

**ZONGULDAK BÜLENT ECEVİT ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**KENTSEL ALT YAPI PROJELERİNDE ZEMİN GRUBU KARAKTERİSTİKLERİNİN**  
**ÖNEMİ VE ZONGULDAK BELEDİYESİ ATIK SU ARITMA PROJESİ ÖRNEĞİ**

**JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**SEMİH ZOBİ**

**TEMMUZ 2019**

**ZONGULDAK BÜLENT ECEVİT ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**KENTSEL ALT YAPI PROJELERİNDE ZEMİN GRUBU KARAKTERİSTİKLERİNİN**  
**ÖNEMİ VE ZONGULDAK BELEDİYESİ ATIK SU ARITMA PROJESİ ÖRNEĞİ**

**JEOLJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Semih ZOBİ**

**DANIŞMAN: Dr. Öğr. Üyesi İbrahim BUZKAN**

**ZONGULDAK**

**Temmuz 2019**

**KABUL:**

Semih ZOBİ tarafından hazırlanan “Kentsel Altyapı Projelerinde Zemin Grubu Karakteristiklerinin Önemi ve Zonguldak Belediyesi Atık Su Arıtma Projesi Örneği” başlıklı bu çalışma jürimiz tarafından değerlendirilerek Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans Tezi olarak oybirliğiyle kabul edilmiştir. 26/07/2019

**Danışman:** Dr. Öğr. Üyesi İbrahim BUZKAN

Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü

**Üye** : Doç.Dr. Ersin KOLAY

Yozgat Bozok Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü

**Üye** : Dr. Öğr. Üyesi Gürkan BACAĞ

Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü

**ONAY:**

Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylım. ..../..../2019

  
Prof. Dr. Ahmet ÖZARSLAN  
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

*“Bu tezdeki tüm bilgilerin akademik kurallara ve etik ilkelere uygun olarak elde edildiğini ve sunulduğunu; ayrıca bu kuralların ve ilkelerin gerektirdiği şekilde, bu çalışmadan kaynaklanmayan bütün atıfları yaptığımı beyan ederim.”*

Semih ZOBİ  


## ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

### KENTSEL ALT YAPI PROJELERİNDE ZEMİN GRUBU KARATERİSTİKLERİNİN ÖNEMİ VE ZONGULDAK BELEDİYESİ ATIK SU ARITMA PROJESİ ÖRNEĞİ

Semih ZOBİ

Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi İbrahim BUZKAN

Temmuz 2019, 141 sayfa

Kentsel yaşam alanlarındaki altyapı tesislerinin durumu, gelişmişliğin ve kalkınmanın en belirleyici faktörleri olup, ülkelerin gelişmişlik düzeylerini gösteren en önemli kriterdir. Altyapı tesisleri; yerleşim birimlerine sağlıklı içme suyu temini, kanalizasyon, ulaşım, enerji, haberleşme vb. gibi geniş bir hizmet grubunu kapsamaktadır. Bu çalışmada; kentsel yaşam alanlarına ait altyapı tesislerinin planlanmasında, jeolojik-jeoteknik çalışmaların yapılmasının gerekliliği ile kentsel planlama çalışmalarının uygulanabilirliği ve ömürleri açısından son derece önemli olduğunun belirtilerek sonuçlarının ortaya konulması amaçlanmaktadır.

Bu amaçla inceleme alanımız olan Zonguldak'ı karakterize edecek şekilde, kentsel altyapı imar planı sahası içinde kalan ve şehir merkezi ile yakın çevresini kapsayan inceleme alanında Zonguldak Kanalizasyon ve Atıksu Arıtma Projesinde olan zemin etüd çalışmalarında açılan sondajlar ve araştırma çukurları ve zemin sondajları bir bütün olarak değerlendirilerek, inceleme alanında yer alan jeolojik birimlerin çeşitleri ve dağılımları tespit edilmeye

## ÖZET (devam ediyor)

alışılmış, yerinde deneyler yapılmış, alınan bozulmuş ve bozulmamış örnekler ve karot örnekleri üzerinde laboratuvar deneyleri yapılarak, zeminin mühendislik özellikleri araştırılmıştır.

Bu çalışmada gerçekleştirilen jeolojik -jeoteknik araştırmalar ile Zonguldak Belediyesi Atık Su Arıtma Sistemi tesislerinin yapımı (şebeke hattı, toplayıcı hattı, arıtma tesisi, foseptikler) ve işletilmesinde, kentsel altyapıyı etkileyebilecek faktörler belirlenmiş ve alınması gereken önlemler sonuçları ile ortaya çıkarılmıştır.

**Anahtar sözcükler:** Kentsel Altyapı Tesisleri, Jeolojik-Jeoteknik alışmalar, Zemin ve Kaya Mekaniği, Deneyler, Kanalizasyon Sistemleri

**Bilim Kodu:** 606.03.02

## **ABSTRACT**

**M.Sc. Thesis**

### **THE IMPORTANCE OF SOIL CARATERISTICS IN GROUP INFRASTRUCTURE PROJECTS AND ZONGULDAK MUNICIPALITY WASTE WATER TREATMENT PROJECT EXAMPLE**

**Semih ZOBİ**

**Zonguldak Bülent Ecevit University  
Graduate School of Natural and Applied Sciences  
Department of Geological Engineering**

**Thesis Advisor: Assist. Prof. Dr. İbrahim BUZKAN**

**July 2019, 141 pages**

The status of infrastructure facilities in urban living areas is the most decisive factors of modernization and development as well as are important measures of the development level of countries. Infrastructural facilities involve a wide variety of services for settlements including safe drinking water supply, sewage, transportation, energy, communication, etc. In this study; it is aimed to indicate and reveal the results of the necessity of performing geological and geotechnical studies for the planning of infrastructural facilities in urban living areas and the vital importance for the applicability and the lifetime of urban planning studies.

Therefore, the study area (Zonguldak) was characterized in a way that urban infrastructure development plan area in the city center with the nearby environment and was evaluated by means of the research pits and boreholes drilled in geotechnical explorations made in Zonguldak Sewerage System and Wastewater Treatment Project the newly opened research

## **ABSTRACT (continued)**

pits and boreholes and the types and distribution of geological units in the study area were tried to be determined, in-situ tests were performed, soil and rock mechanics tests on disturbed, undisturbed and core samples and the engineering properties of soils were investigated.

In this study, the geological-geotechnical researches and the factors that may affect the urban infrastructure in the construction and operation of Zonguldak Municipality Wastewater Treatment System facilities (network line, collector line, treatment plant, septic tanks) were determined and the necessary precautions were taken with the results.

**Keywords:** Urban Infrastructural facilities, Geological-geotechnical studies, soil and rock mechanics, experiments, Sewage Systems

**Science code:** 606. 03.02



## TEŞEKKÜR

Bu çalıőmanın gerçekleőmesinde değerli bilgilerini, katkı ve desteklerini esirgemeyen danışman hocam Sayın Dr. Öğr. Üyesi. İbrahim BUZKAN'a, teşekkür ederim.

Ayrıca tez jürimde yer alan, olumlu katkılarda bulunan değerli hocalarım Doç. Dr. Ersin KOLAY'a ve Doç. Dr. Gültekin KAVUŐAN'a teşekkür ederim.

Tez çalıőmam süresince verdiği destek ve yardımları için Dr. Öğr. Üyesi. Gürkan BACAK' a (BEÜ) teőekkürlerimi sunarım.

Tez çalıőmam sırasında her türlü katkılarından dolayı ZONGULDAK BELEDİYESİ çalıőanlarına ve ayrıca teknik konularda yardımcı olan Har. Müh. Ahmet UZUNEL' e teşekkür ederim.

Tüm hayatım boyunca desteklerini esirgemeyen annem Göken ÇALIK'a teşekkür ederim.

Ayrıca bana her zaman her konuda destek ve bu tez çalışması için benimle geçireceği zamandan fedakarlık yapan sevgili eőim Didem ZOBİ'ye teşekkür ederim.



## İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
KABUL .....	ii
ÖZET .....	iii
ABSTRACT .....	v
TEŞEKKÜR .....	vii
İÇİNDEKİLER.....	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xv
ÇİZELGELER DİZİNİ .....	xvii
EK AÇIKLAMALAR DİZİNİ .....	xix
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	xxi
BÖLÜM 1 GİRİŞ .....	1
BÖLÜM 2 İNCELEME ALANININ TANITILMASI.....	5
2.1 İNCELEME ALANININ YERİ .....	5
2.2 ULAŞIM VE YERLEŞİM.....	8
2.3 COĞRAFİK YAPI VE MORFOLOJİ.....	8
2.4 AKARSULAR.....	10
2.5 İKLİM VE BİTKİ ÖRTÜSÜ.....	10
BÖLÜM 3 BÖLGESEL JEOLJİ VE İNCELEME ALANININ JEOLJİSİ.....	11
3.1 BÖLGESEL JEOLJİ.....	11
3.1.1 Paleozoyik Yaşlı Birimler.....	11
3.1.1.1 Hamzafakıllı Formasyonu .....	11
3.1.1.2 Göktepe Formasyonu .....	11
3.1.1.3 Yılanlı Formasyonu.....	14
3.1.1.4 Alacağzı Formasyonu.....	14

## İÇİNDEKİLER (devam ediyor)

	<u>Sayfa</u>
3.1.1.5 Kozlu Formasyonu .....	14
3.1.1.6 Karadon Formasyonu .....	15
3.1.1.7 Çakraz Formasyonu.....	15
3.1.2 Mesozoyik Yaşlı Birimler.....	15
3.1.2.1 Himmetpaşa Formasyonu.....	16
3.1.2.2 Zonguldak Formasyonu.....	16
3.1.2.3 Kilimli Formasyonu .....	16
3.1.2.4 Velibey Formasyonu .....	17
3.1.2.5 Sapça Formasyonu .....	17
3.1.2.6 Tasmaca Formasyonu.....	17
3.1.2.7 Cemaller Formasyonu .....	18
3.1.2.8 Gökçetepe Formasyonu.....	18
3.1.2.9 Başköy Formasyonu.....	18
3.1.2.10 Dinlence Formasyonu .....	19
3.1.2.11 İkse Formasyonu .....	19
3.1.2.12 Kazpınar Formasyonu .....	20
3.1.2.13 Liman Formasyonu .....	20
3.1.2.14 Kale Formasyonu .....	20
3.1.2.15 Sarıkorkmaz Formasyonu .....	21
3.1.2.16 Alaplı Formasyonu.....	21
3.1.3 Senozoyik Yaşlı Birimler.....	22
3.1.3.1 Yahyalar Formasyonu .....	22
3.1.3.2 Çaycuma Formasyonu.....	23
3.1.3.3 Alüvyonlar.....	23
3.2 İNCELEME ALANI JEOLJİSİ.....	23
3.2.1 Alacağzı Formasyonu(Ka) .....	23
3.2.2 Kozlu Formasyonu (Kk) .....	24
3.2.3 Karadon Formasyonu (Kka) .....	24
3.2.4 Zonguldak Formasyonu (Jkrz).....	25
3.2.5 Kilimli Formasyonu (Krk) .....	25
3.2.6 Alüvyon (Qal) .....	26
3.2.7 Dolgu (d).....	26

## İÇİNDEKİLER (devam ediyor)

	<u>Sayfa</u>
3.3 TEKTONİK.....	26
3.4 STRATİGRAFİ.....	27
3.5 YERALTI SUYU.....	28
3.6 DEPREMSELLİK.....	29
BÖLÜM 4 KENTSEL ALTYAPI KANALİZASYON SİSTEMİNDE YER ALAN TESİSLERİN.....	 33
4.1 ŞEBEKE HATTI.....	33
4.2 TOPLAYICI HATTI.....	34
4.3 KOLLEKTÖR HATTI.....	34
4.4 TERFİ MERKEZİ.....	35
4.5 FOSSEPTİK TESİSİ.....	35
4.6 ARITMA TESİSİ.....	35
4.7 DEŞARJ HATTI.....	36
BÖLÜM 5 KANALİZASYON SİSTEMLERİNDE YER ALAN TESİSLERE AİT ALTYAPI UYGULAMA ÇALIŞMALARINDAKİ ESASLAR.....	 39
5.1 YATAKLAMA.....	39
5.2 GÖMLEKLEME.....	46
5.3 DRENAJ.....	46
5.4 DOLGU.....	46
5.5 KAZI HENDEĞİ VE BORU TABANI ISLAHI.....	46
5.6 ŞEV VE İKSA.....	47
5.6.1 Şev.....	47
5.6.2 İksa.....	47
BÖLÜM 6 ZONGULDAK BELEDİYESİ ATIK SU ARITMA PROJESİ TASARIM VE İŞLETME SİSTEMİ.....	 49

## İÇİNDEKİLER (devam ediyor)

	<u>Sayfa</u>
6.1 ATIKSU TOPLAMA SİSTEMİ.....	49
6.2 ATIKSU ARITMA TESİSİ.....	51
6.2.1 Başlangıç Verileri .....	51
6.2.1.1 Nüfus ve Debi.....	51
6.2.1.2 Atıksu Kirliliği .....	51
6.2.2 Uygun Arıtmanın Seçimi .....	52
6.2.2.1 Arıtma Sistemi.....	52
6.2.2.2 Bakteri Stili .....	52
6.2.2.3 Aktif Çamur Prosesi .....	53
6.2.2.4 Doğa Arıtmalar.....	54
6.2.2.5 Sonuçlar.....	55
6.3 DENİZ DEŞARJI .....	55
BÖLÜM 7 İNCELEME ALANINDA YAPILAN ÇALIŞMALAR.....	57
7.1 SAHANIN ÖZELLİKLERİ .....	57
7.3 POMPA İSTASYONU SAHALARININ ÖZELLİKLERİ.....	66
7.4 POMPA İSTASYONLARININ ÖZELLİKLERİ .....	68
BÖLÜM 8 ARAZİ VE LABORATUVAR ÇALIŞMALARI .....	69
8.1 ARAZİ ÇALIŞMALARI.....	69
8.2 LABORATUVAR ÇALIŞMALARI.....	71
8.2.1 Su İçeriği Tayini (ASTM Standartları) .....	71
8.2.2 Tane Boyu Dağılım Analizi (ASTM–D-422, TS 1900/1987) .....	72
8.2.2.1 Zemin Profili .....	75
8.2.2.2 Yeraltısuyu .....	77
8.2.3 Atterberg Limitleri (ASTM Standartları).....	77
8.2.4 Nokta Yük Dayanımı İndeksi .....	81
8.3 LABORATUVAR DENEY SONUÇLARI.....	85

## İÇİNDEKİLER (devam ediyor)

	<u>Sayfa</u>
BÖLÜM 9 SONUÇ VE ÖNERİLER.....	89
KAYNAKLAR.....	93
EK AÇIKLAMALAR.....	97
ÖZGEÇMİŞ .....	141







## ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>No</u>	<u>Sayfa</u>
Şekil 2.1 İnceleme alanının yer bulduru haritası.....	6
Şekil 2.2 İnceleme alanının genel görünümü.....	7
Şekil 2.3 Taşkömürü işletmesinde çalışan işçiler.....	7
Şekil 2.4 Kömür ocağı girişinden görünüm.....	7
Şekil 2.5 İnceleme alanı genel görünüm.....	8
Şekil 2.6 İnceleme alanı genel görünümü.....	9
Şekil 2.7 İnceleme alanından görünüm.....	9
Şekil 3.1 İnceleme alanının 1/10.000 ölçekli jeolojik haritası.....	12
Şekil 3.2 İnceleme alanı ve yakın çevresinin stratigrafik kolon kesiti.....	13
Şekil 3.3 Zonguldak Deprem Bölgeleri Haritası.....	30
Şekil 3.4 Zonguldak ve Dolaylarında Kaydedilmiş Depremlerin Episantr Dağılımı.....	31
Şekil 3.5 Karadeniz Bölgesinde Kaydedilmiş Depremlerin Episantrlarının Dağılımı.....	31
Şekil 4.1 Kanalizasyon altyapı sistemlerine ait akış şeması.....	36
Şekil 4.2 Jeoteknik tasarım akım şeması.....	37
Şekil 5.1 Yataklama kesiti (A Tipi-120 derece).....	40
Şekil 5.2 Yataklama kesiti (A Tipi-180 derece).....	41
Şekil 5.3 Yataklama kesiti (B Tipi-120 derece).....	42
Şekil 5.4 Yataklama kesiti (B Tipi-180 derece).....	43
Şekil 5.5 Yataklama kesiti (C Tipi-120 derece).....	44
Şekil 5.6 Yataklama kesiti (C Tipi-180 derece).....	45
Şekil 7.1 AÇ-1 ait kazı görüntüsü (bozunmuş kumtaşı).....	60
Şekil 7.2 AÇ-2 ait kazı görüntüsü (bozunmuş kumtaşı).....	60
Şekil 7.3 AÇ-6 ait kazı görüntüsü (yapay dolgu).....	61
Şekil 7.4 AÇ-7 ait kazı görüntüsü (yapay dolgu).....	61
Şekil 7.5 TM1-1 Sondajına ait karot numunesi.....	63
Şekil 7.6 TM2-1 Sondajına ait karot numunesi.....	63
Şekil 7.7 TM3-1 Sondajına ait karot numunesi.....	64
Şekil 7.8 TM4-1 Sondajına ait karot numunesi.....	64
Şekil 7.9 TM5-1 Sondajına ait karot numunesi.....	65
Şekil 7.10 TM6-1 Sondajına ait karot numunesi.....	65
Şekil 8.1 Kohezyonlu zeminlerde hacim değişimi-su içeriği ilişkisi ve kıvam limitleri.....	78
Şekil 8.2 Likit limit grafiği.....	79
Şekil 8.3 Plastisite grafiğinin gösterimi.....	80
Şekil 8.4 Nokta yük deneyinde kullanılan basınç ünitesi ve kullanılan uçların geometrisi.....	82

## ŞEKİLLER DİZİNİ (devam ediyor)

No

Sayfa

Şekil 8.5 Nokya yük deneyin uygulama biçimleri (a) çapsal yükleme (b) eksenel yükleme (c) blok numune üzerine yükleme (d) biçimsiz şekildeki numuneler üzerine yükleme. ....	82
Şekil 8.6 Araştırma Çukurlarına ait Toplu Sonuçlar.....	86
Şekil 8.7 Sondaj Kuyularına ait Toplu Sonuçlar.....	87



## ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>No</u>	<u>Sayfa</u>
Çizelge 5.1 İksa Tipleri Çizelgesi (TS 2519).....	48
Çizelge 6.1 Tasarım nüfus debisi. ....	51
Çizelge 6.2 Atıksu Kirlilik Yükü Değerleri .....	52
Çizelge 6.3 Nüfusa Göre Arıtma Yöntemlerinin Uygulanması. ....	54
Çizelge.7.1 Pompa istasyonlarının yaklaşık boyutları .....	68
Çizelge 8.1 Sondaj örnekleri üzerinde yapılan elek analizi sonuçları.....	73
Çizelge 8.2 Birleştirilmiş zemin sınıflaması ana hatları ve çalışma alanındaki zeminler.....	74
Çizelge 8.3 Sondajlarda ölçülen yeraltısuyu seviyeleri. ....	77
Çizelge 8.4 Kıvamlılık indeksine göre zeminlerin sınıflandırılması.....	81
Çizelge 8.5 Plastisite indeksine göre zeminlerin sınıflandırılması .....	81



## EK AÇIKLAMALAR DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
Ek A: Araştırma Çukurlarına Ait Loglar.....	97
Ek B: Zemin Sondajlarına Ait Loglar .....	110
Ek C: Elek Analizleri Deney Föyleri .....	116
Ek D: Atterberg Limitleri Deney Föyleri .....	123
Ek E: Nokta Yük Dayanım İndeksi Deney Föyü .....	127
Ek F: Su Muhtevası Tayini Deney Föyü.....	139
Ek H: Zonguldak Belediyesi Jeolojik Haritası.....	140



## SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

### SİMGELER

AKM	: Askıdaki Katı Madde
BOİ	: Biyokimyasal oksijen ihtiyacı
C	: Santigrat
h	: saat
M	: Magnitüd
N	: Azot
Q	: Debi
Qmax	: Maximum debi
P	: Fosfor
TKN	: Toplam Kjeldahl Azotu
TP	: Toplam fosfor

### KISALTMALAR

cm	: Santimetre
D-B	: Doğu-Batı
g	: Gram
GB	: Güneybatı
GD	: Güneydoğu
K-G	: Kuzey-Güney
KB	: Kuzeybatı
KD	: Kuzeydoğu
kg	: Kilogram
km	: Kilometre
km <sup>2</sup>	: Kilometrekare
m	: Metre

## SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ (devam ediyor)

mm : Milimetre

m<sup>3</sup> : Metreküp





## BÖLÜM 1

### GİRİŞ

Kentsel yaşam alanları, artan nüfus ve ihtiyaçlar ile birlikte, plansız, projersiz alt ve üst yapıların yapılması ve çarpık kentleşmenin yol açtığı çevre tahribatı ve bunun olumsuz etkilerine maruzdur. Yaşam alanlarının planlanarak sağlıklı ve modern hizmetlerin getirilmesinden sorumlu olan yerel yönetimler ise çoğu zaman bu hizmetlerin sunumunda geç veya yetersiz kalmaktadır.

Bir kentin, işlevlerini yerine getirebilmesi için gereksinim duyulan su, kanalizasyon, ulaşım, enerji, haberleşme, kaldırım vb. kentsel donanımların tümüne kentsel altyapı denilmektedir. Kentsel altyapı tesisleri geniş bir hizmet grubunu kapsamakta olup, sunulan hizmetin türüne göre bazı farklılıklar gösterebilmekle birlikte, genel olarak aşağıdaki özelliklere sahiptir;

- Ortak kullanım söz konusudur.
- Ekonomik kalkınmanın sağlanabilmesi için gereklidir.
- Uzun ömürlü olarak nitelendirilirler.
- Genellikle şebeke özelliği gösterirler.
- Yatırımın yapıldığı ilk aşamada yüksek sabit maliyetleri gerektirir.
- Hizmetin bedeli genellikle kullanıcılar tarafından karşılanır.
- Hizmeti kullanan sayısı arttıkça kullanıcı başına maliyetler azalır.

Kentsel alt yapı tesisleri ile ilgili gerek yapım aşamasında gerekse yapım sonrasında zemin koşullarından dolayı karşılaşılabilecek problemlerin bilinmesi ve bu problemlerle ilgili önlemlerin önceden alınması ve bu önlemlerin belirlenmesi için jeolojik ve jeoteknik çalışmalara ihtiyaç duyulmakta ve projenin ekonomik değerinin belirlenebilmesi açısından da son derece önem arz etmektedir.

Kentsel yaşam alanlarındaki alt yapı tesislerinin durumu, gelişmişliğin ve kalkınmanın en belirleyici faktörleri olup, ülkelerin gelişmişlik düzeylerinin önemli ölçütleridir. Altyapı tesisleriyle ilgili problemi olmayan ülkeler en önemli sorunlarını çözmüş demektir. Gelişmekte olan ülkemizde de bu kapsamda yoğun bir şekilde alt yapı çalışmaları devam etmektedir. Kamu kaynaklarının kullanılarak yerel yönetimlerce gerçekleştirilen bu hizmetlerin planlanması ve uygulanmasında karşılaşılan sorunların sağlıklı bir şekilde çözülebilmesi içinde proje tasarımlarında jeolojik-jeoteknik etüd çalışmaları yapılarak çözümler üretilmesi ve ona göre hareket edilmesi gerekmektedir. Jeolojik-Jeoteknik çalışmalar mühendislik jeolojisi, araştırma sondajları, yerinde deneyler, laboratuvar deneyleri, yeraltı suyu gözlemleri, görsel incelemeler ve yerel deneyimlerin bir bütün halinde değerlendirilmesi sonucu yeraltı zemin koşullarının belirlenmesini içermektedir.

Modern kentleşme sürecinde yapılması zorunlu olan kanalizasyon sistemlerinin çözümünde, gerek proje gerekse uygulama aşamasında birçok problem ortaya çıkmaktadır. Bir kanalizasyon sistemi inşaatında yerleşim bölgesinin en yüksek kotundan, en düşük kotuna, değişik özelliklerdeki zeminlerde kazı yapma ve açılan hendeklere boruların döşenmesi gerekir. Bu aşamalarda ortaya çıkan sorunların çözüm için yerinde hassas incelemeler yapılarak tecrübe birikimlerinin değerlendirilmesi kaçınılmaz olmaktadır.

Bu çalışmada kentsel altyapı donanımlarının en önemli unsurlarından biri olan kanalizasyon sistemine ait altyapı tesisleri ele alınmış olup, inceleme alanına ait imar planı içinde kalan ve kanalizasyon sistemi altyapı tesisleri olarak yapılması planlanan alanlarda yapılan jeolojik-jeoteknik çalışmaların ne kadar önemli olduğunun ortaya konulması amacıyla, kentsel altyapı kanalizasyon sistemine ait tesislerin yapımı esnasında alınması gereken önlemler ile sonuç ve önerilerin belirlenebilmesi açısından inceleme alanında yer alan jeolojik birimlerin;

- Jeoteknik özelliklerinin ve yeraltı suyu seviyelerinin belirlenmesi,
- Tasarıma yönelik hesaplama ve kriterlerinin (emniyetli taşıma gücü, oturma, şişme, şev duraylılığı, sıvılaşma, iksa tipleri, kazıdan çıkan malzemenin geri dolguda kullanılabilirliği vb.) belirlenmesi,
- Planlama aşaması ve sonrasındaki yapım aşamasında karşılaşılabilecek zemin problemlerinin belirlenmesi,
- Planlama alanına yönelik kazı şekli ve önlemlerinin belirlenmesi amaçlanmaktadır.

Bu amaçla inceleme alanımız olan Zonguldak'ı karakterize edecek Şekilde kentsel altyapı imar planı sınırları içinde kalan ve Şehir merkezi ile yakın çevresini kapsayan inceleme alanında açılan araştırma çukurları ve zemin sondajları bir bütün olarak değerlendirilerek inceleme alanında yer alan jeolojik birimlerin eŐitleri ve dağılımları tespit edilmeye çalıŐılmış, yerinde deneyler yapılmış, alınan bozulmuŐ ve bozulmamıŐ örnekler ve karot örnekleri üzerinde laboratuvar deneyleri yapılarak zeminin mühendislik özellikleri araŐtırılmıŐtır. Ayrıca, yapılması planlanan kanalizasyon sistemlerine ait altyapı tesislerinin (Şebeke hattı, toplayıcı hattı, arıtma tesisi, fosseptikler) yapımı esnasında ve sonrasında etkileyebilecek jeolojik-jeoteknik faktörlerin belirlenmesine çalıŐılmıŐtır.



## BÖLÜM 2

### İNCELEME ALANININ TANITILMASI

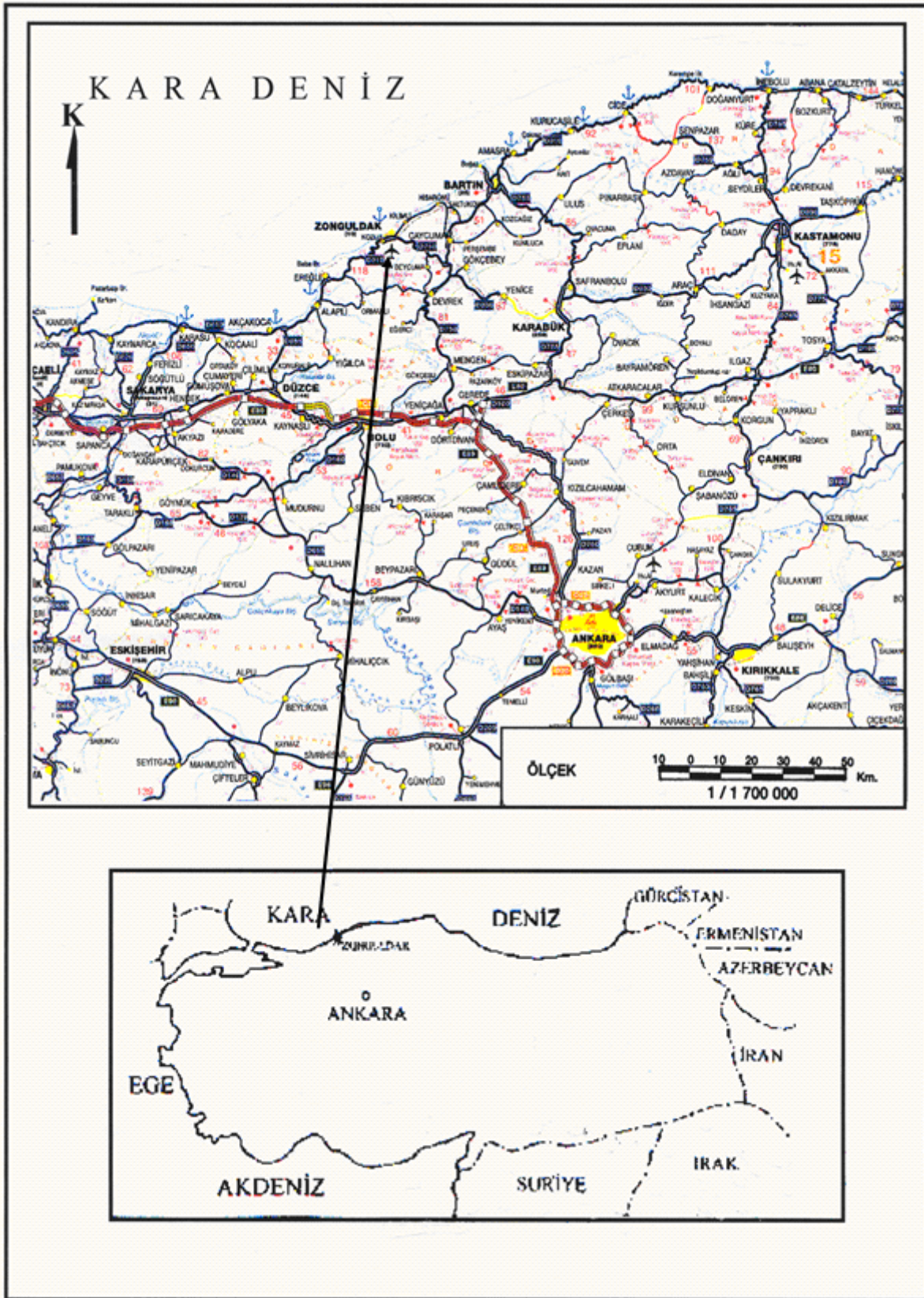
#### 2.1 İNCELEME ALANININ YERİ

Zonguldak ili, Batı Karadeniz bölgesindedir. İlin kuzeyinde Karadeniz, kuzeydoğusunda Bartın, doğusunda Karabük, güneyinde Bolu, batısında ise Düzce yer alır. Zonguldak engebeli bir topografyaya sahiptir. 3481 km<sup>2</sup> yüzölçümlü ilin alanca %56 sı dağlar, %31 i platolar ve %13 ü ovalarla kaplıdır. Arazi yükseltileri deniz kenarında 0 m den başlayıp güneye doğru yer yer 2000 m mertebelerine yaklaşır (Şekil 2.5).

Zonguldak ili, 8 ilçeye sahiptir; Zonguldak (merkez), Alaplı, Çaycuma, Devrek, Gökçebey, Kdz. Ereğli, Kilimli ve Kozlu Zonguldak merkez ilçesi yönetim açısından 4 belediye bölgesine bölünmüştür. Bunlar, Zonguldak (merkez), Beycuma, Elvanpazarcık, Karaman'dır.

Zonguldak'ta ılıman Karadeniz iklimi hüküm sürer. Yağış her mevsimde görülür ama sonbaharda ve kışın daha fazladır. Maksimum yağış Aralık (148,85 mm) ve Ocak (141,72 mm) ayındadır. Ülkenin başka bölgelerine göre mevsimsel ve günlük ısı değişimleri azdır (Şekil 2.2).

İnceleme alanında yaşayan insanların başlıca geçim kaynağı kömür madenciliğidir. Yöre halkının diğer bazı geçim kaynakları arasında balıkçılık, turizm ve az da olsa tarım bulunmaktadır.



Şekil 2.1 İnceleme alanının yer bulduru haritası.



**Şekil 2.2** İnceleme alanının genel görünümü.

İnceleme alanında bulunan Türkiye Taşkömürü Kurumu ve çok sayıda özel sektöre ait kömür ocaklarında üretilen taşkömürü ile ülkesine ve bölgesine ekonomik olarak büyük katkı sağlanmaktadır (Şekil 2.3, Şekil 2.4).



**Şekil 2.3** Taşkömürü işletmesinde çalışan işçiler.



**Şekil 2.4** Kömür ocağı girişinden görünüm.

## 2.2 ULAŞIM VE YERLEŞİM

İnceleme alanına İstanbul-Zonguldak karayolu ile Ankara-Zonguldak karayolu ile ulaşmak mümkündür. Yöreye karayolu ulaşımının yanı sıra demiryolu ile ulaşım da mümkün olup, yaz kış ulaşım sağlanmaktadır. İnceleme alanı Kozlu İlçeye 4 km, Kilimli İlçeye 15 km, Gökçebey İlçesine 42 km, Çaycuma İlçesine 45 km ve Devrek İlçesine 54 km mesafededir. Ayrıca, Bartın İline 86 km, Karabük İline 99 km ve Düzce İline 110 km mesafede olan inceleme alanı İstanbul'a 325 km ve Ankara'ya 273 km uzaklıktadır.



Şekil 2.5 İnceleme alanı genel görünüm.

## 2.3 COĞRAFİK YAPI VE MORFOLOJİ

Zonguldak ve çevresi çok engebeli bir morfolojiye ve derin vadilerle birbirinden ayrılmış kuzeydoğu-güneybatı gidişli yüksek tepelere sahiptir. Zonguldak Kuzey Anadolu Dağları'nın batı kesimini oluşturan Karadeniz'e paralel sıra dağlarla engebeleşmiştir. Zonguldak Karadeniz kıyısı ile Kuzey Anadolu Fay Zonu arasında kalan Batı Pontid bölgesinde yer almaktadır. Bölgede kabaca KD-GB uzanımlı dağ sıraları yer almaktadır. Batı Karadeniz bölgesinde bozunma çok etkindir. Bölgede kireçtaşları hariç diğer jeolojik birimlerde yoğun bir drenaj ağı gelişmiş olup, dağ kuşağı bu drenaj ağı tarafından oldukça yarılmıştır.



İnceleme alanında Karadeniz yöresine ait özelliklerinin hemen hepsi görülür. Bu sebeple yöre çok engebeli bir arazi yapısına sahiptir. İnceleme alanı, coğrafi yönden Karadeniz'e paralel üç sıra halinde uzanan dağların kıyı şeridindedir. Akarsu vadileriyle yer yer derin biçimde parçalanmış olan Zonguldak toprakları orta yükseklikteki tepelik alanlardan oluşur. Kıyıya yakın yükseltilerin oluşturduğu dağ sırasının altında zengin taşkömürü yatakları vardır. Dağ sıralarının arasında yer yer platolar oluşmuştur (Şekil 2.6, Şekil 2.7).



**Şekil 2.6** İnceleme alanı genel görünümü.



**Şekil 2.7** İnceleme alanından görünüm.

## 2.4 AKARSULAR

Zonguldak İli ve çevresinde bulunan yerleşim yerlerinde akarsu ağı oldukça gelişmiştir. Hemen her mevsim yağış alabilen bölgedeki akarsular Karadeniz'e dökülmektedir. Zonguldak su kaynakları bakımından oldukça zengindir. Devrek Çayı, Filyos Çayı, Alaplı Çayı ve Yenice Çayı bölgenin önemli akarsularıdır.

Çalışma alanı ve civarı da yerüstü su kaynakları bakımından oldukça zengindir. Yörede büyük akarsu olmamakla birlikte, çok sayıda akarsu vardır. Bunların en önemlileri Üzülmaz Deresi ve Çaydamar Deresidir.

## 2.5 İKLİM VE BİTKİ ÖRTÜSÜ

İnceleme alanı ve yakın çevresi ılıman Karadeniz ikliminin etkisi altındadır. Her mevsimi ılık ve yağışlı olan Zonguldak ve çevresinde kurak mevsime rastlanılmamaktadır. En fazla yağış sonbahar ve kış mevsimlerinde görülür. Mevsimler ve gece-gündüz arasında önemli bir sıcaklık farkı bulunmamaktadır. Sahil kesiminden iç bölgelere doğru gidildikçe, iklim biraz daha sertleşir.

Yıllık ortalama sıcaklıklarda önemli bir farklılaşma yoktur. Bölgede Mayıs ayı sonu ile Ağustos ayı sonu arasındaki aylarda en fazla güneşli günler yaşanmaktadır. Yine bu aylar arasında deniz suyu sıcaklığı da ortalama 20 C düzeyinde bulunmaktadır. Yaz aylarında nispi nem oranı % 75 oranındadır.

Yıllık yağış ortalamasının 1234.96 mm olduğu Zonguldak'da, en yağışlı aylar 148.65 mm ile Aralık ve 141.72 mm ile Ocak aylarıdır. Yağışlar kıyılarından iç kesimlere doğru gidildikçe hem azalmakta hem de yağmurdan kara dönüşme özelliği göstermektedir. Yörede hakim rüzgar güneydoğu (keşişleme) yönündedir. İkinci derece etkili rüzgar ise kuzeybatı (karayel) yönündedir.

İnceleme alanı bitki örtüsü bakımından oldukça zengin bir çeşitliliğe sahiptir. Her mevsimi yağışlı geçen yörenin yüksek kesimleri iğne yapraklı (kök nar, çam), daha aşağıları yayvan yapraklı (kayın, meşe, kestane, karaağaç, ihlamur, kavak), akarsu kenarları da kavak, söğüt ağaçlarıyla kaplıdır.

## **BÖLÜM 3**

### **BÖLGESEL JEOLJİ VE İNCELEME ALANININ JEOLJİSİ**

#### **3.1 BÖLGESEL JEOLJİ**

##### **3.1.1 Paleozoyik Yaşlı Birimler**

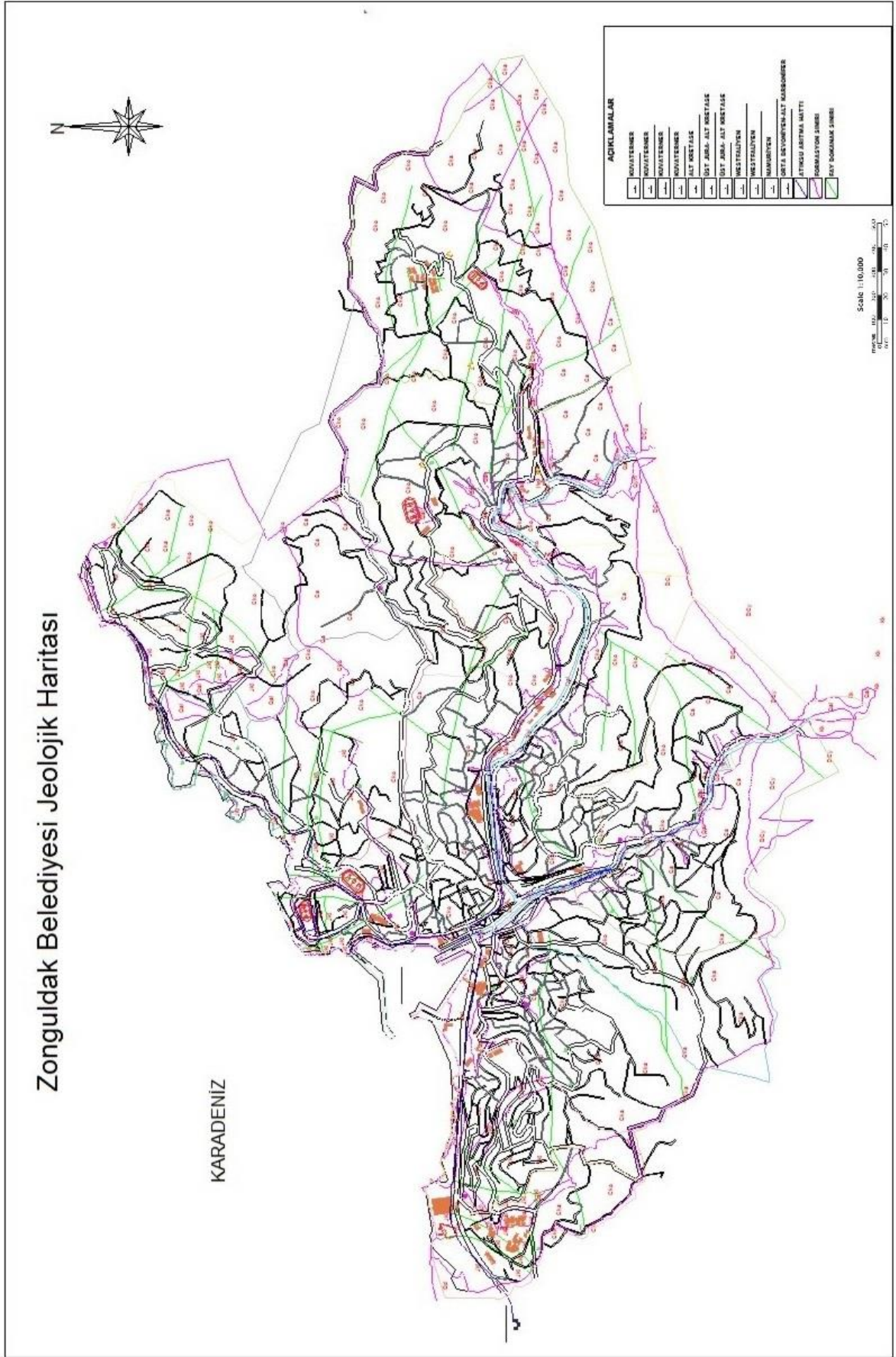
Batı Karadeniz Bölgesinde Paleozoyik yaşlı birimler olarak, Hamzafakıllı Formasyonu, Gökçetepe Formasyonu, Yılanlı Formasyonu, Alacağzı Formasyonu, Kozlu Formasyonu, Karadon Formasyonu ve Çakraz Formasyonu bulunmaktadır.

##### **3.1.1.1 Hamzafakıllı Formasyonu**

Formasyona ilk isim 1949'da Tokay tarafından verilmiştir. Batı Karadeniz bölgesinde temeli oluşturan bu formasyon; kuvarsit, konglomera-mikrokonglomera, metakumtaşı ve arkozdan meydana gelmekte olup kırmızı, sarı ve kavun içi renklerde dir. Eski araştırmacılar buldukları fosillerle bu formasyona, Üst Silüriyen yaşını vermişlerdir (Okçu vd. 1994).

##### **3.1.1.2 Gökçetepe Formasyonu**

Bu ad bölgede ilk kez Tokay (1949) tarafından kullanılmış olup istifin en iyi, Ereğli güneyi Gökçetepe yöresinde ve Bartın-İnküme dolayında izlenmektedir. Bu formasyon metasilttaşı, metakumtaşı ve kalkıştten meydana gelen antimetamorfik birimdir. Rengi, boz, siyah ve yeşilimsi siyahtır. Diyabazik ve andezitik sil ve daykları tarafından sıkça kesilmekte olup kalınlığı 500m dolayındadır. Karbonatlı seviyelerde bulunan konodontlara göre yaşı Devoniyen'dir (Orhan 1995).



