FULL PAPERS BOOK

Editors
ZHULDYZ SAKHI
Dr. Natela POPKHADZE

ISBN-978-605-7811-33-2

OCTOBER 18-20, 2019
ZONGULDAK, TURKEY

INTERNATIONAL BLACK SEA COASTLINE COUNTRIES SYMPOSIUM-3

OASTLINE COUNTRIES SYMPOSIUM – 3 PAGEs-304-313

FULL PAPERS BOOK

Editors

ZHULDYZ SAKHI

Dr. Natela POPKHADZE

All rights of this book belongs to ISPEC. Without permission can't be duplicate or copied.

Authors of chapters are responsible both ethically and juridically.

ISBN- 978-605-7811-33-2

Issued: 23.10.2019

BLACK SEA NETWORK FOR INTERCULTURAL COMMUNICATIONS (BIC)

www.blackseacountries.or

SPT DEĞERLERİNİN MEKANSAL ANALİZ YÖNTEMİNE GÖRE İNCELENMESİ OYMAAĞAÇ (KAYSERİ) ÖRNEĞİ

Öğr. Gör. Dilek KAYA
Gümüşhane Üniversitesi

Dr. Öğr Üyesi Mehmet Cemal ACAR
Kayseri Üniversitesi

ÖZET

Standart Penetrasyon Deneyi dünyanın birçok ülkesinde olduğu gibi ülkemizde de geoteknik incelemelerde yaygın şekilde kullanılan bir arazi deneyidir. Bu deney, hemen hemen her zemin inceleme programının ana parçalarından birini oluşturmaktadır. SPT-N değeri ile kumların ve kumlu siltlerin sıkılığı, içsel sürtünme açısı, birim hacim ağırlığı tahmininde kullanılmaktadır. Diğer yandan SPT deneyi aynı zamanda drenajsız kesme deneyidir. Bu nedenle SPT-N değeri ile killerin kıvam limiti ve drenajsız kohezyonu arasında ampirik bağıntılar verilebilmektedir. Mekansal analiz için Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) yazılımı olan ArcMAP (V:10.4.1) programından Ters Mesafe Ağırlıklı Enterpolasyon yöntemi kullanılmıştır. Bilgisayar ortamında her türlü verinin birbirleri ve coğrafi konumları ile ilişkilendirerek toplanması ve bu verilerin görselleştirilmesi için Coğrafi Bilgi Sistemine ihtiyaç duyulmaktadır. Ayrıca zemin etüt çalışmalarında temel zemin özelliklerinin değişiminin ortaya çıkarılması, söz konusu alan için arazi kullanımına yönelik hızlı, ekonomik, güvenilir ve uygulanabilir kararların alınması bakımından ciddi kazanımlar sağlamaktadır. Coğrafi Bilgi Sistemi teknolojisindeki gelişmeler zaman ve emekten tasarruf sağlamakla birlikte coğrafi verilerin sayısal ortamda değerlendirilmesi ile hata oranlarını en aza indirmektedir. CBS analizi için derinliği 15 m ve 24.5 m aralığında toplamda 1071 m olan 60 adet sondaj noktası ele alınmıştır. Sondaj noktalarından 3 m derinlikten başlayarak her 1.5 m aralıklarla alınan düzeltilmiş SPT değerleri (N_{60}) ArcMap programı yardımıyla veri tabanı olarak kaydedilmiştir. Kayseri Oymaağaç Mahallesi sınırları içinde yapılan bu analizde nokta kaynaklı veriler raster verilere dönüştürülerek derinlik ve mekansal olarak zeminin sıkılık, gevşeklik ve kıvam sınıflaması yapılmıştır. Ayrıca bu noktalarda (3 m, 4.5 m, 6 m, 7.5 m ve 9 m'de) Birleştirilmiş Zemin Sınıflama Sistemi'ne göre de sınıflandırma yapılmıştır. Bu sınıflandırmada Thiesen Poligon Yöntemi kullanılarak nokta çevresinde alan katmanı oluşturulmuştur. Böylelikle zemin sınıfları bu katmanla yüzeysel olarak modellenmiştir. Mekansal analiz sonucunda SPT değerlerine bağlı oluşturulan tematik haritalar incelenmiş ve arazinin büyük bir kısmında yüksek plastisiteli kil (CH) veya düşük plastisiteli kil (CL) tabakalarının mevcut olduğu sonucuna varılmıştır. Ayrıca bu zeminler 'katı' ve 'orta katı' bir kıvamda olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Kayseri, SPT, CBS, Ters Mesafe Ağırlık Yöntemi

