



**Teknik Not  
(Technical Note)**

**Zemin Profilinin Yerinde Tanımlanmasında Etkili Bir  
Yöntem: Koni Penetrasyon Deneyi (CPT)**

**Şaban YURTCU, Mustafa KAVAL**

Afyon Kocatepe Üniversitesi, Afyon Meslek Yüksekokulu,  
İnşaat Programı, 03200 Afyonkarahisar/TÜRKİYE  
[syurtcu@aku.edu.tr](mailto:syurtcu@aku.edu.tr), [mkaval@aku.edu.tr](mailto:mkaval@aku.edu.tr)

**Özet**

Geoteknik mühendisliğinde gelişen teknoloji ile birlikte zemin kesitinin ve zemin özelliklerinin yerinde ve sürekli olarak belirlenmesini sağlayabilen yöntemler ağırlık kazanmaktadır. Sondajlı zemin incelemesinde sıkça uygulanan standart penetrasyon deneyinde (SPT) sonuçları etkileyen faktörlerin çokluğu, uygulama ve yorum yanlışlıkları, bunun yanında tüp içine alınan ve örselenmemiş tabir edilen numunelerin laboratuvar denemelerinde doğal durumundan büyük oranda farklı durumda olduğu gerçeği arazi deneylerine rağbeti arttırmaktadır. Koni penetrasyon deneyi, insan müdahalesi olmadan yapılan sürekli ölçüm sayesinde zemin profilinin ayrıntılı ve gerçeğe en yakın şekilde elde edilmesine imkan vermektedir. Bu çalışmada zemin özelliklerini belirlemek amacıyla zemin etüdü kapsamında yapılan arazi deneylerinden Koni Penetrasyon Deneyi (CPT) incelenmiştir. Zeminlerin fiziksel ve mekanik özelliklerini belirlemek amacıyla CPT yönteminin tarihsel gelişimi, deney ekipmanları, deneyin yapılışı, kullanım amacı, özellikleri, zemin tanımlaması ve mühendislik parametresi türetme konularında bilgiler verilmiştir. Çalışma sonunda mevcut uygulamalardan örnek profiller sunulmuş ve sonuçlar yorumlanmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Koni Penetrasyon, Standart Penetrasyon, Zemin İncelemesi.

**An Effective Method of Determining Ground Profile:  
Cone Penetration Test (CPT)**

**Abstract**

As the technology moves forward, geotechnical engineering is moving towards methods that can provide monitoring of ground properties on-site and on-going. In situ testing has increased popularity over other methods due to factors like “too many effecting factors of standard penetration test (SPT)” as well as the discovery of samples taken in tubes can be very different in the laboratory than their natural environments. Cone penetration test enables the continues monitoring of ground properties without human intervention. In this study Cone penetration test (CPT), one of in situ test to determine the ground properties, has been reviewed. It gives information on reviewing the history, development, how test is done, purpose of the test, properties, determining the ground and engineering parameters of the CPT method that determines the physical and mechanical properties of the ground. The end of the study gives profiles from the example tests and provides commentary on them.

**Keywords:** Cone Penetration, Standard Penetration, Ground testing.

*Bu makaleye atf yapmak için*

Yurtçu Ş., Kaval M., “Zemin Profilinin Yerinde Tanımlanmasında Etkili Bir Yöntem: Koni Penetrasyon Deneyi (CPT)”, Electronic Journal of Construction Technologies, 2009, 5 (1) 50-60

*How to cite this article*

Yurtçu Ş., Kaval M., “An Effective Method of Determining Ground Profile: Cone Penetration Test (CPT)”, Electronic Journal of Construction Technologies, 2009, 5 (1) 50-60

## 1. GİRİŞ

Geoteknik mühendisliğinde, zemin numunelerini çeşitli şekillerde almak mümkündür. İnce daneli zeminlerde, numune alma yöntemi ne kadar gelişmiş olursa olsun, gerilme durumunun değişmesi yüzünden numune örseleneceğinden ve numune alma işlemi sırasında numune fiziksel etkiye maruz kalacağından, alınan numunelerin tamamen örselenmemiş olmadığı bilinmektedir. Ayrık daneli zeminlerde ise örselenmemiş numune alma oldukça zor ve pahalı bir işlemdir. Bu nedenlerden dolayı, zemin özelliklerinin, çeşitli miktarlarda örselenmiş numuneler üstünde yapılacak laboratuvar deneyleri yerine arazi deneyleri ile belirlenmesi tercih edilir [1].

