



T.C.
GÜMÜŞHANE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



ZEMİN SU MUHTEVASI İLE ELEKTRİK DİRENCİ İLİŞKİSİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Merve DURDU

HAZİRAN 2019
GÜMÜŞHANE

T.C.
GÜMÜŞHANE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ZEMİN SU MUHTEVASI İLE ELEKTRİK DİRENCİ İLİŞKİSİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Merve DURDU

Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

"İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı"

Yüksek Lisans Programında Kabul Edilen Tezdir.

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 17.06.2019

Tezin Sözlü Savunma Tarihi : 03.10.2019

HAZİRAN 2019



KABUL ve ONAY



Dr. Öğr. Üy. Osman KARA danışmanlığında **Merve DURDU** tarafından hazırlanan “**ZEMİN SU MUHTEVASI İLE ELEKTRİK DİRENCİ İLİŞKİSİ**” isimli bu çalışma jürimiz tarafından Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **İnşaat Mühendisliği** Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans olarak Oy Birliği ile kabul edilmiştir.

Başkan

: Dr. Öğr. Üyesi Fatih YILMAZ

Üye (Danışman)

: Dr. Öğr. Üyesi Osman KARA

Üye

: Dr. Öğr. Üyesi Suna ALTUNDAŞ

ONAY

Bu tez **20.11.19** tarihinde Enstitü Yönetim Kurulunca kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Ferkan SİPAHİ

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

TEZ BEYANNAMESİ

Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı'nda tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlamış olduğum "Zemin Su Muhtevası ile Elektrik Direnci İlişkisi" isimli tez çalışmada; bütün bilgi ve belgeleri genel akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi, görsel ve yazılı bütün bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak hazırlayıp sunduğumu, başka kaynaklardan yararlandığım bilgileri metin ve kaynaklarda eksiksiz olarak gösterdiğimi, çalışma süresince bilimsel araştırma ve etik kurallara uygun olarak davrandığımı ve aksi durumda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim. 17/06/2019



Merve DURDU

ÖZET
YÜKSEK LİSANS TEZİ

ZEMİN SU MUHTEVASI İLE ELEKTRİK DİRENCİ İLİŞKİSİ

Merve DURDU

Gümüşhane Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Osman KARA

2019, 114 sayfa

Bu tez çalışması kapsamında, Gümüşhane ili Merkeze bağlı Canca Mahallesi, Alemdar, Sargınkaya ve Tekke Köylerindeki belirli noktalardan zemin numuneleri alınarak, bir dizi laboratuvar deneyine tabi tutulmuştur. Numunelere ait zemin özelliklerinin belirlenmesi amacıyla laboratuvar ortamında her bir zemin numunesine ait su muhtevası ve elektrik direnç ölçümlerine ilaveten elek analizi, likit ve plastik limit deneyleri de yapılmıştır. Aynı zamanda elde edilen su muhtevası değerleri ile elektrik dirençleri karşılaştırılarak; zemine ait bu iki parametre arasındaki ilişki ortaya konulmaya çalışılmıştır.

Tüm bölgelerden alınan zemin numunelerinden elde edilen veriler kullanılarak yapılan analizlerde, su muhtevası ile elektrik direnci arasında en yüksek korelasyon katsayıları üs fonksiyonlarıyla elde edilmiştir.

Alemdar bölgesine ait grafiklerden, R^2 (korelasyon katsayısı) değerlerinin 0,2366-0,4271 arasında değiştiği görülmüş olup, yapılan değerlendirme sonucunda bu bölgedeki su muhtevası ile elektrik direnci arasında zayıf-orta şiddette korelasyon gözlenmiştir. Canca bölgesi için, su muhtevası ile elektrik direnci arasında yüksek-çok yüksek dereceli bir korelasyon olup, R^2 değerleri 0,6521-0,8377 arasında değişmektedir. Sarginkaya bölgesine ait grafiklerden elde edilen R^2 değerleri 0,004-0,7417 arasında değişmekte olup, iki parametre arasında çok zayıf-yüksek bir korelasyon söz konusudur. Tekke bölgesine ait grafiklerden elde edilen R^2 değerleri ise 0,2849-0,7263 arasında değişirken, aralarında oldukça değişken (zayıf-yüksek korelasyon) bir korelasyon elde edilmiştir.

Zeminlerde bulunan killerin cinslerine göre ilişkiler değerlendirildiğinde kaolinit kil içeren Canca ve Tekke zeminlerinde korelasyon katsayıları zayıf-çok yüksek düzeydedir. Diğer yandan, illit cinsi kil içeriğine sahip Alemdar ilişki zayıf-orta düzeydedir. İllit-simektit kil grubu içeriğine sahip Sarginkaya bölgesindeki zeminlerinde ise çok zayıf düzeyden yüksek düzeye kadar değişkenlik göstermiştir.

Sonuç olarak; elde edilen tüm verilerin değerlendirilmesi ile dört bölge için de zemin numunelerine ait su muhtevası ve elektrik direnç değerleri arasındaki korelasyon katsayısındaki değişimlerin bölgelerden alınan farklı zemin örneklerinin jeolojik bileşimlerine bağlı olarak değişim gösterdiği sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Elektrik direnci, Korelasyon, Su muhtevası, Zemin

ABSTRACT

MS THESIS

SOIL WATER CONTENT AND ELECTRIC RESISTIVITY RELATION

Merve DURDU

Gümüşhane University

The Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Civil Engineering

Supervisor: Asst. Prof. Dr. Osman KARA

2019, 114 pages

In this thesis, soil samples were taken from certain points in Canca Neighborhood, Alemdar Village, Sargınkaya Village and Tekke Village in the Central District of Gümüşhane and they were subjected to a series of laboratory experiments. In order to determine the soil properties of the samples, as well as the water content and electrical resistance measurements of each soil sample in the laboratory, sieve analysis, liquid limit and plastic limit tests were performed. In addition, by comparing the obtained water content values and electrical resistances; The relationship between these two parameters of the ground was tried to be revealed.

In the analyzes performed using the data obtained from soil samples taken from all regions, the highest correlation coefficients between water content and electrical resistance were obtained by exponential functions.

From the graphs of Alemdar region, R^2 (correlation coefficient) values were found to vary between 0.2366-0.4271, and as a result of the evaluation, a weak-medium correlation was observed between the water content and electrical resistance in this region. For the Canca region, there is a high-to-very high correlation between water content and electrical resistance, with R^2 values ranging from 0.6521 to 0.8377. R^2 values obtained from the graphs of Sarginkaya region vary between 0.004-0.7417 and there is a very weak-high correlation between the two parameters. R^2 values obtained from the graphs of the Tekke region ranged between 0.2849-0.7263, while a highly variable (weak-high correlation) correlation was obtained between them.

When the relations according to the types of clays found in soils are evaluated, the correlation coefficients of Canca and Tekke soils containing kaolinite clay are weak-very high. On the other hand, the relationship in the Alemdar region with illite clay content is weak-medium. In the soil of Sarginkaya region which contains illit-smectite clay group, it varies from very weak to high level.

As a result; with the evaluation of all the data obtained, it was concluded that the changes in the correlation coefficient between the water content and electrical resistance values of the soil samples for the four regions vary depending on the geological composition of the different soil samples taken from the regions.

Keywords: Electrical resistance, Correlation, Water content, Soil

TEŞEKKÜR

"Zemin su muhtevası ile elektrik direnci ilişkisi" adlı bu çalışma, Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlanmıştır.

Çalışmalarım sırasında bilgi ve tecrübelerinden faydalandığım danışman hocam Dr. Öğr. Üyesi Osman KARA'ya, Gümüşhane killerinin kimyasal analizleri ile ilgili yaptıkları araştırma çalışmalarından elde ettikleri değerli bilgileri benimle paylaştıkları için Gümüşhane Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi Öğretim Üyelerinden Prof. Dr. Ferkan SİPAHİ'ye, Doç. Dr. Alaaddin VURAL'a ve Öğr. Gör. İbrahim AKPINAR'a, destek ve katkılarından ötürü Dr. Öğr. Üyesi Fatih YILMAZ'a, Dr. Öğr. Üyesi Suna ALTUNDAŞ'a, Araştırma görevlisi Yusuf KAYA'ya ve ayrıca bilgi ve tecrübelerinden faydalandığım İnşaat Mühendisliği Bölüm Başkanımız Prof. Dr. Tufan ÇAKIR'a şükran ve saygılarımı sunarım.

Çalışmalarım süresince maddi-manevi desteklerini sürekli yanımda hissettiğim, eğitim hayatım boyunca her daim yanımda olan babam Yusuf TÜZEN'e, annem Hatice TÜZEN'e, başaracağıma dair inanç ve desteklerini hiçbir zaman eksik etmeyen dedem HacıBey ŞİMŞEK'e, anneannem Hava ŞİMŞEK'e ve tezin başından sonuna dek teknik bilgi ve tecrübelerinden yararlandığım, her daim manevi desteğini eksik etmeyen değerli eşim Nuh Alparslan DURDU'ya sonsuz şükran ve sevgilerimi sunarım.

Merve DURDU

Gümüşhane, 2019

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖZET	IV
ABSTRACT	VI
TEŞEKKÜR	VIII
İÇİNDEKİLER.....	IX
ŞEKİLLER DİZİNİ	XII
TABLolar DİZİNİ.....	XV
SEMBOLLER ve KISALTMALAR DİZİN	XVII
1. GENEL BİLGİLER.....	1
1.1. Zemin.....	1
1.1.1. Zemin Bileşenleri	2
1.1.2. Zeminin Fiziksel Özellikleri.....	4
1.1.2.1. Yoğunluk	4
1.1.2.2. Boşluk Oranı.....	8
1.1.2.3. Porozite.....	8
1.1.2.4. Doygunluk Derecesi	9
1.1.2.5. Su İçeriği (Muhtevası)	9
1.2. Zemin İnceleme	10
1.2.1. Ön Zemin İncelemesi ve Büro Çalışması.....	11
1.2.2. Arazi Çalışma Yöntemleri	12
1.2.2.1. Araştırma Çukuru Açılması.....	12
1.2.2.2. Sondaj Çalışmaları	13
1.2.2.3. Sondalamalar	14
1.2.2.4. Jeofizik Yöntemler	16
1.3. Önceki Çalışmalar	16
1.4. Çalışmanın Amacı ve Kapsamı	19
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR	20
2.1. Zemin Numunesi	20
2.2. Elek Takımı	24
2.3. Atterberg Deney Aleti	26

2.4.	Multimetre	27
2.5.	Numune Kalıpları	27
2.6.	Kablolar	29
2.7.	Hassas Terazi ve Etüv	29
2.8.	Deney Numunesi Oluşturma	30
2.9.	Elek Analizi	32
2.10.	Kıvam Limitleri (Atterberg Limitleri) Likit ve Plastik Limit Belirlenmesi	33
2.11.	Birleştirilmiş Zemin Sınıflandırma Sistemi (USCS)	35
2.12.	Kimyasal Analiz Sonuçları	39
2.13.	Numunelerin Elektrik Dirençlerinin Ölçülmesi	39
2.14.	Numunelerin Su Muhtevasının Belirlenmesi	40
3.	BULGULAR VE TARTIŞMA	41
3.1.	Alemdar Bölgesine Ait Laboratuvar Deney Sonuçları	41
3.1.1	Alemdar Bölgesine Ait Elek Analizi Deney Sonuçları	41
3.1.2	Alemdar Bölgesine Ait Likit ve Plastik Limit Deney Sonuçları	45
3.2.	Canca Bölgesine Ait Laboratuvar Deney Sonuçları	48
3.2.1	Canca Bölgesine Ait Elek Analizi Deney Sonuçları	48
3.2.2.	Canca Bölgesine Ait Likit ve Plastik Limit Deney Sonuçları	52
3.3.	Sargınkaya Bölgesine Ait Laboratuvar Deney Sonuçları	56
3.3.1.	Sargınkaya Bölgesine Ait Elek Analizi Deney Sonuçları	56
3.3.2	Sargınkaya Bölgesine Ait Likit ve Plastik Limit Deney Sonuçları	60
3.4	Tekke Bölgesine Ait Laboratuvar Deney Sonuçları	64
3.4.1	Tekke Bölgesine Ait Elek Analizi Deney Sonuçları	64
3.4.2.	Tekke Bölgesine Ait Likit ve Plastik Limit Deney Sonuçları	68
3.5.	Su Muhtevası ile Elektrik Direnci Değişim Grafikleri	72
3.5.1.	Alemdar Bölgesinin Su Muhtevası ile Elektrik Direnci Değişim Grafikleri ...	72
3.5.1.1.	Alemdar 1 Bölgesinin Su Muhtevası ile Elektrik Direnci Değişim Grafikleri	72
3.5.1.2.	Alemdar 2 Bölgesinin Su Muhtevası İle Elektrik Direnci Değişim Grafikleri	73
3.5.1.3.	Alemdar 3 Bölgesinin Su Muhtevası İle Elektrik Direnci Değişim Grafikleri	76
3.5.1.4.	Alemdar 4 Bölgesinin Su Muhtevası İle Elektrik Direnci Değişim Grafikleri	78

3.5.2.	Canca Bölgesinin Su Muhtevası İle Elektrik Direnci Değişim Grafikleri	80
3.5.2.1.	Canca 1 Bölgesinin Su Muhtevası İle Elektrik Direnci Değişim Grafikleri	80
3.5.2.2.	Canca 2 Bölgesinin Su Muhtevası İle Elektrik Direnci Değişim Grafikleri	83
3.5.2.3.	Canca 3 Bölgesinin Su Muhtevası İle Elektrik Direnci Değişim Grafikleri	85
3.5.2.4.	Canca 4 Bölgesinin Su Muhtevası İle Elektrik Direnci Değişim Grafikleri	87
3.5.3.	Sargınkaya Bölgesinin Su Muhtevası İle Elektrik Direnci Değişim Grafikleri	90
3.5.3.1.	Sargınkaya 1 Bölgesinin Su Muhtevası İle Elektrik Direnci Değişim Grafikleri	90
3.5.3.2.	Sargınkaya 2 Bölgesinin Su Muhtevası İle Elektrik Direnci Değişim Grafikleri	92
3.5.3.3.	Sargınkaya 3 Bölgesinin Su Muhtevası İle Elektrik Direnci Değişim Grafikleri	94
3.5.3.4.	Sargınkaya 4 Bölgesinin Su Muhtevası İle Elektrik Direnci Değişim Grafikleri	95
3.5.4.	Tekke Bölgesinin Su Muhtevası İle Elektrik Direnci Değişim Grafikleri	99
3.5.4.1.	Tekke 1 Bölgesinin Su Muhtevası İle Elektrik Direnci Değişim Grafikleri	99
3.5.4.2.	Tekke 2 Bölgesinin Su Muhtevası İle Elektrik Direnci Değişim Grafikleri	101
3.5.4.3.	Tekke 3 Bölgesinin Su Muhtevası İle Elektrik Direnci Değişim Grafikleri	103
3.5.4.4.	Tekke 4 Bölgesinin Su Muhtevası İle Elektrik Direnci Değişim Grafikleri	106
4.	SONUÇLAR VE ÖNERİLER	112
5.	KAYNAKLAR.....	113
	ÖZGEÇMİŞ	

ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1.1. Zemin profilinin şematik gösterimi (Özaydın, 2011).....	2
Şekil.1.2. a) Kısmen doymuş zemin b) Doymuş zemin c) Kuru zemin (Bozbey, 2017)	2
Şekil 1.3. a) Doğal yapı b) Bileşenlerine ayrılmış zemin prizmaları (URL-1)	3
Şekil 1.4. Araştırma çukuru açılması	13
Şekil 2.1. Zeminden numune alma	21
Şekil 2.2. Toplanan zeminin ayrı ayrı poşetlere konulması	21
Şekil 2.3. Çalışma bölgesinin jeoloji formasyon haritası (URL-7).	22
Şekil 2.4. Alemdar bölgesi numune alma noktaları ve koordinatları (URL-8).....	22
Şekil 2.5. Canca bölgesi numune alma noktaları ve koordinatları (URL-8).....	23
Şekil 2.6. Tekke bölgesi numune alma noktaları ve koordinatları (URL-8).....	23
Şekil 2.7. Sarginkaya bölgesi numune alma noktaları ve koordinatları (URL-8).....	24
Şekil 2.8. Elek takımı ve sarsma tablası (URL-9).....	25
Şekil 2.9. Plastik limit deney seti (URL-10).	26
Şekil 2.10. Likit limit deney seti (URL-11).	26
Şekil 2.11. Multimetre cihazı ve cihazın teknik özellikleri (URL-12).....	27
Şekil 2.12. Numune boyunun kumpas yardımıyla ölçümü	28
Şekil 2.13. Numune kalıbının çapının kumpas ile ölçümü.....	28
Şekil 2.14. Nya kablolar	29
Şekil 2.15. a) Hassas terazi b) Hassas terazide numune ölçümü.....	29
Şekil 2.16. Etüv	30
Şekil 2.17. Kalıptan çıkarılmış Alemdar- Sarginkaya bölgelerinin numuneleri	31
Şekil 2.18. Kalıptan çıkarılmış Canca bölgesi numuneleri	31
Şekil 2.19. Kalıptan çıkarılmış Tekke bölgesi numuneleri	32
Şekil 2.20. Birleştirilmiş zemin sınıflandırma sistemi (USCS) nin ana şeması (Uzuner, 2007).....	37
Şekil 2.21. Plastisite grafiğinin dört bölgesi (Uzuner, 2007).	37
Şekil 2.22. Kablonun izoleli ve izolesiz boyutları.....	40
Şekil 3.1. Alemdar 1 bölgesine ait granülometri eğrisi	41
Şekil 3.2. Alemdar 2 bölgesine ait granülometri eğrisi	42

Şekil 3.3.	Alemdar 3 bölgesine ait granülometri eğrisi	43
Şekil 3.4.	Alemdar 4 bölgesine ait granülometri eğrisi	44
Şekil 3.5.	Alemdar 2 bölgesine ait likit limit grafiği	45
Şekil 3.6.	Alemdar 3 bölgesine ait likit limit grafiği	46
Şekil 3.7.	Alemdar 4 bölgesine ait likit limit grafiği	47
Şekil 3.8.	Canca 1 bölgesine ait granülometri eğrisi	48
Şekil 3.9.	Canca 2 bölgesine ait granülometri eğrisi	49
Şekil 3.10.	Canca 3 bölgesine ait granülometri eğrisi	50
Şekil 3.11.	Canca 4 bölgesine ait granülometri eğrisi	51
Şekil 3.12.	Canca 1 bölgesine ait likit limit grafiği	52
Şekil 3.13.	Canca 2 bölgesine ait likit limit grafiği	53
Şekil 3.14.	Canca 3 bölgesine ait likit limit grafiği	54
Şekil 3.15.	Canca 4 bölgesine ait likit limit grafiği	55
Şekil 3.16.	Sargınkaya 1 bölgesine ait granülometri eğrisi	56
Şekil 3.17.	Sargınkaya 2 bölgesine ait granülometri eğrisi	58
Şekil 3.18.	Sargınkaya 3 bölgesine ait granülometri eğrisi	59
Şekil 3.19.	Sargınkaya 4 bölgesine ait granülometri eğrisi	59
Şekil 3.20.	Sargınkaya 1 bölgesine ait likit limit grafiği	60
Şekil 3.21.	Sargınkaya 2 bölgesine ait likit limit grafiği	61
Şekil 3.22.	Sargınkaya 3 bölgesine ait likit limit grafiği	62
Şekil 3.23.	Sargınkaya 4 bölgesine ait likit limit grafiği	63
Şekil 3.24.	Tekke 1 bölgesine ait granülometri eğrisi	64
Şekil 3.25.	Tekke 2 bölgesine ait granülometri eğrisi	65
Şekil 3.26.	Tekke 3 bölgesine ait granülometri eğrisi	66
Şekil 3.27.	Tekke 4 bölgesine ait granülometri eğrisi	67
Şekil 3.28.	Tekke 1 bölgesine ait likit limit grafiği	68
Şekil 3.29.	Tekke 2 bölgesine ait likit limit grafiği	69
Şekil 3.30.	Tekke 3 bölgesine ait likit limit grafiği	70
Şekil 3.31.	Tekke 4 bölgesine ait likit limit grafiği	71
Şekil 3.32.	Alemdar 1 bölgesinin su muhtevası ile elektrik direnci değişim grafiği....	72
Şekil 3.33.	Alemdar 2 bölgesinin su muhtevası ile elektrik direnci değişim grafiği....	75
Şekil 3.34.	Alemdar 3 bölgesinin su muhtevası ile elektrik direnci değişim grafiği....	77
Şekil 3.35.	Alemdar 4 bölgesinin su muhtevası ile elektrik direnci değişim grafiği....	79

Şekil 3.36. Canca 1 bölgesinin su muhtevası ile elektrik direnci değişim grafiği.....	82
Şekil 3.37. Canca 2 bölgesinin su muhtevası ile elektrik direnci değişim grafiği.....	84
Şekil 3.38. Canca 3 bölgesinin su muhtevası ile elektrik direnci değişim grafiği.....	87
Şekil 3.39. Canca 4 bölgesinin su muhtevası ile elektrik direnci değişim grafiği.....	89
Şekil 3.40. Sargınkaya 1 bölgesinin su muhtevası ile elektrik direnci değişim grafiği	91
Şekil 3.41. Sargınkaya 2 bölgesinin su muhtevası ile elektrik direnci değişim grafiği	93
Şekil 3.42. Sargınkaya 3 bölgesinin su muhtevası ile elektrik direnci değişim grafiği	95
Şekil 3.43. Sargınkaya 4 bölgesinin su muhtevası ile elektrik direnci değişim grafiği	98
Şekil 3.44. Tekke 1 bölgesinin su muhtevası ile elektrik direnci değişim grafiği.....	101
Şekil 3.45. Tekke 2 bölgesinin su muhtevası ile elektrik direnci değişim grafiği.....	103
Şekil 3.46. Tekke 3 bölgesinin su muhtevası ile elektrik direnci değişim grafiği.....	106
Şekil 3.47. Tekke 4 bölgesinin su muhtevası ile elektrik direnci değişim grafiği.....	109
Şekil 3.48. Alemdar, Canca, Sargınkaya ve Tekke bölgelerinin ayrı ayrı su muhtevası ile elektrik direnci değişim grafiği.....	110
Şekil 3.49. Çalışma bölgesinin tümüne ait su muhtevası ile elektrik direnci değişim grafiği	110

TABLolar DİZİNİ

Sayfa No

Tablo 1.1. Sondaj sınıflaması	14
Tablo 2.1. Amerikan astm standartlarında kullanılan elek ve açıklıkları	25
Tablo 2.2. Zemin tanelerinin boyutlarına göre sınıflandırılması.....	33
Tablo 2.3. Birleştirilmiş zemin sınıflandırma sistemleri (uscs).....	36
Tablo 2.4. Birleştirilmiş zemin sınıflandırmasında kullanılan semboller	36
Tablo 2.5. Birleştirilmiş zemin	38
Tablo 2.6. Alemdar, Sarginkaya, Tekke ve Canca örneklerindeki kil minerallerinin kimyasal analiz (% ağı.) sonuçları	39
Tablo 3.1. Alemdar 1 bölgesine ait elek analizi sonuçları.....	41
Tablo 3.2. Alemdar 2 bölgesine ait elek analizi sonuçları.....	42
Tablo 3.3. Alemdar 3 bölgesine ait elek analizi sonuçları.....	43
Tablo 3.4. Alemdar 4 bölgesine ait elek analizi sonuçları.....	44
Tablo 3.5. Alemdar 2 bölgesine ait likit limit ve plastik limit sonuçları	45
Tablo 3.6. Alemdar 3 bölgesine ait likit limit ve plastik limit sonuçları	46
Tablo 3.7. Alemdar 4 bölgesine ait likit limit ve plastik limit sonuçları	47
Tablo 3.8. Canca 1 bölgesine ait elek analizi sonuçları.....	48
Tablo 3.9. Canca 2 bölgesine ait elek analizi sonuçları.....	49
Tablo 3.10. Canca 3 bölgesine ait elek analizi sonuçları.....	50
Tablo 3.11. Canca 4 bölgesine ait elek analizi sonuçları.....	51
Tablo 3.12. Canca 1 bölgesine ait likit limit ve plastik limit sonuçları	52
Tablo 3.13. Canca 2 bölgesine ait likit limit ve plastik limit sonuçları	53
Tablo 3.14. Canca 3 bölgesine ait likit limit ve plastik limit sonuçları	54
Tablo 3.15. Canca 4 bölgesine ait likit limit ve plastik limit sonuçları	55
Tablo 3.16. Sarginkaya 1 bölgesine ait elek analizi sonuçları.....	56
Tablo 3.17. Sarginkaya 2 bölgesine ait elek analizi sonuçları.....	57
Tablo 3.18. Sarginkaya 3 bölgesine ait elek analizi sonuçları.....	58
Tablo 3.19. Sarginkaya 4 bölgesine ait elek analizi sonuçları.....	59
Tablo 3.20. Sarginkaya 1 bölgesine ait likit limit ve plastik limit sonuçları	60
Tablo 3.21. Sarginkaya 2 bölgesine ait likit limit ve plastik limit sonuçları	61
Tablo 3.22. Sarginkaya 3 bölgesine ait likit limit ve plastik limit sonuçları	62
Tablo 3.23. Sarginkaya 4 bölgesine ait likit limit ve plastik limit sonuçları	63

Tablo 3.24. Tekke 1 bölgesine ait elek analizi sonuçları.....	64
Tablo 3.25. Tekke 2 bölgesine ait elek analizi sonuçları.....	65
Tablo 3.26. Tekke 3 bölgesine ait elek analizi sonuçları.....	66
Tablo 3.27. Tekke 4 bölgesine ait elek analizi sonuçları.....	67
Tablo 3.28. Tekke 1 bölgesine ait likit limit ve plastik limit sonuçları.....	68
Tablo 3.29. Tekke 2 bölgesine ait likit limit ve plastik limit sonuçları.....	69
Tablo 3.30. Tekke 3 bölgesine ait likit limit ve plastik limit sonuçları.....	70
Tablo 3.31. Tekke 4 bölgesine ait likit limit ve plastik limit sonuçları.....	71
Tablo 3.32. Alemdar 1 bölgesinin su muhtevası ile elektrik direnci sonuçları	72
Tablo 3.33. Alemdar 2 bölgesinin su muhtevası ile elektrik direnci sonuçları	73
Tablo 3.34. Alemdar 3 bölgesinin su muhtevası ile elektrik direnci sonuçları	76
Tablo 3.35. Alemdar 4 bölgesinin su muhtevası ile elektrik direnci sonuçları	78
Tablo 3.36. Canca 1 bölgesinin su muhtevası ile elektrik direnci sonuçları	80
Tablo 3.37. Canca 2 bölgesinin su muhtevası ile elektrik direnci sonuçları	83
Tablo 3.38. Canca 3 bölgesinin su muhtevası ile elektrik direnci sonuçları	85
Tablo 3.39. Canca 4 bölgesinin su muhtevası ile elektrik direnci sonuçları	87
Tablo 3.40. Sarginkaya 1 bölgesinin su muhtevası ile elektrik direnci sonuçları	90
Tablo 3.41. Sarginkaya 2 bölgesinin su muhtevası ile elektrik direnci sonuçları	92
Tablo 3.42. Sarginkaya 3 bölgesinin su muhtevası ile elektrik direnci sonuçları	94
Tablo 3.43. Sarginkaya 4 bölgesinin su muhtevası ile elektrik direnci sonuçları	95
Tablo 3.44. Tekke 1 bölgesinin su muhtevası ile elektrik direnci sonuçları	99
Tablo 3.45. Tekke 2 bölgesinin su muhtevası ile elektrik direnci sonuçları	101
Tablo 3.46. Tekke 3 bölgesinin su muhtevası ile elektrik direnci sonuçları	103
Tablo 3.47. Tekke 4 bölgesinin su muhtevası ile elektrik direnci sonuçları	106

SEMBOLLER ve KISALTMALAR DİZİNİ

ağ	: Ağırlık
ASTM	: Amerikan test ve materyalleri topluluğu
a.s.a	: Analiz sınırlarının altında
a_w	: Alan oranı
DV	: Potansiyel fark
e	: Boşluk oranı
f_s	: Çevre sürtünmesi
G_s	: Tane özgül yoğunluğu
I	: Akım
I-S	: İllit-simektit ara tabakalısı
in-situ	: Doğal durumunda, ait olduğu yerde
M	: Kütle
Mg	: Mega gram
M_{doy}	: Doygun kütle
M_{kuru}	: Kuru kütle
M_{su}	: Su kütlesi
M_{dane}	: Tane kütlesi
$M_{yaş}$: Yaş kütle
N	: Darbe sayısı
n	: Porozite
PCA	: Temel bileşenler analizi
S	: Doygunluk derecesi
s_t	: Toplam sıkışma
u	: Boşluk suyu basıncı
V	: Toplam hacim
V_a	: Hava hacmi
V_b	: Boşluk hacmi
V_{hava}	: Hava hacmi
V_s	: Danelerin hacmi
v_s	: Kayma dalga hızı
NYA	: Pvc kaplı bakır kablo

1. GENEL BİLGİLER

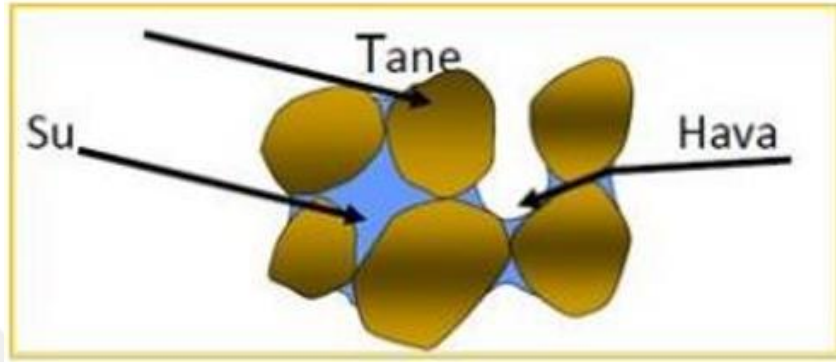
Zemin etüt çalışmalarında zemin özellikleri, alınan numuneler kullanılarak laboratuvarlarda ya da doğal ortamında, yapılan arazi deneyleri (in-situ) ile belirlenmektedir. İklim ve açık hava koşullarına bağlı olarak değişen arazi şartlarında zemin şartlarına en etkili parametre sudur. Suyun, zeminin birçok özelliğini önemli ölçüde etkilemesine rağmen tam olarak kontrol altına alınamaması ve etkisinin standardize edilememesi zemin etüdü raporlarındaki etkisini artırmaktadır. Zemindeki su muhtevasının zemin parametrelerine ya da zemin parametrelerinin göstergesi ya da belirteci konumundaki deney sonuç değerlerinin su etkisiyle oluşan farklardan arındırılması önem arz etmektedir. Bu arındırma işlemi yapıla bilirse zeminin doğal ortamda yapılan ölçüm sonuçlarının standardize edilmesi mümkün olabilecektir.

Su muhtevası bakımından zeminin doğal ortamlarda standardize edilememesi ölçülen değerlerin güvenilirliği açısından risk oluşturmaktadır. Zeminde suyun etkilerinin iyi belirlenmesi, zemini tanımakla mümkündür. Su muhtevasının sismik parametrelere etkisi söz konusu olduğunda çoğunlukla, dalga hızı ile olan ilişki incelenmiştir. Elektrik direnci ile olan ilişki daha çok sahada çalışılmıştır. Çünkü elektrik özdirenç değeri binalarda topraklama ve yıldırım düşmesi konularında önemli bir değerdir. Bunun dışında su arama çalışmalarında ya da kayma aynası oluşumunu tetikleyen su birikim yüzeylerinin tahmininde gündeme gelen bir yöntem olmaktadır. Zemin etüt rapor sonuçlarındaki bu boşluk yapılan bu çalışmayla doldurulmaya çalışılacaktır.

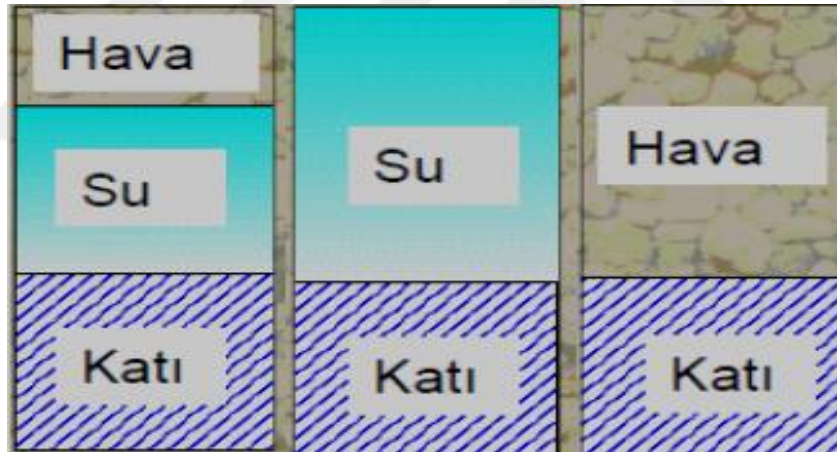
1.1. Zemin

Zemin terimi; inşaat mühendisleri, jeoloji mühendisleri ve farklı diğer disiplinler tarafından kaya kütle tabakasının üst yüzeyinde yer alan gevşek mineral ve organik maddeler topluluğu olarak ya da yerküre kabuğunun dış kısmını oluşturan, taneli, boşluklu madde veya malzeme olarak ifade edilmektedir (Bozkurt, 2014). Diğer bir tanımda ise; katı, sıvı ve gaz fazı olmak üzere üç fazdan oluşmaktadır ve izotrop ve homojenik bir özellik göstermemekte olup, nitelikleri zaman, jeolojik tarihçe ve çevre koşullarına bağlı olmakta olan kayaların ayrışmaları nihayetinde büyük değişiklikler göstermekte olan ya da malzemeler olarak anlatılmaktadır (Özaydın, 2011).

Doğada zemin, insan yapımı doğal bir malzeme olmaktadır. Zeminler katı daneler, su (sıvı fazda) ve hava (gaz fazda) olmak üzere üç faz ihtiva etmektedir. Şekil 1.1. ve şekil 1.2.'de gösterilmektedir. Zemin yapı olarak anizotrop ve heterojen bir yapıdadır (Huvaj, 2016).



Şekil 1.1. Zemin profilinin şematik gösterimi (Özaydın, 2011).

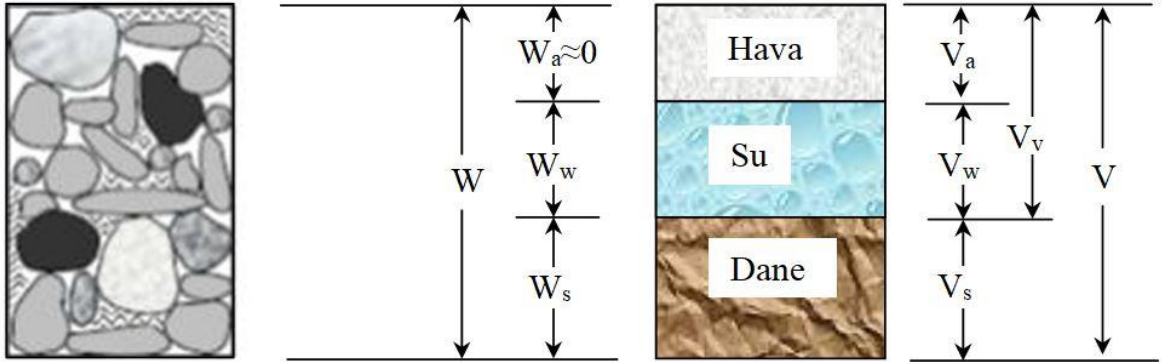


Şekil 1.2. a) Kısmen doymun zemin b) Doymun zemin c) Kuru zemin (Bozbey, 2017).

1.1.1. Zemin Bileşenleri

Genel olarak bir zemin profili; üç fazlı yapıda olup; dane, su ve havadan meydana gelmektedir. Zemin bileşenleri farklı koşullarda farklı oranlarda bulunabilmektedir. Toplam kütlesi "W" olan ve toplam hacmi "V" olan bir zemin prizmasının doğal durumunun

görüntüsü ile bileşenleri (fazları) birbirinden ayrılmış olmaktadır ve Şekil 1.3.a ve Şekil 1.3.b'de gösterilmektedir.



Şekil 1.3. a) Doğal yapı b) Bileşenlerine ayrılmış zemin prizmaları (URL-1).

Bileşenleri yani fazları ayrılmış zemin prizmasının sol tarafında kütle, sağ tarafında ise hacim ifadeleri yer almaktadır. Bununla beraber;

$$W = W_w + W_s \quad (1.1)$$

Bu eşitlikte;

W; Toplam kütle değeri,

W_w; Su kütle değerini,

W_s; Dane kütle değerini vermektedir.

$$V = V_w + V_s \quad (1.2)$$

Bu eşitlikte;

V; Toplam hacim

V_w; Su hacim

V_s; Dane hacim değerini vermektedir.

$$V_v = V_a + V_w \quad (1.3)$$

Bu eşitlikte;

V_v; Boşluk hacim

V_a ; Hava hacim

V_w ; Su hacim değerini vermektedir.

$$V = V_a + V_v + V_s \quad (1.4)$$

Bu eşitlikte;

V ; Toplam hacim

V_a ; Hava hacim

V_w ; Su hacim değeri

V_s ; Hava hacim değerini vermektedir (URL-1).

Dane

Zemindeki daneler zeminin katı halini oluşturmaktadır. Daneler arasında boşluklar bulunmaktadır. Bu boşluklarda su sıvı halde, hava ise gaz halinde bulunmaktadır. Zemin daneleri büyükten-kcğe doğru, çakıl-kum, silt-kil olmak üzere dört sınıfa ayrılmaktadır. Kum-akıl gibi zeminler kohezyonsuz, silt-kil gibi zeminler ise kohezyonlu zeminler olmaktadır (Ekinci ve Orakoğlu, 2011).

Boşluk Oranı

Daneler arasında boşluklar var olmaktadır. Bu boşluklarda su sıvı halde ve hava gaz halde bulunmaktadır. Zemindeki hava boşluk durumunu yansıtmaktadır.

Su

Zeminde su; sıvı halde bulunmaktadır. Deniz, gl ve akarsulardan buharlaşan sular yağış halinde toprağa karışmaktadır. Bunun dışında eriyen kar suları da toprağın su seviyesini artırmaktadır.

1.1.2. Zeminin Fiziksel zellikleri

1.1.2.1. Yoğunluk

Bir cismin birim hacminin ($1m^3$, $1mm^3$) kütle miktarına o cismin yoğunluğu veya birim hacim kütlesi denilmektedir. Yoğunluk, " ρ " simgesi ile gösterilmektedir.

$$\text{Yoğunluk} = \frac{\text{Kütle}}{\text{Hacim}} = \rho = \frac{M}{V} \quad (1.5)$$

Bu eşitlikte;

ρ ; Yoğunluk değeri

M; Kütle değeri

V; Hacim değerini vermektedir.

Yoğunluğun birimi Mg/m^3 , kg/m^3 g/ml vb. olabilir. Mg/m^3 (eski g/cm^3 , t/m^3 'e karşılık) yaygın olarak kullanılmaktadır. Tüm dünyada ve özellikle ülkemizde de giderek yaygınlaşan ve kullanılması zorunlu hale gelen, gelecek olan Uluslararası Sistemde (SI) cm yani cm^3 kullanılmamaktadır. Yoğunluğun sayısal büyüklük olarak alışılmış mertebelerde çıkması için, yoğunluk hesaplamalarında kütle (M) için Mg (Mega gram, $1\text{g} = 10^{-6}\text{ Mg}$, $1\text{kg} = 10^{-3}\text{ Mg}$), hacim için m^3 ($1\text{mm} = 10^{-3}\text{ m}$, $1\text{mm}^3 = 1 \times 10^{-9}\text{ m}^3$) kullanılması uygun olmaktadır (Uzuner, 2007).

Yaş (nemli, ıslak, doğal) yoğunluk; zeminin yaş kütesinin, tüm hacmine oranı olarak tanımlanır. Bu terim, doğal zeminler için, doğal yoğunluk adını alır. Bu terim zeminler için tipik olarak $1.5\text{-}2\text{ Mg/m}^3$ derecesinde değerlere sahip olmaktadır (Uzuner, 2007).

$$\rho_n = \frac{M_{\text{tüm}}}{V_{\text{tüm}}} = \frac{M_{\text{tane}} + M_{\text{su}}}{V_{\text{tüm}}} = \frac{M_{\text{kuru}} + M_{\text{su}}}{V_{\text{tane}} + V_{\text{su}} + V_{\text{hava}}} \quad (1.6)$$

Bu eşitlikte;

ρ_n ; Yaş (nemli, ıslak) yoğunluk

$M_{\text{tüm}}$; Tüm kütle değeri

$V_{\text{tüm}}$; Tüm hacim değeri

M_{tane} ; Tane kütle değeri

M_{su} ; Su kütle değeri

M_{kuru} ; Kuru kütle değeri

V_{su} ; Su hacim değeri

V_{tane} ; Tane hacim değeri

V_{hava} ; Hava hacim değerini vermektedir.

Kuru yoğunluk (ρ_k); yağ veya kuru zemindeki kuru kütlenin tüm hacme oranı olarak tanımlanmaktadır. Yağ zeminin hacminin, kuru durum için değişmediği kabul edilmektedir, özellikle kohezyonlu zeminlerde yağ zemin kuruduğu zaman hacmi biraz azalmaktadır ve kuru zemin ıslandığı zaman ise hacmi biraz artmaktadır. Bazı özel killerde yani şişen killerde bu değişikliğe sıkça rastlamak mümkün olmaktadır.

$$\rho_k = \frac{M_{\text{kuru}}}{V_{\text{tüm}}} = \frac{M_{\text{tane}}}{V_{\text{tüm}}} \quad (1.7)$$

Bu eşitlikte;

ρ_k ; Kuru yoğunluk değeri

M_{kuru} ; Kuru kütle değeri

$V_{\text{tüm}}$; Tüm hacim değeri

M_{tane} ; Tane kütle değerini vermektedir.

$$\rho_{\text{doy}} = \frac{M_{\text{doy}}}{V_{\text{tüm}}} = \frac{M_{\text{su}} + M_{\text{kuru}}}{V_{\text{tüm}}} = \frac{V_b \rho_{\text{su}} + M_{\text{tane}}}{V_{\text{tane}} + V_b} \quad (1.8)$$

Bu eşitlikte;

ρ_{doy} ; Doygun yoğunluk değeri

M_{doy} ; Doygun kütle değeri

$V_{\text{tüm}}$; Tüm hacim değeri

M_{su} ; Su kütle değeri

M_{kuru} ; Kuru kütle değeri

V_b ; Boşluk hacim değeri

ρ_{su} ; Su yoğunluk değeri

M_{tane} ; Tane kütle değeri

V_{tane} ; Tane hacim değerini vermektedir.

Tane yoğunluğu (ρ_s); tane kısmının (boşluksuz) yoğunluğu olarak ifade edilmektedir, tane kütesinin, tanelerin toplam (boşluksuz) hacmine oranı olarak da formülize edilmektedir.

$$\rho_s = \frac{M_{\text{tane}}}{V_{\text{tane}}} = \frac{M_{\text{kuru}}}{V_t} \quad (1.9)$$

Bu eşitlikte;

ρ_s ; Tane yoğunluk değeri

M_{tane} ; Tane kütle değeri

V_{tane} ; Tane hacim değeri

M_{kuru} ; Kuru kütle değeri

V_t ; Tane hacim değerini vermektedir.

Tane yoğunluğu, kayalardaki mineraller için, mineralin cinsine göre 2-5 Mg/m³ aralığında değerler almaktadır. Zeminler, kayaların veya minerallerin ortalama bir bileşimi olduğundan ötürü birçok zemin için, tane yoğunluğu 2.4 - 2.8 Mg/m³ arasında değere sahiptir. Suyun yoğunluğu 1 Mg/m³ (eski 1 t/m³ veya 1 g/cm³) olarak alınabilmektedir. Kütleli veya hacmi belli olan bir zeminde, M_{tane} ve V_{tane} değerleri sabit kalmaktadır (Uzuner, 2007).

Tane özgül yoğunluğu (G_s); tane yoğunluğunun, suyun yoğunluğuna oranı olarak tanımlanmaktadır.

$$G_s = \frac{\rho_s}{\rho_{\text{su}}} \quad (1.10)$$

Bu eşitlikte;

G_s ; Tane özgül yoğunluk değeri

ρ_s ; Tane yoğunluk değeri

ρ_{su} ; Su yoğunluk değerini vermektedir.

Tane özgül yoğunluğunun birimsizdir. Özgül yoğunluk (G_s) çoğu zeminler için 2.4-2.8 arasında değerler almaktadır (Uzuner, 2007).

1.1.2.2. Boşluk Oranı

Doğal boşluk oranı; (e) zemin davranışı üzerinde belirleyici olan parametrelerden biri olmaktadır. Zemindeki boşluk hacminin katıların hacmine oranı olarak tanımlanmaktadır. Özellikle iri daneli zeminlerde diğer parametreler sabit tutulduğunda (dane şekli ve dağılımı, yüzey pürüzlülüğü, dane yerleşimi) boşluk oranı arttıkça zeminin kayma mukavemeti düşmektedir ve sıkışma potansiyeli artmaktadır (URL-1).

$$e \uparrow \quad \tau_f \downarrow \quad s_t \uparrow$$

τ_f : kayma mukavemeti

s_t : toplam sıkışma

$$e = \frac{V_v}{V_s} \quad (1.11)$$

Bu eşitlikte;

e; Doğal boşluk oranı değeri

V_v ; Boşluk hacim değeri

V_s ; Danelerin hacim değerini vermektedir.

1.1.2.3. Porozite

"n" zeminin boşlukluluk durumunu yansıtmaktadır ve boşluk hacminin, tüm hacme oranı olarak tanımlanmaktadır.

$$n = \frac{V_b}{V_{\text{tüm}}} \quad (1.12)$$

Bu eşitlikte;

n; Porozite değeri

V_b ; Boşluk hacim değeri

$V_{\text{tüm}}$; Tüm hacim değerini vermektedir.

Birimsiz olan n, genellikle ondalık veya yüzde bir sayı olarak ifade edilmektedir. Porozite, daima 1 (%100) den küçük bir değer olmaktadır.

1.1.2.4. Doygunluk Derecesi

"S", zemin boşluklarında bulunan zemin su hacminin boşluk oranı şeklinde tanımlanmaktadır. Doygunluk derecesi $0 < S < 1$ olduğunda, ince daneli zeminlerin boşluklarındaki suyun dışında hava veya gaz ihtiva etmektedir.

$$S = \frac{V_w}{V_v} \quad (1.13)$$

Bu eşitlikte;

S; Doygunluk derecesi değeri

V_w ; Su hacim değeri

V_v ; Boşluk hacim değerini vermektedir.

1.1.2.5. Su İçeriği (Muhtevası)

"w" ince daneli zeminlerin kayma mukavemeti üzerinde doğrudan belirleyici bir parametre olmaktadır. Kohezyonlu zeminlerin su içeriği arttıkça kayma mukavemeti azalmaktadır, sıkışma potansiyeli ise artmaktadır. Su içeriği zemin boşluklarındaki su ağırlığının kuru ağırlığa oranı olarak tanımlanmaktadır (URL-1). Zemin su içeriği (muhtevası), diğer bir ifade ile yaş zeminin taneler arası boşluklarında içerdiği su durumunu yansıtan bir terim olup, su kütesinin kuru kütleyle oranı olarak tanımlanmaktadır (Uzuner, 2007).

