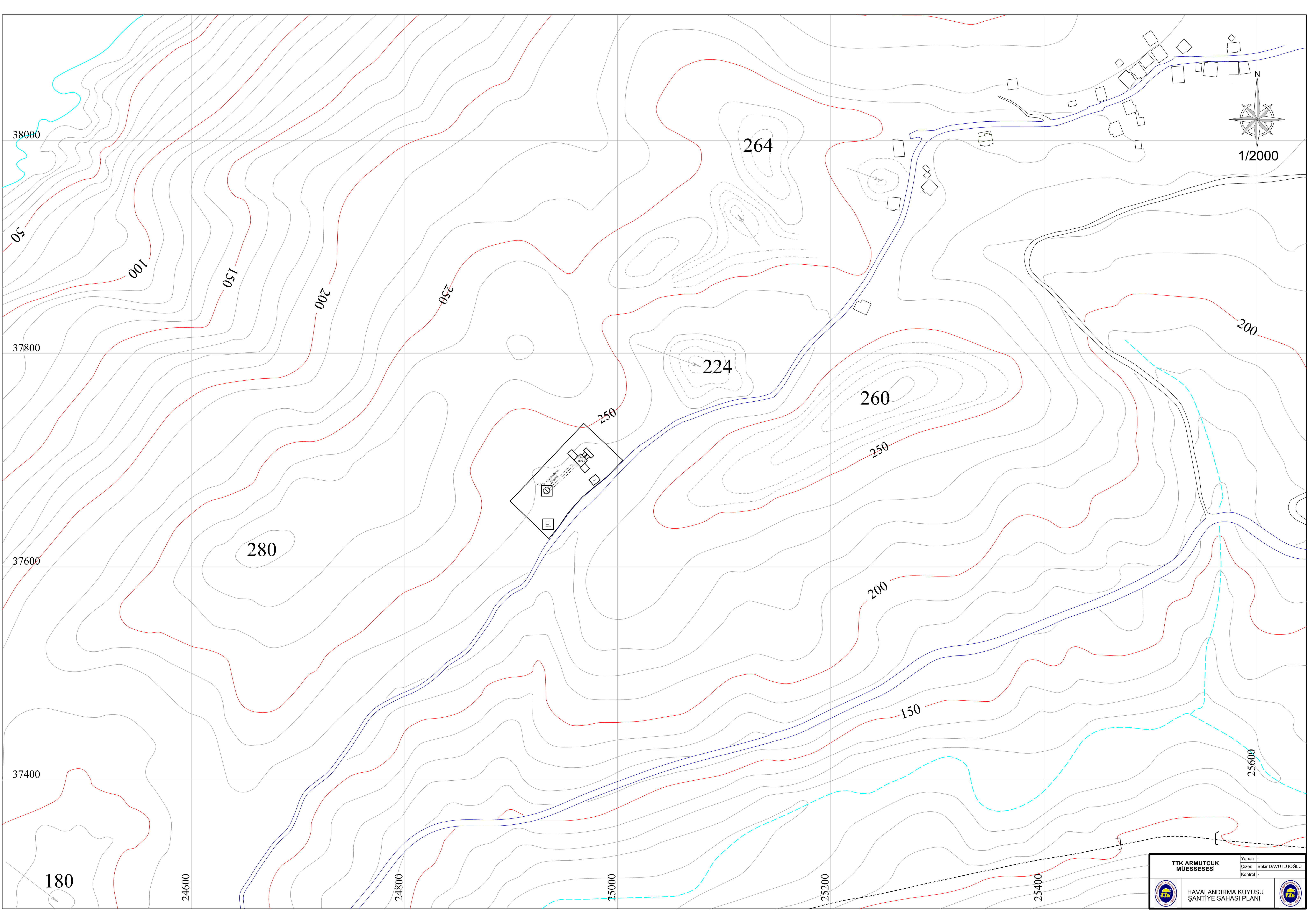
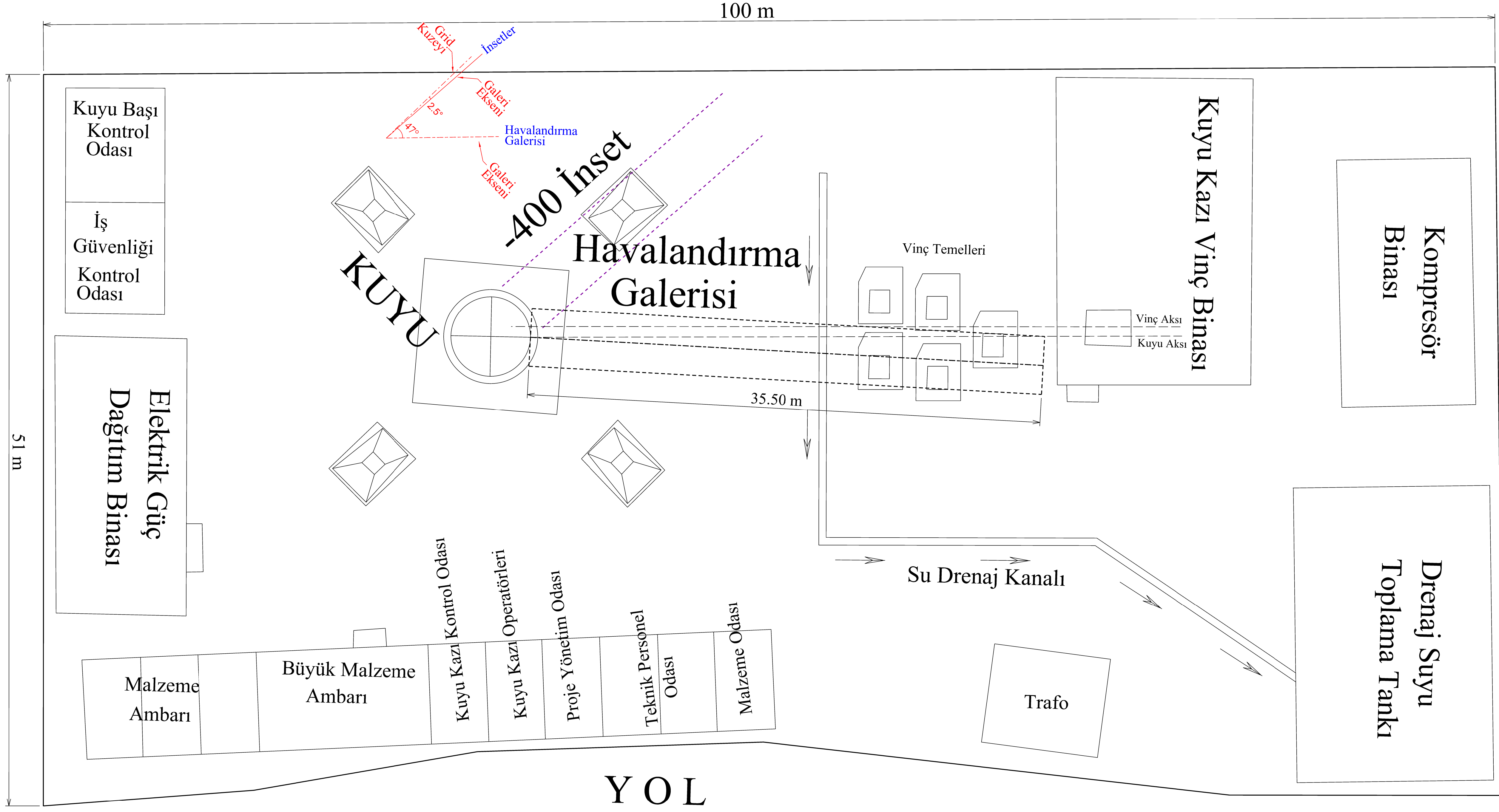
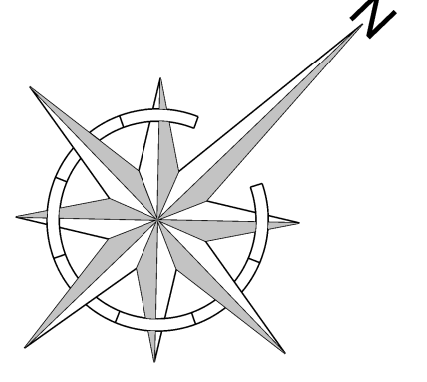


1/2000

	TTK ARMUTÇUK MÜESSESESİ		Yapan : Çizen : Kontrol : Bekir DAVUTLUOĞLU
	HAVALANDIRMA KUYUSU ŞANTİYE SAHASI PLANI		





MADEN TETKİK VE ARAMA GENEL MÜDÜRLÜĞÜ

TTK ARMUTÇUK KÖMÜR SAHASI HAVALANDIRMA KUYUSU JEOTEKNİK DEĞERLENDİRME RAPORU

Hazırlayanlar:

Yusuf Alper COŞAR, Jeoloji Mühendisi

İbrahim ASLAN, Jeoloji Mühendisi

Ferhat KARACA, Jeoloji Yüksek Mühendisi

Çağcan ÇAL, Jeoloji Yüksek Mühendisi

FİZİBİLİTE ETÜTLERİ DAİRE BAŞKANLIĞI

Ankara 2024

Bu raporda yer alan harita, şekil, bilgi ve belgelerin her hakkı Maden Tetkik ve Arama (MTA) Genel Müdürlüğü'ne aittir. Her ne amaçla olursa olsun bu bilgi ve belgelerin aşağıda verilen kaynakça adresi belirtilmeden kullanılması ve yazılı izin alınmadan elektronik, optik, mekanik veya diğer yollarla çoğaltılması, dağıtılması, basılması, yayımlanması durumunda gerekli hukuki yollara başvurulacaktır.

All maps and the individual contributions including in the issue are under copyright by General Directorate of Mineral Research and Exploration (MTA) and should not be distributed, reproduced or printed electronically, mechanically or other means without permission by MTA, and should not be used without citing as given below.

Kaynakça Adresi / *Bibliographic Reference*

Yusuf Alper COŞAR, İbrahim ASLAN, Ferhat KARACA, Çağcan ÇAL

TTK Armutçuk Kömür Sahası Havalandırma Kuyusu Jeoteknik Değerlendirme Raporu

	MADEN TETKİK VE ARAMA GENEL MÜDÜRLÜĞÜ	
	RAPORUN ADI	TTK ARMUTÇUK KÖMÜR SAHASI HAVALANDIRMA KUYUSU JEOTEKNİK DEĞERLENDİRME RAPORU
PROJE ADI	TTK GENEL MÜDÜRLÜĞÜ ZONGULDAK – ARMUTÇUK SAHASI ARAŞTIRMA SONDAJLARI VE ETÜT ÇALIŞMALARI (ŞAFT SONDAJI)	
PROJE ÖZEL KOD NO.	2023-33-28	
RAPORU HAZIRLAYANLAR	Yusuf Alper COŞAR, Jeoloji Mühendisi İbrahim ASLAN, Jeoloji Mühendisi Ferhat KARACA, Jeoloji Yüksek Mühendisi Çağcan ÇAL, Jeoloji Yüksek Mühendisi	
RAPOR İNCELEME KOMİSYONU	Başar ODACI, Jeoloji Yüksek Mühendisi	
DAİRE BAŞKANLIĞI	Fizibilite Etütleri Dairesi	
BÖLGE MÜDÜRLÜĞÜ	MTA Batı Karadeniz (Zonguldak) Bölge Müdürlüğü	
YÖNETİCİ ONAYI		
BİRİM YÖNETİCİSİ (Kaşe ve İmza)	KOORDİNATÖR (Kaşe ve İmza)	DAİRE BAŞKANI (Kaşe ve İmza)

ÖZ

Çalışma alanı, Türkiye Taşkömürü Kurumu (TTK) uhdesinde bulunan Armutçuk Taşkömürü İşletme Müessesesi sınırları içerisinde yer almaktadır. Maden Tetkik ve Arama (MTA) Genel Müdürlüğü ile Türkiye Taşkömürü Kurumu (TTK) Genel Müdürlüğü arasında 27.02.2023 tarihinde imzalanan sözleşmenin gereği olarak; TTK Armutçuk Müessesesi sınırları içerisinde bulunan sahada kömürün jeolojik yayılımı ve kimyasal özelliklerinin tespitine, kömürün taban ve tavan birimlerinin jeomekanik parametrelerinin belirlenmesine yönelik beş adet arama sondajı yapılmıştır. Bu rapor, imzalanan ilk sözleşmeye istinaden 11.12.2023 tarihinde imzalanan ek sözleşme ile bir adet havalandırma (nefeslik) kuyusu sondajının yapılarak, litolojik birimlerin dayanım parametrelerinin belirlenmesine yönelik olarak yapılan jeoteknik etüt çalışmalarını içermektedir.

Zonguldak – Armutçuk Sahası Araştırma Sondajları ve Etüt Çalışmaları Projesi kapsamında kamp çalışmaları 11 Nisan 2023 tarihinde, sondaj çalışmaları ise 1 Mayıs 2023 tarihinde başlamıştır. MTA ile TTK arasında imzalanan sözleşmeye ek protokolle eklenen havalandırma kuyusu sondajı 12.12.2023 - 22.01.2024 tarihleri arasında yapılmış olup, kuyu 859,30 metrede tamamlanmıştır. Bu kuyuda (0,00 - 810,10 m) aralığında HQ çapta, (810,10 - 859,30 m) arasında da NQ çapta ilerleme yapılmıştır. 2023-6 numaralı havalandırma kuyusu sondajında; 28 set (78 adet) brazilian testi numunesi, 47 set (111 adet) deformasyon testi numunesi, 21 set (71 adet) nokta yükü testi numunesi, 24 set (37 adet) porozite testi numunesi, 45 set (111 adet) tek eksenli testi numunesi, 20 set (40 adet) üç eksenli testi numunesi alınmıştır.

Çalışma sahasından alınan karot numuneler MTA Genel Müdürlüğü Fizibilite Etütleri Dairesi Başkanlığı'na bağlı Kaya ve Zemin Mekaniği Laboratuvarına nakli sağlanarak, ilgili standartlara uygun deneyler gerçekleştirilmiştir. Tek Eksenli Basınç Dayanımı Test cihazının arızalı olması sebebiyle Kaya ve Zemin Mekaniği Laboratuvarı'nda yapılamayan Deformasyon Testleri (Elastisite Modülü ve Poisson Oranı Tayini), DSİ Genel Müdürlüğü Teknik Araştırma ve Kalite Kontrol Dairesi (TAKK) Başkanlığı'na bağlı Beton laboratuvarında yapılmıştır.

Sondajın tamamlanmasından sonra kuyu içinde 776,00 m Gamma-Ray, 777,00 m Neutron, 778,00 m Density ölçümleri içeren jeofizik kuyu ölçümleri gerçekleştirilmiştir.

Arazi, laboratuvar ve büro çalışmalarından elde edilen veriler ve parametreler kullanılarak havalandırma sondajında kesilen birimlerin jeomekanik özellikleri ortaya konulmuş olup kaya kütle sınıflandırmaları yapılmıştır.

Rapor; laboratuvar sonuçlarından elde edilen verilerin kısıtlı olması nedeniyle, sonraki dönemde TTK tarafından uzman kurum /kuruluşlara yaptırılacak olan tasarıma yönelik faaliyetlere ön bilgi sağlayacak nitelikte bir çalışma olup, doğrudan tasarım çalışmalarında kullanılmamalıdır.

Projenin arazi çalışmalarında; Yusuf Alper COŞAR (Jeoloji Mühendisi-Kamp Şefi), İbrahim ASLAN (Jeoloji Mühendisi-Kamp Şefi Yardımcısı), Ferhat KARACA (Jeoloji Yüksek Mühendisi), Çağcan ÇAL (Jeoloji Yüksek Mühendisi), Erdal ÜGÜ (Jeoloji Yüksek Mühendisi), Fatma AYDOĞDU (Maden Mühendisi), Okan BİLDİ (Jeoloji Mühendisi), İsmail İNCİ (Jeoloji Mühendisi), Emir Fatih AKYAZ (Maden Mühendisi) görev almıştır. Laboratuvar çalışmalarını ise; Emel ÇOPUROĞLU (Jeoloji Mühendisi), Dr. Nihan Pınar YILMAZ (Jeoloji Yüksek Mühendisi), Selma SÜLÜKÇÜ (Jeoloji Yüksek Mühendisi), Elife AKGÜL (Jeoloji Mühendisi), Kıvanç YÜKSEL (Jeoloji Yüksek Mühendisi) ve Şahin AKDENİZ (Jeoteknik Teknikeri) yürütmüşlerdir.

Çalışmaların gerçekleştirilmesi sırasında desteklerini esirgemeyen TTK Armutçuk Taşkömürü İşletme Müessesesi çalışanlarına, MTA ile TTK arasındaki iletişim ve işbirliğini

sağlayan Etüt Tesis ve Sahalar Şube Müdürü Sinan CANDAR'a, MTA Batı Karadeniz Bölge Müdürlüğü, Enerji Hammadde Etüt ve Arama Dairesi Başkanlığı, Sondaj Dairesi Başkanlığı, Jeofizik Etütleri Dairesi Başkanlığı çalışanlarına katkılarından dolayı teşekkür ederiz.

İÇİNDEKİLER

ÖZ	iv
ŞEKİL DİZİNİ.....	vii
ÇİZELGE DİZİNİ.....	viii
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Çalışmanın Amacı ve Kapsamı	1
2. ÇALIŞMA ALANININ TANIMI	2
2.1. Çalışma Alanının Konumu ve Sınırları	2
2.2. İklim ve Bitki Örtüsü.....	2
3. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	4
4. GENEL JEOLojİ.....	6
4.1. İnceleme Alanının Jeolojisi	6
4.1.1. Alacağzı Formasyonu (Ka).....	6
4.1.2. Kozlu Formasyonu (Kk).....	6
4.1.3. Zonguldak Formasyonu (Jkrz)	7
4.2. Yapısal Jeoloji.....	9
5. JEOTEKNİK ETÜTLER.....	11
5.1. Arazi Çalışmaları.....	11
5.1.1. Hat Etüdləri	11
5.2. Jeoteknik Sondajlar ve Kuyu Takibi	17
5.2.1. Toplam Karot Verimi (TKV)	18
5.2.2. Sağlam Karot Verimi (SKV).....	18
5.2.3. Kaya Kalite Göstergesi (RQD).....	18
5.3. Örnekleme Çalışmaları.....	20
6. LABORATUVAR ÇALIŞMALARI.....	26
6.1. Birim Hacim Ağırlık Tayini	26
6.2. Su Muhtevası Tayini	27
6.3. Porozite (n), Boşluk Oranı (e) ve Kuru / Doygun Yoğunluk / Birim Hacim Ağırlık Tayini 27	
6.4. Tek Eksenli Basınç Dayanımı Tayini.....	31
6.5. Deformasyon (Tek Eksenli Basınç Dayanımı, Elastisite Modülü ve Poisson Oranı) Testi 34	
6.6. Üç Eksenli Basınç Testi	39
6.7. Nokta Yüğü Dayanım İndeksi Testi.....	41
6.8. Çekme Dayanımı (Dolaylı Yöntem) Tayini.....	44

7. JEOFİZİK ETÜTLER.....	50
8. JEOTEKNİK İNCELEME VE DEĞERLENDİRME.....	51
8.1. Mühendislik Amaçlı Kaya Kütle Sınıflamaları.....	51
8.1.1. RMR Sınıflama Sistemi.....	51
8.1.2. Q Sınıflama Sistemi.....	56
8.2. Kaya Kütle Dayanımı.....	65
8.2.1. Hoek – Brown Yenilme Ölçütü.....	68
8.2.2. Mohr – Coulomb Yenilme Ölçütü.....	68
8.2.3. Kaya Kütle Sınıflandırması Değerlendirmeleri.....	68
9. SONUÇLAR	74
10. ÖNERİLER.....	76
11. KAYNAKÇA	77

ŞEKİL DİZİNİ

Şekil 1- Sondaj lokasyonlarının Google Earth görüntüsü.....	2
Şekil 2- İnceleme alanına ait stratigrafik dikme kesiti (Yergök vd., 1987'den değiştirilerek)...	8
Şekil 3- Çalışma alanının jeoloji haritası (Çam vd. (2013)'den değiştirilerek alınmıştır).....	9
Şekil 4- Hat etüdü yapılan güzergah (Kandilli - Ereğli yolu)	11
Şekil 5- Arazide yapılan hat etüdü çalışmaları (Kandilli - Ereğli Yolu, kuzey yönüne doğru bakış)	12
Şekil 6- Süreksizlik özellikleri ve ilişkileri	13
Şekil 7- Süreksizlik ölçümlerine ait kontur diyagramı ve eklem setinin yönelimi	14
Şekil 8- Tabaka ölçümlerine ait kontur diyagramı ve eklem setinin yönelimi	14
Şekil 9- 2023-6 numaralı sondaj lokasyonu	17
Şekil 10- TKV, SKV, RQD Uzunluk Verileri	19
Şekil 11- TKV, SKV, RQD Yüzdelik Verileri.....	19
Şekil 12- Kömür laminalı kumtaşı	19
Şekil 13- Makaslama zonu içeren kıltaşı.....	20
Şekil 14- Porozite tayini yapılan numuneler	28
Şekil 15- Kumtaşlarından alınan porozite örneklerine ait sonuçların istatistiksel olarak değerlendirilmesi	30
Şekil 16- Tek eksenli basınç dayanımı tayini numunesi (deney sonrası)	31
Şekil 17- Deformasyon testi numunesi (deney sonrası).....	35

Şekil 18- Deere and Miller sınıflamasına göre kayaçların tanımı(Deere ve Miller, 1966) (ÇDD: Çok düşük dayanım, DD: Düşük dayanım, OD: Orta dayanım, YD: Yüksek dayanım)	35
Şekil 19- Üç eksenli basınç testi numunesi (deney sonrası)	39
Şekil 20- Nokta yükü dayanım indeksi testi uygulaması	42
Şekil 21- Çekme dayanımı tayini uygulaması	45
Şekil 22 - RMR sisteminde (a) tek eksenli sıkışma dayanımı, (b) RQD, (c) süreksizlik aralığı, (d) RQD ve süreksizlik aralığı arasındaki ilişkiyi tayin etmek için kullanılan grafikler (Bieniawski, 1989)	53
Şekil 23- Kaya kütlesi, sağlam kaya, süreksizlik ve tabaka ilişkileri (Zonguldak, 2024) Kuzeye doğru bakış	65
Şekil 24- Sağlam kayaç malzemesinden ileri derecede eklemli kaya kütlesine geçiş ve örnek boyutundaki artış (Hoek ve Brown (1997))	66
Şekil 25- Jeolojik koşullara bağlı olarak belirlenen GSI sınıflama sistemi (Hoek ve Brown, 2019)	67
Şekil 26- RocLab programından görsel	69

ÇİZELGE DİZİNİ

Çizelge 1- Düzlemsel yapılar arasındaki aralıkların tanımlaması (Ulusay, 2001)	10
Çizelge 2- Süreksizlik özellikleri (Hudson, 1989)	13
Çizelge 3- Süreksizlik açıklığına bağlı sınıflama (ISRM, 2007)	15
Çizelge 4- Süreksizlik aralığını tanımlama ölçütleri (ISRM, 2007)	15
Çizelge 5- Eklem sıklığına göre tanımlama (Golder Associates, 1979)	15
Çizelge 6 - Süreksizlik devamlılığına göre tanımlama (ISRM, 2007)	16
Çizelge 7- Pürüzlülük ve dalgalılık sınıflamaları (Golder Associates, 1979)	16
Çizelge 8- Çalışma sahasında yapılan 2023-6 numaralı sondaja ait bilgiler	17
Çizelge 9- 2023-6 numaralı sondaja ait TKV, SKV ve RQD değerleri	18
Çizelge 10- 2023-6 numaralı sondajdan alınan numune adet ve set sayıları	21
Çizelge 11- Brazilian deneyi için sondajlardan alınan numunelere ilişkin bilgiler	21
Çizelge 12- Deformasyon deneyi için sondajlardan alınan numunelere ilişkin bilgiler	22
Çizelge 13- Nokta yükü deneyi için sondajlardan alınan numunelere ilişkin bilgiler	23
Çizelge 14- Porozite deneyi için sondajlardan alınan numunelere ilişkin bilgiler	24
Çizelge 15- Tek eksenli basınç dayanımı deneyi için alınan numunelere ilişkin bilgiler	24
Çizelge 16- Üç eksenli basınç dayanımı deneyi için alınan numunelere ilişkin bilgiler	25
Çizelge 17 - Alınan örneklerin porozite sonuçları	29
Çizelge 18- Alınan örneklerin tek eksenli basınç dayanımı tayini sonuçları	31
Çizelge 19- Alınan örneklerin deformasyon testi sonuçları	36

Çizelge 20- Alınan numunelerin üç eksenli basınç testi sonuçları.....	40
Çizelge 21 - Alınan numunelerin nokta yükü dayanım indeksi testi sonuçları.....	42
Çizelge 22- Alınan numunelerin çekme dayanım tayini sonuçları	45
Çizelge 23- RMR sınıflama parametreleri ve puanları (Bieniawski, 1989).....	52
Çizelge 24- RMR sınıflama sisteminde süreksizlik şartları (Bieniawski 1989)	52
Çizelge 25- RMR sınıflama sistemi puanlama çizelgesi (Bieniawski 1989).....	53
Çizelge 26- Birimler için RMR değerlendirme örnekleri	54
Çizelge 27- Havalandırma sondajı verilerine göre zonlar için belirlenmiş RMR değerleri....	55
Çizelge 28- Q sınıflama sistemi için kaya kütlesi tanımı (RQD) çizelgesi.....	56
Çizelge 29- Q sınıflama sistemi için eklem takım sayısı çizelgesi	56
Çizelge 30- Q sınıflama sistemi için eklem pürüzlülük sayısı çizelgesi	57
Çizelge 31- Q sınıflama sistemi için eklem alterasyon sayısı çizelgesi	57
Çizelge 32- Q sınıflama sistemi için eklem suyu indirgeme faktörü çizelgesi	58
Çizelge 33- Q sınıflama sistemi için eklem indirgeme faktörü çizelgesi.....	58
Çizelge 34- Q değerine bağlı kaya kütlesi sınıflaması	59
Çizelge 35- Fazla sayıda kil seviyesi içeren farklı birimlerin ardalanmasıyla oluşan ilk zon için Q sınıflama sistemi değerlendirmesi	60
Çizelge 36- Kumtaşları için örnek Q sınıflama sistemi değerlendirmesi.....	61
Çizelge 37- Kilaşları için örnek Q sınıflama sistemi değerlendirmesi	61
Çizelge 38- Silttaşları için örnek Q sınıflama sistemi değerlendirmesi	61
Çizelge 39- Havalandırma sondajı verilerine göre her litolojik birim için belirlenmiş Q sınıflama değerleri ve tanımları.....	62
Çizelge 40 - Havalandırma sondajı verilerine göre zonlar için belirlenmiş Q değerleri ve tanımları	64
Çizelge 41- Havalandırma sondajı verilerine göre zonlar için belirlenmiş ortalama RMR ve Q değerleri.....	65
Çizelge 42- Sağlam kaya ve kaya kütlesinin RocLab programıyla elde edilen jeomekanik parametreleri-1	71
Çizelge 43- Sağlam kaya ve kaya kütlesinin RocLab programıyla elde edilen jeomekanik parametreleri-2	72
Çizelge 44- Sağlam kaya ve kaya kütlesinin RocLab programıyla elde edilen jeomekanik parametreleri-3	73

1. GİRİŞ

1.1. Çalışmanın Amacı ve Kapsamı

Türkiye Taşkömürü Kurumu (TTK) Genel Müdürlüğü ile Maden Tetkik ve Arama (MTA) Genel Müdürlüğü arasında 27.02.2023 tarihinde imzalanan sözleşme gereğince; TTK Armutçuk Müessesesi sınırları içerisinde bulunan sahada kömürün jeolojik yayılımı ve kimyasal özelliklerinin tespit edilmesine, kömürün taban ve tavan birimlerinin jeomekanik parametrelerinin belirlenmesine yönelik 5 (beş) adet karotlu arama sondajı yapılmasıdır. Bu çalışma imzalanan ilk sözleşmeye istinaden 11.12.2023 tarihinde imzalanan ek sözleşme ile bir adet havalandırma (nefeslik) kuyusu sondajının yapılması amaçlanmıştır. Bu ek sözleşme; TTK Zonguldak –Armutçuk İşletme Müessesesi ruhsat sahasında yapılması planlanan havalandırma kuyusuna ait litolojik birimlerin dayanım parametrelerinin belirlenmesine yönelik olarak ARTİM (Armutçuk Taşkömürü İşletme Müdürlüğü) adına MTA tarafından yapılan sondaj ve jeoteknik etüt çalışmalarını kapsamaktadır.

Havalandırma kuyusuna ait sondaj çalışmaları 12.12.2023 - 22.01.2024 tarihleri arasında 859,30 m. olarak tamamlanmıştır.

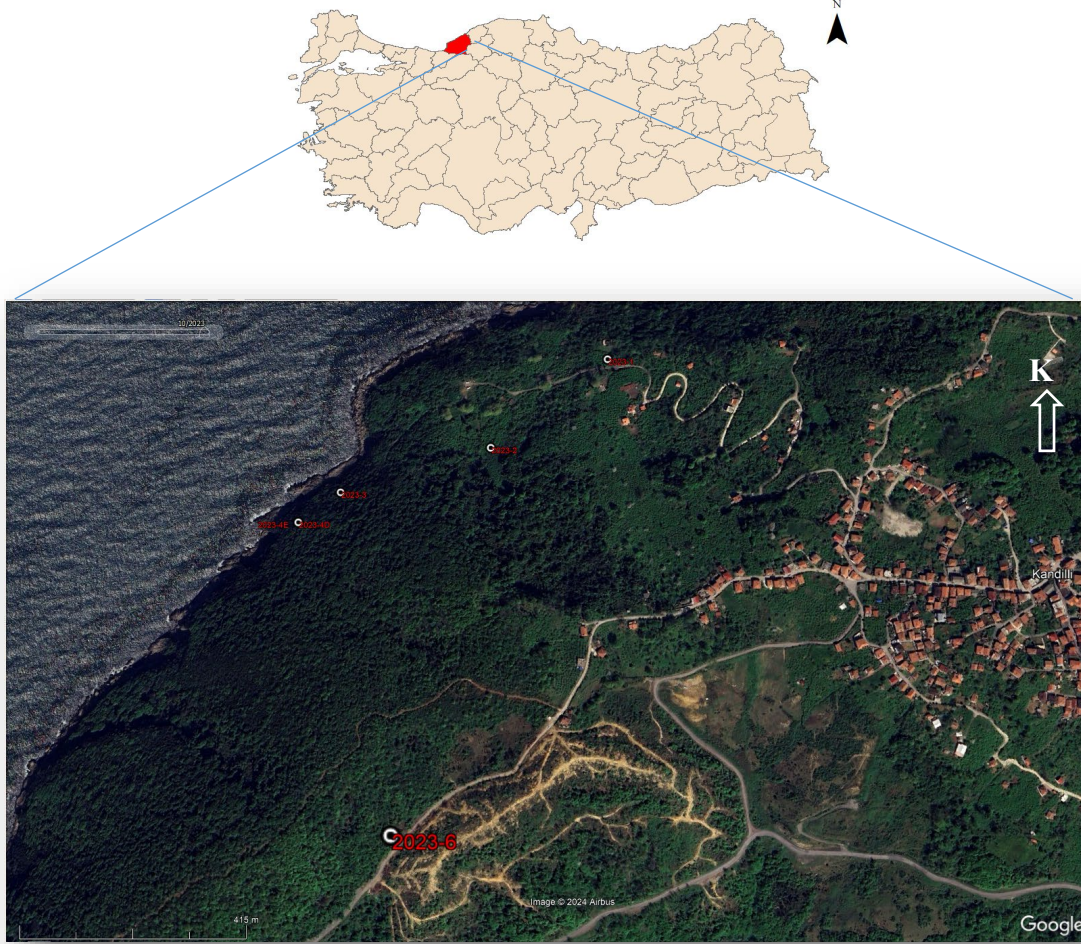
Proje kapsamında;

1. Bölge ve çalışma alanının jeolojisi, çalışma alanında yer alan litolojik birimler, sahada gözlemlenen süreksizlik özelliklerini ortaya koymayı amaçlayan hat etüdü çalışmaları yapılmıştır.
2. Çalışma sahasında 1 adet jeoteknik sondaj kuyusu açılmış olup, sondaj kuyusu takibi ve determinasyonu çalışmaları yapılarak jeoteknik loglama yapılmıştır.
3. Sondajlarda örnekleme çalışmaları litoloji ve derinlik göz önüne alınarak yapılmıştır. Özellikle kömür zonunun altında ve üstünde yer alan litolojik birimleri temsil eden numuneler seçilerek Kaya ve Zemin Mekaniği Laboratuvarına nakli sağlanmıştır.
4. Kaya ve Zemin Mekaniği Laboratuvarı kabul edilen numunelerden ilgili standartlara uygun analizler yaparak raporlamıştır.
5. Yapılan deneylerin Analiz ve Test rapor sonuçlarından elde edilen veriler yorumlanarak sondajda gözlemlenen birimlerin dayanım özellikleri ve birimlerin kaya kütle sınıflamaları ortaya konulmaya çalışılmıştır.

2. ÇALIŞMA ALANININ TANIMI

2.1. Çalışma Alanının Konumu ve Sınırları

Çalışma alanı, F26-b3 ve F27-a4 paftaları içerisinde bulunmakta olup Zonguldak İli Ereğli İlçesinin 10 km. kuzeydoğusunda yer almaktadır. Çalışma alanı Şekil 1’de gösterilmiştir.



Şekil 1- Sondaj lokasyonlarının Google Earth görüntüsü

2.2. İklim ve Bitki Örtüsü

Çalışma alanı, Zonguldak iline bağlı Ereğli İlçesi’nin 10 km kuzeydoğusunda yer alıp $41^{\circ}20'$ kuzey enlemi ve $31^{\circ}29'$ doğu boylamının kesiştiği noktada bulunmaktadır. Zonguldak ilinde ılıman Karadeniz iklimi hakimdir. Her mevsim yağış alan şehir en fazla yağışı sonbahar ve kış mevsimlerinde alır.

İl çok engebeli bir arazi yapısına sahip olup il alanının %56’sı dağlarla, %31’, platolarla ve %13’ü ovalarla kaplıdır.

Zonguldak ilinin %56’sı ormanlık alan olup, bu ormanlık alanın %88’i koru, %12’si baltalık orman olarak nitelendirilmiştir. Ormanların %70’i geniş yapraklı ağaçlar, %30’i ise iğne yapraklı ağaçlardır. Geniş yapraklı ağaçlar genellikle kayın, meşe, gürgen, kestane, çınar, ıhlamur ve kızılâğaç; iğne yapraklı ağaçlar ise karaçam, sarıçam, kızılçam olarak görülür (Zonguldak Valiliği, 2024).

Zonguldak ili için 1939 – 2022 yılları arasını kapsayan yıllar içinde yapılan ölçümlerde en yüksek sıcaklığın 40,5 °C ile 1942 yılının Haziran ayında, en düşük sıcaklığın ise -8,0 °C ile 1950 yılının Şubat ayında ölçüldüğü görülmüştür. Bunun dışında yine aynı zaman aralığında yıllık ortalama sıcaklık 13,7 °C olmuştur.

Zonguldak ilinde aylık ortalama yağışlı gün sayısı yine 1939 – 2022 yılları arasında ölçülen verilere göre 146,5 gündür. Aylık ortalama yağış miktarı ortalaması ile 1225,6 mm olarak ölçülmüştür (Meteoroloji Genel Müdürlüğü, 2024).

3. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Bölgede önceki yıllarda çok sayıda araştırmacı tarafından çeşitli disiplinlere yönelik çalışmalar yapılmış olup, bunların bazılarına aşağıda yer verilmiştir.

Ralli (1933); Bölgede yapmış olduğu çalışma ile karasal birimleri Kızıllı, Karadon, Kozlu ve Alacaagzı Formasyonu olarak dört bölüme ayırmıştır.

Arni (1943); "Şimal Batı Anadolu Taşkömürü Havzası'nın Garp Bölgesi Jeolojisi Hakkındaki Rapor" adlı çalışmasında; Prodüktiv Karboniferin üstü örtülü olan bölgelerdeki örtü kalınlığını saptamak ve aynı zamanda prodüktiv Karboniferin yapısını öğrenmek üzere dört derin sondaj yapılmasını teklif etmiştir. Bundan başka Alacaagzı'nda tabakaları kesecek galeri sürülmesini önermiştir.

Zijlstra (1948); Kireçlik ve Kirenlik'teki Karbonifer Penceresi Hakkındaki Raporunda; Alacaagzı bölgesi satıh haritası ile -50 m ve -150 m katlarına ait iki seviye haritası 1/2000 ölçeğinde 8 adet kesit yapıp, bu sahada yeniden işletmeye başlamanın önerilip önerilemeyeceği ile ilgili rapor vermiştir.

Koçak ve Yücel (1987); Zonguldak Karadon Gelik- Kuyubaşı sahasında açılması düşünülen üretim kuyusu için; kayaların mekanik davranışı, jeolojik ve tektonik özellikleri, kuyu dizaynında kullanılacak jeoteknik parametreleri belirlemek için araştırma sondajı yapmışlardır. Sondaj verilerine göre kayaç türlerinin yüzeyden kuyu tabanına kadar düzensiz bir istif göstermesi nedeniyle mekanik ve fiziksel özelliklerinin, derinliğe bağlı olarak büyük farklılıklar yarattığını belirtmişlerdir. Kuyu açılması sırasında tektonizmadan etkilenmiş seviyelerde, kayma yüzeyli ezik zonların değişik davranışlar göstereceğini söylemişlerdir.

Kavukçu vd. (1987); Zonguldak-Armutçuk bölgesinde deniz altındaki taşkömürü üretim alanlarının belirlenmesine yönelik sismik etüt çalışmaları yapmışlardır. Bu çalışmanın sonucunda 31 profil üzerinde toplam 84 km sismik profilin yanı sıra, aynı profiller üzerinde derinlik haritası ile sismik kesitlerin yorumlarından elde edilen sonuçlar vermişlerdir.

Yergök vd. (1987); Çalışmalarında Batı Karadeniz bölgesinin jeolojisini incelemişlerdir. Zonguldak Formasyonu'nu Ereğli-Zonguldak-Filyos Çayı arasında kalan kesimde üç üyeye (Öküşmedere kireçtaşı üyesi, incivez kırıntılı üyesi ve Kapuz kireçtaşı üyesi) ayırtlamışlardır. Zonguldak Formasyonu'nun yaşını Oksfordiyen-Barremiyen olarak vermişlerdir.

Keskin ve Güçlüer (1988); Zonguldak- Karadon sahasında Yeni Servis Kuyusu'nun tasarım ve yapım çalışmaları için gerekli jeoteknik verilerin elde edilmesi amacıyla "Karadon Kuyubaşı" isimli pilot sondajını yapmışlardır. Sondaj süresince tutulan sondaj karotlarının jeoteknik logları ve sondajdan elde edilen numuneler üzerinde yapılan laboratuvar testlerinin sonuçları ile birimlerin proje için gerekli fiziksel ve mekanik özelliklerini belirlemişler, pilot sondajının jeoteknik etüdünü hazırlamışlardır. Toplam uzunluğu 941,10 m olan sondajın kestiği ana litolojik birimlerin kumtaşı, silttaşı, konglomera ve nispeten az miktarda kiltaşından oluştuğunu söylemişlerdir.

Orhan ve Canca (1989); Kuzeybatı Anadolu Taşkömürü Havzası batısında yer alan Alacaagzı-Kandilli'de toplam 13 adet sondaj yapmışlardır. Bu çalışmada detay jeolojik çalışmalar ile kömür damarlarının varlığını saptamaya çalışmışlardır. Bölgenin stratigrafik birimlerini Paleozoik yaşlı kömürlü birimler ve Mesozoyik yaşlı örtü birimler olmak üzere iki grupta toplamışlardır. Kömürlü birimlerin Namuriyen yaşlı Alacaagzı Formasyonu ve Westfaliyen A yaşlı Kozlu Formasyonlarından oluştuğunu söylemişlerdir.

Çam vd. (2013); Türkiye Taşkömürü Kurumu Genel Müdürlüğü'nün (TTK) talebi üzerine TTK'ya bağlı Armutçuk Taşkömürü İşletmesi Müessese Müdürlüğü sahasında,

jeoteknik veri toplamak amaçlı bir adet pilot sondaj, kömür yayılım sınırı ve jeolojinin anlaşılması amacıyla da bir adet araştırma sondajı yapılmıştır. Bu sondajların toplam uzunluğu 1690,15 m. olup, kömürlü birimler Namuriyen yaşlı Alacaağzı Formasyonu ve Westfaliyen A yaşlı Kozlu Formasyonları içerisinde gözlenmiştir. Arazi çalışmaları kapsamında hat etüdü yapılmış olup, hakim süreksizlik ve tabaka açıları bulunmuştur. Bunlara ek olarak laboratuvar çalışmaları kapsamında alınan örneklerle nokta yükü, çekme dayanım, tek eksenli sıkışma ve statik deformasyon, üç eksenli sıkışma ve porozite testleri uygulanmıştır.

Salman ve Yavuz (2024); Türkiye Taşkömürü Kurumu Genel Müdürlüğüne bağlı Armutçuk Taşkömürü İşletme Müessesesi sahasında, I. ile II. bloktaki kömürlerin doğrultu, eğim yönündeki uzanımlarının ve denizaltı geometrisinin ortaya çıkartılması amaçlanmıştır. Kömürün jeolojik yayılımının, geometrisinin, fiziksel ve kimyasal özelliklerinin tespitine yönelik olarak beş adet (2023/1, 2023/2, 2023/3, 2023/4D ve 2023/4E) arama sondajı gerçekleştirilmiştir. İşletilmekte olan yeraltı kömür panoları ile iletişimi sağlayacak nefeslik amaçlı, taban ve tavan birimlerinin jeomekanik parametrelerinin belirlenmesi maksatlı ise bir adet (2023/6) jeoteknik sondaj tamamlanmıştır. Bitirilen sondajlarda 4501,00 m. karotlu, 13,60 m kırıntılı olmak üzere toplam 4514,60 m ilerleme gerçekleştirilmiştir.

4. GENEL JEOLojİ

Çalışma alanını da içerisine alan Ereğli ve civarındaki temel kayaçlar Paleozoyik (Silüriyen) yaşlı kuvarsit ve mikrokonglomeralardan oluşan Hamzafakılı formasyonu ile temsil edilir (Tokay, 1949). Hamzafakılı formasyonu ile geçişli gözlenen, metakumtaşı, metasilttaşı, metakiltaşından oluşan Devoniyen yaşlı Göktepe formasyonu üste doğru dereceli olarak dolomit ve dolomitik kireçtaşından oluşan Devoniyen-Vizeyen yaşlı Yılanlı formasyonuna geçmektedir (Yergök vd., 1987). Çalışma alanında arama ve jeomekanik parametrelerin tayinine yönelik olarak yapılan sondajlarda ise Hamzafakılı ve Yılanlı formasyonuna ait birimler kesilmemiş olup, bölgede de yüzey mostralara rastlanmamıştır (Salman ve Yavuz, 2024).

Çalışma alanında görülen en yaşlı birim Namuriyen yaşlı Alacağzı Formasyonu (Ka) olup üzerinde uyumlu olarak Westfaliyen-A yaşlı Kozlu Formasyonu (Kk) bulunur. Bu iki birimin üzerini de Barremiyen yaşlı Zonguldak Formasyonu (Jkrz) açısız uyumsuzlukla örtmektedir (Şekil 2). Genel jeoloji haritası ise Şekil 3'de verilmiştir (Çam vd., 2013).

4.1. İnceleme Alanının Jeolojisi

4.1.1. Alacağzı Formasyonu (Ka)

Kumtaşı, kiltası, silttaşı, şeyl ve kömür ardalanmasından meydana gelen formasyon, bentonitik, fitanit, killi kireçtaşı ve ampelitik şistlerden oluşan kum fasiyesi ile karakteristiktir. Batıda Armutçuk, Alacağzı, Çavuşağzı, Değirmenağzı dolaylarında mostralarda halinde izlenir. Doğuda ise Bartın'ın kuzeyinde Gavurpinarı ve Amasra-Tarlaağzı bölgesinde yüzlek vermektedir. Birim, yeşil, haki ve sarı renklerde gözlenmektedir (Salman ve Yavuz, 2024).

Birimin içinde bol bitki izlerinin olması, çökel ortamının denizel koşullardan delta ortamı çökellerine doğru geçişini göstermektedir. Amasra yöresinde 350-400 m, Zonguldak dolayında 250-450 m kalınlık göstermesine karşın, Armutçuk bölgesinde kalınlığı 1000 m'den fazladır. Taban ilişkisi Batı Karadeniz Bölgesi genelinde alttaki Yılanlı formasyonu ile tedrici geçişli izlenmesine rağmen Armutçuk ve yakın civarında yapılan sondajlarda birimin taban ilişkisi izlenememiştir (Salman ve Yavuz, 2024).

Bölgede inceleme alanının jeoloji saha çalışmasında ve tamamlanan sondajlarda birimin Yılanlı formasyonu ile dokanak ilişkisi gözlemlenememektedir. Formasyon genelde delta önü çökelleri ile temsil edilmektedir. Amasra-Tarlaağzı ve Zonguldak dolayında karbonatlı oluşuklar, deltanın deniz tarafından istila edilen alanlarını göstermektedir. Armutçuk ve Alacağzı civarında birimin alt kesimleri delta önü çökelleri olmasına karşın üst seviyeleri organik maddece zengin, çok sayıda kömür damarları içermekte olup, kömür seviyelerinin kalınlıkları 0,10 ile 3,65 m arasında değişmektedir. Tabandan tavana doğru yanal devamlılıkları olmayan, korelasyon yapılması zor olan kömür damarları içeren delta düzlüğü çökelleri olarak izlenmektedir. İstif içindeki kömürlü seviyelerde yapılan palinolojik analizlere göre yaşlı Namuriyen'dir (Yergök vd., 1987).

4.1.2. Kozlu Formasyonu (Kk)

İnceleme alanı ve yakın civarında kömürlü karbonifer çökelleri; Pontit Yarımadası'nın sahil turbalıklarında, genelde delta kütleleri gerisinde konumlanan menderesli akarsu sistemlerinin egemen olduğu ortam koşullarında, otokton ve paralik karakterde oluşmuştur (Ergin ve Şenol, 1984).

Zonguldak Taşkömürü Havzası Armutçuk yöresinde; işletilebilir nitelikteki kömür damarlarını içeren Westfaliyen-A yaşlı birime ait kalın damar, tamamlanan sondajlardan 4 adedinde kesilmiştir (2023/1, 2023/2, 2023/3, 2023/4D). Kalın damar, 2023/3 no.lu sondajda

üst ve alt olmak üzere asimetrik senklinal eksenini içerisinde tekrarlanarak kesilmiştir (Salman ve Yavuz, 2024).

Formasyon, batıda Armutçuk ve Alacaagzı dolaylarında, doğuya doğru Zonguldak, Kozlu, Üzülmüş ve Karadon bölgesinde izlenmektedir. Kozlu formasyonu konglomera, kumtaşı, silttaşı, kiltası ve kömür ardalanması şeklinde sekanslar halinde izlenir. Konglomeralar değişik boyutlarda, hemen hemen tümüyle iyi yuvarlaklaşmış, kuvarsit, magmatik, metamorfik, kayaç çakıllarından oluşmuş, kumtaşları ise inceden-kaba taneliye kadar değişebilmektedir. Kömür damarlarının kalınlığı bölgede tamamlanan sondajlarda 0,50 m ile 11,50 m arasında değişmektedir. Kömürlerin tabanı genellikle silttaşı ve kiltasından oluşmakta olup, tavan birimleri ise genellikle kiltası, silttaşı olmakla beraber, aşındırmalı bir tavanla örtüldüğü de gözlenmektedir (Salman ve Yavuz, 2024).

İstif; Bartın ve Zonguldak yöresinde 800 m kalınlık göstermesine karşın, inceleme alanında yaklaşık 600 m kalınlık sunmaktadır. Alttaki Alacaagzı formasyonu (Ka) ile ilişkisi tedrici geçişli izlenmektedir. Kömürlerde yapılan palinolojik tayinlere göre birimin yaşı Westfaliyen-A'dır (Yergök vd., 1987).

4.1.3. Zonguldak Formasyonu (Jkrz)

Birim ilk olarak Tokay (1952) tarafından Zonguldak formasyonu olarak adlandırılmıştır. Birim çalışma alanının büyük bir kısmında yayılım sunmaktadır. Tabanda çakıltaşı, kiltası ardalanması ile başlayan birim, kiltası, kireçtaşı, kumlu-killi kireçtaşından oluşmaktadır. Tabanda yer alan kil-kiltası seviyeleri yeşilimsi gri ve bordo renklidir. Çakıltaşları köşeli ve az yuvarlaklaşmış, orta-iri (5-30 cm) olup, çoğunlukla kireçtaşlarından oluşmaktadır (Salman ve Yavuz, 2024).

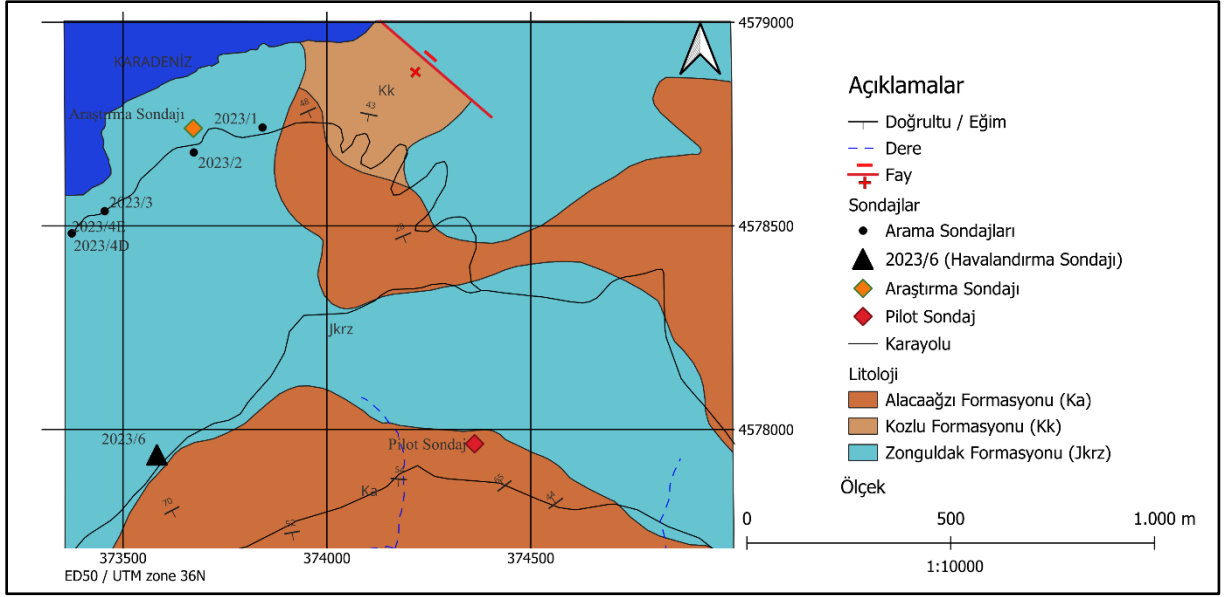
Kireçtaşları gri-bej renkli, orta-kalın tabakalıdır. Birimin üst seviyelerinde yer alan kumlu kireçtaşları gri-mavimsi gri renkli, orta-ince tabakalı yer yer ince tabakalı ve laminalıdır (Salman ve Yavuz, 2024).

