



T.C.

**BATMAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**SİİRT İLİ ERUH İLÇESİ HEYELAN
ALANININ JEOLJİK JEOTEKNİK
İNCELENMESİ ve ŞEV STABİLİTE ANALİZİ**

Hacire YILMAZ

YÜKSEK LİSANS

Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

**Haziran-2019
BATMAN
Her Hakkı Saklıdır**

TEZ KABUL VE ONAYI

Hacire YILMAZ tarafından hazırlanan "Siirt İli Eruh İlçesi Heyelan Alanının Jeolojik Jeoteknik İncelenmesi ve Şev Stabilité Analizi" adlı tez çalışması 24/06/2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Batman Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı'nda YÜKSEK LİSANS olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

Başkan
Prof.Dr.Ferhat ÖZÇEP

Danışman
Dr.Öğr.Üyesi Nuray ALPASLAN

Üye
Dr.Öğr.Üyesi Hacı Alim BARAN

İmza


.....

.....

.....

Yukarıdaki sonucu onaylarım.


Prof. Dr. Şahnaz TIGREK
FBE Müdürü

TEZ BİLDİRİMİ

Bu tezdeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edildiğini ve tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

DECLARATION PAGE

I hereby declare that all information in this document has been obtained and presented in accordance with academic rules and ethical conduct. I also declare that, as required by these rules and conduct, I have fully cited and referenced all material and results that are not original to this work.

Hacire YILMAZ
BATMAN-2019

ÖZET

YÜKSEK LİSANS

SIİRT İLİ ERUH İLÇESİ HEYELAN ALANININ JEOLojİK, JEOTEKNİK İNCELENMESİ ve ŞEV STABİLİTE ANALİZİ

Hacire YILMAZ

**Batman Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı**

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Nuray ALPASLAN

2019, 98 Sayfa

Jüri

Dr. Öğr. Üyesi Nuray ALPASLAN

Prof. Dr. Ferhat ÖZÇEP

Dr. Öğr. Üyesi Hacı Alim BARAN

Bu çalışma kapsamında, Siirt ili Eruh ilçesinde heyelandan etkilenen bir bölgenin mühendislik jeolojisi, jeoteknik özellikleri ve şev stabilite koşulları araştırılmıştır. Arazi araştırmaları içerisinde zeminin yatay ve düşey yöndeki değişimlerini, zeminin mühendislik, litolojik ve jeolojik özelliklerini belirlemek amacıyla üç adet toplamda 60 metre derinliğinde araştırma sondaj çalışmaları yapılmıştır. İnceleme alanı bitkisel toprak, üst-orta Miyosen yaşlı çok gevşek ve homojen olmayan yer yer marn katkılı kumlu iri çakıllı az siltli kil birimlerden oluşmaktadır.

Açılan sondaj kuyularında zemin tabakalarının fiziksel ve mekanik özelliklerini belirlemek amacı ile Standart Penetrasyon Deneyi (SPT) yapılmıştır. Ayrıca, sondaj kuyularından alınan örselenmiş (SPT) ve örselenmemiş (UD) numuneler üzerinde zeminin doğal birim hacim ağırlığı, su muhtevası, elek analizi, Atterberg limitleri, konsolidasyon ve üç eksenli basınç deneyleri yapılmıştır. Alınan numunelerde LL (Likit Limit) ortalaması % 57,8, PI (Plastisite İndisi) ortalaması % 32,3 hesaplanmıştır. Plastisite indisine göre şişme derecesi yüksek ve şişme yüzdesi % 20-30 olarak belirlenmiştir.

Güvenlik katsayısının üç alınması durumunda emniyetli taşıma gücü; SK-1 için 1,038 kg/cm², SK-2 için 1,027 kg/cm², SK-3 için 1,080 kg/cm² hesaplanmıştır. İnceleme alanındaki heyelanlı bölgede “*Slope Stability Analysis*” kullanılarak şev stabilite analizi yapılmıştır.

Çalışma kapsamında, inceleme alanında yapılan sondajlarda yeraltı suyuna rastlanılmamıştır. Ancak birimin çok gevşek ve şişme özeliği göstermesi, zeminin 20,00 metreye kadar gevşek, suyla dağılma özeliği gösteren ve homojen olmayan birimlerden oluşmasından dolayı sıvılaşma riski olabileceğinden sızıntı suları ve yağmur sularını önlemek için drenaj ağı yapılması önerilmektedir. İnceleme alanında, heyelan alanı; toplam alanın eğimi % 45-50 arasındadır. Şev stabilite analizi hesaplamalarından yüksek tehlikede GK (Güvenlik Katsayısı) olduğu tespit edilmiştir. Bunun yanında bölgede yağışların fazla olması heyelanı oluşturan birimin çok gevşek homojen olmayan kumlu iri çakıllı az siltli killerden meydana gelmesinden dolayı inceleme alanı için bir risk oluşturmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Eruh Heyelan, Heyelan, Jeoteknik, Siirt, Standart Penetrasyon Deneyi (SPT), Şev stabilitesi,

ABSTRACT

MS THESIS

GEOTECHNICAL, GEOLOGICAL INVESTIGATION and SLOPE STABILITY ANALYSIS of LANDSLIDE SITE IN ERUH DISTRICT of SİİRT PROVINCE

Hacire YILMAZ

THE GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCE OF BATMAN UNIVERSITY THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE IN GEOLOGY ENGINEERING

Advisor: Dr.Öğr.Üyesi Nuray ALPASLAN

2019, 98 Pages,

Jury

Dr.Öğr.Üyesi Nuray ALPASLAN

Prof.Dr.Ferhat ÖZÇEP

Dr.Öğr.Üyesi Hacı Alim BARAN

This study investigates the engineering geology, geotechnical properties and slope stability conditions of a region affected by landslide in Eruh County of Siirt Province. In order to determine the horizontal and vertical changes of the soil and the engineering, lithological and geological characteristics of the soil, three drilling and drilling studies were carried out in total 60 meters. The survey area consisted of topsoil, middle-upper Miocene ged very loose and non-homogeneous, partly marn added, arenaceous, ballast, low-silt clay units.

Standard Penetration Test (SPT) was performed in order to determine the physical and mechanical properties of the soil layers in the drilled wells. In addition, distributed (SPT) and undistrubuted (UD) samples taken from boreholes were subjected to soil natural unit volume weight, water content, sieve analysis, Atterberg limits, consolidation and three-axial pressure tests. LL (Liquid Limit) average 57,8 %, PI (Plasticity Index) 32,3 % of the samples were calculated. Swelling degree was found to be high and swelling percentage as 20- 30 % according to plasticity index.

Safe bearing capacity by considering factory of safety three was found as; 1,038 kg/cm² for SK-1, 1,027 kg/cm² for SK-2, and 1,080 kg/cm² for SK-3. Slope Stability Analysis was used in the landslide in the study area.

Any groundwater was not found during drills in the survey areas within the scope of the study. However, establishment of a drainage network is recommended in order to prevent leak water and rainwater as there might be a risk of liquefaction since the unit consists of nonhomogeneous sections dissolving in water, and as the unit is very loose and swelling, and soil is loose up to 20 meters. The inclination of the total area of landslide zone within the survey area is between 45-50 %. The landslide zone was found to have high-level Factor of Safety (FoS) in the slope stability analysis computations. Beside the survey area constitutes a risk as the region receives high amounts of precipitation, and the unit causing landslide consists of very loose non-homogeneous, arenaceous ballast low-silt clay layers.

Keywords: Eruh Landslide, Geotechnic, Landslide, Siirt, Slope Stability, Standard Penetration Test (SPT)

ÖNSÖZ

Bu tez çalışmasının başlangıcından sonuna kadar her aşamasında bilimsel katkısını ve tecrübesini esirgemeyen, desteğini her daim hissettiğim çok değerli danışman hocam Sayın Dr. Öğr. Üyesi Nuray ALPASLAN' a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Jeoteknik sondaj çalışmaları ve jeolojik verilerin sağlanmasına olanak sağlayan Havin Mühendislik firmasına ve Doğu Zemin Laboratuvarı' na İnşaat mühendisi Murat BİÇEN'e, tezimin çalışma süresince yardımlarını esirgemeyen Yüksek Jeoloji Mühendisi Faruk KESKİN' e teşekkürlerimi sunarım.

Bu çalışmasının hazırlanma aşamasında maddi ve manevi desteğini hiç esirgemeyen aileme teşekkürlerimi ve saygılarımı sunarım.

Hacire YILMAZ
BATMAN-2019

İÇİNDEKİLER

ÖZET	iv
ABSTRACT.....	v
ÖNSÖZ	vi
İÇİNDEKİLER	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	x
1. GİRİŞ	1
1.1. İnceleme Alanı	2
1.2. Jeomorfolojik ve Çevresel Bilgiler	3
1.3. Amaç ve Kapsam	3
1.4. Heyelanlar (Eğri Yüzeyle Kaymalar)	4
1.4.1 Şev Stabilitesinde Kayma Tipleri	6
1.4.1.1. Düşme	8
1.4.1.2. Devrilme	10
1.4.1.3. Akmalar	10
1.4.1.4. Kaymalar.....	10
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI	13
3. BÖLGENİN JEOLJİSİ ve TEKTONİK EVRİMİ	15
3.1. İnceleme Alanının Depremselliği	17
3.2. İnceleme Alanının Jeolojisi	17
3.2.1. Şelmo Formasyonu	19
3.2.2. Midyat Grubu (Eosen-Oligosen Tm).....	21
3.2.3. Silvan Grubu (Alt Miyosen Ts)	21

4. MATERYAL ve YÖNTEM	23
4.1. Arazi Çalışmaları	23
4.2. Laboratuvar Çalışmaları ve Analizleri	27
4.2.1. Doğal Birim Hacim Ağırlığının Belirlenmesi	27
4.2.2. Su Muhtevası	28
4.2.3. Elek Analizi	29
4.2.4. Atterberg Limitlerinin Tayini	30
4.2.5. Kıvam İndeksi	33
4.2.6 Aktivite (A)	33
4.2.7. Zeminlerin Şişme Potansiyeli	34
4.2.8. Üç eksenli basınç deneyi	35
4.3. Zeminin Mekanik Özelliklerini Belirleyen Mühendislik Parametreleri	37
4.3.1. Zeminlerin Taşıma Gücü	37
4.3.2. Konsolidasyon Oturması	38
4.4. Şev Stabilite Analizi	38
4.4.1 Şev Stabilite Analizinde Zeminler İçin Kullanılan Jeoteknik Parametreler ...	39
4.4.2 Şev Stabilitesinin Mekaniği	40
4.4.3 Şev Güvenlik Katsayısı	42
4.4.3.1. Wilson ve ark. (1979) Metodu	44
4.4.3.2. Siyahi Metodu	45
5. TARTIŞMA ve BULGULAR	47
5.1. Arazi Araştırmaları	47
5.1.1. Jeoteknik amaçlı Sondajlar	48
5.2. İnceleme Alanı Jeoteknik Analizi ve Değerlendirmeleri	50
5.3. Laboratuvar Çalışmaları	53
5.4. İnceleme Alanındaki Zeminin Mekanik Özelliklerini Belirlemek İçin Yapılan Mühendislik Analizleri ve Değerlendirmeler	56
5.5. Şev Duyarlılığı Analizi (Şev Stabilite Analizi)	58
5.5.1. 1. Yaklaşım ‘Statik Yükler Durumunda’	59
5.5.2. 2. Yaklaşım Dinamik Yükler Durumunda (Siyahi ve Ansal 1993)	61

6. SONUÇLAR	65
6.1. Öneriler	67
7. KAYNAKLAR	68
EKLER	74
EK-1 JEOTEKNİK LOGLARI	74
EK-2 DENEY FORMLARI ve RAPORLARI	77
ÖZGEÇMİŞ	98



SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

c	:Kohezyon
CL	:Plastisitesi düşük inorganik kil
G	:Kayma Modülü
G_s	:Güvenlik sayısı
h_w	:Taban kalınlığı
h_i	:Dilim yüksekliği
I_c	:Kıvamlılık İndisi
I_p	:Plastisite İndisi
k	:Geçirimsizlik (Permeabilite)
K	:Aynışma derecesi
LL	:Likit Limit
PL	:Plastik Limit
SK	:Sondaj Kuyusu
SM	:Siltli kum
u	:Boşluk suyu basıncı
ω	:Su içeriği
x_i	:Dilim genişliği
γ_n	:Doğal birim hacim ağırlığı
ϕ	:İçsel sürtünme açısı
\emptyset	:Şev açısı
σ_c	:Tek eksenli basınç direnci
τ	:Kayma direnci
σ	:Gerilme
γ_w	:Birim hacim ağırlığı

Kısaltmalar

BZKK	:Bitlis-Zagros Kenet Kuşığı
DAF	:Doğu Anadolu Fayı
DB	:Doğu-Batı
KAF	:Kuzey Anadolu Fayı
KG	:Kuzey-Güney
SPT	:Standart Penetrasyon Deneyi
UD	:Örselenmemiş Numune



1.GİRİŞ

Dünyada insanlar heyelanların oluşumu, çevre kirliliği, orman yangınları, toprak erozyonu, asit yağmurları, gibi doğal yollarla oluşmayan olaylarda başrol oyuncusudur. Cruden (1991) tarafından heyelan “toprak zemin, kaya ve molozların aşağı doğru hareket etmesi” şeklinde tanımlanmıştır.

Bitki örtüsünün yok edilmesi, değişik amaçlar üzerine arazilerin yanlış kullanılması, usulüne uygun yapılmayan yamaç kazıları insanoğlunun doğaya olumsuz etkileri arasındadır. Ciddi can ve mal kaybına sebep olan heyelanlar, hiçbir zaman ani ve sürpriz bir biçimde meydana gelmemişlerdir. Heyelanlar oluşmadan önce çeşitli işaretler vererek ve geleceklerini bildirirler.

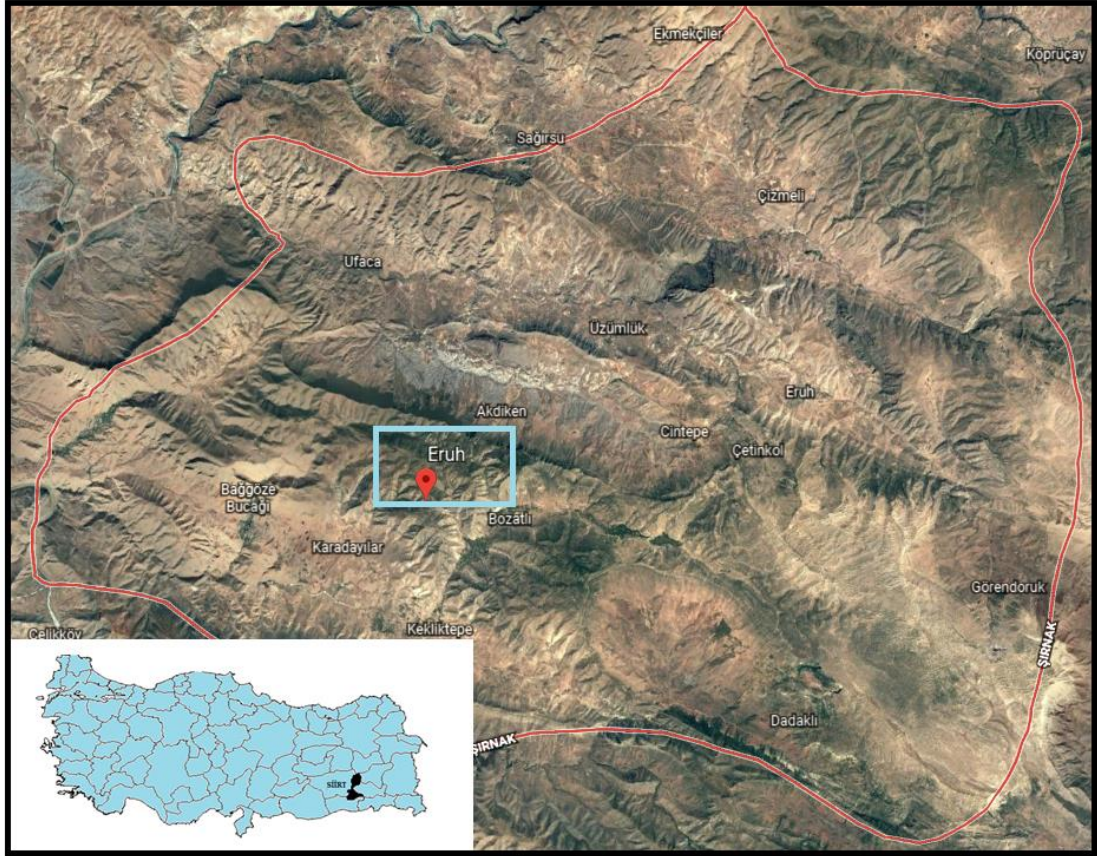
Bu işaretler arasında daha önce gözlemlenmiş sızıntı suları, su kaynakları, kaldırımlarda, yollarda ve zeminde daha önce görülmemiş kabarmalar ve yeni çatlak oluşumları, temellerde, rijit zeminlerde görülen kıvrımlanmalar ve çatlaklar, kanalizasyon, su ve gaz boruları, gibi yeraltı döşeme yapılarının kırılması/patlama, telefon direkleri, istinat duvarları, bahçe çitleri, ağaç ve bitki köklerinde oluşmuş olan eğilme/bükülme şeklinde gelişen bozukluklar, kapı ve pencerelerin çerçevelerinde oluşan deformasyonlar ve yapıların taşıyıcı donatı ve temellerinde meydana gelen çatlaklar sayılabilir.

Asıl heyelanların oluşumunda, su, hazırlayıcı bir rol oynar. Fakat asıl heyelan kütlesi, su ile hamurlaşmış halde değildir. Kuru bir kitle halinde, fakat kaymaya uygun bir zemin üzerinde yer değiştirmiştir. Bu tip heyelanlar Türkiye’de sık sık oluşurlar. Eğim ve su heyelanının oluşmasında en önemli faktörlerdir. Şevin ya da yamacın eğimi arttıkça burada bulunan kütleler daha kolay hareket ederler. Arazide bulunan zeminlerin gözenekli yapıda olması, tabakaların arasına suların sızmasına neden olur. Bu arazilerde bulunan killi topraklar bol miktarda su emerek yumuşarlar ve heyelanların oluşmasına katkı sunarlar. Buna karşılık, gözenekliliği az ve suyu ememeyen daha katı kütlelerin bulunduğu arazilerde heyelan oluşumu azdır. Tabakaların eğiminin, arazinin eğim yönüne doğru olması da heyelanların oluşmasında etkilidir.

Canlı hayatına ve doğaya büyük ölçüde zarar verebilen heyelanların, oluşum sistemlerinin tespit edilmesi önemli bir kriterdir. Heyelanların çözümünde mühendislik jeolojisi bilinen yöntemlerin kullanılması bizi daha çabuk sonuca götürür.

1.1. İnceleme Alanı

Bu yüksek lisans tezi kapsamında, Siirt ili, Eruh ilçesi; Jandarma Komutanlığı içinde bulunan Hizmet Binası ve Lojmanların çevresinde bulunan killi zeminde meydana gelen heyelan alanındaki Şekil 1.1 zeminlerin jeolojik ve jeoteknik parametreleri incelenerek şev stabilite analizi yapılmıştır.



Şekil 1.1. İnceleme alanına ait yer bulduru haritası.

1.2. Jeomorfolojik ve Çevresel Bilgiler

Siirt ili topraklarının büyük bir bölümü dağlarla kaplı olup, arazi dalgalı ve engebeli bir yapıya sahiptir. Eruh İlçe merkezinin kuzeyinde güneydoğu Toroslarının uzantısı olan sıra dağlar arasında bulunmakta, bu dağlar kuzeyden ve güneyden Şırnak ve Hakkari dağları ile birleşmektedir.

Güneydoğu Anadolu Bölgesi, Siirt ili ve çevresinde karasal iklim özelliği görülmektedir. Yazlar çok sıcak ve kurak, kışlar soğuk ve yağışlıdır. Siirt ili, Güneydoğu Anadolu Bölgesinin kuzeydoğu ucunda bulunur, bölge düzlüklerinden sonra aniden yükselmekte ve bu nedenle kuzey ve doğu kesimlerinde bol yağış görülmektedir. Siirt il alanı, Dicle Irmağının önemli su toplama alanlarından birini oluşturmaktadır. Siirt ilinin doğu ve güneyinden Botan, batısından ise Kezer çayı akmaktadır. Bu iki kaynağın toplam yıllık ortalama akımı 6,2 milyar m³/yıl kadardır. Akarsuların doğal akış rejimleri çok düzensizdir. Maksimum akımlar minimum akımların 550-600 mislini bulmaktadır. Bu durum erozyona ve mansapta taşkınlara yol açmaktadır.

İnceleme alanı coğrafi konum itibariyle Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde yer aldığından kışları soğuk ve yağışlı, yazları çok sıcak ve kurak olan karasal iklimin özelliklerini taşımaktadır. Yıllık ortalama yağış 729,3 mm dir. Yıllık yağışın ancak % 4'ü temmuz-ağustos-eylül aylarında görülmektedir. Aynı aylardaki buharlaşma 1790 mm olan yıllık buharlaşmanın % 60' ı kadardır. Siirt ilinde ortalama sıcaklık 16,0 °C, temmuz ayı (en sıcak ay) ortalaması 30,1 °C, ocak ayı (en soğuk ay) ortalaması 2,3 °C'dir. Ocak ayında ölçülmüş en düşük sıcaklık -4,7 °C, en yüksek sıcaklık 7,3 °C iken ağustos ayında ölçülen en yüksek sıcaklık 43,3 °C'dir.

1.3. Amaç ve Kapsam

Bu tez çalışmasında amaç, Siirt İli'nin Eruh ilçesinde killi zeminde meydana gelen heyelan alanının zemin özellikleri, zeminin litolojik ve jeolojik özellikleri, fiziksel ve mekanik değişimleri ile jeoteknik parametre sonuçları elde edilmesi amacıyla sondaj

çalışmaları yapıp zemin numuneleri alınarak, bunların laboratuvar sonuçlarının değerlendirilmesi hakkında bir çalışma yapılmıştır.

Bu tez çalışmasının ikinci bölümünde, meydana gelen heyelanın “*Stable Slope Stability Analysis Programı*” kullanılarak şev stabilite analizi yapılmış, şev stabilite koşulları araştırılıp değerlendirilme yapılmıştır. İnceleme alanındaki zemin probleminin belirlenmesi ve çözümüne yönelik zemin iyileştirme önlemlerinin alınması ile ilgili öneriler tartışılmıştır.

1.4. Heyelanlar (Eğri Yüzeyli Kaymalar)

Kütle hareketleri, yeryüzü üzerinde inşa edilen yapıların konumunu, şeklini değiştiren, şevlerde, yamaçlarda ve arazilerde görülen her türlü yer değiştirme hareketleridir. Litolojik özellikler, suya doygunluk, iklim koşulları, bitki örtüsü, deprem, erozyon ve yamaç eğiminin değişmesi gibi doğal nedenlere bağlı oluşabileceği gibi baraj, kanal ve tünel yapımı gibi nedenlerle yapılan kazı çalışmalarında ortama uygun şev yapısını oluşturmada gerekli ve yeterli mühendislik önlemlerinin alınmadığı yapay nedenler de heyelanı meydana getirmektedir.

Kütle hareketleri arasında en önemli olan ve en sık görülen heyelan, yer kayması olarak da bilinmekle birlikte heyelan genel olarak, şevleri ve yamaçları meydana getiren toprak ve kayanın yer çekiminin etkisi altında kalarak, eğim aşağı doğru hareket etmesi olarak tasvir edilmektedir (Görcelioğlu, 2003). Heyelanlar, zeminde fiziksel özelliklerin değişmesi ve tabakaların sahip olduğu farklı bileşimlerden oluşmuş kompleks jeolojik yapılar ve yer değiştirmelerdir (Bogoslovssky, ve ark., 1977). Taş, toprak veya bunların karışımından oluşan bir zeminin ya da çeşitli kayaçların, bir yüzey boyunca, hissedilebilir bir şekilde hareket etmesi de heyelanı oluşturur (Erguvanlı, 1982). Toprak, kil, silt, kum, kaya karışımından oluşan ayrışmış ya da az tutturulmuş zeminler ile aşırı sık çatlaklı, bloklu, parçalı zeminleşmiş kayaların, eğri bir yüzey üzerinde, yataya doğru hissedilebilir bir şekilde hareket etmesi heyelan (landslide) olayını meydana getirir (Yıldırım ve Gökaşan, 2013).

Heyelanların oluşum mekanizmasını iyi anlayabilmek için heyelanları meydana getiren birimlerin jeolojisini, litolojisini, jeoteknik özelliklerini, alanın çevre koşullarını

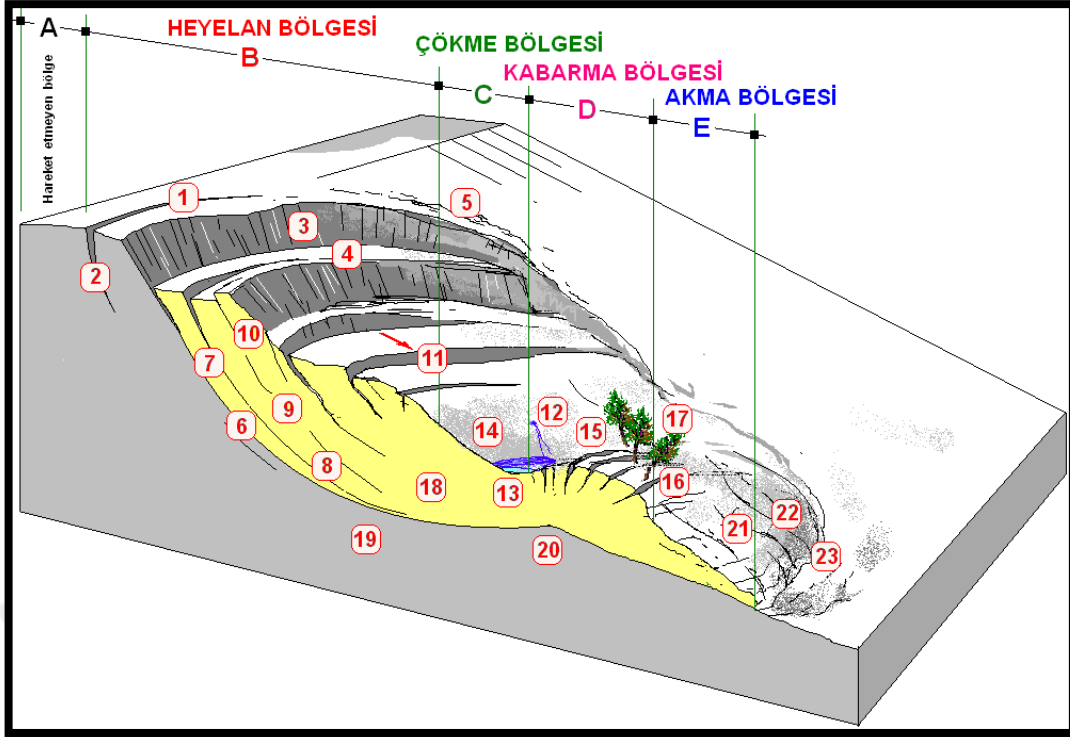
ve iklim özelliklerini de bilmek gerekir. Doğal ve insan kaynaklı olarak sınıflandırılan heyelanlar, genel olarak karmaşık ve büyük çevresel faktörler topluluğudur (Carrara ve ark., 1999). Genellikle Heyelanların oluşmaları zamana bağlı olarak artış görülmektedir (Schuster, 1996).

Heyelan artışın ana nedenleri, topuk kısımdan yük alınmasına devam edilmesi, kitleye yük ilavesi, heyelan oluşmasına duyarlı bölgelerde endüstriyel ve kentsel gelişmeler, heyelan bölgelerdeki ormanların yok edilmesi ve iklim koşullarına bağlı olarak artan bölgesel yağışlardır. Heyelanlar, kütlenin yamaç eğiminde aşağı doğru hareketine sebep olan kaydırıcı kuvvetlerin büyüklüğünün, bu kütle hareketinin aşağı doğru kaymasını engelleyen tutucu kuvvetlerin büyüklüğüne eşit olması ya da kaydırıcı kuvvetlerin büyüklüğünün tutucu kuvvetlerin büyüklüğünü aşması durumunda oluşmaktadır.

Heyelan oluşumunu etkileyen en önemli faktörlerden biri, eğim miktarının artmasıdır. Bu durumda heyelanın oluşumunu daha çabuklaştırır. Özellikle tabakaların eğim doğrultusunda uzandığı sahalarda yer kayması kolaylaşır. Bir diğer önemli faktör, heyelan oluşumunun genellikle şiddetli yağışlardan veya zeminin ıslak olduğu mevsimlerde artmasıdır. Şiddetli yağmurlar ya da karların, buzların erimesi kayaların içine fazla miktarda suyun sızmasına neden olur. Sonuç olarak; ortam malzemenin yapısına bağlı olarak plastisite ve likidite sınırlarına ulaşır. Zeminin yapısında bulunan kil türü ve oranı heyelanın oluşmasını arttıran ya da azaltan bir başka ifadeyle heyelanların yayılış geometrilerini tayin eden önemli bir faktördür.

Ayrıca killi zeminler su aldığından şişerek kayganlaşmaya neden olur. Doğal bitki örtüsünün tahrip edildiği yamaçlarda, yeraltına sızan sular, topraktaki boşluk ve gözeneklerde birikip, toprak hacminin artmasına neden olarak, toprağı aşındırıp oyuklar ve yarıklar oluşturmaktadır. Bu durumda oyuk ve yarıklarla dengesi bozulan yamaçlarda kitleler boyunca kaymalar meydana gelmektedir.

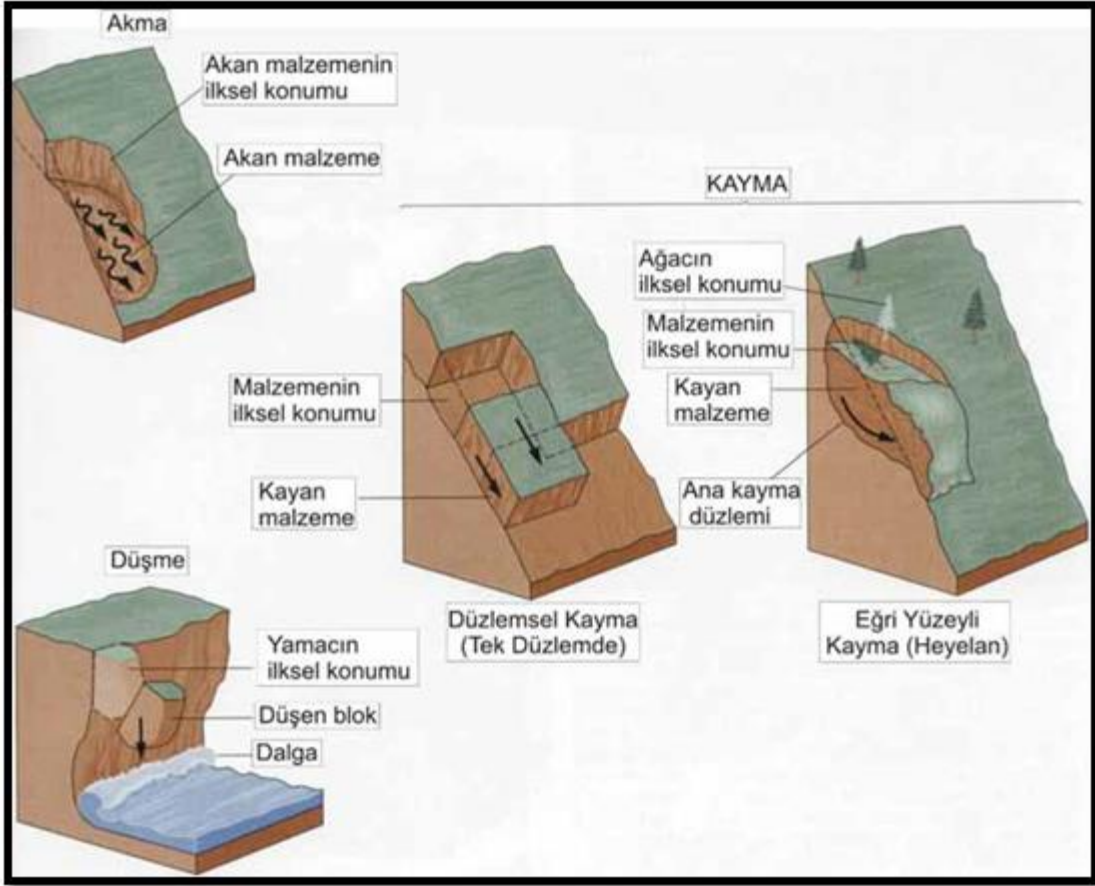
Heyelanlarda kayma, dayanımın en az olduğu noktalar boyunca oluşur ve kayan malzeme içbükey oluşan (dairesele, dairesele düzlemsel hiperbol ya da silindir) bir kayma yüzeyi üzerinde dönerek yer değiştirir (Yıldırım ve Gökaşan, 2013). Heyelan tip kesiti Şekil 1.2' de gösterilmiştir.



Şekil 1.2. Heyelan kesiti (Ulusay, 2001).

1.4.1. Şev Stabilitesinde Kayma Tipleri

Şev stabilite analizlerinde, hareket eden malzemenin türü, hızı ve şeklinin yanı sıra kayaların mekanik, yapısal özellikleri, çevre koşullarının da etkisiyle farklı şekillerde süreksizlik düzlemleri boyunca meydana gelen kaymalarla karşılaşılabilir ve bu kaymalar hareket yüzeyinin şekline göre isimlendirilirler. Bu parametrelere göre kitle hareketleri genel olarak Düşme, Devrilme, Akma, Kayma, Çökme ve Oturma, Karmaşık kitle hareketleri vb. isimler alırlar. Tipik bir heyelanı oluşturan karakteristik kısımlar Şekil 1.3' de verilerek tanımlanmıştır.



Şekil 1.3. Kitle hareketlerinin türlerine ait bazı örnekler (Mc Geary vd., 2004).