Su içeriği belirli bir değere ulaştıktan sonra zemin likit kıvamına geçmektedir ve viskoz sıvı davranışı göstermektedir ($w_n \geq w_{LL}$). Zemin su içeriği plastik limitin altına düştüğünde ($w_n \leq w_{PL}$) yarı katı kıvam söz konusu olmaktadır. Rötire limit (w_{SL}) ise zeminin katı kıvam arz ettiği su içeriğidir. Zemin su içeriği likit ve plastik kıvam arasında bulunduğunda ($w_{PL} < w_n < w_{LL}$) plastik davranış görülmektedir. Başta kıvam ve taşıma gücü olmak üzere zeminin birçok dinamik ve mekanik özelliğini etkilemektedir.

$$w = \frac{M_{su}}{M_{kuru}} = \frac{M_{yaş} - M_{kuru}}{M_{kuru}} \quad (1.14)$$

Bu eşitlikte;

w; Su muhtevası değeri

M_{su} ; Su kütle değeri

M_{kuru} ; Kuru kütle değeri

$M_{yaş}$; Yaş kütle değerini vermektedir.

$$w = \frac{W_w}{W_s} \quad (1.15)$$

w; Su muhtevası değeri

W_w ; Su kütle değeri

W_s ; Dane kütle değerini vermektedir.

Su, zemin daneleri arasında hem kaydırıcı hem de bağlayıcı etki yapabilmekte ve bu yüzden zeminin dayanımını etkilemektedir (URL- 1).

1.2. Zemin İnceleme

Bütün mühendislik yapılarının yükleri zemin veya kaya tabakalarına aktarılmaktadır. Temellerin altındaki zeminin özelliklerinin bilinmesi bu nedenden ötürü önem arz etmektedir. Türkiye topraklarının %96'sının deprem tehlikesi altında olduğunu düşünürsek, son yüzyılda meydana gelen yıkıcı depremlerde oluşan can ve mal kayıpları, yapılacak her türlü yapının detaylı zemin incelemeleri gerçekleştirildikten sonra yapılmasını zorunlu kılmaktadır. Bu çalışmalar geoteknik, jeolojik ve jeofizik olarak yapılarak, arazi ve laboratuvar ortamında zeminin statik ve dinamik yapısını detaylı olarak ortaya koyarak, yapının statiğini hazırlayan inşaat mühendisine kadar en doğru şekilde verilmesini zorunlu kılmaktadır. Bu nedenle depremde can ve mal kaybı yaşanmamasının en önemli ve ilk basamağı, zemin etüdünün iyi bir şekilde hazırlanması olmaktadır (Durmuş, 2011). Zemin etüt çalışmasını gerçekleştirecek geoteknik mühendisi; araştırmada kazı, sondaj, sondalama, örselenmiş ve örselenmemiş numune alma, arazi ve laboratuvar deney çalışmaları ve jeofizik ölçümlerden faydalanmaktadır. Bu çalışmaların gerçekleştirilmesi ve yorumlanması ile çalışılan sahanın zemin özellikleri belirlenmiş olmaktadır. Böylece çalışılan sahada olası mühendislik problemleri açığa çıkartılmış olup, ekonomik ve güvenli bir yapı tasarımı için gerekli zemin parametreleri elde edilmektedir (Kocaman, 2008). Zemin etüt çalışmalarında temel olarak şu incelemeler yapılmaktadır:

- Ön Çalışma
- Sondajlar ve Arazi Deneyleri

- Laboratuvar DeneYleri
- Zemin Etüdü Veri Raporu Hazırlanması

Zemin etüdü ile güvenli ve ekonomik tasarımlar yapılabilmesi için söz konusu zemin ile ilgili jeolojik ve geoteknik bilgiler toplanmakta ve değerlendirilmektedir.

Zemin etüdünün belli başlı amaçlarından bazıları şunlardır;

- Zemin ve/veya kaya katmanlarının lokasyon ve kalınlıklarının belirlenmesi
- Zemin koşullarının değişkenliklerinin tespit edilmesi,
- Laboratuvar deneyleri ve değerlendirilmeleri için numunelerin alınması,
- Mühendislik özelliklerinin belirlenebilmesi için yerinde deneylerin yapılması,
- Arazi izleme aletlerinin (inklinometre, piezometre, vb.)
- İlgili sahanın tasarlanan yapı için uygun olup olmadığının belirlenmesi
- Zemin profilini (tabakaların kalınlıklarını) cinslerini, mühendislik özelliklerini ve yeraltı su seviyesini belirlemek,
- Zeminde oluşabilecek gerilme-deformasyon davranışını ve alınması gerebilecek önlemleri planlayabilmek için veri toplamaktır.

Yapıların güvenli ve ekonomik olarak projelendirilmesi ve olası problemlerin önceden anlaşılabilmesi için zemin etüdüne ayrılması gereken bütçe; inşaat maliyetinin %1'i kadar olmaktadır. İnşaat süresince ve inşaat bitimi sonunda sıkıntı yaşanılmaması için bu bütçeden kaçınılmaması önem arz etmektedir.

1.2.1. Ön Zemin İncelemesi ve Büro Çalışması

Birçok çalışmada olduğu gibi zemin etüt çalışmalarında da en önemli husus çalışmanın planlanması olmaktadır. Araştırma maliyeti ve zaman, iyi bir planlama yapılarak en aza düşürülebilmektedir. Bu sebepten ötürü arazi çalışmalarının başlaması öncesinde, ön zeminin incelenmesi ve büro çalışmasının yapılması, asıl araştırmanın boyutunun ve çalışma yöntemlerinin belirlenmesi için gerekli olmaktadır. Çalışılacak alan ile ilgili jeolojik haritalar, yerel yönetim tarafından çalışılmakta olan alan ve çevresinde gerçekleştirilmiş olunan geoteknik etütlere ve planlamaya ilişkin bilgiler ve topografik haritalar bu evrede belirlenmektedir. Bu bilgilerin elde edilmesinin akabinde çalışılmakta olunan saha için gözlemsel olarak detaylı bir inceleme gerçekleştirilmektedir.

Bu amaç ile tüm çalışma alanı gezilmektedir ve arazi sınırları ile planlanmakta olunan yapı sınırları haritalara işlenmektedir. İlgili alanda çalışmayı etkileyebilmekte olan yol,

enerji hatları, alt yapı tesisleri (doğalgaz, su, elektrik, telefon vb.), ağaçlar ve mevcut yapılar gibi her çeşit engeller sınırlandırılmaktadır. Çalışılacak alan içerisinde ya da yakınında bulunmakta olan dere, nehir ya da kanallarda su seviyesi, bunların debisi ve yönü, taşkın alanı tespit edilmektedir. Alana yakın çevrede bulunan kazı ya da yarmalarda gözlemler gerçekleştirilmektedir. Zemin şartları hakkında bilgi edinilmekte olması yine bu esnada yapılmaktadır. Bu edinilen bilgiler arazide gerçekleştirilmektedir ve çalışma yöntemlerini ve sayısının belirlenmesine yardımcı olmaktadır. Elde edilen bu veriler aracılığıyla, o alanın zemin şartları hakkında bir ön analiz gerçekleştirilmektedir ayrıca herhangi bir olası oluşabilecek mühendislik sorunları tahmin edilmeye çalışılmaktadır. Bunun sonucunda, alanın genel jeolojik yapısını ortaya çıkarılmakta, yeterli sondaj, sonda ve araştırma çukurlarının yerleri ve koordinatları belirlenmektedir. Böylelikle çalışılmakta olunan alanın jeolojik özellikleri, yer altı suyu durumu ve muhtemel mühendislik problemleri hakkında teferruatlı bilgi edinilmesi sağlanmaktadır. Unutulmamalıdır ki; zemin etüt çalışmalarında en doğru netice, yeterli denetim ile birlikte tecrübeli bir ekip tarafından doğru teknikler kullanılmasıyla elde edilmektedir (Kocaman, 2008).

1.2.2. Arazi Çalışma Yöntemleri

Zemin etüt çalışması için lüzumlu olunan ön etüt ve planlamanın gerçekleştirilmesinin akabinde, arazi çalışmaları için uygulanmaya geçilmektedir. Zemin etüt çalışmalarında arazi uygulamalarında sıklıkla kullanılan yöntemler sondajlar, sondalamalar, araştırma çukurları ve jeofizik yöntemler olmaktadır (Kocaman, 2008).

1.2.2.1. Araştırma Çukuru Açılması

Araştırma çukuru, zeminin doğal yapısının bozulmamış haliyle izlenebilmesi, zeminden numune alınması ve zeminde yerinde deney yapılabilmesi amacıyla 3-5 metreye kadar derinlikte açılmaktadır (Şekil 1.4) (Huvaj, 2016).



Şekil 1.4. Araştırma çukuru açılması

1.2.2.2. Sondaj Çalışmaları

Sondajlar, yapı etki bölgesindeki zemin birimlerinin yatay ve düşey yöndeki dağılımı ile fiziksel ve mekanik özelliklerinin tayin edilmesi amacıyla yapılmaktadır. Sondajların bir diğer maksadı ise; yeraltı suyu seviyesinin belirlenmesi, kuyu içi arazi deneyleri yapılması ve gerekli laboratuvar deneylerinin yapılabilmesi için zemini karakterize edecek sayıda örselenmiş ve örselenmemiş numuneler alınmasıdır. Sondajların planlaması, aşağıda belirtilen hususların tümünün bir arada değerlendirilerek en gayri müsait durum, etüdün maksadı, arazi koşulları, çevre yapılar, yapılacak/mevcut yapı karakteristikleri ve en ekonomik çözüm dikkate alınarak yapılmaktadır. Sondajlar TS EN ISO 22475-1 standardına elverişli olarak yapılabilmesi gerekmektedir (URL-2).

Ülkemizde zemin etüt çalışmalarında bilhassa dönel (rotary) sondaj uygulanmaktadır. Bunun temel sebebi hızlı sonuç vermesi, tüm kurum ve kuruluşlarca yaygın olarak kabul görmesidir. Sürekli burgularla delgi de kohezyonlu zeminlerde tatbik edilmektedir. Hafif vurmali (darbeli) sondaj tekniğinde ise kum kovası(kohezyonsuz zeminlerde) veya kil kovası (kohezyonlu zeminlerde) kullanılarak tüm zeminlerde uygulanmaktadır. Bu teknikte zemin profili daha teferruatlı bir biçimde izlenebilmektedir. Fakat darbeli sondaj tekniği zemin etüt çalışmalarında nadiren tercih edilmektedir. Sondaj kuyularının derinlikleri, yapının zeminde ve yer altı suyunda yapacağı etki derinliğine kadar olmaktadır.

Yapının inşa edileceği bölgede, temeller için elverişli olmayan tüm formasyonların (dolgu, zayıf ve sıkışabilen zeminler) altına kadar sondaj sürdürülmektedir (Kocaman, 2008). Sondajlar yapılış maksatlarına uygun derinliklerine, yapıldıkları yere, aranan maddelerin türüne, kullanılan araç ve gereçlerin büyüklükleri ve yöntemlerine göre sınıflara ayrılmaktadır. Tablo 1.1’de gösterilmektedir (Özdemir, 2009).

Tablo 1.1. Sondaj sınıflaması

	Derinlik	Yapıldığı yer	Çap	Aranan madde	Kuyu temizleme	Yöntem
Arama	Sığ	Yeraltı	Dar	Petrol ve doğalgaz	Düz çamurlu	Darbeli
Geliştirme	Derin	Yerüstü	Geniş	Jeotermal	Ters çamurlu	Döner
Arama	Çok derin	Deniz	Çok geniş	Metalik maden	Düz havalı	Birleşik
Diğer	Aşırı derin			Kömür vd.,	Ters havalı	Diğer

1.2.2.3. Sondalamalar

Geoteknik mühendisliğinde, araziden çeşitli yöntemlerle numuneler alınmaktadır. Killi zeminlerde numune alma işlemi, daha basit bir yolla yapılabilmeyle birlikte, numune alma yöntemi ne kadar gelişmiş olursa olsun, alınan numunenin gerilme durumundaki değişime yüzünden tam örselenmemiş sayılamayacağı bilinmektedir. Ayrıca numune alma sırasında, çeşitli fiziksel etkiler nedeniyle az veya çok örselenme meydana gelmektedir. Ayrık daneli zeminlerden numune alma zorluğu ve killi zeminlerden numunenin örselenmesi gibi oluşabilecek durumlardan kaçınabilmek için, laboratuvar deneyleri yerine arazi deneyleri tercih edilmektedir (Sakaltaş, 2010).

Ülkemizde sıkça uygulanan arazi deneyleri;

- Standart Penetrasyon Deneyi (SPT)
- Konik Penetrasyon Deneyi (CPT)
- Presiyometre Deneyi(PMT)
- Vane Deneyi

Standart Penetrasyon Deneyi (SPT) : Genelde her türlü zeminde uygulanan olunan bir deneydir. Dinamik karakterli bu deneyin en önemli özelliği, zemine çakılması sırasında zeminin gösterdiği direncin ölçülmesidir.

Deneyin olumlu yönü örselenmemiş numune alınabilmesidir. Deneyin en sakıncalı yanı ise ortalama çapı 20 mm' den büyük çakıl veya taş içeren zeminlerde uygulanması durumunda yanıltıcı sonuçlar ortaya çıkmaktadır. Zeminlerin indeks, mekanik özelliklerini belirlenmesinde, sıvılaşma analizlerinde, temellerin taşıma gücü ve oturma hesaplarının yapılmasında kullanılmaktadır. Ülkemizde ve dünyada sıkça kullanılmaktadır.

Basit ve ucuz bir deney olması sebebiyle yaygın olarak kullanılmakta olunan bu deney; bilhassa sondaj çalışmalarından yeterli kalitede örnek almanın mümkün olmadığı şartlarda zemin parametrelerinin yaklaşık elde edilmesinde yararlı olmaktadır. SPT deneylerinin doğru bir biçimde yapılabilmesi için öncelikle deneyi yapan kişi ya da kişilerin deneyin nasıl yapıldığının iyi bilinmesi gerekmektedir (Kocaman, 2008).

Konik Penetrasyon Deneyi (CPT): 1940'larda geliştirildiği Hollanda'da 60 derecelik konik uçlu ve 10 cm² kesitli çelik penetrometre hidrolik olarak sürekli zemine itilirken, uç direnci q_c ve çevre sürtünmesini (f_s) ölçmektedir, buradan da kayma direncine geçilebilmektedir. CPT ile numune alınamadığından ölçülen zeminin türü, zeminin kayma direnci, aşırı konsolidasyon oranı, sıvılaşma potansiyeli belirlenebilmektedir (Kocaman, 2008). Bilhassa numune almanın çok zor olduğu yumuşak killer, siltler ve kumlu zeminlerde uygulanmaktadır. Günümüzde penetrometreler arasında başarılı ve oldukça yaygın kullanılan bir yöntemdir. Bunun sebebi, her 2 cm'de okuma alınması ve deneyin kullanıcı hatalarından az etkilenmesidir (Sakaltaş, 2010).

Presiyometre Deneyi (PMT): Özellikle numune almanın zor olduğu, sert killer ve ayrışmış, çatlaklı yumuşak kayalarda uygulanmaktadır. Çoğunlukla her türlü zemin koşullarında uygulanabilen deney, bilhassa örselenmemiş numune almanın zor olduğu çok çatlaklı kayalar ve katı killerde deformasyon ve mukavemet parametrelerinin belirlenmesi maksadıyla yapılmaktadır. Ucu gaz, ortası su ile şişebilen silindirik bir prob sondaj kuyusu içinde şişirilmektedir. Bu işlem sırasında prob içine giden sıvının miktarı ve basınç deneyin her sırasında ölçülerek kaydedilmektedir. Sıvı miktarı ve basınç kullanılarak yapılan teorik hesaplar sonucunda zeminin gerilme deformasyon eğrisi elde edilmektedir (Sakaltaş, 2010).

Arazi Veyn Deneyi (VST): Arazi Veyn deneyi yumuşak-sert killere ve siltlerin yerindeki (in-situ) drenajsız kayma mukavemetinin bulunmasında kullanılmaktadır. Genellikle 1.00 m düşey aralıklarla yapılmaktadır.

Dört kanatlı veyn aleti zemine batırılarak düşey ekseninde belirli bir hızla döndürülerek, deney sırasında ölçülen tork ve veyn aletinin boyutlarından drenajsız kayma mukavemeti hesaplanmaktadır. Deneyin en büyük avantajı basit ekipmanlarla yapılabilmesi olmasıdır. Dezavantajları arasında ise yumuşak-sert killere sınırlı olması ve kum bantlarından etkilenebilir olması en belirginlerinden olmaktadır (Sakaltaş, 2010).

1.2.2.4. Jeofizik Yöntemler

Jeofizik yöntemler; deprem etkisi altında mühendislik yapılarının dinamik analizlerinin yapılabilmesi için elastik dalga hızlarının (V_p , V_s) ve dinamik elastik parametrelerinin tayini için kullanılmaktadır. Geoteknik yöntemlerin desteklenmesi ve elde edilen verilerin teyit edilmesi amacı ile zaman ve maliyet açısından ekonomik olmakta olan bu yöntemler sıklıkla kullanılmaktadır (Kocaman, 2008).

Jeofizik araştırmalar, sahadaki zemin ve kaya ortamının;

- 1) Fiziksel, mekanik ve dinamik özelliklerini,
- 2) Karstik boşlukları,
- 3) Yapay dolgu alanlarını,
- 4) Potansiyel veya mevcut kütle hareketlerini,
- 5) Sıvılaşma potansiyelini ve taşıma gücünü,
- 6) Deprem dalgalarının yayılma özelliklerini, frekans içerikleri ve büyütme özelliklerini,
- 7) Yeraltı suyunun varlığı, derinliği ve yanal yöndeki değişimini,
- 8) Yeraltında gömülü doğal ya da yapay yapıları,

Problemlerin çözümüne katkı sağlayacak tamamlayıcı verileri, yeterli ayrıntıda belirlenebilecek şekilde planlanmaktadır (URL-2).

1.3. Önceki Çalışmalar

Kılıç (2006), "Senirkent heyelan alanının rezistivite ve sismik yöntemlerle araştırılması" isimli Süleyman Demirel Üniversitesi'ndeki yüksek lisans tez çalışmasında o

bölgede değişen tabakalara göre rezistivite ve sismik yöntemlerle bulgulara ulaşmıştır. Yöntem olarak seçilen A.C. Öz direnç Yöntemi, Düşey Elektrik Sondajı, Schlumberger Elektrot Dizilimi kullanılarak 27 noktada çalışmalar yapılmıştır. Buradaki amaç zemini yapısal özelliklerini belirlemektir.

Dursun vd. (2008), "Zeminde su içeriğinin elektriksel direnç yöntemiyle incelenmesi; atık su havuz örneği çalışmasında"; bent önü tabanındaki kayaçların su içeriklerini araştırmıştır. Bu çalışma sırasında uygulanan arazi ölçümlerinde birleşik Pole-dipole, Pole-pole, Pole-dipole olmak üzere üç farklı elektrot dizilimi kullanılmaktadır.

Deneylerden elde edilen elektriksel zemin direnci ölçüm sonuçları RES2DINV yazılımı kullanılarak değerlendirilmiştir. Çalışma sonucunda, direncin düşük olduğu yerler su içeren alanlar olarak yorumlanmıştır.

Özcep vd. (2009), İstanbul ve Gölcük civarında yaptıkları çalışmada elektrik direnciyle su muhtevası arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Toprak hidrolik yük etkilerini incelemek, su içeriği bağlamında zeminlerin elektromanyetik özelliklerini incelemek, toprak su içeriği ve sıcaklığın etkisini incelemek gibi gelecekte yapılacak olan diğer çalışmalar için bu çalışma bir taban oluşturmaktadır.

Brunet vd. (2010), tarafından yapılan çalışmada Cevennes'te bulunan kayalık topraklarda iki ayrı toprak numunesi laboratuvar ortamında Archie yasasına uygun olarak hazırlanmıştır. Bu numunelerin yerinde su içerikleri ölçülmüş ve laboratuvar ortamında ölçülen değerlerle karşılaştırılmıştır. Buna bağlı olarak elektriksel direnç yorumlanmaktadır. Diğer faktörlerin su içeriği üzerindeki etkisi daha az gözlemlenmiştir. Gözenekli su hızlıca 22 Ω m'ye ulaşmıştır. Laboratuvar ortamındaki "m ve n" değerleri literatüre daha yakın sonuçlar vermektedir.

Bozkurt vd. (2013), Kocaeli ilinin Körfez ilçesinde 9 adet sondaj, sismik ve öz direnç çalışması yapmıştır. Araştırma sondajında SPT testleri ile numuneler alınmıştır. Sondaj tamamlanıp yer altı suyu ölçülmüştür ve suya rastlanılmamıştır. İnceleme alanında yeraltı suyu ve kaya derinliğine yönelik elektrik öz direnç yöntemi uygulanmıştır. Rezistivite düşey kesitlerinde görülen düşük rezistivite değerleri (20.15, 24.67 Ohm.m) örtü tabakası ve killi seviyelere, yüksekçe rezistivite değerli (34.73, 43.84 Ohm.m) kısımlar siltli çakıllı killi ve bunların nispeten hakim olduğu seviyelere geldiği görülmektedir.

Tün (2013), "Ölçülen zemin parametrelerinden kayma dalga hızı (Vs) hesabında bulanık mantık yaklaşımı" konulu çalışmasında; CPT'den ölçülen zemin parametrelerinin uç direnç, yanal sürtünme, kayma dalgası hızını araştırmıştır. SCPT yöntemiyle ölçülen

zemin değerleri bulanık mantık yaklaşımıyla yorumlanmıştır. Kontrol yzeyi kullanılarak hesaplanan Vs değeri ile doğrudan olęülen Vs değeri ile yksek uyum olduğu gbrlmüştür.

Miracapillo, (2015), Basel'de bulunan alanda n saha testleri yaparak, toprak direnç değişimleri ile toprak su iğeriğinin değişimini incelemiştir. Üç ayrı test yapılmıştır. Sadece test 3 bu analiz için kullanılmış dirençliliği gstermiştir. Toprak yzeyindeki su uygulama oranları süzölmüş olan toplam su hacmine oranı bilinmediğinden, yzeye 50 litre su dökölmüştür. Gözenekli ortamlarda akış, zamanla su iğeriğinin değişimi için yaklaşık denklemler türetilmiştir.

Gingine vd. (2016), yaptıkları ęalıřmada farklı yapılardaki sıkıştırılmış kaolin kilinin elektrik direncine etkisini incelemiştir. Farklı boşluk oranına sahip Archie yasasına göre teorik bir eğri kabul edilmiştir. Teorik kavramlar kullanılarak bulunmuş direnç grafikleri ve deneysel verilerle çizilmiştir. Sıkıştırılma işleminin tarafından indüklenmiş kil minerallerinin üzerindeki elektrik yükünün varlığı kabul edilebilir olduğu ifade edilmiştir. Dirençli çizelgelerin varlığı kalibre edildiği müddetçe sıkıştırma kontrolü için alternatif bir araç sağlayabileceği savunulmuştur. Teorik öz direnç çizelgelerinin olmaması gerektiği ifade edilmiştir. Elektriksel dirençliliğin tahmini için teorik ilişkiler, doğunluk ve kuru hacimsel ağırlığa sahip su iğeriği ile ilgili bir grafikte çizilebileceği ifade edilmiştir. Eğrileri farklı doğunluk dereceleri ve gözeneklilikler dikkate alınarak, elektriksel direnç özel değerleri için killi toprakların sıkıştırma kontrolü için kullanılabilir elektriksel direnç tablosu tanımlanmıştır. Bununla birlikte, elektrik yüklü kil mineralleri yzelerine adsorbe edilen suyun katkısı, elektrik iletkenliğini arttırdıkları için dikkate alınması gerekliliği anlatılmıştır.

Mostafa vd. (2018), ęalıřmasında laboratuvarında kireçli toprak örneklerinde elektrik direncini belirlemek için deneyler yapmıştır. Helwan Üniversitesi kampüsü iğindeki Ain Helwan bölgesinde, elektriksel direnç topluluğu kullanılarak bir saha için bir direnç alanı araştırması geręekleřtirilmiřtir ve on yedi adet sondaj kütüğü yürütölmüştür. Elektriksel direnç ve farklı toprak özellikleri arasında su iğeriği ve sıkıştırma endeksi belirlenmiştir. İnce iğeriklerin sonuçlara etkisi tartışılmaktadır. Elektrik sıkıştırma direnci uygulanarak yerinde sıkıştırma kontrolü geręekleřtirilmiřtir. Hesaplanan elektrik direncinin sonuçları, toprak katmanlarındaki değişimi yansıtmıştır ve hesaplanan dirençte toprak tipiyle tutarlılık sağlanmıştır. Elde edilen grafik sonuçları literatürle uyumlu çıkmıştır.

1.4. Çalışmanın Amacı ve Kapsamı

Zemin etüt raporlarında yer alan Jeofizik deney sonuçlarından alınan değerler doğal ortamlarda elde edildiğinden su muhtevassından bağımsız değerler değildir. Elde edilen bu sonuçlara göre yapılar tasarlanarak inşa edilmektedir. Etütlerde zeminin su muhtevası standart olacak bir şekilde ayarlanamadığından ölçümlerde standart şartlarda elde edilememektedir. Bunun sonucunda da standart şartlara haiz olmayan deney sonuçlarıyla mühendislik çalışmaları devam etmektedir. Bu olumsuzluğun belirlenecek bir ilişki çerçevesinde düzeltilmesi amacıyla bu çalışma yapılmaktadır. Farklı zeminlerden oluşturulan numunelerin su içerikleri değişiminin elektrik direncini nasıl etkilediği amaçlanmaktadır. Bu çalışmayla ilgili laboratuvar ortamında çok az çalışma örnekleri vardır. Bu kapsamda; a) İncelemeye konu olan zeminlerden elde edilen numuneleri laboratuvar ortamında analizleri yapmak, değişen su muhtevasına karşılık elektrik dirençlerini belirlemek, b) Farklı bölgelerdeki zemin sınıflarına ait su muhtevası-direnç grafikleri arasındaki bağıntıyı çıkartmak ve farklılıkları gözlemlemek, c) Toplanan zemin örneklerinin mineral yapısındaki farklılıklarına bağlı olarak dirençlerinin değişim göstermesi ile ilgili bilgi edinmek, d) Bu çalışmadan yola çıkarak yapılacak olan çalışmalar için zemin sıklık-direnç ilişkisini belirlemek.

2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

2.1. Zemin Numunesi

Gerek zemin özelliklerini, gerekse su muhtevası-direnç ilişkilerini belirlemek amacıyla önceden belirli bölgelerden çıkarılacak olan yerlerin koordinatları belirlenmiştir. Gümüşhane ilinde bulunan Alemdar, Canca, Sargınkaya ve Tekke bölgelerinde daha önce yapılmış örnekleme alanlarına yakın noktalarda zemin örnekleri alınmış olup, önceki çalışmadaki zemin örneklerine ait kimyasal analiz sonuçları kullanılmıştır.

Alemdar; Gümüşhane'nin merkez ilçesine bağlı bir köydür. Alemdar Bölgesi harita konumu $40^{\circ} 26' 18.5280''$ Kuzey ve $39^{\circ} 28' 57.5148''$ Doğu gps koordinatlarıdır (URL-3).

Canca Gümüşhane ilinin merkezine bağlı bir mahallesidir. Canca, bağlı olduğu Gümüşhane iline 23 kilometre mesafe uzaklıktadır. Canca harita konumu 40.4602 enlem, 39.4546 boylam olarak haritada gösterilmektedir (URL-4).

Sargınkaya köyü, Gümüşhane ili merkeze bağlı bir köydür. Sargınkaya bağlı olduğu Gümüşhane iline 37 kilometre mesafe uzaklıkta olmaktadır. Sargınkaya haritası konumu 40.3621 enlem ve 39.7405 boylam olarak haritada gösterilmektedir (URL-5).

Tekke Köyü Gümüşhane ilinde yer almakta olup, Gümüşhane Merkez Köyleri semtinde bulunan Tekke Köyü Gümüşhane Merkez ilçesine bağlıdır. Tekke Köyü harita konumu ise $40^{\circ} 25' 3.6840''$ Kuzey ve $39^{\circ} 35' 6.0108''$ Doğu gps koordinatlarıdır. Tekke Köyü bağlı olduğu Gümüşhane Merkez ilçe merkezine 10 kilometre mesafe uzaklıktadır. Tekke Köyü Gümüşhane şehir merkezine mesafesi ise yaklaşık 28 kilometredir (URL-6). Her bir bölgeden 4 ayrı zemin alınmıştır. Alemdar bölgesi; Alemdar 1, Alemdar 2, Alemdar 3, Alemdar 4 numaralandırılmıştır. Canca Bölgesi; Canca 1, Canca 2, Canca 3, Canca 4 şeklinde gruplara ayrılmıştır. Sargınkaya Bölgesi; Sargınkaya 1, Sargınkaya 2, Sargınkaya 3, Sargınkaya 4 şeklinde gruplara ayrılmıştır. Aynı şekilde Tekke bölgesi de Tekke 1, Tekke 2, Tekke 3 ve Tekke 4 olmak üzere gruplandırılmaktadır. Bu bölgeleri haritalardan da anlaşılacağı üzere numaralandırılıp, bölgelere ayrılmaktadır. Koordinatlarını belirlediğimiz sahalara gidip kazma yardımıyla toprağın üst tabakasından yaklaşık 30-40 cm kazıp topladığımız zeminler şeffaf, su geçirmez polipropilen torbalara konulmuştur. Her bir torbanın üstüne etiket ile yer ve numaraları yazılmıştır. Ağzı bağlanan torbalar laboratuvara ulaştırılmıştır.



Şekil 2.1. Zeminden numune alma

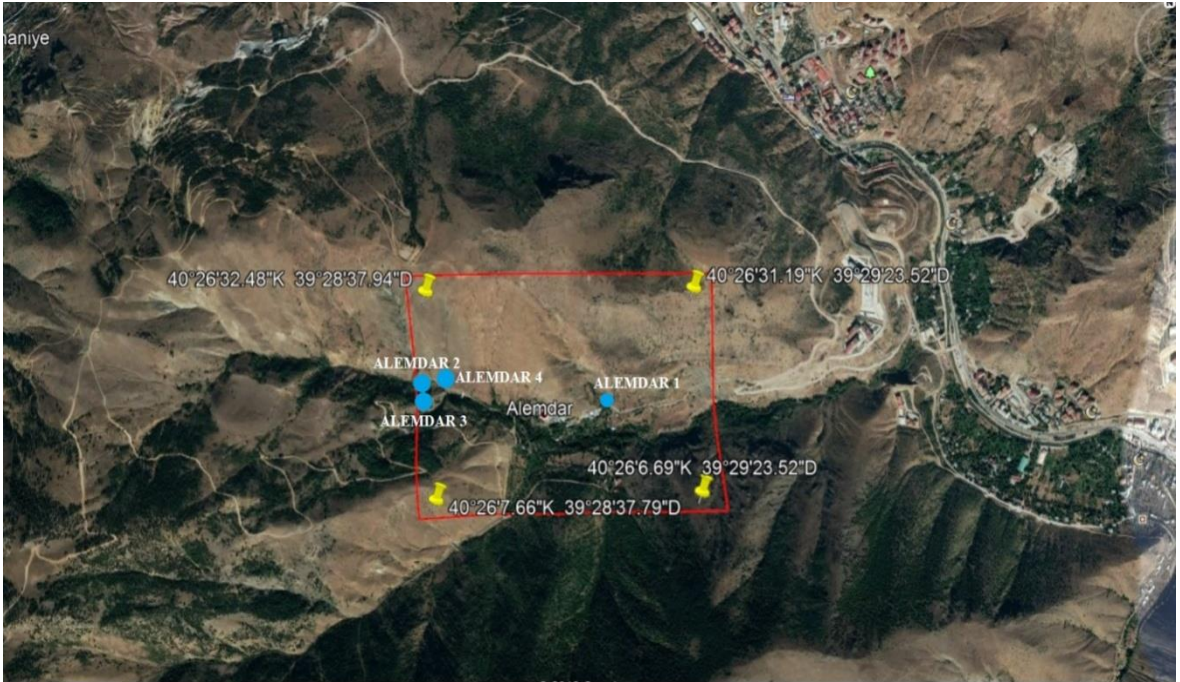


Şekil 2.2. Toplanan zeminin ayrı ayrı poşetlere konulması

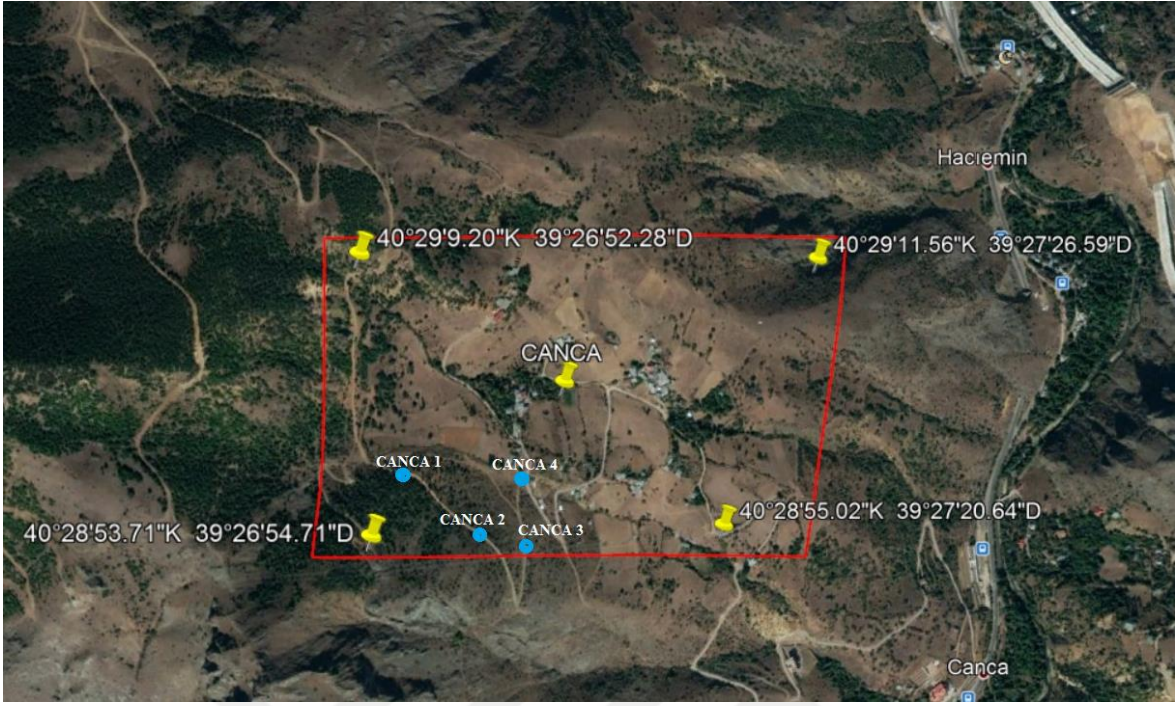


	AÇIKLAMA	SİMGE	YAŞ
	k2s (c): Kirintililer ve karbonatlar (flis)	k2s	Üst Senoniyen
	Granitoyid	(YOK)	Üst Paleozoyik
	Volkanitler ve sedimenter kayalar	j1-2	Alt-Orta Jura
	j3k1 (a): Neritik kireçtaşı	j3k1	Orta Jura - Kretase
	Volkanitler ve sedimenter kayalar	e2-3	Orta-Üst Eosen
	e1-2 (c): Kirintililer (yer yer karasal)	e1-2	Eosen
	Q(c): Traverten	Q	Kuvaterner

Şekil 2.3. Çalışma bölgesinin jeoloji formasyon haritası (URL-7).



Şekil 2.4. Alemdar bölgesi numune alma noktaları ve koordinatları (URL-8)



Şekil 2.5. Canca bölgesi numune alma noktaları ve koordinatları (URL-8)



Şekil 2.6. Tekke bölgesi numune alma noktaları ve koordinatları (URL-8)



Şekil 2.7. Sarginkaya bölgesi numune alma noktaları ve koordinatları (URL-8)

2.2. Elek Takımı

Yukarıdaki ilk iki grubu oluşturan zeminler (çakıllar ve kumlar) iri taneli zeminler, siltler ve killer ise ince taneli zeminler olarak nitelendirilmektedir. İri taneli zeminler, tane boyutuna göre, kaba, orta ve ince kum (veya çakıl) olarak alt gruplara ayrılmaktadır. İri taneli zeminlerdeki tane çapı dağılımını bulmak için, zemin değişik büyüklükte açıklıkları olan bir seri standart elekten geçirilmekte ve değişik boyutlar arasında kalan tanelerin ağırlık yüzdesi (toplam kuru ağırlığa oranı) saptanmaktadır. Yaygın olarak kullanılan standart elekler Tablo 2.1.'de gösterilmiştir. Zemin sırasıyla en büyük açıklıklı elekten en küçük açıklıklı eleğe doğru bir seri elekten geçirildiği zaman, birbirini takip eden bir elekten geçip öbürünün üzerinde kalan tanelerin içinde kaldığı çap sınırları belirlenmiş olmaktadır. Örneğin No. 10 elekten geçip 40 No'lu eleğin üzerinde kalan taneler, çapları 2.00 mm ile 0.425 mm arasında kalan taneler olmaktadır. Deney sonuçları kümülatif dağılım eğrileri olarak gösterilmektedir (Palalı, 2006).



Şekil 2.8. Elek takımı ve sarsma tablası (URL-9).

Tablo 2.1. Amerikan ASTM standartlarında kullanılan elek ve açıklıkları

ASTM	
Elek No	Elek Açıklığı (mm)
4	4,75
10	2,00
20	0,85
40	0,425
60	0,250
100	0,150
140	0,106
200	0,075

2.3. Atterberg Deney Aletleri

Likit ve plastik limit yapılırken kullanılan aletler Şekil 2.9. ve Şekil 2.10.'da gösterilmiştir.



Şekil 2.9. Plastik limit deney seti (URL-10).



Şekil 2.10. Likit limit deney seti (URL-11).

2.4. Multimetre

Bu çalışmalarda direnç ölçümünü yapabilmek için multimetre cihazı satın alınmaktadır. Gerekli teknik bilgisi ise aşağıda yer almaktadır.

EMC LVD CE CAT III 1000V RoHS PATENTED



MS2015A
JAW SIZE
Φ40mm/1.6"
VOLTAGE AC 750V
DC 1000V
CURRENT
AC 1000A

REL BUNC Hz NCV
MAX MIN
MS2015A AC CLAMP METER
COM INPUT

Specifications		MS2015A	MS2015C
Specifications	Range	Accuracy	
DC Voltage	60mV/600mV/6V/60V/600V	±(0.5%+5)	
	660mV	±(0.8%+2)	
	6.6V/66V/660V	±(0.7%+2)	
	1000V	±(0.8%+2)	
AC Voltage	60mV/600mV/6V/60V/600V	±(0.8%+3)	
	6.6V/66V/660V	±(0.8%+3)	
	750V	±(1.0%+4)	±(1.0%+4)
AC Current	60A/600A/1000A	±(2.0%+6)	
	66A/660A/1000A	±(2.5%+6)	
Resistance	600Ω/6kΩ/60kΩ/600kΩ	±(0.8%+3)	
	6MΩ/60MΩ	±(1.2%+3)	
	660Ω/6.6kΩ/66kΩ/660kΩ	±(0.8%+3)	
	6.6MΩ/66MΩ	±(1.2%+3)	
Capacitance	10nF/100nF/1000nF/10μF/100μF/1000μF/10mF/100mF	±(4.0%+5)	
	6.6nF/66nF/660nF/6.6μF/66μF/660μF/6.6mF/66mF	±(4.0%+5)	
Frequency (From Clamp)	0~10KHz	±(1.5%+5)	±(1.5%+5)
Frequency (AC Voltage)	0~10KHz	±(1.5%+5)	±(1.5%+5)
Logic Frequency	0~10MHz	±(0.5%+2)	
	66Hz~66MHz	±(0.5%+2)	±(0.5%+2)
Duty Cycle	5.0%~95%	±3.0%	±3.0%
Temperature	-20°C~1000°C/-4°F~1832°F	±2.0%	±2.0%
Features			
Display	counts	6000	6600
Jaw Opening		Φ40mm/1.6"	Φ40mm/1.6"
Auto Ranging	Auto & Manual	●	●
APD	Auto Power Off	●	●
REL	Relative Measurement	●	●
Diode	2.7V	●	●
Continuity Buzzer	<50Ω	●	●
MAX/MIN		●	●
Data Hold		●	●
Display Backlight		●	●
LBD	Low Battery Display	●	●
Work Light		●	●
True RMS	True Root Mean Square	●	●
NCV	Non-Contact Voltage Detector	●	●
Dual Display			●
Bar Graph	Segments Bar Graph		●
General			
Power Supply	1x9V 6F22 Battery		
Product Size	238mmx92mmx50mm/9.37"x3.6"x1.9"		
Product Weight	390g/0.86lb		
Safety Rating	CE CAT III 1000V RoHS		

Şekil 2.11. Multimetre cihazı ve cihazın teknik özellikleri (URL-12).

2.5. Numune Kalıpları

Numune kalıbı olarak silindirik polivinilklorür (PVC) borular kullanılmıştır. Numune kalıplarının boy ve çapları kumpas yardımıyla ölçülmüştür. Boy ve çapları aynıdır ve Şekil 2.12. ve Şekil 2.13.'te gösterilmiştir.



Şekil. 2.12. Numune boyunun kumpas yardımıyla ölçümü



Şekil 2.13. Numune kalıbının çapının kumpas ile ölçümü

2.6. Kablolar

Kalıplardan çıkarılan numunelerin her iki uçlarına PVC kaplı bakır kablo (NYA) saplanmıştır. NYA kablolar Şekil 2.14'te gösterilmiştir.



Şekil 2.14. NYA kablolar

2.7. Hassas Terazi ve Etüv

Numunelerin ağırlıkları hassas terazi ile belirlenmiştir. Her direnç ölçümünden sonra terazi ile tartım yapılmıştır ve sonuçlar kayıt altında alınmıştır. Terazi ve tartım işlemi Şekil 2.15.a ve Şekil 2.15.b'de gösterilmiştir.



Şekil 2.15. a) Hassas terazi b) Hassas terazide numune ölçümü

Numunelerle yapılan son ölçümlerden sonra numune orta bölümünden alınan numuneler etüvde kurutulurak su muhtevası ölçümü yapılmıştır. Kullanılan etüv Şekil 2.16.'da verilmiştir.



Şekil 2.16. Etüv

2.8. Deney Numunesi Oluşturma

Sahalardan alınan zemin numuneleri 2 mm açıklıklı elekten elendikten sonra ıslatılarak yoğrulmuştur. Likit limit civarında su muhtevasında hazırlanan numune, çapı 45,5 mm ve boyu 100,12 mm boyutlarındaki silindir PVC kalıplara basılmıştır. Basma işlemi sırasında numunenin iç kısımlarında boşluk kalmamasına dikkat edilerek numune uçları traşlanmıştır. Numune kalıptan çıkarıldıktan, sonra toplam boyu 57,15 mm olan ve Şekil 2.14.'te verilen, NYA kablo numunenin iki tarafından orta noktalarına eşit girecek şekilde saplanmıştır.



Şekil 2.17. Kalıptan çıkarılmış Alemdar- Sarginkaya bölgelerinin numuneleri



Şekil 2.18. Kalıptan çıkarılmış Canca bölgesi numuneleri



Şekil 2.19. Kalıptan çıkarılmış Tekke bölgesi numuneleri

2.9. Elek Analizi

Tabii zeminleri oluşturan katı taneler çok değişik boyutlarda olabildiği gibi, aynı zemin içinde birbirinden çok farklı boyutlarda taneler bir karışım halinde bulunabilmektedir. Zeminleri bu açıdan bir sınıflandırmaya tabi tutabilmek için, boyutları belirli büyüklükler arasında kalan taneleri tanımlayan bazı terimler kullanılmaktadır. Zemin taneleri, büyükten küçüğe doğru, çakıl, kum, silt ve kil olmak üzere dört ana gruba ayrılmaktadır. Bu grupları birbirinden ayıran boyut aralıkları değişik sınıflandırma sistemlerinde bazı küçük farklılıklar göstermekle beraber, yaygın olarak kabul gören sınır değerleri Tablo 2.2.'de gösterilmektedir (Palalı, 2006).

Tablo 2.2. Zemin tanelerinin boyutlarına göre sınıflandırılması.

Zemin Cinsi	Tane Boyutu (mm)
Çakıl	TS 2.00-60.00 (ASTM 4.76- 76.2)
Kum	TS 0.075-2.00 (ASTM 0.076-4.76)
Silt	TS 0.002 - 0.0075 (ASTM 0.002 - 0.0074)
Kil	<0.002

2.10. Kıvam Limitleri (Atterberg Limitleri) Likit ve Plastik Limit Belirlenmesi

İnce taneli zeminlerde (kohezyonlu) zeminin yumuşaklık sertlik durumu kıvam ile belirlenmektedir. İnce taneli zeminlerin bünyesindeki su miktarı artıkça çok katı bir durumdan akıcı bir sıvı kıvamına kadar çok geniş bir aralık içinde değişim göstermektedir. Buna bağlı olarak, mukavemet, yük altında şekil değiştirme ve sıkışma gibi mühendislik özelliklerinde büyük farklılıklar meydana gelmektedir. İnce taneli zeminlerin kıvamında su muhtevasına bağlı değişimleri deneysel olarak belirleyebilmek için bazı sınır su muhtevası değerleri tanımlanmaktadır. Kıvam limitleri olarak bilinen bu değerleri belirleyebilmek için İsveçli bilim adamı Atterberg tarafından geliştirilen deneyler kullanılır. Bu deneyler; likit limit deneyi ve plastik limit deneyleridir.

Likit limit deneyi; zeminin plastik bir malzemeden akıcı bir malzemeye dönüştüğü andaki su muhtevasıdır. Likit limiti belirlemek için birkaç yöntem vardır. Bunlardan Casagrande Yöntemi yaygın kullanılmaktadır. Casagrande likit limit aleti, kolu döndürüldüğünde, sert bir lastik blok üzerine 1 cm. yükseklikten düşen, yarım küre şeklindeki pirinç tasan oluşmaktadır (URL-11). Likit Limit Deneyi için gerekli aletler; Casagrande likit limit cihazı ve yardımcı aparatları, spatula, porselen karıştırma kabı, damıtık su, numune kapları (su muhtevası için), etüv.

