T.C.

HARRAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HARRAN ÜNİVERSİTESİ OSMANBEY KAMPÜSÜNDE BULUNAN ARAZİ TOPRAKLARININ BAZI MEKANİK ÖZELLİKLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Ayşegül KUŞ

TOPRAK BİLİMİ ve BİTKİ BESLEME ANABİLİM DALI

ŞANLIURFA
2020

Doç.Dr. Ali Rıza ÖZTÜRKMEN danışmanlığında, Ayşegül KUŞ'un hazırladığı **"Harran Üniversitesi Osmanbey Kampüsünde Bulunan Arazi Topraklarının Bazı Mekanik Özelliklerinin Değerlendirilmesi"** konulu bu çalışma 16/06/2020 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı'nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

İmza

Danışman : Doç. Dr. Ali Rıza ÖZTÜRKMEN ……

Üye : Prof. Dr. Abdullah BARAN ……

Üye : Doç. Dr. Ahmet ALMACA ……

Bu Tezin Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalında Yapıldığını ve Enstitümüz Kurallarına Göre Düzenlendiğini Onaylarım.

Doç. Dr. İsmail HİLALİ
Enstitü Müdürü

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖZET.....i
ABSTRACT.....ii
TEŞEKKÜR.....iii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....iv
ÇİZELGELER DİZİNİ.....v
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ vi
1.GİRİŞ 1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....4
3. MATERYAL ve YÖNTEM..... .10
3.1. Materyal..... 10
3.1.1.Çalışma alanının yeri ve koordinatları..... 10
3.1.2.Toprak örneğinin analize hazırlanması.....11
3.1.3.Bölgenin iklim özellikleri ve topoğrafyası.....12
3.2. Yöntem.....13
3.2.1.Kireç içeriği.....13
3.2.2.Organik madde içeriği.....14
3.2.3.Toprak reaksiyonu (pH) içeriği.....14
3.2.4.Elektriksel iletkenlik (EC).....15
3.2.5.Su muhteva içeriği.....15
3.2.6.Tane büyüklüğü dağılımı belirlenmesi (ıslak yıkamalı yöntem).....16
3.2.7.Atterberg limitleri (kıvam limitleri).....17
3.2.8.Tane yoğunluğu (özgül ağırlığı).....21
3.2.9.Proktor deneyi (kompaksiyon).....23
3.2.10.Konsolidasyon (tek yönlü konsolidasyon).....25
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA.....28
4.1. Toprağın bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri.....28
4.2. Toprağın mühendislik özellikleri.....30
4.2.1.Kıvam limitlerinin değerlendirilmesi.....31
4.2.2.Tane büyüklüğü dağılımın grafiklerle yorumlanması.....35
4.2.3.Kompaksiyon ve eğrileri.....40
4.2.4.Konsolidasyon ve verileri.....44
5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER.....48
5.1.Sonuçlar.....48
5.2.Öneriler.....49
KAYNAKLAR.....51
ÖZGEÇMİŞ.....54
EK 1.....55
EK 2.....59

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

HARRAN ÜNİVERSİTESİ OSMANBEY KAMPÜSÜNDE BULUNAN ARAZİ TOPRAKLARININ BAZI MEKANİK ÖZELLİKLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Ayşegül KUŞ

Harran Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Ali Rıza ÖZTÜRKMEN
Yıl: 2020, Sayfa:61

Harran Üniversitesi Osmanbey Kampüsünde bulunan toprakların bazı mekanik özelliklerini saptamak amacıyla zeminin mühendislik kullanımlarına bağlı bazı analizleri yapılmıştır. Çalışma alanından tarla, bahçe, zeytinlik, orman, işlenmemiş alan gibi farklı kullanımı içeren 8 toprak örneklemeleri üzerinde çalışılmıştır. Alınan toprakların mekanik ve bazı kimyasal analizleri yapılarak, tüm özellikler tablo halinde sunulmuş, granülasyon eğrileri oluşturulmuştur. Farklı kullanım alandaki 8 toprak örneğinin bileşik toprak sınıflarından; CL, CH gibi toprak grupları ve atterberg limitleri (kıvam limitleri) tespit edilmiş, verimlilik açısından da değerlendirilmiştir. Bulundukları farklı kullanım durumlarına göre toprak örneklerinin mekaniği ve mühendislik özelikleri ortaya konmuştur. Toprağın mekanik özelliklerinin zemin mühendisliği üzerine etkisinin kıyaslaması yapılmıştır. Örneklerin granülasyon eğrileri toprağın göstermiş olduğu tane büyüklükleri dağılımları zemin mühendisliği özelliklerini belirlemektedir. Alınan topraklar, genellikle ince bünyeli olduğu görülmekte, düşük düzeyde organik madde miktarına ve nötr pH değerine sahiptirler. Killerin ve siltlerin çoğunlukta olduğu tanecik dağılımları ince taneli zeminleri; kumların dağılımları ise iri taneli zeminleri göstermektedir. Farklı kullanım alanındaki toprakların kuru ağırlığına göre toprağın nem miktarı belirlenmiş. Bu değerler % 23,1 -26,7 arasında bulunmuştur. Bu kullanım alanlarının kentsel yerleşmede dolgu için zayıf özellikte olduğu görülmektedir Tarım topraklarının sürdürülebilir arazi kullanım şartlarının yerine getirilebilmesi için amenajman projelerinin uygulanması gereklidir. Toprakların kırsal yerleşim amacıyla inşaat alanlarında, toprak sanayisinde hammadde olarak değerlendirilmesi ve mekanizasyon işlemlerinin düzenli olarak uygulanabilirlik durumlarında toprak mekaniği ve mühendislik özelliklerinin belirlenmesi gerekir.

ANAHTAR KELİMELER: Toprak mekaniği, Tane büyüklüğü, Toprak tekstürü, Atterberg limitleri.

ABSTRACT

MSc Thesis

EVALUATION OF SOME MECHANICAL PROPERTIES OF LAND SOILS IN HARRAN UNIVERSITY OSMANBEY CAMPUS

Ayşegül KUŞ

Harran University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Deparment of Soil Science

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Ali Rıza ÖZTÜRKMEN
Year: 2020, Page:61

In order to determine some mechanical properties of the soil in Harran University Osmanbey Campus, some analyzes related to the engineering uses of the ground were made. 8 soil sampling involving different uses such as field, garden, olive grove, forest, unprocessed area were studied from the study area. By taking mechanical and some chemical analysis of the soils taken, all properties are presented in a table and granulation curves are created. The composite soil classes of 8 soil samples in different usage areas; Soil groups such as CL, CH and atterberg limits (consistency limits) were determined and evaluated in terms of productivity. The mechanics and engineering properties of soil samples have been revealed according to the different usage situations. Comparison of the effects of soil mechanical properties on soil engineering. The granulation curves of the samples determine the soil engineering properties of the grain size distributions shown by the soil. Soils taken are generally seen to have fine structure, they have low level of organic matter and neutral pH. Particle distributions with the majority of clays and silts are fine-grained soils; The distribution of sands shows coarse grained soils. The moisture content of the soil was determined according to the dry weight of the soil in different areas of use. These values were found between 23,1 -26,7%. These areas of use appear to be weak for embankment in urban settlements. In order to meet the sustainable land use conditions of agricultural lands, management projects should be implemented. Soil should be evaluated as raw material in construction areas, soil industry for rural settlement purposes and soil mechanics and engineering properties should be determined in case of regular applicability of mechanization processes.

KEY WORDS: Soil mechanics, Grain size, Soil texture, Arterler limits.

TEŞEKKÜR

Çalışma konumun seçiminden, sonuçlandırılmasına kadar her aşamada yardımlarını esirgemeyen, düşünce ve katkılarıyla beni yönlendiren Danışmanım Doç.Dr. Ali Rıza ÖZTÜRKMEN'e desteği ve anlayışı için teşekkür ederim.Tüm hayatım boyunca olduğu gibi yüksek lisans öğrenimim boyunca da desteklerini benden esirgemeyen, her fedakârlığı yapan aileme sevgi, saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 3.1. Toprak örneklerinin alındığı alan.....9
Şekil 3.2. Araziden alınan toprakların analize hazırlanması.....12
Şekil 3.3. Kalsimetre cihazı.....13
Şekil 3.4. Genel eleme işlemi.....16
Şekil 3.5. Islak yıkamalı yöntem ile deneyin yapılış aşamaları.....17
Şekil.3.6. Likit limitin çarpmalı deney cihazı.....18
Şekil 3.7. Desikatör.....19
Şekil 3.8. Plastik limit için zeminin avuç içinde yuvarlanması ve alınması.....20
Şekil 3.9. Özgül ağırlık deney düzeneği.....21
Şekil 3.10. Özgül ağırlık deneyinin yapılış aşamaları.....22
Şekil 3.11. Otomatik toprak kompakör ve numune çıkarıcısı.....23
Şekil 3.12. Konsolidasyon deney düzeneği.....27
Şekil 4.1. a,b,c,d.Likit limitte her 25 vuruşa karşılık su muhtevası grafiği.....32
Şekil 4.2. a,b,c,d.Toprak uygulama alanlarının tane dağılım grafikleri.....36
Şekil 4.3. a,b.Toprak uygulama alanlarının bazı kompaksiyon eğrileri.....41
Şekil 4.4. Orman (1) ve Yüksek Orman serilerinin oturma-zaman eğrileri.....45
Şekil 4.5. Bahçe ve Zeytinlik toprak serilerinin oturma-zaman eğrileri.....46

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa No

Çizelge 3.1. Toprak örneklerinin alındığı koordinatlar.....11
Çizelge 3.2. Kullanılması gereken elek seçimi ve yöntemi.....24
Çizelge 4.1. Alınan toprakların bazı fiziksel ve kimyasal analizlerinin sonuçları.....29
Çizelge 4.2. Alınan toprakların bazı mekanik analizlerinin sonuçları.....30
Çizelge 4.3. Plastiklik özelliğinin sınıflandırılması.....36
Çizelge 4.4. Toprakların sıkışa bilirlik özelliğinin sınıflaması.....46

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

CH	Yüksek Plastiteli İnorganik Killer, Yağlı Killer
CL	Killi Tın
%	Yüzde Birim
L	Tın
pH	Toprak Reaksiyonu
Ppm	Milyonda Bir Kısım
ha	Hektar
LL	Likit Limit
PL	Plastik Limit
Pİ	Plastiklik İndeksi

1.GİRİŞ

Nüfusun hızla artış gösterdiği bu dönemde; insanların ihtiyaçlarını karşılamada kullanılan pek çok doğal kaynaklar, düzensiz ve plansız bir şekilde kullanılmaktadır. Bu yüzden insanlığın geleceğini büyük ölçüde etkilemiş ve büyük çevre sorunlarını beraberinde getirmiştir.

Ülkemizde genellikle kırsal ve kentsel gelişmeler düzenli planlamalara dayandırılmadan gelişigüzel yapıldığından verimli tarım arazileri tarım dışı kullanım alanlara ayrılmaktadır. Bu durum yeni sorunları ortaya çıkarmıştır. Nüfusumuzun büyük çoğunluğu kırsal yerleşimlidir. Kırsal bölgede de arazi kullanım planlamasında toprak haritası ve bunlara dayalı sulu ve kuru arazi sınıflamalarından, çiftçilerin kısmen yararlanmasına karşılık toprak ve arazi durumu yeterince dikkate alınmamaktadır. Bu da verimli tarım arazilerinin uygun olmayan kullanım alanlarına ayrılmaktadır.

Bölgelerimiz farklı iklim şartlarına ve buna bağlı olarak farklı şekillerde toprak yapısına sahiptir. Bu sebeble fazla miktarda çeşitli ürünler yetişmektedir. Toprağı işleyerek, tarımsal ürün miktarını en yüksek düzeye ulaştırmak için toprağın tüm özelliklerini öğrenmek ve değişik yönleri ile tanımak lazımdır. Toprakların tüm özellikleri ile incelemede olması gereken konu; sadece birim alandaki en yüksek verimi elde etmek değil, bununla birlikte zaman içinde toprağı en güzel ve iyi şekilde değerlendirmektir. Bu durumda bitki gelişimi için canlı bir varlık olan toprağın doğal dengesi yitirebilir, bitkinin besin dengesi kötü duruma getirir, yapısında farklılık olabilir ve toprağın iyi düzeyde olan kimyasal, fiziksel ve biyolojik özelliklerini yitirebilir. Bu yüzden toprağın tüm mekanik, kimyasal ve biyolojik özeliklerini bilmek gerekmektedir.

Topraklarda bulunan su içeriği ile toprakların işlenebilmesi arasında önemli bir etkileşim vardır. Orman, çöl ve kent gibi ekosistemler üzerindeki baskı ile yanlış

arazi kullanımı topraktaki organik madde miktarının azalmasına sebep olmuş ve böylelikle toprağın fiziksel, kimyasal ile biyolojik özelliklerine olumsuz etki etmektedir.

Toprak; yeryüzünde bulunan farklı kayalar, mineraller ile ana materyallerin uzun zaman içerisinde, bitki örtüsü, iklim ve topoğrafya koşulları altında, fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerin etkisiyle ayrışması ile parçalanması sonucu oluşan, üzerinde geniş canlı topluluğu bulunduran, bitkilere durak yeri ve besin kaynağı olan, bir canlıdır. Toprak biliminin dalı olan toprak mekaniği, kendisine uygulanan kuvvet ve basınç altında toprağın davranışlarıyla ilgilenmektedir. Öncelikle, inşaat mühendisliği bölümü olup zemin mekaniği konuları ile benzer ve bu konuları içermesiyle, modern tarım yöntemlerinin uygulanması ile makineli tarımın yaygınlaşması sebebiyle 'Tarımsal Toprak Mekaniği' ayrı bir konu olarak gelişmiştir. Toprak mekaniği toprakların birbirine sürtünmesi, kayma gerilmeleri, kohezyon ve adezyon, kesme dirençleri, şişme sıkışma ile büzülmeleri, yük altındaki gerilmeleri ve toprağın kıvam limitlerini(Artterberg limitlerini) incelemektedir.

Çalışma konusu olan Harran Üniversitesi Osmanbey Kampüs Alanı, 16.002 dekarlık arazi potansiyeline sahiptir. Bu alan gerek tarım gerekse tarım dışı faaliyetlere sahiptir. Alan karstik olaylara müsait ve çatlaklıdır. Bu alanın üst katmanlarında fosili ve yumrulu kireçtaşları önemli yer tutmaktadır (Gürel ve ark. 2000). Eosen kalkerleri kampüs alanının bütününde, doğu ve batı kesimlerinde geniş bir alanda yayılış göstermektedir. Güneye doğru Harran Ovası'na ulaşan bu alan, kampüsün güneyinde, Şanlıurfa-Mardin karayolunu geçerek son bulmaktadır. Esosen kalkerlerinin hâkim olduğu bu alan güneye doğru alçalarak Harran Ovası'na ulaşır. Tebeşirli ve killi kireç taşlarından oluşan Eosen yaşlı biçimlerin özellikle yerleşke alanın doğusunda geniş bir yayılım alanına sahiptir. Osmanbey Kampüsü'nün çevresinde yükseltisi değişen tepeler yer alır. Mera Tepesi (630 m), kampüs alanı içindeki en yüksek alanı oluşturur. Kampüsün alçak kesimleri ise güneyde Şanlıurfa-Mardin karayoluna yakın alanlardır (490 m). Bu nedenle kampüsün en alçak kısımları ile en yüksek kısımları arasında 140 m'lik bir yükselti farkı bulunmaktadır.

Osmanbey Kampüsü ve çevresinde başlıca 3 tür toprak yer almaktadır. En yaygın olarak görülen toprak grubu kırmızı kahverengi toprak olup, bunun yanında kollüviyal topraklar ve bazalt (volkanik) topraklar da bulunmaktadır. Ayrıca yaz döneminde yaşanan yüksek kuraklık bitki yaşamını önemli ölçüde etkilemektedir.

Yerleşkelerin dünyanın tarihsel gelişimini ve evrimini de yansıtan, aşağıda verilen tanım üzerinde güncel bir bilgi oluştuğu söylenilebilir. Yani yerleşke; eğitim-öğretim, araştırma ve uygulama fonksiyonlarına sahip, kullanıcıları için gerekli yaşam koşulları olan barınma, eğlenme, alışveriş, spor ve sağlık olanakları sağlayan, kendi kendine yeterli olmuş üniversite kentleridir (Türeyen, 2002).

Toprakta bulunan bitki, kök ve gövde gelişimini önemli ölçüde etkileyen toprağın mekanik özelliklerin bilinmesi ve tarımsal uygulamalarında bazı tedbirlerin alınması bakımından çok önemlidir. Şişme büzülme süreci içinde topraktaki suyun buharlaşması ve profil derinliğinde meydana gelen çatlamalar, toprağın hava ve su yapısının bozulmasına, nem kaybının artmasına, sulama suyunun azalmasına ve toprağın yapısının kötüleşmesine yol açabilir. Toprak, kullanılacağı yer ve amaç için, uygun yapı malzemesi niteliğinde olmayabilir. Bu nedenle yapı toprakları, yere ve amaca göre hazırlanırlar ve böylece yapı malzemesi özelliği kazanırlar. Gereken miktardan az ya da fazla kil bulunan toprak, yapı toprağı özelliği gösterse de duvar yapımında kullanılacak ise, toprağın kil miktarı ve toprağın bütün tanelerinin dağılım oranları, en fazla basınç dayanımının sağlanabileceği düzene kadar getirilmesi gerekir. Bu nedenlerden dolayı kampüs alanında gerek tarımsal faaliyetler gerekse yerleşim alanı gibi diğer tarım dışı amaçlar için toprağın mühendislik özelliklerinin çok iyi bilinmesi gerekmektedir.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Daha önceki çalışmalara bakacak olursak; Öztaş (1987), Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Erzurum Iğdır ovasının yüzey topraklarının farklı fiziksel ve kimyasal özellikleriyle mekanik özellikleri arasındaki ilişkileri üzerinde durmuş, toprakların kil miktarı, KDK, likit limit ile plastik limit, doğrusal uzama katsayısı, büzülme, büzülme oranı, hacimsel büzülme ve doğrusal büzülme, değerleri arasındaki önemli pozitif, büzülme sınırı değerleri ve negatif ilişkilerini bildirmiştir.