Fosil içeriğine göre Üst Jura-Barremiyen yaşı verilmiş olan birim, içerisinde görülen karasal çökellerden dolayı resif, resif gerisi ve karasal ortamın yanal ve düşey yönde girift olduğu bir ortamda çökeldiği belirlenmiştir (Orhan ve Canca, 1989).

Formasyonun kalınlığı, inceleme alanında tamamlanan sondajlarda 300 m seviyelerine kadar ulaşmaktadır.

MESOZOYİK		ÜST SİSTEM
KARBONİFER		SİSTEM
Namuriyen	Westfaliyen	SERİ
	KOZLU	KAT
ALACAAĞZI		FORMASYON
~1000 m.	~340 m.	KALINLIK
Ka	Kk	SİMGE
		LİTOLOJİ
		AÇIKLAMA
		JURA Malm KRETASE Alt Kretase ZONGULDAK ~350 m. Jkrz Çakıltası, kiltası, kireçtaşı, kumlu kireçtaşı
		Konglomera, kumtaşı, silttaşı, kömür, kiltası ardalanması
		Kumtaşı, çamurtaşı (silttaşı), kömür, kiltası ardalanması

Şekil 2- İnceleme alanına ait stratigrafik dikme kesiti (Yergök vd., 1987'den değiştirilerek)



Şekil 3- Çalışma alanının jeoloji haritası (Çam vd. (2013)'den değiştirilerek alınmıştır)

4.2. Yapısal Jeoloji

Çalışma alanını da içerisine alan Zonguldak Taşkömürü Havzası, Alp Orojenik Kuşağı kanadının Türkiye üzerindeki uzantısı olan Pontidlerin batı kesiminde yer almaktadır. Batı Karadeniz Taşkömürü Havzası'nın büyük bir bölümü jeolojik süreçlerde meydana gelen orojenik hareketlerin etkisi altında kalmıştır. Bu hareketler kayalarda, kıvrımlara ve kırıklara neden olmuşlardır. Bunun sonucu olarak değişik tipte kıvrımlar ve faylar meydana gelmiştir. İnceleme alanı ve yakın civarında genellikle Karadeniz kıyı çizgisine yaklaşık paralel gidişler izlenmektedir. Ereğli, Alaplı ve yakın çevresinde ise yaklaşık doğu-batı yönlü gidişler bulunmaktadır. Zonguldak, Devrek, Bartın ve Kurucasıle dolayında ise gidişler kuzeybatı-güneydoğu yönünde gelişmektedir (Yergök vd., 1987).

Çalışma alanında Köseazgı mevki ile Armutçuk TİM işletmesi arasındaki karayoluna ait yol yarması boyunca yapılmış olan etüt çalışmalarında gözlemlenen litolojik birimler yapısal olarak değerlendirilmiştir. Bu değerlendirmeye göre kumtaşları için süreksizlik aralıklarının 1 cm ile 165 cm arasında değiştiği gözlenirken ortalama süreksizlik aralığı 35 cm (350 mm) olarak belirlenmiştir. Kumtaşları için süreksizlik aralığının ortalama değeri, ISRM (2007) tarafından önerilen süreksizlik aralığına bağlı sınıflandırma tablosuna göre “orta derecede aralıklı” olarak değerlendirilmiştir. Silttaşı-kiltaşı birimleri için süreksizlik aralıklarının 1 cm ile 66 cm arasında değiştiği gözlenirken ortalama süreksizlik aralığı 19 cm (190 mm) olarak belirlenmiştir. Silttaşı-kiltaşı birimleri için süreksizlik aralığının ortalama değeri, ISRM (2007) tarafından önerilen süreksizlik aralığına bağlı sınıflandırma tablosuna göre “yakın aralıklı” olarak değerlendirilmiştir.

Yapısal unsurlar ile süreksizlik aralıkları arasındaki ilişki göz önünde bulundurularak çalışma alanında gözlenen kumtaşları “Orta tabakalı” olarak, silttaşı-kiltaşları ise “İnce tabakalı” olarak tanımlanmıştır (Çizelge 1).

Havalandırma sondajında, zayıflık oluşturabilecek kırıklı – çatlaklı, makaslama yüzeyli seviyeler belirlenmiş olup 160,00 m ile 840,50 m arasında 33 farklı zayıf zon gözlenmiştir. Özellikle kilttaşlarında klivajlı, lamine ve kayma yüzeyli yapısal unsurlar olduğu değerlendirilmiştir.

Çizelge 1- Düzlemsel yapılar arasındaki aralıkların tanımlaması (Ulusay, 2001)

Süreksizlik aralığı	Tanım
> 2 m	Çok kalın tabakalı
600 mm – 2 m	Kalın tabakalı
200 mm – 600 mm	Orta tabakalı
60 mm – 200 mm	İnce tabakalı
20 mm – 60 mm	Çok ince tabakalı
6 mm – 20 mm	Yakın – sık (metamorfik ve magmatik kayalar) Laminallı (sedimanter kayalar)
< 6 mm	İnce laminallı (sedimanter kayalar) Çok yakın – sık (metamorfik ve magmatik kayalar)

5. JEOTEKNİK ETÜTLER

TTK Armutçuk İşletme Müessesesi sahasında yapılması planlanan havalandırma kuyusunun jeomekanik parametrelerinin belirlenmesine yönelik yapılan sondaj çalışmalarına ait verilere ve sahada yapılan etüt çalışmaları aşağıda verilmiştir.

5.1. Arazi Çalışmaları

Arazi çalışmaları kapsamında hat etüdları, jeoteknik kuyu takibi ve örnekleme çalışmaları gerçekleştirilmiştir.

5.1.1. Hat Etüdları

Yeraltı maden işletmeciliğine yönelik mühendislik amaçlı uygulamalarda kaya kütle puanı (RMR) yaygın olarak kullanılmaktadır. RMR hesabında kullanılan en önemli parametrelerden birisi süreksizliklerin durumudur.

Çalışma alanının genel olarak orman örtülü olması sebebiyle etüt çalışmaları daha çok Kandilli-Ereğli yolu üzerinde bulunan Köseazı mevki ile Armutçuk TİM işletmesi arasındaki karayoluna ait yol yarması boyunca yapılmış olup, güzergâh Şekil 4’de verilmiştir.

Proje kapsamında yapılan arazi çalışmalarında Kandilli – Ereğli yolu üzerinde dört farklı hat üzerinde etüt çalışması yapılmıştır (Şekil 5).



Şekil 4- Hat etüdü yapılan güzergah (Kandilli - Ereğli yolu)



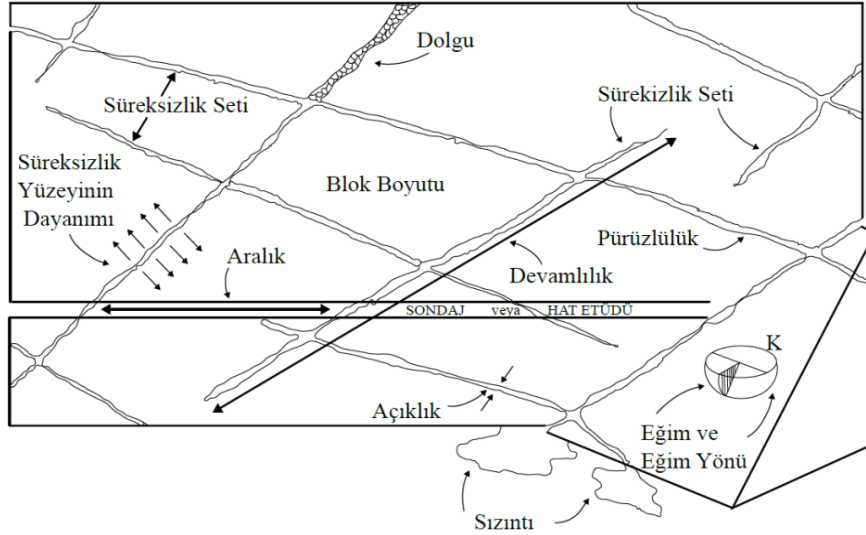
Şekil 5- Arazide yapılan hat etüdü çalışmaları (Kandilli - Ereğli Yolu, kuzey yönüne doğru bakış)

Hat etüdleri, belirli bir hat boyunca şerit metreyi kesen ve devamlılığı olan süreksizliklerin ISRM (1981) tarafından önerilen değerlendirme ölçütlerine göre aşağıda verilen özelliklerin belirlenmesine yönelik olarak yapılmıştır.

Bunlar:

- Süreksizliğin türü,
- Süreksizliğin yönelimi,
- Süreksizliğin açıklığı,
- Süreksizlik aralıkları,
- Dolgunun türü,
- Süreksizlik yüzeyinin pürüzlülük ve dalgalılığı,
- Süreksizlik devamlılığı,
- Süreksizlik yüzeyinin su durumudur.

Yukarıda belirtilen süreksizlik özellikleri ve ilişkileri



Şekil 6- Süreksizlik özellikleri ve ilişkileri

5.1.1.1. Süreksizliğin Türü

Arazide hat etüdü çalışmalarında ve sondajlarda alınan karotlarda süreksizlik türleri belirlenirken, aşağıda verilen uluslararası standartlara uygun simgeler kullanılır (Çizelge 2).

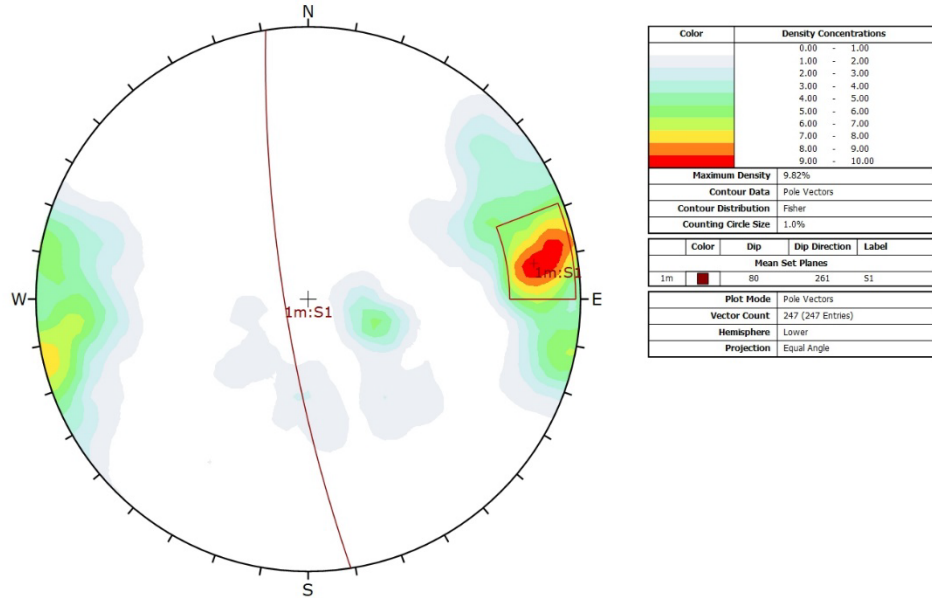
Çizelge 2- Süreksizlik özellikleri (Hudson, 1989)

Süreksizliğin Türü	Simgesi
Ekleme	J
Tabakalanma	B
Fay Zonu	FZ
Dilinim (Klivaj)	C
Şistozite	S
Yapraklanma (Foliasyon)	Fo
Laminasyon	L
Makaslama Yüzeyi	SP
Gerilim Çatlağı	TC
Fisür	F
Damar	V

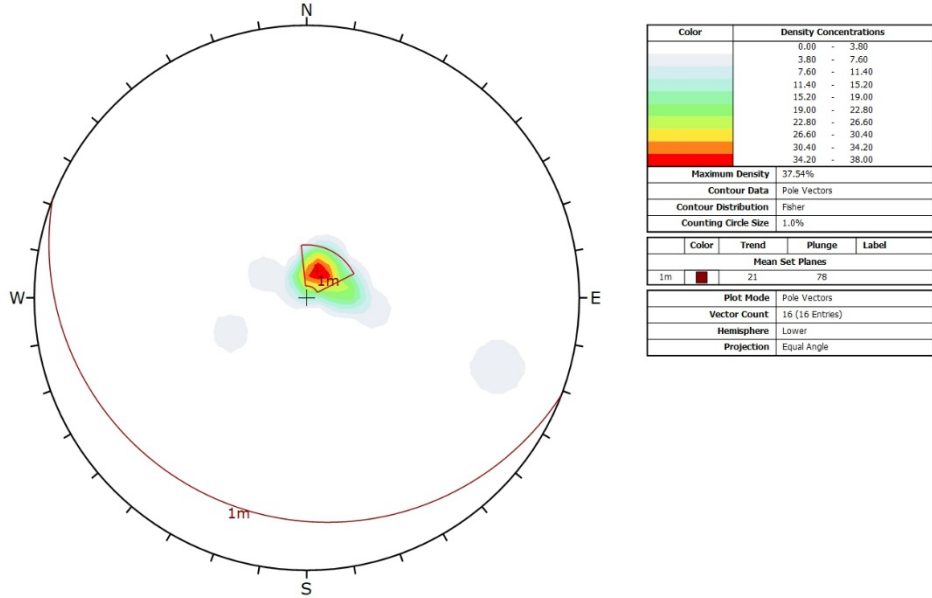
5.1.1.2. Süreksizliğin Yönelimi

Çalışma kapsamında gerçekleştirilen hat etüdlerinde Namuriyen yaşlı Alacaagzı Formasyonuna ait kumtaşları ve silttaşı – kilttaşlarında toplam 247 adet ekleme ait eğim / eğim yönü ölçüsü alınmıştır. Aynı birimlerde 16 farklı noktada tabaka yönelimi de ölçülmüştür. Süreksizliklerin dağılımı ile her süreksizlik türü için hakim süreksizlik seti ve süreksizlik yönelimini belirlemek amacıyla stereografik izdüşüm tekniğinden yararlanılmıştır. Belirtilen özelliklerin tespiti amacıyla DIPS bilgisayar yazılımı kullanılmıştır.

Namuriyen yaşlı kumtaşları, silttaşları ve kilttaşlarının tabakalanma yönelim ölçümleri birlikte değerlendirilmiştir. Buna göre birimlerin genel tabakalanma yüzeylerinin hakim yönelimi 80/261 eğim/eğim yönüne sahip bir adet hakim süreksizlik geliştiği gözlenmiştir (Şekil 7). Buna ek olarak birimlerin genel tabakalanma yüzeylerinin hakim yönelimi ise 21/078 eğim/eğim yönüne sahiptir (Şekil 8).



Şekil 7- Süreksizlik ölçümlerine ait kontur diyagramı ve eklem setinin yönelimi



Şekil 8- Tabaka ölçümlerine ait kontur diyagramı ve eklem setinin yönelimi

5.1.1.3. Süreksizlik açıklığı

Açıklık, bir süreksizliğin bir birine komşu iki yüzeyi arasındaki dik mesafedir (Ulusay, 2001). Alacağzı Formasyonuna ait birimlerde gerçekleştirilen süreksizlik gözlem ve ölçümleri Köseağzı mevki ile Armutçuk TİM arasındaki karayoluna ait yol yarmasında yapılmıştır.

Verilerin değerlendirilmesi sonucunda, Alacağzı Formasyonu'na ait kumtaşları, kilitaşları ve siltilaşlarında gelişmiş olan süreksizlik açıklıklarının 1-5 mm arasında olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 3- Süreksizlik açıklığına bağlı sınıflama (ISRM, 2007)

Açıklık değeri	Tanım
< 0,1 mm	Çok kapalı
0,1 – 0,25 mm	Kapalı
0,25 – 0,5 mm	Kısmen açık
0,5 – 2,5 mm	Açık
2,5 – 10 mm	Orta genişlikte açık
> 10 mm	Geniş
1 – 10 cm	Çok geniş
10 – 100 cm	Aşırı geniş
> 1 m	Boşluklu

Sonuç olarak ISRM (2007) tarafından önerilen süreksizlik açıklığına bağlı sınıflandırma tablosundan, kumtaşları, kilttaşları, silttaşlarının “açık” – “orta genişlikte açık” açıklık değerine sahip oldukları değerlendirilmiştir (Çizelge 3).

5.1.1.4. Süreksizlik aralığı

Süreksizlik aralığı, süreksizlikler arasındaki dik mesafe olarak tanımlanır (Ulusay, 2001). Hat etüdü yapılan güzergahta Alacaağzı Formasyonuna ait kumtaşlarında 185 adet süreksizlik aralığı ölçülmüştür. Kumtaşlarında ölçülen süreksizlik aralıklarının 1 cm ile 165 cm arasında değiştiği görülmüştür. Ortalama süreksizlik aralığı ise 35 cm (350 mm) olarak belirlenmiştir. Süreksizlik aralığının ortalama değeri, ISRM (2007) tarafından önerilen süreksizlik aralığına bağlı sınıflandırma tablosuna göre “orta derecede aralıklı” olarak değerlendirilmiştir.

Yine hat etüdü güzergahında Alacaağzı Formasyonuna ait silttaşı – kilttaşlarında 147 adet süreksizlik aralığı ölçümü alınmıştır. Silttaşı-kilttaşı birimlerinin genel olarak süreksizlik aralıklarının 1 cm ile 66 cm arasında değiştiği tespit edilmiş, ortalama süreksizlik aralıklarının 19 cm (190 mm) olduğu belirlenmiştir. Süreksizlik aralığının ortalama değeri, ISRM (2007) tarafından önerilen süreksizlik aralığına bağlı sınıflandırma tablosuna göre “yakın aralıklı” olarak değerlendirilmiştir (Çizelge 4).

Çizelge 4- Süreksizlik aralığını tanımlama ölçütleri (ISRM, 2007)

Aralık (mm)	Tanım
< 20	Çok dar aralıklı
20 – 60	Dar aralıklı
60 – 200	Yakın aralıklı
200 – 600	Orta derecede aralıklı
600 – 2000	Geniş aralıklı
2000 – 6000	Çok geniş aralıklı
> 6000	İleri derece geniş aralıklı

TTK tarafından yapılması planlanan havalandırma kuyusuna veri sağlaması amacıyla yapılmış olan sondaja ait karotlar incelenerek belirlenen eklemlerin sıklıkları ölçülmüş, tüm birimler için geçerli eklem sıklığı $4,38 \text{ m}^{-1}$ olarak hesaplanmıştır. Değerlendirmelere göre havalandırma kuyusu sondajında gözlenen birimlerin genel olarak “kırıklı” eklem sıklığına sahip olduğu belirlenmiştir (Çizelge 5).

Çizelge 5- Eklem sıklığına göre tanımlama (Golder Associates, 1979)

Ortalama eklem sıklığı (λ, m^{-1})	Ortalama süreksizlik aralığı, X	Tanım
> 1	$1 < X$	Masif
1 – 3	$0,3 < X < 1$	Az çatlaklı – kırıklı
3 – 10	$0,1 < X < 0,3$	Kırıklı
10 - 50	$0,02 < X < 0,1$	Çok çatlaklı – kırıklı
< 50	$X < 0,02$	Parçalanmış

5.1.1.5. Süreksizliklerin devamlılığı

Hat etüdü çalışmalarında yapılan süreksizlik ölçümleri sırasında, Namuriyen yaşlı Alacaagzı Formasyonu'na ait kumtaşlarının süreksizlik devamlılığının 8-10 m, silttaşı ve kilttaşlarının süreksizlik devamlılığının ise 2-4 m arasında olduğu belirlenmiştir. ISRM (2007) tarafından önerilen sınıflamaya göre süreksizlik devamlılıkları bütün birimler için “orta devamlılık” sınıfında değerlendirilmiştir (Çizelge 6).

Çizelge 6 - Süreksizlik devamlılığına göre tanımlama (ISRM, 2007)

Süreksizlik izinin ölçülen uzunluğu	Tanım
< 1 m	Çok düşük devamlılık
1 – 3 m	Düşük devamlılık
3 – 10 m	Orta devamlılık
10 – 20 m	Yüksek devamlılık
> 20 m	Çok yüksek devamlılık

5.1.1.6. Süreksizlik yüzeyinin pürüzlülüğü, dalgalılığı ve dolgusu

Süreksizlik yüzeylerinin makaslama dayanım parametresi olan içsel sürtünme açısına (ϕ) etki eden faktörlerinden ikisi süreksizlik yüzeylerinin pürüzlülüğü ve dalgalılık derecesidir. Hat etüdlerinde ve sondaj karotlarında yapılan gözlemlere göre kumtaşlarının pürüzlülük değeri 3, silttaşlarının 2, kilttaşlarının 1 ve 2 olarak belirlenmiştir (Çizelge 7).

Golder Associates (1979) tarafından önerilen sınıflamaya göre kumtaşları “az pürüzlü” – “pürüzlü”, silttaşları “düz” ve kilttaşları “kaygan-parlak” – “düz” olarak sınıflandırılmıştır.

Sondaj karotlarında, özellikle makaslama zonları içeren kilttaşlarında 5 mm’den büyük yumuşak kil dolguları gözlenmiştir.

Golder Associates (1979) tarafından önerilen sınıflamaya göre kumtaşları “az dalgalı” – “dalgalı”, silttaşları “düzlemsel” - “az dalgalı”, kilttaşları “düzlemsel” olarak değerlendirilmiştir.

Çizelge 7- Pürüzlülük ve dalgalılık sınıflamaları (Golder Associates, 1979)

Tanımlama		Sınıf
Pürüzlülük	Kaygan – Parlak	1
	Düz	2
	Pürüzlü	3
	Çıkıntılı	4
	Basamaklı	5
Dalgalılık	Düzlemsel	1
	Az dalgalı	2
	Dalgalı	3
	Kavisli	4
	Kıvrımlı	5

5.1.1.7. Süreksizliklerdeki su durumu

Sondaj çalışması sırasında kuyu 9,00 metrede tam kaçağa girmiştir. Hat etüdü sırasında mostrada özellikle yağışlı günlerde süreksizliklerden su gelişleri olduğu gözlenmiştir. Suyun özellikle kilttaşı ve silttaşlarında olumsuz etki yaratabileceği değerlendirilmiştir. Tasarım sırasında su gelişleri dikkate alınarak uygun tahkimat tipi seçilmesi önemli bir unsurdur. Bölgenin denize yakın olması, yağışın fazla olması ve kırık sistemlerinin fazla olması nedeniyle bütün birimlerin suya maruz kalabileceği öngörülerek su durumu nemli kabul edilmiştir.

5.2. Jeoteknik Sondajlar ve Kuyu Takibi

TTK Zonguldak – Armutçuk Kömür Sahası Jeoteknik Etüt ve Sondaj Çalışmaları kapsamında yapılan beş adet arama sondajına ek olarak bir adet 859,30 m. derinliğinde havalandırma kuyusu sondajı yapılmıştır. Bu sondaja ait jeoteknik verilerin toplanması amacıyla kuyu logu hazırlanmıştır. Bu kuyuya ait log ve deney sonuçları sırasıyla Ek-1 ve Ek-2’ de verilmiştir. Çizelge 8’de yapılan sondaja ait bilgiler verilmiş olup, toplam 810,10 m. HQ ve 49,20 m. NQ çapta ilerleme gerçekleşmiştir. 2023-6 numaralı havalandırma kuyusuna ait sondaj lokasyonunun fotoğrafı Şekil 9’te verilmiştir. Jeoteknik loglama kapsamında manevra bazlı “Toplam Karot Verimi (TKV)”, “Sağlam Karot Verimi (SKV)”, “Kaya Kalite Göstergesi (RQD)”, “Süreksizlik özellikleri (adet, tip, sıklık, dolgu tipi, pürüzlülük)”, “Bozunma Derecesi”, “Dayanım Sınıfı” vb. özellikleri tanımlanmıştır. Ayrıca manevra bazında bütün litoloji değişimlerinde süreksizlik özellikleri (adet, tip, sıklık, dolgu tipi, pürüzlülük) sağlam kaya ve kaya kütlesi için detaylıca değerlendirilmiştir.

Havalandırma sondajına ait TKV, SKV ve RQD alt başlıklar da incelenmiş olup, kuyuya ait veriler Çizelge 9’te verilmiştir.



Şekil 9- 2023-6 numaralı sondaj lokasyonu

Çizelge 8- Çalışma sahasında yapılan 2023-6 numaralı sondaja ait bilgiler

Sondaj No	X	Y	Z	Başlanma Tarihi	Bitiş Tarihi	Sondaj Derinliği (m)
2023-6	373583	4577938	234	12.12.2023	22.01.2024	859,30

Çizelge 9- 2023-6 numaralı sondaja ait TKV, SKV ve RQD değerleri

Kuyu No	Kuyu Tabanı	TKV (m)	TKV (%)	SKV (m)	SKV (%)	RQD (m)	RQD (%)
2023-6	859,30	845,90	98,44	498,57	58,02	430,61	50,11

5.2.1. Toplam Karot Verimi (TKV)

Toplam karot verimi (TKV), bir ilerleme aralığındaki karot parçalarının toplam uzunluğunun ilerleme aralığının uzunluğuna oranının yüzdesel olarak ifade edilmesidir. Karot verimliliğin azalması, kaya kütleğinde zayıf veya kırıklı zonların varlığına işaret etmektedir. Karotların çok parçalı olduğu durumlarda, parçalara yan yana eklenerek toplam uzunluğu ölçülür. Karot verimi, kullanılan sondaj ekipmanına ve operasyonel kaynaklı diğer etmenlere de bağlı değişiklik gösterebilmektedir.

$$TKV (\%) = \frac{\text{bir ilerleme aralığında alınan karot parçalarının toplam uzunluğu}}{\text{ilerleme aralığının uzunluğu}} \times 100$$

5.2.2. Sağlam Karot Verimi (SKV)

Sağlam karot verimi (SKV), bir ilerleme aralığında silindirik şeklini koruyarak alınmış karot parçalarının toplam uzunluğunun ilerleme aralığına oranının yüzdesel olarak ifade edilmesidir. Silindirik şeklini korumuş olan tüm karotlar (kaya + zemin) hesaplamaya dahil edilmektedir.

$$SKV (\%) = \frac{\text{bir ilerleme aralığında silindirik şeklini koruyan parçaların toplam uzunluğu}}{\text{ilerleme aralığının uzunluğu}} \times 100$$

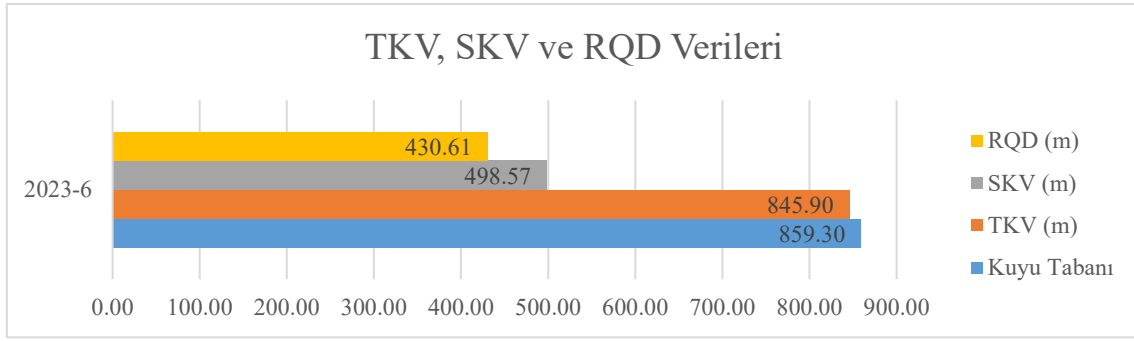
5.2.3. Kaya Kalite Göstergesi (RQD)

RQD, bir ilerleme aralığında doğal süreksizliklerle ayrılmış, boyu 10 cm ve daha büyük olan ve silindirik şeklini koruyan kaya türü karot parçalarının toplam uzunluğunun ilerleme aralığının uzunluğuna oranını yüzde olarak ifade eden kantitatif bir indekstir.

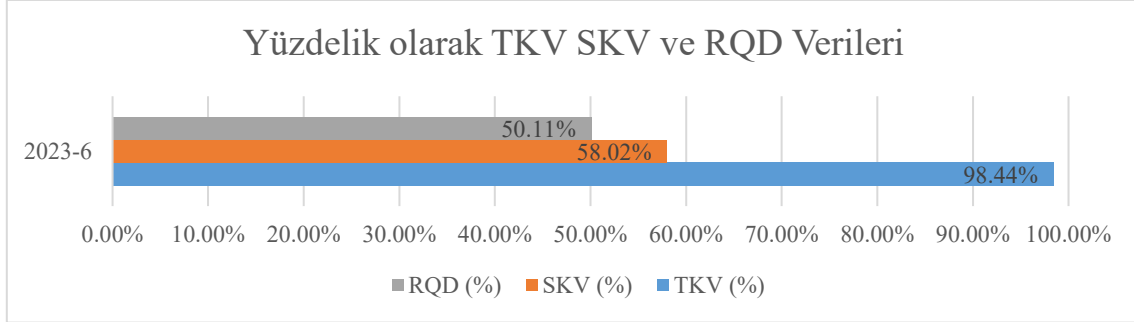
$$\text{Kaya Kalite Göstergesi (RQD)}(\%) = \frac{\sum \text{karot parçalarının uzunluğu} > 10 \text{ cm}}{\text{ilerleme aralığının uzunluğu}} \times 100$$

Sondaj sırasında karotların karotiyerden çıkarılma işleminde veya sandıklara yerleştirilmesi esnasında meydana gelen doğal olmayan kırıklar RQD hesaplamasında dikkate alınmaz. RQD tayininde doğal olarak meydana gelen kırıklar ile sondaj esnasında meydana gelen mekanik kırıkların ayırt edilmesi büyük önem taşımaktadır.

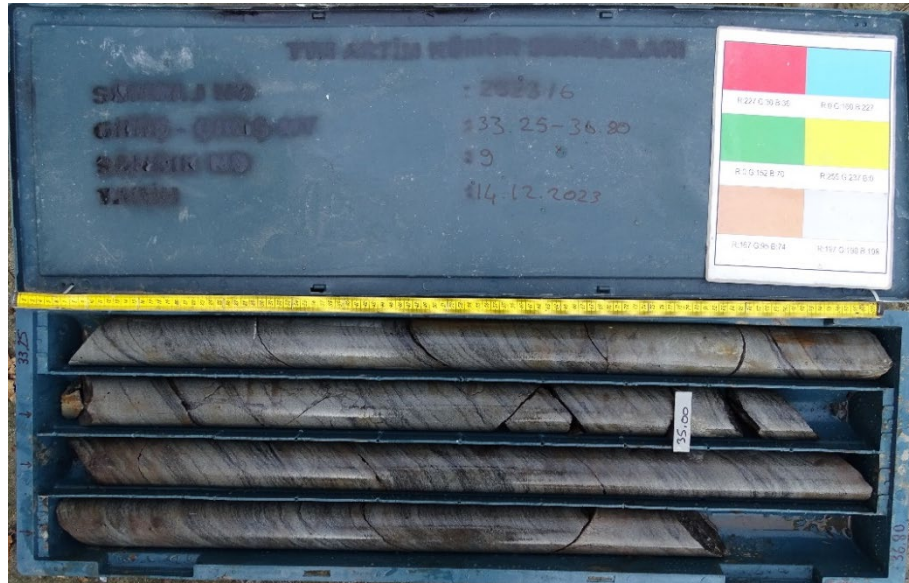
Sondaja ait TKV, SKV ve RQD verilerine ait uzunluk (Şekil 10) ve yüzdelik (Şekil 11) bilgiler aşağıda verilmiştir. Karşılaşılan farklı türde karot örnekleri Şekil 12 ve Şekil 13’de verilmiştir.



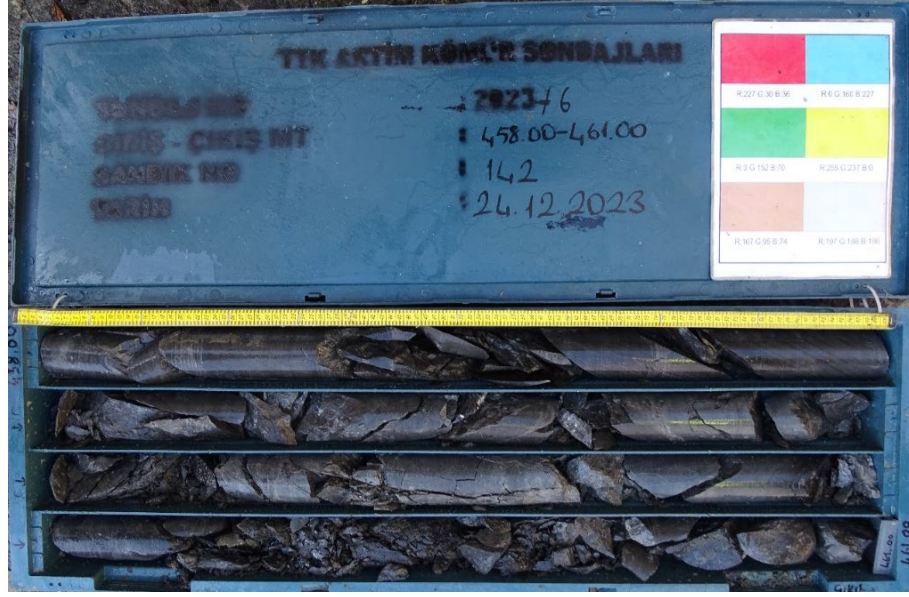
Şekil 10- TKV, SKV, RQD Uzunluk Verileri



Şekil 11- TKV, SKV, RQD Yüzdelik Verileri



Şekil 12- Kömür laminalı kumtaşı



Şekil 13- Makaslama zonu içeren kilitaşı

5.3. Örnekleme Çalışmaları

Çalışma sahasında gerçekleşen sondajlarda mühendislik parametresi üretilmesi amacıyla yapılacak olan deneylerde kullanılmak üzere karotlardan numune alma çalışmaları yapılmıştır. Bu numuneler; Fizibilite Etütleri Dairesi Başkanlığı, Kaya ve Zemin Mekaniği (KZM) Laboratuvarı'nda

- Porozite (n) Boşluk Oranı (e) ve Kuru/Doygun Yoğunluk/Birim Hacim Ağırlık Tayini (Porozite Deneyi)
- Tek Eksenli Basınç Dayanımı Tayini (Tek Eksenli Deneyi)
- Tek Eksenli Basınç Dayanımı, Elastisite Modülü ve Poisson Oranı Tayini (Deformasyon Deneyi)
- Üç Eksenli Basınç Testi (Üç Eksenli Deneyi)
- Nokta Yüğü Dayanım İndeksi Testi (Nokta Yüğü Deneyi)
- Çekme Dayanımı (Dolaylı Yöntem) Tayini (Brazilian Deneyi) testleri yapılması için alınmıştır.

Rapordaki çizelgelerde kolay anlaşılması amacıyla deneylerin sonunda parantez içerisinde belirtilen isimler kullanılmıştır.

Sondaj çalışmalarında karotiyerden çıkartılan karot numuneleri, karota zarar verilmeyecek şekilde sondaj çamurundan arındırılıp karot sandıklarına yerleştirilmiştir. Karot sandıkları sondaj lokasyonundan alınıp sandıkların istiflendiği depoya taşınarak ön incelemeleri yapılmıştır. Ön incelemesi tamamlanan karot sandıklarının fotoğrafları çekildikten sonra jeoteknik determinasyonu yapılmıştır. Determinasyon işlemleri tamamlanan karotlardan amaca uygun olarak belirlenen birim ve seviyelerden alınan numuneler deneyleri yapılmak üzere Kaya ve Zemin Mekaniği Laboratuvarına sevk edilmiştir.

Çalışma alanındaki kayaçların bozunmaya ve dağılmaya müsait olduğu gözlemlenmiştir. Bu nedenle karot numuneleri şeffaf streç ile sarılıp, karot yönü bir ok ile numunenin üzerine işaretlenmiştir. Her bir karot numunesi için numune kartı hazırlandıktan sonra numuneler nemini kaybetmemesi için poşetlere sarılarak bantlanmıştır. Taşınma esnasında numunelerde meydana gelebilecek olası çatlama ve kırılmaları önlemek amacıyla karot numuneleri korumalı ambalaj naylonlarına sarılarak MTA Genel Müdürlüğü Kaya ve

Zemin Mekaniği Laboratuvarına nakli sağlanmıştır. Alınan numunelere ait sayısal veriler Çizelge 10'te verilmiştir.

Çizelge 10- 2023-6 numaralı sondajdan alınan numune adet ve set sayıları

	Brazilian		Deformasyon		Nokta Yüğü		Porozite		Tek Eksenli		Üç Eksenli		Toplam	
	Set	Adet	Set	Adet	Set	Adet	Set	Adet	Set	Adet	Set	Adet	Set	Adet
2023-6	28	78	47	111	21	71	24	37	45	111	20	40	185	448

Birimlerin jeomekanik parametrelerinin belirlenmesi amacıyla;

- 28 set halinde 78 adet brazilian deneyi numunesi (Çizelge 11),
- 47 set halinde 111 adet deformasyon deneyi numunesi (Çizelge 12),
- 21 set halinde 71 adet nokta yüğü deneyi numunesi (Çizelge 13),
- 24 set halinde 37 adet porozite deneyi numunesi (Çizelge 14),
- 45 set halinde 111 adet tek eksenli deneyi numunesi (Çizelge 15),
- 20 set halinde toplam 40 adet üç eksenli deneyi numunesi (Çizelge 16) alınmıştır.

Deformasyon (Tek Eksenli Basınç Dayanımı, Elastisite Modülü ve Poisson Oranı Tayini) deneylerinin bir kısmı cihazla ilgili sorun yaşandığı için Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü (DSİ) bünyesinde bulunan TAKK Daire Başkanlığı Beton Laboratuvarı Şube Müdürlüğü'ne bağlı Kaya Mekaniği Laboratuvarı Şefliği'nde gerçekleştirilmiştir. Deney esnasında 500 kN kapasiteli hidrolik pres kullanılmıştır. Statik elastisite modülü (statik yöntem) ve Poisson oranı tayini tamamen bilgisayar kontrollü pres ve deformasyon ölçer kullanılarak yapılmaktadır. Testlerde ASTM D7012 standardına uygun olarak yapılmıştır.

Çizelge 11- Brazilian deneyi için sondajlardan alınan numunelere ilişkin bilgiler

Sondaj No	Numune No	Giriş	Çıkış	Kalınlık	Litoloji	Adet
2023/6	10A-C	31,70	32,50	0,80	İnce taneli kumtaşı	3
2023/6	18A-D	61,60	62,10	0,50	Siltli kilaşı	4
2023/6	27A-B	83,80	84,30	0,50	İnce taneli kumtaşı	2
2023/6	35A-C	105,50	106,20	0,70	Killi kumlu silttaşı	3
2023/6	40A-B	119,00	119,70	0,70	Orta taneli kumtaşı	2
2023/6	45A-B	126,80	127,40	0,60	İnce taneli koyu gri kumtaşı	2
2023/6	61A-B	195,00	196,00	1,00	Killi Silttaşı	2
2023/6	72A-C	260,50	261,50	1,00	Killi kumlu silttaşı	3
2023/6	77A-C	268,30	268,90	0,60	Killi kumlu silttaşı	3
2023/6	80A-C	280,20	281,00	0,80	Siltli kilaşı	3
2023/6	86A-B	287,20	287,90	0,70	Killi kumlu silttaşı	2
2023/6	93A-B	308,45	309,05	0,60	Kumlu killi silttaşı	2
2023/6	99A-C	339,00	339,80	0,80	Kumtaşı	3
2023/6	111A-C	437,20	437,90	0,70	Kumlu Silttaşı	3
2023/6	121A-B	469,00	470,00	1,00	Siltli Kumtaşı	2
2023/6	130A-D	524,80	525,50	0,70	Gri kumlu silttaşı	4
2023/6	136A-C	572,80	573,50	0,70	Gri kumtaşı	3
2023/6	143A	627,50	628,20	0,50	Gri kumtaşı	1
2023/6	146A-B	639,10	640,10	1,00	Gri siltli kilaşı	2

Sondaj No	Numune No	Giriş	Çıkış	Kalınlık	Litoloji	Adet
2023/6	148A-E	646,80	648,00	1,20	Gri kumlu silttaşı	5
2023/6	151A-D	678,00	679,00	1,00	Gri siltli kilaşı	4
2023/6	153A-D	681,90	682,60	0,70	Gri kumtaşı	4
2023/6	160A-B	736,50	737,20	0,70	İnce - orta taneli kumtaşı	2
2023/6	164A-B	748,40	749,00	0,60	İnce - orta taneli kumtaşı	2
2023/6	169A-C	787,00	787,60	0,60	Gri ince taneli kumtaşı	3
2023/6	172A-C	804,30	805,00	0,70	Gri kumlu killi silttaşı	3
2023/6	178A-C	822,10	822,70	0,60	Kömür izli gri kumtaşı	3
2023/6	185A-C	851,00	851,60	0,60	Kumlu killi silttaşı	3

Çizelge 12- Deformasyon deneyi için sondajlardan alınan numunelere ilişkin bilgiler

Sondaj No	Numune No	Giriş	Çıkış	Kalınlık	Litoloji	Adet
2023/6	9A	30,50	31,30	0,80	İnce taneli kumtaşı	1
2023/6	13A-C	36,00	37,10	1,10	Kömür bantlı ince taneli kumtaşı	3
2023/6	15A-B	49,00	49,80	0,80	İnce taneli kumtaşı	2
2023/6	20A-B	64,80	65,70	0,90	Siltli kilaşı	2
2023/6	23A-C	78,20	79,20	1,00	İnce taneli kumtaşı	3
2023/6	28A-C	89,00	90,00	1,00	İnce taneli kumtaşı	3
2023/6	31A-C	97,50	98,20	0,70	Killi kumlu silttaşı	3
2023/6	37A-B	114,00	114,80	0,80	Orta taneli kumtaşı	2
2023/6	42A-B	124,60	125,80	1,20	İnce taneli koyu gri kumtaşı	2
2023/6	46A-C	132,50	133,30	0,80	Siltli kilaşı	3
2023/6	48A	141,60	142,40	0,80	Kumlu killi silttaşı	1
2023/6	51A-C	152,00	152,70	0,70	Siltli Kilaşı	3
2023/6	54A-B	168,00	169,00	1,00	Killi kumlu silttaşı	2
2023/6	57A-D	181,10	182,10	1,00	Killi kumlu silttaşı	4
2023/6	59A-C	191,30	192,00	0,70	Siltli kilaşı	3
2023/6	64A	211,30	212,00	0,70	Kumlu Silttaşı	1
2023/6	66A-C	217,00	218,00	1,00	Siltli Kilaşı	3
2023/6	68A-B	231,30	232,00	0,70	Siltli Kumtaşı	2
2023/6	70A-C	241,40	242,10	0,70	Killi kumlu silttaşı	3
2023/6	75A-B	264,10	264,90	0,80	Killi kumlu silttaşı	2
2023/6	79A-B	272,90	273,60	0,70	Siltli kilaşı	2
2023/6	82A	283,90	284,80	0,90	Siltli kilaşı	1
2023/6	84A	286,00	286,80	0,80	Killi kumlu silttaşı	1
2023/6	88A-C	295,20	295,90	0,70	Kumtaşı	3
2023/6	89A-C	296,70	297,50	0,80	Killi Silttaşı	3
2023/6	91A-C	306,40	307,20	0,80	Kumlu killi silttaşı	3
2023/6	96A-B	321,50	322,30	0,80	Kumlu Silttaşı	2
2023/6	98A-B	327,00	328,00	1,00	Kumtaşı	2
2023/6	102A	386,00	386,60	0,60	Siltli Kilaşı	1
2023/6	105A-C	410,30	411,30	1,00	İnce taneli kumtaşı	3

Sondaj No	Numune No	Giriş	Çıkış	Kalınlık	Litoloji	Adet
2023/6	108A-B	419,50	420,50	1,00	Kumlu killi silttaşı	2
2023/6	112A-B	438,50	439,20	0,70	Kumlu Silttaşı	2
2023/6	115A-B	447,30	448,00	0,70	Siltli kiltası	2
2023/6	118A	467,00	467,70	0,70	Siltli Kumtaşı	1
2023/6	123A-C	480,50	481,20	0,70	Kumlu siltli kiltası	3
2023/6	125A-C	494,00	495,00	1,00	Kömür parçalı kumtaşı	3
2023/6	127A-B	500,00	500,70	0,70	Kumlu killi silttaşı	2
2023/6	132A-C	530,40	531,60	1,20	Gri kumlu silttaşı	3
2023/6	140A-B	626,00	626,50	0,50	Gri kumtaşı	2
2023/6	158A-C	731,40	732,20	0,80	Kum laminalı siltli kiltası	3
2023/6	163A-C	746,10	746,90	0,80	İnce - orta taneli kumtaşı	3
2023/6	165A-C	761,00	761,70	0,70	Koyu gri siltli kiltası	3
2023/6	167A-D	776,50	777,30	0,80	Gri ince taneli kumtaşı	4
2023/6	170A-C	800,00	800,90	0,90	Gri kumlu killi silttaşı	3
2023/6	175A-B	819,70	820,20	0,50	Kömür izli gri kumtaşı	2
2023/6	180A-B	836,20	836,80	0,60	Koyu gri killi silttaşı	2
2023/6	182A-B	845,00	845,60	0,60	Kumlu killi silttaşı	2

Çizelge 13- Nokta yükü deneyi için sondajlardan alınan numunelere ilişkin bilgiler

Sondaj No	Numune No	Giriş	Çıkış	Kalınlık	Litoloji	Adet
2023/6	6A-C	22,80	23,80	1,00	Konglomera	3
2023/6	29A-C	92,80	94,00	1,20	Orta taneli kumtaşı	3
2023/6	52A-B	162,30	163,50	1,20	İnce taneli kumtaşı	2
2023/6	58A-C	190,30	191,30	1,00	Siltli kiltası	3
2023/6	69A-C	240,60	241,40	0,80	Killi kumlu silttaşı	3
2023/6	71A-D	252,00	253,20	1,20	Siltli kiltası	4
2023/6	87A-D	291,50	292,50	1,00	Kumtaşı	4
2023/6	97A-C	323,00	323,90	0,90	Kumlu Silttaşı	3
2023/6	100A-C	347,00	348,00	1,00	Siltli Kiltası	3
2023/6	101A-C	381,50	382,40	0,90	Killi Silttaşı	3
2023/6	103A-C	397,50	398,50	1,00	Killi Silttaşı	3
2023/6	106A-D	412,00	413,00	1,00	İnce taneli kumtaşı	4
2023/6	117A-D	457,00	458,00	1,00	Kumlu killi silttaşı	4
2023/6	124A-D	491,70	492,00	0,30	Kumlu silttaşı	4
2023/6	128A-C	513,00	514,00	1,00	Gri siltli kiltası	3
2023/6	133A-D	538,00	538,80	0,80	Gri siltli kiltası	4
2023/6	137A-C	584,70	585,50	0,80	Gri siltli kiltası	3
2023/6	141A-B	626,50	627,00	0,50	Gri kumtaşı	2
2023/6	149A-E	654,00	655,00	1,00	Gri siltli kiltası	5
2023/6	155A-D	690,60	691,60	1,00	Gri siltli kiltası	4
2023/6	156A-D	710,00	711,00	1,00	Gri siltli kiltası	4

Çizelge 14- Porozite deneyi için sondajlardan alınan numunelere ilişkin bilgiler

Sondaj No	Numune No	Giriş	Çıkış	Kalınlık	Litoloji	Adet
2023/6	5A-B	22,50	22,80	0,30	Konglomera	2
2023/6	7A	27,30	27,60	0,30	İnce taneli kumtaşı	1
2023/6	14A	38,50	38,80	0,30	Kömür bantlı ince taneli kumtaşı	1
2023/6	19A-B	64,30	64,50	0,20	Siltli kilaşı	2
2023/6	22A-B	75,10	75,40	0,30	Kum bantlı kilaşı	2
2023/6	25A	82,20	82,50	0,30	İnce taneli kumtaşı	1
2023/6	30A-C	94,00	94,60	0,60	Orta taneli kumtaşı	3
2023/6	32A-B	100,30	100,60	0,30	Killi kumlu silttaşı	2
2023/6	38A	114,80	115,20	0,40	Orta taneli kumtaşı	1
2023/6	43A	125,80	126,10	0,30	İnce taneli koyu gri kumtaşı	1
2023/6	49A	144,00	144,30	0,30	Kumlu killi silttaşı	1
2023/6	55A	170,00	170,30	0,30	Killi kumlu silttaşı	1
2023/6	63A	210,10	210,50	0,40	Kumlu Silttaşı	1
2023/6	73A-B	262,00	262,40	0,40	Killi kumlu silttaşı	2
2023/6	85A-B	286,80	287,20	0,40	Killi kumlu silttaşı	2
2023/6	95A	315,20	315,60	0,40	Kumlu Silttaşı	1
2023/6	107A	413,00	413,30	0,30	İnce taneli kumtaşı	1
2023/6	114A	440,20	441,00	0,80	Kumlu Silttaşı	1
2023/6	120A-B	468,50	469,00	0,50	Siltli Kumtaşı	2
2023/6	144A	628,00	628,50	0,50	Gri kumtaşı	1
2023/6	161A-B	744,80	745,30	0,50	İnce - orta taneli kumtaşı	2
2023/6	174A-B	807,50	808,10	0,60	Gri kumlu killi silttaşı	2
2023/6	179A-B	823,60	824,00	0,40	Kömür izli gri kumtaşı	2
2023/6	186A-B	851,60	852,10	0,50	Kumlu killi silttaşı	2

Çizelge 15- Tek eksenli basınç dayanımı deneyi için alınan numunelere ilişkin bilgiler

Sondaj No	Numune No	Giriş	Çıkış	Kalınlık	Litoloji	Adet
2023/6	1A-C	1,80	2,50	0,70	Kireçtaşı	3
2023/6	3A-C	15,50	16,50	1,00	Killi kumlu silttaşı	3
2023/6	8A-D	28,20	29,60	1,40	İnce taneli kumtaşı	4
2023/6	12A-C	35,20	36,00	0,80	Kömür bantlı ince taneli kumtaşı	3
2023/6	16A-C	59,80	60,80	1,00	Siltli kilaşı	3
2023/6	21A-C	72,50	73,20	0,70	Kum bantlı kilaşı	3
2023/6	24A-C	81,00	81,90	0,90	İnce taneli kumtaşı	3
2023/6	33A-C	103,50	104,20	0,70	Killi kumlu silttaşı	3
2023/6	36A-B	113,20	114,00	0,80	Orta taneli kumtaşı	2
2023/6	41A-B	123,60	124,60	1,00	İnce taneli koyu gri kumtaşı	2
2023/6	47A	140,90	141,60	0,70	Kumlu killi silttaşı	1
2023/6	50A-C	149,50	150,20	0,70	Siltli Kilaşı	3

Sondaj No	Numune No	Giriş	Çıkış	Kalınlık	Litoloji	Adet
2023/6	53A-B	167,30	168,00	0,70	Killi kumlu silttaşı	2
2023/6	56A-C	180,10	180,80	0,70	Killi kumlu silttaşı	3
2023/6	62A-B	207,50	208,20	0,70	Kumlu Silttaşı	2
2023/6	65A-B	216,20	217,00	0,80	Siltli Kiltası	2
2023/6	67A-B	227,90	228,60	0,70	Siltli Kumtaşı	2
2023/6	74A-B	263,30	264,10	0,80	Killi kumlu silttaşı	2
2023/6	78A-B	272,20	272,90	0,70	Siltli kiltası	2
2023/6	81A-C	282,00	282,70	0,70	Siltli kiltası	3
2023/6	83A-B	285,10	286,00	0,90	Killi kumlu silttaşı	2
2023/6	90A-C	300,00	301,20	1,20	Kumtaşı	3
2023/6	92A-B	307,20	308,00	0,80	Kumlu killi silttaşı	2
2023/6	104A-C	401,50	402,20	0,70	Siltli kiltası	3
2023/6	109A-C	426,00	426,80	0,80	Kumlu Silttaşı	3
2023/6	113A-B	439,20	440,20	1,00	Kumlu Silttaşı	2
2023/6	116A-B	448,00	448,50	0,50	Siltli kiltası	2
2023/6	119A-B	467,70	468,50	0,80	Siltli Kumtaşı	2
2023/6	122A-C	479,50	480,20	0,70	Kumlu siltli kiltası	3
2023/6	126A-C	499,00	499,80	0,80	Kumlu killi silttaşı	3
2023/6	131A-C	529,60	530,40	0,80	Gri kumlu silttaşı	3
2023/6	134A-B	558,00	558,60	0,60	İnce kumlu kiltası	2
2023/6	139A	625,50	626,00	0,50	Gri kumtaşı	1
2023/6	145A-B	637,00	637,80	0,80	Gri siltli kiltası	2
2023/6	150A-C	662,60	663,50	0,90	Gri siltli kiltası	3
2023/6	152A-B	681,40	681,90	0,50	Gri kumtaşı	2
2023/6	154A-B	689,90	690,60	0,70	Gri siltli kiltası	2
2023/6	157A	730,50	731,40	0,90	Kum laminalı siltli kiltası	1
2023/6	162A-C	745,30	746,10	0,80	İnce - orta taneli kumtaşı	3
2023/6	166A-C	768,00	769,00	1,00	Koyu gri siltli kiltası	3
2023/6	168A-C	786,00	787,00	1,00	Gri ince taneli kumtaşı	3
2023/6	173A-B	806,50	807,50	1,00	Gri kumlu killi silttaşı	2
2023/6	176A-C	820,20	821,00	0,80	Kömür izli gri kumtaşı	3
2023/6	181A-B	836,80	837,60	0,80	Koyu gri killi silttaşı	2
2023/6	183A-C	846,00	846,60	0,60	Kumlu killi silttaşı	3

Çizelge 16- Üç eksenli basınç dayanımı deneyi için alınan numunelere ilişkin bilgiler

Sondaj No	Numune No	Giriş	Çıkış	Kalınlık	Litoloji	Adet
2023/6	4A-C	18,30	19,10	0,80	Killi kumlu silttaşı	3
2023/6	11A	32,50	33,25	0,75	İnce taneli kumtaşı	1
2023/6	17A-D	60,80	61,60	0,80	Siltli kiltası	4
2023/6	26A-B	82,80	83,80	1,00	İnce taneli kumtaşı	2
2023/6	34A	104,50	105,50	1,00	Killi kumlu silttaşı	1
2023/6	39A-B	116,50	117,60	1,10	Orta taneli kumtaşı	2
2023/6	44A	126,10	126,80	0,70	İnce taneli koyu gri kumtaşı	1

Sondaj No	Numune No	Giriş	Çıkış	Kalınlık	Litoloji	Adet
2023/6	60A-B	194,30	195,00	0,70	Killi Silttaşı	2
2023/6	76A-B	267,20	268,30	1,10	Killi kumlu silttaşı	2
2023/6	94A-B	314,30	315,20	0,90	Kumlu Silttaşı	2
2023/6	110A	436,40	437,20	0,80	Kumlu Silttaşı	1
2023/6	129A	524,00	524,80	0,80	Gri kumlu silttaşı	1
2023/6	135A-C	572,00	572,80	0,80	Gri kumtaşı	3
2023/6	138A-C	618,50	619,50	1,00	Gri siltli kilttaşı	3
2023/6	142A-B	627,00	627,50	0,50	Gri kumtaşı	2
2023/6	147A-B	645,90	646,80	0,90	Gri kumlu silttaşı	2
2023/6	159A-B	735,70	736,50	0,80	İnce - orta taneli kumtaşı	2
2023/6	171A	803,50	804,30	0,80	Gri kumlu killi silttaşı	1
2023/6	177A-C	821,40	822,10	0,70	Kömür izli gri kumtaşı	3
2023/6	184A-B	849,70	850,40	0,70	Kumlu killi silttaşı	2

6. LABORATUVAR ÇALIŞMALARI

Mühendislik parametrelerinin belirlenmesinde kullanılan yöntemler doğrudan ve dolaylı olarak ikiye ayrılır. Laboratuvar testleri doğrudan yöntemlere örnektir. Uluslararası Amerikan Test ve Malzeme Topluluğu (ASTM), Uluslararası Kaya Mekaniği ve Kaya Mühendisliği Topluluğu (ISRM) bu deneylerin yapımında belli prosedürler oluşturmuş; deneylerin yerinde ya da laboratuvarında yapımına dair belli standartlar oluşturmuştur. ISRM'nin önerdiği test metodları belli kategorilere ayrılmıştır. Kaya ve Zemin Mekaniği Laboratuvarında gerçekleşen tüm deneylere ait Analiz ve Test Sonuç raporları Ek-2 de verilmiştir. Laboratuvarımız kapsamında yapılan yoğunluk/birim hacim ağırlık tayini, porozite ve boşluk oranı, su muhtevası, nokta yükü dayanım indeksi, tek eksenli basınç dayanımı, elastisite modülü ve poisson oranı tayini kayacın karakter özelliklerini ortaya koyarken; üç eksenli basınç testi, çekme dayanımı testleri ise tasarım parametrelerini belirlemek için kullanılır (Zhang, 2016).