INVESTIGATION OF SPT VALUES BY SPATIAL ANALYSIS METHOD OYMAAĞAÇ (KAYSERİ) EXAMPLE

ABSTRACT

Standard Penetration Test is a field test which is widely used in geotechnical investigations in our country as in many countries of the world. This test is one of the main parts of almost every soil inspection program. SPT-N value is used to estimate the density of sand and sandy silts, internal friction angle, unit volume weight. The SPT test, on the other hand, is also an undrained cut test. Therefore, empirical correlations can be given between SPT-N value and consistency limit and undrained cohesion of clays. For spatial analysis, the Inverse Distance Weighted Interpolation method was used from ArcMAP (V: 10.4.1) software which is Geographic Information System (GIS) software. Geographical Information System is needed to collect all kinds of data in computer environment by associating them with each other and their geographical locations and visualizing these data. In addition, uncovering the change of soil properties of fondation in soil surveys provides significant gains in terms of making fast, economical, reliable and feasible decisions for land use in the area in question. Advances in Geographic Information System technology saves time and effort, but minimizes error rates by evaluating geographical data in digital environment. For the GIS analysis, 60 drilling points with a total depth of 1071 m between 15 m and 24.5 m were discussed. The corrected SPT values (N_{60}) taken at every 1.5 m intervals starting from 3 m depth from the drilling points were recorded as a database with the help of ArcMap program. In this analysis carried out within the boundaries of Kayseri Oymaağaç Neighborhood, point source data were converted to raster data, and the depth and spatial classification of the soil was determined as tightness, slackness and consistency. Also at these points (3 m, 4.5 m, 6 m, 7.5 m and 9 m), classification was made according to the Unified Soil Classification System. In this classification, the area layer was created around the point by using Thiesen Polygon Method. Thus, soil classes are modeled superficially with this layer. As a result of spatial analysis, thematic maps based on SPT values were examined and it was concluded that high plasticity clay (CH) or low plasticity clay (CL) layers were present in most of the land. In addition, these soils were found to have a ‘solid‘ and ‘middle solid’ consistency.

KeyWords: Kayseri, SPT, GIS, Inverse Distance Weighted

GİRİŞ

Büyük araştırma alanlarında her noktadaki zemin özelliklerinin belirlenmesi imkansızdır. Bu nedenle bu tür alanlarda yapılan sondajlardan alınan örnekler tüm alanı temsil ettiği varsayılmaktadır. Ancak heterojen yapıya sahip bazı alanlar üzerinde bu zemin örnekleri arasında büyük farklılıklar olabilir. Seçilen örnekleme noktalarının birbirinden bağımsız olduğu ve örneklem ortalamalarının, klasik istatistiklerde popülasyon ortalamasını en iyi temsil ettiği varsayılmaktadır. Örnekleme noktaları birbirine yakınken kendi içinde oldukça benzer özelliklere sahip olması normaldir. Bu benzerlikler mesafenin bir fonksiyonudur ve bu nedenle mesafeden bağımsız olarak düşünülmemelidir. Bu nedenle, incelenen parametrelerdeki mekansal değişikliklerin seviyeleri belirlenmelidir (Öztaş 1995).

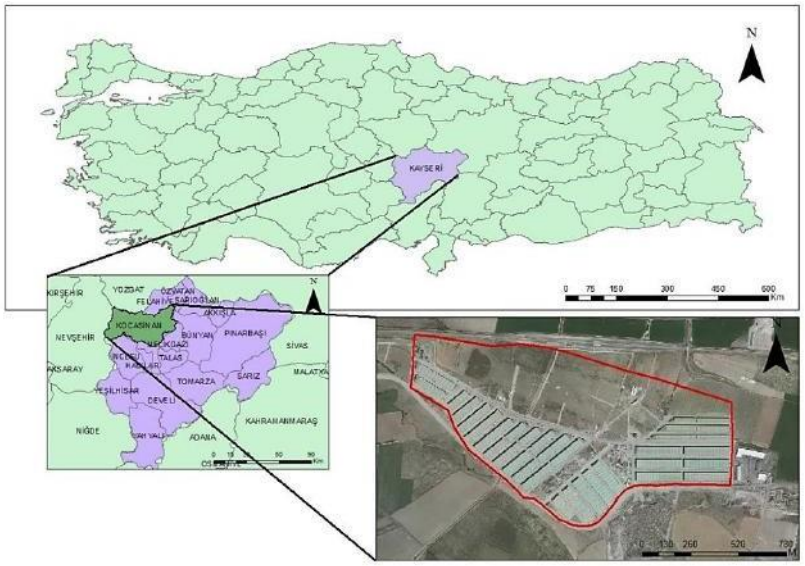
Zemin özelliklerinin araştırılması ve haritalanması ve buna göre uygun çalışmaların geliştirilmesi için zeminin fiziksel ve kimyasal özelliklerinde mesafeye bağlı değişimlerin belirlenmesi oldukça önemlidir (Denton et al. 2017).