Koni Penetrasyon Deneyi (CPT) geoteknikte zemin özelliklerini yerinde belirlemek için giderek artan sıklıkla kullanılan bir arazi deneyidir. 1940'lı yıllarda uygulanmaya başlayan yöntemin çalışma prensibi, aşağıya doğru itilen ucu koni şeklindeki bir sondaya zeminin gösterdiği direncin belirlenmesi şeklindedir [2] (Şekil 1). CPT, arazi deneyleri içinde; sondaj gerektirmemesi, direk ölçüm yapılabilmesi, elde edilen veriler ile zemin tanımlamasının ve temel tasarımlarının yapılabilir olması nedenleri ile özellikle yumuşak kil ve gevşek kumlarda tercih edilmektedir. Uygulama hızının yüksekliği ve derinlikte sürekli veri toplaması diğer avantajlarıdır. Ülkemizde 70 li yıllarda kullanılmaya başlanan yöntem, 90 lı yıllarda yaygınlaşmış bir yerinde test seçeneği haline gelmiştir [3].

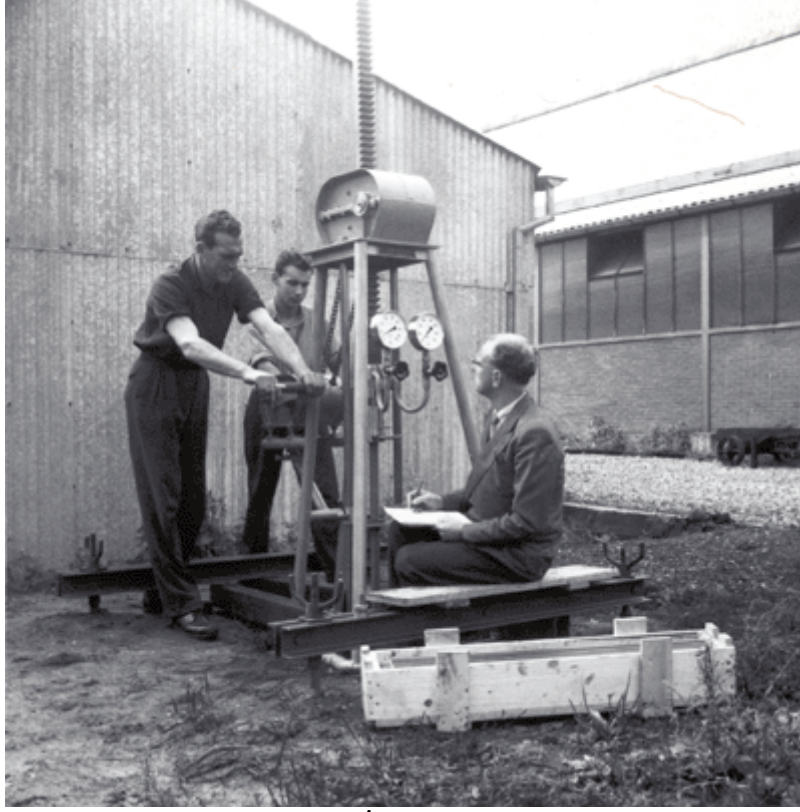
## 2. KONİ PENATRASYON DENEYİ (CPT) TARİHÇESİ VE TEKNOLOJİK GELİŞİMİ

- Koni Penetrasyon Deney yöntemi ilk kez Hollanda'da 1934'te kumların bağıl birim hacim ağırlığını ölçerek kazık hesaplaması yapılması amacıyla kullanılmıştır [4].
- 1948 yılına kadar elektriksel ölçüm sensörleri kullanılmadı.
- 1960 yılına kadar da geniş bir kullanım alanı bulamadı.
- 1980 lerden bu yana konik penetrometreler geoteknik uygulamalarında sıkça kullanıldı.
- 1980 lerden sonra diğer sensörlerin bulunmasıyla araştırmalar hızlandı.
- Türkiye'de 1970'li yıllardan itibaren yapılan zemin etüdlerinde konik penetrasyon deneyi (CPT) kullanılmaya başlanmış olup günümüzde sözkonusu metod, alüvyonel zemin koşullarının hakim olduğu bölgelerde oldukça yaygın bir kullanım alanına erişmiştir.
- Günümüzde, uç direnci ve çevre sürtünmesinin yanında boşluk suyu basınçlarını (CPTU) ve kayma dalgası hızlarını ölçebilen sistemler (SCPTU) geliştirilmiştir [5].

