



T.C.

**BATMAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**BATMAN İLİ GÜLTEPE KÖPRÜSÜ
JEOLojİK ve JEOTEKNİK İNCELENMESİ**

Veysel KÖYLÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalını

**Nisan-2019
BATMAN
Her Hakkı Saklıdır**

TEZ KABUL VE ONAYI

Veysel KÖYLÜ tarafından hazırlanan “Batman İli Gültepe Köprüsü Jeolojik ve Jeoteknik İncelenmesi” adlı tez çalışması 05/04/2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği / oy çokluğu ile Batman Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

Başkan

Dr. Öğr.Üyesi Nuray ALPASLAN

Danışman

Dr. Öğr.Üyesi Nuray ALPASLAN

Üye

Dr.Öğr.Üyesi Veysel Süleyman YAVUZ

Üye

Dr.Öğr.Üyesi Mehmet Can BALCI

İmza

Nuray

Nuray

Yavuz

Mehmet

Yukarıdaki sonucu onaylarım.



Doç.Dr. Bahattin İŞCAN
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.

Veyssel KÖYLÜ
BATMAN-2019

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

BATMAN İLİ GÜLTEPE KÖPRÜSÜ JEOLojİK ve JEOTEKNİK İNCELENMESİ

Veysel KÖYLÜ

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

Danışman: Dr.Öğr.Üyesi Nuray ALPASLAN

2019, 113 Sayfa

Jüri

**Danışman: Dr. Öğr.Üyesi Nuray ALPASLAN
Dr.Öğr.Üyesi Veysel Süleyman YAVUZ
Dr.Öğr.Üyesi Mehmet Can BALCI**

Bu çalışmada; Batman ili, Gültepe Mahallesinde yapılan köprünün bulunduğu zeminin düşey yöndeki değişiminin ve mühendislik özelliklerinin tespitine yönelik jeolojik ve jeoteknik araştırmalar yapılmıştır. Bu amaçla, inceleme alanındaki zeminin litolojik ve jeolojik durumlarıyla, mühendislik parametrelerinin tespit edilmesi amacıyla dört adet temel sondaj kuyusu açılarak, alınan Standart Penetrasyon Test (SPT) örselenmemiş numune (UD) üzerinde laboratuvar deneyleri kapsamında Elek Analizleri, Üç eksenli basınç deneyleri yapılarak birimlerin fiziksel ve mekanik parametreleri belirlenmiş sonuçları değerlendirilmiştir. İnceleme alanında muhtemel olabilecek jeolojik problemlerden sıvılaşma ve oturma PLAXIS bilgisayar yazılımı kullanılarak analiz edilip sonuçlar tartışılmıştır. Batman ili merkez yerleşim alanında (İnceleme alanı çevresinde) jeolojik olarak kil, konglomera, kum ve çakıl içeren alüvyonlar bulunmaktadır. İnceleme alanı olan Gültepe Mahallesi zemininde de siltli kil ve siltli kum tabakalar mevcuttur ve alanda açılan sondaj kuyularında yeraltı suyuyla rastlanması, 5. ve 10. metre arasında kum ağırlıklı gevşek birim olması ve bu birimin yeraltı suyunu etkileyerek sıvılaşma riskini tetikleme olasılığı düşünüldüğünden jeofizik ölçümler ile Dobry ve diğ.(1981) yaklaşımı kullanılarak sıvılaşma analizi yapılmıştır. Yapılan sıvılaşma analizi hesabında güvenlik katsayısı (Fa) 0,95765764 bulunarak, güvenlik katsayısının 1'den küçük olmasından dolayı sıvılaşma riski var olduğu belirlenmiş olup, PLAXIS bilgisayar yazılımı ile de desteklenmiştir. Bu çalışmada, inceleme alanındaki köprü ayaklarının tabanında meydana gelebilecek oturmalar ve gerilmeler PLAXIS bilgisayar yazılımı kullanılarak analiz edilmiş ve oluşturulan modeller, diğer elde edilen veriler ile korele edilerek karşılaştırılmıştır. İnceleme alanında, Bowles (1988)'e göre yapılan konsolidasyon oturma hesabında, 2,00 metrede $\Delta H=11,93-12,32$ cm oturma, 4.50 metrede $\Delta H = 7,09-8,55$ cm oturma belirlenmiştir. Çalışmanın ikinci aşamasında, PLAXIS bilgisayar yazılımı kullanılarak konsolidasyon oturma analizi yapılmıştır. Elde edilen modeller sonucunda oturma değeri 1,70 cm belirlenmiş ve Bowles (1988)' e göre yapılan konsolidasyon oturma analizi sonuçları ile korele edilerek değerlendirilmiştir. İnceleme alanındaki jeolojik problemlerin belirlenmesi ve muhtemel olma ihtimaline yönelik zemin iyileştirme yöntemlerinden biri olan Fore Kazık tekniği uygulanmış ve tartışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Fore Kazık, Köprü, PLAXIS, SPT (Standard Penetrasyon Test), Sıvılaşma, Zemin oturması

ABSTRACT

MS THESIS

GEOLOGICAL AND GEOTECHNICAL EXAMINATION OF BATMAN PROVINCE GÜLTEPE BRIDGE

Veysel KÖYLÜ

**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, 113 Pages

Jury

Advisor: Dr. Öğr.Üyesi Nuray ALPASLAN

Dr.Öğr.Üyesi Veysel Süleyman YAVUZ

Dr.Öğr.Üyesi Mehmet Can BALCI

In this study, geological and geotechnical investigations were conducted regarding the vertical change and engineering aspects of the surface where the bridge in Batman province, Gültepe Quarter. In this regard, physical and mechanical parameters of the units were detected and the results were evaluated by conducting Sieve Analysis, Triaxial Compression tests within the laboratory experiments on undisturbed specimen (UD) of Standard Penetration Test (SPT) taken by drilling four basic wells in order to detect the lithological and geological conditions, and engineering parameters of the surface in the area of investigation. The potential geological problems such as liquefaction and settlement which may occur in the area of investigation were analyzed with PLAXIS computer software and the results were discussed. There are alluviums geologically containing clay, conglomerate, sand and gravel in the central settlement area of Batman province (around the investigation area). There are also silty clay and silty sand layers on the ground of Gültepe neighborhood, the investigation area and a liquefaction analysis were conducted with geologic measurements and by employing the approach of Dobry et al. (1981) since groundwater was discovered in the drilled wells, it is a loose unit mostly with 5-10 meters of sand and it is considered that this unit may trigger the risk of liquefaction by affecting the groundwater. In the liquefaction analysis conducted, safety factor (F_a) was found as 0,95765764, it was identified that there is a risk of liquefaction due to safety factor being lower than 1, and the analysis was also supported with PLAXIS computer software. In this study, the settlement and stress which may occur in the base of piers of bridge in the investigation area were analyzed by using PLAXIS computer software and the models created were compared by correlating with the other acquired data. In the area of investigation, $\Delta H=11,93-12,32$ cm settlement in 2,00 meters and $\Delta H = 7,09-8,55$ cm settlement in 4.50 meters were identified in the consolidation settlement calculation conducted according to Bowles (1988). In the second phase of the study, consolidation settlement analysis was performed by using PLAXIS computer analysis. As a result of the acquired models, 1,70 cm of settlement was identified and the models were evaluated by correlating with the results of consolidation settlement analysis performed according to Bowles (1988). In order to determine the geological problems in the investigation area and in case of its probability, Bored Pile technique, which is one of the soil improvement measures, has been applied and discussed.

Keywords: Bored Pile, Bridge, PLAXIS, SPT (Standard Penetration Test), Liquefaction, Soil settlement

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 açıdan tezime farklı bir bakış açısı kazandıran Sayın Dr.Öğr.Üyesi Veysel Süleyman YAVUZ'a, jeoteknik sondaj çalışmaları ve jeolojik verilerin sağlanmasına olanak sağlayan Havin Mühendislik firmasına ve 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.

Veysel KÖYLÜ
BATMAN-2019

İÇİNDEKİLER

ÖZET	iv
ABSTRACT.....	iv
ÖNSÖZ	vi
İÇİNDEKİLER	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR	x
1. GİRİŞ	1
1.1. İnceleme Alanı	3
1.2. Jeomorfolojik ve Çevresel Bilgiler	4
1.3. Amaç ve Kapsam	4
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI	5
3. BÖLGENİN JEOLojİSİ ve TEKTONİK EVRİMİ	7
3.1. Batman İli Jeolojisi ve Stratigrafisi	9
3.1.1. Germav Formasyonu (Ktg)	10
3.1.2. Gercüş Formasyonu (P-g)	12
3.1.3. Hoya Formasyonu (midyat kireçtaşı)	14
3.1.4. Germik Formasyonu	15
3.1.5. Şelmo Formasyonu	15
3.1.6. Alüvyonlar (Qal)	17
3.1.7. İnceleme Alanının Jeolojisi	17
3.2. Batman İli Depremselliği	18
4. MATERYAL ve YÖNTEM	19
4.1. Standart Penetrasyon Testi	19
4.2. Laboratuvar Çalışmaları	21
4.2.1. Doğal Birim Hacim Ağırlık Tayini	21
4.2.2. Su İçeriği	22
4.2.3. Atterberg Limitlerinin Tayini	22

4.2.4. Kıvamlılık İndisi	24
4.2.5. Üç Eksenli Basınç Deneyi	24
4.3. Zeminin Mekanik Özelliklerini Belirleyen Parametreler	27
4.3.1. Zeminin Taşıma Gücü	27
4.3.2. Zeminin Oturması	28
4.3.3. Zeminin Şişme Yüzdesi ve Derecesi	30
4.3.4. Düşey Yatak Katsayısı	30
4.3.5. Zemin Sıvılaşması.....	32
4.3.5.1. Dobry ve Diğ.(1981) Yaklaşımı	33
4.3.5.2. Başlangıç İvmesi Yöntemi.....	34
5. TARTIŞMA ve BULGULAR	36
5.1. İnceleme Alanına Ait Mühendislik Analizleri ve Değerlendirmeler.....	36
5.1.1. Jeoteknik Çalışmalar	39
5.1.2. Arazi Çalışmaları	40
5.1.3. Laboratuvar Çalışmaları ve Analizleri.....	43
5.1.4. Zeminin Mekanik Özelliklerini Belirlemek İçin Yapılan Mühendislik Analizleri ve Değerlendirmeler.....	46
5.1.4.1. Zeminin Taşıma Gücü	46
5.1.4.2. Yatak Katsayısı	47
5.1.4.3. İnceleme Alanı Gültepe Köprüsü Ayakları Oturma Hesabı	48
5.1.4.4. İnceleme Alanındaki Zemin Sıvılaşması ve Yanal Yayılma Analizi.....	53
5.1.4.5. Zeminin Şişme Potansiyelinin Değerlendirilmesi	54
5.1.5. PLAXIS Programı.....	55
5.1.5.1. İnceleme Alanından Elde Edilen Verilerin PLAXIS Programı ile Değerlendirilmesi	57
5.1.6. Zemin İyileştirme Teknikleri	62
5.1.6.1. Fore Kazık.....	63
5.1.6.2. İnceleme Alanında Yapılan Fore Kazık Uygulaması	64
6. SONUÇLAR ve ÖNERİLER.....	68
KAYNAKLAR	72
EKLER	77
EK-1 JEOTEKNİK LOGLARI.....	77

EK-2 DENEY SONUÇ RAPORLARI	81
EK-3 DENEY FORMLARI ve RAPORLARI	83
ÖZGEÇMİŞ	113

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

c	:Kohezyon
CL	:Plastisitesi düşük inorganik kil
G	:Kayma Modülü
K	:Aynışma derecesi
k	:Geçirimsizlik (Permeabilite)
LL	:Likit Limit
PL	:Plastik Limit
SK	: Sondaj Kuyusu
SM	:Siltli kum
V_0	:Aynışmamış siyenit monzonitlerde boyuna dalga hızı
V_P	:Boyuna Dalga Hızı
V_S	:Kayma Dalga Hızı
V_W	:Ayrışmış siyenit monzonitlerde boyuna dalga hızı
I_c	:Kıvamlılık İndisi
I_p	:Plastisite İndisi
γ_n	:Doğal birim hacim ağırlığı
ϕ	:İçsel sürtünme açısı
ω	:Su içeriği
σ_c	:Tek eksenli basınç direnci
τ	:Kayma direnci
σ	:Gerilme

Kısaltmalar

BZKK	:Bitlis-Zagros Kenet Kuşağı
DAF	:Doğu Anadolu Fayı
DB	:Doğu-Batı
DSİ	:Devlet Su İşleri
KAF	:Kuzey Anadolu Fayı

KG	:Kuzey-Güney
MTA	:Maden Tetkik Arama
SPT	:Standart Penetrasyon Deneyi
TPAO	:Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı
UD	:Örselenmemiş Numune

1. GİRİŞ

Mühendislik Jeolojisi kapsamındaki mühendislik çalışmaları için proje sahalarındaki zemin ya da kayaların jeolojik ve mekanik özelliklerinin bilinmesi, inşaat esnasında ve sonrasında karşılaşılabilecek problemlerin önceden bilinmesini sağlar ve inşaat için gerekli hazırlık çalışmalarının yapılmasını kolaylaştırır. Baraj, tünel, köprü, yol ve benzerlerinin inşaatındaki önemlerinin anlaşılması, mühendislik jeolojisinin inşaat işlerinin temeli olduğunu ortaya koymuştur. Ayrıca inşaatı yapan mühendisin karşılaştığı türlü jeoloji probleminin çözümünde jeologlara başvurmaları, onların fikirlerinden yararlanmaları, mühendislik jeolojisinin doğmasını ve çabuk gelişmesini sağlamıştır (Canik, B., 1997). Mühendislik projeleri ile ilgili olarak yapılması gerekli mühendislik jeolojisi çalışmaları dört aşamada gerçekleştirilir. Bunlar; ön (İlk) Çalışmalar, ayrıntılı arazi çalışmaları (yüzey çalışmaları, yeraltı çalışmaları, Laboratuvar çalışmaları), inşaat esnasında yapılan çalışmalar, inşaat sonrası yapılan çalışmalardır (Tarhan, F., 2002).

Mühendislik yapıları veya yer kabuğu ile ilgili diğer mühendislik çalışmalarında, yerüstü (yüzey) ve yeraltı koşullarının araştırılıp önceden bilinmesi, bu yapıların başarılı ve ekonomik bir şekilde yapılması açısından önemlidir. Önerilen bir mühendislik yapısının fizibilite, tasarım ve performansını etkileyebilecek zemin koşullarını belirlemektir (sahanın planlanan mühendislik yapısı için uygunluğunun araştırılmasını oluşturur). Mühendislik Jeolojisi, jeolojî'nin mühendislik işlerine uygulanması anlamında olup, bu alanda yüzyılımızda gözlenen gelişmeler özellikle 1920'li yıllardan itibaren önem kazanmıştır. Bunda, türlü mühendislik yapılarının inşasında veya sonradan meydana gelen olumsuzlukların aşılması için yapılan araştırmalar etkili olmuştur. Böylece de yeni yöntem ve teknikler ortaya konulmuştur. Köprü gibi büyük yapıların projelendirilmesi ve stabilite hesaplarının yapılmasında temelin ve kullanılacak malzemenin fiziksel ve mekanik özelliklerinin saptanması, etkiyen türlü yöndeki kuvvetler karşısında oluşacak deformasyonların bilinmesi zorunlu hale gelmiştir. Bu da mühendislik jeolojisinin ne kadar önemli olduğunu göstermektedir (Canik, B., 1997).

Köprü, aralarında yol, su, vadi, çukur gibi engeller bulunan iki yakayı bağlayan ve ulaşımı sağlamak için inşa edilen ahşap, asma ve ya ayaklı yapılara köprü denilmektedir (Hasol, D., 2008). Köprüler, iki ucunda iki kenar ayağa ve varsa arada orta ayaklara oturan bir tabliyeden oluşan sanat yapısı olarak tarif edilmektedir (Celâsun, H.,

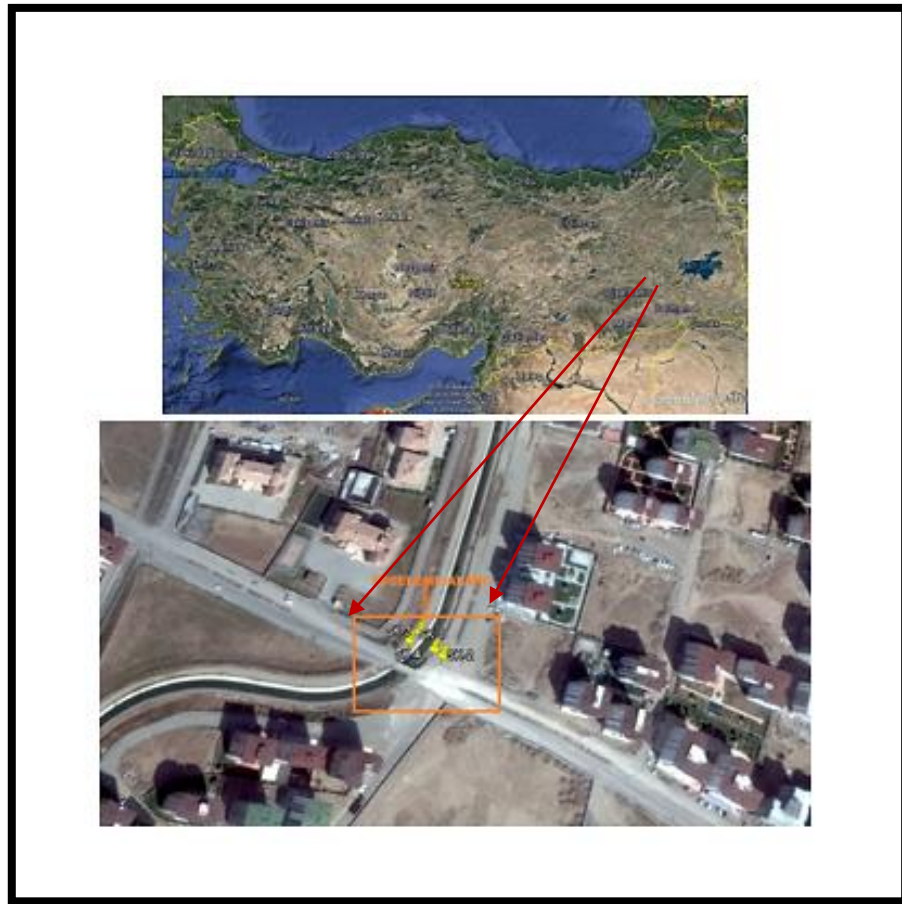
1974). Yapı şekline göre de basit kiriş, dirsek, kemer, rijit kemer ya da asma köprü adı verilir. Her köprüde iki tür yapı vardır: üst yapı ve alt yapı. Üst yapının ölü ağırlığı ve üstünden geçenlerin diri ağırlığı, ayaklar ve desteklerle temele iletilir. Bu nedenle temeldeki kaya cinslerinin, bunların düşey ve yatay değişimleri ile ayrışma durumlarının bilinmesi, gelecek yükün temel tarafından güvenlikle taşınıp taşınamayacağının saptanması gerekir. Basit kirişte üst yapının yükleri düşey olarak, plakayla yamaçlara ya da ayaklarla temele iletilir. Köprüler için yük dağılımı analitik metodlar model çalışmaları olarak gruplandırılır. Analitik metodlar hem genel hem özel tipte kirişli köprüleri kapsamaktadır. Kuramlar belirli bir tip kirişli köprüler için türetilirken, öncekinde bir kuram her tipte kirişe uygulanabilecek şekilde genel inceleme için türetilmiştir. Model çalışmaları ise araştırılan modellerin malzemelerine göre gruplanmaktadır. Her grup daha sonraki aşamalarda model köprünün kirişlerinin şekline göre tekrar bölünmektedir (Aktas,Z. and VanHorn,D.A., 1968). Üst yapı çelik, betonarme veya ağaçtan olur. Kenar ayakları beton, betonarme çelik veya taştan olur. Beton kenar ayakları da taşla kaplanabilirler. Köprü açıklığı fazla olur ise iki yamaç arasına bir veya daha fazla ayak konur. Bu tip köprüler dirsek veya konsol tipi köprü olarak tanımlanmaktadır. Açıklıkların üzerindeki döşeme parçalı veya devamlı olabilir. Sıcaklık genişlemesini karşılamak için gerekli pay bırakılır. Kemer ve rijit kemer tiplerinde yükler temele düşey ve yatay olarak iletilir. Kemer köprüler beton, çelik ya da ahşap olabilir. Rijit kemer köprüler çelik ve betonarme olur. Çoğunun bir veya iki açıklığı bulunur. Asma köprülerde yükler ayaklarla temele düşey olarak verilir. Ayrıca, üst yapının duraylılığı için köprü çelik halatlarla yamaçlardaki ana kaya içine beton kitleleriyle birlikte yerleştirilirler. Köprülerin çökmeden, oturmadan, çatlamadan, yıkılıp götürülmeden uzun süre kullanılması istenir.

Köprülerin oturmalarına, yıkılmalarına etki yapan başlıca faktörler; yamaç ve ayak temellerinin aşınması, yamaç ve ayak temellerinin yanlara kaçması, yamaç ve ayak temellerinin yıkanması, temelin deformasyonu, köprü üzerinden fazla yük geçmesi, taşkın sularının umulandan fazla gelmesi, depremler, asma köprülerde rüzgar etkisinin iyi hesaplanamaması olarak ele alınabilir. Bu nedenle köprü ayağı gibi bütün mühendislik yapılarının tasarımında temel zeminine aktaracakları gerilmeler etkisi altında meydana gelecek oturmaların da dikkate alınması oldukça önemlidir. Yapılar altında oluşan oturmalar ve özellikle farklı oturmalar yapısal davranış üzerinde olumsuz etkiler yaratabilmektedir (Yıldırım, M., Gökaşan, E., 2013). Köprü temel sondajları yamaçlarda

ve ayağın veya ayakların oturacağı yerlerde yapılır. Sondaj sayısı temel şartlarına ve yapılacak köprü tipine göre değişir. Yumuşak, taşıma gücü az zemin yüzeye yakınsa köprü kazık temeller üzerine oturtulur. Kazıklar ahşap, beton, çelik olabilir. Zemin sıkı kumsa, köprü temeli için elverişlidir. Temelin yıkanmaması ve yanlara kaçmaması için köprü ayaklarının etrafına koruma kazıkları çakılır, iri bloklar konur. Taşıma güçleri az yumuşak zemin 25-30 metre derinde ise, oturma yönünden sakınca yoktur.

1.1. İnceleme Alanı

Bu çalışma kapsamında, Batman ili, Merkez ilçesi Gültepe Mahallesi'nde yer alan Gültepe Köprüsü alanındaki zeminlerin jeolojik ve jeoteknik özellikleri incelenmiştir (Şekil 1.1).



Şekil 1.1. İnceleme alanının yer bulduru haritası.

1.2. Jeomorfolojik ve Çevresel Bilgiler

Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde bulunan Batman ili 41 derece 10 dakika ve 41 derece 40 dakika doğu boylamları ile 38 derece 40 dakika ve 37 derece 50 dakika kuzey enlemleri arasında yer alan bölgede bulunmakta olup, rakımı 550 metredir. Kuzeyinde Muş, batısında Diyarbakır, doğusunda Bitlis ve Siirt, güneyinde ise Mardin illeri ile komşudur. Kuzey ve kuzeydoğusu yüksek, sarp ve dağlık olup güneyi ise daha engebelidir. Dicle Nehri batıdan doğuya akarak Batman il topraklarının içinden geçer. Batman Çayı ise Batman-Diyarbakır il sınırını çizerek sonrasında Dicle Nehri ile birleşir. Bölgede karasal iklim hüküm sürmektedir. Kışları, soğuk ve yağışlı; yazları, sıcak ve kuraktır. Yağışlar kışın yağmur ve kar, ilkbahar ve sonbaharda yağmur şeklindedir.

Batman ili kent merkezinde bulunan inceleme alanının topoğrafik eğimi % 5'ten az olup yüzeyi bitkisel toprak örtmektedir. Sahada ve çevresinde aktif bir heyelan gözlenmediği gibi, jeomorfolojik görünüm açısından heyelan veya krip gibi kitle hareketlerini sembolize eden yüzey şekilleri görünmemektedir.

1.3. Amaç ve Kapsam

Bu tez çalışmasının amacı, Batman ili Gültepe Mahallesi'nde bulunan Gültepe Köprüsü sahasının zemin stabilite koşullarını inceleyerek, mevcut arazinin jeolojik ve jeoteknik özelliklerinin belirlenmesidir. Arazi çalışmaları kapsamında zeminin düşey yöndeki değişimini ve mühendislik özellikleri ile litolojik ve jeolojik durumları, mühendislik parametrelerinin tespit edilmesi amacıyla tespiti yönelik sondaj çalışmaları yapıldı. Numuneler alınarak, bunların değerlendirilmesi hakkında bir çalışma sunulmuştur. Yapılacak tez çalışmasının amacı, sondaja dayalı zemin koşullarının ve zemin özelliklerinin belirlenmesidir.

Tez çalışmasının ikinci bölümünde değişik jeoteknik problemleri için, sonlu elemanlar yöntemiyle deformasyon ve stabilite analizleri yapabilen bir program olan olan PLAXIS bilgisayar yazılımı kullanılarak modeller oluşturulmuş ve programdan elde edilen bu jeoteknik modeller yorumlanmıştır. Ayrıca inceleme alanındaki jeoteknik sorunlar araştırılıp bu sorunların çözümüne yönelik zemin iyileştirme önlemlerinden birisi olan Fore Kazık tekniği ele alınarak değerlendirilmiştir.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Çalışma alanı; hidrokarbon olanakları, maden yataklarının zenginliği, jeolojik ve tektonik konumu, karakteristik morfolojisi gibi nedenlerle 1910'lu yıllardan itibaren birçok çalışmacının ilgi odağı olmuştur. Aşağıda bunlara kısa bir şekilde değinilecektir.

Oswald (1912), Güneydoğu Anadolu'nun ilk jeolojik araştırmasını yapmıştır, fakat detaylı bir çalışma olarak kabul edilmez.

Duran (1988), Güneydoğu Anadolu'da Geç Paleosen-Erken Miyosen döneminde çökelmiş olan Midyat ve Silvan gruplarını incelemişlerdir. Bu çalışmada Kapıkaya-Fırat ve Lice formasyonları Silvan grubu olarak tanımlanmıştır. Bu bölgede geniş alan kapsayan transgresyonun Orta Eosen'de geliştiğini, Geç Eosen sonlarında da etkin olan bir regresyonun başladığını belirterek, Midyat ve Silvan grupları arasında bir çökeltme boşluğu ve erozyon döneminin yaşandığı ve grupların birbirleriyle diskordans ilişkili olduğunu bildirmişlerdir.

Güven vd. (1988), Güneydoğu Anadolu'da Mardin ve Midyat grupları arasında yer alan birimlerin stratigrafisi üzerine yaptıkları çalışmalarında anılan istifte saptadıkları özellikleri açıklamışlar, ölçülen kesitler boyunca incelenen birimlerin düşey fasiyes ilişkileri ve yaş konakları saptanarak çökeltme ortamlarını ve bu ortamların zaman içindeki değişimlerini belirlemeye çalışmışlardır.

Duran vd. (1989), Güneydoğu Anadolu'da Midyat ve Silvan gruplarının stratigrafisini incelemişler, önceden Midyat Grubu altında toplanmış birimleri iki ayrı gruba ayırmışlardır. Buna göre; Gercüş, Kavalköy, Hoya, Havillatı, Germik ve Gaziantep formasyonları Midyat Grubu; Kapıkaya, Fırat ve Lice formasyonlarını ise Silvan Grubu içerisinde değerlendirmişlerdir. Ayrıca, Midyat ve Silvan grupları arasında bir diskordans olduğunu da belirtmişlerdir.

Perinçek, (1990) Midyat Grubu karbonatlarının Mesozoyik birimlerini örttüğünü, Erken Miyosen öncesi bir süreksizliğin olduğunu, Alt Miyosen yaşlı Fırat Formasyonu üzerine Üst Miyosen birimlerinin geldiğini belirterek, bölgenin Geç Kratese ve Genç Miyosen sonlarına doğru değişik yöndeki sıkışma kuvvetlerinin etkisi altında kaldığına dikkat çekmiştir.

İnceleme alanını da kapsayacak şekilde bölge hakkında en kapsamlı olan çalışma Duran ve Yılmaz'ın, (1997), tüm Güneydoğu Anadolu Bölgesi'ndeki otokton ve allakton

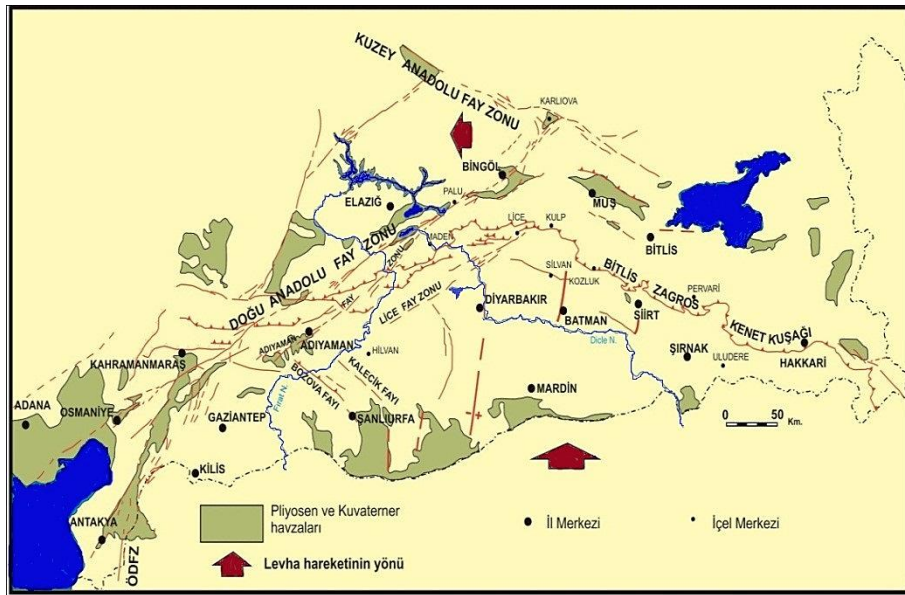
birimleri kapsayan, 553 adet teknik rapor ve yerli/yabancı yayınlardan derledikleri “Güneydoğu Anadolu Stratigrafi Adlama Sözlüğü “Lexico” adlı yayınıdır.

Batman ve çevresinde değişik amaçlar için, farklı kuruluşlarca birçok ayrıntılı jeolojik etüt çalışmaları yapılmıştır. TPAO Batman Bölge Müdürlüğü ve rafineri bölgesinin zemin etütlerini yapmış ve tesisleri buna göre projelendirmiştir. DSİ Genel Müdürlüğünce, Batman Barajı Sulama Projesi jeoteknik Etütleri de Batman ve çevresini kapsamaktadır. 1991 yılında Gap Mahallesi’nde oluşan çöküntülerden sonra, Batman Belediyesi’nin isteği üzerine DSİ X. Bölge Müdürlüğü ve Afet İşleri Genel Müdürlüğü birer inceleme yapmışlardır ve bu çöküntülerle ilgili bir sondaj programı önerilmiştir. Bu önerilere göre 1992 yılında bölgede MTA tarafından 4 adet sondaj açılmıştır. Bu sondajlarda üst Miyosen yaşlı Şelmo Formasyonu kesilmiştir. Bu birim yeşilimsi kahve renkli olup, çimentolanmamış çakıllı, kumlu, siltli kilden oluşmuştur. Kilin içerisinde kum, silt, çakıl mercekleri vardır. Şelmo Formasyonu içerisindeki kumlu, siltli, çakıllı birimleri yapılaşma bölgeleri için tehlike arz etmektedir (MTA,1992).

Şelmo Formasyonu inceleme alanı ve çevresinde gözlemlenmektedir. Yerleşmelerin büyük bir bölümü alüvyonlar üzerinde kurulduğu için Batman şehri, yerleşme açısından riskli bir konumdadır. Şehrin kurulduğu alan ve gerisindeki havzada litolojik yapının büyük bölümünün killi yapıda ve geçirimsiz olması, sağanak yağışlar sonucunda taşkına zemin hazırlamıştır (Sunkar, M, Tonbul, S., 2013).

3. BÖLGENİN JEOLJİSİ ve TEKTONİK EVRİMİ

Afrika Plakası kendisini çevreleyen okyanus ortası sırtlarındaki ıraksayan levha sınırlarındaki hareketlilik nedeniyle sürekli kuzeye doğru ilerlemiştir. Kızıldeniz'deki açılma nedeniyle Arap Plakası daha da hızlı hareket etmiş ve kuzeye doğru kaymıştır. Afrika-Arabistan ve Avrasya levhalarının kuzey-güney doğrultuda yakınsamaları sonucu Alt-Orta Mestrihtiyen'de Akdeniz'in eski atası sayılan Tetis Denizi kapanmış ve bunu takiben Tortoniyen'de (yaklaşık 10 milyon yıl önce) Arabistan ve Avrasya levhaları, Bitlis-Zagros Kenet Kuşağı (BZKK) veya Güneydoğu Anadolu Bindirmesi 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' ya paralel olan kıvrımlanmalar ile denk gelmiştir. Geç Pliyosen' de bu sıkışmalar, bindirme fayları ve kıvrımlanmalar ile karşılanamaz duruma gelmiş ve yanal atımlı faylar hakim duruma geçmiştir (Perinçek, D. ve Eren, Y., 1990; Herece. E. ve Akay, E., 1992; İmamoğlu, M.Ş., 1993, 1996). Güneydoğu Anadolu Bölgesi bütünüyle geniş bir plato görünümünde olup, bölgede hafif kıvrım ve kısmen de faylı bir jeolojik yapı hakimdir (Şekil 3.1). Ayrıca bölgedeki geniş sahaları içine alan kalker formasyonlar, bazı kesimlerde ilgi çekici karst şekillerinin oluşumuna zemin hazırlamıştır.



Şekil 3.1. Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde yer alan önemli tektonik hatlar (Perinçek, D. vd.,1987 den değiştirilmiştir).

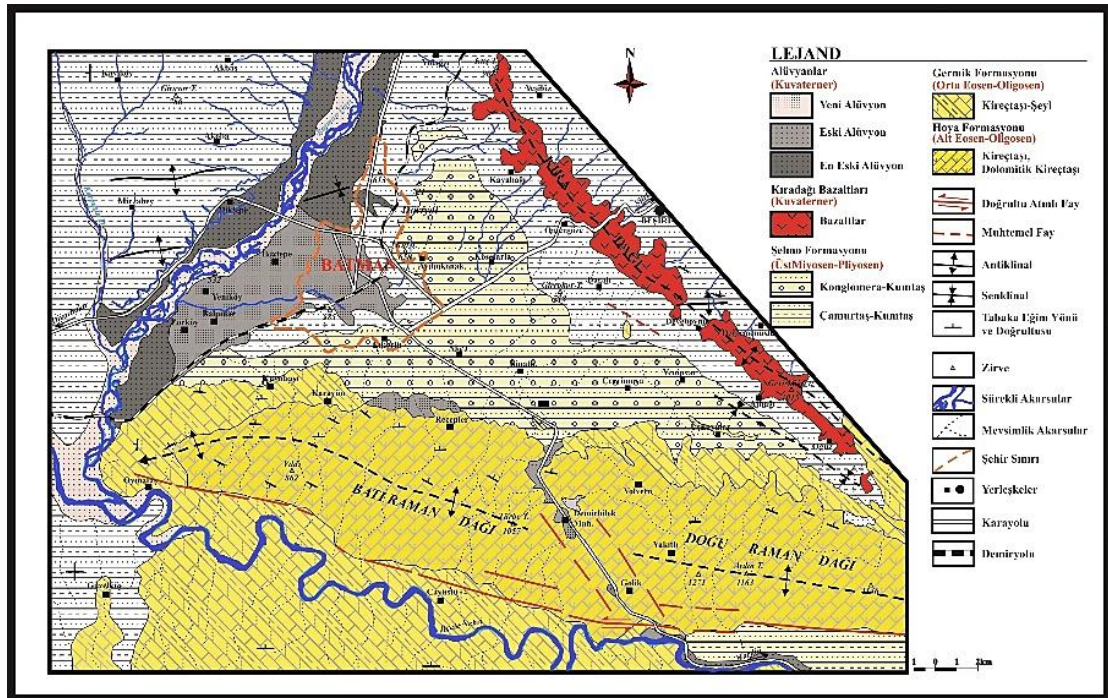
Güneydoğu Anadolu bölgesinde ki kıvrımlar oldukça yoğun bir şekilde bulunmasından dolayı önemlidir. Genellikle bu kıvrımların eksenleri Doğu-Batı (DB) uzanımlıdır. Kıvrımlanma tamamen kuzeyden güneye bindiren orojenik silsilenin etkisiyle ön ülke kayaçları üzerindeki kayaçların sıkışmasıyla meydana gelmiştir. Türkiye’de oluşan ilk tektonik yapı Orta Miyosen sonunda oluşmuş olan Güneydoğu Anadolu bindirmesidir (Perinçek, D. vd., 1992). Bölgedeki kıvrımlanmaların yoğun olması, bugünkü kıvrımlı topoğrafyanın meydana gelmesinde etkili olmuştur. Bitlis Kenet Kuşağı’nın güneyinde yer alan kenar kıvrımları kuşağı, jeolojik süreç içinde önemli tektonik olaylara maruz kalmıştır. Bitlis Kenet Kuşağı (Güneydoğu Anadolu Bindirmesi) boyunca devam eden Kuzey-Güney (KG) yönlü sıkışmalar Üst Pliyosen’e kadar kuzeyden gelen bindirmeler ayrıca bindirme önünde olan Arap Plakasında gelişen kıvrım eksenleri Doğu-Batı (DB) yönlü olan kıvrımlanmalarla karşılaşmıştır. Bu süreç içinde yine Arap Plakası üzerinde yaklaşık Kuzey-Güney (KG) yönlü açılma çatlakları gelişmesi ile Karacadağ ve Yavuzeli bazaltlarının çıkarak geniş alanlara yayılmalarına neden olmuştur. Bu etkinlik belli aralıklarla son dönemlere kadar devam etmiş ve bazaltların birkaç faz haline gelmesinde etkili olmuşlardır. Bu sıkışmada kıvrım eksenleri Doğu-Batı (DB) yönünde uzanan kıvrımlanmalar ve bindirmelerle karşılaşamaz duruma gelince Üst Pliyosende makaslama kırıkları şeklinde sağ yönlü Kuzey Anadolu Fayı (KAF) ve Doğu Anadolu Fayı (DAF) oluşmaya halen devam etmekte olup, bu faylar Türkiye’nin depremselliğinde çok etkin olarak rol almaktadırlar (İmamoğlu, M.Ş., 1993).