Coğrafi bilgi sistemleri, konuma dayalı işlemlerle elde edilen grafik ve grafik olmayan verilerin toplanması, saklanması, analiz edilmesi ve kullanıcıya sunulması işlevlerini bütünlük içerisinde gerçekleştiren bir bilgi sistemidir (Yomralıoğlu, 2009: 49). Bununla birlikte CBS'yi diğer masaüstü haritalama araçlarından mekansal sorgu ve analiz yapabilme ile verimli ve derinlemesine değerlendirme kapasitesine sahip olma özellikleri ayırmaktadır (Swanson, 2008: 82). Büyük çalışma alanlarında Coğrafi bilgi sistemine dayalı mesafeye bağlı zemin özelliklerindeki değişimler rahat bir şekilde gözlenmekte ve bu sistem yardımıyla ilgili parametre haritaları oluşturulabilmektedir.

Geoteknik alanda arazide yapılan sondaj çalışmaları neticesinde zemin hakkında birçok bilgiye ulaşılmaktadır. Bu çalışmaların başında en çok başvurulan arazi deneylerinden biri olan Standart Penetrasyon deneyi gelmektedir. Standart Penetrasyon Deneyi 63,5 kg ağırlığındaki bir tokmağın 76 cm yükseklikten bırakılması ile 45 cm ilerlemesi için vurulan darbe sayısında son 30 cm' deki darbe sayısı esas alınarak yapılan bir deney düzeneğidir. Bu deney gevşek kumlardan sıkı kumlara, yumuşak killerden sert killere kadar çeşitli zemin türlerinde uygulanmaktadır. Standart Penetrasyon değerleri ile zeminin birçok özelliği arasında bağıntılar bulunmaktadır. Büyük çalışma alanları üzerinde yapılan SPT deneylerinde bilinmeyen noktaların değerlerinin tespit edilmesi bu açıdan önemlidir. Ayrıca CBS'nin bu değerlerin tespit edilmesinde uygun bir araç olduğu düşünülmektedir.

MATERYAL VE METOD

Çalışma alanı Kayseri sınırları içinde yer alan Kocasinan ilçesine bağlı Oymaağaç mahallesinde yer almaktadır. Şekil.1' de verilen yaklaşık 1,5 milyon m^2' lik yer kaplayan alana tekil temellere sahip sanayi siteleri ve radye temelli bir avm binası yapılmıştır. Bu alan yeni yerleşime açılmış bir alan olmasından dolayı burada yapılan arazi çalışmaları bölgenin değerlendirilmesinde önem arz etmektedir.



Şekil 1. Çalışma alanı lokasyon haritası

Standart Penetrasyon Deneyi ile Kaba ve İnce Daneli Zemin Arasındaki İlişki

Standart Penetrasyon Deneyi dünyanın birçok ülkesinde olduğu gibi ülkemizde de geoteknik incelemelerde yaygın şekilde kullanılan bir arazi deneyidir. Bu deney, hemen hemen her

zemin inceleme programının ana parçalarından birini oluşturmaktadır (Durgunoğlu ve Toğrol,1974).

Arazide yapılan standart penetrasyon deneyi sırasında vuruş sayısını etkileyen düzenekteki farklılıklar deney sonuçlarının yorumlanmadan önce bir takım düzeltmelerden geçirilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır. Bu düzeltmelere aşağıda kısaca değinilmiştir.

SPT-N değerleri ince kum veya siltli kumlarda yeraltı su seviyesinin altında 15 değerini geçtiği durumlarda yeraltı suyu için düzeltme yapılması önerilmektedir. Bu düzeltme, böyle zeminlerde, çakma sırasında oluşan ek boşluk suyu basıncının çakma üzerindeki etkisini gidermek içindir (Uzuner, 2016).

Terzaghi ve Peck (1948) bu düzeltmeyi (1)'deki bağıntı ile açıklamışlardır.

$$N' = 15 + 0{,}5(N_{30} - 15) \quad (1)$$

Zeminin homojen, derinlik boyunca sabit kalan birim hacim ağırlık ve su muhtevasına sahip olması durumunda daha derinlerde elde edilen SPT-N değerleri sığ derinlikte elde edilen değerlerden daha yüksek çıkacaktır. Nedeni ise derine inildikçe efektif gerilmelerinin artmasıdır. Bu da deneyin yüksek değerde düşey ve yatay çevre basınçları altında gerçekleştirilmesi anlamına gelmektedir. Sonuçta aynı penetrasyonu sağlayan darbe sayısı artmaktadır. Aynı özellikteki zemini derinlikten bağımsız standart penetrasyon N değeri ile tanımlamak amacıyla örtü yükü düzeltme faktörü (CN) uygulanmaktadır (Erol ve Çekinmez, 2014:16).