Çalışma alanında yapılan sondajdan alınan numunelerin fiziksel özelliklerinin ve jeomekanik parametrelerinin tayini için aşağıdaki testler yapılmıştır.

- Yoğunluk/Birim hacim ağırlık tayini (γ) ISRM,
- Su muhtevası tayini (ASTM D 2216),
- Su muhtevası tayini (TS 8615),
- Porozite (n), boşluk oranı (e) ve kuru/doygun yoğunluk/birim hacim ağırlık tayini ISRM,
- Tek eksenli basınç dayanımı tahmini tayini (σ_c),
- Tek eksenli basınç dayanımı (σ_c), elastisite modülü (E) ve poisson oranı tayini (ν),
- Üç eksenli basınç testi (kohezyon (c), içsel sürtünme açısı (ϕ)),
- Nokta yükü dayanım indeksi testi ISRM,
- Çekme dayanımı tayini ISRM

6.1. Birim Hacim Ağırlık Tayini

Bu deney sondajdan alınan karot numunelerinin yoğunluğunun ve birim hacim ağırlığının tayini amacıyla yapılır. Bu deney için ISRM (1981) tarafından önerilen yöntem esas alınmaktadır. Numuneleri ağırlıkları (W) hassas terazide ölçülüp, hacimleri (V) ise boy çap

değerleri ölçümünden hesaplandıktan sonra aşağıdaki formüllerle yoğunluk ve birim hacim ağırlıkları tayin edilir.

$$\text{Yoğunluk (g/cm}^3\text{), } \rho = \frac{W}{V}$$

$$\text{Birim hacim ağırlık (kN/m}^3\text{), } \gamma = 9,81 \times \rho$$

Her deney türünden önce yoğunluk ve birim hacim ağırlık tayini yapılmış olup, sonuçlar deney içeriklerinde verilmiştir.

6.2. Su Muhtevası Tayini

Su muhtevası tayini, alınan numunelerin içerdiği suyun ağırlığının, etüv kullanılarak kurutulmuş numunelerin ağırlığının yüzdesi olarak ifade edilmesidir. Kaya ve Zemin Mekaniği Laboratuvarı kapsamında yapılan su muhtevası tayini deneyi TS 8615'e göre yapılmaktadır. TS 8615'e göre yapılan su muhtevası tayini Türk Akreditasyon Kurumu (TÜRKAK) tarafından akredite edilmiş bir testtir. Su muhtevası ölçümlerine ait sonuçlar ilgili deney sonuçlarıyla birlikte aynı tabloda ayrıntılı bir şekilde verilmiştir. Deneyler için kullanılan hesaplamalar aşağıdadır.

Kap ağırlığı: A

Kap + Nemli numune ağırlığı: B

Kap + Kuru numune ağırlığı: C

$$\text{Su muhtevası (\%), } w = \frac{W_w (B - C)}{W_s (C - A)} * 100$$

6.3. Porozite (n), Boşluk Oranı (e) ve Kuru / Doygun Yoğunluk / Birim Hacim Ağırlık Tayini

Bu deney, düzgün geometrik şekilli kaya örneklerinin, ISRM 2007 Standardına uygun olarak suya doyurma metoduyla porozite (n), boşluk oranı (e) ve kuru/doygun yoğunluk/birim hacim ağırlık değerlerinin tayin edilmesi için kullanılan bir deneydir.

Kayaç içerisindeki boşlukların dayanımı düşürüp deformasyonu artırdığı göz önüne alındığından bu deney, kayaç yapısını anlama yönünden önemlidir. Bu deney için alınan numunelerin hacimleri (V) hesaplanarak etüve konur ve $105 \pm 5^\circ\text{C}$ de en az 24 saat kurulur. Havadan nem almadan soğutulduktan sonra kuru kütle (M_d) ölçülür. Sonrasında su dolu beherin içinde 48 saat bekletilerek veya en az 1 saat süreyle 800 Pa'dan düşük bir vakum altında suya dolgun hale getirilir ve doymuş kütle (M_s) ölçülür. Bu ölçümlerden sonra aşağıdaki hesaplamalar yapılır.

$$\text{Boşlukların hacmi} : V_v = (M_s - M_d) \times \rho_w$$

$$\text{Porozite} : n = (V_v / V) \times 100$$

$$\text{Boşluk oranı} : e = n / (100 - n)$$

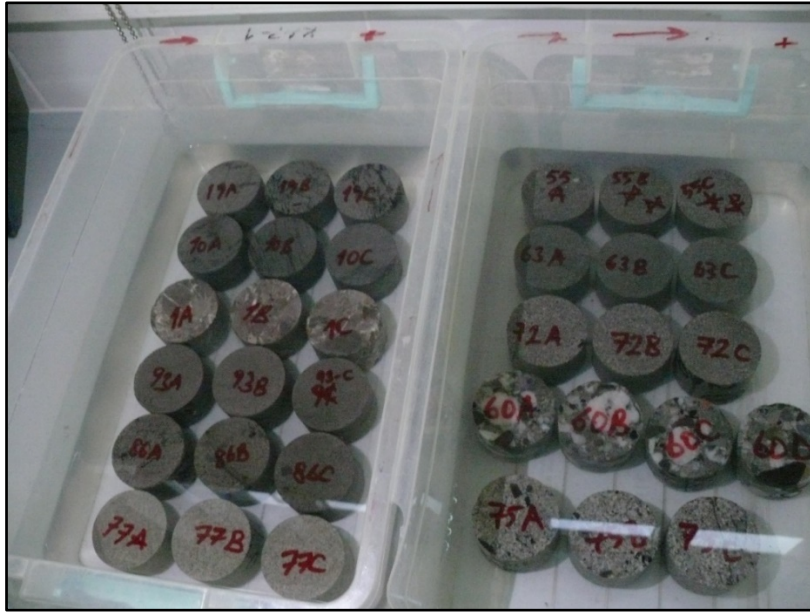
$$\text{Doygun yoğunluk} : \rho_s = (M_s / V)$$

$$\text{Doygun birim hacim ağırlık} : \gamma_s = \rho_s \times 9,81$$

$$\text{Kuru yoğunluk} : \rho_d = (M_d / V)$$

$$\text{Kuru birim hacim ağırlık} : \gamma_d = \rho_d \times 9,81 \text{ eşitlikleri kullanılarak hesaplanır.}$$

ρ_w : Suyun yoğunluğu (g/cm^3)
 V_v : Boşlukların hacmi (cm^3)
 N : Porozite (görünür gözeneklilik) (%)
 e : Boşluk oranı
 M_s : Numunenin doymuş kütlesi (g)
 M_d : Numunenin kuru kütlesi (g)
 γ_s : Doymuş birim hacim ağırlık (kN/m^3)
 γ_d : Kuru birim hacim ağırlık (kN/m^3)
 ρ_s : Doymuş yoğunluk (g/cm^3)
 ρ_d : Kuru yoğunluk (g/cm^3)



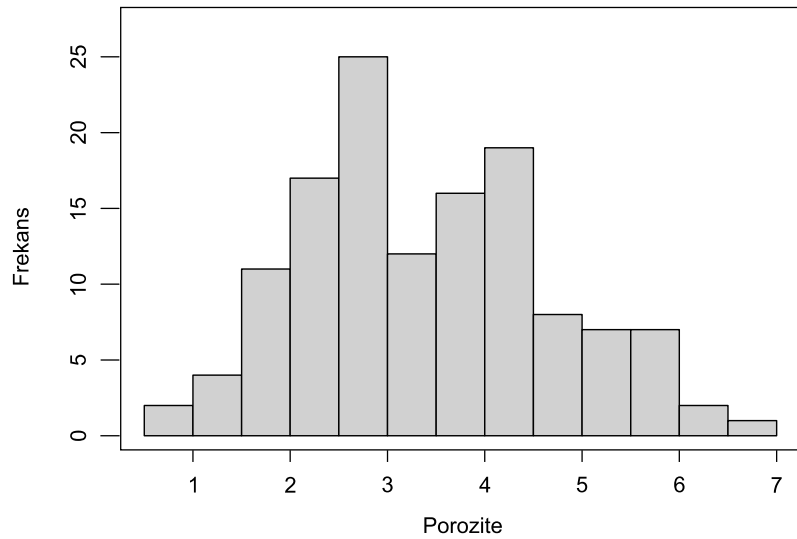
Şekil 14- Porozite tayini yapılan numuneler

Standartlara uygun olarak kurutulup suya doyurulan düzenli geometriye sahip karot örneklerinin porozite ve boşluk oranı değerleri hesaplanmıştır (Şekil 14). İnceleme alanındaki silttaşları ve kilttaşları suya doyurma aşamasında dağılmış olup, sonuç elde edilememiştir. Test edilen kumtaşı örneklerinde tane boyu, içerdikleri yapısal ve mineralojik unsurlar sonuçlar üzerinde etkili olmuş ve dağılımı etkilemiştir (Çizelge 17). Test sonuçlarında derinlikle orantılı belirgin bir değişim saptanamamış, kumtaşları için elde edilen sonuçlar istatistiksel olarak değerlendirilmiştir (Şekil 15).

Çizelge 17 - Alınan örneklerin porozite sonuçları

Örnek No	Porozite (n)	Boşluk Oranı	Kuru Yoğunluk (g/cm ³)	Doygun Yoğunluk (g/cm ³)	Kuru Birim Hacim Ağırlık (kN/m ³)	Doygun Birim Hacim Ağırlık (kN/m ³)	Kayaç Tanımı
2023-6 / 5	Test standartlarına uygun olmadığından iptal edilmiştir						Konglomera
2023-6 / 7	5,67	0,06	2,49	2,55	24,46	25,01	İnce Taneli Kumtaşı
2023-6 / 7	6,04	0,06	2,46	2,52	24,16	24,75	
2023-6 / 7	5,72	0,06	2,50	2,56	24,51	25,07	
2023-6 / 14	Test standartlarına uygun olmadığından iptal edilmiştir						Kömür Bantlı İnce Taneli Kumtaşı
2023-6 / 19	Test standartlarına uygun olmadığından iptal edilmiştir						Siltli Kilitaşı
2023-6 / 22	Test standartlarına uygun olmadığından iptal edilmiştir						Kum Bantlı Kilitaşı
2023-6 / 25A	2,65	0,03	2,57	2,6	25,22	25,48	İnce Taneli Kumtaşı
2023-6 / 25B	3,98	0,04	2,51	2,55	24,65	25,04	
2023-6 / 25C	3,11	0,03	2,55	2,58	25,04	25,35	
2023-6 / 30A	-	-	2,46	-	24,13	-	Orta Taneli Kumtaşı
2023-6 / 30B	-	-	2,52	-	24,76	-	
2023-6 / 30C	-	-	2,50	-	24,51	-	
2023-6 / 32A	-	-	2,48	-	24,34	-	Killi Kumlu Silttaşı
2023-6 / 32B	-	-	2,53	-	24,86	-	
2023-6 / 32C	-	-	2,50	-	24,51	-	
2023-6 / 38A	2,42	0,02	2,56	2,58	25,11	25,35	Orta Taneli Kumtaşı
2023-6 / 38B	2,64	0,03	2,54	2,56	24,89	25,15	
2023-6 / 38C	4,43	0,05	2,53	2,57	24,80	25,23	
2023-6 / 43A	2,91	0,03	2,57	2,60	25,22	25,50	İnce Taneli Koyu Gri Kumtaşı
2023-6 / 43B	2,87	0,03	2,54	2,57	24,95	25,24	
2023-6 / 43C	3,80	0,04	2,56	2,60	25,09	25,47	
2023-6 / 49A	-	-	2,50	-	24,54	-	Kumlu Killi Silttaşı
2023-6 / 49B	-	-	2,53	-	24,85	-	
2023-6 / 49C	-	-	2,51	-	24,61	-	
2023-6 / 55A	-	-	2,56	-	25,12	-	Killi Kumlu Silttaşı
2023-6 / 55B	-	-	2,55	-	24,97	-	
2023-6 / 55C	-	-	2,50	-	24,54	-	
2023-6 / 63A	-	-	2,56	-	25,14	-	Kumlu Silttaşı
2023-6 / 63B	-	-	2,57	-	25,17	-	
2023-6 / 63C	-	-	2,56	-	25,08	-	
2023-6 / 73	5,69	0,06	2,55	2,61	25,04	25,59	Killi kumlu Silttaşı
2023-6 / 73	2,97	0,03	2,58	2,61	25,29	25,58	
2023-6 / 73	5,5	0,06	2,58	2,63	25,26	25,8	
2023-6 / 85	4,04	0,04	2,58	2,62	25,32	25,72	Killi kumlu Silttaşı
2023-6 / 85	4,35	0,05	2,58	2,63	25,32	25,75	
2023-6 / 85	2,92	0,03	2,63	2,66	25,8	26,09	
2023-6 / 95	Test standartlarına uygun olmadığından iptal edilmiştir						Kumlu Silttaşı
2023-6 / 107	Test standartlarına uygun olmadığından iptal edilmiştir						İnce Taneli Kumtaşı

Örnek No	Porozite (n)	Boşluk Oranı	Kuru Yoğunluk (g/cm ³)	Doygun Yoğunluk (g/cm ³)	Kuru Birim Hacim Ağırlık (kN/m ³)	Doygun Birim Hacim Ağırlık (kN/m ³)	Kayaç Tanımı
2023-6 / 114A	-	-	2,58	-	25,3	-	Kumlu silttaşı
2023-6 / 114B	-	-	2,55	-	25,03	-	
2023-6 / 114C	-	-	2,27	-	22,26	-	
2023-6 / 120	Test standartlarına uygun olmadığından iptal edilmiştir						Siltli kumtaşı
2023-6 / 144A	4,2	0,04	2,45	2,49	24	24,41	Gri Kumtaşı
2023-6 / 144B	4,91	0,05	2,33	2,38	22,86	23,34	
2023-6 / 144C	4,61	0,05	2,41	2,45	23,62	24,07	
2023-6 / 161A	3,15	0,03	2,49	2,52	24,43	24,74	İnce - Orta Taneli Kumtaşı
2023-6 / 161B	1,74	0,02	2,53	2,55	24,8	24,97	
2023-6 / 161C	2,52	0,03	2,55	2,57	24,96	25,21	
2023-6 / 174A	-	-	2,59	-	25,43	-	Gri Kumlu Killi Silttaşı
2023-6 / 174B	-	-	2,57	-	25,23	-	
2023-6 / 174C	-	-	2,59	-	25,4	-	
2023-6 / 179	2,66	0,03	2,50	2,53	24,54	24,8	Kömür İzli Gri Kumtaşı
2023-6 / 179	1,89	0,02	2,63	2,65	25,83	26,01	
2023-6 / 179	2,43	0,02	2,58	2,61	25,33	25,57	
2023-6 / 186	Test standartlarına uygun olmadığından iptal edilmiştir						Kumlu Killi Silttaşı



Şekil 15- Kumtaşlarından alınan porozite örneklerine ait sonuçların istatistiksel olarak değerlendirilmesi

Kumtaşları için porozite oranı ortalama %3,5 ve boşluk oranı ortalama 0,04 mm olarak hesaplanmıştır. Bu deneye ait raporlar Ek 2’te verilmiştir.

6.4. Tek Eksenli Basınç Dayanımı Tayini

Sondajdan alınan karot numuneleri üzerinde ASTM D7012 standartlarına uygun olarak tek eksenli basınç dayanım tayinleri yapılmıştır. Deneylerde, boy/çap oranı (L/D) 2-2.5 olacak şekilde alt ve üst yüzeyleri birbirine paralel düzgün olarak kesilmiş karot numuneleri kullanılmıştır (Ulusay vd., 2011). Tek eksenli basınç dayanımı tayini, MTA Genel Müdürlüğü Kaya ve Zemin Mekaniği Laboratuvarında bulunan bilgisayar kontrollü, 1000 kN kapasiteli otomatik yükleme ünitesinde gerçekleştirilmiştir. Bu test, Türk Akreditasyon Kurumu (TÜRKAK) tarafından akredite edilmiş bir test olup deney sonuçları Çizelge 18’de verilmiştir. Testlerde uygulanan yükleme hızı, ASTM D 7012’de önerildiği üzere, 2 – 15 dakika arasında yenilme sağlayacak şekilde seçilmiştir. Test uygulanan numuneye ait örnek görsel Şekil 16’te verilmiştir. Bu deneye ait raporlar Ek 2’te verilmiştir.



Şekil 16- Tek eksenli basınç dayanımı tayini numunesi (deney sonrası)

Çizelge 18- Alınan örneklerin tek eksenli basınç dayanımı tayini sonuçları

Örnek No	Birim Hacim Ağırlık (kN/m ³)	Su Muhtevası (g)	Tek Eksenli Basınç Dayanımı (MPa)	Kayaç Tanımı
2023-6 / 1A	25,86	0,6	24,67	Kireçtaşı
2023-6 / 1B	26,08		78,55	
2023-6 / 3A	24,83	3	2,50	Killi Kumlu Silttaşı
2023-6 / 3B	24,91		Deney Öncesi Kırık	
2023-6 / 3C	25,00		2,76	
2023-6 / 8A	24,73	2,4	13,86	İnce Taneli Kumtaşı
2023-6 / 8B	25,35		35,37	
2023-6 / 8C	25,22		Erken Yenildi	
2023-6 / 8D1	25,09		12,23	
2023-6 / 8D2	25,06		55,28	
2023-6 / 12A	23,65	2,6	Erken Yenildi	Kömür Bantlı İnce Taneli Kumtaşı
2023-6 / 12B	24,44		5,35	
2023-6 / 12C	23,96		4,23	
2023-6 / 16	-	-	Standarda uygun örnek hazırlanamamıştır.	Siltli Kilitaşı
2023-6 / 21C	25,25	2,6	19,59	Kum Bantlı Kilitaşı

Örnek No	Birim Hacim Ağırlık (kN/m ³)	Su Muhtevası (g)	Tek Eksenli Basınç Dayanımı (MPa)	Kayaç Tanımı
2023-6 / 24A	25,36	1,8	Erken Yenilme	İnce Taneli Kumtaşı
2023-6 / 24B	25,15		64,30	
2023-6 / 24C	25,27		81,76	
2023-6 / 33A	25,69	2,2	17,54	Killi Kumlu Silttaşı
2023-6 / 33B	25,70		31,55	
2023-6 / 33C	-		Test öncesi kırık	
2023-6 / 36A	25,17	1,5	73,07	Orta Taneli Kumtaşı
2023-6 / 36B	25,27		73,24	
2023-6 / 41A	25,45	1,4	70,47	İnce Taneli Koyu Gri Kumtaşı
2023-6 / 41B	25,56		78,86	
2023-6 / 41C	25,58		52,49	
2023-6 / 47	-	-	-	Kumlu Killi Silttaşı
2023-6 / 50	-	-	-	Siltli Kıltaşı
2023-6 / 53A	25,63	2,6	24,14	Killi Kumlu Silttaşı
2023-6 / 53B	25,58		19,24	
2023-6 / 56A	25,86	2	20,42	Killi Kumlu Silttaşı
2023-6 / 56B	25,37		Erken Yenilme	
2023-6 / 56C	25,59		18,18	
2023-6 / 62A	25,72	2	Erken Yenilme	Kumlu Silttaşı
2023-6 / 62B	25,64		Erken Yenilme	
2023-6 / 65A	25,57	2,2	15,24	Siltli Kıltaşı
2023-6 / 65B	25,64		11,69	
2023-6 / 65C	25,57		Erken Yenilme	
2023-6 / 67A	25,50	1,3	27,84	Siltli Kumtaşı
2023-6 / 67B	26,36		37,22	
2023-6 / 67C	26,02		52,81	
2023-6 / 74A	26,46	1,5	24,71	Killi Kumlu Silttaşı
2023-6 / 74B	26,02		27,53	
2023-6 / 74C	25,60		Erken Yenilme	
2023-6 / 78A	25,55	2,2	Erken yenilme	Siltli Kıltaşı
2023-6 / 78B	25,51		4,70	
2023-6 / 81A	25,5	2,5	7,6	Siltli Kıltaşı
2023-6 / 81B	25,38		15,8	
2023-6 / 83B1	25,51	1,5	11,3	Killi Kumlu Silttaşı
2023-6 / 83B2	25,8		10,3	
2023-6 / 90	-	-	Standarda uygun örnek hazırlanamamıştır.	Kumtaşı
2023-6 / 92A	25,88	1,8	11,3	Kumlu Killi Silttaşı
2023-6 / 92B	25,77		11,4	
2023-6 / 104A	25,86	1,2	3,88	Siltli Kıltaşı
2023-6 / 104B	25,65		4,84	
2023-6 / 109A	26,15	1,6	18,96	Kumlu Silttaşı

Örnek No	Birim Hacim Ağırlık (kN/m ³)	Su Muhtevası (g)	Tek Eksenli Basınç Dayanımı (MPa)	Kayaç Tanımı
2023-6 / 109B	26,00		10,84	
2023-6 / 109C	25,90		17,49	
2023-6 / 113A	26,60	1,5	29,26	Kumlu Silttaşı
2023-6 / 113B1	25,76		13,42	
2023-6 / 113B2	25,71		21,62	
2023-6 / 113B3	25,67		24,93	
2023-6 / 116A	26,14	1,7	24,61	Siltli Kiltası
2023-6 / 119A	26,17	1,2	22,9	Siltli Kumtaşı
2023-6 / 119B	26,06		21,7	
2023-6 / 119B1	26,78		24,4	
2023-6 / 122A	25,83	1,3	35,4	Kumlu siltli kiltası
2023-6 / 122B	25,7		Erken Yenilme	
2023-6 / 122C	26,07		26	
2023-6 / 126A	25,79	1,3	29,25	Kumlu Killi Silttaşı
2023-6 / 126B	-		Test öncesi kırık	
2023-6 / 126C	25,77		29,85	
2023-6 / 126D	26,16		34,38	
2023-6 / 131A	-	1,6	Ön yüklemede yenildi	Gri Kumlu Silttaşı
2023-6 / 131B	25,95		Erken Yenildi	
2023-6 / 131C	-		Numune hazırlama esnasında dağıldı	
2023-6 / 134A	26,21	0,6	3,90	İnce Kumlu Kiltası
2023-6 / 139A1	25,10	1,1	46,07	Gri Kumtaşı
2023-6 / 139A2	25,42		89,35	
2023-6 / 139A3	25,33		77,86	
2023-6 / 145A	25,52	1,3	13,92	Gri Siltli Kiltası
2023-6 / 145B1	25,59		16,26	
2023-6 / 145B2	25,98		16,88	
2023-6 / 150A	31,48	1,3	43,23	Gri Siltli Kiltası
2023-6 / 150C	25,72		4,43	
2023-6 / 152A	25,66	0,9	94,34	Gri kumtaşı
2023-6 / 152B	25,60		Erken Yenilme	
2023-6 / 152C	-		Test öncesi kırık	
2023-6 / 154A	-	1,3	Test öncesi kırık	Gri Siltli Kiltası
2023-6 / 154B	26,11		42,80	
2023-6 / 154C	26,15		50,52	
2023-6 / 157A	26,58	1,2	Erken Yenilme	Kum lamine siltli kiltası
2023-6 / 157B	25,84		Erken Yenilme	
2023-6 / 162A	25,12	1,2	71,84	İnce - Orta Taneli Kumtaşı
2023-6 / 162B	25,58		44,24	
2023-6 / 162C	25,02		34,4	
2023-6 / 166A	26,39	1,1	35,14	Koyu Gri siltli kiltası

Örnek No	Birim Hacim Ağırlık (kN/m ³)	Su Muhtevası (g)	Tek Eksenli Basınç Dayanımı (MPa)	Kayaç Tanımı
2023-6 / 166B	26,38		Erken yenilme	
2023-6 / 166C	-		Numune hazırlama esnasında dağıldı	
2023-6 / 168A	26,16	0,6	97,40	Gri ince taneli kumtaşı
2023-6 / 168B	26,04		84,34	
2023-6 / 168C	25,95		26,56	
2023-6 / 173A	25,60	1,1	Erken yenilme	Gri kumlu killi silttaşı
2023-6 / 173B	25,86		Erken yenilme	
2023-6 / 176A	26,78	0,5	29,20	Kömür İzli Gri Kumtaşı
2023-6 / 176B	26,25		83,47	
2023-6 / 176C	26,33		59,32	
2023-6 / 181A1	25,44	0,3	16,47	Koyu Gri Killi Silttaşı
2023-6 / 181A2	25,35		20,82	
2023-6 / 181A3	25,43		17,30	
2023-6 / 181B	25,87		31,69	
2023-6 / 183A	26,01	1	12,94	Kumlu Killi Silttaşı
2023-6 / 183B	26,05		36,69	
2023-6 / 183C	26,04		20,24	

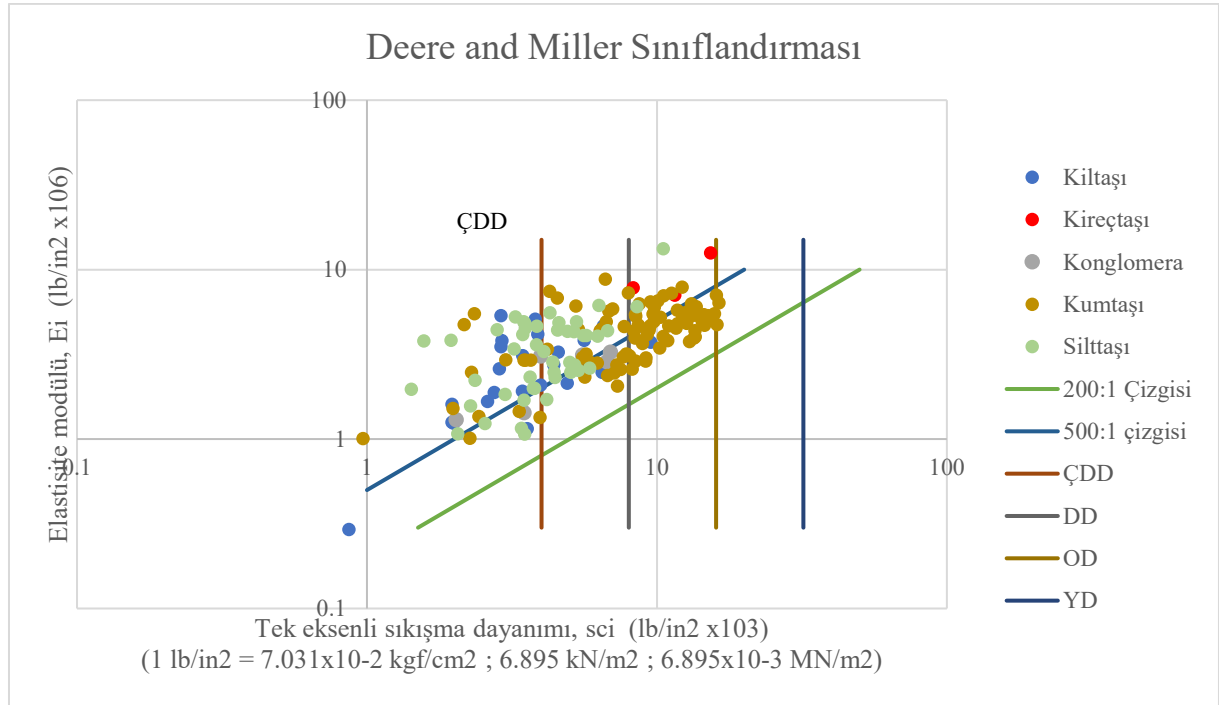
6.5. Deformasyon (Tek Eksenli Basınç Dayanımı, Elastisite Modülü ve Poisson Oranı) Testi

Bu deney, tek eksenli basınç dayanımı değerine ek olarak “gerilme-birim deformasyon” eğrilerinin çizilmesi ve elastisite modülü ve poisson oranı belirlenmesi amacıyla yapılan bir deneydir. ASTM D7012’ye göre gerçekleştirilmiştir. Bu deneyler için boy/çap oranı en az 2/2.5 olan karot numuneleri alt ve üst yüzeyleri birbirine paralel olacak şekilde düzgün olarak hazırlanmıştır.

Testlerin tamamı MTA Genel Müdürlüğü Kaya ve Zemin Mekaniği Laboratuvarında ve Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü (DSİ) TAKK Daire Başkanlığı Beton Laboratuvarı Şube Müdürlüğü’ne bağlı Kaya Mekaniği Laboratuvarı Şefliği’nde bulunan bilgisayar kontrollü otomatik yükleme ünitesinde gerçekleştirilmiştir. Tek eksenli basınç dayanımı tayinine ek olarak numunelerin etrafına zincir geçirilerek eksenel deformasyon ölçülmektedir. Test sonuçlarına göre gerilme – eksenel ve çapsal birim deformasyon grafikleri elde edilmiş, bu grafikler üzerinden elastisite modülü ve poisson oranı belirlenmiştir Çizelge 19. Testlerde uygulanan yükleme hızı, ASTM D 7012’de önerildiği üzere, 2 – 15 dakika arasında yenilme sağlayacak şekilde seçilmiştir. Test uygulanan numuneye ait örnek görsel Şekil 17’de verilmiştir. Bu deneye ait raporlar Ek 2’te verilmiştir.



Şekil 17- Deformasyon testi numunesi (deney sonrası)



Şekil 18- Deere and Miller sınıflamasına göre kayaçların tanımı (Deere ve Miller, 1966)
(ÇDD: Çok düşük dayanım, DD: Düşük dayanım, OD: Orta dayanım, YD: Yüksek dayanım)

Laboratuvar testleriyle belirlenen tek eksenli sıkışma dayanımı (σ_c) ve elastisite modülü (E) değerlerinin mühendislik sınıflaması, sağlam kayaç dayanımını dikkate alan Deere ve Miller 1966 tarafından önerilen sisteme göre yapılmıştır. Şekil 18’de bulunan abakta görüldüğü üzere havalandırma sondajında kesilen kumtaşları genellikle “orta dayanım” sınıfı içerisinde olup, az miktarda “düşük dayanım” özelliği de göstermektedir. Silttaşı ve kilttaşları genel olarak “düşük dayanım” sınıfında yoğunlaşmış olup, az miktarda “çok düşük dayanım” özelliği göstermektedir.

Çizelge 19- Alınan örneklerin deformasyon testi sonuçları

Set No	Örnek No	UCS (Mpa)	E_t (Gpa)	Poisson Oran	Kayaç Tanımı
2023-6 / 9	2023-6 / 9A	42,89	19,41	0,06	Kumtaşı
	2023-6 / 9B	49,13	16,99	0,06	
	2023-6 / 9C	50,07	18,93	0,03	
	2023-6 / 9D	56,63	17,87	0,06	
	2023-6 / 9E	55,48	21,37	0,05	
2023-6 / 13	2023-6 / 13A	6,67	6,95	0,01	Kumtaşı
	2023-6 / 13B	20,75	20,25	0,02	
	2023-6 / 13C	38,86	16,00	0,03	
	2023-6 / 13D	24,29	20,18	0,09	
2023-6 / 15	2023-6 / 15A	63,20	20,77	0,03	Kumtaşı
	2023-6 / 15B	63,04	19,93	0,05	
	2023-6 / 15C	89,26	26,02	0,00	
2023-6 / 23	2023-6 / 23A	50,41	14,19	0,01	Kumtaşı
	2023-6 / 23B	46,56	16,37	0,02	
	2023-6 / 23C	54,54	21,81	0,00	
2023-6 / 28	2023-6 / 28A	16,76	9,37	0,00	Kumtaşı
	2023-6 / 28B	15,62	6,97	0,04	
2023-6 / 37	2023-6 / 37A	72,62	48,34	0,00	Kumtaşı
	2023-6 / 37B	94,03	41,72	0,00	
	2023-6 / 37C	110,56	48,89	0,00	
	2023-6 / 37D	61,33	25,35	0,04	
2023-6 / 42	2023-6 / 42A	45,71	60,60	0,01	Kumtaşı
	2023-6 / 42B	98,90	33,86	0,01	
	2023-6 / 42C	106,07	36,31	0,06	
	2023-6 / 42D	67,29	34,17	0,15	
	2023-6 / 42E	87,12	33,30	0,01	
	2023-6 / 42F	63,07	30,76	0,00	
2023-6 / 46	2023-6 / 46A	5,97	2,02	0,00	Siltli Kıltaşı
	2023-6 / 46B	4,42	Numune erken yenildi		
2023-6 / 48	2023-6 / 48A	--	--	--	Kumlu Killi Silttaşı
	2023-6 / 48B	17,60	8,52	0,02	
	2023-6 / 48C	24,00	11,71	0,15	
2023-6 / 54	2023-6 / 54A	26,09	13,79	0,11	Killi Kumlu Silttaşı
	2023-6 / 54B	30,44	17,10	0,15	
	2023-6 / 54C	25,79	13,76	0,44	
2023-6 / 57	2023-6 / 57A	39,32	28,23	0,00	Killi Kumlu Silttaşı
	2023-6 / 57B	9,81	13,56	0,15	
	2023-6 / 57C	24,10	7,39	0,01	
	2023-6 / 57D	14,15	7,41	0,00	
2023-6 / 59	2023-6 / 59A	24,62	7,97	0,14	Siltli Kıltaşı

Set No	Örnek No	UCS (Mpa)	$E_t (Gpa)$	Poisson Oran	Kayaç Tanımı
	2023-6 / 59B	13,53	8,69	0,07	
	2023-6 / 59C	33,80	14,77	0,09	
2023-6 / 64	2023-6 / 64A	36,92	17,56	0,09	Kumlu Silttaşı
	2023-6 / 64B	40,40	18,08	0,16	
	2023-6 / 64C	30,12	19,63	0,00	
2023-6 / 68	2023-6 / 68A	53,99	21,94	0,06	Siltli Kumtaşı
	2023-6 / 68B	15,80	17,09	0,04	
	2023-6 / 68C	28,83	23,36	0,01	
2023-6 / 75	2023-6 / 75A	28,05	22,72	0,00	Killi Kumlu Silttaşı
	2023-6 / 75B	35,62	29,69	0,09	
	2023-6 / 75C	35,80	18,90	0,03	
2023-6 / 79	2023-6 / 79A	--	--	--	Siltli Kıltaşı
	2023-6 / 79B	13,71	8,56	0,17	
	2023-6 / 79C	30,36	18,92	0,13	
2023-6 / 82	2023-6 / 82A	23,68	13,25	0,05	Siltli Kıltaşı
	2023-6 / 82B	27,38	14,38	0,05	
	2023-6 / 82C	18,95	13,02	0,10	
2023-6 / 84	2023-6 / 84A	16,23	15,35	0,00	Killi Kumlu Silttaşı
	2023-6 / 84B	15,68	10,82	0,06	
	2023-6 / 84C	24,18	33,19	0,14	
2023-6 / 89	2023-6 / 89A	20,65	12,67	0,04	Killi Silttaşı
	2023-6 / 89B	28,75	11,82	0,09	
	2023-6 / 89C	31,27	30,41	0,21	
2023-6 / 91	2023-6 / 91A	22,39	36,23	0,00	Kumlu Killi Silttaşı
	2023-6 / 91B	34,72	17,08	0,07	
	2023-6 / 91C	23,90	34,08	0,09	
2023-6 / 96	2023-6 / 96A	25,14	16,04	0,01	Kumlu Silttaşı
	2023-6 / 96B	34,48	19,55	0,01	
	2023-6 / 96C	30,70	15,94	0,00	
2023-6 / 98	2023-6 / 98A	39,26	21,91	0,00	Kumtaşı
	2023-6 / 98B	44,57	30,86	0,01	
	2023-6 / 98C	84,61	36,04	0,01	
2023-6 / 102	2023-6 / 102A	17,93	11,51	0,00	Siltli Kıltaşı
	2023-6 / 102B	13,53	11,09	0,00	
	2023-6 / 102C	19,70	17,95	0,07	
2023-6 / 105	2023-6 / 105A	65,40	44,51	0,00	Kumtaşı
	2023-6 / 105B	47,04	39,29	0,06	
	2023-6 / 105C	65,33	32,12	0,04	
2023-6 / 108	2023-6 / 108A	31,60	33,60	0,09	Kumlu Killi Silttaşı
	2023-6 / 108B	36,40	34,06	0,01	
	2023-6 / 108C	46,54	30,14	0,00	

Set No	Örnek No	UCS (Mpa)	$E_t (Gpa)$	Poisson Oran	Kayaç Tanımı
2023-6 / 112	2023-6 / 112A	22,16	23,46	0,00	Kumlu Silttaşı
	2023-6 / 112B	24,23	31,17	0,00	
	2023-6 / 112C	19,35	30,52	0,00	
2023-6 / 115	2023-6 / 115A	38,67	26,39	0,04	Siltli Kilitaşı
	2023-6 / 115B	19,98	36,91	0,13	
	2023-6 / 115C	19,95	24,18	0,32	
2023-6 / 118	2023-6 / 118A	14,92	32,70	0,24	Siltli Kumtaşı
	2023-6 / 118B	16,17	37,84	0,03	
	2023-6 / 118C	38,16	20,86	0,00	
2023-6 / 123	2023-6 / 123A	65,59	25,80	0,01	Kumlu Siltli Kilitaşı
	2023-6 / 123B	31,50	22,48	0,02	
	2023-6 / 123C	23,73	21,43	0,11	
2023-6 / 125	2023-6 / 125A	36,19	42,13	0,02	Kumtaşı
	2023-6 / 125B	--	--	--	
	2023-6 / 125C	59,44	32,62	0,06	
2023-6 / 127	2023-6 / 127A	26,47	24,82	0,00	Kumlu Killi Silttaşı
	2023-6 / 127B	13,44	26,44	0,05	
	2023-6 / 127C	23,47	8,00	0,65	
2023-6 / 140	2023-6 / 140A	--	--	--	Kumtaşı
	2023-6 / 140B	75,01	26,27	0,02	
	2023-6 / 140C	36,89	30,62	0,08	
2023-6 / 158	2023-6 / 158A	20,12	26,26	0,05	Kumlu Siltli Kilitaşı
	2023-6 / 158B	26,76	28,69	0,10	
	2023-6 / 158C	26,22	35,15	0,10	
2023-6 / 163	2023-6 / 163A	93,11	30,06	0,02	Kumtaşı
	2023-6 / 163B	53,19	31,80	0,03	
	2023-6 / 163C	94,65	37,12	0,00	
2023-6 / 165	2023-6 / 165A	--	--	--	Siltli Kilitaşı
	2023-6 / 165B	45,02	32,12	0,03	
	2023-6 / 165C	44,56	17,07	0,07	
2023-6 / 167	2023-6 / 167A	84,12	54,50	0,08	Kumtaşı
	2023-6 / 167B	77,46	50,06	0,03	
	2023-6 / 167C	54,89	50,35	0,01	
	2023-6 / 167D	44,32	30,48	0,03	
2023-6 / 170	2023-6 / 170A	72,45	91,89	0,06	Kumlu Killi Silttaşı
	2023-6 / 170B	58,87	41,80	0,15	
	2023-6 / 170C	--	--	--	
2023-6 / 175	2023-6 / 175A	90,64	43,42	0,01	Kumtaşı
	2023-6 / 175B	27,24	9,27	0,00	
	2023-6 / 175C	31,20	46,85	0,05	
2023-6 / 180	2023-6 / 180A	33,85	29,90	0,07	Killi Silttaşı

Set No	Örnek No	UCS (Mpa)	$E_t (Gpa)$	Poisson Oran	Kayaç Tanımı
	2023-6 / 180B	26,54	31,98	0,00	
	2023-6 / 180C	10,83	26,16	0,00	
	2023-6 / 180D	43,48	42,44	0,00	
	2023-6 / 180E	43,00	27,93	0,01	
2023-6 / 182	2023-6 / 182A	29,43	38,37	0,00	Killi Silttaşı
	2023-6 / 182B	23,72	28,52	0,04	
	2023-6 / 182C	38,42	28,25	0,04	

6.6. Üç Eksenli Basınç Testi

Bu deney, alınan numunelerin makaslama dayanımının tayini amacıyla ASTM D 7012 standardına uygun olarak yapılmaktadır. Deney verileri kullanılarak yenilme zarfı çizilir ve bu zarf üzerinden içsel sürtünme açısı (ϕ) ve kohezyon (c) belirlenir. Yenilme zarfının çizilebilmesi için aynı özellikte kayaktan alınmış setin içerisinde en az 3 numune olmalıdır (Ulusay vd., 2011).

Çalışma alanındaki kayaçların içsel sürtünme açısı (ϕ) ve kohezyon (c) gibi makaslama dayanım parametrelerinin belirlenebilmesi amacıyla üç eksenli basınç testi yapılmıştır. Bu amaçla ASTM standartlarına uygun olarak boy/çap oranı 2 olacak şekilde hazırlanmış karot numunelerine farklı yanal basınçlar uygulanarak testler gerçekleştirilmiştir. Yanal basınçlar numunenin alındığı derinlik göz önüne alınarak seçilmiştir. Test edilen bazı numunelerin içerdikleri yapısal unsurlar, mineralojik farklılıklar ve organik madde katkıları nedeniyle Mohr yenilme zarfı çizilememiş, testler iptal edilmiştir. Numunelere ait birim hacim ağırlık, kohezyon ve içsel sürtünme açısı değerleri Çizelge 20’de, Mohr yenilme zarfını içeren ayrıntılı test raporu ise Ek 2’de sunulmuştur. Test uygulanan numuneye ait örnek görsel Şekil 19’te verilmiştir.



Şekil 19- Üç eksenli basınç testi numunesi (deney sonrası)

Çizelge 20- Alınan numunelerin üç eksenli basınç testi sonuçları

Örnek No	TEST NO	Yanal Basınç (MPa)	Eksenel Gerilme (MPa)	Kohezyon (Mpa)	İçsel Sürtünme Açısı (°)	Kayaç Tanımı
2023-6 / 4	-	-	Standarda uygun numune hazırlanamamıştır.	-	-	Killi Kumlu Silttaşı
2023-6 / 11	1	1,0	66,7	15	41	İnce Taneli Kumtaşı
2023-6 / 11	2	2,0	76,2			
2023-6 / 11	3	4,0	83,7			
2023-6 / 17	-	-	Standarda uygun numune hazırlanamamıştır.	-	-	Siltli Kilitaşı
2023-6 / 26	1	1	92,8	-	-	İnce Taneli Kumtaşı
2023-6 / 26	2	2	72,2			
2023-6 / 26	3	4	76,8			
2023-6 / 34	1	1	29,8	-	-	Killi Kumlu Silttaşı
2023-6 / 34	2	2	38,1			
2023-6 / 34	3	3	33,9			
2023-6 / 34	4	4	29,7			
2023-6 / 39	1	1	67,8	7	60	Orta Taneli Kumtaşı
2023-6 / 39	2	2	85,3			
2023-6 / 39	3	4	101,1			
2023-6 / 44	1	1	72,3	-	-	İnce Taneli Koyu Gri Kumtaşı
2023-6 / 44	2	2	83,1			
2023-6 / 44	3	4	78,8			
2023-6 / 44	4	4	87,4			
2023-6 / 60	1	1	31,2	7	36,4	Killi Silttaşı
2023-6 / 60	2	2	37,5			
2023-6 / 60	3	4	42,2			
2023-6 / 76	1	1	39	-	-	Killi Kumlu Silttaşı
2023-6 / 76	2	2	22,9			
2023-6 / 76	3	4	47,5			
2023-6 / 94	1	1	84,2	-	-	Kumlu Silttaşı
2023-6 / 94	2	2	57,4			
2023-6 / 94	3	4	98,1			
2023-6 / 110	-	-	Deney Yapılamamış	-	-	Kumlu Silttaşı
2023-6 / 129A	-	-	Standarda uygun numune hazırlanamamıştır.	-	-	Gri Kumlu Silttaşı
2023-6 / 135A	1	2,0	49,1	11	35,5	Gri Kumtaşı
2023-6 / 135A	2	4,0	62,0			
2023-6 / 135A	3	8,0	72,0			
2023-6 / 138	1	2	32,9	4,5	46	Gri Siltli Kilitaşı

Örnek No	TEST NO	Yanal Basınç (MPa)	Eksenel Gerilme (MPa)	Kohezyon (Mpa)	İçsel Sürtünme Açısı (°)	Kayaç Tanımı
2023-6 / 138	2	4	52,8			
2023-6 / 138	3	8	69,4			
2023-6 / 142	1	2	121,5			
2023-6 / 142	2	4	129,3			
2023-6 / 142	3	8	128,6	-	-	Gri Kumtaşı
2023-6 / 142	4	8	99,8			
2023-6 / 142	5	1	70,1			
2023-6 / 147	-	-	Standarda uygun numune hazırlanamamıştır.	-	-	Gri Kumlu Silttaşı
2023-6 / 159	-	-	Standarda uygun numune hazırlanamamıştır.	-	-	Orta-İnce Taneli Kumtaşı
2023-6 / 171A	1	2	63,3			
2023-6 / 171A	2	4	66			
2023-6 / 171A	3	4	74,5	11,5	43	Gri Kumlu killi silttaşı
2023-6 / 171A	4	8	95,5			
2023-6 / 177	1	2,5	46,2			
2023-6 / 177	2	5,0	82,4	3	57,4	Kömür İzli Gri Kumtaşı
2023-6 / 177	3	7,5	74,9			
2023-6 / 184	-	-	Deney Yapılamamış	-	-	Kumlu killi silttaşı

6.7. Nokta Yüğü Dayanım İndeksi Testi

Bu deney, alınan numunelerde dayanım sınıflaması yapılabilmesi amacıyla ISRM'ye göre yapılan bir indeks deneyidir. Deneyin yapılması hızlı olduğu için genelde kayaç sınıflamaları için kullanılmasının yanında tek eksenli dayanım ve çekme dayanımı deneylerine yaklaşım sunmaktadır. Tek eksenli basınç dayanımı genellikle nokta yüğü dayanım indeksinin 20 – 25 katıdır (ISRM, 2007). Fakat bu oran anizotropinin fazla olduğu kayaçlarda 15 – 50 arasında değişmektedir (ISRM, 2007). Bunun yanı sıra nokta yüğü dayanım indeksi ($I_s(50)$), Brazilian çekme dayanımının 0,8 katıdır.

