

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**D-100 (E-5) KARAYOLU BOLU DAĞI GEÇİŞİ
KAYNAŞLI- ELMALIK ARASININ MÜHENDİSLİK JEOLJİSİ
VE TAŞALTI HEYELAN BÖLGESİNİN JEOTEKNİK
DEĞERLENDİRMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
Jeo. Müh. Zeki Serhat IŞIN**

100553

**Anabilim Dalı : Jeoloji Mühendisliği
Programı : Mühendislik Jeolojisi**

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Mahir VARDAR

TEMMUZ 1999

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**D-100 (E-5) KARAYOLU BOLU DAĞI GEÇİŞİ
KAYNAŞLI-ELMALIK ARASININ MÜHENDİSLİK JEOLJİSİ
VE TAŞALTI HEYELAN BÖLGESİNİN JEOTEKNİK
DEĞERLENDİRMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Jeo. Müh. Zeki Serhat IŞIN

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 12 Temmuz 1999

Tezin Savunulduğu Tarih : 16 Temmuz 1999

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Mahir VARDAR

Diğer Jüri Üyeleri : Prof. Dr. Erdoğan YÜZER

Doç.Dr. Fikret SUNER

Temmuz 1999

ÖNSÖZ

Bu araştırma, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Ana Bilim Dalı Mühendislik Jeolojisi Programında Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlanmıştır. Çalışmanın kapsamı D-100 (E-5) Karayolu Bolu Dağı Geçişi, Taşaltı heyelan bölgesinin mühendislik jeolojisi ile ilgilidir.

Araştırmacı bu tez ile, Mayıs 1997 ile Ocak 1999 tarihleri arasında arazi mühendisi ve üstyapı sorumlusu olarak çalıştığı bu projedeki deneyim ve birikimlerinden bilimsel ve pratik katkı sağlamak üzere kalıcı ve seçkin bir örnek oluşturmayı amaçlamaktadır.

Bu kapsamda bilimsel ve manevi desteği sağlayan danışman hocası Prof. Dr. Mahir VARDAR'a teşekkürlerini sunarken çalışmalarını süresince değerli görüş ve yardımlarını esirgemeyen Prof. Dr. Erdoğan YÜZER ve Yük. Müh. İsmail ERİŞ'e teşekkür eder.

Tezin arazi ve laboratuvar çalışmaları sırasında Limak-Metis-Kolin İş Ortaklığı Bolu Dağı Şantiyesi Şefi Cengiz İLMAN, arazi mühendisleri Murat GÜNGÖRMÜŞ, Ruşen KANDİLCİ, Hakan KAFADAR yardımcı olmuşlardır.

Büro çalışmaları sırasında desteğini esirgemeyen T.C.K. Genel Müdür Yardımcısı Çetin FIRAT'a, Yüksel Proje Genel Müdürü Celal AKIN'a ve çok sevdiği annesi, babası ve desteklerinden ötürü ailesine teşekkürleri borç bilir.

Zeki Serhat IŞIN

Temmuz 1999

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
TABLO LİSTESİ	v
ŞEKİL LİSTESİ	vi
FOTOGRAFLİSTESİ	vii
ÖZET	viii
SUMMARY	xi
1. GİRİŞ	1
1.1.1 Konum ve ulaşım	3
1.1.2 Morfoloji	3
1.1.3 Nüfus ve yerleşim	3
1.1.4 İklim ve bitki örtüsü	3
2. JEOLojİ	4
2.1 Genel jeoloji	4
2.1.1 Stratigrafi	8
2.1.1.1 Yedigöller formasyonu (Pey)	8
2.1.1.2 Kurtköy formasyonu (Ok)	9
2.1.1.3 Kartal formasyonu (Dk)	9
2.1.1.4 Fındıcak formasyonu (Tkf)	10
2.1.1.5 Akveren formasyonu (Tak)	10
2.1.1.6 Alüvyon (Qal)	11
2.2 Yapısal jeoloji	11
2.2.1 Depremsellik	11
3. İNCELEME ALANI VE DOLAYININ MÜHENDİSLİK JEOLojİSİ	13
3.1 Litoloji	13
3.1.1 Yedigöller formasyonu (Pey)	13
3.1.2 Kurtköy formasyonu (Ok)	13
3.1.3 Kartal formasyonu (Dk)	14
3.1.4 Fındıcak formasyonu (Ktf)	15
3.1.5 Akveren formasyonu (Tak)	16
3.1.6 Heyelan malzemesi (HM)	17
3.1.6.1 Bakacak heyelan bölgesi	17
3.1.6.2 Taşaltı heyelan bölgesi	17
3.2 Hidrojeoloji	18
3.2.1 Yüzey Suları	20
3.2.2 Yeraltısuyu	20
3.3 Jeoteknik ölçümler ve deneyler	21

4. TAŞALTI HEYELAN BÖLGESİNİN MÜHENDİSLİK JEOLJİSİ VE JEOTEKNİK DEĞERLENDİRMESİ	22
4.1 Taşaltı heyelan bölgesinin mühendislik jeolojisi	22
4.2 Taşaltı heyelan bölgesindeki killi kayaçların jeomekanik özellikleri	27
4.3 Taşaltı heyelan bölgesinde yürütülen jeoteknik çalışmalar	29
4.3.1 Jeoteknik ölçümler ve testler	29
4.3.2 İnklinometre ölçümleri	30
4.3.2.1 İnklinometre ölçümlerine göre kayma yüzeylerinin belirlenmesi	32
4.4 Taşaltı Heyelanının hareket mekanizması, kinematik modeli ve jeoteknik değerlendirmesi	41
4.5 Taşaltı Heyelan Bölgesinde kullanılan sağlamlaştırma ve destekleme uygulamaları	46
5. SAĞLAMLAŞTIRMA VE DESTEKLEME ÖNLEMLERİ	49
5.1 Püskürtme betonu	49
5.1.1 Tanım ve tarihçe	49
5.1.2 Püskürtme betonu uygulamalarında denetim	51
5.1.2.1 Katkı maddesi – çimento doyumu deneyleri:	51
5.1.2.2 Püskürtme betonda direnç artışı deneyleri	52
5.2 Delme (Fore) kazık uygulamaları”	54
5.3 Ankrajlar	55
5.4 Kaya çivili (saplamalı) şev imalatı	57
6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	60
KAYNAKLAR	63
EKLER	65
ÖZGEÇMİŞ	145

TABLO LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 1.1 Bölgede yapılan 42 yıllık rasatlara göre iklimsel bilgiler	3
Tablo 2.1 Bolu Dağı ve dolayında gerçekleştirilmiş olan jeolojik çalışmaların ve buna bağlı olarak yapılan formasyon adlandırmalarının karşılaştırmalı dökümü	6-7
Tablo 3.1 Kartal formasyonu örneğinin sondaj bulguları ve deney sonuçları	15
Tablo 3.2 Fındıcak formasyonunun sondaj bulguları ve deney sonuçları	16
Tablo 3.3 Akveren formasyonunun sondaj bulguları	16
Tablo 3.4 Bakacak Heyelan Bölgesindeki sondaj bulguları ve deney sonuçları	18
Tablo 4.1 Yol boyunca belirlenen olası kayma yüzeyi ve anakaya dokanağının derinlikleri	27
Tablo 4.2 Taşaltı heyelan bölgesindeki sondaj bulguları ve deney sonuçları.....	27
Tablo 5.1 Püskürtme Betonunun dayanım testleri için eşik değerleri	52
Tablo 5.2 Bolu Dağı Karayolu Geçişi Taşaltı Heyelan Bölgesinde kullanılan Püskürtme Beton için ilk 10 dakikalık sürece ilişkin Penetrasyon Deneyi Sonuçları	53
Tablo 5.3 Taşaltı Heyelan Bölgesinde hazırlanan panellerden alınan $\phi 100 \times 100$ mm'lik silindirik püskürtme beton örnekleri için 1, 7 ve 28 günlük Tek Eksenli Basınç Direnci Deneyi Sonuçları	54

ŞEKİL LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1.1 Ankara-İstanbul Kara yolu (D100) Bolu Dağı Geçiş Bulduru Haritası	2
Şekil 2.1 İnceleme alanının genelleştirilmiş stratigrafik dikme kesiti (ölçeksiz)	5
Şekil 2.2 Türkiye Deprem Haritası ile 1 Şubat 1944 Bolu-Çerkeş ve 26 Mayıs 1957 Abant Depremlerinin episantrları	12
Şekil 4.1 BIT 1 Sondajına ilişkin jeolojik ve jeoteknik bilgileme formu	33
Şekil 4.2 İnklinometrelerde kayma yüzeylerinde ölçülen zamana bağlı deformasyonlar	34
Şekil 4.3 BIT 2 Sondajına ilişkin jeolojik ve jeoteknik bilgileme formu	35
Şekil 4.4 BIT 3 Sondajına ilişkin jeolojik ve jeoteknik bilgileme formu	37
Şekil 4.5 BIT 4 Sondajına ilişkin jeolojik ve jeoteknik bilgileme formu	38
Şekil 4.6 BIT 5 Sondajına ilişkin jeolojik ve jeoteknik bilgileme formu	40
Şekil 4.7 Taşaltı Heyelan Bölgesinin Yamaç Eğim Haritası	42
Şekil 4.8 Taşaltı Heyelan Bölgesinin Mühendislik Jeolojisi Haritası	44
Şekil 4.9 Taşaltı Heyelan Bölgesinin Blok Diyagramı	45

FOTOĞRAF LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Fotoğraf 3.1 İnceleme alanından Kuzey Anadolu Fay Zonu içinde yeralan Asarsuyu Vadisine ve Otoyol (TEM) çalışmalarına bakış	19
Fotoğraf 4.1 Taşaltı heyelan bölgesindeki kayma yüzeyinin genel görünüşü	22
Fotoğraf 4.2 Topuk kazısı nedeniyle kaya saplamalı destek perdesi ve gerisinde Akveren Formasyonu içinde oluşan duraysızlıklar	25
Fotoğraf 4.3 Çamurtaşlarından oluşan Kurtköy formasyonu (Ok) nunun Hacıahmet Tepesi yamacında oluşturulan kuzey yarmasındaki görünümü	27
Fotoğraf 4.4 Kurtköy formasyonu (Ok) üzerinde heyelanın taç bölgesi ve kuzeydoğusunda yükselti boyunca gözlenen Kartal Formasyonunun (Dk) killi kumlu kireçtaşları	28
Fotoğraf 4.5 Taşaltı heyelan bölgesindeki inklinometre ölçümleri	30
Fotoğraf 4.6 Taşaltı heyelan bölgesinde kayma dairesinin derinliğini ve birimleri belirlemek amacı ile yapılan araştırma sondajı ...	31
Fotoğraf 4.7 Taşaltı heyelan bölgesinde inklinometrelerin yerleştirildiği bölgede basamak oluşturulan şev basamakları ve sağlamlaştırma çalışmaları	39
Fotoğraf 4.8 Taşaltı heyelan bölgesi güney şevinde sağlamlaştırma ve destekleme yapısı. 165 cm lik fore kazık, kuşaklama kirişleri ve ankraj uygulamaları	48
Fotoğraf 5.1 Taşaltı Heyelan bölgesinde değiştirilen yol güzergahının yeni kazı şevlerindeki püskürtme beton uygulaması	49
Fotoğraf 5.2 Taşaltı Heyelan Bölgesinde delme kazık uygulaması	54
Fotoğraf 5.3 Taşaltı Heyelan Bölgesinde delme kazıkta (BS20) beton uygulaması	55
Fotoğraf 5.4 45 ton luk öngermeli ankrajlar ile sağlamlaştırma	56
Fotoğraf 5.5 DYWIDAG ankrajlara uygulanan 45 tonluk gerilme testleri	56
Fotoğraf 5.6 Taşaltı heyelan bölgesi kuzey şevinde kaya çivisi (saplama)uygulamaları	58

D-100 (E-5) KARAYOLU BOLU DAĞI GEÇİŞİ KAYNAŞLI-ELMALIK ARASININ MÜHENDİSLİK JEOLJİSİ VE TAŞALTI HEYELAN BÖLGESİNİN JEOTEKNİK DEĞERLENDİRMESİ

ÖZET

Gümüşova- Gerede Otoyolunun Bolu Dağı tünellerinin açımı sürmektedir. Açım sırasında karşılaşılan jeolojik ve diğer nedenlere bağlı sorunlar bu tünellerin öngörülen sürede tamamlanmasını engellenmektedir. Bu nedenle; tüneller tamamlanıncaya kadar daha nitelikli hizmet vermek üzere mevcut D-100 karayolunun Boludağı kesiminin genişletilerek kullanılması hedeflenmiştir. Bu çalışmanın konusu Bolu Dağı geçişinde karşılaşılan heyelanlı kesimlerin mühendislik jeolojisi açısından incelenmesi ve somut bir örnek üzerinde jeoteknik çözüm çalışmalarının tanıtılmasıdır. Bu kapsamda Taşaltı heyelan bölgesi mühendislik jeolojisi açısından incelenmiş ve değerlendirilmiştir. Yüksek Lisans Tezi olarak mühendislik jeolojisi çalışma ve araştırmalarının yapılmış olduğu kesim D-100 Karayolunun Bakacak Köyü ile Kaynaşlı yerleşim birimi arasındaki 5 km.'lik bölümüdür. Bu çalışmada öncelikle güzergahta geçilen birimlerinin litolojileri, stratigrafi, yapısal durumları belirlenmiş ve gerekli görülen yerlerde açılmış olan temel sondajları ve araştırma çukurlarında elde edilen veriler değerlendirilmiştir. Duraylık sorunlarının irdelenmesi amacıyla arazide kütle hareketleri yönünden incelemelerde bulunulmuş ve örnek oluşturmak üzere Bolu Dağı Geçiş km. 216+870–km. 217+420 arasındaki Taşaltı heyelan bölgesi ayrıntılı şekilde çalışılmıştır. Bu amaçla önce 1/5000 ölçekli jeolojik haritası hazırlanmış, daha sonra Taşaltı Bölgesinin 1:1000 ölçekli mühendislik jeolojisi haritası ve kesitleri çıkarılmıştır.

Çalışma alanında üç farklı formasyon belirlenmiştir. Bu formasyonlar, Ordovisiyen yaşlı Kurtköy formasyonu, Devoniyen yaşlı Kartal formasyonu ve Tersiyer yaşlı Akveren formasyonu'dur. Ordovisiyen yaşlı Kurtköy formasyonu ile Devoniyen yaşlı Kartal formasyonu birbirinden bir fay sınırı boyunca ayrılmaktadır. Bu fay yaşça genç olan Akveren formasyonunda görülememektedir. Dik olan kesimlerden gelen yüzey suları, yeraltı suları ile birleşerek eğimin az olduğu Akveren formasyonu içinde toplanmaktadır. Bölge Kuzey Anadolu Fayının çok yakınında ve 1. derecede aktif depremlerin doğrudan etkileme alanı içinde kalmaktadır. Bu nedenle, inceleme alanında fay ve bindirmeler çok sayıdadır. Bu kesimlerde yüksek eğimlerin ve yerüstü-yer altı suyunun da etkisiyle heyelanlar ve şev kaymaları oluşmaktadır.

Heyelanlar, tepe halinde bulunan Kurtköy ve Kartal formasyonları arasında kalan bölgede yer almaktadır. Burada yol güzergahını da içine alan iki adet heyelan tesbit edilmiştir. Bunlar Bakacak ve Taşaltı heyelanlarıdır. Taşaltı Heyelan Bölgesi kendi içinde iki bölgeye ayrılarak incelenmiştir.

Güzergahta toplam derinliği 358.80 m. olan 18 adet temel sondajı ile 17 lokasyon araştırma çukuru açılmıştır. Sondaj kuyularında yerinde deneyler ve yer altı suyu gözlemleri, alınan numuneler üzerinde ise laboratuvar deneyleri yapılmıştır.

Taşaltı heyelanı K ve KD da yeralan 564 rakımlı Hacıahmet Tepesi ile B, GB da kalan Kızılcasu Deresi arasında yaklaşık 950000 m² lik bir alanda, 9.5 milyon m³ lük malzemenin akma ve zaman zaman hızlanan hareketlerine bağlı olarak gelişmiştir. Heyelan bölgesi doğuda mevcut karayolu, batıda ise karayoluna 180–200 metre uzaklıktaki dere ile sınırlanmıştır. İnklinometre verilerine göre hareketin yönü kuzeybatı olarak belirlenmiştir.

I. Bölgenin ilk bölümlerini oluşturan km 216+870 – km 217+050 aralığında heyelan kütlesi ile duraylı kil birimi arasından geçen kayma düzleminin belirlenmesi amacıyla sözü edilen bölgede 4 adet temel sondaj kuyusu açılarak inklinometre ölçümleri yapılmıştır.

Araştırma sonuçları, genelde geçirimsiz, ya da az geçirimli anakaya üzerinde yeraltısuyu ile doymuş hale gelen killi, ayrık ya da çok ayrılmış malzemeden oluşan daha genç örtü, topuğun Kızılcasu Deresi ile oyulması, ya da sürekli suya doymuş durumda tutulması nedeniyle, anakaya dokanağı ve/veya ara dokanaklar üzerinde harekete geçtiğini göstermiştir. Yüzeysel kesimlerde genelde çekme zonu altında eğrisel bir yüzey üzerinde gelişen Taşaltı Heyelanının tabakalar üzerinde doğrudan, ara dokanaklar arasında da göreceli ötelenmelerle eğim yönü vektörlerini izleyecek şekilde ilerlemekte olduğu anlaşılmıştır. Ana kaya dokanağının Kızılcasu deresi altında derine daldığı kesimlerde ise kayma suya doymuş zemin içinde taban yenilmesi şeklinde gelişmekte olduğu ve dere yatağındaki düzlüğü oluşturacak ve zaman zaman dolduracak şekilde topuğu kabarttığı sonucuna varılmıştır.

Sonuçta; Taşaltı heyelanının tabanda anakaya ve onu şekillendiren tektonik dokanakların, sudan kolay etkilenen ve mekanik özelliklerini kaybeden farklı litolojilerin, kayaç nitelikleriyle bağdaşmayan eğim artırıcı kazı ve dolgu çalışmalarının etkisiyle topuk aşınması sonucu gelişen ve mevsimsel etmenlerce de denetlenen bir kripli yerkayması türü olduğu ortaya konmuştur.

Heyelan bölgelerinde ise 1-1.5 ve 2 m. çapında tek sıra halinde fore kazık ve kayma düzlemine bağlı olarak 3-5 veya 6 sıra öngermeli dywidag ankraj uygun görülerek yapılmış, Varan Tesisleri yakınında meydana gelen proje dışı heyelan içinde 30 cm. çapında mini kazık projesi ve yatay iki sıra halat ankraj projesi uygulanmıştır.

Bölgede kayma düzleminin derinliğinin mevcut yolun şev eteğinde yaklaşık 25 metre dolayında değiştiği saptanmıştır. Bu kütleye yol dolgusunun da kalınlığı eklendiğinde heyelanın dayanma yapısı ile tutulmasının çok güç olduğu anlaşılmıştır. Heyelan kütesinin yamaç tarafına doğru tedrici olarak sığlaştığı dikkate alınarak, yol ekseninin kayan kütenin dayanma yapısı ile tutulabileceği kesimlere kaydırılması uygun bulunmuştur. Yol platformu bu gerekçeyle heyelandan olabildiğince uzaklaştırılarak daha duraylı olduğu saptanan Kurtköy ve Kartal formasyonlarının bulunduğu yamaca kaydırılmıştır.

Dolgu kayması şeklinde tanımlanan II. Bölgede ana kütlelerin hareketine bağlı olarak yol dolgularının içine alan ikincil kayma düzlemleri olduğu tespit edilmiştir. II. Bölgede mevcut istinat duvarında duraysızlığa neden olan yerkaymasının ana heyelan kütlesi etkileşim içinde olduğu saptanmıştır. Bu nedenle yolun kısmen üstüne oturacağı kayan kütenin I. Bölgede olduğu gibi kazıklı perde ve ankrajdan oluşan dayanma yapısı ile desteklenmesi gerekmiştir.

Kazı hacminin minimum tutulması ve Şev stabilitesinin korunması amacıyla bu kesimlerde kaya (saplmalı)çivili yarmaların inşası uygun bulunmuştur. AŞınma ve oyulmaya karşı Şev eteklerine paralel akan yüzey sularını beton hendek içine alınmıştır. İnceleme alanının yağışlı bir iklime sahip olması nedeniyle yüzey suyu hendekleri beton ile kaplanmıştır. Güncel heyelanların bulunduğu kesimlerde ve yarma önlerinde yer altı suyu drenajı yapılmıştır.



D-100 (E-5) MOTORWAY BOLU MOUNTAIN GATE APPLIED GEOLOGY OF KAYNASLI-ELMALIK GEOTECHNICAL INVESTIGATION OF TAŞALTI LANDSLIDE AREA

SUMMARY

Bolu mountain tunnels of Gümüşova-Gerede motorway haven't finished yet. They have geologic and special problems for the finishing date of tunnels. For this reason, D-100 road is renewed and made by (2x2) double road. In this study it is aimed to carry out the landslides in Taşaltı region on Bolu Mountain. As a point of view, it is an investigation of Taşaltı landslide area. It includes between Bakacak village and Kaynaşlı. It is about 5km.long. An area of 5 km long studies about drillings, research holes and laboratory studies. In an area between km.216+870–km.217+420 geological map 1/5000 scale, 1/1000 scaled engineering geology map and geological cross sections were prepared.

As a result of the geological investigations, the units were mapped from oldest to youngest, which are the Curtly formation (Ordovician), the Kartal formation (Devonian) and the Akveren formation (Tertiary). The Kurtköy formation and the Kartal formation are divided by the fault in the Taşaltı area. The rainwater drops into the Akveren formation. There are lots of faults in the research area. Units sit on each other on the side of branches of the North Anatolian fault zone. This study area is effected by the North Anatolian fault. Because of this there are many landslides and mass movements. Landslides are between Kurtköy and Kartal formations. It is pointed that there are two landslides on the study area. These are Bakacak and Taşaltı landslides. Taşaltı landslide area is studied in two different parts.

In the study area, their area 18 investigation drilling that has totally 358.8 meters and 17 investigation holes. In these site investigations are groundwater levels, SPT values and formation specialties noticed. Taşaltı landslide is developed between Hacıahmet mountain in N direction and NE direction on 564 meters and Kızılcasu River in SW. It has 9.5 billion m³ mass movements and 950.000m² area landslides. Taşaltı landslide area is between motorway at West Side and river at East Side. It is find that the direction of movement is northwest. In the first landslide area, between km.216+870 and km.217+050 has 4 drilling piles that have inclinometer readings. The drilling research results show that the landslide is between main rock and weathered clay with full of water.

As a result of the geological investigations, Taşaltı landslide is on the main rock, which is weathered and filled with water. Digging and fills up studies effect it, which is controlled, by season effects. It is called as a type of creep landslide.

On the landslide areas of Bolu mountain, are applied straight-line piles which have diameter of 1-1.5 and 2m. According to the piles and sliding parts, 3-5 or 6 lines of dywidag anchorage is necessarily done. The sudden landslide which is near the Varan gas station is applied diameter of 30cm micropile project and two lines of horizontal type anchorage. The depth of the mass movement table is changed in 25 meters. Added to this huge mass, with road fills it is incredible to stop the movement by the supporting walls. Because of this, the road direction changed to the stable parts of Kurtköy and Kartal formations.

In the second part of landslide area, it is observed that has secondary landslide levels. It is suggested that this area will support with 2m diameter piles and anchorage like the first landslide area. It is decided that the stability of road and the minimization of the excavation are needed rock bolts, shotcrete and drenages. Because of the rainy days the waterways are made concrete near the two sides of the road.



1. GİRİŞ

Gümüşova- Gerede Otoyolunun Bolu Dağı tünellerinin açımı sürmektedir. Açım sırasında karşılaşılan jeolojik ve diğer nedenlere bağlı sorunlar bu tünellerin öngörülen sürede tamamlanmasını engellenmektedir. Bu nedenle; tüneller tamamlanıncaya kadar daha nitelikli hizmet vermek üzere mevcut D-100 karayolunun Boludağı kesiminin genişletilerek kullanılması hedeflenmiştir.

