

**T.C.**  
**FIRAT ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**HIZAN İLÇE MERKEZİ (BİTLİS) JEOLojİK-JEOTEKNİK İNCELEMESİ**

**HAZIRLAYAN**  
**Sevcan NAMLI**  
**152116107**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**  
**JEOLojİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**Danışman**  
**Prof. Dr. Bahattin ÇETİNDAG**

**ELAZIĞ-2018**

T.C.  
FIRAT ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

HIZAN İLÇE MERKEZİ (BİTLİS) JEOLojİK-JEOTEKNİK İNCELEMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ  
Jeoloji Müh. Sevcan NAMLI  
152116107

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 25.12.2018

Tezin Savunulduğu Tarih : 23.01.2019

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Bahattin ÇETİNDAG

Jüri Üyeleri : Prof. Dr. Bahattin ÇETİNDAG

: Doç. Dr. Sema TETİKER

: Dr. Öğr. Üyesi Özlem ÖZTEKİN OKAN

ELAZIĞ-2018

## ÖNSÖZ

Hareketli bir plaka üzerinde yer alan Türkiye, yaşadığı 17 Ağustos 1999 Marmara ve 12 Kasım 1999 Düzce depremlerinden sonra, yer seçimi konusunda jeolojinin önemi ve yerel zemin şartlarının yapı hasarı üzerindeki etkileri tartışılmaya başlanmıştır. Bu öneme dayanarak Hizan İlçesi'nde yapılan bu çalışmadaki bütün veriler genel etüt amaçlıdır. Tezdeki izin verilebilir taşıma gücü değerleri parsel bazında zemin etüt raporu yerine kullanılmamalıdır. Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsüne Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlanan bu çalışmada, Hizan ilçe merkezinin (Bitlis) jeolojik-jeoteknik incelenmesi amaçlanmıştır.

Tez yazımı esnasında değerli bilgi ve eleştirilerinden faydalandığım sayın hocam Prof. Dr. Bahattin ÇETİNDAG' a şükranlarımı sunarım.

Çalışmalarım sırasında yardımlarını esirgemeyen; EYB Jeoteknik ve Mühendislik çalışanlarından Jeoloji Mühendisi Emre CENGİZ' e, Jeofizik Mühendisi Gökhan ERKUŞ' a ve Jeofizik Mühendisi Emre TOPYILDIZ' a teşekkür ederim. Ayrıca çalışmalarımnda manevi desteklerini benden esirgemeyen anneme ve abime teşekkürlerimi sunarım.

**Sevcan NAMLI**  
**ELAZIĞ-2018**

## İÇİNDEKİLER

### Sayfa No

ÖNSÖZ.....	I
İÇİNDEKİLER.....	II
ÖZET .....	IV
SUMMARY .....	V
EKLER LİSTESİ.....	VIII
SEMBOLLER LİSTESİ.....	IX
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Çalışmanın Önemi ve Amacı.....	2
1.2. Çalışma Alanının Tanıtımı.....	3
1.2.1. Yerleşim ve Ulaşım.....	4
1.2.2. İklim ve Bitki Örtüsü.....	5
1.2.3. Topoğrafya .....	6
2. MATERYAL VE METOT.....	8
2.1. Materyal .....	8
2.2. Metot.....	8
2.2.1 Arazi Çalışmaları.....	8
2.2.2. Laboratuvar Çalışmaları.....	9
2.2.3. Büro Çalışmaları .....	11
3. BULGULAR .....	12
3.1. Genel Jeoloji .....	12
3.1.1 Stratigrafi.....	12
3.1.1.1. Yolcular Grubu .....	14
3.1.1.2. Bitlis Grubu .....	16
3.1.1.3. Çadırdağ Grubu .....	19
3.1.1.4. Güncel Çökeller.....	19
3.1.2. Çalışma Alanının Jeolojisi .....	20
3.2. Yapısal Jeoloji.....	27
3.2.1. Kıvrımlar .....	27
3.2.2. Bindirmeler.....	27
3.2.3. Faylar.....	28
3.3. Hidrojeoloji.....	28
3.3.1. Yeraltı Su Durumu .....	28
3.3.2. Yüzeysel Suları.....	29
3.4. Zemin Araştırmaları.....	29
3.4.1. Sondaj Çalışmaları .....	29
3.4.2. Gözlem Noktaları .....	34
3.4.3. Zemin Türlerinin Sınıflandırılması .....	34
3.4.4. Kaya Türlerinin Sınıflandırılması .....	37
3.4.5. Sıvılaşma Analizi .....	39
3.4.6. Taşıma Kapasitesi .....	41
3.4.6.1. Taşıma Kapasitesinin SPT Verilerine Göre Hesaplanması .....	41
3.4.6.2. Taşıma Kapasitesinin Kohezyona Göre Hesaplanması .....	42



3.4.6.3. Kaya Zeminlerin Taşıma Kapasitesinin Hesaplanması .....	43
3.4.7. Zeminlerin Şişme Özellikleri .....	44
3.4.8. Zeminlerin Oturma Özellikleri .....	45
3.5. Jeofizik Çalışmalar .....	47
3.5.1. Sismik Çalışmalar .....	47
3.5.1.1. Vp/Vs Oranı .....	50
3.5.1.2. Vs Kayma Dalgası Hızı .....	50
3.5.1.3. Kayma Ve Elastisite Modülü .....	51
3.5.1.4. Bulk (Sıkışmazlık) Modülü .....	52
3.5.1.5. Yoğunluk .....	52
3.5.1.6. Vp (Sökülebilirlik) .....	53
3.5.2. Düşey Elektrik Sondajı (DES) Çalışmaları .....	55
3.5.3. Mikrotremor Çalışmaları .....	58
3.6. Aktif Tektonik ve Depremsellik .....	62
3.6.1. Çalışma Alanının Aktif Tektoniği .....	62
3.6.2. Çalışma Alanının Depremselliği .....	64
3.6.3. Doğal Afetler .....	67
3.7. Çalışma Alanının Yerleşime Uygunluk Bakımından Değerlendirilmesi .....	69
4. SONUÇLAR VE TARTIŞMA .....	70
KAYNAKLAR .....	73
ÖZGEÇMİŞ .....	77
EKLER .....	78

## ÖZET

### HIZAN İLÇE MERKEZİ (BİTLİS) JEOLJİK-JEOTEKNİK İNCELEMESİ

Sevcan NAMLI

Yüksek Lisans Tezi, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Bahattin ÇETİNDAG

Aralık, 2018

Türkiye jeolojik konum itibarı ile son derece riskli bir bölgededir. Arap ve Avrasya plakalarının hareketliliği sonucu Anadolu Plakası hareketlilik kazanmaktadır. Bu plaka tektoniği Türkiye’de depremler oluşturmaktadır. Meydana gelen depremlerden yıkıcı özellikte olanlar başta can kaybına neden olmakta ayrıca ülke ekonomisine büyük zararlar vermektedir.

Bu tez çalışması kapsamında Hizan İlçe merkezi (Bitlis) jeolojik ve jeoteknik açıdan yerleşime uygunluk durumu; zemin sondajları ile laboratuvar, arazi ve büro çalışmaları yapılarak araştırılmıştır. Çalışma alanında jeolojik olarak Prekambriyen yaşlı Yolcular Grubu, Orta Devoniyen yaşlı Gökçimen Formasyonu, Permiyen-Mezozoyik yaşlı Çadırdağ Grubu ve Kuvaterner yaşlı Alüvyonlara ait birimler gözlenmiştir. Çalışma alanında 20 adet jeoteknik sondaj kuyusu, 8 noktada sismik kırılma ölçümü (Jfsis), 10 adet Çok Kanallı Yüzey Dalgası (Masw) Ölçümü, 10 profilde Elektrik Özdirenç (DES) ölçümü, 15 noktada da Mikrotremor ölçümü yapılmıştır. 5 noktada Gözlem noktası oluşturulmuştur. Belirlenen zemin parametrelerinden hareketle zemin davranışları da hesaba alınarak ve bölgede afet oluşturacak (deprem, heyelan, su baskını ve çığ gibi) morfoloji incelenerek çalışma alanı yerleşime uygunluk açısından değerlendirilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Afet, Kentleşme, Jeoloji, Jeoteknik, Hizan (Bitlis).

## **SUMMARY**

### **GEOLOGICAL AND GEOTECHNICAL INVESTIGATION OF HIZAN DISTRICT CENTER (BITLIS)**

**Sevcan NAMLI**

**Thesis of Master Science, Department of Geological Engineering**

**Thesis Advisor: Prof. Dr. Bahattin ÇETİNDAG**

**December, 2018**

Turkey is an extremely risky position of geological reputation. As a result of the mobility of the Arab and Eurasian plates, the Anatolian Plate is gaining mobility. This constitutes earthquakes and plate tectonics in Turkey. Those who are destructive from earthquakes cause loss of life and cause great harm to the economy of the country.

In this thesis, Hizan District central (Bitlis) geological and geotechnical settlement availability; laboratory, land and office works have been investigated. In the study area, geological samples of Precambrian Yolcular Group, Middle Devonian Gökçimen Formation, Permian-Mesozoic aged Çadırdağ Group and Quaternary Alluvium were observed. In the study area, 20 geotechnical boreholes, 8 point seismic refraction measurements (Jfsis), 10 Multi Channel Surface Wave (Masw) Measurements, 10 profiles of Electrical Resistivity (DES) measurement, and 15 points of microtremor were measured. Observation point was created at 5 points. The study area was evaluated in terms of the suitability of the settlement by considering the ground behaviors based on the determined soil parameters and by analyzing the morphology (earthquake, landslide, flood and avalanche).

**Key Words:** Disaster, Urbanization, Geology, Geotechnical, Hizan (Bitlis).

## ŞEKİLLER LİSTESİ

### Sayfa No

Şekil 1.1. Çalışma alanı ve çevresinin Google Earth uydu görüntüsü .....	3
Şekil 1.2. Çalışma alanına ait yer bulduru haritası (KGM, 2018). .....	4
Şekil 1.3. Çalışma alanının genel görünümü .....	6
Şekil 1.4. Çalışma alanının 3D uydu görüntüsü .....	7
Şekil 3.1. Harita alanı içerisindeki Bitlis Masifi'nin magmatik ve tektono-stratigrafik özellikleri gösterir sütun kesit (Çağlayan ve diğ., 1983). .....	13
Şekil 3.2. Çalışma alanında yüzeyleyen Yolcular Grubu birimleri (Bakış Yönü Kuzeydir) .....	20
Şekil 3.3. Çalışma alanında yüzeyleyen Gökçimen Formasyonundan görünüm (Bakış Yönü Kuzeydir) .....	22
Şekil 3.4. Kuvarşistlerden görünüm (Bakış Yönü Kuzeydir) .....	23
Şekil 3.5. Çalışma alanında yüzeyleyen gnaylarda biyotit ayrılaşmaları (Bakış Yönü Kuzeydir) .....	24
Şekil 3.6. Çalışma alanında yüzeyleyen Çadırdağ Grubuna litolojilerin genel görünümü (Bakış Yönü Kuzeydir) .....	25
Şekil 3.7. Çalışma alanında yüzeyleyen alüvyon (Bakış Yönü Güneydir) .....	26
Şekil 3.8. Çalışma alanında yapılan sondajlardan görünüm .....	30
Şekil 3.9. Çalışma alanındaki sondajlardan alınan SPT numunelerine ait bir görüntü .....	33
Şekil 3.10. Alüvyon birimlerine ait zemin türleri .....	36
Şekil 3.11. Gökçimen Formasyonu Rezidüel birimine ait zemin türleri .....	36
Şekil 3.12. Sıvılaşma ile zeminin taşıma gücünü yitirmesi ve yapının yana yatması (Ulusay, 2001). .....	39
Şekil 3.13. Sıvılaşma sonucu yapılarda gözlenen oturmalar (Şahinalp, 2009). .....	40
Şekil 3.14. Çalışma alanında sismik çalışmalardan görünüm .....	49
Şekil 3.15. Çalışma alanında yapılan düşey elektrik sondaj yönteminden görünüm .....	56
Şekil 3.16. Çalışma alanındaki Mikrotremor çalışmalarından görünüm .....	60
Şekil 3.17. Anonim' e (2017) göre, çalışma alanı ve çevresi diri fay haritası .....	63
Şekil 3.18. Afet İşleri Genel Müdürlüğü Türkiye deprem bölgesi haritası (1996). .....	64
Şekil 3.19. Çalışma alanı deprem bölgesi haritası (Afet İşleri Genel Müdürlüğü, 1996). ..	65
Şekil 3.20. Anonim' e (2017) göre, 1900-2017 yılları arasında Hizan ve çevresinde meydana gelmiş ( $M_s \geq 5.0$ ) depremler .....	66
Şekil 3.21. Çalışma alanı ve çevresinin MTA heyelan haritası (Anonim, 2007). .....	68

## TABLolar LİSTESİ

### Sayfa No

Tablo 2. 1. Yapılan laboratuvar deneyleri ve sayısı.....	9
Tablo 3. 1. Çalışma alanında yeraltı su seviyesine rastlanan sondaj kuyuları.....	28
Tablo 3. 2. Çalışma alanında açılmış sondaj kuyularına ait teknik bilgiler.....	31
Tablo 3. 3. Terzaghi ve Peck' e (1967) göre, Kohezyonsuz zeminlerde SPT sonucuna göre rölatif sıklık değeri .....	33
Tablo 3. 4. Kohezyonlu zeminlerde SPT sonucuna göre kıvam değeri (Terzaghi ve Peck, 1967).....	33
Tablo 3. 5. Gözlem noktalarına ait genel bilgiler .....	34
Tablo 3. 6. Çalışma alanındaki zeminlerin jeolojik birimlere göre ortalama tane boyu dağılım aralıkları.....	35
Tablo 3. 7. ISRM' ye (1981) göre, kayaçların ayrışma derecesinin sınıflaması .....	38
Tablo 3. 8. Deere' e (1964) göre, kaya niteliği (RQD) sınıflandırılması .....	38
Tablo 3. 9. SPT-N değerlerine göre hesaplanmış taşıma gücü değerleri .....	41
Tablo 3. 10. Laboratuvar değerlerine göre hesaplanmış taşıma gücü değerleri.....	42
Tablo 3. 11. Ampirik katsayı değerleri (Şekercioğlu, 2002). .....	43
Tablo 3. 12. Eklemlili kayaçların tek eksenli basınç dayanımları ve taşıma gücü değerleri. 43	
Tablo 3. 13. Holtz ve Gibbs' e (1956) göre, şişme potansiyeli tanımı.....	44
Tablo 3. 14. Konsolidasyon deney sonuçlarına göre şişme potansiyelleri.....	45
Tablo 3. 15. Konsolidasyon deney sonuçlarının göre oturma miktarları .....	46
Tablo 3. 16. Zemin türüne göre $V_p/ V_s$ oranı (Keçeli, 1990). .....	50
Tablo 3. 17. Özaydın' a (1982) göre, kohezyonlu ve kohezyonsuz zeminlerin $V_s$ hızlarına göre sınıflandırılması.....	51
Tablo 3. 18. Kramer (1996) ve Bowles (1988) yer özelliği tanımlamaları .....	51
Tablo 3. 19. Keçeli' ye (1990) göre, Bulk modülü değerleri sonucunda zemin ya da kayaçların dayanımı.....	52
Tablo 3. 20. Keçeli (1990) zemin birimlerinin yoğunluk sınıflandırılması.....	52
Tablo 3. 21. Sökülebilirlik sınıflandırması (Bailey, 1975).....	53
Tablo 3. 22. Afet İşleri Genel Müdürlüğü' ne (2007) göre, Afet bölgelerinde yapılacak yapılar hakkında yönetmelik esaslarına uygun olarak zemin grubunun belirlenmesi.....	54
Tablo 3. 23. Yerel zemin sınıflaması (Afet İşleri Genel Müdürlüğü, 2007). .....	54
Tablo 3. 24. TS 5141 ve BS 1021 ' e göre öz direnç değerlerine karşılık gelen korozyon sınıflaması.....	57
Tablo 3. 25. Ansal vd.' ne (2004) göre, (a) Yer hakim titreşim periyotlarına göre mikrobölgeleme ölçütleri (b) spektral büyütmelere göre mikrobölgeleme ölçütleri.....	61

## EKLER LİSTESİ

- EK 1. Temel Sondaj Logu
- EK 2. Laboratuvar Sonuçları
- EK 3. Taşıma Gücü Değerleri
- EK 4. Jeofizik Çalışma Ekleri
- EK 5. Çalışma Alanının 1/20.000 Ölçekli Jeoloji-Lokasyon Haritası
- EK 6. Çalışma Alanının 1/20.000 Ölçekli Kuru-Sulu Dere Haritası
- EK 7. Çalışma Alanının 1/20.000 Ölçekli Yerleşime Uygunluk Haritası



## SEMBOLLER LİSTESİ

### KISALTMALAR

<b>B</b>	: Batı
<b>CM</b>	: Santimetre
<b>CR</b>	: Karot
<b>DES</b>	: Düşey Elektrik Sondajı
<b>D</b>	: Doğu
<b>DSİ</b>	: Devlet Su İşleri
<b>G</b>	: Güney
<b>GN</b>	: Gözlem Noktası
<b>ISRM</b>	: Uluslararası Kaya Mekaniği Bilimi
<b>K</b>	: Kuzey
<b>KB</b>	: Kuzey Batı
<b>KD</b>	: Kuzey Doğu
<b>KG</b>	: Kilogram
<b>KM</b>	: Kilometre
<b>M</b>	: Metre
<b>MM</b>	: Milimetre
<b>MTA</b>	: Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü
<b>ÖA-2.1.</b>	: Önlemler Alan 2.1.
<b>ÖA-5.1.</b>	: Önlemler Alan 5.1.
<b>SK</b>	: Sondaj Kuyusu
<b>SPT</b>	: Standart Penetrasyon Deneyi
<b>SPT-N</b>	: Standart Penetrasyon Darbe Sayısı
<b>TS</b>	: Türk Standartları
<b>TSE</b>	: Türk Standartları Enstitüsü
<b>YASS</b>	: Yeraltı Su Seviyesi

## SEMBOLLER

<b>Akm</b>	: Spektral Büyütme
<b>c</b>	: Kohezyon
<b>CH</b>	: Plastisitesi Yüksek İnorganik Kil
<b>CL</b>	: Plastisitesi Düşük İnorganik Kil
<b>E</b>	: Elastik Modül
<b>Gmax</b>	: Kayma Modülü
<b>qu</b>	: Tek Eksenli Sıkışma Dayanımı
<b>Is50</b>	: Nokta Yük İndisi
<b>Jfsis</b>	: Sismik Kırılma
<b>K</b>	: Bulk Modülü
<b>Ks</b>	: Amprik Katsayı
<b>Masw</b>	: Çok Kanallı Yüzey Dalgası
<b>ML</b>	: Plastisitesi Düşük İnorganik Silt
<b>Ms</b>	: Depremin Büyüklüğü
<b>N</b>	: Standart Penetrasyon Darbe Sayısı
<b>P</b>	: Yoğunluk
<b>P<sub>ey</sub></b>	: Yolcular Grubu
<b>Pzbg</b>	: Gökçimen Formasyonu
<b>PzMzÇ</b>	: Çadırdag Grubu
<b>RQD</b>	: Kaya Niteliği
<b>SC</b>	: Killi Kum Kum-Kil Karışımı
<b>SM</b>	: Siltli Kum Kum-Silt Karışımı
<b>T0</b>	: Zemin Hakim Titreşim Periyodu
<b>UD</b>	: Örselenmemiş Numune
<b>Vp</b>	: Sıkışma Dalgası Hızı
<b>Vs</b>	: Kayma Dalgası Hızı
<b>Qal</b>	: Alüvyon
<b>Φ</b>	: İçsel sürtünme açısı



## 1. GİRİŞ

Günümüzde doğal afetler; insan yerleşimleri, alt yapı-ulaşım güzergâhı vb. konuları olumsuz etkilemektedir. Öte yandan, yeraltı kaynakları ve tarım alanları üzerinde gelişen plansız şehirler, doğal kaynakların geri dönüşümsüz kaybına ve çevre sorunlarına neden olmaktadır (Arkoç ve Özşahin, 2015).

Şahinalp' e (2009) göre, deprem vb. doğal afetlerin çokça yaşandığı Türkiye'de, nüfusun büyük çoğunluğu şehirlerde yaşamaktadır. Bu durum şehir nüfusunun artışına neden olmakla beraber hızla artan nüfusa bağlı olarak gecekondulaşma ve çarpık kentleşme gibi birçok problemi beraberinde getirmiş, denetimsiz ve kontrolsüz yapılan bu yapılarda mühendislik ilkeleri göz ardı edildiğinden birçok problem yaşanmış ve yaşanmaya devam etmektedir. Genel anlamda kentleşmeyi olumsuz yönden etkileyen olayların başında doğal afetler (deprem, heyelan, sellenme, çığ vb.) gelmektedir.

Ulusay' a (1999) göre, Türkiye'deki bugünkü çoğu büyük ilin kentleşme için seçilen alanları geçmişte kuruldukları bölgenin jeolojik-jeoteknik özelliklerine dikkat edilmeden oluşturulmuştur. Bu nedenle şehirlerdeki yerleşim için doğal afetlerden korunmuş, doğru bir yer seçimi için jeolojik-jeoteknik özellikler dikkate alınmalıdır (Karagüzel, 2012).

Coşkun' a (2012) göre, tünel, baraj, otoyol vb. mühendislik yapılarının inşasında olduğu gibi, kentsel gelişmede de yapıların jeolojik-jeoteknik özelliklerin ayrıntılı bir şekilde değerlendirilmesi gerekmektedir.

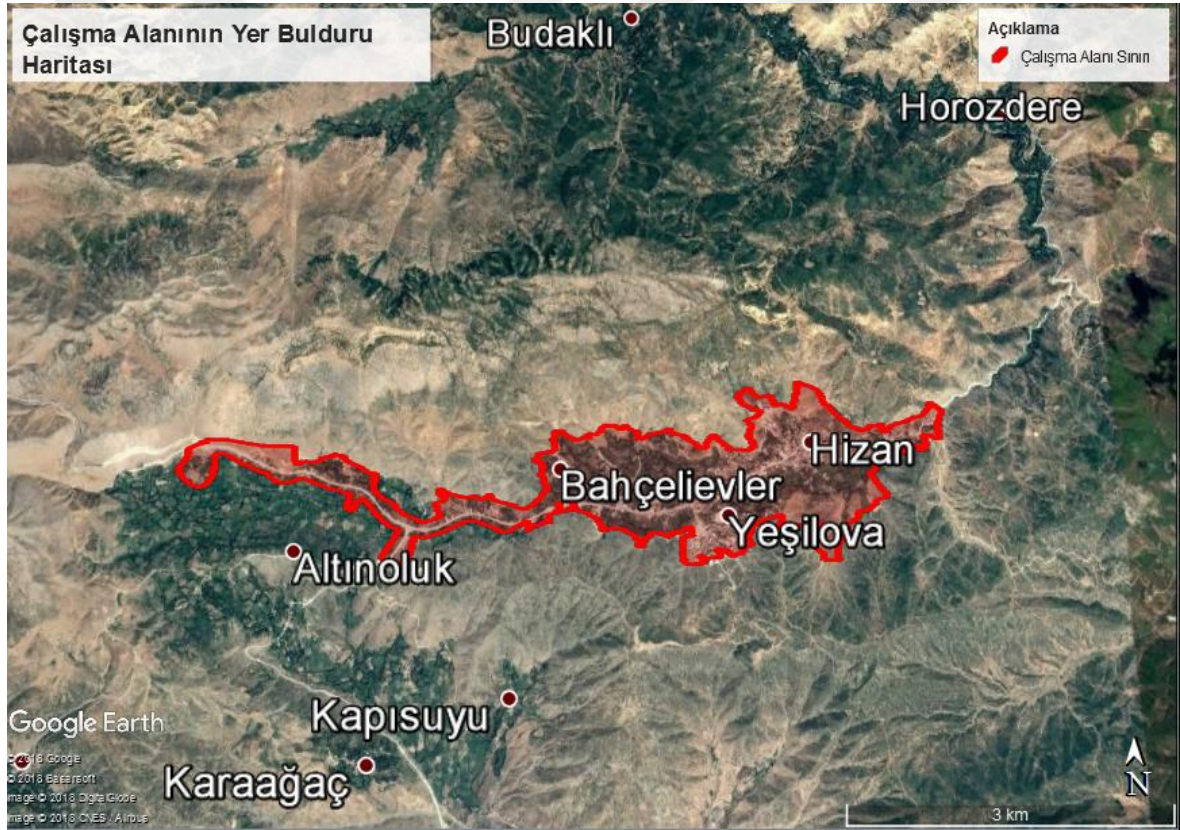
## 1.1. Çalışmanın Önemi ve Amacı

Şahinalp' e (2009) göre, Türkiye'de son yıllarda meydana gelen büyük depremlerin ardından yerel ve bölgesel ölçekte jeoteknik çalışmaların önemi anlaşılmaya başlanmış ve bu bağlamda jeolojik-jeoteknik etüt çalışmalarına hız verilmiştir. Buradan hareketle, kent nüfusu gün geçtikçe artan Türkiye'de kentleşme önemli bir sorun teşkil etmektedir. Özellikle şehirlerin kurulduğu zeminlerin önemi ve bunların yapı üzerindeki etkisi tartışılmaya başlanmıştır. Zeminin taşıma gücünün ve elastik modülünün düşük olması, gevşek ve yeraltı suyuna doygunluğu, zeminin deprem sırasında üzerindeki yapıya büyük hasarlar verdiğini göstermiştir. Bu büyük hasarlar, mevcut yerleşim alanlarının ne kadar doğru bir alanda kurulduğu, gelişme alanlarının ne kadar sağlam zeminler üzerine geldiği sorusunu akla getirmektedir.

Bu tez çalışması kapsamında Hizan İlçesi sınırlarının içinde kalan yaklaşık 461,80 hektar alanın zemin özellikleri ortaya koyulmuş, buna bağlı olarak da yaklaşık 461,80 hektar alanda jeolojik-jeoteknik çalışmalar yapılarak alanın yerleşime uygunluk durumunun belirlenmesi amaçlanmıştır.

## 1.2. Çalışma Alanının Tanıtımı

Çalışma alanı Bitlis ilinin Güney Doğusunda olup Hizan ilçe merkezi ve sınırlarını kapsamaktadır ve yaklaşık olarak 461,80 hektardır. Hizan ilçesi, Bitlis İline yaklaşık 30 km uzaklıktadır. Çalışma alanı 1/25000 ölçekli L48c2 paftasında yer almaktadır. İlçe Bitlis iline bağlı 971 km<sup>2</sup> yüz ölçüme sahip bir ilçedir. Batısında Bitlis il merkezi, güneyinde Şirvan (Siirt) ilçeleri, güneydoğusunda Pervari (Siirt), kuzeyinde Tatvan ve doğusunda Gevaş (Van) ilçesi ile çevrilidir (Şekil 1.1.). İlçe topraklarının yüzde 90'ı dağlık olup küçük dereler haricinde önemli akarsuyu bulunmamaktadır. Hizan ilçesinin nüfusu 2017 verilerine göre 33.708' dir.



Şekil 1.1. Çalışma alanı ve çevresinin Google Earth uydu görüntüsü

## 1.2.1. Yerleşim ve Ulaşım

Hızan ilçesinin Bitlis il merkezine uzaklığı Tatvan üzerinden 75 km, Bölükyazı üzerinden 45 km'dir. Van-İran yolu üzerinde yer alan Tatvan İlçesine olan uzaklığı 47 km'dir (Şekil 1.2.). İlçe sarp ve dağlık olması nedeniyle sadece karayolu ulaşımı sağlanmaktadır.



Şekil 1.2. Çalışma alanına ait yer buldurma haritası (KGM, 2018).

### 1.2.2. İklim ve Bitki Örtüsü

Anonim' e (2017) göre, Hizan ilçesinde yerleşim birimlerinin çoğunluğu vadi boylarına kurulmuştur. İlçede arazinin engebeli olması, ekilebilir arazilerin vadi boylarında yoğunlaşması, su kaynaklarının çoğunluğunun vadilerde olması ve ulaşımın ancak vadilerde sağlanabilmesi gibi nedenlerden dolayı yerleşim birimlerinin buralara kurulmasına neden olmuştur. Yazlar sıcak ve kurak, kışlar soğuk ve kar yağışlıdır. İlbahar ve sonbahar aylarında yağış miktarı fazladır. Kuzeydeki Tatvan ilçesine göre daha sıcak, güneydeki Şirvan ilçesine göre daha soğuktur. İlçenin 1000 mm'ye yakın yağış alması birçok bitki türünün yetişmesine neden olmuştur. İlçede çok sayıda doğal su kaynağı bulunmaktadır. Su kaynakları ilçenin içme suyu ve tarım arazilerinin sulama ihtiyacında kullanılmaktadır. Hizan'ın en önemli akarsuyu Nazar Çayı ve kollarıdır. İlbahar mevsiminde karların erimesi ve yoğunlaşan yağmurla birlikte seviyesi yükselen Nazar Çayı' nın Ağustos ayında debisi oldukça düşmektedir. Çalışma alanında ormanların varlığına rağmen genelde seyrek bir bitki örtüsü vardır. Ormanları oluşturan başlıca ağaç türleri meşe ve soğuğa dayanıklı ardıçtır. İlçede özellikle söğüt, çınar, kavak, ceviz, fındık, yabani fıstık ve meyve ağaçları görülür.



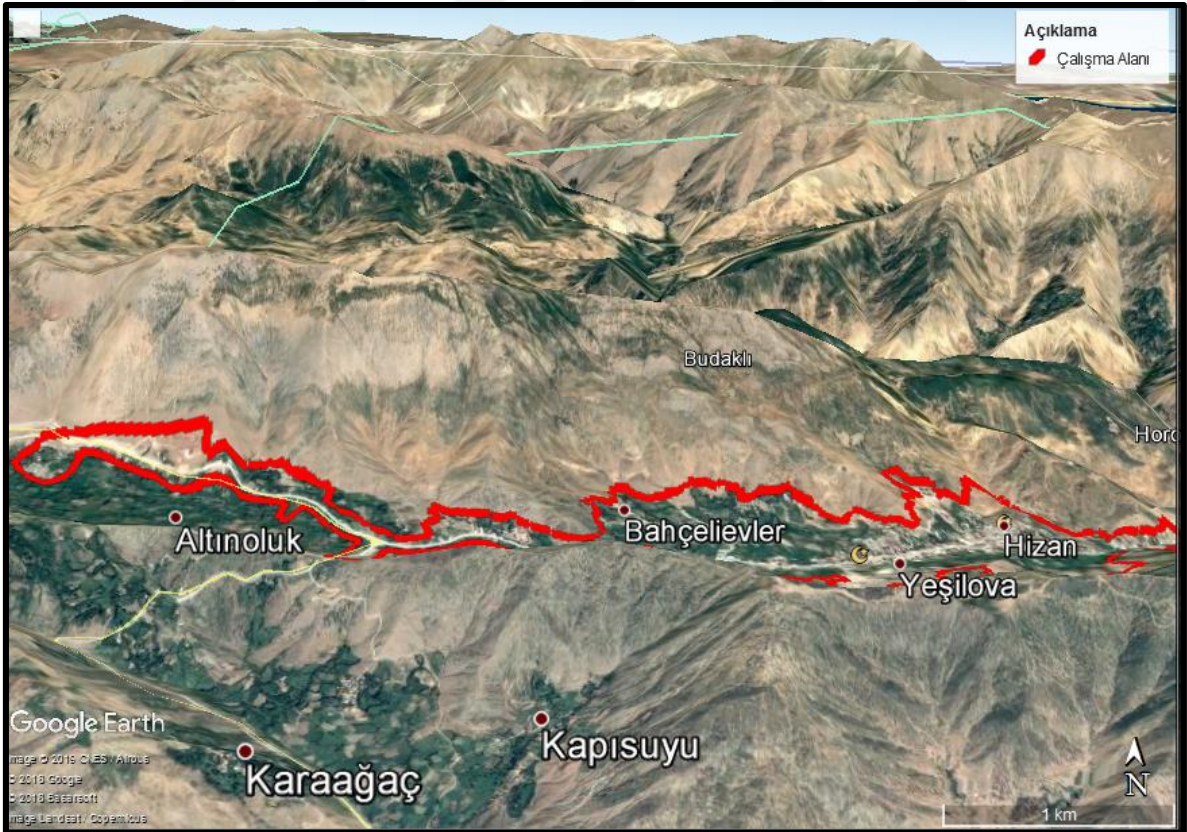
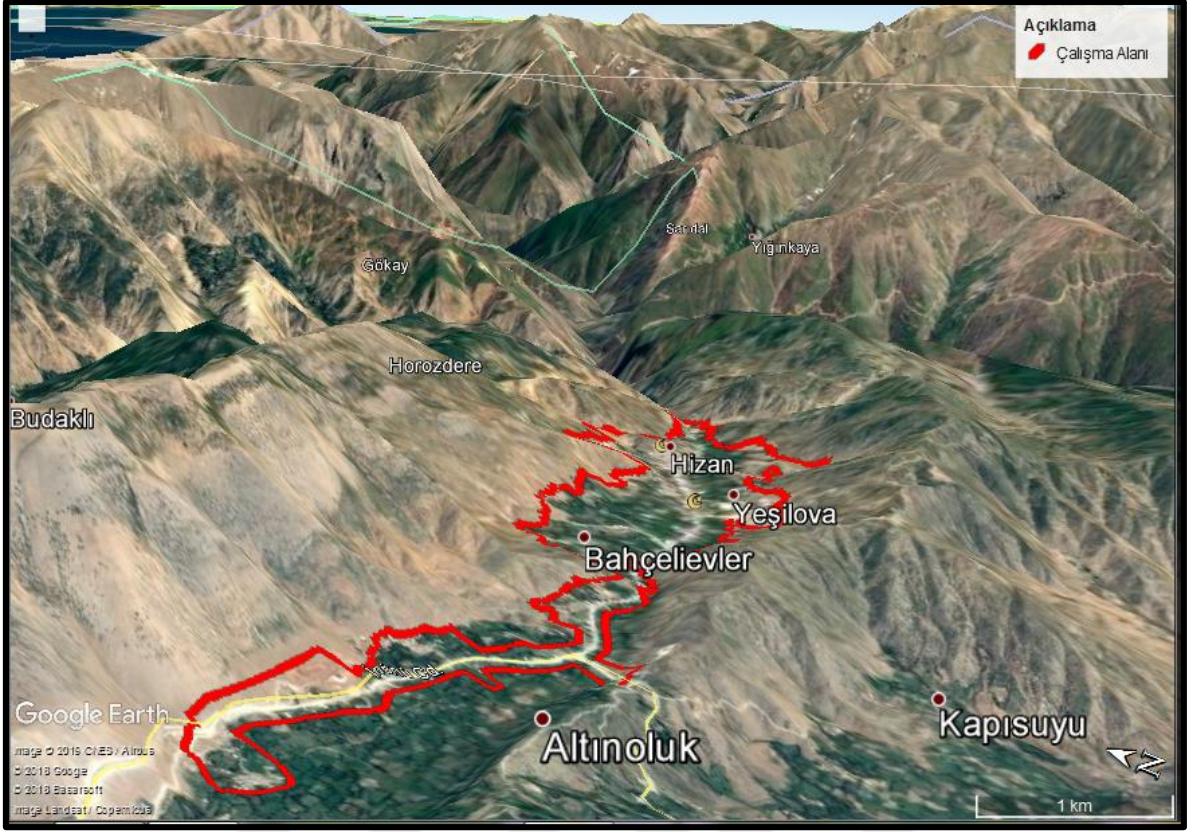
### 1.2.3. Topoğrafya

Hizan ilçesi dağlık bir ilçedir. İlçede ova ve platolar çok azdır. Hizan ilçesindeki dağlar Güneydoğu Toros dağlarının bir uzantısıdır. Bu dağlar Van Gölü'nü besleyen derin vadilerle ve küçük akarsularla bölünmüştür. Güneydoğu Toros sıra dağlarının uzantısı olan 2400 metre yüksekliğindeki Panor dağı ilçenin batısında yer alır. Hizanın doğusunda yer alan 2950 metre yüksekliğindeki Sinegir Dağı ile İlçenin güneyinde yer alan 2700 metre yüksekliğindeki Haşteri Dağı Hizan'ın en önemli yükseltilerini oluşturur (Anonim, 2017). Hizan ilçesi dağlık ve sarp bir bölgedir (Şekil 1.3 ve Şekil 1.4).



Şekil 1.3. Çalışma alanının genel görünümü





Şekil 1.4. Çalışma alanının 3D uydü görüntüsü

## **2. MATERYAL VE METOT**

Bu bölümde, tez çalışması sürecinde kullanılan materyaller, bu materyallerin kullanım yerleri ve izlenen yöntemler genel özellikleri ile anlatılmıştır.

### **2.1. Materyal**

Tez çalışmasına başlamadan önce çalışma alanına ait daha önceden yapılmış olan jeolojik-jeoteknik çalışmalara ait yayınlar derlenmiş, incelenmiş ve değerlendirilmiştir. Bu çalışma 1/25.000 ölçekli L48c2 paftasının kapsadığı alan içinde gerçekleştirilmiştir.

### **2.2. Metot**

Çalışma arazi, laboratuvar ve büro olmak üzere 3 şekilde çalışılmıştır.

#### **2.2.1 Arazi Çalışmaları**

Jeolojik haritalama; Çalışma alanını içine alan ve MTA tarafından hazırlanan 1/100.000 ölçekli Van L48 jeoloji haritasından faydalanılarak, sondaj, jeofizik çalışmalar ve gözlemsel incelemeler sonucu, çalışma alanının 1/20.000 ölçekli jeoloji-Lokasyon haritası hazırlanmıştır. Jeofizik Çalışmalarda enine dalga ve boyuna dalga hızlarının ölçülmesi, değerlendirilmesi T0 ve Akların bulunması, deprem yönetmeliklerine esas zemin sınıflarının belirlenmesi amacıyla 8 adet sismik kırılma ölçüsü (Jfsis), 10 adet Çok Kanallı Yüzeysel Dalgası (Masw) Ölçümü, 10 profilde Elektrik Özdirenç (DES) ölçümü, 15 noktada da Mikrotremor etüdü yapılmıştır.

Sondaj Çalışmaları; Çalışma alanında derinlikleri 3-20 ve m olan (2 adet 3 metre, 2 adet 4 metre, 4 adet 5 metre, 2 adet 6 metre, 8 adet 15 metre, 2 adet 20 metre) toplam derinliği 206 m olan 20 lokasyonda sondaj çalışması yapılmıştır. Ayrıntılı Kuyu logları Ek-1' de verilmiştir. Sondajlar sırasında uygun seviyelerde Standart Penetrasyon Testi (SPT) yapılarak zeminlerin penetrasyon direnci belirlenmiş, 15 adet SPT numunesi laboratuvara gönderilmiştir. 8 kuyudan örselenmemiş numune (UD) ve 10 kuyudan da Karot (CR) numune laboratuvara gönderilmiştir. Ayrıca çalışma alanında seçilen 5 noktada gözlem noktası belirlenmiştir.



## 2.2.2. Laboratuvar Çalışmaları

Laboratuvar Deneyleeri; Baran Zemin ve Kaya Mekanikği Laboratuvarında; numuneler üzerinde, atterberg limitleri, elek analizleri, tabii birim hacim ağırlık, su muhtevası, konsolidasyon, üç eksenli basınç, kesme kutusu, nokta yükleme, serbest basınç deneyleeri yapılmıştır. Yapılan laboratuvar deneyleeri ve sayıları Tablo 2.1.'de verilmiştir. Toplu laboratuvar sonuçları Ek-2' de verilmiştir.

**Tablo 2. 1.** Yapılan laboratuvar deneyleeri ve sayısı

Deney Adı	Adet	Standart	Deney Adı	Adet	Standart
Elek Analizi	23	TS 1900 - 1 (Mart 2006)	Üç Eksenli Basınç Deneyi	6	TS 1900 - 2 (Mart 2006)
Atterberg Limitleri	23	TS 1900 - 1 (Mart 2006)	Şişme Yüzdesi	7	TS 1900 - 2 (Mart 2006)
TBHA	23	TS EN ISO 17892 - 2 (Şubat 2016)	Nokta Yükleme Deneyi	9	TS 699 (Mart 2006)
Su İçeriği	23	TS EN ISO 17892 - 1	Kesme Kutusu Deneyi	2	TS 1900 - 2 (Mart 2006)
Konsolidasyon	7	TS 1900 - 2 (Mart 2006)	Standart Açılımları TS (Türk Standardı) EN (Avrupa Normu Europe Norm Kısaltılışı) ISO(Uluslararası Standartlar Teşkilatı Kısaltılışı)		

Atterberg Limitleri Deneyi: Kıvam limitleri de olarak bilinen atterberg limitleri; zeminin tanecikleri ile su arasındaki ilişkileri ve değişen su içeriklerine göre zeminin durumunun tanımlanmasını yaparlar. Likit Limit (LL); zeminin kayma mukavemeti göstermeye başladığı su muhtevasıdır. Bunun belirlenmesi pratik olarak mümkün olmadığından küçük ve belirli bir kayma mukavemeti seçilerek Likit Limit aletine (Casagrande) yerleştirilir, standart kaşığı ile ikiye bölünen numunenin 25 darbe sonunda yarım inç boyunca birleşmesi gözlenir ve birleşmesi sağlandığı su muhtevası Likit Limit olarak tespit edilir. Plastik Limit (PL); herhangi bir zemin için plastik kıvamın alt sınırındaki su muhtevasıdır. Laboratuvarda, zemin kırılmadan 1/8 inç çapında makarnalar haline gelebildiği en düşük su muhtevası olarak tayin edilir. Bunun için rutubetli zemin numunesi, hafif emici bir zemin üzerinde 1/8 inçten daha düşük çapta kırılma meydana geldiği andaki su muhtevası belirlenir. Bu su muhtevası Plastik Limit olarak alınır. Plastisite İndisi (PI); Likit limit ile Plastik limit arasındaki farka Plastisite İndisi denir. Kısaca zeminin plastik davranış gösterdiği su içeriği değer aralığı plastisite indisi olarak tanımlanır. Elek Analizi Deneyi: Elek analizi (tane boyu

dağılımı), standart elekler kullanılarak zemin numunesini oluşturan tanelerin her elek boyunda kalan/geçen miktarlarının yüzde oran olarak belirlenmesidir. Üç eksenli basınç deneyi: Zeminlerin kayma direncini tespit etmek için kullanılır. Bu deney ile zeminlerin arazi şartlarındaki kayma direncini gerçeğe en yakın olarak belirleme imkânı bulunmaktadır (Ulusay, 2010).

