

COĞRAFI BİLGİ SİSTEMİ PROGRAMLARININ TEMEL ZEMİNİNİN JEO-MÜHENDİSLİK ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİNDE KULLANIMI: ESKİŞEHİR ÖRNEĞİ

Hasan TOSUN¹, Ahmet ORHAN²

ÖZET : Son yıllarda mühendislik jeolojisi uygulamalarında Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) programları yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. Böyle bir çalışma Eskişehir yerleşim alanının yer aldığı, yaklaşık 30 km²'lik bir alanda uygulanmış olup, temel zemin özelliklerinin ortaya konulması amacıyla jeo-mühendislik haritaları oluşturulmuştur. Genel olarak zemin profilinin çok değişken olmayan bir yayılım gösterdiği ve yüzeyden itibaren ince taneli zeminden iri taneli zemine geçiş yaptığı gözlenmiştir. İnce taneli zeminler, şehir merkezine doğru yüksek plastisiteli zeminden düşük plastisiteli zemine dönüşmekte, silt miktarı artmakta ve alttaki iri taneli zemine dereceli olarak geçiş yapmaktadır. Yine şehir merkezine yakın olan kesimlerde Standart Penetrasyon Testi (SPT) sayılarının düştüğü gözlenmiştir. Bu çalışma ile bölge için geliştirilmiş bir jeo-mühendislik model esasında ön bilgi amaçlı haritalar ve kesitler oluşturulmuştur.

ANAHTAR KELİMELER : Eskişehir, Coğrafi Bilgi Sistemi, Jeo-Mühendislik Haritalar, SPT, Zon Haritaları.

USE OF PROGRAMS OF GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM IN DETERMINATION OF GEO-ENGINEERING PROPERTIES OF SETTLEMENT AREA: A CASE STUDY

ABSTRACT : Recently, Geographic Information System (GIS) Programs are widely used in Engineering Geology applications. Such a study was performed in the Eskişehir urban area of about 30 km², to predict the properties of foundation soil on the geo-engineering maps. The soil profile generally, exhibits a constant spreading and it starts with fine grained soils near the surface where the grain size gradually increases downward. The plasticity of fine grained soils decreases to Eskişehir Centrum and silt content increases and they gradually change to underlying coarse grained soils. In addition the Standard Penetration Test (SPT) counts decrease toward the Centrum of Eskişehir city. In this respect, useful preliminary maps and cross-sections were formed for this area to be used in further studies.

KEYWORDS : Eskişehir, Geographic Information System, Geo-Engineering Maps, SPT, Zone Maps.

¹ Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Batı Meşelik Kampüsü, 26480 ESKİŞEHİR.

² Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Batı Meşelik Kampüsü, 26480 ESKİŞEHİR.

I. GİRİŞ

Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS), dünya üzerinde var olan nesnelere ve meydana gelen olaylara ait bilgileri toplamaya, bunları bilgisayar ortamında depolamaya, sorgulama yapmaya, istenilen format ve ölçekte haritalamaya ve analizlerini yapmaya yarayan yüksek performanslı bir bilgisayar sistemidir. Bu sistem, coğrafi konumu olan nesne ve olaylara ait tüm verilerin toplanmasının ve depolanmasının yanı sıra güncelleştirilmesini, sorgulanmasını, sentezlenmesini ve yeni seçenekler üretilmesini çok kısa bir sürede yapabilecek nitelikte bir teknolojik sistemler bütünüdür. Bu gibi özellikler CBS'ni diğer sistemlerden ayırmakta ve eski haritalama yöntemlerinin yerini almasını sağlamaktadır. Ayrıca, her bir coğrafi nesne için veri girilebilmesi gibi özellikleri sayesinde, bu veri tabanından yararlanmak suretiyle değişik türde sorgulama ve konulu haritalar üretiminde de önemli kolaylıklar sağlamaktadır.

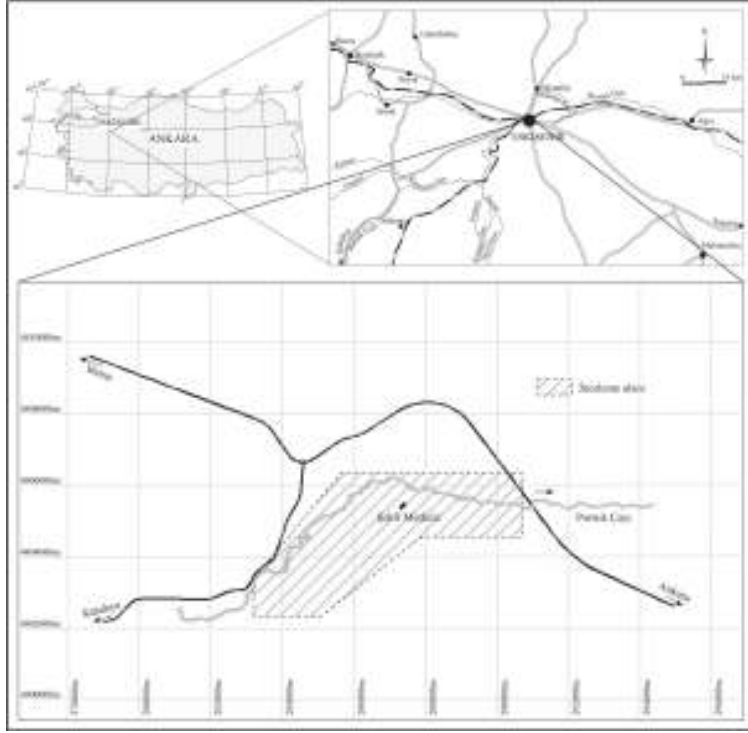
CBS'nin geniş bir kullanım alanı mevcuttur. Araştırmacılar ve uygulamacılar ortaya çıkan gereksinimler karşısında yazılımlarda çeşitli değişiklikler yaparak, amaçları doğrultusunda kullanma imkanına sahip olabilmektedirler. CBS, kent bilgi sistemi, matematiksel modelleme ve araç takibinin yanı sıra birçok yer bilimleri uygulamasında kullanılabilmektedir. Bunlardan yer bilimlerine yönelik yapılan çalışmaların bazıları ise doğal tehlike analizleri, genel jeoloji amaçlı çalışmalar, jeoteknik çalışmalar vs. gibi sıralanabilir [1-3].