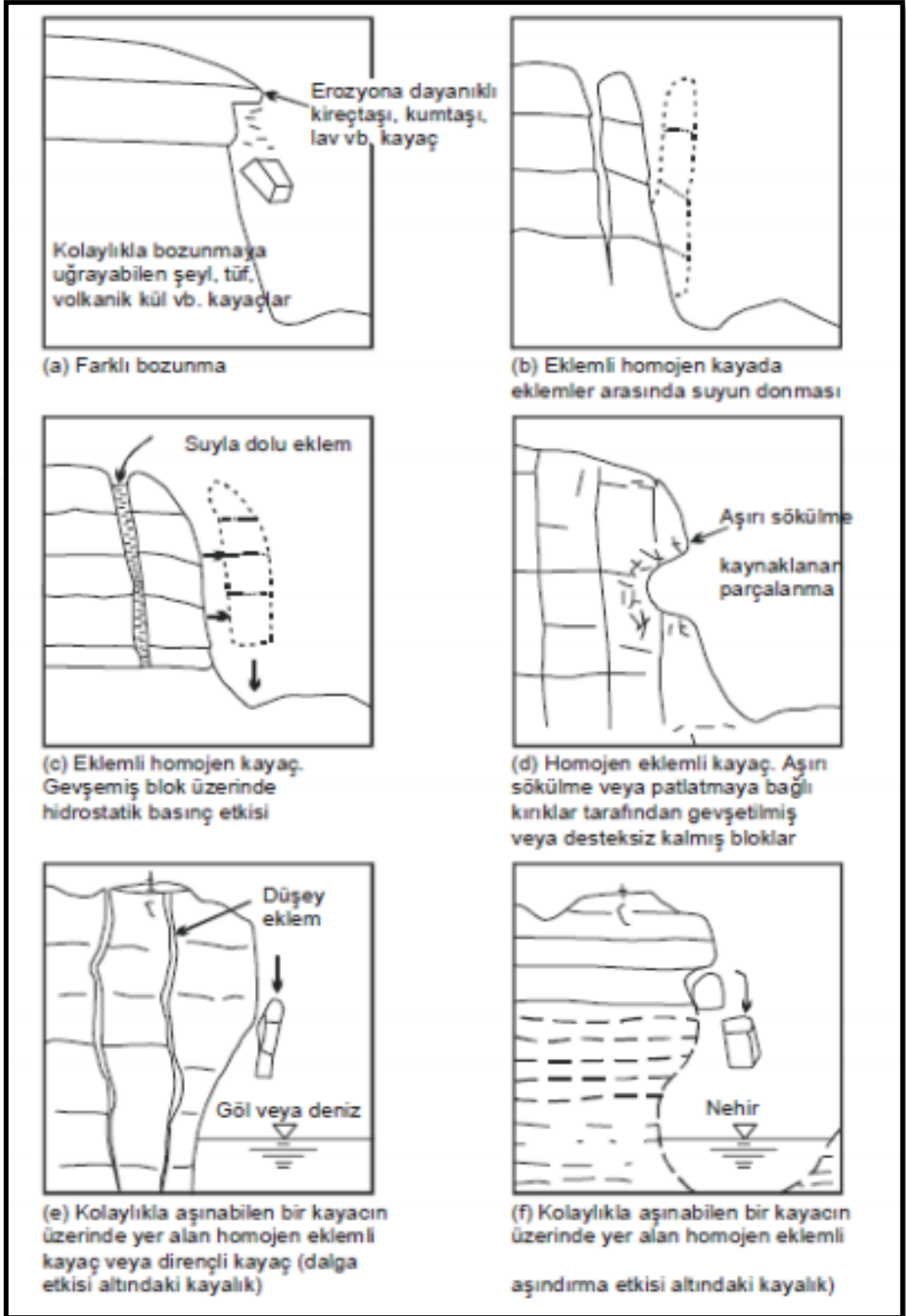
Heyelanlar Varnes (1978) tarafından sınıflandırılarak bir değerlendirme sistematığı getirilmeye çalışılmıştır (Çizelge 1.1).

Çizelge 1.1. Yamaç hareketleri(Varnes,1978).

HAREKET TİPİ	MALZEMENİN TİPİ		
	ANAKAYA	ZEMİNLER	
		İri taneli	İnce taneli
DÜŞME	Kaya düşmesi	Moloz düşmesi	Zemin düşmesi
DEVİRİLME	Kaya devrilmesi	Moloz devrilmesi	Zemin devrilmesi
KAYMA	DÜZLEMSEL	Kaya kayması	Moloz kayması
	DAİRESEL		
YANAL YAYILMA	Kaya yayılması	Moloz yayılması	Zemin yayılması
AKMA	Kaya akması (Derin akma)	Moloz akması	Zemin akması
KARIŞIK	Başlıca iki veya daha fazla hareket tipinin karışımı		

1.4.1.1. Düşme

Dik kazı şevlerinden, deniz, göl ve vadi kenarlarındaki falez ve dik yamaçlardan, yer altı kazı ve mağara tavanlarından, değişik büyüklükteki kaya ya da toprak parçalarının, yerçekimi etkisi ile aşağıya düşmesidir. Bu gibi yerlerde, kayaçların içerdiği çatlaklarda biriken suların hidrostatik basıncı, ardışıklı olarak donma-erimesi, falez, dik şev ve yamaçların topuk kısımlarında yapılan kazılar, rüzgar, dalga ve akarsuların aşındırma ve oyma işlevleri düşmenin nedenlerindedir. Düşme olayında rol oynayan önemli etkenlerden biri de, olayın görüldüğü yerdeki kayaçların yapısal ve litolojik özellikleridir. Farklı litolojideki birimlerde farklı aşınma sonucunda düşme türündeki kitle hareketleri sıkça görülür (Tarhan, 1989). Değişik faktörlerin etkisiyle meydana gelen düşmeye örnekler Şekil 1.4' de görülmektedir.



Şekil 1.4. Düşme türü duraysızlıkta etkin olan başlıca mekanizmalar (Broms, 1975).

1.4.1.2. Devrilme

Kaya yamaçlarının stabilitesi, öncelikle kayaçların içerdiği süreksizlerin doğrultu eğimleri, sıklıkları ve kayma direnci parametreleri tarafından kontrol edilir. Bu nedenle devrilme türü kitle hareketinde, teorik arazi ve laboratuvar çalışmalarına ayrı bir özen gösterilmesi gerekir. Süreksizlik içeren kayalarda devrilme türü kitle hareketi mekanizması, süreksizliklerin sınırladığı kaya bloklarının ve bu bloklara etki eden kuvvetlerin birlikte incelenmesi ile ortaya çıkar. En basit haliyle eğik bir yüzey üzerinde süreksizliklerle sınırlanmış tek bir kaya bloğu ele alınarak bloğu etkileyen kuvvetlerin stabilite analizi yardımıyla kayma ve devrilme durumları incelenebilir. Devrilme türü kitle hareketinde eğik yüzey boyunca kayma söz konusu değildir. Burada önemli olan blok ağırlık vektörünün bloğun eğik yüzey üzerindeki dayanma alanı ile olan ilişkisidir. Ağırlık vektörü, dayanma alanı içinde kalıyorsa blok duraylı, dışında kalıyorsa blok duraysızdır. Dayanma sınırından geçiyor ise blok limit dengededir. Buradaki hareket bir dönme hareketidir. Dönme bloğun eğim aşağısındaki kenarı boyunca olmaktadır (Tarhan, 1989).

1.4.1.3. Akmalara

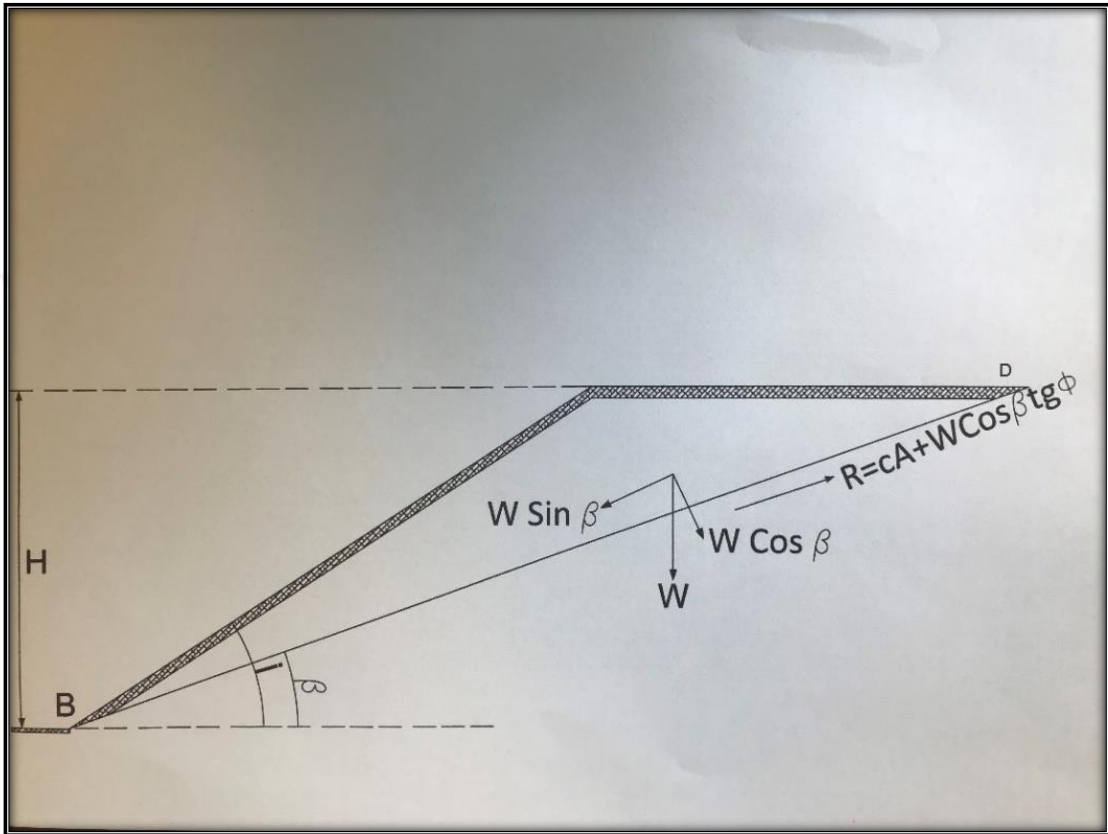
Yamaçlarda kayaçların ayrışması sonucu oluşmuş kumlu, killi zeminlerde, toprak ya da taş-toprak karışımından oluşan gevşek tutturulmuş yüzeysel örtünün, su miktarının artması sonucunda bazen gözle fark edilemeyecek kadar yavaş bazen de hızlı akar. Akan malzeme türüne göre de kaya-blok, moloz toprak akması denir. Akan malzeme, su içeriği artması halinde ise topraklar çamur akması şekline dönüşür.

1.4.1.4. Kaymalar

Kayaçların yamaç aşağı, bir yüzey boyunca hissedilebilir bir şekilde hareket etmesiyle kaymalar meydana gelir. Kaymalar, kayma yüzeylerinin şekline göre kaya kaymaları olarak da adlandırılan düzlemsel kaymalar ile genellikle ince taneli zeminlerde görülen dairesel kaymalar olmak üzere iki ana grupta ayrılır. Belirgin bir

yenilme yüzeyi boyunca oluşan kaymalar, yavaş veya orta derecede bir hızla hareket edebilirler.

Düzlemsel Kaymalar şev koşulları için gerekli tüm koşulları aynı anda içermemesi nedeniyle genellikle kaya şevlerinde az görülür. Bu tür kaymalarda şev yüzeyi altında geçen ikinci bir eğimli süreksizlik düzlemi (BD) mevcuttur (Şekil 1.5).

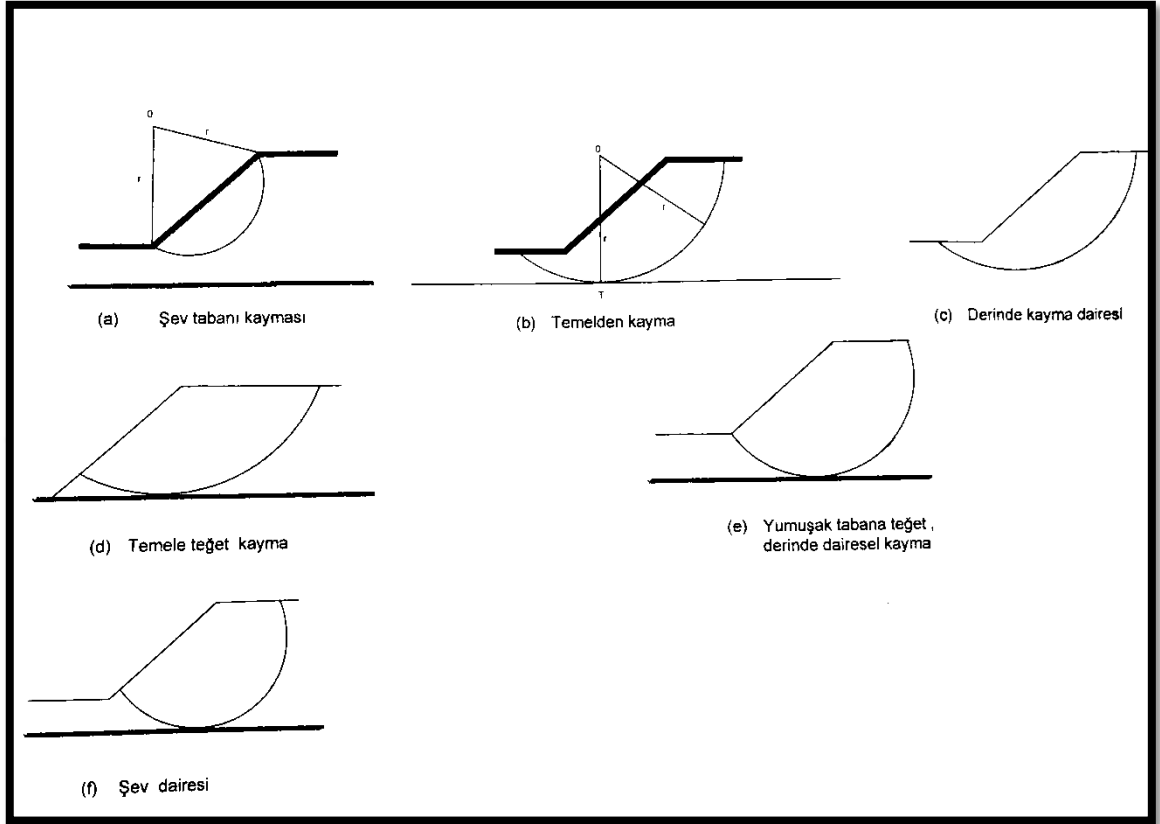


Şekil 1.5. Düzlemsel kayma gösteren bir kaya şevi (Hoek, 1970; Hoek ve Bray, 1977).

Genellikle düzlemleri veya dairesel kayma yüzeyleri aynı tür materyallerden meydana gelen şevlerde oluşurlar (Abramson ve ark., 1996). Dairesel kaymalar yüzey çökelleri veya bozmuş kayada gelişir ve bunlar doğal veya yapay olabilir. Yenilme yüzeyi enine kesitte kabaca kavislidir.

Tabaka örtülerinin kil, toprak ve çakıldan meydana geldiği ve bol eklemlili kayalardan oluşmuş sahalarda dairesel kaymalar fazla görülür. Bazı yerlerde, heyelan tepenin tabanında meydana gelmesi, tepenin üst kısmını desteksiz bırakacağı için başka heyelanlar da meydana gelebilir (Crandell, 1951). Dairesel kayma türünde belirgin bir yapısal süreksizlik görülmez, kayma açılan şevde kaymaya karşı en az dayanıklı

noktalar boyunca oluşur (Hoek, 1977). Çeşitli tipteki dairesel kaymalar Şekil 1.6' da görülmektedir.



Şekil 1.6. Dairesel kayma tipleri (Sherman, 1973 ve Smith, 1974).

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Petrol arama amacıyla Siirt topraklarında bugüne kadar çok sayıda araştırma yapılmıştır. İl alanı değişik jeolojik yaşta kütlelerden oluşmaktadır. Bölgenin arızalı topoğrafik yapısı ve jeolojik özelliklerine bağlı olarak heyelan ve çığ olayları oldukça etkilidir. Heyelanların çoğunluğu jeolojik açıdan olumsuz zeminlerde yerleşimlerin kurulması, çığ olayları ise zaten kısıtlı olan tarım arazilerini kullanmak için halkın dağ yamaçlarına yerleşmesinden ve meteorolojik olayların etkisinden gelişmektedir. Heyelan olayları sıkça görülmesine karşın, çığ olayları Baykan, Eruh, Pervari ve özellikle Şirvan İlçeleri' ne bağlı köylerde görülmektedir. Tehlike altında olan yerleşim alanları Siirt ili Bayındırlık ve İskan Müdürlüğü tarafından kontrol etütleri programında olup, izlenmektedir.

Güneydoğu Anadolu jeolojisinin sistematik olarak ilk ele alınması 1933-1934 yıllarında C. Taşman başkanlığındaki jeolog grup tarafından yapılmıştır. Ericson 1939' da Silvan Dağı' ndaki kireçtaşlarının yaşını Burdugalien olarak belirtmiştir.

Ericson (1939) Diyarbakır-Siirt Mıntıkasının jeolojisi Hakkında Rapor bir yayınlamıştır.

Paije (1946) Mardin, Diyarbakır, Siirt ve Cizre Arasında Kalan Anadolu'nun Cenubu Şarkisindeki Bir Kısımın Jeolojisi ile ilgili çalışmalar yapmıştır.

Ketin (1961-1964) Dağ kuşaklarının orojenik gelişmeleri esasına dayandığı sınıflama oluşturmuş, Güneydoğu Anadolu Sıradağları veya Kenar Kıvrımları Bölgesi gibi tanımlamaları yapmıştır.

Altınlı (1966) MTA (Maden Tetkik ve Arama Kurumu) dergisinde “Doğu ve Güneydoğu Anadolu'nun jeolojisi” adlı yayınında Midyat Kireçtaşlarının güneye bakan devamlı dik yarlar oluşturduğunu bölgenin Üst Miyosen litolojilerinin yumuşak yapılı kitle hareketi ve heyelana müsait lagüner-gösel ve karasal sedimanlardan oluştuğunu; yörede Pliyosen' in bir tahrip devresi gibi gözüküğünü belirtmektedir.

Perinçek (1980) Güneydoğu Anadolu Bölgesi, Oligosen dönemi ve sonunda yoğun tektonizmanın etkisi altında kaldığını ve bölgede önemli paleocoğrafik değişimler yaşandığını, bölgedeki çeşitli yapısal unsurların bu hareketlenmelere bağlı

olarak geliştiğini ve Orta Eosen sonrası tektonizma regresyona neden olup Eosen-Oligosen denizinin geometrisini değiştirdiğinden ve Germik Formasyonu sınırlı ve evaporitik koşullu regresif deniz ortamında olduğuundan bahsetmiştir.

Özgen ve ark. (2005)' nin yaptıkları çalışmalarda Siirt çevresinde kıvrımlı yapı elemanları, jeomorfolojik özellikleri ve gelişimi ile ilgili konular anlatılmıştır.

Yeşilova (2012) Baykan-Kurtalan-şirvan (Siirt) Arasındaki Tuz İçeren Birimlerin Stratigrafisi, Sedimantolojisi ve Ekonomik Önemi ile ilgili doktora tez çalışması yapmıştır.

Yeşilova (2012) Batman-Siirt Kuzeyi Stratigrafisi Ve Sedimantolojisi ile ilgili çalışmalar yapmıştır.



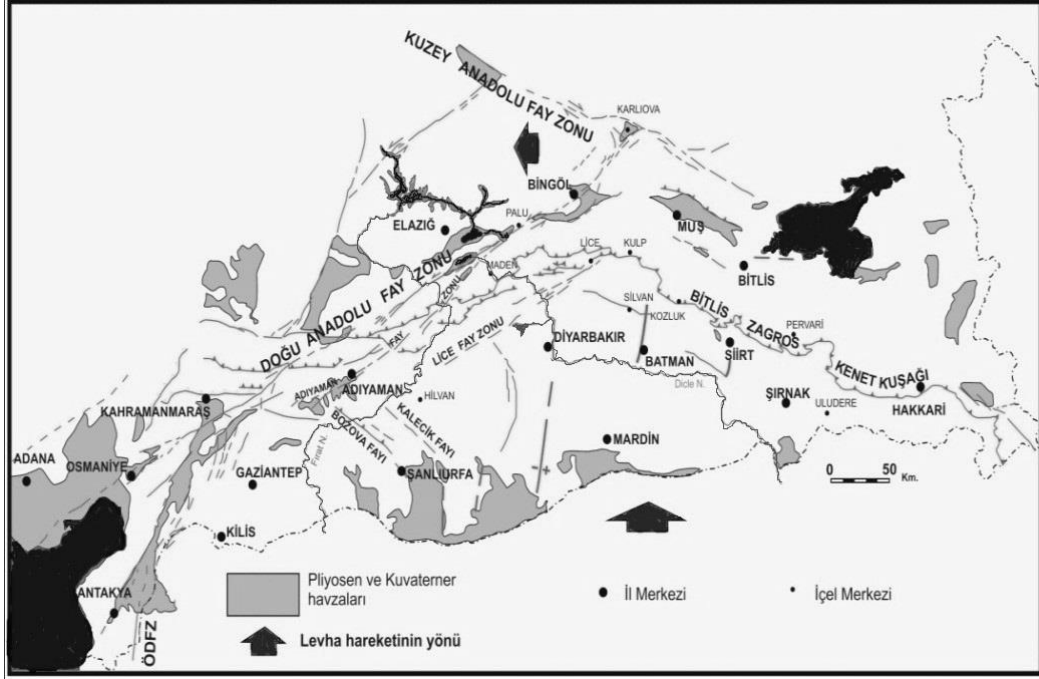
3. BÖLGENİN JEOLJİSİ ve TEKTONİK EVRİMİ

Afrika Levhası kendisini çevreleyen okyanus ortası sırtlarında uzaklaşan levha sınırlarındaki hareketlilik nedeniyle sürekli kuzeye doğru itilmiştir. Arap Plakası, Kızıldeniz'deki açılma nedeniyle daha da hızlı hareket etmiş ve kuzeye doğru kaymıştır. Avrasya ve Afrika-Arabistan levhalarının kuzey-güney doğrultuda yaklaşmaları sonucunda Alt-Orta Maastrichtiyen' de Akdeniz'in eski atası kabul edilen Tetis Denizi kapanmış ve bunu takiben Tortoniyen' de (yaklaşık 10 milyon yıl önce) Avrasya ve Arabistan plakaları, Güneydoğu Anadolu Bindirmesi veya Bitlis - Zagros Kenet Kuşağı (BZKK) boyunca çarpışmışlardır (Şengör, 1980). Bu dönemden Pliyosen' e kadar (2-5 milyon yıl önce) kuzey-güney yönlü sıkışmalar, kuzeyden bindiren bindirme fayları ve eksen doğrultuları yaklaşık doğu-batı yönünde olup, BZKK' ne paralel olan kıvrımlanmalar ile denk gelmiştir. Geç Pliyosen' de bu sıkışmalar, bindirme faylarıyla karşılanamaz hale gelerek, Üst Pliyosende makaslama kırıkları şeklinde sağ yönlü Kuzey Anadolu Fayı (KAF) ve sol yönlü Doğu Anadolu Fayı (DAF) egemen duruma gelmiştir (Perinçek ve Eren, 1990; Herece ve Akay, 1992; İmamoğlu, 1993, 1996).

Güneydoğu Anadolu Bölgesi tümüyle geniş bir plato şeklinde olup, bölgede kısmen faylı ve kıvrımlı jeolojik bir yapı mevcuttur.

Güneydoğu Anadolu bölgesindeki kıvrımlar çok sayıda ve farklı şekillerde olmasından dolayı önemlidir. Bu kıvrımların eksenleri genellikle DB uzanımlıdır. Kıvrımlanmalar tamamen kuzeyden güneye bindiren orojenik yapının etkisiyle kenar kıvrımları bölgesinde bulunan kayaçların üzerindeki kayaçların sıkışmasıyla oluşmuşlardır. Güneydoğu Anadolu Bindirmesi, Orta Miyosen sonunda oluşmuş Türkiye'deki ilk tektonik yapıdır (Perinçek, 1992). Bu kıvrımlanma hareketlerinin yoğunluğu bölgede bugünkü kıvrımlı topoğrafyanın meydana gelmesinde etkili olmuştur.

Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde bulunan önemli tektonik yapıların haritası Şekil 3.1' de verilmiştir.



Şekil 3.1. Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde bulunan önemli tektonik yapılar (İmamoğlu ve Çetin 2007' den alınarak değiştirilmiştir).

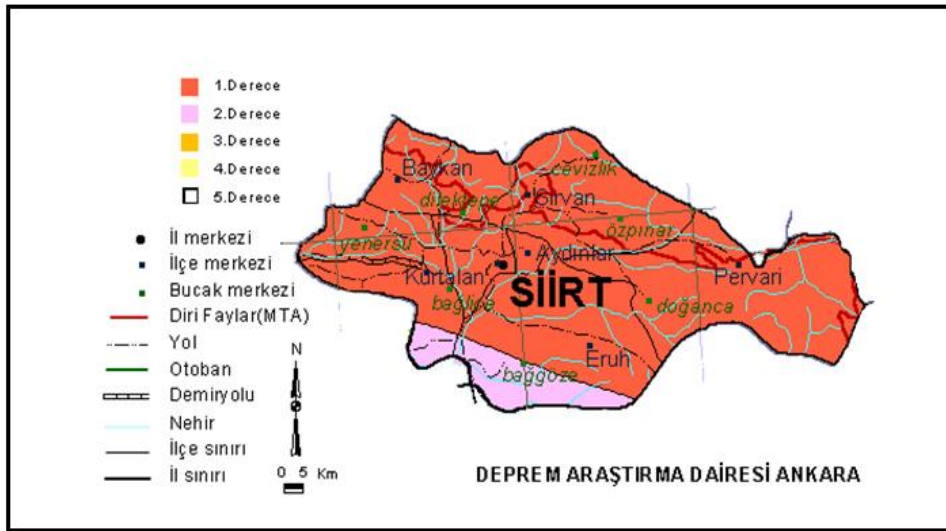
Kabuğun fayla kalınlaşması sonucu alt bölümde kısmi ergimeler meydana gelerek kabukta kırılmalar oluşmuştur. Bunun en önemli belirtisi Türkiye'deki volkanik faaliyetler ve kabuk yırtılması (KAF ve DAF) olaylarıdır. Bu olaylar sıkışma sonucunda meydana gelmiştir. Bu fayların oluşumu ve blokların hareket kazanması ile parçalanmış Anadolu levhasının, doğuya doğru bir koni biçiminde daralma ile yer alıp Karlıova' da birleşen KAF ve DAF ile oluşmuştur. Bu levhanın batıya doğru kayması ile Batı Anadolu bölgesinde özellikle Üst Miyosen sırasında (Messiniyen) zamanda D-B yönlü sıkıştırması ile Ege grabenlerinin oluşumu sağlanmıştır (Perinçek, 1992). Bölgede Prekambriyen' den güncel' e kadar çeşitli sedimanter çökeller, grup, formasyon ve üye aşamasında tanımlanmıştır. Üst Kretase ve Miyosen dönemindeki büyük Tetis okyanusunun kapanmasına neden olan etkin sıkışma tektonizması nedeniyle allokton birimlerin çokluğu ve yaygınlığı da görülmektedir (Perinçek ve ark., 1992).

Güneydoğu Anadolu Bölgesi ve yakın çevresi farklı jeolojik zamanlarda önemli tektonik olayların etkisinde kalmıştır. Buna bağlı olarak pek çok tektonik yapı gelişmiştir. Gelişen bu yapılar, Anadolu Levhası ile Arabistan Levhalarının Üst Kretase' den günümüze kadar, birbirleriyle olan karşılıklı hareketlerinin sonucudur (Bağırsakçı ve ark., 1995). Güneydoğu Anadolu Arap levhasının kuzeye bakan kıta kenarının şelfi üzerinde yer almaktadır. Bu alan; Güneydoğu Anadolu düzlüklerinin yer aldığı ön ülke alanı, Güneydoğu

Anadolu'yu kuzeyden kuşatan Toros Orojenik Kuşağı ve bu iki alan arasında kalan ve Toros Orojenik Kuşağından ön ülkeye doğru itilmelerin etkilerini taşıyan Kenar Kıvrımları Kuşağı olmak üzere tektonik kısımlara ayrılmıştır (Açıkbaş ve ark., 1981).

3.1. İnceleme Alanının Depremselliği

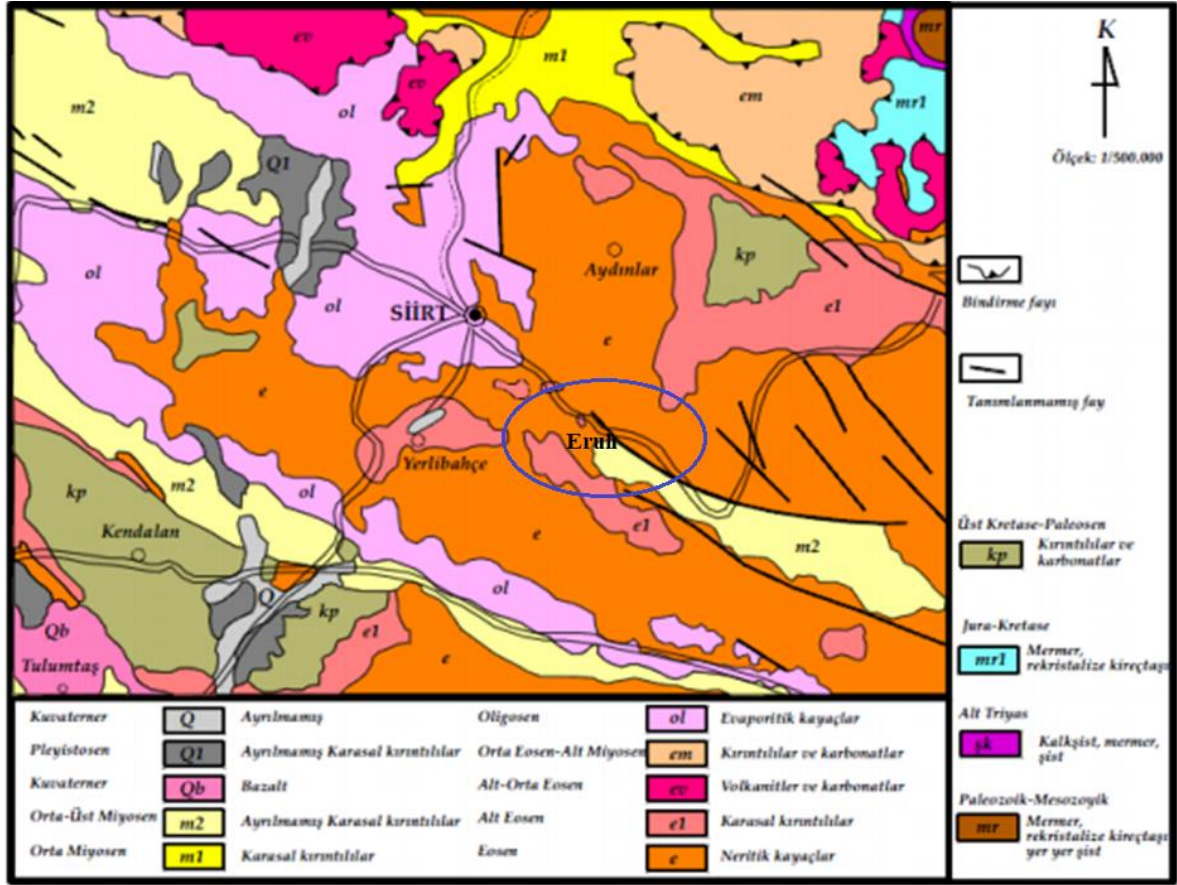
Güneydoğu Anadolu Bölgesinde olan engebeli topografya, yüksek rakım ve bölgenin jeolojik yapısı afet olaylarının oluşmasında etkilidir. Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nin tamamını kapsayan Arap-Anadolu blokları bindirme hattına bölgemiz yakın olduğundan depremlerde aktif bölgeyi oluşturur. Bölgede küçük ölçekli yer sarsıntıları görülmesine karşın, etkili bir deprem odak noktası il sınırları içinde bulunmamaktadır. Aktif fay hattına yakın olmasına nedeniyle bölgemiz 3. derece deprem bölgesinden 1. derece bölgesi içine alınmıştır. Siirt İli Deprem Haritası Şekil 3.2' de gösterilmiştir.



Şekil 3.2. Siirt ili deprem haritası (AFAD, Deprem Dairesi Başkanlığı).

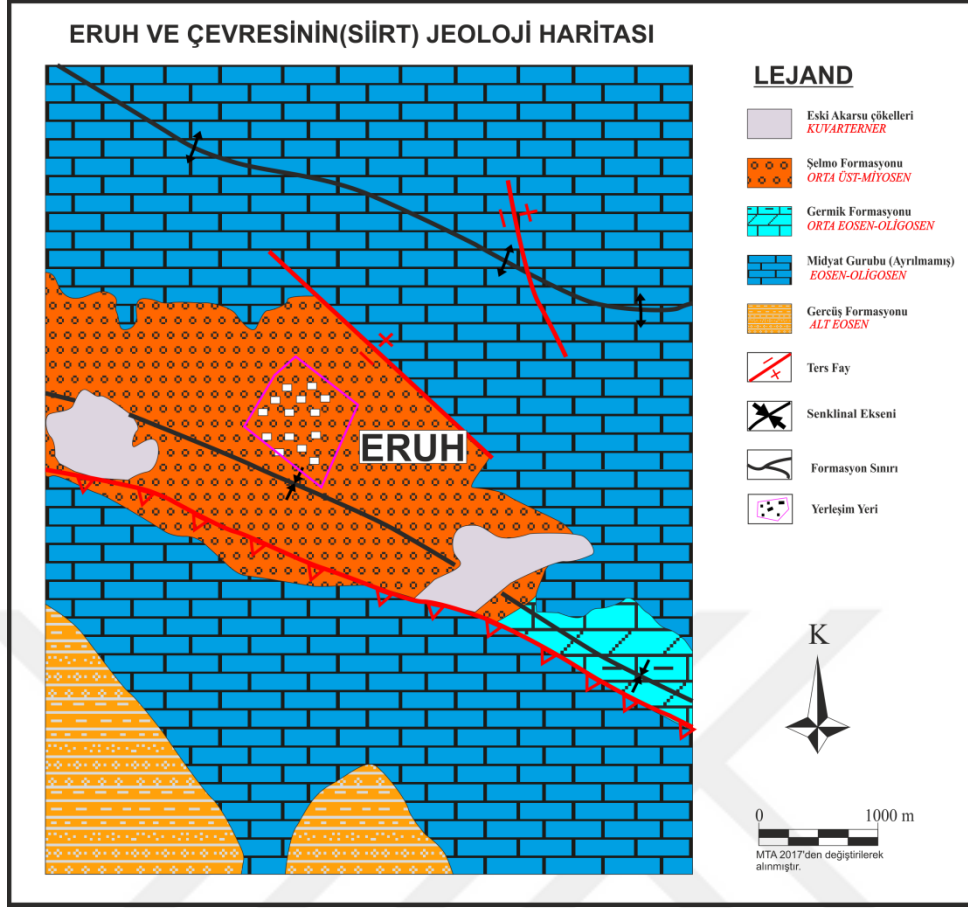
3.2. İnceleme Alanının Jeolojisi

Bölgede, jeolojik temeli Kambriyen ve daha yaşlı birimleri barındıran formasyonlardan oluşmuş kayalar bulunmaktadır. Bölgede Paleozoyik, Mesozoyik ve Senozoyik yaşlı magmatik ve sedimanter birimler yer almaktadır. Siirt iline ait 1/500.000 ölçekli genel jeoloji haritası Şekil 3.3' de verilmiştir (Alan ve Aksay, 2002).



Şekil 3.3. Siirt ili jeoloji haritası (Alan ve Aksay 2002).