Liao ve Whitman (1986) tarafından örtü yükü düzeltmesi (2)'de önerildiği gibidir.

$$C_N = 9{,}78\sqrt{\frac{1}{\sigma'_{v0}}} \leq 1{,}70 \quad (2)$$

SPT-N değerlerine deney yapılan derinlikteki tij uzunluğuna, standart penetrasyon tüpünde astar olup olmamasına, delgi çapına ve darbe vuruş hızına bağlı olarak düzeltme faktörleri uygulanmaktadır (Erol ve Çekinmez, 2014: 15). Tablo.1'de farklı SPT ekipmanları için önerilen bu düzeltmeler yeni TBDY (2018)'de verilmiştir.

Tablo 1. SPT düzeltme katsayıları (TBDY 2018)

Düzeltme Katsayıları	Değişken	Değer
C_R	3m - 4m	0,75
	4m - 6m	0,85
	6m - 10m	0,95
	10m'den derin	1,00
C_S	Standart numune alıcı (iç tüpü olan)	1,00
	İç tüpü olmayan numune alıcı	1,10-1,30
C_B	Çap 65mm-115mm arasında	1,00
	Çap 150mm	1,05
	Çap 200mm	1,15
C_E	Güvenli tokmak	0,60-1,17
	Halkalı tokmak	0,45-1,00
	Otomatik darbeli tokmak	0,90-1,60

100 kPa'lık örtü basıncı ve %60 enerji verimliliği için düzeltilmiş SPT-N değerleri, $(N_1)_{60}$, formül (3)'de verilmiştir. Örtü yükü düzeltmesi (C_N) uygulanmamış SPT değeri, N_{60} sembolü ile (4)'te gösterilmektedir.

$$N_{1,60}=N'C_NC_RC_SC_BC_E \quad (3)$$

$$N_{1,60}=N_{60}C_N \quad (4)$$

SPT ile kohezyonsuz zeminler arasında bağıl yoğunluk (Dr), kayma direnci açısı (Φ′), deformasyon modülü (Es) ilişkisi varken kohezyonlu zeminlerde drenajsız kayma dayanımı (cu), odometrik deformasyon modülü (M) ve drenajsız deformasyon modülü (Eu) ilişkisi vardır. Rölatif sıkılık ve sıkılık gevşeklik durumu ile drenajsız kayma mukavemeti ve kıvam değerlendirilmesinde kullanılan Tablo.2 ve Tablo.3, değer aralıkları ile aşağıda verilmiştir. Bunlara bağlı olarak arazi üzerinde yapılan çalışmalar neticesinde elde edilen veriler coğrafi bilgi sistemi aracılığıyla ilgili tablolar kullanılarak değerlendirilmiştir.

Tablo 2. SPT-N ile kumların sıkılığı arasındaki ilişki (Terzaghi ve Peck, 1967).

SPT-N	Rölatif Sıkılık (Dr)	Sıkılık Durumu
0-4	0-0,15	Çok gevşek
4-10	0,15-0,35	Gevşek
10-30	0,35-0,65	Orta sıkı
30-50	0,65-0,85	Sıkı
>50	0,85-1	Çok sıkı

