2	3.00 - 3.45	13	NP	NP	NP	40.74	33.25	GM	16
10	16	SK-5	SPT-4	6.00 - 6.45	22	56	16	40	0.00	95.00	CH	38
10	16	SK-5	SPT-6	9.00 - 9.45	20	59	20	39	0.00	91.25	CH	42
10	16	SK-6	SPT-2	3.00 - 3.45	21	51	16	35	4.90	71.83	CH	22
10	16	SK-6	UD-1	4.50 - 4.95	23	57	18	39	1.41	89.13	CH	33
10	16	SK-6	SPT-4	6.00 - 6.45	21	53	19	34	0.00	92.35	CH	35
10	16	SK-7	SPT-1	1.50 - 1.95	17	52	21	31	6.98	60.90	CH	34
10	16	SK-7	SPT-2	3.00 - 3.45	22	49	15	34	7.00	78.00	CL	23
10	16	SK-7	SPT-3	4.50 - 4.95	22	60	22	38	0.57	94.58	CH	40
10	16	SK-8	SPT-1	1.50 - 1.95	21	59	20	39	1.52	85.47	CH	24
10	16	SK-8	SPT-3	4.50 - 4.95	10	NP	NP	NP	28.99	10.26	SM	25
10	16	SK-8	SPT-5	7.50 - 7.95	26	60	18	42	0.00	92.00	CH	46
10	16	SK-9	SPT-1	1.50 - 1.95	11	NP	NP	NP	18.02	42.26	SM	29
10	16	SK-9	SPT-2	3.00 - 3.45	16	36	14	22	1.77	53.53	CL	31
10	16	SK-9	SPT-3	4.50 - 4.95	25	62	23	39	0.00	93.39	CH	42
10	16	SK-9	SPT-5	7.50 - 7.95	26	68	19	49	0.00	94.00	CH	40
10	16	SK-9	SPT-7	10.50 - 10.95	25	61	22	39	1.03	91.27	CH	43
10	16	SK-10	SPT-1	1.50 - 1.95	18	56	20	36	2.00	84.21	CH	24
10	16	SK-10	SPT-4	6.00 - 6.45	25	58	22	36	0.28	95.10	CH	42
10	16	SK-11	SPT-1	1.50 - 1.95	10	NP	NP	NP	59.52	15.92	GM	34

Şekil B.1 : Laboratuvar deney sonuçları ve SPT-N değerleri (proje yeri: 8 – 10).

Proje Yeri	Proje Kodu	Sondaj Kuyusu No	Numune No	Derinlik (m'den - m'ye)	w _n (%)	w _L (%)	w _p (%)	I _p (%)	+No.10 (%)	-No.200 (%)	Zemin Smfi	SPT-N
10	16	SK-11	SPT-3	4.50 - 4.95	21	56	19	37	0.00	92.53	CH	23
10	16	SK-11	SPT-5	7.50 - 7.95	25	60	21	39	0.00	96.05	CH	37
10	16	SK-12	SPT-1	1.50 - 1.95	14	41	14	27	1.86	65.09	CL	21
10	16	SK-12	SPT-3	4.50 - 4.95	24	57	17	40	0.00	97.00	CH	31
10	16	SK-13	SPT-1	1.50 - 1.95	15	49	16	33	35.97	51.35	CL	22
10	16	SK-13	SPT-4	6.00 - 6.45	26	61	17	44	0.00	92.00	CH	28
10	16	SK-13	SPT-7	10.50 - 10.95	25	62	21	41	0.00	94.83	CH	45
10	16	SK-14	SPT-2	3.00 - 3.45	25	54	19	35	0.20	73.38	CH	19
10	16	SK-14	SPT-4	6.00 - 6.45	18	36	12	24	7.00	77.00	CL	30
10	16	SK-15	SPT-2	3.00 - 3.45	21	58	20	38	1.94	31.30	SC	22
10	16	SK-15	SPT-4	6.00 - 6.45	20	48	14	34	1.00	94.00	CL	38
10	16	SK-15	SPT-6	9.00 - 9.45	24	56	19	37	0.82	91.86	CH	43
10	16	SK-16	SPT-1	1.50 - 1.95	22	58	19	39	0.51	84.16	CH	26
10	16	SK-16	SPT-4	6.00 - 6.45	15	NP	NP	NP	24.69	18.91	SM	38
10	16	SK-16	SPT-6	9.00 - 9.45	25	65	18	47	0.80	91.22	CH	47
10	16	SK-17	SPT-1	1.50 - 1.95	18	NP	NP	NP	39.34	18.82	SM	21
10	16	SK-17	SPT-5	7.50 - 7.95	26	65	24	41	0.00	93.65	CH	37
10	16	SK-17	SPT-7	10.50 - 10.95	29	61	23	38	0.00	88.52	CH	47
10	16	SK-18	SPT-2	3.00 - 3.45	28	71	25	46	0.00	98.48	CH	18
10	16	SK-18	SPT-4	6.00 - 6.45	32	73	29	44	1.70	88.87	CH	37
10	16	SK-18	SPT-8	12.00 - 12.45	25	64	22	44	0.66	92.35	CH	42
10	16	SK-19	SPT-2	3.00 - 3.45	29	55	15	40	1.00	75.00	CH	17
10	16	SK-19	UD1	3.00 - 3.50	21	58	17	41	26.81	52.99	CH	17
10	16	SK-19	SPT-4	6.00 - 6.45	21	31	12	19	0.00	40.78	SC	37
10	16	SK-19	SPT-9	13.50 - 13.95	26	62	19	43	0.00	91.94	CH	39
10	16	SK-20	SPT-1	1.50 - 1.95	27	NP	NP	NP	46.38	8.22	GM	23
10	16	SK-20	SPT-3	4.50 - 4.95	22	41	13	28	1.00	91.00	CL	30
10	16	SK-21	SPT-1	1.50 - 1.95	28	NP	NP	NP	58.70	11.84	GM	30
10	16	SK-21	SPT-3	4.50 - 4.95	22	54	21	33	0.00	95.78	CH	34
10	16	SK-21	SPT-5	7.50 - 7.95	30	68	25	43	0.00	94.38	CH	33
10	16	SK-22	SPT-2	3.00 - 3.45	19	35	13	22	1.23	63.15	CL	19
10	16	SK-22	SPT-3	4.50 - 4.95	19	NP	NP	NP	2.28	28.89	SM	31
10	16	SK-22	SPT-5	7.50 - 7.95	26	61	20	41	0.00	93.55	CH	38
11	20	ZS-1	SPT-10	15.00 - 15.45	19	65	23	42	0.00	100.00	CH	28
11	20	ZS-1	SPT-4	6.00 - 6.45	60	NP	NP	NP	19.03	27.94	SM	4
11	20	ZS-2	UD-1	7.00 - 7.50	52	60	23	37	0.00	82.81	CH	4
11	20	ZS-2	SPT-13	19.50 - 19.95	20	NP	NP	NP	0.57	8.83	SW-SM	37
11	20	ZS-3	SPT-5	7.50 - 7.95	48	54	25	29	4.85	78.70	CH	5
11	20	ZS-3	UD-2	16.00 - 16.50	41	47	19	28	0.00	97.68	CI	8
11	20	ZS-4	SPT-6	9.00 - 9.45	68	71	27	44	0.00	78.61	CH	4
11	20	ZS-4	SPT-13	19.50 - 19.95	40	42	18	24	0.00	87.00	CI	6
11	20	ZS-5	SPT-5	7.50 - 7.95	60	68	25	43	0.00	100.00	CH	6
11	20	ZS-5	SPT-14	21.00 - 21.45	17	31	15	16	13.62	25.43	SC	25
11	20	ZS-6	SPT-3	4.50 - 4.95	53	59	22	37	0.00	75.88	CH	4
11	20	ZS-6	SPT-10	15.00 - 15.45	38	44	18	26	0.00	90.22	CI	8
11	23	BH-1	SPT2	3.00 - 3.45	11	NP	NP	NP	44.80	27.04	GM	39
11	23	BH-2	SPT1	1.50 - 1.95	28	NP	NP	NP	0.00	36.38	SM	8
11	23	BH-2	SPT3	4.50 - 4.95	24	34	16	18	0.00	73.74	CL	8
11	23	BH-2	SPT4	6.00 - 6.45	25	37	15	22	0.00	64.79	CL	12
11	23	BH-2	SPT5	7.50 - 7.95	17	NP	NP	NP	7.98	19.67	SM	14
11	23	BH-3	SPT1	1.50 - 1.95	27	52	21	31	0.00	97.09	CH	11
11	23	BH-3	SPT3	4.50 - 4.95	24	37	18	19	0.00	84.70	CL	17
11	23	BH-3	SPT7	10.50 - 10.95	31	28	16	12	0.00	84.03	CL	6
11	23	BH-3	SPT10	15.00 - 15.45	16	33	12	21	10.19	44.04	SC	49
12	02	SK- 1	SPT-5	7.50 - 7.95	23	49	20	29	4.51	85.81	CI	18
12	02	SK- 1	SPT-7	10.50 - 10.95	10	NP	NP	NP	57.48	10.90	GW-GM	30
12	02	SK- 1	SPT-8	12.00 - 12.45	12	NP	NP	NP	40.77	13.33	SM	15
12	02	SK- 1	SPT-9	13.50 - 13.95	18	37	20	17	7.16	58.63	CI	18
12	02	SK- 2	SPT-2	3.00 - 3.45	24	25	20	5	0.00	66.18	CL-ML	11
12	02	SK- 2	SPT-3	4.50 - 4.95	15	NP	NP	NP	31.65	10.09	SP-SM	26
12	02	SK- 2	SPT-4	6.00 - 6.45	15	NP	NP	NP	28.07	15.10	SM	26
12	02	SK- 2	SPT- 5	7.50 - 7.95	36	NP	NP	NP	16.44	37.44	SM	13
12	02	SK- 2	SPT- 6	9.00 - 9.45	25	NP	NP	NP	3.29	4.46	SP	26
12	02	SK- 2	SPT-8	12.00 - 12.45	12	NP	NP	NP	32.37	27.69	SM	11

Şekil B.1 : Laboratuvar deney sonuçları ve SPT-N değerleri (proje yeri: 10 – 12).

Proje Yeri	Proje Kodu	Sondaj Kuyusu No	Numune No	Derinlik (m'den - m'ye)	w _n (%)	w _L (%)	w _p (%)	I _p (%)	+No.10 (%)	-No.200 (%)	Zemin Sınıfı	SPT-N
12	02	SK- 3	SPT-2	3.00 - 3.45	17	26	18	8	12.46	47.75	SC	10
12	02	SK- 3	SPT-3	4.50 - 4.95	21	NP	NP	NP	5.70	48.97	SM	12
12	02	SK- 3	SPT-4	6.00 - 6.45	21	27	19	8	3.21	58.25	CL	8
12	02	SK- 3	SPT-5	7.50 - 7.95	21	NP	NP	NP	0.00	62.20	ML	12
12	02	SK- 3	SPT-6	9.00 - 9.45	9	NP	NP	NP	53.38	11.96	GW-GM	42
12	02	SK- 3	SPT-8	12.00 - 12.45	12	NP	NP	NP	45.27	5.67	SP-SM	40
12	02	SK- 3	SPT-10	15.00 - 15.45	20	40	16	24	3.63	42.38	SC	17
12	02	SK- 4	SPT-3	4.50 - 4.95	17	NP	NP	NP	25.16	33.44	SM	21
12	02	SK- 4	SPT-4	6.00 - 6.45	19	27	15	12	10.77	47.64	SC	7
12	02	SK- 4	SPT-7	10.50 - 10.95	11	NP	NP	NP	53.39	14.15	GM	23
12	02	SK- 4	SPT-9	13.50 - 13.95	9	NP	NP	NP	68.17	9.07	GP-GM	27
12	02	SK- 4	SPT-10	15.00 - 15.45	23	30	17	13	0.00	58.13	CL	29
12	02	SK- 5	SPT-3	4.50 - 4.95	7	NP	NP	NP	70.73	6.33	GW-GM	49
12	02	SK- 5	SPT-5	7.50 - 7.95	27	46	17	29	0.00	83.11	CI	30
12	02	SK- 5	SPT-7	10.50 - 10.95	17	NP	NP	NP	38.28	21.39	SM	24
12	02	SK- 5	SPT- 8	12.00 - 12.45	23	NP	NP	NP	18.01	58.49	ML	12
12	02	SK- 5	SPT- 9	13.50 - 13.95	21	NP	NP	NP	20.67	24.45	SM	23
12	02	SK- 5	SPT-10	15.00 - 15.45	24	37	12	25	11.36	62.87	CI	22
12	02	SK- 6	SPT-4	6.00 - 6.45	21	37	15	22	0.00	63.09	CI	13
12	02	SK- 6	SPT-5	7.50 - 7.95	24	NP	NP	NP	0.00	72.18	ML	13
12	02	SK- 6	SPT-6	9.00 - 9.45	15	NP	NP	NP	29.62	11.36	SP-SM	17
12	02	SK- 6	SPT-7	10.50 - 10.95	57	42	16	26	3.68	73.38	CI	23
12	02	SK- 7	SPT-3	4.50 - 4.95	20	28	17	11	6.60	58.28	CL	14
12	02	SK- 7	SPT-4	6.00 - 6.45	23	NP	NP	NP	2.92	53.53	ML	15
12	02	SK- 7	SPT-5	7.50 - 7.95	21	NP	NP	NP	6.36	43.16	SM	18
12	02	SK- 7	SPT-6	9.00 - 9.45	9	NP	NP	NP	62.02	9.01	GW-GM	36
12	02	SK- 7	SPT-8	12.00 - 12.45	24	NP	NP	NP	8.01	7.02	SP-SM	20
12	02	SK- 7	SPT-9	13.50 - 13.95	7	NP	NP	NP	67.56	5.81	GW-GM	48
12	02	SK- 8	SPT-2	3.00 - 3.45	18	NP	NP	NP	7.82	34.20	SM	8
12	02	SK- 8	SPT-3	4.50 - 4.95	19	25	18	7	14.63	45.77	SC	18
12	02	SK- 8	SPT-4	6.00 - 6.45	15	NP	NP	NP	26.54	7.29	SW-SM	21
12	02	SK- 8	SPT-5	7.50 - 7.95	18	NP	NP	NP	12.32	27.33	SM	26
12	02	SK- 8	SPT-9	13.50 - 13.95	22	NP	NP	NP	5.64	35.71	SM	19
12	02	SK- 8	SPT-12	18.00 - 18.45	21	NP	NP	NP	3.29	10.83	SW-SM	30
12	02	SK- 9	SPT-2	3.00 - 3.45	12	NP	NP	NP	54.16	14.26	GM	27
12	02	SK- 9	SPT-4	6.00 - 6.45	20	32	14	18	19.35	34.88	SC	16
12	02	SK- 9	SPT-5	7.50 - 7.95	26	53	19	34	20.02	69.30	CH	12
12	02	SK- 9	SPT-8	12.00 - 12.45	17	NP	NP	NP	21.05	22.10	SM	26
12	02	SK- 9	SPT- 9	13.50 - 13.95	21	NP	NP	NP	7.38	33.38	SM	20
12	02	SK- 9	SPT- 10	15.00 - 15.45	22	NP	NP	NP	27.41	26.39	SM	22
12	02	SK- 10	SPT-3	4.50 - 4.95	24	32	14	18	0.00	71.20	CL	9
12	02	SK- 10	SPT-7	10.50 - 10.95	13	NP	NP	NP	56.09	6.95	GW-GM	17
12	02	SK- 10	SPT-8	12.00 - 12.45	10	NP	NP	NP	61.43	6.26	GW-GM	26
12	02	SK- 10	SPT-11	16.50 - 16.95	12	NP	NP	NP	50.82	8.06	GW-GM	40
12	02	SK- 11	SPT-2	3.00 - 3.45	18	NP	NP	NP	13.11	23.04	SM	24
12	02	SK- 11	SPT-4	6.00 - 6.45	13	NP	NP	NP	37.21	11.77	SW-SM	16
12	02	SK- 11	SPT-5	7.50 - 7.95	11	NP	NP	NP	59.49	11.13	GW-GM	19
12	02	SK- 11	SPT-9	13.50 - 13.95	11	NP	NP	NP	62.83	11.98	GW-GM	44
12	02	SK- 12	SPT-2	3.00 - 3.45	9	NP	NP	NP	51.55	10.76	GW-GM	10
12	02	SK- 12	SPT-7	10.50 - 10.95	9	NP	NP	NP	58.57	11.86	GW-GM	36
12	02	SK- 12	SPT-9	13.50 - 13.95	11	NP	NP	NP	53.43	12.35	GM	30
12	02	SK- 12	SPT-10	15.00 - 15.45	14	NP	NP	NP	21.55	35.68	SM	20
12	02	SK- 12	SPT-12	18.00 - 18.45	21	32	16	16	6.11	73.23	CL	25
12	02	SK- 13	SPT-3	4.50 - 4.95	21	36	15	21	1.04	76.53	CI	13
12	02	SK- 13	SPT-8	12.00 - 12.45	16	NP	NP	NP	64.58	12.94	GM	21
12	02	SK- 13	SPT-10	15.00 - 15.45	12	NP	NP	NP	47.69	19.05	GM	30
12	02	SK- 14	SPT-2	3.00 - 3.45	7	NP	NP	NP	12.13	24.09	SM	15
12	02	SK- 14	SPT-3	4.50 - 4.95	23	34	15	19	4.36	72.45	CL	4
12	02	SK- 14	SPT-4	6.00 - 6.45	24	NP	NP	NP	3.39	74.44	ML	6
12	02	SK- 14	SPT-5	7.50 - 7.95	22	NP	NP	NP	1.08	42.53	SM	20
12	02	SK- 14	SPT-6	9.00 - 9.45	18	NP	NP	NP	9.77	44.88	SM	23
12	02	SK- 14	SPT-7	10.50 - 10.95	16	NP	NP	NP	25.13	19.48	SM	27
12	02	SK- 14	SPT-10	15.00 - 15.45	11	NP	NP	NP	50.51	17.01	GM	24
12	02	SK- 15	SPT-2	3.00 - 3.45	8	NP	NP	NP	68.75	12.85	GM	26

Şekil B.1 : Laboratuvar deney sonuçları ve SPT-N değerleri (proje yeri: 12).

Proje Yeri	Proje Kodu	Sondaj Kuyusu No	Numune No	Derinlik (m'den - m'ye)	w _n (%)	w _L (%)	w _p (%)	I _p (%)	+No.10 (%)	-No.200 (%)	Zemin Smfi	SPT-N
12	02	SK- 15	SPT-3	4.50 - 4.95	20	29	13	16	5.55	61.23	CL	3
12	02	SK- 15	SPT-4	6.00 - 6.45	15	NP	NP	NP	8.82	40.09	SM	26
12	02	SK- 15	SPT-8	12.00 - 12.45	11	NP	NP	NP	51.07	14.74	GM	37
12	02	SK- 16	SPT-3	4.50 - 4.95	19	NP	NP	NP	7.26	35.79	SM	26
12	02	SK- 16	SPT- 5	7.50 - 7.95	21	38	17	21	10.31	71.55	CI	14
12	02	SK- 16	SPT-10	15.00 - 15.45	21	NP	NP	NP	7.91	45.11	SM	37
12	02	SK- 17	SPT-2	3.00 - 3.45	20	25	15	10	3.08	50.90	CL	17
12	02	SK- 17	SPT-3	4.50 - 4.95	19	NP	NP	NP	2.06	44.72	SM	22
12	02	SK- 17	SPT-4	6.00 - 6.45	11	NP	NP	NP	51.04	10.35	GW-GM	27
12	02	SK- 17	SPT-5	7.50 - 7.95	23	NP	NP	NP	24.04	20.29	SM	27
12	02	SK- 17	SPT- 6	9.00 - 9.45	12	NP	NP	NP	46.83	21.05	GM	28
12	02	SK- 17	SPT- 10	15.00 - 15.45	28	50	21	29	0.00	94.28	CH	37
12	02	SK- 18	SPT-3	4.50 - 4.95	18	32	13	19	2.79	74.50	CL	6
12	02	SK- 18	SPT-4	6.00 - 6.45	15	NP	NP	NP	16.83	15.56	SM	19
12	02	SK- 18	SPT-7	10.50 - 10.95	13	NP	NP	NP	52.62	3.74	GW	8
12	02	SK- 19	SPT-2	3.00 - 3.45	22	NP	NP	NP	0.00	57.30	ML	14
12	02	SK- 19	SPT-5	7.50 - 7.95	16	NP	NP	NP	18.62	13.78	SM	20
12	02	SK- 19	SPT-10	15.00 - 15.45	15	NP	NP	NP	51.04	16.95	GM	26
12	02	SK- 19	SPT-12	18.00 - 18.45	13	NP	NP	NP	34.64	23.40	SM	31
12	02	SK- 20	SPT-2	3.00 - 3.45	14	NP	NP	NP	13.76	36.18	SM	21
12	02	SK- 20	SPT-3	4.50 - 4.95	14	NP	NP	NP	27.53	24.64	SM	20
12	02	SK- 20	SPT-4	6.00 - 6.45	15	NP	NP	NP	20.13	9.31	SW-SM	28
12	02	SK- 20	SPT-5	7.50 - 7.95	9	NP	NP	NP	52.17	12.66	GM	18
12	02	SK- 20	SPT-9	13.50 - 13.95	16	33	16	17	54.11	16.77	GC	11
12	02	SK- 20	SPT-10	15.00 - 15.45	25	NP	NP	NP	62.06	16.70	GM	15
12	02	SK- 20	SPT-12	18.00 - 18.45	19	32	14	18	0.00	70.73	CL	19
12	22	SK-1	SPT1	1.50 - 1.95	38	41	23	18	0.00	97.20	CL	6
12	22	SK-1	SPT3	4.50 - 4.95	38	NP	NP	NP	0.00	52.36	ML	10
12	22	SK-1	SPT5	7.50 - 7.95	30	40	18	22	0.00	81.91	CL	7
12	22	SK-1	SPT8	12.00 - 12.45	29	NP	NP	NP	0.00	58.59	ML	36
12	22	SK-1	SPT9	13.50 - 13.95	35	36	19	17	0.00	85.49	CL	14
12	22	SK-1	SPT11	16.50 - 16.95	33	35	16	19	0.00	49.28	SC	19
12	22	SK-2	SPT3	4.50 - 4.95	34	NP	NP	NP	0.00	93.19	ML	14
12	22	SK-2	SPT5	7.50 - 7.95	24	31	16	15	0.00	70.01	CL	19
12	22	SK-2	SPT7	10.50 - 10.95	37	NP	NP	NP	0.00	100.00	ML	7
12	22	SK-3	SPT2	3.00 - 3.45	49	55	23	32	0.00	100.00	CH	5
12	22	SK-3	SPT4	6.00 - 6.45	45	51	22	29	0.00	98.42	CH	9
12	22	SK-3	SPT6	9.00 - 9.45	24	NP	NP	NP	0.00	60.14	ML	16
12	22	SK-3	SPT8	12.00 - 12.45	32	51	21	30	0.00	81.88	CH	17
12	22	SK-3	SPT10	15.00 - 15.45	42	46	23	23	0.00	100.00	CL	17
12	22	SK-3	SPT14	21.00 - 21.45	34	30	21	9	0.00	87.50	CL	23
12	22	SK-3	SPT16	24.00 - 24.45	37	38	22	16	0.00	98.83	CL	21
12	22	SK-3	SPT19	28.50 - 28.95	38	37	21	16	0.00	94.07	CL	30
12	22	SK-3	SPT23	34.50 - 34.95	36	NP	NP	NP	0.00	99.17	ML	27
12	22	SK-4	SPT1	1.50 - 1.95	38	37	20	17	0.00	82.00	CL	4
12	22	SK-4	SPT3	4.50 - 4.95	28	NP	NP	NP	0.00	63.45	ML	7
12	22	SK-4	SPT5	7.50 - 7.95	26	31	16	15	0.00	62.69	CL	10
12	22	SK-4	SPT8	12.00 - 12.45	31	NP	NP	NP	0.00	36.95	SM	15
12	22	SK-4	SPT9	13.50 - 13.95	31	NP	NP	NP	0.00	46.78	SM	15
12	22	SK-4	SPT10	15.00 - 15.45	40	51	20	31	0.00	84.10	CH	18
12	22	SK-4	SPT14	21.00 - 21.45	39	41	22	19	0.00	98.63	CL	27
12	22	SK-4	SPT19	28.50 - 28.95	38	57	23	34	0.00	96.63	CH	29
12	22	SK-4	SPT24	36.00 - 36.45	34	36	21	15	0.00	98.76	CL	26
12	22	SK-5	SPT3	4.50 - 4.95	38	NP	NP	NP	0.00	94.41	ML	11
12	22	SK-5	SPT5	7.50 - 7.95	31	49	21	28	0.17	74.06	CL	6
12	22	SK-5	SPT8	12.00 - 12.45	59	NP	NP	NP	5.40	90.89	ML	16
12	22	SK-5	SPT12	18.00 - 18.45	40	58	23	35	0.00	98.17	CH	14
12	22	SK-5	SPT16	24.00 - 24.45	42	66	25	41	0.00	100.00	CH	16
12	22	SK-6	SPT1	1.50 - 1.95	34	NP	NP	NP	0.00	84.94	ML	6
12	22	SK-6	SPT6	9.00 - 9.45	25	NP	NP	NP	1.40	57.11	ML	8
12	22	SK-6	SPT8	12.00 - 12.45	33	NP	NP	NP	0.00	83.02	ML	23
12	22	SK-6	SPT16	24.00 - 24.45	39	53	24	29	0.00	100.00	CH	18
12	22	SK-7	SPT2	3.00 - 3.45	51	49	25	24	0.00	100.00	CL	8
12	22	SK-7	SPT8	12.00 - 12.45	28	NP	NP	NP	0.13	72.26	ML	42

Şekil B.1 : Laboratuvar deney sonuçları ve SPT-N değerleri (proje yeri: 12).