Karot numunelerinin uzunluk / çap oranı 0,3 – 1,0 arasında kaldığı için test tipi olarak “eksenel” test seçilmiştir. Eksenel test karot eksenine paralel yönde yükleme yapılarak gerçekleştirilir. Konik uçların numuneye temas noktaları arasındaki mesafe (D) ve yükleme yönüne dik konumdaki test numunesinin en küçük genişliği (W) kaydedildikten sonra yük düzenli olarak artırılarak numune 10 – 60 saniye arasında kırılır. Kırılma anındaki yük (P)

kaydedilir. Deneyde kullanılan hesaplamalar aşağıda verilmiştir. Test uygulanan numuneye ait örnek görsel Şekil 20’de verilmiştir. Bu deneye ait sonuçlar Çizelge 21’de, raporlar Ek 2’te verilmiştir.

$$I_s = \frac{P}{D_e^2}$$

I_s : Düzeltilmemiş nokta yükü dayanım indeksi, kPa,

P : Kırılma yükü, kN,

D_e : Eşdeğer karot çapı, mm’ dir. $D_e^2 = \frac{4A}{\pi}$



Şekil 20- Nokta yükü dayanım indeksi testi uygulaması

Çizelge 21 - Alınan numunelerin nokta yükü dayanım indeksi testi sonuçları

Set No	Örnek No	Test No	Nokta Yükü Dayanım İndeksi (150) (Mpa)	Ortalama Nokta Yükü Dayanım İndeksi (150) (MPa)	Kayaç Tanımı
2023-6 / 6	2023-6 / 6	-	Standarta uygun numune hazırlanamamıştır.		Konglomera
2023-6 / 29	2023-6 / 29	1	1,33	1,05	Orta Taneli Kumtaşı
	2023-6 / 29	2	1,5		
	2023-6 / 29	3	0,3		
	2023-6 / 29	4	0,76		
	2023-6 / 29	5	1,34		
	2023-6 / 29	6	1		
	2023-6 / 29	7	0,42		
	2023-6 / 29	8	1,73		

Set No	Örnek No	Test No	Nokta Yüğü Dayanım İndeksi (I50) (Mpa)	Ortalama Nokta Yüğü Dayanım İndeksi (I50) (MPa)	Kayaç Tanımı
2023-6 / 52	2023-6 / 52	1	0,10	-	İnce Taneli Kumtaşı
	2023-6 / 52	2	0,29		
	2023-6 / 52	3	0,66		
2023-6 / 58	2023-6 / 58	-	Standarta uygun numune hazırlanamamıştır.		Siltli Kiltası
2023-6 / 69	2023-6 / 69	-	Standarta uygun numune hazırlanamamıştır.		Killi Kumlu Silttaşı
2023-6 / 71	2023-6 / 71	-	Standarta uygun numune hazırlanamamıştır.		Siltli Kiltası
2023-6 / 87	2023-6 / 87	1	1,41	-	Kumtaşı
	2023-6 / 87	2	0,86		
	2023-6 / 87	3	1,35		
	2023-6 / 87	4	1,05		
	2023-6 / 87	5	0,67		
	2023-6 / 87	6	0,94		
2023-6 / 97	2023-6 / 97	-	Teste uygun sonuç alınamamıştır.		Kumlu Silttaşı
2023-6 / 100	2023-6 / 100	-	Standarta uygun numune hazırlanamamıştır.		Kumtaşı
2023-6 / 101	2023-6 / 101	-	Teste uygun sonuç alınamamıştır.		Killi Silttaşı
2023-6 / 103	2023-6 / 103	-	Standarta uygun numune hazırlanamamıştır.		Killi Silttaşı
2023-6 / 106	2023-6 / 106	1	1,83	2,86	İnce Taneli Kumtaşı
	2023-6 / 106	2	2,95		
	2023-6 / 106	3	2,79		
	2023-6 / 106	4	3,80		
	2023-6 / 106	5	1,86		
	2023-6 / 106	6	2,04		
	2023-6 / 106	7	2,10		
	2023-6 / 106	8	4,49		
	2023-6 / 106	9	3,90		
2023-6 / 117	2023-6 / 117	1	0,05	-	Kumlu Killi Silttaşı
	2023-6 / 117	2	0,24		
	2023-6 / 117	3	0,51		
	2023-6 / 117	4	0,66		
	2023-6 / 117	5	0,43		
	2023-6 / 117	6	0,55		
	2023-6 / 117	7	0,65		
2023-6 / 124	2023-6 / 124	1	0,77	-	Kumlu Silttaşı
	2023-6 / 124	2	0,6		
	2023-6 / 124	3	0,69		
	2023-6 / 124	4	0,6		
	2023-6 / 124	5	0,45		
	2023-6 / 124	6	0,86		
2023-6 / 128	2023-6 / 128	-	Teste uygun sonuç alınamamıştır.		Gri Siltli Kiltası
2023-6 / 133	2023-6 / 133	-	Standarta uygun numune hazırlanamamıştır.		Gri Siltli Kiltası
2023-6 / 137	2023-6 / 137	1	0,92	-	Gri Siltli Kiltası
	2023-6 / 137	2	0,89		

Set No	Örnek No	Test No	Nokta Yüğü Dayanım İndeksi (I50) (Mpa)	Ortalama Nokta Yüğü Dayanım İndeksi (I50) (MPa)	Kayaç Tanımı
	2023-6 / 137	3	0,88		
	2023-6 / 137	4	0,91		
	2023-6 / 137	5	0,86		
	2023-6 / 137	6	0,44		
	2023-6 / 141	1	-		
	2023-6 / 141	2	1,23		
	2023-6 / 141	3	0,76		
	2023-6 / 141	4	0,78		
2023-6 / 141	2023-6 / 141	5	1,35	1,03	Gri Kumtaşı
	2023-6 / 141	6	0,66		
	2023-6 / 141	7	0,82		
	2023-6 / 141	8	1,46		
	2023-6 / 141	9	1,23		
2023-6 / 149	2023-6 / 149	-	Teste uygun sonuç alınamamıştır.		Gri Siltli Kıltaşı
2023-6 / 155	2023-6 / 155	-	Standarta uygun numune hazırlanamamıştır.		Gri Siltli Kıltaşı
2023-6 / 156	2023-6 / 156	-	Standarta uygun numune hazırlanamamıştır.		Gri Siltli Kıltaşı

6.8. Çekme Dayanımı (Dolaylı Yöntem) Tayini

Bu deney, alınan numunelerin brazilian testiyle dolaylı yönden çekme dayanımının belirlenmesi amacıyla yapılmıştır. (ISRM, 2007). Çekme dayanımı tayini deneyi, ISRM 2007, ASTM D 3967 ve CANMET 1977'ye uygun olarak yapılmaktadır. Alınan numunelerin yan yüzeyleri yükleme aletinin silindirik plakalarının arasına düz bir çizgide yüklenecek şekilde ortalanarak yerleştirilir ve 15 – 30 saniye arasında yenilme gerçekleşecek şekilde sabit bir hızla yüklenir. Numunenin yenildiği andaki yük (P) kaydedilerek çekme dayanımı (σ_t) hesaplanır.

$$\sigma_t = \frac{0,636x}{DL}$$

P : Numunenin yenilmesi anında uygulanan yük (N)

D : Numune çapı (mm)

L : Numune kalınlığı (mm)

Test uygulanan numuneye ait örnek görsel Şekil 21'da verilmiştir.



Şekil 21- Çekme dayanımı tayini uygulaması

Yapılan deneylere ait özet sonuçlar Çizelge 22’de, ayrıntılı sonuçlar ise Ek 2’te verilmiştir.

Çizelge 22- Alınan numunelerin çekme dayanım tayini sonuçları

Set No	Test No	Çekme Dayanımı (MPa)	Ortalama Çekme Dayanımı (MPa)	Kayaç Tanımı
2023-6 / 10	1	2,47	2,36	İnce Taneli Kumtaşı
	2	1,20		
	3	1,20		
	4	1,77		
	5	3,32		
	6	2,76		
	7	2,78		
	8	3,01		
	9	2,68		
2023-6 / 18	1	1,75	-	Siltli Kilitaşı
	2	1,36		
	3	1,84		
	4	0,88		
	5	1,3		
	6	3,37		
2023-6 / 27	1	2,64	-	İnce Taneli Kumtaşı
	2	8,48		
	3	3,89		

Set No	Test No	Çekme Dayanımı (MPa)	Ortalama Çekme Dayanımı (MPa)	Kayaç Tanımı
	4	3,18		
	5	Test öncesi kırık		
2023-6 / 35	1	1,51	1,47	Killi Kumlu Silttaşı
	2	2,43		
	3	1,51		
	4	1,25		
	5	1,33		
	6	1,39		
	7	1,22		
	8	1,13		
2023-6 / 40	1	3,53	3,44	Orta taneli kumtaşı
	2	3,68		
	3	3,33		
	4	3,62		
	5	3,98		
	6	2,87		
	7	2,77		
	8	3,76		
2023-6 / 45	1	3,81	3,43	İnce Taneli Koyu Gri Kumtaşı
	2	3,2		
	3	2,8		
	4	4		
	5	3,38		
	6	3,48		
	7	3,23		
	8	3,69		
	9	3,31		
2023-6 / 61	1	1,71	2,07	Killi Silttaşı
	2	2,48		
	3	1,16		
	4	1,69		
	5	2,2		
	6	2,94		
	7	2,03		
	8	1,69		
	9	2,56		
	10	2,2		
2023-6 / 72	1	3,29	3,03	Killi Kumlu Silttaşı
	2	2,86		
	3	2,65		
	4	1,98		
	5	3,21		
	6	3,81		

Set No	Test No	Çekme Dayanımı (MPa)	Ortalama Çekme Dayanımı (MPa)	Kayaç Tanımı
	7	2,26		
	8	4,13		
2023-6 / 77	1	1,71	-	Killi Kumlu Silttaşı
	2	1,63		
	3	3,33		
	4	2,61		
	5	2,07		
	6	1,68		
	7	2,47		
2023-6 / 80	-	Teste uygun yeterli sayıda numude hazırlanamamıştır.		Siltli Kiltası
2023-6 / 86	1	1,17	1,69	Killi Kumlu Silttaşı
	2	1,52		
	3	1,04		
	4	1,61		
	5	1,89		
	6	2,03		
	7	1,12		
	8	2,15		
	9	2,38		
	10	2,03		
2023-6 / 93	1	0,31	-	Killi Kumlu Silttaşı
	2	0,76		
	3	0,87		
	4	1,56		
	5	1,97		
	6	1,88		
	7	1,1		
2023-6 / 99	-	Teste uygun yeterli sayıda numude hazırlanamamıştır.		Kumtaşı
2023-6 / 111	1	1,74	1,47	Kumlu Silttaşı
	2	1,36		
	3	0,82		
	4	1,64		
	5	1,2		
	6	1,47		
	7	0,93		
	8	2,62		
2023-6 / 121	-	Test standartlarına uygun numune hazırlanamamıştır.		Siltli Kumtaşı
2023-6 / 130	1	2,06	-	Gi Kumlu Silttaşı
	2	0,74		
	3	1,14		
	4	1,29		

Set No	Test No	Çekme Dayanımı (MPa)	Ortalama Çekme Dayanımı (MPa)	Kayaç Tanımı
	5	1,42		
	6	2,06		
2023-6 / 136	1	4,73	-	Gri Kumtaşı
	2	4,98		
	3	4,48		
	4	1,82		
	5	4,44		
	6	3,06		
	7	3,44		
2023-6 / 143	1	6	-	Gri Kumtaşı
	2	3,64		
	3	604		
	4	2,79		
	5	3,8		
	6	2,21		
	7	5,9		
2023-6 / 146	-	Test standartlarına uygun numune hazırlanamamıştır.		Gri Siltli Kiltası
2023-6 / 148	1	3,22	-	Gi Kumlu Silttaşı
	2	2		
	3	3,51		
	4	2,88		
	5	1,66		
	6	1,38		
2023-6 / 151	1	4,85	-	Gri Siltli Kiltası
	2	2,12		
	3	5,02		
	4	4,38		
	5	3,81		
	6	4,38		
	7	1,17		
2023-6 / 153	-	Test standartlarına uygun numune hazırlanamamıştır.		Gri Kumtaşı
2023-6 / 160	1	2,02	5,34	İnce Orta Taneli Kumtaşı
	2	9,48		
	3	6,77		
	4	1,44		
	5	9,33		
	6	9,07		
	7	2,8		
	8	5,36		
	9	3,43		
	10	3,69		

Set No	Test No	Çekme Dayanımı (MPa)	Ortalama Çekme Dayanımı (MPa)	Kayaç Tanımı
2023-6 / 164	1	5,88	5,17	İnce Taneli Koyu Gri Kumtaşı
	2	6,53		
	3	6,39		
	4	5,54		
	5	5,30		
	6	3,32		
	7	3,90		
	8	5,41		
	9	4,25		
2023-6 / 169	1	5,66	-	Gri İnce Taneli Kumtaşı
	2	2,68		
	3	5,15		
	4	5,2		
	5	2,94		
	6	2,79		
	7	3,95		
2023-6 / 172	1	2,81	-	Gri Kumlu killi silttaşı
	2	2,67		
	3	2,23		
	4	4,05		
	5	3,1		
	6	3,12		
	7	1,85		
2023-6 / 178	1	2,86	4,26	Kömür izli Gri Kumtaşı
	2	5,03		
	3	4,78		
	4	4,54		
	5	3,98		
	6	1,81		
	7	5,60		
	8	4,17		
	9	5,60		
2023-6 / 185	-	Test standartlarına uygun numune hazırlanamamıştır.		Kumlu Killi Silttaşı

7. JEOFİZİK ETÜTLER

Çalışma kapsamında gerçekleştirilen havalandırma kuyusu sondajı tamamlandıktan sonra 24.01.2024 tarihinde jeofizik kuyu ölçümleri alınmıştır. Kuyu içinde 776,00 m Gamma-Ray, 777,00 m Neutron, 778,00 m Density ölçümleri içeren jeofizik kuyu ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Sondajda kesilen kömür seviyeleri jeofizik ölçümleri ile denştirilmiştir.

8. JEOTEKNİK İNCELEME VE DEĞERLENDİRME

8.1. Mühendislik Amaçlı Kaya Kütle Sınıflamaları

Kaya kütle sınıflandırma sistemleri kaya kütlelerinin belirli özelliklerinden yararlanılarak belirli jeoteknik zonları oluşturmayı sağlar (Read ve Stacey, 2009). Bu sınıflandırma sistemlerinden Barton vd. (1974) tarafından geliştirilen Q ve Bieniawski (1973, 1976) tarafından geliştirilen Kaya Kütle İndeksi (RMR) inşaat mühendisliği ve maden alanlarında yaygın olarak kullanılmaktadır (Brady ve Brown, 2006). Bunlara ek olarak görece daha yeni bir sınıflandırma sistemi olan Hoek (1995) tarafından Jeolojik Dayanım İndeksi (GSI) geliştirilmiştir.

Bu sınıflama sistemleri, mühendislik tasarımını tek başına gerçekleştirebilecek araçlar olarak kabul edilmemelidir. Tasarım hedefleri ve sahanın jeolojisi dikkate alınarak gözlemsel, analitik ve nümerik çözüm yöntemleriyle birlikte entegre edilmelidir. Bu şekilde, nihai tasarım formüle edilebilir. Bu sistemler, uygun şekilde kullanıldığında, ön tasarımda değerli araçlar haline gelebilirler (Ulusay ve Sönmez, 2002)

8.1.1. RMR Sınıflama Sistemi

Kaya Kütle İndeksi (RMR) Bieniawski tarafından ilk olarak 1973 yılında geliştirilmiş olup yıllar içerisinde bazı değişiklikler yapılarak son haline gelmiştir. Bu sınıflandırma sistemi kaya kütlelerinin belirli yapısal bölümlere ayrılmasına ve bu bölümlerin her birinin ayrı ayrı değerlendirilmesine olanak tanır. Bu yapısal bölümlerin sınırları ana fay ve yan kayaç özelliklerinin değişim noktaları olabilirken, bazı ender durumlarda süreksizliklerin özelliklerinin ani değişim noktaları da olabilmektedir (Hoek, 2007). Esas olarak RMR sistemi, kaya kütlelerinin ayrılmış yapısal bölümlerinin belirli 6 temel parametre üzerinden değerlendirilmesi ve buna göre karakterize edilmesine olanak sağlar. RMR sınıflandırma sisteminde kullanılan parametreler;

- Kayacın tek eksenli sıkışma dayanımı (σ_c)
- Kaya Kalite Göstergesi (RQD)
- Süreksizlik aralığı
- Süreksizlik durumu
- Yeraltı su durumu
- Süreksizliklerin yönelimi olup bunların puanlamasını gösteren çizelge aşağıda verilmiştir.

Yukarıdaki parametreler kullanılarak belirlenen RMR puanında Çizelge 23 ve Çizelge 24'da verilen puanlama tablosundan yararlanılır. Fakat bu tablolarda yer alan puanlamalar belirli bir aralığa karşılık tek bir değerle temsil edildiğinden daha ayrıntılı sonuçlara ulaşılabilmesi amacıyla puanlamada ilk üç parametre için daha çok Şekil 22'deki grafikler kullanılmıştır.

Çizelge 23- RMR sınıflama parametreleri ve puanları (Bieniawski, 1989)

Parametre			Değer Aralıkları						
1	Taze Kaya Malzemesinin Dayanımı	Nokta Yük Dayanım indisi (MPa)	>10	4 - 10	2 - 4	1 - 2	Bu düşük aralık için tek eksenli basınç dayanımı tercih edilir.		
		Tek Eksenli Basınç Dayanımı (MPa)	>250	100 - 250	50 - 100	25 - 50	5 - 25	1 - 5	<1
		Puanı	15	12	7	4	2	1	0
2	Kaya Kalitesi RQD (%)		90 - 100	75 - 90	50 - 75	25 - 50	<25		
		Puanı	20	17	13	8	3		
3	Süreksizlik aralığı		>2 m	0.6 - 2 m	200 - 600 mm	60 - 200 mm	<60 mm		
		Puanı	20	15	10	8	5		
4	Süreksizliklerin Durumu		Çok pürüzlü yüzeyler Devalı değil Kapalı yarık Bozuşmamış duvar kayası	Az pürüzlü yüzeyler Yarık genişliği < 1 mm Az bozuşmuş duvar kayası	Az pürüzlü yüzeyler Yarık genişliği < 1 mm Çok bozuşmuş duvar kayası	Çizikli yüzeyler veya Dolgu kalınlığı < 5 mm veya Yarık genişliği 1-5 mm Sürekli	Yumuşak dolgu, kalınlık > 5 mm veya Yarık genişliği > 5 mm Sürekli		
		Puanı	30	25	20	10	0		
5	Yeraltı Suyu	10 m tünel uzunluğu için içeri akış	Yok	< 10	10 - 25	25 - 125	> 125		
		(eklem suyu basıncı) / (majör asal gerilme) oranı	0	< 0.1	0,1 - 0,2	0,2 - 0,5	> 0,5		
		Genel Şartlar	Tamamen Kuru	Nemli	Islak	Damlama	Akma		
		Puanı	15	10	7	4	0		

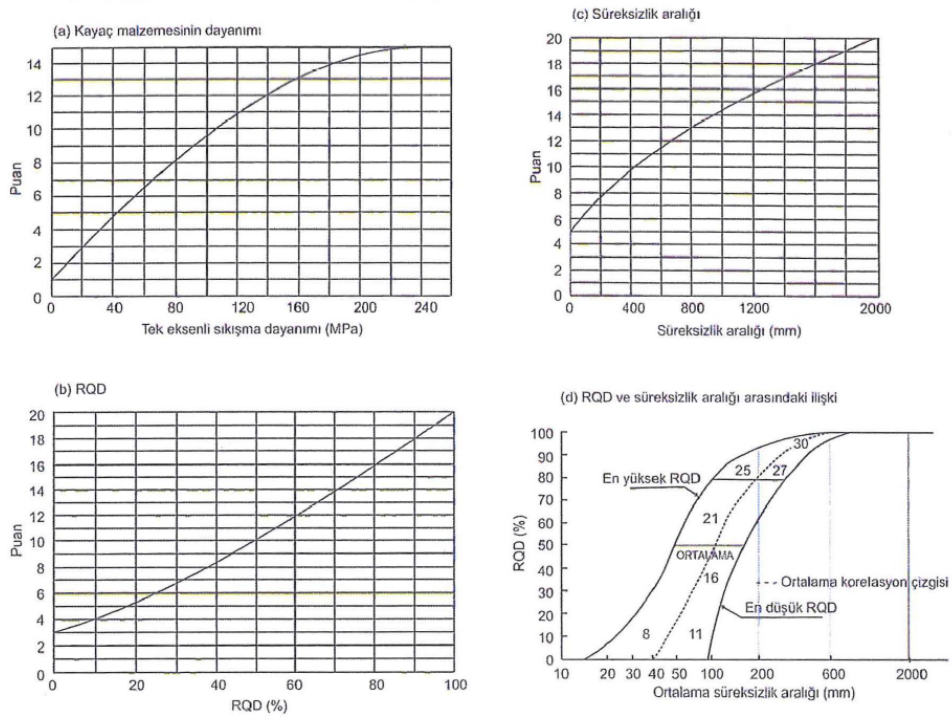
Çizelge 24- RMR sınıflama sisteminde süreksizlik şartları (Bieniawski 1989)

B. SÜREKSİZLİK ŞARTLARININ SINIFLANMASI İÇİN KILAVUZ BİLGİLER					
Süreksizlik Uzunluğu (persistans)	< 1 m	1 - 3 m	3 - 10 m	10 - 20 m	> 20 m
	6	4	2	1	0
Yarık genişliği (Açıklık)	Yok	< 0,1 mm	0,1 - 1,0 mm	1 - 5 mm	> 5 mm
	6	5	4	1	0
Pürüzlülük	Çok pürüzlü	Pürüzlü	Az Pürüzlü	Düz	Çizikli
	6	5	3	1	0
Dolgu Malzemesi	Sert Dolgu			Yumuşak Dolgu	
	Yok	< 5 mm	> 5 mm	< 5 mm	> 5 mm
Bozuşma	Bozuşmamış	Az bozuşmuş	Orta Bozuşmuş	Çok Bozuşmuş	Tamamen Bozuşmuş
	6	5	3	1	0

C. SÜREKSİZLİK YÖNELİMLERİNİN TUNELCİLİK ETKİSİ					
Eğim Yönünde ilerleme			Eğime ters yönde ilerleme		
Eğim 45 - 90	Eğim 20 - 45		Eğim 45 - 90	Eğim 20 - 45	
Çok Uygun	Uygun		Orta	Uygun Değil	
Doğrultu tünel eksenine paralel			Eğime ters yönde ilerleme		
Eğim 20 - 45	Eğim 45 - 90		Eğim 0 - 20		
Orta	Hiç Uygun Değil		Orta		
D. SÜREKSİZLİK YÖNELİMLERİ İÇİN PUANLAMA DÜZELTMELERİ					
Süreksizlik Yönelimi	Çok Uygun	Uygun	Orta	Uygun Değil	Hiç Uygun Değil
Puanlamalar					
Tünel ve madenler	0	-2	-5	-10	-12
Temeller	0	-2	-7	-15	-25
Şevler	0	-5	-25	-50	-60

Çizelge 25- RMR sınıflama sistemi puanlama çizelgesi (Bieniawski 1989)

E. TOPLAM PUANLAMAYA GÖRE BELİRLENEN KAYA KÜTLESİ SINIFI					
Puanlama	100 - 81	80 - 61	60 - 41	40 - 21	<20
Sınıf No.	I	II	III	IV	V
Tanım	Çok iyi kaya	İyi kaya	Orta kalite kaya	Kötü kaya	Çok kötü kaya



Şekil 22 - RMR sisteminde (a) tek eksenli sıkışma dayanımı, (b) RQD, (c) süreksizlik aralığı, (d) RQD ve süreksizlik aralığı arasındaki ilişkiyi tayin etmek için kullanılan grafikler (Bieniawski, 1989)

8.1.1.1. RMR Sınıflama Sistemine Göre Yapılan Değerlendirmeler

TTK tarafından açılacak havalandırma kuyusu çalışmalarına yol gösterme amacıyla yapılan RMR sınıflamasında havalandırma sondajında kesilen birimler, jeoteknik ve jeolojik anlamda kendi içinde birbirine yakın özellik gösteren 29 farklı zona ayrılmıştır. Her zon kendi içinde ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Aynı şekilde litolojik değişimlere göre manevra bazında her seviyenin RMR sınıflaması yapılmıştır.

Hat etüdü çalışmalarında yapılan ve RMR değerlendirmesinde kullanılan süreksizlik aralığı değerleri kumtaşları için 35 cm (350 mm), silttaşı – kilaşları için 19 cm (190 mm) olarak belirlenmiştir. Süreksizliklerin devamlılığı kumtaşlarında 8-10 m, silttaşı – kilaşlarında ise 2-4 m arasında değişmektedir. Genel olarak birimlerde dolgu olmamakla birlikte yalnızca makaslama zonu içeren kilaşlarında 5 mm’den büyük yumuşak dolgu kalınlığı gözlenmiştir. Pürüzlülük değerleri ise kumtaşları için genel olarak “az pürüzlü” – “pürüzlü”, silttaşı için “düz” ve kilaşları için “kaygan-parlak” – “düz” olarak sınıflandırılmıştır. Süreksizliklerin su durumu; bölgenin denize yakın olması, yağışın fazla ve kırık sistemlerinin fazla olması nedeniyle bütün birimlerin suya maruz kalabileceği öngörülerek nemli kabul edilmiştir.

RMR sınıflaması yapılırken her zon için yukarıdaki değerlendirmelerle birlikte karotlar incelendiğinde görülen süreksizliklerin durumları beraber değerlendirilmiştir.

Çalışma sonucunda hesaplanan temel RMR puanıyla birlikte süreksizlik yönelimleri de dikkate alınarak nihai RMR puanı hesaplanmıştır. Havalandırma sondajının amacı göz önüne alınarak yapılan eklem yönüne göre düzeltmede, süreksizlik eğim ve eğim yönünün etkisi doğrultuya bakılmaksızın “orta sınıf” ve “-5” puan alınarak RMR değerlendirmesinde kullanılmıştır. RMR puanı hesaplanırken patlatma, gerilme ve zayıflık düzeltmesi uygulanmamıştır.

RMR sınıflaması yapılması amacıyla havalandırma sondajında her bir zon ve manevra bazında değişen litolojik birimler için kaya sınıfının belirlenebilmesi amacıyla kullanılan parametreler ve elde edilen RMR değerleri aşağıdaki tablolarda verilmiştir (Çizelge 26).

Çizelge 26- Birimler için RMR değerlendirme örnekleri

Litoloji ve derinlik	Kilaşı 57,00-77,90		Kumtaşı 77,9-97,5		Silttaşı 97,50-110,00	
RMR sınıflaması	Değer	Puan	Değer	Puan	Değer	Puan
Tek eksenli basınç dayanımı (σ_c -MPa)	19,5	2	73,03	7	24,55	2
Kaya kalite göstergesi (RQD)	73,6	14	78	17	62	12
Süreksizlik aralığı (m)	0,6 – 2	15	0,6 – 2	15	0,6 – 2	15
Süreksizlik durumu;						
Devamlılık (m)	1-3 m	4	3-10 m	2	1-3 m	3
Açıklık (mm)	1-5	1	1-5	1	1-5	1
Pürüzlülük	Düz	1	Az Pürüzlü	3	Düz	1
Dolgu	Yok	6	Yok	6	Yok	6
Bozunma derecesi	Taze	6	Taze	6	Taze	6
Yeraltı su durumu	Nemli	10	Nemli	10	Nemli	10
Temel RMR	59		67		56	
Süreksizlik Yönelimi	Orta	-5	Orta	-5	Orta	-5
NİHAİ RMR	54		62		51	
Kaya kütle sınıfı	III		II - III		III	
Sınıf tanımlaması	Orta Kaya		İyi - Orta Kaya		Orta Kaya	

Çizelge 27- Havalandırma sondajı verilerine göre zonlar için belirlenmiş RMR değerleri

Giriş	Çıkış	Kalınlık	Zon Tanımı	RMR		
				Puan	Sınıf	Tanım
0,00	25,70	25,70	Kil İçerikli Konglomera-Silttaşı Zonu	44	III	Orta Kaya
25,70	57,00	31,30	Kumtaşı Zonu	51	III	Orta Kaya
57,00	77,90	20,90	Kiltaşı Zonu	54	III	Orta Kaya
77,90	97,50	19,60	Kumtaşı Zonu	62	II - III	İyi - Orta Kaya
97,50	110,00	12,50	Silttaşı Zonu	51	III	Orta Kaya
110,00	139,70	29,70	Kumtaşı Zonu	59	II - III	İyi - Orta Kaya
139,70	144,60	4,90	Silttaşı Zonu	59	II - III	İyi - Orta Kaya
144,60	161,60	17,00	Kiltaşı Zonu	46	III	Orta Kaya
161,60	166,75	5,15	Kumtaşı Zonu	39	III - IV	Orta - Zayıf Kaya
166,75	184,50	17,75	Silttaşı Zonu	47	III	Orta Kaya
184,50	193,10	8,60	Kiltaşı zonu	52	III	Orta Kaya
193,10	227,90	34,80	Silttaşı Zonu	48	III	Orta Kaya
227,90	232,50	4,60	Kumtaşı Zonu	52	III	Orta Kaya
232,50	308,00	75,50	Silttaşı Zonu	48	III	Orta Kaya
308,00	405,00	97,00	Kiltaşı Zonu	36	IV	Zayıf Kaya
405,00	417,20	12,20	Kumtaşı Zonu	49	III	Orta Kaya
417,20	465,45	48,25	Silttaşı Zonu	53	III	Orta Kaya
465,45	471,80	6,35	Kumtaşı Zonu	45	III	Orta Kaya
471,80	491,00	19,20	Kiltaşı Zonu	37	III	Orta Kaya
491,00	531,60	40,60	Silttaşı Zonu	43	III	Orta Kaya
531,60	610,60	79,00	Kiltaşı Zonu	31	IV	Zayıf Kaya
610,60	633,60	23,00	Kumtaşı Zonu	44	III	Orta Kaya
633,60	737,75	104,15	Kiltaşı Zonu	35	IV	Zayıf Kaya
737,75	752,80	15,05	Kumtaşı Zonu	50	III	Orta Kaya
752,80	773,80	21,00	Kiltaşı Zonu	42	III - IV	Orta - Zayıf Kaya
773,80	791,00	17,20	Kumtaşı Zonu	47	III	Orta Kaya
791,00	808,10	17,10	Silttaşı Zonu	45	III	Orta Kaya
808,10	824,10	16,00	Kumtaşı Zonu	43	III	Orta Kaya
824,10	859,30	35,20	Silttaşı Zonu	42	III - IV	Orta - Zayıf Kaya

Çizelge 27’de görüldüğü üzere;

Kalınlıkları 4,90 m ile 104,15 m arasında değişen 29 farklı zon Bieniawski (1989) tarafından önerilen RMR sınıflamasına göre değerlendirilmiş olup, kumtaşları genel olarak “III. Sınıf – Orta Kaya”, silttaşları “III. Sınıf – Orta Kaya” ve kilttaşları “IV. Sınıf – Zayıf Kaya” olarak tanımlanmıştır.

8.1.2. Q Sınıflama Sistemi

Q sınıflama sistemi, 1974 yılında Barton vd. tarafından Norveç Jeoteknik Enstitüsü'nde geliştirilmiş kaya kütlesi özelliklerini ve tünel destek gereksinimlerini veren bir sınıflama sistemidir. Q değeri sayısal bir değer olup logaritmik ölçekte 0,001 ile 1000 arasında değişerek tüneller için destek özelliklerine bir yaklaşım sunmaktadır (Hoek, 2007).

$$Q = \frac{RQD}{J_n} * \frac{J_r}{J_a} * \frac{J_w}{SRF}$$

RQD	kaya kütle tanımı
J _n	eklem takım sayısı
J _r	eklem pürüzlülük sayısı
J _a	eklem alterasyon sayısı
J _w	eklem suyu indirgeme faktörü
SRF	eklem indirgeme faktörü olarak tanımlanmaktadır.

Bu formül üç ana bölüm olarak incelenebilir. Bu bölümlerden ilki kaya kütlelerinin yapısını temsil eden (RQD/J_n) bölümüdür. Bu bölüm blok veya tanecik büyüklüğünü verir ve alabileceği değer en fazla 100/0,5 – en düşük 10/20 olacak şekilde 400 faktörlük fark yaratabilir.

İkinci bölüm eklem duvarının pürüzlülük ve sürtünme özelliklerinin belirlenmesinde yardımcı olan (J_r/J_a) bölümüdür. Bu bölüm pürüzlü ve alterasyon içermeyen eklemlerin lehinedir. Eklemlerin içinde ince de olsa kil dolgusu olması durumunda bu dayanım ciddi anlamda düşmektedir. Kesmeden sonra kaya duvar kontağı olmadığı durum tünel stabilitesi için en elverişsiz durumdur.

Üçüncü bölüm ise J_w/SRF bölümüdür. Bu bölüm aktif stresi vermekte olup eklem suyu indirgeme faktörünün eklem indirgeme faktörüne oranından bulunur. Q sınıflama sistemine ait çizelgeler, Çizelge 28 – Çizelge 34 arasında verilmiştir.

Çizelge 28- Q sınıflama sistemi için kaya kütlesi tanımı (RQD) çizelgesi

1. RQD	KAYA KALİTE GÖSTERGESİ TANIMI
0-25	A. Çok Zayıf
25-50	B. Zayıf
50-75	C. Orta
75-90	D. İyi
90-100	E. Çok İyi (Mükemmel)
Not:	(1) RQD < 10 (0 dahil) ise Q'nun hesaplanmasında RQD için 10 gibi nominal bir değer kullanılır. RQD için 100, 95, 90... vb. gibi 5'lik aralıklar yeterlidir.

Çizelge 29- Q sınıflama sistemi için eklem takım sayısı çizelgesi

2. EKLEM TAKIM SAYISI	(J _n)
A. Masif, eklem çok az veya hiç yok	0.5-1,0
B. Bir eklem takımı	2
C. Bir eklem takımı ve gelişigüzel eklemler	3
D. İki eklem takımı	4
E. İki eklem takımı ve gelişigüzel eklemler	6
F. Üç eklem takımı	9
E. Üç eklem takımı ve gelişigüzel eklemler	12

H. Dört veya daha fazla eklem takımı, gelişigüzel çok fazla sayıda, küp şeker görünümünde	15
I. Parçalanmış kaya, toprak görünümünde	20
Not: (2) Arakesitler (kesişen tüneller) için ($3.0 \times J_n$) kullanılır. (3) Tünel girişleri için ($2.0 \times J_n$) kullanılır.	

Çizelge 30- Q sınıflama sistemi için eklem pürüzlülük sayısı çizelgesi

3. EKLEM PÜRÜZLÜLÜK SAYISI	(J _r)
(a) Süreksizlik-kaya dokanağı ve (b) 10 cm'lik bir makaslamadan önceki süreksizlik- kaya dokanağı	
A. Süreksiz eklemeler	4
B. Pürüzlü veya düzensiz, dalgalı	3
C. Düz, dalgalı	2
D. Kaygan, dalgalı	1.5
E. Pürüzlü veya düzensiz, düzlemsel	1.5
F. Düz, düzlemsel	1.0
G. Kaygan, düzlemsel	0.5
Not: (4) Bu sıralamada tanımlamalar, küçük ve ara ölçekli özellikleri göstermektedir.	
(b) Makaslanmış kesimde süreksizlik-kaya dokanağı yok	
H. Süreksizlik yüzeylerinin birbirine temasını önleyecek yeterli kalınlıkta kil minerali içeren zon	1.0
I. Süreksizlik yüzeylerinin birbirine temasını önleyecek yeterli kalınlıktaki kumlu, çakıllı ya da parçalanmış zon	1.0
Not: (5) İlgili eklem takımının ortalama aralığı 3 m'den büyük ise, J _r 'ye 1.0 eklenebilir. (6) Çizgiselliklerin en düşük dayanımı verecek şekilde yönlendirilmesi koşuluyla, çizgisellik içeren düzlemsel ve kaygan süreksizlik yüzeyleri için J _r = 0.5 alınabilir. (7) J _r ve J _a sınıflaması, yönelim ve makaslama dayanımı ($t = \sigma_n \tan(J_r / J_a)$) açısından duraylılık için hiç uygun olmayan eklem takımına veya süreksizliklere uygulanır.	

Çizelge 31- Q sınıflama sistemi için eklem alterasyon sayısı çizelgesi

4. EKLEM ALTERASYON SAYISI	J _a	φ (yaklaşık)
(a) Kaya-süreksizlik dokanağı (mineral dolgusu yok, sadece yüzey kaplaması)		
A. Yüzeyler sıkı, sert, yumuşamayan geçirimsiz dolgu (örneğin kuvars veya epidot)	0.75	-
B. Eklem yüzeyinde değişim yok, sadece yüzey sivaması var	1	25-30°
C. Çok az değişime (bozunmaya) uğramış süreksizlik yüzeyleri. Yumuşamayan mineral kaplamaları, kum taneleri, kil içermeyen bozunmamış kaya vb.	2	20-25°
D. Silti veya kumlu kil kaplamaları, çok az ve yumuşamayan kil içeriği	3	20-25°
E. Yumuşamayan veya düşük sürtünmeye sahip kil kaplama (örneğin kaolinit veya mika). Ayrıca klorit, talk, jips, grafit vd. ile az miktarda şişen killer	4	8-16°
(b) 10 cm'lik makaslamadan önceki süreksizlik kaya dokanağı (ince mineral dolguları)		
F. Kum taneleri, kil içermeyen bozunmamış kaya vd.	4	25-30°
G. Aşırı konsolide olmuş yumuşamayan kil minerali dolguları (sürekli, ancak kalınlığı <5 mm)	6	16-24°
H. Orta ve düşük derecede aşırı konsolidasyona maruz kalmış, yumuşayan kil minerali dolguları (sürekli, ancak kalınlığı <5 mm)	8	12-16°

J. Şişen kil mineralleri -örneğin mont-morillenit (sürekli, ancak kalınlığı <5 mm.) Ja'nın değeri şişen kil tane boyutundaki malzemenin miktarına ve su girişine bağlı	8-12	6-12°
(c) Makaslanma durumunda süreksizlik yüzeylerinin teması yok (kalın mineral dolguları)		
K,L,M. Bozunmuş veya parçalanmış kaya ve kil bantları ya da zonları (kil koşulunun tanımı için G, H ve J'ye bakınız)	6, 8 veya 8-12	6-24°
N. Siltli veya kumlu kil bantları veya zonları, çok az kil (yumuşamayan)	5.0	-
O, P, R. Kalın ve sürekli kil bantları veya zonları (kil koşulunun tanımlanması için G, H, ve J'ye bakınız)	10,13 veya 13-20	6-24°

Çizelge 32- Q sınıflama sistemi için eklem suyu indirgeme faktörü çizelgesi

5. EKLEM SU AZALTMA FAKTÖRÜ	Yaklaşık Su Basıncı (kgf/cm ²)	J _w
A. Kısmi kazı veya düşük su geliri (örneğin genel olarak <5 l/dk.)	1	1.0
B. Orta derecede su geliri veya basıncı, yer yer eklem dolgularının yıkanması	1 - 2.5	0.66
C. Dolgusuz eklemeler içeren sağlam kayada aşırı su geliri veya yüksek basınç	2.5 - 10	0.5
D. Aşırı su geliri veya yüksek basınç, eklem dolgularının ileri derecede yıkanması	2.5 - 10	0.33
E. Çok ileri derecede su geliri veya patlama sırasında zamanla azalan yüksek su basıncı	10	0.2 - 0.05
F. Zamanla azalmaksızın devam eden son derece fazla su geliri veya su basıncı	> 10	0.1 - 0.05
F. Kum taneleri, kil içermeyen bozunmamış kaya vd.		
Not: (8) C, D, E ve F'deki faktörler kaba tahminlerdir. Eğer drenaja yönelik önlemler alınırsa, J _w artar. (9) Buz oluşumundan kaynaklanabilecek özel sorunlar dikkate alınmamıştır.		

Çizelge 33- Q sınıflama sistemi için eklem indirgeme faktörü çizelgesi

6. GERİLME AZALTMA FAKTÖRÜ	SRF		
(a) Tünel açılırken kaya kütlelerinin gevşemesine neden olabilecek kazıyı kesen zayıf zonlar:			
A. Kil veya kimyasal olarak ayrışmış kaya içeren zayıflık zonları, çok gevşek çevre kayası (herhangi bir derinlikte)			10
B. Kil veya kimyasal olarak ayrışmış kaya içeren tek bir zayıf zon (kazı derinliği ≤ 50 m)			5
C. kil veya kimyasal olarak ayrışmış kayayı içeren tek bir zayıf zon (kazı derinliği > 50 m)			2.5
D. Kil içermeyen dayanımlı kayada birden fazla makaslama zonu, gevşek çevre kayası (herhangi bir derinlikte)			7.5
E. Kil içermeyen dayanımlı kayada tek bir makaslama zonu (kazı derinliği ≤ 50 m)			5.0
F. Kil içermeyen dayanımlı kayada tek bir makaslama zonu (kazı derinliği > 50 m)			2.5
G. Gevşek ve açık eklemeler, ileri derecede eklemli "küp şeker" görünümlü (herhangi bir derinlikte)			5.0
(b) Dayanımlı kaya, kaya gerilmesi sorunları:			
	Σ_c / σ_t	Σ_t / σ_1	SRF
H. Düşük gerilme, yüzeye yakın, açık eklemeler	> 200	< 0.01	25
J. Orta derecede gerilme, uygun gerilme koşulları	200-10	0.01-0.3	1

	K. Yüksek gerilme, çok sıkı yapı, genellikle duraylı, yan duvarlar açısından uygun olmayabilir	10-5	0.3-0.4	0.5-2
	L. Masif kayada 1 saatlik bir süre sonrasında orta derecede dilimlenme	5-3	0.5-0.65	5-50
	M. Masif kayada birkaç dakika sonra dilimlenme ve kaya patlaması	3-2	0.65-1	50-200
	N. Masif kayada aşırı kaya patlatması ve ani dinamik deformasyon	< 2	< 1	200-400
Not:	(10) Oldukça yönser (anizotrop) bakir gerilme alanı (ölçülebilirse) $5 \leq \sigma_1/\sigma_3 \leq 10$ koşulunda σ_c 0.75 σ_c 'ye, $\sigma_1 / \sigma_3 > 10$ ise 0.5 σ_c 'ye düşürülür. Burada σ_c ; tek eksenli sıkışma dayanımı, σ_1 ve σ_3 en büyük ve en küçük asal gerilmeler, σ_θ en büyük teğetsel gerilmedir (elastik kuramdan tahmin edilen). (11) Tavan yüksekliğinin genişliğinden az olduğu durumlarla ilgili birkaç vaka kaydı mevcuttur. Bu gibi durumlar için SRF'nin 2.5'tan 5'e artırılması önerilir (H madde- sine bakınız)			
(c) Sıkışan kaya: Yüksek kaya basıncının etkisiyle düşük dayanımlı kayada plastik akma:				
		$\sigma_\theta / \sigma_{ci}$	SRF	
	O. Az sıkıştıran kaya basıncı	1-5	5-10	
	P. Aşırı sıkıştırıcı kaya basıncı	> 5	10-20	
Not:	(12) Sıkışan kaya vakaları $H > Q^{1/3}$ derinlik koşulunda meydana gelebilir (Singh vd., 1993). Kaya kütlelerinin sıkışma dayanımı $q = 0.7\gamma Q^{1/3}$ (MPa) eşitliğinden tahmin edilebilir. Burada γ kayanın birim hacim ağırlığıdır (kN/m ³) (Singh, 1993)			
(d) Şişen kaya: Suyun varlığına bağlı olarak kimyasal şişme etkinliği			SRF	
	R. Düşük şişme basıncı	5-10		
	S. Çok yüksek şişme basıncı	10-15		

Çizelge 34- Q değerine bağlı kaya kütlesi sınıflaması

Q Değeri	Kaya Kütlesi Sınıfı
1000 - 400	Son Derece İyi
400 - 100	Pek Çok İyi
100 - 40	Çok İyi
40 - 10	İyi
10 - 4	Orta
4 - 1	Zayıf
1 - 0,1	Çok Zayıf
0,1 - 0,01	Çok Fazla Zayıf
0,01 - 0,001	Son Derece Zayıf

Bieniawski RMR ve tünel indeksi Q arasında bir bağlantı bulunmaktadır. Fakat bu bağlantı çok dikkatli kullanılmalıdır çünkü Q indeksi tünel dizaynı olarak kullanılırken açık ocak madenleri için kullanılmamaktadır (Read ve Stacey, 2009).

$$RMR_{1976} = 9 \ln Q + 44$$

8.1.2.1. Q sınıflama Sistemine Göre Değerlendirmeler

TTK tarafından Armutçuk Taşkömürü İşletme Müessesesinde yapılması planlanan havalandırma kuyusunun tahkimat seçimine yaklaşım sağlanması, kesilen birimlerin yapısal ve litolojik özelliklerinin belirlenmesi amacıyla raporda belirtilen parametrelerden yararlanılarak Q sistemi (Barton vd., 1974) kaya sınıflaması yapılmıştır.

Havalandırma sondajında her zon için hesaplanan RQD değerleri ile karotlar üzerinde yürütülen laboratuvar testlerinden elde edilen σ_c değerleri her bir zon için ayrı ayrı hesaplanmış ve Q sisteminde kullanılmıştır. RQD değerleri her bir zon için ayrı ayrı hesaplanmıştır.

J_n (eklem takım sayısı), J_r (eklem pürüzlülük sayısı), J_a (eklem alterasyon sayısı) değerleri hesaplanırken sondajda gözlenen litolojik birimlerdeki değişim baz alınmıştır. Dolayısıyla her bir zon için bu değerler farklılık göstermektedir.

Eklem pürüzlülük sayısı kumtaşları için genel olarak “az pürüzlü” – “pürüzlü” olarak değerlendirilip J_r sayısı 1,5 alınmıştır. Silttaşları ve kilttaşları için genel olarak “düz, düzlemsel” olarak değerlendirilip J_r sayısı 1 alınmıştır.

Eklem alterasyon sayısı (J_a) kumtaşlarında genel olarak “1,0” bazı seviyelerde çok az alterasyonlar görüldüğü için “2,0”; silttaşı ve kilttaşlarında genel olarak “1,0” alınmıştır.

J_w (eklem suyu indirgeme faktörü) her zon için su gelişinin 5 lt/dk değerinden küçük olduğu kabul edilmiş olup hesaplamada “1,0” olarak alınmıştır.

SRF (eklem indirgeme faktörü) genel olarak Çizelge 33’ nin b kısmı dikkate alınarak yapılmış olup, kil içeren zayıf zonlarda ise Çizelge 33’ nin a kısmı kullanılmıştır. Buna göre yapılan değerlendirmelerde RMR kısmında da ilk zon olarak kabul edilen 0,00 – 25,70 m. zonunda kalınlıkları 0,80 m ile 2,70 m arasında değişen 5 farklı kil seviyesi olmasından dolayı SRF değeri Çizelge 33 a kısmındaki A durumu kabul edilmiş ve SRF değeri 10 alınmıştır. RMR zonlarına göre daha derinlerde görülen kil seviyeleri tek başlarına değerlendirildiklerinde Çizelge 33 a kısmındaki C durumu ($SRF = 2,5$) birleştirildiklerinde ise A durumu ($SRF = 10,0$) kabul edilmiştir. Kil olmayan masif olarak değerlendirebilecek zonlarda ise Çizelge 33 b kısmındaki durumlar dikkate alınmıştır. Buna göre ilk 50 metrede kil içermeyen bütün birimler Çizelge 33 b kısmındaki H durumu ($SRF = 2,5$) kullanılmıştır. Daha derinlerdeki zonlarda ise Çizelge 33 b kısmındaki I durumu ($SRF = 1,0$) kabul edilmiştir.

0,00- 25,70 m. arasındaki zon, çok sayıda kil seviyesi içerdiği için tek bir zon olarak kabul edilmiştir. Diğer bütün değerlendirmeler kuyu sonuna kadar litolojik değişimlere göre yapılmıştır. Birimlere ait örnek değerlendirmeler Çizelge 35-36-37-38’de verilmiştir.

