

**FARKLI TEKSTÜR SINIFINDAKİ TOPRAKLARIN
TOPRAK MEKANİĞİ VE MÜHENDİSLİK
ÖZELLİKLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ**

Melis ÇAĞLAR

**Yüksek Lisans Tezi
Toprak Anabilim Dalı**

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Duygu BOYRAZ

2009

T.C.
NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

FARKLI TEKSTÜR SINIFINDAKİ TOPRAKLARIN TOPRAK MEKANİĞİ
VE MÜHENDİSLİK ÖZELLİKLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Melis ÇAĞLAR

TOPRAK ANABİLİM DALI

DANIŞMAN: Yrd. Doç. Dr. Duygu BOYRAZ

TEKİRDAĞ-2009

Her hakkı saklıdır

Yrd. Doç.Dr. Duygu BOYRAZ danışmanlığında, Melis ÇAĞLAR tarafından hazırlanan bu çalışma aşağıdaki jüri tarafından, Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Anabilim Dalı'nda Farklı Tekstür Sınıfındaki Toprakların Toprak Mekanîği ve Mühendislik Özelliklerinin Değerlendirilmesi tezi olarak kabul edilmiştir.

Juri Başkanı: Prof. Dr.Cemil CANGİR

İmza :

Üye: Prof.Dr. Salih ÇELİK

İmza :

Üye: Yrd. Doç.Dr. Duygu BOYRAZ (Danışman)

İmza :

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulunun 02/10/2009 tarih ve 3910 sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Prof. Dr. Orhan DAĞLIOĞLU
Enstitü Müdürü

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

FARKLI TEKSTÜR SINIFINDAKİ TOPRAKLARIN TOPRAK MEKANİĞİ VE MÜHENDİSLİK ÖZELLİKLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Melis ÇAĞLAR

Namık Kemal Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Toprak Anabilim Dalı

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Duygu BOYRAZ

Bu araştırma toprağın önemli fiziksel özelliklerinden biri olan tekstür sınıfının değişmesinin, toprağın karakteristik özelliklerinde yaratacağı ayrıcalıkların saptanmasını amaçlamıştır.

Çalışmanın bulgular bölümünde 17 farklı yerden alınan yüzey ve yüzey altı toprak örneklerinin fiziksel, kimyasal ve mühendislik özelliklerinin sonuçları tablolar halinde sunulmuş, granülasyon eğrileri oluşturulmuştur.

Tartışma ve sonuç bölümünde toprak örnekleri verimlilik açısından değerlendirilmiştir. Buldukları farklı tekstür grupları içerisindeki toprak örneklerinin toprak mekaniği ve mühendislik özellikleri ortaya konmuştur. Toprağın fiziksel özelliklerinin zemin mühendisliği üzerine etkisinin kıyaslaması yapılmıştır.

Araştırma örneklerine ait toprakların kum oranı % 4,94 ile en düşük % 91,80 ile en yüksek, silt oranı % 6,03 ile en düşük % 45,02 ile en yüksek, kil oranı % 2,17 ile en düşük % 62,86 ile en yüksek değeri almaktadır. LL değerleri sıfırdan % 73,90'a kadar geniş aralıkta değişim, PL değerleri non-plastik (NP) değerden % 24,66'ya kadar değişim ve Pİ değerleri non-plastik (NP) değerden % 49,24'e kadar değişim göstermiştir. Kil miktarındaki artışa bağlı olarak LL ve Pİ yüksek değerlerde çıkarken, kum miktarındaki artışa bağlı olarak PL azalış ve kohezyonsuzluk görülmüştür.

Ağır tekstürlü topraklar (C ve SiC) Casagrande plastiklik kartına göre orta derecede plastik veya fazla plastik inorganik killer grubunda, AASHO sınıflama sınıfına göre A-7-6 (12-18) grubunda ve USCS sınıfına göre CL veya CH grubundadır. Orta ince tekstürlü topraklar (CL ve SCL) Casagrande plastiklik kartına göre orta derecede plastik inorganik killer grubunda, AASHO sınıflama sınıfına göre A-7-6 (6-13) ile A-6 (5-10) arasında değişim göstermekte ve USCS sınıfına göre CL grubundadır. Orta tekstürlü topraklar (L) Casagrande plastiklik kartına göre orta derecede plastik inorganik killer grubunda, AASHO sınıflama sınıfına göre A-7-6 (8-10) ile A-6 (6-9) arasında değişim göstermekte ve USCS sınıfına göre CL grubundadır. Orta kaba tekstürlü topraklar (SL) Casagrande plastiklik kartına göre orta derecede plastik inorganik killer veya kohezyonsuz topraklar grubunda, AASHO sınıflama sınıfına göre A-2-4 (1-2) ile A-2-6 (1) arasında değişim göstermekte ve USCS sınıfına göre SC grubundadır. Kaba (hafif) tekstürlü topraklar (S ve LS) Casagrande plastiklik kartına göre kohezyonsuz topraklar grubunda, AASHO sınıflama sınıfına göre A-3 (0) ve USCS sınıfına göre SM veya SP-SM grubundadır.

Örneklerin granülasyon eğrilerinin göstermiş olduğu tane büyüklükleri dağılımları zemin mühendisliği özelliklerini belirler. Siltleri ve killerin çoğunlukta olduğu tanecik dağılımları ince taneli zeminleri; kumların çoğunlukta olduğu dağılımlar iri taneli zeminleri göstermektedir.

Tarım topraklarının sürdürülebilir arazi kullanım koşullarının yerine getirilebilmesi için amenajman projelerinin uygulanması gereklidir. Toprakların kırsal yerleşim amaçlı inşaat alanlarında, toprak sanayinde hammadde olarak değerlendirilmelerinde ve mekanizasyon işlemlerinin uygulanabilirlik durumlarında toprak mekaniği ve mühendislik özelliklerinden yararlanılması ön koşuldur.

Anahtar Kelimeler: Toprak tekstürü, Atterberg limitleri, Toprak mühendisliği, Toprak mekaniği, Mekanizasyon işlemleri.

2009, 133 sayfa.

ABSTRACT

MSc. Thesis

EVALUATION OF MECHANICS AND ENGINEERING PROPERTIES OF SOIL OF DIFFERENT TEXTURE CLASSES

Melis ÇAĞLAR

Namık Kemal Üniversitesi
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Main Science Division of Soil

Supervisor: Assist. Prof. DrYrd. Doç. Dr. Duygu BOYRAZ

This research aims on determining the benefits a change of texture class, one of the significant physical attributes of soil, would create in the characteristic attributes of soil.

The results of the physical, chemical and engineering attributes of the surface and sub-surface soil samples, derived from 17 different locations, have been presented as tables in the findings section, and their granulation curves have been created.

The discussion and conclusion chapters have evaluated the soil samples in terms of fertility. The soil mechanics and engineering qualities of the soil samples within the different texture groups they belong into have been displayed. A comparison of the effects of the soil's physical effects on soli engineering has been conducted.

Of the soil within the research samples, the sand rate is 4,94% lowest and 91,80% highest, silt rate is 6,03% lowest and 45,02% highest, clay rate is 2,17% lowest and %62,86 highest. The LL values vary from zero to 73,90%, the PL values vary from non-plastic (NP) values to 24,66%, and the PI values values vary from non-plastic (NP) values to 49,24%. While LL and PI proved to be of high values depending on the increase in the clay rate, PL has displayed a decrease and loss of cohesion depending on the increase in the amount of sand.

The heavy texture soil (C and SiC) are in the mid-level plastic or plastic inorganic clay group according to the Casagrande plastic quality card, A-7-6 (12-18) group according to the AASHO classification class, and CL or CH group according to the USCS class. The mid-fair texture soil (CL and SCL) are in the mid-level plastic inorganic clay group according to the Casagrande plastic quality card, vary between A-7-6 (6-13) and A-6 (5-10) groups; according to the AASHO classification class, and is of the CL group according to the USCS class. The mid-texture soil (L) are of the mid-level plastic inorganic clay group according to the Casagrande plastic quality card, vary between A-7-6 (8-10) and A-6 (6-9) according to the AASHO classification class, and the CL group according to the USCS class. The mid-rough texture soil (SL) are of the mid-level plastic inorganic clay or cohesionless soil group according to the Casagrande plastic quality card, vary between A-2-4 (1-2) and A-2-6 (1) according to the AASHO classification class, and the SC group according to the USCS class. The rough (light) texture soil (S and LS) are of the cohesionless soil group according to the Casagrande plastic quality card, A-3(0) according to the AASHO classification class, and SM or SP-SM groups according to the USCS class.

The particle proportion dispersion of the samples, shown on the granulation curves, define the soil engineering qualities. The particle dispersions where silts and clay are more numerous display the fine particled soil; while the dispersions with more sand display the large particled soil.

The development projects should be applied to fulfill the sustainable land use requirements of agricultural soil. The utilization of soil mechanics and engineering qualities, in using soil in the soil industry and applicability conditions of mechanization processes in construction sites for rural settlements, is a prerequisite.

Keywords: Soil texture, Atterberg limits, Soil engineering, Soil mechanics, Mechanization processes.

2009, 133 pages.

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT.....	ii
KISALTMALAR DİZİNİ.....	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ	ix
1.GİRİŞ	1
2.KAYNAK ÖZETLERİ	2
3.MATERYAL VE YÖNTEM.....	11
3.1.Materyal.....	11
3.2.Yöntem	11
3.2.1.Fiziksel Özellikleri	11
3.2.2.Kimyasal Özellikleri.....	11
3.2.3.Mühendislik Özellikleri	12
4. ARAŞTIRMA BULGULARI.....	13
4.1.Topraklarının Fiziksel, Kimyasal ve Mühendislik Özellikleri	14
5. TARTIŞMA VE SONUÇLAR.....	80
5.1.Verimlilik Açısından Değerlendirilmesi	80
5.2. Tekstür Gruplarına Göre Değerlendirilmesi.....	84
5.3. Zemin Mühendisliği Açısından Değerlendirilmesi.....	100
5.4.Zemin Mühendisliği Özelliklerine Göre Mekanizasyon İşlemleri (Önerileri).....	119
5.5. Zemin Mühendisliği Özelliklerine Göre Kullanılma Olanakları.....	124
6.KAYNAKLAR	128
TEŞEKKÜRLER.....	132
ÖZGEÇMİŞ.....	133

KISALTMALAR DİZİNİ

AASHO	Amerika Eyalet Karayolları Memurları Birliği
AD	Aktif değil
C	Kil
Ca	Kalsiyum
CH	Yüksek plastikli inorganik killer, yağlı killer
CL	Düşükten ortaya kadar plastik olan inorganik killer, çakıllı killer, kumlu killer, siltli killer, yağsız killer
CL	Killi Tın
COLE	Doğrusal Uzama Katsayısı
Cp	Çökme Potansiyeli
Cu	Bakır
ÇED	Çevre Etki Değerlendirme
ÇİK	Çok ince kum
ÇKK	Çok kaba kum
DTPA	Dietilen Triamin Penta Asetik Asit
F.p.i.k.	Fazla plastik inorganik killer
Fe	Demir
GC	Killi çakıl; çakıl, kum ve kil karışımı
GM	Şiltli çakıl; çakıl, kum ve silt karışımı
GP	Kötü derecelendirilmiş çakıl, çakıl ve kum karışımı, ince kısım az veya yok
GW	İyi derecelendirilmiş çakıl, çakıl ve kum karışımı, ince kısım az veya yok
Ic	Kıvam İndeksi
İK	İnce kum
K	Potasyum
K.suz. T.	Kohezyonsuz toprak
KK	Kaba kum
L	Tın
LL	Likit Limit
LS	Tınlı Kum
Mg	Magnezyum
MH	İnorganik siltler, mikalı veya diatomeli ince kumlu veya siltli topraklar, elastik siltler
ML	İnorganik siltler ve çok ince kumlar, kaya tozu, siltli veya killi ince kumlar veya hafif plastik olan killi siltler
Mn	Mangan
N	Azot
NaCl	Sodyum Klorür
NP	Plastik değil (Non-plastik)
O.p.i.k.	Orta derecede plastik inorganik killer
OK	Orta kum
P	Fosfor
pH	Toprak Reaksiyonu
PI	Plastiklik İndeksi
PL	Plastik Limit
ppm	Milyonda bir kısım

S	Kum
SC	Killi kumlar, kum ve kil karışımı
SCL	Kumlu Killi Tın
SiC	Siltli Kil
SL	Kumlu Tın
SM	Siltli kumlar, kum ve silt karışımı
SP	Kötü derecelendirilmiş kumlar, çakıllı kumlar, ince kısım az veya yok
SP- SM	Kötü derecelendirilmiş siltli kumlar
Sv	Hacimsel Büzülme
SW	İyi derecelendirilmiş kumlar, çakıllı kumlar, ince kısım az veya yok
USCS	Birleştirilmiş Toprak Sınıflandırma Sistemi (Unified Soil Classification System)
Zn	Çinko

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 4.1.1. MÇ 1-1 Nolu Örneğin Tekstür Yüzdelerinin Dağılımı	15
Şekil 4.1.2. MÇ 1-2 Nolu Örneğin Tekstür Yüzdelerinin Dağılımı	15
Şekil 4.1.3. MÇ 1-1 ve MÇ 1-2 Nolu Örneklerin Granülasyon Eğrileri.....	16
Şekil 4.1.4. MÇ 2-1 Nolu Örneğin Tekstür Yüzdelerinin Dağılımı	18
Şekil 4.1.5. MÇ 2-2 Nolu Örneğin Tekstür Yüzdelerinin Dağılımı	19
Şekil 4.1.6. MÇ 2-1 ve MÇ 2-2 Nolu Örneklerin Granülasyon Eğrileri.....	19
Şekil 4.1.7. MÇ 3-1 Nolu Örneğin Tekstür Yüzdelerinin Dağılımı	22
Şekil 4.1.8. MÇ 3-2 Nolu Örneğin Tekstür Yüzdelerinin Dağılımı	22
Şekil 4.1.9. MÇ 3-1 ve MÇ 3-2 Nolu Örneklerin Granülasyon Eğrileri.....	23
Şekil 4.1.10. MÇ 4-1 Nolu Örneğin Tekstür Yüzdelerinin Dağılımı	25
Şekil 4.1.11 . MÇ 4-2 Nolu Örneğin Tekstür Yüzdelerinin Dağılımı	26
Şekil 4.1.12 . MÇ 4-1 ve MÇ 4-2 Nolu Örneklerin Granülasyon Eğrileri.....	26
Şekil 4.1.13 .MÇ 5-1 Nolu Örneğin Tekstür Yüzdelerinin Dağılımı	29
Şekil 4.1.14. MÇ 5-2 Nolu Örneğin Tekstür Yüzdelerinin Dağılımı	29
Şekil 4.1.15 . MÇ 5-1 ve MÇ 5-2 Nolu Örneklerin Granülasyon Eğrileri.....	30
Şekil 4.1.16 . MÇ 6-1 Nolu Örneğin Tekstür Yüzdelerinin Dağılımı	32
Şekil 4.1.17 . MÇ 6-2 Nolu Örneğin Tekstür Yüzdelerinin Dağılımı	33
Şekil 4.1.18 . MÇ 6-1 ve MÇ 6-2 Nolu Örneklerin Granülasyon Eğrileri.....	33
Şekil 4.1.19 . MÇ 7-1 Nolu Örneğin Tekstür Yüzdelerinin Dağılımı	36
Şekil 4.1.20 . MÇ 7-2 Nolu Örneğin Tekstür Yüzdelerinin Dağılımı	36
Şekil 4.1.21 . MÇ 7-1 ve MÇ 7-2 Nolu Örneklerin Granülasyon Eğrileri.....	37
Şekil 4.1.22 . MÇ 8-1 Nolu Örneğin Tekstür Yüzdelerinin Dağılımı	39
Şekil 4.1.23 . MÇ 8-2 Nolu Örneğin Tekstür Yüzdelerinin Dağılımı	40
Şekil 4.1.24 . MÇ 8-1 ve MÇ 8-2 Nolu Örneklerin Granülasyon Eğrileri.....	40
Şekil 4.1.25 . MÇ 9-1 Nolu Örneğin Tekstür Yüzdelerinin Dağılımı	43
Şekil 4.1.26 . MÇ 9-2 Nolu Örneğin Tekstür Yüzdelerinin Dağılımı	43
Şekil 4.1.27 . MÇ 9-1 ve MÇ 9-2 Nolu Örneklerin Granülasyon Eğrileri.....	44
Şekil 4.1.28 . MÇ 10-1 Nolu Örneğin Tekstür Yüzdelerinin Dağılımı	46
Şekil 4.1.29. MÇ 10-2 Nolu Örneğin Tekstür Yüzdelerinin Dağılımı	47
Şekil 4.1.30 . MÇ 10-1 ve MÇ 10-2 Nolu Örneklerin Granülasyon Eğrileri.....	47
Şekil 4.1.31 . MÇ 11-1 Nolu Örneğin Tekstür Yüzdelerinin Dağılımı	51
Şekil 4.1.32 . MÇ 11-2 Nolu Örneğin Tekstür Yüzdelerinin Dağılımı	51
Şekil 4.1.33 . MÇ 11-3 Nolu Örneğin Tekstür Yüzdelerinin Dağılımı	51

Şekil 4.1.34 . MÇ 11-4 Nolu Örneğin Tekstür Yüzdelerinin Dağılımı	52
Şekil 4.1.35 . MÇ 11-1, MÇ 11-2, MÇ 11-3 ve MÇ 11-4 Nolu Örneklerin Granülasyon Eğrileri.....	52
Şekil 4.1.36 . MÇ 12-1 Nolu Örneğin Tekstür Yüzdelerinin Dağılımı	55
Şekil 4.1.37 . MÇ 12-2 Nolu Örneğin Tekstür Yüzdelerinin Dağılımı	56
Şekil 4.1.38 . MÇ 12-1 ve MÇ 12-2 Nolu Örneklerin Granülasyon Eğrileri.....	56
Şekil 4.1.39 . MÇ 13-1 Nolu Örneğin Tekstür Yüzdelerinin Dağılımı	59
Şekil 4.1.40 . MÇ 13-2 Nolu Örneğin Tekstür Yüzdelerinin Dağılımı	59
Şekil 4.1.41 . MÇ 13-1 ve MÇ 13-2 Nolu Örneklerin Granülasyon Eğrileri.....	60
Şekil 4.1.42 . MÇ 14-1 Nolu Örneğin Tekstür Yüzdelerinin Dağılımı	62
Şekil 4.1.43 . MÇ 14-2 Nolu Örneğin Tekstür Yüzdelerinin Dağılımı	63
Şekil 4.1.44 . MÇ 14-1 ve MÇ 14-2 Nolu Örneklerin Granülasyon Eğrileri.....	63
Şekil 4.1.45 . MÇ 15-1 Nolu Örneğin Tekstür Yüzdelerinin Dağılımı	66
Şekil 4.1.46 . MÇ 15-2 Nolu Örneğin Tekstür Yüzdelerinin Dağılımı	66
Şekil 4.1.47. MÇ 15-1 ve MÇ 15-2 Nolu Örneklerin Granülasyon Eğrileri.....	67
Şekil 4.1.48 . MÇ 16-1 Nolu Örneğin Tekstür Yüzdelerinin Dağılımı	69
Şekil 4.1.49 . MÇ 16-2 Nolu Örneğin Tekstür Yüzdelerinin Dağılımı	70
Şekil 4.1.50 . MÇ 16-1 ve MÇ 16-2 Nolu Örneklerin Granülasyon Eğrileri.....	70
Şekil 4.1.51 . MÇ 17-1 Nolu Örneğin Tekstür Yüzdelerinin Dağılımı	73
Şekil 4.1.52 . MÇ 17-2 Nolu Örneğin Tekstür Yüzdelerinin Dağılımı	73
Şekil 4.1.53 . MÇ 17-1 ve MÇ 17-2 Nolu Örneklerin Granülasyon Eğrileri.....	74
Şekil 4.1.54. Araştırma Örneklerinin Likit Limit ve Plastik Limit Dağılımları.....	76
Şekil 4.1.55. Araştırma Örneklerinin Likit Limit ve Plastik Limit Dağılımları.....	77
Şekil 4.1.56. Araştırma Örneklerinin Granülasyon Eğrileri.....	79
Şekil 5.2.57.Kil Bünyedeki Örneklerin Granülasyon Eğrilerinin Karşılaştırılması.....	84
Şekil 5.2.58. Siltli Kil Bünyedeki Örneklerin Granülasyon Eğrilerinin Karşılaştırılması.....	86
Şekil 5.2.59 .Killi Tın Bünyedeki Örneklerin Granülasyon Eğrilerinin Karşılaştırılması.....	88
Şekil 5.2.60 . Tınlı Kum Bünyedeki Örneklerin Granülasyon Eğrilerinin Karşılaştırılması... 90	
Şekil 5.2.61 . Tın Bünyedeki Örneklerin Granülasyon Eğrilerinin Karşılaştırılması.....	92
Şekil 5.2.62 . Kumlu Tın Bünyedeki Örneklerin Granülasyon Eğrilerinin Karşılaştırılması.. 94	
Şekil 5.2.63 . Kum Bünyedeki Örneklerin Granülasyon Eğrilerinin Karşılaştırılması	96
Şekil 5.2.64 . Kumlu Killi Tın Bünyedeki Örneklerin Granülasyon Eğrilerinin Karşılaştırılması.....	98
Şekil 5.3. 65. Kil Bünyedeki Örneklerin Kıvam Limitlerinin Karşılaştırılması	101

Şekil 5.3. 66. Siltli Kil Bünyedeki Örneklerin Kıvam Limitlerinin Karşılaştırılması.....	103
Şekil 5.3.67. Killi Tın Bünyedeki Örneklerin Kıvam Limitlerinin Karşılaştırılması.....	106
Şekil 5.3.68. Tınlı Kum Bünyedeki Örneklerin Kıvam Limitlerinin Karşılaştırılması	108
Şekil 5.3.69. Tın Bünyedeki Örneklerin Kıvam Limitlerinin Karşılaştırılması	111
Şekil 5.3.70. Kumlu Tın Bünyedeki Örneklerin Kıvam Limitlerinin Karşılaştırılması	113
Şekil 5.3.71 . Kum Bünyedeki Örneklerin Kıvam Limitlerinin Karşılaştırılması.....	115
Şekil 5.3.72. Kumlu Killi Tın Bünyedeki Örneklerin Kıvam Limitlerinin Karşılaştırılması	117

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 4.1.Toprak Örneklerinin Alındığı Mevkiileri	13
Çizelge 4.1.2. MÇ 1 No'lu Örneklerin Fiziksel ve Mühendislik Özellikleri Analiz Sonuçları	14
Çizelge 4.1.3. MÇ 1 No'lu Örneklerin Kimyasal Özellikleri Analiz Sonuçları.....	17
Çizelge 4.1.4. MÇ 2 No'lu Örneklerin Fiziksel ve Mühendislik Özellikleri Analiz Sonuçları	18
Çizelge 4.1.5 . MÇ 2 No'lu Örneklerin Kimyasal Özellikleri Analiz Sonuçları.....	20
Çizelge 4.1.6. MÇ 3 No'lu Örneklerin Fiziksel ve Mühendislik Özellikleri Analiz Sonuçları	21
Çizelge 4.1.7. MÇ 3 No'lu Örneklerin Kimyasal Özellikleri Analiz Sonuçları.....	24
Çizelge 4.1.8. MÇ 4 No'lu Örneklerin Fiziksel ve Mühendislik Özellikleri Analiz Sonuçları	25
Çizelge 4.1.9. MÇ 4 No'lu Örneklerin Kimyasal Özellikleri Analiz Sonuçları.....	27
Çizelge 4.1.10. MÇ 5 No'lu Örneklerin Fiziksel ve Mühendislik Özellikleri Analiz Sonuçları.....	28
Çizelge 4.1.11 . MÇ 5 No'lu Örneklerin Kimyasal Özellikleri Analiz Sonuçları.....	31
Çizelge 4.1.12. MÇ 6 No'lu Örneklerin Fiziksel ve Mühendislik Özellikleri Analiz Sonuçları.....	32
Çizelge 4.1.13 . MÇ 6 No'lu Örneklerin Kimyasal Özellikleri Analiz Sonuçları.....	34
Çizelge 4.1.14 . MÇ 7 No'lu Örneklerin Fiziksel ve Mühendislik Özellikleri Analiz Sonuçları.....	35
Çizelge 4.1.15 . MÇ 7 No'lu Örneklerin Kimyasal Özellikleri Analiz Sonuçları.....	38
Çizelge 4.1.16 . MÇ 8 No'lu Örneklerin Fiziksel ve Mühendislik Özellikleri Analiz Sonuçları.....	39
Çizelge 4.1.17 . MÇ 8 No'lu Örneklerin Kimyasal Özellikleri Analiz Sonuçları.....	41
Çizelge 4.1.18. MÇ 9 No'lu Örneklerin Fiziksel ve Mühendislik Özellikleri Analiz Sonuçları.....	42
Çizelge 4.1.19 . MÇ 9 No'lu Örneklerin Kimyasal Özellikleri Analiz Sonuçları.....	45
Çizelge 4.1.20. MÇ 10 No'lu Örneklerin Fiziksel ve Mühendislik Özellikleri Analiz Sonuçları.....	46
Çizelge 4.1.21 . MÇ 10 No'lu Örneklerin Kimyasal Özellikleri Analiz Sonuçları.....	48
Çizelge 4.1.22. MÇ 11 No'lu Örneklerin Fiziksel ve Mühendislik Özellikleri Analiz Sonuçları.....	50
Çizelge 4.1.23 . MÇ 11 No'lu Örneklerin Kimyasal Özellikleri Analiz Sonuçları.....	54
Çizelge 4.1.24. MÇ 12 No'lu Örneklerin Fiziksel ve Mühendislik Özellikleri Analiz Sonuçları.....	55
Çizelge 4.1.25 . MÇ 12 No'lu Örneklerin Kimyasal Özellikleri Analiz Sonuçları.....	57
Çizelge 4.1.26. MÇ 13 No'lu Örneklerin Fiziksel ve Mühendislik Özellikleri Analiz Sonuçları.....	58
Çizelge 4.1.27 . MÇ 13 No'lu Örneklerin Kimyasal Özellikleri Analiz Sonuçları.....	61
Çizelge 4.1.28. MÇ 14 No'lu Örneklerin Fiziksel ve Mühendislik Özellikleri Analiz Sonuçları.....	62
Çizelge 4.1.29 . MÇ 14 No'lu Örneklerin Kimyasal Özellikleri Analiz Sonuçları.....	64
Çizelge 4.1.30. MÇ 15 No'lu Örneklerin Fiziksel ve Mühendislik Özellikleri Analiz Sonuçları.....	65
Çizelge 4.1.31 . MÇ 15 No'lu Örneklerin Kimyasal Özellikleri Analiz Sonuçları.....	68
Çizelge 4.1.32. MÇ 16 No'lu Örneklerin Fiziksel ve Mühendislik Özellikleri Analiz Sonuçları.....	69
Çizelge 4.1.33 . MÇ 16 No'lu Örneklerin Kimyasal Özellikleri Analiz Sonuçları.....	71

Çizelge 4.1.34. MÇ 17 No’lu Örneklerin Fiziksel ve Mühendislik Özellikleri Analiz Sonuçları.....	72
Çizelge 4.1.35 . MÇ 17 No’lu Örneklerin Kimyasal Özellikleri Analiz Sonuçları.....	75
Çizelge 4.1.36 . Şekil 4.1.56’ ya Esas Olmak Üzere Araştırma Örneklerinin Ardılanmalı ve Toplamlı Dağılımları.....	78
Çizelge 5.2.37. Kil Bünyedeki Örnekleri Mekaniksel Özelliklerinin Karşılaştırılması	85
Çizelge 5.2.38. Siltli Kil Bünyedeki Örnekleri Mekaniksel Özelliklerinin Karşılaştırılması..	87
Çizelge 5.2.39 . Killi Tın Bünyedeki Örnekleri Mekaniksel Özelliklerinin Karşılaştırılması .	89
Çizelge 5.2.40.Tınlı Kum Bünyedeki Örnekleri Mekaniksel Özelliklerinin Karşılaştırılması	91
Çizelge 5.2.41 .Tın Bünyedeki Örnekleri Mekaniksel Özelliklerinin Karşılaştırılması.....	93
Çizelge 5.2.42 . Kumlu Tın Bünyedeki Örnekleri Mekaniksel Özelliklerinin Karşılaştırılması	95
Çizelge 5.2.43 . Kum Bünyedeki Örnekleri Mekaniksel Özelliklerinin Karşılaştırılması.....	97
Çizelge 5.2.44. Kumlu Killi Tın Bünyedeki Örnekleri Mekaniksel Özelliklerinin Karşılaştırılması	99
Çizelge 5.3.45. Kil Bünyedeki Örneklerin Zemin Özelliklerinin Karşılaştırılması	102
Çizelge 5.3.46. Siltli Kil Bünyedeki Örneklerin Zemin Özelliklerinin Karşılaştırılması.....	104
Çizelge 5.3.47. Killi Tın Bünyedeki Örneklerin Zemin Özelliklerinin Karşılaştırılması.....	107
Çizelge 5.3.48. Tınlı Kum Bünyedeki Örneklerin Zemin Özelliklerinin Karşılaştırılması...	109
Çizelge 5.3.49. Tın Bünyedeki Örneklerin Zemin Özelliklerinin Karşılaştırılması.....	112
Çizelge 5.3.50. Kumlu Tın Bünyedeki Örneklerin Zemin Özelliklerinin Karşılaştırılması..	114
Çizelge5.3.51. Kum Bünyedeki Örneklerin Zemin Özelliklerinin Karşılaştırılması	116
Çizelge 5.3.52. Kumlu Killi Tın Bünyedeki Örneklerin Zemin Özelliklerinin Karşılaştırılması	118
Çizelge 5.4.53 . Likit Limit Değeri % 40’dan Fazla Olan Örnekler.....	121
Çizelge5.4 54. Örneklerin Tav Koşulundaki Yüzde Nem Aralıkları ve Proctor Yüzdeleri...	122
Çizelge 5.5 55. İnceleme Topraklarının Bazı Zemin Mühendisliği Özelliklerine Göre Kullanılma Olanakları.....	126
Çizelge 5.5.56. İnceleme Topraklarının Bazı Zemin Mühendisliği Özelliklerine Göre Kullanılma Olanakları.....	127

1.GİRİŞ

Tarımın planlanmasının ve yönetiminin ön koşullarından biri, tarım topraklarının sürdürülebilir arazi kullanımının koşullarını yerine getirebilecek şekilde, doğal niteliğine ve yeteneğine uygun kullanılmasıdır. Verimli ve iyi nitelikli tarım arazilerimizi tehdit eden en önemli sorunlardan biri amaç dışı arazi kullanımıdır. Ülkemiz için en önemli konulardan biride, toprak amenajmanı projelerinin yeterli düzeyde ortaya konulmamasıdır. Özellikle de toprak amenajman uygulamalarından biri olan mekanizasyon işlemlerinin uygulanabilirliği, uygulama koşulları, kırsal yerleşim amaçlı zemin özelliklerinin belirlenmesi ve toprak sanayinde hammadde olarak değerlendirilebilmesi için gerekli olan toprak mekaniği ve mühendislik özelliklerinden yararlanılmamaktadır.

Toprakların karakteristik özelliklerindeki ayrıcalıkları tekstür sınıflarındaki değişimler yaratmaktadır. Toprak tekstürü mühendislik hizmetlerini ve bitki büyümesini etkiler ve aynı zamanda toprakların nasıl oluştuğunun bir göstergesi olarak kullanılır. Tekstür, toprak mekaniği ve yapı veya temel malzemesi olarak kullanıldığında, toprak davranışı üzerinde güçlü bir etkiye sahiptir. Toprak tekstürü özellikle çekme mukavemeti, sıkıştırılabilirlik, geçirgenlik, şişme-büzülme potansiyeli ve sıkışma gibi mühendislik özellikleri üzerinde etkili olur (Dursun ve ark.,2008).

Toprak amenajmanında işlemin genel amacı kültür bitkilerinin yetişebileceği iyi bir tohum yatağı hazırlamaktır. Toprakların adhezyon, kohezyon ve kesme direnci değeri farklılığından dolayı toprakların işlemeye karşı davranışları ve zemin mühendisliği özellikleri farklı olacaktır. Toprakların mekanizasyon işlemlerinde istenmeyen fiziksel koşulların ortaya çıkmaması için en uygun nem düzeyinde işlenmesi gerekmektedir.

2.KAYNAK ÖZETLERİ

Demiralay ve Güresinli (1979), Erzurum Ovası topraklarının kıvam limitleri ve sıkışabilirliği üzerine yaptığı bir araştırma toprağın LL değerlerine göre % 30'dan düşük olduğunda "az", % 30-50 arasında olduğunda "orta" ve %50'den fazla olduğunda ise "yüksek" derecede plastikliğe sahip olarak değerlendirmişlerdir.

Munsuz (1985)'un bildirdiğine göre toprakların LL değeri %50 ve daha yukarı ise genellikle montmorillonit, % 50'den daha az ise kaolinit ve benzeri mineralleri içermektedirler. Smektit ve vermikulit gibi 3 levhalı, şişme-büzülme özelliği gösteren killer, yüksek nem içeriğine sahip olduklarından LL değerlerini yükseltmektedir.

Aktivite sayısı değeri arttıkça, toprakların daha fazla montmorillonit gibi aktif minerallerin bulunduğu anlaşılır (**Munsuz , 1985**).

Toprak işleme ile plastik limit ve tarla kapasitesindeki nem içeriği arasındaki ilişkileri inceleyen bazı araştırmacılar (**Mueller 1985, Larney ve ark. 1988, Terzaghi ve ark. 1988, Mueller ve Schindler 1998**) toprak işleme için en uygun maksimum su içeriği tayin metodlarının çoğunun, plastik limite benzer değerler vermeye eğilimli olduğunu kaydetmişlerdir.

Topraklar değişik nem düzeylerinde işlendiklerinde tarım alet ve makinelerine karşı farklı direnç gösterebilmekte, strüktürlerinde değişimler meydana gelebilmekte veya sıkışmaları sonucu taban taşı oluşturabilmektedirler. Bu nedenle, tarımsal açıdan Atterberg limitleri toprakların sahip oldukları nem miktarıyla işlenebilirlikleri arasındaki ilişkileri ortaya koyması bakımından önemlidir. Toprakların işlenebilirlik durumlarının plastik limitle ilişkili olması arazi şartlarında toprak kıvamının gözlenebilmesi açısından önemlidir (**Smedema 1993, Dexter ve Bird 2001**).

Kara ve ark. (1993), OMÜ Kampüs alanında yer alan toprak serilerine ait yüzey horizonlarının tamamında smektit grubu kil mineralinin bulunduğunu bildirmişlerdir. Seri topraklarında LL ve PL değerlerinin yüksek olması muhtemelen smektit grubu kil tipi ve toplam kil miktarının fazla olması ile ilişkilendirmişlerdir.

Cangir ve ark. (1997a), yapılan çalışmasından araştırma topraklarını AASHO sınıflamasına göre; 1, 2, 4, 5, 6 ve 8 nolu profilleri A-4; 3, 7, 9 ve 13 nolu profilleri A-6; 10 nolu profili A-7-5; 11 ve 12 nolu profilleri A-7-6 bulmuşlardır. A-4'ün grup indeksi 1-8; A-6'nın grup indeksi 12-14; A-7-6'nın grup indeksi 6-14 arasında değişim göstermektedir. A horizonlarından elde edilen sonuçlara göre 1, 4, 5, 6, 8 ve 9 nolu profiller orta - zayıf imla uygunluğuna sahip olup sıkışması dikkatle kontrol edilmelidir. Diğer tüm profiller zayıf - çok zayıf imla uygunluk sınıfında, sıkıştırılması çok güç olan toprakları temsil etmektedir. Araştırma topraklarının sıkışmış toprak setleri için geçirgenlikleri genellikle geçirimli; sıkılamaları orta-iyi; sıkışabilme yetenekleri ortadır. Yol dolgu malzemesi olarak uygunlukları çoğunda orta, bir kısmıda zayıftır. Toprakların çoğu bina temeli için uygundur. Profillerin çoğu lağım deposuna taban malzemesi ve atık ayrışmasına uygunlukları iyi derecededir. İnceleme profillerinin büyük bölümü kamp-piknik ve oyun alanı olarak kullanmaya iyi değerlendirme sınıfındadır. Rekreasyon alanlarında patika yolların düzenlemesine toprakların çoğu iyi derecede uygundur. 12 ve 13 nolu profiller hariç, tüm profillerin yüzey horizonları bitki yetiştirmek amacıyla bozulmuş topraklar açısından, iyi derecede bitki ortamını sağlayabilecek niteliktedir.

Cangir ve Boyraz (1997b) yapmış olduğu çalışmada toprak sanayinin hammadde kaynaklarının teknolojik araştırmaları yapılmıştır. Alternatif alanların konumu ve laboratuvar analizleri sunulmuştur ve amaç dışı arazi kullanılmaması için ÇED raporlarının önemini vurgulamıştır. Araştırma için 47 toprak örneği alınmıştır. Örneklerin fiziksel, kimyasal ve zemin mühendisliği özellikleri saptanmıştır. Munsel renk skalasına göre doğal ve ürün renkleri belirlenmiştir. Tuğla ve kiremite hammadde olacak toprağın veya jeolojik materyalin genellikle iki levhalı olan 1:1 tipi kaolinit; üç levhalı, 2:1 tipi ve şişme büzülme özelliği gösteren smektit ve karışık tabakalı killer ile kuvars, kireç ve demir minerali içeren materyallerin topluluğu olması gerektiği belirtilmiştir. Ancak işlenecek toprak sanayi hammaddesi içinde yüksek oranda plastiklik özelliğine sahip, total rötre oranlarını istenmeyen derecede etkileyen ve pişme sırasında da çatlama özelliklerine sahip smektit tipi kil minallerinin dominant olması istenmemektedir. Yüksek oranda kum içeren hammadde de, kum fraksiyonunun büyük bir kısmı ince ve çok ince kum fraksiyonundan olması gerekmektedir. Hammaddenin plastiklik özelliği kazandığı, ideal su oranının bilinmesine ve sorunsuz üretim için de Atterberg limitlerinin bilinmesine gereksinim vardır. Plastiklik suyu; özetle toprak sanayii hammaddesinin şekillendirilmesi ve şekillenen materyalin kendi

ağırlığını, biçimini bozulmadan koruyabilmesi için gerekli olan su oranıdır. Plastiklik suyu ve plastik indisi düşük olan örneklere, killi ve plastik indisi yüksek olan hammaddeler; buna karşın plastiklik suyu ve plastik indisi yüksek olan hammaddelere de özellikle ince ve çok ince kumca zengin kumlu materyallerin katılımıyla ideal çamur maddesi elde edilebileceği belirtilmiştir.

Cangir ve Boyraz (1999)'da yaptıkları bir çalışmada bir inşaat mühendisinin zemin mühendisliği özellikleri ile bir tarım mühendisinin toprak amenajman istemlerine göre bazı önemli toprak özellikleri karşılaştırıldığında farklılıklar olduğu görülmüştür. Hacim ağırlığı inşaat bakımından en yüksek düzeyde istenirken, toprak amenajman uygulamalarından düşük olması istenmektedir. Toplam porozite inşaat bakımından en az düzeyde istenirken toprak amenajmanında yüksek düzeyde olması istenmektedir. Su ve hava oranı inşaat bakımından en az düzeyde olması istenirken toprak amenajmanında por hacminin yarısında olması istenmektedir. İnşaat bakımından masif-kompakt strüktür çeşidi istenirken toprak amenajmanında orta-kuvvetli derecede granüler, fırda, yarı köşeli blok, köşeli blok strüktür çeşitlerinden olması istenmektedir. Geçirgenlik inşaat bakımından en az düzeyde istenirken toprak amenajman istekleri bakımından toprağın iyi bir geçirgenlik sınıfında olması istenmektedir. İnşaat mühendisliğinde 2:1 tipi şişen killer istenmezken, toprak amenajman uygulamalarında topraktaki tüm killerin yaklaşık eşit olarak bulunması istenmektedir. İnşaat mühendisliğinde AASHO sınıfları A-1, A-2, A-3 gruplarını kapsayan granüler yapıda istenirken toprak amenajmanında A-4, A-5 gruplarını kapsayan silt ve kil malzemelerden oluşan topraklar istenmektedir. İnşaat mühendisliğinde USCS sınıflarından GW, GP, GM, GC, SW, SP, SM, SC sınıfları kapsamındaki iri tanecik yapısında bulunan, toprak amenajmanında ML ve MH sınıflarını kapsayan ince tanecik yapısında bulunan topraklardan olması istenmektedir. İnşaat mühendisliğinde plastiklik indeksi yüksek değerinde toprak kurduğu zaman çok fazla büzülme istenmez iken toprak amenajmanında plastiklik indeksi çok yüksek ve çok düşük istenmez.

Koca (1999), yaptığı bir çalışmada İzmir yöresinin andezitlerin bozunma ürünü killerin oluşum şekillerini ve mühendislik özelliklerini incelemiştir. Bu çalışmada, andezitin yüzeysel bozunması sonucu oluşan killerin türleri ve oluşan kil gruplarının mühendislik özelliklerine değinilmiştir. Arazi çalışmalarında andezitlerden türeyen smektit grubu killerin genelde iki şekilde oluştukları gözlenmiştir. Birincisi, birden fazla volkanik aktivite sonucunda oluşan andezit lavları akarak üst üste gelmekte ve ilk fazla oluşmuş olan lavlar, bir

sonraki fazda oluşmuş lavlar tarafından ısının etkisiyle alterasyona uğratılmaktadır. İkincisi, andezit kütesinin içerdiği süreksizlik zonları boyunca yeraltı suyunun dolaşımı ve atmosferik etkiler sonucunda andezitlerdeki süreksizliklerden itibaren kil minerallerinin oluşmasıdır. Araştırmacı Susuzdede Parkı, Osmangazi, Asansör taş ocağı şevlerinden ve İzmir Metrosu derin tünel kazısı başlangıç noktasını oluşturan Yeşilyurt Nenehatun kuyusundan alınan andezit bozunma ürünü dolgu zemin örneklerinin mühendislik özelliklerine ait deney sonuçlarını vermiştir. Andezitler bozunma ürünü killerin, simektit grubunda yer alan Ca-montmorillonit tipi killer olduğunu belirtmiştir. Bu tip killer geniş bazal aralıklara sahip oldukları için bünyelerine su alarak şişebilmekte ve suyunu kaybettiklerinde ise oldukça sert ve keskin yüzeylere sahip malzemeler haline dönüşmektedirler. Susuzdede parkı ve Asansör taş ocağından alınan örneklerde LL değeri 89-128, tünel kuyusundan ve Osmangazi taş ocağından alınan örneklerde LL değeri 63-79 arasında değiştiğini belirtmiş ve bunların CH-grubu inorganik killer olduğu görülmüştür. Ayrıca tünel kuyusunun 14-15'nci metrelerinden alınan örneklerin LL değeri 55-63, PL değeri 45-48 arasında olduğundan (MH-grubu inorganik şiltler), 30-32'nci metrelerinden alınan örneklerin yüksek plastisiteli killer (CH) grubuna girdiğini belirtmiştir. CH-grubu inorganik killerin tek eksenli sıkışma dayanımı MH-grubu inorganik şiltlerden daha yüksek bulunmuştur. Montmorillonitlerin yapılarına su alarak şişmeleri süreksizlik düzlemlerinde kayaç-kütle dayanımını azaltan gerilimlere neden olmuştur. Şişme, süreksizliklerin açılmasına ve süreksizlik dayanımının düşmesine neden olmuştur. Sonuçlar bu zeminlerin eski taş ocaklarında ve yol yarmalarında şev duraylılığı sorunu yaratabileceğini göstermiştir.

Cangir ve ark. (2001)'de yapmış olduğu çalışmada Trakya'da argilasyona uğrayan tipik toprak profillerindeki kil ilüviyasyonunun ve kil zarlarının bitki gelişmesi üzerindeki işlevlerini incelemişlerdir. Bu çalışmada Typic Haploxeralf ve Inceptic Haploxeralf Alt grubuna giren 4 adet toprak profilinin horizon özellikleri; kil mineralleri ve toprak mühendisliği özellikleri incelenmiştir. Araştırma topraklarında kil ilüviyasyonu, tekstür B (Bt) horizonlarında, yüzey horizonu (epipedon)'na göre % 10,7-26,1 miktarları arasında artan oranlarda kil birikimi saptamışlardır. Tüm profillerde toprak reaksiyonları (pH) asit, organik madde ve total azot oranları düşük, faydalı potasyum ve fosfor oranları yetersiz düzeyde belirlenmiştir. Kök derinliği çevresinde oluşan tekstür B (argillic B; Bt) horizonunda, elüviyal horizon veya horizonlarından asidik koşullar altında yıkanarak, taşınan kil minerallerinin birikmesiyle ped yüzeylerinin yanal ve üst taraflarında ve/veya porların çeperlerinde, kil zarları (kil kütanları) oluştuğunu belirtmişlerdir. Bu kil zarları toprak matriksinin toprak

çözeltilisine bakan, değinme bölümlerini veya bitki köklerinin değinme yüzeylerini oluşturmaktadır. Toprak matriksi daha düşük oranda kil fraksiyonu içermektedir. Dolaylı olarak, daha düşük katyon değişim kapasitesine ve su tutma kapasitesine sahip olmaktadır. Normalde bu durum toprak matriksinin daha az düzeyde bitki besin elementleri tutması anlamına gelmektedir. Ancak bu topraklarda oluşan kil zarlari, bitkilerin daha fazla düzeyde bitki besin elementlerinin alınımı sağlamaktadır. Bu durum, Alfisol Ordosu topraklarda özellikle kil minerallerinin dağınık dağılım gösterdiği hafif tekstür sınıftaki topraklara veya kil minerallerinin yıkanıp, solum derinliğinden uzaklaştığı diğer topraklara göre önemli derecede avantaj sağlamaktadır. Bu konum benzer jeomorfik birimler, ana materyal ve iklim koşullarında oluşmuş Mollisol ve Inceptisol gibi diğer Ordolara giren topraklar için geçerli olabilenlere göre de düşük smektit tipi kil minerallerini içeren Alfisollerin benzersiz bir avantajıdır. Vertisol ve Entisol toprakları gibi killeri yüksek oranda içeren topraklarla da karşılaştırıldığında, yüzeyler üzerinde yıkanmayla killerin düzenlemesinin avantajıda oldukça fazladır.

Başkan (2004), yapmış olduğu çalışmada Gölbaşı Özel Çevre Koruma alanı ve yakın çevresi topraklarının mühendislik - fiziksel özellik ilişkilerinin ve konumsal yapılarının jeostatistik yöntem kullanılarak belirlenmesi amaçlanmıştır. İki aşamada yürütölen araştırmada ilk olarak profil örnekleri analiz edilmiş ve yüksek istatistik ilişki gösteren ($P<0,01$) toprak mühendislik-fiziksel özellikleri ikinci aşamada kullanılmak üzere seçilmiştir. İkinci aşamada jeostatistik analizde kullanılmak için 45 km² lik alanda 500x500 m aralıklarla grid geçirilerek 221 adet, araştırma alanının çeşitli yerlerinden 89 adet yüzey örnekleme (0-20 cm) yapılmıştır. Toprak örneklerinde kıvam limitleri ile kil kapsamı arasında önemli ($P<0,01$) pozitif, kum kapsamıyla önemli ($P<0,01$) negatif ilişkiler belirlenmiştir. Silt kapsamı ile kıvam limitleri arasında herhangi önemli bir ilişki belirlenmemiştir. Sonuçlar silt dışında tüm toprak özelliklerinin topoğrafya ile belirgin bir ilişki gösterdiğini ortaya koymuştur.

Cangir ve Boyraz (2005a) Edirne-İstanbul TEM otoyolu (E-80) güzergâhının izlediği yol üzerindeki arazileri toprak taksonomisine göre incelediklerinde arazilerin büyük bir bölümünün vertisol ordosunda yer aldığını bildirmişlerdir. Bu topraklar %40 ve üzerinde kil fraksiyonunana, içerdikleri smektit kil minerallerine paralel olarak yüksek derecede şişme-büzölme kapasitesine ve COLE değerlerine, profilin alt katmanlarında parlak-cilalı-kaygan yüzeylere ve ayrıca bu katmanlarda yatayla 10°-60° arasında açıyla değişen kama strüktürlere

sahiptir. Bu tarım topraklarının bir diğeri ilginç özelliği de gilgai, mikrorölyefe sahip olmalarıdır. Ayrıca bunların hacim ağırlıkları yüksek; iç drenajları zayıf; kuru dönemlerde 10 cm'ye kadar enine ve 1 m'ye kadar da derinlemesine çatlaklar oluşturmasıdır. Yukarıdaki tanımlamalara göre arzu edilmeyen toprak mühendislik özelliklerine sahip bu araziler, AASHO Sınıflandırması'na göre A-6 grubu, A-7-5 ve A-7-6 alt gruplarındadır. Buna karşın, bu araziler aynı zamanda günümüzde yağ açığını karşılayacak olan ayçiçeği tarımına birinci dereceden uygun topraklardır. Polikültür tarım sisteminde de ayçiçeğine seçenek olan ürün buğdaydır. E-80 otopanı iyi nitelikli ve verimli tarım topraklarının tam ortasından geçerek, tarım arazilerinin amaç dışı kullanımlarını desteklemiştir.

Cangir ve ark. (2005b) yapmış olduğu çalışmada Edirne'ye bağlı İpsala ilçesinin Sultanköy beldesindeki arazilerin toprak serileri ve fazlarına göre tarım topraklarının mineralojik, toprak mühendisliği özellikleri ve sınıflamalarından yararlanarak toprak mekanizasyon koşulları incelenmiştir. Toprakların adezyon, kohezyon ve kesme direnci değerleriyle toprak sürüm işlemlerine karşı davranışları incelenerek tav koşulları saptanmıştır. Likit limit değerlerinde elde edilen nem oranlarındaki artışa paralel olarak; toprağın kil fraksiyonundaki oranlarının artışıyla birlikte, kil fraksiyonundaki kil tipleri de önem kazanmaktadır. Kil fraksiyonu oranı yüksek olan vertisol ordosundaki hakim kil minerali smektit, benzer topraklardaki dinamik kuvvetlerin etkisini de arttırmaktadır. Dolayısıyla su zarı tansiyonu önem kazanarak, plastik limit değerinin üzerindeki nem koşullarında sürüm ile kolaylıkla toplam porozite oranlarında azalma oluşacaktır. Ayrıca toprak agregatları düzensiz dağılıma göstererek, bağımsız parçacıkların balçıklaşması kaçınılmaz olmaktadır. Plastik limit değerinin altındaki ortamda yük taşıma kapasitesi artış gösterirken; bu değer üzerinde ise ani bir azalma meydana gelmektedir.

Dipova (2005), yaptığı çalışmada Antalya tufa platosundaki zeminlerin mühendislik özelliklerine değinmiştir. Antalya tufa platosunda, tufa ana kayacından başka iki ayrı zemin birimi bulunduğunu belirtmektedir. Bunlar; zayıf çimentolu karbonat kumu (çökebilir zemin) ve kırmızı topraklardır (terra-rossa). Çalışmada boşluk oranı değişiminin toplam hacme oranı olarak tanımlanan 'çökme potansiyeli (Cp)' ve indeks özellikleri belirlenmiştir. Çökebilir zeminler tane boyu dağılımı deneyi yapılarak ıslak ve kuru eleme sonuçlarındaki dağılım farkı görülmüştür. Islak elemelerde taneler arası bağlar erimekte ve tane boyutu küçülmektedir. Çökme potansiyelleri çok geniş bir aralıkta bulunmuştur. Antalya'da kırmızı toprakların iki tufa katmanı arasında paleosol olarak gözlemiştir. Yüzeiden alınan örneklerde kil oranı

ortalama % 70 iken, bu değer paleosol örnekler için % 60 olmaktadır. Yüzeideki killer için ortalama likit limit % 81 iken paleosol için bu değer % 61'e düşmektedir. Zemin sınıfı hem yüzey hem de paleosolde CH-grubunda bulunmuştur. Likit limit değerlerinin yüksek oluşu nedeni ile şişme potansiyeli araştırılmış, ancak yapılan konsolidasyon deneylerinde şişme gözlenmemiştir.