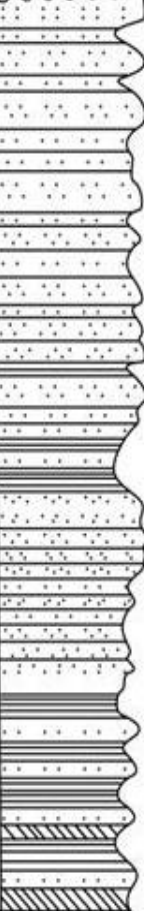
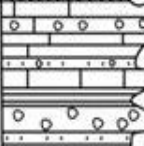
Çalışma alanındaki en yaşlı birim, sahada gözlenen, Güneydoğu Anadolu Otoktonuna ait birimlerden, alttan üste doğru alacalı-kırmızımsı renkli çakıltası, kumtaşı-şeyl-marn-silttaşı ardalanmalı, Midyat Grubu'na dahil olan, Alt Eosen yaşlı Gercüş formasyonu bu formasyon üzerine uyumlu olarak, Killi-tebeşirli kireçtaşlarından oluşan Eosen-Oligosen yaşlı Midyat gurubu (ayırılanmamış) ve bunların üzerinde ise uyumlu olarak gelen Orta Eosen-Oligosen yaşlı Germik formasyonu ve bunların üzerine uyumsuz olarak delen Orta-Üst Miyosen yaşlı Şelmo formasyonları kıvrımlanmış ve büyük bir çoğunluğu kuzeybatı-güneydoğu gidimli antiklinal ve senklinaller gelişmiştir. İnceleme alanında heyelan oluşumuyla yakından ilişkili olan antiklinal ve senklinaller K68B doğrultulu, 20° - 30° GB dalım göstermektedir. İnceleme alanının temeli Üst-Orta Miyosen yaşlı Şelmo formasyonundan oluşmuştur. Şekil 3.4' de inceleme alanının genel jeolojik haritası verilmiştir.



Şekil 3.4. İnceleme alanı jeolojik haritası (Referans MTA 2017).

3.2.1. Şelmo Formasyonu

Genelde karasal kırıntılı kayalardan oluşan formasyon Bolgi, (1961) tarafından adlandırılmıştır. Tip kesitinde Şelmo formasyonu toplam 455, 53 metre olarak ölçülmüştür (Şekil 3.5). Şelmo formasyonunda, hakim litoloji ayrılmış kiltası olup, bunun içerisinde, silttaşı, kumtaşı seviyeleri mercekler şeklinde bulunur. Adıyaman ovasında, palanlı, artan, halof yapılarının arasında ve güneyinde Midyat grubu; Diyarbakır ili Korudağ - Çermik-Çüngüş dolaylarında, Hazro antiklinalinin güney kanadında, Silvan, Gölöp - Belaşa ve Sason - Kozluk - Baykan yörelerinde, Hakkâri ili dolaylarında Silvan grubunun Fırat formasyonu üzerinde açılı diskordansdır (Tuna, 1973; Açıkbaş ve Baştuğ, 1975; Perinçek, 1979, 1989 ve 1990; Savcı ve Dülger 1980; Biçer 1981; Yılmaz 1982). Şekil 3.6' da inceleme alanının formasyonlarının dikme kesiti verilmiştir.

YAŞ	GRUP	FORMASYON	KALINLIK (m)	LİTOLOJİ	AÇIKLAMALAR
PLI- YOSEN		LAHTI			
MIYOSEN - PLIYOSEN		ŞELMO	455 - 53		MİLTAŞI - KUMTAŞI: Yeşilimsi gri, yeşil, kırmızımsı kahve renkli, yer yer çakıllı, ince-orta-kalın tabakalı, kırmızımsı kahve renkli şeyl ara seviyeli
ALT MIYOSEN	SİLVAN	KAPIKAYA			KİREÇTAŞI: Beyaz renkli, çakıllı. ÇAKILTAŞI - MİLTAŞI - ŞEYL

Şekil 3.5. Şelmo formasyonunun tip kesiti (Bolgi 1961'den faydalanarak hazırlanmıştır).

Şelmo Formasyonu, grimsi yeşil, pembe, yer yer kahvemsı mor renkli kumtaşı, şeyl, kumlu siltaşı, alt kesimlerde ara tabakalı beyaz renkli jips seviyelerinde, karbonat çimentolu, yumuşakça, kötü boylanmalı, kaba dokulu, poroz, alt seviyelerinde ince tabakalı, dağınık kireçtaşı çakıllı, üst seviyelerinde kalın ve çapraz tabakalı sertçe kumtaşı halindedir (Bolgi, 1961). Formasyon Orta-Geç Miyosen yaşlı kabul edilmektedir. Plaj kumları-geçiş-gel/git

düzlüğü ve playa ortamları gibi genelde karasal ortam fasiyeslerini yansıtır (Yılmaz ve Duran, 1997).

Cacas - Sason-Kozluk dolaylarında 400-800 m (Savcı ve Dülger, 1980) Batman İli Softek antiklinali kuzeyinde, Dicle nehri yakınında 100-200 m (Perinçek, 1980); Raman-Garzan arasındaki sahada mostra veren kısım 290 m (Bolgi, 1961) yeraltında, Bismil-Batman hattının hemen güneyinde Dicle vadisinden itibaren sıfır kalınlıkta başlayan Şelmo formasyonu, kuzeye doğru kalınlaşmaktadır. Germik ve Midyat kireç taşları üzerinde uyumsuzluk gösteren Şelmo formasyonu bölgede 1400 m. kalınlığa kadar erişebilmektedir (Eren ve ark., 2012).

3.2.2. Midyat Grubu (Eosen-Oligosen, Tm)

Midyat Formasyonu Batman ili, Kozluk, Sason Gercüş ve Hasankeyf ilçeleri etrafında yaygın olarak görülmektedir. Batman ilinin batısındaki Raman dağında yüzeylenmektedir. Formasyonun belirgin çökeltme ortamı: Sınırlı-yarı sınırlı, sığ-epirik, deniz-sığ, normal deniz-şelf kenarı, şelf önü-yamaç-yamaç ötesi, derin deniz, akarsu-alüvyon yelpazesi (Duran ve ark., 1988 ve 1989) dir.

3.2.3. Silvan Grubu (Alt Miyosen, Ts)

Silvan grubu yaşlıdan gence doğru Kapıkaya, Fırat ve Lice olmak üzere üç formasyona ayrılır. Kapıkaya formasyonu, evaporit ara tabakalı şeyl, siltaşı, kumtaşı ve konglomeradan, Fırat formasyonu resifal kireçtaşı ve karbonat çakılı kireçtaşından ve Lice formasyonu, kireçtaşı ve filiş karakterli siltaşı, marn ve kumtaşı ardalanmasından meydana gelmiştir. Formasyon Güneydoğu Anadolu'da Midyat grubu birimleri üzerine uyumsuz olarak gelir (Duran ve ark., 1988 ve 1989). Bütün alanlarda, Şelmo formasyonu tarafından da uyumsuz olarak örtülür. Batman-Siirt hattının kuzeyin de, şariyaj güneyinde mostra vermektedir.

S E N O Z O Y İ K				ÜST SİSTEM
PALEOJEN		NEOJEN		Kuvaterner
Alt Eosen	Eosen-Oligosen	Orta Eosen - Oligosen	Orta Üst - Miyosen	SERİ
MİDYAT GURUBU				GURUP
GERCÜŞ F.	MİDYAT GURUBU (ayrılmaması)	GERMİK F.	ŞELMO F.	FORMASYON
Teg	Tecem	Tog	Tıny	SİMGELER
0-100mt	116-126mt	0-200mt	0-50mt	KALINLIK(m)
				ALÜVYON
				Qat
				0-50mt
				BİRİM
				AÇIKLAMA
				Alüvyon
				Diskonformite
				Diskonformite
				Jips, Marn, Kireçtaşı, Dolomit
				Kireçtaşı, Killi kireçtaşı
				Konglomera, Kumtaşı, Kilitaşı vb.

Şekil 3.6. İnceleme alanının formasyon dikme kesiti.

4. MATERYAL ve YÖNTEM

Bu tez çalışması kapsamında; Siirt ili ile Şırnak illerini birbirine bağlayan anayolun ortasında yer alan Eruh ilçesi Jandarma Komutanlığı Hizmet Binası ve lojmanların çevresinde bulunan killi zeminde meydana gelen heyelan alanının arazi araştırmaları içerisinde zeminin yatay ve düşey yöndeki değişimlerini, zeminin mühendislik, litolojik ve jeolojik özelliklerini belirlemek amacıyla üç adet toplamda 60 metre derinliğinde araştırma sondaj çalışmaları yapılmıştır. Açılan sondaj kuyularında zemin tabakalarının fiziksel ve mekanik özelliklerini elde etmek amacı ile Standart Penetrasyon Testi (SPT) gerçekleştirilmiştir. Ayrıca, sondaj kuyularından alınan örselenmiş (SPT) ve örselenmemiş (UD) numuneler üzerinde zeminin su muhtevası, doğal birim hacim ağırlığı, Atterberg limitleri, elek analizi, konsolidasyon ve üç eksenli basınç deneyleri yapılmıştır.

İnceleme alanındaki heyelanlı bölge “*Slope Stability Analysis*” programı kullanılarak şev stabilite analizi yapılmıştır.

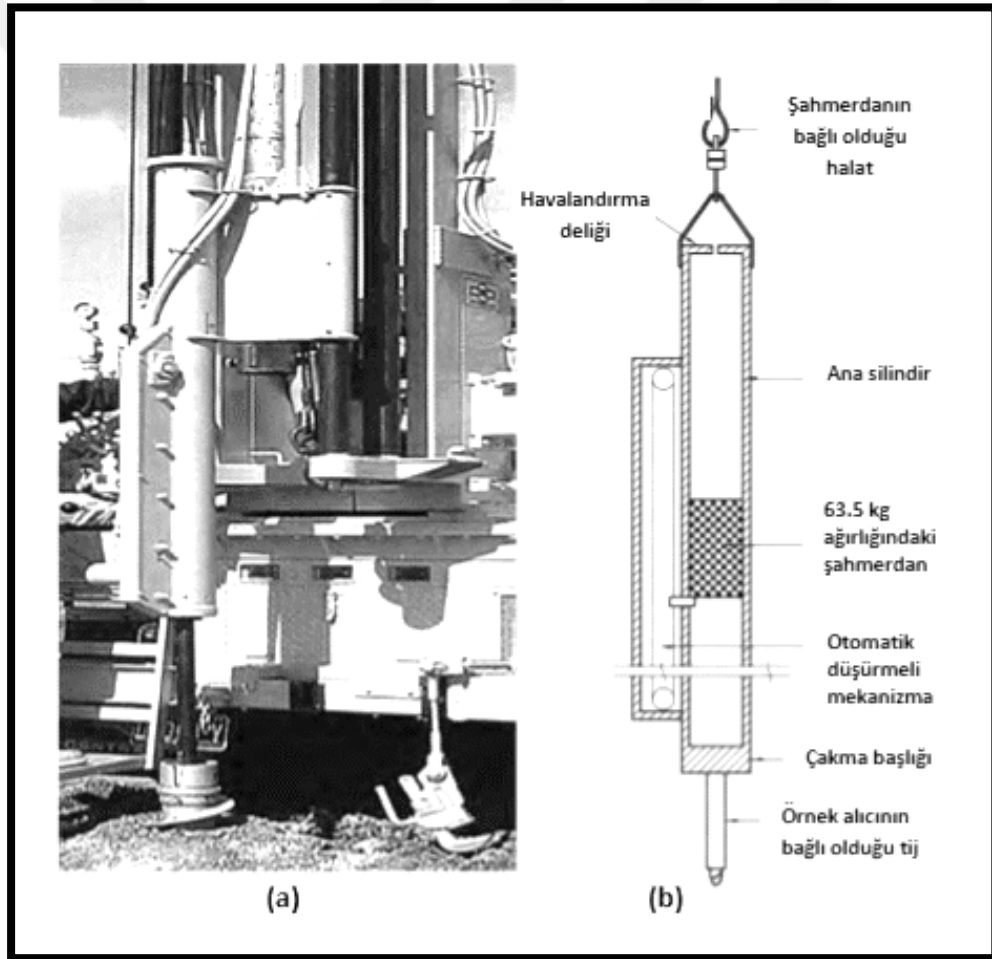
Ayrıca inceleme alanındaki birimin çok gevşek ve şişme özeliği göstermesi, zeminin 20,00 metreye kadar gevşek, suyla dağılma özeliği gösteren ve homojen olmayan birimlerden oluşmasından dolayı sıvılaşma riski olabileceğinden heyelan alanındaki probleminin belirlenmesi ve çözümüne yönelik zemin iyileştirme önlemlerinin alınması ile ilgili tartışılmıştır.

4.1. Arazi Çalışmaları

Standart Penetrasyon Deneyi (SPT) en sık ve güncel olarak kullanılan arazi deneyidir. ABD’de 19. yüzyılda su kullanılarak açılan sondajlarda zeminin türü sondaj kuyusundan çıkan sondaj çamurundaki zemin danelerinden tanımlanmıştır. Zemin türünü belirlemek için 1902’de Albay Charles R. Gow, 110 libre (yaklaşık 50 kg) ağırlığındaki bir şahmerdanla çakılan 1 inç (yaklaşık 2,5 cm) çapındaki açık tüplü bir örnek alıcı geliştirmiştir (Fletcher, 1965).

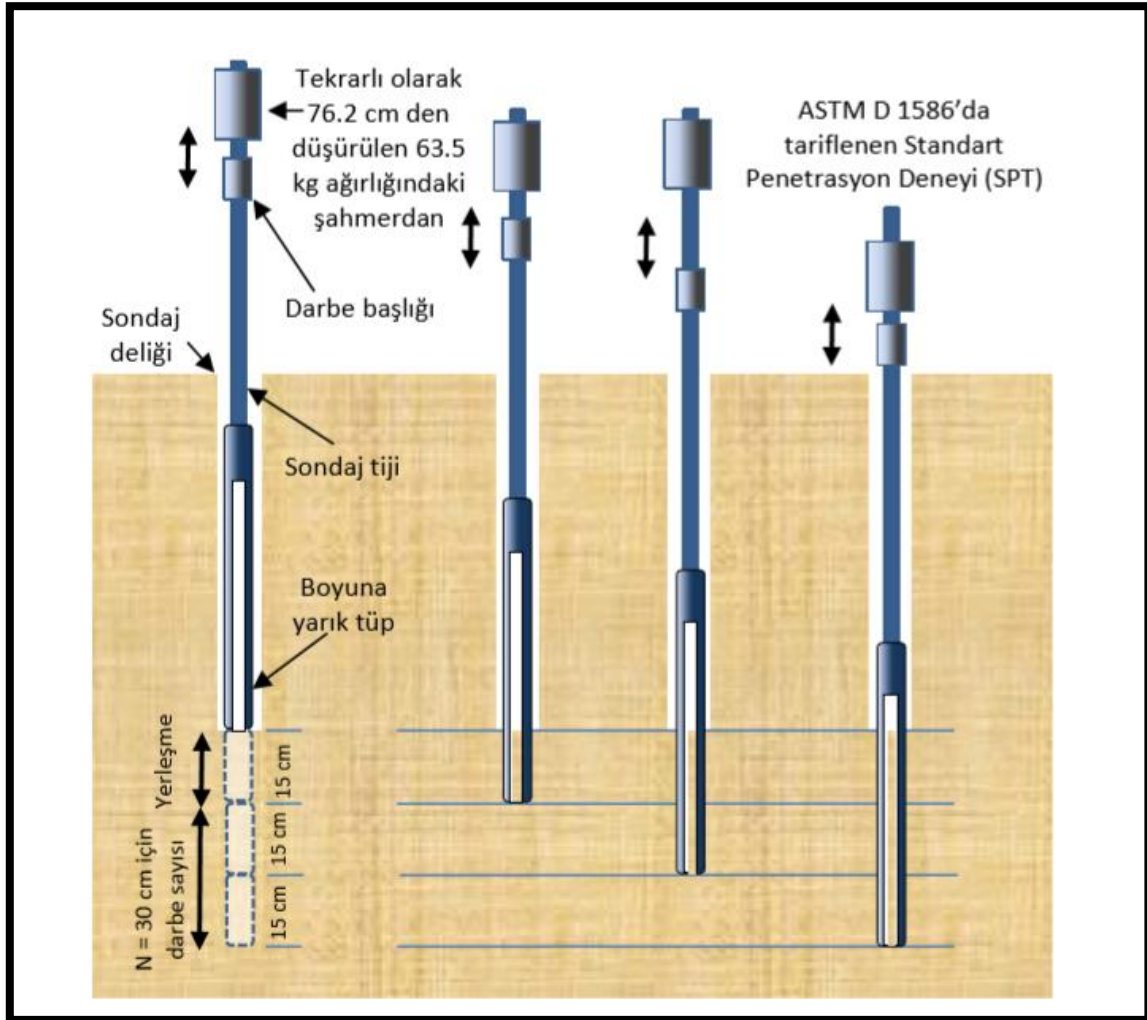
SPT ABD’deki Raymond Kazık Şti. 1920’ li zamanlarda, zeminin gerçekçi olarak tanımlanmasını ve zeminin mukavemeti ile ilgili bilgi edinmek amacıyla bir örnek alımı şeklinde kullanılmıştır (Douglas, 1983). Standart Penetrasyon Testi kavramı ilk olarak

Terzaghi tarafından 1947’de düzenlenen Teksas Zemin Mekaniği Konferansı’nda kullanılmış olup, günümüzde zeminin cinsini, kohezyonlu ve kohezyonsuz zeminlerin mukavemet, kıvam, sıklık ve sıvılaşma koşulları ile temel zeminindeki yaklaşık oturmayı ve taşıma kapasitesini tayin etmekte kullanılan bu deneyde, numune alıcı bir tüpün zeminin içerisine çakılması olarak ifade edilmiştir (Clayton ve ark., 1995). Elde edilen SPT sonuçlarında kohezyonlu zeminlerin kıvamlilik özellikleri, kohezyonsuz zeminlerin yaklaşık sıklığı, zeminlerin kayma mukavemetleri ve sıkışabilirlik parametreleri ve sıvılaşma potansiyelleri arasında pek çok korelasyon ve ampirik bağıntılar bulunmaktadır. Standart Penetrasyon Deneyi (SPT) kumlu zeminlerde gerçekçi ve tutarlı sonuçlar vermekle birlikte iri taneli zeminlerde yanıltıcı sonuçlar vermektedir (Kulhawy ve Mayne, 1990). Otomatik düşmeli SPT düzeneği Şekil 4.1’ de verilmiştir.



Şekil 4.1. Otomatik düşürmeli SPT düzeneği (a: FHWA, 1997, b: Coduto, 2000).

SPT deneyi açılmış bir sondaj kuyusunda yapılan bir arazi deneyidir. Deney süresi kısa ve yapım yöntemi basittir. Açılmış olan Sondaj kuyusunun içerisinde yapılan, ‘boyuna yarık tüp’ olarak bilinen standart örnek alıcısı, tijlerin en ucuna monte edilerek, tijler üzerine, 63,5 kg ağırlığındaki bir şahmerdanın 76,2 cm yükseklikten devamlı bir şekilde bırakılarak kuyu tabanında toplamda 45 cm’ lik bir itilme oluşuncaya kadar çakılarak gerekli olan darbe sayısının (SPT- N) belirlenmesi olarak ifade edilebilir. Sondaj önce 15 cm çakılarak kuyu tabanındaki örselenmiş derinlik geçilir, sonra 30 cm çakılır, sondajın 60 cm çakılması için gerekli vuruş sayısı standart penetrasyon direncini verir. Standart penetrasyon testi aşamaları Şekil 4.2’ de verilmiştir.



Şekil 4.2. Standart penetrasyon testi aşamaları (FHWA, 2002b).

SPT deney düzeneğindeki farklılıklar, deney sırasında operatörden veya standartlara uyulmamasından kaynaklanan hatalar ölçülen arazi değerlerini etkilemektedir. SPT-N arazi değerlerindeki değişimler Çizelge 4.1’ de gösterilmiştir.

Çizelge 4. 1. Çeşitli faktörler nedeniyle SPT-N arazi değerlerindeki değişimler (Kulhawy ve Trautmann, 1996).

SPT değişken		Deney Sonuçları Üzerinde Rölatif Etki
Grup	Parça	
Aletler	Standart olmayan numune alıcı	Orta
	Deforme olmuş veya hasarlı numune alıcı	Orta
	Tij çapı/ağırlığı	En az
	Tij uzunluğu	En az
	Deforme olmuş delgi tijler	En az
	Tokmak tipi	Orta önemli
	Tokmak düşürülme sistemi	Önemli
	Tokmak ağırlığı	En az
	Çakma başlığı boyutu	Orta -önemli
	Sondaj kulesi tipi	En az
Prosedür/operatör	Sondaj kuyusu boyutu	Orta
	Sondaj deliği stabilizasyon metodu	En az-önemli
	Sondaj kuyusunun temizlenmesi	Orta önemli
	Yetersiz hidrostatik su basıncı	Orta önemli
	Numune alıcının zemin üzerine oturtulması	Orta – önemli
	Tokmak düşürülme metodu	Orta- önemli
	Vuruşların sayıdaki hata	En az

Bu faktörlerin dışında siltli kumlu ve ince kumlu zeminlerde penetrasyon uygulaması sırasında boşluk suyu basınçlarının artması darbe sayılarını değiştirmektedir. Bu sebeplerden dolayı deney sonuçlarının yorumlanmadan önce SPT-N sayılarında düzeltmeler yapılması gerekmektedir. Bu düzeltmeler de Eşitlik (4. 1) ve Eşitlik (4. 2) kullanılabilir.

$$N_{60} = (N \cdot n_1 \cdot n_2 \cdot n_3 \cdot n_4) / 0,60 \quad (4.1)$$

N_{60} düzeltme hesabı için Eşitlik (4. 1) kullanılır.

Eşitlik (4.1)’ de; Şahmerdan Etkinliği (n_1) : 0,45; tij düzeltmesi (n_2); 0,75 kuyu çapı düzeltmesi (n_3); 1,00, numune alıcı düzeltmesi (n_4) : 1,2 dir.

İnce kum ve siltli kumlarda SPT değeri 15 den büyükse siltli kum düzeltmesi veya ince kum düzeltmesi de yapılabilir. Zeminden uzaklaşmayan suyun varlığı zeminin

dayanımını geçici olarak arttırmakta ve SPT değerlerinde yanıltıcı sonuçlar vermektedir. Bu nedenle, $N > 15$ darbe / 30 cm olması, zemin türünün ince kum veya siltli kum olması, deneyin yeraltı suyu seviyesi altında yapılmış olması, şartıyla elde edilen SPT değerlerinde siltli kum düzeltilmesi yapılmalıdır. Bu düzeltme Terzaghi ve Peck (1948) Eşitlik (4.2)' de verilmiştir.

$$N' = 15 + \frac{1}{2}(N - 15) \quad (4.2)$$

Eşitlik (4. 2)'de N' ; siltli kum düzeltilmesi yapılmış SPT-N değeridir.

4.2. Laboratuvar Çalışmaları ve Analizleri

İnceleme alanından alınan örnek üzerinde, laboratuvar çalışmaları kapsamında zeminlerin ve kayaların fiziksel özelliklerini belirlemek için yapılan sondaj kuyularından alınan örselenmiş (SPT) ve örselenmemiş (UD) numuneler için, zeminin doğal birim hacim ağırlığı, su muhtevası, elek analizi, Atterberg limitleri, üç eksenli basınç laboratuvar deneyleri yapılmıştır.

4.2.1. Doğal Birim Hacim Ağırlığının Belirlenmesi

Doğal Birim hacim ağırlık (γ_n), zeminin toplam ağırlığının, zeminin toplam hacmine oranıdır.

$$\gamma_n = \frac{w_t}{V} \quad (4.3)$$

Eşitlik (4.3)' de γ_n ; doğal birim hacim ağırlık, w_t : numunenin toplam ağırlığı, V ; numunenin toplam hacmi' dir.

Birim hacim ağırlığı deneyleri örselenmemiş numune üzerinde yapılmıştır. Örselenmemiş numuneden düzgün şekilli bir numune elde edilip boyutu 0,1 mm hassasiyetinden ölçülerek

hacmi hesaplanmıştır. Numunenin yaş ağırlığı 0,1 gram numunenin yaş ağırlığının hacmine, kuru hacim ağırlığı ise numunenin kuru hacmine bölünmesi ile hesaplanmıştır.

4.2.2. Su Muhtevası

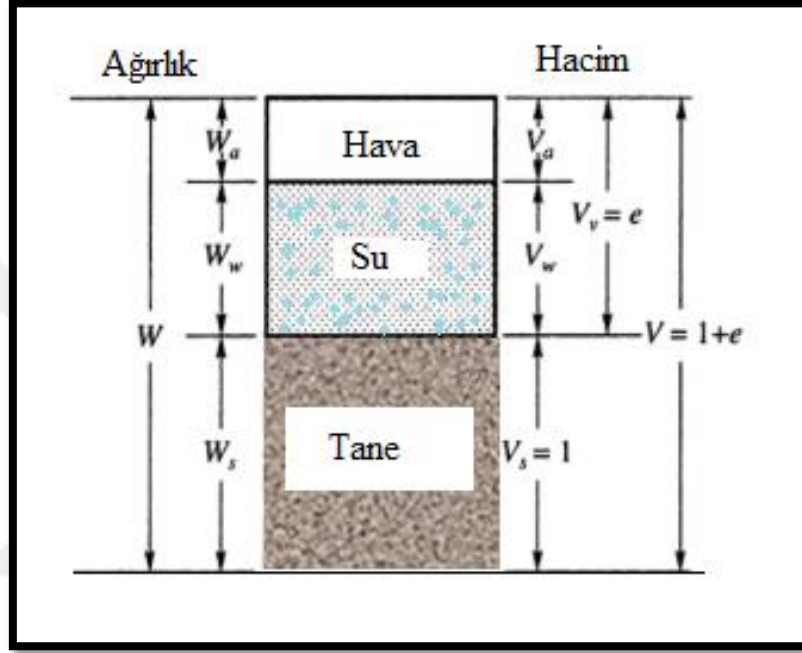
Su muhtevası, zemin içindeki su ağırlığının kuru dane ağırlığına oranıdır. Laboratuvarda su muhtevasının tayininde; su muhtevası kabı alınır ve tartılır. Kabın temiz olması önemlidir. Kabın içine yeterli miktarda zemin numunesi konulur ve tartılarak belirli bir sıcaklıkta ($105^{\circ}\text{C} - 110^{\circ}\text{C}$) kap fırına alınır. Yaklaşık 24 saat sonra numune çıkarılır ve tartılır. “Etüv Kurutma Yöntemi” su içeriğinin hesaplanması için yapılan bir laboratuvar deneyidir. Şekil 4.3’ de laboratuvarda etüv kurutma yöntemi ile su içeriği belirlenmesi verilmiştir.



Şekil 4.3. Etüv kurutma yöntemi ile su içeriği belirlenmesi.

$$W = \frac{W_w}{W_s} \quad (4.4)$$

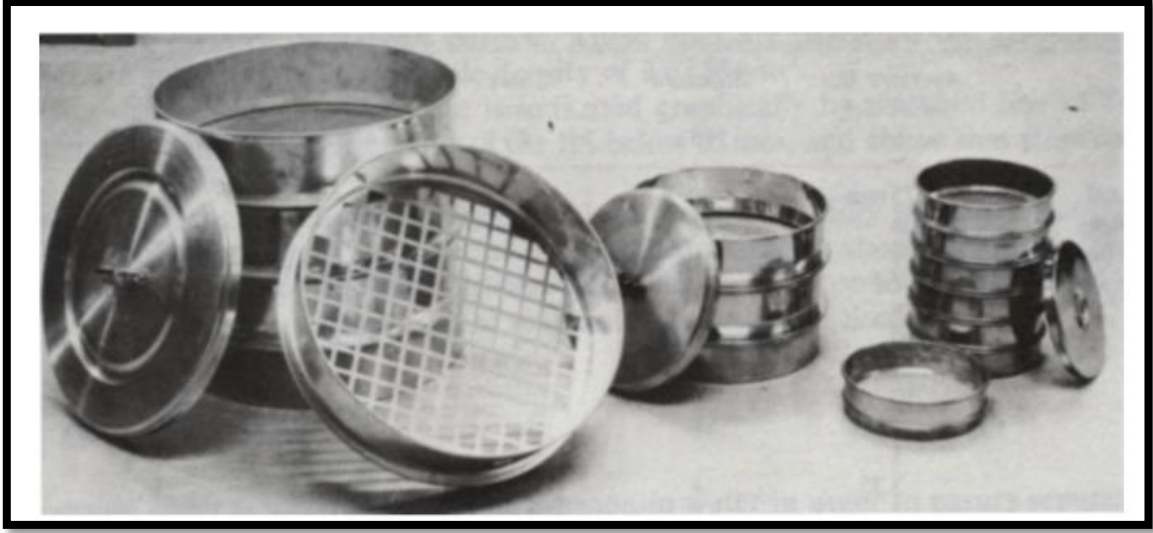
Eşitlik (4.4)'de ; W ; su muhtevası, W_w ; numunedeki suyun ağırlığı, W_s ; numunenin kuru ağırlığı' dır. Zemin diyagramı Şekil 4.4' de gösterilmiştir.



Şekil 4.4. Zemin diyagramı (Murthy, 2002).

4.2.3. Elek Analizi

Bu çalışmada Elek analizleri TS 1900' e göre, kuru yöntemle ve deney yeterli miktarda örnek teşkil edecek kuru numuneler üzerinde yapılmıştır. Numune gevşemesi için bir gece su içinde bırakılmış ve yıkanarak Standart #200, #100, #60, #30, #16, #8, #4, 1/4", 3/8", 1/2" no' lu eleklerden geçirilmiştir. Şekil 4.5' de elek örnekleri gösterilmiştir. Her elekte kalan yüzdesi 0,1 % hassasiyetle tayin edilmiştir.



Şekil 4.5. Numune boyutlu ölçüm elekleri (Head, 1992).

4.2.4. Atterberg Limitlerinin Belirlenmesi

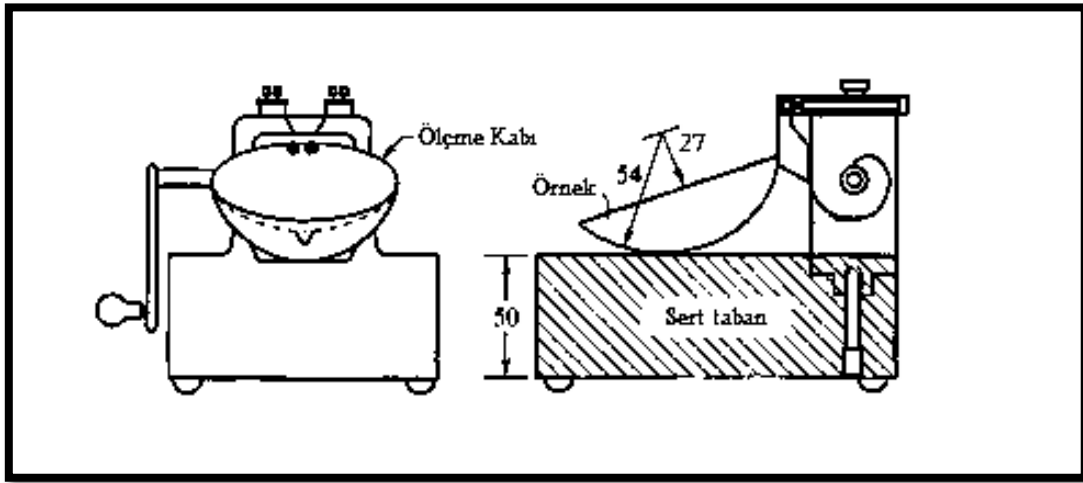
Kıvam limitleri olarak bilinen Atterberg limitleri; zeminin daneleri ile içerdiği su miktarı arasındaki ilişkileri ve değişen su miktarına göre zemin durumunun tanımlanmasını yaparlar. İnce taneli birimlerin bünyelerinde bulundukları suyun ölçüsüne bağlı meydana gelen değişimleri belirlemek için bazı sınır su muhtevası değerleri belirlenmiştir. Kil silt gibi ince daneli birimlerde kıvamlılık, çakıl ve kum gibi iri daneli birimlerde ise sıkılık kavramları kullanılmaktadır. İnce daneli birimlerin su içeriği değerlerini hesaplayabilmek için kullanılan düzeneğe Atterberg (1911) tarafından geliştirilmiştir.

Likit Limit (LL) İnce daneli zemin numunesinin kendi ağırlığı altında akmaya başladığı andaki su muhtevası olarak tanımlanır. İsveç'te likit limitin hesabı düşen koni deneyi ile belirlenmektedir (Hansbo, 1957). Karlsson (1977) bu iki deneyin güvenilirlik derecesi ile ilgili iyi bir değerlendirme yapmıştır. Bu deney, doğal olarak kendiliğinden kurumuş birimlerin likit limitinin bulunması ile ilgilidir. Likit limit, zeminin akışkan bir sıvı yoğunluğundan plastik bir yoğunluğa geçtiği andaki su içeriğinin bulunması için, Casagrande (1932) tarafından deneyin şekli ve uygulaması belirlenmiş ve günümüzde de bu deney uluslararası bir standart haline gelmiştir.

Likit limit deneyi Casagrande düzeneği ile belirlenir. Şekil 4.6 ve Şekil 4.7' de Likit Limit deney düzeneği (Casagrande) görülmektedir. Likit limit deneyinde, kurumamış kil zemin üzerine artılmış su ilave edilerek macun kıvamına gelene kadar derin bir porselen kap

içerisinde veya cam levha üzerinde spatula ile karıştırılır, daha sonra Casagrande aletinin çanak kısmına konur. Çanağı belirli bir yükseklikten düşürerek, çanakta bulunan kilin içerisinde açılan belli ölçüdeki yarığın kapanması için gereken vuruş sayısı bulunur.

Su içerikleri her yeni durum için değiştirilerek vuruş sayıları yeniden belirlenir ve en az 3 nokta bulunduktan sonra enterpolasyon (bilinmeyen bir değerden bilinen değişken değeri belirleme) yöntemi ile 25 vuruşa karşılık gelen su içeriği değeri birimin likit limitidir. Casagrande düzeneğinde pirinçten yapılmış çanağın ağırlığı, düşüşün yüksekliği, spatula ile zemin numunesinde açılan yarığın miktarı ve şekli gibi bazı standartlara bağlı olan düzenek, standartlara uygun bir biçimde zemin mekaniği laboratuvarlarında bulunmaktadır (Skempton ve Bishop, 1967).

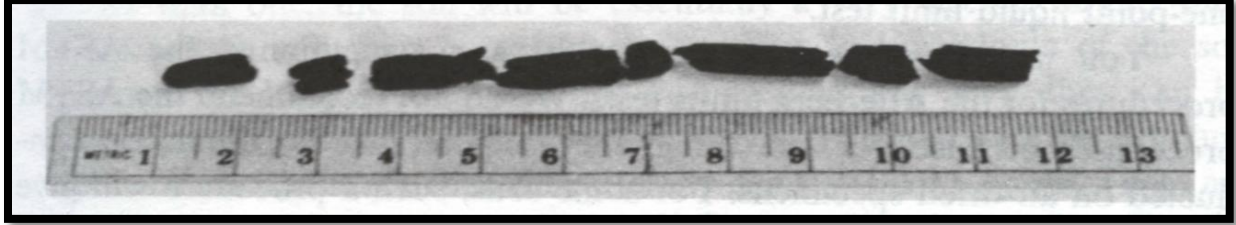


Şekil 4.6. Likit Limit ölçüm cihazı (Murthy, 2002)



Şekil 4.7. Likit Limit Deney Aleti (Briaud, 2013).