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, vd., 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 allokon birimlerin çokluğu ve yaygınlığı da görülmektedir (Perinçek, D. vd., 1992). Ayrıca bölgedeki Midyat Kireçtaşları güneye bakan devamlı dik yarlar oluşturur; bölgenin Üst

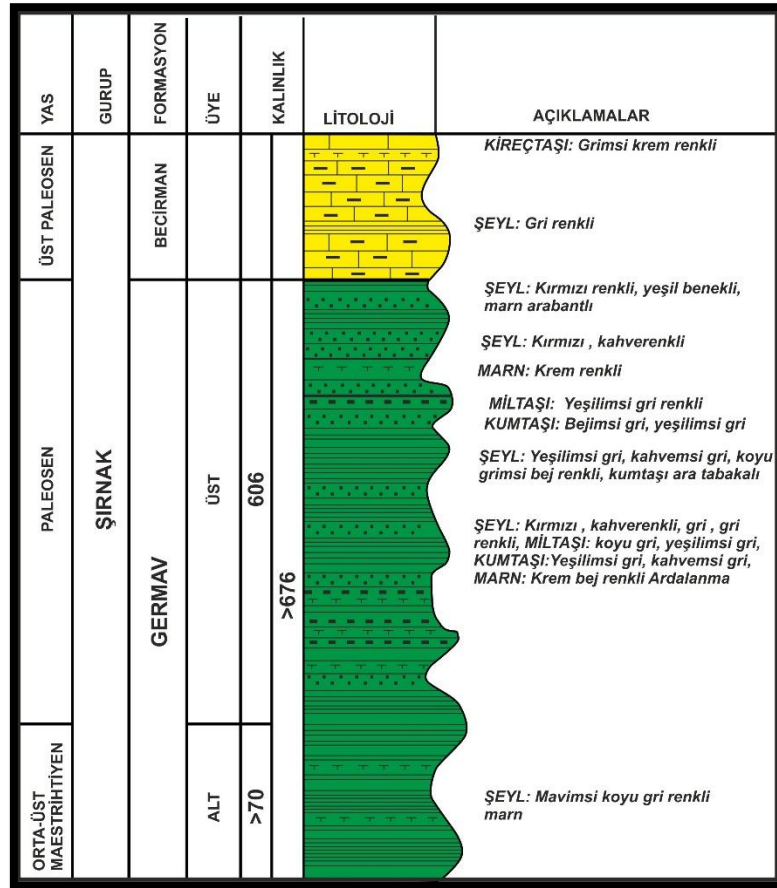
Miyosen litolojilerinin yumuşak yapılı kitle hareketi ve heyelana müsait lagüner-gölsel ve karasal sedimanlardan oluşan; yörede Pliyosen'in bir tahrip devresi gibi gözükmetedir (Altınlı, İ.E., 1966; Açıkbaş D. ve ark., 1979). Güneydoğu Anadolu Bölgesi ve yakın çevresi farklı jeolojik zamanlarda önemli 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 (Bağırşakçı, S. ve diğ., 1995). Güneydoğu Anadolu Arap levhasının kuzeye bakan kıta kenarının şelfi üzerinde yer almaktadır. Bu alan; Güneydoğu Anadolu düzlüklerinin yer aldığı önülke 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, D. ve ark., 1981).

3.1. Batman İli Jeolojisi ve Stratigrafisi

Batman ilinin jeolojik özelliklerine bakıldığında BZK' nın kuzeyinde Avrasya levhasına ait dilimlenmiş metamorfik kayaçlar ve ofiyolitik kayaçlar yer alır (Sunkar, M, Tonbul, S., 2013). Batman ili jeoloji haritası Şekil 3.2' de verilmiştir.



Şekil 3.2. Batman ili jeoloji haritası (Sunkar, M, Tonbul, S., 2013).

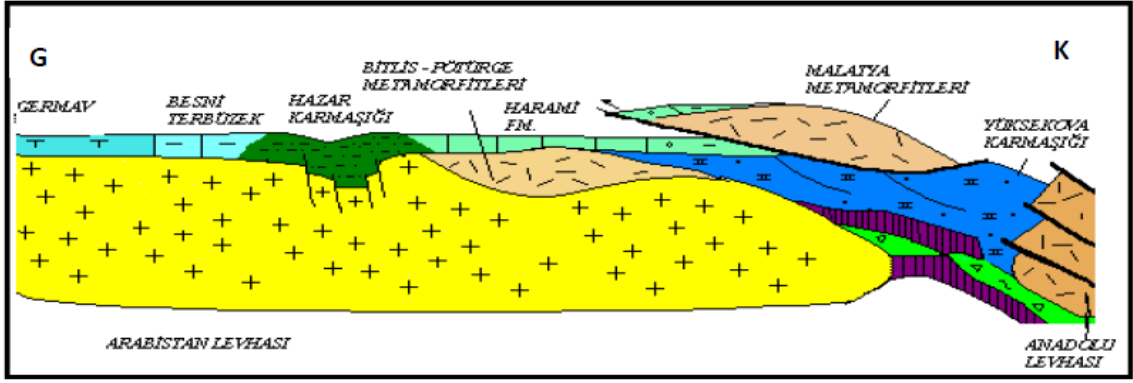


Şekil 3.4. Germav Formasyonunun tip kesiti (Bolgi,T. ve Sezgin, M., 1960).

Şırnak Grubunda yer alan ve tip lokalitesi Batman ili Gercüş ilçesinin 40 km kadar doğusundaki Germav köyü dolayındır. Güneydoğu Anadolu’da Germav Formasyonu “Germav Formasyonu alt üyesi” ve “Germav Formasyonu üst üyesi” şeklinde iki üyeye ayrılmaktadır. Formasyonun Maestrihtiyen yaşlı kesimi “Germav formasyonu alt üyesi” ve Paleosen yaşlı kesimi ise; “Germav Formasyonu üst üyesi” olarak adlandırılmaktadır (Yılmaz, E., Duran, O.,1997).

Germav Formasyonu ince-orta tabakalı, yeşilimsi-gri renkli çamurtaşları ile ardalanan silt ve kumtaşlarından oluşmakta, yer yer çakıltaşları da içermektedir (Yeşilova, Ç. ve Helvacı, C.,2012).

Germav Formasyonunun yaşı içinde bulunan fosillere göre Orta Maestrihtiyen-Üst Paleosen olarak belirlenmiştir (Güven, A., ve diğ, 1991; Çoruh, T., 1991). Çökelme ortamı derin deniz-denizaltı yamacı veya yamaç önü (deniz altı yelpazeleri) - derin deniz yelpazesi olarak belirtilmiştir (Güven, A. ve diğ. 1991). Geç Maestrihtiyen-Paleosen döneminde güneyde platform alanında Germav Formasyonu şeyl-marn-kumtaşı ardalaması halinde çökelmiştir (Şekil.3.5).



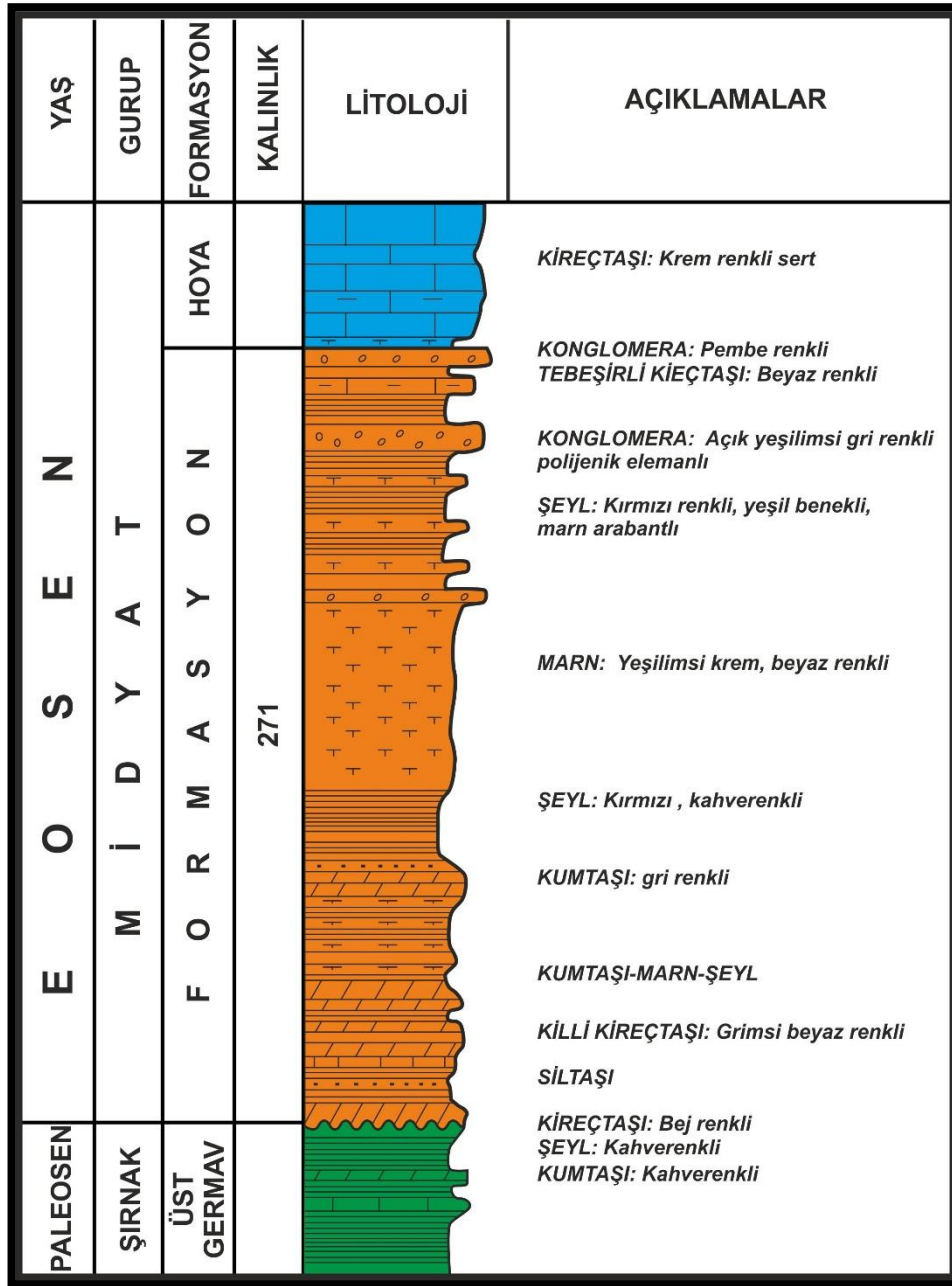
Şekil 3.5. Üst Maestrihtiyen-Paleosen'de Besni ve Germav Formasyonlarının şematize enine kesiti (Perinçek, D., 1977).

Germav Formasyonu, Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde geniş bir mostraya sahip olup, güney devamı güneydeki sınırlarımız dışına çıkmaktadır (Güven, A., ve diğ. 1991). İnceleme alanında bulunan Germav Formasyonu Gercüş Formasyonu tarafından uyumlu olarak örtülmektedir.

3.1.2. Gercüş Formasyonu (P-g)

Gercüş Formasyonu, Batman-Siirt hattının güneyinde, Mardin sahasında Becirman Formasyonu veya Germav Formasyonu “üst üyesi” üzerine geçişli olarak gelir (Güven, A., ve diğ., 1991).

Formasyonun genelde egemen litolojilerini kırmızımsı renkli yer yer ardalanma oluşturan çamurtaşı, kumtaşı ve kiltaşından oluşan birim ilk kez Maxson (1936) tarafından, “Gercüş Formasyonu” olarak adlandırılmış ve tarif edilmiştir. Stratigrafik konumuna göre Alt Eosen yaşlıdır (Duran, O. ve diğ., 1988). Kalınlığı tip kesitinde 271 metre olarak ölçülmüştür (Bolgi, T., 1961) (Şekil 3.6).

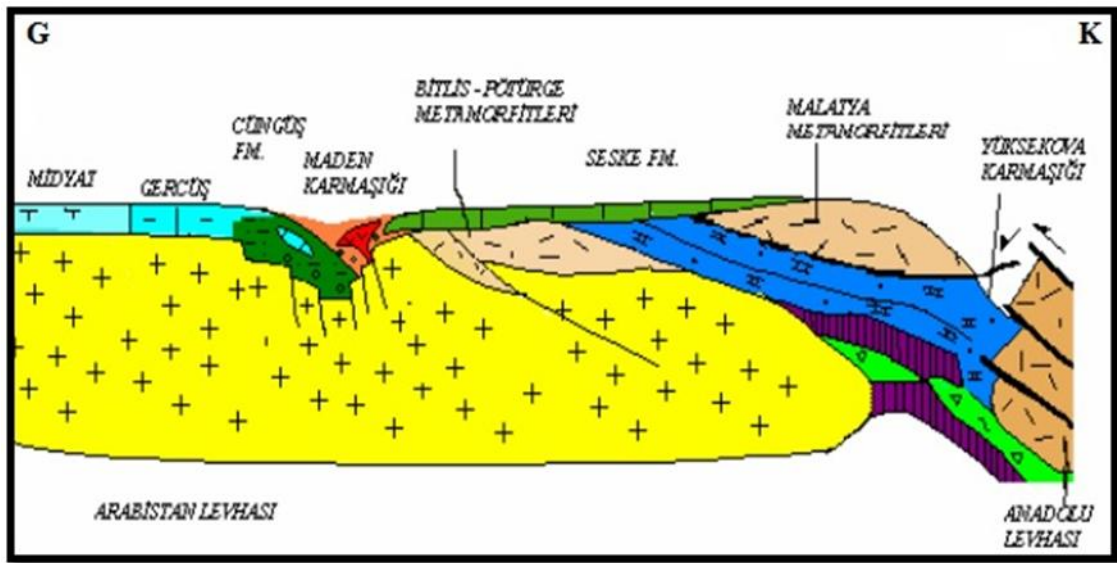


Şekil 3.6. Gercüş Formasyonu'nun lektostatrotipi (Bolgi, T. ve diğ., 1961).

Gercüş Formasyonu, sahada tipik rengi ve fiziksel özellikleri ile kolay ayırtılan bir birimdir. Çakıltası, şeyl, marn, silttaşı ve killi kireçtaşı-kireçtaşı litolojilerinden oluşmaktadır (Tolun,N., 1949 ve 1954; Altınlı, İ.E., 1952; Badgley,P.C., 1957; Bolgi,T. ve Sezgin, M.,1960; Bolgi,T., 1961). Çakıltaları; kırmızımsı, sert, köşeli, breş görünüşlü, kötü boylanmalı, karbonat çimentolu-kil matriksli, sıkı tutturulmuş ve yer yer merceksel geometrilidir. Kumtaşları; sarı, kırmızı, kahve, kahvemsı renkli, iri daneli, sertçe kötü boylanmalı, birden fazla kayaç türü içeren çapraz tabakalıdır. Silttaşları, kırmızı, sarımsı gri ve dağылgandır. Gercüş Formasyonu, ince-orta-kalın tabakalı, gri yeşilimsi gri, yeşil,

bej kırmızı ve pembe renkli kumtaşı, silttaşı, çakıltası, marn ve şeylerden oluşur (Eren,Y.,vd.,2012).

Bölgede Eosen başlangıcında yeniden aktifleşen tektonizma platform alanda genelde sedimantasyonda kesikliğe ve yükselen alanlarda aşınmaya neden olurken şaryaj alanında çoğunluğunu Kretase alloktonlarından türeyen detritiklerin oluşturduğu kırmızı renkli, karasal Gercüş Formasyonu çökelmiştir (Perinçek,D., 1977) (Şekil 3.7). Gölse-lagün-flüvyal-taşkın ovası-kıyı ovası-örgülü akarsu-alüvyal fan-alüvyon yelpaze ortamlarında çökelmiştir (Duran,O. ve diğ., 1988).



Şekil 3.7. Eosen'de Maden Karmaşığı, Gercüş ve Midyat formasyonlarının şematize enine kesiti (Perinçek, D., 1977).

3.1.3. Hoya Formasyonu (Midyat Kireçtaşı)

Midyat grubunun formasyonu olarak en yaygın kayacı kireçtaşıdır. Perinçek (1978) hazırlamış olduğu, Güneydoğu Anadolu otokton ve allokton kaya birimleri jeoloji sembolleri haritasında “Midyat Grubu” içinde “Hoya Formasyonu” adını isim bazında kullanmıştır. Formasyonun ortalama kalınlığı 50 ile 600 metre arasındadır (Karakuş, A, 2010). Midyat kireçtaşı başlıca gri, açık gri, krem, bej, kirli sarı ve beyaz renkli kireçtaşı, dolomitik kireçtaşı ve killi kireç taşlarından oluşmuştur. İnce, orta, kalın tabakalanma sunar. Bölgede, kalınlığı yer yer 1000 metreyi aşar (Eren,Y. vd.,2012). Birimin sedimantolojik, paleontolojik ve mikrofasiyes özellikleri göz önüne alınarak, sınırlı/yarı sınırlı sığ epirik deniz-sığ normal deniz-self kenarı/önünde çökelindiği kabul edilmiştir (Duran, O. ve diğ., 1988 ve 1989).

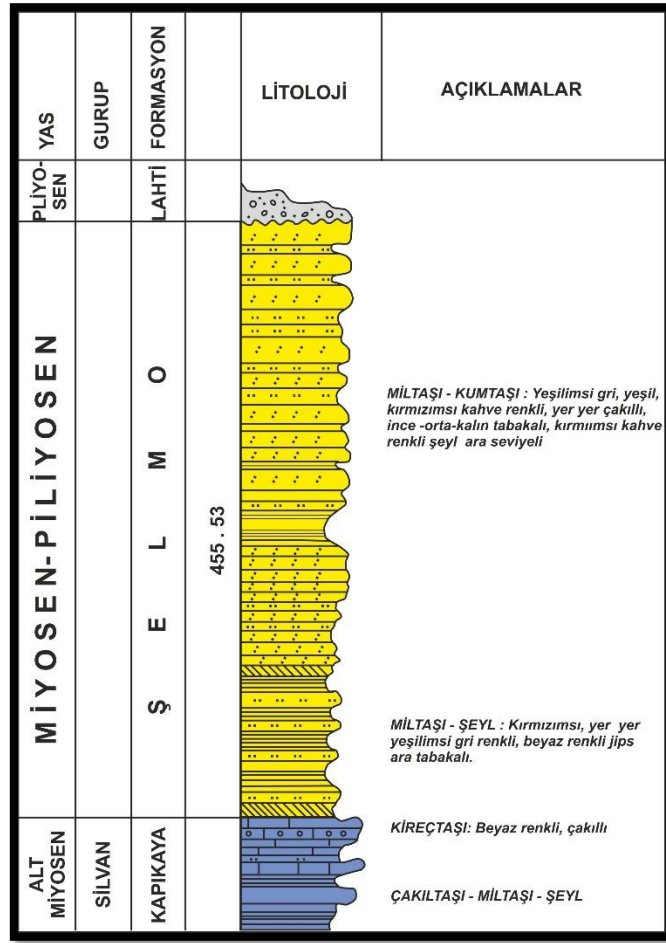
3.1.4. Germik Formasyonu

Birim, ilk kez Bolgi (1961) tarafından adlandırılmıştır. Germik Formasyonu beyaz, kızıl kahve, yeşil, bej, gri renkli jips, anhidrit, şeyl, dolomit ve kumlu-siltli dolomitlerden oluşur. Midyat kireçtaşları üzerinde uyumlu olarak yer alır. En fazla 465 metre kalınlık gösterir (Eren, Y. vd., 2012).

Germik Formasyonu, Orta-Üst Eosen yaşlı denizel Hoya Formasyonu ile yanal ve düşey geçişli olup, üzerine gelen Orta-Üst Miyosen yaşlı sığ denizel-karasal Lice Formasyonu ile uyumsuzluk sunar. Germik Formasyonu yaklaşık 220 metre kalınlığında olup, bu formasyondaki istifin en iyi görüldüğü yer, Yeniköprü ve Ağaçalıpınar mevkileri civarındadır. Formasyon alttan üste doğru genel olarak, ikincil jipsler (yer yer anhidrit) ve karbonatların (dolomit ve kireçtaşı) ardalanması ile yer yer çamurlu ve marn ara katkılı seviyeler şeklinde oluşmakta, Germik kireçtaşı üyesi ve Germik jips üyesi olarak 2 üyeye ayrılmaktadır. Altta bulunan Germik kireçtaşı üyesi, tabanda yaklaşık 12 metre kalınlıkta, krem-bej renkli, orta-kalın tabakalı, bol gözenekli tamamen altere olmuş mikritik kireçtaşlarından oluşmaktadır. Kireçtaşları üzerine 8 metre kalınlıkta, sarı-kahverengi ve iyi pekleşmiş kalkarenitler gelmektedir. Kireçtaşı üyesi en üstte 25–28 metre kalınlıkta, orta-kalın tabakalı, sarı-sütlü kahve renkli ve iyi pekleşmiş kireçtaşları ile son bulmaktadır. Kireçtaşları yer yer altere olmuş, 1 cm’den 50 cm’ye değişen kalınlıklarda katmanlanma gösteren killi ara seviyeler içermektedir. Kireçtaşı üyesi üzerine gelen Germik jips üyesi; 6 litofasiyese ayrılmış ve bu litofasiyesler genel olarak; masif, laminalı, laminalı-bantlı, bantlı, yumrulu veya yumrulu-breşik ve yumrulu-bantlı jips şeklinde izlenmektedir. Litofasiyes dizilimlerinin en iyi gözlemlendiği yer, Germik jips üyesi içinde açılan alçıtaşı ocaklarıdır.

3.1.5. Şelmo Formasyonu

Genelde karasal kıvrıntılı kayalardan oluşan formasyon Bolgi, (1961) tarafından adlandırılmıştır. Tip kesitinde Şelmo Formasyonu toplam 455,53 metre olarak ölçülmüştür (Şekil 3.8).



Şekil 3.8. Şelmo Formasyonunun tip kesiti (Bolgi T., 1961'den faydalanarak hazırlanmıştır).

Batman kent merkezinde bulunan inceleme alanının büyük bir kısmını Şelmo Formasyonu oluşturmaktadır (Eren,Y, vd.,2012). Ayrıca Şelmo Formasyonu ayrışma zonundan oluşmaktadır. Şelmo Formasyonunda, hakim litoloji ayrılmış kiltası olup, bunun içerisinde, silttaş, kumtaş seviyeleri mercekler şeklinde bulunur.

Adıyaman Ovası'nda, palanlı, artan, halof yapılarının arasında ve güneyinde Midyat grubu; Diyarbakır ili Korudağ - Çermik- Çüngüş dolaylarında, Hazro antiklinalinin güney kanadında, Silvan, Gölap - Belaşa ve Sason – Kozluk - Baykan yörelerinde, Hakkâri ili dolaylarında Silvan grubunun Fırat Formasyonu üzerinde açılı diskordansdır (Tuna, D., 1973; Açıkbaş, D. ve Bastuğ, C., 1975; Perinçek, D., 1989 ve 1990; Savcı, H. ve Dülger, S., 1980; Biçer, Z., 1981; Yılmaz, Y., 1982).

Şelmo Formasyonu, grimsi yeşil, pembe, yer yer kahvems mor renkli kumtaş, şeyl, kumlu silttaş, alt kesimlerde ara tabakalı beyaz renkli jips seviyelerinde, karbonat çimentolu, yumuşakça, kötü boylanmalı, kaba dokulu, poroz, alt seviyelerinde ince tabakalı, dağınık kirecetas çakıllı, üst seviyelerinde kalın ve çapraz tabakalı sertçe kumtaş halindedir (Bolgi, T., 1961). Formasyon Orta-Geç Miyosen yaşlı kabul edilmektedir. Plaj

kumları-geçiş-gel/git düzlüğü ve playa ortamları gibi genelde karasal ortam fasiyeslerini yansıtır (Yılmaz, E. ve Duran, O., 1997).

Cacas - Sason-Kozluk dolaylarında 400-800 m (Savcı, H. ve Dülger, S., 1980) Batman ili Softek Antiklinali kuzeyinde, Dicle Nehri yakınında 100-200 metre (Perinçek, D., 1980a); Raman-Garzan arasındaki sahada mostra veren kısım 290 metre (Bolgi, T., 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 metre kalınlığa kadar erişebilmektedir (Eren, Y. ve ark., 2012).

3.1.6. Alüvyonlar (Qal)

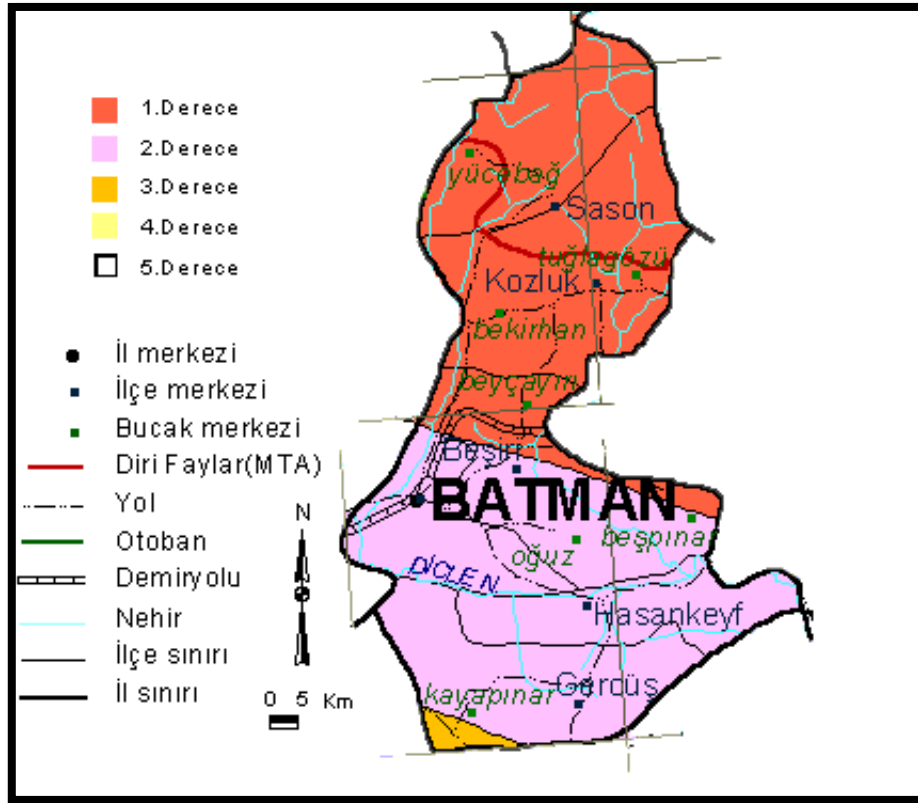
Akarsu yatakları, çöküntü alanları ve ovalarda biriken çok az tutturulmuş çakıl, kum, kil, silt ve çamurlardan oluşmaktadır.

3.1.7. İnceleme Alanının Jeolojisi

İnceleme alanı Üst Miyosen yaşlı Şelmo Formasyonundan oluşmaktadır. Şelmo Formasyonu Batman ve çevresinde geniş bir alanda görülmektedir. Hakim litoloji ayrılmış kiltası olup, bunun içerisinde, silttaşı, kumtaşı seviyeleri mercekler şeklinde bulunur. Litolojik olarak; pembe, kırmızı ve kahve renkli, iri daneli, kalın tabakalı, polijenik elemanlı çakıltası; beyaz, gri (yeşilimsi ve sarımsı gri) renkli, iri daneli, ince ve yer yer belirsiz tabakalanmalı, zayıf çimentolu ve polijenik elemanlı kumtaşı; kirli sarı renkli silttaşı; beyaz ve açık gri renkli şeyl; açık gri ve sarımsı marn ve koyu-yeşilimsi gri renkli ince şeyl, sarımsı-yeşilimsi gri renkli kumtaşlarını içeren konglomera aralanmasından oluşmaktadır (Bolgi, T., 1961; Tuna, D., 1973; Perinçek, D., 1979; Yılmaz, Y., 1982). Şelmo Formasyonu inceleme alanı ve çevresinde gözlemlenmektedir. Yerleşmelerin büyük bir bölümü alüvyonlar üzerinde kurulduğu için Batman şehri, yerleşme açısından riskli bir konumdadır. Şehrin kurulduğu alan ve gerisindeki havzada litolojik yapının büyük bölümünün killi yapıda ve geçirimsiz olması, sağanak yağışlar sonucunda taşkına zemin hazırlamıştır (Sunkar, M. ve Tonbul, S., 2013).

3.2. Batman ili Depremselliği

Batman ili, fazla hareketli olan fay hatlarına yakın olması sebebiyle il deprem açısından riskli konumdadır. 1. deprem kuşağında kalan bölgelere çok yakın bir konumdadır. Batman il 2. dereceden deprem bölgesinde yer almaktadır. Ayrıca deprem haritasına göre; batman ilinin kuzeyi (Kozluk-Sason) bölgesi 1. derece deprem kuşağında, diğer kesimleri (Merkez, Beşiri, Hasankeyf) ise 2. Derece deprem kuşağında yer almaktadır (Şekil 3.9).



Şekil 3.9. Batman ili deprem haritası (<http://depremturk.blogspot.com/2011/01/batman-deprem-bolgeleri-haritas.html>).

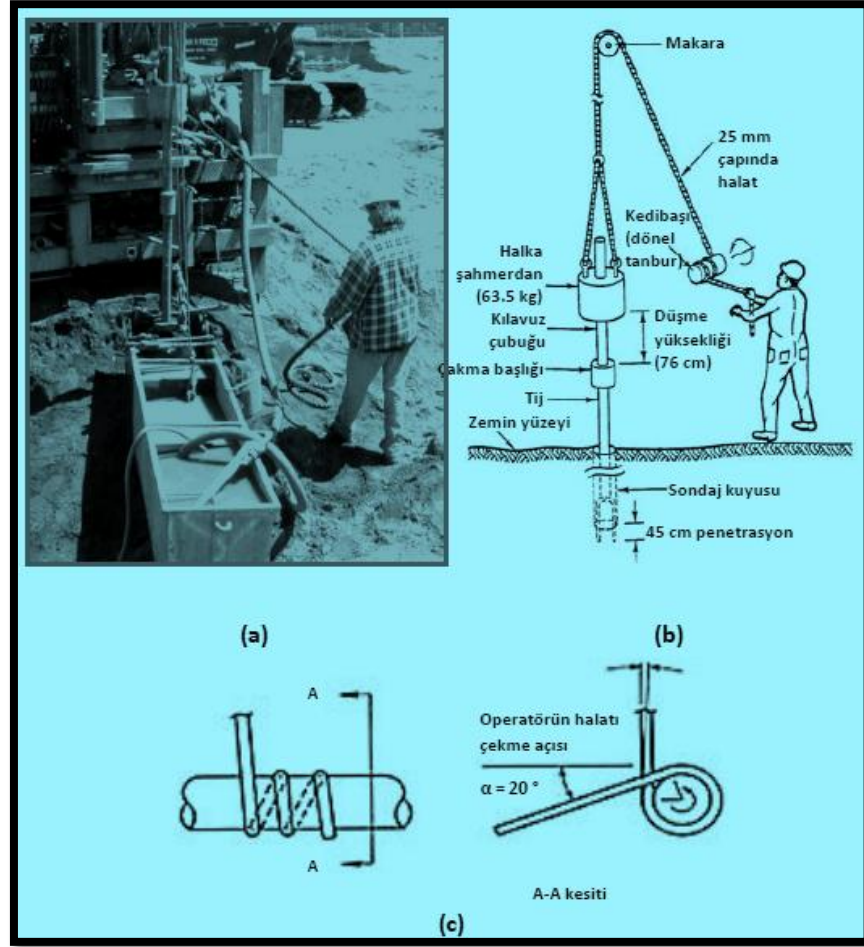
4. MATERYAL ve YÖNTEM

Bu çalışma kapsamında; Batman ili, Gültepe Mahallesi'nde bulunan Gültepe Köprüsü sahasının zemin stabilite koşulları incelenerek, mevcut arazinin jeolojik ve jeoteknik özelliklerini belirlemek için çalışmalar yapılmıştır. Arazi çalışmaları kapsamında zeminin düşey yöndeki değişimini ve zeminin mühendislik özellikleri ile litolojik ve jeolojik durumları, mühendislik parametrelerinin tespit edilmesi amacıyla 4 adet toplam 80 metre derinliğinde temel sondaj kuyusu açılmıştır. Sondaj esnasında alınan UD (örselenmemiş) ve SPT (örselenmiş) numuneleri üzerinde zemin parametrelerini belirlemek için; Birim Hacim Ağırlığı Tayini, Elek Analizleri, Üç eksenli basınç deneyleri yapılmıştır. İnceleme alanındaki zemin parametreleri PLAXIS programına veri şeklinde girilerek, jeoteknik analizler yapılmış ve modeller oluşturulmuştur. Bu jeoteknik modeller yorumlanarak jeolojik problemler irdelenmiştir.

İnceleme alanındaki jeoteknik sorunlar araştırılıp bu sorunların çözümüne yönelik zemin iyileştirme önlemlerinden biri olan Fore Kazık tekniği ve yapım aşamaları ele alınarak değerlendirilmiştir.

4.1. Standart Penetrasyon Testi

Standart penetrasyon testi, yeraltı durumu hakkında fikir sahibi olmak, zemini temsil edecek örselenmiş numune alma esasına dayanır. Deney önceden açılmış bir sondaj kuyusundan yapılan bir arazi deneyidir. Sondajı çakma için standart bir deney uygulanır. Bunun için 76 cm yükseklikten serbestçe düşen 63,5 kg ağırlığında bir tokmak kullanılır. Sondaj kuyularında yapılan bu deneyde, deney yapılması istenen seviyeye gelindiğinde kuyu tabanına ağırlığı 6,8 kg olan bir örnek tüp indirilir ve 45 cm zemine girinceye kadar çakılır. Halatla kaldırmalı uygulamada, Şekil 4.1' de gösterildiği gibi şahmerdanın bağlı olduğu halat sondaj kulesinin tepesindeki makaradan geçer ve kedibaşı ile çekilir.



Şekil 4.1. (a) ve (b) halatla kaldırmalı sistemin uygulaması Coduto (2000), (c) kedibaşı detayı (saatin ters yönünde 1.81 tur attığındaki şekli ile gösterilmiştir, ASTM D1586-11).

SPT deney düzeneğindeki farklılıklar ölçülen arazi değerlerini etkilemektedir. Ayrıca siltli kum ve ince kum zeminlerde penetrasyon esnasında yükselen boşluk suyu basınçları darbe sayılarını değiştirmektedir. Bu nedenlerle deney sonuçlarının yorumlanması öncesinde SPT-N değerlerinde bir seri düzeltmeler yapılması gereklidir. jeoteknik parametrelerin elde edildiği birçok korelasyonda % 60 enerji oranına göre düzeltilmiş SPT-N değeri kullanıldığından N_{60} düzeltilmesi yapılmaktadır. SPT tüpüne uygulanan dinamik enerji her darbe için 63.5 kg ağırlığındaki bir kütlenin 76.2 cm'den düşürülmesi olarak standartlaştırılmış olmakla birlikte, deney esnasında yapılan ölçümler tüpün ucuna transfer edilen enerjinin, tatbik edilen 473.4 jül enerjinin %40'larına kadar inebildiğini göstermiştir. Enerji kayıplarının başlıca nedenleri; Tij ve şahmerdanların ağırlığı tarafından sönmelenen enerji, Şahmerdanın örse çarpması sonucu açığa çıkan ısı ve ses enerjisi, Tijlerin eğilmesi veya atalet momenti küçük tijlerin kullanımı, Değişik şahmerdan parçaları arasında, halatların sürtündüğü yüzeylerdeki enerji kayıpları olarak sıralanabilir (Skempton, A.W., 1986; Clayton, C. R. I. vd., 1995).

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

Formül 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. N_{60} düzeltme hesabı için Formül 4.1. kullanılır (Skempton, A.W., 1986).

SPT deneyinde; siltli kum ve ince kumlarda SPT değeri 15 den büyükse siltli kum düzeltmesi yapılabilir. Dinamik yüklemelere maruz kalan suya doygun siltli veya ince dane oranı yüksek kumlu zeminlerde düşük geçirgenliğe sahip olduklarından su aniden drene edilememekte ve boşluk suyu basınçları artmaktadır. Drene olmayan suyun varlığı zeminin mukavemetini geçici olarak arttırmakta ve SPT değerini yanıltıcı olarak yükseltmektedir. Bu nedenle, deneyin yeraltı suyu seviyesi altında yapılmış olması, zemin türünün ince kum veya siltli kum olması ve $N > 15$ darbe / 30 cm olması şartıyla SPT değerlerine siltli kum düzeltmesi yapılır. Siltli kum düzeltmesi Terzaghi ve Peck (1948) formül 4.2'de verilmiştir.

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

Formül 4.2'de N' ; siltli kum düzeltmesi yapılmış SPT-N değeridir.

4.2. Laboratuvar Çalışmaları

4.2.1. Doğal Birim Hacim Ağırlığı Tayini

Zeminin doğal birim hacim ağırlığı(γ_n), toplam ağırlığın toplam hacme oranıdır.

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

Formül 4.3' te γ_n = Doğal birim hacim ağırlık, w_t = Numune toplam ağırlığı, V = Numune toplam hacim' dir.



Şekil 4.2. Laboratuvar ortamında Doğal Birim Hacim Ağırlığı tayini (<http://netl.doe.gov> santiyeci.blogspot.com).

4.2.2. Su İçeriği

Su içeriği belirli bir hacimdeki su ağırlığının kuru ağırlığına oranıdır.

$$\omega = \frac{\omega_w}{\omega_s} \quad (4.4)$$

Formül 4.4’ te ω =Su içeriği, ω_w = Numunedeki su ağırlığı, ω_s = Kuru ağırlığı’ dır.

4.2.3. Atterberg Limitlerinin Tayini

İnce daneli zeminlerin içerdikleri su miktarına bağlı olarak oluşan değişimleri belirleyebilmek için bazı sınır su muhtevası değerleri tanımlanmıştır. Kum ve çakıl gibi iri daneli zeminlerde sıkılık, kil silt gibi ince daneli zeminlerde kıvam kavramı kullanılmaktadır. İnce daneli zeminler için kıvam limitleri adı verilen bu su muhtevaları değerlerini belirleyebilmek için kullanılan deney yöntemleri Atterberg (1911) tarafından geliştirilmiştir.