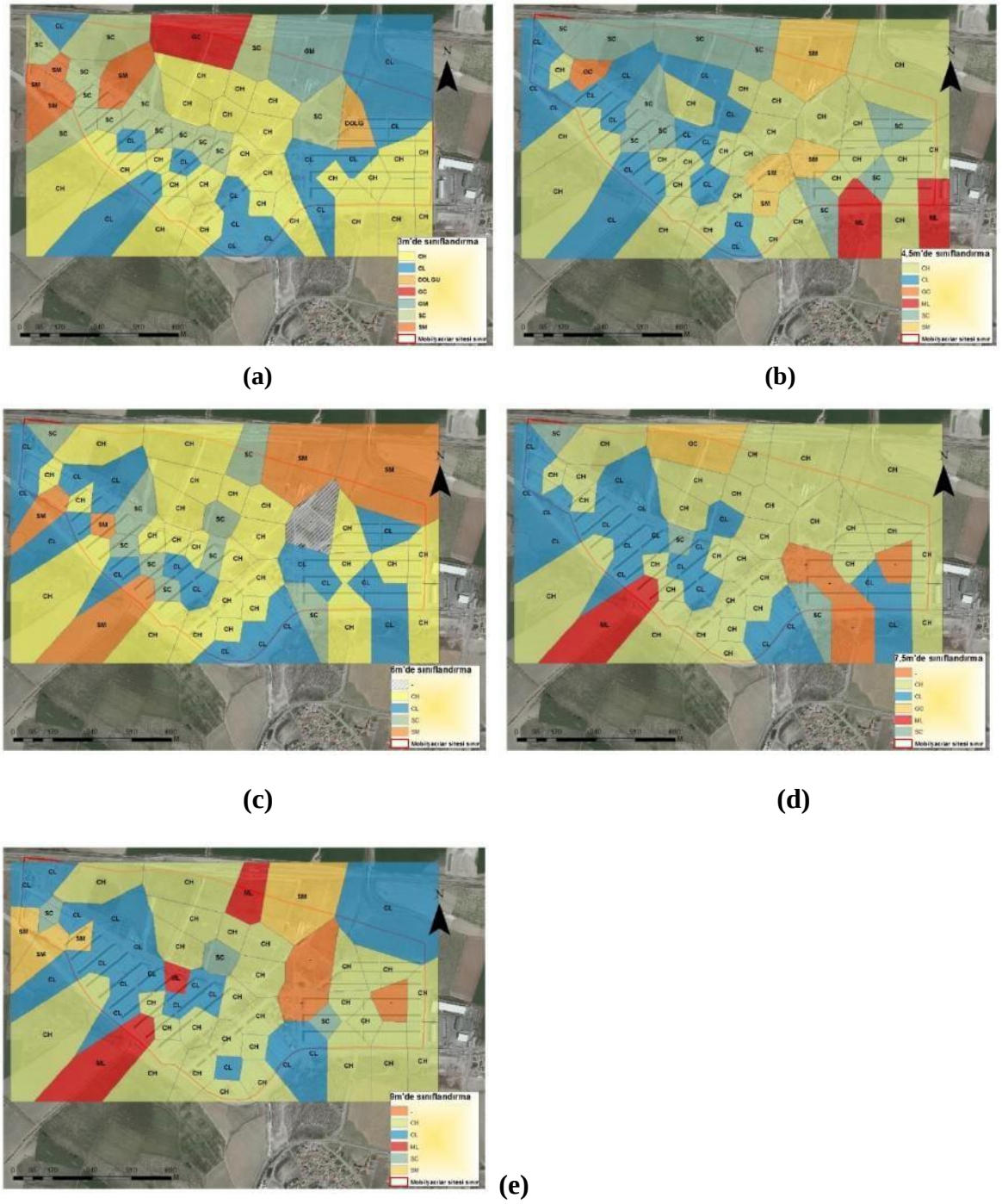
Tablo 3. SPT-N'e göre ince taneli zeminlerin kıvamı ile Cu arasındaki ilişki (Sivrikaya ve Toğrol 2007)

SPT-N	Zeminin Kıvamı	Drenajsız Kayma Mukavemeti C_U (kPa)		
		Tschebotarioff (1973)	Parcher ve Means (1968)	Terzaghi ve Peck (1967)
<2	Çok yumuşak	15	<12	<12,5
2-4	Yumuşak	15-30	2-25	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

Zemin Sınıflandırmasında ve Mekansal Analizde Coğrafi Bilgi Sistemi

Zemin sınıflandırma çalışmasında coğrafi bilgi sisteminde yer alan Thiesen Polygon yöntemi kullanılmıştır. Bu yönteme göre nokta kaynaklı veriler raster veriye dönüştürülerek poligon katmanı elde edilmiştir. Bunun için birleştirilmiş zemin sınıflandırma sistemine göre elde olan zemin sınıfları ArcMAP (V:10.4.1) programına girilerek veritabanı oluşturulmuştur. 3 m, 4.5

m, 6 m, 7.5 m ve 9 m' de zemin sınıflandırma haritaları elde edilerek zemin tabakalarının arazi üzerinde genel dağılımı incelenmiştir (Şekil 2. (a), (b), (c), (d), (e)).



(a) **(b)**

(c) **(d)**

(e)

Şekil 2(a), (b), (c), (d), (e). 3 m, 4.5 m, 6 m, 7.5 m ve 9 m' de zemin sınıflandırma haritaları