Bu çalışmanın konusu bu Bolu Dağı geçişinde karşılaşılan heyelanlı kesimlerin mühendislik jeolojisi açısından incelenmesi ve somut bir örnek üzerinde jeoteknik çözüm çalışmalarının tanıtılmasıdır. Bu kapsamda Taşaltı heyelan bölgesi mühendislik jeolojisi açısından incelenmiş ve değerlendirilmiştir

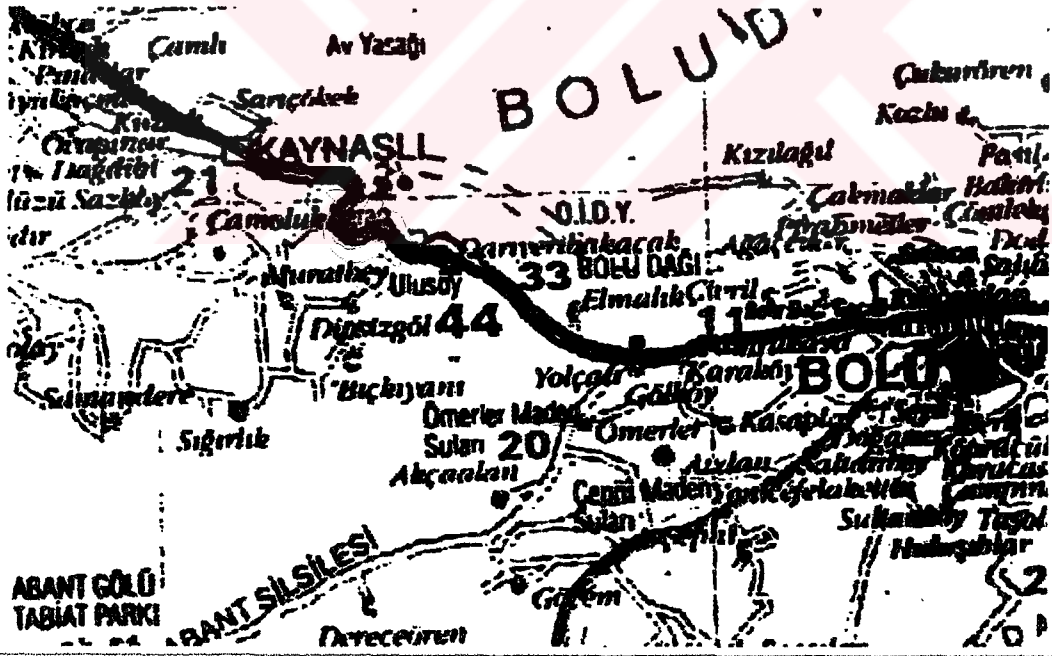
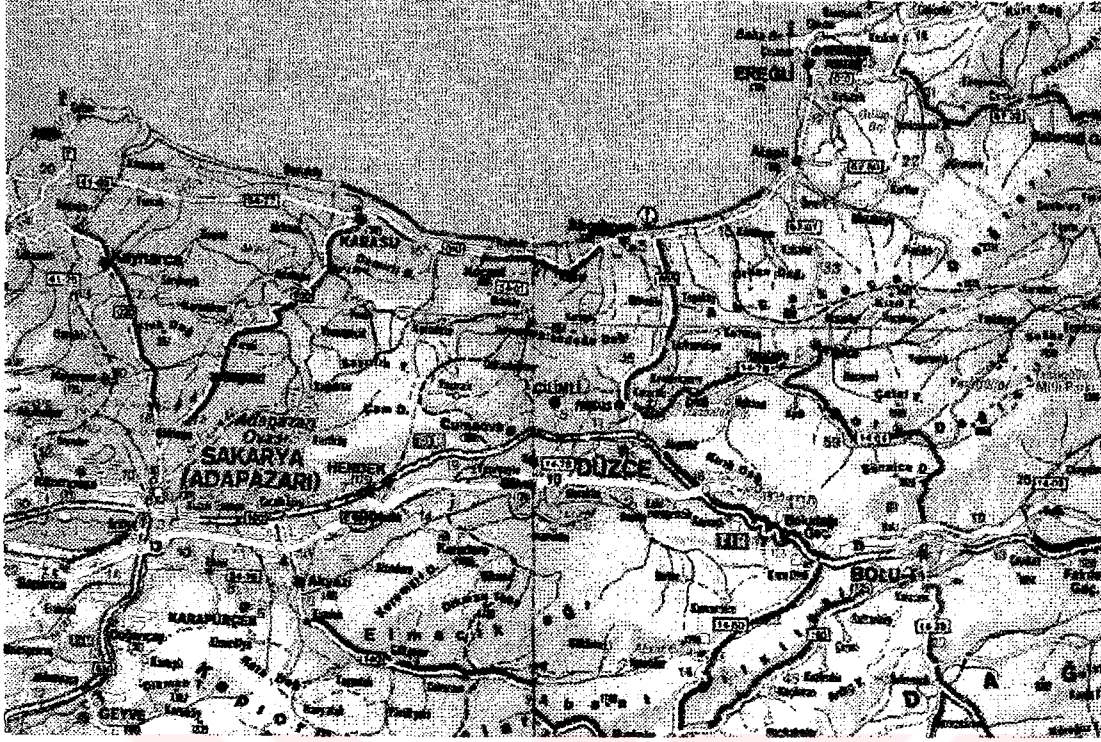
1.1 İnceleme alanı ve Bolu Dağı geçişi projesinin tanıtılması

Gümüşova-Gerede Otoyolunun Bolu Dağı Tünellerinin inşası henüz bitirilmediğinden ulaşım, mevcut devlet karayolunun Bolu Dağı geçişden sağlanmaktadır. Devlet karayoluna girdikten sonra zaman zaman trafik sıkışıklığı ve yolun tıkanması gibi problemlerle karşılaşılmaktadır.

Bolu Dağı Tünellerinin tamamlanacağı süre içerisinde trafiği rahatlatmak amacıyla yolun standardını da yükselterek Bolu Dağı geçişinin genişletilerek bölünmüş yol (2x2) şeklinde projelendirilmiştir.

Proje, Abant Kavşağı ile Kaynaşlı yerleşim birimi arasındaki 18 km.'lik kesimi kapsamaktadır. Proje, 15 adet çivili yarma, 3 adet fore (delme) kazık ve öngermeli ankraj uygulamalı heyelan bölgesi, 1 adet küçük çaplı kazık ve yatay ankraj uygulamalı heyelan bölgesi, 5 adet yüksek dolgu alanı, 12 adet toprakarme duvar içermektedir.

Ayrıca yolu (2x2) şeklinde bölünmüş hale getirmek için 85 cm. genişliğinde, 2 ton ağırlığında New Jersey adı verilen beton bariyerler kullanılmaktadır.



Şekil 1.1 Ankara-İstanbul Kara yolu (D100) Bolu Dağı Geçişi Bulduru Haritası

1.1.1 Konum ve ulaşım

İnceleme alanı; Bolu ili sınırları içinde, Ankara–İstanbul yolu (D 100) üzerinde Bolu Merkez ile Düzce İlçesi arasında, Bolu Dağı Geçişi kısmını kapsamaktadır. Belirtilen bölge kara nakil vasıtalarının tek geçiş yolu olan ana ulaşım ağı üzerindedir.

1.1.2 Morfoloji

İnceleme alanının önemli bir bölümünün yer aldığı Bolu Dağı Geçişi sarp ve engebeli bir topografyadan oluşur. Güzergahın kuzeyinde Gümüşova–Gerede Otoyolunun geçtiği derin Asarsuyu Vadisi yer alır. İnceleme alanı, Kuzey Anadolu Dağlarının batı kolları arasındaki ovalarla ve geniş vadilerle çevrilmiştir. Ortalama yükseklik 800–950 m dolayında olup, en yüksek nokta Koroğlu Tepesi adındaki 2370 m yükseklikteki tepedir. Dağlar üzerinde geniş yaylalar ve çok miktarda küçük akarsular vardır.

1.1.3 Nüfus ve yerleşim

İnceleme alanının güzergahı üzerinde Elmalık ve Bakacak Köyleri bulunmaktadır. Ayrıca Bolu İli ve Düzce İlçesi önemli nüfus yoğunluğuna sahiptir.

1.1.4 İklim ve bitki örtüsü

İnceleme alanı ve çevresi Karadeniz kıyıları ve İç Anadolu arasında bir geçiş bölgesidir. Karadeniz kıyılarında kışlar bol yağışlı ve ılık, yazlar serindir. İç kesimlerde ise yazlar sıcak olup karasallığın ve yükseltinin etkisiyle kışın sıcaklık büyük ölçüde düşer. Sıcaklığın kış aylarında en düşük eksi 3–4 dereceye düştüğü olur. Kıyıda yılda 1000 mm dolayında olan yağışlar inceleme alanı ve çevresinde 533.7 mm ye kadar azalır. Kış aylarında kar, buzlanma ve sis Bolu Dağındaki ulaşımı güçleştirir.

Tablo 1.1 Bölgede yapılan 42 yıllık rasatlara göre iklimsel bilgiler

Yıllık Ortalama sıcaklık (°C)	10,2	En Düşük Sıcaklık (°C)	-34
Yıllık Ortalama En Yüksek Sıcaklık (°C)	17	Yıllık Ortalama Yağışlı Gün Sayısı	137.7
Yıllık Ortalama En Düşük Sıcaklık (°C)	4	Yıllık Ortalama Yağış Miktarı (mm)	533.7
En Yüksek Sıcaklık (°C)	39,4	Yıllık Ortalama Sisli Gün Sayısı	31,6

Bölge, Türkiye'nin ağaç bakımından zengin bir bölgesinde yer aldığı için Bolu Dağı D100 Karayolu çevresinde bol miktarda iğneli ve geniş yapraklı ağaçlar vardır.

2. JEOLojİ

2.1 Genel jeoloji

İnceleme alanı ve yakın çevresinde belirlenen formasyonların tanımlanmasında genellikle önceki araştırmacıların kullandıkları isim ve simgeler kullanılmıştır. Jeolojik haritada (EK 1) yer alan formasyonlar yaşlıdan gence; Prekambriyen yaşlı Yedigöller formasyonu (Pey), Ordovisyen yaşlı Kurtköy formasyonu (Ok), Devoniyen yaşlı Kartal formasyonu (Dk), Eosen yaşlı Bayramışlar formasyonu (Üst Kretase), Tersiyer yaşlı Akveren formasyonu (Tak), Tersiyer-Pliyosen yaşlı Fındıcak formasyonu (Tkf) ve Kuvaterner yaşlı alüvyondur (Qal).

Prekambriyen yaşlı Yedigöller formasyonu (Pey), inceleme alanının çeşitli kesimlerinde derin vadilerle bölünen bir topoğrafyada izlenir. Yarı metamorfik granit ve granit türevi kayaç topluluklarından oluşan birimin üst kesimlerinde yaygınca kalın bir ayrışma zonu gözlenmektedir. Yedigöller formasyonu üzerinde uyumsuzlukla veya faylı kontaklarla gelen Ordovisyen yaşlı Kurtköy formasyonu (Ok), kırmızı-kırmızımsı koyu gri, arkozik kumtaşı, arkozik çakıltası ve çamurtaşları ile temsil edilir.

Çalışma alanının önemli bir kesimini kapsayan Devoniyen yaşlı Kartal formasyonu (Dk) genelde çamurtaşı, kireçtaşı ve kumtaşından oluşur. Bu birimleri uyumsuzlukla örten Tersiyer yaşlı Akveren formasyonu (Tak) ise killi kireçtaşı, kumtaşı ve çamurtaşından oluşmaktadır. Bu birim içerisinde resifal kireçtaşları bulunur.

Tüm birimler üzerinde Tersiyer-Pliyosende gelen ve çalışma alanının yaklaşık 1/3'ünü oluşturan Fındıcak formasyonu (Tkf) yaygınca diyejenezini tamamlamamış, orta plastik killi kum-killi çakıl, bantlı kilden oluşmaktadır. Proje güzergahının sonunda yer alan Kuvaterner alüvyon (Qal) Asarsuyu vadi yatağını örten güncel çökellerden oluşur.

Tablo 2.1 Bolu Dağı ve dolayında gerçekleştirilmiş olan jeolojik çalışmaların ve buna bağlı olarak yapılan formasyon adlandırmalarının karşılaştırmalı dökümü (ilk bölüm)

ÜS SİSTEM	SİSTEM	AŞ SİSTEM	SERİ	İNCELEME ALANI KAT	BOLU ÇIVARI BLUMENTHAL (1948)	ALMACIKDAĞI MUĞURNU GÜYÜNÜK 1/100.000 ABOUSSELAHOĞLU (1959)	BOLU DAĞI DOLAYI ORKAN V. d. (1977)	MUĞURNU DOKURCUN ABANT 1/25.000 GÖZÜBOL (1978)	
SENOZOYİK	KUVATERNER				AZ TUTTURULMAMIŞ Çt, kt, nt	YAHAC MOLOZU, TRACA, ALUVYON	Qa, Qy, Qsa, Qb	Yamac molozu, Traca, aluvyon	
	NEO-JEN	PALEOJEN	PLİYÖSEN			KARASAL KUM, KİL	Geçek tutturulmuş kili kumtaşı	TASKESTİ fm.	
			MİYOSEN						
			OLİGOSEN						
			EÖSEN	PRİABONİYEN	IRIMMİLİTESLİ KALKER VEYA GRE.	SİYAH GEYAZ kt, KAHVERENGİ kt.	BİTÜMCÜ LAGUNER	GEYSEK TUTTURULMUŞ KUMTAŞI KİLTAŞI KUMLU VE KİLİ KİREÇTAŞI	GÜKVEREN fm. SOFULAR kt.
				LUTESİYEN					
				İPRESİYEN					
			PALEOSEN	LANDENİYEN	MİKROBREŞİMLİ KALKER	kt, kt, KONGLOMERA			KIZILÇAY gr. SELVİPİHAR kt.
				MONSİYEN					
				DONİYEN					
MESOZOYİK				KRETASE					
	KOMPAHİYEN								
	SANFONİYEN								
	KONYASIYEN								
	URONİYEN								
	SENOMANIYEN	IRIMMİLİTESLİ KALKER RESİFAL KALKER							
	ALT	MOTERİYEN BERIASİYEN	TABAKALI KALKER		PORSELENİMİSİ kt.		SOĞUKÇAM kt.		
	JURA	ÜST	PORTLANDİYEN			NEPTİ FLİŞ PEMBE KİRLİ SARİ kt. AMMONİTLİ KİLİİ kt.		MUĞURNU fm.	N BLOK
			KIMMERİSİYEN						
		OKSFORDİYEN	GRİ SİLİSLİ KALKERLİ kt.						
KALLOVİYEN									
ORTA	BATONİYEN								
BAJOSİYEN									
ALT	ALENİYEN								
	TOARSİYEN								
	PUENSBANIYEN								
	METANJİYEN								
TRİYAS	ÜST	KOYU MAVİ DOĞMİTİK KALKER					İS BLOK		
	ORTA								
	ALT								
	ÜST								
	ORTA								
PALEOZOYİK	PERMİYEN	PALEOZOYİK FORMASYONLARI			FUSULİNLİ BRÜRSSEL kt. BLOKLARI				
	KARBONİFER								
	DEVONİYEN								
	SİLURİYEN								
	ORDOVİSİYEN								
	KAMBRİYEN								
PREKAMBRİYEN									

Tablo 2.1 devamı. Bolu Dağı ve dolayında gerçekleştirilmiş olan jeolojik çalışmaların ve buna bağlı olarak yapılan formasyon adlandırmalarının karşılaştırmalı dökümü (devam). **Dalgıç (1994)** ten alınmıştır.

[illegible]

2.1.1 Stratigrafi

İnceleme alanında izlenen formasyonlar yaşlıdan gence; Yedigöller formasyonu (PEY), Kurtköy formasyonu (Ok), Kartal formasyonu (Dk), Akveren formasyonu (Tak), Fındıcak formasyonu (Tkf) ve Alüvyon (Qal) dur. Bu formasyonların stratigrafik istifi “Genelleştirilmiş Stratigrafik Kesitte” (Şekil 2) verilmiş olup litolojik sınırlar 1/5 000 ölçekli jeoloji haritasına işlenmiştir. Bu formasyonların tanımları ve belirgin özellikleri aşağıda açıklanmıştır.

2.1.1.1 Yedigöller formasyonu (Pey)

Başlıca amfibolit, gnays, kuvarsdiyorit litolojilerinden oluşan birim, Aydın (1982) tarafından adlandırılmıştır. Birimde egemen olan litoloji yarı metamorfik granit ve granit türevi kayalardır. Bolu masifinin güneybatısını oluşturan Yedigöller formasyonu, batı Pantidlerde çeşitli araştırmacılar tarafından değişik kesimlerde incelenmiştir. Blumenthal (1948), Bolu masifi olarak adlandırdığı metamorfik kayaları Paleozoik yaşlı kabul etmiştir. Ketin (1967) tarafından Bolu – Gerede – Mengen ve Yığılca bölgesindeki amfibolit, gnays ve bazik kaya birimlerinin Kambriyen yaşta olabileceğini belirtmiştir. Canik (1980), Bolu’nun kuzeydoğusunda amfibollu şist, gnays ve biotit – muskovit – albit gibi metamorfik birimlerin üzerine Kambriyen yaşlı kırmızı arkozik kumtaşının geldiğini belirtmiştir. Bundan dolayı birimin yaşının Prekambriyen olabileceğini savunmuştur. Cerit (1990), amfibol gnays ve kuvars feldspat gnays ardalanmasından oluşan birimin alt paleozoyik yaşlı epimetamorfik birimler tarafından diskordan olarak örtüldüğünü belirtmiş ve yaşını Prekambriyen olarak tesbit etmiştir.

Yedigöller formasyonu, bölgesel metamorfizmadan etkilenmiştir. Metamorfizmanın derecesi amfibolit fasiyesine karşılık gelir. Fay zonlarına yakın kesimlerde kataklastik metamorfizma etkisi taşıdığı görülmektedir. Kataklastik metamorfizmanın bölgedeki tektonik olaylara bağlı olarak gelişmiş olabileceği düşünülmektedir. Proje güzergahında km 205 + 910 – 207 + 374 ve km 220 + 589 – 220 + 625 arasında gözlenen birim genellikle yüksek ayrışma nedeni ile derin vadilerle bölünen düzensiz bir topoğrafya sunar. Fosil içermeyen birimin kalınlığı önceki çalışmalarda yaklaşık 1100 m. olarak ölçülmüştür. Birim, Kartal formasyonu ve Akveren formasyonu tarafından uyumsuzlukla örtülür.

2.1.1.2 Kurtköy formasyonu (Ok)

Proje güzergahı boyunca km 204+400 – km 212+000, km 217+480 – km 217+585, km 218+076 – km 218+154 arası izlenen birim arkozik kumtaşı ve çamur taşından oluşur.

Arkozik kumtaşı soluk kırmızı renkli, kaba taneli, kötü boylanmış, yarı yuvarlak, silis çimentolu ve kalın tabakalıdır. Bu formasyon içinde yere yer arkozik çakıl taşı seviyeleri gözlenmektedir. Güzergahta izlenen bölüm birimin muhtemelen üst kısımlarını temsil etmektedir. Birim kalınlığı önceki araştırmacılar tarafından yaklaşık 800 m. olarak ölçülmüştür. Fosil içermeyen birimin yaşı Ordovisiyen – Alt Silüriyen Kaya (1973) olarak belirlenmiştir. Birim, uyumsuz olarak Devoniyen yaşlı, Kartal Formasyonu ve Tersiyer yaşlı Akveren Formasyonu tarafından örtülür.

2.1.1.3 Kartal formasyonu (Dk)

Devoniyen yaşlı Kartal Formasyonu; güzergahta km: 213 + 976 – 214 + 389, km: 214 + 605 – 215 + 350, km: 216 + 130 – 216 + 331 ve km: 217 + 252 – 217 + 480 arası gözlenmektedir. Birimin çamur taşı içeren kesimleri kolay aşınabilir olduğundan, derin vadilerle yarılmış tepelerden oluşan bir topografya sunar.

Çamurtaşları, koyu gri renkli, şiltli, karbonatlı, ince dokulu, orta derecede sertleşmiş yaprağımsı, ayrışmalı, yer yer belirsiz tabakalıdır. Kumtaşları, sarımsı – krem yer yer açık kahve renkli, ince tane boylu derecelenmesiz, boylamsız, iyi pekleşmiş, silis çimentolu, sert, köşe kırılmalı, ince tabakalıdır. Kireçtaşları, koyu gri renkli, yer yer kumlu, yeniden kristalleşmiş, sert, çatlaklı, çatlakları kalsit dolgulu, köşeli kırılmalı, kalın tabakalı, kırıldığı zaman H₂S kokuludur.

Tabakalanma çoğunlukla görülmektedir. Tabaka doğrultusu genellikle NE – SW veya mostra doğrultusuna uygun olup eğimler 35⁰–45⁰ arasında ve değişik yönlerdedir. Kireçtaşının bazı katmanlarında Crinoid ve Brachiopoda görülür. Bulunan şu fosiller, Ketin (1967)'in tanıtımına göre Devoniyen (Acrospirifer arduennensis, Protathyrus sp.) yaşındadır.

2.1.1.4 Fındıcak formasyonu (Tkf)

Başlıca kumlu kil çakıl mercekli kumdan oluşan birim, bindirmeler ve fay zonlarında yaygın olarak kataklastik ve milonitik kayalar içinde bulunmaktadır. **Abdüsselamoğlu (1959)** tarafından Fındıcak formasyonu olarak tanıtılan birimin derlediği fosillerle Pliyosen yaşlı olduğunu ileri sürmüştür. **Yılmaz (1981)**, İkizler formasyonunun Almacık ofiyoliti diye adlandırılan istif ile kökensel ilişkili olduğunu saptamıştır.

Fındıcak formasyonu proje güzergahının km 204+000 – km 205+910, km 207+374 – km 208+450, km 208+674 – km 209+042, km 220+645 – km 221+043 ve km 221+600 – km 221+986 aralıklarında görülür. Kolay aşınabilme özelliğinden dolayı birim yayvan ve ondüleli bir topoğrafya sunar.

Birimi oluşturan en önemli litoloji kırmızımsı kahverengi, diyajenezini tamamlamış, konsolide, ince fissürlü, orta plastik, sert, kumlu çakıllı yağlı killerdir. Önceki çalışmalarda birimin yaşı Tersiyer – Pliyosen olarak belirlenmiştir. Birim kendinden yaşlı tüm birimleri uyumsuzlukla örter.

2.1.1.5 Akveren formasyonu (Tak)

Bu formasyon proje güzergahında km 210+240 - km 211+595, km 215+450 – km 216+500, km 216+800 – km 217+650 aralıklarında görülür ve dayanıklılığı nedeniyle topografyada kuşaklar oluşturur. Birimin yaşı Tersiyer olarak belirlenmiş olup, Yedigöller Formasyonu ve Kurtköy Formasyonunu uyumsuzlukla örter.

Değişik fasiyes farklılıkları gösteren birim, genellikle kiltası, killi kireçtaşı ve kumlu kireç fasiyesindendir. Gri-krem renkli, sert, keskin köşeli, yer yer kavkımsı kırılmalı, çatlakları kalsit dolgulu olan kireçtaşları orta tabakalıdır. Yer yer killi kireç taşı ile ardalanmalı olarak izlenen birim karbonat fliši fasiyesinde görülür. Yanal yönde fasiyes değişimi göstermeyen birim düşey yönde üste doğru kiltası, kumlu kireçtaşı, karbonatlı kireçtaşı, killi kireçtaşından oluşmaktadır. Önceki araştırmacılar birim kalınlığının 100-300 m olarak saptamıştır.

2.1.1.6 Alüvyon (Qal)

Proje güzergahının sonunda, Kaynaşlı çıkışı-otoyol girişi arasında kalan ve km. 225 + 050 – km. 226 + 602 arasında görülen alüvyon Düzce ovasında, Asarsuyu vadisinde çökelen en genç birimdir.

Bölgede akarsu rejiminin dengesiz oluşu, akarsuların yatak eğimlerinin fazlalığı, sellenme ile gelen malzemeleri, düzgünce olan alanlarda, alüvyon yelpazeleri şeklinde çöktürmüştür. Çoğunlukla çakıl, kum ve silt boyutlu malzemeden oluşur.