Likit Limit (LL) zeminin viskoz bir sıvıdan plastik bir kıvama dönüştüğü andaki su muhtevasıdır. Bu deney, açıkta kurutulmuş zeminin likit limitinin bulunması ile ilgili olup, doğal durumlarındaki numunelere de uygulanabilir. Likit limit deneyi Casagrande Yöntemi, Düşen Koni Penetrasyon Yöntemi ve Tek Nokta Yöntemi olmak üzere üç farklı şekilde yapılabilmektedir. Şekil 4.3’ te Likit Limit Deney (Casagrande) aleti görülmektedir. Likit limit olarak tanımlanan; zeminin viskoz bir sıvı kıvamından plastik kıvama geçtiği su muhtevası değerinin belirlenmesi için, Casagrande (1932) tarafından bir

deney şekli belirlenmiş ve bu deney günümüzde uluslararası bir standart haline gelmiştir. Likit limit deneyi Casagrande likit limit aleti ile tayin edilir. Bu deneyi yapmak için önceden kurumamış kil zemin numunesi damıtık su ile bir kapta spatula yardımı ile karıştırılır. Plastik kıvamına gelen numune daha sonra Casagrande aletinin pirinçten üretilmiş çanak kısmına konur. Çanağa koyulmuş kil içerisinde açılan belli ölçüdeki bir yarığın kapanması için gereken vuruş sayısı, kabı belli bir yükseklikten düşürmek kaydıyla bulunur. Su muhtevaları değiştirilerek her yeni durum için vuruş sayıları yeniden tespit edilir ve bu şekilde en az 3 nokta bulunduktan sonra enterpolasyon yöntemi ile $N=25$ vuruş sayısına denk gelen su muhtevası değeri hesaplanır ve bu su muhtevası likit limit olarak tanımlanır. Casagrande aletinde pirinçten mamul çanağının şekli ve ağırlığı, özel kaşıkla açılan yarığın (çentiğin) şekli ve miktarı, düşüşün yüksekliği vb. bir takım standartlarla belirlenmiş olup alet, zemin mekaniği laboratuvarlarında bu standartlara uygun bir biçimde konulmuş olarak bulunmaktadır (Skempton, A.W., 1951 ;Bishop, A.W., 1967).



Şekil 4.3. Likit limit deney (Casagrande) aleti (ASTM 4318 <http://www.soiltest.com.tr/laboratuvar>).

Plastik Limit zeminin plastik bir kıvamdan yarı plastik bir malzemeye dönüştüğü andaki su muhtevasıdır (Şekil 4.4). Plastik limit deneyi, Atterberg tarafından cam plaka veya bir kağıt üzerinde kilin el ayası ile yuvarlanarak inceltilen zemin silindirlerinin 3 mm çapa geldiklerinde parçalanmaya başladıkları su muhtevası olarak tarif edilir (Skempton, A.W., 1951 ;Bishop, A.W., 1967).



Şekil 4.4. Plastik limit deneyinin yapılışı (<http://www.soiltest.com.tr>).

Likit limit ile plastik limit arasında kalan su muhtevalarında zemin plastik davranış gösterdiği için, bu iki limitin farkı plastisite indisi (I_p) olarak tanımlanmaktadır. Plastisite indisi, zeminin plastik davranış gösterdiği su muhtevaları aralığının genişliğini göstermektedir. Likit limit ve plastisite indisinin birlikte değerlendirilmesi zeminin plastisitesi'nin bir ölçüsü olarak kullanılmaktadır.

4.2.4. Kıvamlılık İndeksi

Zeminin arazideki doğal haldeki kıvamının nasıl olduğunu gösteren bir değerdir.

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

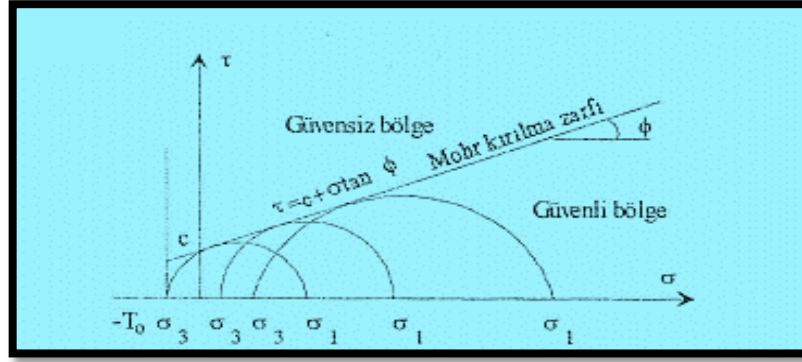
Formül 4.5' te I_C ; Kıvamlılık indeksi, LL; Likit Limit, W_n ; Doğal su içeriği, I_p ; Plastisite indisi dir.

4.2.5. Üç Eksenli Basınç Deneyi

Laboratuvarda, numuneler üzerinde yapılan üç eksenli basınç deneyleri ile değişik eksenel gerilmelerin etkisinde kalan zeminin kayma direnci özellikleri bulunur. $L/D=2$ boyutlu silindirik numunelere basınç hücresi içinde çeşitli yanal basınçlar (σ_3) verilir. Her yanal basınca karşılık numuneyi kıran düşey basınç (σ_1) saptanır. Bu değerler koordinat sisteminde apsis üzerinde işaretlenir. Her deney kademesi için σ_1 - σ_3 değerini çap kabul eden daire çizilir. Buna Mohr dairesi; dairelere çizilen ortak teğete Mohr kırılma zarfı denir. Mohr kırılma zarfının yatayla yaptığı açı, içsel sürtünme açısını (ϕ); ordinat eksenini kestiği noktanın ordinatı da kohezyonu (c) verir. Burada x eksenini gerilmeyi, y eksenini ise τ kayma direncini temsil eder. Coulomb tarafından 1776 yılında şu bağıntı bulunmuştur (Şekil 4.5).

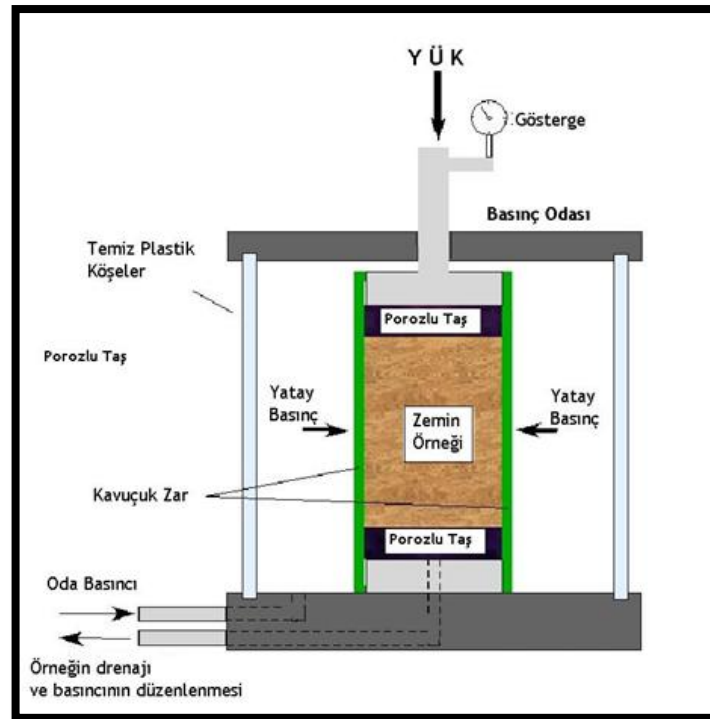
$$\tau = c + \sigma \tan \phi \quad (4.6)$$

Formül 4.6' da τ ; Kayma direnci (kg/cm^2), σ ; Gerilme (kg/cm^2), c ; Kohezyon (kg/cm^2), ϕ ;İçsel sürtünme açısı (derece) dir.

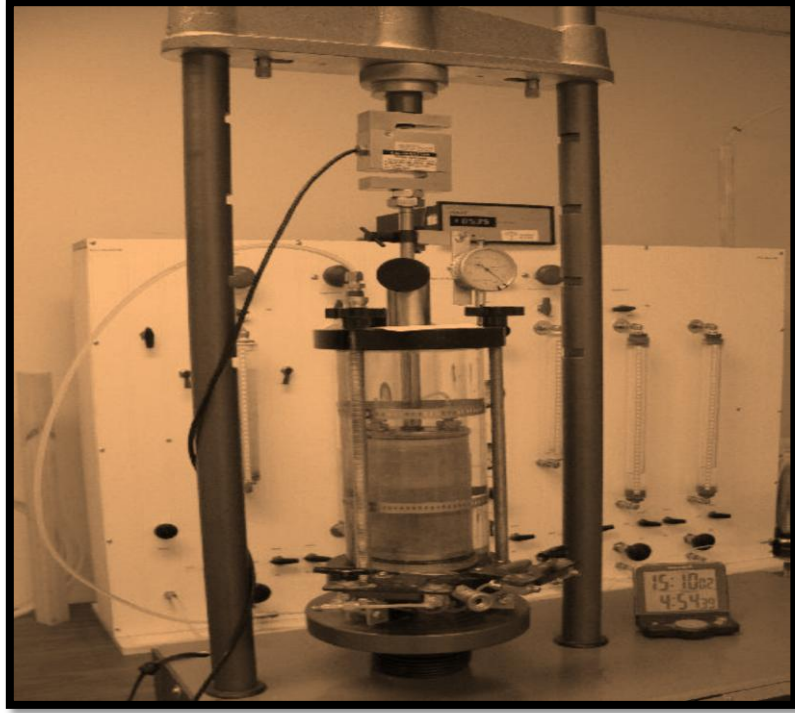


Şekil 4.5. Mohr kırılma zarfı (Coulomb, 1776).

Üç eksenli basınç deneyinde, aletin özelliği dolayısıyla tabiat şartlarına uymak zorlaşmaktadır. Üç eksenli basınç deneyinde bu dezavantaj mümkün olduğunca ortadan kaldırılmakta ve numunenin doğada bulunduğu şartlar yaratılmaya çalışılmaktadır. Böylece daha incelikli ve gerçeğe yakın değerler elde etmek mümkün olmaktadır (Şekil 4.6). Bu deney, numuneye verilen çevresel bir basınç altında gittikçe artan bir düşey yük ile kırılma anını bulmak ve bu kırılma anına denk gelen asal gerilmelerden mohr dairelerini çizip, Coulomb' un kayma formülüne ait c ve τ değerlerini bulmak esasına dayanmaktadır.



Şekil 4.6. Üç eksenli basınç deney düzeneği (<http://www.gf.uns.ac.rs>).



Şekil 4.7. Üç eksenli basınç deney aleti (<http://www.test-llc.com>).

Deney başlamadan önce numunenin deney başı su muhtevası alınır. 3 eksenli basınç makinasının içindeki silindir hücreye numune etrafında lastik membran olmak üzere yerleştirilir (Şekil 4.7). Makinanın içindeki piston tam numuneye temas edecek şekilde ayarlanır. Üç eksenli silindir hücrenin etrafı su ile doldurulur ve numune etrafında hidrostatik basınç yaratılmış olunur. Kuvvet halkası saati ve düşey deformasyon saati sıfırlanır. Basınç makinası çalıştırılır ve okumalar alınmaya başlanır. Hücredeki basınç sabit kalırken, sabit bir hızla düşey yük uygulanır. Numunenin eksenel boy kısalması bir deformasyon saati yardımıyla, uygulanan düşey yük ise kuvvet halkası yardımıyla ölçülür. Ölçümler düşey yük halkasındaki okumaların sabitlenmesine veya düşüşe geçmesine kadar sürdürülür. Düşüş gözlenmez ise BS 1377'ye göre düşey deformasyonun %20'ye ulaşmasıyla deneye son verilebilir. Daha sonra deneye son verilir. Makinadaki basınç düşürülür ve hücredeki su boşaltılır. Numune çıkartılır ve deney sonu su muhtevası hesaplanır. Üç eksenli basınç deneyi UU – CU – CD olmak üzere üç şekilde yapılmaktadır. Burada anlatılacak olan UU (drenajsız, konsolide olmayan) üç eksenli basınç deneyidir. Bu deney zeminlerin kayma mukavemetini belirlemede önemli bir rol oynamaktadır (Das, M.B., 1995).

4.3. Zeminin Mekanik Özelliklerini Belirleyen Parametreler

4.3.1. Zeminin Taşıma Gücü

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

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

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

Sığ temellerin taşıma gücü hesabı için Terzaghi tarafından geliştirilen ve en çok kullanılan hesap metoduna göre;

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

Formül 4.8' de; K_1 ve K_2 temel tabanı şekline bağlı katsayılar, 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 altındaki zeminin birim hacim ağırlıkları, ϕ içsel sürtünme açısıdır. Zemin cinsi, kohezyon ve içsel sürtünme açısı, temel genişliği, yeraltı su seviyesindeki değişiklikler, farklı oturmalar, temel üstündeki ve altındaki zemine ait birim hacim ağırlıkları taşıma gücünü etkileyen önemli parametrelerdir. Çizelge 4.1' de inceleme alanındaki taşıma gücü hesabı için kullanılan şekil ve taşıma gücü katsayıları verilmiştir.

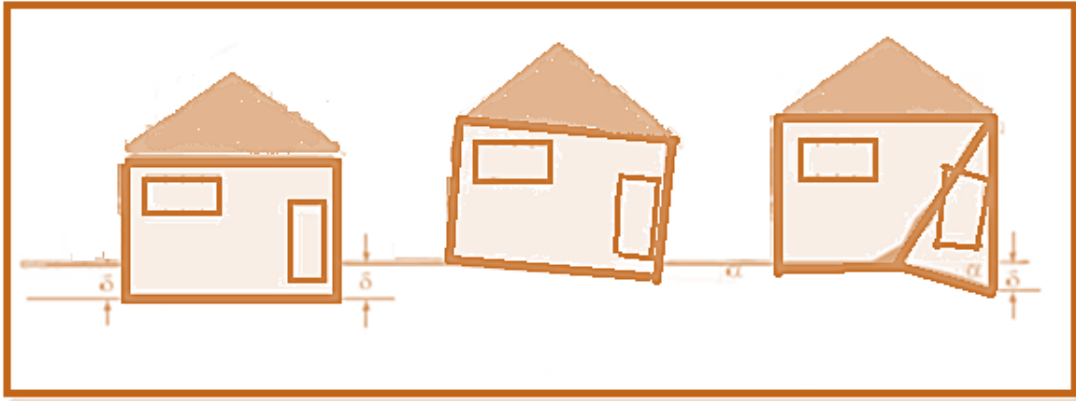
Çizelge 4.1. Şekil katsayıları ve taşıma gücü katsayıları Terzaghi (1943).

Temel şekli	k_1	k_2
Şerit	1	0.5
Kare	1.2	0.4
Daire	1.3	0.3
Dikdörtgen	$1 + 0.2 \frac{B}{L}$	$0.5 - 0.1 \frac{B}{L}$

4.3.2. Zeminin Oturması

Oturma; yük altındaki zeminin içinde bulunan suyun dışarı atılması ile zamanla meydana gelen düşey doğrultudaki deplasman olup kumlu, killi ve siltli zeminler için söz konusudur. Köprü ve tüm yapıların tasarımında, yapının oturacağı zeminin davranışının mutlaka bilinmesi gerekmektedir. Zira mühendislik yapılarına ait yüklerin; zeminde bir göçme veya izin verilen sınırın üzerinde bir oturma meydana getirmeyecek şekilde aktarılması esastır. İyi bir etüt çalışması yapılmamış zemin üzerine inşa edilen bir yapıda, zamanla farklı oturmalarından dolayı çatlama ve hatta göçmeler olabilmektedir. Bundan dolayı, yapı temelini tasarımına geçmeden önce, yapı temelini oturacağı zeminin cinsine göre, gerekli etütlerin yapılması gerekmektedir. Bu zeminlerde k geçirimsizlik (permeabilite) katsayısı küçük olduğu için suyun dışarı atılması uzun zaman alır. Dolayısıyla bu oturma zamana bağlı olarak gelişir. Özellikle mühendislik yapılarında ortaya çıkan oturmanın neden kaynaklandığı, miktarı ve hızı oldukça önem arz etmektedir (Şekil 4.8).

Yeraltı suyunun seviyesi, zemine etki eden statik ve dinamik yükler, zeminin geçirgenliği (permeabilite), rijitlik azalması gibi faktörler zemindeki oturmayı etkilemektedir.



Şekil 4.8. Mühendislik yapılarında ortaya çıkan oturma.

Temelde ya da temel zemininde zeminin cinsine bağlı olarak üç farklı oturma oluşabilir. Bunlar; elastik ortamda olan ani oturma, ince daneli kohezyonlu zeminlerde meydana gelen ve belli bir zaman sürecine bağlı olan konsolidasyon oturması ve gerilmelere bağlı olan ikincil sıkışma (ikincil konsolidasyon) oturmasıdır.

$$\Delta H = \Delta H_i + \Delta H_c + \Delta H_s \quad (4.9)$$

Formül 4.9’ da kumlu zeminlerde ani ve konsolidasyon oturmaları ayrılmaz. Çünkü suya doymun kumlarda bile, sahip oldukları büyük k permeabilite katsayısı nedeniyle geçirimsiz tabakalar arasında değilse suyun atılması hızla meydana gelir.

Suya doymun zeminlerde ise, zemin ilave bir yüke maruz kaldığı zaman ortaya çıkan basınç öncelikle su tarafından üstlenilir ve yükün çok fazla etkisiyle su zeminin içindeki boşluklu yapılardan dışarıya çıktıkça, çıkan suyun hacmi kadar zeminin hacmi de değişikliğe uğrayıp küçülür. Böylelikle oluşan basınç toprağa aktarılmış olur. Konsolidasyon oturması olarak tanımladığımız bir zemin sorunudur.

Bowles (1988)’ e göre ΔH_c (cm) konsolidasyon oturması;

$$\Delta H_c = q_{net} \cdot M_v \cdot H \quad (4.10)$$

Formül 4.10’ a göre q_{net} ; net taban basıncı, M_v ; hacimsel sıkışma katsayısı, H ; tabaka kalınlığıdır.

$$q_{net} = q \cdot k \cdot \gamma_n \cdot D_f \quad (4.11)$$

Formül 4.11’ e göre, Δq yapıdan dolayı temele iletilen gerilme, q bina yükü, k binanın kat adedi, γ_n yoğunluk, D_f temel derinliğidir.

Çizelge 4.2’ de yapı temellerinde izin verilen maksimum oturma miktarları görülmektedir. Bu nedenle bulunan hesaplara göre gerekli zemin iyileştirmesi yöntemleri uygulanmalıdır.

Çizelge 4.2. Yapı temellerinde izin verilen maksimum oturma miktarları (Kumbasar,V. ve Kip,F., 1985).

Temel Tipi	Toplam oturma	Farklı oturmalara
Münferit sömeller		
Killer	7,5 cm	4,5 cm
Kumlar	5,0 cm	3,2 cm
Radye Jeneral Temeller		
Killer	12,5	4,5 cm
Kumlar	7,5	3,2 cm

4.3.3. Zeminin Şişme Yüzdesi ve Derecesi

Şişen zeminler su içeriği arttığında şişen, su içeriği azaldığında büzüşen, mühendislik yapılarında ciddi hasar ve sorunlara neden olan zemin türleridir. Diğer bir ifadeyle değişen nem koşullarına maruz kalan zemin veya kaya malzemesinin şişme veya büzülme potansiyeli, şişen zemin olarak ifade edilir. Şişen zeminlerin su içeriği yağışın fazla olduğu mevsimlerde artarken yağışın az olduğu kurak mevsimlerde ise buharlaşma sonucu su içeriği azalır. Bu tür zeminler genellikle montmorillonit tipi kil mineralini bünyesinde bulunduran zeminlerdir. Bu tür killerin büyük oranda şişme özelliği gösterdiği araştırmacılar (Holtz, W.G., Gibbs, H.J. 1956) (Çizelge 4.3) tarafından ortaya konulmuş ayrıca % 100 gibi düşük şişme yüzdesine sahip bir zeminin arazide hafif yükleme altında ıslatıldığında önemli miktarda sisme oluştuğunu göstermişlerdir.%50'nin altında serbest sisme gösteren zeminlerin önemli şişme değişimi göstermediği kabul edilmektedir.

Çizelge 4.3. İndeks özelliklerine göre zeminlerin şişme yüzdesi ve derecesi (Holtz, W.G., Gibbs, H.J. 1956).

İndeks Özellikleri			Şişme Yüzdesi	Şişme Derecesi
Kolloid %(>0.001 mm)	Plastisite İndisi	Büzülme (Rötre Limiti)		
>28	>45	<11	>30	Çok yüksek
20-31	25-41	07.Ara	20-30	Yüksek
13-23	13-28	10-16	10-20	Orta
<15	<10	>15	<10	Düşük

4.3.4. Düşey Yatak Katsayısı

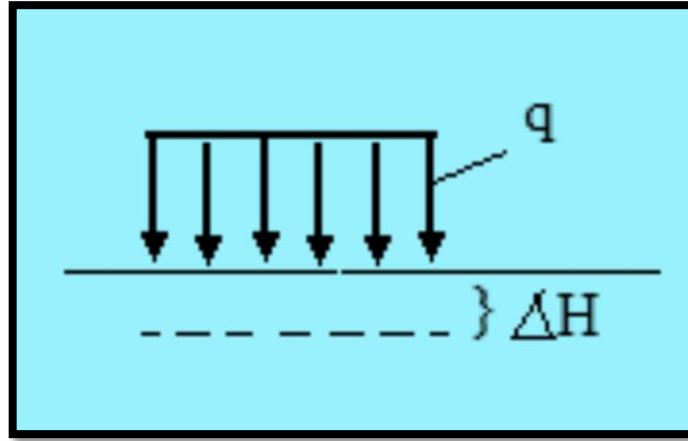
Yatak katsayısı kavramı ilk olarak Winkler (1867) tarafından öne sürülmüştür. Bu teoremin temel noktası, zeminin elastik olduğu ve birbirine bitişik sonsuz sayıda bağımsız yaydan oluştuğu esasına dayanmaktadır. Yatak katsayısı, k_s ; zeminin herhangi bir

noktasındaki basınç (q), aynı noktanın oturması (ΔH) arasındaki oran olarak belirtilir (Şekil 4.9) (Uzuner, B.A., 2000; Kanıt, R., 2003).

$$k_s = \frac{q}{\Delta H} \quad (4.12)$$

Formül 4.12’de q ; zeminin herhangi bir noktasındaki basınç (kN/m^2) , ΔH ; basıncın meydana getirdiği oturma (metre) dir.

Bu orantı Winkler tarafından doğrusal olarak tarif edilmiş ve zeminin elastik davranış biçimi gösterdiği yükleme sınırları içerisinde Hooke kanunlarına uygun olarak değiştiği çeşitli araştırmacılar tarafından yapılmış yükleme deneyleri ile gösterilmiştir.



Şekil 4.9. Yatak katsayısı (Uzuner, B.A., 2000; Kanıt, R., 2003).

Yatak katsayısı, homojen ve izotropik bir zemin içerisinde yatay olarak sabit olabileceği gibi farklı değerler de alabilmektedir. Düşey doğrultuda ise yatak katsayısı özellikle derinlikle değişim göstermekte olup belirli bir sınır değere kadar derinliğin artışına paralel olarak artabilmektedir. Yatak katsayısı değeri genellikle arazide yükleme deneyleri ile belirlenmekte ve laboratuvar deneyleri veya aynı bölgede daha önce yapılmış deneylere ait tablolar kullanılarak da elde edilebilmektedir. Bowles (1996) tarafından verilmiş olan Çizelge 4.4. çeşitli zemin cinsleri için yatak katsayısının alabileceği değer aralıklarını göstermektedir.

Çizelge 4.4. Çeşitli zeminler için yatak katsayısı değerleri (Bowles, 1996).

Zemin Cinsi	$K_s(\text{Kn/m}^3)$
Gevşek kum	4800-16000
Orta sıklıkta kum	9600-80000
Sıkı kum	64000-128000
Killi orta sıklıkta kum	32000-80000
Siltli orta sıklıkta kum	24000-48000
Killi Zeminler	
$q_a \leq 200 \text{ kPa}$	12000-24000
$200 < q_a \leq 800 \text{ kPa}$	24000-48000
$q_a > 800 \text{ kPa}$	>48000

Bowles (1988)'e göre yatak katsayısı Formül 4.13' te verilmiştir.

$$\text{Yatak katsayısı} = G_S \times q_{em} \times 40 \quad (4.13)$$

Formül 4.13' te, G_S ; Güvenlik sayısı, q_{em} ; zemin emniyet gerilmesi (kN/m^2) dir.

4.3.5. Zemin Sıvılaşması

Sıvılaşma, deprem sarsıntısı veya benzeri diğer hızlı ve büyük yüklemeler sonucunda, zeminin sertliğini, dayanımını ve sıklılığını yitirmesi olup, daneli zeminlerde (siltli, kumlu) görülen bir olaydır. Sıvılaşma, ani yükleme sonucunda suya doymuş daneli zeminin yapısının bozulması ve ayrık daneler arasındaki etki kuvvetinin azalması boşluk suyu basıncının yükselmesi ve zeminin mukavemetini kaybetmesiyle oluşur.

Zemin sıvılaşması, yeraltı su seviyesi altındaki tabakaların geçici olarak mukavemetlerini kaybederek, katı yerine viskoz sıvı gibi davranmalarıdır. Özellikle, kil bulunmayan kum ve siltler ve bazen çakıllar sıvılaşma potansiyeline sahiptirler. Deprem sırasında, dalgaların özellikle kayma dalgalarının suya doymuş daneli tabakalardan geçerken, dane yerleşim düzenini değiştirir, gevşek olarak bulunan danelerin göçerek yerleşmesine ve sıkışmasına sebep olur (Celep, Z. ve Kumbasar, N., 2000).

Genel olarak çok az eğimli (0.3° - 3°) yamaçlarda veya su kütlelerine komşu düzlüklerde oluşmaktadır. Yanal yayılımlar, altta bulunan zeminin sıvılaşmasını ve yüzeysel sediment blokların yanal deplasmanını ihtiva eder. Bu yayılımlar, çoğunlukla birkaç metre ile

sınırlıdır. Böyle hareketler; dolgulara, liman tesislerine, boru hatlarına, köprülere ve yüzeysel temellere sahip diğer yapılara zarar vermektedir.

1964’ te Nigata Depremi sonucu oluşan sıvılaşma nedeniyle Showa Köprüsünün iki köprü ayağı hasar aldı ve köprü yıkıldı (<https://www.usgs.gov/science-explorer-results?es=liquefaction>). Şekil 4.10’ da 1964 Niigata depreminin neden olduğu Showa Köprüsü üst yapısının yenilip yıkılması görülmektedir. Bu köprüdeki zemin sıvılaşması, görünüşe göre köprü ayaklarının basit mesnetlenmiş köprü ara parçalarının desteğini kaybettiği ve çöktüğü yerdeki noktaya doğru yanal olarak hareket etmesine izin vermiştir.



Şekil 4.10. 16 Haziran 1964 Niigata (Japonya) depremi sırasında çöken Showa Köprüsü. (Fotoğraf: EERC, University of California, Berkeley’deki Godden Collection’den) (<https://www.usgs.gov/science-explorer-results?es=liquefaction>)

4.3.5.1.Dobry ve diğ.(1981) yaklaşımı

Kayma dalgası hızı ile sıvılaşmanın değerlendirilmesine yönelik bir yaklaşım (Dobry,R.,vd.,1981) tarafından pik kayma dayanımı ölçütü kullanılarak verilmiştir. Bu yaklaşımda, deprem yer hareketi tarafından oluşturulan pik kayma dayanımı;

$$\gamma' = (\tau_{max}(\text{mod}))/G \quad (4.14)$$

Formül 4.14'te; G kayma modülü, a_{max} ; Depremi meydana getirebileceği varsayılan maksimum ivme ve γ' ise kayma dayanımı. Yer hareketi tarafından oluşturulan kayma dayanımı ise;

$$\tau_{max}(\text{mod}) = CD[(\gamma h)/a_{max}] \quad (4.15)$$

$$\gamma' = (CD \rho h a_{max})/G = (CD h a_{max})/(G/\rho)(G/G_{max}) = (CD h a_{max})/[(G/G_{max})V_s^2] \quad (4.16)$$

Formül 4.16' da V_s zeminin kayma dalgası hızı ve G_{max} ise maksimum kayma modülüdür. G/G_{max} değeri yaklaşık 0.8 varsayılırsa ve bu ortalama bir CD (zeminin deforme olabilir karakteri için kayma gerilmesi azaltma faktörü) değeri alınırsa;

$$\gamma' = 1.2 a_{max} h/V_s^2 \quad (4.17)$$

Derinlik ile V_s bilindiği takdir de değerinin değişimi hesaplanabilir. Eşik dayanımın tipik değeri % 0.01'dir. Eğer hesaplanmış γ değeri bu eşik sınırı aşmıyorsa, o vakit sıvılaşmaya karşı güvenlik vardır.

4.3.5.2. Başlangıç İvmesi Yöntemi

Bu yöntemde kullanılan güvenlik sayısı, **Fa**, aşağıdaki gibi tanımlanır.

$$Fa = a_d/a_{max} = 1.6 \times a_t/a_{max} \quad (4.18)$$

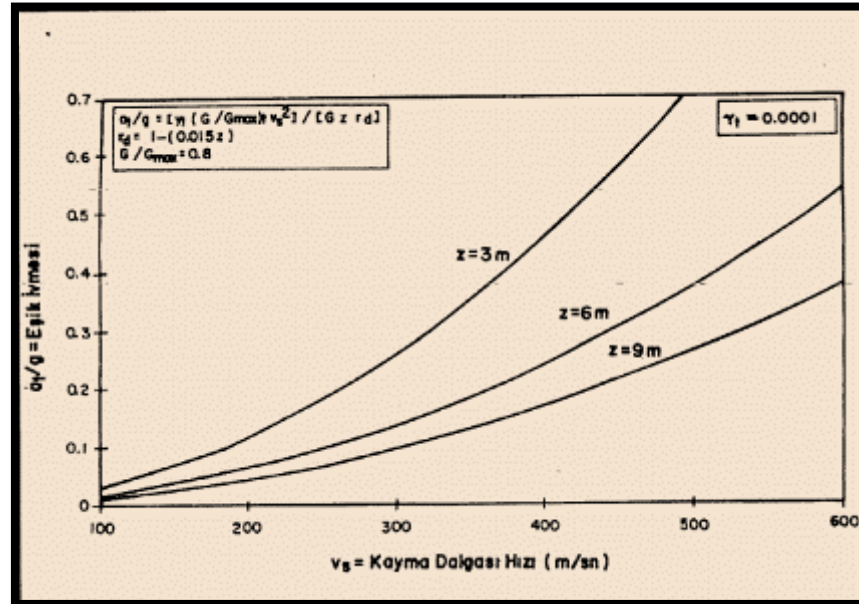
Formül 4.18' de, a_t ; Sıvılaşmanın gerçekleşebilmesi için gerekli başlangıç (eşik) ivmesi, a_{max} ; Depremi meydana getirebileceği varsayılan maksimum ivme, a_d ; Tasarım ivme değeridir.

$F_a < 1$ ise sıvılaşma riski yüksek $F_a > 1$ ise sıvılaşma riski düşük olarak kabul edilir.

$$\tau = a/g \times \sigma_v \times r_d \quad (4.19)$$

$$r_d = 1 - 0.0015 \times z \quad (4.20)$$

Formül 4.20' de v ; Toplam düşey gerilme, g ; Yerçekimi ivmesi, r_d ; Derinliğe bağlı olarak değişen gerilme düzeltme sayısıdır (Şekil 4.11).



Şekil 4.11. Başlangıç ivme değerleri önerisi (Dobry, R., vd., 1981).

5. TARTIŞMA ve BULGULAR

Bu çalışma kapsamında; Batman ili, Gültepe Mahallesi'nde yapılan köprünün, köprü ayakları için zeminin düşey yöndeki değişimini ve zeminin mühendislik özelliklerini tespiti yönelik sondaj kuyusunun açılması, numunenin alınması, laboratuvar deneylerinin yapılması, jeoteknik özelliklerinin belirlenmesi ve mühendislik jeolojisi kapsamında değerlendirilmesi ile ilgili tartışılmıştır. İnceleme alanındaki zeminin litolojik ve jeolojik durumlarıyla, mühendislik parametrelerinin tespit edilmesi amacıyla 4 adet temel sondaj kuyusu açılmıştır. Sondajlar hidrolik tipi rotary sondaj Makine' si ile; 2-76 mm' lik tij ve karotiyer kullanılarak numuneler alınmıştır. 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 numuneleri üzerinde laboratuvar deneyleri yapılarak birimin fiziksel ve mekanik parametreleri belirlenmiştir. İnceleme alanındaki köprü ayaklarının tabanında meydana gelen oturmalar ve gerilmeler PLAXIS bilgisayar yazılımı kullanılarak belirlenmiş ve oluşturulan modeller, jeolojik olarak elde edilen verilere göre korele edilerek karşılaştırılmıştır.

5.1. İnceleme Alanına Ait Mühendislik Analizleri ve Değerlendirmeler

Sahada yürütülen jeolojik haritalama ve sondaj çalışmaları ile inceleme alanında Şelmo Formasyonlu zemin, Batman ve çevresinde geniş bir alanda görülmektedir. Bu formasyonun kalınlığı, önceki çalışmalarda 300-800 metre arasında olduğu belirtilmiştir. Yanal ve düşey yönlerde büyük litolojik değişiklikler gösterir. Hakim litoloji ayrıışmış kıltaşı olup, bunun içerisinde, silttaşı, kumtaşı seviyeleri merccekler şeklinde bulunur. Şelmo Formasyonu'nun yaşı üst miyosen olarak saptanmıştır (Şekil 5.1). Yapılan jeoteknik çalışmalarda sahada jeolojik temeli oluşturan, Şelmo Formasyonu'nda, yörede karlı gün sayısının yılda bir iki gün ile sınırlı olması, yağışların az olması, birimin kumlu seviyeler içermesi gibi nedenlerden yeraltı suyunun derin olması heyelana müsait olmadığının bir göstergesidir. Zeminlerin kayma mukavemetinin tayini için üç eksenli basınç deneyi sonucu kayma gerilmesi (MPa) 0.50 ile 0,75 arası olduğu incelenip aynı zamanda SPT değerlerine göre zeminin yarı-sert olduğu, dolayısıyla heyelan potansiyelinin olmadığı anlaşılabacaktır.



Şekil 5.1. İnceleme alanındaki litoloji.

İnceleme alanında Kuzey yönünde güney yönüne doğru bir sulama kanalı mevcut olup Gültepe Köprüsü de bu sulama kanalının üzerine inşa edilmiştir (Şekil 5.2). İncelenen parselde bitkisel toprak düzlükleri oluşturmaktadır. Yapılan sondajlarda herhangi farklı bir birime rastlanmamıştır. SK-1, SK-2,SK-3,SK-4 de ilk 0,50 metrelik kısım bitkisel toprak geçilmiştir. 0,50 metre-5,00 metre normal konsolide olmuş kahverengimsi inorganik plastisitesi düşük, siltli kil birimine geçilmiştir. 5,00 metre-10,00 metre arasında siltli kum geçilmiştir. 10,00 metre-20,00 metre arasında normal konsolide olmuş kahverengimsi inorganik plastisitesi düşük, siltli kil geçilmiştir. Yapılan sondajlarda 15. ve 16. metrelerde yeraltı suyuna rastlanılmıştır.



Şekil 5.2. İnceleme alanında bulunan sulama kanalı

İnceleme alanında hakim olan zemin yapısı şekil 5.3' te görülmektedir.



Şekil 5.3. İnceleme alanındaki zemin görünümü ve zemin profili.

İnceleme alanı içerisinde yapılan sondajlardan doğal ve insan girişimleri sonucu oluşan boşluklara rastlanmamıştır. Ancak 5.0 metre ile 10.00 metre arası çok gevşek siltli kum seviye geçmektedir. O yüzden bu seviyede ani oturma ve boşluklar oluşma ihtimali vardır. İnceleme alanında temel zemini oluşturan sıkı az çakıllı kil, siltli kil birimde yapılacak köprü ayağı kazısı sırasında oluşabilecek şevlerde bir hareketlilik beklenebilir (Şekil 5.4).



Şekil 5.4. İnceleme alanında yapılan istinat duvarı görüntüsü.

5.1.1. Jeoteknik Çalışmalar

Arazi incelemeleri sırasında inceleme alanında zeminin mühendislik jeolojisi yönünden özelliklerin belirlenmesi amacıyla 4 adet toplam 80 metre derinliğinde temel sondaj kuyusu açılmıştır. Sondaj kuyularının açılması sırasında geçilen zemin tabakalarının fiziksel ve mekanik niteliklerini belirlemek amacıyla SPT ve UD numuneleri alınmıştır. İnceleme alanında açılan sondaj kuyularının lokasyonları Şekil 5.5’te görülmektedir. Şekil 5.6’da inceleme alanında yapılan sondaj çalışmaları görülmektedir.

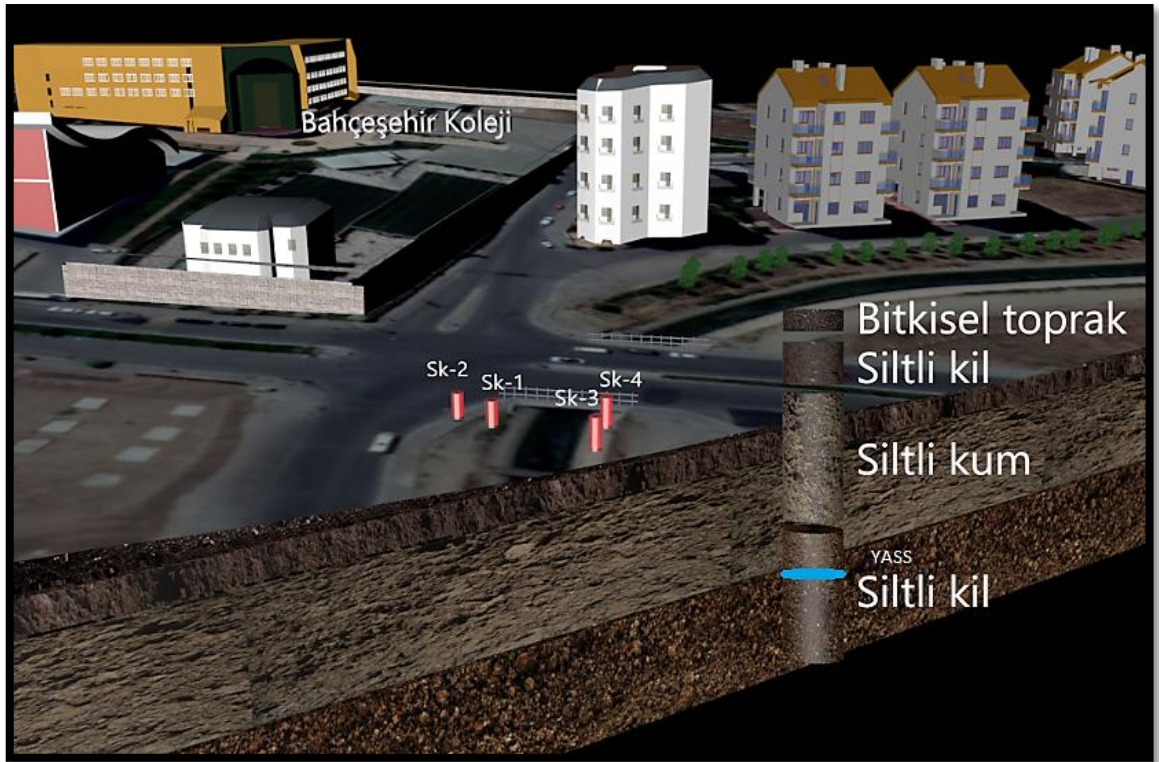


Şekil 5.5. İnceleme alanında açılan sondaj kuyularının lokasyonları.