Proje Yeri	Proje Kodu	Sondaj Kuyusu No	Numune No	Derinlik (m'den - m'ye)	w _n (%)	w _L (%)	w _p (%)	I _p (%)	+No.10 (%)	-No.200 (%)	Zemin Sınıfı	SPT-N
12	22	SK-7	SPT11	16.50 - 16.95	37	67	25	42	0.00	99.02	CH	15
12	22	SK-7	SPT14	21.00 - 21.45	37	38	23	15	0.00	97.61	CL	17
12	22	SK-8	SPT4	6.00 - 6.45	35	33	23	10	0.00	92.92	CL	10
12	22	SK-8	SPT6	9.00 - 9.45	32	33	19	14	0.00	85.58	CL	16
12	22	SK-8	SPT8	12.00 - 12.45	26	NP	NP	NP	0.00	28.38	SM	41
12	22	SK-8	SPT16	24.00 - 24.45	41	64	24	40	0.00	100.00	CH	28
12	33	SK-1	SPT-2	3.00 - 3.45	32	36	20	16	0.00	97.75	CL	6
12	33	SK-1	SPT-6	9.00 - 9.45	20	31	14	17	4.00	69.50	CL	38
12	33	SK-1	SPT-9	13.50 - 13.95	20	30	14	16	0.00	78.56	CL	24
12	33	SK-1	SPT-12	18.00 - 18.45	21	32	15	17	18.89	74.98	CL	21
12	33	SK-2	SPT-1	1.50 - 1.95	26	28	17	11	0.00	96.99	CL	6
12	33	SK-2	SPT-5	7.50 - 7.95	20	31	15	16	0.00	85.31	CL	36
12	33	SK-2	SPT-8	12.00 - 12.45	19	25	14	11	1.32	70.68	CL	21
12	33	SK-2	SPT-10	15.00 - 15.45	20	27	15	12	0.00	76.66	CL	27
12	33	SK-2	SPT-12	18.00 - 18.45	20	27	15	12	0.00	73.47	CL	21
12	33	SK-2	SPT-15	22.50 - 22.95	17	25	13	12	2.41	70.45	CL	27
12	33	SK-3	SPT-2	3.00 - 3.45	28	34	19	15	0.00	100.00	CL	6
12	33	SK-3	UD1	4.00 - 4.50	18	26	12	14	0.96	65.63	CL	14
12	33	SK-3	SPT-4	6.00 - 6.45	18	NP	NP	NP	2.49	75.66	ML	30
12	33	SK-3	SPT-8	12.00 - 12.45	12	NP	NP	NP	39.52	20.65	SM	21
12	33	SK-3	SPT-10	15.00 - 15.45	19	33	18	15	1.50	50.49	CL-SC	35
12	33	SK-4	SPT-1	1.50 - 1.95	23	25	14	11	0.00	42.83	SC	12
12	33	SK-4	SPT-3	4.50 - 4.95	17	32	14	18	9.80	58.03	CL	20
12	33	SK-4	SPT-5	7.50 - 7.95	19	23	14	9	0.87	63.66	CL	16
12	33	SK-4	SPT-10	15.00 - 15.45	22	NP	NP	NP	10.51	64.93	ML	19
12	33	SK-4	SPT-13	19.50 - 19.95	18	24	13	11	0.73	70.69	CL	26
12	33	SK-4	SPT-16	24.00 - 24.45	22	35	17	18	0.00	93.09	CL	26
13	58	SK-1	SPT3	4.50 - 4.95	14	NP	NP	NP	20.17	7.41	SP-SM	30
13	58	SK-1	SPT12	18.00 - 18.45	24	NP	NP	NP	0.00	8.00	SP-SM	15
13	58	SK-2	SPT3	4.50 - 4.95	11	NP	NP	NP	43.15	4.23	SP-SM	47
14	14	SK/BH-1	SPT2	3.00 - 3.45	14	44	19	25	0.00	42.96	SC	44
14	14	SK/BH-1	SPT4	7.50 - 7.95	9	NP	NP	NP	0.00	21.54	SM	58
14	14	SK/BH-1	SPT6	9.00 - 9.45	19	44	18	26	0.00	61.79	CL	35
14	14	SK/BH-2	SPT1	1.50 - 1.95	15	27	13	14	0.00	47.65	SC	21
14	14	SK/BH-2	SPT3	4.50 - 4.95	15	NP	NP	NP	0.00	31.86	SM	45
14	14	SK/BH-3	SPT1	1.50 - 1.95	25	66	23	43	0.00	94.28	CH	29
14	14	SK/BH-3	SPT2	3.00 - 3.45	22	41	17	24	0.00	48.52	SC	35
14	14	SK/BH-3	SPT4	6.00 - 6.45	24	46	20	26	0.00	78.26	CL	40
14	14	SK/BH-3	SPT7	10.50 - 10.95	22	36	22	14	0.00	62.73	CL	44
14	14	SK/BH-4	SPT1	1.50 - 1.95	12	NP	NP	NP	0.38	16.72	SM	16
14	14	SK/BH-4	SPT3	4.50 - 4.95	21	41	18	23	0.00	60.78	CL	36
14	14	SK/BH-4	SPT7	10.50 - 10.95	23	55	21	34	0.00	84.46	CH	48
14	14	SK/BH-5	SPT2	3.00 - 3.45	15	49	18	31	0.00	48.51	SC	23
14	14	SK/BH-5	SPT3	4.50 - 4.95	17	NP	NP	NP	0.00	18.86	SM	19
14	14	SK/BH-6	SPT2	3.00 - 3.45	25	35	16	19	0.00	64.70	CL	28
14	14	SK/BH-6	SPT5	7.50 - 7.95	24	41	19	22	0.00	64.86	CL	45
14	14	SK/BH-6	SPT7	10.50 - 10.95	28	43	21	22	0.00	57.72	CL	39
14	14	SK/BH-7	SPT1	1.50 - 1.95	29	68	26	42	0.00	99.05	CH	20
14	14	SK/BH-7	SPT3	4.50 - 4.95	22	55	24	31	0.00	63.13	CH	43
14	14	SK/BH-7	SPT6	9.00 - 9.45	25	44	21	23	0.00	65.85	CL	50
14	14	SK/BH-8	SPT2	3.00 - 3.45	16	38	15	23	0.00	62.36	CL	28
14	14	SK/BH-8	SPT4	6.00 - 6.45	23	NP	NP	NP	0.00	31.14	SM	56
14	14	SK/BH-8	SPT8	12.00 - 12.45	23	66	27	39	0.00	93.17	CH	40
14	14	SK/BH-9	SPT1	1.50 - 1.95	15	35	13	22	0.29	18.94	SC	25
14	14	SK/BH-9	SPT4	6.00 - 6.45	26	65	25	40	0.00	87.56	CH	31
14	14	SK/BH-9	SPT8	12.00 - 12.45	22	47	22	25	0.00	89.80	CL	51
14	14	SK/BH-10	SPT2	3.00 - 3.45	23	33	18	15	0.00	72.34	CL	16
14	14	SK/BH-10	SPT4	6.00 - 6.45	21	29	16	13	0.84	62.82	CL	25
14	14	SK/BH-11	SPT1	1.50 - 1.95	18	47	16	31	0.00	54.59	CL	17
14	14	SK/BH-11	SPT3	4.50 - 4.95	25	58	21	37	0.30	81.39	CH	26
14	14	SK/BH-11	SPT5	7.50 - 7.95	22	72	26	46	0.00	93.36	CH	38
14	14	SK/BH-12	SPT2	3.00 - 3.45	16	31	14	17	0.00	75.92	CL	22
14	14	SK/BH-12	SPT5	7.50 - 7.95	21	NP	NP	NP	0.00	38.14	SM	39
14	14	SK/BH-13	SPT2	3.00 - 3.45	12	NP	NP	NP	0.00	32.77	SM	28

Şekil B.1 : Laboratuvar deney sonuçları ve SPT-N değerleri (proje yeri: 12 – 14).

Proje Yeri	Proje Kodu	Sondaj Kuyusu No	Numune No	Derinlik (m'den - m'ye)	w _n (%)	w _L (%)	w _p (%)	I _p (%)	+No.10 (%)	-No.200 (%)	Zemin Smfi	SPT-N
14	14	SK/BH-13	SPT4	6.00 - 6.45	23	NP	NP	NP	0.12	36.81	SM	29
14	14	SK/BH-13	SPT6	9.00 - 9.45	24	37	18	19	0.00	56.32	CL	35
14	14	SK/BH-13	SPT8	12.00 - 12.45	27	51	21	30	0.00	91.06	CH	46
14	14	SK/BH-14	SPT2	3.00 - 3.45	9	NP	NP	NP	0.00	19.42	SM	16
14	14	SK/BH-14	SPT5	7.50 - 7.95	20	NP	NP	NP	0.05	13.51	SM	33
14	14	SK/BH-15	SPT1	1.50 - 1.95	15	44	19	25	0.30	58.08	CL	13
14	14	SK/BH-15	SPT5	7.50 - 7.95	18	25	12	13	0.00	50.50	CL	12
14	14	SK/BH-16	SPT2	3.00 - 3.45	4	NP	NP	NP	0.00	6.71	SM	28
14	14	SK/BH-16	SPT5	7.50 - 7.95	18	46	18	28	0.00	84.45	CL	36
14	14	SK/BH-17	SPT2	3.00 - 3.45	14	NP	NP	NP	0.00	27.91	SM	11
14	14	SK/BH-17	SPT4	6.00 - 6.45	24	73	31	42	0.00	98.74	CH	33
14	14	SK/BH-17	SPT7	10.50 - 10.95	27	69	27	42	0.00	96.26	CH	30
14	14	SK/BH-18	SPT1	1.50 - 1.95	18	46	19	27	0.00	52.52	CL	17
14	14	SK/BH-18	SPT3	4.50 - 4.95	15	41	16	25	0.00	49.64	SC	28
14	14	SK/BH-18	SPT5	7.50 - 7.95	9	NP	NP	NP	0.00	32.52	SM	18
14	14	SK/BH-18	SPT8	12.00 - 12.45	15	NP	NP	NP	3.04	19.03	SM	39
14	14	SK/BH-19	SPT2	3.00 - 3.45	14	31	13	18	0.06	47.09	SC	13
14	14	SK/BH-19	SPT4	6.00 - 6.45	10	NP	NP	NP	0.04	19.88	SM	24
14	14	SK/BH-19	SPT6	9.00 - 9.45	16	NP	NP	NP	0.50	12.00	SM	50
14	14	SK/BH-20	SPT3	4.50 - 4.95	14	34	12	22	0.00	53.86	CL	26
14	14	SK/BH-20	SPT6	9.00 - 9.45	19	47	16	31	0.00	91.86	CL	40
14	14	SK/BH-20	SPT8	12.00 - 12.45	24	42	13	29	0.00	62.98	CL	44
14	14	SK/BH-21	SPT1	1.50 - 1.95	14	37	15	22	0.00	48.05	SC	22
14	14	SK/BH-21	SPT4	6.00 - 6.45	13	22	12	10	0.00	67.79	CL	23
14	14	SK/BH-21	SPT7	10.50 - 10.95	19	42	19	23	0.12	73.37	CL	53
14	14	SK/BH-22	SPT2	3.00 - 3.45	16	40	15	25	0.00	55.44	CL	21
14	14	SK/BH-22	SPT4	6.00 - 6.45	18	41	17	24	0.00	55.04	CL	25
14	14	SK/BH-22	SPT7	10.50 - 10.95	20	36	14	22	0.12	70.11	CL	16
14	14	SK/BH-22	SPT9	13.50 - 13.95	20	36	14	22	0.00	44.23	SC	21
14	14	SK/BH-23	SPT2	3.00 - 3.45	18	45	17	28	0.00	66.07	CL	22
14	14	SK/BH-23	SPT5	7.50 - 7.95	16	NP	NP	NP	0.00	34.18	SM	23
14	14	SK/BH-24	SPT2	3.00 - 3.45	17	42	15	27	0.00	59.62	CL	26
14	14	SK/BH-24	SPT5	7.50 - 7.95	20	25	14	11	0.00	56.84	CL	11
14	14	SK/BH-24	SPT8	12.00 - 12.45	16	NP	NP	NP	2.77	10.46	SM	58
14	14	SK/BH-25	SPT4	6.00 - 6.45	20	40	17	23	0.00	86.09	CL	19
14	14	SK/BH-25	SPT7	10.50 - 10.95	18	26	11	15	0.00	34.01	SC	28
14	14	SK/BH-25	SPT9	13.50 - 13.95	17	NP	NP	NP	0.00	54.27	SM	37
14	45	SK-3	SPT-2	3.00 - 3.45	70	47	20	27	0.00	72.66	CL	11
14	45	SK-3	SPT-3	4.50 - 4.95	67	52	21	31	12.63	28.19	SC	16
14	45	SK-6	UD1	12.50 - 13.00	52	53	15	38	20.20	69.90	CH	7
14	45	SK-6	SPT-10	15.00 - 15.45	61	56	16	40	21.80	71.40	CH	9
14	45	SK-7	SPT-12	18.00 - 18.45	72	72	21	51	0.80	98.90	CH	9
14	45	SK-7	UD4	23.00 - 23.50	69	84	24	60	0.00	84.88	CL	11
14	45	SK-7	SPT18	27.00 - 27.45	27	NP	NP	NP	0.00	69.39	ML	19
14	45	SK-8	SPT-3	4.50 - 4.95	78	56	16	40	0.00	68.30	CH	8
14	45	SK-10	SPT-7	10.50 - 10.95	52	57	16	41	0.00	66.70	CH	6
14	45	SK-10	SPT-9	13.50 - 13.95	51	54	14	40	0.00	69.97	CH	11
14	45	SK-11	UD2	14.00 - 14.50	61	56	16	40	21.80	71.40	CH	10
14	45	SK-11	SPT-11	16.50 - 16.95	63	73	21	52	0.80	98.90	CH	13
14	45	SK-13	SPT-11	16.50 - 16.95	69	89	22	67	5.46	87.92	CH	19
14	45	SK-14	SPT-8	12.00 - 12.45	65	90	21	69	0.00	96.35	CH	5
14	45	SK-14	SPT-14	21.00 - 21.45	66	84	24	60	0.00	87.40	CH	19
14	45	SK-14	SPT-19	28.50 - 28.95	27	43	14	29	0.00	84.88	CL	26
14	45	SK-16	SPT-9	13.50 - 13.95	54	81	32	49	0.80	97.80	CH	9
14	45	SK-16	SPT-12	18.00 - 18.45	71	91	28	63	0.80	88.90	CH	10
14	45	SK-17	SPT-1	1.50 - 1.95	45	49	16	33	0.00	86.98	CL	9
14	45	SK-17	SPT-7	10.50 - 10.95	75	74	31	43	21.80	71.40	CH	6
15	18	SK-1	SPT-1	1.50 - 1.95	39	98	28	70	0.00	100.00	CH	3
15	18	SK-1	SPT-3	4.50 - 4.95	43	75	24	51	0.00	99.00	CH	5
15	18	SK-1	SPT-5	7.50 - 7.95	75	78	28	50	0.00	91.60	CH	3
15	18	SK-1	SPT-6	9.00 - 9.45	61	65	25	40	0.00	98.00	CH	4
15	18	SK-1	SPT-10	15.00 - 15.45	53	52	21	31	2.00	46.00	SC	20
15	18	SK-1	SPT-12	18.00 - 18.45	16	NP	NP	NP	41.06	32.62	GM	33
15	18	SK-1	SPT-16	24.00 - 24.45	26	NP	NP	NP	1.12	8.65	SW-SM	46

Şekil B.1 : Laboratuvar deney sonuçları ve SPT-N değerleri (proje yeri: 14 – 15).

Proje Yeri	Proje Kodu	Sondaj Kuyusu No	Numune No	Derinlik (m'den - m'ye)	w _n (%)	w _L (%)	w _p (%)	I _p (%)	+No.10 (%)	-No.200 (%)	Zemin Sınıfı	SPT-N
15	18	SK-1	SPT-20	30.00 - 30.45	21	30	16	14	0.00	58.42	CL	23
15	18	SK-1	SPT-26	39.00 - 39.45	35	37	19	18	0.00	90.84	CL	17
15	18	SK-2	SPT-2	3.00 - 3.45	48	86	29	57	0.00	100.00	CH	2
15	18	SK-2	SPT-4	6.00 - 6.45	70	72	22	50	0.00	99.00	CH	2
15	18	SK-2	SPT-9	13.50 - 13.95	66	82	29	53	0.00	100.00	CH	5
15	18	SK-2	SPT-11	16.50 - 16.95	16	NP	NP	NP	1.00	18.00	SM	44
15	18	SK-2	SPT-13	19.50 - 19.95	24	NP	NP	NP	0.59	28.13	SM	39
15	18	SK-2	SPT-16	24.00 - 24.45	29	NP	NP	NP	0.00	42.26	SM	31
15	18	SK-2	SPT-21	31.50 - 31.95	26	NP	NP	NP	0.45	60.68	ML	22
15	18	SK-2	SPT-25	37.50 - 37.95	35	39	18	21	0.00	89.26	CL	16
15	18	SK-3	SPT-1	1.50 - 1.95	31	85	29	56	0.00	100.00	CH	2
15	18	SK-3	SPT-2	3.00 - 3.45	44	71	20	51	0.00	100.00	CH	7
15	18	SK-3	SPT-4	6.00 - 6.45	77	73	28	45	0.00	98.12	CH	6
15	18	SK-3	SPT-7	10.50 - 10.95	51	78	31	47	0.00	100.00	CH	4
15	18	SK-3	SPT-9	13.50 - 13.95	66	83	23	60	2.00	95.00	CH	4
15	18	SK-3	SPT-12	18.00 - 18.45	24	NP	NP	NP	18.48	36.82	SM	29
15	18	SK-3	SPT-16	24.00 - 24.45	22	NP	NP	NP	4.04	24.36	SM	13
15	18	SK-3	SPT-21	31.50 - 31.95	31	34	19	15	0.00	87.74	CL	15
15	18	SK-4	SPT-1	1.50 - 1.95	42	72	22	50	0.00	99.00	CH	4
15	18	SK-4	SPT-3	4.50 - 4.95	57	73	28	45	0.00	100.00	CH	2
15	18	SK-4	SPT-6	9.00 - 9.45	73	87	32	55	0.00	100.00	CH	4
15	18	SK-4	SPT-8	12.00 - 12.45	83	71	29	42	1.00	91.00	CH	3
15	18	SK-4	SPT-10	15.00 - 15.45	29	NP	NP	NP	10.06	23.95	SM	8
15	18	SK-4	SPT-16	24.00 - 24.45	27	NP	NP	NP	0.00	49.39	SM	36
15	18	SK-4	SPT-20	30.00 - 30.45	34	47	19	28	0.00	89.39	CL	14
15	18	SK-4	SPT-26	39.00 - 39.45	27	46	17	29	0.00	89.83	CL	17
15	18	SK-5	SPT-1	1.50 - 1.95	22	35	17	18	0.00	67.14	CL	5
15	18	SK-5	SPT-3	4.50 - 4.95	34	57	17	40	0.00	99.00	CH	12
15	18	SK-5	SPT-5	7.50 - 7.95	33	74	25	49	0.00	100.00	CH	5
15	18	SK-5	SPT-7	10.50 - 10.95	59	88	21	67	0.00	100.00	CH	4
15	18	SK-5	SPT-10	15.00 - 15.45	29	NP	NP	NP	0.35	38.02	SM	29
15	18	SK-5	SPT-14	21.00 - 21.45	33	49	19	30	0.00	95.52	CL	10
15	18	SK-5	SPT-19	28.50 - 28.95	32	46	18	28	0.00	93.59	CL	10
15	18	SK-5	SPT-25	37.50 - 37.95	37	54	20	34	0.00	88.60	CH	12
15	39	SK1	SPT3	4.50 - 4.95	12	NP	NP	NP	4.76	23.72	SM	16
15	39	SK1	SPT6	9.00 - 9.45	22	NP	NP	NP	0.00	70.65	ML	6
15	39	SK1	SPT10	15.00 - 15.45	31	37	16	21	0.00	70.45	CL	10
15	39	SK1	UD-2	18.00 - 18.50	26	46	17	29	3.52	75.88	CL	28
15	39	SK1	SPT13	19.50 - 19.95	32	51	20	31	0.00	100.00	CH	27
15	39	SK1	SPT19	28.50 - 28.95	38	66	22	44	0.00	100.00	CH	27
15	39	SK1	SPT22	33.00 - 33.45	18	NP	NP	NP	5.84	23.39	SM	57
15	39	SK2	SPT2	3.00 - 3.45	17	NP	NP	NP	14.64	18.86	SM	17
15	39	SK2	SPT5	7.50 - 7.95	35	NP	NP	NP	0.00	84.10	ML	5
15	39	SK2	SPT9	13.50 - 13.95	36	64	23	41	0.00	100.00	CH	8
15	39	SK2	UD-3	17.50 - 18.00	30	53	20	33	2.94	89.50	CH	13
15	39	SK2	SPT12	18.00 - 18.45	28	45	21	24	0.00	100.00	CL	16
15	39	SK2	SPT15	22.50 - 22.95	30	43	17	26	0.00	88.45	CL	20
15	39	SK2	SPT18	27.00 - 27.45	47	63	26	37	0.00	100.00	CH	26
15	39	SK2	SPT21	31.50 - 31.95	46	64	21	43	0.00	100.00	CH	7
15	39	SK3	SPT5	7.50 - 7.95	29	NP	NP	NP	0.00	38.58	SM	13
15	39	SK3	SPT9	13.50 - 13.95	46	55	20	35	0.00	100.00	CH	5
15	39	SK3	SPT13	19.50 - 19.95	15	NP	NP	NP	49.55	13.51	GM	16
15	39	SK3	SPT20	30.00 - 30.45	41	56	23	33	0.00	100.00	CH	16
15	39	SK3	SPT25	37.50 - 37.95	23	NP	NP	NP	0.00	48.36	SM	54
15	39	SK4	SPT6	9.00 - 9.45	37	32	22	10	0.00	91.01	CL	8
15	39	SK4	UD-2	14.50 - 14.95	22	36	16	20	13.92	41.85	SC	19
15	39	SK4	SPT10	15.00 - 15.45	25	28	22	6	2.45	66.48	CL	19
15	39	SK4	SPT14	21.00 - 21.45	40	53	20	33	0.00	100.00	CH	22
15	39	SK4	SPT18	27.00 - 27.45	41	54	22	32	0.00	100.00	CH	21
15	39	SK4	SPT24	36.00 - 36.45	33	50	18	32	0.00	91.21	CH	34
15	39	SK4	SPT28	42.00 - 42.45	38	58	25	33	0.00	100.00	CH	50
15	39	SK5	SPT4	6.00 - 6.45	18	NP	NP	NP	8.19	17.48	SM	17
15	39	SK5	SPT8	12.00 - 12.45	39	36	20	16	0.00	78.90	CL	5
15	39	SK5	SPT11	16.50 - 16.95	17	NP	NP	NP	29.23	9.85	SM	16

Şekil B.1 : Laboratuvar deney sonuçları ve SPT-N değerleri (proje yeri: 15).

