



## ZEMİN KÜTLE ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ ÜZERİNE DENEYSEL BİR ÇALIŞMA

**Cevdet Emin EKİNCİ**

Fırat Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi, Yapı Bölümü, Elazığ  
*E-posta: cee@firat.edu.tr*

**Müge Elif ORAKOĞLU**

Fırat Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi, Yapı Bölümü, Elazığ  
*E-posta: morakoglu@firat.edu.tr*

### Özet

Bu çalışmada, Elazığ'daki zeminlerin kütle özellikleri deneysel olarak incelenmiştir. Çalışma sahasında inşa edilen sekiz adet yapının temel çukurlarından örselenmiş numune alınmıştır. Numuneler üzerinde zemin sınıfı ve zeminin fiziksel özelliklerini belirleyebilmek için mekanik analiz, likit limit ve plastik limit, rölatif sıklık, doğal birim hacim ağırlık deneyleri yapılmıştır. Deneyler sonucunda, bölgedeki zeminlerin çoğunluğu orta plastisiteli silt ve diğerlerinin de kumlu düşük plastisiteli kil olduğu belirlenmiştir. Zeminlerin boşluk oranları, doğal su muhtevaları, rölatif sıklık değerleri grafiksel olarak karşılaştırılmıştır. Sonuç olarak söz konusu mahale ait zemin tanıma formu geliştirilmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Zemin, Kütle Özellikleri, Dane Dağılımı, Kıvam, Zemin Tanı Formu.

### AN EXPERIMENTAL STUDY ON INVESTIGATION OF SOIL MASS PROPERTIES

#### Abstract

In this study, soil mass properties were investigated as experimental in Elazığ-Turkey. Disturbed samples were taken from the foundation pit of the eight structure which were constructed in investigation area. Mechanical analysis, liquid limit and plastic limit relative density, natural unit weight tests were carried out to classify and to determine the physical properties of the soils. From the results of these tests, it was revealed that, most of soils were medium plasticity silt and the rest were sandly low plasticity clay. Void ratios, natural

water contents, relative density values of soils were compared with graphically. As a result, Soil diagnosis form was developed belongs to this district.

**Key words:** Soil, Mass Properties, Grain Distribution, Density, Soil Diagnosis Form.

### 1. Giriş

Zemin, büyük bir çoğunluğunu kayaların kimyasal veya fiziksel bozuşması ile oluşmuş katı daneler ile daneler arasını dolduran sıvı (su) ve/veya gazın (hava) oluşturduğu bir malzeme olarak tanımlanabilir. Katı-sıvı-gaz fazının bir arada bulunması, katı daneciklerin çok farklı boyut, şekil, fiziksel ve kimyasal yapıda olabilmesi zemini diğer malzemelerden farklı ve zor kılar.

Zeminlerin belirli standart sistemlere göre sınıflandırılmasını sağlayan ve mühendislik özellikleri hakkında önemli ipuçları veren özelliklerine endeks özellikleri denir. Zeminlerin endeks özellikleri ise genelde “Dane Özellikleri” ve Kütle Özellikleri” başlıkları altında incelenmektedir. Dane özellikleri, zemini oluşturan katı tanelerin boyutları, biçimleri, yoğunlukları ve mineralojik özellikleri gibi kapsamaktadır. Kütle özellikleri ise zemini oluşturan katı, sıvı ve gaz kısımların birbirine göre hacim veya ağırlık oranları, zeminin kıvamı ve içyapısı gibi konuları kapsamaktadır.

Zemin daneleri, büyükten küçüğe doğru, çakıl-kum-silt-kil olmak üzere dört ana gruba ayrılmaktadır. Bilindiği üzere kum, çakıl gibi zeminler kohezyonsuz, silt ve killi zeminler ise kohezyonlu zeminlerdir. Bir zemin kütlesi, katı daneler ve bunların arasındaki boşluklardan oluşmaktadır. Boşluklar ise tamamen veya kısmen su ile dolu olabilmektedir. Dolayısıyla, zeminler üç değişik fazda malzemenin bir arada bulunduğu (katı, sıvı ve gaz) bir sistem oluşturmaktadır. Zemini oluşturan bu öğeler ağırlık ve hacimleriyle temsil edilirler. Bu durumda, yapılacak ilk işlem hacim ve kütle arasındaki bağıntıları tespit etmektir.