Şekil 3.1 İnceleme alanının 1/10.000 ölçekli jeolojik haritası.



### **3.1.1.3 Yılanlı Formasyonu**

Yılanlı Formasyonu adlaması Saner (1981) tarafından yapılmıştır. Birim bu çalışmada (Dky) ile simgelenmiştir. Zonguldak Havzası'nın güneyinde ve Bartın kuzeyinde geniş mostralara vermektedir. Birim batıda İhsaniye Deresi'nden itibaren doğuya doğru Ulutam ve Kokaksu derelerinin de bulunduğu bölgeye doğru genişleyerek prodüktif Karboniferin güney sınırı boyunca uzanmaktadır (Bulkan 2000). Birim kireçtaşı, dolomitik kireçtaşı, dolomit çörtlü kireçtaşı ardalanmasından meydana gelmektedir. Kireçtaşı ve dolomit genellikle Devoniyen yaşlı kayalarda izlenmesine karşın, çört yumrulu ve çört bantlı kireçtaşları Vizeyen yaşlı kayalarda görülmektedir. Birimin rengi gri, siyah, koyukahve ve açık kahve gibi değişik renklerde olmaktadır. İstifin kalınlığı Zonguldak dolayında 800-850m olmasına karşın, Ereğli ve Bartın dolayında 1500m kalınlığa ulaşmaktadır (Orhan 1995). Yılanlı Formasyonu Batı Karadeniz dolaylarında Zonguldak Bölgesinin güney ve güneybatısında en iyi şekilde mostra vermektedir (Tokay 1952). Formasyon içerdiği fosillere göre Devoniyen-Vizeyen yaşını vermektedir (Özler vd. 1992).

### **3.1.1.4 Alacağzı Formasyonu**

Birim ilk defa Ralli (1932) tarafından, Alacağzı Formasyonu olarak adlandırılmış olup, (Ka) ile simgelenmiştir (Ralli 1932). Alacağzı Formasyonu'nda istiflenme; kumtaşı, kiltası, silttaşı, şeyl, kömürlü şeyl tabakaları ve kömür damarlarının ardalanmasından oluşmaktadır. Formasyonda daha çok kiltası ve silttaşı seviyeleri hakim olmaktadır. Birimin rengi genellikle gridir. Birimin kumtaşları iyi boyanmalı olup, silttaşı ve kiltaları şeyl özelliğindedir. İstifin üst seviyelerinde, ekonomik öneme sahip olmayan, yanal yayılmaları sınırlı ve merceksel şekilli ince kömür damarları bulunmaktadır (Bulkan 2000). Formasyonun kalınlığı 600m kabul edilmektedir. Birim Alt Karbonifer Namuriyen yaşlı olmaktadır (Özler vd. 1992).

### **3.1.1.5 Kozlu Formasyonu**

Bu birim, Zonguldak Havzası Kozlu bölgesinde tip kesitinin mostrasını verdiği için Kozlu Formasyonu olarak adlanmıştır (Orhan 1995). Zonguldak Havzasında Armutçuk ve Alacağzı, Zonguldak, Kozlu, Üzülmöz, Karadon kömür üretim bölgelerinde görülmektedir.

Kozlu Formasyonu konglomera, mikalı kumtaşı, kumtaşı, kiltası, silttaşı, şeyl tabakaları ile ve kömür damarlarının ardalanmasından oluşmaktadır.

Konglomeralar genellikle iyi yuvarlaklaşmış kuvarsit, magmatik ve metamorfik kayalardan oluşmaktadır (Orhan 1995). Kumtaşları genellikle kaba-orta tanelerden oluşmaktadır. Tabaka kalınlıkları ise ince ve kalın tabakalı arasında değişmektedir. Kömür damarlarının tavan ve tabanında genellikle kiltası ve silttaşından oluşan ince bir seviye bulunmaktadır. Kömür damarlarının kalınlıkları 0.50m'den 6.00m'ye kadar ulaşabilmektedir. Birim üretilebilir özelliklere sahip 25 adet kömür damarı içermektedir (Buzkan 1997).

### **3.1.1.6 Karadon Formasyonu**

Karadon Formasyonu genellikle Zonguldak, Kozlu, Üzülmez, Karadon, Sapça, Pelitovası ve Bartın dolaylarında yüzeylemektedir. En belirgin tip kesitinin mostraları Karadon Yöresinde bulunduğundan dolayı bu şekilde adlandırılmaktadır (Özler vd. 1992). Birim litolojik olarak konglomera, kumtaşı, silttaşı tabakaları ve kömür damarlarının ardalanmasından oluşmaktadır. Konglomeraların kırıntılı bileşenleri genellikle kireçtaşı, kuvarsit ve granit kökenlidir. Kumtaşları kaba taneliden ince taneliye kadar değişen boyutlardadır.

### **3.1.1.7 Çakraz Formasyonu**

Bu formasyon Bartın ve doğusunda izlenmektedir. Bu ad ilk defa Arpat ve diğerleri (1978) tarafından kullanılmıştır. Formasyon kumtaşı içermekte olup nadiren kiltası ve konglomera bulunduran bir istifdir. Ayrıca formasyonun üst seviyelerinde nadir jips ve marnlar izlenmekte olup kırmızı, yeşil renklindedir (Orhan 1995). Formasyonun genellikle masif olup, yer yer ince-orta katmanlıdır. Birim içinde büyük ölçekli çapraz katmanlanmalar sıkça izlenir. Birimin kalınlığı 2000m'den fazladır. Birimin yaşı Permo Triyas olmaktadır (Orhan 1995).

### **3.1.2 Mesozoyik Yaşlı Birimler**

Batı Karadeniz Bölgesinde Mesozoyik yaşlı birimler olarak Himmetpaşa, Zonguldak (Öküşne Kireçtaşı Üyesi, İncüvez Kırıntılı Üyesi, Kapuz Kireçtaşı Üyesi), Kilimli, Velibey, Sapça (Himmetoğlu Üyesi), Tasmaca, Cemaller, Gideros, Gökçetepe, Başköy, Dinlence, İkse,

Kazpınar, Limankale, Sarıkorkmaz ve Alaplı Formasyonu (Örencik Üyesi ve Cangaza Üyesi) bulunmaktadır (MTA 1994).

### **3.1.2.1 Himmetpaşa Formasyonu**

Bölgede Bartın ve doğusunda mostralara vermektedir. Bu formasyon kumtaşı, kiltası, silttaşı, konglomera ardalanmasından meydana gelmekte olup, yeşil, gri ve kırmızı renklerde. Tabaka kalınlığı silttaşı ve kiltası seviyelerinde ince-orta katmanlı, kumtaşı ve konglomeralarda masif katmanlı olarak izlenmektedir. Bu birimin batı kesimleri kömürlü olup kömürleşme bazen katmanlı olarak izlenmektedir. Kömürleşme bazen çok iyi olmasına karşın, bazı kesimlerde silileşmiş ağaç şeklinde köken korunmuştur. Bölgedeki kalınlığı 600m dolaylarındadır. Birimin yaşı Alt Jura Lias olmaktadır (Orhan 1995).

### **3.1.2.2 Zonguldak Formasyonu**

Bölgede (Jkrz) olarak simgelen Zonguldak Formasyonu ilk kez Tokay (1955) tarafından adlandırılmıştır. Yergök ve diğerleri (1987) aynı adlamayı kullanmışlardır. Orhan ve Canca (1989) tarafından Zonguldak Formasyonu; Öküşne Kireçtaşı Üyesi, İncivez Kırıntılı Üyesi, Kapuz Kireçtaşı Üyesi olarak üç üyeye ayrılmıştır. Zonguldak Formasyonu; kalınlığı 15-50m arasında değişen bir taban konglomerasıyla başlamaktadır. Karbonat çimentolu olan bu karbonat seviyesi Paleozoyik (Silüriyen, Devoniyen, Karbonifer) yaşlı birimlerin çakıllarından oluşmaktadır (Özen 2000).

### **3.1.2.3 Kilimli Formasyonu**

Bu formasyona ismi, ilk kez Zonguldak dolayının jeolojisi isimli raporunda Saner ve diğerleri (1981) tarafından verilmiştir (Yergök vd. 1987). Formasyon litolojik olarak kiltası, killi kireçtaşı, karbonatlı kiltası, kumtaşı ardalanmasından oluşmuş filiş karakterlidir. Formasyon Zonguldak-Bağlık yöresinde başlayıp Kırımsa Köyü'ne kadar devam etmektedir. Yüzeysel çalışmalarına göre formasyonun kalınlığının 700m kadar olduğu tahmin edilmektedir (Oktu vd. 1994).



### **3.1.2.4 Velibey Formasyonu**

Bölgede, (Krv) olarak simgelenen Velibey Formasyonu ilk kez Velibey Greleri olarak Tokay (1949) tarafından adlanmıştır (Taşçı 2000). Velibey Formasyonu Zonguldak Havzasının güney kesiminde kesintisiz olarak yer alır.

Doğudan batıya doğru Aydındere, Hayatköy, Taşkesen'de izlemek mümkündür. Velibey Formasyonu silis çimentolu kumtaşı ve iyi yuvarlaklaşmış çakıltaşlarından oluşmuştur. Ortalama %96 oranında kuvarsit ve kuvars tanelerinden oluşan formasyon açık sarı yer yer turuncu renklidir.

### **3.1.2.5 Sapça Formasyonu**

Birim Saner ve diğerleri (1980) tarafından Sapça Formasyonu olarak adlandırılmıştır. Bu çalışmada (Krs) olarak simgelendirilmiştir. Birim bol miktarda glokoni içermesinden dolayı glokonili kumtaşları ile tipiktir (Bulkan 2000). Sapça Formasyonu; türbitik kumtaşları, marn, kumlu kireçtaşları, mavi ve siyah şeylerden oluşmaktadır. Birimin rengi gri ile yeşilimsi gri arasında değişmektedir. Formasyonun kumtaşları, orta taneli kumtaşları ve arkozlardır (Görür vd. 1993). Kısmen marn içerirler ve tabakalanmaları oldukça iyidir. Bileşimlerinde kuvars, glokoni, kaya parçaları bulunmaktadır. Birimin içindeki mavi ve siyah şeyler organik maddece oldukça zengindir (Bulkan 2000). Formasyonun kalınlığı, çalışma alanındaki diğer formasyonlar gibi çok fazla değişim göstermektedir. Kalınlık değeri 50-450m arasındadır (Görür vd. 1993). Birimin yaşı Albijen olarak verilmektedir (Tokay 1952).

### **3.1.2.6 Tasmaca Formasyonu**

Bölgede (Krt) olarak simgelenen Tasmaca Formasyonu ilk kez Saner (1979) tarafından isimlendirilmiştir. Çalışma alanının güneyinde kalın bir istif sunar. Tasmaca Formasyonu; marn, kiltası, kumtaşı ve silttaşı ar dal anmasından oluşmaktadır. Çok seyrek olarak tuf ara katlıdır. Mavimsi gri rengi karakteristiktir. Birimin taneleri iyi çimentolanmamıştır. Hava temasıyla kolayca ayrışır ve dağılır. Tabaka kalınlığı 1-20 cm arasındadır. İstifin içerdiği şeyler organik maddece zengindir (Bulkan 2000). Formasyonun kalınlığı genel olarak 100-400m arasında değişmektedir (Siyako vd. 1981). Tasmaca Formasyonu, Alt Senomaniyen yaşlıdır (Tokay 1952).

### **3.1.2.7 Cemaller Formasyonu**

Bölgede (Krc) olarak simgelene Cemaller Formasyonu ilk kez Tokay (1952) tarafından kullanılmıştır (Yergök vd. 1987). Cemaller Formasyonu kumtaşı, kiltası, silttaşı, konglomera ve bloklardan meydana gelen flišik nitelikte bir istifdir.

Formasyonun birçok yerinde oldukça hızlı çökel özelliği gösteren kanallar boyunca çakiltası, kumtaşı, çamurtaşı akmaları meydana gelmektedir. Cemaller Formasyonu farklı yerlerde, çok değişik renkler göstermektedir. Yeşil, sarı, kül rengi, mavi, krem, menekşe, kırmızı renkler çok kısa mesafelerde dahi göze çarpmaktadır. Tabaka kalınlığı kiltası, silttaşı, çamurtaşı seviyelerinde laminalı ile 10cm arasında değişirken, kumtaşında 10-60cm arasında, konglomera ise 40cm ile 1m arasında değişmektedir. Çapraz katmanlanma gerek küçük ölçekli gerekse büyük ölçekli olmaktadır. Cemaller Formasyonu'nun kalınlığı 250m kadardır. Cemaller Formasyonu yaşı Senomaniyen'dir (Yergök vd. 1987).

### **3.1.2.8 Gökçetepe Formasyonu**

Bölgede (Krg) olarak simgelenen Gökçetepe Formasyonuna ilk ismi Yergök vd. (1987) tarafından verilmiştir. Formasyon en batıda Ereğli-Köseağzı dolaylarında mostra vermektedir. Doğuya doğru Bayat dolaylarına kadar uzanmaktadır. Formasyon volkano klastik olarak izlenen, kumtaşı, mikrokonglomera, kiltası, silttaşı araldanmasından meydana gelmektedir. Hemen her yerinde eksfoliyasyon yapısı izlenmektedir. Rengi haki, kirli yeşildir. Tabakalarına killi seviyelerde 20-40cm arasında kumtaşlarında 20cm ile 100cm arasında değişkendir. Gökçetepe Formasyonu'nun kalınlığı 200m'dir. Gökçetepe Formasyonu'nda fosil, killi marnlı seviyelerde oldukça nadir olarak izlenmekte olup, Bolli fosilleri bulunmuş ve Türoniyen yaşı verilmiştir (Yergök vd. 1987).

### **3.1.2.9 Başköy Formasyonu**

Bölgede (Krb) olarak simgelenen Başköy Formasyonu'na ilk isim Siyako vd. (1981) tarafından verilmiştir. Formasyon Ereğli kuzeyindeki Örucü fenerinden başlayarak doğu-batı doğrultusunu izleyerek Neyren, Sücüllü'den sonra tektonik dokanaların güney kesimlerini izleyerek Osmanlı Dağ yakınlarına kadar izlenmektedir. Başköy Formasyonu marn, killi kireçtaşı araldanmasından meydana gelir. Ancak yer yer tüffit, kumtaşı araldanmaları ile çok

nadir olistolit taşımaktadır. Olistolit olarak konglomera bloku, Aglomera bloku, yeni yol üzerindeki Sücüllü'de izlenmektedir. Formasyonun kalınlığı Sücüllü yakınlarında 360m kadardır. Ancak batıda Neyren yakınlarında 30-40m kadardır. Yine adını aldığı Başköy dolaylarında kalınlığın maksimuma ulaştığı yerlerde kalınlığı 60m kadardır. Başköy Formasyonundan alınan numunelere fosil determinasyonu sonucunda yaşının Türoniyen olduğu saptanmıştır (Yergök vd. 1987).

### **3.1.2.10 Dinlence Formasyonu**

Bölgede (Krd) olarak simgelenen Dinlence Formasyonu'na ilk isim Tokay (1955) tarafından verilmiştir. Dinlence Formasyonu'nun izleneceği yerler; Ereğli-Zonguldak eski yol güzergahında, Neyren ile Atlı İncekbaşı Tepesi arasında ince olarak mostra vermektedir. Aglomera-tüf ar dalanmasından meydana gelmektedir. Ancak baskın olarak aglomera-tüf ar dalanması, çoğun marn, andezitik lav akıntısı, su altı heyelanı ile ani depolanmalar gösteren fasiyes farklılıkları ile oldukça değişim gösteren bir formasyondur. Formasyonun rengi değişik kesimlerde ve baskın olan volkanik gerece göre değişim göstermektedir. Genellikle gri kül rengindedir. Dinlence Formasyonu'nun kalınlığı farklı yerlerde değişim olmaktadır; Ereğli yakınlarında 150-200m kadar kalınlık göstermesine karşın Sücüllü ile İkse köyünün doğusundan kalınlığı 2000m'den fazladır. Dinlence Formasyonun yaşı Türoniyen-Kampaniyen olarak saptanmıştır (Yergök vd. 1987).

### **3.1.2.11 İkse Formasyonu**

Bölgede (Kri) olarak simgelenen birime ilk isim Tokay (1949) tarafından verilmiştir. Birim en iyi İkse köyünde net olarak izlenir. Üçköy dolayında, Bartın yakınlarındaki Kazpınar köyü dolayında ve yakın çevresinde bu formasyon mostra vermektedir. İkse Formasyonu genellikle marn, kili kireçtaşı, tüffit, kumtaşı, kiltası ar dalanmasından meydana gelmektedir. Nadir olarak aglomera seviyesi taşımaktadır. Genellikle marnlı seviyeler ve killi kireçtaşlarından çimentolanma çok iyidir. Bu formasyon genellikle pembe, kırmızı ve sarımsı beyaz, kirli sarı olmak üzere iki tezat renk göstermektedir. Marn ve kiltaları Ereğli-Zonguldak yakın çevresinde kırmızı, pembe renkler göstermektedir. Bartın ve Kurcaşile dolayında ise sarı renk hakimdir. İkse Formasyonu İkse köyü dolayındaki kesitte 120 m kalınlıkta ölçülmüştür. İkse Formasyonun yaşı Türoniyen-Kampaniyen olarak belirlenmiştir (Yergök vd. 1987).

### **3.1.2.12 Kazpınar Formasyonu**

Bölgede (Krkz) olarak simgelenen Kazpınar Formasyonuna ilk isim Tokay (1955) tarafından verilmiştir. Kazpınar Formasyonunun net izlendiği yerler batıdan doğuya doğru Ereğli-Zonguldak yolunda, Yörüklü-Soğanlı mahallesi ile Lünmeran doruğu arasında kalan alanda, Serdaroğlu mahallesinde Serdaroğlu derede verdiği kesit, Mugada yakın çevresinde, Bartın'ın hemen kuzeyinde Kocareis dolayında tipik izlendiği yerlerdir.

Genellikle Andezit, Latit andezit, Piroksen andezit gibi isimler makro ve petrografik gözlemler sonucu verilmiştir. Makro gözlemlerde, genellikle pembe, yeşil, gri renkli bir çimento içersinde beyaz renkli pljiyoklas, az hornblend ve biyotit kristallerinden meydana gelen bir kaya özelliği gösterir. Kırılma yüzeyi pürüzlü, taze yüzeyi daha koyu tonlarda bulunmaktadır. Formasyon Örenköy'den doğuya doğru 200m ile 600m arasında değişen kalınlıklar göstermektedir. Bartın yakınlarında 100-200m arasında kalınlığı değişmektedir (Yergök vd. 1987).

### **3.1.2.13 Liman Formasyonu**

Bölgede (Krl) olarak simgelenen Liman Formasyonuna ilk isim Tokay (1949) tarafından verilmiştir. Liman Formasyonunun tip kesitini doğuda Belendağ dolayında izlemek mümkündür. Liman Formasyonu tüfit, aglomera ar dalanmasından meydana gelmektedir. Ancak daha az olarak kumtaşı, kiltası, silttaşı ar dalanması bu birimde yer alır. Liman Formasyonunun rengi tüflerin baskın olduğu kesimlerde kirli sarı, açık sarı, kırmızı, konglomera seviyelerinin baskın olduğu kesimlerde gri, kül rengi, kumlu seviyelerin olduğu kesimlerde yeşil, haki renklerde dir. Birimin kalınlığı 230 m'ye kadar ulaşmaktadır (Yergök vd. 1987).

### **3.1.2.14 Kale Formasyonu**

Bölgede (Krk1) olarak simgelenen Kale Formasyonuna ilk isim Tokay (1949) tarafından verilmiştir. Kale Formasyonunun tip kesiti Ereğli-Zonguldak karayolu boyunca, Yörüklüsoğan köyü yakınlarında, Aydınlar köyü kuzeyinde Kasanlar tepe dolayında net olarak izlenmektedir. Kale Formasyonu genellikle marn, kiltası, tüf ar dalanmasından meydana gelmektedir. İçersinde ilginç menevişli yapılar ile tanınmaktadır. Kale

Formasyonunda taneler karbonatlı bir çimento ile sıkı tutturulmuştur. Kale Formasyonunun yaşı Kampaniyen'dir (Yergök vd. 1987).

### **3.1.2.15 Sarıkorkmaz Formasyonu**

Bölgede (Krsa) olarak simgelenen Sarıkorkmaz Formasyonuna ilk isim Tokay (1949) tarafından verilmiştir. Sarıkorkmaz Formasyonunun tip kesit verdiği yer Örenköy güneybatısıdır.

Ereğli senklinalinin iç kesimi, Ocaktaş mahallesi ile Hilmihoca çiftliği arasındaki karayolu güzergahı bu istifin tip yerleridir. Sarıkorkmaz Formasyonu kumtaşı, silttaşı, kiltası araldanmasından meydana gelir. Bu litolojilere ilave olarak konglomera çok nadir olarak tuf ara seviyeleride mevcuttur. Çimentolarınma genellikle fazla gelişmemiştir. Rengi genellikle haki olup bazı kesimlerde yeşil, sarı, kirli beyaz renklerde bulunmaktadır. Formasyonu 150m kadar bir kalınlık göstermektedir. Formasyonun yaşı Kampaniyen olarak verilmektedir (Yergök vd. 1987).

### **3.1.2.16 Alaplı Formasyonu**

Bölgede Alaplı Formasyon adlanması ilk olarak Tokay (1949) tarafından yapılmıştır. Alaplı Formasyonunun tip kesit yeri Alakilise dolayında, Aydınlar çayında görülmektedir. Alaplı Formasyonu genellikle birçok yede marn olarak izlenir. Ancak ara katkı olarak killi kireçtaşı, kiltası, tuf, nadir sütteaşı, kumtaşı ara seviyeleri mevcuttur. Kurucaşile dolayında marn-kiltası araldanması çok yaygındır. Ereğli yakın çevresinde marn ve killi kireçtaşı çok baskın olarak yer almaktadır.

Alaplı formasyonunun rengi genelde beyaz, açık sarı, nadir pembe, kızıl, yeşil olmaktadır. Batıdan başlayacak doğuya doğru kalınlık 80m'den 250mm'ye doğru artmaktadır. Alaplı formasyonun önemli özelliklerinden bir tanesi içersinde bol miktarda fosil kavkısı içermesidir. Formasyonun yaşı Maestrihtiyen'dir (Özkoçak vd. 1978).

## **Örencik Kireçtaşı Üyesi**

Bölgede (Kraö) olarak simgelenen formasyonun adlanması ilk olarak Yergök vd. (1987) tarafından verilmiştir. Örencik kireçtaşı üyesinin tip kesiti Alakilise köyü kuzeyinde Yazıcılar çayı dolayından itibaren başlayarak, batıya doğru devam eden kesit boyunca alınmaktadır. Genellikle kumlu-killi kireçtaşı karbonat çimentolu kumtaşı kilitaşı ardalananmasından meydana gelir. Tanelerin boylanma ve derecelenmesi kötü gelişmiştir. Mikritik çimentolu olup, gri kirli sarı duman rengindedir. Tabakalanma orta-masif katmanlamalıdır. Tüm istif çok güzel mostra vererek kolaylıkla takip edilmesine karşı katmanlanma net olarak izlenmemektedir. Alaplı formasyonunun içerdiği fosillere göre, Örencik kireçtaşı üyesi Maestrichtiyen yaşındadır (Yergök vd. 1987).

## **Cangaza Bazalt Üyesi**

Bölgede (Kraç) olarak simgelenen formasyonun adlanması Yergök vd. (1987) tarafından verilmiştir. Alaplı Formasyonun üst kesimlerinde yer alan Cangaza Bazalt Üyesinin tip kesit verdiği yerlerde genellikle lav akıntısı, dayk ve tuf olarak görülmektedir. Birim tipik kesiti Cangazı (Çangırı) köyü güneyidir. Cangaza Bazaltları; genellikle plajiyoklas, piroksen, bazaltik horblend (titanlı amfibol), olivin fenokristallerinden meydana gelmektedir. Kayaç içerisindeki veziküller zeolit (analsim) karbonat mineralleri tarafından doldurulmuştur. Cangaza Bazalt Üyesi Alaplı Örencik Kireçtaşı Üyesi üzerine ani bir lav akıntısı olarak gelmektedir. Bazaltik lav akıntısının rengi kurşuni, siyah renklindedir. Olivin minerallerinin bozuşması sonucu hafif yeşil renk tonlarıda bulunmaktadır. Alaplı Formasyonunun Cangaza Bazalt Üyesinin yaşı Maestrichtiyen olarak verilmektedir (Yergök vd. 1987).

### **3.1.3 Senozoyik Yaşlı Birimler**

Batı Karadeniz Bölgesinde Senozoyik yaşlı birimler olarak, Yahyalar Formasyonu, Çaycuma Formasyonu ve Alüvyon birimler ile dolgu birimler yer almaktadır.

#### **3.1.3.1 Yahyalar Formasyonu**

Bölgede Bartın ve Zonguldak arasında izlenmesine karşın, Ereğli dolayında izlenmemektedir. Alt kesimleri kırmızımsı şarabi renkli killi kireçtaşı, üst kesimleri ise açık sarı renkli kireçtaşı

istifi olarak izlenir. Kalınlığı 100-150m dolayında olup, Alaplı Formasyonu üzerinde tedrici geçişli olarak yer almaktadır (Orhan 1995).

### **3.1.3.2 Çaycuma Formasyonu**

Bölgede Ereğli-Zonguldak ve Bartın güneyinde gözlenmektedir. Açık sarı, beyaz kirli, kumtaşı, silttaşı, kiltası ardalımalı türbiditik özellikler gösteren aglomera, tuf ve marn ara seviyeli bir istifdir. Kalınlık 1200m dolayında olmakta, taban ilişkisi Yahyalar Formasyonu ile geçişlidir. Ayrıca birim içinde Zonguldak ve Bartın yöresinde mostra veren aglomera, tuf ve marn'dan oluşan İlev volkanik üyesi ayırtlanmaktadır. Formasyon litolojik olarak; aşınan, taşınan ve volkanik patlamalarla çökme havzasına ulaşan malzemelerden meydana gelen, türbiditler olarak yorumlanabilir. Biriminin yaşı Alt-Orta Eosendir (Orhan 1995).

### **3.1.3.3 Alüvyonlar**

Bölgede bulunan alüvyon ve plaj çökelleri, bölgedeki önemli dere-çay yatakları ve bunların deniz ile birleşim yerleri, kıyı şeridi ve dere yataklarında görülmekte olup, akarsu çökelleri ile plaj çökelleri girişimli olarak oluşmuşlardır. Bölgedeki plaj çökellerinin ilksel litolojileri, genellikle açık renkli olup kuvars kumu ağırlıklıdır. Plaj çökelleri ise kömür atıklarından dolayı kirlenerek, gri-siyah renkli bir durumda gözlenmektedir.

## **3.2 İNCELEME ALANI JEOLJİSİ**

İnceleme alanının bugüne kadar yapılan jeolojik-jeoteknik çalışmalar sonucunda; Alacağzı Formasyonundan (Ka), Kozlu Formasyonundan (Kk), Karadon Formasyonundan (Kka), Zonguldak Formasyonundan (Jkrz), Kilimli Formasyonundan (Krk), Kuvaterner yaşlı Alüvyon çökellerden (Qal) ve deniz kenarı ile kıyı kesimine yakın olan bazı alanların dolgu malzemesinden (d) meydana geldiği anlaşılmaktadır (Şekil 3.1).

### **3.2.1 Alacağzı Formasyonu(Ka)**

İnceleme alanında (Ka) olarak simgelenen birim inceleme alanının Güney ve Güneydoğusunda kalan alanlarda yer almaktadır. Birim ilk defa Ralli (1932) tarafından, Alacağzı Formasyonu olarak adlandırılmış olup, (Ka) ile simgelendirilmiştir (Ralli 1932).

Alacağzı Formasyonu'nda istiflenme; kumtaşı, kıltaşı, silttaşı, şeyl, kömürlü şeyl tabakaları ve kömür damarlarının ardanmasından oluşmaktadır. Formasyonda daha çok kıltaşı ve silttaşı seviyeleri hakim olmaktadır.

Birimin rengi genellikle gridir. Birimin kumtaşları iyi boylanmalı olup, silttaşı ve kıltaşları şeyl özelliğindedir. İstifin üst seviyelerinde, ekonomik öneme sahip olmayan, yanıl yayılmaları sınırlı ve merceksel şekilli ince kömür damarları bulunmaktadır (Bulkan 2000). Formasyonun kalınlığı 600m kabul edilmektedir. Birim Alt Karbonifer Namuriyen yaşlı olmaktadır (Özler vd. 1992).

### **3.2.2 Kozlu Formasyonu (Kk)**

İnceleme alanında (Kk) olarak simgelenen birim İnceleme alanının Güney ve Güneydoğusunda kalan alanlarında yer almaktadır. Kozlu Formasyonu konglomera, mikalı kumtaşı, killi kumtaşı, kumtaşı, silttaşı, kıltaşı, şeyl tabakaları ile ve kömür damarlarının ardanmasından oluşmaktadır. Konglomeralar genellikle iyi yuvarlaklaşmış kuvarsit, magmatik ve metamorfik kayalardan oluşmaktadır (Orhan 1995).

Kumtaşları genellikle kaba-orta tanelerden oluşmaktadır. Tabaka kalınlıkları ise ince ve kalın tabakalı arasında değişmektedir. Kömür damarlarının tavan ve tabanında genellikle kıltaşı ve silttaşından oluşan ince bir seviye bulunmaktadır. Kömür damarlarının kalınlıkları 0.50m'den 6.00m'ye kadar ulaşabilmektedir.

Bu birim, Zonguldak Havzası Kozlu bölgesinde tip kesitinin mostrasını verdiği için Kozlu Formasyonu olarak adlanmıştır (Orhan 1995). Zonguldak Havzasında Armutçuk ve Alacağzı, Zonguldak, Kozlu, Üzümez, Karadon kömür üretim bölgelerinde görülmektedir. Birim üretilebilir özelliklere sahip 25 adet kömür damarı içermektedir (Buzkan 1997).

### **3.2.3 Karadon Formasyonu (Kka)**

İnceleme alanında (Kka) olarak simgelenen birim litolojik olarak konglomera, kumtaşı, silttaşı, kıltaşı ve kömür damarlarının ardanmasından oluşmaktadır. Konglomeraların kırıntılı bileşenleri genellikle kireçtaşı, kuvarsit ve granit kökenlidir. Kumtaşları kaba taneliden ince taneliye kadar değişen boyutlardadır. Karadon Formasyonu içinde, belli



kalınlıklara ulaşan şiferton (refrakter kil, diyajenez geçirmiş kaolinit) üretimi yapılabilmektedir (Hoşgörmez 1996). Birimin kalınlığı 600-700m arasında değişmektedir. Karadon Formasyonu genellikle Zonguldak, Kozlu, Üzülmaz, Karadon, Sapça, Pelitovası ve Bartın dolaylarında yüzeylenmektedir. En belirgin tip kesitinin mostraları Karadon Yöresinde bulunduğundan dolayı bu şekilde adlandırılmaktadır (Özler vd. 1992).

### **3.2.4 Zonguldak Formasyonu (Jkrz)**

İnceleme alanında (Jkrz) olarak simgelenen birim İnceleme alanının Doğu ve Batı kesiminde bulunan alanlarında yer almaktadır. Zonguldak formasyonu genelde parçalı kireçtaşı, kumtaşı, kıltaşı ve konglomera birimlerinden oluşmaktadır. Zonguldak Formasyonu ilk kez Tokay (1955) tarafından adlanmıştır. Yergök ve diğerleri (1987) aynı adlamayı kullanmışlardır. Orhan ve Canca (1989) tarafından Zonguldak Formasyonu; Öküşne Kireçtaşı Üyesi, İncüvez Kırıntılı Üyesi, Kapuz Kireçtaşı Üyesi olarak üç üyeye ayrılmıştır. Zonguldak Formasyonu; kalınlığı 15-50m arasında değişen bir taban konglomerasıyla başlamaktadır. Karbonat çimentolu olan bu karbonat seviyesi Paleozoyik (Silüriyen, Devoniyen, Karbonifer) yaşlı birimlerin çakıllarından oluşmaktadır (Özen 2000). Birimin yaşı Üst Jura-Alt Kretase Malm-Barremiyen-Alt Apsiyen olmaktadır (Yergök vd. 1987).

### **3.2.5 Kilimli Formasyonu (Krk)**

İnceleme alanında (Krk) olarak simgelenen bu formasyonun ismi, ilk kez Zonguldak dolayının jeolojisi isimli raporunda Saner ve diğerleri (1980) tarafından verilmiştir (Yergök vd. 1987). Formasyon litolojik olarak kıltaşı, killi-kumlu kireçtaşı, karbonatlı kumtaşı, kumtaşı, silttaşı ve marn araldanmasından oluşmuş filiş karakterlidir. Kilimli Formasyonu Zonguldak doğusunda Kilimli ilçesi ve Amasra dolaylarında sıkça izlenir. Kilimli yöresi ve civarında kumlu kireçtaşı, kumtaşı, silttaşı, kıltaşı araldanmasından oluşan bir istif sunar. Birimin rengi gri, kurşuni, sarımsı ve bejdir. Birim genelde yatay ve çapraz tabakalı olup, tabakalar ince-orta kalınlıktadır. Yüzey çalışmalarına göre formasyonun kalınlığının 700m kadar olduğu tahmin edilmektedir (Oktu vd. 1994). Kilimli Formasyonu çökme ortamı olarak değişik alanlarda değişik özellikler gösterir. Sığ plaj kumlarından derin deniz ortamına kadar çökelen birimleri temsil eder. Kilimli formasyonu ile birlikte marn ve kıltaşı araldanmasından oluşan Tasmaca üyesi de yer almaktadır. Birim, ilk defa Siyako ve diğ. (1981) tarafından formasyon düzeyinde incelenmiştir.

### 3.2.6 Alüvyon (Qal)

İnceleme alanında (Qal) olarak simgelenen alüvyon birimi, inceleme alanında yer alan önemli dere-çay yatakları ve bunların deniz ile birleşim yerleri, kıyı şeridi ve dere yataklarında yer yüzeylenmekte olup, akarsu çökelleri ile plaj çökelleri girişimli olarak oluşmuşlardır. İnceleme alanında çakıl, kum, kil, silt ve yer yer çamur çökellerinden meydana gelen alüvyon birimi, ince taneliden iri taneliye kadar gözlemlenmektedir. Alüvyon birim genelde beyaz, gri, ve kahverengi renkli olup, kohezyonsuz, gevşek zemin özelliğindedir.

### 3.2.7 Dolgu (d)

İnceleme alanında deniz kenarı ile kıyı kesimine yakın olan alanlar genelde silt-kil karışımı kömür curufu ve pasasından oluşan dolgu malzemesinden meydana gelmektedir.

## 3.3 TEKTONİK

İnceleme alanı, jeolojik zaman boyunca çeşitli orojenik hareketlere maruz kalmıştır. Bunlar, kaya tabakalarının faylanması ve kıvamlanmasına yol açmışlardır. Bölgedeki deformasyon eksenleri genellikle deniz kıyısına paraleldir. Eksen doğrultuları genellikle D-B veya KB-GD dur. Buna göre, bölge, K-G ve KD-GB yönlü basınç gerilmelerine maruz kalmıştır.

Mesozoik'in başından beri, erken Aîp dağoluşum (orojenez) hareketleri bölgede etkili olmuştur. Aîp dağoluşumu sırasında meydana gelen yoğun kıvamlanma ve faylanmalar dolayısı ile, daha önceki orojenik deformasyonlar çoğu kez tanınmaz hale gelmiştir. Alp dağoluşumu sırasında kıta tedricen alçalmıştır. Kretasen'in başlarından itibaren, Ereğli - Zonguldak - Devrek -Kurucuşile zonu karmaşık bir çökme modeli sergilemiştir. Yükselme ve alçalmalar, blok hareketleri ve yaygın volkanik etkinlik meydana gelmiştir. Bunun bir kanıtı, yöredeki uyumsuzluklar (jeolojik kayıttaki kopukluklar) dır. Aslında, bölge halen tektonik yönden etkindir.

Zonguldak büyük bir senklinalin aksında yer almakta olup, bir erozyon penceresi sayesinde Paleozoik (Kozlu ve Karadon formasyonları) yüzeylenmektedir. Senklinalin aksı doğu - batı doğrultulu olup, kuzey kanadı Karadeniz'in altında kalmıştır.

### 3.4 STRATİGRAFİ

Batı Karadeniz bölgesi, Paleozoik (Silüryen) den Kuaterner'e kadar uzanan karmaşık bir stratigrafi sergilemektedir. Silüryen, Kuarsit, mikrokonglomera, konglomera ve kumtaşından oluşan bir formasyonla temsil edilir. Sık sık diyabaz ve andezit daykları ile kesilmiş olan bu formasyonun tipik yüzlekleri, Zonguldak'ın batısında, Ereğli dolayında görülür. Metakiltaşı, metasilttaşı ve metakumtaşı aralanmalarından oluşan ve kireçtaşı mercekleri içeren Devoniyen formasyonu, Silüryenin üzerine uyumlu olarak gelir. Bu formasyon da dayklarla kesilmiştir. Zonguldak'ın güneyindeki granit sokulumu Devoniyen yaşlıdır. Devoniyen formasyonunun üzerine üst Devoniyen - alt Karbonifer yaşlı kireçtaşları, dolomitik kireçtaşları ve dolomitler uyumlu olarak gelmekte, bunları da kiltaşı, silttaşı ve kumtaşından oluşan Karbonifer (Namuriyen) yaşlı bir formasyon izlemektedir. Üst Karbonifer (Westfaliyen), Zonguldak ve dolayında gözlemlenebilen iki ardışık formasyon (Kozlu ve Karadon) ile temsil edilmektedir. Bu formasyonların önemi, çok zengin taşkömürü rezervlerine sahip olmalarıdır. Kozlu formasyonunun litolojileri mikalı ve karbonatlı kumtaşı, orta-taneli kumtaşı, kaba-taneli kumtaşı, konglomeratik kumtaşı, masif veya yatay tabakalı konglomera, organik çamurtaşı ve kömürdür. İnceleme alanında da gözlemlenen bu kıtasal formasyonun tipik rengi sarıdır. Kozlu formasyonunun üzerine, uyumlu olarak, yine aynı yaşlı Karadon formasyonu gelmektedir. Bu formasyon, sarı-turuncu, münavebeli kumtaşı ve konglomera ile kömürden meydana gelir. Karadon formasyonu, proje alanında gözlemlenmemektedir.

Bölgesel stratigrafide, bunların üzerine, uyumsuz olarak, bir Permian - Trias (kırmızı kumtaşı ve kiltaşı) ve bir Lias - Dogger formasyonu (esas olarak kumtaşı, silttaşı ve kiltaşı) gelmektedir. Bunların üzerine de, yine uyumsuzlukla, üst Jura (Malm) - alt Kretase yaşlı Zonguldak formasyonu gelmektedir.

Diğer yandan, proje alanında, Zonguldak formasyonu, doğrudan doğruya Kozlu formasyonunun üstüne gelmektedir. Zonguldak formasyonu üç üyeye ayrılmıştır, öküşne kireçtaşı üyesi, Zonguldak Paleozoik'inin kuzeyini kuşatır. Altındaki Paleozoik'in üzerinde uyumsuzlukla yer alan bu üye, tipik olarak kireçtaşı aratabakalı konglomera seviyeleri ile başlar. Yukarı doğru, kireçtaşı hakim litoloji haline gelir. Bu üye içinde, kireçtaşı, kumlu kireçtaşı, dolomitik kireçtaşı, ve daha seyrek kumtaşı ve konglomera birimleri bulunur. Gri - kahverengi, bazen kızıl renklidir.

Zonguldak formasyonunun inciğez (incivez) klastik üyesi, Öküşme kireçtaşının üzerine gelir. Zonguldak - Kozlu yolu üzerinde, Zonguldak çıkışındaki benzin istasyonlarının yanındaki bir yarmada, Öküşme'den Inciğez'e geçiş görülebilmektedir. Geçiş, azalan karbonat içeriği ve artan kumtaşı tabakaları sıklığı şeklindedir. Renk, yeşil ve kırmızıya döner. Bu üye, münavebeli konglomera, karbonatlı kumtaşı, kumtaşı ve kireçtaşı tabakaları içerir. Klastik seviyeler çok kuvvetli çimentolanmamıştır.

Zonguldak formasyonunun en üst üyesi, Kapuz kireçtaşıdır. Bu birim gri-siyah, krem veya kahverengi renklerde olup, yaygın karstik erime şekilleri sergiler. Inciğez'den Kapuz'a tedrici geçiş, artan karbonat içeriği ile karakterize olur.

Kilimli formasyonu, Zonguldak formasyonunun üzerine uyumlu olarak gelir ve inceleme alanının yalnızca en doğu ucunda, Kilimli yakınlarında gözlemlenir. Kapuz kireçtaşı ile yatay ve dikey geçişlidir. Münavebeli kumlu kireçtaşı, kumtaşı, silttaşı ve kiltası seviyeleri sergiler. Açık - koyu gri, nispeten zayıf çimentoludur. Tabakalaşma çok belirgin değildir. Kilimli formasyonunu, Kretase serisine ait bir çok formasyon izler. Kretasenin üzerine ise Tersiyer (Faleosen - Eosen ve Neojen) formasyonları gelmektedir. Bu formasyonlara proje alanında rastlanmadığından, daha fazla değinilmeyecektir.

Kuaternerde, atmosfer koşulları ve cazibe etkisi ile kaya yüzlekleri mekanik ve kimyasal ayrışma ile taşınmaya maruz kalmışlardır. Zonguldak civarında hakim engebeli arazi yapısından dolayı, dik kaya şevlerinin eteklerinde yamaç molozu sıkça görülür. Bunlar genellikle, kum veya kil matrisi içinde, köşeli – yarı köşeli blok ve çakıllardan oluşur. Bazen ileri derecede ayrışmadan dolaya kaba taneler (blok, çakıl) kaybolmuş olabilir.

### **3.5 YERALTI SUYU**

Atıksu arıtma tesisi sahasında yeraltı suyu oldukça sığdır (deniz seviyesinde veya biraz üstünde). Bu alanda yeraltı suyu denizle girişimli olmakla birlikte bir miktar da karadan beslenmektedir.

Güzergah boyunca, limana yakın bir noktadaki TM-2 dolayında yeraltı suyu yüksektir (yaklaşık 4.5 m derinlikte). Burada da deniz suyu ile girişim söz konusudur. TM-2 den batıya doğru ilk 700-800 m boyunca, ayrıca Liman ve Gazipaşa Caddesi boyunca da yeraltı suyu

seviyesi sığ ve denizle irtibatlı olabilir. Proje alanındaki iki dere (Üzülmez ve Çaydamar) boyunca, özellikle Üzülmez deresinin güney kenarı boyunca da yeraltı suyu çok derinde değildir.