2.2 Yapısal jeoloji

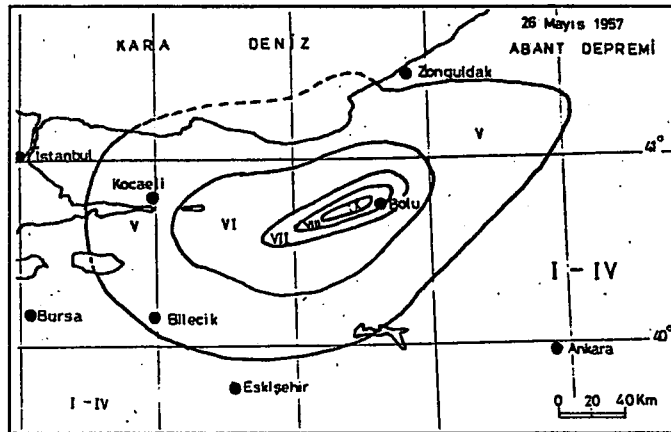
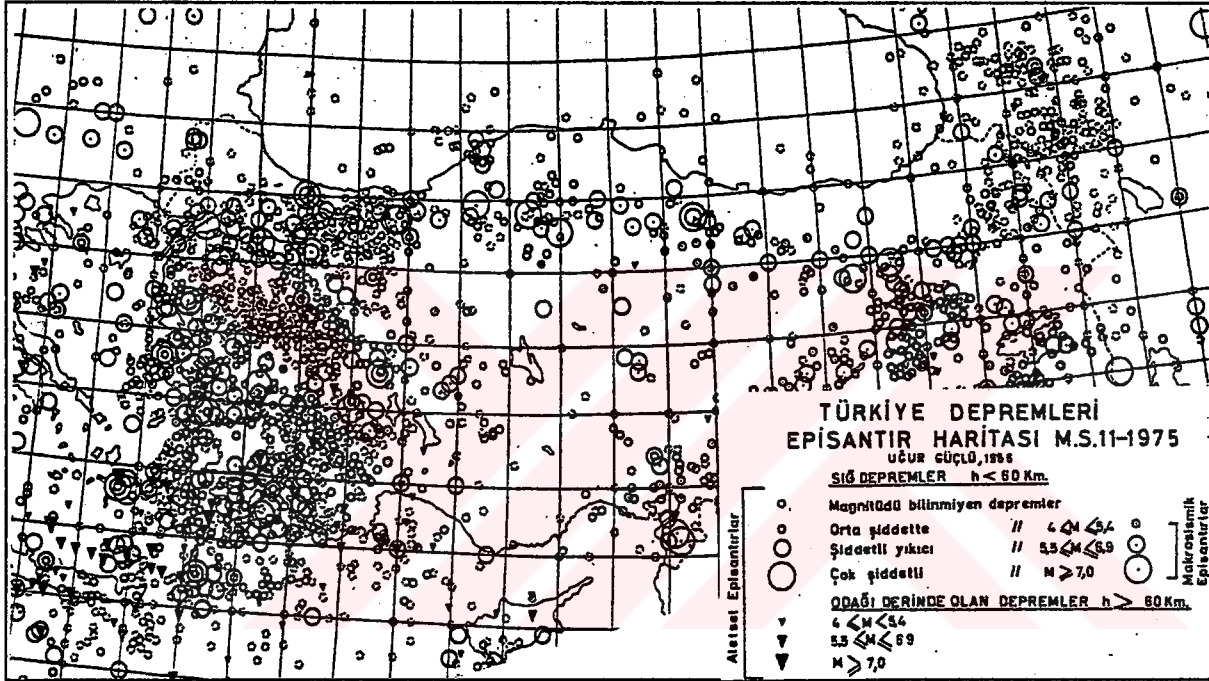
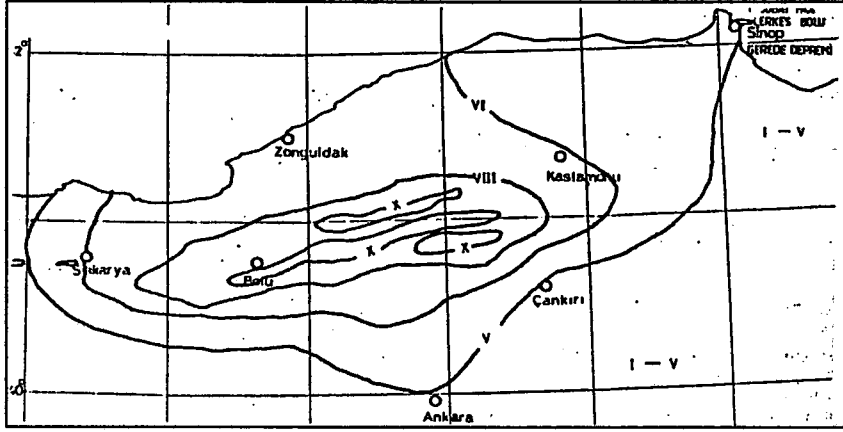
Çalışma alanında gözlenen birimlerin özellikle genç kabuk hareketlerinden etkilenmiş olması Palozoyik yaşlı kayalarda kıvrımlanma ve çatlak sistemlerinin gelişmesine yol açmıştır. Buna karşılık Ordovisiyen ve Senezoyik yaşlı kayalarında genç tektonizma ürünü kıvrımlanma ve çatlak modelleri rahatlıkla izlenir.

Kuzey Anadolu Fayına yakın olan çalışma alanında gözlenen D-B ve GD-KB yönlü kıvrımlanma, çatlak ve fay sistemleri belirgindir. Tüm heyelan hareketlerini etkileyen ve güzergahı yer yer kesen Kuzey Anadolu fayına paralel doğu-batı yönlü ana fay hattı güzergahta yer yer görülür. Kuzey bloğun yükseldiği güneyin ise düştüğü fayda kısmi açılı atımlar da gözlenir.

Doğu-batı yönlü bu fay hattına dik gelişen yanal atımlı faylar da güzergahı km 210+240, km 210+585, km 211+600'de olduğu gibi keser. Kıtasal hareketlerin ve genç tektonizmanın etkin olduğu bu bölge Türkiye'nin en önemli tektonik ve sismik hareketlerin olduğu bir bölgedir. Eosen yaşlı genç çökellerde bile yaklaşık KKD-GGB doğrultulu 5-6 dereceye varan eğimler görülmektedir.

2.2.1 Depremsellik

İnceleme alanı Türkiye Deprem Haritasına göre 1. Derece deprem bölgesi içinde kalmaktadır. Sismik açıdan aktif olan Kuzey Anadolu Fayı, proje alanının güneyinde, bu faya paralel olarak gelişen diğer kırıklar ise proje güzergahının içinde ve kuzeyinde kalmaktadır. Kuzey Anadolu Fayı doğrultu atımlı ve sağ yönlü aktif bir fay olup proje alanına yaklaşık 20 km. uzaklıkta bulunmaktadır.



Şekil 2.2 Türkiye Deprem Haritası ile 1 Şubat 1944 Bolu-Çerkeş ve 26 Mayıs 1957 Abant Depremlerinin episantrları (Eyidoğan vd., 1988)

3. İNCELEME ALANI VE DOLAYININ MÜHENDİSLİK JEOLojİSİ

Boludağı geçişinde karşılaşılan kayaçların özellik ve komşu kayaçlarla olan jeolojik ilişkilerini ortaya koyabilmek için “Bolu Dağı Geçiş Bölünmüş Yol Projesi” kapsamında hazırlanmış olan güzergah jeolojisi haritası temel alınarak Bakacak ve Taşaltı heyelan bölgelerini kapsayacak şekilde 1:5000 ölçekli mühendislik jeolojisi haritası hazırlanmıştır (EK1). 18 kilometrelik güzergahın değişik yerlerinde açılmış olan araştırma çukurları ve sondajlardan elde edilen bilgi ve bulguların bir bölümü bu kesimde karşılaşılan kayaçların genel nitelik ve özelliklerini de tanımlamaya yardımcı olduklarından izleyen açıklamalarda bunlar refere edilmiş ve burada elde edilen veriler birimlerin tanımlanmasında derlenerek kullanılmıştır.

3.1 Litoloji

3.1.1 Yedigöller formasyonu (Pey)

Güzergahın % 9,5 ini oluşturan birim, km. 205 + 910 – 207 + 375, km. 214 + 389 – 314 + 605 ve km. 219 + 585 – km 219 + 625 aralıklarında gözlenir. Yarı metamorfik granit ve granit türevi kayaçlardan oluşan birim yeşilimsi kahverengi, dağınık, çok zayıf dayanımlı, çok ayrılmıştır. Genelde uzaktan ayırtedilebilen mostralar vermeyen birim üzerinde 0.5–10 m. Kalınlıkta örtü izlenmektedir. Gözlenen mostralarda birime ait çatlak takımları düzensizlikler gösterir. Çatlaklar genelde açık, pürüzlü–ondüveli, kil dolguludur.

3.1.2 Kurtköy formasyonu (Ok)

Güzergahın % 2.5 gibi küçük bir kesimde gözlenen birim güzergahta km 214 + 480 – km 217+585, km 218 + 076 – km 218 +154 ve km 221+315 – km 221+600 arasında gözlenir. Genel olarak arkozik kumtaşı yer yer de arkozik çakıltası ile temsil edilen birim km. 218 + 076 – 218 + 154 aralığında çamur taşından oluşur. Arkozik kumtaşı ve çamur taşının iyi gözlendiği mostralarda kum taşı; bordomsu gri, orta sertlikte,

orta dayanımlı, yer yer ayrılmıştır. İnce taneli silis çimentolu olan kumtaşı taneleri genelde sert, yarı yuvarlak – yarı köşelidir. Çamur taşı ise bordonsu kahverengi, orta sertlikte, orta dayanımlı, az ayrılmış ve silis çimentoludur. Birim palezoik yaşlı olduğundan birçok tektonik dönemden geçmiştir. Genelde çok sık çatlaklı olan birim içinde yapılan incelemelerde çok farklı yönlerde çatlak takımları gözlenmiştir. Çatlakların silis-kil yer yer kalsit dolgulu olduğu belirlenmiştir. Tabaka eğimlerinin yol eksenine paralel olması yarma şevlerinin duraylılığına olumlu etki yapmaktadır.

3.1.3 Kartal formasyonu (Dk)

Kaya birimleri içinde en büyük dağılıma sahip olan Kartal formasyonu güzergahın % 20.5 inde izlenmektedir. Güzergahta km. 209 + 400 ile km. 217 + 500 arasında yaygınca izlenen birim, çamur taşı-kireçtaşı ardalanması ve bu litolojilerin egemen olduğu kesimlerden oluşur. Yapılan gözlemler ve sondajlarda litoloji yayılımının km. 209 + 433 – 210 + 240 arası kireçtaşı yoğunluklu, diğer kesimlerde ise çamur taşı yoğunluklu olduğu izlenmiştir. Ayrıca güzergah başlangıcından sonuna doğru bu birim içindeki kireçtaşı oranında göreceli bir azalma olduğu da gözlenmektedir. Birimde yapılan SK-1, 2, 8, 12, 13, 14, 15, 16 nolu ve BIT-1,BIT-2,BIT-3 sondajlar ile AÇ – 7, 9, 11 ve 12 nolu araştırma çukurlarında yaygınca çamurtaşı izlenmektedir. Kireçtaşına yalnızca SK – 1, 2, 13 ve AÇ – 7’de gözlenmiştir. Kireçtaşı; gri, sert, orta dayanımlı, orta derecede ayrılmış, yer yer karstik ve çatlaklıdır. Çamurtaşı ise; kahverengi, kırmızımsı – yeşilimsi gri, az sertlikte yer yer dağınık, zayıf dayanımlı yer yer çok zayıf, yer yer tamamen ayrılmış görünümüne sunar. Birime ait eklem takımları düzensiz olup, genelde açık parçalı ve kil dolgulu, çamur taşlarından ise yer yer düzgün ve parlak eklem yüzeylidir.

Sondaj ve araştırma çukuru verilerinin çok büyük bir kısmı çamur taşını temsil etmektedir. Bu verilerin değerlendirilmesi sonucu Çizelge 1’deki bilgilere ulaşılmıştır.

Tablo 3.1 Kartal formasyonu örneğinin sondaj bulguları ve deney sonuçları

Karot Yüzdesi	:	% 24	(0 < Karot Yüzdesi < 86)
RQD	:	% 3	(0 < RQD < 30)
LL	:	% 24	(18 < LL < 36)
PL	:	11	(7 < PL < 19)
dmax	:	2.21 t / m ³	(1.99 < dmax < 2.32)
Wopt	:	% 7	(5 < Wopt < 11)
Yaş CBR	:	% 28.4	(13.8 < CBR < 46.9)
Şişme Yüzdesi	:	% 0.05	(0 < Şişme Yüzdesi < 0.14)

Bu birimde yapılan sondajlarda elde edilen yeraltısuyu seviyesi ise 2.50 – 9.75 metre arasında değişkenlik göstermektedir. Tabaka doğrultuları genel olarak güzergahı dike yakın bir açı ile keserken eğimler bazı kesimlerde yamaç içeri konumdadır. Bu etkenlerin olumlu katkısı sonucu güzergah boyunca açılan yüksek yarmalar ve yüksek eğimli şevler duraylı bir yapı kazanmışlardır.

3.1.4 Fındıcak formasyonu (Ktf)

Güzergahın % 33'ünü oluşturulan birim genel olarak kum mercikleri içeren kilden oluşmaktadır. Birimi ana malzeme olan kırmızımsı kahverengi, katı-sert, orta plastiteli, fissürlü, konsolide kil içerisinde ortalama % 5 kadar yarı köşeli çakıl ve % 20 kadar ince – iri, sert kum izlenmiştir. Kil içerisinde izlenen kum bantları % 35 civarında ince malzeme içerir. Yer yer çakıl mercikleri görülen formasyonda yamaç eğimleri düşük olup, yayvan bir topoğrafya sergiler. Birimin gözlemlendiği SK-16 ve AÇ-1, 4, 14' de alınan örneklerin laboratuvarında değerlendirilmesi sonucu Çizelge 2'deki sonuçlar elde edilmiştir.

Tablo 3.2 Fındıcak formasyonunun sondaj bulguları ve deney sonuçları

İnce taneli kesimlerde			
SPT (N)	:	15	(4 < N < 26)
W _n	:	% 25	(22 < W _n < 28)
PI	:	26	(23 < PI < 29)
4 Nolu Elek Üzerinde Kalan	:	% 6	(2 < # 4 + < 11)
200 Nolu Elekten Geçen	:	% 75	(68 < # 200- < 86)
USCS Zemin Sınıflaması	:	CH	
İri Taneli Kesimlerde			
SPT (N)	:	41	(21 < N < 80)
W _n	:	% 12	(6 < W _n < 19)
PI	:	12	(20 < PI < NP)
4 Nolu Elek Üzerinde Kalan	:	% 18	(11 < # 4 + < 30)
USCS Zemin Sınıflaması	:	SM – SC	

3.1.5 Akveren formasyonu (Tak)

Güzergahın % 11'ini oluşturan ve kilaşı, killi kireçtaşı – kumtaşından oluşan Akveren formasyonu özellikle güzergahın ilk yarısında ve Taşaltı Heyelan bölgesinde yoğun bir yayılım gösterir. Killi kireçtaşları kirli beyaz – açık gri, sert, orta dayanımlı, yer yer çok ayrılmıştır. Kumtaşları ise yeşilimsi gri, orta sert, orta dayanımlı, çok ayrılmış görünümüne sunar. Birimde yapılmış SK – 3, 4, 5, 6, 7 ve BIT-3,BIT-4,BIT-5,TA-6 nolu temel sondajlarından elde edilmiş sonuçlar Çizelge 3'te sunulmuştur.

Tablo 3.3 Akveren formasyonunun sondaj bulguları

Kilaşı yoğunluklu kesimde:			
Karot Yüzdesi	:	% 59	(23 < Karot Yüzdesi < 94)
RQD	:	% 12	(0 < RQD < 62)
Kumtaşı yoğunluklu kesimde:			
Karot Yüzdesi	:	% 44	(13 < Karot Yüzdesi < 83)
RQD	:	% 12	(0 < RQD < 33)

Birimin ölçülen yeraltı suyu seviyesi 3 – 14 metre arasında değişkenlik göstermektedir.

3.1.6 Heyelan malzemesi (HM)

Proje güzergahı boyunca üç ana heyelan bölgesi belirlenmiş olup bu bölgeler projenin yaklaşık % 12 sini oluşturmaktadır. Km. 212 + 926 – 213 + 976 arası Bakacak bölgesi, km. 215 + 350 – 216 + 130 arası Kabacılar bölgesi ve 216 + 860 – 217 + 252 arası Taşaltı heyelan bölgelerindeki zemin koşulları aşağıda incelenmiştir.

3.1.6.1 Bakacak heyelan bölgesi

Bakacak heyelan bölgesi güzergahın % 6 sını kapsayan geniş bir bölgedir. Bölgede yapılan SK – 9, 10, 11 ve AÇ – 10 dan elde edilen bilgiler, jeolojik – jeoteknik etüdler ve geçmiş çalışmalar bütünleştirilerek bölge hakkındaki önemli veriler elde edilmiştir. Heyelan malzemesi ana kaya niteliğindeki Eosen yaşlı Bayramışlar formasyonunun (Üst Kre.) tümüyle ayrılmış ve killeşmiş kesimlerinden oluşur. Güzergahta sadece heyelan malzemesinin altında bulunan jips seviyeleri içeren, kırmızımsı kahverengi çamur taşından kuruludur. Kolay ayrışma ve geçirimsiz özelliklere sahip olan birimin üst kesimleri ayrışma sonucu heyelan malzemesini oluşturmuştur. Heyelan malzemesi kırmızımsı kahverengi, çok katı, plastik kil ve çok sıkı kum ve çakıldan oluşur. Genelde CL–CH niteliğindeki bu kesim içerisindeki kum ve çakıl seviyeleri su drenajı görevi görmektedir. Yer altı su seviyesinin de yüksek olması plastik kil niteliğindeki malzemenin suyun dolgun hale gelmesine neden olmaktadır. Ana kaya olarak belirlenen Bayramışlar Formasyonu ve ayrışma ürünü heyelan malzemesi içerisinde yer alan jips düzey ve yığılımları yer altı suyunun etkisiyle eriyebilmektedir. Bunun sonucunda oluşan oyulma ve oturma nedeniyle stabilite olumsuz yönde etkilenmektedir. Bu bölümde heyelan malzemesinin kalınlığı sondaj verilerine göre 6 – 13 metre arasında değişmektedir.

Bu birimden alınan örneklerin laboratuvarında değerlendirilmesi sonucu elde edilen veriler aşağıda sunulmuştur.

Tablo 3.4 Bakacak Heyelan Bölgesindeki sondaj bulguları ve deney sonuçları

İnce taneli kesimler			
Wn	:	% 25	(21 < Wn < 32)
PI	:	25	(22 < PI < 32)
4 Nolu elek üzerinde kalan	:	1	(0 < # 4 + < 4)
200 Nolu elekten geçen	:	91	(85 < # 200 - < 98)
USCS Zemin sınıflandırması	:	CL – CH	
SPT (N)	:	18	(8 < N < R)
dmax	:	1.47 t/m ³	
Wopt	:	% 25	
Yaş CBR	:	% 3.6	
Şişme Yüzdesi	:	% 2.3	
Kaba taneli kesimlerde			
SPT (N)	:	51	(18 < N < 84)
USCS Zemin sınıflandırması	:	% 2.3	

Bu kesimde tesbit edilen yer altı suyu seviyesi 2.50 – 4.50 metre arasında değişkenlik göstermektedir.

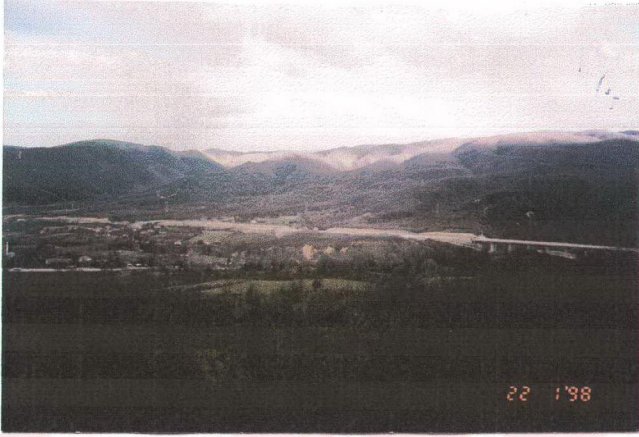
3.1.6.2 Taşaltı heyelan bölgesi

Güzergahın % 2' sini oluşturan Taşaltı Heyelan Bölgesi, gerek arazi çalışmaları gerekse bu bölümde yapılan BSK-19, TA-6, BIT-1, BIT-2, BIT-3, BIT-4, BIT-5 nolu temel sondajları incelenmiştir.

Taşaltı Heyelanı çevresinde üç ayrı jeolojik birim ayırtlanmaktadır. Bu birimlerden biri heyelanın taç bölgesi ve gerisindeki yükselim boyunca gözlenen Kartal Formasyonu (Dk)' dir. Bu birim ile beraber Kurtköy Formasyonu (Ok) uyumsuzlukla örten ve yükseltinin tüm eteklerinde gözlenen Akveren Formasyonu (Tak) yüksek eğim ve su içeriğinin artması sonucu ile heyelan kütlelerini oluşturmuştur.

Heyelan malzemesi; yeşilimsi-kırmızımsı, kahverengi, katı-sert, orta plastik-plastisitesiz çakıllı kumlu kilden oluşmaktadır. Kum oranının yükseldiği bazı kesimlerde kıvamlılık azalabilmektedir. Bu bölümde yapılan sondajlarda 29-37 metre olarak belirlenen heyelan malzemesi kalınlığı yol altında çok daha incedir.

Taşaltı Heyelanı ayrı bir bölüm içinde ayrıntılı olarak incelenmiştir.



Fotograf 3.1 İnceleme alanından Kuzey Anadolu Fay Zonu içinde yeralan Asarsuyu Vadisine ve Otoyol (TEM) çalışmalarına bakış

3.2 Hidrojeoloji

3.2.1 Yüzey suları

Yağışlı bir iklime sahip bölgede drenaj alanı geniştir. İnceleme alanı ve çevresinde en önemli yüzey suyu Elmalık,Asarsuyu ve Kızılsu deresidir. Proje güzergahını dikine kesen irili ufaklı dereler Bolu Dağını derin bir vadi içinde geçen Asarsuyu ile birleşmektedir. Yüzey suları kış ve ilkbahar mevsiminde önemli debi artışları göstermekte, yaz mevsiminde ise belirgin şekilde azalmaktadır. Çeşitli alanlarda gözlenen kaynaklar söz konusu dereleri beslemektedir.

3.2.2 Yeraltısuyu

Güzergahtaki zemin nitelikli birimler granüler yapılarına, kaya birimleri ise çatlak sistemlerine bağlı olarak yeraltısuyu taşırlar.

Genellikle kumlu çakıllı kil özelliğindeki heyelan bölgelerinde düşük debili kaynaklara rastlanmaktadır. Buradan sızan sular drene olamadıkları için su birikintileri ve gölcükler halinde yüzeyde görülmektedir.

Bayramışlar formasyonu içinde izlenen jips, karstik bir yapıya sahip olduğundan yer altı suyu hareket imkanı bulur. Özellikle Bakacak heyelan bölgesinde çapı 1,5 – 2 metre derinliği 10 – 15 metre arasında değişen karstik boşluklar vardır. Yeraltına süzülen sular bu boşluklar vasıtası ile drene olur. Bakacak bölgesinde izlenen kaymaların hemen altında bu türde kaynak mevcuttur. Taşaltı heyelan bölgesinin hemen sol yanından geçen Kızılsuderesi, yol dolgusunun altına sızmaktadır. Ayrıca drene edilen sular da bu dereye akmaktadır.

Diğer taraftan güzergah üzerindeki kumtaşı, kireçtaşı, fillat, granit, andezit, bazalt gibi birimler çatlak sistemlerine bağlı olarak yer altı suyu içerirler. Proje alanında yer altı su seviyesi genel olarak sığdır ve sondaj verilerine göre 1.13–13.7 metre arasında değişmektedir.

3.3 Jeoteknik ölçümler ve deneyler

Jeoteknik ölçümler ile özellikle projede belirtilen uygulamalar sırasında karşılaşılabilecek problemlere uygulama öncesi çözüm getirmek amaçlanmıştır.

Yerinde yapılan (in situ) zemin mekaniği deneylerinden zemin taşıma gücünü tespit etmeye yönelik standart penetrasyon deneyleri (SPT) yapılmıştır.

Araştırma sondajları sırasında yapılan penetrasyon deneyleri zeminin mühendislik özellikleri hakkında bilgi verirken, alınan bozulmuş örnekler üzerinde de laboratuvarında tanımlama deneyleri yapılmıştır.

Ayrıca fore kazık uygulaması yapılan heyelan bölgelerindeki kazıkların dayandığı Dywidag ankrajlara gerilme testleri yapılmıştır. Projede belirtilen ankrajlara da yük hücreleri konularak ankrajların üzerine gelen servis yükleri (25,45 ton) ve test yükleri tespit edilmiş ve servis yüklerinin (bar) cinsinden düzenli okumaları yapılarak ankrajlardaki yük boşalmaları kontrol edilmiştir.

Yarmalarda uygulanan kaya saplamaları çimento enjeksiyonundan sonra 19 ton ile gerilmiş ve 1, 5, 10, 20 dakika beklenerek davranışları izlenmiştir.

Taşaltı heyelan bölgesinde Temmuz 1997'de açılan sondaj kuyularına inklinometre borusu yerleştirilerek yüzeyde oluşabilecek oturmalar ve benzer deformasyonlardan dolayı meydana gelen hasarlar denetlenmiş, sağlamlaştırma yöntemini belirlemeye yönelik deformasyon, gerilme ve yük ölçümleri yapılmıştır. Bolu Dağında deformasyonları ölçmek amacıyla inklinometreler kullanılmıştır.