Gülser ve Candemir (2006), yapmış oldukları bir çalışmada OMU Kurupelit Kampus alanında bulunan toprak serilerinin Atterberg limitleri, hacimsel büzülme, doğrusal uzama katsayıları (COLE) ve kıvam indeksleri (Ic) gibi bazı mekaniksel özellikleri belirlenerek, toprak işleme açısından değerlendirmişlerdir. En yüksek likit limit (% 88.67) ve plastik limit (% 42.28) değerleri Oyumca serisinde, en düşük LL (% 57.55) ve PL (% 30.11) değerleri ise Aksu serisi topraklarında belirlenmiştir. Çalışmada LL değerlerinin tamamı % 50'den fazla olduğundan bütün serilerde yer alan topraklar yüksek plastikliğe sahip bulunmuştur. LL ve plastiklik indeksi (PI) değerlerine göre bütün topraklar fazla plastik inorganik killer grubunda sınıflandırılmıştır. İncesu ve Kurupelit serilerindeki topraklar smektit grubu kil mineralince daha zengin olmaları nedeniyle diğer serilerdeki topraklara göre daha yüksek büzülme limiti ve hacimsel büzülme değerleri göstermişlerdir. COLE değerlerine göre İncesu, Oyumca ve Kurupelit Serilerindeki topraklar çok yüksek, Müzmüllü ve Aksu Serilerindeki topraklar ise yüksek şişme-büzülme potansiyeline sahiptirler. Toprakların PI değerleri % 27.44 ile % 47.22 arasında değişmiş ve Aksu < Kurupelit < Müzmüllü < Oyumca < İncesu sıralamasıyla artmıştır. Geniş PI değerlerine sahip İncesu ve Oyumca serilerindeki topraklar çok ıslakken işlendiklerinde balçıklaşma tehlikesi daha fazladır. OMÜ Kurupelit kampusünde yer alan toprak serilerinde en uygun toprak işleme için maksimum nem içeriği, kıvam indeksinin yaklaşık 1,0' e eşit olmasını sağlayan tarla kapasitesindeki nem değerleri veya PL'in % 90'ındaki nem değerleri olarak belirlenmiştir.

Yakupoğlu ve Özdemir (2006)'da yapmış oldukları bir çalışmada farklı düzeylerde erozyona uğramış topraklara, biyokatı ve çay atığını farklı dozlarda karıştırılarak, topraklarda oluşturdukları mekaniksel özelliklerini incelemişlerdir. Organik madde kaynakları topraklara dört farklı dozda (% 0, 2, 4 ve 6) ve üç tekerrürlü olarak bölünen bölünmüş parseller deneme desenine göre uygulanmıştır. Topraklar ince bünyeli olup orta düzeyde organik madde içeriğine ve pH değerine sahiptirler. Sonuçta organik materyal ilavelerinin toprakların likit limit (LL) ve plastik limit (PL) değerlerini önemli ölçüde artırdığı, doğrusal uzama katsayısı (COLE) ve hacimsel büzülme (Sv) değerlerini ise önemli ölçüde düşürdüğü görülmüştür.

Topraklarda artan erozyon düzeyine göre likit limit ve plastik limit değerlerinde düşüş görünürken, organik atıkların uygulanmasından sonra bu değerlerinde artış görülmektedir. Meydana gelen bu artışlar likit limit için artan erozyon düzeylerine, atık çeşidine ve uygulanan doza; plastik limit için kil minerali çeşidine, kil içeriğine, değişebilir katyon cinsine ve organik madde miktarına bağlıdır. Toprağa ilave edilen organik atıkların toprak özelliklerine bağlı olarak şişme-büzülme potansiyellerini önemli ölçüde düşürdüğü anlaşılmaktadır. Bu nedenle özellikle şişme büzülme potansiyeli yüksek olan Vertisol ordosuna dâhil olan topraklarda şişme-büzülme zararlarının azaltılması ve bitkisel üretimin artırılması bakımından organik atık ilavesi önem taşımaktadır.

Akçalı ve Arman (2006) yaptığı çalışmada barajlarda kullanılacak doğal malzemeler üzerinde yapılan laboratuvar deneyleri sonucunda elde edilen değerler için kullanılan ve tavsiye edilen limitleri araştırmıştır. Limit değerlerinin aşılması durumunda baraj güvenliği tehlikeye girmektedir. Geçirimsiz malzeme için özgül ağırlık $>2,6$ kullanılmış veya tavsiye edilen değeri verilmiştir. Malzemenin organik madde içermesi geçirimsizliğini arttırdığını belirtmiştir. Likit limit değeri için alt limitin 40 üst limitin 50 olmasını tavsiye etmiştir. Likit limit değerinin 50'den büyük olması halinde boşluklardaki su basınca neden olmakta, işlemeyi zorlaştırmakta ve büyük hacim değişikliklerinin oluşmasına sebep olmaktadır. Plastiklik indeksi 14-20 arasında önerilmektedir. Plastiklik indeksi 4-7 arasında geçirimsiz bir malzeme oluşturacağından çekirdek zonlarının yapımında önerilmemektedir. Büzülme limiti, optimum su içeriğinden fazla olmalıdır. Aksi takdirde nem azalmasından (kuruma) dolayı barajda çatlaklar oluşur. Eğer büzülme limiti optimum su muhtevasından düşük ise, bu zemin yalnızca iç çekirdekte kullanılmalıdır. Dış kabuklarda kullanılmamalıdır. Elek analizi için alt limiti içinde en az % 12 kil özelliği gösteren plastik ince malzeme bulunmalıdır. İnce boyutlu kum ve siltten oluşan SM simgeli malzeme sıvılaşılabilmek özelliği bulunduğu için kullanılması sakıncalıdır. Beton agrega malzemesi için 200 nolu elekten geçen ince tane miktarı için tavsiye edilen değer en fazla % 3-5 arasında olmalıdır.

Yılmaz ve ark. (2008) 'de yapmış olduğu çalışmada katı atık depolama alanlarındaki taban kil şiltelerinin geçirimsizliklerine NaCl tuzunun etkisini araştırmıştır. İki tanesi düşük plastisiteli (CL sınıfı) ve bir tanesi yüksek plastisiteli (CH sınıfı) killeri kullanılarak, bunlara farklı tuz konsantrasyonları uygulanarak geçirimsizlik deneyleri yapılmıştır. CH sınıfı kilin geçirimsizliğinin arttığını ve CL sınıfı killerde ise geçirimsizlikte belirgin bir değişimin olmadığını göstermiştir. CH sınıfı kilin yapısı, çözeltilerin konsantrasyonunun artmasıyla

bozulmakta ve geçirimsizlik katsayısı yaklaşık 24 kat arttığı gözlenmiştir. Katı atık depolama alanlarının tasarımında ana malzeme düşük geçirimsizlik özelliğinden dolayı yüksek plastisiteli killerden oluşan şiltelerdir. Bu şilteler, katı atıkların içinden süzülen ve bir takım kimyasal, biyolojik ve fiziksel olaylara maruz kalarak oluşan sızıntı suyundan etkilenir. Bu nedenle, bazı özel koşullarda, katı atık depolama alanlarının tasarımında CH sınıfı kil yerine CL sınıfı killerde kullanılabileceğini önermişlerdir.

3.MATERYAL VE YÖNTEM

3.1.Materyal

Bu çalışmada kullanılan topraklar Tekirdağ'ın merkez ilçe ve köylerinden, Kumbağ yolu üzerinden ve Edirne ili merkez ilçesi Arnavutköy mevkiinden olmak üzere 17 farklı noktadan yüzey ve yüzey altı toprak örnekleri olarak alınmıştır. Alınan toprak örnekleri tarla tarımı, bağ, mera ve ormanlık alan gibi kullanım şekline sahiptir.

3.2.Yöntem

Alınan toprak örneklerinde tarımsal kullanım özelliklerinin belirlenmesi amacıyla rutin analizler yapılmıştır.

3.2.1.Fiziksel Özellikleri

Mekanik Analizi: Toprak tekstüründeki yüzde kum, silt ve kil oranı belirleyebilmek için Bouyoucos Hidrometre yöntemi kullanılmıştır (Bouyoucos,1951).

Tekstür Sınıfı: Tekstür sınıflarının isimlendirilmelerinde tekstür üçgeninden faydalanılmıştır (Soil Survey Division Staff,1993).

Kum Fraksiyonları: Hidrometre yöntemi uygulanan örneklere ıslak elek analizi uygulanarak yapılmıştır (Soil Survey Staff,1963).

3.2.2.Kimyasal Özellikleri

Toprak Reaksiyonu (pH): Saturasyon çamurunda cam elektrotlu pH metre kullanılarak belirlenmiştir (Jackson,1958).

Tuz: Saturasyon çamurunda Thermo aleti ile ölçülerek belirlenmiştir zırlanan doyunluk çamurunda elektrik iletkenliği ölçülmüştür (Richards, 1954).

Kireç: Serbest katyonların tayini Scheibler kalsimetresi kullanılarak yapılmıştır (Hızalan ve Ünal, 1966).

Organik madde: Jackson tarafından modifiye edilmiş Walkley-Black yöntemiyle bulunmuştur (Jackson,1958).

Toplam Azot (N): Mikro Kjeldahl yöntemi uygulanarak tayin edilmiştir (Black, 1965).

Fosfor (P): Olsen yöntemi uygulanarak tayin edilmiştir (FAO, 1990).

Potasyum (K), Kalsiyum (Ca) ve Magnezyum (Mg): Amonyum Asetat yöntemi uygulanarak tayin edilmiştir (FAO, 1990).

Demir (Fe): DTPA yöntemi uygulanarak tayin edilmiştir (Lindsay ve Norvell, 1969).

Bakır (Cu): DTPA yöntemi uygulanarak tayin edilmiştir (FAO, 1990; Follet, 1969).

Çinko (Zn) ve Manganez (Mn): DTPA yöntemi uygulanarak tayin edilmiştir (FAO, 1990).

3.2.3. Mühendislik Özellikleri

Likit Limit: AASHTO T 89-60 yöntemi kullanılarak belirlenmiştir (Karayolları Genel Müdürlüğü, 1967).

Plastik Limit: AASHTO T 90-56 yöntemi kullanılarak belirlenmiştir (Karayolları Genel Müdürlüğü, 1967).

Plastiklik indeksi: Likit limit ve plastik limit arasındaki farktan belirlenmiştir.

Kil Aktivitesi: Plastiklik indeks değerinin % kil oranına bölünmesiyle elde edilmiştir (Seed ve ark., 1964).

AASHTO Zemin Sınıflama Sistemi: AASHTO 1993 göre yapılmıştır (Karayolları Genel Müdürlüğü, 1967).

USCS-Birleşik Zemin Sınıflama Sistemi: ASTM D-2487 göre yapılmıştır (Karayolları Genel Müdürlüğü, 1967).

Casagrande Plastik Kartı Sınıflandırılması: Likit limit ve plastiklik indeksi değerlerinden yararlanılarak, Casagrande plastiklik kartı kullanılarak yapılmıştır (Munsuz, 1985).

Maksimum Yoğunluk, En Uygun Nem Kapsamı (Proctor) Değeri: Munsuz ve Ünver 1983'e göre hesaplanmıştır.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

Araştırmada kullanılan toprak örneklerinin alındığı yerlerin konumları aşağıda gösterilmiştir (Çizelge 4.1).

Çizelge 4.1.Toprak Örneklerinin Alındığı Mevkileri

Örnek Adı	Derinlik	Konum
MÇ 1-1	0-20 cm	Yeni Çevreyolu üzerinde 2.km'sinde yolun sağında
MÇ 1-2	20-50 cm	
MÇ 2-1	0-20 cm	Tekirdağ-Hayrabolu yolu üzerinde Hayrabolu yönüne giderken Çevreyolu kavşağından 4,5 km ilerde Karadeniz Mahallesi Camisi karşısı (yolun solunda bağ arazisi)
MÇ 2-2	20-60 cm	
MÇ 3-1	0-20 cm	Tekirdağ-Hayrabolu yolu üzerinde Hayrabolu yönüne giderken Tekirdağ Mezarlığı yolu ayrımından 2.7 km içerde yolun sağında
MÇ 3-2	20-60 cm	
MÇ 4-1	0-20 cm	Tekirdağ-Hayrabolu yolu üzerinde Hayrabolu yönüne giderken Tekirdağ Mezarlığı yolu ayrımından 4 km içerde yolun sağında
MÇ 4-2	20-60 cm	
MÇ 5-1	0-20 cm	Sivil Savunma Müdürlüğü karşısı mera arazisi
MÇ 5-2	20-60 cm	
MÇ 6-1	0-20 cm	Tekirdağ- Kumbağ-Malkara Çevreyolu Malkara yönüne 13.3 km sonra yolun sağında kavşağından
MÇ 6-2	20-60 cm	
MÇ 7-1	0-30 cm	Tekirdağ Çamlığı (Ziraat fakültesi yanı) orman toprağı
MÇ 7-2	30-65 cm	
MÇ 8-1	0-20 cm	Ziraat Fakültesi Uygulama Oteli yanındaki arazi
MÇ 8-2	20-60 cm	
MÇ 9-1	0-40 cm	Aka Koleji yanındaki arazi
MÇ 9-2	40-70 cm	
MÇ 10-1	0-30 cm	Uzunköprü ilçesi kuzeybatı yönünde Ergene Nehri yanında yer alan alüviyal çökeller üzerinde oluşmuş düz ovadaki çeltik arazisi
MÇ 10-2	30-120 cm	
MÇ 11-1	0-20 cm	Barbarosa giderken Altınova çıkış köprüsünden 600m ilerde yolun sağında
MÇ 11-2	20-50 cm	
MÇ 11-3	50-80 cm	
MÇ 11-4	+80 cm	
MÇ 12-1	0-25 cm	Barbarosa giderken Altınova çıkış köprüsünden 900m ileriden sağa dönüldüğünde 100m içeride
MÇ 12-2	25-60 cm	
MÇ 13-1	0-30 cm	Barbarosa giderken Altınova çıkış köprüsünden 2 km ileride yolun sağında
MÇ 13-2	30-60 cm	
MÇ 14-1	0-30 cm	Barbarosa giderken Altınova çıkış köprüsünden 2.5 km ileride Ada tümsek
MÇ 14-2	30-60 cm	
MÇ 15-1	0-30 cm	Kumbağa giderken Altınova çıkış köprüsünden 5.5 km ileride yolun solunda
MÇ 15-2	30-45 cm	
MÇ 16-1	0-30 cm	Kumbağ Mezarlığının tam karşısı burun
MÇ 16-2	30-60 cm	
MÇ 17-1	0-40 cm	Edirne ili merkez ilçesi Arnavutköy mevkiinde
MÇ 17-2	40-80 cm	

4.1.Topraklarının Fiziksel, Kimyasal ve Mühendislik Özellikleri

MÇ 1 nolu örnek yeni Çevreyolu'nun 2.km'sinde yolun sağından yüzey ve yüzey altı toprağı olarak alınmıştır. Yüzey toprağı (MÇ 1-1) siltli kil, yüzey altı toprağı (MÇ 1-2) kil bünyede bulunmuştur. Bu farklılık yüzey toprağının silt oranının, yüzey altı toprağına göre fazlalığından kaynaklanmaktadır. Yüzey toprağındaki kum fraksiyonlarının oranının % 1,37'si kaba ve çok kaba kumdan, % 11,41'i orta kumdan, % 87,19'u ince ve çok ince kumdan oluşmaktadır. Yüzey altı toprağındaki kum fraksiyonlarının oranının % 1,36'sı kaba ve çok kaba kumdan, % 8'i orta kumdan, % 90,64'ü ince ve çok ince kumdan oluşmaktadır. Hem yüzey toprağının hem de yüzey altı toprağının % kil miktarının eşit olmasına rağmen likit limit değerleri farklı çıkmıştır (Çizelge 4.1.2).

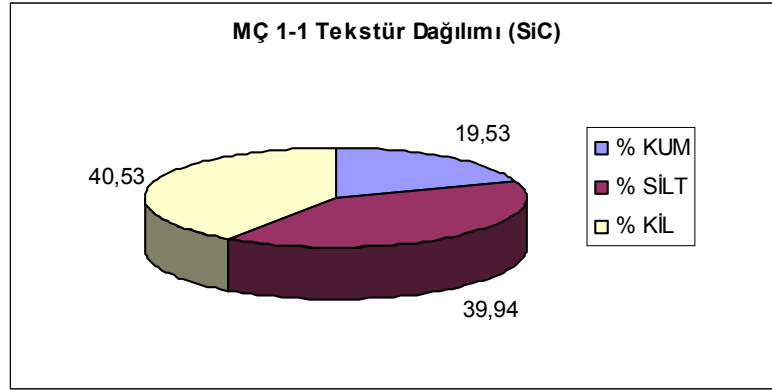
Çizelge 4.1.2. MÇ 1 No'lu Örneklerin Fiziksel ve Mühendislik Özellikleri Analiz Sonuçları

Yapılan Analizler		MÇ 1-1	MÇ 1-2	
Derinlik (cm)		0-20	20-50	
Mekanik Analiz	Kum Fraksiyonları	ÇKK ⁽¹⁾ (2-1 mm, %)	0,06	0,13
		KK ⁽²⁾ (1-0,5 mm, %)	0,21	0,19
		OK ⁽³⁾ (0,5-0,25 mm, %)	2,23	1,91
		İK ⁽⁴⁾ (0,25-0,1 mm, %)	14,4	10,62
		ÇİK ⁽⁵⁾ (0,1-0,05 mm, %)	2,63	11
	% Kum		19,53	23,85
	% Silt		39,94	35,68
	% Kil		40,53	40,47
	Tektür Sınıfı		SİLTİLİ KİL (SiC)	KİL (C)
Zemin Özellikleri	Likit Limit	47,8	43,2	
	Plastik Limit	17,24	18,24	
	Plastiklik İndeksi	30,56	24,96	
	Kil Aktivitesi	0,75	0,62	
	Casagrande Plastiklik Kartı	O.p.i.k. (6)	O.p.i.k.	
	ASSHO ⁽⁷⁾	A-7-6 (12)	A-7-6 (12)	
	USCS ⁽⁸⁾	CL ⁽⁹⁾	CL	

(1)ÇKK= Çok kaba kum, (2) KK=Kaba kum, (3) OK= Orta kum, (4) İK= İnce kum, (5) ÇİK= Çok ince kum, (6)Orta derecede plastik inorganik killler , (7)Amerika Eyalet Karayolları Memurları Birliği (8) Birleşik Toprak Sınıflama Sistemi, (9) Düşük plastikli inorganik killler.

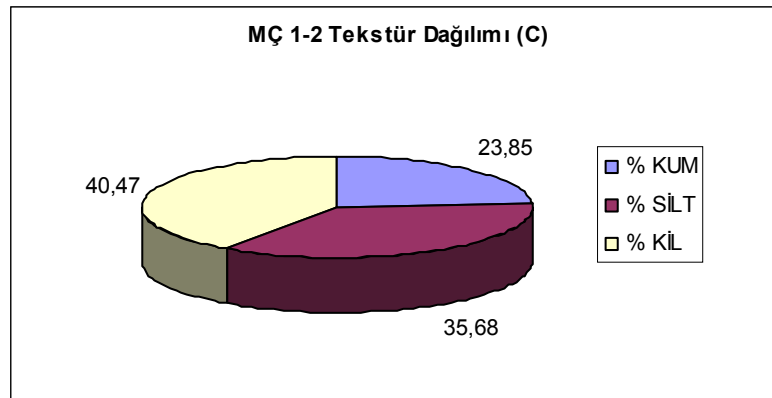
Bu farklılık yüzey altı toprağının % kum oranının yüzey toprağına göre daha fazla olmasından kaynaklanmaktadır. Plastik limit değerleri birbirine yakındır. Plastiklik indeksi değerleri likit limit değerlerinin farklılığından farklı çıkmıştır. Yüzey toprağı çok plastik (30,56) iken, yüzey altı toprağı orta plastik (24,96) plastiklik indeksi sınıfındadır. Yüzey ve yüzey altı toprakları Casagrande plastik kartına göre orta derecede plastik inorganik killer grubunda, A-7-6 ASSHO sınıflama sınıfında ve grup indeks değerleri 12'dir. Birleşik zemin sınıflama sistemine göre yüzey ve yüzey altı toprakları düşük plastikli inorganik killer (CL) grubunda bulunmaktadır (Çizelge 4.1.2).

MÇ 1 nolu örneğın yüzey toprağının (MÇ 1-1) % kil oranı 40,53, % silt oranı 39,94, % kum oranı 19,53'dür (Şekil 4.1.1).



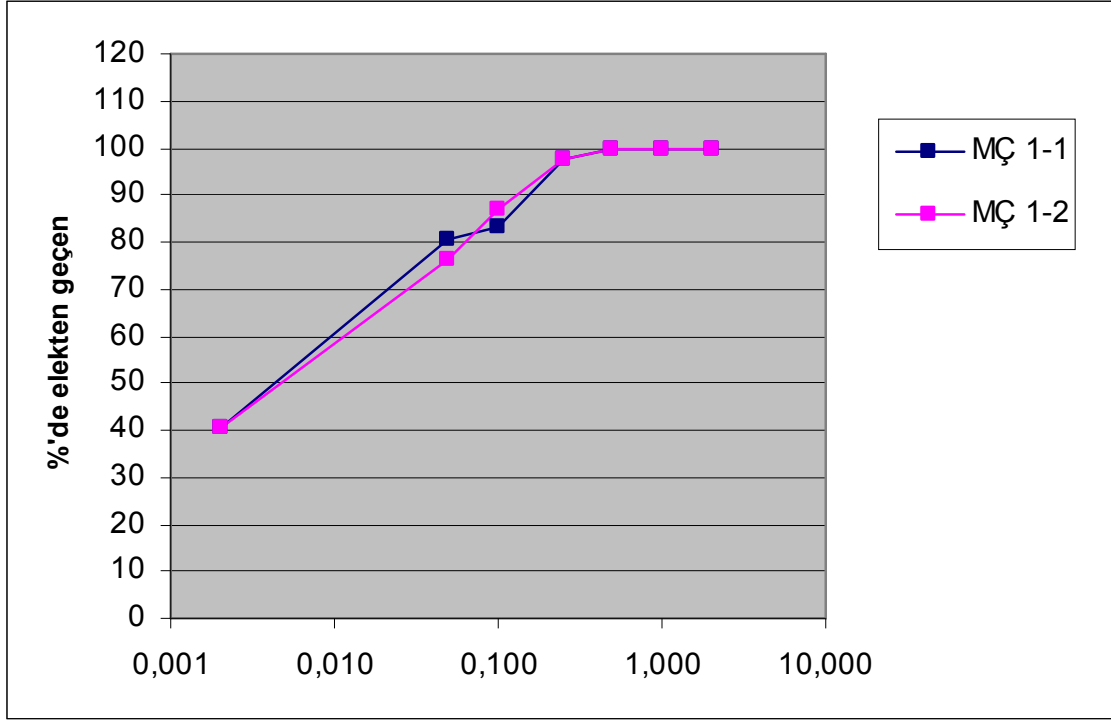
Şekil 4.1.1. MÇ 1-1 Nolu Örneğın Tekstür Yüzdelerinin Dağılımı

Yüzey altı toprağının (MÇ 1-2) % kil oranı 40,47, % silt oranı 35,68, % kum oranı 23,85'dir (Şekil 4.1.2).



Şekil 4.1.2. MÇ 1-2 Nolu Örneğın Tekstür Yüzdelerinin Dağılımı

MÇ 1 nolu örneğin yüzey ve yüzey altı toprakları granülasyon eğrilerine göre siltler ve killer çoğunlukta olduğundan ince taneli zeminleri göstermektedir. Tane boyu dağılımı orta silten ince kuma kadar değişkenlik göstermektedir. Düşük üniform ve dikey kurve şeklindedir (Şekil 4.1.3).



KİL	SİLT	KUM					ÇAKIL
		Çok ince	ince	orta	kaba	Çok kaba	

Şekil 4.1.3. MÇ 1-1 ve MÇ 1-2 Nolu Örneklerin Granülasyon Eğrileri

MÇ 1 nolu örneğin yüzey ve yüzey altı toprağının kimyasal özellikleri birbirine benzerdir. Yüzey ve yüzey altı topraklarının pH'ları nötral seviyede ve tuzsuzdur. Yüzey toprağı ve az kireçli iken yüzey altı toprağı kireçli seviyededir. Organik madde miktarı hem yüzey hem de yüzey altı toprağı içinleri az humuslu seviyededir. Toplam azot, fosfor ve potasyumları düşük seviyededir. Kalsiyumları çok yüksek, magnezyumları orta seviyededir. Demir ve bakırları yeterli seviyededir. Manganları kritik seviyede iken çinkoları nokсандır (Çizelge 4.1.3).

Çizelge 4.1.3. MÇ 1 No'lu Örneklerin Kimyasal Özellikleri Analiz Sonuçları

Yapılan Analizler		MÇ 1-1		MÇ 1-2	
Derinlik (cm)		0-20		20-50	
Kimyasal Özellikleri	pH	7,17	Nötral	6,75	Nötral
	Tuz (%)	0,039	Tuzsuz	0,037	Tuzsuz
	Kireç (%)	4,41	Az kireçli	5,11	Kireçli
	Organik Madde (%)	1,4	Az humuslu	1,32	Az humuslu
	Toplam Azot (%)	0,07	Düşük	0,066	Düşük
	Fosfor (ppm)	3,2	Düşük	3	Düşük
	Potasyum (ppm)	185	Düşük	160	Düşük
	Kalsiyum (ppm)	8061	Çok yüksek	8031	Çok yüksek
	Magnezyum (ppm)	184	Orta	174	Orta
	Demir (ppm)	5,3	Yeterli	5,7	Yeterli
	Bakır (ppm)	1	Yeterli	1,11	Yeterli
	Çinko (ppm)	0,042	Noksan	0,041	Noksan
	Mangan(ppm)	8,2	Kritik	8,7	Kritik

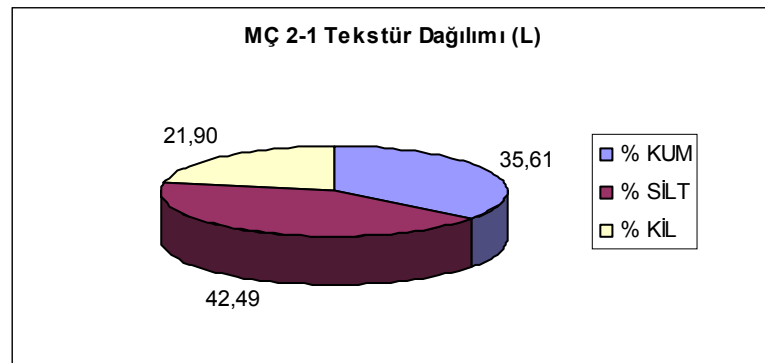
MÇ 2 nolu örnek Tekirdağ-Hayrabolu yolu üzerinde Hayrabolu yönüne giderken Çevreyolu kavşağından 4,5 km ileride Karadeniz Mahallesi Cami karşısından (yolun solunda bağ arazisi) yüzey ve yüzey altı toprakları olarak alınmıştır. Yüzey toprağı (MÇ 2-1) tın, yüzey altı toprağı (MÇ 2-2) killi tın bünyede bulunmuştur. Bu farklılık yüzey altı toprağının kil oranının, yüzey toprağı göre fazlalığından kaynaklanmaktadır. Yüzey toprağındaki kum fraksiyonlarının oranının % 1,68'i kaba ve çok kaba kumdan, % 5'i orta kumdan, % 93,32'si ince ve çok ince kumdan oluşmaktadır. Yüzey altı toprağındaki kum fraksiyonlarının oranının % 0,69'u kaba ve çok kaba kumdan, % 4,67'si orta kumdan, % 94,64'ü ince ve çok ince kumdan oluşmaktadır. Yüzey ve yüzey altı toprakların bünyeleri farklı olmasına rağmen likit limit ve plastik limit değerleri birbirine yakındır. Buna bağlı olarak toprakların plastiklik indeksi değerleri de birbirine yakındır. Yüzey toprağı (20,79) ve yüzey altı toprağı (21,80) orta plastik plastiklik indeksi sınıfında çıkmıştır. Yüzey ve yüzey altı toprakları Casagrande plastik kartına göre orta derecede plastik inorganik killer grubunda, A-6 ASSHO sınıflama sınıfında ve grup indeks değerleri 9'dur. Birleşik zemin sınıflama sistemine göre yüzey ve yüzey altı toprakları düşük plastikli inorganik killer (CL) grubunda bulunmaktadır (Çizelge 4.1.4).

Çizelge 4.1.4. MÇ 2 No'lu Örneklerin Fiziksel ve Mühendislik Özellikleri Analiz Sonuçları

Yapılan Analizler		MÇ 2-1	MÇ 2-2	
Derinlik (cm)		0-20	25-60	
Mekanik Analiz	Kum Fraksiyonları	ÇKK ⁽¹⁾ (2-1 mm, %)	0,19	0,04
		KK ⁽²⁾ (1-0,5 mm, %)	0,41	0,19
		OK ⁽³⁾ (0,5-0,25 mm, %)	1,81	1,55
		İK ⁽⁴⁾ (0,25-0,1 mm, %)	21,12	18,95
		ÇİK ⁽⁵⁾ (0,1-0,05 mm, %)	12,08	12,43
	% Kum		35,61	33,15
	% Silt		42,49	32,39
	% Kil		21,9	34,46
	Tektür Sınıfı		TIN (L)	KİLLİ TIN (CL)
Zemin Özellikleri	Likit Limit		39,2	38,5
	Plastik Limit		18,41	16,7
	Plastiklik İndeksi		20,79	21,80
	Kil Aktivitesi		0,95	0,63
	Casagrande Plastiklik Kartı		O.p.i.k. (6)	O.p.i.k.
	ASSHO ⁽⁷⁾		A-6 (9)	A-6 (9)
	USCS (8)		CL (9)	CL

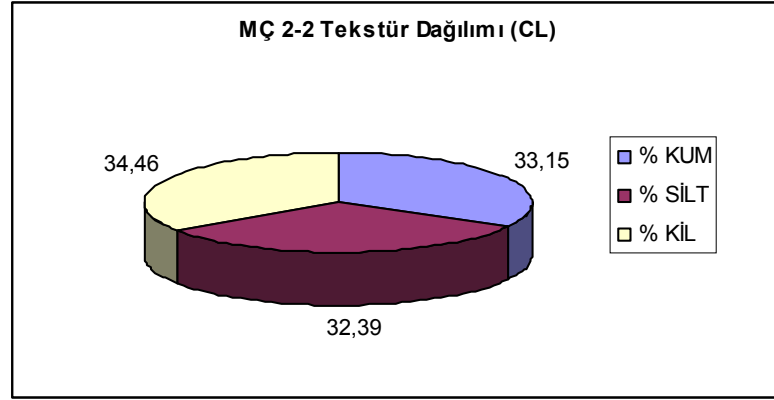
(1)ÇKK= Çok kaba kum, (2) KK=Kaba kum, (3) OK= Orta kum, (4) İK= İnce kum, (5) ÇİK= Çok ince kum, (6)Orta derecede plastik inorganik killler , (7)Amerika Eyalet Karayolları Memurları Birliği (8) Birleşik Toprak Sınıflama Sistemi, (9) Düşük plastikli inorganik killler.

MÇ 2 nolu örneğin yüzey toprağının (MÇ 2-1) % kil oranı 21,90 ,% silt oranı 42,49, % kum oranı 35,90'dır (Şekil 4.1.4).



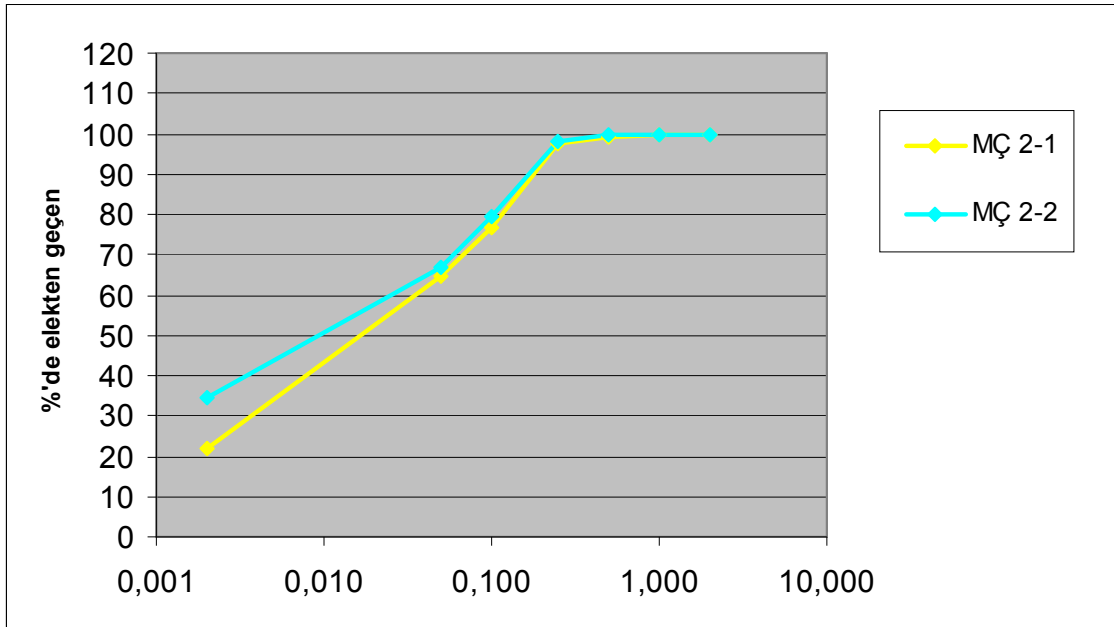
Şekil 4.1.4. MÇ 2-1 Nolu Örneğin Tektür Yüzdelерinin Dağılımı

Yüzey altı toprağının (MÇ 2-2) % kil oranı 34,46, % silt oranı 32,39, % kum oranı 33,15'dir (Şekil 4.1.5).



Şekil 4 1.5. MÇ 2-2 Nolu Örneğin Tekstür Yüzdelerinin Dağılımı

MÇ 2 nolu örneğin yüzey ve yüzey altı toprakları granülasyon eğrilerine göre siltler ve killen çoğunlukta olduğundan ince taneli zeminleri göstermektedir. Tane boyu dağılımı ince siltten ince kuma kadar değişkenlik göstermektedir. Yüksek üniform ve dikey kurve şeklindedir (Şekil 4.1.6).



KİL	SİLT	KUM					ÇAKIL
		Çok ince	ince	orta	kaba	Çok kaba	

Şekil 4.1 6. MÇ 2-1 ve MÇ 2-2 Nolu Örneklerin Granülasyon Eğrileri

MÇ 2 nolu örneğin yüzey ve yüzey altı toprağının kimyasal özellikleri birbirinden farklıdır. Yüzey ve yüzey altı topraklarının pH'ları nötral seviyede, tuzsuz ve kireçsizdir. Yüzey toprağında organik madde miktarı orta derecede humuslu iken yüzey altı toprağında az humusludur. Toplam azot yüzey toprağında orta seviye iken yüzey altı toprağında düşük seviyededir. Fosfor yüzey toprağında çok yüksek seviyede bulunurken, yüzey altı toprağında yüksek seviyede bulunmaktadır. Potasyum yüzey toprağında çok yüksek seviyede bulunurken, yüzey altı toprağında düşük seviyede bulunmaktadır. Kalsiyum hem yüzey hem de yüzey altı toprağında yüksek seviyede iken magnezyum çok yüksek seviyededir. Demir yüzey altı toprağında yüksek seviyede iken yüzey altı toprağında yeterli seviyededir. Bakır hem yüzey hem de yüzey altı toprağında çok yüksek seviyededir. Mangan hem yüzey hem de yüzey altı toprağı için yeterli seviyededir. Çinko yüzey toprağı için yeterli iken yüzey altı toprağı için noksanıdır (Çizelge 4.1.5).

Çizelge 4.1.5 . MÇ 2 No'lu Örneklerin Kimyasal Özellikleri Analiz Sonuçları

Yapılan Analizler		MÇ 2-1		MÇ 2-2	
Derinlik (cm)		0-20		25-60	
Kimyasal Özellikleri	pH	6,747	Nötral	7,166,97	Nötral
	Tuz (%)	0,043	Tuzsuz	0,024	Tuzsuz
	Kireç (%)	0,00	Kireçsiz	0,00	Kireçsiz
	Organik Madde (%)	2,88	Orta derecede humuslu	1,15	Az humuslu
	Toplam Azot (%)	0,14	Orta	0,057	Düşük
	Fosfor (ppm)	112	Çok yüksek	27	Yüksek
	Potasyum (ppm)	477	Çok yüksek	165	Düşük
	Kalsiyum (ppm)	3199	Yüksek	3142	Yüksek
	Magnezyum (ppm)	600	Çok yüksek	580	Çok yüksek
	Demir (ppm)	12,3	Yüksek	9	Yeterli
	Bakır (ppm)	10,9	Çok yüksek	3,3	Çok yüksek
	Çinko (ppm)	1,9	Yeterli	0,4	Noksan
Mangan(ppm)	25,4	Yeterli	39	Yeterli	

MÇ 3 nolu örnek Tekirdağ-Hayrabolu yolu üzerinde Hayrabolu yönüne giderken Tekirdağ Mezarlığı yolu ayrımından 2,7 km içerde yolun sağında yüzey ve yüzey altı toprağı

olarak alınmıştır. Yüzey toprağı (MÇ 3-1) killi tın, yüzey altı toprağı (MÇ 3-2) siltli kil bünyede bulunmuştur. Yüzey toprağındaki kum fraksiyonlarının oranının % 2,53'ü kaba ve çok kaba kumdan, % 11,81'i orta kumdan, % 85,66'sı ince ve çok ince kumdan oluşmaktadır. Yüzey altı toprağındaki kum fraksiyonlarının oranının % 1,52'si kaba kumdan, % 12'si orta kumdan, % 86,48'i ince ve çok ince kumdan oluşmaktadır. Yüzey altı toprağında çok kaba kum bulunmamaktadır. Likit limit değerleri yüzey altı toprağında yüzey toprağına göre daha yüksektir. Bunun nedeni yüzey altı toprağının yüzey toprağından daha fazla kil ve daha az kum oranına sahip olmasıdır. Plastik limit değerleri birbirine yakındır. Plastiklik indeksi değerleri likit limit değerlerinin farklılığından farklı çıkmıştır. Yüzey toprağı orta plastik (23,96) iken, yüzey altı toprağı çok plastik (31,41) plastiklik indeksi sınıfındadır (Çizelge 4.1.6).

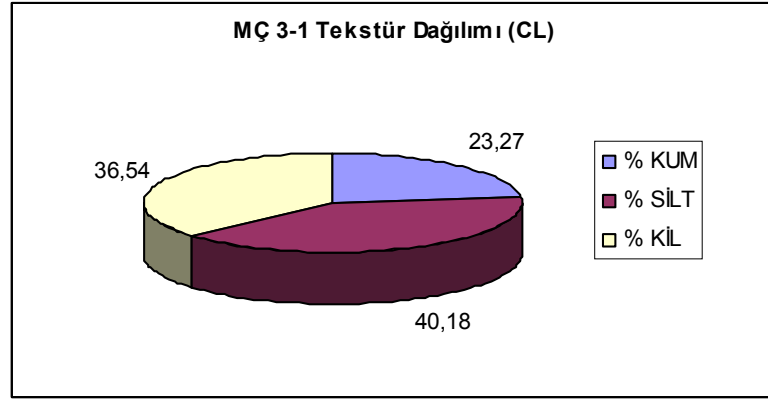
Çizelge 4.1.6. MÇ 3 No'lu Örneklerin Fiziksel ve Mühendislik Özellikleri Analiz Sonuçları

Yapılan Analizler		MÇ 3-1	MÇ 3-2	
Derinlik (cm)		0-20	25-60	
Mekanik Analiz	Kum Fraksiyonları	ÇKK ⁽¹⁾ (2-1 mm, %)	0,19	0,00
		KK ⁽²⁾ (1-0,5 mm, %)	0,4	0,27
		OK ⁽³⁾ (0,5-0,25 mm, %)	2,75	2,14
		İK ⁽⁴⁾ (0,25-0,1 mm, %)	9,56	6,68
		ÇİK ⁽⁵⁾ (0,1-0,05 mm, %)	10,37	8,6
	% Kum		23,27	17,69
	% Silt		40,18	41,91
	% Kil		36,54	40,4
	Tektür Sınıfı		KİLLİ TIN (CL)	SİLTİLİ KİL (SiC)
	Zemin Özellikleri	Likit Limit		43,8
Plastik Limit		19,84	21,09	
Plastiklik İndeksi		23,96	31,41	
Kil Aktivitesi		0,66	0,78	
Casagrande Plastiklik Kartı		O.p.i.k. (6)	F.p.i.k (7)	
ASSHO ⁽⁸⁾		A-7-6 (13)	A-7-6 (15)	
USCS ⁽⁹⁾		CL ⁽¹⁰⁾	CH ⁽¹¹⁾	

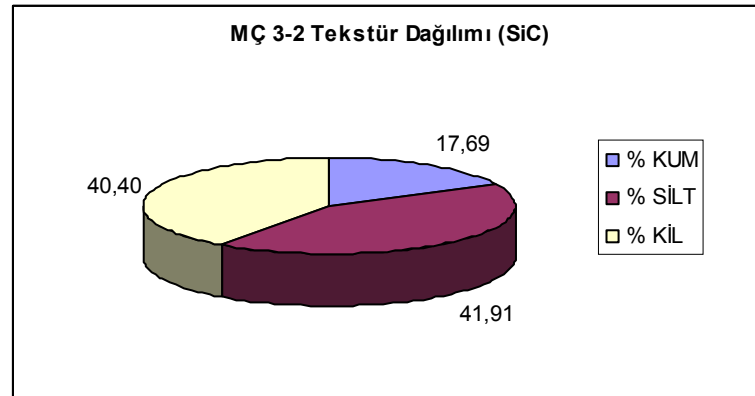
(1)ÇKK= Çok kaba kum, (2) KK=Kaba kum, (3) OK= Orta kum, (4) İK= İnce kum, (5) ÇİK= Çok ince kum (6) Orta derecede plastik inorganik killler , (7)Fazla plastik inorganik killler, (8)Amerika Eyalet Karayolları Memurları Birliği, (9) Birleşik Toprak Sınıflama Sistemi (10) Düşük plastikli inorganik killler , (11)Yüksek plastikli inorganik killler.

Yüzey toprağı likit limit ve plastiklik indeksinin yüksek olması nedeniyle Casagrande plastik kartına göre fazla plastik inorganik killer grubundadır. Yüzey altı toprağı Casagrande plastik kartına göre orta derecede plastik inorganik killer grubunda bulunmaktadır. Yüzey ve yüzey altı toprağı A-7-6 ASSHO sınıflama sınıfında yer alırken, yüzey toprağının grup indeksi 13 iken yüzey altı toprağının 15'dir. Birleşik zemin sınıflama sistemine göre yüzey toprağı düşük plastikli inorganik killer (CL) grubunda yer alırken, yüzey altı toprağı yüksek plastikli inorganik killer (CH) grubunda yer almaktadır (Çizelge 4.1.6).

MÇ 3 nolu örneğın yüzey toprağının (MÇ 3-1) % kil oranı 36,54, % silt oranı 40,18, % kum oranı 23,27'dir (Şekil 4.1.7). Yüzey altı toprağının (MÇ 3-2) % kil oranı 40,4, % silt oranı 41,91, % kum oranı 17,69'dur (Şekil 4.1.8).

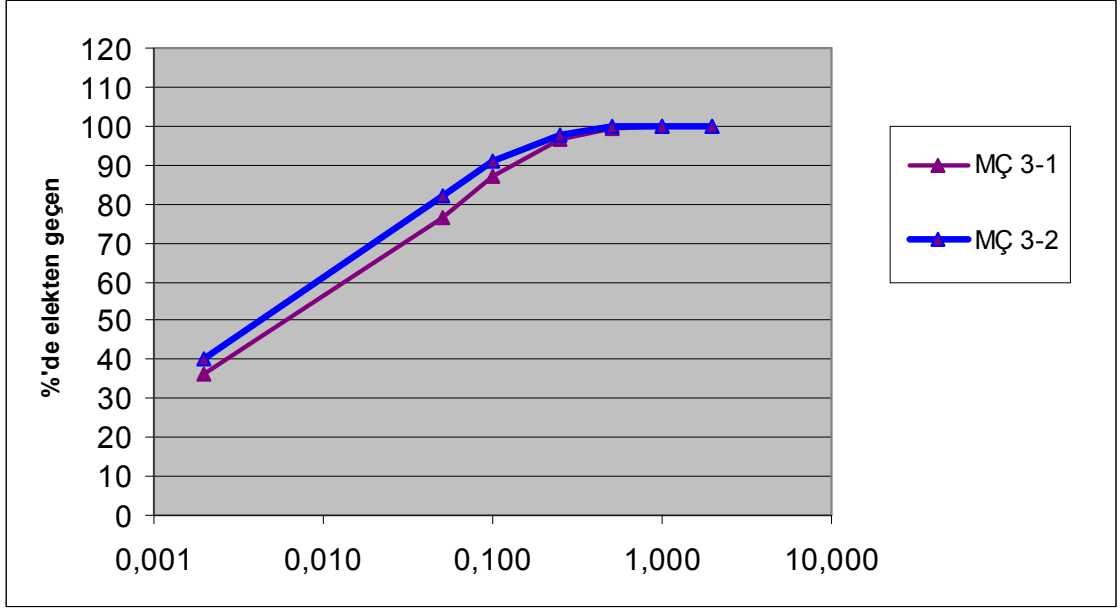


Şekil 4.1.7. MÇ 3-1 Nolu Örneğın Tekstür Yüzdelerinin Dağılımı



Şekil 4.1.8. MÇ 3-2 Nolu Örneğın Tekstür Yüzdelerinin Dağılımı

MÇ 3 nolu örneğin yüzey ve yüzey altı toprakları granülasyon eğrilerine göre siltler ve killeri çoğunlukta olduğundan ince taneli zeminleri göstermektedir. Tane boyu dağılımı orta siltten ince kuma kadar değişkenlik göstermektedir. Yüksek üniform ve dikey kurve şeklindedir (Şekil 4.1.9).



KİL	SİLT	KUM					ÇAKIL
		Çok ince	ince	orta	kaba	Çok kaba	

Şekil 4.1.9. MÇ 3-1 ve MÇ 3-2 Nolu Örneklerin Granülasyon Eğrileri

MÇ 3 nolu örneğin yüzey ve yüzey altı toprağının kimyasal özellikleri birbirine benzerdir. Yüzey ve yüzey altı toprağının pH'ları nötral seviyede, tuzsuz, az kireçli ve az humusludur. Toplam azot ve potasyum seviyeleri hem yüzey hem de yüzey altı toprağı için düşük seviyededir. Fosfor yüzey toprağında yüksek seviyede bulunurken, yüzey altı toprağında orta seviyede bulunmaktadır. Kalsiyum hem yüzey hem de yüzey altı toprağında çok yüksek seviyede; magnezyum yüksek seviyededir. Demir ve bakır hem yüzey hem de yüzey altı toprağı için yeterli seviyededir. Mangan hem yüzey hem de yüzey altı toprağı için kritik seviyededir. Çinko hem yüzey hem de yüzey altı toprağında noksandır (Çizelge 4.1.7).

Çizelge 4.1.7. MÇ 3 No'lu Örneklerin Kimyasal Özellikleri Analiz Sonuçları

Yapılan Analizler		MÇ 3-1		MÇ 3-2	
Derinlik (cm)		0-20		25-60	
Kimyasal Özellikleri	pH	7,19	Nötral	7,30	Nötral
	Tuz (%)	0,052	Tuzsuz	0,048	Tuzsuz
	Kireç (%)	3,50	Az kireçli	3,93	Az kireçli
	Organik Madde (%)	1,51	Az humuslu	1,29	Az humuslu
	Toplam Azot (%)	0,075	Düşük	0,064	Düşük
	Fosfor (ppm)	23	Yüksek	13	Orta
	Potasyum (ppm)	165	Düşük	187	Düşük
	Kalsiyum (ppm)	7390	Çok yüksek	8302	Çok yüksek
	Magnezyum (ppm)	270	Yüksek	284	Yüksek
	Demir (ppm)	5,9	Yeterli	8,15	Yeterli
	Bakır (ppm)	1,15	Yeterli	1,3	Yeterli
	Çinko (ppm)	0,23	Noksan	0,15	Noksan
	Mangan(ppm)	5	Kritik	13	Kritik

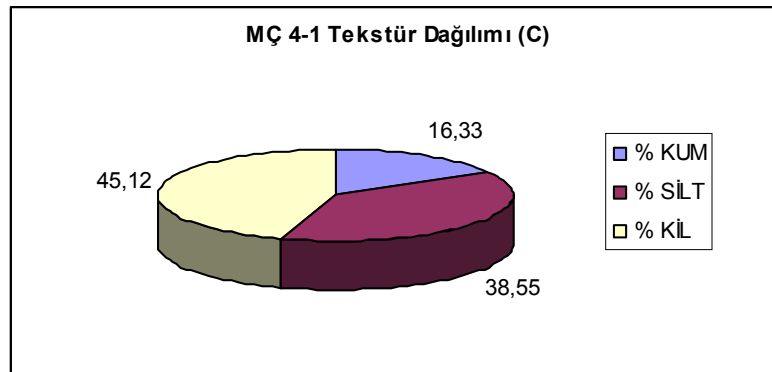
MÇ 4 nolu örnek Tekirdağ-Hayrabolu yolu üzerinde Hayrabolu yönüne giderken Tekirdağ Mezarlığı yolu ayrımından 4 km içerde yolun sağından yüzey ve yüzey altı toprağı olarak alınmıştır. Yüzey toprağı (MÇ 4-1) kil, yüzey altı toprağı (MÇ 4-2) siltli kil bünyede bulunmuştur. Yüzey toprağındaki kum fraksiyonlarının oranının % 3,85'i kaba ve çok kaba kumdan, % 6,24'ü orta kumdan, % 89,91'si ince ve çok ince kumdan oluşmaktadır. Yüzey altı toprağındaki kum fraksiyonlarının oranının % 6,33'ü kaba ve çok kaba kumdan, % 8,62'si orta kumdan, % 85,05'i ince ve çok ince kumdan oluşmaktadır. Yüzey ve yüzey altı toprakların bünyeleri farklı olmasına rağmen likit limit ve plastik limit değerleri birbirine yakındır. Buna bağlı olarak toprakların plastiklik indeksi değerleri de birbirine yakındır. Yüzey toprağı (34,63) ve yüzey altı toprağı (36,30) çok plastik plastiklik indeksi sınıfında çıkmıştır. Yüzey ve yüzey altı toprakları Casagrande plastik kartına göre fazla plastik inorganik killer grubunda bulunmaktadır. Yüzey ve yüzey altı toprağı A-7-6 ASSHO sınıflama sınıfında yer alırken, yüzey toprağının grup indeksi 15 iken yüzey altı toprağının 16'dır. Birleşik zemin sınıflama sistemine göre yüzey ve yüzey altı toprağı yüksek plastikli inorganik killer (CH) grubunda yer almaktadır (Çizelge 4.1.8).