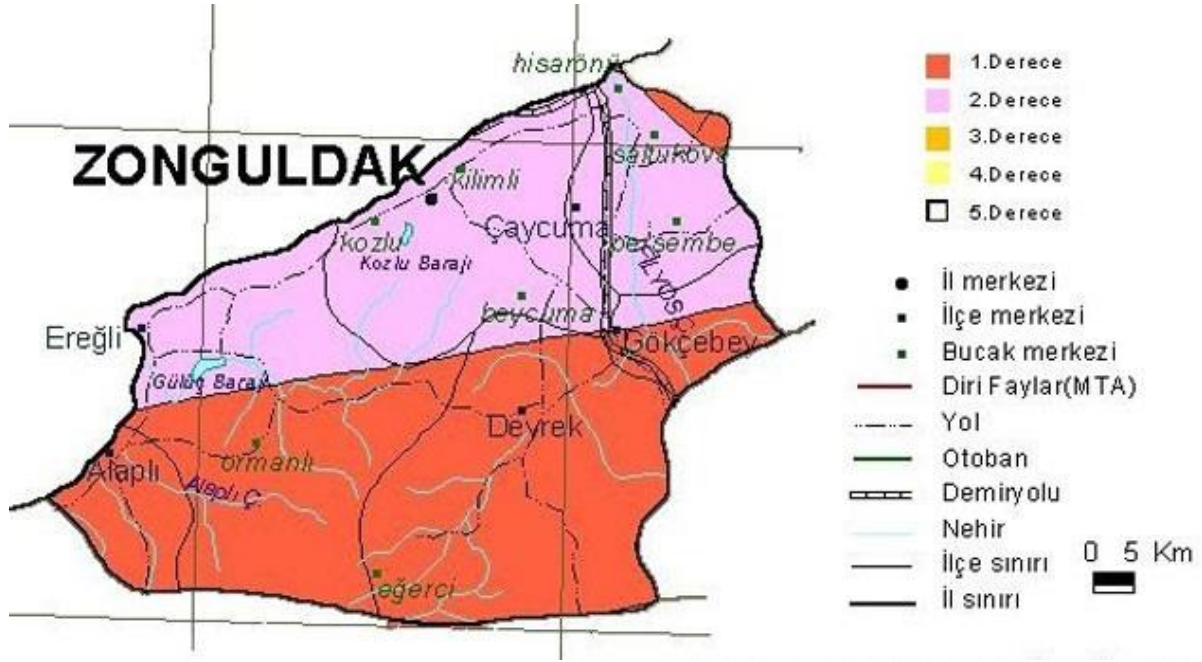
TM-4 pompa istasyonu sahasında yapılan sondajda yeraltı suyuna rastlanmıştır. Yeraltı suyu seviyesi, yaklaşık deniz seviyesindedir ve girişim mümkündür. Ancak, esas olarak, sahanın güneyindeki alüvyon düzlüğünün suyunu denize boşaltmasından dolayı, denize doğru bir hidrolik eğim olduğu düşünülmektedir.

TM-5 pompa istasyonu sahasında da benzer şekilde alüvyon düzlüğünün denize boşalması söz konusu olmalıdır. Burada yeraltı suyu derinliği 7.85 m (+13.5 m kotunda, yani proje alanında rastlanan en yüksek su seviyesi) dir.

Yukarıda sözü edilen pompa istasyonu sahalarının ikisinde de yeraltı suyu seviyesi, kazı seviyesinin altında kalacaktır. Güzergahın diğer kesimlerinde yeraltı suyuna rastlanmamış ve rastlanması beklenmemektedir. İstisnai olarak, tesisat kaçakları, yüzeyden sızma gibi durumlarda mevzi olarak yeraltı suyuna rastlanabilir.

### **3.6 DEPREMSELLİK**

Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından yayımlanmış olan Türkiye Deprem Bölgeleri Haritasına (1996) göre, proje alanı ikinci derece deprem bölgesindedir (Şekil 3.3).

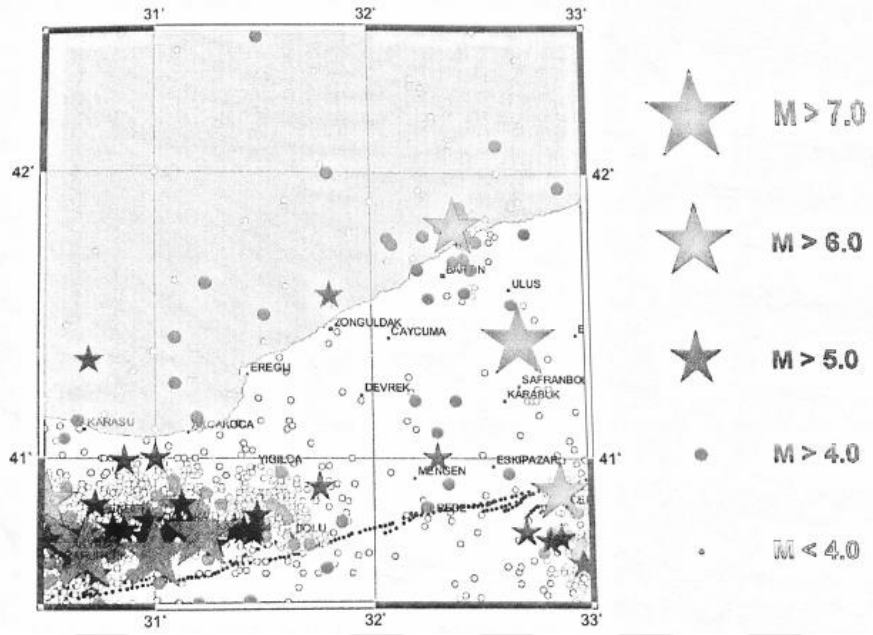


Şekil 3.3 Zonguldak Deprem Bölgeleri Haritası.

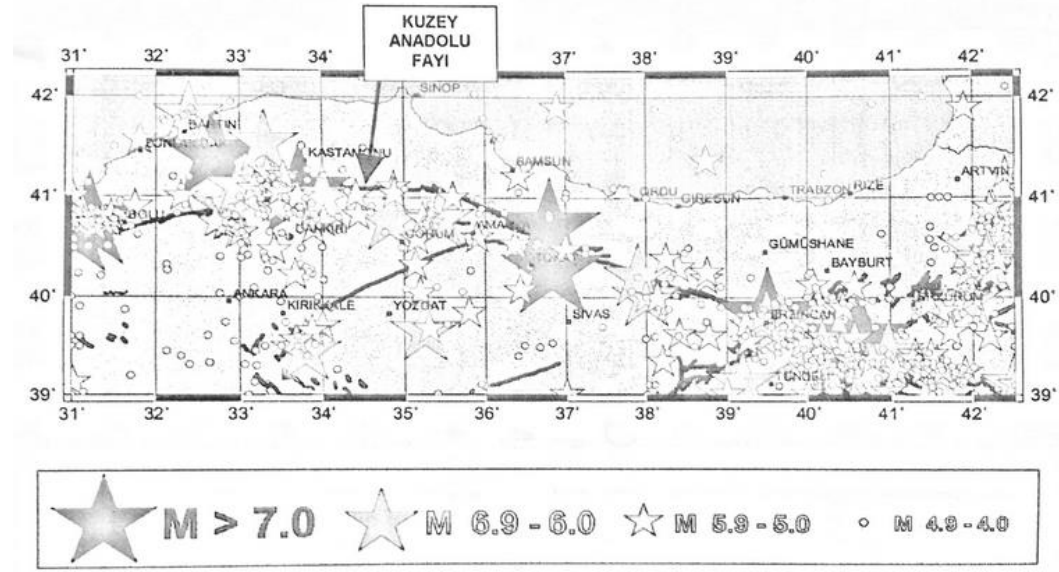
Proje alanında bilinen diri fay yoktur. Sahanın depremselliği esas olarak Kuzey Anadolu Fay Zonu'na (KAFZ) bağlıdır. KAFZ, sahanın yaklaşık 80 km güneyinde olup, dünyanın en etkin yanal atımlı faylarından biridir.

Bölgede, KAFZ dışında da depremler meydana gelebilmektedir. 1987 yılında, merkez üssü Zonguldak'ın 40 km doğusundaki Bartın yakınında olan,  $M=7,2$  büyüklüğünde bir deprem meydana gelmiştir.

Zonguldak ve Dolayında kaydedilmiş depremlerin episantr dağılımı da incelenmiştir (Şekil 3.4). Bütün Karadeniz bölgesinin depremselliğini ve Kuzey Anadolu Fayının konumunu incelenmiştir. Belirlenen saha içinde aletsel dönemde kaydedilmiş  $M > 4,0$  büyüklüğündeki depremlerin azalan büyüklük sırasında listelenmiştir (Şekil 3.5).



Şekil 3.4 Zonguldak ve Dolaylarında Kaydedilmiş Depremlerin Episantr Dağılımı.



Şekil 3.5 Karadeniz Bölgesinde Kaydedilmiş Depremlerin Episantrlarının Dağılımı.





## BÖLÜM 4

### KENTSEL ALTYAPI KANALİZASYON SİSTEMİNDE YER ALAN TESİSLERİN JEOLOJİK - JEOTEKNİK TASARIM KRİTERLERİ

Kentsel yerleşim bölgelerinde bulunan her türlü binalardan, sanayi kuruluşlarından, sokak ve caddelerden gelen sıvı ve atıksuları toplamaya, uzaklaştırmaya ve arıtma tesislerine iletmeye yarayan, yeraltına döşenen birbiri ile bağlantısı olan kanal sistemine kanalizasyon denilmektedir. Modern kentleşme sürecinde yapılması zorunlu olan kanalizasyon sistemleri yerleşim alanlarının en yüksek kotundan en düşük kotuna kadar ve atık suların bertarafı için arıtma tesisine kadar olan alanların projelendirilmesini kapsamaktadır. Kanalizasyon altyapı sistemlerine ait akış şeması şekil 4.1'de ve jeoteknik tasarıma ait genel akım şeması (Yılmaz 1999) şekil 4.2'de verilmekte olup, bir kanalizasyon sisteminde genel olarak yer alan tesisler şu şekilde sıralanmaktadır;

- Şebeke Hattı
- Toplayıcı Hattı
- Kolektör Hattı
- Terfi Merkezi
- Fosseptik
- Arıtma Tesisi
- Deşarj Hattı

#### 4.1 ŞEBEKE HATTI

Kentsel altyapı kanalizasyon sistemlerine ait şebeke tesisi kentsel yerleşim birimlerinden gelen kullanılmış su ile yağmur suyunun toplanmasında kullanılan borulu iletim hattıdır. Şebeke iletim hatları imar planı sınırları içinde kalmaktadır. Kanalizasyon sistemi şebeke iletim hatları, içmesuyu sistemi şebeke hatlarından daha alt kotlarda yer almaktadır.

Kanalizasyon altyapı sistemi şebeke iletim hatlarına ait uygulama kazı imalat derinlikleri genelde 2-3 m. bazen de 4-5 m. civarında olmaktadır. Kanalizasyon altyapı sstemi şebeke iletim hattına ait boruların çapı genelde 200 mm. olarak belirlenmekte ancak kentsel yerleşim alanının nüfusuna göre 200 mm.'den de büyük çaplı borular döşenmektedir.

Kanalizasyon altyapı sisteminde yer alan şebeke iletim hatları için hem araştırma çukurlu hem de sondajlı çalışmalar planlanmaktadır. Planlamada, şebeke hatlarının uzunluğundan çok, kapladığı alan göz önüne alınmakta ve alanı temsil edecek değerlere ulaşılması amaçlanmaktadır. Genellikle hafif ve sığ derinlikte (2-4 m.) yapılar söz konusudur. Genel bir yaklaşım olarak şebeke hattının üzerinde yer alması şartıyla her km<sup>2</sup>'ye 10 (on) sondaj açılması planlanmakta, sondaj derinliği olarak da 4-6 m. yeterli olmaktadır.

#### **4.2 TOPLAYICI HATTI**

Kentsel altyapı kanalizasyon sistemi şebeke hatlarından gelen atık suyun birleşip, kollektör hattına iletiildiği daha merkezi alanlarda yer alan ve geniş çaplı borulu iletim hatlarıdır. Toplayıcı hatlarının jeoteknik tasarım planlaması şebeke hatlarıyla aynıdır. Kanalizasyon altyapı sistemi toplayıcı hattı tesisi borularının çapı genelde 300 mm.olarak belirlenmekte ancak kentsel yerleşim alanının nüfus yoğunluğuna bağlı olarak 300 mm.'den de büyük çaplı borular döşenmektedir.

#### **4.3 KOLLEKTÖR HATTI**

Kanalizasyon altyapı sistemlerine ait iletim hatları tesislerinden gelen tüm atıksuyu arıtma tesisine ya da deşarj noktasına götüren daha büyük çaplı borulu iletim hattıdır. Genellikle imar planı dışında yer alırlar. Derinlikleri 1 m + boru çapı olarak belirlenir ve 4-5 m. derinliğe kadar ulaşmaktadırlar. Kollektör hatlarında döşenecek boru çapına ve kazı derinliğine bağlı olarak ataştırma çukuru ve sondaj yerleri belirlenir. Kollektör iletim hattı üzerine gelecek şekilde planlanan sondaj derinlikleri genel olarak 6-10 m. arasında değişmektedir.

Kanalizasyon altyapı sistemleri kollektör hattı borularının çapı genelde 400 mm.olarak belirlenmekte ancak kentsel yerleşim alanının nüfusu fazla ise 400 mm.'den büyük çaplı borular da döşenmektedir.

#### **4.4 TERFİ MERKEZİ**

Belirli bir eğimle ilerlemesi gereken kanalizasyon altyapı sistemlerine ait toplayıcı ve kollektör hatlarına ait borulu iletim tesisleri, topoğrafyanın uygun olmaması durumunda oldukça derinlerden geçebilmektedir. Bu durum, belirli noktalarda atıksuyun düşük kottan yüksek kote yükseltip tekrar daha üst seviyelerde eğimli akışın sağlanmasını gerektirmektedir. Bu işlemi yapan pompa tesislerine terfi merkezi denilmektedir. Terfi merkezleri oldukça büyük ve derin yapılar olduğundan terfi merkezi yapılması planlanan bu alanlarda genelde 20 m. derinliğinde en az bir adet zemin sondajı açılmaktadır.

#### **4.5 FOSSEPTİK TESİSİ**

Kentsel altyapı kanalizasyon sisteminde yer alan tüm iletim hatları ve tesisler belli bir eğim ile cazibeli olarak iletilmesi istendiğinden ve ekonomik olarak planlama ve tasarım aşamasında ayrıca ileride işletme maliyetlerini arttırdığından gerek kalmadıkça terfili sistemler tercih edilmemektedir. Kentsel dokuyu bozmadan yerleşim merkezlerinin bulunduğu kanalizasyon altyapı sistemine ait tesislerin iletim hattı güzergahlarının cazibeli olarak planlandığı, küçük ve kenar mahallelerinin ise fosseptik sistemi ile çözülmesinin öngörüldüğü tasarım ve planlamalar ekonomiklik ve kanalizasyon altyapı tesislerinin yerleşim alanlarına uygulanabilirliği açısından tercih edilmektedir.

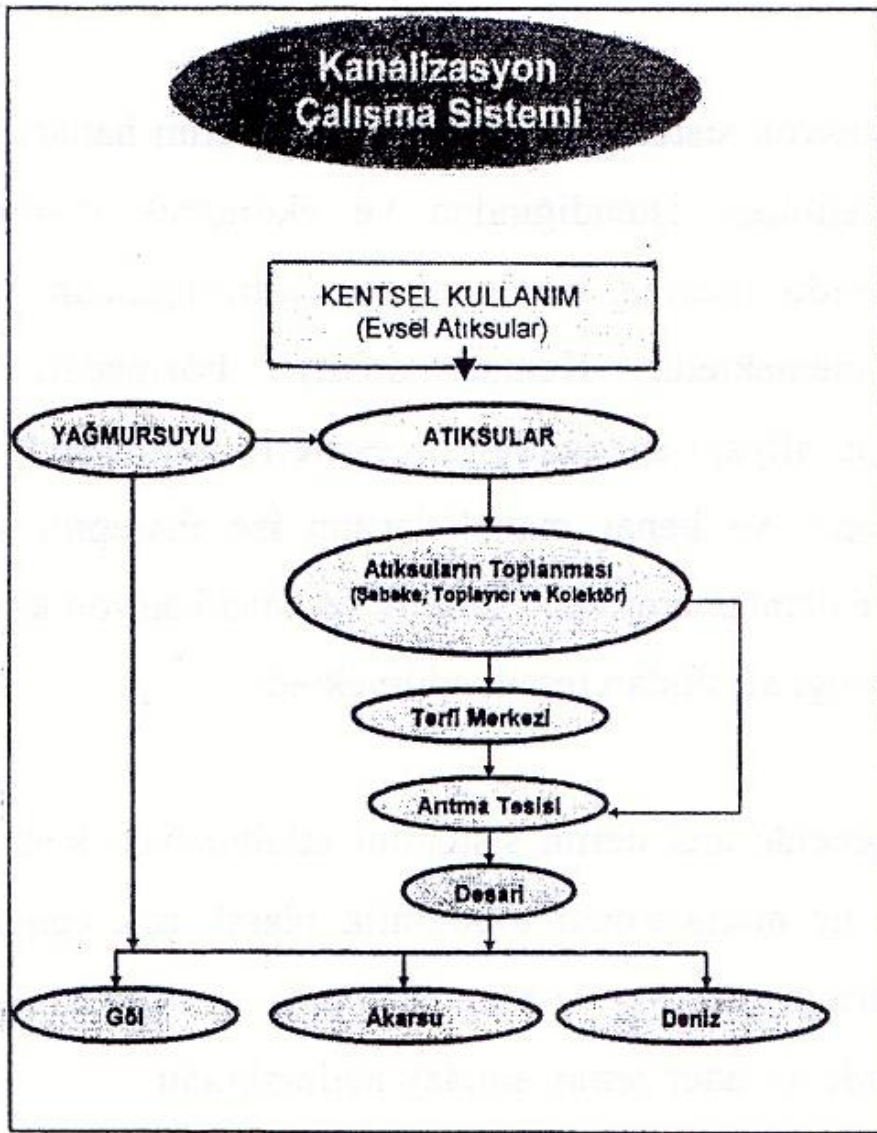
Fosseptik sistemleri genelde ana iletim sistemini etkilemeyen kent merkezinden uzak imar sınırlarına yakın veya uç noktalardaki topoğrafik olarak çok eğimli, dik ve engebeli olan küçük yerleşim alanlarının tasarım ve planlamasında tercih edilmektedir. Bu alanlarda da genelde 6 m. derinliğinde bir adet zemin sondajı açılmaktadır.

#### **4.6 ARITMA TESİSİ**

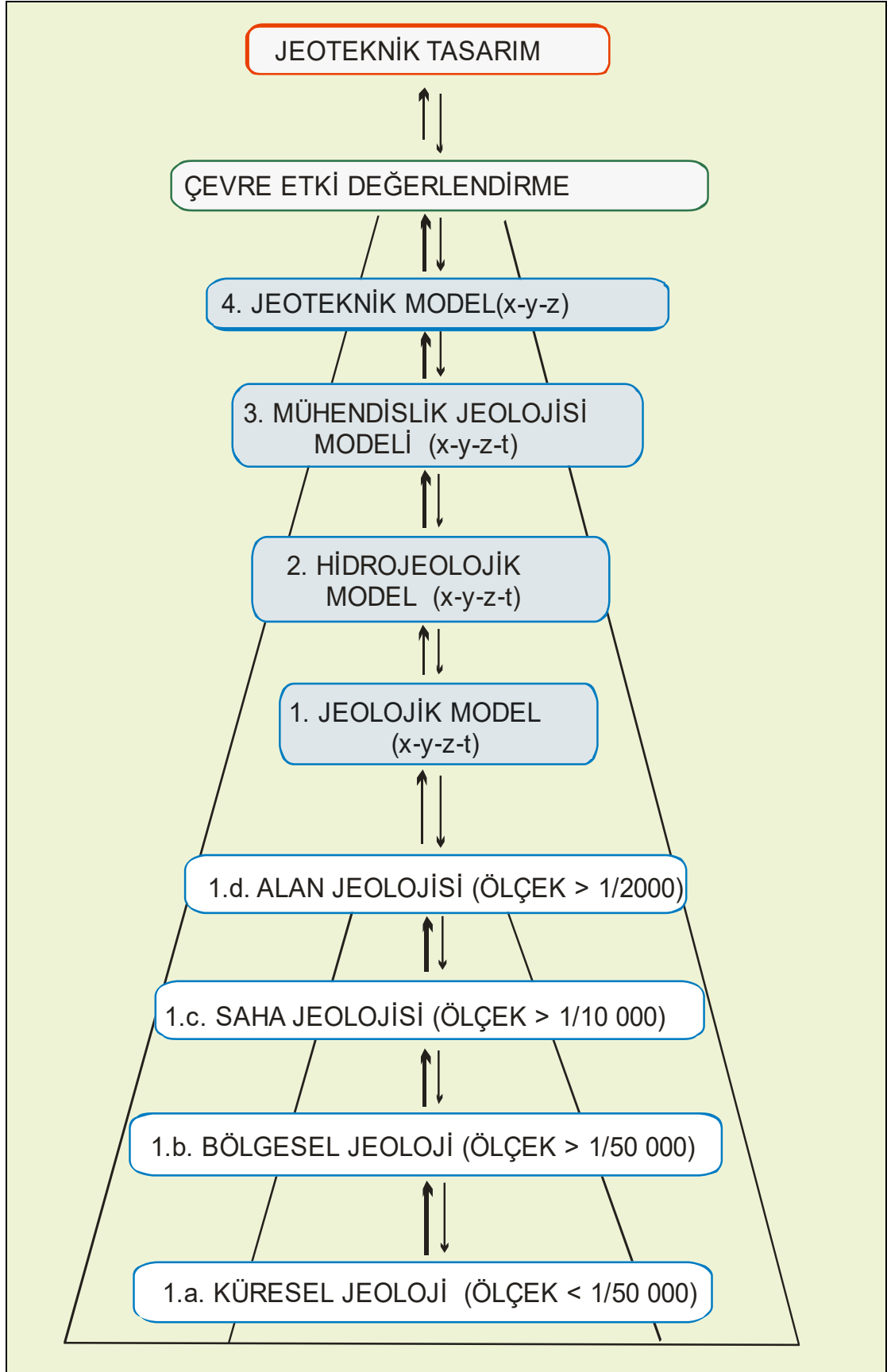
Kentsel altyapı kanalizasyon tesisi sisteminde yer alan atıksuyun içerdiği tehlike ve mahzurları yok etmek amacıyla kullanılan sistemlerdir. Kanalizasyon tesisi sisteminde bulunan atıksu arıtma tesisleri büyük ve derin yapıların yapıldığı tesislerdir. Bu tesisler genellikle düşük kotlu, akarsu, göl ve deniz kenarlarında yer alan alanlar üzerinde planlanmak zorundadır. Bu alanlarda da genelde 20 m. derinliğinde en az iki adet zemin sondajı ve birkaç araştırma çukuru açılmaktadır.

## 4.7 DEŞARJ HATTI

Kentsel altyapı kanalizasyon sistemi arıtma tesisinden arıtılarak çıkan atıksuların deşarj sistemleri ile alıcı ortamlarda (Akarsu, göl ve deniz) seyreltilmek suretiyle uzaklaştırılması bütün dünyada kabul gören ve uygulanmakta olan bir sistemdir. Kanalizasyon altyapı deşarj hattı tesisi nihai olarak arıtma tesisinden çıkan suyun seyreltilmesi amacıyla alıcı ortamlara ulaştırılan iletim sistemidir. Bu alanlarda da alıcı ortam planlamasına göre genelde 3-6 m. derinliğinde zemin sondajı çalışmaları birkaç araştırma çukuru açım çalışmaları yapılmaktadır.



Şekil 4.1 Kanalizasyon altyapı sistemlerine ait akış şeması.



Şekil 4.2 Jeoteknik tasarım akım şeması (Yılmaz 1999).



## BÖLÜM 5

### KANALİZASYON SİSTEMLERİNDE YER ALAN TESİSLERE AİT ALTYAPI UYGULAMA ÇALIŞMALARINDAKİ ESASLAR

Kanalizasyon tesisi altyapı çalışmalarının uygulamasındaki borulu imalatlar belli şartlar altında yapılmalı ve kentsel altyapı tesisi olarak belirlenen alanın zemin parametrelerine göre uygulanacak esaslar dahilinde hareket edilmelidir. Bu amaçla kentsel altyapı kanalizasyon tesisi olarak planlanan alanların 1/5000 ölçekli imar planı paftasında uygulamaya esas kazı derinliklerinin belirlenmesinden sonra bu alanlarda jeolojik-jeoteknik çalışmalar ile arazi ve laboratuvar çalışmaları yapılmakta ve bunun sonucuna göre kentsel altyapı kanalizasyon tesisi olarak belirlenen alanda borulu imalatlar yapılırken yataklama, gömlekleme, drenaj, hendek dolgusu ve hendek tabanı ıslahı, şev ve iksa işlemlerinden tamamı ya da büyük bir kısmı uygulanarak gerçekleştirilmektedir.

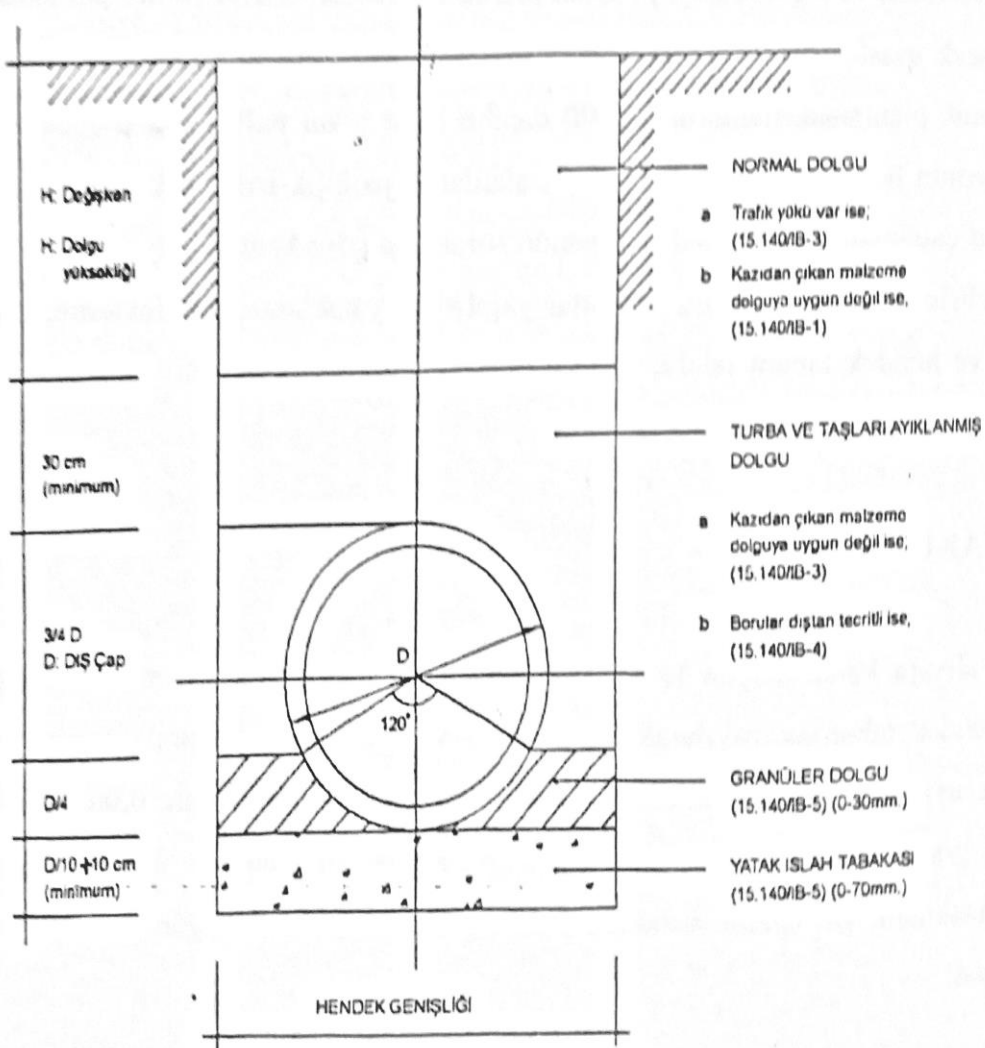
#### 5.1 YATAKLAMA

Kentsel altyapı kanalizasyon tesisine ait borulu imatatlarda borunun üzerine gelecek olan yükün hendek tabanına yayılarak iletilmesini ve bu sayede borunun kırılmasını önlemek amacıyla uygulanan yöntemdir. Hendek tabanı yataklama denen 0,00-30,00 mm. dane çapında granülometrik kum-çakıl veya kırmataş malzemesi ile taban sıkıştırılarak doldurulmaktadır. Bu işleme yataklama denilmektedir (İller Bankası Kanalizasyon Tesisi Özel ve Teknik Şartnamesi).

Kanalizasyon altyapı tesisi borulu iletim hatlarına ait yataklama tipleri kanalizasyon sistemlerine ait borulu imatatlara yapılacağı alanların zemin parametrelerine göre 120 derece veya 180 derece olmak üzere A Tipi, B Tipi ve C Tipi şeklinde belirlenmektedir (Şekil 5.1, Şekil 5.2, Şekil 5.3, Şekil 5.4, Şekil 5.5, Şekil 5.6).

## A TİPİ YATAKLAMA (120 derece zemin yataklamalı)

A tipi yataklama : Boru projesinde 120 derece zemin yataklamalı bulunan hendeklerde, hendek tabanının; yumuşak olması, kaya olması, çok sert olması veya hendek tabanının temizlenemeyecek kadar taşlarla dolu olması halinde yapılmaktadır. Ancak A tipi yataklama yapılan kazı hendeklerinde zemin ıslahı veya drenaj yapılması (kumla, büzle, künkle, plastik boruyla, v.b.) durumlarda hendek tabanı kum-çakıl olacağından B tipi yataklama yapılır.



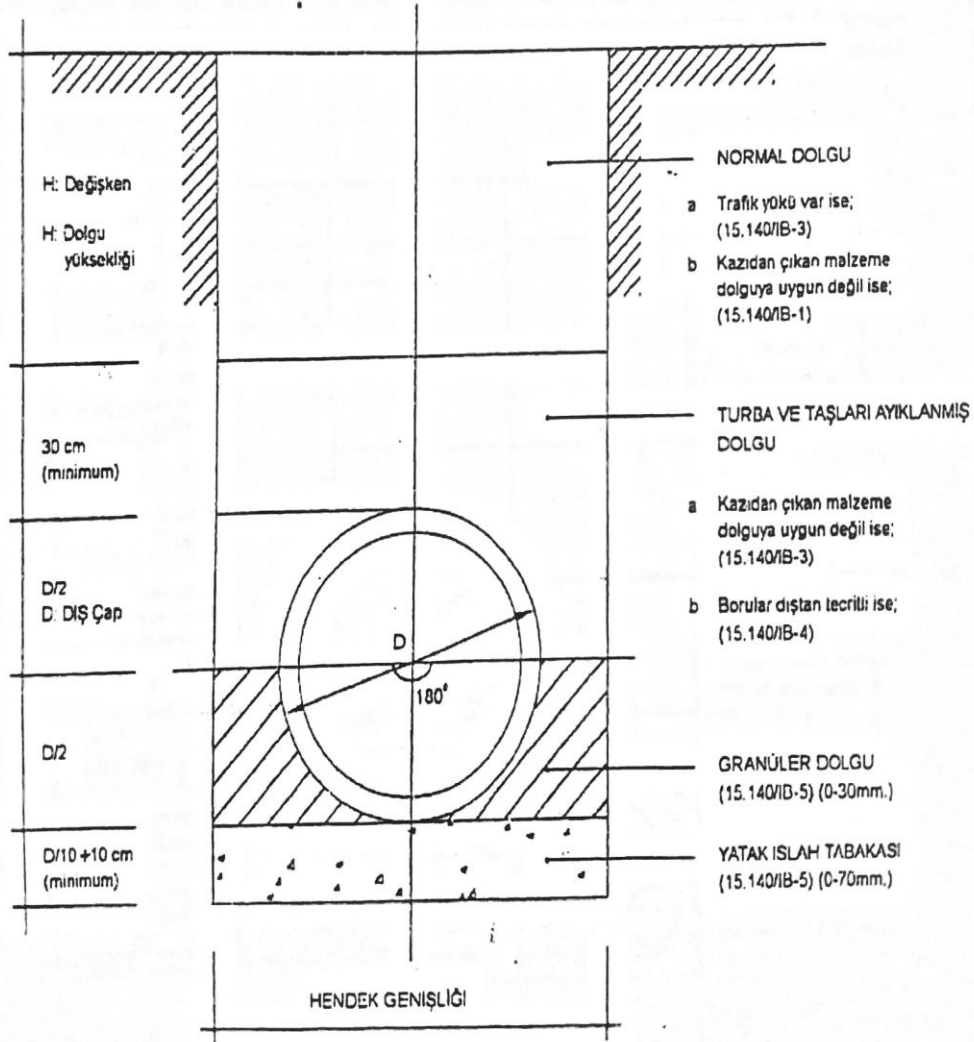
A TİPİ YATAKLAMA KESİTİ

Şekil 5.1 Yataklama kesiti (A Tipi-120 derece).



## A TİPİ YATAKLAMA (180 derece zemin yataklamalı)

A tipi yataklama : Boru projesinde 180 derece zemin yataklamalı bulunan hendeklerde, hendek tabanının; yumuşak olması, kaya olması, çok sert olması veya hendek tabanının temizlenemeyecek kadar taşlarla dolu olması halinde yapılmaktadır. Ancak A tipi yataklama yapılan kazı hendeklerinde zemin ıslahı veya drenaj yapılması (kumla, büzle, künkle, plastik boruyla, v.b.) durumlarda hendek tabanı kum-çakıl olacağından B tipi yataklama yapılır.

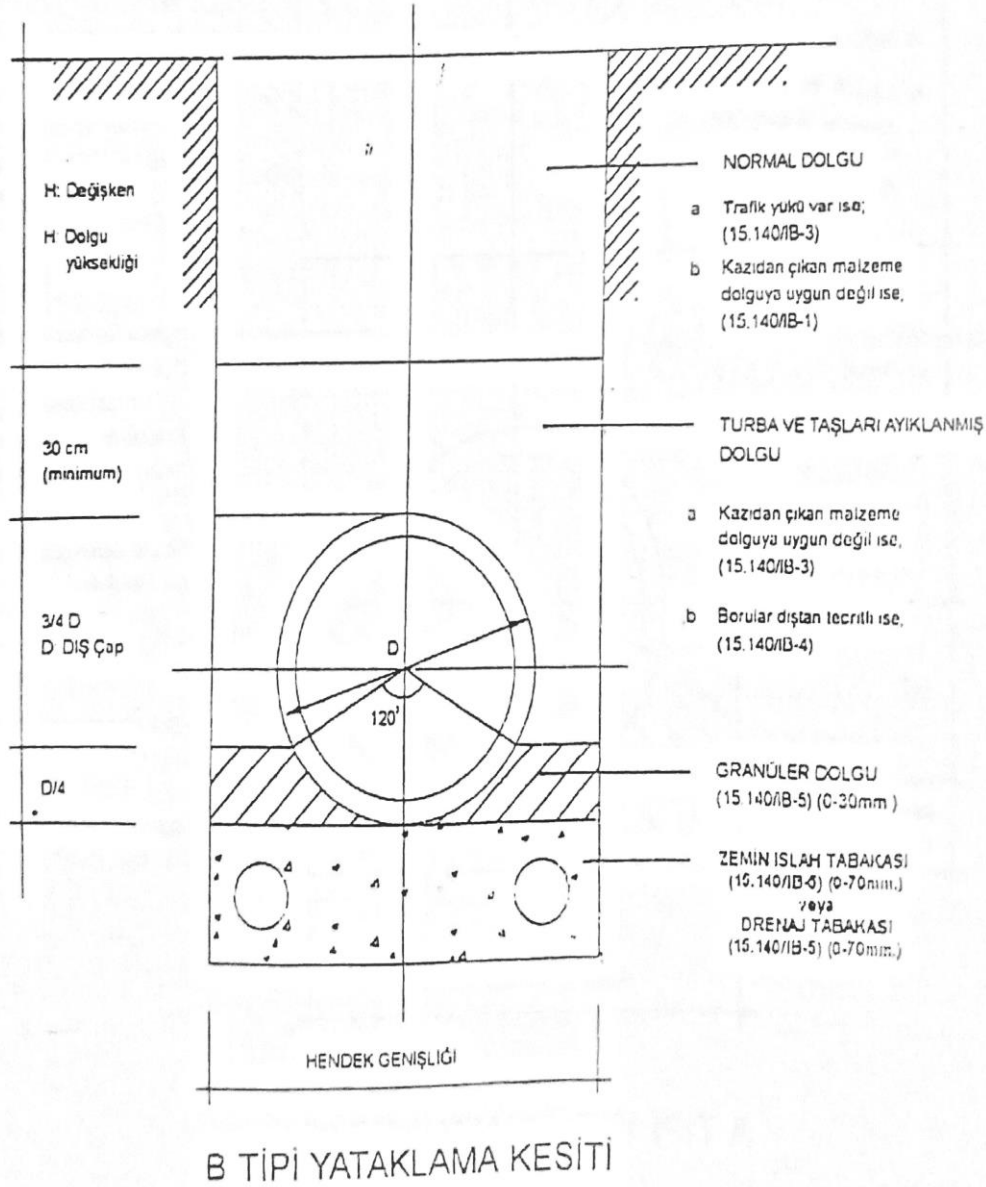


A TİPİ YATAKLAMA KESİTİ

Şekil 5.2 Yataklama kesiti (A Tipi-180 derece).

## B TİPİ YATAKLAMA (120 Derece zemin yataklamalı) (Zemin ıslahlı veya drenajlı)

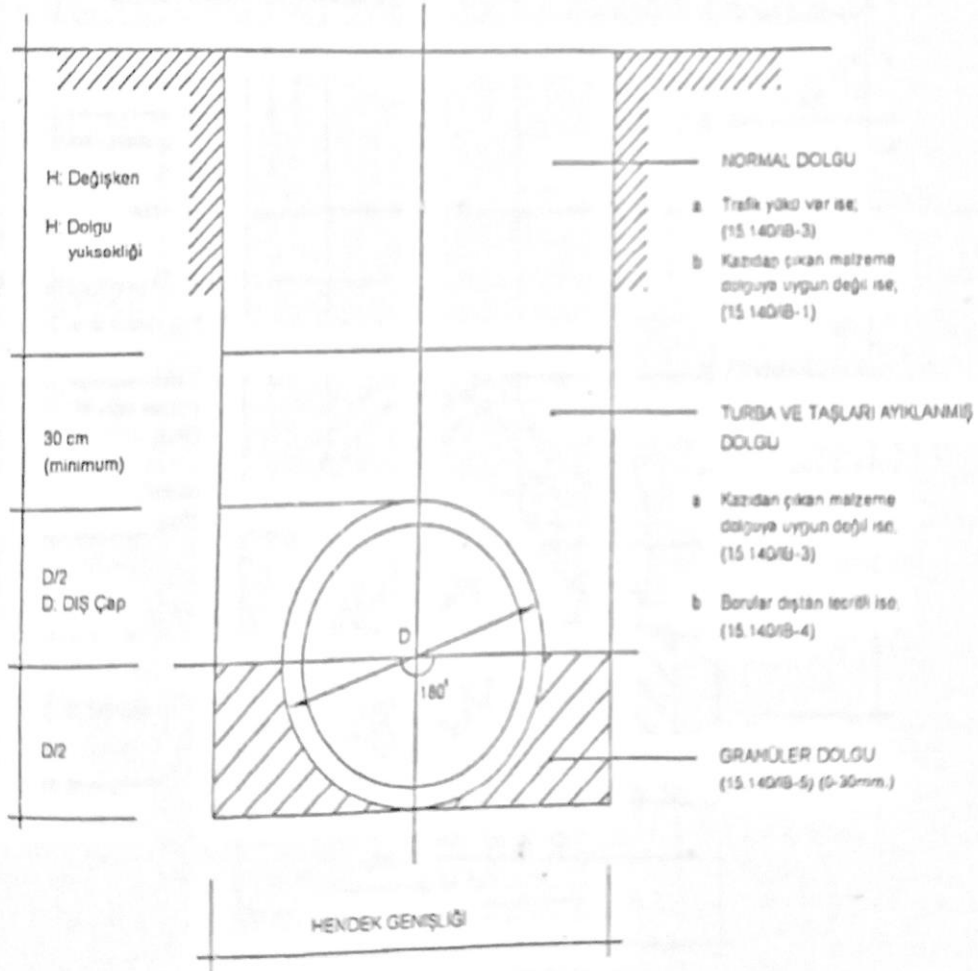
B tipi yataklama: Boru projesinde 120 derece zemin yataklaması bulunan hendeklerde, hendek tabanında: kum, çakıl veya yumuşak olmayan ince taneli toprak zeminlerin bulunması veya bunların karışımlarının bulunması halinde yapılmaktadır. Ayrıca A tipi yataklamalarda zemin ıslahı veya drenaj yapılması durumlarında da hendek tabanı kum-çakıl olacağından B tipi yataklama yapılır.



Şekil 5.3 Yataklama kesiti (B Tipi-120 derece)

## B TİPİ YATAKLAMA (180 derece zemin yataklamalı)

B tipi yataklama : Boru projesinde 180 derece zemin yataklaması bulunan hendeklerde, hendek tabanının; kum, çakıl ve yumuşak olmayan ince taneli toprak zeminlerin bulunması veya bunların karışımlarının bulunması halinde yapılmaktadır.

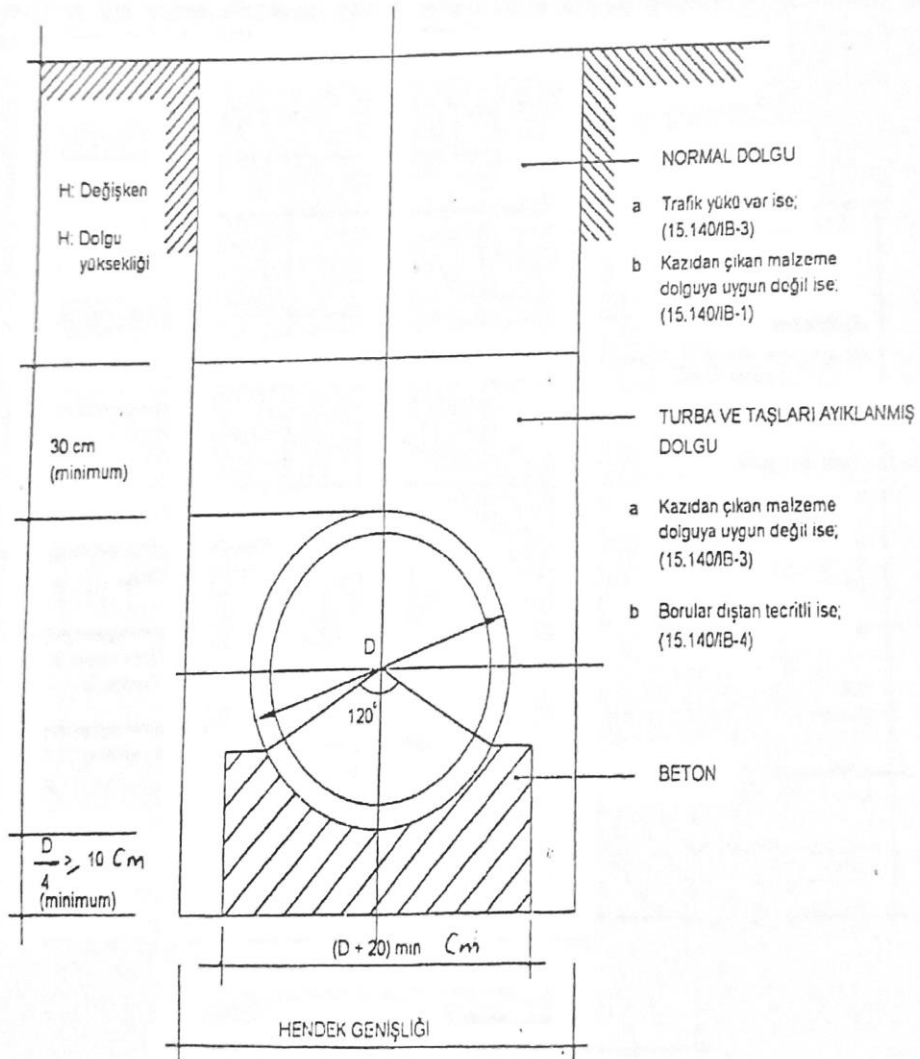


B TİPİ YATAKLAMA KESİTİ

Şekil 5.4 Yataklama kesiti (B Tipi-180 derece).

