



T.C.

**ORDU ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ORDU İLİ YOL ZEMİNLERİNDE MEKANİKSEL
ÖZELLİKLERİN BELİRLENMESİ**

HALİL İBRAHİM YILMAZ

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME ANABİLİM DALI**

ORDU 2022

TEZ BİLDİRİMİ

Tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan ve kullanılan intihal tespit programının sonuçlarına göre; bu tezin yazılmasında bilimsel ahlak kurallarına uyulduğunu, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, tezin içerdiği yenilik ve sonuçların başka bir yerden alınmadığını, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, tezin herhangi bir kısmının bu üniversite veya başka bir üniversitedeki başka bir tez çalışması olarak sunulmadığını beyan ederim.

Halil İbrahim YILMAZ

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.

ÖZET

ORDU İLİ YOL ZEMİNLERİNDE MEKANİKSEL ÖZELLİKLERİN BELİRLENMESİ

HALİL İBRAHİM YILMAZ

ORDU ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ, 82 SAYFA

(TEZ DANIŞMANI: PROF. DR. DAMLA BENDER ÖZENÇ)

Bu çalışmada, Ordu ili geneli muhtelif yol güzergahları boyunca etüt çalışmaları sırasında kırsal arazi alanlarında açılan araştırma çukurlarından alınan zemin örneklerinin (504 adet); kıvam limitleri (likit limit, plastik limit ve plastiklik indeksi) ve sıkışma parametreleri (maksimum kuru birim ağırlık ve optimum su içeriği) ile tane dağılımı (4.75mm ve 75µm eleklerden geçen zemin yüzdesi) belirlenmiş; USCS'ye göre sınıflandırılması yapılmıştır. Ayrıca, zeminlerin plastiklik ve sıkışabilirlik oranlarının coğrafi dağılım haritaları oluşturulmuştur.

Çalışma alanına ait zemin sınıflandırmasında, örneklerin %9'u ince taneli, %91'i iri taneli zemin sınıfı olarak belirlenmiştir. İri taneli zeminlerin ise %19'u çakıl, %81'i kum sınıfı olarak ayrılmıştır. İnce taneli zeminlerin %79'u silt, %21'i ise kil sınıfı olarak dağılım göstermiştir. Örneklerin kıvam limit değerleri incelendiğinde, %33'ünün plastik özellik göstermediği, %54'ünün düşük plastiklik, %32'sinin orta plastikliğe sahip olduğu ve %13'ünün yüksek plastiklik özelliği gösterdiği belirlenmiştir.

Maksimum kuru hacim ağırlık değerlerinin coğrafi dağılımına bakıldığında; Ordu ilinin güneybatı kesimlerinde orta sıkışabilirlik, güneydoğu hattı boyunca yüksek sıkışabilirlik, kuzey-güney hattı boyunca yer yer düşük sıkışabilirlikte zeminler tespit edilmiştir. Plastiklik bakımından coğrafi dağılımı değerlendirildiğinde, bölgenin güney batısından kuzey doğuya doğru bir hat boyunca düşük ve orta plastik, kıyı şeridinde düşük plastiklik zeminlerin dağılım gösterdiği belirlenmiştir. Çalışma alanının genelinde kum sınıfı zeminler yayılım göstermiş; kuzey batı, kuzey doğu ve kuzey-güney hattında yer yer çakıl sınıfı zeminler izlenmiştir. Yüksek plastiklik yoğunluğunun göze çarptığı bölgelerde zeminler killi kum, siltli kum ve kil şeklindedir.

Anahtar Kelimeler: Kıvam Limitleri, Maksimum Kuru Hacim Ağırlık, Optimum Nem İçeriği, Sıkışabilirlik, Tane Dağılımı, Zemin Sınıflandırması

ABSTRACT

DETERMINATION MECHANICAL CHARACTERISTICS OF ROAD SOILS IN ORDU PROVINCE

HALİL İBRAHİM YILMAZ

**ORDU UNIVERSITY INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED
SCIENCES**

SOIL SCIENCE AND PLANT NUTRITION

MASTER THESIS, 82 PAGES

(SUPERVISOR: PROF. DR. DAMLA BENDER ÖZENÇ)

In this study, the soil samples (504 number) taken from the research pits opened in rural land areas during the surveys along various road routes throughout Ordu province; consistency limits (liquid limit, plastic limit and plasticity index) and compaction parameters (maximum dry volume weight and optimum water content) and particle distribution (4.75mm and 75µm sieves of soil percentage) were determined; soils were classified according to USCS. In addition, geographical distribution maps of the plasticity and compressibility ratios of the soils were created.

In the soil classification of the study area, 9% of the samples were determined as fine-grained and 91% coarse-grained soil class. On the other hand, 19% of coarse-grained soils were separated as gravel and 81% as sand. 79% of fine-grained soils were classified as silt and 21% as clay class. When the consistency limit values of the samples were examined, it was determined that 33% of the samples did not show plasticity, 54% had low plasticity, 32% had medium plasticity and 13% showed high plasticity.

Considering the geographical distribution of the maximum dry volume weight values; in the southwestern parts of Ordu, soils of medium compressibility, high compressibility along the southeast line, and low compressibility in places along the north-south line were detected. When the geographical distribution in terms of plasticity is evaluated, it has been determined that low and medium plasticity soils are distributed along a line from the south-west to the north-east of the region and low plasticity soils are distributed along the coastline. Sand grade soils were spread throughout the study area; gravel grade soils were observed in places in the northwest, northeast and north-south lines. In regions where high plasticity density stands out, the soils are in the form of clayey sand, silty sand and clay.

Keywords: Consistency Limits, Maximum Dry Unit Weight, Optimum Moisture Content, Compressibility, Particle Distribution, Soil Classification

TEŞEKKÜR

Tez konumun belirlenmesi, çalışmanın yürütülmesi ve yazımı esnasında her türlü yardımı ve desteklerini esirgemeyen başta danışman hocam Sayın Prof. Dr. Damla BENDER ÖZENÇ'e;

Laboratuvar çalışmalarındaki desteklerinden dolayı Çağrı YÜCEL'e ve Coğrafi Bilgi Sistemi analizlerindeki desteklerinden dolayı Muhammed Çağrı YILMAZ'a ve Gökhan DEREKÖY'e;

Aynı zamanda, manevi desteklerini her zaman üzerimde hissettiğim arkadaşım Ömer Faruk BEKÇİ'ye ve aileme teşekkürü bir borç bilirim.



İÇİNDEKİLER

Sayfa

TEZ BİLDİRİMİ	I
ÖZET.....	II
ABSTRACT.....	III
TEŞEKKÜR.....	IV
İÇİNDEKİLER.....	V
ŞEKİL LİSTESİ.....	VI
ÇİZELGE LİSTESİ.....	VII
SİMGELER ve KISALTMALAR LİSTESİ.....	VIII
EKLER LİSTESİ.....	IX
1. GİRİŞ.....	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	6
3. MATERYAL ve YÖNTEM	17
3.1 Çalışma Alanı.....	17
3.1 Ordu İli Coğrafi Özellikleri.....	18
3.3 Yöntem.....	19
3.2.1 Likit Limit Tayini (Casagrande Metodu).....	19
3.2.2 Plastik Limitin Tayini ve Plastiklik İndeksinin Belirlenmesi	20
3.2.3 Tane Çapı Dağılımı (Yıkamalı Eleme Metodu).....	20
3.2.4 Maksimum Kuru Hacim Ağırlık ve Optimum Su İçeriği Tayini (Standart Proktor Metodu).....	21
3.2.5 Zeminlerin Sınıflandırılması (Birleştirilmiş Zemin Sınıflandırma Sistemi Yöntemi).....	23
3.2.6 Verilerin Haritalanması.....	27
4. ARAŞTIRMA BULGULARI	28
4.1 Tane Büyüklük Dağılımı.....	28
4.2 Kıvam Limitleri.....	33
4.3 Sıkışabilirlik	38
4.4 Zemin Sınıfları	42
5. TARTIŞMA ve SONUÇ	48
6. KAYNAKLAR	51
EKLER.....	53
ÖZGEÇMİŞ	82

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 3.1 Çalışma Alanı Lokasyon Haritası.....	17
Şekil 3.2 Likit Limit Deneyi Araç Gereçleri	19
Şekil 3.3 Otomatik Proktor Aleti ve Kalıbı	22
Şekil 3.4 Proktor Metodunda Kuru Hacim Ağırlık-Su İçeriği Grafiği	23
Şekil 3.5 İnce Taneli Zeminler İçin Plastiklik Kartı	24
Şekil 4.1 Tane Dağılımı Haritası	33
Şekil 4.2 Plastiklik Haritası	38
Şekil 4.3 Sıkışabilirlik Haritası	42
Şekil 4.4 Zemin Sınıfı Haritası	46



ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 1.1 İnce Taneli Toprakların Plastiklik İndeksine Göre Sınıflandırılması.....	3
Çizelge 3.1 Zemin Sınıflandırma Sistemi.....	26
Çizelge 4.1 İri ve İnce Taneli Zeminlerin İlçelere Göre Dağılımı.....	28
Çizelge 4.2 Plastiklik Özelliğinin İlçelere Göre Dağılımı	34
Çizelge 4.3 Sıkışabilirlik Özelliğinin İlçelere Göre Dağılımı	39
Çizelge 4.4 Zemin Sınıflarının İlçelere Göre Dağılımı	44



SİMGELER ve KISALTMALAR LİSTESİ

C	: Kil
cm	: Santimetre
cm³	: Santimetre Küp
C_r	: Süreklilik Katsayısı
C_u	: Üniformluk Katsayısı
da	: Dekar
g	: Gram
G	: Çakıl
H	: Yüksek Plastik
I	: Orta Plastik
I_p	: Plastiklik İndeksi
kg	: Kilogram
km²	: Kilometre Kare
kN	: Kilonewton
L	: Düşük Plastik
LL	: Likit Limit
m	: Metre
m³	: Metre Küp
mL	: Mililitre
mm	: Milimetre
mPa	: Megapascal
NP	: Plastik Değil
O	: Organik
P	: Üniform Tane Dağılımı
PI	: Plastisite İndisi
PL	: Plastik Limit
S	: Kum
Si	: Silt
w	: Nem İçeriği
W	: Düzgün Tane Dağılımı
w_L	: Likit Limit
w_P	: Plastik Limit
ρ_k	: Kuru Birim Hacim Ağırlık
ρ_n	: Yaş Birim Hacim Ağırlık
°C	: Santigrat Derece

EKLER LİSTESİ

Sayfa

EK 1: Altınordu ilçesi zemin örneklerinin koordinat, derinlik, zemin sınıfı ve deney sonuçları	54
EK 2: Akkuş ilçesi zemin örneklerinin koordinat, derinlik, zemin sınıfı ve deney sonuçları	55
EK 3: Aybastı ilçesi zemin örneklerinin koordinat, derinlik, zemin sınıfı ve deney sonuçları	58
EK 4: Çamaş ilçesi zemin örneklerinin koordinat, derinlik, zemin sınıfı ve deney sonuçları	59
EK 5: Çatalpınar ilçesi zemin örneklerinin koordinat, derinlik, zemin sınıfı ve deney sonuçları	60
EK 6: Çaybaşı ilçesi zemin örneklerinin koordinat, derinlik, zemin sınıfı ve deney sonuçları	61
EK 7: Fatsa ilçesi zemin örneklerinin koordinat, derinlik, zemin sınıfı ve deney sonuçları	62
EK 8: Gökçöy İlçesi zemin örneklerinin koordinat, derinlik, zemin sınıfı ve deney sonuçları	63
EK 9: Gülyalı ilçesi zemin örneklerinin koordinat, derinlik, zemin sınıfı ve deney sonuçları	64
EK 10: Gürgentepe ilçesi zemin örneklerinin koordinat, derinlik, zemin sınıfı ve deney sonuçları	65
EK 11: İkizce ilçesi zemin örneklerinin koordinat, derinlik, zemin sınıfı ve deney sonuçları	66
EK 12: Kabadüz ilçesi zemin örneklerinin koordinat, derinlik, zemin sınıfı ve deney sonuçları	67
EK 13: Kabataş ilçesi zemin örneklerinin koordinat, derinlik, zemin sınıfı ve deney sonuçları	68
EK 14: Korgan ilçesi zemin örneklerinin koordinat, derinlik, zemin sınıfı ve deney sonuçları	69
EK 15: Kumru ilçesi zemin örneklerinin koordinat, derinlik, zemin sınıfı ve deney sonuçları	70
EK 16: Mesudiye ilçesi zemin örneklerinin koordinat, derinlik, zemin sınıfı ve deney sonuçları	71
EK 17: Perşembe ilçesi zemin örneklerinin koordinat, derinlik, zemin sınıfı ve deney sonuçları	73
EK 18: Ulubey ilçesi zemin örneklerinin koordinat, derinlik, zemin sınıfı ve deney sonuçları	74
EK 19: Ünye ilçesi zemin örneklerinin koordinat, derinlik, zemin sınıfı ve deney sonuçları	76
EK 20: Tane dağılımı haritası.....	78
EK 21: Plastiklik haritası.....	79
EK 22: Sıkışabilirlik haritası	80
EK 23: Zemin sınıfı haritası	81

1. GİRİŞ

Toprağın mekaniksel özellikleri mühendislik alanında çokça kullanılmakta olup tarımsal faaliyetler açısından yaygın olarak değerlendirilmemektedir. Üst yapı inşaatlarında zayıf zemin olarak nitelendirilen ince taneli yüksek plastisiteli malzemeler çeşitli yöntemlerle bertaraf edilerek taşıma gücü daha yüksek zeminler oluşturulmaktadır. Zayıf zeminlerin tespiti için yapılan çalışma ve yöntemler ise toprağın mekanik özelliklerinin tespiti şeklinde gelişmektedir. Toprağın mekanik özellikleri olarak tespiti gerçekleştirilen likit limit, plastik limit, plastislik indeksi, maksimum kuru hacim ağırlık, optimum su içeriği ve tane dağılımı gibi değerlerin; toprakların işlenmeye uygunluğu açısından değerlendirilebilmesi için bu parametrelerin tespit edilerek coğrafi yerleşimi araştırılmalıdır. Bu sayede toprağın mekanik özelliklerinin; tarım alanları, bitki türleri, iklim, rakım ve topoğrafya gibi faktörler açısından değerlendirilebilmesi olanağı doğacaktır.

Mühendislik amaçlı çalışmalarda olduğu gibi tarımda da toprağa uygulanan fiziksel işlemlerde toprağın cevabının anlaşılmasında, toprağın mekanik özelliklerinden kıvam limitleri çok önemli parametrelerdir. Toprak işleme çalışmalarında toprağın nem içeriğiyle göstereceği mekanik davranışın tespit edilebilmesi, tarımsal faaliyetler açısından gerekli önlemlerin alınabilmesine olanak tanımaktadır. Kıvam limitleri toprakların nem içerikleri ile işlenebilirliği arasındaki ilişkinin saptanabilmesine büyük kolaylık sağlar (Cengiz, 2017). Toprakların farklı su içeriklerinde gösterdiği mekanik davranışları betimlerken kıvam limitleri kavramları kullanılmaktadır. Topraklar için; kohezyon, yapışma, büzülme, plastik ve likit olmak üzere 5 farklı kıvam limiti, 1911 yılında Dr. A. Atterberg tarafından kavramlaştırılmıştır. Bu sebeple kıvam limitleri aynı zamanda Atterberg limitleri olarakta bilinir. Dr. Atterberg'in toprakları sınıflandırmak için basit yöntemlerle belirlediği kıvam limitlerinden yalnızca likit limit, plastik limit ve Rötire (Büzülme) limiti mühendislik faaliyetlerinde kullanılmaktadır. 1932 yılında Prof. A. Casagrande likit limit tayininin deneysel yöntemlerle tesbit edilmesi için bir cihaz geliştirmiştir (Orhan ve ark., 2005).

Kıvam limitlerinden likit limit (LL), plastik limit (PL), ve plastislik indeksi (PI) kohezyonlu toprakların fiziksel kalitesi bakımından indeks kabul edilir ve toprak

nem içeriği, tane dağılımlı, organik madde içeriği gibi özelliklere bağlı olarak değişkenlik gösterir (Terzaghi ve ark., 1996; Cengiz, 2017). Likit limit, akıcı durumdaki toprağın plastik duruma geğtiği andaki su içeriğidir. Prof A. Casagrande'nin geliştirdiği ve casagrande aleti adıyla anılan alette, numunenin birleşme noktasının 25 vuruşa karşılık geldiği su içeriği oranı likit limit olarak tanımlanmıştır. Dolayısıyla toprağın su içeriğinden sebeple akmaya başladığı andaki rutubet oranıdır. Likit limit değer, toprağın içerdiği minerallere, emilen suyun kalınlığına ve tanelerin şekline göre farklılık gösterir. Kumlu ve siltli topraklarda bu değer genellikle 20'nin altındadır (Canbolat ve ztaş, 1997; Topçu, 2011; Cengiz, 2017). Plastik limit, toprağın plastik durumdan artık plastik özellik göstermediği yarı katı duruma geğtiği andaki su içeriğidir. Islak toprağın su içeriğinin azalmasıyla yüzeyinde kuruma çatlaklarının oluştuğu, bir keseği oluşturan strüktürlerin yüzey boyunca ayrıldığı andaki rutubet oranıdır. Toprağın işlenebilirlik açısından gelebileceği maksimum su içeriğinin tespitinde kullanılan yöntemle bulunan sonuçların plastik limit değerlerine yakın olduğu bilindiğinden plastik limit değer işlenebilirlik açısından st sınır kabul edilebilir (Canbolat ve ztaş, 1997; Topçu, 2011; Cengiz, 2017). İnce taneli topraklarda kırılmadan yoğurularak istenilen şeklin verilebildiği durumlarda toprağın plastik kıvamda olduğu anlaşılmaktadır. 1926 yılında Terzaghi yaptığı çalışmalar sonrasında, toprağın elle yuvarlanarak kırılmadan 3 mm çapa inebildiği rutubet miktarını plastik limit olarak tespit etmiştir (Yılmaz, 2002; Topçu, 2011).

Likit limit ile plastik limit arasındaki farka plastiklik indeksi denmektedir. Toprağın plastik kaldığı rutubet aralığını gösteren bu değer, toprağın işlemeye uygunluk nemini belirlemede kullanılır. Plastiklik indeksi büyük olan killi topraklarda toprağın işlenmesi sırasında uygun nem oranını yakalamak güç olduğundan çamurlaşma ihtimali veya toz ve kesek oluşturma ihtimali yüksektir. Kumlu topraklarda ise plastiklik indeksi küçük olduğundan toprağın işlenme tavrı kolayca yakalanabilmektedir ve çamurlaşma ihtimali düşüktür. Killi topraklar için plastik limit tek başına yeterli gelmediğinden killerin plastikliğini yorumlamada likit limit ve plastiklik indeksi değerleri de kullanılmaktadır (Canbolat ve ztaş, 1997; Demir ve ark., 2012).

Toprakların mekanik karakterleri tane dağılımına göre iri taneli ve ince taneli topraklarda farklılıklar göstermektedir. İri tanelerin sınıflandırılması elek analizi yöntemiyle çakıl ve kum olarak sınıflandırılmaktadır. İnce taneli toprakların sınıflandırılmasında ise kıvam limitlerinden faydalanılır. İnce taneli topraklar iri taneli toprakların aksine kıvama göre farklı davranmaktadırlar (Çizelge 1.1).

Çizelge 1.1 İnce Taneli Toprakların Plastiklik İndeksine Göre Sınıflandırılması (Balcı, 2011)

Plastiklik İndeksi (PI, %)	Plastiklik Derecesi
0-5	Plastik değil
5-15	Az plastik
15-40	Plastik
>40	Çok plastik

Birleştirilmiş Zemin Sınıflandırma Sisteminde (USCS) ve çok farklılıklar içermeyen Türk Zemin Sınıflandırma Sisteminde toprakların iri ve ince olarak ayrılmasında 75µm tane boyu sınır kabul edilmiştir. İri taneli topraklar tane dağılım özellikleri ile sınıflandırılırken, ince taneli toprakların tane dağılımını tespit etmek zordur. İnce taneli topraklarda tane boyu dağılımının tespitinde hidrometre deneyi olarak bilinen yaşı analiz metodu kullanılabilmektedir. Fakat bu yöntem aşırı zahmetli olduğundan ince taneli toprakların sınıflandırılmasında kıvam limitlerinden likit limit ve plastiklik indeksi kullanılmaktadır (Gündüz ve ark., 2009).

Toprağın doğal yapısının su varlığı ve mekanik kuvvetlerin etkisiyle bozularak toprak içerisindeki tanelerin daha yakınlaşması sonucu birim hacim ağırlığındaki artışına toprak sıkışması denmektedir. Sıkışmış bir toprakta hava ve su geçirgenliği azalmakta, bitki kök gelişimi daha kuvvetli bir dirençle karşılaşmakta ve toprak içerisinde yaşayan canlılar ile mikroorganizmaları olumsuz etkilemektedir. Topraktaki sıkışmanın derecesi tekstür, su içeriği ve organik madde varlığına göre şekillenmektedir (Hangişi, 2019). Kompaksiyon toprak tanelerinin birbirine yakınlaşması ve hava boşluklarının azalması için yapılan bir işlem olup, tanelerin birbirine göre hareket edebilmeleri için uygulanan kompaksiyon enerjisi ve içerdiği su miktarına bağlıdır. Toprağın su içeriğinin, boşluklardaki havanın hapsolmesine ve dışarı çıkmasına engel olacak derecede fazla ise sıkışan havanın basıncı artacağından kompaksiyon zorlaşacaktır. Toprağın suya doygunluk durumunda gözeneklerin tamamı su ile dolu olacağından, kompaksiyon sırasında hidrostatik basınç artacak ve

tanelerin birbirine yakınlaşması mümkün olmayacaktır. Fakat toprak içerisinde bulunan suyun taneler arasındaki sürtünmeyi, kapiler gerilmeyi ve elektriksel kuvvetlerin etkisini değiştirdiği bilinmektedir. Su içeriği arttıkça tanelerin hareketi kolaylaşmakta aynı zamanda da birbirlerine yaklaşması zorlaşmaktadır. Toprakta bulunan su miktarının yeterli seviyede yani kompaksiyonun en iyi sağlanabileceği seviyede olduğu duruma optimum su içeriği denmektedir. Sıkışma için gereken su içeriği ile birlikte uygulanan kuvvetin şiddeti de önemlidir. Optimum su miktarı indeks bir özellik olmayıp kompaksiyon enerjisinin sabit olduğu durumlarda ayırt edici olmaktadır. Siltli ve killi topraklarda su içeriğinin kompaksiyona etkisi olmakla birlikte kohezyonsuz topraklarda ise gözeneklerde basınç oluşmaması, sürtünmenin az olması ve elektriksel kuvvetlerin yerçekimine nazaran etkili olmaması nedeniyle çok etkisi bulunmamaktadır. Ayrıca toprak içerisinde kapılar gerilimin olmadığı durumlarda yani toprağın kuru veya doygun olduğu durumlarda kompaksiyon işlemi oldukça zor bir hal almaktadır. Toprak sabit bir kompaksiyon enerjisi altında değişik su içeriklerinde sıkıştırıldığı zaman, su içeriği arttıkça kuru birim hacim ağırlık artmakta, maksimum değerine ulaşmakta ve sonra azalmaktadır. Bu değerlendirme, 1933 yılında Proctor tarafından yapılan çalışmalar neticesinde maksimum kuru birim hacim ağırlık ve optimum su içeriği tayini belirlenmesine yönelik denemelerde ortaya çıkmıştır. (Yılmaz, 2002).

Toprakların kıvam limitlerinin bilinmesi fazla enerji harcamadan ve strüktür yapısını bozmadan işleme için gerekli su içeriği seviyelerin tespit edilebilmesine olanak tanır. Toprak kompaksiyonunu önemli seviyede etkileyen unsurlar toprağın su içeriği, tekstürü, strüktürü, agregat yapısı ve organik madde içeriği şeklinde sayılabilir. Tekstür inceldikçe ve organik madde miktarı ile agregat miktarı arttıkça maksimum kuru birim ağırlık azalmakta ve optimum su içeriği artmaktadır. Kompaksiyonu etkileyen unsurlar toprağın işlenebilirliğini de aynı ölçüde etkilemektedir. Likit limit, plastik limit ve optimum su içeriği değerlerinin arttığı durumlarda toprağın fiziksel etkilere ve kompaksiyona karşı daha dirençli olmasına uzun vadede de daha kolay işlenebilmesine neden olur (Cambaztepe, 2018). Dokovic ve ark., (2013) tarafından yürütülen bir çalışmada sonuçlara dayanarak, Atterberg plastiklik limitlerini bilerek optimum nem içeriği ve maksimum kuru yoğunluk değerlerinin tahmin edilebileceği belirtilmiştir.

Bu alışmada, Ordu ili geneli muhtelif yol güzergahları boyunca etüt çalışmaları sırasında kırsal arazi alanlarında açılan araştırma çukurlarından alınan zemin örneklerinde; kıvam limitleri (likit limit, plastik limit ve plastiklik indeksi) ve sıkışma parametreleri (maksimum kuru birim ağırlık ve optimum su içeriğı) ile bazı zemin özellikleri (kil, silt, kum miktarı) arasındaki ilişkiler incelenerek zeminlerin USCS Birleştirilmiş Zemin Sınıflandırma Sistemi'nde sınıflandırılması amaçlanmaktadır. Ayrıca, elde edilen bulgular ile zeminlerin plastiklik ve sıkışabilirlik oranları ve bu oranların coğrafi olarak dağılımları ortaya konularak, Ordu İli için konu ile ilgili bir veri tabanı oluşturulması hedeflenmektedir.



2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Demiralay ve Güresinli, (1979) Erzurum ovasından alınan 40 toprak örneğinin kıvam limitleri (likit limit, plastik limit ve plastisite indeksi) ve sıkışma parametreleri (maksimum kuru hacim ağırlık ve optimum su içeriği) ve ilaveten maksimum kuru hacim ağırlığa karşılık gelen toplam gözeneklilik ile bazı toprak özellikleri (kil, silt, kum, organik madde ve kireç miktarı) arasındaki ilişkileri incelenmişler ve toprakların işlenmeye uygunluk ve sıkışabilirlik bakımından değerlendirmesini yapmışlardır. Casagrande plastiklik kartına göre, toprakların %25'i az, %65'i orta ve %10'u yüksek derecede plastiklik gösterdiğini ve toprakların sıkışabilirlik yönünden kullanılan proktor yöntemi ile bulunan maksimum kuru hacim ağırlığını; 1.5g/cm^3 olduğunda düşük, $1.5\text{-}1.7\text{g/cm}^3$ arasında olduğunda orta, 1.7g/cm^3 'ü geçtiğinde ise yüksek olarak sınıflandırmışlardır. Sonuç olarak, Erzurum ovası topraklarının %10'unun düşük, %68'inin orta ve %21'inin yüksek derecede sıkışabilirliğe sahip olduğunu tespit etmişlerdir.

Canbolat ve Öztaş, (1997) tarafından toprağın kıvam limitleri ile bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri arasındaki ilişkileri belirlemek ve araştırma sahası topraklarının strüktürüne en az zararla, toprak işleme için en uygun nem aralığını tespit etmek amacıyla yapılan çalışmada, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi çiftliği topraklarından alınan toplam 104 adet bozulmuş toprak örneklerinin likit limit ve plastik limit değerleri ile kil içeriği değerlerinin, organik madde miktarı, kireç içeriği ve katyon değişim kapasitesi arasında olumlu bir ilişki olduğu ve kum içeriği ile de önemli olumsuz etkilendiği saptanmıştır. Çalışma alanındaki toprakların %90'a yakınının orta derecede plastik olduğu; toprak işleme faaliyetlerinin plastik limitte (ağırlıkça %25 seviyesine yakın su içeriği) yapılması gerektiğine dikkat çekilmiştir.

Gündüz (2000) ince taneli toprakların sınıflandırılmasında toprağın sahip olduğu kıvam limitlerinin önemli olduğunu ve sınıflandırmanın kıvam limitlerinin plastiklik diyagramındaki konumlarına göre yapıldığını bildirmiştir. Kıvam limitlerinin ince taneli toprak grubunda yer alan kil ve siltlere ait olan bir özellik olduğu, bu limitlerin analizi ile ilgili standartlara bakıldığında deneyin 0.425mm eleğin altına geçen malzeme ile yapıldığını ifade etmiştir. 0.425mm eleğin altına geçebilen toprakların içerisinde ince taneli toprak yanında iri taneli sayılan kum

tanelerinin de bulunduğu, 0.425mm eleğin altına geçen ince kum tanelerinin; kıvam limitlerinin ölçümünde etkili olduğunu ifade etmiştir.

inicioğlu ve ark., (2002) kıvam limitleri ve zeminin plastikliğinin ince taneli toprakların fiziksel özelliklerini yansıtan ve mühendislik özellikleri hakkında önemli bilgiler veren temel toprak özelliklerinden olduğu ve zemin ett çalışmalarında yaygın kullanılan kıvam limitlerinin doğru tespitinin çok önemli olduğunu ifade etmişlerdir. Araştırıcılar, çalışmalarında farklı arazi yapısındaki toprakların kıvam limitleri ile bazı toprak özellikleri arasındaki ilişkiyi araştırmak için orman, mera ve tarım arazisi olmak üzere 12 adet st toprak ve alt toprak numunesi almışlardır. Toprakların kil içeriği, organik madde, kireç içeriği ve hacim ağırlıkları ile kıvam limitleri arasında önemli pozitif korelasyonlar bulunurken, toprakların silt, kum, pH ve elektriksel iletkenlik değerleri ile kıvam limitleri arasında hiçbir ilişki tespit edilemediğini belirtmişlerdir.

