

T.C.
MUNZUR ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



MUNZUR
ÜNİVERSİTESİ
2008

**TUNCELİ-AKTULUK MAHALLESİ ÖĞRENCİ YURDU ALANI VE YAKIN
CİVARININ ZEMİN ÖZELLİKLERİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ
İLKAY CEM ÖZ

Anabilim Dalı: Jeoloji Mühendisliği

DANIŞMAN
Prof. Dr. Ayten ÖZTÜFEKÇİ ÖNAL
TUNCELİ – 2018

T.C.
MUNZUR ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**TUNCELİ-AKTULUK MAHALLESİ ÖĞRENCİ YURDU ALANI VE YAKIN
CİVARININ ZEMİN ÖZELLİKLERİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ
İLKAY CEM ÖZ
(131101101)

Anabilim Dalı: Jeoloji Mühendisliği

DANIŞMAN
Prof. Dr. Ayten ÖZTÜFEKÇİ ÖNAL

TUNCELİ – 2018

T.C.
MUNZUR ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TUNCELİ-AKTULUK MAHALLESİ ÖĞRENCİ YURDU ALANI VE YAKIN
CİVARININ ZEMİN ÖZELLİKLERİ

İlkay Cem ÖZ
YÜKSEK LİSANS TEZİ
JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Bu tez / / 2018 tarihinde aşağıdaki jüri üyeleri tarafından **oybirliği/oyçokluğu** ile kabul edilmiştir.

İmza:

Prof. Dr. Ayten
ÖZTÜFEKÇİ ÖNAL
(Munzur Üniversitesi)

DANIŞMAN

İmza:

Prof. Dr. Yüksel ÖRGÜN
TUTAY
(İstanbul Teknik
Üniversitesi)

ÜYE

İmza:

Dr. Öğr. Üyesi Taylan
SANÇAR
(Munzur Üniversitesi)

ÜYE

Bu tez, Enstitümüz Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı'nda hazırlanmıştır.

Doç. Dr. Numan YILDIRIM
Enstitü Müdürü

NOT: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı “Fikir ve Sanat Eserleri Kanunu”ndaki hükümlere tabidir.

ÖZET

Yapı temelleri boyutlandırılırken, yapıdan kaynaklı yatay ve düşey yüklerin olabildiğince en ekonomik şekilde, güvenlikten ödün vermeksizin zemine iletilmesi büyük önem taşımaktadır. Ekonomik ve güvenli bir temel modellemesi yapılabilmesi için, yapının oturacağı zemin parametreleri ve davranışları gerçeğe en yakın şekilde bilinmelidir. Son dönemde teknolojinin de ilerlemesiyle, zeminlerin özelliklerinin belirlenmesi eskiye oranla daha gerçekçi bir şekilde yapılmaktadır. Zeminlerin özelliklerini belirlemek amacıyla açılan zemin sondajlarından alınan örnekler üzerinde yapılan laboratuvar deneyleri ve sondaj kuyularında taşıma gücü tespitine yönelik yapılan arazi deneyleri neticesinde elde edilen verilerle optimum temel boyutlandırmaları yapılması mümkün olmaktadır.

Tunceli ilinin topoğrafik yapısı (engebeli arazisi ve baraj gölü havzası sebebiyle azalan potansiyel yeni yerleşim alanları) ve Munzur Üniversitesi yerleşkesinin ve kamu kurum-kuruluşlarının büyük çoğunluğunun ilin batı istikametinde Tunceli-Elazığ karayolu boyunca konumlanması neticesinde, ileriki dönemlerde ildeki yapılaşma faaliyetlerinin Tunceli-Elazığ karayolu boyunca Aktuluk mevki ve çevresinde yoğunlaşacağı öngörülmektedir. Bu kapsamda Aktuluk mevki ve çevresinde yeni yapılaşmaların gerçekleşmesi beklenen arazilerin zemin parametrelerinin doğru olarak belirlenmesi; Söz konusu bölgenin Türkiye Deprem Bölgeleri Haritası'na göre 2. derece deprem bölgesi sınırları içerisinde kalması ve ilin sınırlı ekonomik kaynakları göz önüne alındığında Geoteknik Mühendisliği açısından, ekonomik ve güvenli temel çözümlerinin yapılabilmesi için zorunludur.

Bu tez kapsamında Aktuluk mevkiindeki zeminlerin özellikleri incelenmiştir. 26 adet zemin sondajı açılmış, bu sondajlarda Standart Penetrasyon Testleri (SPT) yapılmış ve örselenmiş zemin numuneleri alınmıştır. İncelenen zeminlerin fiziksel özelliklerinin belirlenmesi için laboratuvar ortamında; Su İçeriği, Doğal Birim Hacim Ağırlığı ve Kuru Birim Hacim Ağırlığı tespitine yönelik deneyler yapılmıştır. Zeminlerin sınıflandırılabilmesi için Elek Analizi Deneyi ve Atterberg Kıvam Limitleri Deneyleri yapılmıştır. Ayrıca numuneler üzerinde yapılan Kesme Kutusu Deneyleri neticesinde elde edilen verilerle Terzaghi (1943), Meyerhof (1951,1963) ve Hansen (1970) Taşıma Gücü Hesap Yöntemlerine göre çözümler (hesaplamalar) yapılmış ve bulunan değerler birbiriyle kıyaslanmıştır. Atterberg Kıvam Limitleri verileri kullanılarak zeminlerin indeks özelliklerini tespit edebilmek amacıyla ampirik yaklaşımlar kullanılmıştır. Bu ampirik bağlantılar kullanılarak zeminlerin; Sıkışabilirliği, şişme potansiyeli, plastiklik derecesi, sıvılık indeksi ve kıvamlilik indeksi hakkında fikir sahibi olunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Tunceli, Aktuluk, Zemin, SPT, İndex Özellikler, Taşıma Gücü.

ABSTRACT

Soil Properties of Dormitory and Surrounding Areas at Tunceli-Aktuluk Neighbourhood

While dimensioning the building bases, it is extremely important to transmit the horizontal and vertical loads caused by the structure to the floor, economically as far as possible, and without compromising the safety. In order to make an economic and safe structure model, soil's parameters and behaviours of structure must be known in the closest way to the reality. Recently, with the advancement of technology, the determination of the characteristics of the soils is made more realistic than the previous one. It is possible to make an optimum basic dimensioning with the laboratory experiments on specimens taken from the soil drillings to determine the properties of the soils and field sizes obtained from the field tests conducted for the determination of the bearing capacity in the soil drilling are possible.

The topographic structure of the province of Tunceli (potential new settlements declining due to rugged terrain and dam lake basin) and the majority of the settlements of Munzur University and the majority of the public institutions are located along the Tunceli-Elazığ highway in the western direction of the province so that it is foreseen that the restoration activities will be concentrated along the Tunceli-Elazığ highway along the Aktuluk area. In this context, the ground parameters of the land expected to be constructed in the vicinity of Aktuluk area and its surroundings shall be determined correctly and it is necessary to perform the economic and safe basic solution in terms of Geotechnical Engineering. Because the concerned region is in the 2nd degree earthquake zone boundaries based on the Map of Turkey Earthquake Zone and the province's economic resources are limited.

Within the scope of this thesis, the properties of the soils in the area of Aktuluk were examined. 26 soil drillings were made, Standard Penetration Tests (SPT) were performed in these drillings and disturbed soil samples were taken. In order to determine the physical properties of the soils examined, Water Content, Natural Unit Weight and Dry Bulk Density experiments were performed in laboratory. Sieve Analysis and Atterberg Consistency Limit Experiments were performed to classify the soils. In addition, the results obtained from the results of the shear box experiments on the samples, calculations were made according to methods of Terzaghi (1943), Meyerhof (1951, 1963) and Hansen (1970) bearing capacity calculations and the values were compared with each other. Empirical approaches have been used to determine the index properties of the soils by using Atterberg Consistency Limits data. By using these empirical links, We have an idea about compressibility, swelling potential, degree of plasticity, liquidity index and consistency index of the soils.

Key Words: Tunceli, Aktuluk, Soil, SPT, Index Properties, Bearing Capacity.

TEŞEKKÜRLER

Tez çalışmalarım esnasında desteğini esirgemeyen danışman hocam Sayın Prof. Dr. Ayten ÖZTÜFEKÇİ ÖNAL'a ve tekrar sağlığına kavuşarak aramızda olmasını temenni ettiğim danışman hocamın eşi Ali ÖNAL Bey'e,

Tez çalışmasının her türlü aşamasında her türlü teknik ve ekipman desteği sağlayan arkadaşım Jeoloji Mühendisi Onur ŞAHİONOL'a,

Hayatımın her alanında beni destekleyen sevgili anneme, babama ve kızkardeşime,

Ve sevgili eşim Bahar'a ve herşeyim, canım kızım Cemre Aslı'ya,

Çok teşekkür ederim.

İlkay Cem ÖZ
TUNCELİ-2018

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖZET	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜRLER	iii
ŞEKİLLER.....	v
ÇİZELGELER	viii
RESİMLER	viiix
SEMBOLLER ve KISALTMALAR	x
1.GİRİŞ	1
1.1. Çalışmanın Amacı ve Çalışma Alanı Genel Özellikleri	1
1.2. Çalışılan Alanın Depremselliği.....	2
1.3. Zeminlerde Yapılan Araştırmalar	7
1.3.1. Arazide Yapılan Zemin Araştırmaları	9
1.3.2. Laboratuvar Deneyleri	23
1.3.2.1. Fiziksel Deneyleri	23
1.3.2.2. Zeminlerde Sınıflandırma ve Kıvam Deneyleri	23
1.3.2.3. Kompaksiyon Deneyleri	36
1.3.2.4. Zeminlerde Taşıma Gücü Hesabı	42
2. MATERYAL VE METOT.....	2
2.1. Arazi Çalışmaları	2
3. BULGULAR.....	52
3.1. Jeoloji ve Hidrojeoloji	52
3.2. Çalışılan Alandaki Zemin Parametreleri.....	64
4. TARTIŞMA VE SONUÇLAR.....	95
5. ÖNERİLER	97
KAYNAKLAR	98
ÖZGEÇMİŞ	101
EKLER	102

SEKİLLER

Sayfa No

Şekil 1.1. 1179 (148/237, 238, 239 ve 1217 (140/29) numaralı parsellerin konumlarını bir arada gösteren Googleearth görüntü.....	2
Şekil 1.2. Türkiye Deprem Bölgeleri Haritası (1996)'na göre Tunceli İli deprem bölgeleri.....	2
Şekil 1.3. AFAD tarafından güncellenen Türkiye Deprem Tehlikesi Haritası.....	3
Şekil 1.4. Yeni Haritaya göre incelenen parsellerin en büyük yer ivmesi değerleri.....	4
Şekil 1.5. Tunceli ve çevresine ait tektonik harita	5
Şekil 1.6. 1900-2015 yılları arasında Tunceli ve çevresinde meydana gelmiş ($M > 4.5$) depremler	7
Şekil 1.7. Araştırma çukuru örnekleri.....	11
Şekil 1.8. Temel örnekleri.....	11
Şekil 1.9. SPT deney ekipmanları.....	15
Şekil 1.10. Plastisite İndeksi ve Likit Limit değerlerine göre zemin sınıflandırması...	39
Şekil 1.11. Yüzeysel temel altındaki göçme mekanizması	43
Şekil 1.12. Terzaghi ve Peck emniyetli taşıma gücü q_e 'nin B ve SPT-N ile değişimi.	50
Şekil 2.1. 1179 ve 1217 numaralı parsellerde açılan SPT sondaj kuyuları Googleearth görüntüsü	53
Şekil 3.1. İnceleme alanı ve civarının jeolojik haritası.....	59
Şekil 3.2. Googleearth görüntüsü üzerinde Resim 3.1'deki arazi fotoğraflarının konumları.....	62
Şekil 3.3. İnceleme alanı civarında YAS temini amacıyla açılmış derin sondaj kuyuları googleearth görüntüsü.....	64
Şekil 3.4. 1179 Nolu parselde açılan SK1 nolu zemin sondaj logu.....	66
Şekil 3.5. 1217 Nolu parselde açılan SK1 nolu zemin sondaj logu.....	67
Şekil 3.6. 1179 Nolu parselde SK1'den alınan numuneler üzerinde yapılan elek analizi (dane çapı dağılımı) deney sonuçları.	71
Şekil 3.7. 1217 Nolu parselde SK1'den alınan numuneler üzerinde yapılan elek analizi (dane çapı dağılımı) deney sonuçları.	72
Şekil 3.8. 1179 Numaralı parselde SK2'den alınan numuneler üzerinde yapılan Atterberg Limitleri sonuçları.	74
Şekil 3.9. 1217 Numaralı parselde SK1' den alınan numuneler üzerinde yapılan Atterberg Limitleri sonuçları.	75
Şekil 3.10. 1179 Numaralı parselde SK2'den alınan numunelerin Kesme Kutusu deneylerinin sonuçları.....	76
Şekil 3.11. 1217 Numaralı parselde SK1'den alınan numunelerin Kesme Kutusu deney sonuçları	77
Şekil 3.12. 1179 numaralı parselin Terzaghi yöntemine göre taşıma gücü hesabı.....	86
Şekil 3.13. 1179 numaralı parselin Meyerhof yöntemine göre taşıma gücü hesabı	87
Şekil 3.14. 1179 numaralı parselin Hansen yöntemine göre taşıma gücü hesabı.....	88
Şekil 3.15. 1217 numaralı parselin Terzaghi yöntemine göre taşıma gücü hesabı.....	89
Şekil 3.16. 1217 numaralı parselin Meyerhof yöntemine göre taşıma gücü hesabı.	90
Şekil 3.17. 1217 numaralı parselin Hansen yöntemine göre taşıma gücü hesabı.....	91
Şekil 3.18. 1179 ve 1217 numaralı parsellerin sondaj kuyusu bazında farklı metotlarla yapılan birleştirilmiş taşıma gücü analiz sonuçlarının karşılaştırılması. .	92
Şekil 3.19. 1179 numaralı parselin PI ve LL değerlerine göre zemin sınıflandırması.	94

Şekil 3.20. 1217 numaralı parselin PI ve LL değerlerine göre zemin sınıflandırması.	94
Ek Şekil 1.1. 1179 Numaralı parselde açılan SK2 nolu zemin sondaj logu.	103
Ek Şekil 1.2. 1179 Numaralı parselde açılan SK3 nolu zemin sondaj logu.	104
Ek Şekil 1.3. 1179 Numaralı parselde açılan SK4 nolu zemin sondaj logu.	105
Ek Şekil 1.4. 1179 Numaralı parselde açılan SK5 nolu zemin sondaj logu.	106
Ek Şekil 1.5. 1179 Numaralı parselde açılan SK6 nolu zemin sondaj logu.	107
Ek Şekil 1.6. 1179 Numaralı parselde açılan SK7 nolu zemin sondaj logu.	108
Ek Şekil 1.7. 1179 Numaralı parselde açılan SK8 nolu zemin sondaj logu.	109
Ek Şekil 1.8. 1179 Numaralı parselde açılan SK9 nolu zemin sondaj logu.	110
Ek Şekil 1.9. 1179 Numaralı parselde açılan SK10 nolu zemin sondaj logu.	111
Ek Şekil 1.10. 1179 Numaralı parselde açılan SK11 nolu zemin sondaj logu.	112
Ek Şekil 1.11. 1179 Numaralı parselde açılan SK12 nolu zemin sondaj logu.	113
Ek Şekil 1.12. 1179 Numaralı parselde açılan SK-13 nolu zemin sondaj logu.	114
Ek Şekil 1.13. 1179 Numaralı parselde açılan SK-14 nolu zemin sondaj logu.	115
Ek Şekil 1.14. 1179 Numaralı parselde açılan SK15 nolu zemin sondaj logu.	116
Ek Şekil 1.15. 1179 Numaralı parselde açılan SK-16 nolu zemin sondaj logu.	117
Ek Şekil 1.16. 1179 Numaralı parselde açılan SK-17 nolu zemin sondaj logu.	118
Ek Şekil 1.17. 1179 Numaralı parselde açılan SK18 nolu zemin sondaj logu.	119
Ek Şekil 1.18. 1179 Numaralı parselde açılan SK19 nolu zemin sondaj logu.	120
Ek Şekil 1.19. 1179 Numaralı parselde açılan SK20 nolu zemin sondaj logu.	121
Ek Şekil 1.20. 1179 Numaralı parselde açılan SK21 nolu zemin sondaj logu.	122
Ek Şekil 1.21. 1179 Numaralı parselde açılan SK22 nolu zemin sondaj logu.	123
Ek Şekil 1.22. 1179 Numaralı parselde açılan SK23 nolu zemin sondaj logu.	124
Ek Şekil 2.1. 1217 Numaralı parselde açılan SK2 nolu zemin sondaj logu.	125
Ek Şekil 2.2. 1217 Numaralı parselde açılan SK3 nolu zemin sondaj logu.	126
Ek Şekil 3.1. 1179 Numaralı parselde SK2'den alınan numuneler üzerinde yapılan elek analizi (dane çapı dağılımı) deney sonuçları.	127
Ek Şekil 3.2. 1179 Numaralı parselde SK3'den alınan numuneler üzerinde yapılan elek analizi (dane çapı dağılımı) deney sonuçları.	128
Ek Şekil.3.3. 1179 Numaralı parselde SK4'den alınan numuneler üzerinde yapılan elek analizi (dane çapı dağılımı) deney sonuçları.	129
Ek Şekil 3.4. 1179 Numaralı parselde SK5'den alınan numuneler üzerinde yapılan elek analizi (dane çapı dağılımı) deney sonuçları.	130
Ek Şekil 3.5. 1179 Numaralı parselde SK6'dan alınan numuneler üzerinde yapılan elek analizi (dane çapı dağılımı) deney sonuçları.	131
Ek Şekil 3.6. 1179 Numaralı parselde SK7'den alınan numuneler üzerinde yapılan elek analizi (dane çapı dağılımı) deney sonuçları.	132
Ek Şekil 3.7. 1179 Numaralı parselde SK8'den alınan numuneler üzerinde yapılan elek analizi (dane çapı dağılımı) deney sonuçları.	133
Ek Şekil 3.8. 1179 Numaralı parselde SK9'dan alınan numuneler üzerinde yapılan elek analizi (dane çapı dağılımı) deney sonuçları.	134
Ek Şekil 3.9. 1179 Numaralı parselde SK10'dan alınan numuneler üzerinde yapılan elek analizi (dane çapı dağılımı) deney sonuçları.	135
Ek Şekil 3.10. 1179 Numaralı parselde SK11'den alınan numuneler üzerinde yapılan elek analizi (dane çapı dağılımı) deney sonuçları.	136
Ek Şekil 3.11. 1179 Numaralı parselde SK12'den alınan numuneler üzerinde yapılan elek analizi (dane çapı dağılımı) deney sonuçları.	137
Ek Şekil 3.12. 1179 Numaralı parselde SK13' den alınan numuneler üzerinde yapılan elek analizi (dane çapı dağılımı) deney sonuçları.	138

Ek Şekil 3.13. 1179 Numaralı parselde SK14'den alınan numuneler üzerinde yapılan elek analizi (dane çapı dağılımı) deney sonuçları.....	139
Ek Şekil 3.14. 1179 Numaralı parselde SK15'den alınan numuneler üzerinde yapılan elek analizi (dane çapı dağılımı) deney sonuçları.....	140
Ek Şekil 3.15. 1179 Numaralı parselde SK16'dan alınan numuneler üzerinde yapılan elek analizi (dane çapı dağılımı) deney sonuçları.....	141
Ek Şekil 3.16. 1179 Numaralı parselde SK17'den alınan numuneler üzerinde yapılan elek analizi (dane çapı dağılımı) deney sonuçları.....	142
Ek Şekil 3.17. 1179 Numaralı parselde SK18'den alınan numuneler üzerinde yapılan elek analizi (dane çapı dağılımı) deney sonuçları.....	143
Ek Şekil 3.18. 1179 Numaralı parselde SK19'dan alınan numuneler üzerinde yapılan elek analizi (dane çapı dağılımı) deney sonuçları.....	144
Ek Şekil 3.19. 1179 Numaralı parselde SK20'den alınan numuneler üzerinde yapılan elek analizi (dane çapı dağılımı) deney sonuçları.....	145
Ek Şekil 4.1. 1217 Numaralı parselde SK2'den alınan numuneler üzerinde yapılan elek analizi (dane çapı dağılımı) deney sonuçları..	146
Ek Şekil 4.2. 1217 Numaralı parselde SK3'den alınan numuneler üzerinde yapılan elek analizi (dane çapı dağılımı) deney sonuçları..	147
Ek Şekil 5.1. 1179 Numaralı parselde SK5'den alınan numuneler üzerinde yapılan Atterberg Limitleri Sonuçları.....	148
Ek Şekil 5.2. 1179 Numaralı parselde SK7'den alınan numuneler üzerinde yapılan Atterberg Limitleri Sonuçları.....	149
Ek Şekil 5.3. 1179 Numaralı parselde SK14'den alınan numuneler üzerinde yapılan Atterberg Limitleri Sonuçları.....	150
Ek Şekil 5.4. 1179 Numaralı parselde SK20'den alınan numuneler üzerinde yapılan Atterberg Limitleri Sonuçları.....	151
Ek Şekil.6.1. 1217 Numaralı parselde SK2'den alınan numuneler üzerinde yapılan Atterberg Limitleri Sonuçları.....	152
Ek Şekil 6.2. 1217 Numaralı parselde SK3' den alınan numuneler üzerinde yapılan Atterberg Limitleri Sonuçları.....	153
Ek Şekil 7.1. 1179 Numaralı parselde SK5'den alınan numuneler üzerinde yapılan Kesme Kutusu Deney Sonuçları	154
Ek Şekil 7.2. 1179 Numaralı parselde SK7' den alınan numuneler üzerinde yapılan Kesme Kutusu Deney Sonuçları	155
Ek Şekil 7.3. 1179 Numaralı parselde SK14'den alınan numuneler üzerinde yapılan Kesme Kutusu Deney Sonuçları	156
Ek Şekil 7.4. 1179 Numaralı parselde SK20' den alınan numuneler üzerinde yapılan Kesme Kutusu Deney Sonuçları	157
Ek Şekil 8.1. 1217 Numaralı parselde SK2' den alınan numuneler üzerinde yapılan Kesme Kutusu Deney Sonuçları	158
Ek Şekil 8.2. 1217 Numaralı parselde SK3' den alınan numuneler üzerinde yapılan Kesme Kutusu Deney Sonuçları	159
Ek Şekil 9.1. 1179 Numaralı parselde ait İmar Çapı	160
Ek Şekil 10.1. 11217 Numaralı parselde ait İmar Çapı	161

ÇİZELGELER

Sayfa No

Çizelge 1.1. Tunceli ve çevresinde 2005-2011 yılları arasında olan $M \geq 4.5$ olan deprem kayıtları.	6
Çizelge 1.2. Proje cinsine göre sondajlar arası mesafeler	12
Çizelge 1.3. Teng (1962)'e göre proje cinsine bağlı olarak minimum sondaj sayısı ile metre cinsinden sondaj aralıkları	12
Çizelge 1.4. Kohezyonsuz zeminlerde SPT-N ile sıklık ilişkisi	18
Çizelge 1.5. Kohezyonlu zeminlerde SPT-N ile kıvam ilişkisi	18
Çizelge 1.6. Değişik zeminlerin q_c / N_{60} oranı.....	21
Çizelge 1.7. Arazide uygulanan deneyler ve bu deneylerde elde edilen parametreler .	23
Çizelge 1.8. Doğal su içeriği deney formu	24
Çizelge 1.9. Özgül ağırlık deney formu.....	26
Çizelge 1.10. Zeminlerin ortalama özgül ağırlık değerleri.	26
Çizelge 1.11. Zeminlerin birim hacim ağırlık değişimleri.....	26
Çizelge 1.12. İri taneli zeminlerin sıklık derecesi	27
Çizelge 1.13. Zemin tanelerinin boyutlarına göre sınıflandırılması.	28
Çizelge 1.14. Zeminlerin adlandırılması.....	31
Çizelge 1.15. Birleştirilmiş zemin sınıflandırmada simgeleme ve zemin grupları için kullanılan semboller.....	31
Çizelge 1.16. Birleştirilmiş Zemin Sınıflandırması (U.S.C.S.)	33
Çizelge 1.17. ASTM D 698 ve TS 1900-1 standartlarına göre standart proktor deney formu.....	38
Çizelge 1.18. Plastisite İndeksine göre plastiklik derecesinin değerlendirilmesi	39
Çizelge 1.19. Zeminlerde sıkışabilirlik.....	40
Çizelge 1.20. Plastisite indisi ile şişme potansiyeli arasındaki ilişki	41
Çizelge 1.21. Sıvılık İndeks parametresine göre zemin özellikleri	41
Çizelge 1.22. Zeminlerin kıvamlılık indeksine göre sınıflandırılması	41
Çizelge 1.23. Bazı minerallerin aktivitesi.....	42
Çizelge 1.24. Killerin aktivitesi bakımından sınıflandırılması	42
Çizelge 1.25. Terzaghi temel şekil katsayıları.	44
Çizelge 1.26. N_c, N_q, N_γ : Taşıma kapasitesi faktörleri (boyutsuz)	44
Çizelge 1.27. Meyerhof taşıma gücü hesabındaki s_i, d_i, i_i hesap yöntemleri..	45
Çizelge 1.28. Meyerhof N_c, N_q, N_γ Taşıma kapasitesi faktörleri (boyutsuz)	45
Çizelge 1.29. Hansen taşıma gücü hesabındaki b_i, g_i, i_i katsayıları hesap yöntemleri..	47
Çizelge 1.30. Hansen s_i, d_i katsayıları hesap formülleri.	48
Çizelge 3.1. 1179 nolu parselde yapılan SPT deney sonuçları.	67
Çizelge 3.2. 1217 nolu parselde yapılan SPT deney sonuçları.....	70
Çizelge 3.3. 1179 numaralı parselde ait zemin parametreleri.....	78
Çizelge 3.4. 1217 numaralı parselde ait zemin parametreleri.....	80
Çizelge 3.5. 1179 numaralı parseldeki zeminin sıkışabilirliği.....	81
Çizelge 3.6. 1217 numaralı parseldeki zeminin sıkışabilirliği.....	82
Çizelge 3.7. İncelenen zeminlerin şişme potansiyeli.	83
Çizelge 3.8. İncelenen zeminlerin plastiklik derecesinin değerlendirilmesi	83
Çizelge 3.9. İncelenen parsellerin sıvılık indeksine göre zemin özellikleri	83
Çizelge 3.10. İncelenen zeminlerin Kıvamlılık İndeksine göre zemin özellikleri.....	84

RESİMLER

Sayfa No

Resim 2.1. 1179 nolu parselde (a, b, c) ve 1217 numaralı parselde (d, e, f) yapılan sondaj çalışmaları.	52
Resim 2.2. Sırasıyla 1179 ve 1217 numaralı parsellerden alınan örselenmiş numunelerin görünümü.	53
Resim 3.1. İncelene bölgedeki jeolojik katmanlar.	61



SEMBOLLER VE KISALTMALAR

Semboller

A	: Aktivite
c	: Kohezyon (kg/cm ²)
D	: Tane Çapı (mm)
Φ	: İçsel Sürtünme Açısı (Kayma Açısı)
γ_k (Max)	: Maksimum Kuru Birim Hacim Ağırlık (gr/cm ³)
γ_σ	: Tane Birim Hacim Ağırlığı (gr/cm ³)
G_s	: Numunenin Özgül Ağırlığı
LL	: Likit Limit
PI	: Plastite İndisi (%)
PL	: Plastik Limit (%)
CH	: Yüksek plastisiteli kil
CL	: Düşük plastisiteli kil
SPT-N	: Standart penetrasyon vuruş sayısı
Dr	: Relatif Sıkılık
MV	: Hacimsel Sıkışım Katsayısı
SU	: Drenajsız Kayma Mukavemeti
D_N	: %N Seviyesinde Geçen Malzemenin Dane Çapı
Q_c	: Uç Direnci
N	: Vuruş Sayısı
R	:Rebound
Pa	: Referans Derinlikteki Gerilme
σ_v	: Test Derinliğindeki Efektif Gerilmedir

Kısaltmalar

ASTM	: Amerikan Society For Testing and Material
AFAD	: Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı
YASS	: Yeraltı Su Seviyesi
TS	: Türk Standartları
SPT	: Standart Penetrasyon Deneyi
CPT	: Koni Penetrasyon Deney
D.B.Y.B.H.Y.	: Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik
MTA	: Maden Tetkik Arama Genel Müdürlüğü



1.GİRİŞ

1.1. Çalışmanın Amacı ve Çalışma Alanı Genel Özellikleri

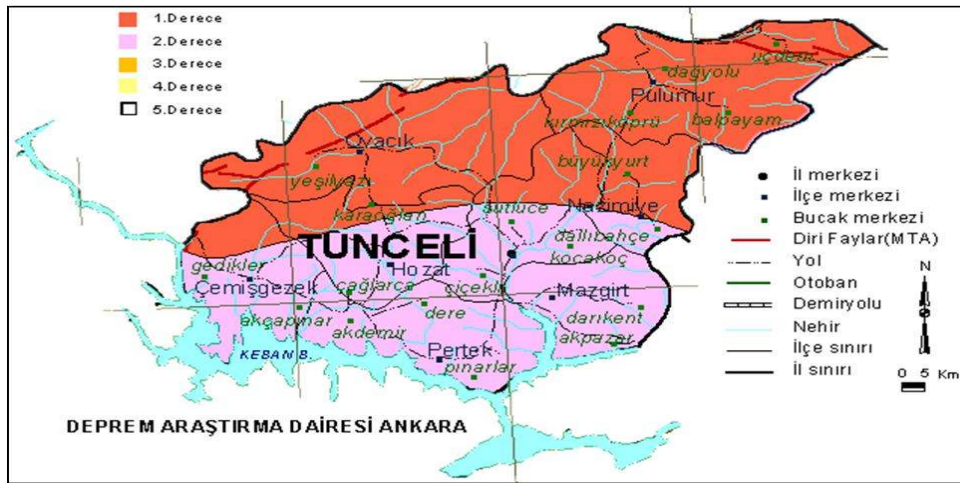
Tunceli il merkezinin kuzey (K), doğu (D) ve batı (B) kesimi dağlık alanlarla sınırlanmıştır. Bu topoğrafik özellik nedeniyle ciddi anlamda yerleşim yeri sıkıntısı yaşandığı için, özellikle 2005 yılından itibaren şehir güneybatı (GB) istikameti yönünde yapılaşma eğilimi göstermektedir. İl merkezinin hemen GB'sında bulunan Atatürk mahallesinde 2005 yılından beri süren yoğun yapılaşmaya ilaveten, 2008 yılında üniversitenin kurulmasından sonra, Atatürk mahallesinin daha güneyinde yer alan Aktuluk mahallesinde yapılaşma faaliyetleri de artış göstermeye başlamıştır. Yapılaşmanın halen devam ettiği Aktuluk mahallesi-öğrenci yurtları alanı ve yakın civarındaki zeminleri oluşturan jeolojik birimlerin özellikleri, yeraltısuyu durumu ve bu alandaki zemin özelliklerinin araştırılması bu tezin konusunu oluşturmaktadır. Bu amaç doğrultusunda Jeoloji Mühendisi Onur ŞAHİNOL'un Milli Emlak Müdürlüğü'nün talebi üzerine 1179 nolu parselde, Haydar BELTAN adlı vatandaşın talebi üzerine ise 1217 nolu parselde Çevre ve Şehircilik Bakanlığının "Zemin ve Temel Etüt Raporu Hazırlanmasına İlişkin Esaslar" çerçevesinde yaptığı parsel bazındaki zemin etüt çalışmaları ve sonuçları değerlendirilmiştir. Bu tez kapsamında incelenen ve aralarında 832 metre mesafe olan 1179 ve 1217 nolu parseller (Şekil 1.1) üzerinde arazide yerinde yapılan testler ve alınan örselenmiş zemin örnekleri üzerinde laboratuarda yapılan deney sonuçları birlikte değerlendirilerek Aktuluk mahallesi civarındaki zeminin özellikleri (indeks, kayma dayanımı, şişme vs.) ortaya çıkarılmış ve yapı projelerine esas zemin taşıma kapasitesi belirlenmiştir. Tez kapsamında çalışılan alandan parsel bazında elde edilen zemin özellikleri, çalışılan alanın yakın civarındaki "Tunceli Belediyesi Merkez (2. Bölge) İmar Planına Esas Jeolojik-Jeoteknik Etüt Raporu (2015)"undaki veriler ile de karşılaştırılarak yorumlanmıştır.



Şekil 1.1. 1179 (148/237, 238, 239) ve 1217 (140/29) numaralı parsellerin konumlarını bir arada gösteren Googleearth görüntüsü.

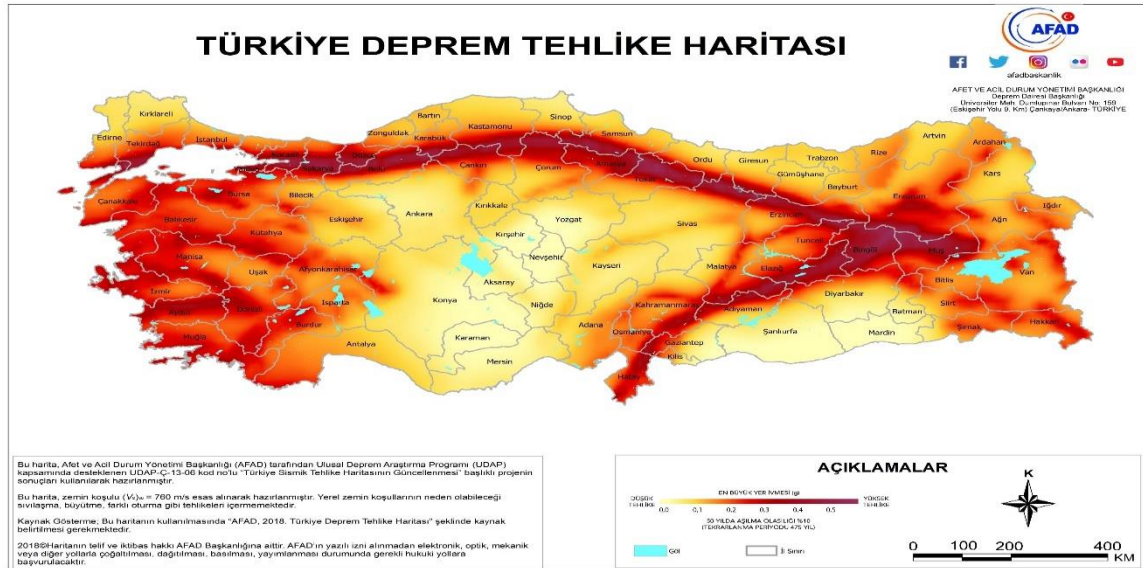
1.2. Çalışılan Alanın Depremselliği

İnceleme alanı 18.04.1996 tarih ve 96/8109 sayılı Bakanlar Kurulu Kararı ile yürürlüğe giren Türkiye Deprem Bölgeleri Haritası'na göre **2. derece** deprem bölgesi sınırları içerisinde kalmaktadır (Şekil 1.2).



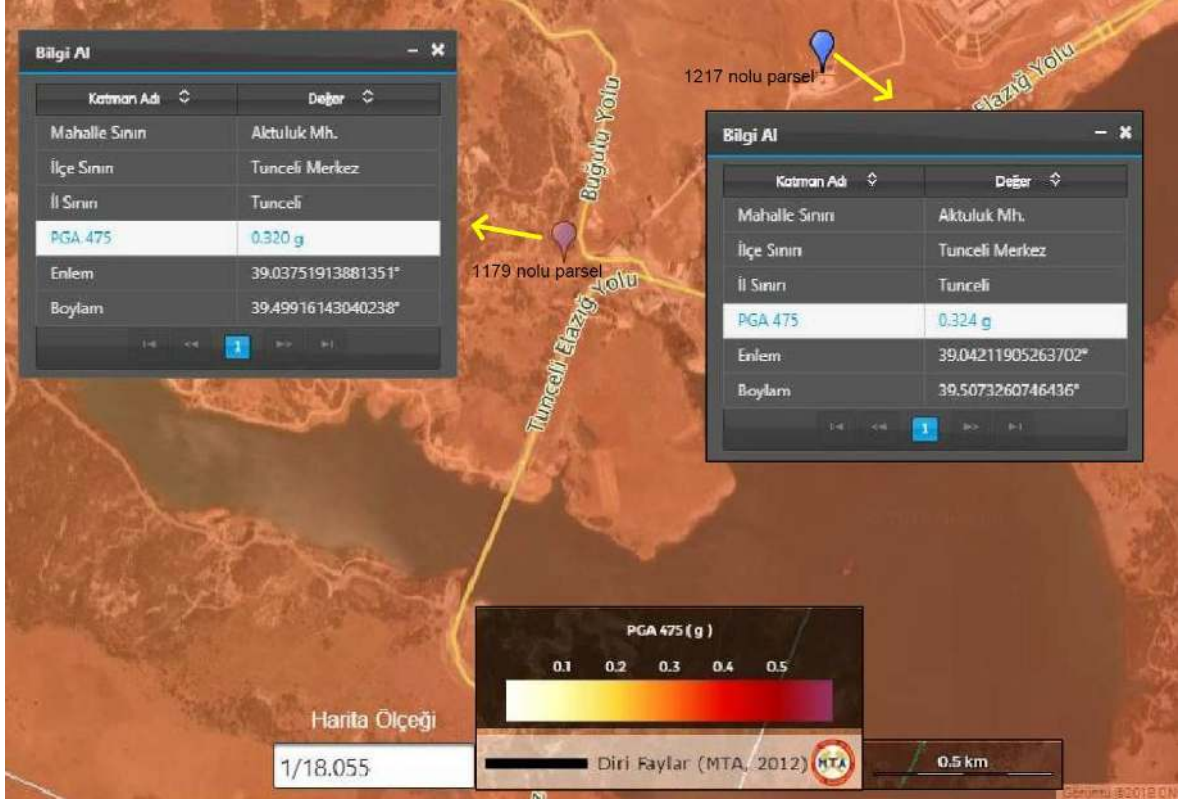
Şekil 1.2. Türkiye Deprem Bölgeleri Haritası (1996)'na göre Tunceli ili deprem bölgeleri (URL-1, 2018).

Söz konusu Türkiye Deprem Bölgeleri Haritası, AFAD Deprem Dairesi Başkanlığı tarafından yenilenmiş, 18 Mart 2018 tarih ve 30364 sayılı (mükerrer) Resmi Gazete’de yayımlanmıştır ve yeni harita 1 Ocak 2019 tarihinde yürürlüğe girecektir (Şekil 1.3). Yeni harita en güncel deprem kaynak parametreleri, deprem katalogları ve yeni nesil matematiksel modeller dikkate alınarak çok daha fazla ve ayrıntılı veriyle hazırlanmıştır. Yeni haritada, bir önceki haritadan farklı olarak deprem bölgeleri yerine en büyük yer ivmesi değerleri gösterilmiş ve “deprem bölgesi” kavramı ortadan kaldırılmıştır. Bu tez kapsamında incelenen parsellerin AFAD tarafından güncellenen yeni haritaya göre parsel bazında en büyük yer ivmesi değerleri Şekil 1.4.’de verilmiştir.



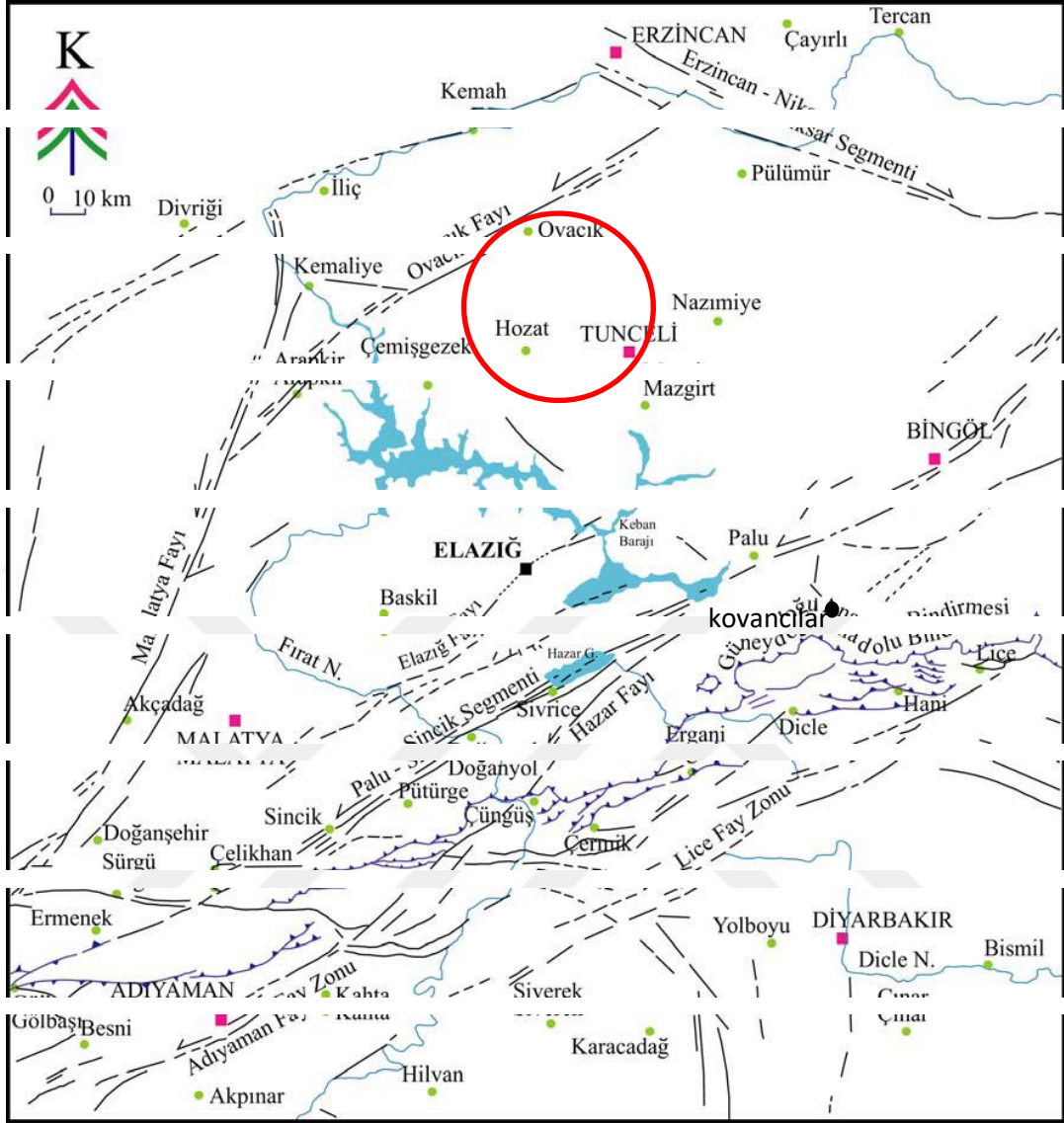
Şekil 1.3. AFAD tarafından güncellenen Türkiye Deprem Tehlikesi Haritası (URL-2, 2018).

Tunceli ve civarı, Kuzey Doğu Anadolu Fayı (KAF), Doğu Anadolu Fayı (DAF), Malatya-Ovacık Fayı (MOF) ve Nazimiye Fayı (NF) ile çevrelenmiş durumdadır (Şekil 1.5). Sol yanallı atımlı MOF'nın ilin hemen KB'sında yer alıyor olması, etkinliği konusunda bir uyarı olarak kabul edilmelidir. Fayın morfolojik ayrıntılarına bakılarak 7-7.2 büyüklüklerde depremler üretebilecek potansiyele sahip olabileceği açıklanmıştır. Araştırmacı, fay üzerindeki düşük hızlı gerinim birikmesinin, kabaca 500 yıl yinelenme aralıkları ile büyük depremler üretebileceğini ön görmektedir. Bölgede 2005-2011 yılları arasında meydana gelen, yüzey dalgası büyüklüğü 4.5 ($M \geq 4.5$) ve üzeri olan birçok depremin olduğu Çizelge 1.1'de ve 1900-2015 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin konumları Şekil 1.6'da görülmektedir.



Şekil 1.4. Yeni Haritaya göre incelenen parsellerin en büyük yer ivmesi değerleri (URL-2, 2018).

“Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkındaki Yönetmeliğe” göre, Tunceli Belediyesi Merkez (2. Bölge) İmar Planına Esas Jeolojik-Jeoteknik Etüt Raporu (2015) kapsamında, Kuvaterner Alüvyon Biriminin Zemin Grubu: B-C, Yerel Zemin Sınıfı: Z₂-Z₃, Taraçaların Zemin Grubu: B-C, Yerel Zemin Sınıfı: Z₂-Z₃, Mollakulaçdere Formasyonu Rezidüelinin Zemin Grubu: C, Yerel Zemin Sınıfı: Z₃, Mollakulaçdere Formasyonunun Zemin Grubu: B, Yerel Zemin Sınıfı: Z₂, Kozlu Formasyonu Rezidüelinin Zemin Grubu: C, Yerel Zemin Sınıfı: Z₃ ve Kozlu Formasyonunun Zemin Grubu: B, Yerel Zemin Sınıfı: Z₂ Toraman Formasyonu Rezidüelinin Zemin Grubu: C, Yerel Zemin Sınıfı: Z₃ ve Toraman Formasyonunun Zemin Grubu: B, Yerel Zemin Sınıfı: Z₂ olarak belirlenmiştir. Tunceli ve çevresi deprem tehlikesini gösterir poison olasılık dağılımlarına göre; 5 ve 5,5 büyüklüğündeki bir depremin bir, 6,0 ve 6,5 büyüklüğündeki bir depremin on, 7 büyüklüğündeki bir depremin 63 yılda bir olma ihtimalinin olduğu hesaplanmıştır. Buradan hareketle, çalışma alanında yapılacak yapılar, deprem büyüklükleri ve sismik risk analiz değerleri göz önüne alınarak projelendirilmelidir (Tunceli Belediyesi Merkez 2. Bölge İmar Planına Esas Jeolojik-Jeoteknik Etüt Raporu, 2015).

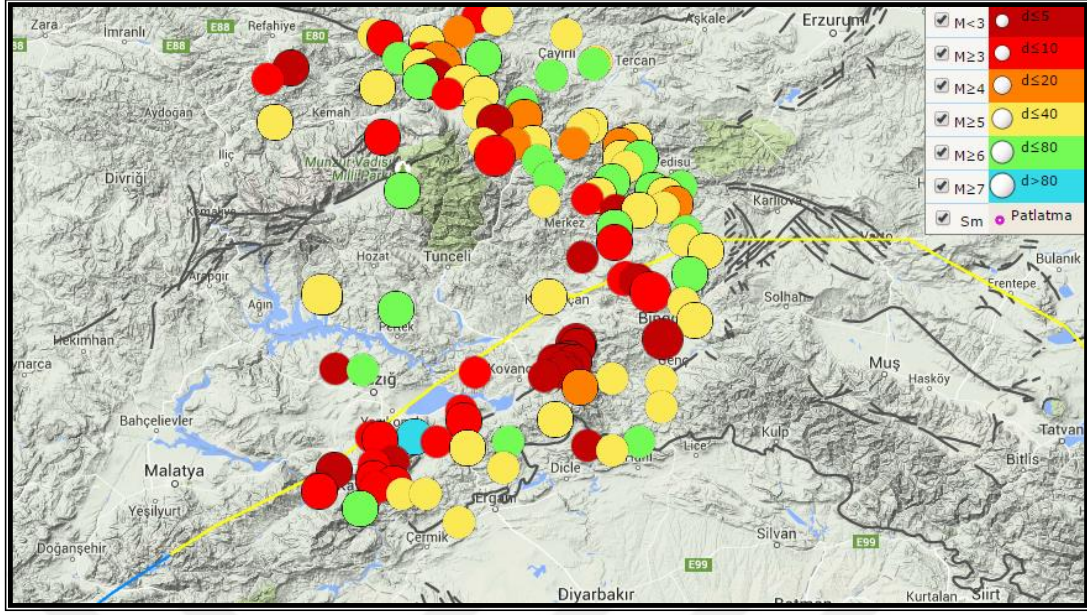


Şekil 1.5. Tunceli ve çevresine ait tektonik harita (Tunceli Belediyesi Merkez 2. Bölge İmar Planına Esas Jeolojik-Jeoteknik Etüt Raporu, 2015’den alınmıştır).

Sonuç olarak, Alanın 2. derece deprem bölgesinde yer alması, KAF, DAF, MOF ve NF’na yakın olması nedeniyle, yapılaşma öncesinde jeolojik birimlerin litolojik ve jeoteknik özellikleri dikkate alınmalıdır. Yapılaşma esnasında ise depremsellik mutlaka önemsenmeli, “Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik” hükümlerine uyulmalıdır.

Çizelge 1.1. Tunceli ve çevresinde 2005-2011 yılları arasında olan $M \geq 4.5$ olan deprem kayıtları (Tunceli Belediyesi Merkez 2. Bölge İmar Planına Esas Jeolojik-Jeoteknik Etüt Raporu, 2015).

Deprem No	Oluş Tarihi	Enlem	Boylam	Der. (km)	M	Yer
1	22.09.2011	39.79	38.85	5.00	5.60	Dogandere-Refahiye
2	23.06.2011	38.57	39.62	5.50	5.40	Kartaldere-Maden
3	24.03.2010	38.78	40.11	5.00	5.10	Yukarımırahmet-Kovancılar
4	08.03.2010	38.78	40.02	5.00	4.70	Demirci-Kovancılar
5	08.03.2010	38.79	40.09	5.00	5.30	Yukarımırahmet-Kovancılar
6	08.03.2010	38.83	40.13	5.00	5.20	Isaagamezrası-Kovancılar
7	08.03.2010	38.76	40.08	5.00	4.90	Yukarımırahmet-Kovancılar
8	08.03.2010	38.76	40.06	2.00	4.60	Asagımırahmet-Kovancılar
9	08.03.2010	38.78	40.06	5.00	5.60	Asagımırahmet-Kovancılar
10	08.03.2010	38.83	40.13	5.00	6.10	Isaagamezrası-Kovancılar
11	30.07.2009	39.60	39.76	3.30	5.00	Gırlevik-Erzincan
12	09.03.2007	39.06	40.40	5.00	4.70	Balıklıcay-Bingöl
13	08.03.2007	39.06	40.39	5.00	4.80	Balıklıcay- Bingöl
14	28.02.2007	38.38	39.21	4.40	4.80	Dogansu-Sıvrice
15	28.02.2007	38.34	39.23	5.50	4.90	Hacılar-Sıvrice
16	21.02.2007	38.35	39.31	7.50	5.90	Albayrak-Cungus
17	09.02.2007	38.40	39.05	3.00	5.50	Tarlatepe-Sıvrice
18	26.01.2007	38.74	40.09	5.00	4.80	Beyhan-Palu
19	18.10.2005	38.75	39.05	5.00	4.50	Alaca-Elazığ



Şekil 1.6. 1900-2015 yılları arasında Tunceli ve çevresinde meydana gelmiş ($M \geq 4.5$) depremler (Tunceli Belediyesi Merkez 2. Bölge İmar Planına Esas Jeolojik-Jeoteknik Etüt Raporu, 2015'den alınmıştır).

1.3. Zeminlerde Yapılan Araştırmalar

Zemin araştırmalarının temel amacı, yapıların oturacağı zeminin iyi bir şekilde analiz edilerek, zemine güvenli şekilde applike edilmeden önce yapıyı en ekonomik olacak biçimde projelendirmektir. Bu sebeple, zemin araştırmalarının planlanması önem arz etmektedir.

Yapılacak zemin araştırmasında öncelik, yapıyı problem oluşturmayacak bir halde zemine oturtmak ve ekonomik ömrü süresince de zemine uyumlu olmasını sağlayacak önlemleri almaktır. Bu nedenle, zemin araştırmalarının aşağıdaki kıstasları karşılaması gerekmektedir.

- Zeminde YASS tespit edilmesi ve buna yönelik tedbirlerin uygulanması,
- Zeminin dayanabileceği taban basıncının tespit edilmesi,
- Zemine uygulanması planlanan yük altında zamanla yapacağı oturmaların tespit edilmesi,
- Zemin profilinin bulunması ve ihtiyaç duyulması halinde iyileştirme veya jeoteknik problemlerin çözülmesi amaçlanmalıdır.

Eğer zemin yatay ve düşey yönde rijitse, zemin profilinin tespit edilmesi daha kolaylaşır. Benzer durum hafif yapılarda da söz konusudur. Fakat zeminde düzgün bir tabakalaşma yoksa zeminde detaylı bir analiz yapılması çok daha önceliklidir. Yapı ve zemin arasındaki farklı sıkışmadan dolayı meydana gelen asimetrik oturmalarından dolayı, yapılarda fiziki deformasyonlar olabilir. Yapıya, diğer bitişik nizam yapılardan etkileyen taban basıncından dolayı, temelde ek oturmalar ve bunun sonucu olarak da yapıda hasarlar gözlenebilir. Geniş yüzeyli ve yüksek taban basıncına sahip ağır yapılarda genelde zemin araştırmaları planlaması yukarıda belirtilen sebeplerden dolayı, aşağıdaki hususları cevaplandırabilecek ve yapıda oluşması muhtemel hasarları önleyecek kapasitede olmalıdır (Öz, 2014).

- Yapının altındaki zeminin taşıma kapasitesi, yapı ağırlığından kaynaklı meydana gelebilecek hasarları absorbe etmelidir.
- Yapı ağırlığından dolayı zemindeki oturmalar kabul edilebilir olmalıdır.
- Zeminde yeraltı suyu mevcutsa, zeminde oluşabilecek aktivitelerden kaynaklı gerilmelerin dış yüklerle karşılanması zaruridir.
- Zeminin su muhtevası değişimlerinin zeminin taşıma kapasitesinin ne kadar etkilediği bulunmalıdır.
- Temel kazısı yapılırken, yeraltı ve yerüstü su durumlarının değişmesiyle zemin duraylılığının etkilenmemesi amacıyla gerekli tedbirler alınmalıdır.
- Şevli arazilerde yapılan yapılarda, yapıdan gelen yüklerden (statik + dinamik) dolayı zeminin stabilitesini kaybetmemesi için gerekli önlemler alınmalıdır.
- Mevcut yapılardan gelebilecek fazladan gerilmelerden dolayı yapıdaki oturmalar, tölere edilebilmelidir.
- Mevcut yapının çevresinde temeli daha altta olacak şekilde yeni bir yapı yapılması planlanıyorsa, mevcut yapı temelinde deformasyon olmaması için gerekli önlemler alınmalıdır (Öz, 2014).

Zemin özelliklerini belirlemek için yapılan çalışmaları genel anlamda arazi ve laboratuvar olmak üzere iki aşamada gerçekleştirilir. Arazi çalışmasına başlamadan önceki büro çalışmalarında, varsa çalışılacak alan ve civarının hava fotoğrafları, daha önce hazırlanmış jeolojik rapor ve haritalar, bölgenin sismik aktivitelerine ait her türlü çalışma gözden geçirilerek temel bilgiler elde edilir. Jeolojik amaçlı 1/25000 ölçekli jeolojik haritalar, öncel çalışmalar ve arazi kontrolleri yapılarak hazırlanır. Alanla ilgili varsa mevcut

mühendislik jeolojisi haritaları (1/1000 ölçekli ve özel projelerde 1/500 gibi daha büyük ölçekli) incelenmelidir. Bu aşamada, temel jeoloji ve mühendislik jeolojisi haritaları ışığında arazide sondajlı çalışmalar ve yerinde (in-situ) yapılan deneyler ile alınan örnekler üzerinde laboratuvar deneyleri gerçekleştirilir. Açılacak sondaj kuyusu sayısı ve derinliğinin belirlenmesi, yerinde ve laboratuvar da hangi tür deneylerin yapılacağına karar, arazi test ve laboratuvar deneylerinde uluslararası ve ulusal standartlara uyulması, elde edilecek zemin özelliklerinin doğruluğunu çok yakından etkileyeceği unutulmamalıdır.

1.3.1. Arazide yapılan zemin araştırmaları

Zeminlerin bulundukları yerde doğal durumlarındaki zemin özelliklerini belirlemek için, Jeofizik araştırmalar dışında genellikle aşağıdaki metotlar kullanılmaktadır.

- a- Araştırma çukuru (gözlem çukuru, muayene çukuru) ve kuyuları
- b- Sondajlar, arazi ve sondaj deliklerinde yapılan arazi deneyleri (Standart Penetrasyon Deneyi-SPT, Koni Penetrasyon Deneyi-CPT, Veyn, Pressiometre, Yükleme deneyleri vb.)

Arazi deneyleri, zeminde daha büyük bir alanda uygulanabildiğinden, zemin özellikleri daha dataylı belirlenebilmektedir ve laboratuvar deneylerine göre daha kısa sürede tamamlanmaktadır. Bu yüzden arazi deneyleri zemin araştırmalarında önemli bir yere sahiptir. İlâveten, tane çapı büyük zeminlerden numune almanın zahmetli olması ve tane çapı küçük zeminlerde ise numune alınırken numunelerin örselenmesi sorunlarını ortadan kaldırmak için arazi deneyleri çoğu zaman tercih edilmektedir. Geoteknik Mühendisliğinde numune alınması, numunelerin özelliklerini koruyacak şekilde saklanması, laboratuvar deneylerinin uygulanmasındaki zorluklar ve bu sayılan aşamaların maliyetlerinin yüksek olması sebebiyle sınırlı bilgi ile yetinilmesi yoluna gidilmektedir. Bu durumda, olabildiğince ekonomik ve kolay yöntemlerle zeminlerin analizlerinin yapılması önem kazanmaktadır. Ön tasarım aşamasında, elde edilen arazi deneyleri sonuçlarının kullanılabilmesi için birçok bağlantı geliştirilmiştir.

- a. Araştırma çukuru (gözlem çukuru, muayene çukuru) ve kuyuları; Bu tür inceleme metotlarla çalışmalar yapılırken, ülkemizde ulusal düzeyde standartlar belirlenmediği için uluslararası ve bazı ülkelerin standartlarından faydalanarak değerlendirmeler yapılmaktadır. Araştırma çukurlarının nicelikleri ve nitelikleri yapılacak yapının tipine, büyüklüğüne ve zemin tabakalarının durumuna bağlı olarak değişse de, kuyular arasındaki uzaklığın 25 metreden büyük olmaması (Alman normlarına göre) istenmektedir. Ancak, bu mesafe yapı

ve zemin özelliklerine göre değiştirilebilir. Araştırma çukurları ve kuyuları, zemini doğal durumda olduğu gibi görmek, üzerinde deneyler yapmak ve örnekler almak amacıyla açılır. Bu çukurlar genelde hendek biçiminde açılmaktadır. Genişlikleri 1,5 metreden az olmamak üzere değişik derinliklerde açılmaktadır. Ancak, kuyu ve çukurlar uygulamada hem ekonomiklik hem de pratiklik açısından dikdörtgen şeklinde açılmaktadır. Araştırma çukurları ve kuyularının yerleri, yapı planı ve yapı yüklerinin kabaca değeri ve hangi noktaları etkilediği dikkate alınarak, öncelikle ön araştırma çukurları ve kuyuları yapılmalı ve bu kuyulardan elde edilen zemin ve tabakalaşma karakterine bağlı olarak planlanan diğer araştırma çukurları ve kuyuları açılmalıdır. Ön araştırma çukurlarında gözlenen zemin karakterleri ve tabakalaşma aynı özellikte ise planlanan diğer araştırma çukur ve kuyuları yapılmayabilir. Ancak tersi bir durum söz konusu ise planlanandan fazla araştırma çukuru ve kuyusu açılmalıdır. Pratik olarak Şekil 1.7.'de dikdörtgen veya kare bir alana oturacak olan bir yapının, zemin araştırmasında açılacak olan araştırma çukurları ve kuyularının yerleri ve açılış sıraları gösterilmektedir. Araştırma çukurları ve kuyularının derinlikleri şerit ve tekil sömelli yapılarda 6 metreden az olmamak üzere en az sömel genişliğinin 3 katı olarak alınabilir. Radyejeneral temellerde ise yine 6 metreden az olmamak üzere temel genişliğinin 1.5 katı olarak almak uygundur. Şekil 1.8.'de temel çeşidine göre araştırma derinlikleri gösterilmektedir. Sondajlı çalışmalarda da aynı kriterler geçerlidir.

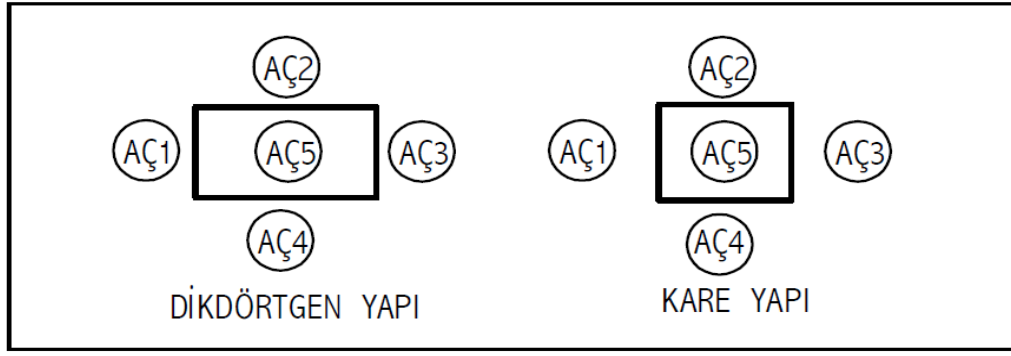
Alman normlarına göre araştırma çukurları ve kuyularının derinlikleri Erbulak ve Bayça (2004) tarafından kayalık olmayan, gelişmiş temel zeminlerinde; $d = P_o \cdot b$ bağıntısı ile verilmektedir (Öz, 2014).

d = Araştırma çukurları ve kuyularının derinliği

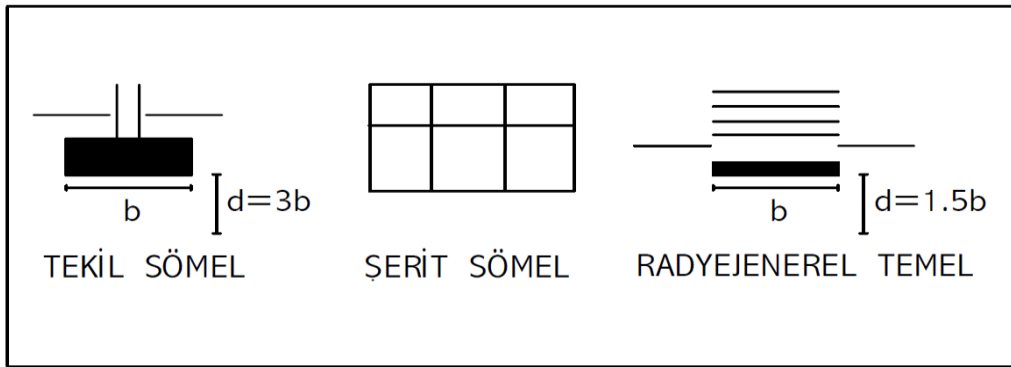
P_o = kg/cm^2 (toplam yapı yükünün toplam yapı alanına bölünmesi)

b = metre cinsinden yapının kısa kenarı

Araştırma çukurları ve kuyularından zemini ve zemin tabakalarını gözle görmekten başka, örselenmiş (bozulmuş) ve örselenmemiş (bozulmamış) zemin örnekleri de alınabilmektedir. Örselenmemiş örnek almak için örnek alma silindirleri kullanılmaktadır. Silindirlere alınan örnekler parafinle kaplanarak gerekli deneyler için laboratuvara gönderilir.