## C TİPİ YATAKLAMA (120 derece beton yataklamalı)

C tipi yataklama : Boru projesinde 120 derece beton yataklaması bulunan hendeklerde yapılmaktadır.

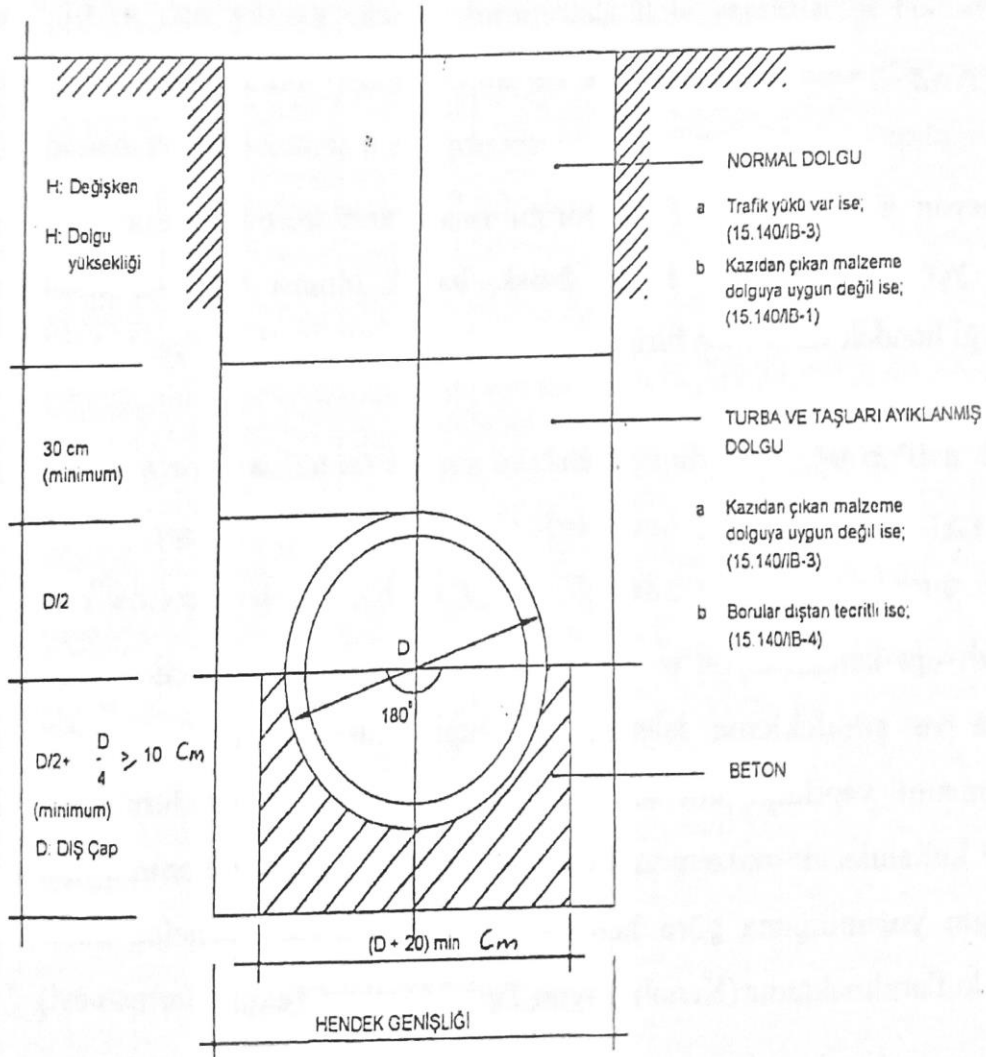


### C TİPİ YATAKLAMA KESİTİ

Şekil 5.5 Yataklama kesiti (C Tipi-120 derece).

## C TİPİ YATAKLAMA (180 derece beton yataklamalı)

C tipi yataklama : Boru projesinde 180 derece beton yataklaması bulunan hendeklerde yapılmaktadır.



## C TİPİ YATAKLAMA KESİTİ

Şekil 5.6 Yataklama kesiti (C Tipi-180 derece).

## **5.2 GÖMLEKLEME**

Kanalizasyon altyapı tesisi borulu iletim hatlarının yapımında borunun yanlarının ve üstünün (minimum 30 cm. kalınlığında) uygun vasıfdaki malzeme (maksimum dane çapı 70 mm) ile sıkıştırılarak üstten gelen yükün kemerlenip boru tabanındaki yataklama malzemesine aktarılmasının sağlamak amacıyla yapılan işlemdir.

Gömlekleme işleminde genelde kum-çakıl, stabilize malzeme kullanılmakta olup, inceleme alanındaki malzeme kullanılmaya elverişli ise ekonomiklik bakımından o da tercih edilmektedir (İller Bankası Kanalizasyon Tesisi Özel ve Teknik Şartnamesi).

## **5.3 DRENAJ**

Kanalizasyon altyapı tesisine ait borulu imalatların kuruda yapılabilmesi için (inceleme alanında yer altı suyunun olması, bataklık, balçık olması vb. gibi durumlarda) boruların döşeneceği hendek tabanında biriken suyun drene edilip belli bir yerde biriktirilerek pompajla uzaklaştırılması işlemidir.

## **5.4 DOLGU**

Kentsel altyapı kanalizasyon tesisine ait borulu imatlarıdaki hendek tabanı drenajı, ıslahı, yataklama ve gömlekleme işlemlerinin yapılmasına müteakiben, tabii zemin kotu ile gömleklemenin yapıldığı kot arasında kalan boşlukların doldurulması işlemidir. Dolgu işleminde kullanılacak malzemenin cinsi ve boyutu inceleme alanının nüfus, ulaşım, altyapı ve yerleşim yoğunluğuna göre belirlenmektedir. Dolguda genelde kum-çakıl ve stabilize malzeme kullanılmaktadır (İller Bankası Kanalizasyon Tesisi Özel ve Teknik Şartnamesi).

## **5.5 KAZI HENDEĞİ VE BORU TABANI ISLAHI**

Kentsel altyapı kanalizasyon tesislerine ait borulu imatlarıdaki kazı hendeği ve borunun konacağı tabandaki zeminin taşıma gücü yeterli olmadığı zayıf zeminlerde zemini güçlendirmek için zemin iyileştirme yöntemlerine göre taş dolgu (iri, bloklu taş), kırmataş ve kum-çakıl ile yataklama ve sıkıştırma işlemlerinin yapılmasıdır.

## **5.6 ŞEV VE İKSA**

Kentsel altyapı kanalizasyon sistemlerine ait borulu imalatların yapılmasında uygulanan kazılar iş ve iş güvenliği bakımından Őevli kazılar ve iksalı kazılar olarak iki aşamada değerlendirilmektedir.

### **5.6.1 Şev**

Kentsel altyapı kanalizasyon tesisine ait borular dőşenirken kazı yüzeylerinin zeminin kendini tutabileceği bir açıda eğimli olarak teşkil edilmesi işlemdir. Toprak ve kayadaki çalışmalarında yan yüzeylerin 1,50 m.'den yüksek olması durumunda iksa yapılmadığı takdirde borulu imalatın yapıldığı hendekteki zemin özellikleri ve yer altı suyu durumuna göre zeminin yan yüzeylerinin geçmeden kendini tutabileceği şekilde Őevli açılarak imalat yapılabilir. Ancak, iş ve iş güvenliği bakımından genelde iksalı sistem tercih edilmektedir.

### **5.6.2 İksa**

Kentsel altyapı kanalizasyon tesisine ait borulu imalatlar yapılırken 1,50 m.'den daha derin hatların döşenmesi esnasında iş ve iş güvenliği bakımından kazı yüzeylerini tutmakta kullanılan ve tercih edilen sistemdir. İksa tipleri, kanalizasyon sistemlerine ait borulu imalatların yapılacağı alanların zemin özelliklerine göre belirlenmektedir (Çizelge 5.1).

Çizelge 5.1 İksa Tipleri Çizelgesi (TS 2519).

UDK 624.152:624.137:624.134

TÜRK STANDARDLARI

TS 2519/Nisan 1989

Çizelge 15.: Değişken Olmayan (Bütün Kesitte Aynı Cins ve Homojen Yapıdaki) Zeminlerde Yapılan Düşey Yüzlü Kazılarda Meydana Getirilmesi Gereken İksa Çeşitleri

Zemin Cinsi	Açıklama	N <sub>sp</sub>	D <sub>r</sub>	q <sub>s</sub>	Kazı Derinliği		
		Standard Penetrasyon	Relatif Sıklık	Serbest Basınç Direnci	.....1.5 m	1.5 m-4.5m	4.5m ve yukarısı
		Tane	%	kg/cm <sup>2</sup>	— a —	— b —	— c —
I	A	—	—	—	İksa gerekmez	İksa gerekmez	İksa gerekmez
	B	> 50	85 — 100	—	İksa gerekmez	Aralıklı Perde (x)	Kapalı Perde
	C	> 32	—	> 4,0	İksa gerekmez	Aralıklı Perde (x)	Kapalı Perde
II	A	—	—	—	Aralıklı Perde	Aralıklı Perde (x)	Kapalı Perde
	B	30 — 50	65 — 85	—	Aralıklı Perde	Aralıklı Perde (x)	Kapalı Perde
	C	16 — 32	—	2,0 — 4,0	Aralıklı Perde	Aralıklı Perde (x)	Kapalı Perde
III	A	—	—	—	Aralıklı Perde	Kapalı Perde	Kapalı Perde ya da Palplanj
	B	10 — 30	35 — 65	—	Aralıklı Perde (x)	Kapalı Perde	Kapalı Perde ya da Palplanj
	C	8 — 16	—	1,0 — 2,0	Aralıklı Perde (x)	Kapalı Perde	Kapalı Perde ya da Palplanj
IV	A	—	—	—	Kapalı Perde	Kapalı Perde ya da Palplanj	Palplanj
	B	0 — 10	< 35	—	Kapalı Perde	Kapalı Perde ya da Palplanj	Palplanj
	C	0 — 8	—	< 1,0	Kapalı Perde	Kapalı Perde ya da Palplanj	Palplanj

NOT (\*) — Yağış beklenen durumlarda, İksada kapalı perde uygulanacaktır.  
 — "Perde" terimi Madde 3.1.1 - 3.1.2-3.1.4-3.1.5'de belirtilen İksa tiplerinden birinin yerine yazılmış olup, seçim proje ihtiyaçlarına göre yapılacaktır.



## BÖLÜM 6

### ZONGULDAK BELEDİYESİ ATIK SU ARITMA PROJESİ TASARIM VE İŞLETME SİSTEMİ

Proje 3 ana bölümden oluşmaktadır;

- Atıksu Toplama Sistemi
- Atıksu Arıtma Tesisi
- Deniz Deşarjı

#### 6.1 ATIKSU TOPLAMA SİSTEMİ

Tasarım konseptine göre atıksu her toplama havzasının düşük seviyedeki noktasına cazibeli hat ile toplanacaktır. Atıksu arıtma tesisine, daha düşük seviyedeki atıksuyu ulaştırmak için terfi merkezleri gerekecektir. Kanalizasyon hattının güzergahı, problemi anlayabilmek ve en iyi bakış açısını yakalayabilmek amacıyla yapılan görüşmeler sonucunda belirlenmiştir. Ayrıca pompa istasyonlarının sayısı ve yeri de derin araştırmalar ile belirlenmiştir.

##### Terfi Merkezi No 1

Fener Bölgesi Futbol sahasında yer almakta olan bu terfi merkezi, yakın çevresinden topladığı atıksuları (6 no'lu hidrolik alan) +58.00 m. kotundaki 37 nolu bacaya basacaktır. Buradan atıksular cazibe ile 36. bacaya akarak kuşaklama hattına katılacaktır. Pompa istasyonunun yeri Meşrutiyet 1. Pafta 5. Ada, 2. parselde bulunmaktadır. Terfi merkezi bölgenin SİT alanı olması nedeniyle yer altına inşa edecektir. İlk araştırmalar, zeminin çamurlu olduğunu ve bazı ek inşaat tekniklerinin uygulanması gerekebileceğini ortaya koymuştur.

##### Terfi Merkezi No 2

Terfi Merkezi Zonguldak Limanı yakınında yapılıcak olup, Zonguldak ilinin bütün atıksulannı toplayarak, +44.00 m kotundaki 75 nolu bacaya basacaktır. Bu bacadan itibaren

atıksular cazibe ile Atıksu Arıtma Tesisinin öngörüldüğü yere +11.00 m. kotuna kadar akacaktır. Bu alan Serbest Bölgeye yakın olup Merkez Kargo Alanı olarak bilinmektedir.

### **Terfi Merkezi No 3**

Kapuz Plajı bölgesinde yapılması düşünülen bu terfi merkezi demiryolunun yanında yer almaktadır. 1, 2, 3, 4 ve 5 nolu toplama havzalarından toplanan atıksuyun +45.00 m. kotundaki 19 nolu bacaya basılmasını sağlayacaktır. Atıksular bu bacadan itibaren cazibe ile 7 nolu terfi merkezine iletilecektir. Terfi merkezi Meşrutiyet 7. pafta, 327. ada, 1. parselde bulunmaktadır.

### **Terfi Merkezi No 7**

Tersane bölgesinde Bağlık 7. pafta, 269 parselinde yer almaktadır. Atıksuları +92.00 m. kotundaki 26 nolu bacaya basacak olup, atıksuların son olarak 2 nolu Terfi Merkezine iletmesini sağlayacaktır.

### **Terfi Merkezi No 4**

Uzunkum bölgesinde Bağlık 12. pafta, 772 parselinde yer almaktadır. 1, 2 (TM5 ve TM6) ve 3 nolu su toplama havzasının atıksularını, +28.00 m. kotundaki 13 nolu bacaya basacaktır. Atıksular buradan cazibe ile 3 nolu Terfi Merkezine iletilecektir.

### **Terfi Merkezi No 5**

Eski Belediye Deposu alanında, Bağlık 13. pafta, 826 parselinde yer almaktadır. 1 (TM 6) ve 2 nolu su toplama havzalarının atıksularını, +84.00 m kotundaki 7 nolu bacaya basacak ve atıksu bu bacadan itibaren cazibe ile 4 nolu Terfi Merkezine iletilecektir.

### **Terfi Merkezi No 6**

Trenyolunun kenarında Bağlık 13. pafta, 825 parselinde yer almaktadır. Doğrulama raporunun ardından Belediye tarafından gerek duyulduğu için sisteme eklenmiştir. İnağzı mahallesinden topladığı atıksuları +52.00 m kotundaki 1 nolu bacaya basacaktır.

## 6.2 ATIKSU ARITMA TESİSİ

Bu bölümde, Zonguldak'ta Atıksu Arıtma Tesisi (AAT) için en uygun arıtma sisteminin kurulmasına karar verilmesine yönelik, avan projede yapılan çalışmalar anlatılmıştır.

Öncelikle, ilk veriler özetlenmiştir. Nüfus, debiler ve kirlilik yükleri AAT tasarımı için kullanılacak parametrelerdir. Ardından atıksu için en geçerli biyolojik arıtma sistemleri kısaca açıklanmış, avantaj ve dezavantajları ortaya konmuştur. Zonguldak için kurulması planlanan arıtma sistemi ile bölüm sonuçlandırılmıştır.

Zonguldak AAT için, benzer karakterlerdeki atıksu arıtma tesislerinin karşılaştırılması yapılarak, sonuç olarak İşletme ve bakım özeti verilmiştir. Arıtma tesislerinin düzenli İşletilmesi tesis veriminin düzenli olmasını sağlayacaktır.

### 6.2.1 Başlangıç Verileri

#### 6.2.1.1 Nüfus ve Debi

Zonguldak arıtma tesisi 1. etap (2020) ve 2. etap (2035) için nüfus ve debi tasarım değerleri aşağıdaki tabloda verilmiştir.

**Çizelge 6.1** Tasarım nüfus debisi.

Parametre	1. Etap (2020)	2. Etap (2035)
Nüfus	127.000	155.000
Kişi başına düşen debi (l/N-g)	269	264
G ortalama Kuru (m <sup>3</sup> /g)	34.128	40.848
Q ortalama (m <sup>3</sup> /h)	1.422	1.702
Qmax (m <sup>3</sup> /h)	1.945	2.337

#### 6.2.1.2 Atıksu Kirliliği

Atıksudaki kirlilik yükü (askıda katılar, biyolojik oksijen ihtiyacı, azot ve fosfor) değerleri aşağıdaki gibidir.

**Çizelge 6.2** Atıksu Kirlilik Yükü Değerleri

Parametre	Etap (2020)		Etap (2035)	
	Konsantrasyon	Yük	Konsantrasyon	Yük
BOİs	201	6.858	205	8.370
Askıda Katılar	335	11.430	342	13.950
TKN	37	1.270	38	1.550
TP	11	381	11	465

## 6.2.2 Uygun Arıtmanın Seçimi

### 6.2.2.1 Arıtma Sistemi

Atıksu arıtımında en önemli kademe biyolojik işlemlerdir. Başlıca biyolojik işlemler aşağıdaki gibidir.

Bakteri silti:	Damlatmalı Filtreler Biodisk sistemi
Aktif Çamur:	Konvansiyonel Sistemler Uzun Havalandırma Stabilizasyon Çift Kademe AKR (Ardışık Kesikli Reaktör)
Doğal Arıtma:	Sulak Alanlar Lagün

### 6.2.2.2 Bakteri Stili

Biodiskler ve damlatmalı filtreler bakteri siltinde kullanılan esas sistemlerdir. Biodisk sistemi, silindirik kesimli diskler şeklinde olup havalandırma havuzunun yerine kullanılan bir sistemdir. Kompakt ve çevreye etkilerinin (görüntü, koku, gürültü vs.) olmaması nedeniyle, küçük tesislerde uygulama alanları fazladır. Bundan başka, mekanik sistemler yerine doğal olarak havalandırılmaları için pik kirlilik yüklerini absorbe etmesi ve düşük işletme maliyetleri de avantajları arasındadır. Diğer taraftan aktif çamur gibi diğer sistemlerle karşılaştırıldığı zaman yatırım maliyetleri yüksek ve arıtma verimleri düşüktür.

Damlatmalı filtrelerde ise bakteriler, yüzeye tutunarak gelişirler ve organik maddeyi ayrıştırırlar. Atıksu, taş veya plastik filtre malzemesi ile doldurulmuş havuza beslenir. Film tabakası oluşturmuş olan mikroorganizmalar tarafından atıksuyun akışı sırasında içerisindeki organik maddeleri ayrıştırılır. Bu işlem sırasında mikroorganizmalar havadaki oksijeni kullanırlar. Bununla birlikte, film tabakası zamanla kalınlaşır ve atıksu ile karıştırılmış filtre malzemesinden kopar. Bu sistemde enerji maliyetleri düşük, ama yatırım maliyeti oldukça fazladır. Özellikle ön arıtma ve ön çöktürme gereklidir. Koku ve sinek problemleri nedeniyle tesisin işletilmesi oldukça zordur. Ayrıca bu sistemde azot ve fosforun gideriminin kontrolü mümkün değildir.

### **6.2.2.3 Aktif Çamur Prosesi**

Aktif çamur prosesi en yaygın ve daha gelişmiş bir atıksu arıtma sistemidir. Yüksek verimlilik ve işlem üzerinde kontrolün sağlanması, işlemin birçok avantajından biridir. Buna karşın, enerji maliyetinin yüksekliği sistemin esas dezavantajıdır. Azot ve fosfor giderimi ise mümkündür.

Aktif çamur sisteminde atıksu sürekli havalandırılan biyolojik reaktöre ya da havalandırma havuzuna beslenir. Havalandırma havuzundaki üretilmiş mikroorganizmalar organik maddenin, su, karbondioksit ve çamura dönüşmesini sağlar. Aktif çamur ve su karışımı son çöktürme tanklarına iletilir. Çöktürülen aktif çamurun bir kısmı, tekrar reaktöre geri beslenirken, geriye kalan kısmı ise çamur arıtımına iletilir. Reaktöre çamurun geri devir edilmesinin nedeni havalandırma havuzundaki çamur konsantrasyonunun sabit tutabilmektir. Aktif çamur arıtımı teknolojisinde birçok gelişme olmuştur. Bazıları, örneğin iki kademeli aktif çamur sistemi, özel durumlar (yüksek seviyede yüklü endüstriyel atıksular, kirlilik yükü fazla atıksular vs.) için uygundur. Bu durumda pilot tesiste deneyler yapılması zorunludur.

En yaygın evsel atıksu arıtımı sistemlerinden uzun havalandırma ve konvansiyonel aktif çamur sistemi üzerinde durulmuştur. Bu arıtma sistemlerinin uygulamalarının nüfusla ilişkisi aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

**Çizelge 6.3** Nüfusa Göre Arıtma Yöntemlerinin Uygulanması.

< 10.000 N	10.000- 30.000 N	30.000 - 50.000 N	50.000-200.000 N
Uzun havalandırma	Aktif Çamur (Konvansiyonel Sistemler)		
	Stabilizasyon		
	Bakteri Silti		

Konvansiyonel aktif çamur sistemleri, özellikle nüfusun (50.000 kişi) yüksek olduğu yerlerde uygun ve ekonomik bir sistemdir. Uzun havalandırmalı sistemlerle karşılaştırıldığı zaman düşük enerji maliyetleri ile genellikle uygulanabilir. Sistemin dezavantajı İşletilmesindeki zorluklardır. Kalifiye personel gerektirmektedir. Ön çöktürme ve çamur yoğunlaştırıcı üniteleri yapılmalıdır. Arıtma ve çıkış suyu kalitesi için birçok parametrenin kontrolüne proses imkan vermektedir. Havalandırma ve çamur geri devirinin kontrolü, besi maddesi (nütriyent) giderimine olanak sağlamaktadır.

Uzun havalandırmalı aktif çamur sistemi, konvansiyonel aktif çamur sistemi ile aynı prensiplere sahiptir. Aralarındaki fark, uzun havalandırmalı aktif çamur sisteminde, biyolojik reaktörde çamur stabilizasyonunun da yapılmasıdır. Bu nedenle, prosesin daha fazla bekletme süresine ve oksijene ihtiyacı vardır. Bu nedenle de enerji maliyeti yüksektir. Tasarım hesaplarında çamur yükü havalandırma sistemlerinde 0,05 Kg BOİ/ Kg AKM, konvansiyonel arıtma prosesinde ise 0,25 Kg BOİ/ Kg AKM olarak alınmaktadır.

Havalandırma havuzundan sonra, aktif çamur son çöktürme havuzlarında çöktürülür. Son çöktürme havuzunda çamurun tamamen stabil hale gelmesi için çamur yaşı oldukça yüksek tutulmaktadır (22-30 gün). Çamur yoğunlaştırma çok gerekli olmamakla birlikte, yatırım maliyeti düşüktür. Ayrıca ilk çöktürme üniteleri proses için gerekli değildir.

#### **6.2.2.4 Doğa Arıtmalar**

Bu tür arıtma sistemleri, küçük yerleşimler (100-5000 EN) için daha uygundur.

Sulak Alan kolay bir teknoloji olup, atıksu çeşitli bitkilerle desteklenmiş topraktan oluşan doğal filtre içerisinden geçirilmektedir. Sistemde atıksu içerisinde bulunan organik maddelerin ayrıştırılmasını sağlayan bitkiler bulunmaktadır. Çamur üretimi ya da mekanik

havalandırma sistemleri bulunmamaktadır. Bu yüzden sistemin işletme ve bakımı oldukça ucuz ve kolay, ancak arazi ihtiyacı fazladır.

Çok değişik tipte lagünler mevcuttur. En yaygın kullanılan stabilizasyon havuzu mekanik havalandırılmalı olan lagünlerdir. Derinliği 2,5 - 4 m olacak şekilde toprağın kazılmasıyla inşaa edilmekte ve mekanik yüzey havalandırıcılar ile yapay havalandırılmaktadır. Oksidasyon havuzlarında havalandırma, alglerin oksijen transferi yapması ile doğal olarak gerçekleşmektedir. Havuzun tabanından sızmanın önlenmesi için taban geçirimsiz olmalıdır. Bu durum Zonguldak için uygun bir çözüm değildir. Ayrıca, sistemin uygulanması için zemin iyileştirmenin ucuz, arazinin yeterli ve yerleşim alanlarının uzak olması gerekmektedir.

#### **6.2.2.5 Sonuçlar**

Zonguldak Atıksu Arıtma Tesisi için, konvansiyonel aktif çamur prosesi kullanılması uygun görülmüştür. Yüksek yatırım maliyetine rağmen, uzun havalandırılmalı arıtma sistemi ile karşılaştırıldığında işletme maliyeti daha düşüktür. Bu proses deneyimlerden de yola çıkılarak nüfusu Zonguldak (127.000) gibi olan şehirler için önerilmektedir. Sistem konvansiyonel ve oldukça da fonksiyoneldir.

Eğer gelecekte ihtiyaç duyulursa, sistemin iki kademeli biyolojik arıtmaya dönüştürülmesi mümkündür. Arıtılmış suyun doğrudan denize verilmesi nedeniyle TKN ve P giderimine, gerek görülmemiştir. N ve P mevcudiyetinden kaynaklanacak başlıca problem durgun su kütlelerinde oluşabilecek ötrofikasyondur. Bununla ilgili olarak, aşılması gereken kavram, baraj ve göller içeren bir sistemde arıtılmış suyun tarımsal sulama suyu olarak tekrar kullanılması durumunda N ve P'un gideriminin gerekliliğidir.

Sonuç olarak, çamur stabilizasyonu ile birlikte besi maddesi giderimi olmayan bir konvansiyonel aktif çamur arıtımı prosesi Zonguldak için uygundur.

### **6.3 DENİZ DEŞARJI**

Zonguldak şehri atıksularının denize deşarjı için iki bölümden oluşan Deniz Deşarjı Sistemi tasarlanmıştır. Bu sistem deniz deşarjlarında sıkça önerilen bir yöntem olup evsel atıksularda oksijen tüketen maddeleri gidermek için ideal bir çözümdür.

İlk olarak, en önemli husus olarak, yüzme ya da balıkçılık için kullanılan su kalitesinin duyarlılığının garanti altına alınmasını sağlamaktır.

Bu yönetmeliklerde tutturulması istenen temel hedefler:

- Sahil ile deşarj noktası arasındaki minimum mesafe 500 m'den fazla olmalıdır.
- Kanunda tanımlandığı şekilde hesaplanan ilk seyrelme öngörülen maksimum seyrelme ile ve suyun tabakalaşmaması ile 100:1'den büyük olacaktır.

İlk seyrelme difüzörlere yakın bölgede gerçekleşirken, İkinci seyrelme ise deniz akıntıları ve bakteri ayrışma prosesleri ile oluşmaktadır. Bundan dolayı deşarj noktasının seçimi büyük önem taşımaktadır. İkinci durumda deşarj edilen ortamın hidrodinamik ve iklimsel özellikleri kirletici konsantrasyonunun değişiminde rol oynamaktadır. İlk seyrelmede başlıca parametreler arasında difüzör delik sayısı, bunlar arasındaki mesafe, deşarj kısmı uzunluğu v.b. gelmektedir.

Avan Proje raporunda, birbirine çok yakın yerleştirilmiş 45 tane difüzör planlanmıştır. Bu çözüm oldukça pahalı bir çözümdür. Difüzör sayısının etkisini değerlendirebilmek için birçok çalışma yapılmış, difüzör alanının deniz kıyısına göre pozisyonu ve çeşitli açıları da incelenmiştir.

Tasarımın uluslararası yönetmeliklere tamamıyla uygunluğunun ardından, hidrolik tasarımlar yapılmıştır. Esas problem, tasarımın ikinci kısmı olan, deniz deşarjının doğru ve fonksiyonel olarak yapılabilmesi için gereken hidrolik enerjinin sağlanmasıdır.

Son olarak, bu enerjiyi elde edebilmek için en uygun yapının silindirik oda yapılması uygun görülmüştür. Suyun, deniz deşarj odasındaki salınımı, farklı hidrolik sistemlerinin uygulanmasını mümkün kılacak olup, denize deşarj için debi aralıkları karar verilmiştir (minimum debi 261 l/s ve maksimum debi 752 l/s).

Deniz Deşarjı sisteminin son tasarımı, deniz deşarj odası, ana boru ve difüzörleri içerir. Difüzörler 9 çifte (yerleştirilmiş 9 difüzörden iki taraflı dışarı çıkabilen) bölünmüştür. Difüzörlerin 10 m ayrılmış halleri önemsiz olmakla birlikte, suyun çift kat arıtılmasını sağlamaktadır.



## BÖLÜM 7

### İNCELEME ALANINDA YAPILAN ÇALIŞMALAR

#### 7.1 SAHANIN ÖZELLİKLERİ

Kentsel altyapı kanalizasyon sistemleri olarak planlanan ve şebeke hattı, toplayıcı hattı, fosseptik ve arıtma tesisi olarak belirlenen inceleme alanında eski tarihlerde yapılan çalışmalar ile yeni yapılan aletsel ve gözlemsel çalışmaların sonuçları bir bütün olarak değerlendirildiğinde inceleme alanında yer alan birimlerin jeolojik olarak yaşlıdan gence doğru Alacağzı Formasyonundan (Ka), Kozlu Formasyonundan (Kk), Karadon Formasyonundan (Kka), Zonguldak Formasyonundan (Jkrz), Kilimli Formasyonundan (Krk) ve Alüvyon çökeller (Qal) ile deniz kenarı ile kıyı kesimine yakın olan bazı alanların dolgu malzemesinden (d) meydana geldiği anlaşılmaktadır (Şekil 3.1). İnceleme alanında yapılan çalışmalara ait zemin sondajı ve araştırma çukuru bilgilerini gösteren loglar ekler bölümünde verilmektedir.

İnceleme alanında (Kk) olarak simgelenen Kozlu Formasyonu konglomera, killi kumtaşı, kumtaşı, silttaşı, kiltası, şeyl tabakaları ile ve kömür damarlarının ardalanmasından oluşmaktadır. Konglomeralar genellikle iyi yuvarlaklaşmış kuvarsit, magmatik ve metamorfik kayalardan oluşmaktadır. Kumtaşları genellikle kaba-orta tanelerden oluşmaktadır. Tabaka kalınlıkları ise ince ve kalın tabakalı arasında değişmektedir. Kömür damarlarının tavan ve tabanında genellikle kiltası ve silttaşından oluşan ince bir seviye bulunmaktadır. Kömür damarlarının kalınlıkları 0.50m'den 6.00m'ye kadar ulaşabilmektedir. Bu birim, Zonguldak Havzası Kozlu bölgesinde tip kesitinin mostrasını verdiği için Kozlu Formasyonu olarak adlanmıştır (Orhan 1995).

Atıksu arıtma tesisine en yakın pompa istasyonu (TM-2), Zonguldak merkezinde limanın yakınında yer almakta olup, Zonguldak' tan batıya doğru (Kozlu, Ereğli, Akçakoca, Düzce

ve İstanbul yönüne) uzanan Milli Egemenlik Caddesi' nin başlangıç noktasındadır. Bu pompa istasyonu tesise adı geçen caddeyi takip eden bir boru hattıyla bağlanır.

Atıksu arıtma tesisinden +28 - +30 m kotlarındaki Milli Egemenlik Caddesi' ne dik bir rampa ile çıkılır. Doğuya doğru devam eden güzergah, 600 m içinde +44 m ye tırmanır, bir 200 m daha sonra da yumuşak bir iniş başlar. Yolun yükseltisi, yaklaşık 2 km sonra, planlanan TM-2 yerine varıldığında, +4 m ye düşer. TM-2, farklı hatlardan su toplamaktadır.

Kuzeye doğru akan bir hat, ana istasyon yakınından (+12 m) başlayıp, İstasyon Caddesi boyunca devam eder, batıya doğru Çaydamar deresini geçer, Acılık ve Bakkaloğlu Caddelerinden ve boş bir alandan geçerek TM-2 ye ulaşır.

Batıya doğru akan İkinci bir hat, Mithatpaşa mahallesinin atıksularını toplayarak, Üzülmez deresinin kuzey kenarı boyunca Bülent Ecevit Caddesi' ni takip eder. Bu hat önce kuzeye sonra tekrar batıya dönerek TM-2 ye bağlanmadan önce Çaydamar deresini geçer. Bu güzergah boyunca arazi kotları +11 m den +4 m ye düşmektedir.

Batıya akan başka bir hat, Üzülmez deresinin güney kıyısı boyunca uzanan Gazi Mustafa Kemal Bulvarı üzerinde araç muayene İstasyonu yakınından (+11 m) başlayıp, Fındıksuyu Sokak, sebze hali, tekrar Fındıksuyu Sokak boyunca devam eder, sonra güneye dönerek, Çaydamar deresini geçtiği noktadan önce, kuzeye akan hatta katılır.

Son olarak, Gazipaşa Caddesi boyunca güneye akan bir hat, Çaydamar deresini geçmeden önce, Bülent Ecevit Caddesi' ni takip eden hatla birleşir. Bu güneye akan hattın iki kolundan biri Liman Caddesi' nin kuzey ucundan (+4.5 m) başlamaktadır. Diğer kol ise, 21 Haziran Kurtuluş Meydanından, Behçet Kemal Çağlar Caddesi' ni takip ederek Gazipaşa Bulvarına ulaşır. 21 Haziran Kurtuluş Meydanı (+48 m) da, kuzeyde Fener mahallesinden gelen hatla, doğudan Kapuz Caddesi boyunca gelen hattın birleştiği noktadır. Fener mahallesinden gelen hat, TM-1 pompa istasyonundan (+21.5m) başlayıp, Fener Caddesi' ni izleyerek 21 Haziran Kurtuluş Meydanına varır.

Boru hattı güzergahının geri kalan kısmı Kilimli yakınında İnağzı mahallesinde M. Turhan Tınay çıkmaz sokağının sonunda yer alan TM-8 pompa istasyonundan başlayıp, Kilimli - Zonguldak yolunu takip ederek batıya doğru ilerleyerek 21 Haziran Kurtuluş Meydanına ulaşır. Kilimli – Zonguldak yolu, doğudan batıya doğru, Kilimli Cad., Mustafa Tamer Cad., Komiser Sadi Bey Cad., Uzunkum Cad., ve Kapuz Cad. adlarını almaktadır. Güzergahın bu en uzun kolu boyunca çukurluklarda 5 adet pompa İstasyonu planlanmıştır. Bu hat boyunca arazi kotları, kabaca şöyle değişmektedir:

TM-6 pompa İstasyonu +15 m kotunda olup, boradan başlayan hat önce +51 m kotuna kadar çıkar ve TM-5 pompa istasyonunda +21.5 m ye iner. Bundan sonraki zirve +82 m olup, TM-4 de arazi yükseltisi +8.5 m ye kadar alçalmaktadır. TM-4 den sonraki tırmanış +28.5 m kotuna çıkıp, TM-3.1 pompa istasyonunda +17 m kotuna iner. Bundan sonraki yükseliş +45 m kotuna kadar sürmekte, TM-3.2 (eski TM-7) yerinde +38.5 m kotuna inmektedir. Daha doğuda, hep yolu takip eden güzergah, +92 m kotuna kadar yükselmekte, 21 Haziran Kurtuluş Meydanında +48 m ye inmektedir.

Başlangıçta, boru hattı güzergahı boyunca her 500 m de bir araştırma çukuru açılması ve demiryolu ve dere geçişlerinde sondaj yapılmasa öngörülmüştü. Fiziksel sınırlamalar (asfalt yollar, dar beton kaldırımlar, yoğun ve tehlikeli trafik) ve bütçe kısıtlamalarından dolayı, bu program tam olarak uygulanamamıştır. Güzergah boyunca seçilen 13 noktada, hidrolik bekho kazı makinesi ile araştırma çukurları açılmıştır. Araştırma çukurlarının yerleri mevcut jeolojik harita üzerinde gösterilmiştir (Ek-G). Loglar, Ek-A de sunulmuştur.

Boru hattı güzergahı için hiç sondaj yapılmamış olmakla birlikte, güzergah boyunca rastlanan zemin özelliklerini belirlemek amacıyla, terfi merkezlerinin bulunduğu noktalarda sondajlar yapılmıştır. Bu sondajların yerleri yine mevcut jeoloji harita üzerinde gösterilmiştir(Ek-G). Yapılan sondajların logları, sırasıyla Ek-B de sunulmuştur.



**Şekil 7.1** AÇ-1 ait kazı görüntüsü (bozunmuş kumtaşı).



**Şekil 7.2** AÇ-2 ait kazı görüntüsü (bozunmuş kumtaşı)



**Şekil 7.3** AÇ-6 ait kazı görüntüsü (yapay dolgu)



**Şekil 7.4** AÇ-7 ait kazı görüntüsü (yapay dolgu)

## 7.2 PROJENİN ÖZELLİKLERİ

Zonguldak Atıksu Arıtma Projesi, Zonguldak'ın batısında deniz kenarında bir atıksu arıtma tesisi, Zonguldak Belediye sınırları dahilindeki başlıca mahalleleri kaplayan bir atıksu boru hattı şebekesi ve bu boru hattı güzergahı boyunca yerleştirilmiş yedi pompa İstasyonundan ibarettir.

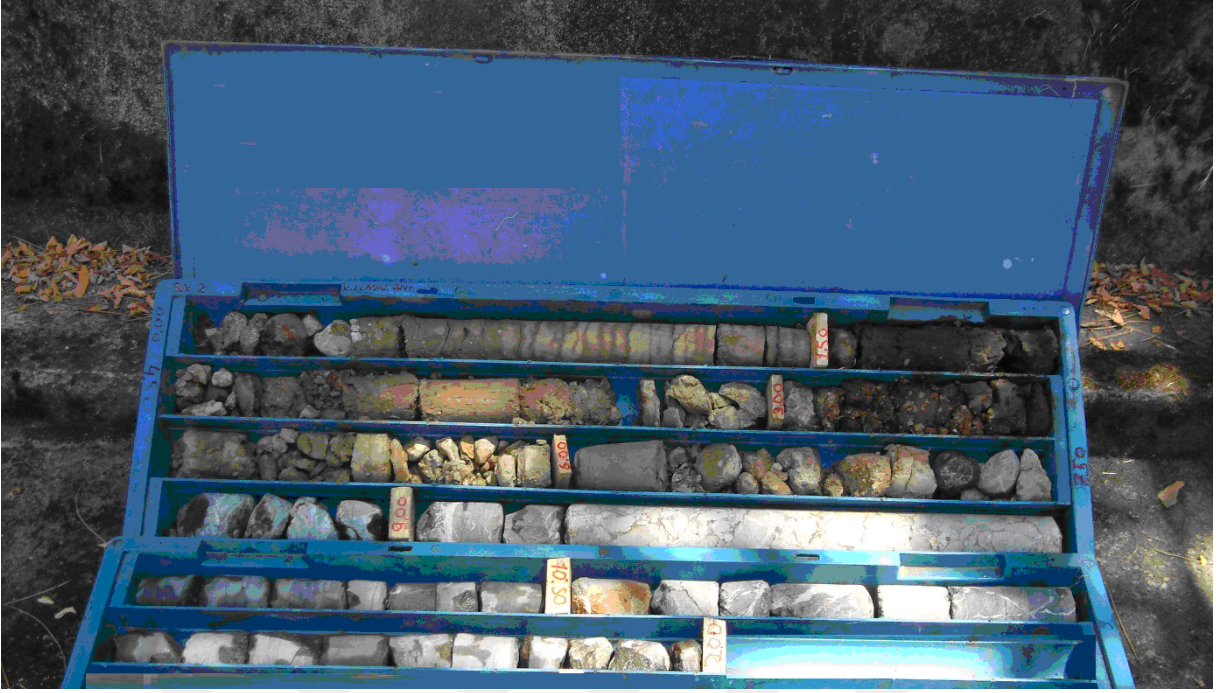
Önerilen atıksu arıtma tesisi aşağıdaki yapılardan oluşacaktır:

- Ön Arıtma Havuzu,
- Ön Çökeltme Havuzları (2ad),
- İkincil Çökeltme Havuzları (2ad),
- Biyolojik Reaktörler (2ad),
- İkincil Çamur Yüzdürme Havuzu,
- Cazibeli Çamur Yoğunlaştırıcı,
- Çamur Lagünü,
- Anaerobik Çürütücüler (2 ad.),
- Kontrol binası vb. diğer yardımcı yapılar.

Atıksu arıtma tesisi güzergahında yedi pompa istasyonu (TM-1, TM-2, TM-3.1, TM-3.2, TM-4, TM-5 ve TM-6) planlanmıştır.

Atıksu arıtma tesisinin toplam uzunluğu 15 km kadardır. Bunun 5200 m kadarında çift boru hattı (cazibeli ve basınçlı yan yana) bulunmaktadır. Pompa istasyonu yerleri, basınçlı hat uzunluğunu asgaride tutacak şekilde seçilmiştir.