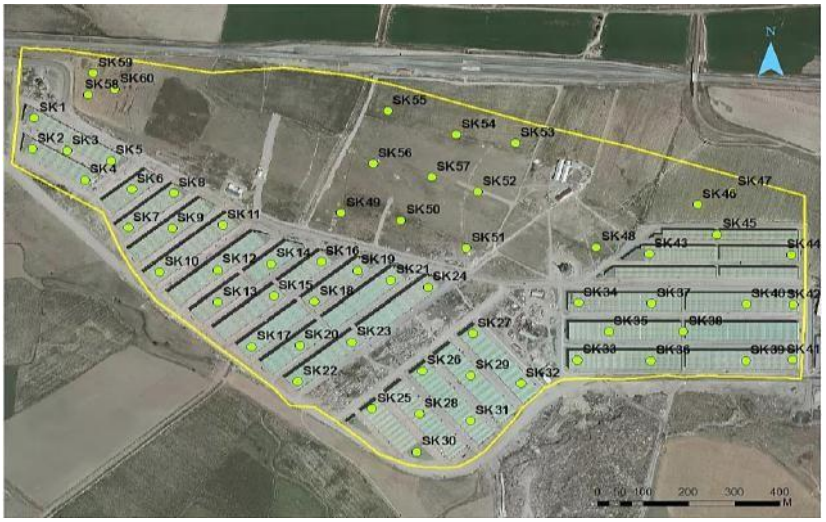
Mekansal analiz için coğrafi bilgi sistemi programlarından biri olan ArcMAP (V:10.4.1) kullanılmıştır. Çalışma alanının ortofoto görüntüsü ile 1/25000' lik bölge paftası çakıştırılarak sınırları sayısallaştırılmıştır. Koordinatları belli olan sondaj noktaları çalışma alanı üzerine işaretlenmiştir. SPT-N sonuçları üzerinde yeraltı su seviyesi ve TBDY (2018)' de verilen düzeltme işlemleri yapıldıktan sonra koordinatları belli olan sondaj noktalarına 3m derinlikten

başlayarak 9 m' ye kadar 1.5 m aralıkla değerler girilerek veri tabanı oluşturulmuştur. Mekansal analiz için Spatial Analysis modülünden IDW (Ters mesafe ağılıklı enterpolasyon yöntemi) kullanılmıştır. Bu yöntemde arama yarıçapı içindeki noktalar ya da istenilen nokta sayısına kadar bir yarıçap oluşturulur ve bu noktaların ortalama mesafe ağırlıklı değerleri hesaplanarak her nokta için veri tahmininde bulunur. IDW yönteminin temelinde yatan matematiksel ifade denklem (5)'de gösterilmiştir. Bu yöntemin doğruluğunu etkileyen en önemli parametre üssel parametre olan p olup d_i iki nokta arasındaki mesafeyi, n ise nokta sayısını ifade etmektedir. p değeri arttıkça ağırlıklandırma, mesafeyle ters orantılı olarak değişmektedir. Bu yüzden, yakın noktalar daha yüksek ağırlığa sahip olarak hesaplamalarda daha büyük etki oluşturmaktadır (Isaaks ve Srivastava, 1989).

$$i = \frac{\frac{1}{d_i^p}}{\sum_{i=1}^{n} \frac{1}{d_i^p}} \qquad (5)$$

BULGULAR

CBS analizi için derinliği 15 m ve 24.5 m aralığında toplamda 1071 m olan 60 adet sondaj noktası ele alınmıştır (Şekil.3). Sondaj noktalarından her 1.5 m aralıklı alınan düzeltilmiş SPT değerleri (N_{60}) ArcMap programı yardımıyla veri tabanı olarak kaydedilmiştir.

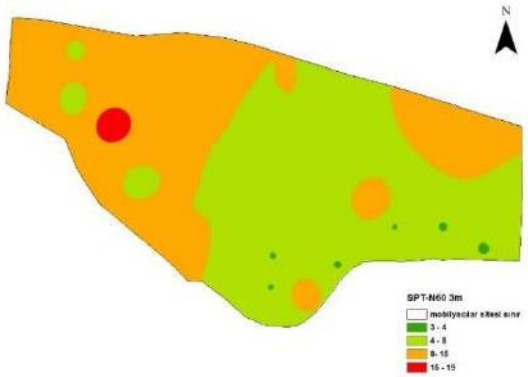


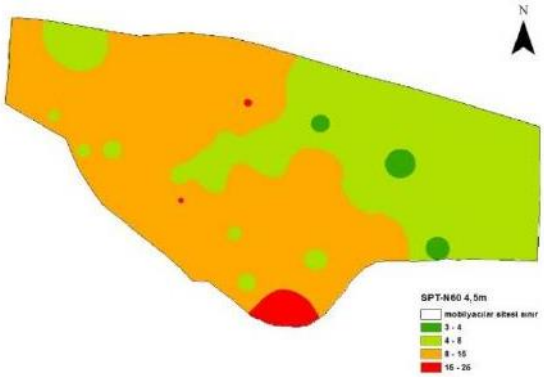
Şekil 3. Sondaj noktaları

SPT-N haritalarının oluşturulmasında N_{60} değerleri kullanılarak 3 m, 4.5 m, 6 m, 7.5 m ve 9 m'de mekânsal değişimi incelenmiştir (Şekil.4, Şekil.5, Şekil.6, Şekil.7, Şekil.8). Bu haritalar Rölatif sıkılık ve sıkılık gevşeklik durumu ile drenajsız kayma mukavemeti ve kıvam değerlendirilmesinde kullanılmakla birlikte taşıma gücü ve sıvılaşabilir bölgeler hakkında da fikir verebilmektedir.