Şekil 5.6. İnceleme alanında yapılan sondaj çalışmaları.

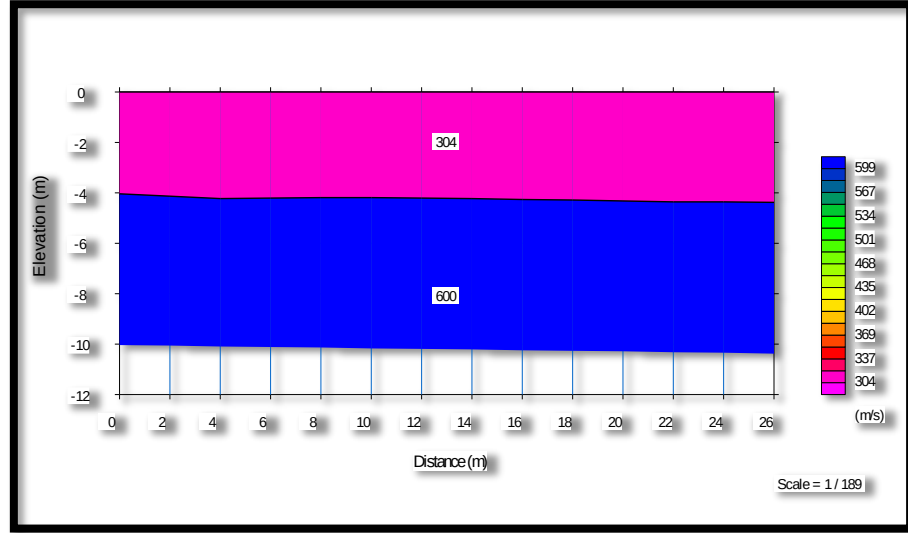
İnceleme alanında yapılan sondajlarda herhangi farklı bir birime rastlanmamıştır. SK-1, SK-2, SK-3, SK-4 sondajlarında ilk 0,50 metrelik kısım bitkisel toprak geçilmiştir. 0,50 metre 5,00 metre normal konsolide olmuş kahverengimsi inorganik plastisitesi düşük, siltli kil geçilmiştir. 5,00 metre 10,00 metre arasında siltli kum geçilmiştir. 10,00-20,00 metre arasında normal konsolide olmuş kahverengimsi inorganik plastisitesi düşük, siltli kil geçilmiştir. Şekil 5.7’ de inceleme alanının üç boyutlu görünümü görülmektedir. Sondaj kuyu logları ve geçilen birimler EK 1’ de ayrıntılı bir şekilde verilmiştir.



Şekil 5.7. İnceleme alanının üç boyutlu görünümü.

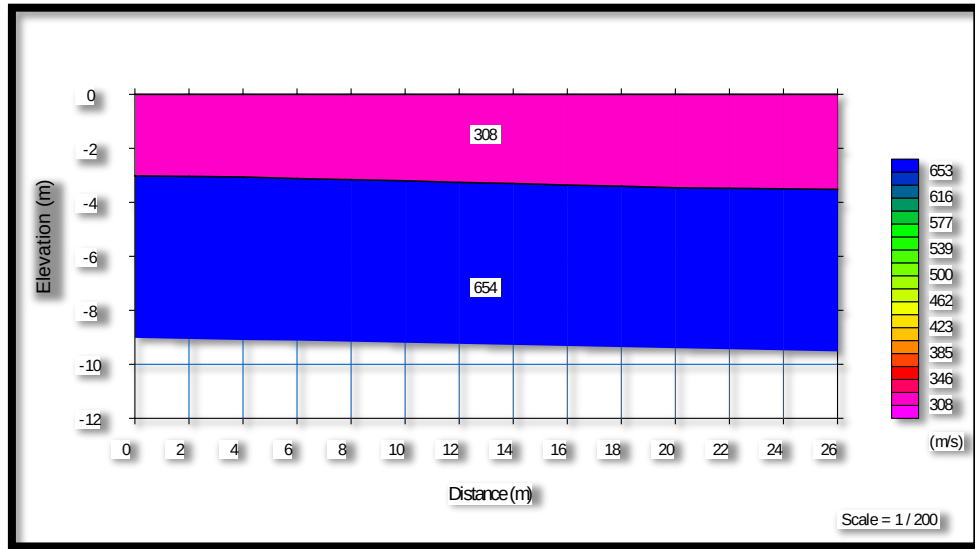
5.1.2. Arazi Çalışmaları

İnceleme alanında daha önce yapılmış olan jeofizik sismik yöntem çalışmaları sonucunda; birinci profilde ilk tabaka 3,52 metre derinliğe kadar yer almakta olup, $V_p=304$ m/sn, $V_s=115$ m/sn. hesaplanmıştır, hesaplanan S dalgası hız değerinden ve saha çalışmalarından gevşek zemin, devamında 8,20 metre derinliğe kadar devam eden ve 600 m/sn P hızı ve 211 m/sn S hızına sahip orta sıkı birimler yer almaktadır (Şekil 5.8).



Şekil 5.8. 1. Profil P dalgası hızlarından elde edilen zemin kesiti.

İkinci profilde ölçümlenen ilk tabaka 2,62 metre derinliğe kadar yer almakta olup, $V_p = 308$ m/sn, $V_s = 171$ m/sn. hesaplanmıştır, hesaplanan S dalgası hız değerinden ve saha çalışmalarından gevşek zemin, devamında 7,52 metre derinliğe kadar devam eden ve 654 m/sn P hızı ve 224 m/sn S hızına sahip orta sıkı birimler olduğu belirlenmiştir (Şekil 5.9).



Şekil 5.9. 2. Profil P dalgası hızlarından elde edilen zemin kesiti.

İnceleme alanındaki zemin ve kaya türlerinin mühendislik jeolojisi yönünden özelliklerinin belirlenmesi amacıyla 4 adet 80 metre derinliğinde temel sondaj kuyusu

açılmıştır. Sondaj kuyularının açılması sırasında geçilen zemin tabakalarının fiziksel niteliklerini belirlemek amacı ile Standart Penetrasyon Testi (SPT) yapılmış ve örselenmiş numuneler alınmıştır. İnceleme alanında yapılan sondaj çalışmalarında 4 adet SPT deneyi yapılarak, darbe sayıları tespit edilmiştir. SPT yapılan seviyelerde, örnek alıcının içinden çıkan zeminler örselenmiş olarak alınmış ve deneylerde kullanılmak üzere naylon torbalar içerisinde muhafaza edilerek laboratuvara gönderilmiştir. Bu çalışmada yapılan sondajlarda elde edilen SPT değerleri çizelge 5.1 'de verilmiştir.

Çizelge 5.1. İnceleme Alanında Yapılan Sondaj Noktalarının Derinlik ve SPT Değerleri.

Sondaj No	Derinlik (metre)	Darbe Sayısı				N60=N30*(ER/60)*Nt*Nö*Nç	σ'(kgf/cm²)	*CN	(N1) 60
		İlerleme derinliği (metre)							
		N1	N2	N3	N30				
SK1	5,0	9	11	13	24	13,77	0,850	1,1	15,10
	6,0	7	9	10	19	10,90125	1,020	1,0	10,77
	7,5	10	12	13	25	14,34375	1,275	0,9	12,35
SK2	5,0	7	13	15	28	16,065	0,900	1,1	17,07
	6,0	10	12	12	24	13,77	1,080	1,0	13,15
	9,0	13	15	16	31	17,78625	1,620	0,7	13,03
SK3	5,0	11	14	15	29	16,63875	0,850	1,1	18,25
	6,0	13	17	20	37	21,22875	1,020	1,0	20,98
	7,5	13	16	20	36	20,655	1,275	0,9	17,78
SK4	5,0	10	11	13	24	13,77	0,900	1,1	14,63
	6,0	11	13	15	28	16,065	1,080	1,0	15,34
	9,0	12	12	17	29	16,63875	1,620	0,7	12,19

İnceleme alanında yapılan SPT –N Darbe sayılarına ($10 < N < 21$) göre zemin kıvamı katı, çok katı derecededir (Çizelge 5.2).

Çizelge 5.2. Kohezyonlu Zeminlerde darbe sayısı ile kıvam ve serbest basınç direnci arasındaki bağıntı.(Terzaghi ve Peck,1948).

Darbe Sayısı (N)	Kıvam	Serbest Basınç Direnci $q_a(\text{kg/cm}^2)$
<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

İnceleme alanında arazi çalışmaları sırasında yapılan gözlemler sonucunda zemin karakterinin sert kaya kütlesi özelliklerine sahip olmadığı tespit edilmiştir. Yapılan sondajlarda kaya türüne rastlanmamıştır. Bunun sonucunda Schmidt Sertlik Çekici Deneyi yapılmasının uygun olmadığı kanısına varılmıştır.

5.1.3. Laboratuvar Çalışmaları ve Analizler

İnceleme alanında laboratuvar çalışmaları kapsamındaki ilk aşamada, mühendislik yapılarında kullanılacak doğal malzemelerle yapılan laboratuvar deneyleri ile zeminin doğal birim hacim ağırlığı, su muhtevası, elek analizi, Atterberg limitleri, Konsolidasyon deneyi ve üç eksenli basınç deneyleri yapılmıştır. Elek analizinde geçen zemin numuneleri üzerinde yapılan deneylerde Atterberg Limitleri olarak bilinen likit limit (LL) ve Plastik limit (PL) deneylerle bulunup, Plastisite indisi (PI) hesaplanmıştır. Çalışma alanında deneyler sonucunda Çizelge 5.3’ te görüldüğü üzere zeminin su içeriği % 7.1 ile % 12.6 arasında, W_L (Likit Limit) aralığı % 36 ile % 41 aralığında ortalaması % 38,87, I_p (Plastisite İndisi) % 17 ile % 20 aralığında ortalaması % 18,5 olarak hesaplanmıştır. Deneylere ilişkin föyler, raporlar ve sonuçlar bilgileri EK 2 ve EK 3’ te ayrıntılı bir şekilde verilmiştir.

Çizelge 5.3. 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	10,8	39	19	20	CL
SK-1	UD	12,5	36	18	18	CL
SK-1	SPT	9,5		NP		SM
SK-1	SPT	9,3		NP		SM
SK-1	SPT	7,3		NP		SM
SK-2	UD	12,6	37	20	17	CL
SK-2	UD	10,6	41	21	20	CL
SK-2	SPT	8,4		NP		SM
SK-2	SPT	7,4		NP		SM
SK-2	SPT	9,4		NP		SM
SK-3	UD	11,8	41	21	20	CL
SK-3	UD	12,5	38	21	17	CL
SK-3	SPT	7,5		NP		SM
SK-3	SPT	8,9		NP		SM
SK-3	SPT	9,2		NP		SM
SK-4	UD	11,0	40	21	18	CL
SK-4	UD	12,1	39	21	18	CL
SK-4	SPT	8,3		NP		SM
SK-4	SPT	7,8		NP		SM
SK-4	SPT	7,1		NP		SM

W_L (Likit Limit) aralığı % 36 ile % 41 aralığında ortalaması % 38,87 olarak hesaplanmış ve likit limit aralığı orta plastisiteli olarak belirlenmiştir (Çizelge 5.4).

Çizelge 5.4. Likit limit aralığına göre plastisite değerleri (Bell, F.G., 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) % 17 % 20 aralığında ortalaması % 18,5 olarak hesaplanmış ve plastisite derecesi orta plastisiteli olarak belirlenmiştir (Çizelge 5.5).

Çizelge 5.5. İnce daneli Zeminlerin Plastisite İndeksine Göre Sınıflandırılması (Burmister, D.M., 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 1,57 bulunmuş olup, zeminin kıvamlılık indisine göre sınıflandırılması yarı katı durumundadır (Çizelge 5.6).

Çizelge 5.6. Zeminin kıvamlılık indisine göre sınıflandırılması (Ulusay, R., 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

5.1.4. Zeminin Mekanik Özelliklerini Belirlemek İçin Yapılan Mühendislik Analizleri ve Değerlendirmeler

5.1.4.1. Zeminin Taşıma Gücü

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. Üç Eksenli Basınç Dayanım Deneyi ile ilgili veriler EK 3’te verilmiştir. Buna göre; Yüzeysel temeller için nihai taşıma gücü (Terzaghi, K. ve Peck,R,B.,1948) bağıntısından yararlanarak hesaplanır. Yapılan 4 adet sondajdan alınan numune üzerinde; laboratuvarda zeminlerin özelliklerinin belirlenmesi maksadıyla deneylere tabii tutulmuştur. Çizelge 5.7’de üç eksenli deneyi sonuçları görülmektedir. Sıvılaşma riski tespit edildiğinden dolayı Terzaghi ye göre kohezyon ve içsel sürtünme açısı 2/3 oranında küçültülerek hesaplama yapılmıştır. Zeminde yerel kayma kırılmasının olacağı değerlendiriliyorsa (yumuşak veya yumuşağa yakın, gevşek veya gevşeye yakın zeminlerde), sınır taşıma gücünde azaltma yapılmalıdır. Bu azaltmada kohezyon ve içsel sürtünme açısının 2/3 oranında küçültülmesi ile sağlanır. Önemli alanlar ve doğal afete maruz kalmış alanlar için en iyi önlemlerin alınabilmesi için kohezyon (c) kg/cm² 2/3 ile çarpılır (Terzaghi, K. ve Peck,R,B.,1948).

Çizelge 5.7. Üç Eksenli Basınç Deneyi sonuçları.

Sondaj No	Numune No	Derinlik (metre)	Kohezyon (c) kg/cm ²	İç Sürtünme Açısı (ϕ°)	Doğal yoğunluk (g/cm ³)
SK-1	UD-1	2,00	0,52	7	1,920
SK-1	UD-2	4,50	0,55	7	1,934
SK-2	UD-1	2,00	0,57	8	1,938
SK-2	UD-2	4,50	0,54	8	1,929
SK-3	UD-1	2,00	0,50	8	1,925
SK-3	UD-2	4,50	0,53	7	1,942
SK-4	UD-1	2,00	0,52	7	1,934
SK-4	UD-2	4,50	0,54	7	1,940

$$q_d = K_1 c N_c + \gamma_1 D_f N_q + K_2 N_\gamma B \gamma_2 \quad (5.1)$$

İnceleme alanında alınan sondaj verilerine göre Formül 5.1 ile her sondaj için hesaplanan zeminlerin taşıma gücü Çizelge 5.8’ de verilmiştir.

Çizelge 5.8. İnceleme alanında her sondaj için hesaplanan taşıma gücü ve emniyet gerilmesi sonuçları.

Sondaj No	Derinlik (metre)	q_d kN/m ²	q_{em} kN/m ²
SK-1 UD-1	2,00	3,51	1,17
SK-1 UD-2	4,50	4,14	1,38
SK-2 UD-1	2,00	3,57	1,19
SK-2 UD -2	4,50	4,2	1,40
SK-3 UD-1	2,00	3,18	1,06
SK-3 UD-2	4,50	4,05	1,35
SK-4 UD-1	2,00	3,18	1,06
SK-4 UD-2	4,50	4,14	1,38

5.1.4.2. Yatak Katsayısı

İnceleme alanında yapılan deney sonuçlarına göre (Çizelge 5.9),

yatak katsayısı **2,00.metre için;**

$$\text{Yatak katsayısı} = G_S \times q_{em} \times 40 = 3 \times 10,6 \times 40 = 1272 \text{ t/m}^3 \quad (5.2)$$

İnceleme alanında yapılan deney sonuçlarına göre **4,50.metre için;**

$$\text{Yatak katsayısı} = G_S \times q_{em} \times 40 = 3 \times 13,5 \times 40 = 1620 \text{ t/m}^3 \quad (5.3)$$

Çizelge 5.9. İnceleme alanı yatak katsayısı değerleri.

YAPI TÜRÜ	ZEMİN GRUBU	YEREL ZEMİN SINIFI	Ta	Tb	BİNA ÖNEM KATSAYISI (I)	ETKİN YER İVMESİ (Ao)	YATAK KATSAYISI (K)
Köprü İşi	C	Z3	0,15	0,60	1.0	0,30	1272-1620 t/m ³

5.1.4.3. İnceleme Alanı Gültepe Köprüsü Ayakları Oturma Hesabı

İnceleme alanında yapılan sondajlardan elde edilen veriler kullanılarak her sondaj için hesaplanan oturma değerleri 12,32 ile 7,090 cm aralığında değişmektedir. Hesaplanan bu değerler yapı temellerinde izin verilen maksimum oturma miktarlarını aşmıştır. Bu oturma miktarları zemin yapı ilişkisi bakımından zemin yenilme riski taşır ve yapıda hasara neden olabilir. Çizelge 5.10' da yapı temellerinde izin verilen maksimum oturma miktarları görülmektedir. Bu nedenle gerekli zemin iyileştirmesi yöntemleri uygulanmalıdır. Her sondaj için Bowles (1988)' e göre hesaplanan oturma değerleri çizelge 5.10' da verilmiştir.

Çizelge 5.10. Her sondaj için Bowles (1988)' e göre hesaplanan oturma değerleri.

Sondaj No	Derinlik (metre)	Mv katsayısı (cm ² /kgf)	Oturma (cm)
SK-1 UD1	2.00	0,0211	11,93
SK-1 UD2	4.50	0,0183	7,090
SK-2 UD1	2.00	0,0202	11,37
SK-2 UD2	4.50	0,0202	7,86
SK-3 UD1	2.00	0,0215	12,13
SK-3 UD2	4.50	0,0202	7,77
SK-4 UD1	2.00	0,0219	12,32
SK-4 UD2	4.50	0,0222	8,55

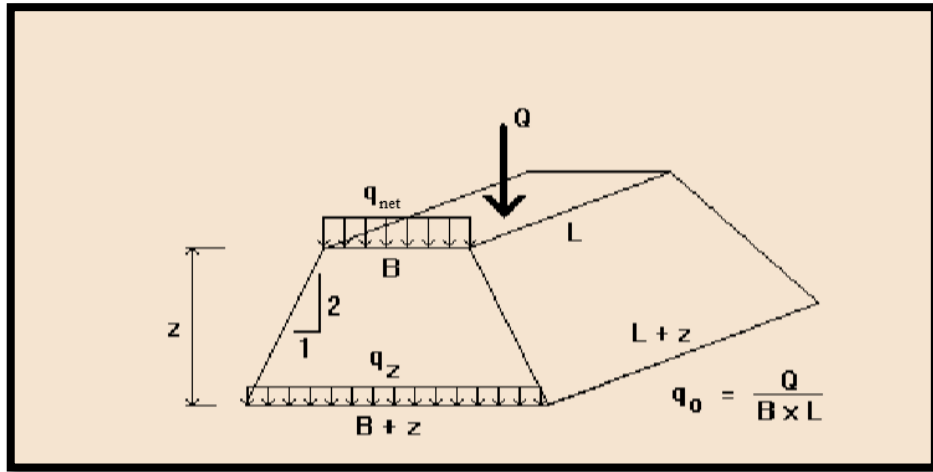
İnceleme alanından elde edilen oturma değerleri izin verilebilir değerlerin üstündedir. Temelin üzerindeki 0,50 metre kadar olan çakıllı, kumlu, kil ve altere az kumlu, siltli kil seviyesi alınmalı (bölgedeki sıg temelli yapılarda gözlenen oturmalar nedeniyle), köprü temeli 2,00 metre ve 4,50 metre olacaktır. Temel derinliği 2,00 metre ve 4,50 metre civarında olacağı için kazı güvenliği açısından sorun beklenmemektedir. Birleşik Zemin Sınıflandırma Sistemine göre (USCS); CL ve SM zemin sınıfından oluşan temel zeminin

üstteki mühendislik yapısına zarar verebilecek oranda toplam ve farklı oturma beklenmemektedir. İnceleme alanında 2,00 metrede 11,93-12,32 cm oturma, 4,50 metrede 7,09-8,55 cm oturma gözlenmektedir.

İnceleme alanındaki köprü ayaklarındaki oturma hesabında stress dağılımına bağlı çözüm yapılmıştır. Stress dağılımının matematik olarak ifade edilmesinde dikey (V) ve yatay (H) metot kullanılmıştır (Fellenius, B.H., 2019) (Şekil 5.10).

$$\Delta\sigma = \frac{q_{net} * B * L}{((B+Z) \times (L+Z))} \quad (5.4)$$

Formül 5.4’ de q_{net} ; Net taban basıncı, B ; Temel genişliği, L ; Uzunluk, Z ; Etki kalınlığı, $\Delta\sigma$; Zemin tabakasında ortalama gerilme artışıdır.



Şekil 5.10. Dikey (V)-Yatay (H) metot (Fellenius, B.H., 2019).

Ayak 1- 2. metredeki oturma

$$q_{kazi} = Df * \gamma = 2 * 19,20 = 38,4 \quad (5.5)$$

$$q_{net} = q_{ayak} - q_{kazi} = 130 - 38,4 = 91,6 \text{ kpa} \quad (5.6)$$

Df = 2m olduğundan kil tabakası kalınlığı 5 metre olacağından etki kalınlığı 3 metre olacaktır bu yüzden z 1.5 olarak alınır.

$$\Delta\sigma = \frac{q_{net} \cdot B \cdot L}{((B+Z) \times (L+Z))} = \frac{91,6 \times 2 \times 7,40}{(2+1,5) \times (7,40+1,5)} = 43,52 \text{ kPa} = 0,435 \text{ kgf/cm}^2 \quad (5.7)$$

$$S = M_v \times H \times \Delta\sigma = 0,0211 \times 1300 \times 0,435 = 11,93 \text{ cm} \quad (5.8)$$

Ayak 1- 4.5 metredeki oturma

$$q_{kazi} = Df \cdot \gamma = 4,5 \cdot 19,34 = 87,03 \quad (5.9)$$

$$q_{net} = q_{ayak} - q_{kazi} = 130 - 87,03 = 42,97 \text{ kPa} \quad (5.10)$$

Df = 4,5 m olduğundan kil tabakası kalınlığı 5 metre olacağından etki kalınlığı 0,50 metre olacaktır bu yüzden z 0,25 olarak alınır.

$$\Delta\sigma = \frac{q_{net} \cdot B \cdot L}{((B+Z) \times (L+Z))} = \frac{42,97 \times 2 \times 7,40}{(2+0,25) \times (7,40+0,25)} = 36,34 \text{ kPa} = 0,369 \text{ kgf/cm}^2 \quad (5.11)$$

$$S = M_v \times H \times \Delta\sigma = 0,1083 \times 1050 \times 0,369 = 7,090 \text{ cm} \quad (5.12)$$

Ayak 2- 2. metredeki oturma

$$q_{kazi} = Df \cdot \gamma = 2 \cdot 19,38 = 38,76 \quad (5.13)$$

$$q_{net} = q_{ayak} - q_{kazi} = 130 - 38,76 = 91,24 \text{ kPa} \quad (5.14)$$

Df = 2 m olduğundan kil tabakası kalınlığı 5 metre olacağından etki kalınlığı 3 metre olacaktır bu yüzden z 1.5 olarak alınır.

$$\Delta\sigma = \frac{q_{net} * B * L}{((B+Z) \times (L+Z))} = \frac{91,24 \times 2 \times 7,40}{(2+1,5) \times (7,40+1,5)} = 43,34 \text{ kPa} = 0,433 \text{ kgf/cm}^2 \quad (5.15)$$

$$S = M_v \times H \times \Delta\sigma = 0,0202 \times 1300 \times 0,433 = 11,37 \text{ cm} \quad (5.16)$$

Ayak 2- 4.5 metredeki oturma

$$q_{kazı} = Df * \gamma = 4,5 * 19,29 = 86,80 \quad (5.17)$$

$$q_{net} = q_{ayak} - q_{kazı} = 130 - 86,80 = 43,2 \text{ kPa} \quad (5.18)$$

Df = 4,5 m olduğundan kil tabakası kalınlığı 5 metre olacağından etki kalınlığı 0,50 metre olacaktır bu yüzden z 0,25 olarak alınır.

$$\Delta\sigma = \frac{q_{net} * B * L}{((B+Z) \times (L+Z))} = \frac{43,2 \times 2 \times 7,40}{(2+0,25) \times (7,40+0,25)} = 37,14 \text{ kPa} = 0,371 \text{ kgf/cm}^2 \quad (5.19)$$

$$S = M_v \times H \times \Delta\sigma = 0,0202 \times 1050 \times 0,371 = 7,86 \text{ cm} \quad (5.20)$$

Ayak 3- 2. metredeki oturma

$$q_{kazı} = Df * \gamma = 2 * 19,25 = 38,5 \quad (5.21)$$

$$q_{net} = q_{ayak} - q_{kazı} = 130 - 38,5 = 91,5 \text{ kPa} \quad (5.22)$$

Df = 2 m olduğundan kil tabakası kalınlığı 5 metre olacağından etki kalınlığı 3 metre olacaktır bu yüzden z 1.5 olarak alınır.

$$\Delta\sigma = \frac{q_{net} * B * L}{((B+Z) \times (L+Z))} = \frac{91,5 \times 2 \times 7,40}{(2+1,5) \times (7,40+1,5)} = 43,47 \text{ kPa} = 0,434 \text{ kgf/cm}^2 \quad (5.23)$$

$$S = M_v \times H \times \Delta\sigma = 0,0215 \times 1300 \times 0,434 = 12,13 \text{ cm} \quad (5.24)$$

Ayak 3- 4.5 metredeki oturma

$$q_{kazi} = Df * \gamma = 4,5 * 19,42 = 87,39 \quad (5.25)$$

$$q_{net} = q_{ayak} - q_{kazi} = 130 - 87,39 = 42,61 \text{ kPa} \quad (5.26)$$

Df = 4,5 m olduğundan kil tabakası kalınlığı 5 metre olacağından etki kalınlığı 0,50 metre olacaktır bu yüzden z 0,25 olarak alınır.

$$\Delta\sigma = \frac{q_{net} * B * L}{((B+Z) \times (L+Z))} = \frac{42,61 \times 2 \times 7,40}{(2+0,25) \times (7,40+0,25)} = 36,63 \text{ kPa} = 0,366 \text{ kgf/cm}^2 \quad (5.27)$$

$$S = M_v \times H \times \Delta\sigma = 0,0202 \times 1050 \times 0,366 = 7,77 \text{ cm} \quad (5.28)$$

Ayak 4- 2. metredeki oturma

$$q_{kazi} = Df * \gamma = 2 * 19,34 = 38,68 \quad (5.29)$$

$$q_{net} = q_{ayak} - q_{kazi} = 130 - 38,68 = 91,32 \text{ kPa} \quad (5.30)$$

Df = 2 m olduğundan kil tabakası kalınlığı 5 metre olacağından etki kalınlığı 3 metre olacaktır bu yüzden z 1.5 olarak alınır.

$$\Delta\sigma = \frac{q_{net} * B * L}{((B+Z) \times (L+Z))} = \frac{91,32 \times 2 \times 7,40}{(2+1,5) \times (7,40+1,5)} = 43,38 \text{ kPa} = 0,433 \text{ kgf/cm} \quad (5.31)$$

$$S = M_v \times H \times \Delta\sigma = 0,0219 \times 1300 \times 0,433 = 12,32 \text{ cm} \quad (5.32)$$

Ayak 4- 4.5 metredeki oturma

$$q_{kazı} = Df * \gamma = 4,5 * 19,40 = 87,30 \quad (5.33)$$

$$q_{net} = q_{ayak} - q_{kazı} = 130 - 87,30 = 42,7 \text{ kPa} \quad (5.34)$$

Df = 4,5 m olduğundan kil tabakası kalınlığı 5 metre olacağından etki kalınlığı 0,50 metre olacaktır bu yüzden z 0,25 olarak alınır.

$$\Delta\sigma = \frac{q_{net} * B * L}{((B+Z) \times (L+Z))} = \frac{42,7 \times 2 \times 7,40}{(2+0,25) \times (7,40+0,25)} = 36,71 \text{ kPa} = 0,367 \text{ kgf/cm}^2 \quad (5.35)$$

$$S = M_v \times H \times \Delta\sigma = 0,0222 \times 1050 \times 0,367 = 8,55 \text{ cm} \quad (5.36)$$

5.1.4.4. İnceleme Alanındaki Zemin Sıvılaşması ve Yanal Yayılma Analizi

İnceleme alanında yaptığımız arazi deney ve gözlemleri, laboratuvar deneyleri sonucu zeminin 5.0 metreye kadar az çakıllı kil ve siltli kilden oluştuğu tespit edilmiş 5 ve 10 metre arası siltli kum geçilmiştir. Bu gevşek zeminde ve inceleme alanında bulunan yeraltı suyu seviyesinin sondaj derinliğinde bulunması nedeniyle zemin sıvılaşmaya uygun bir yapı teşkil etmektedir. Yapılan sondajlarda yeraltı suyuna rastlanmıştır. Yeraltı su seviyesinin temel seviyesinden derinde olması nedeniyle temelimize etkisi düşünülmemektedir. Ancak 5. metre ve 10. metre arasında gevşek zemin geçildiğinden dolayı yeraltı suyu bu birimi etkileyerek sıvılaşma riskini tetikleme olasılığı vardır. Zeminin 5 metreye kadar ağırlıklı olarak normal konsolide olmuş katı killerden, 5-10 metre arası siltli kumdan oluşması ve yeraltı suyunun bulunmasından dolayı sıvılaşma

riski vardır bu nedenle burada yapılacak yapı için gerekli zemin iyileştirme yöntemleri kesinlikle uygulanmalıdır. Çizelge 5.11 'de Dobry ve diğ.(1981) yaklaşımı ile inceleme alanında yapılan sıvılaşma hesabı için kullanılan parametreler görülmektedir. Sıvılaşma hesabında kullanılan parametreler alanda yapılan jeofizik yöntem ölçüm sonuçları kullanılarak yapılmıştır.

Çizelge 5.11. İnceleme alanında sıvılaşma hesabı için kullanılan parametreler.

Profil	G	G_{max}	V_s	z	a_{max}	at	Fa
1.Profil	190	541	115	2	0,4	0,239414	0,95765764
2.Profil	465	575	171	4	0,4	0,628911425	2,515645698

5.1.4.5. Zeminin Şişme Potansiyelinin Değerlendirilmesi

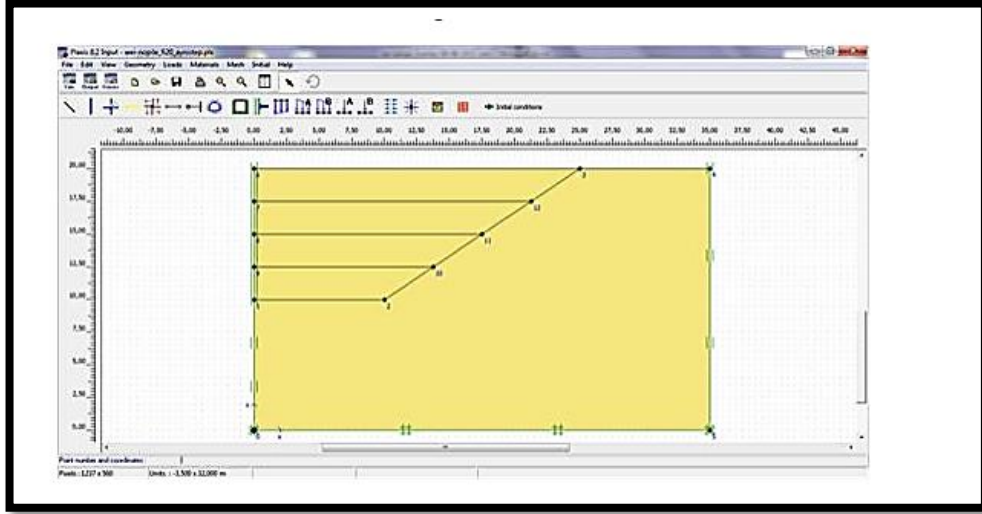
İnceleme alanında yapılan laboratuvar ve arazi deneylerinin sonuçlarına göre zeminin şişme derecesinin 1,1 ile 1,5 arasında düşük derecede olduğu tanımlanmıştır. Temel zemini oluşturan birimin; laboratuvar deney sonuçlarından elde edilen verilere göre, % **1,2-1,5 arasında** şişme yüzdesine tespit edilmiştir (Çizelge 5.12). İnceleme alanında yapılması düşünülen inşaatın toplam yükü dikkate alındığında, zeminin şişme açısından bir problem oluşturma olasılığı yoktur.

Çizelge 5.12. İndeks özelliklerine göre zeminlerin şişme yüzdesi ve derecesi (Holtz, W.G., Gibbs, H.J. 1956).

İndeks Özellikleri			Şişme Yüzdesi	Şişme Derecesi
Kolloid %(>0.001 mm)	Plastisite İndisi	Büzülme (Rötre Limiti)		
>28	>45	<11	>30	Çok yüksek
20-31	25-41	07.Ara	20-30	Yüksek
13-23	13-28	10-16	10-20	Orta
<15	<10	>15	<10	Düşük

5.1.5. PLAXIS Programı

PLAXIS, Jeoteknik mühendisliğindeki deformasyon ve stabilite gibi problemlerini sonlu elemanlar yöntemi ile analiz ve tespit edilebilmesi için tasarlanmış bir bilgisayar programıdır. Bir başka şekilde söylemek gerekirse; PLAXIS düzlemsel deformasyon ile zemin kaya davranışının asimetrik modellemesi için sonlu eleman programıdır. Şekil 5.11’ de PLAXIS bilgisayar yazılımının genel görünümü görülmektedir.



Şekil. 5.11. PLAXIS programı genel görünümü.

PLAXIS (Finite Element for Soil and Rock Analysis) paket programı 1987 yılında Hollanda’da yer alan Delft Teknik Üniversitesi tarafından yumuşak zemin üzerindeki nehir dolgularının sonlu elemanlar yöntemi ile analiz ve hesaplamalar yapılabilmesi için tasarlanmıştır. PLAXIS paket programı, Jeoteknik Mühendisliği’ndeki birçok problemi çözebilecek şekilde hazırlanmış olsa da, farklı alandaki problemleri de çözebilmektedir.

INPUT, *OUTPUT*, *CALCULATION* ve *CURVES* ana başlıkları altında dört bölümden oluşmaktadır. İlk olarak *INPUT* bölümünde gerekli veriler bilgisayara girilir, *OUTPUT* komutuyla zemin davranışı belirlenir, *CALCULATION* komutuyla o anki durum için hesaplamalar yapılır ve *CURVES* komutu ile ise istenilen grafikler çizilebilir. Program, jeoteknik mühendisliği projelerinin tasarımında kullanılıp ihtiyaç duyulan, zemin-yapı etkileşimi, gerilme – şekil değiştirme, taşıma gücü, konsolidasyon, akım ağı, zemin dinamiği konularında ve malzeme farklılığı olan durumlarda kullanılabilmekte ve pratikte uygulanabilir sonuçlar vermektedir (Keskin, M.S., 2009). Aşağıda programın işleyişine ait bazı önemli noktalar hakkında kısaca bilgiler verilmektedir. Programın kullanımı

sırasında öncelikle geometrinin oluşturulması gereklidir. Geometrinin oluşturulmasından sonra projede kullanılacak yapısal elemanlar (temel, palplanş, geotekstil, yatay destek, ankraj) yerine göre *BEAM*, *GEOTEXTİLE*, *NODE TO NODE ANCHOR* ve *FIXED END ANCHOR* komutları yardımıyla modellenir.

Programda zemin özelliklerini belirlemek amacıyla Mohr-Coulomb (MC), Hardening Soil Model (HS), Soft Soil Creep Model (SSC) ve Lineer Elastic model olmak üzere dört farklı zemin modeli kullanılabilir. En çok kullanılan Mohr-Coulomb modeli Mohr-Coulomb Kırılma Teorisinden yola çıkılarak oluşturulmuştur. Güvenli tarafta kalmak ve asal gerilmelere zeminin yenilerek göçme meydana gelmesi açısından tavsiye edilen malzeme modelidir. Zeminleri sadece kum veya kil olarak gruplayamadığımız için karma zeminlerde Mohr-Coulomb teorisi tavsiye edilen malzeme modelidir. Bu çalışma kapsamında Mohr-Coulomb modeli parametrelerinden bahsedilecektir. Çalışmamızdaki PLAXIS bilgisayar yazılımında kullanılan modellemeye ait zemin, fore kazık, köprü parametreleri özellikleri Çizelge 5.13 ve Çizelge 5.14’de verilmiştir.

Çizelge 5.13. PLAXIS programında kullanılan modellemeye ait zemin parametrelerin özellikleri.