Yılmaz (2002) tarafından Oltu (Erzurum) bölgesinden getirilen iki farklı kilin tane birim hacim ağırlık, likit limit, plastik limit, optimum nem içeriği ve maksimum kuru birim hacim ağırlığının ısı ile değişimi deneysel olarak araştırılmıştır. Deneylerde sıcaklıklar; 100, 200, 250, 300, 400, 500, 600, 700, 800, 1000°C olarak seçilmiş ve standartlara uygun olarak deneyler yapılmıştır. Deneyler sonucunda; incelenen parametrelerin sıcaklıkla değişim grafikleri çizilmiş, iki farklı kil örneklerinin ısı altındaki davranışları incelenmiş ve deney sonuçlarıyla ilgili genel bilgiler verilmiştir. Deney sonuçlarından sıcaklık artışı ile likit limit, plastik limit, optimum nem içeriği ve tane birim hacim ağırlık azalmış; bununla birlikte maksimum kuru birim hacim ağırlık sıcaklığın artması ile artmış olduğu belirlenmiştir. 400°C’de plastik limit tamamen yok olmuştur. Killerin 400°C’de ısıtılması ile iki zemin için likit limit %49.9-66.0, optimum nem içeriği %36.1-51.1 ve tane birim hacim ağırlığı 600°C’de %10.1-8.0 oranlarında azalmıştır. Maksimum kuru birim hacim ağırlıkta ise 400°C’de iki zemin için %5.0-41.5 oranında artış meydana geldiği belirlenmiştir.

Soysal (2003) tarafından TS 1900/Nisan 1987 inşaat Mühendisliğinde Zemin Laboratuvar Deneylerinde ngrlen ince taneli, No:40 (425m) elek altı zeminlere uygulanan kıvam limitleri deneylerinde, No:40-200 (425m -75m) elek arası ince kum tanelerinin kıvam limitlerine etkileri yüksek ve orta plastisiteli killi zeminler üzerinde araştırılmıştır. Elde edilen sonuçlar incelendiğinde yüksek plastik (CH) ve

orta plastik (CI) killerde ince kum oranı arttıkça, kıvam limitleri değerlerinin azaldığı ve bu düşüşe paralel olarak, ince tanelilerin gerçekte sahip olduğu plastiklik sınıfını değiştirebilecek bir görüntü ortaya çıktığı belirtilmiştir. Adapazarı Beşköprü'den alınan kil örneğinde kilin plastiklik özelliğinin yüksek plastik olmasına karşılık ince kumla yapılan karışımlar sonucu zeminin plastiklik özelliği orta, düşük plastik sınıfına, SAÜ kampüs alanından alınan orta plastik kil numunesinde düşük plastik sınıfına geçtiği belirlenmiştir. Karışımdaki kum boyutunun kıvam limitlerine etkisi ise CH kilde çok az, CI kilde daha etkili olduğu görülmüştür. 425µm elek altı örneklerle uygulanan kıvam limitleri deneylerinde, 425µm-75µm elek arası ince kum malzemenin varlığı, ince taneli zeminlere ait bu özelliğin pek gerçekçi ölçülmediğini, bu nedenle kıvam limitleri deneylerinin 75µm elek altı zeminlere uygulanmasıyla sonuçlar daha gerçekçi olabileceği düşünülmektedir. Araştırmacı, kıvam limitleri tayini için yeterli miktarda 75µm elek altı numune elde etmenin zor, zaman alıcı ve laboratuvara gelen her numuneden yeterli miktarda bulunmasının mümkün olamaması pratikte bu yaklaşımı zorlaştıracaklarını belirtmiş; ancak likit limit deneyinin tek nokta yöntemiyle yapılabileceği gibi bir yaklaşımda bulunmuştur. Bunun için aynı plastiklik grubuna dahil aynı yöreden gelmiş 75µm elek altı kil numuneleri üzerinde bu çalışmadaki gibi farklı boyut ve miktardaki ince kum oranlarıyla oluşturulan karışımlara kıvam limitleri deneyleri yapılmalı ve deneyler sonucu elde edilen kıvam limitlerindeki düşüş eğrilerinde bir benzerlik oluşursa, bu eğrilerin eğimine karşılık gelen bir katsayı ile TS 1900/1 987'ye göre, 425µm elek altına geçen yine aynı yöreden gelmiş kil numunelerine yapılan kıvam limitleri deney sonuçları arasında bir bağıntı çıkarılabilir. Böylece ince taneli zeminlere ait kıvam limitleri değerlerinin pratik olarak daha gerçekçi bir biçimde bulunabileceği düşünülmektedir.

Gülser ve ark., (2009) Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü arazi topraklarının işlenebilirliği ve bazı mekaniksel özelliklerini belirledikleri çalışmalarında, tarla kapasitesi, hacim ağırlığı, nispi doygunluk, penetrasyon direnci, Atterberg limitleri, kıvam indeksi ve toprak işlenebilirliği için uygun nem içeriklerini araştırdıkları bir çalışma yürütmüşlerdir. Toprakların ortalama hacim ağırlığı değerleri 1.06 g/cm³, tarla kapasitesindeki nem içeriği %40.36, penetrasyon direnci 0.72MPa olarak bulunmuştur. Kil tekstüründeki toprakların LL değerleri %71.98-92.14, PL değerleri %36.33-43.73, plastiklik indeksi %32.68-48.41 arasında değiştiğini

belirlemişler, toprakları yüksek plastik ve yüksek sıkışabilir inorganik silt olarak sınıflandırmışlardır. Araştırmacılar, topraklarının uygun işlenebilirliği için tarla kapasitesindeki nem içeriğinin %33.2-40.4 arasında olmasını önermişlerdir.

Balcı (2011) tarafından ince taneli zemin sınıflamasında yaygın olarak kullanılan “Casagrande diyagramı” yönteminin verdiği sonuçları irdelemek amacıyla, malzeme olarak değişik plastiklik derecelerinde 60 çeşit zemin örneği kullanılmıştır. Her zemin örneği kurutulduktan sonra iki kısma ayrılmış; bir kısmı 425µm elekten, diğer kısmı da 75µm elekten elenmiştir. Toplamı 120 olan iki grup zemin örneği üzerinde Atterberg limitleri deneyleri yapılarak zemin sınıfları ve hidrometre yöntemi ile tane büyüklük dağılım eğrileri elde edilmiştir. Elde edilen sonuçlar, hidrometre analizlerine tabi tutulan zeminlerin önemli bir kısmının, Casagrande yöntemiyle elde edilen sonuçlar (en azından çalışmada kullanılan zeminler açısından) arasında önemli tutarsızlıkların olduğu görülmüştür. Bu tutarsızlıkların 425µm elek altındaki zeminlerde %38, 75µm elek altındaki zeminlerde ise %36 oranında olarak belirlenmiştir (60 çift zemin örneği değerlendirildiğinde). İnce taneli zeminlerin sınıflamasına esas teşkil eden Casagrande diyagramının dayandığı Atterberg limitleri deneyleri 425µm elek altındaki malzeme üzerinde yapılmaktadır. 75µm elek ile 425µm elek çapı arasında bazen hatırı sayılır miktarda kum bulunabilmektedir. Öyle ki; çalışmada kullanılan 425µm elek altı zeminde %32’ye varan kum içerikleri tespit edilmiştir. Likit limit ve plastik limit değerleri incelendiğinde; 75µm elek altında kalan zeminlerin 425µm elek altında kalan zeminlerden daha yüksek olduğu görülmüştür. Likit limit ve plastik limit değerlerindeki bu artışın 425µm elek atındaki zeminlerin kum içeriğinden kaynaklandığı düşünülmektedir. İnce taneli zemin sınıflamasının 75µm elek altı malzeme üzerinde yapılmasının doğru olacağından hareketle yapılan deneylerde daha önce aynı zemin için 425µm elek altındaki malzeme kullanılarak elde edilen USCS sınıflarının önemli bir kısmının (%36’sının) değiştiği gözlenmiştir. Bunlardan 4 tanesini sınıfının CH’den MH’ye, 2 tanesinin sınıfının ML’den MH’ye, 2 tanesinin sınıfının CL’den MH’ye, 2 tanesinin sınıfının MH’den CH’ye ve 1 tanesinin sınıfının ise CL’den ML’ye değiştiği belirlenmiştir. Casagrande diyagramına göre yapılan ince taneli zemin sınıflamasında pratikte birtakım çelişkiler olduğu düşünülmektedir. Daha geniş bir plastiklik aralığını kapsayan çok daha fazla sayıda

zemin numunesi üzerinde deneyler yapmak suretiyle, bu çalışmada ortaya atılan tartışmanın üzerine gidilmesi önerilir.

Likit limit, plastik limit ve büzülme limiti deneyleri istisnasız biçimde 425µm elek altı malzeme üzerinde yapılmaktadır. Ne var ki, 425µm elek altı malzeme birçok durumda önemli oranda iri malzeme içerebilmektedir. Bu durumda, esasta ince taneli zeminleri sınıflamaya yönelik olarak geliştirilen deney yöntemleriyle bazen inceden daha çok iri zemin içeren numunelerin test edilmesiyle teknik bir hata yapıldığı düşünülmektedir. Topcu (2011), tarafından yapılan çalışmanın hipotezi, kıvam limiti deneylerinde kullanılan malzemenin tane boyu değiştikçe özgül yüzeyin değişeceği; bunun da kıvam limitlerini değiştireceği, plastislik indeksinde fazla bir değişiklik olmayacağı ve fakat likit limit değiştiği için özellikle sınır durumu zemin sınıfını kolaylıkla değiştirebileceğidir. İncelemede Ankara kiline ait, farklı lokasyonlardan alınmış, plastislik derecesi farklı 50 zemin örneği kullanılmıştır. Araziden çuvalarla derlenen örnekler laboratuvarında kurutulduktan sonra ikiye bölünmüş; bir yarısı 425µm diğer yarısı da 75µm elekten geçirilmek suretiyle yeterli miktarda deney örneği hazırlanmıştır. Yöntem olarak plastik, likit ve büzülme limitleri ile düşen koni ve ters ekstrüzyon deneyleri kullanılmıştır. 425µm elek altı malzeme üzerinde yapılan bu altı çeşit deneyden elde edilen limit su içerikleri 75µm elek altı malzeme üzerinde yapılan aynı tip deneylerden elde edilenlerle karşılaştırılmıştır. 75µm elek altı malzeme kullanılarak elde edilen limit su içeriklerinin 425µm elek altı malzeme kullanılarak elde edilenlerden %30'a varan oranlarda daha yüksek olduğu gözlenmiştir. Çalışma hipotezinde öngörüldüğü gibi, sınır durumu zeminlerin sınıflarında önemli değişimler gözlenmiş; standart yöntemlere göre kil olarak sınıflanmışken 75µm elek altı malzemeye göre silt olduğu ortaya çıkmıştır.

Demir ve ark., (2012) Uğrak Havzasında farklı arazi kullanımları altındaki toprakların kıvam limitleri ile bazı toprak özellikleri arasındaki ilişkiyi belirlemek amacıyla bir çalışma yürütmüşlerdir. Çalışmada orman, mera ve tarım arazisi olmak üzere 3 farklı arazi kullanım türünden 12 adet üst toprak (0-15cm) ve 12 adet alt toprak (15-30cm) örneği alınmıştır. Toprakların kil içeriği, organik madde, kireç içeriği ve hacim ağırlıkları ile kıvam limitleri arasında önemli pozitif korelasyonlar bulunmuştur. Buna karşın, toprakların silt, kum, pH ve elektriksel iletkenlik değerleri ile kıvam limitleri arasında hiçbir ilişki belirlenememiştir. Çalışma alanında mera,

tarla ve orman ekosisteminde likit ve plastik limiti etkileyen toprak özellikleri araştırılmıştır. Tarım arazilerinde toprak işlemeye bağlı olarak likit ve plastik limit değerleri hem üst hem de alt toprak örneklerinde yüksek bulunmuştur. Arazi kullanım şekli, havza topraklarının özelliklerini ve buna bağlı olarak da likit ve plastik limit özelliklerini önemli ölçüde etkilediği, derinliğe bağlı olarak likit ve plastik limit değerlerini çok fazla değiştirmedeği belirlenmiştir. Arazi kullanım şekline bağlı olarak likit ve plastik limiti etkileyen en önemli toprak özelliklerinin kireç ve organik madde olduğu ifade edilmiştir.

Gör ve ark., (2012) tarafından farklı katkı malzemelerinin, yerel bir kilin kıvam (Atterberg) limitleri üzerindeki etkileri, zaman faktörü göz önüne alınarak incelenmiştir. Kullanılan kil Elazığ ili Atışehir mahallesinden temin edilmiştir. Katkı malzemesi olarak ferrokrom cürufu (CRF), mermer tozu (MT), kireç (K), silis dumanı (SD) ve uçucu kül (UK) kullanılmıştır. Katkısız ve katkılı olarak hazırlanan numuneler üzerinde ASTM D4318 standardına uygun bir şekilde, kıvam (Atterberg) limiti deneyleri yapılmıştır. Ayrıca, kullanılan katkıların puzolanik etkisinin süreç içerisinde kıvam limitlerinde ne gibi değişiklikler yapacağının incelenmesi amacı ile hazırlanan örnekler uygun kür ortamında muhafaza edilmiştir. 15. ve 30. gün sonunda, kür edilen örnekler kıvam limitleri deneyi uygulanmış ve sonuçlar kıyaslanmıştır. Yapılan deneyler neticesinde plastik limitte en farkı değişikliğe kireç katkısının sebep olduğu, diğer katkıların da plastik özellikte bir miktar azalmaya yol açtığı belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, mermer tozu, silis dumanı, uçucu kül ve ferrokrom cürufu yüksek plastik killerin kıvam limitlerinde ne eklendikleri gün ne de 30 günlük süreç içerisinde önemli bir değişiklik meydana getirmediği belirtilmiştir. Kireç, yüksek plastik kilin plastikliğini, kile karıştırıldığı anda, USCS sınıflandırma sistemine göre sınıfını değiştirecek ölçüde azaltmıştır. 30 günlük süreç içerisinde, kirecin yüksek plastik kilin kıvam limitlerine etkisi, çok küçük değişikliklerle birlikte devam etmiş; bunun zemin iyileştirmede hedeflenen bir sonuç olduğu bildirilmiştir.

Killerin davranışında fiziko-kimyasal özellikler olan kimyasal içerik ile katyon değişim kapasitesi ve özgül yüzey alanı önemli rol oynamaktadır. Killerin kıvam parametreleri bilinmesi halinde yaklaşık mineral türü, fiziko-kimyasal özellikleri dolayısıyla davranışı hakkında tahminde bulunulabilir. Öztürk (2012), literatürden toplanıp derlenen verilere göre kilin mineral türüne göre fiziko-kimyasal özellikleri ile

kıvam limitleri arasındaki veriler analiz edilip ilişkilerin araştırıldığı tez çalışmasını yürütmüştür. Geoteknik mühendisliği için yaygın kil mineralleri kabul edilen kaolinit, illit ve montmorillonit için, mineral tipi ile kimyasal içerik arasında veriler bir uyumluluk göstermiş olup derlenen verilerden elde edilen ortalama kimyasal içerik oranları teorik kil mineral oranları ile uyumlu olduğu gözlenmiştir. Çalışmada, kilin fiziko-kimyasal özellikleri ile kıvam limitleri arasındaki değişimlerin analizi sonucunda ulaşılan sonuçları özetlemiştir. Buna göre, ince taneli zeminlerin özellikle killerin davranışında fiziko-kimyasal özellikler olan kimyasal içerik ile kation değişim kapasitesi ve özgül yüzey alanının önemli rol oynadığı, killerin kıvam parametreleri bilinmesi halinde yaklaşık mineral türü, fiziko-kimyasal özellikleri dolayısıyla davranışı hakkında tahminlerde bulunabileceği belirtilmiştir. Ancak, mineral tipine göre, kıvam limitleri, kation değişim kapasitesi ve özgül yüzey alanı arasında genel bir eğilimin varlığı olmakla birlikte ortaya net bir denklem veya ilişki konulamamıştır.

Toprak işleme, tarım alet ve makinalarının mekanik etkileri ile tekstür, nem içeriği ve organik madde gibi toprak özelliklerinin toprak strüktürü üzerindeki kombine etkisi altında ortaya çıkan toprak tavrını yansıtır. İşleme yapılacak tarım alanlarında risklerin değerlendirmesi, sürdürülebilir toprak yönetimi için önemlidir. Cengiz (2017) tarafından yürütülen araştırmanın amacı, toprak fiziksel ve mekaniksel özellikleri arasındaki ilişkileri değerlendirmek ve toprak işlenebilirliği için gerekli nem içeriğinin tahmininde literatürde önerilen modelleri çalışarak, maksimum su içeriğini değerlendirmektir. Araştırmada, Erzurum Daphan ovasında yirmi farklı noktada 0-20 cm derinlikten alınan bozulmuş toprak örnekleri kullanılmıştır. Toprak örneklerinin tekstür, organik madde, toprak reaksiyonu, kireç, kıvam limitleri ve toprak nem karakteristikleri belirlenmiştir. Araştırmada çalışmaya konu toprak özellikleri arasındaki ilişkiler, toprakların plastiklik durumu ve plastik deformasyonları, uygun işlenebilirlik için maksimum su içeriğinin tahmininde değerlendirilen metotlar çalışılmıştır. Toprak örneklerinden 11'i kil, 7'si killi tın ve 2'si kumlu killi tın tekstür sınıfında yer almıştır. Toprak örnekleri organik madde içeriği bakımından orta, reaksiyonları bakımından hafif alkalın bulunmuştur. Plastik deformasyon bakımından örneklerin hem su karşısında hem de mekaniksel kuvvetlere karşı dirençlerinin yüksek olduğu tespit edilmiştir. Uygun toprak işlenebilirliği için

maksimum su içeriğinin, 0.9 PL nem içeriği veya 1.15 kıvam indeksi civarında olmasının toprak strüktürünün sürdürülebilirliği açısından önemli olacağı vurgulanmıştır.

Prasana ve ark., (2017) tarafından Karnata'daki çeşitli lokasyonlardan 6 tarla toprağında indeks özellikler test edilmiştir. Topraklara, standart proktor, indirgenmiş standart proktor, modifiye edilmiş proktor ve indirgenmiş modifiye proktor ile çeşitli sıkıştırma düzeylerinde uygulama yapılmış ve nispi maksimum kuru yoğunluk ve optimum nem içerikleri belirlenmiştir. Uygulanan kompaksiyon düzeyleri ile likit limit, plastik limit ve büzülme limiti arasında MLRA (Multiple Lineer Regresyon Analizi) denklemleri kullanılarak ilişkilendirilme yapılmış ve kuvvetli bir korelasyon (korelasyon katsayısı 0.993-0.997 arasında) elde edilmiştir. Bu sonuca dayanarak, ince taneli zeminlerin Atterberg limitleri kullanılarak sıkıştırma özelliklerinin etkin bir şekilde tahmin edilebileceği ve böylece malzeme, zaman ve para tasarrufu sağlanabileceği ifade edilmiştir.

Topraklara ilave edilen organik madde toprakların fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik ve mekaniksel özelliklerini geliştirmekle beraber toprak kalitesinin iyileşmesini de sağlamaktadır. Organik atıkların toprak organik madde içeriğini artırmak ve devamlılığını sağlamak için toprağa uygulanması hem çevresel hem de ekonomik olarak en fazla getirisi olan uygulamalardandır. Cambaztepe (2018), tarafından laboratuvar şartlarında yürülen çalışmada, farklı tekstürdeki (kumlu tın SL, tın L, kil C) toprakların kıvam limitleri ve Proctor sıkışma testi parametreleri üzerine arıtma çamuru uygulamalarının (%0, %2, %4, %8) etkilerini ortaya koymak amaçlanmıştır. Elde edilen sonuçlar, arıtma çamuru (AÇ) uygulamasının toprak mekanik özelliklerini önemli ölçüde geliştirdiğini ve toprağın sıkışabilirliğini azalttığını, toprakların organik madde (OM) içeriğini ve agregat stabilitesi (AS) değerlerini önemli ölçüde artırdığını göstermektedir. Genel ortalamada, kontrol seviyesinde OM içeriği %1.43 iken %2, %4 ve %8 AÇ uygulamaları sonrasında %3.10, %3.38 ve %4.14'e, ortalama AS değeri %31.85'den %36.61, %42.60 ve %49.15'e yükselmiştir. Arıtma çamuru uygulamaları her üç toprağın likit limit (LL), plastik limit (PL), büzülme limiti (BL) ve dağılıbilirlik indeksi (FI) değerlerinde önemli düzeyde ($p<0.05$) artışlar meydana getirmiştir. Uygulama dozları arttıkça değerlerde artışlar meydana gelmiş ve en yüksek değerler en yüksek AÇ uygulama dozlarında (%8) elde

edilmiştir. Genel ortalama LL değeri kontrolde %31.85 iken AÇ uygulama dozları sonrasında %13.2, %22.3, %32.0 oranlarında, PL’de de %15.0, %30.3, %41.8 oranlarında artışların meydana geldiği saptanmıştır. Arıtma çamuru uygulamasıyla proktor sıkışma testinde optimum nem içeriği (OMC) değerlerinin arttığı, maksimum hacim ağırlığı (MBD) değerlerinin azaldığı tespit edilmiş olup, en yüksek OMC ve en düşük MBD değerleri %8 AÇ uygulama dozunda elde edilmiştir. Kontrolleri ile karşılaştırıldığında OMC değerlerinde SL, L ve C tekstür sınıfı toprakları için sırasıyla %73.4, %53.8 ve %27.1 oranlarında artışlar belirlenirken, MBD değerlerinde %9.5, %6.5 ve %13.7 oranlarında azalışların meydana geldiği belirlenmiştir. Ayrıca, AÇ uygulamaları maksimum sıkışmanın meydana geldiği OMC değerlerinin LL ve PL’ye karşılık gelen oransal değerlerini de artırmıştır. Araştırma sonuçları; AÇ uygulanmış toprakların kontrolleri ile kıyaslandığında daha yüksek nem içeriklerinde daha fazla dağılabilir olduğunu ve daha az sıkışmanın meydana geleceğini göstermektedir. Farklı tekstür sınıfındaki topraklara arıtma çamuru uygulamalarının yapıldığı bu çalışmada; arıtma çamuru uygulamalarının araştırma konusu her üç toprağın OM içeriklerini ve AS değerlerini kontrollerine göre önemli ölçüde artırdığı belirlenmiştir. Uygulama dozu artışı ile OM içeriklerinin ve AS değerlerinin de arttığı belirlenmiş olup, en yüksek değerler en yüksek uygulama dozu olan %8’de elde edilmiştir.

Hangişi (2019) toprakların likit limit, plastik limit ve plastiklik indeksi ile penetrasyon direncini etkileyen toprak özelliklerinin doğrudan ve dolaylı etkilerinin belirlenmesi ve incelenen tüm özelliklerin örnekleme tabakaları boyunca değişiminin ortaya konulması amacıyla bir çalışma yürütmüştür. Çalışma alanı olarak seçilen 5da büyüklüğündeki merada şansa bağlı olarak 20 örnekleme noktası belirlenmiş ve bu noktalarda penetrasyon direnç değerleri okunduktan sonra 0-25cm (K1), 25-50cm (K2) ve 50-75cm (K3) derinlik kademelerinden bozulmuş toprak örnekleri alınmıştır. Alınan toprak örneklerinde gerekli analizler yapılarak likit limit, plastik limit, plastiklik indeksi, nem içeriği, tane büyüklük dağılımı, organik madde içeriği, agregatlaşma oranı, agregat stabilitesi ve kil aktivite indeksi değerleri belirlenmiştir. İncelenen özellikler bakımından tabakalar arasındaki farklılığın belirlenmesinde tek yönlü varyans analizi (ANOVA), penetrasyon direnci, plastik limit ve likit limit değerleri üzerinde etkili olan özelliklerin doğrudan-dolaylı etkilerinin ve etki katsayılarının belirlenmesinde ise Path analizi kullanılmıştır. Toprakların kil içeriği ve

penetrasyon direnci değerlerinin derinlik boyunca artış eğiliminde olduğu ancak kum, silt, nem ve organik madde içerikleri ile agregatlaşma oranı, agregat stabilitesi, kil aktivite indeksi, likit limit ve plastik limit değerlerinin azalma eğilimi gösterdiği, örnekleme tabakaları boyunca gözlenen bu farklılığın istatistiki anlamda önemli olduğu belirlenmiştir. Path analizi sonucunda penetrasyon direnci üzerinde en yüksek doğrudan etki katsayısına sahip özelliğin kil içeriği, plastik limit üzerinde organik madde içeriği ve likit limit üzerinde ise yine kil içeriği olduğu belirlenmiştir. Araştırmada kıvam limitleri ile penetrasyon direnci arasındaki ilişkiler, ölçümlerin farklı nem koşullarında yapılamamış olmasından dolayı beklenen düzeyde gerçekleşmemiştir. Ayrıca toprakların sıkışma ve kıvam limitleri üzerinde etkili olan özelliklerin daha sağlıklı bir şekilde belirlenebilmesi için hacim ağırlığı ve boşluk oranı gibi özelliklerin de modellere dahil edilmesinin gerekli olduğu sonucuna varılmıştır.

Spagnoli ve Shimobe, (2020) maksimum kuru hacim ağırlık, optimum nem içeriği, plastik limit, optimum doygunluk ve sıkışma derecesi arasındaki ilişkilere ilişkin genel bir bakış sağlamak için 400'den fazla makale ve laboratuvar çalışmalarını gözden geçirmişlerdir. Çalışmaların sonuçları olarak, maksimum kuru hacim ağırlık ile optimum nem içeriği arasında, maksimum kuru hacim ağırlık ile plastik limit arasında ve plastik limit ile optimum nem içeriği arasında geçerli korelasyonlar olduğunu doğrulamışlardır. Optimum doygunluk derecesi ile optimum nem içeriği arasındaki ilişkinin büyük ölçüde toprak tipine ve partikül boyutuna bağlı olduğunu ifade etmişlerdir.

Nuray ve ark., (2021) zeminlerin kompaksiyon parametrelerini oluşturan maksimum kuru birim hacim ağırlık ve optimum nem içeriği değerlerinin doğrudan belirlenmesinde kullanılan standart laboratuvar deneylerin zorluğu ve uzun numune hazırlama-bekleme süreçleri içermesi nedeni ile göreceli olarak daha pratik deneyler kullanılarak bu parametrelerin tahmin edilmesinin günümüzde sıklıkla uygulanılan bir yöntem olduğunu belirtmişlerdir. Bu amaçla, yüksek plastik kil zeminlere ait literatürde sunulan 387 adet kıvam limiti ve 59 kompaksiyon-kıvam limiti test çiftinin kullanılması ile oluşturulan bir veri tabanı kullanılarak iki aşamalı bir tahmin süreci yrtlmştir. Sonuçlarda, Rastgele Orman regresyonu yönteminin yüksek plastik kil

zeminlerin kıvam ve kompaksiyon özelliklerinin tahmininde başarılı olduğu ve kullanılabilir nitelikte sonuçlar sunduğunu bildirmişlerdir.



3.2 Ordu İli Coğrafi Özellikleri

Ordu ili kuzeyinde Karadeniz, doğusunda Giresun, batısında Samsun, güneyinde Sivas ve Tokat illeriyle çevrilidir. Ordu ili Kelkit vadisinin kenarında dik yamaçlarla yükselen dağların dorukları ile Karadeniz kıyıları arasında yer almaktadır. Arazi genellikle çok meyilli dik ve kesik tepelerden oluşmuştur. İlin kıyından başlayarak yükselen topografyası ve engebeli arazi yapısı iç kesimlerde karayolu ulaşımını kısıtlamaktadır. Arazinin aşırı derecede dağlık, engebeli olması, coğrafi özelliklerinin etkisiyle bölge de belirgin yağış görülmektedir. En kurak aylarda bile yağış miktarı oldukça fazladır.

Ordu; Doğu Karadeniz bölgesinin giriş kapısıdır. Konumu 40'- 41' kuzey paralelleri, 37'-38' doğu meridyenleri arasındadır. Toplam yüzölçümü 5961km² olup, üzerinde Melet, Civil Deresi, Akçaova Deresi gibi büyüklü küçüklü akarsuların oluşturduğu yer yer alüvyon düzlükler bulunmaktadır. 2000 yılı nüfus sayımına göre il genel nüfusu 887.765'dir. Ordu İl merkezi, dağların denize dik olarak indiği Melet Vadisinin oluşturduğu alüvyon ovasında 500 rakımlı Boztepe'nin eteklerine kurulmuştur. İl merkezinden denize dökülen ve ilin en büyük akarsuyu olan olan Melet Irmağı' nın doğu kısmında doğu ladini, yüksek kısımlarında ise karaçam, ibreli meşçereleri bulunmaktadır. Melet Havzası' nın batı kıyısından itibaren tarım arazileri dışında kızılağaç, kestane, gürgen ve doğu kayını küçük meşçereler halinde bulunmaktadır. Tarım arazilerinde ise genellikle ağaççık formunda fındık bitkisi bulunmaktadır. Şehir kıyı ile birlikte doğu-batı doğrultusunda uzanan, yüksekliği 3000m'yi geçen aşılması güç Doğu Karadeniz dağ sıralarının kıyıda sıkıştırdıkları dar bir bölge ve küçük bir körfezin kenarında kurulmuştur. Ordu İli genel olarak ılıman bir iklime sahip olup, kışları ılık, yazları ise nispeten serin geçer. Yılın bütün aylarında mevsime uygun yağışlar mevcuttur. Akarsu bakımından zengin olup, tüm kanyonlarda ırmak, dere türü akarsular bulunmaktadır. En önemli ırmakları Melet Irmağı, Bolaman Çayı, Elekçi Irmağı, Turnasuyu'dur. Karadeniz maki formuna uygun bitki grupları orman vasfı bozulmuş arazilerde mevcuttur. Tarım arazilerinde yoğunlukla fındık bitkisi hakimdir. Ordu, tipik Karadeniz ikliminin özelliğini gösterir. Yazları serin, kışları ılık geçer. Her mevsimde yağış görülür. En sıcak ay ortalaması 18.3 °C olup, en soğuk ay ortalaması 11.1 °C, nem oranı ortalama %79.2 civarındadır (Şahin, 2021).