Çizelge 35- Fazla sayıda kil seviyesi içeren farklı birimlerin arılanmasıyla oluşan ilk zon için Q sınıflama sistemi değerlendirmesi

Q Parametreleri	Kayaç Tanımı
	00,00 - 25,70
RQD kaya kütle tanımı	35,03
J_n eklem takım sayısı	1,00
Blok Boyu (RQD/J_n)	35,03
J_r eklem pürüzlülük sayısı	1,50
J_a eklem alterasyon sayısı	2,00
Bloklar arası makaslama dayanımı (J_r/J_a)	0,75
J_w eklem suyu indirgeme faktörü	1,00
SRF eklem indirgeme faktörü	10,00
Aktif gerilme (J_w/SRF)	0,10
Q Değeri	2,63
Kaya kütle tanımlaması	Zayıf Kaya

Çizelge 36- Kumtaşları için örnek Q sınıflama sistemi değerlendirmesi

Q Parametreleri	Kayaç Tanımı
	Kumtaşı (25,70 - 52,80)
RQD kaya kütle tanımı	67,17
J _n eklem takım sayısı	9,00
Blok Boyu (RQD/J _n)	7,46
J _r eklem pürüzlülük sayısı	1,50
J _a eklem alterasyon sayısı	1,00
Bloklar arası makaslama dayanımı (J _r /J _a)	1,50
J _w eklem suyu indirgeme faktörü	1,00
SRF eklem indirgeme faktörü	2,50
Aktif gerilme (J _w /SRF)	0,40
Q Değeri	4,48
Kaya kütle tanımlaması	Orta Kaya

Çizelge 37- Kıltaşları için örnek Q sınıflama sistemi değerlendirmesi

Q Parametreleri	Kayaç Tanımı
	Kıltaşı (510,10 – 523,40)
RQD kaya kütle tanımı	29,17
J _n eklem takım sayısı	15,00
Blok Boyu (RQD/J _n)	1,94
J _r eklem pürüzlülük sayısı	1,00
J _a eklem alterasyon sayısı	1,00
Bloklar arası makaslama dayanımı (J _r /J _a)	1,00
J _w eklem suyu indirgeme faktörü	1,00
SRF eklem indirgeme faktörü	1,00
Aktif gerilme (J _w /SRF)	1,00
Q Değeri	1,94
Kaya kütle tanımlaması	Zayıf Kaya

Çizelge 38- Silttaşları için örnek Q sınıflama sistemi değerlendirmesi

Q Parametreleri	Kayaç Tanımı
	Silttaşı (841,70 - 859,30)
RQD kaya kütle tanımı	63,33
J _n eklem takım sayısı	9,00
Blok Boyu (RQD/J _n)	7,04
J _r eklem pürüzlülük sayısı	1,00
J _a eklem alterasyon sayısı	1,00
Bloklar arası makaslama dayanımı (J _r /J _a)	1,00
J _w eklem suyu indirgeme faktörü	1,00
SRF eklem indirgeme faktörü	1,00
Aktif gerilme (J _w /SRF)	1,00
Q Değeri	7,04
Kaya kütle tanımlaması	Orta Kaya

Çizelge 39- Havalandırma sondajı verilerine göre her litolojik birim için belirlenmiş Q sınıflama değerleri ve tanımları

Kuyu No	Giriş	Çıkış	Kalınlık	Zonlar	Q	Kaya Tanımı
2023-6	0,00	25,70	25,70	Kil İçerikli Konglomera-Silttaşı Zonu	2,63	Zayıf Kaya
2023-6	25,70	52,80	27,10	Kumtaşı	4,48	Orta Kaya
2023-6	52,80	55,30	2,50	Kiltaşı	10,00	İyi Kaya
2023-6	55,30	57,00	1,70	Kumtaşı	35,63	İyi Kaya
2023-6	57,00	77,90	20,90	Kiltaşı	6,06	Orta Kaya
2023-6	77,90	97,50	19,60	Kumtaşı	13,33	İyi Kaya
2023-6	97,50	106,30	8,80	Silttaşı	6,37	Orta Kaya
2023-6	106,30	127,50	21,20	Kumtaşı	9,68	Orta Kaya
2023-6	127,50	130,10	2,60	Kiltaşı	4,37	Orta Kaya
2023-6	130,10	134,90	4,80	Kumtaşı	6,82	Orta Kaya
2023-6	134,90	137,00	2,10	Kiltaşı	6,55	Orta Kaya
2023-6	137,00	139,70	2,70	Kumtaşı	50,55	Orta - İyi Kaya
2023-7	139,70	144,60	4,90	Silttaşı	31,65	Orta Kaya
2023-6	144,60	161,60	17,00	Kiltaşı	5,34	Orta Kaya
2023-6	161,60	164,00	2,40	Kumtaşı	8,70	Orta Kaya
2023-6	164,00	172,70	8,70	Kiltaşı	4,02	Orta Kaya
2023-6	172,70	184,50	11,80	Silttaşı	6,81	Orta Kaya
2023-6	184,50	193,10	8,60	Kiltaşı	2,29	Zayıf Kaya
2023-6	193,10	213,10	20,00	Silttaşı	2,51	Zayıf Kaya
2023-6	213,10	219,30	6,20	Kiltaşı	3,91	Zayıf Kaya
2023-6	219,30	223,50	4,20	Silttaşı	16,18	İyi Kaya
2023-6	223,50	227,90	4,40	Kiltaşı	5,94	Orta Kaya
2023-6	227,90	232,50	4,60	Kumtaşı	55,95	Orta - İyi Kaya
2023-6	232,50	240,60	8,10	Kiltaşı	7,56	Orta Kaya
2023-6	240,60	250,60	10,00	Silttaşı	6,17	Orta Kaya
2023-6	250,60	259,50	8,90	Kiltaşı	1,59	Zayıf Kaya
2023-6	259,50	272,30	12,80	Silttaşı	7,90	Orta Kaya
2023-6	272,30	275,20	2,90	Kiltaşı	6,00	Orta Kaya
2023-6	275,20	280,20	5,00	Silttaşı	5,90	Orta Kaya
2023-6	280,20	285,10	4,90	Kiltaşı	5,67	Orta Kaya
2023-6	285,10	291,50	6,40	Silttaşı	5,97	Orta Kaya
2023-6	291,50	296,00	4,50	Kumtaşı	11,38	İyi Kaya
2023-6	296,00	299,00	3,00	Silttaşı	20,50	İyi Kaya
2023-6	299,00	302,15	3,15	Kumtaşı	25,24	İyi Kaya
2023-6	302,15	309,05	6,90	Silttaşı	7,87	Orta Kaya
2023-6	309,05	320,90	11,85	Kiltaşı	6,14	Orta Kaya
2023-6	320,90	335,30	14,40	Silttaşı	3,40	Zayıf Kaya
2023-6	335,30	340,70	5,40	Kumtaşı	4,27	Orta Kaya

Kuyu No	Giriş	Çıkış	Kalınlık	Zonlar	Q	Kaya Tanımı
2023-6	340,70	362,40	21,70	Kiltaşı	0,29	Çok Zayıf Kaya
2023-6	362,40	370,00	7,60	Silttaşı	6,25	Orta Kaya
2023-6	370,00	372,40	2,40	Kumtaşı	9,64	Orta Kaya
2023-6	372,40	381,00	8,60	Kiltaşı	1,67	Zayıf Kaya
2023-6	381,00	385,50	4,50	Silttaşı	0,97	Çok Zayıf Kaya
2023-6	385,50	405,00	19,50	Kiltaşı	0,48	Çok Zayıf Kaya
2023-6	405,00	409,00	4,00	Silttaşı	6,11	Orta Kaya
2023-6	409,00	417,20	8,20	Kumtaşı	19,50	İyi Kaya
2023-6	417,20	431,20	14,00	Silttaşı	6,78	Orta Kaya
2023-6	431,20	435,00	3,80	Kiltaşı	5,03	Orta Kaya
2023-6	435,00	458,30	23,30	Silttaşı	4,78	Orta Kaya
2023-6	458,30	461,00	2,70	Kiltaşı	0,38	Çok Zayıf Kaya
2023-6	461,00	465,45	4,45	Silttaşı	1,15	Zayıf Kaya
2023-6	465,45	470,00	4,55	Kumtaşı	11,90	İyi Kaya
2023-6	470,00	493,00	23,00	Kiltaşı	4,08	Orta Kaya
2023-6	493,00	495,80	2,80	Kumtaşı	12,90	İyi Kaya
2023-6	495,80	510,10	14,30	Silttaşı	3,83	Zayıf Kaya
2023-6	510,10	523,40	13,30	Kiltaşı	1,93	Zayıf Kaya
2023-6	523,40	531,60	8,20	Silttaşı	7,22	Orta Kaya
2023-6	531,60	571,90	40,30	Kiltaşı	2,18	Zayıf Kaya
2023-6	571,90	577,30	5,40	Kumtaşı	9,45	Orta Kaya
2023-6	577,30	582,20	4,90	Silttaşı	15,25	İyi Kaya
2023-6	582,20	588,70	6,50	Kiltaşı	5,00	Orta Kaya
2023-6	588,70	591,50	2,80	Kumtaşı	4,02	Orta Kaya
2023-6	591,50	605,10	13,60	Kiltaşı	0,50	Çok Zayıf Kaya
2023-6	605,10	610,60	5,50	Silttaşı	1,42	Zayıf Kaya
2023-6	610,60	617,30	6,70	Kumtaşı	4,68	Orta Kaya
2023-6	617,30	622,00	4,70	Kiltaşı	3,52	Zayıf Kaya
2023-6	622,00	633,60	11,60	Kumtaşı	12,21	İyi Kaya
2023-6	633,60	642,40	8,80	Kiltaşı	3,17	Zayıf Kaya
2023-6	642,40	646,00	3,60	Kumtaşı	9,42	Orta Kaya
2023-6	646,00	681,40	35,40	Kiltaşı	1,43	Zayıf Kaya
2023-6	681,40	684,60	3,20	Kumtaşı	19,76	İyi Kaya
2023-6	684,60	698,20	13,60	Kiltaşı	1,76	Zayıf Kaya
2023-6	698,20	702,00	3,80	Kumtaşı	1,88	Zayıf Kaya
2023-6	702,00	734,75	32,75	Kiltaşı	2,50	Zayıf Kaya
2023-6	734,75	738,60	3,85	Kumtaşı	42,75	İyi Kaya
2023-6	738,60	743,70	5,10	Kiltaşı	4,83	Orta Kaya
2023-6	743,70	752,80	9,10	Kumtaşı	11,13	İyi Kaya
2023-6	752,80	773,80	21,00	Kiltaşı	2,43	Zayıf Kaya
2023-6	773,80	777,50	3,70	Kumtaşı	33,23	İyi Kaya

Kuyu No	Giriş	Çıkış	Kalınlık	Zonlar	Q	Kaya Tanımı
2023-6	777,50	782,00	4,50	Silttaşı	2,67	Zayıf Kaya
2023-6	782,00	787,50	5,50	Kiltaşı	1,15	Zayıf Kaya
2023-6	787,50	791,00	3,50	Kumtaşı	28,43	İyi Kaya
2023-6	791,00	800,00	9,00	Kiltaşı	0,75	Çok Zayıf Kaya
2023-6	800,00	810,10	10,10	Silttaşı	4,23	Orta Kaya
2023-6	810,10	814,00	3,90	Kiltaşı	0,50	Çok Zayıf Kaya
2023-6	814,00	819,00	5,00	Silttaşı	3,88	Zayıf Kaya
2023-6	819,00	824,00	5,00	Kumtaşı	13,40	İyi Kaya
2023-6	824,00	827,40	3,40	Kiltaşı	0,50	Çok Zayıf Kaya
2023-6	827,40	859,30	31,90	Silttaşı	3,99	Zayıf Kaya

Q sınıflama sistemi değerlendirilmesi yapılırken, kazı sırasında karşılaşılabilecek sorunların belirlenmesi amacıyla sondajda kesilen birimler daha ayrıntılı olarak manevra bazlı incelenmiştir. Buna bağlı olarak litolojik değişimler çerçevesinde Çizelge 39 oluşturulmuştur. Ardından bu çizelge RMR sınıflama sisteminde belirlenen zonlarla birleştirilerek Çizelge 40'deki nihai Q sınıflama sistemi zonları elde edilmiştir.

Çizelge 40 oluşturulurken Q değerleri birbirine yakın olan seviyeler birleştirilmiş olup bu seviyelerin ortalama Q değerleri alınmıştır. Zon sayıları ile ortalama RMR ve Q değerleri Çizelge 41'de verilmiştir.

Çizelge 40 - Havalandırma sondajı verilerine göre zonlar için belirlenmiş Q değerleri ve tanımları

Giriş	Çıkış	Kalınlık	Q	Kaya Tanımı
0,00	25,70	25,70	2,63	Son derece zayıf kaya
25,70	57,00	31,30	4,49	Orta Kaya
57,00	77,90	20,90	6,06	Orta Kaya
77,90	97,50	19,60	13,33	İyi Kaya
97,50	110,00	12,50	6,91	Orta Kaya
110,00	139,70	29,70	9,07	Orta Kaya
139,70	144,60	4,90	7,03	Orta Kaya
144,60	161,60	17,00	5,34	Orta Kaya
161,60	166,75	5,15	5,89	Orta Kaya
166,75	184,50	17,75	6,87	Orta Kaya
184,50	193,10	8,60	2,29	Son derece zayıf kaya
193,10	227,90	34,80	2,24	Son derece zayıf kaya
227,90	232,50	4,60	12,43	İyi Kaya
232,50	308,00	75,50	6,44	Orta Kaya
308,00	405,00	97,00	1,07	Son derece zayıf kaya
405,00	417,20	12,20	4,90	Orta Kaya
417,20	465,45	48,25	8,67	Orta Kaya
465,45	471,80	6,35	8,79	Orta Kaya

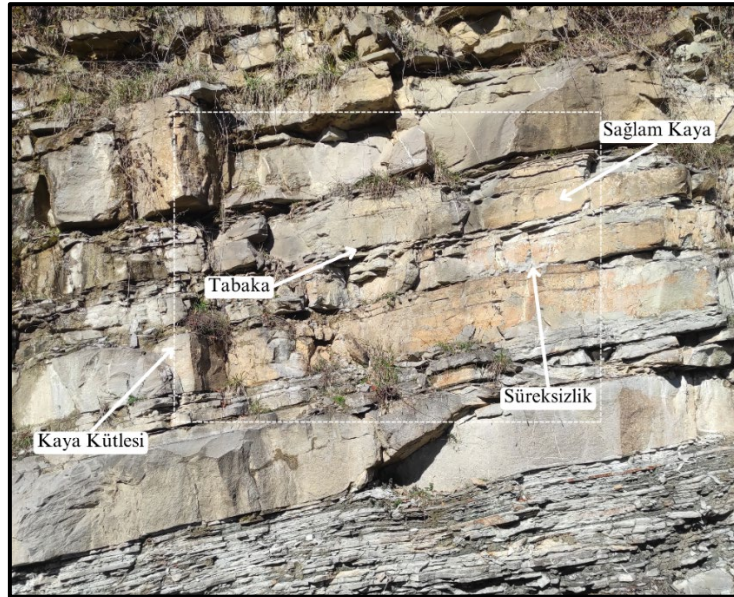
Giriş	Çıkış	Kalınlık	Q	Kaya Tanımı
471,80	491,00	19,20	5,30	Orta Kaya
491,00	531,60	40,60	3,92	Son derece zayıf kaya
531,60	610,60	79,00	1,04	Son derece zayıf kaya
610,60	633,60	23,00	5,05	Orta Kaya
633,60	737,75	104,15	4,00	Orta Kaya
737,75	752,80	15,05	6,43	Orta Kaya
752,80	773,80	21,00	4,87	Orta Kaya
773,80	791,00	17,20	9,17	Orta Kaya
791,00	808,10	17,10	13,31	İyi Kaya
808,10	824,10	16,00	2,79	Son derece zayıf kaya
824,10	859,30	35,20	3,53	Son derece zayıf kaya

Çizelge 41- Havalandırma sondajı verilerine göre zonlar için belirlenmiş ortalama RMR ve Q değerleri

Zon Adı	Zon Sayısı	Ortalama RMR	Ortalama Q
Kil İçerikli Konglomera-Silttaşı Zonu	1	44,00	2,63
Kumtaşı Zonu	11	49,18	7,49
Kiltaşı Zonu	8	41,63	3,75
Silttaşı Zonu	9	48,44	6,55

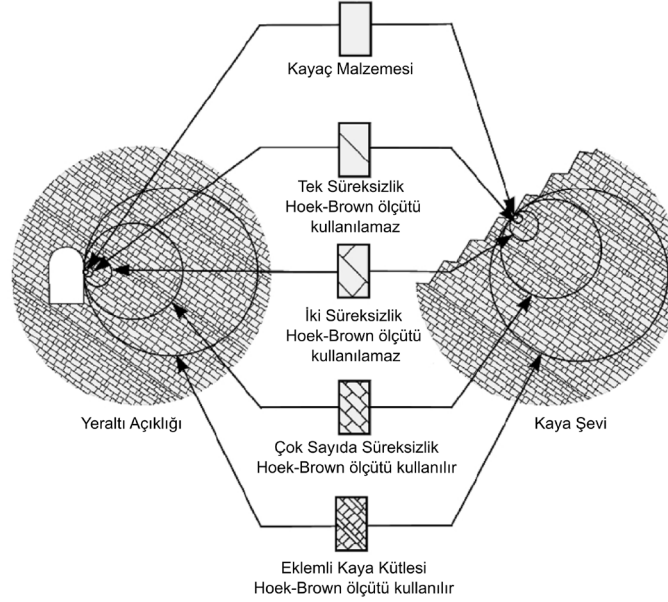
8.2. Kaya Kütle Dayanımı

Doğal süreksizliklerin arasında kalan ve kayacın dayanımının azalmasına neden olabilecek herhangi bir zayıflık düzlemi içermeyen farklı boyutlardaki kaya parçalarına “sağlam kaya” denilirken, tabakalanma, fay, kırık, fissür, şiztozite vb. doğal süreksizlikler ile sağlam kayanın birlikte oluşturdukları sistemlere “kaya kütlesi” denir (Şekil 23).



Şekil 23- Kaya kütlesi, sağlam kaya, süreksizlik ve tabaka ilişkileri (Zonguldak, 2024)
Kuzeye doğru bakış

Küçük ölçekte kayaçlar dikkate alındığında sağlam kaya önem kazanırken büyük ölçekte dikkat edildiğinde ise kaya kütlesi önem kazanmaktadır. Sağlam kayadan kaya kütesine geçişin şematik görünümü Şekil 24’de verilmiştir.



Şekil 24- Sağlam kayaç malzemesinden ileri derecede eklemli kaya kütesine geçiş ve örnek boyutundaki artış (Hoek ve Brown (1997))

Kayaç malzemesi ile birlikte süreksizlikleri de içeren büyük boyutlarda örneklerin alınması ve bunlar üzerinde laboratuvar deneylerinin yapılmasını mümkün kılacak büyük ölçekte deney sistemlerinin henüz geliştirilememiş olması sebebiyle, kaya kütesinin dayanım parametrelerini belirlemek için çeşitli görgül yöntemler geliştirilmiştir. Günümüzde bu yöntemlerin en yaygın olarak kullanılanı Hoek-Brown yenilme ölçütüdür. Bu çalışmada da kaya kütesinin dayanımını ve deformasyon modülünü belirlemek amacıyla Hoek-Brown yenilme ölçütünden yararlanılmıştır.

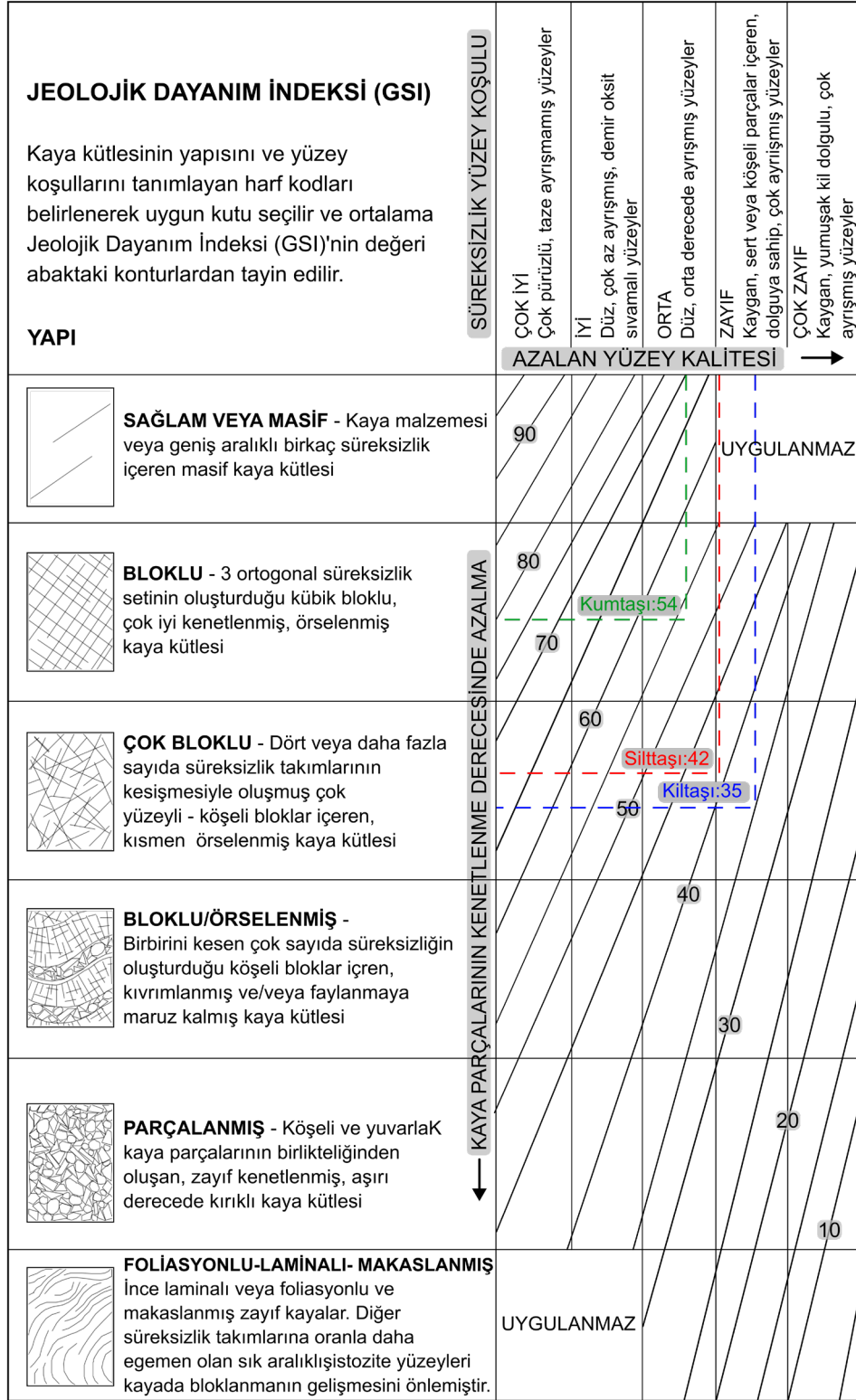
Bunlar;

- Sağlam kaya malzemesinin tek eksenli basınç dayanımı (σ_{ci})
- Sağlam kaya malzeme sabiti (m_i)
- Kaya kütesinin jeolojik dayanım indeksi (GSI)'dir.

Sağlam kayanın σ_c değeri laboratuvar deneylerinden elde edilmiştir. Kayaç malzemesinin " m_i " parametresi laboratuvarda uygulanan üç eksenli sıkışma testlerinde elde edilen verilerin kullanılmasıyla Hoek-Brown yenilme ölçütüne göre belirlenmiştir (Roclab, 2013).

Jeolojik dayanım indeksi (GSI), Hoek vd. (1995) tarafından farklı jeolojik yapılarda kaya kütle dayanımındaki azalmaları belirlemek için geliştirilmiş ve RMR'ın yerine Hoek-Brown yenilme ölçütüne dahil edilmiş bir parametredir.

Bu çalışmada Hoek (2007)'de verilen çizelge kullanılarak kumtaşı için 54, silttaşı için 42, kıltaşı için 35 GSI değerleri belirlenmiştir (Şekil 25).



Şekil 25- Jeolojik koşullara bağlı olarak belirlenen GSI sınıflama sistemi (Hoek ve Brown, 2019)

Çalışma kapsamında oluşturulması planlanan havalandırma kuyusu kazısında hafif patlatma yapılması durumu da göz önüne alınmıştır. Bu kapsamda kumtaşlarının kaya kütle dayanımını belirlemek amacıyla örselenme katsayısı (D) 0,5 değeri seçilmiştir. Bu değer

silttaşlarında ve kilttaşlarında killi seviyelerin kesilebileceği, buna paralel olarak da bu birimlerde örselenmenin çok az olacağı tahmin edilerek 0 (sıfır) olarak seçilmiştir.

Uygulamada pratik olması sebebiyle Roclab adlı yazılımdan faydalanılmıştır.

8.2.1. Hoek – Brown Yenilme Ölçütü

Hoek-Brown yenilme kriteri, ilk olarak Hoek (1965) tarafından geliştirilen ve kaya kütle dayanımının tahmininde kullanılan bir ampirik yöntemdir. Kaya kütle dayanımını tahmin etmek için genelleştirilmiş Hoek-Brown kriteri şu şekildedir (Hoek ve Brown, 2019):

$$\sigma_1 = \sigma_3 + \sigma_{ci} \left(m_b \frac{\sigma_3}{\sigma_{ci}} + s \right)^a$$

m_b , s ve a kaya kütlelerinin sabitleri olup,

$$m_b = m_i \exp \left[\frac{GSI - 100}{28 - 14D} \right]$$

$$s = \exp[(GSI - 100)/(9 - 3D)]$$

$$a = 1/2 + 1/6 (e^{-GSI/15} - e^{-20/3})$$

eşitlikleriyle ile hesaplanmaktadır. Ana kaya için materyal sabitleri m_i , $s = 1$ ve $a = 0.5$; D ise kayanın maruz kaldığı patlama hasarı ve gerilme boşalmasına bağlı olan bir bozunma faktörüdür (Hoek ve Brown, 2019).

8.2.2. Mohr – Coulomb Yenilme Ölçütü

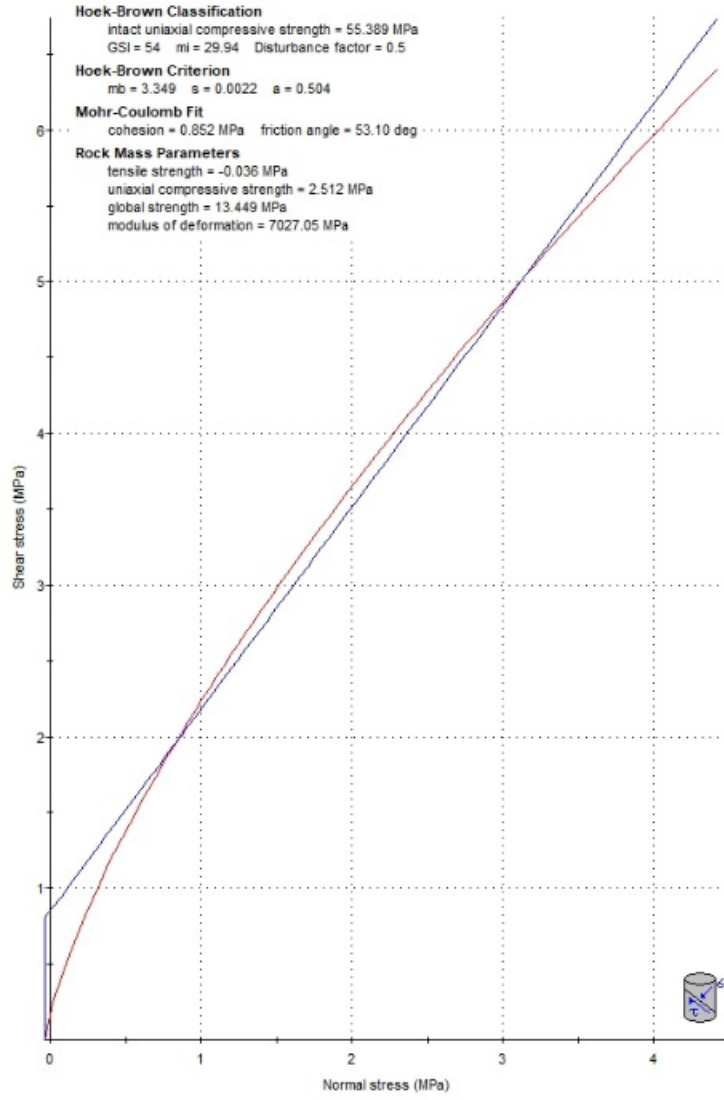
Mohr-Coulomb yenilme kriteri, kaya materyallerinin kohezyon (c) ve içsel sürtünme açısı (ϕ) parametrelerine dayanarak şu şekilde ifade edilir:

$$\tau = c + \sigma \tan \phi$$

Kaya malzemelerinin kohezyonu (c) ve içsel sürtünme açısı (ϕ) değerleri, üç eksenli sıkışma deneyleri sonucu elde edilen veriler kullanılarak belirlenir. Bu deneylerde, en büyük ve en küçük asal gerilmeler (σ_1 ve σ_3) kullanılarak her deney için Mohr daireleri $\tau - \sigma$ grafiğine çizilir. Dairelerin ortak teğet noktası kohezyonu (c), teğetin eğimi ise içsel sürtünme açısını (ϕ) temsil eder (Ulusay ve Sönmez, 2002).

8.2.3. Kaya Kütle Sınıflandırması Değerlendirmeleri

Kaya kütle sınıflandırması yapılırken kaya malzemesinin özellikleri kullanılır. Bu özelliklerden birim hacim ağırlık, tek eksenli basınç dayanımı, kohezyon, içsel sürtünme açısı, elastisite modülü ve poisson oranı Roclab programı kullanılarak kaya kütlelerinin özelliklerini belirlemek amacıyla kullanılmıştır (Çizelge 42-43-44). Şekil 26’te 110,00 – 139,70 m arasındaki kumtaşı zonuna ait sağlam kaya ve kaya kütlelerinin RocLab programında değerlendirilmesi görülmektedir.



Şekil 26- RocLab programından görsel

Buna göre kumtaşlarının kaya malzemesi içerisinde birim hacim ağırlıkları 25,06 – 26,34 kN/m³, tek eksenli sıkışma dayanımları 23,00 – 73,03 MPa, elastisite modülü 13630 – 46350 MPa, poisson oranı 0,02 – 0,09, çekme dayanımı 1,20 – 9,48MPa, kohezyonu 3 – 15, içsel sürtünme açısı ise 41° – 60° arasında değişmektedir.

Kiltaşlarının kaya malzemesi içerisinde birim hacim ağırlıkları 24,92 – 26,81 kN/m³, tek eksenli sıkışma dayanımları 5,00 – 42,13 MPa, elastisite modülü 10480 – 30030 MPa, poisson oranı 0,02 – 0,1, çekme dayanımı 0,88 – 5,02 MPa arasında değişirken kohezyonun 11, içsel sürtünme açısının ise 35,5° olduğu görülmüştür.

Silttaşlarının kaya malzemesi içerisinde birim hacim ağırlıkları 25,62 – 26,39 kN/m³, tek eksenli sıkışma dayanımları 13,85 – 46,17 MPa, elastisite modülü 10120 – 66850 MPa, poisson oranı 0,02 – 0,12, çekme dayanımı 0,31 – 4,13 MPa, kohezyonu 7 – 11,5 içsel sürtünme açısı ise 36,4° – 43° arasında değişmektedir.

Havalandırma sondajında kesilen Alacağzı Formasyonuna ait kumtaşlarının oluşturduğu kaya kütlelerinin tek eksenli sıkışma dayanımları 1,45 – 13,45 MPa, elastisite modülü 2589,62 – 8806,24 MPa, çekme dayanımı 0,011 – 0,0944 MPa, kohezyonu 0,30 – 2,29, içsel sürtünme açısı $30,99^{\circ}$ – $53,1^{\circ}$ arasında değişmektedir.

Kiltaşlarının oluşturduğu kaya kütlelerinin tek eksenli sıkışma dayanımları 0,394 – 5,36 MPa, elastisite modülü 942,94 – 3405,61 MPa, çekme dayanımı 0,009 – 0,057 MPa, kohezyonu 0,17 – 1,57, içsel sürtünme açısı $14,72^{\circ}$ – $31,33^{\circ}$ arasında değişmektedir.

Silttaşlarının oluşturduğu kaya kütlelerinin tek eksenli sıkışma dayanımları 1,09 – 6,81 MPa, elastisite modülü 1639,87 – 7581,26 MPa, çekme dayanımı 0,0214 – 0,0415 MPa, kohezyonu 0,32 – 1,75, içsel sürtünme açısı $16,27^{\circ}$ – $35,23^{\circ}$ arasında değişmektedir.

Yenilme ölçütündeki “m”, kayanın türüne, kayayı oluşturan tanelerin büyüklüğüne geometrisine ve kenetlenme derecesine bağlı olarak değişir. Kaya kütlelerine ait “m” değeri “m_b” olarak gösterilir (Ulusay ve Sönmez, 2002).

Kaya kütlelerine ait ortalama “m_b” değerleri kumtaşları için 1,84, silttaşları için 0,70, kiltaşları için 0,57 olarak elde edilmiştir.

Çizelge 42- Sağlam kaya ve kaya kütesinin RocLab programıyla elde edilen jeomekanik parametreleri-1

	Kil içerikli Konglomera-Silttaşı	Kumtaşı	Kiltaşı	Kumtaşı	Silttaşı	Kumtaşı	Silttaşı	Kiltaşı	Kumtaşı	Silttaşı
Giriş	0,00	25,70	57,00	77,90	97,50	110,00	139,70	144,60	161,60	166,75
Çıkış	25,70	57,00	77,90	97,50	110,00	139,70	144,60	161,60	166,75	184,50
Mohr - Coulomb										
Birim hacim ağırlık (γ_n -kN/m ³)	24,92	25,06	25,25	25,21	25,7	25,41	25,60	24,92	25,2	25,67
Tek eksenli basınç dayanımı (σ_c MPa)	2,63	62,02	19,5	73,03	24,55	55,389	20,8	5	8,4	20,5
Kohezyon (c_i - Mpa)	-	15	-	-	-	7	-	-	-	-
İçsel sürtünme açısı (ϕ)	-	41	-	-	-	60	-	-	-	-
Elastisite modülü (E_i - MPa)	-	18830	-	13630	-	39330	10120	-	-	14460
Poisson oranı (ν_i)	-	0,04	-	0,02	-	0,03	0,09	-	-	0,12
Hoek - Brown kaya sınıflama girdileri										
Jeolojik dayanım indeksi (GSI)	35	54	35	54	35	54	35	35	54	35
Kayanın malzeme sabiti (m_i)	6	10,657	4	15	7	29,94	7	4	15	7
Örselenme faktörü (D)	0	0,5	0	0,5	0	0,5	0	0	0,5	0
Hoek - Brown kaya kütle sınıflaması										
Kaya kütle dayanımı (s_{cm} - MPa)	0,253	3,6734	1,535	12,6268	2,55	13,4487	2,161	0,394	1,452	2,1296
Kohezyonu (c_m - MPa)	0,05	0,2985	0,202	0,6975	0,316	0,8518	0,346	0,165	0,382	0,3989
İçsel sürtünme açısı (ϕ_m - °)	28,29	45,51	31,33	52,11	35,23	53,1	31,91	17,43	31,58	29,96
m_b	0,589	1,1921	0,393	1,678	0,687	3,3492	0,687	0,393	1,678	0,6869
s	0,0007	0,0022	0,0007	0,0022	0,0007	0,0022	0,0007	0,0007	0,0022	0,0007
a	0,516	0,5043	0,516	0,5043	0,516	0,5043	0,516	0,516	0,504	0,5159
Çekme dayanımı (s_t)	0,003	0,0456	0,036	0,0944	0,026	0,0359	0,022	0,009	0,011	0,0218
Tek eksenli basınç dayanımı (s_c)	0,063	1,1365	0,47	3,3121	0,591	2,512	0,501	0,12	0,381	0,4937
Deformasyon modülü (E_m - MPa)	683,88	3577,59	1862,16	2589,62	2089,42	7472,48	1923,23	942,94	2736,53	1639,87

Çizelge 43- Sağlam kaya ve kaya kütlelerinin RocLab programıyla elde edilen jeomekanik parametreleri-2

	Kiltaşı	Silttaşı	Kumtaşı	Silttaşı	Kiltaşı	Kumtaşı	Silttaşı	Kumtaşı	Kiltaşı	Silttaşı
Giriş	184,50	193,10	227,90	232,50	308,00	405,00	417,20	465,45	471,80	491,00
Çıkış	193,10	227,90	232,50	308,00	405,00	417,20	465,45	471,80	491,00	531,60
Mohr - Coulomb										
Birim hacim ağırlık (γ_n -kN/m ³)	25,2	25,62	25,96	25,75	25,79	25,9	25,99	26,34	25,95	25,91
Tek eksenli basınç dayanımı (σ_c MPa)	23,98	28,175	39,29	13,85	7,85	59,26	20,14	23	30,7	31,16
Kohezyon (c_i - Mpa)	-	7	-	-	-	-	-	-	-	-
İçsel sürtünme açısı (ϕ)	-	36,4	-	-	-	-	-	-	-	-
Elastisite modülü (E_i - MPa)	10480	18420	20800	20060	21560	38640	30050	30470	23240	31500
Poisson oranı (ν_i)	0,1	0,08	0,04	0,08	0,02	0,03	0,07	0,09	0,05	0,03
Hoek - Brown kaya sınıflama girdileri										
Jeolojik dayanım indeksi (GSI)	35	35	54	35	35	54	35	54	35	35
Kayanın malzeme sabiti (m_i)	4	7	15	4	4	15	7	15	4	7
Örselenme faktörü (D)	0	0	0,5	0	0	0,5	0	0,5	0	0
Hoek - Brown kaya kütle sınıflaması										
Kaya kütle dayanımı (s_{cm} - MPa)	1,888	2,9269	6,7932	1,0905	0,6181	8,1628	2,0922	3,9767	2,4171	3,237
Kohezyonu (c_m - MPa)	0,3628	0,5136	0,8688	0,3773	0,455	1,1861	0,6961	1,0968	0,6958	0,896
İçsel sürtünme açısı (ϕ_m - °)	26,29	30,77	40,89	19,44	14,72	36,66	23,15	30,99	21,46	25,25
m_b	0,3925	0,6869	1,678	0,3925	0,3925	1,2194	0,6869	1,678	0,3925	0,6869
s	0,0007	0,0007	0,0022	0,0007	0,0007	0,0005	0,0007	0,0022	0,0007	0,0007
a	0,5159	0,5159	0,5043	0,5159	0,5159	0,5159	0,5159	0,5043	0,5159	0,5159
Çekme dayanımı (s_t)	0,0446	0,0299	0,0508	0,0258	0,0146	0,0242	0,0214	0,0297	0,0571	0,0331
Tek eksenli basınç dayanımı (s_c)	0,5775	0,6785	1,7819	0,3335	0,189	1,1678	0,485	1,0431	0,7393	0,7504
Deformasyon modülü (E_m - MPa)	1188,51	2088,96	3951,88	2274,94	2445,06	3541,62	3407,88	5789,13	2635,58	3572,32

Çizelge 44- Sağlam kaya ve kaya kütlelerinin RocLab programıyla elde edilen jeomekanik parametreleri-3

	Kiltaşı	Kumtaşı	Kiltaşı	Kumtaşı	Kiltaşı	Kumtaşı	Silttaşı	Kumtaşı	Silttaşı
Giriş	531,60	610,60	633,60	734,75	752,80	773,80	791,00	808,10	824,10
Çıkış	610,60	633,60	734,75	752,80	773,80	791,00	808,10	824,10	859,30
Mohr - Coulomb									
Birim hacim ağırlık (γ_n -kN/m ³)	25,27	25,28	26,81	25,24	26,39	26,05	26,39	25,98	25,74
Tek eksenli basınç dayanımı (σ_c MPa)	42,133	71,09	30,6	50,16	35,14	69,43	46,17	27,3	22,31
Kohezyon (c_i – Mpa)	11	-	-	-	-	-	11,5	3	-
İçsel sürtünme açısı (ϕ)	35,5	-	-	-	-	-	43	57,4	-
Elastisite modülü (E_i – MPa)	-	28450	30030	32990	24600	46350	66850	45140	31690
Poisson oranı (ν_i)	-	0,05	0,08	0,02	0,05	0,04	0,11	0,03	0,02
Hoek – Brown kaya sınıflama girdileri									
Jeolojik dayanım indeksi (GSI)	35	54	35	54	35	54	35	54	35
Kayanın malzeme sabiti (m_i)	4	15	4	15	4	15	14	24,24	4
Örselenme faktörü (D)	0	0,5	0	0,5	0	0,5	0	0,5	0
Hoek – Brown kaya kütle sınıflaması									
Kaya kütle dayanımı (s_{cm} – MPa)	4,487	12,2913	2,4092	8,6726	5,3644	120,043	6,8053	5,9716	1,7565
Kohezyonu (c_m - MPa)	1,101	1,9822	0,8912	1,9231	1,5739	2,2914	1,7467	1,9292	0,8311
İçsel sürtünme açısı (ϕ_m - °)	26,98	37,87	18,74	33,76	29,4	35,68	30,55	32,04	16,27
m_b	0,722	1,678	0,3925	1,678	1,472	1,678	1,3739	2,7116	0,3925
s	0,0007	0,0022	0,0007	0,0022	0,0007	0,0022	0,0007	0,0022	0,0007
a	0,516	0,5043	0,5159	0,5043	0,5159	0,5043	0,5159	0,5043	0,5159
Çekme dayanımı (s_i)	0,043	0,0919	0,0569	0,0648	0,0174	0,0898	0,0245	0,0218	0,0415
Tek eksenli basınç dayanımı (s_c)	1,015	3,2241	0,7369	2,2749	0,8462	3,1488	1,1119	1,2381	0,5373
Deformasyon modülü (E_m – MPa)	2737,23	5405,34	3405,61	6267,91	2789,81	8806,24	7581,26	8576,34	3593,87

9. SONUÇLAR

MTA ve TTK Genel Müdürlükleri arasında 27.02.2023 tarihinde imzalanan sözleşmeye 11.12.2023 tarihinde yapılan ek sözleşmeyle ilave edilerek yapılan havalandırma sondajı, 859,30 m olarak 12.12.2023-22.01.2024 tarihleri arasında yapılmıştır. Bu sondajda 28 set (78 adet) brazilian testi numunesi, 47 set (111 adet) deformasyon testi numunesi, 21 set (71 adet) nokta yükü testi numunesi, 24 set (37 adet) porozite testi numunesi, 45 set (111 adet) tek eksenli testi numunesi, 20 set (40 adet) üç eksenli testi numunesi alınmış olup bu numunelerde yapılan deneylerin sonuçlarına göre kaya kütlesi sınıflamaları ve jeoteknik çalışmalar yapılmıştır. Buna göre;

1. Köseağzı mevki ile ARTİM arasında bulunan karayoluna ait yol yarmalarında yapılan hat etüdü çalışmaları sonucunda 247 adet ekleme ait eğim / eğim yönü ölçümü yapılmıştır. Bunun sonucunda Alacağzı Formasyonu'na ait kumtaşları, silttaşları ve kilttaşları için 80/261 eğim / eğim yönüne sahip bir adet süreksizlik yönelimi belirlenmiştir. Ayrıca 16 farklı noktada ölçülen tabaka yönelimlerinden ise Alacağzı Formasyonu'nda tabakalanmanın hakim yönelimi 21/078 olarak tespit edilmiştir.

Alacağzı Formasyonunu oluşturan kumtaşlarında gelişen süreksizlik aralığı kumtaşları için 35 cm (350 mm), silttaşı – kilttaşları için 19 cm (190 mm) olarak belirlenmiştir.

Süreksizliğin devamlılığı kumtaşlarında 8-10 m, silttaşı – kilttaşlarında 2-4 m arasında değişmektedir. Genel olarak birimlerde dolgu olmamakla birlikte sadece makaslama zonu içeren kilttaşlarında 5 mm'den büyük yumuşak dolgu kalınlığı gözlenmiştir.

Pürüzlülük değerleri ise kumtaşları için genel olarak “az pürüzlü” – “pürüzlü”, silttaşları için “düz” ve kilttaşları için “kaygan-parlak” – “düz” olarak sınıflandırılmıştır.

Süreksizliklerin su durumu bölgenin denize yakın olması, yağışın ve kırık sistemlerinin fazla olması nedeniyle bütün birimlerde suya maruz kalabileceği öngörülerek nemli kabul edilmiştir.

Havalandırma sondajında ortalama eklem sıklığı $4,38 \text{ m}^{-1}$ olup “kırıklı” olarak tanımlanmıştır.

2. Havalandırma sondajında genel bir değerlendirme yapıldığında kumtaşlarının birim hacim ağırlık değeri $25,06 - 26,34 \text{ kN/m}^3$, tek eksenli sıkışma dayanımları $23,00 - 73,03 \text{ MPa}$, elastisite modülü $13630 - 46350 \text{ MPa}$, poisson oranı $0,02 - 0,09$ arasında değişmektedir.

Kilttaşlarının birim hacim ağırlıkları $24,92 - 26,81 \text{ kN/m}^3$, tek eksenli sıkışma dayanımları $5,00 - 42,13 \text{ MPa}$, elastisite modülü $10480 - 30030 \text{ MPa}$, poisson oranı $0,02 - 0,1$ arasında değişmektedir.

Silttaşlarının birim hacim ağırlıkları $25,62 - 26,39 \text{ kN/m}^3$, tek eksenli sıkışma dayanımları $13,85 - 46,17 \text{ MPa}$, elastisite modülü $10120 - 66850 \text{ MPa}$, poisson oranı $0,02 - 0,12$ arasında değişmektedir.

3. Havalandırma sondajında kesilen kumtaşları genellikle “orta dayanım” sınıfında olup, az miktarda “düşük dayanım” özelliği de göstermektedir. Silttaşı ve kilttaşları genel olarak “düşük dayanım” sınıfında yoğunlaşmış olup, az miktarda “çok düşük dayanım” özelliği göstermektedir (Deere ve Miller, 1966).
4. Havalandırma sondajında jeoteknik kuyu takibi yapılırken zayıflık oluşturabilecek kırıklı – çatlaklı, makaslama yüzeyli seviyeler belirlenmiştir. Buna göre; 160,00 m ile 840,50 m arasında 33 farklı zayıf zon görülmüştür. Kırık çatlaklı zonlar bütün birimlerde gözlenmiş olup, makaslama zonları genellikle kilttaşlarında yoğunlaşmıştır.
5. Bütün değerlendirmeler sonucunda RMR ve Q sınıflandırması yapmak amacıyla havalandırma sondajında kesilen birimler jeoteknik anlamda birbirine benzer

özelliklerine göre zonlara ayrılmıştır. Buna göre RMR sınıflaması için 29 zon oluşturulmuştur.

6. Q sınıflaması için daha ayrıntılı değerlendirme yapılarak birimler önce litolojik değişimlere göre 89 zona ayrılmış, daha sonra RMR zonlarıyla ve ortak jeoteknik özellikler göz önünde bulundurularak 29 zona indirilmiştir.
7. Havalandırma sondajında kesilen kumtaşlarının kaya kütle sınıflamasına göre RMR puanı; 39 - 62 arasında olup ortalama 53,80 RMR puanı ile genel olarak “Orta Kaya” sınıfında tanımlanmıştır. Siltaşlarının kaya kütle sınıflamasına göre RMR puanı; 43 – 59 arasında olup ortalama 49,78 RMR puanı ile genel olarak “Orta Kaya” sınıfında tanımlanmıştır. Kilttaşlarının kaya kütle sınıflamasına göre RMR puanı; 31 - 52 arasında olup ortalama 43,75 RMR puanı ile genel olarak “Zayıf - Orta Kaya” sınıfında tanımlanmıştır.

Q sınıflandırmasına göre kumtaşlarının değerleri 2,80 – 13,30 arası olup 7,80 ortalama ile “Orta Kaya” sınıfında yer almaktadır. Siltaşlarının değerleri 2,20 – 13,30 arasında olup ortalaması 6,5 ile “Orta Kaya” sınıfında bulunurken kilttaşlarının değerleri 1,00 – 6,10 arasında olup ortalama 3,7 ile “Zayıf Kaya” sınıfında bulunmaktadır.

8. Havalandırma sondajında kesilen Alacaağzı Formasyonuna ait kumtaşlarının oluşturduğu kaya kütlelerinin tek eksenli sıkışma dayanımları 1,45 – 13,45 MPa, elastisite modülü 2589,62 – 8806,24 MPa, çekme dayanımı 0,011 – 0,0944 MPa, kohezyonu 0,30 – 2,29, içsel sürtünme açısı 30,99° – 53,1° arasında değişmektedir.

Kilttaşlarının oluşturduğu kaya kütlelerinin tek eksenli sıkışma dayanımları 0,394 – 5,36 MPa, elastisite modülü 942,94 – 3405,61 MPa, çekme dayanımı 0,009 – 0,057 MPa, kohezyonu 0,17 – 1,57, içsel sürtünme açısı 14,72° – 31,33° arasında değişmektedir.

Siltaşlarının oluşturduğu kaya kütlelerinin tek eksenli sıkışma dayanımları 1,09 – 6,81 MPa, elastisite modülü 1639,87 – 7581,26 MPa, çekme dayanımı 0,0214 – 0,0415 MPa, kohezyonu 0,32 – 1,75, içsel sürtünme açısı 16,27° – 35,23° arasında değişmektedir.

9. Roclab yazılımından faydalanılarak kaya kütlelerine ait ortalama "m_b" değeri kumtaşları için 1,84, siltaşları için 0,70, kilttaşları için 0,57 olarak elde edilmiştir.
10. Kalınlıkları 0,15 ile 1,50 m arasında değişen 25 farklı kömür seviyesi kesilmiştir.
11. Çevre kuyularda herhangi bir su ölçümü yapılamadığı için yeraltı su seviyesi belirlenememiştir. Havalandırma sondajında kuyu 9,00 metrede tam kaçağa girdiği gözlemlenmiştir.

10. ÖNERİLER

- Jeoteknik amaçlı yapılan havalandırma sondajında kesilen birimlerin mühendislik jeolojisi ve jeomekanik parametrelerinin bölgesel değişimleri ile ilgili tahminde bulunulması, bölgenin örtülü olması ve aynı amaca yönelik yeterli sayıda sondajın olmaması nedeniyle korelasyon yapılmasında zorluk yaşanmasına neden olmuştur. Buna ek olarak, bu raporda yapılan değerlendirmeler; 2013 yılında yapılan pilot sondajı verileri ile desteklenmiştir.
- Havalandırma sondajında 160,00 m ile 840,50 m arasında geçilen 33 farklı zayıf zon çok çatlaklı ve kırıklı bir yapı sergilemektedir. Kazılabilirlik açısından kolaylık sağlayabilecek bu durum aşırı sökülmelere, duraysızlıklara ve iyileştirme maliyetlerine neden olabilir.
- Havalandırma sondajında geçilen bazı seviyelerde özellikle yapısal anizotropinin arttığı yerlerde kuyu yapısını ve eksenel bütünlüğü zorlayacak yönlü ve şiddetli yanal basınçlar olabilir. Bu durumlar göz önünde bulundurularak bu rapor içerisinde verilen kayaçlara ait jeoteknik veriler kazı sırasında sürekli denetlenmelidir.
- Bölgede yapılan sondajlarda yeraltı su seviyesi belirlenemediği için, suyun sebep olabileceği aşındırmalar, eklem açıklıklarının genişlemesi gibi olası duraysızlıkların önüne geçebilmek amacıyla mümkün olduğunca yeraltı suyunun siltli- killi ezilme zonlarıyla temasına engel olunmalıdır.
- Bu rapor; Laboratuvar sonuçlarından elde edilen verilerin kısıtlı olması nedeniyle, sonraki dönemde yapılacak/yaptırılacak olan tasarıma yönelik faaliyetlere ön bilgi sağlayacak nitelikte bir çalışma olup, doğrudan tasarım çalışmalarında kullanılmamalıdır.