Likit Limit Deneyinin Yapılışı:

- Kurutulmuş ve 40 nolu elekten geçirilmiş zeminden bir miktar alınarak porselen bir kap içerisine konur ve biraz damıtık su ilave ederek karıştırılmaktadır.
- Numunenin kuru için bir müddet beklenilmektedir.
- Karıştırılan numuneden biraz alınmaktadır. Pirinç tasa yerleştirilmektedir. Üzeri spatula ile düzeltilmektedir. Yarık açma bıçağı ile tastaki numune ikiye bölünüp, Tekrar üst tarafı

düzeltilmektedir, ikiye bölme esnasında her iki parçasının da eşit büyüklükte olmasına dikkat edilmektedir.

d) Daha sonra aletin kolu çevrilerek tas 1 cm. yükseklikten saniyede 2 defa olmak üzere düşürülmektedir. Düşme etkisiyle oyuk kapanmaya, ayrılan iki parça birbirine yaklaşmaya başlamaktadır.

e) Başlangıçtan itibaren her vuruş, yarık 1,12 cm. kapanana kadar sayılmaktadır. Kapandığı anda, buradan bir miktar numune, su muhtevası belirlenmek için alınıp ve vuruş sayısı kayıt edilmektedir.

f) Tas temizlenip, karıştırma kabında bulunan numune üzerine biraz daha damıtık su ilave edilerek karıştırılmaktadır.

g) c, e, f işlemleri sırayla yapılmaktadır. Bu işlem en az 4 defa tekrarlanmaktadır.

Hesaplamalar: Deney sonunda logaritmik ölçekli vuruş sayısı–su muhtevası grafiği çizilmektedir. Grafikten 25 vuruşa karşılık gelen su muhtevası değeri likit limit değeri olarak belirlenmektedir.

Plastik limit deneyi; Plastiklik ince taneli zeminlerin bir özelliği olup kırılmadan şekil verilebilmeyi ifade etmektedir. Plastik limit ise, ıslak zeminin yoğrulma sırasında yüzeyinde çatlakların belirdiği su muhtevası olarak tanımlanmaktadır. Bir başka ifadeyle, plastik limit, zeminin yarı katı malzemeden plastik bir malzemeye dönüştüğü su muhtevası değeridir. Plastik limit için gerekli aletler; Geniş bir cam levha, 3 mm çapında tel çubuk, spatula, porselen karıştırma kabı, damıtık su, numune kapları (su muhtevası için), etüvdür. Deneyin yapılışı;

a) 40 nolu elekten geçirilmiş ve likit limit deneyi için kullanılan numuneden bir miktar, buzlu cam üzerinde avuç ile yuvarlanmaktadır.

b) Avuç ile yuvarlama sırasında oluşan 3 mm. kalınlıktaki çubuklarda, çatlama ve kendi kendine kopmalar oluştuğunda, su muhtevasını belirlemek için numune kabına alınmaktadır.

c) Numune kabı ile birlikte tartımı yapılmakta olunan numune etüve kurutma için bırakılmaktadır.

d) Eğer zemin çubuklarında, çap 3 mm'nin altına düştüğü halde çatlama ve dağılma meydana gelmiyorsa zeminin henüz plastik olduğu kabul edilmektedir.

e) Bir süre daha su muhtevasının azalması beklenmektedir. Avuç ile yuvarlama işlemi tekrarlanarak deneye devam edilip, b ve c şıkları için uygulanmaktadır.

Hesaplamalar: Aynı numuneden en az iki tane su muhtevası değeri ölçülmeli, ortalamaları alınarak plastik limit belirlenmektedir (URL-11).

2.11. Birleştirilmiş Zemin Sınıflandırma Sistemi (USCS)

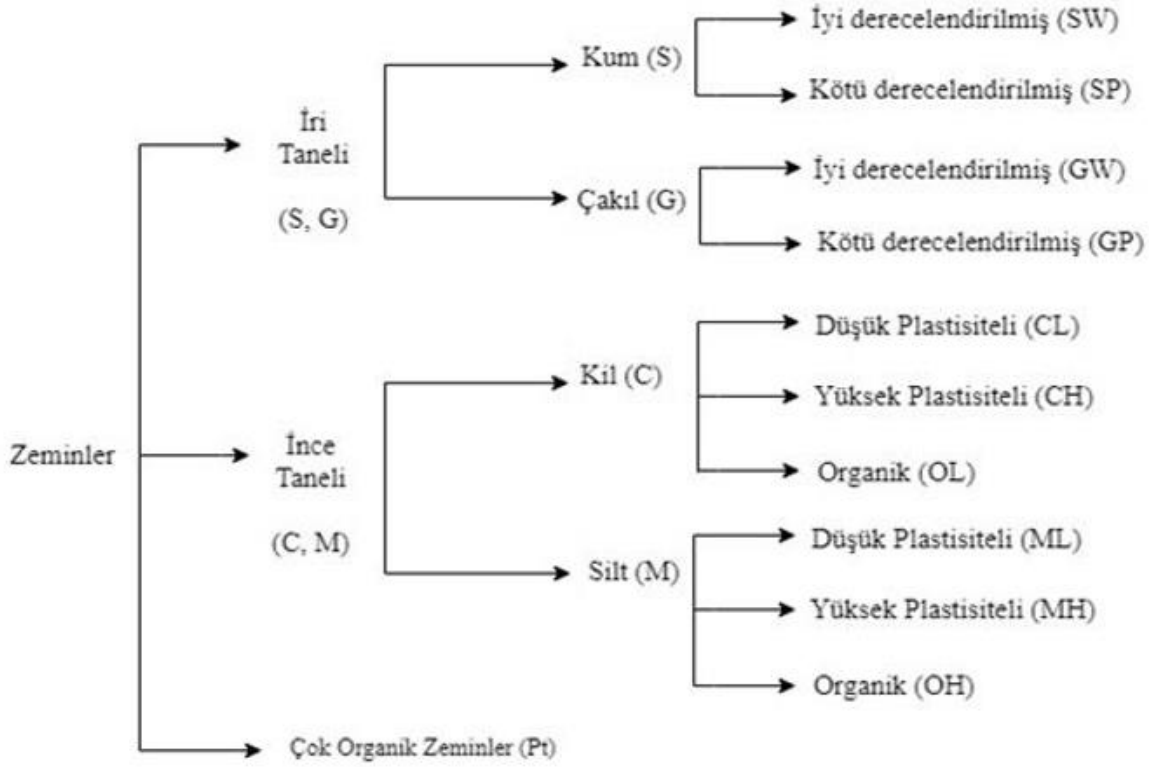
Zemin sınıflandırılmasında genel olarak kullanılan Birleştirilmiş Zemin Sınıflandırma Sistemi (USCS) olmaktadır. USCS' de tane çapına göre tanımlama yapılmaktadır. Bu tanımlamaya göre çapı; 300 mm den büyük olanlar blok, 75- 300 mm arasında olanlar kaya, 75 mm- 4.75 mm arasındakiler çakıl, 4.75 mm ile 0.075 mm arasındakiler kum, 0.075 mm ile 0.002 mm arasındakiler silt, tane boyutu 0.002 mm den küçük olanlar ise kil olarak sınıflandırılır (Tablo 2.6.) Ayrıca bu sınıflandırma sisteminde tane boyundan farklı olarak Atterberg limitleri dikkate alındığında killer jeoteknik özelliği itibarıyla, plastisitesi yüksek kil (CH) ve plastisitesi düşük kil (CL) olarak sınıflandırılmaktadır ki, bu tür killerin şişme potansiyeline sahip oldukları düşünülmektedir. Bu sınıflandırma sisteminde zeminlerin granülometrik ve plastisite özellikleri kullanılarak ve iki harfli grup sembollerinin birincisi esas zemin tipini, ikincisi ise plastisite özelliklerini göstermektedir. Örneğin GP sınıflaması ‘kötü derecelenmiş çakılı’, CL ise ‘düşük plastisiteli kili’ ifade eder (Acar, 2017). Tablo 2.3, Tablo 2.4., Tablo 2.5, Şekil 2.18. ve Şekil 2.19. yardımıyla zemin cinsi belirlenmektedir.

Tablo 2.3. Birleştirilmiş zemin sınıflandırma sistemleri (USCS)

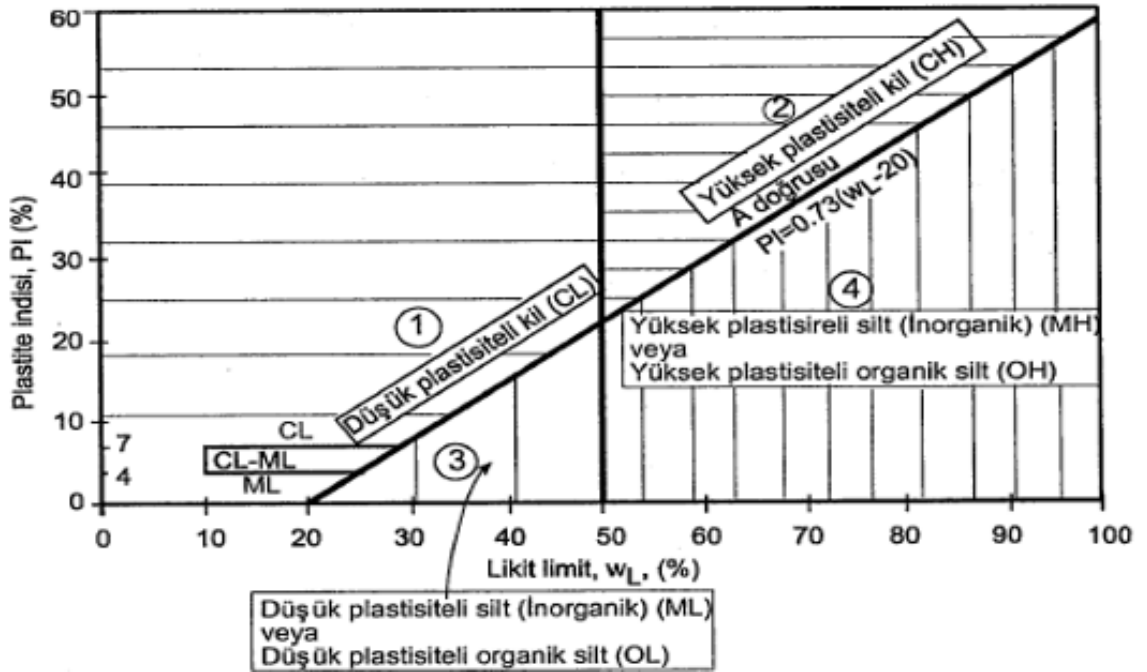
	Zemin cinsi veya bileşeni	Sembol	Boyut aralığı
	Kaya parçası	-	>300 mm
	Taş	-	75 mm - 300 mm
(1)	İri daneli zeminler:		
	Çakıl	G	75 mm - 4.75 mm
	İri		75 mm - 19 mm
	İnce		19 mm - 4.75 mm
	Kum	S	4.75 mm - 0.075 mm
	İri		4.75 mm - 2.0 mm
	Orta		2.0 mm - 0.425 mm
	İnce		0.425 mm - 0.075 mm
(2)	İnce daneli zeminler		< 0.075 mm
	Silt	M	Sınıflandırma dane çapına göre değil Atterberg Limitleri kullanılarak yapılır.
	Kil	C	
(3)	Organik zeminler	O	
(4)	Turba	Pt	
	Derecelenme Sembolleri		Likit Limit Sembolleri
	İyi derecelendirilmiş, W		Yüksek LL, H
	Kötü derecelendirilmiş, P		Düşük LL, L

Tablo 2.4. Birleştirilmiş zemin sınıflandırmasında kullanılan semboller

İlk Harf	İkinci Harf
G: Çakıl	W:İyi Derecelenmiş
S: Kum	P:Kötü Derecelenmiş
M:Silt	M:Plastik Olmayan İnce Taneli
C:Kum	C:Plastik İnce Taneli
O:Organik Kil	L:Düşük Plastisiteli
Pt: Turba	H:Yüksek Plastisiteli



Şekil 2.20. Birleştirilmiş zemin sınıflandırma sistemi(USCS)'nin ana şeması (Uzuner, 2007).



Şekil 2.21. Plastisite grafiğinin dört bölgesi (Uzuner, 2007).

Tablo 2.5. Birleştirilmiş zemin (Uzuner, 2007).

ANA GRUPLAR (75 mm'den iri malzeme hariç tutulmuştur.)		Grup Sembolü	Tipik İsimleri	
İRİ DANELİ ZEMİNLER (Malzemenin %50'sinden çoğu, 200 no'lu elekten geçmez.)	ÇAKIL (İri malzemenin %50'sinden çoğu 4 no'lu elekten geçmez.)	GW	İyi derecelendirilmiş çakıllar, kumlu çakıllar (İncesi az veya hiç yok)	
		GP	Kötü derecelendirilmiş çakıllar, kumlu çakıllar (İncesi az veya hiç yok)	
		GM	Siltli çakıllar, killi kumlu çakıllar	
		GC	Killi çakıllar, killi kumlu çakıllar	
	KUM (İri malzemenin %50'sinden çoğu 4 no'lu elekten geçer.)	Temiz Kum (İncesi az veya yok.)	SW	İyi derecelendirilmiş kumlar, çakıllı kumlar (İncesi az veya hiç yok)
			SP	Kötü derecelendirilmiş kumlar, çakıllı kumlar (İncesi az veya hiç yok)
		Kum (Oldukça incesi var.)	SM	Siltli kumlar
			SC	Killi kumlar
	İNCE DANELİ ZEMİNLER (Malzemenin %50'sinden çoğu, 200 no'lu elekten geçer.)	SİLTLER ve KİLLER (Likit Limit < 50) Plastisite Grafiği kullanılır	ML	İnorganik siltler, inorganik siltli veya killi ince kumlar (Düşük Plastisiteli)
			CL	İnorganik killer, inorganik siltli killer (Düşük Plastisiteli)
OL			Organik killer ve organik siltli killer (Düşük Plastisiteli)	
SİLTLER ve KİLLER (Likit Limit > 50) Plastisite Grafiği kullanılır		MH	İnorganik siltler (Yüksek Plastisiteli)	
		CH	İnorganik killer (Yüksek Plastisiteli)	
		OH	Organik killer (Yüksek Plastisiteli)	
		Çok Organik Zeminler		Turba veya diğer çok organik zeminler

2.12. Kimyasal Analiz Sonuçları

Alemdar, Sarginkaya, Tekke ve Canca bölgelerinde daha önce yapılan çalışmada alınan zemin örneklerindeki kil minerallerine ait kimyasal analiz sonuçları Tablo 2.6.'da verilmiştir.

Tablo 2.6. Alemdar, Sarginkaya, Tekke ve Canca örneklerindeki kil minerallerinin kimyasal analiz (% ağı.) sonuçları

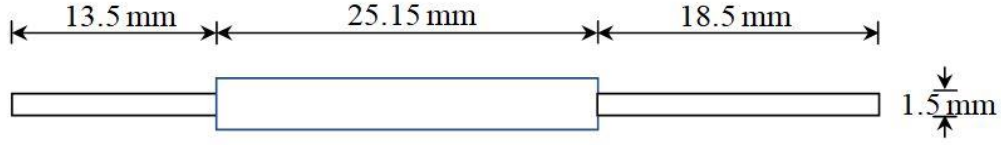
Örnek Yeri	ALEMDAR	SARGINKAYA	TEKKE	CANCA
	İllit	I-S	Kaolinit	Kaolinit
SiO ₂	51.53	55.21	54.74	54.68
TiO ₂	0.14	0.36	0.12	0.14
Al ₂ O ₃	34.25	24.17	42.72	44.6
FeO	2.99	10.37	0.63	0.34
MnO	0.06	a.s.a.	0.41	a.s.a.
MgO	0.33	3.76	a.s.a.	a.s.a.
CaO	a.s.a.	2.42	0.89	a.s.a.
Na ₂ O	a.s.a.	a.s.a.	a.s.a.	a.s.a.
K ₂ O	10.72	3.70	0.50	0.24
F	a.s.a.	a.s.a.	a.s.a.	-
Toplam	100.00	100.00	100.00	100.00
22 oksijen				
Si	6.5	7.0	6.4	6.4
Ti	-	-	-	-
Al	5.1	3.6	5.9	6.1
Fe ²⁺	0.3	1.1	0.1	-
Mg	0.1	0.7	-	-
Ca	-	0.3	0.1	-
K	1.7	0.6	0.1	-
F	-	-	-	-

*a.s.a.: Analiz sınırlarının altında, I-S: İllit-simektit ara tabakalısı.

2.13. Numunelerin Elektrik Dirençlerinin Ölçülmesi

Elektriksel öz dirençlerin ölçülebilmesi için, numunelere eşdeğer olarak hazırlanmış bakır kablolar, numunelerin hepsinde aynı olacak şekilde numunelerin iki düz yüzeyinden içine doğru yerleştirilmektedir. Numuneye her iki yönden 18.5 mm uzunluğundaki kısım

girerken, ölçüm 13.5 mm uzunluğundaki kısımdan yapılmaktadır. Şekil 2.23.'te gösterilmiştir.



Şekil 2.22. Kablonun izoleli ve izolesiz boyutları

2.14. Numunelerin Su Muhtevasının Belirlenmesi

En son ölçümün ardından numuneler etüve atılıp 24 saat süresince kurutulmaktadır. Etüv kurusu olan numune hassas terazide tartılmaktadır. Yaş haldeki numunenin de tartım sonucuyla beraber su muhtevası belirlenmektedir.

$$w = \frac{M_{su}}{M_{kuru}} = \frac{M_{yaş} - M_{kuru}}{M_{kuru}} \quad (2.1)$$

M_{su} ; Su kütle değeri

M_{kuru} ; Kuru kütle değeri

$M_{yaş}$; Yaş kütle değeri

w ; Su muhtevası

Bu çalışmada en önemli parametre korelasyon katsayısı (R^2)'dır. Elde edilen su muhtevalarıyla elektrik direnç grafiklerinin yorulanmasında aşağıdaki korelasyon katsayısı (R^2) aralıklarından faydalanılmıştır.

$R^2 < 0.2$ ise çok zayıf ilişki yada korelasyon yok,

0.2 - 0.4 arasında ise zayıf korelasyon,

0.4 - 0.6 arasında ise orta şiddette korelasyon,

0.6 - 0.8 arasında ise yüksek korelasyon,

$0.8 >$ ise çok yüksek korelasyondur (URL-13).

3. BULGULAR ve TARTIŞMA

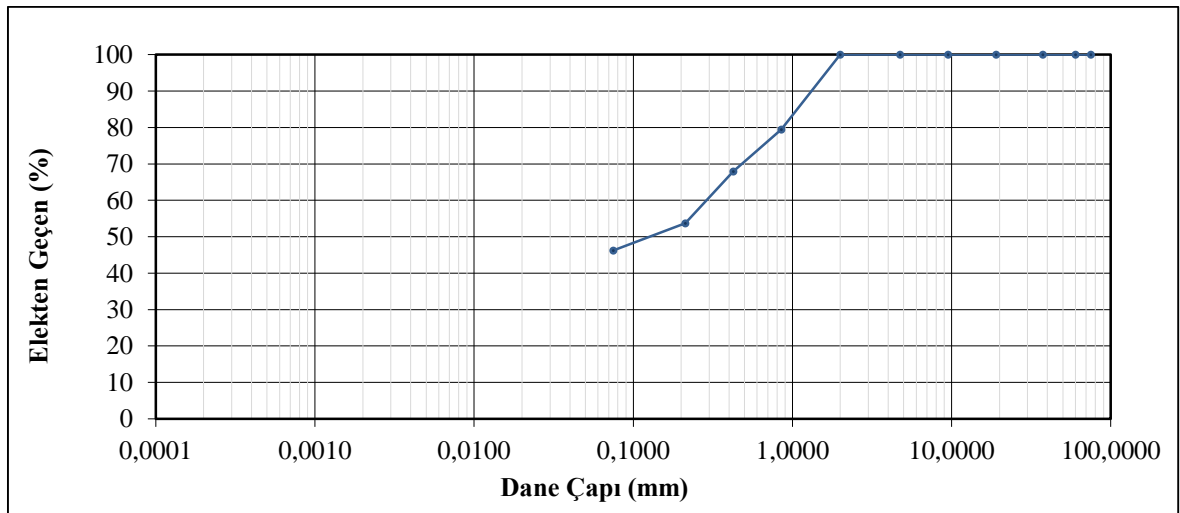
3.1. Alemdar Bölgesine Ait Laboratuvar Deney Sonuçları

3.1.1. Alemdar Bölgesine ait Elek Analizi Deney Sonuçları

Bu çalışmada elek analizleri yıkamalı olarak yapılmıştır. Yıkanan malzemeler, yıkama öncesi kuru ağırlıktan yıkama sonrası kuru ağırlık çıkarılarak hesaplanmıştır ve tavada toplanan malzemelerin tartılan değerlerine eklenmiştir.

Tablo 3.1. Alemdar 1 bölgesine ait elek analizi sonuçları

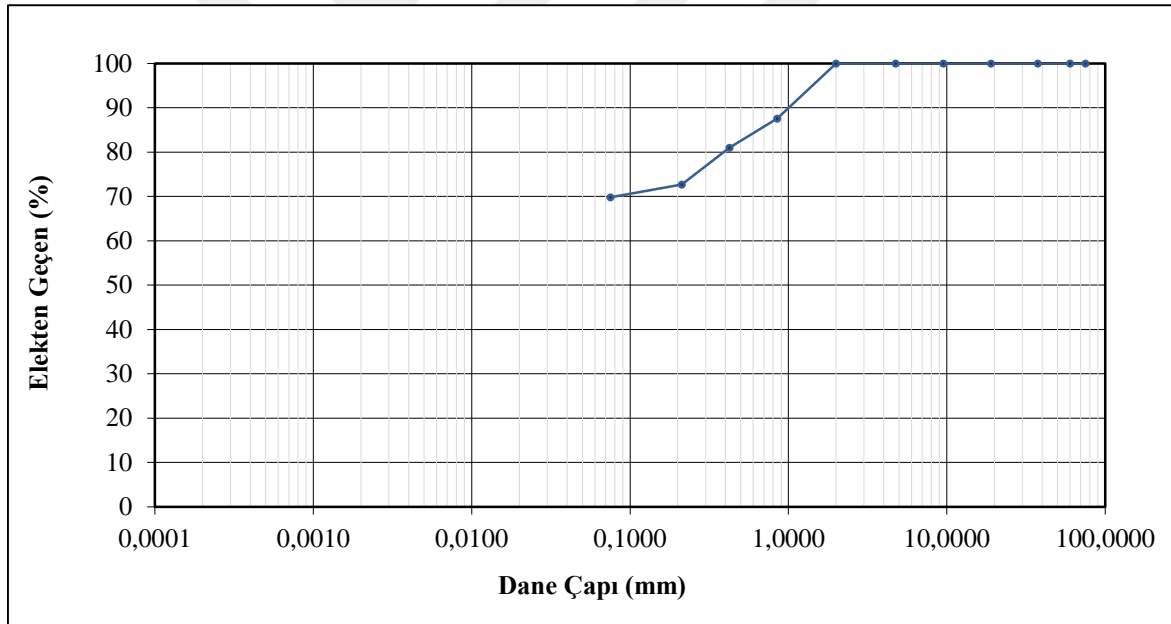
Elek Açıklığı (mm)	Elek Üstü Kalan (gr)	Elekten Geçen (gr)	% Kalan	% Geçen
75.00	0.00	233.71	0.0	100.0
60.00	0.00	233.71	0.0	100.0
37.50	0.00	233.71	0.0	100.0
19.00	0.00	233.71	0.0	100.0
9.50	0.00	233.71	0.0	100.0
4.75	0.00	233.71	0.0	100.0
2.00	0.00	233.71	0.0	100.0
0.850	47.95	185.76	20.5	79.5
0.425	27.00	158.76	11.6	67.9
0.212	33.24	125.52	14.2	53.7
0.075	17.52	108.00	7.5	46.2
Tava	108.00	0.00	46.2	0.0
Toplam Numune	233.71			



Şekil 3.1. Alemdar 1 bölgesine ait granülometri eğrisi

Tablo 3.2. Alemdar 2 bölgesine ait elek analizi sonuçları

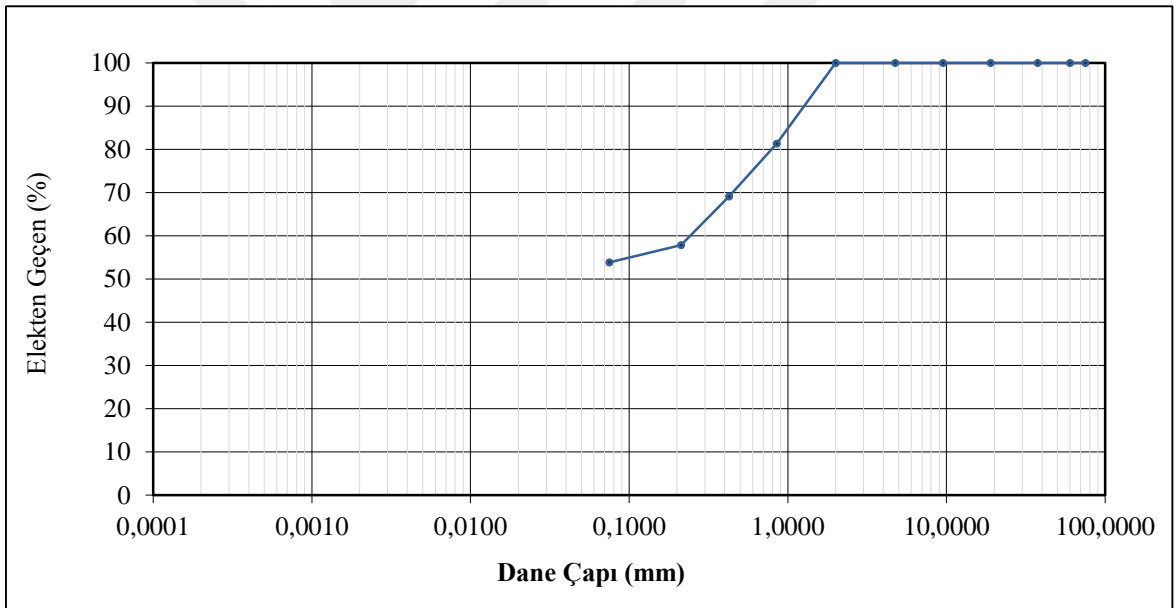
Elek Açıklığı (mm)	Elek Üstü Kalan (gr)	Elekten Geçen (gr)	% Kalan	% Geçen
75.00	0.00	602.00	0.0	100.0
60.00	0.00	602.00	0.0	100.0
37.50	0.00	602.00	0.0	100.0
19.00	0.00	602.00	0.0	100.0
9.50	0.00	602.00	0.0	100.0
4.75	0.00	602.00	0.0	100.0
2.00	0.00	602.00	0.0	100.0
0.850	75.00	527.00	12.5	87.5
0.425	39.50	487.50	6.6	81.0
0.212	50.00	437.50	8.3	72.7
0.075	17.50	420.00	2.9	69.8
Tava	420.00	0.00	69.8	0.0
Toplam Numune	602.00			



Şekil 3.2. Alemdar 2 bölgesine ait granülometri eğrisi

Tablo 3.3. Alemdar 3 bölgesine ait elek analizi sonuçları

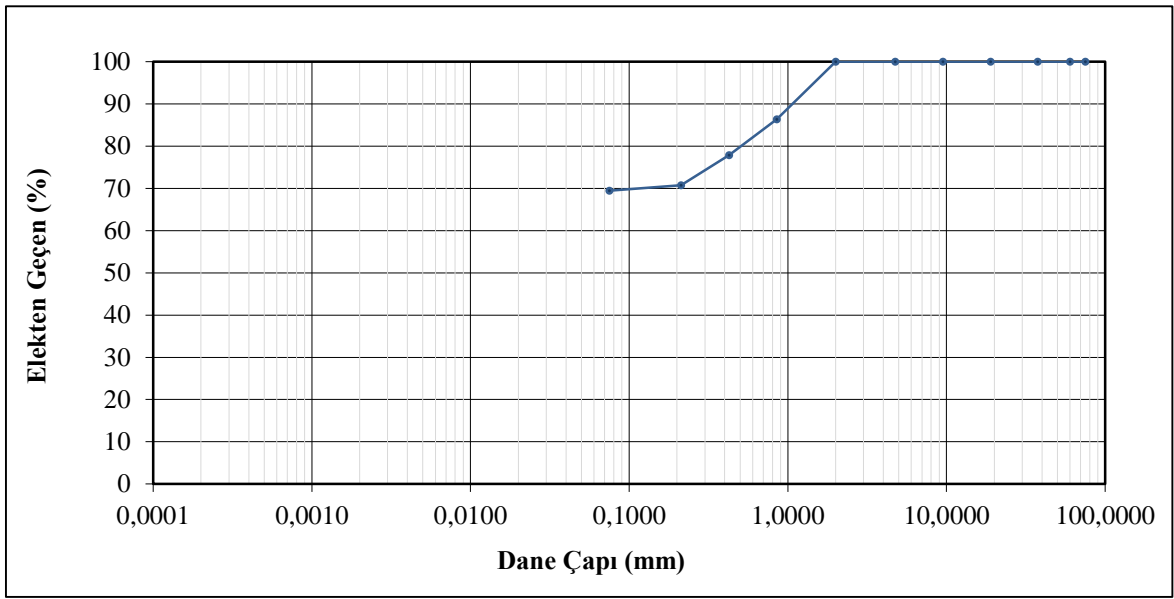
Elek Açıklığı (mm)	Elek Üstü Kalan (gr)	Elekten Geçen (gr)	% Kalan	% Geçen
75.00	0.00	485.50	0.0	100.0
60.00	0.00	485.50	0.0	100.0
37.50	0.00	485.50	0.0	100.0
19.00	0.00	485.50	0.0	100.0
9.50	0.00	485.50	0.0	100.0
4.75	0.00	485.50	0.0	100.0
2.00	0.00	485.50	0.0	100.0
0.850	90.50	395.00	18.6	81.4
0.425	59.50	335.50	12.3	69.1
0.212	54.50	281.00	11.2	57.9
0.075	19.50	261.50	4.0	53.9
Tava	261.50	0.00	53.9	0.0
Toplam Numune	485.50			



Şekil 3.3. Alemdar 3 bölgesine ait granülometri eğrisi

Tablo 3.4. Alemdar 4 bölgesine ait elek analizi sonuçları

Elek Açıklığı (mm)	Elek Üstü Kalan (gr)	Elekten Geçen (gr)	% Kalan	% Geçen
75.00	0.00	499.13	0.0	100.0
60.00	0.00	499.13	0.0	100.0
37.50	0.00	499.13	0.0	100.0
19.00	0.00	499.13	0.0	100.0
9.50	0.00	499.13	0.0	100.0
4.75	0.00	499.13	0.0	100.0
2.00	0.00	499.13	0.0	100.0
0.850	68.00	431.13	13.6	86.4
0.425	42.50	388.63	8.5	77.9
0.212	35.50	353.13	7.1	70.7
0.075	6.50	346.63	1.3	69.4
Tava	346.63	0.00	69.4	0.0
Toplam Numune	499.13			



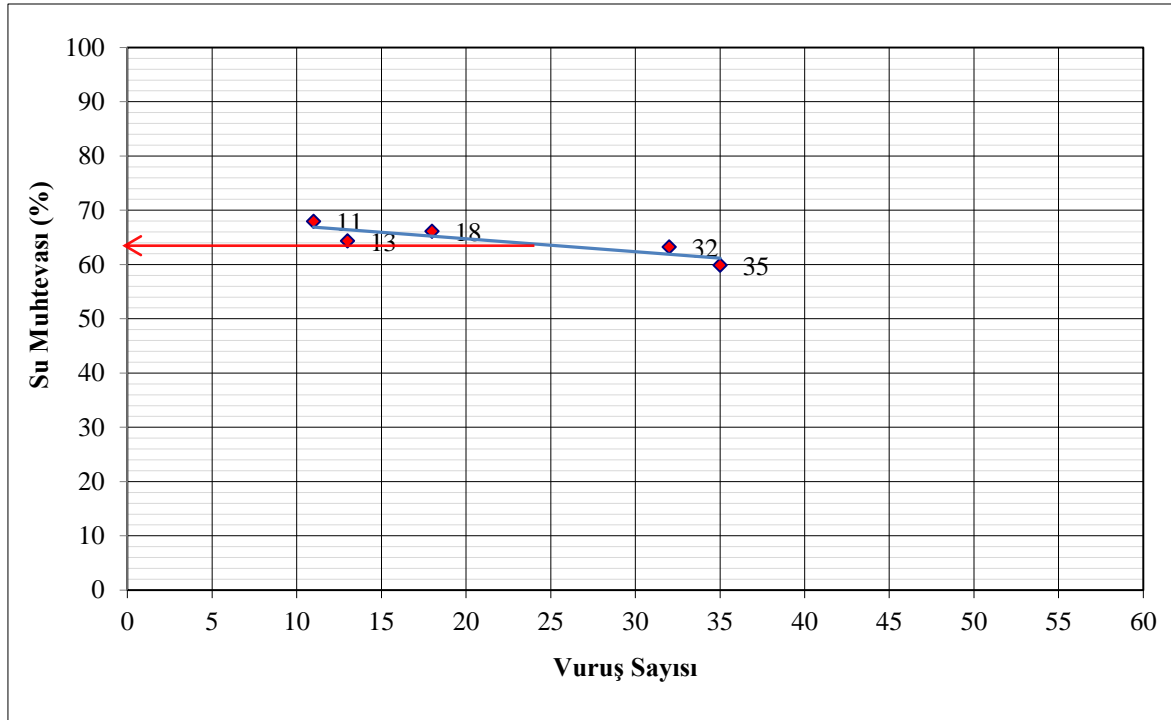
Şekil 3.4. Alemdar 4 bölgesine ait granülometri eğrisi

3.1.2. Alemdar Bölgesine Ait Likit Limit ve Plastik Limit Deney Sonuçları

Alemdar 1 bölgesine ait ince daneli zemin numunesi non-plastik çıkmıştır.

Tablo 3.5. Alemdar 2 bölgesine ait likit limit ve plastik limit sonuçları

ALEMDAR 2	Kap No	Kap Ağırlığı	Yaş+Kap Ağırlığı	Kuru+Kap Ağırlığı	Vuruş Sayısı	Su Muhtev.
Likit Limit Tartı ve Hesapları	25	38.360	51.630	46.660	35	59.88
	24	38.760	52.210	47.000	32	63.23
	22	38.710	54.060	47.950	18	66.13
	25	38.400	55.430	48.760	13	64.38
	31	30.870	44.340	38.890	11	67.96
Plastik Limit Tartı ve Hesapları	B1	133.760	140.020	138.110		43.91
	B2	80.300	84.070	82.940		42.80
Likit Limit= % 65.0 Plastik Limit= % 43.4 Plastisite İndisi= % 21.6						

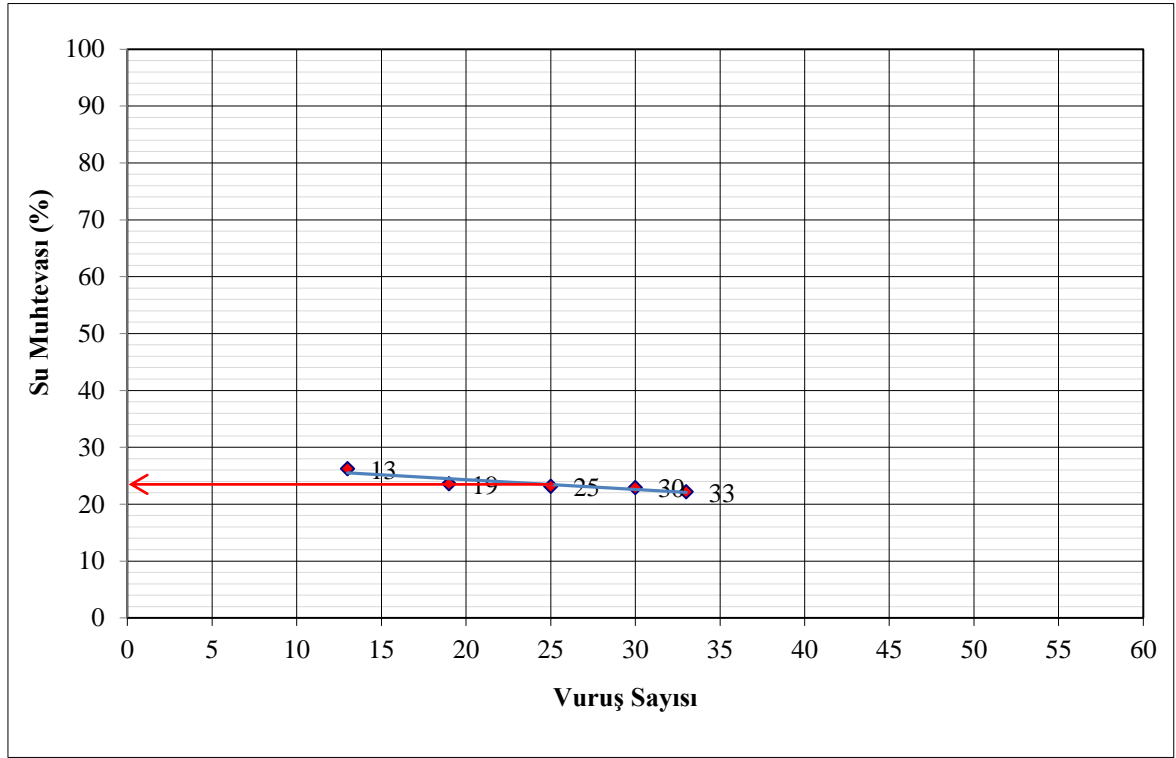


Şekil 3.5. Alemdar 2 bölgesine ait likit limit grafiği

*muhtev: Muhtevası

Tablo 3.6. Alemdar 3 bölgesine ait likit limit ve plastik limit sonuçları

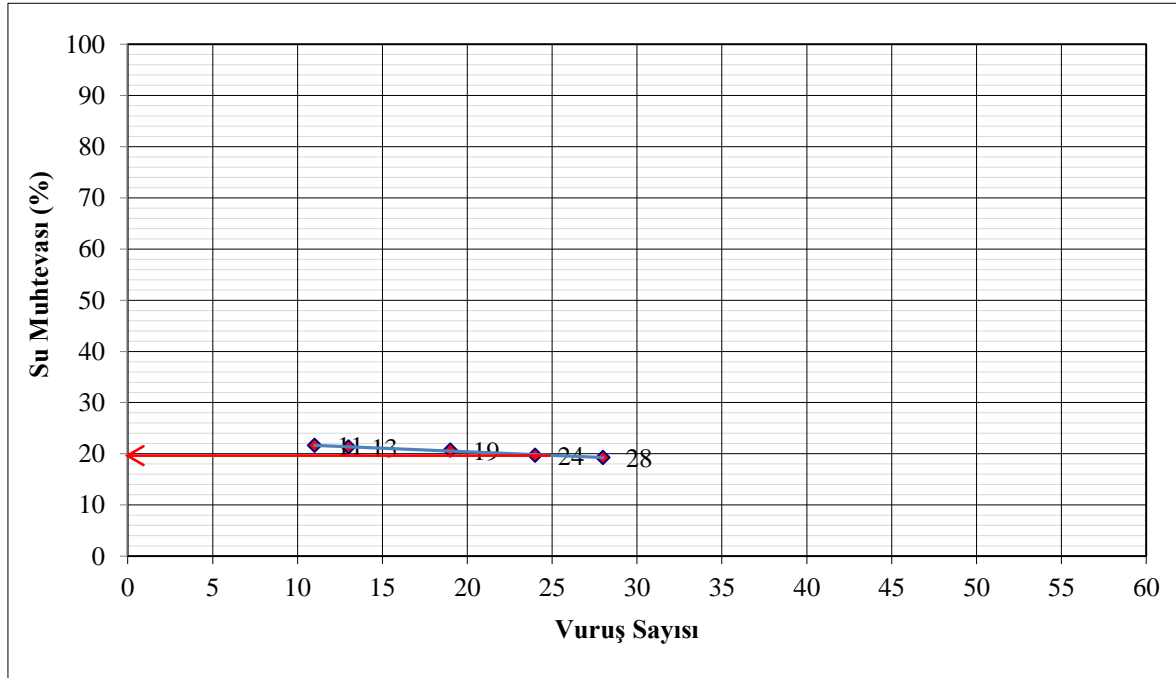
ALEMDAR 3	Kap No	Kap Ağırlığı	Yaş+Kap Ağırlığı	Kuru+Kap Ağırlığı	Vuruş Sayısı	Su Muhtev.
Likit Limit Tartı ve Hesapları	2	51.990	60.320	58.730	19	23.59
	3	21.840	42.200	37.970	13	26.22
	23	39.460	58.730	55.230	33	22.19
	26	39.500	58.640	55.070	30	22.93
	31	30.940	47.750	44.590	25	23.15
Plastik Limit Tartı ve Hesapları	26	39.480	42.990	42.510		15.84
	1	53.660	58.620	57.930		16.16
Likit Limit= % 23.5 Plastik Limit= % 16.0 Plastisite İndisi= % 7.5						



Şekil 3.6. Alemdar 3 bölgesine ait likit limit grafiği

Tablo 3.7. Alemdar 4 bölgesine ait likit limit ve plastik limit sonuçları

ALEMDAR 4	Kap No	Kap Ağırlığı	Yaş+Kap Ağırlığı	Kuru+Kap Ağırlığı	Vuruş Sayısı	Su Muhtev.
Likit Limit Tartı ve Hesapları	24	38.760	57.320	54.260	24	19.74
	26	39.480	54.090	51.580	19	20.74
	31	30.880	45.090	42.560	11	21.66
	22	38.650	50.580	48.650	28	19.30
	23	39.480	51.720	49.570	13	21,31
Plastik Limit Tartı ve Hesapları	25	38.400	42.660	42.090		15.45
	23	39.480	45.220	44.260		20.08
Likit Limit= % 19.7 Plastik Limit= % 17.8 Plastisite İndisi= % 1.9						



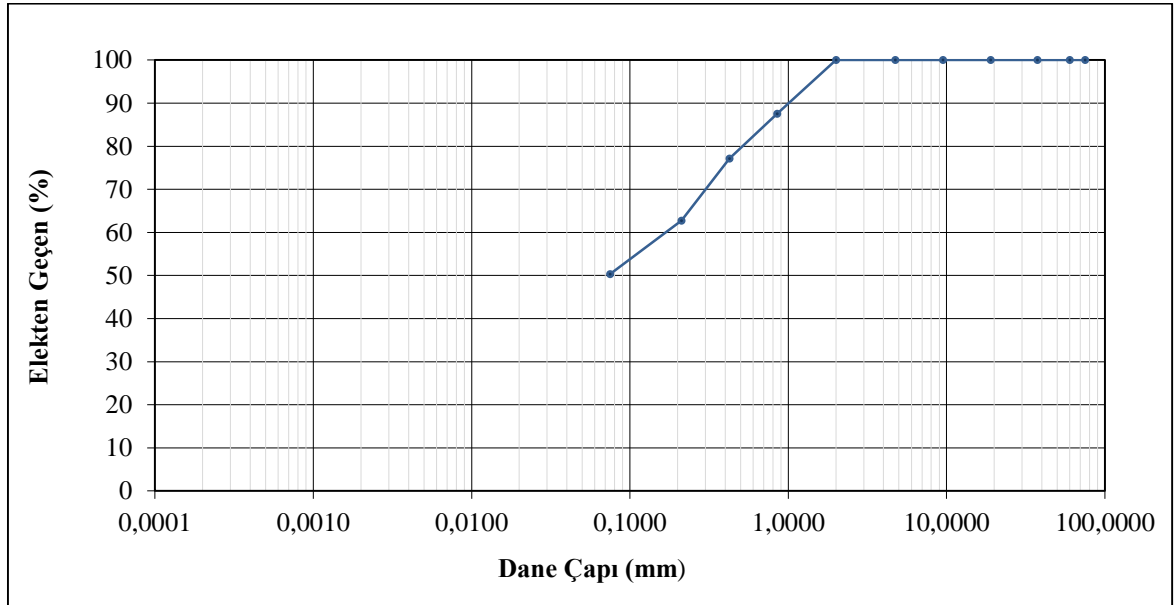
Şekil 3.7. Alemdar 4 bölgesine ait likit limit grafiği

3.2. Canca Bölgesine Ait Laboratuvar Denev Sonuçları

3.2.1. Canca Bölgesine Elek Analizi Denev Sonuçları

Tablo 3.8. Canca 1 bölgesine ait elek analizi sonuçları

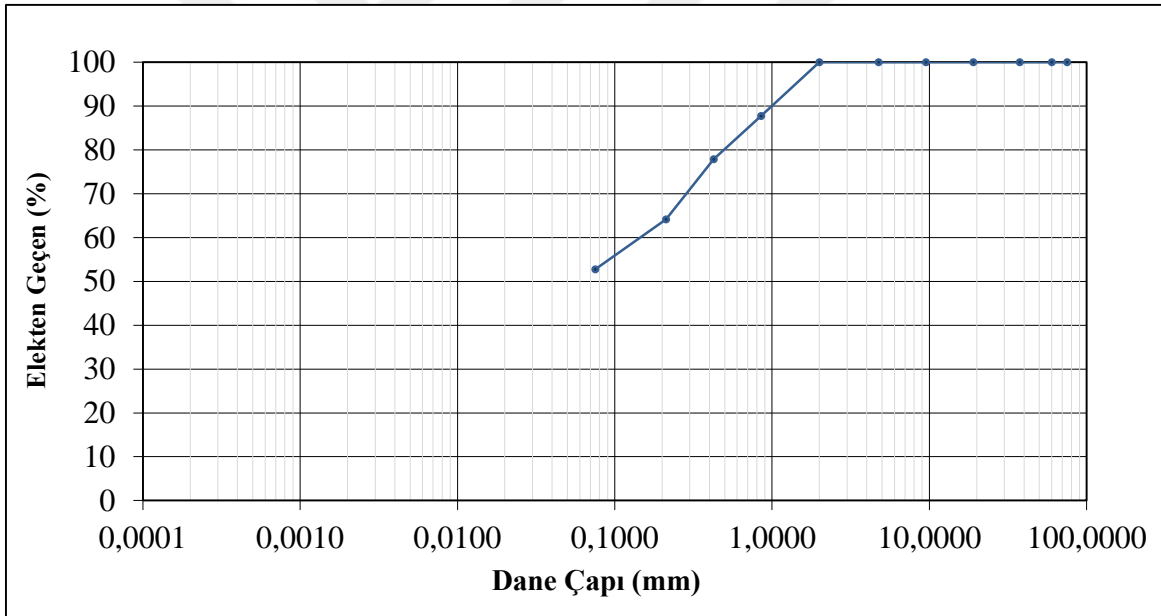
Elek Açıklığı (mm)	Elek Üstü Kalan (gr)	Elekten Geçen (gr)	% Kalan	% Geçen
75.00	0.00	180.76	0.0	100.0
60.00	0.00	180.76	0.0	100.0
37.50	0.00	180.76	0.0	100.0
19.00	0.00	180.76	0.0	100.0
9.50	0.00	180.76	0.0	100.0
4.75	0.00	180.76	0.0	100.0
2.00	0.00	180.76	0.0	100.0
0.850	22.55	158.21	12.5	87.5
0.425	18.71	139.50	10.4	77.2
0.212	26.08	113.42	14.4	62.7
0.075	22.42	91.00	12.4	50.3
Tava	91.00	0.00	50.3	0.0
Toplam Numune	180.76			