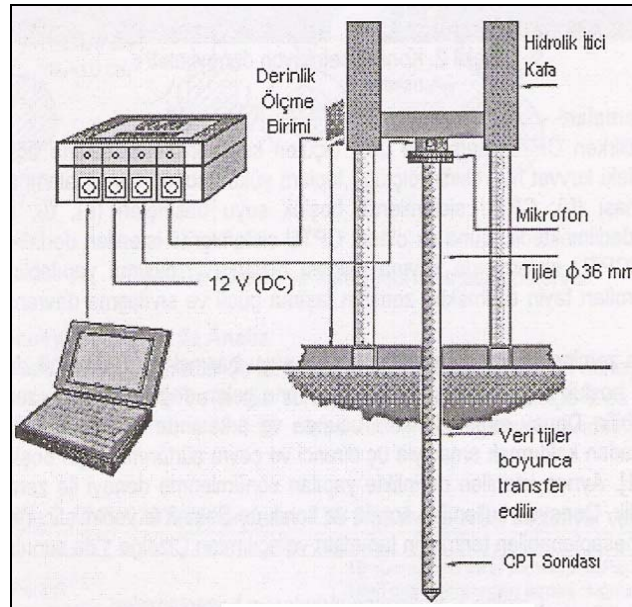
## 3. CPT YAPILIŞI VE DONATIMI

### 3.1. Deneyin Amacı

Deneyin temel amacı zemin profilinin tanımlanması, zemin tabakalarının geoteknik özelliklerinin ve tasarıma yönelik parametrelerin ölçüm sonuçlarından belirlenmesidir. CPT deneyinde, kesit alanı  $10 \text{ cm}^2$ , konik uç açısı  $60^\circ$  olan silindir şeklinde bir sonda  $20 \text{ mm/s}$  sabit hızla zemine itilmektedir. Bu işlem esnasında koni ucunda oluşan direnç ( $q_c$ ), silindirik gömlekte oluşan sürtünme direnci ( $f_s$ ) ve konik ucun farklı kısımlarında penetrasyon sırasında meydana gelen boşluk suyu basınçları ( $u$ ) elektronik olarak ölçülerek zemin kesiti ve zemin sınıfları elde edilmektedir [2]. Ayrıca istenilen derinliklerde penetrasyon durdurulduğunda boşluk suyu basınçlarının sönümlenmesi izlenerek zeminin geçirimsizlik özellikleri hakkında bilgi edinilebilmekte, aynı zamanda statik boşluk suyu basınçları da belirlenebilmektedir. Son yıllarda geliştirilen kablosuz (akustik) CPT sisteminde, ölçülen değerler bir mikro işlemci tarafından ses sinyaline çevrilerek yüzeye yollanmaktadır. Bu sinyal sondanın bağlandığı mikrofon tarafından algılanarak ara bağlantısı yapılmış veri toplayıcıya aktarılmaktadır (Şekil 2). Veri toplayıcıda ayrıca sinyallerin gönderildiği derinliğin kaydı da yapılmaktadır [6].



Şekil 1. CPT İlk Uygulamalar



Şekil 2. Kablosuz CPT sistemi

### 3.2. Koni Penetrasyon Ekipmanları

Konik penetrasyon deney düzeni; konik sonda, itme boruları ve itme sistemi kısımlarından oluşur (Şekil 3-4) [7].



Şekil 3. Koni penetrasyon deney cihazı



Şekil 4. Koni ve sürtünme gömleği

### 3.2.1. Türkiye’de Kullanılan CPT Ekipmanı

Ülkemizde CPT’nin kullanımında son yirmi yıl içindeki gelişmeler Türkiye ülke raporlarında sunulmuştur. Bu rapor kapsamında Türkiye’de kullanılmakta olan CPT ekipmanı bilgisi verilmiş olup sözkonusu liste güncelleştirilerek Tablo 1-2-3’de sunulmuştur [5]. Bu tablodan kolayca izlenebileceği gibi 1974 yılında ülkemizde sadece bir adet CPT ekipmanı mevcut iken yirmi yıl içerisinde sözkonusu rakam onsekize ulaşmıştır.

**Tablo 1.** Türkiye’de Devlet Kurumlarında Kullanılan CPT Ekipmanı

Kurum veya Firma	Marka	Tip	Kalibrasyon	Ölçümler
Devlet Demiryolları- Limanlar-Hava Meydanları Genel Müdürlüğü (DLH)	Dutch, 100kN	Mekanik	Mevcut değil	Uç
Devlet Su İşleri (DSİ)	Gouda, 200kN	Elektrikli – Mekanik	Gouda Unit	Uç+Çeper
Karayolları Genel Müdürlüğü	Gouda, 200kN	Elektrikli	Gouda Unit STU-100	Uç+Çeper
	Maihak, 25kN	Elektrikli- Titreşen tel	-	Uç+Çeper +boşluk suyu basıncı
Türkiye İller Bankası	Geotech, 100kN	Elektrikli	Sıfır okuması	Uç+Çeper +boşluk suyu basıncı +düşeyden sapma