11. KAYNAKÇA

- Arni, P. 1943. Göbü Karbonifer Hakkında Muvakkat Rapor. MTA Rapor No: 1412, Ankara.
- Barton, N., Lien, R., ve Lunde, J. 1974. "Engineering Classification of Rock Masses for the Design of Tunnel Support". *Rock Mechanics Felsmechanik Mecanique Des Roches* 6 (4): 189-236. <https://doi.org/10.1007/BF01239496>.
- Bienawski, Z. T. 1976. "Rock mass classifications in rock engineering." *Proceedings of the Symposim on Exploration for Rock Engineering, Cape Town, Balkema.*, 97-106.
- Bieniawski, Z. T. 1989. *Engineering rock mass classifications: a complete manual for engineers and geologists in mining, civil, and petroleum engineering.* John Wiley & Sons.
- Bieniawski, Z.T. 1973. "Engineering classification of jointed rock masses". *Civil Engineering, Siviele Ingenieurswese* 1973 (12): 335-43.
- Brady, B. H., ve Brown, E. T.. 2006. *Rock mechanics: for underground mining.* Springer Science & Business Media.
- Brown, E. T., ed. 1981. *ISRM Suggested Methods for Rock Characterization, Testing and Monitoring.* Pergamon Press, London.
- Brown, E.T., ve Hoek, E.. 1980. *Underground excavations in rock.* CRC Press.
- Çam, İ., Akbulut İ., Odacı, B., Yüceel, S., Yurtseven, N., Koç, E., Ertürk, İ., Toprak, S., ve Zaman, U.. 2013. "TTK Genel Müdürlüğüne Bağlı Armutçuk Taşkömürü İşletmesi Müessese Müdürlüğü'nde Jeoteknik Etüt Çalışması".
- Deere, D.U. ve Miller, R.P. 1966. *Classification and Index Properties of Intact Rock*, Tech. Report AFWL-TR-65-116, AF Special Weapons Center, Kirtland Air Force Base, New Mexico.
- Ergin, M., ve Şenol, M.. 1984. *Zonguldak Havzasında Karbonifer Yaşlı Birimlerin Sedimentolojik Özellikleri.* Türkiye 4. Kömür Kongresi, Zonguldak.
- Golder Associates. 1979. *Instruction Manual-I: Geotechnical Data Collection.* UNDP Training Project, Contract No: Con. 97/78, 56p. (yayımlanmamış).
- Hoek, E. 2007. *Practical Rock Engineering.*
- Hoek, E., ve Brown E.T.. 1997. "Practical Estimates of Rock Mass Strength". *International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences* 34 (8): 1165-86. [https://doi.org/10.1016/S1365-1609\(97\)80069-X](https://doi.org/10.1016/S1365-1609(97)80069-X).
- Hoek, E., Kaiser, P.K. ve Bawden, W.F. 1995. *Support of Underground Excavations in Hard Rock.* Rotterdam, Balkema, 214 pp.
- Hoek, E. ve Brown, E.T. 2019. "The Hoek–Brown Failure Criterion and GSI – 2018 Edition". *Journal of Rock Mechanics and Geotechnical Engineering* 11 (3): 445-63. <https://doi.org/10.1016/j.jrmge.2018.08.001>.
- Hoek, E.. 1965. "Rock fracture under static stress conditions".
- Hudson, J. A. 1989. *Rock Mechanics Principles in Engineering Practice.* CIRIA Ground Engineering Report. London Boston Singapore: Butterworths.
- ISRM Turkish National Group and the ISRM. 2007. *The Complete ISRM Suggested Methods for Rock Characterization, Testing and Monitoring: 1974-2006.* Editör R. Ulusay ve John Hudson.

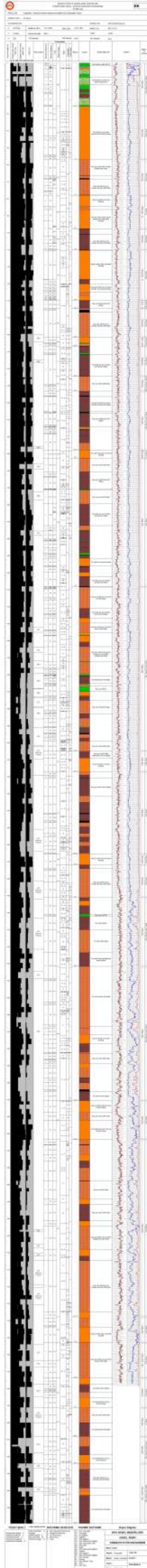
- Kavukçu, S., Kavukçu, C., ve Karagöz, S.. 1987. Karadeniz Sahası Zonguldak Armutçuk Bölgesi Kıyı Ötesi Yüksek Ayrımlı Sığ Sismik Etüt Raporu. MTA Derleme No: 8495, Ankara.
- Keskin, E., ve Güçlüer, E. 1988. Karadon Yeni Servis Kuyusu Pilot Sondajı Jeoteknik Etüdü Raporu. MTA Rapor No: 8447, Ankara.
- Koçak, S., ve Yücel, Z. 1987. Zonguldak Karadon Gelik Kuyubaşı Sondajı Jeoteknik Etüdü. MTA Rapor No: 8098, Ankara.
- Meteoroloji Genel Müdürlüğü Resmi İnternet Sitesi (Ziyaret tarihi: Ocak 2024). Resmi İstatistikler.
<https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?m=ZONGULDAK>
- Orhan, E., ve Canca, N. 1989. Zonguldak ili Kandilli-Değirmenağzı Arasındaki Alanın Jeolojisi ve Kömür Varlığı. MTA Rapor No: 8549, Ankara.
- Ralli, G. 1933. Zonguldak Ereğli Havzası Kömür Durumu. MTA Rapor No:12, Ankara.
- Read, J., ve Stacey P. 2009. Guidelines for open pit slope design.
- Salman, M., Yavuz, S. 2024. TTK Genel Müdürlüğü Zonguldak Armutçuk sahası araştırma sondajları ve etüt raporu. MTA Genel Müdürlüğü, Rapor No.:....., 108 s., Ankara (yayımlanmamış).
- Tokay, M. 1952, Karadeniz Ereğlisi-Alaplı-Kızıltepe-Alacaağzı Bölgesi Jeolojisi MTA Dergi No: 42/43 Ankara.
- Ulusay, R., Gökçeoğlu, C. ve Binal, A.. 2011. Kaya Mekaniği Laboratuvar Deneyleri. 3. bs. TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası.
- Ulusay, R. 2001. Uygulamalı jeoteknik bilgiler. 5. bs. TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası.
- Yergök, A. F., Çetinkaya, A., İplikçi, E., Mengi, H., Kaymakçı, H., Keskin, İ., Erdoğan, K., Karabalık, M. N., Umut, M., ve Akman, Ü.. 1987. Batı Karadeniz Bölgesinin Jeolojisi. MTA Raporu, No: 2818, Ankara.
- Zhang, L. 2016. Engineering properties of rocks. Butterworth-Heinemann.
- Zijlstra, G. 1948. Kireçlik ve Kirenlikteki Karbonifer Penceresi Hakkında Rapor. MTA Rapor No: 1621.
- Zonguldak Valiliği Resmi İnternet Sitesi. (Ziyaret tarihi: Ocak 2024) Coğrafya.
<http://www.zonguldak.gov.tr/cografya>

EK 1.

SONDAJA AĪT JEOTEKNIK LOG

EK 2.

SONDAJDAN ALINAN NUMUNELERE
AİT DENEY SONUÇLARI



Armutçuk Pilot Sondaj Plan

y= 03 37 583
x=45 77 938
z=+234
(Koordinatlar UTM Datum ED50)

Açıklama

Armutçuk Pilot Sondajı

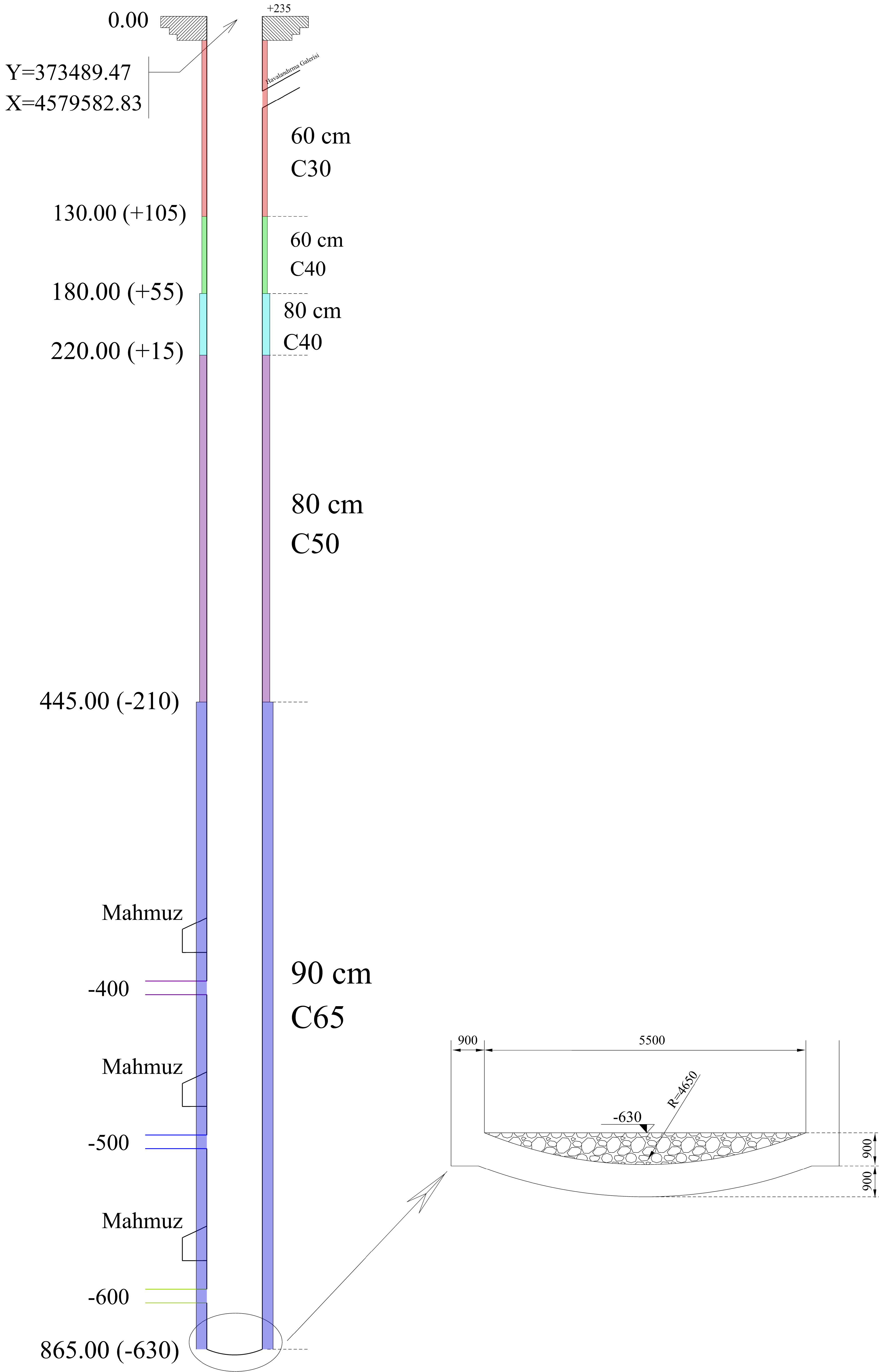
Google Earth

image © 2024 Airbus

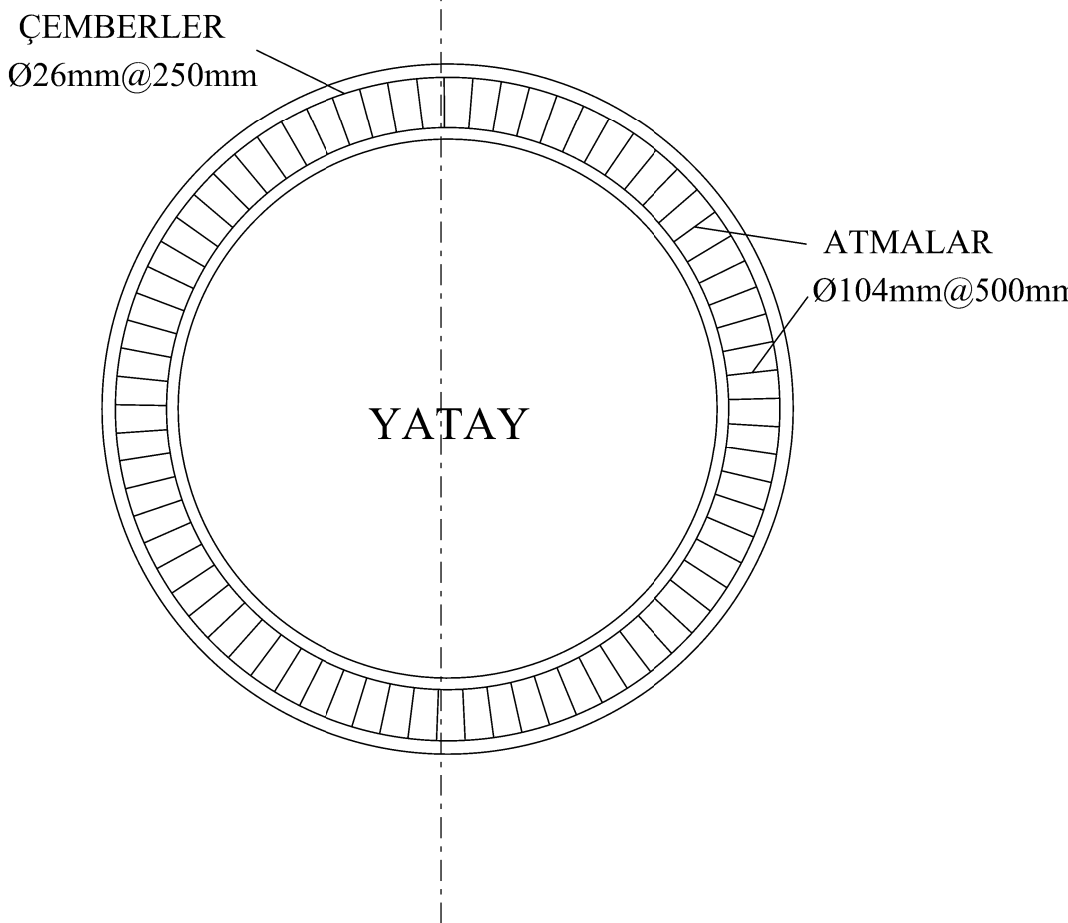
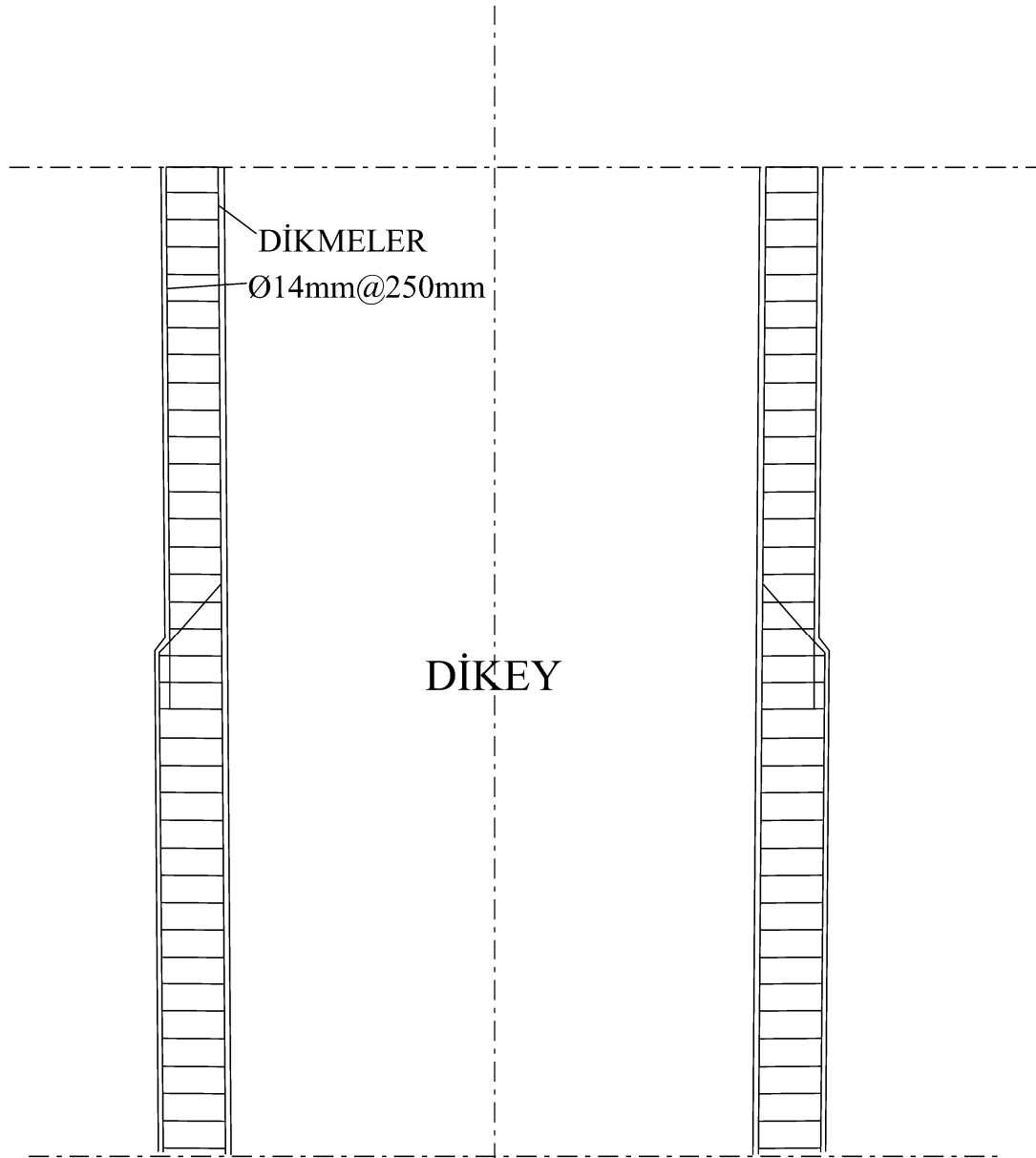
N

100 m

ARMUTÇUK HAVALANDIRMA KUYUSU KESİTİ



BETONARME KUYU TAHKİMATI
DİKEY ve YATAY KESİTİ



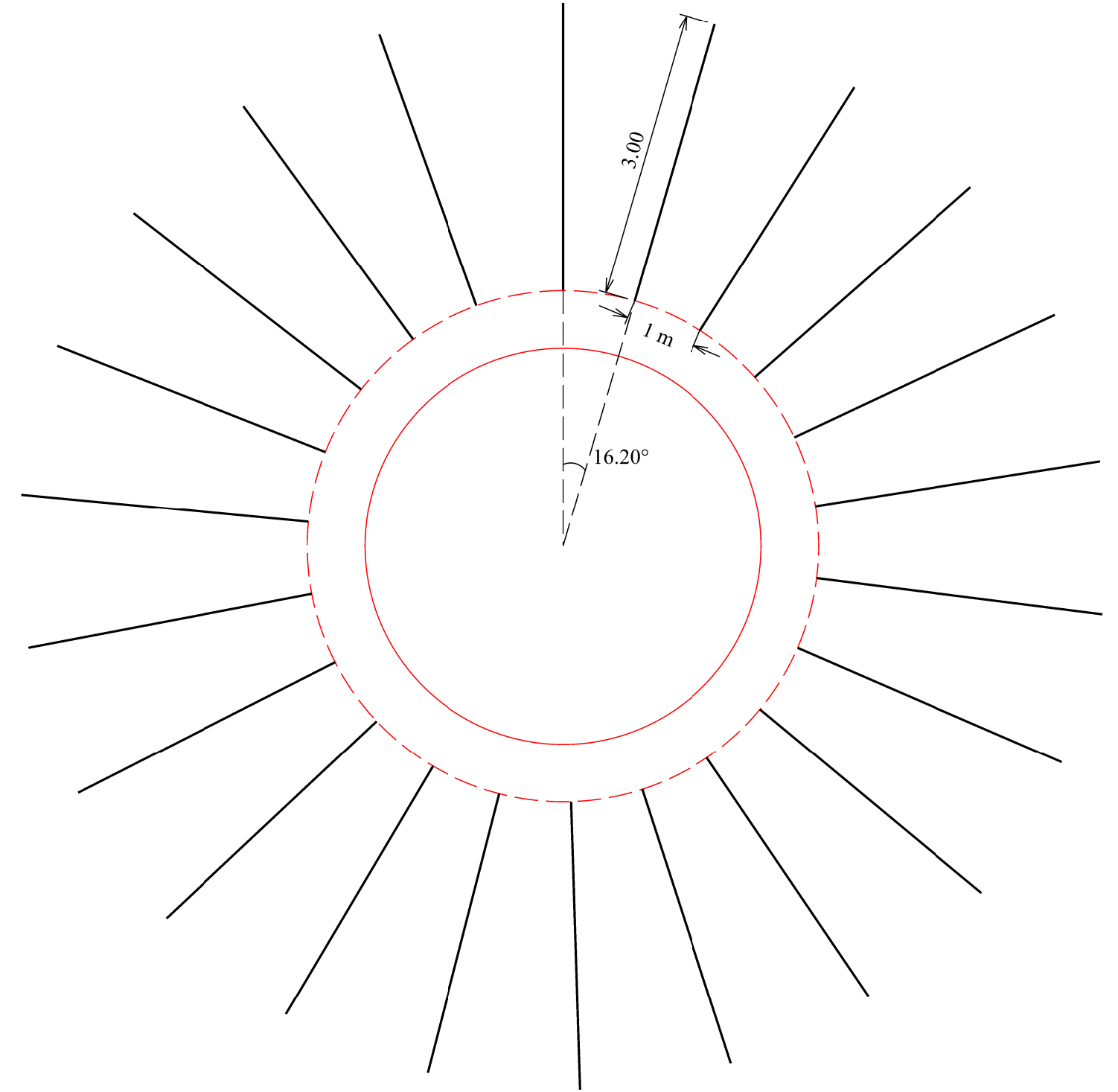
Kuyu

Ankraj

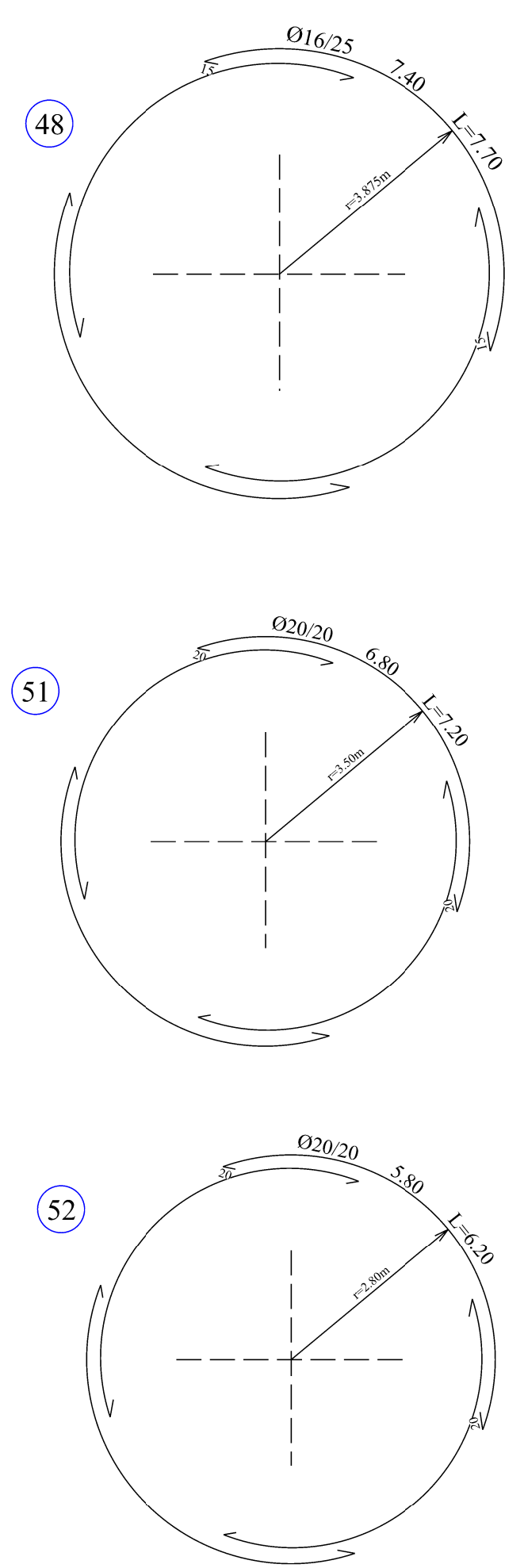
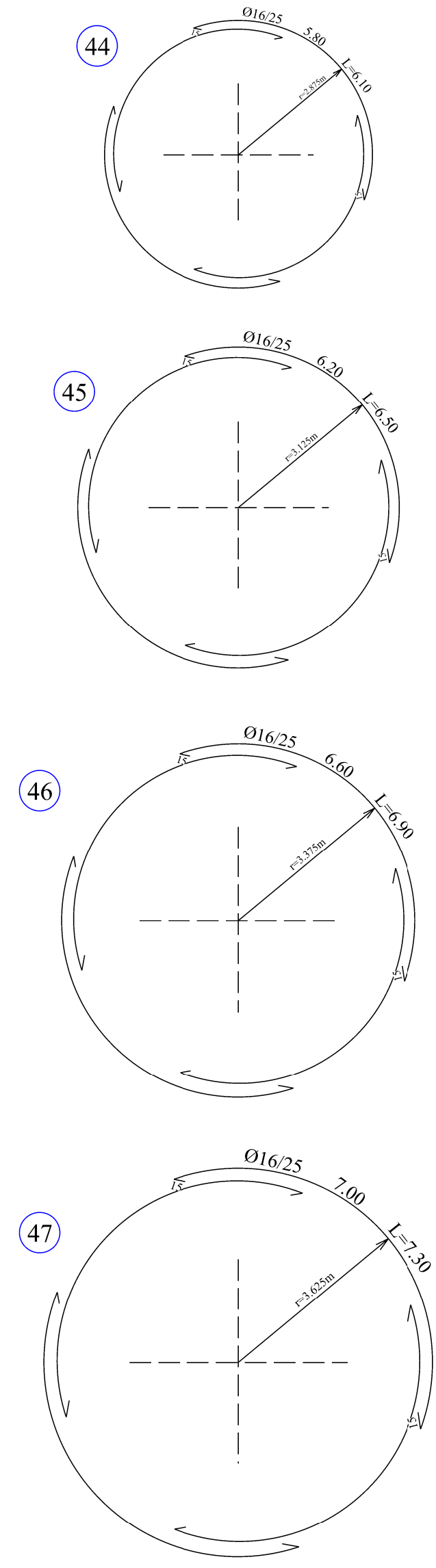
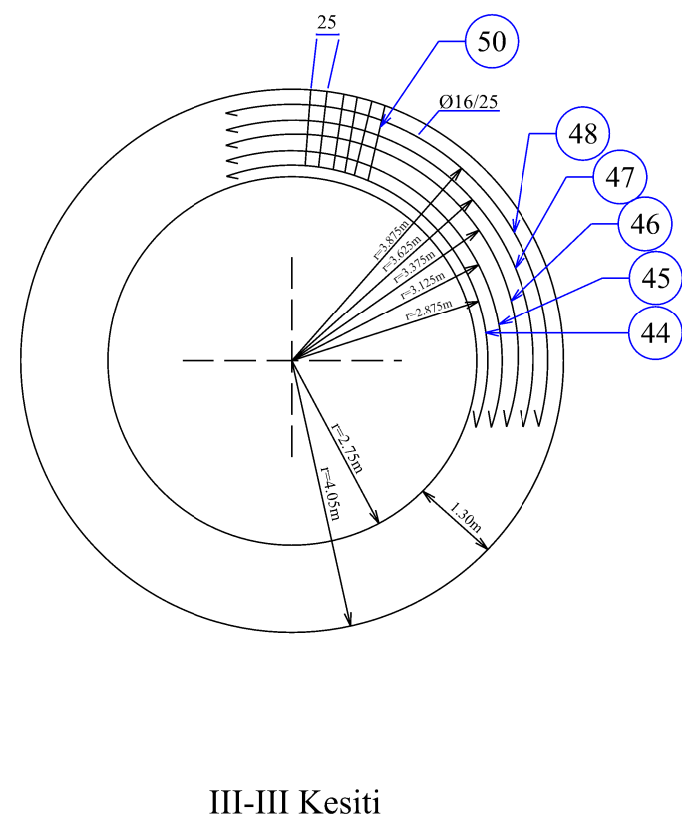
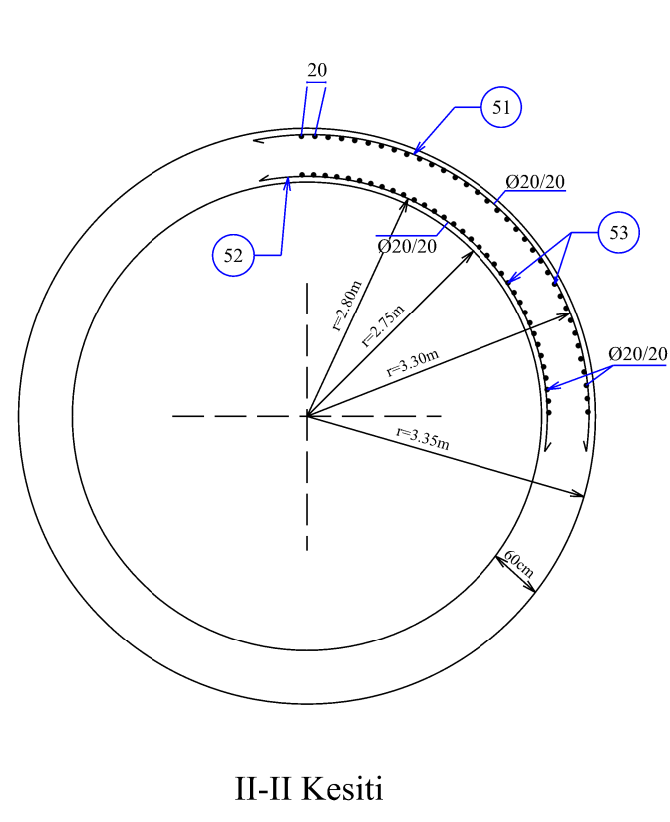
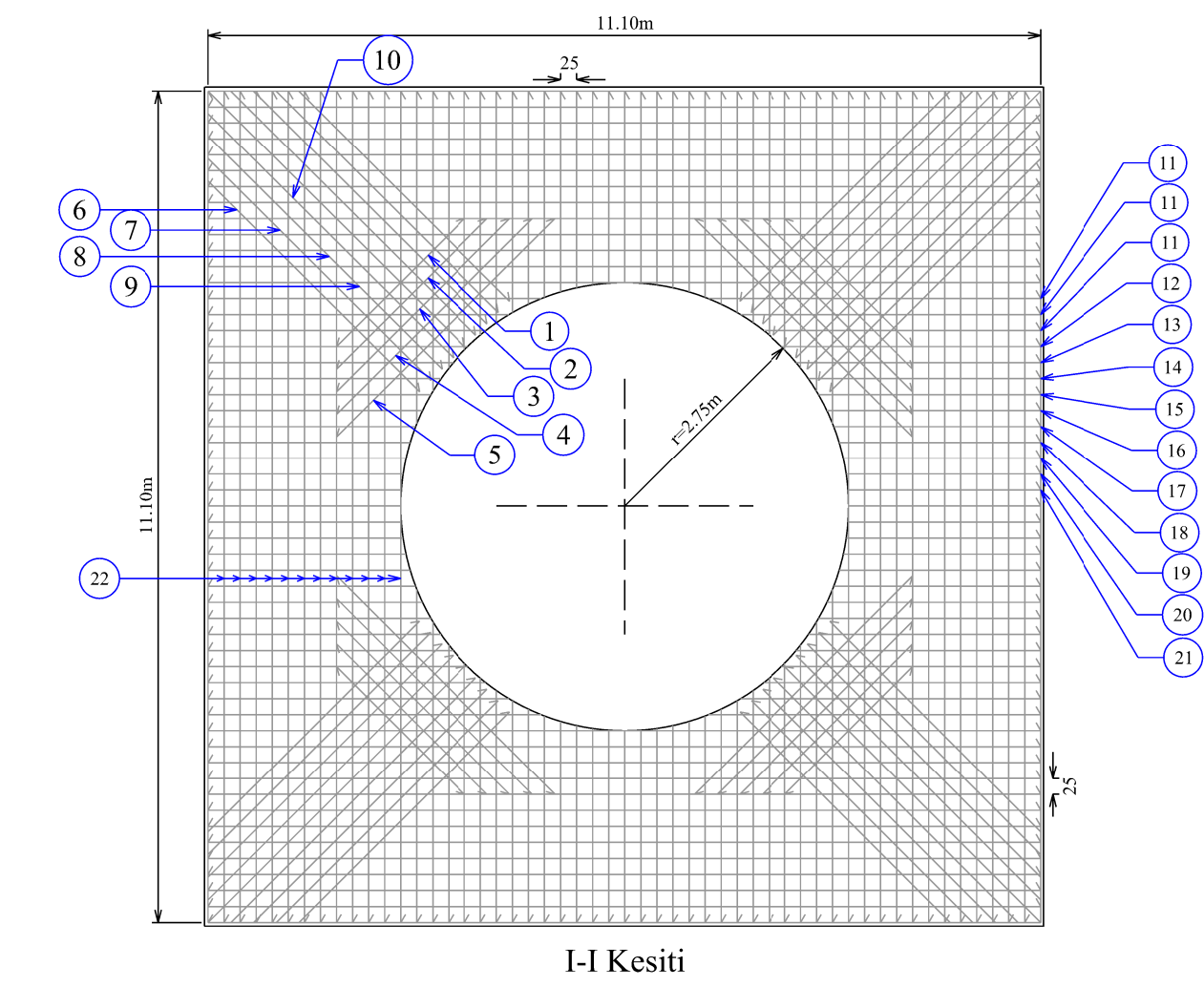
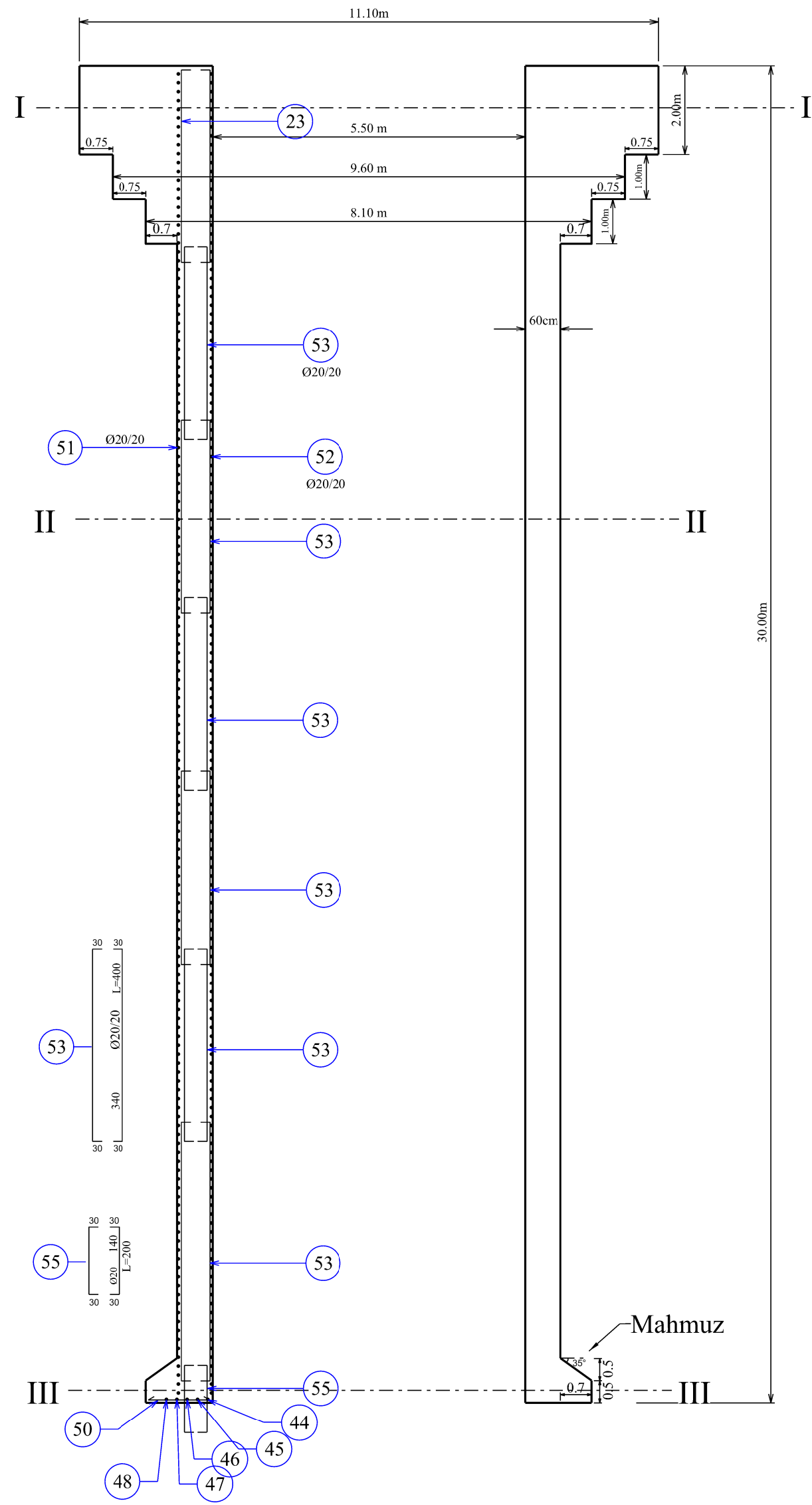
1.00m

Kuyu İçi Ankraj

22 Adet

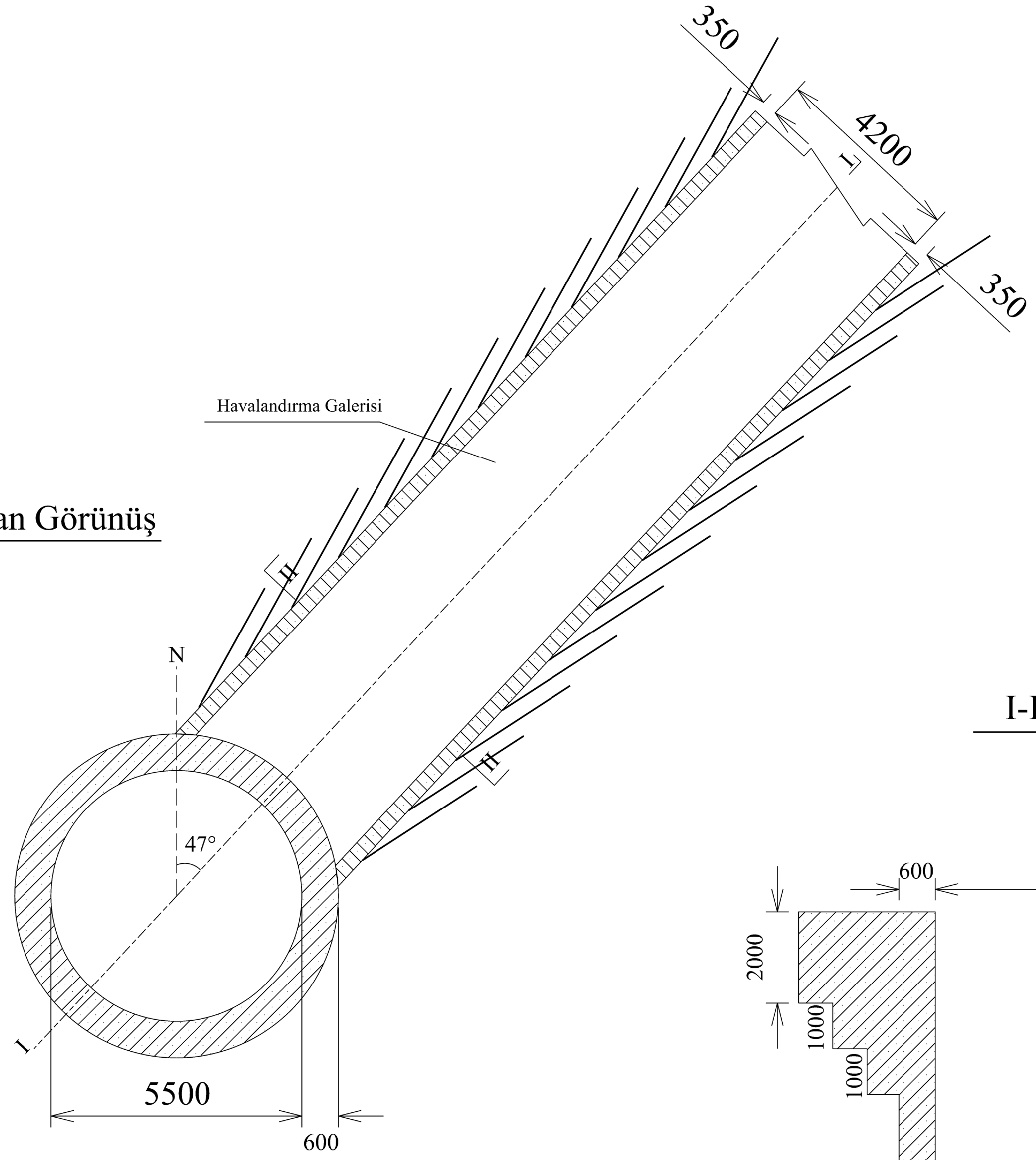


TTK ARMUTÇUK MÜESSESESİ PLAN BÜROSU	Yapan	-
	Çizen	Bekir DAVUTLUOĞLU
	Tarih	-
	Kuyu İçerisinde Ankraj Uygulaması	
		

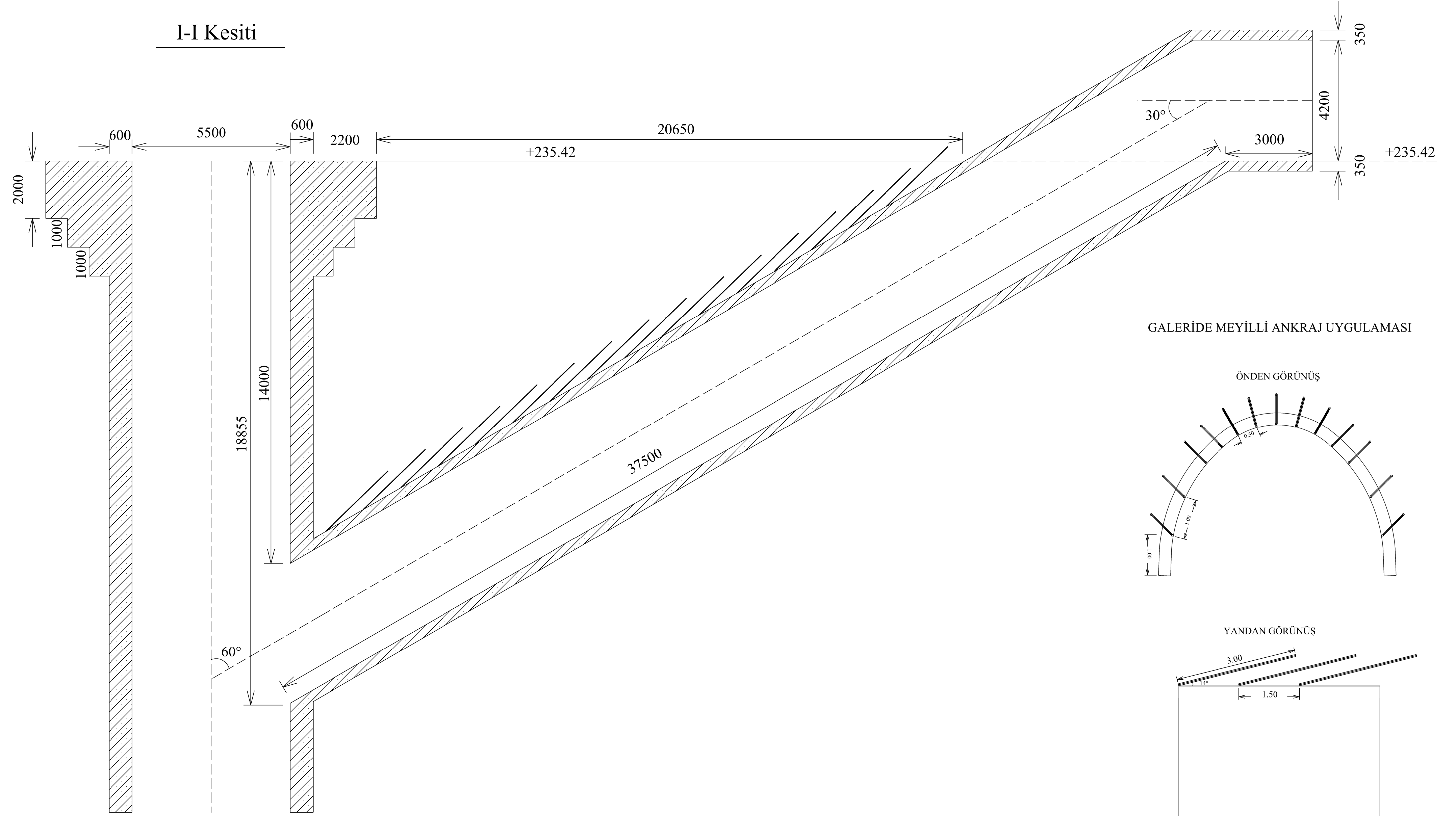


Proje No	Ölçü	Çap	Adet	Çubuk Boyu	Toplam Boyu	A+B Boyu	Kıvrım Detayı
1	Ø26	8	3.20	25.60	2.80		
2	Ø26	8	3.80	30.40	3.40		
3	Ø26	8	4.40	35.20	4.00		
4	Ø26	8	4.60	36.80	4.20		
5	Ø26	8	4.70	37.60	4.30		
6	Ø26	16	3.60	57.60	3.20		
7	Ø26	16	3.90	62.40	3.50		
8	Ø26	16	4.20	67.20	3.80		
9	Ø26	16	4.40	70.40	4.00		
10	Ø26	16	4.60	73.60	4.20		
11	Ø26	48	3.65	175.20	2.80+1.25		
12	Ø26	16	4.65	74.40	3.80+1.25		
13	Ø26	16	4.40	70.40	2.75+1.25		
14	Ø26	16	4.15	66.40	2.50+1.25		
15	Ø26	16	4.05	64.80	2.40+1.25		
16	Ø26	16	4.05	64.80	2.40+1.25		
17	Ø26	16	3.95	63.20	2.30+1.25		
18	Ø26	16	3.90	62.40	2.25+1.25		
19	Ø26	16	3.85	61.60	2.20+1.25		
20	Ø26	16	3.85	61.60	2.20+1.25		
21	Ø26	8	3.80	30.40	2.15+1.25		
22	Ø20	160	3.75	600.00	2.10+1.25		
23	Ø20	4	2.60	10.40	2.20		
24	Ø20	4	2.80	11.20	2.40		
25	Ø20	4	3.20	12.80	2.80		
26	Ø20	4	3.60	14.40	3.20		
27	Ø20	4	4.20	16.80	3.80		
28	Ø20	8	4.60	36.80	4.20		
29	Ø20	8	3.40	27.20	3.00		
30	Ø20	8	3.60	28.80	3.20		
31	Ø20	8	3.80	30.40	3.40		
32	Ø20	8	4.00	32.00	3.60		
33	Ø20	4	2.20	8.80	1.80		
34	Ø20	8	1.60	12.80	1.20		
35	Ø20	8	2.20	17.60	1.80		
36	Ø20	8	2.30	18.40	1.90		
37	Ø20	8	2.30	18.40	1.90		
38	Ø20	8	2.40	19.20	2.00		
39	Ø20	8	2.50	20.00	2.10		
40	Ø20	8	2.60	20.80	2.20		
41	Ø20	8	2.70	21.60	2.30		
42	Ø20	32	2.20	50.40	1.80		
43	Ø16	32	11.20	358.40	10.90		
44	Ø16	4	6.10	24.40	5.80		
45	Ø16	4	6.50	26.00	6.20		
46	Ø16	4	6.90	27.60	6.60		
47	Ø16	4	7.30	29.20	7.00		
48	Ø16	4	7.70	30.80	7.40		
49	Ø16	4	8.10	32.40	7.80		
50	Ø20	117	1.70	198.90	1.30		
51	Ø20	4	2.20	28.80	6.80		
52	Ø20	4	6.20	24.80	5.80		
53	Ø20	2000	4.00	8000.00	3.40		
54	Ø20	4	4.20	16.80	3.80		
55	Ø20	230	2.00	500.00	1.40		