Şekil 1.7. Araştırma çukuru örnekleri.



Şekil 1.8. Temel örnekleri. b: Yapının kısa kenarı (metre), d: Araştırma çukurları ve kuyularının derinliği.

b. Sondajlar, arazi ve sondaj deliklerinde yapılan deneyler (SPT, CPT, Veyn, Pressiometre, yükleme deneyleri vb.); Sondajlar, Sondajla zemin araştırmasında en önemli aşama sondaj planlamasıdır. Sondajların, araştırma çukur ve kuyularından farkı, kesitlerinin çok küçük derinliklerinin çok büyük olmasıdır. Çok derindeki zemin tabakalarının araştırmaları sondaj yolu ile yapılmaktadır. Çünkü istenen derinliklere ancak sondajlarla inilebilmektedir. Bu yönüyle de araştırma çukur ve kuyularına göre daha üstündürler. Mühendislik yapılarında genellikle 10m ile 30m derinliğinde sondaj delikleri açılmaktadır. Özel durumlarda 100m'ye kadar sondajlar açıldığı görülmektedir. Büyük yapıların sondajlarında sondaj yerleri ve sayıları belirlenirken sondajları iki aşamada planlamak daha doğrudur. Birinci aşama ana sondajları, ikinci aşama ara sondajları kapsamaktadır. Temel zeminin homojenliğini bozmamak amacıyla, sondaj delikleri yapı alanları dışında açılması daha iyi olur. Eğer bazı sondaj deliklerini yapı alanı içinde açmak gerekiyorsa bunların temellerin altına gelmemesine gayret edilmelidir. Ayrıca bu deliklerin içi sondaj bitiminde aynı tür zeminle iyice sıkıştırılarak doldurulmalıdır (Erbulak ve Bayca, 2004). Sondaj deliklerinin yerleri,

sayıları ve derinlikleri için araştırma çukurları ve gözlem kuyularında istenen özellikler aynen geçerlidir. Proje cinsine göre, sondajlar arası mesafe, Özudoğlu vd.(1996)'ine göre aşağıda Çizelge 1.2'deki gibi verilmektedir. Bu değerler üniform tabakalaşma gösteren arazide iki katına çıkarılmalı, düzensiz tabakalaşma gösteren bölgelerde ise yarı değerine düşürülerek kullanılmalıdır. (Teng, 1962)'e göre ise, üniform, orta dereceli ve avare bloklu zeminlerde yapılacak mühendislik yapısına bağlı olarak gerekli minimum sondaj sayısı ile sondaj aralıkları Çizelge1.3.'de verilmektedir.

Çizelge 1.2. Proje cinsine göre sondajlar arası mesafeler (Özudoğlu vd., 1996).

Mühendislik Yapısı	Sondaj Ara Mesafesi (m)
Otoyol	60-100
Toprak Baraj	15-60
Dolgu Malzemesi	30-120
Çok Katlı Yapı	15-45
Tek Katlı Fabrika Yapıları	30-90

Çizelge 1.3. Teng (1962)'e göre proje cinsine bağlı olarak minimum sondaj sayısı ile metre cinsinden sondaj aralıkları (Erbulak ve Bayca, 2004).

Mühendislik Yapısı	Minimum Sondaj Sayısı	Üniform Zeminde Sondaj Aralığı	Orta Dereceli Üniform Zeminde Sondaj Aralığı	Avare Boşluklu Zeminde Sondaj Aralığı
Çok Katlı	4	45	30	15
1-2 Katlı	3	60	30	15
Köprü	Her Temel	-	30	7.5
TV Kulesi vb.	1-2	-	-	-
Karayolu	-	300	150	0

Arazi ve sondaj deliklerinde yapılan deneyler;

1. Temelin cinsi ve yapısı hakkında bilgi amacıyla yapılan araştırma ve deneyler,
2. Temelin yük altındaki mekanik davranışlarını tespit etmek amacıyla yapılan deneylerdir.

Yerinde yapılan deneylerle örnek almadaki örselenme minimuma indirilmekte, zemin içinde bulunduğu hakiki çevre koşullarında (gerilme durumu, boşluk basıncı, doygunluk derecesi) deneye tabi tutulmakta, deney sayısı kolayca artırılabilen ve

inceleme maliyeti azaltılabilmektedir. Arazi deneyleri ile doğrudan veya dolaylı yollarla zeminin kayma mukavemeti, gerilme-deformasyon karakteristikleri ve permeabilitenin elde edilmesi önemlidir. Bazı arazi deneyleri 40-50 yıldan beri yaygın bir şekilde kullanılmakta olup, teknolojiyle paralel olarak gelişimlerini sürdürmektedirler.

Şöyleki, Standart Penetrasyon Deneyi (SPT) geoteknik mühendisliğinde yaygın olarak kullanılan en eski arazi deneylerinden biridir.

Arazi ve sondaj deliklerinde yapılan deneyler ikiye ayrılmaktadır.

1. Penetrometre Deneyleri; Cep penetrometresi, standart penetrasyon deneyi (SPT) ve statik koni penetrasyon (CPT) olarak üç alt başlık altında sınıflandırılabilir.

2. Yükleme Deneyleri; plaka yükleme deneyi, kanatlı kesici deneyi ve presiyometre deneyi olmak üzere yine üç alt başlık altında sınıflandırılabilir.

Penetrometre Deneyleri sondaj makinasına ihtiyaç duyulmaksızın yapılmaktadır. Bunlar;

- El ya da cep penetrometre deneyi,
- Sondaj makinası kullanılarak gerçekleştirilen standart penetrasyon deneyi (SPT),
- Koni penetrasyon deneyi (CPT) deneyi olmak üzere üç isim altında bilinmektedir.

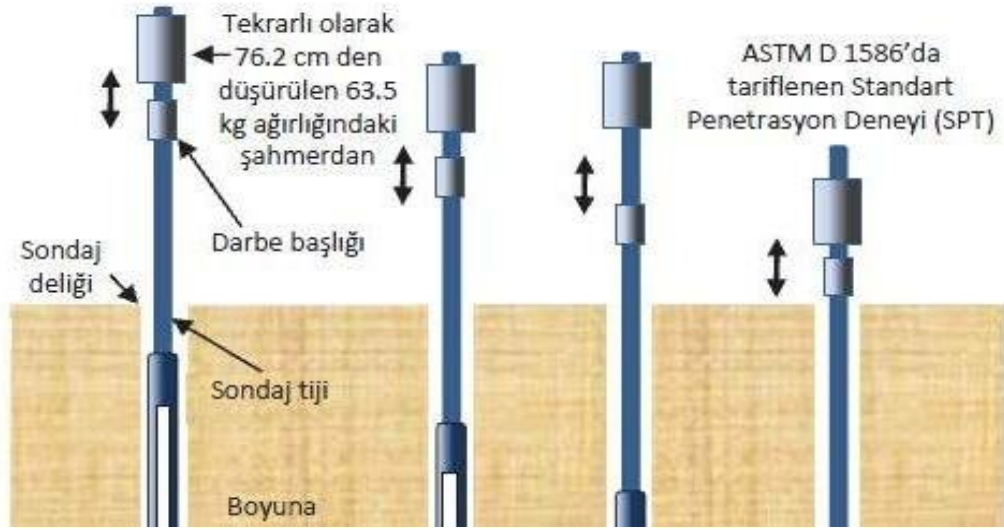
Cep penetrometre deneyi; Penetrometre denen, kaleme benzeyen cihazın işaretlenmiş kısmına kadar zemine batırıldıktan sonra, ölçülendirilmiş bölümden değerlerin okunması ile yapılan bir deneydir. Penetrometrenin zeminin içine batan kısmı metal bir çubuktur. Zemine batırılacak kısmı daha önceden belirlenerek işaretlenir. Penetrometrenin zemine batırılması ile arka kesiminde bulunan ölçülendirilmiş kısımdaki halka kayar. Bu halkanın kaydığı kısım zeminin tek eksenli basınç değerini verir. Bu deney, doymun killer için ideal bir yöntem olup, yapılan ölçümler neticesinde elde edilen sonuçlar ile laboratuvar sonuçları arasında $\pm\% 10$ kadar farklılık olduğu tespit edilmiştir (Genç, 2011).

Sondaj makinası kullanılarak gerçekleştirilen SPT deneyi; Deneyde kullanılan alet ve erdevatların ucuz ve uzun ömürlü olması ve açılan sondaj kuyularında penetrasyonun daha kolay yapılarak numene alınabilmesi bu deney yönteminin diğer arazi deneylerine göre üstünlükleridir. Ayrıca bu yöntemle YASS altında da sağlıklı veriler elde edilebilmektedir (Nixon, 1982).

SPT ülkemizde de dünyanın birçok ülkesinde olduğu gibi yaygın bir şekilde yararlanılan arazi deneyidir. Ülkemizde sıklıkla karşılaşılan zeminler aşırı konsolide olmuş katı-sert killer, kumlar ve çakıllı kumlar olduğu için, SPT hemen hemen her zemin (yumuşak killer ve gevşek kumlar, sert killer ve çok sıkı kumlar gibi çeşitli zemin türlerinde) inceleme programının ana öğelerinden biri olarak karşımıza çıkmaktadır (Durgunoğlu ve Toğrol,

1974). SPT, ön incelemeler için olduğu kadar tasarım aşamasında da kullanılmaktadır. Dinamik karakterli SPT'nin en önemli özelliği, kumlu zemine girişine gösterilen direnci ölçme yanında örselenmiş numune elde edilebilmesidir. Deney, 1920'den beri kullanılmakta olup, günümüzde de oldukça yaygın kullanılmakta ve çok geniş veri tabanı içermektedir (Genç, 2011).

Deneyin Yapılışı; Deney, şahmerdan denen 63,5 kg ağırlığın, 762mm yükseklikten düşürülerek, ucu sertleştirilmiş çelikten kaşığı zemine 305mm çakmak için gereken vuruşların (N) sayılmasıdır (Şekil 1.9). SPT arazide 1,5-2m gibi sabit aralıklarla sondaj boyunca tekrarlanır. Deney yapılacak derinliğe kadar sondaj kuyusu açıldıktan sonra, yarık tüplü örnek alıcı, tijlere bağlanarak kuyu tabanına indirilir. Kuyunun ağzından itibaren üç tane 15cm'lik olmak üzere 45cm uzunluk tij üzerinde işaretlenir. 63.5 kg ağırlığındaki şahmerdan halat yardımı ile 76 cm (± 25 mm) yukarıya kaldırılarak serbest düşme ile iki tij arasındaki döğme başlığı üzerine düşürülerek yarık örnek alıcının zeminin içine girmesi sağlanır (Genç, 2011). Halka veya güvenli tokmağın kaldırılması ve bırakılmasının en yaygın metodu, halat ve kedi başı yöntemidir. Kedi başına sarılı halat tokmağı kaldırıp düşürmek için kullanılır. Böylece tokmak çakma başlığına çarpar ve numune alıcı zemine çakılır. SPT'de uygulama hataları farklı değerlendirmelere sebep olabilmektedir. Bu yüzden çakma sırasında tokmağın tipi ve düşürülme yöntemine bağlı olarak üretilen enerji miktarının standart hale getirilmesi gerekmektedir. Ağırlık düşürme yöntemi halat ve makara yardımı ile sondör tarafından, halat çekilip (76 cm) bırakılarak yapılabileceği gibi, otomatik bir makine tarafından da yapılabilir. Gerçekleştirilecek yöntem büyük bir önem arz etmekte olup bunun nedeni; serbest düşen ağırlığının enerjisinin ne kadarını SPT ucuna iletecek olmasıdır. Sondör uyguladığı SPT yönteminin enerji oranını bilmek zorundadır. Eğer bu enerji oranı hakkında detaylı bir bilgi yoksa ülkemizde kullanılmakta olan halatlı makaralı sistemde bu oran % 45 olarak kabul edilmektedir (Genç, 2011). Ancak SPT kaşığının ucu bozularak özelliğini kaybetmesi ya da 76 cm yükseklikten düşürülmemesi gibi operatör hataları önemli sorun teşkil etmektedir. Bu duruma dikkat edilmesinin büyük önem taşıma nedeni, zeminde örselenmemiş numune alınamadığında (özellikle kohezyonsuz zeminlerde) eldeki tek verinin SPT değeri kullanılarak hesaplama yapılırken (oturma, sıvılaşma potansiyeli, taşıma gücü vb.) hesap metodunda belirtilen enerji oranının SPT sayısına çevrilmesidir.



Şekil 1.9. SPT deney ekipmanları

Örnek verecek olursak kullanılacak metotta N60 enerji oranlı SPT sayısı kullanımı belirtilmiş ise, enerji oranı ters orantı kullanılarak bu sisteme dönüştürülmesi gerekir. Bu işlem gerçekleştirilmez ise elde edilen değer %45 enerjiye göre düzenlenmiş ise, daha az enerji oranında, daha yüksek darbe sayıları elde edileceğinden, zemin olduğundan daha sağlamış gibi algılanabilir (Genç, 2011). Deneyde gerekli olan penetrasyon değeri 45cm olup bu değer sağlanıncaya kadar devam edilir. Bu 45cm değerinin elde edilmesi sürecinde her 15cm penetrasyon için vuruş sayısı kaydedilir. **Son 30 cm için kaydedilen darbe sayısı (yani ikinci ve üçüncü 15cm’lik penetrasyonun toplamı için gereken vuruş sayısı) zeminin standart penetrasyon direnci, yani SPT-N değeri olarak alınır.**

SPT deneyine son verme durumu üç farklı durumda gerçekleştirilir. Bunlardan ilki; herhangi 15cm penetrasyon için vuruş sayısı 50 olursa, ikincisi; toplam vuruş sayısı 100 olursa, üçüncüsü ise 10 vuruşta ilerleme sağlanamıyorsa SPT deneyine son verilir. Pratikte ise ikileme (rebound) denen; Şahmerdanın serbest düşmesi sonucunda başlık üzerinden sıçraması veya ilerleme sağlanamaması durumunda SPT deneyine son verilir. Bu yöntemde örneğin 50/3 gibi bir gösterimde 50 rakamı darbe sayısını, 3 rakamı ise penetrasyon miktarını gösterir. Yukarıda belirtilen durumlardan herhangi bir durum ile deneye son verilmesi halinde örnek alıcı kuyudan çıkartılır. Örselenmiş numune alıcısından çıkartılan numuneler laboratuvara sınıflandırma deneyi yapılması için gönderilir. SPT, örselenmemiş numune alınamayan kohezyonsuz zeminler için geliştirilmiş olmakla birlikte kohezyonlu zeminlerde de başarılı sonuçlar vermektedir (Palalı, 2006).

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. Örselenmemiş numuneler almanın zor olduğu iri daneli zeminlerin özelliklerini tahmin etmede de SPT yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. SPT-N ile kumlar ve siltler için arazideki efektif kayma mukavemeti açısı (ϕ'), relatif sıkılık (D_r) gibi zemin özelliklerini tahmin etmede bu veriler 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. Ayrıca SPT, iri daneli zeminlerin sıvılaşma potansiyelini, sıkı 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 çevre sürtünmesi tayin edilebilmektedir (Toğrol ve Sivrikaya, 2003).

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 belirlenmesinde 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.

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.

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 yansımaları 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 30m, tercihen 20m'yi geçmemelidir. Deneyin en sakıncalı yanı ise, çapı 20mm'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.

Ayrıca, bir yapının temeli çevresindeki yapılara oranla daha derinde ise çevresel basıncın daha fazla olması nedeniyle zemin daha fazla direnç gösterir. Buna bağlı olarak N sayısı daha yüksek olur. Bunun getireceği yanlış değerlendirmenin önüne geçmek için SPT sayılarının seçilmiş bir referans derinliğe göre (efektif 1atm olduğu derinlik) düzeltilmesi gerekir. Bu düzeltmeyi gerçekleştirebilmek için gereken düzeltme katsayısı C_N aşığıdaki bağıntı ile elde edilir (Palalı, 2006).

$$C_N = (P_a / \sigma_v)^{1/2}$$

$$P_a = \text{Referans derinlikteki gerilme (1 atm 95,76 kPa),} \quad (1.1)$$

$$\sigma_v = \text{Test derinliğindeki efektif gerilmedir.}$$

Bir başka düzeltme işleminin Terzaghi ve Peck (1967)'e göre test anında darbeden dolayı, zeminde çok fazla boşluk suyu basıncı meydana gelirse bir düzeltme işlemi yapılır. Bu durumun oluşturacağı yanıltmayı düzeltmek için aşığıdaki bağıntı kullanılır. Bu düzeltme işlemi SPT sayısı 15 den büyük olarak elde edilmiş ise gerçekleştirilir (Genç, 2011).

Diğer bir düzeltme işlemi ise tij çaplarına bağlı olarak sistemin sürtünmesinin değişebileceği vb. sebeplerden dolayı yapılır. Sondaj çapı düzeltme katsayısı (CB) şu değerlerde uygulanır. Eğer sondaj çapı 60-120mm aracımda ise bir düzeltme işlemi gerçekleştirilmez. Eğer çap 150mm ise, N sayısı 1,05 ile; Çap 200mm ise 1,15 ile çarpılır (Palalı, 2006).

SPT vuruş sayısında yapılan bir başka düzeltme işlemi ise, Terzaghi ve Peck (1967)'in önerdiği, ince kum ya da silt, deney derinliği yer altı suyu seviyesinin altında ve $N > 15$ olması koşullarının sağlanması durumunda düzeltilmiş N değeri için bağıntı aşığıdaki gibidir (Genç, 2011).

$$N' = 15 + 1/2 \cdot (N - 15) \quad (1.2)$$

SPT daha öncede belirtildiği gibi kohezyonsuz zeminler için ideal bir yöntemdir. Kohezyonlu zeminler için ise, N değerini kullanan amprik bağıntılar, kohezyonsuz zeminlerde olduğu kadar yaygın bir şekilde geliştirilememiştir (Genç, 2011).

Kohezyonlu zeminlerde, SPT sayısından tek eksenli dayanımın belirlenmesi için oluşturulan abak kullanılırken dikkat edilmesi gereken husus, abağın verilen bir N değeri için tek eksenli sıkışma dayanımını oldukça geniş bir aralıkta tahmin etmesidir. Örneğin N değeri 15 olan orta dereceli plastide bir kilin tek eksenli sıkışma dayanımını yaklaşık 2,2 ton/ft² ile 3,5 ton/ft² arasında tahmin etmesidir (Palalı, 2006).

Birçok araştırmacı tarafından ise vuruş sayıları ile zeminin özellikleri arasında bazı ilişkilendirmelerde bulunulmuştur. En yaygın olarak kabul edilen; İri taneli zeminlerde N vuruş sayısı ile sıklık, ince taneli zeminlerde N vuruş sayısı ile kıvamlilik arasında bir bağıntı kurulmuştur. Bu bağıntılar Çizelge 1.4. ve Çizelge 1.5.'de verilmiştir.

Çizelge 1.4. Kohezyonsuz zeminlerde SPT-N ile sıklık ilişkisi (Hunt, 1984).

SPT-N	Sıklık	Rölatif sıklık
<4	Çok gevşek	< 0.15
4-10	Gevşek	0.15-0.35
10-30	Orta sıkı	0.35-0.65
30-50	Sıkı	0.65-0.85
>50	Çok sıkı	>0.85

Çizelge 1.5. Kohezyonlu zeminlerde SPT-N ile kıvam ilişkisi (Terzaghi ve Peck, 1967).

SPT-N	Kıvam	Serbest basınç dayanımı, q_u (kg/cm ²)
<2	Çok yumuşak	<0.25
2-4	Yumuşak	0.25-0.50
4-8	Orta katı	0.50- 1.0
8-15	Katı	1.0- 2.0
15-30	Çok katı	2.0-4.0
>30	Sert	>4.0

Koni Penetrasyon Deneyi (CPT); Günümüzde teknolojinin ilerlemesi ile birlikte oldukça güvenilir ve ekonomik nitelik kazanan bu deney ilk kez 1930'larda Hollanda'da kullanılmıştır. Bundan dolayı Hollanda Koni (Dutch Cone) ya da derin penetrasyon deneyi olarak da adlandırılmaktadır. Bu yöntemde, açısı 60° ve alanı 10cm² olan bir koni zemine

bir hidrolik güç vasıtasıyla 20mm/sn sabit hızla itilir. Bu sırada koninin ceket kısmında (muhafaza kısmı) meydana gelen sürtünme rezistansı ile uç kısmında meydana gelen uç rezistansı ölçülür. Bu ölçümlerde elde edilen uç rezistansı sürtünme rezistansı arasındaki oranın yüzdece miktarı aşağıdaki bağıntıda görüldüğü gibi bize sürtünme oranını (f_r) verir. Elde edilecek ölçümler deneyin yapıldığı profil boyunca sürekli olarak yapılır. Sondaj kuyusuna ihtiyaç duyulmadan deney yapılabilirdi için, maliyeti düşük bir yöntemdir (Genç, 2011). Yöntemde;

$$(f_r) = (q_s / q_c) \times 100$$

f_r = Sürtünme oranını (%),

q_s = Ceket direncini (kPa),

q_c = Uç direncini (Mpa), değerlerini gösterir.

(1.3)

Campanella ve Robertson 1983'e göre sürtünme oranı (f_r) ve uç direnci (q_c) tek eksenli basınç değeri ile olan ilişkisi aşağıdaki gibidir (Genç, 2011).

$$S_u = (q_c - P_o) / N_k$$

Bu bağıntıda;

S_u = (kPa) da, tek eksenli dayanım değerini,

P_o = Test derinliğindeki efektif gerilme düzeyini (kPa),

N_k = Koni faktörünü (genellikle 15-20 cm arası),

q_c = Uç direncini (kPa) değerlerini ifade etmektedir.

(1.4)

Kohezyonsuz zeminlerin (ϕ), uç direnci (q_c) arasındaki bağıntı ise aşağıdaki gibidir (Bowles, 1996).

$$\phi = 29^\circ + (q_c)^{1/2}$$
(1.5)

Yukarıdaki bağıntıda 29° yerine farklı zeminlerde farklı değerler kullanılır. Örneğin bu değer siltli kum için 24° iken çakıllarda 34° 'dir. Sürtünme oranının derinlikle olan ilişkisi bir grafikte ifade edilir (Genç, 2011). CPT deneyi, kil, ince-orta kum ve siltlerde tercih edilen bir yöntem olup çakıl zemin için tercih edilen bir yöntem değildir. Yani üniform ve gevşek zeminlerde başarı ile kullanılmakta olan bu yöntem sıkı, köşeli ve taneli zeminler için ideal

yöntem değildir. Bu yöntemin kullanılma amacını üç madde ile özetlemek mümkündür (Genç, 2011). Bunlar;

1. Zemin tabakalanmasını belirlemek ve tabakaları tanımlamak (tabaka değişimleri, tabaka kalınlıkları ve zeminin cinsi vb.),
2. Tabakalardaki zeminlerin tek eksenli dayanım değeri gibi mühendislik özelliklerini belirlemek,
3. Geoteknik tasarım için doğrudan sonuçlara ulaşmak (sığ ve derin temellerin taşıma gücü ve oturması, kumlu zeminlerde sıvılaşma, zemin iyileştirilmesi kontrolü vb).

CPT deneyinden elde edilen uç direnci (q_c) kullanılarak SPT değerine veya N' 'den q_c ye geçiş yapmak mümkündür. Bu ikisi arasındaki korelasyon ortalama tane çapına (D_{50}) bağlıdır. Çizelge 1.6.'da farklı tane çaplarındaki zeminlerin q_c/ N_{60} oranını göstermektedir (Kant, 2003).

Yükleme Deneyleri; Plaka yüklemeye deneyi, kanatlı kesici deneyi ve presiyometre deneyleri olarak üçe ayrılır. Bu deneylerin ortak yönü zemine gerilme uygulanması ve bu gerilimlere ilişkin deformasyonların ölçülmesidir. Presiyometre deneyinin diğer iki yüklemeye deneyinden temel farkı, yanal yönden radyal yüklemeye yapmasıdır.

Plaka deneyi, zemini oluşturan tane çaplarından, maksimum tane çapının plaka çapının %10'nu geçmediği zemin türlerinde uygulanmalıdır. Arazide zeminin taşıma gücü ve sıkışabilirlik özelliklerini tespiti için uygulanan deneydir (Genç, 2011). Deneyde, çapları 30-100 cm arasında değişen daire şeklindeki plakalar belirli adımlarla yüklenir ve her adımda gerçekleşen oturma miktarı kaydedilir. Deney derinliğinin tersi belirtilmedikçe ulaşım yapılarında taban, binalarda temel taban seviyesi alınması uygundur. Zemin yenilene kadar devam edilmeli ve uygulanan her bir yük değerinde oturma miktarları stabil hale gelinceye kadar deneye devam edilmelidir. Plaka yatay tabana oturtulacağı için deney yeri temizlenmeli ve deney yerinde doğal su içeriğinin değişmemesi için yere plastik veya benzeri bir madde örtülmelidir. Yüzeyde veya temelde açılan çukurlarda olmak üzere iki farklı yerde yapılır Yüzeyde yapılan deneylerde deneme çukuru plaka genişliğinin (B) en az 5 katı olmalıdır. Kullanılacak rijit plakanın boyutu en az 500 cm² olmalıdır. Plaka, yüklemeye kolonu ve kriko zemine yatay yerleştirilerek yüklemeye yapılır. Yüklemeye genellikle yük-oturma eğrisinde minimum 6 nokta elde edilecek şekilde arttırılır (Genç, 2011). Deneyin en büyük avantajı yatak katsayısının ($k = \text{gerilme/deformasyon}$) doğrudan ölçülebilmesidir.

Çizelge 1.6. Değişik zeminlerin q_c / N_{60} oranı (Kanat, 2003).

Zemin tipi	q_c/N_{60}
Siltler, kumlu-siltler, biraz kohezyonlu silt-kum karışımları	0,1-0,2
Temiz ince-orta taneli kumlar, az siltli kumlar	0,3 – 0,4
Kaba taneli kumlar, az çakıl içeren kumlar	0,5-0,7
Kumlu çakıllar, çakıllar	0,8 – 1,0

Plaka yükleme deneyinin bir diğer avantajı ise penetrasyonun çok zor olduğu iri taneli zeminler, zayıf veya ayrıışmış kayalar ve yapay dolgularda SPT, CPT ve presiyometreden zeminin dayanımını belirlemek için daha ideal olmasıdır (Dipova ve Cangir, 2012). Deney sonucunda zeminin deformasyon modülünün yükleme ile olan ilişkisini aşağıdaki amprik bağıntı ile hesaplanmaktadır.

$$E = (\pi \cdot Q \cdot B \cdot (1 - \nu^2)) / 4S \quad (1.6)$$

E= Zeminin deformasyon modülü,

Q= Plakaya uygulanan yük,

B= Plaka çapı,

ν = Zeminin poisson oranı,

S= Plakanın oturma miktarı.

Bu deneyin dezavantajı ise boyut etkisidir. En çok kullanılan 30cm çaplı plakanın boyutu temel boyutlarıyla kıyaslandığında çok küçüktür. Yüklü bir alanın gerilmesinden etkilenen bölge, yüklü alanın kısa kenarının 1,5-2,0 katı civarındadır. Bundan dolayı, plaka gerçekte temelin etkileyeceği alanın oldukça az bir miktarı için sonuç vermektedir. Boyut etkisi düşünüldüğünde, deneyin yapıldığı zemin katmanı daha derindeki katmandan (temelin altında kalacak katman) daha sağlam ise plaka yükleme deneyi temel tasarımı için emniyetsiz sonuç verecektir. Tam tersi durumda ise tasarımı aşırı emniyetli olacaktır. Bu durumdan kaçınmak için ya 1m çaplı plaka kullanılmalı (bu durumda bile boyut etkisi önemlidir) ya da zeminin profili gözden geçirilerek sonuçlar yorumlanmalıdır (Genç, 2011). Kanatlı Kesici Deneyi (Vein Deneyi); Deneyin yapılaş amacı; kohezyonlu zeminlerin kesme dayanımının yerinde belirlenmesidir. Bu deney; silt ve yumuşak kil gibi çok duyarlı kohezyonlu zeminler içine sokularak döndürülen kanatlı kesicinin kanatlarına zeminin yaptığı direncin ölçülmesi prensibini baz alan yöntemdir. Çakıllı, kumlu ve sert kil zeminlerde (tek eksenli > 100 kPa) bu deney yapılmaz. Alette dört ince kanattan oluşan bir

fırıldak mevcuttur. Bunun yüksekliği genellikle genişliğinin iki katı kadardır. Kayma mukavemeti 0,5 kg/cm² ye kadar olan zeminler için 7,5cm genişliğinde ve 15cm yüksekliğinde kanatlarla çalışılmalı, daha katı killer için bu ölçüler sırası ile 5cm ve 10cm olarak tavsiye edilmektedir. Arazide yapılan bu deneyde örselenmemiş örnek elde etme zorunluğunun olmaması deneyin yapılışının kolaylığını sağlayan bir parametredir. Kanattaki burulma momentinin (kanatın dönmesi) uygulanması 0,1 derece/sn'lik bir hızla gerçekleştirilmelidir. Bu genel olarak kırılmaya 2-5 dk'lık bir sürede ulaşmasını sağlar. Aletin döndürülmesi esnasında sabit bir yükseklikte tutulması gerekir ve maksimum burulma momenti not alınmalıdır. Maksimum burulma momenti tespit edildikten sonra, alet hızlı bir şekilde 10 kere daha döndürülmelidir. Kanatlı kesicinin bağlı olduğu çelik çubuğa yüzeyden burulma kuvveti uygulanarak kanatlı kesicinin dönmesi sağlanır. Kesicinin döndürülmesine karşın zeminin gösterdiği direnç uygulanan burulma momentinden in direkt olarak bulunur (Genç, 2011).

$$T= \Pi.S_u. ((d^2.h) / 2 + d^3/6) \quad (1.7)$$

Bu ifadede;

S_u: Zeminin drenajsız kesme mukavemeti olarak tanımlanmaktadır,

d: Kanatlı kesicinin çapı,

h: Kanatlı kesicinin yüksekliği,

T: Yenilme anında ölçülme torkudur

Presiyometre Deneyi; Çağdaş bir yöntem olup; ilk kez Fransa'da Menard tarafından kullanıldığı için "Menard Presiyometre" olarak da bilinir. Bu deneyin öteki yükleme deneylerinden farkı, yanal yönde radyal yükleme yapmasıdır (Genç, 2011). Yöntem, çok yumuşak ve yumuşak zeminlerden başlayarak elastisite modülü 2,0 Mpa'a kadar olan kayaların mekanik karakterlerinin belirlenmesi ve süreksizlik çalışmalarında kullanılır (Ulamış ve Kılıç, 2008). Sondaj deliği içinde radyal genişlemeye elverişli probun istenilen deney seviyesine indirilerek, indirilen kısım ile meydana getirilen radyal basınçların, kuyu civarında oluşturduğu deformasyonlara karşılık gelen hacim-basınç, grafiğinin değerlendirilmesinden ibarettir (Ulamış ve Kılıç, 2008). Presiyometre deneyi ile yamaç, alüvyon, dolgu ve her türlü dekapaj işlerinde kazı sınırı belirlenebilir ayrıca şev duraylılık çalışmaları yapılabilir. Presiyometre deney düzeneği Uzuner (2000), deney sonuçlarından

elastisite (deformasyon) modülünün ve zeminin taşıma gücü emniyet geriliminin hesaplanması işlemleri ise Ulaş ve Kılıç (2008) tarafından detaylı olarak açıklanmıştır.

Yukarıda birçoğu verilmiş olan arazi deneyleri sonucunda Çizelge 1.7.'da verilen çok sayıda zemin özellikleri tanımlanabilmektedir.

Çizelge 1.7. Arazide uygulanan deneyler ve bu deneylerde elde edilen parametreler (Turan, 2017).

Zemin Kaya Özellikleri	Arazi Deneyleri
Profil Tanımlama	Standart penetrasyon-Statik penetrasyon-Yassı dilatometre
Gerilme	Plaka yükleme deneyi- Piyezkon Kanatlı kesici- Statik koni
Deformasyon karakteristikleri	Presiometre-Dilatometre-Plaka yükleme-Yassı veren-Statik sonda
Akım, konsolidasyon	Pompa deneyleri- Piezometre- Permeametre
Dayanım parametreleri	Standart penetrasyon-Statik koni-Kanatlı kesici-Direkt makaslama-Pressiometre

1.3.2. Laboratuvar deneyleri

Laboratuvar deneylerinde, numunelerin kalitesi önemlidir. İnce daneli zeminlerde örselenmemiş numune alma işlemi iri daneli zeminlere göre daha kolay yapılabilir. 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 karşılaşılmazken, gerçek gerilme durumu ve anizotropi çoğu kez kendiliğinden sağlanmaktadır.

Laboratuvarda yapılacak deneyler ile, zeminlerin fiziksel özellikleri (doğal su içeriği, özgül ağırlık, doğal birim hacim ağırlığı, izafi sıkılık vb.), sınıflandırılması (tanımlanması) ve kompaksiyon değerleri gibi parametrelere ulaşılabilir. Laboratuvar deneyleri sayesinde arazide yapılan deneylerin sonucunda elde edilen parametrelerin doğruluğunun kontrolü de sağlanmış olur. Zemin laboratuvar deneyleri fiziksel deneyler, sınıflandırma, kıvam deneyleri ve kompaksiyon deneyleri olmak üzere üç başlık altında toplanabilir.

1.3.2.1 Fiziksel deneyler

Zemin üzerinde laboratuvarda yapılan fiziksel deneyler ile zeminin su içeriği, özgül

ağırlık ve rölatif sıkılık değerleri hesaplanmaktadır. Hesaplanan değerler farklı parametrelerin bulunmasına yardımcı olur. Örneğin su içeriği; zeminin kıvamı hakkında, zeminin kırılmasında önemli olan plastisite değerinin hesaplanması ve sıkışma deneylerinden modifiyeproctorda zeminin sıkışması hakkında bilgi vermektedir.

a. Doğal Su İçeriği; Deney, zeminlerin bulundukları doğal ortamda içerdiği su miktarının tespiti amacıyla yapılır. Deneyin yapımında kullanılan aletler, etüv, metal kap ve hassas terazidir. Deney başlangıcında öncelikle metal kap ağırlığı (W_3) tartılır ve ölçülen değer deney formuna kaydedilir. Su içeriği belirlenecek zeminden yaklaşık 15-20 gr alınarak kaba konur. Örnek alınan zemin ve kabın ağırlığı " W_1 " dir. Örnek alınırken, ortalama su içeriğinin tüm zemini temsil etmesi için, örneğin farklı kısımlarından alınması gerekir. Kap ve ıslak zemin tartılarak deney formuna kaydedildikten sonra 105 ± 5 C°'lik etüvde 24 saat kurutulduktan sonra tekrardan tartılarak deney formuna kaydedilir. Bu deneye ait deney formu aşağıda Çizelge 1.8.'de verilmiştir. Deneyde yapılan hesaplamalar aşağıdaki gibidir (Ulamış ve Kılıç, 2008).

Kap + yaş örnek kütlesi: W_1 ,

Kap + kuru örnek kütlesi: W_2 ,

Kap Kütlesi: W_3 ,

Su Kütlesi: W_4 ,

Kuru örnek kütlesi W_5 : $W_2 - W_3$ (1.8)

Su İçeriği (%) $w = W_4 / W_5$ (1.9)

Zeminin Plastik Limit (PL) değerinin, su içeriğinden fazla olduğu durumlarda zeminde su yoktur. Zeminin su içeriği, (LL) ve (PL) arasındaysa zemin nemlidir.

Çizelge 1.8. Doğal su içeriği deney formu (Ulamış ve Kılıç, 2008)

Kap No	1	2	3
Kap + yaş örnek (g) W_1			
Kap + kuru örnek kütlesi (g) W_2			
Kap Kütlesi (g) W_3			
Su Kütlesi (g) $W_4 = W_1 - W_2$			
Kuru örnek kütlesi (g) $W_5 = W_2 - W_3$			
Su İçeriği (%) $w = W_4 / W_5$			
Ortalama su içeriği (%) w_{ort}			

b. Özgöl Ağırlık Deneyi; Özgöl ağırlık iki farklı şekilde tanımlanır. Birincisi; kurutulmuş örneğin boşlukları dahil olmamak üzere birim hacminin ağırlığı olarak bilinir. İkincisi; belli sıcaklıktaki bir maddenin havadaki ağırlığının, aynı sıcaklıkta eşit hacme sahip suyun ağırlığına oranı olarak tanımlanır (Ulamış ve Kılıç, 2008). Yani, birim hacimdeki katıların yoğunluğunun +4°C'deki saf suyun yoğunluğuna oranıdır. Deneyde etüv, desikatör, 40'nolu elek ve ± 0.01 g hassaslıkta terazi kullanılmaktadır. Deney, örnekler üzerinde en az üç kez tekrarlanmalıdır. Etüvde, örnek sabit ağırlığa kadar kurutulur. Kurutulan bu örnek desikatör içinde soğutulur. Kapağı ile tartılan piknometrenin ağırlığı M_1 'dir. Kuru zemin ile tartılan piknometrenin ağırlığı M_2 'dir. Piknometre, hacminin $\frac{3}{4}$ üne kadar damıtık su ile doldurulur, ölçülen ağırlık değeri M_3 'dür. Akabinde 10-15dk kaynatılır. Kaynatma sonunda soğuması beklenir ve piknometre havası alınmış damıtık su ile doldurulur. Kapağı kapatılmış durumda iken üzeri kuru bir bezle silinerek tartılır (M_4) ve değerler deney formuna (Çizelge 1.9.) kaydedilir. Kaydedilen değerlerden özgül ağırlık aşağıdaki formül ile hesaplanır (Ulamış ve Kılıç, 2008). Bu deneyle porozite, boşluk oranı, birim hacim ağırlık, hidrometre gibi bazı parametreler hakkında bilgi sahibi olunabilmektedir.

$$G_s = \frac{M_2 - M_1}{(M_3 - M_1) - (M_4 - M_2)} \quad (1.10)$$

Zeminler uniform bir yapıya sahip olmadığından dolayı, zemindeki farklı minerallerin varlığı nedeniyle özgül ağırlıklar 2.40 ile 2.80 arasında değişmektedir (Çizelge 1.10.). Deneyden elde edilen özgül ağırlık değerleri, sıkışma (kompaksiyon) deneylerinden olan standart proctor deneyinde maksimum kuru yoğunlukla sıkışma ilişkisi hakkında da bilgi vermektedir.

c. Doğal Birim Hacim Ağırlığı; Doğal birim hacim ağırlığı, kabaca zeminden alınan numunenin toplam ağırlığının, toplam hacmine oranıdır. Zeminden alınan örselenmemiş numuneler üzerinde yapılan çalışmalarla bulunan doğal birim hacim ağırlığı, zeminin mühendislik özelliklerinin bulunmasında kullanılan önemli bir parametredir. Elde edilen birim hacim ağırlık değerleri (Çizelge 1.11.) görüldüğü gibi çok düşükten çok yükseğe kadar sıralanmaktadır.

Çizelge 1.9. Özgül ağırlık deney formu (Ulamış ve Kılıç, 2008)

Deney sıra no	1	2	3
Piknometre (şişe) no	P1	P2	P3
Şişe kütlesi M_1 g			
Şişe + kuru örnek M_2 g			
Şişe + su kütlesi M_3 g			
Şişe + kuru örnek kütlesi M_4 g			
Özgül Ağırlık (G_s)			
Örneğin özgül ağırlığı(G_s)	$G_s = M_2 - M_1 / (M_3 - M_1) - (M_4 - M_2)$		

Çizelge 1.10. Zeminlerin ortalama özgül ağırlık değerleri. (Bowles, 1972)

Zemin Tipi	Özgül Ağırlık (G_s)
Kum	2.65-2.67
Siltli kum	2.67-2.70
İnorganik Kil	2.70-2.80
Demir yada mikalı zemin	2.75-3.00
Organik zemin	1.0 - 2.6

Çizelge 1.11. Zeminlerin birim hacim ağırlık değişimleri. (Yılmaz, 2000)

Birim Hacim Ağırlık(gr/cm^3)	Açıklama
<1.40	Çok Düşük
1.40-1.70	Düşük
1.70-1.90	Orta
1.90-2.20	Yüksek
>2.20	Çok Yüksek

d. Rölatif (izafi) sıklık; Deney iri taneli zeminlerin sıklık derecesinin tanımlamasında (Çizelge 1.12.) kullanılır. Rölatif sıklık, doğada tabii halde bulunan zeminin sıklık derecesinin aynı zemin tanelerinin en sıkı ve en gevşek yerleşim konumlarına karşılık gelen sıklık dereceleri ile karşılaştırılması olarak tanımlanır (Ulamış ve Kılıç, 2008). Rölatif sıklığın belirlenmesinde kullanılan parametreler laboratuvarıda kolayca elde edilebilir. Öncelikle boş mold ağırlığı tespit edilir. Mold ağırlığının belirlenmesinin ardından, bir huni yardımı ile gevşek şekilde numune moldun içine yerleştirilerek üzeri bir bıçak yardımı ile düzeltilir. Huni ve numune tartılır. Bu ağırlık ve moldun iç hacmi kullanılarak minimum kuru birim ağırlık (ρ_{min}) bulunduktan sonra mold boşaltılarak moldun 1/3 lük kısmı doldurularak bir çivi yardımıyla şişlenir.

Bu işlem tekrarlanarak moldun tamamı tamamlanıncaya kadar devam edilir. İşlem sonunda maksimum kuru birim ağırlık ($\rho_{\max}$) bulunur. Bulunan bu değerler ile Özaydın (1997) ile Ulamış ve Kılıç (2008)'da verilen bağıntıları kullanarak rölatif sıklık belirlenebilir.

1.3.2.2. Zeminlerde Sınıflandırma ve Kıvam Deneyleri

Zeminlerde sınıflandırma deneyi birleşik zemin sınıflandırmasında zemini oluşturan tanelerin miktarı ve tane çapına bağlıdır. İri taneli zeminlerin sınıflandırılmasında yani zemini oluşturan tanelerin çoğunluğu (% 50'den fazlası) 200'nolu eleğin üzerinde kaldığı zeminlerde **elek analizi** yöntemi ile yapılır. İnce taneli zeminlerde ise sınıflandırma deneyi **hidrometre deneyi** ile yapılır. **Kıvam deneyleri** ise ince taneli zeminlerde likit limit değerinin tespiti için yapılan Casagrande yöntemi ve konik uçlu penetrometre yöntemi olmak üzere iki tanedir. İnce taneli zeminlerin kıvamları yani zeminin bulunduğu form (katı, katı-sıvı vb.) ve bu ince taneli zeminin dayanım yani zeminin kırılması zeminin içerdiği su miktarı ile doğrudan orantılıdır.

Çizelge 1.12. İri taneli zeminlerin sıklık derecesi (Özaydın, 1997).

Sıklık Derecesi	Relatif Sıklık (D_r)
Çok gevşek	0.0 – 0.15
Gevşek	0.15 – 0.35
Orta Sıkı	0.35 – 0.65
Sıkı	0.65 - 0.85
Çok Sıkı	0.85 -1.00

Tane boyutu ve tane çapı dağılımı; Bilindiği gibi zeminler tabii halde çok değişik boyutlarda olan katı tanelerden oluşmaktadır. Bu yüzden zeminler tane boyutu bakımından bir sınıflandırmaya tabi tutulurlar. Tane boyutu büyükten küçüğe doğru çakıl, kum, silt ve kil şeklinde gruplandırılır. Bu grupları birbirinden ayıran boyut aralıkları bakımından en yaygın olarak kabul edilen sınıflandırma aşağıda (Çizelge 1.13.'de) verilmiştir.

Elek Analizi: Bu deneyin amacı, zemini oluşturan tane büyüklüklerinin dağılımı ve miktarını belirlemektir. Elek seti, fırça, terazi ve etüv deneyde kullanılan malzemelerdir. Zeminden; 400-500 g alınarak etüvde 105°C'de 24saat kurutulur. Kuru örnek iri taneli ise 200-300g

alınır. Tanelerin yapışmaması çok önemli olup, bu sağlamak için örnek ya suda, ya da su-hidrojen peroksit içerisinde bekletilmelidir.

Çizelge 1.13. Zemin tanelerinin boyutlarına göre sınıflandırılması (Özaydın, 1997).

Zemin Cinsi	Tane Boyutu (mm)
Çakıl	2.00 (veya 4.75- 75.0)
Kum	0.075-2.00 (veya 4.75)
Silt	0.002 (veya 0.005)- 0.0075
Kil	< 0.002 (veya 0.005)

Deneyde, ASTM elekleri en büyük elek üstte, en küçük elek altta olacak şekilde elek çapına göre alt alta dizilir ve bu elek dizilimin üzerine zemin numunesi dökülerek numunenin eleklerdeki akışı gözlemlenir. En üstte bulunan 1 nolu elekten (24.40 mm) başlayarak en alttaki 200 nolu eleğe (0.075 mm) kadar, çapı farklı her elek üzerinde kalan numunelerin tane boyu dağılımı belirlenir. 200 nolu elekten geçen kısımda kil, silt ayrımı için hidrometre deneyi yapılmayacaksa bu malzeme farklı bir kaptan toplanır. Eleme işlemi makine ile gerçekleştirilecekse minimum 10-15dk sürmelidir. Sonuç olarak her elekte kalan malzeme farklı kaplara alınarak kurutulduktan sonra, toplam örnek ağırlığı baz alınarak her elekten geçen ve kalanların miktarları yüzde cinsinden hesaplanır. Bu hesaplamalardan sonra; tane dağılımına ait eğri (granülometre eğrisi) çizilerek kritik çaplar olan D_{10} , D_{30} ve D_{60} bulunur. Bu değerlerden yararlanarak uniformluluk ve süreklilik katsayısı aşağıdaki gibi hesaplanır (Ulamış ve Kılıç, 2008).

$$Cu = D_{60} / D_{10} \text{ (uniformluk katsayısı)} \quad (1.11)$$

$$Cr = (D_{30})^2 / D_{10} * D_{60} \text{ (süreklilik katsayısı) hesaplanır.} \quad (1.12)$$

Hidrometre Deneyi; 200 nolu eleğin altına geçen silt ve kil gibi ince taneli zeminlerin tane çapı dağılımını tespit etmek için kullanılan yöntemdir. Bu deneyin temeli Stokes kanununa dayanmaktadır. Süspansiyon içindeki katı maddelerin çökme hızlarının tanelerin çapına, süspansiyon halindeki taneler ve sıvının yoğunluğuna bağlı olarak değişmektedir. Bu yöntemde tane çapının hesaplanabilmesi, düşüş mesafesi ve zamanının bilinmesi esasına dayanmaktadır. Deneyde terazi, mikser (ayırıştırma aleti), etüv, desikatör, kronometre, termometre, saf su, spatula ve ayırıştırıcı madde olarak kalgon kullanılmaktadır. Killi zeminlerde, 50 gr etüvde kurutulmuş numune alındıktan sonra numunenin üstü

örtülecek şekilde saf su eklenir. Su ekleme işleminin sonrasında karıştırılarak 24 saat bekletilir. Numune karıştırma kabına alınarak, içerisine ayrıştırıcı madde olarak kullanılan kalgon ilave edilir. Kalgon eklendikten sonra 10 dakika süre ile karıştırılır. Karışım mezüre aktarılarak, mezürün 1000 ml çizgisine kadar saf su konur. Karışımın homojen olmasını sağlamak için, mezürün ağzı elle kapatılarak birkaç kez baş aşağı getirilir. Bu işlem yaklaşık 1 dakika boyunca gerçekleştirilir. Bu işlem tamamlanması ile hidrometre süspansiyondan çıkarılmadan; 0.25, 0.50, 1 ve 2. dakikalarda okumalar alınır. Daha sonra hidrometre süspansiyondan çıkartılıp karışım yukarıda belirtildiği gibi homojenlik elde edilebilmesi için tekrar çalkalanır ve ilk iki dakika için yeni okumalara alınır. Bu işlemlerin tekrarlanması, çok yakın son iki okuma dizeleri alınıncaya kadar sürdürülür. Karışımın sıcaklığı ölçülür. Bu işlemden sonra süspansiyon tekrar karıştırılarak ilk 2 dakika için hariç; 5, 10, 20, 30. dakikalarda ve 1, 2, 4, 8 ve 24. saatlerde hidrometre ve sıcaklık ölçümü yapılır. Çökeltme deney düzeneği Özaydın (1997)'da, hesaplamalarda kullanılan suyun vizkositesi (μ milipواز) ve sıcaklığa bağlı olarak değişen suyun birim hacim ağırlığı Genç (2011)'de verilmiştir. Hesaplama işlemlerinde ve hidrometre okumalarında yapılacak düzeltme işlemlerinde, okumalar sırasındaki suyun sıcaklıkları baz alınır. Sıcaklığa karşılık gelen hidrometre düzeltme katsayısı belirlenir. Düzeltilmiş hidrometre okuması $R = r_a - d$ formülünden elde edilir (Kılıç, 2011). Formülde;

r : Süspansiyondaki düzeltilmiş hidrometre okuması,

r_a : Deney sırasındaki süspansiyondaki hidrometre okuması,

d : Hidrometre düzeltme değeridir.

Tane çapı hesabı ise ilk iki dakikadaki ölçümler ve 2. dakikadan sonraki ölçümler olmak üzere iki farklı şekilde yapılır. İlk iki dakikadaki ölçümler için tane çapı hesabı, Stokes kanununa göre, düşen kürenin hızı aşağıdaki formül ile elde edilir (Kılıç, 2011).

$$V = ((\gamma_s - \gamma_w) \cdot 980 / 30 \cdot \mu) \cdot D^2 \quad (1.13)$$

$$D = (30 \cdot \mu / (\gamma_s - \gamma_w) \cdot 980)^{1/2} \cdot (Z_r / t)^{1/2} \quad (1.14)$$

2.dakikadan sonraki ölçümler için;

$$D = (30 \cdot \mu / (\gamma_s - \gamma_w) \cdot 980)^{1/2} \cdot ((Z_r - (V_h / 2 \cdot A_j)) / t)^{1/2} \quad (1.15)$$

D = Tane çapı (mm),

μ = Deney sıcaklığındaki suyun viskozitesi (puaz) (hazır tablodan okuma),
 t = Toplam geçen zaman (dk),
 γ_s = Tane birim hacim ağırlığı (gr/cm³),
 γ_w = Deney sıcaklığındaki suyun birim hacim ağırlığı (gr/cm³) (hazır tablodan okuma),
 Z_r = Süspansiyonun yüzeyinden hidrometre hacim merkezine uzaklık (cm),
 V_h = Hidrometre hacmi (cm³),
 A_j = Mezürün kesit alanı (cm²).

Geçen yüzde hesabında ise hidrometrenin herhangi bir okuma değerine karşılık bulunan D çapından daha ufak tanelerin yüzdesinin hesabında kullanılan formül aşağıdaki gibidir (Kılıç, 2011).

$$N = (G_s / G_s - 1) \cdot (V_{sp} / W_s) \cdot (r - r_s) \cdot 100 \quad (1.16)$$

N : D tane çapından küçük tanelerin yüzdesi (%),
 G_s : Numunenin özgül ağırlığı,
 V_{sp} : Süspansiyonun hacmi (cm³),
 W_s : Kuru zeminin ağırlığı (gr),
 r : Süspansiyondaki düzeltilmiş hidrometre okuması,
 r_s : Sudaki hidrometre okuması.

Yukarıda tanımlanan elek analizi ve hidrometre deney sonuçlarından yararlanılarak ince ve kaba taneli zeminlerin sınıflandırılması yapılabilmektedir. Zemin mekaniğinde, ‘‘Birleştirilmiş Zemin Sınıflandırması (U.S.C.S.)’’ zemin sınıflandırma sistemleri içinde en fazla faydalanılan sınıflandırma metodudur. Bütün sınıflandırma metodlarında, zemindeki tane çapları dağılımı belirleyici olmaktadır. Çakıl, kum, silt ve kil içeriklerinin % oranlarına göre yapılan adlandırma Çizelge 1.14.’de verilmiştir. Zeminde bulunan katı tanelerden bulunma oranı %50’den fazla olan taneler zeminin sınıfının tanımlanmasında belirleyici rol oynamaktadır.

Birleştirilmiş Zemin Sınıflandırma Sistemi (USCS); Zeminler, elek ve hidrometre analizi sonuçlarına göre iri taneli (çakıl, kum) ve ince taneli (silt, kil) olmak üzere iki kısımda sınıflandırılır. Bu sınıflandırmada zemindeki tane boyu dağılımının ağırlıklı bulunma yüzdesi belirleyici olmaktadır. Birleştirilmiş Zemin Sınıflandırma Sistemi’nde Çizelge

1.15.'de görüldüğü gibi iki harfli bir simgeleme sistemi kullanılır. Bu sistemde birince harf ana zemini, ikinci harf ise katkı malzemesini ve plastisite özelliğini veya derecelenme durumlarını ifade etmektedir. İri taneli malzemelerin tane boyutu, ince taneli malzemelerin ise kıvam (Atterberg) limitleri ve su muhtevaları karşılaştırılarak, birleştirilmiş zemin sınıflandırma yöntemine göre sınıflandırma işlemi yapılmaktadır (Çizelge 1.16.).

Çizelge 1.14. Zeminlerin adlandırılması (Craig, 1996)

Adlandırma	İçerik (Zemin İçinde)
Az kumlu çakıl	%5 yada daha az kum içeriği
Kumlu çakıl	%5-%20 kum
Çok kumlu çakıl	%20'den fazla kum
Çok çakıllı kum	%20'den fazla çakıl
Çakıllı kum	%5-%20 çakıl
Az çakıllı kum	%5'den az çakıl
Çok az siltli kum yada çakıl	%5'den az silt
Siltli kum yada çakıl	%5-%15 silt
Çok siltli kum yada çakıl	%15-%35 silt
Çok az killi kum yada çakıl	%5'den az kil
Killi kum yada çakıl	%5-%15 kil
Çok killi kum yada çakıl	%15-%35 kil
Kumlu silt yada kil	%35-%65 kum
Çok killi silt yada kil	%35-%65 çakıl

Çizelge 1.15. Birleştirilmiş zemin sınıflandırmada simgeleme ve zemin grupları için kullanılan semboller (Tek simgeli olanlar Craig, 1996 ve çift simgeli olanlar Özyayın, 1989'dan alınmıştır)

İlk Sembol	İkinci Sembol	GW- İyi Derecelenmiş Çakıl	SC-Killi Kum
G: Çakıl	W: iyi Derecelenmiş	GP-Kötü Derecelenmiş Çakıl	ML-Düşük Plastisiteli Silt
S. Kum	P: Kötü Derecelenmiş	SW-İyi Derecelenmiş Çakıl	MH-Yüksek Plastisiteli Silt
M: Silt	L: Düşük Plastisiteli (LL<%50)	SP-Kötü Derecelenmiş Kum	CL-Düşük Plastisiteli Kil
C: Kil	H: Yüksek Plastisiteli (LL>%50)	GM-Siltli Çakıl	CH-Yüksek Plastisiteli Kil
O: Organik		GC-Killi Çakıl	OL- Düşük Plastisiteli Organik Zemin
Pt: Turba		SM-Siltli Kum	OH-Yüksek Plastisiteli Organik Zemin

Kıvam deneyleri; “Atterberg (Kıvam) Limitleri” de denilen kıvam limitleri, birleştirilmiş zemin sınıflandırma sistemi hazırlanmasına esas teşkil eden ince taneli zeminlerin su muhtevası ile davranışları arasındaki değişimleri incelemektedir. İnce taneli zeminlerin mühendislik parametreleri farklılaşabilmektedir. Örneğin killi zeminlerin su muhtevası arttıkça kohezyonu azalır ve kilin basınç altındaki karakteristik özellikleri değişir. Killerin davranışlarında su muhtevasından kaynaklanan farkları saptamak için bazı

parametreler belirlenmiştir. Atterberg tarafından belirlenen üç kıvam limiti vardır. Bunlar Likit Limit (LL), Plastik Limit (PL) ve Lineer Büzülme (L_s) 'dir. Likit Limit (LL) Zeminin su muhtevası arttırıldığında Likit (sıvı) faza geçtiği andaki su içeriğidir. Plastik Limit (PL) zeminin katı hale geçmeden plastik davranış gösterdiği minimum su içeriğidir. Lineer Büzülme (L_s) ise, Likit Limit kıvamına yakın numuneden suyun buharlaştırılmasıyla uzunluğunun, çizgisel haldeki büzülme oranı ile hesaplanır.

Likit limit değeri yaygın olarak Casagrande yöntemi ve konik uçlu penetrometre yöntemi olmak üzere iki farklı şekilde elde edilmektedir. Casagrande deneyinde, 40 nolu elekten geçen 100-150g, havada (oda sıcaklığı) kurutulmuş örnek alınır, bir potoda az su ilave edilerek elle karıştırılır ve koyu bir çamur haline getirilir. Bu işlem sırasında dikkat edilmesi gereken nokta, çamurun içinde hava kalmamasıdır. Elde edilen bu çamur bir kaba serilir. Çamurun yüzey derinliği 1 cm'yi geçmeyecek şekilde yatay olarak spatula ile düzeltilmesi sağlanır. Sonrasında oluk bıçağı dik tutularak çamur ortadan ikiye ayrılır. Casagrande aletinin kolu saniyede iki kere saat yönü tersinde çevrilerek casagrande kabının düşmesi sağlanarak oluk bıçağı ile çamurda açılan 1,3 cm'lik aralık kapatılmaya çalışılır. Bu süreç içerisinde vuruşlar (düşüş) sayılır.

Çizelge 1.16. Birleştirilmiş Zemin Sınıflandırması (U.S.C.S.)

Ana Gruplar			Grup	Malzemenin Tanımı	Laboratuvar Sınıflama Kriteri	
İri Taneli Zeminler (Malzemenin yarıdan fazlası 200 nolu elek boyundan daha büyük)	Çakıllar (Malzemenin yarıdan fazlası 4 nolu elek boyundan daha büyük)	Salt Çakıl	GW	İyi derecelenmiş çakıl, çakıl kum karışımları (ince tane çok az veya hiç yok)	Tane boyu eğrisinden çakıl ve kum yüzdeleri bulunur. 200 nolu elekten geçen ince malzeme oranına göre sınıflandırma yapılır. %5'den az ise; GW, GP, SW, SP %12'den fazla ise; GM, GC, SM, SC %5-12 arasında sınır halindedir. İki sembol birlikte kullanılır.	
			GP	Kötü derecelenmiş çakıllar ve çakıl kum karışımları (ince tane çok az veya hiç yok)		
		İnce Malzemeli Çakıl	GM	Kötü derecelenmiş siltli çakıllar (Çakıl-kum-silt karışımları)		
			GC	Kötü derecelenmiş killi çakıllar (Çakıl-kum-kil karışımları)		
	Kumlar (Malzemenin yarıdan fazlası 4 nolu elek boyundan daha küçük)	Salt Kum	SW	İyi derecelenmiş kumlar ve çakıllı kumlar karışımları (ince tane çok az veya hiç yok)		
			SP	Kötü derecelenmiş kumlar ve çakıllı kumlar karışımları (ince tane çok az veya hiç yok)		
		İnce Malzemeli Çakıl	SM	Kötü derecelenmiş siltli kumlar		
			SC	Kötü derecelenmiş killi kumlar		
İnce Taneli Zeminler (Malzemenin yarıdan fazlası 200 nolu elek boyundan daha küçük)	Siltler ve Killer Likit Limit < %50		ML	Plastisitesi düşük inorganik silt ve çok ince kumlar, kaya tozu, çok az plastik siltli veya killi ince kumlar		
			CL	Düşük-orta plastisiteli inorganik killer, çakıllı killer, kumlu killer, siltli killer, yağsız killer		
			OL	Organik siltler ve düşük plastisiteli organik silt-kil karışımları		
	Siltler ve Killer Likit Limit < %50		MH	Plastisitesi yüksek inorganik siltler, diatomeli veya mikalı ince kumlu veya siltli zeminler, elastik siltler		
			CH	Yüksek plastisiteli inorganik killer, yağlı killer		
			OH	Orta - yüksek plastisiteli inorganik killer		
	Oldukça organik		Pt	Turba ve diğer fazla organik zeminler		

Vuruş sayısı >50 ise su içeriği çok az ve örnek katı olduğundan; örneğe biraz su ilave edilerek deneye aynı şekilde devam edilmelidir. Vuruş sayısı 30-50 arasında ise oluğun kapandığı yerden su içeriğini belirlemek için bir miktar örnek alınır. Vuruş sayısı ikinci denemede 20-30 arasında olmalıdır. Üçüncü denemede ise bu vuruş sayısı 10-20 arasında olmalıdır. Eğer vuruş sayısı < 10 ise su içeriği çok fazla olup örnek çok likit olduğundan, bir miktar numune eklenmelidir. Su içeriği azaltılarak/arttırılarak deney minimum 3 kere gerçekleştirilir. Vuruş sayısı > 50 ve < 10 olan deneylerde elde edilen noktalar hesaba katılmaz. Denemeler sırasında farklı su içeriğine sahip örnekler 24 saat 105°C kurutularak su içerikleri hesaplanır. Hesaplamalarda deney formuna vuruş sayıları ve tartılan değerler işlenir. Daha sonra % su içerikleri aşağıdaki formülle hesaplanmaktadır (Ulamış ve Kılıç, 2008).

$$\% \text{ Su içeriği: } w = a - b / b - c \quad (1.17)$$

a: Kap+ Yaş örnek; b: Kap+ Kuru örnek; c: Kap ağırlığı; e: Kuru örnek ağırlığı (e= b-c).