3.3.1 Likit Limit Tayini (Casagrande Metodu)

Yöntemin esasına göre, 425µm elek açıklığına sahip elekten geçirilen yaklaşık 200g örnek porselen kap içerisine alınarak saf su ile homojen bir çamur durumuna gelene kadar palet bıçağıyla iyice karıştırılmıştır. Sonra bu karışım, suyun örneğin her yanına yayılmasını sağlamak amacıyla, hava geçirmez bir kap içerisinde 24 saat süreyle oda sıcaklığında desikatörde bekletilmiştir. Örnek kaptan çıkarılıp en az 10 dakika süreyle tekrar karıştırılmıştır. Elde edilen materyal-su karışımından bir miktar alınarak likit limit cihazına (Şekil 3.2) yerleştirilip oluk açma bıçağı ile örnek ikiye bölünmüştür. Casagrande aleti saniyede 2 düşüş yapacak hızla çalıştırılıp ikiye bölünmüş materyal (13mm uzunluğunda) birleşinceye kadar devam edilmiştir. Materyaldeki birleşmeyi sağlayan düşüş sayısı (N) kaydedilmiştir.



Cassagrande aletindeki birleşmiş örnekten palet bıçağı yardımıyla yaklaşık 30g örnek alınarak kapaklı metal kap içine konulmuş ve etüvde kurutma metoduyla nem içeriği (w) ölçülmüştür.

$$w_L = w \left(\frac{N}{25} \right)^{0.121} \quad (3.1)$$

19

N : Düşüş sayısı

Örneğin 25 düşüş karşısındaki nem içeriği, likit limiti değeri olarak yukarıdaki eşitlikten (3.1) hesaplanmıştır. Örneğin likit limiti (w_L) % olarak en yakın 0.1 hanesine yuvarlatılarak verilmiştir.

3.3.2 Plastik Limitin Tayini ve Plastiklik İndeksinin Belirlenmesi

Plastik limit tayininde, TS 1900-1 (Anonim, 2006) standartında belirtildiği şekilde el ile yuvarlama yöntemi kullanılmıştır.

Yöntemin esasına göre, 425µm elek açıklığına sahip elekten geçirilen yaklaşık 20g örnek alınıp homojen bir duruma gelene ve küçük bir top şeklini alabilecek kadar plastik olana kadar porselen kap içerisinde saf su ile iyice karıştırılıp yoğrulmuştur. Top şeklindeki örnek 3 mm çapında silindirik bir çubuk şeklini alana kadar cam plaka ile el ayası arasında yuvarlanmıştır. Örneğin çapı yaklaşık 3mm olduğu anda çatlama ve kopma olmadığında materyal tekrar topak haline yoğrulmuş ve yeniden yuvarlanmıştır. Örnek çapının 3mm'ye geldiği anda, yuvarlanan numune çatlayıp dağılmalar görülene kadar bu işlem sürdürülmüştür. Örneğin dağılan parçaları toplanıp bir numune kabına konulmuş ve etüvde kurutma metoduyla nem içeriği ölçülmüştür. Bulunan nem içeriği zeminin plastik limiti (w_p) olarak kabul edilip ve % olarak en yakın 0.1 hanesine yuvarlatılarak verilmiştir.

$$I_p = w_L - w_p \quad (3.2)$$

Zeminin plastiklik indeksi, bulunan likit limit ve plastik limit değerleri kullanılarak yukarıdaki eşitlik (3.2) ile hesaplanmıştır.

3.2.3 Tane Çapı Dağılımı (Yıkamalı Eleme Metodu)

Tane çapı dağılımının bulunmasında, TS 1900-1 (Anonim, 2006) standartında belirtildiği şekilde yıkamalı eleme yöntemi kullanılmıştır.

Yöntemin esasına göre, örnekler etüvde kurutulduktan sonra iri taneler üzerinde yapışmış vaziyette bulunan ince taneler tel fırça yardımıyla temizlenmiştir. Etüvde kurumuş malzeme 0.01g doğrulukla tartılıp; her bir litresine 2g sodyum heksametafosfat katılarak hazırlanan çözelti içeririne konulup iyice karıştırılmıştır. Örnek son bir kez karıştırıldıktan sonra bulanık su 75µm elek açıklığına sahip elekten geçirilip atılmış, işlem elekten akan su duru hale gelinceye kadar sürdürülmüştür.

Yıkama sonrasında örnekler etüvde kurutulup 4.75mm elek açıklığına sahip elekten elenmiştir. Her elekte kalan miktar tartılmış ve ağırlıkları kaydedilmiştir. 75µm elek açıklığına sahip elekten geçen materyalin miktarı; deneyde kullanılan eleklerde kalan materyal ağırlıklarını toplamının, kaydedilen toplam ağırlıktan çıkarılmasıyla elde edilmiştir. Toplam örnek ağırlığı esas alınarak, 4.75mm ve 75µm elek açıklığına sahip eleklerde kalan örnek yüzdeleri bulunmuştur. Eleklerde kalan örneklerin yüzdelerinin kümülatif olarak 100'den çıkarılmasıyla, her elekten geçen toplam örnek miktarı hesaplanmıştır.

Tane dağılımı eğrisi çizildikten sonra kritik çaplar D_{10} , D_{30} ve D_{60} eğriden okunmuştur. Efektif çap D_{10} , %10 düşey eksen değerinden çıkılan yatay doğrunun tane çapı dağılımı eğrisini kestiği noktanın yatay eksenindeki karşılık değeridir. Benzer biçimde D_{30} ve D_{60} değerlerini bulmak için % geçenin %30 ve %60 düşey eksen değerlerinden çıkılan yatay doğruların eğriyi kestiği noktalar bulunduktan sonra tane çapı eksenine çizilen düşey doğrulardan D_{30} ve D_{60} okunmuştur. Buradan tane dağılımı kriterleri; üniformaluk katsayısı (C_u) ve süreklilik katsayısı (C_r) aşağıdaki eşitliklerden (3.3, 3.4) hesaplanmıştır.

$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} \quad (3.3)$$

$$C_r = \frac{D_{30}^2}{D_{60}D_{10}} \quad (3.4)$$

3.2.4 Maksimum Kuru Hacim Ağırlık ve Optimum Su İçeriği Tayini (Standart Proktor Metodu)

Maksimum kuru hacim ağırlık ve optimum su içeriği tayininde, TS 1900-1 (Anonim, 2006) standartında belirtildiği şekilde standart proktor yöntemi kullanılmıştır.

Yöntemin esasına göre, kurutulmuş ve tanelenmiş örnekler bir miktar su ile iyice karıştırılmıştır. Proktor kalıbı, taban plâkası takılı olarak (1g doğrulukla) tartılmıştır (M_1) (Şekil 3.3). Kalıp, sert bir yüzey üzerine oturtulmuş ve nemli örnekler üç tabaka halinde, her birine 305mm serbest düşüş yapan 2.5kg tokmakla 25 darbe uygulanarak, üst yakası takılmış kalıbın içine sıkıştırılmıştır. Sıkıştırma işlemi tamamlandıktan sonra fazla örnek kesilip atılmış ve kalıpta kalan örneğin üzeri düzeltilmiştir. Kalıp ve örnek, 1g doğrulukla tartılmıştır (M_2). Sıkıştırılmış örnek,

kalıptan çıkarılıp büyükçe bir metal kaba konulup temsili bir örnek alınarak etüvde kurutma metoduyla nem içeriği (%w) ölçülmüştür. Sıkıştırılmış toprağın yaşı birim hacim ağırlığı (ρ_n) ve kuru hacim ağırlığı (ρ_k) her örnek için aşağıdaki eşitliklerden hesaplanmıştır.

$$\rho_n = \frac{M_2 - M_1}{V} * 9,81 \text{ (kN/m}^3\text{)} \quad (3.5)$$

M_1 : Kalıp ve tabanın kütlesi, (g)

M_2 : Kalıp, tabanı ve tabanı sıkıştırılmış zemin kütlesi, (g)

V : Kalıbın iç hacmi, (cm³)

$$\rho_k = \frac{100\rho_n}{100+\omega} \text{ (kN/m}^3\text{)} \quad (3.6)$$

ω : Örneğin su içeriği, (%)



Şekil 3.3 Otomatik Proktor Aleti ve Kalıbı

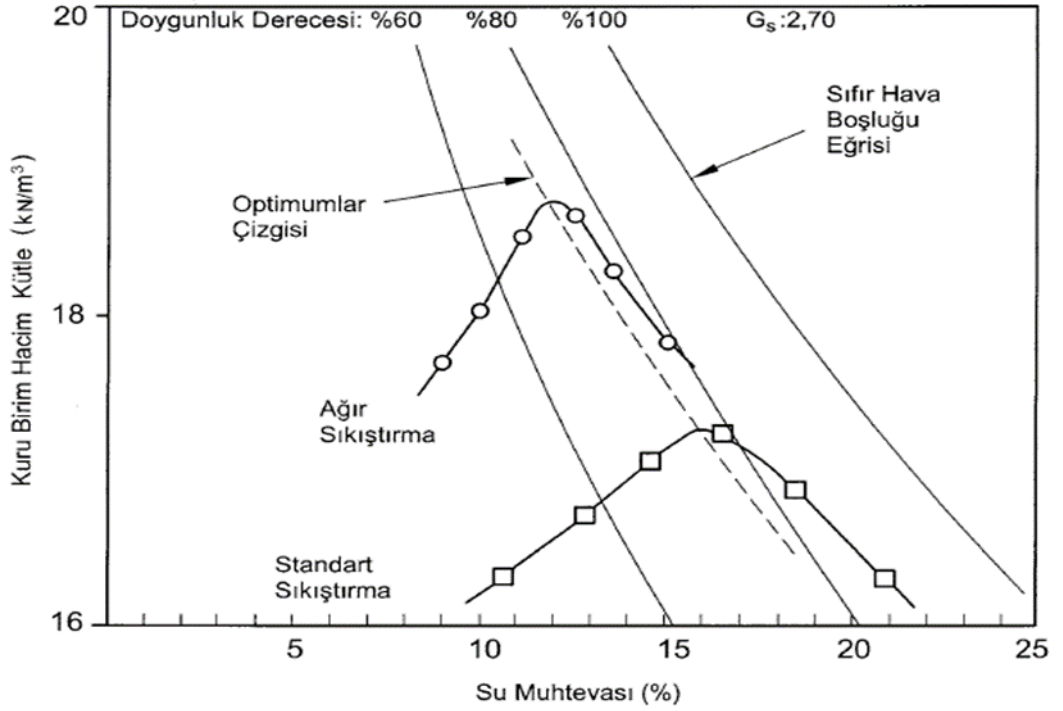
Yapılan deney sonucunda elde edilen kuru birim hacim ağırlık (ρ_k) ve bunlara karşılık olan nem içeriği değerleri, bir grafik kâğıdı üzerine işlenmiş, elde edilen noktalar arasından düzgün bir eğri geçirilmiş ve bu eğri üzerindeki en büyük değer bulunmuştur. Karşılaştırma amacıyla, aynı grafik üzerine, sıfır, %5 ve %10 hava

boşluğu yüzdeleri gösteren eğriler çizilmiştir (Şekil 3.4). Bu eğrilerin elde edilmesinde aşağıdaki eşitlik kullanılmıştır.

$$\rho_k = \frac{(1 - \frac{V_a}{100})}{\frac{1}{G_s} + \frac{w}{100}} \quad (3.7)$$

V_a : Hava boşluğu yüzdesi

G_s : Zemin tanelerinin özgül yoğunluğu



Şekil 3.4 Proktor Metodunda Kuru Hacim Ağırlık-Su İçeriği Grafiği

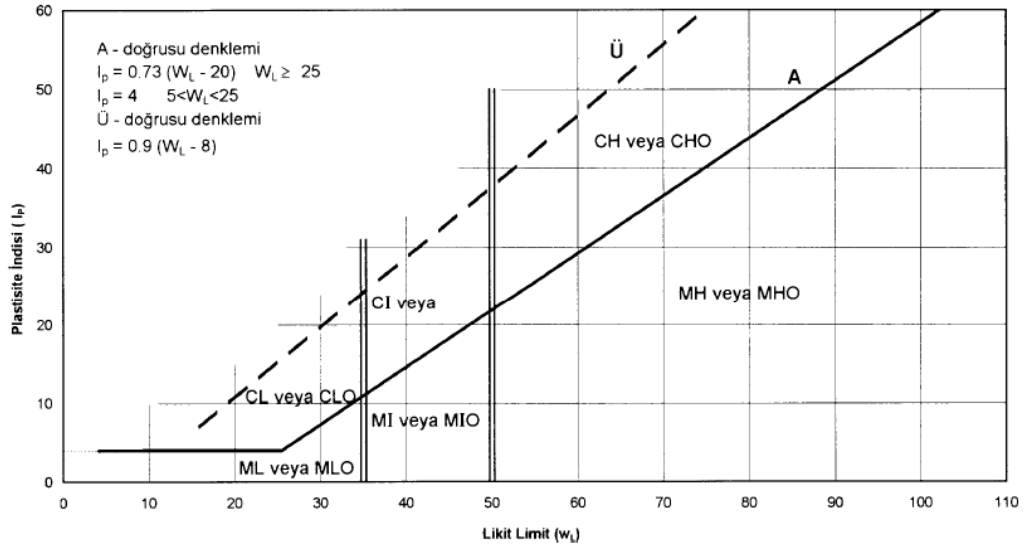
Kuru birim hacim ağırlık - nem içeriği eğrisinden elde edilen en büyük kuru birim hacim ağırlık, g/cm^3 olarak en yakın 0.01 doğrulukta, bu değere karşılık gelen optimum nem içeriği % cinsinden en yakın 0.1 doğrulukta verilmiştir.

3.2.5 Zeminlerin Sınıflandırılması (Birleştirilmiş Zemin Sınıflandırma Sistemi Yöntemi)

Zemin sınıflandırılması TS 1500 (Anonim, 2000) standartında belirtildiği şekilde yapılmıştır. Yöntemin esasına göre, zemin sınıflandırması için örneklerin

%50 veya fazlası 75 μ m'den iri ise zemin iri taneli, %50'sinden fazlası 75 μ m'den küçük ise zemin ince taneli olarak adlandırılmıştır.

İnce taneli zeminlerin sınıflandırılması likit limit ve plastiklik indeksi değerlerine göre yapılmıştır (Şekil 3.5). Bir toprağın likit limit-plastiklik indeksi noktası, plastiklik kartında A doğrusu üzerinde veya üstünde çıkıyorsa ve plastiklik indeksi 4 veya 4'den büyükse kil (C) olarak adlandırılır. Bir kilin likit limiti 35'den küçükse düşük plastik ve CL simgesi ile, likit limiti 35-50 arasında ise orta plastik ve CI simgesi ile, likit limiti 50'den daha büyükse kil yüksek plastik veya yağlı olarak tanımlanır ve CH simgesi ile gösterilir.



Şekil 3.5 İnce Taneli Zeminler İçin Plastiklik Kartı (Anonim, 2000)

Likit limitin 110, plastiklik indeksinin 60'dan yüksek olması ve noktanın dışarıya düşmesi durumunda plastiklik kartının kullanılabilmesi için A doğrusu ve eksenler plastiklik kartının dışına uzatılır. İnce taneli zemin A doğrusu altında noktanıyorsa silt (Si) olarak sınıflandırılır. Likit limiti 35'den küçük olan siltler düşük plastistik ve SiL simgesi ile, likit limiti 35-50 arasında ise orta plastistik ve SiI simgesi ile, likit limiti 50'den daha büyükse yüksek plastistik veya elastik ve SiH simgesi ile gösterilir. Nemli, yaş ve ıslak durumdayken koyu renk gösteren ve koku veren zeminlerde doğal durumda yapılan likit limit deneyine ek olarak, $(110 \pm 5) ^\circ\text{C}$ 'de değişmez kütleye kurutulmuş ikinci bir örnek üzerinde deney yapılır. Örnek etüvde

kurutulduktan sonra ölçülen likit limiti, doğal durumda ölçülmüş değerinin %75'inden küçük çıkarsa kil ve silt simgelerine organik (O) terimi eklenir.

İri taneli toprağın kaba bölümünün ($75\mu\text{m}$ 'den iri tanelerinin) %50'den fazlası 2mm 'den büyük ise bu zemin, çakıl (G) olarak sınıflandırılır. Toprağın kaba bölümünün yarısı veya yarısından fazlası 2mm 'den küçükse bu zemin, kum (S) olarak adlandırılır (Çizelge 3.1). Toprağın %12 veya daha azı $75\mu\text{m}$ 'den küçükse tane dağılımı eğrisi çizilir ve üniformaluk ile süreklilik katsayıları eşitliklerine (3.3, 3.4) göre hesaplanır. Efektif çap (D_{10}) eğriden okunamıyorsa tane dağılımı eğrisi bu değeri okumak üzere uzatılabilir. Çakıl numunesinin %5'ten daha azı $75\mu\text{m}$ 'den küçükse ve $C_u \geq 4$, $1 \leq C_r \leq 3$ şartları sağlanıyorsa zemin GW düzgün tane dağılımlı çakıl; kum numunesinin %5'ten azı $75\mu\text{m}$ 'den küçükse ve $C_u \geq 6$ ve $1 \leq C_r \leq 3$ şartları sağlanıyorsa SW düzgün tane dağılımlı kum olarak nitelendirilir. Örneğinin %5 veya daha azı, $75\mu\text{m}$ 'den küçükse ve düzgün tane dağılımı için C_u ve C_r şartları sağlanmıyorsa zemin, GP üniform çakıl veya SP üniform kum olarak nitelendirilir. Örneğin %12 veya fazlası $75\mu\text{m}$ 'den küçükse bu zemin, inceler içeren zemin olarak kabul edilir. İncelerin killi ya da siltli olması materyalin plastiklik kartındaki yerine bağlıdır. İncelerin killi olması, yani materyalin plastiklik kartında A doğrusu üstünde veya üzerinde noktalanması durumunda zemin GC killi çakıl veya SC killi kum olarak nitelendirilir. İncelerin siltli olması, yani materyalin plastiklik kartında A doğrusu altında noktalanması durumunda zemin GSi siltli çakıl veya SSi siltli kum olarak adlandırılır. Numunenin $75\mu\text{m}$ 'den küçük tanelerinin oranı %5-%12 arasında ise bu çift simge verilmesini gerektiren özel durumu gösterir. Çift simgeden birincisi %5'ten az inceler içeren çakıl ve kuma (GW, GP, SW, SP), ikincisi ise %12'den çok incesi olan çakıl ve kuma (GC, GSi, SC, SSi) karşılık gelir. Grup adı birinci simgeyle birlikte incelerin plastiklik özelliklerini göstermek üzere 've az kil' veya 've az silt' ekini alır.

Çizelge 3.1 Zemin Sınıflandırma Sistemi (Anonim, 2000)

Esas Bölümler				Grup Sembolu	Tipik İsimler
İRİ TANELİ ZEMİNLER (%50' den fazlası 75µm elek üzerinde kalan)	Çakıllar Kaba tanelerin %50 den fazlası 4.25mm elek açıklığından daha büyük	Temiz çakıllar (ince taneler %5 den az veya hiç yok)	$Cu \geq 4$ ve $1 \leq Cr \leq 3$ $Cu < 4$ ve/veya $1 > Cr > 3$	GW	İyi derecelenmiş çakıl, çakıl-kum karışımı
				GP	Kötü derecelenmiş çakıl, çakıl-kum karışımı
		İnce çakıllar (ince taneler %5'den fazla)	İnceleri SiL, SiI veya SiH İnceleri CL, CI veya CH	GSI*	Siltli çakıllar, çakıl-kum-silt karışımları
				GC	Killi çakıllar, çakıl-kum-kil karışımları
	Kumlar Kaba tanelerin %50 den fazlası 4.25mm elek üzerinde geçen	Temiz kumlar (ince taneler %5'den az veya hiç yok)	$Cu \geq 6$ ve $1 \leq Cr \leq 3$ $Cu < 6$ ve $1 \leq Cr \leq 3$	SW	İyi derecelenmiş kumlar, çakıllı kumlar
				SP	Kötü derecelenmiş kumlar, çakıllı kumlar
		İnce taneli kumlar (ince taneler %5 den fazla)	İnceleri plastisite kartında SiL, SiI veya SiH İnceleri plastisite kartında CL, CI veya CH	SSi	Siltli kumlar, silt-kum karışımları
				SC	Killi kumlar, kum-kil karışımları
İNCE TANELİ ZEMİNLER (%50' den fazlası 75µm elek geçen)	Siltler ve killer (Likit limit 35'den küçük)		$Ip < 4$ ve A-doğrusunun altında	SiL	İnorganik siltler ve çok ince kumlar, siltli veya killi ince kumlar veya çok az plastik killi siltler
			$Ip \geq 4$ ve A-doğrusunun üstünde	CL	Düşük veya orta plastik inorganik killer, çakıllı killer, kumlu killer, siltli killer, yağsız killer
				OL	Düşük plastik organik siltler ve organik siltli killer
	Siltler ve killer (Likit limit 35'e eşit veya 50'den küçük)		Ip A-doğrusunun üstünde	CI	Orta plastik killer
			Ip A-doğrusunun altında	SiI	Orta plastik siltler
	Siltler ve killer (Likit limit 50'den büyük)		Ip A-doğrusunun altında	SiH	İnorganik siltler, mikalı, diatomitli ince kum veya siltli zeminler, elastik siltler
				CH	Yüksek plastik inorganik killer, yağlı killer
				OH	Orta ila yüksek plastik organik killer, organik siltler
Çok Organik Zeminler				Pt	Turba ve diğer yüksek derecede organik zeminler

* Zemin sınıflandırma sisteminde USCS'ye göre M harfi ile tanımlanan silt sınıfı, USDA tarafından kullanılan Si şeklinde düzenlenmiştir.

3.2.6 Verilerin Haritalanması

Çalışmada elde edilen verilerin harita üzerinde gösteriminde ESRI tarafından geliştirilen ArcGIS yazılımının 10.8 sürümü kullanılmıştır. Altlık harita olarak ise T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı'nın Sorunlu Tarım Alanlarının Tespiti (STATİP) projesi kapsamında alınan 2006 yılına ait IKONOS uydu görüntüsü kullanılmıştır. Deney sonuçlarından elde edilen veriler öznitelik bilgisi olarak yazılıma işlenmiş ve sınıflandırılarak tematize edilmiştir. Son olarak lejant, ölçek ve yön göstergesi eklenerek haritalar tamamlanmıştır.



4. ARAŞTIRMA BULGULARI

Ordu İli genelinde yol güzergahları boyunca 19 ilçeden 504 noktadan alınan zemin örneklerinde tane büyüklük dağılımı, kıvam limitleri, birleştirilmiş zemin sınıflandırması ve maksimum hacim ağırlık-optimum nem içeriği özellikleri incelenmiş, çalışma alanına ait incelenen özelliklere ait veriler ilçe bazında ayrı ayrı olarak Ek 1-19’da sunulmuştur.

4.1 Tane Büyüklük Dağılımı

Çalışma alanına ait, zemin sınıflandırma sistemine göre belirlenen; 75µm açıklıklı elekten geçen yüzdesi 50’den küçük olan iri taneli ve 75µm açıklıklı elekten geçen yüzdesi 50’den büyük olan ince taneli örneklerin, ilçeler içerisinde kalan sayıları ve ilçeye düşen toplam örnek sayısı Çizelge 4.1’de verilmiştir.

Çizelge 4.1 İri ve İnce Taneli Zeminlerin İlçelere Göre Dağılımı

	İri Taneli Zemin Sayısı (75µm Elekten Geçen %’si <50)	İnce Taneli Zemin Sayısı (75µm Elekten Geçen %’si >50)	İlçeye Düşen Örnek Sayısı
Altınordu	25	8	33
Akkuş	72	9	81
Aybastı	12	2	14
Çamaş	12	1	13
Çatalpınar	13	-	13
Çaybaşı	37	1	38
Fatsa	34	5	39
Gölköy	34	-	34
Gülyalı	6	-	6
Gürgentepe	12	-	12
İkizce	18	-	18
Kabadüz	8	1	9
Kabataş	5	-	5
Korgan	16	1	17
Kumru	18	1	19
Mesudiye	39	3	42
Perşembe	22	1	23
Ulubey	34	10	44
Ünye	40	4	44
Toplam	457 (%91)	47 (%9)	504

Çizelgeden anlaşılabacağı üzere, il genelinde iri taneli zemin örneklerinin çoğunlukta olduğu; Çatalpınar, Gölköy, Gülyalı, Gürgentepe, İkizce, Kabataş

ilçelerine düşen bütün örneklerin iri taneli olduğu, ince taneli zeminlerin ise Altınordu, Akkuş, Fatsa, Ulubey ve Ünye ilçelerinde bulunduğu görülmektedir.

Altınordu ilçesi sınırları içerisinde kalan 33 adet doğal zemin örneklerine ait koordinat ve incelenen özellikler Ek 1’de verilmiştir. Zemin sınıflandırma sistemine göre bu ilçedeki örneklerin 8 adedi ince taneli zemin, 25 adedi ise iri taneli zemin olarak tespit edilmiştir. Zemin örneklerinin 4.75mm açıklıklı elekten geçen miktarının %52.6-100 arasında olduğu, 75µm açıklıklı elekten geçen malzeme miktarının %2.3-61 arasında olduğu belirlenmiştir (Ek 1).

Akkuş ilçesi sınırları içerisinde kalan 81 adet doğal zemin örneklerine ait koordinat ve incelenen özellikler Ek 2’de verilmiştir. Zemin sınıflandırma sistemine göre bu ilçedeki örneklerin 9 adedi ince taneli zemin, 72 adedi ise iri taneli zemin olarak tespit edilmiştir. Zemin örneklerinin 4.75mm açıklıklı elekten geçen miktarının %33.3-100 arasında olduğu, 75µm açıklıklı elekten geçen malzeme miktarının %5.4-62.5 arasında olduğu belirlenmiştir (Ek 2).

Aybastı ilçesi sınırları içerisinde kalan 14 adet doğal zemin örneklerine ait koordinat ve incelenen özellikler Ek 3’de verilmiştir. Zemin sınıflandırma sistemine göre bu ilçedeki örneklerin 2 adedi ince taneli zemin, 12 adedi ise iri taneli zemin olarak tespit edilmiştir. Zemin örneklerinin 4.75mm açıklıklı elekten geçen miktarının %56.4-100 arasında olduğu, 75µm açıklıklı elekten geçen malzeme miktarının %7.4-50.7 arasında olduğu belirlenmiştir (Ek 3).

Çamaş ilçesi sınırları içerisinde kalan 13 adet doğal zemin örneklerine ait koordinat ve incelenen özellikler Ek 4’de verilmiştir. Zemin sınıflandırma sistemine göre bu ilçedeki örneklerin 1 adedi ince taneli zemin, 12 adedi ise iri taneli zemin olarak tespit edilmiştir. Zemin örneklerinin 4.75mm açıklıklı elekten geçen miktarının %60.3-100 arasında olduğu, 75µm açıklıklı elekten geçen malzeme miktarının %14.9-58.7 arasında olduğu belirlenmiştir (Ek 4).

Çatalpınar ilçesi sınırları içerisinde kalan 13 adet doğal zemin örneklerine ait koordinat ve incelenen özellikler Ek 5’de verilmiştir. Zemin sınıflandırma sistemine göre bu ilçedeki örneklerin hepsi iri taneli zemin olarak tespit edilmiştir. Zemin örneklerinin 4.75mm açıklıklı elekten geçen miktarının %66.9-100 arasında olduğu,

75µm açıklıklı elekten geçen malzeme miktarının %7.4-40 arasında olduğu belirlenmiştir (Ek 5).

Çaybaşı ilçesi sınırları içerisinde kalan 38 adet doğal zemin örneklerine ait koordinat ve incelenen özellikler Ek 6'da verilmiştir. Zemin sınıflandırma sistemine göre bu ilçedeki örneklerin 1 adedi ince taneli zemin, 37 adedi ise iri taneli zemin olarak tespit edilmiştir. Zemin örneklerinin 4.75mm açıklıklı elekten geçen miktarının miktarı %35.7-100 arasında olduğu, 75µm açıklıklı elekten geçen malzeme miktarının %5.6-52.5 arasında olduğu belirlenmiştir (Ek 6)

Fatsa ilçesi sınırları içerisinde kalan 39 adet doğal zemin örneklerine ait koordinat ve incelenen özellikler Ek 7'de verilmiştir. Zemin sınıflandırma sistemine göre bu ilçedeki örneklerin 5 adedi ince taneli zemin, 34 adedi ise iri taneli zemin olarak tespit edilmiştir. Zemin örneklerinin 4.75mm açıklıklı elekten geçen miktarının %31.6-100 arasında olduğu, 75µm açıklıklı elekten geçen malzeme miktarının %6.6-67.3 arasında olduğu belirlenmiştir (Ek 7).