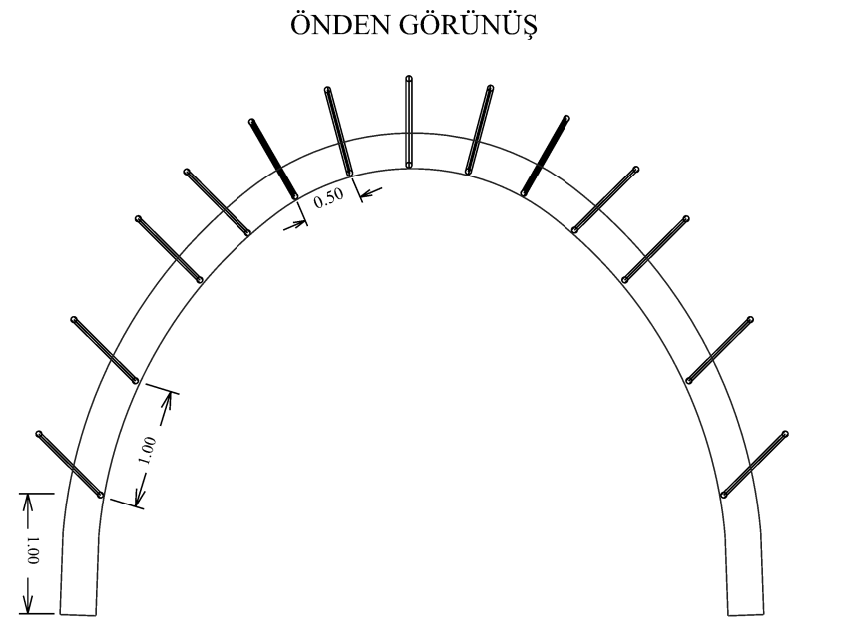
Plan Görünüş



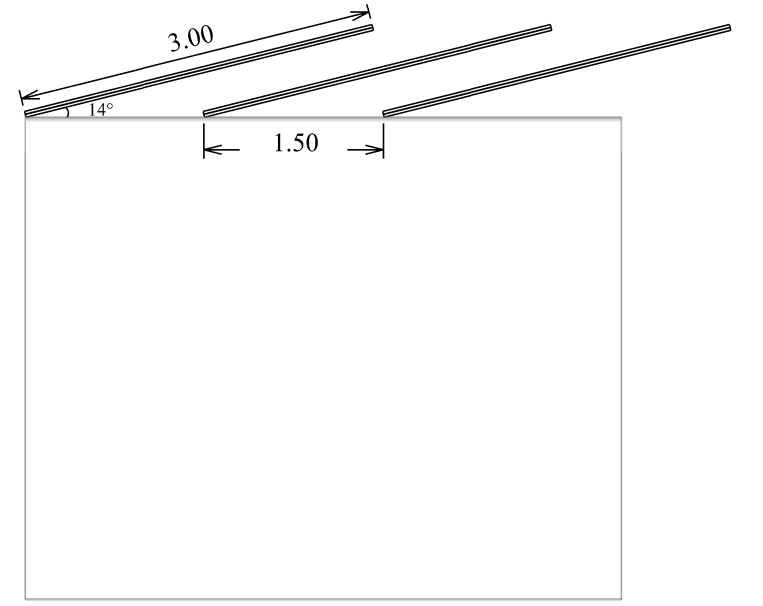
I-I Kesiti



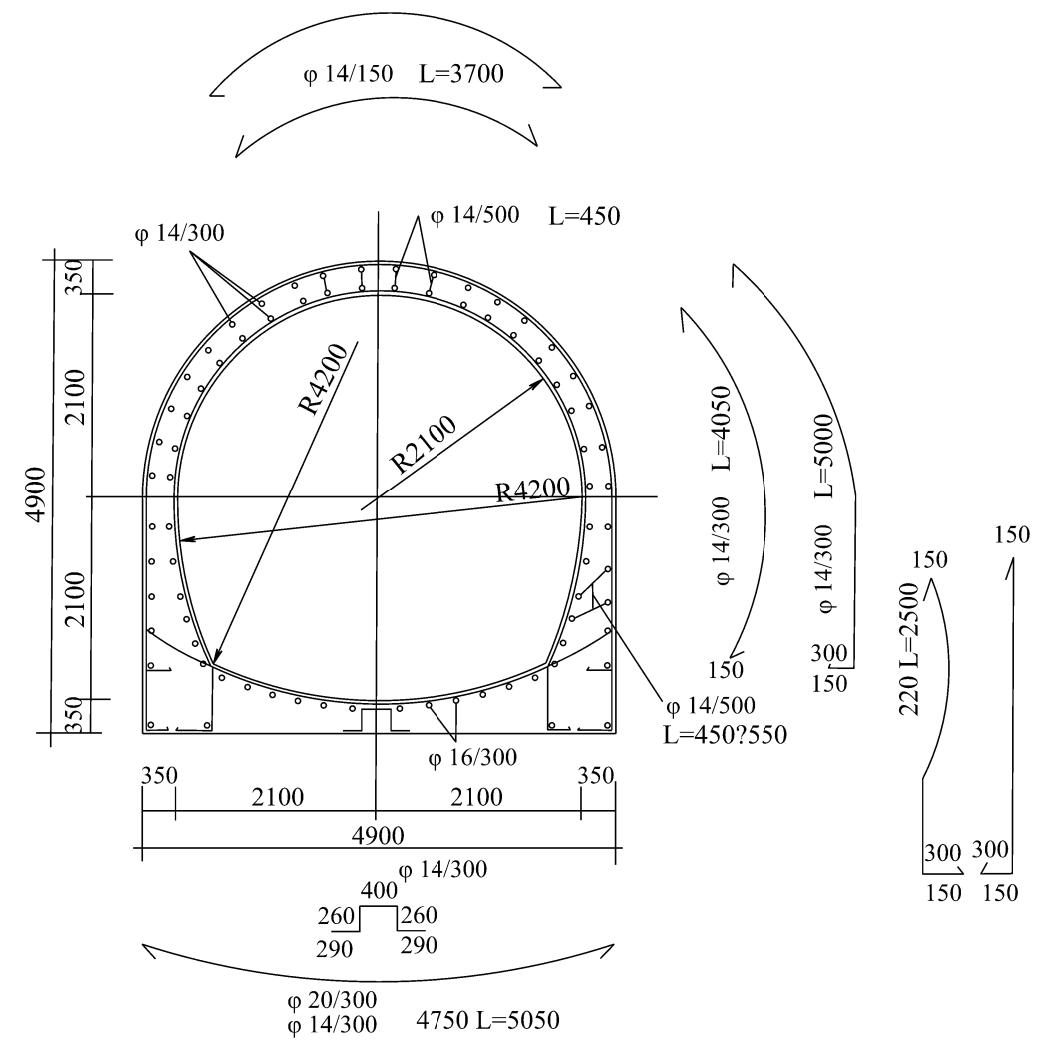
GALERİDE MEYİLLİ ANKRAJ UYGULAMASI



YANDAN GÖRÜNÜŞ

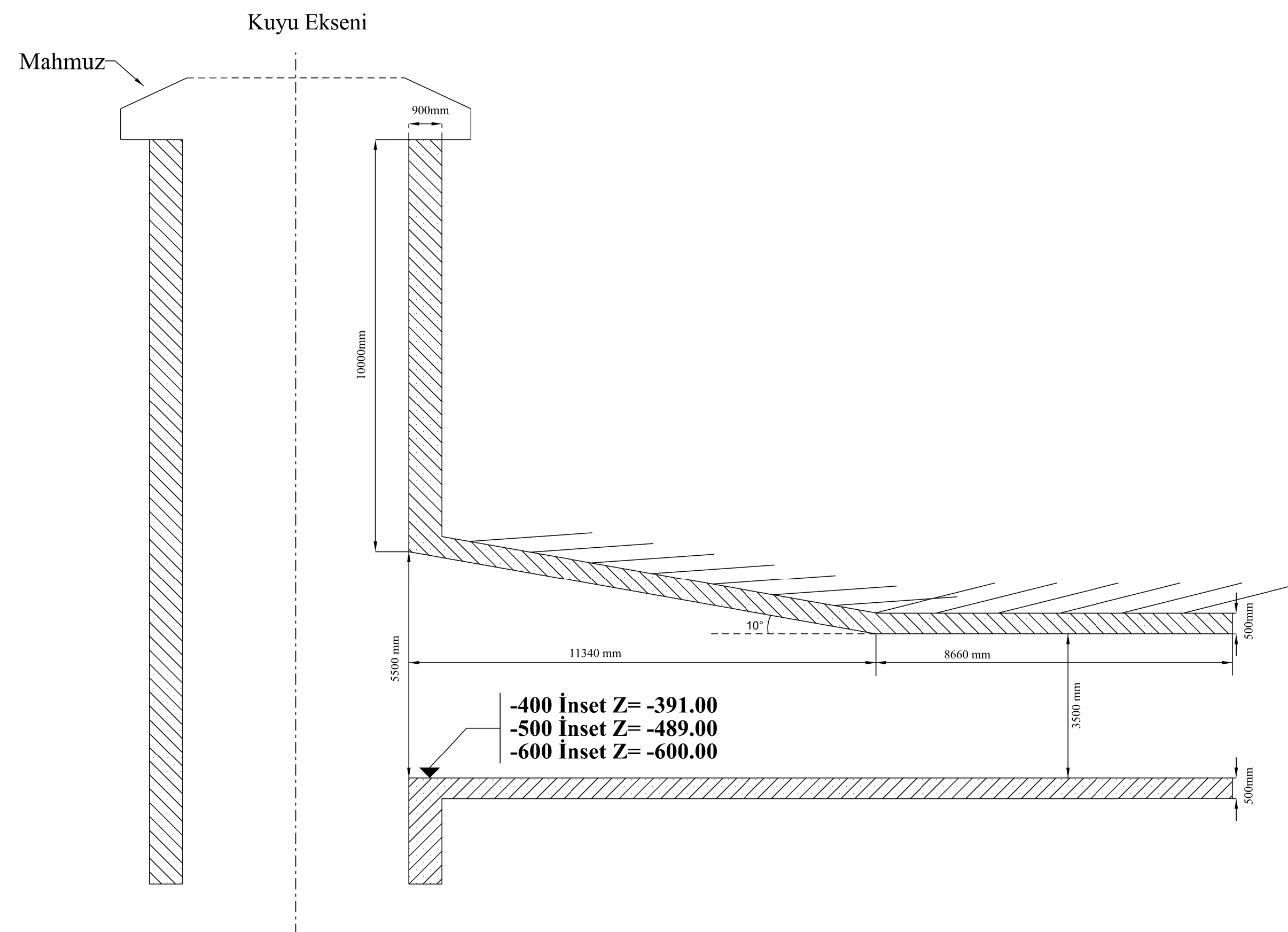
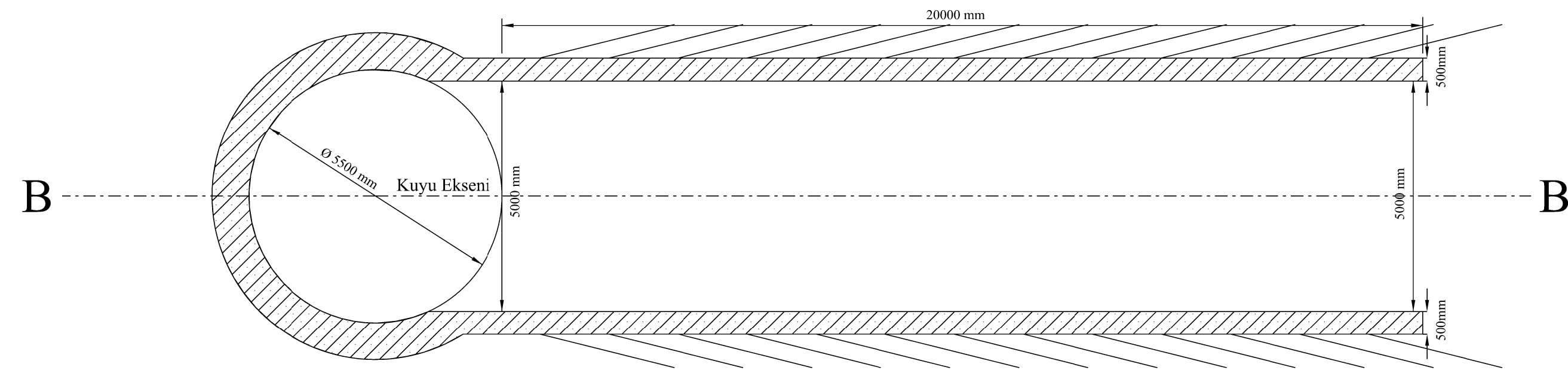
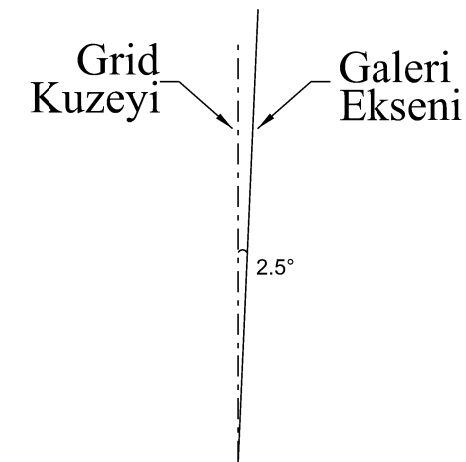


II-II Kesiti



HAVALANDIRMA GALERİSİ
KAZI ve TAHKİMAT KESİTİ

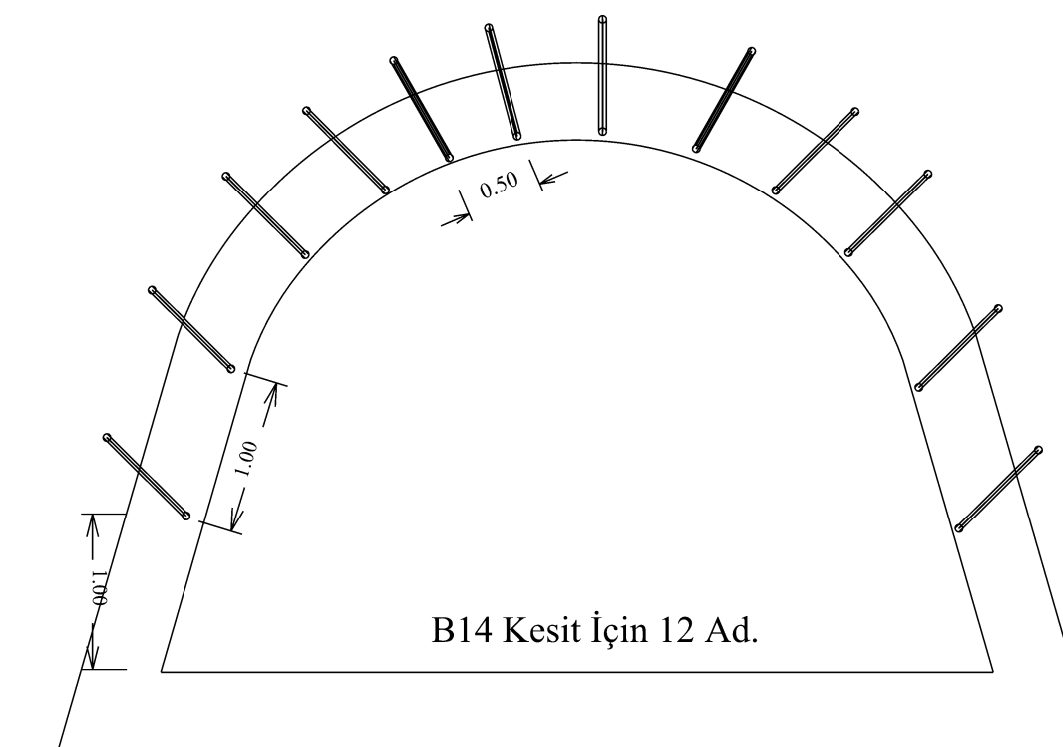
ARMUTÇUK HAVALANDIRMA KUYUSU -400,-500,-600 KATLARI İNSETİ



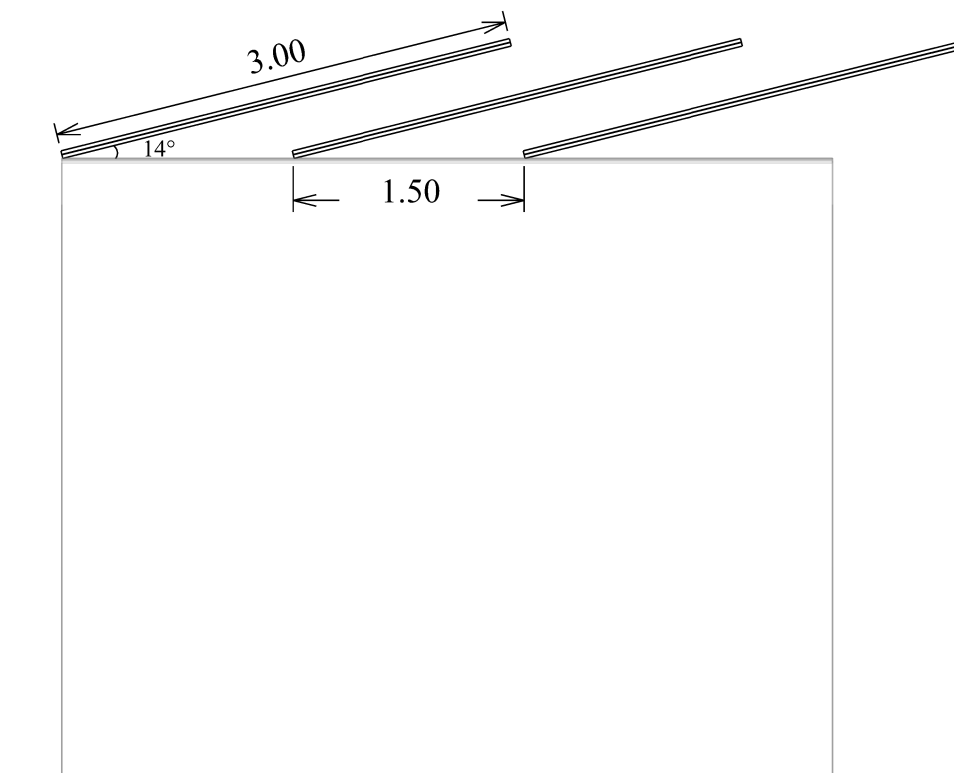
B-B' Kesiti

GALERİDE MEYİLLİ ANKRAJ UYGULAMASI

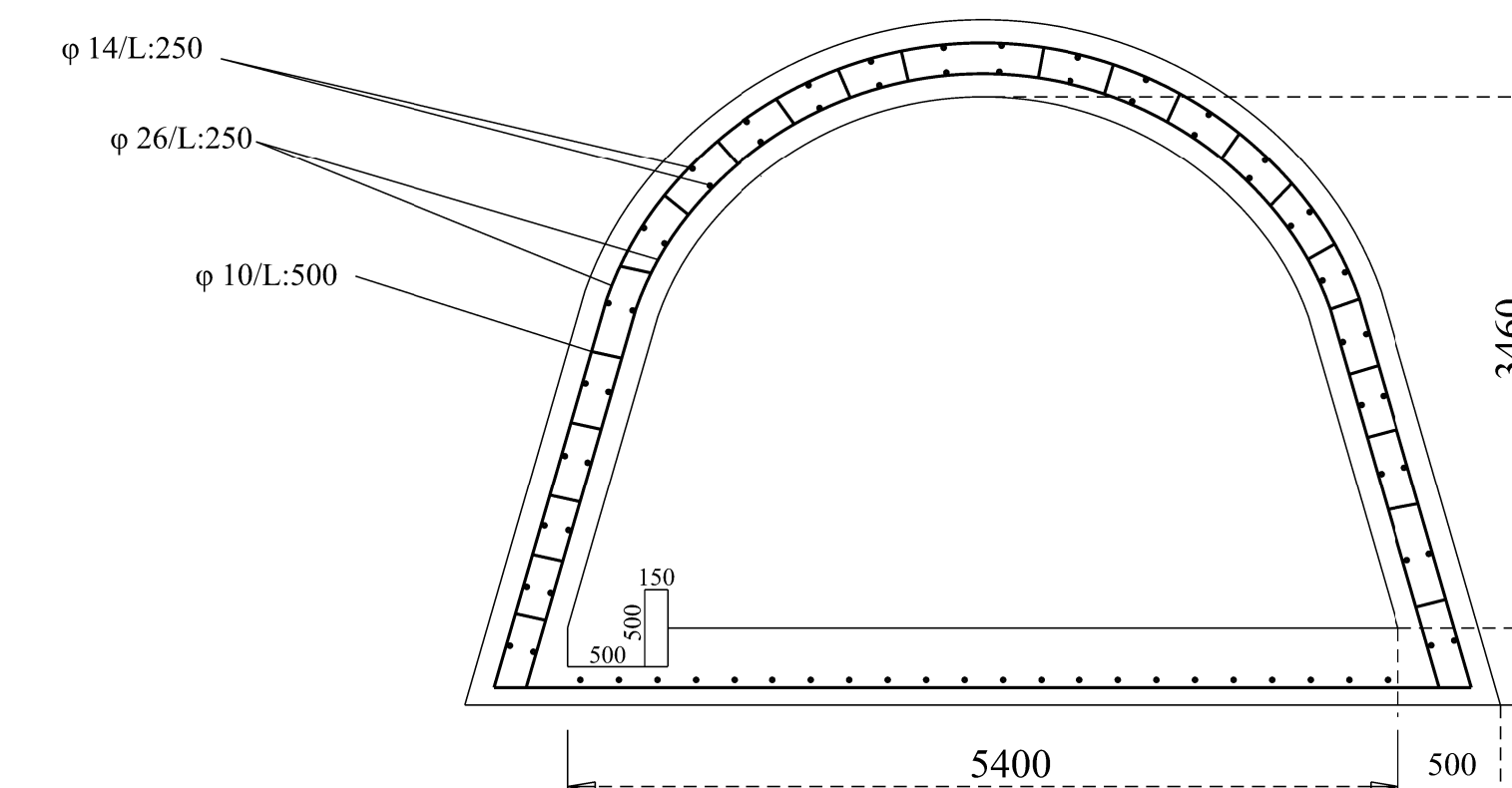
ÖNDEN GÖRÜNÜŞ



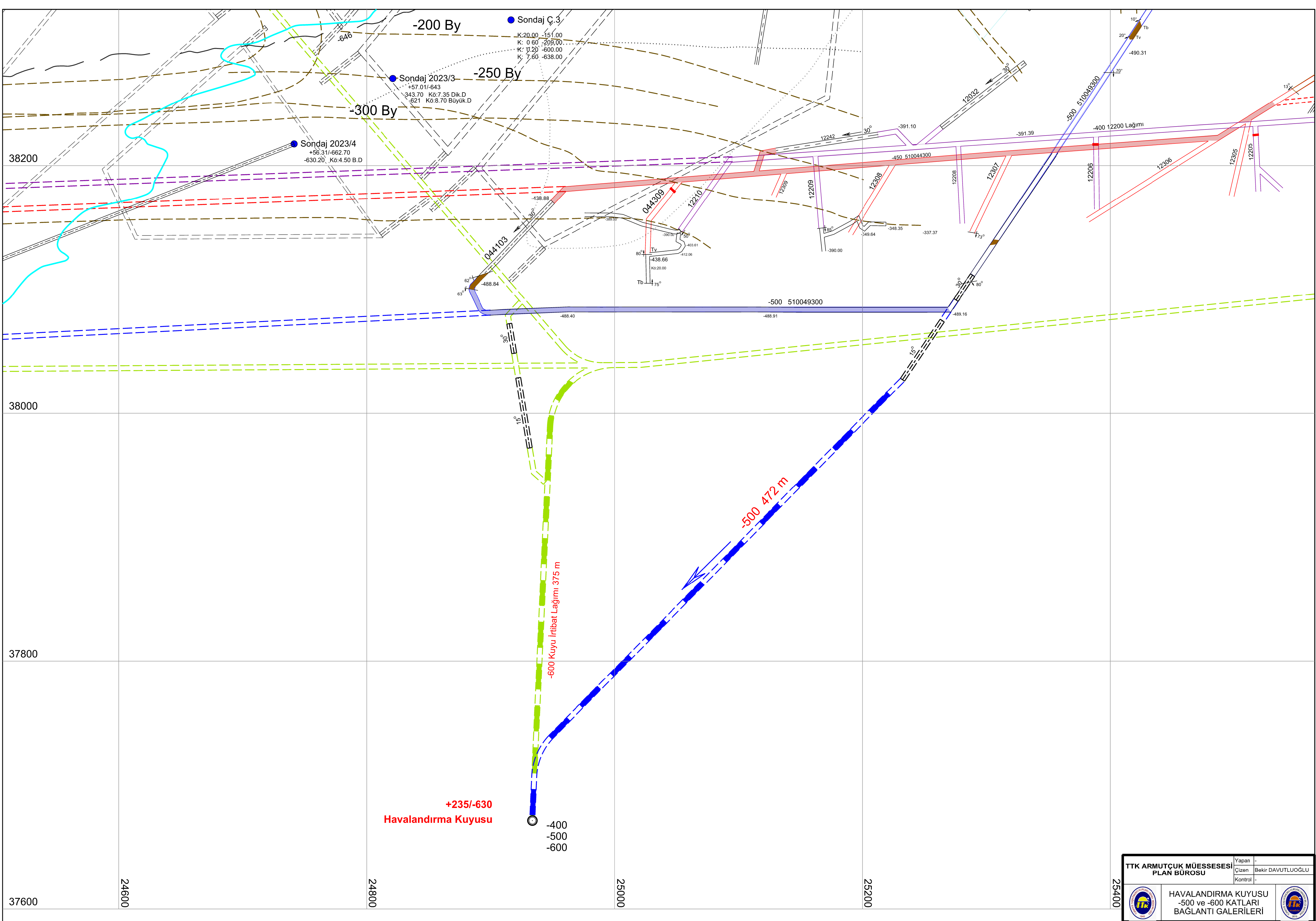
YANDAN GÖRÜNÜŞ



Demirli Betonarme Galeri Tahkimatı

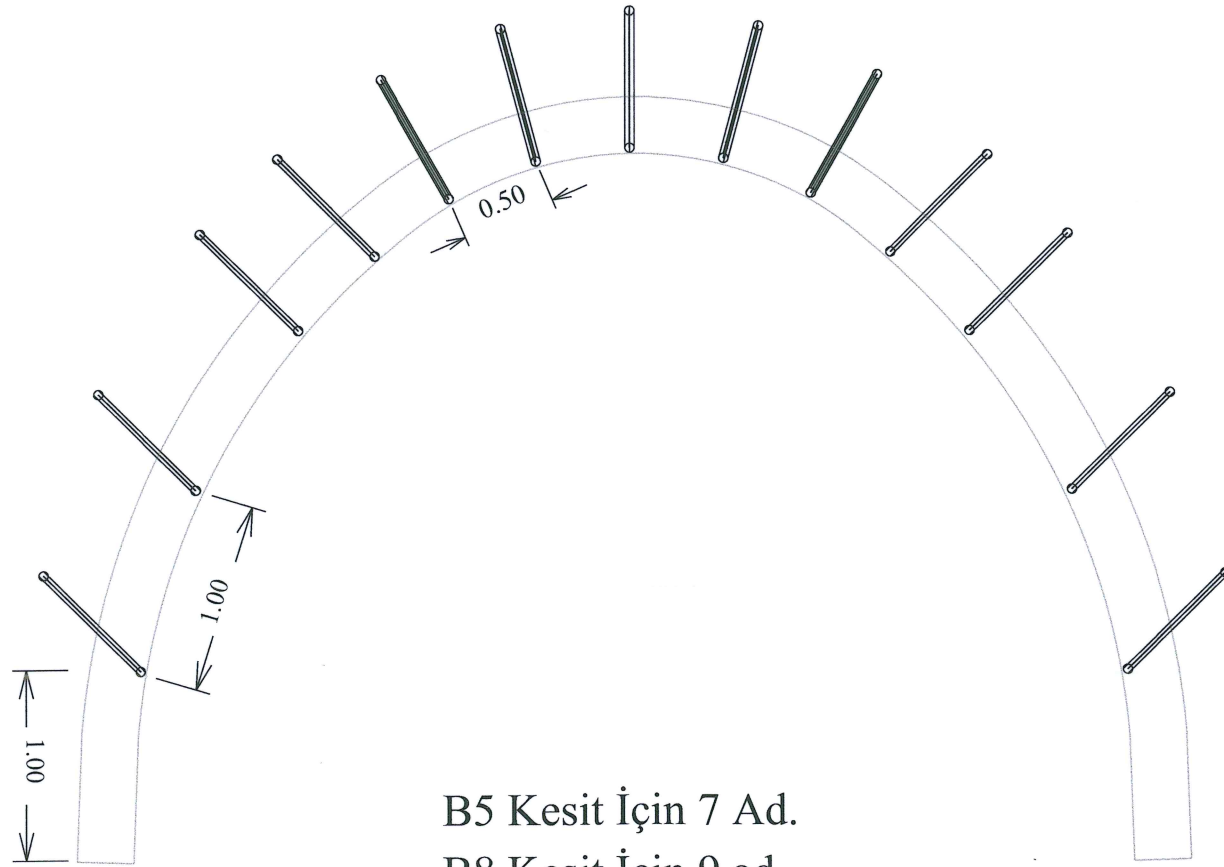


TTK ARMUTÇUK MÜESSESESİ		Yapan	-
		Çizen	Bekir DAVUTLUOĞLU
		Tarih	-
	Armutçuk Havalandırma Kuyusu -400,-500,-600 Katları İnseti		



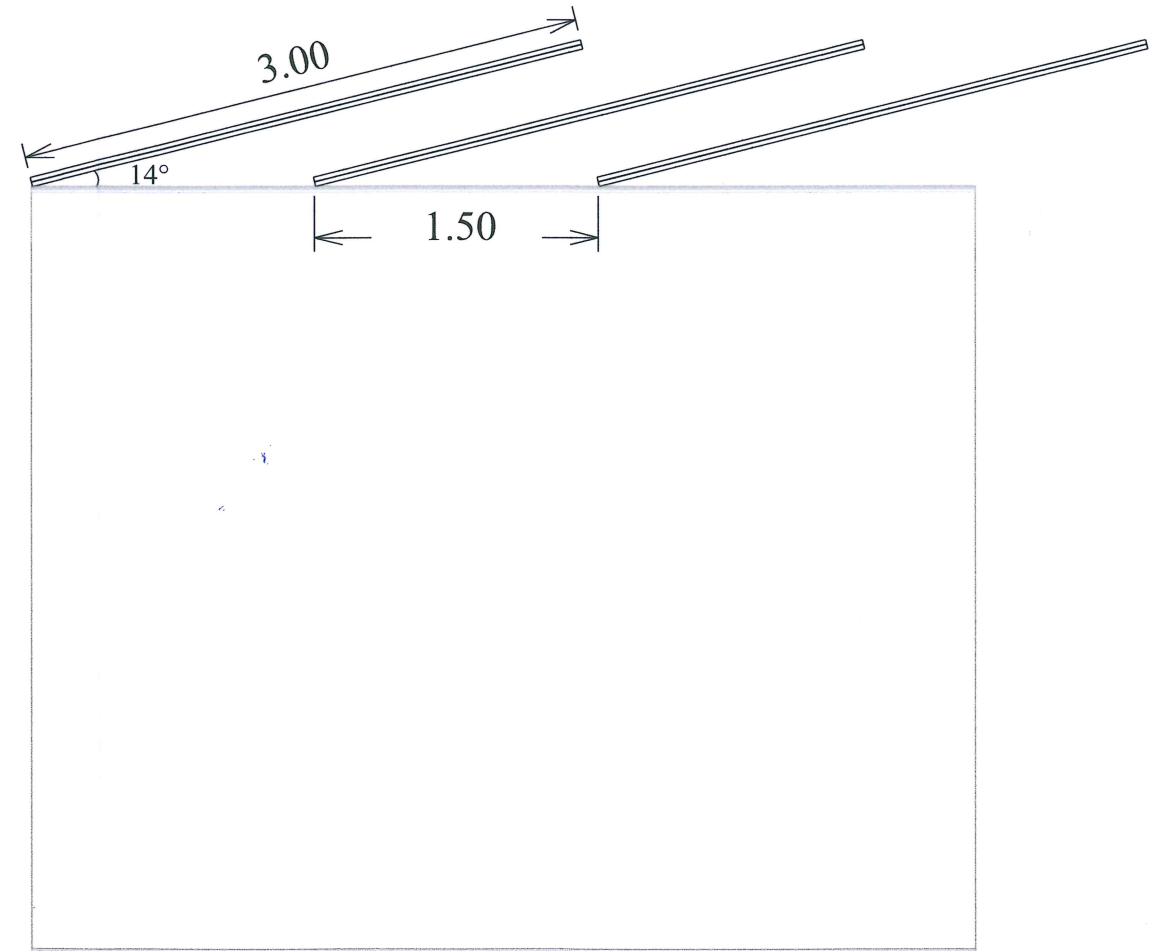
GALERİDE MEYİLLİ ANKRAJ UYGULAMASI

ÖNDEN GÖRÜNÜŞ

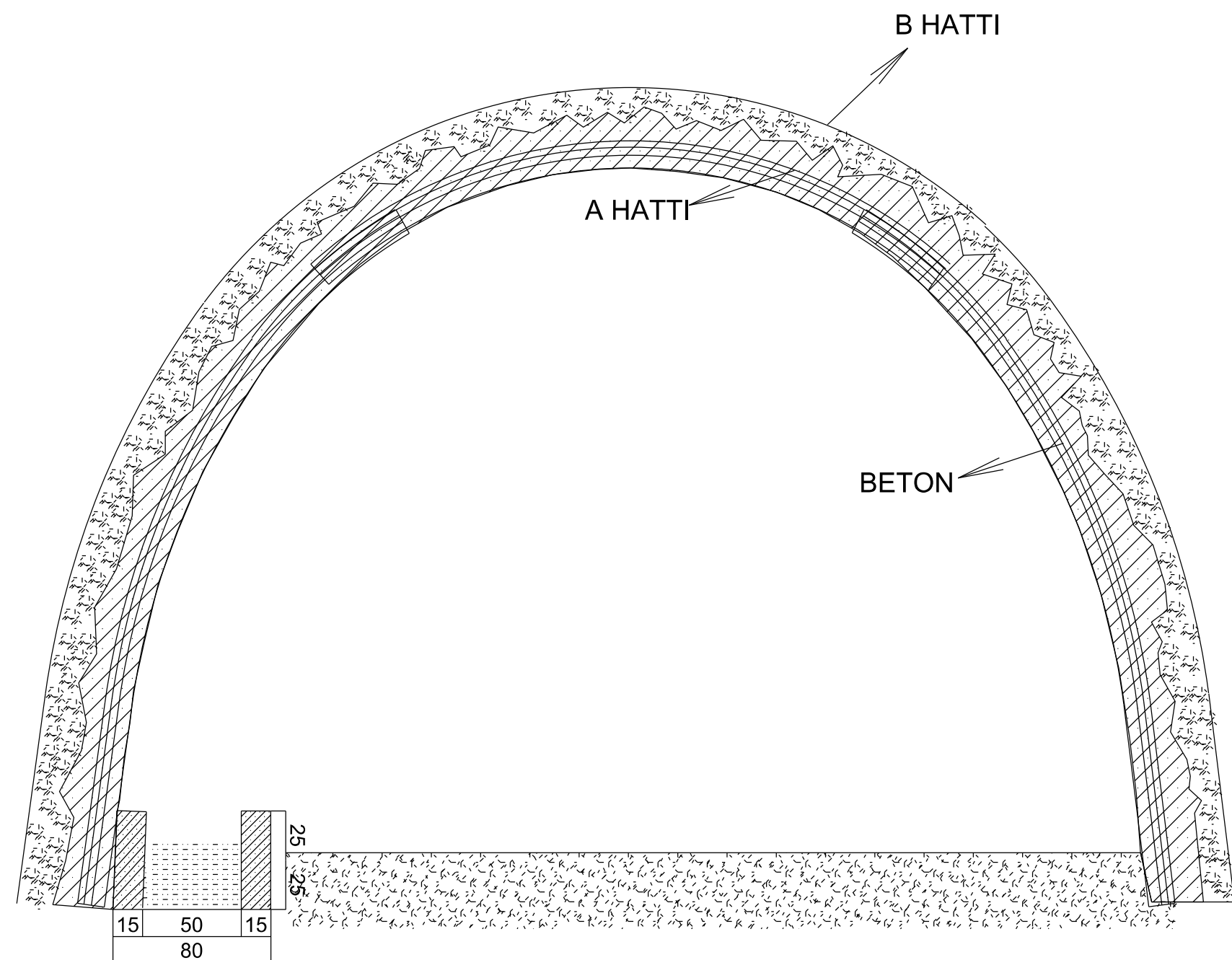
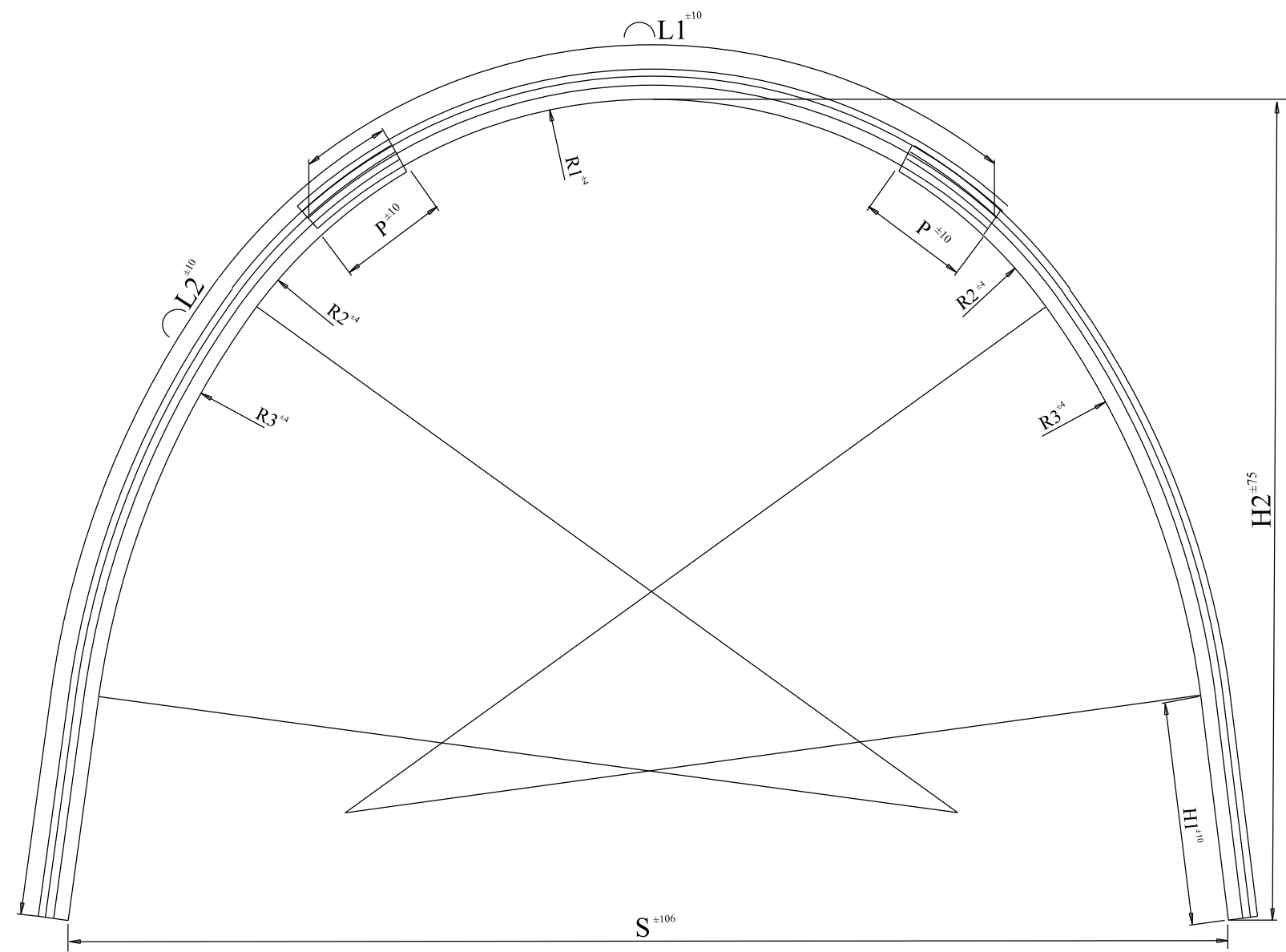


B5 Kesit İçin 7 Ad.
B8 Kesit İçin 9 ad.
B10 Kesit İçin 11 Ad.
B14 Kesit İçin 13 Ad.
B18 Kesit İçin 14 Ad.

YANDAN GÖRÜNÜŞ



TH15,6 DEMİRBAĞLI BETON KEMER TAHKİMATI ve SU KANALI



TOPLAM AGIRLIK (kg)	TOPLAM BOY (mm)	ALAN (m ²)	EBAT(mm)									G (kg/m)
			L ₁	L ₂	H ₁	H ₂	S	P	R ₁	R ₂	R ₃	
383.5	11349	15.6	3425 ^{±10}	3962 ^{±10}	1014 ^{±10}	3750 ^{±75}	5300 ^{±100}	500 ^{±10}	2248 ^{±4}	2218 ^{±4}	3948 ^{±4}	33.8

Grid
Kuzeyi

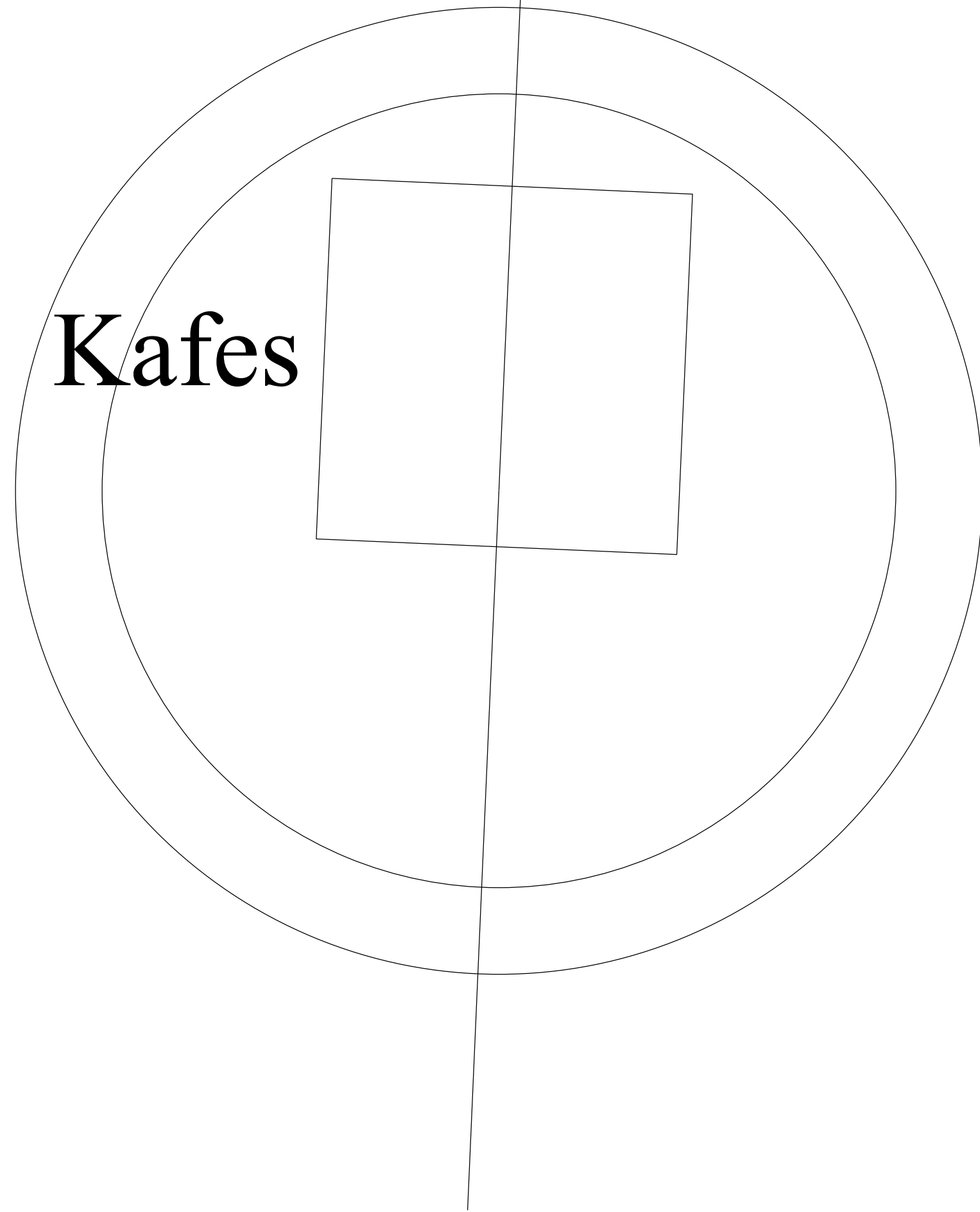
İnset
Ekseni

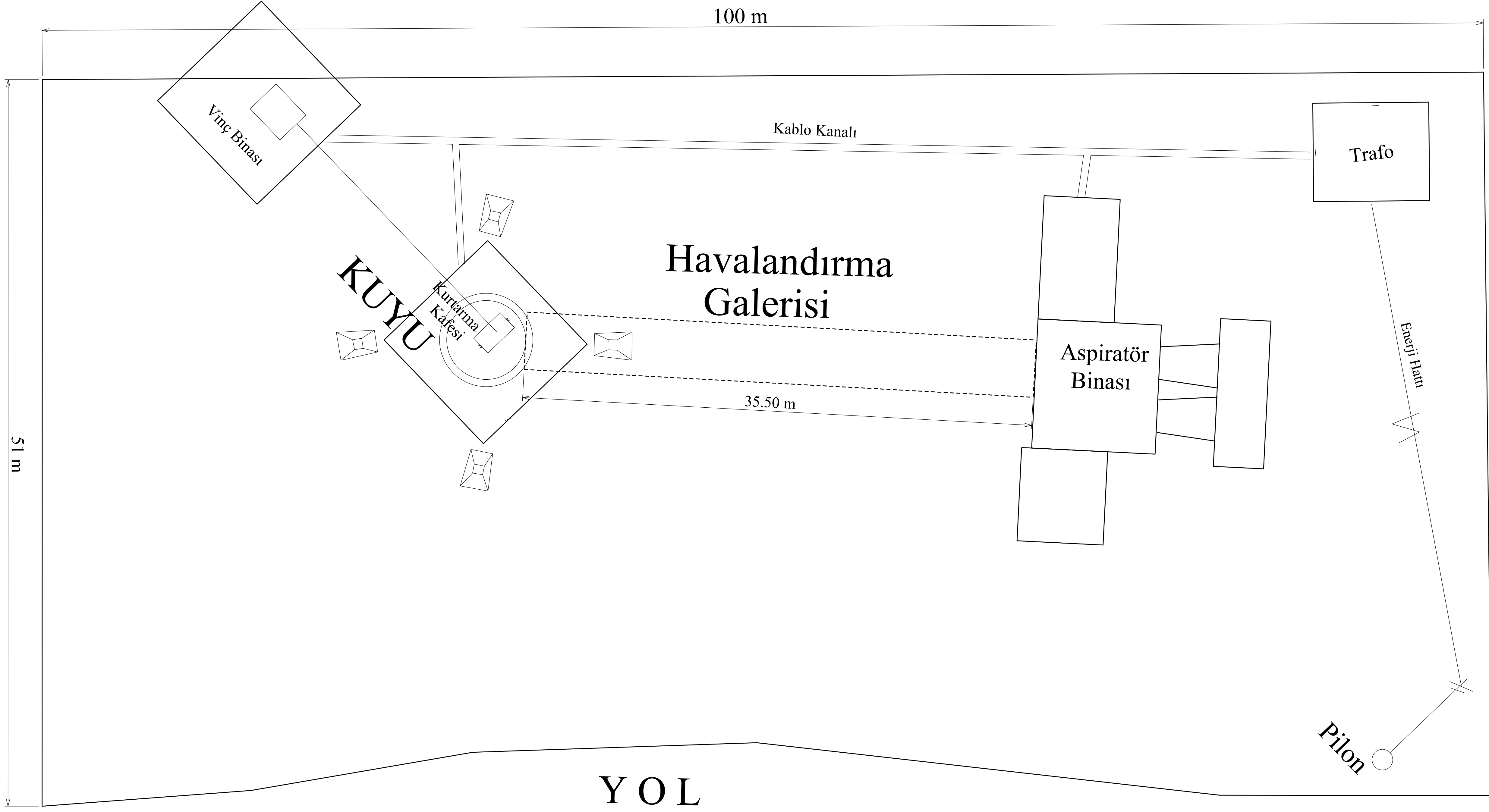
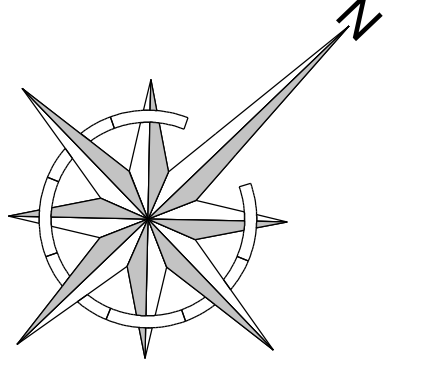
2.5°

İnset Ekseni

Kafes

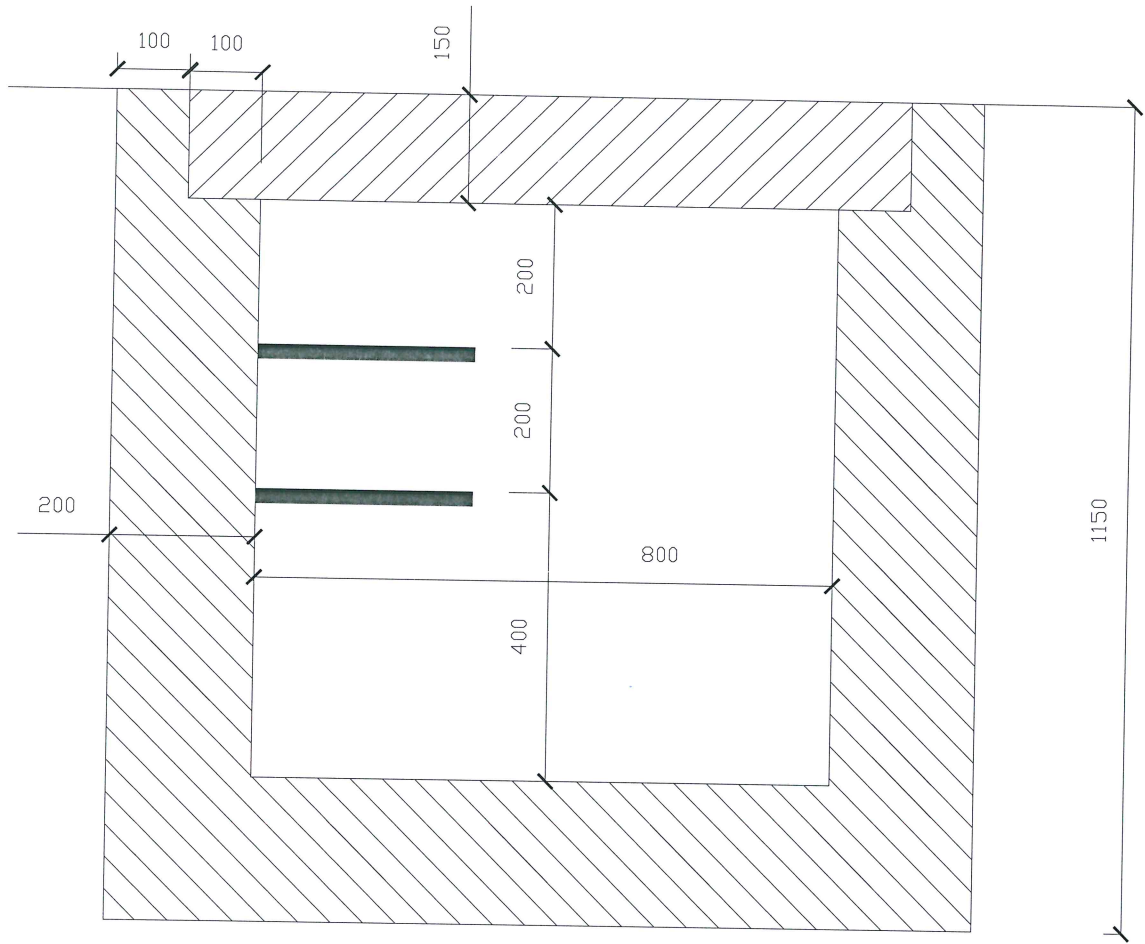
KUYU





TTK ARMUTÇUK MÜŞŞEŞEŞİ	Yapan	-
	Çizen	Bekir DAVUTLUOĞLU
	Kontrol	-
	HAVALANDIRMA KUYUSU KAZI SONRASI ŞANTİYE YERLEŞİM PLANI	

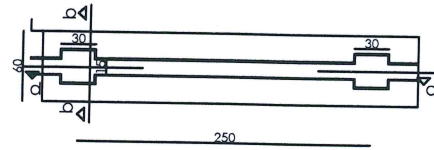
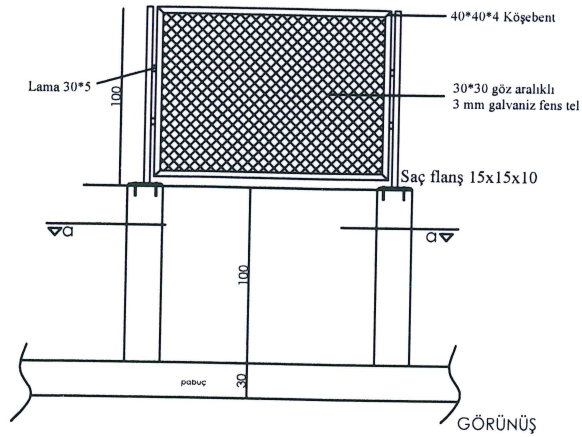
Ek-12



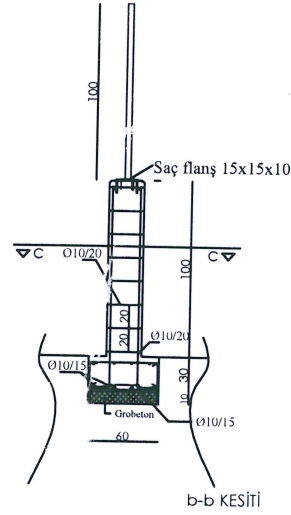
KABLO KANALI

EL-13

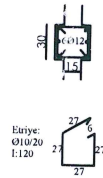
EL-11



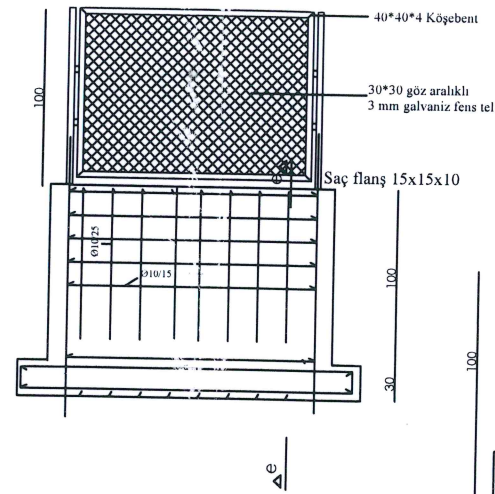
a-a KESİTİ



b-b KESİTİ



c-c KESİTİ



e-e KESİTİ

NOTLAR:

1. Hatlı imalatı yapmak için zemin yeteri kadar kazılacaktır.
2. 30 cm yüksekliğinde hatlı, 100 cm yüksekliğinde duvar için yeteri donatı imalatı için:
-BETON SINIFI C25/30
-DEMİR STANDARTI: ST420 kullanılacaktır.
3. Kafes tel sac flanşlarla betona ankrajı yapılarak 100 cm yüksekliğinde projede belirtildiği gibi tel kafes yapımı tamamlanacaktır.