Proje Yeri	Proje Kodu	Sondaj Kuyusu No	Numune No	Derinlik (m'den - m'ye)	w _n (%)	w _L (%)	w _p (%)	I _p (%)	+No.10 (%)	-No.200 (%)	Zemin Sınıfı	SPT-N
15	39	SK5	SPT16	24.00 - 24.45	24	41	15	26	0.00	63.90	CL	23
15	39	SK5	SPT20	30.00 - 30.45	39	53	22	31	0.00	100.00	CH	21
15	39	SK5	SPT23	34.50 - 34.95	34	52	17	35	0.00	100.00	CH	33
15	39	SK6	SPT3	4.50 - 4.95	14	NP	NP	NP	35.40	10.17	SM	14
15	39	SK6	SPT17	10.50 - 10.95	21	NP	NP	NP	15.64	25.13	SM	15
15	39	SK6	SPT10	15.00 - 15.45	22	27	15	12	6.58	55.52	CL	33
15	39	SK6	SPT14	21.00 - 21.45	27	NP	NP	NP	22.68	43.14	SM	19
15	39	SK6	SPT15	22.50 - 22.79	13	NP	NP	NP	17.25	11.72	SM	17
15	39	SK6	SPT20	30.00 - 30.45	23	25	19	6	0.00	57.81	CL	38
15	39	SK7	SPT3	4.50 - 4.95	29	NP	NP	NP	0.00	75.02	ML	10
15	39	SK7	SPT7	10.50 - 10.95	38	37	17	20	0.00	87.58	CL	6
15	39	SK7	UD-1	13.00 - 13.50	36	50	18	32	0.00	95.09	CH	11
15	39	SK7	SPT10	15.00 - 15.45	25	NP	NP	NP	0.30	28.38	SM	11
15	39	SK7	SPT16	24.00 - 24.45	25	NP	NP	NP	3.68	55.02	ML	24
15	39	SK7	SPT19	28.50 - 28.95	36	52	20	32	0.00	90.97	CH	20
15	39	SK7	SPT23	34.50 - 34.95	34	46	18	28	0.00	100.00	CL	35
15	39	SK8	SPT3	4.50 - 4.95	14	NP	NP	NP	24.51	9.30	SM	16
15	39	SK8	SPT11	16.50 - 16.95	32	59	20	39	0.61	74.53	CH	23
15	39	SK8	SPT-15	22.50 - 22.95	17	NP	NP	NP	26.18	27.31	SM	39
15	39	SK8	UD-9	28.00 - 28.50	37	53	24	29	0.00	100.00	CH	25
15	39	SK8	SPT20	30.00 - 30.45	38	58	20	38	0.00	100.00	CH	24
15	39	SK8	UD-11	34.00 - 34.50	41	67	19	48	0.00	100.00	CH	25
15	39	SK8	SPT27	40.50 - 40.95	19	NP	NP	NP	4.34	22.49	SM	53
15	44	SK-1	SPT1	1.50 - 1.95	30	50	21	29	0.00	91.35	CH	17
15	44	SK-1	SPT5	7.50 - 7.95	34	40	16	24	4.41	78.98	CL	8
15	44	SK-1	SPT12	18.00 - 18.45	43	61	22	39	0.00	88.66	CH	13
15	44	SK-1	SPT17	25.50 - 25.95	34	51	17	34	0.00	68.03	CH	24
15	44	SK-2	SPT2	3.00 - 3.45	22	40	15	25	2.85	72.78	CL	22
15	44	SK-2	SPT6	9.00 - 9.45	39	46	16	30	0.00	98.05	CL	5
15	44	SK-2	SPT11	16.50 - 16.95	48	62	19	43	0.00	96.38	CH	9
15	44	SK-2	SPT17	25.50 - 25.95	34	102	22	80	0.36	85.12	CH	32
15	44	SK-3	SPT5	7.50 - 7.95	29	NP	NP	NP	0.00	66.20	ML	14
15	44	SK-3	SPT7	10.50 - 10.95	44	51	17	34	0.00	98.41	CH	8
15	44	SK-3	SPT13	19.50 - 19.95	46	63	20	43	0.00	99.96	CH	18
15	44	SK-4	SPT6	9.00 - 9.45	37	NP	NP	NP	0.00	95.20	ML	9
15	44	SK-4	SPT13	19.50 - 19.95	25	42	15	27	0.00	79.88	CL	27
15	44	SK-4	SPT17	25.50 - 25.95	37	65	19	46	0.00	70.14	CH	19

Şekil B.1 : Laboratuvar deney sonuçları ve SPT-N değerleri (proje yeri: 15).

EK C

Proje Yeri	Proje Kodu	Sondaj Kuyusu No	Numune No	Derinlik (m'den - m'ye)	w _n (%)	w _L (%)	w _p (%)	I _p (%)	+No.10 (%)	-No.200 (%)	σ _c ' (kPa)	s _u (kPa)	Zemin Sınıfı	CPT No	q _c (MPa)	f _c (MPa)	R _f (%)
02	01	SK-4	UD-2	23.50 - 24.00	33	37	18	19	0.00	100.00		46	CL	CPT-5	1.3117	0.0145	1.10544
02	01	SK-6	UD-1	20.50 - 21.00	32	30	17	13	0.00	97.66		22	CL	CPT-7	0.9444	0.0104	1.10123
02	01	SK-8	UD-1	16.00 - 16.50	31	30	20	10	0.00	82.61		30	CL	CPT-11	0.6296	0.0363	5.76557
03	51	SK-4	UD-1	7.00 - 7.50	32	43	28	15	0.00	87.71		32	MI	CPT-19	1.25	0.033	2.64
03	51	SK-10	UD-1	4.00 - 4.50	37	51	25	26	0.00	99.13		41	CH	CPT-29	4.46	0.062	1.39013
03	51	SK-10	UD-2	8.50 - 9.00	35	65	32	33	0.00	99.04		52	MH	CPT-29	1.2	0.04	3.33333
04	11	SK-29	UD-1	7.00 - 7.50	39	46	27	19	0.00	96.54	120	33	CI	CPT-30	0.58	0.041	7.06897
04	11	SK-29	UD-2	13.00 - 13.50	38	57	21	36	0.00	94.19	100	32	CH	CPT-30	0.7	0.012	1.71429
04	11	SK-55	UD-1	7.00 - 7.50	37	90	26	64	0.00	100.00		23	CH	CPT-49	0.43	0.019	4.4186
04	11	SK-56	UD-2	17.50 - 18.00	56	93	32	61	0.00	100.00		49	CH	CPT-33	0.75	0.008	1.06667
04	11	SK-57	UD-1	4.00 - 4.50	35	72	27	45	0.00	98.06		43	CH	CPT-14	1.1	0.031	2.81818
04	11	SK-57	UD-3	19.00 - 19.50	53	75	29	46	0.00	100.00		25	CH	CPT-14	0.89	0.014	1.57303
04	11_2	SK-2	UD-1	4.00 - 4.50	23	56	19	37	22.91	42.96	130	44	SC	CPT-2	1.09	0.055	5.04587
04	11_2	SK-4	UD-2	13.00 - 13.50	55	90	26	64	0.00	100.00		26	CH	CPT-3	2.28	0.067	2.9386
04	11_2	SK-5	UD-1	4.00 - 4.50	30	98	20	78	0.00	100.00		30	CH	CPT-4	0.78	0.033	4.23077
04	11_2	SK-8	UD-1	7.00 - 7.50	56	94	14	80	0.00	100.00		16	CH	CPT-3	0.5	0.009	1.8
04	11_2	SK-8	UD-2	11.50 - 12.00	44	54	12	42	0.00	100.00		22	CH	CPT-3	2.07	0.019	0.91787
04	11_2	SK-9	UD-1	7.00 - 7.50	51	86	22	64	0.00	100.00		34	CH	CPT-6	1.41	0.049	3.47518
04	12	SK-1	UD-1	32.50 - 33.00	36	43	23	20	0.34	60.24	190		CI	CPT-1	1.14	0.035	3.07018
04	12	SK-1	UD-2	37.00 - 37.50	34	57	27	30	0.00	95.65		32	CH	CPT-1	1.33	0.054	4.06015
04	12	SK-2	UD-1	35.50 - 36.00	34	56	23	33	0.00	99.47		38	CH	CPT-1	1.23	0.037	3.00813
04	12	SK-2	UD-2	40.00 - 40.50	33	61	25	36	0.00	95.76		26	CH	CPT-1	1.34	0.053	3.95522
04	12	SK-3	UD-1	26.50 - 27.00	39	56	24	32	0.00	93.93		35	CH	CPT-2	1.32	0.035	2.65152
04	41	SK-1	UD1	3.00 - 3.50	30	51	16	35	1.63	86.93		80	CH	CPT-6	1.1025	0.0703	6.37642
04	41	SK-2	UD1	3.00 - 3.50	30	51	16	35	1.63	86.93		68	CH	CPT-1	1.4175	0.0601	4.23986
04	41	SK-2	UD2	8.50 - 9.00	33	61	23	38	0.00	87.68		97	CH	CPT-1	1.575	0.055	3.49206
04	52	SK-1	UD-1	5.50 - 6.00	26	74	26	48	3.59	78.04		91	CH	CPT-2	2.03	0.087	4.286
04	52	SK-1	UD-2	10.00 - 10.50	36	66	27	39	3.74	75.98	180		CH	CPT-2	2.31	0.093	4.026
04	52	SK-2	UD-1	2.50 - 3.00	24	67	19	48	6.05	61.67		88	CH	CPT-1	1.61	0.085	5.28
04	52	SK-2	UD-2	7.00 - 7.50	30	66	23	43	0.69	87.67	110		CH	CPT-1	2.61	0.11	4.215
04	52	SK-2	UD-3	11.50 - 12.00	28	74	25	49	1.97	85.31		108	CH	CPT-1	3.58	0.175	4.888
06	03_2	SK-3	UD2	5.50 - 6.00	38	63	23	40	0.00	93.11		39	CH	CPT-3	1.6827	0.0387	2.29988
06	03_2	SK-4	UD1	4.00 - 4.50	29	45	18	27	0.00	66.77		58	CL	CPT-4	1.4106	0.0731	5.18219
06	07	S2	UD-1	2.50 - 3.00	9	34	13	21	1.40	57.17	90	22	CL	CPT-1	3.7776	0.0456	1.20712
06	07	S5	UD-1	7.00 - 7.50	20	36	13	23	0.00	62.51	190	138	CL	CPT-3	4.4072	0.1326	3.00871
06	07	S8	UD-1	4.00 - 4.50	18	34	12	22	1.61	53.14		50	CL	CPT-8	2.5709	0.0964	3.74966
06	07	S9	UD-1	8.50 - 9.00	35	88	25	63	0.00	99.46	210	103	CH	CPT-4	1.7839	0.0725	4.06413
06	07	S11	UD-1	4.00 - 4.50	32	58	18	40	0.00	97.00		93	CH	CPT-8	2.5709	0.0964	3.74966
06	07	S12	UD1	2.00 - 2.50	24	59	19	40	0.00	80.72		127	CH	CPT-6	2.1511	0.1005	4.67203
06	07	S17	UD1	5.50 - 6.00	37	70	27	43	0.00	98.74	190	92	CH	CPT-1	2.4135	0.0798	3.3064
06	07	S19	UD-1	4.00 - 4.50	22	49	16	33	0.00	77.00		180	CL	CPT-3	3.2005	0.0694	2.16841
06	49	SK-2	UD2	5.50 - 6.00	27	42	20	22	10.30	69.50		75	CL	CPT-3	2.9426	0.1481	5.03296
06	49	SK-3	UD1	2.50 - 3.00	30	53	24	29	28.40	55.20		60	CH	CPT-6	1.05	0.0438	4.17143
06	49	SK-3	UD2	5.00 - 5.50	24	40	21	19	15.40	57.60		25	CL	CPT-6	2.6775	0.0733	2.73763
06	49	SK-6	UD1	1.00 - 1.50	26	42	21	21	5.80	70.80		60	CL	CPT-2	3.1667	0.2094	6.61256
06	49	SK-6	UD2	2.50 - 3.00	53	75	28	47	23.20	57.60		50	CH	CPT-2	1.1084	0.0435	3.92458
06	53	SK-4	UD-1	4.00 - 4.50	22	58	20	38	0.00	100.00		51	CH	CPT-4	1.09	0.033	3.02752
06	53	SK-10	UD-2	7.00 - 7.50	24	37	18	19	2.30	75.60		39	CI	CPT-3	0.75	0.017	2.26667
06	53	SK-11	UD-1	7.00 - 7.50	23	70	25	45	0.00	66.89		34	CH	CPT-3	0.75	0.017	2.26667
06	53	SK-12	UD-1	5.50 - 6.00	21	57	16	41	0.00	65.86		37	CH	CPT-1	1.04	0.03	2.88462
06	53	SK-15	UD-1	7.00 - 7.50	25	39	16	23	0.78	73.03		32	CI	CPT-1	1.01	0.032	3.16832
06	53	SK-15	UD-2	11.50 - 12.00	26	40	21	19	1.59	72.83		30	CI	CPT-1	1.86	0.156	8.3871
06	53	SK-16	UD-1	8.50 - 9.00	27	34	19	15	15.11	66.66		16	CL	CPT-5	0.7	0.015	2.14286
06	53	SK-17	UD-1	5.50 - 6.00	22	32	16	16	1.27	74.54		46	CL	CPT-5	0.72	0.026	3.61111
06	53	SK-18	UD-1	4.00 - 4.50	22	36	14	22	0.00	62.48		36	CI	CPT-3	2.08	0.105	5.04808
06	56	SK-2	UD-1	2.00 - 2.50	24	48	20	28	55.23	34.03		52	GC	CPT-1	1.7	0.078	4.58824
07	24	SK-6	UD-1	2.50 - 3.00	37	102	27	75	2.19	84.80		96	CH	CPT-11	1.84	0.099	5.38043
07	24	SK-7	UD-1	5.50 - 6.00	43	83	29	54	3.65	80.02		65	CH	CPT-9	2.523	0.136	5.39041
07	24	SK-8	UD-1	4.00 - 4.50	36	76	27	49	2.77	85.25		88	CH	CPT-11	2.681	0.117	4.36404
07	24	SK-11	UD-1	2.50 - 3.00	36	104	33	71	6.91	77.14		64	CH	CPT-10	1.735	0.105	6.05187
07	28	SK-9	UD-1	2.50 - 2.80	18	46	16	30	31.66	40.93		45	GC	CPT-7	0.98	0.022	2.2449
07	28	SK-11	UD-1	4.00 - 4.50	24	44	19	25	5.02	52.32		47	CI	CPT-9	1.9	0.092	4.84211
07	28	SK-19	UD-1	7.00 - 7.45	14	56	21	35	1.99	83.70		69	CH	CPT-9	1.84	0.115	6.25
10	16	SK-7	UD1	4.00 - 4.50	22	60	22	38	0.57	94.58		175	CH	CPT-6	2.0931	0.1076	5.1407

Şekil C.1 : Laboratuvar deney sonuçları ile CPT değişkenleri.

Proje Yeri	Proje Kodu	Sondaj Kuyusu No	Numune No	Derinlik (m'den - m'ye)	w _n (%)	w _L (%)	w _p (%)	I _p (%)	+No.10 (%)	-No.200 (%)	σ'_c (kPa)	s _u (kPa)	Zemin Sınıfı	CPT No	q _c (MPa)	ϵ_c (MPa)	R _f (%)
14	14	SK/BH-4	UD1	7.00 - 7.50	25	50	21	29	0.00	92.28		125	CH	CPT-2	4.941	0.25	5.0597
14	14	SK/BH-15	UD1	4.00 - 4.50	23	44	16	28	0.00	58.10		63	CL	CPT-10	3.276	0.186	5.67766
14	14	SK/BH-25	UD1	2.50 - 3.00	13	26	11	15	0.00	54.27		81	CL	CPT-18	2.756	0.143	5.18868
14	45	SK-13	UD2	14.00 - 14.50	61	56	16	40	21.80	71.40		15	CH	CPT-22	0.8755	0.0116	1.32496
15	18	SK-1	UD-1	2.50 - 3.00	39	98	28	70	0.00	100.00		26	CH	CPT-1	0.364	0.024	6.489
15	18	SK-5	UD-1	2.50 - 3.00	22	35	17	18	0.00	67.14		48	CL	CPT-5	0.944	0.063	6.692
15	39	SK1	UD-4	23.50 - 24.00	50	66	19	47	0.00	100.00		28	CH	CPT-4	2.6	0.053	2.038
15	39	SK1	UD-6	29.50 - 30.00	38	66	22	44	0.00	100.00		18	CH	CPT-4	2.652	0.055	2.074
15	39	SK4	UD-5	23.50 - 24.00	40	53	20	33	0.00	100.00		47	CH	CPT-1	2.184	0.05	2.285
15	39	SK7	UD-3	19.00 - 19.50	40	60	17	43	0.00	98.00		43	CH	CPT-1	1.664	0.025	1.532
15	39	SK8	UD-3	10.00 - 10.50	43	38	17	21	2.00	92.00		36	CL	CPT-5	0.884	0.021	2.421
15	39	SK8	UD-6	19.00 - 19.50	32	59	20	39	0.61	74.53		29	CH	CPT-5	2.704	0.083	3.051

Şekil C.1 : Laboratuvar deney sonuçları ile CPT değişkenleri.

EK D

Proje Yeri	Proje Kodu	Sondaj Kuyusu No	Numune No	Derinlik (m'den - m'ye)	w _n (%)	w _L (%)	w _p (%)	I _p (%)	+No.10 (%)	-No.200 (%)	Zemin Sınıfı	CPT No	q _c (MPa)	ƒ _c (MPa)
01	04a	SK1	SPT1	1.50 - 1.95	32	67	18	49	0.00	94.76	CH	CPT-1	1.404	0.094
01	04a	SK1	SPT3	4.50 - 4.95	26	63	19	44	0.00	82.00	CH	CPT-1	4.316	0.152
01	04a	SK1	SPT6	9.00 - 9.45	19	51	16	35	9.30	55.33	CH	CPT-1	3.848	0.192
01	04a	SK1	SPT9	13.50 - 13.95	25	68	21	47	0.66	86.16	CH	CPT-1	5.2	0.238
01	04a	SK2	SPT1	1.50 - 1.95	31	71	22	49	0.00	100.00	CH	CPT-3	1.56	0.107
01	04a	SK2	SPT3	4.50 - 4.95	32	68	21	47	0.00	83.91	CH	CPT-3	2.548	0.147
01	04a	SK2	SPT5	7.50 - 7.95	22	44	14	30	2.05	63.60	CL	CPT-3	3.536	0.183
01	04a	SK2	SPT7	10.50 - 10.95	27	NP	NP	NP	1.25	35.86	SM	CPT-3	10.556	0.264
01	04a	SK3	SPT1	1.50 - 1.95	30	63	24	39	0.00	91.65	CH	CPT-6	1.612	0.108
01	04a	SK3	SPT4	6.00 - 6.45	27	55	20	35	0.00	71.10	CH	CPT-6	4.056	0.125
01	04a	SK3	SPT8	12.00 - 12.45	28	65	22	43	0.00	92.94	CH	CPT-6	9.932	0.298
01	04b	SK1	SPT2	3.00 - 3.45	5	NP	NP	NP	81.23	0.72	GW	CPT-1	3.469	0.065
01	04b	SK1	SPT5	7.50 - 7.95	7	NP	NP	NP	58.46	7.02	GP-GM	CPT-1	8.411	0.029
01	04b	SK3	SPT-3	4.50 - 4.95	9	NP	NP	NP	47.01	3.55	SW	CPT-2	2.681	0.04
01	04b	SK3	SPT-9	13.50 - 13.95	23	25	18	7	4.02	63.34	CL	CPT-2	4.941	0.108
01	04b	SK4	SPT1	1.50 - 1.95	7	NP	NP	NP	72.84	2.78	GW	CPT-4	0.631	0.004
01	04b	SK4	SPT4	6.00 - 6.45	24	NP	NP	NP	7.83	22.58	SM	CPT-4	4.731	0.065
01	04b	SK5	SPT1	1.50 - 1.95	10	NP	NP	NP	59.58	2.83	GW	CPT-3	2.05	0.007
02	01	SK-1	SPT-2	3.00 - 3.45	23	NP	NP	NP	0.00	6.84	SP-SM	CPT-3	8.0799	0.0238
02	01	SK-1	SPT-4	6.00 - 6.45	22	NP	NP	NP	0.25	25.80	SM	CPT-3	0.6821	0.0166
02	01	SK-1	SPT-5	7.50 - 7.95	26	NP	NP	NP	0.00	16.00	SM	CPT-3	3.7251	0.0269
02	01	SK-1	SPT-6	9.00 - 9.45	26	NP	NP	NP	0.00	7.61	SP-SM	CPT-3	12.225	0.0446
02	01	SK-1	SPT-8	12.00 - 12.45	24	NP	NP	NP	0.12	11.33	SP-SM	CPT-3	8.9718	0.0363
02	01	SK-1	SPT-10	15.00 - 15.45	34	32	18	14	0.00	94.28	CL	CPT-3	1.2067	0.0321
02	01	SK-2	SPT-3	4.50 - 4.95	27	NP	NP	NP	1.87	6.93	SP-SM	CPT-4	8.1848	0.028
02	01	SK-2	SPT-5	7.50 - 7.95	25	NP	NP	NP	0.00	25.74	SM	CPT-4	0.8919	0.0218
02	01	SK-2	SPT-8	12.00 - 12.45	24	NP	NP	NP	0.00	27.89	SM	CPT-4	9.8113	0.029
02	01	SK-2	SPT-9	13.50 - 13.95	23	NP	NP	NP	0.00	34.00	SM	CPT-4	7.4503	0.0332
02	01	SK-2	SPT-10	15.00 - 15.45	32	34	18	16	0.00	89.28	CL	CPT-4	2.1511	0.0321
02	01	SK-3	SPT-2	3.00 - 3.45	23	NP	NP	NP	0.00	10.40	SP-SM	CPT-5	1.9937	0.0104
02	01	SK-3	SPT-4	6.00 - 6.45	24	NP	NP	NP	1.71	21.42	SM	CPT-5	8.3947	0.0259
02	01	SK-3	SPT-8	12.00 - 12.45	22	NP	NP	NP	0.00	17.08	SM	CPT-5	7.3453	0.0259
02	01	SK-3	SPT-10	15.00 - 15.45	36	30	18	12	0.00	69.96	CL	CPT-5	0.9969	0.0207
02	01	SK-3	SPT-12	18.00 - 18.45	30	NP	NP	NP	0.00	86.97	ML	CPT-5	7.1355	0.1046
02	01	SK-3	SPT-14	21.00 - 21.45	33	37	18	19	0.00	99.00	CL	CPT-5	1.2592	0.0104
02	01	SK-4	SPT-3	4.50 - 4.95	22	NP	NP	NP	0.31	10.62	SP-SM	CPT-5	10.336	0.0166
02	01	SK-4	SPT-6	9.00 - 9.45	24	NP	NP	NP	0.00	8.60	SP-SM	CPT-5	4.5121	0.0611
02	01	SK-4	SPT-9	13.50 - 13.95	34	NP	NP	NP	9.32	28.89	SM	CPT-5	3.0431	0.0736
02	01	SK-4	SPT-10	15.00 - 15.45	29	NP	NP	NP	0.00	47.00	SM	CPT-5	0.9969	0.0207
02	01	SK-4	SPT-12	18.00 - 18.45	30	NP	NP	NP	0.00	91.09	ML	CPT-5	7.1355	0.1046
02	01	SK-4	SPT-19	28.50 - 28.95	33	38	19	19	0.00	96.60	CL	CPT-5	1.3641	0.0124
02	01	SK-4	SPT-23	34.50 - 34.95	26	NP	NP	NP	0.28	81.52	ML	CPT-5	3.3054	0.0363
02	01	SK-5	SPT-3	4.50 - 4.95	36	NP	NP	NP	1.51	15.24	SM	CPT-6	10.074	0.0456
02	01	SK-5	SPT-7	10.50 - 10.95	25	NP	NP	NP	0.00	16.92	SM	CPT-6	5.0893	0.0186
02	01	SK-5	SPT-15	22.50 - 22.95	35	31	15	16	0.00	99.00	CL	CPT-6	0.5247	0.0083
02	01	SK-6	SPT-1	1.50 - 1.95	60	47	26	21	0.00	90.20	CL	CPT-7	5.8238	0.0269
02	01	SK-6	SPT-4	6.00 - 6.45	25	NP	NP	NP	1.30	21.66	SM	CPT-7	9.9687	0.029
02	01	SK-6	SPT-8	12.00 - 12.45	25	NP	NP	NP	0.00	20.86	SM	CPT-7	7.6077	0.0218
02	01	SK-6	SPT-12	18.00 - 18.45	29	NP	NP	NP	0.00	74.78	ML	CPT-7	1.1543	0.0093
02	01	SK-6	SPT-18	27.00 - 27.45	16	NP	NP	NP	24.14	15.89	SM	CPT-7	0.9969	0.0093
02	01	SK-6	SPT-21	31.50 - 31.95	26	NP	NP	NP	0.00	72.90	ML	CPT-7	1.1018	0.0104
02	01	SK-6	SPT-23	34.50 - 34.95	13	NP	NP	NP	29.80	10.94	SP-SM	CPT-7	1.2067	0.0269
02	01	SK-7	SPT-3	4.50 - 4.95	23	NP	NP	NP	0.00	9.80	SP-SM	CPT-8	10.913	0.0684
02	01	SK-7	SPT-7	10.50 - 10.95	28	NP	NP	NP	0.00	25.64	SM	CPT-8	9.7063	0.0166
02	01	SK-7	SPT-10	15.00 - 15.45	28	NP	NP	NP	0.00	25.65	SM	CPT-8	4.9319	0.0186
02	01	SK-7	SPT-11	16.50 - 16.95	35	NP	NP	NP	0.00	74.25	ML	CPT-8	8.6045	0.0363
02	01	SK-7	SPT-14	21.00 - 21.45	32	32	18	14	0.00	97.55	CL	CPT-8	0.8919	0.0052
02	01	SK-8	SPT-3	4.50 - 4.95	22	NP	NP	NP	0.47	7.05	SP-SM	CPT-11	14.691	0.0497
02	01	SK-8	SPT-7	10.50 - 10.95	26	NP	NP	NP	0.00	21.49	SM	CPT-11	9.8113	0.0466
02	01	SK-8	SPT-13	19.50 - 19.95	31	NP	NP	NP	0.00	87.44	ML	CPT-11	8.7095	0.0653
02	01	SK-8	SPT-18	27.00 - 27.45	34	32	18	14	0.00	97.91	CL	CPT-11	0.9969	0.0155
02	01	SK-8	SPT-23	34.50 - 34.95	19	NP	NP	NP	14.57	12.01	SM	CPT-11	11.175	0.0611
02	01	SK-9	SPT-2	3.00 - 3.45	21	NP	NP	NP	0.16	4.19	SP	CPT-14	11.7	0.0145
02	01	SK-9	SPT-5	7.50 - 7.95	32	32	19	13	0.00	77.86	CL	CPT-14	1.6265	0.0456

Şekil D.1 : Laboratuvar deney sonuçları ile CPT değişkenleri (proje yeri: 1–2).