Bu çalışmada, yerleşimin yoğun olduğu Eskişehir Odunpazarı Belediyesi sınırları içinde kalan, büyük bölümü alüvyon zeminden oluşan bir bölgede arazi ve laboratuvar çalışmaları yürütülmüştür. Bu kapsamda, 170 adet sondaja ait 1394 adet örselenmiş ve 383 adet örselenmemiş numune kullanılarak temel zemininin fiziksel ve mekanik özellikleri belirlenmiştir. Belirtilen alan içinde elde edilen örselenmiş ve örselenmemiş örnekler üzerinde temel zeminine ait tane çapı dağılımı, kıvam indisleri, özgül gravite gibi fiziksel deneyler ile dayanım özelliklerini ortaya koyan mühendislik deneyleri de yapılmıştır. Ayrıca arazide yüzeylenen birimler üzerinde bütün bölgeyi temsil edecek şekilde Standard Penetrasyon Deneyleri yapılmıştır. Buradan elde edilen özelliklere

bağlı olarak orta ölçekli bir metropol alan için CBS kullanarak arazi kullanım haritaları oluşturulmuştur. Ayrıca belirtilen özelliklerin kendi aralarındaki ilişkilerini incelemek ve bunları bilimsel esasta değerlendirmek ve araştırmacı ve uygulamacılara fikir verebilecek harita ve modeller oluşturmak, yapılan çalışmanın başka bir amacını oluşturmaktadır.

II. İNCELEME ALANININ TANITIMI

İnceleme alanı, 283.200-290.700 doğu boylamları ile 4.402.300-4.406.300 kuzey enlemleri (UTM Zon 36) arasında bulunan yaklaşık 30 km² lik bir alanı kapsamaktadır (Şekil 1). Bölgede bulunan en önemli akarsu, Eskişehir merkezini batıdan doğuya boydan boya kat ederek geçen Porsuk Çayı'dır ve genel olarak düz bir topografya sunmaktadır.



Şekil 1. İnceleme alanının lokasyon haritası.

III. İNCELEME ALANININ JEOLJİK, HİDROJEOLJİK VE TEKTONİK ÖZELLİKLERİ

Bu bölümde çalışma alanının jeolojik, hidrojeolojik ve tektonik özellikleri 3 ayrı alt başlık altında ele alınarak değerlendirilecektir.

II.1. Bölgenin Jeolojik Özellikleri

Daha önceki araştırmacılar Eskişehir Ovası'nın jeolojik özelliklerini belirlemeye yönelik geniş kapsamlı bir çalışma yapmışlardır [4]. Gerek belirtilen bu çalışma, gerekse arazide yapılan gözlemler birleştirilerek, bölgenin stratigrafisi özet halinde açıklanacaktır.

Eskişehir havzasında yaşları Triyas ile Holosen arasında değişen birimler yer almaktadır. En altta Triyas'da oluşmuş metamorfik-ofiyolitik-metadetritik tektonik birliği yer almaktadır. Bunların üzerine Jura-Kretase-Eosen-Miyosen-Pliyosen yaşlı sedimanter ve volkanik kayalar yer almaktadır. Bölgedeki en genç birimleri ise Pleyistosen yaşlı, önceki araştırmacılar tarafından eski alüvyon olarak tanımlanan Akçay Formasyonu (gevşek tutturulmuş kil, silt, kum ve çakıl) ile güncel alüvyon (kil, silt, kum ve çakıl) oluşturmaktadır. İnceleme alanı ve çevresinin jeoloji haritası Şekil 2'de verilmektedir.

Eskişehir il ve ilçelerinin bulunduğu (i24, i25, i26 ve i27 paftaları) bölge, Tetis kuşağı içinde yer almakta olup, Tetis'in kuzey kolunun kapanmasıyla birlikte gelişen bir dizi tektonik olaylara bağlı olarak gelişmiştir.

İnceleme alanı jeolojik evrimini Triyas ile Holosen arasında tamamlamıştır. Eskişehir civarının bugünkü jeolojik yapısı Triyas sonundan günümüze kadar geçirmiş olduğu bir dizi tektonik olaylara bağlı olarak şeklini almıştır [4-5].

Çalışma alanı içerisinde yukarıda belirtilen birimlerin tamamının görülmemesine karşın, bölge hakkında genel bir fikir vermesi açısından değinilmiştir. İnceleme alanı ve yakın çevresinde gözlenen birimlere ilişkin bilgiler aşağıda verilmektedir.

Porsuk Formasyonu, konglomera, kumtaşı, bazalt akıntıları, tuf, tüfit, marn, kil, jipsli marn ve kil, jips ve kireçtaşlarından oluşan yaklaşık doğu-batı doğrultulu uzanan, Porsuk Çayı boyunca yayılım gösteren bir birimdir. İnceleme alanı sınırları ve yakın çevresi içinde konglomera-kumtaşı, marn ve killer ile kireçtaşları gözlenmektedir.

Akçay Formasyonu, daha yaşlı formasyonlara ait kil, silt, kum ve çakıllarının gevşek tutturulmasıyla oluşmaktadır. Karasal fasiyeste oluşan birimin kum ve çakılları içinde yer yer çapraz tabakalanma ve laminalara rastlanmaktadır ve havzanın batı kısmında, havza çevresindeki yükseltilerde teraslar şeklinde görülmektedir. Birim içerisinde kil silt gibi daha ince taneli seviyelere de rastlanmaktadır. Ayrıca yer yer organik maddece zengin seviyeler de gözlenmektedir. Formasyon; alttaki birimler üzerine uyumsuz olarak gelmekte olup, kalınlığı 40-100 m arasında değişmektedir. Birim inceleme alanının kuzeybatı ve güneybatısında gözlenmekte olup, kum ocağı olarak işletilmektedir.

Bölgede alüvyon, İnönü Ovası'ndan gelen Sarısu Deresi ile Porsuk Çayı ve yan kollarının getirip ovada biriktirdiği malzemeden oluşmaktadır. Birim, Eskişehir havzasında geniş bir alan kaplamaktadır ve kil, silt, kum ve çakıl seviyelerinden oluşmaktadır. Meşelik mevkiindeki killer yüksek plastisite özelliğinde olup, çoğunlukla kırmızı renkte gözlenmektedirler. Bu yüksek plastisiteli kil seviyesi önceki araştırmacılar tarafından Meşelik Kili olarak adlandırılmıştır [7-8]. Ovanın diğer kesimlerinde bulunan killer daha çok sarı ve bej renkte gözlenmektedirler. Birimin kalınlığının 10-25 m arasında değiştiği belirtilmektedir [9-10].

III.2. Bölgenin Hidrojeolojik Özellikleri

Eskişehir Ovası'nda yeraltı suyu seviyesi bölgenin en yağışlı dönemi olan bahar aylarında genel olarak 0.5-7.5 m arasında değişmekte olup, bazı lokasyonlarda 20-30 m derinliklerde de bulunabilmektedir. Yağışın en az olduğu yaz aylarında ise, yeraltı suyu seviyesi 2-13 m arasında değişmektedir. İnceleme alanının kuzeybatısında yüzeylenen Pleyistosen yaşlı Akçay formasyonu içinde yeraltı

suyu seviyesi daha derinde iken, alüvyon içerisinde 5-6 m arasında değişmektedir. Ova genelinde Nisan-Mayıs ve Temmuz-Ağustos aylarında yeraltı suyu seviye değişimi 0.1-1.5 m arasında olmasına karşın, Eskişehir il merkezinin bulunduğu kesimlerde yeraltı suyu seviyesindeki değişim 0.1-0.5 m arasında bulunmaktadır [11-12]. Çalışma alanında yeraltı suyunun konumu genel olarak Porsuk Çayı tarafından kontrol edilmektedir.