Taşaltı bölgesinde meydana gelen heyelanın karayoluna etkisini ve heyelanın boyutlarını belirlemek amacıyla kritik noktalara yerleştirilen inklinometreler yardımı ile yola dik ve paralel doğrultularda oluşan yatay ötelenmeler ölçülmüştür. Ötelenmenin zamana ve derinliğe bağlı değişimleri bilgisayarda değerlendirilerek deformasyon hızları belirlenmiştir.

4.TAŞALTI HEYELAN BÖLGESİNİN MÜHENDİSLİK JEOLJİSİ VE JEOTEKNİK DEĞERLENDİRMESİ

Ankara-İstanbul karayolu (D-100) güzergahı km 216+870 – km 217+420 arasında Taşaltı heyelan bölgesinden geçer. Heyelan bölgesi doğuda mevcut karayolu, batıda ise karayoluna 180-200 m. uzaklıktaki dere ile sınırlandırılmıştır. Heyelan km. 216+950 ve km. 217+150 de yol eksenini kesmekte ve bu kısımda yol ekseninin sağında hareketli ve sınırlı bir kütle oluşturmaktadır. Ayrıca km. 217+300 ve km. 217+400 kısmında ana kütlelerin hareketine bağlı olarak yol dolgularını içine alan ikincil kayma düzlemleri oluşmaktadır. Bu durumda heyelanın km. 216+950 ile km. 217+400 arasında yol platformunu etkilediği sonucu çıkmaktadır.



Fotoğraf 4.1 Taşaltı heyelan bölgesindeki kayma yüzeyinin genel görünüşü

4.1 Taşaltı heyelan bölgesinin mühendislik jeolojisi

Güzergahın % 2' sini oluşturan Taşaltı Heyelan Bölgesi, arazide 1:1000 ölçekli haritalama çalışmaları ve bu kesimde yapılan SK-17, 18, TA-6, BIT-1, BIT-2, BIT-3, BIT-4, BIT-5 nolu temel sondajları ile incelenmiştir.

Taşaltı Heyelan Bölgesi ve dolayında üç ayrı jeolojik birim ayırtlanmaktadır. Alttaki birim heyelanın kuzeybatısında görülen ve çamurtaşlarından oluşan Kurtköy formasyonu (Ok) dur.

Bu birim üzerinde heyelanın taç bölgesi ve kuzeydoğusunda yükselti boyunca gözlenen Kartal Formasyonunun (Dk) killi kumlu kireçtaşları yer almaktadır.

İnceleme bölgesinde bu kayaçların Akveren formasyonunun kilaşları (Tak) tarafından uyumsuzlukla örtüldüğü gözlenmektedir. Taşaltı Heyelanı yüksek eğim ve su içeriğinin artması sonucu bu birim içinde gelişmiştir.

Heyelan malzemesi; yeşilimsi-kırmızımsı, kahverengi, katı-sert, orta plastik-plastisitesiz çakıllı kumlu kildir. Kum oranının yükseldiği bazı kesimlerde kıvamlılık azalabilmektedir. Bu bölümde yapılan sondajlarda 29 – 37 metre olarak belirlenen heyelan malzemesi kalınlığı yol altında çok daha incedir.

Taşaltı Heyelanı iki bölgede gelişmiştir. Aşağıda bu bölgeler açıklanmaktadır.

1. BÖLGE (km 216 + 860 – km 217 + 260)

Proje güzergahının bu bölümü heyelan kütesinin sığlaştığı yamaç tarafından geçer. Güncelliğini koruyan heyelan karayolunda oturmalar, asfaltta çatlamalara neden olmaktadır. Bu bölgedeki yer hareketinin tanımlanması ve zemin koşullarının belirlenmesi amacı ile 12 adet temel sondajı yapılmıştır. Bu sondajların 6 adedinde inklinometre ölçümleri yapılarak kayma düzleminin çeşitli noktalardaki derinliği tesbit edilmiştir.

Heyelan bölgesinde eski yol dolgusu Akveren formasyonu üzerine inşa edilmiştir. Yol dolgusu genelde sarımsı-kırmızımsı kahverengi, yüksek plastisiteli kumlu, çakıllı kilden oluşmakla birlikte yer yer yarı köşeli iri malzeme de içerir.

Heyelan bölgesinde kayan kütleli oluşturan Akveren formasyonuna ait kil birimi kırmızımsı kahve – kahverenkli, yer yer yeşil, çatlaklı, yüksek plastisiteli, çok katı – sert özelliktedir. Bu birimde yer yer yer yer bitki artıkları, jips ve kum çakıl mercekleri de bulunur. Kum-çakıl düzeylerinin kalınlığı, 1.5-5.7 m arasındadır. Fosilli kireçtaşı, gri renkli yer yer ayrılmış kilden oluşan birimin diğer üyeleri kayma

düzleminin altında kalmaktadır. Bölgede ana kayanın önemli bir bölümünü temsil eden Kartal formasyonu genel olarak çamurtaşı, kısmen de kireçtaşından oluşur. Çamurtaşı gri renkli, çok ayrılmış, parçalı ve zayıf dayanımlıdır. Ana kayayı temsil eden diğer kaya birimi Kurtköy formasyonu üyesi arkozik kumtaşıdır. Sondaj kuyularında yapılan periyodik ölçümlere göre güncel heyelanın kapsadığı alanda yer altı su seviyesi 1.45 m. ile 2.90 m. arasında değişmektedir. Bu birim koyu gri renkli, çok ayrılmış ve zayıf dayanımlıdır. Sondajlarda tespit edilen RQD değerleri % 0 – 15 arasındadır.

Taşaltı heyelan bölgesinde sığ ve derin olmak üzere iki farklı yer kayması olduğu tahmin edilmektedir. Ancak hareketi kontrol eden ana heyelan sığ kayma ile etkileşim içindedir. Kayma düzlemi derinliğinin 4.0 m. ile 38.0 m. arasında değiştiği bu kesimde, heyelan kütesinin kalınlığı yolun sağındaki yamaçtan başlayarak yolun soluna doğru tedrici olarak artar. Heyelan kütesi esas olarak Akveren formasyonu üyesi kil, taban kayasının tümüyle ayrılmış kesimleri ve yol dolgusundan oluşur. Enkesitlerde görüldüğü gibi kayma düzlemi bazı kesimlerde kil birimi içinde oluşurken kimi yerlerde ise kil ve taban kayasının tümüyle ayrılmış kesimleri ile arkozik kum taşı ve çamurtaşı arasında izlenmektedir. Öte yandan, karayolunu olumsuz etkileyen sığ kayma ise dolgu malzemesi ile sınırlı olup yapay müdahaleler sonucu meydana gelmiştir. Sağ yamaçtaki çukurda menfezin kırılması sonucu meydana gelen tıkanma ile biriken sular dolguya sızmaktadır. Doygun hale gelen kil ağırlıklı dolgu malzemesinde yük artarken, kayma mukavemeti azalmaktadır. Sonuçta heyelan kütesinin üst seviyelerindeki duyarsız bölümleri ile yol dolgusu birlikte kaymakta olup asfaltta oturmalar, paralel ve yatay çatlaklar oluşmaktadır.

Sondaj sonuçları ve inlinometre verilerine göre mevcut yolun sev eteğinde kayma düzleminin derinliği 25 m. civarındadır. Bu kütle yol dolgusunun da kalınlığı eklendiğinde heyelanın dayanma yapısı ile tutulması çok zordur. Bu yüzden ripaj yapılarak proje eksenini yamaca (sağa) doğru kaydırılmıştır. Yol dolgusunun kısmen heyelan kütesine oturmasına karşın kayan kütleinin dayanma yapısı ile tutulması mümkün olmuştur. Ayrıca suyun dolguya sızmasının önüne geçilmesi için yer altı ve yüzey suyu drenajı uygulanmış ve toplanan sular menfez ve hendekler aracılığıyla bölgeden uzaklaştırılmıştır.

II. BÖLGE (km 217 + 310 – km 217 + 450)

Güzergahın bu bölümünde günümüze kadar çeşitli yıllarda heyelanlar meydana gelmiştir. Dolguya sızan suların olumsuz etkisi sonucu kayma ve kaymaya bağlı olarak da asfaltta çatlama meydana gelmiştir. Buraya istinat duvarı inşa edilerek 1992’ de geçici olarak yolun stabilitesi sağlanmıştır. Ancak zamanla istinat duvarı gerisinde asfaltta meydana gelen çatlaklar yarım ay şeklinde başlangıç ve bitiş noktalarından aşağıya doğru devam etmiştir. İstinat duvarında herhangi bir oturma ve çatlama yoktur. Bu kaymaları yoğun yağışlı dönemleri izlemesi su etkisinin önemini sergilemektedir. Bu noktadan hareketle yolun stabilitesi yer altı suyu drenajı ile kontrol altına alınabilmektedir. Ayrıca yüzey suyu drenajını sağlamak için kenar hendekleri etkin biçimde uygulanmıştır.

Yol dolgusunun altında bulunan 2.4 m kalınlığındaki yamaç molozu, kırmızımsı kahverengi, ince, orta, killi, kumlu çakıl ile temsil edilir. Bu birimde elde edilen SPT değeri $N = 15 - 23$ arasındadır. Temeli oluşturan arkozik kum taşı, gri renkli, orta taneli, yer yer çok ayrılmış ve ince tabakalıdır. Bu kesimde toplam kalınlığı 7.8 m ye ulaşan yapay dolgu + yamaç molozu arkozik kum taşı üzerinde kaymaktadır. Yol dolgusu üzerinde oluşan kayma çatlağının yüksekliği bir metre, genişliği ise 10 cm civarındadır.



Fotoğraf 4.2 Topuk kazısı nedeniyle kaya saplamalı destek perdesi ve gerisinde Akveren Formasyonu içinde oluşan duraysızlıklar

Taşaltı Heyelanı I. ve II. bölgede stabilitenin sağlanmasına yönelik çözüm kapsamında; a) Kaya çivisi ve püskürtme beton uygulaması ile yarma şevleri duyarlı hale getirilmiştir. b) Yolun yamaç tarafında yer altı suyu ve yüzey suyu drenajı yapılarak su etkisi en aza indirilmiştir. Yolun kısmen üzerinde oturacağı kayan kütle, kazıklı perde ve ankrajlardan oluşan dayanma yapısı ile desteklenmiştir.

Bu uygulama I. ve II. bölge ile potansiyel heyelan bölgesi olarak değerlendirilen km 217 + 220 – km217 + 310 arasında geçerlidir.

Yüksek plastisiteli killerde, daha önceki çalışmalarda kayma yüzeylerindeki birimlerin özellikleri dikkate alındığında kayma potansiyeli belirlenir. İnklinometre verileri incelendiğinde A yönündeki hareketin 20 m. derinlikte bir kayma yüzeyi belirlediği, B yönündeki hareket ise 20 m. lerden başlayıp yüzeye doğru üniform krip özelliği gösteren bir deformasyon şekli oluşturduğu ortaya çıkmaktadır.

Yapılan diğer sondajlar değerlendirildiğinde (TA 1 – 6) yolun sağ tarafındaki heyelan sınırının daha gerilere uzanabileceği anlaşılmaktadır. Bu nedenle yenilenen güzergah ekseninin güvenli tarafta kalmasında ve özellikle kazıkların gömülme boylarının da bir miktar artırılmasında yarar görülmüştür.

Projede heyelan kütesinin yolun sağ tarafındaki bölümü tutabilmesi amacıyla kalıcı zemin ankrajları ile destekli bir kazıklı perde inşa edilmesi kararlaştırılmıştır. Yolun geometrisi dikkate alınarak yol ekseni ile kazıklı perdeler arasındaki mesafeler 16–20 metre arasında değişmektedir.

Sondajlara dayalı jeolojik enkesitler; inklinometre ölçümleri ve bölgenin topoğrafik karakteri dikkate alınarak yapılan değerlendirmeler sonucu D 100 karayolunun kuzeyindeki kazık perde boyunca belirlenen olası kayma yüzeyi ve anakaya dokanağının derinlikleri Tablo 4.1 de görülmektedir.

Tablo 4.1 Yol boyunca belirlenen olası kayma yüzeyi ve anakaya dokanağının derinlikleri

Sondaj No.	Ağız Kotu (m)	Derinlik (m)	Kayma Derinliği (m)	Anakaya Dokanağı (m)
TA-1	545	26.1		22.5
TA-2	540	24.0		19.5
BİT 6	536	27.2		23.5
BİT 4	529	21.4	3 ve 19	16.1
TA-5	525	15.1		11.2
BİT 5	525	12.0	4.5 ve 8.5	5.5
TA-6	523	15.1		9.5
BSK 19	505	15.0		7.8

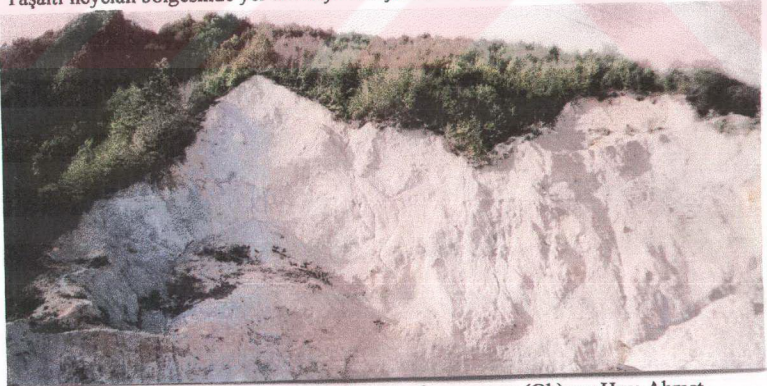
4.2 Taşaltı heyelan bölgesindeki killi kayaçların jeomekanik özellikleri

Kayan kütleli oluşturan genelde killi zemin niteliğindeki birimden alınan örneklerin laboratuvarında incelenmesi sonucu elde edilen veriler aşağıda sunulmuştur.

Tablo 4.2 Taşaltı Heyelan Bölgesindeki sondaj bulguları ve deney sonuçları

W _n	:	% 30 (19 < W _n < 40)
PI	:	26 (12 < PI < 32)
4 Nolu Elek Üzerinde Kalan:	:	% 3 (0 < # 4 + < 12)
200 nolu elekten geçen	:	% 79 (64 < # 200 - < 98)
USCS Zemin Sınıflaması	:	CL – CH – ML
SPT (N)	:	36 (11 < N < R)

Taşaltı heyelan bölgesinde yer altı suyu seviyesi 1 – 3 metre olarak belirlenmiştir.



Fotoğraf 4.3 Çamurtaşlarından oluşan Kurtköy formasyonu (Ok)nun Hacı Ahmet

Tepe yamacında oluşturulan kuzey yarmasındaki görünümü.



Fotoğraf 4.4 Kurtköy formasyonu (Ok) üzerinde heyelanın taç bölgesi ve kuzey doğusunda yükselti boyunca gözlenen Kartal formasyonunun (Dk) killi, kumlu kireç taşları.

Taşaltı heyelan bölgesinde sondajlarda tespit edilen kayma yüzeylerindeki yüksek plastisiteli killerin özellikleri aşağıdaki gibidir:

BIT2	: Kiltası-çamurtaşı				
	N=20-35,	LL=60,	PL=29,	PI=31,	ince malzeme %F = 62-83
BIT3	: Aşırı ayrılmış kaya,				
	N=42-50,	LL=76,	PL=35,	PI=41,	%F=75
BIT4	: Sert plastik kil,				
	N=50+,	LL=81,	PL=27,	PI=54,	%F=70
BIT5	: Kumlu plastik kil,				
	N=40,	LL=50,	PL=20,	PI=30,	%F=90
BIT6	: Sert plastikkil,				
	N=25,	LL=55,	PL=25,	PI=30,	%F=55

Bu özellikler dikkate alındığında ana kaya dokanıkları dışındaki kayma yüzeylerinin sert plastik kil ($N < 30$) içerisinde olduğu ortaya çıkmaktadır.

4.3 Taşaltı heyelan bölgesinde yürütülen jeoteknik çalışmalar

4.3.1 Jeoteknik ölçümler ve testler

Jeoteknik ölçümler ile özellikle projede belirtilen uygulamalar sırasında karşılaşılabilecek problemlere uygulama öncesi çözüm getirmek amaçlanmıştır.

Yerinde yapılan (in situ) zemin mekaniği deneylerinden zemin taşıma gücünü saptamak amacıyla *standart penetrasyon* deneyleri (SPT) yapılmıştır.

Araştırma sondajları sırasında yapılan penetrasyon deneyleri zeminin mühendislik özellikleri hakkında bilgi verirken, alınan bozulmuş örnekler üzerinde de laboratuvarında tanımlama deneyleri yapılmıştır.

Ayrıca fore kazık uygulaması yapılan heyelan bölgelerindeki kazıkların dayandığı **DYWIDAG ankrajlara** gerilme testleri yapılmıştır. Projede belirtilen ankrajlara da yük hücreleri konularak ankrajların üzerine gelen servis yükleri (25, 45 ton) ve test yükleri tespit edilmiş ve servis yüklerinin (bar) cinsinden düzenli okumaları yapılarak ankrajlardaki yük boşalmaları kontrol edilmiştir.

Yarmalarda uygulanan kaya çivileri çimento enjeksiyonundan sonra test edilerek 19 ton gerilerek 1, 5, 10, 20 dakika beklenerek çivilerin davranışı kontrol edilir.

Taşaltı heyelan bölgesinde Temmuz 1997’de açılan sondaj kuyularına inklinometre borusu yerleştirilerek yüzeyde oluşabilecek oturmalar ve benzer deformasyonlardan dolayı meydana gelen hasarlar denetlenmiş, sağlamlaştırma yöntemini belirlemeye yönelik deformasyon, gerilme ve yük ölçümleri yapılmıştır. Bolu Dağında deformasyonları ölçmek amacıyla inklinometreler kullanılmıştır.

Taşaltı bölgesinde meydana gelen heyelanın karayoluna etkisini ve heyelanın boyutlarını belirlemek amacıyla kritik noktalara yerleştirilen *inklinometreler* yardımı ile yola dik ve paralel doğrultularda oluşan yatay ötelenmeler ölçülmüştür. Ötelenmenin zamana ve derinliğe bağlı değişimleri bilgisayarda değerlendirilerek deformasyon hızları belirlenmiştir.

4.3.2 İnklinometre ölçümleri

Taşaltı Heyelan bölgesinde heyelanın hareket yönünü ve miktarını belirlemek açılmış olan sondaj kuyularının bir kısmında değişik tarihlerde ölçüm yapılmış ve hareketler izlenmiştir (Fotograf 6).

Düşey yönde açılmış araştırma sondajlarının içine yerleştirilen sıcağa karşı dayanıklı ve yüksek sıkışma dayanımına sahip plastik boruların ilk konumlarından sapmaları inklinometre cihazı aracılığıyla belirlenmiştir.

Bu araştırma sırasında 3500 mm. boyunda ve 25.4 mm. çapında düşey inklinometre algılayıcısı kullanılmıştır. Birinci grup okumalarda tekerlekler (A^+ , A^-) 90° açı ile duran (B^+ , B^-) diğer tekerlekler kullanılmıştır. Algılayıcılar, hatalı ölçümleri en aza indirmek için 180° çevrilerek tekrar kuyu tabanına indirilmiş ve ölçümler kayıt edilmiştir. Bu çevirimden dolayı değerler zıt işaretli olarak değişmektedir.



Fotoğraf 4.5 Taşaltı heyelan bölgesindeki inklinometre ölçümleri

Muhtemel kayma yönü A^+ yönünde meydana gelen yanal hareketin yeri ve büyüklüğü farklı derinliklerdeki farklı sapma açıları yardımı ile hesaplanmıştır. Buna göre; her 0,5 m'de bir yapılan ölçümler, algılayıcının bulunduğu derinlikte inklinometre borusunun düşeyle yaptığı sapma açısının miktarını vermiştir.

Kuyu tabanından yüzeye doğru yapılan A^+ , B^+ daha sonra da elde edilen A^- , B^- değerleri;

RDG (mm) = $\pm (L/2) \times \sin \theta$ bağıntısı kullanılarak bulunmaktadır. Burada

RDG = Sapma miktarı

$\pm$ = Hareketin yönü

L = Algılayıcı (prop) uzunluğu

θ = Algılayıcının uzun ekseninin düşeyle yaptığı sapma açısıdır.

Kaydedilen bu değişimler, kuyuda meydana gelen değişimin toplam miktarı ve en büyük değişimin derinliğini gösteren grafikte toplanmış ve derinliğe bağlı olarak işaretlenerek çizilmiştir.

Taşaltı heyelan bölgesinde ölçülen inklinometre değerleri rapor ekinde ayrıntılı diyagramlarla verilmektedir. Kuyulardaki ikinci, üçüncü kez ölçüm tarihleri, sondaj loglarından belirlenen formasyon özellikleri dikkate alınarak seçilmiştir.



Fotoğraf 4.6 Taşaltı heyelan bölgesinde kayma dairesinin derinliğini ve birimleri belirlemek amacı ile yapılan araştırma sondajı

4.3.2.1 İnklinometre ölçümlerine göre kayma yüzeylerinin belirlenmesi

Değişik kuyular içine yerleştirilen inklinometrelerdeki ölçümlere dayandırılarak kayma düzlemleri belirlenmiştir. Buna göre elde edilen sonuçlar aşağıda her kuyu için ayrı ayrı özetlenmektedir. Ayrıca her inklinometre yerleştirilen sondaja ilişkin jeolojik ve jeoteknik verilerin derlenerek özetlendiği bilgi formları geliştirilerek hareketlerin litolojiye, malzeme özelliklerine, niteliklerine, ortamın direnç ve dayanım parametrelerine göre değerlendirmesi yapılmış ve bu bilgiler Şekil 4, 6, 7, 8 ve Şekil 9’ da sunulmuştur. Şekil 5 de ise deformasyonların zaman içindeki gelişimi gösterilmiştir.

BIT 1 sondajı

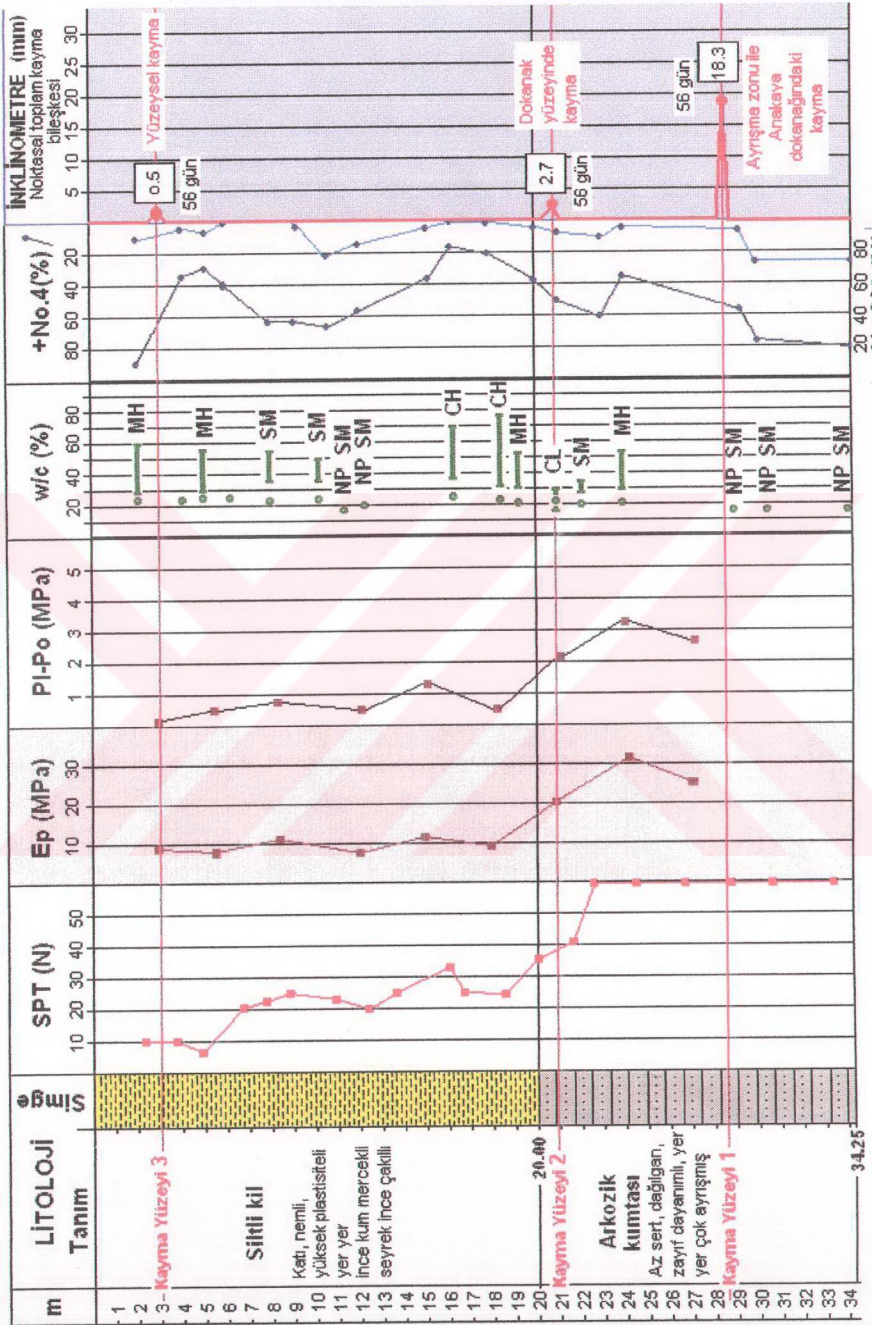
Kayma düzlemi 28.5 m derinliktedir. 15 m ile 20 m derinliğin altındaki tabakalarda krip deformasyonları izlenmektedir. Sondajın değişik veri tabanları kullanılarak derlenmiş olan ayrıntılı jeoteknik profili Şekil 4 de görülmektedir.