Çizelge 4.1.8. MÇ 4 No'lu Örneklerin Fiziksel ve Mühendislik Özellikleri Analiz Sonuçları

Yapılan Analizler		MÇ 4-1	MÇ 4-2	
Derinlik (cm)		0-20	25-60	
Mekanik Analiz	Kum Fraksiyonları	ÇKK ⁽¹⁾ (2-1 mm, %)	0,23	0,32
		KK ⁽²⁾ (1-0,5 mm, %)	0,4	0,43
		OK ⁽³⁾ (0,5-0,25 mm, %)	1,02	1,02
		İK ⁽⁴⁾ (0,25-0,1 mm, %)	5,56	4,49
		ÇİK ⁽⁵⁾ (0,1-0,05 mm, %)	9,12	5,57
	% Kum		16,33	11,83
	% Silt		38,55	40,79
	% Kil		45,12	47,38
Tektür Sınıfı		KİL (C)	SİLTİ KİL (SiC)	
Zemin Özellikleri	Likit Limit	55,2	57,8	
	Plastik Limit	20,57	21,5	
	Plastiklik İndeksi	34,63	36,30	
	Kil Aktivitesi	0,77	0,77	
	Casagrande Plastiklik Kartı	F.p.i.k. ⁽⁶⁾	F.p.i.k.	
	ASSHO ⁽⁷⁾	A-7-6 (15)	A-7-6 (16)	
	USCS ⁽⁸⁾	CH ⁽⁹⁾	CH	

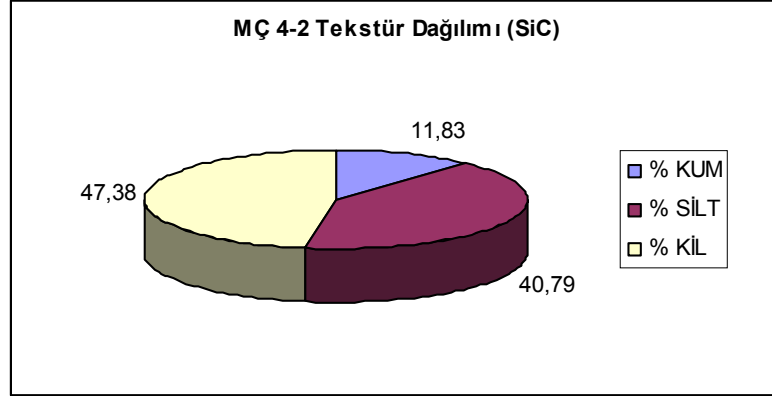
(1)ÇKK= Çok kaba kum, (2) KK=Kaba kum, (3) OK= Orta kum, (4) İK= İnce kum, (5) ÇİK= Çok ince kum, (6) Fazla plastik inorganik killler, (7)Amerika Eyalet Karayolları Memurları Birliği (8) Birleşik Toprak Sınıflama Sistemi, (9) Yüksek plastikli inorganik killler.

MÇ 4 nolu örneğin yüzey toprağının (MÇ 4-1) % kil oranı 45,12, % silt oranı 38,55, % kum oranı 16,33'dür (Şekil 4.1.10).



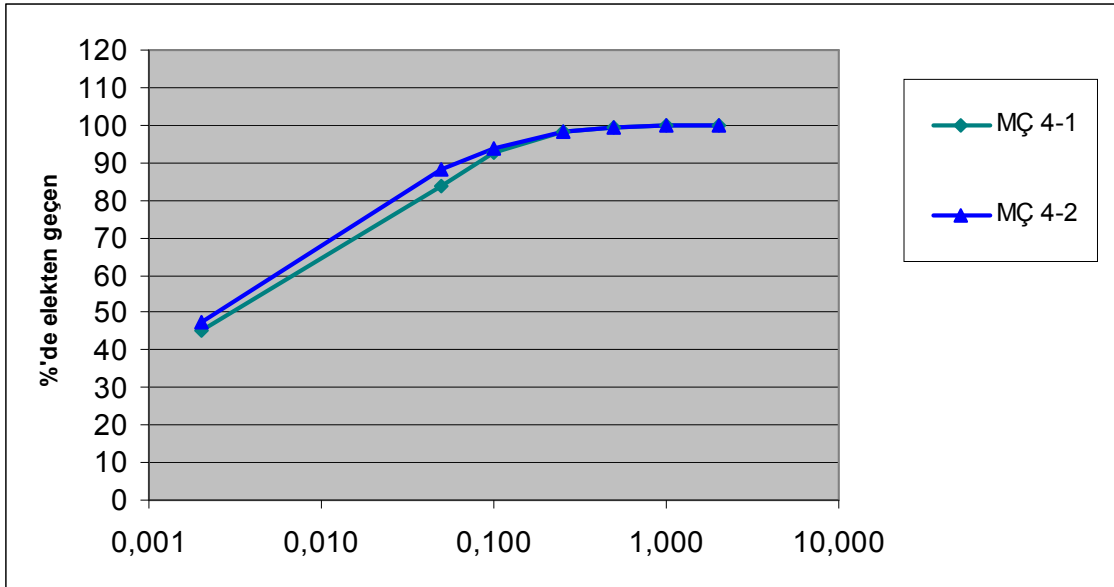
Şekil 4.1.10. MÇ 4-1 Nolu Örneğin Tektür Yüzdelerinin Dağılımı

Yüzey altı toprağının (MÇ 4-2) % kil oranı 47,38, % silt oranı 40,79, % kum oranı 11,83'dür (Şekil 4.1.11).



Şekil 4.1.11 . MÇ 4-2 Nolu Örneğin Tekstür Yüzdelerinin Dağılımı

MÇ 4 nolu örneğin yüzey ve yüzey altı toprakları granülasyon eğrilerine göre siltler ve killer çoğunlukta olduğundan ince taneli zeminleri göstermektedir. Tane boyu dağılımı ince siltten ince kuma kadar değişkenlik göstermektedir. Düşük üniform ve dikey kurve şeklindedir (Şekil 4.1.12).



KİL	SİLT	KUM					ÇAKIL
		Çok ince	ince	orta	kaba	Çok kaba	

Şekil 4.1.12 . MÇ 4-1 ve MÇ 4-2 Nolu Örneklerin Granülasyon Eğrileri

MÇ 4 nolu örneğin yüzey ve yüzey altı toprağının kimyasal özellikleri birbirine benzerdir. Yüzey ve yüzey altı topraklarının pH'ları nötral seviyede, tuzsuz, kireçsiz ve az humusludur. Toplam azot seviyeleri hem yüzey hem de yüzey altı toprağı için düşük seviyededir. Fosfor yüzey ve yüzey altı toprağında yüksek seviyede bulunmaktadır. Potasyum yüzey toprağında düşük seviyede bulunurken, yüzey altı toprağında orta seviyede bulunmaktadır. Kalsiyum hem yüzey hem de yüzey altı toprağında çok yüksek seviyede; magnezyum yüksek seviyededir. Demir hem yüzey hem de yüzey altı toprağında yüksek seviyededir. Bakırları yeterli seviyede iken çinkoları noksanıdır. Mangan yüzey toprağında kritik seviyede iken yüzey altı toprağında yeterli seviyededir (Çizelge 4.1.9).

Çizelge 4.1.9. MÇ 4 No'lu Örneklerin Kimyasal Özellikleri Analiz Sonuçları

Yapılan Analizler		MÇ 4-1		MÇ 4-2	
Derinlik (cm)		0-20		25-60	
Kimyasal Özellikleri	pH	7,24	Nötral	7,02	Nötral
	Tuz (%)	0,053	Tuzsuz	0,065	Tuzsuz
	Kireç (%)	0,00	Kireçsiz	0,00	Kireçsiz
	Organik Madde (%)	1,46	Az humuslu	1,46	Az humuslu
	Toplam Azot (%)	0,073	Düşük	0,073	Düşük
	Fosfor (ppm)	22	Yüksek	36	Yüksek
	Potasyum (ppm)	171	Düşük	250	Orta
	Kalsiyum (ppm)	8306	Çok yüksek	7243	Çok yüksek
	Magnezyum (ppm)	276	Yüksek	276	Yüksek
	Demir (ppm)	9,5	Yüksek	9,9	Yüksek
	Bakır (ppm)	1,3	Yeterli	1,5	Yeterli
	Çinko (ppm)	0,14	Noksan	0,34	Noksan
	Mangan(ppm)	10,5	Kritik	29	Yeterli

MÇ 5 nolu örnek Sivil Savunma Müdürlüğü karşısındaki mera arazisinden yüzey ve yüzey altı toprağı olarak alınmıştır. Yüzey toprağı (MÇ 5-1) ve yüzey altı toprağı (MÇ 5-2) killi tın bünyede bulunmuştur. Yüzey toprağındaki kum fraksiyonlarının oranının % 1,30'u kaba ve çok kaba kumdan, % 20,49'u orta kumdan, % 78,21'i ince ve çok ince kumdan oluşmaktadır. Yüzey altı toprağındaki kum fraksiyonlarının oranının % 1,13'ü kaba ve çok kaba kumdan, % 21,59'u orta kumdan, % 77,28'i ince ve çok ince kumdan oluşmaktadır.

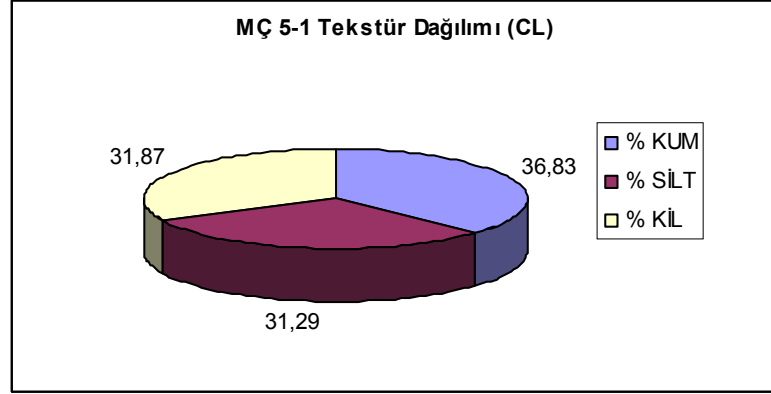
Yüzey ve yüzey altı topraklarının likit limit ve plastik limit değerleri birbirine yakındır. Buna bağlı olarak toprakların plastiklik indeksi değerleri de birbirine yakındır. Yüzey toprağı (22,96) ve yüzey altı toprağı (17,43) orta plastik plastiklik indeksi sınıfında çıkmıştır. Yüzey ve yüzey altı toprakları Casagrande plastik kartına göre orta derecede plastik inorganik killer grubunda, A-6 ASSHO sınıflama sınıfında ve grup indeks değerleri 7'dur. Birleşik zemin sınıflama sistemine göre yüzey ve yüzey altı toprakları düşük plastikli inorganik killer (CL) grubunda bulunmaktadır (Çizelge 4.1.10).

Çizelge 4.1.10. MÇ 5 No'lu Örneklerin Fiziksel ve Mühendislik Özellikleri Analiz Sonuçları

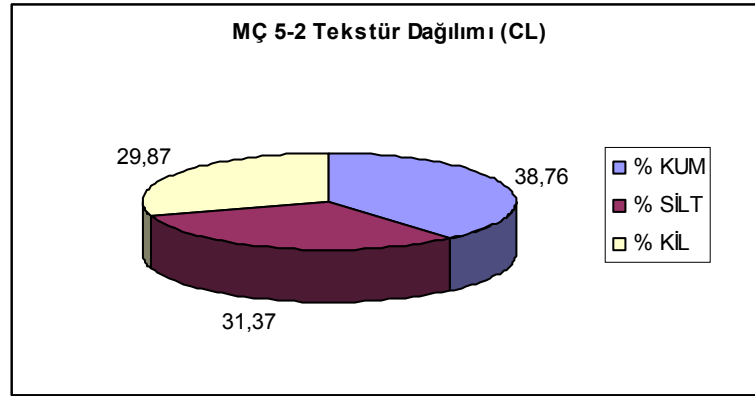
Yapılan Analizler		MÇ 5-1	MÇ 5-2	
Derinlik (cm)		0-20	25-60	
Mekanik Analiz	Kum Fraksiyonları	ÇKK ⁽¹⁾ (2-1 mm, %)	0,15	0,08
		KK ⁽²⁾ (1-0,5 mm, %)	0,33	0,36
		OK ⁽³⁾ (0,5-0,25 mm, %)	7,55	8,37
		İK ⁽⁴⁾ (0,25-0,1 mm, %)	15,94	12,57
		ÇİK ⁽⁵⁾ (0,1-0,05 mm, %)	12,87	17,38
	% Kum		36,83	38,76
	% Silt		31,29	31,37
	% Kil		31,87	29,87
	Tektür Sınıfı		KİLLİ TIN (CL)	KİLLİ TIN (CL)
Zemin Özellikleri	Likit Limit		37,6	33,05
	Plastik Limit		14,64	15,62
	Plastiklik İndeksi		22,96	17,43
	Kil Aktivitesi		0,72	0,58
	Casagrande Plastiklik Kartı		O.p.i.k. ⁽⁶⁾	O.p.i.k.
	ASSHO ⁽⁷⁾		A-6 (7)	A-6 (7)
	USCS ⁽⁸⁾		CL ⁽⁹⁾	CL

(1)ÇKK= Çok kaba kum, (2) KK=Kaba kum, (3) OK= Orta kum, (4) İK= İnce kum, (5) ÇİK= Çok ince kum, (6)Orta derecede plastik inorganik killer , (7)Amerika Eyalet Karayolları Memurları Birliği (8) Birleşik Toprak Sınıflama Sistemi, (9) Düşük plastikli inorganik killer.

MÇ 5 nolu örneğin yüzey toprağının (MÇ 5-1) % kil oranı 31,87, % silt oranı 31,29, % kum oranı 36,83'dır (Şekil 4.1.13). Yüzey altı toprağının (MÇ 5-2) % kil oranı 29,87, % silt oranı 31,37, % kum oranı 38,76'dır (Şekil 4.1.14).

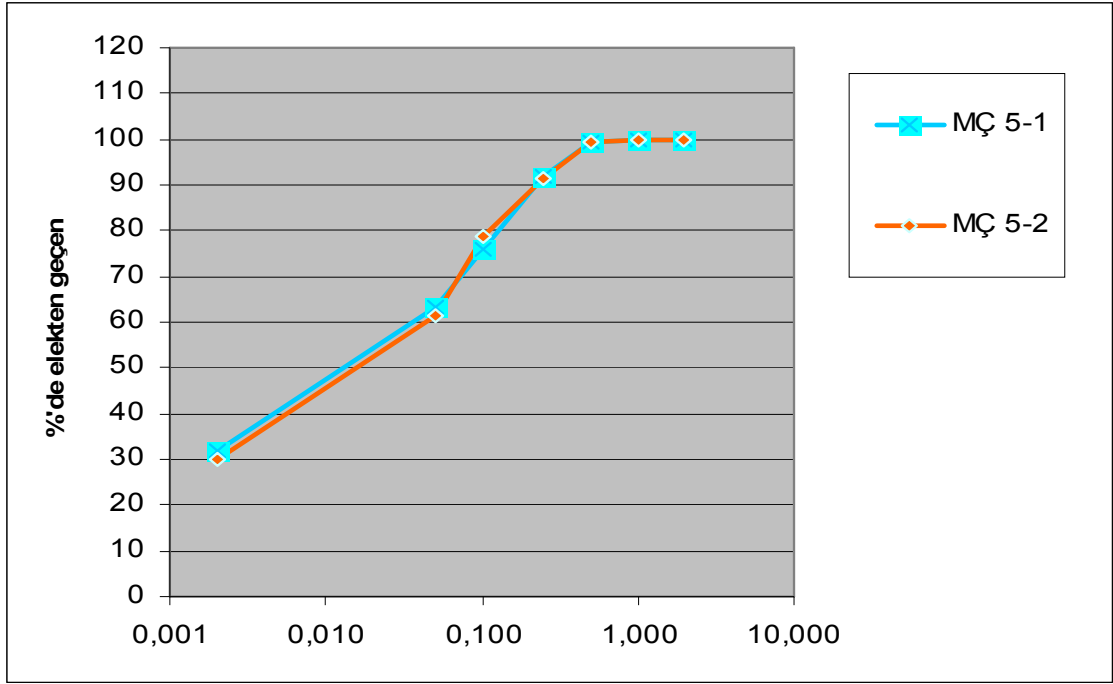


Şekil 4.1.13 .MÇ 5-1 Nolu Örneğin Tekstür Yüzdelerinin Dağılımı



Şekil 4.1.14. MÇ 5-2 Nolu Örneğin Tekstür Yüzdelerinin Dağılımı

MÇ 5 nolu örneğin yüzey ve yüzey altı toprakları granülasyon eğrilerine göre siltler ve killer çoğunlukta olduğundan ince taneli zeminleri göstermektedir. Tane boyu dağılımı orta siltten ince kuma kadar değişkenlik göstermektedir. Yüksek üniform ve dikey kurve şeklindedir (Şekil 4.1.15).



KİL	SİLT	KUM					ÇAKIL
		Çok ince	ince	orta	kaba	Çok kaba	

Şekil 4.1.15 . MÇ 5-1 ve MÇ 5-2 Nolu Örneklerin Granülasyon Eğrileri

MÇ 5 nolu örneğin yüzey ve yüzey altı toprağının kimyasal özellikleri birbirine benzerdir. Yüzey toprağı pH'sı orta derecede asit iken yüzey altı toprağının pH'sı nötral seviyededir. Örneklerin yüzey ve yüzey altı toprakları tuzsuz, kireçsiz ve az humusludur. Toplam azot ve fosfor düşük seviyededir. Potasyum yüzey toprağında düşük seviyede iken yüzey altı toprağında çok düşük seviyede bulunmaktadır. Kalsiyum hem yüzey hem de yüzey altı toprağında yüksek seviyede; magnezyum çok yüksek seviyededir. Demir hem yüzey hem de yüzey altı toprağında yüksek seviyededir. Bakır hem yüzey hem de yüzey altı toprağında çok yüksek seviyededir. Mangan hem yüzey hem yüzey altı toprağında yeterli seviyede; çinko nokсандır (Çizelge 4.1.11).

Çizelge 4.1.11 . MÇ 5 No'lu Örneklerin Kimyasal Özellikleri Analiz Sonuçları

Yapılan Analizler		MÇ 5-1		MÇ 5-2	
Derinlik (cm)		0-20		25-60	
Kimyasal Özellikleri	pH	6,04	Orta derecede asit	6,79	Nötral
	Tuz (%)	0,021	Tuzsuz	0,019	Tuzsuz
	Kireç (%)	0,00	Kireçsiz	0,00	Kireçsiz
	Organik Madde (%)	1,49	Az humuslu	1,34	Az humuslu
	Toplam Azot (%)	0,074	Düşük	0,067	Düşük
	Fosfor (ppm)	6	Düşük	5	Düşük
	Potasyum (ppm)	103	Düşük	95	Çok düşük
	Kalsiyum (ppm)	3928	Yüksek	3864	Yüksek
	Magnezyum (ppm)	513	Çok yüksek	497	Çok yüksek
	Demir (ppm)	12	Yüksek	9,6	Yüksek
	Bakır (ppm)	8,2	Çok yüksek	9,15	Çok yüksek
	Çinko (ppm)	0,36	Noksan	0,31	Noksan
	Mangan(ppm)	22	Yeterli	19	Yeterli

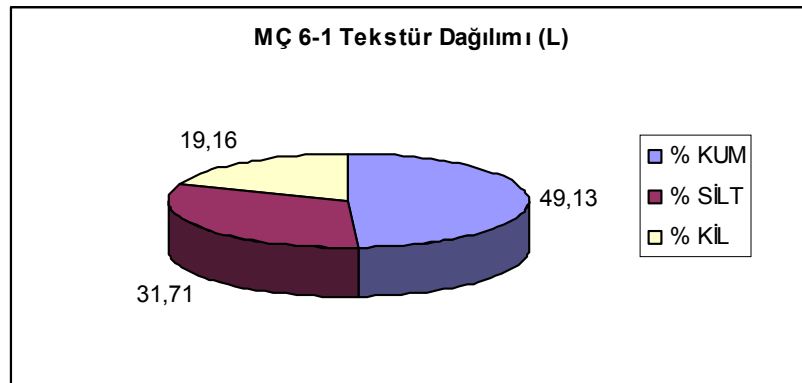
MÇ 6 nolu örnek Tekirdağ- Kumbağ-Malkara Çevreyolunun Malkara yönünde 13,3 km sonra yolun sağında yüzey ve yüzey altı toprağı olarak alınmıştır. Yüzey toprağı (MÇ 6-1) tın, yüzey altı toprağı (MÇ 6-2) killi tın bünyede bulunmuştur. Bu farklılık yüzey altı toprağının kil oranının, yüzey toprağından daha fazla olmasından kaynaklanmaktadır. Yüzey toprağındaki kum fraksiyonlarının oranının % 20,21'i kaba ve çok kaba kumdan, % 22,97'si orta kumdan, % 56,82'si ince ve çok ince kumdan oluşmaktadır. Yüzey altı toprağındaki kum fraksiyonlarının oranının % 3,93'ü kaba ve çok kaba kumdan, % 24,59'u orta kumdan, % 71,48'i ince ve çok ince kumdan oluşmaktadır. Yüzey ve yüzey altı toprakların bünyeleri farklı olmasına rağmen likit limit ve plastik limit değerleri birbirine yakındır. Buna bağlı olarak toprakların plastiklik indeksi değerleri de birbirine yakındır. Yüzey toprağı (17,00) ve yüzey altı toprağı (15,56) orta plastik plastiklik indeksi sınıfında çıkmıştır. Yüzey ve yüzey altı toprakları Casagrande plastik kartına göre orta derecede plastik inorganik killer grubundadır. Yüzey ve yüzey altı toprağı A-6 ASSHO sınıflama sınıfında yer alırken, yüzey toprağının grup indeksi 6 iken yüzey altı toprağının 7'dir. Birleşik zemin sınıflama sistemine göre yüzey ve yüzey altı toprakları düşük plastikli inorganik killer (CL) grubunda bulunmaktadır (Çizelge 4.1.12).

Çizelge 4.1.12. MÇ 6 No'lu Örneklerin Fiziksel ve Mühendislik Özellikleri Analiz Sonuçları

Yapılan Analizler		MÇ 6-1	MÇ 6-2	
Derinlik (cm)		0-20	25-60	
Mekanik Analiz	Kum Fraksiyonları	ÇKK ⁽¹⁾ (2-1 mm, %)	3,98	0,29
		KK ⁽²⁾ (1-0,5 mm, %)	5,95	1,47
		OK ⁽³⁾ (0,5-0,25 mm, %)	11,29	10,99
		İK ⁽⁴⁾ (0,25-0,1 mm, %)	12,64	11,67
		ÇİK ⁽⁵⁾ (0,1-0,05 mm, %)	15,27	20,26
	% Kum		49,13	44,68
	% Silt		31,71	27,74
	% Kil		19,16	27,58
	Tektür Sınıfı		TIN (L)	KİLLİ TIN (CL)
Zemin Özellikleri	Likit Limit		34,9	31,75
	Plastik Limit		17,9	16,19
	Plastiklik İndeksi		17,00	15,56
	Kil Aktivitesi		0,89	0,56
	Casagrande Plastiklik Kartı		O.p.i.k. ⁽⁶⁾	O.p.i.k.
	ASSHO ⁽⁷⁾		A-6 (6)	A-6 (7)
	USCS ⁽⁸⁾		CL ⁽⁹⁾	CL

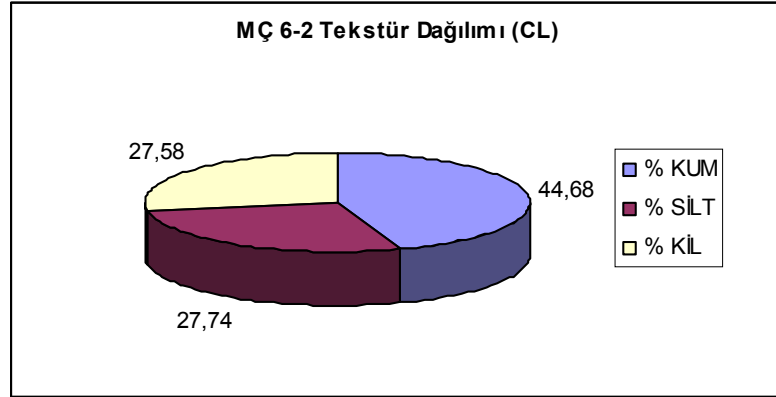
(1)ÇKK= Çok kaba kum, (2) KK=Kaba kum, (3) OK= Orta kum, (4) İK= İnce kum, (5) ÇİK= Çok ince kum, (6)Orta derecede plastik inorganik killler , (7)Amerika Eyalet Karayolları Memurları Birliği (8) Birleşik Toprak Sınıflama Sistemi, (9) Düşük plastikli inorganik killler.

MÇ 6 nolu örneğin yüzey toprağının (MÇ 6-1) % kil oranı 19,16, % silt oranı 31,71, % kum oranı 49,13'dür (Şekil 4.1.16).



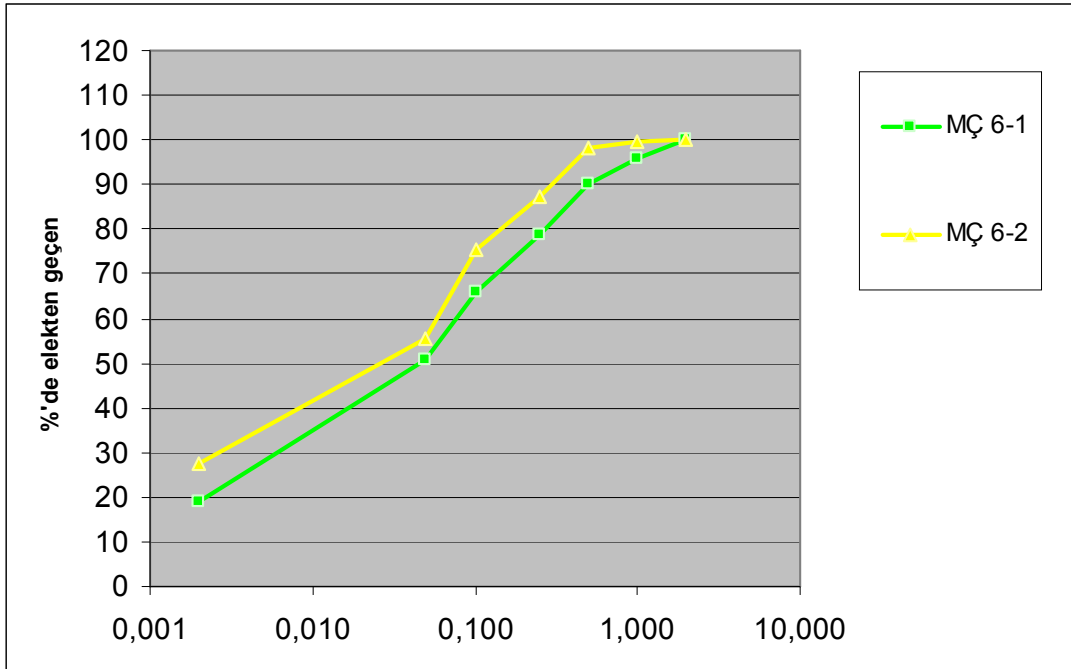
Şekil 4.1.16 . MÇ 6-1 Nolu Örneğin Tektür Yüzdelerinin Dağılımı

Yüzey altı toprağının (MÇ 6-2) % kil oranı 27,58, % silt oranı 27,74, % kum oranı 44,68'dir (Şekil 4.1.17).



Şekil 4.1.17 . MÇ 6-2 Nolu Örneğin Tekstür Yüzdelerinin Dağılımı

MÇ 6 nolu örneğin yüzey ve yüzey altı toprakları granülasyon eğrilerine göre siltler ve killer çoğunlukta olduğundan ince taneli zeminleri göstermektedir. Tane boyu dağılımı orta siltten orta kuma kadar değişkenlik göstermektedir. Yüksek üniform ve dikey kurve şeklindedir (Şekil 4.1.18).



KİL	SİLT	KUM					ÇAKIL
		Çok ince	ince	orta	kaba	Çok kaba	

Şekil 4.1.18 . MÇ 6-1 ve MÇ 6-2 Nolu Örneklerin Granülasyon Eğrileri

MÇ 6 nolu örneğin yüzey ve yüzey altı toprağının kimyasal özellikleri birbirinden farklıdır. Örneklerin yüzey ve yüzey altı topraklarının pH'ları nötral seviyede, tuzsuz ve az kireçlidir. Organik madde yüzey toprağında az humuslu iken yüzey altı toprağında çok az humusludur. Toplam azot ve potasyum yüzey toprağında düşük seviyede iken yüzey altı toprağında çok düşük seviyede bulunmaktadır. Fosfor hem yüzey hem de yüzey altı toprağında düşük seviyededir. Kalsiyum hem yüzey hem de yüzey altı toprağında yüksek seviyededir. Magnezyum yüzey toprağında yüksek seviyede iken, yüzey altı toprağında çok yüksek seviyede bulunmaktadır. Demir ve bakır hem yüzey hem de yüzey altı toprağında yeterli seviyededir. Mangan hem yüzey hem de yüzey altı toprağında kritik seviyededir. Çinko yüzey toprağında kritik seviyede iken, yüzey altı toprağında noksanır (Çizelge 4.1.13).

Çizelge 4.1.13 . MÇ 6 No'lu Örneklerin Kimyasal Özellikleri Analiz Sonuçları

Yapılan Analizler		MÇ 6-1		MÇ 6-2	
Derinlik (cm)		0-20		25-60	
Kimyasal Özellikleri	pH	7,32	Nötral	7,00	Nötral
	Tuz (%)	0,029	Tuzsuz	0,022	Tuzsuz
	Kireç (%)	4,74	Az kireçli	2,20	Az kireçli
	Organik Madde (%)	1,68	Az humuslu	0,81	Çok az humuslu
	Toplam Azot (%)	0,084	Düşük	0,041	Çok düşük
	Fosfor (ppm)	6	Düşük	3	Düşük
	Potasyum (ppm)	101	Düşük	89	Çok düşük
	Kalsiyum (ppm)	5433	Yüksek	3792	Yüksek
	Magnezyum (ppm)	288	Yüksek	415	Çok yüksek
	Demir (ppm)	5,3	Yeterli	7,5	Yeterli
	Bakır (ppm)	1,19	Yeterli	1,25	Yeterli
	Çinko (ppm)	0,8	Kritik	0,12	Noksan
	Mangan(ppm)	4,8	Kritik	8	Kritik

MÇ 7 nolu örnek Ziraat Fakültesi yanındaki Tekirdağ Çamlığı'ndan (orman toprağı) yüzey ve yüzey altı toprağı olarak alınmıştır. Yüzey toprağı (MÇ 7-1) tın, yüzey altı toprağı (MÇ 7-2) killi tın bünyede bulunmuştur. Bu farklılık yüzey altı toprağının kil oranının, yüzey toprağından daha fazla olmasından kaynaklanmaktadır. Yüzey toprağındaki kum

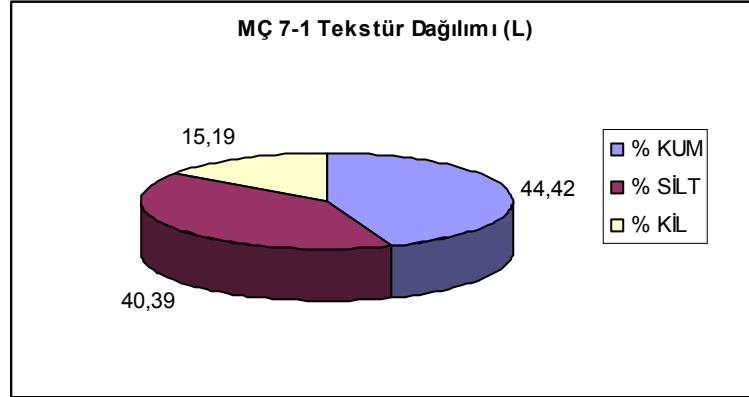
fraksiyonlarının oranının % 8,35'i kaba ve çok kaba kumdan, % 9,63'ü orta kumdan, % 82'si ince ve çok ince kumdan oluşmaktadır. Yüzey altı toprağındaki kum fraksiyonlarının oranının % 5,47'si kaba ve çok kaba kumdan, % 10'u orta kumdan, % 84,53'ü ince ve çok ince kumdan oluşmaktadır. Yüzey ve yüzey altı toprakların bünyeleri farklı olmasına rağmen likit limit ve plastik limit değerleri birbirine yakındır. Buna bağılı olarak toprakların plastiklik indeksi değerleri de birbirine yakındır. Yüzey toprağı (17,62) ve yüzey altı toprağı (15,23) orta plastik plastiklik indeksi sınıfında çıkmıştır. Yüzey ve yüzey altı toprakları Casagrande plastik kartına göre orta derecede plastik inorganik killer grubundadır. Yüzey ve yüzey altı toprağı A-6 ASSHO sınıflama sınıfında yer alırken, yüzey toprağının grup indeksi 8 iken yüzey altı toprağının 7'dir. Birleşik zemin sınıflama sistemine göre yüzey ve yüzey altı toprakları düşük plastikli inorganik killer (CL) grubunda bulunmaktadır (Çizelge 4.1.14).

Çizelge 4.1.14 . MÇ 7 No'lu Örneklerin Fiziksel ve Mühendislik Özellikleri Analiz Sonuçları

Yapılan Analizler		MÇ 7-1	MÇ 7-2	
Derinlik (cm)		0-20	30-65	
Mekanik Analiz	Kum Fraksiyonları	ÇKK ⁽¹⁾ (2-1 mm, %)	1,46	0,72
		KK ⁽²⁾ (1-0,5 mm, %)	2,25	1,08
		OK ⁽³⁾ (0,5-0,25 mm, %)	4,28	3,31
		İK ⁽⁴⁾ (0,25-0,1 mm, %)	9,05	7,98
		ÇİK ⁽⁵⁾ (0,1-0,05 mm, %)	27,38	19,79
	% Kum		44,42	32,88
	% Silt		40,39	39,66
	% Kil		15,19	27,46
	Tektür Sınıfı		TIN (L)	KİLLİ TIN (CL)
	Zemin Özellikleri	Likit Limit	37,6	34,4
Plastik Limit		19,98	19,17	
Plastiklik İndeksi		17,62	15,23	
Kil Aktivitesi		1,16	0,55	
Casagrande Plastiklik Kartı		O.p.i.k. ⁽⁶⁾	O.p.i.k.	
ASSHO ⁽⁷⁾		A-6 (8)	A-6 (7)	
USCS ⁽⁸⁾		CL ⁽⁹⁾	CL	

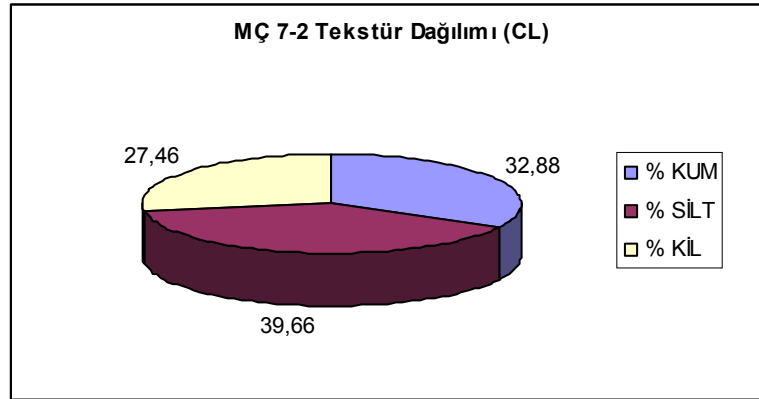
(1)ÇKK= Çok kaba kum, (2) KK=Kaba kum, (3) OK= Orta kum, (4) İK= İnce kum, (5) ÇİK= Çok ince kum, (6)Orta derecede plastik inorganik killer , (7)Amerika Eyalet Karayolları Memurları Birliği (8) Birleşik Toprak Sınıflama Sistemi, (9) Düşük plastikli inorganik killer.

MÇ 7 nolu örneğin yüzey toprağının (MÇ 7-1) % kil oranı 15,19, % silt oranı 40,39, % kum oranı 44,42'dir (Şekil 4.1.19).



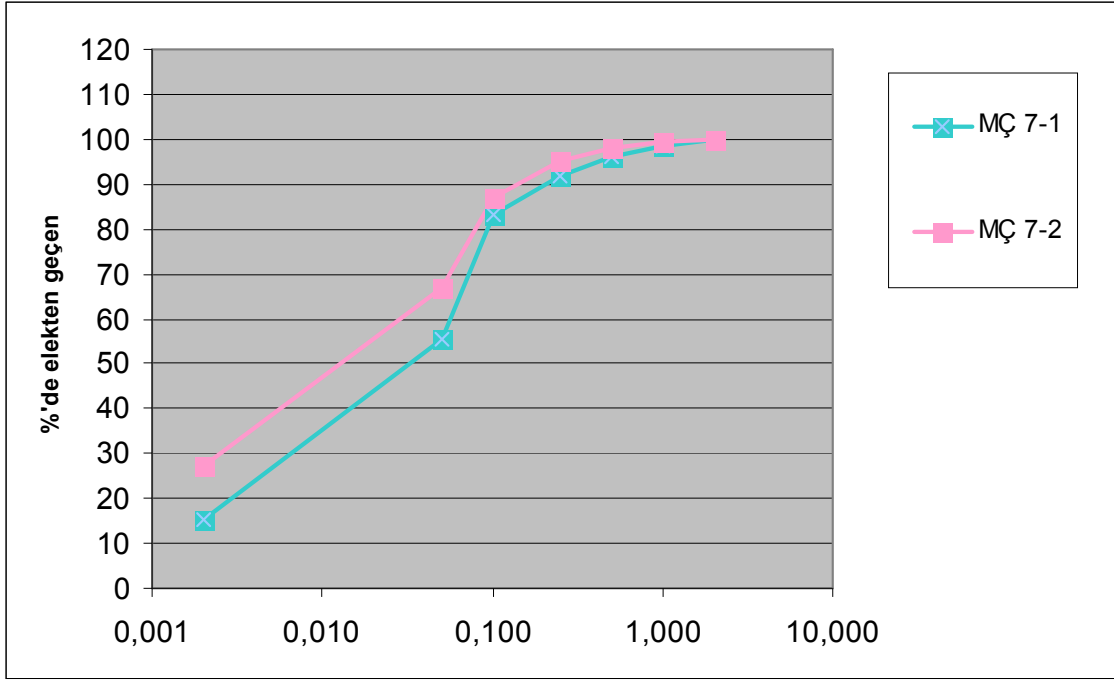
Şekil 4.1.19 . MÇ 7-1 Nolu Örneğin Tekstür Yüzdelerinin Dağılımı

Yüzey altı toprağının (MÇ 7-2) % kil oranı 27,46, % silt oranı 39,66, % kum oranı 32,88'dir (Şekil 4.1.20).



Şekil 4.1.20 . MÇ 7-2 Nolu Örneğin Tekstür Yüzdelerinin Dağılımı

MÇ 7 nolu örneğin yüzey ve yüzey altı toprakları granülasyon eğrilerine göre siltler ve killer çoğunlukta olduğundan ince taneli zeminleri göstermektedir. Tane boyu dağılımı iri siltten ince kuma kadar değişkenlik göstermektedir. Yüksek üniform ve düz eğimli kurve şeklindedir (Şekil 4.1.21).



KİL	SİLT	KUM					ÇAKIL
		Çok ince	ince	orta	kaba	Çok kaba	

Şekil 4.1.21. MÇ 7-1 ve MÇ 7-2 Nolu Örneklerin Granülasyon Eğrileri

MÇ 7 nolu örneğin yüzey ve yüzey altı toprağının kimyasal özellikleri birbirinden farklıdır. Örneklerin yüzey ve yüzey altı topraklarının pH'ları nötral seviyede ve tuzsuzdur. Yüzey toprağı kireçsiz iken yüzey altı toprağı çok kireçlidir. Organik madde yüzey toprağında az humuslu iken yüzey altı toprağında çok az humusludur. Toplam azot yüzey toprağında orta seviyede iken, yüzey altı toprağında çok düşük seviyede bulunmaktadır. Fosfor ve potasyumları yüzey toprağında düşük seviyede iken, yüzey altı toprağında çok düşük seviyededir. Kalsiyum yüzey toprağında yüksek seviyede iken, yüzey altı toprağında çok yüksek seviyededir. Magnezyum yüzey toprağında yüksek seviyede iken, yüzey altı toprağında orta seviyededir. Demir ve bakır yüzey toprağında yeterli seviyede iken, yüzey altı toprağında kritik seviyededir. Mangan hem yüzey hem de yüzey altı toprağında kritik seviyededir. Çinko hem yüzey hem de yüzey altı toprağında nokсандır (Çizelge 4.1.15).

Çizelge 4.1.15 . MÇ 7 No’lu Örneklerin Kimyasal Özellikleri Analiz Sonuçları

Yapılan Analizler		MÇ 7-1		MÇ 7-2	
Derinlik (cm)		0-20		30-65	
Kimyasal Özellikleri	pH	6,75	Nötral	7,26	Nötral
	Tuz (%)	0,033	Tuzsuz	0,028	Tuzsuz
	Kireç (%)	0,00	Kireçsiz	19,42	Çok kireçli
	Organik Madde (%)	2,00	Az humuslu	0,87	Çok az humuslu
	Toplam Azot (%)	0,1	Orta	0,043	Çok düşük
	Fosfor (ppm)	3	Düşük	1,7	Çok düşük
	Potasyum (ppm)	156	Düşük	53	Çok düşük
	Kalsiyum (ppm)	6004	Yüksek	6255	Çok yüksek
	Magnezyum (ppm)	236	Yüksek	120	Orta
	Demir (ppm)	6,00	Yeterli	4,3	Kritik
	Bakır (ppm)	0,87	Yeterli	0,52	Kritik
	Çinko (ppm)	0,26	Noksan	0,09	Noksan
	Mangan(ppm)	13	Kritik	13	Kritik

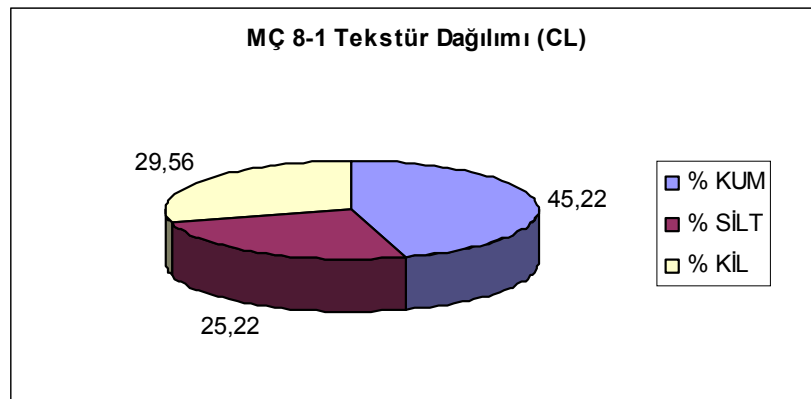
MÇ 8 nolu örnek Ziraat Fakültesi Uygulama Oteli yanındaki araziden yüzey ve yüzey altı toprağı olarak alınmıştır. Yüzey toprağı (MÇ 8-1) ve yüzey altı toprağı (MÇ 8-2) killi tın bünyede bulunmuştur. Yüzey toprağındaki kum fraksiyonlarının oranının % 8,62’si kaba ve çok kaba kumdan, % 14’ü orta kumdan, % 77,38’i ince ve çok ince kumdan oluşmaktadır. Yüzey altı toprağındaki kum fraksiyonlarının oranının % 9,22’si kaba ve çok kaba kumdan, % 19,28’i orta kumdan, % 71,5’i ince ve çok ince kumdan oluşmaktadır. Yüzey ve yüzey altı toprakların bünyeleri aynı olmasına rağmen likit limit değerleri birbirinden farklıdır. Bu farklılık yüzey toprağının kum miktarının, yüzey altı toprağından daha fazla olmasından kaynaklanmaktadır. Plastik limit değerleri birbirine yakındır. Toprakların plastiklik indeksi değerleri, yüzey toprağında (16,54) ve yüzey altı toprağında (20,92) orta plastik plastiklik indeksi sınıfında çıkmıştır. Yüzey ve yüzey altı toprakları Casagrande plastik kartına göre orta derecede plastik inorganik killer grubunda, A-6 ASSHO sınıflama sınıfında ve grup indeks değerleri 7’dir. Birleşik zemin sınıflama sistemine göre yüzey ve yüzey altı toprakları düşük plastikli inorganik killer (CL) grubunda bulunmaktadır (Çizelge 4.1.16).

Çizelge 4.1.16 . MÇ 8 No'lu Örneklerin Fiziksel ve Mühendislik Özellikleri Analiz Sonuçları

Yapılan Analizler		MÇ 8-1	MÇ 8-2	
Derinlik (cm)		0-20	20-60	
Mekanik Analiz	Kum Fraksiyonları	ÇKK ⁽¹⁾ (2-1 mm, %)	1,68	1,24
		KK ⁽²⁾ (1-0,5 mm, %)	2,22	2,4
		OK ⁽³⁾ (0,5-0,25 mm, %)	6,34	7,61
		İK ⁽⁴⁾ (0,25-0,1 mm, %)	14,49	13,25
		ÇİK ⁽⁵⁾ (0,1-0,05 mm, %)	20,5	14,95
	% Kum		45,22	39,46
	% Silt		25,22	31,02
	% Kil		29,56	29,53
	Tektür Sınıfı		KİLLİ TIN (CL)	KİLLİ TIN (CL)
Zemin Özellikleri	Likit Limit	33,45	36,7	
	Plastik Limit	16,91	15,78	
	Plastiklik İndeksi	16,54	20,92	
	Kil Aktivitesi	0,56	0,71	
	Casagrande Plastiklik Kartı	O.p.i.k. ⁽⁶⁾	O.p.i.k.	
	ASSHO ⁽⁷⁾	A-6 (7)	A-6 (7)	
	USCS ⁽⁸⁾	CL ⁽⁹⁾	CL	

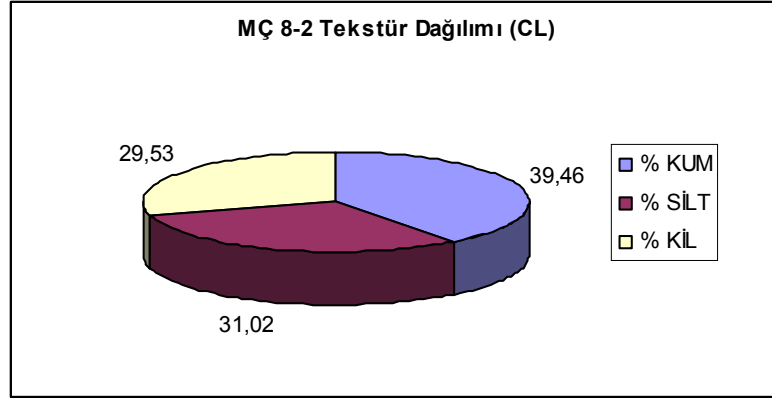
(1)ÇKK= Çok kaba kum, (2) KK=Kaba kum, (3) OK= Orta kum, (4) İK= İnce kum, (5) ÇİK= Çok ince kum, (6)Orta derecede plastik inorganik killer , (7)Amerika Eyalet Karayolları Memurları Birliği (8) Birleşik Toprak Sınıflama Sistemi, (9) Düşük plastikli inorganik killer.

MÇ 8 nolu örneğin yüzey toprağının (MÇ 8-1) % kil oranı 29,56, % silt oranı 25,22, % kum oranı 45,22'dir (Şekil 4.1.22).



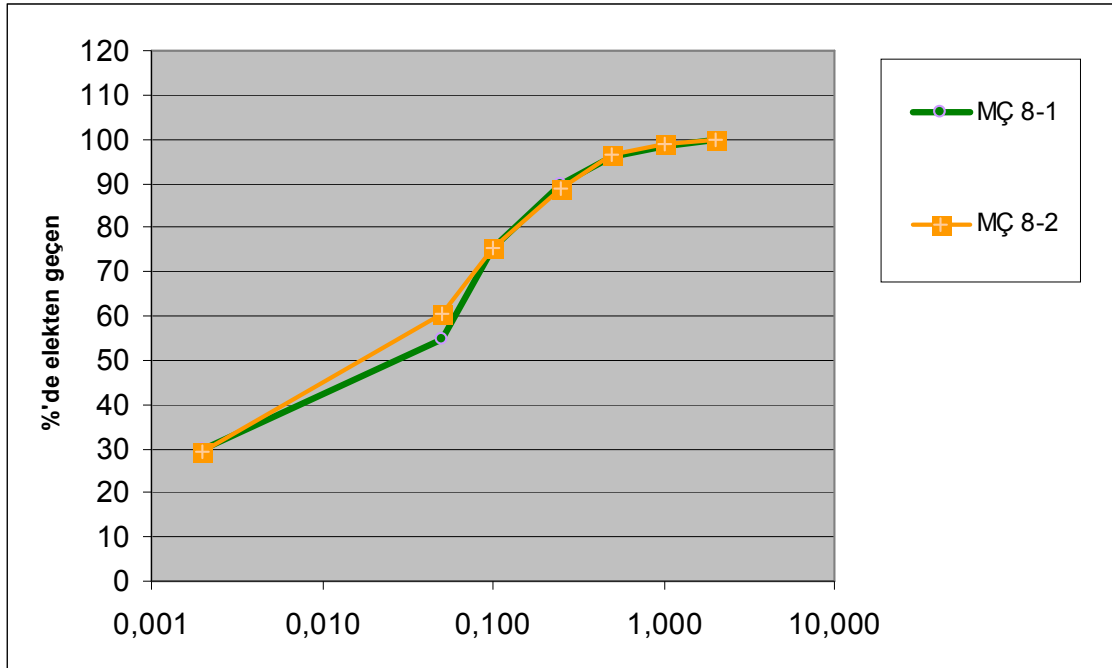
Şekil 4.1.22 . MÇ 8-1 Nolu Örneğin Tektür Yüzdelerinin Dağılımı

Yüzey altı toprağının (MÇ 8-2) % kil oranı 29,53, % silt oranı 31,02, % kum oranı 39,46'dır (Şekil 4.1.23).



Şekil 4.1.23 . MÇ 8-2 Nolu Örneğin Tekstür Yüzdelerinin Dağılımı

MÇ 8 nolu örneğin yüzey ve yüzey altı toprakları granülasyon eğrilerine göre siltler ve killer çoğunlukta olduğundan ince taneli zeminleri göstermektedir. Tane boyu dağılımı iri siltten ince kuma kadar değişkenlik göstermektedir. Yüksek üniform ve dikey kurve şeklindedir (Şekil 4.1.24).



KİL	SİLT	KUM					ÇAKIL
		Çok ince	ince	orta	kaba	Çok kaba	

Şekil 4.1.24 . MÇ 8-1 ve MÇ 8-2 Nolu Örneklerin Granülasyon Eğrileri

MÇ 8 nolu örneğin yüzey ve yüzey altı toprağının kimyasal özellikleri aynıdır. Örneklerin yüzey ve yüzey altı topraklarının pH'ları nötral seviyede, tuzsuz, kireçsiz ve az humusludur. Toplam azot ve potasyum hem yüzey hem de yüzey altı toprağında düşük seviyede bulunurken; fosfor orta seviyededir. Kalsiyum ve magnezyum hem yüzey hem de yüzey altı toprağında yüksek seviyededir. Demir ve bakır hem yüzey hem de yüzey altı toprağı için yeterli seviyede, mangan kritik seviyede ve çinkoları noksanıdır (Çizelge 4.1.17).