Plastik limit deneyi, bir kağıt ya da cam tabaka üzerinde kilin el aynası içinde yuvarlanarak zeminin 3 milimetre çapında silindirik çubuk biçiminde yuvarlandıklarında, çubukların yüzeylerinde çatlama ve kopmalar olduğu andaki su içeriğinin sayısal değeridir (Skempton ve Bishop, 1967). Ovularak silindirik şekle getirilen toprak zemin örneğinin 3,2 mm çapa getirildiğinde kılcal enine çatlamlar gözleendiği andaki su içeriği PL' dir (Şekil.4.8).



Şekil 4.8. Plastik limit deney düzeneği (Holtz ve Kovacs, 1981).

Likit limit ile plastik limit farkı plastisite indisi (I_p) vermektedir. Likit limit ve plastisite indisinin birlikte değerlendirilmesi zeminin plastisitesinin bir ölçüsü olarak kullanılmaktadır. Çizelge 4.2' de Elde edilen likit limitlere göre plastisite değerleri verilmiştir.

Çizelge 4. 2. Elde edilen likit limitlere göre plastisite değerleri (Bell, 2007).

Likit Limit Aralığı (%)	Plastisite Derecesi	Tanımlama
<35	Düşük plastisiteli	Yağsız veya siltli
35–50	Orta plastisiteli	Orta yağlı
50–70	Yüksek plastisiteli	Yağlı
70–90	Çok yüksek plastisiteli	Çok yağlı
>90	Çok aşırı yüksek plastisiteli	Aşırı derecede yağlı

Plastisite indisi, özellikle koheziv malzemelerin sınıflandırılmasında önemlidir (Çizelge 4. 3).

Çizelge 4. 3. İnce taneli zeminlerin plastisite indeksine göre sınıflandırılması Burmister (1951).

Plastisitesi İndisi (PI) %	Plastisite Derecesi	Tanımlama
0	Plastik değil	Silt
1–5	Önemsiz derecede plastisiteli	Killi silt
5–10	Düşük plastisiteli	Silt ve kil
10–20	Orta plastisiteli	Kil ve silt
20–40	Yüksek plastisiteli	Siltli kil
>40	Çok yüksek plastisiteli	Kil

4.2.5. Kıvam İndeksi

Likitlik indisine benzer olarak, zemin örneğinin doğal durumundaki kıvamıyla alakalı bilgi verir.

$$I_c = \frac{LL - W_n}{I_p} \quad (4.5)$$

Eşitlik (4. 5)' de I_c ; kıvamlılık indisi, LL; likit limit, W_n ; doğal su içeriği, I_p ; plastisite indisi dir. Çizelge 4.4' de Zeminin kıvamlılık indisine göre sınıflandırılması verilmiştir.

Çizelge 4.4.İnce Taneli Zeminlerin Kıvamlılık indeksine Göre Sınıflandırılması (Ulusay, 2001)

Kıvamlılık İndisi	Tanım
<0	Akışkan (çamur)
0-0,25	Çok yumuşak
0,25-0,50	Yumuşak
0,50-0,75	Yarı sert (sıkı)
0,75-1,00	Sert
>1,00	Yarı katı

4.2.6. Aktivite (A)

Zemindeki killerin su içeriğindeki değişmeye bağlı olarak hacimlerindeki değişmeyi gösteren bir indis olup, zeminin suya karşı davranışdır. 1953' te Skempton bir kilin aktivitesini Eşitlik (4.6)' da verildiği şekilde tanımlama yapmıştır. Denklemdaki kil yüzdesi, zemin numunesi içinde bulunan 2 mikrondan daha küçük birimin ağırlıkça yüzdesini ifade eder (Skempton, 1953).

$$A = \frac{I_p}{C} \quad (4.6)$$

Eşitlik (4. 6)' da, A ; aktivite, I_p ; plastisite indisi, $c = 0.002$ mm'den küçük tanelerin ağırlıkça yüzdesi (kil yüzdesi) (%)' dir. Çizelge 4.5' de killerin aktivite değerlerine göre sınıflandırılması verilmiştir. Aktivitesi 0,75-1,25 aralığında olanlar “normal killer”, 0,75'den küçük olanlar “aktif olmayan killer” ve 1,25' ten büyük olanlar “aktif killer” olarak sınıflandırılmaktadır. Aktivite, özellikle aktif killerde ve aktif olmayan killerde mühendislik özellikleri korelasyonları ve bazı sınıflamalar için oldukça yararlı bir kavramdır.

Çizelge 4. 5. Aktivite değerlerine göre killerin sınıflandırılması (Wan Der Merwe 1964).

Aktivite değeri	Sınıflama
<0,75	Aktif olmayan killer (Kaolinit)
0,75-1,25	Normal Killer (İllit)
>1,25	Aktif killer (Montromillonit)

4.2.7. Zeminlerin Şişme Potansiyeli

Şişme, zemin birimlerinde su içeriği ve gerilme şartlarındaki değişikliklerden kaynaklı ortaya çıkan hacim artışıdır. Genelde zeminlerin şişme özelliklerini açıklayan bir kavram olarak kullanılmaktadır. Zeminde şişme potansiyeli, hem şişme yüzdesini hem de şişme basıncını kapsayan bir terim olarak kabul edilmektedir (Sridharan ve ark., 1986; Shuai, 1996).

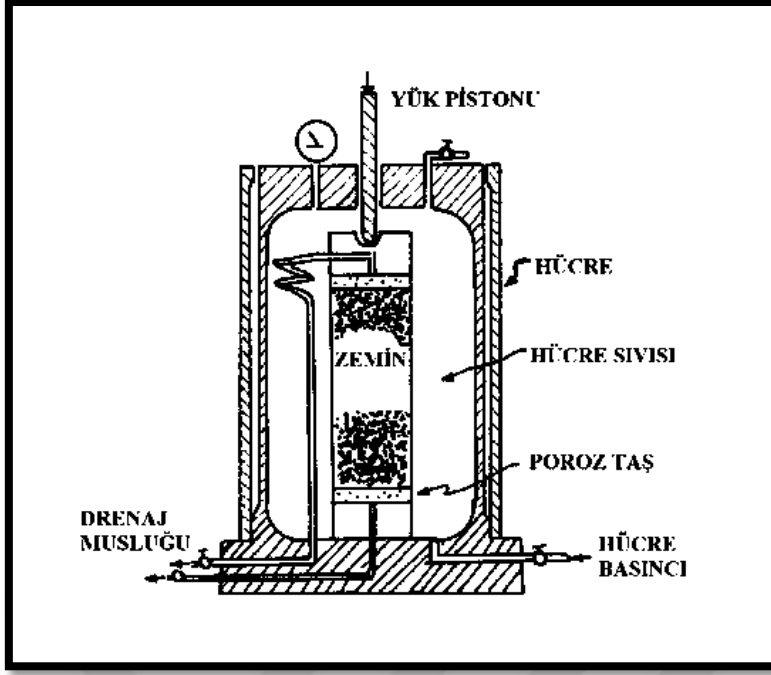
Şişme yüzdesi, örselenmemiş zemin numunesinin su altında kalması sonucu hacminde ortaya çıkan artışın başlangıç hacmine göre yüzdesini ifade etmektedir. Zemin numunesinin su altında bırakılmasından sonra, yanal deformasyonların engellenmesi durumunda oluşan düşey boy değişimi, numunede meydana gelen yanal çap değişimi şeklinde belirlenmektedir (Keskin ve ark., 1992). Çizelge 4.6 'da zeminlerin bazı fiziksel özelliklerine göre şişme yüzdeleri ve şişme dereceleri verilmiştir.

Çizelge 4.6. Zeminlerin fiziksel özelliklerine göre şişme yüzdeleri ve dereceleri (Holtz ve Gibbs, 1956).

Fiziksel Özellikler			Şişme Yüzdesi	Şişme Derecesi
Kolloid % (>0.001 mm)	Plastisite indisi	Büzülme (Rötre limiti)		
>28	>45	<11	>30	Çok yüksek
20-31	25-41	7-12	20-30	Yüksek
13-23	13-28	10-16	10-20	Orta
<15	<10	>15	<10	Düşük

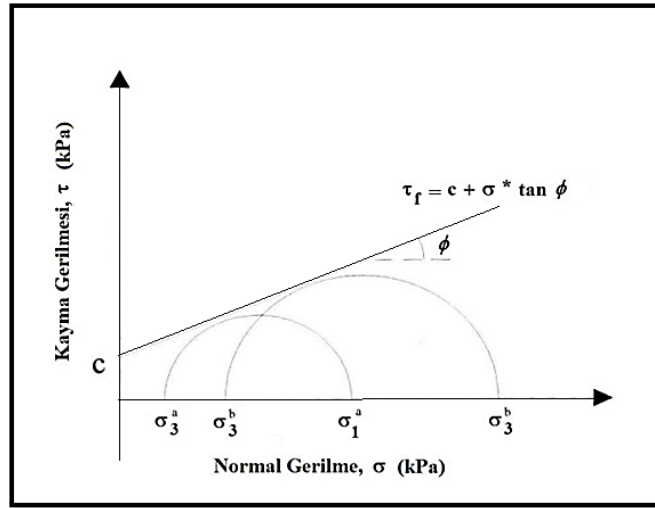
4.2.8. Üç Eksenli Basınç Deneyi

Zemin numunesine laboratuvar koşullarında uygulanan üç eksenli basınç deneyi, zeminlerin kayma dayanımlarını verir. Arazi koşullarını, laboratuvarında en benzer şekilde modelleyebilmesinden dolayı en çok kullanılan deneyler arasındadır. Bu nedenle kayma mukavemeti değerleri gerçeğe en yakın şekilde hesaplanabilir. Üç eksenli basınç deneyinde, deney aletinde bulunan hücre içine silindirik şeklindeki numune yerleştirilir. Üç eksenli basınç deneyinde, numuneye hidrostatik bir basınç uygulanır. Bu basınç hücreye genelde su ya da hava yardımıyla uygulanır. Numunenin içinde bulunduğu lastik koruyucu, zemin numunesinin sudan etkilenmesini önlemekle beraber zemin numunesinin hem dışına hem de içine ayrı ayrı basınçlar uygulanmasına olanak sağlar. Numuneye uygulanan düşey basınç, zemin numunesi üzerinde bulunan başlığa temas eden bir piston yardımıyla zemin numunesine iletilir (Şekil 4.9). Suyun drenajının istendiği durumlarda, zemin numunesinin üst ve alt başlıklarında yer alan kanallar yardımıyla kontroller sağlanır (Özaydın, 2000).



Şekil 4.9. Üç eksenli deney hücresi (Özaydın, 2000).

Üç eksenli basınç deneyinde, yenilme zarfı, kırılma anındaki asal gerilmelere göre Mohr dairelerine çizilen teğet yardımıyla elde edilir ve bunun sonucunda kayma direnci denklemi bulunur (Şekil 4.10).



Şekil 4.10. Üç eksenli deney yöntemi için Mohr dairesi.

Arazi şartlarına bağlı, drenajlı veya drenajsız koşullar sağlanarak üç çeşit üç eksenli deney yöntemi uygulanabilir.

Konsolidasyonsuz – Drenajsız Deneyler (UU) : Hücreye uygulanan aksel gerilmeler altında zeminde bulunan suyun, zeminden uzaklaşmasına ve uygulanan gerilmeler altında konsolide olmasına izin verilmez, zemin numunesinin kısa bir sürede ani olarak kesilmesi gerçekleşir (Önalp, 2007).

Konsolidasyonlu – Drenajsız Deneyler (CU) : Hücreye uygulanan aksel gerilmeler, zemin numunesinin daha önce arazide bulunduğu ortamdaki gerilmesine eşit bir değerdeki basınca maruz bırakılarak, zemin numunesinin konsolide olması sağlanır ancak aksel gerilmeler altında zemin numunesinde bulunan suyun uzaklaşmasına izin verilmez (Önalp, 2007).

Konsolidasyonlu – Drenajlı Deneyler (CD) : Hücreye uygulanan aksel gerilmelerle zemin numunesinin konsolide olması ve zeminde bulunan suyun uzaklaşması sağlanır, ancak uygulanan gerilmelerin boşluk suyu basıncını arttırmaması için zemin numunesinin kesilmesi uzun bir zaman alır. Bu şekilde elde edilen parametreler efektif gerilme türünden olacaktır (Önalp, 2007).

4.3. Zeminin Mekanik Özelliklerini Belirleyen Mühendislik Parametreleri

4.3.1. Zeminlerin Taşıma Gücü

Zemin kütlesi içinde meydana gelen kayma kırılması (Shear failure) oluşturacak olan zemin ile temel yapısı arasındaki ortalama basıncın son değeri taşıma gücünü verir. Zeminlerin taşıma gücünün hesaplanmasında nihai (sonuç) taşıma gücünün belirlenmesinde, Terzaghi (1943) kayma kırılmasına dayanan bir teori geliştirmiştir.

$$q_{ult} = \text{Güvenlik faktörü} \times q_a \quad (4.7)$$

Eşitlik (4.7) de q_{ult} ; nihai taşıma gücü, q_a ; müsaade edilebilir taşıma gücüdür (zemin emniyet gerilmesi) dir.

Terzaghi tarafından geliştirilen sığ temellerin taşıma gücü hesabı için en çok kullanılan denkleme göre;

$$q_d = K_1 c N_c + \gamma_1 D_f N_q + K_2 N_\gamma B \gamma_2 \quad (4.8)$$

Eşitlik (4. 8)' de; K_1 ve K_2 temel taban şekli katsayıları, c ; kohezyon, N_c , N_q , N_γ Temel tabanı altındaki zeminin kayma mukavemeti açısına bağlı taşıma gücü katsayıları, D_f ; temel derinliği, B ; temel genişliği, γ_1 ve γ_2 temel tabanı üstündeki ve altında bulunan zeminin birim hacim ağırlıklarıdır.

4.3.2. Konsolidasyon Oturması

Suya doymun zeminlerde, zemine uygulanan ilave yüklerden kaynaklı oluşan basınçlar ilk olarak su tarafından karşılanır, zemine uygulanan yükler arttıkça zeminde bulunan su, zeminin gözeneklerinden dışarı doğru çıkmaya başlar böylelikle dışarı çıkan su kadar zeminin de hacmi küçülerek zemin konsolidasyon dediğimiz değişikliğe uğrar. Konsolidasyon olarak tanımladığımız bu değişiklik büyük bir zemin sorunudur. İnceleme alanından alınan numuneler üzerinde yapılan konsolidasyon deneyi baz alınarak oturma hesabında Bowles (1988)' un aşağıdaki bağıntısı Eşitlik (4.9)'da verilmiştir. (Bowles, 1988)'e ΔH_c (cm) göre konsolidasyon oturması Eşitlik (4.9)' daki denklem ile verilmiştir.

$$\Delta H_c = q_{net} \cdot M_v \cdot H \quad (4.9)$$

Eşitlik (4. 9)' e göre, q_{net} ; net taban basıncı, M_v ; hacimsel sıkışma katsayısı, H ; tabaka kalınlığıdır.

4.4. Şev Stabilite Analizi

Heyelanlar, doğal halde bulunan ya da mühendislik yapıları için yapılan kazılarda şevlerde dengenin bozulması ile önemli ölçüde can ve mal kaybına yol açan kütle hareketleridir. Şevlere etki eden mevcut kayma gerilmelerinin durumunu belirlemek için şevlere stabilite analizleri uygulanır.

Stabilite analizlerinde dikkat edilmesi gereken kuvvetler sadece yerçekiminden dolayı ortaya çıkan statik durumdaki kuvvetler olmayabilir. Ayrıca deprem riski bulunan bölgelerde yer sarsıntıları ile ortaya çıkarak yenilenen kayma gerilmeleri de bu stabilite analizlerinde hesaba katılmalıdır. Özellikle atık yığını, açık işletme madenciliği, yol kazısı, yol dolgusu ve dolgu tipi baraj yapımında, şevlerin güvenli bir şekilde projelendirilebilmesi için iki kademe de şev stabilite analizleri yapılır.

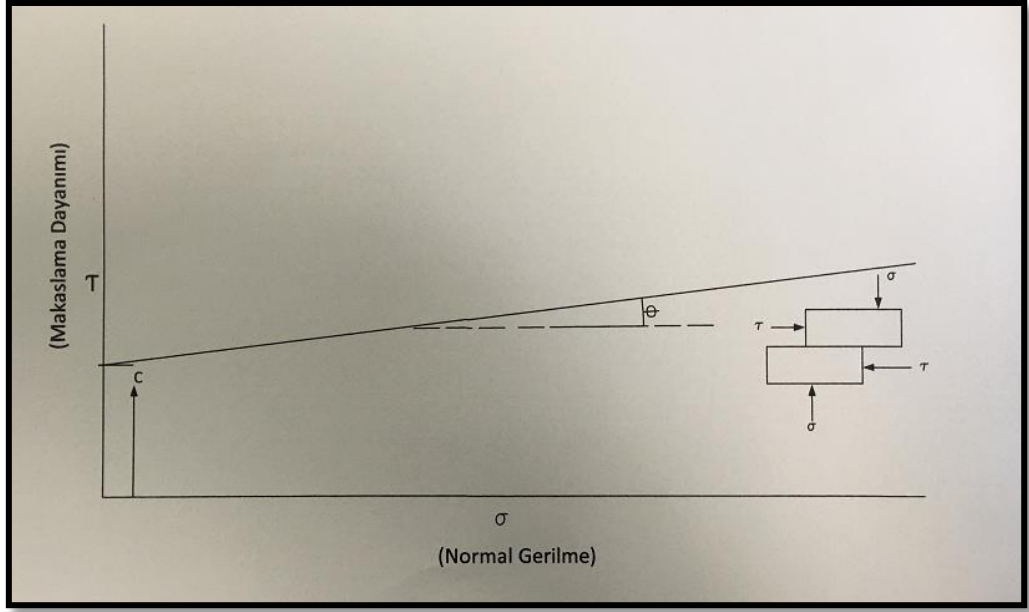
İlk kademedeki analizler, kritik olabilecek malzeme ve çevre koşullarının belirlenmesi hidrojeolojik, jeolojik ve ekonomik durumun değerlendirilmesi, ikinci kademedeki analizler, şev duraysızlık özelliklerinin belirlenmesi, şevin tekrarlanma sıklığının araştırılıp tasarıma gidilmesi ve şevin iyileştirme metodlarının ortaya konması önem arz etmektedir.

4.4.1. Şev Stabilite Analizinde Zeminler İçin Kullanılan Jeoteknik Parametreler

Şevler yatay ya da yataya yakın bir şekilde belli bir açıda duran kütlelerdir. Yer çekimi etkisine maruz kalan şevler baraj, kanal, tünel ve yol yapımında insan eliyle oluşabilecekleri gibi, litolojik özellikler, suya doygunluk, iklim koşulları, bitki örtüsü, deprem, erozyon ve yamaç eğiminin değişmesi gibi nedenlerle doğal olarak da oluşabilirler. Yer çekim kuvveti her ne kadar şevin dengesini bozmaya yönelik etkiler oluştursa da bu etkilere karşı koyan ve şevin yenilme-göçme düzlemi boyunca gelişen kayma mukavemetleri de bulunmaktadır.

Şevler de statik durumda stabilite analizlerinde, kayma düzlemine göre elde edilen güvenlik katsayısının belirlenmesi en yaygın kullanılan yöntemdir. Bu katsayı şev mekanizmasında, şevi tutmaya çalışan kuvvetlerin, şevi kaydırmaya çalışan kuvvetlere oranı olarak ifade edilir ve şevin stabilitesinin sağlanması için bu oranın 1' den büyük olması istenir.

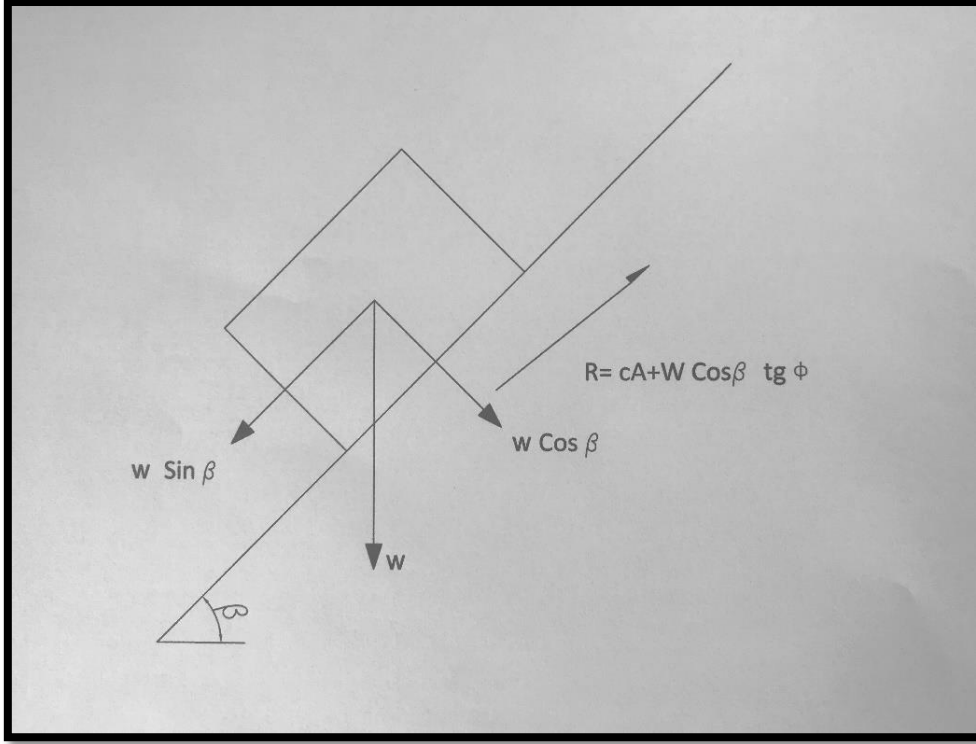
Şev stabilite analizlerinde genel olarak kullanılan parametreler, içsel sürtünme açısı kohezyon ve zemin yoğunluklarıdır. Süreksizlik düzlemlerine sahip bir kayada süreksizlik boyunca kaymayı oluşturacak kuvvetlerin uygulanmasıyla elde edilen sonuçlar Şekil 4.11' de verilmiştir. Hesaplamalarda, yüksek poroziteli kayalar için, kayacın kuru ve nemli durumundan kaynaklanan yoğunluklar arasında önemli bir fark olmadığı belirtilmektedir (Hansagi, 1974).



Şekil 4.11. Süreksizlik Düzlemleri Boyunca kayma olayını meydana getiren makaslama gerilmesi ile normal gerilme arasındaki ilişki (Hoek, 1970).

4.4.2. Şev Stabilitesinin Mekanîği

Şev stabilitesinin mekaniğinin tanımlanmasında, durumu iki boyutlu olarak kabul ederek değerlendirilmeye gidilir. Eğimli bir düzlem üzerinde kayan blok mekanizması Şekil 4.12' de gösterilmiştir (Hoek, 1970; Hoek ve Bray, 1977).



Şekil 4.12. Eğimli bir düzlem üzerindeki bir bloğa etkiyen kuvvetler (Hoek, 1970 ve 1977).

$$R = c \cdot A + W \cdot \cos\beta \cdot \text{tg}\phi \quad (4.10)$$

Kayma halinde ise Eşitlik (4.11)'deki denklem kullanılır.

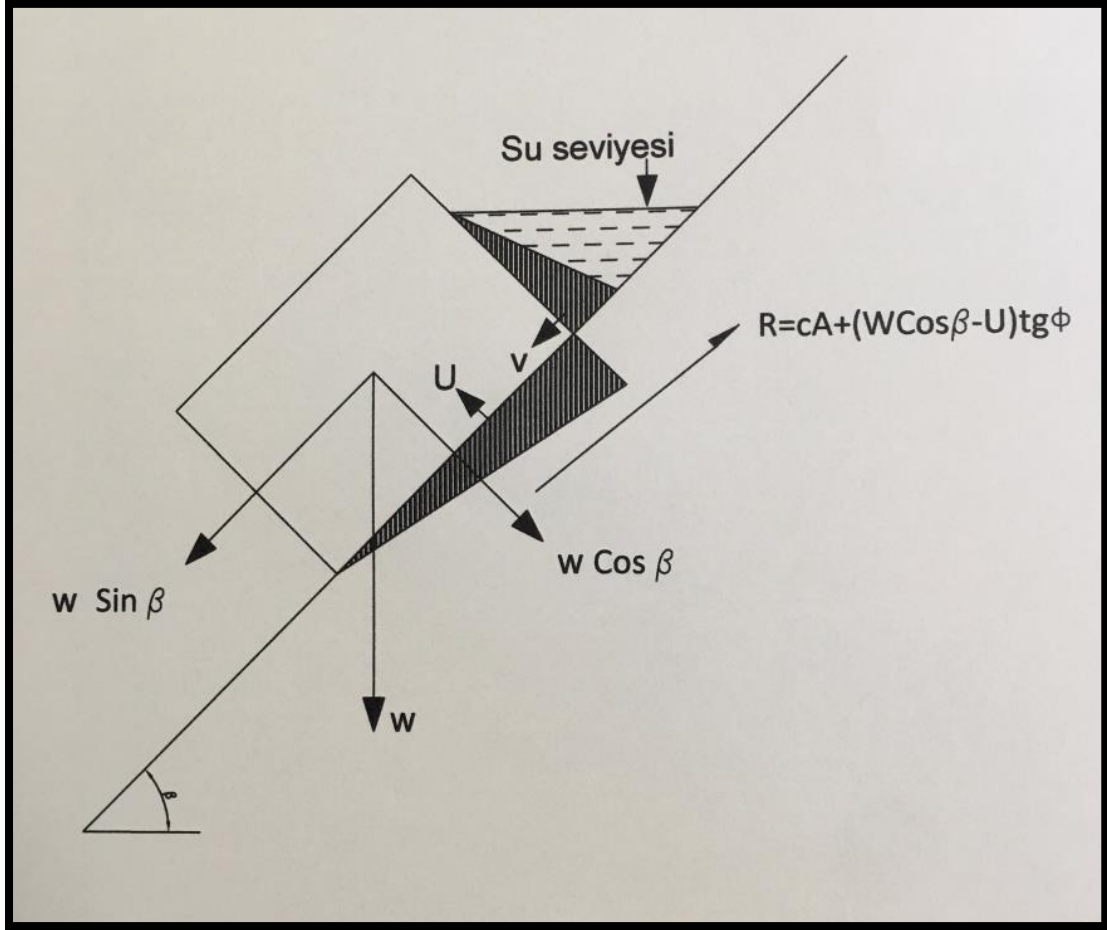
$$W \cdot \sin\beta = c \cdot A + W \cdot \cos\beta \cdot \text{tg}\phi \quad (4.11)$$

Eşitlik (4.10) ve Eşitlik (4.11)'de A ; bloğun taban alanı, W ; bloğun ağırlığı, R ; blok ile düzlem arasındaki yüzeyin makaslama dayanımı veya kaymaya karşı koyan kuvvet, c ; kohezyon, ϕ ; içsel sürtünme açısı, β ; düzlem ile şev arasındaki açı, $W \cdot \sin\beta$ ve $W \cdot \cos\beta \cdot \text{tg}\phi$; düzleme paralel ve dik bileşenleridir. Bu belirtmeyle, su basıncının makaslama gerilmesine olan etkisi ele alınmamıştır.

Su basınçları (u ve v) etkisi var ise, Eşitlik 4.12' deki denklem kullanılır. u ve v gibi su basınçları Şekil 4.13' de verilmiştir.

$$W \cdot \sin\beta + V = c \cdot A + (W \cdot \cos\beta - U) \text{tg}\phi \quad (4.12)$$

Eşitlik (4.12)' de, A ; bloğun taban alanı, W ; bloğun ağırlığı, R ; blok ile düzlem arasındaki yüzeyin makaslama dayanımı veya kaymaya karşı koyan kuvvettir.



Şekil 4.13. Eğimli bir düzlem üzerindeki bloğa etkiyen kuvvetler ile bloğun ötesinde kaplanmış suyun basıncı (Hoek, 1970).

4.4.3. Şev Güvenlik Katsayısı

Eğik düzlem üzerindeki bloğun kayması ile ilgili olarak verilen eşitlikler, bloğun kayma noktasının başlangıcında olduğu durumlar için geçerlidir. Denge durumu sınırlarında bulunmayan şevlerin dengelerini karşılaştırmak için kullanılan en yaygın indekslerden birisi şev güvenlik katsayısıdır. F Güvenlik katsayısı ise; Eşitlik (4.12)' deki denklem ile verilmiştir.

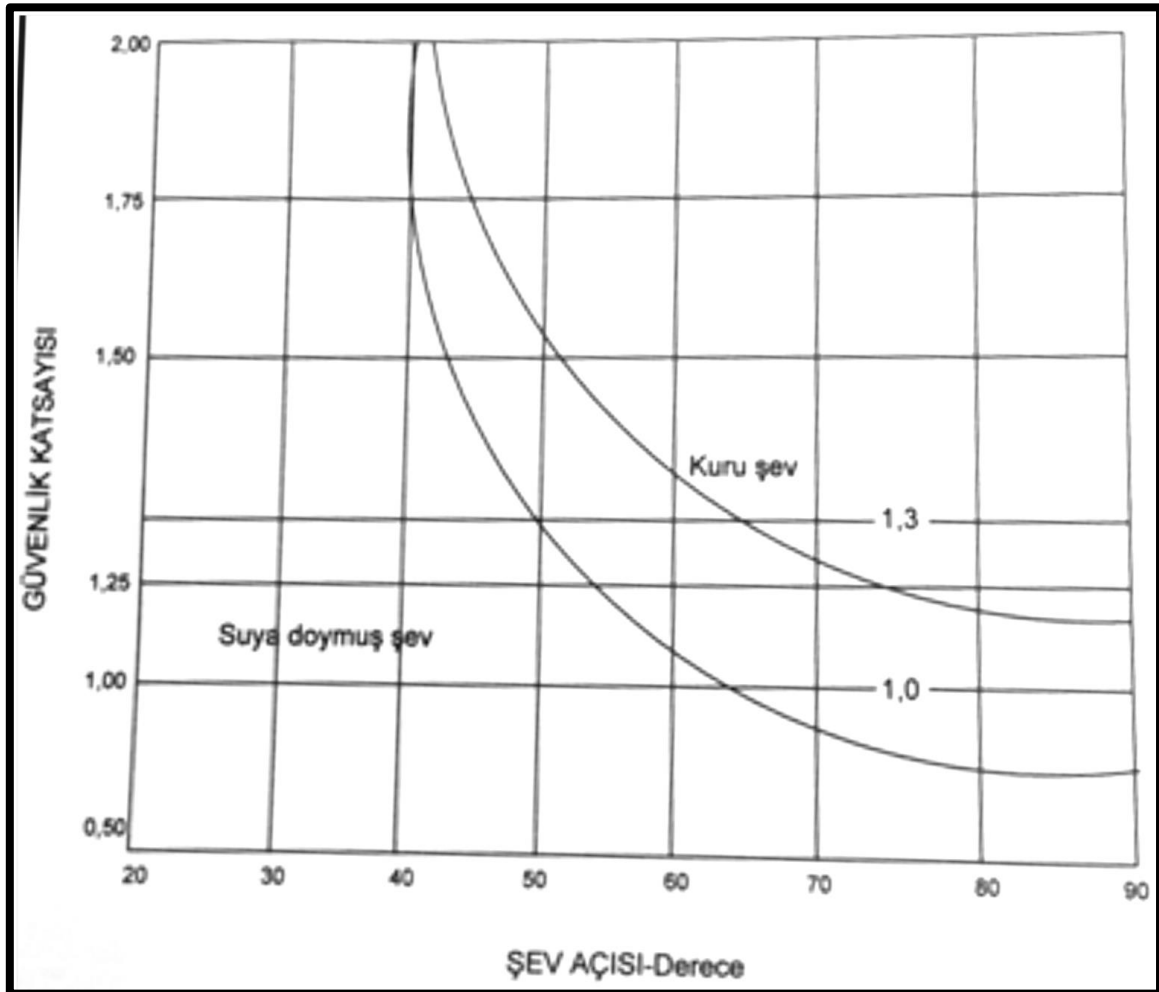
$$F = \frac{\text{Kaymaya karşı koyan kuvvet}}{\text{Kaymayı oluşturan kuvvet}} = \frac{cA + W \cos \beta \cdot \text{tg} \phi}{W \sin \beta} \quad (4.13)$$

Eşitlik (4.13)'de c ; kohezyon, W ; bloğun ağırlığı, A ; bloğun taban alanıdır.

Ortamda su varsa; Eşitlik (4.14)'de verilen denklem kullanılır.

$$F = \frac{(cA + W \cos \beta - U) \tan \theta}{W \sin \beta + V} \quad (4.14)$$

Buradaki önemli olan faktör, denge sınırı koşulunun, güvenlik katsayısı $F=1$ durumunda verilmiş olmasıdır. O halde bir şevin stabil olması için, $F>1$ olması gerekir. Şekil 4.14' de görüldüğü gibi 1,3 lük yeterli güvenlik katsayısına göre, suya doymuş sahalarda 46° , kuru sahalarda 55° lik bir şev açısı uygundur. Üzerinde nakliye yolları bulunan uzun ömürlü basamaklarda $F=1,5$ olması en uygundur (Woodruff, 1966).



Şekil 4.14. Güvenlik katsayısının şev açısına göre değişimi (Hoek ve Bray, 1977).

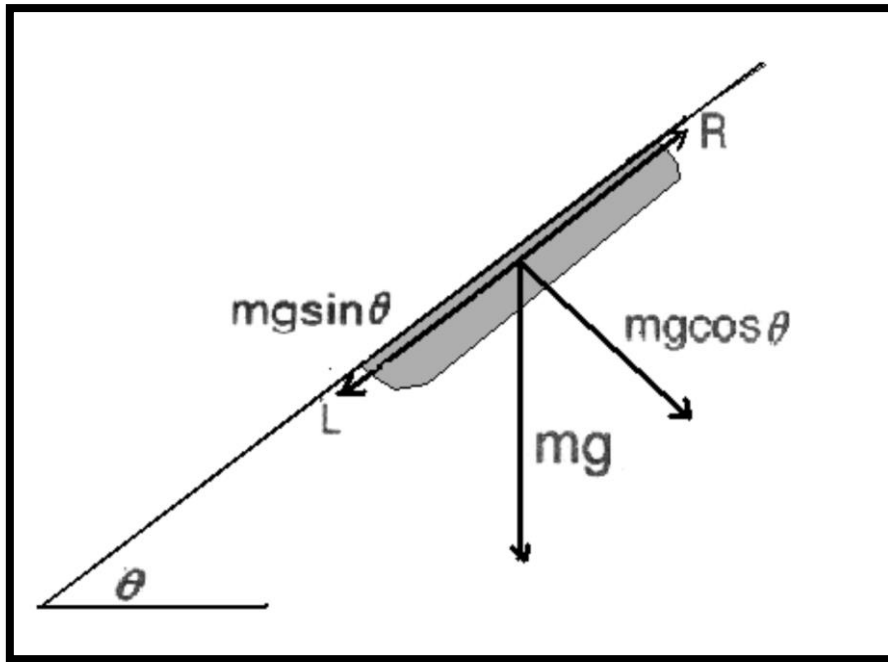
Genel olarak şev duraylılık analizlerinde, kaymayı sağlayan kuvvetler ve kaymaya direnen kuvvetler arasındaki bağıntılar yaygın kullanılmaktadır. Uluslararası Zemin Mekaniği ve Temel Mühendisliği Birliği tarafından hazırlanan kitapçıkta şev analizleri ile ilgili yöntemler önerilmektedir (ISSMFE, 1993). Bunlardan biri (Wilson ve ark., 1979) tarafından önerilen yöntemdir.