Uluç (1992), toprakların tarım dışı kullanım şekillerine ve bunun özellikleri üzerinde durmuş, toprakların Arterler limitlerinin yorumlanmasına dayanarak mühendislik sınıflama şeklini vermiştir. Kullanım şekillerinden agrega toprak materyali, yollar ve yol dolguları, bina temelleri, sığ kazılar, septik tank kurulma alanları, kanalizasyon havuzları, yapay toprak gölet rezervuar alanları, dolgu ve teras ve çevirme yolları olarak toprakların kullanılmasına etkili toprak özelliklerini vermiştir. Sınırlamalar genellikle düşük, orta, yüksek ya da iyi, orta ve zayıf şeklinde derecelendirmeler saptamıştır.

Dinç ve ark. (1988), tarafından hazırlanmış olan Güneydoğu Anadolu Bölgesi Toprakları l. Harran Ovası Araştırma Raporunda tespit edilmiş 25 toprak serisi üzerine çalışılmıştır. Harran Ovasındaki, 25 toprak serisinin, 0 cm ile 30 cm arasındaki derinlikten bozulmuş toprak örnekleri alınarak bu topraklar analizlere hazırlandıktan sonra, belirtilen yöntemlerle kıvam limitleri, tane büyüklüğü dağılımı, kompaksiyon (sıkışma), kesme sağlamlığı, organik madde ve kireç kapsamları ile ilgili analizlerini yapıp değerlendirmişler.

Canbolat ve ark. (1998), Erzurum-Daphan ovası topraklarının mekanik özellikleri ve pedolojik özellikleri arasındaki farklılıklarını belirlemek ve toprağın mekanik özelliklerinin tarımsal yönden önemini açıklamak için yaptıkları araştırmalarında, toprakların yüksek derecede şişme-büzülme zararına sahip olduğu,

fazla plastiklik gösterdiği, mekanik özelliklere karşı dirençli olduğunu saptamışlardır.

Kara ve ark. (1993), OMÜ kampüs alanında yer alan toprak örneklerine ait yüzey horizonlarının tamamında smektit grubu kil mineralinin bulunduğunu saptamışlardır. Topraklarında PL ve LL değerlerinin çok fazla olması nedeniyle smektit grubu kil tipi ile toplam kil miktarının yüksek olmasıyla ilgili değerlendirmeler yapmışlardır.

Cangir ve Boyraz (2005), Edirne'ye bağlı İpsala ilçesinin Sultan köy bölgesindeki arazilerin toprak serilerine uygun toprak mühendisliği özellikleriyle farklı sınıflamalarından faydalanarak toprağın mekanik özelliklerini, tarıma uygun topraklarının mineralojik özellikleri incelemişler. Toprakların kohezyon, adezyon ve kesme direnci değerleriyle toprağın sürüm işlemlerine göre davranışları incelenerek tav şartları saptanmıştır. LL değerlerine bakarak nem değerlerindeki artışa karşılık; toprakların kil oranlarının artışıyla kil tipleri de önem kazandığı görülmüştür.

Dipova (2005), çalışmasında Antalya tufa platosundaki zeminlerin mühendislik özelliklerine değinilmiştir. Antalya tufa platosunda, ana kayacından farklı iki ayrı zemin birimi bulunduğunu belirtmektedir. Bunlar; zayıf çimentolu karbonat kumu ve kırmızı topraklardır. Çalışmada boşluk oranı değişiminin toplam hacme oranı olarak bilinen çökme potansiyeli ile indeks özellikleri saptanmıştır. Çökebilen zeminler tane boyu dağılımı deneyi yapılarak ıslak ve kuru eleme sonuçlarındaki dağılım farkı görülmüş olup ıslak elemede taneler arası bağlar erimekte ve tane boyutu küçülmektedir. Çökme potansiyelleri çok geniş bir aralıkta bulunmuştur. Likit limit değerlerinin yüksek oluşu nedeniyle şişme potansiyeli üzerine durulmuş, fakat yapılan konsolidasyon deneylerinde ise şişme gözlenmemiştir.

Gülser ve Candemir (2006), OMU Kuru pelit kampüs alanındaki toprak örneklerinin kıvam limitleri, hacimsel büzülme, doğrusal uzama katsayıları ve kıvam indeksleri gibi mekanik özellikleri belirlenerek daha sonra toprak işleme açısından değerlendirme yapmışlardır. En fazla LL (% 88.67) ve PL (% 42.28) değerleri

Oyumca alanında, en düşük LL (% 57.55) ve PL (% 30.11) değerleri ise Aksu örnek topraklarında belirlenmiştir. Çalışmada LL değerlerinin tamamı % 50'den yüksek olduğundan bütün alanlarda yer alan topraklar yüksek plastikliğe sahip bulunmuştur. Likit ve plastiklik indeksi sonuçlarına göre tüm topraklar fazlaca plastik inorganik killer bölümünde sınıflandırılmış. İncesu ve Kuru pelit alanındaki topraklar smektit grubu kil mineralince daha yüksek olmaları sebebiyle diğer alanlardaki topraklara göre daha yüksek büzülme limiti ve hacimsel büzülme değerleri göstermişlerdir. COLE değerlerine göre İncesu, Oyumca ve Kuru pelit Serilerindeki topraklar çok yüksek, Müzmüllü ve Aksu Serilerindeki topraklar ise fazla miktarda şişme-büzülme özelliğine sahiptirler. Toprak serilerinin plastiklik indeksi % 27.44 ile % 47.22 arasında farklılık göstermiş. Plastik değerlerine sahip İncesu ve Oyumca alanlardaki topraklar ıslakken işlendiklerinde balçıklaşma tehlikesi fazladır. OMÜ Kuru pelit kampüsünde yer alan toprakların en uygun toprak işleme için maksimum nem içeriği veya plastik limitin % 90'ındaki nem miktarını belirlemişlerdir.

Yakupoğlu ve Özdemir (2006), değişik şekillerde erozyona uğramış topraklara, biyo katı ve çay atığını farklı dozlarda karıştırılarak, topraklarda oluşturdukları mekanik özelliklerini incelemişlerdir. Organik madde de topraklara dört farklı şekilde ve üç tekerrürlü olarak bölünmüş parseller deneme düzenine göre uygulanmıştır. Topraklar ince taneli olup orta organik madde miktarına ve pH değerine sahiptirler. Sonuçta organik materyal ilavelerinin toprakların likit limit ve plastik limit değerlerini çok önemli ölçüde artırdığı, doğrusal uzama katsayısı ve hacimsel büzülme değerlerini düşürdüğü görülmüştür. Topraklarda yükselen erozyon düzeyine göre likit limit ve plastik limit değerlerinde düşüş görülmüş, organik artıkların uygulanmasından sonra bu değerlerinde artış görülmektedir. Meydana gelen bu artışlar likit limit için artan erozyon düzeylerine, atık türüne ve uygulanan doza; plastik limit için kil çeşidine, kil içeriğine, değişebilir katyon ve organik madde miktarına bağlı olduğu saptanmıştır.

De Jong ve ark. (1990), üç farklı toprak katmanından aldıkları toprak örnekleri üzerinde çalışmalar yapmıştır. Kıvam limitleri üzerine kil içeriği etkisinin görüldüğü,

B ve C horizonunda (ortalama kil içeriği, %28) A horizonundan (ortalama kil içeriği, %22) daha fazla miktarda olduğunu saptamışlardır.

Demiralay ve Güresinli (1979), yapmış olduğu çalışmada Erzurum Ovası toprak serilerinin atterberg limitleri ve toprak sıkışmasını saptamak amacıyla 40 farklı toprak örneği üzerinde durulmuştur. Toprakların atterberg limitleri ile sıkışma durumları, toprağın toplam gözenek miktarını ve bazı toprak özellikleri organik madde, kireç miktarı, kil, şilt, kum miktarı gibi özellikleri incelemiş ve toprakların işlenmeye hazır ve sıkışa bilirlik bakımından değerlendirmede bulunmuştur. Araştırma topraklarını Casagrande plastikliğe değerlendirmelerinde, toprak serilerinin % 25'i az, % 65'i orta ve % 10'unun yüksek plastiklik olarak bulunmuş, sıkışabilirlik yönünden toprakların % 10'unun az, % 68'inin orta ve % 22'sinin fazla sıkışa bilirliği sonucuna varılmıştır.

Dündar (1990), İzmir Bozdağ ve mevkisi asidik kahverengi orman toprak serlerinin bazı mühendislik özelliklerini bulmak amacıyla 7 farklı profilden oluşan 38 tane 4 toprak örneği almış ile bu toprakların bazı kimyasal, fiziksel ve mekanik özelliklerini saptamışlardır. Kil içeriği 0,27- 2,24 arasında değişiklik göstermiştir. Kıvam limitlerine baktığında, toprak örneklerinin LL değerleri % 22,50-43,15, PL değerleri % 15,75- 39,78, plastiklik indeksi değerleri ise 1,56-8,70 arasında olduğu belirlenmiştir. Bünyeleri ise, tınlı-kum, kumlu-tınlı olan topraklar SM, SMSC, SC gibi zemin sınıflamasına girmiştir. Ayrıca tane çapı dağılım grafiklerini göstermiş. Mühendislik ile teknolojik ortamda dolgu olarak kullanımına göre, düşük, orta ve çok düşük sınırlarında bulunmaktadır sonuç olarak toprakların kullanımlarının düşükten orta değerlere kadar yükselmesine sebep olduğunu saptamıştır.

Schmitz ve ark. (2004), kildeki mekanik ve kimyasal özellikleriyle ilgili, kıvam limitleri ile kil mineralojisi arasındaki korelasyon üzerinde durmuşlardır. Kıvam limitleri değerlendirmesinin; kilin kimyasal özelliklerini kavramaya olanak sağlayan iyi zemin mekaniği testi olduğunu ve LL ile plastiklik indisinin büyük ölçüde

sıvılarla karşılıklı etkileyen kil mineralleri tarafından büyük ölçüde etkilendiğini belirtmişlerdir.

Bolat ve ark. (2012), yaptığı çalışmada İstanbul Ömerli Beldesi dolaylarında geniş alanlarda alüviyon bir zeminin bazı jeoteknik özelliklerini saptamak için yaptıkları çalışmada alüvyon bir zeminin mekanik ve fiziksel özellikleri üzerinde durulmuştur. Killerin aktif durumda değildir. Ve şişme oranında düşük-orta olarak belirlemişlerdir. Elek analizi ise toprağın yüksek siltli ve killi yapıda olduğunu belirleyen birleştirilmiş zemin sınıflamasına göre en fazla CL grubunda olduğu görülmüştür. Zemin numunelerinin LL değerlerinin % 20-70 aralığında, PL değerlerinin % 10-20 aralığında, plastik indisi değerleri ise 5-20 aralığında değiştiğini bulmuştur. Sonuçta, zeminin depreme karşı çok fazla dayanıklı olmadığını, taşıma kapasitesinin düşük ve yapılanma olarak sakıncalı olduğunu belirtmişlerdir.

Çağlar (2009), 17 farklı yerden almış olduğu toprak numunelerin kimyasal, mühendislik ve fiziksel özelliklerini belirlemiştir. Uygulama alanının toprakları plastiklik kartına bakılmış ve orta plastik inorganik killer olarak bulunmuştur. Araştırma toprakları, bazı uygulama alanlarının toprakları, sınıflandırmaya göre CH, CL, SM, SC ya da SP-SM olarak belirlenmiştir. LL değerleri sıfırdan % 73,90'a, PL değeri ise non-plastik değerden % 24,66'ya kadar değişiklik göstermekte, plastiklik indeksi değerleri ise non-plastik değerden 49,24'e kadar farklılık göstermiştir. Çağlar araştırmasında tarım uygun topraklarının iyi bir sürdürülebilir arazi koşularını uygulamak için amenajman uygulanmasının gerektiğini savunmuş. Toprak örneklerin yerleşim için inşaat, toprak mekaniği ve toprağın mühendislik özelliklerinden yararlanılması gerektiğini belirtmiştir.

Sarı (2010), Tekirdağ Merkez Bağlar Sırtları çevresinde bulunan toprakların bazı katenasal ilişkilerini saptamak üzere 10 farklı uygulama alanında incelemede bulunmuştur. Araştırma alanı topraklarını pH değerinin nötral, tuzluluk sorununu yoktur, az kireçli olduklarını, orta organik madde bulundurduklarına ve tekstür analizinde ise killi ve tınlı özellikte olduğunu saptamıştır. Ve aynı iklim şartlarının

olduğunu belirterek uygulama toprakların, Aydın pınar ve Çayırlar örneğinin drenaj sistemi ile topoğrafyaya koşullarına göre oluştuğunu, USCS sınıflamasıyla değerlendirmede bulunmuş ve yüksek oranda plastisiteli silt, yüksek veya düşük plastisiteli bir kil sınıflarına girdiğini saptamıştır.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1.Çalışma alanının yeri ve koordinatları

Çalışma alanı Osmanbey Kampüsü, Kuzey enlemleri ile Doğu boylamları arasında bulunmakla birlikte Şanlıurfa'nın doğusunda, Şanlıurfa-Mardin kara-yolunun kuzeyinde bulunmaktadır. Osmanbey Kampüsü Harran Ovası'nın kuzeyinde ve ovayı kuzeyden sınırlandıran Germüş Platosu ve Harran Ovası'nın platoya geçiş kuşağında yer almaktadır. Ülkemizin alan bakımından en büyük kampüslerinden biri olup, Osmanbey Kampüsü'nün alanı 16.002 dekardır.

Çalışma, Osmanbey Kampüsü etrafından koordinatlı olarak toplanan (GPS ile elde edilmiş) kürekle bozulmuş toprak örnekleri kullanılmıştır. Osmanbey Kampüsünden 8 farklı yerden numune örnekleri alınmıştır. Alınan toprak örnekleri Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi'nde Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü laboratuvarı ve DSİ 15.Bölge Müdürlüğü zemin mekaniği laboratuvarında toprakların bazı mekanik özelliklerinin analizleri değerlendirilmiştir.



Şekil 3.1. Toprak örneklerinin alındığı alan

Çizelge 3.1. Toprak örneklerinin alındığı koordinatlar

Arazi Tipi	X Koordinatı	Y Koordinatı
İşlenmiş Tarla (1)	500709	4113795
Orman1	500921	4114207
Yüksek Orman	500132	4116630
Orman2	498331	4116630
İşlenmiş Tarla(2)	498757	4116267
Bahçe	499249	4115076
Zeytinlik	499385	4115218
İşlenmemiş alan	500435	4114479

3.1.2.Toprakların analize hazırlanması

Toprakları arazi kulanım yerinden aldıktan sonra çeyrekleme yöntemi (dörde bölerek küçültme) ile analize hazırlanmıştır. Çeyrekleme yönteminde numune karıştırılır ve kuru duruma getirildi. Daha sonra iyice karıştırılarak taban çapı yüksekliğinin yaklaşık dört katı kesik koni şeklinde oluşturuldu. Daire şeklindeki alan, dört eşit kısma ayrılır ve kısımlardan çapraz iki tanesi alındı. Diğer ikisi ayrı yerde depo edildi. İki parça iyice karıştırılarak numune yeterli miktara indirilerek aynı işlem tekrarlandı.



Şekil 3.2. Araziden alınan toprakların analize hazırlanması

3.1.3. Bölgenin İklim Özellikleri ve Topoğrafyası

Şanlıurfa ve çevresi, yazı kurak subtropikal yarı nemli, yarı kurak Karasal İklimi bölgesinde bulunmaktadır. Bu iklim tipi ise orta yağışlı bir kış ve ilkbahar ve çok sıcak ve kurak bir yaz mevsimiyle geçmektedir. Şanlıurfa ili yıllık süresinin yarısına kadar 6 aylık yani mayıs, haziran, temmuz, ağustos, eylül ve ekim mevsimlerinde ortalama sıcaklığın 10°C'den daha yüksek olduğu günlerin oranı ise %100 görülmektedir. Kış aylarında ise 10°C'den daha sıcak günlerin oranı %20 ya da daha azdır. Nisan ayında 10°C'den sıcak günlerin oranı %95, mart ve kasım aylarında ise sırasıyla %65 ile %80 seviyesindedir. Yıllık ortalama basınç değeri 948,8 mb'dır. Osmanbey Kampüsü'nün çevresinde ise yükseltisi değişen tepeler yer almaktadır. Mera Tepesi (630 m), kampüs alanı içindeki en yüksek alanı oluşturur.

Osmanbey Kampüsün en alçak kesimleri güneyde ise Şanlıurfa-Mardin karayoluna yakın bulunan alanlardır (490 m). Bu nedenle kampüsün en alçak kısımları ve en yüksek olan kısımları arasında 140 m 'lik bir yükselti farkı bulunmaktadır.

Osmanbey yerleşkesinin bulunduğu alan, topoğrafya şartları ve iklim koşullarına etkisi yönünden avantajlı kısma sahiptir. Yerleşke alanı içinde bulunan yükselti farkı, bakı ile eğim şartı, meteorolojik değişkenleri için büyük oranda homojen ortamın oluşmasını sağlamıştır. Osmanbey yerleşkesinin sınırları içerisinde kuzeydeki yüksek kısımların kuzey yamaçları dışında kalan yerler genelde kuzey olmayan bakı yönlerine sahiptir.

3.2. Yöntem

Alınan örneklerde, toprağın bazı mekanik özelliklerini saptamak amacıyla toprağın su içeriği, tane yoğunluğu, tane büyüklüğü dağılımı (elek analizi), kompaksiyon, konsolidasyon, organik madde, kireç, pH, EC kapsamları ile ilgili analizler yapılmıştır.

3.2.1.Kireç içeriği

Scheibler kalsimetresi kullanılarak tayin edildi. 1g toprak hassas terazide tartılır. Ve kalsimetre tüpüne 5 ml 1+3'lük HCl içerisine eklenir. Kalsimetre şişesinin tıpası iyice kapatıldı (Sağlam 2001). Kalsimetrede U borusundaki su seviyeleri doğru şekilde ayarlanır ve hemen dış ortam musluğu kapatıldı. Su içerindeki toprak asitle yavaşça çalkalanır, su seviyesine bakılır suyun taşmaması için düzey ayarlayıcı hareket ettirildi. Kalsimetre şişesi içindeki toprakla asit tam karışıp gaz çıkışı sağlanıncaya kadar işlem tekrarlandı. Ve gaz çıkışı tamamlandığında U borusu seviyeleri sabitlenerek sağ tarafta dereceli bir borudan çıkan gaz hacmi kaydedildi. Şişe tepesi temiz ve yumuşak bir kâğıt ile temizlendi (Tüzüner,1990).