Proje Yeri	Proje Kodu	Sondaj Kuyusu No	Numune No	Derinlik (m'den - m'ye)	w _n (%)	w _L (%)	w _p (%)	I _p (%)	+No.10 (%)	-No.200 (%)	Zemin Sınıfı	CPT No	q _c (MPa)	f _c (MPa)
02	01	SK-9	SPT-8	12.00 - 12.45	33	NP	NP	NP	0.00	72.62	ML	CPT-14	8.2897	0.0228
02	01	SK-9	SPT-10	15.00 - 15.45	28	NP	NP	NP	0.00	31.41	SM	CPT-14	0.7345	0.0135
02	01	SK-10	SPT-2	3.00 - 3.45	25	NP	NP	NP	0.90	11.35	SM	CPT-13	6.9781	0.0249
02	01	SK-10	SPT-4	6.00 - 6.45	20	NP	NP	NP	0.00	6.00	SM-SP	CPT-13	10.231	0.0528
02	01	SK-10	SPT-5	7.50 - 7.95	23	NP	NP	NP	0.25	15.43	SM	CPT-13	10.231	0.0363
02	01	SK-10	SPT-7	10.50 - 10.95	22	NP	NP	NP	0.00	7.81	SM	CPT-13	9.0243	0.028
02	01	SK-10	SPT-10	15.00 - 15.45	26	NP	NP	NP	0.90	11.35	SM	CPT-13	0.5247	0.029
02	05	SK-1	SPT-1	1.50 - 1.95	25	NP	NP	NP	0.31	35.69	SM	CPT-4	0.779	0.022
02	05	SK-1	SPT-2	3.00 - 3.45	21	NP	NP	NP	0.25	10.17	SM	CPT-4	14.809	0.059
02	05	SK-1	SPT-3	4.50 - 4.95	26	NP	NP	NP	0.62	31.75	SM	CPT-4	1.767	0.038
02	05	SK-1	SPT-5	7.50 - 7.95	15	NP	NP	NP	1.86	8.15	SM-SW	CPT-4	11.536	0.062
02	05	SK-1	SPT-7	10.50 - 10.95	11	NP	NP	NP	2.97	34.03	SM	CPT-4	9.925	0.072
02	05	SK-1	SPT-8	12.00 - 12.45	13	NP	NP	NP	0.79	16.60	SM	CPT-4	9.353	0.085
02	05	SK-1	SPT-11	16.50 - 16.95	30	32	20	12	0.00	76.22	CL	CPT-4	20.213	0.257
02	05	SK-2	SPT-1	1.50 - 1.95	26	NP	NP	NP	4.14	30.22	SM	CPT-3	0.572	0.005
02	05	SK-2	SPT-2	3.00 - 3.45	31	NP	NP	NP	4.52	30.92	SM	CPT-3	2.65	0.065
02	05	SK-2	SPT-4	6.00 - 6.45	19	NP	NP	NP	1.08	25.82	SM	CPT-3	2.65	0.067
02	05	SK-2	SPT-5	7.50 - 7.95	27	NP	NP	NP	0.00	39.03	SM	CPT-3	16.836	0.07
02	05	SK-2	SPT-6	9.00 - 9.45	19	NP	NP	NP	2.44	32.69	SM	CPT-3	19.798	0.067
02	50	BH-1	SPT-1	1.50 - 1.95	29	51	27	24	0.00	97.06	CH	CPT-2	1.32	0.052
02	50	BH-1	SPT-2	3.00 - 3.45	44	71	37	34	0.00	98.37	MH	CPT-2	0.79	0.039
02	50	BH-1	UD-1	4.00 - 4.50	64	85	33	52	0.00	96.02	CH	CPT-2	0.29	0.003
02	50	BH-1	SPT-4	6.00 - 6.45	33	35	17	18	21.16	53.01	CI	CPT-2	0.35	0.003
02	50	BH-1	UD-2	8.50 - 9.00	26	43	22	21	0.00	87.05	CI	CPT-2	0.39	0.002
02	50	BH-1	SPT-9	13.50 - 13.95	15	22	13	9	11.23	41.61	SC	CPT-2	0.79	0.01
02	50	BH-1	SPT-11	16.50 - 16.95	18	30	18	12	15.31	57.31	CL	CPT-2	0.94	0.01
02	50	BH-1	SPT-13	19.50 - 19.95	18	28	15	13	42.96	29.33	GC	CPT-2	4.28	0.117
02	50	BH-1	SPT-16	24.00 - 24.05	2	NP	NP	NP	88.17	7.42	GP-GM	CPT-2	1.89	0.071
02	50	BH-1	SPT-19	28.50 - 28.95	15	36	17	19	13.73	65.55	CI	CPT-2	2.93	0.1
02	50	BH-2	SPT-1	1.50 - 1.95	12	NP	NP	NP	53.03	27.44	GM	CPT-6	3.07	0.113
02	50	BH-2	SPT-2	3.00 - 3.45	17	39	14	25	22.43	51.96	CI	CPT-6	8	0.265
02	50	BH-2	SPT-3	4.50 - 4.95	22	47	19	28	7.19	74.52	CI	CPT-6	7.57	0.237
02	50	BH-2	SPT-4	6.00 - 6.45	19	38	17	21	10.11	59.52	CI	CPT-6	12.97	1.124
02	50	BH-3	SPT-1	1.50 - 1.95	24	45	16	29	0.00	93.94	CI	CPT-13	1.49	0.057
02	50	BH-3	SPT-3	4.50 - 4.95	24	27	15	12	10.12	59.93	CL	CPT-13	0.86	0.018
02	50	BH-3	SPT-4	6.00 - 6.45	21	29	14	15	17.37	51.45	CL	CPT-13	13.35	0.106
02	50	BH-3	SPT-5	7.50 - 7.95	38	45	20	25	12.52	71.41	CI	CPT-13	25.44	0.417
02	50	BH-4	SPT-1	1.50 - 1.95	32	57	25	32	0.00	100.00	CH	CPT-5	2.25	0.1
02	50	BH-4	UD-2	10.00 - 10.50	60	76	31	45	0.00	95.30	CH	CPT-5	0.45	0.001
02	50	BH-4	SPT-12	18.00 - 18.45	46	71	39	32	0.00	97.45	MH	CPT-5	1.24	0.04
02	50	BH-4	UD-4	16.00 - 16.50	38	56	28	28	0.00	98.10	CH	CPT-5	3.58	0.032
03	25	SK1	SPT1	1.50 - 1.95	35	42	23	19	0.00	85.89	CL	CPT-1	0.8936	0.0217
03	25	SK1	SPT2	3.00 - 3.45	36	43	21	22	0.00	80.09	CL	CPT-1	1.1039	0.058
03	25	SK1	SPT3	4.50 - 4.95	32	33	19	14	0.00	79.55	CL	CPT-1	1.1039	0.0642
03	25	SK1	SPT5	7.50 - 7.95	31	NP	NP	NP	0.00	47.41	SM	CPT-1	1.0513	0.0538
03	25	SK1	SPT6	9.00 - 9.45	29	NP	NP	NP	0.00	40.96	SM	CPT-1	1.3142	0.0538
03	25	SK1	SPT7	10.50 - 10.95	34	NP	NP	NP	0.00	58.85	ML	CPT-1	1.1565	0.0331
03	25	SK1	SPT8	12.00 - 12.45	33	34	21	13	0.00	74.70	CL	CPT-1	1.4719	0.088
03	25	SK1	SPT12	18.00 - 18.45	39	64	27	37	0.00	98.11	CH	CPT-1	1.8398	0.0528
03	25	SK2	SPT1	1.50 - 1.95	37	48	24	24	0.00	95.36	CL	CPT-3	0.7359	0.0228
03	25	SK2	UD1	4.00 - 4.50	27	33	19	14	7.40	46.06	SC	CPT-3	3.2591	0.0404
03	25	SK2	SPT4	6.00 - 6.45	33	NP	NP	NP	0.00	86.40	ML	CPT-3	1.1565	0.0269
03	25	SK2	SPT5	7.50 - 7.95	36	36	23	13	0.00	77.10	CL	CPT-3	2.2078	0.0911
03	25	SK2	SPT6	9.00 - 9.45	27	NP	NP	NP	0.00	42.78	SM	CPT-3	2.2604	0.0549
03	25	SK2	SPT7	10.50 - 10.95	32	NP	NP	NP	0.00	44.52	SM	CPT-3	1.6296	0.0321
03	25	SK2	SPT8	12.00 - 12.45	30	NP	NP	NP	0.00	50.73	ML	CPT-3	1.8924	0.0683
03	25	SK2	SPT10	15.00 - 15.45	45	53	27	26	0.00	98.08	CH	CPT-3	2.0501	0.0404
03	25	SK2	SPT14	21.00 - 21.45	37	59	24	35	0.00	94.84	CH	CPT-3	2.1027	0.0922
03	25	SK3	SPT1	1.50 - 1.95	38	60	25	35	0.00	96.13	CH	CPT-6	0.4731	0.0249
03	25	SK3	SPT3	4.50 - 4.95	32	38	21	17	0.00	53.34	CL	CPT-6	0.7885	0.0331
03	25	SK3	SPT6	9.00 - 9.45	25	NP	NP	NP	0.00	30.94	SM	CPT-6	1.209	0.0435
03	25	SK3	SPT7	10.50 - 10.95	29	NP	NP	NP	0.00	56.50	ML	CPT-6	1.7873	0.0373
03	25	SK3	SPT8	12.00 - 12.45	32	37	23	14	0.00	61.26	CL	CPT-6	4.6259	0.0714
03	25	SK3	SPT9	13.50 - 13.95	29	NP	NP	NP	0.00	56.06	ML	CPT-6	6.2554	0.0569
03	25	SK3	SPT13	19.50 - 19.95	36	53	23	30	0.00	92.62	CH	CPT-6	1.945	0.0414
03	25	SK4	SPT2	3.00 - 3.45	37	66	22	44	0.00	98.98	CH	CPT-5	3.5745	0.0186
03	25	SK4	SPT4	6.00 - 6.45	34	40	25	15	0.00	78.65	CL	CPT-5	2.3129	0.03

Şekil D.1 : Laboratuvar deney sonuçları ile CPT değişkenleri (proje yeri: 2–3).

Proje Yeri	Proje Kodu	Sondaj Kuyusu No	Numune No	Derinlik (m'den - m'ye)	w _n (%)	w _L (%)	w _p (%)	I _p (%)	+No.10 (%)	-No.200 (%)	Zemin Sınıfı	CPT No	q _c (MPa)	f _c (MPa)
03	25	SK4	SPT5	7.50 - 7.95	26	NP	NP	NP	0.00	38.68	SM	CPT-5	2.1552	0.0611
03	25	SK4	SPT6	9.00 - 9.45	27	32	20	12	0.00	43.89	SC	CPT-5	2.2604	0.0642
03	25	SK4	SPT7	10.50 - 10.95	29	35	20	15	0.00	40.35	SC	CPT-5	4.8361	0.0393
03	25	SK4	SPT8	12.00 - 12.45	30	NP	NP	NP	0.00	55.26	ML	CPT-5	3.5745	0.0704
03	25	SK4	SPT10	15.00 - 15.45	51	NP	NP	NP	0.00	90.10	ML	CPT-5	1.8924	0.0704
03	25	SK4	SPT13	19.50 - 19.95	35	46	24	22	0.00	81.95	CL	CPT-5	1.7347	0.0673
03	51	SK- 4	SPT-1	1.50 - 1.95	28	NP	NP	NP	0.00	45.71	SM	CPT-19	0.53	0.009
03	51	SK- 4	SPT-2	3.00 - 3.45	28	NP	NP	NP	0.00	42.98	SM	CPT-19	1.93	0.054
03	51	SK- 4	SPT-3	4.50 - 4.95	28	NP	NP	NP	0.00	10.23	SP-SM	CPT-19	3.44	0.055
03	51	SK- 4	SPT-4	6.00 - 6.45	35	49	22	27	0.00	83.55	CI	CPT-19	3.74	0.045
03	51	SK- 4	SPT-5	7.50 - 7.95	36	59	21	38	0.00	96.54	CH	CPT-19	0.95	0.039
03	51	SK- 4	SPT-7	10.50 - 10.95	29	NP	NP	NP	0.00	45.65	SM	CPT-19	3.72	0.026
03	51	SK- 4	SPT-10	15.00 - 15.45	35	44	27	17	0.00	75.79	MI	CPT-19	0.78	0.011
03	51	SK- 4	SPT-12	18.00 - 18.45	44	67	26	41	0.00	100.00	CH	CPT-19	0.87	0.016
03	51	SK- 4	SPT-15	22.50 - 22.95	31	NP	NP	NP	0.00	49.04	SM	CPT-19	1.44	0.099
03	51	SK- 4	SPT-17	25.50 - 25.95	31	NP	NP	NP	0.00	71.05	ML	CPT-19	12.02	0.16
03	51	SK- 6	SPT-1	1.50 - 1.95	36	59	29	30	0.00	100.00	CH	CPT-17	0.78	0.042
03	51	SK- 6	SPT-3	4.50 - 4.95	42	57	25	32	0.00	90.14	CH	CPT-17	0.35	0.011
03	51	SK- 6	SPT-5	7.50 - 7.95	44	58	21	37	0.00	94.99	CH	CPT-17	1.08	0.028
03	51	SK- 6	SPT-7	10.50 - 10.95	34	39	22	17	0.00	76.24	CI	CPT-17	2.55	0.044
03	51	SK- 6	SPT-10	15.00 - 15.45	30	NP	NP	NP	0.00	78.18	ML	CPT-17	0.92	0.019
03	51	SK- 6	SPT-12	18.00 - 18.45	46	57	28	29	0.00	100.00	CH	CPT-17	0.97	0.02
03	51	SK- 6	SPT-13	19.50 - 19.95	39	48	20	28	0.00	86.10	CI	CPT-17	0.95	0.018
03	51	SK- 6	SPT-15	22.50 - 22.95	27	56	23	33	0.00	57.81	CH	CPT-17	7.64	0.131
03	51	SK- 6	SPT-16	24.00 - 24.45	45	53	18	35	0.00	86.65	CH	CPT-17	5.95	0.131
03	51	SK- 6	SPT-18	27.00 - 27.45	30	NP	NP	NP	0.00	18.33	SM	CPT-17	6.33	0.12
03	51	SK- 10	SPT-1	1.50 - 1.95	35	NP	NP	NP	0.00	69.53	ML	CPT-29	0.74	0.041
03	51	SK- 10	SPT-4	6.00 - 6.45	28	47	21	26	0.00	69.99	CI	CPT-29	6.59	0.077
03	51	SK- 10	SPT-6	9.00 - 9.45	36	65	33	32	0.00	95.09	MH	CPT-29	0.54	0.011
03	51	SK- 10	SPT- 8	12.00 - 12.45	42	71	35	36	0.00	100.00	MH	CPT-29	0.91	0.051
03	51	SK- 10	SPT-10	15.00 - 15.45	28	NP	NP	NP	0.00	8.11	SP-SM	CPT-29	11.17	0.068
03	51	SK- 10	SPT-12	18.00 - 18.45	44	57	25	32	0.00	93.35	CH	CPT-29	0.95	0.019
03	51	SK- 10	SPT-14	21.00 - 21.45	27	46	23	23	0.00	50.98	CI	CPT-29	10.76	0.069
03	51	SK- 10	SPT-16	24.00 - 24.45	34	46	29	17	0.00	89.34	MI	CPT-29	4.98	0.11
03	51	SK- 10	SPT-21	31.50 - 31.95	38	53	27	26	0.00	100.00	CH	CPT-29	7.8	0.068
03	51	SK- 10	SPT-24	36.00 - 36.45	30	36	26	10	0.00	86.70	MI	CPT-29	2.24	0.089
03	51	SK- 10	SPT-27	40.50 - 40.95	29	NP	NP	NP	0.00	14.37	SM	CPT-29	1.71	0.032
04	06	SK-1	SPT-2	3.00 - 3.45	20	NP	NP	NP	8.27	18.40	SM	CPT-3	0.988	0.024
04	06	SK-1	SPT-5	7.50 - 7.95	27	NP	NP	NP	5.90	23.85	SM	CPT-3	16.484	0.214
04	06	SK-1	SPT-7	10.50 - 10.95	25	NP	NP	NP	2.39	19.11	SM	CPT-3	15.288	0.184
04	06	SK-1	SPT-9	13.50 - 13.95	34	40	26	14	9.11	87.98	ML	CPT-3	2.548	0.015
04	06	SK-1	SPT-10	15.00 - 15.45	32	42	27	15	35.01	62.95	ML	CPT-3	2.704	0.017
04	06	SK-1	SPT-12	18.00 - 18.45	20	NP	NP	NP	14.63	30.91	SM	CPT-3	1.82	0.025
04	06	SK-1	SPT-16	24.00 - 24.45	37	NP	NP	NP	0.00	100.00	ML	CPT-3	2.236	0.097
04	06	SK-1	SPT-19	28.50 - 28.95	54	50	22	28	0.00	100.00	CH-CL	CPT-3	2.34	0.034
04	06	SK-2	SPT-2	3.00 - 3.45	15	NP	NP	NP	10.97	10.46	SM-SP	CPT-2	15.08	0.099
04	06	SK-2	SPT-6	9.00 - 9.45	20	NP	NP	NP	30.89	14.51	SM	CPT-2	18.148	0.104
04	06	SK-2	SPT-10	15.00 - 15.45	33	40	26	14	35.52	60.82	ML	CPT-2	1.456	0.01
04	06	SK-2	SPT-12	18.00 - 18.45	24	NP	NP	NP	0.00	62.22	ML	CPT-2	22.776	0.623
04	06	SK-2	SPT-15	22.50 - 22.95	37	40	24	16	0.00	92.47	CL	CPT-2	3.068	0.248
04	06	SK-2	SPT-19	28.50 - 28.95	46	48	22	26	0.00	100.00	CL	CPT-2	2.34	0.033
04	11	SK- 1	SPT-1	1.50 - 1.95	17	48	22	26	6.00	77.00	CI	CPT-2	11.46	0.036
04	11	SK-3	SPT-1	1.50 - 1.95	17	41	15	26	6.00	62.00	CI	CPT-4	0.32	0.001
04	11	SK-16	SPT-2	3.00 - 3.45	23	36	16	20	4.00	73.00	CI	CPT-15	0.6	0.035
04	11	SK-19	SPT-2	3.00 - 3.45	31	42	21	21	3.00	84.00	CI	CPT-18	0.75	0.038
04	11	SK-27	SPT-1	1.50 - 1.95	18	41	22	19	3.00	74.00	CI	CPT-26	6.12	0.073
04	11	SK-27	SPT-3	4.50 - 4.95	36	75	30	45	2.00	91.00	CH	CPT-26	0.8	0.023
04	11	SK-27	SPT-5	7.50 - 7.95	29	75	29	46	22.00	69.00	CH	CPT-26	34.33	0.595
04	11	SK-29	SPT-1	1.50 - 1.95	20	42	16	26	4.00	78.00	CI	CPT-30	2.91	0.022
04	11	SK-29	SPT-5	7.50 - 7.95	16	35	13	22	19.00	36.00	SC	CPT-30	0.57	0.024
04	11	SK-31	SPT-3	4.50 - 4.95	39	46	27	19	0.00	96.54	CI	CPT-30	0.99	0.064
04	11	SK-31	SPT-6	9.00 - 9.25	14	39	23	16	1.00	93.00	CI	CPT-30	0.62	0.023
04	11	SK-31	SPT-7	10.50 - 10.95	45	62	21	41	0.00	99.06	CH	CPT-30	0.64	0.019
04	11	SK-31	SPT-9	13.50 - 13.95	44	62	21	41	0.00	98.61	CH	CPT-30	0.68	0.012
04	11	SK-31	SPT-11	16.50 - 16.69	20	46	21	25	0.00	98.00	CI	CPT-30	0.6	0.005
04	11	SK-31	SPT-12	18.00 - 18.45	45	50	21	29	0.00	91.34	CH	CPT-30	2.88	0.09
04	11	SK-31	SPT-13	19.50 - 19.95	23	48	17	31	13.84	60.53	CI	CPT-30	1.97	0.112

Şekil D.1 : Laboratuvar deney sonuçları ile CPT değişkenleri (proje yeri: 3–4).

Proje Yeri	Proje Kodu	Sondaj Kuyusu No	Numune No	Derinlik (m'den - m'ye)	w _n (%)	w _L (%)	w _p (%)	I _p (%)	+No.10 (%)	-No.200 (%)	Zemin Sınıfı	CPT No	q _c (MPa)	f _c (MPa)
04	11	SK-32	SPT-3	4.50 - 4.95	30	51	24	27	2.00	94.00	CH	CPT-33	1.14	0.039
04	11	SK-32	SPT-7	10.50 - 10.76	18	45	23	22	65.00	21.00	GC-GP	CPT-33	0.76	0.014
04	11	SK-32	SPT-11	16.50 - 16.75	18	48	26	22	15.00	69.00	CI	CPT-33	0.75	0.012
04	11	SK-32	SPT-2	3.00 - 3.45	16	NP	NP	NP	52.69	21.68	GM	CPT-33	0.72	0.031
04	11	SK-32	SPT-5	7.50 - 7.95	50	105	31	74	0.00	97.11	CH	CPT-33	0.49	0.01
04	11	SK-32	SPT-8	12.00 - 12.45	38	57	21	36	0.00	94.19	CH	CPT-33	0.66	0.007
04	11	SK-32	SPT-12	18.00 - 18.45	44	50	20	30	0.00	86.35	CH	CPT-33	0.85	0.005
04	11	SK-32	SPT-14	21.00 - 21.45	21	54	19	35	24.94	53.64	CH	CPT-33	1.5	0.038
04	11	SK-32	SPT-17	25.50 - 25.95	22	44	15	29	11.46	52.96	CI	CPT-33	1.72	0.085
04	11	SK-34	SPT-2	4.50 - 4.67	39	56	26	30	1.00	95.00	CH	CPT-35	0.96	0.03
04	11	SK-34	SPT-7	10.50 - 10.70	1	32	18	14	10.00	73.00	CL	CPT-35	0.71	0.015
04	11	SK-34	SPT-12	18.00 - 18.24	26	43	20	23	2.00	92.00	CI	CPT-35	0.74	0.009
04	11	SK-34	SPT-4	6.00 - 6.45	46	84	29	55	0.00	97.93	CH	CPT-35	0.73	0.035
04	11	SK-34	SPT-6	9.00 - 9.45	63	82	31	51	0.00	95.87	CH	CPT-35	0.78	0.017
04	11	SK-34	SPT-10	15.00 - 15.45	47	76	26	50	0.00	98.57	CH	CPT-35	0.7	0.008
04	11	SK-34	SPT-12	18.00 - 18.45	45	60	23	37	0.00	81.95	CH	CPT-35	0.78	0.008
04	11	SK-34	SPT-14	21.00 - 21.45	26	55	21	34	16.78	53.31	CH	CPT-35	2.06	0.072
04	11	SK-34	SPT-16	24.00 - 24.45	24	57	22	35	2.02	79.74	CH	CPT-35	3.17	0.144
04	11	SK-36	SPT-2	3.00 - 3.45	32	57	19	38	0.00	79.54	CH	CPT-37	1.1	0.077
04	11	SK-36	SPT-4	6.00 - 6.45	18	NP	NP	NP	23.03	17.71	SM	CPT-37	1.11	0.017
04	11	SK-36	SPT-6	9.00 - 9.45	36	38	18	20	0.13	59.27	CI	CPT-37	1.83	0.042
04	11	SK-46	SPT-2	3.00 - 3.45	35	81	26	55	0.00	98.19	CH	CPT-45	0.84	0.029
04	11	SK-46	SPT-6	9.00 - 9.45	13	NP	NP	NP	77.64	13.40	GM	CPT-45	28.52	0.326
04	11	SK-48	SPT-2	3.00 - 3.45	14	NP	NP	NP	60.27	23.19	GM	CPT-49	0.53	0.023
04	11	SK-48	SPT-4	6.00 - 6.45	46	75	25	50	0.00	100.00	CH	CPT-49	0.52	0.033
04	11	SK-48	SPT-6	9.00 - 9.45	45	80	32	48	0.00	93.29	CH	CPT-49	0.51	0.026
04	11	SK-48	SPT-11	16.50 - 16.95	24	61	19	42	12.79	64.34	CH	CPT-49	0.71	0.013
04	11	SK-48	SPT-14	21.00 - 21.45	18	71	21	50	7.88	76.33	CH	CPT-49	2.64	0.058
04	11	SK-48	SPT-16	24.00 - 24.45	21	49	18	31	11.26	55.30	CI	CPT-49	1.49	0.032
04	11	SK-50	SPT-4	6.00 - 6.45	41	68	23	45	0.00	98.50	CH	SCPT-4	0.6	0.025
04	11	SK-50	SPT-9	13.50 - 13.95	48	57	22	35	0.00	98.18	CH	SCPT-4	0.61	0.012
04	11	SK-50	SPT-12	18.00 - 18.45	55	62	25	37	0.00	96.68	CH	SCPT-4	0.77	0.012
04	11	SK-50	SPT-14	21.00 - 21.45	25	54	22	32	4.56	75.87	CH	SCPT-4	3.17	0.127
04	11	SK-50	SPT-17	25.50 - 25.95	29	58	22	36	2.81	77.28	CH	SCPT-4	3.23	0.171
04	11	SK-52	SPT-2	3.00 - 3.45	25	59	21	38	33.36	59.90	CH	CPT-51	1.73	0.071
04	11	SK-55	SPT-15	24.00 - 24.45	24	62	18	44	6.69	75.44	CH	CPT-49	1.49	0.032
04	11	SK-56	SPT-3	4.50 - 4.95	35	39	18	21	0.00	83.78	CI	CPT-33	1.14	0.039
04	11	SK-56	UD-1	10.00 - 10.50	45	48	25	23	0.00	82.88	CI	CPT-33	0.67	0.011
04	11	SK-56	SPT-18	27.00 - 27.45	20	40	17	23	14.34	50.05	CI	CPT-33	3	0.099
04	11	SK-57	SPT-19	28.50 - 28.95	23	54	16	38	38.61	38.48	GC	CPT-14	4.15	0.151
04	11_2	SK-1	SPT-1	1.50 - 1.95	34	74	20	54	23.16	74.66	CH	CPT-1	0.73	0.063
04	11_2	SK-1	SPT-5	7.50 - 7.95	33	53	16	37	17.36	60.89	CH	CPT-1	0.47	0.013
04	11_2	SK-1	SPT-8	12.00 - 12.45	11	NP	NP	NP	63.00	26.00	GC	CPT-1	1.77	0.137
04	11_2	SK-2	SPT-6	9.00 - 9.45	24	36	15	21	38.00	22.00	SC	CPT-2	0.56	0.011
04	11_2	SK-3	SPT-2	3.00 - 3.45	19	39	16	23	32.00	37.00	GC	CPT-2	1.02	0.106
04	11_2	SK-4	SPT-11	16.50 - 16.95	22	54	16	38	19.00	67.00	CH	CPT-3	9.18	0.258
04	11_2	SK-5	SPT-11	16.50 - 16.95	25	45	17	28	10.00	76.00	CI	CPT-4	2.58	0.118
04	11_2	SK-6	SPT-2	3.00 - 3.45	46	76	24	52	1.00	98.00	CH	CPT-2	1.02	0.106
04	11_2	SK-6	SPT-8	12.00 - 12.45	21	36	12	24	51.00	26.00	GC	CPT-2	0.62	0.008
04	11_2	SK-8	SPT-2	3.00 - 3.45	51	62	12	50	0.00	95.00	CH	CPT-3	1.23	0.083
04	11_2	SK-8	SPT-11	16.50 - 16.95	26	56	21	35	3.00	76.00	CH	CPT-3	9.18	0.258
04	12	SK-1	SPT-1	1.50 - 1.95	28	NP	NP	NP	1.80	23.34	SM	CPT-1	0.39	0.021
04	12	SK-1	SPT-3	4.50 - 4.95	35	NP	NP	NP	8.54	26.56	SM	CPT-1	1.36	0.023
04	12	SK-1	SPT-4	6.00 - 6.45	28	NP	NP	NP	11.09	25.46	SM	CPT-1	2.66	0.034
04	12	SK-1	SPT-5	7.50 - 7.95	36	NP	NP	NP	0.21	41.35	SM	CPT-1	2.13	0.051
04	12	SK-1	SPT-6	9.00 - 9.45	30	NP	NP	NP	1.08	27.25	SM	CPT-1	1.27	0.057
04	12	SK-1	SPT-7	10.50 - 10.95	32	NP	NP	NP	1.82	25.92	SM	CPT-1	1.01	0.035
04	12	SK-1	SPT-8	12.00 - 12.45	19	NP	NP	NP	5.74	13.74	SM	CPT-1	1.76	0.046
04	12	SK-1	SPT-9	13.50 - 13.95	52	53	26	27	5.72	49.92	SC	CPT-1	0.64	0.02
04	12	SK-1	SPT-10	15.00 - 15.45	36	NP	NP	NP	1.90	45.41	SM	CPT-1	8.31	0.049
04	12	SK-1	SPT-13	19.50 - 19.95	43	50	22	28	0.13	70.30	CH	CPT-1	0.86	0.028
04	12	SK-1	SPT-16	24.00 - 24.45	44	53	25	28	0.00	80.71	CH	CPT-1	1.35	0.056
04	12	SK-1	SPT-19	28.50 - 28.95	37	44	22	22	0.00	79.17	CI	CPT-1	1.11	0.033
04	12	SK-1	SPT-23	34.50 - 34.95	32	42	23	19	1.72	66.52	CI	CPT-1	1.22	0.036
04	12	SK-2	SPT-1	1.50 - 1.95	32	40	16	24	1.20	52.31	CI	CPT-1	0.39	0.021
04	12	SK-2	SPT-3	4.50 - 4.95	28	NP	NP	NP	11.11	22.85	SM	CPT-1	1.36	0.023
04	12	SK-2	SPT-4	6.00 - 6.45	28	NP	NP	NP	12.18	25.13	SM	CPT-1	2.66	0.034