III.3. Bölgenin Tektonik Özellikleri

İnceleme alanında Triyas sonunda kapanan bir okyanusta (kuzeye dalan) gelişen olayların neticeleri Sivrihisar'ın kuzeybatısında bulunan bölgelerde ekaylı yapılar ve bindirmeler oluşmuştur. Ancak Triyas sonunda oluşumunu tamamlamış bu ekaylı sistem, daha sonraki yapısal hareketlerden de etkilenmiştir. Bu dönemde hakim olan kuzey-güney istikametindeki sıkışmalar neticesinde doğu-batı yönlü fay sistemleri gelişmiştir. Üst Kretase ve sonrasında inceleme alanının dışında gelişen yine kuzey-güney yönlü sıkışmalar bölgeyi etkilemiş ve de özellikle Jura-Üst Kretase birimlerinde doğrultu atımlı fayların oluşmasına sebep olmuştur.

Diğer taraftan Neojen'de gelişen tektonik olaylar (kuzey-güney yönlü gerilmeler) neticesinde de İnönü-Eskişehir-Sivrihisar doğrultusunda normal faylar oluşmuştur. Eskişehir'den geçen bu fay sistemi Eskişehir fay zonu olarak adlandırılmıştır. Ayrıca bindirme fayları, normal faylar ve doğrultu atımlı faylar olmak üzere 3 türlü fay sisteminin bulunduğu işaret edilmektedir [4]. Tüm bu çalışmalar göz önünde bulundurulduğunda, çalışma alanı ve çevresinde gözlenen faylar içinde sadece Eskişehir'in güneyinden geçen, Eskişehir fay zonunun aktif olduğu görüşü araştırmacılar tarafından kabul edilmektedir [13].

IV. TEMEL ZEMİN ÖZELLİKLERİ

Bu çalışmada belirtilen alan içerisinde yer alan birimler, jeo-mühendislik özellikleri yönünden detaylı değerlendirilmiştir. Yapılan çalışmalara birimlerin arazide tanımlanmasıyla başlanmış, çalışma alanının jeolojik haritası çıkartılmış,

Yeni bulgular ışığında jeolojik yapı değerlendirilmiştir. İnceleme alanının güney ve güneybatı bölümünde Eosen, güney bölümünde Miyosen yaşlı kayalar birimleri, kuzey bölümünde ise Kuvaterner, özellikle Porsuk Çayı'na yakın olan kesimlerde Holosen yaşlı alüvyondan oluşmaktadır (Bkz. Şekil 2).

İnceleme alanında yer alan zemin birimlerinin tanımlanması amacıyla deneysel çalışmalar yürütülmüş, deneysel çalışmalara bağlı olarak zemin sınıflaması yapılmış ve tabakalanma durumu ortaya konulmuştur. Alüvyon zemin üzerinde yapılan çalışmalar alt başlıklar halinde detaylı olarak değerlendirilmiştir.

IV.1. Deneysel çalışmalar

Alüvyon üzerinde yürütülen deneysel çalışmalar iki aşamada yapılmıştır. Birinci aşamada arazide sondajlar açılmış ve sondajlarda Standart Penetrasyon deneyleri gerçekleştirilmiş ve belli seviyelerden örselenmemiş örnekler alınmıştır. Bu amaçla toplam 1897.5 m derinliğinde 170 ayrı lokasyonda sondaj çalışması yapılmıştır. Çizelge 1'de laboratuvar ve arazi deneysel çalışma özeti verilmiştir.

Çizelge 1. Arazi ve laboratuvar deneysel çalışma özeti.

Çalışma	Birim	Değer
-Sondaj deliği	adet	170
-Sondaj derinliği	m	1897.5
-Örselenmiş numune	adet	1011
-Örselenmemiş numune	adet	383
-SPT deneyi	adet	1011
-Tanımlama deneyleri	adet	383
-Serbest basınç deneyi	adet	346

IV.2. Zeminlerin Fiziksel Özellikleri

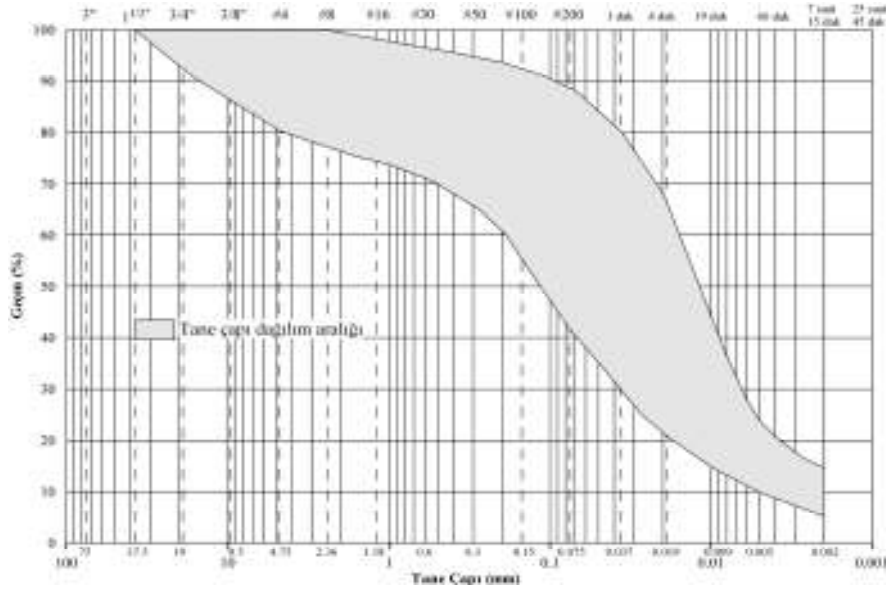
İnceleme alanının büyük bir bölümünü üstte ince taneli ve altta iri taneli malzemeden oluşan ve daha önceki çalışmalarda "alüvyon" olarak nitelendirilen zemin kaplamaktadır. Üst bölümde yer alan ince taneli zemin içerisinde ortalama % 4.1 çakıl, % 29.7 kum ve % 66.2 ince (silt-kil) malzeme bulunmaktadır. Çalışma alanında dikkate alınan 383 adet numuneye ait tane çapı dağılımı

yönünden istatistiksel değerlendirilmesi Çizelge 2’de, ince taneli zemin örneklerinin tane çapı dağılım aralığı ise Şekil 3’de verilmektedir.

Çalışma alanı kuzey ve kuzeydoğusunda yer alan ince taneli zemin genellikle düşük plastisiteli olup, kum muhtevası yüksektir. Bu zeminler, Birleştirilmiş Zemin Sınıflama Sistemine göre, “kumlu killi silt, siltli kum ve düşük plastisiteli kil-silt” olarak sınıflanmaktadır. Çalışma alanının güneyinde ve güneybatısında yer alan ince taneli zeminler yüksek plastisiteli olup, “yüksek plastisiteli kil-silt” olarak gruplandırılmaktadır.