Gölköy ilçesi sınırları içerisinde kalan 34 adet doğal zemin örneklerine ait koordinat ve incelenen özellikler Ek 8'de verilmiştir. Zemin sınıflandırma sistemine göre bu ilçedeki örneklerin hepsi iri taneli zemin olarak tespit edilmiştir. Zemin örneklerinin 4.75mm açıklıklı elekten geçen miktarının %50-100 arasında olduğu, 75µm açıklıklı elekten geçen malzeme miktarının %5.1-32.6 arasında olduğu belirlenmiştir (Ek 8).

Gülyalı ilçesi sınırları içerisinde kalan 6 adet doğal zemin örneklerine ait koordinat ve incelenen özellikler Ek 9'da verilmiştir. Zemin sınıflandırma sistemine göre bu ilçedeki örneklerin hepsi iri taneli zemin olarak tespit edilmiştir. Zemin örneklerinin 4.75mm açıklıklı elekten geçen miktarının %26.6-100 arasında olduğu, 75µm açıklıklı elekten geçen malzeme miktarının %3.1-49.9 arasında olduğu belirlenmiştir (Ek 9).

Gürgentepe ilçesi sınırları içerisinde kalan 12 adet doğal zemin örneklerine ait koordinat ve incelenen özellikler Ek 10'da verilmiştir. Zemin sınıflandırma sistemine göre bu ilçedeki örneklerin hepsi iri taneli zemin olarak tespit edilmiştir. Zemin örneklerinin 4.75mm açıklıklı elekten geçen miktarının %38.1-100 arasında olduğu,

75µm açıklıklı elekten geçen malzeme miktarının %6.5-35.6 arasında olduğu belirlenmiştir (Ek 10).

İkizce ilçesi sınırları içerisinde kalan 18 adet doğal zemin örneklerine ait koordinat ve incelenen özellikler Ek 11’de verilmiştir. Zemin sınıflandırma sistemine göre bu ilçedeki örneklerin hepsi iri taneli zemin olarak tespit edilmiştir. Zemin örneklerinin 4.75mm açıklıklı elekten geçen miktarının %27.7-100 arasında olduğu, 75µm açıklıklı elekten geçen malzeme miktarının %2.9-41.4 arasında olduğu belirlenmiştir (Ek 11).

Kabadüz ilçesi sınırları içerisinde kalan 9 adet doğal zemin örneklerine ait koordinat ve incelenen özellikler Ek 12’de verilmiştir. Zemin sınıflandırma sistemine göre bu ilçedeki örneklerin 1 adedi ince taneli zemin, 8 adedi ise iri taneli zemin olarak tespit edilmiştir. Zemin örneklerinin 4.75mm açıklıklı elekten geçen miktarının %51.3-100 arasında olduğu, 75µm açıklıklı elekten geçen malzeme miktarının %9.3-52.8 arasında olduğu belirlenmiştir (Ek 12).

Kabataş ilçesi sınırları içerisinde kalan 5 adet doğal zemin örneklerine ait koordinat ve incelenen özellikler Ek 13’de verilmiştir. Zemin sınıflandırma sistemine göre bu ilçedeki örneklerin hepsi iri taneli zemin olarak tespit edilmiştir. Zemin örneklerinin 4.75mm açıklıklı elekten geçen miktarının %49.1-100 arasında olduğu, 75µm açıklıklı elekten geçen malzeme miktarının %8.1-31.7 arasında olduğu belirlenmiştir (Ek 13).

Korgan ilçesi sınırları içerisinde kalan 17 adet doğal zemin örneklerine ait koordinat ve incelenen özellikler Ek 14’de verilmiştir. Zemin sınıflandırma sistemine göre bu ilçedeki örneklerin 1 adedi ince taneli zemin, 16 adedi ise iri taneli zemin olarak tespit edilmiştir. Zemin örneklerinin 4.75mm açıklıklı elekten geçen miktarının %33.4-100 arasında olduğu, 75µm açıklıklı elekten geçen malzeme miktarının %4.5-70.3 arasında olduğu belirlenmiştir (Ek 14).

Kumru ilçesi sınırları içerisinde kalan 19 adet doğal zemin örneklerine ait koordinat ve incelenen özellikler Ek 15’de verilmiştir. Zemin sınıflandırma sistemine göre bu ilçedeki örneklerin 1 adedi ince taneli zemin, 18 adedi ise iri taneli zemin olarak tespit edilmiştir. Zemin örneklerinin 4.75mm açıklıklı elekten geçen miktarının

%35.7-100 arasında olduğu, 75µm açıklıklı elekten geçen malzeme miktarının %6.5-60.8 arasında olduğu belirlenmiştir (Ek 15).

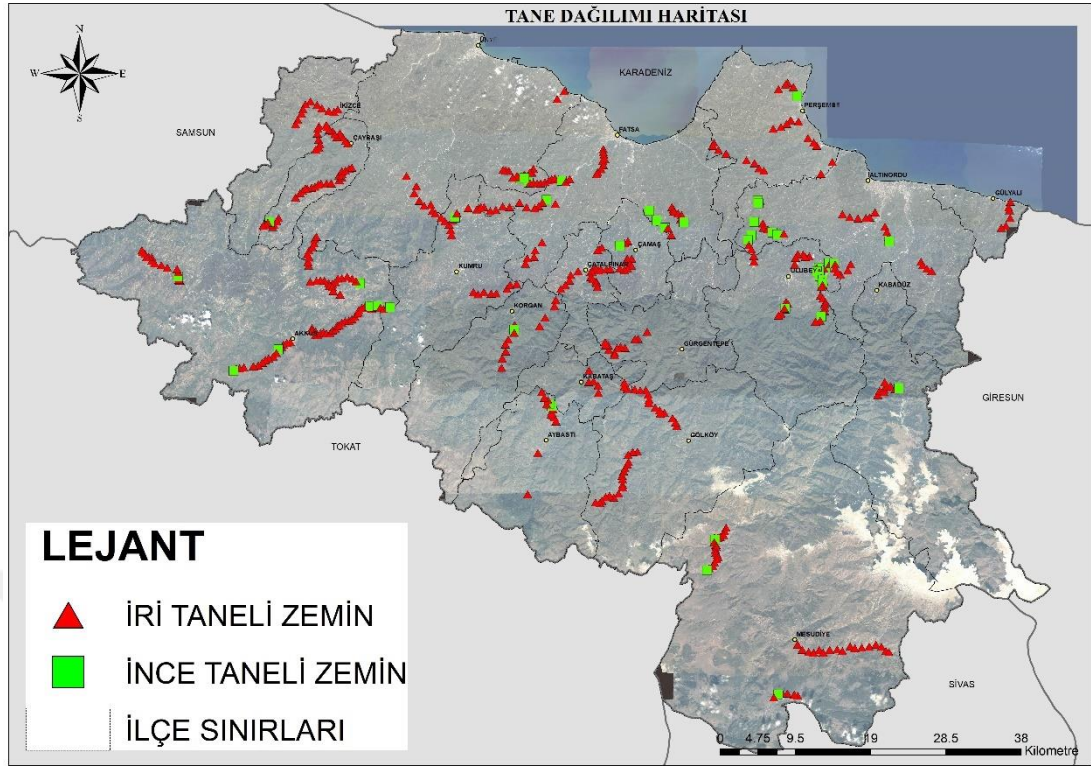
Mesudiye ilçesi sınırları içerisinde kalan 42 adet doğal zemin örneklerine ait koordinat ve incelenen özellikler Ek 16’da verilmiştir. Zemin sınıflandırma sistemine göre bu ilçedeki örneklerin 3 adedi ince taneli zemin, 39 adedi ise iri taneli zemin olarak tespit edilmiştir. Zemin örneklerinin 4.75mm açıklıklı elekten geçen miktarının %45-100 arasında olduğu, 75µm açıklıklı elekten geçen malzeme miktarının %2.2-52.4 arasında olduğu belirlenmiştir (Ek 16).

Perşembe ilçesi sınırları içerisinde kalan 23 adet doğal zemin örneklerine ait koordinat ve incelenen özellikler Ek 17’de verilmiştir. Zemin sınıflandırma sistemine göre bu ilçedeki örneklerin 1 adedi ince taneli zemin, 22 adedi ise iri taneli zemin olarak tespit edilmiştir. Zemin örneklerinin 4.75mm açıklıklı elekten geçen miktarının %26.6-100 arasında olduğu, 75µm açıklıklı elekten geçen malzeme miktarının %3.8-92.9 arasında olduğu belirlenmiştir (Ek 17).

Ulubey ilçesi sınırları içerisinde kalan 44 adet doğal zemin örneklerine ait koordinat ve incelenen özellikler Ek 18’de verilmiştir. Zemin sınıflandırma sistemine göre bu ilçedeki örneklerin 10 adedi ince taneli zemin, 34 adedi ise iri taneli zemin olarak tespit edilmiştir. Zemin örneklerinin 4.75mm açıklıklı elekten geçen miktarının %35.9-100 arasında olduğu, 75µm açıklıklı elekten geçen malzeme miktarının %4.8-81.4 arasında olduğu belirlenmiştir (Ek 18).

Ünye ilçesi sınırları içerisinde kalan 44 adet doğal zemin örneklerine ait koordinat ve incelenen özellikler Ek 19’da verilmiştir. Zemin sınıflandırma sistemine göre bu ilçedeki örneklerin 4 adedi ince taneli zemin, 40 adedi ise iri taneli zemin olarak tespit edilmiştir. Zemin örneklerinin 4.75mm açıklıklı elekten geçen miktarının %33.5-100 arasında olduğu, 75µm açıklıklı elekten geçen malzeme miktarının %5.8-69.9 arasında olduğu belirlenmiştir (Ek 19).

Çalışma alanına ait tane dağılımı haritasında örneklerin coğrafi olarak dağılımı Şekil 4.1’de sunulmuştur. Ayrıca, Ek 20’de daha büyük ölçekli olarak sunulan tane dağılımı haritasında; iri taneli zemin olan örnekler kırmızı üçgen sembolüyle, ince taneli zemin olan örnekler ise yeşil kare sembolü ile gösterilmiştir.



Şekil 4.1 Tane Dağılımı Haritası

4.2 Kıvam Limitleri

Çalışma alanına ait, zemin sınıflandırma sistemine göre örneklerin plastiklik dağılımı ve ilçeler içerisinde kalan sayıları Çizelge 4.2’de verilmiştir.

Altınordu ilçesi sınırları içerisinde kalan örneklerin zemin sınıflandırma sistemine göre; 3 adet örneğin plastiklik özelliği taşımadığı, 27 adet örneğin düşük plastistik, 3 adet örneğin ise orta plastik olduğu tespit edilmiştir. Aynı örneklerin likit limit değerleri %9.9-40, plastik limit değerleri %4.2-30.9, plastiklik indeksi değerleri %1.8-19.2 arasında değişmiştir (Ek 1).

Akkuş ilçesi sınırları içerisinde kalan örneklerin zemin sınıflandırma sistemine göre; 37 adet örneğin plastiklik özelliği taşımadığı, 11 adet örneğin düşük plastik, 21 adet örneğin ise orta plastik olduğu, 12 adet numunenin ise yüksek plastiklik özelliği gösterdiği tespit edilmiştir. Aynı örneklerin likit limit değerleri %32.4-63.1, plastik limit değerleri %17.8-32.1, plastiklik indeksi değerleri %10.3-38.7 arasında değişmiştir (Ek 2).

Çizelge 4.2 Plastiklik Özelliğinin İlçelere Göre Dağılımı

	Plastik Değil	Düşük Plastik (LL<35)	Orta Plastik (35>LL>50)	Yüksek Plastik (LL>50)
Altınordu	3	27	3	-
Akkuş	37	11	21	12
Aybastı	5	1	4	4
Çamaş	2	5	6	-
Çatalpınar	-	8	5	-
Çaybaşı	14	2	13	9
Fatsa	14	4	14	7
Gölköy	18	2	12	2
Gülyalı	2	1	3	-
Gürgentepe	4	2	4	2
İkizce	15	2	-	1
Kabadüz	3	-	5	1
Kabataş	2	1	2	-
Korgan	8	2	5	2
Kumru	6	4	6	3
Mesudiye	25	6	7	4
Perşembe	18	2	2	1
Ulubey	8	4	18	14
Ünye	13	6	18	7
Toplam	197 (%39)	90	148	69

LL: Likit limit

Aybastı ilçesi sınırları içerisinde kalan örneklerin zemin sınıflandırma sistemine göre; 5 adet örneğin plastiklik özelliği taşımadığı, 1 adet örneğin düşük plastik, 4 adet örneğin orta plastik olduğu, 4 adet örneğin ise yüksek plastiklik özelliği gösterdiği tespit edilmiştir. Aynı örneklerin likit limit değerleri %31.6-64.7, plastik limit değerleri %13.2-27.6, plastiklik indeksi değerleri %11.7-37.5 arasında değişmiştir (Ek 3).

Çamaş ilçesi sınırları içerisinde kalan örneklerin zemin sınıflandırma sistemine göre; 2 adet örneğin plastiklik özelliği taşımadığı, 5 adet örneğin düşük plastik, 6 adet örneğin ise orta plastiklik özelliği taşıdığı tespit edilmiştir. Aynı örneklerin likit limit değerleri %12.1-40.6, plastik limit değerleri %4.7-27.4, plastiklik indeksi değerleri %6.5-24.5 arasında değişmiştir (Ek 4).

Çatalpınar ilçesi sınırları içerisinde kalan örneklerin zemin sınıflandırma sistemine göre; plastik özellik göstermeyen örneğin bulunmadığı, 8 adet örneğin düşük plastik, 5 adet örneğin ise orta plastiklik özelliği taşıdığı tespit edilmiştir. Aynı örneklerin likit limit değerleri %10.1-39.5, plastik limit değerleri %6.2-26.3, plastiklik indeksi değerleri %3.9-15.8 arasında değişmiştir (Ek 5).

Çaybaşı ilçesi sınırları içerisinde kalan örneklerin zemin sınıflandırma sistemine göre; 14 adet örneğin plastiklik özelliği taşımadığı, 2 adet örneğin düşük plastik, 13 adet örneğin orta plastik olduğu, 9 adet örneğin ise yüksek plastiklik gösterdiği tespit edilmiştir. Aynı örneklerin likit limit değerleri %32.5-60.8, plastik limit değerleri %18.3-37.3, plastiklik indeksi değerleri %6.5-60.7 arasında değişmiştir (Ek 6).

Fatsa ilçesi sınırları içerisinde kalan örneklerin zemin sınıflandırma sistemine göre; 14 adet örneğin plastiklik özelliği taşımadığı, 4 adet örneğin düşük plastik, 14 adet örneğin orta plastik olduğu, 7 adet örneğin ise yüksek plastiklik gösterdiği tespit edilmiştir. Aynı örneklerin likit limit değerleri %16.4-65.4, plastik limit değerleri %4.2-48.1, plastiklik indeksi değerleri %3.9-32.5 arasında değişmiştir (Ek 7).

Gölköy ilçesi sınırları içerisinde kalan örneklerin zemin sınıflandırma sistemine göre; 18 adet örneğin plastiklik özelliği taşımadığı, 2 adet örneğin düşük plastik, 12 adet örneğin orta plastik, 2 adet örneğin ise yüksek plastiklik özelliği gösterdiği tespit edilmiştir. Aynı örneklerin likit limit değerleri %30.4-72.8, plastik limit değerleri %14.9-35.8, plastiklik indeksi değerleri %12.4-37 arasında değişmiştir (Ek 8).

Gülyalı ilçesi sınırları içerisinde kalan örneklerin zemin sınıflandırma sistemine göre; 2 adet örneğin plastiklik özelliği taşımadığı, 1 adet örneğin düşük plastik, 3 adet örneğin orta plastiklik özelliği taşıdığı tespit edilmiştir. Aynı örneklerin likit limit değerleri %30.1-49.8, plastik limit değerleri %26.9-38.5, plastiklik indeksi değerleri %1.6-21.4 arasında değişmiştir (Ek 9).

Gürgentepe ilçesi sınırları içerisinde kalan örneklerin zemin sınıflandırma sistemine göre; 4 adet örneğin plastiklik özelliği taşımadığı, 2 adet örneğin düşük plastik, 4 adet örneğin orta plastik, 2 adet örneğin ise yüksek plastiklik özelliği gösterdiği tespit edilmiştir. Aynı örneklerin likit limit değerleri %28.8-56.6, plastik

limit değerleri %21.4-32.5, plastiklik indeksi değerleri %7-30.5 arasında değişmiştir (Ek 10).

İkizce ilçesi sınırları içerisinde kalan örneklerin zemin sınıflandırma sistemine göre; 15 adet örneğin plastiklik özelliği taşımadığı, 2 adet örneğin düşük plastik, 1 adet örneğin ise yüksek plastiklik özelliği gösterdiği tespit edilmiştir. Aynı örneklerin likit limit değerleri %29.8-56.1, plastik limit değerleri %22.9-24.2, plastiklik indeksi değerleri %6.2-31.9 arasında değişmiştir (Ek 11).

Kabadüz ilçesi sınırları içerisinde kalan örneklerin zemin sınıflandırma sistemine göre; 3 adet örneğin plastiklik özelliği taşımadığı, 5 adet örneğin orta plastik, 1 adet örneğin ise yüksek plastiklik özelliği taşıdığı tespit edilmiştir. Aynı örneklerin likit limit değerleri %36.4-51.4, plastik limit değerleri %19.2-28.3, plastiklik indeksi değerleri %10.5-29 arasında değişmiştir (Ek 12).

Kabataş ilçesi sınırları içerisinde kalan örneklerin zemin sınıflandırma sistemine göre; 2 adet örneğin plastiklik özelliği taşımadığı, 1 adet örneğin düşük plastik, 2 adet örneğin orta plastiklik özelliği gösterdiği tespit edilmiştir. Aynı örneklerin likit limit değerleri %32-39.8, plastik limit değerleri %19.7-25.5, plastiklik indeksi değerleri %10.8-20 arasında değişmiştir (Ek 13).

Korgan ilçesi sınırları içerisinde kalan örneklerin zemin sınıflandırma sistemine göre; 8 adet örneğin plastiklik özelliği taşımadığı, 2 adet örneğin düşük plastik, 5 adet örneğin orta plastik, 2 adet örneğin ise yüksek plastiklik özelliği gösterdiği tespit edilmiştir. Aynı örneklerin likit limit değerleri %25.9-51.6, plastik limit değerleri %17.2-33.4, plastiklik indeksi değerleri %7.1-26 arasında değişmiştir (Ek 14).

Kumru ilçesi sınırları içerisinde kalan örneklerin zemin sınıflandırma sistemine göre; 6 adet örneğin plastiklik özelliği taşımadığı, 4 adet örneğin düşük plastik, 6 adet örneğin orta plastik, 3 adet örneğin ise yüksek plastiklik özelliği taşıdığı tespit edilmiştir. Aynı örneklerin likit limit değerleri %29.9-68.3, plastik limit değerleri %19.5-33.4, plastiklik indeksi değerleri %8.3-39.8 arasında değişmiştir (Ek 15).

Mesudiye ilçesi sınırları içerisinde kalan örneklerin zemin sınıflandırma sistemine göre; 25 adet örneğin plastiklik özelliği taşımadığı, 6 adet örneğin düşük plastik, 7 adet örneğin orta plastik, 4 adet örneğin ise yüksek plastiklik özelliği taşıdığı

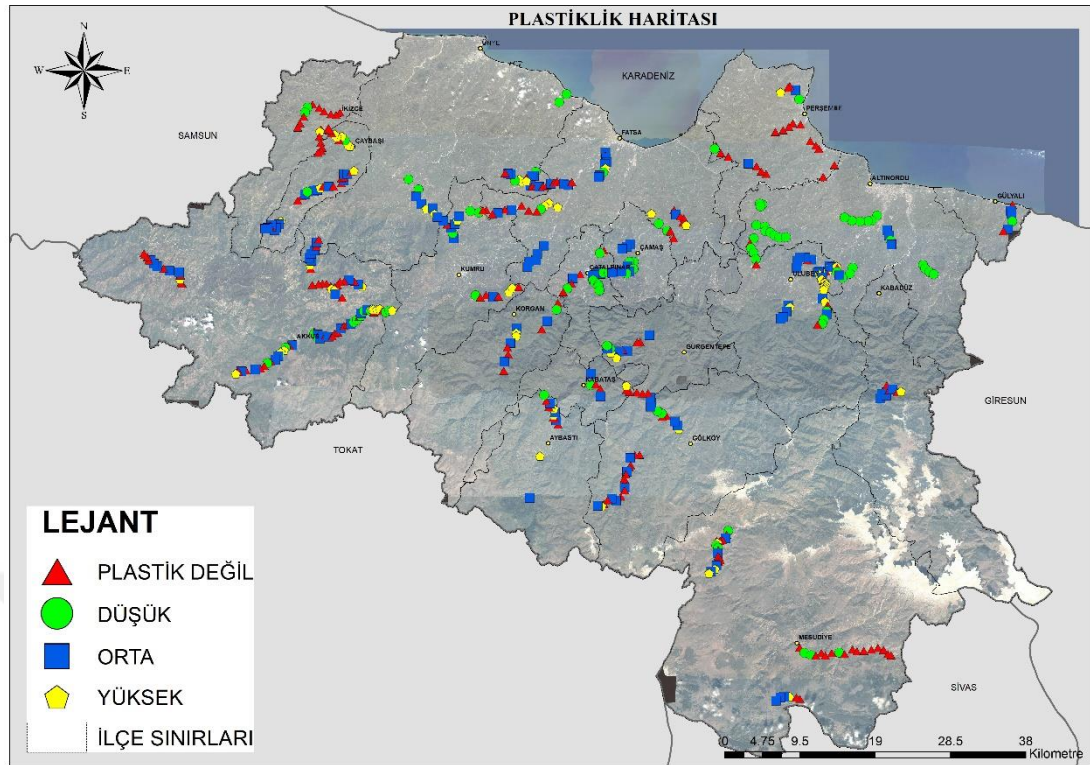
tespit edilmiştir. Aynı örneklerin likit limit değerleri %30.5-55.9, plastik limit değerleri %12.4-27.4, plastiklik indeksi değerleri %9.1-31.2 arasında değişmiştir (Ek 16).

Perşembe ilçesi sınırları içerisinde kalan örneklerin zemin sınıflandırma sistemine göre; 18 adet örneğin plastiklik özelliği taşımadığı, 2 adet örneğin düşük plastik, 2 adet örneğin orta plastiki, 1 adet örneğin ise yüksek plastiklik özelliği gösterdiği tespit edilmiştir. Aynı örneklerin likit limit değerleri %29.6-52.3, plastik limit değerleri %22.7-42.4, plastiklik indeksi değerleri %6.8-10.1 arasında değişmiştir (Ek 17).

Ulubey ilçesi sınırları içerisinde kalan örneklerin zemin sınıflandırma sistemine göre; 8 adet örneğin plastiklik özelliği taşımadığı, 4 adet örneğin düşük plastik, 18 adet örneğin orta plastik, 14 adet örneğin ise yüksek plastiklik özelliği gösterdiği olduğu tespit edilmiştir. Aynı örneklerin likit limit değerleri %12.7-90.1, plastik limit değerleri %2.4-41.9, plastiklik indeksi değerleri %4.9-50.7 arasında değişmiştir (Ek 18).

Ünye ilçesi sınırları içerisinde kalan örneklerin zemin sınıflandırma sistemine göre; 13 adet örneğin plastiklik özelliği taşımadığı, 6 adet örneğin düşük plastik, 18 adet örneğin orta plastik, 7 adet örneğin ise yüksek plastiklik özelliği taşıdığı belirlenmiştir. Aynı örneklerin likit limit değerleri %23-66.2, plastik limit değerleri %11.2-34.9, plastiklik indeksi değerleri %7.2-37.1 arasında değişmiştir (Ek 19).

Çalışma alanına ait plastiklik haritasında örneklerin coğrafi dağılımı Şekil 4.2 gösterilmiştir. Ayrıca, Ek 21’de daha büyük ölçekli olarak sunulan plastiklik haritasında; plastik olmayan örnekler kırmızı üçgen sembolüyle, düşük plastic gösteren örnekler yeşil daire sembolüyle, orta plastik özellik gösteren örnekler mavi kare sembolüyle, yüksek plastic özelliği gösteren örnekler ise sarı beşgen sembolü ile gösterilmiştir.



4.3. Sıkışabilirlik

Çalışma alanına ait, örneklerin sıkışabilirliği ve örneklerin ilçeler içerisinde kalan sayıları Çizelge 4.3’de verilmiştir. Bu özelliğin değerlendirilmesi Demiralay ve Güresinli (1979)’a göre yapılmıştır. Araştırmacı sıkışabilirliği, maksimum hacim ağırlığı değeri 1.50 g/cm^3 ’den küçük olan düşük sıkışabilirlikte, maksimum hacim ağırlığı değeri $1.50\text{-}1.70 \text{ g/cm}^3$ arasında olan orta sıkışabilirlikte, maksimum hacim ağırlığı değeri 1.70g/cm^3 ’den büyük olan yüksek sıkışabilirlikte olarak ifade etmiştir.

Altınordu ilçesi sınırları içerisinde kalan zemin örneklerinin maksimum kuru hacim ağırlıkları $1.42\text{-}2.08\text{g/cm}^3$ arasında olup; 12 adet zemin örneğinin yüksek, 15 adedinin orta, 6 adedinin de düşük sıkışabilirlikte olduğu tespit edilmiştir. Örneklerin optimum nem içeriğinin $\%1.5\text{-}16.6$ arasında değiştiği belirlenmiştir (Ek 1).

Akkuş ilçesi sınırları içerisinde kalan zemin örneklerinin maksimum kuru hacim ağırlıkları $1.32\text{-}2.03\text{g/cm}^3$ arasında olup; 30 adet zemin örneğinin yüksek, 34 adedinin orta, 17 adet örneğin de düşük sıkışabilirlikte olduğu tespit edilmiştir. Örneklerin optimum nem içeriğinin $\%6.4\text{-}36.3$ arasında değiştiği belirlenmiştir (Ek 2).

Çizelge 4.3 Sıkışabilirlik Özelliğinin İlçelere Göre Dağılımı

	Sıkışabilirlik		
	Düşük	Orta	Yüksek
Altınordu	6	15	12
Akkuş	17	34	30
Aybastı	4	3	7
Çamaş	-	1	12
Çatalpınar	1	-	12
Çaybaşı	16	13	9
Fatsa	10	12	17
Gölköy	2	9	23
Gülyalı	1	1	4
Gürgentepe	2	3	7
İkizce	1	8	9
Kabadüz	1	4	4
Kabataş	-	1	4
Korgan	2	4	11
Kumru	6	10	3
Mesudiye	3	6	33
Perşembe	4	9	10
Ulubey	17	10	17
Ünye	3	25	16
Toplam	96 (%19)	168 (%33)	240 (%48)

Aybastı ilçesi sınırları içerisinde kalan zemin örneklerinin maksimum kuru hacim ağırlıkları $1.25-2.06\text{g/cm}^3$ arasında olup; 7 adet zemin örneğinin yüksek, 3 adedinin orta, 4 adet örneğin de düşük sıkışabilirlikte olduğu tespit edilmiştir. Örneklerin optimum nem içeriğinin %9.5-26.4 arasında değiştiği belirlenmiştir (Ek 3).

Çamaş ilçesi sınırları içerisinde kalan zemin örneklerinin maksimum kuru hacim ağırlıkları $1.69-1.94\text{g/cm}^3$ arasında olup; 12 adet zemin örneğinin yüksek, 1 adet örneğin de orta sıkışabilirlikte olduğu tespit edilmiştir. Örneklerin optimum nem içeriğinin %7.7-14.5 arasında değiştiği belirlenmiştir (Ek 4).

Çatalpınar ilçesi sınırları içerisinde kalan zemin örneklerinin maksimum kuru hacim ağırlıkları $1.48-1.90\text{g/cm}^3$ arasında olup; 12 adet zemin örneğinin yüksek, 1 adet örneğin de düşük sıkışabilirlikte olduğu tespit edilmiştir. Örneklerin optimum nem içeriğinin %9.4-15.9 arasında değiştiği belirlenmiştir (Ek 5).

Çaybaşı ilçesi sınırları içerisinde kalan zemin örneklerinin maksimum kuru hacim ağırlıkları $1.28-2.05\text{g/cm}^3$ arasında olup; 9 adet zemin örneğinin yüksek, 13 adedinin orta, 16 adet örneğin de düşük sıkışabilirlikte olduğu tespit edilmiştir. Örneklerin optimum nem içeriğinin %6.2-32.4 arasında değiştiği belirlenmiştir (Ek 6).

Fatsa ilçesi sınırları içerisinde kalan zemin örneklerinin maksimum kuru hacim ağırlıkları $1.34-2.15\text{g/cm}^3$ arasında olup; 17 adet zemin örneğinin yüksek, 12 adedinin orta, 10 adet örneğin de düşük sıkışabilirlikte olduğu tespit edilmiştir. Örneklerin optimum nem içeriğinin %6.8-29.6 arasında değiştiği belirlenmiştir (Ek 7).

Gölköy ilçesi sınırları içerisinde kalan zemin örneklerinin maksimum kuru hacim ağırlıkları $1.37-2.05\text{g/cm}^3$ arasında olup; 23 adet zemin örneğinin yüksek, 9 adedinin orta, 2 adet örneğin de düşük sıkışabilirlikte olduğu tespit edilmiştir. Örneklerin optimum nem içeriğinin %8.4-32.3 arasında değiştiği belirlenmiştir (Ek 8).

Gülyalı ilçesi sınırları içerisinde kalan zemin örneklerinin maksimum kuru hacim ağırlıkları $1.36-2.01\text{g/cm}^3$ arasında olup; 4 adet zemin örneğinin yüksek, 1 adedinin orta, 1 adet örneğin de düşük sıkışabilirlikte olduğu tespit edilmiştir. Örneklerin optimum nem içeriğinin %8.1-29.6 arasında değiştiği belirlenmiştir (Ek 9).