şekil 3.8. Canca 1 bölgesine ait granölometri eğrisi

Tablo 3.9. Canca 2 bölgesine ait elek analizi sonuçları

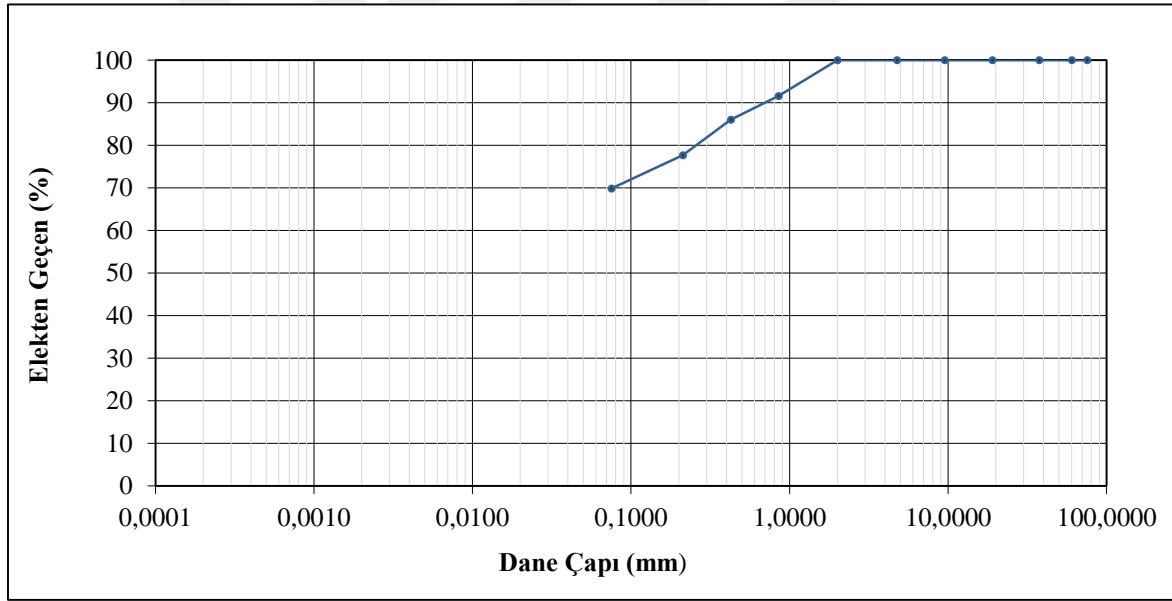
Elek Açıklığı (mm)	Elek Üstü Kalan (gr)	Elekten Geçen (gr)	% Kalan	% Geçen
75.00	0.00	242.99	0.0	100.0
60.00	0.00	242.99	0.0	100.0
37.50	0.00	242.99	0.0	100.0
19.00	0.00	242.99	0.0	100.0
9.50	0.00	242.99	0.0	100.0
4.75	0.00	242.99	0.0	100.0
2.00	0.00	242.99	0.0	100.0
0.850	29.80	213.19	12.3	87.7
0.425	23.88	189.31	9.8	77.9
0.212	33.46	155.85	13.8	64.1
0.075	27.60	128.25	11.4	52.8
Tava	128.25	0.00	52.8	0.0
Toplam Numune	242.99			



Şekil 3.9. Canca 2 bölgesine ait granülometri eğrisi

Tablo 3.10. Canca 3 bölgesine ait elek analizi sonuçları

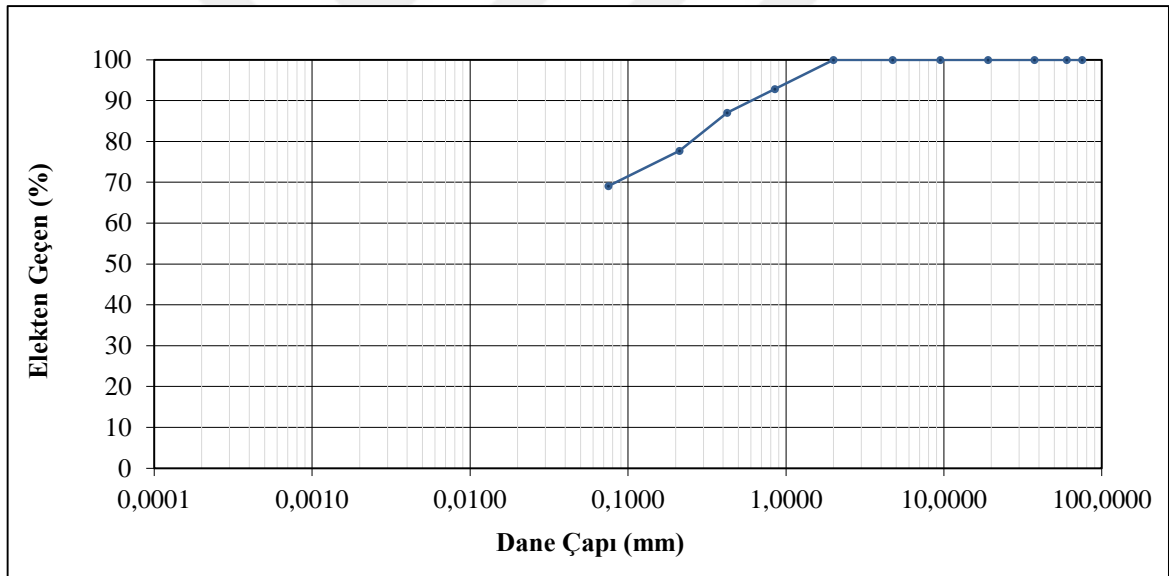
Elek Açıklığı (mm)	Elek Üstü Kalan (gr)	Elekten Geçen (gr)	% Kalan	% Geçen
75.00	0.00	210.13	0.0	100.0
60.00	0.00	210.13	0.0	100.0
37.50	0.00	210.13	0.0	100.0
19.00	0.00	210.13	0.0	100.0
9.50	0.00	210.13	0.0	100.0
4.75	0.00	210.13	0.0	100.0
2.00	0.00	210.13	0.0	100.0
0.850	17.64	192.49	8.4	91.6
0.425	11.71	180.78	5.6	86.0
0.212	17.58	163.20	8.4	77.7
0.075	16.32	146.88	7.8	69.9
Tava	146.88	0.00	69.9	0.0
Toplam Numune	210.13			



Şekil 3.10. Canca 3 bölgesine ait granülometri eğrisi

Tablo 3.11. Canca 4 bölgesine ait elek analizi sonuçları

Elek Açıklığı (mm)	Elek Üstü Kalan (gr)	Elekten Geçen (gr)	% Kalan	% Geçen
75.00	0.00	203.94	0.0	100.0
60.00	0.00	203.94	0.0	100.0
37.50	0.00	203.94	0.0	100.0
19.00	0.00	203.94	0.0	100.0
9.50	0.00	203.94	0.0	100.0
4.75	0.00	203.94	0.0	100.0
2.00	0.00	203.94	0.0	100.0
0.850	14.63	189.31	7.2	92.8
0.425	11.78	177.53	5.8	87.1
0.212	19.01	158.52	9.3	77.7
0.075	17.59	140.93	8.6	69.1
Tava	140.93	0.00	69.1	0.0
Toplam Numune	203.94			

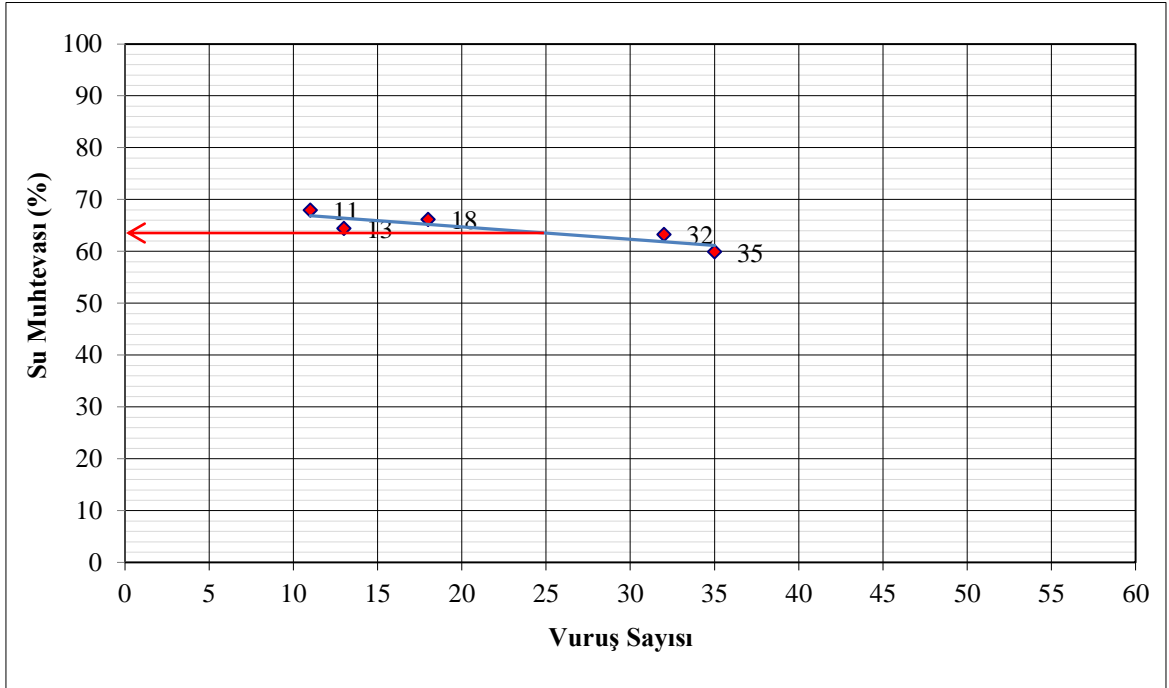


Şekil 3.11. Canca 4 bölgesine ait granülometri eğrisi

3.2.2. Canca Bölgesine Ait Likit Limit ve Plastik Limit Deney Sonuçları

Tablo 3.12. Canca 1 bölgesine ait likit limit ve plastik limit sonuçları

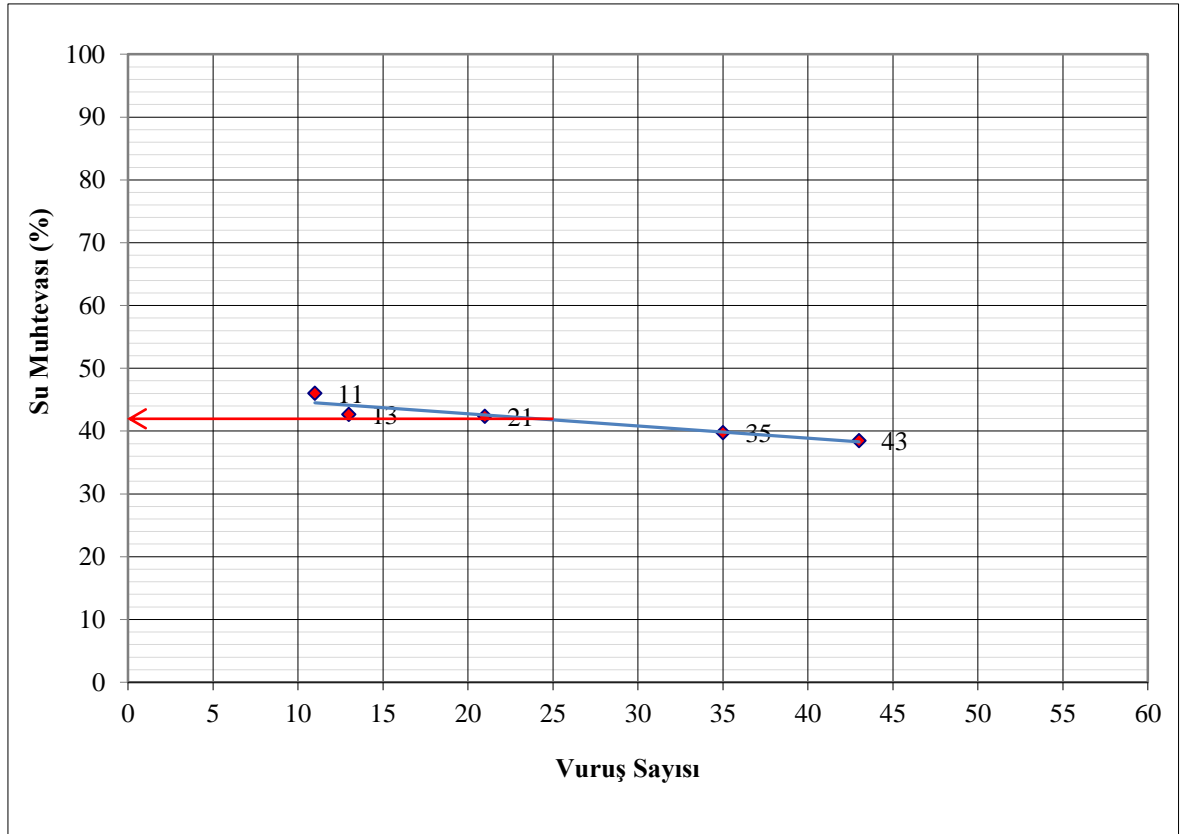
CANCA 1	Kap No	Kap Ağırlığı	Yaş+Kap Ağırlığı	Kuru+Kap Ağırlığı	Vuruş Sayısı	Su Muhtev.
Likit Limit Tartı ve Hesapları	25	38.360	51.630	46.660	35	59.88
	24	38.760	52.210	47.000	32	63.23
	22	38.710	54.060	47.950	18	66.13
	25	38.400	55.430	48.760	13	64.38
	31	30.870	44.340	38.890	11	67.96
Plastik Limit Tartı ve Hesapları	B1	133.760	140.020	138.110		43.91
	B2	80.300	84.070	82.940		42.80
Likit Limit= % 63.7 Plastik Limit= % 43.4 Plastisite İndisi= % 20.3						



Şekil 3.12. Canca 1 bölgesine ait likit limit grafiği

Tablo 3.13. Canca 2 bölgesine ait likit limit ve plastik limit sonuçları

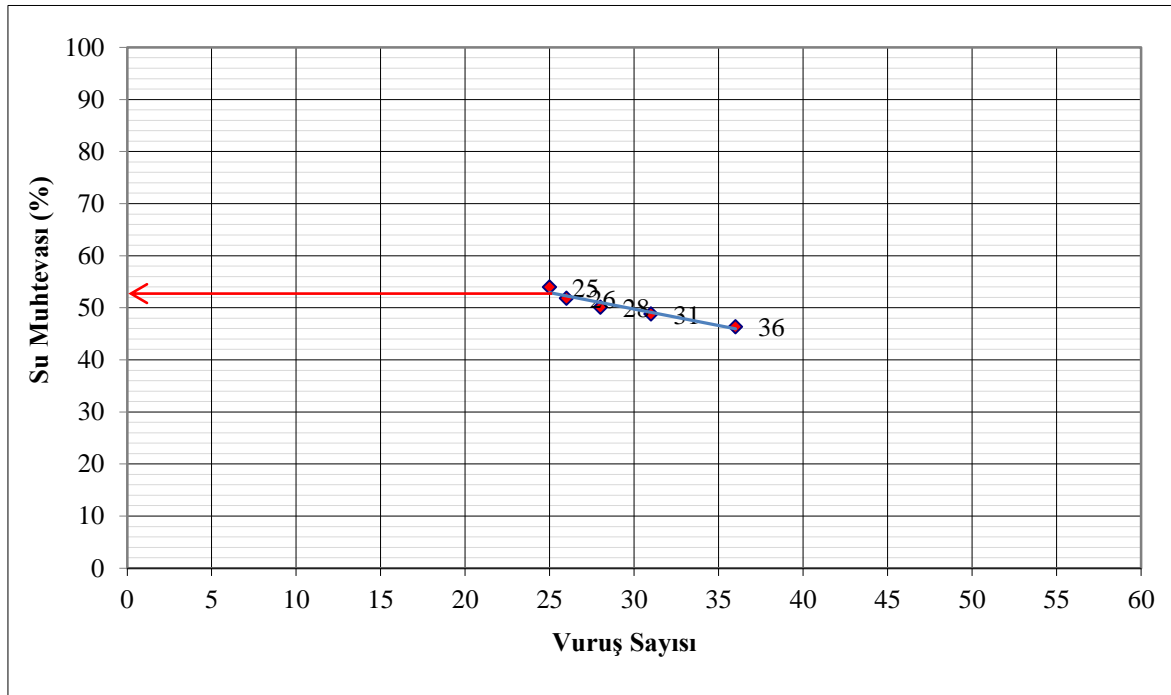
CANCA 2	Kap No	Kap Ağırlığı	Yaş+Kap Ağırlığı	Kuru+Kap Ağırlığı	Vuruş Sayısı	Su Muhtev.
Likit Limit Tartı ve Hesapları	3	21.880	33.270	29.680	11	46.03
	25	38.440	49.310	46.060	13	42.65
	31	30.890	41.400	38.480	43	38.47
	26	39.530	50.790	47.440	21	42.35
	23	39.530	51.900	48.380	35	39.77
Plastik Limit Tartı ve Hesapları	25	38.420	41.460	40.670		35.11
	26	39.510	42.410	41.740		30.04
Likit Limit= % 41.9 Plastik Limit= % 32.6 Plastisite İndisi= % 9.3						



Şekil 3.13. Canca 2 bölgesine ait likit limit grafiği

Tablo 3.14. Canca 3 bölgesine ait likit limit ve plastik limit sonuçları

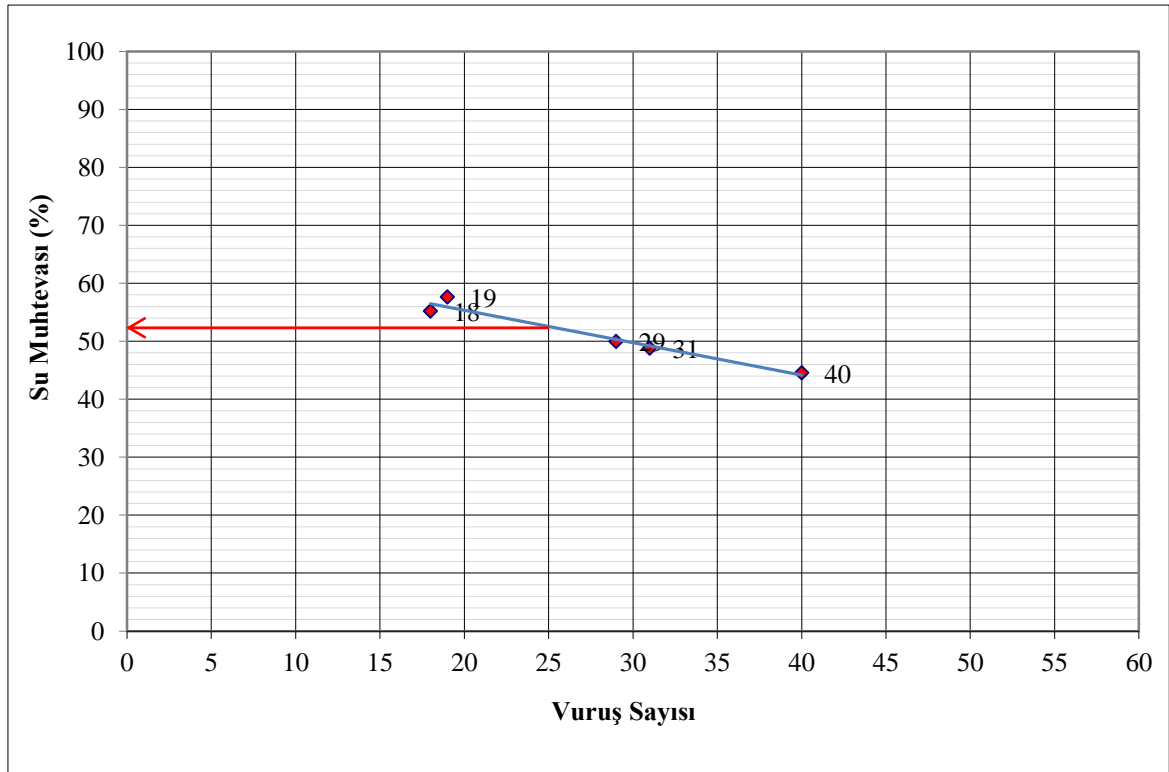
CANCA 3	Kap No	Kap Ağırlığı	Yaş+Kap Ağırlığı	Kuru+Kap Ağırlığı	Vuruş Sayısı	Su Muhtev.
Likit Limit Tartı ve Hesapları	21	38.390	49.880	46.240	36	46.37
	22	38.860	50.710	46.821	31	48.85
	23	39.450	50.470	46.789	28	50.16
	25	38.360	46.780	43.905	26	51.85
	3	21.860	28.930	26.450	25	54.03
Plastik Limit Tartı ve Hesapları	26	39.490	43.890	42.690		37.50
	23	39.490	43.330	42.270		38.13
Likit Limit= % 52.7 Plastik Limit= % 37.8 Plastisite İndisi= % 14.9						



Şekil 3.14. Canca 3 bölgesine ait likit limit grafiği

Tablo 3.15. Canca 4 bölgesine ait likit limit ve plastik limit sonuçları

CANCA 4	Kap No	Kap Ağırlığı	Yaş+Kap Ağırlığı	Kuru+Kap Ağırlığı	Vuruş Sayısı	Su Muhtev.
Likit Limit Tartı ve Hesapları	26	39.490	49.090	45.580	19	57.64
	26	39.480	49.520	45.950	18	55.18
	22	38.860	46.810	44.361	40	44.52
	25	38.360	47.530	44.475	29	49.96
	23	39.450	48.780	45.720	31	48.80
Plastik Limit Tartı ve Hesapları	23	39.460	41.710	41.110		36.36
	2	38.390	40.170	39,700		35.88
Likit Limit= % 52.5 Plastik Limit= % 36.1 Plastisite İndisi= % 16.4						



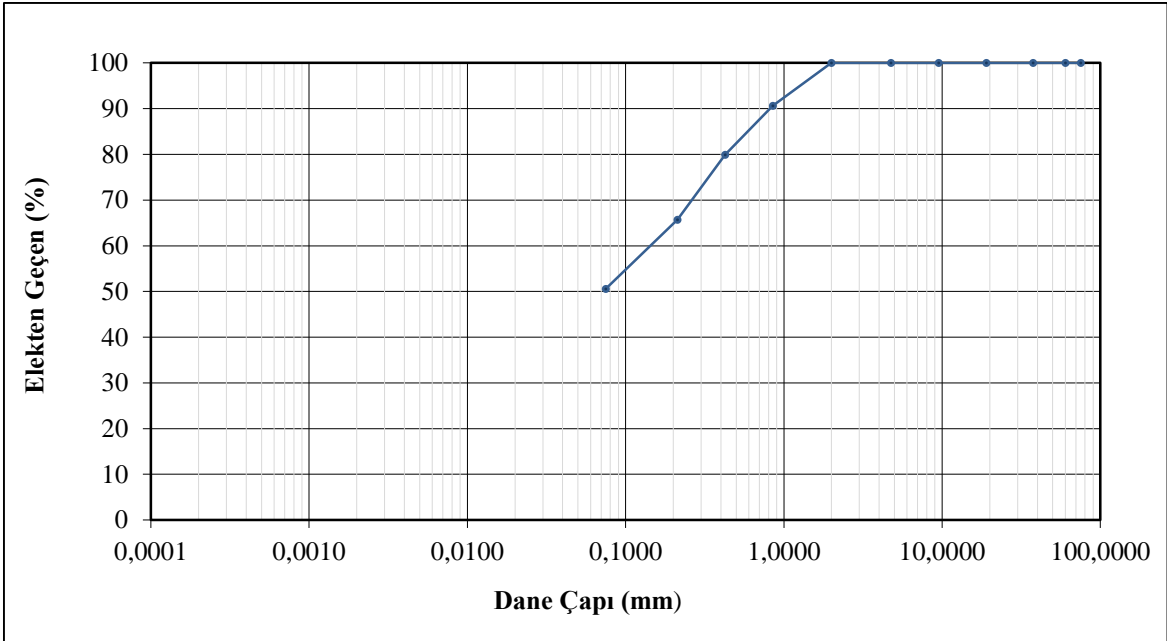
Şekil 3.15. Canca 4 bölgesine ait likit limit grafiği

3.3. Sarginkaya Bölgesine Ait Laboratuvar Deney Sonuçları

3.3.1. Sarginkaya Bölgesine Elek Analizi Deney Sonuçları

Tablo 3.16. Sarginkaya 1 bölgesine ait elek analizi sonuçları

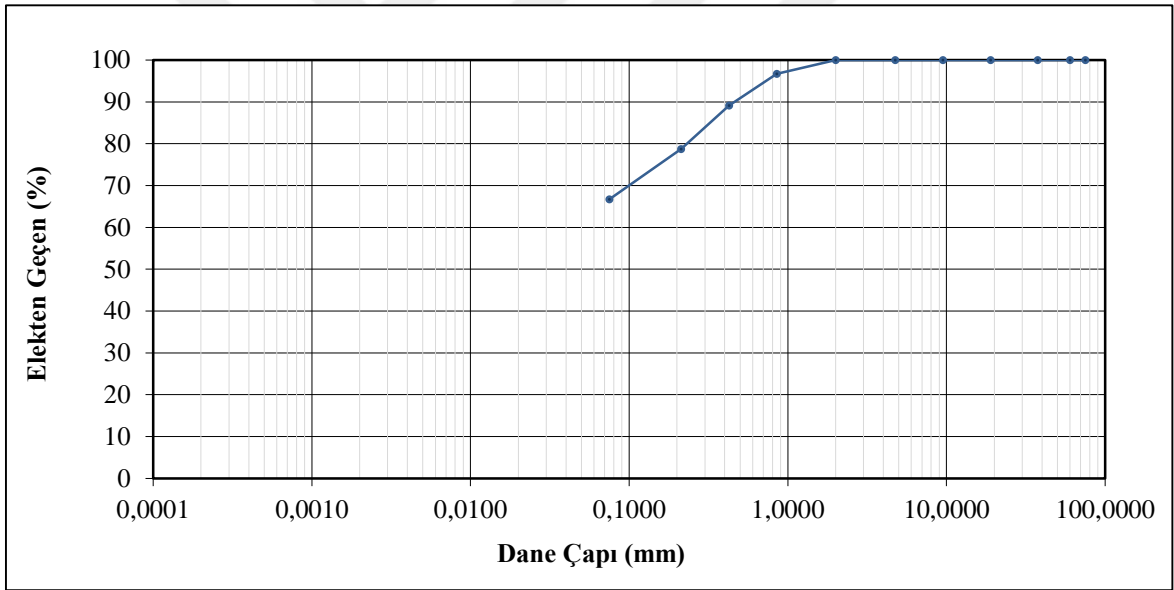
Elek Açıklığı (mm)	Elek Üstü Kalan (gr)	Elekten Geçen (gr)	% Kalan (%)	% Geçen (%)
75.00	0.00	89.58	0.0	100.0
60.00	0.00	89.58	0.0	100.0
37.50	0.00	89.58	0.0	100.0
19.00	0.00	89.58	0.0	100.0
9.50	0.00	89.58	0.0	100.0
4.75	0.00	89.58	0.0	100.0
2.00	0.00	89.58	0.0	100.0
0.850	8.35	81.23	9.3	90.7
0.425	9.65	71.58	10.8	79.9
0.212	12.74	58.84	14.2	65.7
0.075	13.53	45.31	15.1	50.6
Tava	45.31	0.00	50.6	0.0
Toplam Numune	89.58			



Şekil 3.16. Sarginkaya 1 bölgesine ait granülometri eğrisi

Tablo 3.17. Sarginkaya 2 bölgesine ait elek analizi sonuçları

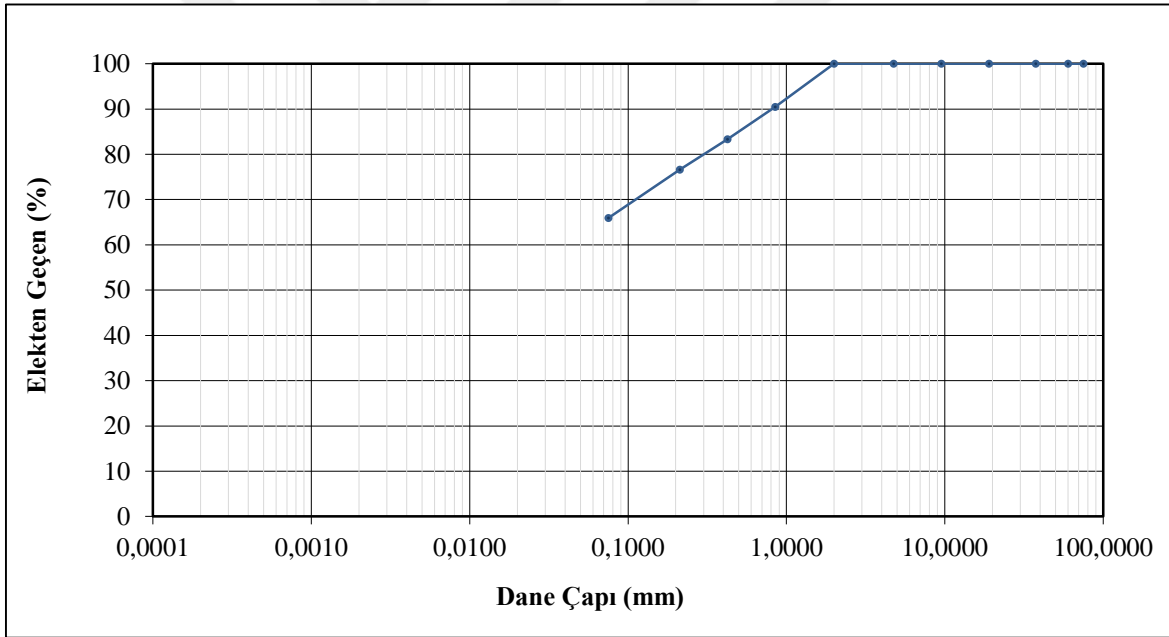
Elek Açıklığı (mm)	Elek Üstü Kalan (gr)	Elekten Geçen (gr)	% Kalan (%)	% Geçen (%)
75.00	0.00	217.80	0.0	100.0
60.00	0.00	217.80	0.0	100.0
37.50	0.00	217.80	0.0	100.0
19.00	0.00	217.80	0.0	100.0
9.50	0.00	217.80	0.0	100.0
4.75	0.00	217.80	0.0	100.0
2.00	0.00	217.80	0.0	100.0
0.850	7.10	210.70	3.3	96.7
0.425	16.55	194.15	7.6	89.1
0.212	22.72	171.43	10.4	78.7
0.075	26.07	145.36	12.0	66.7
Tava	145.36	0.00	66.7	0.0
Toplam Numune	217.80			



Şekil 3.17. Sarginkaya 2 bölgesine ait granülometri eğrisi

Tablo 3.18. Sarginkaya 3 bölgesine ait elek analizi sonuçları

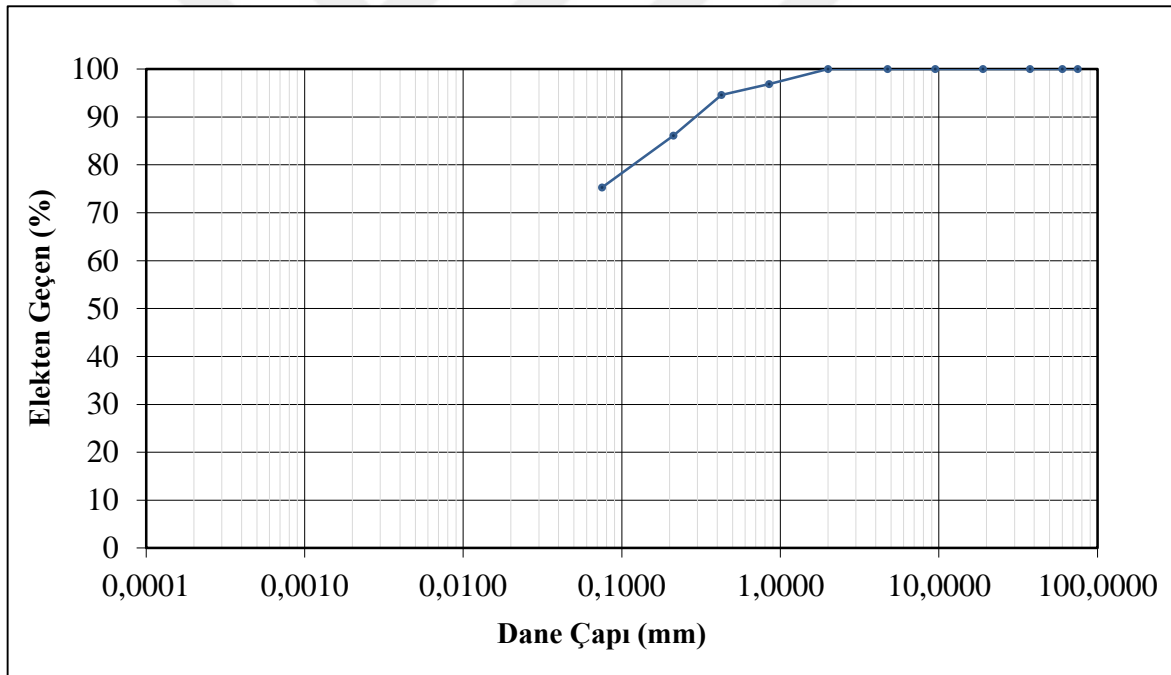
Elek Açıklığı (mm)	Elek Üstü Kalan (gr)	Elekten Geçen (gr)	% Kalan (%)	% Geçen (%)
75.00	0.00	58.29	0.0	100.0
60.00	0.00	58.29	0.0	100.0
37.50	0.00	58.29	0.0	100.0
19.00	0.00	58.29	0.0	100.0
9.50	0.00	58.29	0.0	100.0
4.75	0.00	58.29	0.0	100.0
2.00	0.00	58.29	0.0	100.0
0.850	5.54	52.75	9.5	90.5
0.425	4.18	48.57	7.2	83.3
0.212	3.93	44.64	6.7	76.6
0.075	6.20	38.44	10.6	65.9
Tava	38.44	0.00	65.9	0.0
Toplam Numune	58.29			



Şekil 3.18. Sarginkaya 3 bölgesine ait granülometri eğrisi

Tablo 3.19. Sarginkaya 4 bölgesine ait elek analizi sonuçları

Elek Açıklığı (mm)	Elek Üstü Kalan (gr)	Elekten Geçen (gr)	% Kalan (%)	% Geçen (%)
75.00	0.00	58.42	0.0	100.0
60.00	0.00	58.42	0.0	100.0
37.50	0.00	58.42	0.0	100.0
19.00	0.00	58.42	0.0	100.0
9.50	0.00	58.42	0.0	100.0
4.75	0.00	58.42	0.0	100.0
2.00	0.00	58.42	0.0	100.0
0.850	1.83	56.59	3.1	96.9
0.425	1.33	55.26	2.3	94.6
0.212	4.97	50.29	8.5	86.1
0.075	6.32	43.97	10.8	75.3
Tava	43.97	0.00	75.3	0.0
Toplam Numune	58.42			

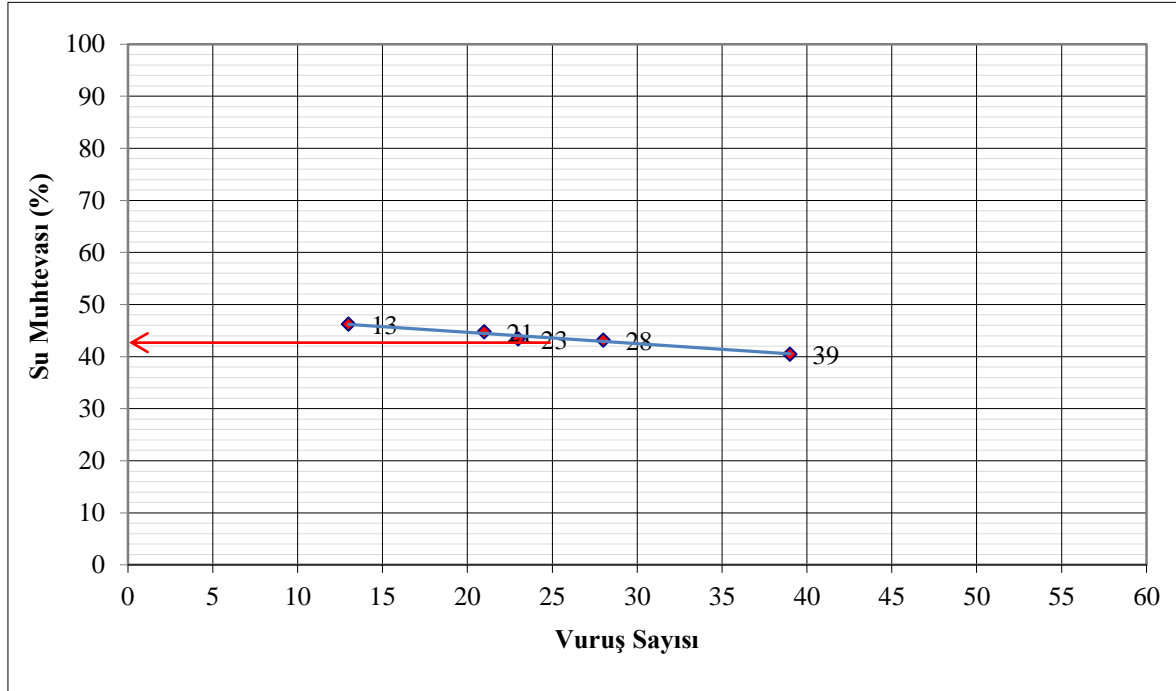


Şekil 3.19. Sarginkaya 4 bölgesine ait granülometri eğrisi

3.3.2. Sarginkaya Bölgesine Ait Likit Limit ve Plastik Limit Deney Sonuçları

Tablo 3.20. Sarginkaya 1 bölgesine ait likit limit ve plastik limit sonuçları

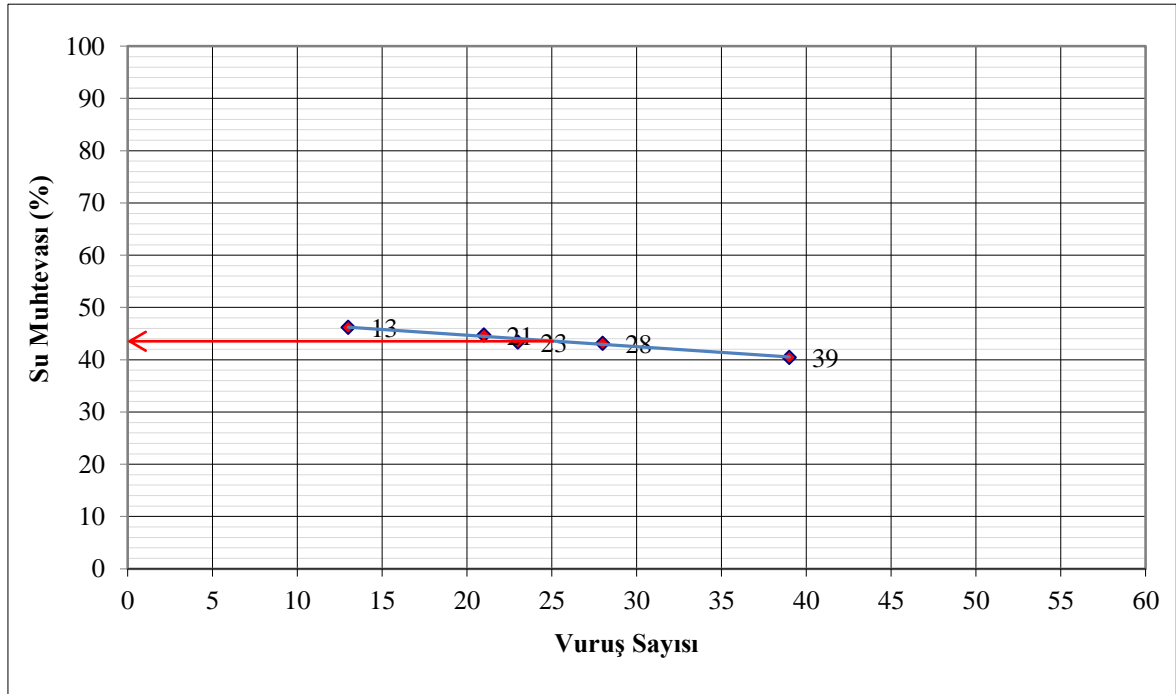
SARGINKAYA 1	Kap No	Kap Ağırlığı	Yaş+Kap Ağırlığı	Kuru+Kap Ağırlığı	Vuruş Sayısı	Su Muhteva
Likit Limit Tartı ve Hesapları	26	39.520	55.480	51.210	28	36.53
	25	38.390	53.510	49.520	25	35.85
	24	38.740	55.590	51.020	22	37.21
	21	38.390	58.330	52.900	10	37.42
	14	29.620	49.030	42.240	21	53.80
Plastik Limit Tartı ve Hesapları	22	38.630	53.490	50.950		20.62
	3	21.830	35.730	33.370		20.45
Likit Limit= % 42.7 Plastik Limit= % 20.5 Plastisite İndisi= % 22.2						



Şekil 3.20. Sarginkaya 1 bölgesine ait likit limit grafiği

Tablo 3.21. Sarginkaya 2 bölgesine ait likit limit ve plastik limit sonuçları

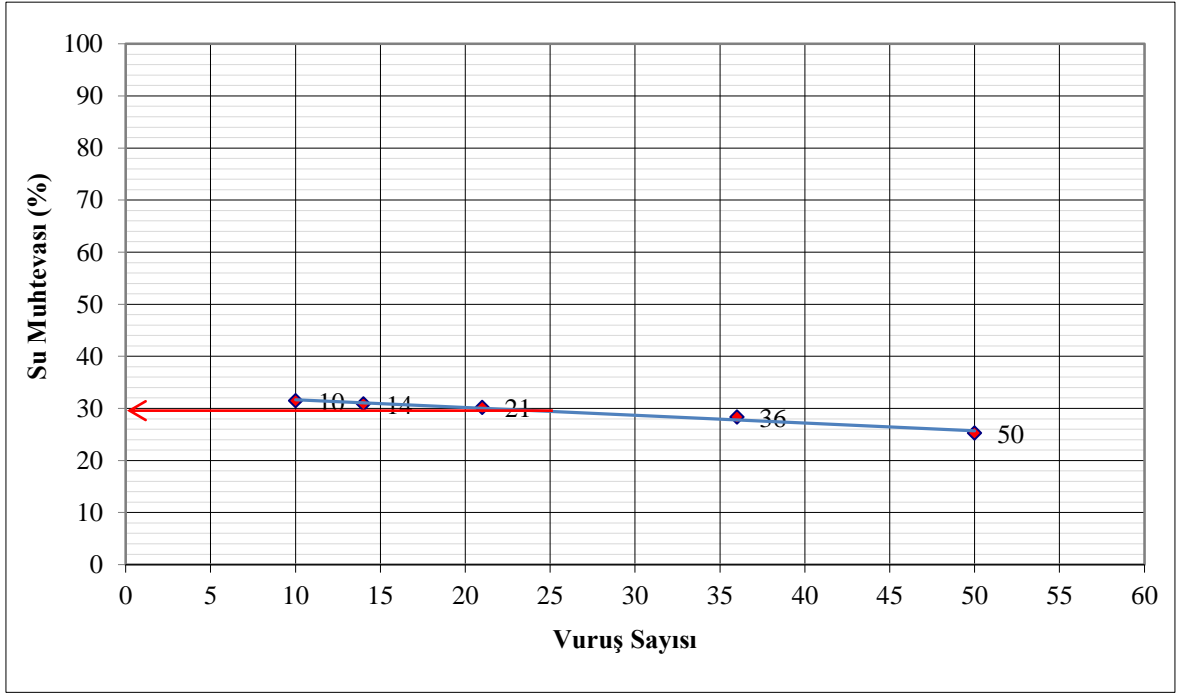
SARGINKAYA 2	Kap No	Kap Ağırlığı	Yaş+Kap Ağırlığı	Kuru+Kap Ağırlığı	Vuruş Sayısı	Su Muhteva
Likit Limit Tartı ve Hesapları	21	38.390	51.750	47.900	39	40.48
	22	38.630	49.870	46.480	28	43.18
	25	38.380	51.610	47.520	21	44.75
	24	38.740	56.230	50.700	13	46.24
	18	19.610	39.920	33.770	23	43.43
Plastik Limit Tartı ve Hesapları	24	38.740	46.610	44.960		26.53
	25	38.380	48.540	46.360		27.32
Likit Limit= % 43.6		Plastik Limit= % 26.9		Plastisite İndisi= % 16.7		



Şekil 3.21. Sarginkaya 2 bölgesine ait likit limit grafiği

Tablo 3.22. Sarginkaya 3 bölgesine ait likit limit ve plastik limit sonuçları

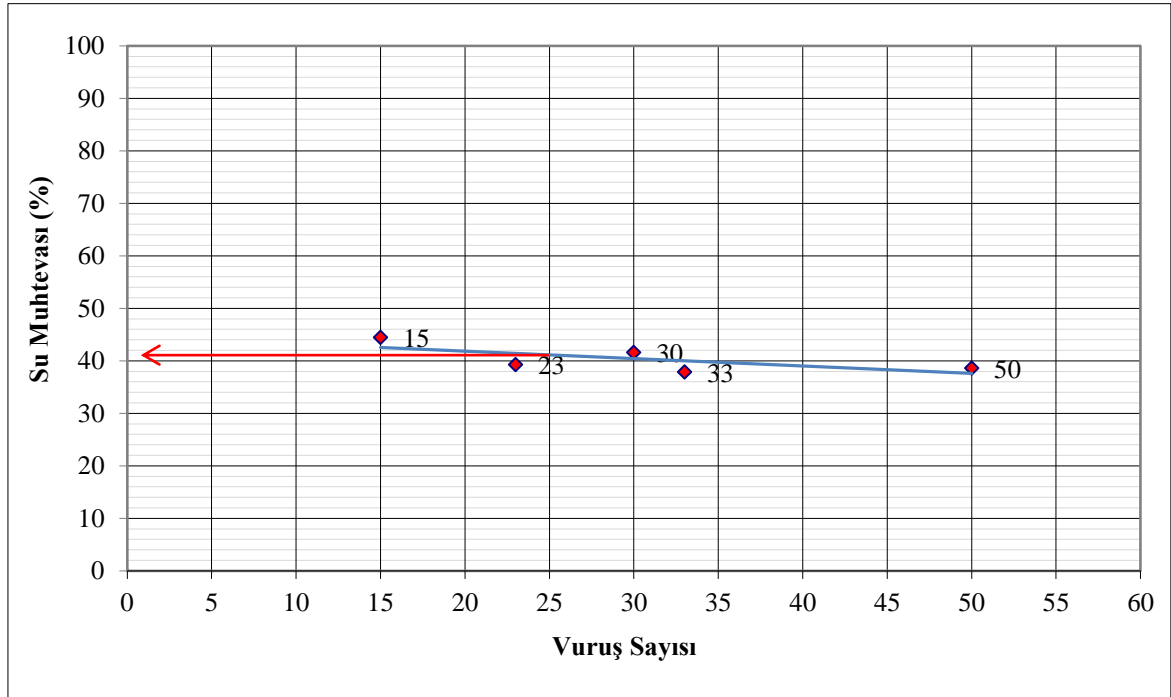
SARGINKAYA 3	Kap No	Kap Ağırlığı	Yaş+Kap Ağırlığı	Kuru+Kap Ağırlığı	Vuruş Sayısı	Su Muhteva
Likit Limit Tartı ve Hesapları	31	30.910	49.140	44.840	14	30.87
	22	38.630	59.060	54.170	10	31.47
	21	38.430	55.130	51.760	50	25.28
	25	38.380	54.860	51.220	36	28.35
	24	38.750	59.110	54.390	21	30.18
Plastik Limit Tartı ve Hesapları	26	39.490	46.880	45.530		22.35
	25	38.380	52.080	49.510		23.09
	24	38.750	47.750	46.080		22.78
Likit Limit=% 29.5		Plastik Limit= % 22.7		Plastisite İndisi= % 6.8		