Su İçeriği Deneyi: Su içeriği, zemin numunesi içinde bulunan su ağırlığının, zemin numunesinin 105° de 24 saat kurutulması sonucunda elde edilen kuru ağırlığına oranlanması ile tayin edilmektedir. Bu deyim çoğunlukla ( $W_n$ ) ile gösterilir ve % olarak ifade edilir. Konsolidasyon deneyi: Arazideki zemin tabakalarının düşey basınç altında sıkışması esas olarak tek boyutlu bir sıkışma meydana getirdiği için, laboratuvar deney düzeneğinde zeminin yanall genişlemesine izin verilmemekte ve belirli basınçlar altında zeminin boy kısılması ölçülmektedir (Coşkun, 2012).

Topal' a (2000) göre, Nokta Yükleme Deneyi: Bu deney genellikle mühendislik jeolojisi ile ilgili çalışmalarda yaygın olarak kullanılmaktadır. Elde edilen nokta yükleme dayanımı kayaların tek eksenli sıkışma ve çekme dayanımlarının dolaylı yoldan bulunmasında, kayaların malzeme özelliği bakımından dayanımlarına göre sınıflandırılmasında, RMR kaya kütlesi sınıflandırılmasında, kayaların kazılabilirlik açısından sınıflamalarında ve kayaların dış etkilere karşı dayanıklılığı ile ilgili çalışmalarda kullanılmaktadır.

Sarıcı' ya (2013) göre, Kesme Kutusu Deneyi: Bu deneyin amacı kohezyonlu veya kohezyonsuz zemin numunesine kesme kuvveti uygulayarak kayma parametrelerini bulmaktır. Bu deney kohezyonlu ve kohezyonsuz zeminler için uygulanmakla beraber çoğunlukla kumlu zeminler için kullanılmaktadır.

### 2.2.3. Büro Çalışmaları

Yapılan arazi ve laboratuvar deneyleri sonucunda taşıma kapasitesi hesaplamaları, konsolidasyon ve oturma analizleri (Ek-3) yapılmıştır. Arazide alınan jeofizik ölçümlerin değerlendirilmesi yapılmış ve Ek-4’ de tablolar halinde verilmiştir. Jeoloji-Lokasyon Haritası, sahada çizilen jeoloji haritaları büro ortamında Netcad programı yoluyla 1/20.000 ölçekli olarak hazırlanmış ve Ek-5’de sunulmuştur. Çalışma alanına ait kuru sulu dere haritası 1/20.000 ölçekli olarak Ek-6’ da sunulmuştur. Çalışma alanı jeolojik-jeoteknik ve jeofizik çalışmalar sonucunda sel baskını, kaya düşmesi, kayma, çığ gibi doğal afetler bakımından incelenmiştir. Yerleşime uygunluk haritaları, jeolojik, jeoteknik, jeofizik çalışmalar yoluyla arazinin yerleşime uygunluğu değerlendirilerek yerleşime uygunluk haritaları Netcad programı yoluyla 1/20.000 ölçekli olarak hazırlanmış ve Ek-7’de sunulmuştur.

### **3. BULGULAR**

#### **3.1. Genel Jeoloji**

Çalışma alanı 1/100.000 ölçekli Van L48 pafta alanını kapsar. Çalışma alanı, Bitlis Metamorfik Kuşağı içerisinde, Bitlis' in güney doğu kesimlerinde yer almaktadır.

##### **3.1.1 Stratigrafi**

Çalışma alanında Yolcular Grubu, Bitlis Grubu ve Çadırdağ Grubu yer almaktadır. Bunların üzerinde ise Güncel Çökeller yer almaktadır. Çalışma alanı ve çevresinin geliştirilmiş tektono-stratigrafik dizilimi Şekil 3.1' de sunulmuştur.



Çalışma alanı ve çevresinde yüzeyleyen birimler yaşlıdan gence doğru aşağıdaki gibi sıralanmıştır.

### 3.1.1.1. Yolcular Grubu

Yolcular grubu, doğu-batı uzanımlı, her iki yöne dalımlı, orta/yüksek dereceli açıyla kuzeye devrik, Gevaş-Bitlis antiklinali' nin çekirdeğinde yüzeyleyen (Çağlayan ve diğ., 1983b). Antiklinalin batı kesimi, Şeyhcuman-Sini Dağı dolaylarında en geniş yayılımını sunan Yolcular grubu kayaları, etkin migmatitleşme sonucu Sini Dağı'nda, domsal bir yapı gösterir. Amfibolit, biyotit gnays, muskovit gnays, mikaşistler ile bunları kesen ve Alpin metamorfizmaya uğramış granitik kökenli gözlü gnays, biyotitli metagranit, kuvarso-feldispatik gnayslar (Doğruyol gnaysı) ve amfibolitler (Karakuş amfiboliti) ile Doğruyol gnaysına ait Ağaçköprü metapegmatit üyesinden oluşur. Yolcular Grubu kayalarının rengi, mineral bileşimlerine göre, kirli beyazdan kızıl kahve ve yeşilimsi siyaha kadar değişir. Biyotit ve amfibolce zengin olmaları nedeniyle, boz, kahve ve kırmızımsı kahve renk egemendir. Sokulum kayaçları beyaz renkleri ve morfolojik özellikleri ile kolayca ayrılabilir. Özellikle biyotit gnaysın yoğun olduğu kesimlerde, etkin yapraklanma ve kolayca aşınım nedeniyle gelişen yumuşak topoğrafyadaki sivri çıkıntı ve kornişleri granit kökenli lökokratik kayalar oluşturmaktadır. Bitlis masifindeki en yaşlı kayaları oluşturan Yolcular Grubu üzerinde, transgressif karakterdeki Gökçimen Formasyonu ile başlayıp Kuştaşı Formasyonu ile sonlanan Paleozoik yaşlı Bitlis Grubu ile Permo-Mesozoyik yaşlı Çadırdağı Grubu kayaçları yer almaktadır (Çağlayan ve Şengün, 2002).

Bitlis Grubu kayalarının üste yakın kesimlerinde, Orta Devoniyen yaşlı fosiller bulunmuştur (Şengün ve diğ., 1990). Ayrıca, yapılan jeokronolojik çalışmalarda, masifin metamorfizma yaşının 454 ile 570 milyon yıl olduğu ileri sürülmektedir (Yılmaz, 1971; Helvacı ve Griffin, 1983). Bu veriler ve Yolcular Grubu kayaları ile Bitlis Grubu kayalarının Transgressif ilişkisi ile aralarındaki deformasyon ve metamorfizma farkı, Yolcular Grubu kayalarının Prekambriyen yaşta olmasını gerektirmektedir.

Yolcular Grubu kayaları, Tolun (1953)' un, Katazon kayaları; Ibbotson (1969)' un Prekambriyen yaşlı Metamorfik Grup' u; Yılmaz (1971)' in Paragnays' ı; Boray (1973)' in Alt Birlik Gnaysları; Göncüoğlu ve Turhan (1983)' in Andok Gnaysları, Ohin Şistleri ve Hizan Grubuna ait Ünalı Formasyonu ile deneştirilebilir. Yolcular Grubu Çağlayan ve Şengün (2002) tarafından dört grup halinde incelenmiştir. Bunlar Yastıktaş Gözlü Gnaysı,

Doğruyol Gnaysı, Ağa köprü Metapegmatit Üyesi ve Karakuş Amfiboliti' dir.

Yastıktaş Gözlü Gnaysı; granit kökenli, bol dilinimli, biyotitli gözlü gnays ve metagranitten oluşmuştur. Krem, pembemsi boz, gri renkli Yastıktaş gözlü gnaysı renk, doku ve bileşim olarak homojendir. Gnayslardaki kuvars ve feldispattan oluşan gözler, biyotit ve muskovitle belirlenen foliasyon ile sınırlanmış olup, mekanik biçimlenme ile kazanılmıştır. Kesandere' den batıya doğru, gnayslardaki gözler küçülür, giderek hipidiomorf taneli doku ile kırılma dilinimi sonucu yoğun bir şekilde kesilmiş metagranitlere geçiş gösterirler. Pancarlı yöresi kuzeyi ve doğusunda en geniş yayılımını sunan gözlü gnayslar, güneyde 'Ceykor bindirmesi' ile sonlanır (Şengün, 1984; Şengün ve diğ., 1990).

Doğruyol Gnaysı; Kuvarso-Feldispatik gnayslar ve içerisindeki leptinitler, Doğruyol Gnaysı adı altında incelenmiştir. Doğruyol Gnaysı, açık renklerine dayalı olarak gerçekleşen kontrast nedeniyle sahada kolaylıkla izlenebilmektedir. Aynı parajenezdeki leptinitler ve kuvarso-feldispatik gnayslar, saha gözlemleri ile ayrılabilir. Birim, yavaş soğumaya dayalı iki modlu tane boyu dağılımlı leptinitler ile kuvarso-feldispatik gnaysların dayk kenarlarından alınmış örnekleriyle benzerlik sunar. Kuvarso-feldispatik gnayslar, Yolcular Grubu kayalarının gözlemlendiği tüm alanlarda, değişen sıklıklardaki dayklar olarak izlenmektedir. Yan kayaçlarla olan dokanakları son derece keskindir. İzoklinal kıvrımlanmaya uğradığı yerlerde, kayayı etkileyen foliasyonun kıvrım kanatlarında paralel yapraklanmaya neden olduğu; kıvrım tepe noktalarında ise, ilksek fabriğini büyük ölçüde koruyan birimi, dike yakın bir açıyla kestiği gözlenmektedir. Kalın daykların kenarlarında görülen etkin yapraklanma, iç kesime doğru zayıflamakta ve giderek kaybolmaktadır. Bazı dayklarda biyotit gnays anklavları görülür (Çağlayan ve Şengün, 2002).

Ağa köprü Metapegmatit Üyesi; Yolcular grubu içerisindeki distenli metapegmatitler, Doğruyol Gnaysı kapsamında Ağa köprü metapegmatit üyesi olarak ayırtlanmış ve ilk kez Şengün (1984) tarafından tanımlanmıştır. İçerisinde mavimtrak, pembe renkli disten zonlarının gözle izlenebildiği, ritmik makaslanmalı, süt beyaz renkteki damar kayaçlarıdır. Disten minerali kayacın ayırtman özelliğidir ve bu kayaçları açık renkli granitik kayaçlardan ayırabilecek başka bir saha kriteri yoktur.

Karakuş Amfiboliti; Yolcular Grubu kayalarının her düzeyinde, ortalama 1 m kalınlıkta mercerler halinde yer alan ve çoğunun kuvarso-feldispatik gnayslarla, ender olarak da pegmatitlerle kesilmiş olan amfibolitler, Karakuş amfiboliti olarak ayırtlanmıştır. Apatitli manyetit cevherleşmesi gösteren amfibollü gnaysların en önemli mostraları, Avnik ve Bitlis dolaylarındadır. Karakuş amfiboliti, kuvars ve feldispatça zengin, az amfibollü, lökokratik

gnays bantları ve amfibolce zengin koyu renkli bantların ardalanmasından oluşmaktadır. Küçük ve büyük ölçeklerde izoklinal kıvrımlanma gösteren amfibolitler, 'masif amfibolitler' ve 'yapraklanmış amfibolitler' olmak üzere ikiye ayrılarak tanımlanmıştır. Arazi gözlemlerinde, masif amfibolitlerin, yapraklanmış amfibolitlerin protolitleri olduğu görülmüştür. Masif amfibolitlerin yer yer ritmik makaslamalara uğrayarak renk ve fabrik değişimleri gösterdikleri izlenmektedir. Koyu yeşil ve siyah renkli olan masif amfibolitler, makaslanmış düzlemler ve zonlarda yeşil/açık yeşil bir renk tonu kazanmaktadır. Makaslanmanın etkin olduğu kesimlerde, özellikle, kuvarsit gibi sert ve sık kayaçlarla dokanak halinde oldukları yerlerde, kayaçta, belirgin yapraklanma ve çok belirgin b-lineasyonu gelişimi izlenmektedir. Ritmik makaslama düzlemleri arasında koyu renkli masif amfibolitler korunmuştur. Kıvrım kanatlarında makaslama uğramış amfibolitlerin, kıvrım tepe noktalarında orijinal fabriklerini korudukları görülmektedir. Mercek şekilli mostralarda, merceklerin kenarları makaslanmış olup iç kesimleri masif fabrik yapılarını korumuşlardır. Petrografik incelemeler masif ve yapraklanmış amfibolitlerin, ortak yüzeylerde farklı parajenezler içerdiklerini göstermektedir (Çağlayan ve Şengün, 2002).

### **3.1.1.2. Bitlis Grubu**

Yolcular grubu kayaları üzerine transgressif aşma ile oturmuş kahverengi, yeşilimsi kahve, kirlili beyaz renkli, yer yer mermer ara tabakalı, kuvarsit, kuvarşşist, mikaşist, fillit ve kayrak topluluğu Bitlis Grubu adı altında toplanmıştır (Şengün, 1984; Şengün ve diğ., 1990). Bitlis Grubu, alttan üste doğru, kuvarşşist ve kuvarsitlerden oluşan Gökçimen Formasyonu; mermer ara tabakalı kuvarsit, fillit ve şistlerden oluşan Kuytu Formasyonu; şist, fillat ve kayraklardan oluşan Kuştaşı Formasyonu ile kuvarsit, kuvarşşist ve kuvarslı mermerlerden oluşan Kokarsu Formasyonundan oluşmuştur. Bitlis Grubu kayalarını, transgressif bir aşma ile Çadırdag Grubu kayaları örter (Çağlayan ve Şengün, 2002).

Gökçimen Formasyonu; açık/koyu yeşil rengi ve tane boyutunun belirlediği, bantlı, flişoid görünümlü, tabakalanmaya uygun ve aykırı gelişmiş etkin yapraklanmalı kuvarşşistlerden oluşmuştur. Gökçimen Formasyonu olarak ayırtlanmıştır. Birim adını, Hizan batısındaki Gökçimen köyünden alır. Formasyon, Hizan dolaylarında dar bir alanda yüzeylenir. Altta, Yolcular Grubu gnaysları ile dokanakta olan Gökçimen Formasyonu üstten Kuytu Formasyonuna ait şistlere geçer. Kalınlık sıkışık devrik izoklinal kıvrımlanma ile artmıştır. Koyu ve açık renklerin bantlı bir görünüm kazandırdığı kayaçta, koyu renkli



kesim, koyu gri-siyahımsı kahverengi; açık kesimler ise, kirli sarı, kirli beyaz, açık kahverengidir. Renk değişimini mineral bileşeninin yanı sıra tane boyu belirler. Kaba taneli olanlar çoğunlukla açık renkli olup kuvarsit görünümündedir. Koyu renkli kesim ise ince taneli olup, grovaksı, amfibolitimsi bir görünüm sunar. Kayaç gerek görünüm, gerek tane bileşenleri yönüyle fliş karakterindedir. Gökçimen Formasyonu içerisinde, genelde boz, gri, sarımsı renkli, pembe ve yeşil renk bantlarının belirlediği düzensiz ince-orta laminalı ve tabakalı, 3-10 metre arası kalınlıkta, yaygın olmayan mercek ve kama şekilli mermerler gözlenmektedir. Etkin yapraklanmalı kayaçta yapraklanmaların renk/doku bantları/tabakalanma ile yapmış oldukları açılardan hareketle, arazide gözlenemeyen büyük bir antiklinalin varlığı ortaya konmuştur. İçerisinde yaş verebilecek herhangi bir fosile rastlanmamıştır. Stratigrafik olarak üzerinde yer alan Kokarsu Formasyonuna dayandırılarak, Orta Devoniyen Öncesi yaşta kabul edilmiştir (Çağlayan ve Şengün, 2002).

Kuvarsit Üyesi; Gökçimen Formasyonunun açık renkli kesimlerinde, kuvarsın çok fazla olduğu yerler, coğrafik ad verilmeksizin, Kuvarsit üyesi olarak adlandırılmıştır. Üye krem, sarı ve boz renklidir. Belirgin ince tabakalı, ince mercek şekilli ve devamsızdır. (Çağlayan ve Şengün, 2002).

Kuytu Formasyonu; Kuvarsit; piritli fillit, klorit şist, kuvarsit; arjillit, kloritoid şist, fillit, mermer ile klorit şist metaşeyl aralanmasından oluşur. Birbirleriyle yanal geçişli olan bu kaya türleri yöresel metamorfizma farkı nedeniyle, yanal devamlılıklarında farklı bir kaya türü gibi görünüm sunarlar. Birim içerisinde yer alan kalkşistler Kalkşist üyesi olarak ayırtlanmıştır. Kuytu Formasyonu, Yolcular Grubu üzerine yer yer açısız uyumsuzlukla oturur. Daha doğuda, gözlü gnayslar üzerinde yer alan birim, Kesandere grubu üzerine , Hizan dolaylarında ise Gökçimen Formasyonu üzerine geçişli olarak gelir (Yurtsever ve diğ., 1983). Renk, içerisindeki mineral oranına bağlı olarak yeşilimsi siyahtan, sarımsı yeşilimsi griye değin değişir. Çoğunlukla ince ve gelişkin; kuvarsca zengin olan kesimleri kaba yapraklanmalıdır. Kuytu Formasyonuna ait kaya birimleri, petrografik incelemelerinde, birbiri ile geçişli, kloritoidli mermer, kloritoidli mikaşist, mikaşist, piritli kuvarsit, kuvarsşist, fillit olarak adlandırılmıştır. Kuytu formasyonu, Hizan yöresindeki arjillit ve piritli metaşeyller yönüyle, Doğu Toroslar' daki Bedinan formasyonuna benzemektedir (Tuna, 1974).

Kalkşist üyesi; Kuytu Formasyonu yer yer karbonatça zenginleşmektedir. Siyah, koyu siyah renkli, ince tabakalı, kaba taneli, kaba yapraklanmalı kalkşistler, Kalkşist üyesi olarak ayırtlanmıştır. Kalkşistler 3-15 metre kalınlıktaki bantlar halinde olup, devamlı ve yaygın

değildir (Çağlayan ve Şengün, 2002).

Kokarsu Formasyonu; Kuvars, kuvarşşist, şisti kuvarsit ve kuvarslı mermerden oluşan birim, en iyi görüldüğü Kokarsu mahallesine dayandırılarak, Kokarsu Formasyonu adı altında tanımlanmıştır (Şengün ve diğ., 1990). Kokarsu formasyonu, Kuytu formasyonu üzerine geçişlidir ve Yolcular Grubuna ait değişik litolojiler üzerine, doğrudan gelmektedir. Her iki birimde gözlenebilen tabakalanma düzlemleri, dokanak düzlemine paralel olarak kilometrelerce izlenmektedir. Değişik yörelerde, kalkşist, kuvarsit ve kuvarslı mermer ya da bu litolojilerin araldanması ile temsil olunan geçiş zonlarının tabanı, alt birimin üst sınırını belirlemektedir. Çalışma alanı batısında, şist, fillit ve kayrakların egemen olduğu geçiş birimleri görülürken, çalışma alanı kuzeydoğusunda ve daha doğuda, sadece kalkşist yada kalkşist-klorit şist araldanması ile metakarbonatlara geçiş sağlanmaktadır. Altta kuvarsit, kuvarşşist, şisti kuvarsit araldanması ve kuvarslı mermer ara seviyelerinden oluşan birim üstte ve doğuya doğru kuvarşşistlere ve giderek kuvarşşist kloritşist araldanmasına geçiş göstermektedir. Kuvarsitler beyaz-krem, gri-koyu gri siyah renklindedir. Renk tonu opak mineral içeriğine bağlı olarak değişmektedir. Deformasyonun az olduğu tepe noktalarındaki masif karakterli kuvarsitlerde, dalga kırışığı ve çapraz katmanlanma gibi çökel yapılar korunmuştur. Kokarsu Formasyonu, Kokarsu sırtında, kuvarsitlerle girik rekristalize kireçtaşlarında bulunan, Amphipora sp., Favosites sp., fosillerine göre; Üst Devoniyen yaştaadır. Ayrıca çalışma alanı dışında ve batısındaki Arıdağ' da bulunan fosiller göre yaş, Jivesiyen-Frasniyen (Orta-Üst Devoniyen) olarak verilmiştir (Göncüoğlu ve Turhan, 1983). Kokarsu Formasyonu, Orta Toroslar' da tanımlanan, Orta-Üst Devoniyen yaşlı, Demirli kumtaşlarının eşdeğeri olmalıdır (Ayhan, 1988).

Kırkbulak kuvarslı mermer üyesi; Kokarsu Formasyonu içerisindeki, boz renkli, ince-orta katmanlı kuvarslı mermerler, en iyi Kırkbulak mahallesi kuzeybatısında (senklinal çekirdeğinde) gözlendiği için Kırkbulak üyesi olarak adlandırılmıştır. Kirli sarı renkteki kuvarslı mermerler, alttan kuvarsit; üstten ise kuvars şistlere geçiş gösterirler. Kalınlığı 20-75 metre arasında değişen birimin en alt düzeylerinde, 10-25 cm kalınlıkta klorit şist arabantları izlenmektedir (Çağlayan ve Şengün, 2002).

Kuştaşı Formasyonu; çoğu yerde, Kokarsu Formasyonu ile karıştırılabilmektedir. En tipik özelliklerini, en iyi ayırtlanabildiği harita alanı kuzeybatı köşesinde sunar. Mermer ve kireçtaşları altında, çoğun şerit şeklinde gözlenmektedir. Bu mostra uzanımları yapı ile kazanılmış, yontum ile şekillenmiştir. Kuştaşı Formasyonunun fazla bir kalınlığı ve yayılımı yoktur. Kuştaşı Formasyonu, içerisindeki klorit miktarı ve demir oksit ile boyanmasına bağlı

olarak, çoğun yeşilden, kahverengi ve boz renge değişmektedir. Taze yüzeylerde yeşil renk egemendir. Yapraklanma çok ince ve ince olup kuvars oranına göre değişir. Kuvarsça zengin kesimler daha kaba yapraklanmalıdır. Çoğu yerde üstelenmiş kıvrımlanmalar ve bu kesimlerde yer yer gelişkin yeni yapraklanma gözlenir. Fosil içermeyen birimin yaşı altında yer alan, Üst Devoniyen yaşlı Kokarsu formasyonu ile üzerine gelen Permiyen yaşlı Kerzevil formasyonuna dayandırılarak verilmiş ve Karbonifer olarak kabul edilmiştir (Çağlayan ve Şengün, 2002).

### **3.1.1.3. Çadırdağ Grubu**

Yolcular Grubu ve Bitlis Grubu kayalarının üzerine ve kuzeye doğru transgressif olarak gelen ve Boray (1973) tarafından Üst birlik olarak adlandırılan kaya birimlerinin Permiyen-Mesozoyik yaşlı kesimi Çadırdağ Grubu adı altında toplanmıştır. Çadırdağ Grubu, volkanit arakatlı karbonat kayaları topluluğudur. Grup, alttan üste doğru Permiyen yaşlı Gelintaş Formasyonu, Nallıkaya Formasyonu, Kerzevil Formasyonu, Triyas yaşlı Benekli Formasyonu, Jura-Alt Kretase yaşlı komprehensif seri özellikli Bacavan Formasyonu, kireçtaşı-volkanit ardalı Lahtandere Formasyonu, yastık yapılı lavlardan oluşmuş Sit Formasyonu ile Kampaniyen yaşlı Tilkikaya Formasyonundan oluşur. Çadırdağ Grubu Mesozoyik yaşlı birimleri üzerine, Bitlis dolaylarında İçmeli Formasyonu; Şirvan kuzeyi Bacavan dağı güneyinde, Guleman ofiyolitleri, tektonik dilimler şeklinde gelmektedir (Çağlayan ve Şengün, 2002).

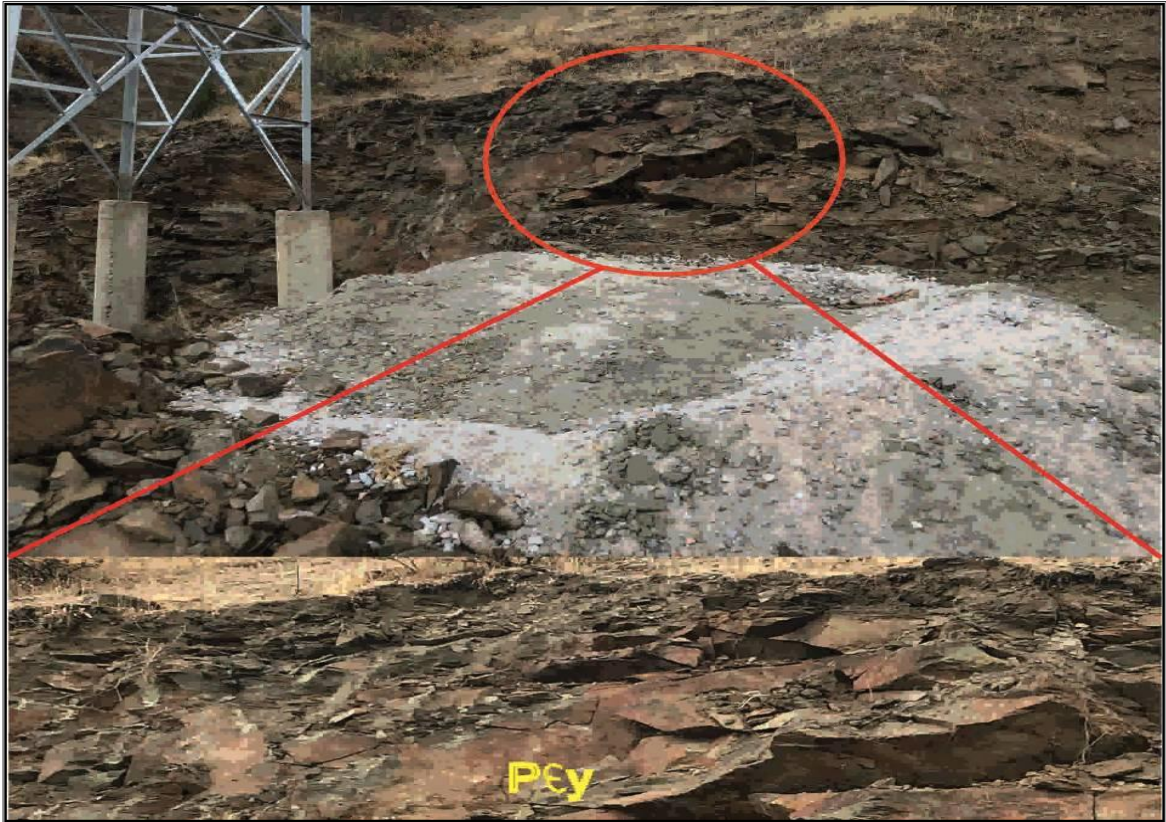
### **3.1.1.4. Güncel Çökeller**

Genç ve yüksek dağlar ile sırtların dik yamaçlarında ve eteklerinde bölgesel yükselmeyi belgeleyen yamaç molozları, Bitlis dolaylarında yaygın gözlenen genç birimlerden biridir. Tatvan doğusunda, silttaşı ve ince taneli kumtaşından oluşan göl çökelleri yer alır. Benzer Çökeller Van gölü güney kenarı boyunca tutturulmamış ya da az tutturulmuş, yatay tabakalı, düşük açılı çapraz tabakalanma sunan, şerit şekilli, yaygın olmayan, mostralara sunar. Akarsu yataklarında gözlenen alüvyonlar, yöre kayaların, tutturulmamış ya da çok az tutturulmuş, ince-kaba boyuttaki, az yuvarlak-yuvarlak, az küresel-küresel parçalarından oluşur. Eski faylar üzerinde ve sıcak su kaynaklarına bağlı gelişen traverten oluşukları, Kokarsu mahallesi örneğinde olduğu gibi, çökelimlerini günümüzde de sürdürmektedirler (Çağlayan ve Şengün, 2002).

### 3.1.2. Çalışma Alanının Jeolojisi

Yapılan arazi gözlemleri, sondaj çalışmaları sonucunda çalışma alanında, Prekambriyen yaşlı Yolcular Grubu (PÇy), Bitlis Grubu içerisinde olan Orta Devoniyen yaşlı Gökçimen Formasyonu (Pzbg), Permien-Mesozoyik yaşlı Çadırdağ Grubu (PzMzÇ) ve Güncel Çökeller içerisinde olan Kuvaterner yaşlı Alüvyonlara ait birimler gözlenmiştir.

Yolcular Grubu (PÇy): Yolcular Grubu kayaçları ayrılmamış gnays, mikaşist, biyotit gnays ve amfibolitlerden oluşur. Bu grup kayaçların rengi mineral bileşimlerine göre, kirlili beyazdan kırmızı kahve ve yeşilimsi siyaha kadar değişir. Biyotit ve amfibolce zengin olmaları nedeniyle, boz kahve ve kırmızımsı kahverengi egemendir. Yolcular Grubu, çalışma alanının kuzey doğusunda görülmektedir. Çalışma alanındaki Sk-15, Sk-17, Sk-18 numaralı kuyularda 0.00-5.00 ve 0.00-6.00 metrelerde bu grup kayaçlar gözlenmiştir. Yapılan sondajlarda ve arazi gözlemlerinde beyazdan kırmızı kahve ve yeşilimsi siyah renkli bol kırıklı çatlaklı şist ve gnays olarak gözlenmiştir (Şekil 3.2).



Şekil 3.2. Çalışma alanında yüzeyleyen Yolcular Grubu birimleri (Bakış Yönü Kuzeydir)

Gökçimen Formasyonu (Pzbg): Ayrılmamış mikaşist, kuvarşist, kuvarsit, mermer, gnays, bantlı gnays, başlıca kayaç gruplarıdır. Yolcular grubu kayaları üzerine transgressif aşma ile oturmuş olan Bitlis grubu, alttan üste doğru kuvarşist ve kuvarsitlerden oluşan Gökçimen Formasyonu ile yüzeylenir. Çalışma alanında, açık/koyu yeşil rengi ve tane boyutunun belirlediği, bantlı, flişoid görünümlü, tabakalanmaya uygun ve aykırı gelişmiş etkin yapraklanmalı kuvarşistler görülür. Bu grup kayaçların renkleri, kahverengi, yeşilimsi kahve, kirli beyaz renklidir. Koyu ve açık renklerin bantlı bir görünüm kazandırdığı kayaçta, koyu renkli kesim, koyu gri-siyahımsı kahverengi; açık kesimler ise, kirli sarı, kirli beyaz ve açık kahverengidir. Çalışma alanının genelinde hâkim formasyondur. Çalışma alanındaki Sk-2 numaralı kuyuda ayrılmış hali, Sk-7, 10, 11, 14, 16, 20 numaralı kuyularda bu grup kayaçlar gözlenmiştir. Yapılan sondajlarda ve arazi gözlemlerinde Gökçimen Formasyonu çalışma alanında yer yer ince yapraklı biyotitlerden oluşan şistler ve kuvars şistler ve bantlı gnayslar halinde gözlenmiştir (Şekil 3.3).

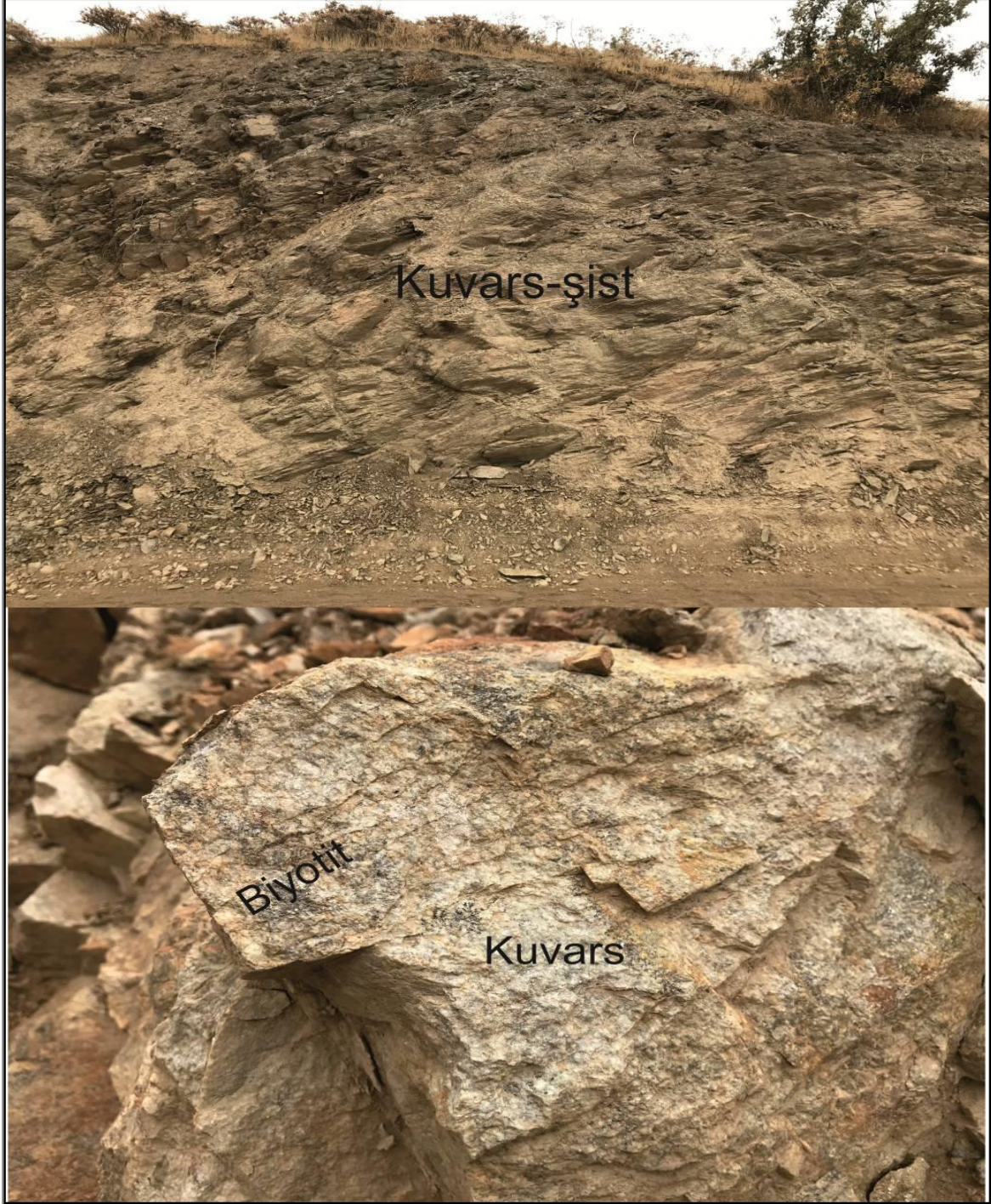




**Şekil 3.3.** Çalışma alanında yüzeyleyen Gökçimen Formasyonundan görünümler (Bakış Yönü Kuzeydir)



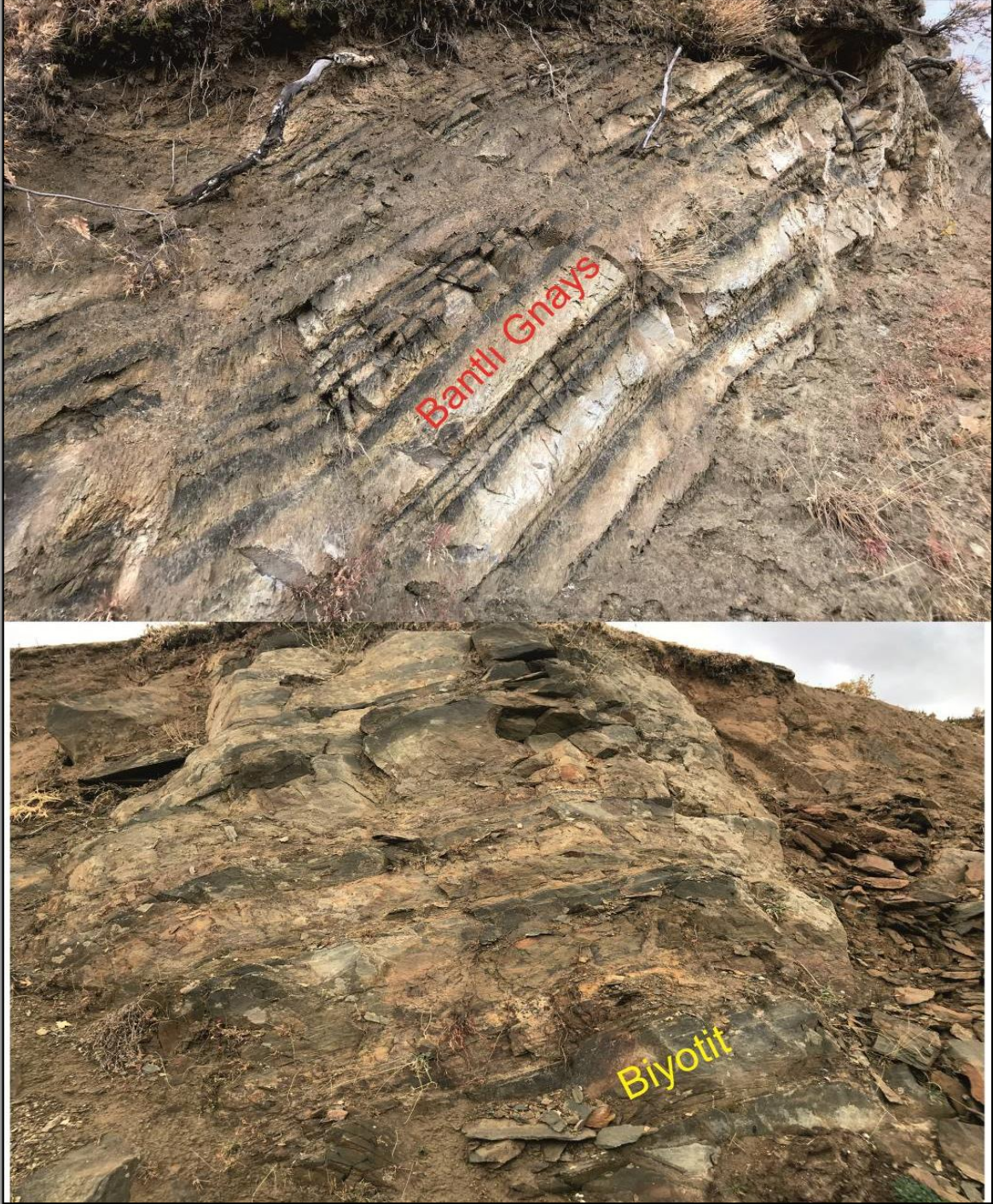
Gökçimen Formasyonunun açık renkli kesimlerinde, kuvarşın çok fazla olduğu yerlerde kuvarşistler görölmektedir. Krem, sarı ve boz renklidir. İçinde siyah renkli biyotit mineralleri ve beyaz renkli kuvars mineralleri bulunur. Belirgin ince tabakalı ve ince mercek şekillidir (Şekil 3.4).



Şekil 3.4. Kuvarşistlerden görünüm (Bakış Yönü Kuzeydir)



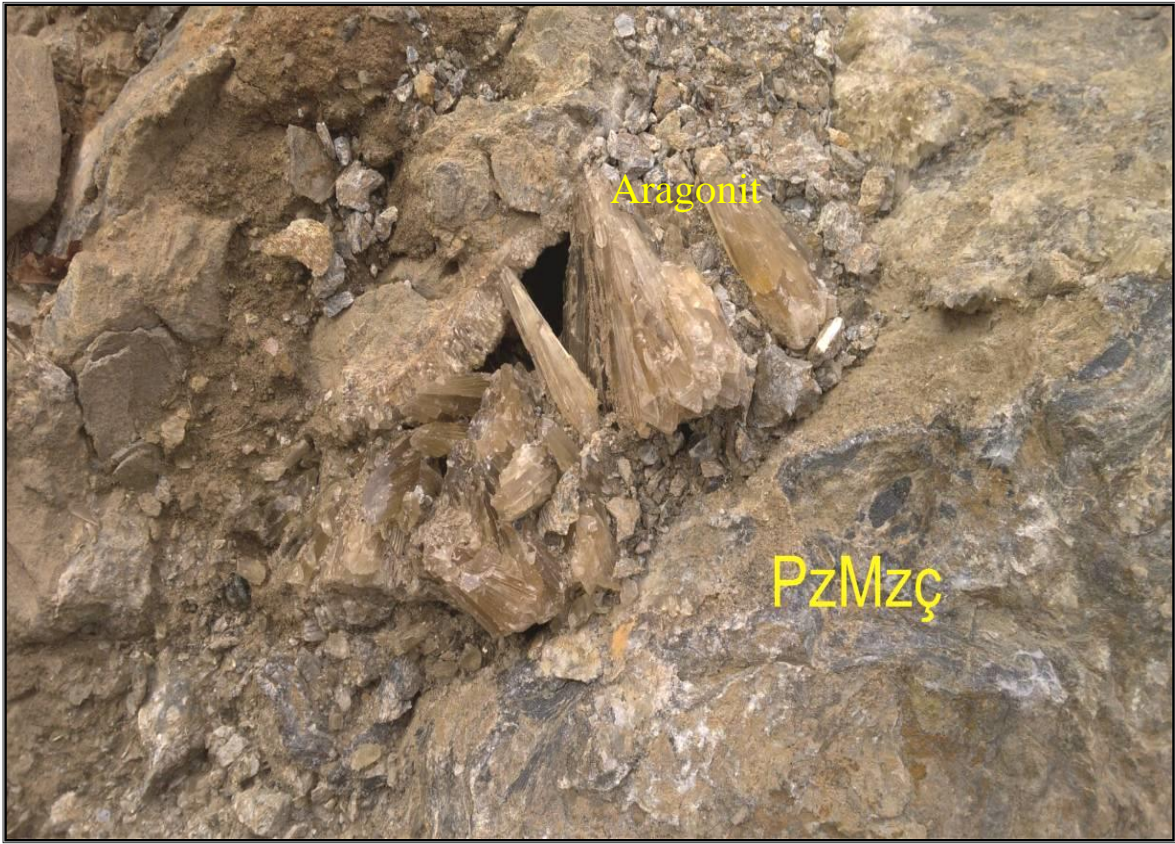
Çalışma alanında bantlı bir görünüm sergileyen gnays birimleri yer yer düzenli tabakalanmalar gösterirken yer yer de ayrılmış bir şekilde yüzeyleme gösterir. Genelde bantlar siyah renkli olan biyotit ve açık renkli mineraller ayrımlaşmalar şeklinde görülür (Şekil 3.5).