Gürgentepe ilçesi sınırları içerisinde kalan zemin örneklerinin maksimum kuru hacim ağırlıkları $1.40-1.97\text{g/cm}^3$ arasında olup; 7 adet zemin örneğinin yüksek, 3 adedinin orta, 2 adet örneğin de düşük sıkışabilirlikte olduğu tespit edilmiştir. Örneklerin optimum nem içeriğinin %9.6-28.9 arasında değiştiği belirlenmiştir (Ek 10).

İkizce ilçesi sınırları içerisinde kalan zemin örneklerinin maksimum kuru hacim ağırlıkları $1.45-2.00\text{g/cm}^3$ arasında olup; 9 adet zemin örneğinin yüksek, 8 adedinin orta, 1 adet örneğin de düşük sıkışabilirlikte olduğu tespit edilmiştir. Örneklerin optimum nem içeriğinin %9.1-20.9 arasında değiştiği belirlenmiştir (Ek 11).

Kabadüz ilçesi sınırları içerisinde kalan zemin örneklerinin maksimum kuru hacim ağırlıkları $1.31-1.85\text{g/cm}^3$ arasında olup; 4 adet zemin örneğinin yüksek, 4 adedinin orta, 1 adet örneğin de düşük sıkışabilirlikte olduğu tespit edilmiştir. Örneklerin optimum nem içeriğinin %11.6-20.5 arasında değiştiği belirlenmiştir (Ek 12).

Kabataş ilçesi sınırları içerisinde kalan zemin örneklerinin maksimum kuru hacim ağırlıkları $1.69-1.87\text{g/cm}^3$ arasında olup; 4 adet zemin örneğinin yüksek, 1 adet örneğin de orta sıkışabilirlikte olduğu tespit edilmiştir. Örneklerin optimum nem içeriğinin %10.0-16.5 arasında değiştiği belirlenmiştir (Ek 13).

Korgan ilçesi sınırları içerisinde kalan zemin örneklerinin maksimum kuru hacim ağırlıkları $1.48-2.05\text{g/cm}^3$ arasında olup; 11 adet zemin örneğinin yüksek, 4 adedinin orta, 2 adet örneğin de düşük sıkışabilirlikte olduğu tespit edilmiştir. Örneklerin optimum nem içeriğinin %8.7-23.7 arasında değiştiği belirlenmiştir (Ek 14).

Kumru ilçesi sınırları içerisinde kalan zemin örneklerinin maksimum kuru hacim ağırlıkları $1.30-1.77\text{g/cm}^3$ arasında olup; 3 adet zemin örneğinin yüksek, 10 adedinin orta, 6 adet örneğin de düşük sıkışabilirlikte olduğu tespit edilmiştir. Örneklerin optimum nem içeriğinin %9.8-28.9 arasında değiştiği belirlenmiştir (Ek 15).

Mesudiye ilçesi sınırları içerisinde kalan zemin örneklerinin maksimum kuru hacim ağırlıkları $1.33-2.05\text{g/cm}^3$ arasında olup; 33 adet zemin örneğinin yüksek, 6 adedinin orta, 3 adet örneğin de düşük sıkışabilirlikte olduğu tespit edilmiştir. Örneklerin optimum nem içeriğinin %8.3-32.7 arasında değiştiği belirlenmiştir (Ek 16).

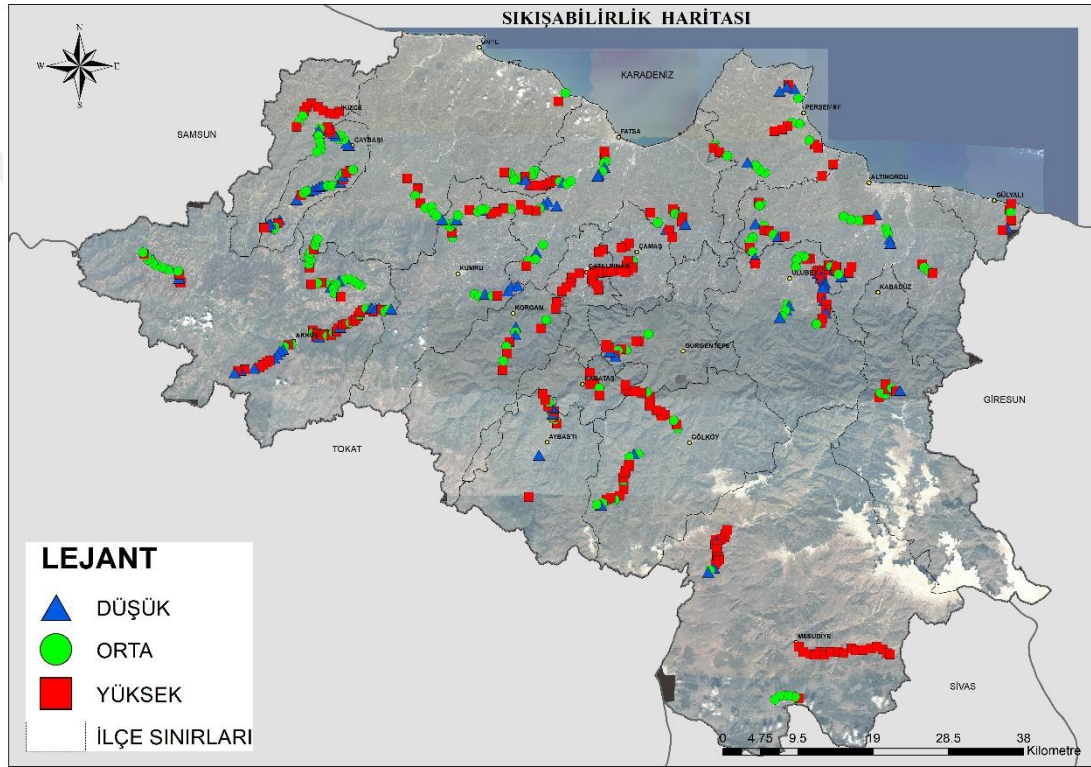
Perşembe ilçesi sınırları içerisinde kalan zemin örneklerinin maksimum kuru hacim ağırlıkları $1.19-2.03\text{g/cm}^3$ arasında olup; 10 adet zemin örneğinin yüksek, 9 adedinin orta, 4 adet örneğin de düşük sıkışabilirlikte olduğu tespit edilmiştir. Örneklerin optimum nem içeriğinin %7.3-43.2 arasında değiştiği belirlenmiştir (Ek 17).

Ulubey ilçesi sınırları içerisinde kalan zemin örneklerinin maksimum kuru hacim ağırlıkları $1.26-2.12\text{g/cm}^3$ arasında olup; 17 adet zemin örneğinin yüksek, 10 adedinin orta, 17 adet örneğin de düşük sıkışabilirlikte olduğu tespit edilmiştir. Örneklerin optimum nem içeriğinin %6.4-29.2 arasında değiştiği belirlenmiştir (Ek 18).

Ünye ilçesi sınırları içerisinde kalan zemin örneklerinin maksimum kuru hacim ağırlıkları $1.34-2.07\text{g/cm}^3$ arasında olup; 16 adet zemin örneğinin yüksek, 25 adedinin

orta, 3 adet örneğin de düşük sıkışabilirlikte olduğu tespit edilmiştir. Örneklerin optimum nem içeriğinin %9.5-29.5 arasında değiştiği belirlenmiştir (Ek 19).

Çalışma alanına ait örneklerin sıkışabilirlik haritasında örneklerin coğrafi dağılımı Şekil 4.3’de gösterilmiştir. Ayrıca, Ek 22’de daha büyük ölçekli olarak sunulan sıkışabilirlik haritasında; düşük sıkışabilirlikteki örnekler mavi üçgen sembolüyle, orta sıkışabilirlikteki örnekler yeşil daire sembolüyle, yüksek sıkışabilirlikteki örnekler kırmızı kare sembolü ile gösterilmiştir.



Şekil 4.3 Sıkışabilirlik Haritası

4.4 Zemin Sınıfları

Çalışma alanına ait, zemin sınıflandırma sistemine göre modifiye edilmiş zemin sınıfları belirlenen örneklerin ilçelere göre dağılımları Çizelge 4.4’te verilmiştir.

Altınordu ilçesi sınırları içerisinde kalan örneklerin sınıflandırma sonucuna göre; 4 adet düşük plastik kil (CL), 1 adet düşük plastik silt (SiL), 1 adet düşük plastik kil veya silt (CL-SiL), 2 adet düşük plastik organik silt (SiLO), 12 adet killi kum (SC), 4 adet siltli kum (SSi), 3 adet siltli killi kum (SSi-SC), 4 adet üniform kum (SP), 2 adet üniform kum ve az kil (SP-SC) sınıfı zemin bulunduğu tespit edilmiştir.

Akkuş ilçesi sınırları içerisinde kalan örneklerin sınıflandırma sonucuna göre; 10 adet yüksek plastik kil (CH), 34 adet killi kum (SC), 25 adet siltli kum (SSi), 8 adet üniform kum ve az silt (SP-SSi), 4 adet üniform çakıl ve az silt (GP-GSi) sınıfı zemin bulunduğu tespit edilmiştir.

Aybastı ilçesi sınırları içerisinde kalan örneklerin sınıflandırma sonucuna göre; 2 adet yüksek plastik kil (CH), 7 adet killi kum (SC), 2 adet siltli kum (SSi), 3 adet üniform kum ve az silt (SP-SSi) sınıfı zemin bulunduğu tespit edilmiştir.

Çamaş ilçesi sınırları içerisinde kalan örneklerin sınıflandırma sonucuna göre; 1 adet düşük plastik kil (CL), 8 adet killi kum (SC), 2 adet siltli kum (SSi), 2 adet siltli killi kum (SSi-SC) sınıfı zemin bulunduğu tespit edilmiştir.

Çatalpınar ilçesi sınırları içerisinde kalan örneklerin sınıflandırma sonucuna göre; 9 adet killi kum (SC), 1 adet siltli kum (SSi), 1 adet siltli killi kum (SSi-SC), 2 adet üniform kum ve az kil (SP-SC) sınıfı zemin bulunduğu tespit edilmiştir.

Çaybaşı ilçesi sınırları içerisinde kalan sınıflandırma sonucuna göre; 1 adet düşük plastik kil (CL), 22 adet killi kum (SC), 7 adet siltli kum (SSi), 5 adet üniform kum ve az silt (SP-SSi), 2 adet üniform çakıl ve az silt (GP-GSi), 1 adet üniform çakıl ve az kil (GP-GC) sınıfı zemin bulunduğu tespit edilmiştir.

Fatsa ilçesi sınırları içerisinde kalan sınıflandırma sonucuna göre; 1 adet yüksek plastik kil (CH), 2 adet düşük plastik kil (CL), 2 adet yüksek plastik organik silt (SiHO), 19 adet killi kum (SC), 7 adet siltli kum (SSi), 3 adet üniform kum ve az silt (SP-SSi), 1 adet siltli çakıl GSi, 4 adet üniform çakıl ve az silt (GP-GSi) sınıfı zemin bulunduğu tespit edilmiştir.

Gölköy ilçesi sınırları içerisinde kalan sınıflandırma sonucuna göre; 16 adet killi kum (SC), 11 adet siltli kum (SSi), 6 adet üniform kum ve az silt (SP-SSi) ve 1 adet üniform kum ve az kil (SP-SC) sınıfı zemin bulunduğu tespit edilmiştir.

Gülyalı ilçesi sınırları içerisinde kalan sınıflandırma sonucuna göre; 2 adet killi kum (SC), 2 adet üniform çakıl (GP), 1 adet siltli çakıl (GSi), 1 adet üniform çakıl ve az kil (GP-GC) sınıfı zemin bulunduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.4 Zemin Sınıflarının İlçelere Göre Dağılımı

	İri Taneli Zeminler												İnce Taneli Zeminler						
	SP	SSi	SC	SP-SSi	SP-SC	SSi-SC	GP	GSi	GC	GP-GSi	GP-GC	GSi-GC	CL	CH	SiL	SiH	SiLO	SiHO	CL-SiL
Altınordu	4	4	12		2	3							4		1		2		1
Akkuş		25	34	8						4				10					
Aybastı		2	7	3									2						
Çamaş		2	8			2							1						
Çatalpınar		1	9	2		1													
Çaybaşı		7	22	5						2	1		1						
Fatsa		7	19	3				1		4			2	1				2	
Gölköy		11	16	6	1														
Gülyalı			2				2	1			1								
Gürgentepe			7	1						3	1								
İkizce		4	1		1		2	3		7									
Kabadüz		2	5	1										1					
Kabataş		1	3							1									
Korgan		2	6	1			1	1		3	2			1					
Kumru		1	10	2					1	3	1			1					
Mesudiye	1	13	13	9			2			1			1	2					
Perşembe		10	3					3		5		1					1		
Ulubey			24	4	1	2	1			2			1	6				3	
Ünye		10	21	1	1				2	4	1		2	2					
Toplam	5	102	222	46	6	8	8	9	3	39	7	1	14	24	1		3	5	1

Gürgentepe ilçesi sınırları içerisinde kalan sınıflandırma sonucuna göre; 7 adet killi kum (SC), 1 adet üniform kum ve az silt (SP-SSi), 3 adet üniform çakıl ve az silt (GP-GSi) ve 1 adet üniform çakıl ve az kil (GP-GC) sınıfı zemin bulunduğu tespit edilmiştir.

İkizce ilçesi sınırları içerisinde kalan sınıflandırma sonucuna göre; 1 adet killi kum (SC), 4 adet siltli kum (SSi), 1 adet üniform kum ve az kil (SP-SC), 3 adet siltli çakıl (GSi), 2 adet üniform çakıl (GP), 7 adet üniform çakıl ve az silt (GP-GSi) sınıfı zemin bulunduğu tespit edilmiştir.

Kabadüz ilçesi sınırları içerisinde kalan sınıflandırma sonucuna göre; 1 adet yüksek plastik kil (CH), 5 adet killi kum (SC), 2 adet siltli kum (SSi), 1 adet üniform kum ve az silt (SP-SSi) sınıfı zemin bulunduğu tespit edilmiştir.

Kabataş ilçesi sınırları içerisinde kalan örneklerin sınıflandırma sonucuna göre; 3 adet killi kum (SC), 1 adet siltli kum (SSi), 1 adet üniform çakıl ve az silt (GP-GSi) sınıfı zemin bulunduğu tespit edilmiştir.

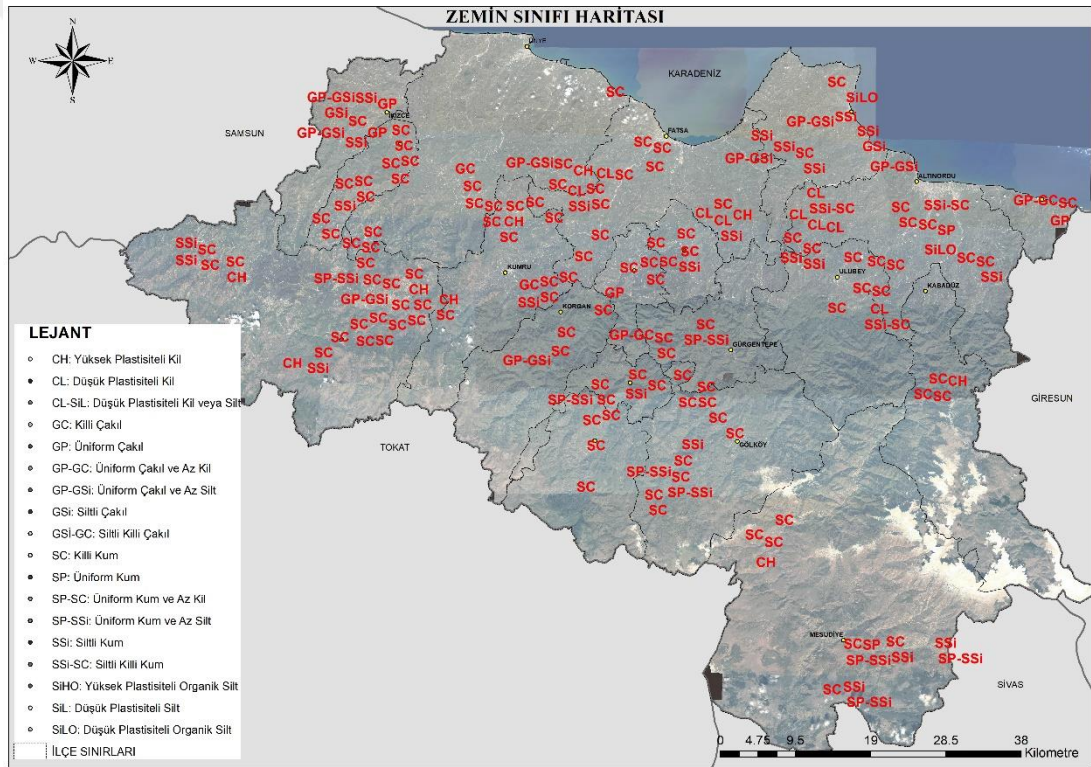
Korgan ilçesi sınırları içerisinde kalan örneklerin sınıflandırma sonucuna göre; 1 adet yüksek plastik kil (CH), 6 adet killi kum (SC), 2 adet siltli kum (SSi), 1 adet üniform kum ve az silt (SP-SSi), 1 adet siltli çakıl (GSi), 1 adet üniform çakıl (GP), 3 adet üniform çakıl ve az silt (GP-GSi), 2 adet üniform çakıl ve az kil (GP-GC) sınıfı zemin bulunduğu tespit edilmiştir.

Kumru ilçesi sınırları içerisinde kalan örneklerin sınıflandırma sonucuna göre; 1 adet yüksek plastik kil (CH), 10 adet killi kum (SC), 1 adet siltli kum (SSi), 2 adet üniform kum ve az silt (SP-SSi), 1 adet killi çakıl (GC), 1 adet üniform çakıl ve az kil (GP-GC), 3 adet üniform çakıl ve az silt (GP-GSi) sınıfı zemin bulunduğu tespit edilmiştir.

Mesudiye ilçesi sınırları içerisinde kalan örneklerin sınıflandırma sonucuna göre; 2 adet yüksek plastik kil (CH), 1 adet düşük plastik kil (CL), 13 adet killi kum (SC), 13 adet siltli kum (SSi), 1 adet üniform kum (SP), 9 adet üniform kum ve az silt (SP-SSi), 2 adet siltli çakıl (GSi), 1 adet üniform çakıl ve az silt (GP-GSi) sınıfı zemin bulunduğu tespit edilmiştir.

Perşembe ilçesi sınırları içerisinde kalan örneklerin sınıflandırma sonucuna göre; 1 adet düşük plastik organik silt (SiLO), 3 adet killi kum (SC), 10 adet siltli kum (SSi), 3 adet siltli çakıl (GSi), 1 adet siltli killi çakıl (GSi-GC), 5 adet üniform çakıl ve az silt (GP- GSi) sınıfı zemin bulunduğu tespit edilmiştir.

Ulubey ilçesi sınırları içerisinde kalan örneklerin sınıflandırma sonucuna göre; 6 adet yüksek plastik kil (CH), 1 adet düşük plastik kil (CL), 3 adet yüksek plastik organik silt (SiHO), 24 adet killi kum (SC), 4 adet üniform kum ve az silt (SP-SSi), 1 adet üniform kum ve az kil (SP-SC), 2 adet siltli killi kum (SSi-SC), 1 adet üniform çakıl (GP), 2 adet üniform çakıl ve az silt (GP-GSi) sınıfı zemin bulunduğu tespit edilmiştir.



Şekil 4.4 Zemin Sınıfı Haritası

Ünye ilçesi sınırları içerisinde kalan örneklerin sınıflandırma sonucuna göre; 2 adet yüksek plastik kil (CH), 2 adet düşük plastik kil (CL), 21 adet killi kum (SC), 10 adet siltli kum (SSi), 1 adet üniform kum ve az silt (SP-SSi), 1 adet üniform kum ve az kil (SP-SC), 2 adet killi çakıl (GC), 1 adet üniform çakıl ve az kil (GP-GC), 4 adet üniform çakıl ve az silt (GP-GSi) sınıfı zemin bulunduğu tespit edilmiştir.

Çalışma alanına ait örneklerin zemin sınıflandırma haritası ve coğrafi dağılımları Şekil 4.4'te gösterilmiştir. Ayrıca, Ek 23'de daha büyük ölçekli ve daha detaylı olarak sunulan zemin sınıfı haritasında; zeminler kırmızı renkli yazı tipi ile gösterilmiştir.



5. TARTIŞMA ve SONUÇ

Ordu ilinin 19 ilçesinden yol güzergahları boyunca ayrı ayrı alınan 504 adet zemin örneğinde yapılan zemin sınıflandırmasında, örneklerin %9'u ince taneli (75µm elekten geçen kısım %50'den fazla ise), %91'i iri taneli (75µm elekten geçen kısım %50'den az ise) zemin sınıfı olarak belirlenmiştir. İri taneli zeminlerin ise %19'u çakıl (4.75mm elek üzerinde kalan kısım %50'den fazla ise), %81'i kum (4.75mm elek üzerinde kalan kısım %50'den az ise) sınıfı olarak ayrılmıştır. İnce taneli zeminlerin %79'u silt, %21'i ise kil sınıfı olarak dağılım göstermiştir. Genel itibariyle çalışma alanında iri taneli zemin sınıfının yayılımı görülmekle birlikte, Akkuş-Kumru, Ünye-Fatsa, Fatsa-Çamaş, Altınordu-Ulubey ve Kabataş-Aybastı sınırlarında ince taneli zemin sınıfları yer almıştır. Gündüz (2000) kıvam limitlerinin ince taneli toprak grubunda yer alan kil ve siltlere ait olan bir özellik olduğu, bu limitlerin analizi ile ilgili standartlara bakıldığında deneyin 0.425mm eleğin altına geçen malzeme ile yapıldığını, 0.425mm eleğin altına geçebilen toprakların içerisinde ince taneli toprak yanında iri taneli sayılan kum tanelerinin de bulunduğu, 0.425mm eleğin altına geçen ince kum tanelerinin; kıvam limitlerinin ölçümünde etkili olduğunu ifade etmiştir. Soysal (2011) 425µm elek altı örneklerle uygulanan kıvam limitleri deneylerinde, 425µm-75µm elek arası ince kum malzemenin varlığı, ince taneli zeminlere ait bu özelliğin pek gerçekçi ölçülmediğini, bu nedenle kıvam limitleri deneylerinin 75µm elek altı zeminlere uygulanmasıyla sonuçlar daha gerçekçi olabileceğini söylemiştir.

Çalışma alanına ait örneklerin kıvam limit değerleri incelendiğinde, örneklerin %33'ünün plastik özellik göstermediği, %54'ünde likit limit değerinin 35'den küçük olduğu ve bu nedenle düşük plastiklik özelliği gösterdiği, %32'sinde likit limit değerinin 35-50 arasında kaldığı için orta plastiklik özelliğe sahip olduğu ve %13'ünde likit limit değerlerinin ise 50'den büyük olması sebebiyle yüksek plastiklik özellik gösterdiği belirlenmiştir. Topcu (2011) kıvam limiti deneylerinde kullanılan malzemenin tane boyu değişikçe özgül yüzeyin değişeceği; bunun da kıvam limitlerini değiştireceğini belirtmiş; plastiklik indeksinde fazla bir değişiklik olmayacağı, fakat likit limit değiştiği için özellikle sınır durumu zemin sınıfını kolaylıkla değiştirebileceğini ifade etmiştir.

Demiralay ve Güresinli, (1979)'nın bildirdiği sıkışabilirlik sınıflandırmasına göre; incelenen örneklerin %47'sinin maksimum kuru birim ağırlığının 1.70g/cm^3 'den yüksek olması nedeniyle yüksek sıkışabilirlikte zemin olduğu, %32'sinin maksimum kuru birim ağırlığının 1.50g/cm^3 arasında bir değer alması sebebiyle orta sıkışabilirlikte zemin olduğu, %21'inin maksimum kuru birim ağırlığının ise 1.50g/cm^3 'den düşük olmasının nedeniyle düşük sıkışabilirlikte olduğu bulunmuştur.

Deneylerden elde edilen veriler ile arazide örnek alımı sırasında kaydedilen konum bilgileri birleştirilerek il genelinde örneklerin; iri taneli veya ince taneli olması, likit limit, maksimum kuru hacim ağırlık ve zemin sınıfı dağılımları 4 adet haritada gösterilmiştir (Ek 20-23).

Maksimum kuru hacim ağırlık değerlerinin coğrafi dağılımına bakıldığında; Ordu ilinin güneybatı kesimlerinde, Akkuş ilçesini batısından Ünye Korgan sınırına kadar olan bölgede orta sınıfta bir sıkışabilirlik izlenmiştir. Fatsa ilçesinden Çamaş, Çatalpınar, Kabataş Gököy ve Mesudiye ilçelerini içeren güneydoğuya doğru bir hat boyunca maksimum kuru hacim ağırlık değerlerinin yüksek olduğu gözlenmiştir. Çaybaşı ilçesi ve Altınordu-Ulubey geçişinde yeryer düşük sıkışabilirlikte noktalar tespit edilmiştir.

Çalışma bölgesinin kuzeyinde doğu batı hattında özellikle kıyı şeridinde bulunan Gülyalı, Altınordu, Perşembe, Fatsa ve Ünye ilçeleriyle İkizce ilçesi ve Mesudiyenin doğusunda düşük plastiklik değerleri yoğun bulunmaktadır. Akkuş, Çamaş, Çatalpınar, Gürgendepe, Gököy, Mesudiyenin batısı ve Fatsa Ünye sınırında düşük ve orta plastiklik değerleri dağılım göstermektedir. Altınordu ve Ulubey ilçeleri arasında, Ünye ilçesinin güney doğusunda, Fatsa ilçesinin güney batısında ve Akkuş ilçesinin doğusunda yüksek plastiklik yoğunluğu göze çarpmaktadır.

Çalışma alanının genelinde kum tane boyu hakim zeminler yayılım göstermektedir. Batıda İkizce ve Çaybaşı ilçeleri arasında, Korgan ve Çatalpınar ilçeleri arasında, Fatsa ve Perşembe ilçeleri arasında ve Gülyalı ilçesinin doğusunda bulunan bölgelerde çakıl tane boyu hakim zeminler izlenmektedir. Yüksek plastiklik yoğunluğunun göze çarptığı bölgelerde zeminler killi kum, siltli kum ve kil şeklindedir.

Kıvam limitlerini belirlenmesi sonrası zeminlerin sınıflandırılmasında 75µm açıklıklı elekten geçen örneklerin tane dağılımı efektif olarak belirlenmemektedir. Bu nedenle ince taneli zeminler değerlendirilirken kil ve silt boyutundaki tane içeriğinin daha iyi anlaşılabilmesi için tane dağılımı tespitinde Balcı (2011) çalışmasında olduğu gibi hidrometre yöntemi ile elde edilecek sonuçların faydalı olacağı düşünülmektedir.

Kohezyonsuz zeminlerin plastik özellik göstermediği bilindiği gibi kıvam limitleri ile sıkışabilirlik arasında yapılan grafiksel değerlendirmede herhangi bir ilişki saptanamamıştır. Toprağın sıkışabilirlik değeri ile mevcut durumdaki kompaksiyon seviyesinin aynı olmadığını göz önünde bulundurarak, zeminin kompaksiyon seviyesinin belirlenmesinde Gülser ve ark., (2009) çalışmalarında olduğu gibi penetrasyon direnci tayini yöntemi, Nuray ve ark., (2021) çalışmalarında yüksek plastik kil zeminlerin kıvam ve kompaksiyon özelliklerinin tahmininde Rastgele Orman regresyonu yönteminin başarılı olduğu kullanılabilir.

Çalışma bölgesinden elde edilen veriler ışığında ayrı ayrı 4.75mm ve 75µm açıklıklı eleklerin altına geçen malzeme miktarı ile toprağın maksimum birim hacim ağırlık değerleri arasında negatif bir ilişki olduğu görülmektedir. Prasana ve ark., (2017) ve Spagnoli ve Shimobe (2020) çalışmalarında kompaksiyon düzeyleri ve kıvam limitleri arasında önemli korelasyonların varlığından bahsetmişlerdir ve Prasana ve ark., (2017) ve Dokovic ve ark., (2013) kıvam limitlerinin kullanılarak sıkışabilirliğin tespit edilebileceğini savunmuşlardır. Zemin içeriğinde kil ve silt boyu materyallerin artması durumunda maksimum kuru hacim ağırlıkları düşmektedir. Cambaztepe (2018) tarafından, tekstürün incelenmesi, organik madde miktarı ve agregat miktarı artması ile maksimum kuru hacim ağırlığın azaldığı ve optimum su içeriğinin arttığı belirtilmiştir. Araştırmacı tarafından bu durumun tane gruplarının hacim ağırlıklarının farklılığı nedeniyle oluşabileceği, daha kesin bir kanı üretebilmek için zeminlerin tekstürlerinin de araştırılması önerilmektedir.

Sonuç olarak bu çalışma ile Ordu ili genelinde benzer olarak daha sonra yapılacak çalışmalarda kullanılabilecek, kaynak niteliğinde bir veri tabanı oluşturulması sağlanmıştır.