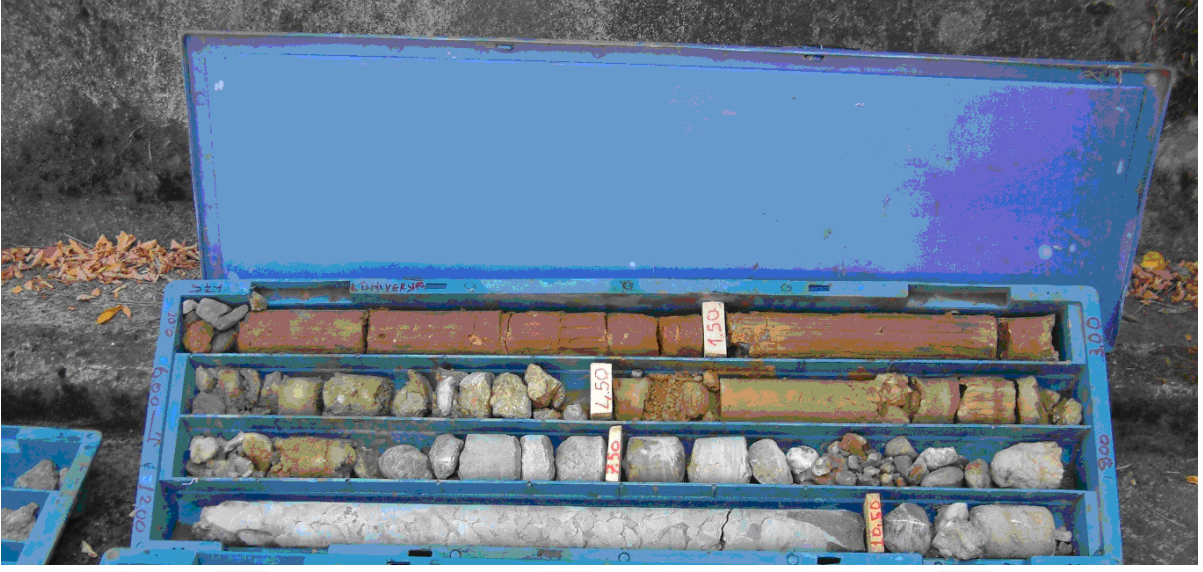
Boru çapları, proje gereksinmelerine bağlı olarak, 300 mm ile 1000 mm arasında değişmektedir. Saha planında toplam 89 menhol (MH) gösterilmektedir. Esas olarak, boru güzergahı asfalt yolları takip etmektedir.



Şekil 7.5 TM1-1 Sondajına ait karot numunesi



Şekil 7.6 TM2-1 Sondajına ait karot numunesi



Şekil 7.7 TM3-1 Sondajına ait karot numunesi



Şekil 7.8 TM4-1 Sondajına ait karot numunesi





Şekil 7.9 TM5-1 Sondajına ait karot numunesi.



Şekil 7.10 TM6-1 Sondajına ait karot numunesi.

### 7.3 POMPA İSTASYONU SAHALARININ ÖZELLİKLERİ

Önerilen atıksu arıtma projesi kapsamında yedi pompa istasyonu bulunmaktadır. En ekonomik çözüm olarak, pompa istasyonları, cazibe ile en geniş alanın atıksuyunu toplayabilecek ve basınçlı hat uzunluğunu ve pompa kapasitelerini asgaride tutabilecek yerlerde planlanmıştır. Aşağıda, pompa istasyonu sahalarının, numara sırası ile değil, atıksu arıtma tesisine yakınlık sırasına göre ele alınarak tasvirleri yapılmıştır.

TM-2, atıksu arıtma tesisine en yakın pompa istasyonudur. Zonguldak şehir merkezinde, atıksu arıtma tesisinin de yanından geçerek, batıya, Kozlu, Karadeniz Ereğli, vb, yönüne uzanan Milli Egemenlik Caddesi'nin başlangıç noktasında yer almaktadır. Pompa istasyonunun inşa edileceği alan, trenlerle limana getirilen kömürün iç ve dış limanlara sevk edilmek üzere gemilere yüklendiği yer olduğu için "kargo sahası" olarak bilinen düz bir alandır. TM-2 sahasındaki arazi kotu +3.80 m dir. Su sahanın yeri, Zonguldak Deresinin 55 m güneybatısında ve Milli Egemenlik caddesinin 70 m kuzeybatısında bulunmaktadır (Üzülmez ve Çaydamar Dereleri limanın güneyinde birleşerek Zonguldak Deresi adını alır ve "kargo sahası" civarında denize dökülür). Bu pompa istasyonundan çıkan basınçlı hat, batıya, atıksu arıtma tesisine doğru yönelmektedir.

TM-1, Fener Mahallesiindedir. Fener Futbol Sahasının kuzeydoğu köşesine yakın bir noktada, ve deniz kenarına yaklaşık 150 m uzaklıktadır. Sahanın bulunduğu kesim, +215 m kotunda bir düzlüktür. Futbol sahasının çevresini, pompa istasyonu yerinin doğusu hariç her yanında daha yüksek kotta olan bir yol çevirmektedir. Boru hattı, Fener Caddesi boyunca, batıya yönelik olacaktır.

Geri kalan pompa istasyonları, Zonguldak ve Kilimli Belediyelerinin arasındaki sınıra kadar uzanan tek bir yol güzergahı üzerindedir. Bu güzergahın genel doğrultusu doğu - batı olmakla birlikte, düzensiz topografyaya bağlı olarak, yol sık sık dönemeçlerle yön değiştirmektedir. Yer yer, hattın yönelimi kuzey-güney doğrultusunda olabilmektedir.

TM-3.2 (eski numarası TM-7) Yeşil Mahallede, Kapuz Caddesinin yaklaşık kuzey - güney doğrultusunda olduğu bir kesimdedir. Pompa istasyonunun yer aldığı kesim bir çukurluk alanı olup, yol boyunca eğimler her iki yönde de yükselmektedir. Saha kotu +38.60 m dir. Yol, kuzeye doğru yükselerek 190 m ileride +44.80 m kotunda, güneye doğru yükselerek de

590 m ileride +73.85 kotunda zirve yapmaktadır. Basınçlı akış, güneye doğru olacaktır. Pompa İstasyonu sahasında, ayrıca doğudan batıya, yani denize doğru da eğim vardır. Denize mesafesi 100 m kadar olan sahanın batısında denize doğru ortalama eğim % 35 - 40 mertebelerine ulaşmaktadır.

TM-3.1 (eski numarası TM-3) da Yeşil Mahallede, Kapuz Caddesi üzerindedir. Kapuz demiryolu geçidinin 30 m kadar güneyinde yer alan sahadaki arazi kotu +17.00 m dir. Yol boyunca, bir zirve (+28.20 m) sahanın 270 m kuzeyinde, bir zirve (+44.80 m) de 300 m güneyindedir. Saha, aynı zamanda Kapuz Caddesine paralel uzanan dik bir vadiyi doldurmuş bulunan kalın moloz ve hafriyat atığı yığınının kenarında bulunmakla birlikte, sahanın bulunduğu yer kenarda olduğundan, dolgu kalınlığı minimumdur. Bu kesimde de doğudan batıya doğru, yani sahanın 80 - 90 m batısındaki deniz kıyısına doğru alçalan bir topografya söz konusudur.

Yine Yeşil mahalle sınırları içinde kalan TM-4, Kapuz Caddesi'nin doğuya uzantısı olan Uzunkum Caddesi üzerindedir. TM-4 yakınlarında, Uzunkum caddesi, DKD - BGB doğrultusundadır. Caddenin hemen kuzeyinde Uzunkum plajı bulunmaktadır ve deniz kıyısına mesafe yalnızca 40 m kadardır. Yolun güney kenarında kalan sahanın kotu +7.45 m dir. Doğuya doğru yükselmeye devam eden yol yaklaşık 830 m ileride +79 m zirvesine kadar çıkmakta, batıda ise 280 m ileride +28.20 m kotunda zirve yapmaktadır. Bu pompa istasyonunun bulunduğu yer, denize iki tarafı kavaklıklarla çevrili bir kumsalla (Uzunkum plajı) açılan geniş ve alçak bir vadinin aksında bulunmaktadır.

Kapuz ve Uzunkum caddelerinin daha doğuda Mustafa Tamer Caddesi ismini alarak devam eden uzantısı üzerinde, İnağzı mahaliesinde TM-5 pompa istasyonu bulunmaktadır. Sahanın bulunduğu yerde arazi kotu +21.40 m dir. Yol boyunca, suyunu topladığı mesafeler, kuzeyde (+52.27 m kotundan) 254 m ve güneyde (+79.20 m kotundan) 610 m dir. Bu sahanın bulunduğu nokta da, sahanın yaklaşık 110 m kuzeybatısında yer alan denize boşalan alçak bir vadinin akşındadır.

Atıksu arıtma tesisinden en uzak pompa istasyonu olan TM-6 da kıyıya doğru iki yanı sarp kayalıklarla çevrili yayvan bir vadinin ortasmdadır. Kilimli beldesine yakın Kilimli Caddesi adını alan anayoldan önce kuzeydoğuya sonra da kuzeybatıya dönerek bir yay şeklinde ayrılan M. Turhan Tınay Çıkmaz Sokağının sonunda yer almaktadır. Sahanın bulunduğu

yerde arazi kotu +15.00 m dir. Çıkamaz sokağın sonundaki bir - iki katlı evlerle Zonguldak - Ankara demiryolunun arasında kalmaktadır. Bu terfi merkezi, batıya doğru, yaklaşık 450 m boyunca yükselerek +52.27 m kotunda zirveye varan bir güzergah boyunca atıksu pompalayacaktır.

#### 7.4 POMPA İSTASYONLARININ ÖZELLİKLERİ

Zonguldak Atıksu Arıtma Projesi, Zonguldak'ın batısında deniz kenarında yer alan bir arıtma tesisi, Zonguldak belediye sınırlarındaki ana yerleşim bölgelerinin atıksularını toplayan ve bunları arıtma tesisine ileten bir boru hattı sistemi ile, bu boru hattı güzergahı boyunca seçilmiş noktalarda yer alan yedi pompa istasyonundan meydana gelmektedir.

Her pompa istasyonu sahasında, içine pompaların yerleştirileceği, kısmen yeraltına gömülü betonarme bir yapı inşa edilecektir. Bunların tasarımları benzer olmakla birlikte boyutları ve temel derinlikleri farklıdır.

**Çizelge.7.1** Pompa istasyonlarının yaklaşık boyutları

Pompa İst.	Yerüstü			Yeraltı		
	Yükseklik	En	Boy	Derinlik	En	Boy
TM-1	0.75 m	3.15 m	3.75 m	5.35 m	3.15 m	3.75 m
TM-2	4.00 m	8.90 m	7.10 m	6.50 m	6.70 m	6.90 m
TM-3.1	4.00 m	4.10 m	6.00 m	4.85 m	4.10 m	4.10 m
TM-3.2	4.00 m	4.60 m	6.90 m	4.70 m	5.00 m	4.60 m
TM-4	4.00 m	3.90 m	5.60 m	5.00 m	3.90 m	3.60 m
TM-5	4.00 m	7.00 m	7.10 m	5.55 m	6.90 m	6.95 m
TM-6	4.00 m	3.70 m	5.00 m	4.10 m	3.70 m	3.60 m

## BÖLÜM 8

### ARAZİ VE LABORATUVAR ÇALIŞMALARI

#### 8.1 ARAZİ ÇALIŞMALARI

Pompa istasyonu sahalarının zemin incelemesi için gözlemsel çalışmalar yanında altı adet sondaj yapılmıştır. İnceleme programının belirlenmesinde fiziksel sınırlamalar yanında işin bütçesi de göz önüne alınmıştır.

Projede yapılan tüm sondaj ve araştırma çukurlarının yerleri mevcut jeolojik haritada gösterilmiştir (Ek-G). Pompa istasyonları için yapılan sondajların logları (Ek-B) verilmiştir. Sondaj işlerinde kamyonu bindirilmiş bir rotari sondaj makinesi kullanılmıştır. Makinenin markası Delta Drill D-90 olup, Craelius D-900 muadilidir ve otomatik SPT ekipmanı ile donatılmıştır.

Sondaj noktalarında delme, ya su devridaimli konvansiyonel rotari yöntemle, yada boş gövdeli burgu (holiow-stem auger) sistemiyle yapılmıştır. Boş gövdeli burgu takımı, içinden N Ölçüsündeki takımların çalışabileceği ölçülerdedir. Kaya içinde karotlu delgi için, NQ karotiyer kullanılmıştır.

İnceleme sondajları sırasında, 1.5 m ara ile standart penetrasyon (SPT) deneyleri yapılmıştır. 1920 lerden beri dünyada uygulanmakta olan SPT, mühendislik uygulamalarında yerini almış kolay ve ekonomik bir arazi deneyi olması yanında, çoğu zemin parametresi ile değiştirilebilen sonuçları nedeniyle de yaygın olarak kullanılmaktadır. ASTM D1586 ve karşılığı olan Türk standardında tanımlanan standart şekliyle deneyin yapılışı aşağıda kısaca özetlenmiştir:

- Sondaj delgisi, istenen deney seviyesine kadar yapılır. Sondaj kuyusunun yıkılmaması için, gerekirse boru sürülür. Sondaj deliği çapı 60 mm den az olmamalıdır.
- Standart ölçüler (51 mm dış çaplı) ve biçimdeki yarık tüplü numune alıcı (SPT numune alıcısı) kuyuya indirilir. Numune alıcı, tijlerle zemin yüzeyinin yukarısındaki özel bir darbe başlığına bağlıdır.
- Ya bir halat ve "kedibaşı" düzeneği, ya da otomatik ağırlık düşürme mekanizması ile 63.5 m ağırlığındaki özel bir tokmak 760 mm yüksekliğe kaldırılıp SPT darbe başlığının üzerine serbestçe düşürülür. Oluşan enerji, numune alıcıyı sondaj kuyusunun tabanından zemine sürer.
- İşlem, numune alıcı zemine 450 mm sokuluncaya kadar sürdürülür. Aynı zamanda, her 150 mm aralık için gerekli tokmak darbeleri kaydedilir. Her hangi bir aralık için 50 den fazla darbe gerekirse (veya bazen toplam darbe sayısı 100 ü geçerse) deney durdurulur. Bu durum sondaj kayıtlarına "refü" olarak geçilir.
- İlk 150 mm penetrasyon için gerekli darbe sayısı kaydedilmekle birlikte hesaplarda kullanılmaz. Sonraki iki aralığın darbe sayıları toplamı SPT N değerini verir.
- Numune alıcı kuyudan dışarı çekilir, numune içinden çıkartılır, tanımlanır ve muhtemel deneyler için saklanır. Bu şekilde alınan numuneler örselenmiş numunelerdir.

Sahadaki sondaj makinesi, aynı zamanda örselenmemiş numune almak için de gerekli imkan ve aletlerle donatılmış olmasına rağmen, sondajlarda örselenmemiş numune alımına uygun kohezyonlu zeminlere rastlanmamıştır.

Benzer şekilde, ilk zemin inceleme programında sondajlarda kanatlı kesici (veyn) aleti ile kayma dayanımı belirlenmesi deneyleri öngörülmüş olmakla birlikte, bu deneyin yapılabileceği zemin tabakalarına da rastlanmamıştır.

Yeraltı suyu seviyesinin temel seviyesine yakın olduğu iki pompa istasyonu sahasında, sondaj kuyularından özel bir kova ile su numuneleri alınmış ve betona zararlı etkisi deneyleri için laboratuara gönderilmiştir.

Bütün sondaj kuyuları, yeraltı suyu seviyesi altındaki kısımlarında delikli, 50mm çaplı PVC borularla teçhiz edilmiştir. Her sondajın tamamlanmasını takiben kuyudaki sondaj suyu boşaltılmış ve en az iki gün yeraltı suyu seviyesi ölçümleri yapılmıştır.

## **8.2 LABORATUVAR ÇALIŞMALARI**

İnceleme alanında kentsel altyapı kanalizasyon tesisi olarak belirlenen alanlarda yapılan jeoteknik çalışmalar kapsamında gerçekleştirilen araştıma çukurlarından ve sondaj çalışmalarından alınan örneklerden uygun olanlar laboratuvarda deneylere tabi tutulmuştur. SPT örnekler üzerinde su içeriği, elek analizi, Atterberg (kıvam) limitleri deneyi ve karot örneklerinde nokta yük dayanım indeksi deneyleri yapılmıştır. Örneklerin deneyler için hazırlanmasında ve deneylerde Z.B.E.Ü. Jeoloji Müh. Bölümü Laboratuvarları kullanılmıştır.

### **8.2.1 Su İçeriği Tayini (ASTM Standartları)**

Nem içeriği; zemin içindeki boşluk veya serbest su miktarının zeminin katı partiküllerinin ağırlığına oranıdır ve yüzde olarak ifade edilir.

Deney, standart (etüv kurutma) veya Mikrodalga fırında kurutma metoduyla yapılabilir. Bu çalışmada etüv kurutma yöntemi kullanılmıştır.

#### **Etüv Kurutma Metodu**

Deneyde kullanılacak olan numunenin miktarı malzemenin türüne ve temin edildiği yere göre değişebilmektedir. Ancak her koşulda temsili numunenin seçilmesi gerekmektedir.

- Deney için uygun paslanmaz, ısıya dayanıklı numune kapları gereklidir. Kap kuru ve temiz olarak 0,01 gr duyarlıklı terazide tartılır ve kaydedilir ( $W_1$ ).
- Kap içerisine temsili zemin numunesi (ince taneli zeminler için en az 100 gr) konular ve tartılır ( $W_2$ ).
- Kural; numune ağırlığı değişmez oluncaya kadar kurutma işlemi sürdürülür. Pek çok zemin için 16-24 saatlik bir kurutma süresi yeterli olmaktadır.
- Numune fırından çıkarıldıktan sonra soğutulur ve kabla birlikte tartılır ( $W_3$ ).

## Hesaplamalar

$$m = \frac{W_2 - W_3}{W_3 - W_1} \times 100 \text{ (\%)}$$

m: Nem içeriği (%)

W<sub>1</sub>:Kap ağırlığı (gr)

W<sub>2</sub>:Kap + yağ numune ağırlığı (gr)

W<sub>3</sub>:Kap + kuru numune ağırlığı (gr)

Yukarıdaki işlemler aynı malzemeden alınan üç ayrı test numunesi için yapılır ve elde edilen nem içeriği değerlerinin ortalaması alınır.

### 8.2.2 Tane Boyu Dağılım Analizi (ASTM–D-422, TS 1900/1987)

Zemini oluğuşturan tanelerin boyutlarını ve dağılımlarını belirlemek amacıyla yapılan işlemlerin tümüne tane boyu dağılımı analizi adı verilmektedir. 0.075 mm (200 no.lu)'lik elek üzerinde kalan malzeme dağılımı “elek analizi” ile 0.075 mm'den küçük tane boyutundaki malzeme de “hidrometre” deneyi ile belirlenir.

### Elek Analizi

Elek analizinde kullanılacak test örneğinin miktarı test edilecek malzemedeki maksimum tane çapına bağlı olarak değişmektedir. Örneğin en büyük tane çapı 9.5 mm olması halinde en az 500 gr test örneği kullanılmalıdır.

### 10 No.lu elek üzerinde kalan kısmın elek analizi

Islak yöntem elek analizinde, fırında kurutulmuş örnekten 500 gr kadar alınarak 10 No.lu (2.00 mm) elek üzerinde yıkanır, fırında kurutulur ve soğuduktan sonra kullanılacak olan elek setinde, 10 no.lu eleğe kadar olan eleklerde elenir.

- Eleme işleminde sonra her eleğin üzerinde kalan malzeme tartılır.



- Aritmetik olarak, her elek için geçen malzeme miktarı hesaplanır ve testte kullanılan toplam örnek ağırlığına bölünür. Elde edilen değer 100 le çarpıldığında % cinsinde geçen örnek miktarı bulunur.
- Her elek için aynı işlem tekrarlanır.

Logaritmik absis ekseninde D tane çapı (elek aralıkları)mm olarak, ordinat ekseninde ise lineer olarak geçen tanelerin yüzdesi işaretlenerek yarı logaritmik tane boyu dağılım grafiği (eğrisi) çizilir.

$$\%P = \frac{\text{Geçen örnek miktarı (gr)}}{\text{Toplam test örneği (gr)}} \times 100$$

**Çizelge 8.1** Sondaj örnekleri üzerinde yapılan elek analizi sonuçları.

Sondaj	Derinlik (m)	Wn (%)	WI	Wp	PI	10no'lu elekten (% geçen)	200no'lu elekten (% geçen)	USCS
TM1-1	6,00	16,68	28	23	5	37,33	22,33	<b>GM</b>
TM2-1	9,50					58,60	12,80	<b>SM</b>
TM2-1	12,00					6,94	10,00	<b>GP</b>
TM4-1	6,00					87,47	4,00	<b>SP</b>
TM4-1	7,50					82,81	3,13	<b>SP</b>
TM5-1	7,50	24,86	46	20	26	3,08	90,54	<b>CL</b>
TM5-1	9,00	21,88	42	21	21	22,15	68,85	<b>CL</b>



### 8.2.2.1 Zemin Profili

Boru hattı güzergahı (bir dereceye kadar da hat üzerinde yer alan pompa istasyonları) boyunca ve atıksu arıtma tesisi sahasında rastlanan zemin profilleri, bu yapılar için hazırlanmış raporlarda anlatılmıştır. Aşağıda, her pompa istasyonu sahasında rastlanan zemin profili, ayrı ayrı ele alınmıştır.

Boru hattı güzergahı (bir dereceye kadar da hat üzerinde yer alan pompa istasyonları) boyunca ve atıksu arıtma tesisi sahasında rastlanan zemin profilleri, bu yapılar için hazırlanmış raporlarda anlatılmıştır. Aşağıda, her pompa istasyonu sahasında rastlanan zemin profili, ayrı ayrı ele alınmıştır.

İşlevleri gereği terfi merkezleri alçak yerlerde planlandığından, sahaların hepsi yapay dolgu ve / veya alüvyon türü taşınmış malzemelerle doldurulmuş kesimlerdedir. Bu çökellein renginden de hemen anlaşıldığı gibi, çoğunlukla kömür pasası kökenlidirler. Zonguldak bölgesinde onlarca yıldır devam eden kömür madenciliğinin yan ürünü olarak ortaya çıkan kömür pasası, doğal malzeme, moloz ve atıklarla karışarak, insan eliyle veya akarsularla taşınıp çökmek suretiyle çukurlukları doldurmuştur.

**TM-2:** Bu sahayı, yaklaşık 15 m derinlikte delinmiş olan TM2-1 sondajı temsil etmektedir. Zemin profili, 4.00 m derinliğe kadar, gri - koyu kahverengi, çakıllı, siltli, kumlu bloklardan meydana gelen, inşaat molozu da içeren yapay dolgudur. Bu tabakanın altında, 4.00 m ile 7.50 m derinlikler arasında, koyu gri - siyah, az çakıllı, kumlu şilt ve kilden oluşan bir seviye geçilmiştir. Bu seviye içinde yapılan iki SPT deneyi sonuçları  $N = 6$  ve  $H = 28$  olup, bu değerler oldukça geniş bir aralığı temsil etmektedir. Sahanın denize yakınlığı ve düşük kotta oluşu nedeniyle, yeraltı suyu seviyesi yüksektir (4.45 m derinlikte). Bu tabaka, akarsu alüvyonu ile yapay dolgu karışımı olarak tanımlanabilir. Bu tabakanın da altında, köken olarak benzer karakterde, ancak granüler (koyu gri - siyah, kumlu çakıl, yer yer çakıllı kum) bir tabakaya rastlanmıştır.

**TM-1:** Bu sahadaki zemin profilini belirlemek için TM1-1 sondajı delinmiştir. Saha, esas itibarıyla kömür madeni kökenli yapay dolgu ile kaplıdır. Malzeme, çakıllı, siltli / killi kumdur. Rengi, koyu gri - siyahtır.

Bu tabakanın altında, 7.50 m derinlikte, sondaj anakayaya rastlamıştır. Jeolojik olarak bu kaya, muhtemelen, Zonguldak formasyonunun Kapuz kireçtaşı üyesidir. Açık gri - gri, orta ayrışmış, çok çatlaklı ve orta dayanımdadır. Çatlakların çoğu kil dolguludur. Yeraltı suyuna rastlanmamıştır.

**TM-3.1:** Bu terfi merkezi yerinde TM3-1 sondajı yapılmıştır. Zemin profili yine yapay dolgu ile başlarmaktaysa da, burada hakim bileşen kömür pasası değildir. En üstte bloklu, çakıllı Siltli / kumlu kilin altında yoğun kireçtaşı blokları bulunmaktadır. 6.15 m derinlikte, özellikleri TM1-1 sondajındaki benzeyen kireçtaşına rastlanmıştır, incelenen derinliklerde, yeraltı suyu bulunmamaktadır.

**TM-3.2:** arazi sahiplerinin itirazlarından dolayı, bu noktada sondaj yapılamamıştır. Gözlemsel incelemelere göre, buradaki zemin profili, üstte yapay dolgu, altında belki yamaç molozu ve en altta anakayadan (kireçtaşı) oluşacaktır. Anakayaya 5 m derinliğin altında rastlanması beklenmektedir. Kazılacak temel derinliğine kadar muhtemelen yeraltı suyuna rastlanmayacaktır.

**TM-4:** Uzunkum Plajının güneyinden çeviren Uzunkum Caddesi'nin güney kenarındaki bu saha, nispeten ince (3.75 m) ve kömür pasası kökenli bir yapay dolgu tabakası ile kaplıdır. Bunun altında ise, kahverengi, siltli ince-kum aratabakaları içeren kumlu çakıl niteliğinde bir alüvyon tabakası yer almaktadır. Sahanın güneyinde daha açık bir şekilde görülen geniş ve yassı bir vadi, alüvyonun varlığını açıklamaktadır. Yeraltı suyu, yaklaşık 7 m derinliktedir.

**TM-5:** Bu saha da, yine ince (2.30 m) bir yapay dolgu tabakası altında alüvyonun yer aldığı bir kesimdedir. Burada yapılan sondaja (TM5-1) göre, 5.50 m derinliğe kadar kumlu çakıl ve sonra sondaj bitimine (9.50 m) kadar az çakıllı kumlu kil geçilmiştir. Yeraltı suyu derinliği 7.85 m dir.

**TM-6:** Bu sahada yapılan sondajda (TM6-1), tamamıyla, koyu gri - siyah, çakıllı, kumlu kil matrisi içinde yer alan kaya blokları geçilmiştir. Bloklar, genellikle kumtaşı ve kireçtaşı kökenlidir. Sondaj derinliği 7.60 m dir, ancak, mahallenin yerlilerinin ifadelerine göre, bu kaya dolgunun kalınlığı 12 - 15 m mertebelerini bulmaktadır. Sahanın bulunduğu kesim, daha önceleri yaklaşık deniz seviyesinde olup, üzerinden geçen demiryolunu dalgalardan korumak için doldurularak yükseltilmiştir.

### 8.2.2.2 Yeraltısuyu

Pompa istasyonu sahalarında yeraltı suyu seviyeleri farklıdır. TM-2 dışında, yeraltı suyuna ya rastlanmamış, ya da temel seviyesinin altında rastlanmıştır. Sondajlarda ölçülen yeraltı suyu seviyeleri aşağıda özetlenmiştir:

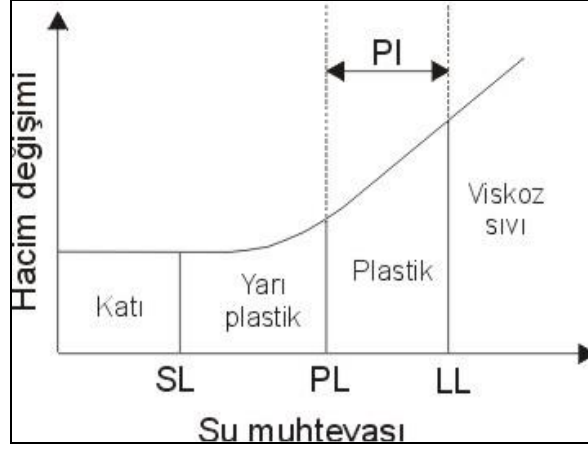
**Çizelge 8.3** Sondajlarda ölçülen yeraltısuyu seviyeleri.

Sondaj No.	Başlangıç Seviyesi	Yeraltı Suyu Seviyesi
TM2-1	3.80 m	4.45 m
TM1-1	21.20 m	M/A
TM3-1	19.50 m	N/A
TM4-1	7.45 m	7.15 m
TM5-1	21.40 m	7.85 m
TM6-1-	15.40 m	N/A

TM-2 pompa istasyonu kısmen yeraltı suyunun altında olacaktır. TM-4 ve TM-5 pompa istasyonlarının temelleri yeraltı suyu seviyesinin 2 m kadar yukarısında olacaktır. Diğer pompa istasyonlarının yeraltı suyu ile temasta hatta yeraltı suyuna yakın olması beklenmemektedir.

### 8.2.3 Atterberg Limitleri (ASTM Standartları)

Kıvam (Atterberg) limitleri esas olarak ince taneli zeminlerin değişik su içeriklerindeki dayanımlarının bir göstergesi olmaktadır. Zeminin doğal su içeriğinin kıvam limitleriyle karşılaştırılması bize o zeminin mukavemeti hakkında bir fikir vermektedir. Ayrıca ince taneli zeminler (%50'si 0.075 mm elekten geçen) Atterberg limitleri esas alınarak sınıflandırılmaktadır.



**Şekil 8.1** Kohezyonlu zeminlerde hacim değişimi-su içeriği ilişkisi ve kıvam limitleri

- Kıvamlılık** : Zeminin göreceli olarak deforme olabilme özelliğidir.
- Likit Limit(LL)** : Zeminin plastik halden likit hale geçtiği su içeriği değeridir.
- Plastik Limit(PL)** : Zeminin plastik halden katı hale geçtiği su içeriği değeridir.
- Plastisite İndeksi (PI)** : Zeminin plastik davranış gösterdiği su içeriği alanıdır. Rakamsal olarak;  $PI=LL-PL$  eşitliğiyle ifade edilir.

Atterberg Limitlerinin tayini için yapılan deneyler zeminin 40 no.lu (0.475 mm) elek altına geçen fırında kurutulan kısmından uygulandığı gibi doğal durumdaki numuneler üzerinde de uygulanabilir.

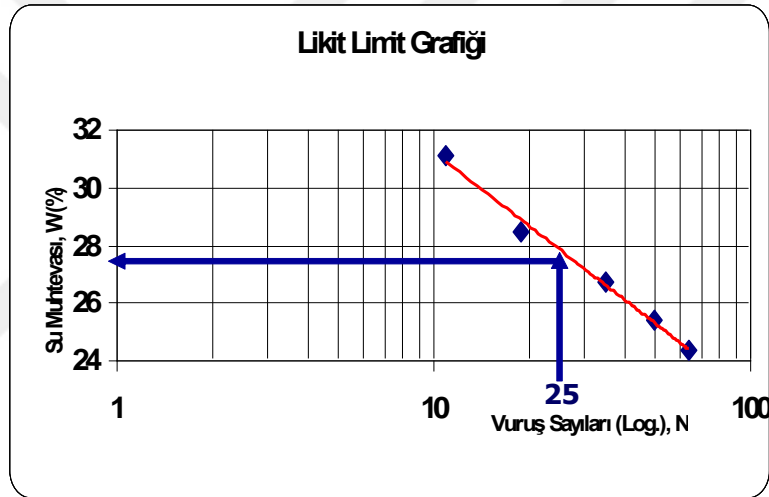
### Likit Limit Deneyi

- 40 no.lu elekten geçen malzemeden 150-200 gr ağırlığında numune alınır saf su ilave edilerek homojen bir hamur haline gelene kadar spatula ile karıştırılır. 24 saat oda sıcaklığında hava almadan bekletilir.
- Numune kaptan çıkarılır, spatula ile 10 dk kadar tekrar karıştırılır ve bir miktar alınarak casagrande aletinin potasına konur. Numune içinde hava kabarcığı olmamasına dikkat edilerek yüzeyi tabana paralel olacak şekilde düzlenir. Oluk açma bıçağı ile numunenin ortasında "V" kesitli bir oluk açılır. Krank kolu saniyede iki devirlik bir hızla çevrilerek numunenin ortasında 13 mm boyunca birbirine değene kadar bu işlem sürdürülür. Kapanan kısımdan yaklaşık 10 gr numune su içeriği saptamak üzere alınır ve kapanmayı sağlayan düşüş sayısı kaydedilir.

- Aynı numune kullanılarak ve su içeriği artırılarak daha önceki işlemler en az beş defa uygulanır. Seçilen başlangıç su ve eklenen su miktarları, elde edilen darbe sayılarının 10-50 arasında eşit aralıklarla dağılmasını sağlayacak biçimde ayarlanmalıdır. Deney kesinlikle numunenin su içeriğini arttırarak yürütülmelidir.

## Hesaplamalar

Her denemede elde edilen su içeriği değerleri aritmetik ordinat eksenini boyunca, darbe sayısı değerleri ise logaritmik bir grafik kağıdı üzerine işaretlenir. Elde edilen noktalara en iyi uyan “akış doğrusu” çizilir ve bu doğru üzerinde 25 darbe sayısına karşılık gelen su içeriği değeri zeminin likit limit değerini verir.



Şekil 8.2 Likit limit grafiği.

## Plastik limit deneyi

- 40 no.lu elekten geçen malzemeden 20 gr kadar alınarak saf su ilave edilir ve plastik bir hamur haline gelene kadar yoğurulur. Numune iki ayrı top haline getirilir, önce bir tanesi üzerinde işlem yapılır.
- Test numunesi cam plaka ile el ayası arasında silindirik bir makarna şekli alana kadar yuvarlanır. Çapın 3.2'ye düştüğü anda çatlama ve kopma belirmemişse zemin tekrar yoğurularak top haline getirilir ve yeniden yuvarlanır. Silindirik numunelerin çapının 3.2 mm'ye indiği anda yuvarlanan zeminde çatlayıp dağılmalar görülene değin bu işlem sürdürülür. Çatlayıp dağılan numuneler genellikle 3.2 mm ve 9.5 mm uzunluğunda silindirik parçalar olmalıdır.

- Oluşan silindirik parçalardan en az 6 gr alınarak numune kabına konur ve su içeriği saptanır.
- Yukarıdaki işlemler ayrılan diğer numune parçası için tekrarlanır ve her numune parçası için elde edilen su içeriği değerlerinin ortalaması alınır. Bu değer o numunenin plastik limit (PL) değeri olarak kaydedilir.

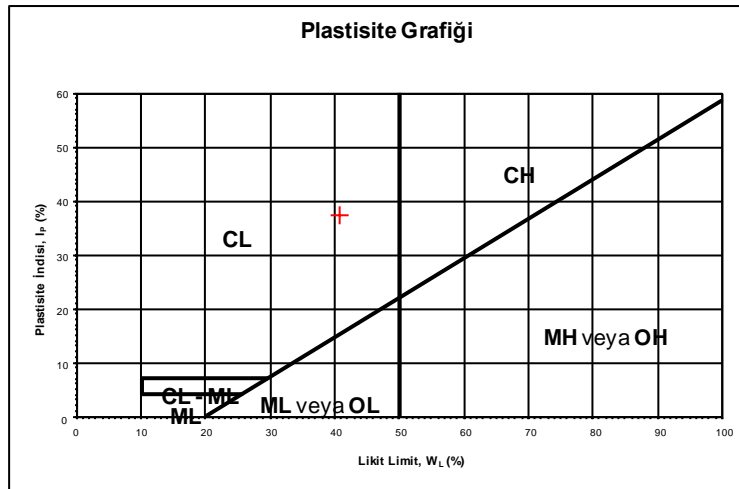
### Atterberg limiti deneylerinin amacı ve önemi

Kıvam limitleri ince taneli zeminlerin sınıflandırılmasında kullanılmakta ve zeminin fiziksel özellikleri hakkında ön bilgiler vermektedir. Genel olarak zeminin plastisitesi arttıkça sıkışma şişme potansiyeli artmakta, su geçirgenliği azalmakta, arazi kazı ve dolgu işlemleri sırasında zorluklarla karşılaşmaktadır.

Bazı kavramlar kullanılarak da zeminin mukavemeti ve gerilim tarihçesi hakkında fikir edinilebilmektedir.

$$\text{Likitlik İndeksi, } I_L = \frac{W - PL}{PI} \qquad \text{Kıvamlılık İndeksi, } I_L = \frac{W - PL}{PI}$$

Likitlik indeksi zemininin gerilim tarihçesi hakkında bilgi verir. Normal konsolide killerin likitlik indeksi 1, aşırı konsolide killerin ise sıfıra yaklaşan rakamlardır. Ekstra duyarlı (sensitive) killerde olduğu gibi negatif olabilir (Means and Parcher 1996).



Şekil 8.3 Plastisite grafiğinin gösterimi.



**Çizelge 8.4** Kıvamlılık indeksine göre zeminlerin sınıflandırılması (Ulusay 2001).

Tanım	Kıvamlılık İndeksi
Çok Yumuşak	<0.05
Yumuşak	0.05-0.25
Sıkı	0.25-0.75
Katı	0.75-1.00
Çok Katı	>1

Kıvam limitleri zeminlerin sınıflandırılmasını sağlamakta ve zeminin fiziksel özellikleri hakkında ön bilgiler vermektedir. Genel olarak zeminin plastisitesi arttıkça sıkışma şişme potansiyeli artmakta, su geçirgenliği azalmakta, arazi kazı ve dolgu işlemleri sırasında zorluklarla karşılaşmaktadır (Çizelge 8.4).

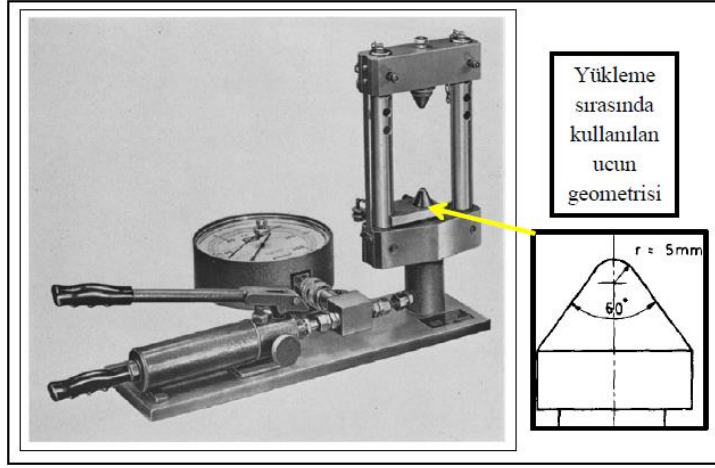
**Çizelge 8.5** Plastisite indeksine göre zeminlerin sınıflandırılması (Ulusay 2001).

Tanım	Plastisite İndeksi
Plastik değil	<1
Az plastik	1-7
Orta plastik	7-17
Yüksek plastik	17-35
Aşırı plastik	>35

## 8.2.4 Nokta Yük Dayanımı İndeksi

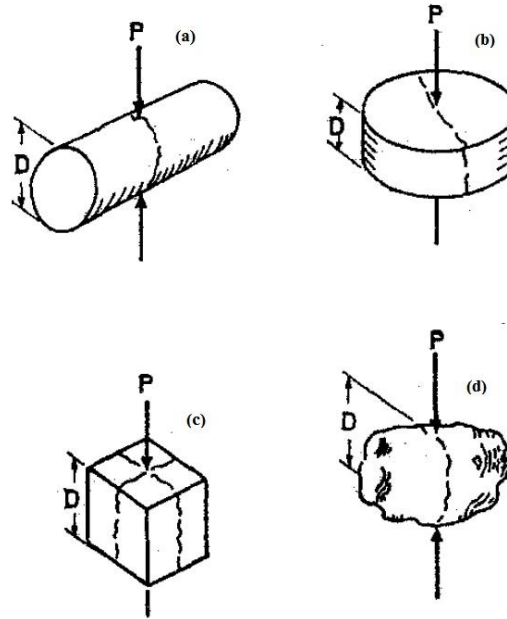
### Amaç ve Genel Bilgiler:

Bu deney, kayaçların dayanımlarına göre sınıflandırılması amacıyla yapılmaktadır. Ayrıca tek eksenli basınç dayanımı ve çekme dayanımı gibi diğer dayanım parametrelerinin dolaylı olarak belirlenmesinde ve bazı kaya kütleli sınıflama sistemlerinde kayaç malzemesinin dayanım parametresi olarak kullanılır. Bununla birlikte, günümüzde nokta yükü dayanım indeksinin basınç ve çekme dayanımlarının dolaylı olarak tayininde kullanılmaması gibi bir eğilim bulunmaktadır. Deney sonucu olarak; nokta yük dayanımı ve dayanım anizotropi indeksi de hesaplanmaktadır (Ulusay vd. 2001). Şekil 8.4'de nokta yük deneyleri için kullanılan basınç ünitesi görülmektedir.



**Şekil 8.4** Nokta yük deneyinde kullanılan basınç ünitesi ve kullanılan uçların geometrisi.

Nokta yük dayanımı deneyi 4 farklı şekilde gerçekleştirilebilmektedir. Düzgün karot numuneleri üzerine hem çapsal hem de aksenal olarak uygulanabilmektedir. Ayrıca bu deney, düzgün kesilip hazırlanmış blok numuneler üzerinde ve düzgün şekillere sahip olmayan numunelere üzerine uygulanabilmektedir. Deneyin uygulanış Şekil 8.5’de verilmiştir.



**Şekil 8.5** Nokta yük deneyin uygulama biçimleri (a) çapsal yükleme (b) aksenal yükleme (c) blok numune üzerine yükleme (d) biçimsiz şekildeki numuneler üzerine yükleme.

## Araç-Gereç

1. Aşağıdaki parçalardan oluşan standart nokta yükleme aleti:

- Yükleme pompası
- Yük göstergesi
- Gövde
- Konik başlıklar
- Başlıklar arasındaki mesafeyi ölçmek için gerekli cetvel

2. Kompas

3. Koruma gözlüğü

4. Standartlara uygun hazırlanmış kayaç numunesi

**Deneyin Yapılışı:** Şekil 8.5’de belirtildiği gibi deney karot, blok ve düzensiz numuneler üzerine uygulanabilmektedir. Nokta yük deneyi üç farklı şekilde gerçekleştirilebilmektedir;

- a. Çapsal deney (karot eksenine dik),
- b. Aksenal deney (karot eksenine paralel),
- c. Blok ve düzensiz örneklerle deney.

### a. Çapsal deney

Bu deney için karot örneğinin uzunluğunun çapına oranı 1’den büyük olması gerekmektedir. Deney örneği heterojen ve anizotrop ise deney 10 kez tekrarlanmalıdır. Çapı ve uzunluğu kompas ile ölçülen numune konik uçlar arasına karot eksenine dik yönde yerleştirilir ve yükleme başlatılır. Numunenin yenildiği yük kaydedilir.

### b. Aksenal deney

Bu deneyde karotun uzunluğunun çapına oranı 0,3 ile 1 arasında olmalıdır. Deney örneği heterojen ve anizotrop ise deney 10 kez tekrarlanmalıdır. Çapı ve uzunluğu kompas ile ölçülen numune konik uçlar arasına karot eksenine paralel yönde yerleştirilir ve yükleme başlatılır. Numunenin yenildiği yük kaydedilir.

### c. Blok ve düzensiz örneklerle deney

Bu deneyde 50 mm  $\pm$  35 mm boyutundaki numuneler kullanılmalıdır. Blok ve düzensiz örneklerde Kalınlığın genişliğe oranı 0,3 ile 1 arasında olmalıdır. Numunenin ucundan

yüklemeye noktasına kadar olan uzunluk ise en az kalınlığın yarısı kadar olmalıdır. Deney örneği heterojen ve anizotrop ise deney 10 kez tekrarlanmalıdır. Kalınlığı ve genişliği kompas ile ölçülen numune konik uçlar arasına yönde yerleştirilir ve yüklemeye başlatılır. Numunenin yenildiği yük kaydedilir.