4.4.3.1. Wilson ve ark., (1979) Metodu

Şekil 4.15’ de görülen ince bir tabakada, kayma eylemsizlik yükleri nedeniyle oluşur (Özçep, 2007). Kayma ve kaymaya karşı direnme kuvvetlerinin bağıntısı Eşitlik (4.15) ’de verilmiştir.

$$a_c = g \left[\frac{c}{gh} + \cos\theta \tan\phi - \sin\theta \right] \quad (4.15)$$

Eşitlik (4.15)’ de, a_c ; kaymayı oluşturacak kritik ivme değeri, g ; gravite ivmesi, c ; zeminin kohezyonu, ϕ ; tabakanın içsel sürtünme açısı, θ ; yamaç açısı, γ ; zeminin birim ağırlığı, h ; kayan tabakanın kalınlığıdır.



Şekil 4.15. Potansiyel heyelan kütlelerinin modeli (Tanaka, 1982).

Yamaç açısına göre kullanılan mukavemet parametreleri olan c ve Φ ile yatay ivme için şev hasar görebilirliğinin dağılımının tahmini yapılabilir. Bu yöntemi Tanaka (1982) Japonya’da Nashimoto bölgesine uygulamıştır.

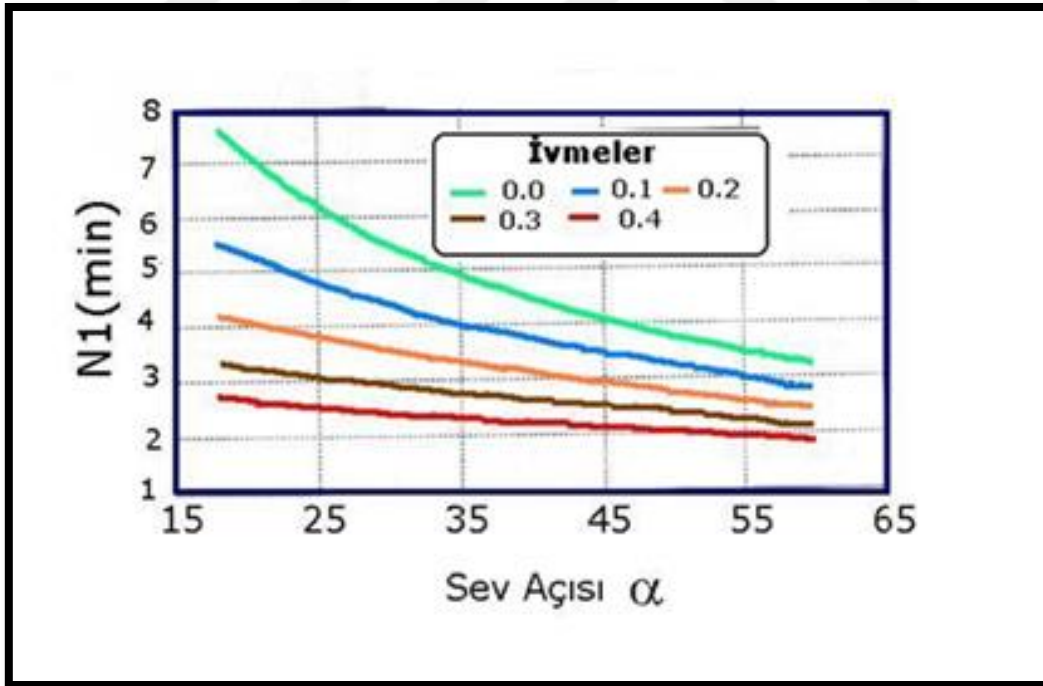
4.4.3.2. Siyahi Metodu

Koppula (1984) tarafından önerilen bir yöntemi, Siyahi ve Ansal (1993) geliştirerek, şev duraysızlığı için bir yöntem önermişlerdir

$$GK = \tan\varphi N_1 \quad (4.16)$$

Siyahi ve Ansal (1993) Eşitlik (4.16)’ da verilen denklem ile güvenlik parametresi tanımlamışlardır.

Eşitlik (4.16)’ de, GK ; güvenlik faktörü, φ ; kayma mukavemet açısı ve yamaç ile yenilen yüzeyin konfigürasyonunu temsil eden duraylılık sayısı N_1 ’e bağlıdır. N_1 ’in ivme ve yamaç açısına bağlı olarak değişimi Şekil 4.16’ da verilmiştir.



Şekil 4.16. N_1 ’ in ivme ve yamaç açısına göre değişimi.

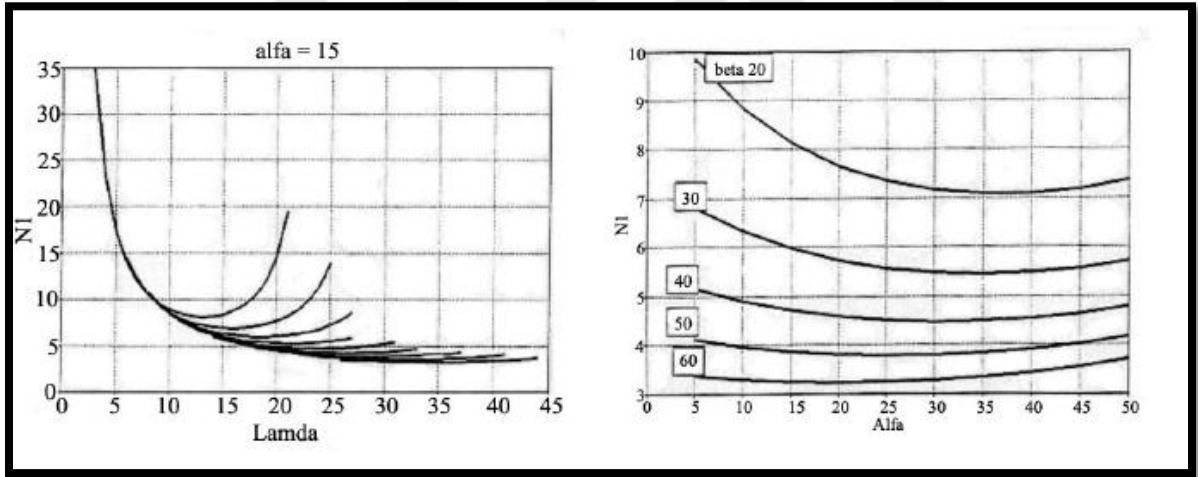
Denklemdaki N_1 stabilite sayısı olup farklı şev durumları için N_1 katsayısını veren abaklar geliştirilmiştir. Abaklarda şev tepesi ve topuğunu birleştiren dolgunun yatayla yaptığı açı (λ), kayma dairesinin merkez açısı (α) gibi şev parametreleri için N_1 değerleri verilmiştir (Siyahi, 1994).

N_1 sayısını λ ve α değerleriyle ilişkilendiren ve Şekil 4.17' de gösterilen abakların olduğu gibi deprem magnitudu, depremin sahaya uzaklığı gibi parametrelere göre N_1 sayısını veren abaklar da yöntemde mevcuttur (Siyahi, 1994).

Yöntemde boşluk suyu basıncı, depremle zemin özelliklerinde meydana gelen değişim gibi faktörler de dikkate alınmış olup boşluk suyu basıncı denkleme şu şekilde katılmıştır (Siyahi, 1994).

$$FS = N_1 \tan \phi' (1 - r_u) \quad (4.17)$$

Eşitlik (4.17)' de, r_u ; boşluk suyu basıncı oranıdır.



Şekil 4.17. N_1 stabilite sayısının λ ve α açılarından değişimi (Siyahi, 1994).

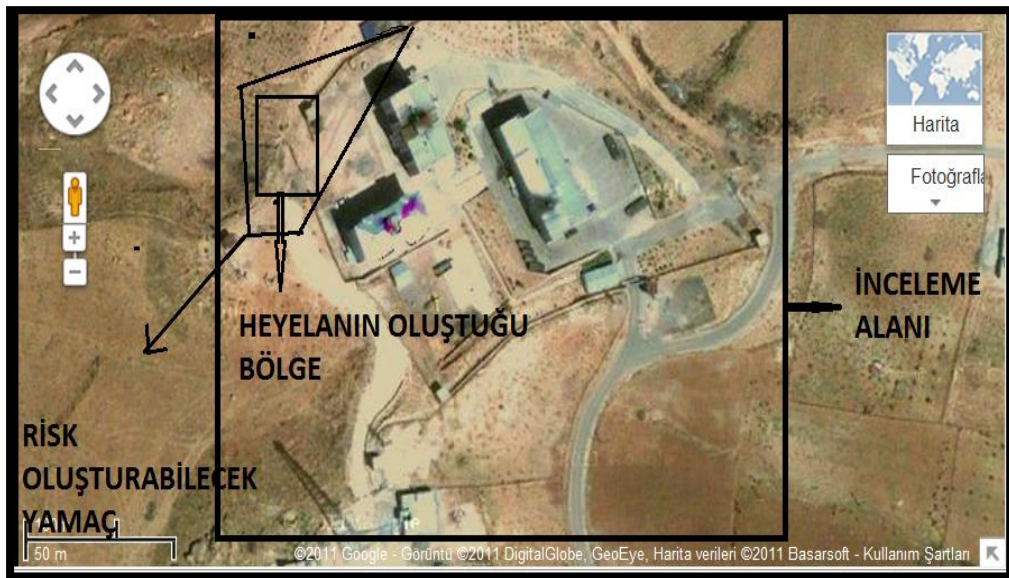
5. TARTIŞMA ve BULGULAR

Bu tez çalışması kapsamında, Siirt ili Eruh ilçesinde heyelandan etkilenen bir bölgenin, jeolojik, jeoteknik özellikleri ve şev stabilite koşulları araştırılmıştır. Arazi çalışmaları kapsamında zeminin düşey yöndeki değişimini ve zeminin mühendislik özellikleri ile, litolojik ve jeolojik durumlarının, tespit edilmesi amacıyla üç adet toplamda 60 metre derinliğinde araştırma sondaj çalışmaları yapılmıştır. Sondaj kuyusunun açılması sırasında zemin tabakalarının alt ve üst derinlikleri, numune alınan seviyeler, yeraltı su seviyesi ve diğer tüm gözlemler ile değerlendirmeler yapılarak, sondaj kuyularından alınan örselenmemiş (UD) ve örselenmiş (SPT) numuneler üzerinde laboratuvar deneyleri yapılarak birimin fiziksel parametreleri belirlenmiş değerlendirilerek yorumlanmıştır.

Tez çalışmasının ikinci kısmında, inceleme alanındaki heyelanlı bölge için “*Slope Stability Analysis*” programı kullanılarak şev stabilite analizi yapılmıştır.

5.1. Arazi Araştırmaları

İnceleme alanı Siirt ile Şırnak İllerini birbirine bağlayan anayolun ortasında yer alan Eruh İlçesindeki Jandarma Komutanlığı içerisinde bulunan Hizmet Binası ve Lojmanların çevresindeki killi zeminde meydana gelen heyelan alanıdır (Şekil 5.1).



Şekil 5.1. İnceleme alanı yer bulduru haritası.

5.1.1. Jeoteknik Amaçlı Sondajlar

Arazi çalışmaları sırasında inceleme alanında zeminin mühendislik jeolojisi yönünden özelliklerin belirlenmesi amacıyla üç adet toplam 60 metre derinliğinde temel sondaj kuyusu açılmıştır. Sondaj kuyularının açılması sırasında geçilen zemin tabakalarının fiziksel ve mekanik niteliklerini belirlemek amacıyla örselenmiş (SPT) örselenmemiş (UD) numuneleri alınmıştır. Sondajlar D-500 tipi rotary sondaj makinesi ile ; 54 mm. çapında ve 3,15 m. uzunluğundaki tijlerle , 3, 00 m. 'lık 86 mm. çapındaki B tipi karotiyerlerle ve 86 mm. çapında ve 1,5 m.'lik burgu ile yapılmıştır. Şekil 5.2' de inceleme alanında yapılan sondaj çalışmaları görülmektedir. Sondaj kuyu logları ve geçilen birimler EK 1' de ayrıntılı bir şekilde verilmiştir.



Şekil 5.2. İnceleme alanında yapılan sondaj çalışmaları.

Sondajların yeri, numarası, kotu, derinliği ve yeraltı suyu seviyeleri Çizelge 5.1' de verilmiştir.

Çizelge 5.1. İnceleme alanında yer alan sondajların numarası, kotu, derinliği ve yeraltı suyu seviyeleri.

Sondaj No	Y	X	Z(metre)	Derinlik (metre)
SK-1	515368,48	4180152,41	1190,90	20m
SK-2	515382,06	4180162,86	1190,23	20m
SK-3	515403,83	4180179,72	1188,70	20m

İnceleme alanında yapılan sondaj çalışmalarında üç adet SPT deneyi yapılarak, gerekli darbe sayıları tespit edilmiştir. SPT yapılan seviyelerde, boyuna yarık örnek alıcının içinden çıkan zeminler örselenmiş örnek olarak alınmış ve sınıflama deneylerinde kullanılmak üzere naylon torbalar içerisinde muhafaza edilerek laboratuvara gönderilmiştir. Bu çalışmada yapılan üç adet sondaj için elde edilen SPT değerleri Çizelge 5.2' de verilmiştir.

Çizelge 5.2. İnceleme Alanında Yapılan Sondaj Noktalarının Derinlik ve SPT Değerleri.

S. No	Derinlik (m)	Darbe Sayısı				N ₆₀ = N ₃₀ *(ER/60)*N _t *N _ö *N _ç	YASS	σ'(kgf/cm ²)	*CN	(N1) 60
		İlerleme derinliği (m)								
		N1	N2	N3	N30					
SK1	3,5	11	13	16	29	16,63875		0,595	1,3	21,84
	6,0	12	15	19	34	19,5075		1,020	1,0	19,28
	9,0	15	18	23	41	23,52375		1,530	0,8	17,93
SK2	3,5	10	16	19	35	20,08125		0,630	1,3	25,67
	6,0	11	19	20	39	22,37625		1,080	1,0	21,37
	9,0	14	21	23	44	25,245		1,620	0,7	18,50
SK3	3,5	9	11	15	26	14,9175		0,595	1,3	19,58
	6,0	11	16	19	35	22,37625		1,020	1,0	22,12
	9,0	13	18	20	38	25,245		1,530	0,8	19,25
									Nort	20,61

İnceleme alanında yapılan SPT –N₆₀ Darbe sayılarına (16<N<37) göre zemin kıvamı çok katı - sert derecededir (Çizelge 5.3).

Çizelge 5.3.Kohezyonlu Zeminlerde darbe sayısı ile kıvam ve serbest basınç direnci arasındaki bağıntı (Terzaghi ve Peck,1948).

Darbe Sayısı (N)	Kıvam	Serbest Basınç Direnci q_a(kg/cm²)
<2	Çok yumuşak	0,25
2-4	Yumuşak	0,25-0,50
4-8	Orta	0,50-1,00
8-15	Katı (Sıkı)	1,02-2,00
15-30	Çok katı (Çok Sıkı)	2,00-4,00
>30	Sert	4,00

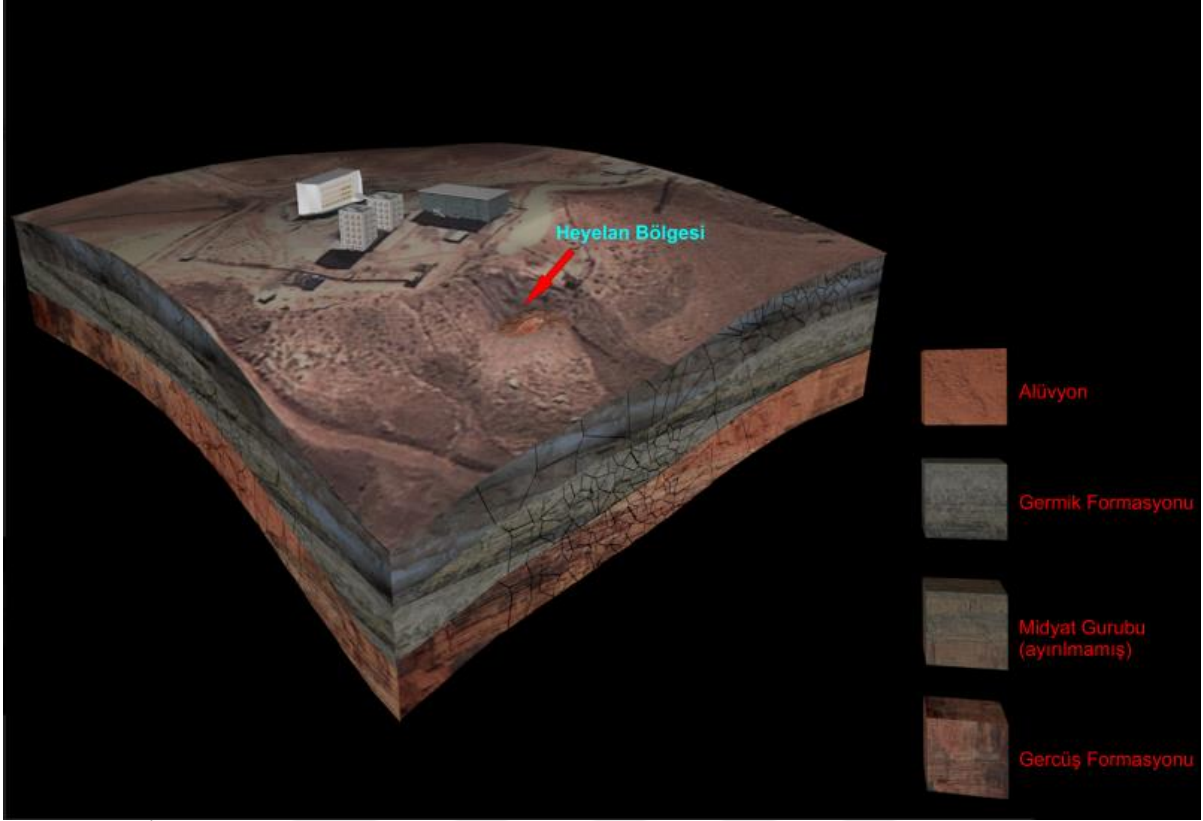
5.2. İnceleme Alanı Jeoteknik Analizi ve Değerlendirmeleri

İnceleme alanında yapılan sondaj çalışmalarında 0-50 cm bitkisel toprak, yamaç moluzu (iri çakıllı, çakıllar yuvarlak köşeli, ince kumlu, kahverengi, kil) karışımlarından sonra 19,50 metreye kadar orta Miyosen yaşlı çok gevşek ve homojen olmayan kumlu iri çakıllı az siltli killer gözlenmektedir. Yer yer marn ara katkılı birim suyla çok çabuk şişme ve dağılma özeliği göstermektedir. Heyelan oluşan kısımda bu birim atmosferik koşullar ve yağmur sularının etkisiyle altere olup dağılma özeliği göstermiştir. Şekil 5.3' de inceleme alanından görüntüler görülmektedir.



Şekil. 5.3. İnceleme alanındaki zemin profilinin görünümü.

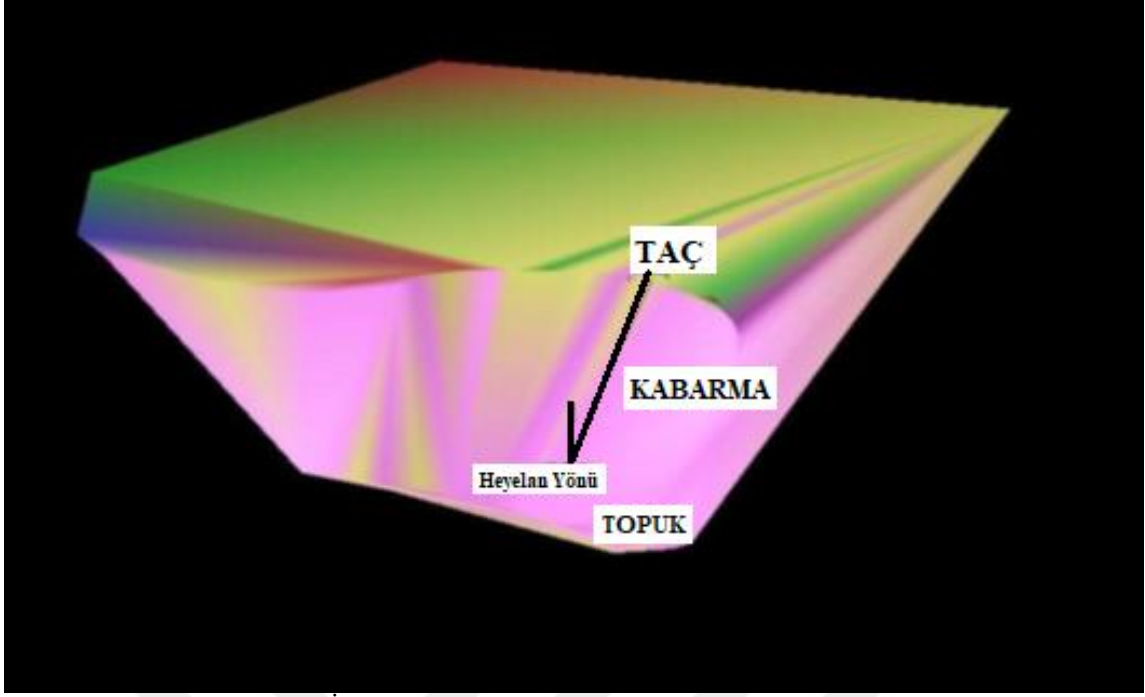
Dağılma özeliği gösteren kumlu iri çakıllı yer yer marn ara katkılı birim inceleme alanının bulunduğu tüm arazide gözlenmektedir. Siirt İli Eruh ilçesinde Miyosen yaşlı, Midyat kalkerleri olarak adlandırılan birimin oluşturduğu bir temel bulunur. Kalker serisinin üst kesimlerinin oluşturduğu alanlarda birim sarımsı, krem renkli ve killi kalker görünümlüdür. İnce-orta tabakalanma sunan birimin masif kesimleri oldukça dayanımlı olup yataya yakın konumdadır. Topoğrafik olarak yükselimi fazla olan kısımlarda örtü malzemesi bulunmadığından kalker yüzlek verir. Şekil 5.4' de inceleme alanındaki heyelan bölgesinin yeri ve alandaki formasyonlar üç boyutlu olarak gösterilmiştir.



Şekil 5.4. İnceleme alanındaki heyelan bölgesinin yeri ve alandaki formasyonların üç boyutlu görünümü.

Şehir merkezine inildikçe kalker yapı örtü malzemesi ile kaplanır. Bazı alanlarda birim aşınmaya bağlı olarak kil taşı görünümü sunar.

İnceleme alanındaki heyelan bölgesinde bulunan alanda eğimin ortalama % 30-% 40 civarında olduğu, kayan malzemenin yağışlar ve çok gevşek homojen olmayan birimlerden oluşmuş olması nedeniyle risk oluşturduğu gözlenmiştir. Özellikle bu birimin ilerleyen zamanlarda risk oluşturma özelliği taşıdığı düşünülmektedir. Killi zeminde meydana gelen heyelanın taç bölgesinin genişliği 60 metre, yüksekliği yaklaşık 35 metre, taç ve topuk bölgesi arasındaki mesafe 150 metredir. Şekil 5.5' de heyelanın üç boyutlu görünümü yer almaktadır.



Şekil 5.5. İnceleme alanındaki heyelan'ın üç boyutlu görünümü.

5.3. Laboratuvar Çalışmaları

İnceleme alanında yapılan sondaj kuyularından alınan örselenmiş (SPT) ve örselenmemiş (UD) numuneler için zeminin doğal birim hacim ağırlığı, su muhtevası, elek analizi, Atterberg limitleri, üç eksenli basınç laboratuvar deneyleri yapılmıştır. Deneylere ilişkin föyler, raporlar ve sonuçlar bilgileri EK 2' de ayrıntılı bir şekilde verilmiştir. Bu çalışmada inceleme alanının fiziksel özelliklerini belirlemek amacıyla yapılan laboratuvar deneylerinden elde edilen sonuçlar Çizelge 5.4' de verilmiştir.

Çizelge 5.4. İnceleme alanının fiziksel özelliklerini belirlemek için yapılan laboratuvar deneyleri.

Sondaj No	Numune No	Su İçeriği (%)	Likit Limit (%)	Plastik Limit (%)	Plastisite İndisi (%)	Sınıf
SK-1	UD-1	17	58	25	33	CH
SK-1	SPT-1	16	57	24	33	CH
SK-2	UD-1	14	59	27	32	CH
SK-2	SPT-1	18	60	27	33	CH
SK-3	UD-1	15	57	25	32	CH
SK-3	SPT-1	17	56	25	31	CH

W_L (Likit Limit) aralığı % 56 ile % 60 aralığında ortalaması % 57,8 olarak hesaplanmış ve likit limit aralığı yüksek plastisiteli olarak belirlenmiştir (Çizelge 5.5).

Çizelge 5.5. Likit limit aralığına göre plastisite değerleri (Bell, 2007).

Likit Limit Aralığı(%)	Tanım	Tanım
<35	Düşük Plastisiteli	Siltli
35-50	Orta Plastisiteli	Orta Plastisiteli
50-70	Yüksek Plastisiteli	Şişen
70-90	Çok Yüksek Plastisiteli	Çok Şişen
>90	Çok Aşırı Yüksek Plastisiteli	Çok Aşırı Şişen

I_p (Plastisite İndisi) % 31- % 33 aralığında ortalaması % 32,3 olarak hesaplanmış ve plastisite derecesi yüksek plastisiteli olarak belirlenmiştir (Çizelge 5.6).

Çizelge 5.6 İnce Taneli Zeminlerin Plastisite İndeksine Göre Sınıflandırılması Burmister (1951).

Plastisitesi İndisi (PI) %	Plastisite Derecesi	Tanımlama
0	Plastik değil	Silt
1-5	Önemsiz derecede plastisiteli	Killi silt
5-10	Düşük plastisiteli	Silt ve kil
10-20	Orta plastisiteli	Kil ve silt
20-40	Yüksek plastisiteli	Siltli kil
>40	Çok yüksek plastisiteli	Kil

İnceleme alanında kıvamlılık indeksi ortalaması 1,28 bulunmuş olup, zeminin kıvamlılık indisine göre sınıflandırılması yarı katı durumundadır Çizelge 5.7. Ayrıca yapılan hesaplamalarda kıvamlılık indeksi 1,00 üstünde olduğu görülmüştür (Çizelge 5.7).

Çizelge 5.7 İnce Taneli Zeminlerin Kıvamlılık İndeksine Göre Sınıflandırılması (Ulusay, 2001).

Kıvamlılık İndeksi	Tanım
<0	Akışkan(Çamur)
0-0,25	Çok Yumuşak
0,25-0,50	Yumuşak
0,50-0,75	Yarı sert (Sıkı)
0,75-1,00	Sert
>1,00	Yarı katı

Çizelge 5.8 'de killerin aktivite değerlerine göre sınıflandırılması verilmiştir. Aktivite değeri (A) 0.39 bulunarak, A (Aktif olmayan killer-Kaolinit) yapılan hesaplamalarda 200 No' lu elekten geçen kil boyu malzeme yüzdesi ortalaması alınarak hesaplanmış, aktivite sınırı <0,75 altında olduğu görülmüştür.

Çizelge 5.8. Killerin aktivite değerlerine göre sınıflandırılması (Wan Der Merwe,1964)

Aktivite	Sınıflama
<0,75	Aktif olmayan killer (Kaolinit)
0,75-1,25	Normal Killer (İllit)
>1,25	Aktif killer (Montromillonit)

İnceleme alanında gözlenen kil birimlerde, laboratuvarda yapılan atterberg deneyleri kapsamında bulunan plastisite indisi ile şişme potansiyeli arasındaki ilişki incelenmiştir. Laboratuvar deneyleri sonuçlarına göre şişme yüzdesinin Plastisite indisine göre şişme derecesi yüksek ve şişme yüzdesi % 20-30 değerlerinde tespit edilmiştir. Bulunan değerler zeminin şişme derecesinin yüksek olduğunu göstermiştir (Çizelge 5.9).

Çizelge 5.9. İndeks özelliklerine göre zeminlerin şişme yüzdesi ve derecesi(Holtz, Gibbs 1956).

İndeks Özellikleri			Şişme Yüzdesi	Şişme Derecesi
Kolloid %(>0.001 mm)	Plastisite indisi	Büzülme (Rötre limiti)		
>28	>45	<11	>30	Çok yüksek
20-31	25-41	7-12	20-30	Yüksek
13-23	13-28	10-16	10-20	Orta
<15	<10	>15	<10	Düşük

Elde edilen tüm verilere göre zemini oluşturan birim; açık kahve renkli, yarı katı, kuru dayanımı sert ve aktif olmayan, (CH) özellik göstermektedir.

5.4. İnceleme Alanındaki Zeminin Mekanik Özelliklerini Belirlemek İçin Yapılan Mühendislik Analizleri ve Değerlendirmeler

İnceleme alanındaki birimlerin taşıma kapasitesini tespit etmek amacıyla sondaj kuyusundan alınan örselenmemiş (UD) numuneleri üzerinde laboratuvar da yapılan Üç Eksenli Basınç Dayanımı Deneyinden elde edilen veriler kullanılarak hesaplamalar yapılmıştır. Buna göre; Yüzeysel temeller için nihai taşıma gücü (Terzaghi,K ve Peck,R,B.,

1948) bağıntısından yararlanarak hesaplanır. Yapılan üç adet sondajdan alınan numune üzerinde; laboratuvarda zeminlerin jeomekanik özelliklerin belirlenmesi maksadıyla deneylere tabii tutulmuştur.

İnceleme alanında alınan sondaj verilerine göre Eşitlik (4.8) ile her sondaj için hesaplanan zeminlerin taşıma gücü Çizelge 5.10' da verilmiştir. Önemli alanlar ve doğal afete maruz kalmış alanlar için en iyi önlemlerin alınabilmesi için Kohezyon (c) (kg/cm^2) $2/3$ ile çarpılır.

Çizelge 5.10. Üç Eksenli Basınç Deneyi Sonuçları

Sondaj No	Numune No	Derinlik (metre)	Kohezyon (c) kg/cm^2	Birim,hacim ağırlık (g/cm^3)	İç Sürtünme Açısı (θ°)
SK-1	UD-1	3,00	$0,61 * 2/3 = 0,41$	0,00190	5,7
SK-2	UD-1	3,00	$0,62 * 2/3 = 0,41$	0,00190	5,3
SK-3	UD-1	3,00	$0,59 * 2/3 = 0,39$	0,00190	6

İnceleme alanında alınan sondaj verilerine göre sondajlar için hesaplanan zeminlerin taşıma gücü Çizelge 5.11' de verilmiştir.

Çizelge 5.11. Sondajlar için hesaplanan zeminlerin taşıma gücü

Sondaj No	Derinlik (metre)	Qd kg/cm^2	Qem Kg/cm^2
SK-1	3,00	3,68	1,038
SK-3	3,00	3,65	1,027
SK-5	3,00	3,80	1.080

İnceleme alanında yapılan her sondaj için Bowles (1988)' e göre hesaplanan oturma değerleri Çizelge 5.12' de verilmiştir. Eşitlik (4.9)' a göre hesaplanmıştır. Elde edilen oturma değerleri izin verilebilir sınırlar içerisinde kalmaktadır.

Çizelge 5.12. Konsolidasyon sonuçlarına göre oturma miktarları

Sondaj No	Numune Derinliği	Δp (kgf/cm ²)	M _v (cm ² /kgf)	ΔH (cm)
SK-1	300	1	0,0081	2.43
SK-2	300	1	0,0093	2,79
SK-3	300	1	0,0066	1.98

5.5. Şev Duyarlılığı Analizi (Şev Stabilite Analizi)

İnceleme alanında bitkisel toprak-dolgu ve siltli kil birimler için “*Stable Slope Stability Analysis Programı*” kullanılarak şev stabilite analizi yapılmıştır (Şekil 5.6).



Şekil 5.6. Zemin jeofizik analiz programı (Özçep,F.,2010)

Hesaplamalarda yamaç profili uzunluğu 110 metre ve Kuzeybatı-Güneydoğu doğrultusunda, eğimin nispeten en fazla olduğu yerde kesit alınmıştır. Yüzey kotları aralıklı olarak topoğrafik haritadan okunarak hat boyunca yatay uzaklık değerlerine karşılık gelen

kotlar programa girilmiştir. Kohezyon değeri (c), $0,39 \text{ kg/cm}^2$, doğal birim hacim ağırlığı, $1,90 \text{ t/m}^3$ dir. Zemin jeofizik analiz programının kullanımında birimi belirlerken, Bitkisel toprak-dolgu birimlerden numune alınarak laboratuvar deneyi yapılmadığından bu birimler de siltli killer içerisine dahil edilmiştir. Zemin jeofizik analiz programında kullandığımız parametreler Çizelge 5.13 'de verilmiştir.

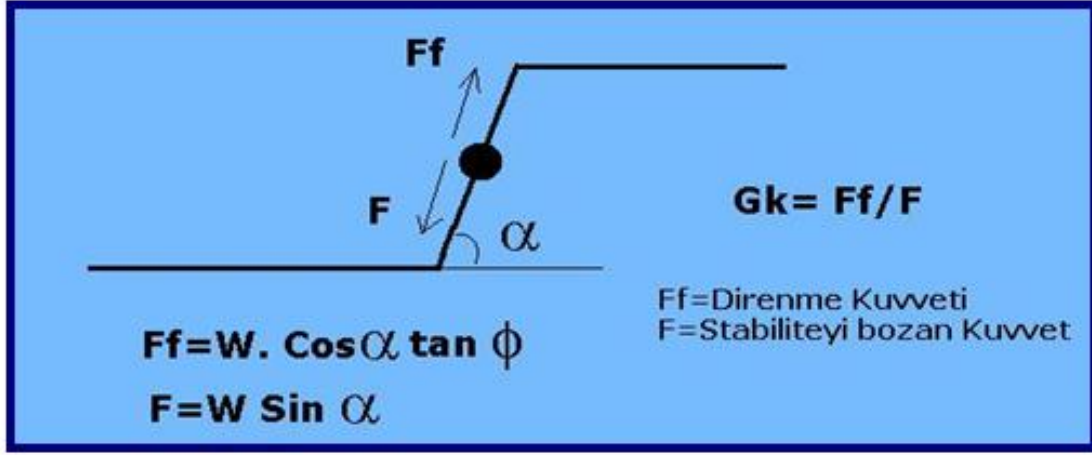
Çizelge 5.13. Zemin jeofizik analiz programında kullanılan parametreler

Şev açısı, α	35
İçsel Sürtünme Açısı, φ	5,3
Deprem İvmesi	0,4

İnceleme alanımızdan elde edilen parametreler zemin jeofizik analiz programında 1. Yaklaşım: 'Statik Yükler Durumunda' ve 2. Yaklaşım: Dinamik (Deprem) Yükler Durumunda (Siyahi ve Ansal, 1993) yaklaşımları değerlendirip yorumlanmıştır.