Şekil 3.3. Kalsimetre cihazı

3.2.2.Organik madde içeriği

Walkey - Black yöntemi kullanılarak bulunmuştur (Jackson, 1958). 0.2 mm 'lik elekten geçirilmiş olan 0.5-1.0 g toprak örneği 500 ml'lik erlen mayere konulur. İçerisine 10 ml potasyum dikromat ilave edildi. Çözelti tamamen ıslandıktan sonra üzerine 20 ml derişik sülfürik asit ilave edilerek hafif karıştırılır. Karıştırma sırasında toprağın erlen mayerin özellikle yan yüzeylerine bulaşmamasına dikkat edilir. Karışım 20-30 dakika süreyle soğumaya bırakılır. Daha sonra çözeltiye 200 ml saf su, 10-30 damla difenilamin indikatörü eklenir. Elde edilen çözelti, faktörü önceden belirlenmiş demir sülfat çözeltisi ile titre edildi. Koyu yeşile dönene kadar titre edildi.

$$\% \text{ Organik Madde} = (A-(B\times Nk))x\ 0.58 /T \quad (3.1)$$

A: Analizde harcanan potasyum dikromat miktarı ($K_2Cr_2O_7$) ml

B: Titrasyona harcanan demir sülfat miktarı ($FeSO_4$) ml

T: Kullanılan numune miktarı (g)

N k: Demir sülfat çözeltisinin kesin normalitesi Nk = 10 / V

10 ml: Potasyum dikromattan alınan miktar (ml)

V: Normalite için titrasyonda harcanan demir sülfat miktarı (ml)

3.2.3. Toprak Reaksiyonu (pH)

Alınan toprak örnekleri; 2 mm'lik elekten elenmiştir. 100 g tartılıp saturasyon kaplarına konuldu. Topraklar saf su ile karıştırılarak toprak zerrecikleri doyurulduktan sonra spatula ile bir çizgi çizilerek kapanıyorsa, içerisindeki toprak örneklerinin suyla doygun hale geldiğine karar verilmiştir ve 1 gece ağzı kapalı şekilde saturasyon kaplarında beklettikten sonra pH metre ile ölçüm yapılmıştır (Jackson 1958).

3.2.4. Elektriksel iletkenlik (EC) (dS m-1)

Toprağın içerdiği tuz miktarı saturasyon çamurundan yapılan elektriksel iletkenlik aleti kullanılarak bulunmuştur.

Çözeltide % tuz: 0.064 x EC x V (3.2)

Toprakta % tuz: (Çözeltide % tuz x toprakta % tuz) / 100

EC: Elektrik iletkenlik

V: Suya doygunluk

3.2.5. Su Muhtevası (Su İçeriğinin) Belirlenmesi

Amaç: TS EN ISO 17892-1 standardına göre toprağın bünyesindeki su miktarını belirlemektir (Sener M, 2004).

Kullanılan aletler

1.Numune kabı

2.Hassas terazi

3.Etüv

Deneyin Yapılışı

0.1g'lık terazide numune kabının darası alınır ve kaydedildi. Daha sonra kabın içerisine yaklaşık 300-500 g numune koyulup ilk olarak ıslak hali tartılıp ve kaydedildi. Daha sonra aldığımız numuneyi 105ºC' lik etüvde 24 saat sonra kuru numune ağırlığı alınır ve daha sonra aşağıdaki bağıntıdan su içeriği hesaplandı (Anonim 1954).

$$\%W = M1-M2 \ / M2-Mc \times 100 \quad (3.3)$$

$$= M\,w \ / \ Md$$

M1=Kap+ yaş numune kütlesi

M2=Kap+ kuru numune kütlesi

M c=Kabın kütlesi (g)

Md=Kuru numune kütlesi (g) M w=Suyun kütlesi (g)

3.2.6. Tane büyüklüğü dağılımının belirlenmesi deneyi (Eleme Yöntemi)

TS EN ISO 17892-4 standardına göre toprakların tane boyutlarının ve bu değişik boyuttaki tanelerin ağırlık oranlarını bulmak amacıyla yapılan yöntemdir. Bu metot, bir zeminde bulunan, ince kum ve daha iri boydaki toprağın dane çapı dağılımının deneyi ile zemindeki silt ile kilin toplam miktarı, bu deney sonucundan hesaplanmıştır.

Deneyde kullanılan ekipmanlar

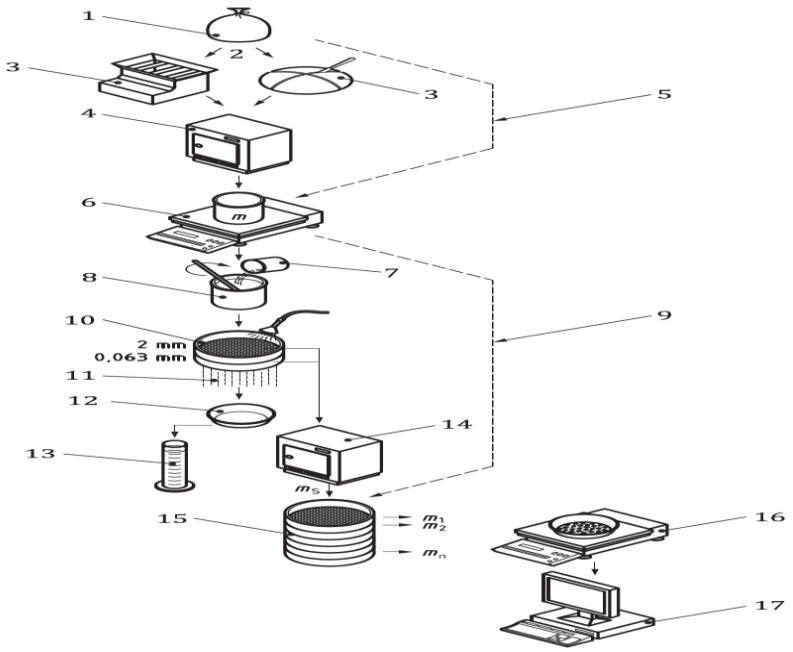
1.Etüv

2.Numune kapları

3.Deney elekleri

4.Terazi

5.Yardımcı donanımlar (kepçe, elek, fırça)



Şekil. 3.4. Genel eleme işlemi

Deneyin Yapılışı (Islak yıkamalı yöntem) (TS EN ISO 17892-4)

500 g toprak alınarak uygun bir kaba konuldu, üzeri su ile kaplanarak en az bir saat bekletildi. Numune 0.063 mm'lik bir elek üzerine yerleştirilmiş 2 mm'lik bir elekte su berraklaşıncaya kadar yıkandı. Ve daha sonra iki elekte kalan malzemeler birleştirilip, sabit kütleye gelinceye kadar (105 ± 5) °C etüvde kurutularak ardından numune toplam kuru kütlesi tartıldı ve kaydedildi. Daha sonra kalan malzeme çapı en büyük olandan 0.063 mm elek boyutuna kadar bir dizi elekten geçirilerek elle 2 dk sallanarak elenmiş ve her elenen miktar tartılıp kaydedildi. Ve bu oranlar hesaplanarak dane çapı dağılımı eğrisi oluşturuldu.



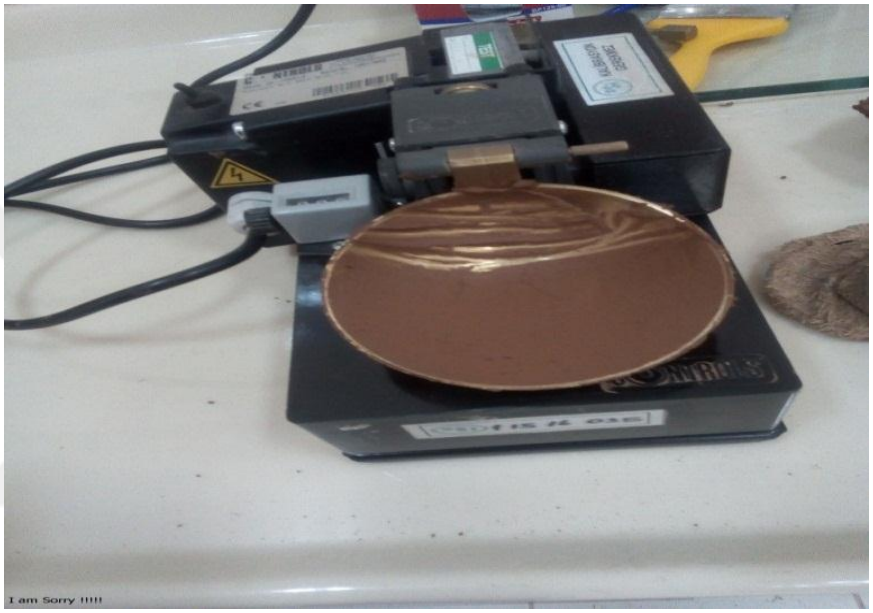
Şekil 3. 5. Islak yıkamalı yöntem ile deneyin aşamaları

3.2.7. Atterberg limitleri (Kıvam limitleri)

Atterberg limitleri, toprağın mekanik davranışlarının değerlendirilmesinde kullanılan parametrelerdir. Kıvam limitleri zeminin tanecikleri ve su arasındaki ilişkileri ve değişen su içeriğine göre zeminin durumunu ve yapısını belirler. Kıvam limitleri, ince taneli toprakların sınıflandırılmasında, şişme ve kil tipi özelliklerin yorumlanmasında kullanılan temel kavramlardır.

A.Likit Limit (Çarpmalı cihaz tayini) (LL)

Likit limit, akışkan durumdaki zeminin plastik durumuna dönüştüğü andaki su muhtevasıdır.Yani 25 vuruşa karşılık gelen su muhtevasıdır. Likit limit, yaygın olarak kullanılan iki yöntemle belirlenebilmektedir. Bunlar Casagrande yöntemi(çarpmalı cihaz tayini) ve düşen koni penetrasyon yöntemi olarak bilinir. Burada Casagrande yöntemi üzerinde durulmuştur.



Şekil.3.6. Likit limitin çarpmalı deney cihazı

Deney için gerekli aletler şunlardır:

a) Sert plastik tabanlı likit limit deneyi aleti

b) Spatula

c) Yarı-logaritmik grafik kağıdı

d) Standart oyuk açma bıçağı e) Kurutma kabı,

f) 110(±5) °C sıcaklığındaki bir etüv i) 4.75 numaralı elek Damıtık su dolu plastik şişe

g) Üzerleri numaralandırılmış küçük metal veya cam kaplar

h) Damıtık su dolu plastik şişe

Deneyin Yapılışı (TS 1900-1)

Elenmiş numuneden 200 g alındı. Numune cam plakanın üzerine ya da porselen potaya konulup, üzerine damıtık su eklenerek palet bıçağıyla numunenin homojen şekilde macun kıvamına gelmesi sağlandı. Macun kıvamına gelen numune hava geçirmez bir kaba yerleştirilerek 24 saat oda sıcaklığında desikatörde bekletildi. Ve numune kaptan çıkarılıp, en az 10 dakika süreyle yeniden karıştırıldı**.** Casagrande aleti sert plastiğe oturtulup, içine hazır durumdaki numuneden spatulayla bir miktar alınarak aletin içerisine dağıtıldı. Ve yerleştirme esnasında numunenin içinde hava kabarcıkları kalmamasına dikkat edilir. Tas içerisindeki numunenin yukarda gösterildiği gibi yüzeyi yatay olacak bir şekilde düzeltildi. Ve numune kurumadan hemen tam ortasından bir standart oyuk açma bıçağı ile dikkatli bir şekilde yarık çizilir. Daha sonra aletin çalıştırma düğmesine basılır ve düşüşler sayıldı. Numune pastasının ortasından çizilen yarığın tabanındaki kapanma dikkatlice izlenerek ve kapanmanın 1 cm olması durumunda çevirme işlemi durduruldu. Ve daha sonra kuru bir spatula ile tam kapanmanın olduğu yerden numune alınıp ve darası alınmış kabın içerisine konuldu ve tartılıp, kaydedildi. Böyle numuneye 10-50 damla arasında eşit aralıklarla su muhtevası artırılarak en az beş kez tekrar ettirildi.



Şekil 3.7.Desikatör

Hesaplamalar

Her denemede elde edilen su muhtevalarına karşılık her düşüş sayısı yarı logaritmik grafik kağıdı üzerine işaretlenip, elde edilen noktalardan geçen en iyi doğru çizilir. Elde edilen akış doğrusu üzerindeki 25 düşüş karşısındaki su muhtevası zeminin likit limitini verir.

B. Plastik Limit (PL)

Örselenmiş numunelerin deneye hazırlanması yöntemine uygun olarak elde edilmiş ve likit limit deneyi için hazırlanmış 425 μm'lik elekten geçen malzemeden 20 g numune alındı. Numune homojen bir duruma gelene kadar cam plâka üzerinde, damıtık su ile iyice karıştırılıp yoğruldu. Bu şekilde hazırlanmış numune iki eşit parçaya bölünür. Bunlara yeniden top biçimi verildikten sonra bir danesine, yukarıdaki anlatılan işlemler uygulandı. Diğeri ise daha sonra hava geçirmez bir kap içerisine konuldu. Yuvarlak halindeki numune, 3 mm çapında silindirik çubuk şeklini alana kadar cam plâka ile el ayası arasında yuvarlandı. Çap tam 3 mm'ye indiği anda, yuvarlanan zeminde çatlayıp dağılmalar görülene değin bu işlem sürdürülür. Çapın karşılaştırma ölçeği olarak bir metal çubuk kullanılarak bakılır. Ve daha sonra su muhtevası ölçüldü. Ölçüm için alınmış numunenin yaş haldeki miktar en az 10 g olmalıdır. Yukarıda verilen işlemler, başlangıçtaki numunenin ikinci yarısı için tekrarlandı. Bu deney en az 2 defa tekrarlandı. Deneyden elde edilen değerler ilgili forma yazılıp, kaydedildi.



Şekil 3. 8. Plastik limit için zeminin avuç içinde yuvarlanması ve alınması

Hesaplamalar

Su içeriği değerleri plastik limit değerini verir. Ve deney kaç kez tekrarlandı ise, bu tekrarların ortalaması alınıp plastik limit değeri (PL) bulunmuş olur.

C. Plastisite indisinin bulunması

Plastisite indisi, "Likit limit deneyi talimat ve belirsizlik hesabı" ile bulunan likit değerinden, plastik limit değeri çıkarılarak bulunur ve sonuçlar "Kıvam limitleri deneyi formuna" yazılır.

$$PI = LL - PL \quad (3.4)$$

Plastisite endeksi ne kadar yüksek olursa, toprağın arazi koşullarında kararsız ve plastik hale gelme olasılığı o kadar da yüksektir. LL ile PL arasında oluşan fark olarak tanımlanan plastiklik indeksi olarak tanımlanır ve toprağın plastiklik gösterdiği nem içeriğini ifade eder. Likit limite göre plastiklik indeksi, plastiklik kartı olarak ifade edilmiştir (Wagner, 1957).

3.2.8.Tane Yoğunluğu (Özgül Ağırlık)

Katı tanelerin yoğunluğu, tanelerin kuru kütlesinin, tanelerin hacmine bölünmesiyle elde edilen değerdir.

Deneyde Kullanılan Ekipmanlar

Piknometre	Etüv
Su banyosu	Termometre
Terazi	Elek(4mm veya buna yakın açıklık**)**



Şekil 3.9.Özgül ağırlık deney düzeneği

Deneyin Yapılışı (Sıvı piknometre yöntemi)

TS EN ISO 17892-3 standardına göre tane yoğunluğunun belirlenmesi

Numune tipi olarak 4.75 elekten elenen etüv kurusu numuneler (100 g) kullanıldı. Kuru haldeki piknometrenin kütlesi alınıp ve kaydedildi. Daha sonra etüv kurusu bir huni aracılığıyla piknometrenin içerisine aktarılır ve kütlesi alınır, kaydedildi. Piknometrenin içine numunenin üzeri örtülecek şekilde su eklenir. Numunenin içindeki hava vakum uygulayarak çıkartılmalıdır. Ve piknometrenin içinden numune çıkmamasına dikkat edilmeli. Daha sonra piknometrenin üzeri saf su ile doldurulup kapağı kapatılır ve su banyosuna (10-30ºC'ta) boyun kısmı dışarda kalacak şekilde yerleştirildi. Ve en az bir saat su banyosunda tutulur ve içindeki kontrol sıvısının seviyesi kontrol edilip, azalma varsa üzerine su eklendi. Piknometre su banyosundan çıkarılır, kurutulup tartılıp ve kaydedildi.



Şekil. 3.10.Özgül ağırlık deneyinin yapılış aşamaları

Hesaplamalar

Özgül ağırlık aşağıdaki eşitlikten hesaplanır:

$$G_s = \frac{(\omega_4)}{(\omega_1 - \omega_0) - (\omega_3 - \omega_2)} \gamma_L \qquad (3.5)$$

Burada;

γ_L Kullanılan deney sıvısının deney sıcaklığındaki yoğunluğu (mg/m^3),

ω_0 Kuru piknometrenin kütlesi (g),

ω_1 Kullanılan deney sıvısı ile dolu piknometrenin kütlesi (g),

ω_2 Kuru numune ve birlikte piknometrenin kütlesi (g),

ω_3 Kuru numune ve kullanılan deney sıvısı ve dolu piknometrenin kütlesi (g),

ω_4 Deney numunesinin kuru kütlesi (g).

3.2.9. Kompaksiyon (Proktor Deneyi)

Boşluk hacminin azalmasıyla toprak tanelerinin birbirine yaklaşarak yoğunluğunun artmasıdır. Amaç; optimum su muhtevası değerinde en büyük kuru yoğunluğunun elde edilmesidir.