Şekil 3.22. Sarginkaya 3 bölgesine ait likit limit grafiği

Tablo 3.23. Sarginkaya 4 bölgesine ait likit limit ve plastik limit sonuçları

SARGINKAYA 4	Kap No	Kap Ağırlığı	Yaş+Kap Ağırlığı	Kuru+Kap Ağırlığı	Vuruş Sayısı	Su Muhtev.
Likit Limit Tartı ve Hesapları	26	39.520	53.480	49.590	50	38.63
	3	21.850	30.080	27.660	30	41.65
	31	30.910	48.320	42.960	15	44.48
	15	30.530	50.180	44.780	33	37.89
	18	19.610	39.520	33.900	23	39.33
Plastik Limit Tartı ve Hesapları	21	38.410	41.660	41.000		25.48
	31	30.890	34.470	33.740		25.61
Likit Limit = % 41.4		Plastik Limit = % 25.5		Plastisite İndisi = % 15.9		



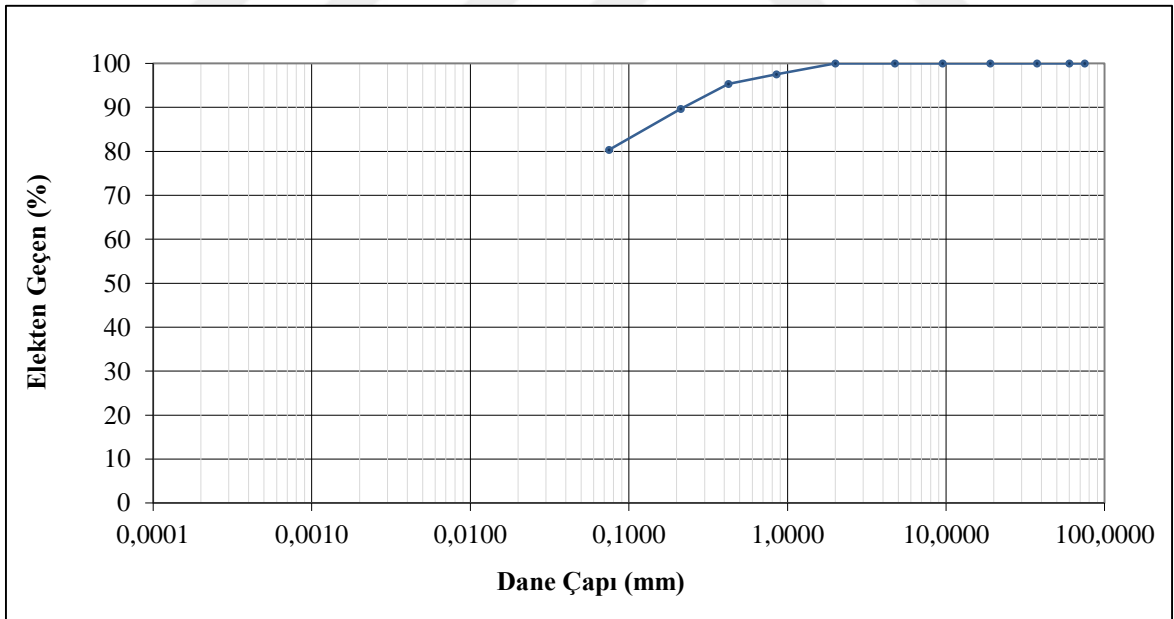
Şekil 3.23. Sarginkaya 4 bölgesine ait likit limit grafiği

3.4. Tekke Bölgesine Ait Laboratuvar Deney Sonuçları

3.4.1. Tekke Bölgesine Elek Analizi Deney Sonuçları

Tablo 3.24. Tekke 1 bölgesine ait elek analizi sonuçları

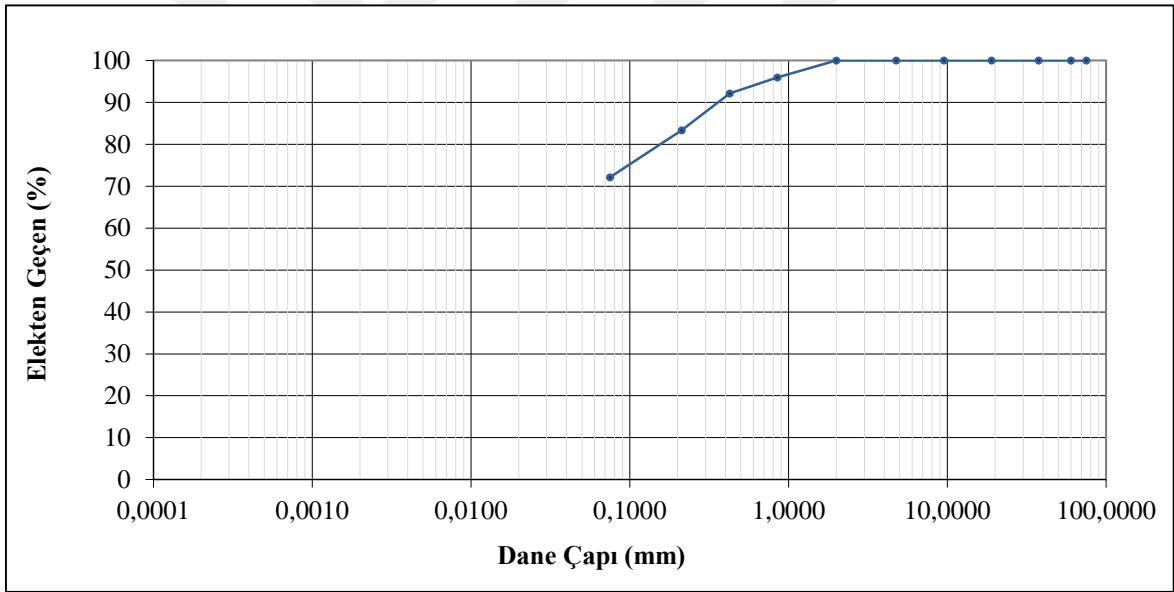
Elek Açıklığı (mm)	Elek Üstü Kalan (gr)	Elekten Geçen (gr)	% Kalan (%)	% Geçen (%)
75.00	0.00	239.56	0.0	100.0
60.00	0.00	239.56	0.0	100.0
37.50	0.00	239.56	0.0	100.0
19.00	0.00	239.56	0.0	100.0
9.50	0.00	239.56	0.0	100.0
4.75	0.00	239.56	0.0	100.0
2.00	0.00	239.56	0.0	100.0
0.850	5.90	233.66	2.5	97.5
0.425	5.29	228.37	2.2	95.3
0.212	13.61	214.76	5.7	89.6
0.075	22.30	192.46	9.3	80.3
Tava	192.46	0.00	80.3	0.0
Toplam Numune	239.56			



Şekil 3.24. Tekke 1 bölgesine ait granülometri eğrisi

Tablo 3.25. Tekke 2 bölgesine ait elek analizi sonuçları

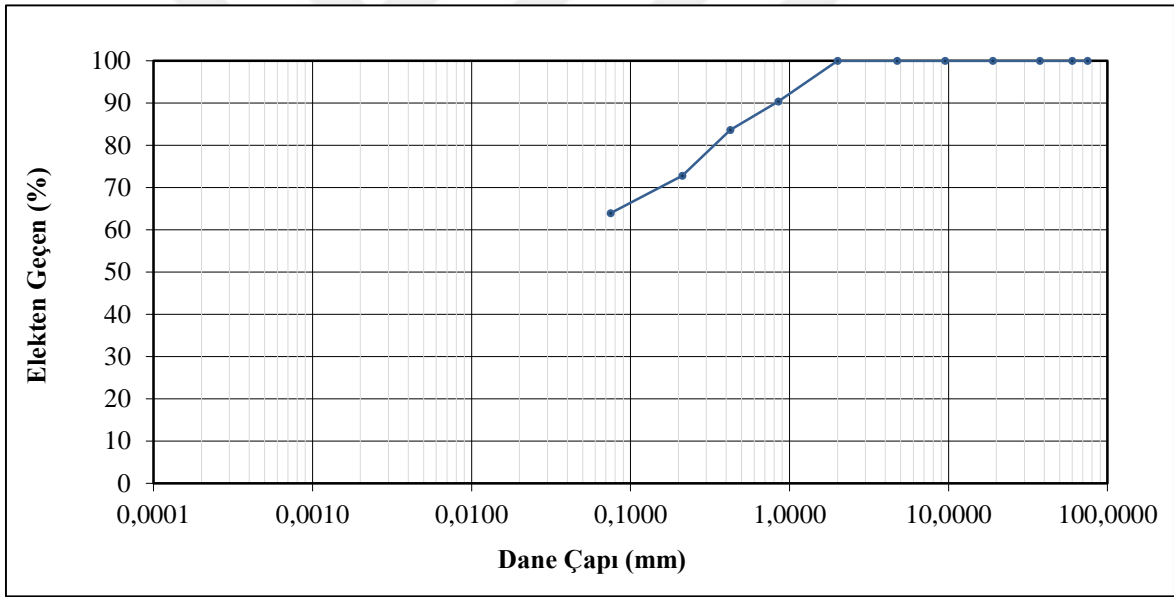
Elek Açıklığı (mm)	Elek Üstü Kalan (gr)	Elekten Geçen (gr)	% Kalan (%)	% Geçen (%)
75.00	0.00	246.07	0.0	100.0
60.00	0.00	246.07	0.0	100.0
37.50	0.00	246.07	0.0	100.0
19.00	0.00	246.07	0.0	100.0
9.50	0.00	246.07	0.0	100.0
4.75	0.00	246.07	0.0	100.0
2.00	0.00	246.07	0.0	100.0
0.850	10.03	236.04	4.1	95.9
0.425	9.30	226.74	3.8	92.1
0.212	21.72	205.02	8.8	83.3
0.075	27.53	177.49	11.2	72.1
Tava	177.49	0.00	72.1	0.0
Toplam Numune	246.07			



Şekil 3.25. Tekke 2 bölgesine ait granülometri eğrisi

Tablo 3.26. Tekke 3 bölgesine ait elek analizi sonuçları

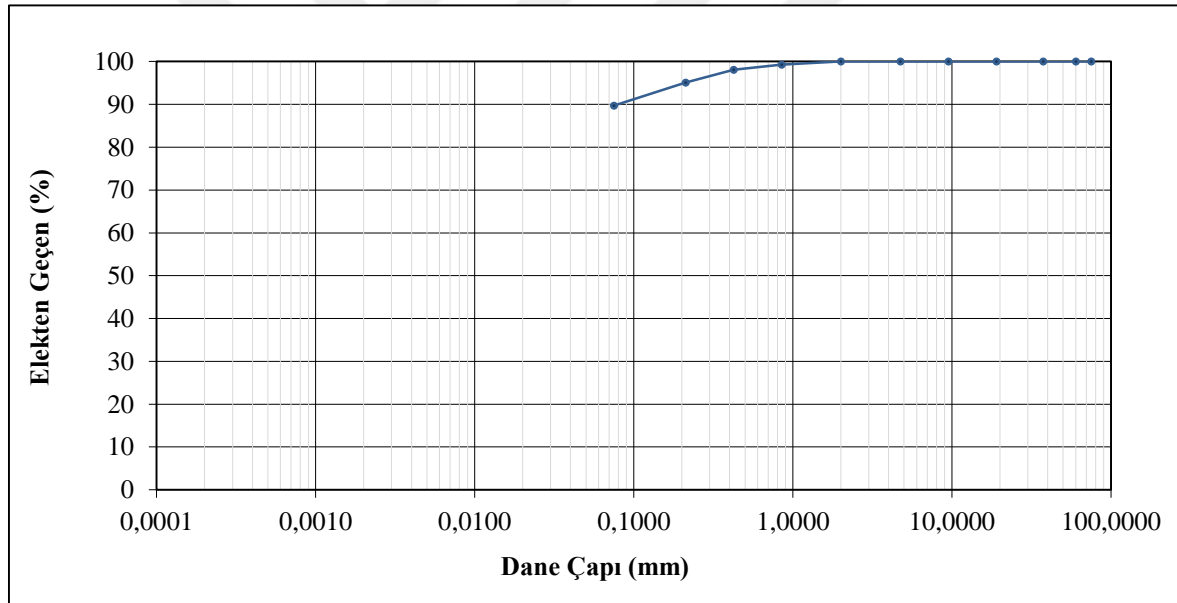
Elek Açıklığı (mm)	Elek Üstü Kalan (gr)	Elekten Geçen (gr)	Kalan (%)	Geçen (%)
75.00	0.00	108.67	0.0	100.0
60.00	0.00	108.67	0.0	100.0
37.50	0.00	108.67	0.0	100.0
19.00	0.00	108.67	0.0	100.0
9.50	0.00	108.67	0.0	100.0
4.75	0.00	108.67	0.0	100.0
2.00	0.00	108.67	0.0	100.0
0.850	10.48	98.19	9.6	90.4
0.425	7.29	90.90	6.7	83.6
0.212	11.76	79.14	10.8	72.8
0.075	9.64	69.50	8.9	64.0
Tava	69.50	0.00	64.0	0.0
Toplam Numune	108.67			



Şekil 3.26. Tekke 3 bölgesine ait granülometri eğrisi

Tablo 3.27. Tekke 4 bölgesine ait elek analizi sonuçları

Elek Açıklığı (mm)	Elek Üstü Kalan (gr)	Elekten Geçen (gr)	Kalan (%)	Geçen (%)
75.00	0.00	245.09	0.0	100.0
60.00	0.00	245.09	0.0	100.0
37.50	0.00	245.09	0.0	100.0
19.00	0.00	245.09	0.0	100.0
9.50	0.00	245.09	0.0	100.0
4.75	0.00	245.09	0.0	100.0
2.00	0.00	245.09	0.0	100.0
0.850	1.74	243.35	0.7	99.3
0.425	2.87	240.48	1.2	98.1
0.212	7.43	233.05	3.0	95.1
0.075	13.19	219.86	5.4	89.7
Tava	219.86	0.00	89.7	0.0
Toplam Numune	245.09			

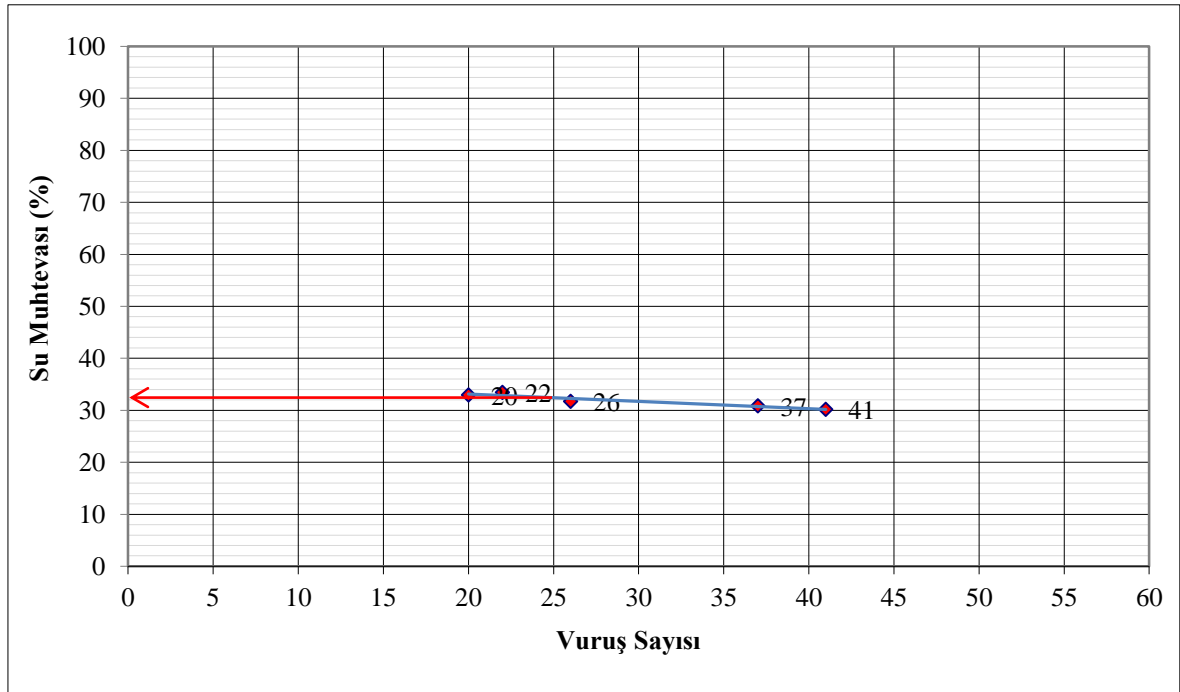


Şekil 3.27. Tekke 4 bölgesine ait granülometri eğrisi

3.4.2. Tekke Bölgesine Ait Likit Limit ve Plastik Limit Deney Sonuçları

Tablo 3.28. Tekke 1 bölgesine ait likit limit ve plastik limit sonuçları

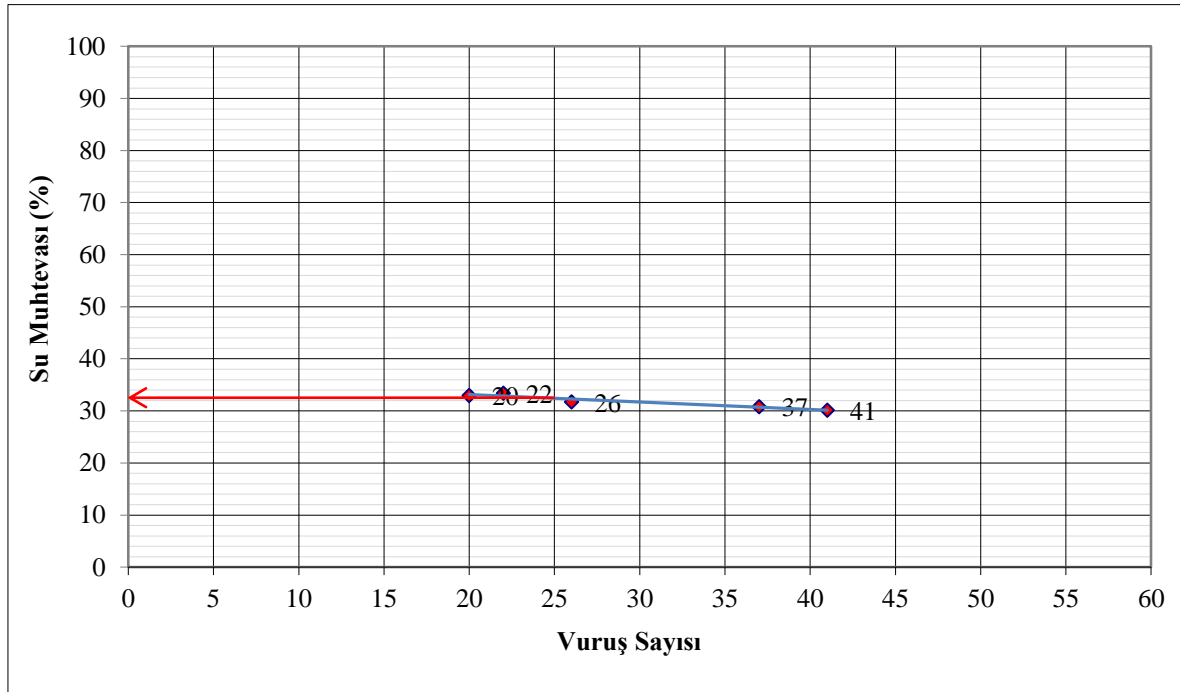
TEKKE 1	Kap No	Kap Ağırlığı	Yaş+Kap Ağırlığı	Kuru+Kap Ağırlığı	Vuruş Sayısı	Su Muhtev.
Likit Limit Tartı ve Hesapları	21	38.420	53.690	50.360	47	27.89
	23	39.480	53.770	50.280	20	32.31
	24	38.750	51.230	48.210	17	31.92
	25	38.380	51.540	48.350	19	32.00
	31	30.890	42.430	39.720	33	30.69
Plastik Limit Tartı ve Hesapları	21	38.430	42.400	41.560		26.84
	25	38.430	41.750	41.080		25.28
Likit Limit = % 32.5 Plastik Limit = % 26.1 Plastisite İndisi = % 6.4						



Şekil 3.28. Tekke 1 bölgesine ait likit limit grafiği

Tablo 3.29. Tekke 2 bölgesine ait likit limit ve plastik limit sonuçları

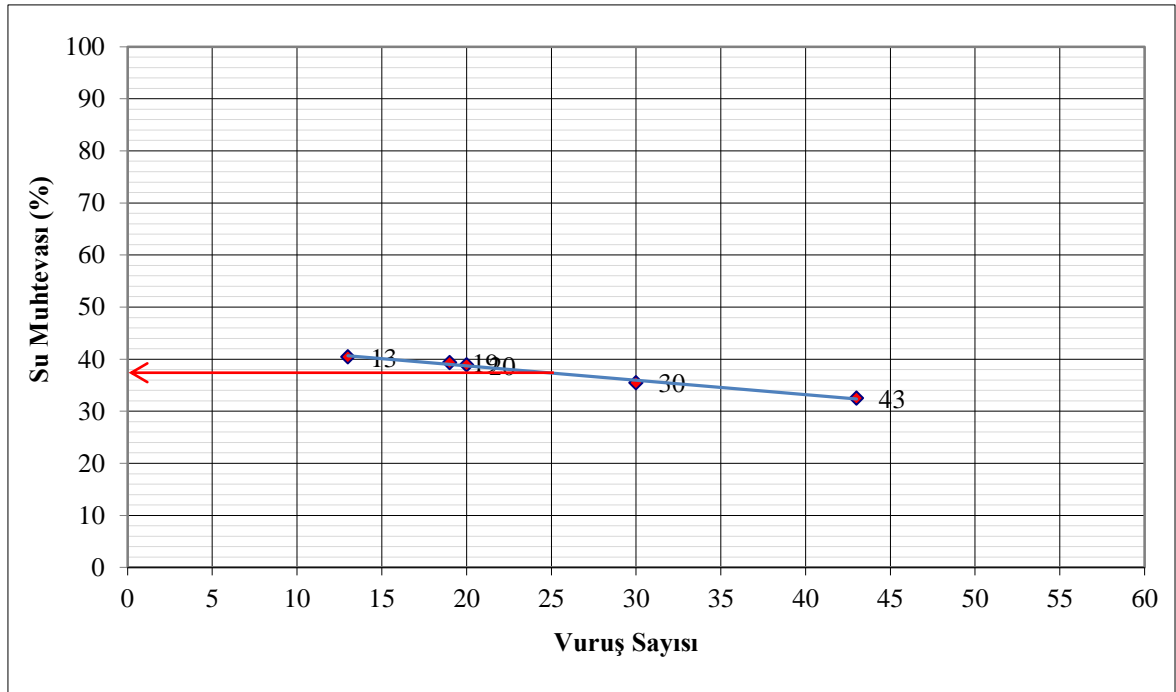
TEKKE 2	Kap No	Kap Ağırlığı	Yaş+Kap Ağırlığı	Kuru+Kap Ağırlığı	Vuruş Sayısı	Su Muhtev.
Likit Limit Tartı ve Hesapları	31	30.910	43.870	40.750	26	31.71
	26	39.440	52.950	49.820	41	30.15
	22	38.840	55.940	51.700	20	32.97
	25	38.340	53.790	49.920	22	33.42
	26	39.450	55.960	52.070	37	30.82
Plastik Limit Tartı ve Hesapları	23	39.480	42.880	42.120		28.79
	3	21.840	25.140	24.400		28.91
Likit Limit = % 32.4 Plastik Limit= % 28.8 Plastisite İndisi = % 3.6						



Şekil 3.29. Tekke 2 bölgesine ait likit limit grafiği

Tablo 3.30. Tekke 3 bölgesine ait likit limit ve plastik limit sonuçları

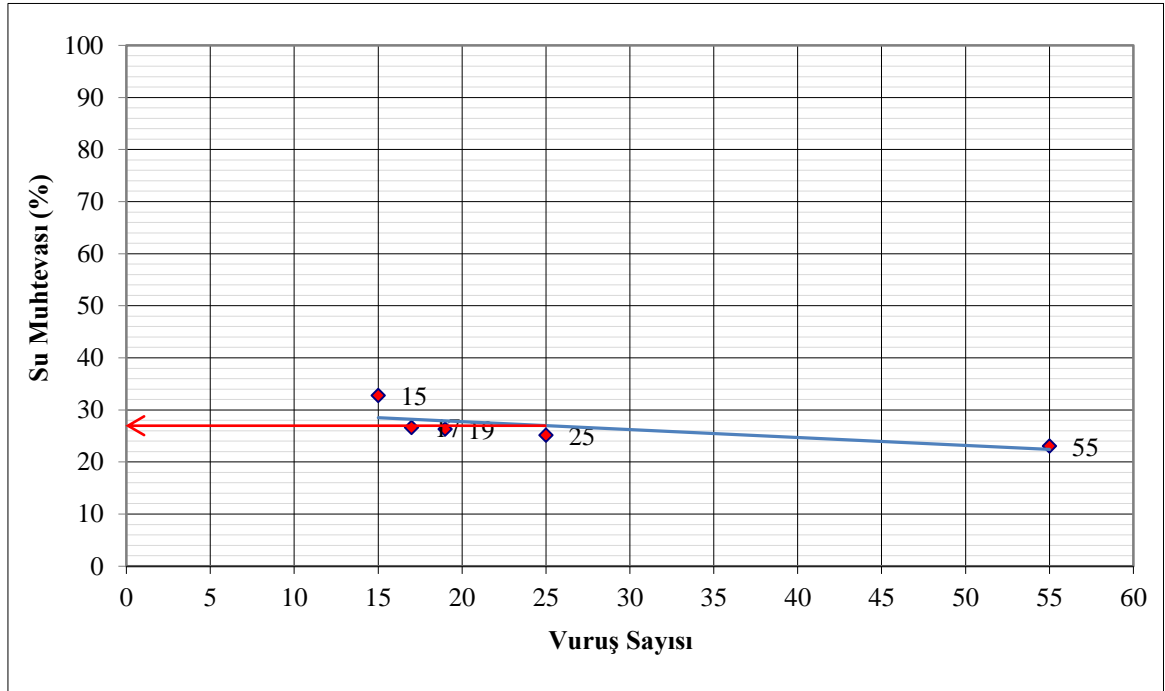
TEKKE 3	Kap No	Kap Ağırlığı	Yaş+Kap Ağırlığı	Kuru+Kap Ağırlığı	Vuruş Sayısı	Su Muhtev.
Likit Limit Tartı ve Hesapları	22	38.800	43.260	42.000	19	39.37
	21	38.410	47.470	44.860	13	40.47
	25	38.340	51.050	47.490	20	38.91
	21	38.400	57.350	52.700	43	32.52
	21	38.400	55.920	51.330	30	35.50
Plastik Limit Tartı ve Hesapları	25	38.380	40.820	40.190		34.81
	31	30.900	32.960	32.430		34.64
Likit Limit = % 37.3 Plastik Limit= % 34.7 Plastisite İndisi = % 2.6						



Şekil 3.30. Tekke 3 bölgesine ait likit limit grafiği

Tablo 3.31. Tekke 4 bölgesine ait likit limit ve plastik limit sonuçları

TEKKE 4	Kap No	Kap Ağırlığı	Yaş+Kap Ağırlığı	Kuru+Kap Ağırlığı	Vuruş Sayısı	Su Muhtev.
Likit Limit Tartı ve Hesapları	24	38.730	56.370	52.690	19	26.36
	25	38.370	52.660	49.130	15	32.81
	25	38.340	61.610	56.930	25	25.17
	21	38.360	61.310	57.000	55	23.12
	23	39.420	57.340	53.570	17	26.64
Plastik Limit Tartı ve Hesapları	3	21.840	23.750	23.400		22.44
	31	30.890	32.680	32.420		16.99
Likit Limit = % 26.8		Plastik Limit= % 19.7		Plastisite İndisi = % 7.1		



Şekil 3.31. Tekke 4 bölgesine ait likit limit grafiği

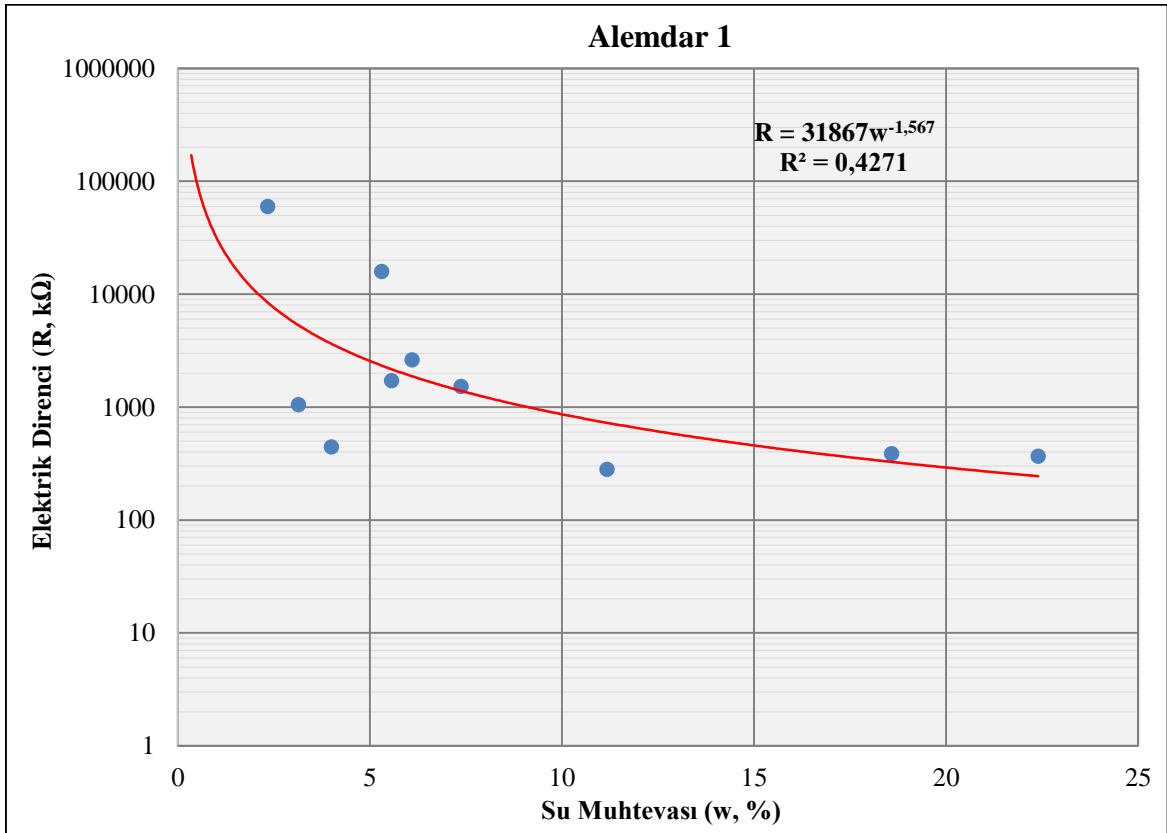
3.5. Su Muhtevası ile Elektrik Direnci Değişim Grafikleri

3.5.1. Alemdar Bölgesinin Su Muhtevası ile Elektrik Direnci Değişim Grafikleri

3.5.1.1. Alemdar 1 Bölgesinin Su Muhtevası ile Elektrik Direnci Değişim Grafikleri

Tablo 3.32. Alemdar 1 bölgesinin su muhtevası ile elektrik direnci sonuçları

Ölçümler	Net M _{yaş}	Net M _{kuru}	Direnç (KΩ)	%w
Alemdar 1.1 için 1. ölçüm	348.15	293.6	388.7	18.58
Alemdar 1.1 için 2. ölçüm	309.95	293.6	1720	5.57
Alemdar 1.1 için 3. ölçüm	305.34	293.6	445	4.00
Alemdar 1.1 için 4. ölçüm	302.81	293.6	1056	3.14
Alemdar 1.1 için 5. ölçüm	300.48	293.6	60000	2.34
Alemdar 1.2 için 1. ölçüm	336.05	274.55	367.5	22.40
Alemdar 1.2 için 2. ölçüm	305.23	274.55	281	11.17
Alemdar 1.2 için 3. ölçüm	294.8	274.55	1530	7.38
Alemdar 1.2 için 4. ölçüm	291.29	274.55	2620	6.10
Alemdar 1.2 için 5. ölçüm	289.13	274.55	15870	5.31



Şekil 3.32. Alemdar 1 bölgesinin su muhtevası ile elektrik direnci değişim grafiği

Alemdar 1 bölgesine ait zeminin; 75 mikrondan geçen malzemesi : %46.2, zemin cinsi SM (Siltli kum) olarak belirlenmiştir. Non-plastic çıkmıştır. Alemdar 1 bölgesinden iki numune çıkmıştır. Bu numunelere beş kez ölçümler yapılmış ve bu değerler kaydedilmiştir. Alemdar 1 bölgesine ait grafik üs fonksiyondur. Su muhtevası ile elektrik direnç arasındaki ilişkiyi ortaya çıkaran korelasyon ise $R = 31867w^{-1.567}$, $R^2 = 0,4271$ 'dir.

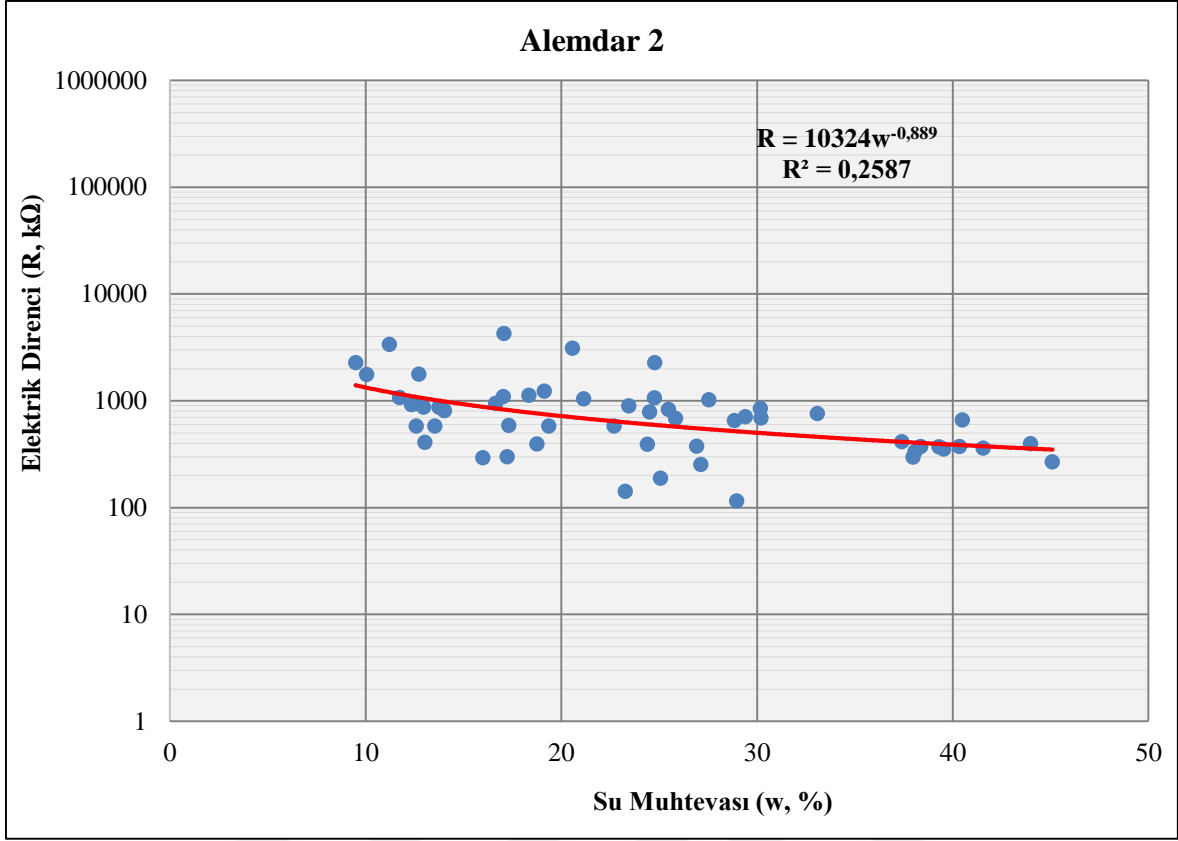
3.5.1.2. Alemdar 2 Bölgesinin Su Muhtevası İle Elektrik Direnci Değişim Grafikleri

Tablo 3.33. Alemdar 2 bölgesinin su muhtevası ile elektrik direnci sonuçları

Ölçümler	Net M _{yaş}	Net M _{kuru}	Direnç (KΩ)	%w
Alemdar 2.1 için 1. ölçüm	263.72	181.76	267	45.09
Alemdar 2.1 için 2. ölçüm	234.39	181.76	115	28.96
Alemdar 2.1 için 3. ölçüm	227.31	181.76	188	25.06
Alemdar 2.1 için 4. ölçüm	212.79	181.76	4257	17.07
Alemdar 2.1 için 5. ölçüm	204.58	181.76	940	12.56
Alemdar 2.2 için 1. ölçüm	282.54	202.84	370	39.29
Alemdar 2.2 için 2. ölçüm	264.1	202.84	690	30.20
Alemdar 2.2 için 3. ölçüm	252.57	202.84	785	24.52
Alemdar 2.2 için 4. ölçüm	236.61	202.84	945	16.65
Alemdar 2.2 için 5. ölçüm	227.87	202.84	923	12.34
Alemdar 2.3 için 1. ölçüm	288.19	206.52	353	39.55
Alemdar 2.3 için 2. ölçüm	267.24	206.52	710	29.40
Alemdar 2.3 için 3. ölçüm	254.95	206.52	895	23.45
Alemdar 2.3 için 4. ölçüm	241.70	206.52	1097	17.03
Alemdar 2.3 için 5. ölçüm	232.51	206.52	580	12.58
Alemdar 2.4 için 1. ölçüm	285.57	198.34	397	43.98
Alemdar 2.4 için 2. ölçüm	263.96	198.34	758	33.08
Alemdar 2.4 için 3. ölçüm	251.74	198.34	376	26.92
Alemdar 2.4 için 4. ölçüm	240.29	198.34	1043	21.15
Alemdar 2.4 için 5. ölçüm	230.06	198.34	293	15.99
Alemdar 2.5 için 1. ölçüm	292.97	212.18	334	38.08
Alemdar 2.5 için 2. ölçüm	270.62	212.18	1023	27.54
Alemdar 2.5 için 3. ölçüm	260.35	212.18	580	22.70
Alemdar 2.5 için 4. ölçüm	248.93	212.18	590	17.32
Alemdar 2.5 için 5. ölçüm	239.84	212.18	409	13.04
Alemdar 2.6 için 1. ölçüm	295.37	214.07	297	37.98
Alemdar 2.6 için 2. ölçüm	272.16	214.07	253	27.14
Alemdar 2.6 için 3. ölçüm	263.87	214.07	142	23.26
Alemdar 2.6 için 4. ölçüm	250.98	214.07	298	17.24
Alemdar 2.6 için 5. ölçüm	241.83	214.07	870	12.97
Alemdar 2.7 için 1. ölçüm	284.07	200.67	360	41.56

Tablo 3.33. devamı

Alemdar 2.7 için 2. ölçüm	261.2	200.67	850	30.16
Alemdar 2.7 için 3. ölçüm	252.52	200.67	684	25.84
Alemdar 2.7 için 4. ölçüm	238.29	200.67	393	18.75
Alemdar 2.7 için 5. ölçüm	228.25	200.67	870	13.74
Alemdar 2.8 için 1. ölçüm	292.49	208.2	660	40.49
Alemdar 2.8 için 2. ölçüm	268.27	208.2	654	28.85
Alemdar 2.8 için 3. ölçüm	259.01	208.2	391	24.40
Alemdar 2.8 için 4. ölçüm	248.04	208.2	1228	19.14
Alemdar 2.8 için 5. ölçüm	236.37	208.2	580	13.53
Alemdar 2.9 için 1. ölçüm	295.65	210.67	373	40.34
Alemdar 2.9 için 2. ölçüm	262.85	210.67	2270	24.77
Alemdar 2.9 için 3. ölçüm	254.02	210.67	3103	20.58
Alemdar 2.9 için 4. ölçüm	240.23	210.67	808	14.03
Alemdar 2.9 için 5. ölçüm	234.29	210.67	3360	11.21
Alemdar 2.10 için 1. ölçüm	295.98	215.42	413	37.40
Alemdar 2.10 için 2. ölçüm	270.3	215.42	833	25.48
Alemdar 2.10 için 3. ölçüm	257.14	215.42	580	19.37
Alemdar 2.10 için 4. ölçüm	242.81	215.42	1770	12.71
Alemdar 2.10 için 5. ölçüm	237.08	215.42	1760	10.05
Alemdar 2.11 için 1. ölçüm	294.07	212.52	372	38.37
Alemdar 2.11 için 2. ölçüm	265.15	212.52	1063	24.76
Alemdar 2.11 için 3. ölçüm	251.51	212.52	1126	18.35
Alemdar 2.11 için 4. ölçüm	237.47	212.52	1071	11.74
Alemdar 2.11 için 5. ölçüm	232.69	212.52	2280	9.49



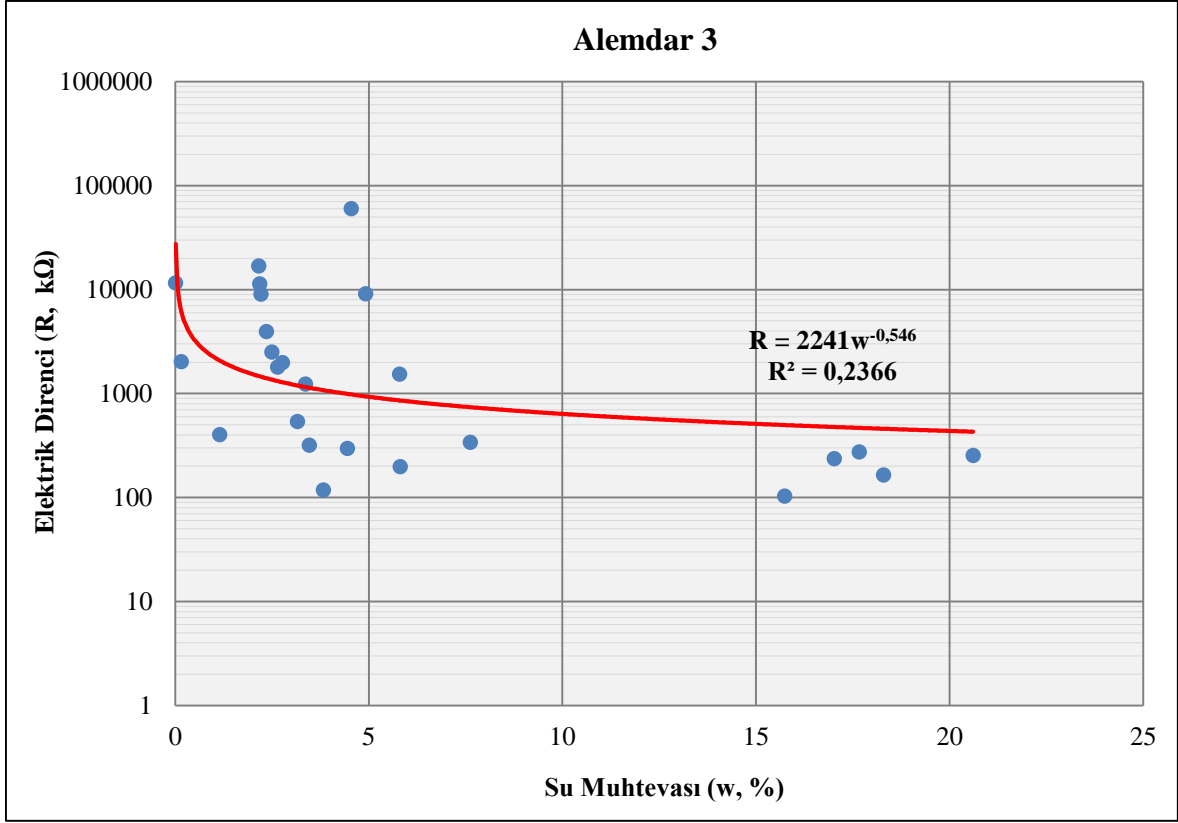
Şekil 3.33. Alemdar 2 bölgesinin su muhtevası ile elektrik direnci değişim grafiği

Alemdar 2 bölgesine ait zeminin 75 mikrondan geçen malzemesi: %69.8, LL (likit limit) = %65.0, PL (plastik limit) = %43.4, PI (plastisite indisi) = % 21.6, bu değerlere göre zemin cinsi: MH (yüksek plastisiteli silt) olarak belirlenmiştir. Alemdar 2 bölgesinden 11 tane numune çıkmıştır. Bunlara 5'er kez direnç ve kütle ölçümleri yapılmış ve değerler kaydedilmiştir. Bu grafiklere göre; aralarında çıkan korelasyon; $R = 10324w^{-0,889}$ ve $R^2 = 0,2587$ çıkmıştır.