Şekil 3.5. Çalışma alanında yüzeyleyen gnayslarda biyotit ayrımlaşmaları (Bakış Yönü Kuzeydir)

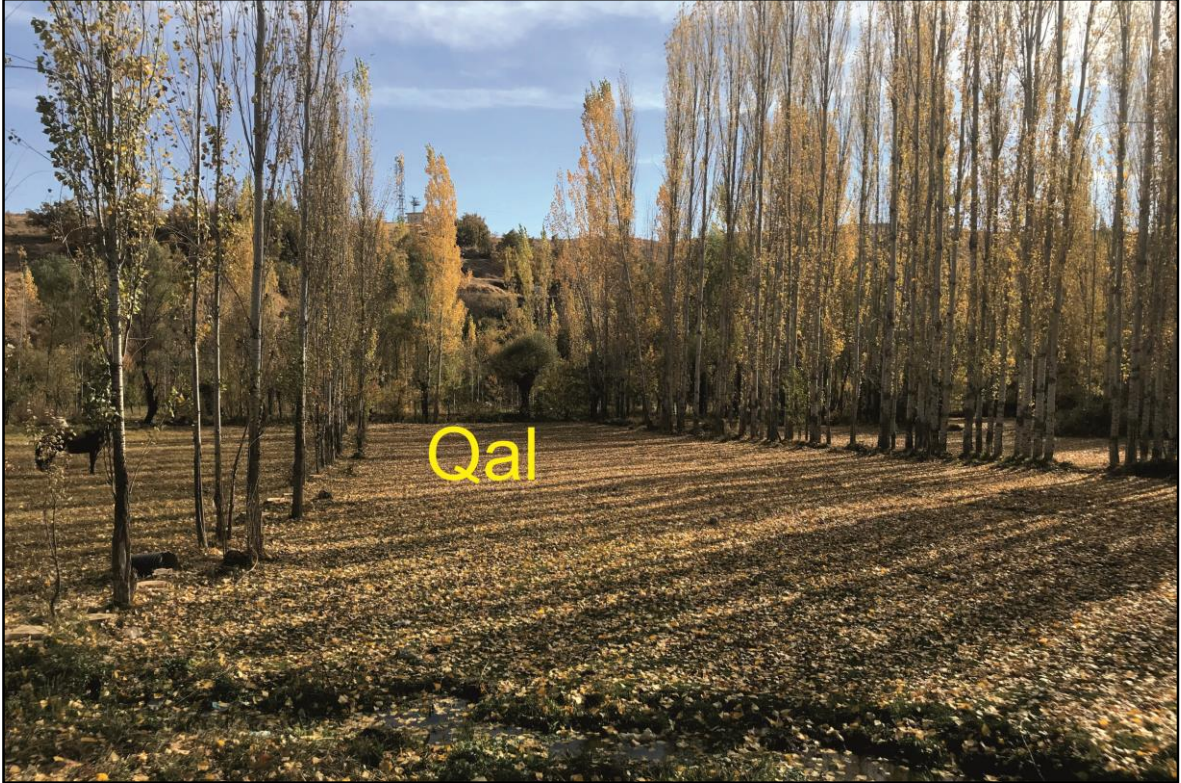


Çadırdağ Grubu (PzMzÇ): Yolcular Grubu ve Bitlis Grubu kayaçlarının üzerinde transgressif olarak gelir. Ayrışmamış rekristalize kireçtaşı, dolomit, aragonit, mermer şist, kalkşist, fillit vb. kayaçlar bu grup içinde toplanmıştır. Volkanit arakatlı karbonat kayaçları topluluğudur. Çalışma alanında Hizan ilçesinin batı girişinde görülmektedir. Çalışma alanında Sk-3 numaralı kuyuda bu grup kayaçlar gözlenmiştir. Yapılan sondaj ve arazi gözlemlerinde sarımsı-krem renkli kırıklı çatlaklı yüksek dayanımlı aragonit ve dolomit olarak gözlenmiştir (Şekil 3.6).



**Şekil 3.6.** Çalışma alanında yüzeyleyen Çadırdağ Grubuna litolojilerin genel görünümü (Bakış Yönü Kuzeydir)

Alüvyon (Qal): Hizan ilçesinin merkezi, güney kesimi ve dere yatakları içerisinde yüzeyleyen Pliyo-Kuvaterner yaşlı olan güncel çökellerdir. Çalışma alanında genellikle eğimin düşük olduğu yerlerde görülür. Bu birimler heterojen özellikte ve bazı seviyelerinde baskın çakıllar ve kumlu killer olarak yüzeylemektedirler (Şekil 3.7). Dere yataklarının içinde açılan sondaj kuyularının bazılarında yeraltı su seviyesinin yüksek olduğu görülmüştür. Sk-9 ve Sk-13 numaralı kuyularda yeraltı su seviyesi yüksek olduğundan hiçbir numune alınamamıştır. Akarsu yataklarında gözlenen alüvyonlar (Qal), yöre kayaların, tutturulmamış ya da çok az tutturulmuş, ince-kaba boyuttaki- az yuvarlak-yuvarlak ve az küresel-küresel tanelerden oluşur. Çalışma alanında Sk-1, 4, 5, 6, 8, 9, 12, 13 ve 19 numaralı kuyularda alüvyon birimlerine rastlanmıştır.



Şekil 3.7. Çalışma alanında yüzeyleyen alüvyon (Bakış Yönü Güneydir)



### 3.2. Yapısal Jeoloji

Güneyde Afrika-Arabistan levhaları ve kuzeyde Avrasya levhası arasında kalan Anadolu'nun jeolojik yapısı, bu iki levhanın sürekli hareketlerine ve bu levhalar arasında yer alan, paleo ve neo tetis okyanuslarının jeotektonik evrimlerine bağlı olarak gelişmiştir. Yeni Tetis okyanusu Geç Kretase'de sonlanmaya başlamış, Orta Miyosen'de, Arabistan levhası ile Avrasya levhasının çarpışması Bitlis-Zağros bindirme ve kıvrımlı kuşağını meydana getirmiştir. Doğu – batı doğrultusunda uzanan ve İran'da Zağros Kuşağı ile birleşen bu kuşak, Basra Körfezine kadar uzanmaktadır. Önemli aktif kıta-kıta çarpışma kuşaklarından olan bu kuşağın, Anadolu'da kalan kesimi Bitlis bindirme kuşağı veya Güneydoğu Anadolu bindirme kuşağı olarak bilinmektedir. Bu kuşak boyunca, Bitlis-Pütürge-Malatya napları adı verilen Allohton kütleler, Miyosen'de güneye doğru hareketlerine bağlı olarak, Güneydoğu Anadolu Otoktonu üzerine onlarca kilometre sürüklenerek yerleşmiştir. Bu şekillenmeye bağlı olarak çalışma alanında izlenen önemli yapısal unsurlar kıvrımlar, bindirmeler ve faylardır (Anonim, 2017).

#### 3.2.1. Kıvrımlar

Anonim' e (2017) göre, çalışma alanının yapısal gelişiminde kıvrımlar, bindirmelere göre daha az etkilidir.

#### 3.2.2. Bindirmeler

Bindirmeler, bölgenin jeolojik gelişiminde ve şekillenmesinde etkili olan en önemli yapısal unsurlardır. Bölgede Bitlis-Pütürge-Malatya napları olarak adlanan birimler allohton konumludur. Bu allohton birimler, Bitlis Metamorfileri, Ofiyolit napı, Yüksekova Karmaşığı (napı) ve Hakkâri Karmaşığından oluşmaktadır. İlçenin güneyinde, genellikle D-B doğrultulu olarak görülen Hakkâri karmaşığı ile Bitlis-Pütürge-Malatya napları arasındaki bindirme kuşağının uzunluğu 350 km' den fazladır. Bitlis metamorfileri, yayılım gösterdikleri çoğu yerde Ofiyolit napı, Yüksekova Karmaşığı ile tektonik dokanaklı olarak izlenmektedir. Ofiyolit napı ve Yüksekova Karmaşığı Koçkırın dağı, Koç dağı, Erek dağı batısında ve doğusunda, ayrıca daha birçok yerde Paleosen-Eosen ve Oligo-Miyosen yaşlı birimler üzerinde tektonik dokanaklı yer almaktadır (Anonim, 2017).

### 3.2.3. Faylar

Çalışma alanında paleotektonik dönemde ve neotektonik dönemlerde oluşan faylar mevcuttur. Paleotektonik döneme ait fayların bir kısmı, bölgeye allokon birimlerin yerleşmesi sırasında ve sonrasında oluşmuştur. Neotektonik dönemde, paleotektonik yapıları kesen, bölgenin yeniden şekillenmesini sağlayan tektonik yapılar gelişmiştir. Van İl sınırları içinde, Van Gölü ile İran sınırı arasında D-B uzanımlı önemli dört fay zonu mevcuttur. Bu fay zonu içerisinde en önemlisi, Van Gölü kıyısından başlayarak, Erçek gölünden ve Özalp'tan geçerek İran sınırına kadar uzanmaktadır. Bu fayların dışında, tarihsel ve aletsel dönemlerde depremler meydana getirdiği bilinen ve deprem oluşturma potansiyeli taşıyan faylarda mevcuttur (Ketin, 1977).

### 3.3. Hidrojeoloji

#### 3.3.1. Yeraltı Su Durumu

Çalışma alanında açılmış olan sondaj kuyularının 7 tanesinde yeraltı suyuna rastlanılmış olup bu kuyularda yeraltı su seviyesinin 2.00-4.60 m arasında değiştiği görülmüştür. Çalışma alanında yeraltı su seviyesine rastlanan sondaj kuyuları Tablo 3.1.' de gösterilmiştir.

**Tablo 3. 1.** Çalışma alanında yeraltı su seviyesine rastlanan sondaj kuyuları

Sondaj no	Yeraltı su seviyesi derinliği (m)	Formasyon/Litoloji
Sk-1	2.20	Alüvyon
Sk-2	2.40	Gökçimen formasyon ayrıışmış hali
Sk-4	2.00	Alüvyon
Sk-5	3.60	Alüvyon
Sk-6	4.00	Alüvyon
Sk-12	2.60	Alüvyon
Sk-19	4.60	Alüvyon

### **3.3.2. Yüzey Suları**

Çalışma alanının en önemli akarsuyu Nazar Çayı ve onun kollarıdır. İlkbahar mevsiminde karların erimesi ve fazlaşan yağmurla birlikte su seviyesi yükselen Nazar Çayı' nın Ağustos ayında su seviyesi oldukça düşmektedir. Bölgenin dik yükseltilerden oluşması sebebiyle dağlardan Nazar Çayı' na doğru inen irili ufaklı birçok kuru ve sulu dere bulunmaktadır. Bu kuru ve sulu dereler Ek 6' da verilmiştir. Bu derelerin büyük bir çoğunluğu yüzey sularının aşındırması ile meydana gelmiştir. Bu derelerin akış yönü genel olarak eğimle doğru orantılıdır, mevsimsel yağışlara göre debisi değişmekte ve sellenme riski oluşturmaktadır.

### **3.4. Zemin Araştırmaları**

#### **3.4.1. Sondaj Çalışmaları**

Çalışma alanında açılan jeoteknik sondajlar, zeminlerin litolojik özelliklerini, zeminlerin düşey doğrultudaki değişimlerini, yeraltı su seviyelerini ve mühendislik parametreleri gibi durumları belirlemek amacıyla yapılmıştır. Sondajlar TS-1901 (1975) standardına uygun olarak yapılmış ve 1 adet D 500 marka rotary sondaj makinesi kullanılmıştır (Şekil 3.8).

Çalışma alanında jeoteknik etüt amaçlı 20 adet sondaj açılmıştır. Bu sondajların derinlikleri 3-20 m (2 adet 3 metre, 2 adet 4 metre, 4 adet 5 metre, 2 adet 6 metre, 8 adet 15 metre, 2 adet 20 metre) arasında olup derinlikleri toplamı 206 m' dir. Sondajların bazılarında standart penetrasyon deneyi (SPT) yapılarak, 20 kuyudan toplam 33 adet numune alınmış olup 8 adet örselenmemiş numune (UD) alınmıştır. Toplam 10 adet karot numunesi (CR) alınıp laboratuvara gönderilmiştir. Çalışma alanında açılmış olan sondaj kuyularına ait genel bilgiler Tablo 3.2.' de verilmiştir.



Şekil 3.8. Çalışma alanında yapılan sondajlardan görünüm

**Tablo 3. 2.** Çalışma alanında açılmış sondaj kuyularına ait teknik bilgiler

Kuyu No	Derinlik (m)	YASS (m)	Numune türü			Formasyon/ Litoloji	Koordinatlar (ITRF 96- 3°)	
			SPT	UD	Karot		Y	X
Sk-1	15.00	2.20	×	×	-	Alüvyon	531616.91	4232363.00
Sk-2	15.00	2.40	×	×	-	Gökçimen formasyonu ayrıışmış hali	532387.68	4232382.19
Sk-3	4.00	-	-	-	×	Çadırdığı grubu	533067.52	4232410.55
Sk-4	15.00	2.00	×	×	-	Alüvyon	533606.18	4231698.22
Sk-5	15.00	3.60	×	×	-	Alüvyon	534782.36	4231888.00
Sk-6	15.00	4.00	×	×	-	Alüvyon	535255.05	4232087.50
Sk-7	4.00	-	-	-	×	Gökçimen formasyonu	535545.29	4232777.74
Sk-8	15.00	-	×	×	-	Alüvyon	536011.99	4232067.57
Sk-9	20.00	-	-	-	-	Alüvyon	537077.96	4232208.53
Sk-10	3.00	-	-	-	×	Gökçimen formasyonu ayrıışmış hali	536377.74	4231802.71
Sk-11	5.00	-	-	-	×	Gökçimen formasyonu ayrıışmış hali	536755.43	4231971.28
Sk-12	20.00	2.60	×	×	-	Alüvyon	537448.09	4232470.33
Sk-13	15.00	-	-	-	-	Alüvyon	537678.75	4232235.25
Sk-14	5.00	-	-	-	×	Gökçimen formasyonu	537727.94	4231896.89
Sk-15	5.00	-	-	-	×	Yolcular grubu	536248.62	4232567.92
Sk-16	5.00	-	-	-	×	Gökçimen formasyonu	537180.68	4232505.36
Sk-17	6.00	-	-	-	×	Yolcular grubu	537037.02	4232891.16
Sk-18	6.00	-	-	-	×	Yolcular grubu	537660.76	4232997.04
Sk-19	15.00	4.60	×	×	-	Alüvyon	538265.58	4232652.28
Sk-20	3.00	-	-	-	×	Gökçimen formasyonu	538696.58	4232927.99

SPT, esas olarak yerinde yani sondaj kuyusu açılması sırasında yapılan bir dinamik kesme deneyidir. Sondajların yapımı sırasında 1.50 m aralıklarla bir standart penetrasyon deneyi (SPT) yapılmış ve örselenmiş zemin numuneleri alınmıştır. Kesme direnci kohezyonsuz zeminlerde zeminin sıklığına, kohezyonlu zeminlerde ise zeminin direnç parametrelerine bağlıdır. Bu sebeple penetrasyon deneyi sonuçları ile taşıma gücü arasında bir ilişki kurulabildiği için jeoteknik hesaplamalarda genellikle bu deney kullanılmaktadır. Şahinalp' e (2009) göre, Standart penetrasyon deneyi zemin özelliklerinin arazide belirlenmesi, basit ve ekonomik olması nedeni ile en yaygın kullanılan deneylerdendir. Bu deney 63.5 kg ağırlıktaki şahmerdanın 76.2 cm'lik bir mesafeden tijlerin üzerinde bulunduğu başlığa düşürülmesi sonucunda numune alıcının 30 cm zemine girmesi için gerekli darbe sayısının bulunmasını içermektedir. Standart penetrasyon deneyinin yapılacağı derinlikte önce kuyu dibi temizlendikten sonra, tijlerin ucuna takılan standart penetrometre sondaj kuyusu tabanına indirilir. Şahmerdan aracılığıyla, standart penetrometre kuyu dibinden itibaren zemine 45 cm çakılır. Standart penetrometrenin zeminde ilerlemesini izleyebilmek için kuyu başından itibaren, en üstte bulunan tij 15' er cm aralıklara bölünecek şekilde 4 çizgi ile işaretlenir. Şahmerdanın 76.2 cm yükseklikten bırakılması ile standart penetrometrenin her 15 cm' lik penetrasyonunu sağlayan vuruş sayıları kaydedilir. İlk 15 cm lik penetrasyonu sağlayan vuruş sayıları, sondaj işleminin kuyu tabanında oluşturacağı örselenme nedeni ile dikkate alınmaz. Son 30 cm' lik penetrasyonu sağlayan vuruş sayısı, standart penetrasyon sayısı (N30) olarak kaydedilir. Deney sırasında, ilk 15 cm penetrasyon sonrasında 15 cm' lik penetrasyon için gerekli darbe sayısı 50' yi geçerse ya da 10 darbeye ilerleme kaydedilmezse deney bırakılır, penetrasyon miktarı kaydedilir. Deney sonrası standart penetrometre kuyudan çıkarılarak, içindeki örselenmiş zemin numunesi su muhtevasını kaybetmeyecek şekilde korunarak, etiketlenir ve laboratuvara gönderilir.

Şekil 3.9.' da çalışma alanında yapılan SPT numunelerine ait görüntü verilmiştir. Bu SPT deneyi ile elde edilen darbe sayılarının en düşüğünün 16 olduğu görülmüştür. Ancak Sk-9 ve Sk-13 nolu kuyularda yeraltı su seviyesinin fazla olmasından dolayı tij kendi ağırlığıyla ilerlediği için darbe sayılarının en düşüğünün 1 olduğu görülmüştür. SPT deneyi ile ilgili ayrıntılı kayıtlar kuyu loglarında Ek-1' de verilmiştir. SPT deneyleri sırasında örselenmiş numuneler yarık numune alıcı ile alınmıştır. Alınan 33 numunenin mevcut yani doğal özelliklerini yitirmemesi için iki ayrı naylon torba içine konulmuş, etiketlenmiş ve ağızları hava almayacak şekilde bağlanmıştır. Açılan 20 kuyunun 7 tanesinde yeraltı su seviyesine rastlanmış olup ölçülen yeraltı suyu derinlikleri 2,00 - 4,60 m arasındadır.





**Şekil 3.9.** Çalışma alanındaki sondajlardan alınan SPT numunelerine ait bir görüntü

Çalışma alanında açılan sondaj kuyularının bazılarında yapılan SPT deneyinin sonucundaki N30 darbe sayılarına göre Tablo 3.3’ de verilen kohezyonsuz zeminlerde rölatif sıklık değeri 0.35-0.65, 0.65-0.85, >0.85 ve nispi yoğunluk Orta, Sıkı ve Çok sıkı olarak değerlendirilmiştir.

**Tablo 3. 3.** Terzaghi ve Peck’ e (1967) göre, Kohezyonsuz zeminlerde SPT sonucuna göre rölatif sıklık değeri

N30 darbe sayısı	Rölatif sıklık	Nispi yoğunluk
< 4	< 0.15	Çok gevşek
4-10	0.15 - 0.35	Gevşek
10 - 30	0.35 - 0.65	Orta
30 - 50	0.65 - 0.85	Sıkı
> 50	> 0.85	Çok sıkı

Çalışma alanında açılan sondaj kuyularının bazılarında yapılan SPT deneyinin sonucundaki N30 darbe sayılarına göre Tablo 3.4’ de verilen kohezyonlu zeminlerde kıvam çok yumuşak, yumuşak, çok katı ve sert olarak değerlendirilmiştir. Ayrıntılı N30 darbe sayıları Ek-1’ de sondaj loglarında verilmiştir.

**Tablo 3. 4.** Kohezyonlu zeminlerde SPT sonucuna göre kıvam değeri (Terzaghi ve Peck, 1967).

N30 darbe sayısı	Zeminin kıvamı
< 2	Çok yumuşak zemin
2 - 4	Yumuşak zemin
4 - 8	Orta katı zemin
8 - 15	Katı zemin
15 - 30	Çok katı zemin
> 30	Sert zemin

### 3.4.2. Gözlem Noktaları

Çalışma alanında sondaj açılmayan kısımlarda bazı noktalardan el numunesi alınmış ve bunlara gözlem noktaları adı verilmiştir. Bu gözlem noktalarına ait litoloji ve formasyon bilgileri aşağıda Tablo 3.5’ de gösterilmiştir.

**Tablo 3. 5.** Gözlem noktalarına ait genel bilgiler

Çalışma alanında el numunesi alınan Gözlem noktaları	Litoloji	Formasyon	Koordinatlar (ITRF 96- 3°)	
			Y	X
Gn-1	Aragonit	Çadırdag Grubu	532973.43	4232464.34
Gn-2	Kuvarşist	Gökçimen Formasyonu	535047.48	4232706.47
Gn-3	Mikaşist	Gökçimen Formasyonu	537157.73	4231978.70
Gn-4	Ayrılmamış Gnays	Yolcular Grubu	536966.06	4233054.52
Gn-5	Bantlı Gnays	Gökçimen Formasyonu	537937.95	4231997.86

### 3.4.3. Zemin Türlerinin Sınıflandırılması

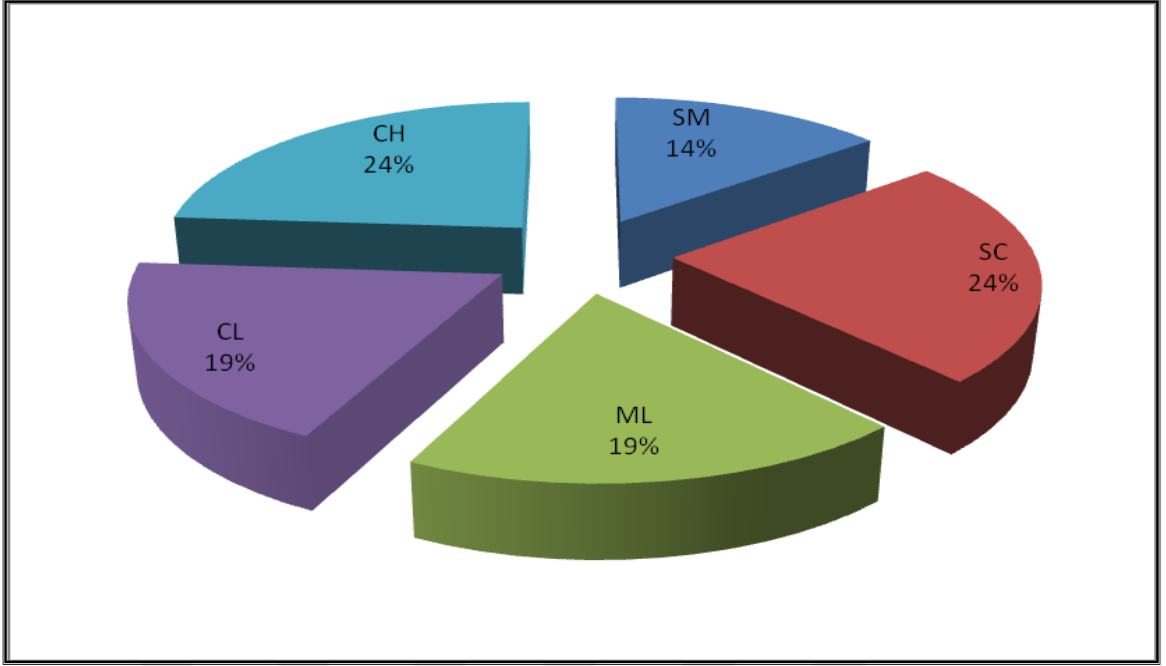
Çalışma alanında gözlenen Gökçimen Formasyonu ayrıışmış hali ve alüvyona ait zemin türlerinden alınan numuneler laboratuvarında yapılan deneylerin sonucunda sınıflandırılmış ve değerlendirilmiştir.

Zemin olarak tanımlanmış olan alanlardan alınan numuneler üzerinde yapılan elek analizi sonuçlarına göre birimlerin tane boyu dağılımı belirlenmiştir. Alüvyon birimlerde açılan sondaj kuyularının çakıl oranı ortalaması % 8.55, ince tane oranı ortalaması ise (silt-kil) % 52.30 olarak belirlenmiştir (Tablo 3.6).

**Tablo 3. 6.** Çalışma alanındaki zeminlerin jeolojik birimlere göre ortalama tane boyu dağılım aralıkları

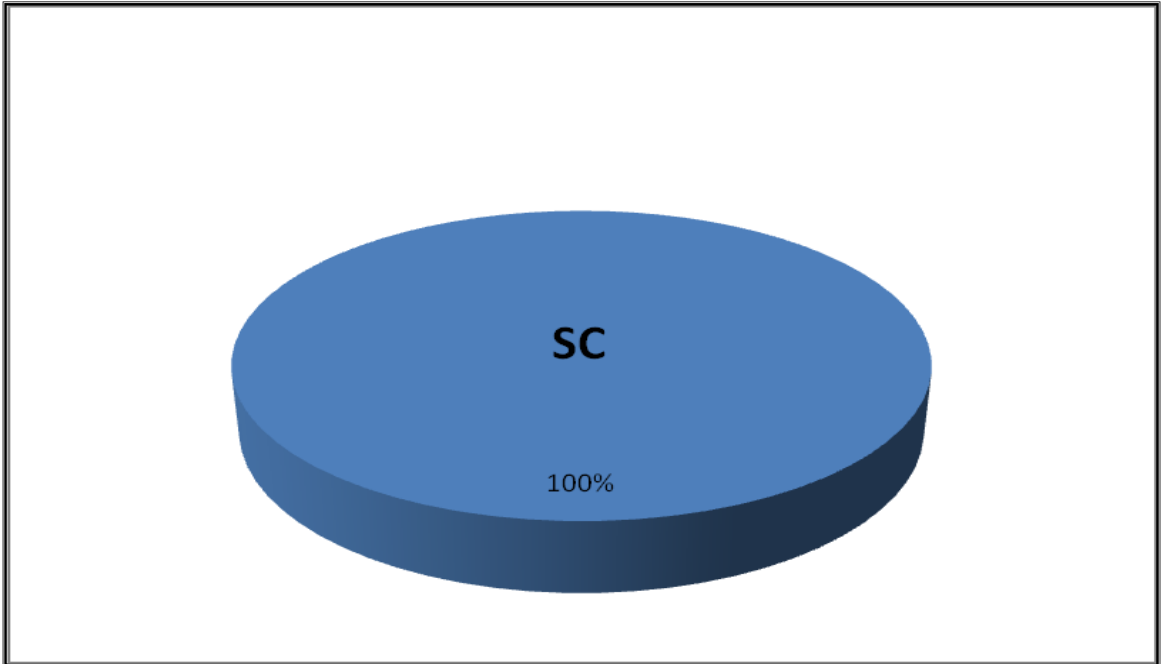
Birim	Tane boyu			Zemin grubu
	Ort. Çakıl (%)	Ort. Kum (%)	Ort. Kil-Silt (%)	
Alüvyon	8.55	39.15	52.30	SM-SC-ML-CL-CH
Gökçimen formasyonu rezidüeli	11.3	41.26	47.44	SC

Şekil 3.10' da alüvyon birimlerin yüzeylediği bölgede açılan sondaj kuyularının % 100'nün ince taneli olduğunu göstermektedir. Bunların yaklaşık % 24'ü yüksek Plastisiteli KİL (CH), % 19'u düşük Plastisiteli KİL (CL), % 24'ü killi KUM (SC), % 14'ü Siltli KUM (SM), % 19'ü ise düşük Plastisiteli SİLT (ML)'den oluşmaktadır.



Şekil 3.10. Alüvyon birimlerine ait zemin türleri

Şekil 3.11’ de Gökçimen Formasyonu ayrışmış hali birimlerinin yüzeylediği bölgede açılan sondaj kuyularının % 100’nün ince taneli olduğu belirlenmiştir. Bunların yaklaşık % 100’ ü killi KUM (SC)’ den oluşmaktadır.



Şekil 3.11. Gökçimen Formasyonu Rezidüel birimine ait zemin türleri

Alüvyon zeminlerde açılan sondajlardan alınan numunelerde yapılan Atterberg Limitlerine göre zeminlerin Likit Limit değerleri % 22.3 - % 54.2 arasında, Plastik Limit değerleri % 17.2 - % 23.8 arasında, Plastisite İndisi % 2.2 - % 32.0 arasında dağılım göstermektedir. Ayrıca alüvyon birimlerin su içeriği % 8.08 - % 55.21 arasındadır.

Gökçimen Formasyonu Rezidüeline ait zeminlerde açılan sondajlardan alınan numunelerde yapılan Atterberg Limitlerine göre zeminlerin Likit Limit değerleri % 26.8 - % 26.9 arasında, Plastik Limit değerleri % 17.6 - % 18.4 arasında, Plastisite İndisi % 8.4 - % 9.3 arasında dağılım göstermektedir. Ayrıca Gökçimen Formasyonu Rezidüeline ait birimlerin su içeriği % 10.39 - % 12.49 arasındadır. Ayrıntılı laboratuvar sonuçları Ek-2' de verilmiştir.

#### **3.4.4. Kaya Türlerinin Sınıflandırılması**

Çalışma alanı içerisinde gözlenen kaya birimlerini; Yolcular Grubu' na (P€y)) ait Prekambriyen yaşlı ayrılmamış Gnays, mikaşist, amfibolit birimleri, Gökçimen Formasyonuna ( Pzbg) ait Paleozoyik yaşlı mikaşist, kuvarşist, kuvarsit ve mermer litolojileri, Çadırdağı Grubuna (PzMzÇ) ait Permiyen-Mesozoyik yaşlı ayrılmamış rekristalize kireçtaşı, dolomit, mermer şist, kalkşist ve fillit birimleri oluşturmaktadır. Çalışma alanındaki kaya birimleri genel anlamda ayrışmış ve parçalanmış bir yapıya sahiptir.

Açılan sondaj kuyularında; karot yüzdesi %16 - %78 aralığındadır. Birim çatlak sıklığına göre çok çatlaklı-kırıklı (3-10, 10-50) ve parçalanmış (>50) sınıfındadır, ayrışma derecesi Tablo 3.7' ye göre az-orta-çok-tamamen ayrışmış sınıfında (W2-W3-W4) ve kaya kalitesi (RQD) Tablo 3.8' e göre zayıf-orta olarak hesaplanmıştır.

**Tablo 3. 7.** ISRM' ye (1981) göre, kayaçların ayrışma derecesinin sınıflaması

Ayrışma/Günlenme derecesi	Tanımı	Açıklamalar
W1	Taze	Ana kayaçta renk değişimi mevcut değildir. Dayanımında bir azalma veya diğer ayrışma etkileri söz konusu değildir. Ancak kırık düzlemleri lekeli veya renk değiştirmiş olabilir.
W2	Az ayrılmış	Kayaçta süreksizliklere yakın kesimlerinde çok az oranda renk değişimi mevcuttur.
W3	Orta derecede ayrılmış	Kayaçta rengi değişmiştir. Ayrışma kayaçta içine nüfus etmeye başlamıştır. Kayaç fark edilir ölçüde zayıflamıştır. Kaya oranı %50-90 arasındadır.
W4	Çok ayrılmış	Kayaçta rengi değişmiştir. Süreksizliklere yakın kesimlerde orijinal doku değişmiş ayrışma kayaçta iç kesimlerini daha fazla etkilemiştir. Kaya oranı %50'den azdır.
W5	Tamamen ayrılmış	Kayaçta rengi değişmiş ve kayaç toprak haline gelmiştir. Fakat kaya dokusu hala tanınabilir. Seyrek olarak küçük ana kayaç parçaları bulunur. Ayrışma ürünü zeminin özellikleri kısmen, ana kayaçta özelliklerini yansıtır.

**Tablo 3. 8.** Deere' e (1964) göre, kaya niteliği (RQD) sınıflandırılması

(RQD % )Kaya niteliği	Kaya tanımı
0 - 25	Çok zayıf kaya
25 - 50	Zayıf kaya
50 - 75	Orta kaya
75 - 90	İyi kaya
90 - 100	Çok iyi kaya

Çalışma alanında açılan karotlu sondajlarda, çalışma alanında yüzeyleyen kaya birimlerinin ayrılmış veya parçalanmış özellikte olduğu görülmüştür (Ek-1).

### 3.4.5. Sıvılaşıma Analizi

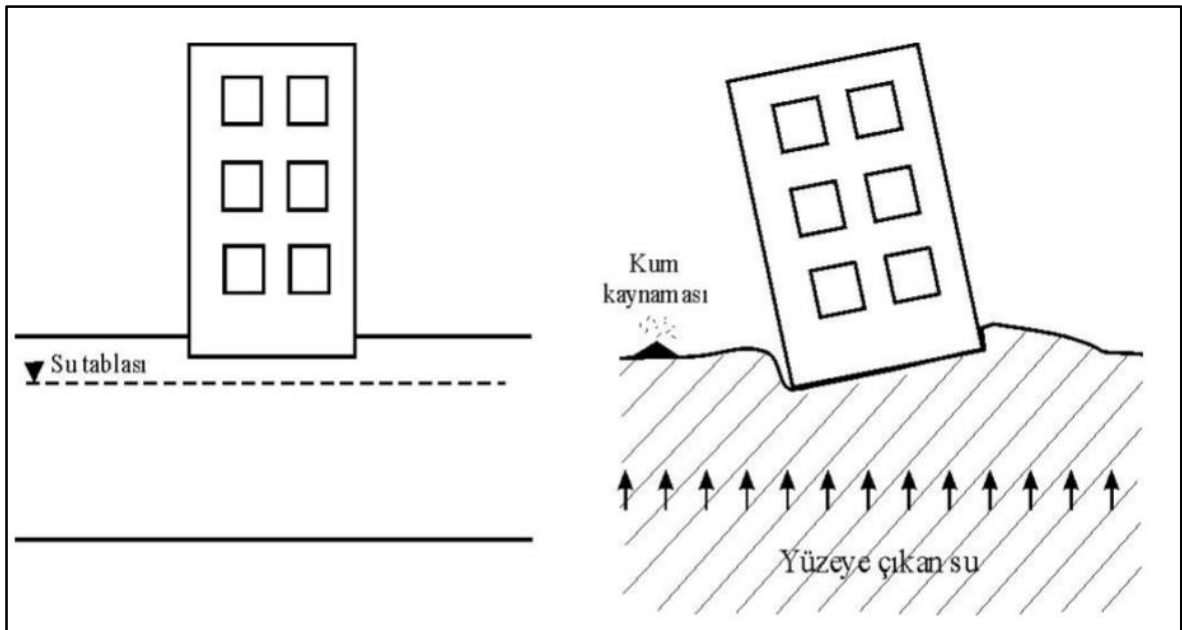
Mogami ve Kubu (1953) tarafından isimlendirilmiş olan sıvılaşıma ile ilgili, 1950’li yıllarda çeşitli çalışmalar yapılmasına karşın önemli bilimsel çalışmalar 1964 yılında meydana gelen Alaska ve bunu izleyen Niigata depremleri sonrası başlamıştır. 1985 yılı Mexico, 1989 yılı California-Loma Prieta, 1994 yılı California-Northridge ve özellikle 1995 yılı Kobe depremlerinde gözlenen sıvılaşıma olguları bu alandaki çalışmaları hızlandırmıştır. Türkiye’de ise 1992 Erzincan, 1988 Ceyhan, 1999 Marmara ve Düzce depremlerinde zemin sıvılaşımları ve bunların yapılara verdiği hasarlar çarpıcı biçimde gözlenmiştir.

Sıvılaşıma, suya doygun gevşek taneli zeminlerin deprem veya başka ani yüklemeler sonucu katı halden sıvı hale dönüşmesidir (Seed vd., 1976).

Youd’ a (1984) göre, sıvılaşıma yeraltı su tablasının yüzeyden itibaren maksimum 10 m derinlikte görüldüğü ortamlarda meydana gelmektedir.

Florin ve Ivanoy (1961), sıvılaşıma olabilmesi için gerekli ortam koşulları; sığ yeraltı su seviyesi (10 m ve daha sığ), kumlu – siltli gevşek zemin (ince tane oranı %35’ten az) ve yeterli büyüklükte bir deprem olarak sıralanmaktadır.

Sıvılaşımanın yerleşim alanlarına etkileri; zeminin taşıma gücünü yitirmesi (Şekil 3.12), oturma (Şekil 3.13), zemin akmaları, zemin salınımı, yanal yayılma ve istinat yapılar üzerinde yanal basınçların artması şeklinde sıralanabilir.



Şekil 3.12. Sıvılaşıma ile zeminin taşıma gücünü yitirmesi ve yapının yana yatması (Ulusay, 2001).





**Şekil 3.13.** Sıvılaşma sonucu yapılarda gözlenen oturmalar (Şahinalp, 2009).

Çalışma alanında yüzeyleyen alüvyon birimlerinin büyük bir kısmının  $> \%35$ 'ten fazla kil içeriğine sahip, düşük plastisiteli kil ile yüksek plastisiteli kil CL-CH olması ve bu birimlerin genellikle kumlu seviyelerinin yanal ve düşey yönde kalın seviyeler oluşturmaması sebebiyle çalışma alanında sıvılaşma riski beklenmemektedir. Ancak çalışma alanında yeraltı suyunun yüzeye yakın, 1. derecede tehlikeli deprem bölgesinde olması, alüvyon birimlerinin heterojen özellikte zeminler olmasından, ayrıca çalışma alanının bazı kesimlerinde yeraltı su seviyesinin yüksek olmasından dolayı, kumlu seviyelerde sıvılaşma gerçekleşebileceğinden zemin temel etütlerinde detaylı olarak incelenmelidir.



### 3.4.6. Taşıma Kapasitesi

Çalışma alanında birimlerin taşıma kapasitesini bulmak amacı ile sondaj kuyularından alınan numunelerden elde edilen veriler kullanılarak hesaplamalar yapılmıştır.

#### 3.4.6.1. Taşıma Kapasitesinin SPT Verilerine Göre Hesaplanması

Örselenmiş numuneler üzerinde yapılan çalışmalarda taşıma kapasitesi hesapları Terzaghi ve Peck (1967) yöntemiyle SPT-N değerleri kullanılarak yapılmıştır. Mütemadi (şerit) temel (derinlik 2 m, genişlik 1.5 m) tipi için taşıma gücü değerleri hesaplanmıştır. Sondaj kuyu verilerine dayalı olarak yapılan taşıma kapasitesi hesaplamalarında her kuyudaki ilk 4 SPT-N değerleri dikkate alınmıştır. Buna göre, SPT-N değerleri kullanılarak yapılan maksimum taşıma kapasitesi hesaplarında alüvyon birimlerinde 2.69 – 3.87 kg/cm<sup>2</sup> arasında olduğu, Gökçimen Formasyonu ayrılmış hali birimlerinde ise 4.16 kg/cm<sup>2</sup> olduğu görülmüştür. SPT-N değerlerine göre hesaplanmış taşıma gücü değerleri Tablo 3.9’ da verilmiştir. Taşıma gücü hesapları, Hsjeotek programı (Sönmez 2004) kullanılarak yapılmıştır. Tüm taşıma kapasitesinin SPT verilerine göre hesaplanması Ek-3’ de verilmiştir.

**Tablo 3. 9.** SPT-N değerlerine göre hesaplanmış taşıma gücü değerleri

Lokasyon	Temelin şekli	Temelin derinliği (m)	Temelin genişliği (m)	Taşıma gücü (kg/cm <sup>2</sup> )	Formasyon/Litoloji
Sk-1	Şerit	2	1.5	3.39	Alüvyon
Sk-2	Şerit	2	1.5	4.16	Gökçimen Formasyonu ayrılmış hali
Sk-4	Şerit	2	1.5	2.69	Alüvyon
Sk-5	Şerit	2	1.5	3.55	Alüvyon
Sk-6	Şerit	2	1.5	4.06	Alüvyon
Sk-8	Şerit	2	1.5	4.02	Alüvyon
Sk-9	Şerit	2	1.5	0.50	Alüvyon
Sk-12	Şerit	2	1.5	3.34	Alüvyon
Sk-13	Şerit	2	1.5	0.50	Alüvyon
Sk-19	Şerit	2	1.5	3.87	Alüvyon

### 3.4.6.2. Taşıma Kapasitesinin Kohezyona Göre Hesaplanması

Laboratuvar sonuçlarına göre yapılan hesaplamalardan elde edilen sonuçlar Tablo 3.10 ve Ek-3’de verilmiştir. Bu veriler öngörü niteliğinde değerler olup yapılaşmalarda kullanılamaz. Tüm formasyon ve zemin numunelerini temsil edecek şekilde bazı sondaj kuyularında hesaplamalar yapılmıştır. Sk-9 ve Sk-13 numaralı kuyularda yeraltı su seviyesi yüksek olmasından dolayı herhangi bir numune alınamamıştır. Bu yüzden Sk-9 ve Sk-13 numaralı kuyularda kohezyona göre taşıma kapasitesi hesabı yapılamamıştır. Laboratuvar verileri kullanılarak yapılan taşıma kapasitesi hesaplarında maksimum taşıma gücü değerlerinin alüvyon birimlerinde  $2.61 - 4.28 \text{ kg/cm}^2$  arasında olduğu, Gökçimen Formasyonu ayrıışmış hali birimlerinde ise  $2.46 \text{ kg/cm}^2$  olduğu görülmüştür. (Tablo 9.10, Ek-3). Hesaplamalarda güvenlik katsayısı  $F=1$  (bir) alınmıştır. Taşıma gücü hesapları, Hsjeotek programı (Sönmez 2004) kullanılarak yapılmıştır. Tüm taşıma kapasitesinin laboratuvar değerlerine göre hesaplanması Ek-3’ de verilmiştir.