### **Hesaplamalar:**

Deney tamamlandıktan sonra öncelikle düzeltilmemiş nokta yük dayanımı aşağıdaki formül yardımı ile hesaplanır.

$$I_s = \frac{P}{De^2} \text{ (kPa)}$$

Burada,  $I_s$  düzeltilmemiş nokta yük dayanımı (MPa),  $P$  yenilme yükü (N),  $De$  ise eşdeğer karot çapıdır (mm). Eşdeğer karot çapı çapsal numuneler için şu şekilde hesaplanmaktadır:

$$De^2 = D^2$$

Burada,  $De$  eşdeğer karot çapı (mm) ve  $D$  ise karot çapıdır (mm). Eksenel deney, blok ve düzensiz örneklerde ise şu şekilde hesaplanmaktadır:

$$De^2 = \frac{4 \times A}{\pi}$$

Burada,  $De$  eşdeğer karot çapı (mm),  $A$  ise konik başlıkların temas noktalarından geçen örneğin en küçük kesit alanıdır. Nokta yük dayanımı kayacın boyutuna bağlı olarak değiştiğinden 50 mm'lik çapa göre düzeltilmesi gerekmektedir. Bundan dolayı hesaplanan düzeltilmemiş nokta yük dayanımına düzeltme uygulanır. Bu düzeltme şu şekilde uygulanır:

$$I_{s(50)} = F \times I_s$$
$$F = (De / 50)^{0.45}$$

Burada,  $I_{s(50)}$  düzeltilmiş nokta yük dayanımı (MPa),  $F$  düzeltme faktörü,  $I_s$  düzeltilmemiş nokta yük dayanımı,  $De$  eşdeğer çaptır (mm).

En az on adet deney sonucu arasındaki en yüksek ve en düşük ikişer değer iptal edilerek geriye kalan altı değerın ortalaması alınarak numunenin nokta yük dayanımı hesaplanır.

### **8.3 LABORATUVAR DENEY SONUÇLARI**

İnceleme alanında açılan zemin sondajları ve araştırma çukurlarından alınan örnekler üzerinde yapılan tüm deneyleri bir arada gösterir sonuçlar aşağıda gösterilmektedir. Ayrıca açılan araştırma çukurları ile zemin sondajlarına ait loglar ile yapılan deney sonuçları ve föyleri de ekler bölümünde verilmektedir.





**ZONGULDAK BÜLENT ECEVİT ÜNİVERSİTESİ**  
**MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ**  
**Jeoloji Mühendisliği Bölümü**

Rapor Tarihi:

Num. Alındığı Yer: Araştırma Çukuru

Müşteri Adı:

Kç No	Kumune No	Oranlık (%)	ω (%)	ω <sub>10</sub> (%)	ω <sub>20</sub> (%)	ω <sub>30</sub> (%)	ω <sub>40</sub> (%)	Atterberg Limitleri			Wn (%)	m <sub>v</sub> gr/cm <sup>3</sup>	G <sub>s</sub> (g/cm <sup>3</sup> )	Konsolidasyon	Zeminde Uy Etk. Sıkayma			Zeminde Uy Direkt Kezme			Kayada Tek Etk. Sıkayma			Şişme %	İsilo (Ort.) (MPa)		
								LL (%)	PL (%)	PI (%)					c (MPa)	φ (°)	qu (MPa)	c (MPa)	φ (°)	F (KN)	qu (MPa)	c (MPa)	φ (°)			F (KN)	qu (MPa)
1	AÇ-1	1.1	2,50	10	70	15	5	NP	NP	NP	4,5	1,825	1,705	1,85	SW												
2	AÇ-1	1.2	2,80	7	75	12	6	NP	NP	NP	4,7	1,810	1,700	1,82	SW												
3	AÇ-2	2.1	2,50	2	76	10	12	NP	NP	NP				1,70													
4	AÇ-2	2.2	2,90	4	72	12	12	NP	NP	NP				1,71													
5	AÇ-3	3.1	3,00	5	20	25	50	42	20	22	6,5			1,83	CL												
6	AÇ-3	3.2	3,40	3	18	27	52	44	20	24	6,3			1,82	CL												
7	AÇ-4	4.1	1,60	5	68	20	7	NP	NP	NP	5,2	1,800	1,710	1,70	SW												
8	AÇ-4	4.2	1,80	4	69	17	10	NP	NP	NP	5,3	1,795	1,705	1,78	SW												
9	AÇ-5	5.1	2,60	5	20	10	5	NP	NP	NP																	
10	AÇ-5	5.2	3,00	6	18	9	6	NP	NP	NP																	
11	AÇ-6	6.1	2,50	15	55	6	5	NP	NP	NP																	
12	AÇ-6	6.2	3,00	14	57	8	3	NP	NP	NP																	
13	AÇ-7	7.1	2,50	28	50	12	10	NP	NP	NP				1,92	SW												
14	AÇ-7	7.2	3,00	24	52	13	11	NP	NP	NP				1,91	SW												
15	AÇ-8	8.1	2,50	10	18	15	15	NP	NP	NP																	
16	AÇ-8	8.2	2,90	11	20	14	13	NP	NP	NP																	
17	AÇ-9	9.1	1,00	4	15	26	55	39	19	20	6,9	1,820	1,710	1,81	CC												
18	AÇ-9	9.2	1,50	7	13	28	52	40	20	20	6,8	1,805	1,715	1,82	CC												
19	AÇ-10	10.1	0,90	15	60	15	10	NP	NP	NP																	
20	AÇ-11	11.1	1,20	37	63	-	-	NP	NP	NP				1,92													
21	AÇ-12	12.1	2,50					39	19	20																	
22	AÇ-12	12.2	2,90					40	20	20																	
23	AÇ-13	13.1	2,50	15	65	15	5	NP	NP	NP																	
24	AÇ-13	13.2	3,10	10	72	12	6	NP	NP	NP																	

Şekil 8.6 Araştırma Çukurlarına ait Toplu Sonuçlar



**ZONGULDAK BÜLENT ECEVİT ÜNİVERSİTESİ**  
**MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ**  
**Jeoloji Mühendisliği Bölümü**

Rapor Tarihi:

Num.Alındığı Yer: Sondaj Kuyuların

Müşteri Adı:

Sondaj No	Numune No	Derinlik (m)	Çakıl (%)	Kum (%)	Fina (%)	Silt (%)	Atterberg Limitleri			Y <sub>n</sub> (%)	W <sub>n</sub> (%)	Yıkım (gr/cm <sup>3</sup> )	Gs	Konsolidasyon	Zeminde Üç Eks. Sıkışma		Zeminde Üç Direkt Kırma		Kayada Tek Eks. Sıkışma		Kayada Üç Eks. Sıkışma		Şişme Basıncı (kg/cm <sup>2</sup> )	Şişme %	İsso (Ortl.) (MPa)		
							LL (%)	PL (%)	PI (%)						c (kPa)	φ (°)	q <sub>u</sub> (kPa)	c (kPa)	φ (°)	F (kN)	qu (MPa)	c (MPa)				φ (°)	
1	SK-1	1.1	10,00																							4,31	
2	SK-1	1.2	11,50																								4,52
3	SK-1	1.3	12,00																								4,55
4	SK-2	2.1	7,50	15	65	10	10	NP	NP	NP																	
5	SK-2	2.2	10,50	16	64	10	10	NP	NP	NP																	
6	SK-2	2.3	13,50	18	66	7	9	NP	NP	NP																	
7	SK-3	3.1	8,70	7	55	28	10	NP	NP	NP																	4,62
8	SK-3	3.2	10,40	7	52	29	12	NP	NP	NP																	4,52
9	SK-3	3.3	11,90	9	56	25	10	NP	NP	NP																	4,63
10	SK-4	4.1	5,90																								
11	SK-4	4.2	7,40																								
12	SK-4	4.3	9,40																								
13	SK-5	5.1	9,30																								3,11
14	SK-5	5.2	10,40																								3,42
15	SK-5	5.3	12,90																								3,32
16	SK-6	6.1	8,00																								3,83
17	SK-6	6.2	8,50																								3,87
18	SK-6	6.3	8,8																								3,92
LL = Limit	PL = Plastik Limit		PI = Plastisite İndisi	Ge = Özgül Ağırlık	W <sub>n</sub> = Su Muntvrası	Y <sub>n</sub> = Doğal Birtim Hsalm Ağırlık	Y <sub>n</sub> = Kuru Birtim Hsalm Ağırlık	φ = İçel İstürümme Açısı	ø = Kohazyon	qu = Serbest Basıncı Dayanımı	γ <sub>max</sub> = Maksimum Kuru İstürümme Ağırlık	W <sub>n opt.</sub> = Optimum Su Muntvrası															

Şekil 8.7 Sondaj Kuyularına ait Toplu Sonuçlar





## BÖLÜM 9

### SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada; ülkelerin gelişmişliklerinin en önemli göstergesi olan kentsel yaşam alanlarına ait altyapı tesislerinin planlanmasında ve tasarımında, jeolojik-jeoteknik araştırmaların-çalışmaların ne kadar önemli olduğu vurgulanmaktadır. Kentsel yaşam alanlarında yapılması planlanan altyapı, kanalizasyon sistemi gibi tesislerin (şebeke hattı, toplayıcı hattı, arıtma tesisi, fosseptikler) yapımı esnasında ve sonrasında kentsel altyapıyı etkileyebilecek jeolojik-jeoteknik faktörlerin varlığı belirlenerek, alınması gerekli önlemler ile sonuç ve önerilerin ortaya çıkarılması “Zonguldak Belediyesi İmar Alanlarında” amaçlanmıştır. Çalışmada elde edilen sonuçlar sırası ile aşağıda verilmektedir.

İnceleme alanında; kentsel altyapı kanalizasyon tesisi olarak planlanan şebeke hatlarında 13 adet araştırma çukuru, pompa istasyonlarında 6 adet zemin sondajı yapılmış ve tüm jeolojik-jeoteknik çalışmalar sonuçları birlikte değerlendirilmiştir.

İnceleme alanında yapılan jeolojik-jeoteknik çalışmalar sonucunda çalışma alanının jeolojik olarak, Velibey Formasyonundan (Krv), Kozlu Formasyonundan (Kk), Karadon Formasyonundan (Kka), Zonguldak Formasyonundan (Jkrz), Kilimli Formasyonundan (Krk), Alüvyon (Qal) ve Dolgu (d) birimlerinden oluştuğu görülmektedir. Yapılacak olan kentsel altyapı kanalizasyon tesisleri olan şebeke ve toplayıcı hatlara ait imalat kazılarının genel olarak; Velibey Formasyonu (Krv), Kozlu Formasyonu (Kk), Karadon Formasyonu (Kka), Zonguldak Formasyonu (Jkrz), Kilimli Formasyonu (Krk) ve Alüvyon (Qal) çökelleri ile yapay dolgu malzemelerinde gerçekleşeceği belirlenmiştir.

Proje alanındaki hatlar imarlı alanlardan geçmekte olduğundan, heyelan vs. kütle hareketleri beklenmemektedir. Ancak bazı kesimlerde proje güzergahı, dik kaya şevlere paralel olduğundan, özellikle yolların alt tarafında bulunan dik şevlerin duraylılığı, yolda kazı yapıldığında tehlikeye girebilecektir.

Kazı sırasında yeraltı suyunun görüleceği alanlar; liman ve çevresi ile kıyıya yakın bölgeler, dere boylarıdır. Bu tür alanlardaki anakaya 20m ile 30m derindir.

Projede yeralan pompa (aktarma) istasyonları, kısmen gömülü yapılar olarak inşa edilmektedir. Bu nedenle, yeraltında gömülü kısımları minimum 4 m ile maksimum 6.5 m arasında değişmektedir. Mevcut zeminin doğal birim hacim ağırlığı  $18 \text{ kN/m}^3$  olarak alınırsa (kısmen su altında kalan TM-2 hariç), her 1 m temel kazısında, temel seviyesinden  $18 \text{ kN/m}^2$  gerilme kaldırılmış olacaktır. Pompa istasyonları için kabul edilen, maksimum taban basıncı  $100 \text{ kN/m}^2$  olursa, temel seviyesinde zemine eklenen net gerilme  $30 \text{ kN/m}^2$  ( $0.3 \text{ kg/cm}^2$ ) den az olmaktadır. Kısmen yeraltı su seviyesinin altında olacak olan TM-2 için dikkat edilmesi gereken en önemli durum, yapının yüzmesi riskidir. Bu noktadaki yeraltı su derinliği 4.45 m olduğundan, temellerin  $20 \text{ kN/m}^2$  kadar bir kaldırma basıncına maruz kalacağı beklenmektedir. Bu kaldırma basıncı, yapının ağırlığınca karşılanana kadar, yapının yüzme riski göz önünde tutulmalıdır.

TM-4 ve TM-5 pompa istasyonlarının temelleri alüvyona oturmaktadır. Diğer pompa istasyonları ise yapay dolgu içinde kalmaktadır. Burada, kontrolsüz yapay dolgunun iyileştirilmeden veya özel temel sistemleri kullanılmadan, mevcut zeminin temel zemini olarak düşünülmemesi gerekir. TM-2 dışındaki bütün pompa istasyonları için temel seviyesinin 0.60 m kadar altına inen ve temelden biraz daha geniş tutulan bir kazı yapılması ve bu kesimin hesaplama sonucunda ortaya çıkacak uygun bir granüler malzeme ile tekrar temel seviyesine kadar, kontrollü olarak sıkıştırılıp doldurulması şeklinde, bir zemin iyileştirme yöntemi uygulanmalıdır. Bu sistemle, temelin altında, yükten zemine homojen olarak yayma görevi oluşturulmuş olacaktır.

TM-2'nin temel derinliği 6.50 m olup, bu seviyede suya doygun az çakıllı, kumlu, siltli kil tabakası bulunmaktadır. Sondajdaki 7.50 m derinliğin altında, iyi bir temel zemini sayılabilecek çakıllı kum/kumlu çakıl tabakası (GP) yer almaktadır. Temelin altında, sıkışabilir olması muhtemel zemin kalınlığı yalnızca 1 m olduğundan, temel seviyesinin 1 m altında kazı yapılarak granüler tabaka bulunmalı ve temel seviyesine kadar sıkıştırılmış granüler dolgu yapılmalıdır.

Pompa istasyonlarının temel çukurları derin olacağından, çevresinin korunması için iksa ile çevrilerek önlemler alınmalıdır. Kazı çalışması açısından en fazla risk TM-2 için söz

konusudur. Burada, kazının bir kısmı su altında olacağından, susuzlaştırma da gerekmektedir. Granüler zemin tabakalarının yüksek geçirimsizliğe sahip olduğu düşünülürse, yapının temel kazısı bir iksa perdesi ile tasarlanmalıdır. Burada yeraltı suyu dikkate alınmalıdır.

Diğer temel kazı çukurları yeraltı suyunun olmadığı kuru ortamda kazılacaktır. Bu ortamlar pompa istasyonlarının kesin konumlanmış sondaj noktalarından farklı olabilirse de, TM-1, TM-3.1 ve TM-5'in yakındaki hiç bir yapıyı riske sokmadan 1 : 1'lik şevlerle kazılabilecektir.

TM-4, mevcut dört katlı bir binanın yakınındadır ve bu binanın yüzeysel temellerinin yapay dolguya oturduğu görülmektedir. Binanın yapısal incelemesi söz konusu olmamışsa da, görünüme göre, çok sağlam durumda bulunmamaktadır. Binanın yakınında yapılacak 5 m derinlikteki temel kazısı, bina temellerinde oturmalara ve buna bağlı olarak ciddi yapısal sorunlara yol açabileceğinden dolayı kazı çukuru için destekli özel bir iksa sistemi tasarlanmasına karar verilmiştir.

TM-6 temeli, kaya üzerine oturacağından temel kazısı, zeminlere göre daha güç olacaktır. Burada, açık kazı yapılabileceği ve her hangi bir iksa sistemine gereksinme duyulmayacağı görülmektedir. Ancak, TCDD demiryoluna ve mevcut binalara yakın olmasından şev koruma önlemleri gereklidir. Şevlerde iksa projelendirilmesi gerekirse, zeminin yoğun bloklu yapısından dolayı, bu tür zeminlerde en kolay uygulama mini kazıklarla oluşturulacak ve en olumsuz zemin parametreleri dikkate alınarak tasarlanacak bir iksa perdesidir.

İnceleme alanında yapılan jeolojik-jeoteknik çalışmalar sonucuna göre kentsel altyapı kanalizasyon tesisine ait borulu imalatların döşenmesi esnasında hendek kazılarının yapılacağı hatlarda boruların yerleştirilmesi sonrasında boru kırılmalarına neden olabilecek akıcı zeminlerin bulunmadığı belirlenmiştir.

İnceleme alanında yer alan kentsel altyapı kanalizasyon sistemlerine ait iksa uygulama sistemleri belirlenirken zeminlerin laboratuvarında elde edilen mühendislik parametreleri, yeraltı suyu seviyesi ve zemin örneklerinin inceleme sonuçları dikkate alınmış olup, zemin türleri, proje kazı derinlikleri ve yeraltı suyu seviyesinin varlığı da düşünülerek, önerilen iksa tipleri TS-2519 standartları dikkate alınarak hazırlanmıştır. Buna göre; kentsel altyapı kanalizasyon sistemi tesislerine ait borulu imalatların döşenmesi esnasında standart iksa (Ahşap) ve özel iksa (Çelik pano) sistemleri belirlenmiş olup, kazı uygulama imalat

derinliklerine göre; 0.00-1.50 m arası iksasız, 1.50-2.00 m arası aralıklı ahşap iksa, 2.00-3.00 m arası sık aralıklı ahşap iksa, 3.00 m'den daha derin kazılar için çelik pano türü iksa tiplerinin uygulanması öngörülmüştür.

İnceleme alanında yapılan jeolojik-jeoteknik çalışmalar sonucuna göre, kazıdan çıkan hafriyat malzemesinin belirli bir kısmı, projedeki borulu imalatların döşenmesi esnasında kullanılabileceği belirlenmiştir. Bu durum, yapımı planlanan altyapı tesisleri maliyeti açısından son derece önemlidir.

İnceleme alanında yapılan jeolojik-jeoteknik çalışmalar sonucu belirlenen teknik veriler, arazi ve laboratuvar deney sonuçları ile planlama alanındaki jeolojik birimlerin fiziksel özellikleri de dikkate alındığında, kentsel altyapı kanalizasyon tesisinin uygulamaya esas yapımı esnasındaki toplam imalat kazısının % 20'si el ile % 80'ininde makine ile gerçekleştirilmesi ortaya çıkmaktadır.

Şebeke hattı kazısı sırasında derinde gömülü olan kaya seviyesi çok değişken olduğundan, kaya kazısı sınıflaması yapılmamıştır. Yeraltı suyunun yüksek olduğu yerler ile zeminin gevşek yapay dolgu olduğu kesimlerde hendek kazısının iksalı yapılması gerekmektedir.

İnceleme alanı Bakanlar Kurulunun 18 Nisan 1996 tarih ve 96/8109 sayılı kararı ile yürürlüğe giren "Türkiye Deprem Bölgeleri Haritası"na göre 2. derece deprem bölgesi içinde kalmaktadır. Yapılacak her türlü altyapılar için Bayındırlık ve İskan Bakanlığının 15 Şubat 2007 tarih ve 26435 sayılı yönetmeliği ile yürürlüğe giren "Altyapılar İçin Afet Yönetmeliği" esaslarına titizlikle uyulması gerekmektedir.

İnceleme alanında yapılan tüm jeolojik-jeoteknik çalışmalar neticesinde ortaya konulan somut veriler ışığında; kentsel yerleşim alanlarına ait imarlı sahalarda yapılması öngörülen kentsel altyapı kanalizasyon tesislerinin hayata geçirilmesi kaliteli şehircilik anlayışının ön plana çıkması, kent dokusuna zarar verilmemesi, yerleşim alanlarının her türlü çevresel ve doğal afetlerden korunması ile çevre, insan ve toplum sağlığı açısından son derece önemlidir. Ayrıca, jeolojik-jeoteknik çalışmaların daha planlama aşamasında, doğru ve yeterli ölçüde yapılması; kentsel altyapı tesislerine ait planlamaların doğru yönlendirilmesini ve zemin problemleri açısından mevcut jeolojik birimlerin sorunsuz ve güvenli geçilmesini sağlayacak ve ileride düzenli kentleşmeye katkı sağlamış olacaktır.

## KAYNAKLAR

- Ardıçlıoğlu M** (2007) Kentsel Altyapı Donanımlarının Planlanması, Yaşanan Sorunlar ve Kayseri Örneği, Hatay, 50-63.
- ASTM** (1994) Annual Book of ASTM Standats-Constuction: Soil and Rock. ASTM Publication, V.04.08, 987 pp.
- Bayındırlık ve İskan Bakanlığı** (2007) Altyapılar için afet yönetmeliği 15 Şubat 2007 tarih ve 26435 sayılı resmi gazete yayını, Ankara.
- Bowles J E** (1988) Foundation Analysis and Design. Mc Graw Hill Book Company, 1169 s.
- Bulkan O** (2000) Velibey Formasyonunun Yayılımı ve Haznekaya Özellikleri (Zonguldak İli Hayatköy Dolayı), Diploma Çalışması, İstanbul Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, İstanbul, 42-44.
- Buzkan İ** (1997) Relationships Between petrographic and coking features of coals in Zonguldak Basin, European Coal Geology, 3th European Coal Conference, 1997, 101-114 pp.
- Can Y** (2000) Velibey Formasyonunun Yayılımı ve Rezervuar Kaya Özellikleri (Zonguldak Güneyi), Diploma Çalışması, İstanbul Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, İstanbul, 118 s.
- Clayton C R I** (1990) SPT Energy Transmission: Theory, Measurement and Significance Ground Engineering, 23(10): 35-43.
- Danacı H** (2009) Zemin Mekaniği Uygulamaları Semineri, Ankara, 78 s.
- DPT VIII. Beş Yıllık Kalkınma Planı** (2000) Kanalizasyon Arıtma Sistemleri, Özel İhtisas Komisyon Raporu, Ankara, 114 s.
- Erol O** (2002) Zemin Etütleri ve Temel Mühendisliği Semineri, Ankara, 2.1-2.18.
- Gökçe O, Özden Ş ve Demir A** (2008) Türkiyede Afetlerin Mekansal ve İstatiksel dağılımı Afet Bilgileri Envanter Kitabı, Afet İşleri Genel Müdürlüğü Yayını, Ankara, 118s.
- Görür N, Tüysüz O, Okay A, Sarkınç M, Yiğitbaş E ve Akkök R** (1993) Cretaceous Red Pelagic Carbonates of Northern Turkey: Their Place in the Opening History of the Black Sea, Eclagae Geol. Helv., 86(3): 819-838.
- Hoşgörmez H** (1996) Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 118 s.

## KAYNAKLAR (devam ediyor)

- Kanalizasyon Tesisleri Özel ve Teknik Şartnamesi** (2004) İller Bankası Genel Müdürlüğü, Ankara, 40s.
- Ketin İ** (1983) Türkiye Jeolojisine Genel Bir Bakış; İ.T.Ü Vakfı Yayını No:32, İstanbul, 595 s.
- Ketin İ** (1994) Genel Jeoloji İTÜ Vakfı Yayınları No.22,4. Baskı Maçka, İstanbul, 564 s.
- Kumbasar V ve Kip F** (1999) Zemin Mekaniği Problemleri, İstanbul, 671 s.
- Means R E and Parcher J V** (1996) Soil Mechanics and Foundations, Ohio, 573 s.
- MTA** (1994) Batı Karadeniz Karbonifer Havzası Hakkında Özet Bilgi, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Zonguldak, 9-14.
- Oktu G, Erduran B, Kır N ve Alkılıç Ç** (1994) Zonguldak İlinde yer Alan Gelik-İnağzı, Bağlık-Kozlu Kömür Sahalarının Hidrojeolojik Etüdü, MTA Genel Müdürlüğü, Ankara, 35-46.
- Orhan E** (1992) Zonguldak Taşkömürü Havzası Genel Jeolojisi ve Kozlu K/20G Sondaj Kuyusu Stratigrafisi, Kozlu-K/20G Araştırma Kuyusu Workshop, Program ve Özler, p.8, TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi, Yer Bilimleri Bölümü, Gebze, 48-57.
- Orhan E** (1995) Zonguldak Taşkömür Havzası Genel Jeolojisi ve Kozlu-K/20G Sondaj Kuyusu Stratigrafisi, MTA Raporu, Zonguldak, 29-33.
- Özen F** (2000) Velibey Formasyonunun Yayılımı ve Rezervuar Kaya Özellikleri (Gelik Güneydoğusu-Zonguldak), Diploma Çalışması, İstanbul Üniversitesi, Mühendislik, Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, İstanbul, 167-202.
- Özkan M Y** (1990) Zemin Mekaniği ve Temel Mühendisliği Semineri, Ankara, 109 s.
- Özkoçak O, Konyalı Y ve Şentürk I** (1978) Kuzeybatı Anadolu Taşkömür Havzasına Genel Bakış, 1. Kömür Kongresi, 167-202.
- Özler Y, Orhan E, Yaver Y, Canca N, Kır N ve Tongac O** (1992) Zonguldak Değirmenağzı ile Göbü Arasındaki Alanın Jeolojisi ve Kömür Varlığı, MTA Raporu, 247s.
- Peck R B** (1974) A Study of the Comparative Behaviour of Friction Piles. Highway Research Board Special Report, No. 36, 72 s.
- Peck R B ve Terzaghi K** (1974) Soil Mechanics In Engineering Practice, 529 p.
- Ralli G** (1932) Bassin Hauiller d'Heradee, İstanbul, 214-251.
- Ralli G** (1933) Le Bassin Hauiller d'Heradee Et La Flöre Du Hamiler Moyer, İstanbul, 80-110.

## KAYNAKLAR (devam ediyor)

- Saltan M** (1999) Esnek Üstyapıların Analitik Değerlendirilmesi, Doktora Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta, 202 s.
- Salter J R** (1998) Highway Design and Construction, London, 278 p.
- Saner S** (1979) Batı Pontidlerin ve Komşu Havzaların Oluşuklarının Levha Tektoniği Kavramıyla Açıklanması, MTA Dergisi 93/94, 21s.
- Saner S, Siyako M, Aksoy Z, Burkan K ve Demir O** (1980) Zonguldak Dolayının Jeolojisi, TPAO Grubu Başkanlığı Raporu, 70s.
- Şekercioğlu E** (1993) Yapıların Planlamasında Mühendislik Jeolojisi, JMO yayını no:28, 286 s.
- Siyako M, Aksoy Z, Burkan K A ve Demir O** (1981) Zonguldak Dolayının Jeolojisi ve Hidrokarbon Olanakları, TPAO Arama Grubu Arşivi (Unpublished report), No: 1536, 77 s.
- Straud M A** (1974) The Standard Penetration test in insensitive clays and soft rock, Proceedings of European Symposium on Penetration Resistance, National Swedish Institute for Building Research, Stockholm, Sweden, 2.2, 367-375.
- Taşçı R** (2000) Zonguldak-Sofular Dolayı Velibey Kumtaşının Yayılımı ve Haznekaya Özellikleri, Diploma Çalışması, İstanbul Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği, İstanbul, 147 s.
- Terzaghi K** (1943) Theoretical Soil Mechanics, John Wiley and Sons, Inc, New York, 503 s.
- Tokay M** (1949) Karadeniz Ereğlisi Alacağzı-Deliler Köyü Bölgesi Örtüsü Jeolojik Etüdü, MTA Raporu, No: 1820, 42-43.
- Tokay M** (1952) Contribution AV etüde Geoloqioede La Region Comprise Entre Ereğli, Alaplı, Kızıltepe Et Alacağzı; MTA Mecmuası, Sayı 42-43, 37-38.
- Tokay M** (1955) Çaycuma Çayı-Amasra-Bartın-Kozcağz-Çaycuma Bölgesinin Jeolojisi, MTA Dergisi, Sayı: 46-47 ve MTA Derleme No: 2099, 58-73.
- Tokimatsu K and Yoshimi Y** (1983) Empirical Correlation of Soil Liquefaction Based on SPT N-Value and Fines Content, Soils and Foundations, 23 (4): 56-74.
- Türk Standardı** (1982) TS EN 3440 Zemin Suyu Analizi Deneyi, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Türk Standardı** (1987) TS EN 1900 Zemin Mekaniği Laboratuar Deneyleri Tayini İçin Metotlar, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Ulusay R** (1989) Pratik Jeoteknik Bilgiler; Teknomad Yayınları, Ankara, 243 s.

## **KAYNAKLAR (devam ediyor)**

**Ulusay R** (2001) Uygulamalı Jeoteknik Bilgiler, Jeoloji Mühendisleri Odası Yayınları: 34  
Ankara, 458 s.

**Wasti Y ve Diğerleri** (1989) Zemin Mekaniği ve Temel Mühendisliği Semineri İMO,  
Ankara, 749-757.

**Wasti Y, Özkan M Y and Balkır T** (1990) Arazi Deneyleri Korelasyonları ve Zemin  
Parametreleri Tahmini, Zemin Mekaniği ve Temel Mühendisliği Türk Milli Komitesi  
Bülteni, 1, 33-40.

**Yergök F A, Akman Ü, Tekin F, Karabahk N N, Akat U, Armağan F, Erdoğan K ve  
Kaymakçı H** (1987) Batı Karadeniz Bölgesinin Jeolojisi, MTA Raporu, No: 2818,  
Ankara, 113-137.

**Yılmaz I** (1999) Jeoteknik Tasarıma Giriş, Ankara, 210s.



## EK AÇIKLAMALAR

### Ek A: Araştırma Çukurlarına Ait Loglar



**ZONGULDAK BÜLENT ECEVİT ÜNİVERSİTESİ**  
**MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ**  
 Jeoloji Mühendisliği Bölümü

ARAŞTIRMA ÇUKURU ARAZİ ÇİZELGESİ			
Araş. Çuk. No: AÇ-1	Hazırlayan: Semih ZOBİ (Jeoloji Mühendisi)	Yeri: Zonguldak/Karaelmas Mah.	
Arazi Kotu(m): 6.80m		Koordinat: N-4591584 E-399645	
En: 0.70m.		Başlama Tarihi: 02.07.2018	
Boy: 1.60m.		Bitişi tarihi: 02.07.2018	
Derinlik: 2.80m.		Örnekler ve Durum Testleri	
Der. (m)	SİMGE	ZEMİN TANIMI	Tip
			Der. (m)
0,40		<b>YAPAY DOLGU</b> Koyu Kahverengi - Siyah, Taşkömürü Pasası İçeren Çakıllı, Killi KUM	
2,00		<b>YAMAÇ MOLOZU</b> Sarımsı Kahverengi, Çok Bloklu, Çakıllı Killi KUM / Kumlu KİL (Bloklar çok - tamamen ayrılmış mikali kumtaşıdır. Genellikle elle ufalanabilmektedir.)	
ör		<b>AYRIŞMIŞ KUMTAŞI</b> Sarımsı Kahverengi, Çok - Tamamen Ayrılmış, Çok Çatlaklı, Çatlaklar Oksitlenmiş, Mikalı KUMTAŞI; Çok Zayıf Dayanımlı ufalanabilmektedir.)	
ör 2,80		<b>TOPLAM ÇUKUR DERİNLİĞİ: 2.80m</b>	
<b>NOTLAR:</b> Yeraltısuyuna rastlanmadı 1.5m derinlikten itibaren nemli, 2.0m derinliğin altı çok ıslak. Yıkıntı yok.			



**ZONGULDAK BÜLENT ECEVİT ÜNİVERSİTESİ**  
**MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ**  
Jeoloji Mühendisliği Bölümü

ARAŞTIRMA ÇUKURU ARAZİ ÇİZELGESİ				
Araş. Çuk. No: AÇ-2		Hazırlayan: Semih ZOBİ (Jeoloji Mühendisi)		Yeri: Zonguldak/Karaelmas Mah.
Arazi Kotu(m): 8.00m				Koordinat: N-4591601 E-399878
En: 0.70m.				Başlama Tarihi: 02.07.2018
Boy: 1.60m.				Bitişi tarihi: 02.07.2018
Derinlik: 2.90m.				Örnekler ve Durum Testleri
Der. (m)	SİMGE	ZEMİN TANIMI	Tip	Der. (m)
1,90		<b>YAPAY DOLGU</b> Koyu Kahverengi - Siyah, Bol Miktarda Taşkömürü Pasası ve İnşaat Molozu İçeren, Bloklu Çakıllı, Killi KUM		
ör		<b>YAMAÇ MOLOZU</b> Sarımsı Kahverengi, Çakıllı Killi KUM / Kumlu KİL		
ör 2,90		<b>TOPLAM ÇUKUR DERİNLİĞİ: 2.90m</b>		
<b>NOTLAR:</b> 2.50m Derinlikte çukur çeperinden su gelişi gözlemlendi Aynı seviyede yıkıntı başladı.				



# ZONGULDAK BÜLENT ECEVİT ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ

Jeoloji Mühendisliği Bölümü

ARAŞTIRMA ÇUKURU ARAZI ÇİZELGESİ				
Araş. Çuk. No: AÇ-3		Hazırlayan: Semih ZOBİ (Jeoloji Mühendisi)		Yeri: Zonguldak/Karaelmas Mah.
Arazi Kotu(m): 8.70m				Koordinat: N-4591577 E-400068
En: 0.70m.				Başlama Tarihi: 02.07.2018
Boy: 1.60m.				Bitişi tarihi: 02.07.2018
Derinlik: 3.40m.				Örnekler ve Durum Testleri
Der. (m)	SİMGE	ZEMİN TANIMI	Tip	Der. (m)
		<b>YAPAY DOLGU</b> Koyu Kahverengi - Siyah, Taşkömürü Pasası ve İnşaat Molozu içeren, Bloku Çakıllı, Killi KUM		
1,90				
		<b>ALÜVYON</b> koyu Yeşilimsi Gri, Az Kumlu, Siltli KİL		
ör 3,00				
ör 3,40				
		<b>TOPLAM ÇUKUR DERİNLİĞİ: 3.40m</b>		
<b>NOTLAR:</b> 3.30m Derinlikte çok nemli, Muhtemel YASS Yıkıntı yok.				





# ZONGULDAK BÜLENT ECEVİT ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ

Jeoloji Mühendisliği Bölümü

ARAŞTIRMA ÇUKURU ARAZİ ÇİZELGESİ				
Araş. Çuk. No: AÇ-5	Hazırlayan: Semih ZOBİ (Jeoloji Mühendisi)		Yeri: Zonguldak/Mithatpaşa Mah.	
Arazi Kotu(m): 7.90m			Koordinat: N-4591636 E-399633	
En: 0.70m.			Başlama Tarihi: 03.07.2018	
Boy: 1.60m.			Bitişi tarihi: 03.07.2018	
Derinlik: 3.00m.			Örnekler ve Durum Testleri	
Der. (m)	SİMGE	ZEMİN TANIMI	Tip	Der. (m)
0,90		<b>YAPAY DOLGU</b> Koyu Gri - Siyah, Esas Taşkömürü Pasası içeren, Bloklü Çakıl		
ör 3,00		<b>YAPAY DOLGU</b> Kakverengi, Yer yer Gri, Az kumlu, Çakıllı BLOKLAR Bloklar Kumtaşı Ve Kireçtaşı kökenlidir.		
ör 3,60		<b>TOPLAM ÇUKUR DERİNLİĞİ: 3.00m</b>		
<b>NOTLAR:</b> Yeraltısuyuna rastlanmadı 2m derinliğin altında sıkı kaya dolgu içinde kazı güçleşmektedir. Yıkıntı yok.				



# ZONGULDAK BÜLENT ECEVİT ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ

Jeoloji Mühendisliği Bölümü

ARAŞTIRMA ÇUKURU ARAZİ ÇİZELGESİ				
Araş. Çuk. No: AÇ-6	Hazırlayan: Semih ZOBİ (Jeoloji Mühendisi)		Yeri: Zonguldak/Karaelmas Mah.	
Arazi Kotu(m): 12.00m			Koordinat: N-4591543 E-399375	
En: 0.70m.			Başlama Tarihi: 03.07.2018	
Boy: 1.90m.			Bitişi tarihi: 03.07.2018	
Derinlik: 3.00m.			Örnekler ve Durum Testleri	
Der. (m)	SİMGE	ZEMİN TANIMI	Tip	Der. (m)
1,20		<b>YAPAY DOLGU</b> Koyu Gri - Siyah, Esas Olarak Taşkömürü Pasası içeren, Bloklü Çakıl		
ör 2,50		<b>YAPAY DOLGU</b> Koyu Grimsi Kahverengi - İnşaat molozu ve Taşkömürü Pasası içeren, Az Bloklü, Çakıllı KUM		
ör 3,00		<b>TOPLAM ÇUKUR DERİNLİĞİ: 3.00m</b>		

**NOTLAR:** Kuru. Yeraltısuyuna rastlanmadı  
2m derinliğ altında sıkı kaya dolgu içinde kazı güçleşmektedir. Üst seviyelerde az yıkıntı.



**ZONGULDAK BÜLENT ECEVİT ÜNİVERSİTESİ**  
**MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ**  
Jeoloji Mühendisliği Bölümü

ARAŞTIRMA ÇUKURU ARAZİ ÇİZELGESİ				
Araş. Çuk. No: AÇ-7		Hazırlayan: Semih ZOBİ (Jeoloji Mühendisi)		Yeri: Zonguldak/Çaydamar Mah.
Arazi Kotu(m): 12.00m				Koordinat: N-4590644 E-399299
En: 0.70m.				Başlama Tarihi: 03.07.2018
Boy: 1.70m.				Bitişi tarihi: 03.07.2018
Derinlik: 3.00m.				Örnekler ve Durum Testleri
Der. (m)	SİMGE	ZEMİN TANIMI	Tip	Der. (m)
		<b>YAPAY DOLGU</b> Koyu Gri - Siyah, Bol Taşkömürü Pasası içeren, Az Killi, KUM ve ÇAKIL		
ör 2,50				
ör 3,00				
		<b>TOPLAM ÇUKUR DERİNLİĞİ: 3.00m</b>		
<b>NOTLAR:</b> Yeraltısuyuna rastlanmadı Kuru, yıkıntı yok. Dolgu sıklığından dolayı kazı güçleşiyor.				



**ZONGULDAK BÜLENT ECEVİT ÜNİVERSİTESİ**  
**MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ**  
Jeoloji Mühendisliği Bölümü

ARAŞTIRMA ÇUKURU ARAZİ ÇİZELGESİ				
Araş. Çuk. No: AÇ-8		Hazırlayan: Semih ZOBİ (Jeoloji Mühendisi)		Yeri: Zonguldak/Yeşil Mah.
Arazi Kotu(m): 84.50m				Koordinat: N-4590644 E-399299
En: 0.70m.				Başlama Tarihi: 04.07.2018
Boy: 1.70m.				Bitişi tarihi: 04.07.2018
Derinlik: 3.20m.				Örnekler ve Durum Testleri
Der. (m)	SİMGE	ZEMİN TANIMI	Tip	Der. (m)
		<b>YAPAY DOLGU</b> Koyu Kahverengi, Bloklı, Çakıllı, Kum ve Kil Bloklar kireçtaşı kökenlidir. Bazılarının çapı 1m den fazladır.		
ör 2,50				
ör 3,00				
3,20		<b>KİREÇTAŞI</b> Gri, Az ayrılmış - Taze, Çok Dayanımlı		
		<b>TOPLAM ÇUKUR DERİNLİĞİ: 3.20m</b>		
<b>NOTLAR:</b> Yeraltısuyuna rastlanmadı Derine doğru biraz nemli. Yıkıntı yok.				





**ZONGULDAK BÜLENT ECEVİT ÜNİVERSİTESİ**  
**MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ**  
Jeoloji Mühendisliği Bölümü

ARAŞTIRMA ÇUKURU ARAZİ ÇİZELGESİ				
Araş. Çuk. No: AÇ-9		Hazırlayan: Semih ZOBİ (Jeoloji Mühendisi)		Yeri: Zonguldak/Yeşil Mah.
Arazi Kotu(m): 17.00m				Koordinat: N-4594115 E-400620
En: 0.70m.				Başlama Tarihi: 04.07.2018
Boy: 1.70m.				Bitişi tarihi: 04.07.2018
Derinlik: 1.50m.				Örnekler ve Durum Testleri
Der. (m)	SİMGE	ZEMİN TANIMI	Tip	Der. (m)
ör 1,00		YAPAY DOLGU Koyu Kahverengi, Az Çakıllı, Kumlu Kil		
ör 1,50 1,60		RASTLANAN KAZALİZASYON HATTI KAZIDAN ZARAR GÖRDÜ		
		TOPLAM ÇUKUR DERİNLİĞİ: 1.60m		

**NOTLAR:** Yeraltı suyu rastlanmadı  
Kazı sırasında beklenmeyen bir kanalizasyon hattına hasar verildi. Çukur atıksu ile doldu ve kazı durduruldu.



**ZONGULDAK BÜLENT ECEVİT ÜNİVERSİTESİ  
MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ**

Jeoloji Mühendisliği Bölümü

ARAŞTIRMA ÇUKURU ARAZI ÇİZELGESİ				
Araş. Çuk. No: AÇ-10		Hazırlayan: Semih ZOBL (Jeoloji Mühendisi)		Yeri: Zonguldak/Yeşil Mah.
Arazi Kotu(m): 16.10m				Koordinat: N-4594126 E-400635
En: 0.70m.				Başlama Tarihi: 04.07.2018
Boy: 1.60m.				Bitiş tarihi: 04.07.2018
Derinlik: 0.90m.				Örnekler ve Durum Testleri
Der. (m)	SİMGE	ZEMİN TANIMI	Tip	Der. (m)
ör 0,90		<b>YAPAY DOLGU</b> Kahverengi, İnşaat Atıkları İçeren, Çakıllı Kum 0.90m DERİNLİKTE BETORNAME TABLIYEYE RASTLANDI. KAZI DURDURULDU.		
		<b>TOPLAM ÇUKUR DERİNLİĞİ: 0.90m</b>		

**NOTLAR:** Yeraltısuyuna rastlanmadı  
Kuru. Gevşek dolgu; bir miktar yıkıntı meydana geldi.



# ZONGULDAK BÜLENT ECEVİT ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ

Jeoloji Mühendisliği Bölümü

ARAŞTIRMA ÇUKURU ARAZİ ÇİZELGESİ				
Araş. Çuk. No: AÇ-11		Hazırlayan: Semih ZOBİ (Jeoloji Mühendisi)		Yeri: Zonguldak/Yeşil Mah.
Arazi Kotu(m): 25.10m				Koordinat: N-4594104 E-400731
En: 0.70m.				Başlama Tarihi: 05.07.2018
Boy: 1.90m.				Bitişi tarihi: 05.07.2018
Derinlik: 1.30m.				Örnekler ve Durum Testleri
Der. (m)	SİMGE	ZEMİN TANIMI	Tip	Der. (m)
ör 1,20 1,30		YAPAY DOLGU Kahverengi, Kum ve Çakıl		
		KİREÇTAŞI Az Ayrışmış. Çok Dayanımlı.		
		TOPLAM ÇUKUR DERİNLİĞİ: 1.30m		
<b>NOTLAR:</b> Yeraltısuyuna rastlanmadı Kuru. Yıkıntı yok.				