Çizelge 4.1.17 . MÇ 8 No'lu Örneklerin Kimyasal Özellikleri Analiz Sonuçları

Yapılan Analizler		MÇ 8-1		MÇ 8-2	
Derinlik (cm)		0-20		20-60	
Kimyasal Özellikleri	pH	6,84	Nötral	7,27	Nötral
	Tuz (%)	0,045	Tuzsuz	0,033	Tuzsuz
	Kireç (%)	0,00	Kireçsiz	0,00	Kireçsiz
	Organik Madde (%)	1,29	Az humuslu	1,37	Az humuslu
	Toplam Azot (%)	0,06	Düşük	0,068	Düşük
	Fosfor (ppm)	16	Orta	11	Orta
	Potasyum (ppm)	199	Düşük	142	Düşük
	Kalsiyum (ppm)	4979	Yüksek	5432	Yüksek
	Magnezyum (ppm)	336	Yüksek	364	Yüksek
	Demir (ppm)	6,7	Yeterli	7,4	Yeterli
	Bakır (ppm)	1	Yeterli	1,13	Yeterli
	Çinko (ppm)	0,14	Noksan	0,12	Noksan
	Mangan(ppm)	11	Kritik	12	Kritik

MÇ 9 nolu örnek Aka Koleji yanındaki araziden yüzey ve yüzey altı toprağı olarak alınmıştır. Yüzey toprağı (MÇ 9-1) ve yüzey altı toprağı (MÇ 9-2) killi tın bünyede bulunmuştur. Yüzey toprağındaki kum fraksiyonlarının oranının % 2,49'u kaba ve çok kaba kumdan, % 25'i orta kumdan, % 72,51'i ince ve çok ince kumdan oluşmaktadır. Yüzey altı toprağındaki kum fraksiyonlarının oranının % 3,83'ü kaba ve çok kaba kumdan, % 23,78'i orta kumdan, % 72,39 'u ince ve çok ince kumdan oluşmaktadır. Yüzey ve yüzey altı toprağının aynı bünyede olması nedeniyle likit limit ve plastik limit değerleri birbirine yakındır. Buna bağlı olarak plastiklik indeksi değerleri de birbirine yakındır. Yüzey toprağı (17,05) ve yüzey altı toprağı (18,71) orta plastik plastiklik indeksi sınıfındadır. Yüzey ve

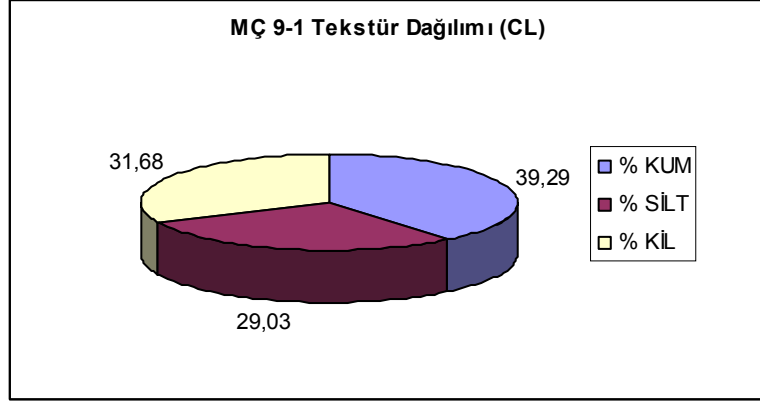
yüzey altı toprakları Casagrande plastik kartına göre orta derecede plastik inorganik killer grubundadır. ASSHO sınıflama sınıfı A-6; yüzey toprağı 8 ve yüzey altı toprağı 7 grup indeks değerindedir. Birleşik zemin sınıflama sistemine göre yüzey ve yüzey altı toprakları düşük plastikli inorganik killer (CL) grubunda bulunmaktadır (Çizelge 4.1.18).

Çizelge 4.1.18. MÇ 9 No'lu Örneklerin Fiziksel ve Mühendislik Özellikleri Analiz Sonuçları

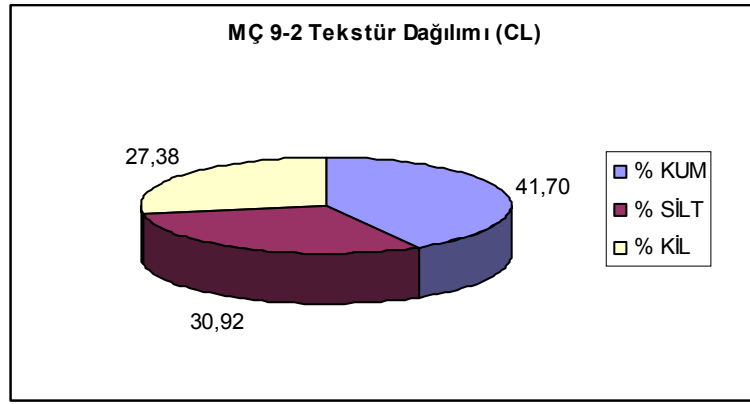
Yapılan Analizler		MÇ 9-1	MÇ 9-2	
Derinlik (cm)		0-40	40-70	
Mekanik Analiz	Kum Fraksiyonları	ÇKK ⁽¹⁾ (2-1 mm, %)	0,23	0,49
		KK ⁽²⁾ (1-0,5 mm, %)	0,75	1,11
		OK ⁽³⁾ (0,5-0,25 mm, %)	9,83	9,92
		İK ⁽⁴⁾ (0,25-0,1 mm, %)	12,23	11,42
		ÇİK ⁽⁵⁾ (0,1-0,05 mm, %)	16,25	18,75
	% Kum		39,29	41,7
	% Silt		29,03	30,92
	% Kil		31,68	27,38
	Tektür Sınıfı		KİLLİ TIN (CL)	KİLLİ TIN (CL)
	Zemin Özellikleri	Likit Limit	34,1	35,05
Plastik Limit		17,05	16,34	
Plastiklik İndeksi		17,05	18,71	
Kil Aktivitesi		0,54	0,68	
Casagrande Plastiklik Kartı		O.p.i.k. ⁽⁶⁾	O.p.i.k.	
ASSHO ⁽⁷⁾		A-6 (8)	A-6 (7)	
USCS ⁽⁸⁾		CL ⁽⁹⁾	CL	

(1)ÇKK= Çok kaba kum, (2) KK=Kaba kum, (3) OK= Orta kum, (4) İK= İnce kum, (5) ÇİK= Çok ince kum, (6)Orta derecede plastik inorganik killer , (7)Amerika Eyalet Karayolları Memurları Birliği (8) Birleşik Toprak Sınıflama Sistemi, (9) Düşük plastikli inorganik killer.

MÇ 9 nolu örneğin yüzey toprağının (MÇ 9-1) % kil oranı 31,68, % silt oranı 29,03, % kum oranı 39,29'dur (Şekil 4.1.25). Yüzey altı toprağının (MÇ 9-2) % kil oranı 27,38, % silt oranı 30,92, % kum oranı 41,70'dir (Şekil 4.1.26).

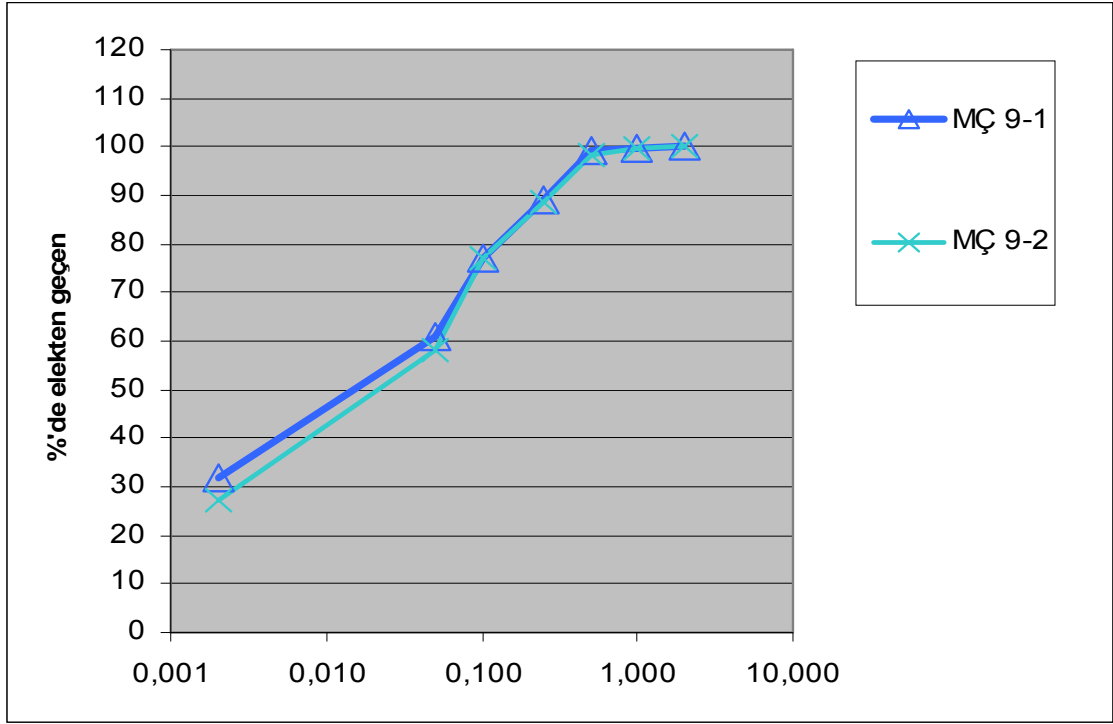


Şekil 4.1.25 . MÇ 9-1 Nolu Örneğin Tekstür Yüzdelerinin Dağılımı



Şekil 4.1.26 . MÇ 9-2 Nolu Örneğin Tekstür Yüzdelerinin Dağılımı

MÇ 9 nolu örneğin yüzey ve yüzey altı toprakları granülasyon eğrilerine göre siltler ve killer çoğunlukta olduğundan ince taneli zeminleri göstermektedir. Tane boyu dağılımı orta siltten orta kuma kadar değişkenlik göstermektedir. Yüksek üniform ve dikey kurve şeklindedir (Şekil 4.1.27).



KİL	SİLT	KUM					ÇAKIL
		Çok ince	ince	orta	kaba	Çok kaba	

Şekil 4.1.27 . MÇ 9-1 ve MÇ 9-2 Nolu Örneklerin Granülasyon Eğrileri

MÇ 9 nolu örneğin yüzey ve yüzey altı toprağının kimyasal özellikleri birbirine benzerdir. Örneklerin yüzey ve yüzey altı topraklarının pH'ları nötral seviyede, tuzsuz ve az humusludur. Yüzey toprağı kireçli iken yüzey altı toprağında çok kireçlidir. Hem yüzey hem de yüzey altı toprağında toplam azot, fosfor ve potasyum düşük seviyededir. Kalsiyum ve magnezyum hem yüzey hem de yüzey altı toprağında yüksek seviyededir. Demir yüzey toprağında yeterli seviyede iken yüzey altı toprağında yüksek seviyededir. Hem yüzey hem de yüzey altı toprağı için bakır yeterli seviyede, mangan kritik seviyede ve çinko nokсандır (Çizelge 4.1.19).

Çizelge 4.1.19 . MÇ 9 No'lu Örneklerin Kimyasal Özellikleri Analiz Sonuçları

Yapılan Analizler		MÇ 9-1		MÇ 9-2	
Derinlik (cm)		0-40		40-70	
Kimyasal Özellikleri	pH	7,27	Nötral	7,17	Nötral
	Tuz (%)	0,038	Tuzsuz	0,03	Tuzsuz
	Kireç (%)	6,29	Kireçli	11,59	Çok Kireçli
	Organik Madde (%)	1,01	Az humuslu	1,62	Az humuslu
	Toplam Azot (%)	0,05	Düşük	0,08	Düşük
	Fosfor (ppm)	4	Düşük	4	Düşük
	Potasyum (ppm)	126	Düşük	137	Düşük
	Kalsiyum (ppm)	6113	Yüksek	5520	Yüksek
	Magnezyum (ppm)	293	Yüksek	336	Yüksek
	Demir (ppm)	7,1	Yeterli	11,6	Yüksek
	Bakır (ppm)	0,93	Yeterli	1	Yeterli
	Çinko (ppm)	0,11	Noksan	0,2	Noksan
	Mangan(ppm)	11	Kritik	6,9	Kritik

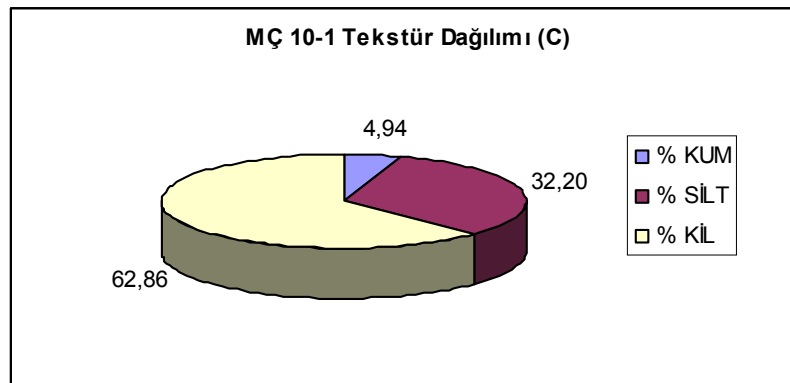
MÇ 10 nolu örnek Edirne'nin Uzunköprü ilçesinde bir çeltik arazisinden yüzey ve yüzey altı toprağı olarak alınmıştır. Yüzey toprağı (MÇ 10-1) kil, yüzey altı toprağı (MÇ 10-2) siltli kil bünyede bulunmuştur. Bu farklılık yüzey altı toprağının silt oranının, yüzey toprağına göre fazlalığından kaynaklanmaktadır. Yüzey toprağındaki kum fraksiyonlarının oranının % 6,47'si kaba ve çok kaba kumdan, % 12,95'i orta kumdan, % 80,58'i ince ve çok ince kumdan oluşmaktadır. Yüzey altı toprağındaki kum fraksiyonlarının oranının % 8,58'i kaba ve çok kaba kumdan, %5,95'i orta kumdan, % 85,47'si ince ve çok ince kumdan oluşmaktadır. Likit limit değerlerinin birbirinden çok farklı olmasının nedeni; yüzey toprağının yüzey altı toprağından daha fazla kil miktarına sahip olmasıdır. Plastik limit değerleri birbirine yakındır. Yüzey toprağı (49,24) ve yüzey altı toprağı (41,24) çok plastik plastiklik indeksi sınıfında çıkmıştır. Yüzey ve yüzey altı toprakları Casagrande plastik kartına göre fazla plastik inorganik killer grubundadır. ASSHO sınıflama sınıfı A-7-6; yüzey toprağı 18 ve yüzey altı toprağı 17 grup indeks değerindedir. Birleşik zemin sınıflama sistemine göre yüzey ve yüzey altı toprakları yüksek plastikli inorganik killer (CH) grubunda bulunmaktadır (Çizelge 4.1.20).

Çizelge 4.1.20. MÇ 10 No'lu Örneklerin Fiziksel ve Mühendislik Özellikleri Analiz Sonuçları

Yapılan Analizler		MÇ 10-1	MÇ 10-2	
Derinlik (cm)		0-30	30-120	
Mekanik Analiz	Kum Fraksiyonları	ÇKK ⁽¹⁾ (2-1 mm, %)	0,21	0,36
		KK ⁽²⁾ (1-0,5 mm, %)	0,11	0,26
		OK ⁽³⁾ (0,5-0,25 mm, %)	0,28	0,43
		İK ⁽⁴⁾ (0,25-0,1 mm, %)	0,64	0,56
		ÇİK ⁽⁵⁾ (0,1-0,05 mm, %)	3,7	5,61
	% Kum		4,94	7,22
	% Silt		32,2	45,02
	% Kil		62,86	47,76
	Tektür Sınıfı		KİL (C)	SİLTİLİ KİL (SiC)
Zemin Özellikleri	Likit Limit		73,9	63,8
	Plastik Limit		24,66	22,56
	Plastiklik İndeksi		49,24	41,24
	Kil Aktivitesi		0,78	0,86
	Casagrande Plastiklik Kartı		F.p.i.k. ⁽⁶⁾	F.p.i.k.
	ASSHO ⁽⁷⁾		A-7-6 (18)	A-7-6 (17)
	USCS ⁽⁸⁾		CH ⁽⁹⁾	CH

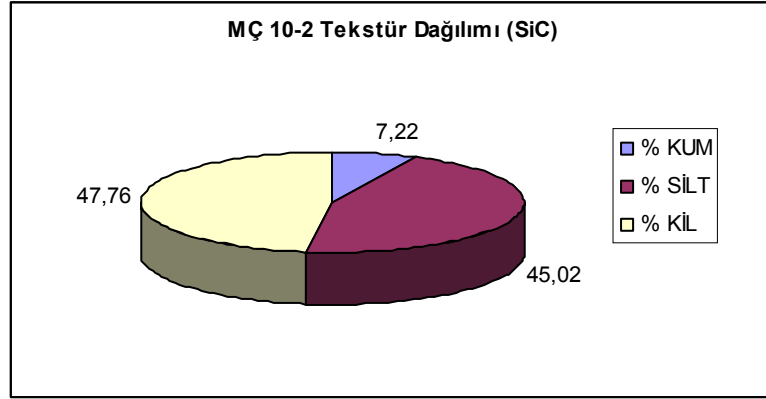
(1)ÇKK= Çok kaba kum, (2) KK=Kaba kum, (3) OK= Orta kum, (4) İK= İnce kum, (5) ÇİK= Çok ince kum, (6)Fazla plastik inorganik killer , (7)Amerika Eyalet Karayolları Memurları Birliği (8) Birleşik Toprak Sınıflama Sistemi, (9) Yüksek plastikli inorganik killer.

MÇ 10 nolu örneğin yüzey toprağının (MÇ 10-1) % kil oranı 62,86, % silt oranı 32,20, % kum oranı 4,94'dür (Şekil 4.1.28).



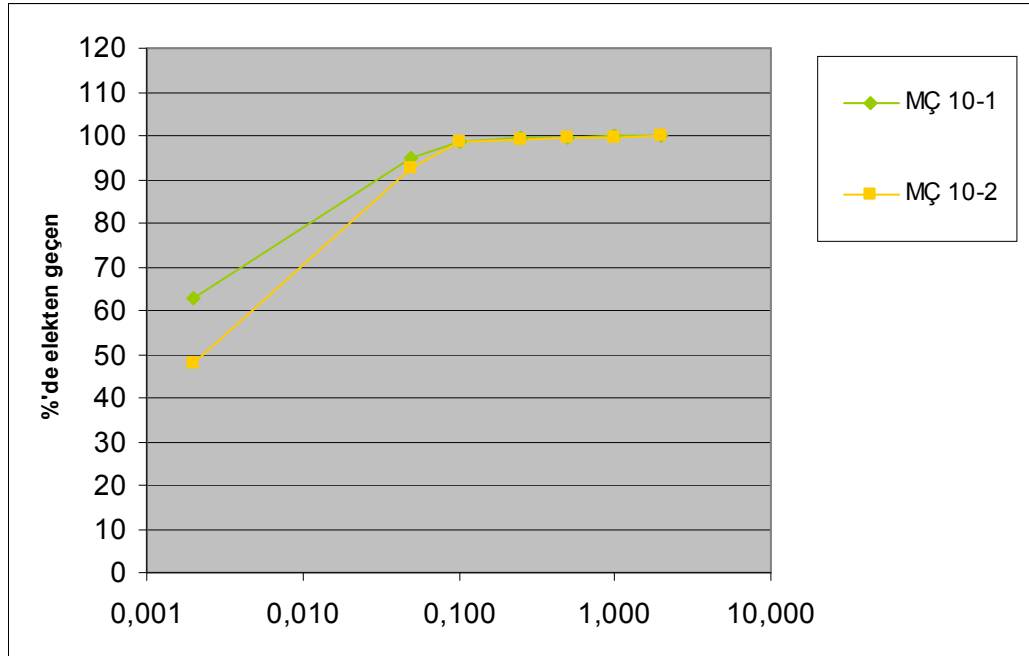
Şekil 4.1.28 . MÇ 10-1 Nolu Örneğin Tektür Yüzdelerinin Dağılımı

Yüzey altı toprağının (MÇ 10-2) % kil oranı 47,76, % silt oranı 45,02, % kum oranı 7,22'dir (Şekil 4.1.29).



Şekil 4.1.29. MÇ 10-2 Nolu Örneğin Tekstür Yüzdelерinin Dağılımı

MÇ 10 nolu örneğin yüzey ve yüzey altı toprakları granülasyon eğrilerine göre siltler ve killer çoğunlukta olduğundan ince taneli zeminleri göstermektedir. Tane boyu dağılımı iri siltten çok ince kuma kadar değişkenlik göstermektedir. Düşük üniform ve dikey kurve şeklindedir (Şekil 4.1.30).



KİL	SİLT	KUM					ÇAKIL
		Çok ince	ince	orta	kaba	Çok kaba	

Şekil 4.1.30 . MÇ 10-1 ve MÇ 10-2 Nolu Örneklerin Granülasyon Eğrileri

MÇ 10 nolu örneğin yüzey ve yüzey altı toprağının kimyasal özellikleri birbirinden farklıdır. Yüzey ve yüzey altı topraklarının pH'ları hafif alkaline seviyededir. Yüzey toprağı tuzsuz iken yüzey altı toprağı az tuzludur. Kireç seviyeleri hem yüzey hem de yüzey altı toprağı için az kireçlidir. Organik madde hem yüzey hem de yüzey altı toprağında az humusludur. Toplam azot yüzey toprağında orta seviyede iken yüzey altı toprağı düşük seviyededir. Fosfor ve potasyum yüzey toprağında çok yüksek iken yüzey altı toprağında orta seviyededir. Kalsiyum ve magnezyum hem yüzey hem de yüzey altı toprağında çok yüksek seviyede bulunmaktadır. Demir ve bakır yüzey toprağında çok yüksek seviyede bulunurken, yüzey altı toprağında yüksek seviyede bulunmaktadır. Mangan hem yüzey toprağında hem de yüzey altı toprağında yeterli seviyede bulunmaktadır. Çinko yüzey toprağında yeterli seviyede bulunurken, yüzey altı toprağında noksanır (Çizelge 4.1.21).

Çizelge 4.1.21 . MÇ 10 No'lu Örneklerin Kimyasal Özellikleri Analiz Sonuçları

Yapılan Analizler		MÇ 10-1		MÇ 10-2	
Derinlik (cm)		0-30		30-120	
Kimyasal Özellikleri	pH	7,42	Hafif alkaline	7,42	Hafif alkaline
	Tuz (%)	0,14	Tuzsuz	0,19	Az tuzlu
	Kireç (%)	4,17	Az kireçli	4,43	Az kireçli
	Organik Madde (%)	2	Az humuslu	1,09	Az humuslu
	Toplam Azot (%)	0,1	Orta	0,054	Düşük
	Fosfor (ppm)	55	Çok yüksek	15	Orta
	Potasyum (ppm)	426	Çok yüksek	223	Orta
	Kalsiyum (ppm)	7432	Çok yüksek	7753	Çok yüksek
	Magnezyum (ppm)	971	Çok yüksek	1215	Çok yüksek
	Demir (ppm)	27	Çok yüksek	12	Yüksek
	Bakır (ppm)	5,3	Çok yüksek	2,9	Yüksek
	Çinko (ppm)	1,54	Yeterli	0,24	Noksan
Mangan(ppm)	16	Yeterli	17	Yeterli	

MÇ 11 nolu örnek Barbaros'a giderken Altınova çıkış köprüsünden 600 m ilerde yolun sağından yüzey ve yüzey altı toprağı olarak alınmıştır. Yüzey toprağı (MÇ 11-1) ve yüzey altı toprakları (MÇ 11-2 ve MÇ 11-3) kumlu tın bünyede bulunmuştur. MÇ 11 nolu örneğin ana materyali (MÇ 11-4 kumtaşı) tınlı kum bünyede bulunmuştur. Bu farklılık ana

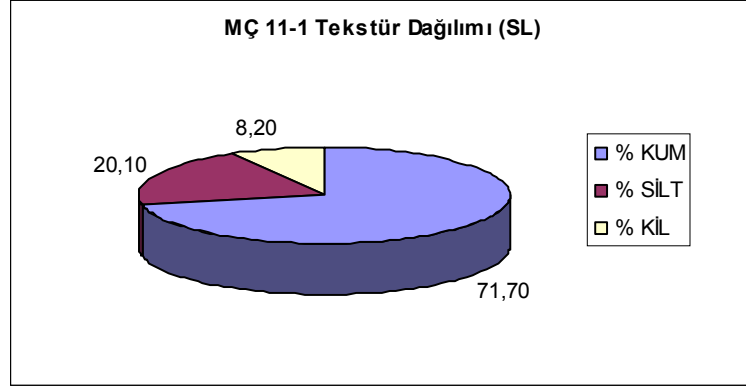
materyaldeki kil oranının, yüzey ve yüzey altı topraklarına göre fazlalığından kaynaklanmaktadır. Yüzey toprağındaki kum fraksiyonlarının oranının % 13,96'sı kaba ve çok kaba kumdan, % 15,16'sı orta kumdan, % 70,88'i ince ve çok ince kumdan oluşmaktadır. Yüzey altı topraklarından MÇ 11-2 nolu örneğın kum fraksiyonlarının oranının % 12,62'si kaba ve çok kaba kumdan, % 17,12 'si orta kumdan, % 70,26'sı ince ve çok ince kumdan oluşmaktadır. Yüzey altı topraklarından MÇ 11-3 nolu örneğın kum fraksiyonlarının oranının % 20,92'si kaba ve çok kaba kumdan, % 17,00'si orta kumdan, % 62,08'i ince ve çok ince kumdan oluşmaktadır. Ana materyalin kum fraksiyonlarının oranının % 0,07'si kaba kumdan, % 2,07'si orta kumdan, % 97,86'sı ince ve çok ince kumdan oluşmaktadır. Ana materyalde çok kaba kum bulunmamaktadır. Yüzey ve yüzey altı topraklarının aynı bünye olması nedeniyle likit limit ve plastik limit değerleri birbirine yakındır. Buna bağılı olarak plastiklik indeksi değerleri de birbirine yakındır. Yüzey toprağı (15,14), yüzey altı topraklarından MÇ 11-2 (11,16) ve MÇ 11-3 (12,04) az plastik plastiklik indeksi sınıfındadır. Ana materyalin likit limit ve plastik limit değerleri yüzey ve yüzey altı topraklarından farklıdır. Ana materyalde kum oranının fazla olması nedeniyle likit limit değeri bulunamamıştır. Ana materyaldeki kil oranının çok az olması nedeniyle toprakta plastik davranış göstermemektedir. Buna bağılı olarak plastiklik indeksi sınıfı non-plastik çıkmıştır. Casagrande plastik kartına göre yüzey toprağı orta derecede plastik inorganik killer grubunda, yüzey altı toprakları ve ana materyal kohezyonsuz topraklar grubunda yer almaktadır. ASSHO sınıflama sınıfı yüzey ve yüzey altı toprakları için A-2-6 ve grup indeks değeri 1'dir. Ana materyalin ASSHO sınıflama sınıfı A-3 ve grup indeks değeri 0'dır. Birleşik zemin sınıflama sistemine göre yüzey ve yüzey altı toprakları düşük plastikli inorganik killer (CL) grubunda bulunmaktadır. Ana materyal birleşik zemin sınıflama sistemine göre siltli kumlar, kum-silt karışımları (SM) grubunda bulunmaktadır (Çizelge 4.1.22).

Çizelge 4.1.22. MÇ 11 No'lu Örneklerin Fiziksel ve Mühendislik Özellikleri Analiz Sonuçları

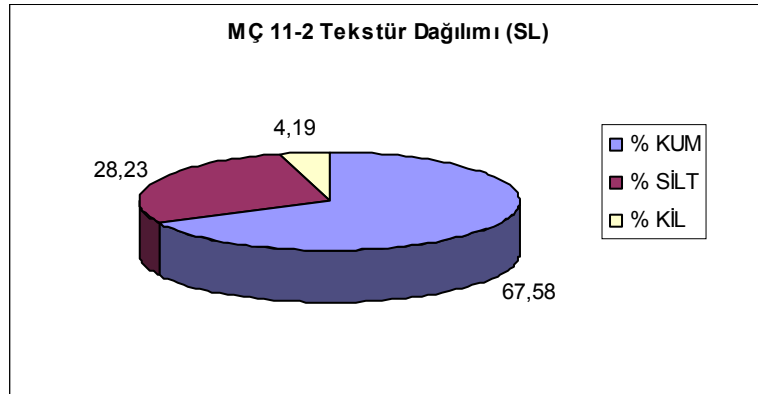
Yapılan Analizler		MÇ 11-1	MÇ 11-2	MÇ 11-3	MÇ 11-4	
Derinlik (cm)		0-20	20-50	50-80	+80	
Mekanik Analiz	Kum Fraksiyonları	ÇKK ⁽¹⁾ (2-1 mm, %)	5,47	3,97	8,87	0,00
		KK ⁽²⁾ (1-0,5 mm, %)	4,54	4,56	6,1	0,06
		OK ⁽³⁾ (0,5-0,25 mm, %)	10,87	11,57	12,17	1,61
		İK ⁽⁴⁾ (0,25-0,1 mm, %)	16,92	17,66	17,06	39,39
		ÇİK ⁽⁵⁾ (0,1-0,05 mm, %)	33,9	29,82	27,35	36,62
	% Kum		71,7	67,58	71,55	77,69
	% Silt		20,1	28,23	22,23	20,14
	% Kil		8,2	4,19	6,22	2,18
	Tektür Sınıfı		KUMLU TIN (SL)	KUMLU TIN (SL)	KUMLU TIN (SL)	TINLI KUM (LS)
Zemin Özellikleri	Likit Limit	31,9	27,7	28,6	0	
	Plastik Limit	16,76	16,35	16,56	NP ⁽⁶⁾	
	Plastiklik İndeksi	15,14	11,16	12,04	NP	
	Kil Aktivitesi	1,85	2,66	1,93	AD ⁽⁷⁾	
	Casagrande Plastiklik Kartı	O.p.i.k. ⁽⁸⁾	K.suz T. ⁽⁹⁾	K.suz T.	K.suz T.	
	ASSHO ⁽¹⁰⁾	A-2-6 (1)	A-2-6 (1)	A-2-6 (1)	A-3 (0)	
	USCS ⁽¹¹⁾	CL ⁽¹²⁾	CL	CL	SM ⁽¹³⁾	

(1)ÇKK= Çok kaba kum, (2) KK=Kaba kum, (3) OK= Orta kum, (4) İK= İnce kum, (5) ÇİK= Çok ince kum, (6)NP= Plastik değil, (7) AD= Aktif değil, (8)Orta derecede plastik inorganik killler, (9) Kohezyonsuz toprak, (10)Amerika Eyalet Karayolları Memurları Birliği, (11) Birleşik Toprak Sınıflama Sistemi, (12) Düşük plastikli inorganik killler, (13) Siltli kumlar, kum-silt karışımları

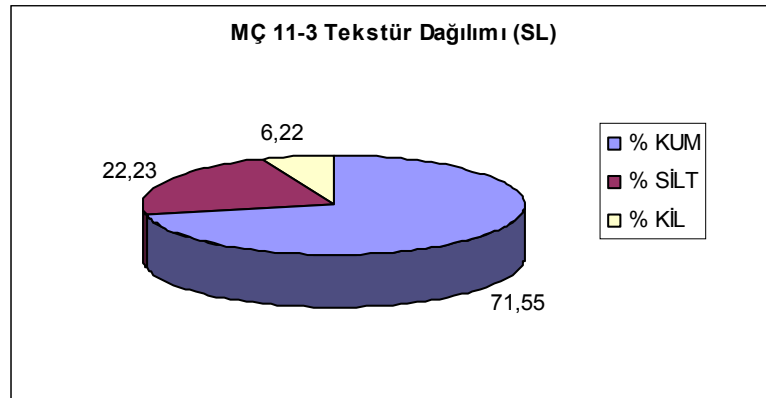
MÇ 11 nolu örneğin yüzey toprağının (MÇ 11-1) % kil oranı 8,20, % silt oranı 20,10, % kum oranı 71,70'dir (Şekil 4.1.31). Yüzey altı topraklarından (MÇ 11-2) % kil oranı 4,19, % silt oranı 28,23, % kum oranı 67,58'dir (Şekil 4.1.32). Yüzey altı topraklarından (MÇ 11-3) % kil oranı 6,22, % silt oranı 22,23, % kum oranı 71,55'dir (Şekil 4.1.33). Ana materyalde (MÇ 11-4) % kil oranı 2,18 % silt oranı 20,14, % kum oranı 77,69'dur (Şekil 4.1.34).



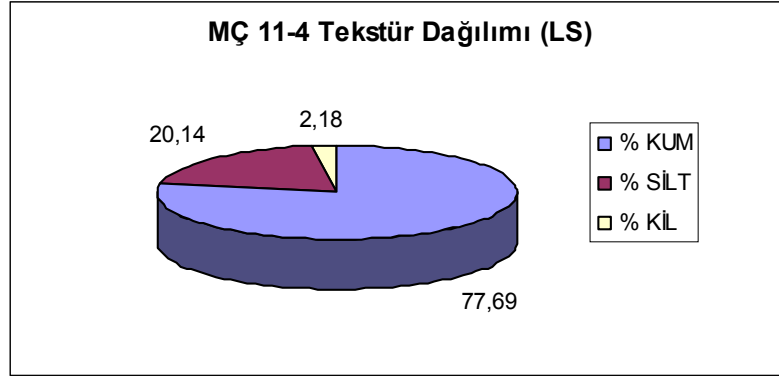
Şekil 4.1.31 . MÇ 11-1 Nolu Örneğin Tekstür Yüzdelerinin Dağılımı



Şekil 4.1.32 . MÇ 11-2 Nolu Örneğin Tekstür Yüzdelerinin Dağılımı

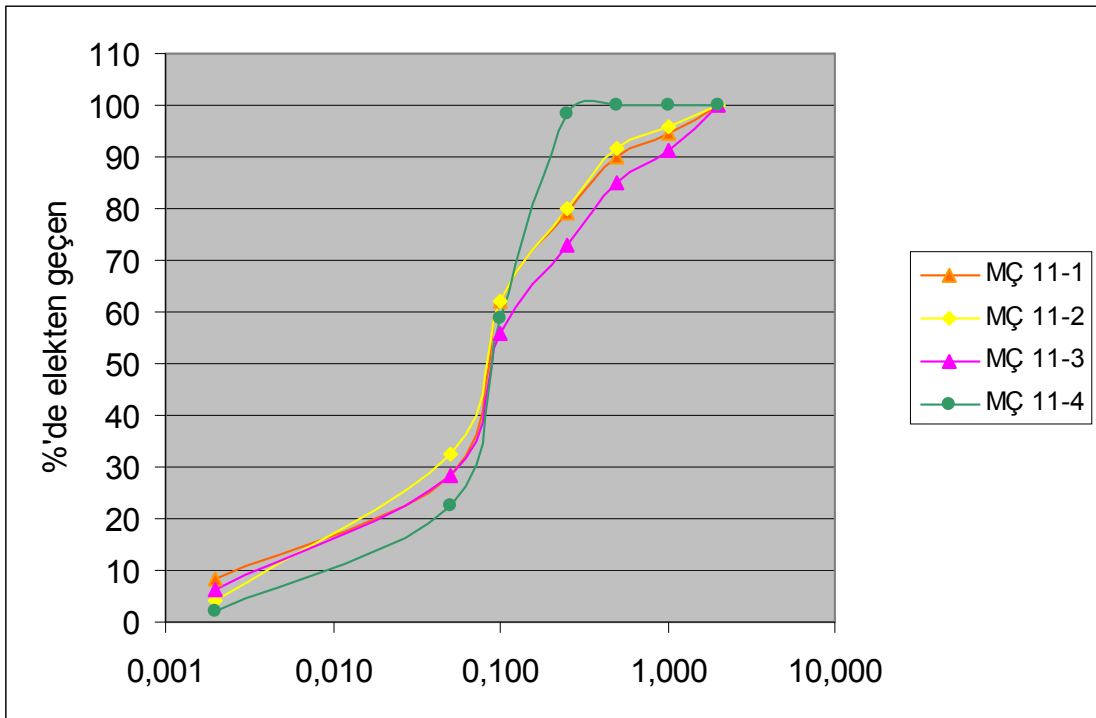


Şekil 4.1.33 . MÇ 11-3 Nolu Örneğin Tekstür Yüzdelerinin Dağılımı



Şekil 4.1.34 . MÇ 11-4 Nolu Örneğin Tekstür Yüzdelerinin Dağılımı

MÇ 11 nolu örneğin yüzey, yüzey altı toprakları ve ana materyalin granülasyon eğrilerine göre kumlar çoğunlukta olduğundan iri taneli zeminleri göstermektedir. Tane boyu dağılımı iri siltten orta kuma kadar değişkenlik göstermektedir. Yüksek üniform ve düz eğimli kurve şeklindedir. Ana materyalin tane boyu dağılımı iri siltten ince kuma kadar değişkenlik göstermektedir. Düşük üniform ve dik eğimli kurve şeklindedir. Dik eğimli kurveden kaynaklı olarak zemin kötü derecelendirilmiştir (Şekil 4.1.35).



KİL	SİLT	KUM				ÇAKIL
		Çok ince	ince	orta	kaba	

Şekil 4.1.35. MÇ 11-1,MÇ 11-2,MÇ 11-3 ve MÇ 11-4 Nolu Örneklerin Granülasyon Eğrileri

MÇ 11 nolu örneğin yüzey, yüzey altı topraklarının ve ana materyalin kimyasal özellikleri birbirinden farklıdır. Yüzey ve yüzey altı (MÇ 11-2 ve MÇ 11-3) topraklarının pH'ları nötral seviyede iken ana materyalin pH'sı hafif alkalin seviyededir. Yüzey, yüzey altı toprakları ve ana materyal tuzsuzdur. Yüzey toprağı az kireçli, yüzey altı toprakları kireçli ve ana materyal çok fazla kireçli seviyede bulunmaktadır. Organik madde yüzey ve yüzey altı (MÇ 11-2) toprağında az humuslu iken yüzey altı (MÇ 11-3) toprağında ve ana materyalde çok az humusludur. Toplam azot yüzey ve yüzey altı (MÇ 11-2) toprağında düşük seviyede iken yüzey altı (MÇ 11-3) toprağında ve ana materyalde çok düşük seviyededir. Fosfor yüzey toprağında orta seviyede bulunurken, yüzey altı topraklarında düşük ve ana materyalde çok düşük seviyede bulunmaktadır. MÇ 11 nolu örneğin bütün profilinde potasyum çok düşük, kalsiyum yüksek ve magnezyum orta seviyede bulunmaktadır. Demir bütün profil boyunca yeterli seviyede bulunmaktadır. Bakır ve mangan yüzey ve yüzey altı topraklarında kritik seviyede bulunurken ana materyalde nokсандır. Çinko bütün profil boyunca nokсандır (Çizelge 4.1.23).

MÇ 12 nolu örnek Barbarosa giderken Altınova çıkış köprüsünden 900 m ileriden sağa dönüldüğünde 100 m içeriden yüzey ve yüzey altı toprağı olarak alınmıştır. Yüzey toprağı (MÇ 12-1) ve yüzey altı toprağı (MÇ 12-2) tın bünyede bulunmuştur. Yüzey toprağındaki kum fraksiyonlarının oranının % 2,30'u kaba ve çok kaba kumdan, % 5,38'i orta kumdan, % 92,32'si ince ve çok ince kumdan oluşmaktadır. Yüzey altı toprağındaki kum fraksiyonlarının oranının % 2,21'i kaba ve çok kaba kumdan, % 5,92'si orta kumdan, % 91,87'si ince ve çok ince kumdan oluşmaktadır. Yüzey ve yüzey altı topraklarının aynı bünye olması nedeniyle likit limit ve plastik limit değerleri birbirine yakındır. Buna bağılı olarak plastiklik indeksi değerleri de birbirine yakındır. Yüzey toprağı (23,08) ve yüzey altı toprağı (23,57) orta plastik plastiklik indeksi sınıfındadır. Yüzey ve yüzey altı toprakları Casagrande plastik kartına göre orta derecede plastik inorganik killer grubundadır. ASSHO sınıflama sınıfı A-7-6; yüzey toprağı 8 ve yüzey altı toprağı 10 grup indeks değerindedir. Birleşik zemin sınıflama sistemine göre yüzey ve yüzey altı toprakları düşük plastikli inorganik killer (CL) grubunda bulunmaktadır (Çizelge 4.1.24).

Çizelge 4.1.23 . MÇ 11 No'lu Örneklerin Kimyasal Özellikleri Analiz Sonuçları

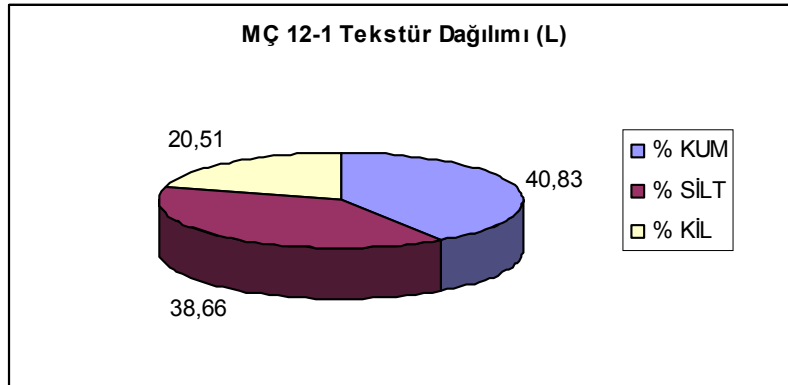
Yapılan Analizler		MÇ 11-1		MÇ 11-2		MÇ 11-3		MÇ 11-4	
Derinlik (cm)		0-20		20-50		50-80		+80	
Kimyasal Özellikleri	pH	6,79	Nötral	7,10	Nötral	7,35	Nötral	7,60	Hafif alkalin
	Tuz (%)	0,018	Tuzsuz	0,022	Tuzsuz	0,02	Tuzsuz	0,016	Tuzsuz
	Kireç (%)	4,98	Az kireçli	5,53	Kireçli	6,26	Kireçli	25,42	Çok fazla kireçli
	Organik Madde (%)	1,57	Az humuslu	1,15	Az humuslu	0,8	Çok az humuslu	0,28	Çok az humuslu
	Toplam Azot (%)	0,078	Düşük	0,057	Düşük	0,04	Çok düşük	0,014	Çok düşük
	Fosfor (ppm)	8	Orta	4,2	Düşük	3	Düşük	1	Çok düşük
	Potasyum (ppm)	66	Çok düşük	45	Çok düşük	42	Çok düşük	28	Çok düşük
	Kalsiyum (ppm)	5593	Yüksek	5324	Yüksek	5310	Yüksek	4780	Yüksek
	Magnezyum (ppm)	173	Orta	155	Orta	155	Orta	140	Orta
	Demir (ppm)	7,3	Yeterli	6,3	Yeterli	7,8	Yeterli	5	Yeterli
	Bakır (ppm)	0,5	Kritik	0,55	Kritik	0,5	Kritik	0,19	Noksan
	Çinko (ppm)	0,17	Noksan	0,16	Noksan	0,08	Noksan	0,05	Noksan
Mangan(ppm)	5,3	Kritik	5,5	Kritik	5,6	Kritik	2,9	Noksan	

Çizelge 4.1.24. MÇ 12 No'lu Örneklerin Fiziksel ve Mühendislik Özellikleri Analiz Sonuçları

Yapılan Analizler		MÇ 12-1	MÇ 12-2	
Derinlik (cm)		0-25	25-60	
Mekanik Analiz	Kum Fraksiyonları	ÇKK ⁽¹⁾ (2-1 mm, %)	0,39	0,32
		KK ⁽²⁾ (1-0,5 mm, %)	0,55	0,56
		OK ⁽³⁾ (0,5-0,25 mm, %)	2,2	2,35
		İK ⁽⁴⁾ (0,25-0,1 mm, %)	5,62	5,88
		ÇİK ⁽⁵⁾ (0,1-0,05 mm, %)	32,08	30,58
	% Kum		40,83	39,68
	% Silt		38,66	38,1
	% Kil		20,51	22,22
Tektür Sınıfı		TIN (L)	TIN (L)	
Zemin Özellikleri	Likit Limit		41,2	43,9
	Plastik Limit		18,12	20,33
	Plastiklik İndeksi		23,08	23,57
	Kil Aktivitesi		1,13	1,06
	Casagrande Plastiklik Kartı		O.p.i.k. ⁽⁶⁾	O.p.i.k.
	ASSHO ⁽⁷⁾		A-7-6 (8)	A-7-6 (10)
	USCS ⁽⁸⁾		CL ⁽⁹⁾	CL

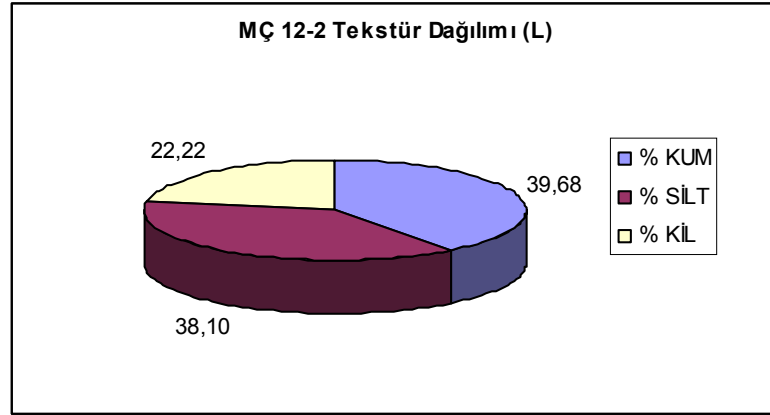
(1)ÇKK= Çok kaba kum, (2) KK=Kaba kum, (3) OK= Orta kum, (4) İK= İnce kum, (5) ÇİK= Çok ince kum, (6)Orta derecede plastik inorganik killler , (7)Amerika Eyalet Karayolları Memurları Birliği (8) Birleşik Toprak Sınıflama Sistemi, (9) Düşük plastikli inorganik killler.

MÇ 12 nolu örneğin yüzey toprağının (MÇ 12-1) % kil oranı 20,51, % silt oranı 38,66, % kum oranı 40,83'dür (Şekil 4.1.36).



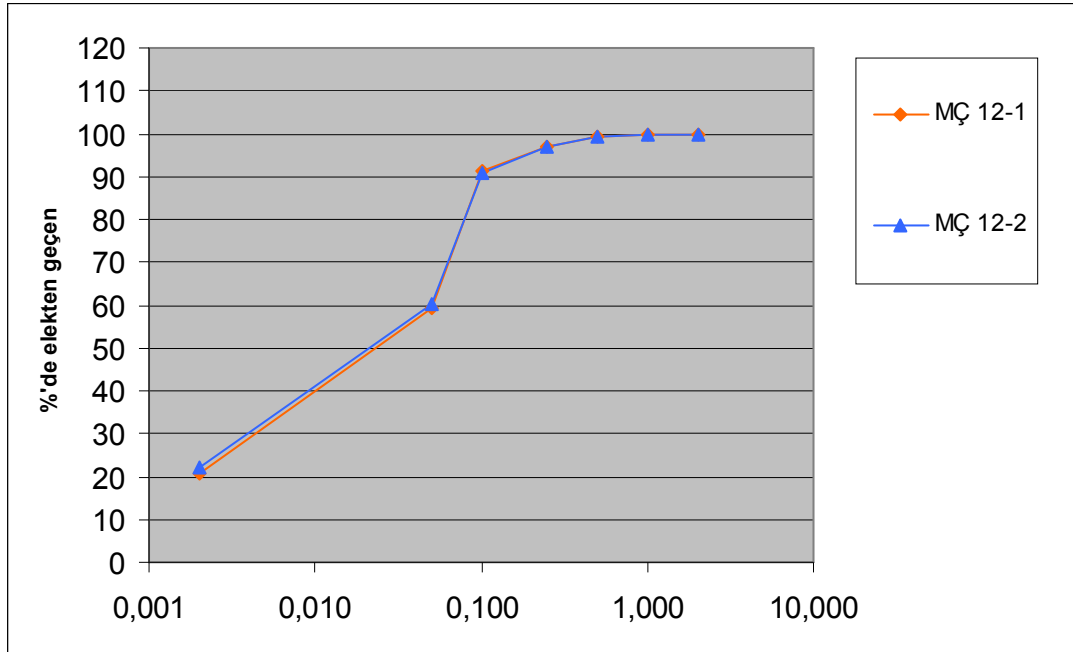
Şekil 4.1.36 . MÇ 12-1 Nolu Örneğin Tekstür Yüzdelerinin Dağılımı

Yüzey altı toprağının (MÇ 12-2) % kil oranı 22,22, % silt oranı 38,10, % kum oranı 39,68'dir (Şekil 4.1.37).



Şekil 4.1.37 . MÇ 12-2 Nolu Örneğin Tekstür Yüzdelerinin Dağılımı

MÇ 12 nolu örneğin yüzey ve yüzey altı toprakları granülasyon eğrilerine göre siltler ve killer çoğunlukta olduğundan ince taneli zeminleri göstermektedir. Tane boyu dağılımı iri siltten ince kuma kadar değişkenlik göstermektedir. Yüksek üniform ve dikey kurve şeklindedir. Kötü bir gradasyonu temsil etmektedir. Bu şekil yarı sekme gradasyon eğrisi konumundadır (Şekil 4.1.38).



KİL	SİLT	KUM					ÇAKIL
		Çok ince	ince	orta	kaba	Çok kaba	

Şekil 4.1.38 . MÇ 12-1 ve MÇ 12-2 Nolu Örneklerin Granülasyon Eğrileri

MÇ 12 nolu örneğin yüzey ve yüzey altı toprağının kimyasal özellikleri birbirine benzerdir. Yüzey toprağının pH'sı zayıf asit iken yüzey altı toprağının pH'sı nötral seviyededir. Örneklerin yüzey ve yüzey altı topraklarının tuzsuz, kireçsiz ve az humusludur. Toplam azot ve potasyum hem yüzey hem de yüzey altı toprağı için düşük seviyededir. Fosfor yüzey toprağında orta seviyede iken yüzey altı toprağında düşük seviyededir. Kalsiyum hem yüzey hem de yüzey altı toprağı için yüksek seviyede iken magnezyum çok yüksek seviyededir. Demir hem yüzey hem de yüzey altı toprağında yüksek seviyede bulunmaktadır. Bakır hem yüzey hem de yüzey altı toprağında yeterli seviyededir. Mangan yüzey toprağında kritik seviyede iken yüzey altı toprağında yeterli seviyededir. Çinko hem yüzey hem de yüzey altı toprağında noksanır (Çizelge 4.1.25).

Çizelge 4.1.25 . MÇ 12 No'lu Örneklerin Kimyasal Özellikleri Analiz Sonuçları

Yapılan Analizler		MÇ 12-1		MÇ 12-2	
Derinlik (cm)		0-25		25-60	
Kimyasal Özellikleri	pH	6,16	Zayıf asit	6,80	Nötral
	Tuz (%)	0,02	Tuzsuz	0,026	Tuzsuz
	Kireç (%)	0,00	Kireçsiz	0,00	Kireçsiz
	Organik Madde (%)	1,34	Az humuslu	1,15	Az humuslu
	Toplam Azot (%)	0,067	Düşük	0,057	Düşük
	Fosfor (ppm)	8	Orta	4,3	Düşük
	Potasyum (ppm)	181	Düşük	151	Düşük
	Kalsiyum (ppm)	4802	Yüksek	4835	Yüksek
	Magnezyum (ppm)	474	Çok yüksek	567	Çok yüksek
	Demir (ppm)	11	Yüksek	11	Yüksek
	Bakır (ppm)	1,2	Yeterli	1,19	Yeterli
	Çinko (ppm)	0,2	Noksan	0,17	Noksan
	Mangan(ppm)	12	Kritik	14	Yeterli

MÇ 13 nolu örnek Barbaros'a giderken Altınova çıkış köprüsünden 2 km ileride yolun sağından yüzey ve yüzey altı toprağı olarak alınmıştır. Yüzey toprağı (MÇ 13-1) ve yüzey altı toprağı (MÇ 13-2) tın bünyede bulunmuştur. Yüzey toprağındaki kum fraksiyonlarının oranının % 2,51'i kaba ve çok kaba kumdan, % 5,53'ü orta kumdan, % 91,96'sı ince ve çok ince kumdan oluşmaktadır. Yüzey altı toprağındaki kum fraksiyonlarının oranının % 1,96'sı

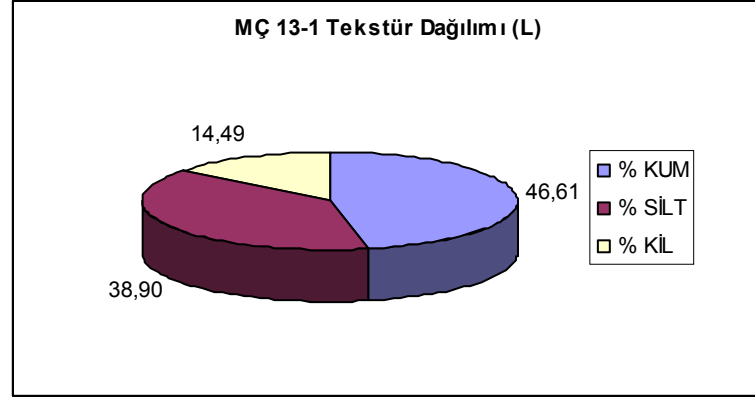
kaba ve çok kaba kumdan, % 4,25'i orta kumdan, % 93,79'u ince ve çok ince kumdan oluşmaktadır. Yüzey ve yüzey altı topraklarının aynı bünye olmasına rağmen likit limit değerleri birbirinden farklıdır. Bunun nedeni yüzey altı toprağının yüzey toprağına göre daha az kil ve daha fazla kum miktarına sahip olmasıdır. Plastik limit değerleri birbirine yakındır. Likit limit değerlerinin farklı olması nedeniyle plastiklik indeksleri de farklı çıkmıştır. Yüzey toprağı (25,91) orta plastik yüzey altı toprağı (15,85) az plastik plastiklik indeksi sınıfındadır. Yüzey ve yüzey altı toprakları Casagrande plastik kartına göre orta derecede plastik inorganik killeri grubundadır. ASSHO sınıflama sınıfı A-7-6; yüzey toprağı 7 ve yüzey altı toprağı 6 grup indeks değerindedir. Birleşik zemin sınıflama sistemine göre yüzey ve yüzey altı toprakları düşük plastikli inorganik killeri (CL) grubunda bulunmaktadır (Çizelge 4.1.26).