Yapı temellerinin görevi ise, üst yapıdan gelen yükleri temel zeminine aktarmaktır. Temel zemini, üst yapının etkisi altındaki bölgelerde gerilme ve şekil değiştirmeye maruz kalmaktadır. Yapı ile temel zemini arasında kuvvetlerin aktarılma biçimi, büyüklüğü, doğrultusu ve dağılımına veya yapı ile zemin arasındaki sınır yüzeye

bağlı değildir. Fakat, zemin ve yapının çok farklılık gösteren fiziksel özelliklerine bağlıdır. Temel zemin özelliklerinin yeteri kadar bilinmediği yerlerde ise sağlıklı bir zemin araştırması yapılarak tüm temel zemini sorunları belirlenmelidir.

Bir zeminde çevre koşullarına bağlı olarak danelerle birlikte su, hava veya bunlardan her ikisi birlikte bulunabilir. Bu öğelerin oranları zeminlerin tüm özelliklerini etkileyebildiği gibi değerlerine bakarak zeminin türü ve olası davranışlarını tahmin etmek de mümkündür. Zeminin kütle özellikleri arasında; su muhtevası, boşluk oranı, porozite, zeminin toplam (tabii) yoğunluğu, tane birim hacim ağırlık, rölatif sıklık, suya doygunluk derecesi, zeminin suya doygun yoğunluğu, incelenmektedir [1-5].

Zemin sınıfının belirlenmesinde en önemli bilgiler kütle özellikleri elde edilmektedir. Bu çalışmada, Elazığ Sürsürü-Ataşehir mahalindeki temel çukurları açılmış, birbirlerine yakın parsel üzerindeki zeminlerin kütle özellikleri kapsamında dane çapları, su muhtevası, doğal birim hacim ağırlık, özgül ağırlık, doygunluk derecesi, rölatif sıklık değerleri deneysel olarak belirlenmiştir. Ayrıca, kıvam limit deneyleri yapılarak TS 1500/2000 sınıflandırma sistemine göre zemin sınıfları belirlenmiştir. Çalışmanın bu niteliği nedeniyle, benzer konularda yapılacak çalışmalara ışık tutması açısından önem arz etmektedir.

## **2. Çalışma Alanı**

Elazığ, Doğu Anadolu Bölgesi'nin güneybatısında, Yukarı Fırat Havzasında yer alan ve hızla gelişen bir ildir. Yüzölçümü 8.455 km<sup>2</sup> si kara, 826 km<sup>2</sup> si baraj ve doğal göl alanları olmak üzere toplam 9.281 km<sup>2</sup> dir. Denizden yüksekliği 1.067 metre olan Elazığ, yeryüzü şekilleri açısından topraklarını dağlık alanlar, platolar ve ovalar oluşturmaktadır. Türkiye topraklarının % 0,12'sini meydana getiren il sahası, 40° 21' ile 38° 30' doğu boylamları, 38° 17' ile 39° 11' kuzey enlemleri arasında kalmaktadır. Şekil olarak kabaca bir dikdörtgene benzeyen Elazığ topraklarının doğu-batı doğrultusundaki uzunluğu yaklaşık 150 km, kuzey-güney yönündeki genişliği ise yaklaşık 65 km civarındadır. İli, doğudan Bingöl, kuzeyden Keban Baraj Gölü aracılığıyla Tunceli, batı ve güneybatıdan Karakaya Baraj Gölü vasıtasıyla Malatya, güneyden ise Diyarbakır illerinin arazileri çevrelemektedir. Yerleşim

durumu itibariyle nüfus yoğunluğunun şehir ve kasabalarda yaşadığı Elazığ'ın nüfusu 2009 yılı TÜİK adrese dayalı nüfus kayıt sistemi sonucuna göre 547.000'dir. Şehir merkezinin nüfusu ise 312.000 olarak sayılmıştır. Elazığ ili, M.Ö. 3000'li yıllarda kurulduğu sanılan, tarihi Harput kentinin oradaki devamıdır. Elazığ İli, Doğu Anadolu Bölgesi'nin kara, hava ve demiryolu ulaşımı geçiş merkezi konumundadır. Elazığ il yerleşim merkezinde çalışma alanı olarak yeni imara açılmış, Elazığ'ın batısında yer alan Sürsürü-Ataşehir bölgesi belirlenmiştir. Bu mahalın genel görünümü ve numune alınan yerler Şekil 1'de görülmektedir [7].