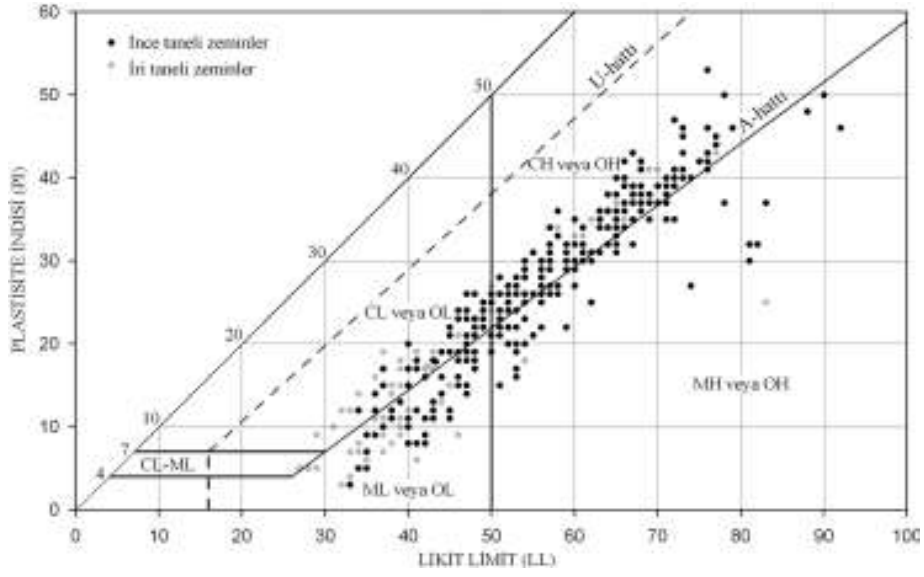
Çizelge 2. Çalışma alanında dikkate alınan numunelerin tane çapı dağılımının istatistiksel değerlendirilmesi.

Zemin Özellikleri	Numune Sayısı	DEĞER			
		En küçük	En büyük	Ortalama	Standart sapma
<u>Tane Çapı Dağılımı</u>					
-0.075 mm den geçen (%)	383	11.0	98.0	66.3	16.1
-4.75 mm den geçen (%)	383	35.0	100.0	96.0	9.3
<u>Kıvam Limitleri</u>					
-Likit Limit (%)	377	27.0	92.0	54.2	13.1
-Plastik Limit (%)	375	18.0	58.0	28.8	4.8
-Plastisite İndisi (%)	375	3.0	53.0	25.5	11.0
<u>Su Muhtevası (%)</u>	376	3.1	52.8	30.5	10.4
<u>Doğal Yoğunluk (Mg/m³)</u>	294	0.78	2.20	1.82	0.13

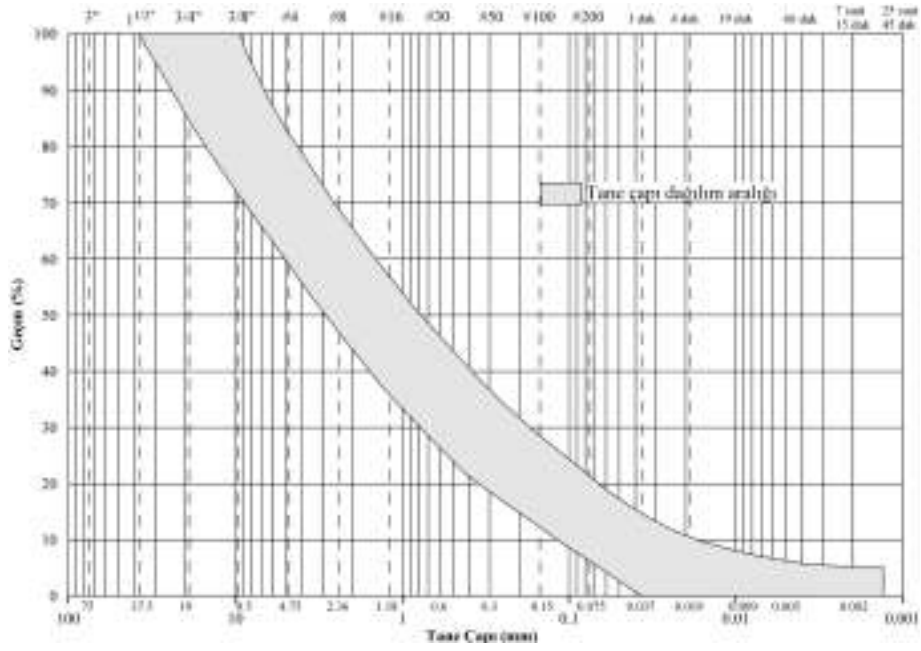


Şekil 3. İnce taneli zemin örneklerinin tane çapı dağılım aralığı.

Çalışma alanı içinde yer alan ince taneli zeminlerin kıvam indisleri oldukça değişkendir. Likit limit değerleri 27 ile 92 arasında değişmekte olup, ortalama değeri % 54.2'dir. İlgili zemin örneklerinin plastisite indisi değerleri de geniş bir aralıkta yer almaktadır (PI=3-53). Ancak ortalama değer düşük bir standart sapma değeri ile % 25.5 olarak belirlenmiştir. Bu veriler ışığında, ortalama değerlerin plastisite kartındaki yeri A-hattının üzerinde ve LL=50 sınır çizgisinin sağında kalmaktadır. Buna göre çalışma alanındaki zemin genellikle yüksek plastisiteli kil-silt özelliği taşımaktadır. Zemin örneklerinin hiçbiri organik değildir. Tüm zemin örneklerinin plastisite kartındaki yeri, Şekil 4'de sunulmaktadır. Altta iri taneli zemin ise kum ve çakıl boyutundaki malzemeden oluşmaktadır. En altta iri çakıldan oluşmakta olan bu zemin üst seviyelerde kumlu çakıla, daha üst seviyelerde ise çakıllı kuma dönüşmektedir. Bu zemin oldukça sıktır ve her yerde iyi derecelenme göstermemektedir. Daha üst seviyelerde ise kum ve siltli kum zemin yer almaktadır. Oldukça düşük darbe direnci değerlerine sahip bu zeminin, daha önce tanımlanan ince taneli zemin altında yer aldığı belirtilmelidir. İri taneli zeminlerin tane çapı dağılımı aralığı Şekil 5'de sunulmaktadır.



Şekil 4. Tüm zemin örneklerinin plastisite kartındaki konumu.



Şekil 5. İri taneli zemin örneklerinin tane çapı dağılım aralığı.