Şekil 3.11.Otomatik toprak kompaktörü ve numune çıkarıcısı

Çizelge 3. 2. Kullanılması gereken elek seçimi ve yöntemi

	Kullanım şartı	Kullanılan malzeme	Kalıp	Tabaka sayısı	Tabak vuruş sayısı
A	%20 < malzeme 4,75 mm'lik elek üzerinde kalıyor ise	4.75 mm'lik elekten geçen miktar	Çapı: 105,0 mm Boyu: 115,5 mm	3	25
B	% 20 >malzeme 4,75 mm'lik elekte kalıyor ve % 20 ve daha az malzeme 9,5 mm'lik elek üzerinde kalıyorsa	9.5 mm'lik elekten geçen miktar	Çapı: 105,0 mm Boyu: 115,5 mm	3	25
C	% 20'den > malzeme 9,5 mm'lik elekte kalıyor ve % 30 ve daha az malzeme 20 mm'lik elek üzerinde kalıyor ise	20 mm'lik elekten geçen	Çapı: 152,4 mm Boyu: 115,5 mm	3	56

Deneyin Yapılışı

Standart Sıkıştırma Deneyi (2,5 kg Tokmak Kullanarak)

Elek seçimi sıkıştırma deneyi yapılmadan önce, dane çapı dağılımı deneyi talimatında gösterilen dane çapı dağılımıyla 4,75 mm, 9,5 mm ve 20 mm' lik eleklerde kalan malzeme yüzdeleri belirlenerek ve bu eleklerde kalan malzeme yüzdeleri "sıkıştırma deneyleri formuna" yazıldı. Zemin seçiminde çizelge 3.2 'de ki hangi yöntem şartına uygun ise (A, B, C) metot şartını sağlayan elekten elenen malzeme şekil 3.10'da belirtilen kalıplara sıkıştırılmasıyla gerçekleştirildi**.** Açıkta kurutulmuş numuneden 4.75 elekten (A yöntem) elenerek yaklaşık 15 kg alınır. Ve geniş kabın içerisine koyuldu. Daha sonra içerisine % 2-3 lük oranında su eklenerek ıslatıp, karıştırılır. Üzeri ıslak bir havlu ile kapatılır ve belirli bir süre bekletildi. Daha sonra her biri 2 kg olmak üzere 6 numune alınarak ayrı ayrı poşetlere koyulur hava almayacak şekilde ağzı bağlanıldı. Ve sıkıştırma kabı sert bir yere oturtulur. Ve nemli zemin 3.05 cm'lik düşüş yapan 2,5 kg tokmakla üç kez toprak eklenerek 25 darbe vurarak sıkıştırıldı. Darbeler tabaka yüzeyine eşit dağıtılır ve kalıp çıkarılır ağırlığı alınır (Kalıp+ numune). Daha sonra kalıptan toprak proktor aleti yardımıyla çıkarılır ve bir miktar toprak alınıp, tartılır ve kaydedildi. En son olarak her sıkıştırma işlemi için su muhtevası ile kuru birim ağırlık değerleri hesaplandı. Su muhtevası- kuru birim ağırlık grafiği çizildi.

1 kg = 9,81 N (1 ton = 9,81 kan)

Sıkıştırılmış zeminin yaş birim hacim ağırlığı γ her numune aşağıdaki eşitlikten hesaplanır:

$$\gamma = W1 - W2 / V \quad (3.6)$$

Burada;

W1: Kalıp ve tabanın ağırlığı (kan),

W2: Kalıp, tabanı ve sıkıştırılmış zemin ağırlığı (kan),

V: Kalıbın hacmi (m^3)

γ= yaş birim hacim ağırlığı

Kuru birim hacim ağırlığı ise;

$\gamma k = 100\,\gamma/100+W$

w: Zeminin su içeriği (%),

γ: Zeminin yaş birim hacim ağırlığı (kan/m^3)

3.2.10.Konsolidasyon (Tek yönlü konsolidasyon)

Zamana bağlı olarak zemin boşluklardaki suyun bir yük altından dışarı atılmasıdır. Yani yeraltı suyu seviyesi düşer ve zemine yük uygulanır. İnce taneli (kil, şilt) ve iri taneli (kum, çakıl) konsolidasyona maruz kalabilmektedir. Ancak yüksek derecede geçirimlilikleri sebebiyle hızlı gerçekleşir. Doygun killerin ise çok yavaştır.

Toprak Seviyesinin Oturması

Oturma, toprak seviyesine uygulanan yüke bağlı olarak toprak zemini seviyesinin sıkışması olayıdır. 3 şekilde olur;

1.Ani ve elastik oturma

2.İlksel Konsolidasyon

3.İkincil Konsolidasyon

Deneyde kullanılan araçlar

Konsolidasyon aleti Terazi, Gözenekli diskler, ağırlıklar

Konsolidasyon hücresi, halkası Etüv, Kronometre

Deneyin Yapılışı (TS EN ISO 17892-5)

4.75 mm elekten elenen deney numunesinin su muhtevası değeri bulunur. Ve bu değer ile numuneden sıkıştırılacak malzeme miktarı aşağıdaki formüllerden bulunur.

$$P\times[(1+W_{opt})/(1+W_n)] - P\times 5\,\%+ \qquad (3.7)$$

P:Yeterli miktarda alınan numune miktarı

Wn:Su muhtevası

Sıkıştırılacak numune miktarı;

$$(V\gamma kam)\times(1+W_{opt})$$

Konsolidasyon cihazının yükleme kolu ayarı yapıldı. Miktarı belirlenen numune malt yardımıyla yük halkasına sıkıştırıldı. Daha sonra yaş ve ring ağırlığı alınır ve kaydedildi. Konsolidasyon hücresinin içerisine numune yerleştirilir. Daha sonra yükleme cihazının yerine oturtularak dengelenmiş yükleme kolu yatay duruşuna getirilip ve ayarlandı. Kompratör sıfırlanır. İlk basınç numuneyi hissettiği gibi konsolidasyon hücresi su ile dolduruldu. Kronometre çalıştırılır. Ve daha sonra belirli süreler (deney formunda yazan) sonunda gösterge okumaları alınır, kaydedilir. Oda sıcaklığına bakılır, kaydedildi. Ve numune üzerine etkiyen basıncı yukarda verilen dizideki bir üst değeri artıracak şekilde bir ağırlık eklenerek okuma işlemi tekrarlandı. Uygulanan en yüksek derecede konsolidasyon basıncı altındaki gösterge okumaları tamamlanır ve boşaltma bir önceki basıncın dörtte biri olacak şekilde yapılır. Yükler boşatılıp numune çıkarıldı. Ve 105ºC'lik etüvde 24 saat boyunca kurutuldu. Numunenin yaş ve ring ağırlığı tartılır; sonra etüv kurusu ve ring tartılıp konsolidasyon deney formuna yazıldı.



Şekil 3.12. Konsolidasyon deneyi cihazı

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

Bu çalışmada, önce belirtilen yöntemler ve tarımsal arazi kullanım sınıflandırmalarını da göz önünde bulundurarak toprağın bazı mekanik analizlerini değerlendirmek amacıyla tarım dışı alanların en uygun kullanım biçimlerinin öğrenilmesi hedeflenmiştir.

Ülkemizde, Şanlıurfa gibi bazı merkezler büyük bir gelişme göstermeye adaydırlar. Bunun için, bölgesel bir planlama yapılması gerekmektedir. Doğal kaynakları koruma ve iyi bir gelişmeyi hedef tutan bu planlamalarda hem tarım alanlarının hem de tarıma uygun olmayan alanların farklı kullanım ve altyapı hizmetlerinin de iyi bir biçimde sağlanabilmeleri için detaylı olarak incelenmeleri gerekir. Bu incelemelerde toprağın mekanik, kimyasal ve mühendislik özelliklerinin değerlendirilmesi gerekir.

4.1. Toprağın Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Analizi yapılan topraklarda, özgül ağırlık değerleri 2,62 g/cm^3 ile 2,67 g/cm^3 arasında bir değer bulunmuştur. Mineral bir toprakta özgül ağırlık 2,60-2,75 g/cm^3 arasında değişir. Buradaki topraklarında özgül ağırlıkları bu değerler arasında olduğu Çizelge 4.1 de tablo halinde verilmiştir.

pH değerleri 7.38-7.78 arasında bulunmuştur. Ve sınıflamaya göre toprakların bazıları alkalin bazı topraklar ise nötral durumda bulunmuştur.

Organik madde toprakların fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerine olumlu yönde etki etmektedir. Toprağın rengini koyulaşmasını, iyi strüktür tiplerinin oluşumunu, granülasyonun artışını, su tutma ve katyon değiştirme kapasitesinin artmasını sağlar. Organik madde miktarı ise % olarak 1,68-2,58 arasında bulunmuştur. En düşük organik madde miktarı %1,68 ile işlenmiş tarla (1) kullanım alanında bulunmuştur. Aşağıdaki Çizelge 4.1 de tüm kullanım değerleri verilmiştir.

Kireç miktarı en düşük % 0,90 ile işlenmemiş tarla , en yüksek %1.20 işlenmiş tarla (2) kullanım alanında bulunmuştur.

EC değeri, en yüksek bahçe serisinde en düşük ise yüksek orman kullanım alanında bulunmuştur.

Çizelge 4. 1. Alınan toprakların bazı fiziksel ve kimyasal analizlerinin sonuçları

Seriler	Saturasyon (Bünye)	pH	EC (dS m-1)	Organik Madde (%)	Kireç(%)	Özgül Ağırlık (g/cm^3)
İşlenmiş Tarla (1)	73,0	7.82	670	1.68	1.01	2.66
İşlenmiş Tarla (2)	63.8	7.73	720	1.71	1.20	2.65
Orman (1)	52.9	7.72	710	2.58	1.02	2.63
Orman (2)	52.9	7.68	710	2.14	0.78	2.62
Yüksek Orman	60.0	7.75	650	2.54	0.96	2.62
Bahçe	69.0	7.60	810	2.58	1.14	2.64
Zeytinlik	69.9	7.78	870	2.20	1.08	2.67
İşlenmemiş Alan	70.1	7.38	750	2.44	0.90	2.61

Topraklar iyi agregatlaşmış durumdaysa, cok miktarda kompakt ve yoğun olan kısma göre yüksek hidrolik iletkenliğe ait olup, toprağın doymuş durumdayken tüm gözenekler dolmuş durumda ve iletim yaptığından hidrolik iletkenlik maksimum durumdadır. Topraklar doymamış durumdayken, gözeneklerin belirli bölümü havayla dolu durumdadır. Böylece toprağın bir kesit alanındaki iletim ise havaya bağlı olarak azalmaktadır (Munsuz, 1985).

4.2.Toprağın Mühendislik Özellikleri

Toprağın mühendislik özelliklerinden önemli olan toprak özellikleri arasından toprakta sıkışma olayı, toprağın dane dağılım oranı ve toprağın plastiklik özelliğidir. Harran Üniversitesi Osmanbey Kampüsü topraklarının bazı mekanik analizlerinin kullanım değerlerinin tamamı Çizelge 4.2 de verilmiştir.

Çizelge 4. 2. Alınan toprakların bazı mekanik analizlerinin sonuçları

Toprak Serileri	Kıvam Limitleri (%)			Optimum Su içeriği (%)	Max.Kuru Birim Ağ. (g/cm³)	Çakıl (%)	Kum (%)	İnce taneli (%) (kil\silt)	Alan Sınıfı
	LL	PL	PI						
Orman(1)	47.0	29.7	17.3	24.7	1.512	12.1	8.8	79.2	CL
Yüksek Orman	52.5	26.0	26.5	26.9	1.479	14.2	7.5	78.3	CH
Bahçe	71.6	27.5	44.3	28.1	1.458	13.5	6.1	80.4	CH
Zeytinlik	53.9	29.2	24.7	25.4	1.529	13.0	5.6	81.4	CH
Orman(2)	42.9	26	16.9	24.9	1.465	20.1	13.5	66.5	CL
İşlenmiş Tarla(1)	54.9	29.5	25.4	27.7	1.501	6.4	5.6	88.0	CH
İşlenmiş tarla(2)	52.6	31.8	20.8	27.1	1.470	7.9	8.3	83.8	CH
İşlenmemiş alan	43.8	25.9	17.9	26.4	1.461	7.2	11.7	81.1	CL

4.2.1.Kıvam limitleri (Atterbeg Limitleri)

En yüksek likit limit ve plastiklik indeksi sonuçları yüksek ölçüde genişleyebilen killerin bulunduğu topraklarda, örneğin vertisol topraklarda görülür. Organik maddece zengin topraklar, yüksek plastik limit ve düşük plastik indeksine sahiptir. Plastisite endeksi ne kadar yüksek olursa, toprağın arazi koşullarında kararsız ve plastik hale gelme olasılığı o kadar da yüksektir (David ve Horace, (1967). Plastik limit değerlendirilmesinde ise likit limit yüzdesi esas alınmıştır. Buna göre plastiklik özelliği sınıflaması Çizelge 4. 2 de verilmiştir.

Çizelge 4. 3. Plastiklik özelliğinin sınıflandırılması

Tanımı	Likit limit (%)
Düşük plastiklik	< 35
Orta derece plastiklik	35 – 50
Yüksek plastiklik	50 – 70
Çok yüksek plastiklik	70 <

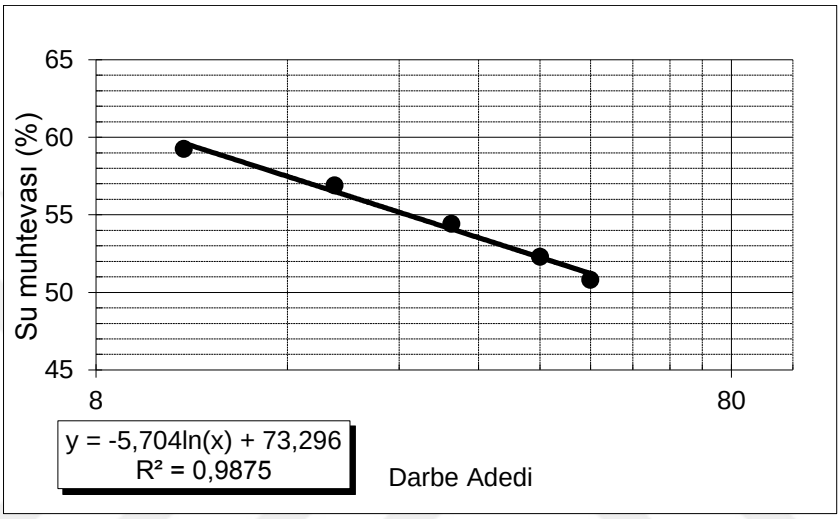
Toprakların plastisite endeksi arttıkça bunların taban malzemesi olarak faydalanılabilme imkânı azalmaktadır. Toprakların PL değerinin üstündeki nem koşullarında toprak sürülür ise gözenek miktarında azalma meydana gelecek ve gözenek miktarı azaldığında ise hava ile su geçirgenliği azalmış olacak, kökler normal koşullarda gelişemeyecektir. Toprakların dağılmasıyla, toprak parçalarında balçıklaşması görülecektir.

PL düşük olduğu topraklar sürülür ise pulluk katmanı derinliğinde kesekler ortaya çıkmıştır. Ve ideal yüksek olan tohum yatağının oluşturulmasını zorlaştırmıştır (Cangir ve ark.1997).

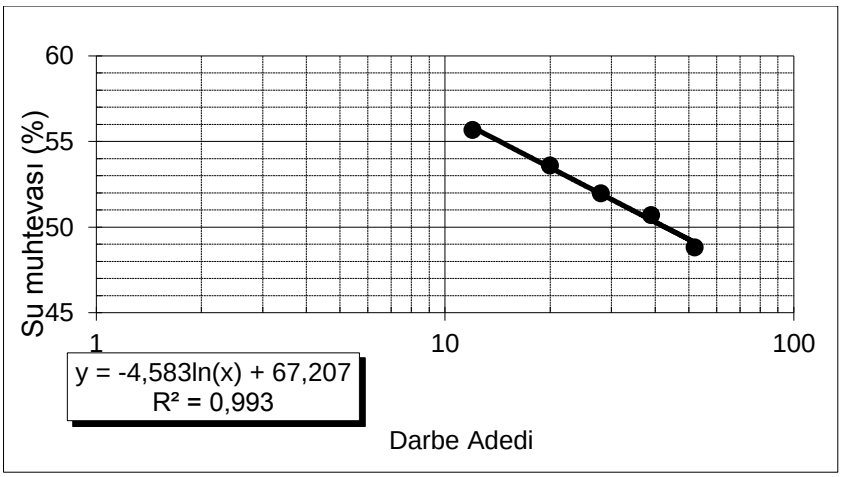
Aldığımız 8 toprak örneğinin TS 1900-1 standardına göre ölçülen kıvam limitleri Çizelge 4. 2 de verilmiştir. Bu değerlere bakacak olursak; alınan topraklar Casagrande plastiklik kartına göre; Orman(1), orman(2), işlenmemiş alan (%43.8-47)orta plastiklik bulunmuştur. Diğer kullanım alanlarında ise (%53.9-%71.8)değerleri

yüksek plastiklik bulunmuştur. En yüksek likit limit ise %71.8 bahçe kısmında alanında bulunmuştur. En düşük ise %43.8 işlenmemiş alanda bulunmuştur.

Ayrıca ekler kısmında likit limitin sonuçları verilmiştir. Bununla beraber plastik limit değeri %25.9 ile %31.8 arası bulunmuştur. Plastiklik indeksi ise %16.9 ile %44.3 değerleri arasında bulunmuştur.