**Şekil 1. Çalışma alanı ve numune alınan noktalar**



Çalışma alanından elde edilen numunelerin mahal isimlerine göre sıralaması ve bu isimlerin kodlaması Çizelge 1'de verilmiştir.

**Çizelge 1. Numune alınan mahal ve kodlama**

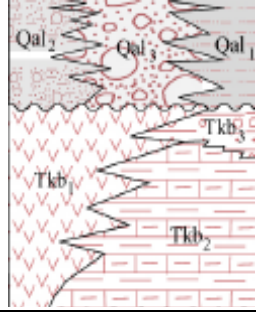
Numune Alınan Mahal	Kod No
Gakkoşlar Sokak	1
Muhabirler Sokak	2
Muhabirler Sokak	3
Çankaya Sokak	4
Hükümdar Sokak	5
Zeybekler Sokak	6
Nakkaşlar Sokak	7
Yaldızlı Sokak	8

Deneysel olarak zeminlerin kütle özellikleri deneysel olarak incelenen Sürsürü-Ataşehir mahalının genel jeolojisi bakımından durumu 40-70 cm kalınlığındaki kısmi nebati topraklarla kaplıdır. Bu toprağın altında ise Elazığ Magmatitleri'nden türemiş, kum-çakıl ve kilden oluşan alüvyonlarla yamaç molozları yer almaktadır [6].

Elazığ ve çevresinde değişik yaşta birimler yüzeylenir. İncelenen alanı yüzeyleyen birim, yapılan literatür taramaları ile belirlenen Keban Metamorfitleridir. Keban Metamorfitleri ise yüzeyler arasında en yaşlısıdır. Keban Metamorfitleri'nin en iyi yüzeylenmesi Keban ilçesi civarında görülmektedir. Burada rekristalize kireçtaşları, kalkışist, mermer, metakonglomera, kalkfillit litolojisindedir. Fakat, çalışılan alanda yüzeyleme verdiği kesimde rekristalize kireçtaşından oluşan bir litoloji sunmaktadır [7].

Bölgedeki, alttaki birimler üzerine uyumsuzlukla gelen Kuvaterner çökelleri görülür. Bu çökeller iki kısma ayrılarak incelenirse, kum, kil ağırlıklı (Qkk) ve kum-çakıl ağırlıklı (Qkç) Elazığ ovası çökelleri olarak ayrılabilir. Qkk ve Qkç seviyeleri arazide genellikle derinliğe bağlı olarak görülmektedir [6]. Deneysel olarak çalışılan mahalın genel jeolojik kesiti Şekil 2'de verilmiştir [6].

**Şekil 2. Çalışma alanının genel jeolojik kesiti [6]**

Litoloji	Açıklamalar
	Qal <sub>1</sub> : Siltli Kil Qal <sub>3</sub> : Kum-Çakıl
	Tkb <sub>1</sub> : Volkanitler Tkb <sub>2</sub> : Killi Kireçtaşı Tkb <sub>3</sub> : Çakıltaşı-Kumtaşı