Çizelge 4.1.26. MÇ 13 No'lu Örneklerin Fiziksel ve Mühendislik Özellikleri Analiz Sonuçları

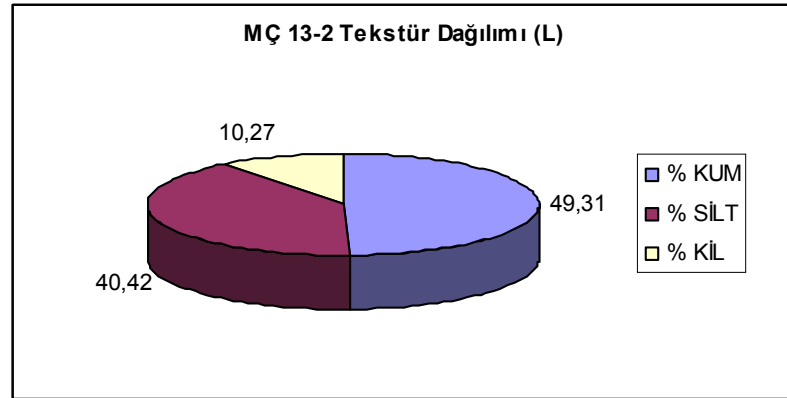
Yapılan Analizler		MÇ 13-1	MÇ 13-2	
Derinlik (cm)		0-30	30-60	
Mekanik Analiz	Kum Fraksiyonları	ÇKK ⁽¹⁾ (2-1 mm, %)	0,35	0,24
		KK ⁽²⁾ (1-0,5 mm, %)	0,82	0,73
		OK ⁽³⁾ (0,5-0,25 mm, %)	2,58	2,1
		İK ⁽⁴⁾ (0,25-0,1 mm, %)	9,52	8,25
		ÇİK ⁽⁵⁾ (0,1-0,05 mm, %)	33,34	38
	% Kum		46,61	49,31
	% Silt		38,9	40,42
	% Kil		14,49	10,27
	Tektür Sınıfı		TIN (L)	TIN (L)
Zemin Özellikleri	Likit Limit		42,9	33,2
	Plastik Limit		16,99	17,35
	Plastiklik İndeksi		25,91	15,85
	Kil Aktivitesi		1,79	1,54
	Casagrande Plastiklik Kartı		O.p.i.k. ⁽⁶⁾	O.p.i.k.
	ASSHO ⁽⁷⁾		A-7-6 (7)	A-7-6 (6)
	USCS ⁽⁸⁾		CL ⁽⁹⁾	CL

(1)ÇKK= Çok kaba kum, (2) KK=Kaba kum, (3) OK= Orta kum, (4) İK= İnce kum, (5) ÇİK= Çok ince kum, (6)Orta derecede plastik inorganik killeri , (7)Amerika Eyalet Karayolları Memurları Birliği (8) Birleşik Toprak Sınıflama Sistemi, (9) Düşük plastikli inorganik killeri.

MÇ 13 nolu örneğin yüzey toprağının (MÇ 13-1) % kil oranı 14,49, % silt oranı 38,90, % kum oranı 46,61'dir (Şekil 4.1.39). Yüzey altı toprağının (MÇ 13-2) % kil oranı 10,27, % silt oranı 40,42, % kum oranı 49,31'dir (Şekil 4.1.40).

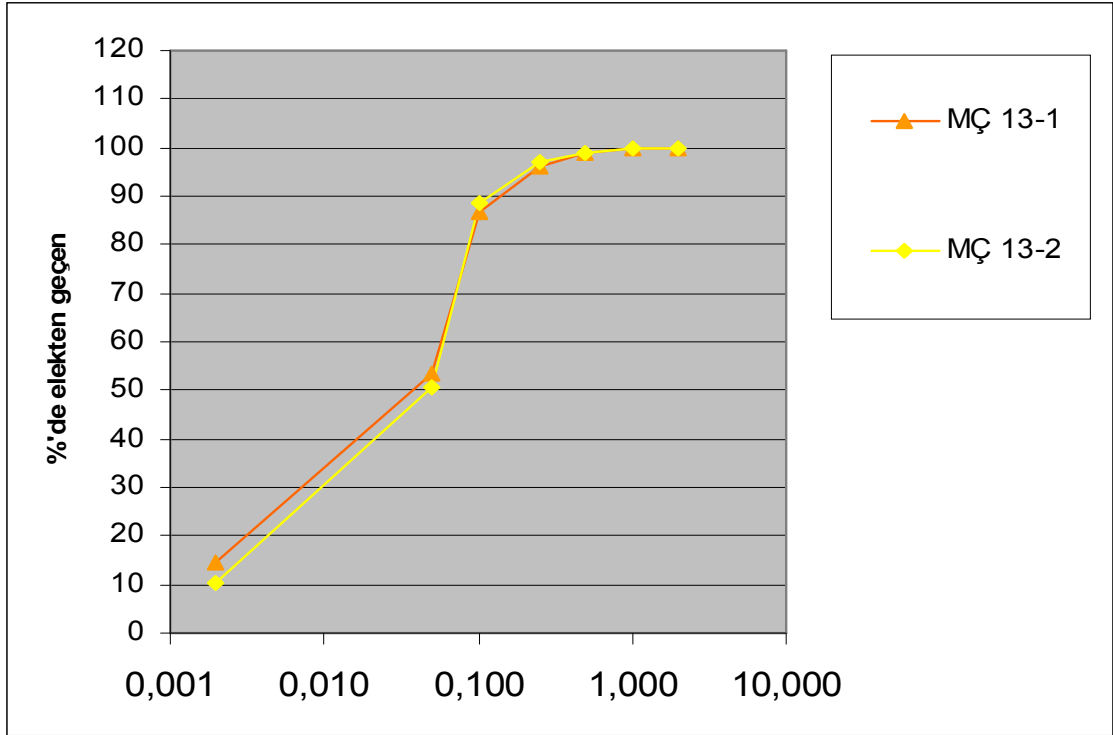


Şekil 4.1.39 . MÇ 13-1 Nolu Örneğin Tekstür Yüzdelerinin Dağılımı



Şekil 4.1.40 . MÇ 13-2 Nolu Örneğin Tekstür Yüzdelerinin Dağılımı

MÇ 13 nolu örneğin yüzey ve yüzey altı toprakları granülasyon eğrilerine göre siltler ve killer çoğunlukta olduğundan ince taneli zeminleri göstermektedir. Tane boyu dağılımı iri siltten ince kuma kadar değişkenlik göstermektedir. Yüksek üniform ve dikey kurve şeklindedir. Kötü bir gradasyonu temsil etmektedir. Bu şekil yarı sekme gradasyon eğrisi konumundadır (Şekil 4.1.41).



KİL	SILT	KUM					ÇAKIL
		Çok ince	ince	orta	kaba	Çok kaba	

Şekil 4.1.41 . MÇ 13-1 ve MÇ 13-2 Nolu Örneklerin Granülasyon Eğrileri

MÇ 13 nolu örneğin yüzey ve yüzey altı toprağının kimyasal özellikleri birbirinden farklıdır. Yüzey toprağının pH'sı nötral seviyede iken yüzey altı toprağının pH'sı hafif alkalın seviyededir. Hem yüzey hem de yüzey altı toprağı tuzsuzdur. Yüzey ve yüzey altı toprakları kireçli seviyede bulunmaktadır. Organik madde yüzey toprağında az humuslu seviyede iken yüzey altı toprağında çok az humuslu seviyededir. Toplam azot hem yüzey hem de yüzey altı toprağında düşük seviyededir. Fosfor yüzey toprağında orta seviyede iken yüzey altı toprağında düşük seviyededir. Potasyum yüzey toprağında düşük seviyede iken yüzey altı toprağında çok düşük seviyededir. Kalsiyum yüzey toprağında yüksek seviyede iken yüzey altı toprağında çok yüksek seviyededir. Magnezyum hem yüzey hem de yüzey altı toprağında orta seviyede bulunmaktadır. Demir ve bakır hem yüzey hem de yüzey altı toprağında yeterli seviyededir. Mangan yüzey toprağında kritik seviyede iken yüzey altı toprağında noksandır. Çinko hem yüzey hem de yüzey altı toprağında noksandır (Çizelge 4.1.27).

Çizelge 4.1.27 . MÇ 13 No’lu Örneklerin Kimyasal Özellikleri Analiz Sonuçları

Yapılan Analizler		MÇ 13-1		MÇ 13-2	
Derinlik (cm)		0-30		30-60	
Kimyasal Özellikleri	pH	7,16	Nötral	7,42	Hafif alkalin
	Tuz (%)	0,028	Tuzsuz	0,03	Tuzsuz
	Kireç (%)	6,42	Kireçli	7,43	Kireçli
	Organik Madde (%)	1,43	Az humuslu	0,95	Çok az humuslu
	Toplam Azot (%)	0,071	Düşük	0,047	Düşük
	Fosfor (ppm)	7,5	Orta	3,2	Düşük
	Potasyum (ppm)	180	Düşük	93	Çok düşük
	Kalsiyum (ppm)	5905	Yüksek	6238	Çok yüksek
	Magnezyum (ppm)	197	Orta	177	Orta
	Demir (ppm)	7,7	Yeterli	5,7	Yeterli
	Bakır (ppm)	1	Yeterli	0,94	Yeterli
	Çinko (ppm)	0,28	Noksan	0,1	Noksan
	Mangan(ppm)	6,3	Kritik	3	Noksan

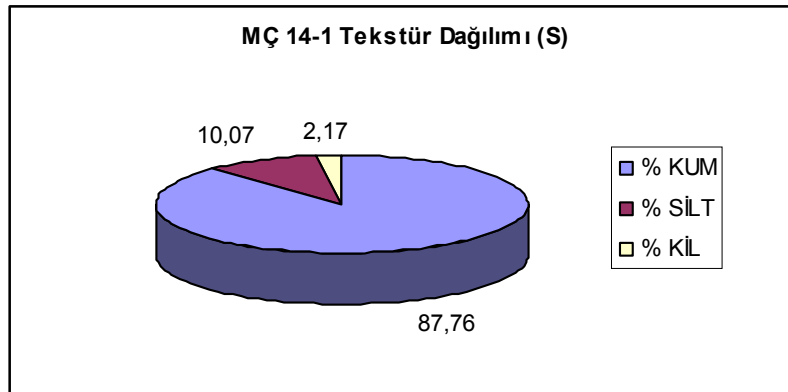
MÇ 14 nolu örnek Barbaros’a giderken Altınova çıkış köprüsünden 2,5 km ileride Ada Tümsük’ten yüzey ve yüzey altı toprağı olarak alınmıştır. Yüzey toprağı (MÇ 14-1) ve yüzey altı toprağı (MÇ 14-2) kum bünyede bulunmuştur. Yüzey toprağındaki kum fraksiyonlarının oranının % 11,93’ü kaba ve çok kaba kumdan, % 40,18’i orta kumdan, % 47,89’u ince ve çok ince kumdan oluşmaktadır. Yüzey altı toprağındaki kum fraksiyonlarının oranının % 19,20’si kaba ve çok kaba kumdan, % 44,54’ü orta kumdan, % 36,26’sı ince ve çok ince kumdan oluşmaktadır. Örneğin hem yüzey hem de yüzey altı topraklarının kum bünyeye sahip olması nedeniyle likit limit değeri bulunamamıştır. Örneğin kil oranın çok az olması nedeniyle toprakta plastik davranış göstermemektedir. Buna bağlı olarak plastiklik indeksi sınıfı non-plastik çıkmıştır. Casagrande plastik kartına göre yüzey toprağı ve yüzey altı toprağı kohezyonsuz topraklar grubunda yer almaktadır. ASSHO sınıflama sınıfı yüzey ve yüzey altı toprakları için A-3 ve grup indeks değeri 0’dır. Birleşik zemin sınıflama sistemine göre yüzey toprağı siltli kumlar, kum-silt karışımları (SM) grubunda, yüzey altı toprağı kKötü derecelendirilmiş siltli kumlar (SP-SM) grubunda bulunmaktadır (Çizelge 4.1.28).

Çizelge 4.1.28. MÇ 14 No'lu Örneklerin Fiziksel ve Mühendislik Özellikleri Analiz Sonuçları

Yapılan Analizler		MÇ 14-1	MÇ 14-2	
Derinlik (cm)		0-30	30-60	
Mekanik Analiz	Kum Fraksiyonları	ÇKK ⁽¹⁾ (2-1 mm, %)	1,75	3,4
		KK ⁽²⁾ (1-0,5 mm, %)	8,72	14,23
		OK ⁽³⁾ (0,5-0,25 mm, %)	35,27	40,89
		İK ⁽⁴⁾ (0,25-0,1 mm, %)	20,86	16,45
		ÇİK ⁽⁵⁾ (0,1-0,05 mm, %)	21,16	16,83
	% Kum		87,76	91,8
	% Silt		10,07	6,03
	% Kil		2,17	2,17
	Tektür Sınıfı		KUM (S)	KUM (S)
Zemin Özellikleri	Likit Limit		0	0
	Plastik Limit		NP ⁽⁶⁾	NP
	Plastiklik İndeksi		NP	NP
	Kil Aktivitesi		AD ⁽⁷⁾	AD
	Casagrande Plastiklik Kartı		K.suz T. ⁽⁸⁾	K.suz T.
	ASSHO ⁽⁹⁾		A-3 (0)	A-3 (0)
	USCS ⁽¹⁰⁾		SM ⁽¹¹⁾	SP-SM ⁽¹²⁾

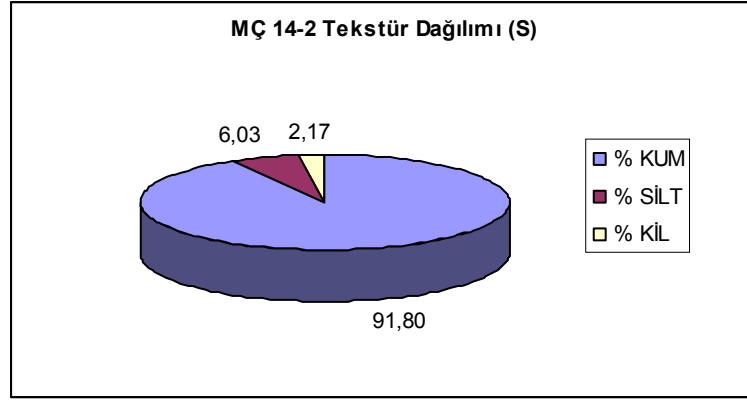
(1)ÇKK= Çok kaba kum, (2) KK=Kaba kum, (3) OK= Orta kum, (4) İK= İnce kum, (5) ÇİK= Çok ince kum, (6) NP= Plastik değil, (7) AD= Aktif değil, (8) Kohezyonsuz toprak, (9) Amerika Eyalet Karayolları Memurları Birliği, (10) Birleşik Toprak Sınıflama Sistemi, (11) Siltli kumlar, kum-silt karışımları, (12) Kötü derecelendirilmiş siltli kumlar.

MÇ 14 nolu örneğin yüzey toprağının (MÇ 14-1) % kil oranı 2,17, % silt oranı 10,07, % kum oranı 87,76'dır (Şekil 4.1.42).



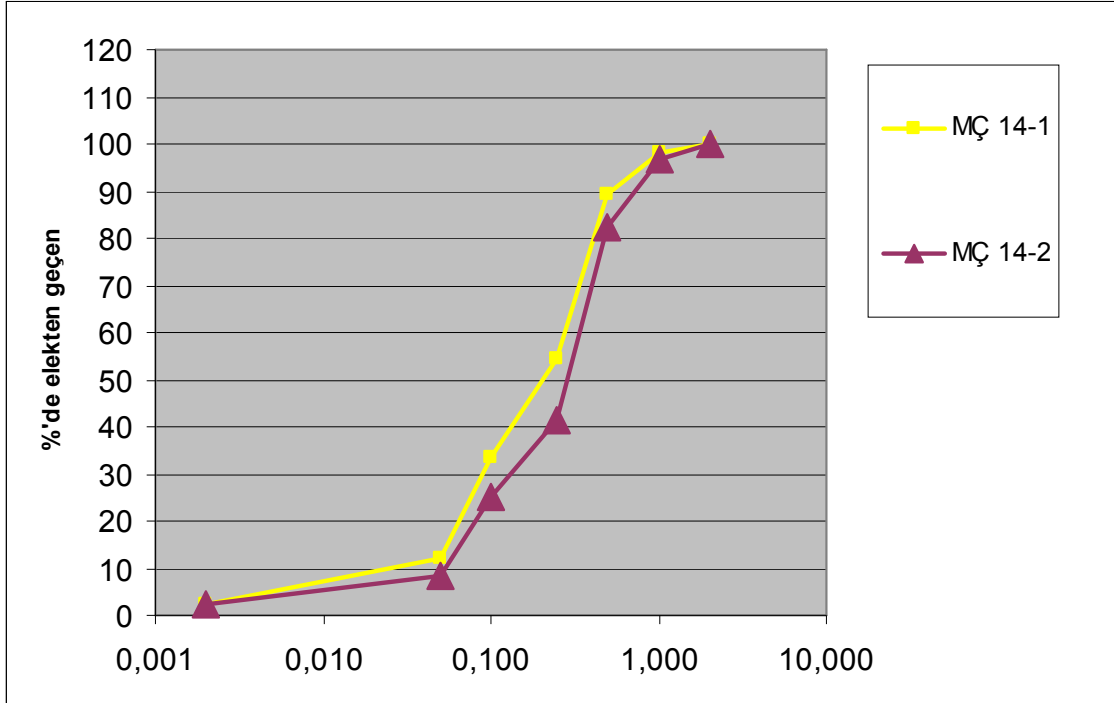
Şekil 4.1.42 . MÇ 14-1 Nolu Örneğin Tekstür Yüzdelerinin Dağılımı

Yüzey altı topraklarından (MÇ 14-2) % kil oranı 2,17, % silt oranı 6,03, % kum oranı 91,80'dir (Şekil 4.1.43).



Şekil 4.1.43 . MÇ 14-2 Nolu Örneğin Tekstür Yüzdelerinin Dağılımı

MÇ 14 nolu örneğin yüzey ve yüzey altı toprakları granülasyon eğrilerine göre kumlar çoğunlukta olduğundan iri taneli zeminleri göstermektedir. Tane boyu dağılımı çok ince kumdan kaba kuma kadar değişkenlik göstermektedir. Düşük üniform ve dik eğimli kurve şeklindedir (Şekil 4.1.44).



KİL	SİLT	KUM					ÇAKIL
		Çok ince	ince	orta	kaba	Çok kaba	

Şekil 4.1.44 . MÇ 14-1 ve MÇ 14-2 Nolu Örneklerin Granülasyon Eğrileri

Örneklerin partikül boyutlarının dar aralıklı olmasından dolayı dik eğriler oluşturmuşlardır. Dik tane boyu dağılım eğrileri oluşturan zeminler kötü derecelendirilmiş zeminler olarak bilinmektedir. Kötü bir gradasyonu temsil etmektedir. Bu şekil yarı sekme gradasyon eğrisi konumundadır (Şekil 4.1.44).

MÇ 14 nolu örneğin yüzey ve yüzey altı toprağının kimyasal özellikleri birbirinden farklıdır. Yüzey ve yüzey altı toprağının pH'ları nötral seviyededir. Yüzey toprağı tuzsuz iken yüzey altı toprağı az tuzludur. Yüzey toprağı az kireçli iken yüzey altı toprağı az kireçli seviyede bulunmaktadır. Organik madde yüzey toprağında az humuslu iken yüzey altı toprağında çok az humusludur. Toplam azot yüzey toprağında orta seviyede iken yüzey altı toprağında düşük seviyededir. Fosfor ve potasyum yüzey toprağında düşük seviyede iken yüzey altı toprağında çok düşük seviyededir. Kalsiyum hem yüzey hem de yüzey altı toprağında yüksek seviyededir. Magnezyum hem yüzey hem de yüzey altı toprağında orta seviyededir (Çizelge 4.1.29).

Çizelge 4.1.29 . MÇ 14 No'lu Örneklerin Kimyasal Özellikleri Analiz Sonuçları

Yapılan Analizler		MÇ 14-1		MÇ 14-2	
Derinlik (cm)		0-30		30-60	
Kimyasal Özellikleri	pH	6,91	Nötral	6,95	Nötral
	Tuz (%)	0,016	Tuzsuz	0,17	Az tuzlu
	Kireç (%)	4,98	Az kireçli	6,13	Kireçli
	Organik Madde (%)	2,07	Az humuslu	0,92	Çok az humuslu
	Toplam Azot (%)	0,1	Orta	0,046	Düşük
	Fosfor (ppm)	4	Düşük	1,8	Çok düşük
	Potasyum (ppm)	129	Düşük	95	Çok düşük
	Kalsiyum (ppm)	3970	Yüksek	3935	Yüksek
	Magnezyum (ppm)	152	Orta	171	Orta
	Demir (ppm)	6,4	Yeterli	5,3	Yeterli
	Bakır (ppm)	0,42	Kritik	0,24	Kritik
	Çinko (ppm)	0,4	Noksan	0,23	Noksan
Mangan(ppm)	4,7	Kritik	3,14	Noksan	

Hem yüzey hem de yüzey altı toprağı için demir yeterli seviyede, bakır kritik seviyede bulunur. Mangan yüzey toprağında kritik seviyede iken yüzey altı toprağında noksandır. Çinko hem yüzey hem de yüzey altı toprağında noksandır (Çizelge 4.1.29).

MÇ 15 nolu örnek Kumbağ'a giderken Altınova çıkış köprüsünden 5,5 km ileride yolun solundan yüzey ve yüzey altı toprağı olarak alınmıştır. Yüzey toprağı (MÇ 15-1) ve yüzey altı toprağı (MÇ 15-2) kumlu tın bünyede bulunmuştur. Yüzey toprağındaki kum fraksiyonlarının oranının % 14,42'si kaba ve çok kaba kumdan, % 11,11'i orta kumdan, % 74,47'si ince ve çok ince kumdan oluşmaktadır. Yüzey altı toprağındaki kum fraksiyonlarının oranının % 10,85'i kaba ve çok kaba kumdan, % 8,34'ü orta kumdan, % 80,81'i ince ve çok ince kumdan oluşmaktadır (Çizelge 4.1.30).

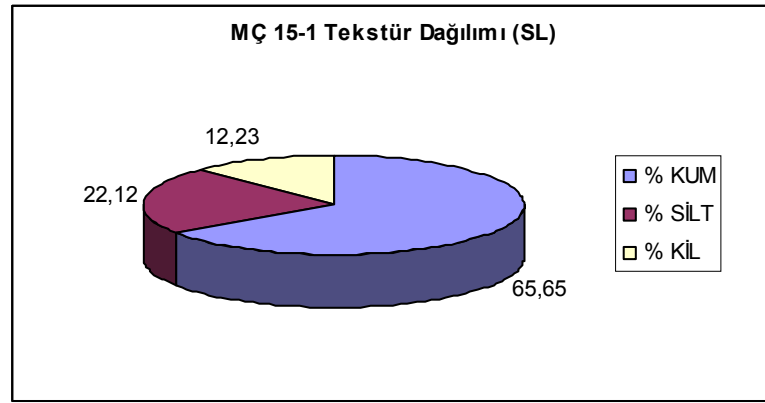
Çizelge 4.1.30. MÇ 15 No'lu Örneklerin Fiziksel ve Mühendislik Özellikleri Analiz Sonuçları

Yapılan Analizler		MÇ 15-1	MÇ 15-2	
Derinlik (cm)		0-30	30-45	
Mekanik Analiz	Kum Fraksiyonları	ÇKK ⁽¹⁾ (2-1 mm, %)	4,5	3,93
		KK ⁽²⁾ (1-0,5 mm, %)	4,97	3,41
		OK ⁽³⁾ (0,5-0,25 mm, %)	7,3	5,64
		İK ⁽⁴⁾ (0,25-0,1 mm, %)	20,73	23,23
		ÇİK ⁽⁵⁾ (0,1-0,05 mm, %)	28,15	31,4
	% Kum		65,65	67,6
	% Silt		22,12	20,15
	% Kil		12,23	12,25
	Tektür Sınıfı		KUMLU TIN (SL)	KUMLU TIN (SL)
Zemin Özellikleri	Likit Limit		28,8	28,1
	Plastik Limit		18,68	16,68
	Plastiklik İndeksi		10,12	11,42
	Kil Aktivitesi		0,86	0,93
	Casagrande Plastiklik Kartı		K.suz T. ⁽⁶⁾	K.suz T.
	ASSHO ⁽⁷⁾		A-2-4 (2)	A-2-6 (1)
	USCS ⁽⁸⁾		CL ⁽⁹⁾	CL

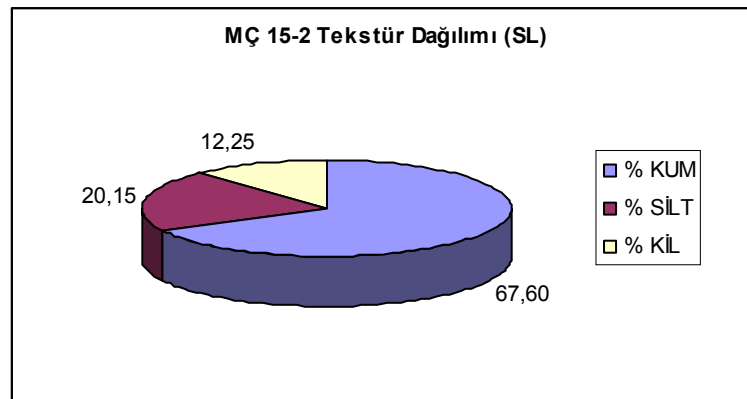
(1)ÇKK= Çok kaba kum, (2) KK=Kaba kum, (3) OK= Orta kum, (4) İK= İnce kum, (5) ÇİK= Çok ince kum, (6)Kohezyonsuz toprak, (7)Amerika Eyalet Karayolları Memurları Birliği (8) Birleşik Toprak Sınıflama Sistemi, (9) Düşük plastikli inorganik killler.

Yüzey ve yüzey altı topraklarının aynı bünye olması nedeniyle likit limit ve plastik limit değerleri birbirine yakındır. Buna bağlı olarak plastiklik indeksi değerleri de birbirine yakındır. Yüzey toprağı (10,12) ve yüzey altı toprağı (11,42) az plastik plastiklik indeksi sınıfındadır. Casagrande plastik kartına göre yüzey ve yüzey altı toprakları kohezyonsuz topraklar grubundadır. Yüzey toprağı ASSHO sınıflama sınıfına göre A-2-4 grubunda ve 2 grup indeksi değerine sahiptir. Yüzey altı toprağı ise ASSHO sınıflama sınıfına göre A-2-6 grubunda ve 1 grup indeksi değerine sahiptir. Birleşik zemin sınıflama sistemine göre yüzey ve yüzey altı toprakları düşük plastikli inorganik killer (CL) grubunda bulunmaktadır (Çizelge 4.1.30).

MÇ 15 nolu örneğin yüzey toprağının (MÇ 15-1) % kil oranı 12,23, % silt oranı 22,12, % kum oranı 65,65'dir (Şekil 4.1.45). Yüzey altı toprağının (MÇ 15-2) % kil oranı 12,25, % silt oranı 20,15, % kum oranı 67,60'dır (Şekil 4.1.46).



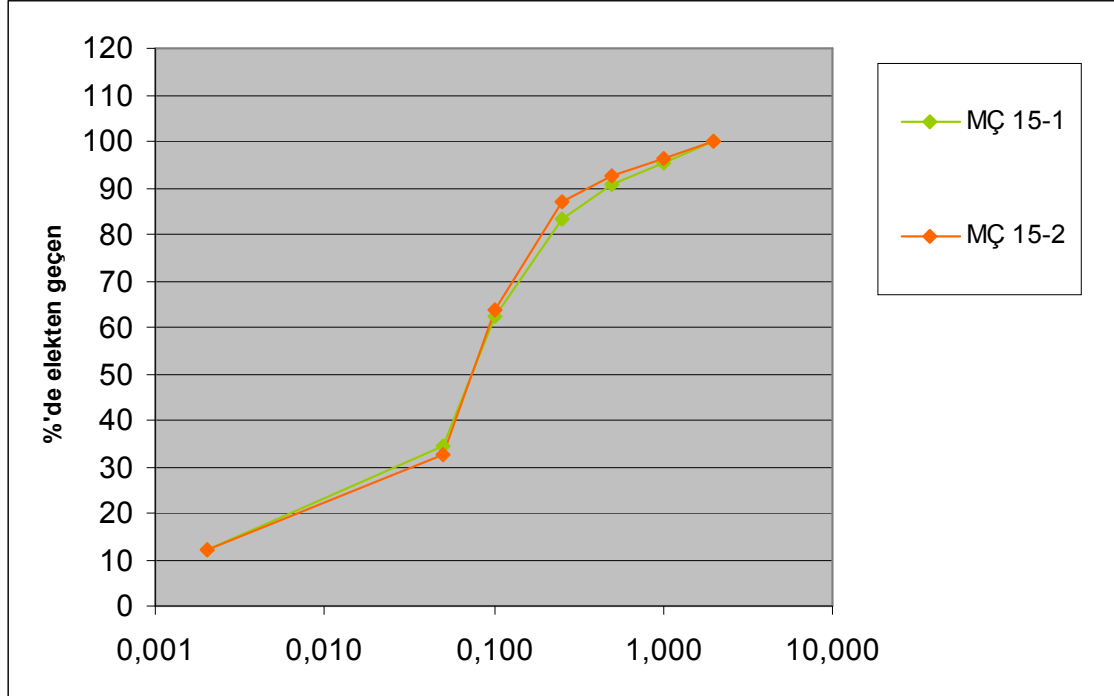
Şekil 4.1.45 . MÇ 15-1 Nolu Örneğin Tekstür Yüzdelerinin Dağılımı



Şekil 4.1.46 . MÇ 15-2 Nolu Örneğin Tekstür Yüzdelerinin Dağılımı

MÇ 15 nolu örneğin yüzey ve yüzey altı toprakları granülasyon eğrilerine göre kumlar çoğunlukta olduğundan iri taneli zeminleri göstermektedir. Tane boyu dağılımı ince siltten

orta kuma kadar değişkenlik göstermektedir. Yüksek üniform ve düz eğimli kurve şeklindedir. Kötü bir gradasyonu temsil etmektedir. Bu şekil yarı sekme gradasyon eğrisi konumundadır (Şekil 4.1.47).



KİL	SİLT	KUM					ÇAKIL
		Çok ince	ince	orta	kaba	Çok kaba	

Şekil 4.1.47. MÇ 15-1 ve MÇ 15-2 Nolu Örneklerin Granülasyon Eğrileri

MÇ 15 nolu örneğinin yüzey ve yüzey altı toprağının kimyasal özellikleri birbirine benzerdir. Yüzey toprağının pH'sı nötral seviyede iken yüzey altı toprağının pH'sı hafif alkalın seviyededir. Hem yüzey hem de yüzey altı toprağı tuzsuzdur. Hem yüzey hem de yüzey altı toprağında çok kireçlidir. Organik madde yüzey toprağında az humuslu iken yüzey altı toprağında çok az humusludur. Toplam azot hem yüzey hem de yüzey altı toprağında düşük seviyede bulunmaktadır. Fosfor hem yüzey hem de yüzey altı toprağında orta seviyede bulunmaktadır. Potasyum yüzey toprağında yüksek seviyede iken yüzey altı toprağında düşük seviyededir. Hem yüzey hem de yüzey altı toprağında kalsiyum yüksek, magnezyum düşük seviyede bulunmaktadır. Demir yüzey toprağında yeterli seviyede iken yüzey altı toprağında kritik seviyede bulunmaktadır. Bakır yüzey toprağında çok yüksek seviyede iken yüzey altı toprağında yüksek seviyededir. Mangan hem yüzey hem de yüzey altı toprağında kritik seviyededir. Çinko hem yüzey hem de yüzey altı toprağında nokсандır (Çizelge 4.1.31).

Çizelge 4.1.31 . MÇ 15 No'lu Örneklerin Kimyasal Özellikleri Analiz Sonuçları

Yapılan Analizler		MÇ 15-1		MÇ 15-2	
Derinlik (cm)		0-30		30-45	
Kimyasal Özellikleri	pH	7,16	Nötral	7,41	Hafif alkalın
	Tuz (%)	0,02	Tuzsuz	0,022	Tuzsuz
	Kireç (%)	15,82	Çok kireçli	16,604	Çok kireçli
	Organik Madde (%)	1,6	Az humuslu	0,9	Çok az humuslu
	Toplam Azot (%)	0,08	Düşük	0,045	Düşük
	Fosfor (ppm)	13	Orta	8,19	Orta
	Potasyum (ppm)	288	Yüksek	150	Düşük
	Kalsiyum (ppm)	5261	Yüksek	5291	Yüksek
	Magnezyum (ppm)	85	Düşük	92	Düşük
	Demir (ppm)	5,2	Yeterli	4,4	Kritik
	Bakır (ppm)	5,3	Çok yüksek	1,7	Yüksek
	Çinko (ppm)	0,46	Noksan	0,26	Noksan
	Mangan(ppm)	6,5	Kritik	4,6	Kritik

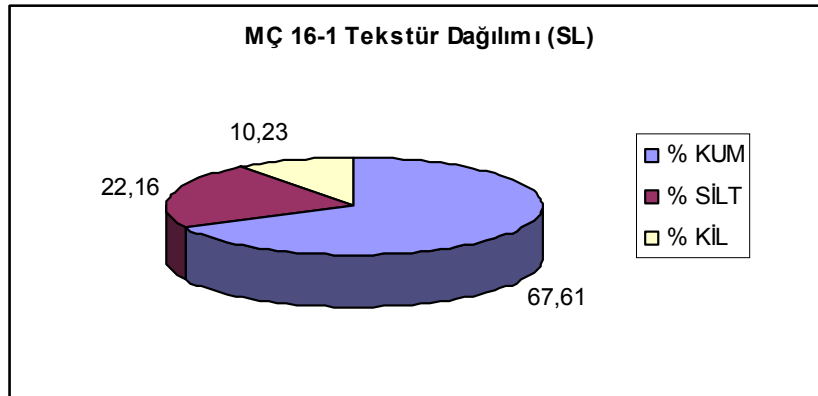
MÇ 16 nolu örnek Kumbağ Mezarlığı'nın tam karşısındaki burundan yüzey ve yüzey altı toprağı olarak alınmıştır. Yüzey toprağı (MÇ 16-1) ve yüzey altı toprağı (MÇ 16-2) kumlu tın bünyede bulunmuştur. Yüzey toprağındaki kum fraksiyonlarının oranının % 15,19'u kaba ve çok kaba kumdan, % 13,31'i orta kumdan, % 71,50'si ince ve çok ince kumdan oluşmaktadır. Yüzey altı toprağındaki kum fraksiyonlarının oranının % 10,90'ı kaba ve çok kaba kumdan, % 15,37'si orta kumdan, % 73,73'ü ince ve çok ince kumdan oluşmaktadır. Yüzey ve yüzey altı topraklarının aynı bünye olması nedeniyle likit limit ve plastik limit değerleri birbirine yakındır. Buna bağlı olarak plastiklik indeksi değerleri de birbirine yakındır. Yüzey toprağı (10,22) ve yüzey altı toprağı (9,73) az plastik plastiklik indeksi sınıfındadır. Casagrande plastik kartına göre yüzey ve yüzey altı toprakları kohezyonsuz topraklar grubundadır. ASSHO sınıflama sınıfına göre yüzey ve yüzey altı toprağı A-2-4 grubunda ve 1 grup indeksi değerine sahiptir. Birleşik zemin sınıflama sistemine göre yüzey ve yüzey altı toprakları düşük plastikli inorganik killer (CL) grubunda bulunmaktadır (Çizelge 4.1.32).

Çizelge 4.1.32. MÇ 16 No'lu Örneklerin Fiziksel ve Mühendislik Özellikleri Analiz Sonuçları

Yapılan Analizler		MÇ 16-1	MÇ 16-2	
Derinlik (cm)		0-30	30-60	
Mekanik Analiz	Kum Fraksiyonları	ÇKK ⁽¹⁾ (2-1 mm, %)	5,52	3,62
		KK ⁽²⁾ (1-0,5 mm, %)	4,75	3,76
		OK ⁽³⁾ (0,5-0,25 mm, %)	9	10,4
		İK ⁽⁴⁾ (0,25-0,1 mm, %)	15,75	19,19
		ÇİK ⁽⁵⁾ (0,1-0,05 mm, %)	32,59	30,67
	% Kum		67,61	67,65
	% Silt		22,16	22,13
	% Kil		10,23	10,22
	Tektür Sınıfı		KUMLU TIN (SL)	KUMLU TIN (SL)
Zemin Özellikleri	Likit Limit		28,5	24,4
	Plastik Limit		18,28	14,67
	Plastiklik İndeksi		10,22	9,73
	Kil Aktivitesi		1,00	0,95
	Casagrande Plastiklik Kartı		K.suz T.(6)	K.suz T.
	ASSHO ⁽⁷⁾		A-2-4 (1)	A-2-4 (1)
	USCS ⁽⁸⁾		CL ⁽⁹⁾	CL

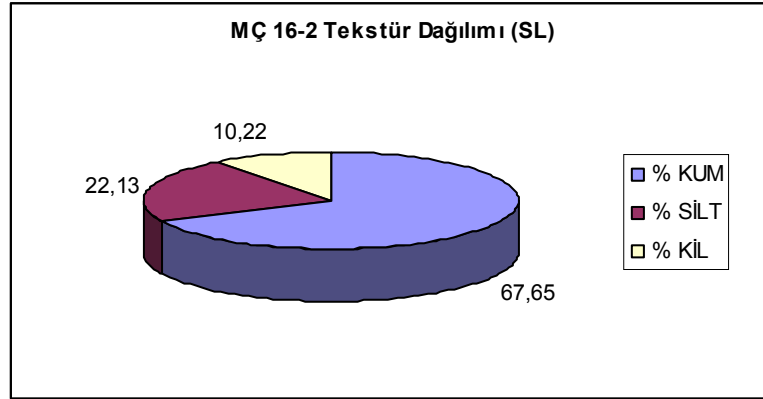
(1)ÇKK= Çok kaba kum, (2) KK=Kaba kum, (3) OK= Orta kum, (4) İK= İnce kum, (5) ÇİK= Çok ince kum, (6)Kohezyonsuz toprak, (7)Amerika Eyalet Karayolları Memurları Birliği (8) Birleşik Toprak Sınıflama Sistemi, (9) Düşük plastikli inorganik killer.

MÇ 16 nolu örneğin yüzey toprağının (MÇ 16-1) % kil oranı 10,23, % silt oranı 22,16, % kum oranı 67,61'dir (Şekil 4.1.48).



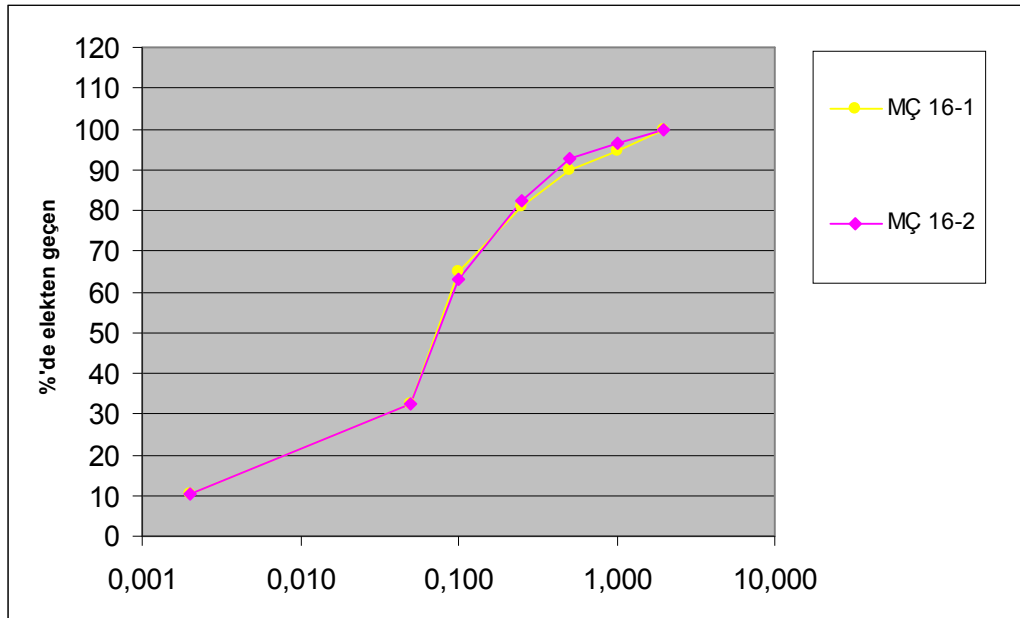
Şekil 4.1.48 . MÇ 16-1 Nolu Örneğin Tektür Yüzdelerinin Dağılımı

Yüzey altı toprağının (MÇ 16-2) % kil oranı 10,22, % silt oranı 22,13, % kum oranı 67,65'dir (Şekil 4.1.49).



Şekil 4.1.49 . MÇ 16-2 Nolu Örneğin Tekstür Yüzdelerinin Dağılımı

MÇ 16 nolu örneğin yüzey ve yüzey altı toprakları granülasyon eğrilerine göre kumlar çoğunlukta olduğundan iri taneli zeminleri göstermektedir. Tane boyu dağılımı orta siltten orta kuma kadar değişkenlik göstermektedir. Yüksek üniform ve düz eğimli kurve şeklindedir. Kötü bir gradasyonu temsil etmektedir. Bu şekil yarı sekme gradasyon eğrisi konumundadır. Ancak eğrinin konumu aynı zamanda, yukarıda daha önceki örneklere göre üniform gradasyona yakındır (Şekil 4.1.50).



KİL	SİLT	KUM					ÇAKIL
		Çok ince	ince	orta	kaba	Çok kaba	

Şekil 4.1.50 . MÇ 16-1 ve MÇ 16-2 Nolu Örneklerin Granülasyon Eğrileri

MÇ 16 nolu örneğinin yüzey ve yüzey altı toprağının kimyasal özellikleri birbirinden farklıdır. Yüzey ve yüzey altı toprağının pH'ları nötral seviyededir. Hem yüzey hem de yüzey altı toprağı tuzsuz ve az kireçlidir. Organik madde yüzey toprağında orta derecede humuslu iken yüzey altı toprağında çok az humusludur. Toplam azot yüzey toprağında orta seviyede iken yüzey altı toprağında çok düşük seviyededir. Fosfor yüzey toprağında orta seviyede iken yüzey altı toprağında yüksek seviyededir. Potasyum yüzey toprağında orta seviyede iken yüzey altı toprağında düşük seviyededir. Kalsiyum hem yüzey hem de yüzey altı toprağında yüksek seviyede bulunmaktadır. Magnezyum yüzey toprağında düşük seviyede iken yüzey altı toprağında orta seviyededir. Demir hem yüzey hem de yüzey altı toprağında yeterli seviyededir. Bakır yüzey toprağında yeterli seviyede iken yüzey altı toprağında yüksek seviyededir. Mangan hem yüzey hem de yüzey altı toprağında kritik seviyededir. Çinko yüzey toprağında kritik seviyede iken yüzey altı toprağında noksanır (Çizelge 4.1.33).

Çizelge 4.1.33. MÇ 16 No'lu Örneklerin Kimyasal Özellikleri Analiz Sonuçları

Yapılan Analizler		MÇ 16-1		MÇ 16-2	
Derinlik (cm)		0-30		30-60	
Kimyasal Özellikleri	pH	7,02	Nötral	6,99	Nötral
	Tuz (%)	0,018	Tuzsuz	0,015	Tuzsuz
	Kireç (%)	3,65	Az kireçli	3,65	Az kireçli
	Organik Madde (%)	2,10	Orta derecede humuslu	0,87	Çok az humuslu
	Toplam Azot (%)	0,1	Orta	0,043	Çok düşük
	Fosfor (ppm)	13	Orta	21	Yüksek
	Potasyum (ppm)	209	Orta	127	Düşük
	Kalsiyum (ppm)	4343	Yüksek	3909	Yüksek
	Magnezyum (ppm)	109	Düşük	128	Orta
	Demir (ppm)	6,5	Yeterli	6,6	Yeterli
	Bakır (ppm)	1,5	Yeterli	1,8	Yüksek
	Çinko (ppm)	0,56	Kritik	0,33	Noksan
Mangan(ppm)	5,5	Kritik	5,2	Kritik	

MÇ 17 nolu örnek Edirne ilinin Merkez ilçesinin Arnavutköy mevkiinden yüzey ve yüzey altı toprağı olarak alınmıştır. Yüzey toprağı (MÇ 17-1) ve yüzey altı toprağı (MÇ 17-2)

kumlu killi tın bünyede bulunmuştur. Yüzey toprağındaki kum fraksiyonlarının oranının % 9,22 'si kaba ve çok kaba kumdan, % 10,19'u orta kumdan, % 80,59'u ince ve çok ince kumdan oluşmaktadır. Yüzey altı toprağındaki kum fraksiyonlarının oranının % 10,38'i kaba ve çok kaba kumdan, % 9,22'si orta kumdan, % 80,40'ı ince ve çok ince kumdan oluşmaktadır. Yüzey ve yüzey altı topraklarının aynı bünye olması nedeniyle likit limit ve plastik limit değerleri birbirine yakındır. Buna bağılı olarak plastiklik indeksi değerleri de birbirine yakındır. Yüzey toprağı (21,20) ve yüzey altı toprağı (23,47) orta plastik plastiklik indeksi sınıfındadır. Casagrande plastik kartına göre yüzey ve yüzey altı toprakları orta derecede plastik inorganik killer grubundadır (Çizelge 4.1.34).

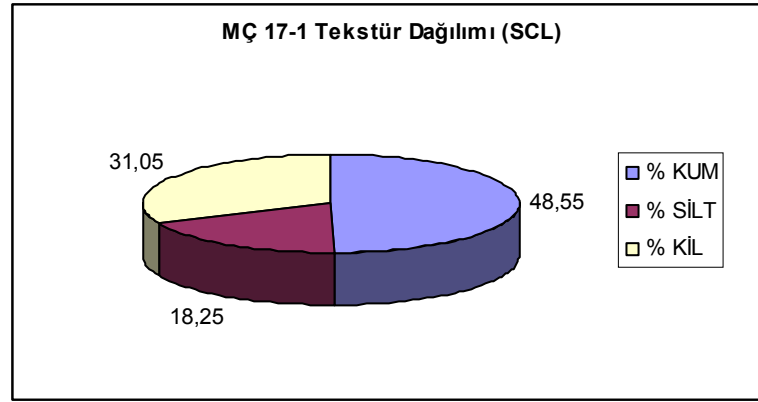
Çizelge 4.1.34. MÇ 17 No'lu Örneklerin Fiziksel ve Mühendislik Özellikleri Analiz Sonuçları

Yapılan Analizler		MÇ 17-1	MÇ 17-2	
Derinlik (cm)		0-40	40-80	
Mekanik Analiz	Kum Fraksiyonları	ÇKK ⁽¹⁾ (2-1 mm, %)	2,11	2,36
		KK ⁽²⁾ (1-0,5 mm, %)	2,37	2,59
		OK ⁽³⁾ (0,5-0,25 mm, %)	4,95	4,4
		İK ⁽⁴⁾ (0,25-0,1 mm, %)	18,49	18,17
		ÇİK ⁽⁵⁾ (0,1-0,05 mm, %)	20,63	20,17
	% Kum		48,55	47,68
	% Silt		18,25	18,08
	% Kil		31,05	31,65
	Tektür Sınıfı		KUMLU KİLLİ TIN (SCL)	KUMLU KİLLİ TIN (SCL)
	Zemin Özellikleri	Likit Limit		37
Plastik Limit		15,8	18,03	
Plastiklik İndeksi		21,20	23,47	
Kil Aktivitesi		0,68	0,74	
Casagrande Plastiklik Kartı		O.p.i.k.(6)	O.p.i.k.	
ASSHO ⁽⁷⁾		A-6 (5)	A-7-6 (6)	
USCS ⁽⁸⁾		CL ⁽⁹⁾	CL	

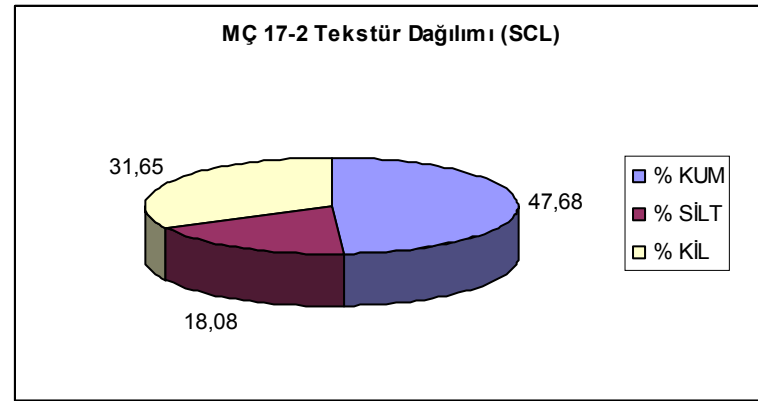
(1)ÇKK= Çok kaba kum, (2) KK=Kaba kum, (3) OK= Orta kum, (4) İK= İnce kum, (5) ÇİK= Çok ince kum, (6)Orta derecede plastik inorganik killer , (7)Amerika Eyalet Karayolları Memurları Birliğı (8) Birleşik Toprak Sınıflama Sistemi, (9) Düşük plastikli inorganik killer.

ASSHO sınıflama sınıfına göre yüzey toprağı A-6 grubunda ve 5 grup indeksi değerine sahiptir. ASSHO sınıflama sınıfına göre yüzey altı toprağı A-7-6 grubunda ve 6 grup indeksi değerine sahiptir. Birleşik zemin sınıflama sistemine göre yüzey ve yüzey altı toprakları düşük plastikli inorganik killer (CL) grubunda bulunmaktadır (Çizelge 4.1.34).

MÇ 17 nolu örneğin yüzey toprağının (MÇ 17-1) % kil oranı 31,05, % silt oranı 18,25, % kum oranı 48,55'dir (Şekil 4.1.51). Yüzey altı toprağının (MÇ 17-2) % kil oranı 31,65, % silt oranı 18,08, % kum oranı 47,68'dir (Şekil 4.1.52).