6. KAYNAKLAR

- Anonim, (2006). İnşaat Mühendisliğinde Zemin Deneyleri (TS 1900-1). Türk Standartları Enstitüsü. Ankara.
- Anonim, (2000). İnşaat Mühendisliğinde Zeminlerin Sınıflandırması (TS 1500). Türk Standartları Enstitüsü. Ankara.
- Balcı, MC. (2011). İnce taneli zeminlerde tane boyu değişiminin zemin sınıflaması üzerine etkisinin incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı, Ankara.
- Cengiz, S. (2017). Toprak işlemede kıvam limitleri ve maksimum toprak suyu içeriğinin tahmini. Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı, Erzurum.
- Cambaztepe, A. (2018). Toprağın kıvam limitleri ve sıkışabilirliği üzerine arıtma çamurunun etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı, Erzurum.
- Canbolat, MY. & Öztaş, T. (1997). Toprağın kıvam limitleri üzerine etki eden bazı faktörler ve kıvam limitlerinin tarımsal yönden değerlendirilmesi. *Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 28(1), 120-129.
- Çinicioğlu, F., Öser, C., Uzman, E., Kutu, S. & Güler, M. (2002). Killerde kıvam parametrelerinin birbirleriyle ilişkilendirilmesi. Zemin Mekaniği ve Temel Mühendisliğin 9. Ulusal Kongresi, 21-22 Ekim, Anadolu Üniversitesi, Eskişehir.
- Demir, S., Kılıç, K. & Aydın, M. (2012). Farklı kullanım altındaki toprakların kıvam limitleri ile bazı toprak özellikleri arasındaki ilişki. *GOP Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 29(2), 63-71.
- Demiralay, İ. & Güresinli, YZ. (1979). Erzurum ovası topraklarının kıvam limitleri ve sıkışabilirliği üzerine bir araştırma. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 10(1-2), 77-93.
- Dokovic, K., Rakic, D. & Ljubojev, M. (2013). Mining and Metallurgy Engineering Bor: Estimation of soil compaction parameters based on the atterberg limits, Bor, Serbia, 1-8pp.
- Gör, M., Aksoy, HS. & Bilgen, G. (2012). Farklı katkı malzemelerinin kil bir zeminin kıvam limitleri üzerinde zamana bağlı etkisi. 15. Ulusal Kil Sempozyumu, 19-22 Eylül, Niğde Üniversitesi, Niğde, s, 1-10.
- Gündüz, Z. & Dağdeviren, U. (2009). Zeminlerin kıvam limitlerinin ölçümünde ortamdaki kumların değerlendirmeye etkileri. *İMO Teknik Dergi*, 4701-4715.
- Gündüz, Z. (2000). Zeminlerin kıvam limitlerinin belirlenmesi. *SAÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 4(1-2), 25-27.
- Gürsel C., Selvi, KÇ. & İç, S. (2009). Some mechanical properties and workability of soils in a Karadeniz Agricultural Research Institute field. *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi*, 5(2), 423-428.

- Hangişi, A. (2019). Kıvam limitleri ve penetrasyon direnci üzerinde etkili olan bazı toprak özelliklerinin belirlenmesi ve derinlikle değişimin incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Artvin Çoruh Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, Artvin.
- Nuray, SE., Gençdal, HB. & Akbay Arama, Z. (2021). Zeminlerin kıvam ve kompaksiyon özelliklerinin tahmininde rastgele orman regresyonu yönteminin uygulanabilirliği. *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 9(1), 265-281.
- Orhan, M., Özer, M. & Işık, NS. (2006). Doğal zeminlerin likit limitinin belirlenmesinde casagrande ve koni batma yöntemlerinin karşılaştırılması. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 21(4), 711-720.
- Öztürk, YE. (2012). Kil mineralleri açısından ince daneli zeminlerin fiziko-kimyasal özellikleri ile kıvam limitleri arasındaki ilişkiler. Yüksek Lisans Tezi, Niğde Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı Niğde.
- Prasanna, HS., Harshitha, D., Singh, KD., Krishnegowda, HK. & Suhruth, S. (2017). Correlation of compaction characteristics of fine-grained soils using atterberg limits. *International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT)*, 6(06), 23-30.
- Spagnoli, G. & Shimobe, S. (2020). An overview on the compaction characteristics of soils by laboratory tests. *Engineering Geoloji*, 279, 1-15.
- Terzaghi, K., Peck, RB. & Mesri, G. (1996). Soil mechanics in engineering practice. Third Edition. Chap.1. In: Index properties of soils. John Wiley & Sons Inc. New York, 3-31 pp.
- Topçu, M. (2011). İnce taneli zeminlerde tane boyunun kıvam limitlerine etkisinin incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı, Ankara.
- Soysal, B. (2003). İnce kum oranlarının zeminlerin kıvam limitlerine etkisi. *SAÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 7(2), 129-131.
- Şahin, F. (2021). Ordu ili Topraklarından entomopatojen fungusların izolasyonu, tanımlanması ve potojenisitelerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Lisans Üstü Eğitim Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı, Tokat.
- Yılmaz, L. (2002). Killi zeminlerde kıvam limitleri ve kompaksiyon parametrelerinin ısı ile değişimi. Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Anabilim Dalı, Erzurum.



EKLER

EK 1: Altınordu ilçesi zemin örneklerinin koordinat, derinlik, zemin sınıfı ve deney sonuçları

Çukur No	Koordinat*		Derinlik (cm)	Zemin Sınıfı*	Likit Limit (%)	Plastik Limit (%)	Plastiklik İndeksi	Maksimum Kuru Hacim	Optimum Nem İçeriği	4.75mm Geçen	75µm Geçen
	X	Y						Ağırlık (g/cm ³)	(%)	(%)	(%)
1	391742.6178	4535104.071	50	SSi-SC	25.1	20.8	4.3	1.56	16.0	73.0	25.6
2	391430.1418	4535227.613	40	CL	34.8	15.6	19.2	1.77	11.5	96.9	61.0
3	391508.1171	4534866.418	40	SiL	13.7	11.9	1.8	1.60	13.5	95.2	51.8
4	390969.4380	4532512.213	60	CL	16.4	4.2	12.1	1.48	12.0	80.0	52.7
5	390654.0578	4530824.527	40	CL-SiL	18.9	12.8	6.2	1.57	11.0	88.3	50.2
6	390184.8458	4530220.049	35	SiLO	NP	NP	NP	1.55	14.0	79.9	56.2
7	390302.0668	4529581.001	30	SC	26	18.7	7.3	1.79	16.0	95.4	35.5
8	390641.9062	4529008.698	50	SSi	13.7	11.9	1.8	1.62	13.0	94.0	47.8
9	390909.9280	4528216.348	60	SC	19.3	9.1	10.1	1.50	12.0	76.9	41.8
10	390961.6370	4527498.422	50	SSi	NP	NP	NP	1.72	12.0	86.6	46.3
11	412049.6843	4527485.883	80	SC	17.1	7.3	9.8	1.70	11.0	59.8	27.5
12	412283.8579	4527041.487	60	SC	18.0	6.7	11.2	1.58	10.0	60.1	25.0
13	412816.0247	4526590.846	50	SC	21.2	8.6	12.6	1.61	13.0	64.6	22.0
14	413398.2303	4526313.303	50	SSi	26.5	23.3	3.2	1.80	13.0	74.4	29.9
15	392076.6925	4532318.389	60	SP-SC	26.3	13.4	12.9	1.68	16.6	89.8	8.1
16	392111.3875	4531758.428	60	SC	23.7	8.4	15.3	2.08	7.6	69.2	20.1
17	392722.9348	4531597.476	50	SC	14.2	6.6	7.6	2.01	8.3	72.3	13.9
18	393257.5617	4531205.766	100	CL	13.3	4.5	8.9	1.57	10.9	88.3	50.2
19	393893.2864	4530916.420	60	CL	18.7	4.2	14.4	1.48	12.6	80.0	52.7
20	394727.8559	4530990.298	100	SSi-SC	12.6	7.1	5.5	1.93	10.3	85.1	39.2
21	403160.8290	4527152.271	60	SP	17.1	7.6	9.5	1.89	14.0	52.6	2.3
22	402806.4521	4526354.380	33	SP	17.0	6.2	10.8	1.80	14.0	56.9	3.3
23	401865.4864	4525867.141	35	SP-SC	16.7	4.2	12.5	1.48	12.0	62.5	6.1
24	407019.6060	4532685.210	90	SC	40	30.9	9.1	1.56	14.8	99.1	47.2
25	407481.3964	4531894.448	80	SC	35.9	19.4	16.5	1.68	14.2	90.2	39.8
26	407947.3095	4530548.782	80	SP	NP	NP	NP	1.42	13.0	83.5	4.6
27	408053.6576	4530049.969	90	SiLO	37.7	25.5	12.2	1.49	1.5	100	56.4
28	406237.1159	4533714.569	90	SSi-SC	15.3	8.8	6.5	1.48	11.0	80.1	30.0
29	405573.5286	4533065.430	100	SSi	10.1	6.2	3.9	1.72	13.0	83.1	35.0
30	405083.6574	4533006.944	80	SC	14.9	7.3	7.6	1.71	13.0	68.6	37.7
31	391742.6178	4535104.071	60	SP	9.9	6.1	3.8	1.68	13.0	55.2	4.8
32	391430.1418	4535227.613	80	SC	17.6	7.0	10.6	1.68	14.0	81.0	16.3
33	391508.1171	4534866.418	90	SC	17.1	6.6	10.5	1.58	12.0	65.1	33.3

*Tüm koordinatlar ITRF86 6° sisteminde 39. dilimdedir

*Zemin sınıfı modifiye edilmiş zemin sınıflandırma sistemine göre belirlenmiştir.

*NP: Plastik değil

EK 2: Akkuş zemin örneklerinin koordinat, derinlik, zemin sınıfı ve deney sonuçları

Çukur No	Koordinat*		Derinlik (cm)	Zemin Sınıfı*	Likit Limit (%)	Plastik Limit (%)	Plastiklik İndeksi	Maksimum Kuru Hacim Ağırlık (g/cm ³)	Optimum Nem İçeriği (%)	4.75mm Geçen (%)	75µm Geçen (%)
	X	Y									
1	332373.8650	4517339.151	120	SC	35.3	17.8	17.6	1.53	20.0	100	27.4
2	331934.5650	4517233.586	50	SSi	NP	NP	NP	1.84	10.8	50.5	14.5
3	331504.1779	4517022.417	110	SC	33.0	20.1	12.9	1.58	16.5	100	18.7
4	331303.8238	4516684.808	105	CH	53.3	26.1	27.2	1.42	21.5	100	49.7
5	330885.6170	4516444.127	110	CH	52.5	23.9	28.6	1.41	21.5	100	52.5
6	330608.2969	4515955.533	120	SC	41.7	23	18.8	1.39	22.6	100	38.1
7	330209.0335	4515524.139	110	SC	43.6	21.3	22.3	1.42	20.4	100	47.6
8	329630.3414	4515282.011	100	SSi	NP	NP	NP	1.80	18.3	100	12.3
9	329212.7983	4515068.918	95	SC	34.3	19	15.3	1.73	19.5	100	32.2
10	328813.7859	4514724.167	120	SSi	NP	NP	NP	1.86	11.4	100	12.5
11	328309.7986	4514403.653	100	SSi	NP	NP	NP	1.76	14.5	100	24.4
12	327712.9609	4514288.890	100	SC	48.4	23.3	25.1	1.48	18.5	100	36.5
13	326506.0154	4514153.048	95	SSi	NP	NP	NP	1.80	12.7	56.7	12.8
14	325941.9513	4514039.626	100	SC	50.0	22.2	27.8	1.48	20.8	100	42.0
15	325546.2677	4514004.946	120	SP-SSi	NP	NP	NP	1.82	11.8	50.4	10.2
16	325208.5689	4513733.507	110	CH	51.7	21.7	30.0	1.43	23.5	100	51.8
17	335117.1411	4519088.550	100	SSi	NP	NP	NP	1.80	16.5	100	22.0
18	335112.2229	4518799.476	100	SC	32.7	20.9	11.8	1.61	17.6	100	29.6
19	335568.2086	4518682.087	100	SC	40.3	27.5	12.8	1.78	16.7	100	27.7
20	335566.7154	4518227.868	100	SC	34.3	20	14.3	1.78	15.8	100	26.1
21	335848.0495	4518216.312	100	SC	49.3	19.8	29.5	1.42	24.7	100	41.0
22	336205.4992	4518474.979	100	SC	36.3	24.1	12.2	1.98	12.2	100	31.9
23	336551.2848	4518569.784	100	SP-SSi	NP	NP	NP	1.74	14.7	100	5.40
24	336927.8795	4518437.087	100	SC	37.8	24.9	13	1.65	17.3	100	37.5
25	337402.9205	4518455.327	100	SP-SSi	NP	NP	NP	1.90	11.5	62.1	9.50
26	337708.8411	4518806.870	100	SSi	NP	NP	NP	1.66	19.6	100	20.1
27	338090.6244	4518959.293	105	SSi	NP	NP	NP	1.77	17.6	100	18.0
28	338256.1143	4519365.799	115	SP-SSi	NP	NP	NP	1.71	15.6	52.3	10.1
29	338512.6631	4519453.150	110	SC	44.4	21.1	23.4	1.48	20.2	100	49.0
30	338871.5143	4519769.497	110	SSi	NP	NP	NP	2.03	6.4	55.0	17.0

*Tüm koordinatlar ITRF86 6° sisteminde 39. dilimdedir

*Zemin sınıfı modifiye edilmiş zemin sınıflandırma sistemine göre belirlenmiştir.

*NP: Plastik değil

EK 2: Akkuş zemin örneklerinin koordinat, derinlik, zemin sınıfı ve deney sonuçları (devamı)

Çukur No	Koordinat*		Derinlik (cm)	Zemin Sınıfı*	Likit Limit (%)	Plastik Limit (%)	Plastiklik İndeksi	Maksimum Kuru Hacim Ağırlık (g/cm ³)	Optimum Nem İçeriği (%)	4.75mm Geçen (%)	75µm Geçen (%)
	X	Y									
31	339307.3390	4519956.584	100	SSi	NP	NP	NP	1.76	8.2	100	19.6
32	339775.7746	4520047.062	100	SC	38.7	26.7	12	1.65	14.1	100	24.7
33	340150.4251	4520250.327	100	SC	33.3	20.1	13.2	1.73	13.4	100	29.7
34	340540.9281	4520523.003	120	SC	33.3	21.6	11.8	1.76	17.7	100	34.7
35	340807.4145	4520931.496	100	SSi	NP	NP	NP	1.98	11.5	55.1	17.1
36	340982.8074	4521056.651	110	SC	32.9	19.6	13.4	1.65	25.4	100	32.3
37	341034.3317	4521399.221	115	SC	38.2	22.7	15.6	1.83	15.6	100	29.3
38	341387.4537	4521643.995	100	SC	33.1	18.5	14.6	1.87	12.7	100	20.6
39	341804.5906	4521847.142	110	SC	36.3	19.8	16.5	1.64	16.7	100	25.6
40	342222.0913	4521676.393	105	SC	32.4	18.5	13.9	1.64	11.3	100	22.3
41	342661.4205	4521500.058	100	SSi	NP	NP	NP	1.79	13.4	53.3	12.2
42	342420.7338	4521905.518	100	CH	62.3	24.7	37.6	1.36	20.4	100	54.8
43	342604.8121	4521853.975	105	CH	63.1	24.4	38.7	1.36	36.3	100	55.1
44	343052.6439	4521810.363	100	CH	61.1	23.5	37.7	1.35	34.3	100	51.8
45	343403.7204	4521926.436	115	CH	50.2	22.4	27.9	1.43	24.6	100	50.2
46	343749.5710	4521676.367	100	SSi	NP	NP	NP	1.91	14.1	100	14.2
47	344165.5480	4521500.849	110	SC	34.7	19.2	15.5	1.58	21.5	100	32.8
48	344604.8192	4521729.303	100	SC	32.4	17.9	14.5	1.59	21.1	100	31.8
49	344980.8659	4521759.454	120	CH	51.3	21.8	29.5	1.45	22.5	100	51.8
50	341184.9687	4524740.653	120	CH	53.6	32.1	21.5	1.53	20.1	100	62.5
51	340668.6351	4525008.687	120	SC	45.0	31.7	13.3	1.50	23.4	100	26.7
52	340187.2890	4525350.417	105	SSi	NP	NP	NP	1.51	22.3	100	22.6
53	339540.6554	4525573.609	110	SC	42.2	19.8	22.4	1.52	21.5	100	18.8
54	338894.0956	4525391.991	110	SP-SSi	NP	NP	NP	1.55	18.6	100	11.8
55	338383.1921	4525342.714	110	SSi	NP	NP	NP	1.50	19.1	60.9	12.4
56	338051.4931	4524921.186	110	GP-GSi	NP	NP	NP	1.50	23.4	41.5	7.9
57	337678.7100	4524678.273	120	SP-SSi	NP	NP	NP	1.52	24.5	52.4	9.5
58	337205.8384	4524803.282	120	GP-GSi	NP	NP	NP	1.68	10.4	37.4	6.6
59	336673.5219	4525077.272	115	GP-GSi	NP	NP	NP	1.65	11.6	33.3	6.9
60	336171.2357	4525120.285	85	SSi	NP	NP	NP	1.73	12.5	100	24.3

*Tüm koordinatlar ITRF86 6° sisteminde 39. dilimdedir

*Zemin sınıfı modifiye edilmiş zemin sınıflandırma sistemine göre belirlenmiştir.

*NP: Plastik değil

EK 2: Akkuş zemin örneklerinin koordinat, derinlik, zemin sınıfı ve deney sonuçları (devamı)

Çukur No	Koordinat*		Derinlik (cm)	Zemin Sınıfı*	Likit Limit (%)	Plastik Limit (%)	Plastiklik İndeksi	Maksimum Kuru Hacim Ağırlık (g/cm ³)	Optimum Nem İçeriği (%)	4.75mm Geçen (%)	75µm Geçen (%)
	X	Y									
61	335668.6393	4525048.936	110	SSi	NP	NP	NP	1.53	21.5	100	21.1
62	334877.9526	4524945.191	110	SP-SSi	NP	NP	NP	1.74	17.5	100	11.6
63	337313.2471	4524457.538	95	SC	61.6	23.4	38.1	1.37	19.3	100	33.4
64	337671.9050	4524285.888	100	SC	56.4	22.4	34.0	1.58	20.9	100	14.7
65	337785.5167	4523784.700	115	SC	45.3	21.7	23.6	1.60	26.4	100	17.1
66	338650.1152	4523343.306	115	GP-GSi	NP	NP	NP	1.80	12.2	44.4	9.00
67	318427.1231	4525116.181	100	SP-SSi	NP	NP	NP	1.95	9.9	41.1	11.4
68	318308.1950	4525226.771	120	SSi	NP	NP	NP	1.96	10.3	57.6	13.3
69	318178.0653	4525645.932	105	CH	52.6	23	29.6	1.32	23.5	100	51.5
70	318230.4896	4526133.553	90	SSi	NP	NP	NP	2.01	11.5	50	14.4
71	318054.1547	4526549.718	110	SC	40.0	29.7	10.3	1.60	22.5	100	25.2
72	316828.7775	4526724.909	110	SC	36	19.9	16.2	1.64	11.8	100	21.2
73	316068.6269	4527036.363	115	SSi	NP	NP	NP	1.57	17.6	53.1	15.6
74	315252.1705	4527282.149	105	SC	47.5	30.7	16.8	1.63	15.4	100	32.4
75	314880.2296	4528028.209	110	SSi	NP	NP	NP	1.48	21.8	55.2	12.8
76	314883.0323	4527631.476	90	SC	38.4	20.6	17.8	1.65	19.6	100	26.6
77	314481.4531	4528083.110	120	SC	42.7	31.3	11.4	1.51	21.4	100	25.9
78	314192.6172	4528046.968	100	SSi	NP	NP	NP	1.57	12.7	100	27.9
79	314048.1630	4528456.610	100	SSi	NP	NP	NP	1.67	14.6	100	22.8
80	313738.8855	4528715.516	95	SSi	NP	NP	NP	1.87	11.6	100	18.0
81	313614.4546	4528928.722	100	SSi	NP	NP	NP	1.52	18.6	100	19.2

*Tüm koordinatlar ITRF86 6° sisteminde 39. dilimdedir

*Zemin sınıfı modifiye edilmiş zemin sınıflandırma sistemine göre belirlenmiştir.

*NP: Plastik değil

EK 3: Aybastı ilçesi zemin örneklerinin koordinat, derinlik, zemin sınıfı ve deney sonuçları

Çukur No	Koordinat*		Derinlik (cm)	Zemin Sınıfı*	Likit Limit (%)	Plastik Limit (%)	Plastiklik İndeksi	Maksimum Kuru Hacim Ağırlık (g/cm ³)	Optimum Nem İçeriği (%)	4.75mm Geçen (%)	75µm Geçen (%)
	X	Y									
1	363631.3392	4503326.868	120	SC	61.4	25.0	36.5	1.25	26.3	100	42.5
2	362345.0724	4498094.202	80	SC	39.3	27.6	11.7	1.84	12.4	64.5	22.6
3	365939.2113	4507332.983	100	SP-SSi	NP	NP	NP	2.06	10.6	68.2	10.0
4	365715.5795	4507840.918	120	SC	49.4	27	22.4	1.61	23.6	100	21.3
5	365566.6114	4508062.988	110	SSi	NP	NP	NP	1.78	18.2	74.1	14.1
6	365320.6431	4508204.679	100	SSi	NP	NP	NP	1.69	19.6	100	15.1
7	365384.4353	4508513.530	120	SC	50.8	27.2	23.6	1.45	21.1	100	21.6
8	365539.1422	4508880.540	100	SC	39.7	18.9	20.8	1.78	17.6	100	20.8
9	365393.7396	4509292.051	100	CH	64.7	27.2	37.5	1.42	26.4	100	50.7
10	365091.3188	4509552.320	100	CH	51.6	22.8	28.8	1.41	22.4	100	50.7
11	364759.1123	4509506.354	120	SP-SSi	NP	NP	NP	1.85	15.5	100	10.0
12	364938.3844	4510023.384	80	SC	44.5	27.4	17.1	1.60	20.7	100	36.2
13	364450.4966	4510307.673	100	SP-SSi	NP	NP	NP	2.03	9.5	56.4	7.4
14	364159.1295	4511048.929	50	SC	31.6	13.2	18.5	1.91	13.7	100	35.2

*Tüm koordinatlar ITRF86 6° sisteminde 39. dilimdedir

*Zemin sınıfı modifiye edilmiş zemin sınıflandırma sistemine göre belirlenmiştir.

*NP: Plastik değil

EK 4: Çamaş ilçesi zemin örneklerinin koordinat, derinlik, zemin sınıfı ve deney sonuçları

Çukur No	Koordinat*		Derinlik (cm)	Zemin Sınıfı*	Likit Limit (%)	Plastik Limit (%)	Plastiklik İndeksi	Maksimum Kuru Hacim Ağırlık (g/cm ³)	Optimum Nem İçeriği (%)	4.75mm Geçen (%)	75µm Geçen (%)
	X	Y									
1	375006.6736	4530087.108	70	SC	39.3	15.2	24.1	1.79	14.5	100	21.1
2	374623.6064	4529787.061	90	SC	40.6	16	24.5	1.79	14.4	100	21.5
3	374037.4240	4529493.332	90	CL	38.2	22.3	15.9	1.77	13.6	100	58.7
4	371715.7686	4529275.420	90	SSi	NP	NP	NP	1.84	13.2	100	16.7
5	371204.0531	4528962.825	90	SC	34.8	20.9	13.9	1.73	8.6	100	15.2
6	375481.7491	4527867.624	100	SC	33.5	24	9.5	1.69	13.4	100	29.9
7	374941.0048	4527881.260	100	SC	12.1	4.7	7.5	1.74	10.2	82.5	22.0
8	374745.6849	4527358.588	100	SC	37.7	27.4	10.3	1.90	10.3	61.7	21.2
9	375234.8779	4527127.008	100	SSi	NP	NP	NP	1.90	11.9	60.3	14.9
10	375461.2869	4526979.682	100	SSi-SC	13.1	6.6	6.5	1.94	7.7	100	22.8
11	374962.7843	4526653.455	100	SC	37.7	27.4	10.3	1.90	10.3	61.7	21.2
12	374561.5908	4526405.732	150	SSi-SC	33.9	27.4	6.5	1.89	8.7	67.4	19.5
13	373971.1105	4526643.050	80	SC	37.7	27.4	10.3	1.90	10.3	61.7	21.2

*Tüm koordinatlar ITRF86 6° sisteminde 39. dilimdedir

*Zemin sınıfı modifiye edilmiş zemin sınıflandırma sistemine göre belirlenmiştir.

*NP: Plastik değil

EK 5: Çatalpınar zemin örneklerinin koordinat, derinlik, zemin sınıfı ve deney sonuçları

Çukur No	Koordinat*		Derinlik (cm)	Zemin Sınıfı*	Likit Limit (%)	Plastik Limit (%)	Plastiklik İndeksi	Maksimum Kuru Hacim Ağırlık (g/cm ³)	Optimum Nem İçeriği (%)	4.75mm Geçen (%)	75µm Geçen (%)
	X	Y									
1	370670.7513	4526585.219	80	SC	33.3	24	9.3	1.76	15.9	100	28.3
2	371032.2955	4526607.650	100	SC	39.5	24	15.5	1.88	11.8	84.3	39.2
3	371305.3296	4526358.108	120	SC	39.3	23.5	15.8	1.81	9.8	100	31.4
4	371595.6093	4526508.771	100	SC	33.3	24.0	9.3	1.76	15.9	100	28.3
5	372321.2587	4526466.898	60	SC	22.5	11.7	10.8	1.81	9.4	84.8	40.0
6	372769.4400	4526546.443	80	SC	39.3	23.5	15.8	1.81	9.8	100	31.4
7	370294.9489	4526152.193	80	SC	36.5	20.9	15.6	1.89	11.5	87.3	31.1
8	370478.6093	4526190.120	100	SC	35.8	21.6	14.2	1.90	11.5	77.8	24.1
9	370357.9439	4525556.032	80	SP-SC	33.3	26.3	7.0	1.83	10.9	80.3	7.4
10	370569.0940	4525272.497	100	SP-SC	32.1	25.8	7.5	1.88	11.9	78.3	8.2
11	371008.0584	4525013.438	70	SSi-SC	15.3	8.8	6.5	1.48	11.0	80.1	30.0
12	371036.5337	4524800.461	100	SSi	10.1	6.2	3.9	1.72	13.0	83.1	35.0
13	371168.5685	4524283.035	80	SC	29.2	19.9	9.3	1.89	10.2	66.9	19.3

*Tüm koordinatlar ITRF86 6° sisteminde 39. dilimdedir

*Zemin sınıfı modifiye edilmiş zemin sınıflandırma sistemine göre belirlenmiştir.