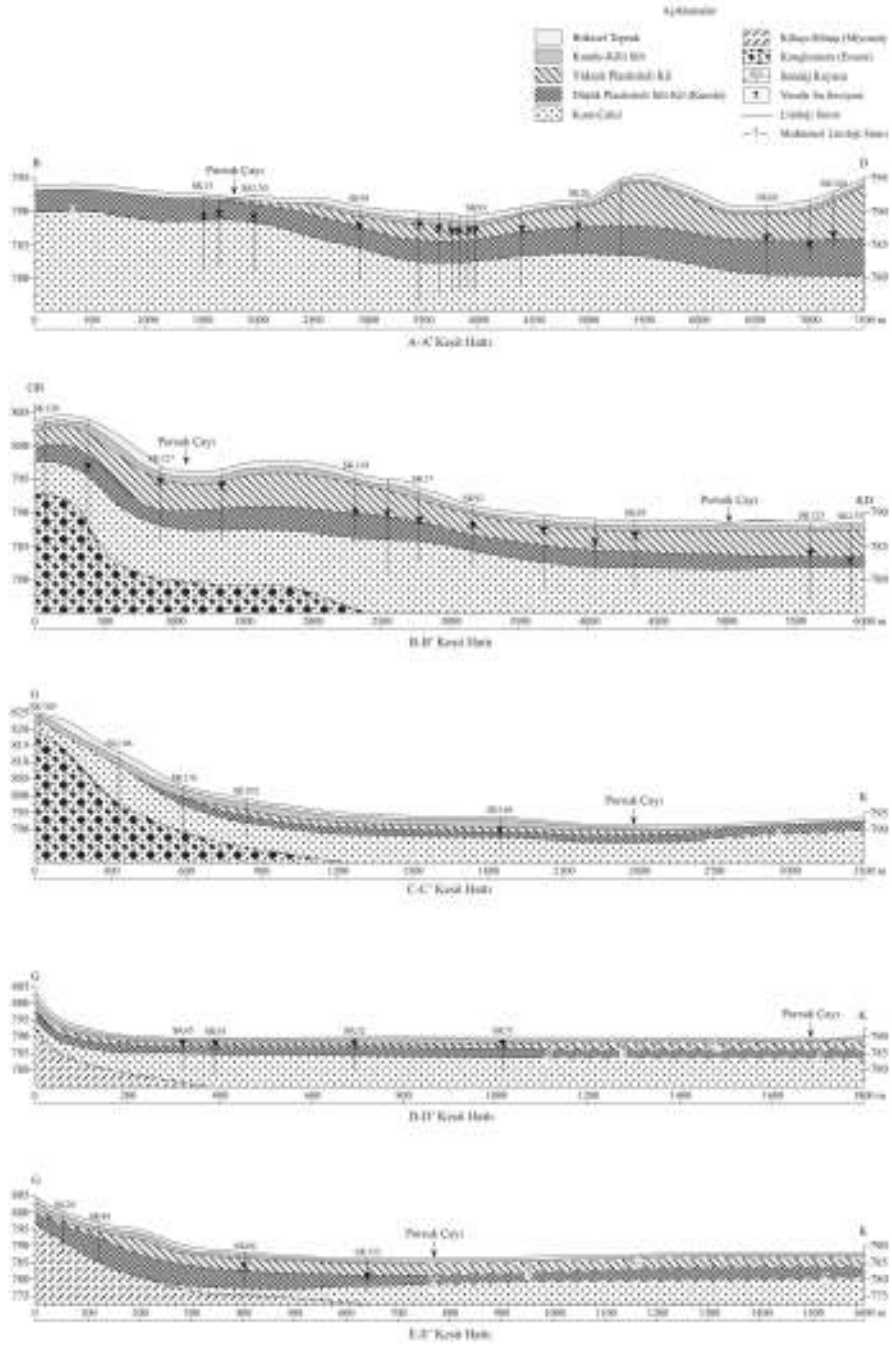
4.3. Zeminlerin Yayılımı

Çalışma alanında daha önceden “alüvyon” olarak adlandırılan zeminlerin profilleri ve derinlikle değişimleri değerlendirilmiştir. İnceleme alanından alınan kesit hatlarını gösteren harita Şekil 6’da, oluşturulan profiller Şekil 7’de ve yüzeyden 2.0 ve 4.0 m derinlikler için oluşturulan zon haritaları ise Şekil 8’de verilmektedir.

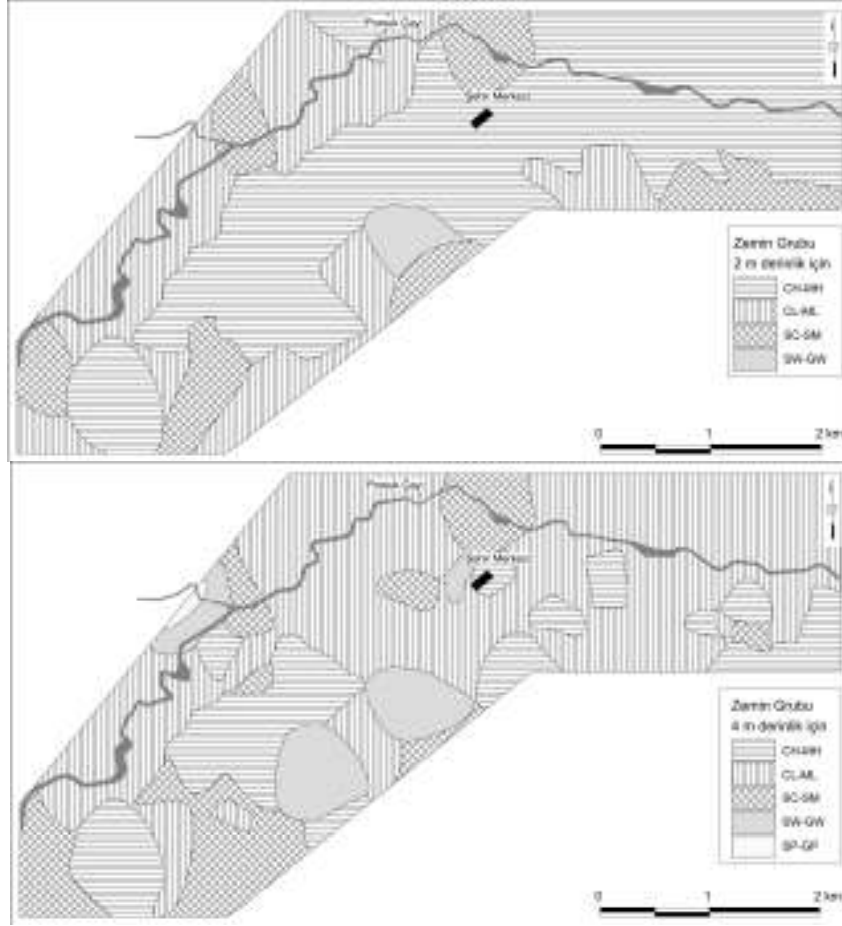
Kesitlerde en üst seviyede kalınlığı 0.5-1.0 m arasında değişen bitkisel toprak yer almaktadır. Bitkisel toprak altında ise kumlu killi silt bulunmaktadır. Bazı bölgelerde 1.2 m’ye kadar ulaşan bu zemin, oldukça düşük kıvam limitlerine sahiptir veya plastik değildir. Kumlu killi silt zemin altında yüksek plastisiteli kil görülmektedir. Bazı yerlerde kalınlığı 5.0 m’ye kadar ulaşmaktadır (Şekil 7).