Deneyle farklı vuruş sayılarına karşılık gelen su içeriği değerleri bulunur. Bulunan bu değerler apsisi logaritmik, ordinatı milimetrik olan koordinat sistemine işlenir. Vuruş sayıları apsiste, % su içeriği ise ordinata işlenerek noktaların yeri tespit edilir. Saptanan üç noktadan geçen ortalama bir doğru parçası çizilir. Çizilen bu doğru parçasına akış eğrisi denir. Apsiste 25 vuruş sayısından çıkılan dikmenin doğruyu kestiği noktaya karşılık gelen değer, o zeminin likit limit değeridir. Özaydın (1997)'da LL değerinin tespitinde kullanılan deney formu ve plasite kartının bir örneği verilmiştir.

LL değerinin hesaplanmasında ikinci yöntem olan konik uçlu penetrometre yönteminde örnek kabı, konik penetrometre 40 nolu elek, etüv (105±5°C), hassas terazi (0.01g) kullanılmaktadır (Kılıç, 2011). Deneyde, 40nolu elekten geçirilen yaklaşık 200g numune herhangi bir kap içerisinde su ile karıştırılıp çamur haline getirilir. Hazırlanan örnek metal deney kabına sıkıca yerleştirilerek yüzeyi düzeltilir. Konik uç, ilk okuma alınmak için örnek yüzeyine temas edinceye kadar indirilir. Daha sonra konik ucun, örneğe 5 saniye süre ile batması sağlanarak ikinci okuma alınır. İki okuma arasındaki fark koni penetrasyonudur. Bu işlem üç farklı su içeriğindeki örnek üzerinde tekrarlanır. Buradaki su içerikleri penetrasyon değerleri 15-25 mm arasında değişecek şekilde ayarlanmasına dikkat edilmelidir. Elde edilen penetrasyon değerlerine göre farklı işlemlere tabi tutulabilirler. Penetrasyon değeri 0.5 mm den küçük olursa rakamların

ortalaması alınırken, değer 0,5-1,0mm arasında ise üçüncü bir deney yapılmalıdır. Deney sonunda su içeriği ve konik penetrasyon değerleri lineer eksnlere, her okuma için su içeriği yüzde olarak apsis, penetrasyon değerleri ise ordinata yerleştirilir. 20mm'lik penetrasyona karşılık gelen su içeriği değeri LL olarak alınır.

Plastik Limit (PL); ıslak zeminin yoğrulma sırasında yüzeyinde çatlakların oluştuğu andaki su içeriğidir. Plastik formdan, gevşek-katı forma geçiş şartları içinde bulunan zeminin kıvamı plastik limit ile belirlenir. Bir miktar zemin su ile yoğrularak düz bir yüzey (cam veya fayans gibi) üzerinde yuvarlanır ve çapları 3mm, uzunlukları 10cm kadar olan silindirler oluşturulur. Yuvarlanma esnasında, kısmen suyunu kaybeden silindirler zeminin plastikliğinin azalması dolayısıyla artık harekette devam edemezler ve muhtelif parçalar halinde kırılmak üzere yarırlar. Bu haldeki zeminin su muhtevası PL'dir. Zayıf kil için bu limit, yaklaşık %25, yağlı kil için %30, organik zeminler içinse %150' ye kadar çıkar. Eğer zemin çubuğunun çapı 2mm'ye düştüğü halde ufalanma meydana gelmiyorsa zemin hala plastiktir. Bu durumda zemin bir miktar daha kurutularak deney tekrarlanır.

Büzülme Limiti (SL); Zeminin kıvamı hakkında önemli bilgiler veren diğer bir parametredir. Büzülme Limiti zemindeki suyun azar azar buharlaşması sağlandığında örnek hacmi minimum iken, boşluklardaki su miktarı yüzdesidir. Deneyde büzülme kalıbı, porselen, spatula, cam, civa, civa kabı, düzleme tablası, etüv $\pm 0,01g$ hassaslıkta terazi, 40 nolu elek, silicon ve vazelin kullanılır. İçi temizlenen büzülme kabının içi ince bir tabaka halinde vazelinlenip boş ağırlığı tartılır (W_B) ve kalıp civa ile doldurulur. Düzleme tablası yardımı ile üstüne bastırılarak fazlası alınır. Büzülme kabı ve civanın toplam ağırlığı (A_1) olarak belirlenir. 40 nolu elekten geçen örneğe bir kap içerisinde su ilave edilerek çamur haline getirilir. Bu çamur büzülme kabına yerleştirilir. Çamurda hava kabarcığı kalmaması için kalıp hafif darbelerle döndürülerek masaya vurulur. Kalıp dolunca, üstü spatula ile düzeltilir ve tartılır (W_w). Kalıptaki örneğin çatlamaması ve tek parça halinde kuruması için ısıya veya güneşe konulur. İdeal olarak, 8 saat havada kurutulmalı, ancak örnek kalıp kenarlarından çekilmeye başlayınca etüve konulmalıdır. 105 °C'de 24 saat kuruyan örnek tartılır (W_{ct}), cam civa kabı civa ile doldurulur. Üstü düzeltme tablası ile düzlenir ve tartılır (A_2). Tek parça halindeki kurumuş zemin civanın üstüne koyulur. Arada hava kabarcığı kalmamasına dikkat edilerek örnek düzleme tablası ile civanın içine batırılır ve üst yüzey düzlenir. Civa kabı+civa+ kuru zemin tartılır (B).

Plastik limit değeri ile büzülme limiti arasındaki sayısal fark **“Büzülme İndisi”** ($SI= PL-SL$) olarak tanımlanır (Enç, 2013). Büzülme limiti, zeminin belirli bir durumda

boşluklarındaki su miktarını yüzde olarak verirken, “hacimsel” ve “doğrusal-lineer” büzülme, zeminin bir boyutunda veya hacminde oluşan azalma miktarıdır. Aşağıdaki bağıntı ile hesaplanır. Bağıntıda, V_s : Hacimsel büzülme, W_o : Kuru örnek ağırlığı, V_o : Kuru örnek hacmi, W_1 : Deneye başlarken verilen su, SL : Büzülme limitidir.

$$\text{Hacimsel Büzülme; } V_s = (W_o / V_o) * (W_1 - SL) \quad (1.18)$$

Doğrusal (Lineer Büzülme); $L = 1 - (W_o / W_1) * 100$ olarak bulunur.

1.3.2.3. Kompaksiyon Deneyleri

Zeminlerin sıkılığı (sıkışabilirliği) hakkında bilgi veren deneylerdir. Modifiye proctor ve standart proctor deneyi olmak üzere iki çeşittir.

Modifiye Proctor Deneyi; Zamana bağlı olmadan dış kuvvetlerin etkisi ile sıkışma gerçekleşir. Boşluk suyunun bir fonksiyonudur. Su verilen kuru zeminin etrafını absorbe su tabakası kaplar. Su miktarının artırılması ile su filmi kalınlaşır. Su filminin kalınlaşması, taneler arasındaki sürtünme enerjisinin en aza inmesine ve tanelerin birbiri üzerinde kaymasını kolaylaştırır. Eğer zemine optimum su içeriğine ulaşıncaya kadar su verilirse, boşlukların yerini su almaya başlar ve tanelerin sıkışması kolaylaşır. Suyun hacmi boşluk hacmini doldurunca, fazla su tanelerin yerini almaya başlar. Fazla suyun tanelerin yerini doldurmaya başlamasıyla zeminin kuru yoğunluğu azalmaya başlar. Zeminler optimum su içeriğinde en ideal sıkışmaya ve maksimum kuru yoğunluğa (P_d) sahiptir. Olası durumlar aşağıdaki gibidir.

- 1- Minimum su içeriğinde; doğrudan temas halinde olan zeminde sıkışma zorlaşır, taneler arası sürtünme artar ve kuru yoğunluk artar.
- 2- Su içeriği optimum ise; sürtünme ve direnme minimum, sıkışma maksimum ve kuru yoğunluk maksimum olur.
- 3- Su içeriği maksimum olursa; sıkışma olmaz, su direnci başlar ve kuru yoğunluk azalır.

Zeminlerde kompaksiyon derecesi kuru yoğunluk derecesi ile ifade edilmektedir. Zeminin kuru yoğunluğu, sıkışmadan sonraki su içeriği ve sıkıştırma çekicinin uyguladığı enerjiye bağlıdır. Uygulanan enerji aşağıdaki formüldeki gibi gerçekleşir.

$$E = W.H.L.N / V \quad (1.19)$$

E: Sıkıştırma kuvveti kPa,

W: Çekiç ağırlığı kg,

L: Tabaka sayısı,

N: Her tabaka için darbe adedi,

V: Mold hacmi, cm³.

Standart Proctor Deneyi; Deneyde, standart proctor tokmağı, mold, metal kap, etüv ve hassas terazi şeklinde sıralanabilir. Bu deney; yüksekliği ve çapı belli bir molda doldurulan örnek ve ağırlığı belli olan bir tokmağın belirli bir yükseklikten düşürülerek, belirli bir miktar enerji verilmesi esasına dayanır. Deney sonunda zeminin kuru yoğunluğu ile su içeriği elde edilip, maksimum kuru yoğunluk ve bu andaki su içeriği yapılan çizimden elde edilir. 5,0kg kadar 4 nolu elekten geçirilerek alınan örnek hava kurusu olmalı ve taneler yapışık olmamalıdır. Örneğe bir miktar su verilerek deneye başlanır. Örnek elle sıkıldığında bir top oluşturup parmak ile bastırıldığında dağıldığı an ilk deneme yapılabilir. Moldun yarısına kadar örnek doldurularak, çekiç ile 25 darbe uygulanır. Sıkıştırılan örnek moldun 1/3'ünü doldurarak ilk tabaka oluşturulmuş olur. Sonra; moldun 2/3'ü doldurularak ikinci tabaka oluşturulur. Son olarak; moldun tamamı doldurularak üçüncü tabaka elde edilir. Sıkıştırma esnasında her tabaka için 25 adet darbe uygulanmalıdır. Daha sonra aynı işlem her seferinde örneğe; örnek miktarının % 1,5-3,0'ü kadar su eklenerek işlem minimum 5 kez tekrarlanır. Elde edilen değerlerden her sefer için örneğin su içeriği ve kuru yoğunluğu hesaplanır. Kuru yoğunluk- su içeriği çizgisi çizilir. Eğrinin maksimum noktasına karşılık gelen kuru yoğunluğa maksimum kuru yoğunluk (P_{dmax}), buna karşılık gelen su içeriğine ise optimum su içeriği denir. Hesaplama kullanılan formül ve deney formu (Çizelge 1.17.) aşağıdaki gibidir.

$$\begin{aligned} \rho_n &= M / V \text{ (g / cm}^3\text{)} \\ \rho_d &= \rho_n / 1+w \text{ (g / cm}^3\text{)} \\ \rho_d &= (G_s \cdot \rho_w) / 1+ (w \cdot G_s / S_r) \end{aligned} \quad (1.20)$$

Çizelge 1.17. ASTM D 698 ve TS 1900-1 standartlarına göre standart proktor deney formu.

Deney sıra no	1	2	3	4	5
Kalıp+ sıkıştırılmış örnek kütlesi (g)					
Kalıp ağırlığı (g)					
Sıkıştırılmış örnek kütlesi(g)					
Tabii yoğunluk (ρ_n) (g / cm ³)					
Kuru yoğunluk (ρ_d) (g / cm ³)					

Kesme Kutusu Deneyi; Kesme kutusu deneyinin amacı sıklıkları farklı olan kohezyonlu veya kohezyonsuz zemin numunesine kesme etkisi uygulayarak zemin numunesinin kayma kayma direncini (c) ve kayma açısını (ϕ) bulmaktır. Deneyde kesme kutusu deney aleti, değişik büyüklükte kaplar, tokmak ve spatula kullanılır. Numune deney aletinin deney kabına yerleştirilir. Spatula veya benzeri düzgün yüzeyli bir cisimle üstü düzeltilir ve kutu deney düzeneği içerisine yerleştirilir. Deney düzeneğinde yük ve deformasyonların okunabildiği saatler bulunmaktadır. Kaptaki zemin numunesi aletin iki kısımdan meydana gelen rijit kutusunun (dikdörtgen veya dairesel kesitli) içine yerleştirilmektedir. Numuneye uygulanan kesme kuvveti karşısında, kutunun üst parçası sabit tutulurken alt parçası yatay bir düzlem üzerinde hareket edebilmekte ve bu durumda numunenin ortasından geçen yatay düzlem boyunca zemin kaymaya zorlanmaktadır. Numune üzerine normal gerilme uygulayarak, böylece kesmeden önce zeminin konsolide olması ve kesme sırasında normal gerilmelerin kontrol altında tutulması mümkün olmaktadır. Deney değişik düşey sabit yükler altında birkaç kez tekrarlanır. Deney sonuçları τ ve σ eksenlere işaretlenerek çizilen doğrudan kayma mukavemeti değerleri (c ve ϕ) belirlenir.

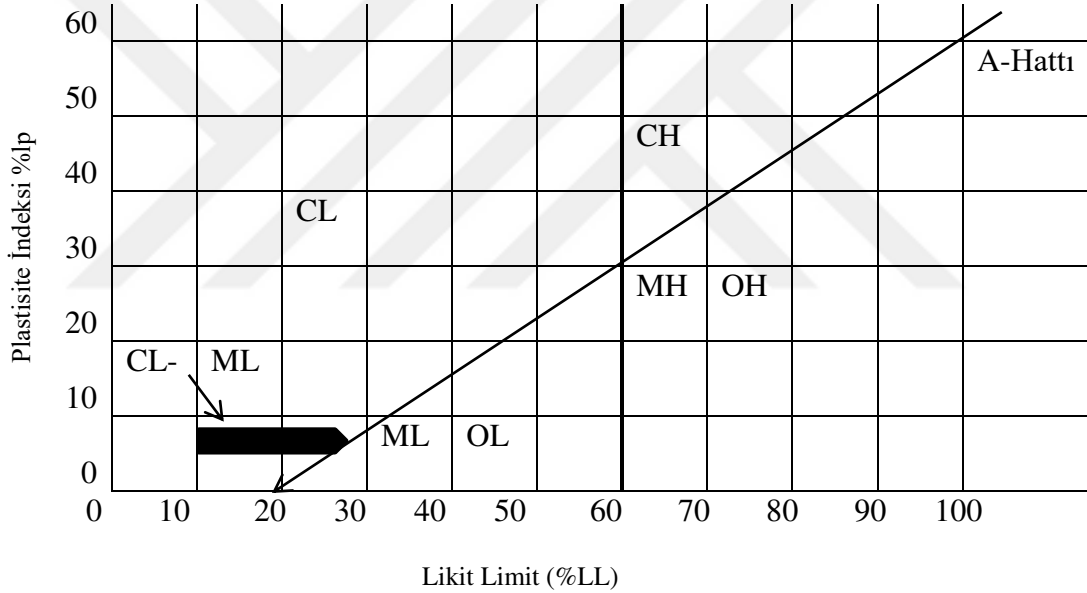
Bu deney kohezyonlu ve kohezyonsuz zeminler için uygun olmakla birlikte, uygulamada daha çok kumlu zeminlerin kayma mukavemetini tespit etmek amacıyla kullanılır. Deneyler neticesinde kumlu zeminler için bulunan kayma mukavemeti açısı (ϕ) drenajlı yükleme durumları için olup, arazi koşullarıyla örtüştüğü kabul edilir.

Ülkemizdeki zemin araştırmalarında sıklıkla uygulanan ve yukarıda verilen bazı arazi ve laboratuvar deneylerinden elde edilen sonuçlar ile de zeminlere ait birçok veri de belirlenebilmektedir. Zeminlerin birim hacim ağırlığı, su muhtevası, Atterberg limitleri vs. gibi laboratuvar deneyleri ve SPT gibi arazi deneylerinden elde edilen bu veriler aşağıda kısaca açıklanmıştır.

Plastisite İndeksi (Plastisite İndisi); Plastisite kısaca zeminlerin hacimleri sabitken, kırılıp dağılmadan plastik davranış sergilemesidir. Plastisite İndeksi (I_p) ise düşük su muhtevasına sahip zeminlerin plastik davranıştan katı forma geçtiği andaki su içeriğidir. Zemininin kıvamı hakkında bilgi verir. $I_p = LL$ ile PL arasındaki sayısal fark olarak tanımlanır ($I_p = LL - PL$). Elde edilen değerlerden zeminin plastiklik derecesi ve sınıflaması yapılabilir (Çizelge 1.18 ve Şekil 1.10).

Çizelge 1.18. Plastisite İndeksine göre plastiklik derecesinin değerlendirilmesi (Leonards, 1962)

Plastisite İndeksi %	Plastislik Derecesi
0-5	Plastik değil
5-15	Az plastik
15-40	Plastik
>40	Çok plastik



Şekil 1.10. Plastisite İndeksi ve Likit Limit değerlerine göre zemin sınıflandırması. A-Hattı $I_p = 0.73 \times (LL - 20)$ denklemine göre çizilir (Casagrande, 1932).

Zeminlerin Sıkışabilirliği; Zemin ortamlarında zemin mekanik özelliklerini belirlemek üzere yapılan deneylerle zeminin sıkışabilirliği doğrudan ölçülebileceği gibi, Likit limit ve tabii boşluk oranı değerlerine bağlı olarak ampirik yaklaşımlarla da belirlenebilmektedir (Çizelge 1.19.).

Çizelge 1.19. Zeminlerde sıkışabilirlik (Sowers, 1979).

Likit Limit (%)	Sıkışma İndisi (C_c)	Tanım
0-30	0-0,19	Düşük Sıkışabilirlik
31-50	0,20-0,39	Orta Sıkışabilirlik
>50	>0,40	Yüksek Sıkışabilirlik

Zeminlerde şişme; Killerin çoğunda su muhtevası artmasına paralel olarak hacim artışı görülür. Bu hacimsel değişimler killi zemine oturtulan mühendislik yapılarında deformasyona sebep olabilir. Killi zeminde oturtulan mühendislik yapısı, killi zemindeki hacimsel artışa ve azalmaya bağlı olarak zemin stabilitesini kaybeder. Zeminin plastisitesine bağlı olarak şişme potansiyeli de değişmektedir (Çizelge 1. 20)

Özellikle kohezyonlu (killi) zeminlerde meydana gelen şişme basıncının belirlenmesi yapılaşma için önem teşkil etmektedir. Bu nedenle zeminlerde oluşacak şişmenin deneysel olarak bulunması gerekmektedir. Şişme probleminin önlenmesi için;

- Yeraltı ve yerüstü drenajlarının sağlıklı yapılması gerekmektedir.
- Şişmeye karşı yük uygulamasının çok iyi yapılabilmesi gerekmektedir.
- Temel derinliği arttırarak şişen zeminin yapı etrafında kabarmasının önlenmesi gerekmektedir.

Sıvıllılık İndeksi (I_L); Zeminler doğal durumda çeşitli etkilerle farklı su muhtevalarına sahip olurlar. Su içeriğinin plastisite cetvelinin neresinde olduğunun saptanması zeminin bazı özellikleri hakkında bilgi verir. Sıvıllılık indeksi zeminin hangi durumda olduğu (likit, plastik veya katı) konusunda bilgi vermektedir (Çizelge 1.21).

$$I_L = (W_n - PL) / (LL - PL) \text{ formülüyle hesaplanır} \quad (1.21)$$

W_n : Zeminin doğal su içeriğini, LL : Likit Limiti ve PL : Plastik değeri.

Kıvamlılık İndeksi (I_R); Zeminin arazideki doğal şartlardaki kıvam durumu hakkında bilgi veren bir parametredir (Çizelge 1.22). Kıvamlılık indeksi;

$$I_R = (LL - W) / (LL - PL) \text{ formülünden hesaplanır.} \quad (1.22)$$

Çizelge 1.20. Plastisite indisi ile şişme potansiyeli arasındaki ilişki (O'Neill ve Poormoayed, 1980).

Plastisite İndisi (I_p)	Kilin Şişme Potansiyeli
%0-15	Düşük
%15-24	Orta
%25-46	Yüksek
>%46	Çok Yüksek

Çizelge 1.21. Sıvılık İndeks parametresine göre zemin özellikleri (Tuncer, 1985).

Sıvı İndeksi (I_L)	Açıklama
$I_L > 1$	Zemin Likit durumda
$0 < I_L < 1$	Zemin Plastik durumda
$I_L < 1$	Zemin katı veya yarı katı durumda

Çizelge 1.22. Zeminlerin kıvamlılık indeksine göre sınıflandırılması (Tuncer, 1985).

Kıvamlılık İndeksi (I_R)	Açıklama
<0	Akışkan (Çamur)
0-0,25	Çok yumuşak
0,25-0,50	Yumuşak
0,50-0,75	Yarı sert (sıkı)
0,75-1,00	Sert
>1,00	Katı (çok sert)

Aktivite (A); Zemin içerisindeki kil ebadındaki tanelerin, plastik derecelerini ifade etmek için kullanılır. Aynı zamanda kil minerallerinin bünyelerindeki suyu koruyabilme yeteneklerini de belirtmektedir.

$$A = I_p / C \quad (1.23)$$

Formülüyle Aktivite bulunur. I_p : Plastisite indeksini, C: Zemindeki kil boyutlu tanelerin yüzdesini (<2 mikron) belirtmektedir. Killerin içerdikleri minerallere göre aktiviteleri değişmekte olup, killeri oluşturan esas minerallerin aktivite değerleri ve killerin aktivite bakımında sınıflandırılması sırasıyla Çizelge 1.23 ve Çizelge 1.24'de görülmektedir.

Çizelge 1.23. Bazı minerallerin aktivitesi (Şekercioğlu, 1998).

Mineral	Aktivite
Na Montmorillonit	4-7
Ca Montmorillonit	1.5
İllit	0.5-1.3
Kaolinit	0.3-0.5
Mika	0.2
Kuvars	0

Çizelge 1.24. Killerin aktivitesi bakımından sınıflandırılması (Skempton, 1953).

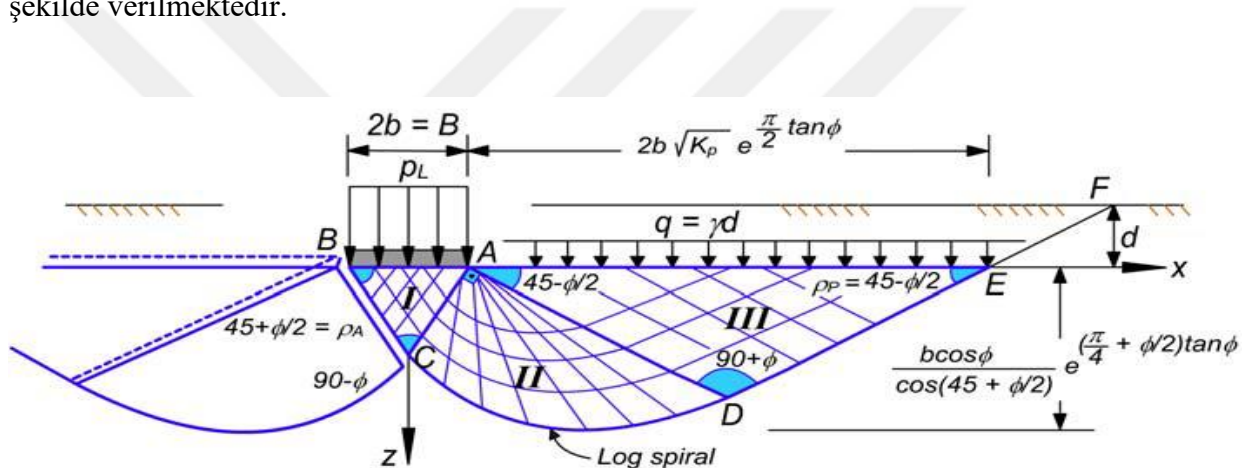
Aktivite Değer Aralığı	Sınıflama
$A < 0.75$	Aktif olmayan killer (kaolinit)
$0.75 < A < 1.25$	Normal killer (illit)
$A > 1.25$	Aktif killer (Montmorillonit)

1.3.2.4. Zeminlerde Taşıma Gücü Hesabı

Yapının üzerine oturduğu zemine, dinamik ve statik yüklerini güvenli bir şekilde iletmesi önemlidir. Bu kapsamda temellerin bağımsız olarak, göçmeye karşı mukavemet göstermesi ve olası oturmaları tolere edecek güvenliğe sahip olmaları zorunludur. Yapıdan kaynaklı düşey yüklerin zemine aktarımı esnasında temeller zaruri güvenlik kıstaslarını karşılayamadığı anlarda, yapıda kısmen veya tamamen kalıcı deformasyonlar oluşur. Bu tür sorunlarla karşılaşmamak için; Yapının oturacağı zeminler iyi analiz edilmeli ve zeminin mukavemet verileri gerçeğe en yakın şekilde tanımlanmalıdır. Böylece yapı temelleri mühendislik parametreleri açısından en ekonomik ve güvenli olarak boyutlandırılmış olurlar. Zeminlerin taşıma gücü kapasitelerinin belirlenmesinde, Laboratuvar Deneyleri, Arazi Deneyleri (Sondalar) ve Jeofizik Deney sonuçlarına dayanan birçok hesap yöntemleri kullanılmaktadır (Yıldırım ve Toyalı, 2011). Arazi ve Laboratuvar deneylerinin sonuçlarına göre, kullanılan başlıca yöntemler iki grup (a ve b) halinde aşağıda açıklanmıştır.

a. Laboratuvar deney sonuçlarına göre yapılan taşıma gücü analizleri; Zeminden alınan numunelerle laboratuvar ortamında yapılan deneyler neticesinde elde edilen bulguların kullanılarak taşıma gücü hesaplamalarının yapılmasıdır. Özellikle numuneler üzerinde yapılan kesme kutusu deneyleri neticesinde elde edilen c ve ϕ° değerleri kullanılarak ilk olarak Terzaghi tarafından kullanılmaya başlanan taşıma gücü hesaplamaları, zamanla Meyerhof, Hansen ve Vesic tarafından farklı yorumlarla geliştirilmiştir. Laboratuvar

Terzaghi taşıma gücü hesabı; Günümüzde temellerin taşıma gücü hesaplarında kullanılan bir çok formül Terzaghi (1943) tarafından geliştirilmiştir. Terzaghi teorisini geliştirirken, yüzeysel temeller altında göçme olayının Şekil 1.11'deki gibi olacağı varsayımında bulunmuştur. Burada taşıma gücü hesabı, kaydıran ve karşı koyan güçlerin dengelendiği andaki limit durum için yapılmaktadır (Çinicioğlu, 2005). Terzaghi, taşıma gücü hesaplamalarını öncelikli olarak mütemadi temelleri esas alarak yapsa da, sonrasında kare ve geometrik temeller için de hesap Çizelge 1.25 ve Çizelge 1.26'da kullanılan katsayılarla hesap yöntemleri geliştirmiştir. Terzaghi taşıma gücü formülü, aşağıdaki şekilde verilmektedir.


$$Q_U \text{ (kN/m}^2\text{, t/m}^2\text{)} = K_1 * c * N_c + \gamma_n * D_f * N_q + K_2 * \gamma_n * B * N_\gamma \quad (1.24)$$

N_C, N_q, N_γ : Taşıma kapasitesi faktörleri (boyutsuz)

Çizelge 1.25. Terzaghi temel şekil katsayıları (Terzaghi, 1943).

Temel Şekli	K ₁	K ₂
Şerit	1	0,5
Kare	1,2	0,4
Daire	1,3	0,3
Dikdörtgen	$1+0.2 \frac{B}{L}$	$0,4-0.1 \frac{B}{L}$

Çizelge 1.26. N_c, N_q, N_γ : Taşıma kapasitesi faktörleri (boyutsuz) (Bowles, 1996).

φ°	N _c	N _q	N _γ	φ°	N _c	N _q	N _γ
0	5.70	1.00	0.00	30	37.2	22.5	19.7
5	7.30	1.60	0.5	35	57.8	41.4	42.4
10	9.6	2.7	1.2	40	95.7	81.3	100.4
15	12.9	4.4	2.5	45	172.3	173.3	297.5
20	17.7	7.4	5.0	50	347.5	415.1	1153.2
25	25.1	12.7	9.7				

Meyerhof Taşıma Gücü Hesabı; Terzaghi tarafından geliştirilen zeminlerin taşıma gücü kapasitesini belirten formüle Meyerhof (1951, 1963) tarafından, Çizelge 1.27’de görüldüğü gibi yük eğim faktörlerinin, şekil faktörlerinin ve derinlik faktörlerinin eklenmesiyle elde edilen taşıma gücü hesaplama yöntemidir.

Meyerhof taşıma gücü formülleri, aşağıda verildiği şekilde hesaplanmaktadır;

$$q_n = c * N_c * s_c * d_c + \sigma_z * N_q * s_q * d_q + 0,5 * \gamma * B * N_\gamma * s_\gamma * d_\gamma \quad (1.25)$$

$$q_n = c * N_c * i_c * d_c + \sigma_z * N_q * i_q * d_q + 0,5 * \gamma * B * N_\gamma * i_\gamma * d_\gamma \quad (1.26)$$

Meyerhof formüllerinde Terzaghi taşıma gücü hesaplarına ilave olarak kullanılan faktörler aşağıda verilmiştir.

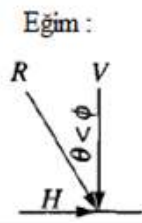
d_c, d_q ve d_γ : Derinlik faktörleri

s_c, s_q ve s_γ : Temel şekil faktörleri

i_c, i_q ve i_γ : Yük eğim faktörleri dir.

Çizelge 1.27. Meyerhof taşıma gücü hesabındaki s_i , d_i , i_i katsayıları hesap yöntemleri. Bu çizelgedeki K_p pasif toprak basıncı katsayısı olup, $K_p = \tan^2(45 + \phi/2)$ formülüyle hesaplanmaktadır (Bowles, 1996).

Faktörler	Formüller
Şekil :	$s_c = 1 + 0.2K_p \frac{B}{L}$ <i>tüm ϕ'ler için</i> $s_q = s_\gamma = 1 + 0.1K_p \frac{B}{L}$ $\phi > 10^\circ$ $s_q = s_\gamma = 1$ $\phi = 0$
Derinlik :	$d_c = 1 + 0.2\sqrt{K_p} \frac{D}{B}$ <i>tüm ϕ'ler için</i> $d_q = d_\gamma = 1 + 0.1\sqrt{K_p} \frac{D}{B}$ $\phi > 10$ $d_q = d_\gamma = 1$ $\phi = 0$
Eğim :	$i_c = i_q = \left(1 - \frac{\theta^\circ}{90^\circ}\right)^2$ <i>tüm ϕ'ler için</i> $i_\gamma = \left(1 - \frac{\theta^\circ}{\phi^\circ}\right)^2$ $\phi > 0$ $i_\gamma = 0$ $\theta > 0$ $\phi = 0$



Çizelge 1.28. Meyerhof N_c , N_q , N_γ Taşıma kapasitesi faktörleri (boyutsuz) (Bowles, 1996).

ϕ°	N_c	N_q	N_γ	ϕ°	N_c	N_q	N_γ
0	5.14	1.00	0.00	30	30.13	18.4	15.7
5	6.49	1.6	0.1	35	46.34	33.7	37.7
10	8.34	2.5	0.4	40	75.24	64.1	93.6
15	10.97	3.9	1.1	45	133.73	134.7	262.3
20	14.83	6.4	2.9	50	266.5	318.5	871.7
25	20.71	10.7	6.8				

Hansen Taşıma Gücü Hesabı; Hansen (1970) tarafından Meyerhof (1951) taşıma gücü hesabında kullanılan parametrelere yük eğim açısı, zemin eğim ve temel sapma faktörlerinin de eklenmesiyle oluşturulmuş zemin taşıma gücü hesap yöntemidir. Bu hesap yönteminde; Yük eğim faktörü olarak ifade edilen (i_i) değeri temele etkiyen yatay ve düşey yüklerin bileşkesini, (b_i) temelin oturduğu zeminin taban yatay düzlemiyle yapmış olduğu η° kadar açığı, zemin eğim faktörü (g_i) ise zeminin oturduğu temelin yan yüzeyindeki zeminin β açısı kadar eğime sahip olması durumunu ifade etmektedir. Hansen taşıma gücü hesap yöntemi ve kullanılan katsayılar aşağıda (Çizelge 1.29) gösterilmiştir (Bowles, 1996).

$$q_n = c \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c \cdot g_c \cdot b_c + \sigma_z \cdot N_q \cdot s_q \cdot d_q \cdot i_q \cdot g_q \cdot b_q + 0,5 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma \cdot d_\gamma \cdot i_\gamma \cdot g_\gamma \cdot b_\gamma \quad (1.27)$$

Yukarıdaki denklemde N_c ve N_q , Meyerhof taşıma gücündeki kullanılan katsayılarla benzer yöntemlerle hesaplanmaktadır. N_γ hesabı ise aşağıda verilmiştir.

$$N_\gamma = 1,5 \cdot N_q^{-1} \cdot \tan \Phi \quad (1.28)$$

Burada;

i_c, i_γ : $\phi = 0$ olduğu andaki yük eğim faktörleri

g_c : $\phi = 0$ olduğu andaki zemin eğim faktörü,

b_c : $\phi = 0$ olduğu andaki temel sapma faktörü,

H_i : Temele etkiyen yanal yük, V : Temele etkiyen düşey yük, A_f : Temel efektif alanı,

c_a : Taban adezyonu ($0,6c \leq c_a \leq 1,0c$), η : Tabanın zemin düzlemiyle yaptığı açı

β : Temele bitişik zeminin yatayla yaptığı açıdır.

Çizelge 1.29. Hansen taşıma gücü hesabındaki b_i , g_i , i_i katsayıları hesap yöntemleri (Bowles, 1996).

Yük eğim faktörleri	Zemin eğim faktörleri
$i'_c = 0.5 - \sqrt{1 - \frac{H_i}{A_f C_a}}$	$g'_c = \frac{\beta^\circ}{147^\circ}$
$i_c = i_q - \frac{1 - i_q}{N_q - 1}$	$g_c = 1.0 - \frac{\beta^\circ}{147^\circ}$
$i_q = \left[1 - \frac{0.5 H_i}{V + A_f c_a \cot \phi} \right]^{\alpha_1}$ $2 \leq \alpha_1 \leq 5$	$g_q = g_\gamma = (1 - 0.5 \tan \beta)^5$
Temel sapma faktörleri	
$i_\gamma = \left[1 - \frac{0.7 H_i}{V + A_f c_a \cot \phi} \right]^{\alpha_2}$	$b'_c = \frac{\eta^\circ}{147^\circ} \quad (\phi = 0)$
$i_\gamma = \left[1 - \frac{(0.7 - \eta^\circ/450^\circ) H_i}{V + A_f c_a \cot \phi} \right]^{\alpha_2}$ $2 \leq \alpha_2 \leq 5$	$b_c = 1 - \frac{\eta^\circ}{147^\circ} \quad (\phi > 0)$
	$b_q = \exp(-2\eta \tan \phi)$
	$b_\gamma = \exp(-2.7\eta \tan \phi)$
	$\eta \text{ radyan}$

Temelde meydana gelebilecek momentlerden kaynaklı eksantirite faktörü, Hansen taşıma gücü analiz hesabında temel efektif alanı (A_f) olarak ifade edilmektedir. Hesaplamalarda kullanılan A' değeri, temel efektif boyutları olan B' ve L' aşağıda verilen bağıntılar ve Çizelge 1.30.'da ki faktörler ile hesaplanmaktadır.

$$\begin{aligned}
 L' &= L - 2e_x \\
 B' &= B - 2e_y \\
 A' &= B' * L'
 \end{aligned}
 \tag{1.29}$$

Yukarıdaki formüllerde e_x ve e_y değerleri düşey düzlemde oluşan eksantirisiteleri ifade etmektedir. e_x ve e_y değerleri ise aşağıdaki bağıntılar ile hesaplanmaktadır (Tonyalı, 2011).

$$\begin{aligned}
 e_x &= M_x / V & e_y &= M_y / V & \text{Burada;} \\
 M_x \text{ ve } M_y &: \text{Düzlemdeki momentler} \\
 V &: \text{Temele etki eden düşey kuvvet dir.}
 \end{aligned}
 \tag{1.30}$$

Çizelge 1.30. Hansen s_i , d_i katsayıları hesap formülleri (Bowles, 1996).

Şekil faktörleri	Derinlik Faktörleri
$s'_c = 0.2 \frac{B'}{L'} \quad (\phi = 0^\circ)$ $s_c = 1.0 + \frac{N_q}{N_c} \cdot \frac{B'}{L'}$ $s_c = 1.0$ şerit temeller için	$d'_c = 0.4k \quad (\phi = 0^\circ)$ $d_c = 1.0 + 0.4k$ $k = D/B \quad ; \quad D/B \leq 1$ $k = \tan^{-1}(D/B) \quad ; \quad D/B > 1$ k radyan
$s_q = 1.0 + \frac{B'}{L'} \sin \phi$ <i>tüm ϕ değerleri için aynıdır.</i>	$d_q = 1 + 2 \tan \phi (1 - \sin \phi)^2 k$
$s_\gamma = 1.0 - 0.4 \frac{B'}{L'} \geq 0.6$	$d_\gamma = 1.00$ <i>tüm ϕ değerleri için aynıdır.</i>

Vesic Taşıma Gücü Hesabı; Vesic (1975), Hansen taşıma gücü analiz hesaplamalarında kullanılan yük eğim açısı, zemin eğim ve temel sapma faktörlerinin tayin edilmesinde Hansen'den farklı yöntemler kullanılmaktadır ve eksantirite etkisini göz ardı etmektedir (Yıldırım ve Tonyalı, 2011).

b. Arazi deneyleri ile taşıma gücü hesap yöntemleri; Zeminde açılan sondaj kuyularından alınan numuneler ile yapılan deneyler neticesinde zemine ait birçok özellik tespit edilebilmektedir. Ayrıca açılan sondaj kuyularında SPT, CPT, presiyometre ve plaka yükleme deneyleri yapılarak zeminlerin taşıma gücü hesaplamaları da yapılabilmektedir. Özellikle zeminden örselenmemiş numune örneği almanın çok zor olduğu durumlarda, sondaj kuyularında direkt arazi deneylerini uygulamak hem daha ekonomik olmakta hem de zamandan tasarruf sağlamaktadır. Açılan sondaj kuyularında yapılan SPT deneyleri sonucunda elde edilen verilerle taşıma gücü analizlerinin yapılabilmesi için Terzaghi ve Peck, Meyerhof ve Bowles tarafından formüller geliştirilmiştir.

Terzaghi ve Peck SPT Deneyi ile Taşıma Gücü Hesabı; Terzaghi ve Peck (1967) tarafından yapı temellerinde meydana gelen oturumların 2,5cm'yi geçmediği durumlarda, arazide açılan sondaj kuyularında yapılan SPT deneyleri neticesinde elde edilen SPT-N

değerleri kullanılarak oluşturulan, emniyetli taşıma gücü q_e , temel genişliği B ve SPT-N değerleri arasındaki bağıntı Şekil 1.12’de verilmiştir. (Yıldırım ve Tonyalı, 2011)

Meyerhof Taşıma Gücü Hesabı; Terzaghi ve Peck (1967) hesaplamalarında olduğu gibi temelde meydana gelebilecek oturmaların 2,5 cm’yi geçmediği durumlar için SPT deney sonuçları kullanılarak Meyerhof (1974) tarafından geliştirilen, emniyetli taşıma gücü bağıntısını aşağıdaki şekilde verilmektedir (Çinicioğlu, 2005).

$$q_e = 12 \cdot N \cdot K_d \quad B < 1.22m \quad (1.31)$$

$$q_e = 8 \cdot N \cdot ((B+0.305)/B)^2 \cdot K_d \quad B > 1.22m \quad (1.32)$$

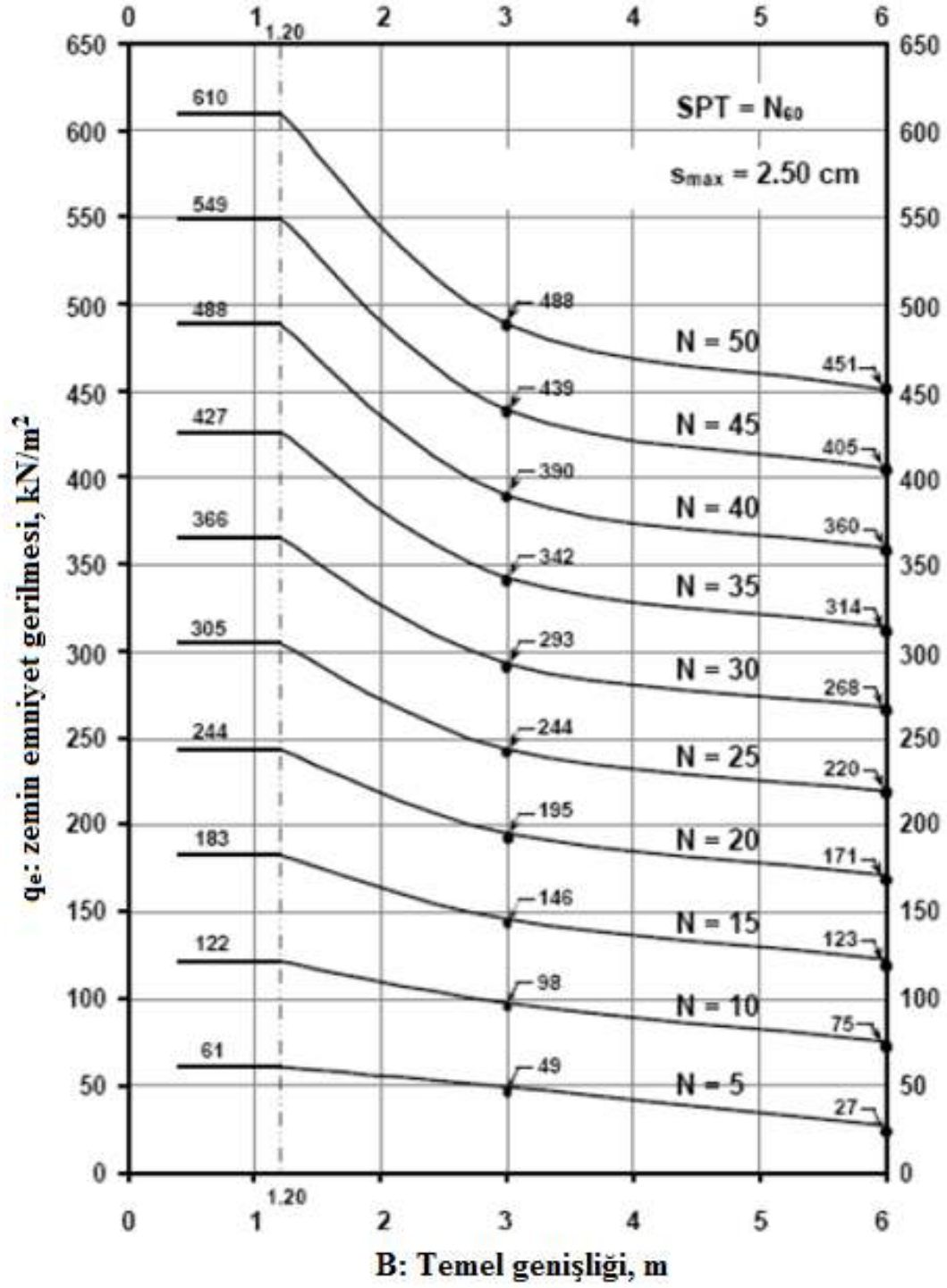
$$K_d = 1 + 0.33D/B \leq 1.33 \quad (1.33)$$

Burada; q_e : Emniyetli taşıma gücünü, N : SPT darbe sayısını, D : Temel derinliğini, B : Temel genişliğini göstermektedir. Meyerhof, büyük alana sahip radye temellerin oturduğu zeminde meydana gelen oturmaları ve etkilenen zemin alanı derinliğini de önemseyerek geliştirdiği, radye temellerin taşıma gücü hesabını gösteren bağıntı (Bowles, 1996) aşağıda verilmiştir.

$$q_e = 12.5 \cdot N \cdot K_d \quad (1.34)$$

Güvenlik Katsayısı (G_s); Taşıma gücü hesaplamalarında, temellerin sığ olduğu varsayımında bulunulmuştur ve şerit (mütemadi) temel tipi ve standart temel tipi olarak hesaplamalarda kullanılmıştır. Zeminlerin kayma göçmesine karşı göstermiş olduğu en büyük direnç, nihai taşıma gücü (q_n) olarak ifade edilirken, (q_n) verisinin kabul edilebilir bir güvenlik katsayısına (G_s) bölünmesi ile zemin emniyet gerilmesi (q_e) elde edilmektedir. Kabul edilen G_s değeri zemin türlerine göre farklılık gösterebileceği için, sağlıklı kıyaslamalar yapabilmek adına taşıma gücü hesaplamaları nihai taşıma gücü esas alınarak yapılmıştır (Tonyalı, 2011).

Kil ve siltten oluşan ince taneli zeminlerde tabandaki basınç dağılımı zamanla farklılaşmaktadır. Söz konusu basınç dağılımı farkının çok olduğu varsayımında bulunuluyorsa, güvenlik katsayısı büyük seçilir. G_s değeri yapının önemine göre 1,5 ve 5,0 arasında bir değerdir. Ancak, ortalama olarak 3,0 alınmaktadır (Ercan, 2011).



Şekil 1.12. Terzaghi ve Peck emniyetli taşıma gücü q_e 'nin B ve SPT-N ile değişimi (Bowles, 1996).

2. MATERYAL VE METOT

Bu yüksek lisans tezinin hazırlanması sürecinde, Tunceli ili Aktuluk mahallesi zeminlerinin jeolojik yapısını ve zemin özelliklerini ortaya çıkarmak amacıyla arazi ve laboratuarda gerçekleştirilen çalışmalarda kullanılan materyaller ve uygulanan metotlar aşağıda verilmiştir.

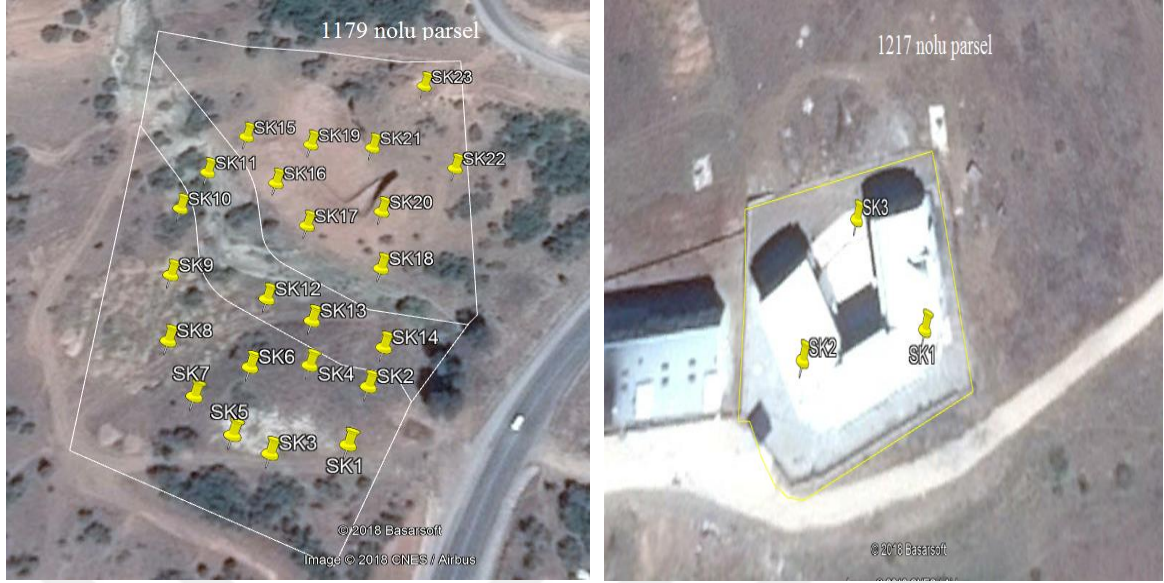
2.1.Arazi Çalışmaları

Tez kapsamında Tunceli ili Aktuluk mahallesinde öğrenci yutları alanı ve civarının jeolojik özelliklerini belirlemek amacıyla, arazide yüzeylemiş farklı kaya mostraları ve 1179 nolu parselde açılan temel zemini gözlem çukuru olarak kullanılarak incelemeler yapılmıştır. Gözleme dayalı mostra ve temel zemini çukurunda gerçekleştirilen incelemelere ilaveten hem 1719 nolu, hem de 1217 nolu parsellerde, zemin parametrelerini belirlemek amacıyla zemin sondajları yapılmış ve laboratuvar deneyleri için örselenmiş zemin örnekleri alınmıştır. 1179 nolu parsel 13.651,15 m² ve 1217 nolu parsel ise 3.701,06 m² yüzölçümlerine sahiptir. Şekil 2.1’de gösterildiği noktalarda, 1179 nolu parselde 23 adet, 1217 nolu parselde ise 3 adet zemin sondajı Şahinol Mühendislik tarafından açılmış ve tüm kuyularda SPT deneyleri yapılmıştır. Yapılan sondaj çalışmaları TS-5744 (Türkiye) ve BS-5930 (İngiltere) standartlarına uygun olarak hidrolik sondaj makinesi ve ekipmanlarıyla gerçekleştirilmiştir (Resim 2.1). Her parseldeki zeminlerin özelliklerini laboratuvar deneyleri ile tespiti için, sondaj deliklerinden örselenmiş numuneler (Resim 2.2) alınmıştır.

İncelenen 2 parselde yapılan sondaj esnasında temelin oturacağı derinlikte ve farklı derinliklerde TS-5744’te belirtilen hususlar çerçevesinde SPT deneyleri gerçekleştirilmiştir. SPT deneyleri öncesinde incelenen 2 parseldeki her sondaj için sondaj kuyu tabanı temizlenip, sondaj tijlerine SPT tüpü sabitlendikten sonra, tüp tabana yumuşak bir şekilde, düşürülmeden indirilmiştir. Tij üzerinde üç adet 15cm’lik ilerleme alanı işaretlendikten sonra her 15cm’lik penetrasyon için vuruş sayısı belirlenmiştir. İlk 15cm’lik penetrasyon yerleşme aşaması olarak belirtilmiş ve bu penetrasyon için gerekli darbe sayısı sondaj tabanında oluşabilecek örselenmeler nedeniyle dikkate alınmamıştır. Her sondaj kuyusunda SPT deneyinin yapıldığı derinlikte ve şahmerdanın çakma işleminin tekrarı kadar, örselenmiş numune alımı gerçekleştirilmiştir.



Resim 2.1. 1179 nolu parselde (a, b, c) ve 1217 numaralı parselde (d, e, f) yapılan sondaj çalışmaları.



Şekil 2.1. 1179 ve 1217 numaralı parsellerde açılan SPT sondaj kuyuları Googleearth görüntüsü. İşaretli tüm sondaj kuyularının UTM koordinatları bu tezin Bulgular ve Ekler bölümündeki sondaj loglarında belirtilmiştir.



Resim 2.2. Sırasıyla, 1179 ve 1217 numaralı parsellerden alınan örselenmiş numunelerin görünümü.

Bahse konu 2 parselde alınan numuneler B sınıfı numune kategorisine girmektedir. Bu sınıftaki numuneler, yerindeki zeminin tüm bileşenlerini orijinal oranlarda içermekte ve doğal su içeriğini korumaktadır. Açılan sondaj kuyularında zemine itilen boru yardımıyla sondaj sırasında çıkan malzemeler toplanarak her sondaj için ayrı ayrı kaplara yerleştirilerek parafinlenmiş ve numaralandırılmıştır.

Su muhtevasının bulunması; Deneyde kullanılacak olan deney kabı ve kapağı iyice temizlendikten sonra kurutulmuş ve tartılmıştır (W_1). Su içeriği bulunacak numuneden gerekli miktarda alınıp, kabın içine çok sıkı olmayacak şekilde yerleştirilerek kapağı ile birlikte tartılmıştır (w_2). Kabın kapağı açılarak etüvde en az 24 saat veya değişmez ağırlığa gelene kadar kurutulmuştur. Daha sonra numuneler soğuyuncaya kadar etüvde bekletilmiş ve numune soğuduktan sonra, kapağı kapalı şekilde tartılmıştır (W_3).

Zeminin su içeriği, W_n kuru zemin kütlesinin yüzdesi olarak;

$$W_n = (W_2 - W_3) / (W_3 - W_1) \times 100 \text{ bağıntısıyla hesaplanmıştır.} \quad (1.35)$$

Likit Limit Tayini; Likit limit deneyi Koni Düşürme ve Çarpmalı Cihaz (Casagrande) olmak üzere iki ayrı yöntemle bulunabilmektedir. Bu tez kapsamında yapılan likit limit değerleri Çarpmalı Cihaz (Casagrande) yöntemi ile elde edilmiştir. Çarpmalı Cihaz (Casagrande) deneyinde üzerinde inceleme yapılacak numunenin başlangıçtaki su içeriğinin likit limitten düşük olması gerekmektedir. Örselenmiş numunelerin deneye hazırlanması metoduna uygun olarak $425\mu\text{m}$ 'lik elekten geçirilen yaklaşık 200gr numune alınmıştır. $425\mu\text{m}$ 'lik elekten geçen miktar alınan toplam numuneye oranlanarak $425\mu\text{m}$ 'lik elekten geçen yüzde bulunduktan sonra, numune porselen potaya konulmuştur. Sonrasında damıtık su katılarak homojen bir hamur durumuna gelene kadar palet bıçağıyla iyice karıştırılmıştır. Bu hazırlanan numune hava geçirmeyen bir kapta 24 saat oda sıcaklığında desikatörde bekletilmiştir. Hava geçirmez kaptan çıkarılan numune yaklaşık 10dk karıştırılmıştır ve oluşan zemin su karışımından bir miktar alınarak likit limit cihazına konulmuştur, yüzeyi tabana paralel olarak düzlenmiş ve oluk açma bıçağı, menteşenin ortasından geçen çap doğrultusunda kap içerisinde hareket etmesi sağlanarak, numune iki parçaya ayrılmıştır. Bıçağın hareketleri esnasında bıçak kap düzeyine dik olarak, keskin kısmı hareket istikametinde olacak şekilde tutularak, numunenin orta kısmında 'V' kesitinde bir yarık meydana getirilmiştir. Krank kolu 2 devir/saniye'lik bir hızla döndürülerek, yarığın iki kısmında kalan zemin dip kısmında 13mm boyunca birbirine değene kadar kap aşağı yukarı hareket ettirilmiştir. Temasın sağlandığı kısmın uzunluğu bir cetvel yardımıyla ölçülmüştür. Yarıktaki bu teması sağlayan düşüş sayısı kaydedilmiştir. Yarığın, temas etmiş olan kısmının çevresinden, palet bıçağıyla alınan yaklaşık 30gr numune deney kabına konulmuş ve su içeriği belirlenmiştir.

Hazırlanan numunenin su muhtevası her seferinde arttırılarak yukarıda anlatılan uygulamalar, toplamda her sondajdan alınan her numuneye üçer defa uygulanmıştır. Numunelerin su muhtevasının arttırılması amacıyla teste tabii tutulan her numune kaptan çıkarıldığında, deney kabı ve oluk açma bıçağı yıkanmış ve kurutulmuştur. Deney esnasından, numunenin kurummasını önlemek amacıyla numunelerin üzeri nemli bir bezle örtülmüştür.

Yapılan testler esnasında tespit edilen su muhtevasına karşı düşüş sayısı, yarı logaritmik bir form üzerine işlenmiştir. Bu formda yatay ekseninde düşüş sayısı logaritmik olarak, düşey düzlemde ise su muhtevası işlenmiştir. Her örnek için yapılan 3 deneyden elde edilen sonuçlar yarı logaritmik forma işlenmiştir. Form üzerinde işaretlenmiş olan 3 noktadan geçen en uygun akış doğrusu çizilmiştir. Bu akış doğrusu üzerinde 25 vuruş sayısına denk gelen düşey eksenindeki su muhtevası zeminin likit limit değeri olarak alınmıştır.

Plastik limit tayini; Örselenmiş numunelerin deneye hazırlanması metoduna uygun olarak elde edilmiş ve 425 μ m'lik elekten geçirilmiş yaklaşık 20 gr. numune alınmıştır. 425 μ m'lik elekten geçen miktar alınan toplam numuneye oranlanarak 425 μ m'lik elekten geçen yüzde bulunduktan sonra numune homojen bir duruma ve küçük bir top haline gelene kadar, yani plastik olana kadar cam plakanın üstüne damıtık su ile iyice karıştırılıp yoğrulmuştur. Bu yoğrulan numune iki eşit parçaya ayrılarak tekrardan top şekli verilmiştir. Birinci parçada deney işlemlerine devam edilirken, diğer parça bu esnada kurumaması için paslanmaz ve hava kaçırmaz bir kap içerisine konulmuştur. Birinci parça el ayası vasıtasıyla 3mm çapında silindirik bir çubuk halini alana kadar yuvarlanmıştır. Numune 3mm çapında silindirik çubuk şeklini aldığı anda dağılmışsa deneye devam edilmiş, eğer numune dağılmamışsa, eski haline getirilerek tekrardan yuvarlama işlemi tekrarlanmıştır. Numunenin dağılan parçaları toplanarak bir kaba konulmuş ve su muhtevası ölçülmüştür. Bu işlemler saklanan ikinci numune için de tekrarlanmıştır. İki numunenin su muhtevası ortalaması zeminin plastik limiti olarak belirlenmiştir.

Doğal birim hacim ağırlığı; Zeminden alınan numunenin ağırlığı ölçülmüştür. Daha sonra numunenin tüm yüzeyleri erimiş parafin ile kaplanarak geçirimsiz hale getirilmiş ve ağırlığı tespit edilmiştir. Bu iki ağırlık arasındaki farktan parafinin ağırlığı bulunmuştur. Parafinin ağırlığı bulunduktan sonra hacmi hesaplanmıştır. Parafinlenmiş numune, içi su dolu, hacim birimleri yazılı bir cam silindir içerisine konulmuştur. Suyun hacmindeki değişim parafinin ve zemin numunesinin toplam hacmini vermektedir. Bu toplam hacimden parafinin hacmi

ıkarılarak numunenin hacmi bulunmuştur. Numunenin ağırlığı, numunenin hacmine oranlanarak doğal birim hacim ağırlığı bulunmuştur.

Kuru birim hacim ağırlığı tayini; Zemin numunesi bünyesindeki su miktarı numuneden uzaklaştırıldıktan sonra, yani numune etüvde ağırlık değişimi sonlanıncaya kadar kurutulduktan sonra doğal birim hacim ağırlığı bulunurken yapılan işlemler kuru numune üzerinde uygulanarak belirlenmiştir.

Kesme kutusu deneyi; Kesme kutusu deneyi kohezyonlu ve kohezyonsuz zeminler için ayrı ayrı metotlarla yapılmaktadır. Aktuluk Mahallesiinde 1179 numaralı ve 1217 numaralı parsellerden alınan tüm örneklerin kil+silt yüzdesi (1217 nolu parselde %71-%97, 1179 nolu parselde ise %70-%92,8 arasında değişmektedir) yüksek (kohezyonlu) olduğundan, kesme kutusu deneyi de kohezyonlu zemin parametrelerine göre gerçekleştirilmiştir.

Deneye başlarken bıçak yardımı ile birbirine benzer özellikte yoğunluk ve hacimde üç adet numune alınmıştır. Alınan birisi tartı işlemleri yapıldıktan sonra kesme kutusunun içerisine yerleştirilmiştir. Bu arada kalan 2 numunenin üzerine kurumaması için nemli bez örtülmüştür. Kesme kutusunun alt ve üst parçalarını birbirinden ayıran vidalar kullanılarak alt ve üst parçalar birbirinden ayrılmıştır. Numunenin üst kısmına, üzerinde poroz (geçirimli) taş olan yükleme başlığı yerleştirilmiştir. Yükleme başlığı vasıtasıyla numuneye 90, 180, 360, 720 N gibi, N düşey yükleri uygulanmıştır. Düşey sabit yük yanında yatay sabit bir kesme deformasyonu da uygulanmıştır. Uygulanan kesme küveti bir yük halkası vasıtasıyla ölçülmüştür. Yatay ve düşey deformasyon saatlerinden okumalar alınmıştır. Bu okumalar deney başladıktan 2 dakika içerisinde 15 saniye aralıklarla yapılmıştır. Uygulanan yatay kuvvet altında kuvvet halkasında yük değeri sabitlendiği anda deney sonlandırılmış ve numune kesme kutusundan alınmıştır. Bu işlemler diğer iki numune içinde tekrarlanmıştır. Elek Analizi Deneyi; Elekler en altta tava olacak şekilde elek açıklık boyutuna göre küçük elek boyutundan büyüğe göre alttan yukarıya doğru sıralanmıştır. Hazırlanan elek seti, elek sarsma makinesine yerleştirilmiştir. Elek setinin en üstündeki eleğe elenecek 500gr örselenmiş numune (TS 1900-1, Çizelge 5 normlarına göre) dökülmüştür. Elek setinin kapağı kapatılarak vidaları sıkılmıştır. Elek sarsma makinesi 15 dakika süre ve uygun titreşimde çalıştırılmıştır. Eleme işlemi sonucunda elek seti sarsma makinesinden alınarak, her elek üstünde kalan örnek miktarı tartılıp tabloya kaydedilmiş ve toplam elenmiş madde miktarı belirlenmiştir. Elde edilen veriler diferansiyel elek analiz ve kümülatif elek analiz dağılım grafiklerine aktarılarak, parçacık boyut dağılımı ve ortalama parçacık boyutu bulunmuştur.