3.5.1.3. Alemdar 3 Bölgesinin Su Muhtevası İle Elektrik Direnci Değişim Grafikleri

Tablo 3.34. Alemdar 3 bölgesinin su muhtevası ile elektrik direnci sonuçları

Ölçümler	Net Myaş	Net Mkuru	Direnc (KΩ)	%w
Alemdar 3.1 için 1. ölçüm	342.56	295.97	102.74	15.74
Alemdar 3.1 için 2. ölçüm	307.31	295.97	118	3.83
Alemdar 3.1 için 3. ölçüm	305.36	295.97	401	3.17
Alemdar 3.1 için 4. ölçüm	304.43	295.97	2020	2.86
Alemdar 3.1 için 5. ölçüm	303.5	295.97	11570	2.54
Alemdar 3.2 için 1. ölçüm	342.07	289.17	164.1	18.29
Alemdar 3.2 için 2. ölçüm	305.97	289.17	198	5.81
Alemdar 3.2 için 3. ölçüm	299.19	289.17	319	3.47
Alemdar 3.2 için 4. ölçüm	296.82	289.17	1800	2.65
Alemdar 3.2 için 5. ölçüm	295.57	289.17	9050	2.21
Alemdar 3.3 için 1. ölçüm	346.91	287.63	253.7	20.61
Alemdar 3.3 için 2. ölçüm	309.56	287.63	339	7.62
Alemdar 3.3 için 3. ölçüm	304.29	287.63	1540	5.79
Alemdar 3.3 için 4. ölçüm	301.77	287.63	9110	4.92
Alemdar 3.3 için 5. ölçüm	300.7	287.63	60000	4.54
Alemdar 3.4 için 1. ölçüm	345.51	293.62	275	17.67
Alemdar 3.4 için 2. ölçüm	306.69	293.62	297	4.45
Alemdar 3.4 için 3. ölçüm	302.89	293.62	539	3.16
Alemdar 3.4 için 4. ölçüm	300.95	293.62	2500	2.50
Alemdar 3.4 için 5. ölçüm	300.02	293.62	11300	2.18
Alemdar 3.5 için 1. ölçüm	344.56	294.43	236	17.03
Alemdar 3.5 için 2. ölçüm	304.35	294.43	1230	3.37
Alemdar 3.5 için 3. ölçüm	302.58	294.43	1980	2.77
Alemdar 3.5 için 4. ölçüm	301.36	294.43	3950	2.35
Alemdar 3.5 için 5. ölçüm	300.79	294.43	16900	2.16



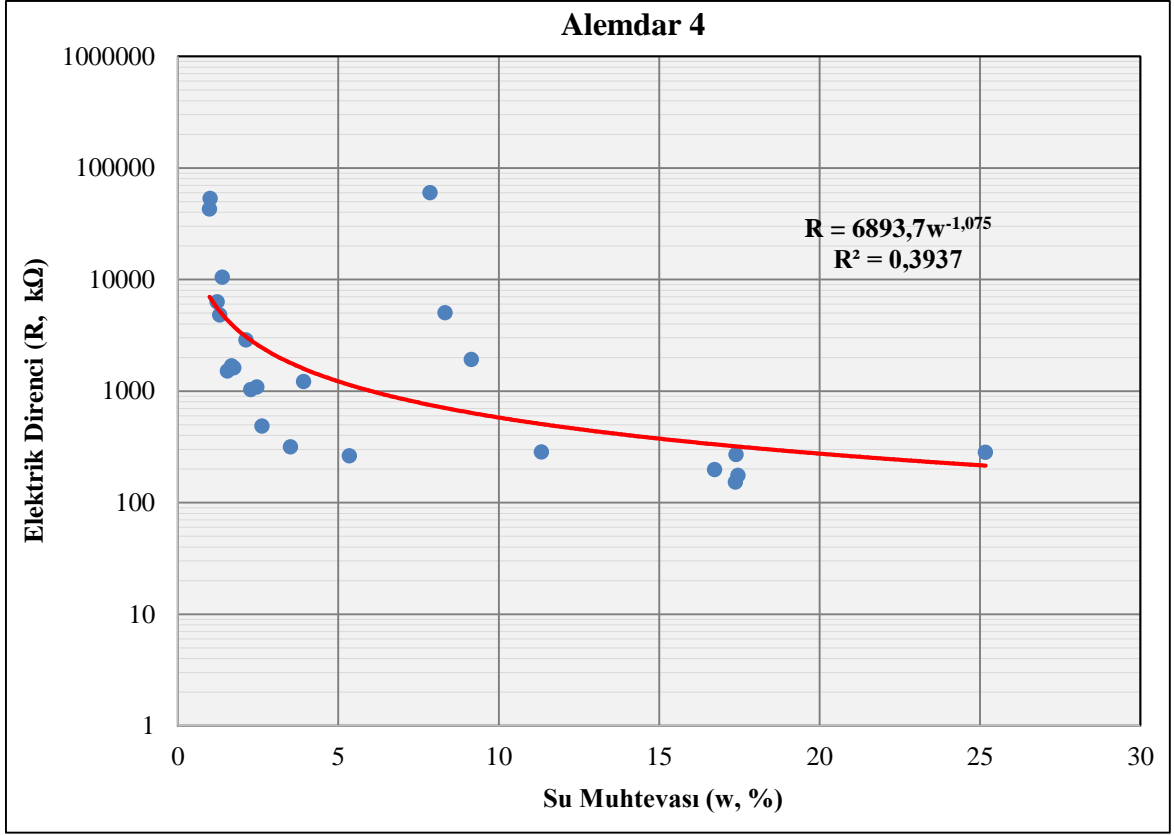
Şekil 3.34. Alemdar 3 bölgesinin su muhtevası ile elektrik direnci değişim grafiği

Alemdar 3 bölgesine ait zeminin 75 mikrondan geçen malzemesi: %53.9, LL (likit limit) = %23.5, PL (plastik limit) = %16.0, PI(plastisite indisi) = %7.5, bu değerlere göre zemin cinsi: CL(düşük plastisiteli kil) olarak belirlenmiştir. Alemdar 3 bölgesinden 5 tane numune çıkmıştır. Bunlara 5'er kez direnç ve kütle ölçümleri yapılmış ve değerler kaydedilmiştir. Bu grafiklere göre; aralarında çıkan ilişkiler ; $R = 2241w^{-0,546}$ ve $R^2 = 0,2366$ dır. Bu zeminde çıkan kilin analiz sonucuna göre illit olduğu görülmektedir.

3.5.1.4. Alemdar 4 Bölgesinin Su Muhtevası İle Elektrik Direnci Değişim Grafikleri

Tablo 3.35. Alemdar 4 bölgesinin su muhtevası ile elektrik direnci sonuçları

Ölçümler	Net Myaş	Net Mkuru	Direnc (KΩ)	%w
Alemdar 4.1 için 1. ölçüm	332.42	283.02	176	17.45
Alemdar 4.1 için 2. ölçüm	298.14	283.02	263	5.34
Alemdar 4.1 için 3. ölçüm	290.43	283.02	486	2.62
Alemdar 4.1 için 4. ölçüm	287.38	283.02	1515	1.54
Alemdar 4.1 için 5. ölçüm	285.86	283.02	53300	1.00
Alemdar 4.2 için 1. ölçüm	335.37	285.73	152.5	17.37
Alemdar 4.2 için 2. ölçüm	296.91	285.73	1215	3.91
Alemdar 4.2 için 3. ölçüm	291.78	285.73	2875	2.12
Alemdar 4.2 için 4. ölçüm	289.46	285.73	4820	1.31
Alemdar 4.3 için 1. ölçüm	335.07	267.69	282	25.17
Alemdar 4.3 için 2. ölçüm	298.02	267.69	284	11.33
Alemdar 4.3 için 3. ölçüm	292.16	267.69	1925	9.14
Alemdar 4.3 için 4. ölçüm	289.97	267.69	5050	8.32
Alemdar 4.3 için 5. ölçüm	288.72	267.69	60000	7.86
Alemdar 4.4 için 1. ölçüm	335.53	285.81	270	17.40
Alemdar 4.4 için 2. ölçüm	295.84	285.81	315	3.51
Alemdar 4.4 için 3. ölçüm	292.3	285.81	1033	2.27
Alemdar 4.4 için 4. ölçüm	290.59	285.81	1680	1.67
Alemdar 4.4 için 5. ölçüm	289.76	285.81	10500	1.38
Alemdar 4.5 için 1. ölçüm	337.26	288.94	197.7	16.72
Alemdar 4.5 için 2. ölçüm	296.04	288.94	1090	2.46
Alemdar 4.5 için 3. ölçüm	293.97	288.94	1620	1.74
Alemdar 4.5 için 4. ölçüm	292.48	288.94	6290	1.23
Alemdar 4.5 için 5. ölçüm	291.79	288.94	42800	0.99



Şekil 3.35. Alemdar 4 bölgesinin su muhtevası ile elektrik direnci değişim grafiği

Alemdar 4 bölgesine ait zeminin 75 mikrondan geçen malzemesi: %69.4, LL (likit limit) = %19.7, PL (plastik limit) = %17.8, PI (plastisite indisi) = %1.9, bu değerlere göre zemin cinsi: ML (düşük plastisiteli silt) olarak belirlenmiştir. Alemdar 4 bölgesinden 5 tane numune çıkmıştır. Bunlara 5'er kez direnç ve kütle ölçümleri yapılmış ve değerler kaydedilmiştir. Bu grafiğlere göre; aralarında çıkan korelasyon ; $R = 6893,7w^{-1,075}$ ve $R^2 = 0,3937$ çıkmıştır.

3.5.2. Canca Bölgesinin Su Muhtevası İle Elektrik Direnci Değişim Grafikleri

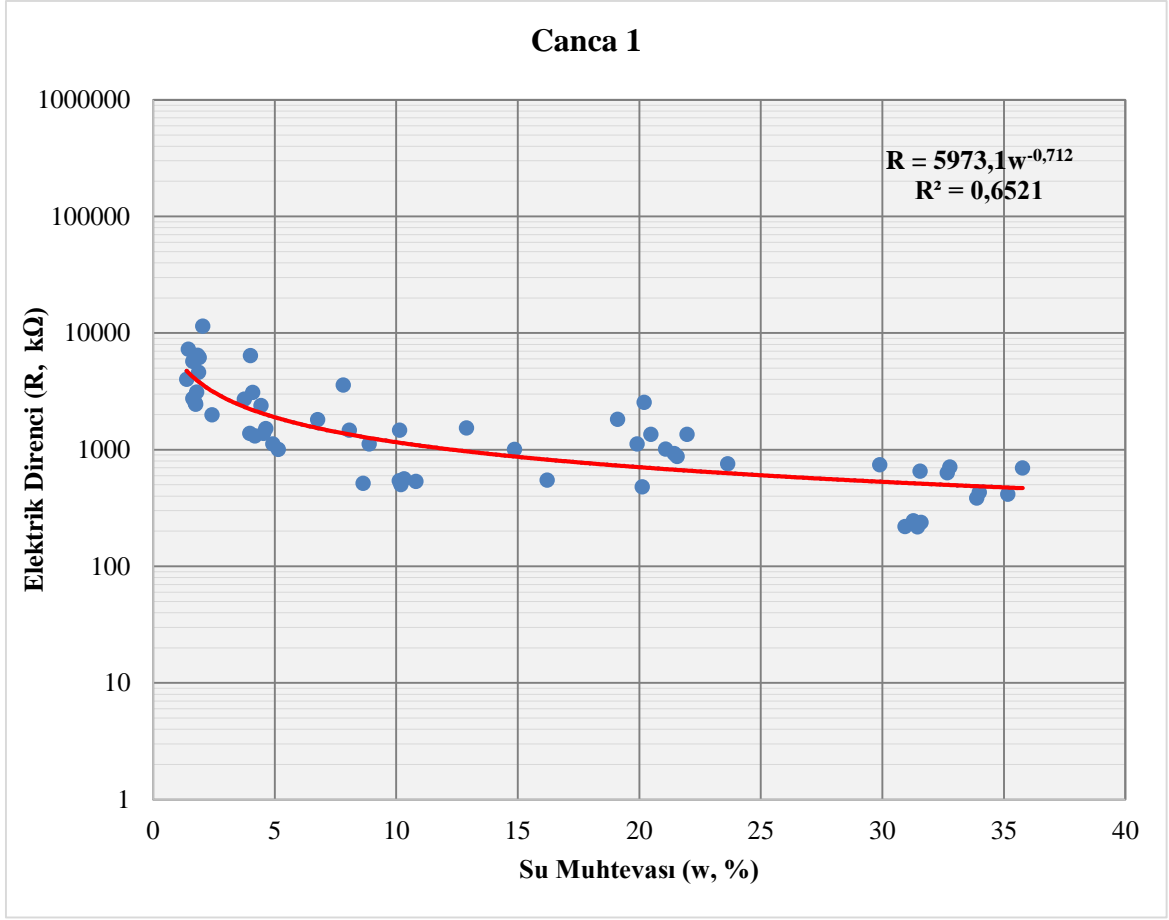
3.5.2.1. Canca 1 Bölgesinin Su Muhtevası İle Elektrik Direnci Değişim Grafikleri

Tablo 3.36. Canca 1 bölgesinin su muhtevası ile elektrik direnci sonuçları

Ölçümler	Net Myaş	Net Mkuru	Direnç (KΩ)	%w
Canca 1.1. numune için 1. ölçüm	286.88	212.24	414.10	35.17
Canca 1.1. numune için 2. ölçüm	246.65	212.24	548.30	16.21
Canca 1.1. numune için 3. ölçüm	222.70	212.24	1119.00	4.93
Canca 1.1. numune için 4. ölçüm	217.38	212.24	1986.00	2.42
Canca 1.1. numune için 5. ölçüm	215.70	212.24	5709.00	1.63
Canca 1.2. numune için 1. ölçüm	284.91	212.64	431.60	33.99
Canca 1.2. numune için 2. ölçüm	255.59	212.64	2553.00	20.20
Canca 1.2. numune için 3. ölçüm	229.27	212.64	3578.00	7.82
Canca 1.2. numune için 4. ölçüm	221.14	212.64	6420.00	4.00
Canca 1.2. numune için 5. ölçüm	216.98	212.64	11471.00	2.04
Canca 1.3. numune için 1. ölçüm	276.26	210.44	245.30	31.28
Canca 1.3. numune için 2. ölçüm	253.53	210.44	1352.00	20.48
Canca 1.3. numune için 3. ölçüm	229.16	210.44	1121.00	8.90
Canca 1.3. numune için 4. ölçüm	219.77	210.44	2394.00	4.43
Canca 1.3. numune için 5. ölçüm	214.42	210.44	6168.00	1.89
Canca 1.4. numune için 1. ölçüm	277.07	208.66	709.70	32.79
Canca 1.4. numune için 2. ölçüm	254.51	208.66	1352.00	21.97
Canca 1.4. numune için 3. ölçüm	229.81	208.66	1467.00	10.14
Canca 1.4. numune için 4. ölçüm	217.22	208.66	3105.00	4.10
Canca 1.4. numune için 5. ölçüm	211.67	208.66	7250.00	1.44
Canca 1.5. numune için 1. ölçüm	285.03	212.88	383.70	33.89
Canca 1.5. numune için 2. ölçüm	263.20	212.88	755.00	23.64
Canca 1.5. numune için 3. ölçüm	234.59	212.88	503.00	10.20
Canca 1.5. numune için 4. ölçüm	221.80	212.88	1307.00	4.19
Canca 1.5. numune için 5. ölçüm	216.69	212.88	3111.00	1.79
Canca 1.6. numune için 1. ölçüm	273.24	207.86	217.30	31.45
Canca 1.6. numune için 2. ölçüm	252.44	207.86	925.00	21.45
Canca 1.6. numune için 3. ölçüm	228.92	207.86	541.00	10.13
Canca 1.6. numune için 4. ölçüm	217.30	207.86	1381.00	4.54
Canca 1.6. numune için 5. ölçüm	211.26	207.86	2752.00	1.64
Canca 1.7. numune için 1. ölçüm	281.13	216.42	741.60	29.90
Canca 1.7. numune için 2. ölçüm	262.04	216.42	1011.00	21.08
Canca 1.7. numune için 3. ölçüm	238.76	216.42	562.36	10.32
Canca 1.7. numune için 4. ölçüm	226.46	216.42	1512.00	4.64

Tablo 3.36. devamı

Canca 1.7. numune için 5. ölçüm	219.40	216.42	4007.00	1.38
Canca 1.8. numune için 1. ölçüm	275.77	210.62	219.40	30.93
Canca 1.8. numune için 2. ölçüm	256.04	210.62	876.00	21.56
Canca 1.8. numune için 3. ölçüm	233.40	210.62	534.60	10.82
Canca 1.8. numune için 4. ölçüm	221.47	210.62	1005.00	5.15
Canca 1.8. numune için 5. ölçüm	214.32	210.62	2451.00	1.76
Canca 1.9. numune için 1. ölçüm	271.71	200.12	698.70	35.77
Canca 1.9. numune için 2. ölçüm	229.88	200.12	1002.00	14.87
Canca 1.9. numune için 3. ölçüm	225.92	200.12	1532.00	12.89
Canca 1.9. numune için 4. ölçüm	213.68	200.12	1809.00	6.78
Canca 1.9. numune için 5. ölçüm	203.87	200.12	4613.00	1.87
Canca 1.10. numune için 1. ölçüm	276.29	209.95	238.10	31.60
Canca 1.10. numune için 2. ölçüm	252.21	209.95	480.60	20.13
Canca 1.10. numune için 3. ölçüm	228.09	209.95	513.20	8.64
Canca 1.10. numune için 4. ölçüm	218.30	209.95	1380.00	3.98
Canca 1.10. numune için 5. ölçüm	213.58	209.95	2525.00	1.73
Canca 1.11. numune için 1. ölçüm	275.76	207.85	631.80	32.67
Canca 1.11. numune için 2. ölçüm	249.23	207.85	1119.00	19.91
Canca 1.11. numune için 3. ölçüm	224.62	207.85	1468.00	8.07
Canca 1.11. numune için 4. ölçüm	215.66	207.85	2711.00	3.76
Canca 1.11. numune için 5. ölçüm	211.65	207.85	6451.00	1.83
Canca 1.12. numune için 1. ölçüm	271.87	206.66	654.40	31.55
Canca 1.12. numune için 2. ölçüm	246.15	206.66	1817.00	19.11
Canca 1.12. numune için 3. ölçüm	221.34	206.66	1976.00	7.10
Canca 1.12. numune için 4. ölçüm	212.87	206.66	3967.00	3.00
Canca 1.12. numune için 5. ölçüm	210.20	206.66	8195.00	1.71
Canca 1.13. numune için 1. ölçüm	272.41	206.22	1451.00	32.10
Canca 1.13. numune için 2. ölçüm	241.39	206.22	1517.00	17.05
Canca 1.13. numune için 3. ölçüm	216.77	206.22	1206.00	5.12
Canca 1.13. numune için 4. ölçüm	211.75	206.22	3105.00	2.68
Canca 1.13. numune için 5. ölçüm	209.98	206.22	3487.00	1.82



Şekil 3.36. Canca 1 bölgesinin su muhtevası ile elektrik direnci değişim grafiği

Canca 1 bölgesine ait zeminin 75 mikrondan geçen malzemesi: %50.3, LL (likit limit) = %63.7, PL (plastik limit) = %43.4, PI (plastisite indisi) = %20.3, bu değerlere göre zemin cinsi: MH (yüksek plastisiteli silt) olarak belirlenmiştir. Canca 1 bölgesinden 13 numune çıkmıştır ve bu numunelerin direnç ve kütleleri ölçülmüş, kaydedilmiştir. Bu grafiklere göre; aralarında çıkan korelasyon; $R = 5973,1w^{-0,712}$ ve $R^2 = 0,6521$ çıkmıştır.

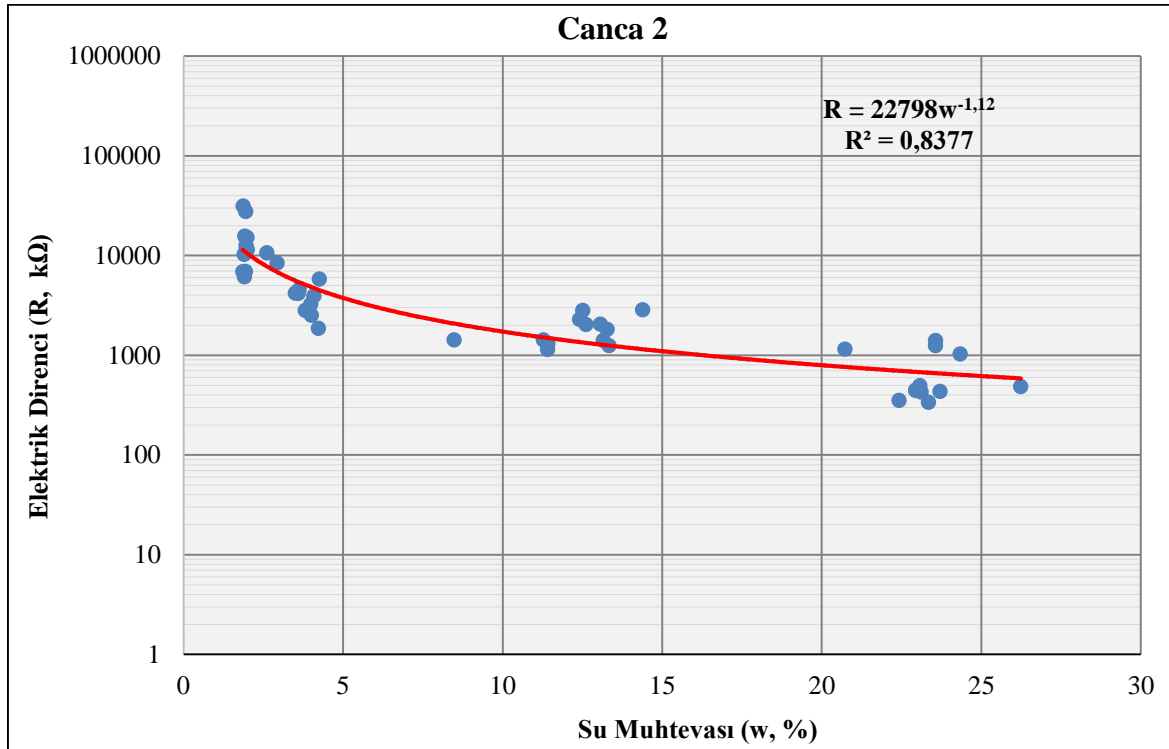
3.5.2.2. Canca 2 Bölgesinin Su Muhtevası İle Elektrik Direnci Değişim Grafikleri

Tablo 3.37. Canca 2 bölgesinin su muhtevası ile elektrik direnci sonuçları

Ölçümler	Net Myaş	Net Mkuru	Direnç (KΩ)	%w
Canca 2.1. numune için 1. ölçüm	308.51	248.12	1029.00	24.34
Canca 2.1. numune için 2. ölçüm	269.16	248.12	1425.00	8.48
Canca 2.1. numune için 3. ölçüm	254.59	248.12	10611.00	2.61
Canca 2.1. numune için 4. ölçüm	252.88	248.12	15570.00	1.92
Canca 2.2. numune için 1. ölçüm	306.29	247.88	1247.00	23.56
Canca 2.2. numune için 2. ölçüm	275.84	247.88	1425.00	11.28
Canca 2.2. numune için 3. ölçüm	255.16	247.88	8420.00	2.94
Canca 2.2. numune için 4. ölçüm	252.71	247.88	27630.00	1.95
Canca 2.3. numune için 1. ölçüm	305.47	247.22	1407.00	23.56
Canca 2.3. numune için 2. ölçüm	278.16	247.22	2805.00	12.52
Canca 2.3. numune için 3. ölçüm	256.17	247.22	4529.00	3.62
Canca 2.3. numune için 4. ölçüm	252.13	247.22	15190.00	1.99
Canca 2.4. numune için 1. ölçüm	307.29	249.12	337.30	23.35
Canca 2.4. numune için 2. ölçüm	282.18	249.12	1814.00	13.27
Canca 2.4. numune için 3. ölçüm	258.07	249.12	4156.00	3.59
Canca 2.4. numune için 4. ölçüm	253.99	249.12	11230.00	1.95
Canca 2.5. numune için 1. ölçüm	316.93	258.89	352.10	22.42
Canca 2.5. numune için 2. ölçüm	291.02	258.89	2292.00	12.41
Canca 2.5. numune için 3. ölçüm	269.25	258.89	2517.00	4.00
Canca 2.5. numune için 4. ölçüm	263.92	258.89	6940.00	1.94
Canca 2.6. numune için 1. ölçüm	307.44	254.66	1150.00	20.73
Canca 2.6. numune için 2. ölçüm	287.92	254.66	2051.00	13.06
Canca 2.6. numune için 3. ölçüm	265.42	254.66	1861.00	4.23
Canca 2.6. numune için 4. ölçüm	259.51	254.66	6110.00	1.90
Canca 2.7. numune için 1. ölçüm	313.62	248.44	483.10	26.24
Canca 2.7. numune için 2. ölçüm	284.18	248.44	2861.00	14.39
Canca 2.7. numune için 3. ölçüm	259.01	248.44	5811.00	4.25
Canca 2.7. numune için 4. ölçüm	253.09	248.44	31320.00	1.87
Canca 2.8. numune için 1. ölçüm	313.80	255.23	441.50	22.95
Canca 2.8. numune için 2. ölçüm	288.80	255.23	1402.00	13.15
Canca 2.8. numune için 3. ölçüm	265.66	255.23	3930.00	4.09
Canca 2.8. numune için 4. ölçüm	260.22	255.23	12610.00	1.96
Canca 2.9. numune için 1. ölçüm	303.84	245.61	434.70	23.71
Canca 2.9. numune için 2. ölçüm	278.35	245.61	1244.00	13.33
Canca 2.9. numune için 3. ölçüm	255.41	245.61	3245.00	3.99
Canca 2.9. numune için 4. ölçüm	250.51	245.61	11420.00	2.00
Canca 2.10. numune için 1. ölçüm	316.47	257.05	425.60	23.12
Canca 2.10. numune için 2. ölçüm	289.47	257.05	2034.00	12.61

Tablo 3.37. devamı

Canca 2.10. numune için 3.ölçüm	266.86	257.05	2802.00	3.82
Canca 2.10. numune için 4.ölçüm	261.82	257.05	6860.00	1.86
Canca 2.11. numune için 1.ölçüm	310.61	252.38	493.50	23.07
Canca 2.11. numune için 2.ölçüm	281.17	252.38	1142.00	11.41
Canca 2.11. numune için 3.ölçüm	261.22	252.38	4189.00	3.50
Canca 2.11. numune için 4.ölçüm	257.17	252.38	10280.00	1.90
Canca 2.12. numune için 1.ölçüm	312.89	254.49	446.10	22.95
Canca 2.12. numune için 2.ölçüm	283.54	254.49	1301.00	11.41
Canca 2.12. numune için 3.ölçüm	262.98	254.49	4501.00	3.34
Canca 2.12. numune için 4.ölçüm	259.15	254.49	12380.00	1.83
Canca 2.13. numune için 1.ölçüm	311.33	252.35	779.00	23.37
Canca 2.13. numune için 2.ölçüm	280.70	252.35	1542.00	11.23
Canca 2.13. numune için 3.ölçüm	260.32	252.35	5330.00	3.16
Canca 2.13. numune için 4.ölçüm	257.37	252.35	13640.00	1.99
Canca 2.14. numune için 1.ölçüm	293.94	238.65	1105.00	23.17
Canca 2.14. numune için 2.ölçüm	262.64	238.65	1402.00	10.05
Canca 2.14. numune için 3.ölçüm	245.58	238.65	8098.00	2.90
Canca 2.14. numune için 4.ölçüm	243.25	238.65	12750.00	1.93
Canca 2.15. numune için 1.ölçüm	314.68	255.12	853.00	23.35
Canca 2.15. numune için 2.ölçüm	275.37	255.12	1482.00	7.94
Canca 2.15. numune için 3.ölçüm	261.70	255.12	6217.00	2.58
Canca 2.15. numune için 4.ölçüm	259.95	255.12	15540.00	1.89



Şekil 3.37. Canca 2 bölgesinin su muhtevası ile elektrik direnci değişim grafiği

Canca 2 bölgesine ait zeminin 75 mikrondan geçen malzemesi: %52.8, LL (likit limit) = %41.9, PL (plastik limit) = %32.6, PI (plastisite indisi) = %9.3, bu değerlere göre zemin cinsi: ML (düşük plastisiteli silt) olarak belirlenmiştir. Canca 2 numunesinden 15 tanenumune çıkmıştır ve bu numunelerin direnç ve kütleleri ölçülmüş, kaydedilmiştir. Bu grafiklere göre $R=22798w^{-1,12}$ ve $R^2=0,8377$ sonuçları elde edilmiştir.

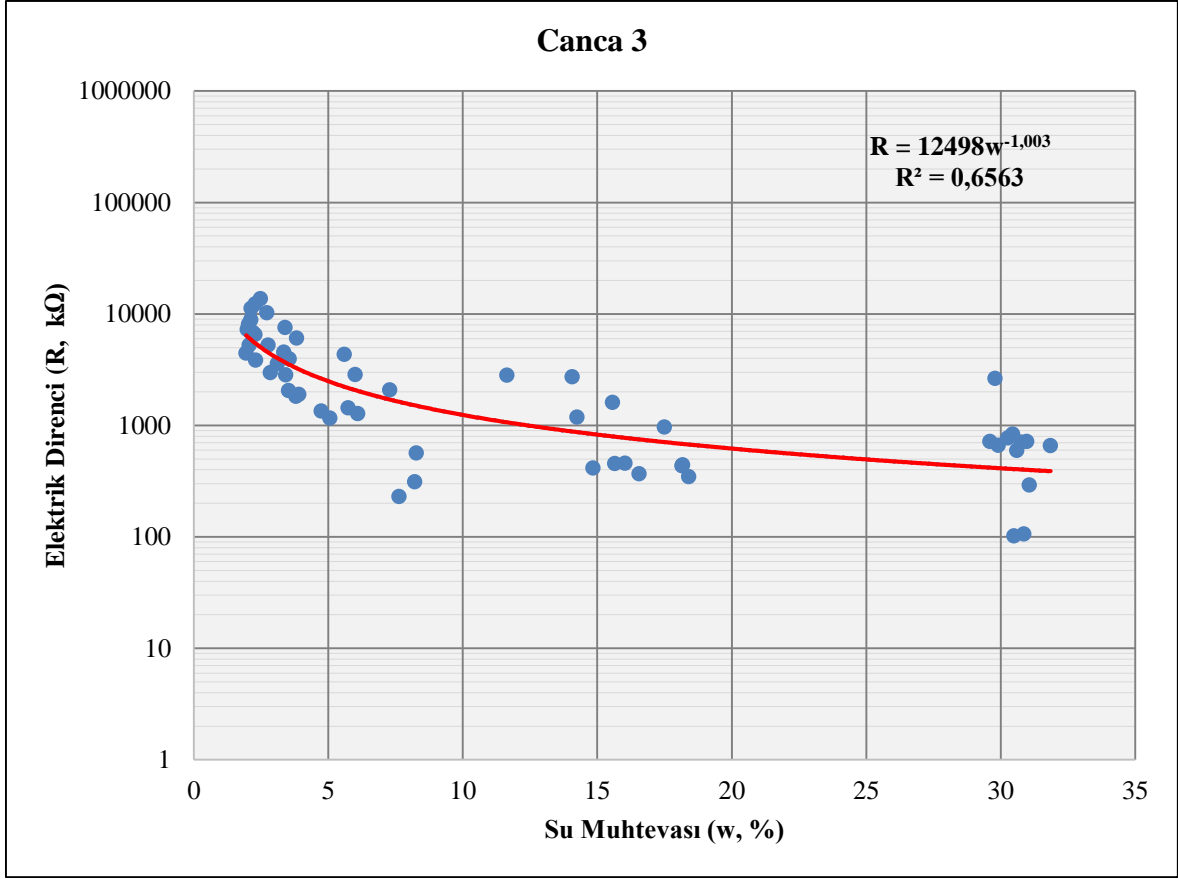
3.5.2.3. Canca 3 Bölgesinin Su Muhtevası İle Elektrik Direnci Değişim Grafikleri

Tablo 3.38. Canca 3 bölgesinin su muhtevası ile elektrik direnci sonuçları

Ölçümler	Net Myaş	Net Mkuru	Direnç (KΩ)	%w
Canca 3 1. numune için 1. ölçüm	295.11	225.32	717.30	30.97
Canca 3.1. numune için 2. ölçüm	251.55	225.32	2819.10	11.64
Canca 3.1. numune için 3. ölçüm	233.92	225.32	6077.00	3.82
Canca 3.1. numune için 4. ölçüm	231.43	225.32	10240.00	2.71
Canca 3.1. numune için 5. ölçüm	230.89	225.32	13670.00	2.47
Canca 3.2. numune için 1. ölçüm	287.44	220.36	838.20	30.44
Canca 3.2. numune için 2. ölçüm	251.76	220.36	1185.00	14.25
Canca 3.2. numune için 3. ölçüm	230.80	220.36	1347.00	4.74
Canca 3.2. numune için 4. ölçüm	226.44	220.36	5262.00	2.76
Canca 3.2. numune için 5. ölçüm	225.02	220.36	8840.00	2.11
Canca 3.3. numune için 1. ölçüm	295.99	227.22	770.60	30.27
Canca 3.3. numune için 2. ölçüm	262.59	227.22	1605.00	15.57
Canca 3.3. numune için 3. ölçüm	240.25	227.22	1435.00	5.73
Canca 3.3. numune için 4. ölçüm	234.26	227.22	3582.00	3.10
Canca 3.3. numune için 5. ölçüm	232.06	227.22	11210.00	2.13
Canca 3.4. numune için 1. ölçüm	293.87	225.02	597.60	30.60
Canca 3.4. numune için 2. ölçüm	260.23	225.02	454.30	15.65
Canca 3.4. numune için 3. ölçüm	238.51	225.02	2860.00	6.00
Canca 3.4. numune için 4. ölçüm	232.54	225.02	4539.00	3.34
Canca 3.4. numune için 5. ölçüm	229.58	225.02	8060.00	2.03
Canca 3.5. numune için 1.ölçüm	290.10	221.87	708.70	30.75
Canca 3.5. numune için 2.ölçüm	254.79	221.87	415.50	14.84
Canca 3.5. numune için 3.ölçüm	235.38	221.87	1274.00	6.09
Canca 3.5. numune için 4.ölçüm	229.72	221.87	3947.00	3.54
Canca 3.5. numune için 5. ölçüm	226.73	221.87	6870.00	2.19
Canca 3.6. numune için 1.ölçüm	290.60	224.22	720.10	29.60
Canca 3.6. numune için 2.ölçüm	265.47	224.22	347.50	18.40
Canca 3.6. numune için 3. ölçüm	241.33	224.22	230.10	7.63
Canca 3.6. numune için 4. ölçüm	232.72	224.22	1830.00	3.79
Canca 3.6. numune için 5.ölçüm	229.35	224.22	3855.00	2.29
Canca 3.7. numune için 1.ölçüm	291.72	224.55	661.20	29.91

Tablo 3.38. devamı

Canca 3.7. numune için 2.ölçüm	265.37	224.55	441.70	18.18
Canca 3.7.numune için 3. ölçüm	243.13	224.55	566.80	8.27
Canca 3.7. numune için 4. ölçüm	233.31	224.55	1902.00	3.90
Canca 3.7. numune için 5. ölçüm	229.64	224.55	6530.00	2.27
Canca 3.8.numune için 1.ölçüm	287.68	220.45	101.80	30.50
Canca 3.8.numune için 2.ölçüm	260.46	220.45	435.20	18.15
Canca 3.8.numune için 3.ölçüm	238.54	220.45	311.10	8.21
Canca 3.8.numune için 4.ölçüm	228.20	220.45	2058.00	3.52
Canca 3.8.numune için 5.ölçüm	224.72	220.45	4461.00	1.94
Canca 3.9.numune için 1.ölçüm	293.81	224.18	291.20	31.06
Canca 3.9.numune için 2.ölçüm	263.40	224.18	967.80	17.49
Canca 3.9.numune için 3.ölçüm	240.49	224.18	2085.00	7.28
Canca 3.9.numune için 4.ölçüm	231.82	224.18	2851.00	3.41
Canca 3.9. numune için 5.ölçüm	228.78	224.18	5246.00	2.05
Canca 3.10.numune için 1.ölçüm	293.34	226.02	2650.00	29.78
Canca 3.10.numune için 2.ölçüm	257.81	226.02	2726.00	14.07
Canca 3.10.numune için 3.ölçüm	238.65	226.02	4351.00	5.59
Canca 3.10.numune için 4.ölçüm	233.67	226.02	7550.00	3.38
Canca 3.10.numune için 5.ölçüm	231.17	226.02	12300.00	2.28
Canca 3.11.numune için 1.ölçüm	292.25	223.32	106.40	30.87
Canca 3.11.numune için 2.ölçüm	260.30	223.32	368.30	16.56
Canca 3.11.numune için 3.ölçüm	234.61	223.32	1163.00	5.06
Canca 3.11.numune için 4.ölçüm	229.66	223.32	2978.00	2.84
Canca 3.11.numune için 5.ölçüm	227.75	223.32	7280.00	1.98
Canca 3.12.numune için 1.ölçüm	288.94	219.14	657.80	31.85
Canca 3.12.numune için 2.ölçüm	254.26	219.14	457.10	16.03
Canca 3.12.numune için 3.ölçüm	230.45	219.14	2149.00	5.16
Canca 3.12.numune için 4.ölçüm	225.53	219.14	6220.00	2.92
Canca 3.12.numune için 5.ölçüm	223.89	219.14	15410.00	2.17
Canca 3.13.numune için 1.ölçüm	293.32	223.98	1540.20	30.96
Canca 3.13.numune için 2.ölçüm	255.55	223.98	1681.00	14.10
Canca 3.13.numune için 3.ölçüm	233.80	223.98	4757.00	4.38
Canca 3.13.numune için 4.ölçüm	229.50	223.98	12960.00	2.46
Canca 3.13.numune için 5.ölçüm	228.53	223.98	20830.00	2.03
Canca 3.14.numune için 1.ölçüm	291.93	222.21	2960.00	31.38
Canca 3.14.numune için 2.ölçüm	244.29	222.21	2752.00	9.94
Canca 3.14.numune için 3.ölçüm	228.95	222.21	961.00	3.03
Canca 3.14.numune için 4.ölçüm	226.90	222.21	2446.00	2.11
Canca 3.14.numune için 5.ölçüm	226.71	222.21	33220.00	2.03



Şekil 3.38. Canca 3 bölgesinin su muhtevası ile elektrik direnci değişim grafiği

Canca 3 bölgesine ait zeminin 75 mikrondan geçen malzemesi: %69.9, LL (likit limit) = %52.7, PL (plastik limit) = %37.8, PI (plastisite indisi) = %14.9, bu değerlere göre zemin cinsi: MH (yüksek plastisiteli silt) olarak belirlenmiştir. Canca 3 numunesinden 14 tanenumune çıkmıştır ve bu numunelerin direnç ve kütleleri ölçülmüş, kaydedilmiştir. Bu grafiklerden $R = 12498w^{-1.003}$ ve $R^2 = 0,6563$ sonuçları elde edilmiştir.

3.5.2.4. Canca 4 Bölgesinin Su Muhtevası İle Elektrik Direnci Değişim Grafikleri

Tablo 3.39. Canca 4 bölgesinin su muhtevası ile elektrik direnci sonuçları

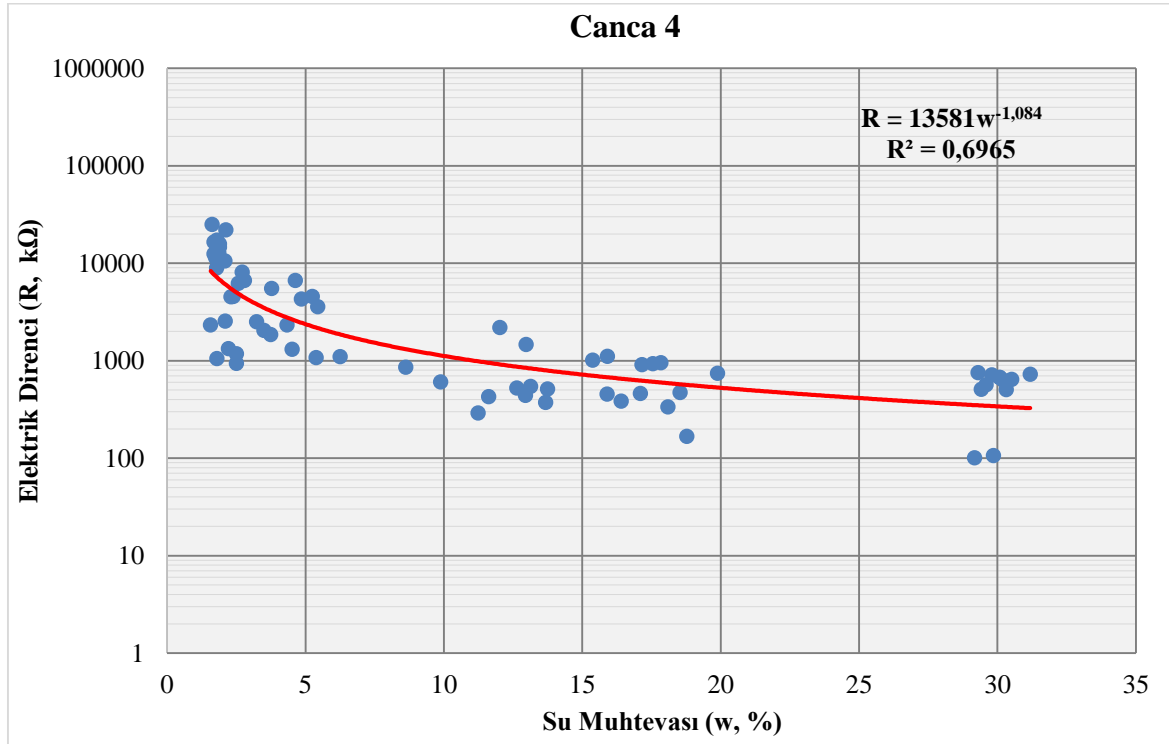
Ölçümler	Net Myaş	Net Mkuru	Direnç (KΩ)	%w
Canca 4.1. numune için 1.ölçüm	293.48	225.21	505.60	30.31
Canca 4.1. numune için 2.ölçüm	261.02	225.21	454.20	15.90
Canca 4.1. numune için 3.ölçüm	244.64	225.21	855.00	8.63
Canca 4.1. numune için 4.ölçüm	230.86	225.21	937.00	2.51
Canca 4.1. numune için 5.ölçüm	229.26	225.21	1050.00	1.80
Canca 4.1. numune için 6.ölçüm	229.15	225.21	11430.00	1.75

Tablo 3.39. devamı

Canca 4.2. numune için 1.ölçüm	292.90	225.55	106.10	29.86
Canca 4.2. numune için 2.ölçüm	264.12	225.55	461.10	17.10
Canca 4.2. numune için 3.ölçüm	250.89	225.55	291.60	11.23
Canca 4.2. numune için 4.ölçüm	233.43	225.55	2042.00	3.49
Canca 4.2. numune için 5.ölçüm	230.29	225.55	2551.00	2.10
Canca 4.2. numune için 6.ölçüm	229.65	225.55	11870.00	1.82
Canca 4.3. numune için 1.ölçüm	290.43	224.12	567.20	29.59
Canca 4.3. numune için 2.ölçüm	264.68	224.12	335.60	18.10
Canca 4.3. numune için 3.ölçüm	252.44	224.12	524.30	12.64
Canca 4.3. numune için 4.ölçüm	232.58	224.12	5504.00	3.77
Canca 4.3. numune için 5.ölçüm	228.87	224.12	22030.00	2.12
Canca 4.3. numune için 6.ölçüm	227.77	224.12	25050.00	1.63
Canca 4.4. numune için 1.ölçüm	290.70	223.25	631.30	30.21
Canca 4.4. numune için 2.ölçüm	265.17	223.25	167.30	18.78
Canca 4.4. numune için 3.ölçüm	253.77	223.25	372.70	13.67
Canca 4.4. numune için 4.ölçüm	232.92	223.25	2336.00	4.33
Canca 4.4. numune için 5.ölçüm	229.30	223.25	8120.00	2.71
Canca 4.4. numune için 6.ölçüm	227.47	223.25	15810.00	1.89
Canca 4.5. numune için 1.ölçüm	288.78	223.56	100.80	29.17
Canca 4.5. numune için 2.ölçüm	263.43	223.56	952.20	17.83
Canca 4.5. numune için 3.ölçüm	252.55	223.56	1470.60	12.97
Canca 4.5. numune için 4.ölçüm	234.40	223.56	4312.00	4.85
Canca 4.5. numune için 5.ölçüm	229.31	223.56	6210.00	2.57
Canca 4.5. numune için 6.ölçüm	227.36	223.56	16530.00	1.70
Canca 4.6. numune için 1.ölçüm	289.43	223.85	756.50	29.30
Canca 4.6. numune için 2.ölçüm	263.13	223.85	932.20	17.55
Canca 4.6. numune için 3.ölçüm	253.26	223.85	545.10	13.14
Canca 4.6. numune için 4.ölçüm	235.91	223.85	1075.00	5.39
Canca 4.6. numune için 5.ölçüm	229.45	223.85	1176.00	2.50
Canca 4.6. numune için 6.ölçüm	227.37	223.85	2320.00	1.57
Canca 4.7. numune için 1.ölçüm	291.45	225.21	509.30	29.41
Canca 4.7. numune için 2.ölçüm	261.03	225.21	1109.30	15.91
Canca 4.7. numune için 3.ölçüm	252.28	225.21	2187.80	12.02
Canca 4.7. numune için 4.ölçüm	237.02	225.21	4581.00	5.24
Canca 4.7. numune için 5.ölçüm	231.50	225.21	6640.00	2.79
Canca 4.7. numune için 6.ölçüm	229.41	225.21	12760.00	1.86
Canca 4.8. numune için 1.ölçüm	290.24	221.25	724.10	31.18
Canca 4.8. numune için 2.ölçüm	265.25	221.25	741.80	19.89
Canca 4.8. numune için 3.ölçüm	255.27	221.25	1011.70	15.38
Canca 4.8. numune için 4.ölçüm	233.28	221.25	3581.00	5.44
Canca 4.8. numune için 5.ölçüm	231.50	221.25	6640.00	4.63
Canca 4.8. numune için 6.ölçüm	225.43	221.25	14630.00	1.89
Canca 4.9. numune için 1.ölçüm	287.71	221.66	717.60	29.80
Canca 4.9. numune için 2.ölçüm	262.73	221.66	471.50	18.53

Tablo 3.39. devamı

Canca 4. 9. numune için 3.ölçüm	252.12	221.66	512.30	13.74
Canca 4. 9. numune için 4.ölçüm	231.67	221.66	1313.00	4.52
Canca 4.9. numune için 5.ölçüm	226.78	221.66	4520.00	2.31
Canca 4.9. numune için 6.ölçüm	225.41	221.66	12450.00	1.69
Canca 4.10. numune için 1.ölçüm	288.96	222.14	672.30	30.08
Canca 4.10. numune için 2.ölçüm	260.25	222.14	912.70	17.16
Canca 4.10. numune için 3.ölçüm	247.94	222.14	426.90	11.61
Canca 4.10. numune için 4.ölçüm	230.44	222.14	1851.00	3.74
Canca 4.10. numune için 5.ölçüm	227.05	222.14	1330.00	2.21
Canca 4.10. numune için 6.ölçüm	226.12	222.14	8940.00	1.79
Canca 4.11. numune için 1.ölçüm	292.16	223.85	643.80	30.52
Canca 4.11. numune için 2.ölçüm	260.57	223.85	384.40	16.40
Canca 4.11. numune için 3.ölçüm	245.98	223.85	607.40	9.89
Canca 4.11. numune için 4.ölçüm	231.09	223.85	2513.00	3.23
Canca 4.11. numune için 5.ölçüm	228.53	223.85	10560.00	2.09
Canca 4.11. numune için 6.ölçüm	227.78	223.85	12130.00	1.76
Canca 4.12. numune için 1.ölçüm	288.76	221.98	671.70	30.08
Canca 4.12. numune için 2.ölçüm	250.71	221.98	441.20	12.94
Canca 4.12. numune için 3.ölçüm	235.86	221.98	1101.00	6.25
Canca 4.12. numune için 4.ölçüm	227.27	221.98	4582.00	2.38
Canca 4.12. numune için 5.ölçüm	225.87	221.98	12260.00	1.75
Canca 4.12. numune için 6.ölçüm	225.97	221.98	17250.00	1.80



Şekil 3.39. Canca 4 bölgesinin su muhtevası ile elektrik direnci değişim grafiği

Canca 4 bölgesine ait zeminin 75 mikrondan geçen malzemesi: %69.1, LL (likit limit) = %52.5, PL (plastik limit) = %36.1, PI (plastisite indisi) = %16.4, bu değerlere göre zemin cinsi: MH (yüksek plastisiteli silt) olarak belirlenmiştir. Canca 4 numunesinden 12 tane numune çıkmıştır ve bu numunelerin direnç ve kütleleri ölçülmüş, kaydedilmiştir. Bu grafiklere göre; $R=13581w^{-1.084}$ ve $R^2= 0,6965$ ilişkisi ortaya çıkmıştır.