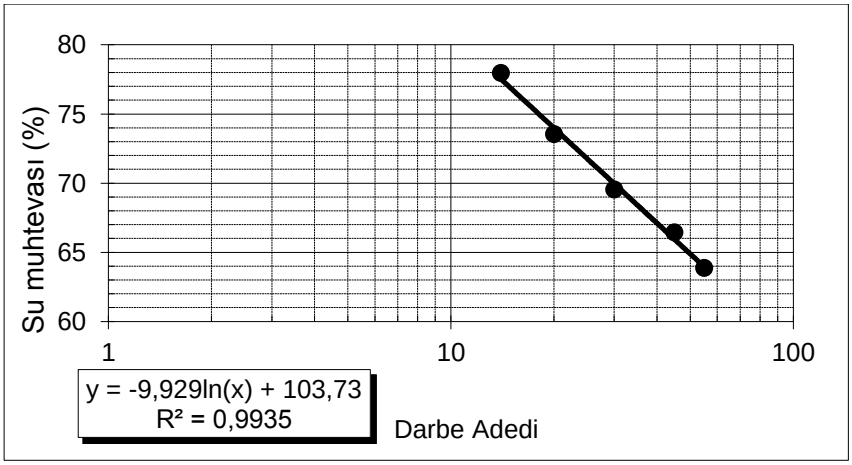


Orman(1)

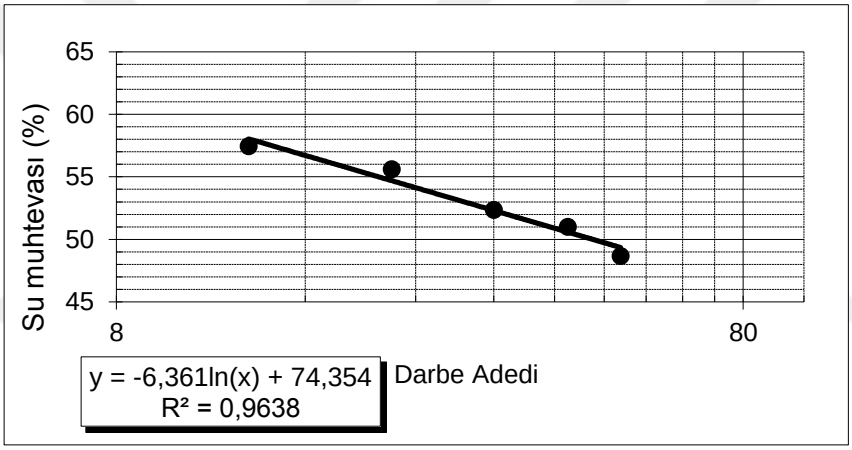


Yüksek orman

Şekil 4.1.a. Likit limitte 25 vuruşa karşılık gelen su muhtevası grafiği



Bahçe

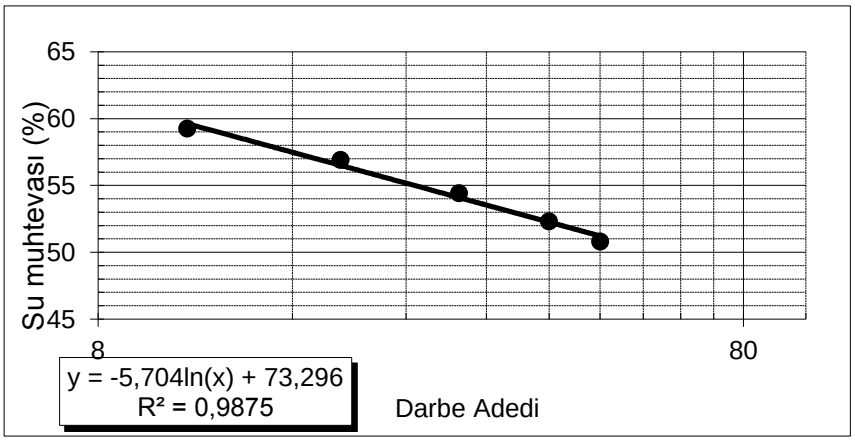


Zeytinlik

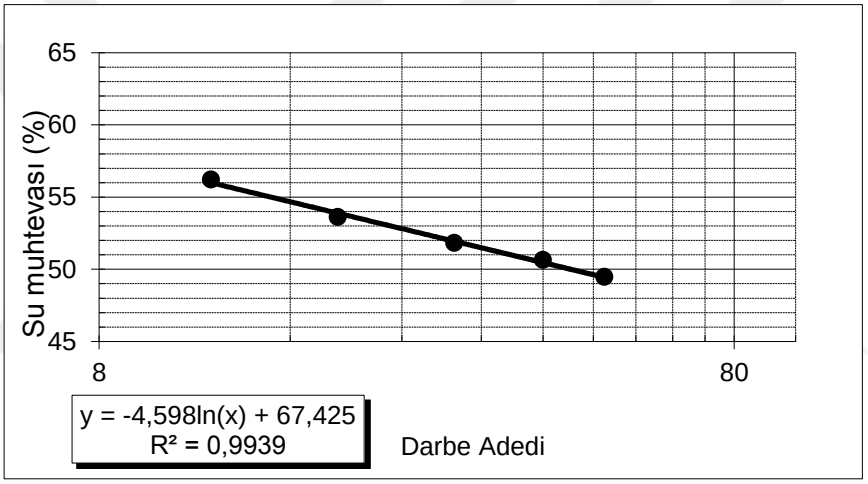


Orman (2)

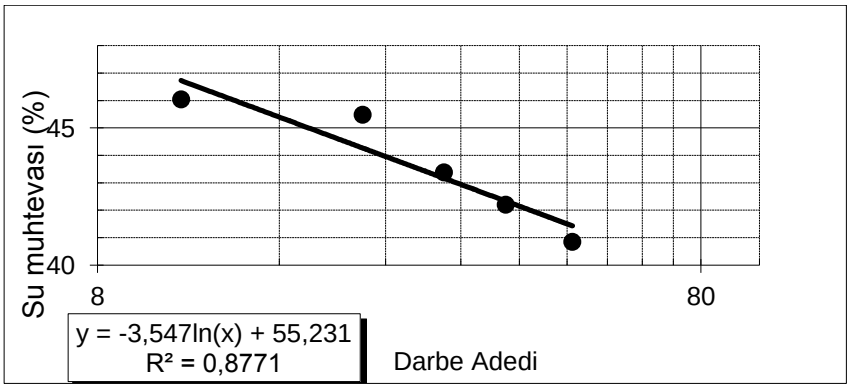
Şekil 4.1.b. Likit limitte 25 vuruşa karşılık gelen su muhtevası grafiği



İşlenmiş alan (1)



İşlenmiş tarla (2)

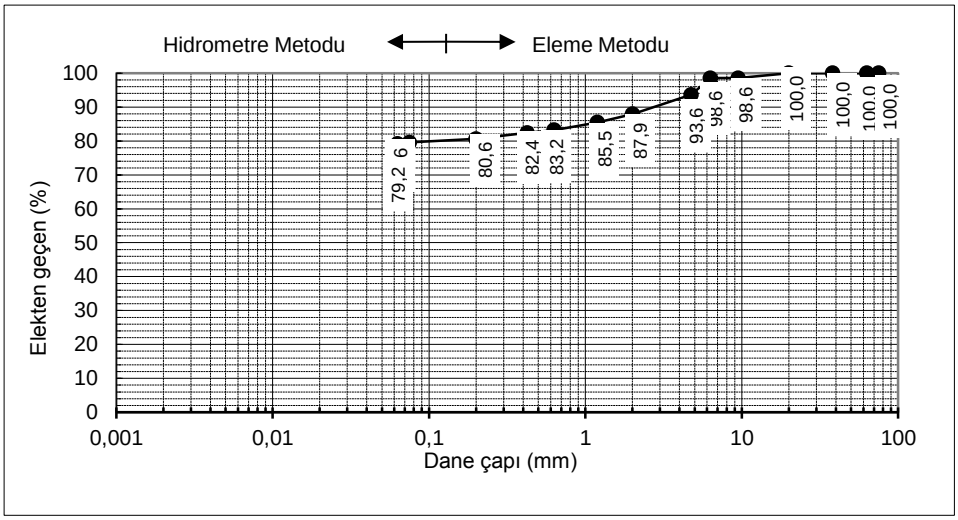


İşlenmemiş alan

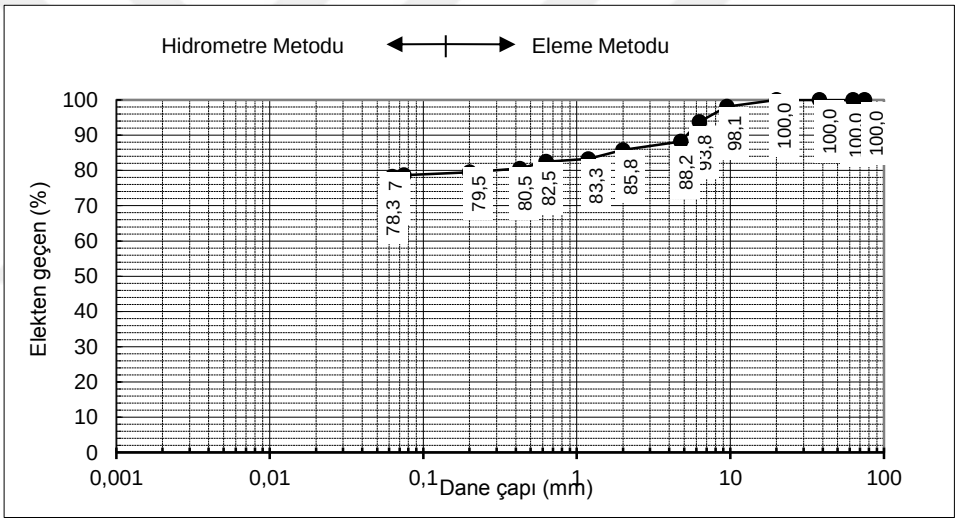
Şekil 4.1.c. Likit limitte 25 vuruşa karşılık gelen su muhtevası grafikleri

4.2.2.Tane büyüklüğü dağılımı (Islak Yıkamalı Yöntem)

TS EN ISO 17892-4 standardına göre toprakların çakıl, kum, ince taneli (kil+silt) fraksiyonlarını elek analizinin (mekanik analiz) ıslak yıkamalı yöntemine uygun belirlenmiştir Daha sonra bu sonuçların tane büyüklüğü dağılımı grafiği oluşturulmuştur. Grafikler Şekil 4.2 grubunda verilmiştir. Bu grafikler incelendiğinde İnce tane ve kaba taneler arasındaki oranlar, serilerin hemen hemen hepsinin ince taneli olduğu görülmektedir. Bu yüzden geçirimsiz ve optimum sıkışma elde edilmesi yönünden uygun olduğu söylenebilir. Araştırılan topraklar genellikle killi olup ve bu killi toprak fazla miktarda su tutmakta fakat suyun çoğu bitkiye zararlıdır. Islanınca toprağın şişmesi, kuruyarak büzülmesi genelde bitki köklerine zarar verip ve böylecetoprağın susuz kalmasına neden olan çatlaklar oluşması için killi toprakların özelliği olduğu gözlemlendi. Toprakların işlenmeleri sadece tava geldiklerinde ve tav durumlarını kısa bir süre için koruyabildiklerinden bu killi topraklar tarımsal yönden güçtür diyebiliriz. Şekil 4.2 grubunda bazı toprakların kullanım alanlarının tane dağılım grafikleri verilmiştir.



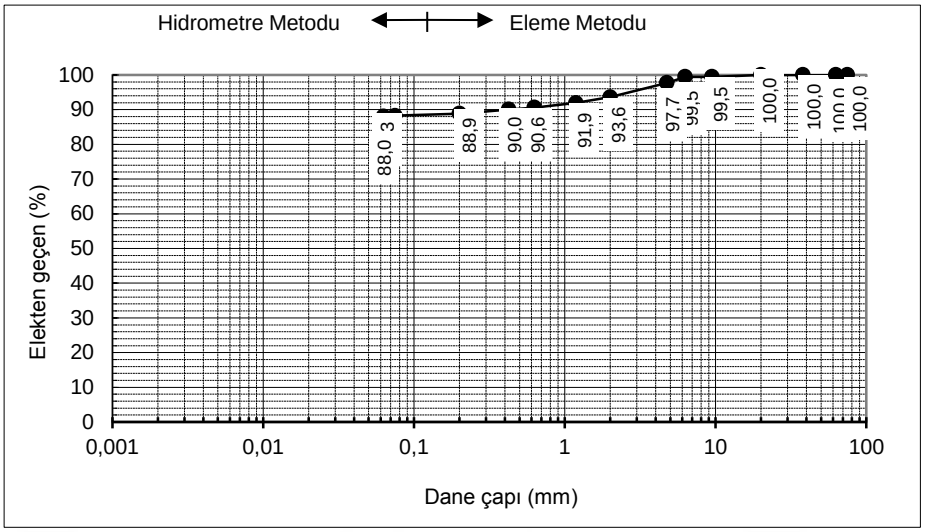
Orman(1)



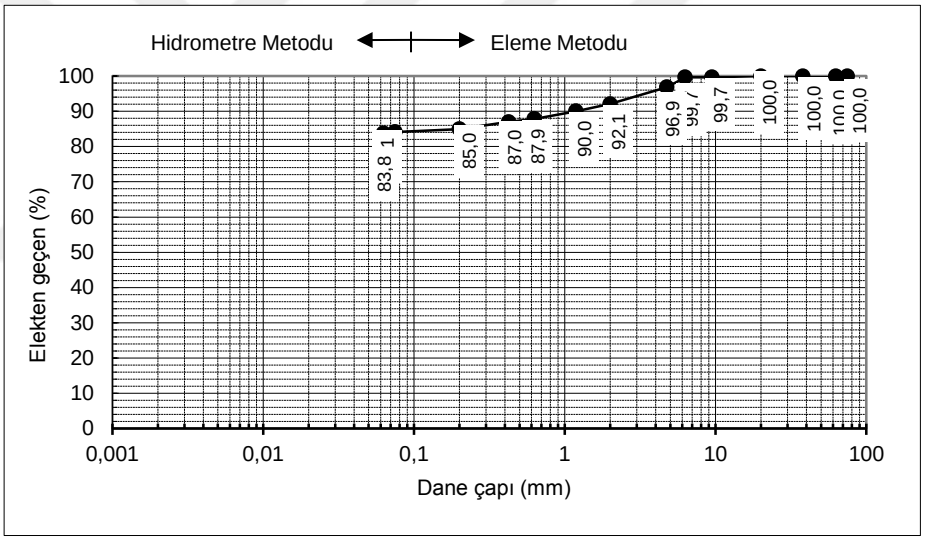
Yüksek Orman

Şekil.4.2.a.Orman(1) ve yüksek orman alan uygulamalarının tane dağılım grafikleri

Yüksek orman toprağının %14.2'i çakıl, %7.5'i kum, %78.3'ü elekten geçip ince taneli olduğu görülmektedir. Orman(1) toprağının %12'siçakıl, %8,8 kum, %79.2'si elekten geçip ince taneli olarak bulunmuştur.



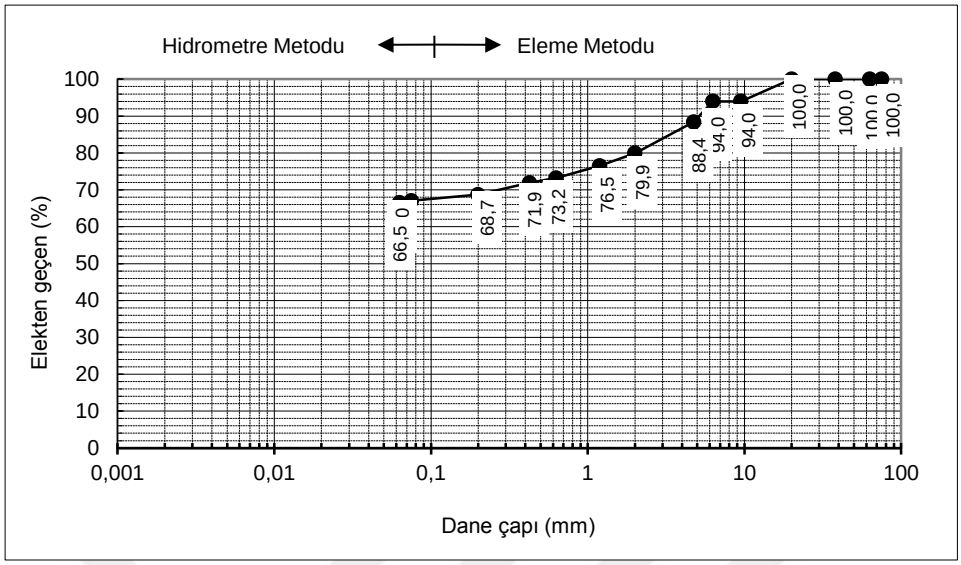
İşlenmiş Tarla(1)



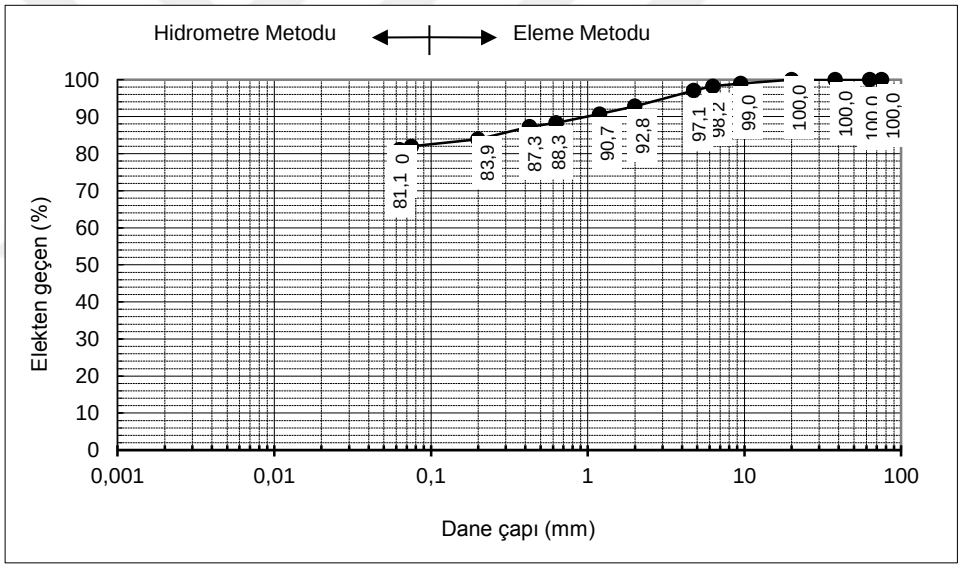
İşlenmiş Tarla (2)

Şekil.4.2.b İşlenmiş tarla(1) ve işlenmiş tarla(2) alan uygulamalarının tane dağılım grafikleri

İşlenmiş tarla (1) topraklarının %6.4'ü çakıl, %5.6 kum, %79.2'si elekten geçip ince taneli olduğu görülmektedir**.** İşlenmiş tarla(2) toprağının %7.9'u çakıl, %8.3'ü kum, %83.8'i elekten geçip ince taneli olduğu bulunmuştur.