Yeraltı su seviyesine uzak bölgelerde katı-çok katı kıvama sahip olan bu zeminin serbest basınç dayanımı 500 kN/m^2 ’ye kadar ulaşmaktadır. Aynı zemin su seviyesinin üzerinde veya kapiler zon içerisinde ise, akışkan kıvamına bile ulaşabilmektedir ve serbest basınç dayanımı değerleri 50 kN/m^2 ’ye kadar düşmektedir.

Yüksek plastisiteli kil zeminin hemen altında kumlu düşük plastisiteli siltli kil yer almaktadır. İlgili zeminin plastisite indisi değerleri düşük ($PI < 14$) ve bu zemin genellikle silt boyutunda malzemedir oluşmaktadır. Bazı alanlarda zemin kalınlığının 2.0 m’ye kadar ulaştığı gözlenmiştir.



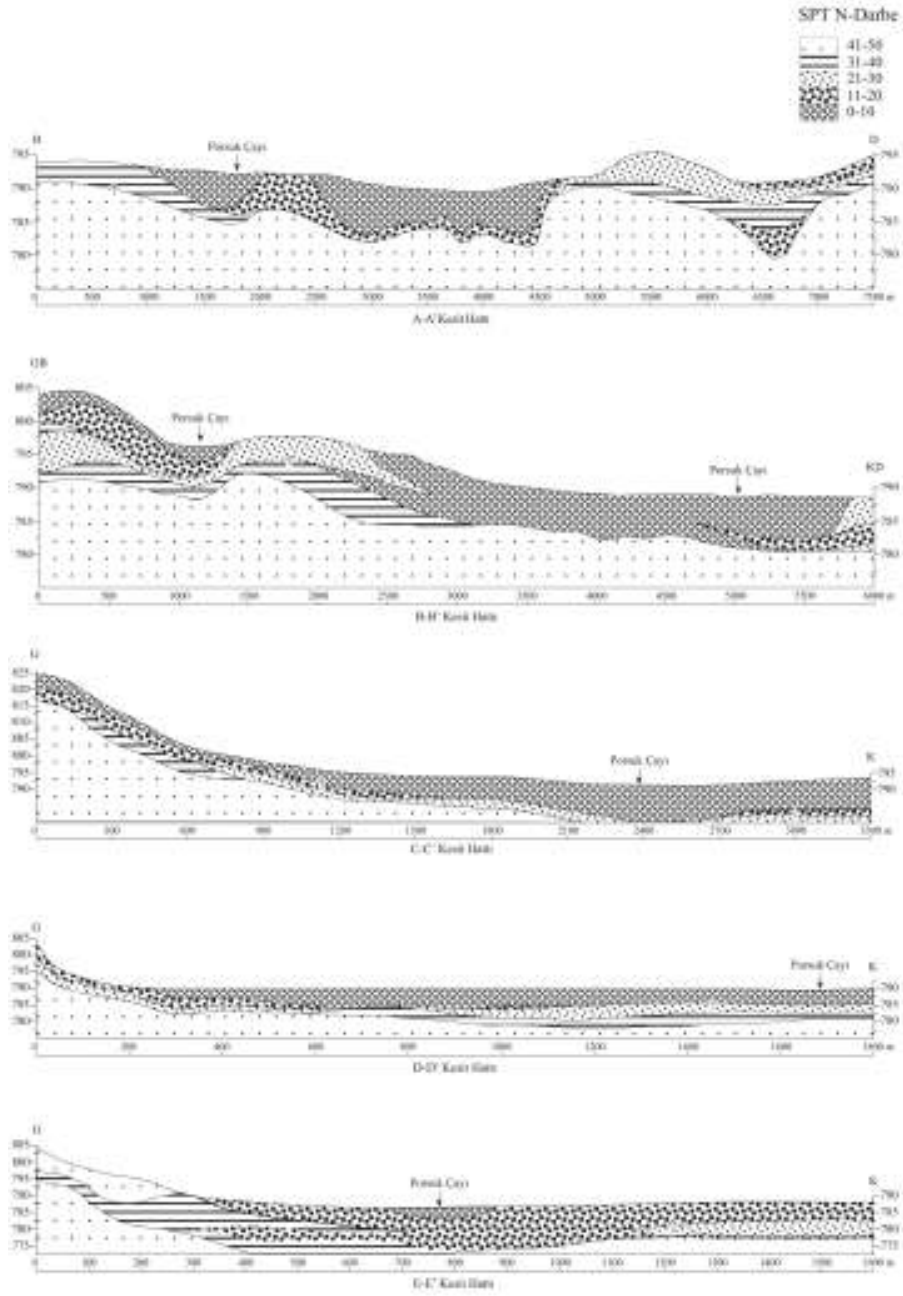
Şekil 7. İnceleme alanından alınan jeolojik kesitler.



Şekil 8. Yüzeiden 2.0 ve 4.0 m derinlikler için zemin grubu zon haritaları.

IV.4. SPT N- Darbe Direnci Değerleri

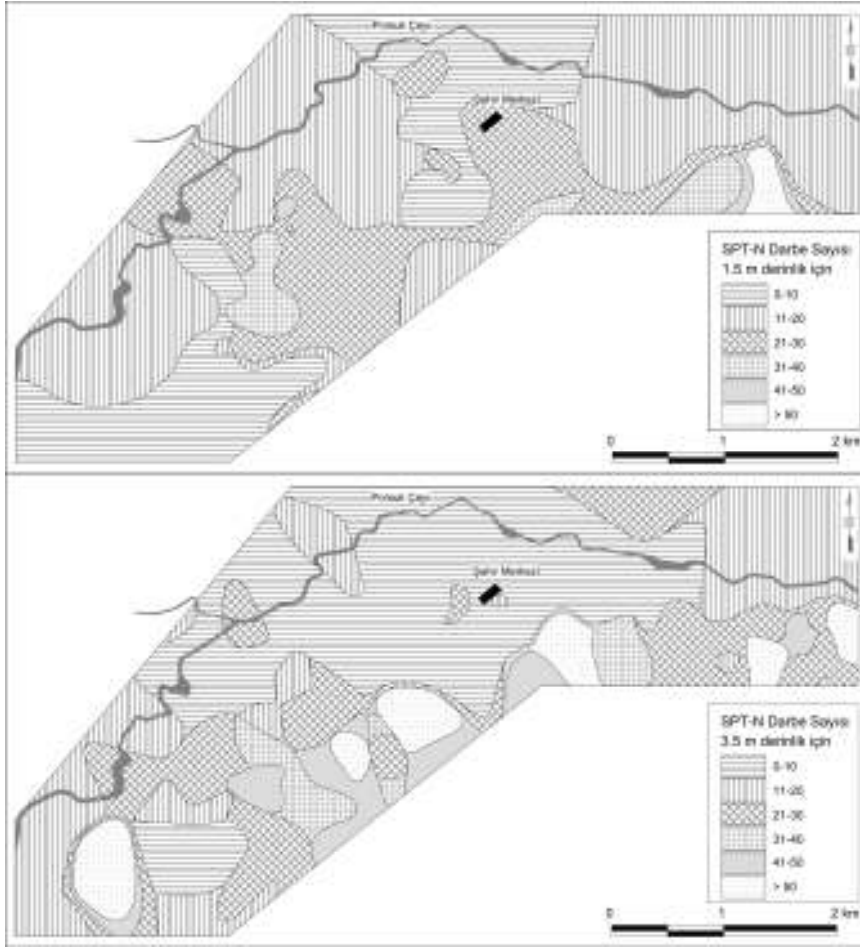
İnceleme alanında değişik zemin profilleri ile karşılaşmış ve bu zemin profillerinin tanımlanmasında, uygulama alanının genişliğinden dolayı, SPT deneyleri yapılmış ve elde edilen verilerin düşey yönde profilleri oluşturulmuş, bu profiller yatay yönde ilişkilendirilmiştir. Bu amaçla, çalışmada dikkate alınan tüm kesitler için oluşturulan profiller Şekil 9’da verilmektedir. Kesitlerden de görüldüğü gibi genel olarak en düşük değerlerin Porsuk Çayı’nın kuzeye doğru geniş bir yay çizdiği alan içerisinde, bir başka ifade ile şehir