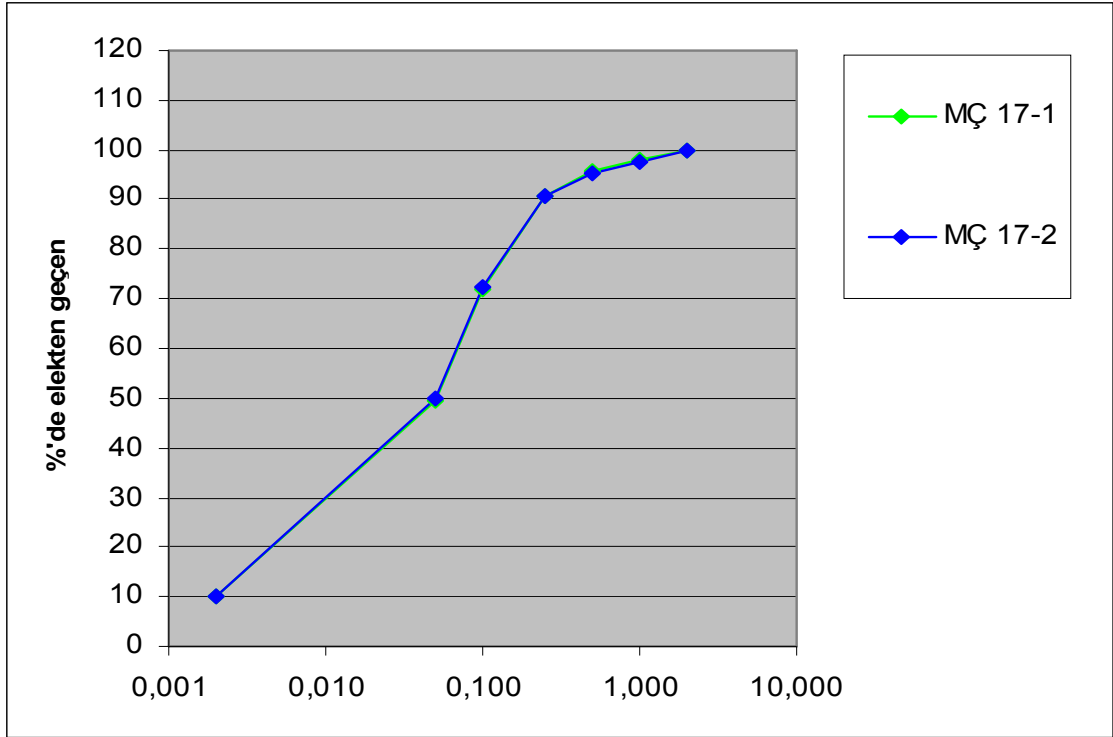


Şekil 4.1.51 . MÇ 17-1 Nolu Örneğin Tekstür Yüzdelerinin Dağılımı



Şekil 4.1.52 . MÇ 17-2 Nolu Örneğin Tekstür Yüzdelerinin Dağılımı

MÇ 17 nolu örneğin yüzey ve yüzey altı toprakları granülasyon eğrilerine göre siltler ve killer çoğunlukta olduğundan ince taneli zeminleri göstermektedir. Tane boyu dağılımı orta siltten ince kuma kadar değişkenlik göstermektedir. Düşük üniform ve dikey kurve şeklindedir. Kötü bir gradasyonu temsil etmektedir (Şekil 4.1.53).



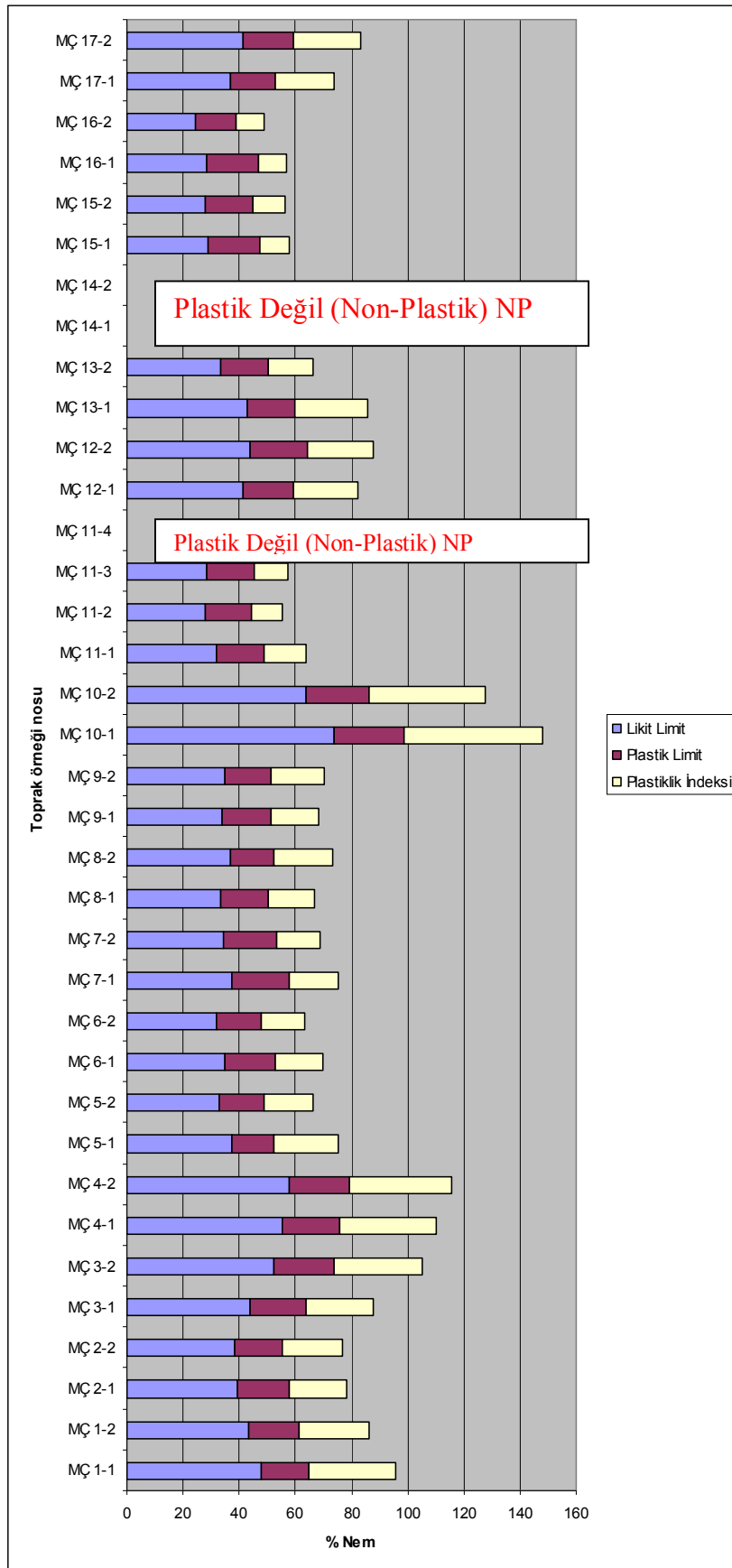
KİL	SILT	KUM					ÇAKIL
		Çok ince	ince	orta	kaba	Çok kaba	

Şekil 4.1.53 . MÇ 17-1 ve MÇ 17-2 Nolu Örneklerin Granülasyon Eğrileri

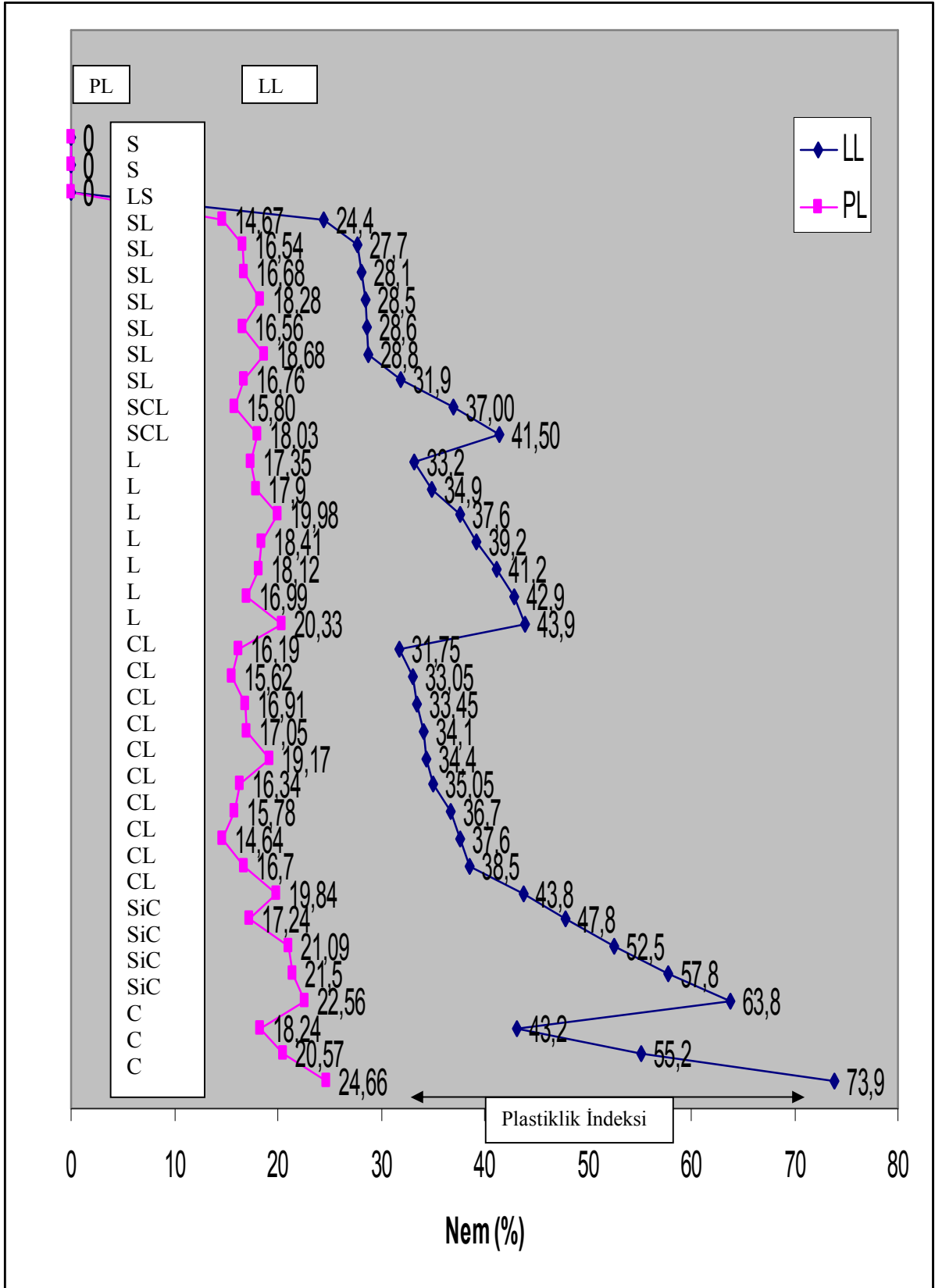
MÇ 17 nolu örneğinin yüzey ve yüzey altı toprağının kimyasal özellikleri birbirine benzerdir. Yüzey toprağının pH'sı zayıf asit seviyede iken yüzey altı toprağının pH'sı nötral seviyededir. Hem yüzey hem de yüzey altı toprağı tuzsuz ve kireçsizdir. Organik madde hem yüzey hem de yüzey altı toprağında çok az humusludur. Toplam azot hem yüzey hem de yüzey altı toprağında çok düşük seviyede bulunmaktadır. Fosfor yüzey toprağında yüksek seviyede iken yüzey altı toprağında düşük seviyededir. Potasyum hem yüzey hem de yüzey altı toprağında düşük seviyededir. Kalsiyum hem yüzey hem de yüzey altı toprağında yüksek seviyede bulunmaktadır. Magnezyum hem yüzey hem de yüzey altı toprağında çok yüksek seviyede bulunmaktadır. Demir yüzey toprağında çok yüksek seviyede iken yüzey altı toprağında yüksek seviyededir. Bakır yüzey toprağında yüksek seviyede iken yüzey altı toprağında yeterli seviyededir. Mangan yüzey toprağında çok yüksek seviyede iken yüzey altı toprağında yeterli seviyededir. Çinko hem yüzey hem de yüzey altı toprağında noksandır (Çizelge 4.1.35).

Çizelge 4.1.35 . MÇ 17 No'lu Örneklerin Kimyasal Özellikleri Analiz Sonuçları

Yapılan Analizler		MÇ 17-1		MÇ 17-2	
Derinlik (cm)		0-40		40-80	
Kimyasal Özellikleri	pH	6,28	Zayıf asit	6,73	Nötral
	Tuz (%)	0,007	Tuzsuz	0,01	Tuzsuz
	Kireç (%)	0,00	Kireçsiz	0,00	Kireçsiz
	Organik Madde (%)	0,88	Çok az humuslu	0,25	Çok az humuslu
	Toplam Azot (%)	0,044	Çok düşük	0,012	Çok düşük
	Fosfor (ppm)	34,6	Yüksek	6,9	Düşük
	Potasyum (ppm)	182	Düşük	183	Düşük
	Kalsiyum (ppm)	3150	Yüksek	4513	Yüksek
	Magnezyum (ppm)	514	Çok yüksek	474	Çok yüksek
	Demir (ppm)	23	Çok yüksek	11,2	Yüksek
	Bakır (ppm)	2,6	Yüksek	1,3	Yeterli
	Çinko (ppm)	0,26	Noksan	0,07	Noksan
	Mangan(ppm)	68	Çok yüksek	25,8	Yeterli



Şekil 4.1.54. Araştırma Örneklerinin Likit Limit ve Plastik Limit Dağılımları

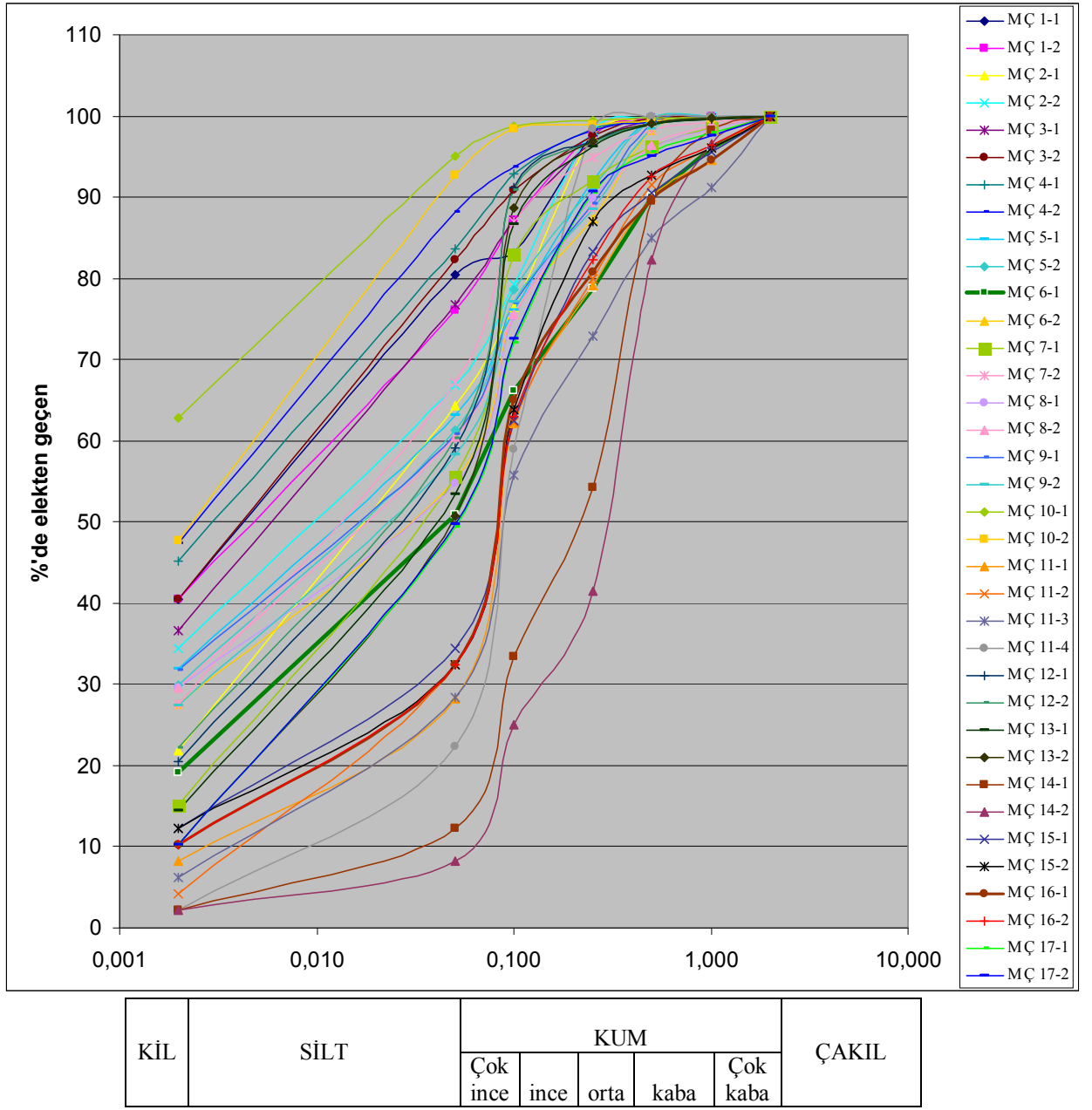


Şekil 4.1.55. Araştırma Örneklerinin Likit Limit ve Plastik Limit Dağılımları

Çizelge 4.1.36 . Şekil 4.1.564' yYa Esas Olmak Üzere Araştırma Örneklerinin Ardılanmalı ve Toplamlı Dağılımları

Örnekler	KİL	SİLT	KUM				
			ÇKK (1)	KK (2)	OK (3)	İK (4)	ÇİK (5)
MÇ 1-1	40,52	80,47	100	99,94	99,73	97,51	83,12
MÇ 1-2	40,47	76,15	100	99,88	99,7	97,79	87,17
MÇ 2-1	21,9	64,4	100	99,82	99,41	97,6	76,48
MÇ 2-2	34,45	66,84	100	99,96	99,78	98,23	79,29
MÇ 3-1	36,54	76,73	100	99,81	99,41	96,67	87,11
MÇ 3-2	40,4	82,31	100	100	99,73	97,6	90,92
MÇ 4-1	45,12	83,67	100	99,77	99,37	98,36	92,81
MÇ 4-2	47,38	88,17	100	99,69	99,27	98,25	93,77
MÇ 5-1	31,87	63,17	100	99,86	99,53	91,98	76,05
MÇ 5-2	29,86	61,24	100	99,92	99,57	91,21	78,64
MÇ 6-1	19,16	50,87	100	96,02	90,08	78,79	66,16
MÇ 6-2	27,57	55,31	100	99,71	98,24	87,26	75,6
MÇ 7-1	15,18	55,58	100	98,54	96,29	92,02	82,97
MÇ 7-2	27,46	67,12	100	99,28	98,21	94,91	86,93
MÇ 8-1	29,56	54,78	100	98,33	96,12	89,79	75,3
MÇ 8-2	29,52	60,54	100	98,76	96,37	88,77	75,52
MÇ 9-1	31,68	60,72	100	99,78	99,04	89,22	76,99
MÇ 9-2	27,37	58,29	100	99,51	98,4	88,49	77,07
MÇ 10-1	62,85	95,06	100	99,79	99,69	99,42	98,78
MÇ 10-2	47,75	92,77	100	99,64	99,39	98,97	98,42
MÇ 11-1	8,20	28,30	100	94,53	89,99	79,12	62,2
MÇ 11-2	4,19	32,42	100	96,03	91,47	79,9	62,24
MÇ 11-3	6,22	28,45	100	91,13	85,03	72,86	55,8
MÇ 11-4	2,18	22,31	100	100	99,94	98,33	58,94
MÇ 12-1	20,51	59,17	100	99,61	99,06	96,87	91,25
MÇ 12-2	22,22	60,32	100	99,68	99,12	96,77	90,9
MÇ 13-1	14,49	53,39	100	99,65	98,83	96,25	86,73
MÇ 13-2	10,27	50,69	100	99,76	99,03	96,93	88,68
MÇ 14-1	2,17	12,24	100	98,25	89,53	54,26	33,4
MÇ 14-2	2,17	8,20	100	96,6	82,37	41,47	25,03
MÇ 15-1	12,23	34,35	100	95,5	90,53	83,23	62,49
MÇ 15-2	12,25	32,40	100	96,07	92,67	87,02	63,79
MÇ 16-1	10,23	32,39	100	94,48	89,73	80,72	64,97
MÇ 16-2	10,22	32,35	100	96,38	92,62	82,22	63,02
MÇ 17-1	10,22	49,30	100	97,89	95,52	90,57	72,08
MÇ 17-2	10,22	49,73	100	97,64	95,05	90,65	72,48

(1) ÇKK= Çok kaba kum, (2) KK=Kaba kum, (3) OK= Orta kum, (4) İK= İnce kum, (5) ÇİK= Çok ince kum



Şekil 4.1.56. Araştırma Örneklerinin Granülasyon Eğrileri

5. TARTIŞMA VE SONUÇLAR

5.1. Verimlilik Açısından Değerlendirilmesi

Toprak reaksiyonu, ürün verimliliğine, bitki besin maddelerinin alınabilirliğine, biyolojik aktivitesine, katyon değişim kapasitesine ve değişebilir iyonların çeşit ve oranına, organik maddenin mineralizasyonuna etki yaparak toprakların kimyasal ve biyolojik özelliklerini yönlendirir. Ayrıca uygun toprak strüktürünün oluşumu, toprak reaksiyonuyla ilişkilidir (Cangir, 1991). Araştırma topraklarının toprak reaksiyonu MÇ 5-1 nolu örneğin 0-20 cm derinliğinde 6,04 (orta derecede asit) pH ile en düşük; MÇ 11-4 nolu (ana materyal) örneğin +80 cm derinliğinde 7,60 (hafif alkalin) ile en yüksek değer arasında değişmektedir. Araştırma topraklarının büyük bir çoğunluğu nötral olarak belirlenmiştir.

Topraklarda tuzluluk sorunu, sulama suyunun içinde tuzluluğa neden olacak kadar fazla oranda tuz içermesi ve yüksek taban suyu veya yetersiz drenaj nedenleriyle ortaya çıkar (Cangir,1991). Toprakta tuzun neden olduğu osmotik basınç bitkinin su alımını, gerekli besin elementi absorpsiyonunu ve çimlenmeyi engellemektedir. Toprağın bünyesinde bazı katyonların fazla birikmesi bitkinin katyon dengesini bozmakta ve bazı durumlarda zehir tesiri yapmaktadır (Sağlam ve ark.,1993). Araştırma topraklarının tuz miktarı değerleri MÇ 17-1 nolu örneğin 0-40 cm derinliğinde % 0,007 (tuzsuz) ile en düşük; MÇ 10-2 nolu örneğin 30-120 cm derinliğinde % 0,19 (az tuzlu) ile en yüksek değer arasında değişmektedir. Araştırma toprakları genelde tuzsuz olarak belirlenmiştir.

Kireç pedogenetik olaylarda etkindir ve toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik olaylarında rolü çoktur. Özellikle arid ve yarı arid bölge topraklarının alt horizonlarında konkresyonlar, yumuşak zarlar, damarlar ve iplikçikler halinde toplanır. Bu durumlarda kireçce zengin geçirimsiz katların oluşumunda neden olur (Cangir,1991). Araştırma topraklarının kireç miktarı değerleri MÇ 2, MÇ 4, MÇ 5, MÇ 8, MÇ 12, MÇ 17 ve MÇ 7-1 nolu örneklerde % 0 (kireçsiz) ile en düşük; MÇ 11-4 nolu (ana materyal) örneğin +80 cm derinliğinde % 25,42 (çok fazla kireçli) ile en yüksek değer arasında değişmektedir. Araştırma topraklarının genelde kireç miktarları çok farklı seviyelerde belirlenmiştir.

Organik madde toprakların fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerine olumlu yönde etki eder. Toprağın rengini koyulaşmasını; iyi strüktür tiplerinin oluşumunu; granülasyonun artmasını; su tutma ve kation değiştirme kapasitesinin artmasını; tamponluk kapasitesinin yükselmesini; özellikle azot, fosfor ve kükürt gibi bitki besin elementlerinin toprağa ilavesini sağlar. Ayrıca organik madde, mikroorganizma miktarının ve faaliyetinin artmasına neden olur (Cangir, 1991). Araştırma topraklarının organik madde miktarı değerleri MÇ 17-2 nolu örneğin 40-80 cm derinliğinde % 0,25 (çok az humuslu) ile en düşük; MÇ 2-1 nolu örneğin 0-20 cm derinliğinde % 2,88 (orta derecede humuslu) ile en yüksek değer arasında değişmektedir. Araştırma topraklarının genelinde organik madde miktarı az humuslu belirlenmiştir.

Toplam azot bitki gelişmesinde yaşamsal bir öneme sahiptir. Toprakta bulunan azotun kaynağı bitki ve hayvan atıklarından oluşan organik maddedir. Yalnız organik maddeye bağlı olarak toprakta bulunan azot bitkilerin hemen yararlanabileceği formda değildir. Toprak organik maddesinin çürüyüp, parçalanması sonucu organik maddenin içerisinde bulunan azot, bitkilerin yararlanabileceği forma dönüşür (Güçdemir, 2006).Organik madde miktarına bağlı olarak da toplam azot miktarı değişmektedir. Araştırma topraklarının toplam azot miktarı değerleri MÇ 17-2 nolu örneğin 40-80 cm derinliğinde % 0,012 (çok düşük) ile en düşük; MÇ 2-1 nolu örneğin 0-20 cm derinliğinde % 0,14 (orta) ile en yüksek değer arasında değişmektedir. Araştırma topraklarının genelinde toplam azot düşük seviyede belirlenmiştir.

Fosfor bitki gelişimine etki eden önemli elementlerden biridir. Toprakta mevcut toplam fosforun önemli bir kısmı bitkilere elverişli değildir. Öte yandan, toprağa ilave edilen fosforlu gübreler de, fiksasyona uğramak suretiyle elverişliliklerini azalmaktadır. Topraktaki fosfordan bitkilerin yararlanabilmesi için bitkilerin alabileceği formda fosforun bulunması gerekir (Sağlam ve ark.,1993). Araştırma topraklarının fosfor miktarı değerleri MÇ 11-4 nolu örneğin ana materyalinde 1 ppm (çok düşük) ile en düşük; MÇ 2-1 nolu örneğin 0-20 cm derinliğinde 112 ppm (çok yüksek) ile en yüksek değer arasında değişmektedir. Araştırma topraklarının genelinde fosfor düşük seviyede belirlenmiştir.

Potasyum bitki gelişimine etki eden önemli elementlerden biridir. Topraktaki mineral potasyumun tamamı bitkilere elverişli değildir. Bitkiler toprak çözeltisindeki K ile değişebilir K'dan yararlanırlar (Sağlam ve ark.,1993). Killi topraklar potasyumca zengin, kumlu, organik madde ve kil içeriği düşük topraklarda fakir durumdadır. Araştırma topraklarının

potasyum miktarı değerleri MÇ 11-4 nolu örneğin ana materyalinde 28 ppm (çok düşük) ile en düşük; MÇ 2-1 nolu örneğin 0-20 cm derinliğinde 477 ppm (çok yüksek) ile en yüksek değer arasında değişmektedir. Araştırma topraklarının genelinde potasyum düşük seviyede belirlenmiştir.

Kalsiyum diğer besin elementlerine kıyasla toprakta oranı daha fazla olan bir elementtir. Özellikler arid bölge toprakları humid bölge topraklarına göre daha fazla kalsiyum içermektedir. Toprakta gereğinden fazla bulunan Ca ve özellikle CaCO₃; fosfor, demir ve diğer bazı elementlerin elverişliliğini azaltır (Sağlam ve ark.,1993). Araştırma topraklarının kalsiyum miktarı değerleri MÇ 2-2 nolu örneğin 25-60 cm derinliğinde 3142 ppm (yüksek) ile en düşük; MÇ 4-1 nolu örneğin 0-20 cm derinliğinde 8306 ppm (çok yüksek) ile en yüksek değer arasında değişmektedir. Araştırma toprakları genelde kalsiyumca zengin durumdadır.

Magnezyum; kalsiyum elementine benzediği için çoğunlukla bu element ile birlikte incelenir. Bununla beraber iki element arasında bazı belirgin farklar mevcuttur. Klorofilin yapısında bulunan bir element olduğundan yeşil bitkiler için çok önemlidir. Kil minerallerinin alüminyum tabakasında bir miktar Mg bulunur (Sağlam ve ark.,1993). Araştırma topraklarının magnezyum miktarı değerleri MÇ 15-1 nolu örneğin 0-30 cm derinliğinde 85 ppm (düşük) ile en düşük; MÇ 10-2 nolu örneğin 30-120 cm derinliğinde 1215 ppm (çok yüksek) ile en yüksek değer arasında değişmektedir. Araştırma toprakları genelde magnezyumca zengin durumdadır.

Demir bitkide çeşitli enzimlerin aktivitesinde önemli rol oynamaktadır. Bitkiler tarafından topraktan alınabilmesi için yarayışlı formda olması gerekmektedir. Toprakta bulunan demirin yarayışlılığı üzerine, toprak pH'sı, toprak çözeltisinde ve suyunda bulunan bikarbonat iyonlarının miktarı, ortamda bulunan kalsiyum ve magnezyum karbonatların, bakır, mangan, çinko gibi ağır metallerin miktarı etkili olur (Güçdemir, 2006). Araştırma topraklarının demir miktarı değerleri MÇ 7-2 nolu örneğin 30-65 cm derinliğinde 4,3 ppm (kritik) ile en düşük; MÇ 10-1 nolu örneğin 0-30 cm derinliğinde 27 ppm (çok yüksek) ile en yüksek değer arasında değişmektedir. Araştırma toprakları genelde demir bakımından yeterli durumdadır.

Bakır bitkiler tarafından az miktarda kullanılır. Topraklarda bakırın yarayışlılığını etkileyen faktörler arasında toprağın organik madde kapsamı, toprağın pH'sı, toprakta demir,

mangan ve alüminyum gibi metalik iyonların varlığı büyük önem taşır (Aydeniz ve Brohi, 1991). Kaba tekstürlü ve kireçli topraklarda yetişen bitkilerde noksanlığı görülmektedir. Araştırma topraklarının bakır miktarı değerleri MÇ 11-4 nolu örneğin ana materyali 0,19 ppm (noksan) ile en düşük; MÇ 2-1 nolu örneğin 0-20 cm derinliğinde 10,9 ppm (çok yüksek) ile en yüksek değer arasında değişmektedir. Araştırma toprakları genelde bakır bakımından yeterli durumdadır.

Çinko toprakta çeşitli minerallerin yapısında bulunmasına karşılık toprak çözeltisinde çözünmüş halde bulunan miktarı oldukça düşüktür. Topraklarda çinkonun yararışlılığını etkileyen faktörler arasında yüksek pH ve kireç miktarı, bikarbonat miktarının fazlalığı ve fosfor içeriğindeki artış gelmektedir (Kacar ve Katkat, 1998). Araştırma topraklarının çinko miktarı değerleri MÇ 1-2 nolu örneğin 20-50 cm derinliğinde 0,041 ppm (noksan) ile en düşük; MÇ 2-1 nolu örneğin 0-20 cm derinliğinde 1,9 ppm (yeterli) ile en yüksek değer arasında değişmektedir. Araştırma toprakları genelde çinko bakımından noksan durumdadır.

Mangan bitkiler tarafından az miktarda kullanılır. Topraklarda manganın yararışlılığını toprak pH'sı ve toprağın nem düzeyi etkilemektedir. Düşük pH koşulları ile su altında kalmış topraklarda, elverişli Mn düzeyi yüksek olduğundan, bitkilere zehir tesiri gösterebilir. Kireçli topraklar ile pH değeri yüksek olan topraklarda ise Mn'nin elverişliliği azalır (Sağlam ve ark.,1993). Araştırma topraklarının mangan miktarı değerleri MÇ 11-4 nolu örneğin ana materyali 2,9 ppm (noksan) ile en düşük; MÇ 17-1 nolu örneğin 0-40 cm derinliğinde 68 ppm (yüksek) ile en yüksek değer arasında değişmektedir. Araştırma toprakları genelde mangan bakımından kritik seviyededir.

5.2. Tekstür Gruplarına Göre Değerlendirilmesi

Kil tekstür sınıfındaki örneklerde % kum oranı 4,94 ile 23,85 arasında, % silt oranı 32,20 ile 35,68 arasında, % kil oranı 40,47 ile 62,86 arasında değişmektedir. Kil tekstür grubunda örneklerin kum ve kil oranlarındaki değişiklik daha fazladır. Silt oranları birbirine yakın değerdedir. Bu tekstür grubu içinde kum fraksiyonlarının oranları; çok kaba kum oranı % 0,54 ile 4,25 arasında, kaba kum oranı % 0,79 ile 2,44 arasında, orta kum oranı % 5,66 ile 8,00 arasında, ince kum oranı % 12,95 ile 44,52 arasında, çok ince kum % 46,12 ile 74,89 arasındadır (Çizelge 5.2.37). Kil ağırlıklı bir tekstüre sahip toprakların içeriğindeki nem miktarının fazla olmasından dolayı likit limit ve plastik limit değerleri yüksek çıkmaktadır. Örneklerin nem yüzdeleri MÇ 10-1 yüzey toprağı için 7,34, MÇ 4-1 yüzey toprağı için 6,02 ve MÇ 1-2 yüzey altı toprağı için 4,95'dir. Nem yüzdesi diğer örneklere göre daha fazla olan MÇ 10-1 nolu örneğin likit limit ve plastik limit değerleri daha yüksektir. Kil tekstür sınıfındaki örnekler granülasyon eğrilerine göre siltler ve killer çoğunlukta olduğundan ince taneli zeminleri göstermektedir. Tane boyu dağılımı ince siltten çok ince kuma kadar değişiklik göstermektedir. Düşük üniform ve dikey kurve şeklindedir (Şekil 5.2.57).



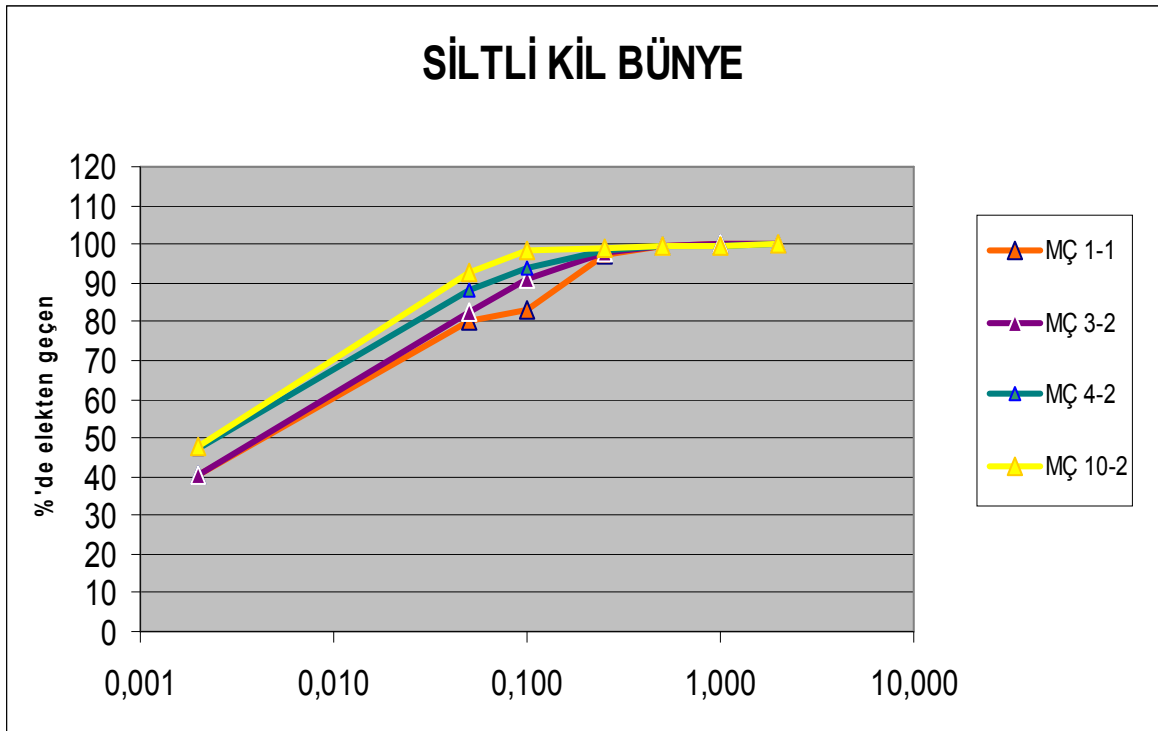
KİL	SİLT	KUM					ÇAKIL
		Çok ince	ince	orta	kaba	Çok kaba	

Şekil 5.2.57. Kil Bünyedeki Örneklerin Granülasyon Eğrilerinin Karşılaştırılması

Çizelge 5.2.37. Kil Bünyedeki Örnekleri Mekaniksel Özelliklerinin Karşılaştırılması

Örnek No	Derinlik (cm)	% Nem	Kum Fraksiyonları, mm (%)					Mekanik Analiz (%)			Tektür Sınıfı
			2-1	1-0,5	0,5-0,25	0,25-0,10	0,1-0,050	Kum	Silt	Kil	
MÇ 1-2	20-50	4,95	0,12	0,18	1,91	10,62	11,02	23,85	35,68	40,47	KİL (C)
MÇ 4-1	0-20	6,02	0,23	0,4	1,01	5,55	9,14	16,33	38,55	45,12	KİL (C)
MÇ 10-1	0-30	7,34	0,21	0,1	0,27	0,64	3,72	4,94	32,20	62,86	KİL (C)

Siltli kil tekstür sınıfındaki örneklerde % kum oranı 7,22 ile 19,53 arasında, % silt oranı 39,94 ile 45,02 arasında, % kil oranı 40,40 ile 47,76 arasında değişmektedir. Siltli kil tekstür grubunda örneklerin kum oranlarındaki değişiklik daha fazladır. Silt ve kil oranları birbirine yakın değerdedir. Bu tekstür grubu içinde kum fraksiyonlarının oranları; çok kaba kum oranı % 0,00 ile 4,98 arasında, kaba kum oranı % 1,07 ile 3,46 arasında, orta kum oranı % 5,81 ile 12,04 arasında, ince kum oranı % 7,61 ile 73,68 arasında, çok ince kum % 13,67 ile 77,83 arasındadır (Çizelge 5.2.38). Kil ağırlıklı bir tekstüre sahip toprakların içeriğindeki nem miktarının fazla olmasından dolayı likit limit ve plastik limit değerleri yüksek çıkmaktadır. Örneklerin nem yüzdeleri MÇ 1-1 yüzey toprağı için 5,11, MÇ 3-2 yüzey altı toprağı için 4,77, MÇ 4-2 yüzey altı toprağı için 6,33 ve MÇ 10-2 yüzey altı toprağı için 7,19'dur. Nem yüzdesi diğer örneklere göre daha fazla olan MÇ 10-2 nolu örneğin likit limit ve plastik limit değerleri daha yüksektir. Siltli kil tekstür sınıfındaki örneklerde granülasyon eğrilerine göre siltler ve killer çoğunlukta olduğundan ince taneli zeminleri göstermektedir. Tane boyu dağılımı iri siltten çok ince kuma kadar değişkenlik göstermektedir. Düşük üniform ve dikey kurve şeklindedir (Şekil 5.2.58).



KİL	SİLT	KUM					ÇAKIL
		Çok ince	ince	orta	kaba	Çok kaba	

Şekil 5.2.58. Siltli Kil Bünyedeki Örneklerin Granülasyon Eğrilerinin Karşılaştırılması

Çizelge 5.2.38. Siltli Kil Bünyedeki Örnekleri Mekaniksel Özelliklerinin Karşılaştırılması

Örnek No	Derinlik (cm)	% Nem	Kum Fraksiyonları, mm (%)					Mekanik Analiz (%)			Tektür Sınıfı
			2-1	1-0,5	0,5-0,25	0,25-0,10	0,1-0,050	Kum	Silt	Kil	
MÇ 1-1	0-20	5,11	0,06	0,21	2,22	14,39	2,67	19,53	39,94	40,53	SİLTİLİ KİL (SiC)
MÇ 3-2	25-60	4,77	0,00	0,27	2,13	6,68	8,61	17,69	41,91	40,40	SİLTİLİ KİL (SiC)
MÇ 4-2	25-60	6,33	0,31	0,42	1,02	4,48	5,6	11,83	40,79	47,38	SİLTİLİ KİL (SiC)
MÇ 10-2	30-120	7,19	0,36	0,25	0,42	0,55	5,65	7,22	45,02	47,76	SİLTİLİ KİL (SiC)

Killi tın tekstür sınıfındaki örneklerde % kum oranı 23,27 ile 45,22 arasında, % silt oranı 25,22 ile 40,18 arasında, % kil oranı 27,38 ile 36,54 arasında değişmektedir. Killi tın tekstür grubunda örneklerin kum ve silt oranlarındaki değişiklik daha fazladır. Kil oranları birbirine yakın değerdedir. Bu tekstür grubu içinde kum fraksiyonlarının oranları; çok kaba kum oranı % 0,12 ile 3,69 arasında, kaba kum oranı % 0,54 ile 6,05 arasında, orta kum oranı % 4,67 ile 24,99 arasında, ince kum oranı % 24,27 ile 57,13 arasında, çok ince kum % 34,97 ile 60,24 arasındadır (Çizelge 5.2.39). Örneklerin nem yüzdeleri MÇ 2-2 yüzey altı toprağı için 3,54, MÇ 3-1 yüzey toprağı için 5,74, MÇ 5-1 yüzey toprağı için 4,30, MÇ 5-2 yüzey altı toprağı için 4,58, MÇ 6-2 yüzey altı toprağı için 3,83, MÇ 7-2 yüzey altı toprağı için 3,39, MÇ 8-1 yüzey toprağı için 3,51, MÇ 8-2 yüzey altı toprağı için 3,39, MÇ 9-1 yüzey toprağı için 3,67 ve MÇ 9-2 yüzey altı toprağı için 3,08'dir. Nem yüzdesi diğer örneklere göre daha fazla olan MÇ 3-1 nolu örneğin likit limit ve plastik limit değerleri daha yüksektir. Killi tın tekstür sınıfındaki örneklerde granülasyon eğrilerine göre siltler ve killer çoğunlukta olduğundan ince taneli zeminleri göstermektedir. Tane boyu dağılımı iri siltten ince kuma kadar değişiklik göstermektedir. Yüksek üniform ve dikey kurve şeklindedir (Şekil 5.2.59).



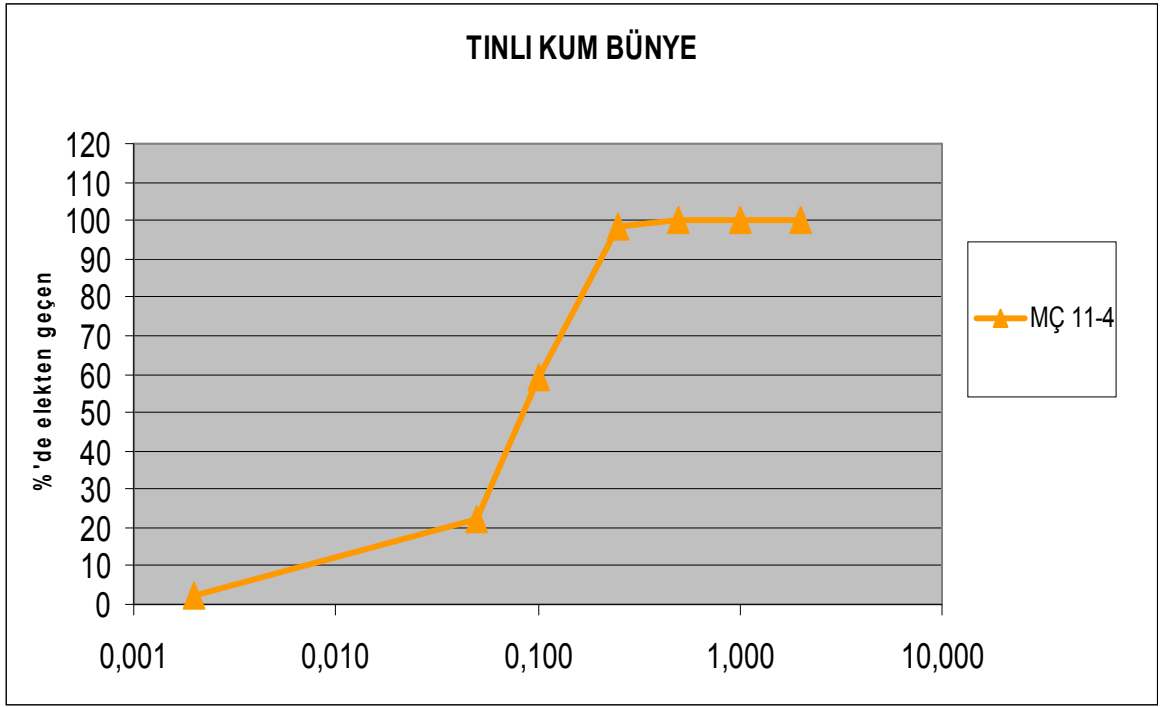
KİL	SİLT	KUM					ÇAKIL
		Çok ince	ince	orta	kaba	Çok kaba	

Şekil 5.2.59 .Killi Tın Bünyedeki Örneklerin Granülasyon Eğrilerinin Karşılaştırılması

Çizelge 5.2.39 . Killi Tın Bünyedeki Örnekleri Mekaniksel Özelliklerinin Karşılaştırılması

Örnek No	Derinlik (cm)	% Nem	Kum Fraksiyonları, mm (%)					Mekanik Analiz (%)			Tektür Sınıfı
			2-1	1-0,5	0,5-0,25	0,25-0,10	0,1-0,050	Kum	Silt	Kil	
MÇ 2-2	25-60	3,4	0,04	0,18	1,55	18,94	12,45	33,15	32,39	34,46	KİLLİ TIN (CL)
MÇ 3-1	0-20	5,74	0,19	0,4	2,74	9,56	10,38	23,27	40,18	36,54	KİLLİ TIN (CL)
MÇ 5-1	0-20	4,3	0,14	0,33	7,55	15,93	12,88	36,83	31,29	31,87	KİLLİ TIN (CL)
MÇ 5-2	25-60	4,58	0,08	0,35	8,36	12,57	17,4	38,76	31,37	29,87	KİLLİ TIN (CL)
MÇ 6-2	25-60	3,83	0,29	1,47	10,98	11,66	20,29	44,68	27,74	27,58	KİLLİ TIN (CL)
MÇ 7-2	30-65	3,39	0,72	1,07	3,30	7,98	19,81	32,88	39,66	27,46	KİLLİ TIN (CL)
MÇ 8-1	0-20	3,51	1,67	2,21	6,33	14,49	20,52	45,22	25,22	29,56	KİLLİ TIN (CL)
MÇ 8-2	20-60	3,39	1,24	2,39	7,60	13,25	14,98	39,46	31,02	29,53	KİLLİ TIN (CL)
MÇ 9-1	0-40	3,67	0,22	0,74	9,82	12,23	16,27	39,29	29,03	31,68	KİLLİ TIN (CL)
MÇ 9-2	40-70	3,08	0,49	1,11	9,91	11,42	18,78	41,70	30,92	27,38	KİLLİ TIN (CL)

Tınlı kum tekstür sınıfında bir örnek bulunmaktadır. Örneğin % kum oranı 77,69, % silt oranı 20,14, % kil oranı 2,18'dir. Bu tekstür grubu içinde kum fraksiyonlarının oranları; kaba kum oranı % 0,54, orta kum oranı % 4,67, ince kum oranı % 24,27, çok ince kum % 34,97'dir. Çok kaba kum fraksiyonuna rastlanmamıştır (Çizelge 5.2.40). Kum ağırlıklı bir tekstüre sahip toprakların içeriğindeki nem miktarının düşük olmasından dolayı likit limit ve plastik limit değerleri düşük çıkmaktadır. Örneğin nem yüzdesi 0,70 'dir. Tınlı kum tekstür sınıfındaki örnekte granülasyon eğrilerine göre kumlar çoğunlukta olduğundan iri taneli zeminleri göstermektedir. Tane boyu dağılımı orta siltten ince kuma kadar değişkenlik göstermektedir. Düşük üniform ve dik eğimli kurve şeklindedir. Granülasyon eğrisinin dik olduğundan zemin kötü derecelendirilmiştir (Şekil 5.2.60).



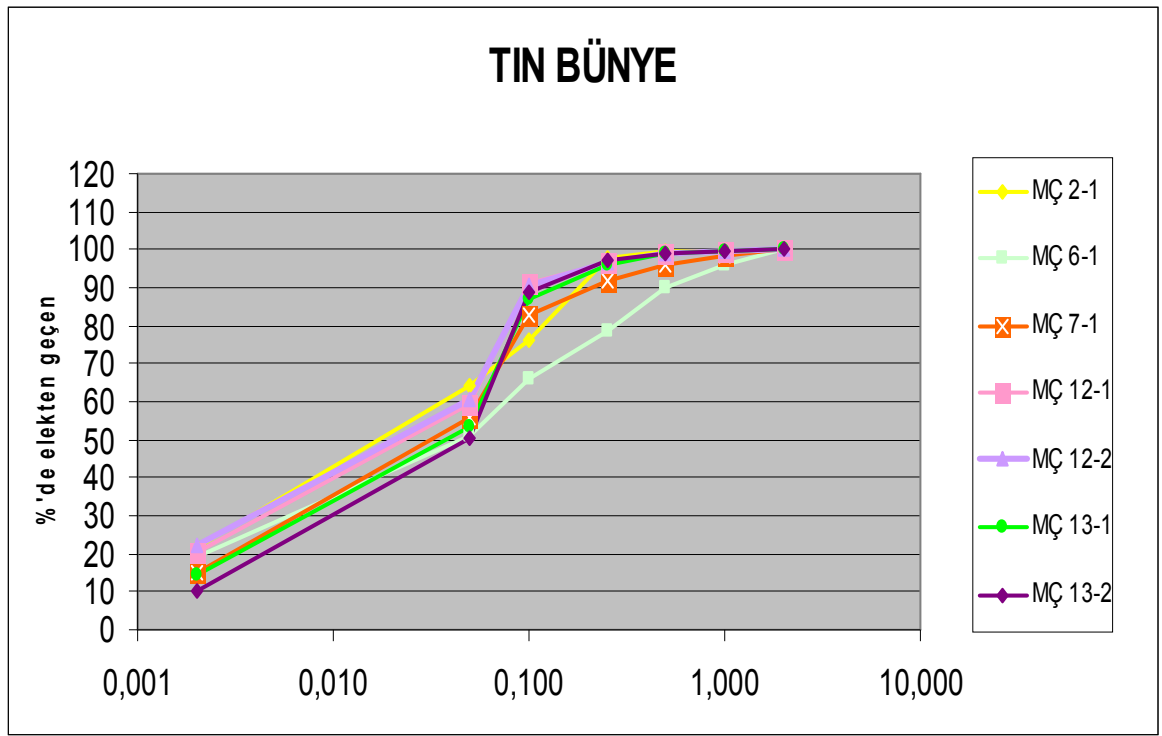
KİL	SILT	KUM					ÇAKIL
		Çok ince	ince	orta	kaba	Çok kaba	

Şekil 5.2.60 . Tınlı Kum Bünyedeki Örneklerin Granülasyon Eğrilerinin Karşılaştırılması

Çizelge 5.2.40.Tınlı Kum Bünyedeki Örnekleri Mekaniksel Özelliklerinin Karşılaştırılması

Örnek No	Derinlik (cm)	% Nem	Kum Fraksiyonları, mm (%)					Mekanik Analiz (%)			Tektür Sınıfı
			2-1	1-0,5	0,5-0,25	0,25-0,10	0,1-0,050	Kum	Silt	Kil	
MÇ 11-4	+80	0,7	0,00	0,06	1,61	39,39	36,62	77,69	20,14	2,18	TINLI KUM (LS)

Tın tekstür sınıfındaki örneklerde % kum oranı 35,61 ile 49,31 arasında, % silt oranı 31,71 ile 42,49 arasında, % kil oranı 14,49 ile 22,22 arasında değişmektedir. Tın tekstür grubunda örneklerin kum, silt ve kil oranları birbirine yakın değerdedir. Bu tekstür grubu içinde kum fraksiyonlarının oranları; çok kaba kum oranı % 0,48 ile 8,10 arasında, kaba kum oranı % 1,15 ile 12,09 arasında, orta kum oranı % 4,25 ile 22,97 arasında, ince kum oranı % 14,81 ile 59,30 arasında, çok ince kum % 31,12 ile 78,56 arasındadır (Çizelge 5.2.41). Örneklerin nem yüzdeleri MÇ 2-1 yüzey toprağı için 2,93, MÇ 6-1 yüzey toprağı için 3,23, MÇ 7-1 yüzey toprağı için 4,31, MÇ 12-1 yüzey toprağı için 1,73, MÇ 12-2 yüzey altı toprağı için 0,26, MÇ 13-1 yüzey toprağı için 2,36 ve MÇ 13-2 yüzey altı toprağı için 1,05'dir. Tın tekstür sınıfındaki örneklerde granülasyon eğrilerine göre siltler ve killer çoğunlukta olduğundan ince taneli zeminleri göstermektedir. Tane boyu dağılımı iri siltten ince kuma kadar değişkenlik göstermektedir. Yüksek üniform ve dikey kurve şeklindedir (Şekil 5.2.61).