Şekil D.1 : Laboratuvar deney sonuçları ile CPT değişkenleri (proje yeri: 4).

Proje Yeri	Proje Kodu	Sondaj Kuyusu No	Numune No	Derinlik (m'den - m'ye)	w _n (%)	w _L (%)	w _p (%)	I _p (%)	+No.10 (%)	-No.200 (%)	Zemin Sınıfı	CPT No	q _c (MPa)	f _c (MPa)
04	12	SK- 2	SPT-5	7.50 - 7.95	33	NP	NP	NP	1.10	33.00	SM	CPT-1	2.13	0.051
04	12	SK- 2	SPT-6	9.00 - 9.45	27	NP	NP	NP	2.52	11.28	SP-SM	CPT-1	1.27	0.057
04	12	SK- 2	SPT-7	10.50 - 10.95	27	NP	NP	NP	2.79	16.82	SM	CPT-1	1.01	0.035
04	12	SK- 2	SPT-8	12.00 - 12.45	41	NP	NP	NP	0.76	61.47	ML	CPT-1	1.76	0.046
04	12	SK- 2	SPT-9	13.50 - 13.95	44	NP	NP	NP	0.74	51.28	ML	CPT-1	0.64	0.02
04	12	SK- 2	SPT-10	15.00 - 15.45	45	NP	NP	NP	13.12	32.53	SM	CPT-1	8.31	0.049
04	12	SK- 2	SPT-13	19.50 - 19.95	33	45	21	24	0.04	58.07	CI	CPT-1	0.86	0.028
04	12	SK- 2	SPT-16	24.00 - 24.45	36	53	24	29	0.00	89.04	CH	CPT-1	1.35	0.056
04	12	SK- 2	SPT-19	28.50 - 28.95	41	63	24	39	0.00	91.77	CH	CPT-1	1.11	0.033
04	12	SK- 2	SPT-22	33.00 - 33.45	30	38	19	19	6.31	59.52	CI	CPT-1	1.25	0.038
04	12	SK- 3	SPT-2	3.00 - 3.45	19	NP	NP	NP	41.00	18.11	GM	CPT-2	4.81	0.009
04	12	SK- 3	SPT-3	4.50 - 4.95	30	NP	NP	NP	2.38	28.51	SM	CPT-2	1.37	0.02
04	12	SK- 3	SPT-4	6.00 - 6.45	28	NP	NP	NP	7.95	16.50	SM	CPT-2	1.12	0.038
04	12	SK- 3	SPT-5	7.50 - 7.95	35	NP	NP	NP	0.29	46.62	SM	CPT-2	2.21	0.03
04	12	SK- 3	SPT-6	9.00 - 9.45	37	NP	NP	NP	0.18	46.31	SM	CPT-2	2.65	0.037
04	12	SK- 3	SPT-7	10.50 - 10.95	40	NP	NP	NP	0.56	51.80	ML	CPT-2	2.6	0.026
04	12	SK- 3	SPT-8	12.00 - 12.45	44	47	24	23	1.34	58.90	CI	CPT-2	1	0.032
04	12	SK- 3	SPT-9	13.50 - 13.95	33	NP	NP	NP	2.58	25.97	SM	CPT-2	0.75	0.033
04	12	SK- 3	SPT-10	15.00 - 15.45	40	NP	NP	NP	0.73	44.48	SM	CPT-2	0.87	0.035
04	12	SK- 3	SPT-14	21.00 - 21.45	33	NP	NP	NP	0.00	51.61	ML	CPT-2	1.25	0.042
04	12	SK- 3	SPT-16	24.00 - 24.45	35	49	22	27	0.00	78.03	CI	CPT-2	1.01	0.045
04	12	SK- 3	SPT-20	30.00 - 30.45	41	62	27	35	0.00	87.51	CH	CPT-2	1.18	0.037
04	12	SK- 3	SPT-23	34.50 - 34.95	37	62	24	38	0.00	96.72	CH	CPT-2	1.2	0.038
04	34	SK-1	SPT1	1.50 - 1.95	30	NP	NP	NP	1.28	70.18	ML	CPT-1	1.2684	0.0389
04	34	SK-1	UD1	2.50 - 3.00	34	60	24	36	1.73	86.61	CH	CPT-1	4.3866	0.1888
04	34	SK-2	SPT1	1.50 - 1.95	32	NP	NP	NP	0.00	89.04	ML	CPT-2	0.7928	0.0418
04	34	SK-2	SPT4	6.00 - 6.45	29	NP	NP	NP	0.00	80.53	ML	CPT-2	4.1752	0.1654
04	34	SK-3	SPT1	1.50 - 1.95	28	NP	NP	NP	0.24	85.71	ML	CPT-3	1.9026	0.0915
04	34	SK-4	SPT1	1.50 - 1.95	31	NP	NP	NP	0.96	80.50	ML	CPT-4	0.7399	0.0662
04	34	SK-4	SPT4	6.00 - 6.45	33	NP	NP	NP	0.00	93.98	ML	CPT-4	28.803	0.3425
04	34	SK-5	SPT1	1.50 - 1.95	27	52	45	7	3.29	79.17	MH	CPT-5	0.882	0.0657
04	34	SK-5	UD1	2.50 - 3.00	32	65	24	41	4.60	74.00	CH	CPT-5	0.9858	0.0725
04	34	SK-5	SPT2	3.00 - 3.45	24	54	21	33	7.61	73.65	CH	CPT-5	1.0377	0.0647
04	34	SK-5	SPT4	6.00 - 6.45	32	57	23	34	0.00	97.17	CH	CPT-5	2.2829	0.1255
04	34	SK-6	UD1	2.50 - 3.00	23	51	18	33	0.00	86.53	CH	CPT-6	0.6871	0.0272
04	34	SK-6	SPT4	6.00 - 6.45	25	67	23	44	2.40	79.14	CH	CPT-6	2.4311	0.0934
04	41	SK-1	SPT1	1.50 - 1.95	16	41	18	23	18.40	40.33	SC	CPT-6	0.9975	0.0743
04	41	SK-1	SPT4	7.50 - 7.95	30	66	20	46	0.78	86.66	CH	CPT-6	1.05	0.055
04	41	SK-1	SPT7	12.00 - 12.45	30	67	21	46	0.00	85.86	CH	CPT-6	2.835	0.1405
04	41	SK-1	SPT10	16.50 - 16.95	27	42	18	24	0.00	75.29	CL	CPT-6	1.8375	0.0723
04	41	SK-2	SPT2	4.50 - 4.95	30	51	16	35	1.63	86.93	CH	CPT-1	0.84	0.0346
04	41	SK-2	SPT5	9.00 - 9.45	33	61	23	38	0.00	87.68	CH	CPT-1	1.575	0.053
04	41	SK-2	SPT9	15.00 - 15.45	30	50	17	33	0.00	93.06	CH	CPT-1	1.575	0.0438
04	41	SK-2	SPT10	16.50 - 16.95	32	67	19	48	0.00	98.09	CH	CPT-1	5.04	0.1517
04	52	SK- 1	SPT-2	3.00 - 3.45	48	55	20	35	3.25	58.98	CH	CPT-2	2.17	0.111
04	52	SK- 1	SPT-3	4.50 - 4.95	29	80	25	55	0.69	86.00	CH	CPT-2	1.97	0.097
04	52	SK- 1	SPT-5	7.50 - 7.95	28	69	19	50	0.88	85.15	CH	CPT-2	2.55	0.103
04	52	SK- 1	SPT-9	13.50 - 13.95	34	86	31	55	9.04	80.11	CH	CPT-2	2	0.087
04	52	SK- 2	SPT-1	1.50 - 1.95	26	53	21	32	4.07	60.99	CH	CPT-1	0.9	0.028
04	52	SK- 2	SPT-3	4.50 - 4.95	30	85	20	65	0.86	89.29	CH	CPT-1	1.96	0.095
04	52	SK- 2	SPT-6	9.00 - 9.45	43	83	34	49	1.02	91.77	CH	CPT-1	2.5	0.105
04	52	SK- 2	SPT-9	13.50 - 13.95	36	84	29	55	1.18	89.36	CH	CPT-1	2.25	0.09
05	32_1	S-425	SPT1	1.50 - 1.95	13	NP	NP	NP	17.71	46.40	SM	CPT-410	3.424	0.042
05	32_1	S-425	SPT2	3.00 - 3.45	9	NP	NP	NP	36.77	15.27	SM	CPT-410	3.839	0.13
05	32_1	S-425	SPT3	4.50 - 4.95	16	NP	NP	NP	23.72	29.87	SM	CPT-410	5.551	0.077
05	32_1	S-425	SPT4	6.00 - 6.45	15	NP	NP	NP	0.52	49.37	SM	CPT-410	10.584	0.15
05	32_1	S-425	SPT5	7.50 - 7.95	20	NP	NP	NP	2.51	62.52	ML	CPT-410	15.565	0.145
05	32_2	S-322	SPT 2	3.00 - 3.45	9	NP	NP	NP	23.75	15.37	SM	CPT-3	1.141	0.023
05	32_2	S-322	SPT4	6.00 - 6.45	19	NP	NP	NP	2.08	48.10	SM	CPT-3	0.415	0.026
05	32_2	S-322	SPT 7	10.50 - 10.95	18	NP	NP	NP	0.00	74.60	ML	CPT-3	19.404	0.818
06	03	SK 1	SPT 1	1.50 - 1.95	24	37	17	20	0.00	58.85	CL	CPT-3	1.004	0.053
06	03	SK 1	SPT 2	3.00 - 3.45	33	61	22	39	0.00	93.57	CH	CPT-3	1.216	0.064
06	03	SK 2	SPT 1	1.50 - 1.95	32	59	20	39	0.67	81.72	CH	CPT-4	2.378	0.166
06	03	SK 2	SPT 3	4.50 - 4.95	29	65	26	39	0.00	85.93	CH	CPT-4	1.85	0.104
06	03	SK 2	SPT 7	10.50 - 10.95	36	97	25	72	3.29	93.79	CH	CPT-4	1.586	0.105
06	03	SK 3	SPT 1	1.50 - 1.95	27	54	21	33	4.68	70.82	CH	CPT-8	7.452	0.402
06	03	SK 3	SPT 4	6.00 - 6.45	23	54	21	33	0.00	82.27	CH	CPT-8	4.175	0.166

Şekil D.1 : Laboratuvar deney sonuçları ile CPT değişkenleri (proje yeri: 4–6).

Proje Yeri	Proje Kodu	Sondaj Kuyusu No	Numune No	Derinlik (m'den - m'ye)	w _n (%)	w _L (%)	w _p (%)	I _p (%)	+No.10 (%)	-No.200 (%)	Zemin Sınıfı	CPT No	q _c (MPa)	ƒ _c (MPa)
06	03	SK 4	SPT 1	1.50 - 1.95	44	79	29	50	0.00	95.13	CH	CPT-10	3.118	0.179
06	03	SK 4	SPT 3	4.50 - 4.95	39	68	21	47	0.35	84.84	CH	CPT-10	3.118	0.088
06	03	SK 4	SPT 4	6.00 - 6.45	27	55	21	34	3.61	48.30	SC	CPT-10	1.057	0.112
06	03	SK 5	SPT 1	1.50 - 1.95	27	92	32	60	0.00	72.57	CH	CPT-14	2.114	0.101
06	03	SK 5	SPT 5	7.50 - 7.95	28	50	24	26	6.13	47.77	SC	CPT-14	9.619	0.308
06	03	SK 6	SPT 2	3.00 - 3.45	19	56	23	33	0.00	63.06	CH	CPT-18	1.956	0.16
06	03	SK 6	SPT 5	7.50 - 7.95	22	46	18	28	3.29	58.05	CL	CPT-18	2.96	0.182
06	03	SK 7	SPT 1	1.50 - 1.95	27	54	23	31	31.99	41.94	GC	CPT-20	7.875	0.474
06	03	SK 7	SPT 7	10.50 - 10.95	19	46	29	17	0.00	50.94	ML	CPT-20	3.382	0.152
06	03	SK 8	SPT 1	1.50 - 1.95	29	58	23	35	11.75	78.81	CH	CPT-23	6.553	0.234
06	03	SK 8	SPT 3	4.50 - 4.95	35	56	18	38	4.14	74.13	CH	CPT-23	3.594	0.213
06	03	SK 8	SPT 5	7.50 - 7.95	26	70	20	50	0.00	94.66	CH	CPT-23	5.866	0.213
06	03	SK 8	SPT 7	10.50 - 10.95	35	88	31	57	0.00	100.00	CH	CPT-23	4.228	0.184
06	03_2	SK-1	SPT1	1.50 - 1.95	27	48	16	32	1.78	85.33	CL	CPT-2	3.187	0.2687
06	03_2	SK-1	SPT3	4.50 - 4.95	31	40	15	25	12.70	44.71	SC	CPT-2	1.8809	0.0854
06	03_2	SK-1	SPT5	7.50 - 7.95	42	75	27	48	0.00	90.84	CH	CPT-2	1.5151	0.0443
06	03_2	SK-1	SPT8	12.00 - 12.45	36	92	29	63	0.00	96.98	CH	CPT-2	2.5078	0.0546
06	03_2	SK-1	SPT11	16.50 - 16.95	49	72	22	50	0.00	93.93	CH	CPT-2	9.979	0.0721
06	03_2	SK-3	SPT1	1.50 - 1.95	30	67	24	43	0.92	90.97	CH	CPT-3	1.4198	0.1018
06	03_2	SK-3	SPT3	4.50 - 4.95	31	46	19	27	2.21	73.53	CL	CPT-3	1.5775	0.0662
06	03_2	SK-3	SPT4	6.00 - 6.45	38	63	23	40	0.00	93.11	CH	CPT-3	1.7353	0.0641
06	03_2	SK-3	SPT7	10.50 - 10.95	43	81	26	55	0.00	96.50	CH	CPT-3	1.1043	0.0305
06	03_2	SK-3	SPT10	15.00 - 15.45	45	69	21	48	0.00	96.01	CH	CPT-3	1.5775	0.055
06	03_2	SK-4	SPT1	1.50 - 1.95	28	57	21	36	0.00	83.29	CH	CPT-4	1.8286	0.1338
06	03_2	SK-4	SPT3	4.50 - 4.95	29	45	18	27	0.00	66.77	CL	CPT-4	1.3584	0.07
06	03_2	SK-4	SPT4	6.00 - 6.45	42	75	25	50	0.00	97.80	CH	CPT-4	1.2017	0.0659
06	03_2	SK-4	SPT5	7.50 - 7.95	27	NP	NP	NP	0.60	28.08	SM	CPT-4	1.5151	0.0576
06	03_2	SK-4	SPT6	9.00 - 9.45	37	62	20	42	0.00	68.71	CH	CPT-4	0.7837	0.0443
06	03_2	SK-4	SPT8	12.00 - 12.45	42	69	24	45	0.00	100.00	CH	CPT-4	0.8882	0.0422
06	03_2	SK-4	SPT12	18.00 - 18.45	58	91	28	63	0.00	100.00	CH	CPT-4	0.9927	0.0401
06	07	S1	SPT-2	3.00 - 3.45	31	NP	NP	NP	0.00	29.62	SM	CPT-1	1.0493	0.0736
06	07	S3	SPT-1	1.50 - 1.95	36	43	21	22	2.03	79.72	CL	CPT-2	4.3547	0.0767
06	07	S5	SPT-1	1.50 - 1.95	22	32	11	21	0.57	42.32	SC	CPT-3	1.9413	0.0559
06	07	S5	SPT-7	10.50 - 10.95	15	NP	NP	NP	0.27	14.68	SM	CPT-3	3.6202	0.0736
06	07	S7	SPT-3	4.50 - 4.95	34	38	19	19	0.89	71.27	CL	CPT-2	8.2897	0.0135
06	07	S8	SPT-4	6.00 - 6.45	39	81	21	60	0.00	98.15	CH	CPT-8	2.5184	0.0901
06	07	S9	SPT-1	1.50 - 1.95	15	36	13	23	0.00	56.88	CL	CPT-4	2.7283	0.0901
06	07	S9	SPT-3	4.50 - 4.95	18	37	13	24	0.00	70.32	CL	CPT-4	2.1511	0.0891
06	07	S9	SPT-7	10.50 - 10.95	30	83	26	57	5.00	71.00	CH	CPT-4	9.0767	0.23
06	07	S10	SPT-2	3.00 - 3.45	5	NP	NP	NP	3.78	29.45	SM	CPT-5	25.132	0.5698
06	07	S11	SPT-2	3.00 - 3.45	28	NP	NP	NP	0.00	24.39	SM	CPT-8	2.2036	0.0601
06	07	S13	UD1	2.50 - 3.00	25	27	15	12	0.00	60.00	CL	CPT-7	20.777	0.5533
06	07	S14	SPT-1	1.50 - 1.95	24	36	12	24	1.25	58.61	CL	CPT-8	2.3085	0.087
06	07	S14	SPT-3	4.50 - 4.95	22	NP	NP	NP	1.20	27.08	SM	CPT-8	2.7283	0.1098
06	07	S15	SPT-1	1.50 - 1.95	25	41	12	29	0.00	58.05	CL	CPT-6	2.0987	0.115
06	07	S17	SPT1	1.50 - 1.95	15	30	12	18	0.00	51.89	CL	CPT-1	1.2067	0.0435
06	07	S19	SPT-4	6.00 - 6.45	19	NP	NP	NP	0.00	25.74	SM	CPT-3	3.6727	0.0725
06	17	SK- 4	SPT-5	7.50 - 7.95	12	NP	NP	NP	36.55	16.69	SM	CPT-1	18.67	0.32
06	17	SK- 4	SPT-8	12.00 - 12.45	22	36	17	19	3.79	39.36	SC	CPT-1	24.34	0.816
06	17	SK- 9	SPT-1	1.50 - 1.95	18	35	13	22	22.16	46.03	SC	CPT-6	4.58	0.04
06	40	SK-1	SPT-2	3.00 - 3.45	19	NP	NP	NP	0.00	1.89	SP	CPT-1	14.13	0.073
06	40	SK-1	SPT-3	4.50 - 4.95	18	NP	NP	NP	0.00	5.42	SP-SM	CPT-1	23.52	0.039
06	40	SK-1	SPT-4	6.00 - 6.45	19	NP	NP	NP	0.00	2.90	SP	CPT-1	22.23	0.086
06	40	SK-1	SPT-5	7.50 - 7.95	16	NP	NP	NP	17.00	6.13	SP-SM	CPT-1	12.44	0.061
06	40	SK-1	SPT-6	9.00 - 9.45	21	NP	NP	NP	0.00	1.62	SP	CPT-1	11.79	0.028
06	40	SK-1	SPT-7	10.50 - 10.95	20	NP	NP	NP	0.00	6.88	SP-SM	CPT-1	29.58	0.087
06	40	SK-1	SPT-8	12.00 - 12.45	18	NP	NP	NP	15.21	4.27	SP	CPT-1	31.15	0.115
06	40	SK-1	SPT-9	13.50 - 13.95	15	NP	NP	NP	8.83	1.84	SP	CPT-1	32.24	0.08
06	40	SK-2	SPT-2	3.00 - 3.45	17	NP	NP	NP	0.00	3.23	SP	CPT-4	5.34	0.017
06	40	SK-2	SPT-3	4.50 - 4.95	16	NP	NP	NP	8.59	6.15	SP-SM	CPT-4	20.47	0.088
06	40	SK-2	SPT-4	6.00 - 6.45	14	NP	NP	NP	22.16	9.01	SP-SM	CPT-4	21.8	0.09
06	40	SK-2	SPT-5	7.50 - 7.95	18	NP	NP	NP	20.53	15.69	SM	CPT-4	35.13	0.1
06	40	SK-2	SPT-6	9.00 - 9.45	16	NP	NP	NP	9.08	10.65	SP-SM	CPT-4	15.36	0.069
06	40	SK-2	SPT-7	10.50 - 10.95	18	NP	NP	NP	0.00	3.59	SP	CPT-4	14.77	0.082
06	40	SK-2	SPT-8	12.00 - 12.45	17	NP	NP	NP	0.00	2.99	SP	CPT-4	19.93	0.105
06	40	SK-2	SPT-9	13.50 - 13.95	21	NP	NP	NP	0.00	6.87	SP-SM	CPT-4	21.91	0.125
06	40	SK-2	SPT-10	15.00 - 15.45	20	NP	NP	NP	0.00	0.94	SP	CPT-4	16.56	0.056

Şekil D.1 : Laboratuvar deney sonuçları ile CPT değişkenleri (proje yeri: 6).