3. BULGULAR

3.1. Jeoloji ve Hidrojeoloji

Aktuluk mahallesi ve civarında yüzeylenen kaya birimleri yaşıdan gence doğru Eosen ve Miyosen yaşlı kırıntılı kayalar, Miyosen-Pliyosen yaşlı karasal volkanitler, Kuvaterner yaşlı taraça, eski ve yeni alüvyonlardır (Şekil 3.1). Eosen yaşlı kırıntılı kayalar tabanda çakıltaşı ile başlar, üste doğru kumtaşı-çamurtaşı araldanmasıyla devam eder ve üst kesimlerde kireçtaşı ile temsil edilmektedir. Çakıltaşı, kumtaşı ve çamurtaşı araldanmasından oluşan grimsi renkli fliş benzeri kırıntılı kayaçlardan oluşan bu alt düzeyler (Resim 3.1.a), Aktuluk mahallesinin kuzey kesiminde, yaklaşık doğu batı yönünde yayılım gösterir. Kumtaşı-çamurtaşı, kıltaşı ve kireçtaşından oluşan bordo renkli orta ve üst düzeyler daha çok Aktuluk mahallesinin güney kesimlerinde yayılım göstermektedir (Resim 3.1. b, c, d, e, f).

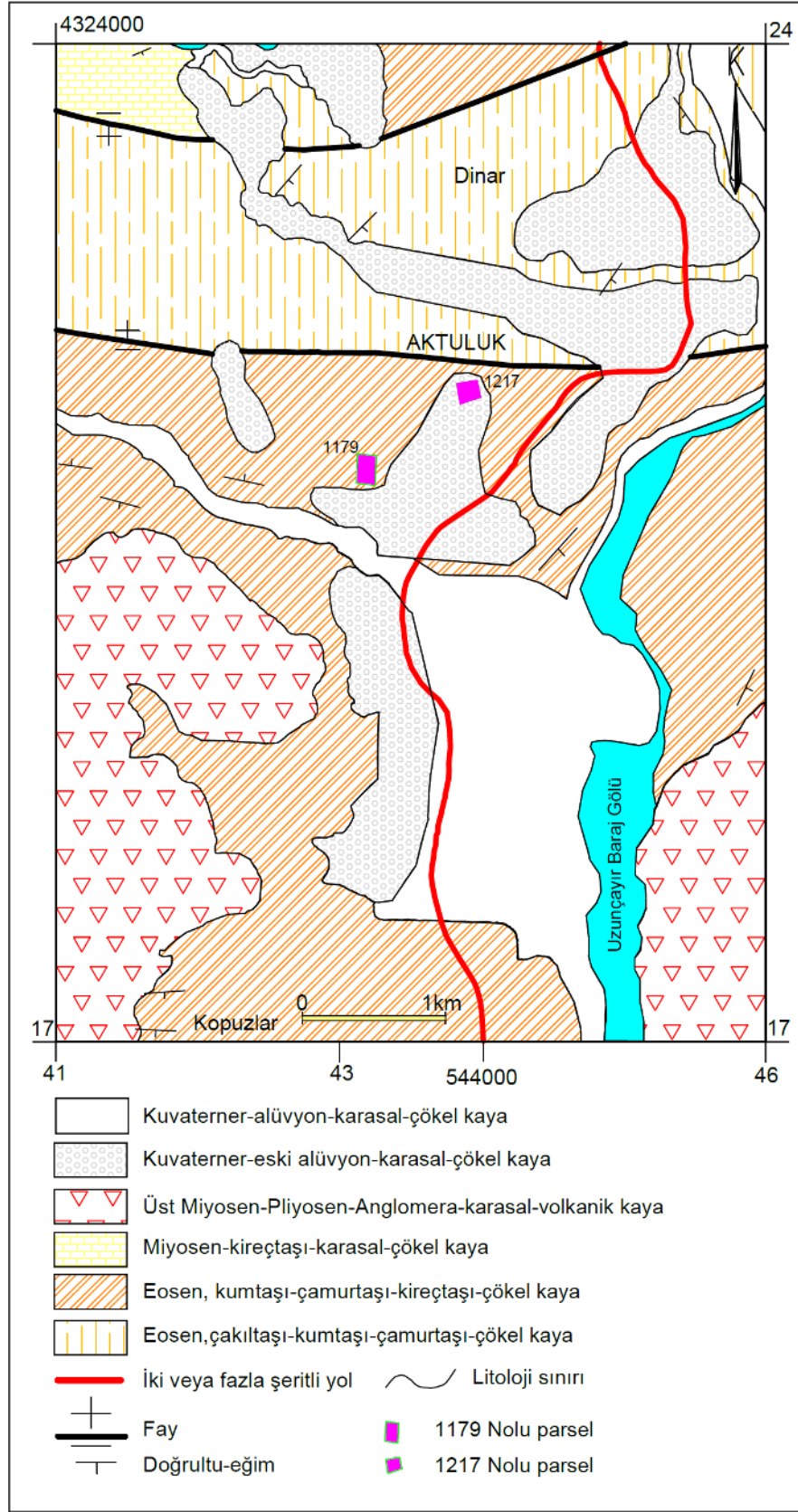
İnceleme alanında, harita alanının (Şekil 3.1) sadece KB'sında yüzeylenen Miyosen yaşlı kireçtaşı ve karasal çökellerin egemen olduğu litolojiler ise, inceleme alanı dışında KD'da oldukça geniş yayılımlıdır. İnceleme alanında, Aktuluk mahallesi GB ve GD'sunda kalan alanlarda yayılımlı olan karasal piroklastik ve lav akıntıları ile temsil edilmektedir (Şekil 3.1). Piroklastikler egemen olarak aglomera, volkanik breş ve tüflerden oluşmaktadır. Harita alanının GB'sında ve inceleme alanının dışında bu piroklastik kayaların üzerine andezitik ve bazaltik lav akıntıları gelmektedir.

MTA tarafından yapılan 1/100.000 ölçekli jeolojik haritalama ve değerlendirmede, Tarhan (2008) tarafından üst Miyosen-Pliyosen yaşlı Solhan formasyonu olarak tanımlanmış, Aktağ (2014) tarafından ise Solhan Volkanitleri olarak adlandırılmış, ilaveten söz konusu volkanitlerin sahasal özellikleri, petrografi ve jeokimyası detaylı olarak açıklanmıştır. Munzur vadisi batı kısmında ve Aktuluk mahallesi kuzeyindeki Eosen yaşlı kırıntılı kayaçlar, Erdoğan (1967) tarafından Toraman Formasyonu (Paleosen-Eosen) olarak adlandırılın birimler ile benzerdir. Aktuluk Mahallesi güney kısımlarındaki Eosen yaşlı kırıntılı kayaçlar (kumtaşı, çamurtaşı ve kireçtaşı litolojileri) ise Tarhan (1987) tarafından, Orta-Üst Eosen yaşlı Kozlu formasyonu olarak adlandırılan birimler ile benzer özelliklere sahiptir. İnceleme alanının kuzeybatı (KB)'sındaki Miyosen yaşlı kireçtaşı ve karasal çökel kayaların eşdeğerleri ise, Tarhan (2008) tarafından geç Oligosen-alt Miyosen

yaşı Mollakulaçdere formasyonu olarak adlandırılmış ve yer yer ofiyolit, metamorfit ve volkano-sedimanter seriye ait birimlerin kırıntı, çakıl ve bloklarını içerdiği açıklanmıştır.

Toraman formasyonunun gri-boz renkli kumtaşı, çakıltası, kalkarenit, kireçtaşı, killi kireçtaşı, marn, tüflü-killi kireçtaşı, tüfit, kiltası ve tüflü marn kaya türlerinden oluştuğu Tarhan (2008) tarafından açıklanmıştır. Formasyonun bazı alanlarda çok yaygın ve kalın olan bordo renkli kaba karasal kırıntılardan (çakıltası, kumtaşı, sittaşı, çamurtaşı) ve volkanik (bazalt, andezit, trakit, dasit, aglomera, tüfit, volkanik breş) ara katkılarından oluştuğuna ve üste doğru, düşey yönde tedrici olarak Kozlu formasyonuna geçtiğine dikkat çekilmiştir. Toraman formasyonunun alt seviyelerinde belirlenen fosil topluluğuna göre, Özgül ve ark. (1981) tarafından erken Eosen, Granit ve Şener (1986) tarafından Paleosen-erken Eosen yaşı verilmekle birlikte, bölgesel düzeyde Maden Tetkik Arama Genel Müdürlüğü (MTA) tarafından yapılan 1/100.000 ölçekli jeolojik haritalama ve değerlendirmede ise Tarhan (2008) tarafından geç Paleosen-erken Eosen yaşı kabul edilmiştir. Toraman formasyonu üzerine düşey yönde tedrici olarak gelen Kozlu formasyonu, ince orta katmanlı, çoğunlukla bordo-kızıl renkli kaba kırıntılı kayalardan oluşmaktadır. Formasyon düzeylerinde belirlenen fosil topluluklarına göre Özgül ve ark. (1981) tarafından orta-geç Eosen yaşı verilmiş ve Hopik formasyonu ile eşdeğer olduğu belirtilmiştir.

Tarhan (2008) tarafından Mollakulaçdere formasyonunun, bölgede farklı çökeltme ortamlarını (karasal, evaporit, denizel) temsil eden kaya birimlerinden oluştuğu, yer yer bitki, kömür kırıntı ve ara katkılarını içerdiği ve ayırtlanmadığı alanlarda orta Eosen-erken Miyosen yaşı Balpayam formasyonu kapsamında değerlendirildiği de vurgulanmıştır. Ayrıca bazı alanlarda, formasyonun farklı düzeylerinde bordo-kızıl renkli kaba kırıntılılar hatta evaporitik ara katkılar gözlendiğini ve bu birimlerin Tunceli kuzeyindeki Kocakoç formasyonu (Granit ve Şener, 1986) ve Kemah civarındaki Kemah formasyonu (Özgül ve ark., 1981) ile eşdeğer olduğunu açıklamıştır. Granit ve Şener (1986) ise aynı çökel kayaçları, depolanma ortamı ve litolojilerini dikkate alarak, Karlıova-Çat-Aşkale havzalarında yayımlı olan Adilceva formasyonu ile büyük benzerlikler gösterdiğini belirtmiş ve Aşkale-Çat dolayından alınan örneklerdeki fosil topluluklarına göre formasyona Oligosen-erken Miyosen yaşını vermiştir.



Şekil 3.1. İnceleme alanı ve civarının jeolojik haritası (litolojik sınırların düzenlenmesinde MTA tarafından üretilen 1/25.000 ölçekli basılı jeolojik harita ve arazi gözlemlerinden yararlanılarak çizilmiştir).

Aktuluk mahallesi GB ve GD'sunda kalan alanlarda aglomera, volkanik breş ve tüflerle temsil edilen karasal volkanitler yer almaktadır. Şekil 3.1'deki harita alanının GB'sında, inceleme alanının dışında bu piroklastik kayaların üzerine andezitik ve bazaltik lav akıntıları gelmektedir. Söz konusu volkanitlerin sahasal özellikleri, petrografi ve jeokimyası, Aktağ (2014) tarafından detaylı olarak verilmiştir. MTA tarafından yapılan 1/100.000 ölçekli jeolojik haritalama ve değerlendirmede ise Tarhan (2008) tarafından üst Miyosen yaşlı Solhan formasyonu olarak adlandırılmıştır.

Bölgedeki bu birimlerin üzeri uyumsuz olarak eski taraça ve alüvyon ile örtülmektedir. Zemin özellikleri incelenen parsellerin bulundukları alanda ise Eosen ve Miyosen yaşlı birimlerin üzerinde eski taraçalar yer almaktadır. 1217 nolu parsel alanında ve 1179 nolu parsel yakınında 2m'ye kadar değişen kalınlıklarda taraça) bulunmaktadır (Resim 3.1g). İnceleme alanının GB'sında Munzur çayı vadisine yaklaştıkça Uzunçayır baraj gölü yakınında taraçaların kalınlıkları 4-5 m'ye ulaşmaktadır (Resim 3h). Güncel dere yataklarında ise suyun enerjisine bağlı olarak birikmiş bloklu, kumlu, siltli ve killi alüvyon bulunmaktadır. Eosen yaşlı kırıntılı kayaçların ve taraçaların arazi görüntülerinin konumları Şekil 3.2'de verilmiştir.

İncelenen parsellerde yapılan zemin sondajlarının ve "Tunceli Belediyesi Merkez (2. Bölge) İmar Planına Esas Jeolojik-Jeoteknik Etüt Raporu (2015) kapsamında açılmış olan zemin sondajlarından alınan örneklerin incelenmesi sonucunda, söz konusu taraça ve alüvyonların, genel olarak tutturulmamış veya zayıf çimentolu kil, silt, kum ve çakıl depolanmalarından oluştuğu görülmüştür. Bu tez kapsamında incelenen zeminler, yukarıda özellikleri tanımlanmış olan Toraman ve daha çok Kozlu formasyonunun rezidüellerinden (kalıntısından) oluşmaktadır.

Çalışma alanındaki birimlerin yeraltısuyu (YAS) taşıyıp taşımadığının belirlenmesi amacıyla, çalışılan 1179 ve 1217 numaralı parsellerdeki zemin sondajları, "Tunceli Belediyesi Merkez (2. Bölge) İmar Planına Esas Jeolojik-Jeoteknik Etüt Raporu'ndaki (2015) 28.11-10.12.2014 tarihleri arasında açılan zemin sondajları ve inceleme alanı civarında açılmış derin sondaj kuyuları incelenerek, su tablası derinliği belirlenmeye çalışılmıştır.



Resim 3.1. İncelene bölgedeki jeolojik katmanlar a: Eosen yaşlı kırıntılıların tabanını oluşturan marn-kiltaşı birimi (UTM 543332/4321092); b: Eosen yaşlı birimlerin üstündeki rezidüel ve taraçanın görünümü (UTM 543128 / 4320992); c: Eosen yaşlı birimlerin üst seviyelerini oluşturan grimsi-bordo renkli kumtaşı, çamurtaşı ardalırmalı seviyeler (UTM 543193/4321039); d ve e: kumtaşı ve çamurtaşı ardalırmasının ve f: kumtaşının yakından görünümü (UTM 543208/4321044); g: Eosen yaşlı birimleri örten eski taraça (UTM 543250/4321124); h: Uzunçayır baraj gölü yakınındaki az tutturulmuş taraça (UTM 542887/4320550).



Şekil 3.2. Googl Eearth görüntüsü üzerinde, Resim 3.1’deki arazi fotoğraflarının konumları.

“Tunceli Belediyesi Merkez (2. Bölge) İmar Planına Esas Jeolojik-Jeoteknik Etüt Raporu (2015) kapsamında, 1179 numaralı parselin GB’sında baraj gölü kenarında 15,0m derinlikte açılmış olan SK-8 ve SK-9 nolu sondajlarda, derine doğru Kozlu formasyonunun ayrışması ile oluşmuş kil, killi kum ve siltli çakıldan oluşan kalıntı zeminin sırasıyla 13 ve 15,0m derinliğe kadar devam ettiği görülmüştür. SK-8 nolu sondajda 13. metrede Kozlu formasyonuna ait kumtaşı-kiltaşı aralanmasından oluşan litolojiye girilmiştir. Bu sondajlarda 7,5m ve 6,5m’lerde su seviyesine rastlanmıştır. Taraçada açılan SK-14 nolu sondajda kil, siltli iri daneli çakıl, kil, siltli ince daneli çakıl geçilmiş ve 6m derinlikte su seviyesinin varlığı belirlenmiştir. 1179 numaralı parselin GD’sunda yine baraj gölüne yakın alanlarda, taraçada açılan SK-10, SK-11 ve SK-12 nolu sondajlarda sırasıyla 8,5, 9,5 ve 11. Metrelerde su seviyesine ulaşılmıştır. 1179 numaralı parselin hemen yakınında açılan SK-13 nolu taraçada açılan sondajda 13. metrede su seviyesine erişilmiş, ancak doğusunda Kozlu formasyonunda 15m derinliğe kadar açılan SK-15 nolu sondajda yeraltı su seviyesinin (YASS) varlığına rastlanmamıştır.

1217 numaralı parselin GD ve D'sunda 15,0m derinlikte, baraj gölüne yakın taraçada açılan SK-16 ve SK-23 nolu sondajlarda sırasıyla 13 ve 10. metrelerde, Tunceli Elazığ karayolunun sağ tarafında, Kozlu formasyonunda açılan SK-24 ve SK-25 numaralı sondajlarda sırasıyla 13,5m ve 14,0m'de YASS'ne ulaşılmıştır. 1217 numaralı parselin KD'sunda Munzur Üniversitesi yerleşkesinde taraçada 15m derinlikte açılan SK-26 ve SK-27 nolu sondajlarda YASS'ne rastlanmamış, Tunceli Elazığ karayolunun hemen altında taraçada açılan 15,0m derinlikteki SK-28 nolu sondajda 12,5m de YASS'ne girilmiştir. 1217 numaralı parselin batısında, taraçada açılan SK-17 ve SK-20 nolu sondajlar ile Kozlu formasyonunda açılan SK-18, SK-19 ve SK-22 nolu sondajlarda YASS'ne rastlanmamıştır. İlaveten, inceleme alanı ve civarında YASS elde etmek için DSİ ve özel kuruluşlar tarafından birkaç derin sondaj açıldığı tespit edilmiş, ancak bu sondajlardan S1 ve S3'de (120m derinlik) YASS'ne ulaşılmamıştır. Bu sondajlardan daha alt kotta, Tunceli-Elazığ karayolu sağ tarafındaki Aktuluk mahallesi petrol ofisi alanında açılan S2 sondajında 30m derinlikte YASS'ne ulaşılmış ve muhtemelen Kozlu formasyonuna ait kumtaşı, çakıltası seviyelerden su alınmıştır (Şekil 3.3). İnceleme alanı dışında DSİ tarafından Uzunçayır barajı yakınında (Koordinat: 37545220 D/4327825 K), 1080m kotunda başlayan ve 167m derinlikte açılan sondajda yüzeyden itibaren 2m'lik toprak örtü altında. 75 metre derinliğe kadar kumtaşı, çamurtaşı ve çakıltısından oluşan ardalı kırıntılı kayaçlar geçilmiş ve yaklaşık 75. metrede kristalize kireçtaşına girilmiştir. 75. metreden kuyu tabanına kadar (167m) kristalize kireçtaşının devam ettiği belirlenmiştir. 5 l/s debi elde edilen kuyuda YASS derinliği 84,40m olarak ölçülmüştür.

1179 ve 1217 numaralı parsellerde açılan zemin sondajları, Tunceli Belediyesi Merkez (2. Bölge) İmar Planına Esas Jeolojik-Jeoteknik Etüt Rapor (2015)'daki inceleme alanı civarındaki zemin sondajları ve YAS temini amacıyla açılmış derin sondajlarda geçilen litolojiler ve YASS birlikte değerlendirildiğinde; Hidrojeolojik açıdan inceleme alanı ve civarında temeli oluşturan Kozlu formasyonu önemli bir akifer özelliğinde değildir. Formasyonda egemen litolojiyi kil ve marnlar oluşturmaktadır. Bunlarla ardalı ince-orta kalınlıktaki kumtaşı ve silttaşı düzeyleri sınırlı miktarda su depolama özelliğine sahiptir. 1179 ve 1217 nolu parsellerin bulunduğu alan ve civarı, kuzeyde Dinar ve GB'da Rabat vadisi ile sınırlandırılmıştır. Her iki vadinin taban kotu incelenen parsellerin yapılaşmadaki temel kazı derinliğinden çok daha düşük kotlardadır. Bu nedenle, her iki parselin bulunduğu alanda ve daha üst kotlardaki 15m derinlikteki zemin sondajlarında YASS'ne erişilmemiş, daha alt kotlarda ise SK-13, SK-24, SK-25 nolu sondajlarda 13-14m arasındaki derinliklerde

ve en yakın derin sondaj olan petrol ofisi kuyusunda ise 30. metrede YASS'ne erişilmiştir. Çalışılan alanda yağıştan YAS beslenimin de sınırlı olduğu göz önüne alındığında, incelenen alanda yapılaşma açısından YAS sorunu olmayacaktır. Ancak, bu tez kapsamında incelenen parsel alanlarının dışında, baraj gölünün hemen yakınındaki zeminlerde YASS'nin daha sığ derinliklerde (6,5-10,0m arası) olduğu zemin çalışmalarında ve zemin parametrelerinin belirlenmesinde göz önünde bulundurulmalıdır.



Şekil 3.3. İnceleme alanı ve civarında YAS temini amacıyla açılmış derin sondaj kuyuları Google earth görüntüsü. (S1, S2 ve S3) ile Tunceli Belediyesi Merkez (2. Bölge) İmar Planına Esas Jeolojik-Jeoteknik Etüt Raporu (2015) Kapsamında açılan zemin araştırma sondajlarının (SK-1 ile SK-28 arası) Google Earth üzerine işaretlenmiş konumları.

3.2. Çalışılan Alandaki Zemin Parametreleri

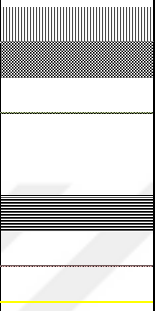
Bu tez kapsamında incelenen alandaki 1179 numaralı parselde açılan 23 adet zemin sondajının ve 1217 numaralı parselde açılan 3 adet zemin sondajının farklı derinliklerinde karşılaşılan zemin tabakaları tespit edilerek, her iki parselde açılan sondaj kuyularına ait sondaj profilleri (logu) hazırlanmış ve sırasıyla Şekil 3.4 ve Şekil 3.5’de verilmiştir.

Söz konusu zemin sondaj kuyularında yapılan SPT deneylerinin sonuçları ise Çizelge 3.1 ile Çizelge 3.2’de verilmiştir. Şekil 3.4 ve Çizelge 3.1’de görüldüğü gibi 1179 numaralı parselde 10-15 m derinlikte açılmış olan 23 adet zemin sondajının tümünde, düzgün dane

dağılımlı az çakıllı kil-kum ardalıması geçilmiş ve SPT darbe sayılarında da birbirine yakın değerler elde edilmiştir. Bu nedenle sadece SK-1 sondajına ait zemin profili Şekil 3.4’de ve derinliğe bağlı SPT darbe sayıları ise Çizelge 3.1’de verilmiştir. Diğer sondajlara ait zemin profilleri ise tezin ekinde (Ek Şekil 1.) sunulmuştur.

1217 numaralı parselde açılan 3 adet zemin sondajının profilleri hazırlanmış ve SK1 nolu sondajın profili Şekil 3.5’de, SK2 ve SK3 nolu sondajların profilleri ise tezin ekinde (EK Şekil 2.) verilmiştir. Şekil 3.5, Çizelge 3.2 ve EK Şekil 2’de görüldüğü gibi, 1217 nolu parselde açılan 10m derinlikteki zemin sondajlarında yüzeyden itibaren yaklaşık 2-3m arası (max. 3,5m, SK-2 sondajı) derinliğe kadar devam eden taraça (yamaç moluzu) altında fliş türü litolojiye geçilmiştir. Temel zemini oluşturan flişte SPT darbe sayılarında R (R: Rebound-şahmerdanın serbest düşüş sonrasında zemine penetre edememesi) değerler elde edilmiştir. SPT deneyi darbe sayısına göre, 1179 numaralı parseldeki zeminler ince taneli (kohezyonlu) katılıkta zemin türüdür. Ayrışma derecesi W3 ile W4 arasında olup, orta-derece ayrılmış ve ayrılmış zeminlerdir.

Ayrıca incelediğimiz parsellere ait deney sonuçları yorumlanırken, Tunceli Belediyesi Merkez (2. Bölge) İmar Planına Esas Jeolojik-Jeoteknik Etüt Raporu (2015) kapsamında açılmış olan zemin sondajlarından (Şekil 3.3) da yararlanılmıştır. Bu kapsamda söz konusu etüt raporunda açılan SK13, SK15 ve SK17 nolu zemin sondaj kuyularının, 1179 numaralı parselde, SK22, SK24 ve SK27 nolu zemin sondaj kuyularının ise, 1217 numaralı parselde yakın olması sebebiyle, SK13, SK15, SK17, SK22, SK24 ve SK27 sondaj kuyularına ait jeolojik parametreler kullanılarak, 1179 ve 1217 numaralı parsellere ait zemin parametreleri hakkında destekleyici veriler elde edilmiştir.

Başlangıç Tarihi : 04.05.2014					Sondaj Yeri (UTM) : 4320948 / 543205					Aktuluk Mah. 1179 parsel-SK1 sondajı									
Bitiş Tarihi : 04.05.2014					Sorumlu Jeoloji Müh.					Onur ŞAHİNOL									
Sondaj Derinliği (m)	Tabaka Derinliği (m)	Numune No	Numune Derinliği (m)	Numune Türü	SPT DENEYİ											JEOLojİK KESİT	ZEMİN TANIMLAMASI		
					Darbe Sayısı				Grafik										
					15	30	45	N	10	20	30	40	50	60					
1																 0-10 m Düzgün Dane Dağılımlı Az Çakıllı Kil-Kum Ardalanması			
2																			
3					8	9	9												
4																			
5																			
6					9	10	11												
7																			
8																			
9					9	11	13												
10																			
ZEMİN DEĞERLENDİRMESİ SPT : İnce taneli - Katı												Ayrışma Derecesi : 0-2m Ayrışmış (W4) 2-10m Orta derece ayrışmış (W3)							
İnce Taneli (Kohezyonlu)					İri Taneli (Kohezyonlu)														
N : 0-2 Çok Yumuşak N: 2-4 Yumuşak N:4-8 Orta Katı N:8-15 Katı N:15-30 Çok Katı N: > 50 Sert					N : 0-4 Çok Gevşek N : 4-10 Gevşek N : 11-30 Orta N : 31-50 Sıkı N :> 50 Çok Sıkı											W1 Taze (Ayrışmamış) W2 Az Ayrışmış W3 Orta Derece Ayrışmış W4 Ayrışmış W5 Tamamen Ayrışmış			

Şekil 3.4. 1179 Numaralı parselde açılan SK1 nolu zemin sondaj logu.

Başlangıç Tarihi : 02.09.2013					Sondaj Yeri (UTM) : 4321554 / 543931							Aktuluk Mah. 1217 parsel-SK1 sondajı					
Bitiş Tarihi : 02.09.2013					Sorumlu Jeoloji Müh.							Onur ŞAHİNOL					
Sondaj Derinliği (m)	Tabaka Derinliği (m)	Numune No	Numune Derinliği (m)	Numune Türü	SPT DENEYİ											JEOLJİK KESİT	ZEMİN TANIMLAMASI
					Darbe Sayısı				Grafik								
					15	30	45	N	10	20	30	40	50	60			
1															0-2,5 mt. Yamaç Molozu		
2																	
3					9	11	13										
4					11	10	14								2,5-10,0 m Fliş		
5																	
6					R	R	R										
7																	
8																	
9					R	R	R										
10																	
ZEMİN DEĞERLENDİRMESİ SPT : İnce taneli - Katı												Ayrışma Derecesi : 0-2m Ayrışmış (W4) 2-10m Orta derece ayrışmış (W3)					
İnce Taneli (Kohezyonlu)					İri Taneli (Kohezyonlu)												
N : 0-2 Çok Yumuşak N: 2-4 Yumuşak N:4-8 Orta Katı N:8-15 Katı N:15-30 Çok Katı N: > 50 Sert					N : 0-4 Çok Gevşek N : 5-10 Gevşek N : 11-30 Orta N : 31-50 Sıkı N :> 50 Çok Sıkı							W1 Taze (Ayrışmamış) W2 Az Ayrışmış W3 Orta Derece Ayrışmış W4 Ayrışmış W5 Tamamen Ayrışmış					

Şekil 3.5. 1217 Numaralı parselde açılan SK1 nolu zemin sondaj logu

Çizelge 3.1. 1179 nolu parselde yapılan SPT deney sonuçları. (R: Rebound, şahmerdanın serbest düşüş sonrasında zemine penetre edememesi).

SK1	15 cm için	30 cm için	45 cm için
3-3,5 m için	8	9	9
6-6,5 m için	9	10	11
9-9,5 m için	9	11	13
SK2	15 cm için	30 cm için	45 cm için
3-3,5 m için	8	8	10
6-6,5 m için	9	10	11
9-9,5 m için	9	9	12
SK3	15 cm için	30 cm için	45 cm için
3-3,5 m için	8	8	9
6-6,5 m için	9	9	10
9-9,5 m için	10	11	13

Çizelge 3.1'in devamı

SK4	15 cm için	30 cm için	45 cm için
3-3,5 m için	8	9	10
6-6,5 m için	R	R	R
9-9,5 m için	R	R	R
SK5	15 cm için	30 cm için	45 cm için
3-3,5 m için	8	8	9
6-6,5 m için	8	9	11
9-9,5 m için	R	R	R
SK6	15 cm için	30 cm için	45 cm için
3-3,5 m için	8	8	9
6-6,5 m için	9	10	11
9-9,5 m için	R	R	R
SK7	15 cm için	30 cm için	45 cm için
3-3,5 m için	8	9	10
6-6,5 m için	R	R	R
9-9,5 m için	10	11	13
SK8	15 cm için	30 cm için	45 cm için
3-3,5 m için	7	8	8
6-6,5 m için	8	9	10
9-9,5 m için	R	R	R
SK9	15 cm için	30 cm için	45 cm için
3-3,5 m için	8	8	9
6-6,5 m için	9	9	10
9-9,5 m için	R	R	R
SK10	15 cm için	30 cm için	45 cm için
3-3,5 m için	7	9	9
6-6,5 m için	9	10	11
9-9,5 m için	R	R	R
SK11	15 cm için	30 cm için	45 cm için
3-3,5 m için	7	8	9
6-6,5 m için	8	9	9
9-9,5 m için	R	R	R
SK12	15 cm için	30 cm için	45 cm için
3-3,5 m için	8	9	9
6-6,5 m için	9	10	11
9-9,5 m için	R	R	R
SK13	15 cm için	30 cm için	45 cm için
3-3,5 m için	7	9	9
6-6,5 m için	9	10	11
9-9,5 m için	R	R	R
SK14	15 cm için	30 cm için	45 cm için
3-3,5 m için	7	8	9
6-6,5 m için	9	10	11
9-9,5 m için	R	R	R

Çizelge 3.1'in devamı.

SK15	15 cm için	30 cm için	45 cm için
3-3,5 m için	8	9	9
6-6,5 m için	9	9	11
9-9,5 m için	10	12	12
SK16	15 cm için	30 cm için	45 cm için
3-3,5 m için	8	9	10
6-6,5 m için	10	11	11
9-9,5 m için	10	11	12
SK17	15 cm için	30 cm için	45 cm için
3-3,5 m için	8	8	9
6-6,5 m için	9	10	11
9-9,5 m için	14	11	12
SK18	15 cm için	30 cm için	45 cm için
3-3,5 m için	9	10	11
6-6,5 m için	10	11	11
9-9,5 m için	R	R	R
SK19	15 cm için	30 cm için	45 cm için
3-3,5 m için	8	9	10
6-6,5 m için	9	9	11
9-9,5 m için	10	9	10
SK20	15 cm için	30 cm için	45 cm için
3-3,5 m için	8	8	9
6-6,5 m için	9	10	10
9-9,5 m için	11	12	14
SK21	15 cm için	30 cm için	45 cm için
3-3,5 m için	8	8	11
6-6,5 m için	10	10	11
9-9,5 m için	11	12	12
SK22	15 cm için	30 cm için	45 cm için
3-3,5 m için	7	8	9
6-6,5 m için	8	9	11
9-9,5 m için	R	R	R
SK23	15 cm için	30 cm için	45 cm için
3-3,5 m için	8	9	9
6-6,5 m için	9	10	12
9-9,5 m için	11	13	13

Çizelge 3.2. 1217 nolu parselde yapılan SPT deney sonuçları. (R: Rebound, şahmerdanın serbest düşüş sonrasında zemine penetre edememesi).

SK1	15 cm için	30 cm için	45 cm için
3-3,5 m için	9	11	13
4-4,5 m için	11	10	14
6-6,5 m için	R	R	R
7-7,5 m için	R	R	R
SK2	15 cm için	30 cm için	45 cm için
3-3,5 m için	7	8	8
4-4,5 m için	14	17	18
6-6,5 m için	R	R	R
7-7,5 m için	R	R	R
SK3	15 cm için	30 cm için	45 cm için
3-3,5 m için	4	12	15
4-4,5 m için	10	11	15
6-6,5 m için	R	R	R
7-7,5 m için	R	R	R

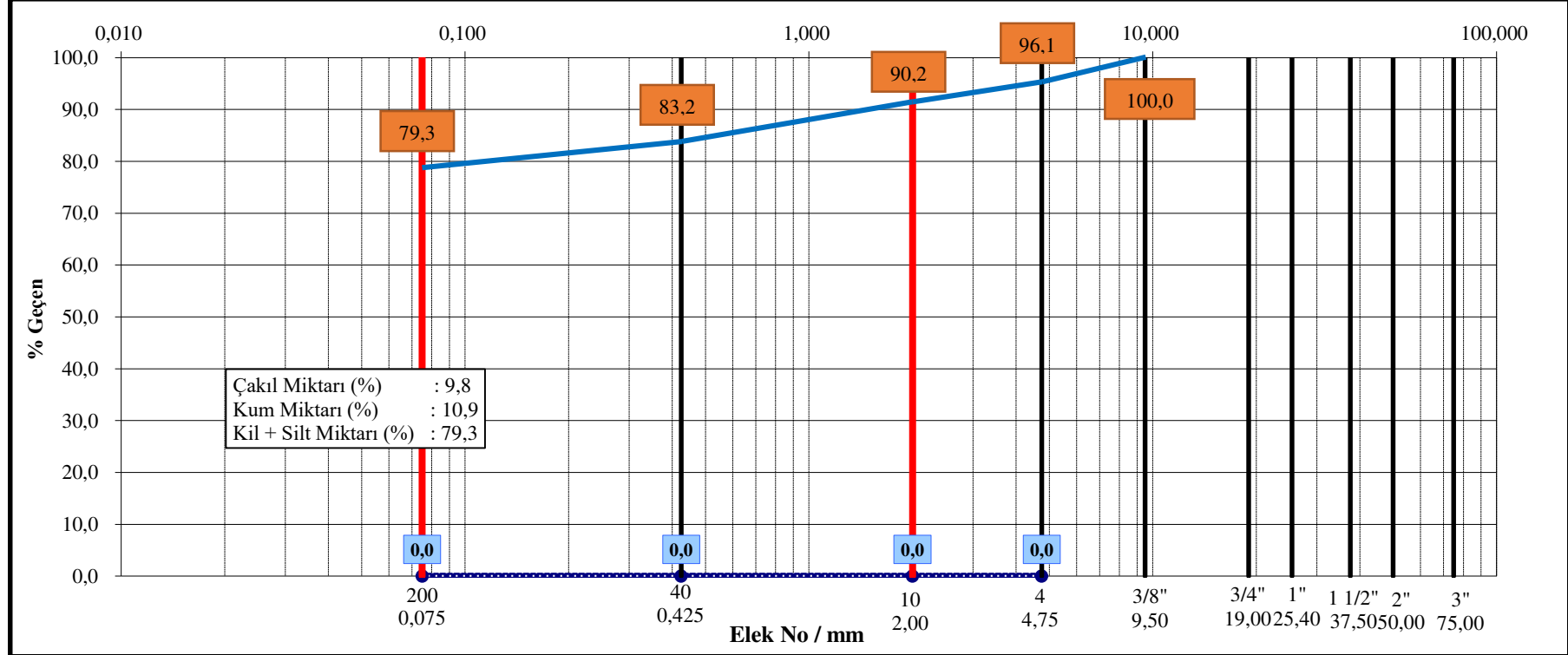
1179 numaralı ve 1217 numaralı parsellerde açılan zemin sondajlarından alınan örselenmiş örnekler üzerinde yapılan elek analizi deneyi neticesinde parsel bazında her bir sondaj kuyusu zemini için Elek Analizi (Dane Çapı Dağılımı) sonuçlarını gösteren Tablolar oluşturulmuştur. 1179 numaralı parsel, SK1 sondajından alınan örneğin sonuçları Şekil 3.6.'da, 1217 numaralı parsel, SK1 sondajından alınan örneğin sonuçları ise Şekil 3.7.'de verilmiştir. Her iki parselde açılmış diğer sondajlardan alınan örneklerle ait sonuçlar ise sırasıyla, tez ekindeki tablolarda (Ek Şekil 3. ve Ek Şekil 4.) sunulmuştur. Söz konusu tablolarda görüldüğü gibi 1179 numaralı parselde ait zemin örneklerindeki çakıl (%4,3-14,7), kum miktarı (%2,4-17,0) kil+silt miktarı (%70,0-92,8) arasında değişmektedir.. 1217 numaralı parselde ait zemin örneklerindeki çakıl miktarı (%0,9-8,5), kum miktarı (%2,1-20,6), kil+silt miktarı (%71,0-97,0) arasında değişmektedir. Hidrometre deneyi yapılmadığı için örneklerdeki kil miktarı %'si belirlenememiştir.

Tunceli Belediyesi Merkez (2. Bölge) İmar Planına Esas Jeolojik-Jeoteknik Etüt Raporu kapsamında açılan SK13, SK15, SK17, SK22, SK24 ve SK27 nolu sondaj kuyularının elek analizi deney sonuçlarına göre de, bu tez kapsamında incelenen alan ve çevresindeki zeminlerde kil+silt miktarı (%36,76-98,1), kum miktarı (%4,88- 28,38), çakıl miktarı ise (37,01-0,0) arasında olduğu görülmüştür

DANE ÇAPI DAĞILIMI SONUÇLARI

Deneyi Talep Eden : Tunceli Milli Emlak Müdürlüğü
 Numuneyi Alan : Onur ŞAHİNOL
 Alındığı Tarih : 29.05.2014
 Alındığı Yer : Aktuluk Mevkii
 Pafta : -
 Ada / Parsel : - / 1179

Çukur / Sondaj No : SK1-D1
 Derinlik (m) : 6,00
 Laboratuvar No : ZL 399 – 14
 Deney Rapor Tarihi : 31.05.2014
 Deneyi Yapan : Dilan OKUTAN
 Deney Standardı : TS 1500 / TS 1900 – ½

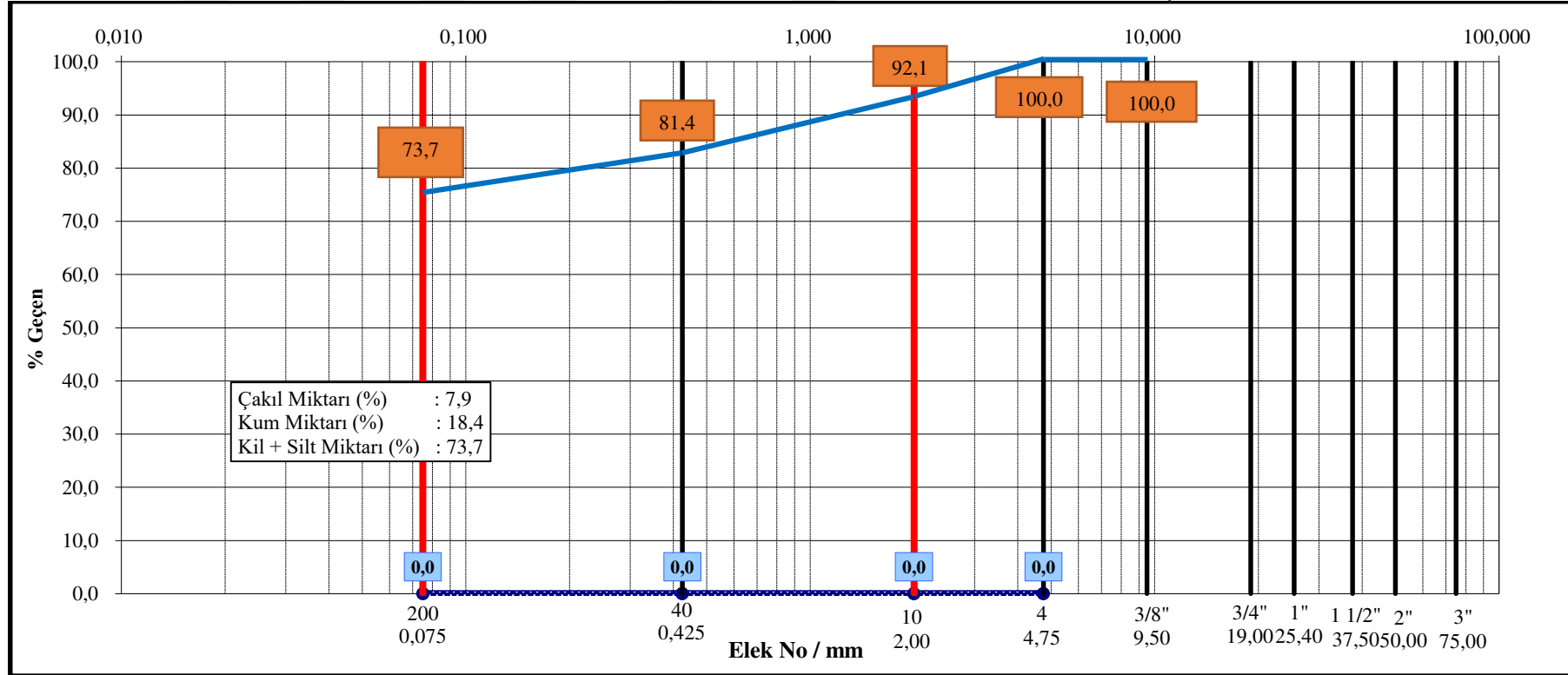


Şekil 3.6. 1179 Numaralı parselde SK 1'den alınan numuneler üzerinde yapılan elek analizi (dane çapı dağılımı) deney sonuçları.

DANE ÇAPI DAĞILIMI SONUÇLARI

Deneyi Talep Eden : Haydar BELTAN
 Numuneyi Alan : Onur ŞAHİNOL
 Alındığı Tarih : 07.09.2013
 Alındığı Yer : Aktuluk Merkez
 Pafta : -
 Ada / Parsel : - / 1217

Çukur / Sondaj No : SK1
 Derinlik (m) : 3,00
 Laboratuvar No : ZL 602 – 13
 Deney Rapor Tarihi : 09.09.2013
 Deneyi Yapan : Dilan OKUTAN
 Deney Standardı : TS 1500 / TS 1900 – ½



Şekil 3.7. 1217 Numaralı parselde SK 1'den alınan numuneler üzerinde yapılan elek analizi (dane çapı dağılımı) deney sonuçları.

1179 numaralı parselde açılan 23 adet sondaj kuyusundan zemini üniform olarak yansıttığı değerlendirilen 20 adet sondaj kuyusundan alınan numunelerle Elek Analizi deneyleri, 5 adet sondaj kuyusundan (SK2, SK5, SK7, SK14 ve SK20'den) alınan örselenmiş numunelerle ise Atterberg Limitleri Tayini ve Kesme Kutusu deneyleri yapılmıştır. 1217 numaralı parselde açılan 3 adet sondaj kuyusundan alınan numunelerin tamamında Elek Analizi, Atterberg Limitleri ve Kesme Kutusu deneyleri yapılmıştır.

1179 Numaralı parselde SK1'den ve 1217 numaralı parselde SK2'den alınan örselenmiş numuneler üzerinde laboratuvar ortamında yapılan Atterberg Limitleri tayini deneylerinin sonuçları aşağıdaki Şekil 3.8. ve Şekil 3.9.'da ve diğer sondaj kuyularına ait deney sonuçları tez ekindeki tablolarda (Ek Şekil 5., Ek Şekil 6., Ek Şekil 7., ve Ek Şekil 8.) belirtilmiştir. 1179 numaralı parselden alınan numunelerle yapılan deneyler neticesinde Likit Limit değerleri %38-52 ve Plastik Limit değerleri %20-25 ile 1217 numaralı parselde ait numunelerin Likit Limit değerleri %56-65 ve Plastik Limit değerlerinin %19-25 arasında olduğu belirlenmiştir.

Tunceli Belediyesi Merkez (2. Bölge) İmar Planına Esas Jeolojik-Jeoteknik Etüt Raporu kapsamında açılan SK13, SK15, SK17, SK22, SK24 ve SK27 nolu sondaj kuyularından elde edilen Likit Limit değerleri (%23,19-45,82) ve Plastik Limit değerlerinin (%12,68-22,72) de benzer aralıkta olduğu görülmüştür.

Atterberg (kıvam) Limitleri deneyleri sonucunda elde edilen verilerle incelenen zeminlerin sıkışabilirliği, şişme potansiyeli, plastiklik derecesi, sıvılık indeksi, ve kıvamlık indeksi parametreleri ampirik bağlantılar ile belirlenmeye çalışılmıştır. 1179 Numaralı parselde ve 1217 numaralı parsellerden alınan örselenmiş numuneler üzerinde laboratuvar ortamında yapılan Atterberg Limitleri tayini deneyleri sonuçları aşağıda (Şekil 3.8 ve Şekil 3.9) belirtilmiştir.

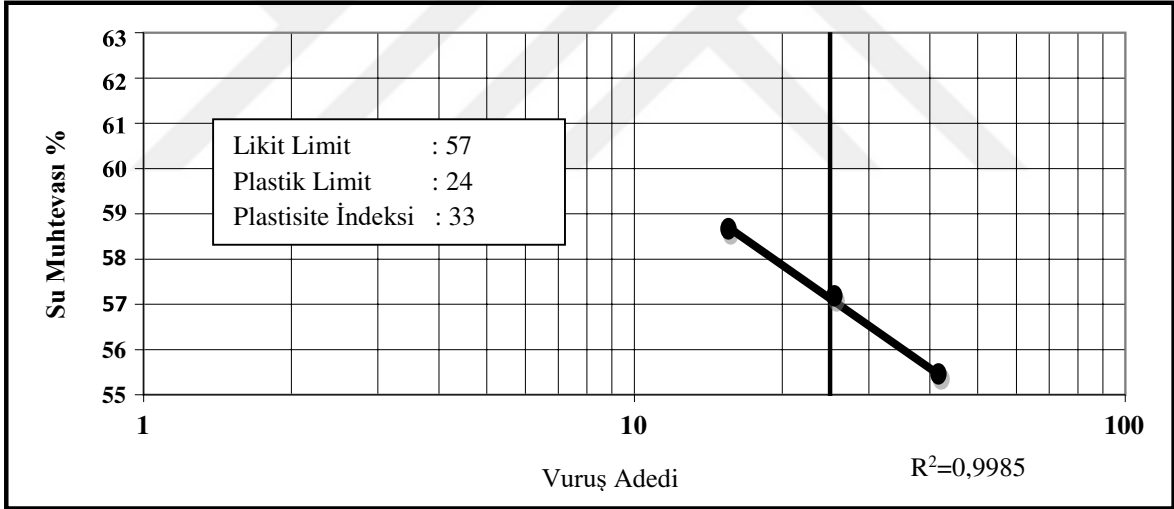
1179 numaralı parselden alınan numunelerle yapılan deneyler neticesinde kohezyon (c) değeri 0,10-0,12 kg/cm² ve içsel sürtünme açısı (ϕ) değeri 19,7°-23,3° (Şekil 3.10) ve 1217 numaralı parselde ait alınan numunelerin c değeri 0,02-0,22 kg/cm² ve ϕ açısı değeri 15,3°-16,5° (Şekil 3.11) arasında olduğu görülmüştür. 1179 numaralı parselden alınan numunelerin c değerleri yüksek olduğu için, her ne kadar elek analizi deneyinde kil ve silt yüzdeleri ayrı ayrı verilmemiş olsa da, kil-silt karışımında kil yüzdesinin siltten daha fazla olduğu tahmin edilmiştir. Aynı şekilde 1217 numaralı parseldeki SK2 ve SK3 sondaj kuyularının c değerlerinin SK1'e göre düşük olması da kil-silt karışımındaki silt yüzdesinin daha fazla olduğunu göstermektedir.

ATTERBERG LİMİTLERİ TAYİNİ

Deney Talep Eden : Tunceli Milli Emlak Müdürlüğü
 Numuneyi Alan : Onur ŞAHİNOL
 Alındığı Tarih : 29.05.2014
 Alındığı Yer : Aktuluk Mevkii
 Pafta : -
 Ada / Parsel : - / 1179

Çukur / Sondaj No : SK2
 Derinlik (m) : 3,00
 Laboratuvar No : ZL399-14
 Deney Tarihi : 04.06.2014
 Deneyi Yapan : Dilan OKUTAN
 Deney Standardı : TS 1900 – 1

	LL			PL	
	1	2	3	1	2
Vuruş Adedi	38	22	15	-	-
Kap No	124	122	101	105	103
Kap Ağırlığı (gr)	15,87	16,31	17,21	15,11	15,19
Kap + Yaş Numune Ağırlığı (gr)	42,64	37,44	41,19	26,87	26,99
Kap + Kuru Numune Ağırlığı (gr)	33,10	29,71	32,24	24,56	24,69
Kuru Numune Ağırlığı (gr)	17,23	13,40	15,03	9,45	9,50
Su Ağırlığı (gr)	9,54	7,73	8,95	2,31	2,30
Su Muhtevası %	55,4	57,7	59,5	24,4	24,2



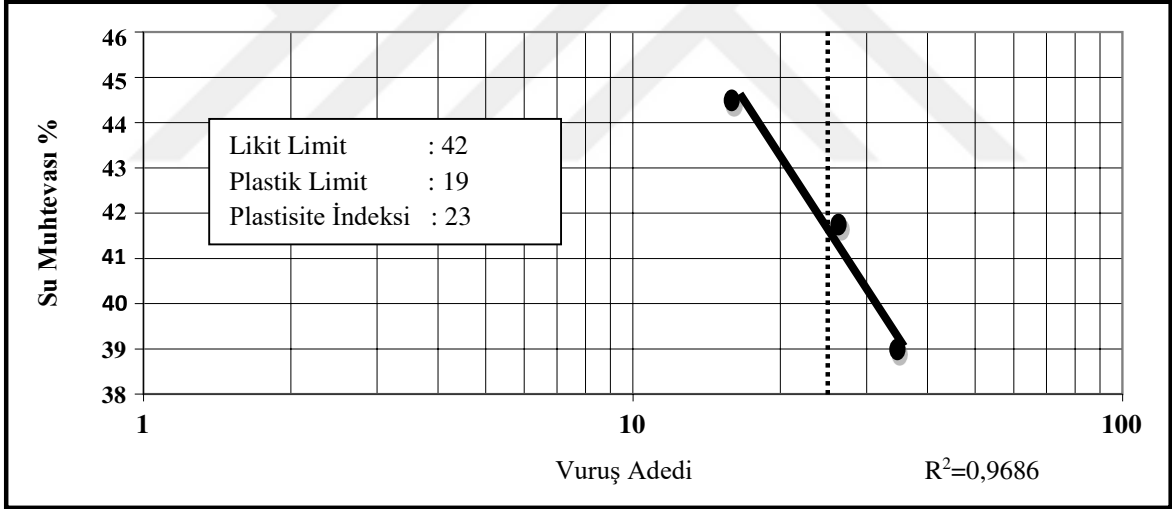
Şekil 3.8. 1179 Numaralı parselde SK2'den alınan numuneler üzerinde yapılan Atterberg Limitleri sonuçları.

ATTERBERG LİMİTLERİ TAYİNİ

Deney Talep Eden : Haydar BELTAN
 Numuneyi Alan : Onur ŞAHİNOL
 Alındığı Tarih : 07.09.2013
 Alındığı Yer : Aktuluk Merkez
 Pafta : -
 Ada / Parsel : - / 1217

Çukur / Sondaj No : SK1
 Derinlik (m) : 3,00
 Laboratuvar No : ZL602-13
 Deney Tarihi : 09.09.2013
 Deneyi Yapan : Dilan OKUTAN
 Deney Standardı : TS 1900 – 1

	LL			PL	
	1	2	3	1	2
Vuruş Adedi	34	26	17	-	-
Kap No	136	133	124	127	115
Kap Ağırlığı (gr)	14,23	16,85	15,87	13,84	13,64
Kap + Yaş Numune Ağırlığı (gr)	29,87	35,87	34,96	23,97	23,97
Kap + Kuru Numune Ağırlığı (gr)	25,49	30,25	29,08	22,33	22,35
Kuru Numune Ağırlığı (gr)	11,26	13,40	13,21	8,49	8,71
Su Ağırlığı (gr)	4,38	5,62	5,88	1,64	1,62
Su Muhtevası %	38,9	41,9	44,5	19,3	18,6

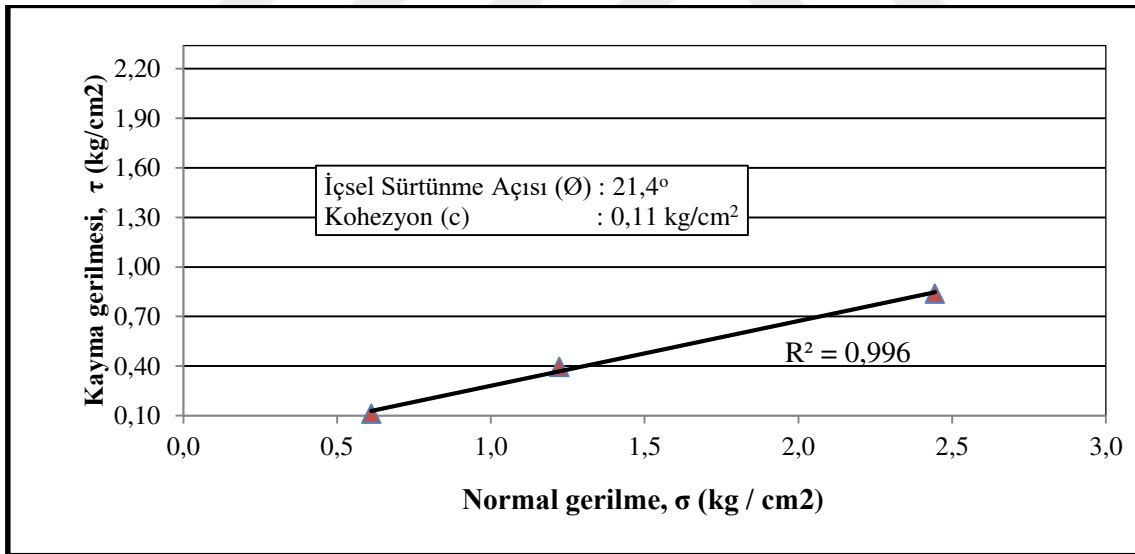
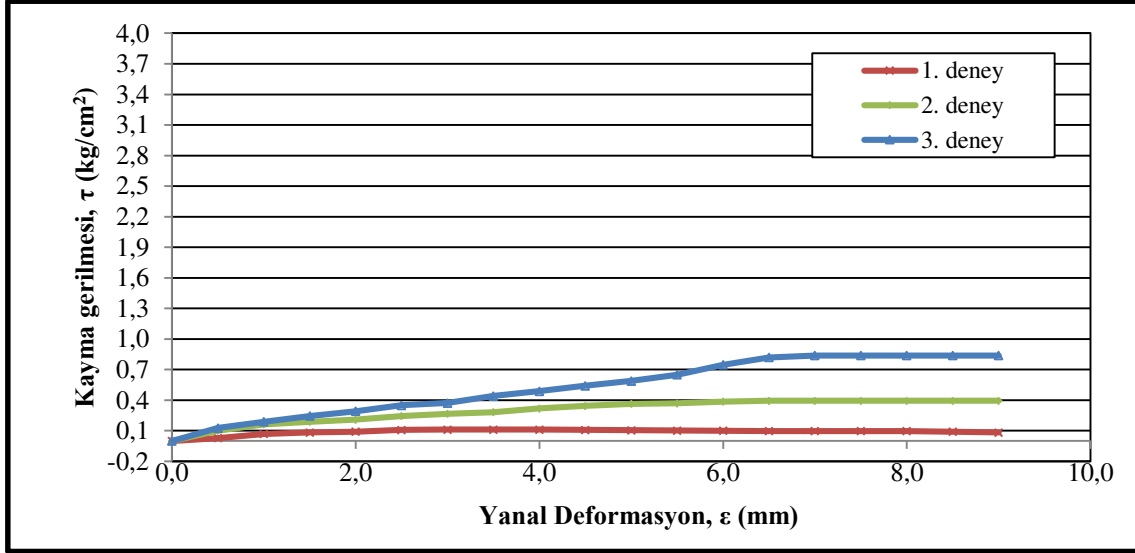


Şekil 3.9. 1217 Numaralı parselde SK1’den alınan numuneler üzerinde yapılan Atterberg Limitleri sonuçları

KESME KUTUSU DENEY SONUÇLARI

Deney Talep Eden : Tunceli Milli Emlak Müdürlüğü
 Numuneyi Alan : Onur ŞAHİNOL
 Alındığı Tarih : 29.05.2014
 Alındığı Yer : Aktuluk Mevkii
 Sondaj No : SK2-D1
 Ada / Parsel : 1179

Derinlik (m) : 3,00
 Laboratuvar No : ZL399-14
 Deney Tarihi : 31.05.2014
 Deneyi Yapan : Dilan OKUTAN
 Deney Standardı : TS 1900 – 2
 Doğal BHA (gr/cm³) : 1,897

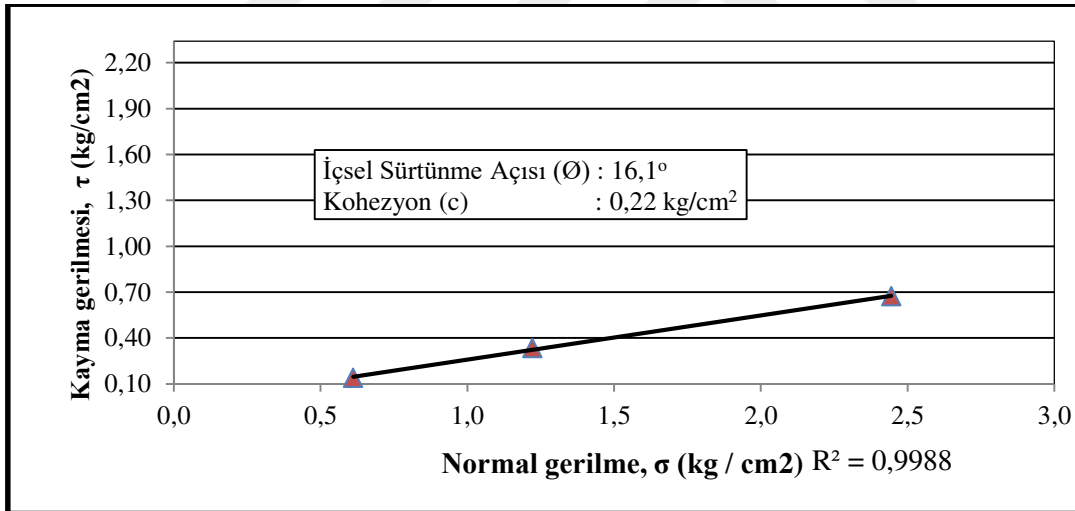
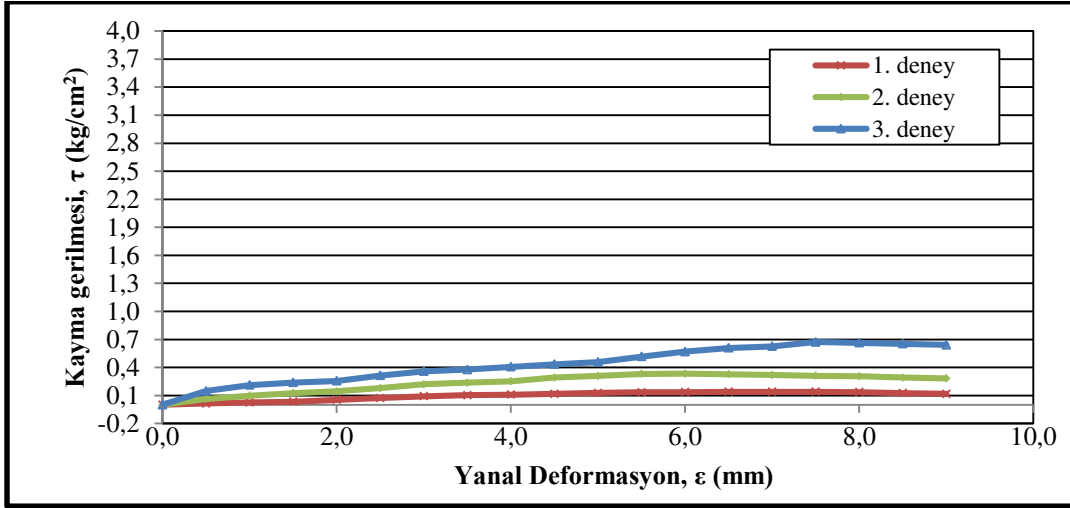


Şekil 3.10. 1179 Numaralı parselde SK2'den alınan numunelerin Kesme Kutusu deneylerinin sonuçları

KESME KUTUSU DENEY SONUÇLARI

Deney Talep Eden : Haydar BELTAN
 Numuneyi Alan : Onur ŞAHİNOL
 Alındığı Tarih : 07.09.2013
 Alındığı Yer : Aktuluk Merkez
 Pafta : -
 Ada / Parsel : - / 1217

Çukur / Sondaj No : SK1
 Derinlik (m) : 3,00
 Laboratuvar No : ZL602-13
 Deney Tarihi : 09.09.2013
 Deneyi Yapan : Dilan OKUTAN
 Deney Standardı : TS 1900 – 2
 Doğal BHA (gr/cm³) : 1,826



Şekil 3.11. 1217 Numaralı parselde SK1'den alınan numunelerin Kesme Kutusu deney sonuçları

1179 ve 1217 numaralı parsellerden alınan örneklerle yapılan deneyler sonucunda elde edilen Elek Analizi, Atterberg Kıvam Limitleri ve Kesme Kutusu Deneyleri sonuçları ile yapılan deneyler neticesinde bulunan ve zeminlerin genel özelliklerini belirten Su İçeriği, Doğal Birim Hacim Ağırlık, Kuru Birim Hacim Ağırlık ve Özgül Ağırlık verileri aşağıda verilen çizelgeler (Çizelge 3.3 ve Çizelge 3.4) oluşturulmuştur.