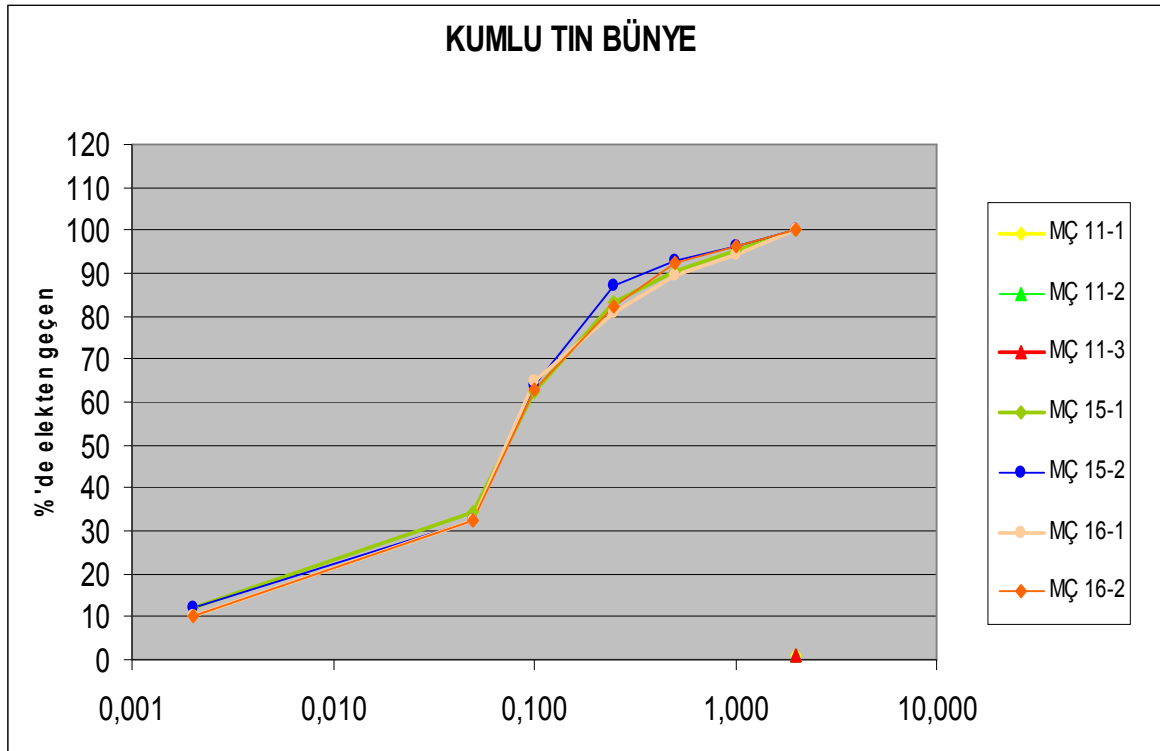
KİL	SİLT	KUM					ÇAKIL
		Çok ince	ince	orta	kaba	Çok kaba	

Şekil 5.2.61 . Tın Bünyedeki Örneklerin Granülasyon Eğrilerinin Karşılaştırılması

Çizelge 5.2.41 .Tın Bünyedeki Örnekleri Mekaniksel Özelliklerinin Karşılaştırılması

Örnek No	Derinlik (cm)	% Nem	Kum Fraksiyonları, mm (%)					Mekanik Analiz (%)			Tektür Sınıfı
			2-1	1-0,5	0,5-0,25	0,25-0,10	0,1-0,050	Kum	Silt	Kil	
MÇ 2-1	0-20	2,93	0,18	0,41	1,81	21,12	12,08	35,61	42,49	21,90	TIN (L)
MÇ 6-1	0-20	3,23	3,98	5,94	11,29	12,63	15,29	49,13	31,71	19,16	TIN (L)
MÇ 7-1	0-20	4,31	1,46	2,25	4,27	9,05	27,39	44,42	40,39	15,19	TIN (L)
MÇ 12-1	0-25	1,73	0,39	0,55	2,20	5,62	32,08	40,83	38,66	20,51	TIN (L)
MÇ 12-2	25-60	0,26	0,32	0,56	2,35	5,88	30,58	39,68	38,10	22,22	TIN (L)
MÇ 13-1	0-30	2,36	0,35	0,82	2,58	9,52	33,34	46,61	38,90	14,49	TIN (L)
MÇ 13-2	30-60	1,05	0,24	0,73	2,10	8,25	38,00	49,31	40,42	10,27	TIN (L)

Kumlu tın tekstür sınıfındaki örneklerde % kum oranı 65,65 ile 71,70 arasında, % silt oranı 20,10 ile 28,23 arasında, % kil oranı 4,19 ile 12,25 arasında değişmektedir. Kumlu tın tekstür grubunda örneklerin kil oranındaki değişiklik daha fazladır. Kum ve silt oranları birbirine yakın değerdedir. Bu tekstür grubu içinde kum fraksiyonlarının oranları; çok kaba kum oranı % 5,35 ile 12,39 arasında, kaba kum oranı % 5,04 ile 8,52 arasında, orta kum oranı % 8,34 ile 17,12 arasında, ince kum oranı % 26,13 ile 35,38 arasında, çok ince kum % 38,22 ile 48,20 arasındadır (Çizelge 5.2.42). Kum ağırlıklı bir tekstüre sahip toprakların içeriğindeki nem miktarının düşük olmasından dolayı likit limit ve plastik limit değerleri düşük çıkmaktadır. Örneklerin nem yüzdeleri MÇ 11-1 yüzey toprağı için 0,48, MÇ 11-2 yüzey altı toprağı için 0,81, MÇ 11-3 yüzey altı toprağı için 1,04, MÇ 15-1 yüzey toprağı için 0,55, MÇ 15-2 yüzey altı toprağı için 0,74, MÇ 16-1 yüzey toprağı için 0,71 ve MÇ 16-2 yüzey altı toprağı için 0,59'dur. Kumlu tın tekstür sınıfındaki örneklerin granülasyon eğrilerine göre kumlar çoğunlukta olduğundan iri taneli zeminleri göstermektedir. Tane boyu dağılımı iri siltten orta kuma kadar değişkenlik göstermektedir. Yüksek üniform ve düz eğimli kurve şeklindedir (Şekil 5.2.62).



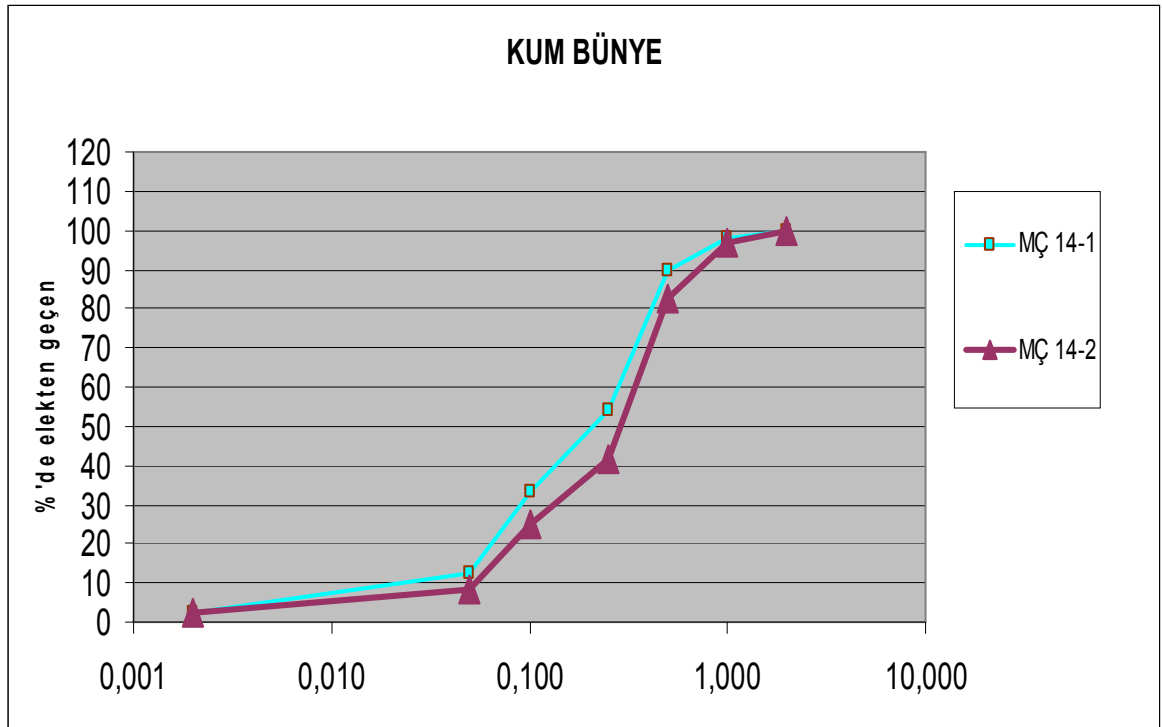
KİL	SİLT	KUM					ÇAKIL
		Çok ince	ince	orta	kaba	Çok kaba	

Şekil 5.2.62 . Kumlu Tın Bünyedeki Örneklerin Granülasyon Eğrilerinin Karşılaştırılması

Çizelge 5.2.42 . Kumlu Tın Bünyedeki Örnekleri Mekaniksel Özelliklerinin Karşılaştırılması

Örnek No	Derinlik (cm)	% Nem	Kum Fraksiyonları, mm (%)					Mekanik Analiz (%)			Tektür Sınıfı
			2-1	1-0,5	0,5-0,25	0,25-0,10	0,1-0,050	Kum	Silt	Kil	
MÇ 11-1	0-20	0,48	5,47	4,54	10,87	16,92	33,90	71,70	20,10	8,20	KUMLU TIN (SL)
MÇ 11-2	20-50	0,81	3,97	4,56	11,57	17,66	29,82	67,58	28,23	4,19	KUMLU TIN (SL)
MÇ 11-3	50-80	1,04	8,87	6,10	12,17	17,06	27,35	71,55	22,23	6,22	KUMLU TIN (SL)
MÇ 15-1	0-30	0,55	4,50	4,97	7,30	20,73	28,15	65,65	22,12	12,23	KUMLU TIN (SL)
MÇ 15-2	30-45	0,74	3,93	3,41	5,64	23,23	31,40	67,60	20,15	12,25	KUMLU TIN (SL)
MÇ 16-1	0-30	0,71	5,52	4,75	9,00	15,75	32,59	67,61	22,16	10,23	KUMLU TIN (SL)
MÇ 16-2	30-60	0,59	3,62	3,76	10,40	19,19	30,67	67,65	22,13	10,22	KUMLU TIN (SL)

Kum tekstür sınıfındaki örneklerde % kum oranı 87,76 ile 91,80 arasında, % silt oranı 6,03 ile 10,07 arasında değişim gösterirken, % kil oranı 2,17 'dir. Bu tekstür grubu içinde kum fraksiyonlarının oranları; çok kaba kum oranı % 1,99 ile 3,70 arasında, kaba kum oranı % 9,93 ile 15,50 arasında, orta kum oranı % 40,18 ile 44,54 arasında, ince kum oranı % 17,91 ile 23,76 arasında, çok ince kum % 18,33 ile 24,11 arasındadır (Çizelge 5.2.43). Kum ağırlıklı bir tekstüre sahip toprakların içeriğindeki nem miktarının düşük olmasından dolayı likit limit ve plastik limit değerleri düşük çıkmaktadır. Örneklerin nem yüzdeleri MÇ 14-1 yüzey toprağı için 0,66, MÇ 14-2 yüzey altı toprağı için 0,52'dir Kum tekstür sınıfındaki örneklerin granülasyon eğrilerine göre kumlar çoğunlukta olduğundan iri taneli zeminleri göstermektedir. Tane boyu dağılımı çok ince kumdan kaba kuma kadar değişkenlik göstermektedir. Düşük üniform ve dik eğimli kurve şeklindedir. Granülasyon eğrisinin dik olduğundan zemin kötü derecelendirilmiştir (Şekil 5.2.63).



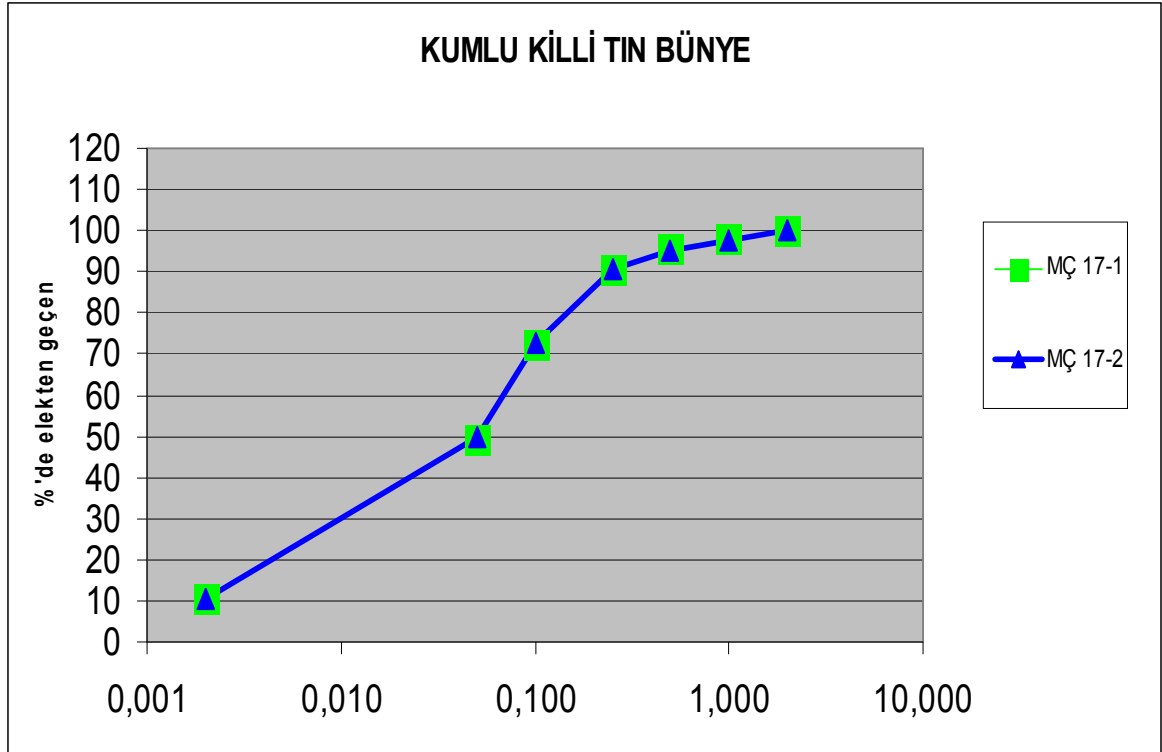
KİL	SİLT	KUM					ÇAKIL
		Çok ince	ince	orta	kaba	Çok kaba	

Şekil 5.2.63 . Kum Bünyedeki Örneklerin Granülasyon Eğrilerinin Karşılaştırılması

Çizelge 5.2.43 . Kum Bünyedeki Örnekleri Mekaniksel Özelliklerinin Karşılaştırılması

Örnek No	Derinlik (cm)	% Nem	Kum Fraksiyonları, mm (%)					Mekanik Analiz (%)			Tektür Sınıfı
			2-1	1-0,5	0,5-0,25	0,25-0,10	0,1-0,050	Kum	Silt	Kil	
MÇ 14-1	0-30	0,66	1,75	8,72	35,27	20,86	21,16	87,76	10,07	2,17	KUM (S)
MÇ 14-2	30-60	0,52	3,40	14,23	40,89	16,45	16,83	91,80	6,03	2,17	KUM (S)

Kumlu killi tın tekstür sınıfındaki örneklerde % kum oranı 47,68 ile 48,55 arasında, % silt oranı 18,08 ile 18,25 arasında, % kil oranı 31,05 ile 31,65 arasında değişmektedir. Kumlu killi tın tekstür grubunda örneklerin kum ve kil oranları birbirine yakın değerlerde, silt oranları kum ve kile oranla düşüktür. Bu tekstür grubu içinde kum fraksiyonlarının oranları; çok kaba kum oranı % 4,34 ile 4,94 arasında, kaba kum oranı % 4,88 ile 5,43 arasında, orta kum oranı % 9,22 ile 10,19 arasında, ince kum oranı % 38,08 ile 38,10 arasında, çok ince kum % 42,30 ile 42,49 arasındadır (Çizelge 5.2.44). Örneklerin nem yüzdeleri MÇ 14-1 yüzey toprağı için 4,77, MÇ 14-2 yüzey altı toprağı için 5,05'dir. Kumlu killi tın tekstür sınıfındaki örneklerin granülasyon eğrilerinde siltler ve killer çoğunlukta olduğundan ince taneli zeminleri göstermektedir. Tane boyu dağılımı orta siltten ince kuma kadar değişkenlik göstermektedir. Düşük üniform ve dikey kurve şeklindedir (Şekil 5.2.64).



KİL	SİLT	KUM					ÇAKIL
		Çok ince	ince	orta	kaba	Çok kaba	

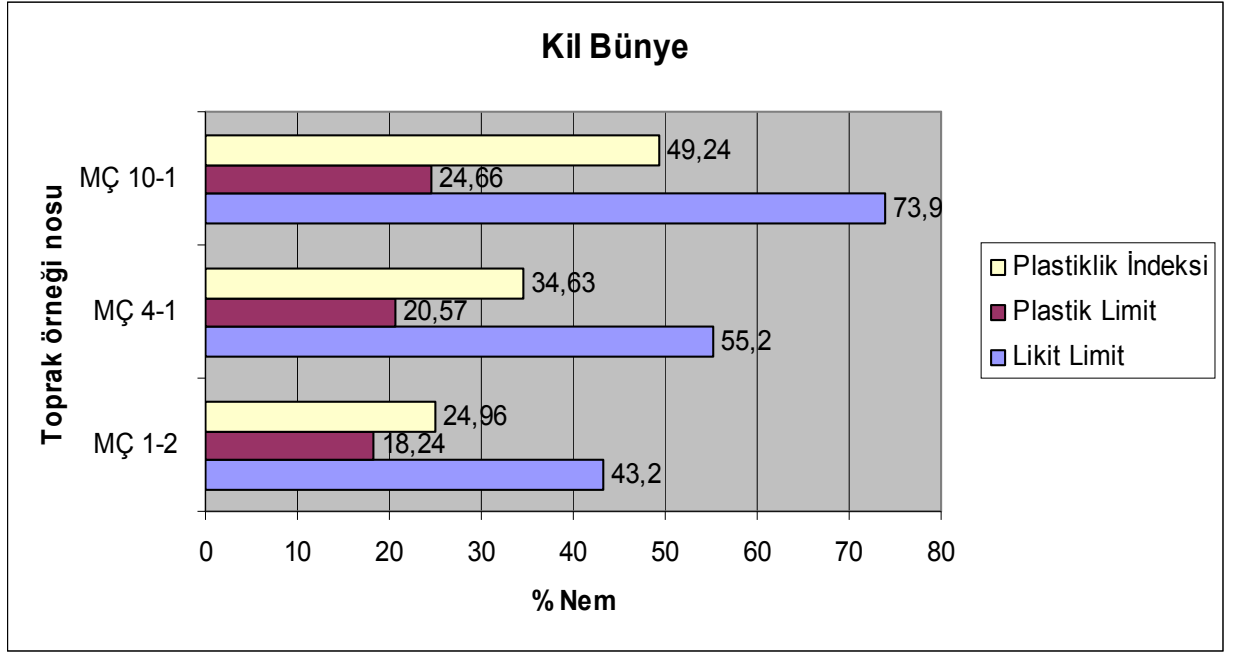
Şekil 5.2.64 . Kumlu Killi Tın Bünyedeki Örneklerin Granülasyon Eğrilerinin Karşılaştırılması

Çizelge 5.2.44. Kumlu Killi Tın Bünyedeki Örnekleri Mekaniksel Özelliklerinin Karşılaştırılması

Örnek No	Derinlik (cm)	% Nem	Kum Fraksiyonları, mm (%)					Mekanik Analiz (%)			Tektür Sınıfı
			2-1	1-0,5	0,5-0,25	0,25-0,10	0,1-0,050	Kum	Silt	Kil	
MÇ 17-1	0-40	4,77	2,11	2,37	4,95	18,49	20,63	48,55	18,25	31,05	KUMLU KİLLİ TIN (SCL)
MÇ 17-2	40-80	5,05	2,36	2,59	4,40	18,17	20,17	47,68	18,08	31,65	KUMLU KİLLİ TIN (SCL)

5.3. Zemin Mühendisliği Açısından Değerlendirilmesi

Kil tekstür sınıfındaki örneklerde likit limit değerleri 43,20 ile 73,90 arasında, plastik limit değerleri 18,24 ile 24,66 arasında değişim göstermektedir. Bu değişimin nedeni örneklerin sahip oldukları kil oranı, kil fraksiyonu içinde yer alan kil minerallerinin tipi ve fraksiyon içindeki dağılım oranlarıdır. Kil minerallerinin konumu göreceli olarak kil aktivitesi değerlerinden de yorumlanabilmektedir. Zemin mühendisliği özelliklerine etki eden bir diğer faktörde toprakların humus kapsamıdır. Ancak araştırma yapılan örneklerde humus oranları düşük değerlerde bulunduğu için bu çalışmada önemli etkinlik derecesinde bulunmamıştır. Zemin mühendisliği davranışlarına etki edebilmesi için topraktaki humus miktarının en az % 5 civarında olması gerekir. Kil oranı ve organik madde miktarı yüksek olan MÇ 10-1 nolu örneğin likit limit ve plastik limit değeri daha yüksek çıkmıştır (Şekil 5.3.65). Plastiklik indeksi orta plastik (24,96) ile fazla plastik (49,24) arasındadır. Likit limit değeri % 50'den fazla olan örneklerin yüksek derecede plastikliğe, % 30-50 arasında ise orta derecede plastikliğe sahip olduğu görülmüştür. Kil aktivitesi 0,62 ile 0,78 arasında değişmektedir. Kil tekstür sınıfı içindeki toprak örneklerinin üst katmanlarındaki topraklar, aktif kil düzeyinde saptanmıştır. Casagrande plastiklik kartına göre bu tekstürdeki topraklar değerlendirilirken likit limit ve plastiklik indeksi değerleri dikkate alınarak yapılmaktadır. Likit limit değeri % 50'den az olan örnekler orta derecede plastik inorganik killer ve % 50'den fazla olan örnekler fazla plastik inorganik killer grubunda yer almaktadır. ASSHO sınıflama sınıfı göre kil tekstür sınıfına sahip toprakların likit limit değerlerinin % 41'den büyük ve plastik limitlerinin de % 11'den büyük olması nedeniyle A-7-6 grubunda yer almaktadır. Grup indeks değerleri 12 ile 18 arasında değişmektedir. Birleşik zemin sınıflama sistemine göre ince taneli zeminlerde (200 no'lu elekten geçen \geq % 50) likit limit değerinin % 50'den küçük olduğu örnek düşük plastikli inorganik killer (CL), likit limit değeri % 50'den büyük olduğu örnekler yüksek plastikli inorganik killer (CH) grubunda bulunmaktadır (Çizelge 5.3.45).



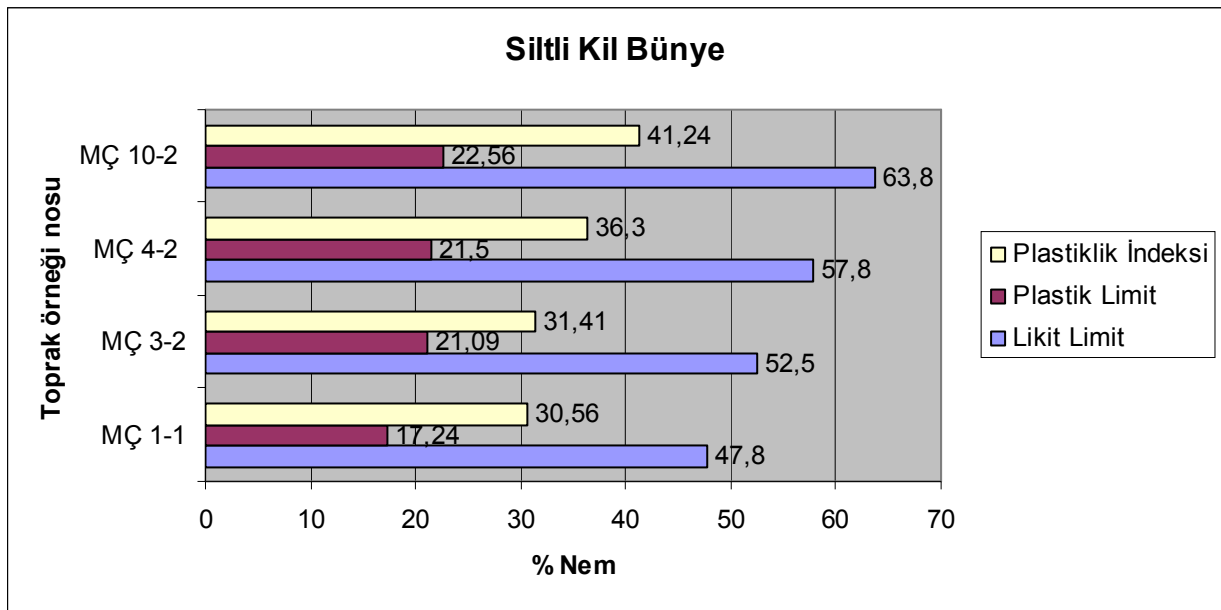
Şekil 5.3. 65. Kil Bünyedeki Örneklerin Kıvam Limitlerinin Karşılaştırılması

Çizelge 5.3.45. Kil Bünyedeki Örneklerin Zemin Özelliklerinin Karşılaştırılması

Örnek No	Derinlik (cm)	Tektür Sınıfı	Fiziksel Özellikleri			Kil Aktivitesi	Mühendislik Özellikleri		
			LL ⁽²⁾	PL ⁽³⁾	Pİ ⁽⁴⁾		Casagrande Plastiklik Kartı	ASSHO ⁽⁷⁾	USCS ⁽⁸⁾
MÇ 1-2	20-50	C ⁽¹⁾	43,2	18,24	24,96	0,62	O.p.i.k. ⁽⁵⁾	A-7-6 (12)	CL ⁽⁹⁾
MÇ 4-1	0-20	C	55,2	20,57	34,63	0,77	F.p.i.k. ⁽⁶⁾	A-7-6 (15)	CH ⁽¹⁰⁾
MÇ 10-1	0-30	C	73,9	24,66	49,24	0,78	F.p.i.k.	A-7-6 (18)	CH

(1) C=Kil, (2) LL= Likit Limit, (3) PL= Plastik Limit, (4) Pİ= Plastiklik İndeksi, (5) Orta derecede plastik inorganik killler, (6) Fazla plastik inorganik killler, (7) Amerika Eyalet Karayolları Memurları Birliği (8) Birleşik Toprak Sınıflama Sistemi, (9) Düşük plastikli inorganik killler , (10)Yüksek plastikli inorganik killler

Siltli kil tekstür sınıfındaki örneklerde likit limit değerleri 47,80 ile 63,80 arasında, plastik limit değerleri 17,24 ile 22,56 arasında değişim göstermektedir. Bu değişimin nedeni örneklerin sahip oldukları kil oranı, kil fraksiyonu içinde yer alan kil minerallerinin tipi ve fraksiyon içindeki dağılım oranlarıdır. Kil minerallerinin konumu göreceli olarak kil aktivitesi değerlerinden de yorumlanabilmektedir. Kil oranı yüksek olan MÇ 10-2 nolu örneğin likit limit ve plastik limit değeri daha yüksek çıkmıştır (Şekil 5.3.66). Plastiklik indeksi fazla plastik 30,56 ile 41,24 arasındadır. Likit limit değeri % 50'den fazla olan örneklerin yüksek derecede plastikliğe sahip olduğu görülmüştür. Kil aktivitesi 0,75 ile 0,86 arasında değişmektedir. Siltli kil tekstür sınıfı içindeki toprak örneklerinin tamamı, aktif kil düzeyinde saptanmıştır. Casagrande plastiklik kartına göre bu tekstürdeki topraklar değerlendirilirken likit limit ve plastiklik indeksi değerleri dikkate alınarak yapılmaktadır. Likit limit değeri % 50'den az olan örnekler orta derecede plastik inorganik killer ve % 50'den fazla olan örnekler fazla plastik inorganik killer grubunda yer almaktadır. ASSHO sınıflama sınıfı göre siltli kil tekstür sınıfına sahip toprakların likit limit değerlerinin % 41'den büyük ve plastik limitlerinin de % 11'den büyük olması nedeniyle A-7-6 grubunda yer almaktadır. Grup indeks değerleri 12 ile 17 arasında değişmektedir. Birleşik zemin sınıflama sistemine göre ince taneli zeminlerde (200 no'lu elekten geçen \geq % 50) likit limit değerinin % 50'den küçük olduğu örnek düşük plastikli inorganik killer (CL), likit limit değeri % 50'den büyük olduğu örnekler yüksek plastikli inorganik killer (CH) grubunda bulunmaktadır (Çizelge 5.3.46).



Şekil 5.3. 66. Siltli Kil Bünyedeki Örneklerin Kıvam Limitlerinin Karşılaştırılması

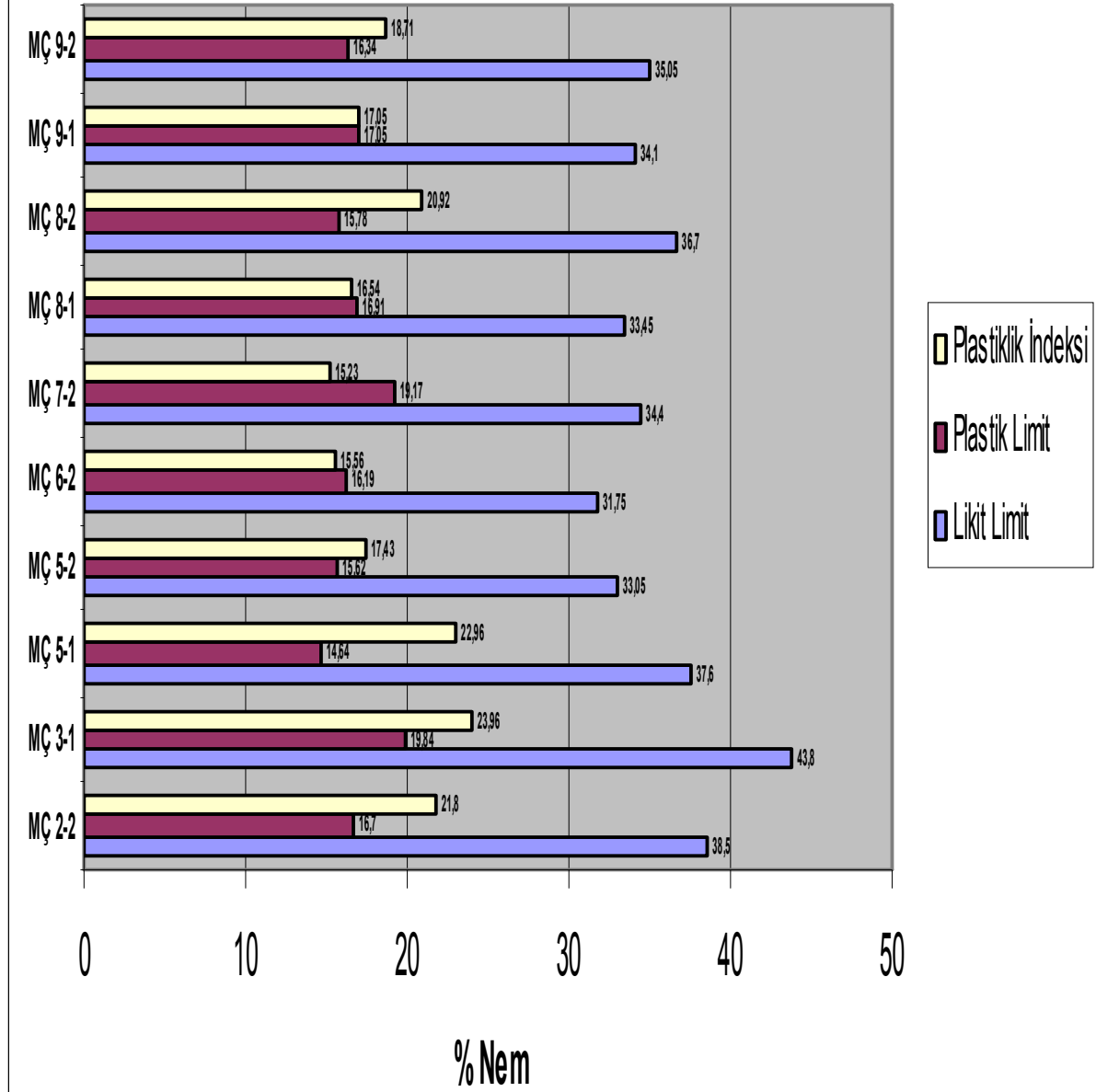
Çizelge 5.3.46. Siltli Kil Bünyedeki Örneklerin Zemin Özelliklerinin Karşılaştırılması

Örnek No	Derinlik (cm)	Tektür Sınıfı	Fiziksel Özellikleri			Kil Aktivitesi	Mühendislik Özellikleri		
			LL ⁽²⁾	PL ⁽³⁾	PI ⁽⁴⁾		Casagrande Plastiklik Kartı	ASSHO ⁽⁷⁾	USCS ⁽⁸⁾
MÇ 1-1	0-20	SiC ⁽¹⁾	47,8	17,24	30,56	0,75	O.p.i.k. ⁽⁵⁾	A-7-6 (12)	CL ⁽⁹⁾
MÇ 3-2	25-60	SiC	52,5	21,09	31,41	0,78	F.p.i.k. ⁽⁶⁾	A-7-6 (15)	CH ⁽¹⁰⁾
MÇ 4-2	25-60	SiC	57,8	21,5	36,3	0,77	F.p.i.k.	A-7-6 (16)	CH
MÇ 10-2	30-120	SiC	63,8	22,56	41,24	0,86	F.p.i.k.	A-7-6 (17)	CH

(1) SiC=Siltli Kil, (2) LL= Likit Limit, (3) PL= Plastik Limit, (4) PI= Plastiklik İndeksi, (5) Orta derecede plastik inorganik killler, (6) Fazla plastik inorganik killler, (7) Amerika Eyalet Karayolları Memurları Birliği (8) Birleşik Toprak Sınıflama Sistemi, (9) Düşük plastikli inorganik killler, (10) Yüksek plastikli inorganik killler

Killi tın tekstür sınıfındaki örneklerde likit limit değerleri 31,75 ile 43,80 arasında, plastik limit değerleri 14,64 ile 19,84 arasında değişim göstermektedir. Bu değişimin nedeni örneklerin sahip oldukları kil oranı, kil fraksiyonu içinde yer alan kil minerallerinin tipi ve fraksiyon içindeki dağılım oranlarıdır. Kil oranı yüksek olan MÇ 3-1 nolu örneğin likit limit ve plastik limit değeri daha yüksek çıkmıştır (Şekil 5.3.67). Plastiklik indeksi orta plastik 15,23 ile 23,96 arasındadır. Likit limit değeri % 30-50 arasında olan örneklerin orta derecede plastikliğe sahip olduğu görülmüştür. Kil aktivitesi 0,54 ile 0,72 arasında değişmektedir. Killi tın tekstür sınıfı içindeki toprak örnekleri inaktif kil düzeyinde saptanmıştır. Casagrande plastiklik kartına göre bu tekstürdeki topraklar değerlendirilirken likit limit ve plastiklik indeksi değerleri dikkate alınarak yapılmaktadır. Likit limit değeri % 50'den az olan örnekler orta derecede plastik inorganik killer grubunda yer almaktadır. ASSHO sınıflama sınıfı göre killi tın tekstür sınıfına sahip toprakların likit limit değerlerinin % 41'den büyük ve plastik limitlerinin de % 11'den büyük olması nedeniyle A-7-6 grubunda, likit limit değerleri % 40'dan küçük ve plastik limitlerinin de % 11'den büyük olması nedeniyle A-6 grubunda yer almaktadır. Grup indeks değerleri A-7-6 grubu için 13 iken A-6 grubu için 7 ile 10 arasında değişmektedir. Birleşik zemin sınıflama sistemine göre ince taneli zeminlerde (200 no'lu elekten geçen \geq % 50) likit limit değerinin % 50'den küçük olduğu örnekler düşük plastikli inorganik killer (CL) grubunda bulunmaktadır (Çizelge 5.3.47).

Killi Tın Bünye



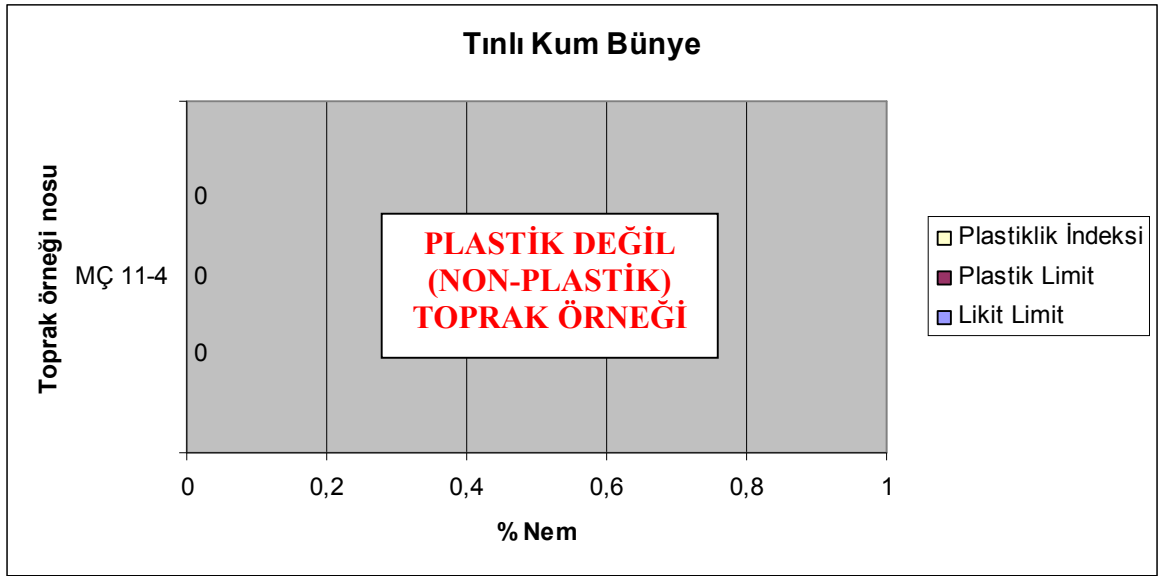
Şekil 5.3.67. Killi Tın Bünyedeki Örneklerin Kıvam Limitlerinin Karşılaştırılması

Çizelge 5.3.47. Killi Tın Bünyedeki Örneklerin Zemin Özelliklerinin Karşılaştırılması

Örnek No	Derinlik (cm)	Tektür Sınıfı	Fiziksel Özellikleri			Kil Aktivitesi	Mühendislik Özellikleri		
			LL ⁽²⁾	PL ⁽³⁾	Pİ ⁽⁴⁾		Casagrande Plastiklik Kartı	ASSHO ⁽⁶⁾	USCS ⁽⁷⁾
MÇ 2-2	25-60	CL ⁽¹⁾	38,5	16,7	21,8	0,63	O.p.i.k. ⁽⁵⁾	A-6 (9)	CL ⁽⁸⁾
MÇ 3-1	0-20	CL	43,8	19,84	23,96	0,66	O.p.i.k.	A-7-6 (13)	CL
MÇ 5-1	0-20	CL	37,6	14,64	22,96	0,72	O.p.i.k.	A-6 (7)	CL
MÇ 5-2	25-60	CL	33,05	15,62	17,43	0,58	O.p.i.k.	A-6 (7)	CL
MÇ 6-2	25-60	CL	31,75	16,19	15,56	0,56	O.p.i.k.	A-6 (7)	CL
MÇ 7-2	30-65	CL	34,4	19,17	15,23	0,55	O.p.i.k.	A-6 (10)	CL
MÇ 8-1	0-20	CL	33,45	16,91	16,54	0,56	O.p.i.k.	A-6 (7)	CL
MÇ 8-2	20-60	CL	36,7	15,78	20,92	0,71	O.p.i.k.	A-6 (7)	CL
MÇ 9-1	0-40	CL	34,1	17,05	17,05	0,54	O.p.i.k.	A-6 (8)	CL
MÇ 9-2	40-70	CL	35,05	16,34	18,71	0,68	O.p.i.k.	A-6 (7)	CL

(1) CL= Killi Tın, (2) LL= Likit Limit, (3) PL= Plastik Limit, (4) Pİ= Plastiklik İndeksi, (5) Orta derecede plastik inorganik killler, (6) Amerika Eyalet Karayolları Memurları Birliği (7) Birleşik Toprak Sınıflama Sistemi, (8) Düşük plastikli inorganik killler

Tınlı kum tekstür sınıfında bir örnek bulunmaktadır. Likit limit değeri kum oranının fazlalığından sıfır çıkmıştır. Plastik limit değeri kil oranının azlığından bulunamamıştır. Plastik limit non-plastik (NP) düzeydedir (Şekil 5.3.68). Plastiklik indeksi değeri de non-plastik düzeydedir. Likit limit değeri sıfır çıktığından örnekte plastik özellik göstermemiştir. Kil aktivitesi sıfırdır. Tınlı kum tekstür sınıfı içindeki toprak örnekleri aktif olmayan kil düzeyinde saptanmıştır. Casagrande plastiklik kartına göre bu tekstürdeki topraklar değerlendirilirken likit limit ve plastiklik indeksi değerleri dikkate alınarak yapılmaktadır. Likit limit değeri sıfır çıktığından örnek kohezyonsuz toprak grubunda yer almaktadır. ASSHO sınıflama sınıfı göre tınlı kum tekstür sınıfına sahip toprakların likit limit değerlerinin sıfır ve plastik limitlerinin de NP olması nedeniyle A-3 grubunda yer almaktadır. Grup indeks değerleri 0'dır. Birleşik zemin sınıflama sistemine göre iri taneli zeminlerde (200 no'lu elekten geçen oranı < %50) ince tane oranının % 12'den büyük olduğu örnek Siltli kumlar, kum-silt karışımları (SM) grubunda bulunmaktadır (Çizelge 5.3.48).



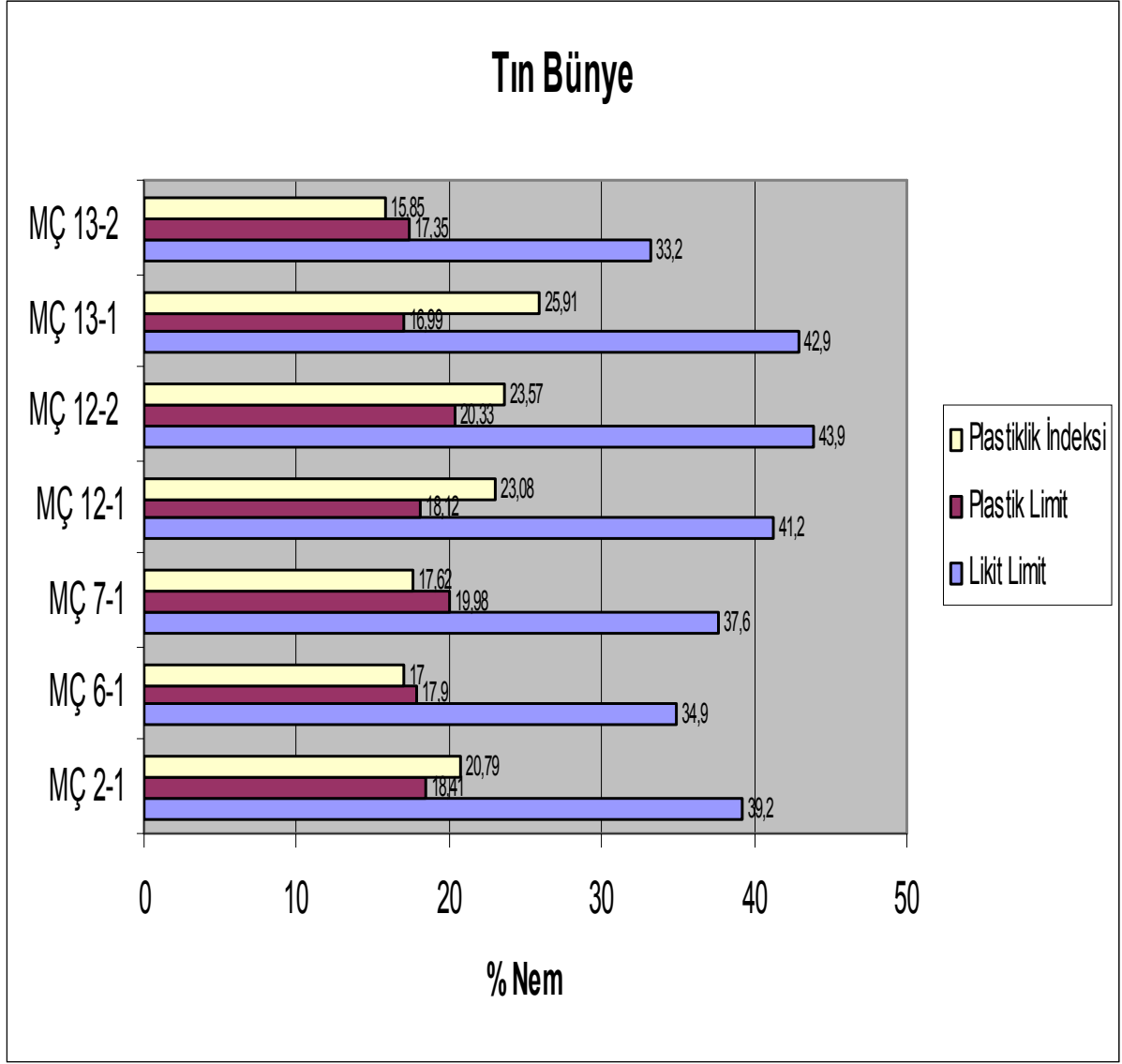
Şekil 5.3.68. Tınlı Kum Bünyedeki Örneklerin Kıvam Limitlerinin Karşılaştırılması

Çizelge 5.3.48. Tınlı Kum Bünyedeki Örneklerin Zemin Özelliklerinin Karşılaştırılması

Örnek No	Derinlik (cm)	Tektür Sınıfı	Fiziksel Özellikleri			Kil Aktivitesi	Mühendislik Özellikleri		
			LL ₍₂₎	PL ₍₃₎	PI ₍₅₎		Casagrande Plastiklik Kartı	ASSHO ₍₈₎	USCS ₍₉₎
MÇ 11-4	+90	LS ₍₁₎	0,00	NP ₍₄₎	NP	AD ₍₆₎	K.suz T. ₍₇₎	A-3 (0)	SM ₍₁₀₎

(1) LS= Tınlı Kum, (2) LL= Likit Limit, (3) PL= Plastik Limit, (4) NP= Plastik değil, (5) PI= Plastiklik İndeksi, (6) AD= Aktif değil, (7) Kohezyonsuz topraklar, (8) Amerika Eyalet Karayolları Memurları Birliği (9) Birleşik Toprak Sınıflama Sistemi, (10) Siltli kumlar, kum-silt karışımları

Tın tekstür sınıfındaki örneklerde likit limit değerleri 33,20 ile 42,90 arasında, plastik limit değerleri 16,99 ile 20,33 arasında değişim göstermektedir. Bu değişimin nedeni örneklerin sahip oldukları kil oranı, kil fraksiyonu içinde yer alan kil minerallerinin tipi ve fraksiyon içindeki dağılım oranlarıdır. Kil minerallerinin konumu göreceli olarak kil aktivitesi değerlerinden de yorumlanabilmektedir. Kil oranı yüksek olan MÇ 12-2 nolu örneğin likit limit ve plastik limit değeri daha yüksek çıkmıştır (Şekil 5.3.69). Plastiklik indeksi orta plastik 17,00 ile 25,91 arasındadır. Likit limit değeri % 30-50 arasında olan örneklerin orta derecede plastikliğe sahip olduğu görülmüştür. Kil aktivitesi 0,89 ile 1,79 arasında değişmektedir. Tın tekstür sınıfı içindeki toprak örneklerinin tamamı aktif kil düzeyinde saptanmıştır. Casagrande plastiklik kartına göre bu tekstürdeki topraklar değerlendirilirken likit limit ve plastiklik indeksi değerleri dikkate alınarak yapılmaktadır. Likit limit değeri % 50'den az olan örnekler orta derecede plastik inorganik killer grubunda yer almaktadır. ASSHO sınıflama sınıfı göre killi tın tekstür sınıfına sahip toprakların likit limit değerlerinin % 41'den büyük ve plastik limitlerinin de % 11'den büyük olması nedeniyle A-7-6 grubunda, likit limit değerleri % 40'dan küçük ve plastik limitlerinin de % 11'den büyük olması nedeniyle A-6 grubunda yer almaktadır. Grup indeks değerleri A-7-6 grubu için 6 ile 10 arasında iken A-6 grubu için 6 ile 9 arasında değişmektedir. Birleşik zemin sınıflama sistemine göre ince taneli zeminlerde (200 no'lu elekten geçen \geq % 50) likit limit değerinin % 50'den küçük olduğu örnek düşük plastikli inorganik killer (CL) grubunda bulunmaktadır (Çizelge 5.3.49).