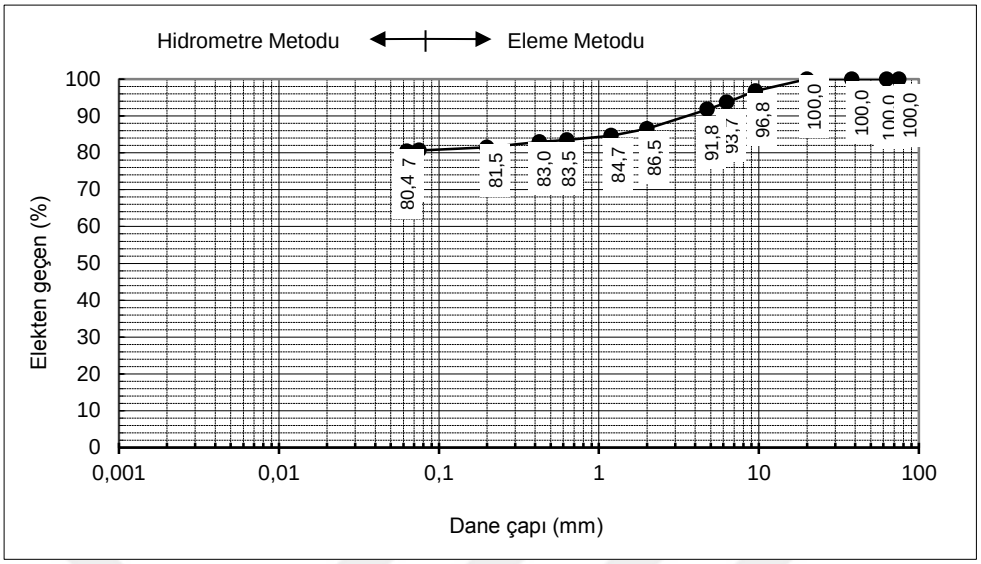
Orman(2)



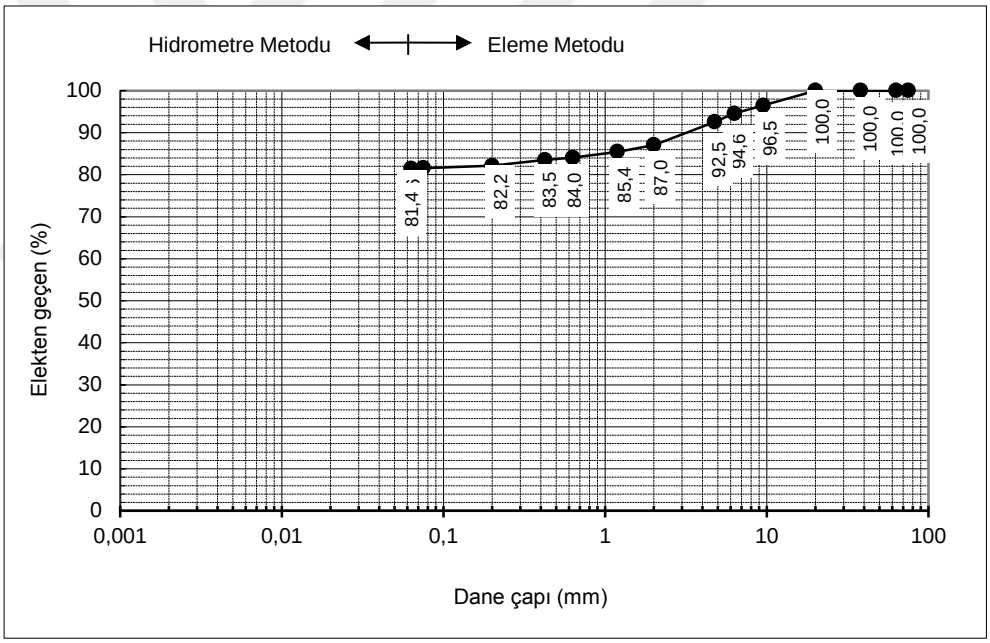
İşlenmemiş Alan

Şekil 4. 2.c Orman (2) ve İşlenmemiş alan uygulamalarının tane dağılım grafikleri

İşlenmemiş alanın %7.2'si çakıl, %11.7 kum, %81.1 elekten geçip ince taneli olduğu görülmektedir. Orman(2) topraklarının ise %20.1'i çakıl, %13.5'i kum, %66.5'i elekten geçip ince taneli olarak bulunmuştur.



Bahçe



Zeytinlik

Şekil 4. 2.d Bahçe ve Zeytinlik alan uygulamalarının tane dağılım grafikleri

Zeytinlik kullanım alanının %13'ü çakıl, %5.6'sı kum, %81.4'ü elekten geçip ince taneli olduğu görülmektedir. Bahçe kullanım alanının ise %13.5'i çakıl, %6.1'i kum, %80.4'ü elekten geçip ince taneli olarak bulunmuştur.

4.2.3.Kompaksiyon (Toprağın sıkışması)

Topraklar üzerlerine uygulanan yük altında belirli bir miktar sıkışabilmektedir. Bu olay toprağın içerisindeki boşluk hacminin azalması ile yakından ilgisi bulunmaktadır. Sıkışma organik maddenin büyük bir etkisi bulunmaktadır. Organik madde miktarı artıkça sıkışma azalır ve toprağın nemi artmaktadır. Toprakta ister elastik sıkışma meydana gelsin gelmesin toprağın fazla sıkışa bilirlik özelliği olması mühendislik için istenen durum değildir. Çünkü bu gibi toprakların üzerine kurulan apartmanların ve başka tesislerin çökme ve hasara uğrama ihtimalleri yüksektir. Ancak dolgu materyalinde kullanılan toprakların yüksek sıkışa bilirlik dayanım yüksekliği sebebiyle istenen durumdur.

Belirli bir basınç altında, toprağın kazanabileceği en yüksek kütle yoğunluğuna ‘maksimum kuru yoğunluk’ ve bu andaki nem miktarına ‘optimum nem’ denilmektedir. Toprağın suya dayanıklı agregat miktarı yükseldikçe maksimum kuru yoğunluk azalır ve optimum nem miktarı artar (Bruce,2001).

Tav koşulları dışında toprağın ıslak halde işlendiklerinde tarım makinalarına yapışarak çamur sıyrıkları oluştururlar. Kuru şekilde işlendiği zaman, tarım aletlerine karşı gösterdikleri direnç çok yüksek olup, toprakta donma-çözülmeyle parçalanabilen kesekler meydana gelmiştir. Nemli koşullarda ise traktör ile işlenmesi ve üstünden makinaların geçmesi, basınç uygulanması için sıkışma (kompaksiyon) oluşturarak olumsuz etkilerini arttırmış olur (Sağlam ve ark. 1993).

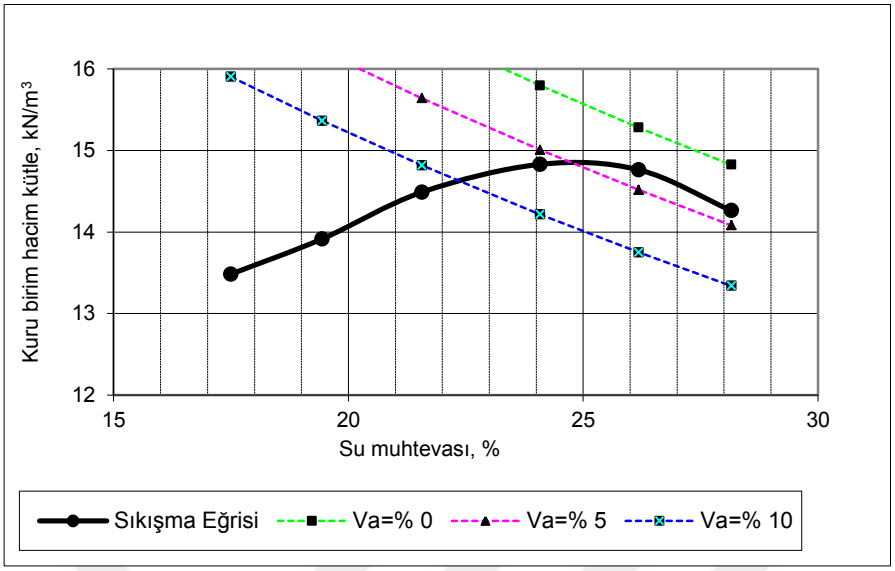
Sıkışma toprağın su içeriği ile yakından ilgilidir. Yüksek sıkışmanın sağlandığı su kapsamına ‘optimum su içeriği’ denir. Bizim aldığımız örneklerde optimum su içeriği, en yüksek bahçe alanında %28.1, en düşük ise %24.7 orman(1) alanında bulunmuştur.

Toprakların, gölet rezervuar tabanı, yol dolgusu materyali, sedde diyagramları şeklinde kullanıldığı zaman, sızmayı engellemek için ve yüksek toprak direncinin sağlamak bakımından minimum boşluk oranı sağlayan bu değerlendirmenin bilinmesi gerekir. Toprağın sıkışa bilirlik özelliğinin sınıflaması aşağıda Çizelge 4.4 te gösterilmiştir.

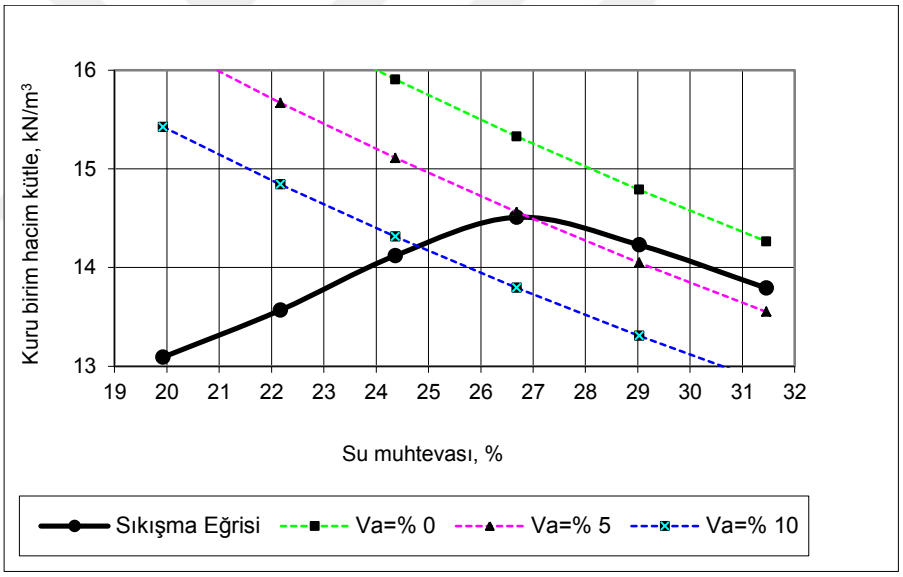
Çizelge 4. 4. Toprakların Sıkışa bilirlik Özelliğinin Sınıflaması (Uluç, 1992)

Maksimum Kuru Birim Ağırlığı (g/cm^3)	Kullanım Özelliği
2.08 <	Dolgu İçin Çok İyi (S1)
2.08 - 1.92	Dolgu İçin İyi (S2)
1.92 - 1.70	Dolgu İçin Orta..(S3)
1.70 - 1.60	Dolgu İçin Zayıf (N1)
1.60 - 1.12	Dolgu İçin Çok Zayıf (N2)

Şekil 4.3. grubunda toprak uygulama alanlarının bazı kompaksiyon eğrileri gösterilmiştir.



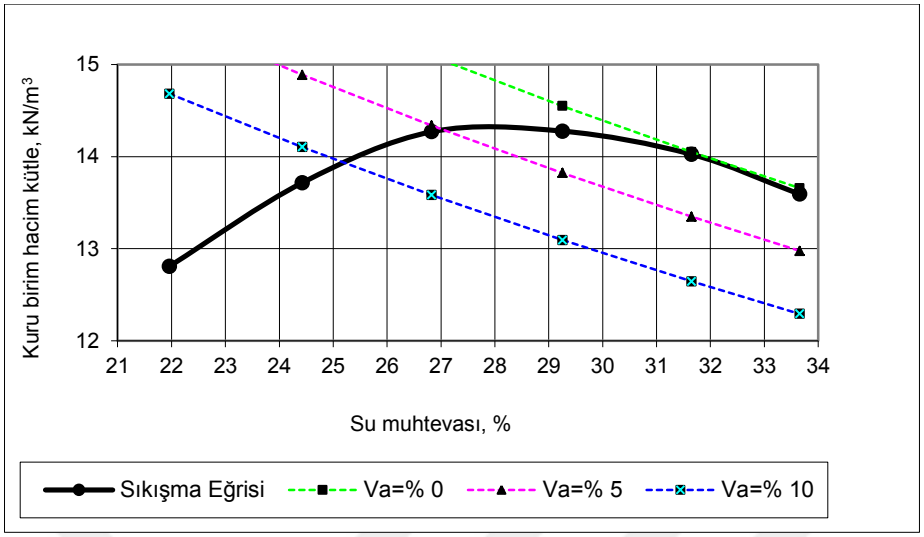
Orman (1)



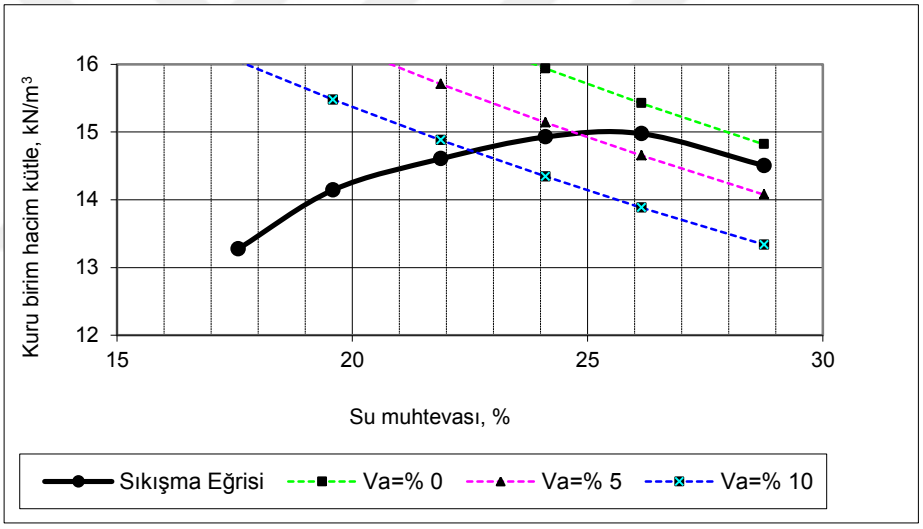
Yüksek orman

Şekil 4. 3.a Orman (1) ve Yüksek Orman serisinin kompaksiyon eğrileri

Yüksek orman alanının su muhtevası %26.9 olup, sıkışa bilirlik 1.47 g/cm³ olarak bulunduğundan dolgu için çok zayıf karakterdedir. Orman (1) alanının su muhtevası ise %24.7 olup, sıkışa bilirlik 1.60 g/cm³ olarak bulunduğundan dolgu için zayıf bir karakterdedir.



Bahçe



Zeytinlik

Şekil.4.3.b Bahçe ve Zeytinlik serisinin kompaksiyon eğrileri

Zeytinlik alanının su muhtevası % 25.4 olup, sıkışa bilirlik 1.52 g/cm^3 bulunduğundan dolgu için zayıf karakterdedir. Bahçe alanının su muhtevası ise % 28.1 olup, sıkışa bilirlik 1.45 g/cm^3 bulunduğundan dolgu için çok zayıf karakterdedir

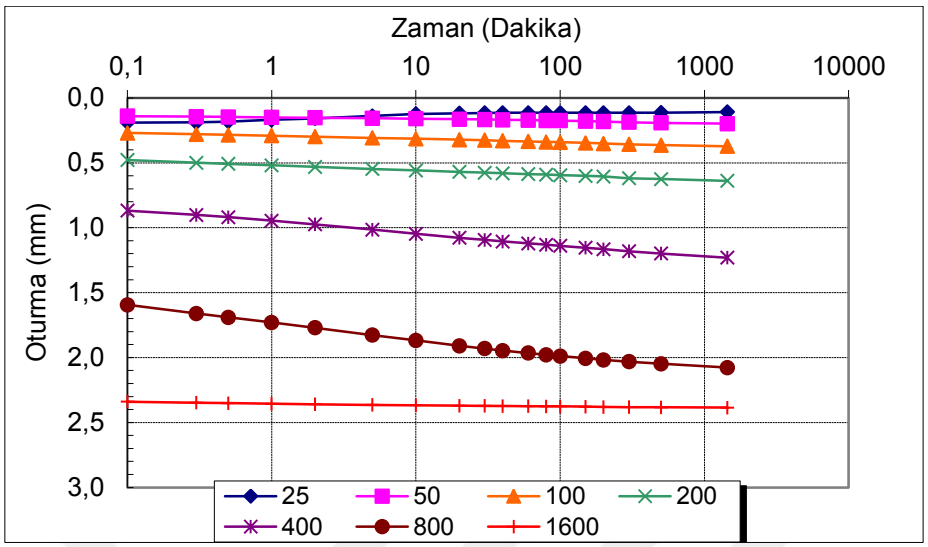
Genel olarak analiz edilen örnekler incelendiğinde, grafiklerde kuru birim hacim ağırlığı kNm^3 cinsinden verilmiş, bütün örnekleri gr/cm^3 dönüştürmek için çıkan değeri 9.81 değerine bölüp bulduğumuz sonuca göre değerlendirme yapılmıştır. Ayrıca diğer serilerin kuru birim hacim ağırlıkları bu değerlere yakın olduğu için onlar eklenmemiştir.

Orman (1) kullanım alanının maksimum kuru birim ağırlığı 1,60 değerinde az olduğu için çok zayıf kullanım özelliği göstermiştir. Bu yüzden CL grubuna ait olduğu görülmektedir. Ve diğer alanlarında Çizelge 4.2 de 1.60'dan küçük olduğu görülmektedir. Dolgu için çok zayıf özelliktedir. Bu yüzden kazı içeren toprak sıkıştırması gerektiren yerleşim yerleri düşünüldüğünde, çalışma alanları topraklarının çoğunluğunun uygun olmadığı saptanmıştır.

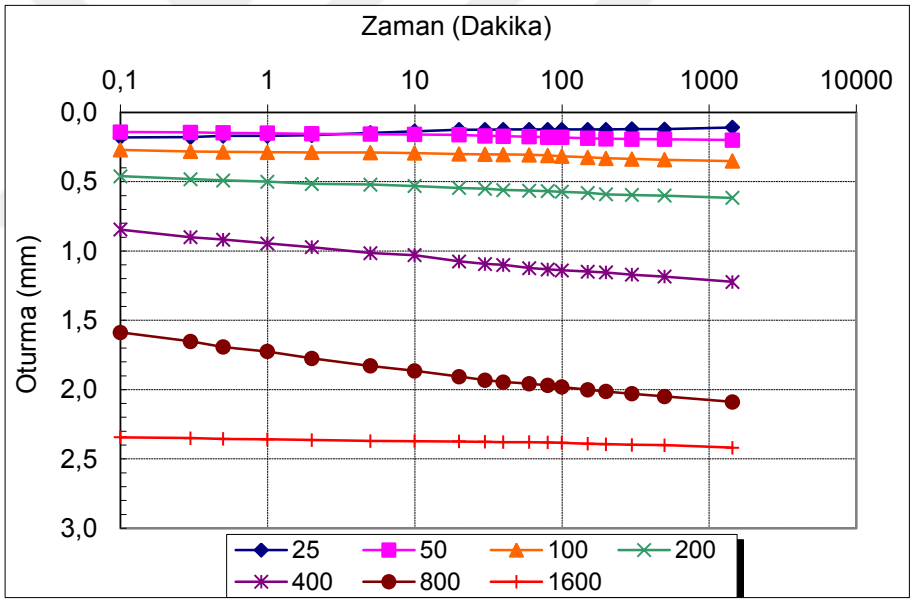
Elde edilen analiz sonuçlarına göre optimum su içeriğine bakacak olursak en düşük orman(1) kullanım alanının %24.7, en yüksek ise %28.1 bahçe kullanım alanında bulunmuştur (Çizelge 4.2.). Toprağın sıkıştırma enerjisi artıkça maksimum kuru yoğunluk arttmakta, ve optimum nem azaldığı görülmektedir.