**Tablo 3. 10.** Laboratuvar değerlerine göre hesaplanmış taşıma gücü değerleri

Lokasyon	Temel şekli	Temelin derinliği (m)	Temelin genişliği (m)	Kohezyon (C) ( $\text{kgf/cm}^2$ )	İçsel sürtünme açısı ( $\Phi$ )	Max. taşıma gücü $\text{kg/cm}^2$	Formasyon/Litoloji
Sk-1	Şerit	2	1.5	0.24	8	2.61	Alüvyon
Sk-2	Şerit	2	1.5	0.31	4	2.46	Gökçimen formasyonu ayrıışmış hali
Sk-4	Şerit	2	1.5	0.34	5	2.75	Alüvyon
Sk-5	Şerit	2	1.5	0.51	5	3.90	Alüvyon
Sk-6	Şerit	2	1.5	0.26	8	2.75	Alüvyon
Sk-8	Şerit	2	1.5	0.53	6	4.28	Alüvyon
Sk-12	Şerit	2	1.5	0.51	6	4.14	Alüvyon
Sk-19	Şerit	2	1.5	0.54	5	4.09	Alüvyon

### 3.4.6.3. Kaya Zeminlerin Taşıma Kapasitesinin Hesaplanması

Çalışma alanında açılmış sondaj kuyularından alınan ve laboratuvara gönderilen karot numuneleri üzerinde nokta yükleme deneyi yapılmıştır. Nokta yükleme deneyi sonucunda elde edilen nokta yük indislerinden aşağıdaki eşitlik kullanılarak tek eksenli basınç dayanımları hesaplanmıştır.

$$\text{qu} = 12 * \text{Is}(50) \quad (3.1.)$$

qu: Tek eksenli basınç dayanımı (kg/cm<sup>2</sup>)

Is(50) : Nokta yük indisi (kg/cm<sup>2</sup>)

Tek eksenli basınç dayanımları hesaplanan karot numuneleri, süreksizlik aralığına göre Tablo 3.11' de verilen Ampirik katsayısı Ks = 0,1 ile çarpılarak (Tek Eksenli Basınç dayanımı x Ks) taşıma gücü değerleri hesaplanmış ve Tablo 3.12' de verilmiştir.

**Tablo 3. 11.** Ampirik katsayı değerleri (Şekercioğlu, 2002).

Süreksizlik Aralığı (m)	Ks
> 3,0	0,40
3,0 - 0,9	0,25
0,9 - 0,3	0,1

**Tablo 3. 12.** Eklemlenmiş kayaçların tek eksenli basınç dayanımları ve taşıma gücü değerleri

Sondaj No	Nokta yükleme Is50 (kgf/cm <sup>2</sup> )	Tek eksenli basınç dayanımı (qu) (kg/cm <sup>2</sup> )	Taşıma gücü (kg/cm <sup>2</sup> )	Litoloji	Formasyon/Litoloji
Sk-3	-	313.7	31.37	Rekristalize kireçtaşı	Çadırdag Grubu
Sk-7	19.5	234.0	23.40	Mikaşist	Gökçimen Formasyonu
Sk-10	24.2	290.4	29.04	Mikaşist	Gökçimen Formasyonu
Sk-11	10.6	127.2	12.72	Mikaşist	Gökçimen Formasyonu
Sk-14	22.3	267.6	26.76	Kuvarşist	Gökçimen Formasyonu
Sk-15	18.2	218.4	21.84	Mikaşist	Yolcular Grubu
Sk-16	24.0	288.0	28.80	Mikaşist	Gökçimen Formasyonu
Sk-17	5.1	61.2	6.12	Ayrılmamış gnays	Yolcular Grubu
Sk-18	17.6	211.2	21.12	Ayrılmamış gnays	Yolcular Grubu
Sk-20	21.1	253.2	25.32	Kuvarşist	Gökçimen Formasyonu

Çalışma alanında kaya birimlerinde açılan sondajlardan alınan numunelerde laboratuvarında nokta yük indislerinden, tek eksenli basınç dayanımları hesaplanarak taşıma gücü değerleri belirlenmiştir ve güvenlik katsayısı (F)= 1 alınmıştır.

Eklemlili kaya kütleleri taşıma gücü hesabı Tablo 3.12' deki gibi hesaplanmış olup çalışma alanında Çadırdağ Grubuna ait kayaçların taşıma gücünün 31.37 kg/cm<sup>2</sup>, Gökçimen Formasyonuna ait kayaçların taşıma gücünün 12.72 - 29.04 kg/cm<sup>2</sup> aralığında, Yolcular Grubuna ait kayaçların taşıma gücünün 6.12 - 21.84 kg/cm<sup>2</sup> aralığında olduğu görülmüştür.

### 3.4.7. Zeminlerin Şişme Özellikleri

Yılmaz ve Karacan' a (1997) göre, mühendislik yapılarında meydana gelen deformasyonların birçoğu, zeminin hareketlerinden kaynaklanmaktadır. Özellikle de zeminlerin şişme özelliklerinden kaynaklanan temel hareketleri üzerlerindeki yapının elemanlarını kırmakta, çatlatmakta ve birçok deformasyonlara neden olmaktadır. Zeminler, farklı mineralojik, dokusal, kimyasal bileşim ve konsolidasyon özelliklerine bağlı olarak değişik şişme yüzdesi ve şişme basıncı değerlerine sahiptirler. Bu özelliklere bağlı olarak şişme basıncı değerleri birkaç kg/cm<sup>2</sup> den birkaç ton/m<sup>2</sup> ye kadar değişebilir. Eğer bu şişme basıncı, kil üzerine etkiyen inşaat yükünü aşarsa, zeminde oluşacak kabarma önemli temel sorunlarına neden olmaktadır.

Killerin şişme derecelerinin belirlenmesi Holtz ve Gibbs (1956) tarafından hazırlanmış olan şişme potansiyeli tanımına göre yapılmıştır (Tablo 3.13).

**Tablo 3. 13.** Holtz ve Gibbs' e (1956) göre, şişme potansiyeli tanımı

Serbest şişme (%)	Tanım
0 – 1,5	Düşük
1,5 – 5	Orta
5 – 25	Yüksek
> 25	Çok yüksek

Sondaj sırasında alınan laboratuvara gönderilen UD numunesi üzerinde yapılan konsolidasyon deneyi sonucunda killerin şişme basınçları ve şişme yüzdeleri bulunarak Holtz ve Gibbs (1956)' ya göre şişme potansiyeli Tablo 3.14' de gösterilmiştir.

**Tablo 3. 14.** Konsolidasyon deney sonuçlarına göre şişme potansiyelleri

Lokasyon	Örnek yürü	Şişme yüzdesi (%)	Şişme basıncı (kg/cm <sup>2</sup> )	Şişme potansiyeli	Formasyon/Litoloji
Sk-2	UD	0.55	0.148	Düşük	Gökçimen formasyonu ayrılmış hali
Sk-4	UD	1.36	0.208	Düşük	Alüvyon
Sk-5	UD	0.74	0.189	Düşük	Alüvyon
Sk-6	UD	0.68	0.174	Düşük	Alüvyon
Sk-8	UD	1.41	0.261	Düşük	Alüvyon
Sk-12	UD	1.30	0.258	Düşük	Alüvyon
Sk-19	UD	1.24	0.242	Düşük	Alüvyon

Killerin değerleri ile özellikle killi seviyelerden alınan UD numunesinin laboratuvar sonuçlarına göre, çalışma alanındaki alüvyon ve Gökçimen Formasyonu rezidüeli birimlerinin ‘düşük’ şişme potansiyeline sahip olduğu görülmektedir.

### 3.4.8. Zeminlerin Oturma Özellikleri

Yılmaz’ a (2000) göre, oturma, genel anlamda uygulanan yüklerden dolayı, taneler arası boşlukların azalması sonucu, kısa veya uzun sürede gerçekleşebilen bir hacim azalması ve sıkışması olayıdır. Söz konusu konsolidasyon oturması kumlu zeminlerde sıkışamaz çökeller olarak görüldüğünden genelde killi zeminlerde gerçekleşir. Zeminlerde meydana gelecek oturmalar veya oturma farkları izin verilebilir oturma değerlerini aşmamalıdır. Bu sınır değerler aşıldığında, yapılarda çatlaklar, ağır hasarlar hatta yıkılmalar meydana gelebilir. Mevcut yapılardaki hasarların nedenlerinin başında, oturmalar, özellikle de farklı oturmalar gelir.

Çalışma alanında yapılan sondajlardan örselenmemiş numune alınan killi seviyeler için konsolidasyon deneyleri yapılmış elde edilen veriler bu seviyelerdeki konsolidasyon oturması hesaplarında kullanılmıştır. Sk-9 ve Sk-13 numaralı kuyularda yeraltı su seviyesinin yüksek olmasından dolayı herhangi bir numune alınamamıştır. Bu yüzden Sk-9 ve Sk-13 numaralı kuyularda oturma hesabı yapılamamıştır. Oturma hesapları için temel tipi, derinlik 2 m, genişlik 1.5 m ölçülerinde mütemadi (şerit) temel olarak seçilmiştir. Hesaplamalar Hsjeotek programı (Sönmez, 2004) kullanılarak yapılmıştır (Tablo 3.15).



Şekercioğlu' na (2002) göre, yapı temellerinde izin verilen toplam oturma miktarları killi zeminler için, münferit temeller 7.5 cm, Radye (jeneral) temeller 12.5 cm'dir.

Tablo 3.15' e göre çalışma alanındaki oturma hesabının 1.77 – 5.14 cm aralığında olduğu görülmüştür. Buna göre çalışma alanındaki zemin birimlerinde hesaplanan oturma değerlerinin izin verilebilir miktarları geçmediği belirlenmiştir.

Oturma hesapları, Sönmez' in (2004) hazırladığı Hsjeotek programı kullanılarak yapılmıştır. Tüm oturma hesapları Ek-3' de verilmiştir.

**Tablo 3. 15.** Konsolidasyon deney sonuçların göre oturma miktarları

Kuyu No	Numunenin alındığı derinlik (m)	Temel derinliği (m)	Birim hacim ağırlığı (g/cm <sup>3</sup> )	Temele aktarılan statik gerilme (kg/cm <sup>2</sup> )	M <sub>v</sub> hacimsel sıkışabilirlik katsayısı (cm <sup>2</sup> /kg)	H Kilin kalınlığı (m)	Konsolidasyon oturması S (cm)	Formasyon/Litoloji
Sk-2	3.00	2.00	1.93	2.00	0.0065	15	1.77	Gökçimen formasyonu rezidüeli
Sk-4	3.00	2.00	1.78	2.00	0.0083	15	2.30	Alüvyon
Sk-5	3.00	2.00	1.85	2.00	0.0073	15	2.01	Alüvyon
Sk-6	3.00	2.00	1.90	2.00	0.0067	15	1.83	Alüvyon
Sk-8	3.00	2.00	1.87	4.00	0.0084	15	5.14	Alüvyon
Sk-12	3.00	2.00	1.88	4.00	0.0080	20	4.71	Alüvyon
Sk-19	3.00	2.00	1.82	4.00	0.0079	15	4.85	Alüvyon

### **3.5. Jeofizik Çalışmalar**

Coşkun' a (2012) göre, depremlerin yapılarda meydana getirdiği hasarların çoğunlukla yapının üzerinde bulunduğu zeminin jeolojik ve fiziksel özelliklerinden etkilendiği bilinmektedir. Bu nedenle yapının inşasından önce temel zemini oluşturan tabakaların titizlikle araştırılarak deprem sırasında bu tabakaların önceden kestirilmesi gerekir.

Tabakaları araştırma çalışmalarından biride jeofizik çalışmalardır. Jeofizik çalışmalar, jeolojik sorunlara çözüm üretmede, zeminin fiziksel, dinamik ve elastik parametrelerinin belirlenmesinde kullanılan çalışmalardır.

Çalışma alanında uygulanan jeofizik çalışmalar, sismik çalışmalar, Düşey elektrik sondajı (DES) çalışmaları ve Mikrotremor çalışmaları' dır.

#### **3.5.1. Sismik Çalışmalar**

Sismik yöntemler yer altındaki jeolojik tabakaların durumunun belirlenmesi ve elastik dalgaların yer içerisinde yayılması ile ilgili fizik kurallarına dayanır. Uygulamalı sismikte, dalgaları üreten bir enerji kaynağı yeryüzüne bir düzen içinde yerleştirilmiş seri alıcıya (jeofon) ve bu alıcıya gelen dalgaları kaydeden ölçüm aletine ihtiyaç vardır (Coşkun, 2012).

Çalışma alanında yapılan sismik çalışmalar kapsamında 10 adet çok kanallı yüzey dalgası analizi (MASW) ve 8 adet sismik kırılma (JfSis) çalışması yapılmıştır.

Çalışma alanında veri toplama işlemi MASW çalışmaları için, Sara marka Doremi model 24 kanallı kayıtçı, 4.5 Hz doğal frekanslar düşey jeofonlar kullanılarak, jeofonlar arası 2 m ile 5 m arasında, vuruş mesafesi (offset) 4 m ile 10 m arasında olarak toplam serim boyu 26 m ile 65 m arasında seçilmiştir. Geometrics firmasının Seisimager yazılımı kullanılarak Masw verileri ise PickWin/Surface Wave Analysis modülü ile 1D olarak modellenmiştir.

Çalışma alanında, 14 Hz jeofonlar kullanılarak kırılma çalışması kapsamında P ve S hızları da elde edilmiştir (Jfsis olarak gösterilmiştir). Alıcılar arası 2 m ile 5 m arasında, vuruş mesafesi (ofset) 2 m ile 5 m arasında olarak toplam serim boyu 24 m ile 60 m seçilmiştir. Alınan ölçümler sonrasında veriler Geometrics firmasının Seisimager yazılımı içerisinde ki PickWin/Plotrefa yazılımları yardımı ile 2D olarak P ve S kesitleri elde edilmiştir. P hızları için düz ve ters atış yapılmıştır. S hızları için de çukur açılarak ters ve düz atışlar yapılmıştır. Sismik kaynak olarak ise 8 kg ağırlığında balyoz kullanılmıştır. Çalışma alanında toplam 18 adet Masw-Sismik kırılma ölçüsü (P ve S ölçüleri bir sayılmıştır) alınmıştır. Tüm Sismik çalışmalar sonucu elde edilen parametreler Ek-4' de verilmiştir. Çalışma alanındaki sismik çalışmalardan görünüm Şekil 3.14' de verilmiştir.

Şahinalp' e (2009) göre, sıkışma dalgası ( $V_p$ ) ve sismik kayma dalgası ( $V_s$ ) cisim dalgalarını oluşturur. P dalgalarının geçişi esnasında partiküller yayılma doğrultusuna paralel olarak titreşir. S dalgası ise ikincil olarak gelir. S dalgaları ortamın şekil bozunumuna karşı direnci varsa ilerleyebilir. Akışkan ortamlarda ilerleyemez. Sismik hızlar porozitesi az ve yoğunluğu fazla olan kayalarda yüksektir. Sismik dalgayı etkileyen en önemli etmen elastik parametrelerdir. Sismik hızlar, zemin hâkim titreşim periyodunu, katman sıklığını, elastik parametreleri, katman konumlarını ve zeminin deprem şiddetini artırma özelliklerini bulmak ve daha birçok parametre üretmek için kullanılır. Birimi m/sn dir.

Sismik çalışmalarda hesaplanan  $V_p$ - $V_s$  hızlarına göre yerin dinamik-esneklik özelliklerini belirlemek amacı ile her bir tabaka için yoğunluk ( $\rho$ ), maksimum kayma modülü ( $G_{max}$ ), young modülü ( $E_d$ ), Bulk modülü ( $k$ ), sismik hız oranı ( $V_p/V_s$ ) değeri hesaplanmıştır. Hesaplanan mühendislik parametreleri Ek-4' te verilmiştir. Hesaplamalarda Özçep (2005) tarafından hazırlanan programdan faydalanılmıştır.



Şekil 3.14. Çalışma alanında sismik çalışmalardan görünüm

### 3.5.1.1. Vp/Vs Oranı

Sismik sıkışma dalga hızının ( $V_p$ ), kayma dalgası hızına ( $V_s$ ) oranı; yeraltı su seviyesine doymun olmayan çok sıkı, sert ortamlarda 1.5 yeraltı su seviyesine doymun ve gevşek ortamlarda genellikle 5-8 aralığında değişmektedir.  $V_p/V_s$  oranı ile zemin türleri Tablo 3.16’ da görülmektedir.  $V_p/V_s$  oranı değerlendirilirken Keçeli’ nin (1990) tablosundan yararlanılmıştır. Çalışma alanında alınan ölçülerin sonucunda  $V_p/V_s$  oranı Ek-4’ de verilmiştir.

**Tablo 3. 16.** Zemin türüne göre  $V_p/ V_s$  oranı (Keçeli, 1990).

Zemin türü	$V_p/V_s$
Kaya ortam	1.45 - 2
Çok sıkı-sert ortam	1.50 - 2
Sıkı-katı ortam	2 - 3
Orta sıkı-bozuşmuş ortam	3 - 4
Gevşek yumuşak ortam	4 - 6
Gevşek yeraltı suyuna doymun ortam	5 - 8

### 3.5.1.2. Vs Kayma Dalgası Hızı

Çalışma alanında alınan ölçümler sonucunda bulunan  $V_s$  hızları (Ek-4’ de verilmiştir), Tablo 3.17’ de Kohezyonsuz zeminler sınıflamasına göre ortalama temel derinlik olarak kabul edilen (6 m) derinliğe kadar bulunan birimlerin  $V_{s1}$  hızları,  $V_s < 300$ , 300-600 ve 600-800 aralığında olmasından dolayı ‘Gevşek, orta sıkı ve sıkı’ zeminler sınıfına girmektedir. Kohezyonlu zeminler sınıflamasına göre ortalama temel derinlik olarak kabul edilen (8 m) derinliğe kadar bulunan birimlerin  $V_{s1}$  hızları  $V_{s1} < 200$  ve 200-300, aralığında olmasından dolayı ‘Yumuşak-orta katı ve katı’ zeminler sınıfına girmektedir. Çalışma alanında alınan ölçümler sonucunda bulunan  $V_{s2}$  hızları, Tablo 3.17.’ de verilen Kohezyonsuz zeminler sınıflamasına göre ortalama 6 m ile 8 m derinliğine kadar olan birimlerin  $V_{s2}$  hızları 600-800 ve 800-1900 olmasından dolayı ‘Sıkı ve çok sıkı’ zeminler sınıfına girmektedir. Çalışma alanında alınan ölçümler sonucunda bulunan  $V_{s2}$  hızları, Tablo 3.17’ de verilen Kohezyonlu zeminler sınıflamasına göre ortalama 7 m ile 15 m derinliğine kadar olan birimlerin  $V_{s2}$  hızları 200-300, 300-500 ve 500-750 olmasından dolayı ‘Katı, çok katı ve sert’ zeminler sınıfına girmektedir.



**Tablo 3. 17.** Özaydın' a (1982) göre, kohezyonlu ve kohezyonsuz zeminlerin Vs hızlarına göre sınıflandırılması

Kohezyonlu zeminler		Kohezyonsuz zeminler	
V <sub>s</sub> (m/sn)	Zemin durumu	V <sub>s</sub> (m/sn)	Zemin durumu
< 200	Yumuşak - Orta katı	< 300	Gevşek
200 - 300	Katı	300 - 600	Orta sıkı
300 - 500	Çok katı	600 - 800	Sıkı
500 - 750	Sert	800 - 1900	Çok sıkı

### 3.5.1.3. Kayma Ve Elastisite Modülü

Şahinalp' e (2009) göre, kayma modülü, makaslama gerilmelerine karşı formasyonun dayanımını ve cismin şeklinin bozunumuna neden olan direncini tanımlar. Sıvıların makaslamaya karşı direnci olmadığından kayma modülü sıvılar için sıfırdır. Dinamik kayma modülü ne kadar yüksek ise formasyonun makaslama gerilmelerine karşı dayanımında o derece fazladır. Şekil bozunumuna neden olan direncin ölçüsüdür. G<sub>max</sub> ile gösterilir. Zeminin su içeriği arttıkça G<sub>max</sub> azalır. Elastisite Modülü, herhangi bir doğrultudaki gerilmelerin gerinimlere oranı olarak tanımlanır ve İnşaat Mühendisleri tarafından yapılan hesaplamalarda dikkate alınarak kullanılır. Cisme uygulanan zora karşılık ne kadar şekil bozunumu olduğunu kontrol eden parametredir. Ed ile gösterilir. Zeminlerin dayanımı ve sağlamlığına ilişkin bilgi verir. Çalışma alanında G<sub>max</sub> değerleri incelendiğinde (Ek-4' te verilmiştir); Kramer' e (1996) göre, (Tablo 3.18), sahanın genelinde alınan sismik ölçüm lokasyonların da yüzeye yakın kesimler 'Gevşek', derinlere doğru 'Orta sağlam, sağlam ve çok sağlam zeminler' sınıfına girmektedir. Dinamik elastisite modülü (Ed) değerleri incelendiğinde (Ek-4' te verilmiştir); Bowles' e (1988) göre, (Tablo 3.18.) sahanın genelinde alınan sismik ölçüm lokasyonların da yüzeye yakın kesimler ve yer yer yüzeye derin kesimler 'Gevşek zeminler', derinlere doğru 'Orta sağlam, sağlam ve sonrası çok sağlam zeminler" sınıfına girmektedir.

**Tablo 3. 18.** Kramer (1996) ve Bowles (1988) yer özelliği tanımlamaları

G <sub>max</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	Yer özelliği	Ed(kg/cm <sup>2</sup> )	Yer özelliği
0 - 600	Gevşek	0 - 2000	Gevşek
600 - 3000	Orta sağlam	2000 - 10000	Orta sağlam
3000 - 10000	Sağlam	10000 - 30000	Sağlam
> 10000	Çok sağlam	> 30000	Çok sağlam

#### 3.5.1.4. Bulk (Sıkışmazlık) Modülü

Ortamın sıkışmaya karşı direncinin ölçüsüdür. K ile gösterilir. Zeminlerde Bulk modülü düşük, kayalarda ise yüksektir (Şahinalp, 2009). Çalışma alanında yapılan çalışmalar sonucunda elde edilen Bulk modülü değerleri, Ek-4’ de verilmiş Tablo 3.19’ a göre yaklaşık yüzeyden 0-8 m derinliğe kadar olan kısmın saran basınç altında sıkışmanın; ‘Çok az-az ve orta’, yaklaşık 8 m den araştırma derinliğine kadar olan kısmın saran basınç altında sıkışmanın; ‘Az-yüksek ve çok yüksek’ sınıfına girmektedir.

**Tablo 3. 19.** Keçeli’ ye (1990) göre, Bulk modülü değerleri sonucunda zemin ya da kayaçların dayanımı

Bulk Modulu ( $\mu$ , kg/cm <sup>2</sup> )	Sıkışma
< 400	Çok az
400 - 10000	Az
10000 - 40000	Orta
40000 - 100000	Yüksek
> 1000000	Çok yüksek

#### 3.5.1.5. Yoğunluk

Yoğunluk her farklı dokusal özelliklere sahip olan birimlerde farklı değerler alır ve  $\rho$  ile gösterilir. Yoğunluk gözenekli ve gevşek ortamlarda düşer. Sağlam, çatlaksız ve basınç altında kalan ortamlarda ise değeri yüksektir (Şahinalp, 2009). Çalışma alanında yapılan çalışmalar sonucunda sahadaki birimlerin yoğunluk değerleri, Ek-4’ de verilmiş olup Tablo 3.20’ ye göre yaklaşık yüzeyden 8 m derinliğe kadar olan kesimin ‘Düşük-orta’, yaklaşık 8 m den araştırma derinliğine kadar olan kesim ‘Düşük-çok yüksek’ yoğunlukta oldukları düşünülmektedir.

**Tablo 3. 20.** Keçeli (1990) zemin birimlerinin yoğunluk sınıflandırılması

Yoğunluk: $\rho$ (gr/cm <sup>3</sup> )	Tanımlama
< 1.20	Çok düşük
1.20 - 1.40	Düşük
1.40 - 1.90	Orta
1.90 - 2.20	Yüksek
> 2.20	Çok yüksek

### 3.5.1.6. Vp (Sökülebilirlik)

Çalışma alanındaki sismik hızlardan P dalgası hızına göre (Ek-4) Tablo 3.21 göz önünde bulundurularak incelendiğinde sahanın genelinde ilk tabaka (ortalama 0-8 m) ‘Çok kolay-Orta sökülebilir’ zemin sınıfına girmektedir. İlk tabakadan derinlere doğru gidildikçe ‘Orta-zor-son derece zor sökülebilir’ zemin sınıfına girmektedir. Bunun nedeni çalışma alanında yüzeyleyen birimlerin üst kısımlarının ayrışmaya uğradığı, daha alttaki birimlerin ise üst kısımlara göre pekişmiş ve yer yer masif özellikte olduğu düşünülmektedir.

**Tablo 3. 21.** Sökülebilirlik sınıflandırması (Bailey, 1975).

P dalgası hızı (m/sn)	Sökülebilirlik
224 - 600	Çok kolay
600 - 900	Kolay
900 - 1500	Orta
1500 - 2100	Zor
2100 - 2400	Çok zor
2400 - 2700	Son derece zor

Yapılan sondaj, laboratuvar ve sismik çalışmalar birlikte değerlendirilerek çalışma alanının yerel zemin sınıfları ve zemin grupları belirlenmiştir. Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkındaki Yönetmelik’ e (2007) göre, (Tablo 3.22 ve Tablo 3.23) Alüvyon birimlerin zemin grubu C-D, zemin sınıfı Z<sub>3</sub>-Z<sub>4</sub>, Gökçimen Formasyonu kaya birimlerinin zemin grubu A-B, zemin sınıfı Z<sub>1</sub>-Z<sub>2</sub>, Yolcular Grubu birimlerinin zemin grubu A-B, zemin sınıfı Z<sub>1</sub>-Z<sub>2</sub>, olarak tanımlanmıştır.

**Tablo 3. 22.** Afet İşleri Genel Müdürlüğü' ne (2007) göre, Afet bölgelerinde yapılacak yapılar hakkında yönetmelik esaslarına uygun olarak zemin grubunun belirlenmesi

Zemin grubu	Zemin grubu tanımı	Standart penetrasyon (N/30)	Relatif sıkılık (%)	Serbest basınç direnci (kPa)	Kayma dalgası hızı ( m/sn )
A	1- Masif ve volkanik kayalar, ayrışmamış metamorfik kayalar, sert çimentolu tortul kayalar	-	-	>1000	>1000
	2- Çok sıkı kum ve çakıl	>50	85-100	-	>700
	3- Sert kil ve Siltli kil	>32		>400	>700
B	1-Tüf ve aglomera gibi gevşek volkanik kayalar, süreksizlik düzlemleri bulunan ayrışmış çimentolu tortul kayalar	-	-	500-1000	700-1000
	2- Sıkı kum ve çakıl	30-50	65-85	-	400-700
	3- Çok katı kil ve Siltli kil	16-32	-	200-400	300-700
C	1-Yumuşak süreksizlik düzlemleri bulunan çok ayrışmış metamorfik kayalar ve çimentolu tortul kayalar	-	-	<500	400-700
	2- Orta sıkı kum ve çakıl	10-30	35-65	-	200-400
	3- Katı kil ve Siltli kil	8-16	-	100-200	200-300
D	1- Yeraltı su seviyesinin yüksek olduğu yumuşak, kalın alüvyon tabakaları	-	-	-	<200
	2- Gevşek kum	<10	<35	-	<200
	3- Yumuşak kil ve Siltli kil	<8	-	<100	<200

**Tablo 3. 23.** Yerel zemin sınıflaması (Afet İşleri Genel Müdürlüğü, 2007).

Yerel zemin sınıfı	Tablo 3.22' ye göre zemin grubu ve en üst zemin tabakası kalınlığı (h <sub>1</sub> )
Z1	(A) grubu zeminler h <sub>1</sub> < 15 m olan (B) grubu zeminler
Z2	h <sub>1</sub> > 15 m olan (B) grubu zeminler h <sub>1</sub> < 15 m olan (C) grubu zeminler
Z3	15 m < h <sub>1</sub> < 50 m olan (C) grubu zeminler h <sub>1</sub> < 10 m olan (D) grubu zeminler
Z4	h <sub>1</sub> > 50 m olan (C) grubu zeminler h <sub>1</sub> > 10 m olan (D) grubu zeminler

### 3.5.2. Düşey Elektrik Sondajı (DES) Çalışmaları

Aşçı' ya (2004) göre, kayaçların yatay ya da düşey yönlerdeki elektriksel iletkenlik farkından faydalanarak jeolojik yapının ortaya koyulması, elektrik yöntemlerin uygulanmasındaki temel amaçtır. Bu amaç doğrultusunda arazide gerçekleştirilen ölçümler sonucunda elde edilen görünür öz direnç değerleri, çeşitli değerlendirme yöntemleri (abak çakıştırma, modelleme vb.) yardımıyla değerlendirilerek ortamdaki tabakalara ait kalınlık ve öz direnç parametreleri belirlenir. Tespit edilen bu parametrelerden yararlanarak ortama ait kuramsal jeolojik model ortaya çıkarılmaktadır.

Çalışma alanında 10 noktada düşey elektrik sondaj (DES) çalışması yapılmış (Şekil 3.15) ve elde edilen veriler IPI2WIN yazılımı ile 1 boyutlu olarak değerlendirilmiştir. Rezistivite ölçüleri için GEOVES marka rezistivite aleti kullanılmıştır. Alıcı verici ile aynı frekansta çalışmaktadır. Akım ve potansiyel elektrotu olarak daire kesitli paslanmaz çubuklar kullanılmıştır. Ölçü noktalarında AB/2 elektrot aralığı 40-50 m ve MN/2 aralığı 1-5 m olarak seçilmiştir. Hedeflenen araştırma derinliğimiz 50 m ve ulaşılan derinlik 40-50 m dir.





Şekil 3.15. Çalışma alanında yapılan düşey elektrik sondaj yönteminden görünüm

Elde edilen sonuçlar yardımıyla çalışma alanını oluşturan birimlerin kalınlık ve öz direnç karakteristikleri belirlenerek jeoteknik açıdan değerlendirmeler yapılmıştır. Çalışma alanında alınan profiller ve hesaplanan rezistivite değerleri; bölgenin jeolojik haritası ve mekanik sondaj bilgileri birlikte değerlendirilmiş ve Tablo 3.24' e göre Ek 4' de özet olarak verilmiştir. Çalışma alanında alınan DES ölçümlerinin sonucunda arazinin genelinin zemin öz direnç ve korozyon derecesi TS 5141 e göre 'Korozif, orta korozif ve korozif değil', Bs 1021 e göre 'Orta ve hafif korozif' dir.

**Tablo 3. 24.** TS 5141 ve BS 1021 ' e göre öz direnç değerlerine karşılık gelen korozyon sınıflaması

TS 5141 göre zemin öz direnç ve korozyon derecesi		Bs 1021 e göre zemin öz direnç ve korozyon derecesi	
Zemin öz direnç( $\Omega$ -m)	Korozyon derecesi	Zemin öz direnci( $\Omega$ -m)	Korozyon derecesi
$P < 10$	Çok korozif	$< 10$	Yüksek korozif
$10 < \rho < 30$	korozif	10 - 100	Orta korozif
$30 < \rho < 100$	Orta korozif	$> 100$	Hafif korozif
$100 < \rho$	Korozif değil		

### 3.5.3. Mikrotremor Çalışmaları

Mikrotremor ölçümleri yerin ve yapıların dinamik tepki karakteristiklerini tanımlamada etkin olarak kullanılan bir yöntemdir. Depremlerde meydana gelen hasarların nedenlerinden bir tanesi de yerleşim yerlerinin seçiminde zemin özelliklerinin yeterli düzeyde dikkate alınmamasından kaynaklanmaktadır. Özellikle deprem sırasında zemin nasıl davranacağını belirleyen önemli yöntemlerden biri de Mikrotremor yer hareketinin belirlenmesidir. Yerel jeoloji karmaşık değilse hâkim periyod ve büyütme miktarı belirlenebilir. Bu yöntem Mikrotremorların Rayleigh dalgalarından oluştuğunu ve yerel kaynaklardan üretildiğini varsayar. Mikrotremor ölçümlerinde belirgin hâkim frekansların olması zeminde Rayleigh dalgalarının geliştiğinin işaretidir. Bu nedenle deprem anında hasarın, yüzey dalgalarının yerel olarak kalınlaşan ve düşük hız zonlu ortamlarda büyütülmesi sonucu veya cisim dalgalarının yüzey dalgalarına dönüşmesi sonucu oluştuğu söylenebilir. Farklı zeminlerde ölçüler alınması, kalın tortul tabakalar ve sağlam kayanın bulunduğu zeminlerde farklı zemin hâkim frekansları ve farklı zemin büyütmelerini görmek mümkün olacaktır. Hâkim periyodların büyük olduğu bölgeler yumuşak, az sıkışmış, çimentolanması az, alüvyal karakterli zeminlerdir. Bu bölgelerde S dalgası hızı düşük olması nedeniyle, yanal yöndeki yüklere karşı dayanımsız bölgelerdir. Meydana gelebilecek deprem sırasında bu alandaki yer hareketi bulunduğu zemin yapısından etkilenir. Bu durum alan etkisi olarak isimlendirilir yapılaşmada dikkate alınması gerekmektedir (Tekdere, 2008).

Anonim' e (2007) göre, depremler ve sismik patlamalar dışında, doğal ve doğal olmayan nedenlerle oluşan, periyotları birkaç dakikayı aşmayan, yeryüzünün titreşim hareketleri için mikroiseim, 0.05-2 sn lik periyotlar için de Mikrotremor ifadesi kullanılır. Mikrotremorlar genellikle suni olarak yaratılmış gürültülerdir. Örneğin trafik ve endüstri makineleri esas kaynağı teşkil eder. Mikrotremorlar rüzgar, okyanus dalgaları, jeotermal reaksiyonlar, küçük magnitüdü yer sarsıntıları gibi doğal etmenlerin yanında, kültürel gürültüler olarak tanımlanan ve başta trafik hareketleri olmak üzere insanların neden oldukları hareketlilikten kaynaklanmaktadır. Mikrotremor verileri genel olarak, zemin tabakalanmasının belirlenmesinde, zemin hareketinin yerel zemin şartları etkisiyle oluşturabileceği büyütme özelliklerinin belirlenmesinde ve yer zemin hâkim periyodunun bulunmasında kullanılmaktadır.

Çalışmada 3 bileşenli geniş bant sismometre ve 3 kanallı sismik kayıttan ibaret SARA marka hız ölçer ile taşınabilir bilgisayar kullanılmıştır (Şekil 3.16). Cihazdan alınan kayıtlar eş zamanlı bilgisayara kaydedilmesi için SEISMOWIN yazılımı, değerlendirme ve analiz için GEOPSY yazılımı kullanılmıştır.

Çalışma alanında yapılan Mikrotremor çalışmasında cihazın zemine oturacağı uygun zemin bulunduktan sonra 3 bileşen kayıtlar alınmıştır. Kayıtlar H/V Nakamura Yöntemi'ne göre değerlendirilmiştir. Bu yöntem mikrotremorların Rayleigh dalgalarından oluştuğunu ve yerel kaynaklardan üretildiğini varsayar. Düşey bileşen hareketi yumuşak toprak tarafından büyütülmez. Yerel etki yüzeyde yatay ve düşey bileşenlerin oranlarından belirlenebilir. Bu yöntemde ölçülen değerlerin fourier spektrumları hesaplanmakta ve daha sonra yatay bileşenler düşey bileşene bölünmektedir. Düşey bileşenin büyütmesi olmadığından elde edilen spektrum oranları yaklaşık olarak zeminin büyütme değerini vermektedir (Tekdere, 2008).

Ham kayıt üzerine 0.5-10 Hz aralığında bant geçişli süzgeç ve %10 traşlama uygulanmasıyla analizde değerlendirilecek pencereler için trend etkisi giderilmiş uygun kayıt elde edilmiştir. Analize girecek pencereler için pencere boyu 4 veri seti için de 25 sn seçilmiştir. İşlenmiş ve Kosinüs penceresi uygulanan zaman dizisine FFT (hızlı Fourier dönüşümü) ile frekans ortamında 3 bileşen genlik spektrumları hesaplanmıştır. Genlik spektrumlarına Konno&Ohmachi penceresi (düzeltme sabiti  $b=40$ ) ile yuvarlatılarak daha düzgün spektrum elde edilmeye çalışılmıştır. Her bir pencere için belirlenen yatay bileşenlerin karekök ortalaması düşey bileşen spektrumuna oranlanmış ve elde edilen H/V olan spektrumları aynı eksen de çizdirilmiştir. Seçilen tüm pencereler için hesaplanan H/V oranlarının aritmetik oranlanması yatay eksen frekans, düşey eksen genlik olacak biçimde çizdirilmiştir. Değerlendirilen Mikrotremor kayıt sonuçları Ek-4' te verilmiştir.





Şekil 3.16. Çalışma alanındaki Mikrotremor çalışmalarından görünümeler



Depremlerde yapının oturduğu zeminin titreşmesi yada diğer bir deyişle sallanması durumunda mühendislik yapısı da salınımına uğramaktadır.

Aytun' a (2001) göre, bir deprem durumunda mühendislik yapısı ile oturduğu zeminin periyodunun birbirine yakın olması halinde, rezonans sebebiyle hasar beklenenden fazla olmaktadır. Yerden yapıya aktarılan enerjinin büyüklüğü, o noktadaki şiddetin büyüklüğü ile 'yapı doğal periyodu' nun 'yerin baskın periyodu' na yakınlığına bağlıdır. Bu nedenle, yapı doğal periyotlarının yerin baskın periyodundan uzak kılınması, başka bir deyimle yapı-yer uyumu, mühendislik hedefi olan güvenlik ve ekonominin bir araya getirilmesinde çok önemlidir.

Çalışma alanında yer hakim titreşim periyotları; çalışma alanında alınan ölçümlerde ' $0.19 \leq T_0 \leq 0.62$  sn' aralığında değişmektedir. Tablo 3.25.' ye göre zemin hâkim titreşim periyotlarının ölçüt tanımı kaya birimlerin 'A (Düşük), B (Orta), Alüvyon birimlerin C (Yüksek)' olduğu görülmüştür. Göreceli yer büyütme faktörleri ise çalışma alanında yüzeyleyen birimlerde alınan ölçülerde zemin büyütme değerleri ' $1.36 \leq A_{KM} \leq 2.72$ ' aralığında değişmektedir. Tablo 3.25.' ya göre Spektral büyütme ölçüt tanımı ' A (Düşük) ve B (Orta) ' olduğu görülmüştür.

**Tablo 3. 25.** Ansal vd.' ne (2004) göre, (a) Yer hakim titreşim periyotlarına göre mikrobölgeleme ölçütleri (b) spektral büyütme göre mikrobölgeleme ölçütleri

(a)		(b)	
Zemin hakim titreşim periyodu aralığı	Ölçüt tanımı	Spektral büyütme	Tehlike düzeyi
0.10 – 0.30 sn	A	0.0 – 2.5	A (Düşük)
0.30 – 0.50 sn	B	2.5 – 4.0	B (Orta)
0.50 – 0.70 sn	C	4.0 – 6.5	C (Yüksek)
0.70 – 1.00 sn	D		

### 3.6. Aktif Tektonik ve Depremsellik

#### 3.6.1. Çalışma Alanının Aktif Tektoniği

Çalışma alanı ve çevresindeki aktif tektonik Güneydoğu Anadolu bindirmesi, Kavakbaşı fayı, Tatvan fayı, KD Bitlis bindirme fayı, GD Bitlis bindirme fayı, Malazgirt fayı ve Muş bindirmesi etkisindedir.

Güneydoğu Anadolu bindirmesi/Bitlis-Zagros kenet kuşağı (BZKK): Tetis Denizi tabanının Avrasya Plakası altına dalarak yitiminden sonra, kıta-kıta çarpışması sınırında gelişen bir yapı olan Bitlis-Zagros kenet kuşağı (BZKK), Güneydoğu Anadolu Bölgesinin kuzey kenarı boyunca gelişmiştir. Bu bindirme fayı, İran'daki Zagros Bindirme Kuşağı'nın devamı şeklinde olup doğudan batıya doğru Hakkâri, Beytüşşebap, Narlı, Pervari güneyi, Kozluk, Kulp, Lice kuzeyi, Ergani kuzeyi, Çüngüş ve Çelikhan'dan geçer. Batıya doğru iki bindirme halinde devam eden BZKK'nın bir kolu Kahramanmaraş'tan, diğer kolu da daha kuzeyden geçip Andırın doğusunda güneye dönerek belirsizleşir. Hakkâri-Narlı yöresinde Yüksekova karmaşığı, Narlı-Kulp-Lice yöresinde Bitlis metamorfikleri, Ergani-Çüngüş yöresinde Maden karmaşığı, Çüngüş-Çelikhan yöresinde Pütürge Metamorfikleri, daha batıda ise Engizek Grubu, Arap Plakası üzerindeki çökellere bindirmektedirler. Anadolu Plakası ile Arabistan Plakası arasındaki ilk kıta-kıta çarpışması Bitlis Metamorfikleri boyunca meydana gelmiştir. Hazro yöresinde Paleosen öncesinde, Mardin Derik yöresinde ise Eosen öncesinde, bu çarpışmaya paralel yapılar oluşmuştur (Perinçek vd., 1987).