Şekil 9. İnceleme alanından alınan SPT kesitleri.

merkezinde görülmektedir. Çalışmada tanımlanan alanlarda, yüzeyden ortalama 5 m derinliğe kadar N-darbe direnci değerlerinin çok düşük olduğu, bazı yerlerde N değerlerinin 5'in altına dahi düştüğü görülmektedir. Derin seviyelerde ilgili N değerleri yükselmektedir ve bu seviyelerdeki zemine "sıkı-çok sıkı iri taneli" tanımlaması uygun olacaktır.

Elde edilen verilerin yatay yöndeki dağılımı incelendiğinde çok daha anlamlı sonuçların oluştuğu görülmektedir. Yüzeyden 1.5 ve 3.5 m derinlikler için çalışmalar yürütülmüş ve ilgili haritalar Şekil 10'da verilmiştir. Deney yapılmayan alanlar değerlendirme dışı bırakılmıştır.



Şekil 10. Yüzeyden 1.5 ve 3.5 m derinlikler için SPT zon haritaları.

Çalışma alanında yüzeye yakın bölgelerde, özellikle şehir merkezinde ve Porsuk Çayı hattında düşük N-darbe sayıları elde edilmiştir. Daha derin seviyelere doğru, yalnızca Porsuk Çayı civarında düşük N-darbe direnci değerlerinin olduğu görülmüştür. Yüzeyden 5.0-5.5 m derinlikte sıkı kum ve kumlu çakıl zemin bulunmasından dolayı N-darbe direnci değerleri artış göstermiştir. Daha derin seviyelerde ise, N-darbe direnci değerleri 40-50 olarak bulunmuştur (Şekil 9).

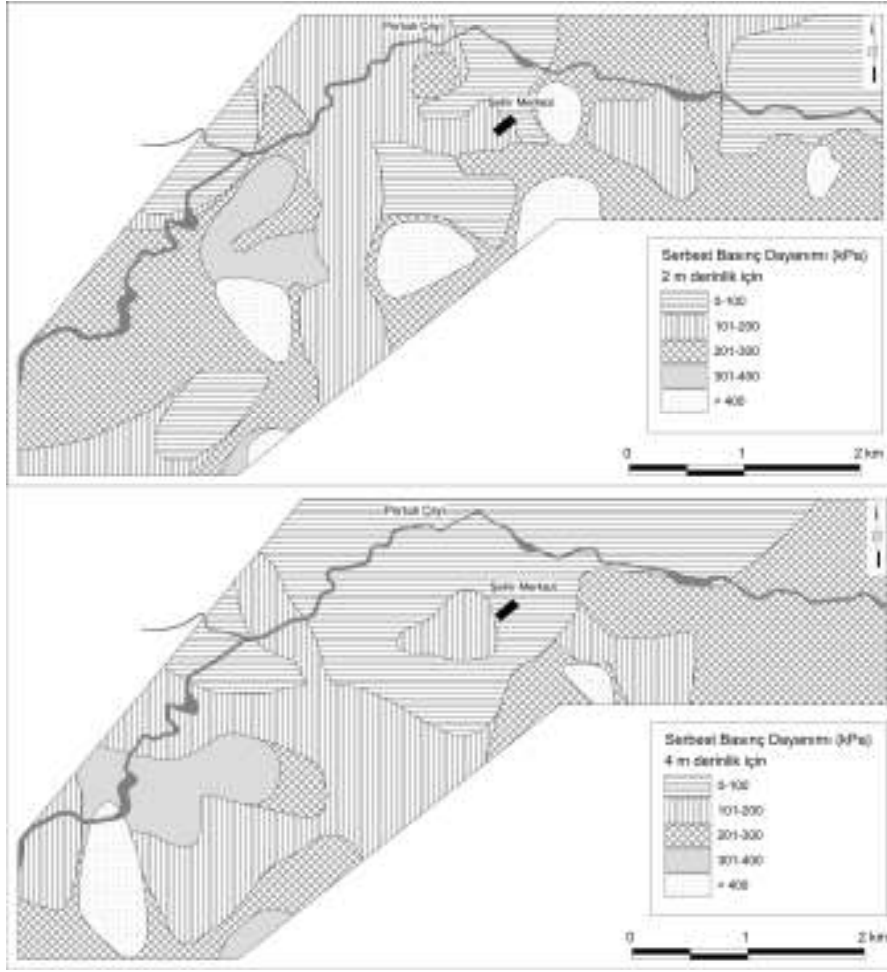
IV.5. Serbest Basınç Dayanım Değerleri

Yapılan çalışmada serbest basınç dayanımı ince taneli zeminlerle sınırlandırılmış ve sonuçların anlamlı olabilmesi için likidite indisi değerleri dikkate alınarak değerlendirilmiştir.

Serbest basınç dayanımı değerleri 29-517 kN/m² gibi oldukça geniş bir aralıkta değişmektedir. Değerlerin bu kadar geniş bir aralıkta olması su muhtevsındaki değişimden kaynaklanmaktadır. Statik su seviyesine yakın bölgede serbest basıncı değerleri düşmekte, yüzeye yakın bölgede ise, kuruma etkisinden dolayı su muhtevasının düşmesinden, değerler yükselmektedir. İlgili kriterler göz önüne alındığında, istenilen ölçüde anlamlı sonuçlara ulaşılamamıştır. Ayrıca bu deney sonuçlarına önemli ölçüde örselenmenin de etkili olabileceği belirtilmelidir.