Proje Yeri	Proje Kodu	Sondaj Kuyusu No	Numune No	Derinlik (m'den - m'ye)	w _n (%)	w _L (%)	w _p (%)	I _p (%)	+No.10 (%)	-No.200 (%)	Zemin Sınıfı	CPT No	q _c (MPa)	f _c (MPa)
06	40	SK-2	SPT-12	18.00 - 18.45	9	NP	NP	NP	0.00	1.74	SP	CPT-4	3.84	0.004
06	40	SK-4	SPT-2	3.00 - 3.45	18	NP	NP	NP	0.00	10.45	SP-SM	CPT-3	6.85	0.005
06	40	SK-4	SPT-3	4.50 - 4.95	25	NP	NP	NP	0.00	8.44	SP-SM	CPT-3	3.77	0.032
06	40	SK-4	SPT-4	6.00 - 6.45	19	NP	NP	NP	0.00	2.59	SP	CPT-3	16.48	0.043
06	40	SK-4	SPT-5	7.50 - 7.95	14	NP	NP	NP	34.50	2.97	SP	CPT-3	13.79	0.062
06	40	SK-4	SPT-6	9.00 - 9.45	17	NP	NP	NP	17.92	7.81	SP-SM	CPT-3	22.74	0.127
06	40	SK-4	SPT-7	10.50 - 10.95	23	NP	NP	NP	6.19	1.28	SP	CPT-3	20.07	0.128
06	40	SK-4	SPT-8	12.00 - 12.45	10	NP	NP	NP	10.81	2.28	SP	CPT-3	18.06	0.11
06	40	SK-4	SPT-12	18.00 - 18.45	24	NP	NP	NP	0.00	4.57	SP	CPT-3	18.33	0.118
06	46	SK-1	SPT4	6.00 - 6.45	53	NP	NP	NP	0.00	97.43	ML	CPT-1	22.23	0.086
06	46	SK-1	SPT8	12.00 - 12.45	46	53	20	33	1.58	94.23	CH	CPT-1	31.15	0.115
06	46	SK-1	SPT12	18.00 - 18.45	45	59	22	37	1.84	91.71	CH	CPT-1	11.02	0.158
06	46	SK-1	SPT16	24.00 - 24.45	45	67	24	43	0.00	99.51	CH	CPT-1	8.38	0.049
06	46	SK-1	SPT19	28.50 - 28.95	53	52	23	29	0.00	99.31	CH	CPT-1	33.94	0.115
06	46	SK-3	SPT4	6.00 - 6.45	15	NP	NP	NP	42.07	16.61	GM	CPT-2	23.17	0.179
06	46	SK-3	SPT6	9.00 - 9.45	18	NP	NP	NP	50.51	13.58	GM	CPT-2	17.51	0.12
06	46	SK-3	SPT8	12.00 - 12.45	15	NP	NP	NP	20.11	22.86	SM	CPT-2	15.93	0.09
06	46	SK-3	SPT11	16.50 - 16.95	18	NP	NP	NP	17.06	24.76	SM	CPT-2	20.3	0.141
06	46	SK-3	SPT13	19.50 - 19.95	18	NP	NP	NP	14.18	29.64	SM	CPT-2	25.29	0.209
06	46	SK-3	SPT14	21.00 - 21.45	29	30	16	14	2.31	78.72	CL	CPT-2	20.87	0.096
06	46	SK-3	SPT16	24.00 - 24.45	26	30	17	13	33.52	23.55	SC	CPT-2	35.16	0.215
06	46	SK-3	SPT17	25.50 - 25.95	21	28	18	10	39.85	24.51	GC	CPT-2	36.15	0.247
06	46	SK-3	SPT18	27.00 - 27.32	12	NP	NP	NP	17.13	24.98	SM	CPT-2	30.52	0.181
06	46	SK-4	SPT2	3.00 - 3.45	17	NP	NP	NP	17.24	23.86	SM	CPT-4	5.34	0.017
06	46	SK-4	SPT4	6.00 - 6.45	20	NP	NP	NP	19.60	19.81	SM	CPT-4	21.8	0.09
06	46	SK-4	SPT6	9.00 - 9.45	16	NP	NP	NP	17.54	24.55	SM	CPT-4	15.36	0.069
06	46	SK-4	SPT11	16.50 - 16.95	17	NP	NP	NP	11.34	36.91	SM	CPT-4	20.21	0.08
06	46	SK-4	SPT14	21.00 - 21.45	14	NP	NP	NP	33.72	35.21	GM	CPT-4	23.25	0.098
06	46	SK-4	SPT17	25.50 - 25.95	49	55	23	32	0.00	96.96	CH	CPT-4	39.21	0.148
06	46	SK-6	SPT1	1.50 - 1.95	30	NP	NP	NP	48.37	18.75	GM	CPT-3	0.5	0.018
06	46	SK-6	SPT-6	9.00 - 9.45	49	NP	NP	NP	1.19	62.51	ML	CPT-3	22.74	0.127
06	46	SK-6	SPT9	21.00 - 21.45	57	54	21	33	0.00	98.26	CH	CPT-3	20.77	0.116
06	46	SK-6	SPT10	24.00 - 24.45	58	50	23	27	0.00	100.00	CH	CPT-3	22.53	0.122
06	46	SK-6	SPT11	27.00 - 27.45	57	48	23	25	0.00	98.44	CL	CPT-3	2.75	0.067
06	46	SK-6	SPT13	33.00 - 33.45	59	50	21	29	0.00	95.86	CH	CPT-3	25.94	0.145
06	46	SK-6	SPT15	39.00 - 39.45	62	60	26	34	0.00	99.20	CH	CPT-3	2.07	0.036
06	46	SK-6	SPT17	45.00 - 45.45	52	53	22	31	0.00	98.33	CH	CPT-3	3.51	0.064
06	47	SK1	SPT2	3.00 - 3.45	23	36	21	15	11.40	72.00	CL	CPT-1	0.8985	0.0467
06	47	SK1	SPT3	4.50 - 4.95	24	36	17	19	2.30	89.10	CL	CPT-1	1.1627	0.0311
06	47	SK2	SPT2	3.00 - 3.45	30	48	21	27	8.10	82.40	CL	CPT-4	0.5285	0.0195
06	47	SK2	SPT3	6.00 - 6.45	19	38	17	21	5.30	80.60	CL	CPT-4	1.8498	0.0594
06	47	SK-1	SPT3	4.50 - 4.95	27	33	15	18	0.35	73.35	CL	CPT-1	2.299	0.098
06	47	SK-1	SPT4	6.00 - 6.45	23	38	15	23	1.36	68.00	CL	CPT-1	0.731	0.019
06	47	SK-2	SPT2	3.00 - 3.45	23	40	15	25	7.02	45.19	SC	CPT-2	1.097	0.052
06	47	SK-2	SPT4	6.00 - 6.45	23	34	15	19	0.52	75.07	CL	CPT-2	0.784	0.027
06	47	SK-2	SPT6	9.00 - 9.45	13	NP	NP	NP	36.65	13.36	SM	CPT-2	29.153	0.096
06	47	SK-3	SPT2	3.00 - 3.45	14	NP	NP	NP	50.23	18.88	GM	CPT-3	0.627	0.059
06	47	SK-3	SPT4	6.00 - 6.45	27	NP	NP	NP	1.87	68.32	ML	CPT-3	0.731	0.028
06	47	SK-3	SPT6	9.00 - 9.45	22	41	15	26	1.14	69.87	CL	CPT-3	30.668	0.269
06	49	SK-1	SPT1	1.50 - 1.95	30	NP	NP	NP	2.92	71.65	ML	CPT-5	0.9984	0.0511
06	49	SK-1	SPT2	3.00 - 3.45	24	39	18	21	35.11	48.38	GC	CPT-5	1.1035	0.0531
06	49	SK-1	SPT3	4.50 - 4.95	29	48	19	29	11.09	65.70	CL	CPT-5	1.3662	0.0613
06	49	SK-1	SPT5	7.50 - 7.95	33	39	19	20	5.81	69.11	CL	CPT-5	0.8933	0.0245
06	49	SK-1	SPT7	10.50 - 10.95	22	NP	NP	NP	37.59	28.72	GM	CPT-5	1.156	0.03
06	49	SK-2	SPT1	1.50 - 1.95	25	41	18	23	3.22	74.14	CL	CPT-3	1.3136	0.049
06	49	SK-2	SPT2	3.00 - 3.45	30	57	23	34	8.79	81.66	CH	CPT-3	1.5238	0.0602
06	49	SK-2	SPT3	4.50 - 4.95	35	63	22	41	0.60	99.40	CH	CPT-3	2.3646	0.096
06	49	SK-3	SPT3	4.50 - 4.95	27	39	19	20	2.69	76.97	CL	CPT-6	1.2075	0.0285
06	49	SK-3	SPT5	7.50 - 7.95	23	42	21	21	6.61	84.87	CL	CPT-6	3.9375	0.1904
06	49	SK-4	SPT1	1.50 - 1.95	25	42	17	25	8.94	64.08	CL	CPT-1	1.156	0.0705
06	49	SK-4	UD1	2.50 - 3.00	26	40	20	20	3.13	76.33	CL	CPT-1	1.2611	0.0592
06	49	SK-4	SPT2	3.00 - 3.45	55	NP	NP	NP	3.59	51.74	ML	CPT-1	1.0509	0.0551
06	49	SK-6	SPT1	1.50 - 1.95	51	53	26	27	4.71	72.25	CH	CPT-2	1.1084	0.0597
06	53	SK-4	SPT-5	7.50 - 7.95	17	58	20	38	0.00	100.00	CH	CPT-4	0.72	0.039
06	53	SK-7	SPT-1	1.50 - 1.95	13	59	20	39	25.63	39.85	SC	CPT-2	8.97	0.306
06	53	SK-7	SPT-3	4.50 - 4.95	16	45	16	29	0.00	64.46	CI	CPT-2	2.65	0.044
06	53	SK-7	UD-1	8.00 - 8.50	21	44	16	28	0.00	70.57	CI	CPT-2	0.82	0.03

Şekil D.1 : Laboratuvar deney sonuçları ile CPT değişkenleri (proje yeri: 6).

Proje Yeri	Proje Kodu	Sondaj Kuyusu No	Numune No	Derinlik (m'den - m'ye)	w _n (%)	w _L (%)	w _p (%)	I _p (%)	+No.10 (%)	-No.200 (%)	Zemin Sınıfı	CPT No	q _c (MPa)	f _c (MPa)
06	53	SK-7	SPT-9	13.50 - 13.95	19	71	26	45	0.00	65.38	CH	CPT-2	1.29	0.069
06	53	SK-10	SPT-2	3.00 - 3.45	21	87	32	55	0.00	52.84	CH	CPT-3	1.27	0.077
06	53	SK-10	UD-1	3.50 - 4.00	25	40	20	20	0.00	84.00	CI	CPT-3	2.45	0.098
06	53	SK-10	SPT-4	6.00 - 6.45	20	66	21	45	0.00	54.99	CH	CPT-3	1.22	0.044
06	53	SK-11	SPT-2	3.00 - 3.45	15	49	17	32	29.08	41.08	SC	CPT-3	1.27	0.077
06	53	SK-11	SPT-8	12.00 - 12.45	24	70	25	45	0.00	66.89	CH	CPT-3	1.31	0.039
06	53	SK-12	SPT-5	7.50 - 7.95	19	57	16	41	0.00	65.86	CH	CPT-1	8.8	0.166
06	53	SK-12	SPT-7	10.50 - 10.95	21	56	19	37	13.94	40.55	SC	CPT-1	2.28	0.068
06	53	SK-12	SPT-8	12.00 - 12.45	20	60	20	40	15.68	40.94	SC	CPT-1	0.38	0.009
06	53	SK-13	SPT-1	1.50 - 1.95	17	37	12	25	33.96	40.15	GC	CPT-1	0.11	0.001
06	53	SK-14	SPT-1	1.50 - 1.95	20	81	25	56	11.02	53.59	CH	CPT-5	2.81	0.037
06	53	SK-14	SPT-3	4.50 - 4.95	19	39	15	24	0.00	55.62	CI	CPT-5	3.68	0.261
06	53	SK-14	UD-1	5.50 - 6.00	22	41	21	20	13.00	49.00	SC	CPT-5	0.72	0.026
06	53	SK-15	SPT-2	3.00 - 3.45	25	60	20	40	17.46	49.72	SC	CPT-1	1.44	0.044
06	53	SK-16	SPT-3	4.50 - 4.95	21	59	22	37	0.00	61.24	CH	CPT-5	3.68	0.261
06	53	SK-16	SPT-7	10.50 - 10.95	21	59	20	39	0.00	40.73	SC	CPT-5	0.95	0.028
06	53	SK-17	SPT-2	3.00 - 3.45	22	63	27	36	10.95	47.52	SC	CPT-5	0.65	0.052
06	53	SK-17	SPT-6	9.00 - 9.45	18	58	21	37	35.70	47.26	GC	CPT-5	0.89	0.029
06	53	SK-18	SPT-3	4.50 - 4.95	20	36	14	22	0.00	62.48	CI	CPT-3	1.45	0.048
06	53	SK-18	SPT-5	7.50 - 7.95	17	42	16	26	26.82	39.77	SC	CPT-3	0.82	0.028
06	56	SK-1	SPT-1	1.50 - 1.95	23	30	14	16	0.69	35.83	SC	CPT-1	4.71	0.07
06	56	SK-1	SPT-3	4.50 - 4.95	25	42	16	26	0.69	79.42	CI	CPT-1	15.62	0.124
06	56	SK-1	SPT-5	7.50 - 7.95	25	40	15	25	0.00	75.58	CI	CPT-1	20.45	0.3
06	56	SK-2	SPT-2	3.00 - 3.45	19	NP	NP	NP	0.37	68.33	ML	CPT-1	2.56	0.132
06	56	SK-2	SPT-4	6.00 - 6.45	19	NP	NP	NP	3.00	6.00	SP-SM	CPT-1	9.67	0.287
06	56	SK-2	SPT-7	10.50 - 10.95	23	54	22	32	0.00	85.76	CH	CPT-1	6.06	0.178
06	56	SK-3	SPT-1	1.50 - 1.95	18	NP	NP	NP	0.23	38.16	SM	CPT-2	13.01	0.097
06	56	SK-3	SPT-3	4.50 - 4.95	19	NP	NP	NP	0.74	10.95	SP-SM	CPT-2	11.95	0.087
06	56	SK-3	SPT-5	7.50 - 7.95	30	53	22	31	0.00	100.00	CH	CPT-2	3.99	0.222
06	56	SK-3	SPT-7	10.50 - 10.95	18	NP	NP	NP	0.55	18.05	SM	CPT-2	12.59	0.335
07	24	SK- 1	SPT-3	4.50 - 4.95	28	80	27	53	15.59	62.28	CH	CPT-2	26.914	0.986
07	24	SK- 6	SPT-4	6.00 - 6.45	35	82	32	50	12.82	67.20	CH	CPT-11	1.892	0.124
07	24	SK- 6	SPT-6	9.00 - 9.45	37	74	27	47	1.60	67.25	CH	CPT-11	9.988	0.182
07	24	SK- 7	SPT-1	1.50 - 1.95	39	96	31	65	4.83	84.28	CH	CPT-9	1.524	0.092
07	24	SK- 7	SPT-5	7.50 - 7.95	52	62	36	26	0.00	79.43	MH	CPT-9	28.807	0.372
07	24	SK- 8	SPT-2	3.00 - 3.45	25	85	28	57	32.36	39.07	GC	CPT-11	1.997	0.096
07	24	SK- 8	UD-2	7.00 - 7.50	43	66	25	41	2.00	80.00	CH	CPT-11	1.367	0.066
07	24	SK- 8	SPT-6	9.00 - 9.45	42	84	32	52	0.00	89.78	CH	CPT-11	9.988	0.182
07	28	SK-4	SPT-1	1.50 - 1.95	11	39	22	17	35.90	19.14	SC	CPT-3	1.41	0.064
07	28	SK-4	SPT-3	4.50 - 4.95	21	44	24	20	7.04	48.62	SC	CPT-3	7.15	0.308
07	28	SK-5	SPT-2	3.00 - 3.45	14	NP	NP	NP	8.60	23.10	SM	CPT-5	0.71	0.081
07	28	SK-5	SPT-3	4.50 - 4.95	19	NP	NP	NP	18.45	30.14	SM	CPT-5	3.43	0.071
07	28	SK-5	SPT-4	6.00 - 6.45	17	42	24	18	29.46	31.23	SC	CPT-5	1.79	0.093
07	28	SK-5	SPT-5	7.50 - 7.95	10	39	16	23	33.81	30.34	SC	CPT-5	5.51	0.209
07	28	SK-5	SPT-6	9.00 - 9.45	21	46	24	22	3.12	51.42	CI	CPT-5	6.57	0.457
07	28	SK-6	SPT-1	1.50 - 1.95	21	43	18	25	21.12	44.00	SC	CPT-4	2.56	0.129
07	28	SK-6	SPT-2	3.00 - 3.45	19	50	17	33	31.01	38.41	GC	CPT-4	2.29	0.131
07	28	SK-6	SPT-3	4.50 - 4.95	16	43	18	25	7.12	35.86	SC	CPT-4	9.75	0.225
07	28	SK-9	SPT-1	1.50 - 1.95	29	48	16	32	5.19	61.05	CI	CPT-7	4.46	0.168
07	28	SK-9	SPT-2	3.00 - 3.45	2	49	20	29	11.26	45.12	SC	CPT-7	0.51	0.027
07	28	SK-9	SPT-3	4.50 - 4.95	3	58	21	37	5.59	55.82	CH	CPT-7	0.92	0.055
07	28	SK-9	SPT-4	6.00 - 6.45	4	43	21	22	5.38	45.85	SC	CPT-7	0.93	0.043
07	28	SK-9	SPT-6	9.00 - 9.45	4	43	21	22	5.38	45.85	SC	CPT-7	1.57	0.035
07	28	SK-10	SPT-1	1.50 - 1.95	20	53	29	24	19.16	37.68	SC	CPT-7	4.46	0.168
07	28	SK-10	SPT-3	4.50 - 4.95	29	41	21	20	0.00	64.29	CI	CPT-7	0.92	0.055
07	28	SK-10	SPT-5	7.50 - 7.95	20	49	18	31	6.00	72.05	CI	CPT-7	2.17	0.129
07	28	SK-11	SPT-5	7.50 - 7.95	30	43	23	20	0.88	44.15	SC	CPT-9	4.64	0.134
07	28	SK-12	SPT-2	3.00 - 3.45	37	33	26	7	0.17	64.97	ML	CPT-8	0.84	0.053
07	28	SK-12	SPT-3	4.50 - 4.95	19	44	14	30	16.83	62.19	CI	CPT-8	1.55	0.056
07	28	SK-12	SPT-4	6.00 - 6.45	28	35	16	19	12.31	55.55	CL	CPT-8	1.72	0.121
07	28	SK-13	SPT-1	1.50 - 1.95	31	NP	NP	NP	0.73	65.25	ML	CPT-8	1.41	0.089
07	28	SK-13	SPT-2	3.00 - 3.45	34	51	24	27	1.43	79.63	CH	CPT-8	0.84	0.053
07	28	SK-13	SPT-3	4.50 - 4.95	27	52	20	32	18.79	59.82	CH	CPT-8	1.55	0.056
07	28	SK-13	SPT-4	6.00 - 6.45	22	59	18	41	10.50	65.79	CH	CPT-8	1.72	0.121
07	28	SK-16	SPT-1	1.50 - 1.95	11	41	12	29	22.09	26.59	SC	CPT-9	1.5	0.04
07	28	SK-16	SPT-3	4.50 - 4.95	25	53	20	33	1.81	76.51	CH	CPT-9	2.37	0.089
07	28	SK-16	SPT-4	6.00 - 6.45	10	47	20	27	1.67	74.77	CI	CPT-9	2.68	0.145

Şekil D.1 : Laboratuvar deney sonuçları ile CPT değişkenleri (proje yeri: 6–7).

Proje Yeri	Proje Kodu	Sondaj Kuyusu No	Numune No	Derinlik (m'den - m'ye)	w _n (%)	w _L (%)	w _p (%)	I _p (%)	+No.10 (%)	-No.200 (%)	Zemin Sınıfı	CPT No	q _c (MPa)	f _c (MPa)
07	28	SK-19	SPT-1	1.50 - 1.95	22	NP	NP	NP	3.38	40.51	SM	CPT-9	1.5	0.04
07	28	SK-19	SPT-2	3.00 - 3.45	37	63	31	32	0.38	85.71	CH	CPT-9	2.37	0.06
07	28	SK-19	SPT-3	4.50 - 4.95	31	NP	NP	NP	0.00	78.00	ML	CPT-9	2.37	0.089
07	28	SK-19	SPT-4	6.00 - 6.45	35	57	23	34	1.00	88.92	CH	CPT-9	2.68	0.145
07	28	SK-19	SPT-5	7.50 - 7.95	24	54	24	30	2.00	74.00	CH	CPT-9	4.64	0.134
07	28	SK-19	SPT-6	9.00 - 9.45	18	45	15	30	8.52	58.15	CI	CPT-9	13.41	0.367
07	28	SK-22	SPT-1	1.50 - 1.95	26	46	27	19	0.00	82.58	CI	CPT-10	1.19	0.057
07	28	SK-22	SPT-3	4.50 - 4.95	29	39	24	15	1.08	82.53	CI	CPT-10	1.71	0.057
07	28	SK-22	SPT-5	7.50 - 7.95	42	62	31	31	0.00	99.71	MH	CPT-10	1.31	0.044
07	28	SK-22	SPT-7	10.50 - 10.95	43	56	31	25	0.00	97.86	MH	CPT-10	2.19	0.094
07	30	SK-1	SPT3	4.50 - 4.95	43	NP	NP	NP	0.33	68.56	ML	CPT-2	0.475	0.004
07	30	SK-1	UD1	6.00 - 6.50	57	57	22	35	0.00	100.00	CH	CPT-2	0.7389	0.0121
07	30	SK-1	SPT5	7.50 - 7.95	49	43	21	22	0.00	94.24	CL	CPT-2	0.5278	0.0061
07	30	SK-1	SPT13	19.50 - 19.95	37	NP	NP	NP	0.00	79.67	ML	CPT-2	0.8972	0.0111
07	30	SK-1	SPT14	21.00 - 21.45	37	NP	NP	NP	0.00	65.52	ML	CPT-2	0.8972	0.0121
07	30	SK-1	SPT16	24.00 - 24.45	18	NP	NP	NP	35.45	23.42	SM	CPT-2	9.553	0.0344
07	30	SK-1	SPT19	28.50 - 28.95	25	40	17	23	1.81	58.46	CL	CPT-2	1.4778	0.0475
07	30	SK-2	UD1	4.50 - 5.00	38	NP	NP	NP	0.00	57.47	ML	CPT-4	0.5188	0.0137
07	30	SK-2	SPT4	9.00 - 9.45	50	NP	NP	NP	0.00	17.34	SM	CPT-4	6.1222	0.0421
07	30	SK-2	SPT6	12.00 - 12.45	36	NP	NP	NP	0.00	39.81	SM	CPT-4	3.2687	0.0363
07	30	SK-2	SPT7	13.50 - 13.95	35	NP	NP	NP	0.00	43.06	SM	CPT-4	0.7264	0.0147
07	30	SK-2	SPT9	16.50 - 16.95	34	NP	NP	NP	0.00	48.43	SM	CPT-4	6.0185	0.0676
07	30	SK-2	SPT10	18.00 - 18.45	44	44	20	24	0.00	93.88	CL	CPT-4	0.8301	0.0157
07	30	SK-2	SPT12	21.00 - 21.45	54	66	24	42	0.00	100	CH	CPT-4	0.9339	0.0167
07	30	SK-2	SPT15	25.50 - 25.95	20	38	15	23	34.38	33.54	SC	CPT-4	1.4527	0.0167
07	35	SK-1	UD1	5.50 - 6.00	44	50	30	20	0.00	79.68	MH	CPT-4	8.2628	0.0443
07	35	SK-1	SPT5	7.50 - 7.95	31	NP	NP	NP	0.00	90.77	ML	CPT-4	2.4736	0.0258
07	35	SK-1	SPT6	9.00 - 9.45	30	NP	NP	NP	0.00	40.07	SM	CPT-4	0.8947	0.0196
07	35	SK-1	SPT7	10.50 - 10.95	51	53	29	24	0.00	76.78	MH	CPT-4	0.6842	0.0082
07	35	SK-1	SPT9	13.50 - 13.95	46	41	14	27	0.00	86.14	CL	CPT-4	1.1052	0.0124
07	35	SK-1	SPT11	16.50 - 16.95	34	NP	NP	NP	0.00	64.86	ML	CPT-4	1.5789	0.0196
07	35	SK-1	SPT21	31.50 - 31.95	52	60	32	28	0.00	100.00	MH	CPT-4	1.3157	0.0196
07	35	SK-2	SPT3	4.50 - 4.95	37	NP	NP	NP	0.00	61.43	ML	CPT-2	7.6772	0.0479
07	35	SK-2	UD1	5.50 - 6.00	41	40	17	23	0.00	83.90	CL	CPT-2	6.4678	0.058
07	35	SK-2	SPT4	6.00 - 6.45	31	NP	NP	NP	0.00	39.01	SM	CPT-2	0.8413	0.0122
07	35	SK-2	SPT5	7.50 - 7.95	40	NP	NP	NP	0.00	82.12	ML	CPT-2	1.1043	0.0448
07	35	SK-2	SPT6	9.00 - 9.45	31	NP	NP	NP	0.00	70.25	ML	CPT-2	3.2076	0.0244
07	35	SK-2	SPT7	10.50 - 10.95	53	56	31	25	0.00	100.00	MH	CPT-2	0.7888	0.0122
07	35	SK-2	SPT8	12.00 - 12.45	37	NP	NP	NP	0.00	66.60	ML	CPT-2	6.5729	0.055
07	35	SK-2	SPT11	16.50 - 16.95	43	41	16	25	0.00	89.38	CL	CPT-2	1.5249	0.0428
07	35	SK-2	SPT12	18.00 - 18.45	41	NP	NP	NP	0.00	100.00	ML	CPT-2	1.5249	0.0529
07	35	SK-2	SPT13	19.50 - 19.95	41	38	21	17	0.00	86.85	CL	CPT-2	1.5775	0.0234
07	35	SK-3	SPT4	6.00 - 6.45	26	NP	NP	NP	0.00	5.95	SP-SM	CPT-3	0.6315	0.0082
07	35	SK-3	SPT5	7.50 - 7.95	37	NP	NP	NP	0.00	83.61	ML	CPT-3	5.6839	0.0361
07	35	SK-3	SPT6	9.00 - 9.45	28	NP	NP	NP	0.00	31.26	SM	CPT-3	2.842	0.0402
07	35	SK-3	SPT7	10.50 - 10.95	42	40	22	18	0.00	44.33	SC	CPT-3	0.6315	0.0082
07	35	SK-3	UD2	11.50 - 12.00	45	52	28	24	0.00	100.00	CH	CPT-3	0.6842	0.0185
07	35	SK-3	SPT8	12.00 - 12.45	36	NP	NP	NP	0.00	47.45	SM	CPT-3	0.6842	0.0082
07	35	SK-3	SPT15	22.50 - 22.95	45	44	17	27	0.00	91.14	CL	CPT-3	2.9999	0.0288
08	26	SK-1	SPT-2	3.00 - 3.45	10	NP	NP	NP	61.57	16.11	GM	CPT-9	3.02	0.122
08	26	SK-1	SPT-4	6.00 - 6.45	25	49	20	29	6.53	71.98	CI	CPT-9	1.49	0.017
08	26	SK-2	SPT-1	1.50 - 1.95	22	40	18	22	7.84	72.16	CI	CPT-6	1.91	0.106
08	26	SK-2	SPT-3	4.50 - 4.95	29	33	18	15	0.94	53.25	CL	CPT-6	43.94	0.209
08	26	SK-3	SPT-2	3.00 - 3.45	27	56	23	33	0.00	95.28	CH	CPT-2	2.87	0.123
08	26	SK-3	SPT-5	7.50 - 7.95	30	52	23	29	13.15	66.74	CH	CPT-2	3.32	0.127
08	26	SK-3	SPT-8	12.00 - 12.45	29	35	23	12	0.00	91.30	CI	CPT-2	6.23	0.247
08	26	SK-4	SPT-2	3.00 - 3.45	35	73	23	50	0.00	97.54	CH	CPT-3	2.75	0.127
08	26	SK-4	SPT-3	4.50 - 4.95	34	77	27	50	0.00	95.69	CH	CPT-3	1.4	0.044
08	26	SK-4	SPT-5	7.50 - 7.95	21	NP	NP	NP	36.00	52.65	ML	CPT-3	3.68	0.217
08	26	SK-4	SPT-8	12.00 - 12.45	37	35	24	11	8.00	58.15	CI	CPT-3	6.18	0.381
09	08	SK-1	SPT2	3.00 - 3.45	23	29	17	12	0.00	62.91	CL	CPT-1	2.681	0.131
09	08	SK-1	SPT4	6.00 - 6.45	9	NP	NP	NP	35.26	5.53	SP-SM	CPT-1	22.131	0.106
09	08	SK-1	SPT7	10.50 - 10.95	7	NP	NP	NP	43.09	9.71	SP-SM	CPT-1	35.272	0.234
09	08	SK-2	SPT1	1.50 - 1.95	24	53	20	33	6.51	63.45	CH	CPT-2	3.522	0.225
09	08	SK-2	SPT3	4.50 - 4.95	6	NP	NP	NP	35.79	8.47	SP-SM	CPT-2	25.758	0.131
09	08	SK-3	SPT1	1.50 - 1.95	20	42	18	24	9.49	62.62	CL	CPT-3	2.155	0.174
09	08	SK-3	SPT3	4.50 - 4.95	5	NP	NP	NP	54.64	1.51	GW	CPT-3	27.597	0.186

Şekil D.1 : Laboratuvar deney sonuçları ile CPT değişkenleri (proje yeri: 7–9).