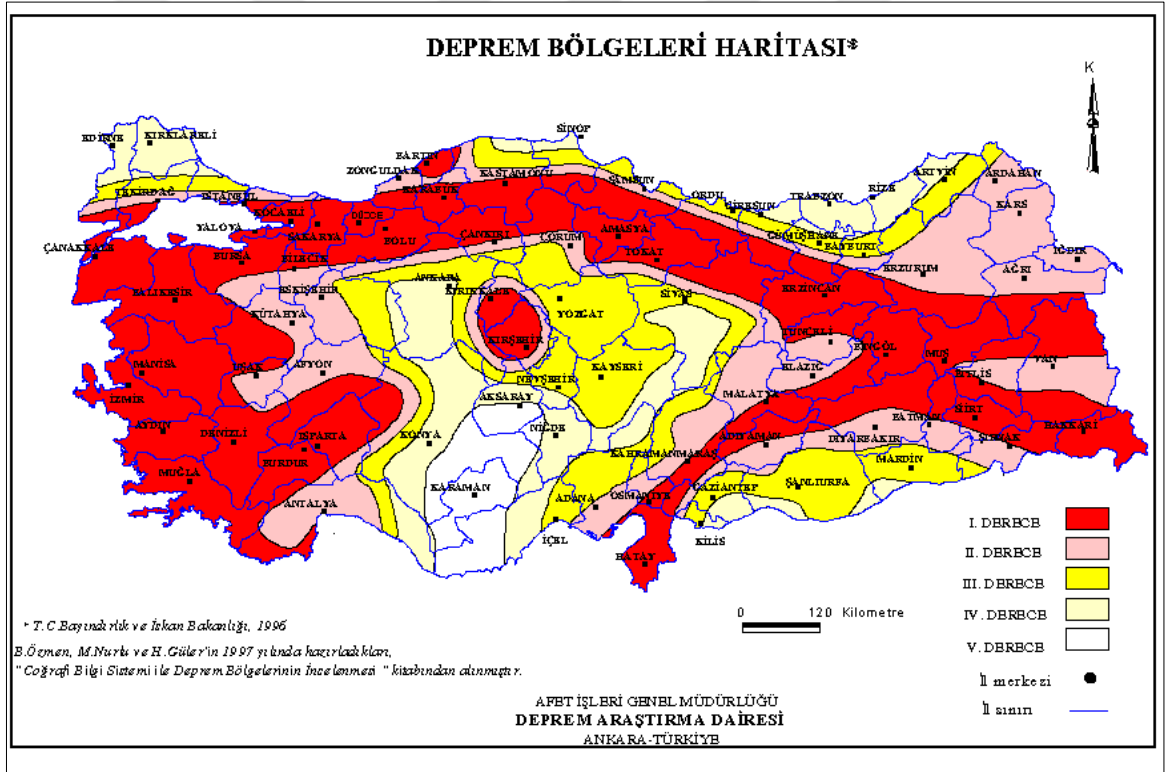
Kavakbaşı Fayı: Yaklaşık 100 km uzunluğundadır. Sağ yönlü doğrultu atımlı bir faydır. Bitlis şehir merkezine yaklaşık olarak 35 km uzaklıktadır. Fay sismik olarak aktif durumda olup birçok depreme kaynak olabilir. Bu fay ters faylanma mekanizmasına sahip olup K-G yönlü basınç deformasyonuna iyi bir kanıttır. Ancak arazi üzerinde jeomorfik yapısı açık değildir. Tatvan Fayı: Van Gölü'nün alt tarafında bulunan ve daha yeni isimlendirilen bu fay göl havzasında tamamen dik sınır faylardan biridir. KG doğrultulu Tatvan Fayı kıyıda uzak bir konumda olup doğu bloğunu aşağı doğru itmektedir. Kuzey Doğu Bitlis Bindirme Fayı: Bitlis bindirme kuşağının kuzeyinde yer almaktadır. Sürekli bir segment halinde olan bu fay arazide açık bir şekilde gözlemlenebilmektedir. Yarım-havza özelliği olan Muş havzası tarafından sınırlanmış olup kuzeydoğu sınırı kuzey dalımlı normal fay özelliği taşımaktadır. Güney Doğu Bitlis Bindirme Fayı: Bitlis bindirme kuşağının güneyinde yer almaktadır. Sürekli bir segment halinde olan bu fay arazide açık bir şekilde gözlemlenebilmektedir. Bitlis masifinin güney tarafını sınırlanmış olup normal fay özelliği taşımaktadır.



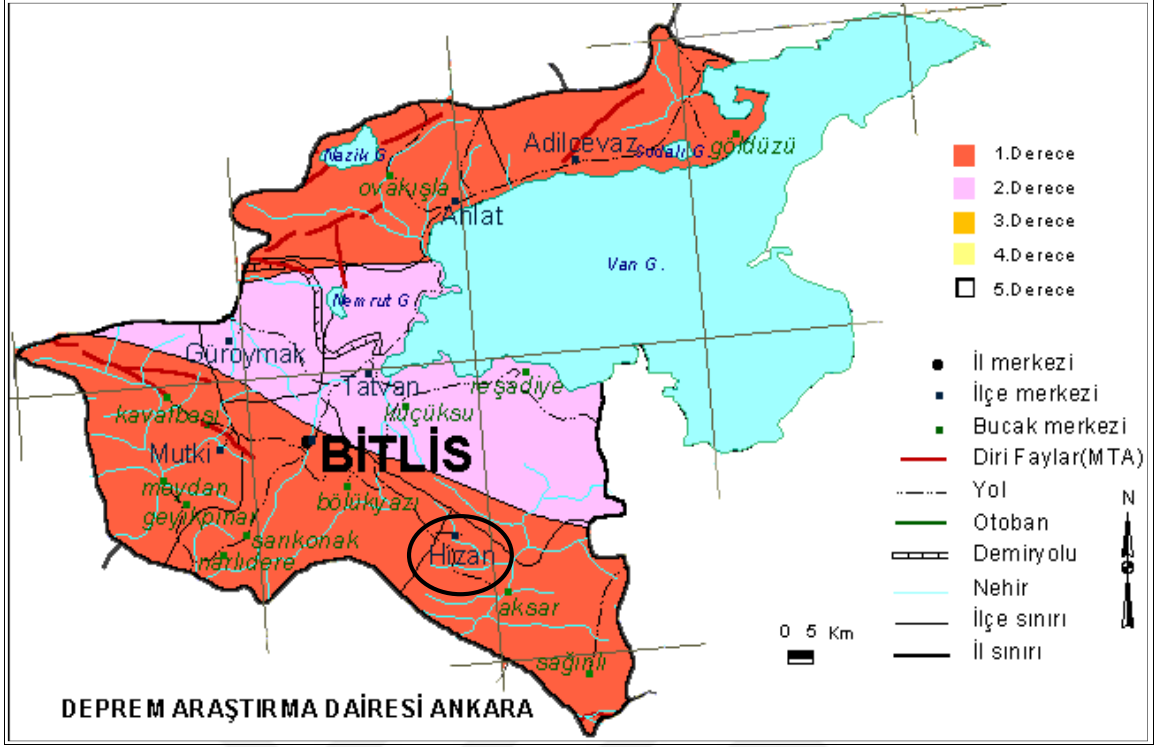
### 3.6.2. Çalışma Alanının Depremselliği

Çalışma alanı 18.04.1996 tarih ve 96/8109 sayılı Türkiye Deprem Bölgeleri Haritası 'na göre Şekil 3.18 ve Şekil 3.19 ' de görüldüğü 1. derece deprem bölgesi sınırları içerisinde kalmaktadır. Jeolojik birimlerin litolojik ve jeoteknik özellikleri de dikkate alınarak, yapılaşma esnasında depremsellik mutlaka önemsenmeli ve Deprem yönetmeliklerine uyulmalıdır (Anonim, 2017).

Şahinalp' e (2009) göre, Türkiye Deprem Bölgeleri Haritası inşaat tasarımı yapan mühendislerin deprem şartnamesi ile birlikte kullanacakları bir araçtır. Haritadaki temel mantık, mutlak manada ivme cinsinden ifade edilen yer hareketi parametresine ilişkin tahminler olmayıp eldeki verilere göre aynı derecede depreme maruz kalma olasılığına sahip bölgeleri birbirinden ayırt etmektir.



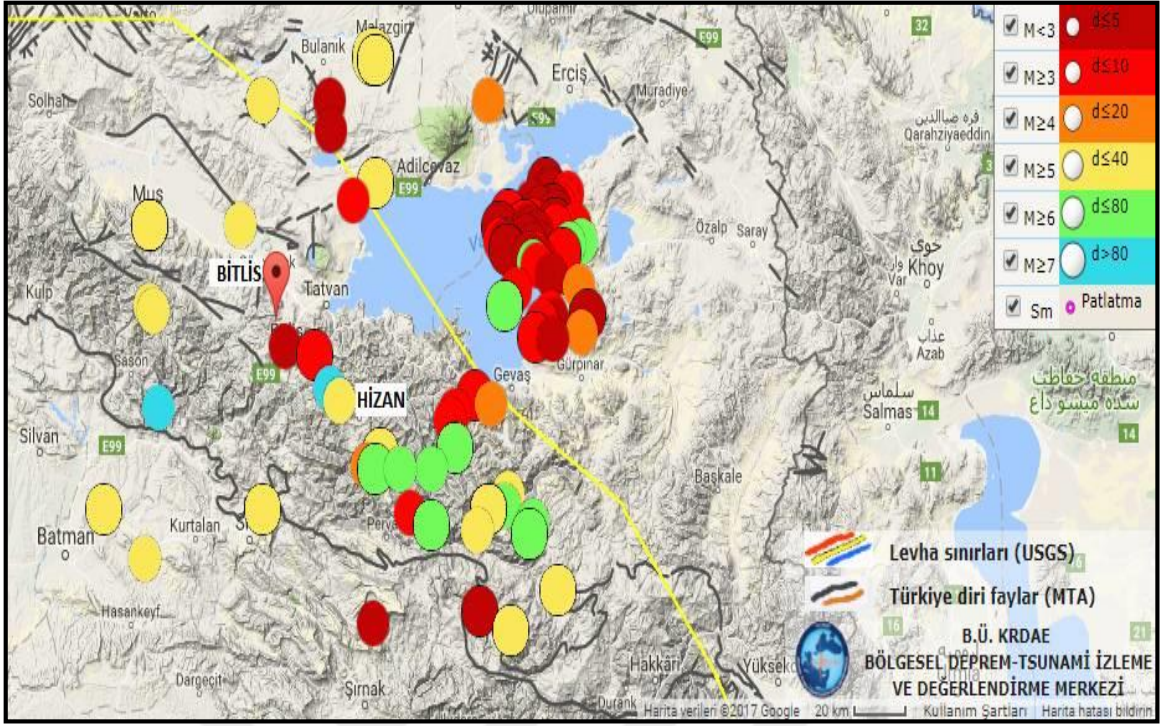
Şekil 3.18. Afet İşleri Genel Müdürlüğü Türkiye deprem bölgesi haritası (1996).



Şekil 3.19. Çalışma alanı deprem bölgesi haritası (Afet İşleri Genel Müdürlüğü, 1996).

Anonim' e (2017) göre, Tarihsel ve aletsel dönemde meydana gelen depremler incelendiğinde Hizan ilçesi ve yakın çevresinde çok sayıda depremin olduğu görülmektedir. Hizan ilçesi ve çevresinde meydana gelen en büyük deprem magnitüdü 6.3 olan 28.04.1903 tarihli Hasretpınar-Malazgirt/Muş depremidir. Ülkemizdeki yapı stoğu itibariyle yıkıcı deprem eşiğinin  $M=5.0$  olduğunu kabul ederek çalışma alanı ve çevresinde orta büyüklükte deprem sayısının fazla olmadığı görülmektedir. Bunun yanında çalışma alanında 1900-2017 tarihleri arasında  $5.0 \leq M_s \leq 5.9$  aralığındaki deprem sayısı 31 adet,  $6.0 \leq M_s \leq 6.9$  aralığında 1 adet deprem meydana gelmiştir. Şekil 3.21.'de 1900-2017 yılları arasında Hizan ilçesinin çevresinde meydana gelmiş ( $M_s \geq 5.0$ ) depremleri görmek mümkündür.





Şekil 3.20. Anonim' e (2017) göre, 1900-2017 yılları arasında Hizan ve çevresinde meydana gelmiş ( $M_s \geq 5.0$ ) depremler

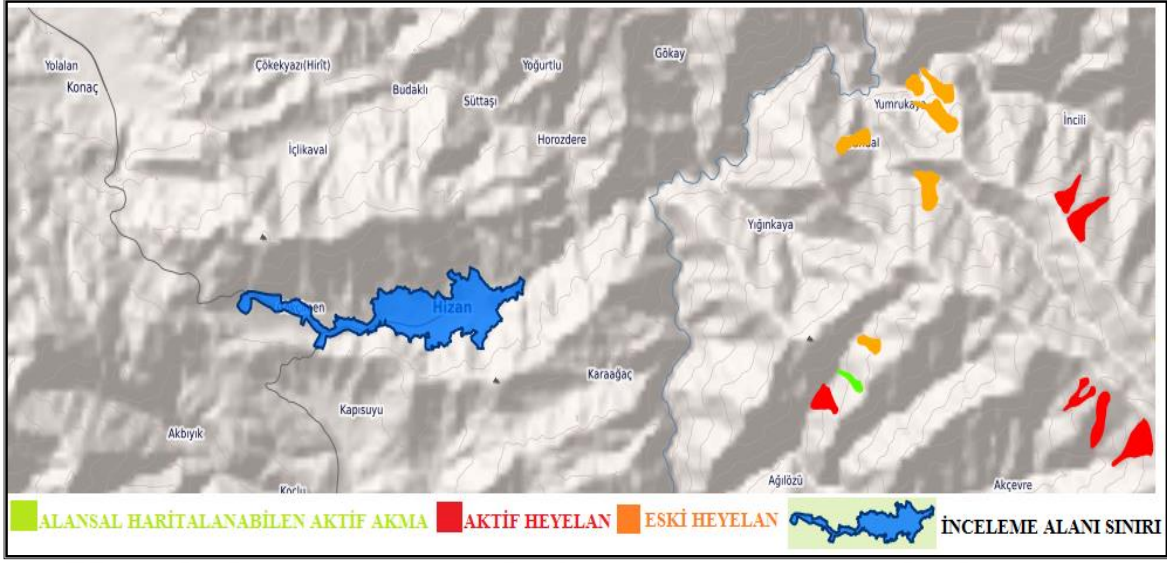
### 3.6.3. Doğal Afetler

Şahinalp' e (2009) göre, doğal afetler; insanlar ve yerleşim yerleri üzerinde ekonomik, fiziksel, sosyal ve çevresel kayıplara neden olan yaşamı ve insan etkinliklerini durdurarak veya kesintiye uğratarak toplulukları etkileyen doğal, teknolojik ve insan kaynaklı olaylara denir. Türkiye, tektonik oluşumu, jeolojik yapısı, topografyası ve meteorolojik özellikleri sebebiyle her zaman çeşitli doğal afetlere sahip olan bir ülke olmuştur. Ülkenin fiziksel ve sosyal zarar görebilirliğinin de yüksek olduğu dikkate alındığında, meydana gelen doğal afetler büyük ölçüde can kayıpları, yaralanmalar ve mal kayıplarına neden olmaktadır. Türkiye'de başta depremler olmak üzere, heyelanlar, su baskınları, sel, erozyon, kaya ve çığ düşmeleri başlıca doğal afetlerdir. Bunların meydana geliş biçimi ve verdiği zararlar her ne kadar değişkenlik gösterse de nihayetinde yerleşim yerlerinde yaşayan insanlar için maddi ve manevi kayıplara sebep olmaktadır. Afet İşleri Genel Müdürlüğü Deprem Araştırma Merkezi' nden alınan verilere göre, hızlı nüfus artışı ve yerleşkelerdeki düzensiz gelişmeler, doğal afet zararlarını arttırmaktadır. Tespitlere göre son 10 yılda meydana gelen doğal afet zararları, yaklaşık 20 milyar doları bulurken, Türkiye'de her 9 ayda bir hasar yapıcı deprem, yılda ortalama 25 önemli su baskını ve 50 heyelan olayı meydana geliyor. Marmara Denizi' nde meydana geleceği öngörülen depremin olası hasarlarının ülke ekonomisinde yaratacağı olumsuzluğu hesap etmenin bile çok zor olduğu kaydedilmektedir. Türkiye, hem jeolojik yapısı hem de yerleşim düzeni ve kentleşmedeki gittikçe yaygınlaşan çarpıklıklar nedeni ile ve çok ileri düzeylere ulaşan doğal dengenin bozulması sebebi ile doğal afetlere karşı korunabilme özelliğini kaybetmektedir.

Çalışma alanında heyelan, su baskını ve çığ gibi doğal afetlerin olabilirliği araştırılmıştır.

Crozier' e (1986) göre, heyelanlar, genel olarak bir yamaç ya da şevi oluşturan toprak ya da kaya malzemesinin suyun taşıyıcı etkisi olmadan yerçekiminin etkisiyle yamaç aşağı doğru hareketi olarak tanımlanmaktadır.

MTA heyelan haritalarında çalışma alanı içerisinde herhangi bir aktif heyelan olup olmadığı araştırılmış olup MTA verilerine göre çalışma alanı içerisinde aktif ve eski heyelanlı bölgenin yer almadığı Şekil 3.21' de görülmüştür.



**Şekil 3.21.** Çalışma alanı ve çevresinin MTA heyelan haritası (Anonim, 2007).

Çalışma alanında kaya düşmesi, heyelan vb. herhangi bir kütle hareketi gözlenmemiştir. Ancak, eğimin %10’ dan fazla olduğu alanlarda, yapılacak kazı ve oluşacak şevlerde, litoloji ve eğime bağlı olarak, kama tipi vb. stabilite sorunları beklenebilmektedir (Anonim, 2007).

Ergünay’ a (2007) göre, Türkiye’de su baskınları doğal afetler içerisinde en sık karşılaşılan ve ekonomik kayıpları hayli yüksek olan olaylardır. Depremlerden sonra, en çok can ve mal kayıpları su baskınları nedeniyle meydana gelmektedir. Yerel iklim değişiklikleri ve çevresel bozulmalarla yakından ilgili olan su baskınlarının büyüklükleri ve sıklıkları bölgeden bölgeye farklılık göstermektedir. Yerel meteorolojik şartlar, topografya, bitki örtüsü ve sağanak yağışların oluşturduğu ani su baskınlarının yıkıcı etkilere yol açmasında önemli rol almaktadır. Özellikle kurak bölgelerdeki yetersiz bitki örtüsü ve dik eğimli topografya ani su baskınlarının hızını artırmakta ve sonuç olarak can ve mal kayıplarına neden olmaktadır.

Çalışma alanını etkileyebilecek olan akar ve kuru dereler için su baskını olabilmektedir. Planlama öncesi mutlaka DSI’ nin güncel görüşüne göre planlama yapılmalıdır. Anonim’ e (2007) göre, Türkiye’de çığ düşmeleri genellikle kar yağışlarının yoğun görüldüğü Doğu ve Güney-Doğu Anadolu bölgeleriyle, Karadeniz bölgesinin iç kesimlerinde yaşanmaktadır. Çalışma alanının kuzey ve güney tarafında bulunan dik yamaçların mevsimsel olarak yoğun kar yağışına maruz kalmasından dolayı oluşabilecek çığ tehlikesine karşın gerekli önlemler alınmalıdır.

### 3.7. Çalışma Alanının Yerleşime Uygunluk Bakımından Değerlendirilmesi

Çalışma alanı içerisinde yürütülen çalışmalarla depremsellik, jeolojik, morfolojik, hidrojeolojik zemin temel mühendisliği sonucu sahada gözlenen zeminlerin yatay ve düşey dağılımları, statik ve dinamik parametreleriyle özellikleri belirlenmiştir. Belirlenen zemin parametrelerinden hareketle zemin davranışları da hesaba katılarak ve bölgede afet oluşturacak (deprem, heyelan, su baskını ve çığ gibi) morfolojiler incelenerek çalışma alanı yerleşime uygunluk bakımından değerlendirilmiştir. Bu değerlendirmeler ışığında çalışma alanı yerleşime uygunluk bakımından, Önlemleri Alan-2.1 (Önlem Alınabilecek Nitelikte Stabilite Sorunlu Alanlar) ve Önlemleri Alan-5.1 (Önlem Alınabilecek Nitelikte Şişme, Oturma vb. Sorunlu Alanlar) olarak değerlendirilmiştir. Önlem Alınabilecek Nitelikte Stabilite Sorunlu Alanlarda genel eğim yönü Batı-Doğu olup eğim aralığı % 0-10, % 10-20, % 20-40 ve % 40-60'dır. Bu alanlar eğimin % 10'dan yüksek olduğu alanlardır. Jeolojik olarak Yolcular Grubu, Gökçimen Formasyonu, Çadırdag Grubu kaya birimlerinin yüzeylediği alanlardır. Önlem Alınabilecek Nitelikte Şişme, Oturma vb. Sorunlu Alanlar eğimin % 0-10 arasında olduğu, jeolojik olarak; Kuvaterner yaşlı tutturulmamış çakıl, kum, silt ve kil gibi malzemelerin depolandığı alüvyon (Qal) ve Gökçimen formasyonu ayrılmış hali birimlerinin yüzeylediği alanlardır.

#### 4. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Tez çalışması kapsamında Hizan ilçe merkezi (Bitlis) jeolojik ve jeoteknik özellikleri incelenmiştir. Jeolojik olarak Prekambriyen yaşlı Yolcular Grubu (P€y), Orta Devoniyen yaşlı Gökçimen Formasyonu (Pzbg), Permian-Mezozoyik yaşlı kesimi Çadırdağ Grubu (PzMzç) ve Kuvaterner yaşlı alüvyonlara ait birimler gözlenmiştir. Çalışma alanı içerisinde gözlenen kaya birimlerini; Yolcular Grubuna (P€y)) ait Prekambriyen yaşlı Ayrılmamış gnays, mikaşist, amfibolit birimleri, Gökçimen Formasyonuna ( Pzbg) ait Paleozoyik yaşlı mikaşist, kuvarşist, kuvarsit, mermer birimleri, Çadırdağ Grubuna (PzMzÇ) ait Permian-Mezozoyik yaşlı ayrılmamış rekristalize kireçtaşı, dolomit, mermer şist, kalkşist, fillit birimleridir. Çalışma alanındaki kaya birimleri genellikle, ayrılmış ve parçalanmış bir yapıya sahiptir.

Çalışma alanında 20 adet jeoteknik sondaj kuyusu, 8 noktada sismik kırılma ölçümü (Jfsis), 10 adet Çok Kanallı Yüzey Dalgası (Masw) Ölçümü, 10 profilde Elektrik Özdirenç (DES) ölçümü, 15 noktada da Mikrotremor ölçümü yapılmıştır. 5 noktada Gözlem noktası oluşturulmuştur.

Çalışma alanında alüvyon birimlerinin az eğime, kaya birimlerinin ise daha yüksek eğime sahip olduğu görülmüştür.

Çalışma alanında uygulanan jeofizik çalışmalar, sismik çalışmalar, düşey elektrik sondajı (DES) çalışmaları ve Mikrotremor çalışmaları' dır. Açılan sondaj kuyuları, laboratuvar ve sismik çalışmalar birlikte değerlendirilerek çalışma alanının yerel zemin sınıfları ve zemin grupları belirlenmiştir.

Çalışma alanı içerisinde yürütülen çalışmalarla deprensellik, jeolojik, morfolojik, hidrojeolojik zemin temel mühendisliği sonucu sahada gözlenen zeminlerin yatay ve düşey dağılımları, statik ve dinamik parametreleriyle özellikleri belirlenmiştir. Belirlenen zemin parametrelerinden hareketle zemin davranışları da hesaba katılarak ve bölgede afet oluşturacak (deprem, heyelan, su baskını ve çığ gibi) morfolojiler incelenerek çalışma alanı yerleşime uygunluk bakımından değerlendirilmiştir. Bu değerlendirmeler ışığında çalışma alanı yerleşime uygunluk bakımından, Önlemler Alan-2.1 (Önlem Alınabilecek Nitelikte Stabilite Sorunlu Alanlar) ve Önlemler Alan-5.1 (Önlem Alınabilecek Nitelikte Şişme, Oturma vb. Sorunlu Alanlar) olarak değerlendirilmiştir.

Önlem Alınabilecek Nitelikte Stabilite Sorunlu Alanlarda, genel eğim yönü Batı-Doğu olup eğim aralığı % 0-10, % 10-20, % 20-40 ve % 40-60'dır. Bu alanlar eğimin % 10'dan yüksek olduğu alanlardır. Jeolojik olarak Yolcular Grubu, Gökçimen Formasyonu, Çadırdag Grubu kaya birimlerinin yüzelediği alanlardır. Bu alanlarda kaya düşmesi ve heyelan gibi kütle hareketleri gözlenmemiş olmakla birlikte bölgenin jeolojik ve topoğrafik yapısı nedeni ile yapılacak kazılar sonrası oluşacak şevlerde stabilite sorunları gelişebilecek niteliktedir. Karşılaşılabilecek stabilite sorunları alınacak mühendislik tedbirleriyle önlenmelidir. Yapılacak kazılar ve planlanacak yapı yükleri de hesap edilerek yamaç boyunca stabilite analizleri yapılmalı, stabilite problemlerine karşı stabilitesi sağlanacak olan mühendislik önlemleri belirlenmelidir. Eğimin yüksek olduğu yerlerde, mevcut oturmuş yapıyı bozmayacak şekilde eğimin düşürülmesine yönelik gerekli önlemler alınmalıdır (kademelendirme, teraslama vb.). Stabiliteyi bozacak derin ve kontrolsüz kazılardan kaçınılmalıdır. Çevre, yüzey ve atık suların ortamdan uzaklaşmasını sağlayacak drenaj sistemleri uygulanmalıdır. Bu alanların jeolojisi zemin niteliğindeki ayrıışmış birimleri ile diğer formasyonların kaya niteliğindeki seviyelerden oluştuğundan, binalardaki farklı oturmalarından kaynaklı hasarları önlemek için yapı temellerinin aynı birimler üzerine oturtulmasına özen gösterilmelidir. Birimler yanal ve düşey yönde değişim gösterdiğinden yapıların farklı oturmalarına sebebiyet vermemek için homojen seviyeler oluşturulmalıdır. Her türlü kazı öncesi, kendi ve komşu parseller ile varsa çevredeki mühendislik yapıları (yol, köprü vb.) için gerekli önlemler alınmalıdır. Her türlü yapılaşmadan önce Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik Esasları' na uyulmalıdır. Çalışma alanındaki eğimin fazla olduğu kısımlarda mevsimsel şartlara bağlı olarak çığ tehlikesi gözlenebilir. Planlama esnasında bu alanlar için ayrıntılı çığ riski analizleri yapılmalıdır.



Önlem Alınabilecek Nitelikte Şişme, Oturma vb. Sorunlu Alanlar, eğimin % 0-10 arasında olduğu, jeolojik olarak; Kuvaterner yaşlı tutturulmamış çakıl, kum, silt ve kil gibi malzemelerin depolandığı alüvyon (Qal) ve Gökçimen Formasyonu ayrıışmış birimlerinin yüzeylediği alanlardır. Yapılan hesaplarda alüvyon ve Gökçimen Formasyonu ayrıışmış birimlerinin bazı seviyelerinde şişme riskiyle karşılaşılabileceği belirlenmiştir. Alüvyon çökelleri ve Gökçimen Formasyonu ayrıışmış birimleri heterojen özellikte olduğundan, bu birimler yanal ve düşey yönde litolojik-jeoteknik özellikleri farklılık gösterdiğinden yapı temellerinde farklı oturmalar gelişebilir. Zemin-Temel etütlerinde temel etki derinliği boyunca belirlenen şişme, taşıma gücü, oturma, farklı oturma vb. sorunlarına yönelik mühendislik problemlerinin zemin etütlerinde ayrıntılı olarak araştırılmalı ve gerekmesi durumunda yapılması gerekli zemin iyileştirme yöntemleri belirlenmelidir. Alüvyon ve Gökçimen Formasyonu ayrıışmış birimleri heterojen özellikte birimler olduğundan bu zeminler yanal ve düşey litolojik ve jeoteknik yönde değişim gösterdiğinden, bu alanlarda yapılacak yapıların farklı oturmaları hesap edilerek alınması gerekli önlemler belirlenmelidir. Çalışma alanındaki alüvyon birimleri genellikle düşük ve yüksek Plastisiteli killerden oluştuğundan sıvılaşma problemi beklenmemekte birlikte, alüvyon birimleri düşey ve yanal yönde heterojen özellikte ve yeraltı suyuda yüzeye yakın olduğundan kumlu seviyelerde sıvılaşma problemi gelişebileceğinden, zemin-temel etütlerinde araştırılmalıdır. Çalışma alanındaki Alüvyon birimlerinde yeraltı suyu yüzeye yakın olduğundan temellere olan olumsuz etkisini azaltmak için yüzey, yeraltı ve atık su drenajları mutlaka yapılmalıdır. Planlama öncesinde bu alanlar içinde bulunan tüm dereler ile ilgili taşkın ve sellenme yönünden DSİ'den güncel görüş alınarak planlanan bu görüş doğrultusunda yapılması gerekmektedir.

Bu tez çalışmasındaki veriler bir öngörü olup parsel bazında zemin etüt raporu yerine kullanılması uygun değildir.

## KAYNAKLAR

- Afet İşleri Genel Müdürlüğü, 1996.** Türkiye Deprem Bölgeleri Haritası, Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, Afet İşleri Genel Müdürlüğü, Ankara. 1996.
- Afet İşleri Genel Müdürlüğü, 2007.** Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkındaki Yönetmelik, Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, Afet İşleri Genel Müdürlüğü, Ankara, 2007.
- Anonim, 2017.** Bitlis İli Hizan İlçesi İmar Planına Esas Jeolojik-Jeoteknik Etüt Raporu, T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Mekânsal Planlama Genel Müdürlüğü, Ankara, 2007.
- Ansal A., Springman, S., Studer, J., Demirbaş, E., Önalp, A., Erdik, M., Giardini, D., Şeşetyan, K., Demircioğlu, M., Akman, H., Föh, D., Christen, A., Laue, J., Buchheister, J., Çetin, Ö., Siyahi, B., Fahjan, Y., Gülkan, P., Bakır, S., Lestuzzi, P., Elmas, M., Köksal, D., ve Gökçe, O., 2004.** Belediyeler için Sismik Mikrobölgeleme Örnek Uygulamalar, Araştırma Raporu, Afet İşleri Genel Müdürlüğü, Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, Afet Risk Yönetimi Dünya Enstitüsü “Sismik Riskin Azaltılması için Mikrobölgeleme” DRM-DEZA Projesi, Ankara, 2004.
- Arkoç O., ve Özşahin B., 2015.** Kentsel Planlamada Sınırlamalara Yerbilimlerinin Etkisi ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Kullanımı, 9. Uluslararası Sinan Sempozyumu, Trakya Üniversitesi, SS. 117-123, Edirne, 2015.
- Aşçı M., ve diğ., 2004.** İstanbul Üniv. Müh. Fak. Yerbilimleri Dergisi, C. 17, S. 2, SS. 111-118, İstanbul, 2004.
- Ayhan A., Papak İ., 1988.** Aksaray-Taşpınar-Altınhisar-Çiftlik-Delihebil (Niğde) civarının jeolojisi, MTA Genel Müdürlüğü Jeoloji Etüdüleri Daire Başkanlığı, Rapor No: 2324, Ankara, 1988.
- Aytun, A., 2001.** Olası deprem hasarını en aza indirmek amacıyla yapıların “doğal” salınım periyodlarının yerin “baskın” periyodundan uzak kılınması, Uşak İli ve Dolayı (Frigya) Depremleri Jeofizik Toplantısı, TMMOB Jeofizik Mühendisleri Odası, Ankara. 2001.
- Bailey A.D., 1975.** Rock types and seismic velocities versus rippability, Highway Geology Symposium, Proceedings, 26, 135-142, Portland-Maine, 1975.
- Boray A., 1973.** The structure and Metamorphism of the Bitlis Area, South-East Turkey, University of London, Yaymlanmamış doktora tezi. Turkey, 1973.
- Bowles J. E., 1988.** Foundation Analysis and Design, McGraw-Hill International Edition, Singapore. 1988.
- BS-1021, 1973.** Code Of Practice For Cathodic Protection, MİL-A 18001 H Anotes, Corrosion Preventative Zinç, Slab, Disc and Rodb Shaped, Britain, 1973.
- Coşkun A. Ö., 2012.** Polatlı (Ankara) Yerleşim Alanının Jeolojik-Jeoteknik Değerlendirilmesi, *Yüksek Lisans Tezi*, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta, 2012.
- Crozier M. J., 1986.** Landslides: Causes, Consequences and Environment, Croom Helm, 245p, London, 1986.
- Çağlayan M. A., Şengün M., 2002.** Türkiye Jeolojisi Haritaları No:66 Van-L48 Paftası, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Jeoloji Etüdüleri Dairesi, Ankara, 2002.
- Çağlayan M. A., İnal R. N., Şengün M., Yurtsever A., 1983.** Structural setting of Bitlis Massive. Geology of the Taurus belt, TJUS Proceeding, 245-254. 1983.

- Deere D.U., 1964.** Technical description of rock cores for engineering purposes, Felsmechanik und Ingenieurgeologie, 1, 16-22, 1964.
- Ergünay O., 2007.** Türkiye' nin Afet Profili, TMMOB Afet Sempozyumu Bidiriler Kitabı, ss. 5-14, Ankara, 2007.
- Florin, V. A. ve Ivanov, P. L., 1961.** "Liquefaction of saturated sandy soils: Proceedin" , 5th International Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering, Paris, France, 1961.
- Göncüoğlu C., Turhan N., 1983.** New ages from the Bitlis Massif Bulletin of the Mineral Research and Exploration Institute of Turkey, v. 95/96, p. 44-49.
- Helvacı C., Griffin W. L., 1983.** Metamorphic hie feldispathisation of metavolcanics and granitoids, Avnik arca, Turkey, Contrib, Mineral, Petrol, 83, 309 – 319, 1983.
- Holtz W.G. ve Gibbs H.J. 1956.** "Propeties of Expansive Clays" Transactions ASCE, Vol., 121.pp.641-677, 1956.
- Ibbotson P., 1969.** Siirt-Bitlis regional mineral survey Project, 1/2225 First Annual Report (Robertson Research Co. Ltd.), MTA Rap. No. 4101, (yayımlanmamış). 1969.
- ISRM (International Society for Rock Mechanics), 1981.** Rock Characterization, Testing and Monitoring, International Society of Rock Mechanics Suggested Methods, Pergamon Press, 211 p., Oxford, 1981.
- Karagüzel R., 1999.** Kentleşme Sürecinde Yer Seçimi ve Depreme Dayanıklı Yapı İnşasında Jeolojik-Jeoteknik Etütlerin Önemi ve İşlevi, Jeoloji Mühendisleri Odası, Yayın 51, ss. 23-27, Ankara, 1999.
- Keçeli A., 1990.** Sismik Yöntemlerle Müsaade Edilebilir Dinamik Zemin Taşıma Kapasitesi ve Oturmasının Saptanması, Jeofizik Dergisi, Cilt:4, Sayı:2, 83-92s., 1990.
- Ketin İ., 1977.** Anadolu' nun tektonik birlikleri, MTA Dergisi, 66, 20-34, Ankara, 1977.
- KGM, 2018.** Karayolları Genel Müdürlüğü, 11. Bölge Müdürlüğü, Tesisler ve Bakım Dairesi Başkanlığı, 2018.
- Kramer S. L., 1996.** Geotechnical Earthquake Engineering, Prentice-Hall, Inc. New Jersey, 1996.
- Mogami T., Kubu K., 1953.** "The behaviour of soil during vibration" 3rd International Conference on soil Mechanics and Foundation Engineering, Paper No152–155., Zurich. 1953.
- Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü, 2008.** Doğu Anadolu Fay Atlası, Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü, Ankara, 2008.
- Özaydın K., 1982.** Zemin Dinamiği, Deprem Mühendisliği Türk Milli Komitesi Yayınları No:1, İstanbul, 1982.
- Özçep F., 2005,** "Zemin Jeofizik Analiz", Microsoft® Excel Programı, İ.Ü. Müh. Fak. Jeofizik Müh. Böl., İstanbul, 2005.
- 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, 1987.
- Sarıcı T., 2013.** Kesme Kutusu Deneyi (Doğrudan-Direkt-Kesme Deneyi) Raporu, İnönü Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Malatya, 2013.
- Seed H. B., 1976.** "Evaluation of Soil Liquefaction Effects on Level Ground During Earthquakes", ASCE Annual Convention and Exposition, September 27 October 1, pp. 1-105 (1976), Philadelphia, 1976.

- Seed H.B. ve DeAlba P. 1986.** Use of SPT and CPT tests for evaluating the liquefaction resistance of sands, In use of In-situ Tests in Geotechnical Engineering, ASCE Geotechnical Special Publication, 6, 281-302, 1986.
- Şekercioğlu E., 2002.** Yapıların Projelendirilmesinde Mühendislik Jeolojisi, Jeoloji Mühendisleri Odası Yayınları: 28, 280s., Ankara, 2002.
- Sönmez H., 2004.** HS Jeotek, Jeoteknik Paket Programı, Hacettepe Üniv. Müh. Fak. Vakfı, Ankara, 2004.
- Şahinalp M., 2009.** Tatvan (Bitlis) Yerleşkesinin Jeolojik-Jeoteknik İncelenmesi, *Yüksek Lisans Tezi*, Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Mersin, 2009.
- Şengör A. M. C., 1979.** The North Anatolian transform fault, its age, offset and tectonic Significance, Geol. Soc. of London Jour., 136, 269 – 282, 1979.
- Şengün M., 1984.** Bitlis Masifi Tatvan güneyinin jeolojik/petrografik incelenmesi (Doktora tezi, basılmamış), H.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 1984.
- Şengün M., Keskin H., Akçaören F., Altun İ., Sevin M., Akat U., Armağan F., Acar Ş., 1990.** Kastamonu yöresinin jeolojisi ve Paleotetisin evrimine ilişkin sınırlamalar, Türkiye Jeoloji Bült., 33, 1 – 16, 1990.
- Tekdere M., 2008.** Karatay (Konya) İlçesi İmar Planı İçin Jeolojik-Jeoteknik Çalışma, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya, 2008.
- Tolun N., 1953.** Elazığ, Keban, Çemişgezek ve Pertek Bölgesinin Jeolojik Etüdü, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü (MTA), Ankara, 1953.
- Terzaghi K. ve Peck R.B. 1967.** Soil Mechanics in Engineering Practice, 2nd Ed., John Wiley & Sons, Inc., 729 p., New York, 1967.
- Topal T., 2000.** Nokta Yükleme Deneyi İle İlgili Uygulamada Karşılaşılan Problemler, Teknik Not, Orta Doğu Teknik Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Ankara, 2000.
- TS-5141.** Zeminlerin Elektrik Özgül Dirençlerine Göre Sınıflandırılması.
- TS 1901, 1975.** İnşaat Mühendisliğinde sondaj yolları ile örselenmiş ve örselenmemiş numune alma yöntemleri, 1975.
- Tuna E., 1974.** Çatak-Soğukçam (Bolu İli) Alanının Jeoloji İncelemesi, *Yüksek Lisans tezi*, İstanbul Üniversitesi, İstanbul. (unpublished), 1974.
- Ulusay R., 1999.** Kentleşme Sürecinde Yer Seçimi ve Depreme Dayanıklı Yapı İnşasında Jeolojik-Jeoteknik Etütlerin Önemi ve İşlevi, Jeoloji Mühendisleri Odası, Yayın 51, ss. 23-27, Ankara, 1999.
- Ulusay R., 2001.** Uygulamalı Jeoteknik Bilgiler, TMMOB, Jeoloji Mühendisleri Odası Yayınları, No:38, Genişletilmiş 4. Baskı, 385 s., Ankara, 2001.
- Ulusay R., 2010.** Uygulamalı Jeoteknik Bilgiler, TMMOB, Jeoloji Mühendisleri Odası Yayınları 188-194s, Ankara, 2010.
- Yılmaz O., 1971.** Etude Petrographique et Geochronologique de la Region de Cacas, Univ. Grenoble, Yayınlanmamış doktora tezi, 1971.
- Yılmaz I. ve Karacan E, 1997.** Geotechnical properties of-alluvial soils: an example from south of Sivas (Turkey). IAEG, Bulletin of International Association of Engineering Geology, France No., 55, 1997.
- Yılmaz I. 2000.** Mühendislik Jeolojisinde Alan Araştırması, Mühendislik Mimarlık Yayınları Teknik Yayınevi, 123s., Ankara, 2000.

- Youd T. L., Idriss I. M., Andrus R. D., Arango I., Castro G., Christian J. T., Dobry R., Finn W. D. L., Harder Jr., L. F., Hynes M. E., Ishihara K., Koester J. P., Liao S. S. C., Marcuson W. F., Martin G. R., Mitchell J. K., Moriwaki Y., Power M S., Robertson P. K., Seed R. B. ve Stokoe K. H. 2001.** "Liquefaction Resistance of Soils: Summary Report from the 1996 NCEER ve 1998 NCEER/NSF Workshops on Evaluation of Liquefaction Resistance of Soils" *Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering*, Vol. 127(10), 817-833, 2001.
- Youd T.L., 1984.** Geologic effects - liquefaction and associated ground failure, *in* Proceedings of the Geologic and Hydrologic Hazards Training Program: U.S. Geological Survey Open-File Report 84-760, p. 210-232, 1984.
- Yurtsever A., Aksoy Ö., Boztepe Y., Dağar Z., Konuk O., Şengün M., Yurtsever G., 1983.** Gevaş (Van) dolayının jeolojisi, MTA Rap., (yayımlanmamış), Ankara, 1983.



## ÖZGEÇMİŞ

1993 yılında Elâzığ'da doğdu. İlk ve orta öğrenimini merkeze bağlı Namık Kemal İlk ve ortaokulda, liseyi yine merkeze bağlı Hıdır Sever Lisesinde okudu. 2011 yılında Elazığ Fırat Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği bölümüne yerleşti. 2015 yılında mezun oldu ve 2016 yılında yine Fırat Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümünde Uygulamalı Jeoloji anabilim dalında yüksek lisansa başladı. Aynı zamanda lisans eğitimini bitirir bitirmez özel sektör kuruluşu olan EYB Jeoteknik ve Mühendislikte Jeoloji Mühendisi olarak çalışmaya başladı. 2018 yılında 3 yıl çalıştığı özel sektörden ayrıldı.