Çizelge 3.3. 1179 numaralı parselde ait zemin parametreleri

DENEY SONUÇ RAPORU															
Deneyi Talep Eden		:Tunceli Milli Emlak Müdürlüğü				Çukur / Sondaj		: Sondaj							
Numuneyi Alan		: Onur ŞAHİNOL				Laboratuvar No		: ZL 399-14							
Alındığı Tarih		: 29.05.2014				Rapor Tarihi		: 04.06.2014							
Alındığı Yer		: Aktuluk Mevkii				Deneyi Yapan		: Dilan OKUTAN							
Ada / Parsel		: - / 1179				Deney Standardı		: TS 1500/TS 1900-1/2							
NUMUNE		SU İÇERİĞİ	DOĞAL BİRİM HACİM AĞIRLIĞI	KURU BİRİM HACİM AĞIRLIĞI	ATTERBERG KIVAM LİMİTLERİ			ELEK ANALİZİ		ZEMİN SINIFI	KESME KUTUSU DAYANIM DENEYİ				
ARAŞTIRMA ÇUKURU / SONDAJ	DERİNLİK (M)														
					w _n	g _n	g _d	LL	PL		PI	10 No	200 No	c	ϕ
					%	t/m ³	t/m ³	%	%		%	%	%	kg/cm ²	Derece
SK1-D1	6,00	18,5	1,792	1,512				90,2	79,3						
SK2-D1	3,00	19,6	1,897	1,586	57	24	33	91,1	80,6	CH	0,11	21,4			
SK3-D1	9,00	18,3	1,826	1,544				88,8	77,3						
SK4-D1	3,00	19,2	1,867	1,566				85,3	72,4						
SK5-D1	6,00	17,6	1,934	1,649	62	25	37	88,4	77,1	CH	0,12	22,7			
SK6-D1	3,00	15,7	1,888	1,632				87,6	75,3						
SK7-D1	9,00	17,6	1,904	1,619	65	20	45	87,0	70,0	CH	0,11	23,3			
SK8-D1	6,00	20,4	1,826	1,517				89,5	77,6						
SK9-D1	3,00	20,2	1,847	1,537				94,8	88,5						
SK10-D1	3,00	19,0	1,876	1,576				93,1	85,6						
SK11-D1	3,00	16,3	1,811	1,557				94,3	90,0						
SK12-D1	3,00	17,9	1,910	1,620				95,1	87,3						

Çizelge 3.3'ün devamı

SK13-D1	3,00	17,9	1,901	1,612				93,1	86,3			
SK14-D1	6,00	19,8	1,925	1,607	63	23	40	95,7	89,9	CH	0,10	21,5
SK15-D1	6,00	18,1	1,796	1,521				89,4	79,7			
SK16-D1	6,00	16,7	1,854	1,589				91,4	83,9			
SK17-D1	6,00	17,9	1,896	1,608				88,5	80,1			
SK18-D1	6,00	18,3	1,924	1,626				90,0	83,1			
SK19-D1	3,00	18,4	1,882	1,590				95,2	92,8			
SK20-D1	3,00	17,0	1,863	1,592	56	24	32	94,7	92,0	CH	0,07	19,7

Çizelge 3.4. 1217 numaralı parselde ait zemin parametreleri

DENEY SONUÇ RAPORU															
Deneyi Talep Eden		:Haydar BELTAN						Çukur / Sondaj		: Sondaj					
Numuneyi Alan		: Onur ŞAHİNOL						Laboratuvar No		: ZL 602-13					
Alındığı Tarih		: 07.09.2013						Rapor Tarihi		: 10.09.2013					
Alındığı Yer		: Aktuluk Mevkii						Deneyi Yapan		: Dilan OKUTAN					
Ada / Parsel		: - / 1217						Deney Standardı		: TS 1500/TS 1900-1/2					
NUMUNE		SU İÇERİĞİ	DOĞAL BİRİM HACİM AĞIRLIĞI	KURU BİRİM HACİM AĞIRLIĞI	ATTERBERG KIVAM LİMİTLERİ			ELEK ANALİZİ		ZEMİN SINIFI	KESME KUTUSU DAYANIM DENEYİ				
ARAŞTIRMA ÇUKURU / SONDAJ	DERİNLİK (M)														
					w _n	g _n	g _d	LL	PL		PI	10 No	200 No	c	ϕ
					%	t/m ³	t/m ³	%	%		%	%	%	kg/cm ²	Derece
SK1-D1	3,00	16,3	1,826	1,570	42	19	23	92,1	73,7	CI	0,22	16,3			
SK2-D1	3,00	17,4	1,855	1,580	38	20	18	91,5	71,0	CI	0,02	15,3			
SK3-D1	3,00	18,0	1,865	1,581	52	25	27	99,1	97,0	CH	0,04	16,5			

Yukarıdaki Çizelge 3.3. ve Çizelge 3.4.'de verildiği gibi bu tez kapsamında incelenen zeminlerin indeks özellikleri yardımıyla belirlenen zemin parametrelerine bakacak olursak; 1179 numaralı parselde SK2, SK5, SK7, SK14 ve SK20 numaralı sondaj kuyularından alınan numunelerle yapılan deneyler sonucunda bahse konu numunelerin Likit Limit değerlerinin hepsinin 50'nin üzerinde olduğu görülmektedir. 1179 numaralı parselin zeminin sıkışabilirliği aşağıda, Çizelge 3.5'deki mavi renkle gösterilen tanım aralığına (yüksek sıkışabilirlik) denk düşmektedir. 1217 numaralı parselde SK1, SK2 ve SK3 numaralı sondaj kuyularından alınan numunelerle yapılan deneyler sonucunda ise bahse konu numunelerin Likit Limit değerleri SK1 = 42, SK2 = 38 ve SK3 = 52 olarak bulunmuştur. Buradan elde edilen değerlerden zeminin üniform bir sıkışma oranına sahip olmadığı görülebilmektedir. Parsel bazında zeminin sıkışabilirliği belirlenirken düşük olarak bulunan Likit Limit değerlerine göre sınıflandırılması, yani güvenli tarafta kalınması gerekmektedir. Bu kapsamda 1217 numaralı parselin zemininin de sıkışabilirliği yüksektir ve Çizelge 3.6.'daki mavi renkle gösterilen tanım aralığına düşmektedir.

1179 numaralı parselde SK2, SK5, SK7, SK14 ve SK20 numaralı sondaj kuyularından alınan numunelerle yapılan deneyler sonucunda bahse konu numunelerin Plastisite İndeksi değerlerinin 32-45 arasında olduğu tespit edilmiştir. 1179 numaralı parselin zeminin şişme potansiyeli aşağıdaki Çizelge 3.7.'deki mavi renkle gösterilen tanım aralığına denk düşmektedir, yani 1179 numaralı parselin zemini Yüksek Şişme Potansiyeli olan bir zemin türüdür. 1217 numaralı parselde SK1, SK2, ve SK3 numaralı sondaj kuyularından alınan numunelerle yapılan deneyler sonucundan bahse konu numunelerin Plastisite İndeksi değerlerinin 18-27 arasında olduğu tespit edilmiştir. Burada emniyetli tarafta kalmak amacıyla, şişme potansiyeli açısından en yüksek Plastisite İndeks değeri baz alınarak sınıflandırma buna göre yapılmıştır. Bu kritere göre 1217 numaralı parselin zemininin orta şişme potansiyeline sahip olduğu görülmüş ve elde edilen değerler Çizelge 3.7'de verilmiştir.

Çizelge 3.5. 1179 numaralı parseldeki zeminin sıkışabilirliği

1179 numaralı parsel		
Likit Limit (%)	Sıkışma İndisi (C_c)	Tanım
0-30	0-0,19	Düşük Sıkışabilirlik
31-50	0,20-0,39	Orta Sıkışabilirlik
>50	>0,40	Yüksek Sıkışabilirlik

Çizelge 3.6. 1217 numaralı parseldeki zeminin sıkışabilirliği

1217 numaralı parsel		
0-30	0-0,19	Düşük Sıkışabilirlik
31-50	0,20-0,39	Orta Sıkışabilirlik
>50	>0,40	Yüksek Sıkışabilirlik

1179 numaralı parselde SK2, SK5, SK7, SK14 ve SK20 numaralı sondaj kuyularından alınan numunelerle yapılan deneyler sonucundan bahse konu numunelerin Plastisite İndeksi (I_p)'nin 32-45 arasında olduğu tespit edilmiştir. 1179 numaralı parselin plastislik derecesi ise aşağıda verilen çizelgedeki (Çizelge 3.9) mavi renkle gösterilen tanım aralığına denk düşmektedir, yani 1179 numaralı parselin zemini Plastik olarak tanımlanabilecek bir zemin türüdür. 1217 numaralı parselde SK1, SK2 ve SK3 numaralı sondaj kuyularından alınan numunelerle yapılan deneyler sonucundan bahse konu numunelerin Plastisite İndeksi değerlerinin 18-27 arasında ve zeminin “plastik” olduğu tespit edilmiştir ve sonuçlar aşağıdaki çizelgede (Çizelge 3.8) mavi renkle gösterilmiştir.

$I_L = (W_n - PL) / (LL - PL)$ formülüyle hesaplanan Sıvılık İndeksi (I_L), 1179 numaralı parselde SK2, SK5, SK7, SK14 ve SK20 numaralı sondaj kuyularından alınan numunelerle yapılan deneylerde elde edilen parametrelere göre hesaplanarak aşağıda sıralanmıştır;

SK2 için $\Rightarrow I_{LSK2} = (19,6 - 24) / (57 - 24) = -0,13$

SK5 için $\Rightarrow I_{LSK5} = (17,6 - 25) / (62 - 25) = -0,20$

SK7 için $\Rightarrow I_{LSK7} = (17,6 - 20) / (65 - 20) = -0,06$

SK14 için $\Rightarrow I_{LSK14} = (19,8 - 23) / (63 - 23) = -0,08$

SK20 için $\Rightarrow I_{LSK20} = (17,0 - 24) / (56 - 24) = -0,21$

Yukarıdaki değerlerde görüldüğü gibi, 1179 numaralı parselin zemini katı veya yarı katı durumda olarak tanımlanabilecek türdedir.

1217 numaralı parselde, SK1, SK2 ve SK3 numaralı sondaj kuyularından alınan numunelerle yapılan deneylerden elde edilen parametrelere göre sıvılık indeksi hesaplanarak aşağıda verilmiştir;

SK1 için $\Rightarrow I_{LSK1} = (16,3 - 19) / (42 - 19) = -0,11$

SK2 için $\Rightarrow I_{LSK2} = (17,4 - 20) / (38 - 20) = -0,14$

SK3 için $\Rightarrow I_{LSK3} = (18,0 - 25) / (52 - 25) = -0,25$

1217 numaralı parselin zemini de katı veya yarı katı durumunda olarak tanımlanabilecek bir zemin türüdür. 1179 ve 1217 numaralı parsellerin sıvılık indeksleri ise Çizelge 3.9’da mavi renkle gösterilen tanım aralığına denk düşmektedir.

Çizelge 3.7. İncelenen zeminlerin şişme potansiyeli.

1179 numaralı parsel		1217 numaralı parsel	
Plastisite İndisi (I_p)	Kilin Şişme Potansiyeli	Plastisite İndisi (I_p)	Kilin Şişme Potansiyeli
<25	Düşük	<25	Düşük
25-35	Orta	25-35	Orta
>35	Yüksek	>35	Yüksek

Çizelge 3.8. İncelenen zeminlerin plastiklik derecesinin değerlendirilmesi

1179 numaralı parsel		1217 numaralı parsel	
Plastisite İndeksi %	Plastislik Derecesi	Plastisite İndeksi %	Plastislik Derecesi
0-5	Plastik değil	0-5	Plastik değil
5-15	Az plastik	5-15	Az plastik
15-40	Plastik	15-40	Plastik
>40	Çok plastik	>40	Çok plastik

Çizelge 3.9. İncelenen parsellerin sıvılık indeks parametresine göre zemin özellikleri

Sıvı İndeksi (I_L)	Açıklama
$I_L > 1$	Zemin Likit durumda
$0 < I_L < 1$	Zemin Plastik durumda
$I_L < 1$	Zemin katı veya yarı katı durumda

1179 numaralı parsel için; kıvamlılık indeksi aşağıda verilmiş olup, söz konusu değerlerden zeminin katı (çok sert) olduğu belirlenmiştir.

SK2 için $\Rightarrow I_{RSK2} = (57 - 19,6) / (57 - 24) = 1,13$

SK5 için $\Rightarrow I_{RSK5} = (62 - 17,6) / (62 - 25) = 1,20$

SK7 için $\Rightarrow I_{RSK7} = (65 - 17,6) / (65 - 20) = 1,05$

SK14 için $\Rightarrow I_{RSK14} = (63 - 19,8) / (63 - 23) = 1,08$

SK20 için $\Rightarrow I_{RSK20} = (56 - 17,0) / (56 - 24) = 1,21$

1217 numaralı parsel için; Aşağıda hesaplanan değerlere göre zemin sert-katı (çok sert) arasında değişmektedir.

$$\text{SK1 için} \Rightarrow I_{RSK1} = (42 - 16,3) / (42 - 19) = 0,91$$

$$\text{SK2 için} \Rightarrow I_{RSK2} = (38 - 17,4) / (38 - 20) = 1,14$$

$$\text{SK3 için} \Rightarrow I_{RSK3} = (52 - 18,0) / (52 - 25) = 1,25$$

1179 ve 1217 numaralı parseller için kıvamlılık indeksi (I_R) sondaj kuyusu bazında hesaplanarak, çıkan sonuçlara göre zeminlerin parsel bazında tanımları Çizelge 3.10'de sunulmuştur.

Zeminlerin Aktivite değeri $A = I_p / C$ formülüyle hesaplanmakta ve formülde “C” olarak belirtilen değer kil yüzdesini ifade etmektedir. İncelenen iki parselden alınan numuneler üzerinde hidrometre deneyi ile kil yüzdesi belirlenmediği için Aktivite değerleri hesaplanamamıştır. Ancak, Tunceli Belediyesi Merkez (2. Bölge) İmar Planına Esas Jeolojik-Jeoteknik Etüt Raporu kapsamında açılan sondaj kuyularından (SK13, SK15, SK17, SK22, SK24 ve SK27) alınan numunelerin hepsinin Aktivite değerleri 0,75'ten küçük olarak belirlenmiştir. Bu değer bize inceleme alanındaki zeminlerin “Aktif Olmayan Killer-Kaolinit” sınıfına girdiğini göstermektedir.

Çizelge 3.10. İncelenen zeminlerin Kıvamlılık İndeks parametresine göre zemin özellikleri

1179 numaralı parsel		1217 numaralı parsel	
Kıvamlılık İndeksi (I_R)	Açıklama	Kıvamlılık İndeksi (I_R)	Açıklama
<0	Akışkan (Çamur)	<0	Akışkan (Çamur)
0-0,25	Çok yumuşak	0-0,25	Çok yumuşak
0,25-0,50	Yumuşak	0,25-0,50	Yumuşak
0,50-0,75	Yarı sert (sıkı)	0,50-0,75	Yarı sert (sıkı)
0,75-1,00	Sert	0,75-1,00	Sert
>1,00	Katı (çok sert)	>1,00	Katı (çok sert)

Elek analizi ile bulunan zemin tane boyu dağılımının, tane çaplarının logaritmik olarak gösterildiği bir tabloda belirtilen tane çapına denk gelecek şekilde elekten geçen numune yüzdesinin işaretlenmesiyle Granülometre Eğrisi oluşturulmuştur. Ancak, bu tez kapsamında incelenen 1179 ve 1279 numaralı parsellerden alınan numuneler üzerinde yapılan elek analizi deneylerinde en küçük çaplı elek olarak 200 nolu (0,075 tane boyutlu) elek kullanılmış ve 200 nolu elek altında kalan silt ve kil yüzdesini hesaplamak için hidrometre deneyleri yapılmamıştır. Elek analizlerinde numunelerin hepsinin kilt ve silt yüzdeleri (1217 nolu parselden alınan numunelerin kil+silt yüzdesi %71-%97; 1179 nolu parselden alınan numunelerin kil+silt yüzdesi ise %70-%92,8 arasında değişmektedir)

toplamının %60'ın üzerinde olduğu tespit edilmiştir. Yapılan elek analizi deneyleri sonucunda çizilen granülometre eğrisinde D_{10} , D_{30} ve D_{60} verileri 0,075 mm tane boyutunun altında kalarak, granülometre eğrisini kesmediği için, zeminin üniformalık ve derinlik katsayıları hesaplanamamıştır. Tunceli Belediyesi Merkez (2. Bölge) İmar Planına Esas Jeolojik-Jeoteknik Etüt Raporu kapsamında açılan SK13, SK15, SK17, SK22, SK24 ve SK27 nolu sondaj kuyularının elek analizi deney sonuçlarına göre belirlenen inceleme alanı ve yakın civarındaki zeminlerin kil+silt yüzdesi (%36,76 ile 98,1), bu tez kapsamında belirlenen değerler ile uyumluluk göstermektedir.

Bu tez kapsamında incelenen zeminlerin **taşıma gücü kapasitelerinin belirlenmesi** için, laboratuvar deneyleri sonucunda elde edilen veriler kullanılmıştır. Arazide numune almak için açılan sondaj kuyularında yapılan SPT deneyleri neticesinde, elde edilen SPT vuruş sayılarını kullanarak da zeminlerin taşıma gücü hesaplanabilmektedir. Fakat SPT deneyi yapılırken gerek insan kaynaklı hatalar gerekse deneyde kullanılan ekipmanın standardının korunamaması (şahmerdanın deforme olması ve penetrasyon kabiliyetinin azalması vb) durumunda SPT-N düzeltme katsayıları uygulanmak mecburiyetinin olması, daha da önemlisi SPT-N sayılarındaki düzeltmeler hakkında belirli bir genel geçer standardın olmaması ve bu deney sonuçlarının evrenselliği hakkında belirsizliklerin var oluşu gibi olasılıklar düşünülerek, bu tez kapsamında incelenen 2 adet parselin zemin taşıma gücü hesaplarının laboratuvar deneyleri sonucunda elde edilen verilerle yapılmasının daha sağlıklı olabileceği kanaatine varılmıştır. Bu kapsamda zeminlerden alınan numunelerle yapılan laboratuvar deneyleri neticesinde her bir sondaj kuyusu için bulunan Doğal Birim Hacim Ağırlık (γ_{n1}), Kuru Birim Hacim Ağırlık (γ_{n2}), Kohezyon (c) ve içsel sürtünme açısı (ϕ) değerleri kullanılarak, Microsoft Excell formatında, incelenen zeminlerin taşıma gücü hesapları yapılmıştır.

1179 numaralı parselden alınan numunelerle Terzaghi (Şekil 3.12), Meyerhof (Şekil 3.13) ve Hansen (Şekil 3.14) ve 1217 numaralı parselden alınan numunelerle de yine Terzaghi (Şekil 3.15), Meyerhof (Şekil 3.16) ve Hansen (Şekil 3.17) taşıma gücü hesaplamaları yapılmıştır. Tüm yöntemlerden elde edilen taşıma gücü analiz sonuçlarının karşılaştırılması ise, topluca Şekil 3.18'de verilmiştir.

Taşıma gücü hesaplamalarının hepsinde ($B=1,00$ metre, $L=1,00$ metre ve Temel Derinliği=1,00 metre) alınmıştır. Hesaplamalar neticesinde elde edilen q_u , zeminde kayma göçmesine sebep olan düşey yük olup, zemin emniyet gerilmesi $q_{em} = q_u / G_s$ formülüyle bulunmuştur. G_s (Güvenlik Katsayısı) bütün hesaplamalarda 3 kabul edilmiştir.

SK2 Sondaj Kuyusu		SK5 Sondaj Kuyusu		SK7 Sondaj Kuyusu		SK14 Sondaj Kuyusu		SK20 Sondaj Kuyusu	
Temelin Genişliği (m)	1,00	Temelin Genişliği (m)	1,00	Temelin Genişliği (m)	1,00	Temelin Genişliği (m)	1,00	Temelin Genişliği (m)	1,00
Temelin Uzunluğu (m)	1,00	Temelin Uzunluğu (m)	1,00	Temelin Uzunluğu (m)	1,00	Temelin Uzunluğu (m)	1,00	Temelin Uzunluğu (m)	1,00
Temel Derinliği (m)	1,00	Temel Derinliği (m)	1,00	Temel Derinliği (m)	1,00	Temel Derinliği (m)	1,00	Temel Derinliği (m)	1,00
γ_1 (ton/m ³)	1,897	γ_1 (ton/m ³)	1,934	γ_1 (ton/m ³)	1,904	γ_1 (ton/m ³)	1,925	γ_1 (ton/m ³)	1,863
γ_2 (ton/m ³)	1,586	γ_2 (ton/m ³)	1,649	γ_2 (ton/m ³)	1,619	γ_2 (ton/m ³)	1,607	γ_2 (ton/m ³)	1,592
ϕ (derece)	21,40	ϕ (derece)	22,70	ϕ (derece)	23,30	ϕ (derece)	21,50	ϕ (derece)	19,70
c (ton/m ²)	0,11	c (ton/m ²)	0,12	c (ton/m ²)	0,11	c (ton/m ²)	0,10	c (ton/m ²)	0,07
ALFA	0,00	ALFA	0,00	ALFA	0,00	ALFA	0,00	ALFA	0,00
K1	1,20	K1	1,20	K1	1,20	K1	1,20	K1	1,20
K2	0,40	K2	0,40	K2	0,40	K2	0,40	K2	0,40
Nc	19,45	Nc	21,29	Nc	22,22	Nc	19,58	Nc	17,34
Nq	8,62	Nq	9,91	Nq	10,57	Nq	8,71	Nq	7,21
N γ	5,39	N γ	6,52	N γ	7,12	N γ	5,47	N γ	4,22
Gs	3,00	Gs	3,00	Gs	3,00	Gs	3,00	Gs	3,00
SK2 Zemin Emniyet Gerilmesi		SK5 Zemin Emniyet Gerilmesi		SK7 Zemin Emniyet Gerilmesi		SK14 Zemin Emniyet Gerilmesi		SK20 Zemin Emniyet Gerilmesi	
qu (ton/m ²)	22,34	qu (ton/m ²)	26,52	qu (ton/m ²)	27,66	qu (ton/m ²)	22,64	qu (ton/m ²)	17,57
qemn (ton/m ²)	7,45	qemn (ton/m ²)	8,84	qemn (ton/m ²)	9,22	qemn (ton/m ²)	7,55	qemn (ton/m ²)	5,86
qu (kN/m ²)	219,19	qu (kN/m ²)	260,18	qu (kN/m ²)	271,38	qu (kN/m ²)	222,11	qu (kN/m ²)	172,41
qemn (kN/m ²)	73,06	qemn (kN/m ²)	86,73	qemn (kN/m ²)	90,46	qemn (kN/m ²)	74,04	qemn (kN/m ²)	57,47
qu (kg/cm ²)	2,23	qu (kg/cm ²)	2,65	qu (kg/cm ²)	2,77	qu (kg/cm ²)	2,26	qu (kg/cm ²)	1,76
qemn (kg/cm ²)	0,74	qemn (kg/cm ²)	0,88	qemn (kg/cm ²)	0,92	qemn (kg/cm ²)	0,75	qemn (kg/cm ²)	0,59

şekil 3.12. 1179 numaralı parselin Terzaghi yöntemine göre taşıma gücü hesabı

SK2 Sondaj Kuyusu		SK5 Sondaj Kuyusu		SK7 Sondaj Kuyusu		SK14 Sondaj Kuyusu		SK20 Sondaj Kuyusu	
Temelin Genişliği (m)	1,00	Temel Genişliği (m)	1,00	Temelin Genişliği (m)	1,00	Temelin Genişliği (m)	1,00	Temel Genişliği (m)	1,00
Temelin Uzunluğu (m)	1,00	Temelin Uzunluğu (m)	1,00	Temelin Uzunluğu (m)	1,00	Temelin Uzunluğu (m)	1,00	Temelin Uzunluğu (m)	1,00
Tenek Derinliği (m)	1,00	Temel Derinliği (m)	1,00	Temel Derinliği (m)	1,00	Tenek Derinliği (m)	1,00	Temel Derinliği (m)	1,00
γ_1 (ton/m ³)	1,897	γ_1 (ton/m ³)	1,934	γ_1 (ton/m ³)	1,904	γ_1 (ton/m ³)	1,925	γ_1 (ton/m ³)	1,863
γ_2 (ton/m ³)	1,586	γ_2 (ton/m ³)	1,649	γ_2 (ton/m ³)	1,619	γ_2 (ton/m ³)	1,607	γ_2 (ton/m ³)	1,592
ϕ (derece)	21,40	ϕ (derece)	22,70	ϕ (derece)	23,30	ϕ (derece)	21,50	ϕ (derece)	19,70
c (ton/m ²)	0,11	c (ton/m ²)	0,12	c (ton/m ²)	0,11	c (ton/m ²)	0,10	c (ton/m ²)	0,07
ALFA	0,00	ALFA	0,00	ALFA	0,00	ALFA	0,00	ALFA	0,00
Sc	1,52	sc	1,54	sc	1,55	Sc	1,52	sc	1,50
dc	1,32	dc	1,33	dc	1,33	dc	1,32	dc	1,32
ic=iq	1,00	ic=iq	1,00	ic=iq	1,00	ic=iq	1,00	ic=iq	1,00
Sq=S γ	1,26	sq=s γ	1,27	sq=s γ	1,27	Sq=S γ	1,26	sq=s γ	1,25
dq=d γ	1,16	dq=d γ	1,16	dq=d γ	1,17	dq=d γ	1,16	dq=d γ	1,16
i γ	1,00	i γ	1,00	i γ	1,00	i γ	1,00	i γ	1,00
Nq	7,36	Nq	8,40	Nq	8,94	Nq	7,44	Nq	6,21
Nc	16,24	Nc	17,70	Nc	18,43	Nc	16,35	Nc	14,56
N γ	3,67	N γ	4,59	N γ	5,08	N γ	3,73	N γ	2,72
Gs	3,00	Gs	3,00	Gs	3,00	Gs	3,00	Gs	3,00
SK2 Zemin Emniyet Gerilmesi		SK5 Zemin Emniyet Gerilmesi		SK7 Zemin Emniyet Gerilmesi		SK14 Zemin Emniyet Gerilmesi		SK20 Zemin Emniyet Gerilmesi	
qu (ton/m ²) dūřey	28,31	qu (ton/m ²) dūřey	33,96	qu (ton/m ²) dūřey	35,56	qu (ton/m ²) dūřey	28,67	qu (ton/m ²) dūřey	21,90
qu (ton/m ²) eğik	28,31	qu (ton/m ²) eğik	33,96	qu (ton/m ²) eğik	35,56	qu (ton/m ²) eğik	28,67	qu (ton/m ²) eğik	21,90
qemn (ton/m ²)	9,44	qemn (ton/m ²)	11,32	qemn (ton/m ²)	11,85	qemn (ton/m ²)	9,56	qemn (ton/m ²)	7,30
qu (kN/m ²) dūřey	277,72	qu (kN/m ²) dūřey	333,15	qu (kN/m ²) dūřey	348,82	qu (kN/m ²) dūřey	281,26	qu (kN/m ²) dūřey	214,84
qu (kN/m ²) eğik	277,72	qu (kN/m ²) eğik	333,15	qu (kN/m ²) eğik	348,82	qu (kN/m ²) eğik	281,26	qu (kN/m ²) eğik	214,84
qemn (kN/m ²)	92,57	qemn (kN/m ²)	111,05	qemn (kN/m ²)	116,27	qemn (kN/m ²)	93,75	qemn (kN/m ²)	71,61
qu (kg/cm ²) dūřey	2,83	qu (kg/cm ²) dūřey	3,40	qu (kg/cm ²) dūřey	3,56	qu (kg/cm ²) dūřey	2,87	qu (kg/cm ²) dūřey	2,19
qu (kg/cm ²) eğik	2,83	qu (kg/cm ²) eğik	3,40	qu (kg/cm ²) eğik	3,56	qu (kg/cm ²) eğik	2,87	qu (kg/cm ²) eğik	2,19
qemn (kg/cm ²)	0,94	qemn (kg/cm ²)	1,13	qemn (kg/cm ²)	1,19	qemn (kg/cm ²)	0,96	qemn (kg/cm ²)	0,73

şekil 3.13. 1179 numaralı parselin Meyerhof yöntemine göre taşıma gücü hesabı

SK2 Sondaj Kuyusu		SK5 Sondaj Kuyusu		SK7 Sondaj Kuyusu		SK14 Sondaj Kuyusu		SK20 Sondaj Kuyusu	
Temelin Genişliği (m)	1,00	Temelin Genişliği (m)	1,00	Temelin Genişliği (m)	1,00	Temelin Genişliği (m)	1,00	Temelin Genişliği (m)	1,00
Temelin Uzunluğu (m)	1,00	Temelin Uzunluğu (m)	1,00	Temel Uzunluğu (m)	1,00	Temelin Uzunluğu (m)	1,00	Temelin Uzunluğu (m)	1,00
Temel Derinliği (m)	1,00	Temel Derinliği (m)	1,00	Temel Derinliği (m)	1,00	Temel Derinliği (m)	1,00	Temel Derinliği (m)	1,00
γ_1 (ton/m ³)	1,897	γ_1 (ton/m ³)	1,934	γ_1 (ton/m ³)	1,904	γ_1 (ton/m ³)	1,925	γ_1 (ton/m ³)	1,863
γ_2 (ton/m ³)	1,586	γ_2 (ton/m ³)	1,649	γ_2 (ton/m ³)	1,619	γ_2 (ton/m ³)	1,607	γ_2 (ton/m ³)	1,592
ϕ (derece)	21,40	ϕ (derece)	22,70	ϕ (derece)	23,30	ϕ (derece)	21,50	ϕ (derece)	19,70
c (ton/m ²)	0,11	c (ton/m ²)	0,12	c (ton/m ²)	0,11	c (ton/m ²)	0,10	c (ton/m ²)	0,07
ALFA	0,00	ALFA	0,00	ALFA	0,00	ALFA	0,00	ALFA	0,00
BETA	0,00	BETA	0,00	BETA	0,00	BETA	0,00	BETA	0,00
V	0,00	V	0,00	V	0,00	V	0,00	V	0,00
Sq	1,39	Sq	1,42	Sq	1,43	Sq	1,39	Sq	1,36
Sc	1,45	Sc	1,47	Sc	1,48	Sc	1,46	Sc	1,43
Sg	0,60	Sg	0,60	Sg	0,60	Sg	0,60	Sg	0,60
dc	1,20	dc	1,20	dc	1,20	dc	1,20	dc	1,20
dg	1,00	dg	1,00	dg	1,00	dg	1,00	dg	1,00
dq	1,00	dq	1,00	dq	1,00	dq	1,00	dq	1,00
Nq	7,36	Nq	8,40	Nq	8,93	Nq	7,44	Nq	6,21
Nc	16,23	Nc	17,69	Nc	18,42	Nc	16,34	Nc	14,56
Ng	4,49	Ng	5,57	Ng	6,15	Ng	4,56	Ng	3,36
Gs	3,00	Gs	3,00	Gs	3,00	Gs	3,00	Gs	3,00
SK2 Zemin Emniyet Gerilmesi		SK5 Zemin Emniyet Gerilmesi		SK7 Zemin Emniyet Gerilmesi		SK14 Zemin Emniyet Gerilmesi		SK20 Zemin Emniyet Gerilmesi	
qu (ton/m ²)	25,10	qu (ton/m ²)	30,03	qu (ton/m ²)	31,45	qu (ton/m ²)	25,44	qu (ton/m ²)	19,34
qemn (ton/m ²)	8,37	qemn (ton/m ²)	10,01	qemn (ton/m ²)	10,48	qemn (ton/m ²)	8,48	qemn (ton/m ²)	6,45
qu (kN/m ²)	246,27	qu (kN/m ²)	294,57	qu (kN/m ²)	308,57	qu (kN/m ²)	249,56	qu (kN/m ²)	189,71
qemn (kN/m ²)	82,09	qemn (kN/m ²)	98,19	qemn (kN/m ²)	102,86	qemn (kN/m ²)	83,19	qemn (kN/m ²)	63,24
qu (kg/cm ²)	2,51	qu (kg/cm ²)	3,00	qu (kg/cm ²)	3,15	qu (kg/cm ²)	2,54	qu (kg/cm ²)	1,93
qemn (kg/cm ²)	0,84	qemn (kg/cm ²)	1,00	qemn (kg/cm ²)	1,05	qemn (kg/cm ²)	0,85	qemn (kg/cm ²)	0,64

Şekil 3.14. 1179 numaralı parselin Hansen yöntemine göre taşıma gücü hesabı

SK1 Sondaj Kuyusu		SK2 Sondaj Kuyusu		SK3 Sondaj Kuyusu	
Temelin Genişliği (m)	1,00	Temelin Genişliği (m)	1,00	Temelin Genişliği (m)	1,00
Temelin Uzunluğu (m)	1,00	Temelin Uzunluğu (m)	1,00	Temel Uzunluğu (m)	1,00
Temel Derinliği (m)	1,00	Temel Derinliği (m)	1,00	Temel Derinliği (m)	1,00
γ_1 (ton/m ³)	1,826	γ_1 (ton/m ³)	1,855	γ_1 (ton/m ³)	1,865
γ_2 (ton/m ³)	1,570	γ_2 (ton/m ³)	1,580	γ_2 (ton/m ³)	1,581
ϕ (derece)	16,10	ϕ (derece)	15,30	ϕ (derece)	16,50
c (ton/m ²)	0,22	c (ton/m ²)	0,02	c (ton/m ²)	0,04
ALFA	0,00	ALFA	0,00	ALFA	0,00
K1	1,20	K1	1,20	K1	1,20
K2	0,40	K2	0,40	K2	0,40
Nc	13,76	Nc	13,10	Nc	14,11
Nq	4,97	Nq	4,58	Nq	5,18
N γ	2,53	N γ	2,26	N γ	2,68
Gs	3,00	Gs	3,00	Gs	3,00
SK1 Zemin Emniyet Gerilmesi		SK2 Zemin Emniyet Gerilmesi		SK3 Zemin Emniyet Gerilmesi	
qu (ton/m ²)	14,30	qu (ton/m ²)	10,25	qu (ton/m ²)	12,03
qemn (ton/m ²)	4,77	qemn (ton/m ²)	3,42	qemn (ton/m ²)	4,01
qu (kN/m ²)	140,31	qu (kN/m ²)	100,52	qu (kN/m ²)	118,03
qemn (kN/m ²)	46,77	qemn (kN/m ²)	33,51	qemn (kN/m ²)	39,34
qu (kg/cm ²)	1,43	qu (kg/cm ²)	1,02	qu (kg/cm ²)	1,20
qemn (kg/cm ²)	0,48	qemn (kg/cm ²)	0,34	qemn (kg/cm ²)	0,40

şekil 3.15. 1217 numaralı parselin Terzaghi yöntemine göre taşıma gücü hesabı.

SK1 Sondaj Kuyusu		SK2 Sondaj Kuyusu		SK3 Sondaj Kuyusu	
Temelin Genişliği (m)	1,00	Temel Genişliği (m)	1,00	Temelin Genişliği (m)	1,00
Temelin Uzunluğu (m)	1,00	Temelin Uzunluğu (m)	1,00	Temelin Uzunluğu (m)	1,00
Tenek Derinliği (m)	1,00	Temel Derinliği (m)	1,00	Temel Derinliği (m)	1,00
γ_1 (ton/m ³)	1,826	γ_1 (ton/m ³)	1,855	γ_1 (ton/m ³)	1,865
γ_2 (ton/m ³)	1,570	γ_2 (ton/m ³)	1,580	γ_2 (ton/m ³)	1,581
ϕ (derece)	16,10	ϕ (derece)	15,30	ϕ (derece)	16,50
c (ton/m ²)	0,22	c (ton/m ²)	0,02	c (ton/m ²)	0,04
ALFA	0,00	ALFA	0,00	ALFA	0,00
Sc	1,46	sc	1,45	sc	1,46
dc	1,30	dc	1,30	dc	1,30
ic=iq	1,00	ic=iq	1,00	ic=iq	1,00
Sq=S γ	1,23	sq=s γ	1,22	sq=s γ	1,23
dq=d γ	1,15	dq=d γ	1,15	dq=d γ	1,15
i γ	1,00	i γ	1,00	i γ	1,00
Nq	4,38	Nq	4,06	Nq	4,55
Nc	11,70	Nc	11,17	Nc	11,98
N γ	1,40	N γ	1,20	N γ	1,51
Gs	3,00	Gs	3,00	Gs	3,00
SK1 Zemin Emniyet Gerilmesi		SK2 Zemin Emniyet Gerilmesi		SK3 Zemin Emniyet Gerilmesi	
qu (ton/m ²) düşey	17,75	qu (ton/m ²) düşey	12,34	qu (ton/m ²) düşey	14,64
qu (ton/m ²) eğik	17,75	qu (ton/m ²) eğik	12,34	qu (ton/m ²) eğik	14,64
qemn (ton/m ²)	5,92	qemn (ton/m ²)	4,11	qemn (ton/m ²)	4,88
qu (kN/m ²) düşey	174,11	qu (kN/m ²) düşey	121,10	qu (kN/m ²) düşey	143,60
qu (kN/m ²) eğik	174,11	qu (kN/m ²) eğik	121,10	qu (kN/m ²) eğik	143,60
qemn (kN/m ²)	58,04	qemn (kN/m ²)	40,37	qemn (kN/m ²)	47,87
qu (kg/cm ²) düşey	1,77	qu (kg/cm ²) düşey	1,23	qu (kg/cm ²) düşey	1,46
qu (kg/cm ²) eğik	1,77	qu (kg/cm ²) eğik	1,23	qu (kg/cm ²) eğik	1,46
qemn (kg/cm ²)	0,59	qemn (kg/cm ²)	0,41	qemn (kg/cm ²)	0,49

Şekil 3.16. 1217 numaralı parselin Meyerhof yöntemine göre taşıma gücü hesabı.

SK2 Sondaj Kuyusu		SK2 Sondaj Kuyusu		SK3 Sondaj Kuyusu	
Temelin Genişliği (m)	1,00	Temelin Genişliği (m)	1,00	Temelin Genişliği (m)	1,00
Temelin Uzunluğu (m)	1,00	Temelin Uzunluğu (m)	1,00	Temel Uzunluğu (m)	1,00
Temel Derinliği (m)	1,00	Temel Derinliği (m)	1,00	Temel Derinliği (m)	1,00
γ_1 (ton/m ³)	1,826	γ_1 (ton/m ³)	1,855	γ_1 (ton/m ³)	1,865
γ_2 (ton/m ³)	1,570	γ_2 (ton/m ³)	1,580	γ_2 (ton/m ³)	1,581
ϕ (derece)	16,10	ϕ (derece)	15,30	ϕ (derece)	16,50
c (ton/m ²)	0,22	c (ton/m ²)	0,02	c (ton/m ²)	0,04
ALFA	0,00	ALFA	0,00	ALFA	0,00
BETA	0,00	BETA	0,00	BETA	0,00
V	0,00	V	0,00	V	0,00
Sq	1,29	Sq	1,27	Sq	1,30
Sc	1,37	Sc	1,36	Sc	1,38
Sg	0,60	Sg	0,60	Sg	0,60
dc	1,20	dc	1,20	dc	1,20
dg	1,00	dg	1,00	dg	1,00
dq	1,00	dq	1,00	dq	1,00
Nq	4,38	Nq	4,06	Nq	4,55
Nc	11,70	Nc	11,17	Nc	11,98
Ng	1,75	Ng	1,50	Ng	1,89
Gs	3,00	Gs	3,00	Gs	3,00
SK2 Zemin Emniyet Gerilmesi		SK5 Zemin Emniyet Gerilmesi		SK7 Zemin Emniyet Gerilmesi	
qu (ton/m ²)	15,50	qu (ton/m ²)	10,78	qu (ton/m ²)	12,85
qemn (ton/m ²)	5,17	qemn (ton/m ²)	3,59	qemn (ton/m ²)	4,28
qu (kN/m ²)	152,09	qu (kN/m ²)	105,78	qu (kN/m ²)	126,02
qemn (kN/m ²)	50,70	qemn (kN/m ²)	35,26	qemn (kN/m ²)	42,01
qu (kg/cm ²)	1,55	qu (kg/cm ²)	1,08	qu (kg/cm ²)	1,28
qemn (kg/cm ²)	0,52	qemn (kg/cm ²)	0,36	qemn (kg/cm ²)	0,43

Şekil 3.17. 1217 numaralı parselin Hansen yöntemine göre taşıma gücü hesabı

1179 Nolu Parselde Açılan Sondajlara Ait Taşıma Gücü Hesap Sonuçları

Temel Genişliği B (m)=1,00 Temel Uzunluğu L (m)=1,00 Temel Derinliği D (m) = 1,00

SK2 Nolu Sondaja Ait Taşıma Gücü Hesapları Sonuçları

METOD	TERZAGHİ	MEYERHOF	HANSEN
qu (kg/cm ²)	2,23	2,83	2,51
qemn (kg/cm ²)	0,74	0,94	0,84

SK5 Nolu Sondaja Ait Taşıma Gücü Hesapları Sonuçları

METOD	TERZAGHİ	MEYERHOF	HANSEN
qu (kg/cm ²)	2,65	3,40	3,00
qemn (kg/cm ²)	0,88	1,13	1,00

SK7 Nolu Sondaja Ait Taşıma Gücü Hesapları Sonuçları

METOD	TERZAGHİ	MEYERHOF	HANSEN
qu (kg/cm ²)	2,77	3,56	3,15
qemn (kg/cm ²)	0,92	1,19	1,05

SK14 Nolu Sondaja Ait Taşıma Gücü Hesapları Sonuçları

METOD	TERZAGHİ	MEYERHOF	HANSEN
qu (kg/cm ²)	2,26	2,87	2,54
qemn (kg/cm ²)	0,75	0,96	0,85

SK20 Nolu Sondaja Ait Taşıma Gücü Hesapları Sonuçları

METOD	TERZAGHİ	MEYERHOF	HANSEN
qu (kg/cm ²)	1,76	2,19	1,93
qemn (kg/cm ²)	0,59	0,73	0,64

1217 Nolu Parselde Açılan Sondajlara Ait Taşıma Gücü Hesap Sonuçları

Temel Genişliği B (m)=1,00 Temel Uzunluğu L (m)=1,00 Temel Derinliği D (m) = 1,00

SK1 Nolu Sondaja Ait Taşıma Gücü Hesapları Sonuçları

METOD	TERZAGHİ	MEYERHOF	HANSEN
qu (kg/cm ²)	1,43	1,77	1,55
qemn (kg/cm ²)	0,48	0,59	0,52

SK2 Nolu Sondaja Ait Taşıma Gücü Hesapları Sonuçları

METOD	TERZAGHİ	MEYERHOF	HANSEN
qu (kg/cm ²)	1,02	1,23	1,08
qemn (kg/cm ²)	0,34	0,41	0,36

SK3 Nolu Sondaja Ait Taşıma Gücü Hesapları Sonuçları

METOD	TERZAGHİ	MEYERHOF	HANSEN
qu (kg/cm ²)	1,20	1,46	1,28
qemn (kg/cm ²)	0,34	0,49	0,43

Şekil 3.18. 1179 ve 1217 numaralı parsellerin sondaj kuyusu bazında farklı metotlarla yapılan birleştirilmiş taşıma gücü analiz sonuçlarının karşılaştırılması

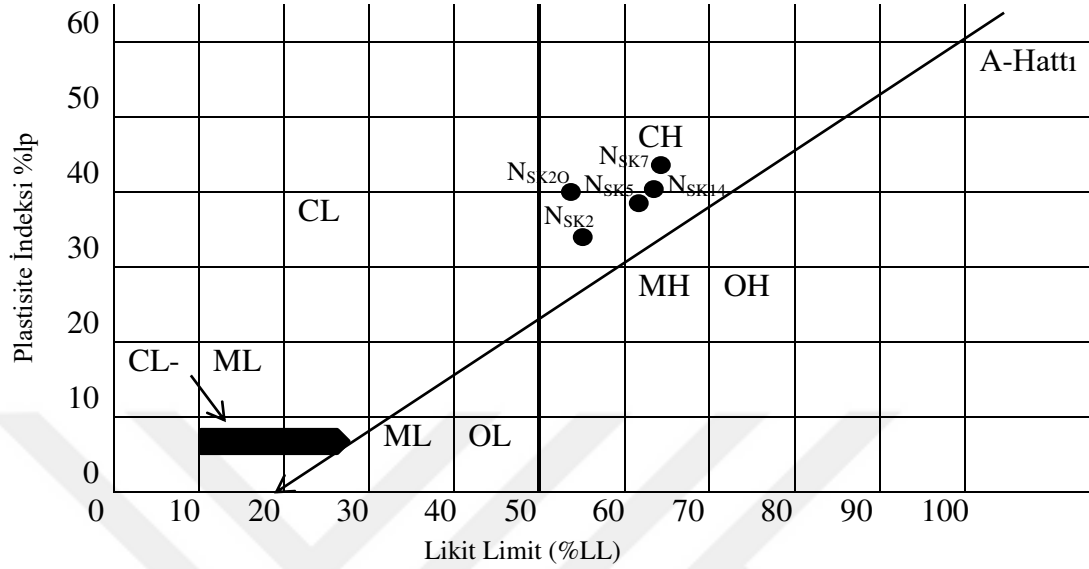
Şekil 3.18’de gösterildiği üzere 1179 nolu parselden alınan numunelerin taşıma gücü hesaplamaları sonucu zemin emniyet gerilmeleri; Terzaghi’ye göre (0,59-0,92), Meyerhof’a göre (0,73-1,19) ve Hansen’e göre (0,64-1,05) kg/cm² değerleri arasında bulunmuştur. 1217 nolu parselden alınan numunelerin taşıma gücü hesaplamaları sonucu zemin emniyet gerilmeleri ise; Terzaghi’ye göre (0,34-0,48), Meyerhof’a göre (0,41-0,59) ve Hansen’e göre (0,36-0,52) kg/cm² değerleri arasında bulunmuştur.

İncelenen 2 parselden alınan numunelerin 3 farklı hesap yöntemiyle edilen zemin emniyet gerilmesi değerlerinin sondaj bazında birbirine yakın olduğu görülmektedir. İncelenen zeminler ince daneli zemin yapısına sahip oldukları için (kil+silt miktarı %50’den fazla) Hansen taşıma gücü hesap yöntemiyle elde edilen zemin emniyet gerilmesi değerleri, Meyerhof taşıma gücü hesap yöntemiyle elde edilen zemin emniyet gerilmesi değerlerinden düşük olduğu görülmektedir. Ayrıca Terzaghi hesap yöntemiyle elde edilen zemin emniyet gerilmesi değerinin, diğer 2 metotla elde edilen zemin emniyet gerilmelerine göre daha güvenli tarafta kaldığı tespit edilmiştir.

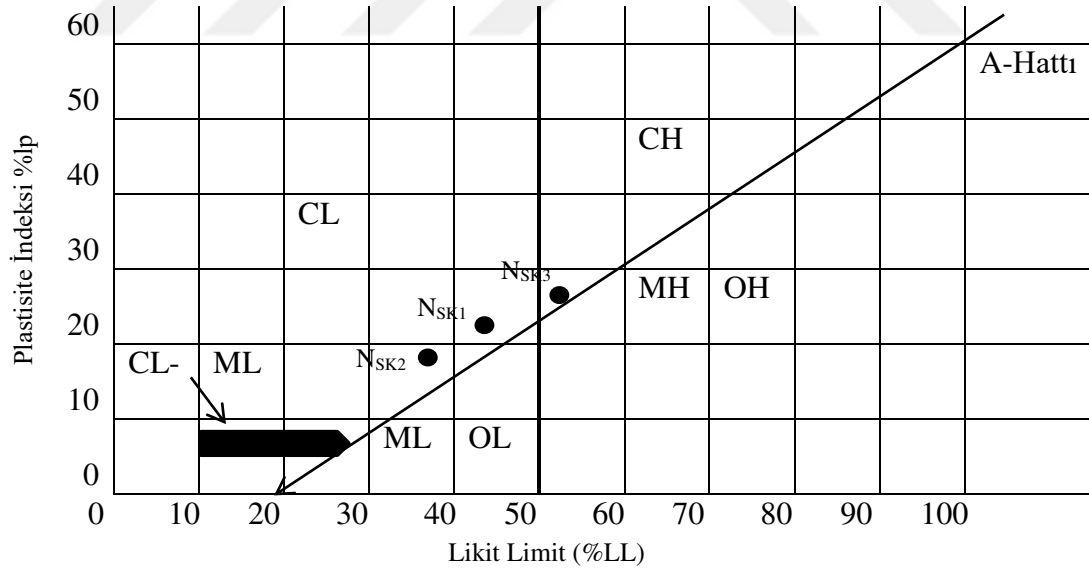
Tunceli Belediyesi Merkez (2. Bölge) İmar Planına Esas Jeolojik-Jeoteknik Etüt Raporu (2015) kapsamında açılmış olan zemin sondajlarında Terzaghi ve Peck’e göre SPT-N sayılarıyla ve Terzaghi klasik taşıma gücü hesaplamaları yapılmıştır. Terzaghi ve Peck’e göre yapılan hesaplamalar neticesinde; SK13 nihai taşıma gücü hesabı 5,44 kg/cm², SK17 nihai taşıma gücü hesabı 2,90 kg/cm², SK22 nihai taşıma gücü hesabı 3,53 kg/cm², SK24 nihai taşıma gücü hesabı 3,48 kg/cm² ve SK27 nihai taşıma gücü hesabı 5,34 kg/cm² bulunmuştur. Klasik Terzaghi taşıma gücü formülüyle yapılan hesaplama neticesinde SK15 nihai taşıma gücü hesabı 5,12 kg/cm² ve SK24 nihai taşıma gücü hesabı 5,85 kg/cm² bulunmuştur. Bu değerler inceleme alanının yakın çevresindeki zeminlerin de bu tez kapsamında hesaplanan taşıma gücü değerlerinden çok farklı olmadığını göstermektedir.

Plastisite İndeksi (Plastisite İndisi); 1179 ve 1217 numaralı parsellerden alınan örselenmiş numune örneklerinin tamamında kilt+silt yüzdesi yarıdan fazla olduğundan, Birleştirilmiş Zemin Sınıflandırmasına göre (U.S.C.S.) ince taneli zemin sınıfına girdiği için, plastisite abağı üzerinde Şekil 3.19 ve Şekil 3.20’de sondaj kuyusu bazında A hattı çizgisine göre zemin sınıflandırılması yapılmıştır. 1179 numaralı parsele ait numunelerin hepsi CH (Yüksek Plastisiteli Kil) sınıfına girmektedir. 1217 numaralı parseldeki SK1 ve SK2’den alınan numunelerin CL (Düşük Plastisiteli Kil), SK3’den alınan numuneler ise CH (Yüksek

Plastisiteli Kil) sınıfına girmektedir. Yani bu alandaki zeminlerin yaklaşık %67'si düşük plastisitelidir.



Şekil 3.19. 1179 numaralı parselden alınan numunlerin Plastisite İndeksi ve Likit Limit değerlerine göre zemin sınıflandırması.



Şekil 3.20. 1217 numaralı parselden alınan numunlerin Plastisite İndeksi ve Likit Limit değerlerine göre zemin sınıflandırması.

4. TARTIŞMA VE SONUÇLAR

Bu tez kapsamında genelde Aktuluk mahallesi özelde ise 1179 ve 1217 numaralı parsellerde yapılan sondaj çalışmaları ve alınan örselenmiş numunelerle yapılan deneyler sonucunda, elde edilen veriler kullanılarak zemin parametreleri ampirik yaklaşımlarla hesaplanmış ve bazı zemin parametreleri hakkında yorum yapılmıştır. Tez kapsamında elde edilen veriler ışığında üniform olmayan zeminlerin sınıflandırma işlemleri yapılırken, her bir parselin geneli hakkında fikir vereceği için, mühendislik kıstasları içerisinde güvenli tarafta kalmayı sağlayacak veriler tercih edilmiştir. Bu verilere göre;

- İncelenen alanda Eosen yaşlı kırıntılı kayalar, inceleme alanı çevresinde ise ilave olarak Miyosen yaşlı kırıntılı ve volkanik kayalar temel zemini oluşturmaktadır.
- İncelenen 2 adet parselinde bulunduğu Tunceli Merkez Aktuluk Mahallesi Türkiye Deprem Bölgeleri Haritası (1996)'na göre 2. Derece Deprem Bölgesi içerisinde yer almaktadır.
- Göl alanına yakın kesimlerde 6,5-14m'ler arası YASS'ne girilirken, çalışılan parsellerde 15m derinlikte açılan zemin sondajlarında YAS'na rastlanmamıştır.
- 1179 nolu parseldeki zeminlerin özgül ağırlığı 1,512-1,934 t/m³, su muhtevası %15,7-20,4, likit limit değerleri %56-65, plastik limit değerleri ise %20-25 arasında bulunmuştur. Bulunan indeks özellikleri değerlendirildiğinde; 1179 nolu parselin zemini yüksek şişme ve sıkışabilirlik özelliklerine sahip ince taneli malzemeden oluşan Yüksek Plastisiteli Killi bir zemin türüdür. 1179 nolu parselde yapılan kesme kutusu deneyleri neticesinde zemin numunelerinin kayma direnci (c) 0,07-0,12 kg/cm², kayma açısı (φ) 19,7°-23,3° arasında değişmektedir.
- 1217 nolu parseldeki zeminlerin özgül ağırlığı 1,570-1,581 t/m³, su muhtevası %16,3-18,00, likit limit değerleri %38-52, plastik limit değerleri ise %18-27 arasında bulunmuştur. Bulunan indeks özellikleri değerlendirildiğinde; 1217 nolu parselin zemini yüksek sıkışabilirlik özelliği olan ve orta şişme potansiyeli olan ince taneli malzemeden oluşan %33 CH (Yüksek Plastisiteli), %67 CL (Düşük Plastisiteli Kil) Killi bir zemin türüdür. 1179 nolu parselde yapılan kesme kutusu deneyleri neticesinde zemin numunelerinin kayma direnci (c) 0,02-0,22 kg/cm², kayma açısı (φ) 15,3°-16,5° bulunmuştur.

- 1179 numaralı parselde zeminden alınan numunelerle (B=1,00 metre, L=1,00 Metre ve Temel Derinliği=1,00 Metre) boyutlarında modellenen temelin oturacağı zeminlerde farklı metodlarda yapılan taşıma gücü analiz hesaplamalarına göre $Terzaghi_{ort} : 0,77 \text{ kg/cm}^2$, $Meyerhof_{ort} : 0,99 \text{ kg/cm}^2$, $Hansen_{ort} : 0,87 \text{ kg/cm}^2$ taşıma gücü değerleri bulunmuştur.
- 1217 numaralı parselde zeminden alınan numunelerle yine aynı ebatlarda boyutlandırılan temelin oturacağı zeminlerde, farklı metodlarda yapılan taşıma gücü analiz hesaplamalarına göre $Terzaghi_{ort} : 0,38 \text{ kg/cm}^2$, $Meyerhof_{ort} : 0,49 \text{ kg/cm}^2$, $Hansen_{ort} : 0,43 \text{ kg/cm}^2$ taşıma gücü değerleri bulunmuştur.
- Bu tez kapsamında incelenen 2 parselden 1179 numaralı parselin zemin emniyet gerilmesinin daha yüksek olduğu görülmüştür.
- İncelenen 2 parsel için yapılan farklı metotlardaki taşıma gücü analizlerinde en yüksek değerler Meyerhof, en düşük değerler ise Terzaghi taşıma gücü yöntemiyle yapılan hesaplamalarda elde edilmiştir.
- Genel itibariyle her 2 parselde toplam 8 sondaj kuyusundan alınan numunelerle ayrı ayrı her sondaj kuyusu için farklı metodlarla yapılan taşıma gücü analiz hesaplarında sondaj bazında birbirine yakın değerler elde edilmiştir.
- Kesme kutusu deneyleri neticesinde elde edilen kayma direnci (c) ve kayma açısı (ϕ) değerleriyle farklı metodlarda yapılan taşıma gücü analiz hesaplamaları sonucunda; Kayma direnci (c) ve kayma açısı (ϕ) değerleri yüksek olan zeminlerin zemin emniyet gerilmesi değerlerinin daha yüksek olduğu görülmüştür.
- 1179 numaralı parselde farklı sondajlardan alınan numunelerin kayma direnci (c) ve kayma açısı (ϕ) değerleri birbirine yakındır. Ancak 1217 numaralı parselden alınan numunelerin bu değerleri farklıdır. SK1 ve SK2'den alınan numunelerin kayma açısı (ϕ) değerleri birbirine yakınken, SK2 ve SK3'den alınan numunelerin kayma direnci (c) sonuçları birbirine yakındır. Yapılan farklı metodlardaki hesaplamalarda SK1'in zemin emniyet gerilmesinin, SK3'den büyük olduğu görülmüştür. Bu durumdan hareketle taşıma gücü analiz hesaplamalarında kayma direncindeki (c) değişimin, hesaplamalara daha fazla etki ettiği değerlendirilmektedir.

5. ÖNERİLER

- İncelenen parsellerde taşıma gücü hesaplamaları temel boyutları ve derinlik üç hesap yöntemi için de aynı alınmıştır (B=1,00 metre, L=1,00 Metre ve Temel Derinliği=1,00 Metre). EK.A.9. ve EK.A.10.'da verilen imar çapları esas alınarak D.B.Y.B.H.Y.'in (Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik) ilgili maddeleri çerçevesinde Tunceli Belediyesi tarafından müsaade edilen +1,00 metre subasman kotunun ideal bodrum yüksekliği olan 3,00 metreden çıkarılmasıyla beraber, minimum temel derinliği için 2,50 metre kazı yapılması uygun görülmüştür.
- İncelenen parsellerde ve “Tunceli Belediyesi Merkez (2. Bölge) İmar Planına Esas Jeolojik-Jeoteknik Etüt Raporu (2015) kapsamında açılmış olan zemin sondaj kuyularından elde edilen verilere göre; Göl havzasına doğru yaklaşıldıkça 6,00 metre derinlikten sonra YASS'ne girilmesi muhtemeldir. Bu sebeple göl havzasına yakın alanlarda derin temel kazılarında kaçınılmalıdır.
- İncelenen parsellerde açılan sondaj kuyularından alınan numuneler üzerinde yapılan kesme kutusu deney sonuçlarında, kayma direnci (c) yüksek zeminlerin taşıma gücü kapasitelerinin daha fazla olması nedeniyle, zeminden alınan numunelere kesme kutusu deneyi yapılması, taşıma gücü analiz hesaplamaları açısından önemlidir. Bu yüzden zeminin kayma açısı (ϕ) ve kayma direnci (c) değerlerinin bulunmasına yönelik deneyler yapılmalıdır.
- İncelenen 1217 parsel ve 1179 numaralı parseller arasındaki mesafe çok uzak olmamasına rağmen, söz konusu iki parselden elde edilen zemin özellikleri farklılık göstermektedir. Bu yüzden bölgede yapılacak yeni yapılar için parsel bazında jeolojik ve jeoteknik etütler yapılması daha sağlıklı projelendirmeye olanak sağlayacaktır.
- Bu tez kapsamında incelenen 2 parselden; 1179 nolu parselin içinde bulunduğu Eosen formasyonunun üst kotlarındaki nihai taşıma gücü kapasitesi, 1217 nolu parselin içinde bulunduğu Kuvaterner formasyonunun taşıma gücü kapasitesine göre daha fazladır.

KAYNAKLAR

Aktağ, A., 2014. Tunceli Güneyindeki Tersiyer Volkanitlerinin Petrografisi ve Jeokimyası, Tunceli Üniv. Fen Bilimleri Ens. Yüksek Lisans Tezi, Tunceli, 108s.

ASTM D2487-11, 2011. Standard Practice For Classification of Soils For Engineering Purposes (Unified Soil Classification System), ASTM International, West Conshohocken, PA, 2011, www.astm.org.

ASTM, 2003. Standard Test Method for Laboratory compaction Characteristics of Soil Using Standard Effort. Annual Book of ASTM Standards. American Society For Testing and Materials, 04.08, West Conshohocken, pp. 78–87.

Bowles, J. E., 1996. Foundation Analysis and Design, 5th ed., The McGraw-Hill Companies, Inc.

Bowles, J., 1972. Bowles, Engineering Properties Of Soils And Their Measurement, Mcgrawhill Intrnetional 4th Edition, 1972, p. 242.

Casagrande, A., 1932. Research on the Atterberg Limits of Soils, Public Roads, 13, 1932/33, (1932) 121-130).

Craig, R.F., 1996. Craig, Soil Mechanics, 5th Edition, 1996, 423 p.

Çinicioğlu, S. F., 2005. Zeminlerde Statik ve Dinamik Yükler Altında Taşıma Gücü Anlayışı ve Hesabı TMMOB İMO Seminer 19.02.2005

Dipova, N., Cangir, B., 2012. Doğal Zeminlerin ve Yapay Dolguların Plaka Yükleme Deneyi ile İncelenmesi. Antalya, 14s.

Durgunoğlu, H. T. ve Toğrol, E., 1974. Penetration testing in Turkey: State-of-the-art report, *ESOPT*, sf.137.

Enç, E., 2013. Doğukent Mahallesi Belediye Arazisine Ait Zemin Endeks Özellikleri İle Zemin Emniyet Gerilmesinin Tespiti. Yüksek Lisans Tezi, F.Ü. . Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ, 100s.

Erbulak, A., Bayça, S. U., 2004. Zemin Araştırmalarında (Zemin Etütlerinde) arazi çalışmaları, Soma MYO Teknik Bilgiler Dergisi, 2004.

Ercan, Ö. A., 2011. Güvenli Taşıma Gücünün (Zemin Emniyet Gerilmesinin) Jeofizikten Bulunması, Uygun Yapı Temeli Tasarımı, İTÜ Maden Fakültesi Jeofizik Mühendisliği Bölümü, Nisan, 2011.

Erdoğan, T., 1967. Erzurum-Hınıs Bölgesi 1/25.000 ölçekli Erzurum J-47 d1 paftalarının detay petrol etüdü, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Raporu. No. 4340, Ankara (Yayımlanmadı).

Genç, D., 2011. Zemin Mekaniği ve Temeller. TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası Yayınları, Ankara, 848s.

Granit S. ve Şener M., 1986. Tunceli havzasının jeolojisi ve petrol olanakları. MTA Rapor No: 8220, Ankara.

Hunt, R. E., 1984. Geotechnical Engineering Investigation Manual, McGraw-Hill, USA.

Kanıt, R., 2003. Temel İnşaatı, Gazi Kitabevi, Ankara, 1-90s.

Kılıç, M., 2011. Nergizlik barajı(Adana) kil çekirdek malzemesinin jeoteknik incelenmesi. *Yüksek Lisans Tezi*, Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, 216s.

Leonards, G.A., 1962. Foundation Engineering Mc. GrawHill Book Comp., 1962, 1136 p.)

Nixon, I. K., 1982. Standard Penetration Test: State of the Art Report, *Proc.2nd ESOPT*, Amsterdam.

O'Neill M. W., Poormoayed, N., 1980. Methodology For Foundations, .on expansive, clays., Journal of Geotechnical Engineering, Division., American Society of Civil Engineers Vol. 107., No.