Yüzeyden 20 m derinliklere kadar yüksek plastisiteli silt (MH), % 40 oranında ince malzeme içeren şilt kum (SM), 17-18 m. derinliklerde yüksek plastisiteli kil (CH) biriminden oluşan zemin yer almaktadır. Birimin standart penetrasyon dirençleri ortalama:

0-5 m. derinlikte	N= 10
5-15 m. derinlikte	N= 20
15-20 m. derinlikte	N= 30 değerleri ile belirtilmektedir.

20 m. derinlikte arkozik kum taşı görülmüştür. Bu birim çok zayıf ve ayrılmış NP – SM nitelikli olup, % 25 oranında ince malzemeye ve $N > 50$ değerine sahiptir.

BİT 1 sondajında inklinometre ölçümleri değerlendirildiğinde 3 adet kayma yüzeyi nin bulunduğu anlaşılmaktadır. Buna göre birinci kayma yüzeyi 28.5 m de arkozik kumtaşı ile bu birimin ayrılmış seviyesinin sınırından geçmektedir. İkincil kayma özellikle 20 m de krip şeklinde başlayıp yüzeyde 3. metrede yüzeysel kaymaya dönüşmektedir. 23 aralık 1996-18 şubat 1997 tarihleri arasındaki 70 günlük dönemde hızlanarak 2 cm ye kadar ulaşmıştır.



Şekil 4.1 BIT 1 Sondajına ilişkin jeolojik ve jeoteknik bilgilendirme formu

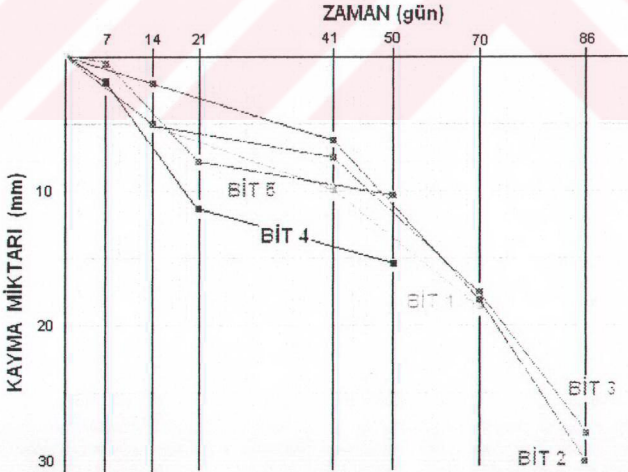
BİT 2 sondajı

Kayma düzlemi 22.5 m derinliktedir. Kayan birimdeki deformasyonlar 21,5 m–24 m arasında yoğunlaşmaktadır.

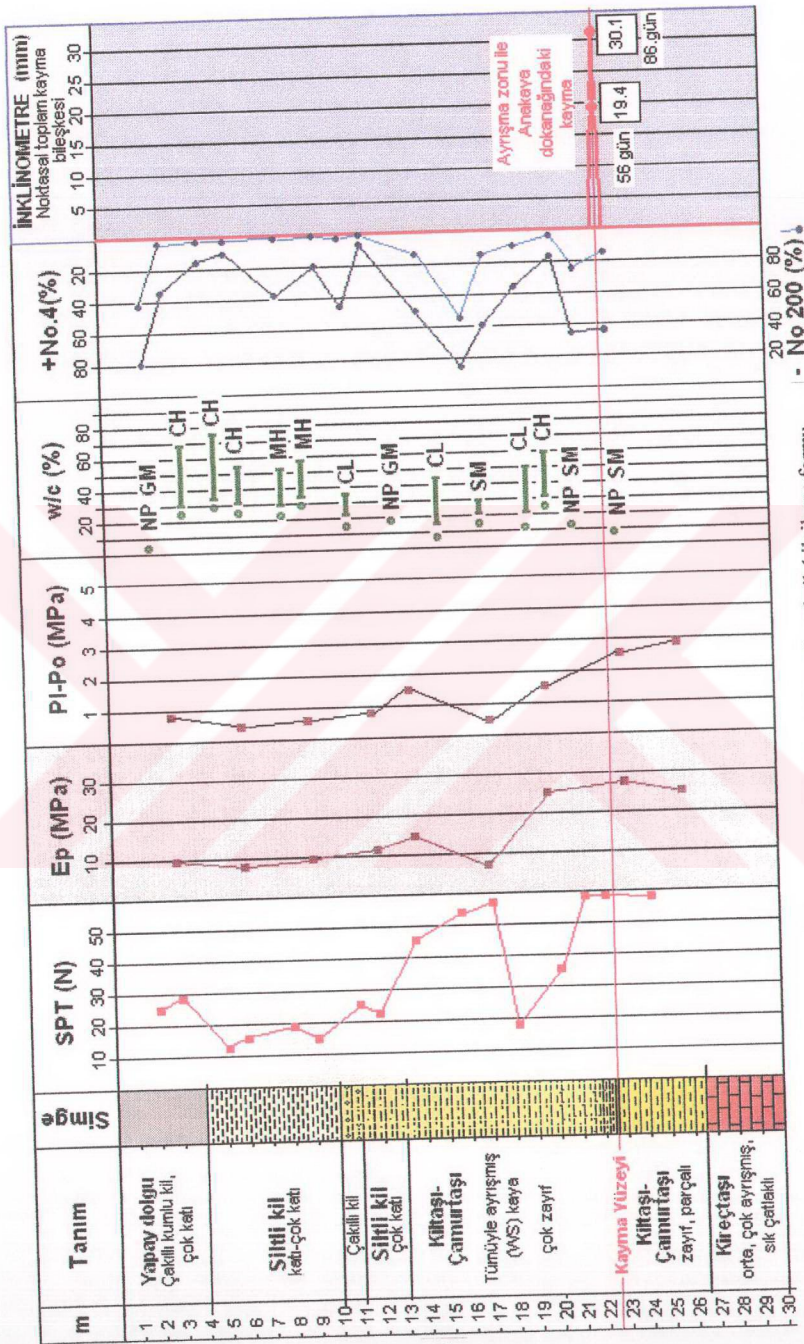
Şekil 4.3 de ki profile göre:

0-4 m. arası	: Dolgu malzemesi	N= 25
4-10 m. arası	: Plastik kil (CH) ve Silt (MH)	N= 12 - 18
10-13 m. arası	: Düşük plastisiteli kil (CL), çakıllı	N= 25
13-26,5 m. arası	: Kilaşı - Çamurtaşı, çok ayrılmış-zayıf	
	N= (19) - (50 +), SM, CL, CH	
> 26,5 m.	: Kireçtaşı	

Kayma yüzeyi kilaşı-çamurtaşı birimi ile bu birimin tümüyle ayrılmış sınırında izlenmektedir. Yüksek deformasyonların oluştuğu 20,0 m derinliklerde birim (CH) özelliğinde, N= 19–35 arasındadır. Buna göre kayma düzleminin kilaşı-çamurtaşı biriminin aşırı ayrılmış seviyelerinde geliştiği anlaşılmaktadır. Nitekim; inklinometre ölçümleri kütlenin 22.5 m de sınırlı bir aralıkta zayıf bir zon boyunca kaydığını göstermektedir. Burada 23 aralık1996 tarihini izleyen 86 günlük dönemde giderek artan şekilde 3 cm ye ulaşan deformasyonlar oluşmuştur.



Şekil 4.2 İnklinometrelerde kayma yüzeylerinde ölçülen zamana bağlı deformasyonlar



Şekil 4.3 BIT 2 Sondajına ilişkin jeolojik ve jeoteknik bilgileme formu

BIT 3 sondajı

BİT 3 sondajındaki inklinometre ölçümleri 2 adet kayma yüzeyi nin bulunduğunu göstermektedir. Birincil kayma yüzeyi ayrılmış ana kaya ile çakıllı kumlu kil dokanağındadır. Bu kesimde kayma deformasyonları 20,5 – 22,5 m arasında yoğunlaşmaktadır. İkincil kayma yüzeyi, kil birimi içindeki ara tabakalar üzerinde 18.8 metrede gelişmiştir.

Şekil 4.4 de görülen zemin profili aşağıda özetlenmektedir:

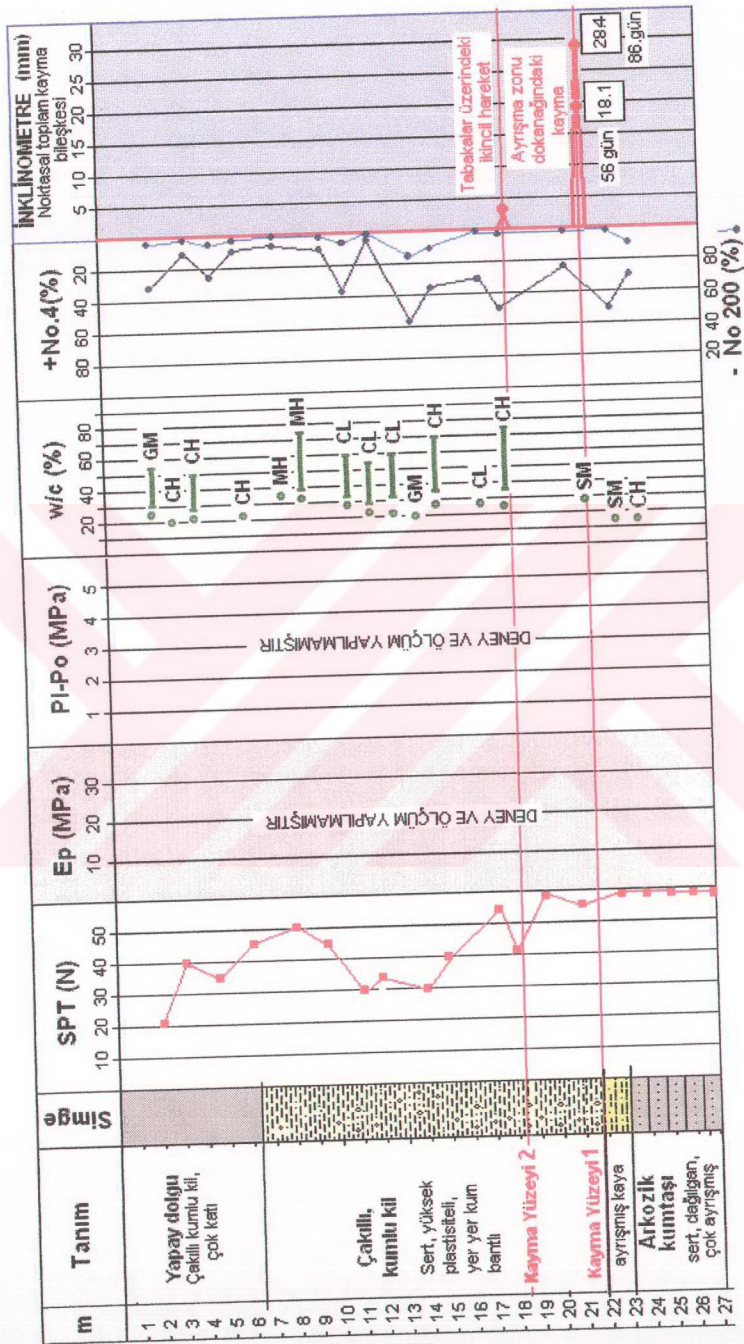
0-6,3 m. arası	: Yol dolgusu
6,3-21,8 m. arası	: Çakıllı kumlu kil (CL, MH), N>30
21,8-23,0 m. arası	: Killi kum (Altere kaya) N= 50+
23 m. den derin	: Arkozik kumtaşı, zayıf, çok ayrılmış

Kayma bölgesinde zemin (CH) niteliğinde (LL= % 75) ve ince malzeme yüzdesi % F= 80 dir. Tabii nem oranı W= % 30

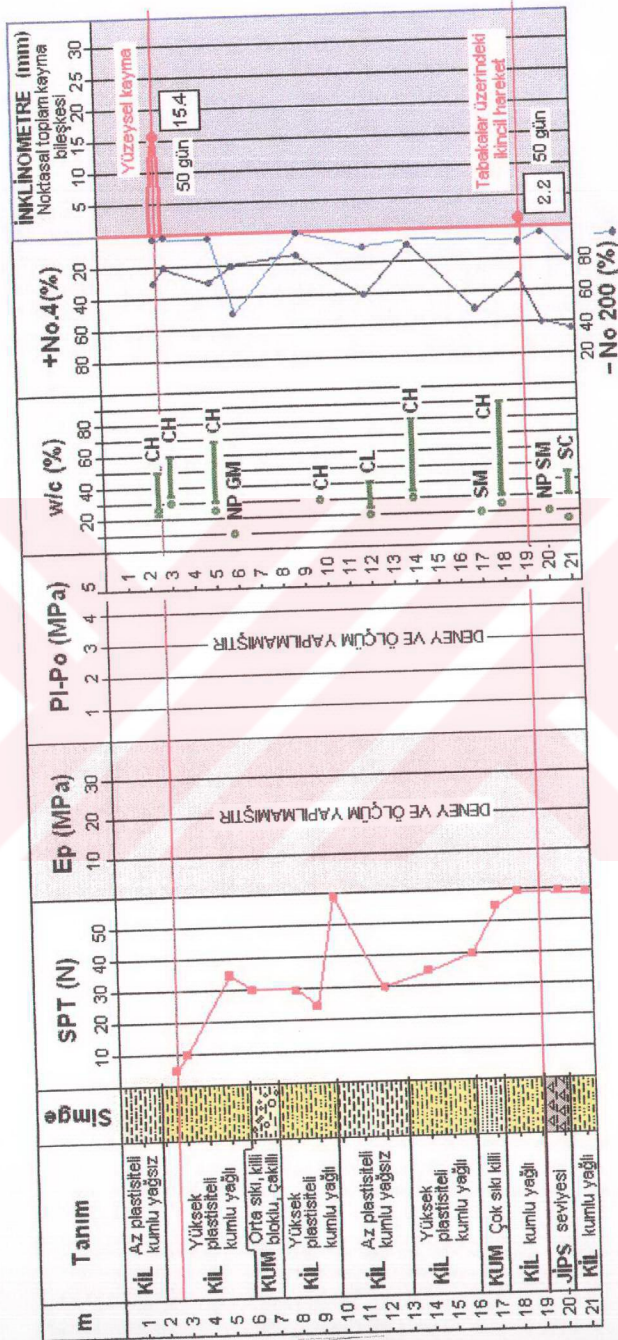
BIT 4 sondajı

Bu sondajda zemin profili yüksek plastisiteli kilden oluşmaktadır (CH). Likit limit değerleri % 60 - % 80 arasındadır. Penetrasyon dirençleri 0-35 m. derinlikte $N < 10$, daha derin seviyelerde $N= 30$ değeri ile temsil edilmektedir. Bu sondaj ana kaya birimini kesmemiştir (Şekil 8) .

BİT 4 sondajındaki inklinometre ölçümleri biri 2.5 metreden geçen yüzeysel, diğeri de 19. metreden geçen derin kayma yüzeylerinin bulunduğunu göstermiştir. Birincil yüzeysel kayma yüksek plastisiteli yağlı kil ile düşük plastisiteli yağsız kil arasında gelişmektedir. İkincil hareket ise, kil tabakaları ile jips düzeyi ara dokanağındadır. Kayma miktarının 50 günlük periyotta 1.5.cm ile 2 mm gibi küçük değerlerde kalması büyük olasılıkla ölçümlerin haziran- temmuz aylarındaki, daha kuru ortam koşullarında yapılmış olmasına bağlıdır.



Şekil 4.4 BIT 3 Sondajına ilişkin jeolojik ve jeoteknik bilgilendirme formu



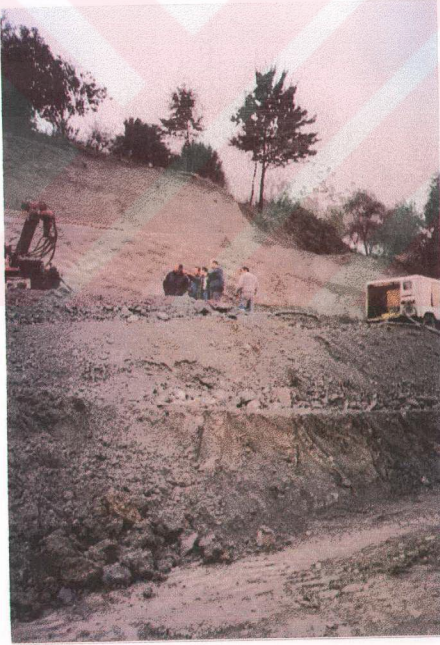
Şekil 4.5 BIT 4 Sondajına ilişkin jeolojik ve jeoteknik bilgilendirme formu

BIT 5 sondajı

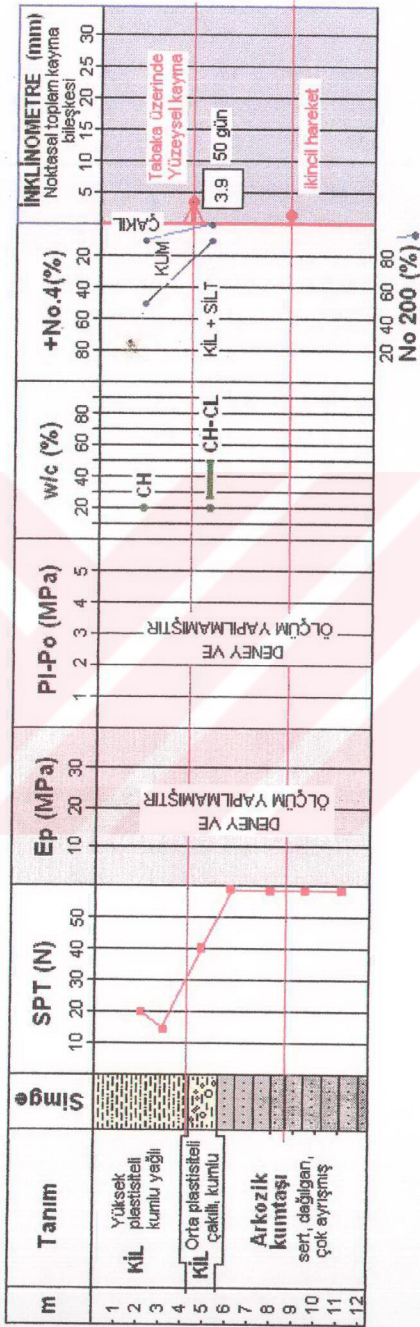
BIT 5 sondajındaki inklinometre ölçümlerine göre bu lokasyonda iki adet kayma yüzeyinin geliştiği gözlenmiştir. Birincil kayma yüzeyi 4 m derinlikte, yüksek plastisiteli, kumlu yağlı kil birimi ile orta plastisiteli çakıllı kumlu kil birimi arasındadır. İkincisi 9 m derinde çok ayrılmış arkozik kumtaşı birimi içerisinde tabaka veya çatlaklar arasındaki kaymadır. Bu sondajda da mevsim gereği 50 günlük periyotta giderek azalan ve ancak noktasal 4 mm'ye kümülatif 10.3 mm'ye varan küçük deformasyonlar izlenmiştir (Şekil 9).

Arkozik kumtaşları üzerindeki zemin profili olarak aşağıdaki bilgiler elde edilmiştir:

- 0-3m. arası : Islak yüksek plastisiteli kil / silt (CH / MH)
- 3-5 m. arası : Kumlu, çakıllı, kil (%F= % 45)
- 5-12 m. arası : Ayrılmış arkozik kumtaşı



Fotoğraf 4.7 Taşaltı heyelan bölgesinde inklinometrelerin yerleştirildiği kesimde oluşturulan şev basamakları ve sağlamlaştırma çalışmaları



Şekil 4.6 BIT 5 Sondajına ilişkin jeolojik ve jeoteknik bilgileme formu

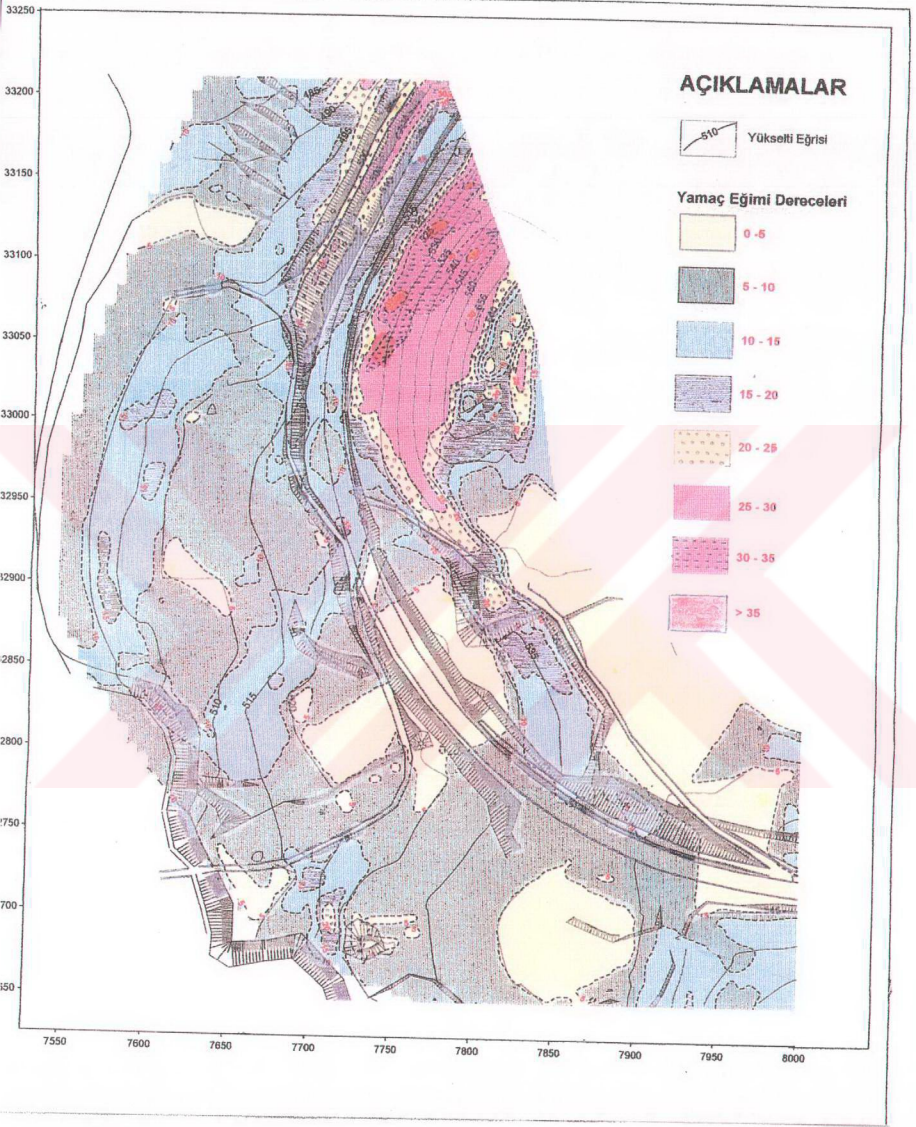
4.4 Taşaltı heyelanının hareket mekanizması, kinematik modeli ve jeoteknik değerlendirmesi

Taşaltı heyelanı K ve KD da yeralan 564 rakımlı Hacıahmet Tepesi ile B, GB da kalan Kızılca Deresi arasında yaklaşık 950000 m² lik bir alanda, 9.5 milyon m³ lük malzemenin akma ve zaman zaman hızlanan hareketlerine bağlı olarak gelişmiştir. Kızılca deresinin ortalama eğimi heyelanın GB eteklerinde +550 ila 510 kotları arasında yaklaşık 5° olup kuzeye dönüş yaptığı 510 ila 500 kotları arasındaki yaklaşık 350 metrelik bir kesimde 0-1.5 dereceye kadar azalmakta ve suyun yavaş akımına, birikmesine ve sızmasına neden olmaktadır. Kuzeybatıda heyelan altucunda Bülbüldere Mahallesi doğusunda ise eğimi artarak 9-10 dereceye kadar çıkmaktadır. Bu nedenle heyelan topuğu 500 kotlarının altında hızlı bir erozyona açıktır.