5.5.1. 1. Yaklaşım 'Statik Yükler Durumunda'

Zemin jeofizik analiz programında bulunan 1. Yaklaşım 'Statik Yükler Durumunda' uygulamasında killer için şev açısı (α) ve içsel sürtünme açısı (φ) parametreleri kullanılıp Güvenlik katsayısı belirlenmiştir. Şekilde görüldüğü üzere güvenlik katsayısı, kaymaya karşı koyan kuvvetlerin kaydırmaya çalışan kuvvetlere oranıdır (Şekil 5.7).



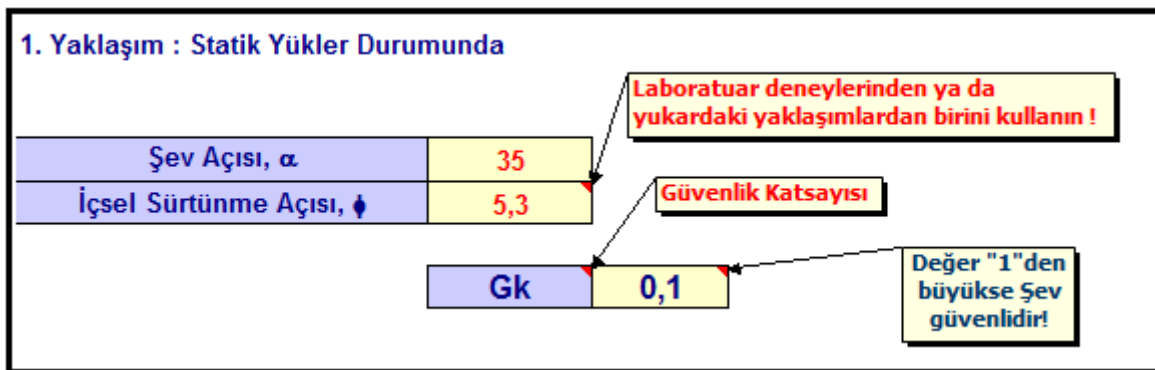
Şekil 5.7. Şev Parametreleri.

1. Yaklaşım olan 'Statik Yükler Durumunda' killer-kumlar için, şev açısı ve içsel sürtünme açısı parametreleri 5,3 alınmıştır (Şekil 5.8).

Killer için	
Şev Açısı, α	35
İçsel Sürtünme Açısı, ϕ	5,3

Şekil 5. 8. Yaklaşım 'Statik Yükler Durumunda' kullanılan parametreler.

Şev açısı ve içsel sürtünme açısı kullanılarak uygulanan statik yükler durumunda bulunan güvenlik katsayısı değeri 0,1 'dir (Şekil 5.9).



Şekil 5.9. Yaklaşım: Statik yükler durumunda uygulanarak elde edilen güvenlik katsayısı sonucu.

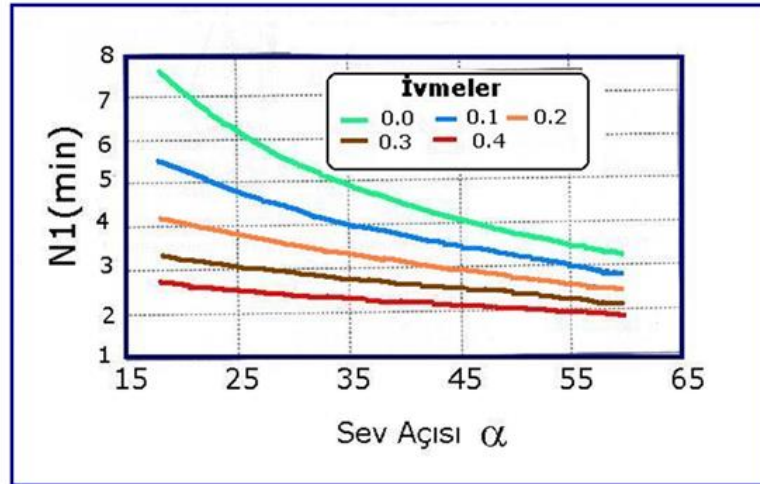
5.5.2. 2. Yaklaşım: Dinamik (Deprem) Yükler Durumunda (Siyahi ve Ansal, 1993)

Zemin jeofizik analiz programının 2. Yaklaşımında Siyahi ve Ansal (1993) yamaç duraysızlığı için bir bölgeleme yöntemi önermişlerdir. Yöntem orijinal olarak, sismik bir katsayı kullanarak yamaç duraylılığının bir değerlendirmesini içermektedir. Araştırmacılar sonuç olarak,

$$GK = \tan\varphi N_1 \quad (5.3)$$

Eşitlik (5. 3) denklemi ile güvenlik parametresi tanımlamışlardır.

Eşitlik (5.3)' de güvenlik faktörü; GK , kayma mukavemet açısı; φ , ve yamaç ile yenilen yüzeyin konfigurasyonunu temsil eden duraylılık sayısı N_1 'e bağlıdır. N_1 'in ivme ve yamaç açısına bağlı olarak değişimi Şekil 5.10' da verilmiştir.



Şekil 5.10. $N_1(\min)$ değerlerinin deprem ivmesine ve şev açısına bağlı olarak değişimi (Siyahi ve Ansal, 1993).

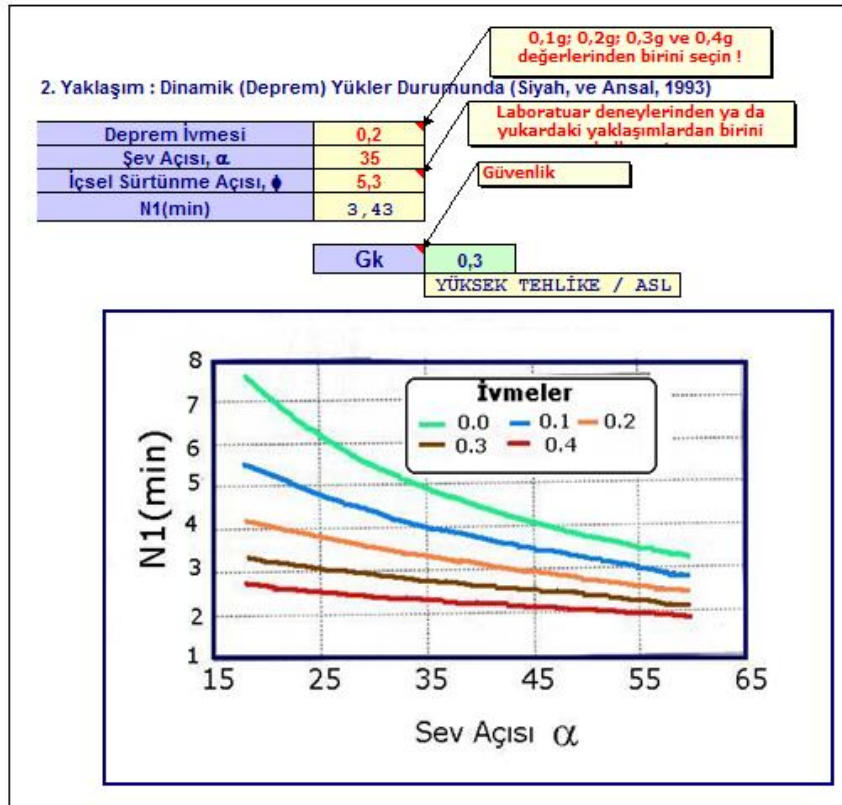
Dinamik (Deprem) Yükler Durumu (Siyahi ve Ansal, 1993) için, şev açısı 35° , içsel sürtünme açısı $5,3$ Deprem ivmesi bölgesinin $0,4$ (depremlilik durum şev stabilite hesaplarında maksimum yatay yer ivmesinin yarısı veya $1/3$ 'ü kullanılır) alınmıştır (Şekil 5.11).

Marcuson (1981) yarı statik katsayının azaltıcı veya arttırıcı etkileri de kapsayacak biçimde maksimum ivmenin yarısı ya da üçte biri olarak alınmasını önermiştir.

2. Yaklaşım : Dinamik (Deprem) Yükler Durumunda (Siyah, ve Ansal, 1993)	
Deprem İvmesi	0,2
Şev Açısı, α	35
İçsel Sürtünme Açısı, ϕ	5,3
N1(min)	3,43

Şekil 5.11. 2. Yaklaşım 'Dinamik (Deprem) Yükler Durumunda' kullanılan parametreler.

Şev açısı (α), içsel sürtünme açısı(ϕ), deprem ivmesi ve duraylılık katsayısı(N_1) kullanılarak uygulanan dinamik (deprem) yükler durumunda bulunan güvenlik katsayısı değeri 0,3 dir (Şekil 5.12).



Şekil 5.12. 2. Yaklaşım: Dinamik (Deprem) yükler durumunda uygulanarak elde edilen güvenlik katsayısı sonucu.

İnceleme alanı için hesaplanan güvenlik faktörleri tehlike seviyeleriyle ilişkili olarak üç grupta değerlendirilmiştir. **Güvenlik katsayısı (GK)** katsayısı 0 ve 2 arasında değişen bir

değerdir. Çizelge 5.14’ de görüldüğü üzere 2 değeri güvenli şevleri 0 değeri şevlerin güvensiz olduğunu belirtir.

Çizelge 5. 14. Yamaçlar için hesaplanan güvenlik faktörleri ile tehlike seviyeleri (World Institute for Disaster Risk Management, 2004).

Gk Değeri	Risk Seviyesi	Simge
≤ 1	Yüksek Tehlike	A _{SL}
$1 < GK \leq 2$	Orta Tehlike	B _{SL}
> 2	Düşük Tehlike	C _{SL}

İnceleme alanı için yapılan analiz sonucu $GK \leq 1$ bulunmuştur. Statik yük hesaplamasında 0,1 değeri, dinamik yük hesaplamasında da 0,3 olarak belirlenmiştir. Bu da sahanın yüksek tehlike durumunda olduğunu göstermektedir (Çizelge 5.15).

Çizelge 5.15 İnceleme alanında hesaplanan Güvenlik Katsayısı değerleri (GK)

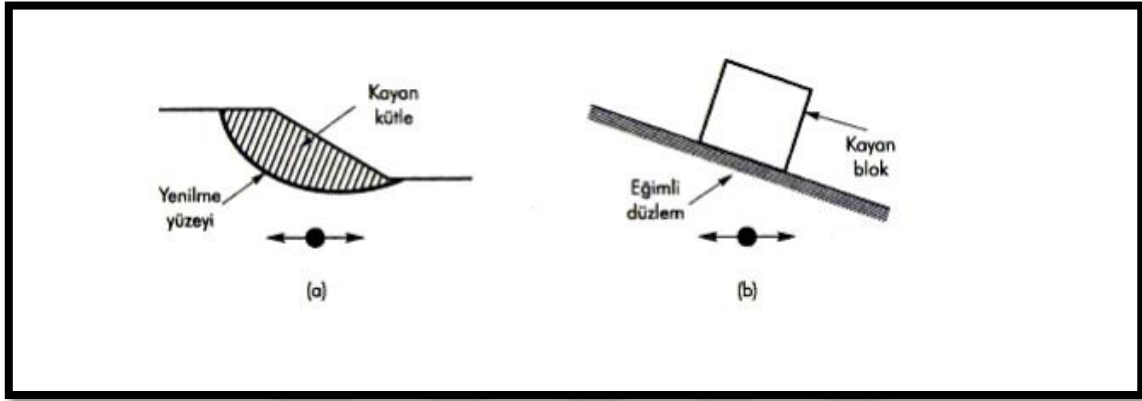
Gk Değeri	Risk Seviyesi	Simge
≤ 1	Yüksek Tehlike	A _{SL}
$1 < GK \leq 2$	Orta Tehlike	B _{SL}
> 2	Düşük Tehlike	C _{SL}

Siltli kil birimlerin üstünde yer alan bitkisel toprak birimler için kayma göçme ve heyelan riski mevcuttur. Yağışların ve birimin su tutma özeliği olmasından dolayı ve en önemlisi bu gevşek homojen olmayan birimin üzerine binen dinamik ve statik yüklerden dolayı topoğrafik yapı bozulacağından eğimin arttığı yerlerde gevşek siltli killerin üstünde yer alan siltli kil ve bitkisel toprak birimler kayma göçme meydana getirmişlerdir. Siltli killer temel alınarak istinat duvarları yapılmak suretiyle şev stabilitesi sağlanmalıdır.

Deprem oluşturduğu ivmeler zaman içinde değiştiğinden, yarı-statik güvenlik sayısı da depremin başından sonuna kadar sürekli değişecektir. Potansiyel kayma kütlesi üzerine

etkiyen atalet kuvvetlerinin, toplam kaydırıcı (statik artı dinamik) kuvvetler, mevcut tutucu kuvvetleri aşacak kadar büyük olması halinde, güvenlik sayısı 1.0' in altına düşecektir.

Newmark (1965) böyle şartlar altındaki bir şevin davranışını incelemiştir. Güvenlik sayısı, 1.0' den küçük olduğunda, potansiyel kayma kütlesi artık denge durumunda değildir. Sonuçta, dengesiz bir kuvvetle ivmelendirilecektir. Bu durum, Şekil 5.13' de gösterildiği gibi, eğimli bir düzlem üzerinde duran blok ile benzerdir.



Şekil 5.13. (a) Potansiyel heyelan ve (b) eğimli düzlem üzerinde sükunetteki blok arasındaki benzerlik (Kramer, 1996).

6. SONUÇLAR

Bu tez çalışması kapsamında, Siirt ili Eruh ilçesinde heyelandan etkilenen bir bölgenin, jeolojik, jeoteknik özellikleri ve şev stabilite koşulları araştırılmıştır. Arazi çalışmaları kapsamında zeminin düşey yöndeki değişimini ve zeminin mühendislik özellikleri ile litolojik ve jeolojik durumlarının, tespit edilmesi amacıyla üç adet toplamda 60 metre derinliğinde araştırma sondaj çalışmaları yapılmıştır. Sondaj kuyusunun açılması sırasında zemin tabakalarının alt ve üst derinlikleri, numune alınan seviyeler, yeraltı su seviyesi ve diğer tüm gözlemler ile değerlendirmeler yapılarak, sondaj kuyularından alınan UD ve SPT örselenmemiş ve örselenmiş numuneler üzerinde laboratuvar deneyleri yapılarak birimin fiziksel parametreleri belirlenmiş değerlendirilerek yorumlanmıştır.

Elde edilen sonuçlar aşağıda verilmiştir.

1-) İnceleme alanında yapılan üç adet toplamda 60 metre derinliğinde temel sondajları laboratuvar çalışmaları ve diğer arazi çalışmaları sonucunda elde edilen veriler ışığında, sahada orta Miyosen yaşlı çok gevşek ve homojen olmayan kumlu iri çakıllı az siltli kil gözlenmektedir. İnceleme alanında yapılan jeoteknik incelemeler sonucunda, SK-1, SK-2, SK-3 sondajlarında ilk 0,50 metrelik kısım bitkisel toprak geçilmiştir. 0,50-20 m arası Miyosen yaşlı çok katı kil kahverengimsi renkte konsolide olmuş az çakıllı kumlu siltli kilden oluşmaktadır.

2-) İnceleme alanında yapılan SPT –N Darbe sayılarına ($16 < N < 37$) göre zemin kıvamı sert derecededir. Ancak istisnai durumlarda SPT değerinin yüksek olması zeminde olabilecek jeolojik problemi değiştirebilir.

3-) İnceleme alanı temel zemini Üst-Orta Miyosen yaşlı Şelmo formasyonu ve Miyosen yaşlı Midyat kalkerleri olarak adlandırılan birimlerden oluşmuştur. Ve ayrıca inceleme alanın kuzeyinde yine Kreatese yaşlı kireçtaşı birimlerinin yüzeyde hakim olduğu gözlenmiştir.

4-) İnceleme alanında açılan sondaj kuyularından alınan numuneler üzerinde yapılan laboratuvar deneyleri sonucunda zemini oluşturan birimlerin (USCS) Birleşik Zemin Sınıflandırma Sistemine göre; Açık kahve renkli, yarı katı, kuru dayanımı sert ve aktif olmayan CH -İnorganik killer (yüksek plastisitede) çakıllı killer, kumlu killer, siltli killer, özellik göstermektedir. . Yerel zemin olarak Z2 zemin grubu olarak ta C belirlenmiştir.

5-) İnceleme alanında laboratuvar çalışmaları sonucunda, zeminin su içeriği % 14 ile % 18 arasında, W_L (Likit Limit) aralığı % 56 ile % 60 aralığında ortalaması % 57,8, I_p (Plastisite İndisi) % 31 ile % 33 aralığında ortalaması % 32,3 olarak hesaplanmıştır.

6-) İnceleme alanında kıvamlılık indeksi ortalaması 1,28 bulunmuş olup, zeminin kıvamlılık indisine göre sınıflandırılması yarı katı durumundadır. Ayrıca yapılan hesaplamalarda aktivite sınırı $<0,75$ altında olduğu belirlenmiştir.

7-) İnceleme alanında temel zemini oluşturan birimin; laboratuvar deney sonuçlarından elde edilen verilere göre zeminin şişme derecesinin (% 5 ile % 10) yüksek derecede olduğu tanımlanmıştır. Laboratuvar deney sonuçlarında da en az şişme yüzdesinin 1,90 en yüksek şişme yüzdesinin de 2,10 olduğu tespit edilmiştir.

8-) İnceleme alanındaki birimlerin taşıma kapasitesini tespit etmek amacıyla sondaj kuyusundan alınan örselenmemiş (UD) numuneleri üzerinde laboratuvar da yapılan Üç Eksenli Basınç Dayanımı Deneyinden elde edilen veriler kullanılarak hesaplamalar yapılmıştır. SK-1 sondajı için taşıma gücü; 3,00 metrede $q_{em} = 1,038 \text{ kg/cm}^2$, SK-2 sondajı için 3,00 metrede $q_{em} = 1,027 \text{ kg/cm}^2$ ve SK-3 sondajı için $q_{em} = 1,080 \text{ kg/cm}^2$ olarak hesaplanmıştır.

9-) İnceleme alanında, Bowles (1988) göre yapılan konsolidasyon oturma hesabında, SK-1 sondajında $\Delta H = 2,43 \text{ cm}$, SK-2 sondajında $\Delta H = 2,79 \text{ cm}$, SK-3 sondajında $\Delta H = 1,98 \text{ cm}$ olarak hesaplanmıştır. Elde edilen oturma değerleri izin verilebilir sınırlar içerisinde kalmaktadır.

10-) İnceleme alanında bitkisel toprak-dolgu ve siltli kil birimler için “*Stable Slope Stability Analysis Programı*” kullanılarak şev stabilite analizi yapılmıştır. Yüzey kotları aralıklı olarak topoğrafik haritadan okunarak hat boyunca yatay uzaklık değerlerine karşılık gelen kotlar programa girilmiştir. *Kohezyon değeri (c)*, 0,39 kg/cm², *doğal birim hacim ağırlığı*, 1,90 t/m³, Şev açısı, α ; 35⁰, İçsel Sürtünme Açısı, ϕ ; 5,3; Deprem ivmesi 0,2 alınmıştır. İnceleme alanımızdan elde edilen parametreleri Zemin jeofizik analiz programında 1. *Yaklaşım ‘Statik Yükler Durumunda’* ve 2. *Yaklaşım : Dinamik (Deprem) Yükler Durumunda (Siyahi, ve Ansal, 1993)* değerlendirip yorumlanmıştır. Şev açısı ve içsel sürtünme açısı kullanılarak uygulanan statik yükler durumunda bulunan güvenlik katsayısı değeri 0,1 dir. Şev açısı (α), içsel sürtünme açısı (ϕ), deprem ivmesi ve duraylılık katsayısı (N_1) kullanılarak uygulanan dinamik (deprem) yükler durumunda bulunan güvenlik katsayısı değeri 0,3 dir. İnceleme alanı için yapılan analiz sonucu $GK \leq 1$ bulunmuştur. Bu da sahanın yüksek tehlike durumunda olduğunu göstermektedir.

6.1. Öneriler

İnceleme alanında yapılan sondajlarda sonradan yapılan ölçümlerde yeraltı suyuna rastlanılmamıştır. Ancak birimin çok gevşek ve şişme özeliği göstermesinden dolayı sızıntı suları ve yağmur sularını önlemek için drenaj ağı yapılması önerilmektedir.

7. KAYNAKLAR

- Abramson, L. W. Et Al., 1996, Slope Stability And Stabilization Methods. *John Wiley & Sons, Inc., New York.*
- Açıkbas, D., Bastug, C., 1975, V. Bölge Cacas-Hani Yöresi Kuzey Sahalarının Jeoloji Raporu ve Petrol Olanakları: *TPAO Arama Grubu, Rapor No. 917*, 45 S., Ankara.
- Açıkbaş, D., Akgül, A. ve Erdoğan, L. T., 1981, Güneydoğu Anadolu'nun Hidrokarbon Olanakları Ve Baykan-Şirvan-Pervari Yöresinin Jeolojisi; *TPAO Arama Grubu Rapor No. 1543.*
- Afet İşleri Genel Müdürlüğü, Deprem Araştırma Dairesi, 1997, Ankara.
- Alan, İ., ve Aksay, A., 2002, 1:1000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritaları Siirt, Diyarbakır, Van ve Cizre Paftaları. No 28. MTA Jeoloji Etüdüleri Dairesi.
- Altınlı, İ. E., 1966, Doğu ve Güneydoğu Anadolu' nun Jeolojisi *MTA Dergisi No: 67*, Ankara.
- Bağırsakçı, S. & Akçay, A. E. 1995, Diyarbakır-Ergani-Çınar Alanının Jeolojisi: *MTA Jeoloji Etüdüleri Dairesi Jeoloji Raporu Arşiv No 9927.*
- Bell, F.G., 2007, Engineering Geology. Second Edition, *Butterworth-Heinemann Is An Imprint Of Elsevier, UK-USA*, 581p.
- Bıçer, Z., 1981, Sason-Kozluk-Baykan Yörelerinde Tersiyer Sürüklenme Örtüleri Altındaki Otokton İstifin Fasiyes Özellikleri Ve Petrol Olanakları: *TPAO Arama Grubu, Rapor No.1605*, 22 S., Ankara.
- Bowles, J.E., 1988, Foundation Analysis And Design, *Mcgrawhill, 4th Edition*, Singapore.
- Bolgi, T., 1961, V. Petrol Bölgesi Seksiyon Ölçümleri AR/TPO/261 Nolu Saha İle Reşa Dodan Arası Batısındaki Sahanın Strüktürel Etüdüleri; *TPAO Arama Grubu Rapor No.162*, Ankara.
- Bogoslovsky, V.A., Ogilvy, A.A., 1977, Geophysical methods for investigation Of Landslides. Geophysics, Vol. 42, No.3 Pn:562-571. Bowles, J. E., 1988, "Foundation Analysis And Design", Mcgrawhill, 4th Edition, Singapore.
- Burmister, D.M., 1951, Identification And Classification Of Soil An Appraisal And Statement Of Principles Astm Stp 113. *Amer. Soc. For Test And Mat., Philadelphia, Pa*, 3-24, P.85-91.
- Briaud, J.L., 2013, Geotechnical engineering: Unsaturated and saturated soils, Copyright© 2013 By John Wiley & Sons, Inc. All rights reserved published by John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, ISBN 978-0-470-94856-9.

- Broms B.B. 1975, Landslides. Foundation Engineering Handbook, H.F Vinkerton And H.Y. Fang (Eds.), Van Nostrand Reinhold Comp., Pp 373-401.
- Burmister, D.M., 1951, Identification And Classification Of Soil An Appraisal And Statement Of Principlesastm STP 113. *Amer. Soc. For Test And Mat., Philadelphia, Pa, 3-24, P.85-91.*
- Carrara, A., Guzzetti, F., Cardinalli, M., Reichenbach, P., 1999. Use Of The GIS Technology In The Prediction And Monitoring Of Landslide Hazard. *Natural Hazards, 20: 117-135.*
- Clayton, C. R. I., Matthews, M. C. Ve Simons, N. E. 1995. "Jeoteknik Saha İncelemesi (Çetin, H., Kayabalı, K. Ve Arman, H., Çev)" *Gazi Kitabevi, Ankara (2005).*
- Crandell, D.R., 1951, Landslides in shale at Rapid City, South Dakota: U.S. Geol. Survey, Open File Rep.
- Coduto, D. P. 2000, "Foundation Design: Principles and Practices" *2nd Edition, Prentice Hall, Inc., New Jersey.*
- Cruden, D.M. 1991, A Simple Definition Of A Landslide: Bulletin Of The International Association Of Engineering Geology, V. 43, P. 27-29.
- Douglas D. J. 1983, "The Standart Penetration Test" In-Situ Testing For Geotechnical Investigations, A. A. Balkema, Sydney, Australia, say: 21 - 32.
- Duran, O., Şemşir, D., Sezgin, İ. Ve Perinçek, D., 1988, Güneydoğu Anadolu'da Midyat ve Silvan Gruplarının Stratigrafisi, Sedimantolojisi Ve Petrol Potansiyeli; *TPJD Bülteni, Cilt 1/2, 99-126.*
- Eren, Y., Nalbantçılar, M.T., Beyaz, T., Dinç, S., Ünal, M., Arslan, Ş. Ve Polat, S., 2012, Esentepe (Gültepe/Batman) Çukurunun Oluşum Mekanizması, *Batman Üniversitesi Yaşam Bilimleri Dergisi, 1 (2), 385-394.*
- Erguvanlı, Kemal., 1982, Mühendislik Jeolojisi, 1982.
- Ericson, D. B., 1939, Diyarbakır - Siirt Mıntıkasının Jeolojisi Hakkında Rapor, *MTA Yayın No: 875*
- Fletcher, G.F.A. 1965, "Standard Penetration Test: Its Uses and Abuses" Proc. ASCE, J. Soil Mech. and Found. Engng. Div., 91 (SM4): 67 – 75.
- Fhwa-Nhı-01-031 2002, "Subsurface Investigations (Geotechnical Site Characterization)" Federal Highway Administration, U.S. Department of Transportation.
- Görcelioğlu E. 2003, Sel ve Çığ Kontrolü. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, Yayın No. 473, İstanbul, 384 s.*

- Hansagi 1A 1974, Method Of Determining The Degree Of Fissuration Of Rock,(In.). Rock Meck And Geomech Abst., 11:379-388.
- Hansbo, S. 1957, A New Approach To The Determination Of The Shear Strength Of Clays By The Fall-Cone Test. Proc. Roy. Sgı 14.
- Head K.H. 1992, Manual Of Soil Laboratory Testing. 2nd Ed. London. Pentech Press. Isbn 0727313185 Pp. 388.
- Herece, E. ve Akay, E. 1992, Karlıova-Çelikhan arasında Doğu Anadolu Fayı, *Türkiye 9.Petrol Kongresi*, 361-372.
- Hoek, E., 1970. Estimating The Stability Of Excavated Slopes İn Opencast Mines. Trans. Inst. Min. And Metal., 83:A133-139.
- Hoek, E. and Bray, J.M.1977, Rock Slope Engineering. İnstitution of Mining and Metallurgy, London.
- Holtz, W.G., Gibbs, H.J. 1956, Engineering Properties Of Expansive Clays, Transactions, ASCE, 121, 641-677.
- Holtz, R. D. and Kovacs, W. D. 1981, An introduction to geotechnical engineering. Prentice Hall, pp. 27, New Jersey, USA.
- ISSMFE, 1993, Manual For Zonation On Seismic Geotechnical Hazards, Published By Japanese Society Of Soil Mechanics And Foundation Engineering.
- İmamoğlu, M. Ş. 1993, “Gölbaşı (Adıyaman)-Pazarcık-Narlı(K.Maraş) Arasındaki Sahada Doğu Anadolu Fayı'nın Neotektonik İncelemesi.”Yayımlanmamış doktora tezi, *Ankara ÜnivFersitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara.
- İmamoğlu, M.Ş. 1996, Doğu Anadolu fay zonu Gölbaşı kesimi neotektonik özellikleri ve Gölbaşı-Saray fay kaması havzası, *Türkiye Jeoloji Kurultayı Bülteni*, 11, 176-184.
- İmamoğlu M.Ş., Çetin E. 2007, Güneydoğu Anadolu Bölgesi ve Yakın Yöresinin Depremselliği, *Dicle Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Dergisi (9)*:93-107.
- İmamoğlu, M. Ş., 2009, Güneydoğu Anadolu Bölgesi ve Yakın Yöresinin Depremselliği, *Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu Diyarbakır*.
- Karlson, R. 1977, Consistency limits. A manual for the performance and interpretation of laboratory investigations. Part6. Swed. Counc. Bldg. Res.
- Keskin, S.N., Yıldırım, H., Ansal, M.A., 1992, Killi zeminlerde yanal şişme davranışları, *Zemin Mekaniği ve Temel Mühendisliği 4. Ulusal Kongresi*, İstanbul, 14-30.
- Kramer, S.L. 1996, Geotechnical Earthquake Engineering New Jersey Prentice Hall.

- Ketin, İ., 1964, Güneydoğu Anadolu Paleozoyik teşekküllerinin jeolojik etüdü hakkında rapor (I.Kısım: Derik-Bedinan, Penbeğli-Tut ve Hazro bölgesi): *TPAO Arama Grubu, Rapor no. 287, 36 s., Ankara.*
- Kulhawy, F.H. and Trautmann, C.H., 1996, Estimation of in-situ test uncertainty. Proceedings of the ASCE Specialty Conference on Uncertainty in the Geologic Environment, Madison, WI, August 1996, ASCE Geotechnical Special Publication, 58, 269-286.
- Marcuson, W.F. 1981, "Earth Dams and Stability of Slopes Under Dynamic Loads," Moderators Report, Proc. International Conference on Recent Advances in Geotechnical Earthquake Engineering and Soil Dynamics, University of Missouri-Rolla, Rolla, Missouri, Vol. 3, pp. 1175.
- Mcgeary, D.; Plummer, C.C.; Carlson, D.H., "Physical Geology: Earth Revealed (V. Edition)", *Mc Graw Hill, New York, 574 S., 2004.*
- Murthy, V. N. S. 2002, Geotechnical Engineering, Principles and Practices of Soil Mechanics and Foundation Engineering, *Marcel Dekker, New York, 1029p.*
- Newmark, N. M. 1965, "Effects of Earthquakes on Dams and Embankments" *Geotechnique*, 15 (2), pp. 139-159.
- Özgen ve ark., 2005, Siirt ve Yakın Çevresinde Jura Tipi Kıvrımlı Yapı Reliefi, *Ulusal Coğrafya Kongresi*, Sayfa: 621, İstanbul.
- Paije, S., 1946, Mardin, Diyarbakır, Siirt ve Cizre Arasında Kalan Anadolu' nun Cenubu Şarkisindeki Bir Kısımın Jeoloji, *MTA Yayın No:1946.*
- Perinçek, D. 1979, Çelikhan-Sincik-Koçali (Adıyaman) alanının jeolojik incelemesi. *TPAO Arama Grubu, Rapor No.1395.*
- Perinçek, D. 1980, Arabistan kıtası kuzeyindeki tektonik evrimin, kıta üzerinde çökelen istifteki etkileri. *Türkiye 5. Petrol Kongresi, Jeoloji-Jeofizik Bildirileri*, s.77-93.
- Perinçek, D., Günay, Y. ve Kozlu, H., 1987, Doğu ve Güneydoğu Anadolu Bölgesindeki yanal atımlı faylar ile ilgili yeni gözlemler, *Türkiye 7. Petrol Kongresi*, 89-103, Ankara.
- Perinçek, D. ve Eren, A. G. 1990, Doğrultu atımlı Doğu Anadolu ve Ölü Deniz fay zonları etki alanında gelişen Amik Havzası'nın kökeni, *8. Petrol Kongresi*, 180-192.
- Perinçek, D., Duran, O., Bozdoğan, N., ve Çoruh,T., 1992, Güneydoğu Türkiye'de otokton sedimanter kayaların stratigrafisi ve paleocoğrafik evrimi: Türkiye ve çevresinin tektoniği, petrol potansiyeli. *Ozan Sungurlu Sempozyumu Bildirileri.*
- Savcı, H. ve Dülger, S., 1980 Cacos-Sason-Kozluk dolayının jeoloji incelemesi ve petrol olanaklarının araştırılması: *TPAO Arama Grubu, Rapor no.1442, 41 s.*

- Sherman, C.W., Elements Of Soil Mechanics, Sme Mining Engineering Handbook, Aime, Sect. 6, 1973, Pp. 8-11.
- Shuai, F. 1996, Simulation of swelling pressure. measurements on expansive soils, Ph.D. Disertation, University of Saskatchewan, Canada.
- Siyahi, B.G., Ansal, A.M. 1993, "Slope Stability by Koppula Method" Personal Communication. Seismic Hazard Program (GSHAP) (1999) <http://seismo.ethz.ch/GSHAP/>
- Siyahi, B.G., 1994, Deprem etkisinde şevlerde stabilitenin incelenmesi, Doktora Tezi, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Schuster, R. L. 1996, Socio-economic significance of landslides. Landslides: Investigation and mitigation A. K. Turner and R.L. Schuster (eds.), Transportation Resaerch Board, National Research Council, Special Report-247, National Academy Press, Washington DC, 12-35.
- Skempton, A.W. 1986, "Standard Penetration Test Procedures and the Effects in Sands of Overburden Pressure, Relative Density, Particle Size, Ageing and Overconsolidation" Geotechnique, (36) 3:425-447.
- Smith, G.N., Elements of Soil Mechanics For Civil and Mining Engineering, Crosby Lockwood Staples, Vol.5, 1974. 274–305, Ankara.
- Sridharan, A., Rao, A. S., Sivapullaiah, P. V., 1986, Swelling pressure of clays, Geotechnical Testing Journal, 9 (1), 24-33.
- Şengör, A. M. C. 1980, Türkiye'nin neotektoniğinin esasları, Türkiye Jeoloji Kurumu, 40, Ankara
- Özaydın, K., 2000, "Zemin Mekaniği", Birsen Yayınevi Ltd. Şti., İstanbul.
- Özçep, F., 2007, Mikrobölgeleme : İlkeler ve Uygulamalar, Tmmob Jeofizik Mühendisleri Odası, 211 Sayfa, Isbn No: 978-9944-89-231-5, Ankara.
- Özçep, F., 2010, SoilEngineering:AMicrosoftExcelsspreadsheet& program forgeo technical and geophysican alysis oils.
- Öztürk, K., 2002, Heyelanlar ve Türkiye'ye Etkileri, Gazi Üniversitesi, Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi, 22(2), 35-50. <http://www.gefad.gazi.edu.tr/222/4.pdf>, Ankara.
- Tanaka, K., 1982, Seismic slope stability map. Journal of the Japan Society of Landslide 19 (12), 12-19.
- Tarhan, F., 1989, Mühendislik Jeolojisi Prensipleri, Trabzon, 71-164.
- Terzaghi, K., 1943, "Theoretical Soil Mechanics" Wiley, N. Y.