Elde edilen haritalar incelendiğinde 3 m'de arazi kuzey güney yönlü bir çizgi boyunca 'orta katı' ve 'katı' olarak ayrılmıştır. Doğu kesimi 4-8 aralığında 'orta katı' iken batı kesimi genel olarak 8-15 aralığında 'katı' kıvamda olduğu görülmüştür (Şekil.4). Batı da lokal olarak 'çok katı' kıvamda olan bir kesimde mevcuttur. Şekil.5 incelendiğinde 4,5 m'de zeminin 'katı' kıvamı doğuya doğru kaymış, arazinin güneyinde 15-25 aralığında 'çok katı' birime rastlanılmıştır. Ancak 3 m ve 4.5 m'de çalışma alanının kuzey bölümünde killi kum (SC) ve

siltli kum (SM) tabakaları mevcut olduğu ve buralarda N_{60}'ın 4-15 aralığında değiştiği dikkate alınırsa gevşek ve N_{60}>10 değerlerinde ise orta sıkı bir zemin varlığı gözlenmektedir.

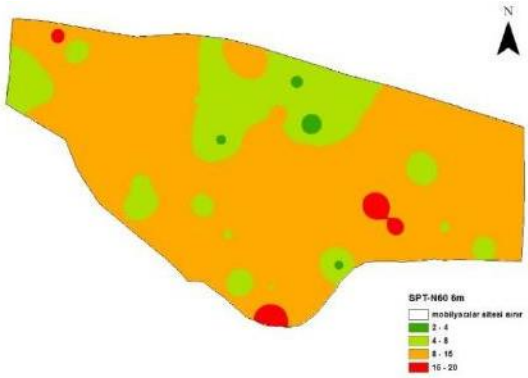


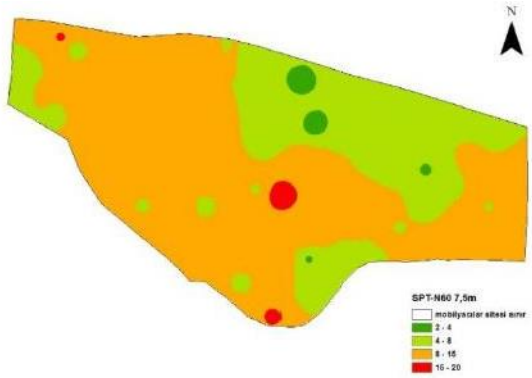


Şekil 4. SPT-N_{60} 3 m'deki değişim haritası **Şekil 5. SPT-N_{60} 4,5 m'deki değişim haritası**

6 m ve 7.5 m derinliğindeki zemin tabakaları genel olarak CL ve CH zemin grubundadır. 6m'de zeminin mekânsal dağılım haritası incelendiğinde genel olarak 8-15 aralığında 'katı' bir zemin kıvamı olduğu görülmüştür. Kuzey kesimde ise 'yumuşak' ve 'orta katı' zemin varlığı gözlemlenmiştir (Şekil.6). Şekil.7 incelendiğinde 7,5 m' deki SPT değerlerine göre arazinin aynı şekilde genel olarak 'katı' durumda olduğu görülürken, kuzey-doğu ve güney-doğu kesimlerinde bir önceki derinliğe göre SPT darbe sayısı azalmakta ve 'orta katı' kıvamda olduğu gözlemlenmiştir.

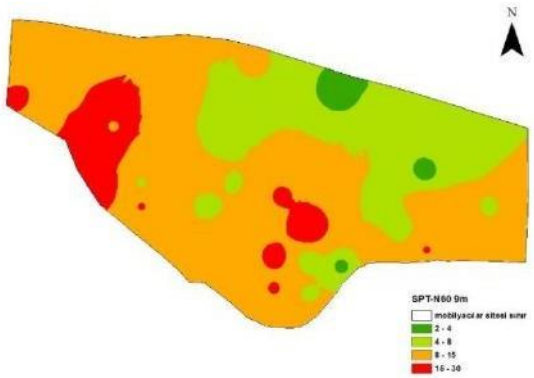
,





Şekil 6. SPT-N_{60} 6 m'deki değişim haritası **Şekil 7. SPT-N_{60} 7,5 m'deki değişim haritası**

9 m'de zemin ağırlıklı CL ve CH zemin sınıfı grubundadır. Bölgenin kuzey, kuzey-doğu kesimler 'orta katı', batı ve iç kesimlerde lokal olarak 'çok katı' ve diğer kesimler 'katı' durumdadır (Şekil.8).