Öz, İ.C., 2014. Zemin Araştırmalarında Arazi Deneyleri. Yüksek Lisans Semineri, Munzur Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tunceli, 29s.

Özaydın, K., 1989. Zemin Mekaniği, Meta Matbaacılık ve Yayıncılık Ltd. Şti. İstanbul, 1989, 395s.

Özaydın, K., 1997. Zemin Mekaniği, Birsen Yayınevi, İstanbul, 140-166s.

Özgül, N., Turşucu, A., Özyardımcı, N., Şenol, M., Bingöl, İ., Uysal, Ş., 1981. Munzur Dağlarının Jeolojisi. Maden Tetkik ve Arama Rapor No: 6995, Ankara, (yayımlanmamış).

Özüdoğru, K., Tan, O., Aksoy D.H., 1996. Çözümlü Problemlerle Zemin Mekaniği, Birsen Yayınevi, İstanbul.

Palalı, A., 2006. Handere kilinde su içeriği değişimi ve kompaksiyon enerjisinin mukavemete olan etkisi. *Yüksek Lisans Tezi*, Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, 78s.

Robertson, P. K. , Campanella, R., G., Wightman, 1983. SPT-CPT Correlations, Journal of the Geotechnical Engineering Division, ASCE, November.

Sivrikaya, O., Toğrol, E., 2003. ve *İTÜ İnşaat Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü*, 34469, Ayazağa, İstanbul itüdergisi/d Mühendislik Cilt:2, Sayı:6, 59-67 Aralık 2003.

Skempton, A. W., 1953. The Colloid Activity of Clays, Proc. 3rd . Intl. Conf. Soil Mechs. Found. Eng. Zurich (1953), Vol. 1, 57-61)

Sowers, G.F., 1979. *Introductory Soil Mechanics and Foundations* Collier, Macmillian Canada Ltd.

Şekercioğlu, E., 1998. *Yapıların Projelendirilmesinde Mühendislik Jeolojisi*, TMMOB JMO Yayınları:28 Ankara, 1998, 216 s.)

Tarhan, N., 1987. Orta Anadolu metamorfik ve granitik kayalarının kökeni ve evrimi: istanbul Üniv. Müh. Fak. Yerbilimleri Derg., C. 6, s. 57-68.

Tarhan, N., 2008. Erzincan I42 Paftası. Türkiye Jeoloji Haritaları N: 84. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Jeoloji Etüdları Dairesi, Ankara.

Teng, W.C., 1962. *Foundation Design (Civil Engineering and Engineering Mechanics Series)* (1962-11-01)

Terzaghi, K., 1947. *Theoretical Soil Mechanics*, 4th ed., John Wiley & Sons, Inc., New York.

Terzaghi, K., Peck, R. P., 1967. *Soil Mechanics in Engineering Practice*, 2 and Edition, John Wiley&Sons, USA.

Tonyalı, İ., 2011. *Laboratuvar, Arazi ve Jeofizik Deney Sonuçlarını Kullanan Zemin Taşıma Gücü Hesap Yöntemlerinin İncelenmesi ve Karşılaştırılması*, İstanbul Teknik Üniv. Fen Bilimleri Ens. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 77s.

Tuncer, E.R., 1985. *Zeminlerin Tanımı, Endeks Özellikleri, Sınıflandırması ve Efektif Gerilme Kavramı, Dolgu Barajlar Yönünden Zemin Mekaniği Semineri*, Ankara (1985) 2-1, 2-26.

Turan, Ç., 2017. *Zemin Araştırmalarında Arazi ve Laboratuvar Deneyleri*. Yüksek Lisans Semineri, Munzur Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tunceli, 53s.

Ulamış, K., Kılıç, R., 2008. *Zemin ve Mekaniği Uygulama Notları*. Ankara, 81s.

URL-1, 2018. <https://deprem.afad.gov.tr/deprem-bolgeleri-haritasi>

URL-2, 2018. <https://www.afad.gov.tr/tr/26539/Yeni-Deprem-Tehlike-HaritasiYayimlandi>

Yıldırım, H., Tonyalı, İ., 2011. *Zemin İnceleme Yöntemlerini Kullanan Taşıma Gücü Analiz Metodlarının İncelenmesi* 24. *Geoteknik Sempozyumu 1-2 Aralık 2011, Çukurova Üniversitesi, Adana*

Yılmaz, I., 2000. *Mühendislik Jeolojisinde Alan Araştırması*, Teknik Yayın Evi Mühendislik Mimarlık Yayınları, Ankara, 2000, 195 s.

ÖZGEÇMİŞ

1985 Tunceli’de doğmuştur. İlk okulu Mazgirt Mimar Sinan İlkokulunda, orta okul ve lise öğrenimini Tunceli Anadolu Lisesinde tamamlamıştır. 2004 yılında Balıkesir Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi İnşaat Mühendisliğini kazanmış ve 2009 yılında mezun olmuştur. 2010 yılında askerlik vazifesini tamamlamasının ardından 2010 yılı temmuz ayı içerisinde Tunceli İl Afet ve Acil Durum Müdürlüğünde İnşaat Mühendisi olarak göreve başlamış ve halen aynı görevde devam etmektedir. 2013 yılında Munzur Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği bölümünde yüksek lisans eğitime başlamıştır. Evli ve bir kız çocuğu babasıdır.



EKLER

Ek Şekil 1. : 1179 numaralı parsele ait Sondaj Logları

Ek Şekil 2. : 1217 numaralı parsele ait Sondaj Logları

Ek Şekil 3. : 1179 numaralı parsele ait Dane Çapı Dağılımı Sonuçları

Ek Şekil 4. : 1217 numaralı parsele ait Dane Çapı Dağılımı Sonuçları

Ek Şekil 5. : 1179 numaralı parsele ait Atterberg Limitleri Tayini Sonuçları

Ek Şekil 6. : 1217 numaralı parsele ait Atterberg Limitleri Tayini Sonuçları

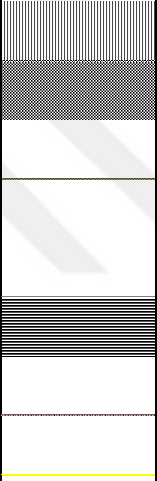
Ek Şekil 7. : 1179 numaralı parsele ait Kesme Kutusu Deney Sonuçları

Ek Şekil 8. : 1217 numaralı parsele ait Kesme Kutusu Deney Sonuçları

Ek Şekil 9. : 1179 numaralı parsele İmar Çapı

Ek Şekil 10.: 1217 numaralı parsele İmar Çapı

Ek Şekil 1.

Başlangıç Tarihi : 04.05.2014					Sondaj Yeri (UTM) : 4320965 / 543210					Aktuluk Mah. 1179 parsel-SK2 sondajı							
Bitiş Tarihi : 04.05.2014					Sorumlu Jeoloji Müh.					Onur ŞAHİNOL							
Sondaj Derinliği (m)	Tabaka Derinliği (m)	Numune No	Numune Derinliği (m)	Numune Türü	SPT DENEYİ											JEOLOJİK KESİT	ZEMİN TANIMLAMASI
					Darbe Sayısı				Grafik								
					15	30	45	N	10	20	30	40	50	60			
1																 0-10 m Düzgün Dane Dağılımlı Az Çakıllı Kil-Kum Ardalanması	
2																	
3					8	8	10										
4																	
5																	
6					9	10	11										
7																	
8																	
9					9	9	12										
10																	
ZEMİN DEĞERLENDİRMESİ SPT : İnce taneli - Katı											Ayrışma Derecesi : 0-10 mt. Orta derece ayrılmış (W3)						
İnce Taneli (Kohezyonlu)					İri Taneli (Kohezyonlu)												
N : 0-2 Çok Yumuşak N: 2-4 Yumuşak N:4-8 Orta Katı N:8-15 Katı N:15-30 Çok Katı N: > 50 Sert					N : 0-4 Çok Gevşek N : 5-10 Gevşek N : 11-30 Orta N : 31-50 Sıkı N :> 50 Çok Sıkı					W1 Taze (Ayrılmamış) W2 Az Ayrılmış W3 Orta Derece Ayrılmış W4 Ayrılmış W5 Tamamen Ayrılmış							

Ek Şekil 1.1. 1179 Numaralı parselde açılan SK2 nolu zemin sondaj logu.

Başlangıç Tarihi : 04.05.2014					Sondaj Yeri (UTM) : 4320945 / 543185					Aktuluk Mah. 1179 parsel-SK3 sondajı							
Bitiş Tarihi : 04.05.2014					Sorumlu Jeoloji Müh.					Onur ŞAHİNOL							
Sondaj Derinliği (m)	Tabaka Derinliği (m)	Numune No	Numune Derinliği (m)	Numune Türü	SPT DENEYİ											JEOLOJİK KESİT	ZEMİN TANIMLAMASI
					Darbe Sayısı				Grafik								
					15	30	45	N	10	20	30	40	50	60			
1																0-10 m Düzgün Dane Dağılımlı Az Çakıllı Kil-Kum Ardalanması	
2																	
3					8	8	9										
4																	
5																	
6					8	9	10										
7																	
8																	
9					10	11	13										
10																	
ZEMİN DEĞERLENDİRMESİ SPT : İnce taneli - Katı													Ayrışma Derecesi : 0-10 mt. Orta derece ayrılmış (W3)				
İnce Taneli (Kohezyonlu)					İri Taneli (Kohezyonlu)												
N : 0-2 Çok Yumuşak N: 2-4 Yumuşak N:4-8 Orta Katı N:8-15 Katı N:15-30 Çok Katı N: > 50 Sert					N : 0-4 Çok Gevşek N : 5-10 Gevşek N : 11-30 Orta N : 31-50 Sıkı N :> 50 Çok Sıkı								W1 Taze (Ayrılmamış) W2 Az Ayrılmış W3 Orta Derece Ayrılmış W4 Ayrılmış W5 Tamamen Ayrılmış				

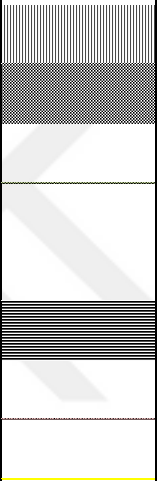
Ek Şekil 1.2. 1179 Numaralı parselde açılan SK3 nolu zemin sondaj logu.

Başlangıç Tarihi : 04.05.2014					Sondaj Yeri (UTM) : 4320971 / 543194					Aktuluk Mah. 1179 parsel-SK4 sondajı							
Bitiş Tarihi : 04.05.2014					Sorumlu Jeoloji Müh.					Onur ŞAHİNOL							
Sondaj Derinliği (m)	Tabaka Derinliği (m)	Numune No	Numune Derinliği (m)	Numune Türü	SPT DENEYİ											JEOLOJİK KESİT	ZEMİN TANIMLAMASI
					Darbe Sayısı				Grafik								
					15	30	45	N	10	20	30	40	50	60			
1																0-10 m Düzgün Dane Dağılımlı Az Çakıllı Kil-Kum Ardalanması	
2																	
3					8	9	10										
4																	
5																	
6					R	R	R										
7																	
8																	
9					R	R	R										
10																	
ZEMİN DEĞERLENDİRMESİ SPT : İnce taneli - Katı												Ayrışma Derecesi : 0-10 mt. Orta derece ayrılmış (W3)					
İnce Taneli (Kohezyonlu)					İri Taneli (Kohezyonlu)												
N : 0-2 Çok Yumuşak N: 2-4 Yumuşak N:4-8 Orta Katı N:8-15 Katı N:15-30 Çok Katı N: > 50 Sert					N : 0-4 Çok Gevşek N : 5-10 Gevşek N : 11-30 Orta N : 31-50 Sıkı N : > 50 Çok Sıkı							W1 Taze (Ayrılmamış) W2 Az Ayrılmış W3 Orta Derece Ayrılmış W4 Ayrılmış W5 Tamamen Ayrılmış					

Ek Şekil 1.3. 1179 Numaralı parselde açılan SK4 nolu zemin sondaj logu.

Başlangıç Tarihi : 04.05.2014					Sondaj Yeri (UTM) : 4320950 / 5431175					Aktuluk Mah. 1179 parsel-SK5 sondajı							
Bitiş Tarihi : 04.05.2014					Sorumlu Jeoloji Müh.					Onur ŞAHİNOL							
Sondaj Derinliği (m)	Tabaka Derinliği (m)	Numune No	Numune Derinliği (m)	Numune Türü	SPT DENEYİ											JEOLOJİK KESİT	ZEMİN TANIMLAMASI
					Darbe Sayısı				Grafik								
					15	30	45	N	10	20	30	40	50	60			
1																0-10 m Düzgün Dane Dağılımlı Az Çakıllı Kil-Kum Ardalanması	
2																	
3					8	8	9										
4																	
5																	
6					8	9	11										
7																	
8																	
9					R	R	R										
10																	
ZEMİN DEĞERLENDİRMESİ SPT : İnce taneli - Katı													Ayrışma Derecesi : 0-10 mt. Orta derece ayrılmış (W3)				
İnce Taneli (Kohezyonlu)					İri Taneli (Kohezyonlu)												
N : 0-2 Çok Yumuşak N: 2-4 Yumuşak N:4-8 Orta Katı N:8-15 Katı N:15-30 Çok Katı N: > 50 Sert					N : 0-4 Çok Gevşek N : 5-10 Gevşek N : 11-30 Orta N : 31-50 Sıkı N : > 50 Çok Sıkı								W1 Taze (Ayrılmamış) W2 Az Ayrılmış W3 Orta Derece Ayrılmış W4 Ayrılmış W5 Tamamen Ayrılmış				

Ek Şekil 1.4. 1179 Numaralı parselde açılan SK5 nolu zemin sondaj logu.

Başlangıç Tarihi : 04.05.2014					Sondaj Yeri (UTM) : 4320970 / 5431178					Aktuluk Mah. 1179 parsel-SK6 sondajı							
Bitiş Tarihi : 04.05.2014					Sorumlu Jeoloji Müh.					Onur ŞAHİNOL							
Sondaj Derinliği (m)	Tabaka Derinliği (m)	Numune No	Numune Derinliği (m)	Numune Türü	SPT DENEYİ											JEOLOJİK KESİT	ZEMİN TANIMLAMASI
					Darbe Sayısı				Grafik								
					15	30	45	N	10	20	30	40	50	60			
1																	
2																	
3					8	8	9										
4																	
5																	
6					8	9	11										
7																	
8																	
9					R	R	R										
10																	
ZEMİN DEĞERLENDİRMESİ SPT : İnce taneli - Katı												Ayrışma Derecesi : 0-2 mt. Ayrışmış (W4) 2-10 mt. Orta derece ayrışmış (W3)					
İnce Taneli (Kohezyonlu)					İri Taneli (Kohezyonlu)												
N : 0-2 Çok Yumuşak N: 2-4 Yumuşak N:4-8 Orta Katı N:8-15 Katı N:15-30 Çok Katı N: > 50 Sert					N : 0-4 Çok Gevşek N : 5-10 Gevşek N : 11-30 Orta N : 31-50 Sıkı N : > 50 Çok Sıkı							W1 Taze (Ayrışmamış) W2 Az Ayrışmış W3 Orta Derece Ayrışmış W4 Ayrışmış W5 Tamamen Ayrışmış					

Ek Şekil 1.5. 1179 Numaralı parselde açılan SK6 nolu zemin sondaj logu.

Başlangıç Tarihi : 04.05.2014		Sondaj Yeri (UTM) : 4320961 / 543164		Aktuluk Mah. 1179 parsel-SK7 sondajı													
Bitiş Tarihi : 04.05.2014		Sorumlu Jeoloji Müh.		Onur ŞAHİNOL													
Sondaj Derinliği (m)	Tabaka Derinliği (m)	Numune No	Numune Derinliği (m)	Numune Türü	SPT DENEYİ											JEOLOJİK KESİT	ZEMİN TANIMLAMASI
					Darbe Sayısı				Grafik								
					15	30	45	N	10	20	30	40	50	60			
1																	
2																	
3					8	9	10										
4																	
5																	
6					R	R	R										
7																	
8																	
9					10	11	13										
10																	
ZEMİN DEĞERLENDİRMESİ SPT : İnce taneli - Katı													Ayrışma Derecesi : 0-10 mt. Orta derece ayrılmış (W3)				
İnce Taneli (Kohezyonlu)					İri Taneli (Kohezyonlu)												
N : 0-2 Çok Yumuşak N: 2-4 Yumuşak N:4-8 Orta Katı N:8-15 Katı N:15-30 Çok Katı N: > 50 Sert					N : 0-4 Çok Gevşek N : 5-10 Gevşek N : 11-30 Orta N : 31-50 Sıkı N : > 50 Çok Sıkı								W1 Taze (Ayrılmamış) W2 Az Ayrılmış W3 Orta Derece Ayrılmış W4 Ayrılmış W5 Tamamen Ayrılmış				

Ek Şekil 1.6. 1179 Numaralı parselde açılan SK7 nolu zemin sondaj logu.

Başlangıç Tarihi : 04.05.2014					Sondaj Yeri (UTM) : 4320978 / 543155					Aktuluk Mah. 1179 parsel-SK8 sondajı							
Bitiş Tarihi : 04.05.2014					Sorumlu Jeoloji Müh.					Onur ŞAHİNOL							
Sondaj Derinliği (m)	Tabaka Derinliği (m)	Numune No	Numune Derinliği (m)	Numune Türü	SPT DENEYİ											JEOLOJİK KESİT	ZEMİN TANIMLAMASI
					Darbe Sayısı				Grafik								
					15	30	45	N	10	20	30	40	50	60			
1																	
2																	
3					7	8	8										
4																	
5																	
6					8	9	10										
7																	
8																	
9					R	R	R										
10																	
ZEMİN DEĞERLENDİRMESİ SPT : İnce taneli - Katı													Ayrışma Derecesi : 0-10 mt. Orta derece ayrılmış (W3)				
İnce Taneli (Kohezyonlu)					İri Taneli (Kohezyonlu)												
N : 0-2 Çok Yumuşak N: 2-4 Yumuşak N:4-8 Orta Katı N:8-15 Katı N:15-30 Çok Katı N: > 50 Sert					N : 0-4 Çok Gevşek N : 5-10 Gevşek N : 11-30 Orta N : 31-50 Sıkı N :> 50 Çok Sıkı								W1 Taze (Ayrılmamış) W2 Az Ayrılmış W3 Orta Derece Ayrılmış W4 Ayrılmış W5 Tamamen Ayrılmış				

Ek Şekil 1.7. 1179 Numaralı parselde açılan SK8 nolu zemin sondaj logu.

Başlangıç Tarihi : 04.05.2014					Sondaj Yeri (UTM) : 4321000 / 543153					Aktuluk Mah. 1179 parsel-SK9 sondajı							
Bitiş Tarihi : 04.05.2014					Sorumlu Jeoloji Müh.					Onur ŞAHİNOL							
Sondaj Derinliği (m)	Tabaka Derinliği (m)	Numune No	Numune Derinliği (m)	Numune Türü	SPT DENEYİ											JEOLOJİK KESİT	ZEMİN TANIMLAMASI
					Darbe Sayısı				Grafik								
					15	30	45	N	10	20	30	40	50	60			
1																	
2																	
3					8	8	9										
4																	
5																	
6					9	9	10										
7																	
8																	
9					R	R	R										
10																	
ZEMİN DEĞERLENDİRMESİ SPT : İnce taneli - Katı												Ayrışma Derecesi : 0-2 mt. Ayrışmış (W4) 2-10 mt. Orta derece ayrışmış (W3)					
İnce Taneli (Kohezyonlu)					İri Taneli (Kohezyonlu)												
N : 0-2 Çok Yumuşak N: 2-4 Yumuşak N:4-8 Orta Katı N:8-15 Katı N:15-30 Çok Katı N: > 50 Sert					N : 0-4 Çok Gevşek N : 5-10 Gevşek N : 11-30 Orta N : 31-50 Sıkı N : > 50 Çok Sıkı							W1 Taze (Ayrışmamış) W2 Az Ayrışmış W3 Orta Derece Ayrışmış W4 Ayrışmış W5 Tamamen Ayrışmış					

Ek Şekil 1.8. 1179 Numaralı parselde açılan SK9 nolu zemin sondaj logu.

Başlangıç Tarihi : 04.05.2014					Sondaj Yeri (UTM) : 4321024 / 543153					Aktuluk Mah. 1179 parsel-SK10 sondajı							
Bitiş Tarihi : 04.05.2014					Sorumlu Jeoloji Müh.					Onur ŞAHİNOL							
Sondaj Derinliği (m)	Tabaka Derinliği (m)	Numune No	Numune Derinliği (m)	Numune Türü	SPT DENEYİ											JEOLOJİK KESİT	ZEMİN TANIMLAMASI
					Darbe Sayısı				Grafik								
					15	30	45	N	10	20	30	40	50	60			
1																0-10 m Düzgün Dane Dağılımlı Az Çakıllı Kil-Kum Ardalanması	
2																	
3					7	9	9										
4																	
5																	
6					9	10	11										
7																	
8																	
9					R	R	R										
10																	
ZEMİN DEĞERLENDİRMESİ SPT : İnce taneli - Katı													Ayrışma Derecesi : 0-10 mt. Orta derece ayrılmış (W3)				
İnce Taneli (Kohezyonlu)					İri Taneli (Kohezyonlu)												
N : 0-2 Çok Yumuşak N: 2-4 Yumuşak N:4-8 Orta Katı N:8-15 Katı N:15-30 Çok Katı N: > 50 Sert					N : 0-4 Çok Gevşek N : 5-10 Gevşek N : 11-30 Orta N : 31-50 Sıkı N :> 50 Çok Sıkı								W1 Taze (Ayrılmamış) W2 Az Ayrılmış W3 Orta Derece Ayrılmış W4 Ayrılmış W5 Tamamen Ayrılmış				

Ek Şekil 1.9. 1179 Numaralı parselde açılan SK10 nolu zemin sondaj logu.

Başlangıç Tarihi : 04.05.2014					Sondaj Yeri (UTM) : 4321037 / 543160					Aktuluk Mah. 1179 parsel-SK11 sondajı							
Bitiş Tarihi : 04.05.2014					Sorumlu Jeoloji Müh.					Onur ŞAHİNOL							
Sondaj Derinliği (m)	Tabaka Derinliği (m)	Numune No	Numune Derinliği (m)	Numune Türü	SPT DENEYİ											JEOLOJİK KESİT	ZEMİN TANIMLAMASI
					Darbe Sayısı				Grafik								
					15	30	45	N	10	20	30	40	50	60			
1																0-10 m Düzgün Dane Dağılımlı Az Çakıllı Kil-Kum Ardalanması	
2																	
3					7	8	9										
4																	
5																	
6					8	8	9										
7																	
8																	
9					R	R	R										
10																	
ZEMİN DEĞERLENDİRMESİ SPT : İnce taneli - Katı												Ayrışma Derecesi : 0-10 mt. Orta derece ayrılmış (W3)					
İnce Taneli (Kohezyonlu)					İri Taneli (Kohezyonlu)												
N : 0-2 Çok Yumuşak N: 2-4 Yumuşak N:4-8 Orta Katı N:8-15 Katı N:15-30 Çok Katı N: > 50 Sert					N : 0-4 Çok Gevşek N : 5-10 Gevşek N : 11-30 Orta N : 31-50 Sıkı N : > 50 Çok Sıkı							W1 Taze (Ayrılmamış) W2 Az Ayrılmış W3 Orta Derece Ayrılmış W4 Ayrılmış W5 Tamamen Ayrılmış					

Ek Şekil 1.10. 1179 Numaralı parselde açılan SK11 nolu zemin sondaj logu.

Başlangıç Tarihi : 04.05.2014					Sondaj Yeri (UTM) : 4320992 / 543181					Aktuluk Mah. 1179 parsel-SK12 sondajı							
Bitiş Tarihi : 04.05.2014					Sorumlu Jeoloji Müh.					Onur ŞAHİNOL							
Sondaj Derinliği (m)	Tabaka Derinliği (m)	Numune No	Numune Derinliği (m)	Numune Türü	SPT DENEYİ											JEOLOJİK KESİT	ZEMİN TANIMLAMASI
					Darbe Sayısı				Grafik								
					15	30	45	N	10	20	30	40	50	60			
1																0-10 m Düzgün Dane Dağılımlı Az Çakıllı Kil-Kum Ardalanması	
2																	
3					8	9	9										
4																	
5																	
6					9	10	11										
7																	
8																	
9					R	R	R										
10																	
ZEMİN DEĞERLENDİRMESİ SPT : İnce taneli - Katı													Ayrışma Derecesi : 0-10 mt. Orta derece ayrılmış (W3)				
İnce Taneli (Kohezyonlu)					İri Taneli (Kohezyonlu)												
N : 0-2 Çok Yumuşak N: 2-4 Yumuşak N:4-8 Orta Katı N:8-15 Katı N:15-30 Çok Katı N: > 50 Sert					N : 0-4 Çok Gevşek N : 5-10 Gevşek N : 11-30 Orta N : 31-50 Sıkı N :> 50 Çok Sıkı								W1 Taze (Ayrılmamış) W2 Az Ayrılmış W3 Orta Derece Ayrılmış W4 Ayrılmış W5 Tamamen Ayrılmış				

Ek Şekil 1.11. 1179 Numaralı parselde açılan SK12 nolu zemin sondaj logu.

Başlangıç Tarihi : 04.05.2014					Sondaj Yeri (UTM) : 4320985 / 543194					Aktuluk Mah. 1179 parsel-SK13 sondajı							
Bitiş Tarihi : 04.05.2014					Sorumlu Jeoloji Müh.					Onur ŞAHİNOL							
Sondaj Derinliği (m)	Tabaka Derinliği (m)	Numune No	Numune Derinliği (m)	Numune Türü	SPT DENEYİ											JEOLOJİK KESİT	ZEMİN TANIMLAMASI
					Darbe Sayısı				Grafik								
					15	30	45	N	10	20	30	40	50	60			
1																	
2																	
3					7	9	9										
4																	
5																	
6					9	10	11										
7																	
8																	
9					R	R	R										
10																	
ZEMİN DEĞERLENDİRMESİ SPT : İnce taneli - Katı												Ayrışma Derecesi : 0-10 mt. Orta derece ayrılmış (W3)					
İnce Taneli (Kohezyonlu)					İri Taneli (Kohezyonlu)												
N : 0-2 Çok Yumuşak N: 2-4 Yumuşak N:4-8 Orta Katı N:8-15 Katı N:15-30 Çok Katı N: > 50 Sert					N : 0-4 Çok Gevşek N : 5-10 Gevşek N : 11-30 Orta N : 31-50 Sıkı N : > 50 Çok Sıkı							W1 Taze (Ayrılmamış) W2 Az Ayrılmış W3 Orta Derece Ayrılmış W4 Ayrılmış W5 Tamamen Ayrılmış					

Ek Şekil 1.12. 1179 Numaralı parselde açılan SK-13 nolu zemin sondaj logu.

Başlangıç Tarihi : 04.05.2014					Sondaj Yeri (UTM) : 4320977 / 543214					Aktuluk Mah. 1179 parsel-SK14 sondajı							
Bitiş Tarihi : 04.05.2014					Sorumlu Jeoloji Müh.					Onur ŞAHİNOL							
Sondaj Derinliği (m)	Tabaka Derinliği (m)	Numune No	Numune Derinliği (m)	Numune Türü	SPT DENEYİ											JEOLOJİK KESİT	ZEMİN TANIMLAMASI
					Darbe Sayısı				Grafik								
					15	30	45	N	10	20	30	40	50	60			
1																0-10 m Düzgün Dane Dağılımlı Az Çakıllı Kil-Kum Ardalanması	
2																	
3					7	8	9										
4																	
5																	
6					9	10	11										
7																	
8																	
9					R	R	R										
10																	
ZEMİN DEĞERLENDİRMESİ SPT : İnce taneli - Katı												Ayrışma Derecesi : 0-2 mt. Ayrışmış (W4) 2-10 mt. Orta derece ayrışmış (W3)					
İnce Taneli (Kohezyonlu)					İri Taneli (Kohezyonlu)												
N : 0-2 Çok Yumuşak N: 2-4 Yumuşak N:4-8 Orta Katı N:8-15 Katı N:15-30 Çok Katı N: > 50 Sert					N : 0-4 Çok Gevşek N : 5-10 Gevşek N : 11-30 Orta N : 31-50 Sıkı N : > 50 Çok Sıkı							W1 Taze (Ayrışmamış) W2 Az Ayrışmış W3 Orta Derece Ayrışmış W4 Ayrışmış W5 Tamamen Ayrışmış					

Ek Şekil 1.13. 1179 Numaralı parselde açılan SK-14 nolu zemin sondaj logu.

Başlangıç Tarihi : 04.05.2014					Sondaj Yeri (UTM) : 4321050 / 5432171					Aktuluk Mah. 1179 parsel-SK15 sondajı							
Bitiş Tarihi : 04.05.2014					Sorumlu Jeoloji Müh.					Onur ŞAHİNOL							
Sondaj Derinliği (m)	Tabaka Derinliği (m)	Numune No	Numune Derinliği (m)	Numune Türü	SPT DENEYİ											JEOLOJİK KESİT	ZEMİN TANIMLAMASI
					Darbe Sayısı				Grafik								
					15	30	45	N	10	20	30	40	50	60			
1																0-10 m Düzgün Dane Dağılımlı Az Çakıllı Kil-Kum Ardalanması	
2																	
3					8	9	9										
4																	
5																	
6					9	9	11										
7																	
8																	
9					10	12	12										
10																	
ZEMİN DEĞERLENDİRMESİ SPT : İnce taneli - Katı												Ayrışma Derecesi : 0-2 mt. Ayrışmış (W4) 2-10 mt. Orta derece ayrışmış (W3)					
İnce Taneli (Kohezyonlu)					İri Taneli (Kohezyonlu)												
N : 0-2 Çok Yumuşak N: 2-4 Yumuşak N:4-8 Orta Katı N:8-15 Katı N:15-30 Çok Katı N: > 50 Sert					N : 0-4 Çok Gevşek N : 5-10 Gevşek N : 11-30 Orta N : 31-50 Sıkı N : > 50 Çok Sıkı							W1 Taze (Ayrışmamış) W2 Az Ayrışmış W3 Orta Derece Ayrışmış W4 Ayrışmış W5 Tamamen Ayrışmış					

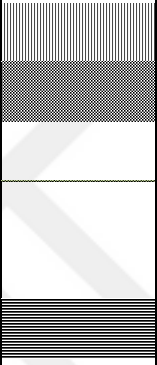
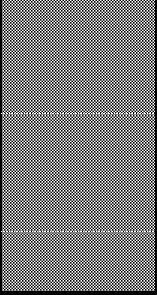
Ek Şekil 1.14. 1179 Numaralı parselde açılan SK15 nolu zemin sondaj logu.

Başlangıç Tarihi : 04.05.2014					Sondaj Yeri (UTM) : 4321033 / 5432181					Aktuluk Mah. 1179 parsel-SK16 sondajı							
Bitiş Tarihi : 04.05.2014					Sorumlu Jeoloji Müh.					Onur ŞAHİNOL							
Sondaj Derinliği (m)	Tabaka Derinliği (m)	Numune No	Numune Derinliği (m)	Numune Türü	SPT DENEYİ											JEOLOJİK KESİT	ZEMİN TANIMLAMASI
					Darbe Sayısı				Grafik								
					15	30	45	N	10	20	30	40	50	60			
1																	
2																	
3					8	9	10										
4																	
5																	
6					10	11	11										
7																	
8																	
9					10	11	12										
10																	
ZEMİN DEĞERLENDİRMESİ SPT : İnce taneli - Katı												Ayrışma Derecesi : 0-10 mt. Orta derece ayrılmış (W3)					
İnce Taneli (Kohezyonlu)					İri Taneli (Kohezyonlu)												
N : 0-2 Çok Yumuşak N: 2-4 Yumuşak N:4-8 Orta Katı N:8-15 Katı N:15-30 Çok Katı N: > 50 Sert					N : 0-4 Çok Gevşek N : 5-10 Gevşek N : 11-30 Orta N : 31-50 Sıkı N :> 50 Çok Sıkı							W1 Taze (Ayrılmamış) W2 Az Ayrılmış W3 Orta Derece Ayrılmış W4 Ayrılmış W5 Tamamen Ayrılmış					

Ek Şekil 1.15. 1179 Numaralı parselde açılan SK-16 nolu zemin sondaj logu.

Başlangıç Tarihi : 04.05.2014					Sondaj Yeri (UTM) : 4321018 / 5432191					Aktuluk Mah. 1179 parsel-SK17 sondajı							
Bitiş Tarihi : 04.05.2014					Sorumlu Jeoloji Müh.					Onur ŞAHİNOL							
Sondaj Derinliği (m)	Tabaka Derinliği (m)	Numune No	Numune Derinliği (m)	Numune Türü	SPT DENEYİ											JEOLOJİK KESİT	ZEMİN TANIMLAMASI
					Darbe Sayısı				Grafik								
					15	30	45	N	10	20	30	40	50	60			
1																	
2																	
3					8	8	9										
4																	
5																	
6					9	10	11										
7																	
8																	
9					14	11	12										
10																	
ZEMİN DEĞERLENDİRMESİ SPT : İnce taneli - Katı												Ayrışma Derecesi : 0-10 mt. Orta derece ayrılmış (W3)					
İnce Taneli (Kohezyonlu)					İri Taneli (Kohezyonlu)												
N : 0-2 Çok Yumuşak N: 2-4 Yumuşak N:4-8 Orta Katı N:8-15 Katı N:15-30 Çok Katı N: > 50 Sert					N : 0-4 Çok Gevşek N : 5-10 Gevşek N : 11-30 Orta N : 31-50 Sıkı N : > 50 Çok Sıkı							W1 Taze (Ayrılmamış) W2 Az Ayrılmış W3 Orta Derece Ayrılmış W4 Ayrılmış W5 Tamamen Ayrılmış					

Ek Şekil 1.16. 1179 Numaralı parselde açılan SK-17 nolu zemin sondaj logu.

Başlangıç Tarihi : 04.05.2014					Sondaj Yeri (UTM) : 4321003 / 543213					Aktuluk Mah. 1179 parsel-SK18 sondajı							
Bitiş Tarihi : 04.05.2015					Sorumlu Jeoloji Müh.					Onur ŞAHİNOL							
Sondaj Derinliği (m)	Tabaka Derinliği (m)	Numune No	Numune Derinliği (m)	Numune Türü	SPT DENEYİ											JEOLOJİK KESİT	ZEMİN TANIMLAMASI
					Darbe Sayısı				Grafik								
					15	30	45	N	10	20	30	40	50	60			
1																	0-10 m Düzgün Dane Dağılımlı Az Çakıllı Kil-Kum Ardalanması
2																	
3					9	10	11										
4																	
5																	
6					10	11	11										
7																	
8																	
9					R	R	R										
10																	
11																	10-15 m Alüvyon
12																	
13																	
14																	
15																	
ZEMİN DEĞERLENDİRMESİ SPT : İnce taneli - Katı											Ayrışma Derecesi : 0-15 mt. Orta derece ayrılmış (W3)						
İnce Taneli (Kohezyonlu)					İri Taneli (Kohezyonlu)												
N : 0-2 Çok Yumuşak N: 2-4 Yumuşak N:4-8 Orta Katı N:8-15 Katı N:15-30 Çok Katı N: > 50 Sert					N : 0-4 Çok Gevşek N : 5-10 Gevşek N : 11-30 Orta N : 31-50 Sıkı N :> 50 Çok Sıkı						W1 Taze (Ayrılmamış) W2 Az Ayrılmış W3 Orta Derece Ayrılmış W4 Ayrılmış W5 Tamamen Ayrılmış						

Ek Şekil 1.17. 1179 Numaralı parselde açılan SK18 nolu zemin sondaj logu

Başlangıç Tarihi : 04.05.2014					Sondaj Yeri (UTM) : 4321047 / 543191					Aktuluk Mah. 1179 parsel-SK19 sondajı							
Bitiş Tarihi : 04.05.2015					Sorumlu Jeoloji Müh.					Onur ŞAHİNOL							
Sondaj Derinliği (m)	Tabaka Derinliği (m)	Numune No	Numune Derinliği (m)	Numune Türü	SPT DENEYİ											JEOLOJİK KESİT	ZEMİN TANIMLAMASI
					Darbe Sayısı				Grafik								
					15	30	45	N	10	20	30	40	50	60			
1																	
2																	
3					8	9	10										
4																	
5																	
6					9	9	11										
7																	
8																	
9					10	9	10										
10																	
11																	
12																	
13																	
14																	
15																	
ZEMİN DEĞERLENDİRMESİ SPT : İnce taneli - Katı													Ayrışma Derecesi : 0-15 mt. Orta derece ayrılmış (W3)				
İnce Taneli (Kohezyonlu)					İri Taneli (Kohezyonlu)												
N : 0-2 Çok Yumuşak N: 2-4 Yumuşak N:4-8 Orta Katı N:8-15 Katı N:15-30 Çok Katı N: > 50 Sert					N : 0-4 Çok Gevşek N : 5-10 Gevşek N : 11-30 Orta N : 31-50 Sıkı N :> 50 Çok Sıkı								W1 Taze (Ayrılmamış) W2 Az Ayrılmış W3 Orta Derece Ayrılmış W4 Ayrılmış W5 Tamamen Ayrılmış				

Ek Şekil 1.18. 1179 Numaralı parselde açılan SK19 nolu zemin sondaj logu.

Başlangıç Tarihi : 04.05.2014					Sondaj Yeri (UTM) : 4321023 / 543213					Aktuluk Mah. 1179 parsel-SK20 sondajı							
Bitiş Tarihi : 04.05.2015					Sorumlu Jeoloji Müh.					Onur ŞAHİNOL							
Sondaj Derinliği (m)	Tabaka Derinliği (m)	Numune No	Numune Derinliği (m)	Numune Türü	SPT DENEYİ											JEOLOJİK KESİT	ZEMİN TANIMLAMASI
					Darbe Sayısı				Grafik								
					15	30	45	N	10	20	30	40	50	60			
1																	
2																	
3					8	8	9										
4																	
5																	
6					8	10	10										
7																	
8																	
9					11	12	14										
10																	
11																	
12																	
13																	
14																	
15																	
ZEMİN DEĞERLENDİRMESİ SPT : İnce taneli - Katı												Ayrışma Derecesi : 0-15 mt. Orta derece ayrılmış (W3)					
İnce Taneli (Kohezyonlu)					İri Taneli (Kohezyonlu)												
N : 0-2 Çok Yumuşak N: 2-4 Yumuşak N:4-8 Orta Katı N:8-15 Katı N:15-30 Çok Katı N: > 50 Sert					N : 0-4 Çok Gevşek N : 5-10 Gevşek N : 11-30 Orta N : 31-50 Sıkı N :> 50 Çok Sıkı							W1 Taze (Ayrılmamış) W2 Az Ayrılmış W3 Orta Derece Ayrılmış W4 Ayrılmış W5 Tamamen Ayrılmış					

Ek Şekil 1.19. 1179 Numaralı parselde açılan SK20 nolu zemin sondaj logu.

Başlangıç Tarihi : 04.05.2014					Sondaj Yeri (UTM) : 4321047 / 543210					Aktuluk Mah. 1179 parsel-SK21 sondajı							
Bitiş Tarihi : 04.05.2015					Sorumlu Jeoloji Müh.					Onur ŞAHİNOL							
Sondaj Derinliği (m)	Tabaka Derinliği (m)	Numune No	Numune Derinliği (m)	Numune Türü	SPT DENEYİ											JEOLOJİK KESİT	ZEMİN TANIMLAMASI
					Darbe Sayısı				Grafik								
					15	30	45	N	10	20	30	40	50	60			
1																	
2																	
3					8	8	11										
4																	
5																	
6					10	10	11										
7																	
8																	
9					11	12	12										
10																	
11																0-15 m Düzgün Dane Dağılımlı Az Çakıllı Kil-Kum Ardalanması	
12																	
13																	
14																	
15																	
ZEMİN DEĞERLENDİRMESİ SPT : İnce taneli - Katı											Ayrışma Derecesi : 0-15 mt. Orta derece ayrılmış (W3)						
İnce Taneli (Kohezyonlu)					İri Taneli (Kohezyonlu)												
N : 0-2 Çok Yumuşak N: 2-4 Yumuşak N:4-8 Orta Katı N:8-15 Katı N:15-30 Çok Katı N: > 50 Sert					N : 0-4 Çok Gevşek N : 5-10 Gevşek N : 11-30 Orta N : 31-50 Sıkı N :> 50 Çok Sıkı					W1 Taze (Ayrılmamış) W2 Az Ayrılmış W3 Orta Derece Ayrılmış W4 Ayrılmış W5 Tamamen Ayrılmış							

Ek Şekil 1.20. 1179 Numaralı parselde açılan SK21 nolu zemin sondaj logu.

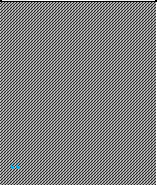
Başlangıç Tarihi : 04.05.2014					Sondaj Yeri (UTM) : 4321037 / 543235					Aktuluk Mah. 1179 parsel-SK22 sondajı							
Bitiş Tarihi : 04.05.2015					Sorumlu Jeoloji Müh.					Onur ŞAHİNOL							
Sondaj Derinliği (m)	Tabaka Derinliği (m)	Numune No	Numune Derinliği (m)	Numune Türü	SPT DENEYİ											JEOLOJİK KESİT	ZEMİN TANIMLAMASI
					Darbe Sayısı				Grafik								
					15	30	45	N	10	20	30	40	50	60			
1																	
2																	
3					7	8	9										
4																	
5																	
6					8	9	11										
7																	
8																	
9					R	R	R										
10																	
11																0-15 m Düzgün Dane Dağılımlı Az Çakıllı Kil-Kum Ardalanması	
12																	
13																	
14																	
15																	
ZEMİN DEĞERLENDİRMESİ SPT : İnce taneli - Katı											Ayrışma Derecesi : 0-2 mt. Ayrışmış (W4) 2-15 mt. Orta derece ayrışmış (W3)						
İnce Taneli (Kohezyonlu)					İri Taneli (Kohezyonlu)												
N : 0-2 Çok Yumuşak N: 2-4 Yumuşak N:4-8 Orta Katı N:8-15 Katı N:15-30 Çok Katı N: > 50 Sert					N : 0-4 Çok Gevşek N : 5-10 Gevşek N : 11-30 Orta N : 31-50 Sıkı N : > 50 Çok Sıkı					W1 Taze (Ayrışmamış) W2 Az Ayrışmış W3 Orta Derece Ayrışmış W4 Ayrışmış W5 Tamamen Ayrışmış							

Ek Şekil 1.21. 1179 Numaralı parselde açılan SK22 nolu zemin sondaj logu.

Başlangıç Tarihi : 04.05.2014					Sondaj Yeri (UTM) : 4321068 / 543226					Aktuluk Mah. 1179 parsel-SK23 sondajı							
Bitiş Tarihi : 04.05.2015					Sorumlu Jeoloji Müh.					Onur ŞAHİNOL							
Sondaj Derinliği (m)	Tabaka Derinliği (m)	Numune No	Numune Derinliği (m)	Numune Türü	SPT DENEYİ											JEOLOJİK KESİT	ZEMİN TANIMLAMASI
					Darbe Sayısı				Grafik								
					15	30	45	N	10	20	30	40	50	60			
1																	
2																	
3					8	9	9										
4																	
5																	
6					9	10	12										
7																	
8																	
9																	
10					11	13	13										
11																	
12																	
13																	
14																	
15																	
ZEMİN DEĞERLENDİRMESİ SPT : İnce taneli - Katı											Ayrışma Derecesi : 0-15 mt. Orta derece ayrılmış (W3)						
İnce Taneli (Kohezyonlu)					İri Taneli (Kohezyonlu)												
N : 0-2 Çok Yumuşak N: 2-4 Yumuşak N:4-8 Orta Katı N:8-15 Katı N:15-30 Çok Katı N: > 50 Sert					N : 0-4 Çok Gevşek N : 5-10 Gevşek N : 11-30 Orta N : 31-50 Sıkı N : > 50 Çok Sıkı					W1 Taze (Ayrılmamış) W2 Az Ayrılmış W3 Orta Derece Ayrılmış W4 Ayrılmış W5 Tamamen Ayrılmış							

Ek Şekil 1.22. 1179 Numaralı parselde açılan SK23 nolu zemin sondaj logu.

Ek Şekil 2.

Başlangıç Tarihi : 02.09.2013					Sondaj Yeri (UTM) : 4321548 / 543895					Aktuluk Mah. 1217 parsel-SK2sondajı						
Bitiş Tarihi : 02.09.2013					Sorumlu Jeoloji Müh.					Onur ŞAHİNOL						
Sondaj Derinliği (m)	Tabaka Derinliği (m)	Numune No	Numune Derinliği (m)	Numune Türü	SPT DENEYİ										JEOLojİK KESİT	ZEMİN TANIMLAMASI
					Darbe Sayısı				Grafik							
					15	30	45	N	10	20	30	40	50	60		
1																0-3,5 mt. Yamaç Molozu
2																
3					7	8	8									
4					14	17	18									3.5-10 m Fliş
5																
6					R	R	R									
7																3.5-10 m Fliş
8																
9					R	R	R									
10																
ZEMİN DEĞERLENDİRMESİ SPT : İnce taneli - Katı										Ayrışma Derecesi : 0-2 mt. Ayrışmış (W4) 2-10 mt. Orta derece ayrışmış (W3)						
İnce Taneli (Kohezyonlu)					İri Taneli (Kohezyonlu)											
N : 0-2 Çok Yumuşak N: 2-4 Yumuşak N:4-8 Orta Katı N:8-15 Katı N:15-30 Çok Katı N: > 50 Sert					N : 0-4 Çok Gevşek N : 5-10 Gevşek N : 11-30 Orta N : 31-50 Sıkı N :> 50 Çok Sıkı					W1 Taze (Ayrışmamış) W2 Az Ayrışmış W3 Orta Derece Ayrışmış W4 Ayrışmış W5 Tamamen Ayrışmış						

Ek Şekil 2.1. 1217 Numaralı parselde açılan SK2 nolu zemin sondaj logu.

Başlangıç Tarihi : 02.09.2013					Sondaj Yeri (UTM) : 4321578 / 543910					Aktuluk Mah. 1217 parsel-SK3 sondajı							
Bitiş Tarihi : 02.09.2013					Sorumlu Jeoloji Müh.					Onur ŞAHİNOL							
Sondaj Derinliği (m)	Tabaka Derinliği (m)	Numune No	Numune Derinliği (m)	Numune Türü	SPT DENEYİ											JEOLOJİK KESİT	ZEMİN TANIMLAMASI
					Darbe Sayısı				Grafik								
					15	30	45	N	10	20	30	40	50	60			
1																0-2.0 mt. Yamaç Molozu	
2																	
3					4	12	15										
4					10	11	15									2.0-10.0 m Fliş	
5																	
6					R	R	R										
7																	
8																	
9					R	R	R										
10																	
ZEMİN DEĞERLENDİRMESİ SPT : İnce taneli - Katı												Ayrışma Derecesi : 0-2 mt. Ayrışmış (W4) 2-10 mt. Orta derece ayrışmış (W3)					
İnce Taneli (Kohezyonlu)					İri Taneli (Kohezyonlu)												
N : 0-2 Çok Yumuşak N: 2-4 Yumuşak N:4-8 Orta Katı N:8-15 Katı N:15-30 Çok Katı N: > 50 Sert					N : 0-4 Çok Gevşek N : 5-10 Gevşek N : 11-30 Orta N : 31-50 Sıkı N :> 50 Çok Sıkı							W1 Taze (Ayrışmamış) W2 Az Ayrışmış W3 Orta Derece Ayrışmış W4 Ayrışmış W5 Tamamen Ayrışmış					

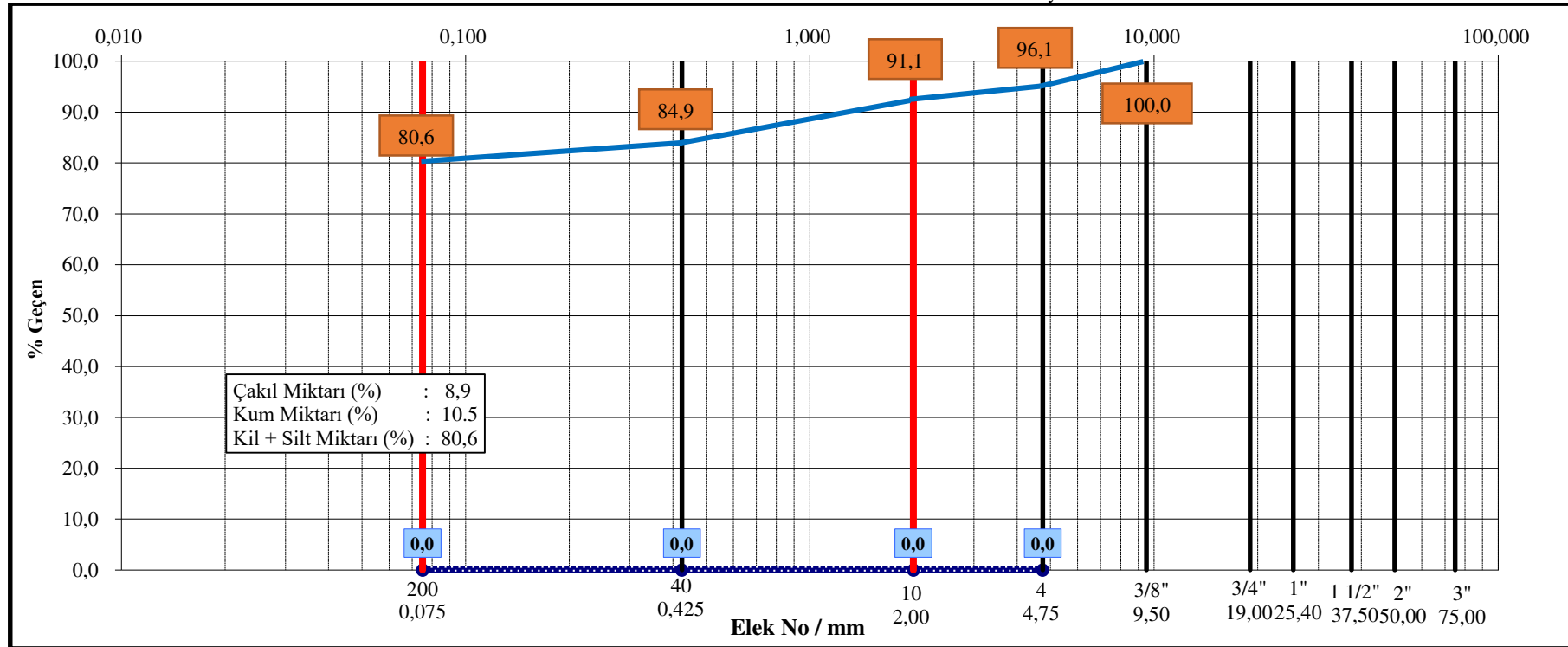
Ek Şekil 2.2. 1217 Numaralı parselde açılan SK3 nolu zemin sondaj logu.

Ek Şekil 3.

DANE ÇAPI DAĞILIMI SONUÇLARI

Deneyi Talep Eden : Tunceli Milli Emlak Müdürlüğü
Numuneyi Alan : Onur ŞAHİNOL
Alındığı Tarih : 29.05.2014
Alındığı Yer : Aktuluk Mevkii
Pafta : -
Ada / Parsel : - / 1179

Çukur / Sondaj No : SK2-D1
Derinlik (m) : 3,00
Laboratuvar No : ZL 399 – 14
Deney Rapor Tarihi : 31.05.2014
Deneyi Yapan : Dilan OKUTAN
Deney Standardı : TS 1500 / TS 1900 – ½

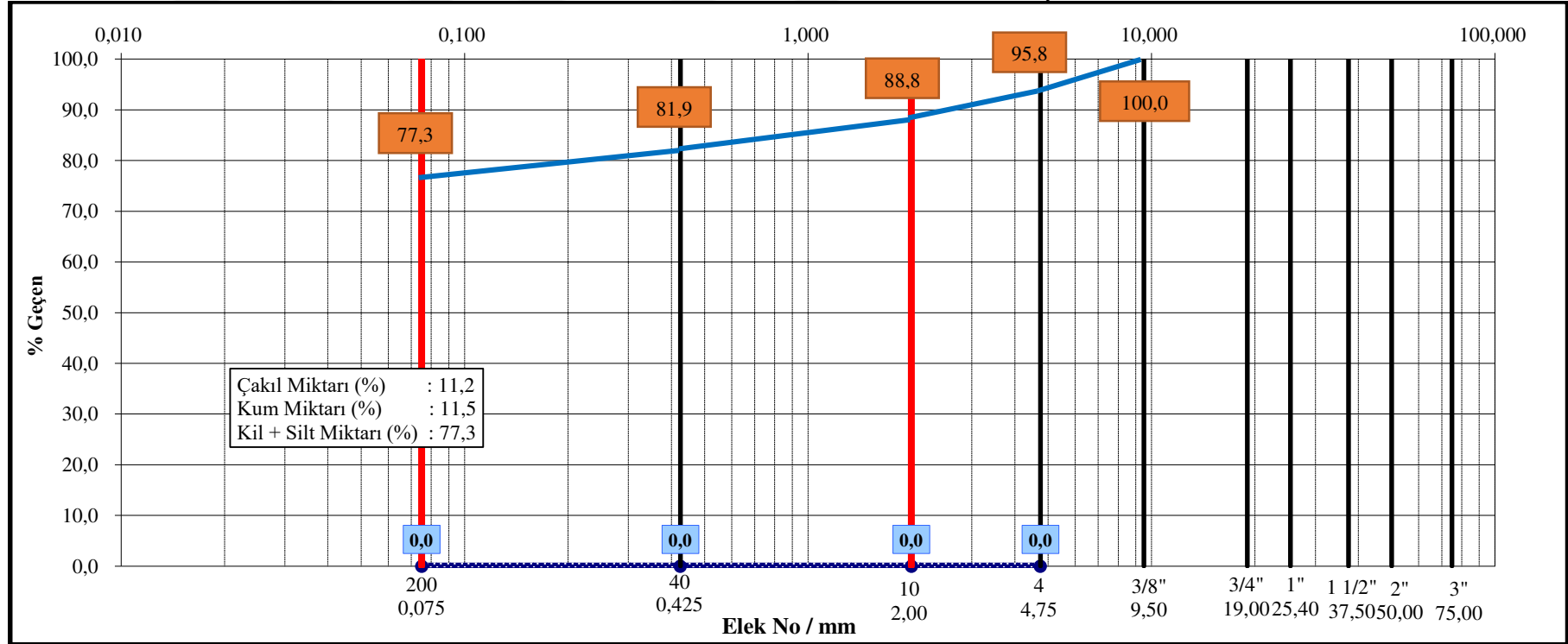


Ek Şekil 3.1. 1179 Numaralı parselde SK2'den alınan numuneler üzerinde yapılan elek analizi (dane çapı dağılımı) deney sonuçları.

DANE ÇAPI DAĞILIMI SONUÇLARI

Deneyi Talep Eden : Tunceli Milli Emlak Müdürlüğü
 Numuneyi Alan : Onur ŞAHİNOL
 Alındığı Tarih : 29.05.2014
 Alındığı Yer : Aktuluk Mevkii
 Pafta : -
 Ada / Parsel : - / 1179

Çukur / Sondaj No : SK3-D1
 Derinlik (m) : 9,00
 Laboratuvar No : ZL 399 – 14
 Deney Rapor Tarihi : 31.05.2014
 Deneyi Yapan : Dilan OKUTAN
 Deney Standardı : TS 1500 / TS 1900 – ½

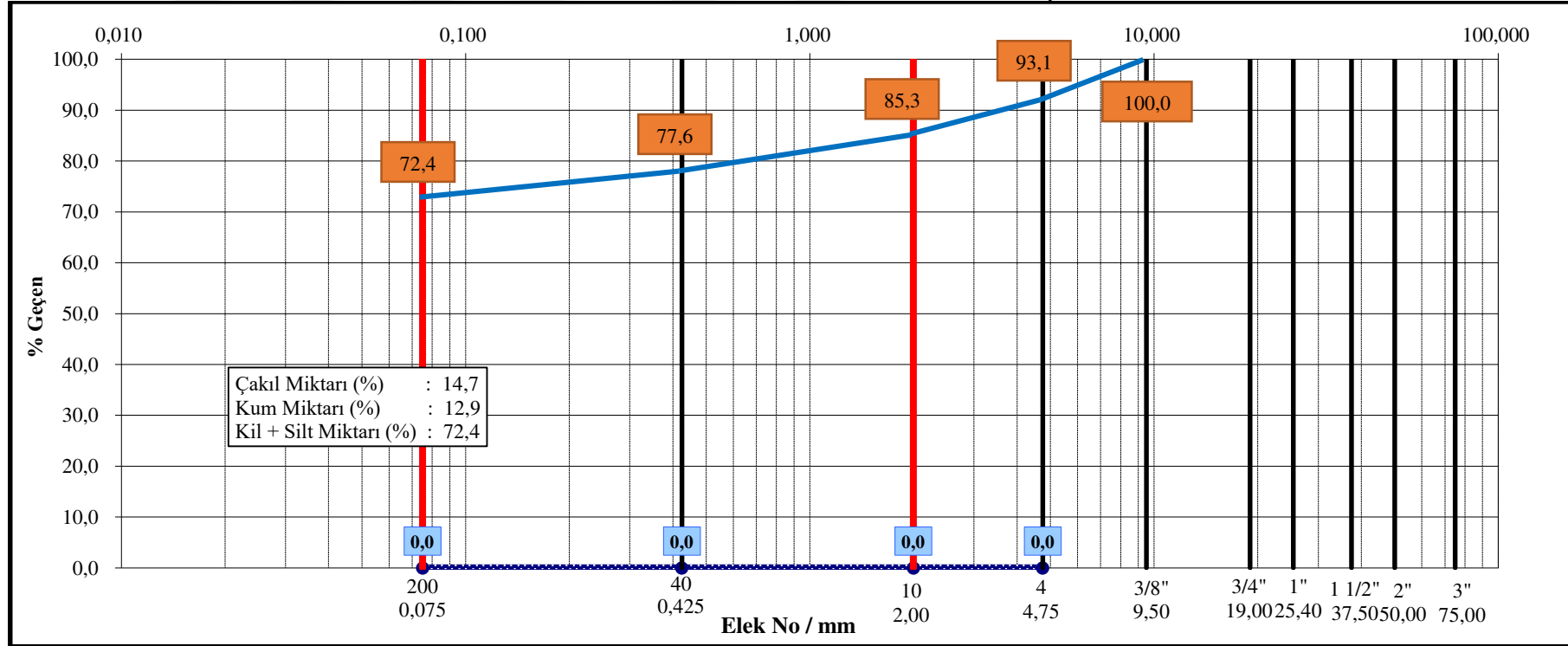


Ek Şekil 3.2. 1179 Numaralı parselde SK3'den alınan numuneler üzerinde yapılan elek analizi (dane çapı dağılımı) deney sonuçları.

DANE ÇAPI DAĞILIMI SONUÇLARI

Deneyi Talep Eden : Tunceli Milli Emlak Müdürlüğü
 Numuneyi Alan : Onur ŞAHİNOL
 Alındığı Tarih : 29.05.2014
 Alındığı Yer : Aktuluk Mevkii
 Pafta : -
 Ada / Parsel : - / 1179

Çukur / Sondaj No : SK4-D1
 Derinlik (m) : 3,00
 Laboratuvar No : ZL 399 – 14
 Deney Rapor Tarihi : 31.05.2014
 Deneyi Yapan : Dilan OKUTAN
 Deney Standardı : TS 1500 / TS 1900 – ½

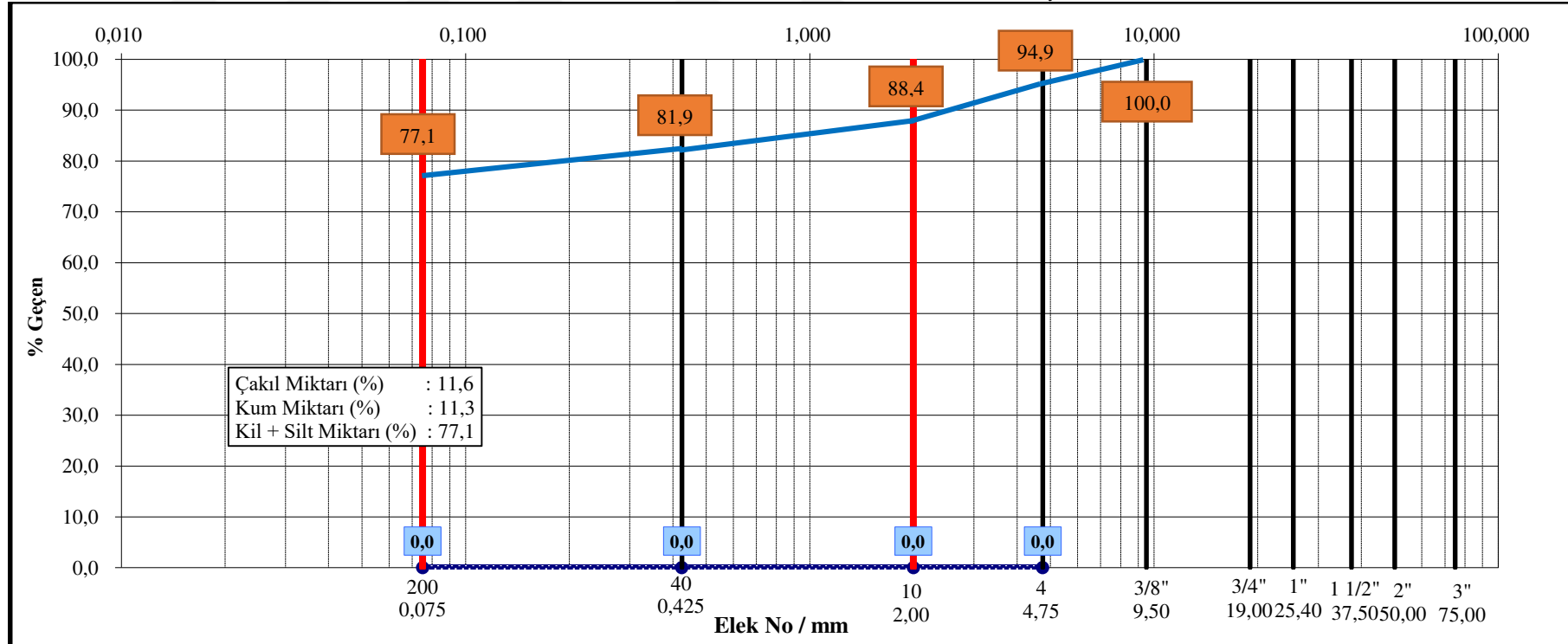


Ek Şekil 3.3. 1179 Numaralı parselde SK4'den alınan numuneler üzerinde yapılan elek analizi (dane çapı dağılımı) deney sonuçları.