Kil zemine ait analiz parametreleri	
ϕ^o	7
γ (kN/m ³)	19
c (kN/m ²)	50
N	0,30
E (kg/cm ²)	1323,5
Siltli kum zemine ait analiz parametreleri	
ϕ^o	32
γ (kN/m ³)	19
c (kN/m ²)	5
N	0,43
E (kg/cm ²)	2387,5

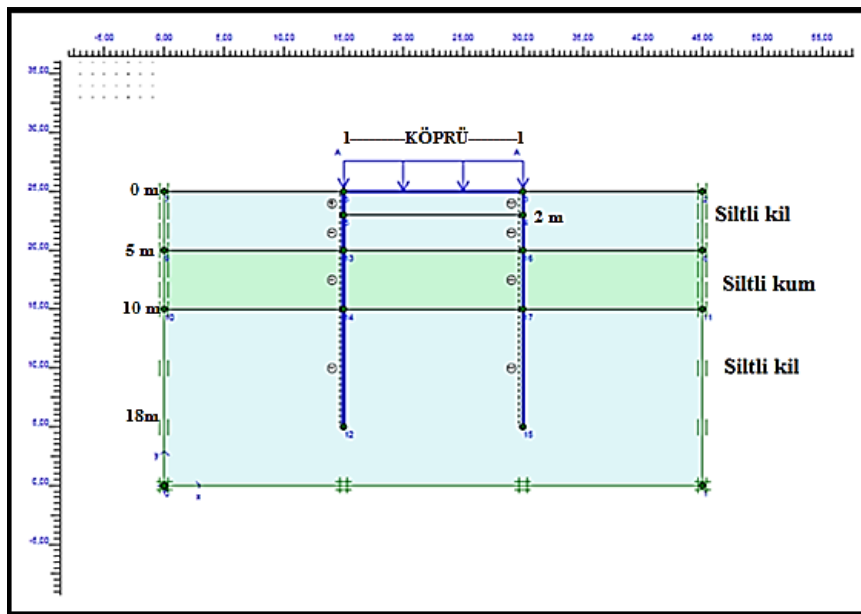
Çizelge 5.14. PLAXIS programında kullanılan modellemeye ait kazık, köprü ve yük parametrelerinin özellikleri.

Fore kazık parametreleri	
Malzeme özelliği	Elastik
EA (eksenel rijitlik)	4.58×10^6 kN/m
EI (eğilme rijitliği)	83480 kNm ² /m
Köprü parametreleri	
Malzeme özelliği	Elastik
EA (eksenel rijitlik)	1.91×10^6 kN/m
EI (eğilme rijitliği)	34780 kNm ² /m
Yük	
Aşağı yönde (y)	100 kN/m ²

5.1.5.1. İnceleme Alanından Elde Edilen Verilerin PLAXIS Programı ile Değerlendirilmesi

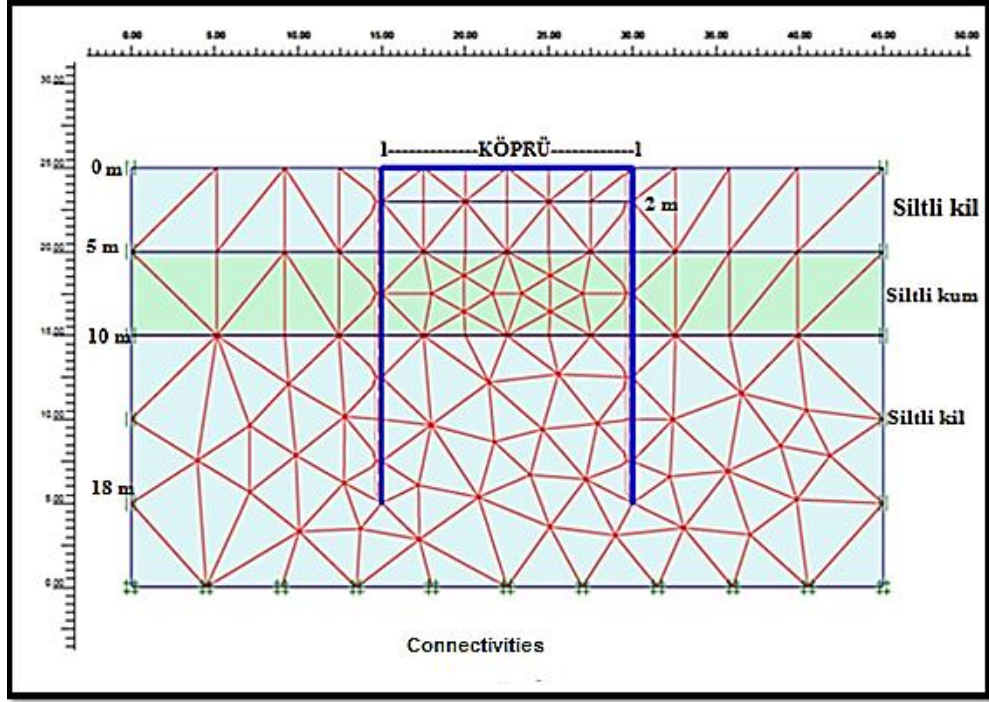
İnceleme alanındaki zeminde yaşanabilecek olası problemlerin değerlendirilmesi amacıyla, arazi deneylerinin dışında jeoteknik bir program olan PLAXIS bilgisayar yazılımı ile modeller oluşturulmuş ve yorumlanmıştır. Plaxis programı ile statik yükler durumuna göre, drenaj koşullarında, 2D (İki boyutlu) modelleme yapılmıştır.

PLAXIS programında farklı derinliklerde 3 adet tabaka kullanılarak model oluşturulmuştur. Analiz için model geometrisinde, 0-2 metre temel, 0-5 metre siltli kil, 5-10 metre siltli kum, 10-20 metre siltli kili, 0-18 metre ise fore kazık uzunluğunu kapsamaktadır (Şekil 5.12).



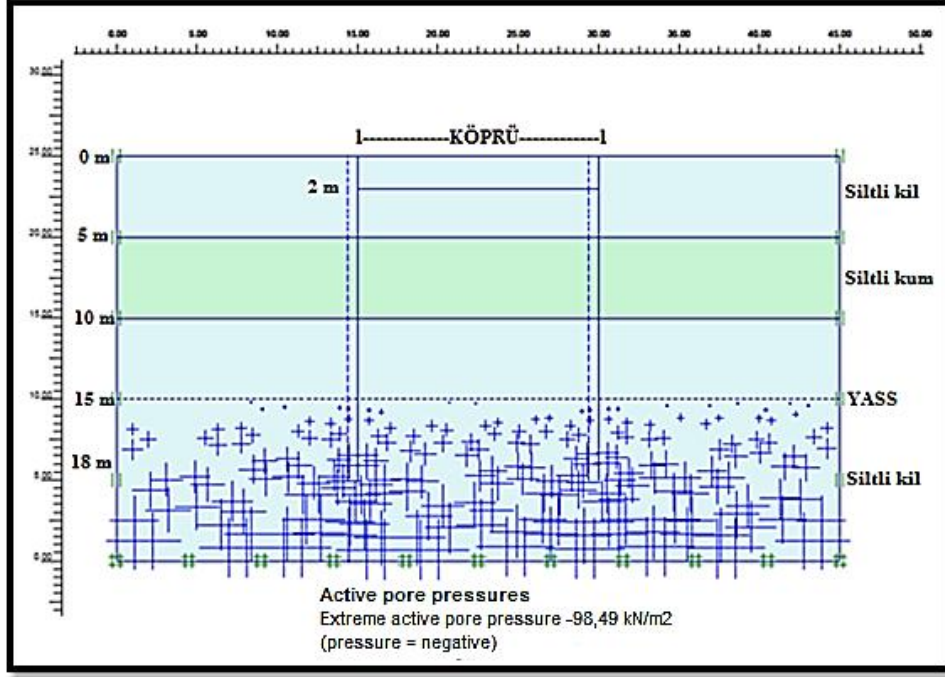
Şekil 5.12. Model geometrisi.

Programda sonlu elemanlar ağı kullanılarak farklı tabakalardan oluşan zeminin deformasyonu modellenmeye çalışılmıştır. İnceleme alanı zeminindeki siltli kil ve siltli kum içeriği yüksek tabaka ve köprü yapı yükleri ile zeminde meydana getirebileceği deformasyon, sonlu elemanlar modeli ile çizilmiştir (Şekil 5.13).



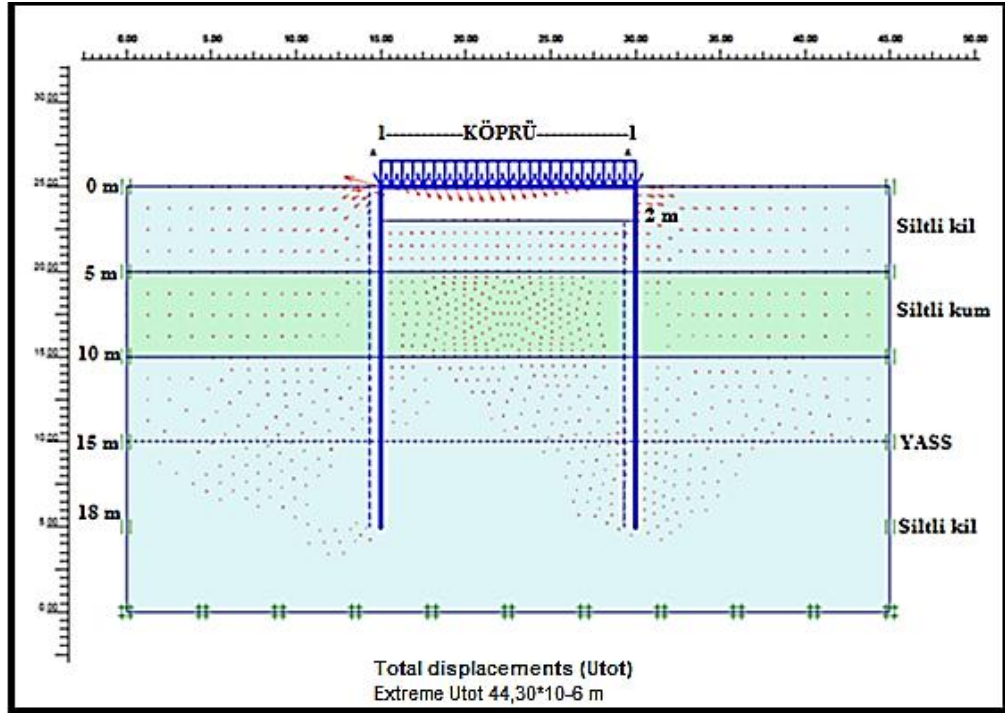
Şekil 5.13. Sonlu elemanlar modeli.

Boşluk suyu basıncı yeraltı suyu seviyesinden başlayarak doğrusal olarak artmaktadır. Kapiler bölgedeki su çekme gerilmeleri nedeniyle, negatif gerilme altındadır. İnceleme alanında yapılan sondaj çalışmaları sonucunda yeraltı su seviyesinin 15 metrede olduğu verisine ulaşılmıştır. Bu nedenle köprü ve fore kazıkların yapımından önce zeminin doğal yapısı ve yeraltı suyu seviyesinin zeminin 15 m altında olmasından ötürü oluşan aktif boşluk suyu basınçları Şekil 5.14’de görülmekte olup, yeraltı suyu seviyesi altındaki boşluk suyu basıncı değerleri negatif değerlerdir.

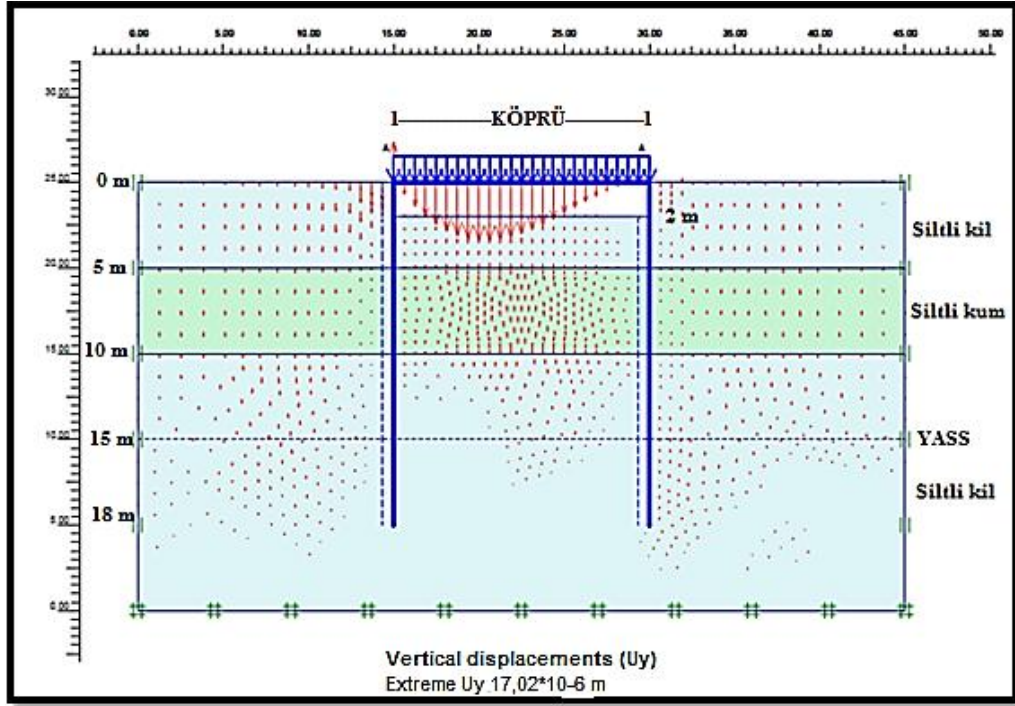


Şekil 5.14. Yeraltı suyu seviyesi.

Şekil 5.15, Şekil 5.16'da PLAXIS bilgisayar yazılımı ile yapılan analiz sonucu elde edilen deplasman vektörleri görülmektedir. Bunlar sırasıyla toplam ve düşey deplasman vektörleri olup buna göre özellikle arada olan siltli kum zemininde deplasmanların bir hayli yoğunlaştığı gözlenebilir.



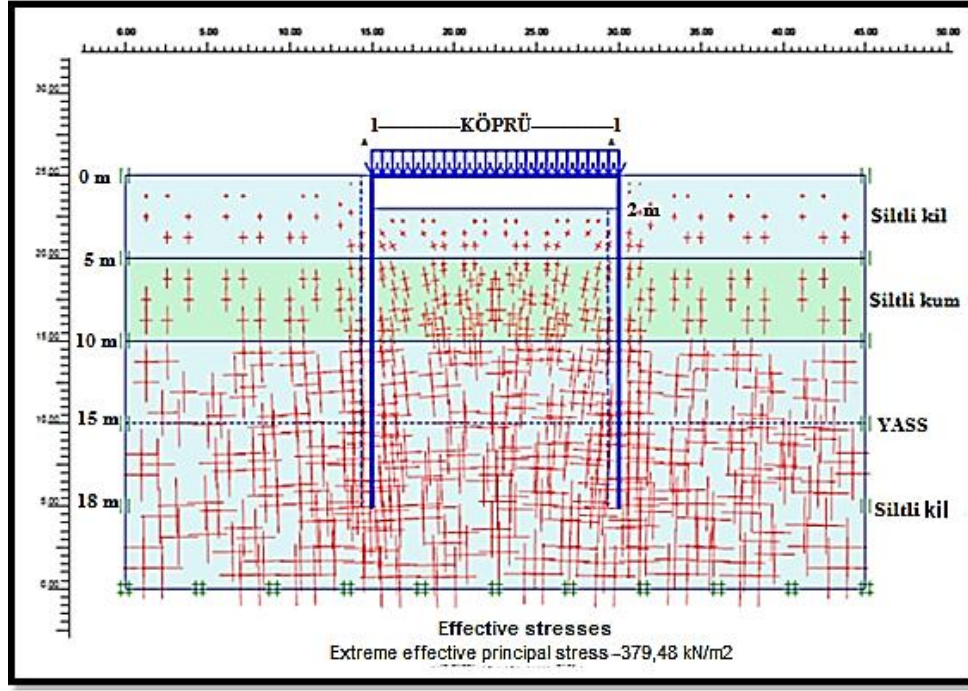
Şekil 5.15. Toplam deplasman vektörleri.



Şekil 5.16. Düşey deplasman vektörleri.

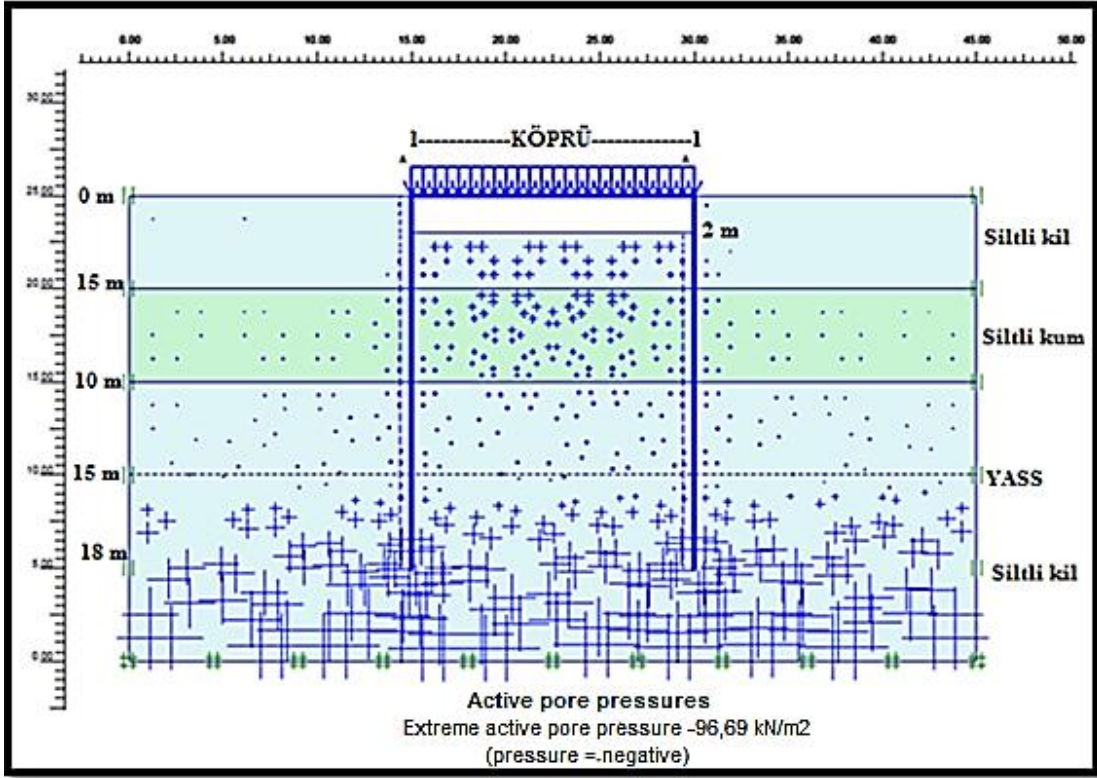
PLAXIS programı ile elde edilen deplasman değerleri; toplam deplasman $44,30 \times 10^{-6}$ metre ve düşey deplasman $17,02 \times 10^{-6}$ metre olarak bulunmuş olup, ihmal edilebilecek değerlerdir. Programda dinamik analiz yapılmadığından yatay deplasman modeli gerekli görülmemiştir.

Zeminin bulunduğu yükten etkilenerek sıkışması, şekil deformasyonu ve kayma gerilmelerine karşı direnci gibi önemli mühendislik davranışlarının efektif gerilmeler tarafından kontrol edildiği söylenebilir. Bir başka deyişle, efektif gerilme yeraltı su tablasının altındaki boşluk suyu basıncı ve toplam düşey basınçlardan etkilenmektedir. Şekil 5.17'deki efektif gerilmelerde özellikle en alt tabakadaki siltli kıl zemininde bulunan fore kazıkların etrafında bir yoğunlaşma görülebilir ve bu yoğunlaşmanın bir üst tabakadaki siltli kum zeminine etki ettiği söylenebilir.



Şekil 5.17. Efektif gerilmeler.

İnceleme alanında uygulanan fore kazık tekniğinde, kazıklar, köprü temeli, köprü ve köprü yüklerinin programa tanımlanmasıyla beraber, zeminde meydana gelen aktif boşluk suyu basınçları da Şekil 5.18’de görülmektedir. Buna göre boşluk suyunun özellikle en alt tabakadaki siltli kil zemininden aradaki 5 m yüksekliğe sahip olan siltli kum zeminine doğru bir basınç yaptığı ve bu bölgede bir sıvılaşma riski olabileceği şeklinde yorumlanabilmektedir. Ayrıca çalışmada yapılan jeoteknik çalışmalardan elde edilen parametrelere göre yapılan sıvılaşma hesaplarında da zeminin 5-10 metre arası siltli kumdan oluşması ve yeraltı suyunun bulunmasından dolayı sıvılaşma riski var olduğu belirlenmiş olup, PLAXIS bilgisayar yazılımı ile de desteklenmiştir.



Şekil 5.18. Aktif boşluk suyu basıncı.

İnceleme alanında zeminin genel itibariyle kil ağırlıklı olmasından dolayı konsolidasyon oturma analizinin yapılmasının gerekli olduğu düşünülmektedir. PLAXIS bilgisayar yazılımında yapılan konsolidasyon oturma analizinde oturma değerinin 1,70 cm olduğu bulunmuştur. PLAXIS yazılımında yapılan analiz sonucunda elde edilen oturma değeri **1,70 cm** olup yapının oturma açısından hiçbir sıkıntısı olmadığı sonucuna varılmıştır.

5.1.6. Zemin İyileştirme Teknikleri

Zemin parametreleri, yapılacak olan yapının proje yükü depremsellik durumuna bakılarak, en uygun zemin iyileştirme tekniği seçilir. Her mühendislik yapısının (Köprü, baraj, tünel vb.) zemin durumu ve problemi kendisine özgün bir problemdir. Farklı zemin yapısı ve yeraltı suyu durumu için farklı zemin iyileştirmesi yöntemleri önerilebilir.

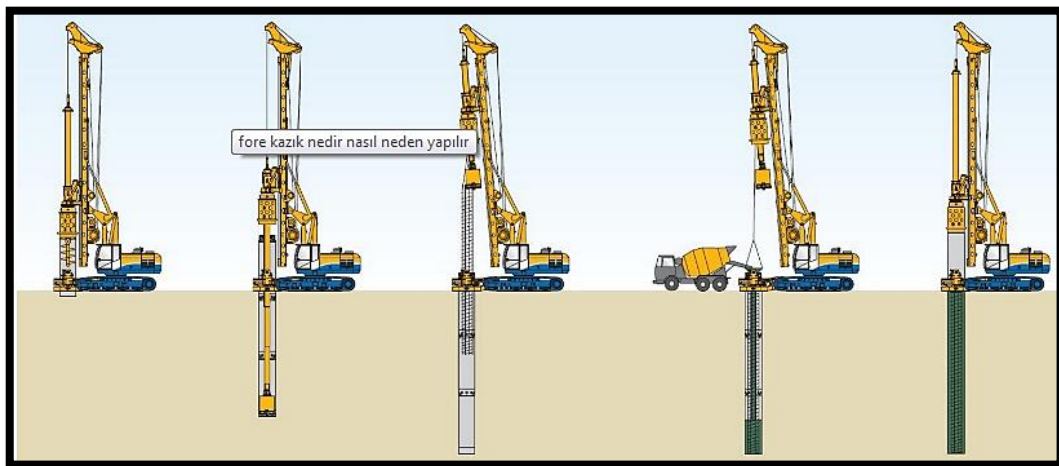
Uygulama sonrasında, sıkılık, dayanım, süreklilik, geçirimsizlik, yükleme ve çekme gibi testler ile kontrol çalışmalarına tabi tutularak, iyileştirme durumu izlenebilir. Zemin iyileştirme yöntemleri, zeminin kimliğini oluşturan parametrelere göre bozuk-zayıf-kötü-gevşek diye anılan sıkıntılı bölümlere uygulanabilir. En sık kullanılan zemin iyileştirme yöntemleri konsolidasyon-yerdeğiştirme esaslı vibrasyonlu sıkıştırma,

taşkolon, enjeksiyon, kontrollü kazı-dolgu, kompaksiyon, dinamik sıkıştırma, vibrobeton kolon, ağaç/prekast kazık-forekazık gibi bilinen klasik yöntemlere son yıllarda daha ekonomik ve çabuk yapılabilen jet grouting gibi iyileştirme yöntemleri de katılmıştır.

5.1.6.1. Fore Kazık

Fore kazıklar, kendini tutabilen ve tutamayan zeminlerde, temelin sismik hareketlerden etkilenmesini önlemek için imal edilen geniş çaplı yerinde dökme kazıklardır. Deprem sırasında oluşacak temel hareketini azaltmanın en etkin yöntemlerinden biri olan ve derin temel olarak tanımlanan fore kazıklar, kolon şeklindeki donatılı beton elemanlarından oluşur.

Delme ve sondaj yolu ile yerinde dökme betonarme kazık olarak ifade edilebilirler. Ayrıca zeminlerde temelin sismik hareketlerden etkilenmesini önlemek için yapılmış yerinde dökme kazıklardır. İşlem birkaç safhada tamamlanır. Delgi'nin yapılması, donatının yerleştirilmesi, betonun yerleştirilmesi gibi. Delgi kendini tutabilen zeminlerde ağıza 2-3 m bir boru konularak kuyu içine ağızdan malzeme dökülmeden yapılabilir (Özcan, E. ve Özdemir, A., 2007). Fore kazık yapım aşamaları (Şekil 5.19); Muhafaza borusu foraj yapılması, Donatı kafesinin yerleştirilmesi, Beton dökülmesi ve muhafaza borusunun çekilmesidir.



Şekil 5.19. Fore Kazık İmalat Yapım Aşamaları (<http://www.zeminarastirma.com>).

5.1.6.2. İnceleme Alanında Yapılan Fore Kazık Uygulaması

İnceleme alanında gözlenen Üst Miyosen yaşlı Şelmo formasyonuna ait az çakıllı kil seviye temelin oturacağı birimi oluşturuyor. İnceleme alanı yapılaşma için zemin iyileştirme yöntemleri gerekmektedir. İnceleme alanında zemin iyileştirme tekniği olarak Fore Kazık çalışması yapılmıştır. Şekil 5.20’ de sahada uygulanan Fore Kazık çalışmasının üç boyutlu görüntüsü görülmekte olup, her bir Fore Kazığın çapı 80 cm, uzunluğu 18 metredir.



Şekil 5.20. İnceleme alanındaki Fore Kazık çalışmasının üç boyutlu görünümü.

İnceleme alanındaki inşaat sahasında öncelikli olarak hafriyat yapılmış olup, ardından çapı 80 cm, uzunluğu 1800 cm olan ve 150 cm aralıklarla toplam 40 adet fore kazık imalatı yapılmıştır. Sonrasında tekil temel yapılmış, araç yükleri de hesaplanarak projelendirme aşamasından sonra inşaatı tamamlanmıştır. Şekil 5.21’ de sahada uygulanan projeye göre zemine işaretlenen kazık yerleri görülmektedir.



Şekil 5.21. İnceleme alanında kazık yerleri.

Şekil 5.22’ de kazık için düzeltilen sahanın, kazık üst kotuna kadar hafriyat yapıp tesviye edilmesi ve delgi işlemleri, Şekil 5.23’ de daire kesitli donatı çalışmaları görülmektedir.



Şekil 5.22. İnceleme alanında açılan delgiler.



Şekil 5.23. Daire kesitli donatılar.

Donatısı yerleştirilen bacalara beton dökülerek temel bağlantısından önce betonun tamamen kuruması beklenir. Kuyulara indirilen donatının, üst yapı (temel) için gerekli filiz boyu kadar dışarıda kalmasına dikkat edilir (Şekil 5.24).



Şekil 5.24. Baca kazılarının içine yerleştirilmiş donatılar.

Fore kazık filizleri arasına yapı temelini dış etkenlerden korumak ve su yalıtımını sağlamak amacıyla membran tabakası serilebilir. Fore kazık filizleri, her yöne eğilerek temel donatısı ile birleştirilir. Şekil 5.25' te fore kazık filizlerinin temelle birleştirilmesi çalışmaları yer almaktadır.



Şekil 5.25. Fore Kazık filizlerinin Temelle birleştirilmesi.

6. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Bu çalışma kapsamında; Batman ili, Gültepe Mahallesi'nde yapılan köprünün, köprü ayakları için zeminin düşey yöndeki değişimini ve zeminin mühendislik özelliklerini tespiti yönelik sondaj kuyusunun açılması, numunenin alınması, laboratuvar deneylerinin yapılması, jeoteknik özelliklerinin belirlenmesi amacıyla çalışmalar yapılmıştır. İnceleme alanındaki zeminin litolojik ve jeolojik durumlarıyla, mühendislik parametrelerinin tespit edilmesi amacıyla 4 adet temel sondaj kuyusu açılmıştır. Sondaj kuyusunun açılması sırasında zemin tabakalarının alt ve üst derinlikleri, numune alınan seviyeler, yeraltı su seviyesi ve diğer tüm gözlemler ile değerlendirmeler yapılmıştır. İnceleme alanındaki köprü ayaklarının tabanında meydana gelen oturmalar ve gerilmeler PLAXIS bilgisayar yazılımı kullanılarak belirlenmiş ve oluşturulan modeller, jeolojik olarak elde edilen verilere göre korele edilerek karşılaştırılmıştır.

Elde edilen sonuçlar aşağıda verilmiştir.

1-) İnceleme alanında yapılan jeoteknik incelemeler sonucunda, SK-1, SK-2, SK-3, SK-4 sondajlarında ilk 0,50 metre lik kısım bitkisel toprak geçilmiştir. 0,50 metre -5,00 metre normal konsolide olmuş kahverengimsi inorganik plastisitesi düşük, siltli kil geçilmiştir. 5,00 metre-10,00 metre arasında siltli kum geçilmiştir. 10,00-20,00 metre arasında normal konsolide olmuş kahverengimsi inorganik plastisitesi düşük, siltli kil geçilmiştir.

2-) İnceleme alanında yapılan SPT –N Darbe sayılarına ($10 < N < 21$) göre zemin kıvamı katı, çok katı derecededir. Fakat istisnai durumlarda SPT değerinin yüksek olması zeminde olabilecek jeolojik problemi değiştirmeyebilir.

3-) Alanın temel zeminini Üst-Orta Miyosen yaşlı Şelmo Formasyonu oluşturmaktadır. Şelmo Formasyonu jeoteknik parametrelerine göre; su içeriği düşük (ortalama %18), ileri derecede konsolide, dayanımlı zemin özelliği arz etmektedir. İncelenen parselde bitkisel toprak düzlükleri oluşturmaktadır.

4-) İnceleme alanında açılan sondaj kuyularından alınan numuneler üzerinde yapılan laboratuvar deneyleri sonucunda zemini oluşturan birimlerin (USCS) Birleşik Zemin Sınıflandırma Sistemine göre; (CL) inorganik killler, çakıllı killler, kumlu killler, siltli killler, yağsız killler özellik (SM) siltli kum göstermektedir. Yapının oturacağı zemin birleştirilmiş zemin sınıflamasına göre yerel zemin olarak Z3 zemin grubu olarak da C belirlenmiştir.

5-) İnceleme alanında yapılan sondajlarda yeraltı suyuna rastlanılmıştır. Yeraltı su seviyesinin temel seviyesinden derinde olması nedeniyle temelimize etkisi düşünülmemektedir. Ancak 5. ve 10. metre arasında kum ağırlıklı gevşek zemin geçildiğinden dolayı yeraltı suyu bu birimi etkileyerek sıvılaşma riskini tetikleme olasılığı vardır. İnceleme alanında yapılan jeofizik ölçüm sonuçlarına göre, 1.Profil için güvenlik katsayısı (Fa) 0,95765764, 2. Profil için güvenlik katsayısı (Fa) değeri 2,515645698 olarak bulunmuştur. 1. Profil için yapılan sıvılaşma hesabında güvenlik katsayısının 1'den küçük olmasından dolayı sıvılaşma riskinin yüksek olduğu belirlenmiştir.

6-) İnceleme alanında laboratuvar çalışmaları sonucunda, zeminin su içeriği % 7.1 ile % 12.6 arasında, W_L (Likit Limit) aralığı % 36 ile % 41 aralığında ortalaması % 38,87, I_p (Plastisite İndisi) % 17 ile % 20 aralığında ortalaması % 18,5 olarak hesaplanmıştır.

7-) İnceleme alanında kıvamlılık indeksi ortalaması 1,57 bulunmuş olup, zeminin kıvamlılık indisine göre sınıflandırılması yarı katı durumundadır.

8-) İnceleme alanında temel zemini oluşturan birimin; laboratuvar deney sonuçlarından elde edilen verilere göre, zeminin şişme derecesinin 1,1 ile 1,5 arasında düşük derecede olduğu tanımlanmıştır. Temel zemini oluşturan birimin; laboratuvar deney sonuçlarından elde edilen verilere göre, **% 1,2-1,5 arasında** şişme yüzdesine tespit edilmiştir. İnceleme alanında yapılması düşünülen inşaatın toplam yükü dikkate alındığında, zeminin şişme açısından bir problem oluşturma olasılığı yoktur.

9-) 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. Alanda 2,00 metre ve 4,50 metre derinlikler için taşıma güçleri; 2,00. metrede $q_{em} = 1,06 \text{ kg/cm}^2$ 4,50. metrede $q_{em} = 1,35 \text{ kg/cm}^2$ olarak hesaplanmıştır.

10-) İnceleme Alanı Gültepe Köprüsü Ayakları Oturma Hesabında, Ayak 1- 2. metredeki oturma 11,93 cm, Ayak 1- 4.5 metredeki oturma 7,090 cm, Ayak 2- 2. metredeki oturma 11,37 cm, Ayak 2- 4.5 metredeki oturma 7,86 cm, Ayak 3- 2. metredeki oturma 12,13 cm, Ayak 3- 4.5 metredeki oturma 7,77 cm, Ayak 4- 2. metredeki oturma 12,32 cm, Ayak 4- 4.5 metredeki oturma 8,55 cm olarak hesaplanmıştır.

İnceleme alanında, Bowles (1988) göre yapılan konsolidasyon oturma hesabında, 2,00 metrede $\Delta H = 11,93 - 12,32 \text{ cm}$ oturma, 4,50 metrede $\Delta H = 7,09 - 8,55 \text{ cm}$ oturma belirlenmiştir. Ayrıca PLAXIS ile de oturma analizi yapılmış ve yapılan analiz sonucunda elde edilen oturma değeri **1,70 cm** olup yapının oturma açısından riskli olmadığı sonucuna varılmıştır. Yapılacak olan yapının oturma hesabında, (USCS' ye göre) CL ve SM zemin sınıfından oluşan temel zeminin üstteki mühendislik yapısına zarar verebilecek oranda toplam ve farklı oturma beklenmemektedir.

11-) İnceleme alanında yapılan deney sonuçlarına göre, yatak katsayısı 2,00 metre için; 1272 t/m^3 , 4,50 metre için; 1620 t/m^3 olarak hesaplanmıştır.

12-) İnceleme alanında zeminin 5-10 metre arası siltli kumdan oluşması ve yeraltı suyunun bulunmasından dolayı sıvılaşma riskinin olması ve çalışma alanına yakın yerleşimlerde sığ temelli yapılarda gözlenen oturmalar nedeniyle, burada yapılacak köprü için zemin iyileştirme tekniği olan fore kazık uygulanmıştır.

13-) İnceleme alanında temel zemini oluşturan sıkı az çakıllı kil, siltli kil birimde yapılacak köprü ayağı kazısı sırasında oluşabilecek şevlerde bir hareketlilik olabileceği düşünüldüğünden, ilerleyen zamanlarda kontrolsüz kazı yapılmamalı, yapılacak kazı çalışmaları öncesinde yol, bina, alt yapı ve can güvenliğini sağlayacak tedbirlerin alınması sağlanmalıdır.

KATKI BELİRTME

Bu çalışmanın değerlendirilmesi aşamasında yardımlarını esirgemeyen İnşaat Mühendisi Murat BİÇEN ve çalışma için veri temini konusunda emeği geçen *Havin Zemin İnceleme ve Mühendislik A.Ş.* 'ye teşekkürlerimizi sunarız.

KAYNAKLAR

- Açıkbaş, 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
- Aktas, Z., and VanHorn, D.A. 1968, Bibliography on Load Distribution in Beam-Slab Highway Bridges, Fritz Engineering Laboratory Report No. 349.1, Fritz Engineering Laboratory Department of Civil Engineering, Lehigh University, Bethlehem, Pennsylvania.
- Altınlı, İ. E., 1952, Siirt Güneydoğusunun jeolojik incelemesi: MTA Derleme no.1977, 95 s., Ankara.
- Altınlı, İ. E., 1966, Doğu ve Güneydoğu Anadolu'nun jeolojisi, *M.T.A.Derg.*no.66, 35-74.
- ASTM-D1586-11 2011, “Standard Test Method for Standard Penetration Test (SPT) and Split-Barrel Sampling of Soils” American Society for Testing and Materials, Philadelphia, USA.
- ASTM D 4318-2000, (American Society for Testing and Materials), “Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit and Plasticity Index of Soils”, Annual Book of ASTM Standards, West Conshohocken, United States.
- Atterberg, A., 1911, Über die Physikalische Bodenuntersuchung und über die Plastizität der Tone Internationale Mitteilungen für Bodenkunde, Vol. 1, pp. 10-43, Berlin.
- Badgley, P. C., 1957, Tidewater Oil Company geological report on the Softenstructure Mardin and Siirt vilayets, Southeast Turkey (Licence no. 154): Petrol İşleri Genel Müdürlüğü Teknik Arşivi, Kutu no. 232, Rapor no. 2, 17 s., Ankara.
- Bağırşakçı, S. & Akçay, A. E. (1995). Diyarbakır-Ergani-Çınar Alanının Jeolojisi: MTA Jeoloji Etütleri Dairesi Jeoloji Raporu Arşiv No 9927.
- Bell, F.G., 2007, *Engineering Geology*. Second edition, Butterworth-Heinemann is an imprint of Elsevier, UK-USA, 581p.
- Biçer, Z., 1981, Sason-Kozluk-Baykan yörelerinde Tersiyer sürüklenme örtüleri altındaki otokton istifin fasiyes özellikleri ve petrol olanakları: TPAO Arama Grubu, Rapor no. 1605, 22 s., Ankara.
- Bishop, A. W. Progressive failure with respect to the mechanism causing it. Proc. Geotech. Conf. Oslo, 1967, vol.2.
- Bolgi, T. ve Sezgin, M. 1960, İspandika-Kidil ve Kentalan-Garzan arasındaki sahalarının strüktürel etütleri. TPAO Arama Grubu, Rapor no. 136, .s. 52.
- Bolgi, T., 1961, V. Petrol Bölgesi seksiyon ölçümleri AR/TPO/261 nolu saha ile Reşan Dodan arası batısındaki sahanın strüktürel etütleri; *TPAO Arama Grubu Rapor No.* 162, Ankara.