4.2.4 Konsolidasyon

Analize başlamadan önce bazı rutin laboratuvar analizleri yapılmıştır bunlar, elek analizi, özgül ağırlık, standart proktor deneyinden elde edilen kuru birim hacim ağırlığı, değerleri bulunmuştur. Konsolidasyon teorisine göre doygun ince taneli zeminlerde, gerilme artışı ve boşluk suyu basıncı yükselerek zaman içerisinde su ortamdan uzaklaşır ve böylelikle ilave boşluk suyu basıncı sönümlenmiş olur. Bu zamanda efektif gerilmeler artar yani gerilmeler zemin tarafından taşınmış olur. Ayrıca gerilme altındaki toprağın zamana bağlı oturma davranışı incelenmiş olur. Yüklemeden dolayı ufak bir miktar ani oturma sonrasında primer ve sekonder konsolidasyon oturması gerçekleşmiştir. Buna bağlı olarak oturmalar oluşmuştur. Şekil 4.4 ve 4.5 grubunda örneklerin oturma-zaman ilişkisi gösterilmiştir.



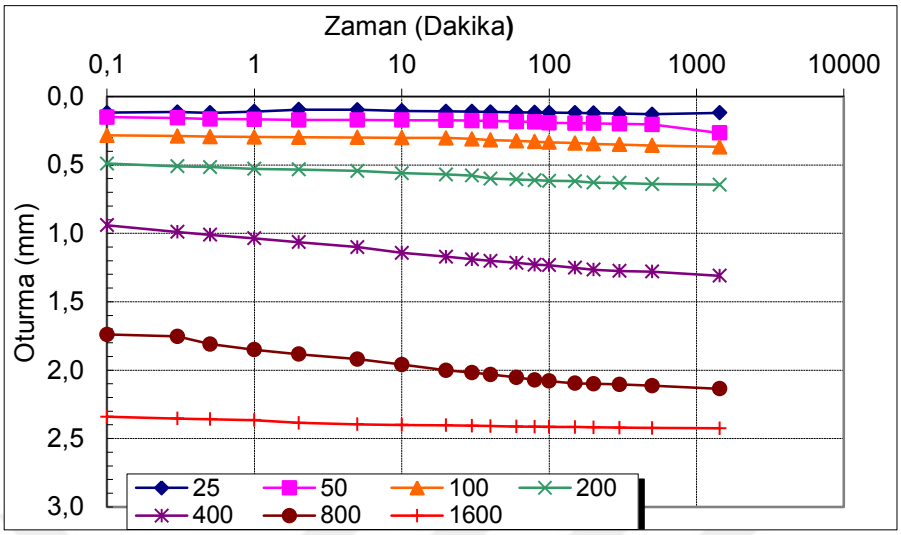
Orman(1)



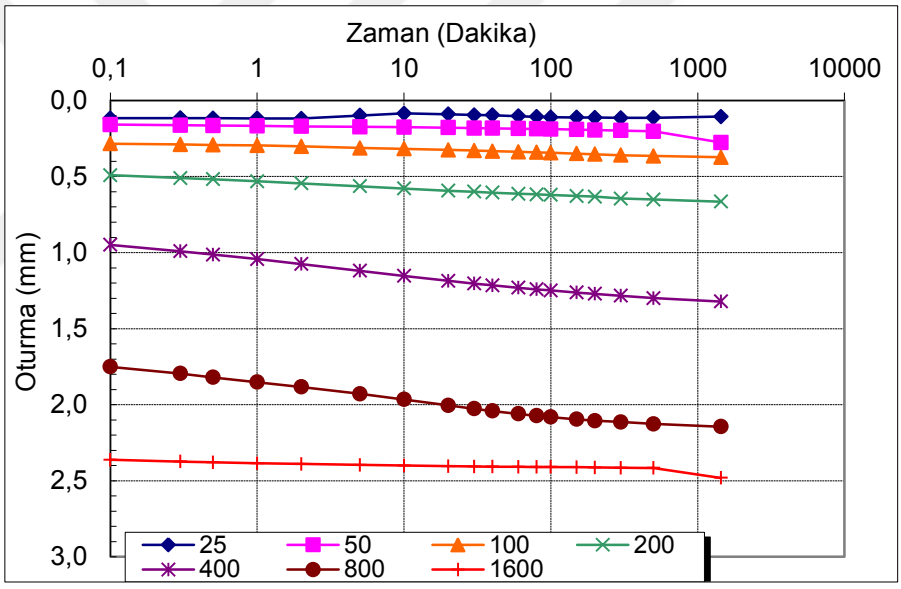
Yüksek orman

Şekil 4.4. Orman(1) ve Yüksek Orman serilerinin oturma-zaman eğrisi

Topraklara bazı yükler uygulanarak belirli zaman aralıklarında giderek azaldığı görülmüş ve oturma sağlanmıştır.



Bahçe



Zeytinlik

Şekil 4.5. Bahçe ve Zeytinlik toprak serisinin oturma-zaman eğrisi

Topraktaki suyun katmanı terk etmesiyle yüzeylerden aynı şekilde iç tarafa doğru zamana bağlı konsolidasyon oturması düşük miktarda azaldığı görülmektedir.

Zemin örneğinin belirli ağırlıkta 0, 0,1, 0,3, 0,5 1, 2, 5, 10, 20, 30, 40, 60, 80, 100, 150, 200, 300, 500, 144 dakika aralıklarla, yükler ise 25,50, 100, 200, 400, 800,1600 kPa olarak verilmiş olup ve bu yüklerin uygulamış olduğu konsolidasyon basınçları kaydedilmiş değerler aşağıda Çizelge 4.4 te gösterilmiştir.Konsolidasyon değerleri, genel olarak örnek aldığımız topraklar ince taneli olduğundan gerilme artışı ile boşluk suyu basıncı yükselmiş ve zaman içerisinde su ortamdan uzaklaşmış görülmektedir. Bu gerilme altındaki toprağın zaman bağlı oturma grafikleri oluşturulmuş ve değerlerin doğru bir şekilde arttığı, konsolidasyon suyun katmanı terk etmesiyle yüzeylerden iç tarafa doğru ilerleyerek devam ettiği görülmektedir. Ve en büyük basınçta(100Pka) konsolidasyonu sağlandıktan sonra uygulanan diğer basınçlar aynı aralıklarla kaldırılır. Ve toprağın su alarak kabarması sağlanmış olur. Konsolidasyon basıncının uygulaması bittikten sonra toprak örneğinin kuru ağırlığına göre toprağın nem miktarı belirlenmiş. Bu değerler % 23.1 -26.7 arasında bulunmuştur.

Konsolidasyon nedeniyle meydana gelen oturma sonunda yapılan statik dengenin bozulmaması gerekir. Bu bakımından konsolidasyon hızının saptanması zemin mekaniğinin önemli bir konusunu kapsamaktadır.Alınan bazı toprakların konsolidasyon verilerinin okuma değerleri ek kısmında gösterilmiştir.

5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

5.1.Sonuçlar

Bu çalışmada, belirtilen yöntemler ve tarımsal arazi kullanım özelliklerine dayanarak bazı toprakların mühendislik özelliklerini göz önünde bulundurarak toprakların mekanik analizlerini değerlendirmek suretiyle tarımsal ve tarım dışı alanların en uygun kullanım alanı oluşturması hedeflenmiştir.

Araştırma alanı olarak seçilen Şanlıurfa Harran Üniversitesi arazi topraklarının, orman, bahçe, ormanlık alanların bitkisel üretime uygun ve tarım dışı alanların yani kentsel gelişmede yeni yerleşim yeri, yol dolgu materyali alınma alanlarının, gezinti alanlarının kullanıma uygunluk ölçülerinin saptanması amacıyla alınan 8 toprağın kullanım alanının laboratuvarda bazı mekanik ve kimyasal analizleri yapılmıştır. Toprakların bünyesine baktığımızda genel olarak ince taneli yani killi yapıya sahiptir. Bu da tarımsal yönden güçtür. Organik madde miktarı ise % olarak 1,68-2,58 arasındadır. EC en fazla zeytinlik kullanım alanında en az ise yüksek orman kullanım alanında, kireç miktarı ise en fazla işlenmiş tarla(1) alanında, en az yüksek ormanlık alanlarda, pH değerleri 7.38-7.78 arasında bulunmuştur ve sınıflamaya göre toprakların bazıları alkalin bazı topraklar ise nötral durumda bulunmuştur.

Bu çalışmanın amacı yukarıda belirttiğim gibi Osmanbey yerleşkesinde bulunan uygulama topraklarının tarım ve tarım dışı kullanımına uygunluk ölçüleri için bazı kullanım alanlarının mekanik analizleri yapılmıştır. Elek analizine (ıslak yıkamalı) göre toprağın silt ve kil oranınca zengin özellikte olduğu belirlenmiştir. Birleştirilmiş zemin sınıflamasıyla en fazla CL grubuna rastlanmıştır. CL sınıfı örnekleri kumlu siltli killerden oluşmasıyla birlikte toprak taneleri arasında boşluklar azdır. Bu topraklar geçirimsizdir. Sıkıştırılmış ve doygun konumdaki toprağın kayma direnci ise orta derecededir. Sıkıştırılmış ve doygun konumdaki uygulama topraklarının oturma olasılığı orta seviyededir. Bu uygulama alanları toprak barajlarının yapımında dolgu olarak kullanıma zayıf derecededir. Erozyona direnci

azdır. Görüldüğü gibi toprak serilerin hemen hemen hepsinin ince taneli olduğu görülmektedir. Bu yüzden geçirimsiz ve optimum sıkışma elde edilmesi yönünden uygundur. Konsolidasyon değerleri, genel olarak örnek aldığımız topraklar ince taneli olduğundan gerilme artışı ile boşluk suyu basıncı yükselmiş ve toprak örneğinin kuru ağırlığına göre toprağın nem miktarı % 23,1 -26,7 arasında bulunmuştur. Bu değerler doğrultusunda sıkıştırılmış ve doygun konumdaki bu toprak alanlarının oturma olasılığı orta seviyededir. Kompaksiyon(sıkışma), Orman(1) uygulama alanında maksimum kuru birim ağırlığı 1,60 değerinde az olduğu için çok zayıf kullanım özelliği göstermiştir. Bu zeminin kentsel yerleşmede dolgu için zayıf özellikte olduğu görülmektedir.

5.2.Öneriler

Türkiye'de toprağın yapı kültürü, betonun yapı alanına girmesiyle birlikte hızla tükenmeye başlamıştır. Ayrıca son zamanlarda tekniğine uygun olmadan yapılmış binaların deprem vb. doğal afetlerle zarar görmeleri, ihmallerin temel dayanakları haline gelmektedir. Böylece toprağın günümüz bilimsel özellikleri yeniden bakılması ve eskilerden bilinen samanla stabilizasyon yönteminin yerine, eskiye göre farklılık gösteren ve bu zamandaki yaşam şartlarına karşılık verebilecek toprak yapıların üretimine fayda sağlayacak iyileştirme ve stabilizasyon çalışmalarının en iyi şekilde yapılması çok önemlidir.

Toprak, kullanılacağı yer için her zaman yapı malzemesi niteliğinde olmayabilir. Bunun için yapı toprakları, kullanılacakları yere göre hazırlanırlar ve böylece yapı malzemesi özelliği kazanmış olurlar. Gereğinden az ya da fazla kil bulunan toprak, yapı toprağı özelliği taşısa da duvar yapımında kullanılacak ise, kil miktarı ile toprağın tüm tanelerinin bünyedeki dağılım oranları, en yüksek basınç dayanımının sağlanabileceği düzene kadar getirilmesi gerekir.

Osmanbey yerleşkesi, Akçakale grabeninin Harran Ovası'nın kuzeyinde, graben Germüş Platosu'nun güney kısmında, platonun ovaya geçiş kuşağında kurulmuş. Osmanbey Kampüs alanı, konumu gereği Arap levhasının kuzey kenarının

jeolojik ve tektonik özelliklerini yansıtmaktadır. Alanın jeomorfolojik ve jeolojik özelliklerinin bulunmasında neo tektonik dönem yer hareketlerinin etkisi oldukça yüksektir.

Kampüs alanı içinde görülen yaygın toprak tipi kırmızımsı kahverengi topraklardır. Söz konusu toprakları killi bünyede, organik madde bakımından fakir olmalarına rağmen tarımsal potansiyeli yüksek topraklar bulunmaktadır.

Araştırma alanında platolar oldukça geniş yer tutar. Genel olarak düz veya hafif engebeli alanlardan oluşan kampüs yer şekilleri genellikle alternatif planlamalara engel teşkil edecek özellikler göstermez. Osmanbey Kampüsü yer şekilleri bakımından yüksek olmayan tepelerin kuzeyde yer aldığı, güneye doğru gidildikçe arazinin nispeten düzleştiği bir alandan oluşmaktadır. Kampüs alanı içinde yerleşmeye engel teşkil edecek yüksek alanlar mevcut değildir. Kampüsün kuzey kesimlerinde yer alan ve yer yer mevsimlik dere yataklarıyla parçalanmış olan tepelik alanlar ihtiyaç duyulan öğretim, idare ve sosyal donatı yapılarının inşası için elverişli özelliklere sahiptir.

KAYNAKLAR

ANONMYCS, 1954. Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils. USDA Agriculture Handbook No. 60, U.S. Government Printing Office, Washington D. C., USA.

BOLAT, B., GÜRPINAR, O. ve YALÇIN, M., 2012. İstanbul-Ömerli'deki alüvyal zeminin jeoteknik özellikleri. İstanbul Yerbilimleri Dergisi, 18(1): 99-111.

BRUCE, D. A., 2001. Practitioner's Guide to the Deep Mixing Method. Ground Improvement, Vol. 5, No. 3, July, pp. 95-100.

CANGİR, C. ve BOYRAZ, D., 2005. Edirne-İstanbul TEM Otoyolu (E-80) Güzergâhı Arazilerinin Toprak Mühendislik Özellikleri ve Amaç Dışı Arazi Kullanımıyla Olan ilişkileri. Kil Bilimleri Türk Milli Komitesi XII. Ulusal Kil Sempozyumu, 05-09 Eylül, Bildiriler Kitabı, Van, s.501-502.

CANGİR, C., KAPUR S. ve BOYRAZ, D., 1997. Tekirdağ'da Oligosen Denizel Çökellerin Oluşturduğu Toprakların Kil Mineralojisi Ve Mühendislik Yorumları. Kil Bilimleri Türk Milli Komitesi VIII. Ulusal Kil Sempozyumu, 24-27 Eylül, Kütahya, s.499-510.

CANBOLAT, M.Y., ÖZTAŞ, M. ve AKGÜL, K.,1998. Erzurum Daphan Ovası Topraklarının Mekaniksel Özellikleri. Doğu Anadolu Tarım Kongresi, 9-11 Eylül, Erzurum, s.20-30.

ÇAĞLAR, M., 2009. Farklı Tekstür Sınıfındaki Toprakların Toprak Mekaniği ve Mühendislik Özelliklerinin Değerlendirilmesi. Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Tekirdağ, s.90-100.

DAVİD, Jr., KW., ve HORACE, RC., 1967. Vinton County, Ohio'da yeni bir heyelanın jeolojik yönleri. Ohio Bilim Dergisi, 67(5): 65-74.

DEMİRALAY, İ. ve Güresinli, Y.Z., 1979. Erzurum Ovası topraklarının kıvam limitleri ve sıkışabilirliği üzerinde bir araştırma. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 10(1): 77-93.

DE JONG, E., D. F., ACTON, H. B. and STSTONEHOUSE., 1990. Estimating the Atterberg Limits of Southern Saskatchewan Soils From Texture and Carbon Contents. Can. J. Soil Sci., 70: 543- 554.

DİNÇ, U., ŞENOL, S., SAYIN, M., KAPUR, S., GÜZEL, N., DERİCİ, R., YEŞİLSOY, M. Ş., YEĞINĞİL, İ., SARI, M., KAYA, Z., AYDIN, M., KETTAŞ, F., BERKMAN, A., ÇOLAK, A. K., YILMAZ, K., TUNÇĞÖĞÜS, B., ÇAVUŞGİL, V., ÖZBEK, H., GÜLÜT, K.Y., KARAMAN, C., DİNÇ, O., ÖZTÜRK, N. ve KARA, E., 1988. Güneydoğu Anadolu Bölgesi Toprakları I. Harran Ovası TÜBİTAK-TOAG Güdümlü Araştırma Projesi. Kesin Proje, No: TOAG 534, Ankara.

DİPOVA, N., 2005. Antalya Tufa Platosundaki Zeminlerin Mühendislik Özellikleri. Antalya Yöresinin İnşaat Mühendisliği Sorunları Kongresi, 22-25 Eylül, Antalya, Cilt 29, s.53- 69.

DÜNDAR, AH., 1990. Bozdağ ve Çevresi Asidik Kahverengi Orman Büyük Toprak Grubunun Bazı Mühendislik Özellikleri Üzerine Araştırmalar.Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, İzmir, 234s.

GÜLSER, C. ve CANDEMİR, F., 2006. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Kurupelit kampüs topraklarının bazı mekaniksel özellikleri ve işlenebilirlikleri. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 21(2): 213-217.

GÜREL, N., 2000. Şanlıurfa İli Yakın Çevresinin Arazi Kullanım Potansiyeli Haritası Projesi, MTA Jeoloji Etütleri Dairesi, Ankara, s.1-56.

KARA,E. M., APAN, A., KORKMAZ, C. ve GÜLSER, KARA, T.,1993. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Yerleşim Sahası Topraklarının Etüt ve Haritalanması, Sulama Yönünden Özelliklerini Belirlenmesi. Ondokuz Mayıs Üniversitesi. Proje Sonuç Raporu (Z-073), Samsun.

JACKSON, M.L., 1958. Soil Chemical Analysis. Prentice Hall. İnc., Eng. Cliff., N.J, 12(3):130-140.

MUNSUZ, S., 1985. Toprak Mekaniği ve Teknolojisi kitabı. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Ankara, 922s.

ÖZDEMİR, N., 1998. Toprak Fiziği. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Kitabı No: 30, Samsun, 130s .

ÖZTAŞ, T., 1987. Iğdır Ovası yüzey topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri ile mekaniksel özellikleri arasındaki ilişkiler. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum, 445s.