Proje Yeri	Proje Kodu	Sondaj Kuyusu No	Numune No	Derinlik (m'den - m'ye)	w _n (%)	w _L (%)	w _p (%)	I _p (%)	+No.10 (%)	-No.200 (%)	Zemin Sınıfı	CPT No	q _c (MPa)	ƒ _c (MPa)
09	08	SK-3	SPT5	7.50 - 7.95	5	NP	NP	NP	56.01	1.65	GW	CPT-3	34.852	0.211
09	08	SK-4	SPT2	3.00 - 3.45	29	39	19	20	0.00	75.65	CL	CPT-4	2.681	0.161
09	08	SK-4	SPT5	7.50 - 7.95	8	NP	NP	NP	33.28	7.90	SW-SM	CPT-4	38.058	0.213
09	08	SK-5	SPT2	3.00 - 3.45	21	45	19	26	4.34	69.79	CL	CPT-5	13.825	0.086
09	08	SK-6	SPT1	1.50 - 1.95	25	56	22	34	1.29	87.35	CH	CPT-6	5.099	0.438
09	08	SK-6	SPT3	4.50 - 4.95	5	NP	NP	NP	62.48	3.76	GW	CPT-6	17.662	0.05
09	08	SK-6	SPT5	7.50 - 7.95	38	35	20	15	0.00	77.79	CL	CPT-6	46.048	0.254
09	08	SK-7	SPT2	3.00 - 3.45	29	51	21	30	0.49	91.70	CH	CPT-7	4.941	0.091
09	08	SK-7	SPT4	6.00 - 6.45	6	NP	NP	NP	61.35	2.51	GW	CPT-7	43.315	0.311
09	08	SK-8	SPT4	6.00 - 6.45	4	NP	NP	NP	68.79	3.36	GW	CPT-8	17.978	0.975
10	16	SK-1	SPT-1	1.50 - 1.95	17	49	17	32	3.44	76.74	CL	CPT-1	4.6171	0.2528
10	16	SK-1	SPT-3	4.50 - 4.95	23	59	17	42	2.00	88.00	CH	CPT-1	20.2	0.1171
10	16	SK-2	SPT-1	1.50 - 1.95	27	57	17	40	3.00	84.00	CH	CPT-2	8.2897	0.0249
10	16	SK-2	SPT-3	4.50 - 4.95	19	51	16	35	20.67	36.48	SC	CPT-2	17.944	0.1233
10	16	SK-2	SPT-6	9.00 - 9.45	20	NP	NP	NP	0.00	26.80	SM	CPT-2	21.039	0.1233
10	16	SK-3	SPT-1	1.50 - 1.95	18	51	16	35	6.86	69.83	CH	CPT-3	17.524	0.1741
10	16	SK-3	SPT-3	4.50 - 4.95	17	NP	NP	NP	3.20	30.48	SM	CPT-3	2.5184	0.0632
10	16	SK-3	SPT-5	7.50 - 7.95	25	62	18	44	1.00	90.00	CH	CPT-3	3.6202	0.1046
10	16	SK-4	SPT-1	1.50 - 1.95	22	49	14	35	0.00	72.27	CL	CPT-4	2.7283	0.1119
10	16	SK-4	SPT-3	4.50 - 4.95	23	54	17	37	0.00	94.40	CH	CPT-4	3.935	0.1824
10	16	SK-5	SPT-1	1.50 - 1.95	14	38	15	23	16.66	52.96	CL	CPT-5	0.9969	0.0798
10	16	SK-5	SPT-2	3.00 - 3.45	13	NP	NP	NP	40.74	33.25	GM	CPT-5	1.6265	0.0808
10	16	SK-5	SPT-4	6.00 - 6.45	22	56	16	40	0.00	95.00	CH	CPT-5	2.8857	0.1202
10	16	SK-5	SPT-6	9.00 - 9.45	20	59	20	39	0.00	91.25	CH	CPT-5	3.2005	0.1119
10	16	SK-7	SPT-1	1.50 - 1.95	17	52	21	31	6.98	60.90	CH	CPT-6	0.9189	0.0627
10	16	SK-7	SPT-2	3.00 - 3.45	22	49	15	34	7.00	78.00	CL	CPT-6	1.6847	0.1118
10	16	SK-7	SPT-3	4.50 - 4.95	22	60	22	38	0.57	94.58	CH	CPT-6	2.1441	0.1014
11	20	ZS-1	SPT-10	15.00 - 15.45	19	65	23	42	0.00	100.00	CH	CPT-2	1.63	0.01
11	20	ZS-1	SPT-4	6.00 - 6.45	60	NP	NP	NP	19.03	27.94	SM	CPT-2	0.52	0.013
11	20	ZS-2	UD-1	7.00 - 7.50	52	60	23	37	0.00	82.81	CH	CPT-3	0.43	0.004
11	20	ZS-2	SPT-13	19.50 - 19.95	20	NP	NP	NP	0.57	8.83	SW-SM	CPT-3	18.33	0.274
11	20	ZS-3	SPT-5	7.50 - 7.95	48	54	25	29	4.85	78.70	CH	CPT-6	0.42	0.003
11	20	ZS-3	UD-2	16.00 - 16.50	41	47	19	28	0.00	97.68	CI	CPT-6	0.67	0.011
11	20	ZS-4	SPT-6	9.00 - 9.45	68	71	27	44	0.00	78.61	CH	CPT-1	0.44	0.003
11	20	ZS-4	SPT-13	19.50 - 19.95	40	42	18	24	0.00	87.00	CI	CPT-1	3.16	0.109
11	20	ZS-5	SPT-5	7.50 - 7.95	60	68	25	43	0.00	100.00	CH	CPT-4	12.97	0.093
11	20	ZS-5	SPT-14	21.00 - 21.45	17	31	15	16	13.62	25.43	SC	CPT-4	12.97	0.054
11	20	ZS-6	SPT-3	4.50 - 4.95	53	59	22	37	0.00	75.88	CH	CPT-7	0.49	0.013
11	20	ZS-6	SPT-10	15.00 - 15.45	38	44	18	26	0.00	90.22	CI	CPT-7	0.73	0.009
11	23	BH-1	SPT2	3.00 - 3.45	11	NP	NP	NP	44.80	27.04	GM	CPT-3	2.86	0.2842
11	23	BH-2	SPT1	1.50 - 1.95	28	NP	NP	NP	0.00	36.38	SM	CPT-1	1.3	0.0662
11	23	BH-2	SPT3	4.50 - 4.95	24	34	16	18	0.00	73.74	CL	CPT-1	1.872	0.0886
11	23	BH-2	SPT4	6.00 - 6.45	25	37	15	22	0.00	64.79	CL	CPT-1	1.196	0.0255
11	23	BH-2	SPT5	7.50 - 7.95	17	NP	NP	NP	7.98	19.67	SM	CPT-1	1.456	0.0346
11	23	BH-3	SPT1	1.50 - 1.95	27	52	21	31	0.00	97.09	CH	CPT-1	1.3	0.0662
11	23	BH-3	SPT3	4.50 - 4.95	24	37	18	19	0.00	84.70	CL	CPT-1	1.872	0.0886
11	23	BH-3	SPT7	10.50 - 10.95	31	28	16	12	0.00	84.03	CL	CPT-1	1.56	0.0734
11	23	BH-3	SPT10	15.00 - 15.45	16	33	12	21	10.19	44.04	SC	CPT-1	3.64	0.1375
12	02	SK- 1	SPT-5	7.50 - 7.95	23	49	20	29	4.51	85.81	CI	CPT-1	17.21	0.104
12	02	SK- 1	SPT-8	10.50 - 10.95	10	NP	NP	NP	57.48	10.90	GW-GM	CPT-1	1.1	0.042
12	02	SK- 1	SPT-7	12.00 - 12.45	12	NP	NP	NP	40.77	13.33	SM	CPT-1	4.02	0.121
12	02	SK- 1	SPT-9	13.50 - 13.95	18	37	20	17	7.16	58.63	CI	CPT-1	43.05	0.511
12	02	SK- 2	SPT-2	3.00 - 3.45	24	25	20	5	0.00	66.18	CL-ML	CPT-1	1.66	0.063
12	02	SK- 2	SPT-3	4.50 - 4.95	15	NP	NP	NP	31.65	10.09	SP-SM	CPT-1	4.73	0.03
12	02	SK- 2	SPT-4	6.00 - 6.45	15	NP	NP	NP	28.07	15.10	SM	CPT-1	1.32	0.029
12	02	SK- 2	SPT- 5	7.50 - 7.95	36	NP	NP	NP	16.44	37.44	SM	CPT-1	17.21	0.104
12	02	SK- 2	SPT- 6	9.00 - 9.45	25	NP	NP	NP	3.29	4.46	SP	CPT-1	1.11	0.022
12	02	SK- 2	SPT-8	12.00 - 12.45	12	NP	NP	NP	32.37	27.69	SM	CPT-1	4.02	0.121
12	02	SK- 3	SPT-2	3.00 - 3.45	17	26	18	8	12.46	47.75	SC	CPT-2	3.22	0.084
12	02	SK- 3	SPT-3	4.50 - 4.95	21	NP	NP	NP	5.70	48.97	SM	CPT-2	3.23	0.026
12	02	SK- 3	SPT-4	6.00 - 6.45	21	27	19	8	3.21	58.25	CL	CPT-2	5.77	0.007
12	02	SK- 3	SPT-5	7.50 - 7.95	21	NP	NP	NP	0.00	62.20	ML	CPT-2	15.08	0.084
12	02	SK- 3	SPT-6	9.00 - 9.45	9	NP	NP	NP	53.38	11.96	GW-GM	CPT-2	1.69	0.041
12	02	SK- 3	SPT-8	12.00 - 12.45	12	NP	NP	NP	45.27	5.67	SP-SM	CPT-2	33.01	0.399
12	02	SK- 4	SPT-3	4.50 - 4.95	17	NP	NP	NP	25.16	33.44	SM	CPT-2	3.23	0.026
12	02	SK- 4	SPT-4	6.00 - 6.45	19	27	15	12	10.77	47.64	SC	CPT-2	5.77	0.007
12	02	SK- 4	SPT-7	10.50 - 10.95	11	NP	NP	NP	53.39	14.15	GM	CPT-2	12.71	0.056

Şekil D.1 : Laboratuvar deney sonuçları ile CPT değişkenleri (proje yeri: 9–12).

Proje Yeri	Proje Kodu	Sondaj Kuyusu No	Numune No	Derinlik (m'den - m'ye)	w _n (%)	w _L (%)	w _p (%)	I _p (%)	+No.10 (%)	-No.200 (%)	Zemin Sınıfı	CPT No	q _c (MPa)	f _c (MPa)
12	02	SK- 5	SPT-3	4.50 - 4.95	7	NP	NP	NP	70.73	6.33	GW-GM	CPT-4	26.09	0.112
12	02	SK- 5	SPT-5	7.50 - 7.95	27	46	17	29	0.00	83.11	CI	CPT-4	37.6	0.404
12	02	SK- 6	SPT-4	6.00 - 6.45	21	37	15	22	0.00	63.09	CI	CPT-3	41.15	0.3
12	02	SK- 6	SPT-5	7.50 - 7.95	24	NP	NP	NP	0.00	72.18	ML	CPT-3	3.44	0.051
12	02	SK- 6	SPT-6	9.00 - 9.45	15	NP	NP	NP	29.62	11.36	SP-SM	CPT-3	14.99	0.119
12	02	SK- 6	SPT-7	10.50 - 10.95	57	42	16	26	3.68	73.38	CI	CPT-3	40.75	0.67
12	02	SK- 7	SPT-3	4.50 - 4.95	20	28	17	11	6.60	58.28	CL	CPT-5	0.55	0.006
12	02	SK- 7	SPT-4	6.00 - 6.45	23	NP	NP	NP	2.92	53.53	ML	CPT-5	1.72	0.022
12	02	SK- 7	SPT-5	7.50 - 7.95	21	NP	NP	NP	6.36	43.16	SM	CPT-5	33.88	0.149
12	02	SK- 8	SPT-2	3.00 - 3.45	18	NP	NP	NP	7.82	34.20	SM	CPT-2	3.22	0.084
12	02	SK- 8	SPT-3	4.50 - 4.95	19	25	18	7	14.63	45.77	SC	CPT-2	3.23	0.026
12	02	SK- 8	SPT-4	6.00 - 6.45	15	NP	NP	NP	26.54	7.29	SW-SM	CPT-2	5.77	0.007
12	02	SK- 8	SPT-5	7.50 - 7.95	18	NP	NP	NP	12.32	27.33	SM	CPT-2	15.08	0.084
12	02	SK- 8	SPT-9	13.50 - 13.95	22	NP	NP	NP	5.64	35.71	SM	CPT-2	33.01	0.399
12	02	SK- 9	SPT-2	3.00 - 3.45	12	NP	NP	NP	54.16	14.26	GM	CPT-6	11.52	0.06
12	02	SK- 9	SPT-4	6.00 - 6.45	20	32	14	18	19.35	34.88	SC	CPT-6	2.78	0.026
12	02	SK- 9	SPT-5	7.50 - 7.95	26	53	19	34	20.02	69.30	CH	CPT-6	17.58	0.168
12	02	SK- 11	SPT-2	3.00 - 3.45	18	NP	NP	NP	13.11	23.04	SM	CPT-5	8.06	0.05
12	02	SK- 11	SPT-4	6.00 - 6.45	13	NP	NP	NP	37.21	11.77	SW-SM	CPT-5	1.72	0.022
12	02	SK- 11	SPT-5	7.50 - 7.95	11	NP	NP	NP	59.49	11.13	GW-GM	CPT-5	33.88	0.149
12	02	SK- 12	SPT-2	3.00 - 3.45	9	NP	NP	NP	51.55	10.76	GW-GM	CPT-8	4.77	0.019
12	02	SK- 13	SPT-3	4.50 - 4.95	21	36	15	21	1.04	76.53	CI	CPT-9	0.68	0.021
12	02	SK- 13	SPT-8	12.00 - 12.45	16	NP	NP	NP	64.58	12.94	GM	CPT-9	17.25	0.125
12	02	SK- 13	SPT-10	15.00 - 15.45	12	NP	NP	NP	47.69	19.05	GM	CPT-9	48.92	0.514
12	02	SK- 14	SPT-2	3.00 - 3.45	7	NP	NP	NP	12.13	24.09	SM	CPT-9	7.03	0.046
12	02	SK- 14	SPT-3	4.50 - 4.95	23	34	15	19	4.36	72.45	CL	CPT-9	0.68	0.021
12	02	SK- 14	SPT-4	6.00 - 6.45	24	NP	NP	NP	3.39	74.44	ML	CPT-9	8.2	0.058
12	02	SK- 14	SPT-5	7.50 - 7.95	22	NP	NP	NP	1.08	42.53	SM	CPT-9	6.03	0.024
12	02	SK- 14	SPT-6	9.00 - 9.45	18	NP	NP	NP	9.77	44.88	SM	CPT-9	1.52	0.069
12	02	SK- 14	SPT-7	10.50 - 10.95	16	NP	NP	NP	25.13	19.48	SM	CPT-9	1.03	0.027
12	02	SK- 15	SPT-2	3.00 - 3.45	8	NP	NP	NP	68.75	12.85	GM	CPT-10	9.27	0.056
12	02	SK- 15	SPT-3	4.50 - 4.95	20	29	13	16	5.55	61.23	CL	CPT-10	1.61	0.045
12	02	SK- 15	SPT-4	6.00 - 6.45	15	NP	NP	NP	8.82	40.09	SM	CPT-10	2.03	0.057
12	02	SK- 16	SPT-3	4.50 - 4.95	19	NP	NP	NP	7.26	35.79	SM	CPT-10	1.61	0.045
12	02	SK- 16	SPT- 5	7.50 - 7.95	21	38	17	21	10.31	71.55	CI	CPT-10	5.99	0.018
12	02	SK- 17	SPT-2	3.00 - 3.45	20	25	15	10	3.08	50.90	CL	CPT-9	7.03	0.046
12	02	SK- 17	SPT-3	4.50 - 4.95	19	NP	NP	NP	2.06	44.72	SM	CPT-9	0.68	0.021
12	02	SK- 17	SPT-4	6.00 - 6.45	11	NP	NP	NP	51.04	10.35	GW-GM	CPT-9	8.2	0.058
12	02	SK- 17	SPT-5	7.50 - 7.95	23	NP	NP	NP	24.04	20.29	SM	CPT-9	6.03	0.024
12	02	SK- 17	SPT- 6	9.00 - 9.45	12	NP	NP	NP	46.83	21.05	GM	CPT-9	1.52	0.069
12	02	SK- 17	SPT- 10	15.00 - 15.45	28	50	21	29	0.00	94.28	CH	CPT-9	48.92	0.514
12	02	SK- 20	SPT-2	3.00 - 3.45	14	NP	NP	NP	13.76	36.18	SM	CPT-10	9.27	0.056
12	02	SK- 20	SPT-3	4.50 - 4.95	14	NP	NP	NP	27.53	24.64	SM	CPT-10	1.61	0.045
12	02	SK- 20	SPT-4	6.00 - 6.45	15	NP	NP	NP	20.13	9.31	SW-SM	CPT-10	2.03	0.057
12	02	SK- 20	SPT-5	7.50 - 7.95	9	NP	NP	NP	52.17	12.66	GM	CPT-10	5.99	0.018
12	22	SK-1	SPT1	1.50 - 1.95	38	41	23	18	0.00	97.20	CL	CPT-1	0.8936	0.0166
12	22	SK-1	SPT3	4.50 - 4.95	38	NP	NP	NP	0.00	52.36	ML	CPT-1	1.8398	0.0186
12	22	SK-1	SPT5	7.50 - 7.95	30	40	18	22	0.00	81.91	CL	CPT-1	1.6296	0.0859
12	22	SK-1	SPT8	12.00 - 12.45	29	NP	NP	NP	0.00	58.59	ML	CPT-1	1.6296	0.0259
12	22	SK-1	SPT9	13.50 - 13.95	35	36	19	17	0.00	85.49	CL	CPT-1	1.209	0.0311
12	22	SK-1	SPT11	16.50 - 16.95	33	35	16	19	0.00	49.28	SC	CPT-1	1.9975	0.0683
12	22	SK-2	SPT3	4.50 - 4.95	34	NP	NP	NP	0.00	93.19	ML	CPT-2	1.3142	0.0373
12	22	SK-2	SPT5	7.50 - 7.95	24	31	16	15	0.00	70.01	CL	CPT-2	1.0513	0.0549
12	22	SK-2	SPT7	10.50 - 10.95	37	NP	NP	NP	0.00	100.00	ML	CPT-2	0.6308	0.0456
12	22	SK-3	SPT2	3.00 - 3.45	49	55	23	32	0.00	100.00	CH	CPT-4	1.0513	0.0259
12	22	SK-3	SPT4	6.00 - 6.45	45	51	22	29	0.00	98.42	CH	CPT-4	1.1565	0.0249
12	22	SK-3	SPT6	9.00 - 9.45	24	NP	NP	NP	0.00	60.14	ML	CPT-4	3.4168	0.145
12	22	SK-3	SPT8	12.00 - 12.45	32	51	21	30	0.00	81.88	CH	CPT-4	9.7774	0.0808
12	22	SK-3	SPT10	15.00 - 15.45	42	46	23	23	0.00	100.00	CL	CPT-4	2.9963	0.0507
12	22	SK-3	SPT14	21.00 - 21.45	34	30	21	9	0.00	87.50	CL	CPT-4	5.0464	0.0652
12	22	SK-3	SPT16	24.00 - 24.45	37	38	22	16	0.00	98.83	CL	CPT-4	2.3655	0.0766
12	22	SK-3	SPT19	28.50 - 28.95	38	37	21	16	0.00	94.07	CL	CPT-4	2.0501	0.0725
12	22	SK-4	SPT1	1.50 - 1.95	38	37	20	17	0.00	82.00	CL	CPT-3	0.5257	0.0145
12	22	SK-4	SPT3	4.50 - 4.95	28	NP	NP	NP	0.00	63.45	ML	CPT-3	5.7298	0.0476
12	22	SK-4	SPT5	7.50 - 7.95	26	31	16	15	0.00	62.69	CL	CPT-3	1.1039	0.0538
12	22	SK-4	SPT8	12.00 - 12.45	31	NP	NP	NP	0.00	36.95	SM	CPT-3	14.193	0.1191
12	22	SK-4	SPT9	13.50 - 13.95	31	NP	NP	NP	0.00	46.78	SM	CPT-3	8.8312	0.0777

Şekil D.1 : Laboratuvar deney sonuçları ile CPT değişkenleri (proje yeri: 12).