### 3. Deneysel Yöntemi ve Bulgular

Deneysel olarak incelenen zemin numuneleri, Elazığ'da yeni imara açılmış ve iskân bakımından en fazla talep edilen Sürsürü-Ataşehir mahaline aittir. Zemin örnekleri ilgili mahallerde açılmış temel çukurlarından örselenmiş olarak alınmıştır. Zeminlerin

sınıflandırılması TS1500/2000, kütle özellikleri ise TS1900 standartları çerçevesinde yapılmış ve yorumlanmıştır [8]. Kütle özellikleri kapsamında zeminlere ait iri daneler için elek analizleri yapılmış ve ince dane oranlarını belirlemek içinde hidrometre deneyleri yapılmıştır. Zemin dane boyutları belirlendikten sonra kıvam limitleri deneyleri kapsamında likit limit (Casagrande Metodu) ve plastik limit (cam plaka üzerinde el yardımı ile) değerleri belirlenmiştir. Ayrıca, zeminlerin doğal birim hacim ağırlığı, özgül ağırlığı, porozite, rölatif sıklık ve doğal su muhtevası belirlenmiştir.

Zemin sınıflandırma sisteminde, tanelerin büyüklüğü ile bunların kuru ağırlık olarak zemindeki yüzdelerinin bilinmesi gerekir. Bu bilgilerin elde edilmesi için mekanik analizler yapılır. Mekanik analizler; elek analizi ve ıslak (çökeltme, sedimantasyon) analiz olmak üzere iki aşamada yapılmıştır. Elek analizi, zeminlerin No.200 (0,075 mm) elek üzerinde kalan iri kısmına uygulanmıştır. Kurutulan zemin örnekleri, bir dizi elekten elendi. Eleme sonunda her elek üstünde kalan zemin miktarı tartılarak belirlendi. Her elekte kalan yüzde ile toplam kalan ve geçen malzeme yüzdeleri bulunmuştur. Bu değerlere göre; yarı logaritmik tane dağılım eğrisi (granülometri eğrisi) çizilmiştir. Hidrometre deneyinde, zemin tanelerinin çapı, tanelerin belirli bir zamanda aldıkları yol (çökme mesafeleri) ölçülerek; bu tanelerin, analizde kullanılan tanelerin toplam ağırlığına oranı (toplam geçen yüzdesi) ise karışımın yoğunluğu ölçülerek belirlenmiştir [10-14]. Mekanik analiz sonuçları Şekil 3'de, ince malzeme, kum, çakıl yüzdeleri Şekil 4'de ve zemin sınıflandırma sonuçları da Çizelge 2'de verilmiştir.

Su muhtevası, zemin örneğinin içerdiği su ağırlığının aynı örneğin kuru ağırlığına oranı olarak ifade edilmektedir [9]. Yapılan deneysel çalışmada 4 nolu (4.75 mm) elekten geçen standartlarda belirtilen en az 100 gr örnek alınması koşulu sağlanarak su muhtevaları etüv kurutma yöntemi ile belirlenmiş ve elde edilen sonuçlar Çizelge 3'de verilmiştir.

Zeminin kıvam limit değerleri Attenberg tarafından ileri sürülen ve A.Casagrande tarafından yeniden güncellenen esaslara göre belirlenmiştir. Yapılan deneysel çalışmada etüvde kurutulan numuneler 40 nolu (0,425 mm) elekten elenerek likit limit ve plastik limit deneyleri için 500 gr malzeme hazırlanmıştır. Hazırlanan numuneler üzerinde

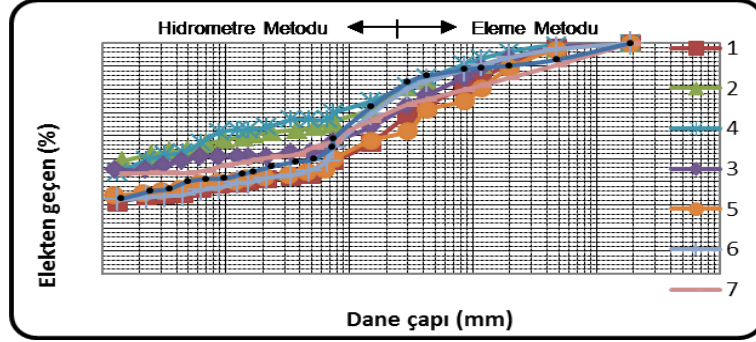
Casagrande aleti kullanılarak likit limit, el ve cam plaka yardımı ile plastik limit deneyleri yapılmıştır. Numunelere ait su muhtevası-vuruş sayısı Şekil 5’de gösterilmiştir. Grafiklerden bulunan 25 vuruşa denk gelen su muhteva değerleri zeminlerin likit limit değerini vermektedir. Bulunan likit limit ve plastik limit değerleri Çizelge 3’de gösterilmiştir. Her numune için zeminin plastik olduğu durumlarda su muhtevası aralığını tanımlayan plastisite indisi değerleri ile zemin örneğinin doğal su içeriğinin kıyaslanmasında kullanılan likitlik indisi değerleri Çizelge 3’de belirtilmiştir.