- Bowles, J. E., 1996, *Foundation Analysis and Design*: McGraw-Hill Companies, Inc., New York, USA.
- Bowles, J.E., 1988, *Foundation Analysis and Design*, McGrawHill, 4th Edition, Singapore.
- Burmister, D.M., 1951, Identification and classification of soil An apprasial and statement of principles ASTM STP 113. Amer. Soc. for Test and Mat., Philadelphia, Pa, 3-24, p.85-91
- Casagrande, A. (1932). "Research of Atterberg Limits of Soils," Public Roads, Vol. 13, No.8.
- Canik, B., 1997, Mühendislik Jeolojisi Ders Notları, Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü
- Celâsun, H. 1974, *Çelik Köprüler*, İstanbul: Çağlayan Kitabevi.
- Celep, Z. ve Kumbasar, N., 2000, Deprem Mühendisliğine Giriş ve Depreme Dayanıklı Yapı Tasarımı, Beta Yayınevi, İstanbul.
- 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).
- Coduto, D. P. 2000, "Foundation Design: Principles and Practices" 2nd edition, Prentice Hall, Inc., New Jersey.
- Coulomb, C.A . 1776, "Essai Sur Une Application de s regies de s Maximis e t Minimum a Queiques Problemes de Statique Relatifs a L'Architecture'," Mem. Acad. Roy Pres. Divers Savants, Paris, Vol. 3, Paris.
- Çoruh, T. 1991, Adıyaman civarında (XI. Bölge KB'sı ve XII. Bölge) yüzeyleyen Kampaniyen-Tanesiyen istifinin biyostratigrafisi ve paleocografik evrimi:TPAO Araştırma Merkezi, Rapor No1656.
- Das,M,B,1995,"Principles of Foundation Engineering",PWS Publishing Company, third Edition, Boston,USA
- Dobry, R., Stoke, K.H., Land, R.S., Youd, T.L., 1981, Liquefaction for S wave, Preprint 81-544, ASCE National Convention, St Lois, Missouri
- 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.
- Fellenius, B.H., 2019, Basics of Foundation Design Electronic Edition, January 2019, Pile Buck International, Inc., Vero Beach, FL, Electronic Edition, www.Fellenius.net, 484 p. (<http://www.pilebuck.com/product/basics-foundation-design-book/>)

- Güven, A. Dinçer, A. Tuna, M.E. Tezcan, U.Ş. & Çoruh, T. 1988, Güneydoğu Anadolu'da Mardin-Midyat Grubupları arasında yer alan birimlerin stratigrafisi. TPAO Arama Grubu, Rapor No 2414
- Güven, A. Dinçer, A. Tuna, M.E. & Çoruh, T. (1991). Güneydoğu Anadolu Kampaniyen-Paleosen otokton istifinin stratigrafisi: TPAO Arama Grubu, Rapor No.2828.
- Hasol, D. 2008, Ansiklopedik Mimarlık Sözlüğü, Yem Yayın, İstanbul.
- Herece, E. ve Akay, E. 1992, Karlıova-Çelikhan arasında Doğu Anadolu Fayı, Türkiye 9. Petrol Kongresi, 361-372.
- Holtz, W.G., Gibbs, H.J. 1956, Engineering Properties Of Expansive Clays, Transactions, ASCE, 121, 641-677.
- İmamoğlu, M. Ş. 1993, "Gölbaşı (Adıyaman)-Pazarcık-Narlı(K.Maraş) Arasındaki Sahada Doğu Anadolu Fayı'nın Neotektonik İncelemesi."Yayımlanmamış doktora tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- İmamoğlu, M.Ş. 1996, Doğu Anadolu fay zone Gölbaşı kesimi neotektonik özellikleri ve Gölbaşı-Saray fay kaması havzası, Türkiye Jeoloji Kurultayı Bülteni, 11, 176-184.
- Kanıt, R., 2002,Temel inşaatı, Gazi Kitapevi, Ankara, 250 s.
- Kanıt, R., 2003.,*Temel İnşaatı* : Gazi Kitabevi, Ankara.
- Karakuş, A. (2010). *Hasankeyf Tarihi Ören Yerinde Yapılan Gözlem ve İnceleme Raporu.Dicle Üniversitesi*. 3 s., Diyarbakır.
- Keskin, M.S., 2009, Güçlendirilmiş kumlu şevlere oturan yüzeysel temellerin Deneyisel ve Teorik. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 216, Adana.
- Kumbasar, V ve Kip, F,1985, Zemin Mekaniği Problemleri, Çağlayan Kitabevi, 220, İstanbul.
- Maxon, J. H., 1936, Geology of petroleum possibilities of the Hermis dome. MTA, 255., Ankara (İngilizce).
- MTA,1992, Batman İli Gap Mahallesi çöküntü alanında yapılan ES-1,2,3,4 zemin sondajları kuyu bitirme raporu,MTA Genel Müdürlüğü
- Oswald, F. 1912, Armenien, Handbuch reg. Geology, Bd. 5/3.
- Özcan, E and Özdemir, A., 2007, Integrity testing in bored pile and jet grout columns (Forekazık ve jet grout kolonlarında bütünlük testi). Proceedings of the International Eartquake Symposium, 156, İzmit.
- Perinçek, D., 1977, Çelikhan-Sincik-Koçali (Adıyaman İli) alanının jeolojik İncelenmesi: TPAO Arama Grubu, Rapor no. 1394, 30 s., Ankara.

- Perinçek, D. (1978). V-VI-IX. Bölge (Güneydoğu Anadolu otokton-allokon birimler) jeoloji sembolleri. TPAO Arama Grubu, Rapor No.6657.
- Perinçek, D. 1979, Çelikhan-Sincik-Koçali (Adıyaman) alanının jeolojik incelemesi: TPAO Arama Grubu Rapor No 1395.
- Perinçek,D.,1980a, GD Anadolu’da allokon birimler: TJK Bilimsel ve Teknik Kurultayı Bildiri Özetleri, Ankara,3-7 Mart
- 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.
- Perinçek, D., 1989, Hakkari ili ve dolayının stratigrafisi, yapısal özellikleri, petrol imkanları: TPAO Arama Grubu, Rapor no. 2545, 127 s., Ankara. PERİNÇEK, D., 1990, Hakkari ili dolayının stratigrafisi, GDA Türkiye: TPJD Bülteni, cilt. 2/1, 21-68. s., Ankara.
- Perinçek, D., 1990, Hakkari ili ve dolayının stratigrafisi; Güneydoğu Anadolu- Türkiye; TPJD Righi, M. R. and Cortesini, A., 1964, Gravity tectonics in foothills structure belt of Southeast Turkey; American Assoc. Petrol Geologists Bull., 48, 22-24bülteni, cilt: 21.
- 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, (eds.), 274–305..
- Savcı, H., Dülger, S., 1980, Cacas-Sason-Kozluk dolayının jeoloji incelemesi ve petrol olanaklarının araştırılması: TPAO Arama Grubu, Rapor no. 1442, 41 s., Ankara
- Skempton, a.w., 1951, Ultimate bearing capacity of foundations : geotech. v.2. s: 301- 332.
- 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.
- Sunkar, M, Tonbul, S., 2013, İluh Deresi Batman Havzası’nın Jeomorfolojisi, İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü Coğrafya Dergisi, Sayı 24, Sy-38-60
- Şengör, A. M. C. (1980) Türkiye’nin neotektoniğinin esasları, Türkiye Jeoloji Kurumu, 40, Ankara
- Tarhan, F.,2002, Mühendislik Jeolojisi Prensipleri, Karadeniz Teknik Üniversitesi Yayınevi,, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, III.Baskı, Trabzon
- Terzaghi, K., 1943, Theoretical Soil Mechanics Wiley, N.Y.

- Terzaghi, K. ve Peck, R. B. 1948, "Soil Mechanics in Engineering Practice," John Wiley & Sons, New York.
- Teodoru, I. B. and Toma, I. O., 2009, Numerical Analyses of Plate Loading Test, Universitatea Tehnica Gheorghe Asachi, Buletinul Institutului Politehnic Din Iași, Romania,
- Tolun, N., 1949, Silvan ve Hazro mıntıkası hakkında jeolojik notlar: TJK Bull., cilt II, sayı. 1, s. 65-90. Ankara.
- Tolun,, N., 1954, Güneydoğu Anadolu'nun stratigrafisi ve tektoniği: MTA Derleme no. 2147, 95 s., Ankara
- Tuna, D. 1973, VI. Bölge litostratigrafi birimleri adlamasının açıklayıcı raporu. TPAO Arama Grubu Arşiv No 813.
- Ulusay, R., Gökçeoğlu, C. ve Binal, A. 2001, Kaya Mekaniği Laboratuvar Deneyleri, 1. Baskı, TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası, Ankara, 161 s.
- Uzuner, B.A., 2000, *Temel Mühendisliğine Giriş*: Derya Kitabevi, Trabzon.
- Winkler E (1867) Die Lehre von der Elastizität und Festigkeit, Prag.
- Yeşilova, Ç., ve Helvacı, C., 2012, Batman-Siirt kuzeyi stratigrafisi ve sedimantolojisi, Türkiye. Türkiye Petrol Jeologları Dergisi, 23, 7 - 49.
- Yıldırım, M, Gökaşan, E., 2013, Mühendisler için jeoloji Bilgileri, Yıldız Teknik Üniversitesi İnşaat Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü
- Yılmaz, E. , Duran, O. 1997, Güneydogu Anadolu Bölgesi Otokton ve Allohton Birimler Stratigrafi Adlama Sözlüğü, syf. 241, T.P.A.O. Ars. Merk. Grubu Başkanlığı Eğitim Yay. No: 31, Ankara.
- Yılmaz, Y., 1982, Amonos dağlarının tektoniği: TPAO Arama Grubu, Rapor no. 1653, 91 s., Ankara.
- <http://depremturk.blogspot.com/2011/01/batman-deprem-bolgeleri-haritas.html>
- <https://www.bakiacil.com/zemin-siniflandirmasi-ders-notlari.html>
- http://www.utexas.edu/research/ctr/pdfreports/0_5482_2.pdf. 12 Kasım 2010.
- http://www.akkayamak.com/tr/8/anIIcat_1/52/anIIitm_1/241/p/zemin/nokta-yukleme-test-cihazı
- <http://www.zeminarastirma.com/referanslar/fore-kazik-yapim-asamaları/>
- <http://www.gf.uns.ac.rs/~wus/wus07/web4/triaxial.html>
- <http://www.koeri.boun.edu.tr/sismo/mudim/katalog.asp>
- <http://netl.doe.gov/santiyeci.blogspot.com>
- <http://www.test-llc.com>
- <http://www.soiltest.com.tr/laboratuvar>
- <https://www.usgs.gov/science-explorer-results?es=liquefaction>

EKLER

EK-1 JEOTEKNİK LOGLARI

BOZUYİĞİT MÜHENDİSLİK		SONDAJ LOGU		Sayfa/Page :1/1						
Bozuyiğit Sondaj İnşaat ve Müşavirlik		BORING LOG								
PROJE ADI / Project Name : BATMAN BELEDİYESİ KÖPRÜ AYAKLARI YAPIMI										
SONDAJ YERİ / Boring Location : MERKEZ/BATMAN										
KUYU NO / Hole no : SK-1		MUH. BOR. DER. / Casing Depth : -								
SONDAJ DER. / Boring Depth : 20,00 m.		BAŞ. BİT. TARİHİ / Start-Finish Date : -								
SONDAJ KOTU / Elevation : m.		KOORDİNAT / Coordinate (N-S) y : -								
YER ALTI SUYU / Groundwater : m.		KOORDİNAT / Coordinate (E-W) x : -								
Sondaj Derin. (m) Boring Depth (m)	Mançura boyu Run	Numune Cinsi Sample Type	STANDART PENETRASYON TESTİ Standard Penetration Test		JEOTEKNİK TANIMLAMA Geotechnical Description	Profil Profile	Kırık 30 cm Fracture 30 cm	Kırıntı % Gravel %	Çekirdek Core Recovery	RQD %
			DARBE SAYISI Num. Of Blows	GRAFIK (Graph)						
1,00					0,0-0,50 m B. Toprak					
2,00										
3,00		UD			0,50-5,00 m konsodile olmuş kahverengimsi inorganik plastisitesi düşük , siltli kil geçilmiştir					
4,00										
5,00		SPT 9 11 13 24								
6,00		SPT 7 9 10 19			5,00-10,00m Miyosen siltli kum geçilmiştir					
7,00		SPT 10 12 13 25								
8,00					Kahverengimsi renkte					
9,00										
10,00										
11,00										
12,00										
13,00										
14,00										
15,00					YASS					
16,00										
17,00										
18,00					10,00-20,00 m konsodile olmuş kahverengimsi inorganik plastisitesi düşük siltli kil geçilmiştir					
19,00					KUYU TABANI:20,00m					
20,00										
DAYANIMLILIK - Strength		İNECE DANELİ - Fine Grained		KIRI DANELİ - Coarse Grained						
I- DAYANIMLI Strong		N=0-3 COK YUMUŞAK V. Soft		N=0-4 V. Loose						
II- ORTA DAYANIMLI M. Strong		N=3-4 YUMUŞAK Soft		N=5-10 Loose						
III- ORTA ZAYIF M. Weak		N=5-8 ORTA KATI M. Stiff		N=11-30 M. Dense						
IV- ZAYIF Weak		N=9-15 KATI Stiff		N=31-50 Dense						
V- COK ZAYIF V. Weak		N=16-30 COK KATI V. Stiff		N=50 V. Dense						
V-TAM AYRISIMIS Comp. Weak.		N=30 SERT Hard								
KAYA KALİTESİ - RQD		KIRIKLAR-30cm-Fractures		ORANLAR - Proportions						
%0-25 COK ZAYIF V. Poor		%0-25 PER AL Sığık		%0-25 Sığık						
%25-50 ZAYIF V. Fair		%25-50 ORTA Moderate		%25-50 Az Little						
%50-75 ORTA Fair		%75-100 COK SIK Close		%20-50 Çok Verv						
%75-90 İYİ Good		%100 PARÇAL Cracked								
%90-100 COK İYİ Excellent										
SPT : STANDART PEN. DENEYİ Standard Penetration Test		SONDOR/Driller		SONDAJ MÜHENDİSİ Drilling Engineer						
D : ORSELENMİŞ NUMUNE Disturbed Sample		REŞAT SEVEN		HABİL BOZUYİĞİT						
UD : ORSELENMEMİŞ NUMUNE Undisturbed Sample				İMZA-Sign						

BOZYİĞİT MÜHENDİSLİK		SONDAJ LOGU		Sayfa/Page :1/1							
Bozyiğit Sondaj İnşaat ve Müşavirlik		BORING LOG									
PROJE ADI / Project Name : BATMAN BELEDİYESİ KÖPRÜ AYAKLARI YAPIMIŞI											
SONDAJ YERİ / Boring Location : MERKEZ/BATMAN											
KUYU NO / Hole no : SK-2		MUH. BOR. DER. / Casing Depth :									
SONDAJ DER. / Boring Depth : 20,00 m		BAŞ. BİT. TARİHİ / Start-Finish Date :									
SONDAJ KOTU / Elevation :		KOORDİNAT / Coordinate (N-S) y :									
YER ALTI SUYU / Groundwater :		KOORDİNAT / Coordinate (E-W) x :									
Sondaj Derin (m) Boring Depth (m)	Manera boyu mm	Numune Çıktı Sample Type	STANDART PENETRASYON TESTİ Standart Penetration Test		JEOTEKNİK TANIMLAMA Geotechnical Description	Profil Profile	Kırıntı 100 cm Fracture 10 cm	Kırıntı % Grain %	Kırıntı Geri Alınma Core Recovery	RQD %	
			DARBE SAYISI Num. Of Blows	GRAFIK (Graph)							
1,00					0,0-0,50 m B. Toprak						
2,00					0,50-5,00 m konsodile olmuş kahverengimsi inorganik plastisitesi düşük, siltli kil geçilmiştir						
3,00		UD									
4,00											
5,00		SPT	7	13	15	28					
6,00		SPT	10	12	12	24					
7,00											
8,00											
9,00		SPT	13	15	16	31					
10,00											
11,00											
12,00											
13,00											
14,00											
15,00											
16,00											
17,00											
18,00											
19,00											
20,00											
DAYANIMLILIK - Strength			I-TAZE Break			İNCE DANELİ - Fine Grained			KIRI DANELİ - Coarse Grained		
I- DAYANIMLI Strong			II-AZ AYRISIMIS Slightly W.			N=0-2 ÇOK YUMUŞAK V. Soft			N=0-4		
II- ORTA DAYANIMLI M. Strong			III- ORTA DER. AYR. Mod. Weak.			N=3-4 YUMUŞAK Soft			N=5-10		
III- ORTA ZAYIF M. Weak			IV- ÇOK AYR. Highly W.			N=5-8 ORTA KATI M. Stiff			N=11-30		
IV- ZAYIF Weak			V-TAM AYRISIMIS Comp. Weak.			N=8-15 KATI Stiff			N=31-50		
V- ÇOK ZAYIF V. Weak						N=16-30 ÇOK KATI V. Stiff			N=50		
						N=30 SERT Hard					
KAYA KALİTESİ - RQD			KIRIKLAR-30cm-Fractures			ORANLAR - Proportions					
%0-15 ÇOK ZAYIF V. Poor			SEYREK Wide			%0-5 PEK AZ Slightly			%0-5		
%15-50 ZAYIF Poor			ORTA Moderate			%5-10 AZ Little			%5-10		
%50-75 ORTA Fair			SİK Close			%10-20 ÇOK Verv			%10-20		
%75-90 İYİ Good			ÇOK SİK Intense			%20-30 VE And			%20-30		
%90-100 ÇOK İYİ Excellent			PARÇALI Crushed								
SPT : STANDART PEN. DENEYİ			SONDÖR/Driller			SONDAJ MÜHENDİSİ			İMZA-Sign		
Standart Penetration Test						Drilling Engineer					
D: ORSELENMİŞ NUMUNE			REŞAT SEVEN			HABİL BOZYİĞİT					
Disturbed Sample											
UD : ORSELENMİŞ NUMUNE											
Undisturbed Sample											

BOZYOĞIT MÜHENDİSLİK		SONDAJ LOGU		Sayfa/Page :1/1		
Bozyiğit Sondaj İnşaat ve Müşavirlik		BORING LOG				
PROJE ADI / Project Name :		BATMAN BELEDİYESİ KÖPRÜ AYAKLARI YAPIMIŞI				
SONDAJ YERİ / Boring Location :		MERKEZ/BATMAN				
KUYU NO./Hole no :		SK-3	MUH. BOR. DER./Casing Depth :			
SONDAJ DER. / Boring Depth :		20,00	BAŞ. BİT. TARİHİ / Start-Finish Date :			
SONDAJ KOTU / Elevation :			KOORDİNAT /Coordinate (N-S) y :			
VER ALTI SUYU / Groundwater :			KOORDİNAT /Coordinate (E-W) x :			
Sondaj Derin. (m) Boring Depth (m)	Mançera boyu Run	Numune Cinsi Sample Type	STANDART PENETRASYON TESTİ Standart Penetration Test		JEOTEKNİK TANIMLAMA Geotechnical Description	
			DARBE SAYISI Num. Of Blows	GRAFIK(Graph)		
N15 0-15 cm	N30 15-30 cm	N45 30-45 cm	N60 45-60 cm	N ₆₀	Profil Profile	
1,00					0,0-0,50,m B.Toprak	
2,00					0,50-5,00 m konsodile olmuş kahverengimsi inorganik plastisitesi düşük , siltli kil geçilmiştir	
3,00		UD				
4,00						
5,00		SPT	11	14	15	29
6,00		SPT	13	17	20	37
7,00		SPT	13	16	20	36
8,00						
9,00						
10,00						
11,00						
12,00						
13,00						
14,00						
15,00						
16,00						
17,00						
18,00						
19,00						
20,00						
DAYANIMLILIK - Strength		İNECE DANELİ - Fine Grained		KIRU DANELİ - Coarse Grained		
I - DAYANIMLI	Strong	I - ZAYIF	Weak	N=0-3	COK YUMUŞAK V. Soft	
II - ORTA DAYANIMLI	M. Strong	II - AZ AYRISIMLI	Slightly W.	N=3-4	YUMUŞAK V. Soft	
III - ORTA ZAYIF	M. Weak	III - ORTA DER. AYR.	Mod. Weak.	N=5-8	ORTA KATI M. Stiff	
IV - ZAYIF	Weak	IV - COK AYR.	Highly W.	N=9-15	KATI Stiff	
V - COK ZAYIF	V. Weak	V - TAM AYRISIMLI	Comp. Weak.	N=16-30	COK KATI V. Stiff	
				N=30	SERT Hard	
KAYA KALİTESİ - RQD		KIRIKLAK-30cm-Fractures		ORANLAK - Proportions		
% 0-15 COK ZAYIF	V. Poor	SPYREK	Wide	% : PEK AZ	Slightly	
%15-50 ZAYIF	Poor	ORTA	Moderate	% : AZ	Little	
%50-75 ORTA	Fair	SIK	Close	% : COK	Verv	
%75-90 İYİ	Good	COK SIK	Intense	% : VE	And	
90-100 COK İYİ	Excellent	PARÇAL	Crumbed			
SPT : STANDART PEN. DENEYİ Standard Penetration Test		SONDOR/Driller		SONDAJ MÜHENDİSİ Drilling Engineer		
D : ORSELENMİŞ NUMUNE Disturbed Sample		REŞAT SEVEN		İMZA-Sign		
UD : ORSELENMEMİŞ NUMUNE Undisturbed Sample		HABİL BOZYOĞIT				

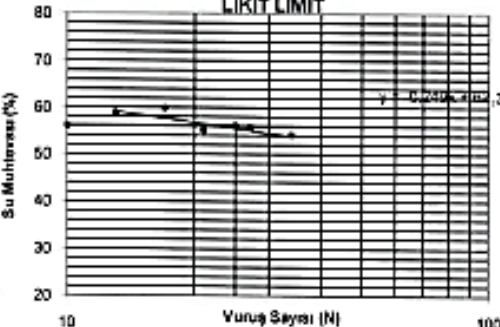
4		BOZYIĞIT MÜHENDİSLİK		SONDAJ LOGU		Sayfa/Page :1/1		
		Bozyiğit Sondaj İnşaat ve Müşavirlik		BORING LOG				
PROJE ADI / Project Name :		BATMAN BELEDİYESİ KÖPRÜ AYAKLARI YAPIMIŞI						
SONDAJ YERİ / Boring Location :		MERKEZ/BATMAN						
KUYU NO/Hole no :		SK-4		MUH. BOR. DER./Casing Depth :				
SONDAJ DER./ Boring Depth :		20,00 m		BAŞ. BİT. TARİHİ / Start-Finish Date :				
SONDAJ KOTU / Elevation :				KOORDİNAT / Coordinate (N-S) y :				
VERİ ALTİ SUYU / Groundwater :				KOORDİNAT / Coordinate (E-W) x :				
Sondaj Derin. (m) Boring Depth (m)	Manivela boyu mm	Numune Cinsi Sample Type	STANDART PENETRASYON TESTİ Standart Penetration Test		JEOTEKNİK TANIMLAMA Geotechnical Description		Profil Profile	
			DARBE SAVISI Num. Of Blows	GRAFIK (Graph)				
			10 cm 15 cm 30 cm 45 cm 60 cm 75 cm 90 cm 105 cm 120 cm 135 cm 150 cm 165 cm 180 cm 195 cm 210 cm 225 cm 240 cm 255 cm 270 cm 285 cm 300 cm 315 cm 330 cm 345 cm 360 cm 375 cm 390 cm 405 cm 420 cm 435 cm 450 cm 465 cm 480 cm 495 cm 510 cm 525 cm 540 cm 555 cm 570 cm 585 cm 600 cm 615 cm 630 cm 645 cm 660 cm 675 cm 690 cm 705 cm 720 cm 735 cm 750 cm 765 cm 780 cm 795 cm 810 cm 825 cm 840 cm 855 cm 870 cm 885 cm 900 cm 915 cm 930 cm 945 cm 960 cm 975 cm 990 cm 1005 cm 1020 cm 1035 cm 1050 cm 1065 cm 1080 cm 1095 cm 1110 cm 1125 cm 1140 cm 1155 cm 1170 cm 1185 cm 1200 cm 1215 cm 1230 cm 1245 cm 1260 cm 1275 cm 1290 cm 1305 cm 1320 cm 1335 cm 1350 cm 1365 cm 1380 cm 1395 cm 1410 cm 1425 cm 1440 cm 1455 cm 1470 cm 1485 cm 1500 cm 1515 cm 1530 cm 1545 cm 1560 cm 1575 cm 1590 cm 1605 cm 1620 cm 1635 cm 1650 cm 1665 cm 1680 cm 1695 cm 1710 cm 1725 cm 1740 cm 1755 cm 1770 cm 1785 cm 1800 cm 1815 cm 1830 cm 1845 cm 1860 cm 1875 cm 1890 cm 1905 cm 1920 cm 1935 cm 1950 cm 1965 cm 1980 cm 1995 cm 2010 cm 2025 cm 2040 cm 2055 cm 2070 cm 2085 cm 2100 cm 2115 cm 2130 cm 2145 cm 2160 cm 2175 cm 2190 cm 2205 cm 2220 cm 2235 cm 2250 cm 2265 cm 2280 cm 2295 cm 2310 cm 2325 cm 2340 cm 2355 cm 2370 cm 2385 cm 2400 cm 2415 cm 2430 cm 2445 cm 2460 cm 2475 cm 2490 cm 2505 cm 2520 cm 2535 cm 2550 cm 2565 cm 2580 cm 2595 cm 2610 cm 2625 cm 2640 cm 2655 cm 2670 cm 2685 cm 2700 cm 2715 cm 2730 cm 2745 cm 2760 cm 2775 cm 2790 cm 2805 cm 2820 cm 2835 cm 2850 cm 2865 cm 2880 cm 2895 cm 2910 cm 2925 cm 2940 cm 2955 cm 2970 cm 2985 cm 3000 cm					
1,00						0,0-0,50,m B. Toprak		
2,00								
3,00	UD					0,50-5,00 m konsodile olmuş kahverengimsi inorganik plastisitesi düşük , siltli kil geçilmiştir		
4,00								
5,00		SPT	10 11 13 24					
6,00		SPT	11 13 15 28			5,00-10,00m Miyosen siltli kum geçilmiştir		
7,00								
8,00						Kahverengimsi renkte		
9,00		SPT	12 12 17 29					
10,00								
11,00								
12,00								
13,00								
14,00						YASS		
15,00								
16,00								
17,00						10,00-20,00 m konsodile olmuş kahverengimsi inorganik plastisitesi düşük siltli kil geçilmiştir		
18,00						KUYU TABANI:20,00m		
19,00								
20,00								
DAYANIMLILIK - Strength		I-TAZE Fresh		İNCE DANELİ - Fine Grained		KÜÇÜK DANELİ - Coarse Grained		
I- DAYANIMLI Strong		II-AZ AYRISIMS Slightly W.		N=0-2 ÇOK YUMUŞAK V. Soft		N=0-4 V. Loose		
II- ORTA DAYANIMLI M. Strong		III-ORTA DER. AYR. Mod. Weath.		N=3-4 YUMUŞAK Soft		N=5-10 Loose		
III- ORTA ZAYIF M. Weak		IV-ÇOK AYR. Highly W.		N=5-8 ORTA KATI M. Stiff		N=11-30 M. Dense		
IV- ZAYIF Weak		V-TAM AYRISIMS Comp. Weathe.		N=9-15 KATI Stiff		N=31-50 Dense		
V- ÇOK ZAYIF V. Weak				N=16-30 ÇOK KATI V. Stiff		N=50 V. Dense		
KAYA KALİTESİ - ROCK		KIRIKLAR-30cm-Fractures		ORANLAR - Proportions				
%0-25 ÇOK ZAYIF V. Poor		SEYREK Wide		%0-50 PEK AZ Slightly		%0-50 Slightly		
%25-50 ZAYIF Poor		ORTA Moderate		%50-75 AZ Little		%50-75 Little		
%50-75 ORTA Fair		SİK Close		%75-100 ÇOK V. Very		%75-100 Very		
%75-100 İYİ Good		ÇOK SIK Intense						
%100-100 ÇOK İYİ Excellent		PARÇALI Cracked						
SPT : STANDART PEN. DENEYİ		SONDÖR/Driller		SONDAJ MÜHENDİSİ		İMZA-Sign		
Standart Penetration Test				Drilling Engineer				
D: ORSELENMİŞ NUMUNE		REŞAT SEVEN		HABİL BOZYIĞIT				
Disturbed Sample								
UD : ORSELENMEMİŞ NUMUNE								
Undisturbed Sample								

EK-3 DENEY FORMLARI ve RAPORLARI

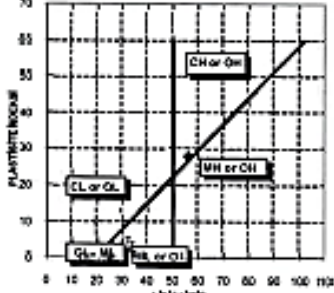
		KIVAM LİMİTLERİ DENEY FORMU	
Müşteri		BOZYİĞİT MÜHENDİSLİK	
Proje No		Z-15-1022	
Proje Adı		KÖPRÜ AYAKLARI YAPIM İŞİ EK RAPOR	
Rapor No		Z-15-1022	
Pafte	Num.Tipi	ÖRSELENMİŞ	Num. Alma/Kab Ta.
Ada	Kuyu No	SK1	Deney Tarihi
Parsel	Derinlik(m)	15,00	Rapor Tarihi
	Numune No	1	Bakanlık No

LİKİT LİMİT						PLASTİK LİMİT				
Deney No	Kap Ağırlığı (gr)	K+Islak Zemin (gr)	Kap+ Kuru Zemin (gr)	Su Muhtevası(%)	Vuruş Sayısı	Deney No	Kap Ağırlığı (gr)	K+Islak Zemin (gr)	Kap+ Kuru Zemin (gr)	Plastik Limit
1	21,60	47,61	40,18	39,99	35	1	19,49	30,48	28,51	21,84
2	21,14	46,84	40,03	36,05	29	2	19,98	31,64	29,51	22,35
3	21,87	46,37	39,76	36,95	25	3	19,74	29,97	28,36	18,68
4	18,11	43,18	36,17	38,82	20					
5	19,64	44,60	37,42	40,38	16					

LİKİT LİMİT



LİKİT LİMİT VE PLASTİK LİMİTLERİ SINIFLAMASI



AÇIKLAMA :

Laboratuvarımız Bayındırlık ve İşleri Bakanlığının 293 sayılı İrni belgesine sahiptir.
 *Deneyler TS 1900'e göre yapılmıştır.
 *Bu rapor laboratuvarımızca incelenen tozdan, tozdan daha iri oca çıkarılmamıştır.
 *Bu sonuçlar sadece deney yapılan numunelere aittir.

SONUÇLAR

LİKİT LİMİT :	38,44
PLAS. LİMİT :	20,96
I_p :	17,48
ZEM. GRUBU :	CL

DENEYİ YAPAN:

ONAY:



Mehmet KURU
İnşaat Mühendisi
Sicil No: 95000

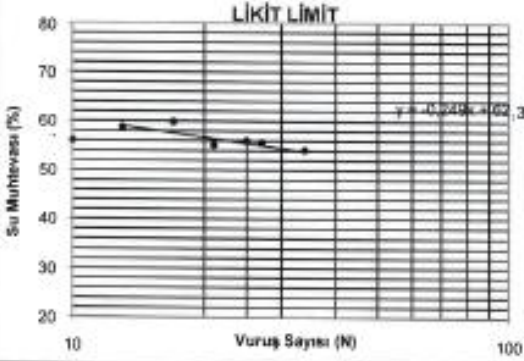


Mehmet KURTULAN
Lab. Deney Mühendisi
Sicil No: 16357

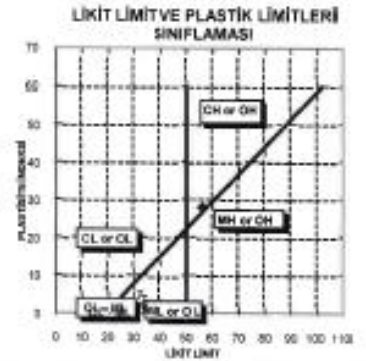
 ARCH MED Yapı & Zemin Laboratuvarı		KIVAM LİMİTLERİ DENEY FORMU		
Müşteri	BOZYİĞİT MÜHENDİSLİK		Proje No	Z-15-1022
Proje Adı	KÖPRÜ AYAKLARI YAPIM İŞİ EK RAPOR		Rapor No	Z-15-1022
Pafta		Num.TİPİ	UD	Num. Alma/Kab Ta.
Ada		Ku/ü No	SK1	Deney Tarihi
Parsel		Derinlik(m)	20,00	Rapor Tarihi
		Numune No		Bakanlık No

LİKİT LİMİT						PLASTİK LİMİT				
DeneY	Kap	K+Islak	Kap+ Kuru	Su	Vuruş	DeneY	Kap	K+Islak	Kap+ Kuru	Plastik
No	Ağırlığı (gr)	Zemin (gr)	Zemin (gr)	Muhaveası(%)	Sayısı	No	Ağırlığı (gr)	emin (g)	Zemin (gr)	Limit
1	19,38	41,03	34,71	41,23	34	1	17,85	30,02	27,78	22,56
2	16,42	42,13	34,45	42,60	27	2	19,84	34,87	32,20	21,60
3	20,10	41,06	35,20	38,81	21	3	19,64	33,41	31,05	20,68
4	19,14	42,13	35,08	44,23	17					
5	18,41	39,42	33,03	43,71	13					

LİKİT LİMİT



LİKİT LİMİT VE PLASTİK LİMİTLERİ SINIFLAMASI



AÇIKLAMA

Laboratuvarımız Bozyiğit ve İskan Bakanlığının 293 sayılı izin belgesine sahiptir.
 *Deneyler TS 1900'e göre yapılmıştır.
 *Bu rapor laboratuvarımızın izni olmadan, kısmen dahi olsa çoğaltılamaz.
 *Bu sonuçlar sadece deney yapılan numunelere aittir.

DENEYİ YAPAN:


Mehmet KURİ
 Mühendisi
 Sicil No: 95510

ONAY:


İsmail KURTUL
 Mühendisi
 Sicil No: 95510

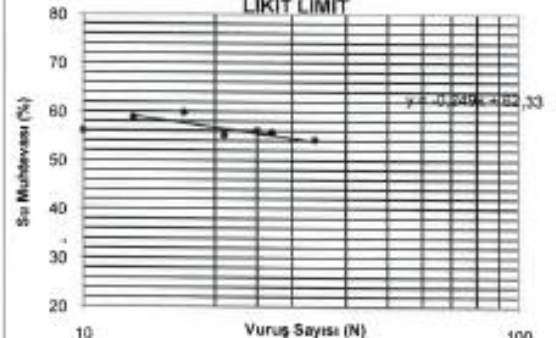
SONUÇLAR

LİKİT LİMİT :	41,83
PLAS. LİMİT :	21,61
I _p :	20,22
ZEM. GRUBU :	CL

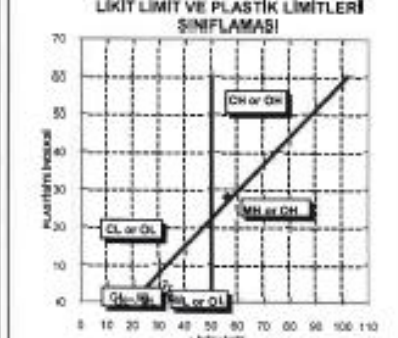
 Yapı & Zemin Laboratuvarı		KIVAM LİMİTLERİ DENEY FORMU		
Müşteri	BOZYİĞİT MÜHENDİSLİK		Proje No	Z-15-1022
Proje Adı	KÖPRÜ AYAKLARI YAPIM İŞİ EK RAPOR		Rapor No	Z-15-1022
Pafta	Num.Tipi	ÖRSELENMİŞ	Num. Alma/Kab Ta.	07.07.2015
Ada	Kuyu No	SK2	Deney Tarihi	07.07.2015
Parsel	Derinlik(m)	15,00	Rapor Tarihi	10.07.2015
	Numune No	1	Bakanlık No	

LİKİT LİMİT						PLASTİK LİMİT				
Deney No	Kap Ağırlığı (gr)	K+Islak Zemin (gr)	Kap+ Kuru Zemin (gr)	Su Muhtevası(%)	Vuruş Sayısı	Deney No	Kap Ağırlığı (gr)	K+Islak Zemin (g)	Kap+ Kuru Zemin (gr)	Plastik Limit
1	20,68	43,70	37,41	37,60	32	1	19,63	30,09	28,28	20,92
2	18,41	45,24	37,71	39,02	27	2	20,11	30,72	28,89	20,84
3	19,85	44,93	37,75	40,11	23	3	19,64	30,67	28,82	20,15
4	21,87	43,86	37,41	41,51	19					
5	19,03	44,71	37,52	38,89	14					

LİKİT LİMİT



LİKİT LİMİT VE PLASTİK LİMİTLERİ SINIFLAMASI



AÇIKLAMA :

Laboratuvarımız Beyanetlik ve İskan Bakanlığının 293 sayılı izin belgesine sahiptir.
 *Deneyler TS 1900'e göre yapılmıştır.
 *Bu rapor laboratuvarımızın izni olmadan, kısmen dahi olsa çoğaltılamaz.
 *Bu sonuçlar sadece deney yapılan numunelere aittir.