## EKLER





**EK 1. TEMEL SONDAJ LOGU**



		TEMEL SONDAJ LOGU				Sondaj No:											
		SOIL BORING LOG				SK-2											
						Sayfa No : 1/1											
Proje Adı: HIZAN İLÇE (BİTLİS) MERKEZİ JEOLojİK-JEOTEKNİK İNCELEMESİ																	
İli: BİTLİS		Kuyu Derinliği: 15.00		YASS: 2.40 m		Muhafaza Borusunun											
Baş. Tarihi: 29.10.2017		Koordinat - Y: 532387.68		Zemin Kotu: 1615.42 m		Dış Çap: 90 mm											
Bitiş Tarihi: 29.10.2017		Koordinat - X: 4232382.19		Sondaj Metodu: Rotary		İç Çap: 79 mm											
						Sondör											
						Logu Hazırlayan											
						SEVCAN NAMLI											
DERİNLİK (m)	LİTOLOJİ	Numune Türü	SPT				SPT Grafiği					TCR %	AYRIŞMA	RQD(%)	KIRIK	Zemin Cinsi	
			0 - 15 cm	15 - 30 cm	30 - 45 cm	SPT N30	N/30 cm										
0.5																	
1.00																	
1.5																	
2.00		SPT	10	13	15	28											
2.5																	
3.00		UD															
3.5																	
4.00		SPT	12	15	18	33											
4.5																	
5.00		SPT	13	17	21	38											
5.5																	
6.00		SPT	10	11	13	24											
6.5																	
7.00																	
7.5		SPT	13	15	17	32											
8.00																	
8.5																	
9.00		SPT	11	12	13	25											
9.5																	
10.00																	
10.5																	
11.00																	
11.5																	
12.00		SPT	9	13	15	28											
12.5																	
13.00																	
13.5																	
14.00																	
14.5		SPT	15	17	13	30											
15.00																	
<b>KUYU SONU</b>																	
İnce taneli (Kohezyonlu)		İri taneli (Kohezyonsuz)		KAYA NİTELİĞİ (RQD)				AYRIŞMA DERESESİ (W)				ÇATLAK SIKLIĞI					
N : 0-2 Çok Yumuşak N : 3-4 Yumuşak N : 5-8 Orta Katı N : 9-13 Katı N : 14-30 Çok Katı N : >30 Sert		N : 0-4 Çok Gevşek N : 5-10 Gevşek N : 11-30 Orta Sıkı N : 31-50 Sıkı N : >50 Çok Sıkı		0-25 Çok Zayıf 25-50 Zayıf 50-75 Orta 75-90 İyi 90-100 Çok İyi				W1 Taze Ayrışmamış W2 Az Ayrışmış W3 Orta derecede Ayrş. W4 Ayrışmış W5 Tamamen Ayrışmış				< 1 Masif 1 - 3 Az çatlaklı - Kırıklı 3 - 10 Kırıklı 10 - 50 Çok Çatlaklı - Kırıklı > 50 Parçalanmış					



		TEMEL SONDAJ LOGU				Sondaj No:											
		SOIL BORING LOG				SK-4											
						Sayfa No : 1/1											
Proje Adı: HIZAN İLÇE (BİTLİS) MERKEZİ JEOLojİK-JEOTEKNİK İNCELEMESİ																	
İli: BİTLİS		Kuyu Derinliği: 15.00		YASS: 2.00 m		Muhafaza Borusunun											
Baş. Tarihi: 29.10.2017		Koordinat - Y: 533606.18		Zemin Kotu: 1506.39 m		Dış Çap: 90 mm											
Bitiş Tarihi: 29.10.2017		Koordinat - X: 4231698.22		Sondaj Metodu: Rotary		İç Çap: 79 mm											
						Sondör											
						Numune Alıcısının											
						Dış Çap: 90 mm											
						İç Çap: 79 mm											
						Logu Hazırlayan											
						SEVCAN NAMLI											
DERİNLİK (m)	LİTOLOJİ	Numune Türü	SPT				SPT Grafiği					TCR %	AYRIŞMA	RQD(%)	KIRIK	Zemin Cinsi	
			0 - 15 cm	15 - 30 cm	30 - 45 cm	SPT N30	N/30 cm										
							10	20	30	40	50						
0.5																	
1.00																	
1.5		SPT	9	9	8	17											
2.00																	
2.5		UD															
3.00																	
3.5		SPT	7	9	10	19											
4.00																	
4.5		SPT	7	7	8	15											
5.00																	
5.5																	
6.00		SPT	9	10	9	19											
6.5																	
7.00																	
7.5		SPT	10	11	13	24											
8.00																	
8.5																	
9.00		SPT	9	10	10	20											
9.5																	
10.00																	
10.5																	
11.00																	
11.5																	
12.00		SPT	8	10	9	19											
12.5																	
13.00																	
13.5																	
14.00																	
14.5		SPT	13	11	11	22											
15.00																	
<b>KUYU SONU</b>																	
İnce taneli (Kohezyonlu)		İri taneli (Kohezyonsuz)		KAYA NİTELİĞİ (RQD)				AYRIŞMA DERECESESİ (W)				ÇATLAK SIKLIĞI					
N : 0-2 Çok Yumuşak		N : 0-4 Çok Gevşek		0-25 Çok Zayıf				W1 Taze Ayrışmamış				< 1 Masif					
N : 3-4 Yumuşak		N : 5-10 Gevşek		25-50 Zayıf				W2 Az Ayrışmış				1 - 3 Az çatlaklı - Kırıklı					
N : 5-8 Orta Katı		N : 11-30 Orta Sıkı		50-75 Orta				W3 Orta derecede Ayrş.				3 - 10 Kırıklı					
N : 9-13 Katı		N : 31-50 Sıkı		75-90 İyi				W4 Ayrışmış				10 - 50 Çok Çatlaklı - Kırıklı					
N : 14-30 Çok Katı		N : >50 Çok Sıkı		90-100 Çok iyi				W5 Tamamen Ayrışmış				> 50 Parçalanmış					
N : >30 Sert																	

**ALÜVYON (Qal)**  
**Açık Gri Renkli Çakıl**  
**Oranı Yok Denecek Kadar**  
**Az, Kumlu-Killi Silt**



		TEMEL SONDAJ LOGU				Sondaj No:											
		SOIL BORING LOG				SK-5											
						Sayfa No : 1/1											
Proje Adı: HIZAN İLÇE (BİTLİS) MERKEZİ JEOLojİK-JEOTEKNİK İNCELEMESİ																	
İli: BİTLİS		Kuyu Derinliği: 15.00		YASS: 3.60 m		Muhafaza Borusunun											
Baş. Tarihi: 28.10.2017		Koordinat - Y: 534782.36		Zemin Kotu: 1481.25 m		Dış Çap: 90 mm											
Bitiş Tarihi: 28.10.2017		Koordinat - X: 4231888.00		Sondaj Metodu: Rotary		İç Çap: 79 mm											
						Sondör											
						Numune Alıcısının											
						Dış Çap: 90 mm											
						İç Çap: 79 mm											
						Logu Hazırlayan											
						SEVCAN NAMLI											
DERİNLİK (m)	LİTOLOJİ	Numune Türü	SPT				SPT Grafiği					TCR %	AYRIŞMA	RQD(%)	KIRIK	Zemin Cinsi	
			0 - 15 cm	15 - 30 cm	30 - 45 cm	SPT N30	N/30 cm										
							10	20	30	40	50						
0.5																	
1.00																	
1.5		SPT	8	8	9	17											
2.00																	
2.5		UD															
3.00																	
3.5		SPT	9	10	8	18											
4.00																	
4.5		SPT	9	11	10	21											
5.00																	
5.5		SPT	10	10	11	21											
6.00																	
6.5																	
7.00		SPT	9	12	12	24											
7.5																	
8.00																	
8.5																	
9.00		SPT	11	10	12	22											
9.5																	
10.00																	
10.5																	
11.00																	
11.5																	
12.00		SPT	12	12	11	23											
12.5																	
13.00																	
13.5																	
14.00																	
14.5		SPT	11	13	13	26											
15.00																	
<b>KUYU SONU</b>																	
İnce taneli (Kohezyonlu)		İri taneli (Kohezyonsuz)		KAYA NİTELİĞİ (RQD)				AYRIŞMA DERECESESİ (W)				ÇATLAK SIKLIĞI					
N : 0-2 Çok Yumuşak		N : 0-4 Çok Gevşek		0-25 Çok Zayıf				W1 Taze Ayrışmamış				< 1 Masif					
N : 3-4 Yumuşak		N : 5-10 Gevşek		25-50 Zayıf				W2 Az Ayrışmış				1 - 3 Az çatlaklı - Kırıklı					
N : 5-8 Orta Katı		N : 11-30 Orta Sıkı		50-75 Orta				W3 Orta derecede Ayrş.				3 - 10 Kırıklı					
N : 9-13 Katı		N : 31-50 Sıkı		75-90 İyi				W4 Ayrışmış				10 - 50 Çok Çatlaklı - Kırıklı					
N : 14-30 Çok Katı		N : >50 Çok Sıkı		90-100 Çok iyi				W5 Tamamen Ayrışmış				> 50 Parçalanmış					
N : >30 Sert																	







		TEMEL SONDAJ LOGU										Sondaj No:					
		SOIL BORING LOG										SK-9					
												Sayfa No : 1/1					
Proje Adı: HIZAN İLÇE (BİTLİS) MERKEZİ JEOLojİK-JEOTEKNİK İNCELEMESİ																	
İli: BİTLİS		Kuyu Derinliği: 20.00				YASS: -		Muhafaza Borusunun		Sondör							
Baş. Tarihi: 27.10.2017		Koordinat - Y: 537077.96				Zemin Kotu: 1443.42 m		Dış Çap: 90 mm									
Bitiş Tarihi: 27.10.2017		Koordinat - X: 4232208.53				Sondaj Metodu: Rotary		İç Çap: 79 mm		Numune Alıcısının							
								Dış Çap: 90 mm		Logu Hazırlayan							
								İç Çap: 79 mm		SEVCAN NAMLI							
DERİNLİK (m)	LİTOLOJİ	Numune Türü	SPT				SPT Grafiği					TCR %	AYRIŞMA	RQD(%)	KIRIK	Zemin Cinsi	
			0 - 15 cm	15 - 30 cm	30 - 45 cm	SPT N30	N/30 cm										
							10	20	30	40	50						
0.5																	
1.00																	
1.5		SPT	1	1	1	2											
2.00																	
2.5																	
3.00		SPT	1	2	1	3											
3.5																	
4.00																	
4.5		SPT	2	1	1	2											
5.00																	
5.5																	
6.00		SPT	1	1	1	2											
6.5																	
7.00																	
7.5		SPT	1	1	2	3											
8.00																	
8.5																	
9.00																	
9.5		SPT	1	1	1	2											
10.00																	
10.5																	
11.00																	
11.5																	
12.00		SPT	2	1	1	2											
12.5																	
13.00																	
13.5																	
14.00																	
14.5																	
15.00		SPT	2	2	1	3											
İnce taneli (Kohezyonlu)		İri taneli (Kohezyonsuz)		KAYA NİTELİĞİ (RQD)		AYRIŞMA DERECESESİ (W)		ÇATLAK SIKLIĞI									
N : 0-2	Çok Yumuşak	N : 0-4	Çok Gevşek	0-25	Çok Zayıf	W1	Taze Ayrışmamış	< 1	Masif								
N : 3-4	Yumuşak	N : 5-10	Gevşek	25-50	Zayıf	W2	Az Ayrışmış	1 - 3	Az çatlaklı - Kırıklı								
N : 5-8	Orta Katı	N : 11-30	Orta Sıkı	50-75	Orta	W3	Orta derecede Ayrş.	3 - 10	Kırıklı								
N : 9-13	Katı	N : 31-50	Sıkı	75-90	İyi	W4	Ayrışmış	10 - 50	Çok Çatlaklı - Kırıklı								
N : 14-30	Çok Katı	N : >50	Çok Sıkı	90-100	Çok iyi	W5	Tamamen Ayrışmış	> 50	Parçalanmış								
N : >30	Sert																

**ALÜVYON (Qal)**

Balçık Zemin (Bataklık) Su içeriği yüksek olan ve bu suyu kolay bırakmayan genellikle akıcı, yapışkan nitelikteki zemin (Tij Kendi Ağırlığıyla ilerlemiştir.)













		TEMEL SONDAJ LOGU SOIL BORING LOG				Sondaj No: <b>SK-13</b> Sayfa No : 1/1											
Proje Adı: <b>HİZAN İLÇE (BİTLİS) MERKEZİ JEOLojİK-JEOTEKNİK İNCELEMESİ</b>																	
İli:	BİTLİS	Kuyu Derinliği	15.00	YASS:	-	Muhafaza Borusunun	Sondör										
Baş. Tarihi:	26.10.2017	Koordinat - Y	537678.75	Zemin Kotu:	1437.64 m	Dış Çap: 90 mm İç Çap: 79 mm											
Bitiş Tarihi:	26.10.2017	Koordinat - X	4232235.25	Sondaj Metodu:	Rotary	Numune Alıcısının	Logu Hazırlayan										
						Dış Çap: 90 mm İç Çap: 79 mm	SEVCAN NAMLI										
DERİNLİK (m)	LİTOLOJİ	Numune Türü	SPT				SPT Grafiği					TCR %	AYRIŞMA	RQD(%)	KIRIK	Zemin Cinsi	
			0 - 15 cm	15 - 30 cm	30 - 45 cm	SPT N30	N/30 cm										
							10	20	30	40	50						
0.5																	
1.00		SPT	1	1	1	2											
1.5																	
2.00																	
2.5																	
3.00		SPT	2	1	1	2											
3.5																	
4.00																	
4.5		SPT	1	2	1	3											
5.00																	
5.5																	
6.00		SPT	2	1	2	3											
6.5																	
7.00																	
7.5		SPT	1	1	1	2											
8.00																	
8.5																	
9.00		SPT	2	2	1	3											
9.5																	
10.00																	
10.5																	
11.00																	
11.5																	
12.00		SPT	1	1	2	3											
12.5																	
13.00																	
13.5																	
14.00																	
14.5																	
15.00		SPT	1	2	1	3											
<b>KUYU SONU</b>																	
İnce taneli (Kohezyonlu)		İri taneli (Kohezyonsuz)		KAYA NİTELİĞİ (RQD)				AYRIŞMA DERESESİ (W)				ÇATLAK SIKLIĞI					
N : 0-2 N : 3-4 N : 5-8 N : 9-13 N : 14-30 N : >30	Çok Yumuşak Yumuşak Orta Katı Katı Çok Katı Sert	N : 0-4 N : 5-10 N : 11-30 N : 31-50 N : >50	Çok Gevşek Gevşek Orta Sıkı Sıkı Çok Sıkı	0-25 25-50 50-75 75-90 90-100	Çok Zayıf Zayıf Orta İyi Çok iyi	W1 W2 W3 W4 W5	Taze Ayrışmamış Az Ayrışmış Orta derecede Ayrış. Ayrışmış Tamamen Ayrışmış	< 1 1 - 3 3 - 10 10 - 50 > 50	Masif Az çatlaklı - Kırıklı Kırıklı Çok Çatlaklı - Kırıklı Parçalanmış								

**ALÜVYON (Qal)**  
Balçık Zemin (Bataklık) Su içeriği yüksek olan ve bu suyu kolay bırakmayan genellikle akıcı, yapışkan nitelikteki zemin (Tij Kendi Ağırlığıyla ilerlemiştir.)

		TEMEL SONDAJ LOGU										Sondaj No:				
		SOIL BORING LOG										SK-14				
												Sayfa No : 1/1				
Proje Adı: HİZAN İLÇE (BİTLİS) MERKEZİ JEOLJİK-JEOTEKNİK İNCELEMESİ																
İli: BITLİS		Kuyu Derinliği: 5.00			YASS: YOK			Muhafaza Borusunun Dış Çap: 90 mm İç Çap: 79 mm		Sondör						
Baş. Tarihi: 31.10.2017		Koordinat - Y: 537727.94			Zemin Kotu: 1460.47 m			Numune Alıcısının Dış Çap: 90 mm İç Çap: 79 mm		Logu Hazırlayan SEVCAN NAMLI						
Bitiş Tarihi: 31.10.2017		Koordinat - X: 4231896.89			Sondaj Metodu: Rotary											
DERİNLİK (m)	LİTOLOJİ	Numune Türü	SPT			SPT Grafiği					TCR %	AYRIŞMA	RQD(%)	KIRIK	Zemin Cinsi	
			0 - 15 cm	15 - 30 cm	30 - 45 cm	N/30 cm										
						10	20	30	40	50						
0.5															GÖKÇİMEN FORMASYONU (Pzbg) Ayrışmış, Çatlaklı, Kırıklı Kuarsşist	
1.00		CR									30	W4	0	>50		
1.5																
2.00																
2.5																
3.00		CR										37	W4	0	10-50	
3.5																
4.00																
4.5																
5.00		CR										28	W3	0	3-10	
5.5																
6.00																
6.5																
7.00																
7.5																
8.00																
8.5																
9.00																
9.5																
10.00																
10.5																
11.00																
11.5																
12.00																
12.5																
13.00																
13.5																
14.00																
14.5																
15.00																
İnce taneli (Kohezyonlu)		İri taneli (Kohezyonsuz)		KAYA NİTELİĞİ (RQD)		AYRIŞMA DERESESİ (W)		ÇATLAK SIKLIĞI								
N : 0-2 Çok Yumuşak N : 3-4 Yumuşak N : 5-8 Orta Katı N : 9-13 Katı N : 14-30 Çok Katı N : >30 Sert		N : 0-4 Çok Gevşek N : 5-10 Gevşek N : 11-30 Orta Sıkı N : 31-50 Sıkı N : >50 Çok Sıkı		0-25 Çok Zayıf 25-50 Zayıf 50-75 Orta 75-90 İyi 90-100 Çok iyi		W1 Taze Ayrışmamış W2 Az Ayrışmış W3 Orta derecede Ayrş. W4 Ayrışmış W5 Tamamen Ayrışmış		< 1 Masif 1 - 3 Az çatlaklı - Kırıklı 3 - 10 Kırıklı 10 - 50 Çok Çatlaklı - Kırıklı > 50 Parçalanmış								



















**EK 2. LABORATUVAR SONUÇLARI**



**EK 2. Laboratuvar Sonuçları (Toplu Sonuçların Devamı)**

Sondaj No	Numune No	Derinlik (m)	Su İçeriği (%)	Doğal Yoğunluk (g/cm <sup>3</sup> )	Elek Analizi		Atterberg Limitleri			Zemin Sınıfı	Deneyler							
					No:4 Kalan (%)	No: 200 Geçen (%)	LL (%)	PL (%)	PI (%)		Nokta Yükleme	Kayada Tek Eksenli Basınç	Direk Kesme (UU)		Üç Eksenli Basınç (UU)		Konsolidasyon	
													I <sub>s50</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	q <sub>u</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	c (kgf/cm <sup>2</sup> )	Φ (°)	c (kgf/cm <sup>2</sup> )	Φ (°)
SK-10	CR-1	3.00	-	-	-	-	-	-	-	-	24.2	-	-	-	-	-	-	-
SK-11	CR-1	4.50	-	-	-	-	-	-	-	-	10.6	-	-	-	-	-	-	-
SK-12	UD-1	3.50	17.53	1.88	3.23	58.65	52.3	21.6	30.7	CH	-	-	-	-	0.51	6	1.30	0.258
SK-12	SPT-1	4.50	18.67	1.90	0.43	70.96	54.0	23.8	30.2	CH	-	-	-	-	-	-	-	-
SK-12	SPT-2	9.00	16.51	1.89	6.09	60.07	54.2	23.3	30.9	CH	-	-	-	-	-	-	-	-
SK-14	CR-1	4.00	-	-	-	-	-	-	-	-	22.3	-	-	-	-	-	-	-
SK-15	CR-1	3.00	-	-	-	-	-	-	-	-	18.2	-	-	-	-	-	-	-
SK-16	CR-1	3.00	-	-	-	-	-	-	-	-	24.0	-	-	-	-	-	-	-
SK-17	CR-1	5.00	-	-	-	-	-	-	-	-	5.1	-	-	-	-	-	-	-
SK-18	CR-1	4.50	-	-	-	-	-	-	-	-	17.6	-	-	-	-	-	-	-
SK-19	UD-1	3.00	18.36	1.82	4.88	62.28	30.3	18.6	11.7	CL	-	-	-	-	0.54	5	1.24	0.242
SK-19	SPT-1	6.00	20.41	1.82	0.91	55.23	31.5	20.6	10.9	CL	-	-	-	-	-	-	-	-
SK-19	SPT-2	9.00	17.23	1.86	10.76	43.90	28.1	19.6	8.5	SC	-	-	-	-	-	-	-	-
SK-20	CR-1	2.50	-	-	-	-	-	-	-	-	21.1	-	-	-	-	-	-	-

**EK 2. Laboratuvar Sonuçları (SK-2/UD-1 Konsolidasyon Deneyi sonucu)**

Uygulanan Basınç kgf/cm <sup>2</sup>	Tasman cm	Tasman Farkı cm	Numune Yüksekliği h = ho-de (cm)	Epsilon h/ho	Boşluk Yüksekliği hb = h-hk (cm)	Boşluk Oranı e <sub>o</sub> = hb/hk	Boşluk Oranı Değişimi De	Basınç Artışı kgf/cm <sup>2</sup>	Sıkışma Katsayısı a <sub>v</sub> cm <sup>2</sup> /kgf	Hacimsel Sıkışma Katsayısı m <sub>v</sub> =av/(1+eo) (cm <sup>2</sup> /kg)	E <sub>s</sub> 1/M <sub>v</sub> kgf/cm <sup>2</sup>
0.0000	0.0000		2.0000	0.0000	0.5175	0.3490					
		0.0188					0.0127	0.5000	0.0254	0.0188	53.1915
0.5000	0.0188		1.9812	0.0094	0.4987	0.3363					
		0.0114					0.0077	0.5000	0.0154	0.0115	86.8947
1.0000	0.0302		1.9698	0.0151	0.4873	0.3287					
		0.0201					0.0136	1.0000	0.0136	0.0102	98.0000
2.0000	0.0503		1.9497	0.0252	0.4672	0.3151					
		0.0253					0.0171	2.0000	0.0085	0.0065	154.1265
4.0000	0.0756		1.9244	0.0378	0.4419	0.2980					
		0.0093									
2.0000	0.0663		1.9337	0.0332	0.4512	0.3043					
		0.0114									
1.0000	0.0549		1.9451	0.0275	0.4626	0.3120					
		0.0106									
0.5000	0.0443		1.9557	0.0222	0.4732	0.3191					

**EK 2. Laboratuvar Sonuçları (SK-4/UD-1 Konsolidasyon Deneyi sonucu)**

Uygulanan Basınç kgf/cm <sup>2</sup>	Tasman cm	Tasman Farkı cm	Numune Yüksekliği h = ho-de (cm)	Epsilon h/ho	Boşluk Yüksekliği hb = h-hk (cm)	Boşluk Oranı e <sub>o</sub> = hb/hk	Boşluk Oranı Değişimi De	Basınç Artışı kgf/cm <sup>2</sup>	Sıkışma Katsayısı a <sub>v</sub> cm <sup>2</sup> /kgf	Hacimsel Sıkışma Katsayısı m <sub>v</sub> =av/(1+eo) (cm <sup>2</sup> /kg)	E <sub>s</sub> 1/M <sub>v</sub> kgf/cm <sup>2</sup>
0.0000	0.0000		2.0000	0.0000	0.3322	0.1992					
		0.0239					0.0143	0.5000	0.0287	0.0239	41.8410
0.5000	0.0239		1.9761	0.0120	0.3083	0.1848					
		0.0140					0.0084	0.5000	0.0168	0.0142	70.5750
1.0000	0.0379		1.9621	0.0190	0.2943	0.1764					
		0.0237					0.0142	1.0000	0.0142	0.0121	82.7890
2.0000	0.0616		1.9384	0.0308	0.2706	0.1622					
		0.0321					0.0192	2.0000	0.0096	0.0083	120.8106
4.0000	0.0937		1.9063	0.0468	0.2385	0.1430					
		0.0141									
2.0000	0.0796		1.9204	0.0398	0.2526	0.1514					
		0.0111									
1.0000	0.0685		1.9315	0.0343	0.2637	0.1581					
		0.0130									
0.5000	0.0555		1.9445	0.0278	0.2767	0.1659					

**EK 2. Laboratuvar Sonuçları (SK-5/UD-1 Konsolidasyon Deneyi sonucu)**

Uygulanan Basınç kgf/cm <sup>2</sup>	Tasman cm	Tasman Farkı cm	Numune Yüksekliği h = ho-de (cm)	Epsilon h/ho	Boşluk Yüksekliği hb = h-hk (cm)	Boşluk Oranı e <sub>o</sub> = hb/hk	Boşluk Oranı Değişimi De	Basınç Artışı kgf/cm <sup>2</sup>	Sıkışma Katsayısı a <sub>v</sub> cm <sup>2</sup> /kgf	Hacimsel Sıkışma Katsayısı m <sub>v</sub> =av/(1+eo) (cm <sup>2</sup> /kg)	E <sub>s</sub> 1/M <sub>v</sub> kgf/cm <sup>2</sup>
0.0000	0.0000		2.0000	0.0000	0.4124	0.2598					
		0.0207					0.0130	0.5000	0.0261	0.0207	48.3092
0.5000	0.0207		1.9793	0.0104	0.3917	0.2467					
		0.0131					0.0083	0.5000	0.0165	0.0132	75.5458
1.0000	0.0338		1.9662	0.0169	0.3786	0.2385					
		0.0225					0.0142	1.0000	0.0142	0.0114	87.3867
2.0000	0.0563		1.9437	0.0282	0.3561	0.2243					
		0.0285					0.0180	2.0000	0.0090	0.0073	136.4000
4.0000	0.0848		1.9152	0.0424	0.3276	0.2064					
		0.0119									
2.0000	0.0729		1.9271	0.0365	0.3395	0.2138					
		0.0110									
1.0000	0.0619		1.9381	0.0310	0.3505	0.2208					
		0.0118									
0.5000	0.0501		1.9499	0.0251	0.3623	0.2282					



**EK 2. Laboratuvar Sonuçları (SK-6/UD-1 Konsolidasyon Deneyi sonucu)**

Uygulanan Basınç kgf/cm <sup>2</sup>	Tasman cm	Tasman Farkı cm	Numune Yüksekliği h = ho-de (cm)	Epsilon h/ho	Boşluk Yüksekliği hb = h-hk (cm)	Boşluk Oranı e <sub>o</sub> = hb/hk	Boşluk Oranı Değişimi De	Basınç Artışı kgf/cm <sup>2</sup>	Sıkışma Katsayısı a <sub>v</sub> cm <sup>2</sup> /kgf	Hacimsel Sıkışma Katsayısı m <sub>v</sub> =av/(1+eo) (cm <sup>2</sup> /kg)	E <sub>s</sub> 1/M <sub>v</sub> kgf/cm <sup>2</sup>
0.0000	0.0000		2.0000	0.0000	0.5081	0.3406					
		0.0199					0.0133	0.5000	0.0267	0.0199	50.2513
0.5000	0.0199		1.9801	0.0100	0.4882	0.3272					
		0.0121					0.0081	0.5000	0.0162	0.0122	81.8223
1.0000	0.0320		1.9680	0.0160	0.4761	0.3191					
		0.0219					0.0147	1.0000	0.0147	0.0111	89.8630
2.0000	0.0539		1.9461	0.0270	0.4542	0.3044					
		0.0260					0.0174	2.0000	0.0087	0.0067	149.7000
4.0000	0.0799		1.9201	0.0400	0.4282	0.2870					
		0.0122									
2.0000	0.0677		1.9323	0.0339	0.4404	0.2952					
		0.0108									
1.0000	0.0569		1.9431	0.0285	0.4512	0.3024					
		0.0098									
0.5000	0.0471		1.9529	0.0236	0.4610	0.3090					

**EK 2. Laboratuvar Sonuçları (SK-8/UD-1 Konsolidasyon Deneyi sonucu)**

Uygulanan Basınç kgf/cm <sup>2</sup>	Tasman cm	Tasman Farkı cm	Numune Yüksekliği h = ho-de (cm)	Epsilon h/ho	Boşluk Yüksekliği hb = h-hk (cm)	Boşluk Oranı e <sub>o</sub> = hb/hk	Boşluk Oranı Değişimi De	Basınç Artışı kgf/cm <sup>2</sup>	Sıkışma Katsayısı a <sub>v</sub> cm <sup>2</sup> /kgf	Hacimsel Sıkışma Katsayısı m <sub>v</sub> =av/(1+eo) (cm <sup>2</sup> /kg)	E <sub>s</sub> 1/M <sub>v</sub> kgf/cm <sup>2</sup>
0.0000	0.0000		2.0000	0.0000	0.3379	0.2033					
		0.0245					0.0147	0.5000	0.0295	0.0245	40.8163
0.5000	0.0245		1.9755	0.0123	0.3134	0.1885					
		0.0155					0.0093	0.5000	0.0187	0.0157	63.7258
1.0000	0.0400		1.9600	0.0200	0.2979	0.1792					
		0.0265					0.0159	1.0000	0.0159	0.0135	73.9623
2.0000	0.0665		1.9335	0.0333	0.2714	0.1633					
		0.0324					0.0195	2.0000	0.0097	0.0084	119.3519
4.0000	0.0989		1.9011	0.0495	0.2390	0.1438					
		0.0143									
2.0000	0.0846		1.9154	0.0423	0.2533	0.1524					
		0.0123									
1.0000	0.0723		1.9277	0.0362	0.2656	0.1598					
		0.0148									
0.5000	0.0575		1.9425	0.0288	0.2804	0.1687					

**EK 2. Laboratuvar Sonuçları (SK-12/UD-1 Konsolidasyon Deneyi sonucu)**

Uygulanan Basınç kgf/cm <sup>2</sup>	Tasman cm	Tasman Farkı cm	Numune Yüksekliği h = ho-de (cm)	Epsilon h/ho	Boşluk Yüksekliği hb = h-hk (cm)	Boşluk Oranı e <sub>o</sub> = hb/hk	Boşluk Oranı Değişimi De	Basınç Artışı kgf/cm <sup>2</sup>	Sıkışma Katsayısı a <sub>v</sub> cm <sup>2</sup> /kgf	Hacimsel Sıkışma Katsayısı m <sub>v</sub> =av/(1+eo) (cm <sup>2</sup> /kg)	E <sub>s</sub> 1/M <sub>v</sub> kgf/cm <sup>2</sup>
0.0000	0.0000		2.0000	0.0000	0.3578	0.2179					
		0.0220					0.0134	0.5000	0.0268	0.0220	45.4545
0.5000	0.0220		1.9780	0.0110	0.3358	0.2045					
		0.0135					0.0082	0.5000	0.0164	0.0137	73.2593
1.0000	0.0355		1.9645	0.0178	0.3223	0.1962					
		0.0226					0.0138	1.0000	0.0138	0.0115	86.9248
2.0000	0.0581		1.9419	0.0291	0.2997	0.1825					
		0.0309					0.0188	2.0000	0.0094	0.0080	125.6893
4.0000	0.0890		1.9110	0.0445	0.2688	0.1637					
		0.0113									
2.0000	0.0777		1.9223	0.0389	0.2801	0.1706					
		0.0116									
1.0000	0.0661		1.9339	0.0331	0.2917	0.1776					
		0.0139									
0.5000	0.0522		1.9478	0.0261	0.3056	0.1861					

**EK 2. Laboratuvar Sonuçları (SK-19/UD-1 Konsolidasyon Deneyi sonucu)**

Uygulanan Basınç kgf/cm <sup>2</sup>	Tasman cm	Tasman Farkı cm	Numune Yüksekliği h = ho-de (cm)	Epsilon h/ho	Boşluk Yüksekliği hb = h-hk (cm)	Boşluk Oranı e <sub>o</sub> = hb/hk	Boşluk Oranı Değişimi De	Basınç Artışı kgf/cm <sup>2</sup>	Sıkışma Katsayısı a <sub>v</sub> cm <sup>2</sup> /kgf	Hacimsel Sıkışma Katsayısı m <sub>v</sub> =av/(1+eo) (cm <sup>2</sup> /kg)	E <sub>s</sub> 1/M <sub>v</sub> kgf/cm <sup>2</sup>
0.0000	0.0000		2.0000	0.0000	0.4383	0.2806					
		0.0217					0.0139	0.5000	0.0278	0.0217	46.0829
0.5000	0.0217		1.9783	0.0109	0.4166	0.2667					
		0.0132					0.0085	0.5000	0.0169	0.0133	74.9356
1.0000	0.0349		1.9651	0.0175	0.4034	0.2583					
		0.0221					0.0142	1.0000	0.0142	0.0112	88.9186
2.0000	0.0570		1.9430	0.0285	0.3813	0.2441					
		0.0307					0.0197	2.0000	0.0098	0.0079	126.5798
4.0000	0.0877		1.9123	0.0439	0.3506	0.2245					
		0.0115									
2.0000	0.0762		1.9238	0.0381	0.3621	0.2318					
		0.0090									
1.0000	0.0672		1.9328	0.0336	0.3711	0.2376					
		0.0159									
0.5000	0.0513		1.9487	0.0257	0.3870	0.2478					

**EK 2. Laboratuvar Sonuçları (SK-1/UD-1 Direk Kesme Deneyi sonucu)**

	1. deney	2. deney	3. deney
Düşey yük (kg)	2	4	7
Düşey gerilme kgf/cm <sup>2</sup>	0.556	1.111	1.944
Maksimum kesme gerilmesi kgf/cm <sup>2</sup>	0.414	0.550	0.858
Düşey gerilme kN/m <sup>2</sup>	55.56	111.11	194.44
Maks. kesme gerilmesi kN/m <sup>2</sup>	10.65	16.50	29.60
	<b>Yoğunluk (<math>\rho_n</math>)</b>	<b>1.93</b>	(g/cm <sup>3</sup> )
	$\phi=$	<b>8</b>	derece
	c=	<b>0.24</b>	kgf/cm <sup>2</sup>

**EK 2. Laboratuvar Sonuçları (SK-4/UD-1 Direk Kesme Deneyi sonucu)**

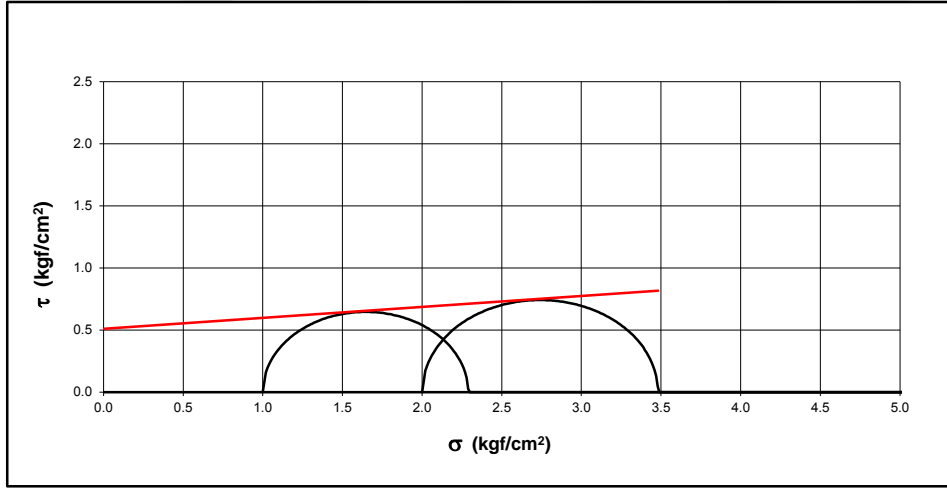
	1. deney	2. deney	3. deney
Düşey yük (kg)	2	4	5
Düşey gerilme kgf/cm <sup>2</sup>	0.556	1.111	1.389
Maksimum kesme gerilmesi kgf/cm <sup>2</sup>	0.414	0.550	0.858
Düşey gerilme kN/m <sup>2</sup>	55.56	111.11	138.89
Maks. kesme gerilmesi kN/m <sup>2</sup>	12.35	21.20	26.30
	<b>Yoğunluk (<math>\rho_n</math>)</b>	<b>1.78</b>	(g/cm <sup>3</sup> )
	$\phi=$	<b>5</b>	derece
	c=	<b>0.34</b>	kgf/cm <sup>2</sup>

**EK 2. Laboratuvar Sonuçları (SK-6/UD-1 Direk Kesme Deneyi sonucu)**

	1. deney	2. deney	3. deney
Düşey yük (kg)	2	4	7
Düşey gerilme kgf/cm <sup>2</sup>	0.556	1.111	1.944
Maksimum kesme gerilmesi kgf/cm <sup>2</sup>	0.414	0.550	0.858
Düşey gerilme kN/m <sup>2</sup>	55.56	111.11	194.44
Maks. kesme gerilmesi kN/m <sup>2</sup>	10.50	17.25	29.20
	<b>Yoğunluk (<math>\rho_n</math>)</b>	<b>1.90</b>	(g/cm <sup>3</sup> )
	$\phi$ =	<b>8</b>	derece
	c=	<b>0.26</b>	kgf/cm <sup>2</sup>

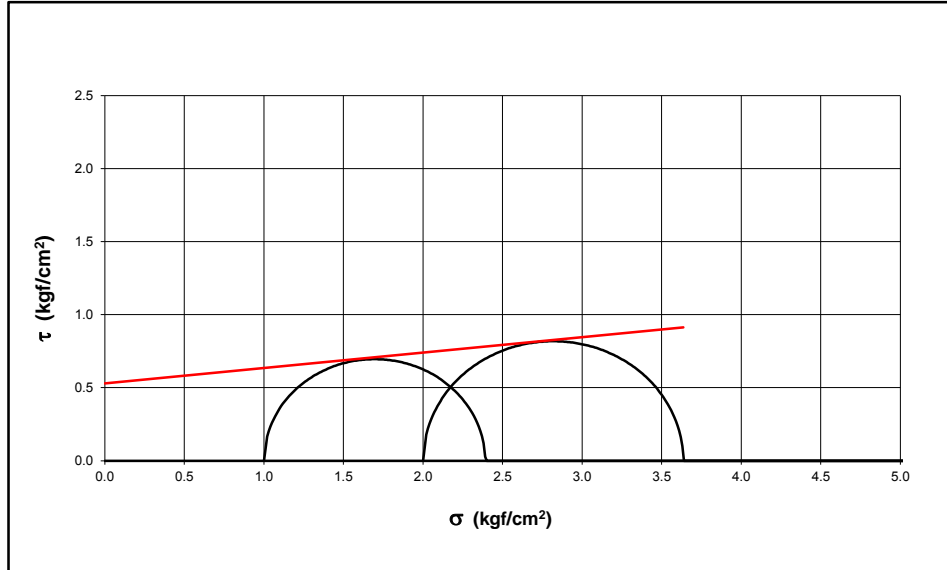


## EK 2. Laboratuvar Sonuçları (SK-5/UD-1 Üç Eksenli Basınç Deneyi sonucu)



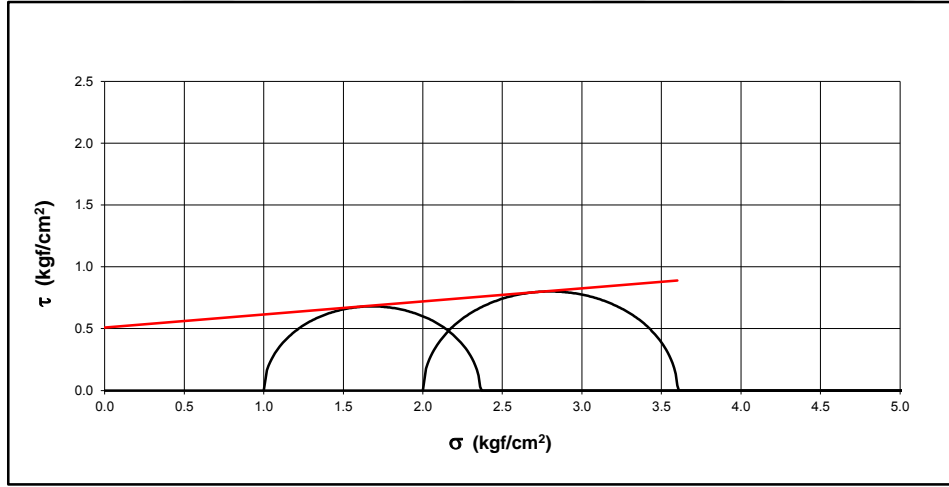
	<u>Deney 1</u>	<u>Deney 2</u>
Numunenin Boyu	: 7.6	7.6
Numunenin Çapı	: 3.8	3.8
Numunenin Yaş Ağırlığı	: 185.6	186.0
$\sigma_3$ Hücre Basıncı ( $\text{kgf/cm}^2$ )	: 1.0	2.0
Boy kısalması ( $\times 100$ ) (mm)	: 330	345
Yük Okuması (Load Cell) (kg)	: 15.3	17.6
$\Delta p$ (deviyatör gerilme), $\text{kgf/cm}^2$	: 1.29	1.48
$\sigma_1$ (aksiyal gerilme = $\Delta p + \sigma_3$ ) $\text{kgf/cm}^2$	: 2.29	3.48
Yoğunluk ( $\rho_n$ )	: <b>1.85</b>	$\text{gr/cm}^3$
İçsel sürtünme açısı ( $\phi$ )	: <b>5</b>	derece
Kohezyon (c)	: <b>0.51</b>	$\text{kgf/cm}^2$

## EK 2. Laboratuvar Sonuçları (SK-8/UD-1 Üç Eksenli Basınç Deneyi sonucu)



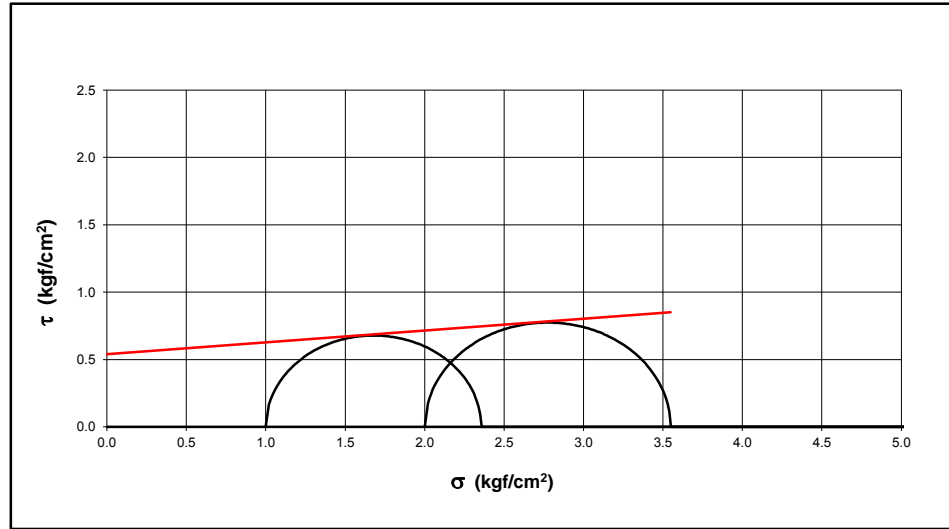
	<u>Deney 1</u>	<u>Deney 2</u>
Numunenin Boyu	: 7.6	7.6
Numunenin Çapı	: 3.8	3.8
Numunenin Yaş Ağırlığı	: 187.8	187.9
$\sigma_3$ Hücre Basıncı ( $\text{kgf/cm}^2$ )	: 1.0	2.0
Boy kısalması ( $\times 100$ ) (mm)	: 380	405
Yük Okuması (Load Cell) (kg)	: 16.6	19.6
$\Delta p$ (deviyatör gerilme), $\text{kgf/cm}^2$	: 1.39	1.64
$\sigma_1$ (aksiyal gerilme = $\Delta p + \sigma_3$ ) $\text{kgf/cm}^2$	: 2.39	3.64
Yoğunluk ( $\rho_n$ )	: <b>1.87</b>	$\text{gr/cm}^3$
İçsel sürtünme açısı ( $\phi$ )	: <b>6</b>	derece
Kohezyon (c)	: <b>0.53</b>	$\text{kgf/cm}^2$