Özetlenecek olursa; genelde geçirimsiz, ya da az geçirimli anakaya üzerinde yeraltısu ile doygun hale gelen killi, ayrık ya da çok ayrılmış malzemeden oluşan daha genç örtü, topuğun Kızılca Deresi ile boyulması, ya da sürekli suya doygun durumda tutulması nedeniyle, anakaya dokanağı ve/veya ara dokanaklar üzerinde harekete geçmektedir. Yüzeysel kesimlerde genelde çekme zonu altında eğrisel bir yüzey üzerinde gelişen kayma tabakalar üzerinde doğrudan, ara dokanaklar arasında da göreceli ötelenmelerle eğim yönü vektörlerini izleyecek şekilde ilerlemektedir. Ana kaya dokanağının Kızılca deresi altında derine daldığı kesimlerde ise kayma suya doygun zemin içinde taban yenilmesi şeklinde gelişmekte ve dere yatağındaki anılan düzlüğü oluşturacak ve zaman zaman dolduracak şekilde topuğu kabartmaktadır.

Taşaltı heyelanı; tabanda anakaya ve onu şekillendiren tektonik dokanakların, sudan kolay etkilenen ve mekanik özelliklerini kaybeden farklı litolojilerin, kayaç nitelikleriyle bağdaşmayan eğim artırıcı kazı ve dolgu çalışmalarının etkisiyle topuk aşınması sonucu gelişen ve mevsimsel etmenlerce de denetlenen bir kripli yerkayması tipidir.

Değişik kuyular içine yerleştirilen inklinometrelerdeki ölçümler, morfolojik değerlendirmeler ile yüzeyde izlenen kayma ve kopma bölgelerinin jeolojik ve hidrojeolojik etmenlere göre yorumu, bu modelin doğruluğunu kanıtlamaktadır.



Şekil 4.7 Taşaltı Heyelan Bölgesinin Yamaç Eğim Haritası (EKB)

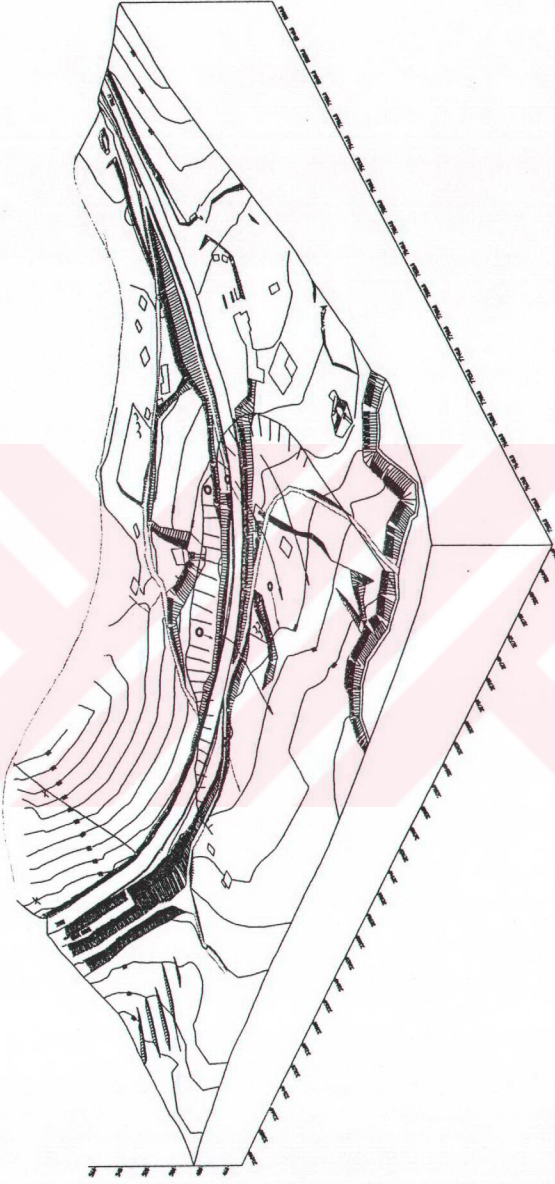
Heyelan bölgesinde yer kayması vektörünün yönünün değiştiği inklinometre ölçüm sonuçlarından anlaşılmaktadır. Kümülatif hareket vektörlerinin yüzeydeki şiddetleri ve yönleri Şekil 11(EK 3)'de gösterilmiştir. Buna göre; güney kesimindeki üst kotlarda dere eğiminin ve mevcut topografyanın denetlediği kayma hareketlerinin yönü K80-85B olarak belirlenmiş, daha alt kotlarda ise derenin yön değiştirmesine bağlı olarak K65B ve K74B olmuştur. Ancak, BİT 5 sondajında ölçülen yüzeysel kaymanın bu ana hareket sisteminden bağımsız olarak, doğrudan oradaki ortam koşullarının sonucu oluştuğu saptanmıştır.

Heyelanın yol dolgularının ağırlıkları ve trafik yüklerinin titreşimli zorlamaları nedeniyle de kolay ve ucuz yöntemlerle denetlenemediği zaman içinde görüldüğünden, aynı yol ekseninde kalındığı sürece genişleyen iki şeritli ve bölümlü yol gereksiniminin karşılanamayacağı, sorunların artarak süreceği ve hatta çözümsüzleşeceği sonucuna varılmıştır. Böylece eksenin duraylı – göreceli duraylı kesimlere kaydırılması jeoteknik açıdan vazgeçilemeyecek bir zorunluluk olmuştur.

Bu kapsamda km 216 + 800 den sonra eksenin heyelan aynasının üstünden geçecek şekilde KD daki Hacıahmet Tepesi'ne doğru kaydırılması gerekmektedir. km 217 +450 den sonra sağlam temel kayasına gireceğinden eksenin yeniden eski güzergahla birleştirilmesi uygun olacaktır.

Eksendeki bu değişikliğin duraylılık sorununu tümüyle gideremeyeceği, yol dolgusu altındaki kaymaların önlenmesi için heyelanın üst kesimlerinde ana kayada temellendirilen, yanal yükleri alabilen ve kayma hareketlerine karşı koyabilen destekleme ve sağlamlaştırma önlemlerinin alınmasının gerektiği anlaşılmaktadır. Ayrıca yer kaymalarını harekete geçiren ana etmen olan suyun denetim altına alınması da kaçınılmazdır.

Sonuç olarak, heyelanın Şekil 12 ve EK 4 teki blok diyagramda gösterilen mühendislik jeolojisi modeli, kayan kütlelerin fiziksel ve mekanik parametreleri incelendiğinde, güzergahta yaklaşık 650 m lik bir kesimde eksen değişikliği, basamaklı şev düzenlemeleri, makro- mini kazıklar, ankraj, kuşaklı-kaya saplamalı perde uygulamaları dere yatağı düzenlemeleri ve yerüstü-yeraltısuyu drenajı gibi ciddi önlemlerin alınması gerekli olduğu anlaşılmaktadır.



Şekil 4.9 Taşaltı Heyelan Bölgesinin Blok Diyagramı (EKD)

4.5 Taşaltı heyelan bölgesinde kullanılan sağlamlaştırma ve destekleme uygulamaları

Taşaltı Heyelan Bölgesindeki mevcut yerkaymalarını ve daha kuzeye kaydırılan yeni güzergah ekseninin gerektirdiği çalışmalara bağlı olası duraysızlıkları giderebilmek için, kayan kütlelerin kalınlığını ve zemin profilleri için yapılan analiz sonuçlarını dikkate alan sağlamlaştırma, destekleme ve iyileştirme önerileri getirilmiştir. Her kesim için ayrı ayrı oluşturulan ve projelendirilen yaklaşımlar aşağıda özetlenmektedir.

a) **Km 216+870 – km 216+920:** Bu kesim heyelan kalınlığının göreceli olarak sığ ($h \leq 8$ m) olduğu bir bölgedir. $D^\phi = 2.0$ m çapındaki kazıklar 2'şer metre aralıklarla kayaya 5 m soketlenecektir. Dayanma yapısı aşağıdaki şekilde oluşturulacaktır.

Toplam kazık boyu $L = > 25$ m.

Kayada soket boyu $d = 5$ m.

Kazık üst kotundan 2.0 metre aşağıda yatayda 2'şer metre aralıklarla bir sıra kalıcı ankraj yapılacaktır. Ancak bu bölümü izleyen kesimde 6 sıra ankraj uygulaması yapılacağından her iki bölümdeki ankraj taban kotlarının birleştirilmesi gerekecektir. Bu bağlamda km 216+900 deki 1. sıra ankraj ile km 216+920 deki 6. sıra ankraj taban kotları arasında 2:1 eğimli şev oluşturmak mümkündür. Bunun sonucunda km 216+920 deki kiriş ve ankraj sisteminin km 216+900' e doğru öngörülen şeve kadar uzatılması kararına varılmıştır.

b) **Km 216+920 – km 217+050 :** Kayan kütlelerin kalınlığı ($h \leq 22$) olarak belirlendiği bu bölümde temel arkozik kumtaşıdan oluşur. Dayanma yapısı;

2 metre aralık ve $D^\phi = 2.0$ metre çaplı kazıklar

Toplam kazık boyu $L = > 30$ metre (ana kayada 8 metre soket koşulu)

Kazık üst kotunda 2.0, 4.0, 6.0, 8.0, 10.0 ve 12.0 metre mesafelerde yatayda 2 metre aralıklı 6 sıra ankrajdan oluşur.

c) **Km 217+050 – km 217+140 :** Heyelan kütlelerinin kalınlığı ($h \leq 16$ m.) olan bu kesimde temel kayası arkozik kumtaşıdan oluşur. Dayanma yapısı;

2 metre aralık ve $D^\phi = 2.0$ metre çaplı kazıklar

Toplam kazık boyu $L = > 21$ metre (ana kayada 5 metre soket koşulu)

Kazık üst kotunda 2.0, 4.0, 6.0, ve 8.0 metre mesafelerde yatayda 2 metre aralıklı 4 sıra ankrajdan oluşur.

d) **Km 217+140 – km 217+170** : Kayan kütleinin kalınlığı ($h \leq 10$ m) olarak saptanmıştır. Temel kaya arkozik kumtaşıdır. Bu bölümde uygulanması düşünülen dayanma yapısı;

2 metre aralık ve $D^{\phi} = 1.65$ metre çaplı kazıklar

Toplam kazık boyu $L \geq 15$ metre (ana kayada 5 metre soket koşulu)

Kazık üst kotunda 2.0 ve 4.0 metre mesafelerde yatayda 2 metre aralıklı 2 sıra ankraj şeklinde öngörülmüştür.

e) **Km 217+170 – km 217+270**: Bu kesim heyelan kalınlığının görelisi olarak sığ ($h \leq 8$ metre) olduğu bir bölgedir. Temel kaya arkozik kumtaşıdır. Dayanma yapısı;

2 metre aralık ve $D^{\phi} = 1.20$ metre çaplı kazıklar

Toplam kazık boyu $L \geq 13$ metre (ana kayada 5 metre soket koşulu)

Kazık üst kotunda 2.0 metre mesafelerde yatayda 2 metre aralıklı bir sıra ankraj şeklinde öngörülmüştür.

f) **km 217+ 270 – km 217+300**: Potansiyel heyelan bölgesi olarak nitelenen bu bölümde yapay dolgu kalınlığı ($h \leq 10$ metre) olarak saptanmıştır. Ana kaya arkozik kumtaşı ile temsil edilir. Dayanma yapısı;

2 metre aralık ve $D^{\phi} = 1.65$ metre çaplı kazıklar

Toplam kazık boyu $L \geq 15$ metre (ana kayada 5 metre soket koşulu)

Kazık üst kotunda 2.0 ve 4.0 metre mesafelerde yatayda 2 metre aralıklı 2 sıra ankraj şeklinde öngörülmüştür.

g) **Km 217+300 – km 217+420**: Önceki çalışmalarda DH4 dolgu kayması olarak incelenen bu bölümde kayan kütleinin kalınlığı 8.0 metre, kazık üst kotundan itibaren kayma düzlemi derinliği 13.0 metre civarındadır. Kayan kütle yapay dolgu ve yamaç moloz, ana kaya ise arkozik kumtaşından oluşur. Bu kesimde öngörülen $D^{\phi} = 1.65$ metre çaplı ve 2 metre aralıklı kazıklar mevcut istinat duvarının solunda inşa edilecektir.

Dayanma yapısı;

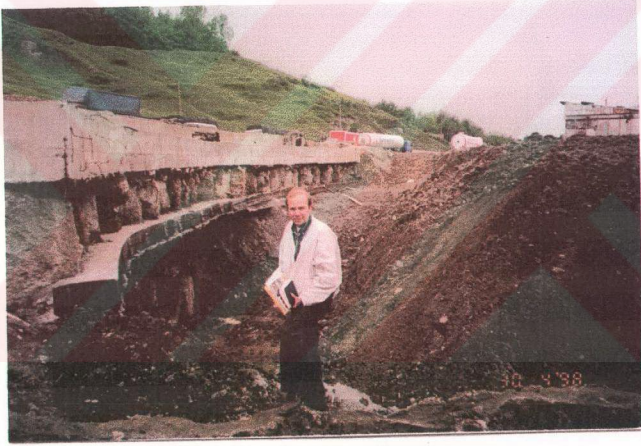
Toplam kazık boyu $L \geq 18$ metre (ana kayaya 5 metre soket koşulu)

Kazık üst kotundan 2.0, 4.0 ve 6.0 metre mesafelerde 2 metre aralıklı 3 sıra ankrajdan oluşacaktır.

Km 216 + 870 – km 217+ 050 aralığında ankraj kökleri kil birimi içinde kalmaktadır. Bu nedenle kazıkların imalatından sonra bu bölgede uygun sayıda deneme ankraj yapılması, ankraj kapasitelerinin kesin olarak belirlenmesi ve istenen kapasitelerin sağlanması durumunda ilave ankraj alternatiflerinin değerlendirilmesi öngörülmüştür.

Yolun stabilitesinin sağlanmasına yönelik önlemler kapsamında;

- a) Zemin çivisi ve püskürtme beton uygulaması ile yarma şevleri duraylı hale getirilmelidir.
- b) Yolun yamaç tarafında yer altı suyu ve yüzey suyu drenajı yapılarak su etkisi asgariye indirilmelidir.



Fotoğraf 4.8 Taşaltı heyelan bölgesi güney şevinde sağlamlaştırma ve destekleme yapısı. 165 cm lik fore kazık, kuşaklama kirişleri ve ankraj uygulamaları

5. SAĞLAMLAŞTIRMA VE DESTEKLEME ÖNLEMLERİ

Bu bölümde genelde Bolu Dağı Geçişi Projesinin tüm sorunlu kesimlerinde etkin şekilde uygulanmış olan sağlamlaştırma, iyileştirme ve destekleme önlemlerine ilişkin bilgilere yer verilmiştir. Bundan amaç jeolojisi ve jeoteknik özellik ve davranışları ayrıntılı şekilde belirlenmiş olan Taşaltı Heyelanındaki uygulamaların ortam koşullarıyla olan ilişkisine somut örnek ve yaklaşımlar getirebilmektir.

5.1 Püskürtme betonu

5.1.1 Tanım ve tarihçe

Püskürtme betonu uygulaması, kısa sürede prizlenecek şekilde hazırlanan bir beton karışımının basınçla püskürtülmesidir. Yapımı sürdürülen otoyollarda öncelikle yüzeysel dökülmelerin önlenmesi, ayrışma ve gevşemelerin kontrol altına alınması için püskürtme betonu uygulanmaktadır. Bunun yanı sıra çelik hasır ile birlikte kullanıldığında da yapışık, sürtünmeli destek perdeleri oluşturulmakta, bunlara ön germeli ankraj ya da kaya saplamaları ile gerektiğinde kuşakların eklenmesi suretiyle de donatılı kaya- sağlamlaştırmalı destek yapıları oluşturulmuş olmaktadır.



Fotoğraf 5.1 Taşaltı Heyalan bölgesinde değiştirilen yol güzergahının yeni kazı şevlerindeki püskürtme beton uygulaması

Yapının boyut, biçim ve işlevleri ile değişen jeolojik koşullar koruma, destekleme ya da sağlamlaştırma yapısından hangisinin ve nasıl yapılacağına kararını etkileyen başlıca etmenlerdir. Özetle; püskürtme betonunun ana amacı kazı sırası ve sonrasında stabil bir zon oluşturmaktır.

Püskürtme betonunun yeni bir teknik olarak devreye girmesi bir yandan amaca uygun karışımların, öte yandan da uygun püskürtme aygıtlarının geliştirilmiş olmasına bağlıdır. Bu kapsamda; 1910 YILINDA **Carl AKELEY** tarafından iki bölümlü çimento tabancası geliştirilerek inşaat sektörüne girmiştir. Burada kum çimento karışımından oluşan ve GUNITE adı verilen bir karışım kullanılmıştır. İzleyen yıllarda GUNCRETE, PNEUCRETE, PLASCRETE ve JETCRETE gibi isimler verilen benzer karışımlar hazırlanmış ve küçük çapta üretime başlanmıştır. 1930'lu yılların ilk döneminde Amerikan Demiryolları Mühendislik Birliği "gunite" üretimine SHOTCRETE adını vermiştir. 1931 yılında Amerikan Beton Enstitüsü (ACI) kuru üretim püskürtme betonun tarifini yapmıştır. 1950' li yıllardan bu yana kaba agregalı kuru üretimde, yaş üretim ekipmanlarında ve beslenme bandı üretiminde önemli gelişmeler olmuş ve böylece püskürtme beton uygulamaları giderek yaygınlaşmıştır.

Püskürtme betonu olarak püskürtülen bir karışımın uygulandığı yüzeyde kalıcı olabilmesi için çok kısa sürede prize başlaması gerekir. Normal betonun prize başlaması saatler sürerken, püskürtme betonunda bu süre saniyeler ile belirtilebilir. Karayolları Genel Müdürlüğü tarafından hazırlanan teknik şartnamelerde püskürtme betonun prize başlaması için 75 saniye, prizini tamamlaması için de 150 saniye öngörülmüştür. Normal süreden çok kısa olan bu süreçte prizlenmeyi sağlayabilmek için özel katkı maddelerinin seçilmesi ve uygulamada büyük özen ve titizliğin gösterilmesi gerekmektedir. Seçilecek katkı maddesinin kullanılan çimento ile uyum sağlaması, belirlenen su/çimento oranının değiştirilmemesi ve katkı maddesi dozajının sabit tutulması son derece önemlidir.

Püskürtme betonu uygulaması farklı yöntemle yapılmaktadır.

Yaş Karışım Uygulaması' nda su beton karışımına beton santralindeki üretim sırasında eklenmektedir. Bu uygulamada priz hızlandırıcı katkı maddesi (Accelerator) püskürtme ucuna akıcı olarak gelen betona çıkış anında katılmaktadır. Karışım suyu uygun ekipmanlarla verildiği için hassas ölçüm yapılabilmesi, homojen bir karışım

elde edilebilmesi, toz oluşumunun engellenmesi, geri saçılmaya bağlı kayıpların azlığı yaşı uygulamanın avantajlarıdır. Büyük çapta üretimin yapılabilmesi ise geniş yüzeylerde kalın uygulamaların yapılabilmesine olanak tanır.

Kuru karışım Uygulaması'nda beton santralinden kuru olarak alınan karışıma püskürtme ucunda su eklenerek uygulanmaktadır. Bu metotta hortumcunun (Nozzleman) önemi fazladır. Değişebilen arazi koşullarında karışım suyu ve beton kıvamını kontrol edebilme olanağının bulunması bu uygulamanın en belli başlı avantajını oluşturur. Ayrıca hafif agregalarla üretim yapılabilir. Karışım uzak mesafelere daha kolay ve sorunsuz taşınabilir. Suda çözünmüş hızlandırıcıların kullanılması durumunda ayna önünde yüksek ve erken dayanımlı püskürtme beton uygulamaların yapılması sağlanabilir.

Arazi ve çalışma koşullarındaki değişkenlik nedeniyle "Taşaltı Heyelan Bölgesi" nde kuru karışımli uygulama yöntemi seçilmiştir.

5.1.2 Püskürtme betonu uygulamalarında denetim

Aşağıda, Taşaltı Heyelan Bölgesi'ndeki kazı şevlerinde nitelikli bir püskürtme betonu uygulaması için gerekli olan karışımlar, kalite kontrolüne yönelik denetim araştırmaları ve bunlara ilişkin teknik bilgiler derlenmiştir.

5.1.2.1 Katkı maddesi – çimento doyum deneyleri:

Püskürtme beton uygulamalarında en etkin karışım oranlarının saptanarak, üretimin bu reçeteye göre yapılması gerekir. Reçetelerdeki bu karışım oranlarına ilişkin değerler kullanılan çimento ve katkı maddesinin fiziksel ve kimyasal özellik ve etkinliklerine bağlıdır. Çimento ve katkı türlerinin değişmesi karışım oranlarının da yeni değerler almasına neden olmaktadır. Bolu Dağı geçişi püskürtme betonlarında Bolu Çimento Fabrikası ürünü PÇ 42.5 çimentosu ile 3 ayrı toz katkı maddesi kullanılarak priz deneyleri yapılmıştır. Bunlardan ikisinde istenilen priz değerlerine ulaşılmıştır. Bu malzemeler *Sigunit* ve *Iksagunit* adlı toz priz hızlandırıcılarıdır. Bu iki malzemeyle yapılan deneyler sonucunda ideal su/çimento oranı belirlenmiştir. Araştırmalar sırasında çimento miktarı sabit tutulmuş, katkı maddesi miktarı ve su/çimento oranı değiştirilerek çimento ile uyum sağlayan katkı miktarı ve su/çimento oranı belirlenmiştir.

Yapılan çalışmalar sonucunda; teknik şartnamede öngörülen priz başlangıç ve son değerlerini sağlayan katkı maddesi dozajı için

$$Sigunit \text{ (veya Iksagunit) } / \text{Çimento} = 0.065 \text{ (ağırlıkça)}$$

ve su/çimento oranı için

$$Su / \text{Çimento} = 0.35 \text{ (ağırlıkça)}$$

değerleri bulunmuştur.

5.1.2.2 Püskürtme betonda direnç artışı deneyleri

Püskürtme betonda basınç direncinin zaman içindeki gelişmesini izlemek ve denetlemek için dayanım değişimleri normal betondan daha farklı bir yöntemle incelenir. Şartnamelerde belirtildiği gibi basınç dayanımındaki değişiminin kontrolü püskürtmeden hemen sonra başlar. İlk deneyler Proctor Penetrometresi ile yapılır. Bu deneylerde püskürtme betonunun 9 mm çapındaki bir iğnenin batırılmasına karşı gösterdiği direnç ölçülür. Penetrometre ile en az 10 farklı noktada 2.5 ve 10 dakikalık ölçümler yapılmakta ve ortalaması alınmaktadır. İlk iki saatlik ölçümler penetrometre ile yapılabilir. Proctor Penetrometresi ölçümleri için iğnenin püskürtme betonuna 15 cm. batırılması gerekir. Şartnamede 2 dakikalık periyotta en az 260 N, 5 dakikalık periyotta en az 380 N ve 10 dakikada ise 450 N olması öngörülmektedir.

Tablo 5.1 Püskürtme Betonunun dayanım testleri için eşik değerleri

PROCTOR PENETROMETRE DENEYİ			
2 dakikalık Penetrometre Direnci		260 N	
5 dakikalık Penetrometre Direnci		380 N	
10 dakikalık Penetrometre Direnci		450 N	
SERBEST BASINÇ DİRENCİ			
1 günlük Serbest Basınç Direnci	9	N/mm ² (Mpa)	
7 günlük Serbest Basınç Direnci	17.5	N/mm ² (Mpa)	
28 günlük Serbest Basınç Direnci	20	N/mm ² (Mpa)	

Daha uzun periyottaki gelişmeler ise alınacak karot numuneleri ile izlenir. Alınan karot numunesi 10 cm çapında ve 10 cm yüksekliğindedir. Karot örnekleri püskürtme sırasında hazırlanan 50 x 50 x 20 cm. boyutundaki panellerden alınır.