DENEY YAPAN
ARCH MED
Mühendislik Kurumu
 Sicil No: 95010

ONAY:

ARCHİT. İsmail KURTULU
 Yapı. Den. Mühend.
 Sicil No: 16357

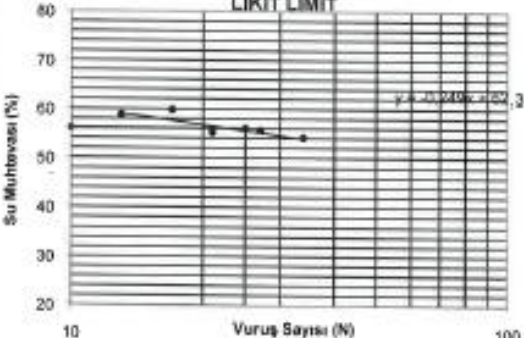
SONUÇLAR

LİKİT LİMİT :	39,20
PLAS. LİMİT :	20,64
I _p :	18,56
ZEM.GRUBU	CL

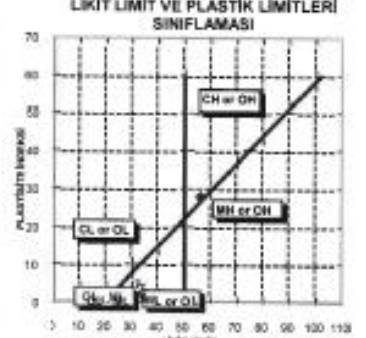
 ARCH MED Yapı & Zemin Laboratuvarı		KIVAM LİMİTLERİ DENEY FORMU		
Müşteri	BOZYİĞİT MÜHENDİSLİK		Proje No	Z-15-1022
Proje Adı	KÖPRÜ AYAKLARI YAPIM İŞİ EK RAPOR		Rapor No	Z-15-1022
Pafta	Num.Tipi	UD	Num. Alma/Kab Ta.	07.07.2015
Ada	Ku/ku No	SK2	Deney Tarihi	07.07.2015
Parsel	Derinlik(m)	20,00	Rapor Tarihi	10.07.2015
Numune No		1	Bakanlık No	

LİKİT LİMİT						PLASTİK LİMİT				
Deney No	Kap Ağırlığı (gr)	K+Islak Zemin (gr)	Kap+ Kuru Zemin (gr)	Su Muhtevası(%)	Vuruş Sayısı	Deney No	Kap Ağırlığı (gr)	K+Islak Zemin (g)	Kap+ Kuru Zemin (gr)	Plastik Limit
1	19,38	46,19	38,32	41,55	34	1	18,11	29,80	27,71	21,77
2	16,40	42,79	35,13	40,90	27	2	19,06	30,17	28,30	20,24
3	19,27	45,88	38,23	40,35	21	3	19,65	37,95	34,58	22,57
4	19,90	44,69	37,41	41,58	17					
5	19,15	46,23	38,41	40,60	13					

LİKİT LİMİT



LİKİT LİMİT VE PLASTİK LİMİTLERİ SINIFLAMASI



AÇIKLAMA :

Laboratuvarımız Bayındırlık ve İskan Bakanlığının 293 sayılı izin belgesine sahiptir.
 *Deneyler TS 1900'e göre yapılmıştır.
 *Bu rapor laboratuvarımızın izni olmadan, kimein dahil olsa çoğaltılamaz.
 *Bu sonuçlar sadece deney yapılan numunelere aittir.

DENEYİ YAPAN:

ARCH MED
Mehmet KURT
Mühendis

SONUÇLAR

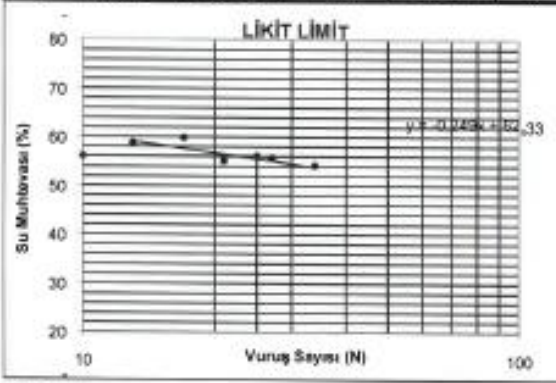
LİKİT LİMİT :	41,07
PLAS. LİMİT :	21,53
I_p :	19,54
ZEM.GRUBU	CL

ONAY:

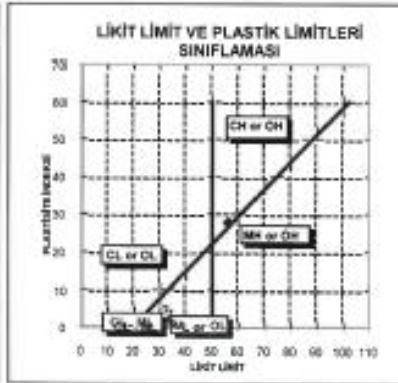
 ARCH MED Yapı & Zemin Laboratuvarı		KIVAM LİMİTLERİ DENEY FORMU		
Müşteri	BOZYİĞİT MÜHENDİSLİK		Proje No	Z-15-1022
Proje Adı	KÖPRÜ AYAKLARI YAPIM İŞİ EK RAPOR		Rapor No	Z-15-1022
Pafta		Num.Tipi	ÖRSELENMİŞ	Num. Alma/Kab Ta.
Ada		Kuru No	SK3	Deney Tarihi
Parsel		Derinlik(m)	15,00	Rapor Tarihi
		Numune No		Bakanlık No

LİKİT LİMİT						PLASTİK LİMİT				
Deney No	Kap Ağırlığı (gr)	K+Islak Zemin (gr)	Kap+ Kuru Zemin (gr)	Su Muhtevası(%)	Vuruş Sayısı	Deney No	Kap Ağırlığı (gr)	K+Islak Zemin (g)	Kap+ Kuru Zemin (gr)	Plastik Limit
1	19,05	44,61	37,42	39,14	34	1	19,73	30,28	28,65	18,27
2	17,61	42,36	35,15	41,11	27	2	18,41	29,75	27,89	19,62
3	19,49	44,58	37,50	39,31	21	3	19,98	31,12	29,32	19,27
4	21,14	45,55	39,05	36,29	17					
5	16,42	40,28	33,89	36,58	13					

LİKİT LİMİT



LİKİT LİMİT VE PLASTİK LİMİTLERİ SINIFLAMASI



AÇIKLAMA

Laboratuvarımız Bayındırlık ve İskan Bakanlığının 293 sayılı izin belgesine sahiptir.
 *Deneyler TS 1900'e göre yapılmıştır.
 *Bu rapor laboratuvarımızın izni olmadan, kısmen dahi olsa çoğaltılamaz.
 *Bu sonuçlar sadece deney yapılan numunelere aittir.

SONUÇLAR

LİKİT LİMİT :	38,94
PLAS. LİMİT :	19,06
I _p :	19,89
ZEM. GRUBU	CL

ONAY:



K. A. Ç. M. KURİ
 Mühendis
 No: 46010

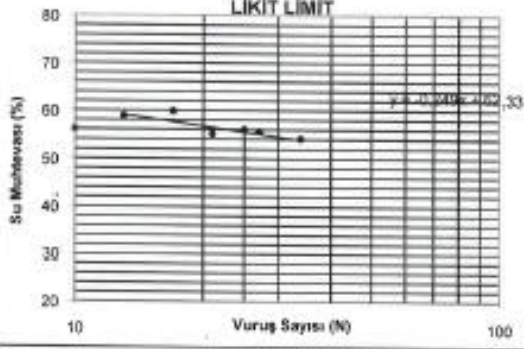


ARCH MED
 Mühendis
 No: 18957

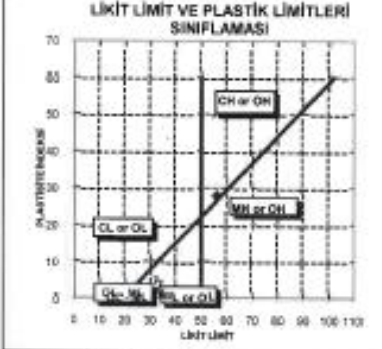
 ARCH MTD Yapı & Zemin Laboratuvarı		KIVAM LİMİTLERİ DENEY FORMU		
Müşteri	BOZYİĞİT MÜHENDİSLİK		Proje No	Z-15-1022
Proje Adı	KÖPRÜ AYAKLARI YAPIM İŞİ EK RAPOR		Rapor No	Z-15-1022
Pafta		Num.Tipi	UD	Num. Alma/Kab Ta.
Ada		Kuru No	SK3	Deney Tarihi
Parsel		Derinlik(m)	20,00	Rapor Tarihi
		Numune No		Bakanlık No

LİKİT LİMİT						PLASTİK LİMİT				
Deney No	Kap Ağırlığı (gr)	K+Islak Zemin (gr)	Kap+ Kuru Zemin (gr)	Su Muhtevası (%)	Vuruş Sayısı	Deney No	Kap Ağırlığı (gr)	K+Islak Zemin (gr)	Kap+ Kuru Zemin (gr)	Plastik Limit
1	16,15	41,86	34,20	42,44	33	1	14,75	26,71	24,41	23,81
2	19,15	44,75	37,12	42,46	28	2	14,12	28,43	25,74	23,15
3	13,60	39,61	31,76	43,23	25	3	14,77	26,46	24,33	22,28
4	14,30	41,75	33,24	44,93	27					
5	13,90	40,28	32,31	43,29	14					

LİKİT LİMİT



LİKİT LİMİT VE PLASTİK LİMİTLERİ SINIFLAMASI



AÇIKLAMA :

Laboratuvarımıza Bayındırlık ve İşkan Bakanlığının 293 sayılı izin belgesine sahiptir.
 *Deneyler TS 1900'e göre yapılmıştır.
 *Bu rapor laboratuvarımızın izni olmadan, kısmen de olsa çoğaltılamaz.
 *Bu sonuçlar sadece deney yapılan numunelere aittir.

DENEY YAPAN:


Mehmet KURTUL
 İnşaat Mühendisi
 Sicil No: 05010

ONAY:


İsmail KURTUL
 İnşaat Mühendisi

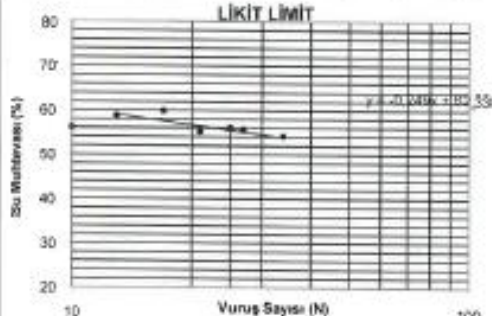
SONUÇLAR

LİKİT LİMİT :	43,27
PLAS. LİMİT :	23,08
Ip :	20,19
ZEM. GRUBU :	CL

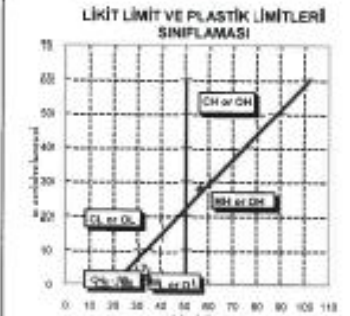
 ARCH Yapı & Zemin Laboratuvarı		KIVAM LİMİTLERİ DENEY FORMU		
Müşteri	BOZYİĞİT MÜHENDİSLİK		Proje No	Z-15-1022
Proje Adı	KÖPRÜ AYAKLARI YAPIM İŞİ EK RAPOR		Rapor No	Z-15-1022
Pafta	Num.Tipi	ÖRSELENMİŞ	Num. Alma/Kab Ta.	07.07.2015
Ada	Kuru No	SK4	Deney Tarihi	07.07.2015
Parsel	Derinlik(m)	15,00	Rapor Tarihi	10.07.2015
Numune No		1	Bakanlık No	

LİKİT LİMİT						PLASTİK LİMİT				
Deney No	Kap Ağırlığı (gr)	K+Islak Zemin (gr)	Kap+ Kuru Zemin (gr)	Su Muhtevası(%)	Vuruş Sayısı	Deney No	Kap Ağırlığı (gr)	K+Islak Zemin (g)	Kap+ Kuru Zemin (gr)	Plastik Limit
1	20,61	45,36	38,92	35,17	33	1	20,69	30,84	28,97	22,58
2	20,33	44,82	38,42	35,38	30	2	18,41	29,15	27,11	23,45
3	19,73	42,16	36,39	34,63	26	3	19,05	30,43	28,33	22,63
4	19,84	42,87	36,52	38,07	21					
5	20,25	46,27	39,25	36,95	17					

LİKİT LİMİT



LİKİT LİMİT VE PLASTİK LİMİTLERİ SINIFLAMASI



AÇIKLAMA :

Laboratuvarımız Bayındırlık ve İskan Bakanlığının 293 sayılı öln bölgesine sahiptir.
 *Deneyler TS 1900'ye göre yapılmıştır.
 *Bu rapor laboratuvarımızın öln olmadan, kimden dahi olsa çoğaltılamaz.
 *Bu sonuçlar sadece deney yapılan numunelere aittir.

DENEYİ YAPAN:


Mehmet KURT
 İnşaat Mühendisi
 Sicil No: 96010

ONAY:


İsmail KURTULUŞ
 Lab. Direktörü
 Sicil No: 16554

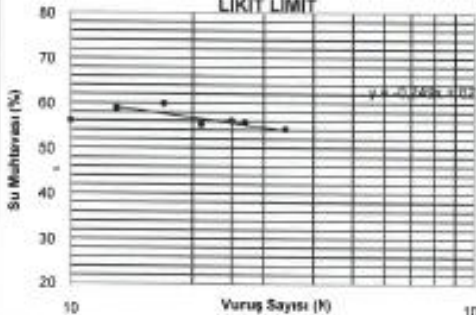




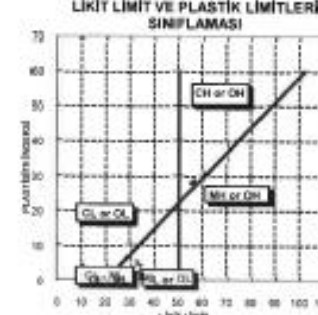
 Yapı & Zemin Laboratuvarı		KIVAM LİMİTLERİ DENEY FORMU		
Müşteri	BOZYİĞİT MÜHENDİSLİK		Proje No	Z-15-1022
Proje Adı	KÖPRÜ AYAKLARI YAPIM İŞİ EK RAPOR		Rapor No	Z-15-1022
Pafta		Num.Tipi	UD	Num. Alma/Kab Ta.
Ada		Kuyu No	SK4	Deney Tarihi
Parsel		Derinlik(m)	20,00	Rapor Tarihi
		Numune No	1	Bakanlık No

LİKİT LİMİT						PLASTİK LİMİT				
Deney No	Kap Ağırlığı (gr)	K+Islak Zemin (gr)	Kap+ Kuru Zemin (gr)	Su Muhtevaa(%)	Vuruş Sayısı	Deney No	Kap Ağırlığı (gr)	K+Islak Zemin (g)	Kap+ Kuru Zemin (gr)	Plastik Limit
1	19,67	44,58	37,56	39,24	34	1	20,02	31,60	29,70	19,63
2	19,81	44,21	37,49	38,01	28	2	21,14	31,42	29,60	21,51
3	19,84	45,07	38,02	38,78	23	3	19,38	29,91	28,10	20,76
4	20,10	46,58	39,32	37,77	18					
5	17,61	41,62	34,86	39,19	14					

LİKİT LİMİT



LİKİT LİMİT VE PLASTİK LİMİTLERİ SINIFLAMASI



AÇIKLAMA :

Laboratuvarımız Bayındırlık ve İşleri Bakanlığının 293 sayılı tebliğine sahiptir.
 *Deneyler TS 1900'e göre yapılmıştır.
 *Bu rapor laboratuvarımızın izni olmadan, kısmen dahi olsa çoğaltılamaz.
 *Bu sonuçlar sadece deney yapılan numunelere aittir.

SONUÇLAR

LİKİT LİMİT :	38,62
PLAS. LİMİT :	20,63
I_p :	17,98
ZEM.GRUBU	CL

ONAY:



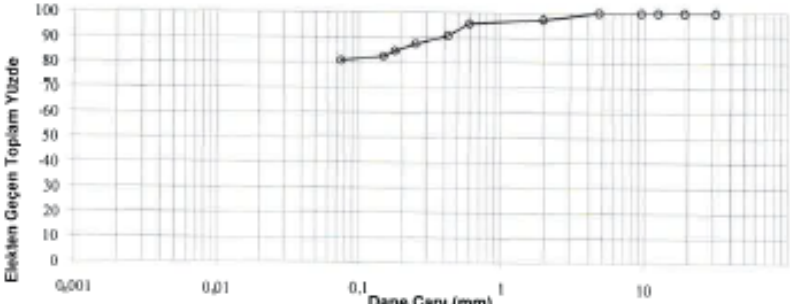
Mehmet KURT
İngineer Mühendisi
Sicil No: 95010



Mehmet KURTULAR
İngineer Mühendisi
Sicil No: 95010

		ELEK ANALİZ RAPORU	
Yapı & Zemin Laboratuvarı		RAPOR FÖY NO: R.F.03	
Müşteri: BOZYİĞİT MÜHENDİSLİK		Sayfa/Toplam Sayfa: 1/1	
Proje: KÖPRÜ AYAKLARI YAPIM İŞİ EK RAPOR		Proje No: Z-15-1022	
Pafta:		Rapor No: Z-15-1022	
Ada:		Num. Alma/Kabul Tar. 07.07.2015	
Parsel:		Deneysel Kuyu No: SK1	
Derinlik (m): 15,00		Deneysel Rapor Tarihi: 10.07.2015	
Num. No: 1		Bakanlık No:	
Numune Miktarı: 200 (gr)		Numune Miktarı: 200 (gr)	

ELEK ÇAPİ	ELEK NO	KALAN AĞIRLIK	KAL TOPLAM AĞIRLIK	KALAN TOPLAM %	GEÇEN TOPLAM %
31,5 mm	1 ^{1/2} in.	0	0	0	100
19 mm	3/4 in.	0	0	0	100
12,5 mm	1/2 in.	0	0	0	100
9,5 mm	3/8 in.	0	0	0	100
4,75 mm	4	0	0	0	100
2 mm	10	5,24	5,24	3	97
0,6 mm	30	3,28	8,52	4	96
0,425 mm	40	9,86	18,38	9	91
0,25 mm	60	6,45	24,83	12	88
0,18 mm	80	5,89	30,72	15	85
0,15 mm	100	4,22	34,94	17	83
0,075 mm	200	3,48	38,42	19	81
Dip kap		0,1	200	100	



SONUÇLAR: D10= **97,380** D30= **95,740** D60= **87,585** Cc= **1,07**
 Cu= **0,90**

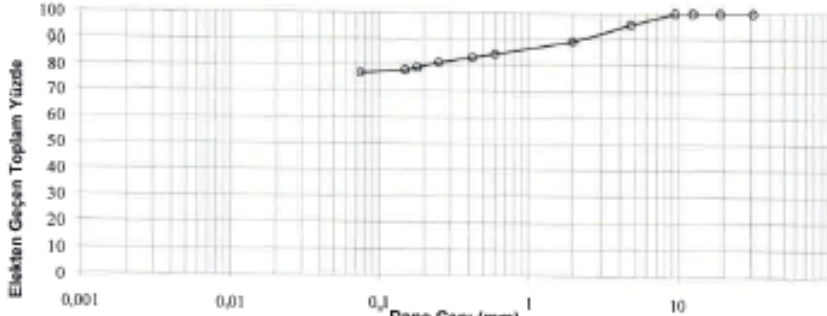
Not: Sonuçlar yalnızca, teslim edilen numune için geçerlidir.
 Müşteri TS-1901 metodlarına uygun numune aldığını tasdik eder.
 Bu rapor ancak kâğıtten geçerlidir.
 Deneyler Med Arch Laboratuvarında ASTM D-422-63 Elek Analizi Metoduna uygun olarak yapılmıştır.
 Bu Laboratuvarın LMBK tarafından izlenişi Balge ve almasıyla ailemisi haklı verilmektedir; Balge No:293

DENEYİ YAPAN:  **İsmail KURTULAN**
 İnşaat Mühendisi
 Sicil No: 95010

ONAY:  **İsmail KURTULAN**
 İnşaat Mühendisi

		ELEK ANALİZ RAPORU	
Yapı & Zemin Laboratuvarı		ELEK ANALİZ RAPORU	
		RAPOR FÖY NO: R.F.03	
Müşteri: BOZYİĞİT MÜHENDİSLİK		Sayfa/Toplam Sayfa: 1/1	
Proje: KÖPRÜ AYAKLARI YAPIM İŞİ EK RAPOR		Rapor No: Z-15-1022	
Pafta	Num.Tipi	UD	Num.Alma/Kabul Tar.
Ada	Kuyu No	SK1	Dene Y Tarih
Parsel	Derinlik(m)	20,00	Rapor Tarih
		Bakanlık No	
		Numune Miktarı: 200 (gr)	

ELEK ÇAPI	ELEK NO	KALAN AĞIRLIK	KALTOPLAM AĞIRLIK	KALAN TOPLAM %	GEÇEN TOPLAM %
31,5 mm	1 ^{1/2} in.	0	0	0	100
19 mm	3/4 in.	0	0	0	100
12,5 mm	1/2 in.	0	0	0	100
9,5 mm	3/8 in.	0	0	0	100
4,75 mm	4	8,61	8,61	4	96
2 mm	10	13,26	21,87	11	89
0,6 mm	30	9,90	31,77	16	84
0,425 mm	40	2,69	34,46	17	83
0,25 mm	60	3,95	38,41	19	81
0,18 mm	80	3,76	42,17	21	79
0,15 mm	100	1,83	44	22	78
0,075 mm	200	2,19	46,19	23	77
Dip kap		0,25	200	100	



SONUÇLAR: D10= D30= D60= Cr=

Not: Sonuçlar yalnız, teslim edilen numune için geçerlidir.

Müşteri TS-1901 metodlarına uygun numune alındığını tasdiql eder.

Bu rapor dışarı kimen geçeltirmez.

Deneyle Med Arch Laboratuvarında ASTM D 422-63 Elek Analiz Metodu na uygun olarak yapılmıştır.

Bu Laboratuvara ÜRK tarafından (in Belge ve diğerleri) kullanma hakkı verilmiştir. Belge No: 293

DENEYİ YAPAN:



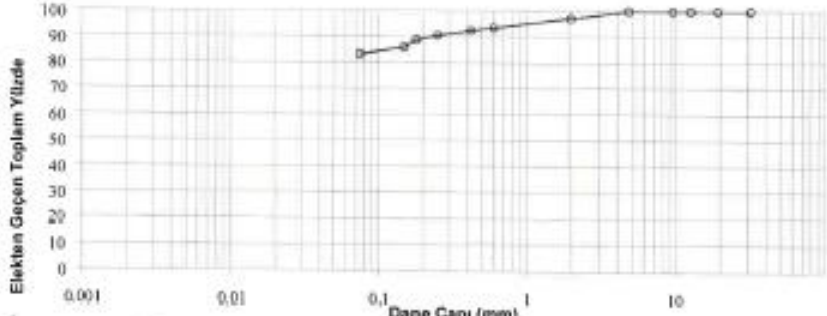
Mehmet KURİ
İnşaat Mühendisi
Sicil No: 96010



İbrahim KURTULAN
Lab. Den. Mühendisi
Belge No: 16357

		ELEK ANALİZ RAPORU	
Yapı & Zemin Laboratuvarı		RAPOR FÖY NO: RF 03	
Müşteri BOZYİĞİT MÜHENDİSLİK		Sayfa/Toplam Sayı 1/1	
Proje KÖPRÜ AYAKLARI YAPIM İŞİ EK RAPOR		Proje No Z-15-1022	
Pafta		Rapor No Z-15-1022	
Ada		Num. Alma/Kabul Tar. 07.07.2015	
Parsel		Deneysel No SK2	
Derinlik (m) 15,00		Deneysel Tarihi 07.07.2015	
Num. No 1		Rapor Tarihi 10.07.2015	
Numune Miktarı 200 (gr)		Bakanlık No	

ELEK ÇAPİ	ELEK NO	KALAN AĞIRLIK	KAL TOPLAM AĞIRLIK	KALAN TOPLAM %	GEÇEN TOPLAM %
31,5 mm	1 ^{1/2} in.	0	0	0	100
19 mm	3/4 in.	0	0	0	100
12,5 mm	1/2 in.	0	0	0	100
9,5 mm	3/8 in.	0	0	0	100
4,75 mm	4	0	0	0	100
2 mm	10	5,74	5,74	3	97
0,6 mm	30	7,54	13,28	7	93
0,425 mm	40	2,12	15,4	8	92
0,25 mm	60	3,68	19,08	10	90
0,18 mm	80	3,49	22,57	11	89
0,15 mm	100	5,47	28,04	14	86
0,075 mm	200	5,66	33,6	17	83
Dip kağıt		0,22	200	100	



SONUÇLAR: D₁₀ = D₃₀ = D₆₀ = C_c =
 C_u = Zemin Grup Sembolü:

Not: Sonuçlar yalnız, tasdik edilen numune için geçerlidir.
 Müşteri TS-1901 metodlarına uygun numune alındığını tasdik eder.
 Bu rapor örnekle kullanıma geçmez.
 Deneyler Med Arch Laboratuvarında ASTM D 422-63 Elek Analizi Metoduna uygun olarak yapılmıştır.
 Bu Laboratuvara LRB tarafından bir Belge ve stempesi kullanılarak haklı verilmiştir; Belge No: 393

DENEYİ YAPAN: **ONAY:**



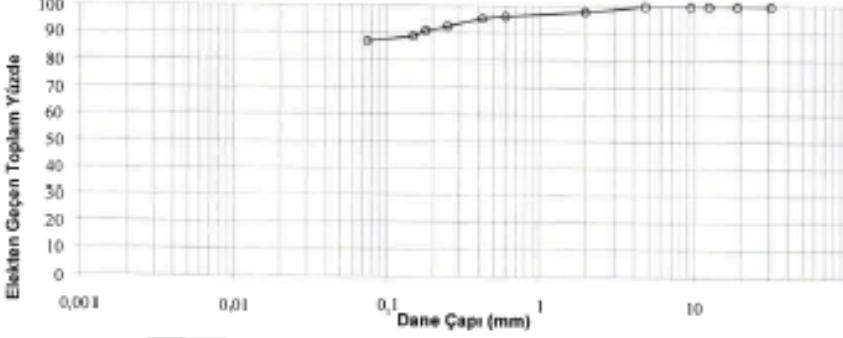
Mehmet KURT
 İnşaat Mühendisi
 Sicil No: 96010



İsmail KURTULAN

		ELEK ANALİZ RAPORU	
Yapı & Zemin Laboratuvarı		RAPOR FÖY NO: R.F.03	
Müşteri: BOZYİĞİT MÜHENDİSLİK		Sayfa/Toplam Sayı: 1/1	
Proje: KÖPRÜ AYAKLARI YAPIM İŞİ EK RAPOR		Proje No: Z-15-1022	
Pafta:		Rapor No: Z-15-1022	
Ada:		Num. Alma/KabuTar: 07.07.2015	
Parsel:		DeneY Tarihi: 07.07.2015	
Derinlik(m): 20.00		Rapor Tarihi: 10.07.2015	
Num. No: 1		Bakanlık No:	
Numune Miktarı: 200 (gr)		Num. No: 1	

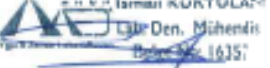
ELEK ÇAPİ	ELEKNO	KALAN AĞIRLIK	KALTOPLAM AĞIRLIK	KALAN TOPLAM %	GEÇEN TOPLAM %
31.5 mm	1 ⁱⁿ	0	0	0	100
19 mm	3/4 ⁱⁿ	0	0	0	100
12.5 mm	1/2 ⁱⁿ	0	0	0	100
9.5 mm	3/8 ⁱⁿ	0	0	0	100
4.75 mm	4	0	0	0	100
2 mm	10	4.16	4.16	2	98
0.8 mm	30	3.82	7.98	4	96
0.425 mm	40	1.57	9.55	5	95
0.25 mm	60	5.81	15.36	8	92
0.18 mm	80	3.12	18.48	9	91
0.15 mm	100	4.12	22.6	11	89
0.075 mm	200	3.75	26.35	13	87
Dip kap		0.15	200	100	



SONUÇLAR: D10= D30= D60= Cc=
 Not: Sonuçlar yalnız, teslim edilen numune için geçerlidir. Cu=
 Müşteri TS-1501 metodlarına uygun numune aldığına taahhüd eder. Zemin Grup Sembolü:
 Bu rapor yalnız kâğıt ortamında geçerlidir.
 Deneyler Med Arch Laboratuvarında ASTM D 422-62 Elek Analiz Metodu ile uygun olarak yapılmıştır.
 Bu Laboratuvara LİBK tarafından izin belge ve simgesi kullanma hakkı verilmiştir. Belge No: 293
DENEYİ YAPAN: **ONAY:**



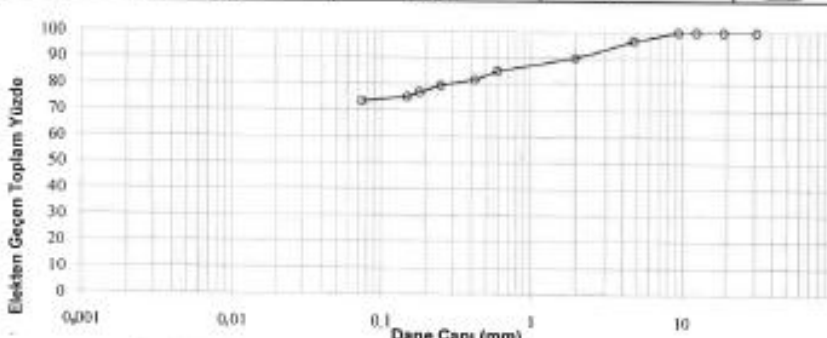
Mehmet KURT
İşleten Mühendis
Sicil No: 98010



İsmail KURTULAN
Gör. Den. Mühendis
Sicil No: 16315

		ELEK ANALİZ RAPORU			
Yapı & Zemin Laboratuvarı		ELEK ANALİZ RAPORU			
		RAPOR FÖY NO: R.F.03			
		Sayfa/Toplam Sayfa: 1/1			
Müşteri	BOZYİĞİT MÜHENDİSLİK		Proje No	Z-15-1022	
Proje	KÖPRÜ AYAKLARI YAPIM İŞİ EK RAPOR		Rapor No	Z-15-1022	
Pafta		Num. Tipi	DRSELENİM	Num. Alma/Kabul Tar.	07.07.2015
Ada		Kuyu No	SK3	Deney Tarihi	07.07.2015
Parsel		Derinlik(m)	15,00	Rapor Tarihi	10.07.2015
		Bakanlık No			
		Num.No	1	Numune Miktarı	200 (gr)

ELEK ÇAPİ	ELEK NO	KALAN AĞIRLIK	KALTOPLAM AĞIRLIK	KALAN TOPLAM %	GEÇEN TOPLAM %
31,5 mm	1 ^{1/2} in	0	0	0	100
19 mm	3/4 in	0	0	0	100
12,5 mm	1/2 in	0	0	0	100
9,5 mm	3/8 in	0	0	0	100
4,75 mm	4	6,35	6,35	3	97
2 mm	10	13,27	19,62	10	90
0,8 mm	30	10,45	30,07	15	85
0,425 mm	40	6,82	36,89	18	82
0,25 mm	60	4,15	41,04	21	79
0,18 mm	80	5,24	46,28	23	77
0,15 mm	100	3,66	49,94	25	75
0,075 mm	200	3,15	52,99	26	74
Dip kapı		0,12	200	100	



SONUÇLAR: D10= D30= D60= Cc=
 Cu= Zemin Grup Sembolü

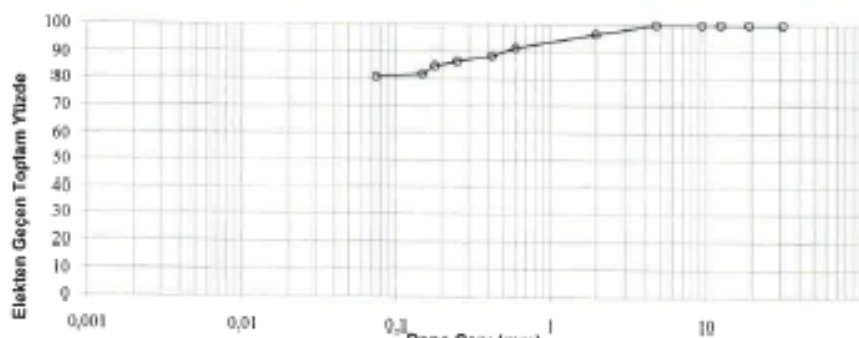
Not: Sonuçlar yalnızca, teslim edilen numune için geçerlidir.
 Müşteri TS-1901 metodlarına uygun numune eidiğini taahhüd eder.
 Bu raporlar iletirtilen malzemenin çözümleridir.
 Deneyler Med Arch Laboratuvarında ASTM D-422-63 Elek Analizi Metoduyla uygun olarak yapılmıştır.
 Bu Laboratuvara LİBK tarafından İmza Belge ve Simgesini kullanma hakkı verilmiştir; Belge No:292

DENEYİ YAPAN:  Mehmet KURT
 İnşaat Mühendisi
 Sicil No: 95910

ONAY:  İsmail KURTULAN
 Lab. Den. Mühendisi
 Belge No: 14352

				ELEK ANALİZ RAPORU	
Yapı & Zemin Laboratuvarı				RAPOR FÖY NO: R.F.03	
Müşteri BOZYİĞİT MÜHENDİSLİK				Sayfa/Toplam Sayfa 1/1	
Proje KÖPRÜ AYAKLARI YAPIM İŞİ EK RAPOR				Proje No Z-15-1022	
Pafta				Rapor No Z-15-1022	
Ada				Num. Alma/Kabul Tar. 07.07.2015	
Parsel				Deney Tarihi 07.07.2015	
Derinlik(m) 20,00				Rapor Tarihi 10.07.2015	
Num.No 1				Bakanlık No	
Numune Miktarı 200 (gr)				Numune Miktarı 200 (gr)	

ELEK ÇAPİ	ELEK NO	KALAN AĞIRLIK	KALTOPLAM AĞIRLIK	KALAN TOPLAM %	GEÇEN TOPLAM %
31,5 mm	1 ^{1/4} in.	0	0	0	100
19 mm	3/4 in.	0	0	0	100
12,5 mm	1/2 in.	0	0	0	100
9,5 mm	3/8 in.	0	0	0	100
4,75 mm	4	0	0	0	100
2 mm	10	7,16	7,16	4	96
0,6 mm	30	10,06	17,22	9	91
0,425 mm	40	6,11	23,33	12	88
0,25 mm	60	3,84	27,17	14	86
0,18 mm	80	3,26	30,43	15	85
0,15 mm	100	5,83	35,26	18	82
0,075 mm	200	2,34	38,6	19	81
Dip kap		0,18	200	100	



SONUÇLAR: D10= D30= D60= Cc=
 Cu= Zemin Grup Sembolü

Not: Sonuçlar yalnız, testim edilen numune için geçerlidir.
 Müşteri TS-1901 metodlarına uygun numune aldığını tasahhüt eder.
 Bu rapor yalnız kazıma için geçerlidir.
 Deneyler Med Arch Laboratuvarında ASTM D 422-62 Elek Analizi Metoduyla uygun olarak yapılmıştır.
 Bu Laboratuvara LİBK tarafından İhale Belge ve simgesi kullanılarak verilmiştir. Belge No 293

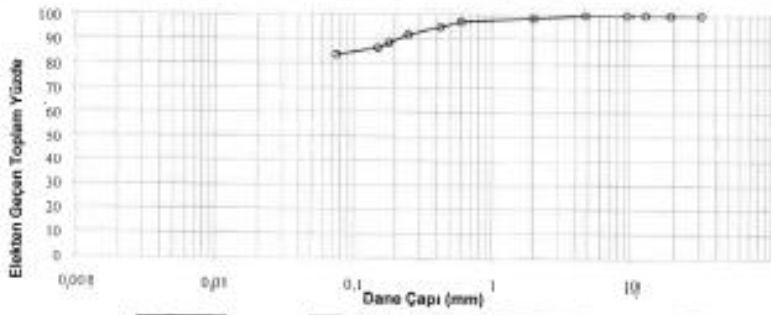
DENEYİ YAPAN:  **ONAY:** 


Mehmet KURİ
 Mühendis
 Belge No: 96v10


İsmail KURTULU
 Lab. Den. Mühendisi
 Belge No: 16357

 Yapı & Zemin Laboratuvarı		ELEK ANALİZ RAPORU		
		RAPOR FÖY NO	R.F.03	
Müşteri	BOZYIĞIT MÜHENDİSLİK		Sağfa/ToplamSağfa	1/1
Proje	KÖPRÜ AYAKLARI YAPIM İŞİ EK RAPOR		Proje No	Z-15-1022
Pafra		Num. Tipi	ORSELENME	Num Alma/Kabu/Tar
Ada		Kuyu No	SK4	Deney Tarihi
Parsel		Derinlik (m)	15.00	Rapor Tarihi
		Num. No	1	Bakanlık No
		Numune Miktarı	200	(gr)

ELEK ÇAPİ	ELEKNO	KALAN AĞIRLIK	KALTOPLAM AĞIRLIK	KALAN TOPLAM %	GEÇEN TOPLAM %
31.5 mm	1 1/4 in	0	0	0	100
19 mm	3/4 in	0	0	0	100
12.5 mm	1/2 in	0	0	0	100
9.5 mm	3/8 in	0	0	0	100
4.75 mm	4	0	0	0	100
2 mm	10	2.35	2.35	1	99
0.6 mm	30	3.16	5.51	3	97
0.425 mm	40	4.5	10.01	5	95
0.25 mm	60	6.25	16.26	8	92
0.18 mm	80	6.98	23.24	12	88
0.15 mm	100	4.02	27.26	14	86
0.075 mm	200	5.43	32.69	16	84
DİP kaP		0.15	200	100	—



SONUÇLAR: D10= D30= D60= Cc=
 Cu= Zemin Grup Semboli:

Not: Sonuçlar yalnızca teslim edilen numune için geçerlidir.
 Müşteri TS-1901 metodlarına uygun numune aldığına taahhüd eder.
 Bu rapor için kâğıt kullanılmamıştır.
 Deneyler Med. Arç. Laboratuvarında ASTM D 422-63 Elek. Analiz Metoduyla uygun olarak yapılmıştır.
 Bu Laboratuvara LİSİ tarafından İmza Belge ve Sırasının kullanma hakkı verilmiştir. Belge No: 293

DENEYİ YAPAN: **QNA:**



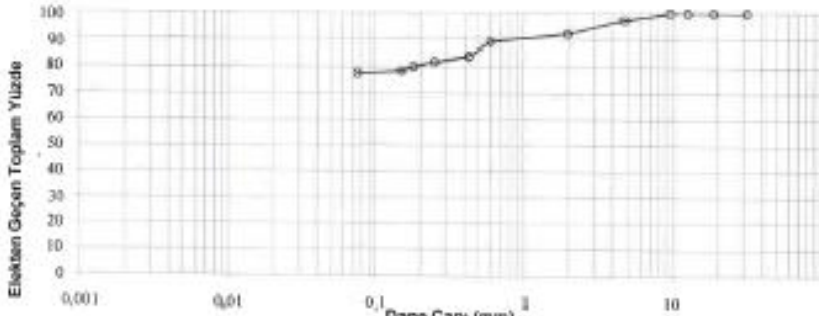
Mehmet KURT
İnşaat Mühendisi
Sicil No: 95010



İsmail KURTULU
İnş. M. Eng. Mühendisi
Belge No: 16357

 Yapı & Zemin Laboratuvarı		ELEK ANALİZ RAPORU		
		RAPOR FÖY NO:	R.F.03	
Müşteri	BOZYİĞİT MÜHENDİSLİK		Sayfa/Toplam Sayfa	1/1
Proje	KÖPRÜ AYAKLARI YAPIM İŞİ EK RAPOR		Proje No	Z-15-1022
Pafta		Num. Tiği	UD	Num. Alma/Kabu(Tar.
Ada		Kutu No	SK4	Deney Tarihi
Parsel		Derinlik(m)	20.00	Rapor Tarihi
		Bakanlık No		
		Num.No	i	Numune Miktarı
				200 (gr)

ELEK ÇAPİ	ELEK NO	KALAN AĞIRLIK	KAL TOPLAM AĞIRLIK	KALAN TOPLAM %	GEÇEN TOPLAM %
31.5 mm	1 ^{1/4} in.	0	0	0	100
19 mm	3/4 in.	0	0	0	100
12.5 mm	1/2 in.	0	0	0	100
9.5 mm	3/8 in.	0	0	0	100
4.75 mm	4	5.29	5.29	3	97
2 mm	10	10.22	15.51	8	92
0.6 mm	30	6.45	21.96	11	89
0.425 mm	40	16.09	32.05	18	84
0.25 mm	60	4.19	36.24	18	82
0.18 mm	80	3.27	39.51	20	80
0.15 mm	100	3.22	42.73	21	79
0.075 mm	200	1.82	44.55	22	78
DYP kağıt		0.08	200	100	



SONUÇLAR: D10= D30= D60= Cc=
 Cu=

Not: Sonuçlar yalnız, testin edilen numune için geçerlidir.
 Müşteri TS-1901 metodlarına uygun numune aldığına taahhüd eder,
 Bu rapor bilimsel işleme göre hazırlanmıştır.
 Deneyler Med Arch Laboratuvarında ASTM D-422-63 Eleve Analizi Metoduyla uygun olarak yapılmıştır.
 Bu Laboratuvara LİSK tarafından İzin Belge ve zıngırsızı julaarına hakku verilmiştir. Belge No 293

DENEYİ YAPAN:



Mehmet KURT
İşleten Mühendis
Sicil No: 96010



İsmail KURTULAN
Lab. Den. Mühendisi
Belge No: 16357



SU MUHTEVASI DENEY RAPORU

SU MUHTEVASI DENEY RAPORU

			RAPOR FÖY NO:	F.48
Müşteri	BOZYİĞİT MÜHENDİSLİK		Sayfa/Top.Say. Sa	1/1
Proje	KÖPRÜ AYAKLARI YAPIM İŞİ EK RAPOR		Numune No	1
Pafta	Num.Tipli	ÖRSELENMİŞ	Rapor No	Z-15-1022
Ada	Kuyu No	SK1	Num.Alma/Kab.Tar.	07.07.2015
Parsel	Derinlik(m)	15,00	Deney Tarihi	07.07.2015
			Rapor Tarihi	10.07.2015
			Bakanlık No	

	DENEY-1	BİRİM
Numune No	1	
Kap No	20	
Kap Ağırlığı	20,10	(g)
Kap + Yaş Num. Ağı	80,71	(g)
Kap+ Kuru Num. Ağırlığı	77,54	(g)
Yaş Numune Ağırlığı	60,61	(g)
Kuru Numune Ağırlığı	57,44	(g)
Su (Nem) Miktarı		(g)
Su Muhtevası	5,52	(%)
Su % Miktarı	3,17	(g)

SONUÇLAR : ZEMİNİN SU İÇERİĞİ

NUMUNE TANIMI :

AÇIKLAMALAR :

Laboratuvarımız Bayındırlık ve İskan Bakanlığının 293 sayılı izin belgesine sahiptir.