Şekil 8.SPT-N_{60} 9 m'deki değişim haritası

SONUÇ

Yeni yerleşime açılan bir bölgede bulunan çalışma alanı (Kayseri-Oymaağaç Mahallesi) geoteknik mühendisliği kapsamında ele alınmıştır. Buna göre SPT-N değerleri derinliğe ve yüzeysel olarak incelenmiş ve bu derinliklerde değişen değerler birbiriyle kıyaslanmıştır. Bunun için coğrafi bilgi sistemlerinden yararlanarak çalışma alanı bir bütün olarak incelenme fırsatı bulunmuştur. Coğrafi bilgi sistemi ile istenilen verilerin depolanmasıyla bir veri bankası oluşturulmuş ihtiyaç halinde bu veriler gerek bir arada gerekse tek olarak çalışılarak alanın detaylı incelenmesine imkan sunduğu ortaya konmuştur. Çalışma alanı birleştirilmiş sınıflandırma sistemine göre değerlendirildiğinde daha çok yüksek plastisiteli kil (CH) ve düşük plastisiteli (CL) zemin grubuyla karşılaşılmıştır. Buna göre kohezyonlu zeminin SPT-N değerine göre kıvamı ve drenajsız kayma mukavemeti değerleri mekansal olarak değerlendirilerek değişen sınırları gözlenebilmiştir. Ayrıca yine çalışma alanında yer alan diğer zemin sınıfları da (SM-SC) özellikle 3 m ve 4.5 m'de gözlenmiştir. Çalışma alanı genel olarak değerlendirildiğinde 'orta katı' bir zeminden 'katı' bir zemin kıvamına doğru derinlik boyunca ve mekânsal olarak değiştiği gözlemlenmiştir. Yine de incelenen derinliklerde ara ara zayıf tabakaların varlığı, özellikle bölgenin kuzeyi 'orta katı' ve 'yumuşak' tabakalardan oluştuğu görülmüştür.

KAYNAKÇA

Denton OA, Aduramigba-Modupe, VO, Ojo AO, Adeoyolanu OD, Are, KS, Adelana AO, Oke AO (2017). Assessment of spatial variability and mapping of soil properties for sustainable agricultural production using geographic information system techniques (GIS). Cogent Food and Agriculture, 3(1): 1-12.

Durgunoğlu, H. T., & Toğrol, E. (1974, June). Penetration testing in Turkey: State-of-the-art report. In Proceedings of the European Symposium on Penetration Testing, Stockholm, Sweden (p. 137).

Erol, A. O., Çekinmez, Z., (2014). Geoteknik Mühendisliğinde Saha Deneyleri. Yüksel Proje Yayınları, Ankara, 278s.

Isaaks, E.H., Srivastava, R.M., (1989). An Introduction to applied Geostatistics. Oxford University Press, Inc. New York, 561 pp.

Öztas T (1995). Significance and Implementation of Geostatistics in Soil Science. İ. Akalın Soil and Environment Symposium. I:271- 280, Ankara (in Turkish).

Parcher, J. V. and Means, R. E., (1968). Soil Mechanics and Foundations. Charles E. Merrill, Columbus, Ohio, 573 pp.

Swanson, S.E., (2008). GIS. Journal of Hospital Librarianship. 1(3): 83-89.

Sivrikaya, O. ve Toğrol, E., (2007). Türkiye'de SPT-N değeri ile ince daneli zeminlerin drenajsız kayma mukavemeti arasındaki ilişkiler, İnşaat Mühendisleri Odası Teknik Dergi, 18(89), 4229-4246.

TBDY, (2018). Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği, Resmi Gazete, Tarih: 18.03.2018, Sayı: 30364.

Terzaghi, K. and Peck, R. B., (1948-1967). Soil Mechanics in Engineering Practice, John Wiley and Sons, New York, 664pp.

Tschebotarioff, G.P., (1973). Foundations, Retaining, and Earth Structures, 2. Edition, McGraw-Hill, New York.

Uzuner, B., (2016). Temel Mühendisliğine Giriş, 6. Baskı. Derya Kitabevi, Trabzon, 409 s.

Yomralıoğlu, T., (2009). Coğrafi Bilgi Sistemleri Temel Kavramlar ve Uygulamalar. Akademi Kitabevi. Trabzon.