DANE ÇAPI DAĞILIMI SONUÇLARI

Deneyi Talep Eden : Tunceli Milli Emlak Müdürlüğü
 Numuneyi Alan : Onur ŐAH NOL
 Alındığı Tarih : 29.05.2014
 Alındığı Yer : Aktuluk Mevkii
 Pafta : -
 Ada / Parsel : - / 1179

Çukur / Sondaj No : SK5-D1
 Derinlik (m) : 6,00
 Laboratuvar No : ZL 399 – 14
 Deney Rapor Tarihi : 31.05.2014
 Deneyi Yapan : Dilan OKUTAN
 Deney Standardı : TS 1500 / TS 1900 –   

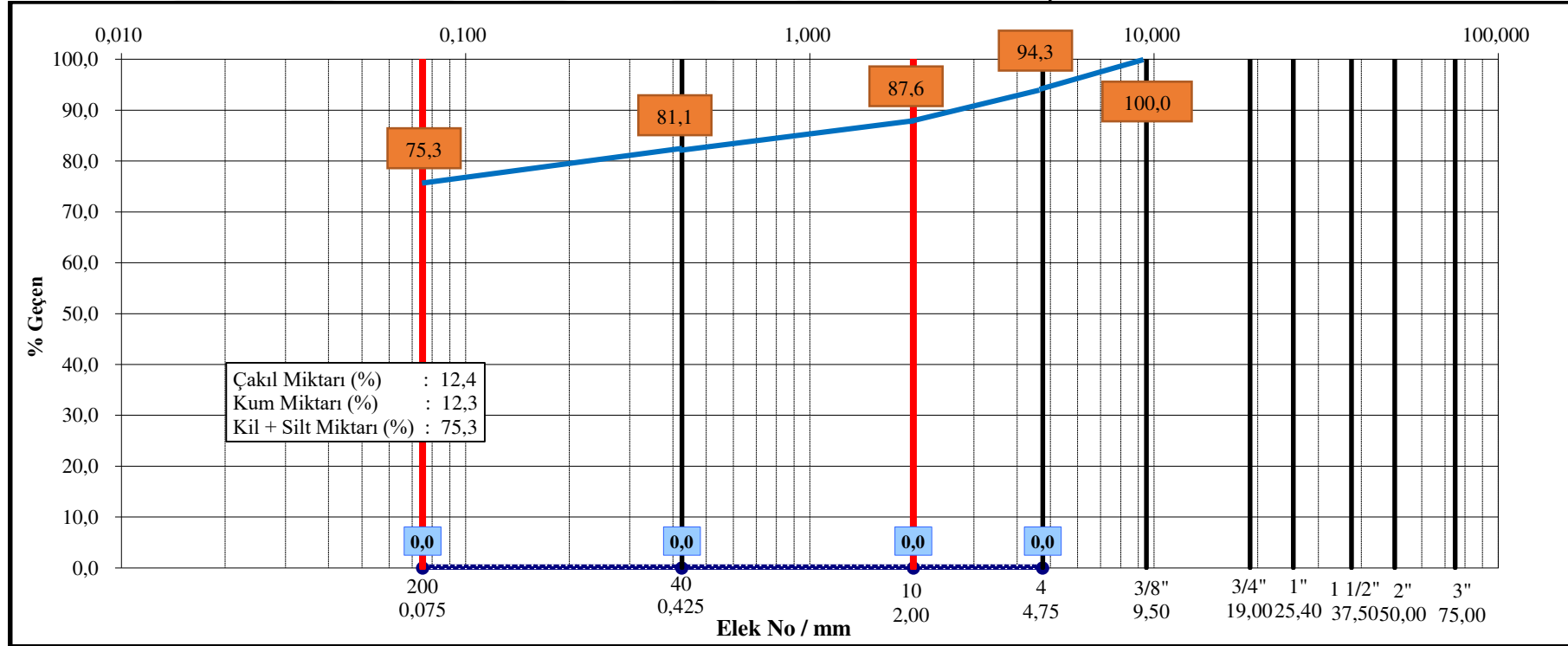


Ek Şekil 3.4. 1179 Numaralı parselde SK5'den alınan numuneler üzerinde yapılan elek analizi (dane çapı dağılımı) deney sonuçları.

DANE ÇAPI DAĞILIMI SONUÇLARI

Deneyi Talep Eden : Tunceli Milli Emlak Müdürlüğü
 Numuneyi Alan : Onur ŞAHİNOL
 Alındığı Tarih : 29.05.2014
 Alındığı Yer : Aktuluk Mevkii
 Pafta : -
 Ada / Parsel : - / 1179

Çukur / Sondaj No : SK6-D1
 Derinlik (m) : 3,00
 Laboratuvar No : ZL 399 – 14
 Deney Rapor Tarihi : 31.05.2014
 Deneyi Yapan : Dilan OKUTAN
 Deney Standardı : TS 1500 / TS 1900 –   

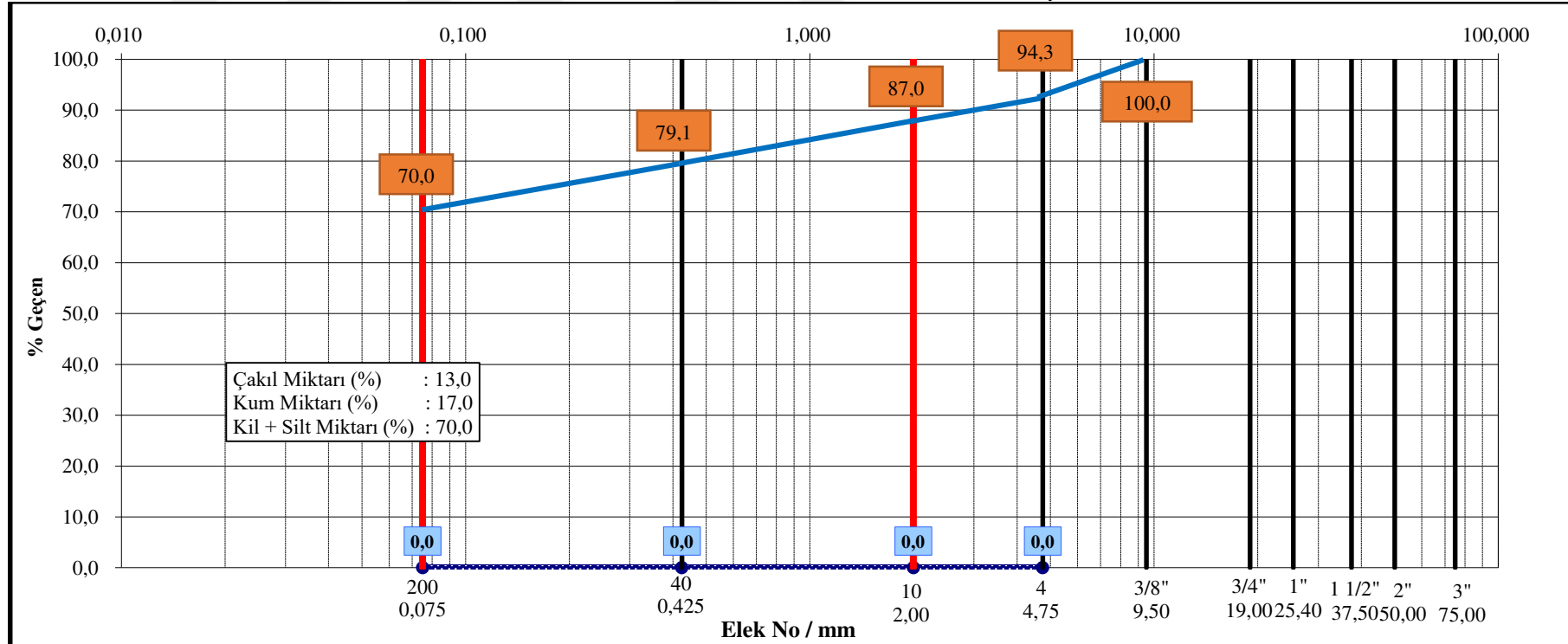


Ek Şekil 3.5. 1179 Numaralı parselde SK6'dan alınan numuneler üzerinde yapılan elek analizi (dane çapı dağılımı) deney sonuçları.

DANE ÇAPI DAĞILIMI SONUÇLARI

Deneyi Talep Eden : Tunceli Milli Emlak Müdürlüğü
 Numuneyi Alan : Onur  AH NOL
 Alındığı Tarih : 29.05.2014
 Alındığı Yer : Aktuluk Mevkii
 Pafta : -
 Ada / Parsel : - / 1179

Çukur / Sondaj No : SK7-D1
 Derinlik (m) : 9,00
 Laboratuvar No : ZL 399 – 14
 Deney Rapor Tarihi : 31.05.2014
 Deneyi Yapan : Dilan OKUTAN
 Deney Standardı : TS 1500 / TS 1900 –   

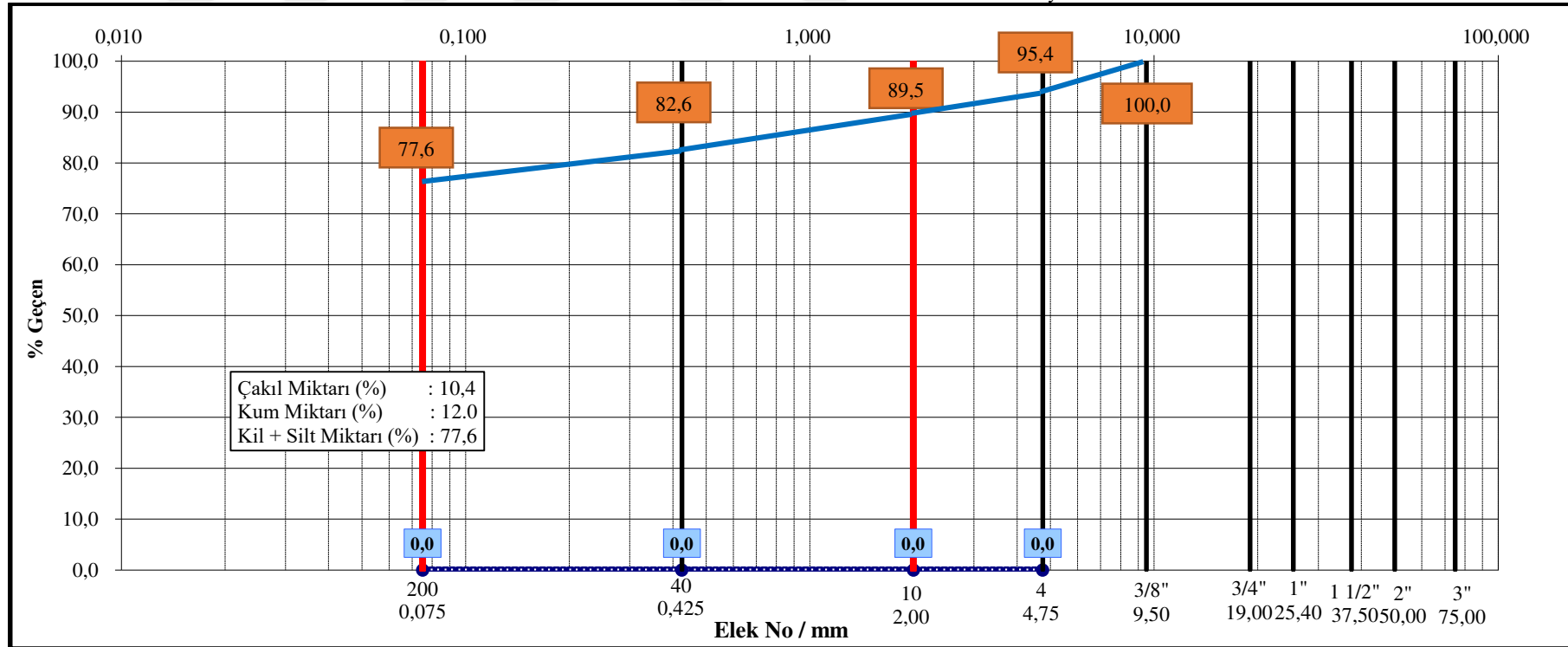


Ek  ekil 3.6. 1179 Numaralı parselde SK7'den alınan numuneler üzerinde yapılan elek analizi (dane çapı dağılımı) deney sonuçları.

DANE ÇAPI DAĞILIMI SONUÇLARI

Deneyi Talep Eden : Tunceli Milli Emlak Müdürlüğü
 Numuneyi Alan : Onur ŞAHİNOL
 Alındığı Tarih : 29.05.2014
 Alındığı Yer : Aktuluk Mevkii
 Pafta : -
 Ada / Parsel : - / 1179

Çukur / Sondaj No : SK8-D1
 Derinlik (m) : 6,00
 Laboratuvar No : ZL 399 – 14
 Deney Rapor Tarihi : 31.05.2014
 Deneyi Yapan : Dilan OKUTAN
 Deney Standardı : TS 1500 / TS 1900 – ½

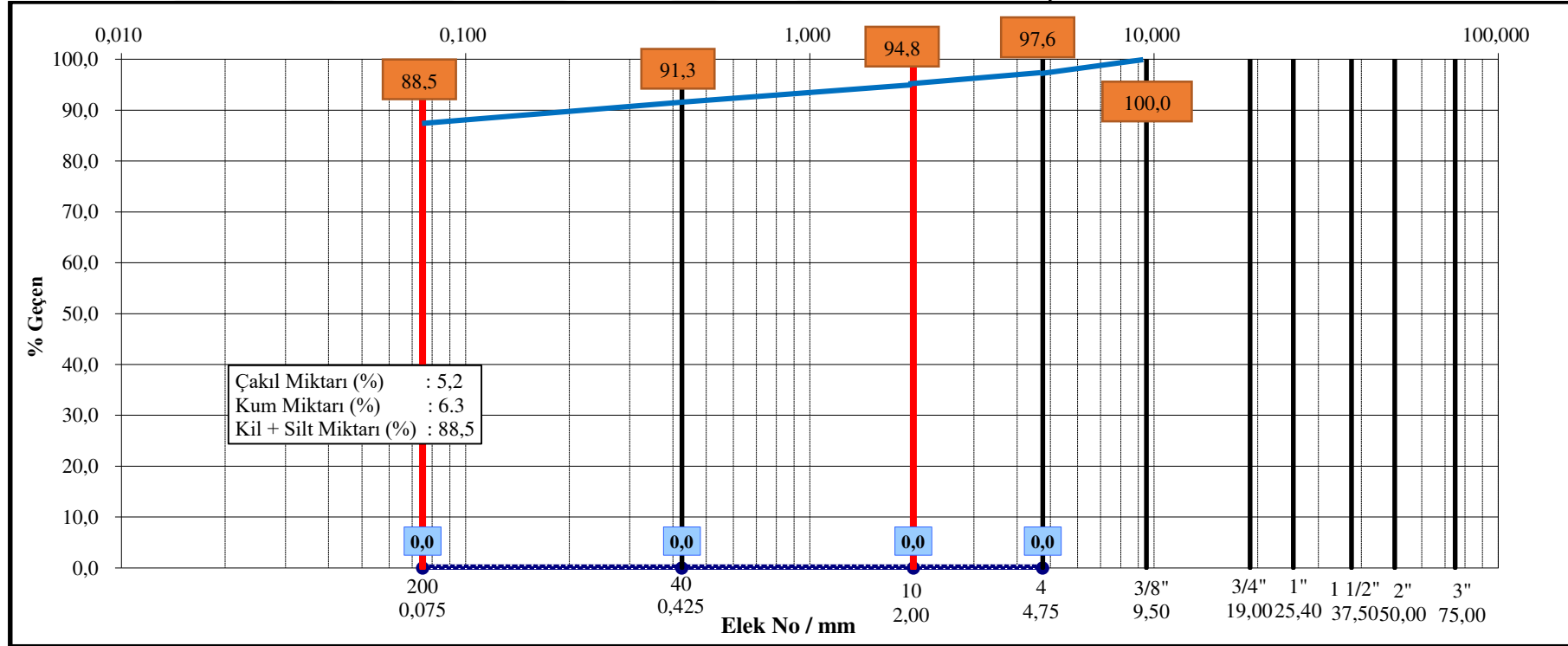


Ek Şekil 3.7. 1179 Numaralı parselde SK8'den alınan numuneler üzerinde yapılan elek analizi (dane çapı dağılımı) deney sonuçları.

DANE ÇAPI DAĞILIMI SONUÇLARI

Deneyi Talep Eden : Tunceli Milli Emlak Müdürlüğü
 Numuneyi Alan : Onur ŞAHİNOL
 Alındığı Tarih : 29.05.2014
 Alındığı Yer : Aktuluk Mevkii
 Pafta : -
 Ada / Parsel : - / 1179

Çukur / Sondaj No : SK9-D1
 Derinlik (m) : 3,00
 Laboratuvar No : ZL 399 – 14
 Deney Rapor Tarihi : 31.05.2014
 Deneyi Yapan : Dilan OKUTAN
 Deney Standardı : TS 1500 / TS 1900 – ½

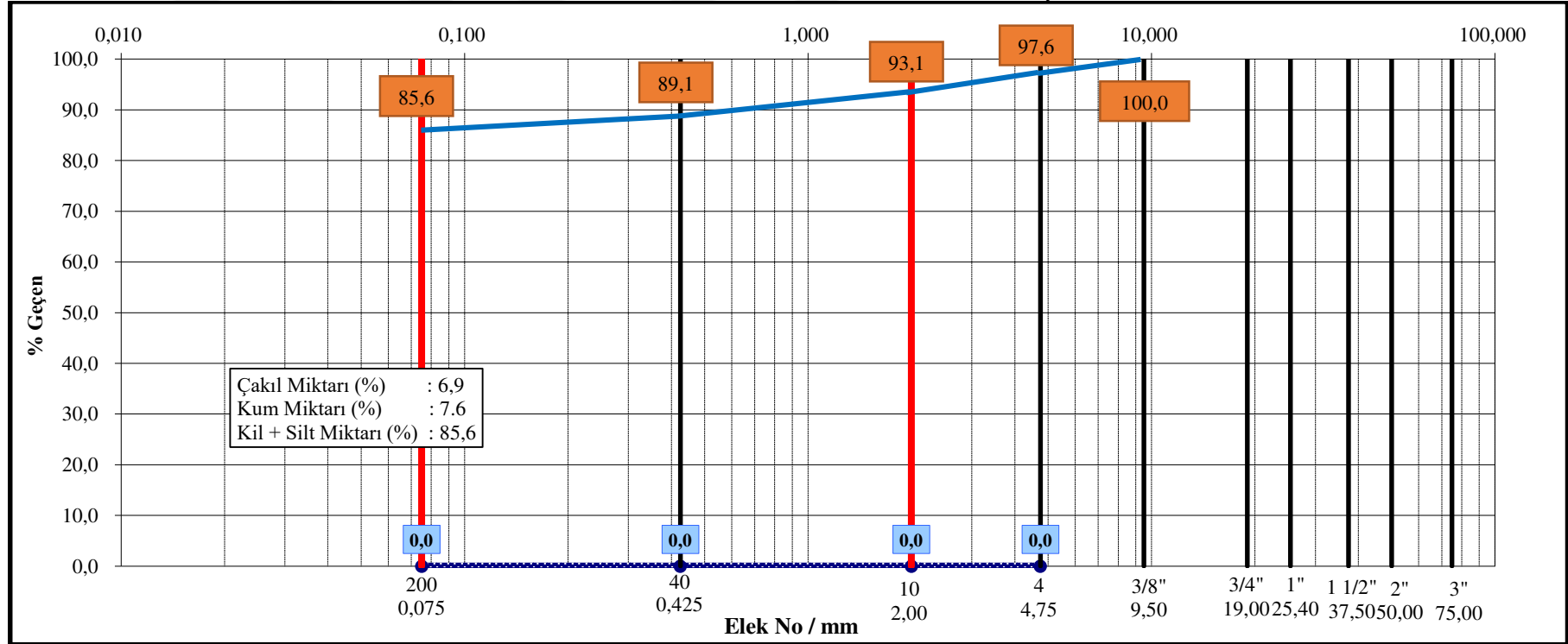


Ek Şekil 3.8. 1179 Numaralı parselde SK9'den alınan numuneler üzerinde yapılan elek analizi (dane çapı dağılımı) deney sonuçları.

DANE ÇAPI DAĞILIMI SONUÇLARI

Deneyi Talep Eden : Tunceli Milli Emlak Müdürlüğü
 Numuneyi Alan : Onur ŞAHİNOL
 Alındığı Tarih : 29.05.2014
 Alındığı Yer : Aktuluk Mevkii
 Pafta : -
 Ada / Parsel : - / 1179

Çukur / Sondaj No : SK10-D1
 Derinlik (m) : 3,00
 Laboratuvar No : ZL 399 – 14
 Deney Rapor Tarihi : 31.05.2014
 Deneyi Yapan : Dilan OKUTAN
 Deney Standardı : TS 1500 / TS 1900 – ½

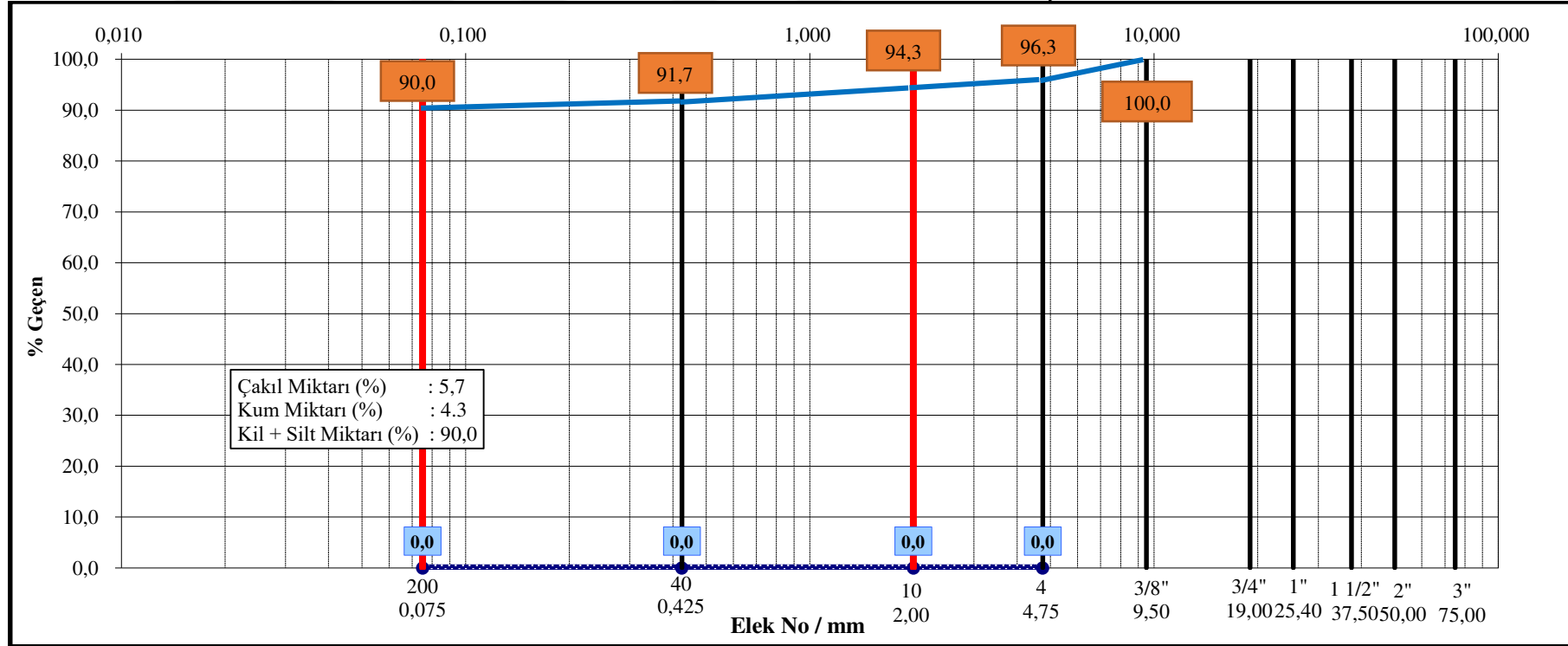


Ek Şekil 3.9. 1179 Numaralı parselde SK10'dan alınan numuneler üzerinde yapılan elek analizi (dane çapı dağılımı) deney sonuçları.

DANE ÇAPI DAĞILIMI SONUÇLARI

Deneyi Talep Eden : Tunceli Milli Emlak Müdürlüğü
 Numuneyi Alan : Onur ŞAHİNOL
 Alındığı Tarih : 29.05.2014
 Alındığı Yer : Aktuluk Mevkii
 Pafta : -
 Ada / Parsel : - / 1179

Çukur / Sondaj No : SK11-D1
 Derinlik (m) : 3,00
 Laboratuvar No : ZL 399 – 14
 Deney Rapor Tarihi : 31.05.2014
 Deneyi Yapan : Dilan OKUTAN
 Deney Standardı : TS 1500 / TS 1900 –   

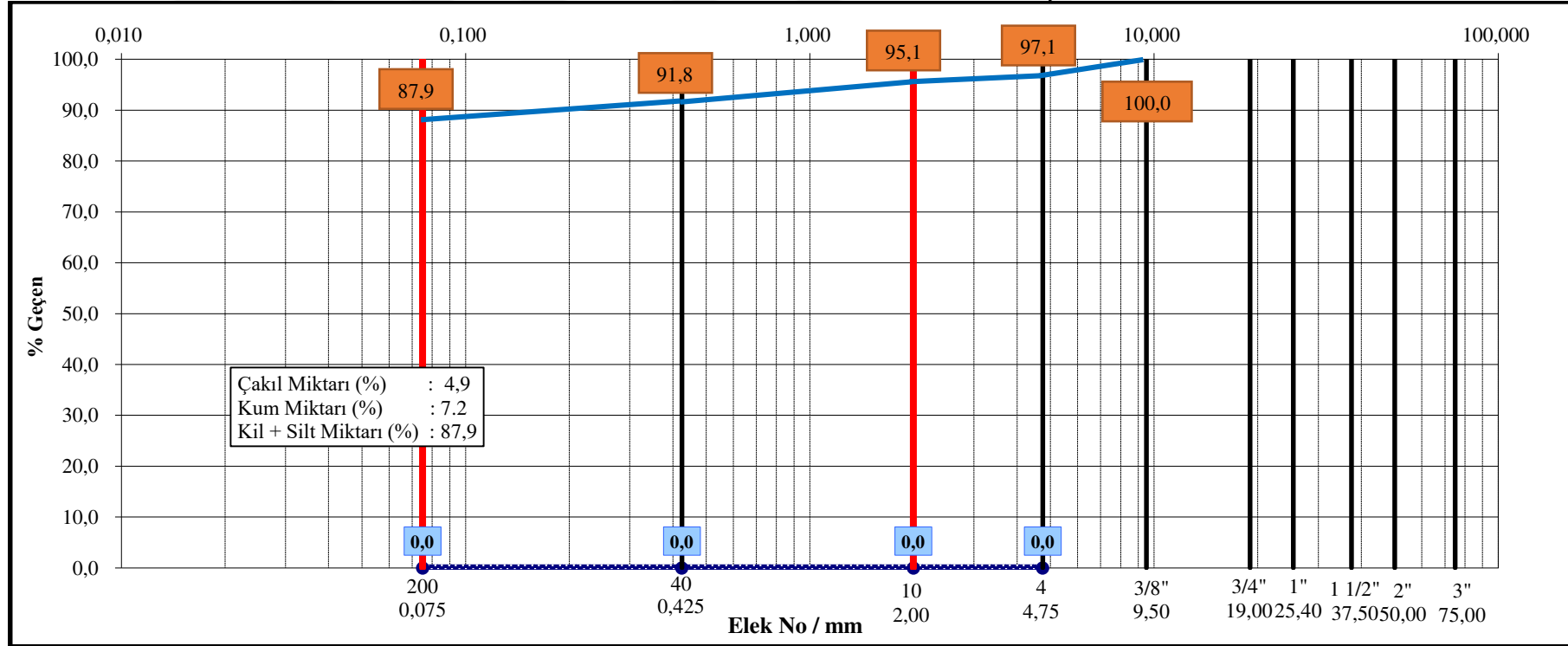


Ek Şekil 3.10. 1179 Numaralı parselde SK11'den alınan numuneler üzerinde yapılan elek analizi (dane çapı dağılımı) deney sonuçları.

DANE ÇAPI DAĞILIMI SONUÇLARI

Deneyi Talep Eden : Tunceli Milli Emlak Müdürlüğü
 Numuneyi Alan : Onur ŞAHİNOL
 Alındığı Tarih : 29.05.2014
 Alındığı Yer : Aktuluk Mevkii
 Pafta : -
 Ada / Parsel : - / 1179

Çukur / Sondaj No : SK12-D1
 Derinlik (m) : 3,00
 Laboratuvar No : ZL 399 – 14
 Deney Rapor Tarihi : 31.05.2014
 Deneyi Yapan : Dilan OKUTAN
 Deney Standardı : TS 1500 / TS 1900 – ½

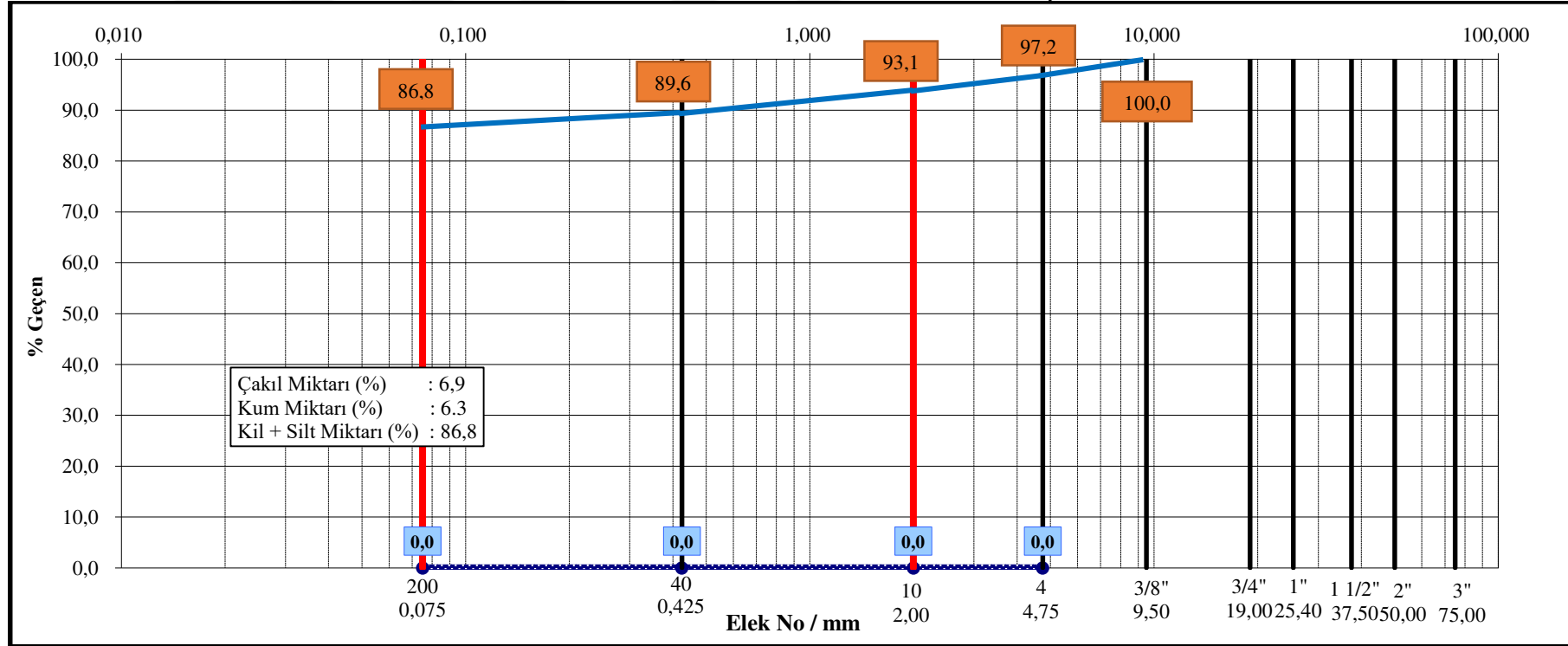


Ek Şekil 3.11. 1179 Numaralı parselde SK12'den alınan numuneler üzerinde yapılan elek analizi (dane çapı dağılımı) deney sonuçları.

DANE ÇAPI DAĞILIMI SONUÇLARI

Deneyi Talep Eden : Tunceli Milli Emlak Müdürlüğü
 Numuneyi Alan : Onur ŞAHİNOL
 Alındığı Tarih : 29.05.2014
 Alındığı Yer : Aktuluk Mevkii
 Pafta : -
 Ada / Parsel : - / 1179

Çukur / Sondaj No : SK13-D1
 Derinlik (m) : 3,00
 Laboratuvar No : ZL 399 – 14
 Deney Rapor Tarihi : 31.05.2014
 Deneyi Yapan : Dilan OKUTAN
 Deney Standardı : TS 1500 / TS 1900 – ½

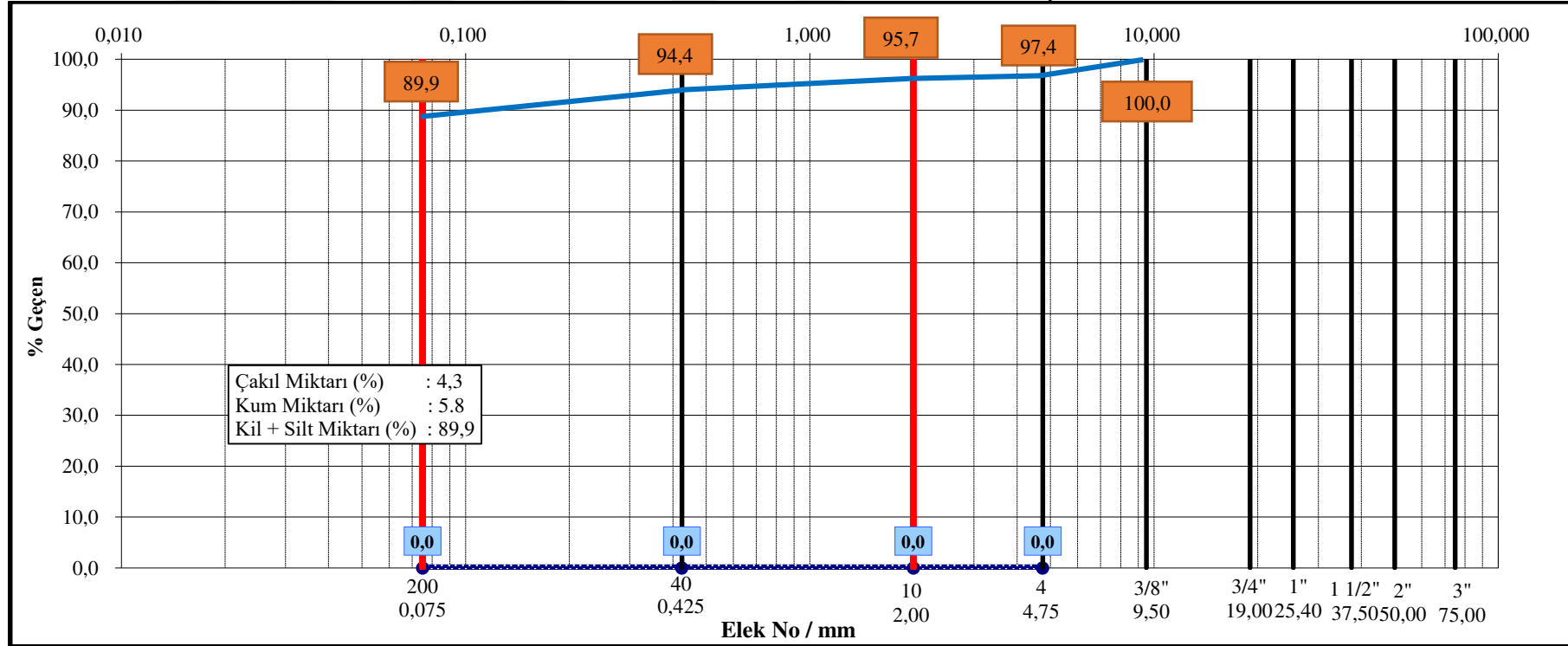


Ek Şekil 3.12. 1179 Numaralı parselde SK13'den alınan numuneler üzerinde yapılan elek analizi (dane çapı dağılımı) deney sonuçları.

DANE ÇAPI DAĞILIMI SONUÇLARI

Deneyi Talep Eden : Tunceli Milli Emlak Müdürlüğü
 Numuneyi Alan : Onur  AH NOL
 Alındığı Tarih : 29.05.2014
 Alındığı Yer : Aktuluk Mevkii
 Pafta : -
 Ada / Parsel : - / 1179

Çukur / Sondaj No : SK14-D1
 Derinlik (m) : 6,00
 Laboratuvar No : ZL 399 – 14
 Deney Rapor Tarihi : 31.05.2014
 Deneyi Yapan : Dilan OKUTAN
 Deney Standardı : TS 1500 / TS 1900 –  

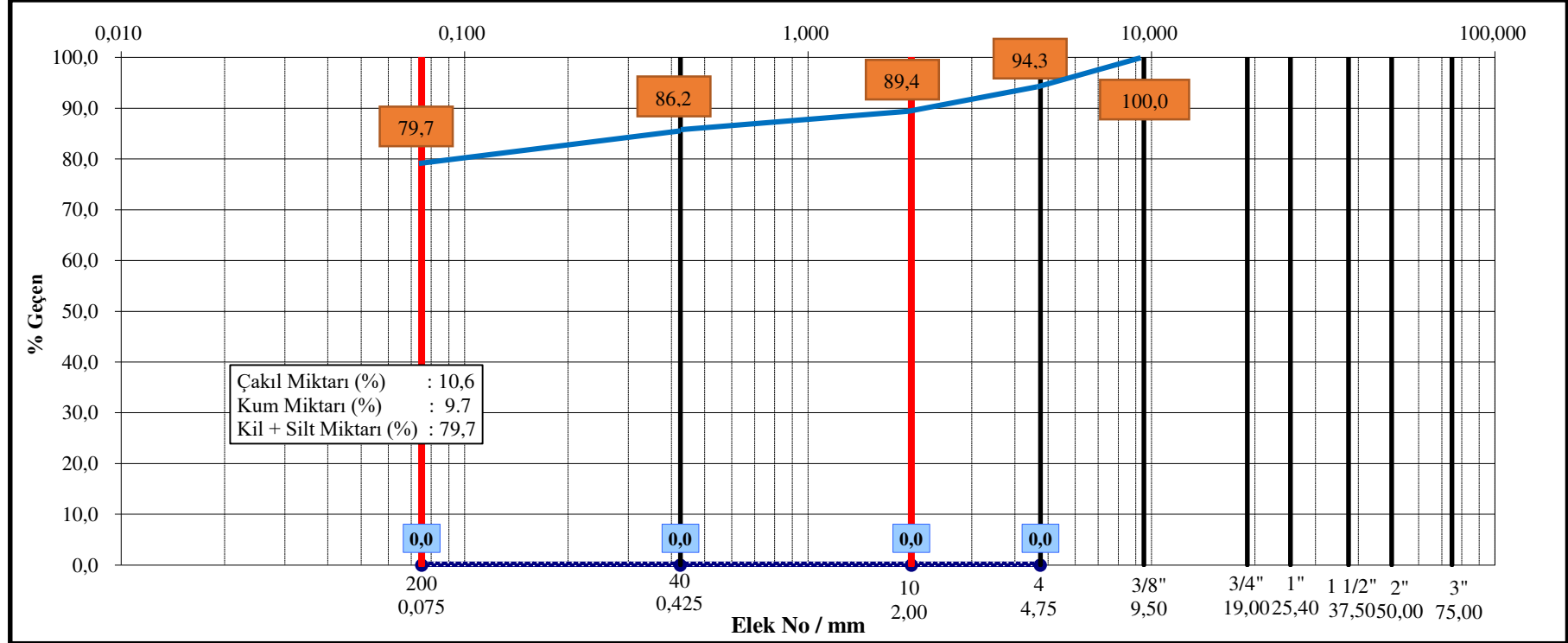


Ek  ekil 3.13. 1179 Numaralı parselde SK14'den alınan numuneler üzerinde yapılan elek analizi (dane çapı dağılımı) deney sonuçları.

DANE ÇAPI DAĞILIMI SONUÇLARI

Deneyi Talep Eden : Tunceli Milli Emlak Müdürlüğü
 Numuneyi Alan : Onur ŞAHİNOL
 Alındığı Tarih : 29.05.2014
 Alındığı Yer : Aktuluk Mevkii
 Pafta : -
 Ada / Parsel : - / 1179

Çukur / Sondaj No : SK15-D1
 Derinlik (m) : 6,00
 Laboratuvar No : ZL 399 – 14
 Deney Rapor Tarihi : 31.05.2014
 Deneyi Yapan : Dilan OKUTAN
 Deney Standardı : TS 1500 / TS 1900 – ½

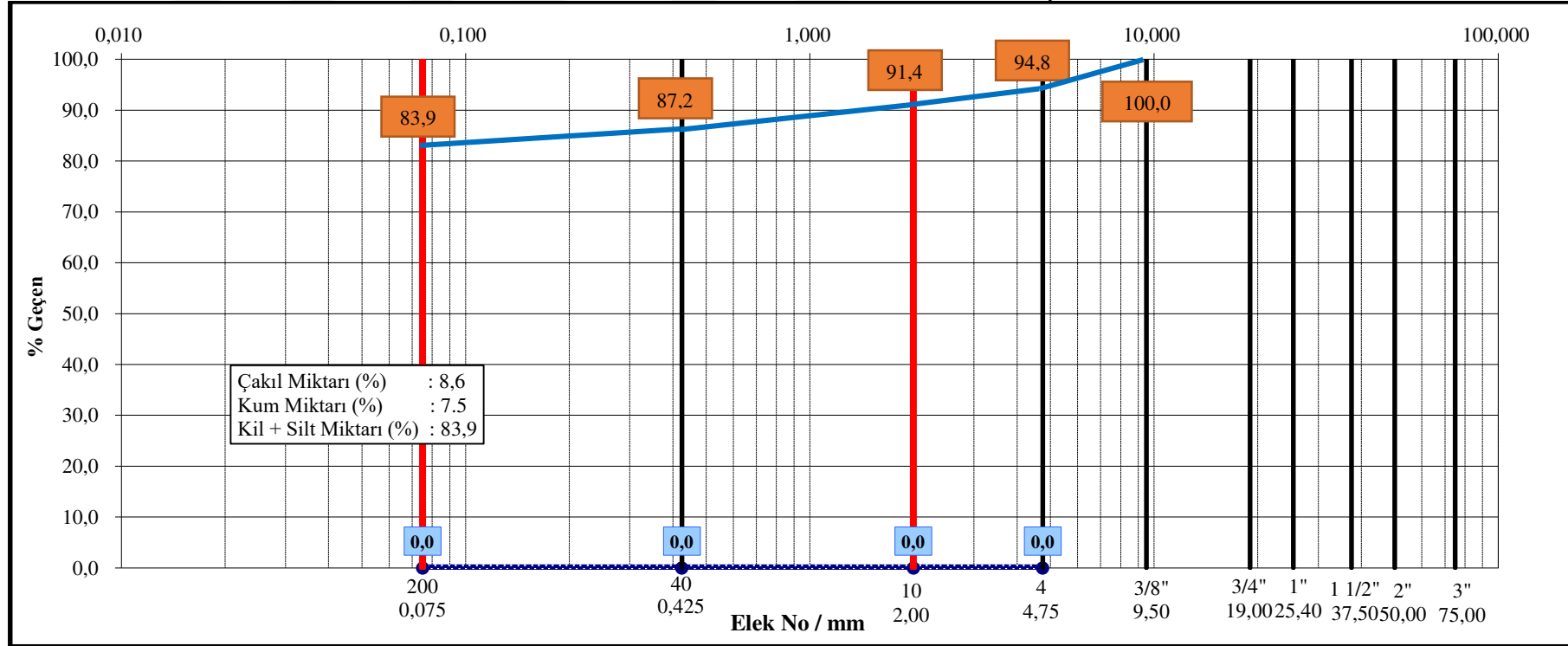


Ek Şekil 3.14. 1179 Numaralı parselde SK15'den alınan numuneler üzerinde yapılan elek analizi (dane çapı dağılımı) deney sonuçları.

DANE ÇAPI DAĞILIMI SONUÇLARI

Deneyi Talep Eden : Tunceli Milli Emlak Müdürlüğü
 Numuneyi Alan : Onur ŞAHİNOL
 Alındığı Tarih : 29.05.2014
 Alındığı Yer : Aktuluk Mevkii
 Pafta : -
 Ada / Parsel : - / 1179

Çukur / Sondaj No : SK16-D1
 Derinlik (m) : 6,00
 Laboratuvar No : ZL 399 – 14
 Deney Rapor Tarihi : 31.05.2014
 Deneyi Yapan : Dilan OKUTAN
 Deney Standardı : TS 1500 / TS 1900 – ½

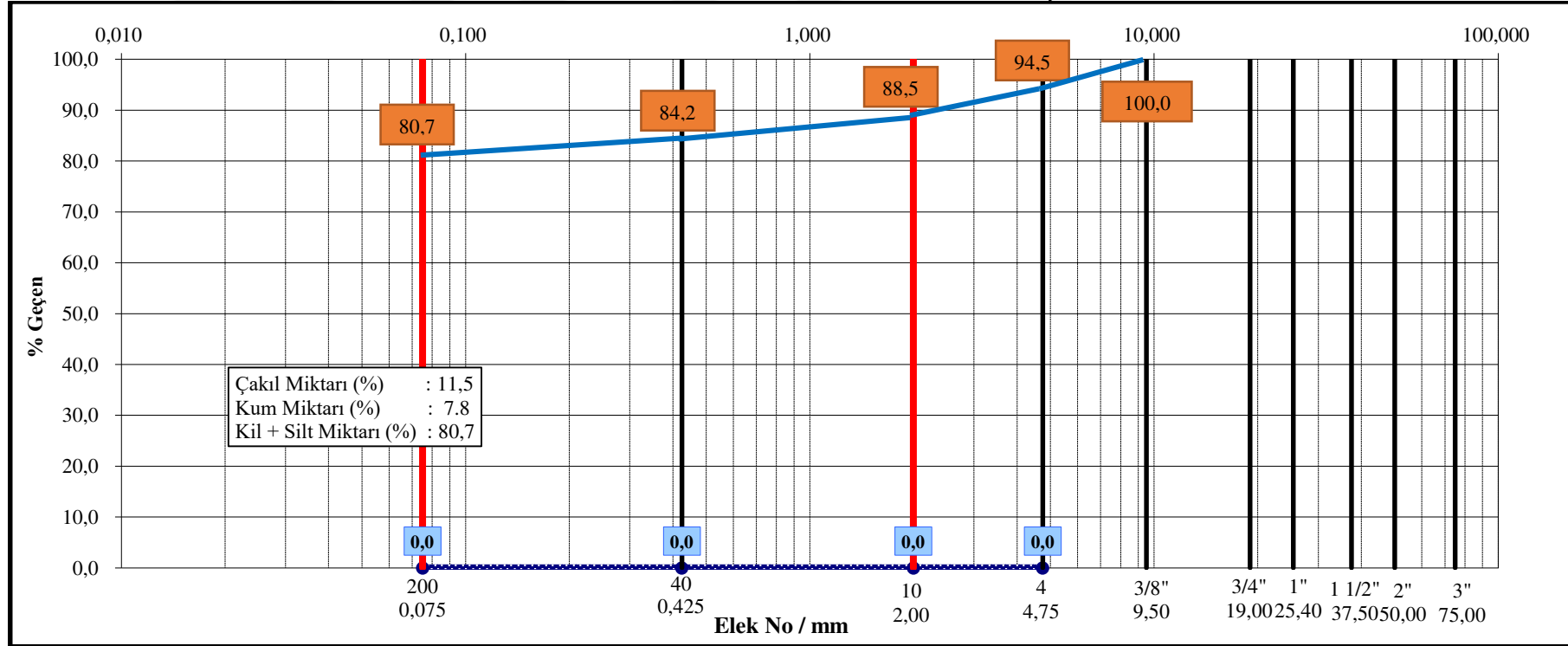


Ek Şekil 3.15. 1179 Numaralı parselde SK16'dan alınan numuneler üzerinde yapılan elek analizi (dane çapı dağılımı) deney sonuçları.

DANE ÇAPI DAĞILIMI SONUÇLARI

Deneyi Talep Eden : Tunceli Milli Emlak Müdürlüğü
 Numuneyi Alan : Onur ŞAHİNOL
 Alındığı Tarih : 29.05.2014
 Alındığı Yer : Aktuluk Mevkii
 Pafta : -
 Ada / Parsel : - / 1179

Çukur / Sondaj No : SK17-D1
 Derinlik (m) : 6,00
 Laboratuvar No : ZL 399 – 14
 Deney Rapor Tarihi : 31.05.2014
 Deneyi Yapan : Dilan OKUTAN
 Deney Standardı : TS 1500 / TS 1900 –   

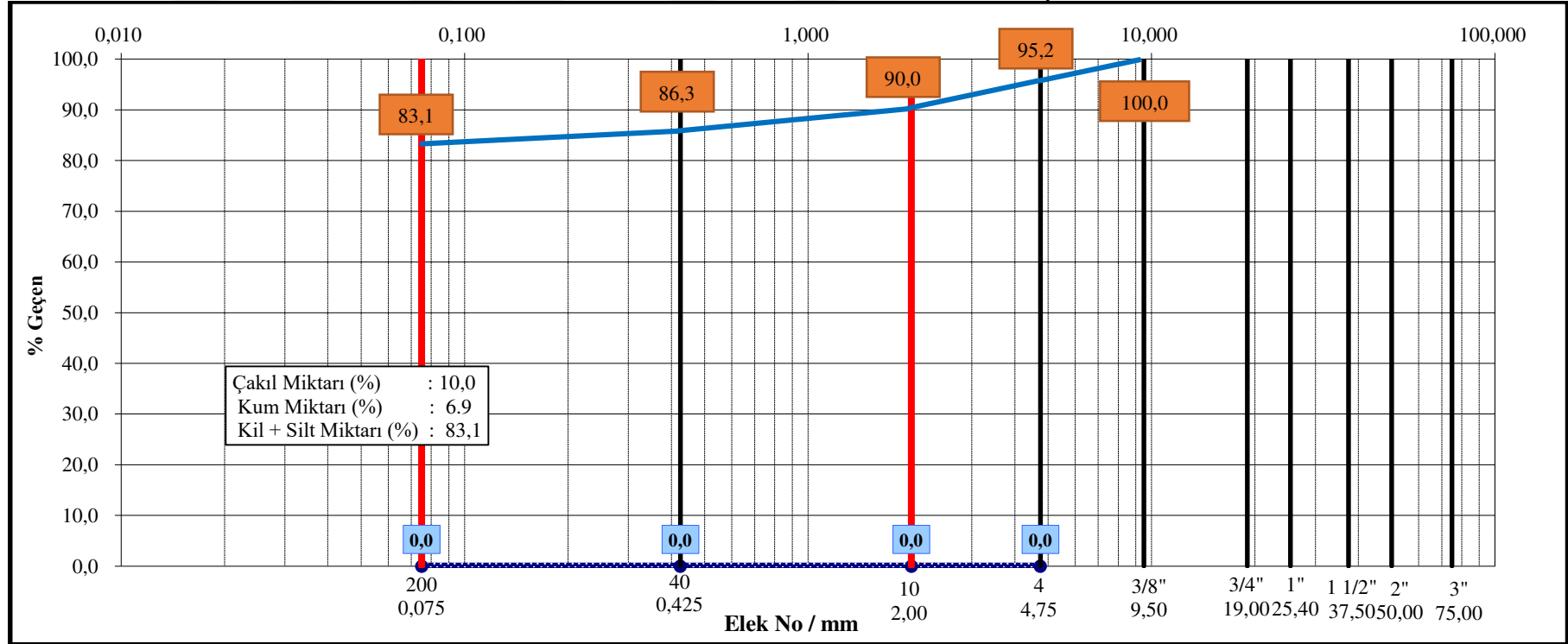


Ek Şekil 3.16. 1179 Numaralı parselde SK17'den alınan numuneler üzerinde yapılan elek analizi (dane çapı dağılımı) deney sonuçları.

DANE ÇAPI DAĞILIMI SONUÇLARI

Deneyi Talep Eden : Tunceli Milli Emlak Müdürlüğü
 Numuneyi Alan : Onur ŞAHİNOL
 Alındığı Tarih : 29.05.2014
 Alındığı Yer : Aktuluk Mevkii
 Pafta : -
 Ada / Parsel : - / 1179

Çukur / Sondaj No : SK18-D1
 Derinlik (m) : 6,00
 Laboratuvar No : ZL 399 – 14
 Deney Rapor Tarihi : 31.05.2014
 Deneyi Yapan : Dilan OKUTAN
 Deney Standardı : TS 1500 / TS 1900 – ½

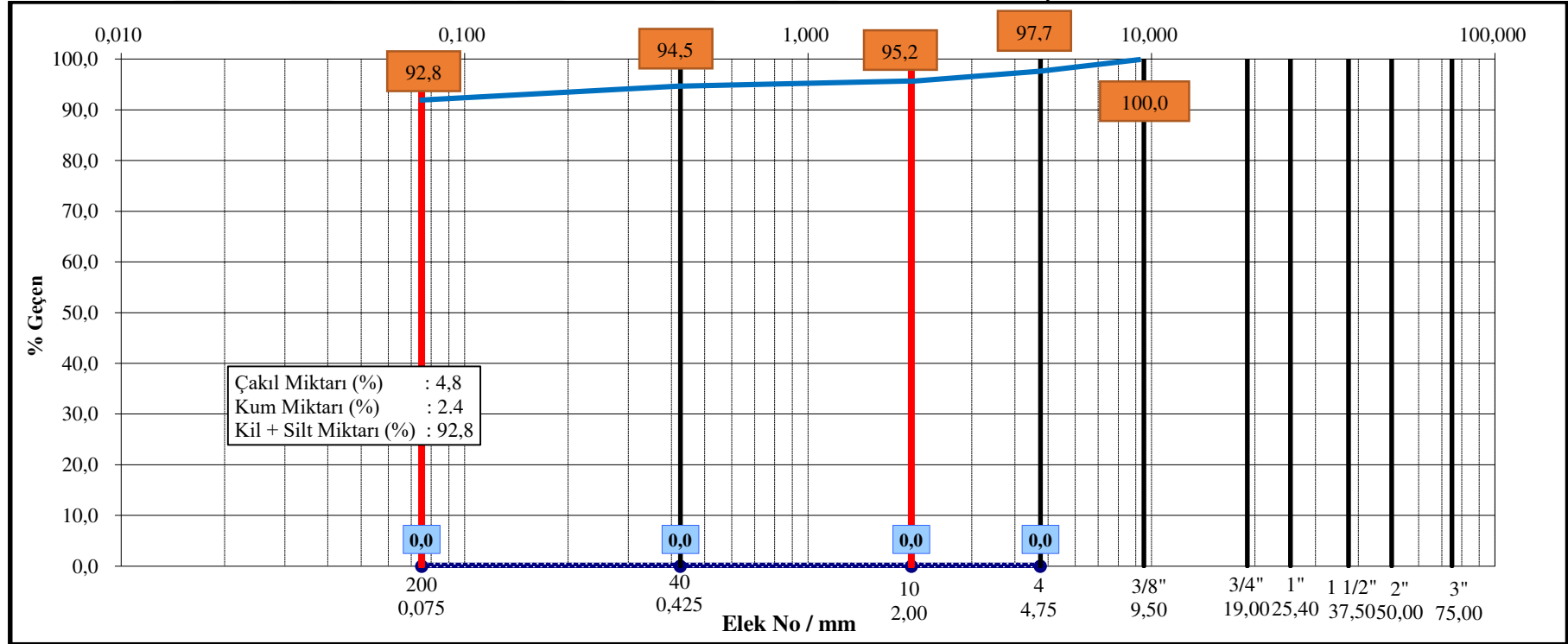


Ek Şekil 3.17. 1179 Numaralı parselde SK18'den alınan numuneler üzerinde yapılan elek analizi (dane çapı dağılımı) deney sonuçları.

DANE ÇAPI DAĞILIMI SONUÇLARI

Deneyi Talep Eden : Tunceli Milli Emlak Müdürlüğü
 Numuneyi Alan : Onur ŞAHİNOL
 Alındığı Tarih : 29.05.2014
 Alındığı Yer : Aktuluk Mevkii
 Pafta : -
 Ada / Parsel : - / 1179

Çukur / Sondaj No : SK19-D1
 Derinlik (m) : 3,00
 Laboratuvar No : ZL 399 – 14
 Deney Rapor Tarihi : 31.05.2014
 Deneyi Yapan : Dilan OKUTAN
 Deney Standardı : TS 1500 / TS 1900 –   

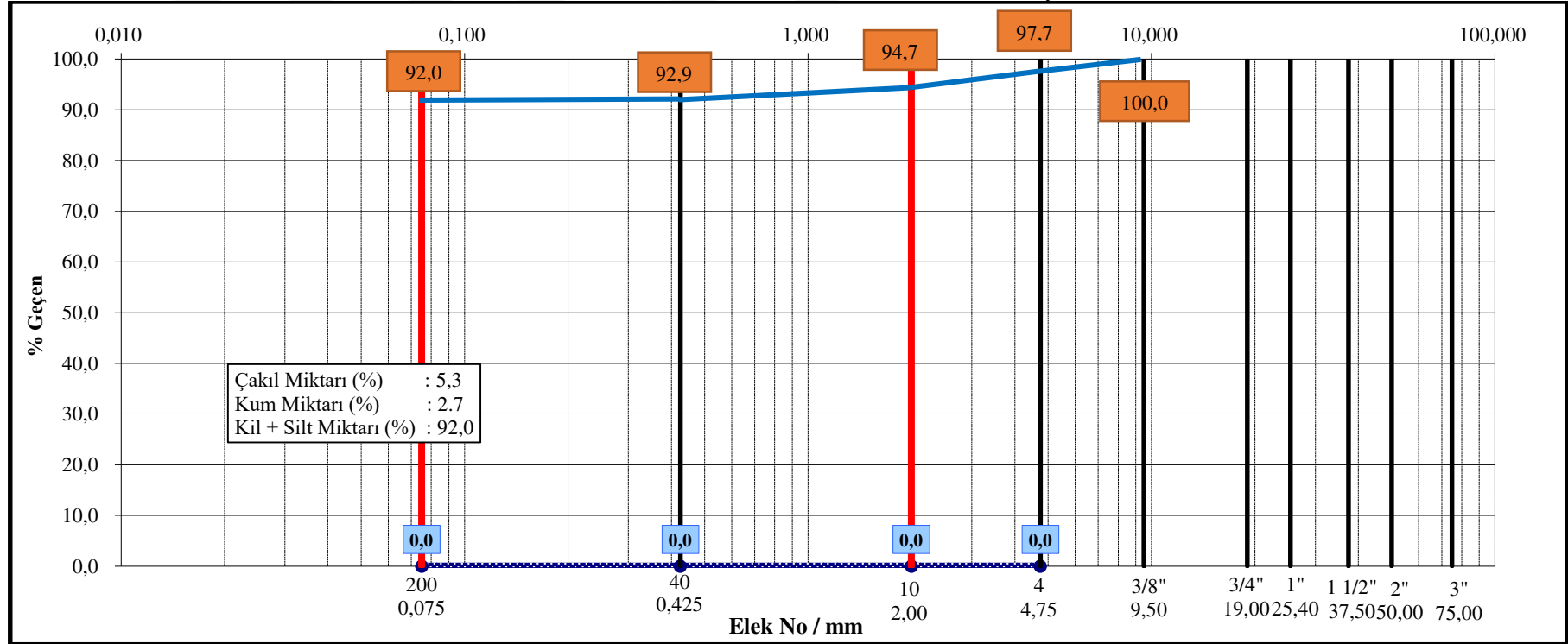


Ek Şekil 3.18. 1179 Numaralı parselde SK19'dan alınan numuneler üzerinde yapılan elek analizi (dane çapı dağılımı) deney sonuçları.