**Tablo 2.** Türkiye’de Üniversitelerde Kullanılan CPT Ekipmanı

Kurum veya Firma	Marka	Tip	Kalibrasyon	Ölçümler
Eskisehir Anadolu Üniversitesi	Geotech, 200kN	Elektrikli	Sıfır okuması	Uç+Çeper +boşluk suyu basıncı + sismik+düşeyden sapma
Istanbul Teknik Üniversitesi (ITU)	OYO, 40kN	Elektrikli	Sıfır okuması	Uç+Çeper
Karadeniz Teknik Üniversitesi (KTÜ)	Gouda, 75kN	Mekanik	Manometer	Uç+Çeper
Sakarya Üniversitesi	Geotech, 200kN	Elektrikli	Sıfır okuması	Uç+Çeper +boşluk suyu basıncı + sismik + düşeyden sapma

**Tablo 3.** Türkiye’de Müşavirlik Zemin Etüdü ve Müteahhitlik Firmalarının Kullandığı CPT Ekipmanı

Kurum veya Firma	Marka	Tip	Kalibrasyon	Ölçümler
Geoteknik Etüd, Müsavirlik ve Müh.	Geomil, 200kN	Elektrikli	Sıfır okuması	Uç+Çeper +bosluk suyu basıncı
Geotest	Gouda, 200kN Gouda, 100kN	Elektrikli Mekanik	Gouda Unit Manometer	Uç+Çeper +boşluk suyu basıncı
Kasktas	Geomil, 200kN (2 adet)	Elektrikli Mekanik	Sıfır okuması	Uç+Çeper +boşluk suyu basıncı + sismik +zemin numunesi alıcısı
Stfa	Özel yapım, 25kN	Mekanik	Manometer	Uç+Çeper
Tekar	Geotech, 200kN (koni+aksesua)	Elektrikli	Sıfır okuması	Uç+Çeper +boşluk suyu basıncı + düşeyden sapma
Zetas	A.P. vd BERG, 100kN	Elektrikli	Sıfır okuması	Uç+Çeper +boşluk suyu basıncı + sismik (2jeofon) + iletkenlik+su ve gaz numunesi alımı
Zmg	Geotech, 200kN	Elektrikli	Sıfır okuması	Uç+Çeper +boşluk suyu basıncı + düşeyden sapma

### 3.3. Deneyin Yapılışı

Koni penetrasyon aleti paletli bir araca ya da özel kamyonuna bindirilmiş olarak taşınmaktadır [8]. Deneyin yapılacağı alana getirilen araç burgulu ankrajları vasıtasıyla zemine sabitlendikten sonra sonda zemine itilmeye başlanır (Şekil 5). Kesit alanı 10 cm<sup>2</sup>, konik uç açısı 60° olan silindir şeklinde elektronik okuyucuları olan sonda zemine 20 mm/sn hızla itilmektedir. Sondaya bağlanan sondaj çubuk (tij) boyları 1m olup inilecek derinlik zeminin gösterdiği dirence ve makinenin kapasitesine göre değişir. Sonda ve sondaya bağlanan borular hidrolik itme sistemi ile zemine sokulmaya



başlanır. İtme sisteminin bir çubuk boyundan fazla bir mesafe ile değişmez bir hızda itme özelliği olması, bu sırada penetrometre ucundaki gerekli itme kuvvetinin değişiminden etkilenmemesi gerekir. Derin sondalamalarda gerekli itme kuvveti 10 kN - 200 kN dolayında değişir. Genellikle alet kapasitesi 50 kN' dan küçük olmamalıdır. Bu işlem sırasında koni ucunda oluşan direnç ( $q_c$ ) silindirik yüzeyde oluşan sürtünme kuvveti ( $f_s$ ) ve penetrasyon sırasında meydana gelen boşluk suyu basınçları ( $u_w$ ) bulunur. Ayrıca istenen derinlikte penetrasyonu durdurarak boşluk suyu basınçlarının ölçümü, bunu izleyerek de zeminin geçirimsizlik ve sıkışabilirlik özellikleri hakkında bilgi edinebilme ve arazi boşluk suyu basınçları ( $u_0$ ) bulunabilmektedir [9].



**Şekil 5.** Koni Penetrasyon Aletinin Taşınması ve Ankrajlarla Zemine Sabitlenmesi

### 3.3.1. CPT'nin Sonlandırılması İçin Kriterler

Uç Drenci 50 Mpa'ı geçmemelidir. Uç direnci yüksek olduğunda ankrajlar sökülür ve kamyon havaya kalkar. Çevre sürtünmesi 0,5 Mpa, boşluk suyu basıncı 2,5 Mpa'ı gördüğünde deneye son verilir.