Tablo 5.2 Bolu Dağı Karayolu Geçişi Taşaltı Heyelan Bölgesinde kullanılan Püskürtme Beton için ilk 10 dakikalık sürece ilişkin Penetrasyon Deneyi Sonuçları

2 dakikalık ölçüm	
Penetrasyon okumaları toplamı	: 35763
Panel numune sayısı	: 122
Ortalama penetrasyon mukavemeti	: 293.14 N
Standart sapma	: 23,48
5 dakikalık ölçüm	
Penetrasyon okumaları toplamı	: 4971
Panel numune sayısı	: 122
Ortalama penetrasyon mukavemeti	: 407.96 N.
Standart Sapma	: 25.32
10 Dakikalık ölçüm	
Penetrasyon okumaları toplamı	: 60329
Panel numune sayısı	: 122
Ortalama penetrasyon mukavemeti	: 494.10N.
Standart Sapma	: 29.35

Her grup için en az 5 tane karot örneği gereklidir. 24 saatlik basınç dayanımının belirlenmesi amacıyla ilk karot örneği püskürtmeden 20 saat sonra alınmalıdır. Püskürtme betonunda önemli olan ilk 24 saatlik ve 28 günlük basınç dayanım değerleridir. Karayolları Genel Müdürlüğü tarafından hazırlanan teknik şartnamede 7 günlük basınç direnci değerlerinin de alınması öngörülmektedir.

Daha ileri yaş periyodunda mukavemet değişimi hazırlanan 500x500x200 mm boyutundaki panellerden alınan 100 mm çapında karotlarla yapılmaktadır. Her bir yaş periyodunda 5 adet olmak üzere toplam 15 karot numunesi alınmaktadır. Karot örneklerine 1, 7 ve 28 günlük tek eksenli basınç direnci uygulanmaktadır. Test edilen püskürtme betonu örneklerinin basınç direnci deney sonuçları Çizelge 10 da verilmiştir.

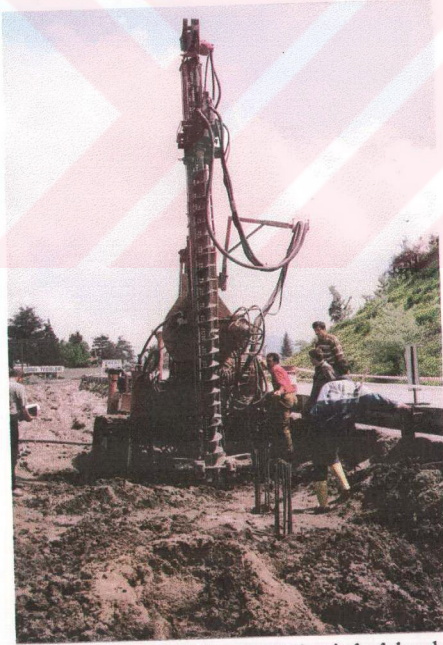
Ayrıca; püskürtme sırasında eş zamanlı olarak her 500 m³ için hazırlanan 15 adet 200x200x200 mm'lik küp şeklindeki örneklerde de dirençler kontrol edilmektedir.

Tablo 5.3 Taşaltı Heyelan Bölgesinde hazırlanan panellerden alınan $\phi 100 \times 100$ mm'lik silindirik püskürtme beton örnekleri için 1, 7 ve 28 günlük Tek Eksenli Basınç Direnci Deneyi Sonuçları

SERBEST BASINÇ DİRENCİ [N/mm ² (Mpa)]			
1 günlük Direnç	8.5; 9.1; 9.0; 10.3; 9.7	ort = 9.3 > 9	
7 günlük Direnç	17.2; 16.9; 17.0; 17.1; 18.8;	ort = 17.4 < 17.5	
28 günlük Direnç	25.4; 20.7; 20.2; 20.6; 21.6;	ort = 21.7 > 20	

5.2 Delme (Fore) kazık uygulamaları

Taşaltı heyelanının Akveren formasyonunun çok kalın aktif kilttaşları (Tak) içinde, yüksek eğim ve su içeriğinin artması sonucu gelişmesi, bu kesimlerde drenaj, sağlamlaştırma ve destekleme önlemlerinin alınmasını zorunlu kılmıştır. Bu kapsamda değişik çap ve derinliklerde fore kazık uygulaması ile hareketlerin durdurulabileceği ve zemin stabilitesinin sağlanabileceği anlaşılmıştır.



Fotoğraf. 5.2 Taşaltı Heyelan Bölgesinde delme kazık uygulaması

Taşaltı heyelan bölgesinde uygulanan fore kazıkların çapları 1.20, 1.65, 2.00 m olacak şekilde heyelan bölgesinin farklı kesimleri için ayrı ayrı saptanmıştır. Fore kazık için açılan çukurun sert zemin içinde enaz 5 m ilerlemesi öngörülmüştür. Kazık derinliği ise olası ya da varolan kayma yüzeyinin altından geçecek ve ankastre mesnet oluşturacak şekilde belirlenmektedir. Kazık için çukur açma işlemi tamamlandıca vinç ile hazırlanan demir donatı çukura yerleştirilir ve daha sonra (bu projede öngörülen BS20) beton dökülerek doldurulur.

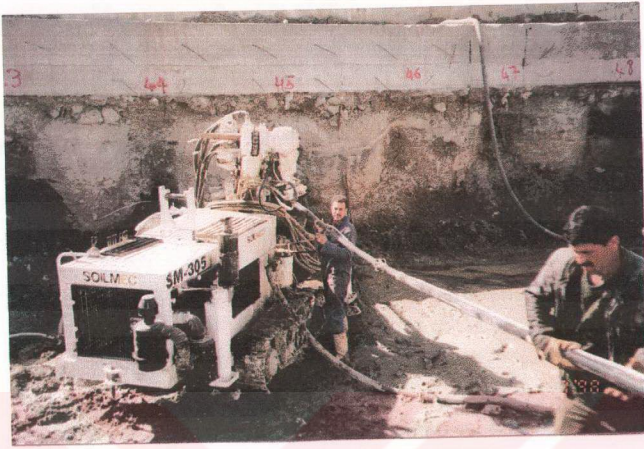


Fotoğraf. 5.3 Taşaltı Heyelan Bölgesinde delme kazıkta (BS20) beton uygulaması

5.3 Ankrajlar

Taşaltı heyelan bölgesindeki aktif kayma bölgelerinin büyüklüğü fore kazıkların tek başına yeterli olamayacağını göstermiştir. Bu nedenle birbirlerine teğet olan fore kazıklar ayrıca 25 m uzunluğundaki 45 ton luk öngermeli DYWIDAG ankrajlar ile sağlamlaştırılmıştır.

Bu ankraj çubukları 15 derece eğimle sağlam, hareketsiz bölgede yeterli uzunlukta ilerleyecek şekilde yerleştirilmiş ve çimento enjeksiyonu ile sabitlenmiştir. Daha sonra öngörülen yüklere kadar gerdirilen bu ankrajların her sırada 10 tanede bir deneme ve kontrol testi uygulanmıştır. Bunun yanısıra sürekli yük değişimlerini izleyebilmek için yük hücreleri yerleştirilmiştir (Fotoğraf 9). Projede kullanılan bu ankrajlar kalıcı olmakla birlikte 20 – 45 ton servis yüküne sahiptir.



Fotoğraf. 5.4 45 tonluk öngermeli ankrajlar ile sağlamlaştırma çalışmaları



Fotoğraf. 5.5 DYWIDAG ankrajlara uygulanan 45 tonluk gerilme testleri

5.4 Kaya çivili (saplamalı) şev imalatı

Projede püskürtme beton (shot-crete) uygulaması tek başına olmayıp; hasır çelikler ve kaya çivileri ile takviye edilmektedir. Yapılan işlemler uygulama sırasına göre şöyle gerçekleşmektedir.

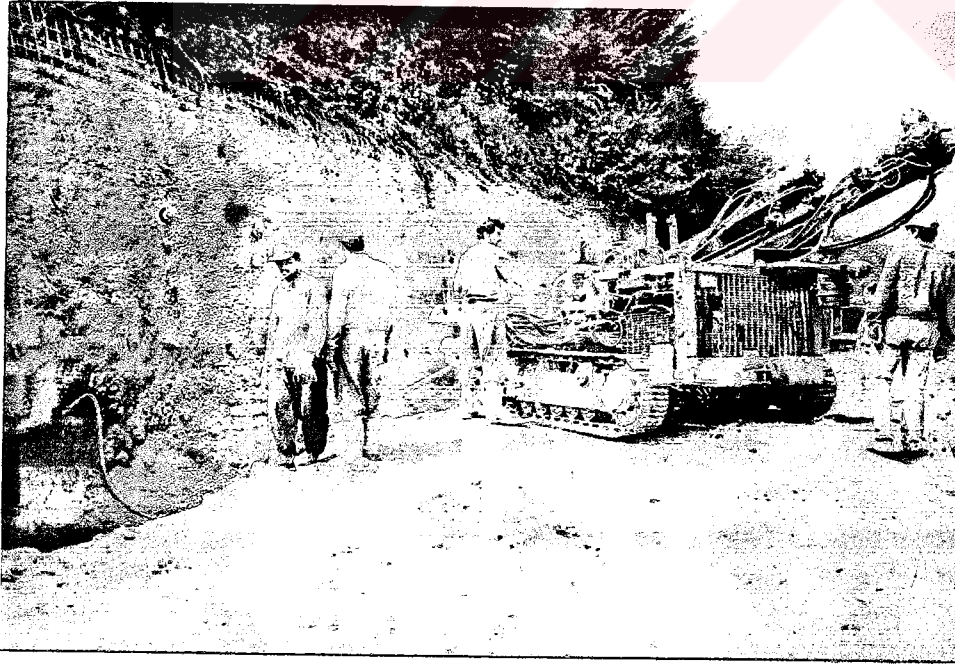
Kazı işlemi tamamlanan yarmalarda kazı yüzeyi temizlenir. Daha sonra yarma şevine 5 cm.kalınlıkta shot-crete uygulanır. Shot-crete ilk prizini alınca üzerine birinci kat hasır çelik yerleştirilir. Çelik hasırların kareleri düşeyde ve yatayda en az iki göz bindirilir. Hasır çelik yerleştirildikten sonra ikinci kademe püskürtme betonu uygulanır. Daha sonra kaya çivisi delikleri Rotary yöntemle şaşırtmalı olarak açılır. Şaşırtmalı olarak açılması her bir bulon sırasındaki bulonların düşeyde birer atlayarak alt alta gelmesidir. Bulon deliklerinin delinmesinden sonra kaya çivileri yerleştirilir.Daha sonra şevlerden gelebilecek suyun drenajını sağlayan barbakan delikleri de aynı şekilde şaşırtmalı olarak açılır ve içine perfore PVC borular yerleştirilir. Boru ağzları shot-crete girmeyecek şekilde geçici olarak kapatılır.

Projede belirtilen çap ve uzunluktaki demirler spiral polietilen boru içine yerleştirilir. Borunun iki ucu tıkaçla kapatılır ve bir ucuna doldurma borusu diğer ucuna da hava boşaltma borusu yerleştirilir. Spiral boru ile çivi arasına doldurma hortumundan birinci enjeksiyon yapılırken hava boşaltma hortumundan da havası alınır. Hava boşaltma hortumunun enjeksiyon çıkışı sağlandığında hortum çıkışı kapatılır. Kaya çivisi deliği, delik dibine kadar uzanan bir boru aracılığıyla dipten başlanarak doldurulur. (İkinci kademe enjeksiyon)

Spiral plastik boru içindeki kaya çivisi demiri, enjeksiyon ve dışına takılan dış merkezleyiciler varken yarma şevinde açılmış kaya çivisi deliğine yerleştirilir. Delik ağzında oluşan boşluğu doldurmak için harç ile bir tıpa oluşturulur ve arkası doldurulur.(Üçüncü kademe enjeksiyon)Üçüncü kademe enjeksiyondan sonra dayanma plakası kaya çivisi eksenine dik olacak şekilde yerleştirilir.Kaya çivisi civatası çakıldıktan sonra püskürtme beton uygulanır. Daha sonra ikinci kat hasır çelik yerleştirilir ve 5 cm. kalınlığındaki dördüncü kat püskürtme beton uygulanır.

Kaya çivili duvar uygulaması yarma şevinin büyüklüğüne ve zemin yapısının durumuna bağlı olarak değişen parametrelere sahiptir. Örneğin yarma şevinin çok

büyük olduğu ve kaygan bir zemine sahip kesimlerde, kaya çivili duvar uygulamasında çivi deliklerinin derinliği artacak, dolayısıyla kaya çivisi boyları uzayacak, bunun yanı sıra bulon deliklerinin yataydaki aralıkları azalacaktır. Şüphesiz ki, bu da kaya çivisi sayısının artması demektir. Bu durum püskürtme beton uygulanan farklı özelliklere sahip kısımlarda rahatlıkla görülebilmektedir.



Fotoğraf 5.6 Taşaltı heyelan bölgesi kuzey şevinde kaya çivisi (saplama) uygulamaları

Kaya çivili duvar uygulamasında kullanılan bulonların Karayolları Şartnamesine göre bulon çekme testi sonucunda kullanılabilir izni alınması gerekmektedir. Bu durum gereğince uygulamadaki her bir bulon sırası için en az bir adet test bulonunun (32 mm.) imal edilmesi gerekmektedir. Test bulonunun enjeksiyonlanmış kök kısmı 1.5 m. şeklinde hazırlanmaktadır. Delik boyunda ise 4.5 m. yeterli gelmektedir. Çekme testinde yüklemeler sırasıyla 0, 5, 10, 19, 10, 10, 5, 0, 10, 19, 27, 10, 0 ton şeklinde gerçekleştirilmektedir. Her yük kademesinde en az 10 dakika beklenirken 0, 1, 2, 3, 4, 5 ve 10 dakikalık bekleme sürelerinde okumalar yapılmaktadır. Eğer deformasyonlar hala devam ediyorsa 15, 25, 30, 45 ve 60 dakikalık zaman dilimlerinde devam edilir. Test esnasında 19 ton yüke ulaşmaksızın göçme durumu söz konusu olursa bulonların boyları revize edilmelidir. Bulon enjeksiyonu için hazırlanan şerbet içinde su/çimento oranı oldukça düşük tutulmaya çalışılır ve 0.45'i geçmemesine dikkat edilir.

Projede kaya çivisi gerekli görülmeyen bazı yarmalarda kazı ve püskürtme beton işlemleri tamamlanmış, fakat yol dolgusu için gerekli olan kazı sırasında topuk denilen yarma tabanı alındığı için kayma hareketi meydana gelmiştir. Bunun üzerine bu yarmalarda 6 ve 8 m uzunlukta kaya çivileri uygulanmıştır. Tekrar püskürtme beton yapılmıştır.

Buradan ortaya çıkan; Bolu Dağı geçişinde kazılan 1/5 şevli tüm yarmalarda kaya çivisi uygulaması gerekmiştir. Kayaların çok ayrılmış olması ve suya doygun bir ortamda bulunmaları, eğim açılarına göre sarp olarak adlandırılan Vardar (1977) bu şevlerdeki akımların temel nedenidir.

6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

1. Çalışma alanının 1/5.000 ölçekli jeoloji haritası ve 1/1000 ölçekli mühendislik jeolojisi haritası ve kesitleri hazırlanmıştır.
2. Güzergah ve yakın çevresi haritalanarak formasyonlar ayırtlanmış, birimlerin litolojik sınırları belirlenmiş ve heyelan alanları incelenmiştir.
3. Çalışma alanında üç farklı formasyon belirlenmiştir. Bu formasyonlar, Ordovisiyen yaşlı Kurtköy formasyonu, Devoniyen yaşlı Kartal formasyonu ve Tersiyer yaşlı Akveren formasyonu'dur.
4. Ordovisiyen yaşlı Kurtköy formasyonu ile Devoniyen yaşlı Kartal formasyonu birbirinden bir fay sınırı boyunca ayrılmaktadır. Bu fay yaşça genç olan Akveren formasyonunda görülememektedir.
5. Dik olan kesimlerden gelen yüzeysuları, yeraltısuları ile birleşerek eğimin az olduğu Akveren formasyonu içinde toplanmaktadır.
6. Çalışılan güzergah sismisite yönünden 1. derecede aktif deprem bölgesinde kalmaktadır.
7. Heyelanlar, tepe halinde bulunan Kurtköy ve Kartal formasyonları arasında kalan bölgede yer almaktadır. Burada yol güzergahını da içine alan iki adet heyelan tesbit edilmiştir. Bunlar Bakacak ve Taşaltı heyelanlarıdır.
8. Taşaltı Heyelan Bölgesi kendi içinde iki bölgeye ayrılarak incelenmiştir.
9. Güzergahta toplam derinliği 358.80 m. olan 18 adet temel sondajı ile 17 lokasyon araştırma çukuru açılmıştır. Sondaj kuyularında yerinde deneyler ve yer altı suyu gözlemleri, alınan numuneler üzerinde ise laboratuvar deneyleri yapılmıştır.
10. Taşaltı heyelanı K ve KD da yeralan 564 rakımlı Hacıahmet Tepesi ile B, GB da kalan Kızılcasu Deresi arasında yaklaşık 950000 m² lik bir alanda, 9.5 milyon m³ lük malzemenin akma ve zaman zaman hızlanan hareketlerine bağlı olarak gelişmiştir. Heyelan bölgesi doğuda mevcut karayolu, batıda ise karayoluna

180–200 metre uzaklıktaki dere ile sınırlanmıştır. İnklinometre verilerine göre hareketin yönü kuzeybatı olarak belirlenmiştir.

11. Taşaltı heyelan bölgesinde yapılan etütler ve inklinometre ölçümlerine dayalı olarak yer hareketinin geometrisi, yönü ve kayma düzleminin derinliği saptanmıştır.
12. I. Bölgenin ilk bölümlerini oluşturan km 216+870 – km 217+050 aralığında heyelan kütlesi ile duraylı kil birimi arasından geçen kayma düzleminin belirlenmesi amacıyla sözü edilen bölgede 4 adet temel sondaj kuyusu açılarak inklinometre ölçümleri yapılmıştır.
13. Araştırma sonuçları, genelde geçirimsiz, ya da az geçirimli anakaya üzerinde yeraltısuyu ile doygun hale gelen killi, ayrık ya da çok ayrılmış malzemedен oluşan daha genç örtü, topuğun Kızılcasu Deresi ile oyulması, ya da sürekli suya doygun durumda tutulması nedeniyle, anakaya dokanağı ve/veya ara dokanaklar üzerinde harekete geçtiğini göstermiştir.
14. Yüzeysel kesimlerde genelde çekme zonu altında eğrisel bir yüzey üzerinde gelişen Taşaltı Heyelanının tabakalar üzerinde doğrudan, ara dokanaklar arasında da göreceli ötelenmelerle eğim yönü vektörlerini izleyecek şekilde ilerlemekte olduğu anlaşılmıştır. Ana kaya dokanağının Kızılcasu deresi altında derine daldığı kesimlerde ise kayma suya doygun zemin içinde taban yenilmesi şeklinde gelişmekte olduğu ve dere yatağındaki düzlüğü oluşturacak ve zaman zaman dolduracak şekilde topuğu kabarttığı sonucuna varılmıştır.
15. Sonuçta; Taşaltı heyelanının tabanda anakaya ve onu şekillendiren tektonik dokanakların, sudan kolay etkilenen ve mekanik özelliklerini kaybeden farklı litolojilerin, kayaç nitelikleriyle bağdaşmayan eğim arttırıcı kazı ve dolgu çalışmalarının etkisiyle topuk aşınması sonucu gelişen ve mevsimsel etmenlerce de denetlenen bir kripli yerkayması türü olduğu ortaya konmuştur.
16. Bölgede kayma düzleminin derinliğinin mevcut yolun şev eteğinde yaklaşık 25 metre dolayında değiştiği saptanmıştır. Bu kütleye yol dolgusunun da kalınlığı eklendiğinde heyelanın dayanma yapısı ile tutulmasının çok güç olduğu anlaşılmıştır. Heyelan kütlesinin yamaç tarafına doğru tedrici olarak sığlaştığı

dikkate alınarak, yol ekseninin kayan kütlenin dayanma yapısı ile tutulabileceği kesimlere kaydırılması uygun bulunmuştur.

17. Yol platformu bu gerekçeyle heyelandan olabildiğince uzaklaştırılarak daha duraylı olduğu saptanan Kurtköy ve Kartal formasyonlarının bulunduğu yamaca kaydırılmıştır.
18. Dolgu kayması şeklinde tanımlanan II. Bölgede ana kütlelerin hareketine bağlı olarak yol dolgularının içine alan ikincil kayma düzlemleri olduğu tespit edilmiştir.
19. II. Bölgede mevcut istinat duvarında duraysızlığa neden olan yerkaymasının ana heyelan kütlesi etkileşim içinde olduğu saptanmıştır. Bu nedenle yolun kısmen üstüne oturacağı kayan kütlenin I. Bölgede olduğu gibi kazıklı perde ve ankrajdan oluşan dayanma yapısı ile desteklenmesi gerekmiştir.
20. Kazı hacminin minimum tutulması ve şev stabilitesinin korunması amacıyla bu kesimlerde kaya (saplamalı)çivili yarmaların inşası uygun bulunmuştur.
21. Aşınma ve oyulmaya karşı şev eteklerine paralel akan yüzey sularını beton hendek içine alınmıştır. İnceleme alanının yağışlı bir iklime sahip olması nedeniyle yüzey suyu hendekleri beton ile kaplanmıştır. Güncel heyelanların bulunduğu kesimlerde ve yarma önlerinde yer altı suyu drenajı yapılmıştır.
22. Kaya çivileri (saplamaları) ve püskürtme betonu ile sağlamlaştırılan bu kesimi tutmak amacı ile heyelanın kayma derinliğinden daha derine inen fore kazıklar ve öngermeli ankrajlarla desteklenmiştir.

KAYNAKLAR

- Abdüsselamoğlu, Ş.**, 1959. Almacıkdağı ile Mudurnu ve Göynük dolayının Jeolojisi; *İ.Ü. Fen Fakültesi Monografileri*, 14
- Aktimur, T., Algan, Ü.**, 1983. Bolu ve Yakın Çevresinin Yerbilim Sorunları ve Muhtemel Çözümleri, *MTA Temel Araştırma Dairesi Raporu*
- Barka, A.**, 1995. Bolu ve Düzce Yöresinde Jeolojik Araştırma Sonuçlarının Güncelleştirilmesi, *İTÜ Maden Fakültesi Jeoloji Müh. Raporu*, İstanbul,
- Blumental, M.**, 1948. Bolu Civarı ile Aşağı Kızılırmak Mecrası Arasındaki Kuzey Anadolu Silsilesinin Jeolojisi, *MTA Yayını*, No:13
- BS 8081.** 1989, Graund Anchorages: British Standart Code, British Standarts Institution
- Canik, B.**, 1980. Bolu Sıcak Su Kaynaklarının Hidrojeoloji İncelemesi, *Selçuk Üniv. Fen Fakültesi Yayını*, No:1,
- Dalgıç, S.**, 1993. Anadolu Otoyolu Boludağı Geçişinin Mühendislik Jeolojisi, *Doktora Tezi*, İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü
- Erguvanlı, K.**, 1982. Mühendislik Jeolojisi, *İTÜ Yayınları* No:1187,
- Eyidoğan H., v.d.**, 1988. Türkiye Büyük Depremleri Makro-sismik Rehberi, *İTÜ Maden Fakültesi Jeofizik Müh. Böl. Yayını*
- Ertürk, E.**, 1996. Şevlerde Hareketlerin İzlenmesi İçin İnklinometre Aletinin Kullanımı , H.Ü. Jeoloji Mühendisliği, Ankara
- Ketin, İ.**, 1967. Bolu, Gerede, Mengen ve Yığılca Bölgesindeki Paleozoyik Oluşuklara Ait Jeolojik Rapor , TPAO Arama Grubu, No:379

- Ketin, İ.**, 1983. Türkiye Jeolojisine Genel Bir Bakış, İTÜ Yayını No:1259
- FHWA.** 1991. Soil Nailing for Stabilization of Highway Slopes and Excavations, Research Report by Ellias and Juran: Report No: FHWA – RD- 89- 198, US Department of Transportation.
- Janbu, N.**, 1973. Slope stability computations, Embankment-Dam Engineering, Casagrande volume pp: 47-86, John-Wiley
- Vardar, M.**, 1987. Kaya Şevlerinin Projelendirme Esasları, *DSİ Dayanma Yapıları Sem.*, Cilt 2, Konu 24. 1-25, Samsun
- Vardar, M.**, 1987. Kaya Şevlerinin Hesaplanmasında Başlıca Yöntemler, *DSİ Dayanma Yapıları Sem.*, Cilt 2, Konu 25. 1-26
- Vardar, M. Erdoğan M.** . 1987, Geçiş Kayaçlarında Stabilité Sorunları, *DSİ Dayanma Yapıları Sem.*, Cilt 2, Konu 32. 1-12
- Vardar, M.**, 1987. Heyelanların Önceden Kestirilmesi, *Müh. Jeol. Türk Milli Kom. Bülteni* , 9, 25-28
- Yılmaz,Y., Gözübol, A., Tüysüz, O.**, 1981. Abant-Dokurcun Arasında Kuzey Anadolu Fay Zonunun Kuzey ve Güneyinde Kalan Tektonik Birliklerin Jeolojik Evrimi, *İ.Ü. Dergisi*, No:2



EKLER



KARAYOLLARI GENEL MÜDÜRLÜĞÜ
KARAYOLLARI 4.BÖLGE MÜDÜRLÜĞÜ

ANKARA-İSTANBUL YOLU (ABANT AYR.KAV.-KAYNAŞLI)
SONDAJ LOGU / BORING LOG



YÜKSEL PROJE ULUSLARARASI A.Ş.