3.5.3. Sarginkaya Bölgesinin Su Muhtevası İle Elektrik Direnci Değişim Grafikleri

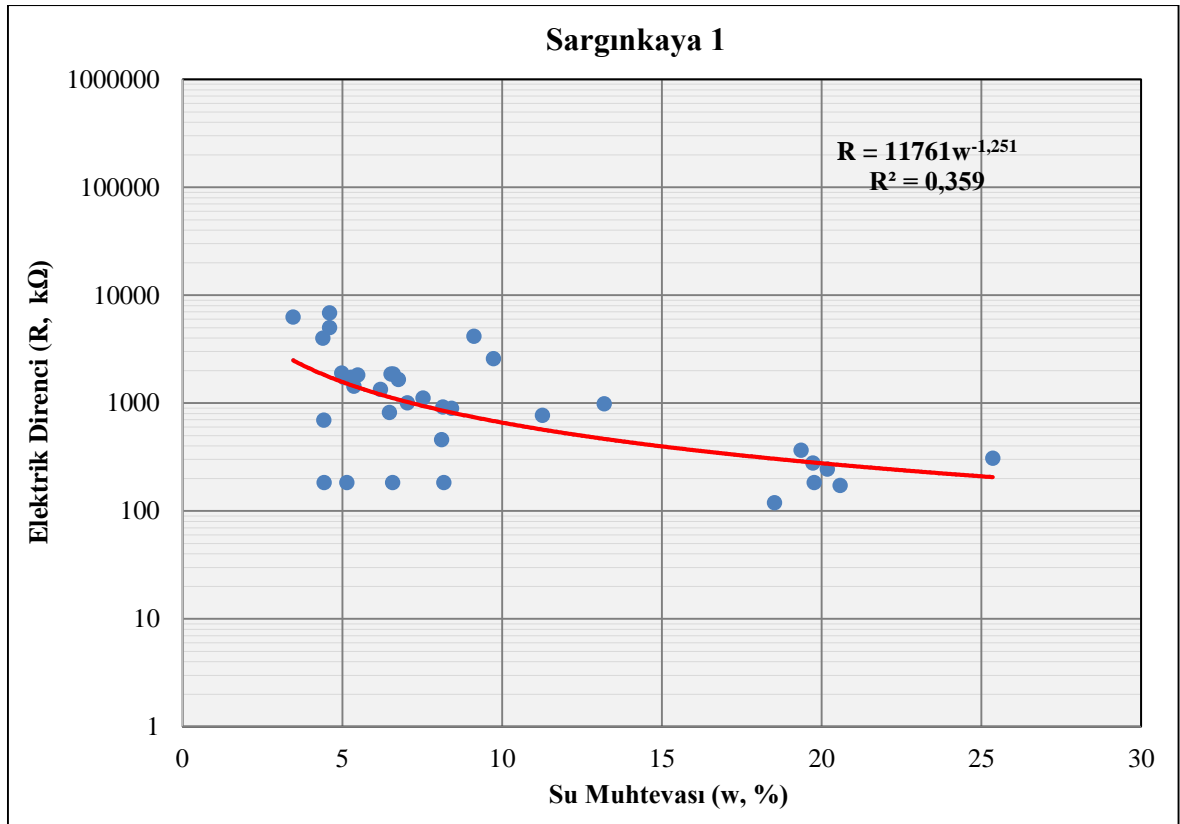
3.5.3.1. Sarginkaya 1 Bölgesinin Su Muhtevası İle Elektrik Direnci Değişim Grafikleri

Tablo 3.40. Sarginkaya 1 bölgesinin su muhtevası ile elektrik direnci sonuçları

Ölçümler	Net M _{yaş}	Net M _{kuru}	Direnç (KΩ)	%w
Sarginkaya 1.1 için 1. ölçüm	319.99	266.26	244.6	20.18
Sarginkaya 1.1 için 2. ölçüm	288.67	266.26	895	8.42
Sarginkaya 1.1 için 3. ölçüm	283.82	266.26	1867	6.60
Sarginkaya 1.1 için 4. ölçüm	279.75	266.26	1728	5.07
Sarginkaya 1.1 için 5. ölçüm	278.03	266.26	698	4.42
Sarginkaya 1.2 için 1. ölçüm	334.64	277.52	173	20.58
Sarginkaya 1.2 için 2. ölçüm	300.01	277.52	459	8.10
Sarginkaya 1.2 için 3. ölçüm	295.49	277.52	822	6.48
Sarginkaya 1.2 için 4. ölçüm	291.36	277.52	1910	4.99
Sarginkaya 1.2 için 5. ölçüm	289.7	277.52	4000	4.39
Sarginkaya 1.3 için 1. ölçüm	339.01	270.43	310	25.36
Sarginkaya 1.3 için 2. ölçüm	306.12	270.43	990	13.20
Sarginkaya 1.3 için 3. ölçüm	300.88	270.43	775	11.26
Sarginkaya 1.3 için 4. ölçüm	296.75	270.43	2590	9.73
Sarginkaya 1.3 için 5. ölçüm	295.1	270.43	4183	9.12
Sarginkaya 1.4 için 1. ölçüm	346.44	289.25	184	19.77
Sarginkaya 1.4 için 2. ölçüm	312.9	289.25	184	8.18
Sarginkaya 1.4 için 3. ölçüm	308.28	289.25	184	6.58
Sarginkaya 1.4 için 4. ölçüm	304.12	289.25	184	5.14
Sarginkaya 1.4 için 5. ölçüm	302.06	289.25	184	4.43
Sarginkaya 1.5 için 1. ölçüm	337.07	281.53	280	19.73
Sarginkaya 1.5 için 2. ölçüm	304.46	281.53	922	8.14
Sarginkaya 1.5 için 3. ölçüm	300.55	281.53	1660	6.76
Sarginkaya 1.5 için 4. ölçüm	296.62	281.53	1440	5.36
Sarginkaya 1.5 için 5. ölçüm	294.48	281.53	6870	4.60
Sarginkaya 1.6 için 1. ölçüm	339.66	284.56	366	19.36
Sarginkaya 1.6 için 2. ölçüm	305.98	284.56	1118	7.53

Tablo 3.40. devamı

Sarginkaya 1.6 için 3. ölçüm	303.13	284.56	1868	6.53
Sarginkaya 1.6 için 4. ölçüm	300.15	284.56	1826	5.48
Sarginkaya 1.6 için 5. ölçüm	297.66	284.56	5010	4.60
Sarginkaya 1.7 için 1. ölçüm	341.91	288.46	120	18.53
Sarginkaya 1.7 için 2. ölçüm	308.77	288.46	1010	7.04
Sarginkaya 1.7 için 3. ölçüm	306.33	288.46	1347	6.19
Sarginkaya 1.7 için 4. ölçüm	303.69	288.46	1740	5.28
Sarginkaya 1.7 için 5. ölçüm	298.45	288.46	6300	3.46



Şekil 3.40. Sarginkaya 1 bölgesinin su muhtevası ile elektrik direnci değişim grafiği

Sarginkaya 1 bölgesine ait zeminin 75 mikrondan geçen malzemesi: %50.6, LL (likit limit) = %42.7, PL (plastik limit)= %20.5, PI (plastisite indisi)= % 22.2, bu değerlere göre zemin cinsi: CL (düşük plastisiteli kil) olarak belirlenmiştir. Sarginkaya 1 numunesinden 7 tane numune çıkmıştır ve bu numunelerin direnç ve kütleleri ölçülmüş, kaydedilmiştir. Bu grafiklerden $R = 11761w^{-1.251}$ ve $R^2 = 0,359$ değerlerine ulaşılmıştır.

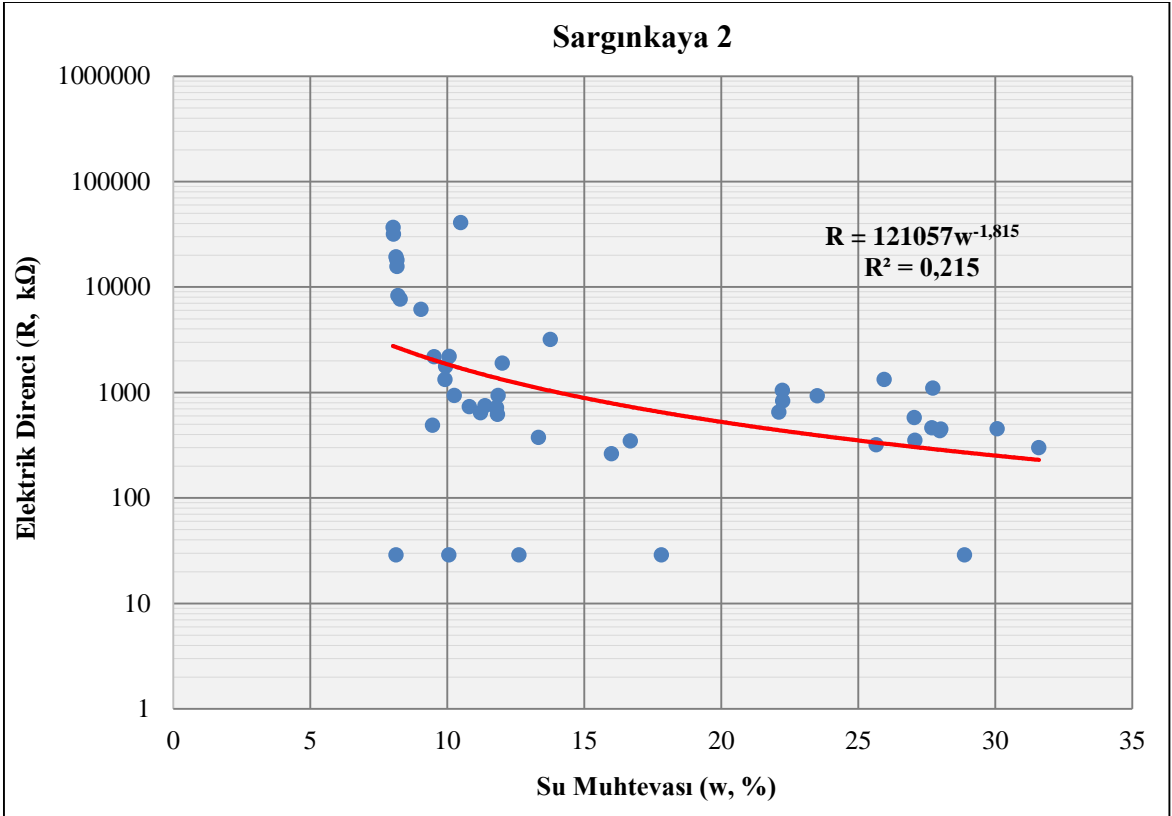
3.5.3.2. Sarginkaya 2 Bölgesinin Su Muhtevası İle Elektrik Direnci Değişim Grafikleri

Tablo 3.41. Sarginkaya 2 bölgesinin su muhtevası ile elektrik direnci sonuçları

Ölçümler	Net Myaş	Net Mkuru	Direnç (K Ω)	%w
Sarginkaya 2.1 için 1. ölçüm	287.36	224.48	450	28.01
Sarginkaya 2.1 için 2. ölçüm	277.24	224.48	930	23.50
Sarginkaya 2.1 için 3. ölçüm	254.41	224.48	376.4	13.33
Sarginkaya 2.1 için 4. ölçüm	248.75	224.48	732	10.81
Sarginkaya 2.1 için 5. ölçüm	243.07	224.48	7700	8.28
Sarginkaya 2.2 için 1. ölçüm	286.48	225.49	580	27.05
Sarginkaya 2.2 için 2. ölçüm	275.34	225.49	650	22.11
Sarginkaya 2.2 için 3. ölçüm	252.23	225.49	938	11.86
Sarginkaya 2.2 için 4. ölçüm	248.21	225.49	2200	10.08
Sarginkaya 2.2 için 5. ölçüm	243.83	225.49	19300	8.13
Sarginkaya 2.3 için 1. ölçüm	287.25	224.89	1100	27.73
Sarginkaya 2.3 için 2. ölçüm	274.92	224.89	830	22.25
Sarginkaya 2.3 için 3. ölçüm	251.43	224.89	720	11.80
Sarginkaya 2.3 için 4. ölçüm	247.25	224.89	1770	9.94
Sarginkaya 2.3 için 5. ölçüm	243.25	224.89	18000	8.16
Sarginkaya 2.4 için 1. ölçüm	280.64	219.29	435	27.98
Sarginkaya 2.4 için 2. ölçüm	268.05	219.29	1050	22.24
Sarginkaya 2.4 için 3. ölçüm	245.25	219.29	620	11.84
Sarginkaya 2.4 için 4. ölçüm	241.03	219.29	1330	9.91
Sarginkaya 2.4 için 5. ölçüm	237.21	219.29	15700	8.17
Sarginkaya 2.5 için 1. ölçüm	291.34	221.39	300	31.60
Sarginkaya 2.5 için 2. ölçüm	278.19	221.39	320	25.66
Sarginkaya 2.5 için 3. ölçüm	251.85	221.39	3190	13.76
Sarginkaya 2.5 için 4. ölçüm	247.97	221.39	1900	12.01
Sarginkaya 2.5 için 5. ölçüm	244.63	221.39	41000	10.50
Sarginkaya 2.6 için 1. ölçüm	276.83	212.83	452	30.07
Sarginkaya 2.6 için 2. ölçüm	268.06	212.83	1330	25.95
Sarginkaya 2.6 için 3. ölçüm	234.66	212.83	940	10.26
Sarginkaya 2.6 için 4. ölçüm	232.07	212.83	6151	9.04
Sarginkaya 2.6 için 5. ölçüm	229.94	212.83	31700	8.04
Sarginkaya 2.7 için 1. ölçüm	292.61	227.03	28.89	28.89
Sarginkaya 2.7 için 2. ölçüm	267.49	227.03	28.89	17.82
Sarginkaya 2.7 için 3. ölçüm	255.68	227.03	28.89	12.62
Sarginkaya 2.7 için 4. ölçüm	249.86	227.03	28.89	10.06
Sarginkaya 2.7 için 5. ölçüm	245.49	227.03	28.89	8.13
Sarginkaya 2.8 için 1. ölçüm	289.57	227.89	351.9	27.07
Sarginkaya 2.8 için 2. ölçüm	264.35	227.89	262.4	16.00
Sarginkaya 2.8 için 3. ölçüm	253.44	227.89	645	11.21
Sarginkaya 2.8 için 4. ölçüm	249.59	227.89	2179	9.52
Sarginkaya 2.8 için 5. ölçüm	246.57	227.89	8290	8.20

Tablo 3.41. devamı

Sarginkaya 2.9 için 1. ölçüm	287.47	225.14	463.9	27.68
Sarginkaya 2.9 için 2. ölçüm	262.69	225.14	348	16.68
Sarginkaya 2.9 için 3. ölçüm	250.75	225.14	748	11.38
Sarginkaya 2.9 için 4. ölçüm	246.44	225.14	489	9.46
Sarginkaya 2.9 için 5. ölçüm	243.21	225.14	36900	8.03



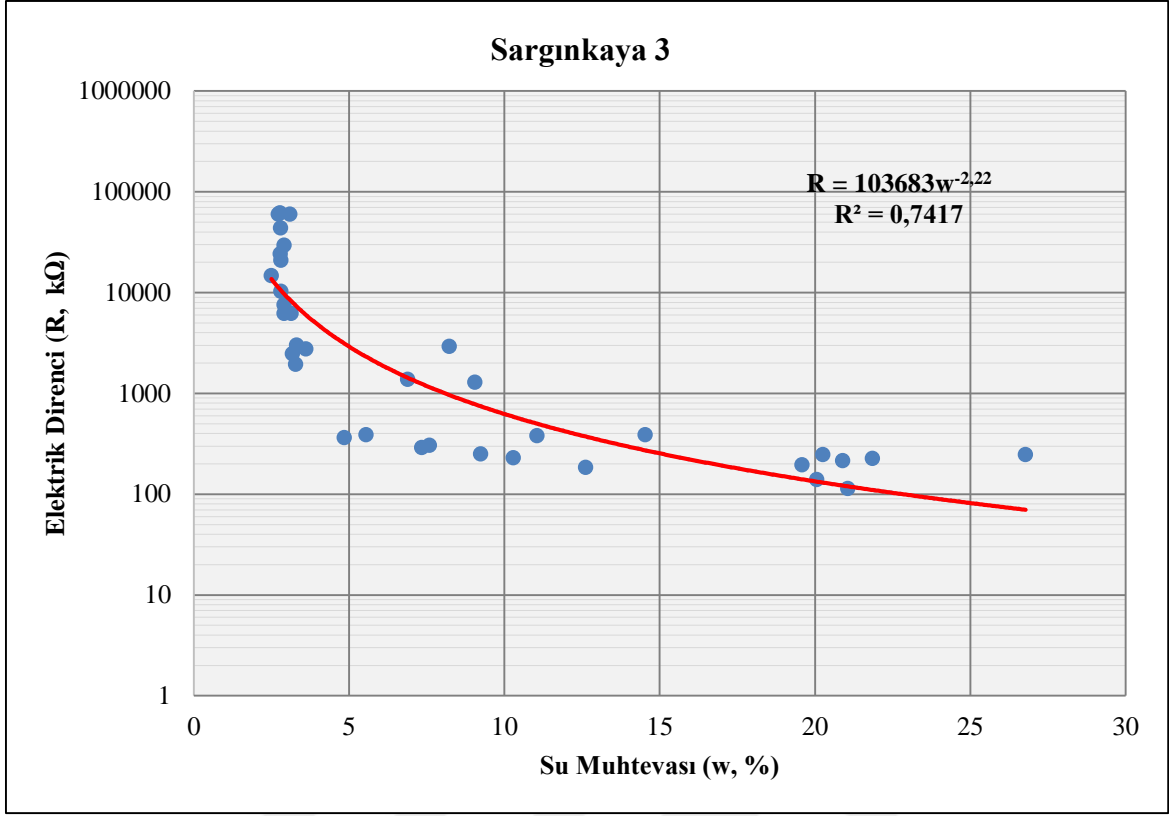
Şekil 3.41. Sarginkaya 2 bölgesinin su muhtevası ile elektrik direnci değişim grafiği

Sarginkaya 2 bölgesine ait zeminin 75 mikrondan geçen malzemesi: %66.7, LL (likit limit) = %43.6, PL (plastik limit)= %26.9, PI (plastisite indisi)= %16.7, bu değerlere göre zemin cinsi: CL (düşük plastisiteli kil) olarak belirlenmiştir. Sarginkaya 2 numunesinden 9 tane numune çıkmıştır ve bu numunelerin direnç ve kütleleri ölçülmüş, kaydedilmiştir. Bu grafikler sonucunda; $R = 121057w^{-1.815}$ ve $R^2 = 0,215$ ilişkileri elde edilmiştir.

3.5.3.3. Sarginkaya 3 Bölgesinin Su Muhtevası İle Elektrik Direnci Değişim Grafikleri

Tablo 3.42. Sarginkaya 3 bölgesinin su muhtevası ile elektrik direnci sonuçları

Ölçümler	Net $M_{yaş}$	Net M_{kuru}	Direnç (K Ω)	%w
Sarginkaya 3.1 için 1. ölçüm	339.98	279.02	226	21.85
Sarginkaya 3.1 için 2. ölçüm	314.21	279.02	185	12.61
Sarginkaya 3.1 için 3. ölçüm	304.77	279.02	250	9.23
Sarginkaya 3.1 için 4. ölçüm	290.54	279.02	60000	4.13
Sarginkaya 3.1 için 5. ölçüm	288.87	279.02	14700	3.53
Sarginkaya 3.2 için 1. ölçüm	331.67	274.35	214.94	20.89
Sarginkaya 3.2 için 2. ölçüm	304.66	274.35	380.8	11.05
Sarginkaya 3.2 için 3. ölçüm	293.24	274.35	1380	6.89
Sarginkaya 3.2 için 4. ölçüm	283.43	274.35	3010	3.31
Sarginkaya 3.2 için 5. ölçüm	282	274.35	43700	2.79
Sarginkaya 3.3. için 1. ölçüm	336.94	278.33	113.9	21.06
Sarginkaya 3.3. için 2. ölçüm	306.94	278.33	230	10.28
Sarginkaya 3.3. için 3. ölçüm	293.75	278.33	388.3	5.54
Sarginkaya 3.3. için 4. ölçüm	287.05	278.33	6200	3.13
Sarginkaya 3.3. için 5. ölçüm	286.04	278.33	62000	2.77
Sarginkaya 3.4. için 1. ölçüm	331.65	261.6	246.5	26.78
Sarginkaya 3.4. için 2. ölçüm	299.62	261.6	390	14.53
Sarginkaya 3.4. için 3. ölçüm	285.27	261.6	1290	9.05
Sarginkaya 3.4. için 4. ölçüm	283.12	261.6	2920	8.23
Sarginkaya 3.4. için 5. ölçüm	282.33	261.6	29500	7.92
Sarginkaya 3.5. için 1. ölçüm	341.77	284.22	247	20.25
Sarginkaya 3.5. için 2. ölçüm	305.77	284.22	305	7.58
Sarginkaya 3.5. için 3. ölçüm	294.46	284.22	2770	3.60
Sarginkaya 3.5. için 4. ölçüm	292.46	284.22	7580	2.90
Sarginkaya 3.5. için 5. ölçüm	291.95	284.22	60000	2.72
Sarginkaya 3.6. için 1. ölçüm	334.54	278.65	140	20.06
Sarginkaya 3.6. için 2. ölçüm	292.13	278.65	364	4.84
Sarginkaya 3.6. için 3. ölçüm	287.77	278.65	1945	3.27
Sarginkaya 3.6. için 4. ölçüm	286.73	278.65	6200	2.90
Sarginkaya 3.6. için 5. ölçüm	286.45	278.65	20900	2.80
Sarginkaya 3.7. için 1. ölçüm	337.04	281.84	195	19.59
Sarginkaya 3.7. için 2. ölçüm	302.53	281.84	290	7.34
Sarginkaya 3.7. için 3. ölçüm	290.77	281.84	2478	3.17
Sarginkaya 3.7. için 4. ölçüm	289.74	281.84	10300	2.80
Sarginkaya 3.7. için 5. ölçüm	289.67	281.84	24300	2.78



Şekil 3.42. Sarginkaya 3 bölgesinin su muhtevası ile elektrik direnci değişim grafiği

Sarginkaya 3 bölgesine ait zeminin 75 mikrondan geçen malzemesi: %65.9, LL (likit limit) = %29.5, PL (plastik limit) = %22.7, PI (plastisite indisi) = %6.8, bu değerlere göre zemin cinsi: CL-ML (düşük plastisiteli kil-silt) olarak belirlenmiştir. Sarginkaya 3 numunesinden 7 tane numune çıkmıştır ve bu numunelerin direnç ve kütleleri ölçülmüş, kaydedilmiştir. Bu grafiklere göre; aralarında çıkan ilişkiler $R = 103683w^{-2.22}$ ve $R^2 = 0,7417$ olmaktadır.

3.5.3.4. Sarginkaya 4 Bölgesinin Su Muhtevası İle Elektrik Direnci Değişim Grafikleri

Tablo 3.43. Sarginkaya 4 bölgesinin su muhtevası ile elektrik direnci sonuçları

Ölçümler	Net M _{yaş}	Net M _{kuru}	Direnç (KΩ)	%w
Sarginkaya 4.1. için 1. ölçüm	313.71	238.24	380	31.68
Sarginkaya 4.1. için 2. ölçüm	304.79	238.24	363	27.93
Sarginkaya 4.1. için 3. ölçüm	291.8	238.24	354.5	22.48
Sarginkaya 4.1. için 4. ölçüm	282.83	238.24	313	18.72
Sarginkaya 4.1. için 5. ölçüm	272.57	238.24	226	14.41
Sarginkaya 4.2. için 1. ölçüm	317.6	242.2	330	31.13

Tablo 3.43. devamı

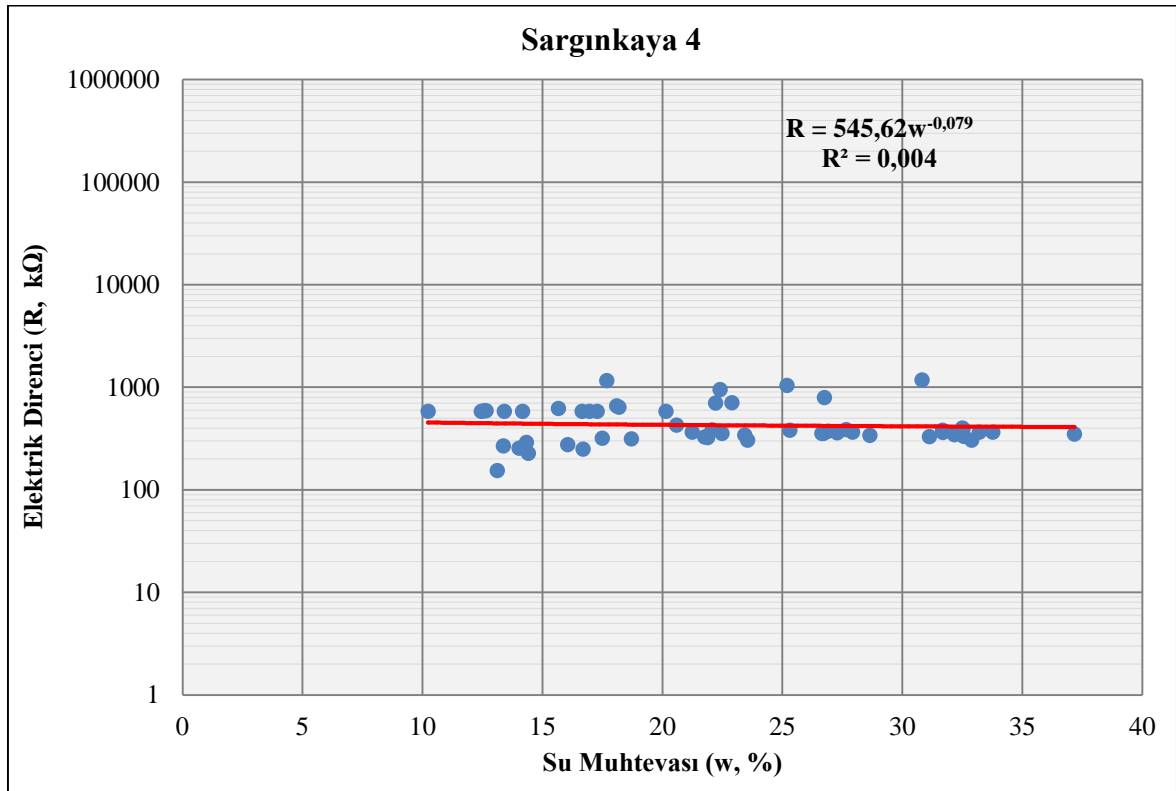
Sarginkaya 4.2. için 2. ölçüm	308.3	242.2	358	27.29
Sarginkaya 4.2. için 3. ölçüm	295.65	242.2	382.7	22.07
Sarginkaya 4.2. için 4. ölçüm	286.04	242.2	658	18.10
Sarginkaya 4.2. için 5. ölçüm	274.68	242.2	580	13.41
Sarginkaya 4.3. için 1. ölçüm	296.19	239.72	305	23.56
Sarginkaya 4.3. için 2. ölçüm	303.6	239.72	355	26.65
Sarginkaya 4.3. için 3. ölçüm	289.09	239.72	425.4	20.59
Sarginkaya 4.3. için 4. ölçüm	279.74	239.72	249	16.69
Sarginkaya 4.3. için 5. ölçüm	271.16	239.72	153.9	13.12
Sarginkaya 4.4. için 1. ölçüm	296.19	222.87	305	32.90
Sarginkaya 4.4. için 2. ölçüm	286.74	222.87	338	28.66
Sarginkaya 4.4. için 3. ölçüm	271.64	222.87	322.8	21.88
Sarginkaya 4.4. için 4. ölçüm	261.39	222.87	580	17.28
Sarginkaya 4.4. için 5. ölçüm	250.62	222.87	580	12.45
Sarginkaya 4.5. için 1. ölçüm	305.48	230.49	392	32.54
Sarginkaya 4.5. için 2. ölçüm	292.06	230.49	354	26.71
Sarginkaya 4.5. için 3. ölçüm	282.14	230.49	945	22.41
Sarginkaya 4.5. için 4. ölçüm	270.83	230.49	317	17.50
Sarginkaya 4.5. için 5. ölçüm	262.83	230.49	254	14.03
Sarginkaya 4.6. için 1. ölçüm	298.99	225.65	400	32.50
Sarginkaya 4.6. için 2. ölçüm	286.39	225.65	373	26.92
Sarginkaya 4.6. için 3. ölçüm	277.34	225.65	706	22.91
Sarginkaya 4.6. için 4. ölçüm	266.71	225.65	640	18.20
Sarginkaya 4.6. için 5. ölçüm	257.99	225.65	289.8	14.33
Sarginkaya 4.7. için 1. ölçüm	314.93	238.27	343	32.17
Sarginkaya 4.7. için 2. ölçüm	302.04	238.27	790	26.76
Sarginkaya 4.7. için 3. ölçüm	291.23	238.27	700	22.23
Sarginkaya 4.7. için 4. ölçüm	280.39	238.27	1156	17.68
Sarginkaya 4.7. için 5. ölçüm	272.03	238.27	580	14.17
Sarginkaya 4.8. için 1. ölçüm	317.42	239.46	332	32.56
Sarginkaya 4.8. için 2. ölçüm	300.09	239.46	380	25.32
Sarginkaya 4.8. için 3. ölçüm	290.35	239.46	365	21.25
Sarginkaya 4.8. için 4. ölçüm	276.99	239.46	618	15.67
Sarginkaya 4.8. için 5. ölçüm	269.58	239.46	591	12.58
Sarginkaya 4.9. için 1. ölçüm	303.97	230.81	362	31.70
Sarginkaya 4.9. için 2. ölçüm	284.89	230.81	341.8	23.43
Sarginkaya 4.9. için 3. ölçüm	267.86	230.81	276	16.05
Sarginkaya 4.9. için 4. ölçüm	260.02	230.81	590	12.66
Sarginkaya 4.9. için 5. ölçüm	254.44	230.81	580	10.24
Sarginkaya 4.10. için 1. ölçüm	299	224.44	365	33.22
Sarginkaya 4.10. için 2. ölçüm	286.52	224.44	385	27.66
Sarginkaya 4.10. için 3. ölçüm	273.28	224.44	327.6	21.76
Sarginkaya 4.10. için 4. ölçüm	261.82	224.44	580	16.65
Sarginkaya 4.10. için 5. ölçüm	254.47	224.44	267	13.38

Tablo 3.43. devamı

Sarginkaya 4.11. için 1. ölçüm	298.03	217.25	350	37.18
Sarginkaya 4.11. için 2. ölçüm	284.22	217.25	1178	30.83
Sarginkaya 4.11. için 3. ölçüm	271.98	217.25	1040	25.19
Sarginkaya 4.11. için 4. ölçüm	261.04	217.25	580	20.16
Sarginkaya 4.11. için 5. ölçüm	254.11	217.25	583	16.97
Sarginkaya 4.12. için 1. ölçüm	299.7	224.03	365	33.78
Sarginkaya 4.12. için 2. ölçüm	284.1	224.03	394	26.81
Sarginkaya 4.12. için 3. ölçüm	272.39	224.03	666	21.59
Sarginkaya 4.12. için 4. ölçüm	261.61	224.03	621	16.77
Sarginkaya 4.12. için 5. ölçüm	255.38	224.03	600	13.99
Sarginkaya 4.13. için 1. ölçüm	299.7	228	235.5	31.45
Sarginkaya 4.13. için 2. ölçüm	283.23	228	698	24.22
Sarginkaya 4.13. için 3. ölçüm	270.75	228	418	18.75
Sarginkaya 4.13. için 4. ölçüm	261.03	228	162	14.49
Sarginkaya 4.13. için 5. ölçüm	256.28	228	1140	12.40
Sarginkaya 4.14. için 1. ölçüm	309.67	231.56	315	33.73
Sarginkaya 4.14. için 2. ölçüm	290.44	231.56	1090	25.43
Sarginkaya 4.14. için 3. ölçüm	277.71	231.56	1053	19.93
Sarginkaya 4.14. için 4. ölçüm	267.24	231.56	581	15.41
Sarginkaya 4.14. için 5. ölçüm	259.47	231.56	758	12.05
Sarginkaya 4.15. için 1. ölçüm	298.71	225.13	269	32.68
Sarginkaya 4.15. için 2. ölçüm	280.25	225.13	2009	24.48
Sarginkaya 4.15. için 3. ölçüm	268.02	225.13	583	19.05
Sarginkaya 4.15. için 4. ölçüm	258.24	225.13	590	14.71
Sarginkaya 4.15. için 5. ölçüm	251.1	225.13	790	11.54
Sarginkaya 4.16. için 1. ölçüm	300.68	223.06	360	34.80
Sarginkaya 4.16. için 2. ölçüm	282.48	223.06	412	26.64
Sarginkaya 4.16. için 3. ölçüm	268.8	223.06	680	20.51
Sarginkaya 4.16. için 4. ölçüm	257.4	223.06	620	15.39
Sarginkaya 4.16. için 5. ölçüm	249.37	223.06	1157	11.80
Sarginkaya 4.17. için 1. ölçüm	297.23	222.1	305	33.83
Sarginkaya 4.17. için 2. ölçüm	277.88	222.1	810	25.11
Sarginkaya 4.17. için 3. ölçüm	263.31	222.1	580	18.55
Sarginkaya 4.17. için 4. ölçüm	250.62	222.1	660	12.84
Sarginkaya 4.17. için 5. ölçüm	243.91	222.1	709	9.82
Sarginkaya 4.18. için 1. ölçüm	318.48	240.31	295	32.53
Sarginkaya 4.18. için 2. ölçüm	290.36	240.31	420	20.83
Sarginkaya 4.18. için 3. ölçüm	273.12	240.31	581	13.65
Sarginkaya 4.18. için 4. ölçüm	268.67	240.31	1021	11.80
Sarginkaya 4.18. için 5. ölçüm	265.26	240.31	1227	10.38
Sarginkaya 4.19. için 1. ölçüm	313.11	234.15	358	33.72
Sarginkaya 4.19. için 2. ölçüm	285.47	234.15	323	21.92
Sarginkaya 4.19. için 3. ölçüm	274.39	234.15	580	17.19
Sarginkaya 4.19. için 4. ölçüm	266.92	234.15	780	14.00

Tablo 3.43. devamı

Sarginkaya 4.19. için 5. ölçüm	260.49	234.15	290	11.25
Sarginkaya 4.20. için 1. ölçüm	303.73	230.15	398	31.97
Sarginkaya 4.20. için 2. ölçüm	274.76	230.15	620	19.38
Sarginkaya 4.20. için 3. ölçüm	263.86	230.15	580	14.65
Sarginkaya 4.20. için 4. ölçüm	258.87	230.15	675	12.48
Sarginkaya 4.20. için 5. ölçüm	253.96	230.15	649	10.35
Sarginkaya 4.21. için 1. ölçüm	304.01	229.33	335	32.56
Sarginkaya 4.21. için 2. ölçüm	275.5	229.33	411	20.13
Sarginkaya 4.21. için 3. ölçüm	262.58	229.33	237	14.50
Sarginkaya 4.21. için 4. ölçüm	257.25	229.33	242.5	12.17
Sarginkaya 4.21. için 5. ölçüm	251.97	229.33	620	9.87
Sarginkaya 4.22. için 1. ölçüm	313.16	237.94	308	31.61
Sarginkaya 4.22. için 2. ölçüm	281.51	237.94	1058	18.31
Sarginkaya 4.22. için 3. ölçüm	268.42	237.94	628	12.81
Sarginkaya 4.22. için 4. ölçüm	263.27	237.94	725	10.65
Sarginkaya 4.22. için 5. ölçüm	259.22	237.94	1490	8.94



Şekil 3.43. Sarginkaya 4 bölgesinin su muhtevası ile elektrik direnci değişim grafiği

Sarginkaya 4 bölgesine ait zeminin 75 mikrondan geçen malzemesi: %75.3, LL (likit limit) = %41.4 PL (plastik limit) = %25.5, PI (plastisite indisi)= %15.9, bu değerlere göre zemin cinsi: ML (düşük plastisiteli silt) olarak belirlenmiştir. Sarginkaya 4 numunesinden

22 tane numune çıkmıştır ve bu numunelerin direnç ve kütleleri ölçülmüş, kaydedilmiştir. Bu grafiklerden $R = 545,62w^{-0,079}$ ve $R^2 = 0,004$ ilişkileri elde edilmiştir. Sarginkaya bölgelerinden alınan numunelerin hepsi düşük plastisiteli olup, buradaki kile ait kimyasal analiz sonucunda illit-simektit ara tabakalıdır.

3.5.4. Tekke Bölgesinin Su Muhtevası İle Elektrik Direnci Değişim Grafikleri

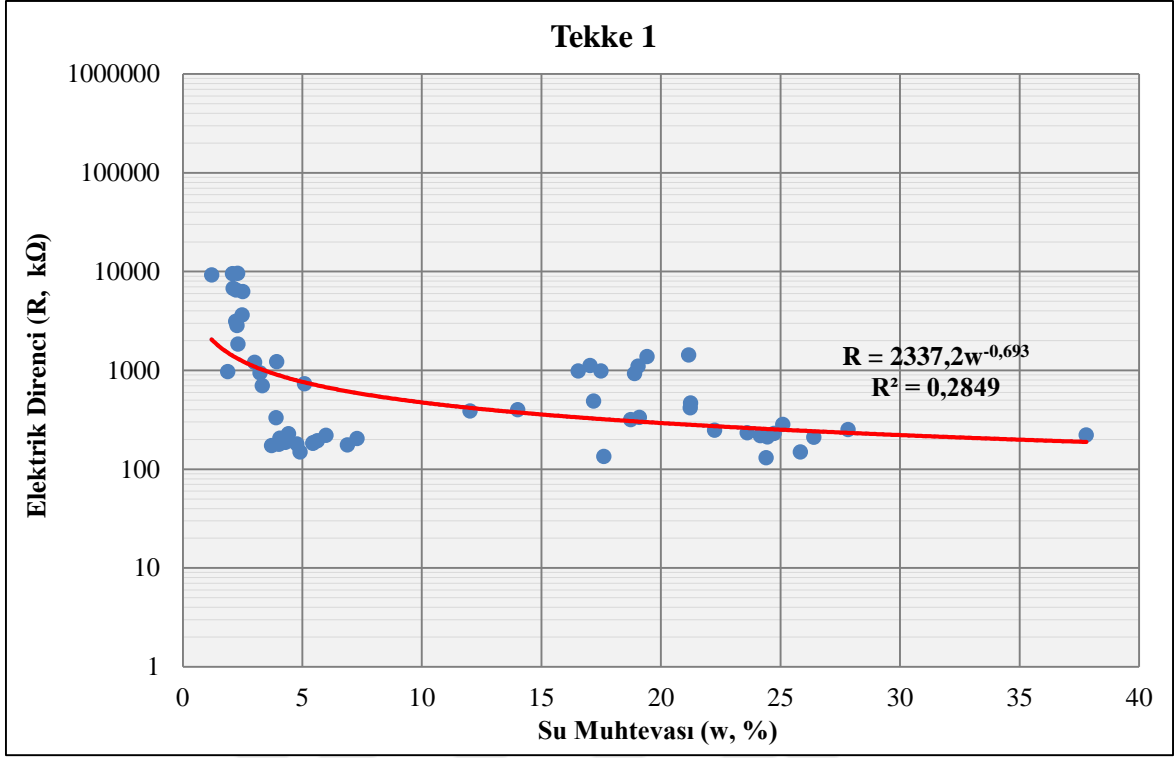
3.5.4.1. Tekke 1 Bölgesinin Su Muhtevası İle Elektrik Direnci Değişim Grafikleri

Tablo 3.44. Tekke 1 bölgesinin su muhtevası ile elektrik direnci sonuçları

Ölçümler	Net M _{yaş}	Net M _{kuru}	Direnç (KΩ)	%w
Tekke 1.1. için 1. ölçüm	328.13	263.66	211.40	24.45
Tekke 1.1. için 2. ölçüm	319.64	263.66	417.20	21.23
Tekke 1.1. için 3. ölçüm	308.97	263.66	488.60	17.19
Tekke 1.1. için 4. ölçüm	274.25	263.66	178.80	4.02
Tekke 1.1. için 5. ölçüm	271.57	263.66	1204.00	3.00
Tekke 1.1. için 6. ölçüm	270.20	263.66	3645.00	2.48
Tekke 1.2. için 1. ölçüm	327.75	263.98	218.40	24.16
Tekke 1.2. için 2. ölçüm	320.05	263.98	465.80	21.24
Tekke 1.2. için 3. ölçüm	310.17	263.98	984.00	17.50
Tekke 1.2. için 4. ölçüm	276.59	263.98	180.20	4.78
Tekke 1.2. için 5. ölçüm	272.52	263.98	945.00	3.24
Tekke 1.2. için 6. ölçüm	269.86	263.98	6510.00	2.23
Tekke 1.2. için 7. ölçüm	269.49	263.98	9520.00	2.09
Tekke 1.3. için 1. ölçüm	331.99	268.57	233.70	23.61
Tekke 1.3. için 2. ölçüm	312.98	268.57	986.00	16.54
Tekke 1.3. için 3. ölçüm	283.68	268.57	193.20	5.63
Tekke 1.3. için 4. ölçüm	279.50	268.57	205.50	4.07
Tekke 1.3. için 5. ölçüm	274.68	268.57	2843.00	2.28
Tekke 1.3. için 6. ölçüm	274.25	268.57	6760.00	2.11
Tekke 1.4. için 1. ölçüm	332.12	266.26	229.60	24.74
Tekke 1.4. için 2. ölçüm	313.14	266.26	134.00	17.61
Tekke 1.4. için 3. ölçüm	279.33	266.26	149.10	4.91
Tekke 1.4. için 4. ölçüm	278.03	266.26	228.50	4.42
Tekke 1.4. için 5. ölçüm	272.96	266.26	6270.00	2.52
Tekke 1.5. için 1. ölçüm	321.78	258.66	130.20	24.40
Tekke 1.5. için 2. ölçüm	307.13	258.66	316.80	18.74
Tekke 1.5. için 3. ölçüm	294.90	258.66	399.40	14.01
Tekke 1.5. için 4. ölçüm	276.47	258.66	176.10	6.89
Tekke 1.5. için 5. ölçüm	269.64	258.66	207.70	4.24
Tekke 1.5. için 6. ölçüm	264.39	258.66	3132.00	2.22
Tekke 1.6. için 1. ölçüm	306.76	250.95	248.60	22.24
Tekke 1.6 için 2. ölçüm	293.69	250.95	1115.00	17.03

Tablo 3.44. devamı

Tekke 1.6. için 3. ölçüm	261.71	250.95	187.30	4.29
Tekke 1.6. için 4. ölçüm	256.75	250.95	1851.00	2.31
Tekke 1.7 için 1. ölçüm	334.67	242.88	221.10	37.79
Tekke 1.7. için 2. ölçüm	289.26	242.88	334.70	19.10
Tekke 1.7. için 3. ölçüm	272.06	242.88	388.20	12.01
Tekke 1.7. için 4. ölçüm	257.42	242.88	219.30	5.99
Tekke 1.7. için 5. ölçüm	252.36	242.88	332.40	3.90
Tekke 1.8. için 1. ölçüm	331.96	262.62	209.80	26.40
Tekke 1.8. için 2. ölçüm	312.26	262.62	929.00	18.90
Tekke 1.8. için 3. ölçüm	276.91	262.62	182.60	5.44
Tekke 1.8. için 4. ölçüm	272.94	262.62	1222.00	3.93
Tekke 1.9. için 1. ölçüm	326.57	255.46	252.10	27.84
Tekke 1.9. için 2. ölçüm	309.51	255.46	1436.00	21.16
Tekke 1.9. için 3. ölçüm	274.10	255.46	204.00	7.30
Tekke 1.9. için 4. ölçüm	268.47	255.46	732.00	5.09
Tekke 1.10. için 1. ölçüm	328.33	262.46	283.40	25.10
Tekke 1.10. için 2. ölçüm	313.42	262.46	1381.00	19.42
Tekke 1.10. için 3. ölçüm	276.79	262.46	185.20	5.46
Tekke 1.10. için 4. ölçüm	271.19	262.46	700.00	3.33
Tekke 1.10. için 5. ölçüm	268.48	262.46	9580.00	2.29
Tekke 1.11. için 1. ölçüm	319.28	253.72	149.00	25.84
Tekke 1.11. için 2. ölçüm	302.03	253.72	1104.00	19.04
Tekke 1.11. için 3. ölçüm	263.14	253.72	173.50	3.71
Tekke 1.11. için 4. ölçüm	258.50	253.72	968.00	1.88
Tekke 1.11. için 5. ölçüm	256.78	253.72	9260.00	1.21



Şekil 3.44. Tekke 1 bölgesinin su muhtevası ile elektrik direnci değişim grafiği

Tekke 1 bölgesine ait zeminin 75 mikrondan geçen malzemesi: %80.3, LL (likit limit) = %32.5 PL (plastik limit) = %26.1 PI (plastisite indisi) = %6.4 bu değerlere göre zemin cinsi: ML (düşük plastisiteli silt) olarak belirlenmiştir. Tekke 1 numunesinden 11 tane numune çıkmıştır ve bu numunelerin direnç ve kütleleri ölçülmüş, kaydedilmiştir. Bu grafiklere göre; $R=2337,2w^{-0,693}$ $R^2=0,2849$ sonuçları çıkmıştır.