### 3.3.2. CPT'nin Uygulandığı Zeminler

Koni penetrasyon deneyi, özellikle yumuşak/gevşek ince taneli zeminlerden çakıl boyutundaki iri taneli zeminlere kadar kesit boyunca karşılaşılan zemin tabakalarında zemin özelliklerinin örselenme olmaksızın yerinde belirlenmesi amacıyla kullanılmaktadır [6]. CPT yüksek yoğunluklu zeminlere sahip arazilerde uygulanamaz. CPT'nin konsolide olmamış karışıma sahip zeminlerde kullanılması uygundur. Öte yandan iri kayalar ve çimentolaşmış katmanlara sahip zeminlerde penetrasyon uygulaması oldukça zordur.

### 3.3.3. CPT'nin Uygulanabilir Derinliği

CPT genellikle 150 feet derinliğe kadar uygulanır. Ama 300 feet derinliğe kadar uygulamak mümkündür.

### 3.3.4. CPT İle Ölçülen Değerler

- Uç Direnci
- Çevre Sürtünmesi/Yapışması
- Boşluk Suyu Basıncı

Bu değerler kullanılarak;

- Zemin Sınıflandırılması
- Kayma Direnci Tayini
- Bağlı Birim Hacim Ağırlık
- OCR (Aşırı Konsolidasyon Oranı)
- Sıvılaşma Analizi
- Hidrolik İletkenlik
- Kazık Boyutlandırılması yapılabilmektedir.

### A. Koni Uç Direnci $q_c$ ( $q_T$ )

Koni direnci  $q_c$ , koni ucundaki toplam eksenel gücün, alan faktörüne bölünmesiyle bulunur. Boşluk suyu basıncı ölçümü dışında CPT için  $q_c$  kullanılır. Ölçümde konik uca göre boşluk suyu basıncı için  $q_T$  kullanılır. Çünkü konide dengesiz boşluk suyu basınçları tarafından, ölçüm gücü değişebilir. Yüksek boşluk suyu basınçları nedeniyle yanlış ölçüm yapılabilir. Sonuç olarak:

$$q_T = \frac{\text{Koni ucunda toplam eksenel güç}}{\text{Alan Faktörü}}$$

$$q_c = \frac{\text{Koni ucunda toplam eksenel gücün düzeltilmemiş ölçüm sonucu}}{\text{Alan Faktörü}}$$

Uç direnci  $q_c$ , kPa veya MPa olarak ölçülür.

### B. Çevre Sürtünme Direnci $f_s$ ( $f_T$ )

Sürtünme kuvveti, toplam sürtünme kuvvetinin yüzey alanı sürtünmesine bölünmesiyle bulunur. Çevre sürtünmesi değerleri, dengesiz su basıncından dolayı oluşan yüzeydeki sürtünmedir. Toplam yüzey sürtünme değerinin bulunmasında, boşluk suyu basıncının düzeltilmiş değerleri kullanılır.

$$f_T = \frac{\text{Toplam çevre sürtünmesi}}{\text{Yüzey Alanı sürtünmesi}}$$

$$f_s = \frac{\text{Çevre sürtünmesinin düzeltilmemiş ölçüm sonucu}}{\text{Yüzey alanı sürtünmesi}}$$

### C. Sürtünme Oranı $R_f$

Sürtünme oranı  $R_f$ , çevre sürtünmesi ve koni direnci arasındaki oran olarak tariflenir.

$$R_f = \frac{f_T}{q_T} \cdot 100(\%)$$

Benzer olarak  $I_f = \frac{q_T}{f_T}$  kullanılır.

### D. Arazi Boşluk Suyu Basıncı $U_0$ (kPa)

Zeminde belirli seviyelerde arazi boşluk suyu basıncının hakim olduğu görülür. Yeraltı suyu seviyesinin bulunduğu ortamlarda boşluk suyu basıncı derinlikle genelde lineer değişim gösterir.  $U_0$  penetrasyon işleminde sistemin dengeye gelmesinden sonra ölçülen boşluk suyu basıncıdır.