*NP: Plastik değil

EK 6: Çaybaşı zemin örneklerinin koordinat, derinlik, zemin sınıfı ve deney sonuçları

Çukur No	Koordinat*		Derinlik (cm)	Zemin Sınıfı*	Likit Limit (%)	Plastik Limit (%)	Plastiklik İndeksi	Maksimum	Optimum	4.75mm	75µm
	X	Y						Kuru Hacim Ağırlık (g/cm ³)	Nem İçeriği (%)	Geçen (%)	Geçen (%)
1	330881.4727	4532991.757	100	SC	50.2	22.3	27.9	1.45	24.5	100	27.1
2	330652.4422	4532598.018	120	SC	42.4	25.7	16.6	1.76	18.3	100	25.0
3	330291.3741	4532156.631	120	SC	40.3	21.5	18.8	1.66	19.6	100	22.7
4	330139.3878	4531860.040	140	SC	43.1	22.5	20.7	1.63	20.2	100	27.8
5	329769.3573	4532210.250	120	SSi	NP	NP	NP	1.59	21.3	100	15.8
6	329735.4394	4532512.254	100	CL	47.7	21.3	26.5	1.42	29.4	100	52.5
7	329510.7090	4532436.892	110	SSi	NP	NP	NP	1.45	26.1	100	32.6
8	329274.4106	4532160.867	120	SC	41.6	35.1	6.5	1.47	27.6	100	26.5
9	328925.0172	4532026.598	100	SC	38.5	23.8	14.7	1.85	14.5	100	29.8
10	334514.1692	4536667.174	120	SC	52.5	21.8	30.7	1.37	30.3	100	47.3
11	335042.3837	4536805.363	110	SC	38.7	23.4	15.3	1.42	20.4	100	47.6
12	335484.8128	4536967.402	50	SC	49.3	30.3	19.0	1.41	24.3	58.8	16.8
13	335885.2537	4537204.321	120	SC	60.6	21.9	38.6	1.40	25.5	58.8	15.8
14	336236.2654	4537353.125	100	SSi	NP	NP	NP	1.46	23.3	54.3	15.1
15	336952.6870	4537336.765	110	SC	39.8	22.5	17.3	1.54	21.3	100	17.6
16	337547.1773	4537368.870	90	SP-SSi	NP	NP	NP	1.64	13.6	60.9	11.8
17	338539.3053	4537794.806	110	SSi	NP	NP	NP	1.50	14.7	100	28.2
18	338846.9928	4538154.566	110	SC	42	24.8	17.2	1.75	16.5	63.3	19.2
19	338530.2452	4538383.169	110	SSi	NP	NP	NP	1.55	21.4	100	21.0
20	338916.7140	4538524.515	130	SSi	NP	NP	NP	1.46	24.1	100	20.1
21	338893.2248	4538906.628	100	SC	40.1	22.5	17.6	1.56	21.4	60.1	17.0
22	339332.7222	4538978.562	110	SC	36.4	20	16.3	1.79	13.5	58.4	22.6
23	339773.9222	4539214.113	120	SP-SSi	NP	NP	NP	1.72	15.3	58.5	9.7
24	340145.9819	4539361.375	100	SC	56.2	31.8	24.4	1.55	19.4	100	31.6
25	339642.4386	4542439.024	100	SSi	NP	NP	NP	1.47	17.5	60.9	12.3
26	339363.3681	4542715.970	90	GP-GSi	NP	NP	NP	2.05	6.2	46.9	10.1
27	338990.4034	4543178.979	120	SC	39.4	18.8	20.6	1.55	17.4	100	16.2
28	338634.1264	4543680.203	100	SC	32.5	18.6	13.9	1.57	16.4	100	24.7
29	338255.5862	4543223.504	100	SC	52.3	18.3	34.0	1.40	18.3	100	21.7
30	337990.1685	4543572.875	100	SC	57.8	22.4	35.3	1.28	26.5	100	21.9
31	337719.2234	4543947.587	110	SC	34.4	20.8	13.6	1.66	11.2	51.3	39.0
32	337310.6891	4544121.071	110	GP-GC	56.1	28.5	27.6	1.57	12.0	35.7	7.1
33	337042.6129	4544466.938	120	GP-GSi	NP	NP	NP	1.66	15.2	46.4	10.8
34	336930.4088	4544730.069	110	SC	60.8	37.3	23.5	1.35	32.4	100	39.6
35	337161.7957	4545064.368	120	SC	58.3	21.6	36.6	1.44	16.1	100	42.7
36	333038.5661	4535596.030	90	SP-SSi	NP	NP	NP	1.75	15.5	57.2	9.7
37	333607.9171	4536132.464	80	SP-SSi	NP	NP	NP	1.69	14.5	55.7	10.2
38	333926.8805	4536410.000	30	SP-SSi	NP	NP	NP	1.81	11.4	56.8	5.6

*Tüm koordinatlar ITRF86 6° sisteminde 39. dilimdedir

*Zemin sınıfı modifiye edilmiş zemin sınıflandırma sistemine göre belirlenmiştir. *NP: Plastik değil

EK 7: Fatsa ilçesi zemin örneklerinin koordinat, derinlik, zemin sınıfı ve deney sonuçları

Çukur No	Koordinat*		Derinlik (cm)	Zemin Sınıfı*	Likit Limit (%)	Plastik Limit (%)	Plastiklik İndeksi	Maksimum Kuru Hacim Ağırlık (g/cm ³)	Optimum Nem İçeriği (%)	4.75mm Geçen (%)	75µm Geçen (%)
	X	Y									
1	371904.3103	4541692.418	90	SC	39.7	26.7	23.0	1.72	15.2	100	22.8
2	371915.7941	4541297.436	100	GP-GSi	NP	NP	NP	1.89	10.0	31.6	7.3
3	371997.3506	4540945.674	100	SC	41.0	27.2	13.8	1.71	16.5	100	26.7
4	372115.1046	4540440.859	110	SC	43.3	21.2	22.1	1.51	24.5	100	48.5
5	371843.9779	4540225.903	100	SC	40.6	21.3	19.3	1.54	19.4	100	21.3
6	371919.2071	4539681.290	110	SC	50.1	23.5	26.6	1.43	22.5	100	35.6
7	371629.4668	4539169.321	100	SC	34.7	21.6	13.1	1.63	15.5	100	28.5
8	371200.5703	4538762.472	120	SC	49.7	20.3	29.4	1.34	29.6	100	36.9
9	371071.3087	4538555.298	100	SC	47.6	21.2	26.4	1.39	27.5	100	40.6
10	377731.5441	4533942.287	80	SiHO	52.8	32.0	20.9	1.72	11.7	100	67.3
11	378649.8463	4532697.988	80	CL	26.3	13.4	12.9	1.61	15.5	99.4	59.2
12	379721.4867	4531781.989	70	CL	16.4	4.2	12.1	1.49	12.65	80.0	52.7
13	380088.9611	4531717.289	80	SSi	NP	NP	NP	2.01	8.3	72.3	13.9
14	380509.0696	4530850.315	80	SSi	NP	NP	NP	1.78	12.6	100	17.9
15	365865.2913	4534768.861	100	SC	65.4	37.2	28.1	1.41	24.6	100	27.0
16	364769.7646	4535300.588	120	SiHO	50.6	38.7	11.9	1.49	19.7	100	58.4
17	364223.6323	4534951.594	120	SC	65.2	48.1	17.1	1.37	28.1	100	45.8
18	363747.1175	4534498.162	100	SSi	30.6	26.7	3.9	1.53	15.6	100	34.1
19	363245.0577	4534211.541	100	SP-SSi	NP	NP	NP	1.76	14.3	58.4	11.0
20	362226.7491	4534341.068	100	SSi	NP	NP	NP	1.84	11.2	62.2	12.1
21	361328.9206	4534934.938	100	SSi	NP	NP	NP	1.90	10.9	65.7	25.8
22	360068.6007	4534382.975	100	SC	43.2	29	14.2	1.54	21.6	100	48.0
23	359201.1519	4534467.622	100	GP-GSi	NP	NP	NP	1.81	15.1	40.1	6.6
24	358331.4321	4534024.627	140	SC	37.6	23.1	14.5	1.71	15.1	66.7	17.7
25	357629.7226	4533888.191	110	SP-SSi	NP	NP	NP	1.83	16.5	52.1	10.9
26	356862.5568	4534382.139	120	SP-SSi	NP	NP	NP	1.52	24.4	60.3	11.6
27	356179.7384	4534211.528	100	SC	57.6	34.5	23.2	1.47	15.6	50.3	15.8
28	364174.2854	4529921.402	100	SC	44.4	29.2	15.3	1.61	19.4	100	34.2
29	363318.7361	4528915.445	120	SC	49.7	38.5	11.2	1.48	22.2	100	26.3
30	363176.5809	4528097.474	100	SC	44.3	33.7	10.6	1.52	20.2	77.8	12.1
31	362303.6909	4527926.599	150	SC	44.9	25.4	19.5	1.69	17.3	100	21.4
32	362074.9987	4527228.481	100	SC	37.3	22.9	14.4	1.75	12.3	61.9	16.0
33	380574.9155	4534395.199	50	GP-GSi	NP	NP	NP	2.11	7.6	36.5	10.5
34	380781.5244	4534089.316	90	GP-GSi	NP	NP	NP	2.15	6.8	40.6	7.5
35	380830.0949	4533835.181	105	SC	44.4	21.4	23.0	1.64	21.7	100	41.4
36	381356.4137	4533573.274	120	GSi	NP	NP	NP	1.56	25.5	42.5	15.3
37	381803.3830	4533340.534	110	SSi	NP	NP	NP	1.86	11.4	54.5	15.5
38	381683.6700	4532798.775	85	SSi	NP	NP	NP	2.05	7.8	55.1	9.3
39	382102.9837	4532481.251	105	CH	58.6	26.1	32.5	1.39	24.8	100	51.6

*Tüm koordinatlar ITRF86 6° sisteminde 39. Dilimdedir. *Zemin sınıfı modifiye edilmiş zemin sınıflandırma sistemine göre belirlenmiştir. *NP: Plastik değil

EK 8: Gököy ilçesi zemin örneklerinin koordinat, derinlik, zemin sınıfı ve deney sonuçları

Çukur No	Koordinat*		Derinlik (cm)	Zemin Sınıfı*	Likit Limit (%)	Plastik Limit (%)	Plastiklik İndeksi	Maksimum Kuru Hacim Ağırlık (g/cm ³)	Optimum Nem İ�eriğı (%)	4.75mm Geçen (%)	75�m Geçen (%)
	X	Y									
1	381205.4002	4506738.770	120	SC	57.3	28.0	29.3	1.60	13.8	100	29.8
2	381060.496	4507231.841	110	SC	44.1	26.6	17.5	1.75	14.3	72.4	16.4
3	380675.5446	4507720.244	110	SC	36.3	18.4	17.8	1.69	15.9	100	19.4
4	379630.8296	4508390.131	100	SSi	NP	NP	NP	1.88	10.4	71.2	16.7
5	379104.5777	4508294.488	110	SSi	NP	NP	NP	1.85	9.5	66.1	13.2
6	379047.2246	4508727.626	100	SC	34.9	14.9	20	1.95	10.4	63.8	13.0
7	378473.0185	4509049.811	120	SC	30.4	17.1	13.3	2.05	8.8	100	20.5
8	377650.9903	4509608.298	110	SC	47.7	20.7	27	1.78	15.5	60.5	17.9
9	377705.5874	4510067.687	120	SC	45	20.5	24.4	1.77	14.3	100	23.4
10	377599.3192	4510719.433	115	SC	40.3	19.1	21.2	1.83	13.3	100	16.4
11	377268.6144	4511259.953	100	SSi	NP	NP	NP	1.67	13.9	100	14.4
12	376591.1057	4511249.818	70	SSi	NP	NP	NP	2.04	8.4	60.7	12.9
13	375875.2238	4511391.210	120	SSi	NP	NP	NP	1.92	10.3	54.5	13.4
14	374963.9340	4511446.338	120	SP-SSi	NP	NP	NP	1.85	10.5	63.4	5.1
15	374557.3958	4511701.281	110	SP-SC	NP	NP	NP	2.01	8.4	100	7.4
16	374568.1572	4512214.233	120	SC	56.6	25.2	31.4	1.78	12.4	100	13.6
17	376209.2734	4503501.987	130	SSi	NP	NP	NP	1.66	16.4	100	24.6
18	375633.7239	4503466.128	120	SSi	NP	NP	NP	1.47	19.3	100	21.3
19	375051.4243	4503108.343	100	SC	42.8	22.2	20.6	1.65	21.7	100	23.6
20	375106.4932	4502200.354	95	SSi	NP	NP	NP	1.79	14.3	100	15.6
21	374925.9014	4501909.256	95	SSi	NP	NP	NP	1.78	15.4	100	15.8
22	374661.3566	4501410.590	100	SC	41.4	18.5	22.8	1.74	13.5	100	21.4
23	374483.6748	4501037.132	100	SP-SSi	NP	NP	NP	2.05	8.4	53.8	6.6
24	374291.0066	4500489.143	85	SP-SSi	NP	NP	NP	2.04	9.2	54.4	6.0
25	374341.4879	4500017.906	100	SP-SSi	NP	NP	NP	1.88	13.2	62.2	7.7
26	374358.1546	4499347.147	110	SC	45.6	22.2	23.4	1.69	15.4	100	32.6
27	374351.8289	4499006.388	100	SP-SSi	NP	NP	NP	1.78	12.9	50.0	8.0
28	373839.9569	4498208.432	60	SP-SSi	NP	NP	NP	1.99	10.3	58.2	9.1
29	373243.4208	4497711.110	100	SC	47.8	29.7	18.1	1.67	15.4	100	31.3
30	372706.2236	4497968.736	110	SC	43.3	30.8	12.4	1.84	13.3	100	32.1
31	372186.9254	4497772.764	90	SSi	NP	NP	NP	1.81	11.5	64.4	14.0
32	371717.4639	4497298.122	120	SSi	NP	NP	NP	1.68	17.3	50.1	12.1
33	371471.3719	4497018.070	165	SC	72.8	35.8	37	1.37	32.3	100	23.0
34	370927.4962	4497103.127	110	SC	46.0	23.5	22.5	1.55	20.2	100	31.2

*Tüm koordinatlar ITRF86 6  sisteminde 39. dilimdedir

*Zemin sınıfı modifiye edilmiş zemin sınıflandırma sistemine göre belirlenmiştir.

*NP: Plastik değıl

EK 9: Gülyalı ilçesi zemin örneklerinin koordinat, derinlik, zemin sınıfı ve deney sonuçları

Çukur No	Koordinat*		Derinlik (cm)	Zemin Sınıfı*	Likit Limit (%)	Plastik Limit (%)	Plastiklik İndeksi	Maksimum Kuru Hacim Ağırlık (g/cm ³)	Optimum Nem İçeriği (%)	4.75mm Geçen (%)	75µm Geçen (%)
	X	Y									
1	423348.4610	4535061.949	100	GP	NP	NP	NP	1.98	8.1	40.5	3.1
2	423122.7290	4534326.994	100	GP-GC	38.8	31.5	7.3	1.75	15.5	42.2	6.1
3	423237.1469	4533970.773	110	SC	48.4	26.9	21.4	1.62	21.0	100	49.9
4	423307.5736	4532987.329	100	GSi	30.1	28.4	1.6	1.71	15.6	42.3	17.9
5	422771.6138	4532006.547	110	SC	49.8	38.5	11.4	1.36	29.6	100	28.0
6	422183.1934	4531742.567	100	GP	NP	NP	NP	2.01	9.2	26.6	4.6

*Tüm koordinatlar ITRF86 6° sisteminde 39. dilimdedir

*Zemin sınıfı modifiye edilmiş zemin sınıflandırma sistemine göre belirlenmiştir.

*NP: Plastik değil

EK 10: Gürgentepe ilçesi zemin örneklerinin koordinat, derinlik, zemin sınıfı ve deney sonuçları

Çukur No	Koordinat*		Derinlik (cm)	Zemin Sınıfı*	Likit Limit (%)	Plastik Limit (%)	Plastiklik İndeksi	Maksimum Kuru Hacim Ağırlık (g/cm ³)	Optimum Nem İçeriği (%)	4.75mm Geçen (%)	75µm Geçen (%)
	X	Y									
1	376313.0110	4517723.555	80	GP-GSi	NP	NP	NP	1.96	11.1	42.6	9.1
2	375918.6759	4517690.572	20	SP-SSi	NP	NP	NP	1.97	9.6	50.1	10.1
3	374667.6209	4516622.355	100	SC	39.0	25.4	13.6	1.60	20.4	100	21.7
4	374092.4086	4516753.440	90	GP-GSi	NP	NP	NP	1.90	13.4	42.4	6.8
5	373658.3186	4516565.874	90	SC	35.3	26.0	9.3	1.63	19.5	100	21.1
6	373340.4215	4515996.852	80	GP-GSi	NP	NP	NP	1.76	16.4	44.1	6.5
7	373309.6521	4515749.495	90	SC	56.6	30.3	26.3	1.40	28.9	100	29.0
8	372585.5495	4516346.842	60	SC	51.9	21.4	30.5	1.47	22.6	100	35.6
9	372530.1452	4516931.219	60	SC	28.8	21.8	7.0	1.72	15.6	100	31.7
10	372182.2932	4516931.979	110	SC	41.5	26.5	15.0	1.71	15.5	100	29.5
11	372131.4616	4517295.410	50	GP-GC	33.7	26.6	7.1	1.78	13.0	38.1	7.8
12	377461.6730	4518622.644	130	SC	45.3	32.5	12.8	1.57	24.5	100	24.3

*Tüm koordinatlar ITRF86 6° sisteminde 39. dilimdedir

*Zemin sınıfı modifiye edilmiş zemin sınıflandırma sistemine göre belirlenmiştir.

*NP: Plastik değil

EK 11: İkizce ilçesi zemin örneklerinin koordinat, derinlik, zemin sınıfı ve deney sonuçları

Çukur No	Koordinat*		Derinlik (cm)	Zemin Sınıfı*	Likit Limit (%)	Plastik Limit (%)	Plastiklik İndeksi	Maksimum Kuru Hacim Ağırlık (g/cm ³)	Optimum Nem İçeriği (%)	4.75mm Geçen (%)	75µm Geçen (%)
	X	Y									
1	338388.3761	4546718.357	90	GP-GSi	NP	NP	NP	1.89	11.0	42.5	6.4
2	337881.9790	4546394.872	40	GP-GSi	NP	NP	NP	1.86	13.4	47.8	9.3
3	337222.9114	4546493.957	70	GP	NP	NP	NP	2.00	9.4	48.0	2.9
4	336362.7114	4546833.470	80	SSi	NP	NP	NP	1.83	16.1	100	36.2
5	335760.0670	4547264.429	100	SSi	NP	NP	NP	1.95	9.1	53.9	19.5
6	334919.3017	4547713.097	60	GP-GSi	NP	NP	NP	1.71	17.2	42.9	8.4
7	334271.5626	4547345.340	70	GP-GSi	29.8	23.6	6.2	1.75	13.8	46.9	9.0
8	333961.9316	4546748.914	80	SP-SC	34.7	22.9	11.8	1.73	15.4	52.1	8.6
9	333779.7098	4546186.019	80	GSi	NP	NP	NP	1.55	18.9	45.1	12.4
10	333318.0170	4545381.605	70	GSi	NP	NP	NP	1.68	17.3	45.2	15.5
11	333038.1437	4544819.113	80	GP-GSi	NP	NP	NP	1.88	12.4	31.9	7.8
12	336008.7547	4544579.160	80	SSi	NP	NP	NP	1.60	19.8	100	21.1
13	335834.5471	4544311.225	80	SC	56.1	24.2	31.9	1.45	20.6	100	41.4
14	335781.0386	4543657.660	80	GP-GSi	NP	NP	NP	1.61	10.4	41.5	7.3
15	335938.8973	4542869.862	80	GP	NP	NP	NP	1.68	20.9	27.7	3.4
16	336118.8907	4542270.794	60	GP-GSi	NP	NP	NP	1.65	12.7	38.8	10.1
17	336013.8836	4541849.643	70	GSi	NP	NP	NP	1.69	16.5	40.2	13.0
18	335584.0693	4541638.044	80	SSi	NP	NP	NP	1.53	10.3	100	19.0

*Tüm koordinatlar ITRF86 6° sisteminde 39. dilimdedir

*Zemin sınıfı modifiye edilmiş zemin sınıflandırma sistemine göre belirlenmiştir.

*NP: Plastik değil

EK 12: Kabadüz ilçesi zemin örneklerinin koordinat, derinlik, zemin sınıfı ve deney sonuçları

Çukur No	Koordinat*		Derinlik (cm)	Zemin Sınıfı*	Likit Limit (%)	Plastik Limit (%)	Plastiklik İndeksi	Maksimum Kuru Hacim Ağırlık (g/cm ³)	Optimum Nem İçeriği (%)	4.75mm Geçen (%)	75µm Geçen (%)
	X	Y									
1	406596.2362	4510662.997	120	SC	40.4	19.2	21.2	1.77	15.4	63.1	21.9
2	406815.4398	4511199.869	120	SC	36.4	20.5	15.9	1.61	13.8	100	31.6
3	407377.9439	4511017.376	100	SC	37.6	21.7	15.9	1.62	14.6	100	25.8
4	407385.6160	4511371.512	110	SC	38.8	28.3	10.5	1.67	19.5	100	27.9
5	407743.7186	4511673.863	120	SSi	NP	NP	NP	1.80	13.2	62.0	12.5
6	407456.4399	4512286.585	100	SSi	NP	NP	NP	1.85	11.6	51.3	42.5
7	408191.6318	4511767.704	120	SC	39.1	24.9	14.2	1.67	19.7	100	32.5
8	408773.8393	4511416.560	100	SP-SSi	NP	NP	NP	1.76	12.6	62.1	9.3
9	409263.7259	4511497.412	110	CH	51.4	22.4	29.0	1.31	20.5	100	52.8

*Tüm koordinatlar ITRF86 6° sisteminde 39. dilimdedir

*Zemin sınıfı modifiye edilmiş zemin sınıflandırma sistemine göre belirlenmiştir.

*NP: Plastik değil

EK 13: Kabataş ilçesi zemin örneklerinin koordinat, derinlik, zemin sınıfı ve deney sonuçları

Çukur No	Koordinat*		Derinlik (cm)	Zemin Sınıfı*	Likit Limit (%)	Plastik Limit (%)	Plastiklik İndeksi	Maksimum Kuru Hacim Ağırlık (g/cm ³)	Optimum Nem İçeriği (%)	4.75mm Geçen (%)	75µm Geçen (%)
	X	Y									
1	370086.8662	4513759.683	100	SC	39.8	19.7	20.0	1.75	14.2	100	31.6
2	370078.0564	4512309.811	80	SC	32	20.1	11.9	1.86	10.7	100	22.7
3	370688.4354	4512395.849	40	GP-GSi	NP	NP	NP	1.87	10.0	49.1	8.1
4	371258.8139	4511842.254	90	SSi	NP	NP	NP	1.69	16.5	100	14.7
5	371312.4689	4510917.536	85	SC	36.3	25.5	10.8	1.83	12.8	100	31.7

*Tüm koordinatlar ITRF86 6° sisteminde 39. dilimdedir

*Zemin sınıfı modifiye edilmiş zemin sınıflandırma sistemine göre belirlenmiştir.

*NP: Plastik değil

EK 14: Korgan ilçesi zemin örneklerinin koordinat, derinlik, zemin sınıfı ve deney sonuçları

Çukur No	Koordinat*		Derinlik (cm)	Zemin Sınıfı*	Likit Limit (%)	Plastik Limit (%)	Plastiklik İndeksi	Maksimum Kuru Hacim Ağırlık (g/cm ³)	Optimum Nem İçeriği (%)	4.75mm Geçen (%)	75µm Geçen (%)
	X	Y									
1	360714.6578	4519477.091	120	SC	49.3	23.4	26.0	1.49	23.7	100	28.3
2	360653.0789	4518894.752	140	CH	51.6	28.2	23.4	1.50	15.3	100	70.3
3	360645.7668	4518509.420	100	SC	50.8	33.4	17.4	1.48	17.8	100	47.4
4	359888.1367	4517635.098	105	SC	38.3	25.8	12.4	1.76	14.4	100	31.3
5	359546.4434	4517066.336	80	SSi	NP	NP	NP	1.69	12.5	100	25.6
6	359604.8809	4516164.362	110	SSi	NP	NP	NP	1.71	12.8	100	22.5
7	359139.1205	4515255.496	110	SC	37.9	24.0	14.0	1.67	13.4	100	31.2
8	359053.0427	4514089.499	60	GP-GSi	NP	NP	NP	1.91	10.7	43.7	8.2
9	368726.9760	4526277.818	70	SP-SSi	NP	NP	NP	2.03	10.7	50.6	10.2
10	367798.2112	4525792.648	80	SC	40	25.9	14.1	1.79	16.3	100	23.7
11	367647.6111	4525093.110	80	GP-GSi	NP	NP	NP	2.00	12.8	42.6	7.4
12	367112.5484	4524525.442	70	GP-GC	26.4	19.3	7.1	1.91	12.3	45.7	10.6
13	366562.3217	4524049.092	80	GSi	NP	NP	NP	2.03	11.8	41.2	12.1
14	365910.1766	4522637.006	40	GP	NP	NP	NP	1.92	13.9	33.4	4.5
15	365734.7671	4521851.523	60	GP-GC	25.9	17.2	8.7	2.05	8.7	44.4	10.1
16	364568.3910	4520422.188	50	SC	37.6	23.3	14.2	1.70	12.4	100	39.4
17	363874.8147	4519333.426	60	GP-GSi	NP	NP	NP	1.93	11.8	41.0	8.7

*Tüm koordinatlar ITRF86 6° sisteminde 39. dilimdedir

*Zemin sınıfı modifiye edilmiş zemin sınıflandırma sistemine göre belirlenmiştir.

*NP: Plastik değil

EK 15: Kumru ilçesi zemin örneklerinin koordinat, derinlik, zemin sınıfı ve deney sonuçları

Çukur No	Koordinat*		Derinlik (cm)	Zemin Sınıfı*	Likit Limit (%)	Plastik Limit (%)	Plastiklik İndeksi	Maksimum Kuru Hacim Ağırlık (g/cm ³)	Optimum Nem İçeriği (%)	4.75mm Geçen (%)	75µm Geçen (%)
	X	Y									
1	355502.8867	4523652.265	100	GC	29.9	21.5	8.3	1.69	15.6	100	34.9
2	356089.5145	4523377.158	100	SSi	NP	NP	NP	1.56	21.1	100	13.7
3	356825.5236	4523654.222	100	SP-SSi	NP	NP	NP	1.48	14.6	100	9.7
4	357736.4220	4523459.069	130	SC	38.0	28.8	9.3	1.53	23.4	100	17.6
5	358394.8306	4523482.083	110	GP-GSi	NP	NP	NP	1.77	13.0	47.5	7.7
6	359721.9487	4524036.554	100	SC	54.0	22.2	31.8	1.45	21.0	100	26.9
7	360152.1617	4524579.661	80	SC	62.1	25.9	36.1	1.33	22.8	100	25.8
8	360950.6246	4524693.114	80	SP-SSi	NP	NP	NP	1.48	13.1	100	11.1
9	352735.1212	4530825.314	80	SC	44.6	33.4	11.2	1.57	22.2	100	22.8
10	352634.7462	4531442.189	80	SC	34	22.5	11.6	1.73	15.6	100	21.1
11	352446.1784	4532162.204	100	SC	39.5	26.9	12.5	1.54	19.4	100	35.1
12	351897.1717	4532556.915	100	GP-GSi	NP	NP	NP	1.65	16.9	35.7	6.5
13	351437.7790	4533041.450	90	SC	45.4	29.3	16.1	1.48	19.9	100	25.8
14	354837.5891	4534276.653	100	GP-GC	33.0	23.3	9.8	1.73	16.3	43.8	8.1
15	355938.1887	4534066.127	100	SC	33.3	20.6	12.7	1.66	9.8	52.9	27.0
16	356427.3555	4534366.063	100	GP-GSi	NP	NP	NP	1.60	10.9	48.7	11.3
17	352922.2999	4532661.042	100	SC	47.9	25.6	22.3	1.59	16.6	100	46.9
18	353204.1981	4533057.718	110	CH	68.3	28.5	39.8	1.30	28.9	100	60.8
19	353412.6788	4533593.578	110	SC	43.5	19.5	24.0	1.54	19.6	59.7	20.8

*Tüm koordinatlar ITRF86 6° sisteminde 39. dilimdedir

*Zemin sınıfı modifiye edilmiş zemin sınıflandırma sistemine göre belirlenmiştir.

*NP: Plastik değil

EK 16: Mesudiye ilçesi zemin örneklerinin koordinat, derinlik, zemin sınıfı ve deney sonuçları

Çukur No	Koordinat*		Derinlik (cm)	Zemin Sınıfı*	Likit Limit (%)	Plastik Limit (%)	Plastiklik İndeksi	Maksimum Kuru Hacim Ağırlık (g/cm ³)	Optimum Nem İçeriği (%)	4.75mm Geçen (%)	75µm Geçen (%)
	X	Y									
1	396461.4167	4479167.009	130	SSi	NP	NP	NP	1.88	10.5	100	19.3
2	397028.0869	4478524.334	105	SC	33.6	18.5	15.1	1.79	13.4	100	20.5
3	397864.7211	4478247.280	100	SC	30.5	18.5	12.0	1.88	11.7	100	16.1
4	398501.5201	4478146.705	85	SP	NP	NP	NP	2.05	8.3	62.0	2.2
5	399181.8008	4478498.279	90	SSi	NP	NP	NP	1.76	11.3	60.5	15.2
6	399693.0902	4478144.904	110	SP-SSi	NP	NP	NP	1.93	9.8	56.6	9.1
7	400504.7166	4478484.101	70	SSi	NP	NP	NP	1.93	11.3	65.6	12.9
8	401463.5182	4478542.504	90	SC	31.8	22.7	9.1	1.86	11.3	100	19.0
9	402123.5190	4478343.920	120	SSi	NP	NP	NP	1.92	11.7	65.3	13.3
10	403119.8214	4478948.320	120	SSi	NP	NP	NP	1.92	8.5	72.0	16.4
11	403702.1103	4478710.846	110	SSi	NP	NP	NP	1.91	9.5	71.0	16.0
12	404549.5935	4478779.524	85	SP-SSi	NP	NP	NP	1.99	9.5	70.4	10.8
13	405513.7651	4478920.415	90	SP-SSi	NP	NP	NP	1.99	9.2	76.5	9.1
14	406351.7556	4479166.061	100	SP-SSi	NP	NP	NP	1.98	10.0	77.2	9.9
15	407049.0507	4478888.732	95	SP-SSi	NP	NP	NP	1.90	10.4	64.9	9.2
16	407612.2016	4478361.188	105	SSi	NP	NP	NP	2.00	9.4	68.7	10.6
17	408007.5948	4478209.876	85	SP-SSi	NP	NP	NP	2.02	8.5	52.6	7.1
18	396476.3648	4472711.853	100	SP-SSi	NP	NP	NP	1.85	9.5	61.7	7.7
19	396034.2753	4472848.743	100	SSi	NP	NP	NP	1.57	21.6	65.1	15.1
20	395163.7898	4472995.987	110	SSi	52.3	24.0	28.3	1.61	14.6	100	16.1
21	394525.9462	4472999.693	105	SC	47.3	27.3	20	1.53	15.4	100	24.0
22	394022.2137	4472912.497	110	CL	46.1	23.8	22.3	1.65	15.3	100	50.2
23	393457.2757	4472492.751	120	SC	44.5	27.4	17.1	1.67	14.4	100	23.2
24	387426.3066	4493920.254	80	SC	31.8	12.4	19.4	1.93	12.7	56.6	15.7
25	387239.0046	4493456.877	80	SSi	NP	NP	NP	1.94	13.6	58.5	17.7
26	387082.5141	4493002.617	90	SC	40.0	26.3	13.7	1.85	14.8	100	27.3
27	386684.7441	4492755.124	90	GSi	NP	NP	NP	1.94	14.7	45.0	14.5
28	386403.7872	4492653.354	50	SP-SSi	NP	NP	NP	1.90	13.8	100	6.0
29	385971.4052	4492681.131	70	GSi	NP	NP	NP	1.89	14.3	45.7	13.7
30	386043.8536	4492416.207	80	CH	53.0	23.1	29.9	1.40	32.7	100	51.6

*Tüm koordinatlar ITRF86 6° sisteminde 39. dilimdedir

*Zemin sınıfı modifiye edilmiş zemin sınıflandırma sistemine göre belirlenmiştir.