*Deneyler TS 1900-1'e göre yapılmıştır.

*Bu rapor laboratuvarımızın izni olmadan, kısmen dahi olsa çoğaltılamaz.

*Bu sonuçlar sadece deney yapılan numunelere aittir.

ONAY:

DENEYİ YAPAN:


Mehmet K.
İnşaat Mühendisi
Sicil No: 55010


İsmail MURKULAN
Deney Mühendisi
Belge No: 16357



SU MUHTEVASI DENEY RAPORU

SU MUHTEVASI DENEY RAPORU

Müşteri	BOZYIĞIT MÜHENDİSLİK			RAPOR FÖY NO:	748
Proje	KÖPRÜ AYAKLARI YAPIM İŞİ EK RAPOR			Sayfa/Top.Say. Sa	1/1
Pafta	Num.Tipi	UD		Numune No	1
Ada	Kuyu No	SK1		Rapor No	Z-15-1022
Parsel	Derinlik(m)	20,00		Num.Alma/Kab.Tar.	07.07.2015
				Deney Tarihi	07.07.2015
				Rapor Tarihi	10.07.2015
				Bakanlık No	

	DENEY-1	İRİM
Numune No	1	
Kap No	23	
Kap Ağırlığı	19,62	(g)
Kap + Yaş Num. Ağ	80,53	(g)
Kap+ Kuru Num. Ağırlığı	77,95	(g)
Yaş Numune Ağırlığı	60,91	(g)
Kuru Numune Ağırlığı	58,33	(g)
Su (Nem) Miktarı		(g)
Su Muhtevası	4,42	(%)
Su % Miktarı	2,58	(g)

SONUÇLAR : ZEMİNİN SU İÇERİĞİ

NUMUNE TANIMI :

AÇIKLAMALAR :

Laboratuvarımız Bayındırlık ve İskan Bakanlığının 293 sayılı izin belgesine sahiptir.

*Deneyler TS 1500-1'e göre yapılmıştır.

*Bu rapor laboratuvarımızın izni olmadan, kısmen dahi olsa çoğaltılamaz.

*Bu sonuçlar sadece deney yapılan numunelere aittir.

ONAY:

DENEYİ YAPAN:

ARCH
Mühendislik
Yapı & Zemin Laboratuvarı
Mehmet KURT
İnşaat Mühendisi
Sicil No: 95010

ARCH
İsmail KURTULAN
Lab. Den. Mühendisi
Bölge No: 15010



SU MUHTEVASI DENEY RAPORU

SU MUHTEVASI DENEY RAPORU

			RAPOR FÖY NO:	F.48
Müşteri	BOZYİĞİT MÜHENDİSLİK		Sayfa/Top.Say. Sa	1/1
Proje	KÖPRÜ AYAKLARI YAPIM İŞİ EK RAPOR		Numune No	1
Pafta	Num.TİPİ	ÖRSELENİMİ	Rapor No	Z-15-1022
Ada	Kuyu No	SK2	Num.Alma/Kab.Tar.	07.07.2015
Parsel	Derinlik(m)	15,00	Deney Tarihi	07.07.2015
			Rapor Tarihi	10.07.2015
			Bakanlık No	

	DENEY-1	BİRİM
Numune No	1	
Kap No	4	
Kap Ağırlığı	21,14	(g)
Kap + Yaş Num. Ağırlığı	84,05	(g)
Kap+ Kuru Num. Ağırlığı	80,21	(g)
Yaş Numune Ağırlığı	62,91	(g)
Kuru Numune Ağırlığı	59,07	(g)
Su (Nem) Miktarı		(g)
Su Muhtevası	6,50	(%)
Su % Miktarı	3,84	(g)

SONUÇLAR : ZEMİNİN SU İÇERİĞİ

NUMUNE TANIMI :

AÇIKLAMALAR :

Laboratuvarımız Bayındırlık ve İskan Bakanlığı'nın 293 sayılı izin belgesine sahiptir.

*Deneyler TS 1500-1'e göre yapılmıştır.

*Bu rapor laboratuvarımızın izni olmadan, kısmen dahi olsa çoğaltılamaz.

*Bu sonuçlar sadece deney yapılan numanelere aittir.

ONAY:

DENEYİ YAPAN:

ARCH
YAPI & ZEMİN LABORATUVARI
Mehmet KURT
İng. San. Mühendisi
Etil No: 35010

ARCH YAPI & ZEMİN LABORATUVARI
Mehmet KURTULAN
Lab. Deney Mühendisi
Etil No: 35010

 ARCH MED Yapı & Zemin Laboratuvarı			SU MUHTEVASI DENEY RAPORU	
SU MUHTEVASI DENEY RAPORU			RAPOR FÖY NO:- F.48	
			Sayfa/Top.Say. Sa	1/1
Müşteri	BOZYİĞİT MÜHENDİSLİK		Numune No	1
Proje	KÖPRÜ AYAKLARI YAPIM İŞİ EK RAPOR		Rapor No	Z-15-1022
Pafta	Num.Tipi	UD	Num.Alma/Kab.Tar.	07.07.2015
Ağ	Kuyu No	SK2	Deney Tarihi	07.07.2015
Parsele	Derinlik(m)	20,00	Rapor Tarihi	10.07.2015
			Bakanlık No	

	DENEY-1	BİRİM
Numune No	1	
Kap No	20	
Kap Ağırlığı	20,10	(g)
Kap + Yaş Num. Ağ	73,71	(g)
Kap+ Kuru Num. Ağırlığı	68,89	(g)
Yaş Numune Ağırlığı	53,61	(g)
Kuru Numune Ağırlığı	48,79	(g)
Su (Nem) Miktarı		(g)
Su Muhtevası	9,88	(%)
Su % Miktarı	4,82	(g)

SONUÇLAR : ZEMİNİN SU İÇERİĞİ

NUMUNE TANIMI :

AÇIKLAMALAR :

İLaboratuvarımız Bayındırlık ve İskan Bakanlığının 293 sayılı İzin belgesine sahiptir.

*Deneyler TS 1900-1'e göre yapılmıştır.

*Bu rapor laboratuvarımızın izni olmadan, kısmen dahi olsa çoğaltılamaz.

*Bu sonuçlar sadece deney yapılan numunelere aittir.

ONAY:

DENEYİ YAPAN:



Mehmet KURTULAY
 İnşaat Mühendisi
 Sicil No: 35019



İsmail KURTULAY
 İnşaat Mühendisi
 Sicil No: 35019



SU MUHTEVASI DENEY RAPORU

SU MUHTEVASI DENEY RAPORU

				RAPOR FÖY NO:	F.48
Müşteri	BOZYİĞİT MÜHENDİSLİK			Sayfa/Top.Say. Sa	1/1
Proje	KÖPRÜ AYAKLARI YAPIM İŞİ EK RAPOR			Numune No	1
Pafta	Num.Tipi	ÖRSELENİMİŞ	Rapor No	Num.Alma/Kab.Tar.	2-15-1022
Ada	Kuyu No	SK3	Deney Tarihi		07.07.2015
Parsel	Derinlik (m)	15,00	Rapor Tarihi		10.07.2015
				Bakanlık No	

	DENEY-1	BİRİM
Numune No	2	
Kap No	32	
Kap Ağırlığı	16,16	(g)
Kap + Yaş Num. Ağırlığı	81,81	(g)
Kap+ Kuru Num. Ağırlığı	77,89	(g)
Yaş Numune Ağırlığı	65,65	(g)
Kuru Numune Ağırlığı	61,73	(g)
Su (Nem) Miktarı		(g)
Su Muhtevası	6,35	(%)
Su % Miktarı	3,92	(g)

SONUÇLAR : ZEMİNİN SU İÇERİĞİ

NUMUNE TANIMI :

AÇIKLAMALAR :

Laboratuvarımız Bayındırlık ve İskan Bakanlığının 293 sayılı izin belgesine sahiptir.

*Deneyler TS 1900-1'e göre yapılmıştır.

*Bu rapor laboratuvarımızın izni olmadan, kısmen dahi olsa çoğaltılamaz.

*Bu sonuçlar sadece deney yapılan numunelere aittir.

ONAY:

DENEYİ YAPAN:

ARCH
Mehmet KURT
İşletici Mühendisi
Etilik No: 95010

ARCH İsmail KURFULAN
Lab. Den. Mühendisi

			SU MUHTEVASI DENEY RAPORU	
SU MUHTEVASI DENEY RAPORU				
			RAPOR FÖY NO:	F.48
			Sayfa/Top.Say. Sa	1/1
Müşteri	BOZYIĞIT MÜHENDİSLİK		Numune No	1
Proje	KÖPRÜ AYAKLARI YAPIM İŞİ EK RAPOR		Rapor No	Z-15-1022
Pafta	Num.Tipi	UD	Num.Alma/Kab.Tar.	07.07.2015
Ada	Kuyu No	SK3	Deney Tarihi	07.07.2015
Parsel	Derinlik(m)	20,00	Rapor Tarihi	10.07.2015
			Bakanlık No	

	DENEY-1	BİRİM
Numune No	2	
Kap No	27	
Kap Ağırlığı	13,89	(g)
Kap + Yaş Num. Ağı	67,43	(g)
Kap+ Kuru Num. Ağırlığı	64,45	(g)
Yaş Numune Ağırlığı	53,54	(g)
Kuru Numune Ağırlığı	50,56	(g)
Su (Nem) Miktarı		(g)
Su Muhtevası	5,89	(%)
Su % Miktarı	2,98	(g)

SONUÇLAR : **ZEMİNİN SU İÇERİĞİ**

NUMUNE TANIMI :

AÇIKLAMALAR :

Laboratuvarımıza Bayındırlık ve İşleri Bakanlığı'nın 293 sayılı izin belgesine sahiptir.

*Deneyler TS 1900-1'e göre yapılmıştır.

*Bu rapor laboratuvarımızın izni olmadan, kısmen dahi olsa çoğaltılamaz.

*Bu sonuçlar sadece deney yapılan numunelere aittir.

DENEYİ YAPAN:



Mehmet KURT
İnşaat Mühendisi
Sicil No: 95010

ONAY:



Mehmet KURT
İnşaat Mühendisi
Sicil No: 95010



SU MUHTEVASI DENEY RAPORU

SU MUHTEVASI DENEY RAPORU

				RAPOR FÖY NO:	F.48
Müşteri	BOZYIĞIT MÜHENDİSLİK			Sayfa/Top.Say. Sa	1/1
Proje	KÖPRÜ AYAKLARI YAPIM İŞİ EK RAPORU			Numune No	1
Pa'ta		Num.Tipi	ÖRSELENMİŞ	Rapor No	Z-15-1022
Ada		Kıvrı No	SK4	Num.Alma/Kab.Tar.	07.07.2015
Parsel		Derinlik(m)	15,00	Deney Tarihi	07.07.2015
				Rapor Tarihi	10.07.2015
				Bakanlık No	

	DENEY-1	BİRİM
Numune No	1	
Kap No	33	
Kap Ağırlığı	14,31	(g)
Kap + Yaş Num. Ağı	80,43	(g)
Kap+ Kuru Num. Ağırlığı	77,24	(g)
Yaş Numune Ağırlığı	66,12	(g)
Kuru Numune Ağırlığı	62,93	(g)
Su (Nem) Miktarı		(g)
Su Muhtevası	5,07	(%)
Su % Miktarı	3,19	(g)

SONUÇLAR : ZEMİNİN SU İÇERİĞİ

NUMUNE TANIMI :

AÇIKLAMALAR :

Laboratuvarımız Bayındırlık ve İskan Bakanlığının 293 sayılı izin belgesine sahiptir.

*Deneyler TS 1900-1'e göre yapılmıştır.

*Bu rapor laboratuvarımızın izni olmadan, kısmen dahi olsa çoğaltılamaz.

*Bu sonuçlar sadece deney yapılan numunelere aittir.

ONAY:

DENEY YAPAN:

ARCH
MEHMET KURT
İnsaat Mühendisi
Sicil No: 95010

ARCH
İsmail KURTULAN
Lab. Den. Mühendisi
Sicil No: 16057



SU MUHTEVASI DENEY RAPORU

SU MUHTEVASI DENEY RAPORU

				RAPOR FÖY NO:	
				Sayfa/Top.Say. Sa	F.48
Müşteri	BOZYİĞİT MÜHENDİSLİK			Numune No	Z-15-1022
Proje	KÖPRÜ AYAKLARI YAPIM İŞİ EK RAPOR			Rapor No	Z-15-1022
Pafta		Num.Tipi	UD	Num.Alma/Kab.Tar.	07.07.2015
Ada		Kuyu No	SK4	Deney Tarihi	07.07.2015
Parsel		Derinlik(m)	20,00	Rapor Tarihi	10.07.2015
				Bakanlık No	

	DENEY-1	BİRİM
Yaş Numune Ağırlığı	1	
Kap No	16	
Kap Ağırlığı	20,69	(g)
Kap + Yaş Num. Ağı	84,37	(g)
Kap+ Kuru Num. Ağırlığı	81,03	(g)
Yaş Numune Ağırlığı	63,68	(g)
Kuru Numune Ağırlığı	60,34	(g)
Su (Nem) Miktarı		(g)
Su Muhtevası	4,42	(%)
Su % Miktarı	3,34	(g)

SONUÇLAR : ZEMİNİN SU İÇERİĞİ

NUMÖNE TANIMI :

AÇIKLAMALAR :

Laboratuvarımız Bayındırlık ve İskan Bakanlığının 293 sayılı izin belgesine sahiptir.

*Deneyler TS 1900-1'e göre yapılmıştır.

*Bu rapor laboratuvarımızın izni olmadan, kısmen dehi olsa çoğaltılamaz.

*Bu sonuçlar sadece deney yapılan numunelere aittir.

DENEYİ YAPAN:

ARCH MÜHÜR
Mehmet KURT
İnşaat Mühendisi
Sicil No: 25913

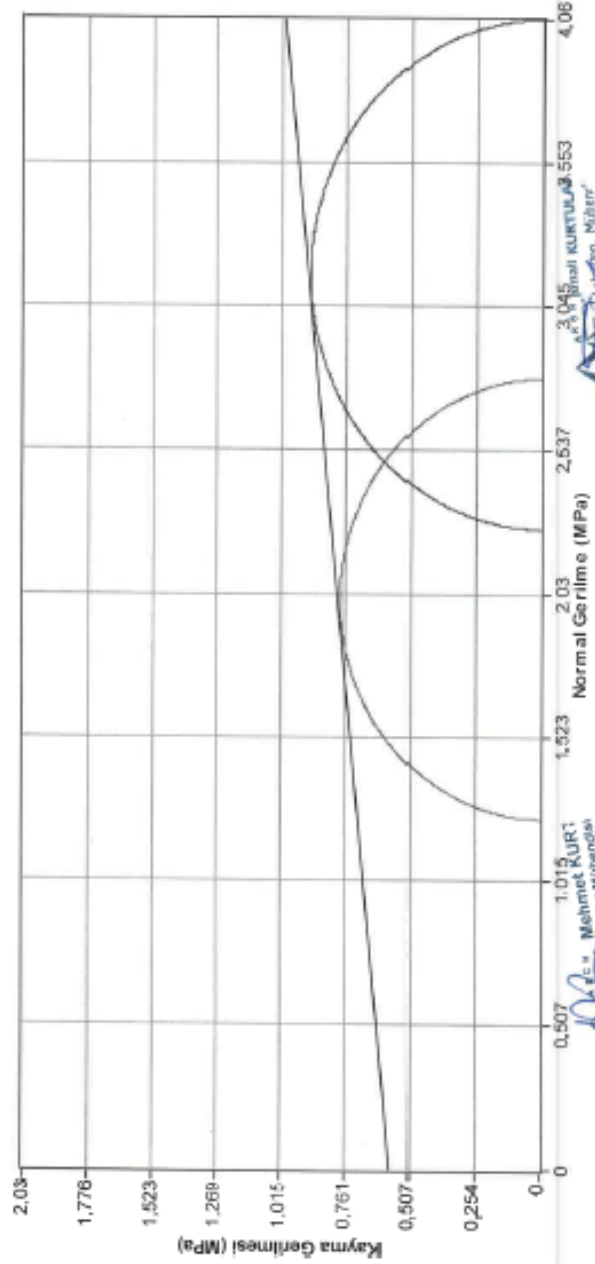
ONAY:

ARCH MÜHÜR
KURTULAI
Lab. Den. Mühend
Sicil No: 25913

ÜÇ EKSENLİ BASINÇ DENEYİ
(DENEY TİPİ : UU)

Numune Alın Tarihi : 07.07.2015
Deney Tarihi : 07.07.2015
Raporlama Tarihi : 10.07.2015
Deneyi Talep Eden : BOZYIĞIT MÜHENDİSLİK
Numune Alınan Yeri : MERKEZ/BATMAN
Numune Alınan Alan : BOZYIĞIT MÜHENDİSLİK
Bakanlık Numarası : / Lab. Kod. No : Z-15-1022
Adı : / Patla : / Paralel :

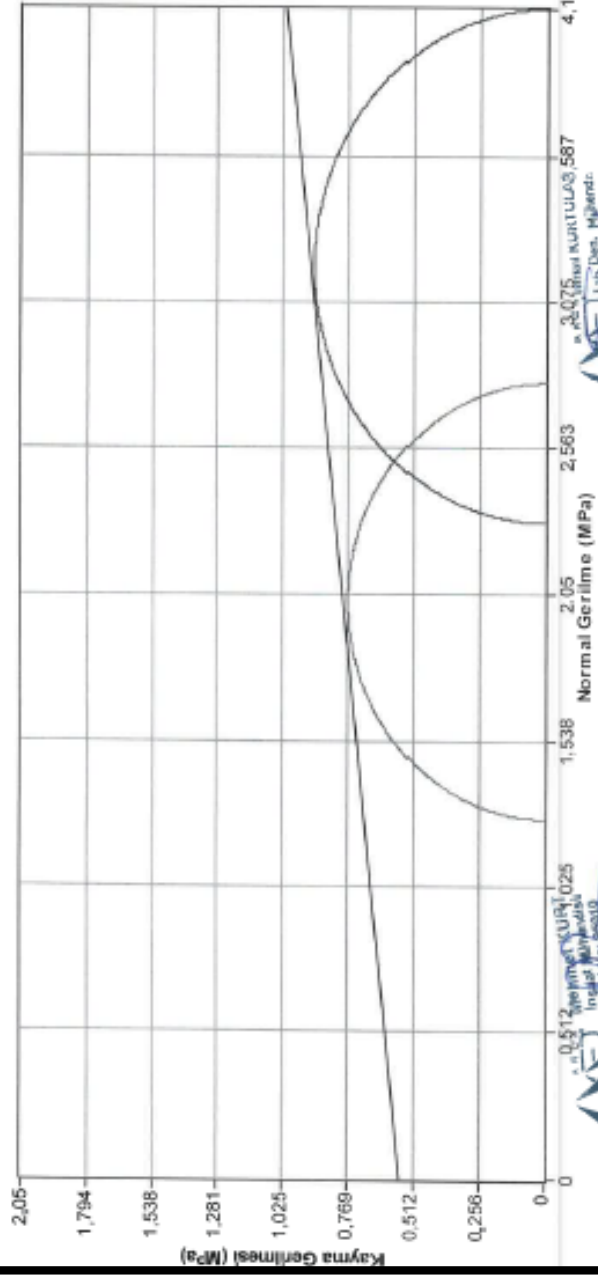
Proje : BOZYIĞIT MÜHENDİSLİK
Sondaj : KÖPRÜ AYAKLARI YAPIM İŞİ EK RAPOR
Numune No : SK1
Derinlik : 20,00
Tarih : 07.07.2015
C = 0,58 MPa
Phi = 5,94 Derece
W dogal (%) =
W numune (%) =



ÜÇ EKSENLİ BASINÇ DENEYİ
(DENEY TİPİ : UU)

Numune Alım Tarihi : 07.07.2015
Deney Tarihi : 07.07.2015
Raporlama Tarihi : 10.07.2015
Deneyi Talep Eden : BOZYIĞIT MÜHENDİSLİK
Numune Alınan Yer : MERKEZİBATMAN
Numune Alınan Alan : BOZYIĞIT MÜHENDİSLİK
Bakanlık Numarası : / Lab. Kod. No : Z-15-1022
Ada : / Pafta : / Parsel :

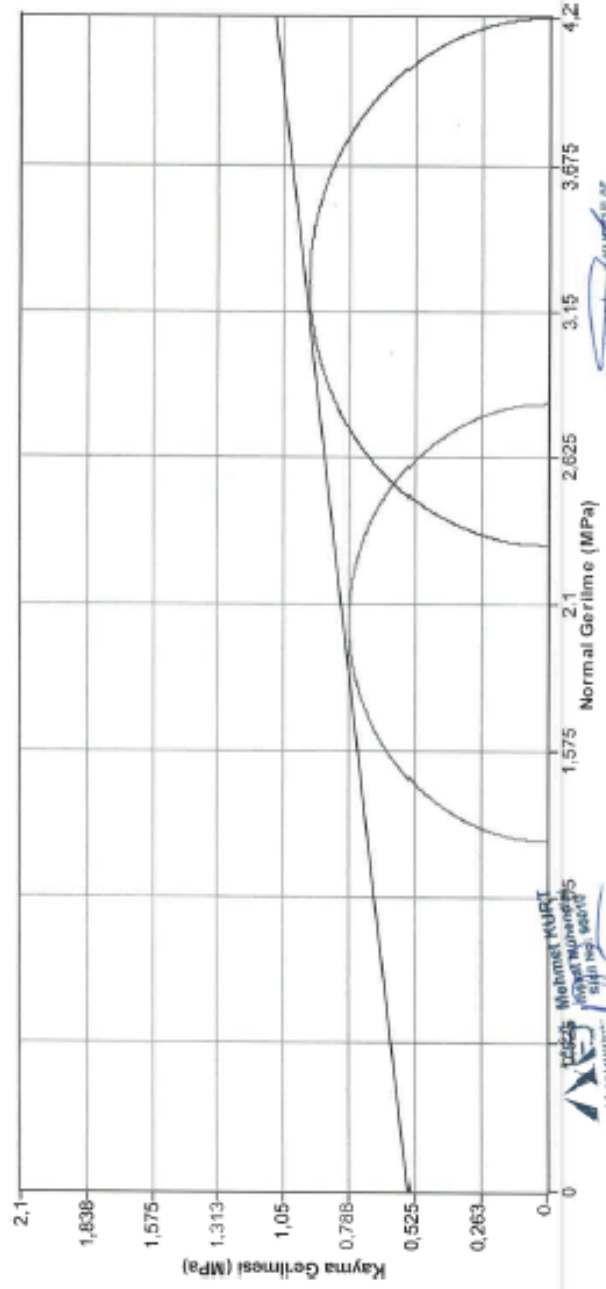
Proje : BOZYIĞIT MÜHENDİSLİK
Sandsj : KÖPRÜ AYAKLARI YAPIM İŞİ EK RAPOR
Numune No : SK2
Derinlik : 20,00
Tarih : 07.07.2015
C = 0,56 MPa
Phi = 6,33 Derece
W dogal (%) =
W numune (%) =



ÜÇ EKSENLİ BASINÇ DENEYİ (DENEY TİPİ : UU)

Numune Alın Tarihi : 07.07.2015
Deney Tarihi : 07.07.2015
Raporlama Tarihi : 10.07.2015
Deneyi Talep Eden : BOZYIĞIT MÜHENDİSLİK
Numune Alınan Yer : MERKEZ/BATMAN
Numune Alınan : BOZYIĞIT MÜHENDİSLİK
Bakanlık Numarası : / Lab. Kod. No Z-15-1022
Ada : / Pafta : / Parçel :

Proje : BOZYIĞIT MÜHENDİSLİK
Sondaj : KÖPRÜ AYAKLARI YAPIM IŞI EK RAPOR
Numune No : SK3
Derinlik : 20,00
Tarih : 07.07.2015
C = 0,55 MPa
PHI = 7,21 Derece
W dogal (%) =
W numune (%) =



ÜÇ EKSENLİ BASINÇ DENEYİ
(DENEY TİPİ : UU)

Numune Alın Tarihi : 07.07.2015

Deney Tarihi : 07.07.2015

Raporlama Tarihi : 10.07.2015

Deneyi Talep Eden : BOZYİĞİT MÜHENDİSLİK

Numune Alınan Yer : MERKEZ/BATMAN

Numune Alınan Alan : BOZYİĞİT MÜHENDİSLİK

Bakanlık Numarası : / Lab. Kod. No Z-15-1022

Ada : / Parça : / Parçesi :

Proje : BOZYİĞİT MÜHENDİSLİK

Sonda : KÖPRÜ AYAKLARI YAPIM İŞİ EK RAPOR

Numune No : SK4

Derinlik : 20,00

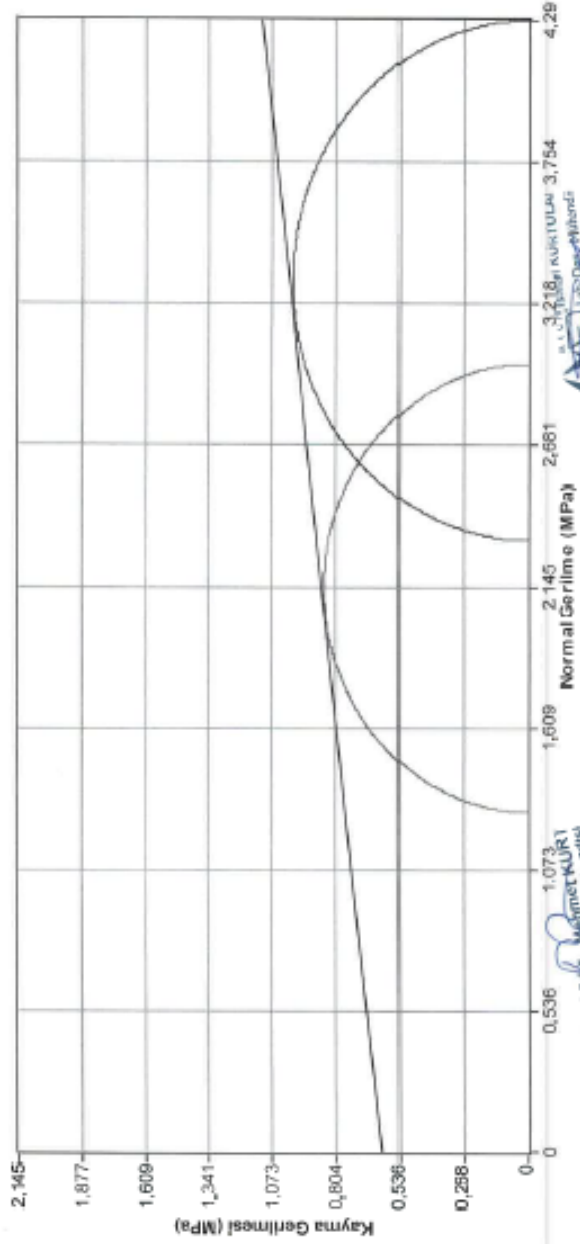
Tarih : 07.07.2015

C = 0,61 MPa

Phi = 6,71 Derece

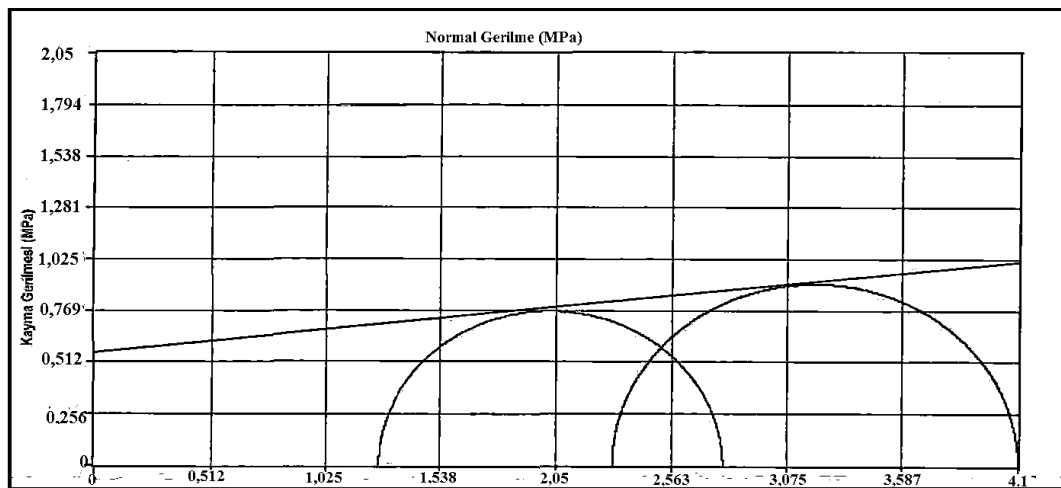
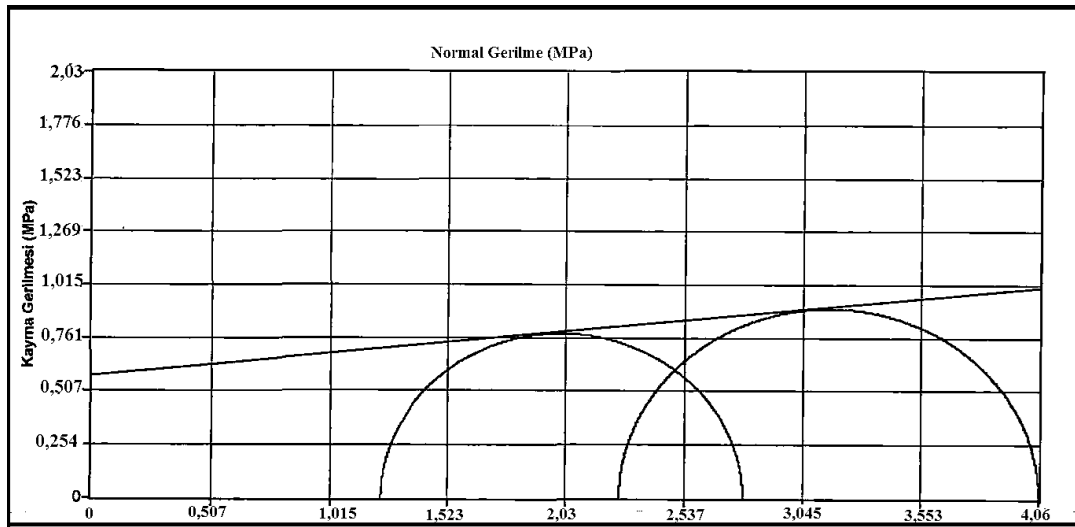
W dogal (%) =

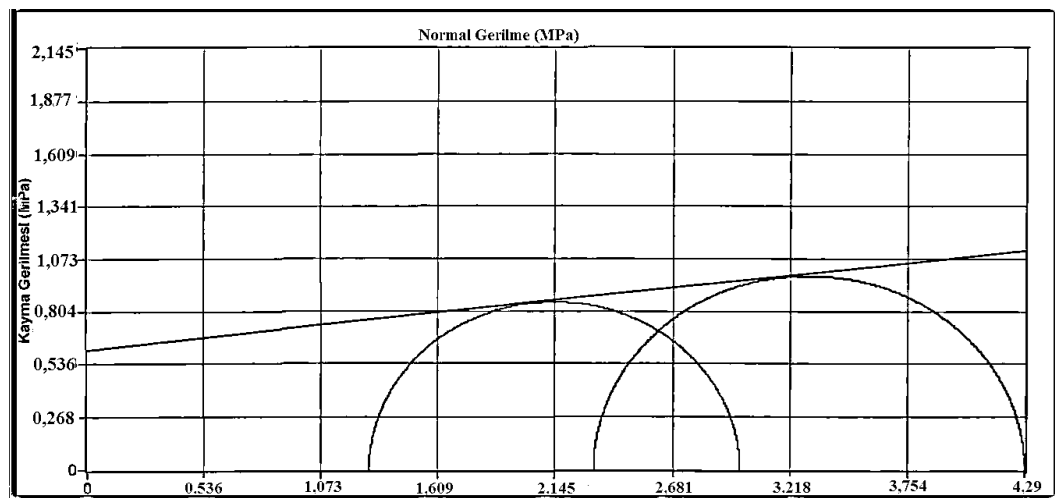
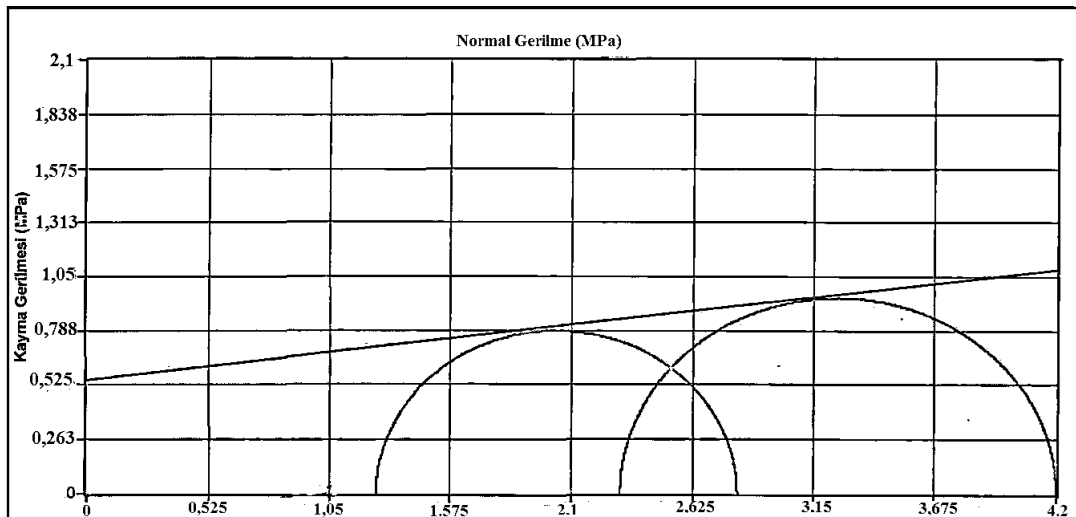
W numune (%) =



A.Ş. Dr. Mehmet KURU
Mühendis
No: 95510

A.Ş. Dr. Mehmet KURU
Mühendis
No: 95510





ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Veysel KÖYLÜ
Uyruğu : T.C.
Doğum Yeri ve Tarihi : BATMAN / 20.12.1989
Telefon : 05424047015
Faks : -
e-mail : vkoylu72@gmail.com

EĞİTİM

Derece	Adı, İlçe, İl	Bitirme Yılı
Lise	: Batman Lisesi/BATMAN/Merkez	2007
Üniversite	: Mesin Üniversitesi Jeolojoloji Mühendisliği /MERSİN/Merkez	2014
Yüksek Lisans	: Batman Üniversitesi Fenbilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı / BATMAN/Merkez	Devam Ediyor
Doktora	: -	

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	Kurum	Görevi
2014	YolSu Yapı Yay. Nak.San. ve Tic.Ltd.Şti	Jeoloji Mühendisi
2015	Batman TÜPRAŞ Şantiyesi /PNP Elektrik	İSG Uzmanı
2016	Peker İnş. Müh. Müş. Mim. Nak. San.	Jeoloji Mühendisi
2017	Ömer Yusuf OSGB	İSG Uzmanı
2019	Batman TÜPRAŞ Şantiyesi /Bağatır müh.	İSG Uzmanı

UZMANLIK ALANI Zemin Mekaniği

YABANCI DİLLER İngilizce