TTK
HERTÜRLÜ KAZI, HAZIRLIK, TESİS, NAKLİYE, İNŞAAT,
İMALAT, MONTAJ, TAMİR VE BAKIM İŞLERİNE AİT
GENEL EMNİYET ŞARTNAMESİ

I- Amaç

Türkiye Taşkömürü Kurumu (TTK) ile bir iş sözleşmesine dayanarak çalışan Yüklenicilerin (Firma) yaptıkları çalışmalarda, işyeri şartları ve ortamının sağlıklı, güvenli olmasını sağlamak, çevreyi korumak, hak ve sorumluluklarını düzenlemek, İş Sağlığı ve Güvenliği (İSG) hükümlerinin kararlılıkla uygulanmasını sağlamaktır.

II- Kapsam :

Bu şartname TTK' ya ait sahalarda sözleşme gereği işlerin faaliyetin yürütümü sırasında Yüklenici tarafından uyulması gerekli Genel Emniyet Tedbirlerini kapsar.

Burada belirtilmeyen hususlar için, Maden ve Taş Ocakları ile Açık İşletmelerde Alınacak İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Tedbirleri Hakkındaki Tüzük, İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Tedbirleri Hakkındaki Tüzük ve TTK İş Güvenliği Yönerge hükümleri ile sözleşme konusu işin yapılması ile ilgili Kanun, Tüzük ve Yönetmelik hükümlerine uyulacaktır.

III- Genel Hususlar

Yüklenici, sözleşme konusu işin yürütümü sırasında, İş Sağlığı ve Güvenliğinin sağlanması için, ilgili Kanun, Tüzük ve Yönetmelik hükümlerine ilave olarak aşağıda yazılı tedbirleri yerine getirecektir.

1. Yeraltına çıplak alev, ateş, silah, yanıcı, yakıcı, patlayıcı madde alkollü içki sokulamaz. Alkollü kimseler iş yerine sokulmazlar.
2. Yüklenici, iş yerinde bir “**Teknik Emniyet Dosyası**” açacak, konuya ilişkin her türlü kayıt, zabıt, tutanak, rapor vs. işlemler bu dosyada iş bitimine kadar muhafaza edilecektir.
3. Yüklenici, şantiye binası, ambar, depo ve barakalarını TTK kontrol birimi ve İş Güvenliği Şube Müdürlüğü'nün göstereceği mahalde kuracaktır. Her bina, baraka, ambar ve deponun üzerinde ayrı ayrı olmak üzere Yüklenicinin ismi ve kullanım amacını belirten tabelalar bulunacaktır.
4. Yerüstünde çalışma zorunluluğu bulunduğu hallerde, hava karardıktan sonra çalışma sahasında yeterli ve uygun miktarda aydınlatmayı temin edecektir.
5. Yüklenici yeraltında ilk defa çalıştıracağı işçileri için en az 7 iş günü işyeri intibak eğitimi almasını sağlayacaktır. Yeraltı intibak eğitimi almamış ve yasa ile kısıtlanmış kimseler yeraltında çalıştırılmayacaktır.
6. Yüklenici ehliyet gerektiren sanatlarda çalıştırılacak işçilerin ehliyetlerini işe başlamadan önce TTK kontrol birimine ibraz edecektir.

7. Yüklenici, alışan bütün yerleri standartlara uygun ikaz levhası, vb gibi araçlar ile donatmak, işaretlemek ve emniyetli bir hale getirmek mecburiyetindedir.
8. Kazı ve hazırlık işlerinin yapılacağı yerlerde, TTK kontrol biriminin ve iş Güvenliği şube Müdürlüğünün bilgisi dışında kazı yapılmayacaktır. Çalışılan işyerine standartlara uygun çalışma talimatları asılacaktır.
9. Her türlü malzeme ve insan naklinde gerekli emniyet tedbirleri alınacaktır. Malzeme ve insan nakli TTK kontrol birimin bilgisi ve talimatı doğrultusunda yapılacak protokole uygun olarak gerçekleştirilecektir.
10. Yüklenici, 3 () metreden daha yüksekte çalışma yapan personelinin iskele veya emniyet kemeri kullanılmasını sağlayacaktır.
11. İşletme ile i içe çalışılması durumlarda, çalışmalar işletme personelinin çalışmalarını tehlikeye düşmeden ve çalışmalar engellenmeden yapılacaktır. Gerekirse TTK kontrol birimi ile mutabakat sağlanarak çalışmalar düzenlenecektir.
12. İşletme ile i içe çalışmalar yapıldığında, çalışılacak mahal bir gün önceden, kontrol birimine ve İş Güvenliği şube müdürlüğüne bildirilecek, Yüklenici ve TTK personelinin, çalışma bölgesinde alınan emniyet tedbirlerine uyması karşılıklı olarak sağlanacaktır. Çalışma mahallinin değişmesi halinde, yine aynı şekilde hareket edilecektir.
13. İş yerinde yeterli miktar ve cinsten yangın söndürme teçhizatı hazır bulunacaktır.
14. Yüklenici, işe başlamadan önce TTK' Kontrol birimi ve İş Güvenliği şube Müdürlüğü ile birlikte, mevcut Kanun, Kararname, Tüzük ve Yönetmeliklere ve Genel Emniyet şartnamesine ilaveten değişik çalışma şartlarına ilişkin uygun emniyet protokollerini yapacak, gerektiğinde bu protokoller yenilenecektir.

IV- Teknik Eleman Bulundurma

1. Yüklenici, yer altı maden işletmeciliği konusunda tecrübeli bir Maden Mhendisini sözleşme konusu işin başında sürekli Teknik nezaretçi (şantiye şefi veya şantiye sorumlusu) olarak atayacaktır.
2. Yüklenici, işletmede yeterli sayıda Maden Mhendisini Daimi nezaretçi olarak görevlendirecek, her vardiyadan sorumlu en az bir Daimi Nezaretisi bulunacaktır.
3. Maden mühendisi dışında diğer teknik eleman istihdamı idare ile yapılacak protokolle belirlenecektir.
4. Yüklenici, sözleşme konusu işin başında devamlı bir A sınıfı iş güvenliği uzmanlığı sertifikasına sahip bir Maden Mhendisini İş güvenliği uzmanı olarak atayacaktır.
5. Bu teknik elemanların isim, unvan, görev ve yetkileri çalışmaya başlamadan en az 7 gün önce TTK kontrol birimine bildirecektir.

V- Havalandırma

1. Ocağa verilecek hava miktarı; Çalışanların sayısı, oluşan toz miktarı, patlayıcı madde miktarı, damar gaz içeriği, hava hızı ve makine ekipmanları göz önünde bulundurularak zararlı gazların ve tozların etkisiz hale getirilmesi için gerekli olan hava miktarı hesaplanarak en yüksek değer dikkate alınır.
2. Havasında % 19'dan az oksijen, % 2'den çok metan, % 0.5'ten çok karbondioksit, 50 ppm (%0.005) den çok karbonmonoksit ve diğer tehlikeli gazlar bulunan yerlerde gerekli güvenlik önlemleri alınarak mevcut olan tehlikeyi bertaraf etmek amacıyla önleyici faaliyetler ve kurtarma çalışmaları dışında çalışılmaz. 8 saatlik çalışma için müsaade edilen en yüksek hidrojen sülfür oranı 20 ppm (%0,002) dir.

Oksijen miktarı azalan, yanıcı, parlayıcı ve zararlı diğer gazların karışmasıyla bozulan akımları, diğer çalışma yerlerinden geçmesine meydan verilmeden derhal ve en kısa yoldan veya çok ısınan hava ocak dışına atılır.

Hava akış güzergâhı ilave direnç oluşturmayacak şekilde planlanır ve mevcut açıklıklarda kesit daralmalarına müsaade edilmez.

Hava özelliklerinin bozulmasından, ısınmasından ve oksijen azalmasından kaynaklı olumsuz etkilerden çalışanları korumak için çalışmanın zorunlu olduğu durumlarda çalışma alanı ve zamanı sınırlandırılır.

3. Tali pervaneler İş Sağlığı Güvenliği ve Eğitim Şube Müdürlüğünün onayı ile kurulacaktır. Tali pervanelerde hava kısa devre yapmayacak ve pervanenin emdiği hava kurulduğu yerdeki temiz havanın %70'ini geçmeyecektir.

Tüm pervanelerin çalışıp çalışmadığı uzaktan izleme ile MİS tarafından takip edilir.

Tali pervaneler yeraltında kullanımına müsaade edilebilir tip olacak, koruyucu muhafazaları bulunacaktır.

Tali pervaneler durdurulmuş veya bozulmuşsa buralarda bulunan elektrikli ekipmanlar durdurulacak ve elektrikleri kesilecektir.

Tali pervaneler, ocağın elektrikli ekipmanları ile birlikte otomatik elektrik kesme devresine bağlanmayacaktır. Ocağın elektrikli ekipmanlarının elektriği kesildiğinde pervaneler çalışmaya devam edecektir.

Dönüş havası üzerinde kurulacak olan tali pervaneler, %1 metan gazına ayarlı otomatik devre kesiciler vasıtası ile elektrikleri kesilecek şekilde dizayn edileceklerdir.

Pervaneler temiz hava yönünde, rekup girişinden kısa devre yapmayacak uzakta kurulacaktır. Vantüplerin arından olan uzaklığı sağlıklı ve güvenli bir çalışma ortamı oluşturulacak şekilde belirlenir.

Degaja müsait hazırlık arınları havalandıran tali pervane, gaz degajından sonra da çalışmaya devam etmesi sağlanır. Bu nedenle pervaneler kavşaktan temiz havanın geldiği yönde en az 15 metre mesafeye kurulacaktır.

Vantübün kavşak noktalarında ve dönüşlerde yapışmasını önlemek üzere çelik telli akordiyon tip vantüpler veya benzeri özellikte hava boruları kullanılacaktır. Vantüpler anti statik ve alev yürütmez özellikte olacaktır.

Tali havalandırma sadece ana havalandırma akışı ile bağlantısı bulunan hazırlık ve arama-kurtarma çalışmalarının yapıldığı yerlerde uygulanacaktır.

4. Metan veya diğer tehlikeli gazlar bulunduğu için boşaltılmış ocaklar veya ocak kısımları baraj ile kapatılır. Kapatılmayan tüm baca, taban ve lağımlar sürekli havalandırılır. Kurtarma işleri dışında, Daimi Nezaretçiden talimat alınmadan hiç kimse bu yerlere giremez.

Çalışmanın bittiği yerlerle terk edilmiş katlar, çalışılan yerlerden ve hava yollarından topuk veya gaz sızdırmaz barajlarla ayrılacaktır. Bu gibi yerler nezaretçiler tarafından belirli aralıklarla kontrol edilecektir.

5. Önemli metan birikintileri, tehlike oluşturmayacak biçimde temizlenir.

Ocağın herhangi bir kısmında az miktarda metan birikmiş olsa dahi temizleme işi Daimi Nezaretçi tarafından görevlendirilen ve bu konuda tecrübeli nezaretçiler gözetiminde yapılacaktır.

Metan birikintilerinin temizlenmesi tali pervane vasıtası ile gerçekleştirilecekse; tali pervane kirli havayı basmayacak şekilde temiz hava tarafına, hava dönüş yolundan en az 15 metre uzağa kurulacaktır. Vantüpler veya hava boruları ortamın metan oranı %2'nin altına düştükçe arına doğru ileri uzatılacaktır.

Metan temizleme işlemi, kapalı olan iki baraj veya perde arkasında kalan bir sahada, baraj veya perdelerin açılması için yapılıyorsa; Patlayıcı ortam, boğucu veya zehirli gaz konsantrasyonları dikkatle takip edilerek, tali havalandırma yapılarak baraj açma işleri yürütülür.

Dönüş yollarında kirli havanın temizlenmesi süresince patlayıcı madde kullanılması yasaktır. Dizel, akülü ve elektrikli lokomotifler temiz hava tarafına çekilerek durdurulacaktır. Hava dönüş yolu üzerindeki elektrikli cihazların ve şebekenin elektriği kesilecektir.

Hava dönüş yolu üzerinde bulunan merkezi izleme sistemine bağlı sensörler sürekli takip edilecektir.

6. Az miktarda grizu birikimleri dahi doğrudan basınçlı hava verilerek temizlenmeyecektir.
7. Metan değerinin %1 ve üzerinde bir değer ölçülmesi halinde ateşleme yapılmaz. Metan değerinin %1,5 ve üzerinde bir değer ölçülmesi halinde elektrikli aletlerin elektriği kesilir. Metan değerinin %2 ve üzerinde bir değer ölçülmesi halinde gaz boşaltma çalışmaları ve tahlisiye çalışmaları haricinde tüm çalışmalar durdurulur ve gaz tahlisiyesi ve kurtarma çalışmaları yapacak görevliler haricinde başka kimse bu alanda ve etkilenebilecek diğer alanlarda bulunmaz.
8. Havalandırma ve Degaj hususunda; Madenlerde İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmeliği, TTK Havalandırma Yönergesi, TTK Degaj Yönergesi hükümlerine uyulacaktır.

VI- Yeraltında Kullanılacak Ekipman

1. Yeraltında kullanılan tüm elektrikli teçhizatlar; Muhtemel Patlayıcı Ortamda Kullanılan Teçhizat ve Koruyucu Sistemler ile ilgili yönetmeliğe (ATEX) uygun olur.
2. Yüklenici yeraltına ALSz özellik arz etmeyen (fotoğraf makinesi, Film Makinesi vb.) ekipman sokamaz.

VII- Patlayıcı Madde ve Ateşleme

1. Patlayıcı maddelerin depolanmasında, taşınmasında ve kullanılmasında ilgili Tüzük, Yönetmelik ve Yönerge hükümlerine uyulacaktır.
2. Yüklenici, patlayıcı maddelerin kullanımı ve depolanması ile ilgili protokolleri tanzim edecektir. Protokollerde patlayıcı maddelerin cinsi, miktarı, delik paterni ile ilgili bilgiler yer alacaktır.
3. Patlayıcı maddelerin ve ateşleyici malzemelerin depolanması, taşınması ve kullanılması sadece C sınıfı ateşleyici belgesine sahip şahıslar tarafından yapılacaktır. C sınıfı ateşleyici belgeleri işe başlamadan önce TTK kontrol birimine ibraz edilecektir.
4. Delikler mutlaka sulu delinecektir.
5. Lağımlarda; kömürde, kömür damarına dik mesafede 15 m kala ve kömür damarını da dik mesafede 15 m geçene kadar grizu güvenli kapsüle duyarlı dinamit ile sıfır zamanlı (adi) kapsül kullanılacaktır.
6. Grizu güvenli kapsüle duyarlı dinamit ve sıfır (adi) zamanlı kapsüllerin ateşleme işlemi

en az **200 m.** geride bulunan güvenli bir cep ve/veya dirsekten yapılacaktır.

7. Bakanlık tarafından izin verilmiş grizu güvenli olmayan kapsüle duyarlı dinamit ve gecikmeli kapsüllerin ateşleme işlemi en az **300 m.** geride bulunan güvenli bir cep ve/veya dirsekten yapılacaktır.
8. Ateşlemeler yalnızca elektrikli bakır kovanlı U tipi kapsüllerle yapılacaktır.
9. Ateşleme sonrası en az **30 dakika** arına girilmeyecek. Arında önce kavlak kontrolü ve sonra patlamamış kapsül kontrolü yapılacaktır.
10. Patlatma deliklerinde sıkılama çamuru ve su kartuşu kullanılacak. Patlatma sonrasında ise oluşan tozu bastırmak için sulama sistemi uygulanacaktır.
11. Kullanılabilecek maksimum kapsül ve kablo dirençlerinin en az iki katı büyüklüğünde grizu güvenli manyetolar kullanılacak. Bu manyetoların periyodik (her ay) kontrolleri yaptırılarak kayıt altına alınacak ve TTK kontrol birimine ibraz edilecektir.

VIII- Gaz Ölçme ve Kontrolları

1. Yüklenici teknik elemanları iş yerinde her gün her vardiya en az 2 kez güvenlik denetimi ve gaz ölçümleri yaptıracaktır. Ölçüm sonuçları Noterce onaylı Emniyet defterine kayıt edilecektir.
2. Çalışma arınında her vardiya sesli ve ışıklı alarm veren metan dedektörü bulunacaktır.
3. Yüklenici, vardiya sorumlusu ve nezaretçisinin kullanımı için yeterli sayıda hava hızı, metan, CO, CO₂, ve O₂ ölçme cihazı temin edecektir.
4. Gaz ölçme cihazları sürekli bakımlı, çalışır ve kalibrasyonu yapılmış olacaktır. Yüklenici cihazların bakım ve kalibrasyonu için TTK imkanlarından ücreti mukabili faydalanabilir.
5. Ani metan gazı yükselmelerine karşı, elektrikli cihazların cereyanını otomatik olarak kesecek devre kesme tertibatı bulunacaktır.

IX- Kontrol ve Degaj Sondajları

1. Grizu bulunabilecek veya ani grizu tehlikesi olan yerlerde en az 25 m. boyunda kontrol sondajları yapılacaktır ve 15m'lik topuk mesafesi bırakılarak sondajlar yenilenir.
2. Sondaj esnasında metan geliri varsa, çalışma durdurulacak ve derhal kontrol yetkilisine bildirilecektir. Arında tekrar çalışmalar kontrol yetkilisinin yazılı müsaadesi ile başlatılacaktır.

3. Taşta sürülen galerilerde kontrol sondajı en az bir adet yapılır. Bu galeride yapılan sondajın kömür damarı veya fayı kesmesi durumunda, kömüre veya faya 15 metre mesafede arında dört yönlü yelpaze şeklinde rahatlatma sondajları yapılır. Önceden çalışma yapılmış bölgelerde ve/veya bu bölgelere 50 metre yaklaşıldığında, arından dört tarafa en az 25 metre uzunluğunda kontrol sondajları yapılır. Bu sondajların eski çalışmış bölgeye ulaşması hedeflenir.
4. Arından gaz geliri, sondaj tijlerinin sıkışması, arında çatlak oluşması, arından basınç nedeniyle kırıntı gelmesi, arından veya çevreden kütleme seslerinin duyulması, arında gevşeme ve şişme olması vb. degaj emarelerine dikkat edilecektir.
5. Kömüre yaklaşıldığında ilerleme hızları düşürülecek, lağım arını bekletilip stress boşaltıldıktan sonra ilerleme yapılacaktır.
6. Çalışanlar Oksijenli Ferdi Kurtarıcı Maske (OFK) ile donatılacak, işçiler maskelerini üzerlerinde taşıyacaktır.
7. Başyukarılarda en fazla 10 metre, tabanlarda 20 metre, lağımlarda 30 metre aralıklarla çalışma arınından itibaren hava dönüş yolu üzerinde temiz hava ile birleştiği, yeterli oksijen gelirinin olduğu noktaya kadar tesis edilecektir.
8. Lağım arınındaki işçilerle sürekli haberleşmek için telefon vb. vasıtalar hazır bulundurulacaktır.
9. Acil durumlar için kaçış planı ve vasıtaları hazır bulundurulacaktır.
10. Madenlerde İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmeliği, TTK Degaj Yönergesi hükümlerine uyulacaktır.
11. Çalışanlar degajlar ve diğer tehlikeler ile kaçma kurtulma konusunda eğitilecektir.
12. TTK kontrol birimi, yukarıda belirtilenler dışında çalışma koşullarına ilişkin diğer hususları protokolle tespit edecek, gerektiğinde protokoller yenilenecektir.

X-Kişisel Koruyucu Malzemeler

1. Yüklenici çalışanlarına İSG tüzük gereği kişisel koruyucu malzeme temin edecek ve kullanılmasını sağlayacaktır. Kişisel Koruyucu Donanım (KKD)Yönetmeliği ve KKD lerin işyerinde kullanılması hakkında Yönetmelik hükümlerine uyacaktır.
2. Yüklenici işçilerini yaptığı işe uygun iş kıyafeti ile çalıştıracaktır. Kıyafetler TTK, çalışanlarından ayrılacak ve üzerinde Yüklenicinin isim ve amblemi olacaktır. Koruyucu giyim malzemesi olmayan ve kullanmayan işçiler tespit edildiğinde Yüklenici sorumlu tutulacaktır.
3. Koruyucu malzemelerin kullanılmaması nedeniyle meydana gelebilecek iş kazası veya meslek hastalığı nedeni ile üçüncü kişiler veya SSK tarafından TTK aleyhine girilebilecek her türlü takip ve davalar TTK tarafından müteahhide rücu edilecektir.

4. Yüklenici acil durumlarda kullanılmak üzere yeraltına giren her işçisi için Oksijen maskesi (OFK) veya CO maskesi (FFK) temin edecek ve çalışanlar bu maskeleri üzerlerinde taşıyacaktır .
5. Yüklenici Tarafından Çalışan İşçisine Temin Edilecek Koruyucu Malzemeler
 - *Baret* : Plastik baret TS EN 397 sayılı Türk Standartları Enstitüsünde belirtilen şartlara uygun sarı renkli olacaktır.
 - *Emniyet ayakkabısı* (Emniyetli Çizme) : TS EN ISO 20345'e uygun uzun yada kısa konçlu çizme, burnunda standartlara uygun çelik koruyucu olacaktır.
 - *İş elbisesi* : TS EN ISO 13688 Yüklenici iş elbisesi üzerine kendi arma veya amblemini muntazam şekilde uygun yerlere yazdıracak, yapıştıracak ve diktirecektir.
 - *Koruyucu eldiven* : TS EN 420(Genel)- TS EN 388(Mekanik Risklere Karşı Koruyucu Eldiven) TS EN 407(Isıl Risklere Karşı Eldiven) Isıya dayanıklı eldiven veya lastik eldiven vb. gibi yapılan işe uygun niteliklere haiz olacaktır.
 - *Toz maskesi*: TS EN 149 PPF1 standardında, 5 mikrona kadar ince tozları tutabilecek kapasitede olacaktır.
 - *Emniyet gözlüğü* : EN 166 veya TS 5560 EN 166 Toz ve çapak gözlüğü gibi yapılacak işe uygun nitelikte olacaktır.
 - *Yağmurluk* : TS EN 343 Yağmur geçirmeyecek suya dayanıklı malzemeden imal edilmiş olacaktır
 - *Emniyet kemeri* : TS EN 353, 358 Standartlarına uygun olacak.
 - *Ferdi Kurtarıcı Maske* : Gaz maskesi (OFK veya COFK) vb maskeler TTK standartlarına uygun olacaktır (TS EN 143)
 - *Kulaklık* : TS EN 352-1, 352-3 standartlarına uygun olacaktır.

XI - Çalışma Şekli Ve Koşulları

1. Çalışma günleri: Haftada 6 gündür. TTK Pazar günü ve dini bayramlarda çalışma yapıp yapılmayacağına 3 gün önceden Yüklenici' ye yazılı olarak bildirecektir.
2. Çalışma saatleri: 3 vardiya üzerinden 24 saat çalışma yapılacaktır. Yüklenici çalışma saatlerinde ve vardiyalarda TTK kontrol birimi ile mutabakat sağlayarak çalışma saatlerini düzenleyecektir.
3. Yüklenici her vardiyada işin başında TTK elemanları ile temas edebilecek bir nezaretçiyi bulunduracaktır.
4. Özel çalışma gerektiren işlerde iş saatleri TTK ile yapılacak protokolle tespit edilecektir.
5. İşçinin çalıştığı süreyle ilgili olarak 4857 sayılı İş Kanunu ve Yönetmelik hükümleri uygulanacaktır.

XII- Haberleşme ve Sinyalizasyon

1. Yüklenici yeraltında Gurup 1 gazlı ortamlarda çalışmaya uygun haberleşme vasıtaları kullanacaktır.
2. Yüklenici TTK, haberleşme araçlarından yararlanacak ve araçların kullanılması ile ilgili Kurum talimatlarına uyacaktır.

XIII - İş Kazası ve Zarardan Sorumluluk

1. Yüklenici sözleşme gereği işi, işçi sağlığı ve iş güvenliği mevzuatına uygun olarak yapmak zorundadır. Bunları yerine getirmemesinden dolayı meydana gelebilecek bir iş kazasından dolayı iş kazasına uğrayan kurum personeli ve diğer kişilerin haklarından tamamen sorumlu olacaktır. Bundan dolayı TTK'ya ve üçüncü şahıslara verdiği zararları tazmin edecektir. TTK'nın her türlü hakları saklı kalacaktır.
2. Yüklenici faaliyeti esnasında meydana gelebilecek iş kazalarını yasa gereği süresi içinde ilgili yerlere (ETKB, ETKB Maden ve Petrol İşleri Genel Md, ÇSGB Bölge Md, SSK ve Emniyet ve C. Savcılığı'na) bildirecek ve TTK Genel Müdürlüğüne bilgi verecektir.
3. Yüklenici faaliyetleri esnasında meydana gelebilecek zararlardan sorumlu olacak zarar ve hasarı tazmin edecektir.
4. Yüklenici görevi yerine getirilmesi esnasında gerek ihmal, dikkatsizlik, tedbirsizlik gerekse ehliyetsiz işçi çalıştırmaktan dolayı meydana gelebilecek tüm zarar ve hasarları karşılayacaktır.
5. Yüklenici aylık kaza istatistiklerini yaparak İş Güvenliği Şube Müdürlüğüne bildirecektir.
6. Yüklenici, yangın, gaz basması vb olağanüstü şartlarda TTK tahlisiye hizmetlerinden ve imkanlarından yararlanmak için ayrıca bir protokol yapacaktır. Yüklenici başta teknik elemanları olmak üzere en az 12 kişinin tahlisiyecisi olarak yetiştirilmesini sağlayacaktır.

XIV- Kontrol ve Denetimler

1. T.T.K veya görevlendireceği yetkili temsilcileri, Yüklenicinin çalışmalarını, projesini Yasa, Tüzük, ve Yönetmelikler, ile Yönergelere uygun çalışılıp çalışılmadığını kontrol etmeye yetkilidir.
2. Belirtilen faaliyetlerin T.T.K'nın kontrolü altında yürütülmüş olması, Yüklenicinin üslenmiş olduğu işi bütünüyle Sözleşme ve Projelerine, teknik kurallarına uygun olarak yapmak hususundaki yükümlülüklerini ve bu konudaki sorumluluğunu ortadan kaldırmaz.
3. Yüklenici, işi sözleşme ve eklerindeki hükümlere aykırı olmamak şartıyla T.T.K' nın vereceği talimatlara göre yapmak, T.T.K' ya her türlü bilgiyi vermekle ve işin her safhasında her türlü kolaylığı göstermekle yükümlüdür.

4. Yüklenici isteklerini T.T.K' ya yazı ile, aynı şekilde T.T.K' da istek ve talimatlarını Yükleniciye yazı ile bildirir. Söz üzerine yapılmış işler ve işlemler hakkında taraflar herhangi bir hak iddiasında bulunamazlar.
5. Kontrol ve denetimler sırasında iş güvenliği önlemlerinin yerine getirilmemesi nedeni meydana gelecek gecikmeler süre uzatılmasına gerekçe gösterilemez.

XV- İş Sağlığı

- 1- Yüklenici çalıştıracığı işçilerine sağlık raporu aldıracak ve bu raporlar işçi listeleriyle birlikte işe başlamadan önce ibraz edilecektir. Ayrıca çalıştırdığı işçi sayısının 50 kişiyi geçmesi durumunda işyeri hekimi sözleşmesini ibraz edecek veya TTK sağlık hizmetlerinden yararlanmak için ek bir protokol yapacaktır.
- 2- Lağım deliklerinin sulu delmesi sağlanacak, posta yükleme vb işlerde toz bastırıcı önlemler alınacaktır.
- 3- Çalışanlar toz ve gürültüye karşı korunacak, Kanun ve Yönetmelik hükümleri titizlikle uygulanacaktır.

XVI- Diğer Hususlar

- 1- Yüklenici, çalıştırdığı işçilerle ilgili olarak tüm iş yasası ve iş güvenliği mevzuatı hükümlerine ve burada belirtilen hususlara uymak zorundadır. Söz konusu mevzuata uyulmamasından doğacak her türlü sorumluluk Yükleniciye aittir.
- 2- Yüklenici iş yerinde “**İşçi Kayıt Dosyası**” açacak her işçinin kimliği, günlük mesaisi, çalışma yeri, hastalık vb şahsi durumları bu dosyada iş bitimine kadar muhafaza edilecektir.
- 3- Yüklenici tarafından sağlık, güvenlik, ücret gibi işçilerin çalışma şartları ile ilgili hususları belirten afiş ve ilanlar işyeri ve eklentilerinde işçiler tarafından kolayca görülebilecek yerlerde işe fiilen başlama tarihinden itibaren 15 gün içinde ilan tahtalarına asılmak suretiyle duyurulacaktır.
- 4- Yüklenici yürürlükte bulunan mevzuat hükümlerine uygun olarak işe başlattığı her türlü personelin işe giriş tarihini, adı ve soyadını, ücretini ve ücretin ödeneceği tarihi gösteren kendisi veya vekili tarafından imzalanmış usulüne uygun bir karneyi personeline vermek ve değişiklikleri zamanında işlemek zorundadır. Ayrıca Yüklenici işçi çalıştırmaya başlayacağı tarihten önce “**İşyeri Bildirgesini**” ve çalıştıracığı personele ait “**İşçi Listesini**” TTK ‘ya vermekle yükümlüdür.
- 5- Yüklenici işyerinde fiilen sigortalı işçi çalıştırmaya başlamadan önce çalıştıracığı işçilerin “**İşyeri Giriş Bildirgelerini**” SSK’ya vererek bunun verildiğine dair belge ile işyeri giriş bildirgelerinin tasdikli örneğini sipariş mektubu kendisine ibraz edildiği andan itibaren 7 takvim günü içinde ibraz zorunludur. Bu belgeler gelmeden yer teslimi yapılmaz ve işe başlatılmaz. Yer teslimi yapıldıktan sonra bir hafta içinde ÇSGB Bölge Çalışma Müdürlüğü’den Sosyal Güvenlik Numarası almak ve TTK’ya ibraz etmek zorundadır.
- 6- Yüklenici personelin işe geliş, gidişini, iaşesini sağlamak üzere gereken bütün tedbirleri almak zorundadır. Yüklenici’nin iş verdiği taşeronlardan gündelikçi,

haftalıkçı veya aylıkçı olarak iş yerinde çalıştırılan işçi ve tüm personel Yüklenici elemanı hükmündedir. Bunların ücretlerinin ödenmesinden de doğrudan Yüklenici sorumludur, Yüklenici bunların ücreti hakkında aynen kendi elemanları gibi yukarıda belirtildiği gibi işlem yapmak zorundadır.

- 7- Yüklenici T.T.K adına yapacağı işlerde dahil olmak üzere ilgili Kanun, Tüzük, Yönetmelik ve Mevzuat Hükümlerine uygun hazırlık ve işletme faaliyetlerini sürdürmemesi, sözleşmeye esas çalışma ve ruhsat sahası dışında üretim faaliyetlerinde bulunması, yada kusurlu hareket etmesi neticesinde doğacak cezalardan T.T.K nın ve üçüncü kişilerin maruz kalacağı tüm zararlardan Yüklenici sorumlu olacaktır.
- 8- Yüklenici işin verilış tarihinden itibaren sürdürdüğü faaliyetleri sırasında T.T.K ve diğer özel ve kamuya ait taşınır veya taşınmazlara müdahale, tecavüz v.b suretle zarar vermesi halinde veya Yüklenici' e ait vasıta ve personelin maruz kaldığı ve sebep olduğu iş kazalarından doğacak her türlü idari, mali ve cezai mesuliyetler Yüklenici' e ait olacaktır. Ayrıca tüm faaliyetler sırasında Yüklenici' in üçüncü kişilere ve çevreye vereceği maddi, manevi ve bedensel zararlardan Yüklenici sorumlu tutulacaktır, bu nedenlerle T.T.K nın ödemek zorunda kalabileceği tazminat miktarı Yüklenici tarafından 30 gün içinde T.T.K ya ödenecektir. Gecikme halinde T.T.K sözleşmeyi fesih etme hakkına sahip olacaktır.
- 9- Yüklenici TTK sahasında çalıştırdığı araçlarının ön ve arka camlarına veya yan kapı üstlerine Yüklenici adını açıkça belirten logo, amblem veya yazı yazacak veya takacaktır.
- 10- Yüklenici işyerinde çalıştıracığı makine ekipman ve araçların Tüzük ve kurallara uygun olmasından, bakım ve onarımından sorumludur. Operatörlerini ehliyetli ve iş tecrübesi olan kimselerden seçmek zorundadır. İş makinelerini kullanacak işçilerin kullanım, bakım ve onarım yapabilecek ehliyetinde olacaktır.
- 11- Yüklenicinin çalıştırdığı işçilerinin her türlü mali ve hukuki sorumluluğu Yükleniciye aittir. Çalışan kişilerin üçüncü şahıslarla olan ilişkilerinden doğan her türlü mali, cezai ve hukuki sorumluluk Yükleniciye ait olacaktır.
- 12- Yüklenici işçileri iş yeri disiplinine, TTK iş yeri talimat ve emirlerine diğer personel gibi uymak zorundadır.
- 13- Yüklenici veya vekili TTK' nın kontrolle görevli yetkili elemanlarına istenilen açıklamaları yapmak ve bilgileri vermekle yükümlüdür.
- 14- Yüklenici işin tamamını veya bir kısmını TTK' nın onayı olmadan başkasına devredemez.
- 15- Yüklenici kurum tarafından tesise asılan çalışma ve çalıştırma talimatlarını aynen uygulayacaktır. Talimatlarda yapılacak değişiklikler Yükleniciye bildirilecek ve Yüklenici bu talimatları teknik eleman ve nezaretçilerine bildirerek uygulanmasını sağlayacaktır.
- 16- Yüklenici her ay çalıştırdığı işçilerin bordrolarını TTK' ya verecek ve işçilerin her ay sigorta primlerinin SSK mevzuatına göre aylık olarak ödendiğine dair ödeme makbuzunun aslını getirecektir. Ayrıca Yüklenici vardiyalık puantajını TTK' ya

vermesi gerekmektedir. Günlük puantaj ile bordro miktarlarının uyuşmaması, bordro yevmiye sayıları tutmadığı taktirde hak ediş ödemesi yapılmayacaktır.

17- Yüklenici demesi gereken yasal zamanlarda 4 aylık dönem bordrosu, gelir vergisi stopajı ödendi makbuzu, KDV ile ilgili tahakkuk fişi ile ödendi makbuzunun tasdikli örneğini ibraz edecektir.

18- Yüklenici alışanları, yasal hak ve sorumlulukları konusunda bilgilendirmek, onların karşı karşıya bulundukları mesleki riskleri ve bunlara karşı alınması gerekli tedbirler konusunda İSG eğitim programları hazırlamak, eğitimler düzenlemek, çalışanların bu programa katılmasını sağlamak verilecek eğitimler için uygun yer, araç, gereç temin edecek, alışanların İş Sağlığı ve Güvenliği Eğitimleri Usul ve Esasları hakkındaki Yönetmelik hükümlerin yerine getirecektir.

TTK
HER TÜRLÜ MÜTEAHHİTLİK, TAŞERONLUK
ve MÜSTECİRLİK HİZMETLERİNE AİT
KORUYUCU GÜVENLİK ŞARTNAMESİ

A- Kapsam

Bu şartname, TTK'a ait sahalarda yapılacak her türlü Yüklenici (müteahhitlik, taşeronluk, nakliyecilik, müstecirlik vbg.) hizmetlerinin ifası ve icrası sırasında uyulması gerekli KORUYUCU GÜVENLİK kurallarını kapsar.

Burada belirtilmeyen hususlar için, 2495 sayılı kanun ve bu kanunun uygulamasına ilişkin Yönetmelik, TTK Koruyucu Güvenlik talimatları ile TTK kapı / giriş kontrolüne ait talimat ve konu ile ilgili kanun, tüzük, yönetmelik ve genelge hükümlerine uyulacaktır.

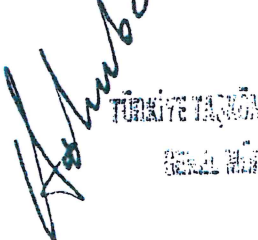
B- Tanımlar

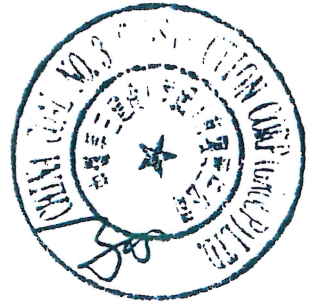
Bu şartname' de kullanılan:

1. TTK ibaresi , (Türkiye Taşkömürü Kurumu) nu
2. Yüklenici ibaresi,TTK ile sözleşmesi olan yüklenicileri, taşeron, nakliyecisi ve müstecir ile bunlarla TTK' ya hizmet vermek üzere anlaşma yapmış olan üçüncü şahıs ve şirketleri
3. Saha ibaresi de TTK ve müstemilatının kapsadığı tüm alan ve mekanları ifade eder.

C- Genel Hususlar

1. Yükleniciler, her türlü personel, araç, gereç ve malzeme giriş - çıkış taleplerini kapsayan belgeleri, kontrol ünitelerinin imzalı teyidi ile Güvenlik Amirliğine iletirler.
2. Yüklenici TTK ile yaptığı sözleşmeyi müteakip, işe başlamadan önce kendisi ve çalıştıracağı her eleman için aşağıdaki belgelerini hazırlayacaktır.
 - a- Adli sicil belgesi (Savcılıktan)
 - b- Nüfus cüzdanı sureti (Fotoğraflı)
 - c- Nüfus cüzdanının önlü , arkalı fotokopisi
 - d- İkametgah senedi (Fotoğraflı)
 - e- 1 Adet fotoğraf
 - f- Kan grubunu bildiren resmi onaylı belge
3. Yüklenici ; stajyer, kursiyer ve benzeri maksatla TTK' da çalıştıracağı 16 yaşını doldurmuş, 18 yaşından gün almamış her eleman için ayrıca İş Güvenliği ve Eğitim Daire Başkanlığın' dan yazılı müsaade alacaktır.
4. Yüklenici; TTK' da çalıştıracağı T.C. Uyraklı olmayan her eleman için ilgili kontrol ünitesi müdüründen yazılı müsaade alacaktır.
5. Yüklenici TTK sahasında çalıştıracağı her araç ve iş makinesi için aşağıdaki belgeleri hazırlayacaktır.
 - a- Ruhsat fotokopisi (plakasız ise teknik broşürün fotokopisi)
 - b- Kiralık olarak çalıştırılacak araçların vergi karnesinin fotokopisi.
 - c- Sürücü veya operatörün ehliyetinin önlü, arkalı fotokopisi


TÜRKİYE TAŞKÖMÜRÜ KURUMU
Genel Müdürlüğü
1

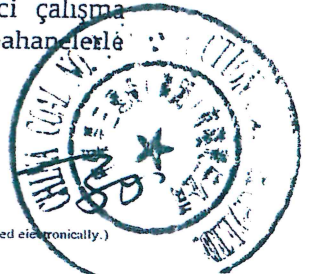


6. Adil sicil kaydında, yüz kızartıcı suçlardan hüküm giymiş olanlar veya çalışma süresi içinde bu tür suç işlemiş oldukları tespit edilenlerin TTK' da çalışmalarına müsaade edilemez.
7. Sahaya giriş izni verilen her personel için "Güvenlik Kontrol Kartı" tanzim edilir. Giriş ve çıkışlarda kart kontrolü yapılır. Güvenlik Kontrol Kartını sahibinden başkası kullanamaz. Aksi tespit edildiği taktirde; hem kullanan, hem kullandıran ile kusuru tespit edilenler hakkında yasal işlem yapılır. Çalışma izinleri süresiz iptal edilir.
8. TTK Yüklenicinin çalıştıracağı elemanlar hakkında ayrıca soruşturma yapabilir. Bu soruşturma sonucunda sahada çalışmaları sakıncalı görülenler tespit edildiğinde, sahaya sokulmazlar. İşe başlamış olanlar da giriş kartları iptal edilerek, saha dışına çıkartılır.
9. Yüklenici hangi saatler arasında, hangi elemanlarını çalıştıracağını bir liste halinde, önceden Güvenlik Amirliğine ne vermekte hükümlüdür. Müessese Müdürlüğünce onaylanan bu listelere göre kart kontrolü yapılarak personel saha içine sokulur. Belirtilen çalışma süreleri haricinde sahaya araç ve personel sokulmaz.
10. Yüklenici elemanlarının/araçlarının işletme sahasına hangi kapı/kapılardan girip çıkacağını, kapı ile çalışma yeri arasındaki güzergahı Güvenlik Amiri belirler (Gereğinde TTK Kontrol yetkilisinin görüşü alınır). İşletme sahasında TTK trafik kurallarına riayet edilir.
11. Kapılardaki izdihamı önlemek üzere Yüklenici elemanlarının/araçlarının işletme kapılarında işe giriş saatleri ile akşam işten çıkış saatleri, yüklenici yetkilisinin önerisi de dikkate alınarak Güvenlik Amirliği'nce belirlenir.
12. Yüklenici elemanlarının/araçlarının mesai saatleri içerisinde ara giriş/çıkışları izine tabi olup, Yüklenici yetkilisinin görev/izin belgesi ile giriş/çıkış yapabilirler. Yüklenici çalıştırdığı eleman ve araçlarını izin verilen çalışma saatleri haricinde, işletme sahasına girmemeleri konusunda uyarır ve lüzumlu tedbirleri alır.
13. Yükleniciler çalışanlarını sık sık değiştirmezler. Değişiklik icap ettiğinde, işten ayrılan elemanların giriş kartını geri alıp, Güvenlik Amiri'ne tutanak ile teslim etmekle yükümlüdür. Ayrılan personelin kartı iade edilmedikçe yenisine giriş izni verilmeyeceği gibi, kart bedeli de Yükleniciden tazmin ettirilir.
14. Resmi gazetede yayınlanan İçişleri Bakanlığı'nın, bazı Kurum ve Kuruluşlarının korunması ve Güvenliklerinin Sağlanması hakkındaki Kanunun uygulanmasına ilişkin 28 Mart 1994 tarih ve 21888 sayılı Yönetmeliğe göre; Yükleniciler kendi şantiye, tesis ve malzemelerini korumak ve güvenliğini sağlamakla yükümlüdürler. Tefrik ettikleri koruma ve güvenlikçilerinin kimliklerini Güvenlik Amirine bildirilir. Bu elemanlar Güvenlik Amirinin talimatına göre hareket ederler.
15. Yüklenici personeli, kendi çalışma alanlarının dışına çıkamazlar, kendi işlerinden başka işle ilgilenmez, izin verilmedikçe TTK' ya ait malzemeleri kullanamazlar. Yüklenici personelinin, kontrol altında tutmakla yükümlüdürler. Yüklenici çalışma yerinde WC gibi zaruri sosyal imkanları sağlayarak personelinin çeşitli bahanelerle

TÜRKİYE İÇİŞLERİ BAKANLIĞI

GENEL MÜDÜRLÜĞÜ

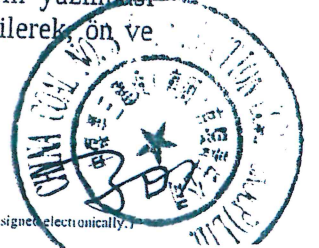
2



TTK ünitelerine girmelerini önlemekle mükelleftir. Aksi halde, çalışma alanı dışında çalıştığı elemanlarının uğrayacağı kazalardan sorumlu olacağı gibi, bu şahısların TTK' ya veya TTK çalışanlarına vereceği zararlardan da sorumlu olacaktır.

16. Yüklenici personeli, TTK Prosedürleri'ne ve disiplin kurallarına aynen riayet ederler. Güvenlik Amiri Personelinin belirteceği ikaz ve tedbirlere uyarlar. Aksi davranışta bulunanların giriş kartları geri alınır.
17. Güvenlik Amiri Personeli saha içerisinde, Polis Vazife ve Salahiyetleri'ne haizdirler. Bu nedenle, Yüklenici personeli bu hususa da dikkat etmekle yükümlüdür.
18. Yükleniciler kendilerine ait malzeme ve gereci sahaya sokabilmeleri için, Güvenlik Amirinden alacakları malzeme giriş belgesini üç nüsha olarak doldurup bir nüshasını kendisinde alıkoyar, bir nüshasını Kontrol Mühendisliği'ne verir ve aslını da Güvenlik Amirine ibraz ederek, kontrol ünitesinden bir elemanın nezaretinde malzemeyi sahaya sokar. İş bitiminde de bu belge üzerinden işlem yapılır. Bu belgenin onaylarını tamamlamakla Yüklenici yükümlüdür. Bu nedenle, Yükleniciler sahaya sokacakları malzeme, araç ve gereçler için, önceden bu belgeyi tanzim ederler.
19. Yüklenicinin kendilerine ait malzeme araç ve gereçleri saha dışına çıkartmaları gerektiğinde; malzeme/ takım giriş belgesi ile girişi yapılan malzemelere göre, kontrol mühendisliğince malzeme giriş belgesi tanzim edilir ve görevlendirecek bir güvenlik elemanı nezaretinde, malzemenin çıkışına müsaade edilir.
20. Yükleniciler ihtiyaç halinde binek araçları için Genel Müdürlük Makamı'nın, diğer araç ve iş makineleri için de ilgili Müessese Müdürlüğü'nün onayını almak zorundadırlar. Onay alınan araçlara giriş kartı verilir. Giriş kartı olmayan araçlar işletme sahasına sokulmazlar. Yükleniciler ihtiyaçlarını önceden belirleyerek onay alırlar. Giriş iznini son güne bırakmazlar.
21. İşletme sahasına giriş izni verilen araçların;
 - a- Ön ve arka camlarına veya yan kapı üstlerine, Yüklenici adını açıkça belirleyen logo amblem veya yazı yazılacak/takılacak yahut yapıştırılacaktır.
 - b- Kamyon veya kamyonet gibi yük araçlarında, ayrıca kasanın arka tarafına da (a) şıkında belirtilen simgeler yerleştirilecektir.
 - c- Araçlara takılacak olan ve Yüklenici adını belirleyen plakaların ebatları:
 - (1) Küçük tip araçlarda (Binek, Minibüs vb.) 200x 120 mm.
 - (2) Büyük tip araçlarda (Kamyon, Kamyonet vb.) 320x 120 mm. şeklinde, Güvenlik Amirliğince belirlenen örneğe göre olacaktır.
 - d- Araçlarda Yüklenici ismi yazılı veya logosu önceden yazılmış olan Yükleniciler, Güvenlik Amiri ile görüşerek gerekirse mevcutlarda değişiklik yapılmayabilir.
 - e- Hususi ve hizmete tahsisli araçlarına yazı veya amblem yazılması zorunlu olanlar için de, yine Güvenlik Amirliğine müracaat edilerek, ön ve

TÜRKİYE TAŞITIM KURUMU
GÜVENLİK AMİRLİĞİ

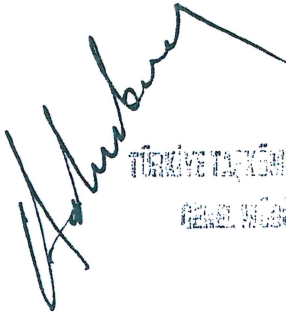


arka cama yapıştırma şeklinde logoyu alacaklar. Yapıştırma sakıncalı ise, camlara asılı tanıtıcı plakalar takılacaktır.

f- İş makinelerinin görünür yerlerine, uygun büyüklükte, Yüklenici adı ve varsa logosu yazılacak/yapıştırılacak veya monte edilecektir.

g- Araçlarda yukarıda belirtilen amblem, yazı veya logo haricinde, uygunsuz bir yazı veya slogan bulundurulmayacaktır.

22. TTK sahasına ateşli ve ateşsiz silahlar; patlayıcı, parlayıcı, yanıcı ve yakıcı maddeler; fotoğraf makinesi ve kamera gibi cihazlar sokulamaz. Zaruri hallerde ilgililerin yazılı izni alınır, Güvenlik Müdürlüğü'ne ibraz edilir. İzin alınmadıkça bu tür malzemeler sahaya sokulmaz.
23. TTK'a ait malzeme, araç, gereç, büro ve her türlü alan ile mekanlar izinsiz kullanılamaz. Aksi davranışlar tespit edildiğinde ilgililer hakkında işlem yapılır.
24. Mukavelede belirtilen sürede işlerini bitiremeyen Yükleniciler TTK' dan süre uzatması aldıkları taktirde, bu durumu yazılı olarak, Güvenlik Amirliğine belgelemelerini müteakip, personelin sahaya giriş süreleri uzatılır. Aksi halde giriş kartları geri alınır.
25. Yüklenici, Güvenlik Amiri ile iş birliği ve koordinasyonu sağlamak üzere bir yetkiliyi belirleyecek ve hep aynı şahıs Güvenlik Amirliği ile muhatap olacaktır.
- a) Yüklenici personeline yapılan " **Güvenlik Kontrol Kartları**" için, Yüklenici Yükleniciden beher kart bedeli olarak, yürürlükte olan asgari ücretin 1/200 nispetinde ücret kesilir.
- b) İş bitiminde Yüklenici tüm personeli için almış olduğu Güvenlik Kontrol kartlarını tam olarak iade etmekle yükümlüdür. Aksi halde, her kart için asgari ücretin 1/200 nispetinde bedel tazmin edilir.
- c) Yükleniciler, personeli iş yerinden ayrıldığı veya kendileriyle ilişkileri kesildiği zaman, Güvenlik Amirliğine durumu bildirmekle yükümlüdür. Aksi halde, Yüklenici kendi personeli olarak gözüken kişinin her hareketinden sorumlu olacaktır.
26. Alkol almış olan personel sahaya sokulamayacağı gibi, dışarıdan içeriye alkol ihtiva eden hiçbir madde sokulamaz. Yüklenici elemanlarını bu hususta uyarmak ve kontrol etmekle yükümlüdür.
27. Yükleniciler bu şartname hükümlerine aynen riayet edecekleri gibi, tüm elemanlarının da uymalarını sağlamakla yükümlüdürler. Aksi davranışların sahaya giriş izinleri iptal edilir.


T.C. KURUMU
GİZLİ MÜHÜRÜ