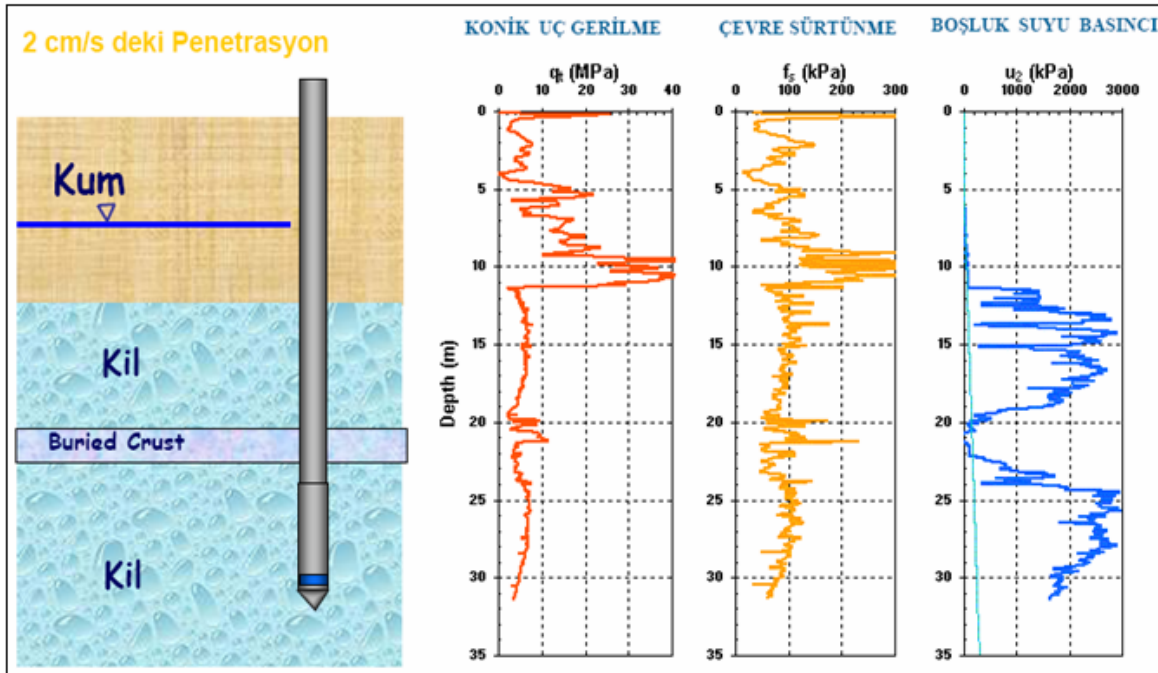
### E. Ölçülmüş Boşluk Suyu Basıncı $U$ (kPa)

Penetrasyon deneyi sırasında kaydedilmiş boşluk suyu basıncıdır ( $U = U_0 + \Delta u$ ). Konik ucun üstünde, normal filtre konumlarındaki boşluk suyu basınçları için kullanılır. Konik ucun ortasında alternatif filtre pozisyonunda boşluk suyu basıncı ölçülebilir ve tanımlanmasında  $U_{YÜZEY}$  kullanılır.

### F. Boşluk Suyu Basıncında Değişim

Penetrasyon yönteminden meydana gelen boşluk suyu basıncı değişimidir ( $U - U_0$ ). Meydana gelen boşluk suyu basıncı, zeminde negatif veya pozitif olabilir. Farklı filtre konumlarında meydana gelen boşluk suyu basıncı;

$\Delta U_{YÜZEY} = U_{YÜZEY} - U_0$ , olabilir.



Şekil 6. CPT ile Bilgisayar Ekranından Gerçek Zamanlı Data Okumaları

### 3.3.5. CPT Deney Sonuçları ile Zemin Özelliklerinin Bulunması

#### 3.3.5.1. CPT İle Zemin Sınıflandırma Prensipleri

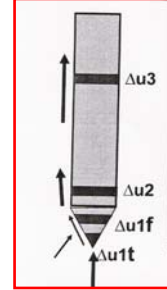
Çeşitli araştırmacılar tarafından, farklı değişkenler yardımıyla sınıflandırma haritaları elde edilmiştir. Burada Robertson ve Eslami-Fellenius Sınıflandırma Çizelgesi Şekil 7-8 de verilmektedir.[10]. Çevre sürtünmesi ölçümlerinde güvenilir olmayan  $q_T$  ve  $u$  görülebilir. Derinliğin artmasıyla koni direncinde zemin tabakalarından dolayı artış olabilir. Buna bağlı olarak zemin sınıfları değişiklik gösterebilir. Zeminlerde  $q_T$  ve  $R_f$  kullanarak çizilen sınıflandırma haritalarında kimi zaman problemler olmuştur. Örtü yükü basıncı artışıyla bulunan  $u$ ,  $f_s$ ,  $q_T$  değerlerinde gerçek



artışlar görülür. Örnek olarak kalın birikimlerde, normal konsolide killerin koni derinci  $q_c$ , derinlikle değişiminde CPT sınıflamasında kolay anlaşılır değişiklikler meydana getirir. Sonuç olarak  $R_f$  ve  $q_T$  zemin sınıflamasında kullanılır:

**Tablo 4.** CPT İle Zemin Sınıflandırma Prensibi

Zemin Tipi	Koni Drenci ( $q_c$ )	Sürtünme Oranı ( $f_s/q_c$ )	Boşluk Suyu ( $u_0+\Delta u$ )
Kum	Yüksek	Düşük	Ani $\Delta u$ Sönümlenmesi
Kil	Düşük	Yüksek	Uzun Sürede $\Delta u$ Sönümlenmesi



$$\Delta u_1 > \Delta u_2 > \Delta u_3 \quad (\text{N.C})$$

$$\Delta u_1 \gg \Delta u_2 \gg \Delta u_3 \quad (\text{O.C})$$

### 3.3.5.2. Yumuşak Killerde Drenajsız Kayma Direnci

CPT deneyi ilk yıllarda killerin drenajsız kayma mukavemetinin belirlenmesine yönelik çalışmalar için kullanılmıştır. Normal konsolide killeri üzerinde çalışmalar yapılmıştır. Değerlendirmeler teorik ve ampirik olarak iki farklı yaklaşımla yapılmaktadır. Drenajsız kayma direnci  $S$  değeri aşağıdaki gibi bulunmaktadır [11].

$$S_u = \frac{q_c - \sigma_{v0}}{N_K}$$

$N_K$  = Boyutsuz Ampirik koni faktörü

$\sigma_{v0}$  = Toplam jeolojik yük değeri

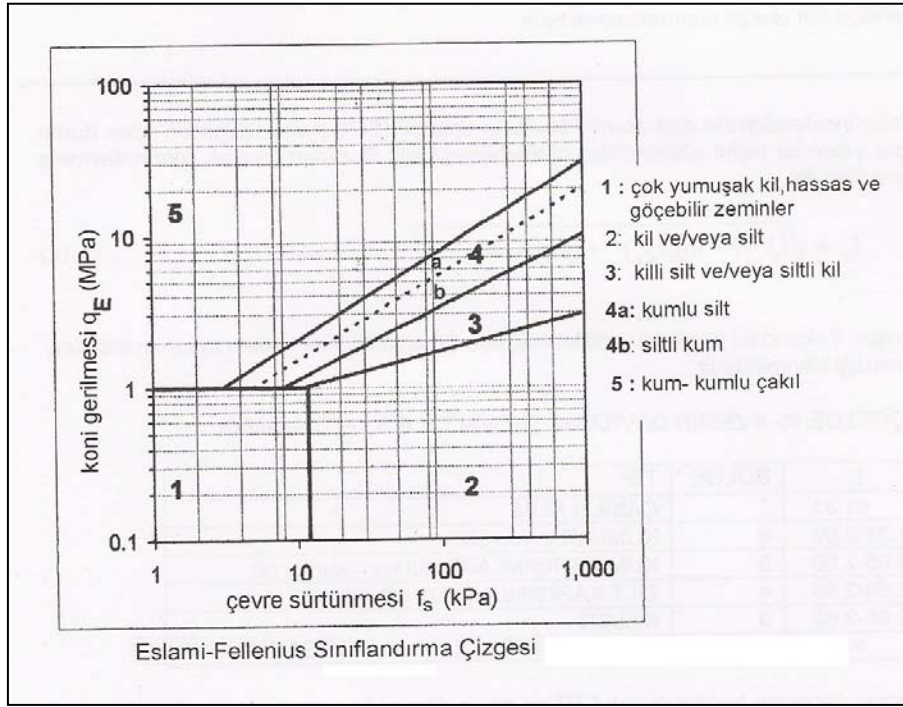
$N_K$  koni faktörü 11 ile 19 arasında değişmekte olup ortalama olarak 15 alınabilir ve değeri aşırı konsolidasyon oranı, duyarlılık, silt yüzdesi, test tipi, jeolojik yük gibi faktörlerden etkilenir.

## 4. SONUÇLAR

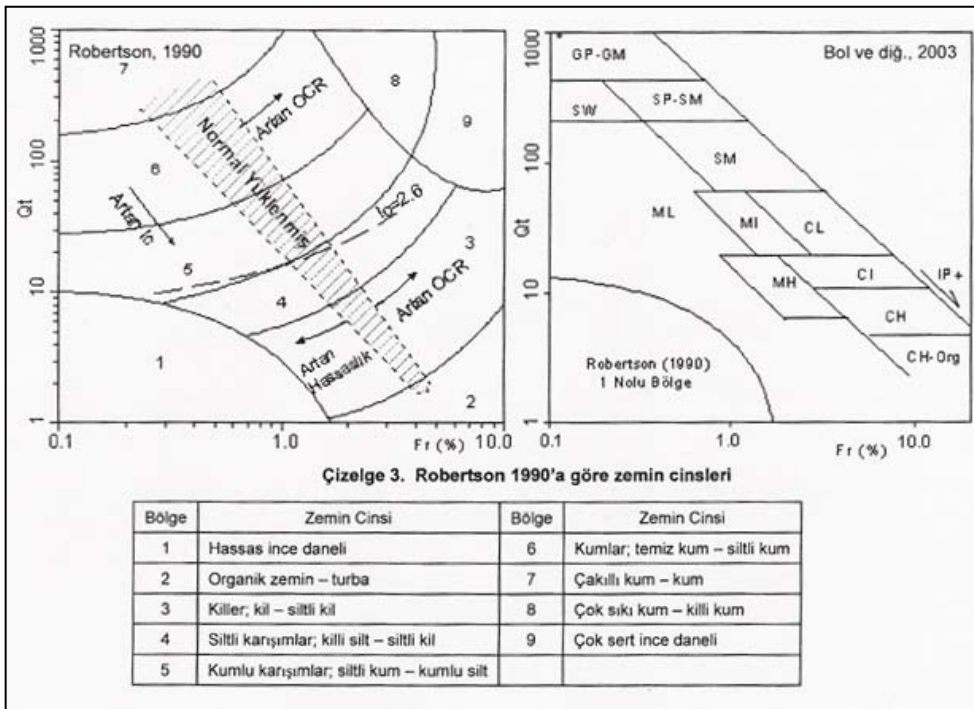
Zemin kalın veya ince tabaklardan meydana gelen bir yapıya sahiptir. Tabakaların kalınlığı ve inceliği, danelerin biçim özellikleri, zemin sınıfları gerek arazi gerekse de laboratuvar deney yöntemleriyle anlaşılabilir. Zemin parametrelerinin arazi deneyleri ile belirlenmesi, ekonomi ve zaman yönünden sağladıkları avantajlar ve kolaylıkları nedeniyle ilgi çeken bir konu olmuştur.