Zeminlerin doğal birim hacim ağırlık deneyi su taşıma yöntemine göre yapılmıştır. Deneysel, araziden en az örselenme ile alınan numuneler üzerinde iki kez tekrarlanmıştır. Zemin numunelerinin ağırlıkları alındıktan sonra parafinle kaplanıp hacim bölümlü silindir içinde su taşıma yöntemiyle hacimleri belirlenmiş ve sonuçları Çizelge 3’de verilmiştir.

Özgül ağırlık, zeminin tane birim hacim ağırlığının ( $\gamma_s$ ) 20°C sıcaklığındaki suyun birim hacim ağırlığına ( $\gamma_{su}$ ) oranı olarak ifade edilir. Yapılan deneysel çalışmada, kuru olarak alınan zemin numunelerinde piknometre yöntemi kullanılarak elde edilen özgül ağırlık sonuçları Çizelge 4’de gösterilmiştir.

Zemin numunelerinin rölatif sıklığını belirlemek için üç farklı şekilde deney yapılmıştır. Hacmi belirli olan numune huni içerisinden boşaltılarak zeminin en gevşek haldeki yoğunluğu ve maksimum hava boşluğu, tabaka halinde dökülüp şişlenerek ve kabın yan tarafına vurulması suretiyle en yüksek yoğunluğu ve minimum hava boşluğu belirlenmiş ve elde edilen değerler Çizelge 4’de verilmiştir. Porozite, zeminin boşlukluluk durumunu yansıtır ve boşluk hacminin, tüm hacme oranı olarak tanımlanır. İncelenen bölgeye ait zeminlerin porozite yüzdeleri Çizelge 4’de belirtilmiştir.

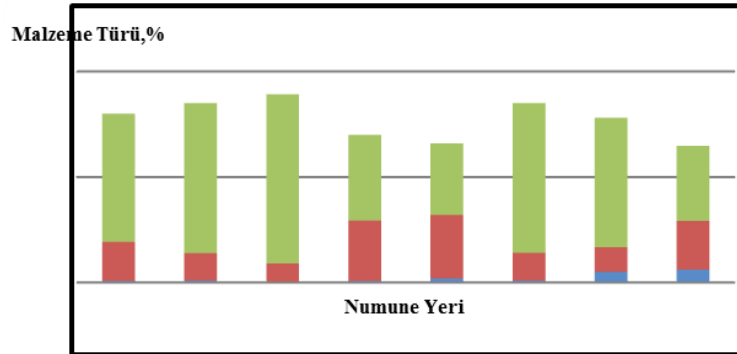
Şekil 3. Zeminlerin mekanik analiz sonuçları



Çizelge 2. Zeminlerin dane büyüklük dağılım değerleri

Mahal Kodları	İnce Malz. (%)	Kum (%)	Çakıl (%)
1	79,98	19,25	0,77
2	85,09	13,94	0,97
3	89,24	9,11	0,44
4	69,90	29,31	0,79
5	66,03	31,98	1,99
6	85,11	14,04	0,85
7	78,05	16,83	5,12
8	64,76	29,14	6,09