**ZONGULDAK BÜLENT ECEVİT ÜNİVERSİTESİ**  
**MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ**  
Jeoloji Mühendisliği Bölümü

ARAŞTIRMA ÇUKURU ARAZİ ÇİZELGESİ				
Araş. Çuk. No: AÇ-12		Hazırlayan: Semih ZOBİ (Jeoloji Mühendisi)		Yeri: Zonguldak/Bahçelievler Mah.
Arazi Kotu(m): 3.75m				Koordinat: N-4591968 E-396682
En: 0.70m.				Başlama Tarihi: 05.07.2018
Boy: 1.70m.				Bitişi tarihi: 05.07.2018
Derinlik: 2.90m.				Örnekler ve Durum Testleri
Der. (m)	SİMGE	ZEMİN TANIMI	Tip	Der. (m)
		<b>YAPAY DOLGU</b> Koyu Gri - Koyu Kahverengi, Kömür Pasası, Çöp, Kül ve İnşaat Molozu içeren Bloklu, Çakıllı, Siltli Kum  Kazı karşılaşılan en büyük blok boyutu 1.50m den büyüktü		
<b>ör 2,50</b>				
<b>ör 2,90</b>				
		<b>TOPLAM ÇUKUR DERİNLİĞİ: 2.90m</b>		

**NOTLAR:** Yeraltısuyuna rastlanmadı  
Kuru. Kazı sırasında mevzi yıkıntıları meydana geldi.



**ZONGULDAK BÜLENT ECEVİT ÜNİVERSİTESİ**  
**MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ**  
**Jeoloji Mühendisliği Bölümü**

ARAŞTIRMA ÇUKURU ARAZİ ÇİZELGESİ				
Araš. Çuk. No: AÇ-13	Hazırlayan: Semih ZOBİ (Jeoloji Mühendisi)	Yeri: Zonguldak/Terakki Mah.		
Arazi Kotu(m): 3.75m		Koordinat: N-4591792 E-398274		
En: 0.70m.		Başlama Tarihi: 06.07.2018		
Boy: 1.70m.		Bitişi tarihi: 06.07.2018		
Derinlik: 3.10m.		Örnekler ve Durum Testleri		
Der. (m)	SİMGE	ZEMİN TANIMI	Tip	Der. (m)
		<b>YAPAY DOLGU</b> Koyu Gri - Siyah (bazı açık kahverengi ara tabakalar gözlemlendi), Kömür Pasası içeren, Çakıllı, Siltli Kum  Derinlikle çakıl içeriği azalarak, daha yüksek oranda ince malzeme içeren, az çakıllı hale geliyor.		
ör 2,50				
ör 3,10				
		TOPLAM ÇUKUR DERİNLİĞİ: 3.10m		
<b>NOTLAR:</b> Yeraltısuyuna rastlanmadı Nem, derinlikte artmaktadır. 2m derinliğin altında kenarlarında yıkıntı başladı.				

Ek B: Zemin Sondajlarına Ait Loglar



**ZONGULDAK BÜLENT ECEVİT ÜNİVERSİTESİ**  
**MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ**  
Jeoloji Mühendisliği Bölümü

SONDAJ LOGU													
Sondaj No: TM1-1			Hazırlayan: Semih ZOBİ (Jeoloji Müh)				Yeri: Zonguldak, TM-1 Yeri						
Zemin Kotu(m): 21.20m			Kontrol Müh: Murat Karadeniz (Jeoloji Müh)				Koordinat: N-4593095 E-398985						
Makina: Delta Drill D-90			Teknik Eleman: Fehmi KIR				Başlama Tarihi: 10.07.2018						
Sondaj Çapı: 0.00-7.50m arası 114mm; 7.50-10.00m arası 76mm;						Bitişi tarihi: 10.07.2018							
Sondaj Yöntemi: Rokbit: 0.00-7.54m arası; NQ Karotiyer :7.54-10.00m arası;													
Numuneler ve Yerinde Deneyler		S.P.T.			Muhfza Der.(m)	YASSI Der. (m)	TCR %	SCR %	RQD %	Der. (m)	Kot (m)	SİMGE	ZEMİN TANIMI
		Darbe Sayı											
Der. (m)	Tür	15	15	15	Tarih								
1,50	D-1	13	15	18								<p><b>YAPAY DOLGU</b> Koyu Gri - Siyah Çakıllı, Siltli, Killi Kum (Esas olarak kömür pasası kökenlidir)</p>	
1,95		N=33											
3,00	D-2	3	5	5									
3,45		N=10											
4,50	D-3	4	4	5									
4,95		N=9											
6,00	D-4	4	5	6									
6,45		N=11											
7,50	D-5	50/4							7,50	13,70			<p><b>KİREÇTAŞI</b> Açık Gri-Gri, Orta Derecede Ayrışmış Çok çatkalı, Çatlaklar Genellikle Kil Dolgulu KİREÇTAŞI; Orta Dayanımlı</p>
7,95						40	28	0					
10,00					7,50				10,00	11,20	<b>SONDAJ BİTİMİ: 10.00m</b>		
<b>NOTLAR:</b> Yeraltısuyuna rastlanmadı.													
DAYANIMLILIK-Strength		AYRIŞMA-Weathering			İNCE DANELİ- Fine Grained				İRİ DANELİ-Coarse Grained				
I Dayanımlı	I Taze				N = 0-2	Çok Yumuşak			N= 0-4	Çok Gevşek			
II Orta dayanımlı	II Az Ayrışmış				N = 3-4	Yumuşak			N= 5-10	Gevşek			
III Orta Zayıf	III Orta Der.Ayrışmış				N = 5-8	Orta Katı M.			N= 11-30	Orta Sıkı			
IV Zayıf	IV Yüksek Der. Ayrışmış				N = 9-15	Katı			N= 31-50	Sıkı			
V Çok Zayıf	V Tamamen Ayrışmış				N = 16-30	Çok Katı			N= > 50	Çok Sıkı			
	VI Kalıntı Zemin				N > 30	Sert							
KAYA KALİTESİ-RQD		KIRIKLAR-30cm Fractures			ORANLAR - PROPORTIONS								
% 0-25 Çok Zayıf	< 1 Seyrek				% 5 <	Pek Az		% 5 < Pek Az					
% 25-50 Zayıf	1-2 Orta				% 5-15	Az		% 5-20 Az					
% 50-75 Orta	2-10 Sıkı				% 15-35	Çok		% 20-50 Çok					
% 75-90 İyi	10-20 Çok Sıkı				% 35	Ve							
% 90-100 Çok İyi	> 20 Parçalı												



**ZONGULDAK BÜLENT ECEVİT ÜNİVERSİTESİ**  
**MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ**  
**Jeoloji Mühendisliği Bölümü**

SONDAJ LOGU													
Sondaj No: TM2-1			Hazırlayan: Semih ZOBİ (Jeoloji Müh)				Yeri: Zonguldak, TM-2 Yeri						
Zemin Kotu(m): 3.80m			Kontrol Müh: Murat Karadeniz (Jeoloji Müh)				Koordinat: N-4591813 E-398708						
Makina: Delta Drill D-90			Teknik Eleman: Fehmi KIR				Başlama Tarihi: 09.07.2018						
Sondaj Çapı: 0.00-14.95m arası 114mm;							Bitişi tarihi: 09.07.2018						
Sondaj Yöntemi: NQ Karotiyer:0.00-3.00m arası; Rokbit: 3.00-14.95m arası;													
Der. (m)	Tür	S.P.T.			Muhfza Der.(m)	YASS Der. (m)	TCR %	SCR %	RQD %	Der. (m)	Kot (m)	SİMGE	ZEMİN TANIMI
		15	15	15									
4,50		2	3	3	4.45m				4,00	-0,20		YAPAY DOLGU	Koyu Gri - Siyah Çakıllı, Siltli, Kumlu Bloklar 0.00-0.25m arası kumlu, siltli kil, 0.25-4.00m arası kumlu, çakıllı bloklar Bloklar kireçtaşı ve beton (30/70m)
4,95	D-1											YAPAY DOLGU + ALÜVYON	Koyu Gri - Siyah Az çakıllı, kumlu, Siltli Kil (Yer yer Killi Silt veya Killi, Siltli Kum)
6,50		4	9	17									
6,95	D-2												
8,00		50/5											
8,05	D-3								7,50	-3,70		YAPAY DOLGU + ALÜVYON	Koyu Gri - Siyah Çakıllı kum Çakıllar yuvarlak, yarı-yuvarlak
9,50		16	14	15									
9,95	D-4												
11,00		9	11	10									
11,45	D-5												
12,00		9	13	15									
12,45	D-6												
14,50		7	12	16	7,50								
14,95	D-7								14,95	-11,15			SONDAJ BİTİMİ: 14.95m

**NOTLAR:**

DAYANIMLILIK-Strength	AYRIŞMA-Weathering	İNCE DANELİ- Fine Grained	İRİ DANELİ-Coarse Grained
I Dayanımlı	I Taze	N = 0-2 Çok Yumuşak	N= 0-4 Çok Gevşek
II Orta dayanımlı	II Az Ayrışmış	N = 3-4 Yumuşak	N= 5-10 Gevşek
III Orta Zayıf	III Orta Der. Ayrışmış	N = 5-8 Orta Katı M.	N= 11-30 Orta Sıkı
IV Zayıf	IV Yüksek Der. Ayrışmış	N = 9-15 Katı	N= 31-50 Sıkı
V Çok Zayıf	V Tamamen Ayrışmış	N = 16-30 Çok Katı	N= > 50 Çok Sıkı
	VI Kalıntı Zemin	N > 30 Sert	
KAYA KALİTESİ-RQD	KIRIKLAR-30cm Fractures	ORANLAR - PROPORTİONS	
% 0-25 Çok Zayıf	< 1 Seyrek	% 5 < Pek Az	% 5 < Pek Az
% 25-50 Zayıf	1-2 Orta	% 5-15 Az	% 5-20 Az
% 50-75 Orta	2-10 Sıkı	% 15-35 Çok	% 20-50 Çok
% 75-90 İyi	10-20 Çok Sıkı	% 35 Ve	
% 90-100 Çok İyi	> 20 Parçalı		



**ZONGULDAK BÜLENT ECEVİT ÜNİVERSİTESİ**  
**MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ**  
**Jeoloji Mühendisliği Bölümü**

**SONDAJ LOGU**

<b>Sondaj No:</b> TM3-1	<b>Hazırlayan:</b> Semih ZOBİ (Jeoloji Müh)	<b>Yeri:</b> Zonguldak, TM-3 Yeri
<b>Zemin Kotu(m):</b> 19.50m	<b>Kontrol Müh:</b> Murat Karadeniz (Jeoloji Müh)	<b>Koordinat:</b> N-4593834 E-400130
<b>Makina:</b> Delta Drill D-90	<b>Teknik Eleman:</b> Fehmi KİR	<b>Başlama Tarihi:</b> 11.07.2018
<b>Sondaj Çapı:</b> 0.00-6.00m arası 114mm; 6.00-12.00m arası 76mm;		<b>Bitiş tarihi:</b> 11.07.2018

**Sondaj Yöntemi:** Rokbit: 0.00-6.00m arası; NQ Karotiyer:6.00-12.00m arası;

Numuneler ve Yerinde Deneyler	S.P.T.			Muhfza Der.(m)	YASS Der. (m)	TCR %	SCR %	RQD %	Der. (m)	Kot (m)	SİMGE	ZEMİN TANIMI	
	Der. (m)	Tür	Darbe Sayı										15
3,00			7	5	3							<b>YAPAY DOLGU</b> Bloklı, Çakıllı Kil 0.00-1.25m arası koyu kızıl kahverengi, bloklı, çakıllı, kumlu kil 1.25-6.00m arası kahverengi - koyu gri, bloklı, çakıllı, siltli kil 6.00-7.30m arası yoğun kireçtaşı blokları	
3,45	D-1		N=8										
4,50			2	7	11								
4,95	D-2		N=18										
7,50			9	11	8								
7,95	D-3		N=19										
8,15						70	70	0	8,15	11,35			<b>KİREÇTAŞI</b> Açık gri-gri, orta derece ayrılmış, Çok Çatlaklı, çatlaklar genellikle kil dolgulı, orta dayanımlı
8,75						63	48	15					
9,50						60	40	33					
10,00													
									12,00			<b>SONDAJ BİTİMİ: 12.00m</b>	

**NOTLAR:** Yeraltısuyuna rastlanmadı.

DAYANIMLILIK-Strength	AYRIŞMA-Weathering	İNCE DANELİ- Fine Grained	İRİ DANELİ-Coarse Grained
I Dayanımlı	I Taze	N = 0-2 Çok Yumuşak	N= 0-4 Çok Gevşek
II Orta dayanımlı	II Az Ayrılmış	N = 3-4 Yumuşak	N= 5-10 Gevşek
III Orta Zayıf	III Orta Der. Ayrılmış	N = 5-8 Orta Katı M.	N= 11-30 Orta Sıkı
IV Zayıf	IV Yüksek Der. Ayrılmış	N = 9-15 Katı	N= 31-50 Sıkı
V Çok Zayıf	V Tamamen Ayrılmış	N = 16-30 Çok Katı	N= > 50 Çok Sıkı
	VI Kalıntı Zemin	N > 30 Sert	
KAYA KALİTESİ-RQD	KIRIKLAR-30cm Fractures	ORANLAR - PROPORTİONS	
% 0-25 Çok Zayıf	< 1 Seyrek	% 5 < Pek Az	% 5 < Pek Az
% 25-50 Zayıf	1-2 Orta	% 5-15 Az	% 5-20 Az
% 50-75 Orta	2-10 Sıkı	% 15-35 Çok	% 20-50 Çok
% 75-90 İyi	10-20 Çok Sıkı	% 35 Ve	
% 90-100 Çok İyi	> 20 Parçalı		





**ZONGULDAK BÜLENT ECEVİT ÜNİVERSİTESİ**  
**MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ**  
Jeoloji Mühendisliği Bölümü

SONDAJ LOGU												
Sondaj No: TM4-1			Hazırlayan: Semih ZOBİ (Jeoloji Müh)				Yeri: Zonguldak, TM-4 Yeri					
Zemin Kotu(m): 19.50m			Kontrol Müh: Murat Karadeniz (Jeoloji Müh)				Koordinat: N-4594108 E-400494					
Makina: Delta Drill D-90			Teknik Eleman: Fehmi KIR				Başlama Tarihi: 17.07.2018					
Sondaj Çapı: 0.00-10.50m arası 160mm;							Bitişi tarihi: 17.07.2018					
Sondaj Yöntemi: Boş Gövdeli Burgu ile; 0.00-10.50m arası;												
Numuneler ve Yerinde Deneyler	S.P.T.			Muhfza Der.(m)	YASS Der. (m)	TCR %	SCR %	RQD %	Der. (m)	Kot (m)	SİMGE	ZEMİN TANIMI
	Der. (m)	Tür	Darbe Sayı									
1,50			7	7	9							YAPAY DOLGU koyu gri-kahverengi, Killi, Kumlu Çakıl (Esas olarak kömür pasası kökenlidir)
1,95	D-1		N=16									
3,00			4	6	7							
3,45	D-2		N=13									
4,50			5	11	15				3,75	3,70		
4,95	D-3		N=26									
6,00			8	13	18							Kahverengi, Az Çakıllı, Siltli KUM Kum ince - iri taneli (iyi derecelenmiş) Yer yer yalnızca ince-kum
6,45	D-4		N=31									
7,50			6	11	17							
7,95	D-5		N=28									
9,00			6	13	19							
9,45	D-6		N=32									
									10,50	-2,00		SONDAJ BİTİMİ: 10.50m
NOTLAR:												
DAYANIMLILIK-Strength			AYRIŞMA-Weathering			İNCE DANELİ- Fine Grained			İRİ DANELİ-Coarse Grained			
I Dayanımlı			I Taze			N = 0-2 Çok Yumuşak			N= 0-4 Çok Gevşek			
II Orta dayanımlı			II Az Ayrışmış			N = 3-4 Yumuşak			N= 5-10 Gevşek			
III Orta Zayıf			III Orta Der.Ayrışmış			N = 5-8 Orta Katı M.			N= 11-30 Orta Sıkı			
IV Zayıf			IV Yüksek Der. Ayrışmış			N = 9-15 Katı			N= 31-50 Sıkı			
V Çok Zayıf			V Tamamen Ayrışmış			N = 16-30 Çok Katı			N= > 50 Çok Sıkı			
			VI Kalıntı Zemin			N > 30 Sert						
KAYA KALİTESİ-RQD			KIRIKLAR-30cm Fractures			ORANLAR - PROPORTIONS						
% 0-25 Çok Zayıf			< 1 Seyrek			% 5 < Pek Az			% 5 < Pek Az			
% 25-50 Zayıf			1-2 Orta			% 5-15 Az			% 5-20 Az			
% 50-75 Orta			2-10 Sıkı			% 15-35 Çok			% 20-50 Çok			
% 75-90 İyi			10-20 Çok Sıkı			% 35 Ve						
% 90-100 Çok İyi			> 20 Parçalı									



# ZONGULDAK BÜLENT ECEVİT ÜNİVERSİTESİ

## MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ

Jeoloji Mühendisliği Bölümü

### SONDAJ LOGU

Sondaj No: TM5-1	Hazırlayan: Semih ZOBİ (Jeoloji Müh)	Yeri: Zonguldak, TM-5 Yeri
Zemin Kotu(m): 21.40m	Kontrol Müh: Murat Karadeniz (Jeoloji Müh)	Koordinat: N-4594374 E-401224
Makina: Delta Drill D-90	Teknik Eleman: Fehmi KIR	Başlama Tarihi: 18.07.2018
Sondaj Çapı: 0.00-13.00m arası 160mm;		Bitişi tarihi: 18.07.2018
Sondaj Yöntemi: Boş Gövdeli Burgu ile; 0.00-13.00m arası;		

Numuneler ve Yerinde Deneyler		S.P.T.			Muhfza Der.(m)	YASS Der. (m)	TCR %	SCR %	RQD %	Der. (m)	Kot (m)	SİMGE	ZEMİN TANIMI
		Darbe Sayı	15	15									
Der. (m)	Tür	15	15	15	Tarih								
1,50	D-1	2	3	4	Y.A.S.S. 7.85m					2,30	19,10		YAPAY DOLGU Kahverengi, Çakıllı, Kumlu Kil (0.00-0.20m arası grobeton)
1,95		N=7											
3,00	D-2	4	3	5									
3,45		N=8											
4,50	D-3	50/8											
4,95		N=8											
6,00	D-4	3	5	8									
6,45		N=11											
7,50	D-5	6	7	7									
7,95		N=14											
9,00	D-6	5	8	6									
9,45		N=14											
													KARBONATLI KUMTAŞI Kilimli form.
										13,00			SONDAJ BİTİMİ: 13.00m

#### NOTLAR:

DAYANIMLILIK-Strength	AYRIŞMA-Weathering	İNCE DANELİ- Fine Grained	İRİ DANELİ-Coarse Grained
I Dayanımlı	I Taze	N = 0-2 Çok Yumuşak	N= 0-4 Çok Gevşek
II Orta dayanımlı	II Az Ayrışmış	N = 3-4 Yumuşak	N= 5-10 Gevşek
III Orta Zayıf	III Orta Der.Ayrışmış	N = 5-8 Orta Katı M.	N= 11-30 Orta Sıkı
IV Zayıf	IV Yüksek Der. Ayrışmış	N = 9-15 Katı	N= 31-50 Sıkı
V Çok Zayıf	V Tamamen Ayrışmış	N = 16-30 Çok Katı	N= > 50 Çok Sıkı
	VI Kalıntı Zemin	N > 30 Sert	
KAYA KALİTESİ-RQD	KIRIKLAR-30cm Fractures	ORANLAR - PROPORTİONS	
% 0-25 Çok Zayıf	< 1 Seyrek	% 5 < Pek Az	% 5 < Pek Az
% 25-50 Zayıf	1-2 Orta	% 5-15 Az	% 5-20 Az
% 50-75 Orta	2-10 Sıkı	% 15-35 Çok	% 20-50 Çok
% 75-90 İyi	10-20 Çok Sıkı	% 35 Ve	
% 90-100 Çok İyi	> 20 Parçalı		



**ZONGULDAK BÜLENT ECEVİT ÜNİVERSİTESİ**  
**MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ**  
**Jeoloji Mühendisliği Bölümü**

**SONDAJ LOGU**

<b>Sondaj No:</b> TM6-1		<b>Hazırlayan:</b> Semih ZOBİ (Jeoloji Müh)				<b>Yeri:</b> Zonguldak, TM-6 Yeri							
<b>Zemin Kotu(m):</b> 15.40m		<b>Kontrol Müh:</b> Murat Karadeniz (Jeoloji Müh)				<b>Koordinat:</b> N-4594678 E-401672							
<b>Makina:</b> Delta Drill D-90		<b>Teknik Eleman:</b> Fehmi KIR				<b>Başlama Tarihi:</b> 19.07.2018							
<b>Sondaj Çapı:</b> 0.00-7.60m arası 114mm;						<b>Bitişi tarihi:</b> 19.07.2018							
<b>Sondaj Yöntemi:</b> Rokbit: 0.00-7.60m arası; NQ Karotiyer: 7.60-9.00m arası;													
Numuneler ve Yerinde Deneyler		S.P.T.			Muhfza Der.(m)	YASSI Der. (m)	TCR %	SCR %	RQD %	Der. (m)	Kot (m)	SİMGE	ZEMİN TANIMI
		Darbe Sayı	15	15									
Der. (m)	Tür	15	15	15	Tarih								
—											—		YAPAY DOLGU Koyu Gri-Siyah, Çakıllı, Kumlu Kil Matrisi İçinde BLOKLAR Bloklar kumtaşı ve kireçtaşı kökenli.
—											—		
—											—		
—											—		
—											—		
—											—		
—											—		
—											—		
—											—		
—											—		
										7,60	7,80		KİREÇTAŞI Açık Gri, Orta Derecede Ayrışmış Çok çatlaklı, Çatlaklar Genellikle Kil Dolgulu KİREÇTAŞI; Orta Dayanımlı
										9,00			<b>SONDAJ BİTİMİ: 9.00m</b>

**NOTLAR:** Yeralsuyuna rastlanmadı.  
İri blokları geçmek için karotiyer kullanıldı.

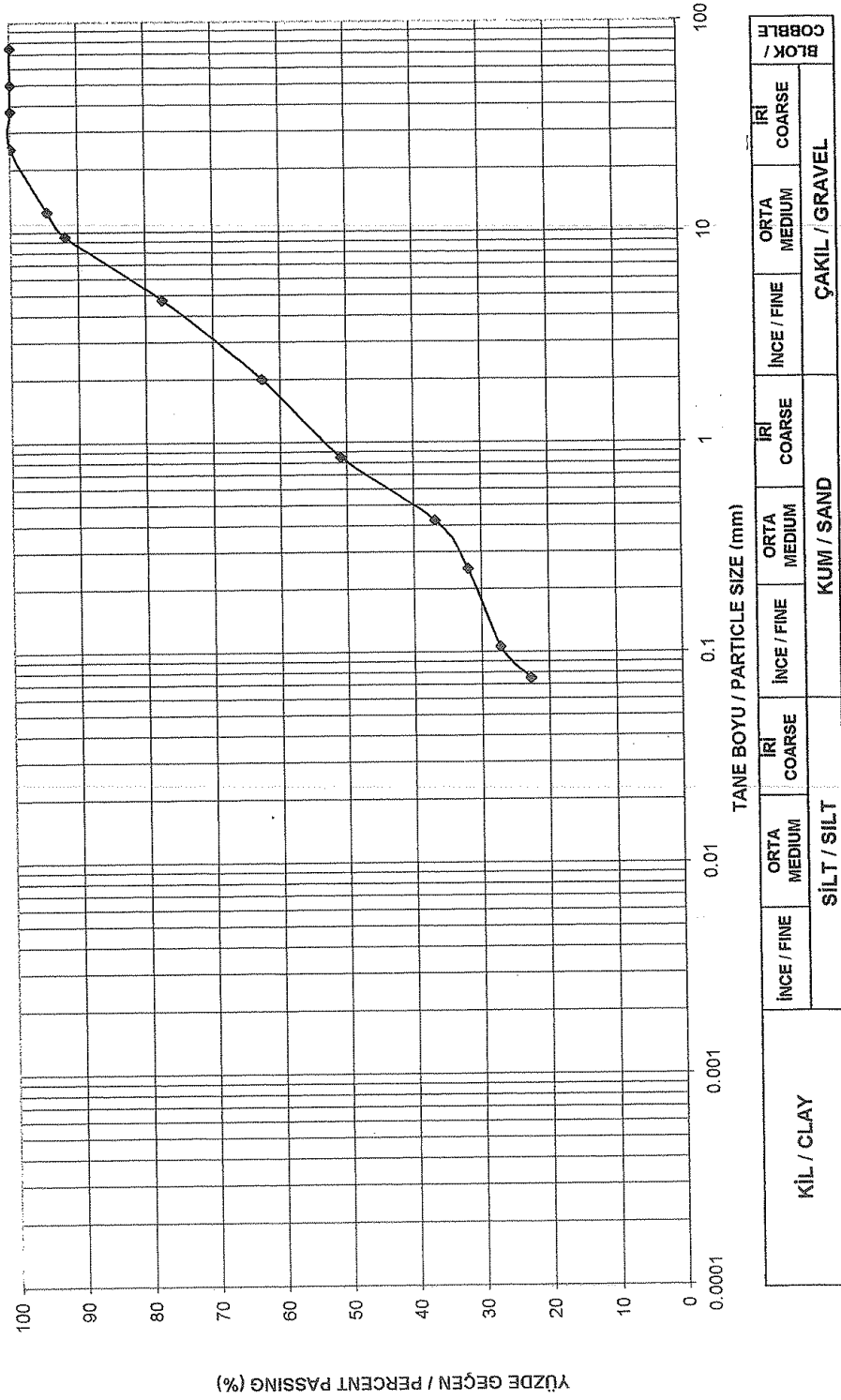
DAYANIMLILIK-Strength	AYRIŞMA-Weathering	İNCE DANELİ- Fine Grained	İRİ DANELİ-Coarse Grained
I Dayanımlı	I Taze	N = 0-2 Çok Yumuşak	N= 0-4 Çok Gevşek
II Orta dayanımlı	II Az Ayrışmış	N = 3-4 Yumuşak	N= 5-10 Gevşek
III Orta Zayıf	III Orta Der.Ayrışmış	N = 5-8 Orta Katı M.	N= 11-30 Orta Sıkı
IV Zayıf	IV Yüksek Der. Ayrışmış	N = 9-15 Katı	N= 31-50 Sıkı
V Çok Zayıf	V Tamamen Ayrışmış	N = 16-30 Çok Katı	N= > 50 Çok Sıkı
	VI Kalıntı Zemin	N > 30 Sert	
KAYA KALİTESİ-RQD	KIRIKLAR-30cm Fractures	ORANLAR - PROPORTIONS	
% 0-25 Çok Zayıf	< 1 Seyrek	% 5 < Pek Az	% 5 < Pek Az
% 25-50 Zayıf	1-2 Orta	% 5-15 Az	% 5-20 Az
% 50-75 Orta	2-10 Sıkı	% 15-35 Çok	% 20-50 Çok
% 75-90 İyi	10-20 Çok Sıkı	% 35 Ve	
% 90-100 Çok İyi	> 20 Parçalı		

Ek C: Elek Analizleri Deney Föyleri



**ZONGULDAK BÜLENT ECEVİT ÜNİVERSİTESİ**  
**MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ**  
 Jeoloji Mühendisliği Bölümü

**ELEK VE HİDROMETRE ANALİZİ / SIEVE AND HYDROMETER ANALYSIS**



SK / AÇ NO : TM1-1  
 BH / TP NO :

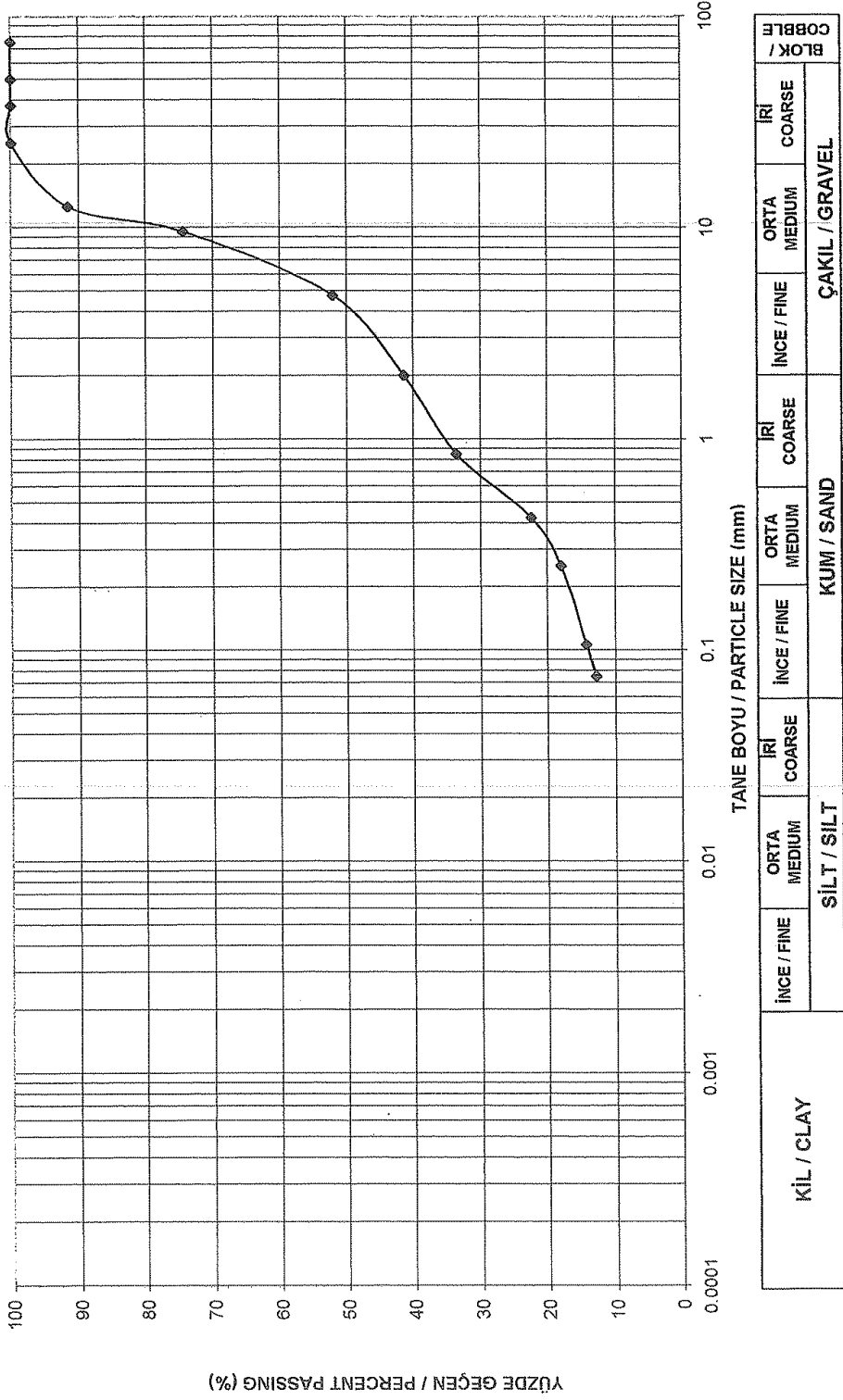
ÖRNEK NO : D-4  
 SAMPLE NO :

DERİNLİK (m) : 6.00 - 6.45  
 DEPTH :



ZONGULDAK BÜLENT ECEVİT ÜNİVERSİTESİ  
MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ  
Jeoloji Mühendisliği Bölümü

ELEK VE HİDROMETRE ANALİZİ / SIEVE AND HYDROMETER ANALYSIS



SK / AÇ NO : TM2-1  
BH / TP NO :

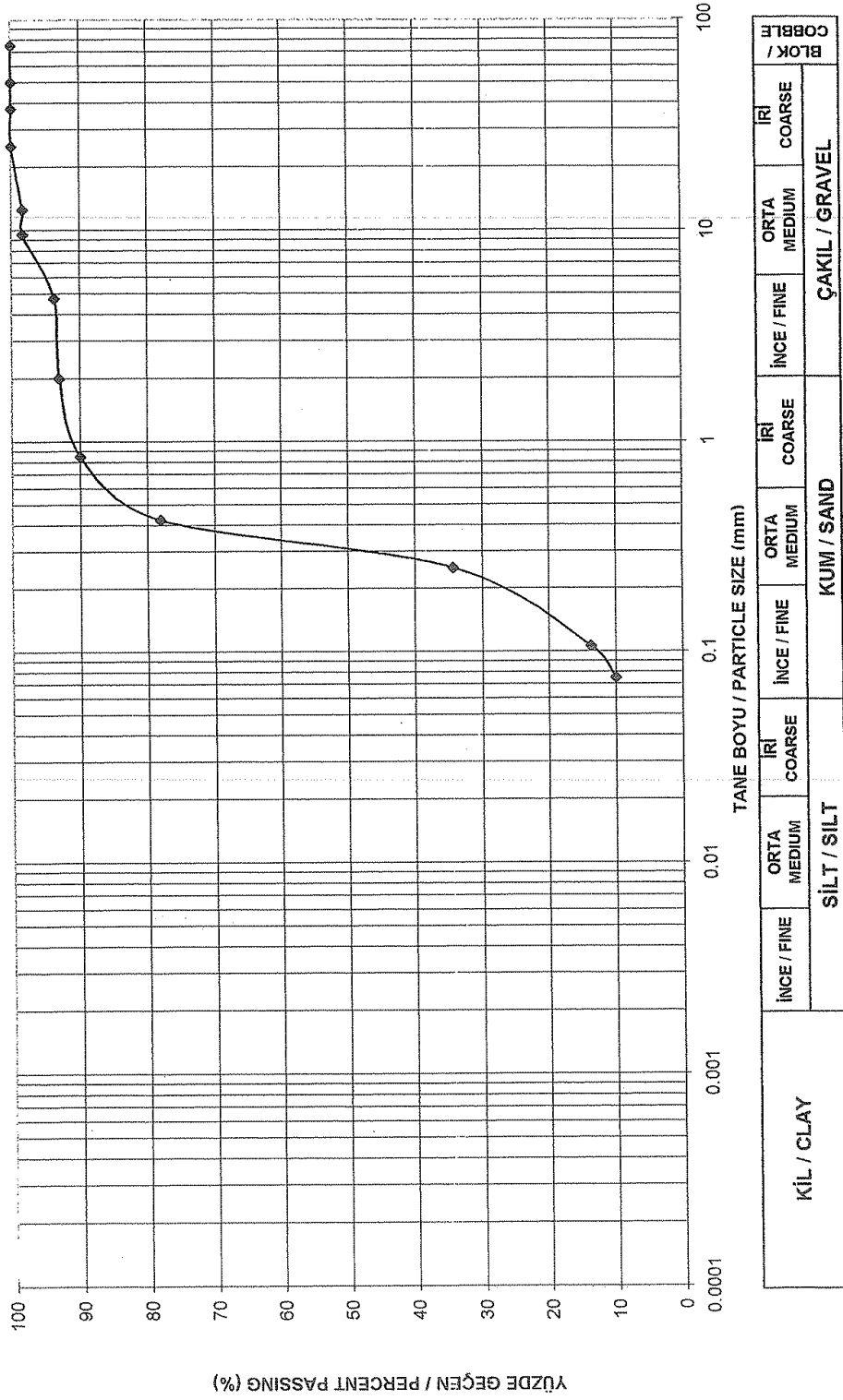
ÖRNEK NO : D-4  
SAMPLE NO :

DERİNLİK (m) : 9.50 - 9.95  
DEPTH



**ZONGULDAK BÜLENT ECEVİT ÜNİVERSİTESİ**  
**MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ**  
Jeoloji Mühendisliği Bölümü

**ELEK VE HİDROMETRE ANALİZİ / SIEVE AND HYDROMETER ANALYSIS**



SK / AÇ NO : TM2-1  
BH / TP NO :

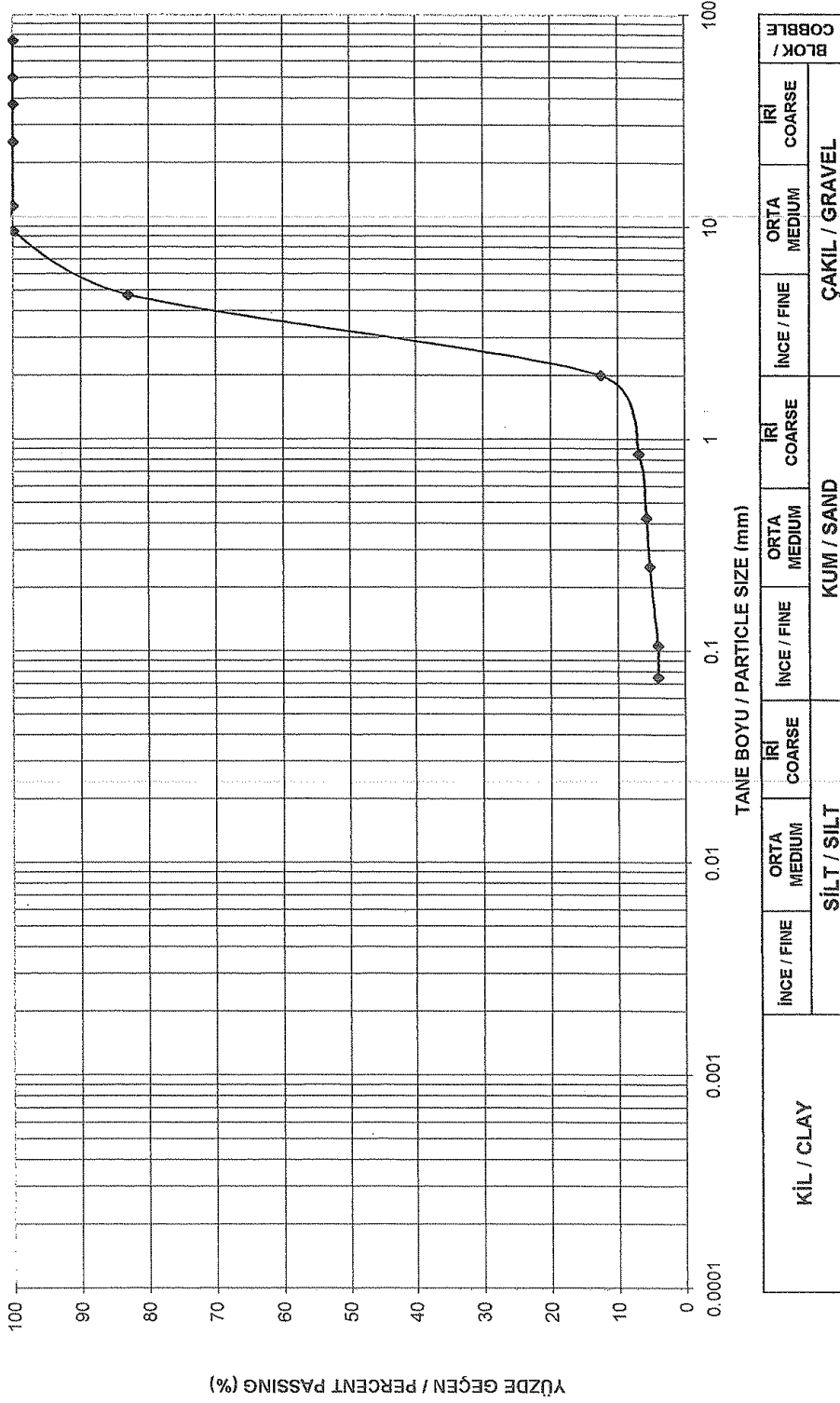
ÖRNEK NO : D-6  
SAMPLE NO :

DERİNLİK (m) : 12.00 - 12.45  
DEPTH



**ZONGULDAK BÜLENT ECEVİT ÜNİVERSİTESİ**  
**MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ**  
Jeoloji Mühendisliği Bölümü

**ELEK VE HİDROMETRE ANALİZİ / SIEVE AND HYDROMETER ANALYSIS**



SK / AÇ NO : TM4-1  
BH / TP NO :

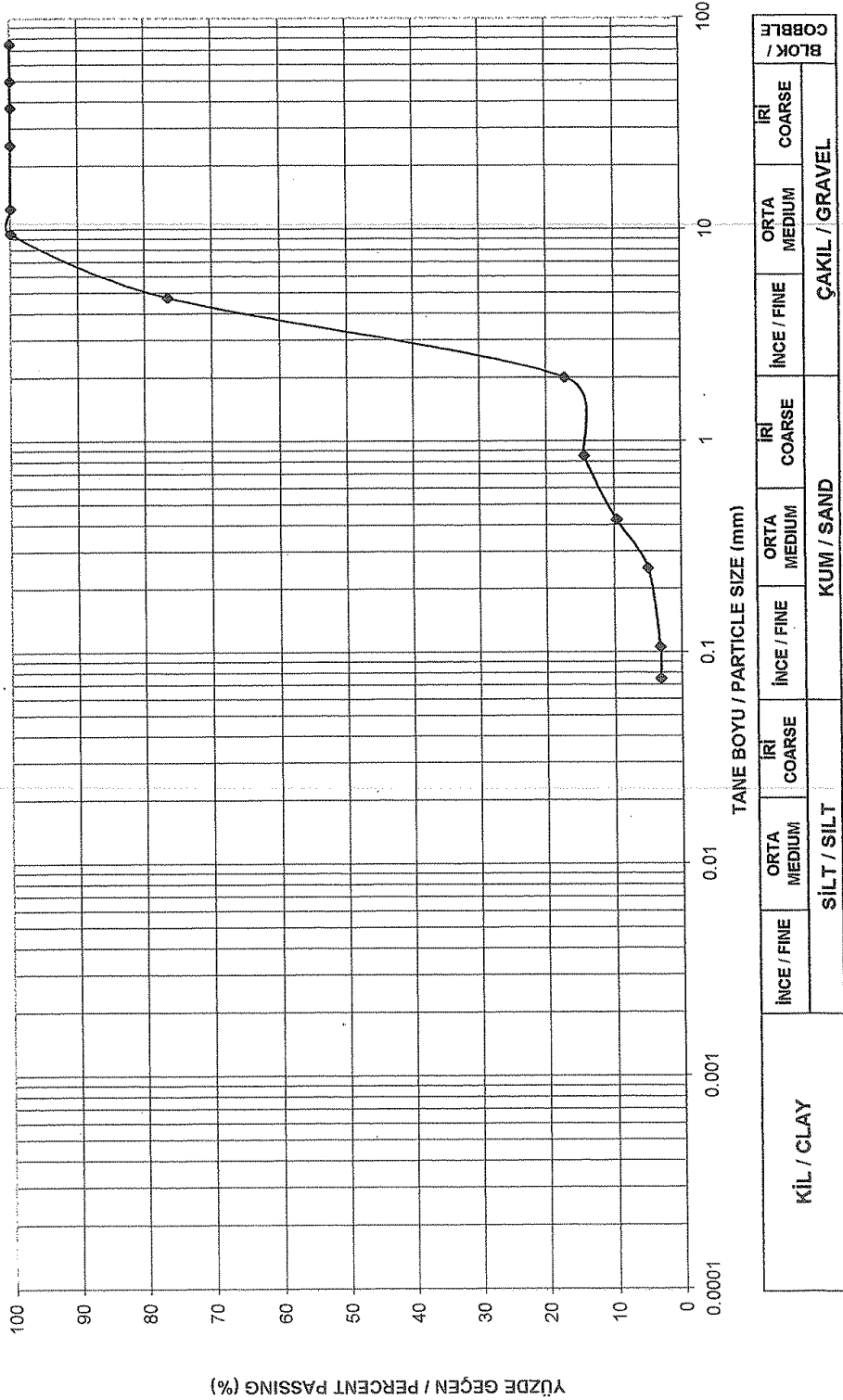
ÖRNEK NO : D-4  
SAMPLE NO :