## EK 2. Laboratuvar Sonuçları (SK-12/UD-1 Üç Eksenli Basınç Deneyi sonucu)



		<u>Deney 1</u>	<u>Deney 2</u>
Numunenin Boyu	:	7.6	7.6
Numunenin Çapı	:	3.8	3.8
Numunenin Yaş Ağırlığı	:	188.5	188.7
$\sigma_3$ Hücre Basıncı ( $\text{kgf/cm}^2$ )	:	1.0	2.0
Boy kısalması ( $\times 100$ ) (mm)	:	405	450
Yük Okuması (Load Cell) (kg)	:	16.3	19.3
$\Delta p$ (deviyatör gerilme), $\text{kgf/cm}^2$	:	1.36	1.60
$\sigma_1$ (aksiyal gerilme= $\Delta p + 3\sigma$ ), $\text{kgf/cm}^2$	:	2.36	3.60
Yoğunluk ( $\rho_n$ )	:	<b>1.88</b>	$\text{gr/cm}^3$
İçsel sürtünme açısı ( $\phi$ )	:	<b>6</b>	derece
Kohezyon ( c )	:	<b>0.51</b>	$\text{kgf/cm}^2$

## EK 2. Laboratuvar Sonuçları (SK-19/UD-1 Üç Eksenli Basınç Deneyi sonucu)



		<u>Deney 1</u>	<u>Deney 2</u>
Numunenin Boyu	:	7.6	7.6
Numunenin Çapı	:	3.8	3.8
Numunenin Yaş Ağırlığı	:	188.5	188.4
$\sigma_3$ Hücre Basıncı ( $\text{kgf/cm}^2$ )	:	1.0	2.0
Boy kısalması ( $\times 100$ ) (mm)	:	470	500
Yük Okuması (Load Cell) (kg)	:	16.4	18.8
$\Delta p$ (deviyatör gerilme), $\text{kgf/cm}^2$	:	1.36	1.55
$\sigma_1$ (aksiyal gerilme= $\Delta p + \sigma_3$ ), $\text{kgf/cm}^2$	:	2.36	3.55
Yoğunluk ( $\rho_n$ )	:	<b>1.88</b>	$\text{gr/cm}^3$
İçsel sürtünme açısı ( $\phi$ )	:	<b>5</b>	derece
Kohezyon ( c )	:	<b>0.54</b>	$\text{kgf/cm}^2$

**EK 2. Laboratuvar Sonuçları (SK-1/UD-1 Elek Analizi Sonucu)**

<b>ELEK ANALİZİ</b>	<b>Elek Numaraları</b>		<b>Geçen Yüzde</b>	<b>Dağılım</b>	
	75 mm	3"	100	<b>ÇAKIL %</b>	16.82
	38 mm	1 1/2"	100		
	19,1 mm	3/4"	100.00		
	9,52 mm	3/8"	95.56		
	4,75 mm	No.:4	83.18		
	2 mm	No.:10	69.54	<b>KUM %</b>	58.68
	0,425 mm	No.:40	39.67		
	0,15 mm	No.:100	28.01		
	0,075 mm	No.:200	24.50	<b>KİL+SİLT %</b>	24.50

**EK 2. Laboratuvar Sonuçları (SK-1/SPT-1 Elek Analizi Sonucu)**

<b>ELEK ANALİZİ</b>	<b>Elek Numaraları</b>		<b>Geçen Yüzde</b>	<b>Dağılım</b>	
	75 mm	3"	100	<b>ÇAKIL %</b>	16.91
	38 mm	1 1/2"	100		
	19,1 mm	3/4"	88.21		
	9,52 mm	3/8"	86.41		
	4,75 mm	No.:4	83.09		
	2 mm	No.:10	77.11	<b>KUM %</b>	40.27
	0,425 mm	No.:40	59.70		
	0,15 mm	No.:100	47.04		
	0,075 mm	No.:200	42.82	<b>KİL+SİLT %</b>	42.82

**EK 2. Laboratuvar Sonuçları (SK-1/SPT-2 Elek Analizi Sonucu)**

<b>ELEK ANALİZİ</b>	<b>Elek Numaraları</b>		<b>Geçen Yüzde</b>	<b>Dağılım</b>	
	75 mm	3"	100	<b>ÇAKIL %</b>	9.71
	38 mm	1 1/2"	100		
	19,1 mm	3/4"	100.00		
	9,52 mm	3/8"	97.81		
	4,75 mm	No.:4	90.29		
	2 mm	No.:10	80.29	<b>KUM %</b>	56.15
	0,425 mm	No.:40	51.97		
	0,15 mm	No.:100	38.68		
	0,075 mm	No.:200	34.14	<b>KİL+SİLT %</b>	34.14

**EK 2. Laboratuvar Sonuçları (SK-2/UD-1 Elek Analizi Sonucu)**

<b>ELEK ANALİZİ</b>	<b>Elek Numaraları</b>		<b>Geçen Yüzde</b>	<b>Dağılım</b>	
	75 mm	3"	100	<b>ÇAKIL %</b>	9.81
	38 mm	1 1/2"	100		
	19,1 mm	3/4"	100.00		
	9,52 mm	3/8"	95.61		
	4,75 mm	No.:4	90.19		
	2 mm	No.:10	83.10	<b>KUM %</b>	40.25
	0,425 mm	No.:40	66.00		
	0,15 mm	No.:100	54.77		
	0,075 mm	No.:200	49.94	<b>KİL+SİLT %</b>	49.94

**EK 2. Laboratuvar Sonuçları (SK-2/SPT-1 Elek Analizi Sonucu)**

<b>ELEK ANALİZİ</b>	<b>Elek Numaraları</b>		<b>Geçen Yüzde</b>	<b>Dağılım</b>	
	75 mm	3"	100	<b>ÇAKIL %</b>	12.79
	38 mm	1 1/2"	100		
	19,1 mm	3/4"	100.00		
	9,52 mm	3/8"	93.52		
	4,75 mm	No.:4	87.21		
	2 mm	No.:10	77.94	<b>KUM %</b>	42.27
	0,425 mm	No.:40	61.42		
	0,15 mm	No.:100	50.88		
	0,075 mm	No.:200	44.94	<b>KİL+SİLT %</b>	44.94

**EK 2. Laboratuvar Sonuçları (SK-4/UD-1 Elek Analizi Sonucu)**

<b>ELEK ANALİZİ</b>	<b>Elek Numaraları</b>		<b>Geçen Yüzde</b>	<b>Dağılım</b>	
	75 mm	3"	100	<b>ÇAKIL %</b>	0.00
	38 mm	1 1/2"	100		
	19,1 mm	3/4"	100.00		
	9,52 mm	3/8"	100.00		
	4,75 mm	No.:4	100.00		
	2 mm	No.:10	99.71	<b>KUM %</b>	7.27
	0,425 mm	No.:40	98.55		
	0,15 mm	No.:100	96.15		
	0,075 mm	No.:200	92.73	<b>KİL+SİLT %</b>	92.73

**EK 2. Laboratuvar Sonuçları (SK-4/SPT-1 Elek Analizi Sonucu)**

<b>ELEK ANALİZİ</b>	<b>Elek Numaraları</b>		<b>Geçen Yüzde</b>	<b>Dağılım</b>	
	75 mm	3"	100	<b>ÇAKIL %</b>	2.47
	38 mm	1 1/2"	100		
	19,1 mm	3/4"	100.00		
	9,52 mm	3/8"	98.27		
	4,75 mm	No.:4	97.53	<b>KUM %</b>	24.53
	2 mm	No.:10	95.93		
	0,425 mm	No.:40	89.57		
	0,15 mm	No.:100	80.80		
	0,075 mm	No.:200	73.00	<b>KİL+SİLT %</b>	73.00

**EK 2. Laboratuvar Sonuçları (SK-4/SPT-2 Elek Analizi Sonucu)**

<b>ELEK ANALİZİ</b>	<b>Elek Numaraları</b>		<b>Geçen Yüzde</b>	<b>Dağılım</b>	
	75 mm	3"	100	<b>ÇAKIL %</b>	5.04
	38 mm	1 1/2"	100		
	19,1 mm	3/4"	100.00		
	9,52 mm	3/8"	97.78		
	4,75 mm	No.:4	94.96	<b>KUM %</b>	32.22
	2 mm	No.:10	92.89		
	0,425 mm	No.:40	83.91		
	0,15 mm	No.:100	71.05		
	0,075 mm	No.:200	62.74	<b>KİL+SİLT %</b>	62.74



**EK 2. Laboratuvar Sonuçları (SK-5/UD-1 Elek Analizi Sonucu)**

<b>ELEK ANALİZİ</b>	<b>Elek Numaraları</b>		<b>Geçen Yüzde</b>	<b>Dağılım</b>	
	75 mm	3"	100	<b>ÇAKIL %</b>	2.97
	38 mm	1 1/2"	100		
	19,1 mm	3/4"	100.00		
	9,52 mm	3/8"	100.00		
	4,75 mm	No.:4	97.03	<b>KUM %</b>	35.21
	2 mm	No.:10	92.51		
	0,425 mm	No.:40	76.11		
	0,15 mm	No.:100	66.20		
	0,075 mm	No.:200	61.82		
			<b>KİL+SİLT %</b>	61.82	

**EK 2. Laboratuvar Sonuçları (SK-5/SPT-1 Elek Analizi Sonucu)**

<b>ELEK ANALİZİ</b>	<b>Elek Numaraları</b>		<b>Geçen Yüzde</b>	<b>Dağılım</b>	
	75 mm	3"	100	<b>ÇAKIL %</b>	9.31
	38 mm	1 1/2"	100		
	19,1 mm	3/4"	100.00		
	9,52 mm	3/8"	99.35		
	4,75 mm	No.:4	90.69	<b>KUM %</b>	35.73
	2 mm	No.:10	80.92		
	0,425 mm	No.:40	64.54		
	0,15 mm	No.:100	59.38		
	0,075 mm	No.:200	54.96		
			<b>KİL+SİLT %</b>	54.96	

**EK 2. Laboratuvar Sonuçları (SK-6/UD-1 Elek Analizi Sonucu)**

<b>ELEK ANALİZİ</b>	<b>Elek Numaraları</b>		<b>Geçen Yüzde</b>	<b>Dağılım</b>	
	75 mm	3"	100	<b>ÇAKIL %</b>	8.23
	38 mm	1 1/2"	100		
	19,1 mm	3/4"	100.00		
	9,52 mm	3/8"	97.67		
	4,75 mm	No.:4	91.77	<b>KUM %</b>	55.14
	2 mm	No.:10	84.77		
	0,425 mm	No.:40	67.23		
	0,15 mm	No.:100	45.70		
	0,075 mm	No.:200	36.63	<b>KİL+SİLT %</b>	36.63

**EK 2. Laboratuvar Sonuçları (SK-6/SPT-1 Elek Analizi Sonucu)**

<b>ELEK ANALİZİ</b>	<b>Elek Numaraları</b>		<b>Geçen Yüzde</b>	<b>Dağılım</b>	
	75 mm	3"	100	<b>ÇAKIL %</b>	1.58
	38 mm	1 1/2"	100		
	19,1 mm	3/4"	100.00		
	9,52 mm	3/8"	100.00		
	4,75 mm	No.:4	98.42	<b>KUM %</b>	46.70
	2 mm	No.:10	93.96		
	0,425 mm	No.:40	79.01		
	0,15 mm	No.:100	60.33		
	0,075 mm	No.:200	51.72	<b>KİL+SİLT %</b>	51.72

**EK 2. Laboratuvar Sonuçları (SK-6/SPT-2 Elek Analizi Sonucu)**

<b>ELEK ANALİZİ</b>	<b>Elek Numaraları</b>		<b>Geçen Yüzde</b>	<b>Dağılım</b>	
	75 mm	3"	100	<b>ÇAKIL %</b>	5.51
	38 mm	1 1/2"	100		
	19,1 mm	3/4"	100.00		
	9,52 mm	3/8"	97.59		
	4,75 mm	No.:4	94.49	<b>KUM %</b>	48.05
	2 mm	No.:10	88.67		
	0,425 mm	No.:40	71.98		
	0,15 mm	No.:100	56.04		
	0,075 mm	No.:200	46.44	<b>KİL+SİLT %</b>	46.44

**EK 2. Laboratuvar Sonuçları (SK-8/UD-1 Elek Analizi Sonucu)**

<b>ELEK ANALİZİ</b>	<b>Elek Numaraları</b>		<b>Geçen Yüzde</b>	<b>Dağılım</b>	
	75 mm	3"	100	<b>ÇAKIL %</b>	13.94
	38 mm	1 1/2"	100		
	19,1 mm	3/4"	96.89		
	9,52 mm	3/8"	90.13		
	4,75 mm	No.:4	86.06	<b>KUM %</b>	32.55
	2 mm	No.:10	80.50		
	0,425 mm	No.:40	66.79		
	0,15 mm	No.:100	57.58		
	0,075 mm	No.:200	53.51	<b>KİL+SİLT %</b>	53.51

**EK 2. Laboratuvar Sonuçları (SK-8/SPT-1 Elek Analizi Sonucu)**

ELEK ANALİZİ	Elek Numaraları		Geçen Yüzde	Dağılım	
	75 mm	3"	100	ÇAKIL %	1.91
38 mm	1 1/2"	100			
19,1 mm	3/4"	100.00			
9,52 mm	3/8"	100.00			
4,75 mm	No.:4	98.09	KUM %	47.45	
2 mm	No.:10	96.12			
0,425 mm	No.:40	71.61			
0,15 mm	No.:100	56.12			
0,075 mm	No.:200	50.64	KİL+SİLT %	50.64	

**EK 2. Laboratuvar Sonuçları (SK-8/SPT-2 Elek Analizi Sonucu)**

ELEK ANALİZİ	Elek Numaraları		Geçen Yüzde	Dağılım	
	75 mm	3"	100	ÇAKIL %	30.92
38 mm	1 1/2"	100			
19,1 mm	3/4"	100.00			
9,52 mm	3/8"	85.42			
4,75 mm	No.:4	69.08	KUM %	46.40	
2 mm	No.:10	57.15			
0,425 mm	No.:40	35.08			
0,15 mm	No.:100	26.51			
0,075 mm	No.:200	22.68	KİL+SİLT %	22.68	

**EK 2. Laboratuvar Sonuçları (SK-8/SPT-3 Elek Analizi Sonucu)**

<b>ELEK ANALİZİ</b>	<b>Elek Numaraları</b>		<b>Geçen Yüzde</b>	<b>Dağılım</b>	
	75 mm	3"	100	<b>ÇAKIL %</b>	28.53
	38 mm	1 1/2"	100		
	19,1 mm	3/4"	100.00		
	9,52 mm	3/8"	86.94		
	4,75 mm	No.:4	71.47		
	2 mm	No.:10	59.36	<b>KUM %</b>	32.98
	0,425 mm	No.:40	46.33		
	0,15 mm	No.:100	40.78		
	0,075 mm	No.:200	38.49		
			<b>KİL+SİLT %</b>	38.49	

**EK 2. Laboratuvar Sonuçları (SK-12/UD-1 Elek Analizi Sonucu)**

<b>ELEK ANALİZİ</b>	<b>Elek Numaraları</b>		<b>Geçen Yüzde</b>	<b>Dağılım</b>	
	75 mm	3"	100	<b>ÇAKIL %</b>	3.23
	38 mm	1 1/2"	100		
	19,1 mm	3/4"	100.00		
	9,52 mm	3/8"	99.57		
	4,75 mm	No.:4	96.77		
	2 mm	No.:10	91.12	<b>KUM %</b>	38.12
	0,425 mm	No.:40	75.15		
	0,15 mm	No.:100	64.92		
	0,075 mm	No.:200	58.65		
			<b>KİL+SİLT %</b>	58.65	

**EK 2. Laboratuvar Sonuçları (SK-12/SPT-1 Elek Analizi Sonucu)**

<b>ELEK ANALİZİ</b>	<b>Elek Numaraları</b>		<b>Geçen Yüzde</b>	<b>Dağılım</b>	
	75 mm	3"	100	<b>ÇAKIL %</b>	0.43
	38 mm	1 1/2"	100		
	19,1 mm	3/4"	100.00		
	9,52 mm	3/8"	100.00		
	4,75 mm	No.:4	99.57	<b>KUM %</b>	28.61
	2 mm	No.:10	97.14		
	0,425 mm	No.:40	85.18		
	0,15 mm	No.:100	76.45		
	0,075 mm	No.:200	70.96		
			<b>KİL+SİLT %</b>	70.96	

**EK 2. Laboratuvar Sonuçları (SK-12/SPT-2 Elek Analizi Sonucu)**

<b>ELEK ANALİZİ</b>	<b>Elek Numaraları</b>		<b>Geçen Yüzde</b>	<b>Dağılım</b>	
	75 mm	3"	100	<b>ÇAKIL %</b>	6.09
	38 mm	1 1/2"	100		
	19,1 mm	3/4"	100.00		
	9,52 mm	3/8"	97.52		
	4,75 mm	No.:4	93.91	<b>KUM %</b>	33.84
	2 mm	No.:10	88.95		
	0,425 mm	No.:40	73.30		
	0,15 mm	No.:100	64.63		
	0,075 mm	No.:200	60.07		
			<b>KİL+SİLT %</b>	60.07	

**EK 2. Laboratuvar Sonuçları (SK-19/UD-1 Elek Analizi Sonucu)**

<b>ELEK ANALİZİ</b>	<b>Elek Numaraları</b>		<b>Geçen Yüzde</b>	<b>Dağılım</b>	
	75 mm	3"	100	<b>ÇAKIL %</b>	4.48
	38 mm	1 1/2"	100		
	19,1 mm	3/4"	100.00		
	9,52 mm	3/8"	97.06		
	4,75 mm	No.:4	95.52	<b>KUM %</b>	33.24
	2 mm	No.:10	90.33		
	0,425 mm	No.:40	75.16		
	0,15 mm	No.:100	64.89		
	0,075 mm	No.:200	62.28		
			<b>KİL+SİLT %</b>	62.28	

**EK 2. Laboratuvar Sonuçları (SK-19/SPT-1 Elek Analizi Sonucu)**

<b>ELEK ANALİZİ</b>	<b>Elek Numaraları</b>		<b>Geçen Yüzde</b>	<b>Dağılım</b>	
	75 mm	3"	100	<b>ÇAKIL %</b>	0.91
	38 mm	1 1/2"	100		
	19,1 mm	3/4"	100.00		
	9,52 mm	3/8"	100.00		
	4,75 mm	No.:4	99.09	<b>KUM %</b>	43.86
	2 mm	No.:10	83.13		
	0,425 mm	No.:40	65.85		
	0,15 mm	No.:100	57.13		
	0,075 mm	No.:200	55.23		
			<b>KİL+SİLT %</b>	55.23	

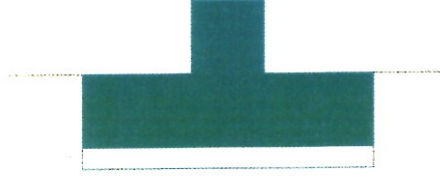


**EK 2. Laboratuvar Sonuçları (SK-19/SPT-2 Elek Analizi Sonucu)**

<b>ELEK ANALİZİ</b>	<b>Elek Numaraları</b>		<b>Geçen Yüzde</b>	<b>Dağılım</b>	
	75 mm	3"	100	<b>ÇAKIL %</b>	10.76
	38 mm	1 1/2"	100		
	19,1 mm	3/4"	100.00		
	9,52 mm	3/8"	95.99		
	4,75 mm	No.:4	89.24	<b>KUM %</b>	45.34
	2 mm	No.:10	76.19		
	0,425 mm	No.:40	55.03		
	0,15 mm	No.:100	45.28		
	0,075 mm	No.:200	43.90	<b>KİL+SİLT %</b>	43.90

### **EK 3. TAŞIMA GÜCÜ DEĞERLERİ**

# TAŞIMA GÜCÜ



Lokasyon:SK-1 Tarih:29-10-2017

Temelin genişliği :1.50 m  
Temelin derinliği :2.00 m

## SPT-N30 ve DÜZELTİLMİŞ SPT-N DEĞERLERİ

SPT yapılan seviye sayısı: 4

Derinlik (m)	SPT-N30	CN	SPT_N
1.5	21	1.69	30.59
3.5	25	1.69	34
4.5	28	1.69	36.54
6	26	1.69	34.85

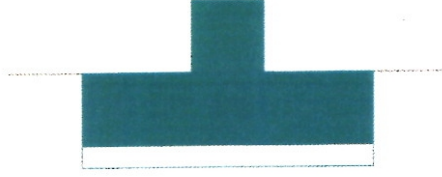
Ortalama düzeltilmiş SPT-N : 33.23  
Ortalama birim hacim ağırlık:1.93 kN/m<sup>3</sup>  
Yeraltısuyu durumu: VAR  
Yeraltısuyu derinliği :2.20 m

Yeraltısuyuna ilişkin düzeltme katsayısı: .81

İzin verilebilir taşıma gücü: 333.28 (kPa) ( 3.39 kg/cm<sup>2</sup>)

Hesaplama yöntemi Terzaghi ve Peck (1967)

# TAŞIMA GÜCÜ



Lokasyon:SK-2 Tarih:29-10-2017

Temelin genişliği :1.50 m  
Temelin derinliği :2 m

## SPT-N30 ve DÜZELTİLMİŞ SPT-N DEĞERLERİ

SPT yapılan seviye sayısı: 4

Derinlik (m)	SPT-N30	CN	SPT_N
1.5	28	1.69	36.54
3.5	33	1.69	40.79
4.5	38	1.69	45.04
6	24	1.69	33.14

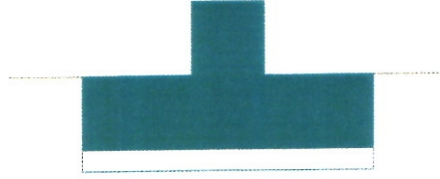
Ortalama düzeltilmiş SPT-N : 39.18  
Ortalama birim hacim ağırlık:1.93 kN/m<sup>3</sup>  
Yeraltısuyu durumu: VAR  
Yeraltısuyu derinliği :2.40 m

Yeraltısuyuna ilişkin düzeltme katsayısı: .84

İzin verilebilir taşıma gücü: 408.91 (kPa) ( 4.16 kg/cm<sup>2</sup>)

Hesaplama yöntemi Terzaghi ve Peck (1967)

# TAŞIMA GÜCÜ



Lokasyon:SK-4 Tarih:29-10-2017

Temelin genişliği :1.50 m  
Temelin derinliği :2.00 m

## SPT-N30 ve DÜZELTİLMİŞ SPT-N DEĞERLERİ

SPT yapılan seviye sayısı: 4

Derinlik (m)	SPT-N30	CN	SPT_N
1.5	17	1.69	27.19
3.5	19	1.69	28.89
4.5	15	1.69	25.5
6	19	1.69	28.89

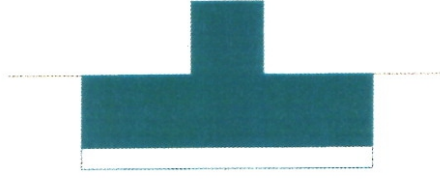
Ortalama düzeltilmiş SPT-N : 27.53  
Ortalama birim hacim ağırlık:1.78 kN/m<sup>3</sup>  
Yeraltısuyu durumu: VAR  
Yeraltısuyu derinliği :2.00 m

Yeraltısuyuna ilişkin düzeltme katsayısı: .78

İzin verilebilir taşıma gücü: 264.54 (kPa) ( 2.69 kg/cm<sup>2</sup>)

Hesaplama yöntemi Terzaghi ve Peck (1967)

# TAŞIMA GÜCÜ



Lokasyon:SK-5 Tarih:28-10-2017

Temelin genişliği :1.50 m  
Temelin derinliği :2.00 m

## SPT-N30 ve DÜZELTİLMİŞ SPT-N DEĞERLERİ

SPT yapılan seviye sayısı: 4

Derinlik (m)	SPT-N30	CN	SPT_N
1.5	17	1.69	27.19
3.5	18	1.69	28.05
4.5	21	1.69	30.59
6	21	1.69	30.59

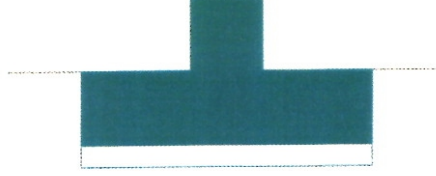
Ortalama düzeltilmiş SPT-N : 28.47  
Ortalama birim hacim ağırlık:1.85 kN/m<sup>3</sup>  
Yeraltısuyu durumu: VAR  
Yeraltısuyu derinliği :3.60 m

Yeraltısuyuna ilişkin düzeltme katsayısı: 1

İzin verilebilir taşıma gücü: 348.61 (kPa) ( 3.55 kg/cm<sup>2</sup>)

Hesaplama yöntemi Terzaghi ve Peck (1967)

# TAŞIMA GÜCÜ



Lokasyon:SK-6 Tarih:28-10-2017

Temelin genişliği :1.50 m  
Temelin derinliği :2.00 m

## SPT-N30 ve DÜZELTİLMİŞ SPT-N DEĞERLERİ

SPT yapılan seviye sayısı: 4

Derinlik (m)	SPT-N30	CN	SPT_N
1.5	28	1.69	36.54
3.5	19	1.69	28.89
4.5	22	1.69	31.44
6	18	1.69	28.05

Ortalama düzeltilmiş SPT-N : 32.38  
Ortalama birim hacim ağırlık:1.90 kN/m<sup>3</sup>  
Yeraltısuyu durumu: VAR  
Yeraltısuyu derinliği :4.00 m

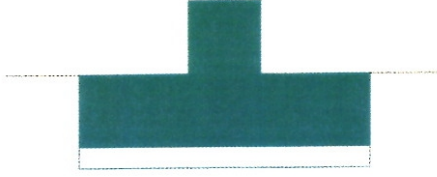
Yeraltısuyuna ilişkin düzeltme katsayısı: 1

İzin verilebilir taşıma gücü: 398.46 (kPa) ( 4.06 kg/cm<sup>2</sup>)

Hesaplama yöntemi Terzaghi ve Peck (1967)



# TAŞIMA GÜCÜ



Lokasyon:SK-8 Tarih:27-10-2017

Temelin genişliği :1.50 m  
Temelin derinliği :2.00 m

## SPT-N30 ve DÜZELTİLMİŞ SPT-N DEĞERLERİ

SPT yapılan seviye sayısı: 4

Derinlik (m)	SPT-N30	CN	SPT_N
1.5	18	1.69	28.05
3.5	24	1.69	33.14
4.5	27	1.69	35.69
6	30	1.69	38.25

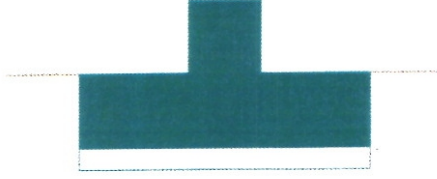
Ortalama düzeltilmiş SPT-N : 32.13  
Ortalama birim hacim ağırlık:1.87 kN/m<sup>3</sup>  
Yeraltısuyu durumu: YOK

Yeraltısuyuna ilişkin düzeltme katsayısı: 1

İzin verilebilir taşıma gücü: 395.21 (kPa) ( 4.02 kg/cm<sup>2</sup>)

Hesaplama yöntemi Terzaghi ve Peck (1967)

# TAŞIMA GÜCÜ



Lokasyon:SK-12 Tarih:26-10-2017

Temelin genişliği :1.50 m  
Temelin derinliği :2.00 m

## SPT-N30 ve DÜZELTİLMİŞ SPT-N DEĞERLERİ

SPT yapılan seviye sayısı: 4

Derinlik (m)	SPT-N30	CN	SPT_N
1.5	16	1.69	26.34
3.5	23	1.69	32.29
4.5	25	1.69	34
6	28	1.69	36.54

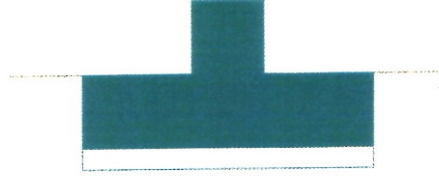
Ortalama düzeltilmiş SPT-N : 30.68  
Ortalama birim hacim ağırlık:1.88 kN/m<sup>3</sup>  
Yeraltısuyu durumu: VAR  
Yeraltısuyu derinliği :2.60 m

Yeraltısuyuna ilişkin düzeltme katsayısı: .87

İzin verilebilir taşıma gücü: 328.34 (kPa) ( 3.34 kg/cm<sup>2</sup>)

Hesaplama yöntemi Terzaghi ve Peck (1967)

# TAŞIMA GÜCÜ



Lokasyon:SK-19 Tarih:27-10-2017

Temelin genişliği :1.50 m  
Temelin derinliği :2.00 m

## SPT-N30 ve DÜZELTİLMİŞ SPT-N DEĞERLERİ

SPT yapılan seviye sayısı: 4

Derinlik (m)	SPT-N30	CN	SPT_N
1.5	27	1.69	35.69
3.5	18	1.69	28.05
4.5	16	1.69	26.34
6	20	1.69	29.75

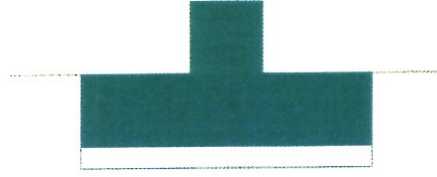
Ortalama düzeltilmiş SPT-N : 30.94  
Ortalama birim hacim ağırlık:1.86 kN/m<sup>3</sup>  
Yeraltısuyu durumu: VAR  
Yeraltısuyu derinliği :4.60 m

Yeraltısuyuna ilişkin düzeltme katsayısı: 1

İzin verilebilir taşıma gücü: 380.04 (kPa) ( 3.87 kg/cm<sup>2</sup>)

Hesaplama yöntemi Terzaghi ve Peck (1967)

# TAŞIMA GÜCÜ



Lokasyon:SK-1 Tarih:29-10-2017

Temel türü: Şerit Temel  
Temelin genişliği :1.50 m  
Temelin derinliği :2.00 m

## ZEMİNİN JEOTEKNİK PARAMETRELERİ

Kohezyon: 23 kPa  
İçsel sürtünme açısı:8°  
Birim hacim ağırlık:19.3 kN/m<sup>3</sup>  
Doygun birim hacim ağırlık:20.3 kN/m<sup>3</sup>

Yeraltısuyu durumu: VAR  
Yeraltısuyu derinliği :2.20 m

## TAŞIMA KAPASİTESİ FAKTÖRLERİ

Nc: 7.524  
Nq: 2.057  
Ng: .267

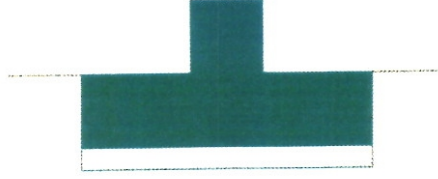
Maksimum Taşıma Gücü : 256.3 kPa

GÜVENLİK KATSAYISI : 1

İzin verilebilir taşıma gücü : 256.3 kPa ( 2.61 kg/cm<sup>2</sup>)

Hesaplama yöntemi Terzaghi ve Peck (1967)-Hanna ve Mayerhof (1981)

# TAŞIMA GÜCÜ



Lokasyon:SK-2 Tarih:29-10-2017

Temel türü: Şerit Temel  
Temelin genişliği :1.50 m  
Temelin derinliği :2.00 m

## ZEMİNİN JEOTEKNİK PARAMETRELERİ

Kohezyon: 30 kPa  
İçsel sürtünme açısı:4°  
Birim hacim ağırlık:19.3 kN/m<sup>3</sup>  
Doygun birim hacim ağırlık:20.3 kN/m<sup>3</sup>

Yeraltısuyu durumu: VAR  
Yeraltısuyu derinliği :2.40 m

## TAŞIMA KAPASİTESİ FAKTÖRLERİ

Nc: 6.182  
Nq: 1.432  
Ng: .054

Maksimum Taşıma Gücü : 241.5 kPa

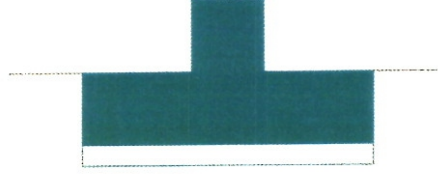
GÜVENLİK KATSAYISI : 1

İzin verilebilir taşıma gücü : 241.5 kPa ( 2.46 kg/cm<sup>2</sup>)

Hesaplama yöntemi Terzaghi ve Peck (1967)-Hanna ve Mayerhof (1981)



# TAŞIMA GÜCÜ



Lokasyon:SK-4 Tarih:29-10-2017

Temel türü: Şerit Temel  
Temelin genişliği :1.50 m  
Temelin derinliği :2.00 m

## ZEMİNİN JEOTEKNİK PARAMETRELERİ

Kohezyon: 33 kPa  
İçsel sürtünme açısı:5°  
Birim hacim ağırlık:17.8 kN/m<sup>3</sup>  
Doymun birim hacim ağırlık:18.8 kN/m<sup>3</sup>

Yeraltısuyu durumu: VAR  
Yeraltısuyu derinliği :2.00 m

## TAŞIMA KAPASİTESİ FAKTÖRLERİ

Nc: 6.486  
Nq: 1.567  
Ng: .089

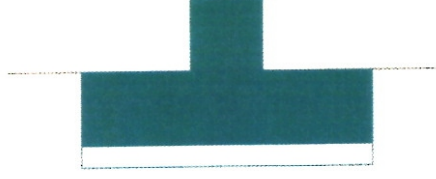
Maksimum Taşıma Gücü : 270.4 kPa

GÜVENLİK KATSAYISI : 1

İzin verilebilir taşıma gücü : 270.3 kPa ( 2.75 kg/cm<sup>2</sup>)

Hesaplama yöntemi Terzaghi ve Peck (1967)-Hanna ve Mayerhof (1981)

# TAŞIMA GÜCÜ



Lokasyon:SK-5 Tarih:28-10-2017

Temel türü: Şerit Temel  
Temelin genişliği :1.50 m  
Temelin derinliği :2.00 m

## ZEMİNİN JEOTEKNİK PARAMETRELERİ

Kohezyon: 50 kPa  
İçsel sürtünme açısı:5°  
Birim hacim ağırlık:18.5 kN/m<sup>3</sup>  
Doygun birim hacim ağırlık:19.5 kN/m<sup>3</sup>

Yeraltısuyu durumu: VAR  
Yeraltısuyu derinliği :3.60 m

## TAŞIMA KAPASİTESİ FAKTÖRLERİ

Nc: 6.486  
Nq: 1.567  
Ng: .089

Maksimum Taşıma Gücü : 383.5 kPa

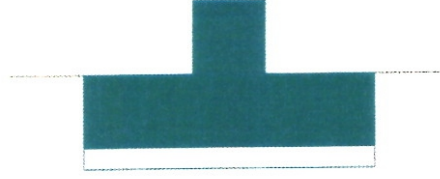
GÜVENLİK KATSAYISI : 1

İzin verilebilir taşıma gücü : 383.5 kPa ( 3.9 kg/cm<sup>2</sup>)

Hesaplama yöntemi Terzaghi ve Peck (1967)-Hanna ve Mayerhof (1981)



# TAŞIMA GÜCÜ



Lokasyon:SK-6 Tarih:28-10-2017

Temel türü: Şerit Temel  
Temelin genişliği :1.50 m  
Temelin derinliği :2.00 m

## ZEMİNİN JEOTEKNİK PARAMETRELERİ

Kohezyon: 25 kPa  
İçsel sürtünme açısı:8°  
Birim hacim ağırlık:19 kN/m<sup>3</sup>  
Doygun birim hacim ağırlık:20 kN/m<sup>3</sup>

Yeraltısuyu durumu: VAR  
Yeraltısuyu derinliği :4.00 m

## TAŞIMA KAPASİTESİ FAKTÖRLERİ

Nc: 7.524  
Nq: 2.057  
Ng: .267

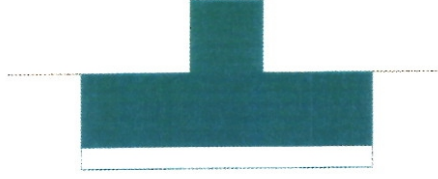
Maksimum Taşıma Gücü : 270 kPa

GÜVENLİK KATSAYISI : 1

İzin verilebilir taşıma gücü : 270 kPa ( 2.75 kg/cm<sup>2</sup>)

Hesaplama yöntemi Terzaghi ve Peck (1967)-Hanna ve Mayerhof (1981)

# TAŞIMA GÜCÜ



Lokasyon:SK-8 Tarih:27-10-2017

Temel türü: Şerit Temel  
Temelin genişliği :1.50 m  
Temelin derinliği :2.00 m

## ZEMİNİN JEOTEKNİK PARAMETRELERİ

Kohezyon: 52 kPa  
İçsel sürtünme açısı:6°  
Birim hacim ağırlık:18.7 kN/m<sup>3</sup>

Yeraltısuyu durumu: YOK

## TAŞIMA KAPASİTESİ FAKTÖRLERİ

Nc: 6.809  
Nq: 1.715  
Ng: .135

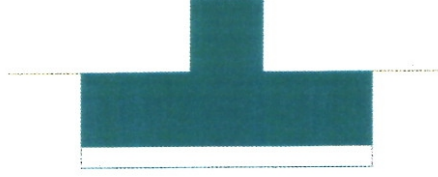
Maksimum Taşıma Gücü : 420.1 kPa

GÜVENLİK KATSAYISI : 1

İzin verilebilir taşıma gücü : 420.1 kPa ( 4.28 kg/cm<sup>2</sup>)

Hesaplama yöntemi Terzaghi ve Peck (1967)-Hanna ve Mayerhof (1981)

# TAŞIMA GÜCÜ



Lokasyon:SK-12 Tarih:26-10-2017

Temel türü: Şerit Temel  
Temelin genişliği :1.50 m  
Temelin derinliği :2.00 m

## ZEMİNİN JEOTEKNİK PARAMETRELERİ

Kohezyon: 50 kPa  
İçsel sürtünme açısı:6°  
Birim hacim ağırlık:18.8 kN/m<sup>3</sup>  
Doygun birim hacim ağırlık:19.8 kN/m<sup>3</sup>

Yeraltısuyu durumu: VAR  
Yeraltısuyu derinliği :2.60 m

## TAŞIMA KAPASİTESİ FAKTÖRLERİ

Nc: 6.809  
Nq: 1.715  
Ng: .135

Maksimum Taşıma Gücü : 406.9 kPa

GÜVENLİK KATSAYISI : 1

İzin verilebilir taşıma gücü : 406.8 kPa ( 4.14 kg/cm<sup>2</sup>)

Hesaplama yöntemi Terzaghi ve Peck (1967)-Hanna ve Mayerhof (1981)

# TAŞIMA GÜCÜ



Lokasyon:SK-19 Tarih:27-10-2017

Temel türü: Şerit Temel  
Temelin genişliği :1.50 m  
Temelin derinliği :2.00 m

## ZEMİNİN JEOTEKNİK PARAMETRELERİ

Kohezyon: 53 kPa  
İçsel sürtünme açısı:5°  
Birim hacim ağırlık:18.2 kN/m<sup>3</sup>  
Doymun birim hacim ağırlık:19.2 kN/m<sup>3</sup>

Yeraltısuyu durumu: VAR  
Yeraltısuyu derinliği :4.60 m

## TAŞIMA KAPASİTESİ FAKTÖRLERİ

Nc: 6.486  
Nq: 1.567  
Ng: .089

Maksimum Taşıma Gücü : 402 kPa

GÜVENLİK KATSAYISI : 1

İzin verilebilir taşıma gücü : 402 kPa ( 4.09 kg/cm<sup>2</sup>)

Hesaplama yöntemi Terzaghi ve Peck (1967)-Hanna ve Mayerhof (1981)

# KONSOLIDASYON OTURMASI

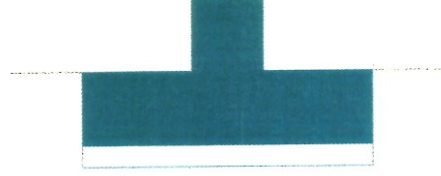
Lokasyon:SK-2

Temel türü: Dörtgen

Temelin genişliği (m):1.5

Temelin boyu (m):2.0

Temelin derinliği (m):2.0



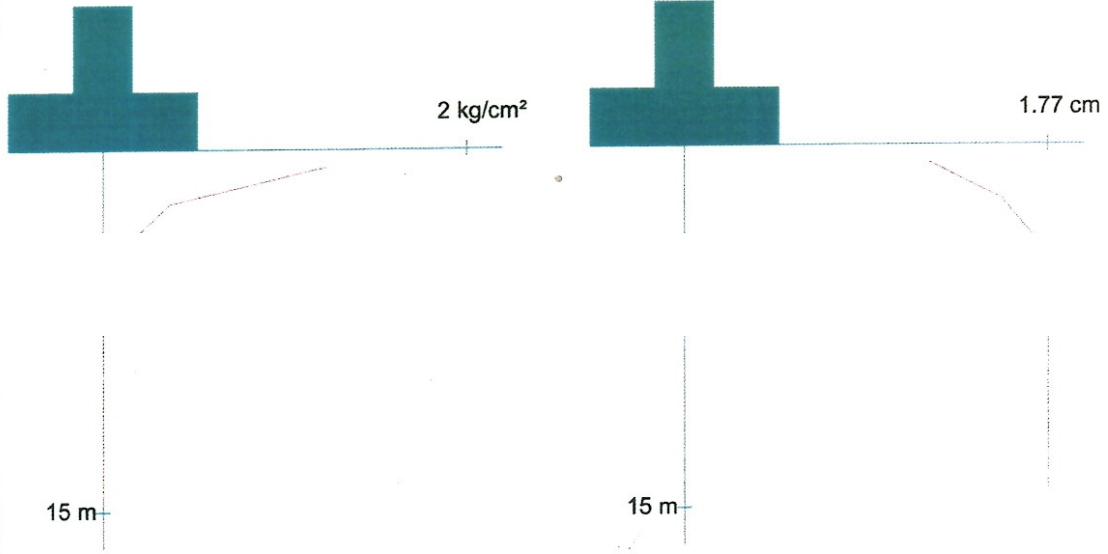
Temele aktarılan statik gerilme (kg/cm<sup>2</sup>):2.0

Kil seviyesinin temel tabanından olan derinliği (m):0

Kil seviyesinin kalınlığı ve zeminin birim hacim ağırlığı :15 m ve 1.93 g/cm<sup>3</sup>

Hacimsel sıkışabilirlik katsayısı mv (cm<sup>2</sup>/kg) ve derinliği (m):