ROWELL, D. L., 1996. Soil Science: Methods and Applications. Wesley Longman Ltd, Harlow. Salah, E., Turki, A., Noori, S., 2013. Heavy metals concentration in urban soils of Fallujah City, Iraq. Journal of Environment and Earth Science, 3(11): 100-112.

SAĞLAM, MT., BATİYAR, M., CANGİR, C. ve TOK, HH., 1993. Trakya Üniversitesi ,Tekirdağ Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü, Tekirdağ, 446s.

SAĞLAM, MT., 2001. Toprak ve Suyun Kimyasal Analiz Yöntemleri. Trakya Üniversitesi Tekirdağ Ziraat Fakültesi Yayınları, Ders Kitabı No:20 Tekirdağ, 154s.

SARI, H., 2010. Tekirdağ Merkez Bağlar Sırtları Mevkii de Yer Alan Toprakların Katenasal İlişkilerinin Belirlenmesi. Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Tekirdağ, 68s.

SCHİMİZ, RM., SCHROEDER, C. and CHARLİER, R., 2004. Chemo–mechanical interactions in clay: a correlation between clay mineralogy and Atterberg limits. Applied Clay Science, 26(1-4): 351-358.

SENER, M., 2004. Hayrabolu Sulamasında Su Kullanım ve Dağıtım Etkinliğinin Belirlenmesi. Trakya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 119 s.

TÜZÜNER, A., 1990. Toprak ve Su Analiz Laboratuarı El Kitabı. Tarım Orman ve Köy İşleri Bakanlığı Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Ankara, 213s.

ULUÇ, M., 1992. Şanlıurfa çevresindeki arazilerin çok amaçlı bölgesel planlama için toprak etüd ve yorumları. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Ankara, 70s.

YAKUPOĞLU, T. ve ÖZDEMİR N., 2006. Erozyona Uğramış Topraklarda Organik Atık Uygulama- larının Bazı Mekaniksel Özelliklere Etkisi. OMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi, Samsun 21(2):173- 178.

TÜREYEN, M. N., 2002. Yükseköğretim Kurumları-Kampüsler ile ilgili çalışma. Tasarım Yayın Grubu, İstanbul, 4s.

WAGNER, A., 1957. The use of the unified soil classification system by the bureau of reclamation. 4th International Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering, 12-24 August, London, Vol 1, p.125.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : AYŞEGÜL KUŞ
Uyruğu : T.C
Doğum Yeri ve Tarihi : ŞANLIURFA/23.08.1993
Telefon : (0) 542 270 09 21
E-mail : aysglkus1234@gmail.com

EĞİTİM

Derece	Adı, İlçe, İl	Bitirme Yılı
Lise	Davut Zeki Akpınar Lisesi	2011
Üniversite	Harran Üniversitesi	2016

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	Kurum	Görevi
2019	**Teknokent**	**Toprak analiz laboratuvar sorumlusu**

EKLER

EK 1 Toprakların bazı konsolidasyon verileri

Orman(1) alanının konsolidasyon verileri

Yükler	25	50	100	200	400	800	1600	400	100
Birim	KPa	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	KPa	KPa
Zaman									
Dakika									
0	0,000	0,109	0,198	0,373	0,639	1,230	2,077	2,385	2,246
0,1	0,190	0,141	0,270	0,478	0,868	1,594	2,340		
0,3	0,189	0,144	0,280	0,499	0,901	1,661	2,347		
0,5	0,182	0,147	0,285	0,508	0,919	1,690	2,351		
1	0,169	0,150	0,291	0,519	0,946	1,729	2,356		
2	0,158	0,153	0,298	0,532	0,974	1,770	2,359		
5	0,139	0,157	0,308	0,547	1,015	1,827	2,364		
10	0,123	0,160	0,315	0,559	1,047	1,868	2,367		
20	0,118	0,164	0,322	0,570	1,077	1,909	2,370		
30	0,116	0,167	0,326	0,576	1,094	1,931	2,372		
40	0,115	0,169	0,330	0,581	1,106	1,946	2,373		
60	0,115	0,172	0,335	0,587	1,121	1,965	2,374		
80	0,115	0,174	0,339	0,591	1,131	1,979	2,375		
100	0,115	0,175	0,342	0,595	1,139	1,989	2,376		
150	0,115	0,179	0,347	0,601	1,154	2,006	2,378		
200	0,115	0,182	0,352	0,605	1,165	2,018	2,380		
300	0,115	0,187	0,358	0,619	1,181	2,031	2,382		
500	0,114	0,192	0,364	0,625	1,198	2,048	2,383		
1440	0,109	0,198	0,373	0,639	1,230	2,077	2,385	2,246	1,957
	26,6	25,8	25,5	25,4	25,7	26,9	25,4	25,7	25,8
Sıcaklık ^{o}C	22,3	22,6	22,9	22,5	22,6	21,4	22,6	22,4	22,3
	24,5	24,2	24,2	24,0	24,2	24,2	24,0	24,1	24,1

Deney numunesinin deney başında ve sonunda ölçülen su içeriği değerleri

	Deney başında	Deney sonunda
Ring No	1	1
Ring+yaş numune ağırlığı, g	178,343	179,346
Ring+kuru numune ağırlığı, g	159,581	159,581
Su miktarı, g	18,762	19,765
Ring ağırlığı, g	78,5	78,5
Kuru toprak ağırlığı, g	81,1	81,1
Su muhtevası, %	23,1	24,4

Yüksek orman alanının konsolidasyon verileri

Yükler	25 Kpa	50 kPA	100 kPA	200 Kpa	400 Kpa	800 kPA	1600 Kpa	400 kPA	100 kPA
Zaman									
Dakika									
0	0,000	0,108	0,199	0,351	0,616	2,223	2,089	2,419	2,316
0,1	0,180	0,142	0,270	0,460	0,845	1,587	2,344		
0,3	0,179	0,144	0,281	0,481	0,901	1,652	2,349		
0,5	0,169	0,147	0,285	0,491	0,918	1,692	2,355		
1	0,170	0,150	0,287	0,500	0,945	1,725	2,359		
2	0,165	0,154	0,289	0,516	0,972	1,774	2,363		
5	0,148	0,157	0,290	0,521	1,015	1,829	2,370		
10	0,136	0,159	0,293	0,531	1,030	1,865	2,372		
20	0,125	0,162	0,300	0,545	1,075	1,906	2,374		
30	0,124	0,169	0,302	0,550	1,093	1,931	2,376		
40	0,123	0,172	0,304	0,560	1,100	1,945	2,378		
60	0,123	0,175	0,306	0,564	1,123	1,957	2,379		
80	0,123	0,179	0,310	0,568	1,132	1,970	2,381		
100	0,123	0,180	0,316	0,573	1,140	1,981	2,383		
150	0,123	0,187	0,324	0,581	1,149	2,001	2,390		
200	0,123	0,190	0,331	0,591	1,155	2,014	2,394		
300	0,120	0,193	0,336	0,596	1,171	2,030	2,398		
500	0,121	0,194	0,341	0,600	1,185	2,049	2,400		
1440	0,108	0,199	0,351	0,616	1,223	2,089	2,419	2,316	2,771
Sıcaklık ^{o}C	28,8	28,1	25,5	25,4	25,8	25,5	25,0	25,7	25,9
	20,1	20,1	22,9	22,5	22,6	21,4	22,1	22,0	22,3
	24,5	24,1	24,2	24,0	24,2	23,5	23,6	23,9	24,1

Deney numunesinin deney başında ve sonunda ölçülen su içeriği değerleri

	Deney başında	Deney sonunda
Ring No	3	3
Ring+yaş numune ağırlığı, g	177,305	177,301
Ring+kuru numune ağırlığı, g	156,242	156,242
Su miktarı, g	21,063	21,059
Ring ağırlığı, g	77,407	77,407
Kuru toprak ağırlığı, g	78,8	78,8
Su muhtevası, %	26,7	26,7

Zeytinlik alanının konsolidasyon verileri

Yükler	25	50	100	200	400	800	1600	400	100
	kPa	KPa	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	KPa
Zaman									
Dakika									
0	0,000	0,106	0,276	0,373	0,665	1,321	2,144	2,418	2,288
0,1	0,117	0,159	0,284	0,491	0,949	1,751	2,362		
0,3	0,115	0,163	0,289	0,510	0,991	1,795	2,374		
0,5	0,117	0,165	0,292	0,518	1,013	1,820	2,379		
1	0,118	0,167	0,295	0,531	1,043	1,852	2,385		
2	0,119	0,170	0,302	0,545	1,075	1,883	2,390		
5	0,099	0,173	0,312	0,564	1,119	1,929	2,396		
10	0,085	0,176	0,318	0,578	1,153	1,965	2,400		
20	0,090	0,179	0,325	0,593	1,186	2,004	2,404		
30	0,095	0,182	0,329	0,600	1,204	2,026	2,406		
40	0,097	0,183	0,333	0,606	1,215	2,041	2,407		
60	0,103	0,185	0,338	0,613	1,231	2,060	2,408		
80	0,107	0,187	0,341	0,617	1,241	2,073	2,409		
100	0,110	0,188	0,344	0,621	1,249	2,081	2,410		
150	0,111	0,191	0,349	0,628	1,262	2,096	2,411		
200	0,112	0,194	0,353	0,632	1,271	2,105	2,413		
300	0,114	0,198	0,360	0,645	1,284	2,114	2,415		
500	0,113	0,203	0,365	0,651	1,299	2,126	2,416		
1440	0,106	0,276	0,373	0,665	1,321	2,144	2,481	2,288	1,999
Sıcaklık ^{o}C	24,6	24,4	24,6	22,9	22,8	22,8	22,7	22,6	22,7
	22,3	22,6	22,9	22,5	22,6	21,4	22,6	22,4	22,3
	23,5	23,5	23,8	22,7	22,7	22,1	22,7	22,5	22,5

Deney numunesinin deney başında ve sonunda ölçülen su içeriği değerleri

	Deney başında	Deney sonunda
Ring No	2	2
Ring+yaş numune ağırlığı, g	178,874	179,346
Ring+kuru numune ağırlığı, g	159,465	159,465
Su miktarı, g	19,409	19,881
Ring ağırlığı, g	77,958	77,958
Kuru toprak ağırlığı, g	81,5	81,5
Su muhtevası, %	23,8	24,4

Bahçe alanının konsolidasyon verileri

Yükler	25	50	100	200	400	800	1600	400	100
	kPa	kPa	KPa	kPa	kPa	kPa	kPa	KPa	KPa
Zaman									
Dakika									
0	0,000	0,119	0,266	0,368	0,644	1,310	2,136	2,425	2,289
0,1	0,118	0,150	0,284	0,490	0,940	1,740	2,341		
0,3	0,113	0,156	0,289	0,510	0,989	1,753	2,354		
0,5	0,119	0,165	0,293	0,516	1,010	1,810	2,359		
1	0,110	0,167	0,295	0,528	1,036	1,851	2,365		
2	0,095	0,171	0,298	0,533	1,064	1,883	2,385		
5	0,097	0,172	0,299	0,543	1,100	1,920	2,396		
10	0,105	0,173	0,301	0,560	1,143	1,960	2,401		
20	0,108	0,174	0,303	0,569	1,171	2,001	2,403		
30	0,110	0,176	0,310	0,578	1,190	2,018	2,407		
40	0,113	0,178	0,318	0,600	1,201	2,032	2,409		
60	0,115	0,183	0,324	0,606	1,215	2,053	2,412		
80	0,116	0,186	0,330	0,612	1,229	2,072	2,414		
100	0,118	0,192	0,334	0,616	1,233	2,080	2,415		
150	0,119	0,195	0,340	0,618	1,251	2,096	2,416		
200	0,121	0,196	0,346	0,629	1,265	2,100	2,418		
300	0,125	0,200	0,351	0,631	1,275	2,104	2,420		
500	0,129	0,204	0,357	0,639	1,280	2,114	2,423		
1440	0,119	0,266	0,368	0,644	1,310	2,136	2,425	2,289	1,988
Sıcaklık	24,6	24,1	24,6	25,4	22,5	22,8	22,7	22,7	22,9
^{o}C	20,1	20,1	22,9	22,5	21,5	21,4	22,1	22,0	22,3
	22,4	22,1	23,8	24,0	22,0	22,1	22,4	22,3	22,6

Deney numunesinin deney başında ve sonunda ölçülen su içeriği değerler

	Deney başında	Deney sonunda
Ring No	4	4
Ring+ yaş numune ağırlığı, g	172,305	174,324
Ring+ kuru numune ağırlığı, g	152,765	152,765
Su miktarı, g	19,54	21,559
Ring ağırlığı, g	79,613	79,613
Kuru toprak ağırlığı, g	73,2	73,2
Su muhtevası, %	26,7	29,5

EK 2 Kıvam limitleri analiz verileri

	Beş Nokta				
	1	2	3	4	5
Kap No	100	95	304	139	21
Darbe Adedi	48	40	29	19	11
Yaş zemin + kap, g	33,71	31,80	34,25	32,58	36,28
Kuru zemin + kap, g	27,13	25,41	27,23	25,38	27,73
Su miktarı, g	6,58	6,39	7,02	7,20	8,55
Kap, g	14,18	13,19	14,34	12,73	13,29
Kuru zemin, g	12,95	12,22	12,89	12,65	14,44
Su muhtevası, %	50,81	52,30	54,42	56,91	59,25
Belirsizlik, %	1,05	1,04	1,05	1,04	1,04
Likit limit, %	54,9				
Belirsizlik, %	1,0				

İşlenmiş tarla (1)

	Beş Nokta				
	1	2	3	4	5
Kap No	100	95	304	139	21
Darbe Adedi	49	39	30	19	11
Yaş zemin + kap, g	26,98	32,27	31,53	35,76	29,70
Kuru zemin + kap, g	21,84	26,09	25,52	28,25	24,09
Su miktarı, g	5,14	6,18	6,02	7,51	5,61
Kap, g	10,14	12,36	12,45	12,77	12,96
Kuru zemin, g	11,70	13,73	13,07	15,48	11,13
Su muhtevası, %	43,95	45,02	46,04	48,52	50,41
Belirsizlik, %	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04
Likit limit, %	47,0				
Belirsizlik, %	1,0				

Orman (1)

	Beş Nokta				
	1	2	3	4	5
Kap No	1	2	3	4	5
Darbe Adedi	52	39	28	20	12
Yaş zemin + kap, g	32,51	33,61	32,64	32,70	34,02
Kuru zemin + kap, g	26,50	26,73	25,59	25,81	26,31
Su miktarı, g	6,01	6,87	7,05	6,89	7,71
Kap, g	14,20	13,18	12,02	12,95	12,46
Kuru zemin, g	12,30	13,55	13,57	12,86	13,85
Su muhtevası, %	48,81	50,69	51,97	53,59	55,67
Belirsizlik, %	1,36	1,36	1,36	1,36	1,36
Likit limit, %	52,5				
Belirsizlik, %	1,4				

Yüksek orman

	Beş Nokta				
	1	2	3	4	5
Kap No	100	95	304	139	21
Darbe Adedi	49	39	29	18	11
Yaş zemin + kap, g	34,47	35,59	35,52	31,77	29,57
Kuru zemin + kap, g	28,46	29,01	29,14	25,64	24,20
Su miktarı, g	6,01	6,58	6,37	6,14	5,38
Kap, g	13,30	13,10	14,10	11,74	12,62
Kuru zemin, g	15,16	15,91	15,04	13,90	11,58
Su muhtevası, %	39,65	41,32	42,36	44,16	46,43
Belirsizlik, %	1,04	1,04	1,05	1,04	1,04
Likit limit, %	42,9				
Belirsizlik, %	1,0				

Orman (2)

	Beş Nokta				
	1	2	3	4	5
Kap No	100	95	304	139	21
Darbe Adedi	50	40	29	19	12
Yaş zemin + kap, g	30,54	37,52	32,49	29,66	30,89
Kuru zemin + kap, g	24,29	30,19	25,84	23,53	24,64
Su miktarı, g	6,25	7,33	6,65	6,13	6,25
Kap, g	11,66	15,71	13,01	12,10	13,52
Kuru zemin, g	12,63	14,48	12,83	11,43	11,12
Su muhtevası, %	49,45	50,64	51,82	53,60	56,21
Belirsizlik, %	1,04	1,21	1,04	1,04	1,04
Likit limit, %	52,6				
Belirsizlik, %	1,1				

İşlenmiş tarla (2)

	Beş Nokta				
	1	2	3	4	5
Kap No	1	2	3	4	5
Darbe Adedi	55	45	30	20	14
Yaş zemin + kap, g	31,82	41,39	36,04	35,23	37,58
Kuru zemin + kap, g	24,21	31,14	26,04	25,82	26,27
Su miktarı, g	7,61	10,25	10,00	9,42	11,31
Kap, g	12,30	15,71	11,66	13,01	11,76
Kuru zemin, g	11,91	15,43	14,38	12,81	14,51
Su muhtevası, %	63,87	66,44	69,55	73,54	77,97
Belirsizlik, %	1,36	1,40	1,36	1,36	1,36
Likit limit, %	71,8				
Belirsizlik, %	1,4				

Bahçe

	Beş Nokta				
	1	2	3	4	5
Kap No	100	95	304	139	21
Darbe Adedi	51	42	32	22	13
Yaş zemin + kap, g	29,38	32,20	32,54	31,41	34,72
Kuru zemin + kap, g	23,61	25,66	25,87	24,31	27,51
Su miktarı, g	5,77	6,54	6,67	7,10	7,21
Kap, g	11,76	12,83	13,13	11,53	14,96
Kuru zemin, g	11,85	12,83	12,74	12,78	12,55
Su muhtevası, %	48,65	50,98	52,33	55,58	57,43
Belirsizlik, %	1,04	1,04	1,04	1,04	1,07
Likit limit, %	53,9				
Belirsizlik, %	1,0				

Zeytinlik

	Beş Nokta				
	1	2	3	4	5
Kap No	100	95	304	139	21
Darbe Adedi	49	38	30	22	11
Yaş zemin + kap, g	33,17	34,42	28,58	30,25	31,45
Kuru zemin + kap, g	27,46	28,38	23,42	24,69	25,70
Su miktarı, g	5,71	6,05	5,15	5,56	5,75
Kap, g	13,48	14,05	11,54	12,46	13,20
Kuru zemin, g	13,98	14,33	11,88	12,23	12,50
Su muhtevası, %	40,84	42,20	43,37	45,48	46,03
Belirsizlik, %	1,04	1,05	1,04	1,04	1,04
Likit limit, %	43,8				
Belirsizlik, %	1,0				

İşlenmemiş alan