- Terzaghi, Karl, and Peck, R. B., "Soil Mechanics in Engineering Practice." John Wiley & Sons, New York, N. Y., 1948.
- Tuna, D. 1973, VI. Bölge litostratigrafi birimleri adlamasının açıklayıcı raporu. *TPAO Arama Grubu Arşiv No 813*.
- Ulusay, R., 2001, Uygulamalı Jeoteknik Bilgiler, 385 sayfa, *Jeoloji Mühendisleri Odası yayını*, no:38, Ankara.
- Van der Merwe, D M 1964, The prediction of heave from the plasticity index and percentage clay fraction of soils. *The Civil Engineer in South Africa*, 6(6): 103-107.
- Varnes, D. J., 1978, Slope movements, type and processes. In Schuster, R.L., Krizek, R. J. (Eds.), *Landslide Analysis and Control*. Transportation Research Board, National Academy of Sciences, Special Report 176, Washington D.C.
- Yeşilova, Çve Helvacı, C., 2012, Batman-Siirt kuzey stratigrafisi ve sedimantolojisi, Türkiye. *Türkiye Petrol Jeologları Dergisi*, 23,7-49.
- Yıldırım, M; Gökaşan, E., 2013, Mühendisler için jeoloji bilgileri, Sy-342-343.
- Yılmaz, E. , Duran, O. 1997, Güneydoğu Anadolu Bölgesi Otokton ve Allohton Birimler Stratigrafi Adlama Sözlüğü, 241, T.P.A.O. Arş. Merk. Grubu Başkanlığı Eğitim Yay. No: 31, Ankara.
- Yılmaz, Y., 1982, Amonos dağlarının tektoniği: *TPAO Arama Grubu, Rapor no. 1653, 91 s.*, Ankara.
- Wilson, R., Wieczorek, G. ve Harp, E. 1979, "Development of criteria for regional mapping of slope stability", Annual Meeting of the Geological Society of America
- Wyllie, D.C., ve MAH, C.W., 2004, *RockSlopeEngineering: Civil and Mining*. Taylor & Francis, *New York-ABD*, 480 s.
- Woodruff, S. 1966, 'Methods of working Coal and metal mines', 1, pergaman, Oxford. World Institutefor Disaster Risk Management, Inc., 2004 a: Seismic Microzonation for Municipalities. Manual.
- World Institute for Disaster Risk Management, Inc., 2004b: Seismic Microzonation For Municipalities. State of Art.

EKLER



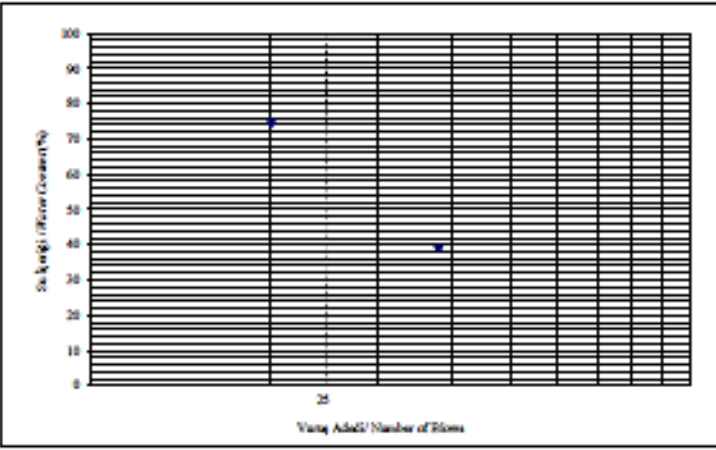
EK-1 JEOTEKNİK LOGLARI

7		BOZYIĞIT MÜHENDİSLİK		SONDAJ LOGU		Sayfa/Page :1/1			
		Bozyığıt Sondaj İnşaat ve Müşavirlik		BORING LOG					
PROJE ADI / Project Name : Erzurum İlçe Jandarma Komutanlığı									
SONDAJ YERİ / Boring Location : ERURUM/ŞİRKİ									
KUYU NO/Hole no : SK-1		MÜH. BOR. DER./Casing Depth : -		BAS. BİT. TARİHİ /Start-Finish Date: 03.11.2011					
SONDAJ DER. / Boring Depth : 20,00 m		KOORDİNAT /Coordinate (N-S) Y : -							
SONDAJ KOTU /Elevation : -		KOORDİNAT /Coordinate (E-W) X : -							
YER ALTI SUYU /Groundwater : -									
Sonda Der. (m) Boring Depth (m)	Mühürleme Boyu Sealing Length (m)	STANDART PENETRASYON TESTİ Standard Penetration Test				JEOTEKNİK TANIMLAMA Geotechnical Description			
		DARBE SAYISI Num. Of Blows		GRAFİK(Graph)					
		Mühürleme Çeşit. Sealing Type							
		SPT 11 13 16 29		0 10 20 30 40 50 60		Profil Profile			
1,00						0,0-0,50m B. Toprak			
2,00									
3,00		LD							
4,00									
13,00									
14,00									
15,00									
16,00									
17,00									
18,00									
19,00									
20,00						KUYU TABANI:20,00m			
DAYANIMLILIK - Strength		İYİLEME - Fine Grained		İRİ DANELİ - Coarse Grained					
I - MÜKEMMEL	Strong	I-YAZK	Fresh	N=0-1	ÇOK YUMUŞAK	V. Soft	N=0-4	V. Loose	
II - ORTA DAYANIMLI	M. Strong	II-AZ AYRISIMLI	Slightly W.	N=2-4	YUMUŞAK	Soft	N=5-10	Loose	
III - ORTA ZAYIF	M. Weak	III-ORTA DER. AYR.	Mod. Weath.	N=5-8	ORTA KATI	M. Stiff	N=11-20	M. Dense	
IV - ZAYIF	Weak	IV-ÇOK AYR.	Highly W.	N=9-15	KATI	Stiff	N=21-30	Dense	
V - ÇOK ZAYIF	V. Weak	V-TAM AYRISIMLI	Comp. Weath.	N=16-30	ÇOK KATI	V. Stiff	N=31-50	V. Dense	
				N=30	SERT	Hard	N=50		
KAYA KALİTESİ - RQD		KIRIKLAR-30cm-Fractures		ORANLAR - Proportions					
N=0-25	ÇOK ZAYIF	V. Poor	SEYREK	Wide	% 2	FEK AZ	Slightly	% 5+	Slightly
N=25-50	ZAYIF	Poor	ORTA	Moderate	% 2	AZ	Little	% 5 - 10	Little
N=50-75	ORTA	Fair	SIK	Close	% 1	ÇOK	Very	% 10 - 50	Very
N=75-90	İYİ	Good	ÇOK SIK	Frequent	% 1	VE	And		
N=90-100	ÇOK İYİ	Excellent	FARCA	Crushed					
SPT : STANDART PEN. DENKLEMİ Standard Penetration Test		SONDÖR-Driller		SONDAJ MÜHENDİSİ Driller-Engineer		İMZA-Sign			
D: ÖRSELENMİŞ NİMUNE Disturbed Sample		EŞREF SEVEN		HABİL BOZYIĞIT					
LD : ÖRSELENMEMİŞ NİMUNE Undisturbed Sample									

BOZYIĞIT MÜHENDİSLİK		SONDAJ LOGU		Sayfa/Page :1/1						
Bozyığı Sondaj İnşaat ve Müşavirlik		BORING LOG								
PROJE ADI / Project Name : Eruh İlçe Jandarma Komutanlığı		ERUH/ŞİRT								
SONDAJ YERİ / Boring Location :										
KUYU NO/Well No : SK-2		MÜH. BOR. DER./Casing Depth :								
SONDAJ DER. / Boring Depth : 20,00		BAŞ. BİT. TARİHİ /Start-Finish Date: 03.11.2011								
SONDAJ KÖTÜ / Elevation :		KOORDİNAT /Coordinate (N-S) x : :								
YER ALTI SUYU /Groundwater :		KOORDİNAT /Coordinate (E-W) x : :								
Sonda Der. (m) Boring Depth (m)	Mühürlem boyu Seal Length	Mühürlem Çapı Seal Dia	STANDART PENETRASYON TESTİ Standard Penetration Test		JEOTEKNİK TANIMLAMA Geotechnical Description	Pm (%) Fracture	Kırıntı 20 cm Fracture 20 cm	Kırıntı % Fracture %	Kırıntı Konsantrasyonu Fracture Concentration	RQD %
			DARBE SAYISI Num. Of Blows	GRAFIK (Graph)						
1,00					0,0-0,50m B. Toprak					
2,00										
3,00		LD								
4,00		SPT	10	16	19	35				
5,00										
6,00		SPT	11	19	20	39				
7,00										
8,00										
9,00		SPT	14	21	23	44				
10,00										
11,00										
12,00										
13,00										
14,00										
15,00										
16,00										
17,00										
18,00										
19,00										
20,00										
KAYI TANIMLAMASI - Stratum			İNEK DANELİ - Fine Grained			İRİ DANELİ - Coarse Grained				
I - BAYANMILI	Strong	İYİLEK	Fresh	N-0-4 ÇOK YUMUŞAK	V. Soft	N-0-4	V. Loose			
II - ORTA BAYANMILI	M. Strong	II-AZ AYRISIMLI	Slightly W.	N-5-8 YUMUŞAK	Soft	N-5-10	Loose			
III - ORTA ZAYIF	M. Weak	III-ORTA DER. AYR.	Mod. Weath.	N-9-15 ORTA KATI	M. Soft	N-11-20	M. Dense			
IV - ZAYIF	Weak	IV-ÇOK AYR.	Highly W.	N-16-30 KATI	Stiff	N-21-30	Dense			
V - ÇOK ZAYIF	V. Weak	V-YAM AYRISIMLI	Comp. Weath.	N-31-50 ÇOK KATI	V. Stiff	N-31-50	V. Dense			
KAYA KALİTESİ - RQD			KIRIKLAK-30cm-Fractures			ORANLAK - Proportions				
N-0-5 ÇOK ZAYIF	V. Poor	İYİLEK	Wide	N-1	FRK. AZ	Slightly	N-5	Slightly		
N-5-25 ZAYIF	Poor	ORTA	Moderate	N-2	AZ	Little	N-5 - 20	Little		
N-25-75 ORTA	Fair	SK	Close	N-3	ÇOK	Vary	N-20 - 50	Vary		
N-75-90 İYİ	Good	ÇOK S	Intense	N-4	YK	And				
N-90-100 ÇOK İYİ	Excellent	FARÇ	Cracked							
SPT STANDART FEN BENEVI			SONDÖR/Driller			SONDAJ MÜHENDİSİ				
Standard Penetration Test			EŞREF SEVEN			Driller/Inspector				
D: ORSELENMİŞ NÜMUNE			HABİL BOZYIĞIT			MZA-Sign				
Disturbed Sample										
LD: ORSELENMİŞ NÜMUNE										
Undisturbed Sample										

3		BOZYIĞIT MÜHENDİSLİK		SONDAJ LOGU		Sayfa/Page :1/1	
		Bozyiğit Sondaj İnşaat ve Müşavirlik		BORING LOG			
PROJE ADI / Project Name		Ereğli İlçe Jandarma Komutanlığı					
SONDAJ YERİ / Boring Location		ERURUSURU					
MİLYU NO/No. of		SK-3		MÜH. BOR. DER. /Casing Depth			
SONDAJ DER. / Boring Depth		20.00		BAS. BİT. TARİHİ /Start-Finish Date		03.11.2011	
SONDAJ KOTU / Elevation				KOORDİNAT (Coordinate (N-S)) y :			
YER ALTI SIVU /Groundwater				KOORDİNAT (Coordinate (E-W)) x :			
Sondaç Derin. (m) Boring Depth (ft)	Mühürleme boyu mm	Mühürleme Çapı mm	STANDART PENETRASYON TESTİ Standard Penetration Test		JEOTEKNİK TANIMLAMA Geotechnical Description	İm H Profilye	Kırıntı 20 cm Fraktion / 20 cm Kırıntı % Coar. Recovery %0.075
			DARBE SAYISI Num. Of Blows	GRAFİK/Graph			
1.00					0.0-0.50m B. Toprak		
2.00							
3.00		LD					
4.00		SPT	9	11	15	26	
5.00							
6.00		SPT	11	16	19	36	
7.00					0.50-20.00m Miyosen Siltli Kil		
8.00					Kahverengimsi renkte		
9.00		SPT	13	18	20	38	
10.00					Konsolide olmuş Çok Geveşek Homojen olmayan mam ara katlı		
11.00							
12.00							
13.00							
14.00							
15.00							
16.00							
17.00							
18.00							
19.00							
20.00							
DÜŞÜNÜLELİLİK - Strength			İNEÇ DANELİ - Fine Grained			İRİ DANELİ - Coarse Grained	
I - BİYENLİLİK	Strong	I-YAKI	Fresh	N-0-3 ÇOK YUMUŞAK	V. Soft	20-24	V. Loose
II - ORTA DAYANIMLI	M. Strong	II-ORTA	AYR. SİLMİŞ Slightly W.	N-4-8 ORTA KATI	M. Soft	25-30	Loose
III - ORTA ZAYIF	M. Weak	III-ORTA	DER. AYR. Mod. Weath.	N-9-15 KATI	Soft	31-40	Med. Dense
IV - ZAYIF	Weak	IV-ÇOK	AYR. Highly W.	N-16-30 ÇOK KATI	Stiff	41-50	Dense
V - ÇOK ZAYIF	V. Weak	V-TAM	AYR.ŞIMŞ. Comp. Weath.	N-31-50 ÇOK KATI	V. Stiff	51-60	V. Dense
				N-51-100 ÇOK KATI	Hard	61-70	
KAYA KALİTESİ - RQD			KIRIKLAR - Fractures			ÜREKLİKLER - Porosity	
N-0-5 ÇOK ZAYIF	V. Poor	SEYRE	Wide	% 1 FKR AZ	Slightly	% 2-	Slightly
N-6-10 ZAYIF	Poor	ORTA	Moderate	% 2 AZ	Little	% 5 - 10	Little
N-11-15 ORTA	Fair	ÇOK	Clear	% 3 ÇOK	Very	% 10 - 20	Very
N-16-20 İYİ	Good	ÇOK S	Impure	% 4 VE	and		
N-21-25 ÇOK İYİ	Excellent	FARKLI	Cracked				
SPT : STANDART PEN. DEĞERİ Standard Penetration Test			SONDÖR/Driller		SONDAJ MÜHENDİSİ Driller / Engineer		İNZA-Siga
EĞİLEMLERİN NÜMUNESİ Disturbed Sample			ŞEŞREF SEVEN		HABİL BOZYIĞIT		
LD : ÇEKİLEMLERİN NÜMUNESİ Undisturbed Sample							

EK-2 DENEY FORMLARI ve RAPORLARI

		DOĞU ZEMİN LABORATUVARI DOĞU ZEMİN JELOJİ SANAYİ VE TİC. LTD. ŞTİ. KÜLTÜR MAH. 2527 SOK. BEKİRHAN APT. NO:15/A MERKEZ/BATMAN CEP:0543 923 24 38-0542 420 11 72									
ZEMİNLERİN LİKİT LİMİTİNİN ÇARPMALI CİHAZLA TAYİNİ(Tek Nokta Yöntemi) LIQUID LIMIT and PLASTIC LIMIT TESTS											
Firma Adı / Company Name :	BOZYIĞIT MÜHENDİSLİK	Lab Kayıt No / Lab No.:	3,00								
Proje Adı /Project Name :	SİRT İZCİLİĞİ, İRAN İÇİ İZCİLİĞİ HESAB. VE İZL. BULUNDUĞU BÖL. 0 PAFTA 0 ADA 0 PARSEL İRANİ MAL - İRAN / SİRT İZCİLİĞİ, İRAN İÇİ İZCİLİĞİ HESAB. VE İZL. BULUNDUĞU BÖL.	Rapor Tarihi / Report Date :	00.01.1900								
Sondaj No /Borehole-T.P# No:	SK-1	Standart No / Standard No :	TS 1900-1								
Derinlik / Depth :	3,00	Bakanlık Rapor No/Ministry R. No.									
Numune No / Sample No :	UD										
	LİKİT LİMİT / LIQUID LIMIT				PLASTİK LİMİT (PLASTIC LIMIT)						
	1	2	3	4	1	2					
Kap No / Tare No	95	30			70	118					
Kap + Yağ Numune /Tare + Wet Soil (gr)	78,11	80,38			45,41	50,32					
Kap + Kuru Numune / Tare + Dry Soil (gr)	58,08	62,49			38,35	47,42					
Su Miktarı / Water, W _w (gr)	22,03	28,87			9,05	11,90					
Kap Ağırlığı / Tare (gr)	0,00	26,50			0,00	0,00					
Kuru Numune / Dry Soil, W _s (gr)	58,08	35,99			38,35	47,42					
Su Muhtevası / Water Content (%)	30,3	74,8			24,0	25,1					
Vuruş Adedi / Number of Blows	38	20									
											
<table border="1"> <tr> <td>LL</td> <td>58,0</td> </tr> <tr> <td>PL</td> <td>25,0</td> </tr> <tr> <td>PI</td> <td>33,0</td> </tr> </table>						LL	58,0	PL	25,0	PI	33,0
LL	58,0										
PL	25,0										
PI	33,0										
Notlar / Note : 1. Sizi konusuz deney sonuçları sadece test edilen deney noktalarına aittir. / The test results belong only to the experiment location. 2. Deney sonuçları laboratuvarımız tarafından izniniz olmadan kopyalanamaz ve çoğaltılamaz. / The test results can not be copied and reproduced without permission. 3. Laboratuvarımız 4708 sayılı kanun gereği T.C.Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Yapı İşleri Genel Müdürlüğü tarafından verilen 21.12.2018 tarih ve 621/66/6-Mükerrer 204 sayılı emre göre;											
Açıklamalar /Remarks :	Deney Sorumlusu Mühendis / Test Responsible Engineer Habip AKGÖL Jeolojî Mühendisi Oda Sicil No : 21638		Lab. Denetçi Mühendis / Lab. Supervising Engineer Abdulkadir BULDUK Denetçi Mühendis Belge No : 15623								

FR.7-4.2/ REV NO: TABİHİ.00



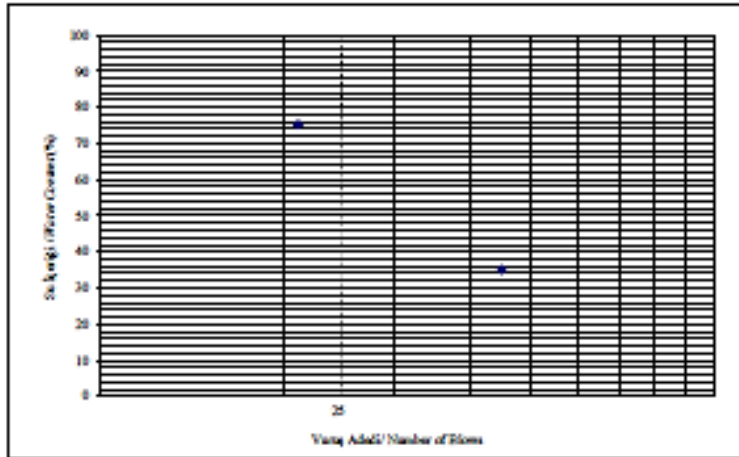
DOĞU ZEMİN LABORATUVARI

DOĞU ZEMİN JELOLOJİ SANAYİ VE TİC. LTD. ŞTİ.
KÜLTÜR MAH. 2527 SOK. BEKİRHAN APT. NO:15/A MERKEZ/BATMAN
CEP:0543 923 24 38-0542 420 11 72



ZEMİNLERİN LİKİT LİMİTİNİN ÇARPMALI CİHAZLA TAYİNİ (Tek Nokta Yöntemi) LIQUID LIMIT and PLASTIC LIMIT TESTS

Firma Adı / Company Name :	BOZUYİĞİT MÜHENDİSLİK	Lab Kayıt No / Lab No.:	0,00			
Proje Adı / Project Name :	SİRT İZLİĞİ, ERDEKİ ÇUKUR HİZİN. VE İDL. BULUNUĞU BÖL. 0 PAFTA 0 ADA 0 PARSEL FIKAT MAH - ERKİN / SİRT İZLİĞİ, ERDEKİ ÇUKUR HİZİN. VE İDL. BULUNUĞU BÖL.	Rapor Tarihi / Report Date :	00.01.1900			
Sondaj No / Borehole-T.Pit No :	SK-1	Standart No / Standard No :	TS 1900-1			
Derinlik / Depth :	5,00	Bakanlık Rapor No/Ministry R. No.				
Numune No / Sample No :	SPT					
	LİKİT LİMİT / LIQUID LIMIT		PLASTİK LİMİT / PLASTIC LIMIT			
	1	2	3	4	1	2
Kap No / Tare No	91	78			14	22
Kap + Yağ Numune / Tare + Wet Soil (gr)	49,92	121,18			78,12	87,24
Kap + Kuru Numune / Tare + Dry Soil (gr)	38,98	89,18			67,97	75,52
Su Miktarı / Water, W _w (gr)	12,98	52,00			10,15	11,72
Kap Ağırlığı / Tare (gr)	0,00	0,00			25,50	26,00
Kuru Numune / Dry Soil, W _s (gr)	38,98	89,18			42,47	48,82
Su Muhtevası / Water Content (%)	35,1	75,2			23,9	24,1
Vuruş Adedi / Number of Blows	45	21				



LL	57,0
PL	24,0
PI	33,0

Notlar / Notes :

1. Söz konusu deney sonuçları sadece test edilen deney noktalarına aittir. / The test results belong only to the experiment locations.
2. Deney sonuçları laboratuvarımız tarafından izlenmeden yeniden üretilmemektedir ve çoğaltılamaz. / The test results can not be copied and reproduced without permission.
3. Laboratuvarımız 0708 sayılı kanun gereği T.C Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Yapı İşleri Genel Müdürlüğü tarafından verilen 31.12.2018 tarih ve 627 No.lu laboratuvar izin belgesine sahiptir.

Açıklamalar / Remarks :

Deney Sorumlusu Mühendis / Test Responsible Engineer

Lab. Denetçi Mühendisi / Lab. Supervising Engineer

Habip AKGÖL
Jeolojî Mühendisi
Oda Sicil No : 21638

Abdulkadir BULDUK
Denetçi Mühendis
Belge No : 15693

FR 2-4-2/REV. NOTARIHI.00



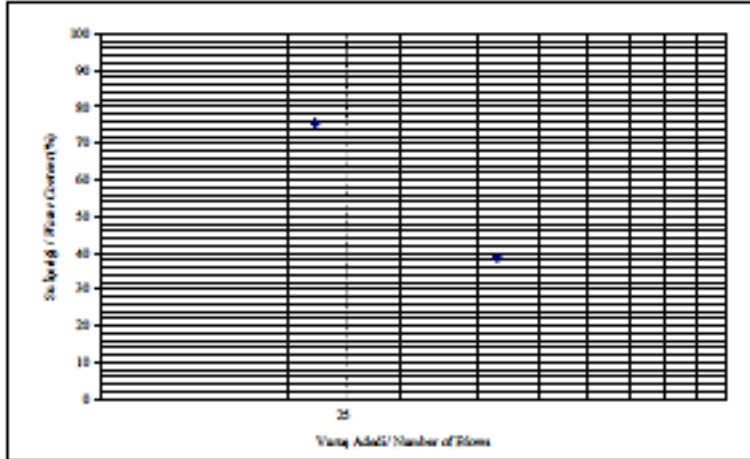
DOĞU ZEMİN LABORATUVARI

DOĞU ZEMİN JEOLOJİ SANAYİ VE TİC. LTD. ŞTİ.
KÜLTÜR MAH. 2627 SOK. BEKİRHAN APT. NO:15/A MERKEZBATMAN
CEP:0543 923 24 38-0542 420 11 72



ZEMİNLERİN LİKİT LİMİTİNİN ÇARPMALI CİHAZLA TAYİNİ (Tek Nokta Yöntemi) LIQUID LIMIT and PLASTIC LIMIT TESTS

Firma Adı / Company Name :	DOZYİĞİT MÜHENDİSLİK	Lab Kayıt No / Lab No.:	0,00			
Proje Adı / Project Name :	SİRT LUKUĞU, ERİN İÇİ LUKUĞU HİZİN, VE LÖL BULUNDUĞU BÖL. 0 PAFTA 0 ADA 0 PARSEL FİYAT MAHL - ERİN / SİRT LUKUĞU, ERİN İÇİ LUKUĞU HİZİN, VE LÖL BULUNDUĞU BÖL.	Rapor Tarihi / Report Date :	30.01.1900			
Sondaj No / Borehole-T/PE No:	SK-2	Standart No / Standard No :	TS 1900-1			
Derinlik / Depth :	3,00	Bakanlık Rapor No/Ministry R. No.				
Numune No / Sample No :	UD					
	LİKİT LİMİT / LIQUID LIMIT		PLASTİK LİMİT / PLASTIC LIMIT			
	1	2	3	4	1	2
Kap No / Tare No	22	58			66	95
Kap + Yağ Numune / Tare + Wet Soil (gr)	81,31	88,66			48,08	51,17
Kap + Kuru Numune / Tare + Dry Soil (gr)	66,13	50,48			38,30	40,26
Su Miktarı / Water, W _w (gr)	15,18	38,18			9,78	10,91
Kap Ağırlığı / Tare (gr)	26,00	0,00			0,00	0,00
Kuru Numune / Dry Soil W _s (gr)	39,23	50,48			38,30	40,26
Su Muhtevası / Water Content (%)	38,7	75,6			26,0	27,1
Yarış Adedi / Number of Blows	45	22				



Notlar / Notes :

- Siz sonuçları deney sonuçları sadece test edilen deney noktalarına aittir. / The test results belong only to the experiment locations.
- Deney sonuçları libere edilmemelidir (biri olmadan izlenen kopyalanamaz ve çoğaltılamaz). / The test results can not be copied and reproduced without permission.
- Laboratuvarımız ÇMİ sayılı kanun gereği T.C.Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Yapı İşleri Genel Müdürlüğü tarafından verilen 21.12.2018 tarih ve 027/1676 sayılı kararlar ile belgelenecektir.

Açıklamalar / Remarks :

Deney Sorumlusu Mühendis / Test Responsible Engineer

Lab. Denetçi Mühendisi / Lab. Supervising Engineer

Habip AKGÖL
Jeoloji Mühendisi
Oda Sicil No : 21638

Abdulkadir BULDUK
Denetçi Mühendis
Belge No : 15693

FR-Z-4-2/ REV.NO/TARİHİ.00



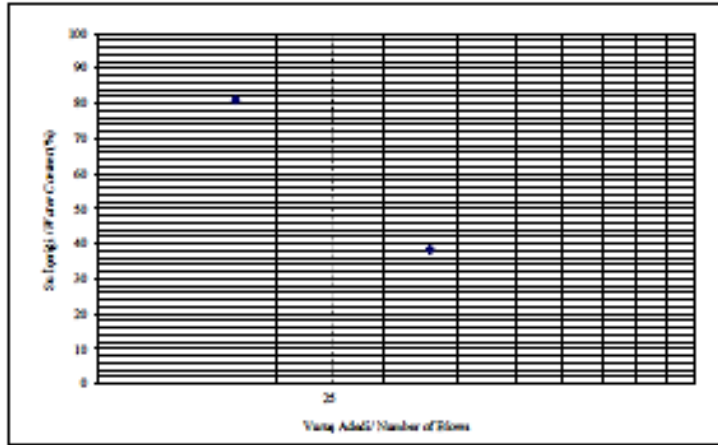
DOĞU ZEMİN LABORATUVARI

DOĞU ZEMİN JEOLOJİ SANAYİ VE TİC. LTD. ŞTİ.
KÜLTÜR MAH. 2527 SOK. BEKİRHAN APT. NO:15/A MERKEZBATMAN
CEP:0543 923 24 38-0542 420 11 72



ZEMİNLERİN LİKİT LİMİTİNİN ÇARPMALI CİHAZLA TAYİNİ (Tek Nokta Yöntemi) LIQUID LIMIT and PLASTIC LIMIT TESTS

Firma Adı / Company Name :	DOZYİĞİT MÜHENDİSLİK	Lab Kayıt No / Lab No.:	0,00			
Proje Adı / Project Name :	SİRTİ İKLİĞİ, ERİN İÇİ İKLİĞİ HİZİN. VE LÖL BULUNDUĞU BÖL. 0 PAFTA 0 ADA 0 PARSEL FRYAT MAH - ERİN / SİRTİ İKLİĞİ, ERİN İÇİ İKLİĞİ HİZİN. VE LÖL BULUNDUĞU BÖL.	Rapor Tarihi / Report Date:	00.01.1900			
Sondaj No / Borehole-T.Pit No:	SK-2	Standart No / Standard No :	TS 1900-1			
Derinlik / Depth :	5,00	Bakanlık Rapor No/Ministry R. No.				
Numune No / Sample No :	SPT					
	LİKİT LİMİT / LIQUID LIMIT		PLASTİK LİMİT / PLASTIC LIMIT			
	1	2	3	4	1	2
Kap No / Tare No	84	58			90	18
Kap + Yağ Numune / Tare + Wet Soil (gr)	94,03	83,82			80,13	88,58
Kap + Kuru Numune / Tare + Dry Soil (gr)	88,03	35,27			47,38	75,11
Su Miktarı / Water, W_w (gr)	26,00	28,55			12,75	13,47
Kap Ağırlığı / Tare (gr)	0,00	0,00			0,00	25,40
Kuru Numune / Dry Soil, W_s (gr)	88,03	35,27			47,38	49,71
Su Mohtevası / Water Content, (%)	38,2	80,9			26,9	27,1
Varış Adedi / Number of Blows	38	17				



LL	80,9
PL	27,1
SL	33,0

Notlar / Notes :

- Siz öncüsü deney sonuçları sadece test edilen deney koşullarına aittir. / The test results belong only to the experiment conditions.
- Deney sonuçları laboratuvarımız için olmadan başka kopyalanamaz ve çoğaltılamaz. / The test results can not be copied and reproduced without permission.
- Laboratuvarımız 4708 sayılı kanun gereği T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Yapı İşleri Genel Müdürlüğü tarafından verilen 21.12.2018 tarih ve 627 No.lu laboratuvar için belgeye sahiptir.

Açıklamalar / Remarks :

Deney Sorumlusu Mühendis / Test Responsible Engineer

Lab. Denetçi Mühendis / Lab. Supervising Engineer

Habip AKGÖL
Jeoloji Mühendisi
Oda Sicil No : 21638

Abdulkadir BULDUK
Denetçi Mühendis
Belge No : 15693

FR-Z-4.2/ REV. NO/TARİH:1.00



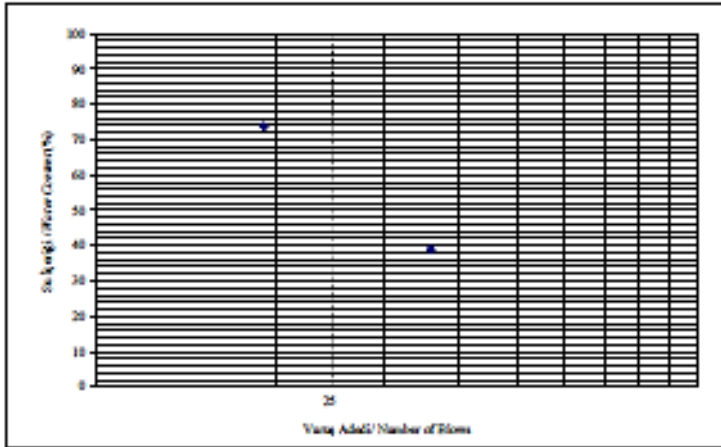
DOĞU ZEMİN LABORATUVARI

DOĞU ZEMİN JELOLOJİ SANAYİ VE TİC. LTD. ŞTİ.
KÜLTÜR MAH. 2527 SOK. BEKİRHAN APT. NO:15A MERKEZBATMAN
CEP:0543 923 24 38-0542 420 11 72



ZEMİNLERİN LİKİT LİMİTİNİN ÇARPMALI CİHAZLA TAYİNİ (Tek Nokta Yöntemi) LIQUID LIMIT and PLASTIC LIMIT TESTS

Firma Adı /Company Name :	BOZUYİĞİT MÜHENDİSLİK	Lab Kayıt No /Lab No.:	0,00			
Proje Adı /Project Name :	SİRTİ KLİŞE, ERKİN İÇİ KLİŞE HİZİN. VE İDL. BULUNDUĞU EÖL. 0 PAFTA 0 ADA 0 PARSEL FIKAT MAH - ERKİN / SİRTİ KLİŞE, ERKİN İÇİ KLİŞE HİZİN. VE İDL. BULUNDUĞU EÖL.	Rapor Tarihi / Report Date :	00.01.1900			
Sondaj No / Borehole-T.PP No:	SİK-3	Standart No / Standard No :	TS 1900-1			
Derinlik / Depth :	3,00	Bakanlık Rapor No/Ministry R. No.				
Numune No / Sample No :	UD					
	LİKİT LİMİT / LIQUID LIMIT		PLASTİK LİMİT / PLASTIC LIMIT			
	1	2	3	4	1	2
Kap No / Tare No	56	7			91	84
Kap + Yağ Numune /Tare + Wet Soil (gr)	88,52	135,84			82,00	71,31
Kap + Kuru Numune / Tare + Dry Soil (gr)	83,71	87,44			49,84	60,35
Su Miktarı / Water, W _w (gr)	24,80	48,20			12,98	10,98
Kap Ağırlığı / Tare (gr)	0,00	22,10			0,00	18,70
Kuru Numune / Dry Soil, W _s (gr)	83,71	85,34			49,84	43,85
Su Muhtevası / Water Content (%)	38,9	73,8			24,9	25,1
Vuruş Adedi / Number of Blows	38	19				



LL	57,0
PL	25,0
FI	32,0

Notlar / Notes :

- Siz sonucu deney sonuçları sadece test edilen deney rollerine aittir / The test results belong only to the equipment location.
 - Deney sonuçları laboratuvarımız için cihazdan kaynaklı tespitlerimiz ve doğrulamamızdır / The test results can not be copied and reproduced without permission.
 - Laboratuvarımız 4708 sayılı kanun gereği T.C.Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Yapı İşleri Genel Müdürlüğü tarafından verilmiştir.
- 31.12.2018 tarih ve 607 No.lu laboratuvar için belgesine sahiptir.