Şekil 4. Zeminlerin malzeme dağılımına ilişkin yüzde grafiği

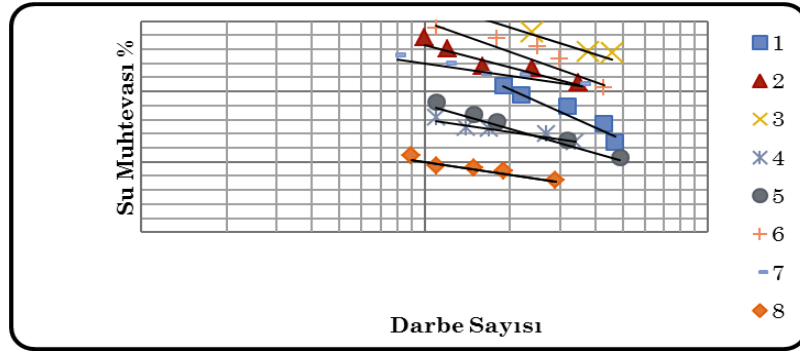




**Çizelge 3. Su muhtevası, likit limit, plastik limit, plastisite ve likitlik indisi sonuçları**

Numune Yeri	Su Muhtevası (w) %	Likit Limit	Plastik Limit	Plastisite İndisi	Likitlik İndisi
1	7,36	% 39,23	% 25,88	13,35	-1,38696
2	16,47	% 43,15	% 31,91	11,24	-2,29744
3	11,89	% 49,23	% 34,62	14,61	-1,55571
4	9,19	% 34,02	% 23,55	10,47	-1,37077
5	6,29	% 34,93	% 11,73	23,20	-0,23417
6	12,46	% 45,67	% 25,45	20,22	-0,64224
7	3,58	% 42,23	% 26,05	16,18	-1,38876
8	4,73	% 27,26	% 21,32	5,94	-2,79257

**Şekil 5. Zeminlerin su muhtevası-darbe sayısı grafiği**



**Çizelge 4. Doğal birim hacim ağırlığı, özgül ağırlık, porozite ve rölatif sıklık değerleri**

Numune Yeri	n, (%)	Dr, (%)	$\gamma_n$ (gr/cm <sup>3</sup> )	$\gamma_s$ (gr/cm <sup>3</sup> )
1	27,41	40,67	2,26	2,66
2	13,68	59,81	2,18	2,73
3	28,14	76,33	2,05	2,66
4	23,57	33,79	1,75	2,64
5	33,63	52,66	1,64	2,75
6	24,89	59,78	1,69	2,71
7	18,24	14,73	1,94	2,73
8	19,89	89,25	2,15	2,71

#### 4. Tartışma ve Sonuç

İncelenen mahalden alınan zemin numunelerinin, zemin sınıflarının belirlenmesinde TS1900 ve TS1500 göz önüne alınarak, belirtilen sınıflandırmalar yapılmıştır. Analizler sonucunda zemin numunelerinin hepsinin ince daneli malzeme grubuna girdiği belirlenmiştir. Bu tip zeminlerde zamana bağlı oturmanın fazlalığı ve sıkıştırma problemleri ile karşılaşılabilineceği söylenebilir. Likit limit ve plastisite indislerine göre silt ve kil şeklinde alt gruplara ayrılırlar. İncelenen zemin örnekleri Casagrande tarafından geliştirilen plastisite kartı yardımıyla Çizelge 5’deki gibi sınıflandırılmıştır.

Likitlik indisi değeri sıfırdan küçük olan zeminlerin kesmeye maruz kaldığında bir kırılma çatlak oluşturulacağı düşünülür. Sıfır ile bir arasında olan zeminler ise plastik davranan zeminlerdir. Bu değer birden büyükse zemin kesmeye maruz kaldığından çok viskoz bir sıvı gibi davranması beklenmektedir. Herhangi bir şekilde örselenmedikleri sürece oldukça dayanıklı olabilirler. Ancak, bir sebepten kesmeye maruz kalmaları ve yapının göçmesi durumunda bir sıvı gibi akabilmektedirler.