Koni Penetrasyon zemin parametreleri 2 cm' de bir ölçülür. Dolayısıyla 2 cm de bir zemin profili öğrenilebilmektedir. Verilerin sık alınması deneyin bir avantajıdır. Bu yöntemin en büyük dezavantajı ise, iri daneli ve sert zeminlerde uygulanamamasıdır. Numune almanın zorluğunun olmadığı sık zemin tabakaları incelendiğinde bu yöntem daha doğru sonuçlar verebilmektedir.

CPT deneyi, elektronik yollardan zemin parametrelerinin elde edilmesini sağlar. İnsani hatalar söz konusu değildir. Numune alınamaması bir eksiklik olarak gözükse de deney uygulama bakımından bu eksikliği artıya çevirmiştir.



Şekil 7. Eslami-Fellenius Sınıflandırma Çizelgesi



Şekil 8. Robertson 1990'a göre zemin cinsleri [10].

**KAYNAKLAR**

1. Sivrikaya, O, Tođrol, E., 2003, “İnce daneli zeminlerde SPT sonuçlarının düzeltilmesi üzerine bir Çalışma”, İTÜ Dergisi/d, Cilt:2, Sayı:6, 59-67, s:1.
2. Bol, E., Özocak, A., Sert, S., Arel, E., 2004, “Geyve İlçesi (Sakarya) Zemin İnceleme Raporu”, Sakarya Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, s:20,
3. Dipova, N., Cangir, B., 2005, “Antalya zeminlerinde CPT (Konik Penetrasyon Deneyi) Uygulamaları”, Antalya Yöresinin İnşaat Mühendisliği Sorunları Kongresi, Antalya.
4. Önalp, A., Sert, S., 2006, “Geoteknik Bilgisi III Bina Temelleri”, Birsen Yayınevi, s:70, Birinci Basım, İstanbul,
5. Ermem, C., Durgunođlu, T. H., 2000, “Türkiye CPT Veri Tabanı ve Mevcut Ampirik Bağıntılar İle Karşılaştırma”, Zemin Mekanigi ve Temel Mühendisligi Sekizinci Ulusal Kongresi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.
6. Özocak, A., Sert, S., Önalp, A., 2006, "Zemin İncelemelerine Çağdaş Yaklaşım : Koni Penetrasyon Deneyi, GAP V. Mühendislik Kongresi Bildiriler Kitabı, Şanlıurfa, 2:1026-1033.
7. Sert, S., Önalp, A., Arel, E., 2007, "Koni Penetrasyon Deneyi ile Kazık Kapasitesinin Belirlenmesi", 2. Geoteknik Sempozyumu, Bildiriler Kitabı, s: 117-127, Seyhan Otel, Adana.
8. Mayne, P.W., Dejong, J., Christopher, B.R., 2001, “Manual on Subsurface Investigations”, Federal Highway Administration, Washington,
9. Öner, E., 2003, “Alüviyal Ortamlarda SPT ve CPT Deneylerinin Karşılaştırılması”, Sakarya Üni. Fen Bilimleri Enstitüsü, Sayı:2.
10. Robertson, P. K., 1990, “Soil Classification Using the Cone Penetration Test”, Canadian Geotechnical Journal, Vol.27 (1), 151-158.
11. Lunne, T., Robertson, P. K., Powell, J.J.M., 1997 “Cone Penetration Testing in Geotechnical Engineering”, E&FN Spon.