DERİNLİK (m) : 6.00 - 6.45  
DEPTH



**ZONGULDAK BÜLENT ECEVİT ÜNİVERSİTESİ**  
**MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ**  
Jeoloji Mühendisliği Bölümü

**ELEK VE HİDROMETRE ANALİZİ / SIEVE AND HYDROMETER ANALYSIS**



SK / AÇ NO : TM4-1  
BH / TP NO :

ÖRNEK NO : D-5  
SAMPLE NO :

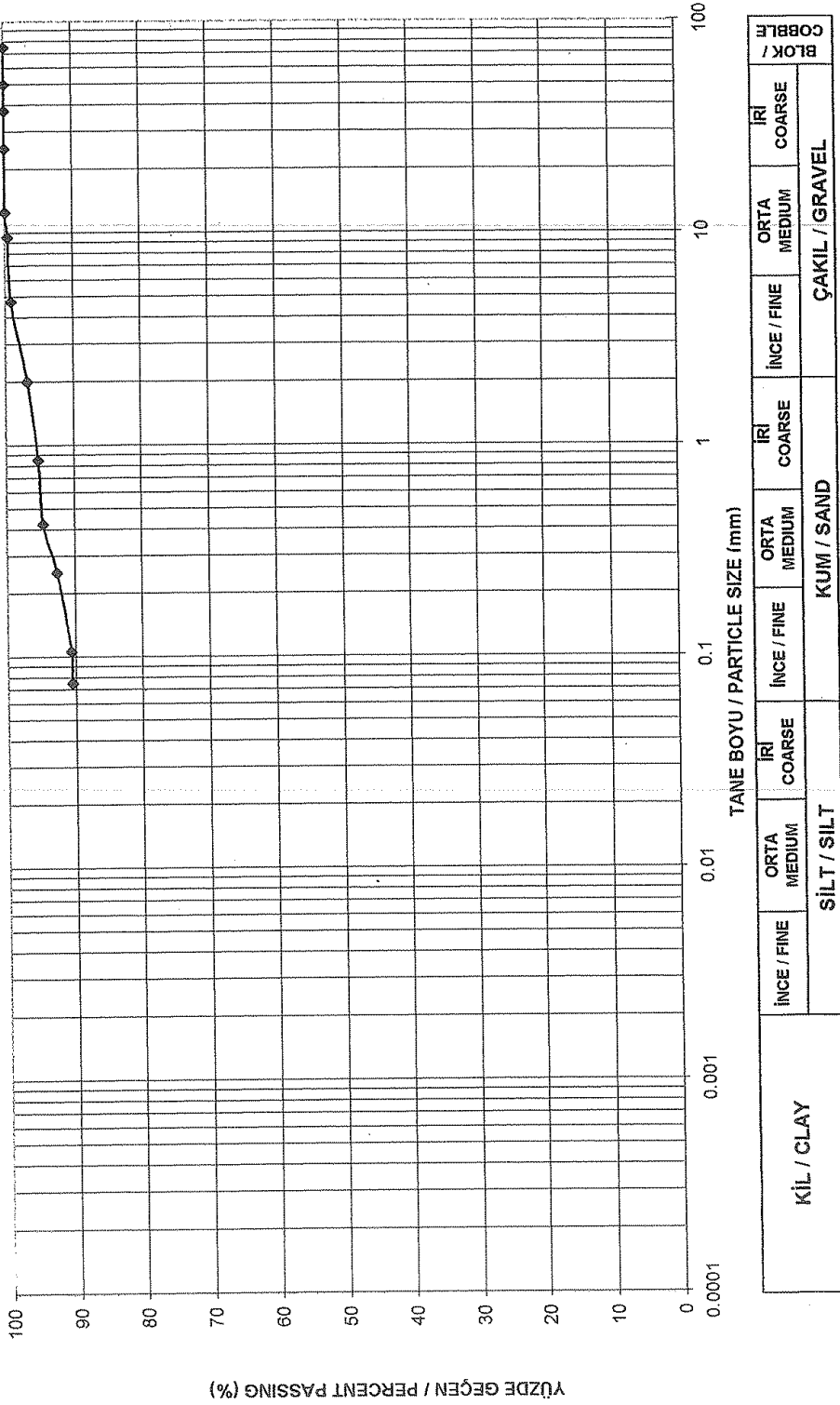
DERİNLİK (m) : 7.50 - 7.95  
DEPTH





**ZONGULDAK BÜLENT ECEVİT ÜNİVERSİTESİ**  
**MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ**  
Jeoloji Mühendisliği Bölümü

**ELEK VE HİDROMETRE ANALİZİ / SIEVE AND HYDROMETER ANALYSIS**



SK / AÇ NO : TM5-1  
BH / TP NO :

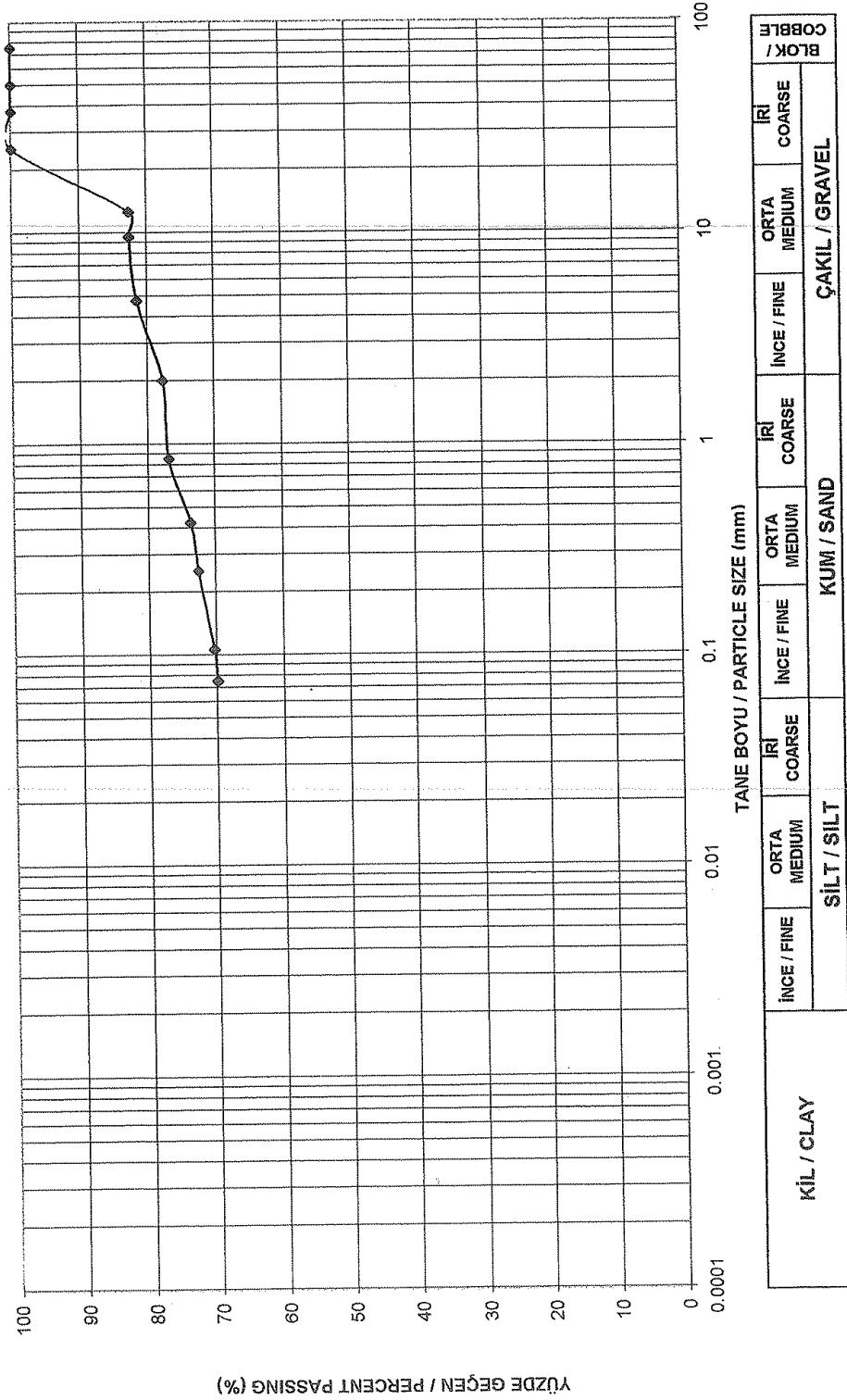
ÖRNEK NO : D-5  
SAMPLE NO :

DERİNLİK (m) : 7.50 - 7.95  
DEPTH



**ZONGULDAK BÜLENT ECEVİT ÜNİVERSİTESİ**  
**MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ**  
Jeoloji Mühendisliği Bölümü

**ELEK VE HİDROMETRE ANALİZİ / SIEVE AND HYDROMETER ANALYSIS**



SK / AÇ NO : TM5-1  
BH / TP NO :

ÖRNEK NO : D-6  
SAMPLE NO :

DERİNLİK (m) : 9.00 - 9.45  
DEPTH

## Ek D: Atterberg Limitleri Deney Föyleri

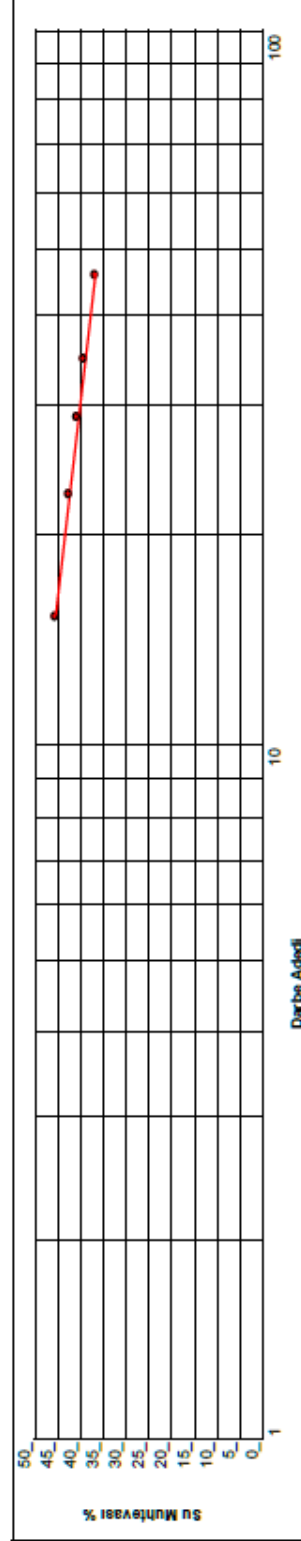


ZONGULDAK BÜLENT ECEVİT ÜNİVERSİTESİ  
MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ  
Jeolojî Mühendisliği Bölümü

Müşteri Adı:  
Num. Alanı: Yör. 3-1  
Derinlik: 3,00

AÇ. Num. No: AÇ-3  
Rapor Tarihi: 06/06/2018

Likit Limit	Beş Nokta					Tek Nokta		Plastik Limit		
	1	2	3	4	5	1	2	1	2	
Kap No:	81	58	103	72	36	-	-	Kap No:	68	33
Darbe Adedi:	47	36	29	23	17	-	-	Yaş Numune+Kap (gr.)	37,42	37,82
Yaş Numune+Küp (gr.)	48,12	44,63	49,52	51,23	47,85	-	-	Kuru Numune+Küp (gr.)	35,05	35,32
Kuru Numune+Küp (gr.)	43,10	40,10	43,30	44,4	41,85	-	-	Su Miktarı (gr.)	2,37	2,50
Su Miktarı (gr.)	5,02	4,53	6,22	6,93	6,00	-	-	Kap Ağırlığı (gr.)	23,55	22,42
Kap Ağırlığı (gr.)	29,96	28,60	28,28	28,98	28,60	-	-	Kuru Numune Ağırlığı (gr.)	11,50	12,90
Kuru Numune Ağırlığı (gr.)	13,54	11,50	15,02	15,82	13,25	-	-	Su Muhtevası (%)	20,85	19,35
Su Muhtevası (%)	37,08	39,39	41,41	43,17	46,28	-	-			



Likit Limit	42
Plastik Limit	20
Plastik İndisi	22



**ZONGULDAK BÜLENT ECEVİT ÜNİVERSİTESİ**  
**MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ**  
Jeoloji Mühendisliği Bölümü

Müşteri Adı:

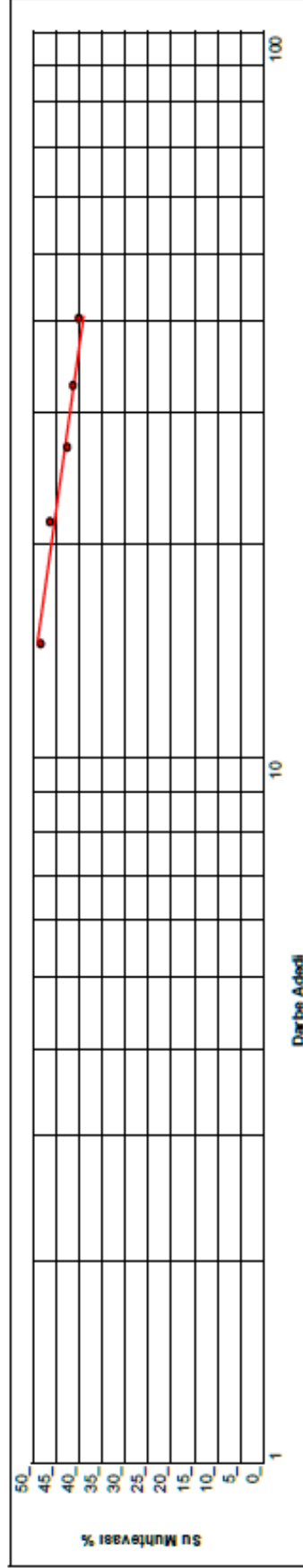
Num. Akıncılığ Yeri: 3-2

Derinlik: 3.40

AÇ. Num. No: AÇ-3

Rapor Tarihi: 06/06/2018

Likit Limit	Beş Nokta					Tek Nokta		Plastik Limit	
	1	2	3	4	5	1	2	1	2
Kap No:	86	18	64	102	77	-	-	34	71
Darbe Adedi:	41	33	28	22	16	-	-	38,65	39,80
Yağ Numune+Kap (gr.)	67,17	69,94	67,25	71,3	69,99	-	-	35,68	37,18
Kuru Numune+Kap (gr.)	56,04	57,68	55,20	58,12	56,30	-	-	2,97	2,63
Su Miktarı (gr.)	11,13	12,26	12,05	13,18	13,69	-	-	21,38	23,55
Kap Ağırlığı (gr.)	28,13	28,55	27,57	29,70	28,25	-	-	14,30	13,63
Kuru Numune Ağırlığı (gr.)	27,91	29,13	27,63	28,42	28,05	-	-	20,77	19,39
Su Muhtevası (%)	<b>39,87</b>	<b>42,1</b>	<b>43,61</b>	<b>46,37</b>	<b>48,82</b>	-	-		



Likit Limit	42
Plastik Limit	20
Plastisite İndisi	22



**ZONGULDAK BÜLENT ECEVİT ÜNİVERSİTESİ**  
**MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ**  
Jeolojik Mühendisliği Bölümü

Müşteri Adı:

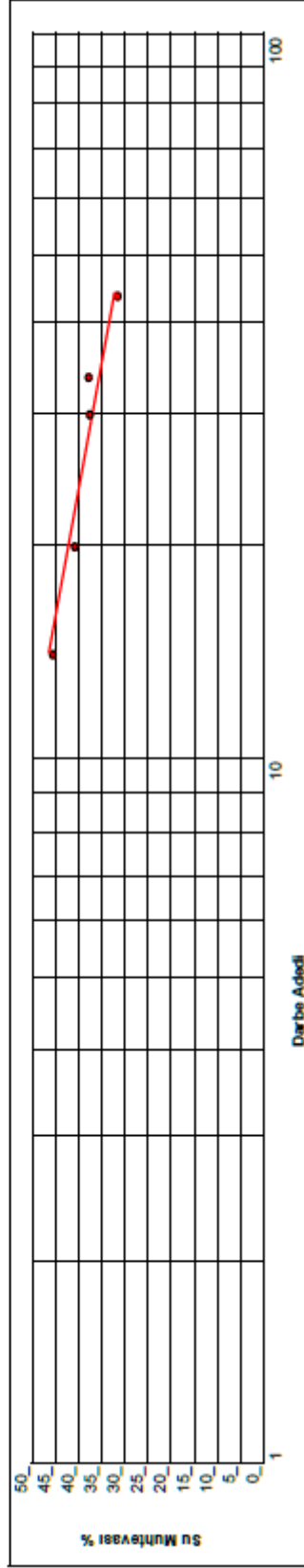
Num. Alanı: Yr: 9-1

Derinlik: 1,00

AÇ. Num. No: AÇ-9

Rapor Tarihi: 10/08/2018

Likit Limit	Bes Nokta					Tek Nokta		Plastik Limit	
	1	2	3	4	5	1	2	1	2
Kap No:	99	38	42	56	14	-	-	77	84
Darbe Adedi:	43	34	30	20	13	-	-	52,94	51,00
Yağ Numune+Kap (gr.)	53,72	47,60	46,12	50,66	52,20	-	-	48,43	46,87
Kuru Numune+Kap (gr.)	47,22	42,06	41,15	44,57	44,68	-	-	4,51	4,13
Su Miktarı (gr.)	6,50	5,54	4,97	6,09	7,52	-	-	25,25	24,56
Kap Ağırlığı (gr.)	29,15	27,31	28,02	29,77	27,98	-	-	23,18	22,31
Kuru Numune Ağırlığı (gr.)	18,07	14,75	13,13	14,80	16,70	-	-	19,47	18,53
Su Mühüvesi (%)	<b>35,98</b>	<b>37,56</b>	<b>37,84</b>	<b>41,15</b>	<b>45,05</b>	-	-		



Likit Limit	39
Plastik Limit	19
Plastisite İndisi	20



ZONGULDAK BÜLENT ECEVİT ÜNİVERSİTESİ  
MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ  
Jeoloji Mühendisliği Bölümü

Müşteri Adı:

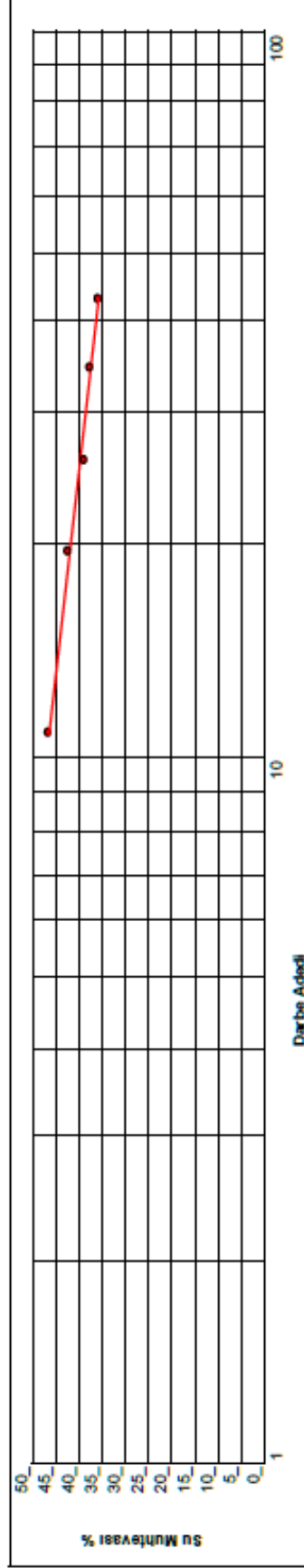
Num. Alanı: Yer: 9-2

Derinlik: 1.50

AÇ. Num. No: AÇ-9

Rapor Tarihi: 10/08/2018

Likit Limit	Beş Nokta					Tek Nokta		Plastik Limit		
	1	2	3	4	5	1	2	1	2	
Kap No:	74	44	37	112	88	-	-	Kap No:	62	52
Darbe Adedi:	43	35	27	19	12	-	-	Yağ Numune+Kap (gr.)	42,51	46,60
Yağ Numune+Kap (gr.)	49,72	45,28	41,47	46,80	49,66	-	-	Kuru Numune+Kap (gr.)	38,86	42,71
Kuru Numune+Kap (gr.)	44,35	40,25	37,08	41,43	43,32	-	-	Su Miktarı (gr.)	3,65	3,89
Su Miktarı (gr.)	5,37	5,03	4,39	5,37	6,34	-	-	Kap Ağırlığı (gr.)	20,98	22,81
Kap Ağırlığı (gr.)	29,65	26,80	25,88	28,85	29,80	-	-	Kuru Numune Ağırlığı (gr.)	17,88	19,90
Kuru Numune Ağırlığı (gr.)	14,70	13,45	11,20	12,58	13,52	-	-	Su Muhtevası (%)	20,44	19,56
Su Muhtevası (%)	36,55	37,41	39,19	42,72	46,89	-	-			



Likit Limit	42
Plastik Limit	20
Plastisite İndisi	22

## Ek E: Nokta Yük Dayanım İndeksi Deney Föyü



### ZONGULDAK BÜLENT ECEVİT ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ Jeoloji Mühendisliği Bölümü

#### Nokta Yükü Dayanım İndeksi Deney Sonuçları

Müşteri Adı:

Sondaj Num. No: SK-1

Num.Alındığı Yer: 1-1

Rapor Tarihi: 06/08/2018

Derinlik: 10.00

Örnek No	Deney Türü	Genişlik W (mm)	Çap D (mm)	Yenilme Yükü p (kN)	Kerot Çapı D (mm)	De <sup>2</sup>	Is=(P*10 <sup>3</sup> )/De <sup>2</sup> (MPa)	F	Is(50) (MPa)
						mm <sup>2</sup>			
1	d		56	14,46					4,61
2	d		56	13,83					4,41
3	d		56	13,58					4,33
4	d		56	11,38					3,63
5	d		56	14,83					4,73
6	d		56	12,92					4,12
7	d		56	14,36					4,58
8	d		56	13,45					4,29
9	d		56	12,79					4,08
10									
Ortalama			56	13,5					
							Is50(Ort.)		4,31

i **Düzensiz Şekilli Örnek Deneyi**  
a **Eksenel Deney**

d **Çapsal Deney**  
b **Blok Deney**



**ZONGULDAK BÜLENT ECEVİT ÜNİVERSİTESİ**  
**MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ**  
Jeoloji Mühendisliği Bölümü

**Nokta Yüğü Dayanım İndeksi Deney Sonuçları**

Müşteri Adı:

Sondaj Num. No: SK-1

Num.Alındığı Yer: 1-2

Rapor Tarihi: 06/08/2018

Derinlik: 11.50

Örnek No	Deney Türü	Genişlik W (mm)	Çap D (mm)	Yenilme Yüğü p (kN)	Karot Çapı D (mm)	De <sup>2</sup>	Is=(P*10 <sup>3</sup> )/De <sup>2</sup> (MPa)	F	Is(50) (MPa)
						mm <sup>2</sup>			
1	d		56	14,74					4,70
2	d		56	14,14					4,51
3	d		56	13,77					4,39
4	d		56	14,71					4,69
5	d		56	15,09					4,81
6	d		56	13,42					4,28
7	d		56	14,65					4,67
8	d		56	13,86					4,42
9	d		56	13,11					4,18
10									
Ortalama			56	14,2					
							Is50(Ort.)		4,52

i  Düzensiz Şekilli Örnek Deneyi  
a  Eksenel Deney

d  Çapsal Deney  
b  Blok Deney





**ZONGULDAK BÜLENT ECEVİT ÜNİVERSİTESİ**  
**MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ**  
Jeoloji Mühendisliği Bölümü

**Nokta Yüğü Dayanım İndeksi Deney Sonuçları**

Müşteri Adı:

Sondaj Num. No: SK-1

Num.Alındığı Yer: 1-3

Rapor Tarihi: 06/08/2018

Derinlik: 12.00

Örnek No	Deney Türü	Genişlik W (mm)	Çap D (mm)	Yenilme Yüğü p (kN)	Kerot Çapı D (mm)	De <sup>2</sup>	Is=(P*10 <sup>3</sup> )/De <sup>2</sup> (MPa)	F	Is(50) (MPa)
						mm <sup>2</sup>			
1	d		56	15,08					4,61
2	d		56	14,43					4,41
3	d		56	14,21					4,33
4	d		56	12,39					3,63
5	d		56	14,96					4,73
6	d		56	14,17					4,12
7	d		56	14,61					4,58
8	d		56	13,83					4,29
9	d		56	14,55					4,08
10									
Ortalama			56	14,3					
							Is50(Ort.)		4,31

i Düzensiz Şekilli Örnek Deneyi  
a Eksenel Deney

d Çapsal Deney  
b Blok Deney



**ZONGULDAK BÜLENT ECEVİT ÜNİVERSİTESİ**  
**MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ**  
Jeoloji Mühendisliği Bölümü

**Nokta Yükü Dayanım İndeksi Deney Sonuçları**

Müşteri Adı:

Sondaj Num. No: SK-3

Num.Alındığı Yer: 3-1

Rapor Tarihi: 06/08/2018

Derinlik: 8.70

Örnek No	Deney Türü	Genişlik W (mm)	Çap D (mm)	Yenilme Yükü p (kN)	Kerot Çapı D (mm)	De <sup>2</sup>	Is=(P*10 <sup>3</sup> )/De <sup>2</sup> (MPa)	F	Is(50) (MPa)
						mm <sup>2</sup>			
1	d		56	15,65					4,99
2	d		56	15,08					4,81
3	d		56	14,58					4,65
4	d		56	12,58					4,01
5	d		56	14,90					4,75
6	d		56	14,74					4,70
7	d		56	14,71					4,69
8	d		56	14,14					4,51
9	d		56	13,96					4,45
10									
Ortalama			56	14,5					
							Is50(Ort.)		4,62

İ Düzensiz Şekli Örnek Deneyi  
a Eksenel Deney

d Çapsal Deney  
b Blok Deney



**ZONGULDAK BÜLENT ECEVİT ÜNİVERSİTESİ**  
**MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ**  
Jeoloji Mühendisliği Bölümü

**Nokta Yüğü Dayanım İndeksi Deney Sonuçları**

Müşteri Adı:  
Num.Alındığı Yer: 3-2  
Derinlik: 10.40

Sondaj Num. No: SK-3  
Rapor Tarihi: 06/08/2018

Örnek No	Deney Türü	Genişlik W (mm)	Çap D (mm)	Yenilme Yüğü p (kN)	Karot Çapı D (mm)	De <sup>2</sup>	Is=(P*10 <sup>3</sup> )/De <sup>2</sup> (MPa)	F	Is(50) (MPa)
						mm <sup>2</sup>			
1	d		56	14,71					4,69
2	d		56	14,11					4,50
3	d		56	13,74					4,38
4	d		56	14,80					4,72
5	d		56	15,02					4,79
6	d		56	13,55					4,32
7	d		56	14,68					4,68
8	d		56	13,96					4,45
9	d		56	12,92					4,12
10									
Ortalama			56	14,2					
						Is50(Ort.)		4,52	

i  Düzensiz Şekilli Örnek Deneyi  
a  Eksenel Deney

d  Çapsal Deney  
b  Blok Deney



**ZONGULDAK BÜLENT ECEVİT ÜNİVERSİTESİ**  
**MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ**  
Jeoloji Mühendisliği Bölümü

**Nokta Yüğü Dayanım İndeksi Deney Sonuçları**

Müşteri Adı:

Sondaj Num. No: SK-3

Num.Alındığı Yer: 3-3

Rapor Tarihi: 06/08/2018

Derinlik: 11.90

Örnek No	Deney Türü	Genişlik W (mm)	Çap D (mm)	Yenilme Yüğü p (kN)	Karot Çapı D (mm)	D <sub>e</sub> <sup>2</sup>	I <sub>s</sub> =(P*10 <sup>3</sup> )/D <sub>e</sub> <sup>2</sup> (MPa)	F	I <sub>s</sub> (50) (MPa)
						mm <sup>2</sup>			
1	d		56	15,34					4,89
2	d		56	15,05					4,80
3	d		56	14,86					4,74
4	d		56	13,45					4,29
5	d		56	14,71					4,69
6	d		56	14,68					4,68
7	d		56	14,58					4,65
8	d		56	14,08					4,49
9	d		56	13,80					4,40
10									
Ortalama			56	14,5					
						I <sub>s50</sub> (Ort.)		4,63	

i  Düzensiz Şekli Örnek Deneyi  
a  Eksenel Deney

d  Çapsal Deney  
b  Blok Deney



**ZONGULDAK BÜLENT ECEVİT ÜNİVERSİTESİ**  
**MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ**  
Jeoloji Mühendisliği Bölümü

**Nokta Yüğü Dayanım İndeksi Deney Sonuçları**

Müşteri Adı:

Sondaj Num. No: SK-5

Num.Alındığı Yer: 5-1

Rapor Tarihi: 07/08/2018

Derinlik: 9.30

Örnek No	Deney Türü	Genişlik W (mm)	Çap D (mm)	Yenilme Yüğü p (kN)	Karot Çapı D (mm)	De <sup>2</sup>	Is=(P*10 <sup>3</sup> )/De <sup>2</sup> (MPa)	F	Is(50) (MPa)
						mm <sup>2</sup>			
1	d		56	10,25					3,27
2	d		56	10,07					3,21
3	d		56	9,38					2,99
4	d		56	7,53					2,40
5	d		56	11,01					3,51
6	d		56	9,44					3,01
7	d		56	10,19					3,25
8	d		56	10,04					3,20
9	d		56	9,82					3,13
10									
Ortalama			56	9,8					
						Is50(Ort.)			3,11

i Düzensiz Şekilli Örnek Deneyi  
a Eksenel Deney

d Çapsal Deney  
b Blok Deney



**ZONGULDAK BÜLENT ECEVİT ÜNİVERSİTESİ**  
**MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ**  
Jeoloji Mühendisliği Bölümü

**Nokta Yüğü Dayanım İndeksi Deney Sonuçları**

Müşteri Adı:

Sondaj Num. No: SK-5

Num.Alındığı Yer: 5-2

Rapor Tarihi: 07/08/2018

Derinlik: 10.40

Örnek No	Deney Türü	Genişlik W (mm)	Çap D (mm)	Yenilme Yüğü p (kN)	Kerot Çapı D (mm)	De <sup>2</sup>	Is=(P*10 <sup>3</sup> )/De <sup>2</sup> (MPa)	F	Is(50) (MPa)
						mm <sup>2</sup>			
1	d		56	11,54					3,68
2	d		56	11,38					3,63
3	d		56	10,79					3,44
4	d		56	9,06					2,89
5	d		56	11,63					3,71
6	d		56	10,10					3,22
7	d		56	11,32					3,61
8	d		56	10,38					3,31
9	d		56	10,32					3,29
10									
Ortalama			56	10,7					
							Is50(Ort.)		3,42

İ Düzensiz Şekli Örnek Deneyi  
a Eksenel Deney

d Çapsal Deney  
b Blok Deney



**ZONGULDAK BÜLENT ECEVİT ÜNİVERSİTESİ**  
**MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ**  
Jeoloji Mühendisliği Bölümü

**Nokta Yüğü Dayanım İndeksi Deney Sonuçları**

Müşteri Adı:

Sondaj Num. No: SK-5

Num.Alındığı Yer: 5-3

Rapor Tarihi: 07/08/2018

Derinlik: 12.90

Örnek No	Deney Türü	Genişlik W (mm)	Çap D (mm)	Yenilme Yüğü p (kN)	Kerot Çapı D (mm)	De <sup>2</sup>	Is=(P*10 <sup>3</sup> )/De <sup>2</sup> (MPa)	F	Is(50) (MPa)
						mm <sup>2</sup>			
1	d		56	11,32					3,61
2	d		56	11,88					3,47
3	d		56	10,47					3,34
4	d		56	8,25					2,63
5	d		56	11,73					3,74
6	d		56	9,78					3,12
7	d		56	11,26					3,59
8	d		56	10,32					3,29
9	d		56	9,82					3,13
10									
Ortalama			56	10,4					
							Is50(Ort.)		3,32

i **Düzensiz Şekilli Örnek Deneyi**  
a **Eksenel Deney**

d **Çapsal Deney**  
b **Blok Deney**



**ZONGULDAK BÜLENT ECEVİT ÜNİVERSİTESİ**  
**MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ**  
Jeoloji Mühendisliği Bölümü

**Nokta Yüğü Dayanım İndeksi Deney Sonuçları**

Müşteri Adı:

Sondaj Num. No: SK-6

Num.Alındığı Yer: 6-1

Rapor Tarihi: 07/08/2018

Derinlik: 8.00

Örnek No	Deney Türü	Genişlik W (mm)	Çap D (mm)	Yenilme Yüğü p (kN)	Karot Çapı D (mm)	De <sup>2</sup>	Is=(P*10 <sup>3</sup> )/De <sup>2</sup> (MPa)	F	Is(50) (MPa)
						mm <sup>2</sup>			
1	d		56	1,33					4,25
2	d		56	12,58					4,01
3	d		56	12,26					3,91
4	d		56	10,32					3,29
5	d		56	13,17					4,20
6	d		56	11,89					3,79
7	d		56	12,51					3,99
8	d		56	11,45					3,65
9	d		56	10,51					3,35
10									
Ortalama			56	12,0					
							Is50(Ort.)		3,83

İ Düzensiz Şekilli Örnek Deneyi  
a Eksenel Deney

d Çapsal Deney  
b Blok Deney





**ZONGULDAK BÜLENT ECEVİT ÜNİVERSİTESİ**  
**MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ**  
Jeoloji Mühendisliği Bölümü

**Nokta Yüğü Dayanım İndeksi Deney Sonuçları**

Müşteri Adı:

Sondaj Num. No: SK-6

Num.Alındığı Yer: 6-2

Rapor Tarihi: 07/08/2018

Derinlik: 8.50

Örnek No	Deney Türü	Genişlik W (mm)	Çap D (mm)	Yenilme Yüğü p (kN)	Karot Çapı D (mm)	De <sup>2</sup>	Is=(P*10 <sup>3</sup> )/De <sup>2</sup> (MPa)	F	Is(50) (MPa)
						mm <sup>2</sup>			
1	d		56	13,52					4,31
2	d		56	12,83					4,09
3	d		56	12,20					3,89
4	d		56	10,57					3,37
5	d		56	13,55					4,32
6	d		56	12,48					3,98
7	d		56	12,58					4,01
8	d		56	12,14					3,87
9	d		56	9,38					2,99
10									
Ortalama			56	12,1					
							Is50(Ort.)		3,87

i Düzensiz Şekilli Örnek Deneyi  
a Eksenel Deney

d Çapsal Deney  
b Blok Deney



**ZONGULDAK BÜLENT ECEVİT ÜNİVERSİTESİ**  
**MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ**  
Jeoloji Mühendisliği Bölümü

**Nokta Yüğü Dayanım İndeksi Deney Sonuçları**

Müşteri Adı:

Sondaj Num. No: SK-6

Num.Alındığı Yer: 6-3

Rapor Tarihi: 07/08/2018

Derinlik: 8.80

Örnek No	Deney Türü	Genişlik W (mm)	Çap D (mm)	Yenilme Yüğü p (kN)	Kerot Çapı D (mm)	De <sup>2</sup>	Is=(P*10 <sup>3</sup> )/De <sup>2</sup> (MPa)	F	Is(50) (MPa)
						mm <sup>2</sup>			
1	d		56	13,61					4,34
2	d		56	13,01					4,15
3	d		56	12,51					3,99
4	d		56	10,51					3,35
5	d		56	13,80					4,40
6	d		56	12,67					4,04
7	d		56	12,86					4,10
8	d		56	12,42					3,96
9	d		56	9,25					2,95
10									
Ortalama			56	12,3					
							Is50(Ort.)		3,92

İ Düzensiz Şekilli Örnek Deneyi  
a Eksenel Deney

d Çapsal Deney  
b Blok Deney

## Ek F: Su Muhtevası Tayini Deney Föyü



### ZONGULDAK BÜLENT ECEVİT ÜNİVERSİTESİ MUHENDİSLİK FAKULTESİ Jeoloji Mühendisliği Bölümü

#### Su Muhtevası Tayini Deney Sonuçları

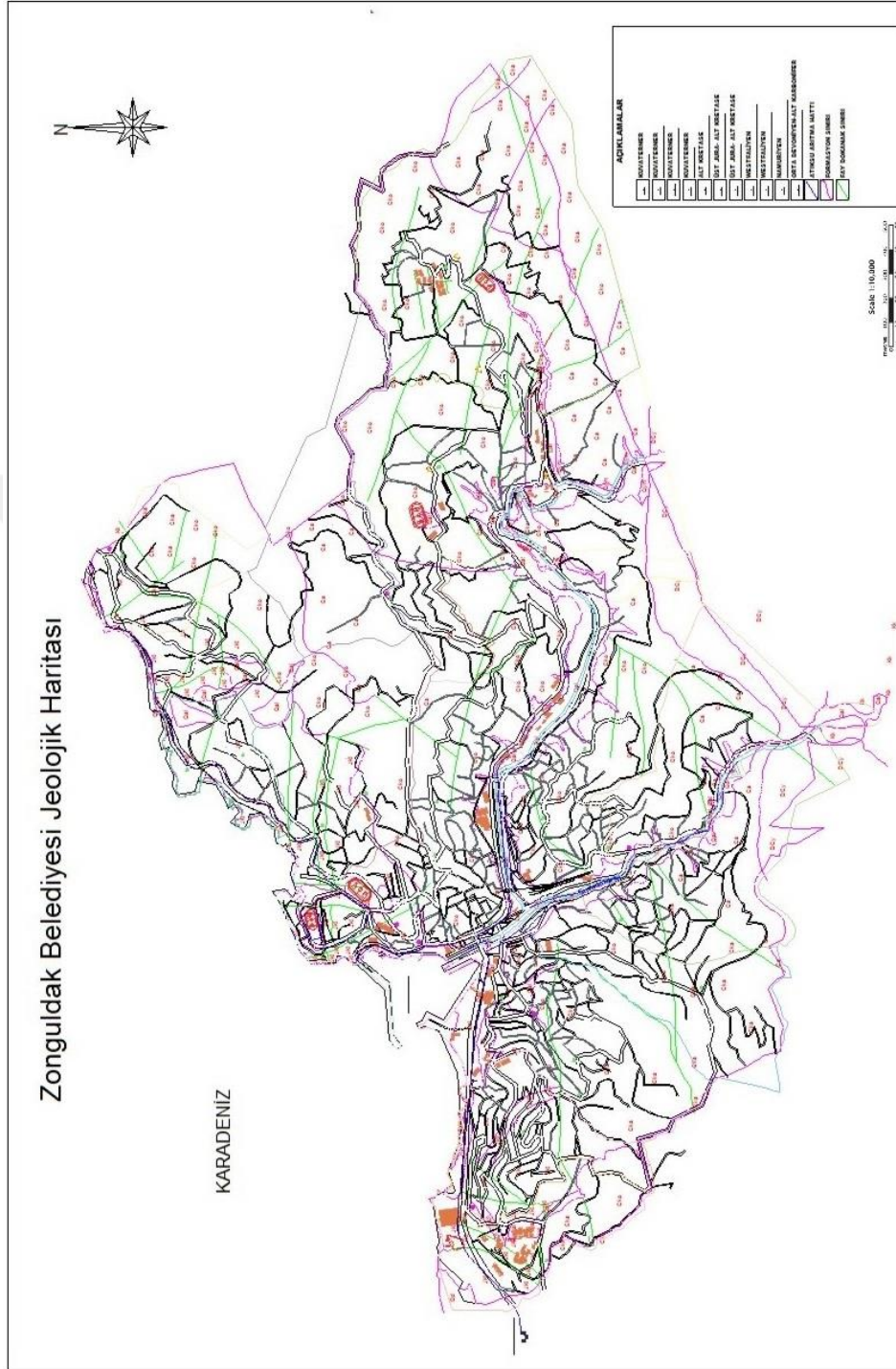
Müşteri Adı:

Num.Alındığı Yer:

Rapor Tarihi: 08/08/2018

	Sondaj No	Numune No	Derinlik (m)	Kap No	Yaş Numune + Kap Ağırlığı (gr)	Kuru Numune + Kap Ağırlığı (gr)	Su Miktarı (gr)	Kap Ağırlığı (gr)	Kuru Numune Ağırlığı (gr)	Su Muhtevası (%)	Açıklamalar
1	AÇ-1	1.1	2,30-2,50	77	167,20	160,00	7,20	101,50	58,50	4,5	
2		1.2	2,60-2,80	69	183,02	174,80	8,22	112,40	62,40	4,7	
3											
4	AÇ-3	3.1	2,80-3,00	35	158,50	148,90	9,68	97,60	51,30	6,5	
5		3.2	3,20-3,40	47	184,32	173,40	10,92	108,10	65,30	6,3	
6											
7	AÇ-4	4.1	1,40-1,60	75	164,32	156,20	8,12	100,50	55,70	5,2	
8		4.2	1,60-1,80	71	156,90	149,00	7,90	95,80	53,20	5,3	
9											
10	AÇ-9	9.1	0,80-1,00	68	190,60	178,30	12,30	110,90	67,40	6,9	
11		9.2	1,30-1,50	59	173,98	162,90	11,08	103,10	59,80	6,8	
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											
21											
22											
23											
24											
25											

## Ek H: Zonguldak Belediyesi Jeolojik Haritası



## ÖZGEÇMİŞ

Semih ZOBİ 1981 yılında Zonguldak İli Merkez İlçesinde doğdu. 1987- 1996 yılları arasında İlkokul ve ortaokul öğrenimini TED ZONGULDAK KOLEJİ'nde ve 1996-2000 yılları arasında da lise öğrenimini ZONGULDAK ANADOLU ÖĞRETMEN LİSESİ'nde tamamladı. 2001-2008 yılları arasında SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ Jeoloji Mühendisliği Bölümü bitirdi. Askerlik görevini 2009 yılında MARDİN 70.MEKANİZE PİYADE TUGAYI'nda tamamladı. 2010 yılında PARK TEKNİK ELEKTRİK MADENCİLİK TURİZM SAN. VE TİC. AŞ. Vardiya Mühendisi olarak başladığı görevini halen sürdürmekte olup, BEÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalında yüksek lisans programını sürdürmektedir. Evlidir.

## ADRES BİLGİLERİ

Adres : Bahçelievler Mah. Sendika Cad. Berke Apt. No:20 Kat.3 D:4 / ZONGULDAK

Tel : 0532 476 67 48

E-posta : semihzobi@yahoo.com