Serbest basınç dayanım değerlerinin çalışma alanında belirli seviyelerdeki değişimi incelenmiştir. Serbest basınç dayanımı değerlerine bağlı olarak oluşturulan zon haritaları yüzeyden 2.0 ve 4.0 m derinlikler için Şekil 11'de verilmektedir.

Şekilden de görüleceği üzere 4.0 m derinlikte özellikle Porsuk Çayı'na yakın olan kesimlerde serbest basınç dayanımı değerlerinin düştüğü gözlenmektedir. Şehir merkezinde, özellikle Porsuk Çayı'na yakın olan kesimlerde yeraltı su seviyesi değeri genel olarak 2-4 m arasında değişmektedir. Böylece zemin örneklerinin suya doygun olmasından dolayı, bu bölgelerdeki değerler düşük olmaktadır.



Şekil 11. Yüzeyden 2.0 ve 4.0 m derinlikler için serbest basınç dayanımı zon haritaları.

V. SONUÇLAR

Bu çalışmada, Eskişehir il merkezi güney bölgesinin temel zeminine ait jeo-mühendislik özellikleri, zemin mekaniği arazi ve laboratuvar deneylerinden elde edilen sonuçların, Coğrafi Bilgi Sistemi'ne aktarılması ile kent merkezi için jeo-mühendislik yönünden uygulanabilirliği değerlendirilmiştir. Çalışma kapsamında elde edilen sonuçlar aşağıda özetlenmektedir:

i) Çalışma alanında, büyük oranda il merkezindeki yapıların temel birimini oluşturan zeminin genel olarak çok değişken olmayan bir profile sahip olduğu görülmektedir. Yüzeyle yer alan bitkisel toprağın hemen altında ince taneli zemin tabakası bulunmaktadır. Yanal yönde yer yer değişken özellikler arz eden bu zemin altında sıkı iri taneli zemin yer almaktadır. İnceleme alanının güney bölümünde, ince taneli zeminin doğrudan sedimanter kayalar üzerine yerleştiği görülmektedir.

ii) İnceleme alanının kuzeyinde yer alan alüvyon zemin, nehir çökeli ve güney doğuya doğru taşkın çökeli şeklinde oluşmuştur. Güneyde yer alan ve yüzeylenen ince taneli zeminin ise, taraça şeklinde olduğu görülmektedir. Bu zemin şehir merkezine doğru yüksek plastisiteli zeminden, düşük plastisiteli zemine dönüşmekte, silt miktarı artmakta ve alttaki sıkı kum-çakıl zemine göreceli bir geçiş yapmaktadır.

iii) Zeminin serbest basınç dayanımına dayalı yapılan zon haritaları, doğru sonuçlar sunmamaktadır. Özellikle aynı alanda farklı değişkenlerle yapılan zonlamalar ile uyum sağlamadığı görülmüştür. Bunun nedeni zeminin doygunluk derecesindeki değişimdir ve buna bağlı olarak zemin örneğindeki örselenme derecesi etkili olmaktadır.

iv) Çalışma kapsamında her bir lokasyona ait veriler kullanılarak temel zemin sınıfları esasında mikro bölgelendirme yapılmış ve farklı zemin özelliklerinin değişim aralıkları incelenmiştir. Çalışma sonucunda görülmüştür ki, CBS'nin mühendislik jeolojisi uygulamalarında etkin olarak kullanabilmesi için

zemin değişkenlerinin çok anlamlı bir şekilde tanımlanması gerekmektedir. Aksi halde ilgisiz sonuçlara ulaşılmaması olasıdır.

VI. KATKI BELİRTME

Bu çalışma 2. yazarın Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde tamamlamış olduğu doktora tez çalışmasının bir bölümünü kapsamaktadır.

VII. KAYNAKLAR

- [1] Dai, F.C., Lee, C.F. and Zhang, X.H., “GIS-based geo-environmental evaluation for urban land-use planning: A case study”, *Engineering Geology*, Vol. 61, pp. 257-271, 2001.
- [2] Rackwitz, R., “Reviewing probabilistic soils modelling”, *Computers and Geotechnics*, Vol. 26, pp. 199-223, 2000.
- [3] Wikle, T.A., “Computers, maps and geographic information systems”, *National Forum, Summer91*, Vol. 71, Iss. 3, pp. 37-39.
- [4] Gözler, M.Z., Cevher, F., Ergül, E. ve Asutay, H.J., “*Orta Sakarya ve güneyinin jeolojisi*”, MTA Rapor No: 9973, 87 s., 1996.
- [5] Şengör, A.M.C. ve Yılmaz, Y., “Türkiye’de Tetis’ in evrimi: Levha tektoniği açısından bir yaklaşım”, *Türkiye Jeoloji Kurumu Yerbilimleri Özel Dizisi No: 1*, 75 s., 1983.
- [6] Altunel, E. ve Barka, A., “Eskişehir Fay Zonu’ nun İnönü-Sultandere arasındaki neotektonik aktivitesi”, *Türkiye Jeoloji Bülteni*, C. 41, No. 2, ss. 41-52, 1998.
- [7] Tosun, H., Türköz, M., Orhan, A.ve Çamdalı, B., “*Meşelik Killerinin geoteknik özellikleri*”, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Fonu Raporu No: 1999-15015, Eskişehir, 2001.
- [8] Tosun, H., Türköz, M., Orhan, A. ve Çamdalı, B., “Eskişehir-Meşelik Killerinin geoteknik özellikleri ve yerleşime uygunluğu”, *Zemin Mekaniği*

- ve Temel Mühendisliği Dokuzuncu Ulusal Kongresi, 21-22 Ekim 2002, Anadolu Üniversitesi, Eskişehir, ss. 53-62.
- [9] DSİ, “*Eskişehir Odunpazarı Belediyesi jeofizik rezistivite etüt raporu*”, DSİ III. Bölge Müdürlüğü (yayınlanmamış), Eskişehir, 2001.
- [10] DSİ, “*Eskişehir Tepebaşı Belediyesi jeofizik rezistivite etüt raporu*”, DSİ III. Bölge Müdürlüğü (yayınlanmamış), Eskişehir, 2001.
- [11] Esen, E., Yakal, M. ve Gökçen, M., “*Eskişehir ve İnönü Ovaları hidrojeolojik etüt raporu*”, DSİ III. Bölge Müdürlüğü, Jeoteknik Hizmetleri ve YAS Dairesi, 49 s., Eskişehir (yayınlanmamış), 1975.
- [12] Kaçaroğlu, F., “*Eskişehir Ovası yeraltısuyu kirliliği incelenmesi*”, Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 340 s., Ankara, 1991.
- [13] Koçyiğit, A., “Türkiye ve yakın çevresinin neotektonik bölümlenmesi: Güneybatı Türkiye’de neotektonik rejimin gelişim tarihçesi, çok yönlü genişleme ve deprem tehlikesi”, Eskişehir Fay Zonu ve İlişkili Sistemlerin Depremselliği Çalıştayı, Genişletilmiş Bildiri Özleri Kitabı, 28-30 Nisan 2005, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Eskişehir, ss. 1-2.