Açıklamalar / Remarks :

Deney Sorumlusu Mühendis / Test Responsible Engineer

Lab. Denetçi Mühendis / Lab. Supervising Engineer

Habip AKGÖL
Jeolojî Mühendis
Oda Sicil No : 21838

Abdulkadir BULDUK
Denetçi Mühendis
Belge No : 15693

FR-Z-4/2/REV NOTARİHL00



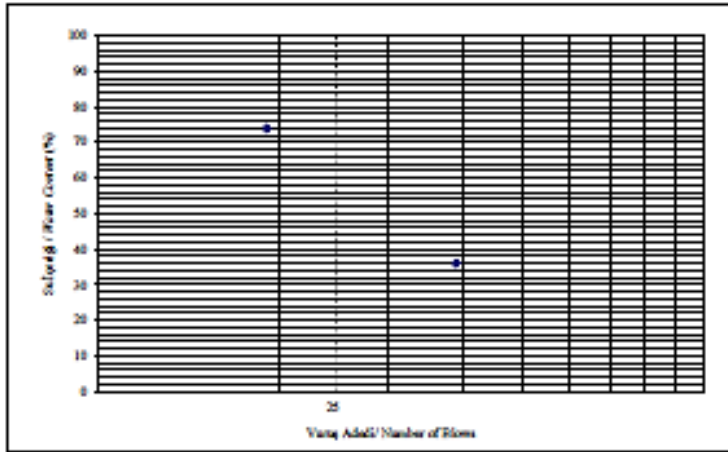
DOĞU ZEMİN LABORATUVARI

DOĞU ZEMİN JEOLOJİ SANAYİ VE TİC. LTD. ŞTİ.
KÜLTÜR MAH. 2527 SOK. BEKİRHAN APT. NO:15/A MERKEZ/BATMAN
CEP:0543 023 24 38-0542 420 11 72



ZEMİNLERİN LİKİT LİMİTİNİN ÇARPMALI CİHAZLA TAYİNİ (Tek Nokta Yöntemi) LIQUID LIMIT and PLASTIC LIMIT TESTS

Firma Adı /Company Name :	DOZYİT MÜHENDİSLİK	Lab Kayıt No /Lab No.:	0,00			
Proje Adı /Project Name :	SİRT İKLİŞİ, ERZURUM İLİ KİLİSİ İLÇESİNİN VE İLİL BULUNDUĞU BÖL. 0 PAFTA 0 ADA 0 PARSEL PRAT MAHAL - ERİŞİM / SİRT İKLİŞİ, ERZURUM İLİ KİLİSİ İLÇESİNİN VE İLİL BULUNDUĞU BÖL.	Rapor Tarihi / Report Date :	00.01.1900			
Sondaj No /Borehole-T.PP No:	SK-3	Standart No / Standard No :	TS 1900-1			
Derinlik / Depth :	6,00	Bakanlık Rapor No/Ministry R. No.				
Nümunne No / Sample No :	SPT					
	LİKİT LİMİT / LIQUID LIMIT		PLASTİK LİMİT / PLASTIC LIMIT			
	1	2	3	4	1	2
Kap No /Tare No	00	56			63	42
Kap + Yağ Numune /Tare + Wet Soil (gr)	62,26	64,30			57,05	66,35
Kap + Kuru Numune /Tare + Dry Soil (gr)	45,78	36,06			45,68	58,21
Su Miktarı / Water, W _p (gr)	16,49	27,34			11,37	8,14
Kap Ağırlığı /Tare (gr)	0,00	0,00			0,00	25,80
Kuru Numune / Dry Soil, W _s (gr)	45,78	36,06			45,68	32,41
Su Muhtevası / Water Content, (%)	36,0	74,0			24,0	25,1
Yavaş Adedi / Number of Blows	30	19				



LL	56,0
PL	25,0
PI	31,0

Notlar / Notes :

- Siz testleri deney sonuçları sadece test edilen deney noktalarına aittir / The test results belong only to the experiment locations.
- Deney sonuçları laboratuvarımız için çıtadan itibaren kopyalanamaz ve çoğaltılamaz / The test results can not be copied and reproduced without permission.
- Laboratuvarımız 4708 sayılı kanun gereği T.C.Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Yapı İşleri Genel Müdürlüğü tarafından verilen 31.12.2018 tarih ve 627 No.lu laboratuvar izin belgesine sahiptir.

Açıklamalar / Remarks :

Deney Sorumlusu Mühendis / Test Responsible Engineer

Lab. Denetçi Mühendisi / Lab. Supervising Engineer

Habip AKGÖL
Jeoloji Mühendisi
Oda Sicil No : 21638

Abdulkadir BULDUK
Denetçi Mühendis
Belge No : 15693

FR-2-4-2/ REV NO/TARİHİ 00



DOĞU ZEMİN LABORATUVARI
DOĞU ZEMİN JEOLOJİ SANAYİ VE TİC. LTD. ŞTİ.
KÜLTÜR MAH. 2627 SOK. BEKİRHAN APT. NO:151A MERKEZ/BATMAN
CEP:0843 923 24 38-0542 420 11 72



ZEMİN DENEYLERİ SONUÇ FORMU

Firma Adı / Company Name : BOZYİĞİT MOHENDİSLİK	Nümunne Geliş Tarihi / Sample Receiving Date : 00.01.1900
Proje Adı / Project Name : SİRT J.K.LÜĞİ, ERUH/İÇE J.K.LÜĞİ HIZ.BİN. VE LOJ. BULUNDUĞU BÖL. 0 PAFTA 0 ADA 0 PARSEL FIRAT MAH. - ERUH/ SİRT J.K.LÜĞİ, ERUH/İÇE J.K.LÜĞİ HIZ.BİN. VE LOJ. BULUNDUĞU BÖL.	Rapor Tarihi / Report Date : 00.01.1900
Lab Kayıt No. / Lab. No : 0	Bakanlık Rapor No. / Ministry Report No. :
Rapor No. / Report No. : 0	

Sondaj No Borings/Şift No	Numune Sample No	Derinlik Depth	Su İçeriği Water Content		Doğal Birim Th Hcm³	Kuru Birim Ts Hcm³	Özgül Ağırlık Gs	Atterberg Limitleri Atterberg Limits			ELEK ANALİZİ SIEVE ANALYSIS (Yüzde Geçen Percent Passing)			HIDROMETRE Hydrometer		ÜSC UCS	Yüklemeye Deneysel Point Load Strength Test	UÇ EKSENLİ BASIŖ DENEYİ TRIAxIAL COMPRESSION TEST				SERBEST BASIŖ DENEYİ UNCONFINED COMP. TEST		KONSOLIDASYON DENEYİ CONSOLIDATION TEST										
			Wt, (%)	Wp, (%)				LL	PL	PI	4 Kabin (%)	200 Geçen (%)	Silt (%)	Kil (%)	c kg/cm²			e Deg.	c kg/cm²	e Deg.	c' kg/cm²	e' Deg.	q _u Kpa		C _u Kpa	Şişme Bassıs Swell Press. gr/cm³	Şişme Swel %	mv (cm²/şg)						
SK-1	UD	3.00	17.00	17.00	1.900			58.0	25.0	33.0	0.00	85.30				CH			0.61	5.70										5.00				
SK-1	SPT	6.00	16.00	16.00				57.0	24.0	33.0	0.00	89.95				CH			0.62	5.30									4.00					
SK-2	UD	3.00	14.00	14.00	1.910			60.0	27.0	33.0	0.00	86.29				CH			0.59	6.00								3.75						
SK-3	UD	3.00	15.00	15.00				57.0	25.0	32.0	0.00	87.77				CH																		
SK-3	SPT	6.00	17.00	17.00				56.0	25.0	31.0	0.00	92.41				CH																		

Notlar / Notes :

- Sıkı koruyucu deneyler sadece test edilen deney noktasında yapılır. / The test results belong only to the experiment locations.
 - Deney sonuçları laboratuvara teslim olduğunda kesinlikle değiştirilmemelidir. / The test results can not be changed and reproduced without permission.
 - Laboratuvarımız 4098 sayılı kanun gereği T.C.Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Toprak Genel Müdürlüğü tarafından kurulmuştur.
- 31/12/2016 tarih ve 627 No.lu tekerleme alan belgesiyle yetkilendirilmiştir.

Açıklamalar / Remarks :

Deney Sorumlusu/Mühendisli/Chief Describable/Engineer:
Haluk AKGÖZÜL
Jeolojik Mühendislik
Oran Sok. No. : 21638

Lab. Sorumlusu/Mühendisli/Lab. Superintendent/Engineer:
Abdullahi BILGİLİK
Deneyçi Mühendislik
Beylik Sok. No. : 15689

FR-2-1/ REV/NO/TARİHLERİ



DOĞU ZEMİN LABORATUVARI

DOĞU ZEMİN LABORATUVARI

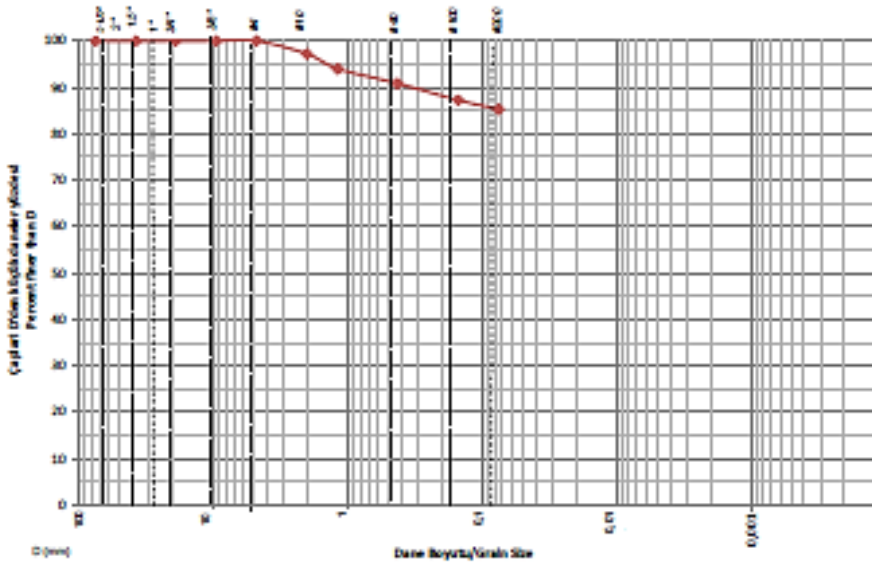
KÜLTÜR MAH. 2037 NO.1. BEŞİKTAŞ/İST. NO: 10000000000000000000

CEP:0543 833 34 33-0543 420 11 73



DANE BOYU DAĞILIMI (ELEK ANALİZİ) İNCE AGREGA PARTICLE - SIZE ANALYSIS (SIEVE ANALYSIS) FINE AGGREGATE

Firma Adı / Company Name :	İSCELİM MÜHÜRLEME	Lab Kayıt No / Lab No :	0,00
Proje Adı / Project Name :	ORTULUK, İKİM İÇİLEME HESAP VE İZOLASYONU İÇİN 2. FASE İÇİN İZOLASYON FİRMASI İÇİN / İZOLASYON, İKİM İÇİLEME HESAP VE İZOLASYONU İÇİN	Rapor Tarihi / Report Date :	05.01.2020
Sonuç No / Result T.No :	00-1	Standard No / Standard No :	TS EN ISO 17892-4
Derinlik / Depth :	0,00	Bakanlık Rapor No/Ministry R.No :	
Numara No / Sample No :	00		



Zemin Soil	Tane Type	Çakıl - Gravel			Kum - Sand			Silt - Sil			K11 - Clay	AASHTO T 00
		Kaba Coarse	Orta Medium	İnce Fine	Kaba Coarse	Orta Medium	İnce Fine	Kaba Coarse	Orta Medium	İnce Fine		

Toplam Numune ağırlığı, W_s (gr) / Total Weight of Sample			Toplam elekten geçen ağırlığı (gr) / Total Weight of Passing			Toplam tutulmuş ağırlığı (gr) / Total Weight of Retaining		
						67,90		
Elek açıklığı / Sieve Size		Elekte Kalan (gr) / Weight of Retaining	Toplam Elekte Kalan (gr) / Total Weight of Retaining		Elekte Kalan / Percent Retaining (%)	Elekte Geçen / Percent Passing (%)		
Milimetre	İnç							
75,000	3 in	0,00	0,00	0,00	0,0	100,0		
37,500	1 1/2 in	0,00	0,00	0,00	0,0	100,0		
19,000	3/4 in	0,00	0,00	0,00	0,0	100,0		
9,500	3/8 in	0,00	0,00	0,00	0,0	100,0		
4,750	No.4	0,00	0,00	0,00	0,0	100,0		
2,000	No.10	1,91	1,91	1,91	2,8	97,2		
1,180	No.16	2,13	4,09	4,09	3,2	94,0		
0,425	No.40	2,12	6,21	6,21	3,1	90,9		
0,150	No.100	2,48	8,67	8,67	3,8	87,2		
0,075	No.200	1,21	9,88	9,88	1,4	85,3		
PAN		57,9						
D10	D60	D60	(Zemin Sınıflı / Soil Class) USCS :		OH	Çakıl (%)	İnce Kum (%)	Kum (%)
0,00	0,00	0,00				0,00	85,30	14,70
Çapraz sınıflama K _c / Cross Classification K _c								

Morlar / Note :
1. Bu sonuçlar deney raporuna eklenmiş bir şekilde deney raporu ile birlikte sunulmuştur. / The test results being only for the experiment location.
2. Deney sonuçları laboratuvarımız tarafından kontrol edilmiştir ve doğrulanmıştır. / The test results control by report and approved without problem.
3. Laboratuvarımız CEN sayılı kuruluşa göre T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Tepeköy Genel Müdürlüğü tarafından kurulmuştur.
4. Ürünümüzün detayları için lütfen laboratuvarımıza ulaşabilirsiniz.

Açıklamalar / Remarks :	Deney Sorumlusu / Responsible Person :	Lab. Sorumlusu / Lab. Supervisor Person :
	Harip AKGÖL Jeolojik Mühendis Çok Sicil No : 21508	Abdülkadir RÜZÜK Denetim Mühendisi Sicil No : 15583

FB 7-01 REV.001/2018/000

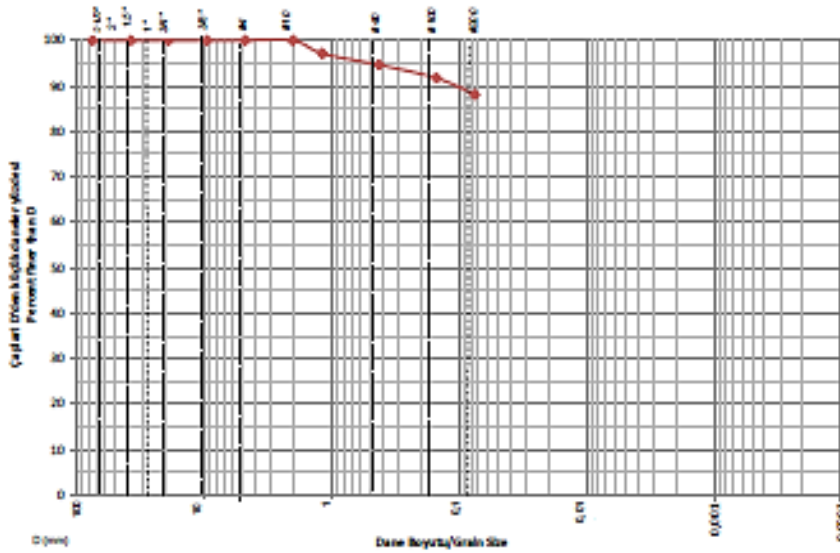


DOĞU ZEMİN LABORATUVARI
DOĞU ZEMİN İNCELEME LABORATUVARI LTD. ŞTİ.
KÜLTÜR MAH. 207 NOK. BİRDİHAN AP. NO 15A BEŞİKÖZ/İSTANBUL
CEP:0542 823 24 99-0542 420 11 72



DANE BOYU DAĞILIMI (ELEK ANALİZİ) İNCE AGREGA
PARTICLE - SIZE ANALYSIS (SIEVE ANALYSIS) FINE AGGREGATE

Şirket Adı / Company Name :	İZZETİN MÖHENDİSLİK	Lab Kayıt No / Lab No.:	0,00
Proje Adı / Project Name :	ÖRT LİJLİB, İNŞAAT LİJLİB HEZAN VE LİJL BİLGİLERİNDEN, 5 FAPTA 4 ADA 5 PARSE, İNŞAAT MAH. İNŞAAT / ÖRT LİJLİB, İNŞAAT LİJLİB HEZAN VE LİJL BİLGİLERİNDEN	Rapor Tarihi / Report Date :	02.01.2020
Sonuç No / Result No / T.R.No :	SK-2	Standart No / Standard No :	TS EN ISO 17892-4
Derinlik / Depth :	0,00	Bakanlık Rapor No/Ministry R.No.:	
Numune No / Sample No :	00		



Zemin Soil	mm	Kaba - Gravel			Orta - Sand			İnce - Silt			Kil - Clay	AAGITTO T 60
		Kaba Coarse	Orta Medium	İnce Fine	Kaba Coarse	Orta Medium	İnce Fine	Kaba Coarse	Orta Medium	İnce Fine		

Toplam numune ağırlığı: W_s (g) / Total Weight of Sample: 63,60

Elek açıklığı / Sieve Size		Elekte Kalan (g) / Weight of Retaining	Toplam Elekte Kalan (g) / Total Weight of Retaining	Elekte Kalan / Percent Retaining (%)	Elekten Geçen / Percent Passing (%)
75,000	3 in	0,00	0,00	0,0	100,0
37,500	1 1/2 in	0,00	0,00	0,0	100,0
19,000	3/4 in	0,00	0,00	0,0	100,0
9,500	3/8 in	0,00	0,00	0,0	100,0
4,750	No.4	0,00	0,00	0,0	100,0
2,000	No.10	0,00	0,00	0,0	100,0
1,180	No.16	2,40	2,40	2,9	97,1
0,425	No.40	2,09	4,49	2,5	94,8
0,150	No.100	2,43	6,92	2,9	91,7
0,075	No.200	3,03	9,95	3,8	90,1
PAN		73,7			

D10	D60	D90	(Zemin Sınıflı / Soil Class) USCS :	OH	CAES (%)	SPHSL (%)	KLIN (%)
0,00					0,00	96,15	11,80

Notlar / Note :
1. Her ölçümün örneği yeterince iyi ve aynı deney koşullarında alınmalıdır. / The test results belong only to the specified condition.
2. Herhangi bir ölçümün farklı bir ölçümle karşılaştırılması veya karşılaştırılması / The test results cannot be compared and reproduced without permission.
3. Laboratuvarımız CBS ve/veya diğer ilgili T.C. Kanun ve Yönetmeliklere Tabii Şahitlik Hizmeti Göstermektedir.
YATIRIMCI VE/VEYA İNŞAATÇI İZİN ALMAYI BİR SÜRECE GİRMEZ.

Açıklamalar / Remarks :	Deneyi Yürüten Mühendis / The Responsible Engineer: Hacı AKOĞLU, Jeolojik Mühendis, Çok Sicil No : 21628	Lab. Deneyçi Mühendisi / Lab. Supervisor Engineer: Abdulhakir BİLİRCİ, Deneyçi Mühendis, Belge No : 15568
-------------------------	---	--



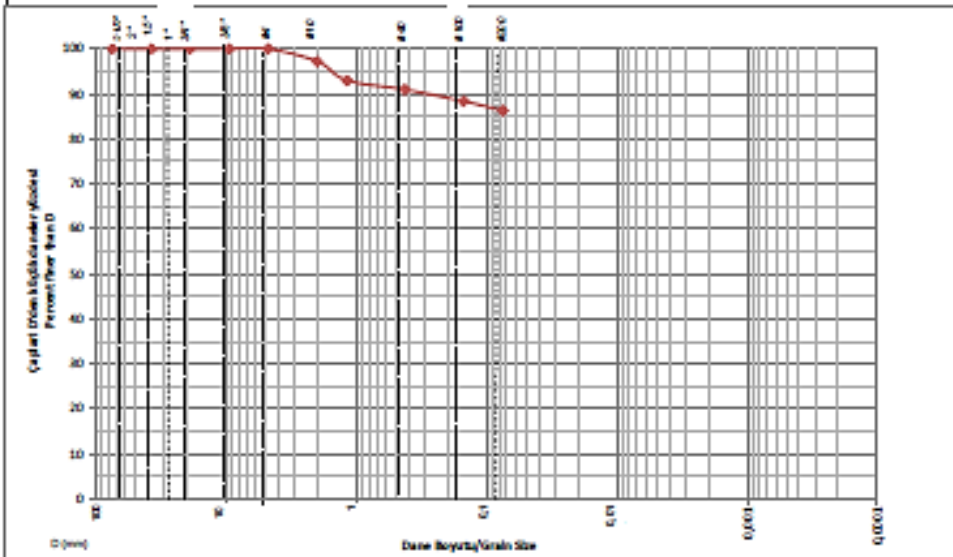
DOĞU ZEMİN LABORATUVARI
DOĞU ZEMİN LABORATUVARI SANAYİ VE TİC. LTD. ŞTİ.

KÜLTÜR MAH. 2027 NO.1. BÜYÜKSAHANCIYI. NO. 16A BEŞİKTAŞ/İSTANBUL
CEP: 0543 823 24 33-0543 420 11 72



DANE BOYU DAĞILIMI (ELEK ANALİZİ) İNCE AGREGA
PARTICLE - SIZE ANALYSIS (SIEVE ANALYSIS) FINE AGGREGATE

Şirket Adı / Company Name :	BOZYOĞRU MÜHÜRLEME	Lab Kayıt No / Lab No.:	000
Proje Adı / Project Name :	ORT LACIĞI, İKİNCİ ÇUKULUĞU KELEK VE LÖL BULGURU NO. 1 PARTİ 0 AÇI O FASENİN İNŞAAT MAK. - İNŞA / ORT LACIĞI, İKİNCİ ÇUKULUĞU KELEK VE LÖL BULGURU NO.1.	Rapor Tarihi / Report Date :	30.01.1800
Sondaj No / Borehole T.PE No:	SK-2	Standart No / Standard No :	TS EN ISO 17892-4
Derinlik / Depth :	1,00	Bakanlık Rapor No/Ministry R.No.	
Numune No / Sample No. :	SPT		



Zemin Soil	TAN	Çakıl - Gravel			Kum - Sand			SİS - Silt			Kil - Clay	AĞIRLIK T.60
		Kaba Coarse	Orta Medium	İnce Fine	Kaba Coarse	Orta Medium	İnce Fine	Kaba Coarse	Orta Medium	İnce Fine		

Toplam numune ağırlığı, w (gr) / Total Weight of Sample				Toplam malzeme ağırlığı (gr):				69,00				
Elek açıklığı / Sieve Size		Elekte Kalan (gr) / Weight of Retaining		Toplam Elekte Kalan (gr) / Total Weight of Retaining		Elekte Kalan /Percent Retaining (%)		Elekten Geçen /Percent Passing (%)				
Milimetre	Inch											
75,000	3 in	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0	100,0				
37,500	1 1/2 in	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0	100,0				
19,000	3/4 in	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0	100,0				
9,500	3/8 in	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0	100,0				
4,750	No.4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0	100,0				
2,000	No.10	1,94	1,94	1,94	2,8	2,8	97,2					
1,100	No.18	2,90	4,90	4,2	92,0							
0,425	No.40	1,41	6,31	2,0	91,0							
0,150	No.100	1,82	6,13	2,8	90,4							
0,075	No.200	1,44	6,57	2,1	90,3							
PAN		60,2										
0,00	0,00	0,00	0,00	(Zemin Sınıfı/ Soil Class) USCS :	OH	CAAS (%)	SEPHAS (%)	Kum (%)				
Çakılsızlık K _z		Çakılsızlık K _z										

Notlar / Note :
 1. Bu sonuçların doğruluğu ancak test edilen deney malzemesi için / The test results being valid for the specified material.
 2. Deney sonuçları laboratuvarımız tarafından kontrol edilmiştir ve geçerlidir / The test results are controlled by our laboratory and are valid.
 3. Laboratuvarımız CBS ve/veya başka bir kuruluş tarafından onaylanmıştır / Our laboratory is approved by CBS and/or other organizations.
 İçeriklerimizi ve diğer hizmetlerimizi aşağıdaki linkte bulabilirsiniz / You can find our content and other services at the link below.

Açıklamalar / Remarks :	Deney Sorumlusu / Test Responsible Person:	Lab. Deneyi Sorumlusu / Lab. Supervisor Person:
	Hasip AKOGLU Jeolojik Mühendis Çalışma No : 21633	Abdulcadir RUSLUK Deney Mühendisi Belge No : 15563



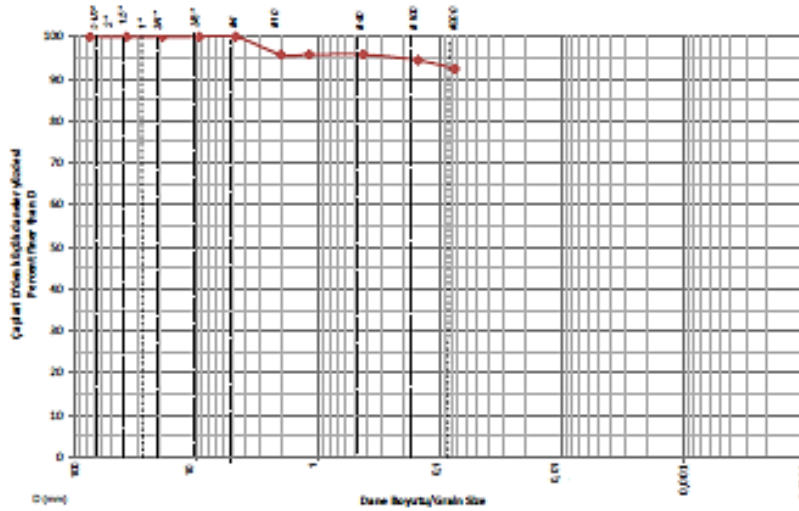
DOĞU ZEMİN LABORATUVARI
Doğu Zemin İnşaat ve Sanayi ve Tic. Ltd. Şti.

KÜLTÜR MAH. 2037 NOK. BİRDÖNAN KAT. NO: 58A BEŞİKÖZ/İSTANBUL
CEP:0543 823 24 33-0542 420 11 72



DANE BOYU DAĞILIMI (ELEK ANALİZİ) İNCE AGREGA
PARTICLE - SIZE ANALYSIS (SIEVE ANALYSIS) FINE AGGREGATE

Firma Adı / Company Name :	İZZETİYE MÜHÜRCELİK	Lab Kayıt No / Lab No :	000
Proje Adı / Project Name :	EBT LİLAĞI, İNŞAAT LİLAĞI MEKAN VE İÇİ MÜHÜRCELİK, SPATİA 6 ADA 5 PARSE, İNŞAAT MAK. İNŞAAT / EBT LİLAĞI, İNŞAAT LİLAĞI MEKAN VE İÇİ MÜHÜRCELİK	Rapor Tarihi / Report Date :	02.01.2020
Sonuç No / Result No :	00.0	Standart No / Standard No :	TS EN ISO 17892-4
Derinlik / Depth :	4,00	Bakanlık Rapor No/Ministry R.No.:	
Numune No / Sample No :	0PT		



Zemin Toprak	Külçe	Külçe - Orta			Külçe - İnce			Külçe - İnce			Külçe - Çiğ	AASHTO T 00
		Kaba	Orta	İnce	Kaba	Orta	İnce	Kaba	Orta	İnce		

Elekt boyu / Sieve Size		Elekt Kalan (gr) / Weight of Retaining	Toplam Elekt Kalan (gr) / Total Weight of Retaining	Elekt Kalan (%) / Percent Retaining	Elekt Geçen Oran (%) / Percent Passing
Millimetre	İnç			(%)	(%)
75,000	3 in	0,00	0,00	0,0	100,0
37,500	1 1/2 in	0,00	0,00	0,0	100,0
19,000	3/4 in	0,00	0,00	0,0	100,0
9,500	3/8 in	0,00	0,00	0,0	100,0
4,750	No.4	0,00	0,00	0,0	100,0
2,000	No.10	2,90	2,90	4,2	95,8
1,180	No.16	0,00	2,90	0,0	95,8
0,425	No.40	0,00	2,90	0,0	95,8
0,150	No.100	0,40	3,30	1,4	94,4
0,075	No.200	1,37	5,20	2,0	92,4
PAN		63,3			
0,00	0,00	0,00		(Zemin Sınıfı/ Soil Class) USC 5 :	CH
Çakıl Geçen Oran (%)		Çakıl Geçen Oran (%)		0,00	92,41
				0,00	7,59

Notlar / Notes :

1. Bu laboratuvar sonuçları sadece test edilen deney numunesine aittir. / The laboratory testing results are specific to the tested sample.
2. Deney sonuçları laboratuvarımız tarafından hazırlanmıştır ve geçerlidir. / The laboratory results are prepared and reported without prejudice.
3. Laboratuvarımız CBS ve diğer ilgili T.C. Kanun ve Yönetmelik hükümlerine göre çalışmaktadır. / Our laboratory works in accordance with the relevant laws and regulations of the Republic of Turkey.

İzmir / İzmir : Doğu Zemin İnşaat ve Sanayi ve Tic. Ltd. Şti. / Doğu Zemin İnşaat ve Sanayi ve Tic. Ltd. Şti.
 İstanbul / İstanbul : Doğu Zemin İnşaat ve Sanayi ve Tic. Ltd. Şti. / Doğu Zemin İnşaat ve Sanayi ve Tic. Ltd. Şti.

İzmir / İzmir : Hacı AKGÖL, Jeolojik Mühendis, Çeş. Sic. No : 21838
 İstanbul / İstanbul : Abdullah RULUK, Jeolojik Mühendis, Çeş. Sic. No : 15682

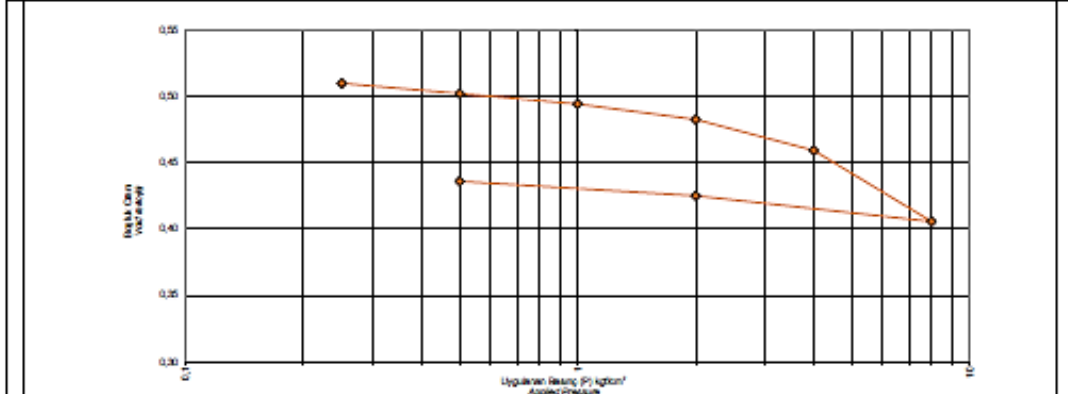


TEK YÖNLÜ KONSOLIDASYON ÖZELLİKLERİNİN TAYINI
CONSOLIDATION TEST

Firma Adı / Company Name :	BOZİT MÜHÜR MÜHÜR	Lab Kayıt No / Lab No.:	1
Proje Adı / Project Name :	İBET J.K.L.İ.Ş. EKON. LİZE J.K.L.İ.Ş. İNŞ. VE LOJ. BULUNDUŞU BÖL. 6 PAPAŞ ADA 6 PARSEL PRAT MAH. EKON. İBET J.K.L.İ.Ş. EKON. LİZE J.K.L.İ.Ş. İNŞ. VE LOJ. BULUNDUŞU BÖL.	Rapor Tarihi / Report Date:	06.01.2008
Sonda No / Sonde / P.P. No:	06-1	Standart No / Standard No:	TS 1869-0
Derinlik / Depth :	1,00	Bakarak Rapor No / Inquiry R. No:	
Namune No / Sample No :	00		

Ring No	1	Ring Yarıçapı (mm)	100,00	Çift Ring Kalınlığı (mm)	2,00	Yüklem (kN)	100,00 gr
Çift Ring	0,20	Ring Yarıçapı (mm)	100,10	Kuru Hükümet Yarıçapı (mm)	1,20	Deney + Çift Ring (kN)	100,00 gr
Kesit Alanı (cm ²)	30,20	Ring Yarıçapı (mm)	72,5	$k = 1000 / (g \cdot A)$ (cm ⁻²)	0,001	Deney + Çift Ring (kN)	100,00 gr
Yüklem Hızı (mm/s)	3	Kuru Hükümet Yarıçapı (mm)	67,62	Deney + Çift Ring (kN)	18,20%	Deney + Çift Ring (kN)	100,00 gr
Hükümet Hızı (mm/s)	40,20	Deney + Çift Ring (kN)	12,20	Deney + Çift Ring (kN)	40,47%	Deney + Çift Ring (kN)	100,00 gr
Şişme Yarıçapı (mm)	8	Deney + Çift Ring (kN)	19,57	$U = \frac{e}{2} \cdot W_{sh} \cdot (N)$		Deney + Çift Ring (kN)	100,00 gr
Deney + Çift Ring (kN)	0,400						

Yüklem / Load (kPa)	Çift Ring / Double Ring (mm)	Hükümet / Settlement (mm)	Şişme / Swell (mm)	Deney + Çift Ring / Double Ring (kN)	Deney + Çift Ring / Double Ring (kN)	Deney + Çift Ring / Double Ring (kN)	Deney + Çift Ring / Double Ring (kN)	Deney + Çift Ring / Double Ring (kN)	Deney + Çift Ring / Double Ring (kN)	Deney + Çift Ring / Double Ring (kN)	Konsolidasyon / Consolidation (mm)
0	0,000	2	0,710	0,0012							
20	0,000	1,800	0,800	0,0010	0,0017	0,25	0,0000	0,0000	1,0		0,10
40	0,000	1,800	0,800	0,0010	0,0017	0,25	0,0000	0,0000	15		0,17
60	0,000	1,810	0,800	0,0010	0,0017	0,25	0,0000	0,0000	11,1		0,18
80	0,000	1,800	0,810	0,0010	0,0017	1	0,0000	0,0000	40		0,20
100	0,000	1,810	0,800	0,0010	0,0017	2	0,0000	0,0000	20		0,20
120	0,000	1,800	0,810	0,0010	0,0017	4	0,0000	0,0000			
140	0,000	1,800	0,800	0,0010	0,0017	-6	0,0000	0,0000			
160	0,000	1,800	0,800	0,0010	0,0017	-1,5	0,0000	0,0000			
180	0,000	1,800	0,800	0,0010	0,0017	-0,5	0,0000	0,0000			



Basınç / Pressure (kPa)	24,5	49,0	98,1	196,1	392,3	784,5
m_v to σ'_v (mm ² /kN)	13,00	2,07	1,04	0,81	0,79	0,82

Notlar / Notes :
1. Bu sonuç deney sonuçları ile ilgili olarak değerlendirilmelidir. / The test results belong only to the reported location.
2. Deney sonuçları laboratuvarımızda elde edilmiştir. / The test results were obtained in our laboratory.
3. Laboratuvarımız 020 sayılı inşaat bakanlığı T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Toprak ve Su Kaynakları Genel Müdürlüğü tarafından kurulmuştur.
29/5/2004 tarih ve 617 No.lu Bakanlar Kurulu kararı ile kurulmuştur.

Açıklamalar / Remarks :	Deney Sorumlusu Mühendis / Test Responsible Engineer	Lab. Genel Mühendisi / Lab. Supervising Engineer
	Hasan AKGÖL Jeolojik Mühendis Oda Sicil No : 21630	Abdulcadir BULDUK Denetçi Mühendis Belge No : 15593

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Hacire YILMAZ
Uyruğu : T.C
Doğum Yeri ve Tarihi : Batman -05.04.1987
Telefon : 05418765607
Faks :
e-mail : hcryilmaz@hotmail.com

EĞİTİM

Derece	Adı, İlçe, İl	Bitirme Yılı
Lise	: Batman Fatih Lisesi/BATMAN/Merkez	2004
Üniversite	: Çukurova Üniversitesi Jeolojoloji Mühendisliği ADANA /Seyhan	2012
Yüksek Lisans	: Batman Üniversitesi Fenbilimleri Enstitüsü Jeolojoloji Mühendisliği Anabilim Dalı / BATMAN/Merkez	Devam Ediyor
Doktora	: -	

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	Kurum	Görevi
2016	Batman TÜPRAŞ Şantiyesi /Sintek Elektro Mekanik	İSG Uzmanı
2017-	Batman TÜPRAŞ Şantiyesi /Özerdem Petrol	İSG Uzmanı

UZMANLIK ALANI Zemin Mekaniği

YABANCI DİLLER İngilizce