Proje Yeri	Proje Kodu	Sondaj Kuyusu No	Numune No	Derinlik (m'den - m'ye)	w _n (%)	w _L (%)	w _p (%)	I _p (%)	+No.10 (%)	-No.200 (%)	Zemin Sınıfı	CPT No	q _c (MPa)	f _c (MPa)
12	22	SK-4	SPT10	15.00 - 15.45	40	51	20	31	0.00	84.10	CH	CPT-3	2.3129	0.0425
12	22	SK-4	SPT14	21.00 - 21.45	39	41	22	19	0.00	98.63	CL	CPT-3	3.0489	0.059
12	22	SK-4	SPT19	28.50 - 28.95	38	57	23	34	0.00	96.63	CH	CPT-3	1.945	0.0735
12	22	SK-5	SPT3	4.50 - 4.95	38	NP	NP	NP	0.00	94.41	ML	CPT-5	3.6271	0.0342
12	22	SK-5	SPT5	7.50 - 7.95	31	49	21	28	0.17	74.06	CL	CPT-5	1.1039	0.0507
12	22	SK-5	SPT8	12.00 - 12.45	59	NP	NP	NP	5.40	90.89	ML	CPT-5	5.4669	0.0808
12	22	SK-5	SPT12	18.00 - 18.45	40	58	23	35	0.00	98.17	CH	CPT-5	8.7786	0.0632
12	22	SK-5	SPT16	24.00 - 24.45	42	66	25	41	0.00	100.00	CH	CPT-5	1.945	0.0849
12	22	SK-6	SPT1	1.50 - 1.95	34	NP	NP	NP	0.00	84.94	ML	CPT-6	0.5782	0.0093
12	22	SK-6	SPT6	9.00 - 9.45	25	NP	NP	NP	1.40	57.11	ML	CPT-6	3.3117	0.0331
12	22	SK-6	SPT8	12.00 - 12.45	33	NP	NP	NP	0.00	83.02	ML	CPT-6	11.46	0.1035
12	22	SK-6	SPT16	24.00 - 24.45	39	53	24	29	0.00	100.00	CH	CPT-6	2.1027	0.0466
12	22	SK-7	SPT2	3.00 - 3.45	51	49	25	24	0.00	100.00	CL	CPT-7	2.3129	0.0331
12	22	SK-7	SPT8	12.00 - 12.45	28	NP	NP	NP	0.13	72.26	ML	CPT-7	13.93	0.0497
12	22	SK-7	SPT11	16.50 - 16.95	37	67	25	42	0.00	99.02	CH	CPT-7	1.4193	0.0404
12	22	SK-7	SPT14	21.00 - 21.45	37	38	23	15	0.00	97.61	CL	CPT-7	4.6259	0.088
12	22	SK-8	SPT4	6.00 - 6.45	35	33	23	10	0.00	92.92	CL	CPT-8	1.2616	0.0238
12	22	SK-8	SPT6	9.00 - 9.45	32	33	19	14	0.00	85.58	CL	CPT-8	1.3667	0.0425
12	22	SK-8	SPT8	12.00 - 12.45	26	NP	NP	NP	0.00	28.38	SM	CPT-8	17.242	0.1056
12	22	SK-8	SPT16	24.00 - 24.45	41	64	24	40	0.00	100.00	CH	CPT-8	2.0501	0.0601
12	33	SK-1	SPT-2	3.00 - 3.45	32	36	20	16	0.00	97.75	CL	CPT-4	0.832	0.0224
12	33	SK-1	SPT-6	9.00 - 9.45	20	31	14	17	4.00	69.50	CL	CPT-4	2.34	0.0571
12	33	SK-1	SPT-9	13.50 - 13.95	20	30	14	16	0.00	78.56	CL	CPT-4	29.224	0.3902
12	33	SK-2	SPT-1	1.50 - 1.95	26	28	17	11	0.00	96.99	CL	CPT-3	1.04	0.0122
12	33	SK-2	SPT-5	7.50 - 7.95	20	31	15	16	0.00	85.31	CL	CPT-3	22.932	0.5685
12	33	SK-2	SPT-8	12.00 - 12.45	19	25	14	11	1.32	70.68	CL	CPT-3	18.564	0.4931
12	33	SK-3	SPT-2	3.00 - 3.45	28	34	19	15	0.00	100.00	CL	CPT-2	3.484	0.0509
12	33	SK-3	UD1	4.00 - 4.50	18	26	12	14	0.96	65.63	CL	CPT-2	0.988	0.0122
12	33	SK-3	SPT-4	6.00 - 6.45	18	NP	NP	NP	2.49	75.66	ML	CPT-2	6.864	0.1396
12	33	SK-3	SPT-8	12.00 - 12.45	12	NP	NP	NP	39.52	20.65	SM	CPT-2	34.944	0.6469
12	33	SK-4	SPT-1	1.50 - 1.95	23	25	14	11	0.00	42.83	SC	CPT-5	1.924	0.0112
12	33	SK-4	SPT-3	4.50 - 4.95	17	32	14	18	9.80	58.03	CL	CPT-5	2.496	0.0479
12	33	SK-4	SPT-5	7.50 - 7.95	19	23	14	9	0.87	63.66	CL	CPT-5	11.284	0.2924
13	58	SK-1	SPT3	4.50 - 4.95	14	NP	NP	NP	20.17	7.41	SP-SM	CPT-1	27.641	0.1469
13	58	SK-2	SPT3	4.50 - 4.95	11	NP	NP	NP	43.15	4.23	SP-SM	CPT-2	28.433	0.0506
14	14	SK/BH-1	SPT2	3.00 - 3.45	14	44	19	25	0.00	42.96	SC	CPT-1	6.731	0.247
14	14	SK/BH-1	SPT4	7.50 - 7.95	9	NP	NP	NP	0.00	21.54	SM	CPT-1	9.781	0.424
14	14	SK/BH-2	SPT1	1.50 - 1.95	15	27	13	14	0.00	47.65	SC	CPT-1	5.311	0.074
14	14	SK/BH-2	SPT3	4.50 - 4.95	15	NP	NP	NP	0.00	31.86	SM	CPT-1	5.101	0.29
14	14	SK/BH-3	SPT1	1.50 - 1.95	25	66	23	43	0.00	94.28	CH	CPT-2	0.841	0.023
14	14	SK/BH-3	SPT2	3.00 - 3.45	22	41	17	24	0.00	48.52	SC	CPT-2	6.15	0.242
14	14	SK/BH-3	SPT4	6.00 - 6.45	24	46	20	26	0.00	78.26	CL	CPT-2	5.362	0.27
14	14	SK/BH-4	SPT1	1.50 - 1.95	12	NP	NP	NP	0.38	16.72	SM	CPT-2	0.841	0.023
14	14	SK/BH-4	SPT3	4.50 - 4.95	21	41	18	23	0.00	60.78	CL	CPT-2	6.623	0.182
14	14	SK/BH-5	SPT2	3.00 - 3.45	15	49	18	31	0.00	48.51	SC	CPT-3	0.999	0.017
14	14	SK/BH-5	SPT3	4.50 - 4.95	17	NP	NP	NP	0.00	18.86	SM	CPT-3	2.891	0.086
14	14	SK/BH-6	SPT2	3.00 - 3.45	25	35	16	19	0.00	64.70	CL	CPT-5	16.506	0.253
14	14	SK/BH-6	SPT5	7.50 - 7.95	24	41	19	22	0.00	64.86	CL	CPT-5	10.513	0.378
14	14	SK/BH-8	SPT2	3.00 - 3.45	16	38	15	23	0.00	62.36	CL	CPT-9	14.976	0.122
14	14	SK/BH-8	SPT4	6.00 - 6.45	23	NP	NP	NP	0.00	31.14	SM	CPT-9	15.288	0.123
14	14	SK/BH-8	SPT8	12.00 - 12.45	23	66	27	39	0.00	93.17	CH	CPT-9	10.868	0.203
14	14	SK/BH-9	SPT1	1.50 - 1.95	15	35	13	22	0.29	18.94	SC	CPT-6	1.872	0.086
14	14	SK/BH-9	SPT4	6.00 - 6.45	26	65	25	40	0.00	87.56	CH	CPT-6	6.084	0.205
14	14	SK/BH-10	SPT2	3.00 - 3.45	23	33	18	15	0.00	72.34	CL	CPT-12	3.155	0.108
14	14	SK/BH-10	SPT4	6.00 - 6.45	21	29	16	13	0.84	62.82	CL	CPT-12	2.419	0.121
14	14	SK/BH-11	SPT1	1.50 - 1.95	18	47	16	31	0.00	54.59	CL	CPT-6	1.872	0.086
14	14	SK/BH-11	SPT3	4.50 - 4.95	25	58	21	37	0.30	81.39	CH	CPT-6	6.916	0.262
14	14	SK/BH-11	SPT5	7.50 - 7.95	22	72	26	46	0.00	93.36	CH	CPT-6	6.656	0.305
14	14	SK/BH-12	SPT2	3.00 - 3.45	16	31	14	17	0.00	75.92	CL	CPT-7	0.988	0.01
14	14	SK/BH-12	SPT5	7.50 - 7.95	21	NP	NP	NP	0.00	38.14	SM	CPT-7	26.624	0.398
14	14	SK/BH-13	SPT2	3.00 - 3.45	12	NP	NP	NP	0.00	32.77	SM	CPT-8	8.516	0.116
14	14	SK/BH-13	SPT4	6.00 - 6.45	23	NP	NP	NP	0.12	36.81	SM	CPT-8	5.309	0.284
14	14	SK/BH-13	SPT6	9.00 - 9.45	24	37	18	19	0.00	56.32	CL	CPT-8	7.307	0.312
14	14	SK/BH-14	SPT2	3.00 - 3.45	9	NP	NP	NP	0.00	19.42	SM	CPT-13	10.566	0.039
14	14	SK/BH-14	SPT5	7.50 - 7.95	20	NP	NP	NP	0.05	13.51	SM	CPT-13	8.306	0.355
14	14	SK/BH-15	SPT1	1.50 - 1.95	15	44	19	25	0.30	58.08	CL	CPT-10	8.164	0.07
14	14	SK/BH-15	SPT5	7.50 - 7.95	18	25	12	13	0.00	50.50	CL	CPT-10	8.216	0.378

Şekil D.1 : Laboratuvar deney sonuçları ile CPT değişkenleri (proje yeri: 12–14).

Proje Yeri	Proje Kodu	Sondaj Kuyusu No	Numune No	Derinlik (m'den - m'ye)	w _n (%)	w _L (%)	w _p (%)	I _p (%)	+No.10 (%)	-No.200 (%)	Zemin Sınıfı	CPT No	q _c (MPa)	f _c (MPa)
14	14	SK/BH-17	SPT2	3.00 - 3.45	14	NP	NP	NP	0.00	27.91	SM	CPT-21	1.092	0.059
14	14	SK/BH-17	SPT4	6.00 - 6.45	24	73	31	42	0.00	98.74	CH	CPT-21	15.756	0.11
14	14	SK/BH-17	SPT7	10.50 - 10.95	27	69	27	42	0.00	96.26	CH	CPT-21	14.716	0.541
14	14	SK/BH-18	SPT1	1.50 - 1.95	18	46	19	27	0.00	52.52	CL	CPT-11	2.912	0.192
14	14	SK/BH-18	SPT3	4.50 - 4.95	15	41	16	25	0.00	49.64	SC	CPT-11	4.212	0.278
14	14	SK/BH-18	SPT5	7.50 - 7.95	9	NP	NP	NP	0.00	32.52	SM	CPT-11	10.556	0.127
14	14	SK/BH-19	SPT2	3.00 - 3.45	14	31	13	18	0.06	47.09	SC	CPT-23	4.108	0.247
14	14	SK/BH-19	SPT4	6.00 - 6.45	10	NP	NP	NP	0.04	19.88	SM	CPT-23	2.756	0.174
14	14	SK/BH-19	SPT6	9.00 - 9.45	16	NP	NP	NP	0.50	12.00	SM	CPT-23	14.664	0.306
14	14	SK/BH-20	SPT3	4.50 - 4.95	14	34	12	22	0.00	53.86	CL	CPT-15	4.42	0.253
14	14	SK/BH-20	SPT6	9.00 - 9.45	19	47	16	31	0.00	91.86	CL	CPT-15	3.9	0.194
14	14	SK/BH-20	SPT8	12.00 - 12.45	24	42	13	29	0.00	62.98	CL	CPT-15	4.576	0.174
14	14	SK/BH-21	SPT1	1.50 - 1.95	14	37	15	22	0.00	48.05	SC	CPT-22	2.288	0.152
14	14	SK/BH-21	SPT4	6.00 - 6.45	13	22	12	10	0.00	67.79	CL	CPT-22	11.96	0.135
14	14	SK/BH-21	SPT7	10.50 - 10.95	19	42	19	23	0.12	73.37	CL	CPT-22	15.392	0.691
14	14	SK/BH-22	SPT2	3.00 - 3.45	16	40	15	25	0.00	55.44	CL	CPT-20	3.172	0.199
14	14	SK/BH-22	SPT4	6.00 - 6.45	18	41	17	24	0.00	55.04	CL	CPT-20	3.172	0.164
14	14	SK/BH-22	SPT7	10.50 - 10.95	20	36	14	22	0.12	70.11	CL	CPT-20	34.476	0.371
14	14	SK/BH-23	SPT2	3.00 - 3.45	18	45	17	28	0.00	66.07	CL	CPT-14	2.508	0.138
14	14	SK/BH-23	SPT5	7.50 - 7.95	16	NP	NP	NP	0.00	34.18	SM	CPT-14	12.591	0.21
14	14	SK/BH-24	SPT2	3.00 - 3.45	17	42	15	27	0.00	59.62	CL	CPT-16	2.769	0.196
14	14	SK/BH-24	SPT5	7.50 - 7.95	20	25	14	11	0.00	56.84	CL	CPT-16	12.382	0.172
14	14	SK/BH-25	SPT4	6.00 - 6.45	20	40	17	23	0.00	86.09	CL	CPT-18	2.444	0.167
14	14	SK/BH-25	SPT7	10.50 - 10.95	18	26	11	15	0.00	34.01	SC	CPT-18	21.424	0.164
14	45	SK-6	UD1	12.50 - 13.00	52	53	15	38	20.20	69.90	CH	CPT-10	0.875	0.0087
14	45	SK-6	SPT-10	15.00 - 15.45	61	56	16	40	21.80	71.40	CH	CPT-10	0.927	0.0212
14	45	SK-7	SPT-12	18.00 - 18.45	72	72	21	51	0.80	98.90	CH	CPT-12	20.6	0.1319
14	45	SK-10	SPT-7	10.50 - 10.95	52	57	16	41	0.00	66.70	CH	CPT-16	20.137	0.5008
14	45	SK-11	UD2	14.00 - 14.50	61	56	16	40	21.80	71.40	CH	CPT-17	0.618	0.0096
14	45	SK-11	SPT-11	16.50 - 16.95	63	73	21	52	0.80	98.90	CH	CPT-17	0.875	0.0125
14	45	SK-13	SPT-11	16.50 - 16.95	69	89	22	67	5.46	87.92	CH	CPT-22	22.351	0.2196
14	45	SK-14	SPT-8	12.00 - 12.45	65	90	21	69	0.00	96.35	CH	CPT-23	0.721	0.0048
15	18	SK-1	SPT-1	1.50 - 1.95	39	98	28	70	0.00	100.00	CH	CPT-1	0.208	0.015
15	18	SK-1	SPT-3	4.50 - 4.95	43	75	24	51	0.00	99.00	CH	CPT-1	0.052	0.007
15	18	SK-1	SPT-5	7.50 - 7.95	75	78	28	50	0.00	91.60	CH	CPT-1	0.104	0.007
15	18	SK-1	SPT-6	9.00 - 9.45	61	65	25	40	0.00	98.00	CH	CPT-1	0.104	0.004
15	18	SK-1	SPT-10	15.00 - 15.45	53	52	21	31	2.00	46.00	SC	CPT-1	19.746	0.099
15	18	SK-2	SPT-2	3.00 - 3.45	48	86	29	57	0.00	100.00	CH	CPT-2	0.624	0.016
15	18	SK-2	SPT-4	6.00 - 6.45	70	72	22	50	0.00	99.00	CH	CPT-2	0.312	0.001
15	18	SK-2	SPT-9	13.50 - 13.95	66	82	29	53	0.00	100.00	CH	CPT-2	3.741	0.013
15	18	SK-2	SPT-11	16.50 - 16.95	16	NP	NP	NP	1.00	18.00	SM	CPT-2	18.549	0.07
15	18	SK-3	SPT-1	1.50 - 1.95	31	85	29	56	0.00	100.00	CH	CPT-3	0.624	0.028
15	18	SK-3	SPT-2	3.00 - 3.45	44	71	20	51	0.00	100.00	CH	CPT-3	0.831	0.036
15	18	SK-3	SPT-4	6.00 - 6.45	77	73	28	45	0.00	98.12	CH	CPT-3	0.468	0.009
15	18	SK-3	SPT-7	10.50 - 10.95	51	78	31	47	0.00	100.00	CH	CPT-3	0.104	0.006
15	18	SK-3	SPT-9	13.50 - 13.95	66	83	23	60	2.00	95.00	CH	CPT-3	7.587	0.025
15	18	SK-4	SPT-1	1.50 - 1.95	42	72	22	50	0.00	99.00	CH	CPT-4	0.364	0.02
15	18	SK-4	SPT-3	4.50 - 4.95	57	73	28	45	0.00	100.00	CH	CPT-4	0.208	0.006
15	18	SK-4	SPT-6	9.00 - 9.45	73	87	32	55	0.00	100.00	CH	CPT-4	0.416	0.007
15	18	SK-4	SPT-8	12.00 - 12.45	83	71	29	42	1.00	91.00	CH	CPT-4	0.416	0.007
15	18	SK-4	SPT-10	15.00 - 15.45	29	NP	NP	NP	10.06	23.95	SM	CPT-4	19.746	0.081
15	18	SK-5	SPT-1	1.50 - 1.95	22	35	17	18	0.00	67.14	CL	CPT-5	0.892	0.058
15	18	SK-5	SPT-3	4.50 - 4.95	34	57	17	40	0.00	99.00	CH	CPT-5	0.997	0.059
15	18	SK-5	SPT-5	7.50 - 7.95	33	74	25	49	0.00	100.00	CH	CPT-5	0.42	0.022
15	18	SK-5	SPT-7	10.50 - 10.95	59	88	21	67	0.00	100.00	CH	CPT-5	0.63	0.014
15	18	SK-5	SPT-10	15.00 - 15.45	29	NP	NP	NP	0.35	38.02	SM	CPT-5	3.673	0.029
15	18	SK-5	SPT-14	21.00 - 21.45	33	49	19	30	0.00	95.52	CL	CPT-5	10.808	0.025
15	39	SK1	SPT3	4.50 - 4.95	12	NP	NP	NP	4.76	23.72	SM	CPT-4	7.904	0.064
15	39	SK1	SPT6	9.00 - 9.45	22	NP	NP	NP	0.00	70.65	ML	CPT-4	0.988	0.009
15	39	SK1	SPT10	15.00 - 15.45	31	37	16	21	0.00	70.45	CL	CPT-4	6.552	0.191
15	39	SK1	UD-2	18.00 - 18.50	26	46	17	29	3.52	75.88	CL	CPT-4	1.82	0.043
15	39	SK1	SPT13	19.50 - 19.95	32	51	20	31	0.00	100.00	CH	CPT-4	2.444	0.057
15	39	SK1	SPT19	28.50 - 28.95	38	66	22	44	0.00	100.00	CH	CPT-4	2.548	0.05
15	39	SK2	SPT2	3.00 - 3.45	17	NP	NP	NP	14.64	18.86	SM	CPT-9	7.904	0.031
15	39	SK2	SPT5	7.50 - 7.95	35	NP	NP	NP	0.00	84.10	ML	CPT-9	3.9	0.051
15	39	SK2	SPT9	13.50 - 13.95	36	64	23	41	0.00	100.00	CH	CPT-9	0.988	0.018
15	39	SK2	UD-3	17.50 - 18.00	30	53	20	33	2.94	89.50	CH	CPT-9	1.872	0.061

Şekil D.1 : Laboratuvar deney sonuçları ile CPT değişkenleri (proje yeri: 14–15).

Proje Yeri	Proje Kodu	Sondaj Kuyusu No	Numune No	Derinlik (m'den - m'ye)	w _n (%)	w _L (%)	w _p (%)	I _p (%)	+No.10 (%)	-No.200 (%)	Zemin Sınıfı	CPT No	q _c (MPa)	ƒ _c (MPa)
15	39	SK2	SPT12	18.00 - 18.45	28	45	21	24	0.00	100.00	CL	CPT-9	1.456	0.029
15	39	SK2	SPT15	22.50 - 22.95	30	43	17	26	0.00	88.45	CL	CPT-9	2.392	0.054
15	39	SK2	SPT18	27.00 - 27.45	47	63	26	37	0.00	100.00	CH	CPT-9	2.652	0.051
15	39	SK3	SPT5	7.50 - 7.95	29	NP	NP	NP	0.00	38.58	SM	CPT-6	8.84	0.098
15	39	SK3	SPT9	13.50 - 13.95	46	55	20	35	0.00	100.00	CH	CPT-6	0.832	0.016
15	39	SK3	SPT13	19.50 - 19.95	15	NP	NP	NP	49.55	13.51	GM	CPT-6	1.872	0.074
15	39	SK4	SPT6	9.00 - 9.45	37	32	22	10	0.00	91.01	CL	CPT-1	0.884	0.01
15	39	SK4	UD-2	14.50 - 14.95	22	36	16	20	13.92	41.85	SC	CPT-1	2.028	0.047
15	39	SK4	SPT10	15.00 - 15.45	25	28	22	6	2.45	66.48	CL	CPT-1	1.716	0.037
15	39	SK4	SPT14	21.00 - 21.45	40	53	20	33	0.00	100.00	CH	CPT-1	1.924	0.031
15	39	SK4	SPT18	27.00 - 27.45	41	54	22	32	0.00	100.00	CH	CPT-1	2.236	0.043
15	39	SK5	SPT4	6.00 - 6.45	18	NP	NP	NP	8.19	17.48	SM	CPT-2	6.448	0.064
15	39	SK5	SPT8	12.00 - 12.45	39	36	20	16	0.00	78.90	CL	CPT-2	0.936	0.015
15	39	SK5	SPT11	16.50 - 16.95	17	NP	NP	NP	29.23	9.85	SM	CPT-2	1.716	0.042
15	39	SK6	SPT3	4.50 - 4.95	14	NP	NP	NP	35.40	10.17	SM	CPT-1	2.496	0.07
15	39	SK6	SPT7	10.50 - 10.95	21	NP	NP	NP	15.64	25.13	SM	CPT-1	0.884	0.01
15	39	SK6	SPT10	15.00 - 15.45	22	27	15	12	6.58	55.52	CL	CPT-1	1.716	0.037
15	39	SK6	SPT14	21.00 - 21.45	27	NP	NP	NP	22.68	43.14	SM	CPT-1	1.924	0.031
15	39	SK6	SPT15	22.50 - 22.79	13	NP	NP	NP	17.25	11.72	SM	CPT-1	2.08	0.04
15	39	SK7	SPT3	4.50 - 4.95	29	NP	NP	NP	0.00	75.02	ML	CPT-1	2.496	0.07
15	39	SK7	SPT7	10.50 - 10.95	38	37	17	20	0.00	87.58	CL	CPT-1	0.884	0.01
15	39	SK7	UD-1	13.00 - 13.50	36	50	18	32	0.00	95.09	CH	CPT-1	21.164	0.312
15	39	SK7	SPT10	15.00 - 15.45	25	NP	NP	NP	0.30	28.38	SM	CPT-1	1.716	0.037
15	39	SK7	SPT16	24.00 - 24.45	25	NP	NP	NP	3.68	55.02	ML	CPT-1	2.288	0.052
15	39	SK7	SPT19	28.50 - 28.95	36	52	20	32	0.00	90.97	CH	CPT-1	3.276	0.037
15	39	SK8	SPT3	4.50 - 4.95	14	NP	NP	NP	24.51	9.30	SM	CPT-5	9.932	0.075
15	39	SK8	SPT11	16.50 - 16.95	32	59	20	39	0.61	74.53	CH	CPT-5	1.404	0.047
15	44	SK-1	SPT1	1.50 - 1.95	30	50	21	29	0.00	91.35	CH	CPT-5	2.8539	0.0971
15	44	SK-1	SPT5	7.50 - 7.95	34	40	16	24	4.41	78.98	CL	CPT-5	3.0653	0.0255
15	44	SK-1	SPT12	18.00 - 18.45	43	61	22	39	0.00	88.66	CH	CPT-5	1.902	0.0461
15	44	SK-1	SPT17	25.50 - 25.95	34	51	17	34	0.00	68.03	CH	CPT-5	2.061	0.0432
15	44	SK-2	SPT2	3.00 - 3.45	22	40	15	25	2.85	72.78	CL	CPT-9	1.2684	0.0477
15	44	SK-2	SPT6	9.00 - 9.45	39	46	16	30	0.00	98.05	CL	CPT-9	1.6384	0.0272
15	44	SK-2	SPT11	16.50 - 16.95	48	62	19	43	0.00	96.38	CH	CPT-9	1.057	0.0282
15	44	SK-2	SPT17	25.50 - 25.95	34	102	22	80	0.36	85.12	CH	CPT-9	1.955	0.0506
15	44	SK-3	SPT5	7.50 - 7.95	29	NP	NP	NP	0.00	66.20	ML	CPT-10	8.6674	0.0589
15	44	SK-3	SPT7	10.50 - 10.95	44	51	17	34	0.00	98.41	CH	CPT-10	0.687	0.0069
15	44	SK-3	SPT13	19.50 - 19.95	46	63	20	43	0.00	99.96	CH	CPT-10	1.109	0.0167
15	44	SK-4	SPT6	9.00 - 9.45	37	NP	NP	NP	0.00	95.20	ML	CPT-12	1.057	0.0196
15	44	SK-4	SPT13	19.50 - 19.95	25	42	15	27	0.00	79.88	CL	CPT-12	1.004	0.0196
15	44	SK-4	SPT17	25.50 - 25.95	37	65	19	46	0.00	70.14	CH	CPT-12	9.83	0.1079

Şekil D.1 : Laboratuvar deney sonuçları ile CPT değişkenleri (proje yeri: 15).

ÖZGEÇMİŞ



Ad Soyad: Kamil Özçelik

Doğum Yeri ve Tarihi: İstanbul / 1987

Adres: Mimar Sinan Mah. Solak Sinan Cami Önü Sok. No:5 / 10 Üsküdar

E-Posta: ozcelikamil@hotmail.com

Lisans: Yıldız Teknik Üniversitesi, 2009