\*\* .0065 ( 3 m)\*\*



Temelin zeminde oluşturduğu gerilim dağılımı

Oturmanın zemin içerisindeki düşey dağılımı

**TOPLAM OTURMA (cm): 1.77 cm**



# KONSOLIDASYON OTURMASI

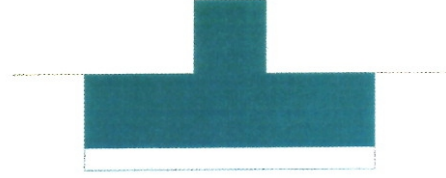
Lokasyon:SK-4

Temel türü: Dörtgen

Temelin genişliği (m):1.5

Temelin boyu (m):2.0

Temelin derinliği (m):2.0



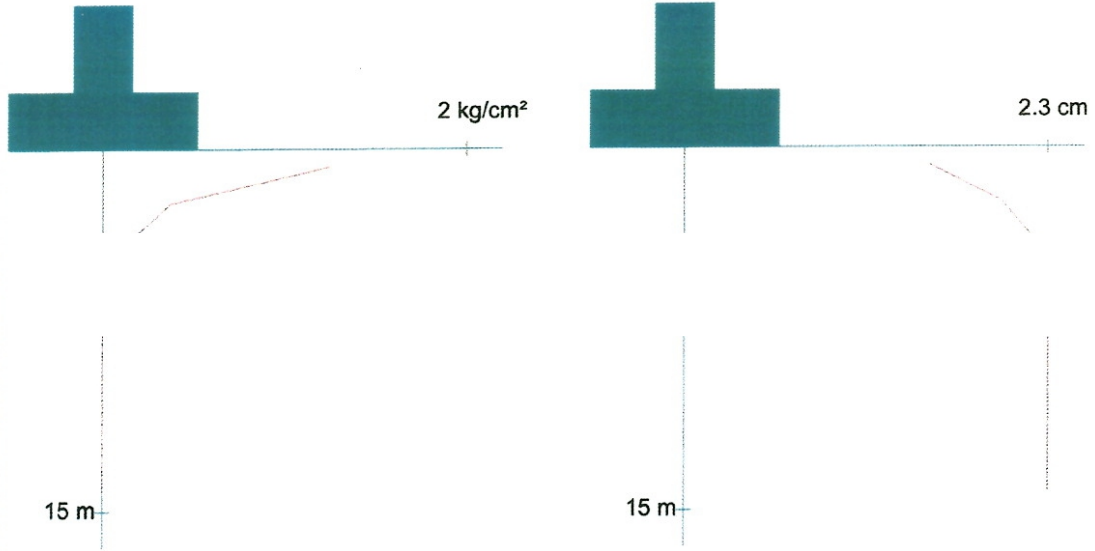
Temele aktarılan statik gerilme ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ ):2.0

Kil seviyesinin temel tabanından olan derinliği (m):0

Kil seviyesinin kalınlığı ve zeminin birim hacim ağırlığı :15 m ve  $1.78 \text{ g}/\text{cm}^3$

Hacimsel sıkışabilirlik katsayısı  $m_v$  ( $\text{cm}^2/\text{kg}$ ) ve derinliği (m):

\*\* .0083 ( 3 m)\*\*



Temelin zeminde oluşturduğu gerilim dağılımı

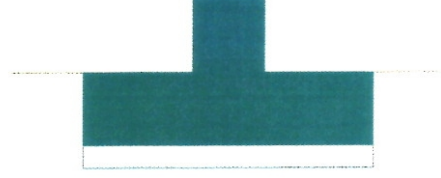
Oturmanın zemin içerisindeki düşey dağılımı

**TOPLAM OTURMA (cm): 2.3 cm**

# KONSOLIDASYON OTURMASI

Lokasyon:SK-5

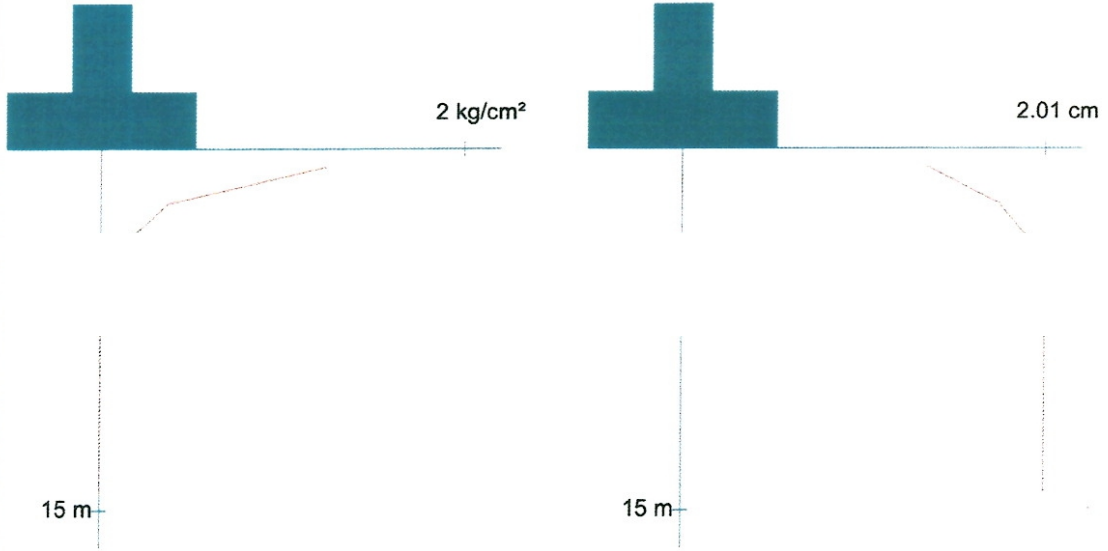
Temel türü: Dörtgen  
Temelin genişliği (m):1.5  
Temelin boyu (m):2.0  
Temelin derinliği (m):2.0



Temele aktarılan statik gerilme (kg/cm<sup>2</sup>):2.0  
Kil seviyesinin temel tabanından olan derinliği (m):0  
Kil seviyesinin kalınlığı ve zeminin birim hacim ağırlığı :15 m ve 1.85 g/cm<sup>3</sup>

Hacimsel sıkışabilirlik katsayısı mv (cm<sup>2</sup>/kg) ve derinliği (m):

\*\* .0073 ( 3 m)\*\*



Temelin zeminde oluşturduğu gerilim dağılımı

Oturmanın zemin içerisindeki düşey dağılımı

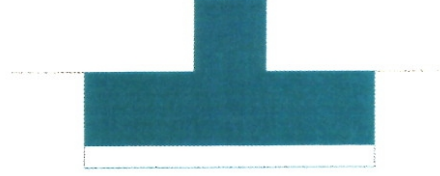
**TOPLAM OTURMA (cm): 2.01 cm**



# KONSOLIDASYON OTURMASI

Lokasyon:SK-6

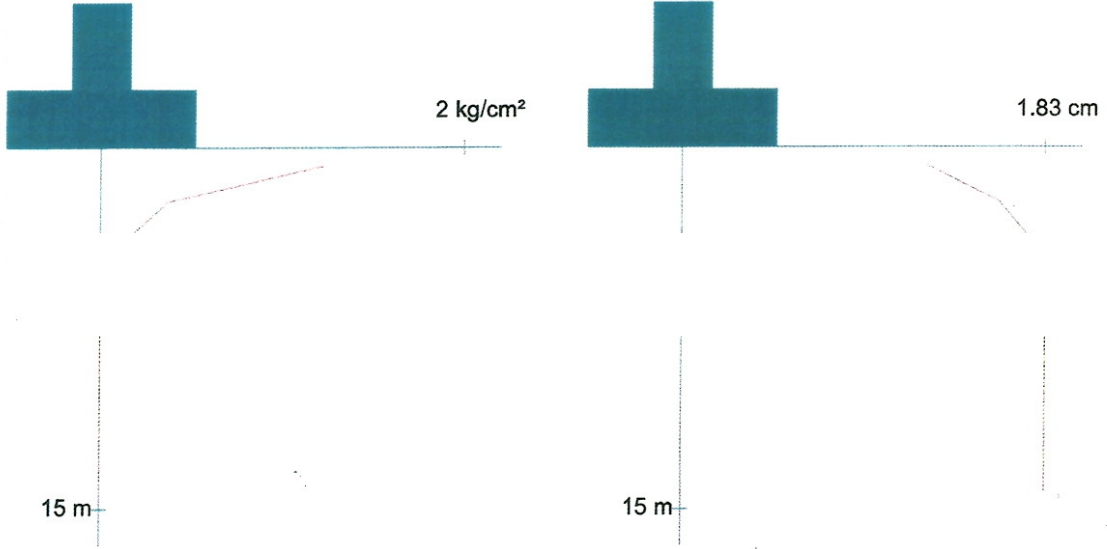
Temel türü: Dörtgen  
Temelin genişliği (m):1.5  
Temelin boyu (m):2.0  
Temelin derinliği (m):2.0



Temele aktarılan statik gerilme ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ ):2.0  
Kil seviyesinin temel tabanından olan derinliği (m):0  
Kil seviyesinin kalınlığı ve zeminin birim hacim ağırlığı :15 m ve  $1.90 \text{ g}/\text{cm}^3$

Hacimsel sıkışabilirlik katsayısı  $m_v$  ( $\text{cm}^2/\text{kg}$ ) ve derinliği (m):

\*\* .0067 ( 3 m)\*\*



Temelin zeminde oluşturduğu gerilim dağılımı

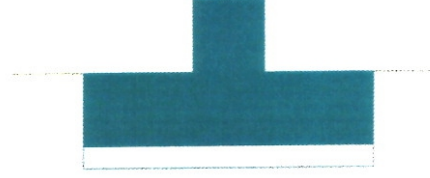
Oturmanın zemin içerisindeki düşey dağılımı

**TOPLAM OTURMA (cm): 1.83 cm**

# KONSOLIDASYON OTURMASI

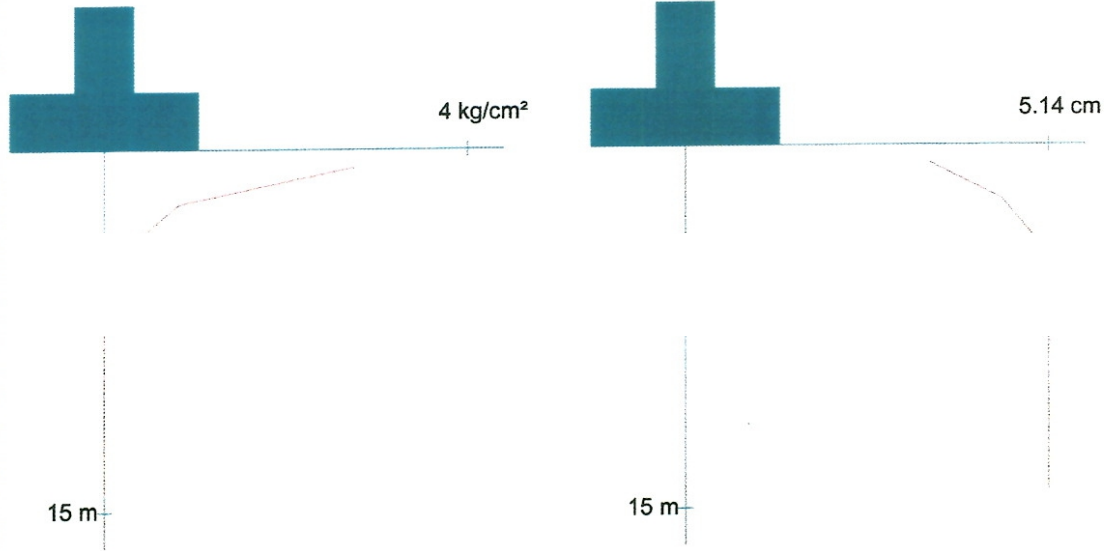
Lokasyon:SK-8

Temel türü: Dörtgen  
Temelin genişliği (m):1.5  
Temelin boyu (m):2.0  
Temelin derinliği (m):2.0



Temele aktarılan statik gerilme ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ ):4.0  
Kil seviyesinin temel tabanından olan derinliği (m):0  
Kil seviyesinin kalınlığı ve zeminin birim hacim ağırlığı :15 m ve  $1.87 \text{ g}/\text{cm}^3$

Hacimsel sıkışabilirlik katsayısı  $m_v$  ( $\text{cm}^2/\text{kg}$ ) ve derinliği (m):  
\*\* .0084 ( 3 m)\*\*



Temelin zeminde oluşturduğu gerilim dağılımı

Oturmanın zemin içerisindeki düşey dağılımı

**TOPLAM OTURMA (cm): 5.14 cm**

# KONSOLIDASYON OTURMASI

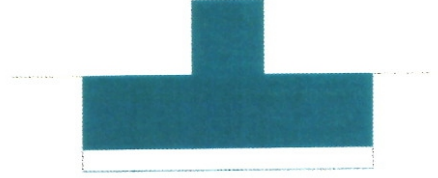
Lokasyon:SK-12

Temel türü: Dörtgen

Temelin genişliği (m):1.5

Temelin boyu (m):2.0

Temelin derinliği (m):2.0



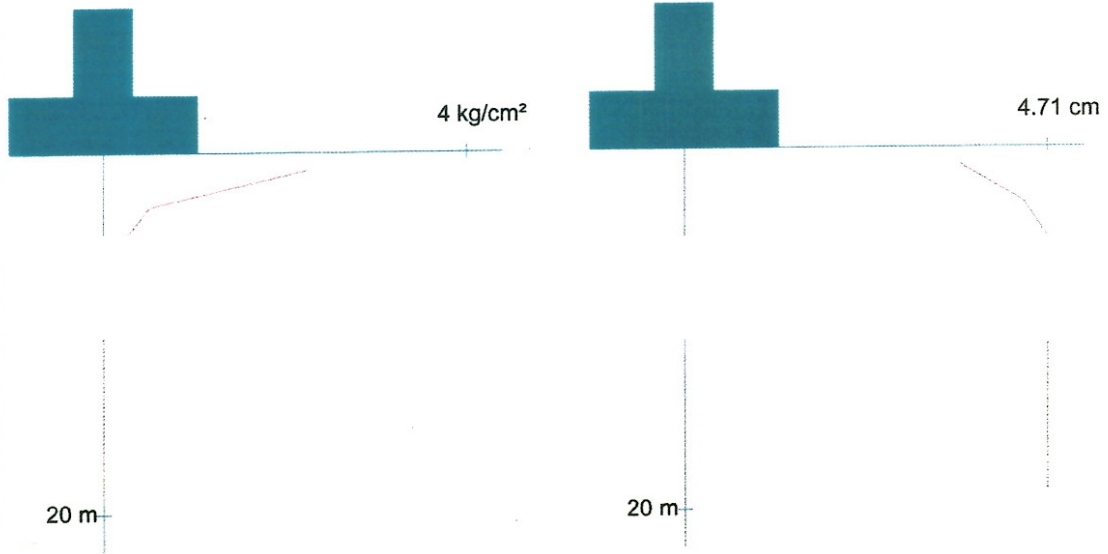
Temele aktarılan statik gerilme ( $\text{kg/cm}^2$ ):4.0

Kil seviyesinin temel tabanından olan derinliği (m):0

Kil seviyesinin kalınlığı ve zeminin birim hacim ağırlığı :20 m ve  $1.88 \text{ g/cm}^3$

Hacimsel sıkışabilirlik katsayısı  $m_v$  ( $\text{cm}^2/\text{kg}$ ) ve derinliği (m):

\*\* .008 ( 3 m)\*\*



Temelin zeminde oluşturduğu gerilim dağılımı

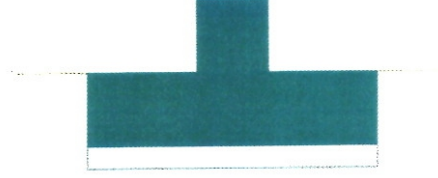
Oturmanın zemin içerisindeki düşey dağılımı

**TOPLAM OTURMA (cm): 4.71 cm**

# KONSOLIDASYON OTURMASI

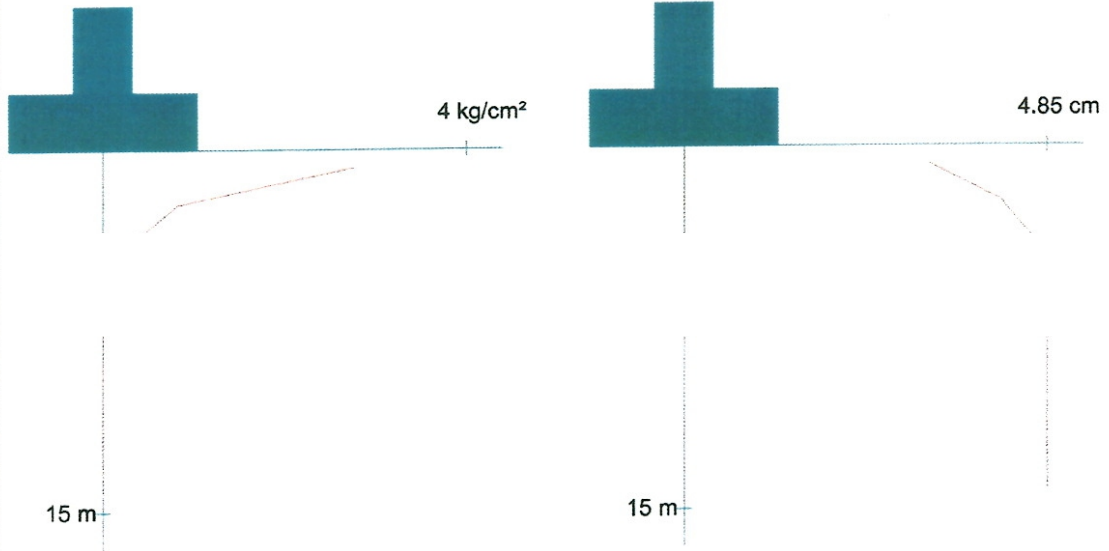
Lokasyon:SK-19

Temel türü: Dörtgen  
Temelin genişliği (m):1.5  
Temelin boyu (m):2.0  
Temelin derinliği (m):2.0



Temele aktarılan statik gerilme ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ ):4.0  
Kil seviyesinin temel tabanından olan derinliği (m):0  
Kil seviyesinin kalınlığı ve zeminin birim hacim ağırlığı :15 m ve  $1.82 \text{ g}/\text{cm}^3$

Hacimsel sıkışabilirlik katsayısı  $m_v$  ( $\text{cm}^2/\text{kg}$ ) ve derinliği (m):  
\*\* .0079 (3 m)\*\*



Temelin zeminde oluşturduğu gerilim dağılımı

Oturmanın zemin içerisindeki düşey dağılımı

**TOPLAM OTURMA (cm): 4.85 cm**



**EK 4. JEOFİZİK ÇALIŞMA EKLERİ**

**EK 4. Jeofizik Çalışma Ekleri ( Sismik çalışmalar sonucu elde edilen parametreler).**

SERİM NO	Tbk	V <sub>p</sub> (m/s)	V <sub>s</sub> (m/s)	h (m)	V <sub>S30</sub>	Form.	SERİM NO	Tbk	V <sub>p</sub> (m/s)	V <sub>s</sub> (m/s)	h (m)	V <sub>S30</sub>	Form.
Masw-1	1	1027	154	8	245	Alüvyon	Jfsis-1	1	346	269	4	547	Gökçimen Formasyonu
	2	2048	313					2	1358	651			
Masw-2	1	577	178	3	221	Alüvyon	Jfsis-2	1	501	343	6	841	Gökçimen Formasyonu
	2	1862	227					2	1566	1321			
Masw-3	1	716	159	6	266	Alüvyon	Jfsis-3	1	373	260	4	621	Yolcular Grubu
	2	1723	320					2	1000	790			
Masw-4	1	1293	186	15	224	Alüvyon	Jfsis-4	1	951	688	8	1237	Yolcular Grubu
	2	1657	280					2	2112	1742			
Masw-5	1	442	115	5	246	Alüvyon	Jfsis-5	1	994	802	7	1417	Yolcular Grubu
	2	1969	318					2	2162	1848			
Masw-6	1	774	161	8	259	Alüvyon	Jfsis-6	1	676	451	7	711	Gökçimen Formasyonu
	2	1928	333					2	3279	863			
Masw-7	1	990	221	10	337	Gökçimen Formasyonu	Jfsis-7	1	539	444	6	1018	Gökçimen Formasyonu
	2	3049	458					2	2817	1505			
Masw-8	1	628	231	7	410	Alüvyon	Jfsis-8	1	509	350	5	792	Gökçimen Formasyonu
	2	2985	536					2	2251	1059			
Masw-9	1	449	141	7	218	Alüvyon							
	2	926	261										
Masw-10	1	477	226	4	570	Gökçimen Formasyonu							
	2	2251	744										

**EK 4. Jeofizik Çalışma Ekleri ( $V_p$  ve  $V_s$  dalga hızlarına göre hesaplanan yer dinamik-elastik mühendislik parametreleri (h: kalınlık; K: kırılma))**

SERİM NO	Tbk	$V_p$ (m/s)	$V_s$ (m/s)	h (m)	$V_{s30}$	$V_p/V_s$	$\rho$ (gr/cm <sup>3</sup> )	$G_{max}$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$E_d$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\nu$	K (kg/cm <sup>2</sup> )	Formasyon
Masw-1	1	1027	154	8	245	6.67	1.75	416	1237	0.49	17927	Alüvyon
	2	2048	313			6.54	2.08	2040	6071	0.49	84615	
Masw-2	1	577	178	3	221	3.24	1.52	481	1391	0.45	4410	Alüvyon
	2	1862	227			8.20	2.03	1048	3127	0.49	69097	
Masw-3	1	716	159	6	266	4.50	1.60	405	1193	0.47	7669	Alüvyon
	2	1723	320			5.38	1.99	2042	6053	0.48	56480	
Masw-4	1	1293	186	15	224	6.95	1.86	642	1913	0.49	30175	Alüvyon
	2	1657	280			5.92	1.97	1548	4599	0.49	52157	
Masw-5	1	442	115	5	246	3.84	1.42	188	549	0.46	2522	Alüvyon
	2	1969	318			6.19	2.06	2085	6199	0.49	77157	
Masw-6	1	774	161	8	259	4.81	1.63	423	1250	0.48	9216	Alüvyon
	2	1928	333			5.79	2.05	2274	6753	0.48	73208	
Masw-7	1	990	221	10	337	4.48	1.74	848	2499	0.47	15886	Gökçimen Formasyonu
	2	3049	458			6.66	2.30	4825	14363	0.49	207388	
Masw-8	1	628	231	7	410	2.72	1.55	827	2351	0.42	5008	Alüvyon
	2	2985	536			5.57	2.29	6573	19500	0.48	195091	
Masw-9	1	449	141	7	218	3.18	1.42	283	819	0.45	2495	Alüvyon
	2	926	261			3.55	1.71	1163	3389	0.46	13090	
Masw-10	1	477	226	4	570	2.11	1.45	739	2003	0.36	2306	Gökçimen Formasyonu
	2	2251	744			3.03	2.13	11801	33957	0.44	92294	



**EK 4. Jeofizik Çalışma Ekleri ( $V_p$  ve  $V_s$  dalga hızlarına göre hesaplanan yer dinamik-elastik mühendislik parametreleri devamı (h: kalınlık; K:kırılma))**

SERİM NO	Tbk	$V_p$ (m/s)	$V_s$ (m/s)	h (m)	$V_{s30}$	$V_p/V_s$	$\rho$ (gr/cm <sup>3</sup> )	$G_{max}$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$E_d$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\nu$	K (kg/cm <sup>2</sup> )	Formasyon
Jfsis-1	1	346	269	4	547	1.29	1.33	966	1422	0.26	310	Gökçimen Formasyonu
	2	1358	651			2.09	1.88	7963	21513	0.35	24034	
Jfsis-2	1	501	343	6	841	1.46	1.46	1723	3649	0.06	1379	Gökçimen Formasyonu
	2	1566	1321			1.19	1.95	33978	18106	0.73	2446	
Jfsis-3	1	373	260	4	621	1.43	1.36	920	1890	0.03	666	Yolcular Grubu
	2	1000	790			1.27	1.74	10863	14553	0.33	2922	
Jfsis-4	1	951	688	8	1237	1.38	1.72	8136	15474	0.05	4697	Yolcular Grubu
	2	2112	1742			1.21	2.10	63675	55521	0.56	8697	
Jfsis-5	1	994	802	7	1417	1.24	1.74	11179	12685	0.43	2267	Yolcular Grubu
	2	2162	1848			1.17	2.11	72080	20741	0.86	2549	
Jfsis-6	1	676	451	7	711	1.50	1.58	3210	7056	0.10	2932	Gökçimen Formasyonu
	2	3279	863			3.80	2.34	17444	51035	0.46	228575	
Jfsis-7	1	539	444	6	1018	1.21	1.49	2940	2614	0.56	413	Gökçimen Formasyonu
	2	2817	1505			1.87	2.25	51076	132826	0.30	110843	
Jfsis-8	1	509	350	5	792	1.45	1.47	1801	3788	0.05	1408	Gökçimen Formasyonu
	2	2251	1059			2.13	2.13	23910	64934	0.36	76149	

**EK 4. Jeofizik Çalışma Ekleri (Çalışma alanında alınan des ölçümlerine ait korozyon sınıflaması)**

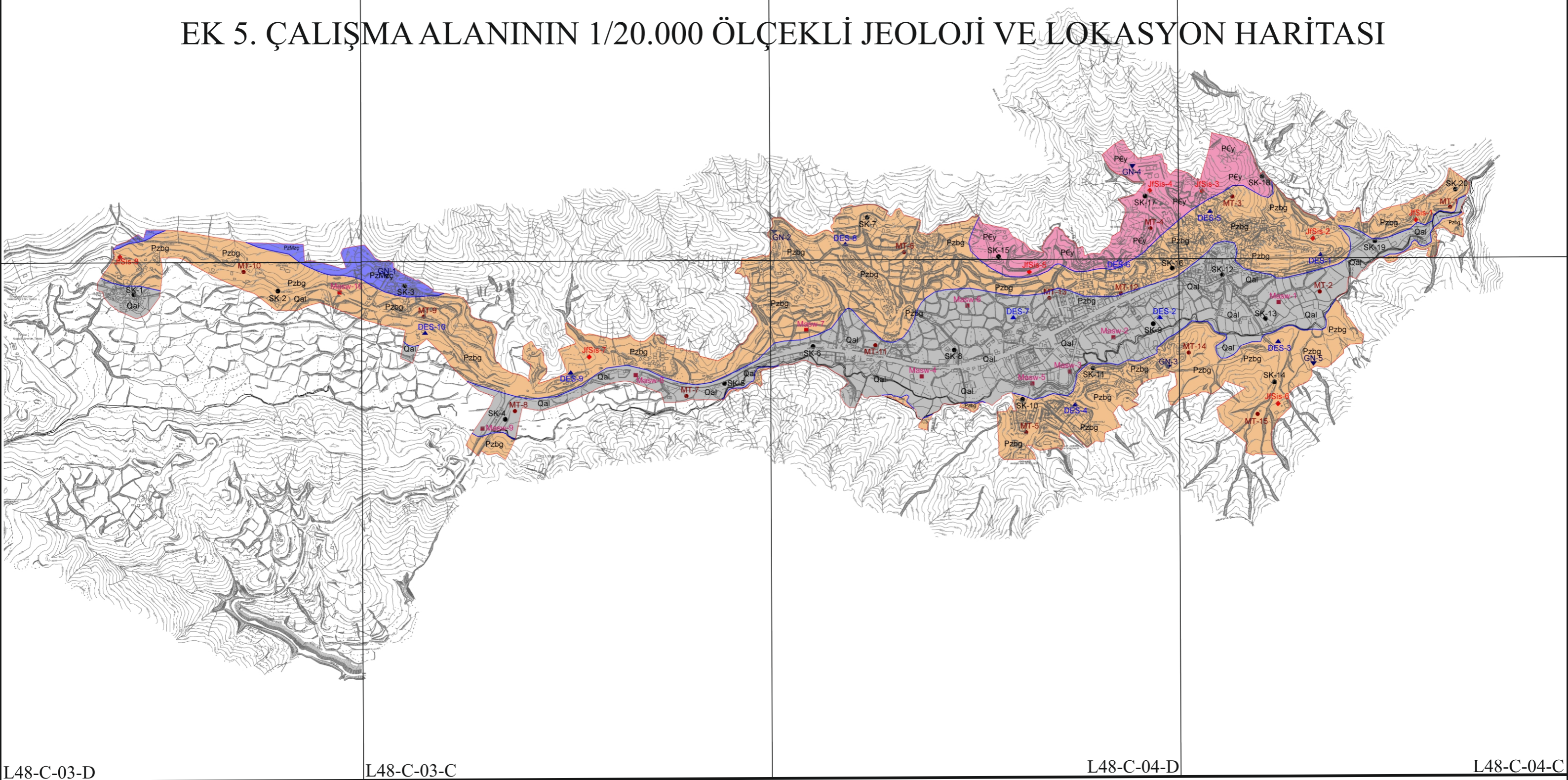
Ölçü no	Tabaka kalınlığı (m)	Rezistivite ( $\Omega$ m)	Olası litoloji tarifleri	TS 5141 korozyon derecesi	Bs 1021 korozyon derecesi
Des-1	1,00	392	Mikaşist	Korozif değil	Hafif korozyon Orta korozyon Hafif korozyon
	2,29	24,6	Grafitik şist	Korozif	
	3,21	307	Şist	Korozif değil	
	45,00	372	Şist	Korozif değil	
Des-2	3,45	17,00	Kil	Korozif	Orta korozyon Orta korozyon Orta korozyon Hafif korozyon Hafif korozyon
	2,31	11,3	Kil	Korozif	
	1,00	19,7	Kil	Korozif	
	3,4	101	Kumlu kil	Korozif değil	
	10,00	327	Çakıllı kumlu kil	Korozif değil	
Des-3	3,00	139	Mikaşist	Korozif değil	Hafif korozyon Orta korozyon Hafif korozyon Hafif korozyon
	1,11	91,5	Grafitik şist	Orta korozyon	
	33,50	135	Mikaşist	Korozif değil	
	6,50	472	Kuvarşist	Korozif değil	
Des-4	2,06	337	Şist	Korozif değil	Hafif korozyon Hafif korozyon Hafif korozyon Hafif korozyon Hafif korozyon
	2,44	102	Grafitik şist	Korozif değil	
	5,11	537	Kuvarşist	Korozif değil	
	14,5	135	Mikaşist	Korozif değil	
	24,00	7323	Mermer	Korozif değil	
Des-5	2,17	87,1	Grafitik şist	Orta korozyon	Orta korozyon Hafif korozyon Hafif korozyon
	4,66	403	Kuvarşist	Korozif değil	
	43,00	687	Kuvarşist	Korozif değil	
Des-6	4,1	168	Mikaşist	Korozif değil	Hafif korozyon Hafif korozyon Hafif korozyon
	20,45	235	Mikaşist	Korozif değil	
	25,00	1000	Gnays	Korozif değil	
Des-7	37,00	102	Kil	Korozif değil	Hafif korozyon Hafif korozyon
	13,00	720	Çakıllı kumlu Kil	Korozif değil	
Des-8	1,31	401	Kuvarşist	Korozif değil	Hafif korozyon Hafif korozyon Hafif korozyon Hafif korozyon Hafif korozyon
	2,48	129	Mikaşist	Korozif değil	
	8,74	154	Mikaşist	Korozif değil	
	28,00	947	Mermer	Korozif değil	
	8,00	1139	Mermer	Korozif değil	
Des-9	1,03	315	Şist	Korozif değil	Hafif korozyon Orta korozyon Hafif korozyon Hafif korozyon Hafif korozyon
	2,09	71,5	Grafitik şist	Orta korozyon	
	3,48	720	Kuvarşist	Korozif değil	
	31	288	Mikaşist	Korozif değil	
	12,00	1000	Mermer	Korozif değil	
Des-10	1,16	376	Şist	Korozif değil	Hafif korozyon Orta korozyon Hafif korozyon Hafif korozyon
	1,81	100	Grafitik şist	Orta korozyon	
	30,50	424	Kuvarşist	Korozif değil	
	16,00	1000	Mermer	Korozif değil	

**EK 4. Jeofizik Çalışma Ekleri (Mikrotremor kayıt sonuçları)**

Ölçü No	Pencere Boyutu	Hakim frekans	Hakim periyot (T0)	Büyütme	Ta	Tb	Formasyon
Mt-1	25 sn	4,98	0,20	1,50	0,13	0,30	Gökçimen
Mt-2	25 sn	1,61	0,62	2,74	0,41	0,93	Alüvyon
Mt-3	25 sn	4,40	0,22	1,53	0,15	0,33	Gökçimen
Mt-4	25 sn	4,88	0,20	1,46	0,13	0,30	Yolcular
Mt-5	25 sn	1,63	0,61	2,72	0,40	0,91	Gökçimen
Mt-6	25 sn	2,49	0,40	2,23	0,26	0,60	Gökçimen
Mt-7	25 sn	1,65	0,60	2,69	0,40	0,90	Alüvyon
Mt-8	25 sn	1,69	0,59	2,65	0,39	0,88	Alüvyon
Mt-9	25 sn	1,70	0,58	2,60	0,38	0,87	Gökçimen
Mt-10	25 sn	2,82	0,35	2,15	0,23	0,52	Gökçimen
Mt-11	25 sn	1,68	0,59	2,69	0,39	0,88	Alüvyon
Mt-12	25 sn	1,97	0,50	2,48	0,33	0,75	Gökçimen
Mt-13	25 sn	2,49	0,40	2,23	0,26	0,60	Alüvyon
Mt-14	25 sn	1,87	0,53	2,48	0,35	0,79	Gökçimen
Mt-15	25 sn	5,19	0,19	1,36	0,12	0,28	Gökçimen



# EK 5. ÇALIŞMA ALANININ 1/20.000 ÖLÇEKLİ JEOLojİ VE LOKASYON HARİTASI

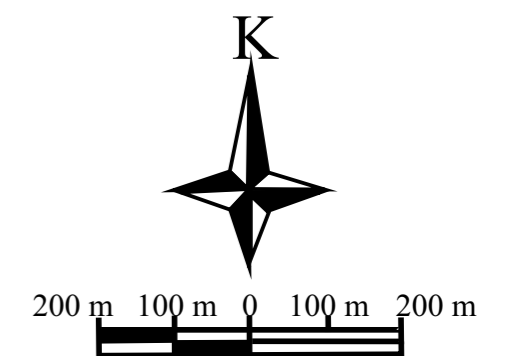


## PAFTA İNDEKSİ

L48-C-03-A	L48-C-03-B	L48-C-04-A	L48-C-04-B
L48-C-03-D	L48-C-03-C	L48-C-04-D	L48-C-04-C

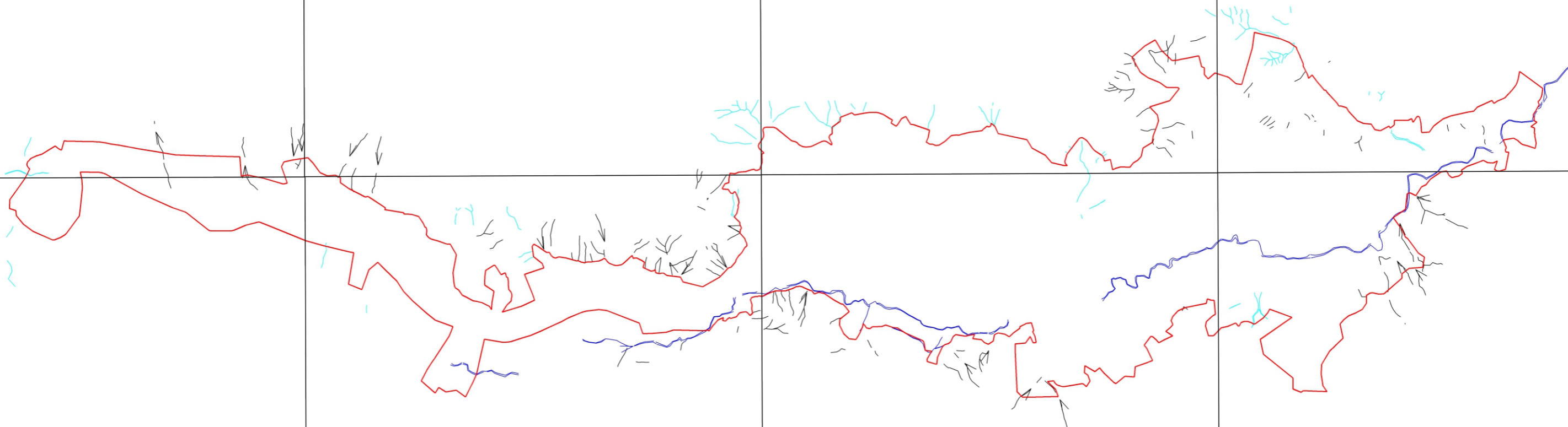
## AÇIKLAMALAR

	Çalışma Alanı Sınırı		Sondaj Kuyusu
	Formasyon Sınırı		Sismik Çlüm Noktası
	Alüvyon		Masw Ölçüm Noktası
	Çadırdağ Grubu		Mikrotremor Ölçüm Noktası
	Gökçimen Formasyonu		Des Ölçüm Noktası
	Yolcular Grubu		Yolcular Grubu





# EK 6. ÇALIŞMA ALANININ 1/20.000 ÖLÇEKLİ KURU-SULU DERE HARİTASI

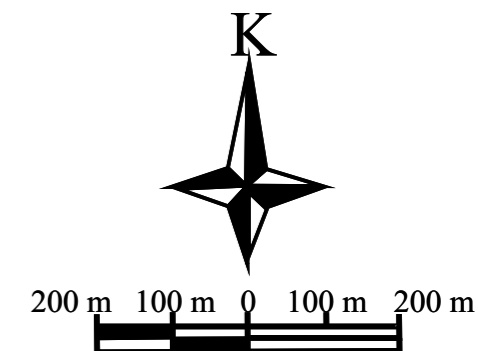


## PAFTA İNDEKSİ

L48-C-03-A	L48-C-03-B	L48-C-04-A	L48-C-04-B
L48-C-03-D	L48-C-03-C	L48-C-04-D	L48-C-04-C

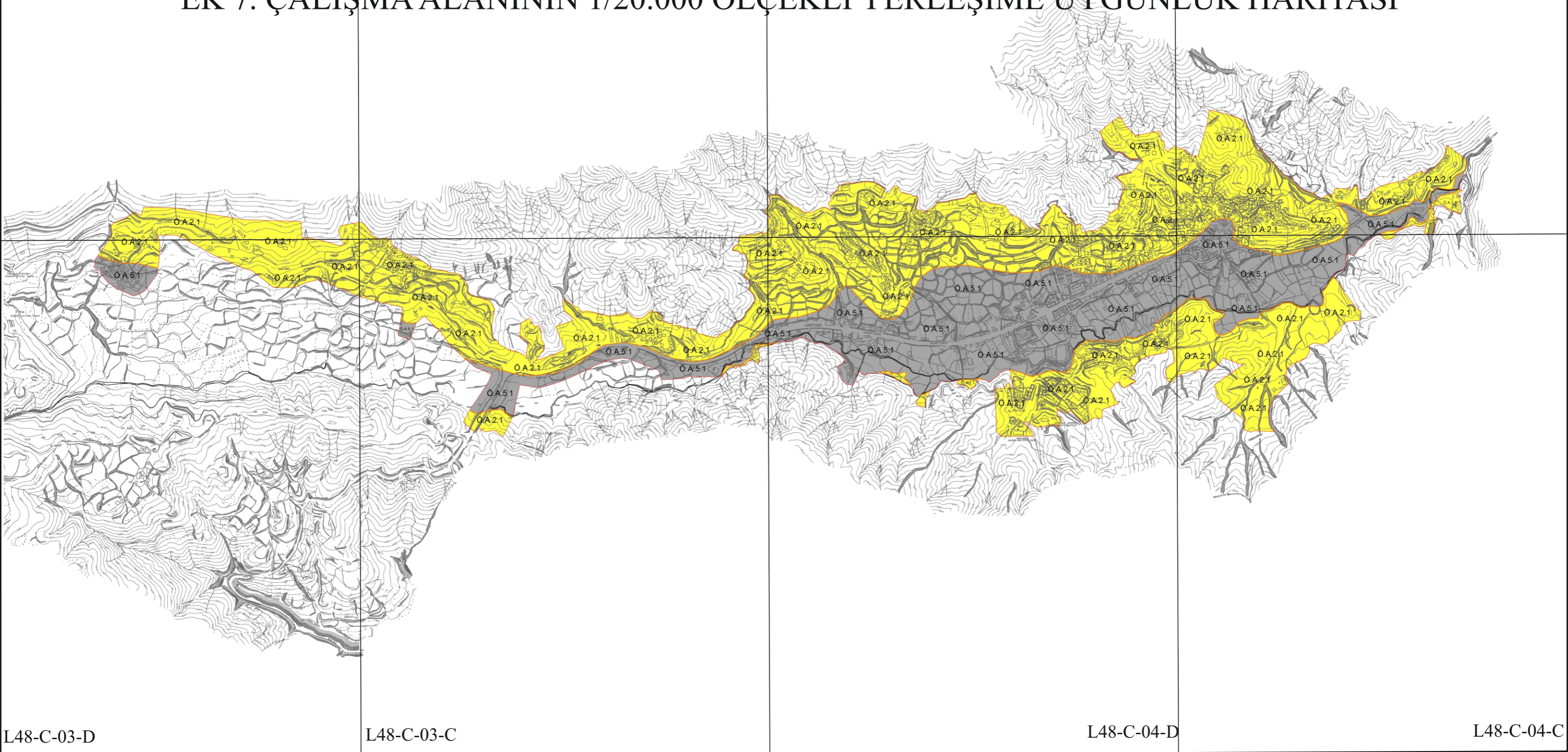
## AÇIKLAMALAR

-  Çalışma Alanı Sınırı
-  Kuru Dereler
-  Sulu Dereler
-  Nazır Çayı









# EK 7. ÇALIŞMA ALANININ 1/20.000 ÖLÇEKLİ YERLEŞİME UYGUNLUK HARİTASI



## PAFTA İNDEKSİ

L48-C-03-A	L48-C-03-B	L48-C-04-A	L48-C-04-B
L48-C-03-D	L48-C-03-C	L48-C-04-D	L48-C-04-C

## AÇIKLAMALAR

-  Çalışma Alanı Sınırı
-  Yerleşim Sınırı
-  Ö.A. 5.1. Önlemlenmiş Alan 5.1
-  Ö.A. 2.1. Önlemlenmiş Alan 2.1