**Çizelge 5. Zemin sınıflandırılması**

Numune Yeri	Zeminlerin Sınıflandırılması
1	MI: Orta Plastisiteli Silt ve Az Kum
2	MI: Orta Plastisiteli Silt
3	MI: Orta Plastisiteli Silt
4	CL: Kumlu Düşük Plastisiteli Kil
5	CL: Kumlu Düşük Plastisiteli Kil
6	CI: Orta Plastisiteli Kil
7	MI: Orta Plastisiteli Silt ve Az Kum
8	CL: Kumlu Düşük Plastisiteli Kil

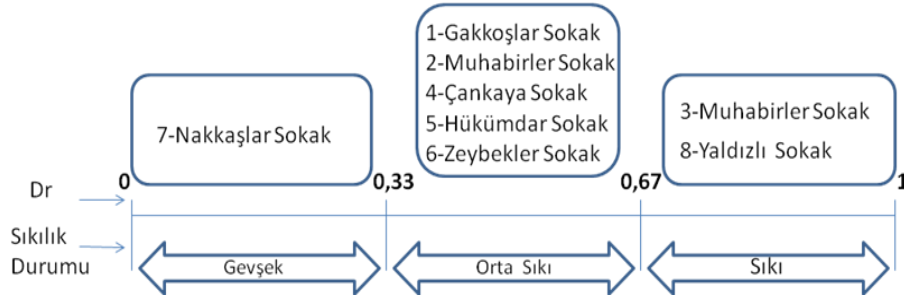
İncelenen zemin numunelerinin likitlik indisi değerlerinin hepsinin 0’dan küçük çıkması sebebiyle herhangi bir kesme gerilmesi durumunda zemin kırılma çatlak oluşturacak ve çabuk deforme olma ihtimali yüksektir. Bu sebeple, incelenen mahalde, yüksek katlı yapılaşmaya izin verilmemelidir.

İncelenen zemin numunelerinin belirlenen rölatif sıklık değerlerinin sınıflandırılması Şekil 6’da, boşluk, su oranı ve dane hacim yüzde dağılımları da Şekil

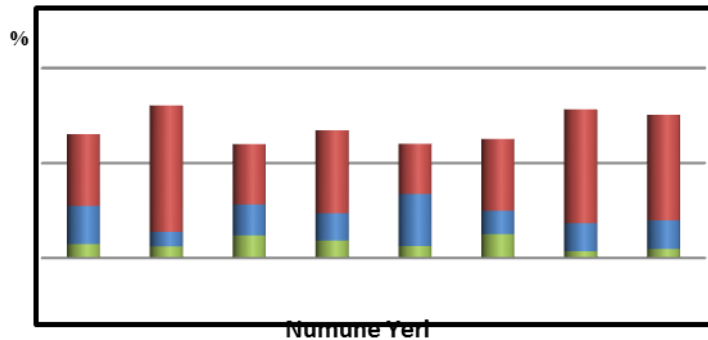
7’de gösterilmiştir. Zemin numunelerinin özgül ağırlıkları 2,64-2,75 arasında değişmektedir. Killi-siltli zemin gruplarına göre sonuçların normal olduğu söylenebilir. Çalışma sahası alüvyon tabakalarından oluşmuştur. Bu tabakalar yumuşak kil, siltli kil ve kumlu killerden meydana gelmektedir. Zemin sınıfı dikkate alındığında, TMMOB’ne bağlı İnşaat Mühendisleri Odası tarafından verilen zemin sınıflarına bağlı kullanılabilir zemin emniyet gerilmelerinden 98,07-147,10 kN/m<sup>2</sup> değerleri arasında kullanılması uygun olacaktır [3].

Deneysel olarak incelenen ve yeni imara açılmış Sürsürü-Ataşehir mahallesi zeminlerinin tanınmasına yönelik yapılan deney sonuçları özet olarak Çizelge 6’da gösterilmiştir.

**Şekil 6. Zemin numunelerinin rölatif sıklığa göre sınıflandırılması**



**Şekil 7. Zeminlerin boşluk oranı, su oranı ve dane yüzde dağılımı**



Çizelge 6. Zemin özelliklerinin genel değerlendirme formu

No	Numune Alma Yöntemi		Renk	Litoloji	Özgül Ağırlığı (kg/cm <sup>3</sup> )	Sıklık Durumu		
	Örselenmiş	Örselenmemiş				Sıkı	Gevşek	Orta Sıkı
1	✓		Koyu Kahve	Alüvyon Tabakalı	2,66			✓
2	✓		Koyu Kahve	Alüvyon Tabakalı	2,73			✓
3	✓		Açık Kahve	Alüvyon Tabakalı	2,66	✓		
4	✓		Gri	Alüvyon Tabakalı	2,64			✓
5	✓		Açık Kahve	Alüvyon Tabakalı	2,75			✓
6	✓		Koyu Kahve	Alüvyon Tabakalı	2,71			✓
7	✓		Koyu Kahve	Alüvyon Tabakalı	2,73		✓	
8	✓		Sarı	Alüvyon Tabakalı	2,71			✓