DANE ÇAPI DAĞILIMI SONUÇLARI

Deneyi Talep Eden : Tunceli Milli Emlak Müdürlüğü
 Numuneyi Alan : Onur ŞAHİNOL
 Alındığı Tarih : 29.05.2014
 Alındığı Yer : Aktuluk Mevkii
 Pafta : -
 Ada / Parsel : - / 1179

Çukur / Sondaj No : SK20-D1
 Derinlik (m) : 3,00
 Laboratuvar No : ZL 399 – 14
 Deney Rapor Tarihi : 31.05.2014
 Deneyi Yapan : Dilan OKUTAN
 Deney Standardı : TS 1500 / TS 1900 – ½



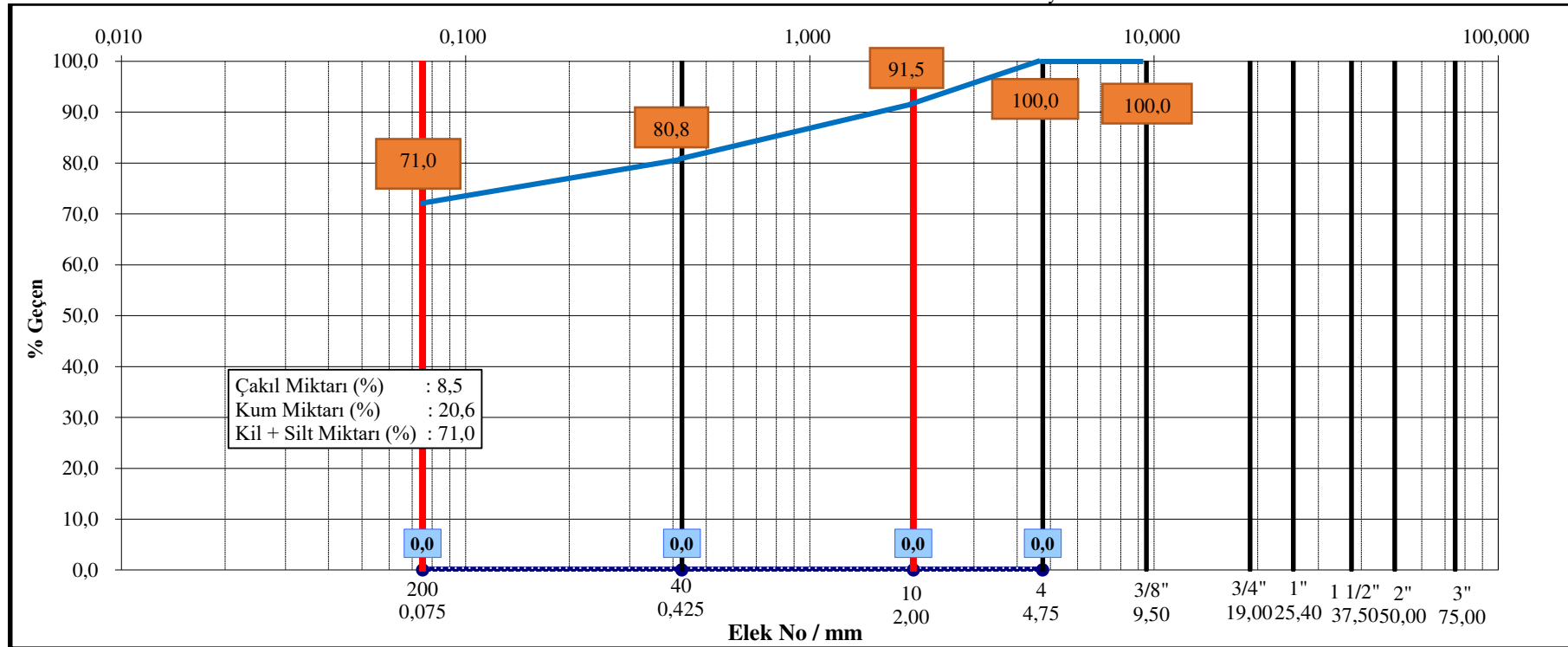
Ek Şekil 3.19. 1179 Numaralı parselde SK20'den alınan numuneler üzerinde yapılan elek analizi (dane çapı dağılımı) deney sonuçları.

Ek Şekil 4.

DANE ÇAPI DAĞILIMI SONUÇLARI

Deneyi Talep Eden : Haydar BELTAN
Numuneyi Alan : Onur ŞAHİNOL
Alındığı Tarih : 07.09.2013
Alındığı Yer : Aktuluk Merkez
Pafta : -
Ada / Parsel : - / 1217

Çukur / Sondaj No : SK2
Derinlik (m) : 3,00
Laboratuvar No : ZL 602 – 13
Deney Rapor Tarihi : 09.09.2013
Deneyi Yapan : Dilan OKUTAN
Deney Standardı : TS 1500 / TS 1900 – ½

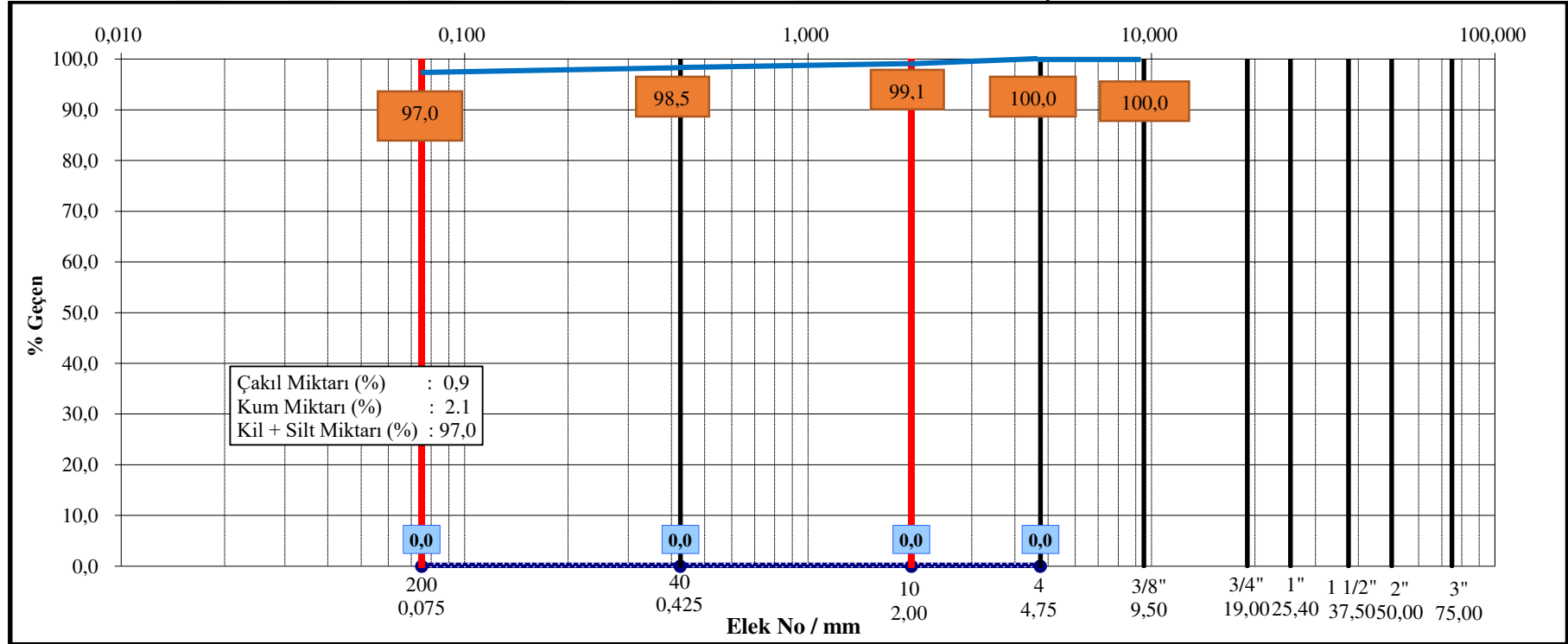


Ek Şekil 4.1. 1217 Numaralı parselde SK2'den alınan numuneler üzerinde yapılan elek analizi (dane çapı dağılımı) deney sonuçları.

DANE ÇAPI DAĞILIMI SONUÇLARI

Deneyi Talep Eden : Haydar BELTAN
 Numuneyi Alan : Onur ŞAHİNOL
 Alındığı Tarih : 07.09.2013
 Alındığı Yer : Aktuluk Merkez
 Pafta : -
 Ada / Parsel : - / 1217

Çukur / Sondaj No : SK3
 Derinlik (m) : 3,00
 Laboratuvar No : ZL 602 – 13
 Deney Rapor Tarihi : 09.09.2013
 Deneyi Yapan : Dilan OKUTAN
 Deney Standardı : TS 1500 / TS 1900 – ½



Ek Şekil 4.2. 1217 Numaralı parselde SK3'den alınan numuneler üzerinde yapılan elek analizi (dane çapı dağılımı) deney sonuçları

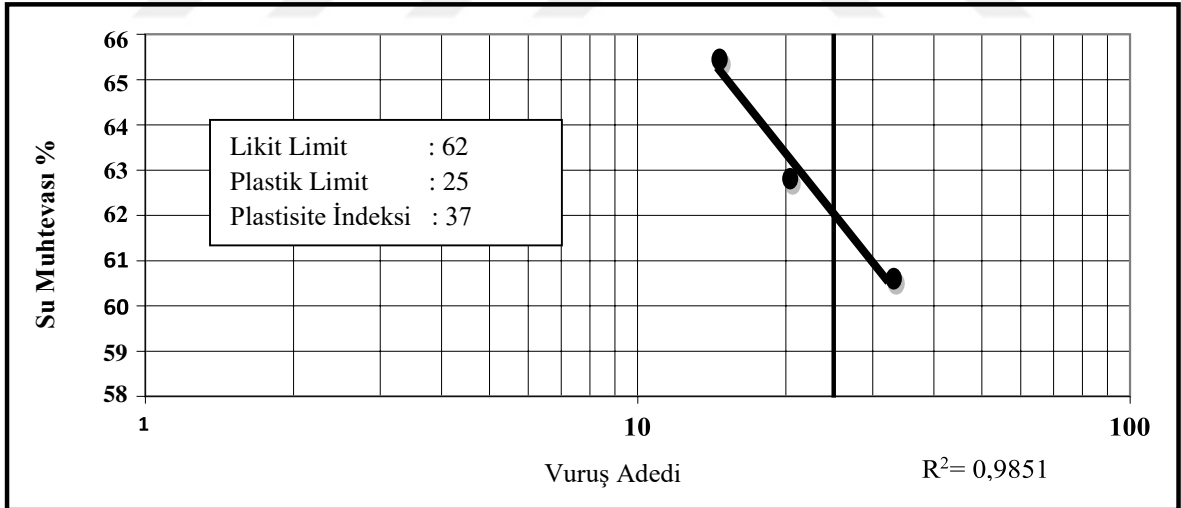
Ek Şekil 5.

ATTERBERG LİMİTLERİ TAYİNİ

Deney Talep Eden : Tunceli Milli Emlak Müdürlüğü
Numuneyi Alan : Onur ŞAHİNOL
Alındığı Tarih : 29.05.2014
Alındığı Yer : Aktuluk Mevkii
Pafta : -
Ada / Parsel : - / 1179

Çukur / Sondaj No : SK5
Derinlik (m) : 6,00
Laboratuvar No : ZL399-14
Deney Tarihi : 04.06.2014
Deneyi Yapan : Dilan OKUTAN
Deney Standardı : TS 1900 – 1

	LL			PL	
	1	2	3	1	2
Vuruş Adedi	32	20	14	-	-
Kap No	108	109	111	117	118
Kap Ağırlığı (gr)	11,53	11,97	17,43	16,33	15,13
Kap + Yaş Numune Ağırlığı (gr)	35,61	41,19	61,26	27,96	28,55
Kap + Kuru Numune Ağırlığı (gr)	26,54	29,93	43,94	25,64	25,88
Kuru Numune Ağırlığı (gr)	15,01	17,96	26,51	9,31	10,75
Su Ağırlığı (gr)	9,07	11,26	17,32	2,32	2,67
Su Muhtevası %	60,4	62,7	65,3	24,9	24,8



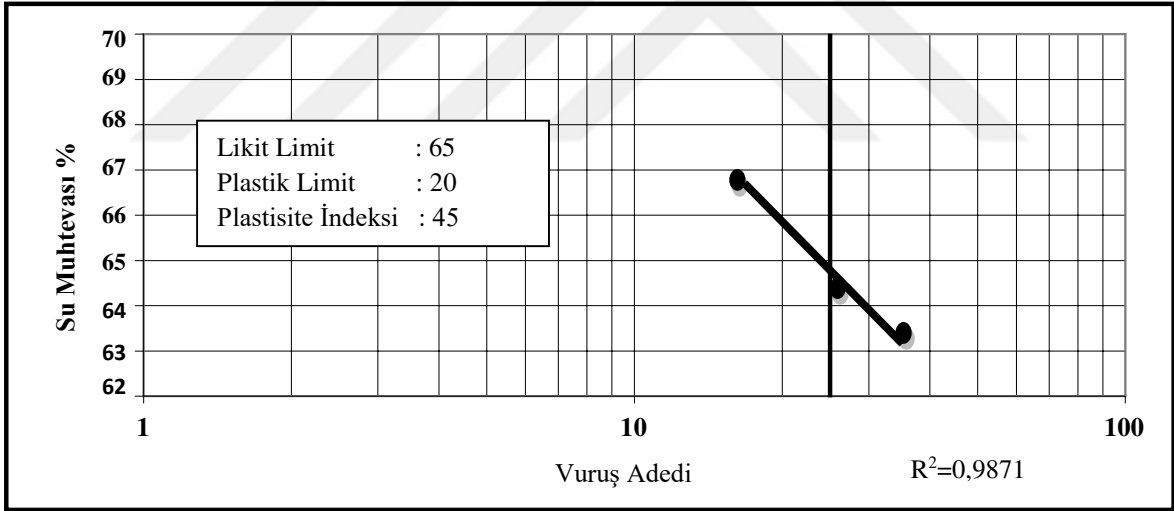
Ek Şekil 5.1. 1179 Numaralı parselde SK5'den alınan numuneler üzerinde yapılan Atterberg Limitleri Tayini Sonuçları

ATTERBERG LİMİTLERİ TAYİNİ

Deney Talep Eden : Tunceli Milli Emlak Müdürlüğü
 Numuneyi Alan : Onur ŞAHİNOL
 Alındığı Tarih : 29.05.2014
 Alındığı Yer : Aktuluk Mevkii
 Pafta : -
 Ada / Parsel : - / 1179

Çukur / Sondaj No : SK7
 Derinlik (m) : 9,00
 Laboratuvar No : ZL399-14
 Deney Tarihi : 04.06.2014
 Deneyi Yapan : Dilan OKUTAN
 Deney Standardı : TS 1900 – 1

	LL			PL	
	1	2	3	1	2
Vuruş Adedi	34	25	17	-	-
Kap No	126	127	131	130	133
Kap Ağırlığı (gr)	8,06	13,84	15,78	14,06	16,85
Kap + Yaş Numune Ağırlığı (gr)	29,87	34,56	41,19	26,57	27,86
Kap + Kuru Numune Ağırlığı (gr)	21,42	26,44	31,02	24,55	26,02
Kuru Numune Ağırlığı (gr)	13,36	12,60	15,24	10,49	9,17
Su Ağırlığı (gr)	8,45	8,12	10,17	2,02	1,84
Su Muhtevası %	63,2	64,4	66,7	19,3	20,1



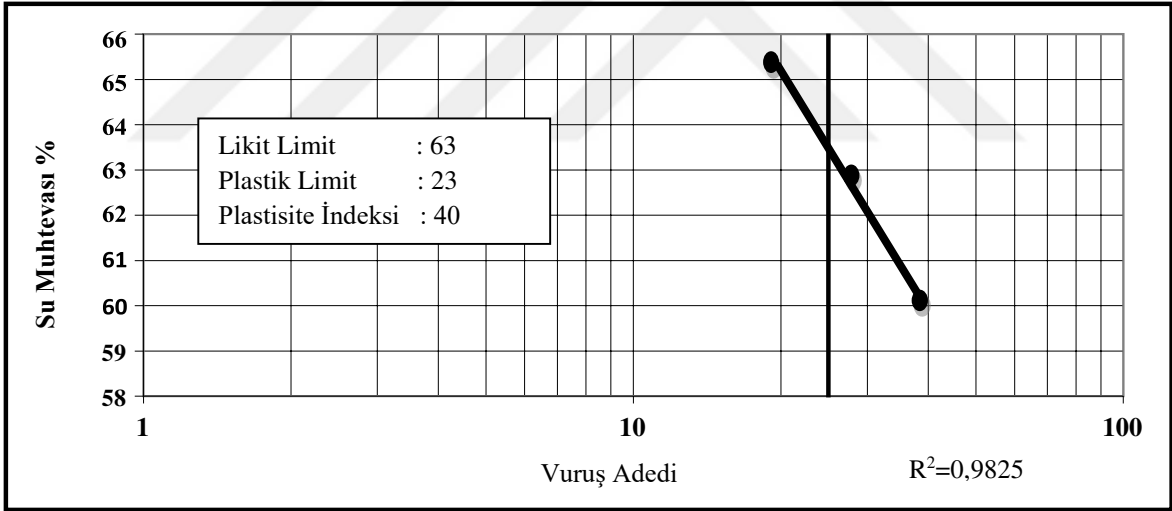
Ek Şekil 5.2. 1179 Numaralı parselde SK7'den alınan numuneler üzerinde yapılan Atterberg Limitler Tayini. Sonuçları

ATTERBERG LİMİTLERİ TAYİNİ

Deney Talep Eden : Tunceli Milli Emlak Müdürlüğü
 Numuneyi Alan : Onur ŞAHİNOL
 Alındığı Tarih : 29.05.2014
 Alındığı Yer : Aktuluk Mevkii
 Pafta : -
 Ada / Parsel : - / 1179

Çukur / Sondaj No : SK14
 Derinlik (m) : 6,00
 Laboratuvar No : ZL399-14
 Deney Tarihi : 04.06.2014
 Deneyi Yapan : Dilan OKUTAN
 Deney Standardı : TS 1900 – 1

	LL			PL	
	1	2	3	1	2
Vuruş Adedi	37	28	19	-	-
Kap No	141	140	138	120	110
Kap Ağırlığı (gr)	11,94	17,20	13,89	12,80	17,24
Kap + Yaş Numune Ağırlığı (gr)	34,59	74,56	54,86	28,54	29,87
Kap + Kuru Numune Ağırlığı (gr)	26,10	54,42	38,66	25,55	27,49
Kuru Numune Ağırlığı (gr)	14,16	35,22	24,77	12,75	10,25
Su Ağırlığı (gr)	8,49	22,14	16,20	2,99	2,38
Su Muhtevası %	60,0	62,9	65,4	23,5	23,2



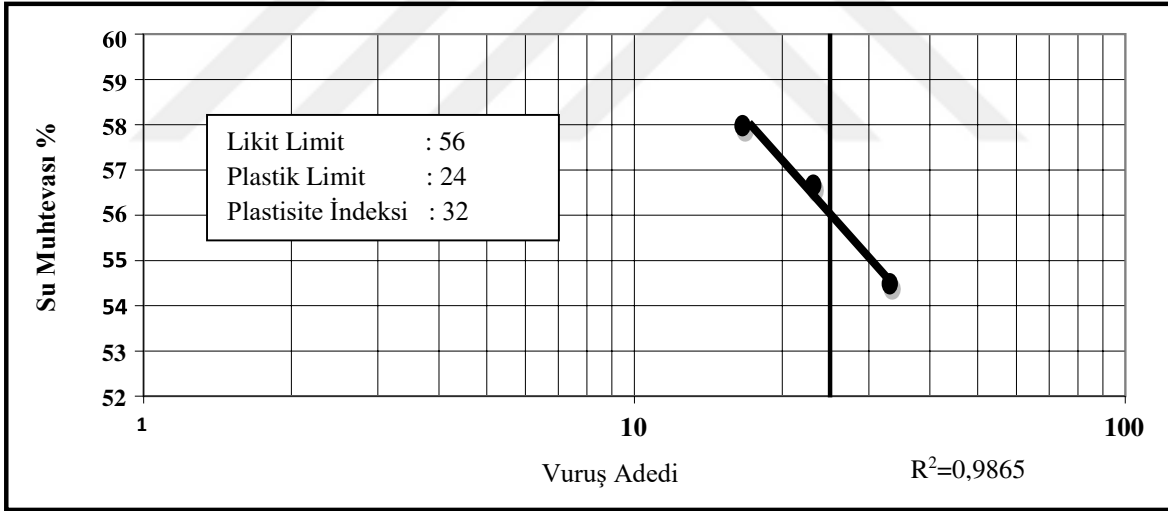
Ek Şekil 5.3. 1179 Numaralı parselde SK14'den alınan numuneler üzerinde yapılan Atterberg Limitleri Tayini Sonuçları

ATTERBERG LİMİTLERİ TAYİNİ

Deney Talep Eden : Tunceli Milli Emlak Müdürlüğü
 Numuneyi Alan : Onur ŞAHİNOL
 Alındığı Tarih : 29.05.2014
 Alındığı Yer : Aktuluk Mevkii
 Pafta : -
 Ada / Parsel : - / 1179

Çukur / Sondaj No : SK20
 Derinlik (m) : 3,00
 Laboratuvar No : ZL399-14
 Deney Tarihi : 04.06.2014
 Deneyi Yapan : Dilan OKUTAN
 Deney Standardı : TS 1900 – 1

	LL			PL	
	1	2	3	1	2
Vuruş Adedi	33	22	15	-	-
Kap No	106	126	128	134	136
Kap Ağırlığı (gr)	16,37	8,06	12,68	16,04	14,23
Kap + Yaş Numune Ağırlığı (gr)	41,29	37,66	57,56	27,56	29,66
Kap + Kuru Numune Ağırlığı (gr)	32,51	26,97	41,11	25,33	26,64
Kuru Numune Ağırlığı (gr)	16,14	18,91	28,43	9,29	12,41
Su Ağırlığı (gr)	8,78	10,69	16,45	2,23	3,02
Su Muhtevası %	54,4	56,5	57,9	24,0	24,3



Ek Şekil 5.4. 1179 Numaralı parselde SK20'den alınan numuneler üzerinde yapılan Atterberg Limitleri Tayini Sonuçları

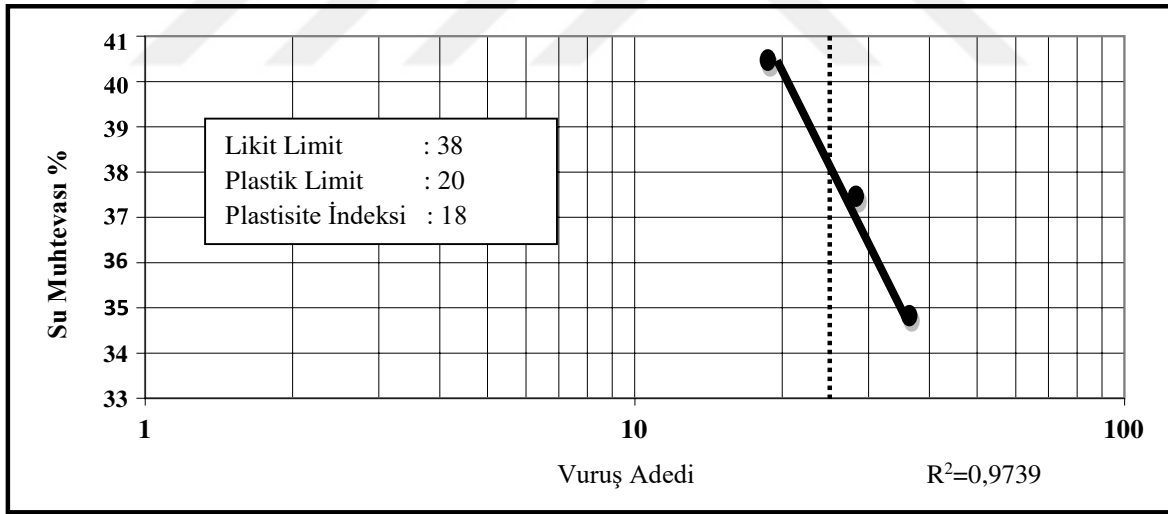
Ek Şekil 6.

ATTERBERG LİMİTLERİ TAYİNİ

Deney Talep Eden : Haydar BELTAN
 Numuneyi Alan : Onur ŞAHİNOL
 Alındığı Tarih : 07.09.2013
 Alındığı Yer : Aktuluk Merkez
 Pafta : -
 Ada / Parsel : - / 1217

Çukur / Sondaj No : SK2
 Derinlik (m) : 3,00
 Laboratuvar No : ZL602-13
 Deney Tarihi : 09.09.2013
 Deneyi Yapan : Dilan OKUTAN
 Deney Standardı : TS 1900 – 1

	LL			PL	
	1	2	3	1	2
Vuruş Adedi	35	28	18	-	-
Kap No	120	117	129	109	112
Kap Ağırlığı (gr)	12,80	16,33	15,87	11,97	11,02
Kap + Yaş Numune Ağırlığı (gr)	33,58	31,58	29,87	22,57	22,97
Kap + Kuru Numune Ağırlığı (gr)	28,21	27,42	25,84	20,85	20,98
Kuru Numune Ağırlığı (gr)	15,41	11,09	9,97	8,88	9,96
Su Ağırlığı (gr)	5,37	4,16	4,03	1,72	1,99
Su Muhtevası %	34,8	37,5	40,4	19,4	20,0



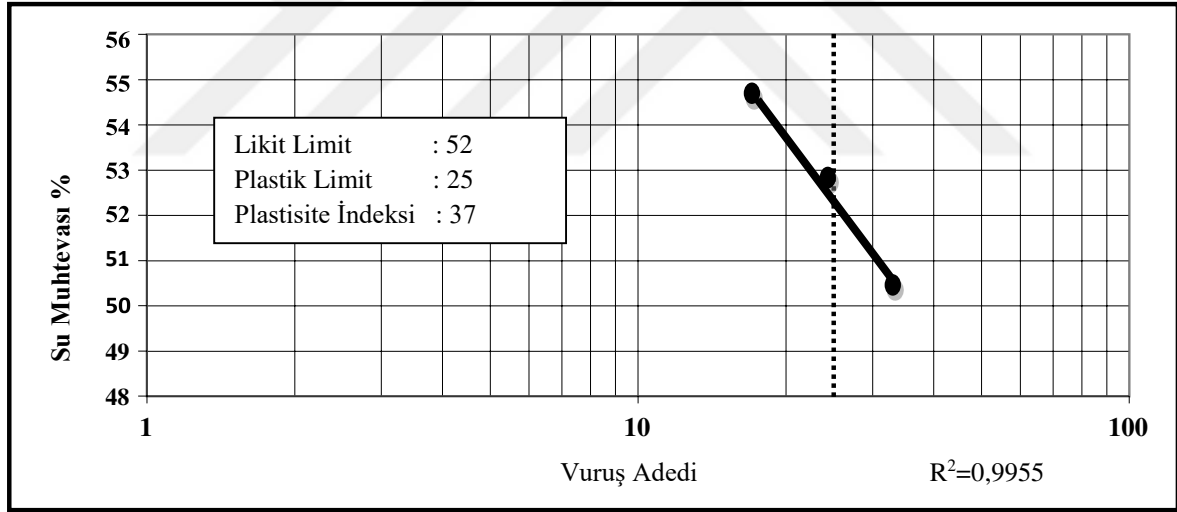
Ek Şekil 6.1. 1217 Numaralı parselde SK2'den alınan numuneler üzerinde yapılan Atterberg Limitleri Tayini Sonuçları

ATTERBERG LİMİTLERİ TAYİNİ

Deney Talep Eden : Haydar BELTAN
 Numuneyi Alan : Onur ŞAHİNOL
 Alındığı Tarih : 07.09.2013
 Alındığı Yer : Aktuluk Merkez
 Pafta : -
 Ada / Parsel : - / 1217

Çukur / Sondaj No : SK3
 Derinlik (m) : 3,00
 Laboratuvar No : ZL602-13
 Deney Tarihi : 09.09.2013
 Deneyi Yapan : Dilan OKUTAN
 Deney Standardı : TS 1900 – 1

	LL			PL	
	1	2	3	1	2
Vuruş Adedi	32	23	16	-	-
Kap No	132	118	106	102	101
Kap Ağırlığı (gr)	16,59	15,13	16,37	9,58	17,21
Kap + Yaş Numune Ağırlığı (gr)	36,54	34,85	30,07	19,87	27,96
Kap + Kuru Numune Ağırlığı (gr)	29,86	28,05	25,23	17,87	25,81
Kuru Numune Ağırlığı (gr)	13,27	12,92	8,86	8,29	8,60
Su Ağırlığı (gr)	6,68	6,80	4,84	2,00	2,15
Su Muhtevası %	50,3	52,6	54,6	24,1	25,0



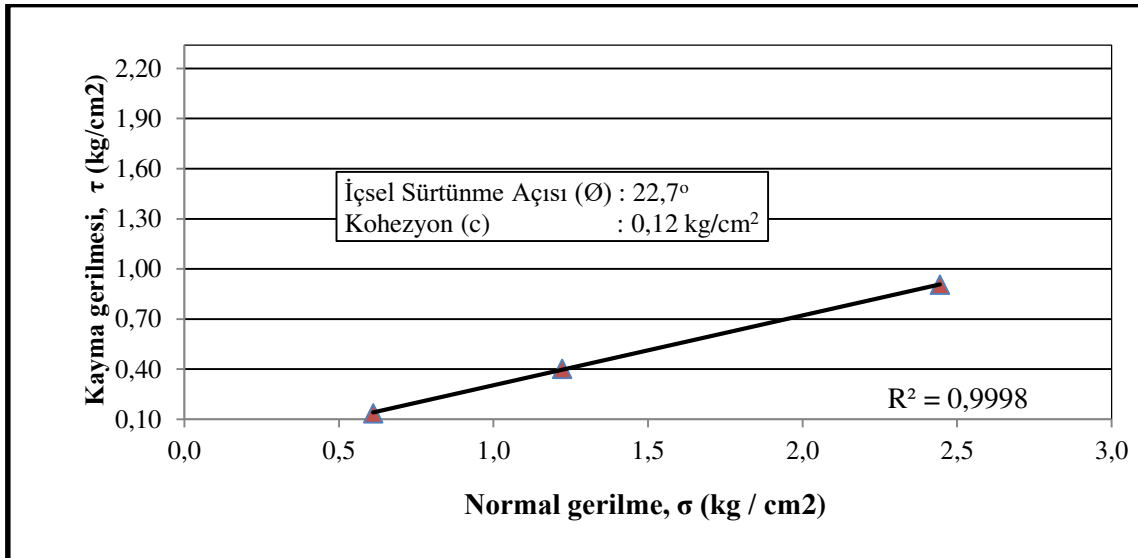
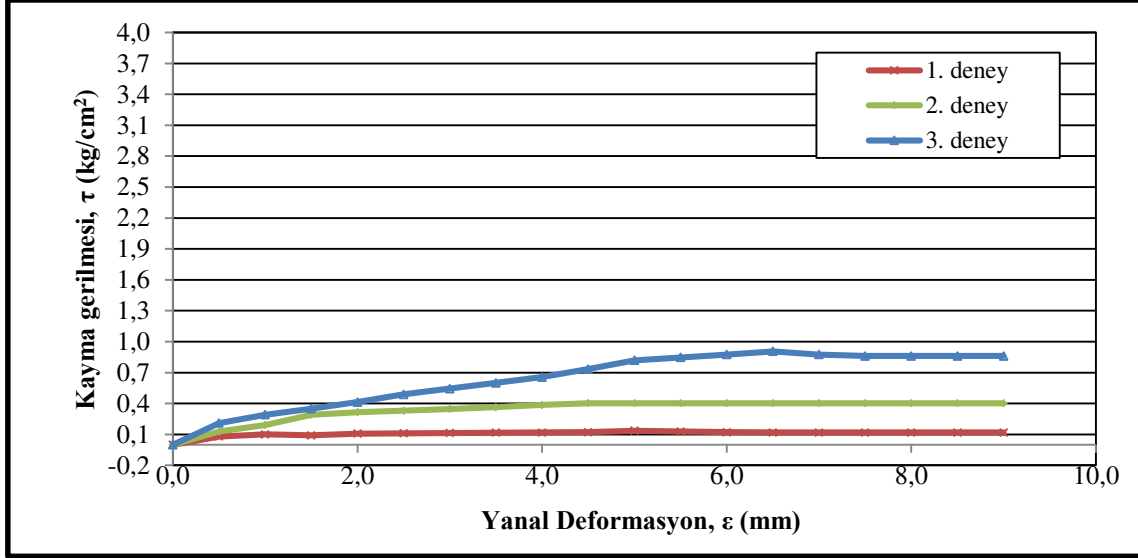
Ek Şekil 6.2. 1217 Numaralı parselde SK3'den alınan numuneler üzerinde yapılan Atterberg Limitleri Tayini Sonuçları

Ek Şekil 7.

KESME KUTUSU DENEYİ

Deney Talep Eden : Tunceli Milli Emlak Müdürlüğü
 Numuneyi Alan : Onur ŞAHİNOL
 Alındığı Tarih : 29.05.2014
 Alındığı Yer : Aktuluk Mevkii
 Pafta : -
 Ada / Parsel : - / 1179

Çukur / Sondaj No : SK5-D1
 Derinlik (m) : 6,00
 Laboratuvar No : ZL399-14
 Deney Tarihi : 31.05.2014
 Deneyi Yapan : Dilan OKUTAN
 Deney Standardı : TS 1900 – 2
 Doğal BHA (gr/cm³) : 1,934

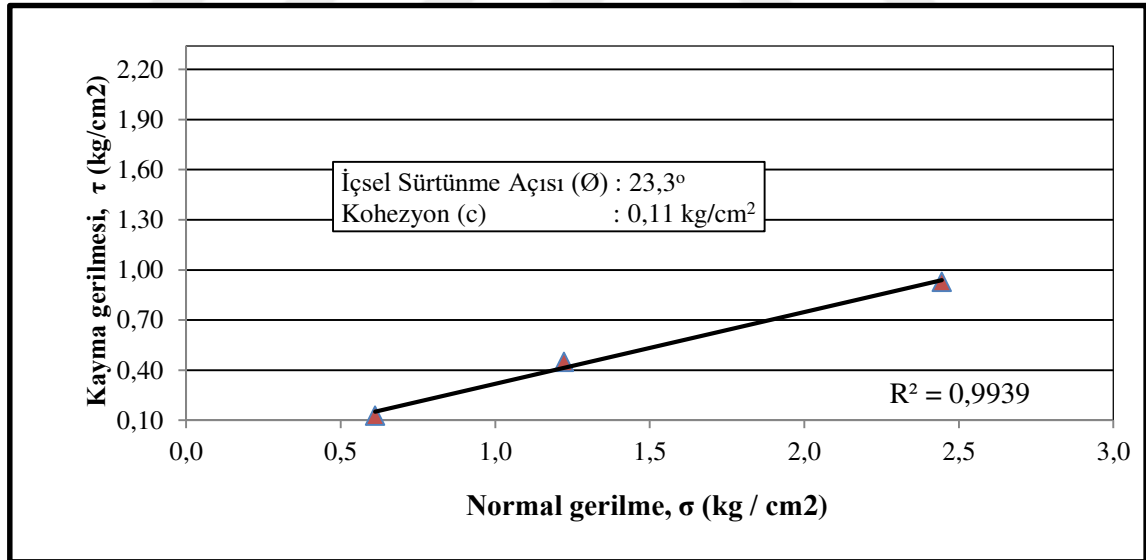
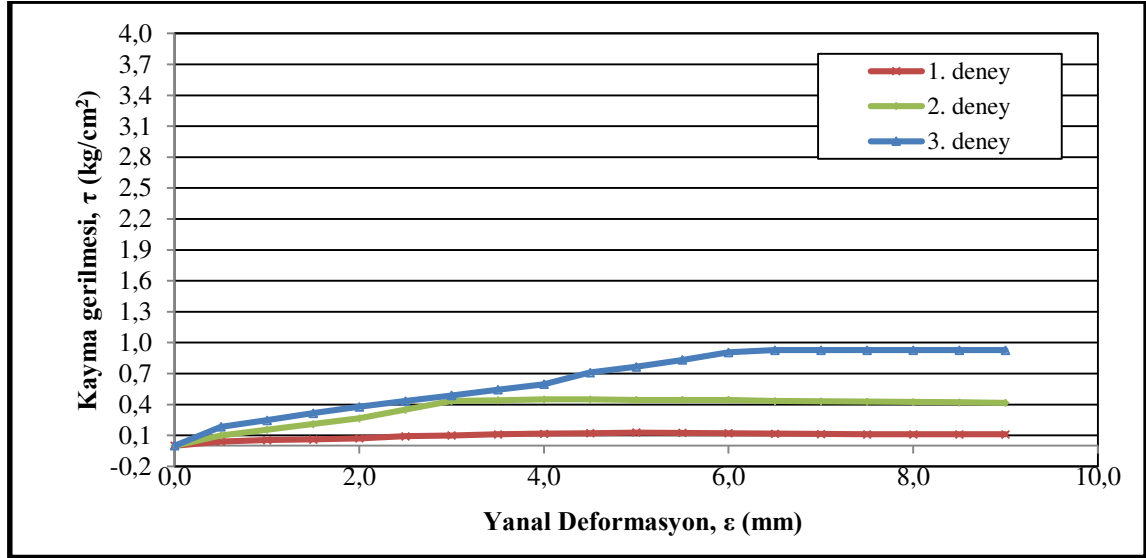


Ek Şekil 7.1. 1179 Numaralı parselde SK5'den alınan numuneler üzerinde yapılan Kesme Kutusu Deney Sonuçları

KESME KUTUSU DENEYİ

Deney Talep Eden : Tunceli Milli Emlak Müdürlüğü
 Numuneyi Alan : Onur ŞAHİNOL
 Alındığı Tarih : 29.05.2014
 Alındığı Yer : Aktuluk Mevkii
 Pafta : -
 Ada / Parsel : - / 1179

Çukur / Sondaj No : SK7-D1
 Derinlik (m) : 9,00
 Laboratuvar No : ZL399-14
 Deney Tarihi : 31.05.2014
 Deneyi Yapan : Dilan OKUTAN
 Deney Standardı : TS 1900 – 2
 Doğal BHA (gr/cm³) : 1,904

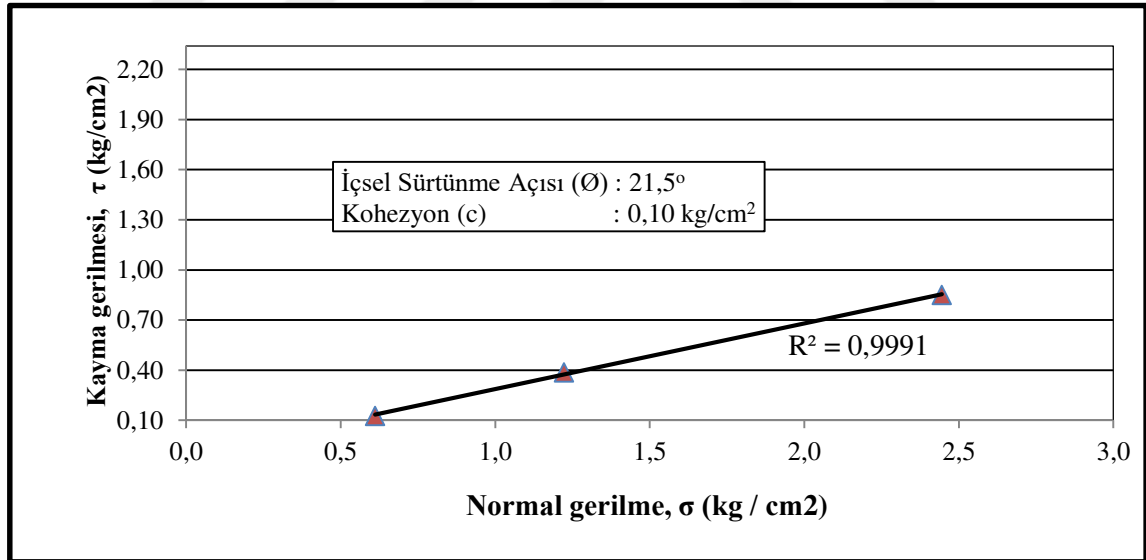
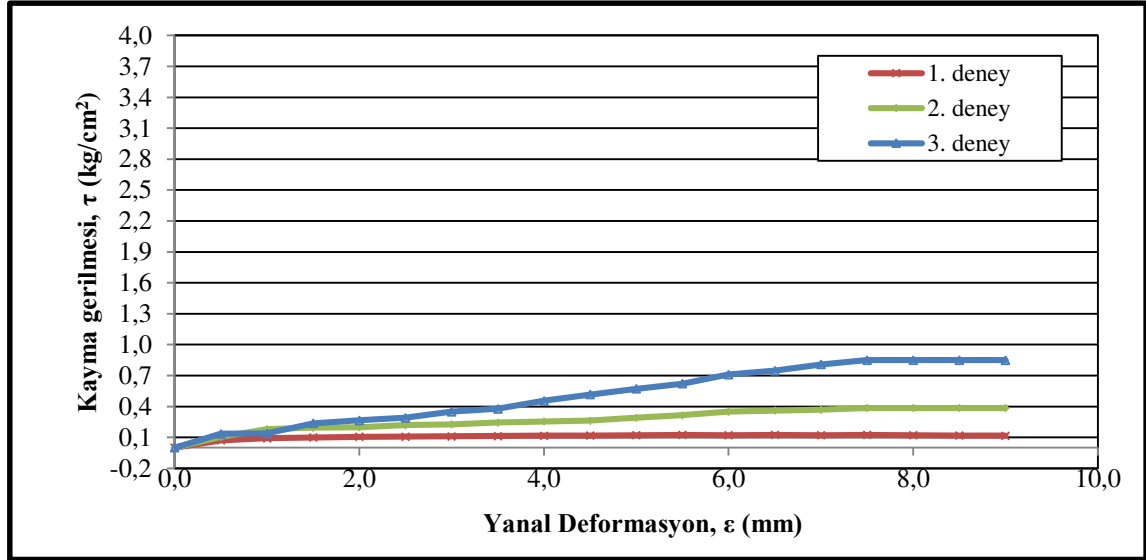


Ek Şekil 7.2. 1179 Numaralı parselde SK7'den alınan numuneler üzerinde yapılan Kesme Kutusu Deney Sonuçları

KESME KUTUSU DENEYİ

Deney Talep Eden : Tunceli Milli Emlak Müdürlüğü
 Numuneyi Alan : Onur ŞAHİNOL
 Alındığı Tarih : 29.05.2014
 Alındığı Yer : Aktuluk Mevkii
 Pafta : -
 Ada / Parsel : - / 1179

Çukur / Sondaj No : SK14-D1
 Derinlik (m) : 6,00
 Laboratuvar No : ZL399-14
 Deney Tarihi : 31.05.2014
 Deneyi Yapan : Dilan OKUTAN
 Deney Standardı : TS 1900 – 2
 Doğal BHA (gr/cm³) : 1,904

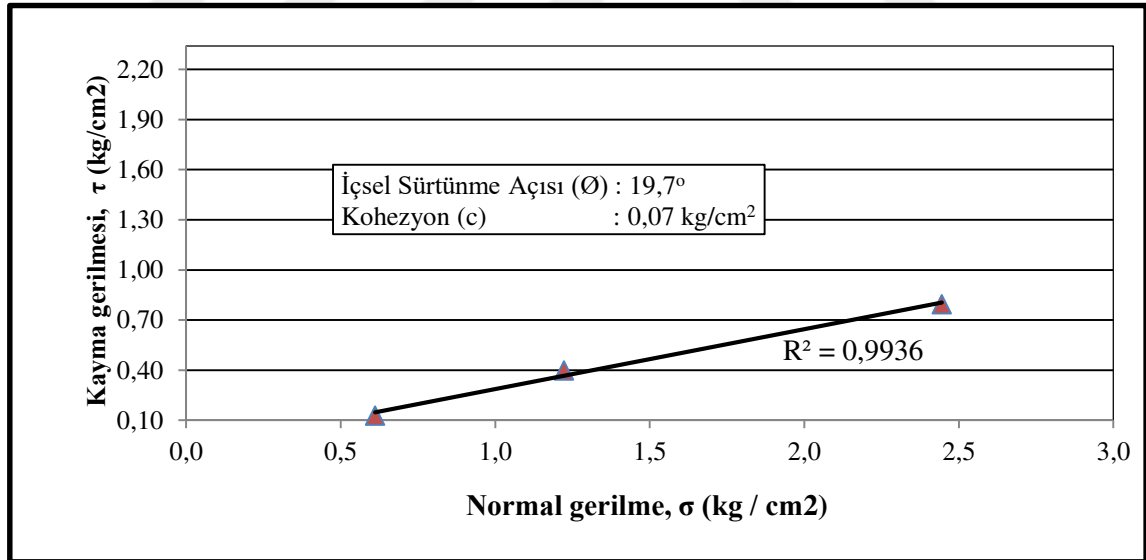
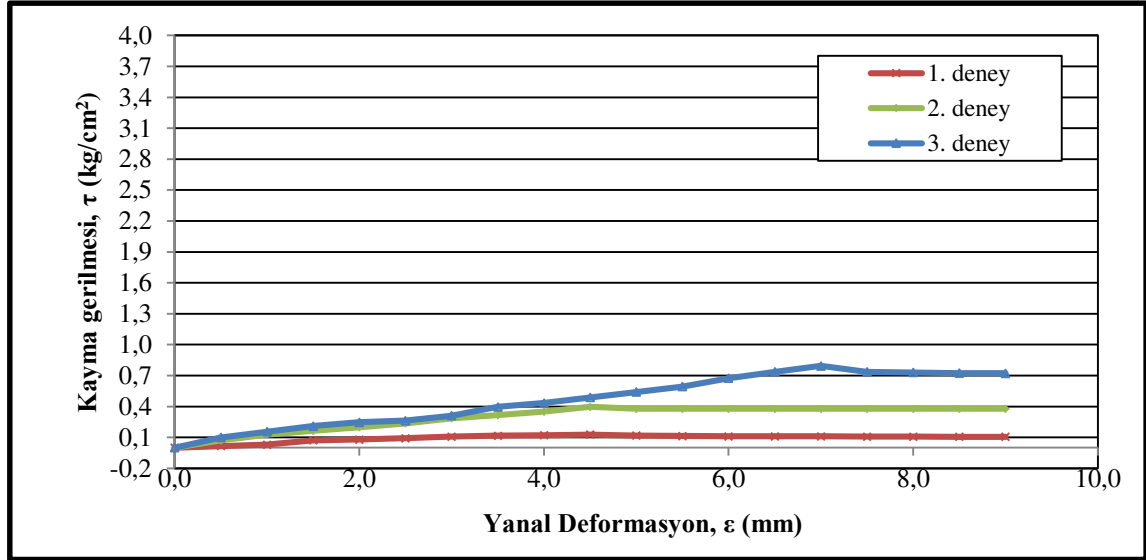


Ek Şekil 7.3. 1179 Numaralı parselde SK14'den alınan numuneler üzerinde yapılan Kesme Kutusu Deney Sonuçları

KESME KUTUSU DENEYİ

Deney Talep Eden : Tunceli Milli Emlak Müdürlüğü
 Numuneyi Alan : Onur ŞAHİNOL
 Alındığı Tarih : 29.05.2014
 Alındığı Yer : Aktuluk Mevkii
 Pafta : -
 Ada / Parsel : - / 1179

Çukur / Sondaj No : SK20-D1
 Derinlik (m) : 3,00
 Laboratuvar No : ZL399-14
 Deney Tarihi : 31.05.2014
 Deneyi Yapan : Dilan OKUTAN
 Deney Standardı : TS 1900 – 2
 Doğal BHA (gr/cm³) : 1,863



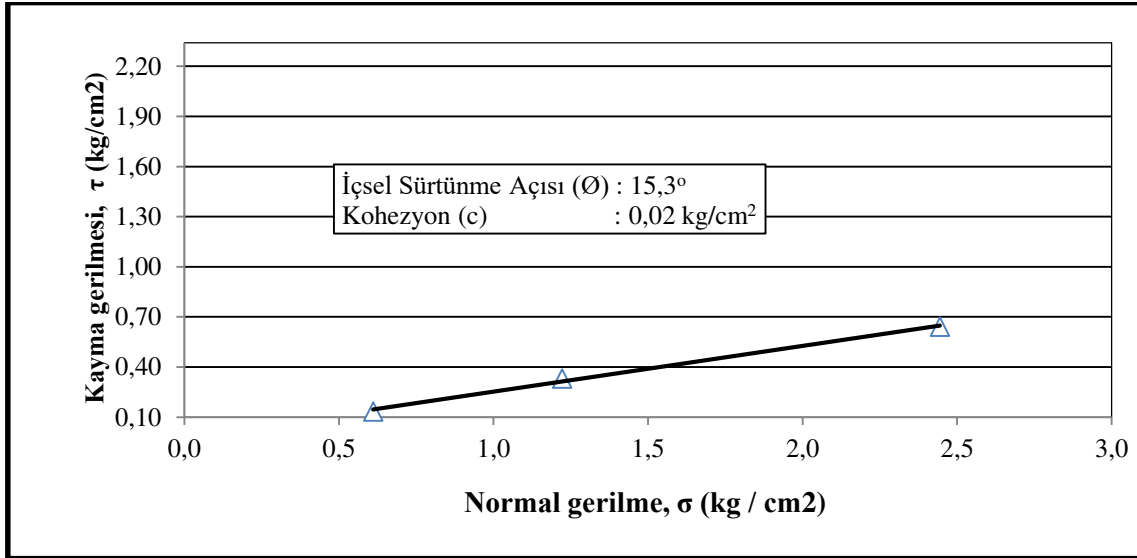
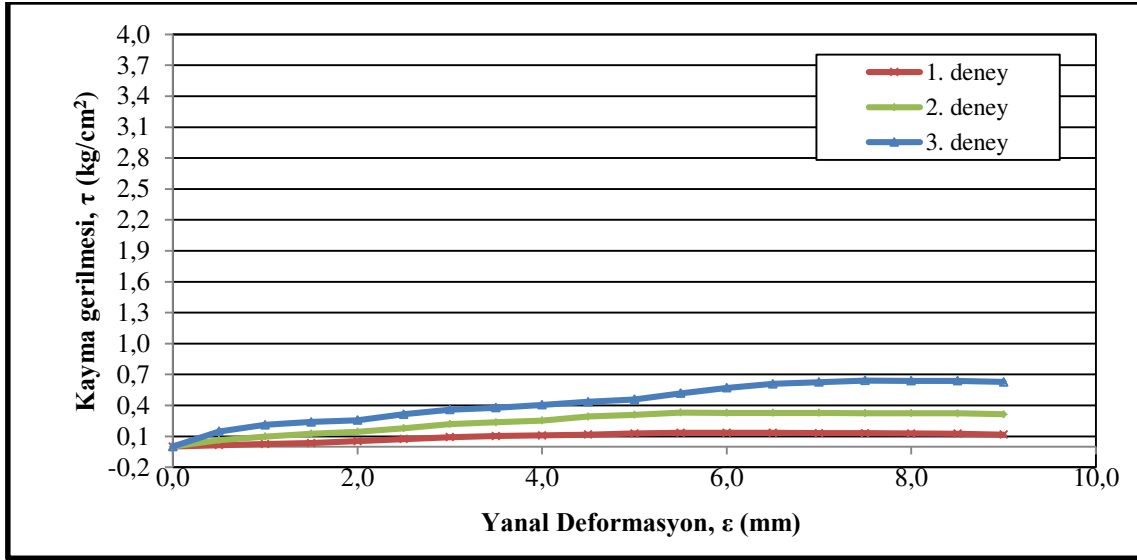
Ek Şekil 7.4. 1179 Numaralı parselde SK20'den alınan numuneler üzerinde yapılan Kesme Kutusu Deney Sonuçları

Ek Şekil 8.

KESME KUTUSU DENEYİ

Deney Talep Eden : Haydar BELTAN
Numuneyi Alan : Onur ŞAHİNOL
Alındığı Tarih : 07.09.2013
Alındığı Yer : Aktuluk Merkez
Pafta : -
Ada / Parsel : - / 1217

Çukur / Sondaj No : SK2
Derinlik (m) : 3,00
Laboratuvar No : ZL602-13
Deney Tarihi : 09.09.2013
Deneyi Yapan : Dilan OKUTAN
Deney Standardı : TS 1900 – 2
Doğal BHA (gr/cm³) : 1,855

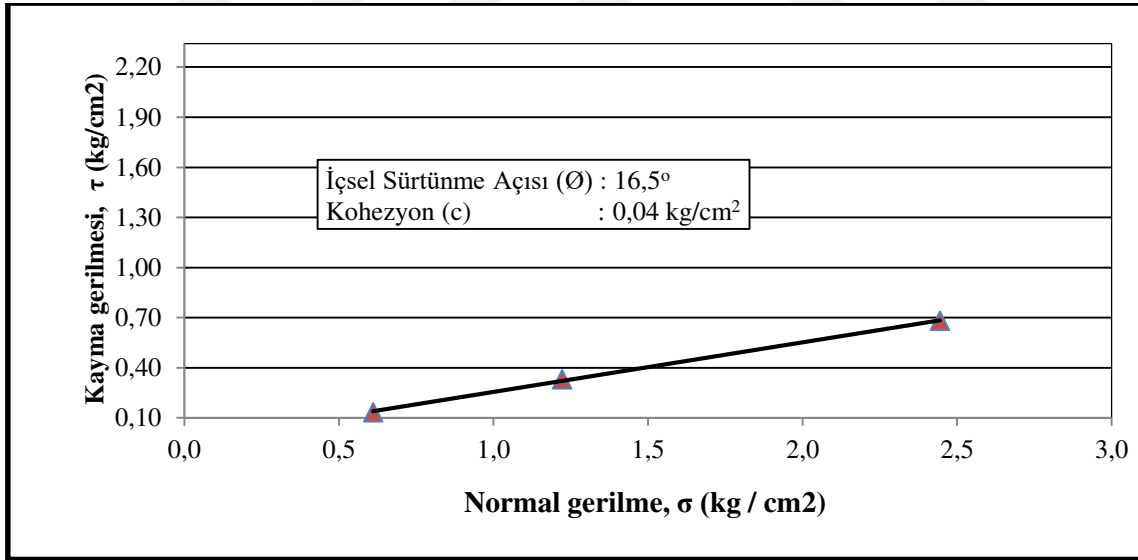
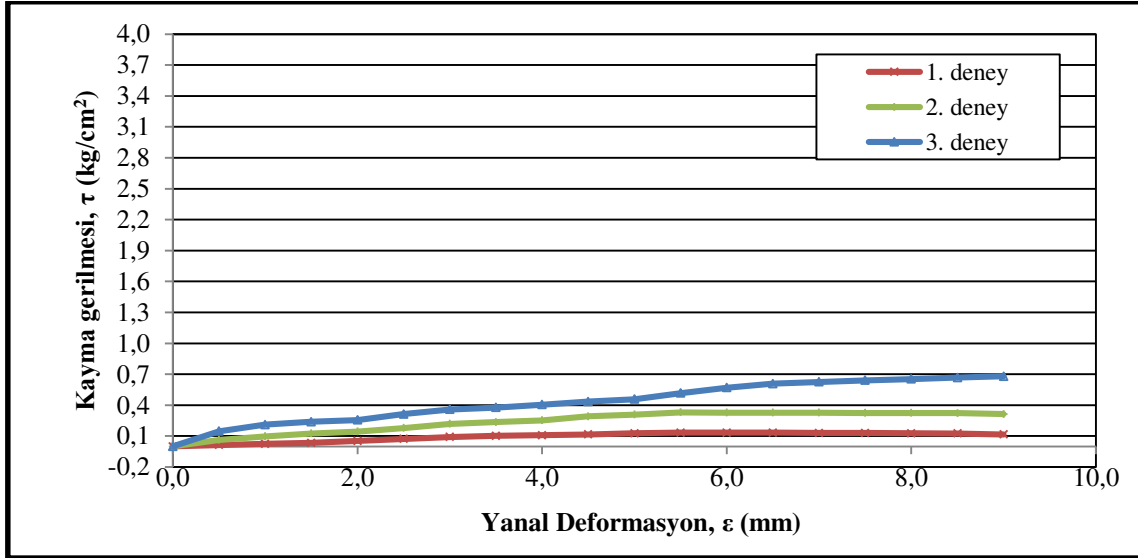


Ek Şekil 8.1. 1217 Numaralı parselde SK2'den alınan numuneler üzerinde yapılan Kesme Kutusu Deney Sonuçları

KESME KUTUSU DENEYİ

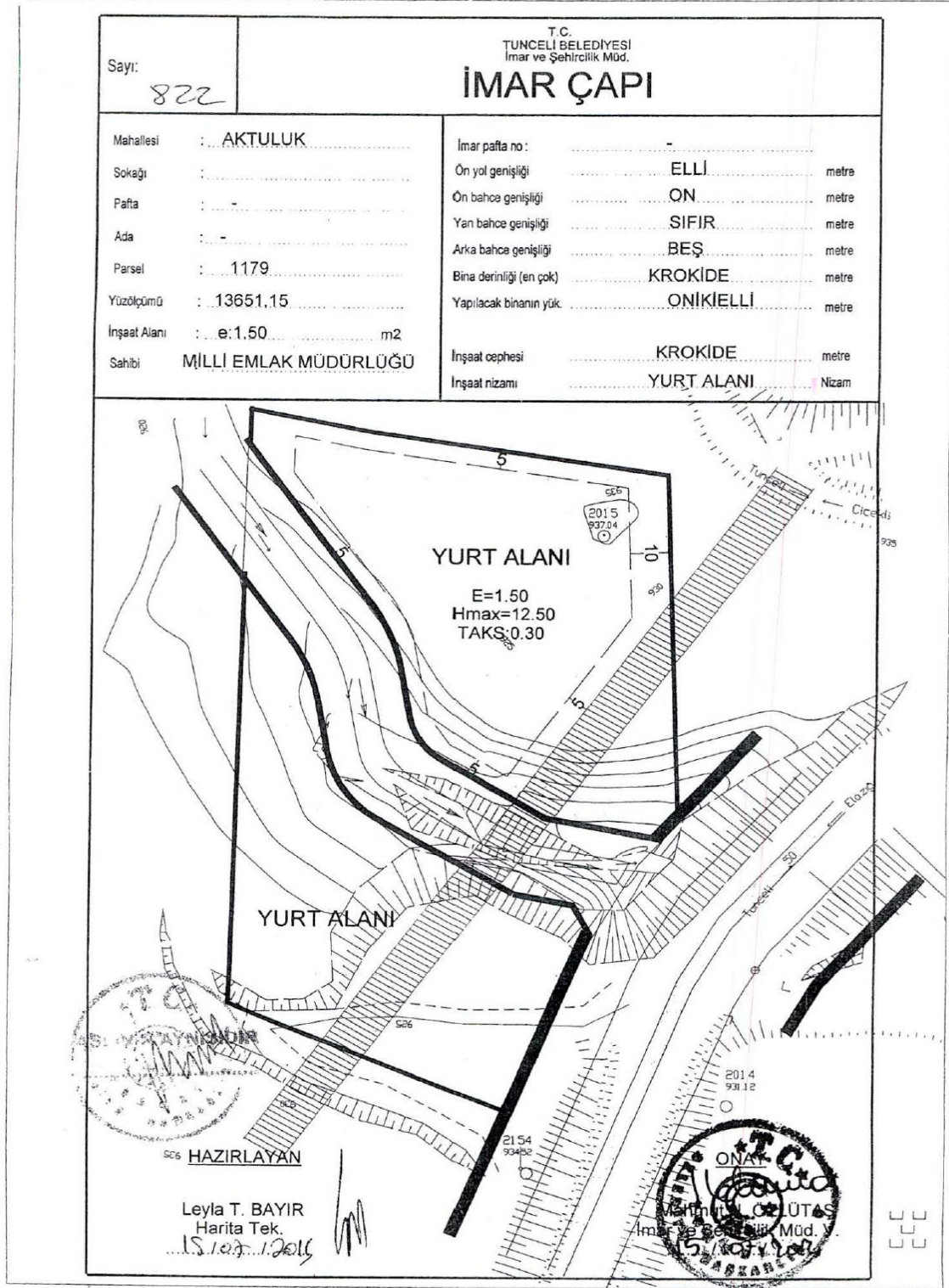
Deney Talep Eden : Haydar BELTAN
 Numuneyi Alan : Onur ŞAHİNOL
 Alındığı Tarih : 07.09.2013
 Alındığı Yer : Aktuluk Merkez
 Pafta : -
 Ada / Parsel : - / 1217

Çukur / Sondaj No : SK3
 Derinlik (m) : 3,00
 Laboratuvar No : ZL602-13
 Deney Tarihi : 09.09.2013
 Deneyi Yapan : Dilan OKUTAN
 Deney Standardı : TS 1900 – 2
 Doğal BHA (gr/cm³) : 1,865



Ek Şekil 8.2. 1217 Numaralı parselde SK3’den alınan numuneler üzerinde yapılan Kesme Kutusu Deney Sonuçları

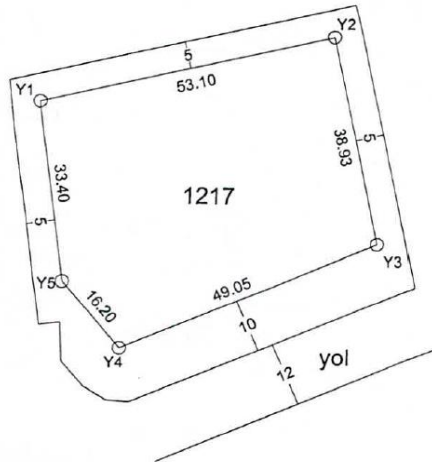
Ek Şekil 9.



Ek Şekil 9.1. 1179 Numaralı parsel için İmar Çapı

Ek Şekil 10.

Sayı: 425	T.C. TUNCELİ BELEDİYESİ İmar ve Şehircilik Müdürlüğü	
	İMAR ÇAPI	
Mahallesi : AKTULUK	İmar pafta no :	-
Sokağı :	Ön yol genişliği :	ONİKİ metre
Pafta : -	Ön bahçe genişliği :	ON metre
Ada : -	Yan bahçe genişliği :	BES metre
Parsel : 1217	Arka bahçe genişliği :	BES metre
Yüzölçümü : 3701.06	Bina derinliği (en çok) :	OTUZ metre
İnşaat Alanı : 1110.32 m2	Yapılacak binanın yük :	ONBEŞELLİ metre
Sahibi : BİRTEKS İNŞ. LTD. ŞTİ.	Yapılacak binanın kat.ad :	BODRUM + BEŞ KAT
	İnşaat cephesi :	OTUZ metre
	İnşaat nizamı :	YURT ALANI (ÖZEL YURT) Nizam



YAPI YAKLAŞMA SINIRI

NoktaNo	Y	X
Y1	27137.58	23258.80
Y2	27189.42	23208.69
Y3	27197.87	23230.65
Y4	27152.59	23211.31
Y5	27142.16	23223.71

HAZIRLAYAN

Leyla TOĞARGÖR BAYIR
Harita Teknikeri

02.10.2016

ONAY

Mahmut N. ÖZLUTAŞ
İmar ve Şehircilik Müd. Vk.



- 1-İşbu imar durumu ile yalnız proje tanzim edilebilir. İnşaat yaptırılamaz.
- 2-Projeler Tunceli Belediyesi imar yönetmeliğine uygun olarak tanzim edilecektir.
- 3-Parselin Jeolojik incelemesi yapılmadan proje çizilemez.
- 4-Proje deprem yönetmeliğine uygun çizilecektir.
- 5-Projede asansör konulacaktır.
- 6-Projelerin oda taşıdığı yapılmadan ruhsat verilemez.
- 7-İnşaatın bodrum katlarının etrafı açılıp kat kazanılamaz.
- 8-Binanın her katında Beton testinin yapılması Aksi takdirde yapı kullanım izin belgesi verilmeyecektir.

Ek Şekil 10.1. 11217 Numaralı parsel için İmar Çapı