*NP: Plastik değil

EK 16: Mesudiye ilçesi zemin örneklerinin koordinat, derinlik, zemin sınıfı ve deney sonuçları (devamı)

Çukur No	Koordinat*		Derinlik (cm)	Zemin Sınıfı*	Likit Limit (%)	Plastik Limit (%)	Plastiklik İndeksi	Maksimum Kuru Hacim Ağırlık (g/cm ³)	Optimum Nem İçeriği (%)	4.75mm Geçen (%)	75µm Geçen (%)
	X	Y									
31	385908.6312	4492057.452	60	SC	31.3	20.2	11.1	1.91	13.8	58.0	23.5
32	386144.5501	4491763.658	60	SC	32.7	20.4	12.3	1.90	11.6	56.4	20.1
33	386165.9594	4491516.629	95	SSi	NP	NP	NP	1.92	12.9	100	12.9
34	386088.8377	4491107.913	75	SC	43.4	25.7	17.7	1.82	14.6	100	26.9
35	386125.2812	4490715.636	100	SSi	NP	NP	NP	1.71	18.6	100	19.7
36	386322.3322	4490503.522	85	SP-SSi	NP	NP	NP	1.79	16.5	53.2	9.4
37	386421.4068	4490190.941	90	GP-GSi	NP	NP	NP	1.88	10.3	45.3	7.8
38	386220.8876	4489953.117	60	SSi	NP	NP	NP	1.96	12.4	50.6	17.3
39	385945.4708	4489520.997	80	SC	38.1	20.3	17.8	1.75	18.0	100	28.4
40	385737.8247	4489072.460	100	SC	53.4	22.7	30.8	1.40	20.8	100	47.3
41	385270.8348	4488801.835	75	SC	41.7	23.6	18.1	1.64	22.4	100	30.5
42	385027.9097	4488563.661	90	CH	55.9	24.7	31.2	1.33	23.5	100	52.4

*Tüm koordinatlar ITRF86 6° sisteminde 39. dilimdedir

*Zemin sınıfı modifiye edilmiş zemin sınıflandırma sistemine göre belirlenmiştir.

*NP: Plastik değil

EK 17: Perşembe ilçesi zemin örneklerinin koordinat, derinlik, zemin sınıfı ve deney sonuçları

Çukur No	Koordinat*		Derinlik (cm)	Zemin Sınıfı*	Likit Limit (%)	Plastik Limit (%)	Plastiklik İndeksi	Maksimum Kuru Hacim Ağırlık (g/cm ³)	Optimum Nem İçeriği (%)	4.75mm Geçen (%)	75µm Geçen (%)
	X	Y									
1	396561.8352	4545182.346	85	SSi	NP	NP	NP	1.58	15.0	100	27.1
2	395595.4323	4545345.949	100	SSi	NP	NP	NP	1.54	21.1	100	20.1
3	395087.6108	4544896.130	80	SSi	NP	NP	NP	1.77	18.5	59.2	18.5
4	394345.4497	4544474.732	45	GP-GSi	NP	NP	NP	1.93	11.1	42.4	8.9
5	393378.4551	4544255.856	90	GP-GSi	NP	NP	NP	1.92	14.2	38.7	11
6	396401.1884	4548392.184	80	SiLO	31.4	23.3	8.0	1.65	19.1	100	92.9
7	395913.5920	4549535.643	85	SC	45.2	35.7	9.5	1.49	25.6	54.3	14.9
8	395185.4708	4550068.579	80	GSi	NP	NP	NP	1.73	16.3	37.2	12
9	394956.9098	4549854.632	90	SSi	NP	NP	NP	1.42	17.2	100	22.3
10	394049.4658	4549258.105	90	SC	52.3	42.4	9.9	1.19	43.2	100	23.8
11	398873.9455	4542117.801	70	GSi	NP	NP	NP	1.86	7.3	41.5	3.8
12	398487.0707	4542519.580	90	GSi	NP	NP	NP	1.75	16.7	26.6	3.9
13	397780.4869	4543080.316	90	SSi	NP	NP	NP	1.67	16.1	100	15.9
14	400845.0897	4540061.064	120	GP-GSi	NP	NP	NP	2.02	8.9	43.2	10.6
15	399404.7089	4538583.638	110	GP-GSi	NP	NP	NP	2.03	11.2	41.5	5.8
16	385877.9515	4542500.138	100	SSi	NP	NP	NP	1.56	20.8	100	13.6
17	385721.5543	4542124.178	100	GSi-GC	29.6	22.7	6.8	1.87	13.6	44.7	14.2
18	386461.2589	4541601.155	90	GP-GSi	NP	NP	NP	1.75	18.0	45.5	7.8
19	387413.8450	4541115.019	100	SSi	NP	NP	NP	1.51	22.3	100	19.8
20	392209.7805	4538967.723	100	SSi	NP	NP	NP	1.64	19.1	100	19.4
21	391580.1426	4539269.650	100	SSi	NP	NP	NP	1.67	17.6	100	20.9
22	391002.9836	4539919.130	100	SSi	NP	NP	NP	1.52	15.8	100	17.0
23	390003.7173	4540286.335	100	SC	42.5	32.4	10.1	1.19	24.5	100	22.2

*Tüm koordinatlar ITRF86 6° sisteminde 39. dilimdedir

*Zemin sınıfı modifiye edilmiş zemin sınıflandırma sistemine göre belirlenmiştir.

*NP: Plastik değil

EK 18: Ulubey ilçesi zemin örneklerinin koordinat, derinlik, zemin sınıfı ve deney sonuçları

Çukur No	Koordinat*		Derinlik (cm)	Zemin Sınıfı*	Likit Limit (%)	Plastik Limit (%)	Plastiklik İndeksi	Maksimum Kuru Hacim Ağırlık (g/cm ³)	Optimum Nem İçeriği (%)	4.75mm Geçen (%)	75µm Geçen (%)
	X	Y									
1	394993.6865	4522391.900	40	SC	44.5	25.2	19.3	1.70	13.4	100	36.9
2	395228.7537	4522174.196	100	SC	64.3	32.8	31.4	1.45	21.4	100	36.8
3	394924.0230	4521579.835	80	SiHO	77.7	40.4	37.3	1.44	23.4	100	56.1
4	394805.7052	4521587.888	80	SC	48.1	29.2	18.9	1.70	11.5	100	41.1
5	394382.5121	4520886.967	120	SC	47.2	28.5	18.7	1.66	16.4	100	34.5
6	394062.8190	4520700.055	100	SC	49.8	27	22.8	1.48	20.5	100	36.0
7	400031.6164	4526700.761	100	CH	54.5	22	32.5	1.40	18.6	100	61.6
8	399771.2769	4526620.205	90	GP-GSi	NP	NP	NP	2.02	8.7	35.9	9.7
9	399347.7161	4526649.498	90	SC	39.3	20.4	18.9	1.70	18.0	100	22.5
10	399165.6114	4526724.718	110	CH	51.3	2.4	30.9	1.36	22.6	100	55.7
11	398890.7910	4526661.892	100	SC	40.2	26.7	13.5	1.80	16.7	75.4	22.5
12	398749.0021	4526495.248	100	SC	38.4	23.2	15.2	1.90	12.6	100	25.7
13	398925.4476	4526270.102	110	CH	53.5	23.0	30.5	1.36	28.8	100	51.8
14	399191.1697	4526142.086	100	GP	NP	NP	NP	2.04	6.6	45.2	4.8
15	399294.9120	4525897.568	90	SC	44.6	25.3	19.3	1.41	23.6	100	40.0
16	399239.1033	4525654.522	90	CH	51.5	24.6	26.9	1.38	25.7	100	50.5
17	399456.0992	4525474.227	90	SP-SSi	NP	NP	NP	1.81	9.5	53.1	11.5
18	399646.1469	4525249.797	80	CH	52.0	26.6	25.4	1.39	23.7	100	51.8
19	399787.0417	4525010.670	115	SC	53.0	25.6	27.4	1.41	23.8	100	42.7
20	399625.7399	4524791.985	120	CH	50.2	25.5	24.7	1.40	18.5	100	56.3
21	399617.1967	4524542.558	80	SC	51	25.5	25.5	1.41	19.7	100	44.8
22	399505.0234	4524352.333	90	SC	53.5	23.2	30.3	1.38	25.7	100	49.4
23	399353.2638	4523227.771	60	SC	35.3	21.0	14.3	1.90	12.6	85.8	31.0
24	399672.7223	4522844.615	100	SC	53.8	24.5	29.33	1.39	20.6	100	48.7
25	399986.3469	4522355.718	90	SP-SSi	NP	NP	NP	2.09	6.4	62.9	7.0
26	399903.7647	4522066.039	80	SP-SSi	NP	NP	NP	2.12	7.8	69.3	7.8
27	399900.1218	4521643.207	80	SC	18.7	9.6	9.2	1.88	13.5	86.1	38.5
28	399857.0372	4521245.245	90	SC	49.1	37.4	11.7	1.26	14.2	83.7	40.8
29	399484.2137	4520577.904	60	CL	16.1	7.7	8.4	1.83	13.2	97.3	51.4
30	399302.0073	4520037.369	100	SSi-SC	12.7	7.8	4.9	1.91	10.1	81.7	33.9

*Tüm koordinatlar ITRF86 6° sisteminde 39. dilimdedir

*Zemin sınıfı modifiye edilmiş zemin sınıflandırma sistemine göre belirlenmiştir.

*NP: Plastik değil

EK 18: Ulubey ilçesi zemin örneklerinin koordinat, derinlik, zemin sınıfı ve deney sonuçları (devamı)

Çukur No	Koordinat*		Derinlik (cm)	Zemin Sınıfı*	Likit Limit (%)	Plastik Limit (%)	Plastiklik İndeksi	Maksimum Kuru Hacim Ağırlık (g/cm ³)	Optimum Nem İçeriği (%)	4.75mm Geçen (%)	75µm Geçen (%)
	X	Y									
31	398719.6081	4519905.265	90	SSi-SC	NP	NP	NP	1.64	11.8	74.4	9.4
32	400240.6926	4527362.966	80	SC	36.6	25.5	11.1	1.79	16.2	100	22.5
33	400420.0354	4527307.558	90	SiHO	79.8	41.9	37.9	1.30	25.4	100	71.1
34	400545.4075	4527186.520	100	SC	37.6	23.3	14.2	1.70	12.4	100	39.4
35	401105.4306	4527295.617	80	SiHO	90.1	39.4	50.7	1.31	29.2	100	81.4
36	401193.0375	4527130.838	60	GP-GSi	NP	NP	NP	1.86	14.6	36.3	10.0
37	401176.7296	4526601.745	80	SC	34	22.5	11.6	1.73	15.6	100	21.1
38	401491.6564	4526165.974	100	SC	45.9	25.0	20.9	1.54	14.5	100	28.3
39	397924.3802	4528146.367	100	SP-SC	35.6	26.5	9.1	1.77	13.9	50.4	9.3
40	397431.5369	4528080.760	90	SP-SSi	NP	NP	NP	1.89	9.5	50.3	9.7
41	397162.2020	4528394.912	80	SC	46.2	25.2	21.0	1.61	17.0	100	41.7
42	396479.4520	4528424.726	100	SC	41.4	27.2	14.2	1.70	13.7	100	25.0
43	396199.4341	4527988.434	120	SC	45.0	28.8	16.2	1.67	14.7	100	37.5
44	396092.6071	4527121.109	150	SC	45.2	24.7	20.5	1.67	14.5	100	28.0

*Tüm koordinatlar ITRF86 6° sisteminde 39. dilimdedir

*Zemin sınıfı modifiye edilmiş zemin sınıflandırma sistemine göre belirlenmiştir.

*NP: Plastik değil

EK 19: Ünye ilçesi zemin örneklerinin koordinat, derinlik, zemin sınıfı ve deney sonuçları

Çukur No	Koordinat*		Derinlik (cm)	Zemin Sınıfı*	Likit Limit (%)	Plastik Limit (%)	Plastiklik İndeksi	Maksimum Kuru Hacim Ağırlık (g/cm ³)	Optimum Nem İçeriği (%)	4.75mm Geçen (%)	75µm Geçen (%)
	X	Y									
1	361412.3279	4538004.324	100	CH	53.1	21.6	31.5	1.66	16.0	100	53.9
2	361174.7935	4538150.395	100	SSi	54.9	34.9	20.0	1.66	21.8	100	24.5
3	361010.0874	4538293.905	100	SC	52.5	29.7	22.8	1.52	17.4	100	15.2
4	360474.6756	4538096.608	130	GP-GC	27.8	20.6	7.2	1.60	16.4	33.5	8.3
5	359969.0344	4538931.844	110	SC	36.2	21.5	14.7	1.66	13.0	64.4	13.8
6	359602.2226	4538997.029	100	SSi	44.7	31.7	13.0	1.53	21.6	54.6	12.1
7	359250.9569	4539067.130	80	GP-GSi	NP	NP	NP	1.71	13.6	42.5	5.8
8	362474.4837	4537483.732	100	CL	46.4	23.7	22.8	1.34	25.8	100	50.9
9	362652.1586	4537409.171	100	SSi	NP	NP	NP	1.79	15.7	57.3	15.0
10	363099.0376	4537413.210	100	SSi	NP	NP	NP	1.75	15.5	63.7	12.3
11	363570.1209	4537349.168	100	SC	37.0	23.8	13.2	1.77	18.4	100	26.8
12	364017.1706	4537365.897	100	SSi	NP	NP	NP	1.76	15.7	100	12.8
13	364536.6396	4537511.820	70	GP-GSi	NP	NP	NP	2.07	9.5	46.3	6.5
14	365028.1210	4537738.253	100	GC	38.0	25.0	13.0	1.87	13.5	41.9	18.6
15	365390.0470	4537892.039	80	GP-GSi	NP	NP	NP	1.99	10.6	52.6	11.8
16	365803.8868	4538008.362	100	SSi	NP	NP	NP	1.82	16.7	54.0	14.3
17	366238.9560	4537893.269	100	SSi	NP	NP	NP	1.55	11.7	59.3	16.0
18	366675.1362	4537714.951	80	CL	49.2	21	28.3	1.43	19.9	100	50.7
19	367178.0086	4537538.707	100	SC	41.9	26.3	17.6	1.69	16.5	100	22.6
20	367662.2680	4537937.792	100	SSi	NP	NP	NP	1.61	17.6	62.7	14.9
21	334678.6781	4526993.891	110	SSi	NP	NP	NP	1.75	13.5	100	14.0
22	334604.6208	4527443.484	120	SC	51.2	29.5	21.7	1.53	24.5	100	32.0
23	334785.8682	4528009.895	110	SC	39.4	15.6	23.8	1.52	28.5	100	27.3
24	334521.6148	4528368.651	100	SC	45.7	24.3	21.4	1.62	21.3	100	25.0
25	334732.8226	4528901.059	95	SC	37.5	21.8	15.7	1.67	20.3	100	16.6
26	335164.9430	4529323.538	105	SC	39.3	22.5	16.7	1.82	12.4	100	21.2
27	335377.4424	4529805.780	115	SP-SSi	NP	NP	NP	1.62	21.2	75.7	11.5
28	335455.5093	4530321.659	150	SC	49.5	27.5	22.0	1.58	22.3	100	28.4
29	335657.9489	4530637.278	120	SSi	NP	NP	NP	1.60	20.5	51.3	15.1
30	347484.0121	4537791.867	60	GC	30.6	19.7	10.9	1.85	13.4	45.5	20.0

*Tüm koordinatlar ITRF86 6° sisteminde 39. dilimdedir

*Zemin sınıfı modifiye edilmiş zemin sınıflandırma sistemine göre belirlenmiştir.

*NP: Plastik değil

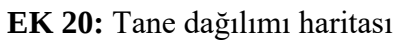
EK 19: Ünye ilçesi zemin örneklerinin koordinat, derinlik, zemin sınıfı ve deney sonuçları (devamı)

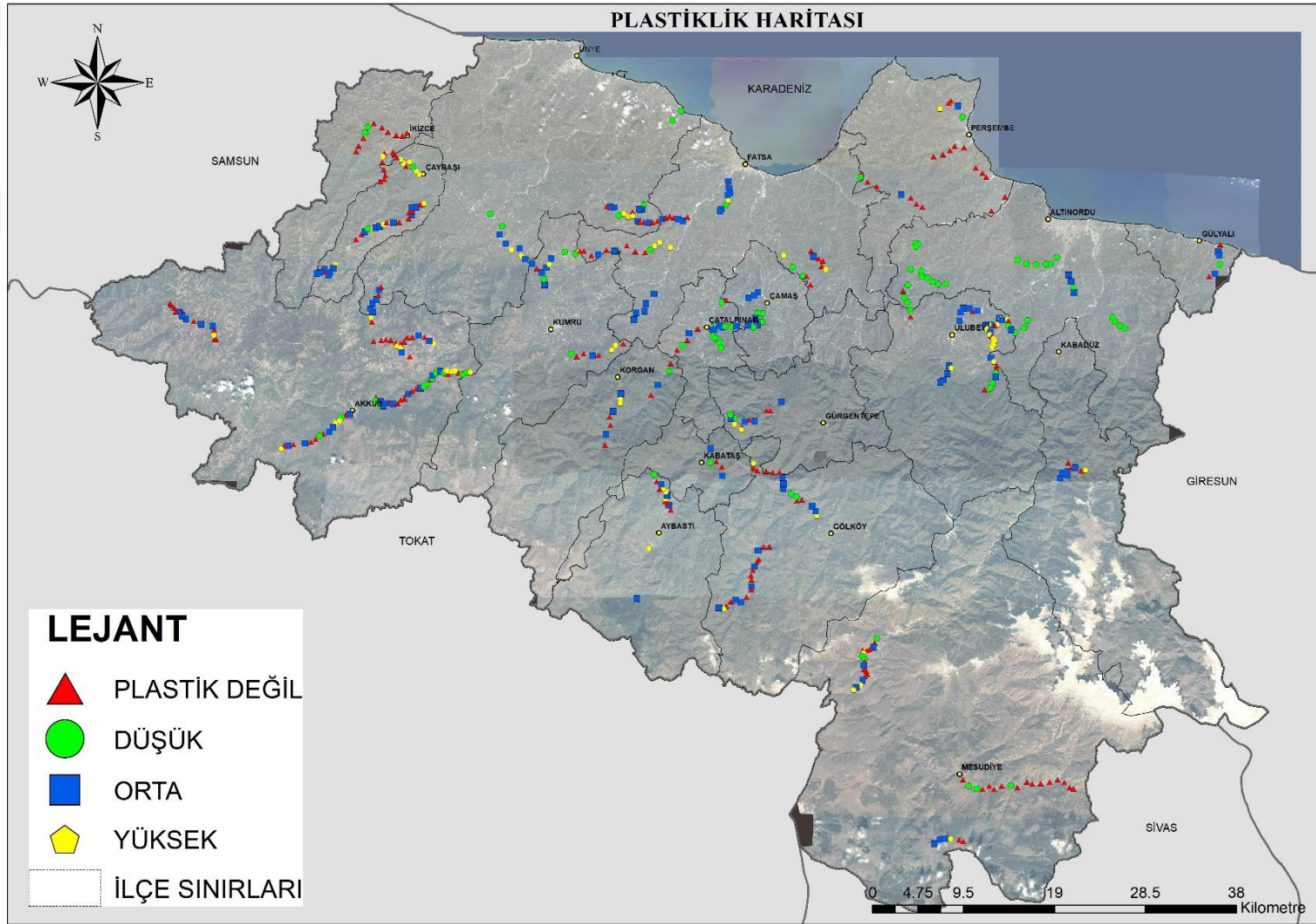
Çukur No	Koordinat*		Derinlik (cm)	Zemin Sınıfı*	Likit Limit (%)	Plastik Limit (%)	Plastiklik İndeksi	Maksimum Kuru Hacim Ağırlık (g/cm ³)	Optimum Nem İçeriği (%)	4.75mm Geçen (%)	75µm Geçen (%)
	X	Y									
31	348304.2403	4537019.516	50	SC	34.3	23.0	11.3	1.79	14.4	100	28.8
32	348014.9709	4536117.350	60	SC	35.2	19.4	15.8	1.59	18.4	100	19.7
33	348674.7869	4535176.686	40	SC	46.8	25.1	21.7	1.75	14.6	100	18.2
34	349285.1070	4534543.895	80	SC	50.3	24.1	26.2	1.60	17.2	100	29.9
35	350121.4040	4534674.730	70	SC	48.4	23.5	24.9	1.56	18.0	100	28.5
36	350314.1088	4533919.620	80	SC	52.1	25.0	27.2	1.54	14.5	100	28.3
37	350703.1929	4533560.335	70	SC	46.5	20.4	26.1	1.56	22.8	100	30.4
38	363092.1550	4539227.183	100	SC	30.7	20.4	10.4	1.55	23.2	100	27.0
39	362879.9888	4538725.972	120	SC	47.5	30.5	17	1.62	20.5	100	28.0
40	362634.0653	4538744.156	110	SC	46.8	22.5	24.3	1.66	17.4	100	24.5
41	361942.6304	4538479.118	100	GP-GSi	NP	NP	NP	1.71	11.8	49.8	7.7
42	361939.3438	4538073.033	120	CH	66.2	29.1	37.1	1.37	29.5	100	69.9
43	366997.2712	4549029.656	90	SP-SC	23.0	11.2	11.8	1.65	9.5	65.8	9.6
44	366080.1422	4548022.706	100	SC	25.6	11.5	14.0	1.85	12.5	63.1	12.0

*Tüm koordinatlar ITRF86 6° sisteminde 39. dilimdedir

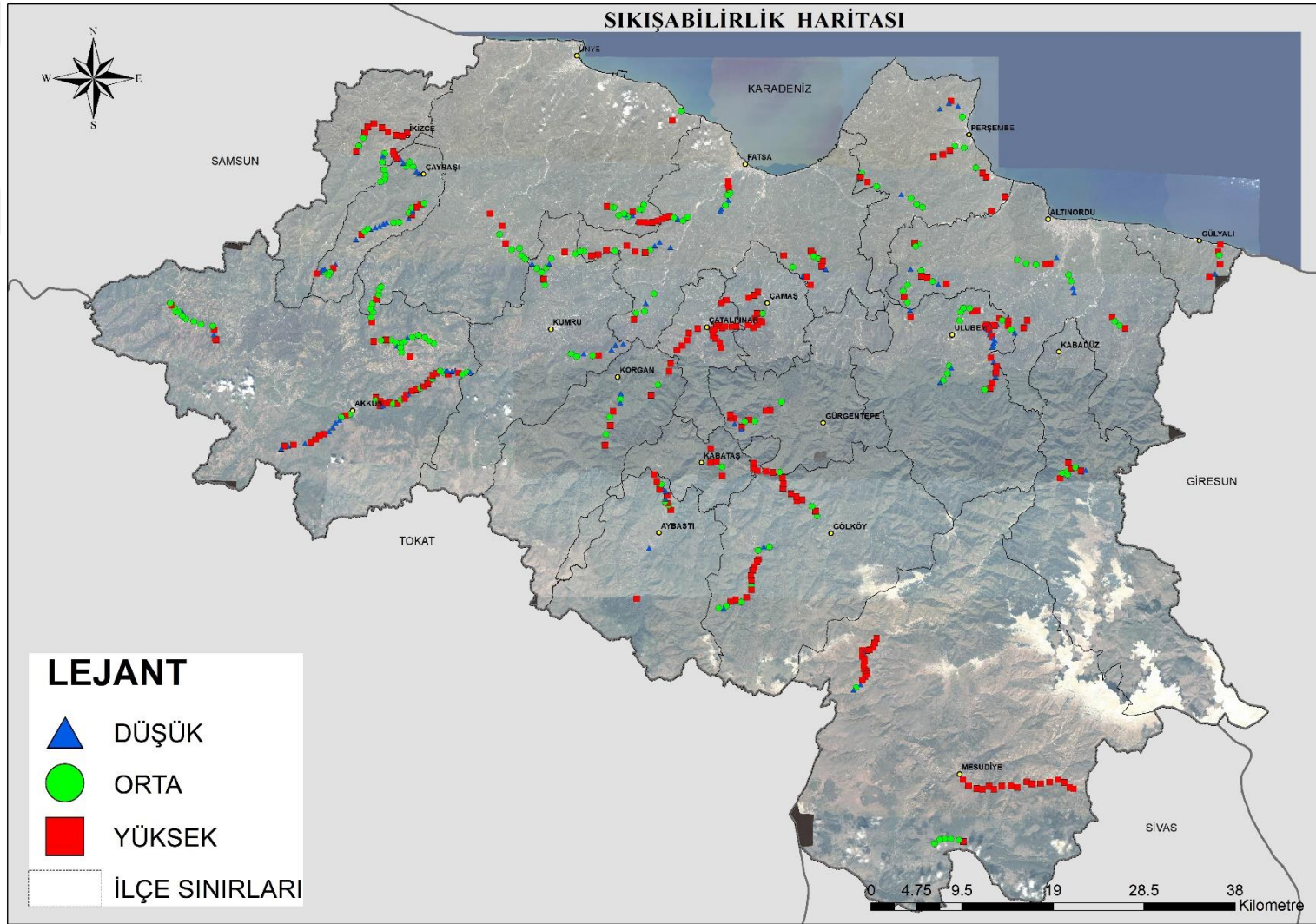
*Zemin sınıfı modifiye edilmiş zemin sınıflandırma sistemine göre belirlenmiştir.

*NP: Plastik değil

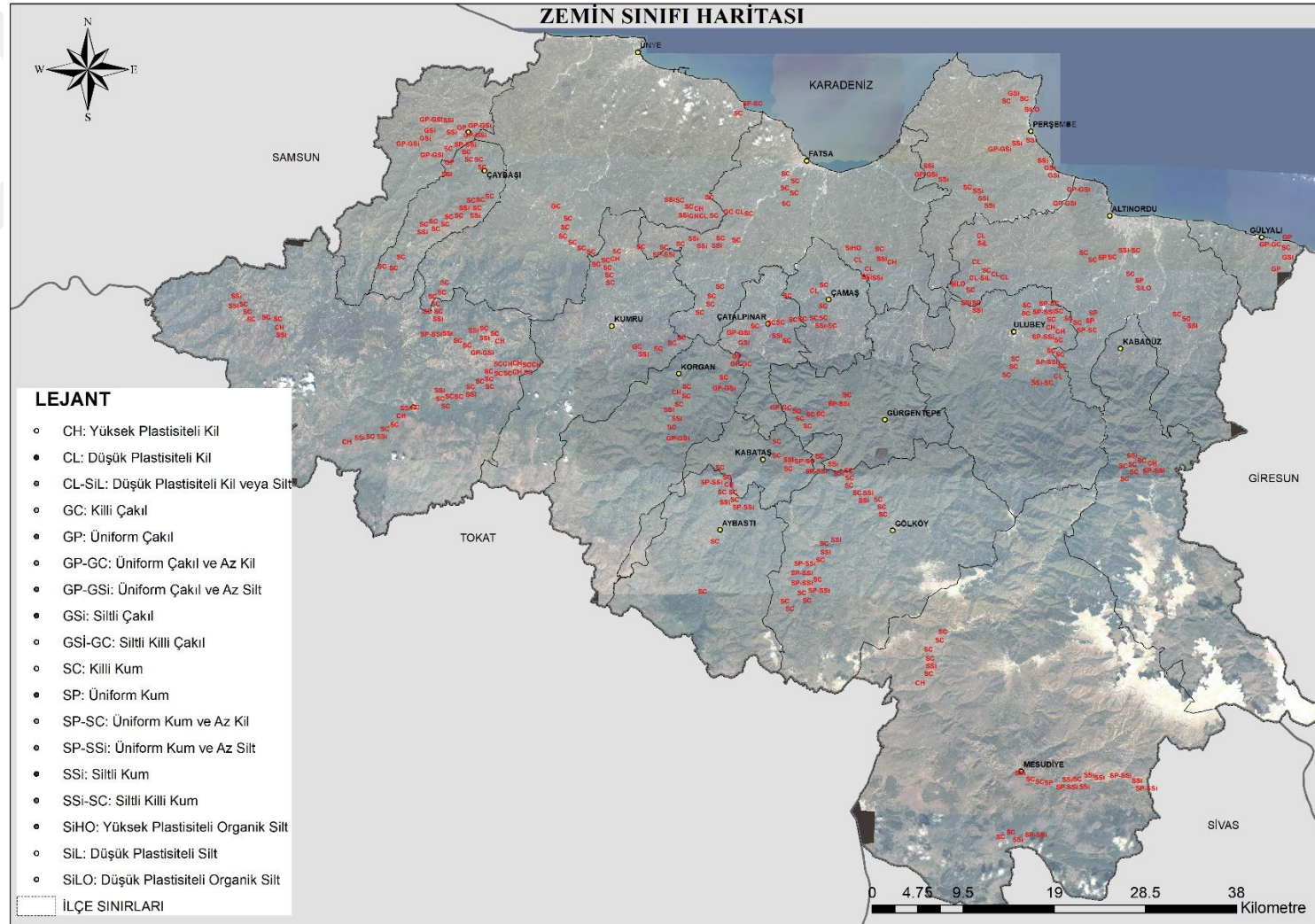




EK 21: Plastiklik haritası



EK 22: Sıkışabilirlik haritası



EK 23: Zemin sınıfı haritası

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler	
Adı Soyadı	Halil İbrahim YILMAZ
Doğum Yeri	
Doğum Tarihi	
Uyruğu	☐ T.C. ☐ Diğer:
Telefon	
E-Posta Adresi	

Eğitim Bilgileri	
Lisans	
Üniversite	Hacettepe Üniversitesi
Fakülte	Mühendislik Fakültesi
Bölümü	Jeoloji Mühendisliği
Mezuniyet Yılı	29.08.2013
Yüksek Lisans	
Üniversite	Ordu Üniversitesi
Enstitü Adı	Fen Bilimleri Enstitüsü
Anabilim Dalı	Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı
Mezuniyet Tarihi	25.01.2022