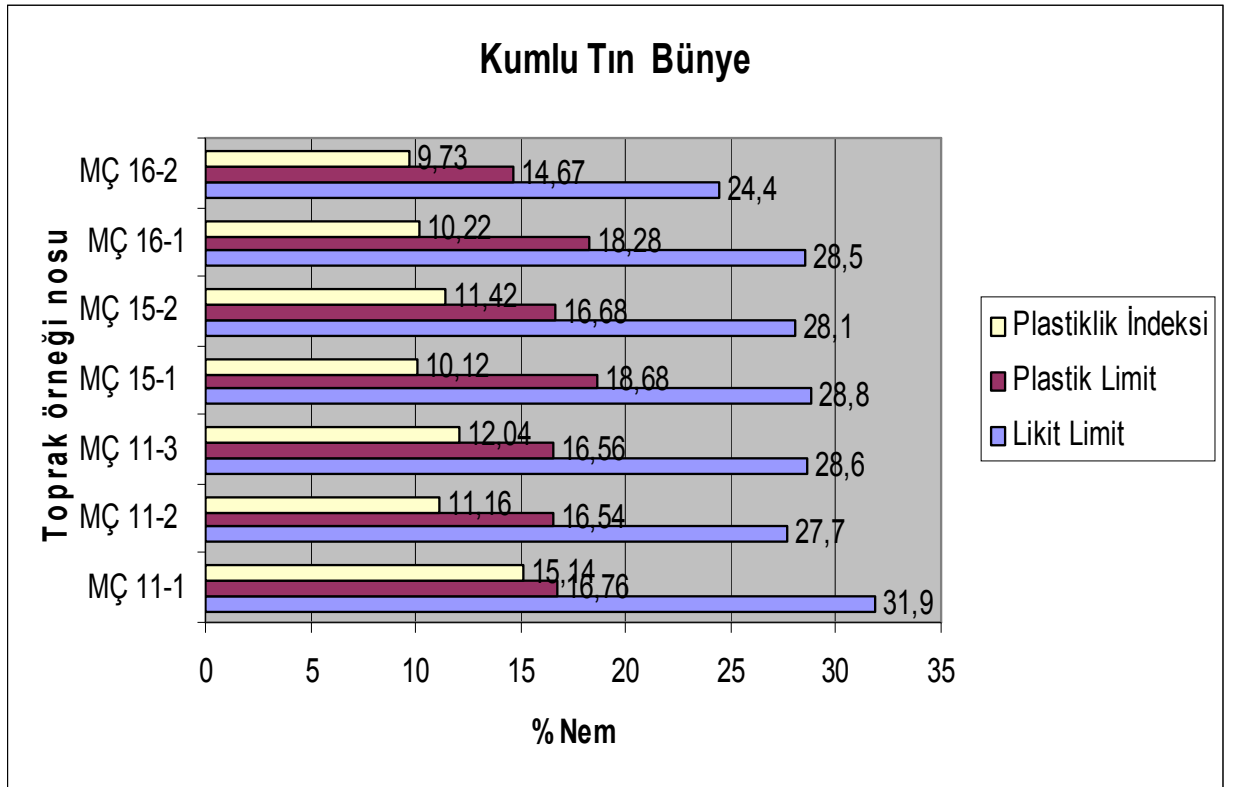
Şekil 5.3.69. Tın Bünyedeki Örneklerin Kıvam Limitlerinin Karşılaştırılması

Çizelge 5.3.49. Tın Bünyedeki Örneklerin Zemin Özelliklerinin Karşılaştırılması

Örnek No	Derinlik (cm)	Tektür Sınıfı	Fiziksel Özellikleri			Kil Aktivitesi	Mühendislik Özellikleri		
			LL ₍₂₎	PL ₍₃₎	Pİ ₍₄₎		Casagrande Plastiklik Kartı	ASSHO ₍₆₎	USCS ₍₇₎
MÇ 2-1	0-20	L ₍₁₎	39,2	18,41	20,79	0,95	O.p.i.k. ₍₅₎	A-6 (9)	CL ₍₈₎
MÇ 6-1	0-20	L	34,9	17,9	17	0,89	O.p.i.k.	A-6 (6)	CL
MÇ 7-1	0-20	L	37,6	19,98	17,62	1,16	O.p.i.k.	A-6 (8)	CL
MÇ 12-1	0-25	L	41,2	18,12	23,08	1,13	O.p.i.k.	A-7-6 (8)	CL
MÇ 12-2	25-60	L	43,9	20,33	23,57	1,06	O.p.i.k.	A-7-6 (10)	CL
MÇ 13-1	0-30	L	42,9	16,99	25,91	1,79	O.p.i.k.	A-7-6 (7)	CL
MÇ 13-2	30-60	L	33,2	17,35	15,85	1,54	O.p.i.k.	A-7-6 (6)	CL

(1) L= Tın, (2) LL= Likit Limit, (3) PL= Plastik Limit, (4) Pİ= Plastiklik İndeksi, (5) Orta derecede plastik inorganik killer, (6) Amerika Eyalet Karayolları Memurları Birliği, (7) Birleşik Toprak Sınıflama Sistemi, (8) Düşük plastikli inorganik killer

Kumlu tın tekstür sınıfındaki örneklerde likit limit değerleri 24,40 ile 31,90 arasında, plastik limit değerleri 14,67 ile 18,68 arasında değişim göstermektedir. Plastiklik indeksi az plastik 9,73 ile orta plastik 15,14 arasındadır (Şekil 5.3.70). Likit limit değeri % 30-50 arasında olan örneklerin orta derecede plastikliğe, % 30'dan az olan örneklerin ise az derecede plastikliğe sahip olduğu görülmüştür. Kil aktivitesi 0,83 ile 2,66 arasında değişmektedir. Kumlu tın tekstür sınıfı içindeki toprak örneklerinin tamamı aktif kil düzeyinde saptanmıştır. Casagrande plastiklik kartına göre bu tekstürdeki topraklar değerlendirilirken likit limit ve plastiklik indeksi değerleri dikkate alınarak yapılmaktadır. Likit limit değeri % 50'den az olan örnekler orta derecede plastik inorganik killer grubunda, % 20'den az olan örnekler kohezyonsuz topraklar grubunda yer almaktadır. ASSHO sınıflama sınıfı göre kumlu tın tekstür sınıfına sahip toprakların likit limit değerlerinin % 40'dan küçük ve plastik limitlerinin de % 10'dan büyük olması nedeniyle A-2-4 grubunda, likit limit değerlerinin % 40'dan küçük ve plastik limitlerinin de % 11'den büyük olması nedeniyle A-2-6 grubunda yer almaktadır. Grup indeks değerleri A-2-4 grubu için 1 ile 2 arasında iken A-2-6 grubu için 1'dir. Birleşik zemin sınıflama sistemine göre iri taneli zeminlerde (200 no'lu elekten geçen oranı < %50) ince tane oranının % 12'den büyük olduğu örnek Killi kumlar, kum-kil karışımları (SC) grubunda bulunmaktadır (Çizelge 5.3.50).



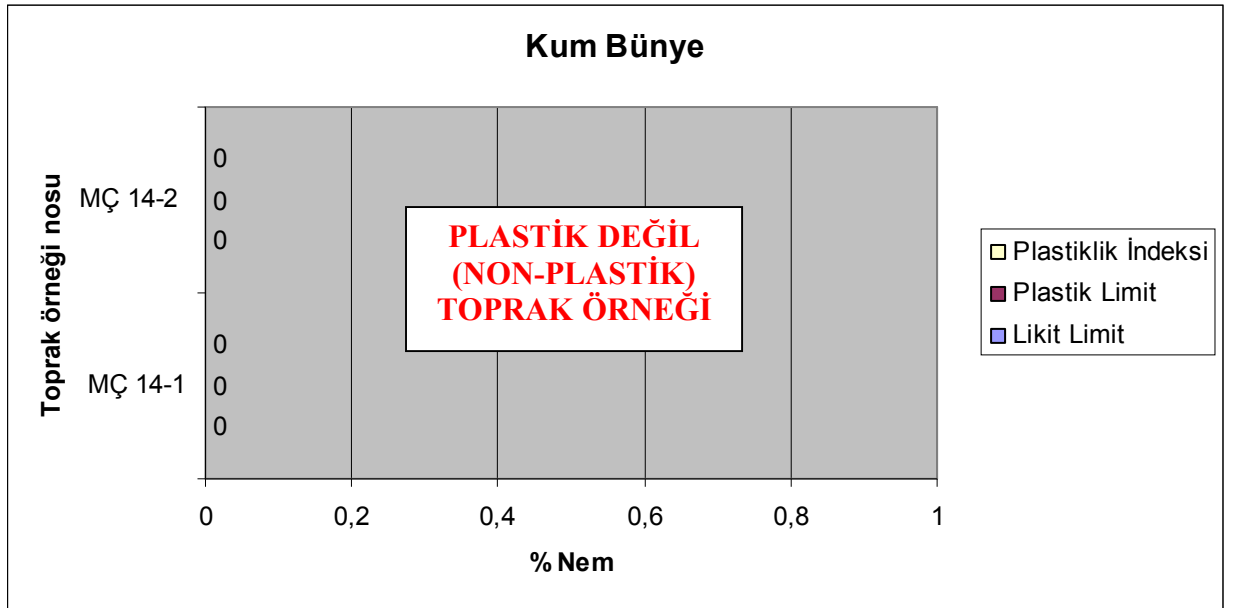
Şekil 5.3.70. Kumlu Tın Bünyedeki Örneklerin Kıvam Limitlerinin Karşılaştırılması

Çizelge 5.3.50. Kumlu Tın Bünyedeki Örneklerin Zemin Özelliklerinin Karşılaştırılması

Örnek No	Derinlik (cm)	Tektür Sınıfı	Fiziksel Özellikleri			Kil Aktivitesi	Mühendislik Özellikleri		
			LL ⁽²⁾	PL ⁽³⁾	PI ⁽⁴⁾		Casagrande Plastiklik Kartı	ASSHO ⁽⁷⁾	USCS ⁽⁸⁾
MÇ 11-1	0-20	SL ⁽¹⁾	31,9	16,76	15,14	1,85	O.p.i.k. ⁽⁵⁾	A-2-6 (1)	SC ⁽⁹⁾
MÇ 11-2	20-50	SL	27,7	16,54	11,16	2,66	K.suz t. ⁽⁶⁾	A-2-6 (1)	SC
MÇ 11-3	50-80	SL	28,6	16,56	12,04	1,93	K.suz t.	A-2-6 (1)	SC
MÇ 15-1	0-30	SL	28,8	18,68	10,12	0,83	K.suz t.	A-2-4 (2)	SC
MÇ 15-2	30-45	SL	28,1	16,68	11,42	0,93	K.suz t.	A-2-6 (1)	SC
MÇ 16-1	0-30	SL	28,5	18,28	10,22	1,00	K.suz t.	A-2-4 (1)	SC
MÇ 16-2	30-60	SL	24,4	14,67	9,73	0,95	K.suz t.	A-2-4 (1)	SC

(1) SL=Kumlu Tın, (2) LL= Likit Limit, (3) PL= Plastik Limit, (4) PI= Plastiklik İndeksi, (5) Orta derecede plastik inorganik killer, (6) Kohezyonsuz topraklar, (7) Amerika Eyalet Karayolları Memurları Birliği, (8) Birleşik Toprak Sınıflama Sistemi, (9) Killi kumlar, kum-kil karışımları

Kum tekstür sınıfındaki örneklerde likit limit değerleri kum oranının fazlalığından sıfır çıkmıştır. Plastik limit değerleri kil oranının azlığından bulunamamıştır. Plastik limitleri non-plastik (NP) düzeydedir (Şekil 5.3.71). Plastiklik indeksi değeri de non-plastik düzeydedir. Likit limit değeri sıfır çıktığından örnekte plastik özellik göstermemiştir. Kil aktivitesi sıfırdır. Kum tekstür sınıfı içindeki toprak örnekleri aktif olmayan kil düzeyinde saptanmıştır. Casagrande plastiklik kartına göre bu tekstürdeki topraklar değerlendirilirken likit limit ve plastiklik indeksi değerleri dikkate alınarak yapılmaktadır. Likit limit değeri sıfır çıktığından örnek kohezyonsuz toprak grubunda yer almaktadır. ASSHO sınıflama sınıfı göre kum tekstür sınıfına sahip toprakların likit limit değerlerinin sıfır ve plastik limitlerinin de NP olması nedeniyle A-3 grubunda yer almaktadır. Grup indeks değerleri 0'dır. Birleşik zemin sınıflama sistemine göre iri taneli zeminlerde (200 no'lu elekten geçen oranı < %50) ince tane oranının % 12'den büyük olduğu örnek Siltli kumlar, kum-silt karışımları (SM) grubunda, ince tane oranının % 5-12 arasında olduğu örnek Kötü derecelenmiş siltli kumlar (SP-SM) grubunda bulunmaktadır (Çizelge 5.3.51).



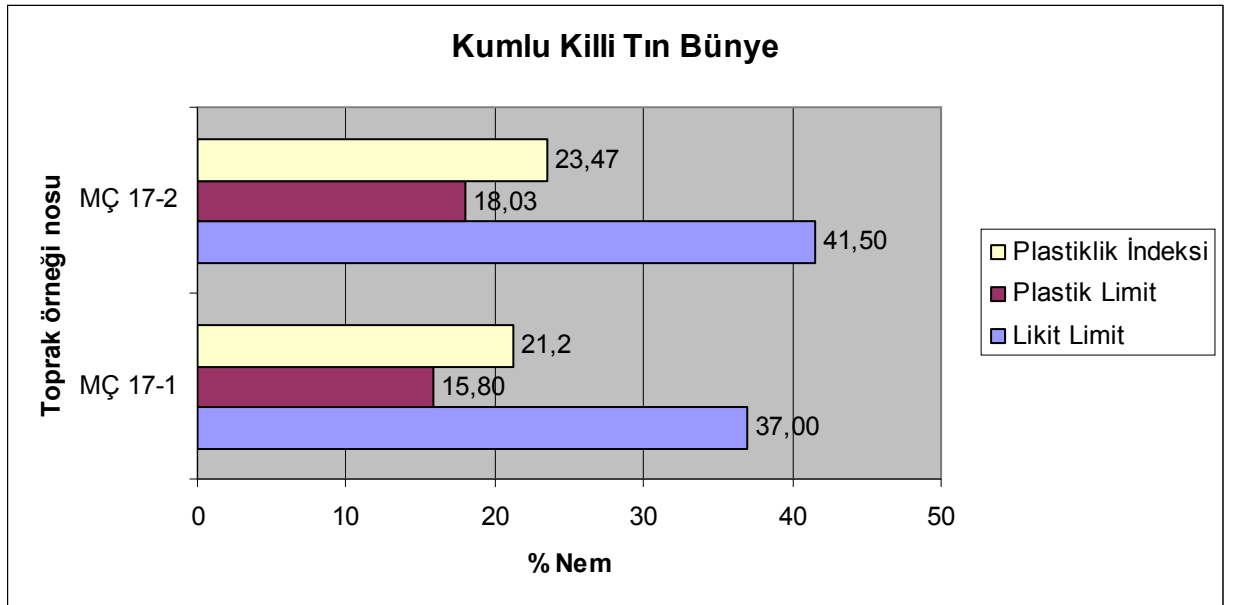
Şekil 5.3.71 . Kum Bünyedeki Örneklerin Kıvam Limitlerinin Karşılaştırılması

Çizelge5.3.51. Kum Bünyedeki Örneklerin Zemin Özelliklerinin Karşılaştırılması

Örnek No	Derinlik (cm)	Tektür Sınıfı	Fiziksel Özellikleri			Kil Aktivitesi	Mühendislik Özellikleri		
			LL ⁽²⁾	PL ⁽³⁾	Pİ ⁽⁵⁾		Casagrande Plastiklik Kartı	ASSHO ⁽⁸⁾	USCS ⁽⁹⁾
MÇ 14-1	0-30	S ⁽¹⁾	0,00	NP ⁽⁴⁾	NP	AD ⁽⁶⁾	K.suz T. ⁽⁷⁾	A-3 (0)	SM ⁽¹⁰⁾
MÇ 14-2	30-60	S	0,00	NP	NP	AD	K.suz T.	A-3 (0)	SP-SM ⁽¹¹⁾

(1) S= Kum, (2) LL= Likit Limit, (3) PL= Plastik Limit, (4) NP= Plastik değil, (5) Pİ= Plastiklik İndeksi, (6) AD= Aktif değil, (7) Kohezyonsuz topraklar, (8)Amerika Eyalet Karayolları Memurları Birliği (9) Birleşik Toprak Sınıflama Sistemi, (10) Siltli kumlar, kum-silt karışımları, (11) Kötü derecelenmiş siltli kumlar

Kumlu killi tın tekstür sınıfındaki örneklerde likit limit değerleri 37,00 ile 41,50 arasında, plastik limit değerleri 15,80 ile 18,03 arasında değişim göstermektedir. Bu değişimin nedeni örneklerin sahip oldukları kil oranı, kil fraksiyonu içinde yer alan kil minerallerinin tipi ve fraksiyon içindeki dağılım oranlarıdır. Kil oranı yüksek olan MÇ 17-2 nolu örneğin likit limit ve plastik limit değeri daha yüksek çıkmıştır (Şekil 5.3.72). Plastiklik indeksi orta plastik 21,20 ile 23,47 arasındadır. Likit limit değeri % 30-50 arasında olan örneklerin orta derecede plastikliğe sahip olduğu görülmüştür. Kil aktivitesi 0,68 ile 0,74 arasında değişmektedir. Kumlu killi tın tekstür sınıfı içindeki toprak örnekleri inaktif kil düzeyinde saptanmıştır. Casagrande plastiklik kartına göre bu tekstürdeki topraklar değerlendirilirken likit limit ve plastiklik indeksi değerleri dikkate alınarak yapılmaktadır. Likit limit değeri % 50'den az olan örnekler orta derecede plastik inorganik killer grubunda yer almaktadır. ASSHO sınıflama sınıfı göre kumlu killi tın tekstür sınıfına sahip toprakların likit limit değerlerinin % 41'den büyük ve plastik limitlerinin de % 11 'den büyük olması nedeniyle A-7-6 grubunda, likit limit değerleri % 40'dan küçük ve plastik limitlerinin de % 11'den büyük olması nedeniyle A-6 grubunda yer almaktadır. Grup indeks değerleri A-7-6 grubu için 6 iken A-6 grubu için 5 'dir. Birleşik zemin sınıflama sistemine göre ince taneli zeminlerde (200 no'lu elekten geçen \geq % 50) likit limit değerinin % 50'den küçük olduğu örnek düşük plastikli inorganik killer (CL) grubunda bulunmaktadır (Çizelge 5.3.52).



Şekil 5.3.72. Kumlu Killi Tın Bünyedeki Örneklerin Kıvam Limitlerinin Karşılaştırılması

Çizelge 5.3.52. Kumlu Killi Tın Bünyedeki Örneklerin Zemin Özelliklerinin Karşılaştırılması

Örnek No	Derinlik (cm)	Tektür Sınıfı	Fiziksel Özellikleri			Kil Aktivitesi	Mühendislik Özellikleri		
			LL ⁽²⁾	PL ⁽³⁾	Pİ ⁽⁴⁾		Casagrande Plastiklik Kartı	ASSHO ⁽⁶⁾	USCS ⁽⁷⁾
MÇ 17-1	0-40	SCL ⁽¹⁾	37	15,8	21,2	0,68	O.p.i.k. ⁽⁵⁾	A-6 (5)	CL ⁽⁸⁾
MÇ 17-2	40-80	SCL	41,5	18,03	23,47	0,74	O.p.i.k.	A-7-6 (6)	CL

(1) SCL=Kumlu Killi Tın, (2) LL= Likit Limit, (3) PL= Plastik Limit, (4) Pİ= Plastiklik İndeksi, (5) Orta derecede plastik inorganik killer, (6) Amerika Eyalet Karayolları Memurları Birliği
(7) Birleşik Toprak Sınıflama Sistemi, (8) Düşük plastikli inorganik killer

5.4.Zemin Mühendisliği Özelliklerine Göre Mekanizasyon İşlemleri (Önerileri)

Tarımsal açıdan en uygun toprak işleme, sıkışma direnci 100 kPa'dan fazla olan katı fazdaki toprağın kıvam indeksini (I_c) 0,75 ile 1,0 arasında sağlayabilecek nem aralığıdır. Özellikle kil içeriği yüksek olan toprağın fazla kuru olması işlemeyi güçleştirecek, enerji girdisini artıracaktır. Kıvam indeksinin 0,75'den daha az olduğu anda işleme yapılması durumunda toprak strüktüründe bozulmalara neden olunacaktır. Bu durum hidrolik iletkenlik, havalanma, bitki besin elementlerinin alımını azaltacak, bitki gelişimi ve mikrobiyal aktiviteyi olumsuz etkileyecektir (Baumgarti, 2002).

Dexter ve Bird (2001) ise toprak işlenebilirliği için optimum nemin, toprak işleme sonucunda en fazla sayıda küçük agregatların elde edilebildiği nem içeriği olduğunu ve bu değerinde plastik limitteki nem düzeyinin yaklaşık % 90'ına eşit olduğunu belirtmişlerdir. Mueller ve ark. (2003) ise yapışkan özellik gösteren topraklarda en uygun işleme için maksimum nem içeriğinin kıvam indeksin 1,15'indeki nem ve PL'deki nemin % 90'ı olduğunu bildirmişlerdir.

Likit limit değerlerindeki nem oranları yükseldikçe toprağın kil fraksiyonundaki kil tipleri önem kazanmaktadır. Smektit ve vermikulit gibi 3 levhali, şişme-büzülme özelliği gösteren killer hakim oldukça kil oranları artan topraklarda da likitidenin oluşması için yüksek nem içeriğine gereksinim vardır. Smektit tipi kile rölatif olarak fazla oranda sahip toprakların yük taşıma kapasiteleri, diğer topraklara oranla daha düşüktür (Cangir ve Boyraz, 1999). MÇ 1, MÇ 3, MÇ 4, MÇ 10, MÇ 12, MÇ 13-1 MÇ 17-2 nolu örneklerin likit limit değerleri % 40'dan fazla olduğu için bu örneklerin smektit kil tipini içerdikleri düşünülebilir (Çizelge 5.4.53).

Mertdoğan (1982) , toprağın sıkışma indisi ile LL arasında doğrusal bir ilişkinin olduğunu belirtmiş, eşit LL'e sahip topraklarda ise artan plastik limite karşılık olarak direncin (kesme sağlamlığı) yükseldiğini, sıkışabilirlik ve geçirgenliğin ise düştüğünü saptamıştır. Kumlu zeminlerde belirlenen proktor eğrisinde sivrilik olmadığını, kil içeriği arttıkça sivrilik artacağını belirten araştırmacı, sıkıştırma kullanılan keçi ayağı silindirinin devir sayısındaki artışların, optimum su içeriğinden sonra sıkıştırmayı artırmadığını göstermiştir.

Plastik limit değeri toprakların tav koşulları ve uygun sürüm teknikleriyle işleme için önem kazanmaktadır. PL sınırının üzerindeki nem koşullarında sürülürse toplam gözeneklilik oranında azalma oluşacak ve gözenekliliğin azaldığı oranda da su ve hava geçirgenliği azalacak, kökler normal koşullarda gelişemeyecek ve toprak agregatları düzensiz dağılırarak, bağımsız parçalarında balçıklaşması kaçınılmaz olacaktır. PL'in altında sürülürse bu seferde pulluk katmanı derinliğinde büyük kesekler buda ideal yüksek bir tohum yatağının oluşturulması zorlaşır ve karıştırarak işleyen aletlerle sürüm sayısı arttırılarak, ekonomik olmayan sürüm sistemleri ortaya çıkarır (Cangir ve Boyraz, 1999).

Çiftlik ve köy planları yapılırken Pİ değerleri sürüm zamanlarının belirlenmesinde kullanılır. Pİ değerleri büyük olan topraklar daha uzun zamanda tava gelirken; Pİ değeri küçük olan topraklar daha kısa zamanda tava gelmektedirler. Planlama yapılırken Pİ değeri küçük olan topraklardan büyük olan topraklara doğru bir sürüm çizelgesinin hazırlanması gerekmektedir.

Pİ yüksek olan zeminlerde, toprağın su kaybetmesiyle oluşabilecek hacim değişiminde büzülme yoluyla artış görülecektir; bununla birlikte ıslanmanın da neden olabileceği şişme özelliğinde de yükselme mevcuttur (Cangir ve Boyraz, 1999). MÇ 4 ve MÇ 10 nolu örneklerin plastik indeksi değeri büyük olduğundan toprak işleme esnasında balçıklaşma tehlikesi çok yüksektir.

Toprakların tarımsal üretim planlamaya veya diğer mühendislik çalışmalarına uygunluğuna karar verilirken yararlanılan AASHO sınıflarının grup indeks değeri daha küçük olan kullanıma büyük olandan daha uygundur.

AASHO sınıflarına göre A-6 ve A-7-6 grubunu oluşturan ve grup indeks değeri 16'dan yüksek olan topraklar simektit kil mineralinin başat olduğu vertisol topraklardır. Birleşik toprak sınıflamasına göre; yüksek plastik inorganik, yağlı killer grubundadır. Bu toprakları kötü nitelikli zemin özelliğinde olmalarına karşın; tarımsal üretim planlamasında buğday, mısır, özellikle ayçiçeği, soya, macar fiği, korunga ve mera tarımına yüksek derecede uygun niteliktedir. Ancak yaz aylarında geniş boyutta çatlak oluşturan araziler, bu dönemde otlayan hayvanların ayaklarının çatlaklara girerek kırılmasını önlemek amacıyla mera olarak kullanılmamalıdır (Cangir ve ark., 2007). Araştırma örneklerinde MÇ 4-1, MÇ 4-2, MÇ 10-1 ve MÇ 10-2 nolu topraklar bu özelliklere sahiptirler (Çizelge 5.4.53). Bu toprakların tarımsal

üretim planlamalarında orta derecede uygun olarak kullanılmalarının sebebi şişme-büzülme özelliğinden dolayı işleme koşullarında meydana getirdikleri zorluklardır.

Çizelge 5.4.53 . Likit Limit Değeri % 40'dan Fazla Olan Örnekler

ÖRNEK	DERİNLİK	Tekstürü	LL	PL	PI	CASAGRANDE KARTI	ASSHO	USCS
MÇ 1-1	(0-20 cm)	SiC	47,8	17,24	30,56	O.p.i.k.	A-7-6 (12)	CL
MÇ 1-2	(20-50 cm)	C	43,2	18,24	24,96	O.p.i.k.	A-7-6 (12)	CL
MÇ 3-1	(0-20 cm)	CL	43,8	19,84	23,96	O.p.i.k.	A-7-6 (13)	CL
MÇ 3-2	(25-60 cm)	SiC	52,5	21,09	31,41	F.p.i.k.	A-7-6 (15)	CH
MÇ 4-1	(0-20 cm)	C	55,2	20,57	34,63	F.p.i.k.	A-7-6 (15)	CH
MÇ 4-2	(25-60 cm)	SiC	57,8	21,5	36,3	F.p.i.k.	A-7-6 (16)	CH
MÇ 10-1	(0-30 cm)	C	73,9	24,66	49,24	F.p.i.k.	A-7-6 (18)	CH
MÇ 10-2	(30-120 cm)	SiC	63,8	22,56	41,24	F.p.i.k.	A-7-6 (17)	CH
MÇ 12-1	(0-25 cm)	L	41,2	18,12	23,08	O.p.i.k.	A-7-6 (8)	CL
MÇ 12-2	(25-60 cm)	L	43,9	20,33	23,57	O.p.i.k.	A-7-6 (10)	CL
MÇ 13-1	(0-30 cm)	L	42,9	16,99	25,91	O.p.i.k.	A-7-6 (7)	CL
MÇ 17-2	(40-80 cm)	SCL	41,5	18,03	23,47	O.p.i.k.	A-7-6 (6)	CL

Maksimum yoğunluğu oluşturan nem oranları, yüksek tonajlı toprak işleme ekipmanları veya anız bozma, balya toplama gibi ekimden hasada kadarki her türlü trafik işlemleriyle topraklara uygulanan basınçla, sıkışma (kompaksiyon)'nın yüksek oranda oluşması, tarım toprakları için sakınılması gerekli bir özelliktir. Kompaksiyona uğrayan toprakların gözeneklilik konumları bozularak su, hava ve kök iletişimi olumsuz etkilenir. Ayrıca bu topraklarda, anaerobik koşullarda denitrifikasyon oluşumu artar. Arzu edilmeyen kesekli toprakların oluşmasını önlemek ve toprak işleme aletlerinin makaslama veya sürtünme mukavemetini arttırmadan normal tav koşullarında adhezyonla kohezyonun kesişme noktasında granülasyonu sağlamak ve toprak sıkışmasını da en düşük düzeyde oluşturmak amacıyla dikkat edilmesi gereken optimum nem koşullarına uyulması gerekir (Cangir ve Boyraz, 1999). Araştırma örneklerinin ideal tav koşulunu sağlayan nem aralıkları ve maksimum yoğunluktaki en uygun nem kapsamı (Proctor) çizelge 5.4.54'de verilmiştir.

Çizelge 5.4 54. Örneklerin Tav Koşulundaki Yüzde Nem Aralıkları ve Proctor Yüzdeleri

Örnek No	Derinlik	Tekstür Sınıfı	Max yoğunluk en uygun nem kapsamı- Proctor (%nem)	Tav koşulu nem aralığı %nem
MÇ 1-1	(0-20 cm)	SiC	17,8	15 ± 1,5
MÇ 1-2	(20-50 cm)	C	16,3	19 ± 1,5
MÇ 2-1	(0-20 cm)	L	15,8	19 ± 1,5
MÇ 2-2	(25-60cm)	CL	15,3	19 ± 2
MÇ 3-1	(0-20 cm)	CL	16,8	20 ± 2
MÇ 3-2	(25-60 cm)	SiC	18,3	21 ± 2
MÇ 4-1	(0-20 cm)	C	19,7	23 ± 1,5
MÇ 4-2	(25-60 cm)	SiC	19,8	23 ± 1,5
MÇ 5-1	(0-20 cm)	CL	15	18 ± 1,5
MÇ 5-2	(25-60 cm)	CL	13,6	17 ± 2
MÇ 6-1	(0-20 cm)	L	14,9	18 ± 1,5
MÇ 6-2	(25-60 cm)	CL	13,8	18 ± 2
MÇ 7-1	(0-20 cm)	L	16,2	20 ± 3
MÇ 7-2	(30-65 cm)	CL	15,3	19 ± 2
MÇ 8-1	(0-20 cm)	CL	14,5	18 ± 2
MÇ 8-2	(20-60 cm)	CL	15,1	18 ± 1,5
MÇ 9-1	(0-40 cm)	CL	15,8	19 ± 2
MÇ 9-2	(40-70 cm)	CL	14,9	18 ± 2
MÇ 10-1	(0-30 cm)	C	22,5	27 ± 2
MÇ 10-2	(30-120 cm)	SiC	20,3	25 ± 2
MÇ 11-1	(0-20 cm)	LS	13,7	18 ± 2,5
MÇ 11-2	(20-50 cm)	SL	13,1	18 ± 3
MÇ 11-3	(50-80 cm)	SL	9,4	16 ± 4
MÇ 11-4	(+80 cm)	SL	---	---
MÇ 12-1	(0-25 cm)	L	16,2	19 ± 2
MÇ 12-2	(25-60 cm)	L	17,4	21 ± 2,5
MÇ 13-1	(0-30 cm)	L	16,4	20 ± 1,5
MÇ 13-2	(30-60 cm)	L	14,3	18 ± 2,5
MÇ 14-1	(0-30 cm)	S	---	---
MÇ 14-2	(30-60 cm)	S	---	---
MÇ 15-1	(0-30 cm)	SL	14	19 ± 3
MÇ 15-2	(30-45 cm)	SL	13,1	17 ± 2,5
MÇ 16-1	(0-30 cm)	SL	13,8	18 ± 2,5
MÇ 16-2	(30-60 cm)	SL	12,1	16 ± 2,5
MÇ 17-1	(0-40 cm)	SCL	15,3	19 ± 2
MÇ 17-2	(40-80 cm)	SCL	16,5	20 ± 2

Bir işletmede toprak amenajman projelerinde, toprak mekanizasyonu planlama çalışmaları için, toprak etüd ve haritalama çalışmaları ile belirlenen Toprak Serilerine (her bir ayrıcalıklı toprak tipleri veya cinsleri) bağlı olarak oluşturan parsellerin, ideal tav ortamını sağlayan nem koşullarına göre haritalar düzenlenmeli veya sıralı çizelgeler oluşturulmalıdır. Bu duruma göre sürüme en uygun nem koşuluna gelen parseller, uygun tarım aletleri ile sürülürse en ideal agregasyon ortamı ve tohum yatağının oluşumu sağlanabilecektir. Sürüme en uygun nem koşullarına bağlı olarak sürüme veya trafiğe izin verilirse, toprağın alt katmanlarında trafik tabanı denilen, kompaksiyona uğramış geçirimsiz, sertleşmiş ve hacim ağırlığı artan katmanların daha uzun sürede oluşması sağlanarak; toprağın kötü fiziksel koşulları kısa dönem içinde, hemen oluşmayacaktır. Aynı zamanda hasadın yapılması, anız atıklarının balyalanması ve toplanması gibi işlemlerde de; toprağın işlem sırasındaki nem koşuluna dikkat edilerek, proctor analizi ile elde edilen nem koşullarında kesinlikle parseller içinde trafik akışına izin verilmemelidir (Cangir ve Boyraz, 1999).

5.5. Zemin Mühendisliği Özelliklerine Göre Kullanılma Olanakları

Zemin mühendisliği özelliklerine göre kullanılma olanakları toprak örneklerinin bulunduğu birleştirilmiş toprak sınıflama sistemine (USCS) göre belirlenmektedir. Toprakların mühendislik özelliklerine göre arazi kullanım planlamaları yapılmaktadır. Yerleşim yerlerinin genişleme alanı, baraj / gölet gibi inşaat amaçlı yapıları, ikincil yolları, çöp alanları, kırsal alanda binaya yapım yatkınlığı, insan atıklarının boşaltımı için derecelendirme, rekreasyon amaçlı planlama ve piknik alanlarının yer seçimi gibi çözümlenmeli yaklaşımlar bu mühendislik özelliklerine göre belirlenmektedir.

SP-SM sınıfında bulunan örnek kötü derecelendirilmiş siltli kumlardan oluşmasından dolayı toprak taneleri arasında boşluklar bulunmaktadır. Buda toprağın geçirgenliğini arttırmaktadır. Sıkıştırılmış ve doygun konumdaki toprağın kayma direnci iyidir. Sıkıştırılmış ve doygun konumdaki bu toprakların oturma olasılığı çok azdır. Bu topraklar toprak barajlarının yapımında homojen dolgu ve çekirdek malzemesi olarak kullanılamaz. Kaynak ve akış ağzı dolgusal kaplaması olarak da içinde çakıl bulunmadığından kullanıma uygun değildir. Kanallarda sıkıştırılmış toprak kaplama olarak geçirgenliğinin fazla olmasından dolayı kullanılamaz. Erozyona direnci çok azdır. Yol (soşe) kaplaması olarak kullanılamaz (Çizelge 5.5.55).

SM sınıfında bulunan örnekler siltli kumlardan oluşmasından dolayı toprak taneleri arasında boşluklar bulunmaktadır. Bu topraklar yarı geçirimli ile geçirimsiz arasında bir özellik göstermektedir. Sıkıştırılmış ve doygun konumdaki toprağın kayma direnci iyidir. Sıkıştırılmış ve doygun konumdaki bu toprakların oturma olasılığı azdır. Bu topraklar toprak barajlarının yapımında homojen dolgu ve çekirdek malzemesi olarak kullanıma uygun değildirler. Kaynak ve akış ağzı dolgusal kaplaması olarak da kullanılamazlar. Kanallarda sıkıştırılmış toprak kaplama olarak erozyon riskinin bulunmadığı koşullarda bile kullanıma kritiktir. Erozyona direnci çok azdır. Yol (soşe) kaplaması olarak fazla uygun değildir (Çizelge 5.5.55).

SC sınıfında bulunan örnekler killi kumlardan oluşmasından dolayı toprak taneleri arasındaki boşluklar azdır. Bu topraklar geçirimsizdir. Sıkıştırılmış ve doygun konumdaki toprağın kayma direnci iyi ile orta arasında değişmektedir. Sıkıştırılmış ve doygun konumdaki bu toprakların oturma olasılığı azdır. Bu topraklar toprak barajlarının yapımında homojen

dolgu ve çekirdek malzemesi olarak sıkıştırılabilme özelliğinden dolayı kullanıma uygundur. Kaynak ve akış ağzı dolgusal kaplaması olarak kullanılamazlar. Kanallarda sıkıştırılmış toprak kaplama olarak kullanıma çok uygundur. Erozyona direnci orta seviyededir. Yol (soşe) kaplaması olarak kullanıma çok uygundur (Çizelge 5.5.55).

CL sınıfında bulunan örnekler kumlu siltli killerden oluşmasından dolayı toprak taneleri arasındaki boşluklar çok azdır. Bu topraklar geçirimsizdir. Sıkıştırılmış ve doymuş konumdaki toprağın kayma direnci orta seviyededir. Sıkıştırılmış ve doymuş konumdaki bu toprakların oturma olasılığı orta seviyededir. Bu topraklar toprak barajlarının yapımında homojen dolgu olarak kullanıma orta derecede uygundur. Daha çok çekirdek malzemesi olarak kullanılması gerekmektedir. Kaynak ve akış ağzı dolgusal kaplaması olarak kullanılamazlar. Kanallarda sıkıştırılmış toprak kaplama olarak kullanıma uygundur. Erozyona direnci çok azdır. Yol (soşe) kaplaması olarak kullanıma uygun değildir (Çizelge 5.5.56).

CH sınıfında bulunan örnekler kumlu yağlı killerden oluşmasından dolayı toprak taneleri arasındaki boşluklar yok denecek kadar azdır. Bu topraklar geçirimsizdir. Sıkıştırılmış ve doymuş konumdaki toprağın kayma direnci zayıftır. Sıkıştırılmış ve doymuş konumdaki bu toprakların oturma olasılığı fazladır. Bu topraklar toprak barajlarının yapımında homojen dolgu ve çekirdek malzeme olarak kullanıma uygun değildir. Kaynak ve akış ağzı dolgusal kaplaması olarak kullanıma pek uygun değildir. Kanallarda sıkıştırılmış toprak kaplama olarak kullanılamaz. Erozyona direnci yoktur. Yol (soşe) kaplaması olarak kullanılamaz (Çizelge 5.5.56).

Çizelge 5.5 55. İnceleme Topraklarının Bazı Zemin Mühendisliği Özelliklerine Göre Kullanılma Olanakları

Toprak No	USCS Sınıfı	Sıkıştırılmış toprağın geçirgenliği	Sıkıştırılmış ve doyun konumdaki toprağın kayma direnci	Sıkıştırılmış ve doyun konumdaki toprağın oturması	Toprak Barajda			Kanallarda		Yol (Şose) kaplaması
					Homojen dolgu	Çekirdek malzeme	Kaynak ve akış ağız dolgusal kaplaması	Erozyona direnç	Sıkıştırılmış toprak kaplama	
MÇ 14-2	SP	Geçirimli	İyi	Çok az	---	---	4 Çakıl var ise	7 Çakıl var ise	---	---
MÇ 11-4	SM	Yarı geçirimli ile geçirimsiz	İyi	Az	4	5	---	8 Çakıllı ise	5 Erozyon kritik	6
MÇ 14-1										
MÇ 11-1	SC	Geçirimsiz	İyi ile orta	Az	3	2	---	5	2	2
MÇ 11-2										
MÇ 11-3										
MÇ 15-1										
MÇ 15-2										
MÇ 16-1										
MÇ 16-2										

Çizelge 5.5.56. İnceleme Topraklarının Bazı Zemin Mühendisliği Özelliklerine Göre Kullanılma Olanakları

Toprak No	USCS Sınıfı	Sıkıştırılmış toprağın geçirgenliği	Sıkıştırılmış ve doygun konumdaki toprağın kayma direnci	Sıkıştırılmış ve doygun konumdaki toprağın oturması	Toprak Barajda			Kanallarda		Yol (Şose) kaplaması
					Homojen dolgu	Çekirdek malzeme	Kaynak ve akış ağızı dolgusal kaplaması	Erozyona direnç	Sıkıştırılmış toprak kaplama	
MÇ 1-1	CL	Geçirimsiz	Orta	Orta	5	3	---	9	3	7
MÇ 1-2										
MÇ 2-1										
MÇ 2-2										
MÇ 3-1										
MÇ 5-1										
MÇ 5-2										
MÇ 6-1										
MÇ 6-2										
MÇ 7-1										
MÇ 7-2										
MÇ 8-1										
MÇ 8-2										
MÇ 9-1										
MÇ 9-2										
MÇ 12-1										
MÇ 12-2										
MÇ 13-1										
MÇ 13-2										
MÇ 17-1										
MÇ 17-2										
MÇ 3-2	CH	Geçirimsiz	Zayıf	Fazla	7	7	---	---	8	---
MÇ 4-1										
MÇ 4-2										
MÇ 10-1										
MÇ 10-2										

6.KAYNAKLAR

- Akçalı E, Arman H (2006).** Baraj Dolgularında Kullanılan Doğal Malzemenin Seçim Kriterleri ve Limit Aşımının Doğuracağı Tehlikeler. SAÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 10. Cilt, 2. Sayı, sf:16-23.
- Aydeniz A, Brohi A (1991).** Gübreler ve Gübreleme. Cumhuriyet Üniversitesi Tokat Ziraat Fakültesi Yayınları:10, Ders Kitabı:3, Tokat.
- Başkan O (2004).** Gölbaşı Yöresi Topraklarının Mühendislik-Fiziksel Özellik İlişkilerinde Jeo-istatistik Uygulaması. Doktora Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Sf:5-9,80-88, Ankara.
- Baumgarti T (2002).** Atterberg Limits. Encyc. Of Soil Sci. Marcel Dekker Inc. Pp:89-93.
- Black CA (1965).** Methods of Soil Analysis, Part II. American Society of Agronomy, Inc. Publisher No:9, S:1572, Madison, Wisconsin, U.S.A.
- Bouyoucus GY (1951).** A Calibration Of The Hydrometer For Making Mechanical Analysis of Soils. Agronomy Journal. 43: 5. Pp:434-438.
- Cangir C (1991).**Toprak Bilgisi.Trakya Üniversitesi Tekirdağ Ziraat Fakültesi, Yayın No:116 Ders Kitabı No:5, Sf: 98-119, Tekirdağ.
- Cangir C, Kapur S, Boyraz D (1997a).** Tekirdağ'da Oligosen Denizel Çökellerin Oluşturduğu Toprakların Kil Mineralojisi Ve Mühendislik Yorumları. VIII.Ulusal Kil Sempozyumu,24-27 Eylül 1997, Dumlupınar Üniversitesi, Sf:499-508, Kütahya.
- Cangir C, Boyraz D (1997b).** Tekirdağ'da Toprak Sanayi Sektörünün Konumu ve Sorunları. Trakya'da Sanayileşme ve Çevre Sempozyumu II, Sf:263-273, Tekirdağ.
- Cangir C, Boyraz D (1999).** Trakya'da Farklı Oranlarda Kil ve Kil Minerallerini İçeren Toprakların İşleme Ve Tav Koşulları. IX. Ulusal Kil Sempozyumu, 15-18 Eylül 1999, İstanbul Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Sf:149-155, İstanbul.
- Cangir C, Kapur S, Boyraz D,Akça E (2001).**Trakya'da Argilasyona Uğrayan Tipik Toprak Profillerindeki Kil İlüviyasyonunun ve Kil Zarlarını Bitki Gelişmesi Üzerindeki İşlevleri. X.Ulusal Kil Sempozyumu, 19-22 Eylül 2001, Selçuk Üniversitesi, sf:537-546, Konya.
- Cangir C, Boyraz D (2005a).** Edirne-İstanbul TEM Otoyolu (E-80) Güzergâhı Arazilerinin Toprak Mühendislik Özellikleri ve Amaç Dışı Arazi Kullanımıyla Olan İlişkileri. XII. Ulusal Kil Sempozyumu, Kil 2005, 05-09 Eylül 2005, Bildiriler Kitabı, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, sf:501-502, Van.
- Cangir C, Kapur S, Boyraz D (2005b).** Tarım Topraklarının Mineralojik ve Toprak Mühendisliği Özelliklerinden Yararlanarak Sürüm Koşulları Haritasının Modellenmesi. XII. Ulusal Kil Sempozyumu, Kil 2005, 05-09 Eylül 2005, Bildiriler Kitabı, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, sf:625-626, Van.

- Cangir C, Kapur S, Boyraz D, Akça E (2007).** Bir Köy Arazisi Topraklarının Kil Mineralojilerinden Yararlanarak Toprak (Zemin) Mühendisliği Özelliklerinin Saptanması ve Ayrıntılı Toprak Haritalarının Yardımıyla Arazi Kullanım Planlamasının Oluşturulması. XIII, Ulusal Kil Sempozyumu Bildiriler Kitabı, 12-14 Eylül 2007, Süleyman Demirel Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Isparta. Kil Bilimleri Türk Milli Komitesi S:302-321, Berkay Ofset, Ankara. ISBN-978-9944-89-334-3.
- Demiralay İ, Güresinli YZ (1979).** Erzurum Ovası Topraklarının Kıvam Limitleri ve Sıkışabilirliği Üzerinde Bir Araştırma. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 10 (1-2):77- 93, Erzurum.
- Dexter AR, Bird NRA (2001).** Methods For Predicting The Optimum And The Range Of Soil Water Contents For Tillage Based On The Water Retention Curve. Soil Til. Res. 57: 203-212.
- Dipova N (2005).** Antalya Tufa Platosundaki Zeminlerin Mühendislik Özellikleri. Antalya Yöresinin İnşaat Mühendisliği Sorunları Kongresi, 22-25 Eylül 2005, Antalya.
- Dursun H, Dizdar MY, Kırıštoğlu Ş, Özcan İ, Hamurkâr Y (2008).** Toprak ve Arazi Sınıflaması Standartları Tekniği Talimatı ve İlgili Mevzuatı. T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Tarımsal Üretim ve Geliştirme Genel Müdürlüğü, Ankara.
- FAO (1990).** Micronutrient Assesment At The Country Level: An İnternational Study. FAO, Soil Bulletin 63.Rome.
- Güçdemir İH (2006).** Türkiye Gübre ve Gübreleme Rehberi. T.C.Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü Yayınları. Genel Yayın No:231. Teknik Yayınlar, No.T:69, Ankara.
- Gülser C, Candemir F (2006).** Ondokuz Mayıs Üniversitesi Kurupelit Kampus Topraklarının Bazı Mekaniksel Özellikleri ve İşlenebilirlikleri Üzerinde Bir Araştırma. OMU Ziraat Fakültesi Dergisi, 21(2):213-217, Samsun.
- Hızalan E, Ünal H (1966).** Topraklarda Önemli Kimyasal Analizler. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, 278. Yrd. Ders Kitabı, 97, Ankara.
- Jackson ML (1958).** Soil Chemical Analysis, Prentice Hall Inc. Englewood Cliffs, N.J., U.S.A.
- Kacar B, Katkat V (1998).** Bitki Besleme. Uludağ Üniversitesi Güçlendirme Vakfı Yayın No: 127,Bursa.
- Kara, E.E., M. Apan, A. Korkmaz, C. Gülser, Kara, T.,1993.** Ondokuz Mayıs Üniversitesi Yerleşim Sahası Topraklarının Etüt ve Haritalanması, Sulama Yönünden Özelliklerini Belirlenmesi. O.M.Ü. Proje Sonuç Raporu (Z-073), Samsun.

- Karayolları Genel Müdürlüğü (1967).** Toprak Mühendisliği Bilgileri ve Deneyleri. Bayındırlık Bakanlığı, Karayolları Genel Müdürlüğü, Yayın No:146, Karayolları Matbaası, sf:155, Ankara.
- Koca MY (1999).** İzmir Yöresinde Andezitlerin Bozunma Ürünü Killerin Oluşum Şekilleri ve Mühendislik Özellikleri. Türkiye Jeoloji Bülteni, Cilt 42, Sayı 2, Sf:39-49.
- Larney FJ, Fortune RA, Collins JF (1988).** Intrinsic Soil Physical Parameters For Sugar Beet Seedbed Preparation. Soil Tillage Resources, 12; 253-267.
- Lindsoy WL, Norwell WA (1969).** Development Of A DTPA Micronutrient Soil Test. Soil Sci. Am. Proc. 35: 600-602.
- Mertdoğan S (1982).** Toprak Mekaniği Laboratuvar El Kitabı. Köyişleri ve Koop. Bakanlığı Topraksu Gn. Md. Yayınları, No: 173, Ankara.
- Mueller W (1985).** Standortkundliche Voraussetzungen fuer die Gefuegemenlioration durch Tieflockerung im humiden Klima. In: Die Gefuegemenlioration durch Tieflockerung-Bisherige Erfahrungen und Ergebnisse Schriftenreihe des Deutschen Verbandes fuer Wasserwirtschaft und Kulturbau e.V. (DVWK) Heft 70. Verlag Paul Parey, pp. 1-34. Hamburg und Berlin.
- Mueller L, Schindler U (1998).** Wetness Criteria For Modelling Trafficability And Workability Of Cohesive Arable Soils. Proceedings Of Seventh Annual Drainage Symposium On Drainage İn The 21st Century: Food Production And The Environment, March 8-10, Pp.472-479, Orlando.
- Mueller L, Schindler U, Fausey NR, Lal R (2003).** Comparison Of Methods For Estimating Maximum Soil Water Content For Optimum Workability. Soil Till. Res. 72:9-20.
- Munsuz N, Ünver İ (1983).** Toprak Mekaniği ve Teknolojisi Uygulama Kılavuzu (Bölüm 1). A.Ü. Ziraat Fakültesi, Toprak Bölümü, Ankara. Teksir No: 104.
- Munsuz N (1985).** Toprak Mekaniği ve Teknolojisi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 922, Ankara.
- Richards LA (1954).** Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils. U.S.D.A. Handbook: 60.
- Sağlam MT, Cangir C, Bahtiyar M, Tok HH (1993).** Toprak Bilimi. Trakya Üniversitesi Tekirdağ Ziraat Fakültesi Yayınları, sf:64-89, Tekirdağ.
- Seed BH, Woodward RJ, Lundgren R (1964).** Clay Mineralogical Aspects of the Atterberg Limits: Journal of the Soil Mechanics and Foundation Division, ASCE Vol:90, pp:107-131,U.S.A.
- Smedema LK (1993).** Drainage Performance And Soil Management. Soil Technol. 6:183-189.

Soil Survey Staff (1963). Soil Survey Laboratory Methods And Procedures for Collecting Soil Samples. Soil Survey Investigatoin Report No:1, USDA, Washington, USA.

Soil Survey Division Staff (1993). Soil Survey Manual by Soil Survey Division Staff. United States Department of Agriculture Handbook No:18, USDA, Washington, USA.

Terzagli A, Hoogmoed WB, Miedema R (1988). The Use Of The ‘Wet Workability Limit’ to Predict The Land Quality ‘Workability’ For Some Uraguayn Soils. Netherland Journal Of Agricultural Science, 36: 91-103.

Yakupoğlu T, Özdemir N (2006). Erozyona Uğramış Topraklarda Organik Atık Uygulamalarının Bazı Mekaniksel Özelliklere Etkisi. OMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi, 21(2):173-178, Samsun

Yılmaz G, Arasan S, Yetimoğlu T (2008). Katı Atık Depolama Alanlarındaki Taban Kil Şiltelerinin Geçirimsizliklerine Nacl Tuzunun Etkisi. İMO Teknik Dergi, 286: 4347-4356.

TEŞEKKÜRLER

Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak hazırlanan bu çalışmanın yürütülmesi sırasında danışmanlığımı üstlenen, başta konu seçimi olmak üzere ders aşamasından tezin bitimine kadar geçen süre içerisinde her türlü yardımlarını ve katkılarını esirgemeyen danışman hocam Sayın Yrd. Doç. Dr. Duygu BOYRAZ'a teşekkür ederim.

Tezimin bulgularının değerlendirilmesinde engin bilgi ve tecrübelerinden yararlandığım Sayın Prof. Dr. Cemil CANGİR'e ve yardımlarını esirgemeyen Arş. Gör. Esin GÖNÜLSÜZ ve Arş. Gör. Hüseyin Sarı'ya teşekkür ederim.

Arazi ve laboratuvar çalışmalarında yardımcı olan arkadaşlarıma teşekkürlerimi sunarım.

Bu çalışmada, hayatım boyunca benden hiçbir şekilde emeğini esirgemeyen, başta annem, babam ve kardeşim olmak üzere, bana her türlü desteği veren değerli arkadaşım Göker ATILGAN'a teşekkür ederim.

ÖZGEÇMİŞ

- ❖ Ziraat Mühendisi Melis ÇAĞLAR 16.08.1984 yılında Bursa'da doğdu.
- ❖ İlk , orta ve lise öğrenimini İstanbul'da yaptı.
- ❖ 12.06.2006 tarihinde Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat ToprakFakültesi Toprak Bölümü'nden bölüm birincisi olarak mezun oldu.
- ❖ 2007 yılının eylül ayında Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü'nde Yüksek Lisans çalışmalarına başladı.