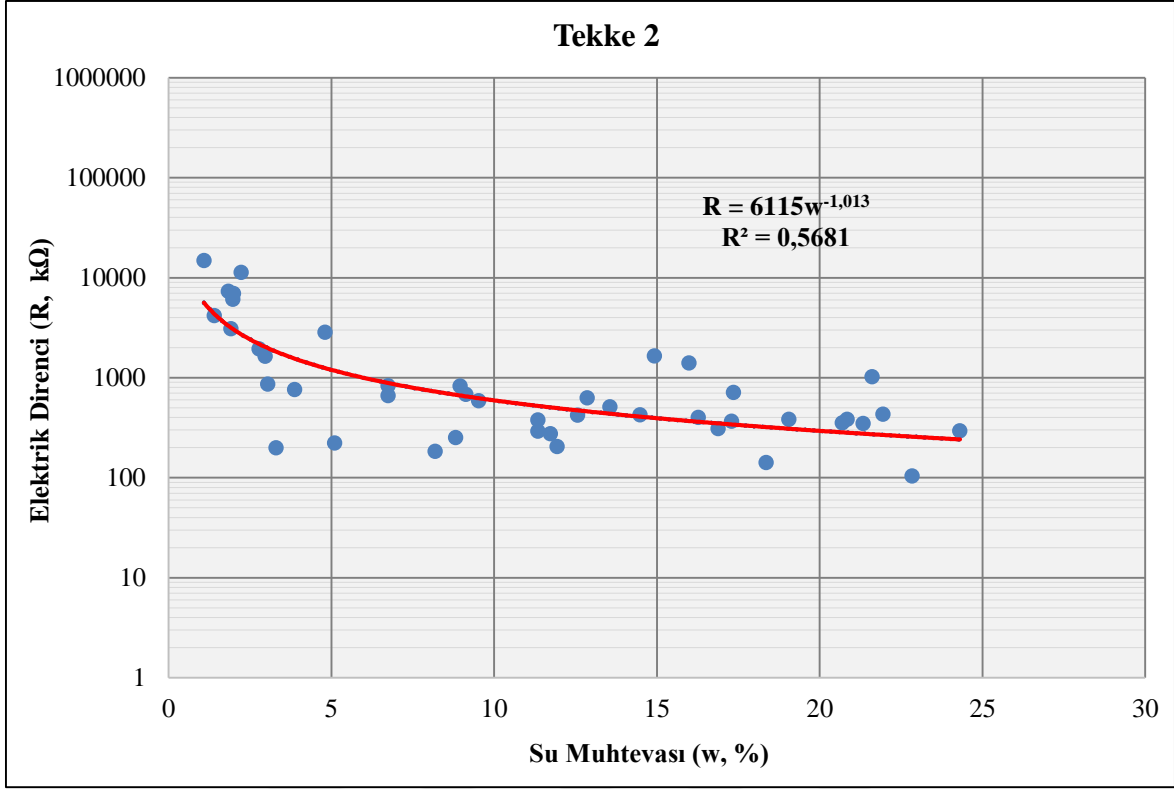
3.5.4.2. Tekke 2 Bölgesinin Su Muhtevası İle Elektrik Direnci Değişim Grafikleri

Tablo 3.45. Tekke 2 bölgesinin su muhtevası ile elektrik direnci sonuçları

Ölçümler	Net $M_{yaş}$ (gr)	M_{kuru} (gr)	Direnç $K\Omega$	Su muhtevası (%w)
Tekke 2.1. için 1. ölçüm	313.48	263.32	382.70	19.05
Tekke 2.1. için 2. ölçüm	306.15	263.32	402.00	16.27
Tekke 2.1. için 3. ölçüm	297.17	263.32	629.00	12.86
Tekke 2.1. için 4. ölçüm	271.12	263.32	1640.00	2.96
Tekke 2.1. için 5. ölçüm	269.20	263.32	11270.00	2.23
Tekke 2.2. için 1. ölçüm	304.08	259.25	366.40	17.29
Tekke 2.2. için 2. ölçüm	297.94	259.25	1650.00	14.92
Tekke 2.2 için 3. ölçüm	291.82	259.25	421.10	12.56
Tekke 2.2. için 4. ölçüm	267.80	259.25	199.20	3.30
Tekke 2.2. için 5. ölçüm	264.36	259.25	6087.00	1.97

Tablo 3.45. devamı

Tekke 2.2. için 6. ölçüm	264.02	259.25	7300.00	1.84
Tekke 2.3. için 1. ölçüm	306.62	267.83	426.60	14.48
Tekke 2.3. için 2. ölçüm	304.13	267.83	510.40	13.55
Tekke 2.3. için 3. ölçüm	298.21	267.83	379.10	11.34
Tekke 2.3. için 4. ölçüm	275.98	267.83	865.00	3.04
Tekke 2.3. için 5. ölçüm	271.59	267.83	4163.00	1.40
Tekke 2.3. için 6. ölçüm	270.74	267.83	14800.00	1.09
Tekke 2.4. için 1. ölçüm	302.27	258.61	308.80	16.88
Tekke 2.4. için 2. ölçüm	299.94	258.61	1400.00	15.98
Tekke 2.4. için 3. ölçüm	276.05	258.61	661.00	6.74
Tekke 2.4. için 4. ölçüm	268.62	258.61	761.00	3.87
Tekke 2.4. için 5. ölçüm	263.57	258.61	3083.00	1.92
Tekke 2.5. için 1. ölçüm	304.00	256.86	141.60	18.35
Tekke 2.5. için 2. ölçüm	301.44	256.86	714.00	17.36
Tekke 2.5. için 3. ölçüm	277.89	256.86	183.20	8.19
Tekke 2.5. için 4. ölçüm	269.97	256.86	222.40	5.10
Tekke 2.5. için 5. ölçüm	264.01	256.86	1947.00	2.78
Tekke 2.6. için 1. ölçüm	281.17	232.68	383.20	20.84
Tekke 2.6. için 2. ölçüm	259.96	232.68	274.90	11.72
Tekke 2.6. için 3. ölçüm	253.92	232.68	684.00	9.13
Tekke 2.7. için 1. ölçüm	289.56	238.65	349.40	21.33
Tekke 2.7. için 2. Ölçüm	267.13	238.65	204.30	11.93
Tekke 2.7. için 3. ölçüm	261.39	238.65	590.00	9.53
Tekke 2.8. için 1. ölçüm	289.65	239.99	354.00	20.69
Tekke 2.8. için 2. ölçüm	267.22	239.99	293.00	11.35
Tekke 2.8. için 3. ölçüm	261.48	239.99	825.00	8.95
Tekke 2.9. için 1. ölçüm	293.03	238.55	103.90	22.84
Tekke 2.9. için 2. ölçüm	259.58	238.55	252.90	8.82
Tekke 2.9. için 3. ölçüm	254.64	238.55	830.00	6.74
Tekke 2.10. için 1. ölçüm	310.06	249.43	295.10	24.31
Tekke 2.10. için 2. ölçüm	304.16	249.43	430.90	21.94
Tekke 2.10. için 3. ölçüm	303.33	249.43	1024.00	21.61
Tekke 2.10. için 4. ölçüm	261.41	249.43	2847.00	4.80
Tekke 2.10. için 5. ölçüm	254.41	249.43	6960.00	2.00



Şekil 3.45. Tekke 2 bölgesinin su muhtevası ile elektrik direnci değişim grafiği

Tekke 2 bölgesine ait zeminin 75 mikrondan geçen malzemesi: %72.1 LL (likit limit) = %32.4 PL (plastik limit) = %28.8 PI (plastisite indisi) = %3.6 bu değerlere göre zemin cinsi: ML (düşük plastisiteli silt) olarak belirlenmiştir. Tekke 2 numunesinden 10 tane numune çıkmıştır ve bu numunelerin direnç ve kütleleri ölçülmüş, kaydedilmiştir. Bu grafiklerden; $R=6115w^{-1.013}$ $R^2=0,5681$ ilişkileri ortaya çıkmıştır.

3.5.4.3. Tekke 3 Bölgesinin Su Muhtevası İle Elektrik Direnci Değişim Grafikleri

Tablo 3.46. Tekke 3 bölgesinin su muhtevası ile elektrik direnci sonuçları

Ölçümler	Net M _{yaş}	M _{kuru}	Direnç	Su muhtevası (%w)
Tekke 3.1. için 1. ölçüm	285.73	220.29	167.70	29.71
Tekke 3.1. için 2. ölçüm	230.38	220.29	203.40	4.58
Tekke 3.1. için 3. ölçüm	223.65	220.29	9000.00	1.53
Tekke 3.1. için 4. ölçüm	223.57	220.29	13086.00	1.49
Tekke 3.1. için 5. ölçüm	223.33	220.29	11170.00	1.38
Tekke 3.2. için 1. ölçüm	314.34	235.99	155.40	33.20
Tekke 3.2. için 2. ölçüm	303.25	235.99	170.00	28.50
Tekke 3.2. için 3. ölçüm	255.50	235.99	205.00	8.27

Tablo 3.46. devamı

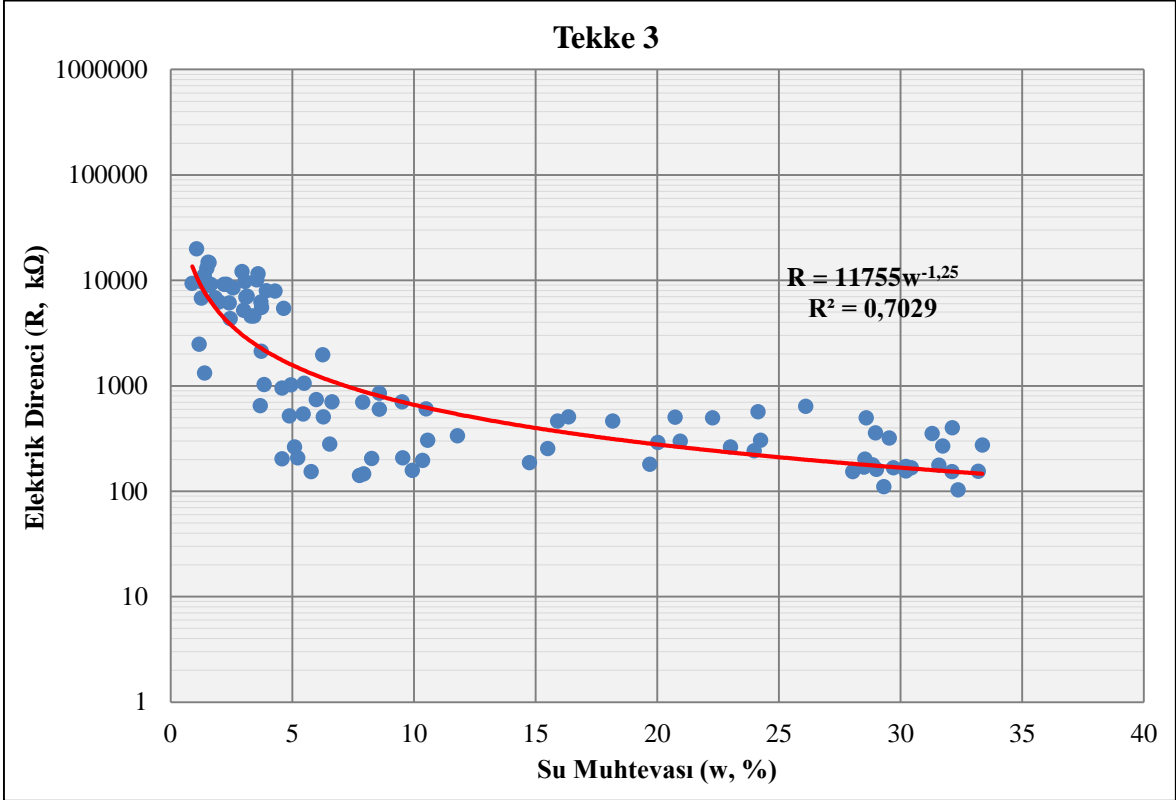
Tekke 3.2. için 4. ölçüm	246.97	235.99	5440.00	4.65
Tekke 3.2. için 5. ölçüm	246.11	235.99	7930.00	4.29
Tekke 3.2. için 6. ölçüm	244.47	235.99	11610.00	3.59
Tekke 3.3. için 1. ölçüm	311.13	235.50	153.70	32.11
Tekke 3.3. için 2. ölçüm	254.20	235.50	146.60	7.94
Tekke 3.3. için 3. ölçüm	243.29	235.50	4600.00	3.31
Tekke 3.3. için 4. ölçüm	242.93	235.50	7110.00	3.15
Tekke 3.3. için 5. ölçüm	242.70	235.50	9830.00	3.06
Tekke 3.4. için 1. ölçüm	313.77	237.03	103.20	32.38
Tekke 3.4. için 2. ölçüm	304.69	237.03	202.10	28.54
Tekke 3.4. için 3. ölçüm	257.38	237.03	604.20	8.59
Tekke 3.4. için 4. ölçüm	245.89	237.03	5554.00	3.74
Tekke 3.4. için 5. ölçüm	245.76	237.03	650.00	3.68
Tekke 3.5. için 1. ölçüm	304.77	236.23	161.60	29.01
Tekke 3.5. için 2. ölçüm	249.89	236.23	154.20	5.78
Tekke 3.5. için 3. ölçüm	239.24	236.23	6820.00	1.27
Tekke 3.5. için 4. ölçüm	238.33	236.23	9420.00	0.89
Tekke 3.6. için 1. ölçüm	305.55	229.11	275.40	33.36
Tekke 3.6. için 2. ölçüm	275.00	229.11	290.60	20.03
Tekke 3.6. için 3. ölçüm	251.89	229.11	158.10	9.94
Tekke 3.6. için 4. ölçüm	240.30	229.11	520.00	4.88
Tekke 3.6. için 5. ölçüm	237.93	229.11	1035.00	3.85
Tekke 3.7. için 1. ölçüm	297.15	225.57	270.50	31.73
Tekke 3.7. için 2. ölçüm	272.83	225.57	299.40	20.95
Tekke 3.7. için 3. ölçüm	261.46	225.57	465.00	15.91
Tekke 3.7. için 4. ölçüm	243.08	225.57	142.00	7.76
Tekke 3.7. için 5. ölçüm	232.56	225.57	6980.00	3.10
Tekke 3.7. için 6. ölçüm	231.37	225.57	8540.00	2.57
Tekke 3.8. için 1. ölçüm	316.52	242.64	167.80	30.45
Tekke 3.8. için 2. ölçüm	300.85	242.64	243.50	23.99
Tekke 3.8. için 3. ölçüm	286.73	242.64	465.20	18.17
Tekke 3.8. için 4. ölçüm	261.82	242.64	704.00	7.90
Tekke 3.8. için 5. ölçüm	248.48	242.64	6140.00	2.41
Tekke 3.9. için 1. ölçüm	295.28	224.41	177.80	31.58
Tekke 3.9. için 2. ölçüm	239.10	224.41	280.90	6.55
Tekke 3.9. için 3. ölçüm	236.63	224.41	543.00	5.45
Tekke 3.9. için 4. ölçüm	232.77	224.41	2140.00	3.73
Tekke 3.9. için 5. ölçüm	229.59	224.41	9190.00	2.31
Tekke 3.10. için 1. ölçüm	317.71	246.33	358.70	28.98
Tekke 3.10. için 2. ölçüm	259.22	246.33	207.80	5.23
Tekke 3.10. için 3. ölçüm	253.73	246.33	5214.00	3.00
Tekke 3.10. için 4. ölçüm	249.77	246.33	1331.00	1.40
Tekke 3.10. için 5. ölçüm	249.22	246.33	2485.00	1.17
Tekke 3.11. için 1. ölçüm	287.58	220.83	155.81	30.23

Tablo 3.46. devamı

Tekke 3.11. için 2. ölçüm	274.38	220.83	305.60	24.25
Tekke 3.11. için 3. ölçüm	266.62	220.83	504.90	20.74
Tekke 3.11. için 4. ölçüm	235.49	220.83	707.30	6.64
Tekke 3.11. için 5. ölçüm	224.87	220.83	6870.00	1.83
Tekke 3.11. için 6. ölçüm	224.34	220.83	14800.00	1.59
Tekke 3.12. için 1. ölçüm	294.89	227.64	321.30	29.54
Tekke 3.12. için 2. ölçüm	287.06	227.64	642.00	26.10
Tekke 3.12. için 3. ölçüm	282.62	227.64	569.00	24.15
Tekke 3.12. için 4. ölçüm	239.23	227.64	264.00	5.09
Tekke 3.12. için 5. ölçüm	231.40	227.64	9200.00	1.65
Tekke 3.12. için 6. ölçüm	231.14	227.64	14900.00	1.54
Tekke 3.13. için 1. ölçüm	284.95	215.65	402.20	32.14
Tekke 3.13. için 2. ölçüm	263.70	215.65	500.00	22.28
Tekke 3.13. için 3. ölçüm	238.30	215.65	605.40	10.50
Tekke 3.13. için 4. ölçüm	236.17	215.65	709.00	9.52
Tekke 3.13. için 5. ölçüm	224.14	215.65	8030.00	3.94
Tekke 3.13. için 6. ölçüm	223.28	215.65	10130.00	3.54
Tekke 3.14. için 1. ölçüm	276.23	212.11	172.80	30.23
Tekke 3.14. için 2. ölçüm	253.89	212.11	181.30	19.70
Tekke 3.14. için 3. ölçüm	234.54	212.11	305.00	10.57
Tekke 3.14. için 4. ölçüm	221.82	212.11	959.00	4.58
Tekke 3.14. için 5. ölçüm	217.31	212.11	4359.00	2.45
Tekke 3.14. için 6. ölçüm	216.77	212.11	9220.00	2.20
Tekke 3.15. için 1. ölçüm	299.38	231.50	111.34	29.32
Tekke 3.15. için 2. ölçüm	267.39	231.50	254.20	15.50
Tekke 3.15. için 3. ölçüm	246.04	231.50	509.00	6.28
Tekke 3.15. için 4. ölçüm	245.38	231.50	744.00	6.00
Tekke 3.15. için 5. ölçüm	244.20	231.50	1058.00	5.49
Tekke 3.15. için 6. ölçüm	239.42	231.50	4620.00	3.42
Tekke 3.15. için 7. ölçüm	238.30	231.50	12220.00	2.94
Tekke 3.16. için 1. ölçüm	312.26	242.83	498.30	28.59
Tekke 3.16. için 2. ölçüm	271.48	242.83	336.40	11.80
Tekke 3.16. için 3. ölçüm	254.84	242.83	1023.00	4.95
Tekke 3.16. için 4. ölçüm	246.07	242.83	9600.00	1.33
Tekke 3.16. için 5. ölçüm	245.43	242.83	19990.00	1.07
Tekke 3.17. için 1. ölçüm	300.41	233.13	178.30	28.86
Tekke 3.17. için 2. ölçüm	286.80	233.13	264.30	23.02
Tekke 3.17. için 3. ölçüm	271.28	233.13	509.00	16.36
Tekke 3.17. için 4. ölçüm	253.14	233.13	853.00	8.58
Tekke 3.17. için 5. ölçüm	247.70	233.13	1984.00	6.25
Tekke 3.17. için 6. ölçüm	237.78	233.13	6260.00	1.99
Tekke 3.18. için 1. ölçüm	304.53	231.93	353.00	31.30
Tekke 3.18. için 2. ölçüm	296.97	231.93	154.60	28.04
Tekke 3.18. için 3. ölçüm	266.16	231.93	187.30	14.76

Tablo 3.46. devamı

Tekke 3.18. için 4. ölçüm	255.94	231.93	196.40	10.35
Tekke 3.18. için 5. ölçüm	254.05	231.93	208.30	9.54
Tekke 3.18. için 6. ölçüm	240.54	231.93	6260.00	3.71



Şekil 3.46. Tekke 3 bölgesinin su muhtevası ile elektrik direnci değişim grafiği

Tekke 3 bölgesine ait zeminin 75 mikrondan geçen malzemesi: %64, LL (likit limit) = %37.3 PL (plastik limit)= %34.7 PI (plastisite indisi) = %2.6 bu değerlere göre zemin cinsi: ML (düşük plastisiteli silt) olarak belirlenmiştir. Tekke 3 numunesinden 18 tane numune çıkmıştır ve bu numunelerin direnç ve kütleleri ölçülmüş, kaydedilmiştir. Bu grafiklere göre; aralarında $R=11755w^{-1.25}$ ve $R^2=0,7029$ şeklinde ilişkiler çıkmıştır.

3.5.4.4. Tekke 4 Bölgesinin Su Muhtevası İle Elektrik Direnci Değişim Grafikleri

Tablo 3.47. Tekke 4 bölgesinin su muhtevası ile elektrik direnci sonuçları

Ölçümler	Net $M_{yaş}$ (gr)	M_{kuru} (gr)	Direnç	%w
Tekke 4.1. için 1. ölçüm	321.42	247.41	43.06	29.91

Tablo 3.47. devamı

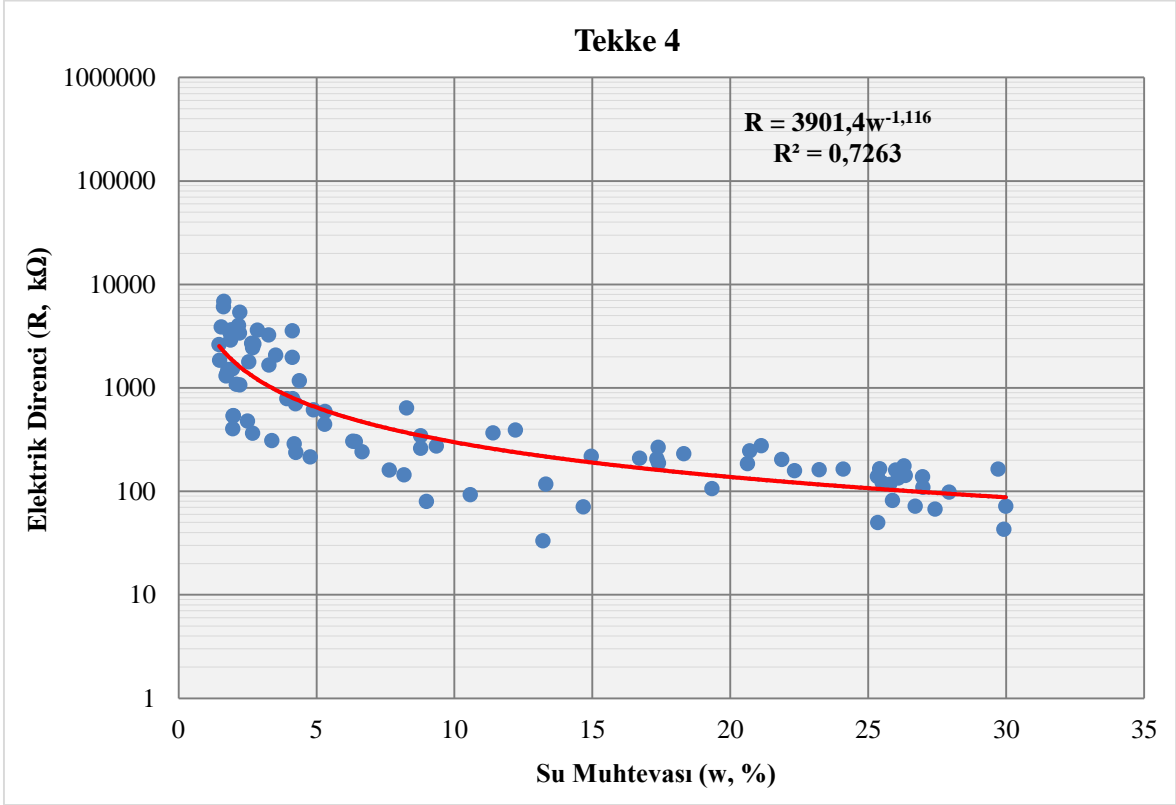
Tekke 4.1. için 2. ölçüm	310.13	247.41	50.16	25.35
Tekke 4.1. için 3. ölçüm	269.65	247.41	80.00	8.99
Tekke 4.1. için 4. ölçüm	255.77	247.41	311.30	3.38
Tekke 4.1. için 5. ölçüm	253.70	247.41	1789.00	2.54
Tekke 4.1. için 6. ölçüm	252.90	247.41	5411.00	2.22
Tekke 4.2. için 1. ölçüm	323.03	248.51	71.90	29.99
Tekke 4.2. için 2. ölçüm	270.31	248.51	261.70	8.77
Tekke 4.2. için 3. ölçüm	261.69	248.51	593.70	5.30
Tekke 4.2. için 4. ölçüm	259.39	248.51	1180.00	4.38
Tekke 4.2. için 5. ölçüm	258.77	248.51	3590.00	4.13
Tekke 4.2. için 6. ölçüm	258.75	248.51	1984.00	4.12
Tekke 4.2. için 7. ölçüm	256.62	248.51	3265.00	3.26
Tekke 4.3. için 1. ölçüm	318.96	251.73	72.10	26.71
Tekke 4.3. için 2. ölçüm	270.97	251.73	161.80	7.64
Tekke 4.3. için 3. ölçüm	258.03	251.73	478.40	2.50
Tekke 4.3. için 4. ölçüm	256.14	251.73	1390.00	1.75
Tekke 4.3. için 5. ölçüm	255.47	251.73	1861.00	1.49
Tekke 4.3. için 6. ölçüm	255.43	251.73	2640.00	1.47
Tekke 4.4. için 1. ölçüm	315.92	247.93	67.90	27.42
Tekke 4.4. için 2. ölçüm	284.30	247.93	71.07	14.67
Tekke 4.4. için 3. ölçüm	280.95	247.93	117.80	13.32
Tekke 4.4. için 4. ölçüm	258.18	247.93	789.00	4.13
Tekke 4.4. için 5. ölçüm	254.58	247.93	365.40	2.68
Tekke 4.4. için 6. ölçüm	253.40	247.93	3410.00	2.21
Tekke 4.4. için 7. ölçüm	253.33	247.93	4035.00	2.18
Tekke 4.5. için 1. ölçüm	334.25	265.52	81.90	25.89
Tekke 4.5. için 2. ölçüm	300.60	265.52	33.38	13.21
Tekke 4.5. için 3. ölçüm	272.64	265.52	2457.00	2.68
Tekke 4.5. için 4. ölçüm	273.11	265.52	3642.00	2.86
Tekke 4.5. için 5. ölçüm	271.00	265.52	3720.00	2.06
Tekke 4.6. için 1. ölçüm	326.61	259.03	135.20	26.09
Tekke 4.6. için 2. ölçüm	286.42	259.03	92.93	10.57
Tekke 4.6. için 3. ölçüm	263.49	259.03	1315.00	1.72
Tekke 4.6. için 4. ölçüm	263.04	259.03	3887.00	1.55
Tekke 4.7. için 1. ölçüm	324.19	255.32	138.60	26.97
Tekke 4.7. için 2. ölçüm	316.83	255.32	164.60	24.09
Tekke 4.7. için 3. ölçüm	299.58	255.32	206.90	17.34
Tekke 4.7. için 4. ölçüm	276.20	255.32	145.20	8.18
Tekke 4.7. için 5. ölçüm	260.67	255.32	1092.00	2.10
Tekke 4.7. için 6. ölçüm	260.31	255.32	1530.00	1.95
Tekke 4.8. için 1. ölçüm	319.32	253.87	117.40	25.78
Tekke 4.8. için 2. ölçüm	312.84	253.87	162.30	23.23
Tekke 4.8. için 3. ölçüm	300.36	253.87	232.70	18.31
Tekke 4.8. için 4. ölçüm	282.82	253.87	368.80	11.40

Tablo 3.47. devamı

Tekke 4.8. için 5. ölçüm	263.83	253.87	788.90	3.92
Tekke 4.8. için 6. ölçüm	258.43	253.87	1508.00	1.80
Tekke 4.9. için 1. ölçüm	322.27	256.76	121.40	25.51
Tekke 4.9. için 2. ölçüm	312.91	256.76	203.70	21.87
Tekke 4.9. için 3. ölçüm	288.10	256.76	392.00	12.21
Tekke 4.9. için 4. ölçüm	277.98	256.76	643.00	8.26
Tekke 4.9 için 5. ölçüm	267.53	256.76	288.70	4.19
Tekke 4.9 için 6. ölçüm	261.82	256.76	405.40	1.97
Tekke 4.10. için 1. ölçüm	327.35	257.78	110.10	26.99
Tekke 4.10. için 2. ölçüm	315.33	257.78	159.00	22.33
Tekke 4.10. için 3. ölçüm	302.63	257.78	188.30	17.40
Tekke 4.10. için 4. ölçüm	280.40	257.78	345.10	8.77
Tekke 4.10. için 5. ölçüm	264.82	257.78	2673.00	2.73
Tekke 4.10. için 6. ölçüm	261.99	257.78	6130.00	1.63
Tekke 4.11. için 1. ölçüm	323.23	257.73	166.10	25.41
Tekke 4.11. için 2. ölçüm	311.08	257.73	246.80	20.70
Tekke 4.11. için 3. ölçüm	270.02	257.73	216.10	4.77
Tekke 4.11. için 4. ölçüm	262.86	257.73	540.80	1.99
Tekke 4.12. için 1. ölçüm	325.69	257.78	142.90	26.34
Tekke 4.12. için 2. ölçüm	310.94	257.78	186.70	20.62
Tekke 4.12. için 3. ölçüm	281.88	257.78	275.60	9.35
Tekke 4.12. için 4. ölçüm	274.06	257.78	305.40	6.32
Tekke 4.12. için 5. ölçüm	262.70	257.78	3659.00	1.91
Tekke 4.13. için 1. ölçüm	322.36	255.23	176.70	26.30
Tekke 4.13. için 2. ölçüm	272.21	255.23	242.85	6.65
Tekke 4.13. için 3. ölçüm	268.74	255.23	446.00	5.29
Tekke 4.13. için 4. ölçüm	260.27	255.23	539.40	1.97
Tekke 4.13. için 5. ölçüm	259.99	255.23	3456.00	1.86
Tekke 4.14. için 1. ölçüm	325.32	259.56	139.50	25.34
Tekke 4.14. için 2. ölçüm	302.93	259.56	209.80	16.71
Tekke 4.14. için 3. ölçüm	270.59	259.56	239.30	4.25
Tekke 4.14. için 4. ölçüm	268.05	259.56	1670.00	3.27
Tekke 4.14. için 5. ölçüm	264.46	259.56	2912.00	1.89
Tekke 4.15. için 1. ölçüm	329.25	261.32	161.10	25.99
Tekke 4.15. için 2. ölçüm	316.52	261.32	277.00	21.12
Tekke 4.15. için 3. ölçüm	272.40	261.32	705.80	4.24
Tekke 4.15. için 4. ölçüm	268.25	261.32	2717.00	2.65
Tekke 4.15. için 5. ölçüm	265.62	261.32	6890.00	1.65
Tekke 4.16. için 1. ölçüm	327.92	252.80	165.40	29.72
Tekke 4.16. için 2. ölçüm	290.62	252.80	218.60	14.96
Tekke 4.16. için 3. ölçüm	265.15	252.80	615.20	4.89
Tekke 4.16. için 2. ölçüm	258.42	252.80	1070.00	2.22
Tekke 4.17. için 1. ölçüm	334.79	261.69	98.50	27.93
Tekke 4.17. için 2. ölçüm	312.30	261.69	106.80	19.34

Tablo 3.47. devamı

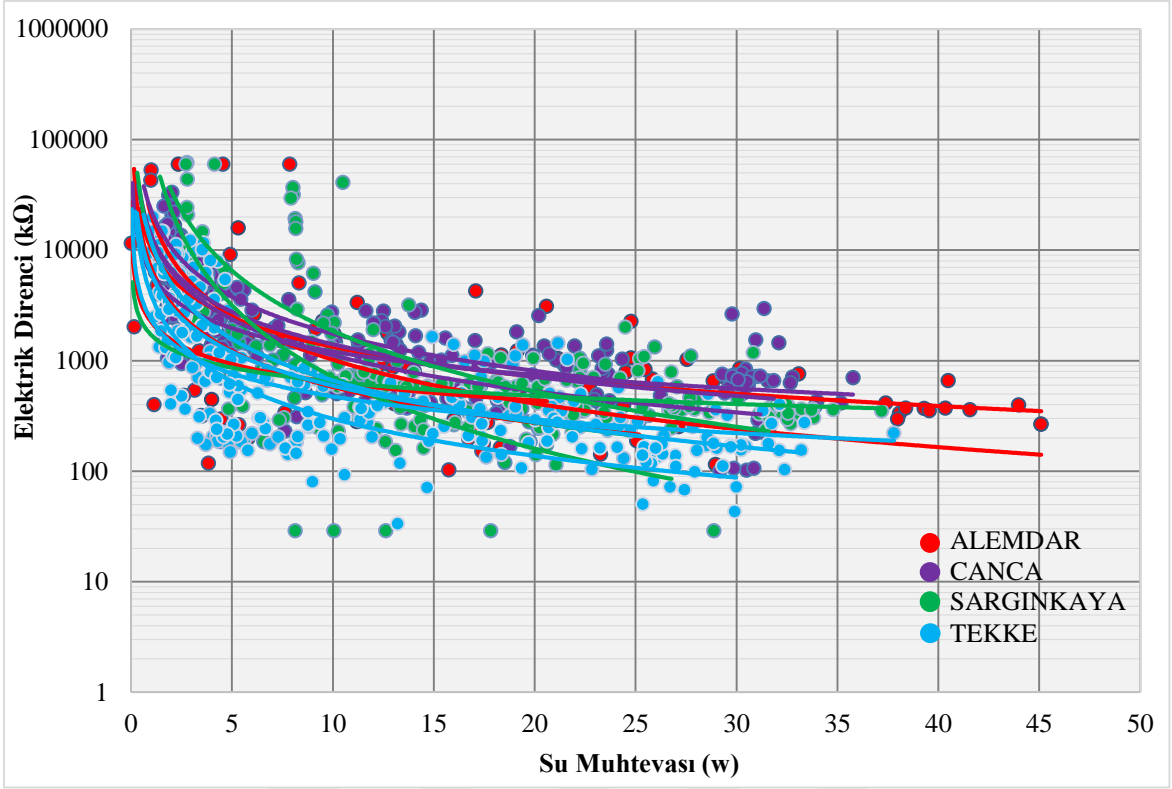
Tekke 4.17. için 3. ölçüm	307.19	261.69	267.30	17.39
Tekke 4.17. için 4. ölçüm	278.47	261.69	303.70	6.41
Tekke 4.17. için 5. ölçüm	270.89	261.69	2083.00	3.52



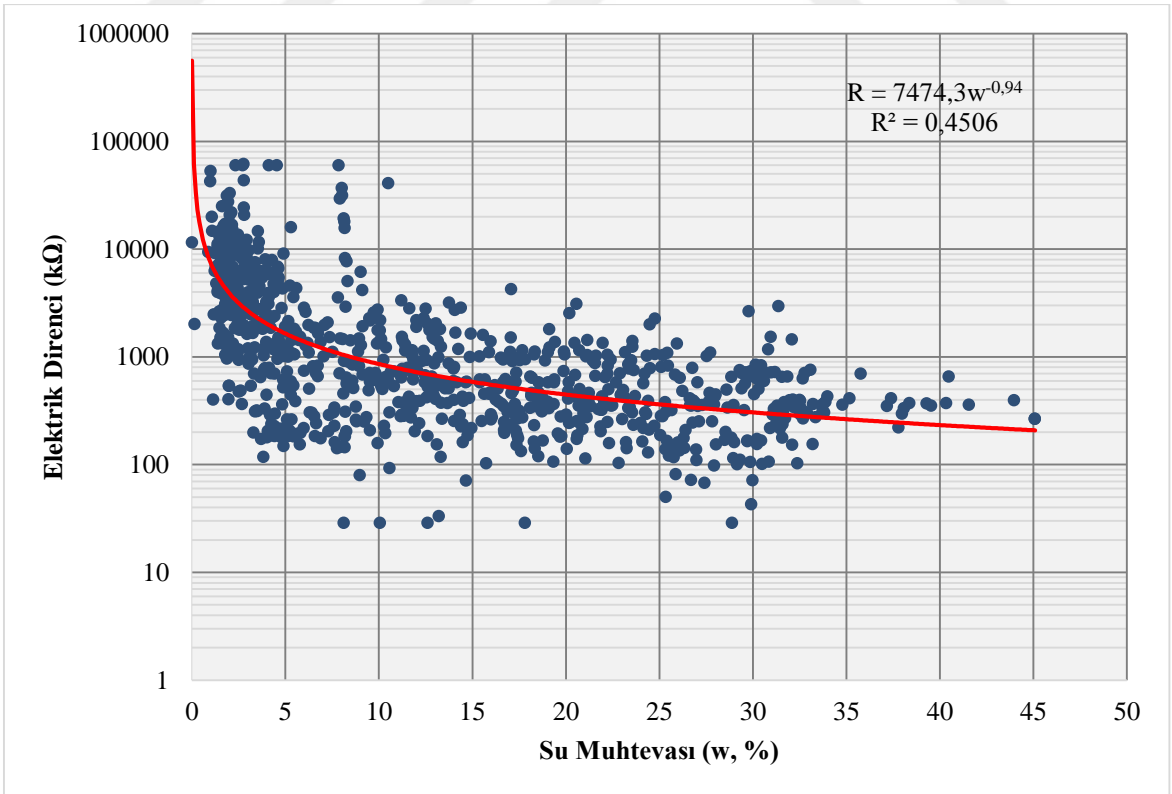
Şekil 3.47. Tekke 4 bölgesinin su muhtevası ile elektrik direnci değişim grafiği

Tekke 4 bölgesine ait zeminin 75 mikrondan geçen malzemesi: %89.7, LL (likit limit) = %26.8 PL (plastik limit) = %19.7 PI (plastisite indisi)= %7.1 değerleri elde edilmiştir. Bu değerlere göre zemin cinsi: CL (düşük plastisiteli kil) olarak belirlenmiştir. Tekke 4 numunesinden 17 tane numune çıkmıştır ve bu numunelerin direnç ve kütleleri ölçülmüş, kaydedilmiştir. Bu grafiklere göre; aralarındaki ilişki; $R=3901,4w^{-1,116}$ $R^2=0,7263$ 'tür. Bu bölgedeki kile ait kimyasal analiz sonucunda kaolinit çıkmıştır.

Tekke bölgesindeki plastisite sonuçlarının hepsi düşük değerlerde çıkmıştır. İçlerinde kil olan zeminin R^2 değeri silt çakanlara göre R^2 yüksek çıkmıştır. Şunu açıkça diyebiliriz ki; düşük plastiteli kil zeminlerin silt zeminlere ait değeri daha yüksektir.



Şekil 3.48. Alemdar, Canca, Sarginkaya ve Tekke bölgelerinin ayrı ayrı su muhtevası ile elektrik direnci değişim grafiği



Şekil 3.49. Çalışma bölgesinin tümüne ait su muhtevası ile elektrik direnci değişim grafiği

Çalışma bölgesinin tümü birlikte değerlendirildiğinde; Şekil 3.48.'de bölgelere ait yerler ayrı ayrı renklerle bir arada değişim grafiği verilmiştir. Bunun akabinde Şekil 3.49. grafiğinde ise $R=7474w^{-0,94}$ üs fonksiyonda $R^2 =0,450$ değeri elde edilmiştir.

Zeminlerin bulunan killerin cinslerine göre ilişkiler değerlendirildiğinde kaolinit kil içeren Canca ve Tekke zeminlerinde korelasyon katsayıları orta-yüksek düzeydedir. Diğer yandan ilit cinsi kil içeriğine sahip Alemdar zeminlerinde ilişki orta-düşük düzeydedir. İllit-simektit kil grubunda içeriğe sahip Sargınkaya bölgesi zeminlerinde orta-düşük düzeyden düşük düzeye kadar değişkendir.



4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışmada Gümüşhane ilinin 16 ayrı yerinden numuneler alınmıştır. Ayrı ayrı polipropilen poşetlere konulup etiketleriyle laboratuvara ulaştırılmıştır. Çıkarılan bu numunelere yıkamalı elek analizleri, Atterberg (kıvam) likit deneyleri yapıp, numunelerin zemin türleri belirlenmiştir. 2 mm elekten ıslatılıp geçirilen numune yoğrulup, kovalarda toplanmıştır. Kovalarda toplanan numuneler PVC borudan üretilen kalıplara basılarak deney numuneleri oluşturulmuştur. Kalıplardan çıkarılan numunelerin elektrik dirençleri multimetreyle ölçülmüştür. Direnci ölçülen numunelerin ağırlıkları hassas terazi ile belirlenmiştir. Son ölçüm değerinden sonra numunelerin kuru ağırlıkları belirlenerek her kademe için su muhtevaları hesaplanmıştır. Ölçülen elektrik dirençleri ile hesaplanan su muhtevaları arasındaki ilişkiyi belirlemek için grafikler çizilerek korelasyonlar elde edilmiştir.

Tüm bölgelerden alınan numunelerden elde edilen verilerle yapılan analizlerde su muhtevası ile elektrik direnci arasında en yüksek korelasyon katsayıları üs fonksiyonda elde edilmiştir. Alemdar bölgelerine ait grafiklerden; R^2 değerleri 0,2366-0,4271 değerleri arasında belirlenmiştir. Korelasyon katsayından çıkan değere göre Alemdar bölgesindeki ilişki zayıf ilişkidir. Canca bölgelerine ait elde edilen üs fonksiyonlarındaki R^2 değerleri 0,6521-0,8377 arasındadır. Bu bölgelerden çıkan ilişki orta dereceli bir ilişki olmaktadır. Sargınkaya bölgelerine ait grafiklerdeki R^2 0,004-0,7417 değerleri arasında çıkmıştır. Tekke bölgelerine ait grafiklerden elde edilen R^2 değerleri 0,2849-0,7263 arasında değişmektedir.

Çalışılan dört bölgeye ait tüm verilerin bir arada değerlendirilmesi sonucunda, $R=7474w^{-0,94}$ üs fonksiyonda R^2 değeri 0,450 olarak hesaplanmış olup, çalışılan toplam alanda orta şiddette bir korelasyon olduğu gözlemlenmiştir.

Daha sık ölçümler alınarak daha iyi grafikler ve daha yüksek korelasyonlar elde edilebilir. Bu çalışmada kullanılan ölçüm cihazı (multimetre) kapasitesi 60 megaohm olduğundan zeminin kuru hali için direnç ölçümleri yapılamamıştır. Bu sebepten ötürü daha yüksek kapasiteli ölçüm cihazıyla zeminin kuru durumu için ölçümler yapılarak, araştırmalar ileri seviyelere taşınabilir.

Bu çalışmada, sadece zeminin doğal su muhtevası ile elektrik direnci arasındaki ilişki incelenmiştir. İncelenen bu ilişkiye zeminin minerolojik yapısının etkisi olabileceği düşünüldüğünden, zeminin minerolojik yapısıyla elektrik direnci arasındaki ilişkilerin incelenmesi bilimsel literatüre katkı sağlayacaktır.

5. KAYNAKLAR

- Acar, M. A., 2017. Şişen Zeminlerin Jeoteknik Özellikleri ve İmar Planlanmasına Etkisi, Uzmanlık Tezi, İller Bankası Anonim Şirketi.
- Bozbey, İ., 2017. Zemin Sınıflandırması ve Zemin Özellikleri- Laboratuvar Deneyleri, İMO Geoteknik Kurs Notları, İstanbul.
- Bozkurt, A., Endaş, H. ve Kurtuluş, C., 2013. Jeolojik gözlemler, Jeofizik uygulamalar ve Jeoteknik testlerle yer araştırması, *Uygulamalı Yer Bilimleri* Sayı:1, 10-30.
- Bozkurt, S., 2014. İnşaat Mühendisliği Zemin Mühendisliğine Giriş Ders Notları.
- Brunet, P., Clement, R. ve Bouvier, C., 2010. Monitoring soil water content and deficit using Electrical Resistivity Tomography (ERT), A case study in the Cevennes area, France, *Journal of Hydrology* 380, 146–153.
- Durmuş, S. M., 2011. Türkiye Zemin Etüt Raporları; Karşılaşılan Sorunlar ve Çözüm Önerileri, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Dursun, A., Doğan, K. ve Gökay, M., 2008. Zeminde Su İçeriğinin Elektriksel Direnç Yöntemiyle İncelenmesi; Atık Su Örneği, *Selçuk Üniversitesi Mühendislik, Bilim Ve Teknoloji Dergisi*, 23 (3), 61-72.
- Ekinci, C. E. ve M., E. Orakoğlu, 2011. Zemin Kütle Özelliklerinin Belirlenmesi Üzerine Deneysel Bir Çalışma, *Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, Sayı 12, 1.
- Gingine, V., Dias, A., S. ve Cardoso, R., 2016. Compaction Control of Clayey Soils Using Electrical Resistivity Charts Volume 143, 2016, Pages 803–810.
- Huvaj, N., 2016. Zemin Etüdüleri: Dikkat Edilecek Hususlar, TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası, Seminer Notları, Ankara.
- Kılıç, A. 2006. "Senirkent heyelan alanının rezistivite ve sismik yöntemlerle araştırılması", Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- Kocaman, K., 2018. Killi Zeminlerin Zemin-Su Karakteristik Eğrisi ile Boşluk Boyutu İlişkisi, Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya.
- Miracapillo, C. ve Morel-Seytox, H., 2015. Preliminary field tests to determine the soil water content using resistivity measurements. 7th Groundwater Symposium of the International Association for Hydro-Environment Engineering and Research (IAHR).
- Mostafa, M., Mona, B., A. ve Amr, R., 2018. Application of electrical resistivity measurement as quality control test for calcareous soil. *HBRC Journal*, Volume 14, Issue 3, ,Pages 379-384.

Ozcep, F., Tezel, O. ve Aşçi, M., 2009. Correlation between electrical resistivity and soil-water content: Istanbul and Golcuk Asci International Journal of Physical Sciences Vol. 4 (6), pp. 362-365.

Özaydın, K. 2011. Zemin Mekaniği. (1.Baskı). İstanbul: Birsen Yayınevi, 1-5.

Özdemir, A. 2009, Sondaj Tekniğine Giriş, Ankara.

Palalı, A., 2006. Handere Kilinde Su İçeriği Değişimi ve Kompaksiyon Enerjisinin Mukavemete Olan Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.

Sakaltaş, M., 2010. Zemin Etüt ve Geoteknik Raporların İnşaat Mühendisliği Açısından İrdelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Niğde Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Niğde.

Tün, M., 2013. Ölçülen zemin parametrelerinden kayma dalga hızı (V_s) hesabında bulanık mantık yaklaşımı, 2. Türkiye Deprem Mühendisliği ve Sismoloji Konferansı 25-27 Eylül 2013 – MKÜ – Hatay.

Uzuner, B. A., 2007. Çözümlü Problemlerle Temel Zemin Mekaniği, Derya Kitabevi, Trabzon, 16-18 s.

URL-1, [http://kisi.deu.edu.tr/gurkan.ozden/zemin_I\(1\).pdf](http://kisi.deu.edu.tr/gurkan.ozden/zemin_I(1).pdf). 29.05.2019.

URL-2, <http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2019/03/20190309-5.htm>. 9 Mart 2019.

URL-3, <https://www.haritatr.com/alemdar-koyu-haritasi-m4d41>.

URL-4, <https://www.haritatr.com/harita/Canca/96455>.

URL-5, <https://www.haritatr.com/sarginkaya-koyu-haritasi-m4d81>.

URL-6, <https://www.haritatr.com/tekke-koyu-haritasi-m4d65>.

URL-7, <http://yerbilimleri.mta.gov.tr/anasayfa.aspx>. 25.05.2019.

URL-8, <https://www.google.com.tr/intl/tr/earth/>. 16.02.2019.

URL- 9, <http://www.utest.com.tr/tr/20795/Elek-Sallama-Cihazı-Zaman-Ayarlı>. 25.10.2019.

URL-10, <http://www.testmak.com.tr/plastik-limit-test-aparati>. 09.06.2019.

URL-11, <https://insapedia.com/kivam-limitlerinin-belirlenmesi-likit-limit-plastik-limit-deneyleri/>. 09.06.2019.

URL-12, <https://www.kartalotomasyon.com.tr/urun/mastech-ms-2015a-ac-dc-1000a-pensampermetre>. 22.07.2019.

URL-13, <http://www.p005.net/analiz/korelasyon-analizi>. 04.10.2019.

ÖZGEÇMİŞ

Merve DURDU, 1991 yılında Gümüşhane'de doğdu. İlk, orta öğrenimini Samsun Seyfi DEMİRSOY ve Bayındır İlköğretim Okulu'nda tamamladı. 2009 yılında Samsun Recep TANRIVERDİ Lisesi'nden mezun oldu. 2010 yılında girdiği Üniversite sınavları ile Samsun Ondokuzmayıs Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü'nde okumaya hak kazandı. İnşaat Mühendisliği okurken 2012 yılında tekrardan üniversite sınavlarına girerek Eskişehir Anadolu Üniversitesi Açıköğretim Fakültesi İşletme Yönetimi Bölümü'nü kazandı. 2014 yılında İşletme Yönetimi Bölümünden, 2015 yılında ise İnşaat Mühendisliği Bölümü'nden mezun oldu. İnşaat Mühendisliği'nden mezun olduktan sonra çok kısa bir süre Yapı Denetim Şirketi'nde Kontrol Mühendisi olarak çalıştı. 2016 yılının Güz Döneminde Gümüşhane Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Programı'nı kazandı. Durdu, evli ve orta derecede İngilizce bilmektedir.