No	Dane Dağılımı			Likitlik İndisi	Zemin Tipi		Sıvılaşma Tahmini	Plastiklik	Derecelenme Durumu		
	İnce	İri	Çakıl		Temel	İkincil			İyi	Kötü	Kesikli
1	79,9	19,3	0,77	LI<0	Silt	Kum	Yok	Orta	✓	✓	
2	85,1	13,9	0,97	LI<0	Silt	-	Yok	Orta	✓	✓	
3	89,3	9,1	0,44	LI<0	Silt	-	Yok	Orta	✓	✓	
4	69,9	29,3	0,79	LI<0	Kil	Kum	Yok	Düşük	✓	✓	
5	66,1	31,9	1,99	LI<0	Kil	Kum	Yok	Düşük	✓	✓	
6	85,1	14,1	0,85	LI<0	Kil	-	Yok	Orta	✓	✓	
7	78,1	16,8	5,12	LI<0	Silt	Kum	Yok	Orta	✓	✓	
8	64,8	29,1	6,09	LI<0	Kil	Kum	Yok	Düşük	✓	✓	

### Kaynaklar

[1]. Holtz RD and Kovacs WD, An Introduction to Geotechnical Engineering, Prentice-Hall, Londra, 1981.

Önalp A., Geoteknik Bilgisi 1, Birsen Yayınevi, İstanbul, 2007.

[2]. Ekinci CE, Bordo Kitap: Yapı ve Tasarımcının İnşaat El Kitabı, Data Yayınları, Ankara, 2008.

[3]. Uzuner BA, Temel Zemin Mekaniği, Teknik Yayınevi, Ankara, 2005.

- [4]. Orakoğlu ME ve Ekinci CE, “Elazığ Kent Merkezindeki Kohezyonlu Zeminlerin Kütle Özelliklerinin İncelenmesi”, *International Science and Technology Conference (ISTEC)*, Famagusta-Kıbrıs, 263-269, 2010.
- [5]. Elazığ Belediyesi, Sürsürü-Ataşehir Mahali Ön Jeolojik Rapor, Elazığ, 2010.
- [6]. Palutoğlu M., Elazığ İl Merkezi Yerleşim Alanının Depremselliği, Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 2005.
- [7]. TS 1900-1, İnşaat Mühendisliğinde Zemin Lâboratuvar Deneyleri - Bölüm 1: Fiziksel Özelliklerin Tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 2006.
- [8]. Orhan M, Özer M ve Işık N, Zemin Mekaniği Laboratuvar Deneyleri, Cilt 1, Ankara, 2004.
- [9]. Das BM., Soil Mechanics Laboratory Manual, Engineering Press, Texas, 1992.
- [10]. Bowles JE, Physical and Geotechnical Properties of Soils. McGraw-Hill Book Company, 1979.
- [11]. Özyayın K, Zemin Mekaniği, Meya Matbaacılık ve Yayıncılık Ltd. Şti., İstanbul, 1989.
- [12]. Karakaş AS, Sayın B ve Yıldızlar B, Ani Zemin Hareketi Nedeniyle Oluşan Yapısal Hasarlar: Bir Durum Çalışması. *E-Journal of New World Sciences Academy* ISSN 1306-3111, 1(2), 2006, 690-701.
- [13]. Örnek M, Eksantrik Yüklü Temelerde Taşıma Gücü ve Gerilme Davranışlarının Sayısal Analizi. *E-Journal of New World Sciences Academy* ISSN 1306-3111, 1(2), 2006, 900-914.