Ahmet Rasim Sok. No:11 06650 Çankaya-ANKARA
Tel: (312) 440 60 30 Fax: (312) 440 66 77

SONDAJ No : BİT-1
Borehole
SAYFA No : 1 / 4
Page

PROJE ADI / Project Name	:	DELİK ÇAPI / Hole Diameter	:	76 mm.
SONDAJ YERİ / Boring Location	:	YERALTI SUYU / Groundwater	:	—
KILOMETRE / Chainage	:	MUH.BOR.DER. / Casing Depth	:	16.00 int. HW
SONDAJ DER. / Boring Depth	:	BAŞ.BİT.TAR. / Start Finish Date	:	15.12.1996 - 18.12.1996
SONDAJ KOTU / Elevation	:	KOORDİNAT / Coordinate (N-S) y	:	7725.928
SONDAJ MAK.&YÖNT./D.Rig & Met.	:	KOORDİNAT / Coordinate (E-W) x	:	32833.075
	:		:	

SONDAJ DERİNLİĞİ Boring Depth (m)	NUMUNE CİNSİ Sample Type	MANEVRA BOYU/Run	STANDART PENETRASYON DENEYİ Standart Penetration Test										JEOTEKNIK TANIMLAMA Geotechnical Description	PROFİL Profile	DAYANIMLILIK/Strength	AYRIŞMA / Weathering	KIRIK / Fracture (30cm)	KAROT-%(SCH)/s. CoreFr.	KAROT-%(TCR)/T. CoreFr.	FOD %
			DARBE SAYISI Numb. of Blows				GRAFİK Graph													
			0 - 15 cm	15-30 cm	30-45 cm	N	10	20	30	40	50	60								
0													Bitkisel Toprak							
													0.30mt.							
1		1.50																		
	SPT-1		4	5	6	11														
2		1.95																		
		2.70																		
3	P-1																			
	UD-1																			
		3.00																		
		3.40																		
	SPT-2		5	5	6	11														
4		3.85																		
		4.50																		
	SPT-3		5	4	5	9														
5		4.95																		
		5.70																		
6	P-2	6.00																		

DAYANIMLILIK / Strength			AYRIŞMA / Weathering			İNCE DANELİ / Fine Grained			İRİ DANELİ/Coarse Grained		
I	DAYANIMLI	Strong	I	TAZE	Fresh	N : 0-2	ÇOK YUMUŞAK	V.Soft	N : 0-4	ÇOK GEVŞEK	V.Loose
II	ORTA DAYANIMLI	M.Strong	II	AZ AYRIŞMIŞ	Slightly W.	N : 3-4	YUMUŞAK	Soft	N : 5-10	GEVŞEK	Loose
III	ORTA ZAYIF	M.Weak	III	ORTA D. AYR.	Mod. Weath.	N : 5-8	ORTA KATI	M.Stiff	N : 11-30	ORTA SIKI	M.Dense
IV	ZAYIF	Weak	IV	ÇOK AYR.	Slightly W.	N : 9-15	KATI	Stiff	N : 31-50	SIKI	Dense
V	ÇOK ZAYIF	V.Weak	V	TÜMÜYLE A.	Comp.Weat.	N : 16-30	ÇOK KATI	V.Stiff	N : >50	ÇOK SIKI	V.Dense
						N : >30	SERT	Hard			

KAYA KALİTESİ TANIMI - RQD			KIRIKLAR - 30 cm / Fractures			ORANLAR - Proportions		
0-25	ÇOK ZAYIF	V.Poor	1	SEYREK	Wide (W)	% 5	PEK AZ	Slightly
25-50	ZAYIF	Poor	1-2	ORTA	Moderate (M)	% 5-15	AZ	Little
50-75	ORTA	Fair	2-1	SIK	Close (C)	% 15-35	ÇOK	Very
75-90	İYİ	Good	10-20	ÇOK SIKI	Intense (I)	% 35	VE	And
90-100	ÇOK İYİ	Excellent	>20	PAHÇALI	Crushed (Cr)			

SPT	Standart Penetrasyon Testi	K	Karot Numunesi	LOGU YAPAN	KONTROL
	Standart Penetration Test		Core Sample	Logged By	Checked
(D)	Örselenmiş Numune	P	Pressiyometre Deneyi	İSİM Şaban MOLAK	Özgen ÖZAY
	Disturbed sample		Pressuremeter Test	İmza Jeoçiv. Mühendisi	Jeomorfolog
UD	Örselenmemiş Numune	VS	Veyir Deneyi		
	Undisturbed Sample		Virer Shear Test		



KARAYOLLARI GENEL MÜDÜRLÜĞÜ
KARAYOLLARI 4.BÖLGE MÜDÜRLÜĞÜ



YÜKSEL PROJE ULUSLARARASI A.Ş.

Ahmet Rasim Sok. No:11 06650 Çankaya-ANKARA

Tel: (312) 440 60 30 Fax: (312) 440 66 77

ANKARA-İSTANBUL YOLU (ABANT AYR.KAV.-KAYNAŞLI)
SONDAJ LOGU / BORING LOG

SONDAJ Borehole No : BİT-1

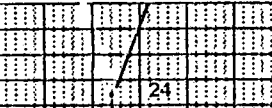
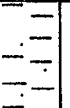
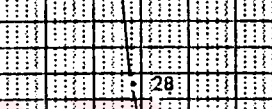
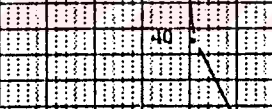
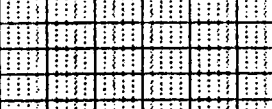
SAYFA Page No : 2 / 4

SONDAJ DERİNLİĞİ Boring Depth (m)	NUMUNE CİNSİ Sample Type	MANEVRİ BOYU/Run	STANDART PENETRASYON DENEYİ Standard Penetration Test										JEOTEKNİK TANIMLAMA Geotechnical Description	PROFİL Profile	DAYANIMLILIK/Strength	AYRIŞMA / Weathering	KIRIK / Fracture (30cm)	KAROT-%(SCR)/S. Core R.	KAROT-%(TCR)/T. Core R.	ROD %									
			DARBE SAYISI Numb. of Blows				GRAFİK Graph																						
			0 - 15 cm	15-30 cm	30-45 cm	N	10	20	30	40	50	60																	
6	UD-2	6.00																											
		6.40																											
	SPT-4	6.85	6	9	12	21							21																
7																													
		7.50																											
	SPT-5	7.95	6	10	13	23							23																
8																													
		8.70																											
	P-3	9.00																											
	SPT-6	9.45	7	11	14	25							25																
		10.50																											
	SPT-7	10.95	10	11	12	23							23																
11																													
		11.70																											
	P-4	12.00																											
	SPT-8	12.45	12	10	10	20							20																
		13.50																											
	SPT-9	13.95	9	12	14	26							26																
14																													
		14.70																											
	P-5	15.00																											
15	UD-3	15.40																											
	SPT-10	15.65	10	15	18	33							33																
16																													
													Kırmızımsı kahverengi, katı, siltli KİL, nemli, y. plastisiteli ; yer yer ince kum mercekli, seyrek ince çakıllı.																
													LÖKÜ YAPAN Loaned By								Checked								
													İSİM Şaban MOLAK								Özgen OZAY								
													MZA İbrahim Muehendisi								İsmailoğlu								
													Sığır																

KARA-İSTANBUL YOLU (ABANT AYR.KAV.-KAYNAŞLI)
NDAJ LOGU / BORING LOG

SONDAJ No: BIT-1

SAYFA No : 3 / 4
Page

NUMUNE CİNSİ Sample Type	MANEVRİ BOYU/Run	STANDART PENETRASYON DENEYİ Standart Penetration Test				GRAFIK Graph	JEOTEKNİK TANIMLAMA Geotechnical Description	PROFİL Profile	DAYANIM: İLİK/Sıngırılı	AYRIŞMA / Weathering	KIRILIK / Fracture (30cm)	KAROT % (SCR)/S. Core R	KAROT % (TCR)/T. Core R	RQD %								
		DARBE SAYISI Numb. of Blows																				
		0 - 15 cm	15-30 cm	30-45 cm	N																	
SPT-11	16.50	8	12	12	24		Gri-kahverengi, çok katı, siltli KİL. 20.00mt.															
	16.95																					
P-6	17.70	10	12	16	28																	
	18.00																					
SPT-12	18.45	12	17	20	37																	
	19.50																					
UD-4	19.80	11	20	20	40																	
	20.25																					
SPT-13	20.70	40	50/11	—	R																	
	21.00																					
SPT-14	21.45	32	41	50/10	R																	
	22.50																					
SPT-15	22.76																					
	23.70																					
P-8	24.00																					
	24.40																					
SPT-16	25.00																					
	26.00																					
K-1																						
LOGU YAPAN Logged By							KONTROL Checked															
İSİM Şaban MOLAK							Özgen ÖZAY															
Nasıl Jeoloji Mühendisi							Jeomorfolog															
İMZA																						
Sıra																						



KARAYOLLARI GENEL MÜDÜRLÜĞÜ
KARAYOLLARI 4.BÖLGE MÜDÜRLÜĞÜ



YÜKSEL PROJE ULUSLARARASI A.Ş.

Ahmet Rasim Sok. No:11 06650 Çankaya-ANKARA
Tel: (312) 440 60 30 Fax: (312) 440 66 77

ANKARA-İSTANBUL YOLU (ABANT AYR.KAV.-KAYNAŞLI)
SONDAJ LOGU / BORING LOG

SONDAJ No : BİT-1
Borehole
SAYFA No : 4 / 4
Page

Sonda Derinliği Boring Depth (m).	NUMUNE CİNSİ Sample Type	MANEVRİ BOYU/Run	STANDART PENETRASYON DENEYİ Standart Penetration Test												JEOTEKNİK TANIMLAMA Geotechnical Description	PROFİL Profile	DAYANIMLILIK/Strength	AYRIŞMA / Weathering	KIRIK / Fracture (30cm)	KAROT%(ISCR)/S.Core R	KAROT%(TCR)/T.Core R	RQD %																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
			DARBE SAYISI Numb. of Blows				GRAFİK Graph																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
			0 - 15 cm	15-30 cm	30-45 cm	N	10	20	30	40	50	60																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
26		26.70																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									



KARAYOLLARI GENEL MÜDÜRLÜĞÜ
KARAYOLLARI 4.BÖLGE MÜDÜRLÜĞÜ



YÜKSEL PROJE ULUSLARARASI A.Ş.

Ahmet Rasim Sok. No:11 06650 Çankaya-ANKARA
Tel: (312) 440 60 30 Fax: (312) 440 66 77

ANKARA-İSTANBUL YOLU (ABANT AYR.KAV.-KAYNAŞLI)
SONDAJ LOGU / BORING LOG

SONDAJ No : BİT-2
Borehole
SAYFA No : 1 / 4
Page

PROJE ADI / Project Name	:	DELİK ÇAP / Hole Diameter	:	76 mm.
SONDAJ YERİ / Boring Location	:	YERALTI SUYU / Groundwater	:	—
LOMETRE / Chainage	:	MUH.BOR.DER. / Casing Depth	:	4.50 mt.
SONDAJ DER. / Boring Depth	:	BAŞ.BİT.TAR. / Start Finish Date	:	18.12.1996 - 21.12.1996
SONDAJ KOTU / Elevation	:	KOORDİNAT / Coordinate (N-S) y	:	7698.076
SONDAJ MAK.&YONT./D.Rig & Met.	:	KOORDİNAT / Coordinate (E-W) x	:	32950.421
	:		:	

SONDAJ DERİNLİĞİ Boring Depth (m)	NUMUNE CİNSİ Sample Type	MANEVR BOYU/Fun	STANDART PENETRASYON DENEYİ Standart Penetration Test					JEOTEKNİK TANIMLAMA Geotechnical Description	PROFİL Profil	DAYANIMLILIK/Strength	AYRIŞMA / Weathering	KIRIK / Fracture (30cm)	KAROT % (SCR)/S. Core R.	KAROT % (TCR)/T. Core R.	RQD %					
			DARBE SAYISI Numb. of Blows				GRAFİK Graph													
			0 - 15 cm	15-30 cm	30-45 cm	N	10									20	30	40	50	60
0																				
1		1.50																		
2	SPT-1	1.95	7	11	14	25							25							
3	P-1	2.70																		
4	SPT-2	3.00																		
5		3.45	3	14	12	26							26							
6		4.50																		
7	UD-1	4.85																		
8	SPT-3	5.30	3	5	8	13							13							
9		5.70																		
10	P-2	6.00																		

Gri çakıllı kumlu KİL,
çok katı.
(DOLGU MALZEMESİ).

4.00mt.

Kahverenkli KİL az siltli,
katı-çok katı.

DAYANIMLILIK / Strength			AYRIŞMA / Weathering			İNCE DANELİ / Fine Grained			İRİ DANELİ/Coarse Grained		
I	DAYANIMLI	Strong	I	TAZE	Fresh	N : 0-2	ÇOK YUMUŞAK	V.Soft	N : 0-4	ÇOK GEVŞEK	V.Loose
II	ORTA DAYANIMLI	M.Strong	II	AZ AYRIŞMIŞ	Slightly W.	N : 3-4	YUMUŞAK	Soft	N : 5-10	GEVŞEK	Loose
III	ORTA ZAYIF	M.Weak	III	ORTA D. AYR.	Mod. Weath.	N : 5-8	ORTA KATI	M.Stiff	N : 11-30	ORTA SIKI	M.Dense
IV	ZAYIF	Weak	IV	ÇOK AYR.	Slightly W.	N : 9-15	KATI	Stiff	N : 31-50	SIKI	Dense
V	ÇOK ZAYIF	V.Weak	V	TÜMÜYLE A.	Comp.Weath.	N : 16-30	ÇOK KATI	V.Stiff	N : >50	ÇOK SIKI	V.Dense
						N : >30	SEKT	Hard			
KAYA KALİTESİ TANIMI - RQD			KIRIKLAR - 30 cm / Fractures			ORANLAR - Proportions					
0-25	ÇOK ZAYIF	V.Poor	1	SEYREK	Wide (W)	% 5	PEK AZ	Slightly	% 5	PEK AZ	Slightly
25-50	ZAYIF	Poor	1-2	ORTA	Moderate (M)	% 5-15	AZ	Little	% 5-20	AZ	Little
50-75	ORTA	Fair	2-1	SIK	Close (C)	% 15-35	ÇOK	Very	% 20-5	ÇOK	Very
75-90	İYİ	Good	10-20	ÇOK SIKI	Intense (I)	% 35	VE	And			
90-100	ÇOK İYİ	Excellent	>20	PARÇALI	Crushed (Cr)						
PT	Standart Penetrasyon Testi		K	Karot Numunesi		LOGU YAPAN			KONTROL		
	Standart Penetration Test			Core Sample		Logged By			Checked		
	Örselemiş Numune		P	Pressiyometre Deneyi		İSİM	Şaban MÖLAK		Örgen OZAY		
	Undisturbed sample			Pressuremeter Test		Adres	Jeoloji Mühendisi		Jeotechnik		
UD	Örselememiş Numune		VS	Veyn Deneyi		İMZA					
	Undisturbed Sample			Vane Shear Test		Sign					



KARAYOLLARI GENEL MÜDÜRLÜĞÜ
KARAYOLLARI 4.BÖLGE MÜDÜRLÜĞÜ



YÜKSEL PROJE ULUSLARARASI A.Ş.

Ahmet Rasim Sok. No:11 06650 Çankaya-ANKARA
Tel: (312) 440 60 30 Fax: (312) 440 66 77

ANKARA-İSTANBUL YOLU (ABANT AYR.KAV.-KAYNAŞLI)
SONDAJ LOGU / BORING LOG

SONDAJ No : BİT-2
Borehole

SAYFA No : 2 / 4
Page

SONDAJ DERİNLİĞİ Boring Depth (m)	NUMUNE CİNSİ Sample Type	MANEVRİ BOYU/Run	STANDART PENETRASYON DENEYİ Standart Penetration Test											JEOTEKNİK TANIMLAMA Geotechnical Description	PROFİL Profile	DAYANIMLILIK/Strength	AYRIŞMA / Weathering	KIRILIK / Fracture (30cm)	KAROT%(SCR)/S-CoreR	KAROT%(TCR)/T-CoreH	ROD %
			DARBE SAYISI Numb. of Blows				GRAFİK Graph														
			0 - 15 cm	15-30 cm	30-45 cm	N	10	20	30	40	50	60									
6	SPT-4	6.00	4	5	8	13								Kahverenkli KİL, az siltli, katı-çok katı.							
		6.45																			
7																					
	UD-2	7.50																			
8	SPT-5	7.90	6	8	11	19															
		8.35																			
	P-3	8.70																			
9	SPT-6	9.00	6	8	9	17															
		9.45																			
10														10.00mt.							
	SPT-7	10.50	5	11	15	26								Gri çakıllı KİL, çok katı.							
11		10.95												11.00mt.							
	P-3	11.70												Kahverenkli KİL, az siltli, çok katı.							
12	UD-3	12.00																			
	SPT-8	12.30	5	11	12	23															
		12.75																			
13														13.00mt.							
	SPT-9	13.50	16	27	17	44								KİLTAŞI-ÇAMURTAŞI ; Gri renkli, Çok ayrılmış, zayıf, parçalı.							
14		13.95																			
	P-4	14.70																			
15	UD-4	15.00																			
	SPT-10	15.25																			
16		15.70	25	31	23	54															

LOGU YAPAN Logged By			Checked		
İSİM Name	Şaban MOLAK Jeoteknik Mühendisi		Özgen ÖZAY Jeomortakçı		
İMZA Sign					

LOGU YAPAN

Logged By

İSİM

Adı

İMZA

Sayı

Şaban MOLAK
Jeoteknik Mühendisi

Checked

Ozgen OZAY

Jeomorfolog



KARAYOLLARI GENEL MÜDÜRLÜĞÜ
KARAYOLLARI 4.BÖLGE MÜDÜRLÜĞÜ



YÜKSEL PROJE ULUSLARARASI A.Ş.

Ahmet Rasim Sok. No:11 06650 Çankaya-ANKARA
Tel: (312) 440 60 30 Fax: (312) 440 66 77

ANKARA-İSTANBUL YOLU (ABANT AYR.KAV.-KAYNAŞLI)
SONDAJ LOGU / BORING LOG

SONDAJ Borehole No : BİT-2

SAYFA Page No : 3 / 4

SONDAJ DERİNLİĞİ Boring Depth (m)	NUMUNE CİNSİ Sample Type	MANEVRA BOYU/Run	STANDART PENETRASYON DENEYİ Standart Penetration Test				JEOTEKNİK TANIMLAMA Geotechnical Description	PROFİL Profile	DAYANIMLILIK/Strength	AYRIŞMA / Weathering	KIRIK / Fracture (30cm)	KAROT%(SCR)/S.CoreR	KAROT%(TCR)/T.CoreR.	ROD %	
			DARBE SAYISI Numb. of Blows												GRAFİK Graph
			0 - 15 cm	15-30 cm	30-45 cm	N									
16		16.50													
	SPT-11		18	24	50	74									
17		16.95													
	P-5	17.70													
18		18.00													
	SPT-12		7	8	10	18									
		18.45													
19															
	UD-5	19.50													
20		19.90													
	SPT-13		9	14	21	35									
		20.35													
	P-6	20.70													
21		21.00													
	SPT-14		12	50/8	—	R									
		21.23													
22															
		22.50													
	SPT-15		50/5	—	—	R									
		22.55													
23															
		23.70													
	P-7														
24		24.00													
	SPT-16		18	50/6	—	R									
		24.25													
25															
26															

KİLTAŞI-ÇAMURTAŞI :

Gri renkli,
Çok ayırtılmış, zayıf,
parçalı.

LOGU YAPAN

Logged By

İSİM

Name

İMZA

Signature

Şaban MOLAK

Jeolojik Mühendisi

Çekildi

Çekildi

Özgen ÖZAY

Jeomorfolog



KARAYOLLARI GENEL MÜDÜRLÜĞÜ
KARAYOLLARI 4.BÖLGE MÜDÜRLÜĞÜ



YÜKSEL PROJE ULUSLARARASI A.Ş.

Ahmet Rasim Sok. No:11 06650 Çankaya-ANKARA
Tel: (312) 440 60 30 Fax: (312) 440 66 77

ANKARA-İSTANBUL YOLU (ABANT AYR.KAV.-KAYNAŞLI)
SONDAJ LOGU / BORING LOG

SONDAJ No : BİT-2
Borehole

SAYFA No : 4 / 4
Page

SONDAJ DERİNLİĞİ Boring Depth (m.)	NUMUNE CİNSİ Sample Type	MANEVRA BOYU/Run	STANDART PENETRASYON DENEYİ Standart Penetration Test				GRAFİK Graph						JEOTEKNİK TANIMLAMA Geotechnical Description	PROFİL Profile	DAYANIMLILIK/Sıvılaşma AYRIŞMA / Weathering	KIRIK / Fracture (30cm)	KAROT%(SCR)/S. Core R.	KAROT%(TCR)/T. Core R.	ROD %
			DARBE SAYISI Numb. of Blows																
			0 - 15 cm	15-30 cm	30-45 cm	N	10	20	30	40	50	60							
26		26.70											(Tanımı Sayfa 3/4'dedir.) 26.50mt.						
27	P-8	27.00																	
	K-1	27.50																50	1
28																			
29																			
30																			
31																			
32																			
33																			
34																			
35																			
36																			
LOGU YAPAN Logged By													KONTROL Checker/						
İSİM Name													Özgen ÖZAY						
İMZA Sign													Jeomorfolog						



KARAYOLLARI GENEL MÜDÜRLÜĞÜ
KARAYOLLARI 4.BÖLGE MÜDÜRLÜĞÜ



YÜKSEL PROJE ULUSLARARASI A.Ş.

Ahmet Rasim Sok. No:11 06650 Çankaya-ANKARA
Tel: (312) 440 60 30 Fax: (312) 440 66 77

ANKARA-İSTANBUL YOLU (ABANT AYR.KAV.-KAYNAŞLI)
SONDAJ LOGU / BORING LOG

SONDAJ No : BİT-3
Borehole
SAYFA No : 1 / 4
Page

ROJE ADI / Project Name	:	DELİK ÇAPI / Hole Diameter	:	76 mm.	
SONDAJ YERİ / Boring Location	:	BOLU DAĞI - TAŞALTI	YERALTI SUYU / Groundwater	:	—
LOMETRE / Chainage	:	217+013 (+ 7.00)	MUH.BOR.DER. / Casing Depth	:	27.00 mt.
SONDAJ DER. / Boring Depth	:	27.04 mt.	BAŞ.BİT.TAR. / Start Finish Date	:	13.12.1996 - 15.12.1996
SONDAJ KOTU / Elevation	:	530.620	KOORDİNAT / Coordinate (N-S) y	:	7808.029
SONDAJ MAK.&YÖNT /D.Rig & Met.	:	Crealius-Rotary	KOORDİNAT / Coordinate (E-W) x	:	32814.900

SONDAJ DERİNLİĞİ Boring Depth (m)	NUMUNE CİNSİ Sample Type	MANİFRA BOYU/Run	STANDART PENETRASYON DENEYİ Standart Penetration Test				JEOTEKNİK TANIMLAMA Geotechnical Description	PROFİL Profile	DAYANIMLILIK/Strength	AYRIŞMA / Weathering	KIRIK / Fracture (30cm)	KAROT%(SCR) S. Core R.	KAROT%(TCR) T. Core R.	RQD %																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
			DARBE SAYISI Numb. of Blows												GRAFİK Graph																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
			0 - 15 cm	15-30 cm	30-45 cm	N									10	20	30	40	50	60																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														

Sarımsı-kırmızımsı kahverengi,
çok katı-sert, az kumlu çakıllı
KİL, nemli, yüksek plastisiteli ;
yer yer ince-iri, sert-dağılgan,
köşeli-y. köşeli iri malzeme ;
yer yer yoğunca silt içerir
(DOLGU MALZEMESİ).

DAYANIMLILIK / Strength		AYRIŞMA / Weathering		İNCE DANELİ / Fine Grained		İRİ DANELİ / Coarse Grained	
I	DAYANIMLI Strong	I	TAZE Fresh	N : 0-2	ÇOK YUMUŞAK V. Soft	N : 0-4	ÇOK GEVŞEK V. Loose
II	ORTA DAYANIMLI M. Strong	II	AZ AYRIŞMIŞ Slightly W.	N : 3-4	YUMUŞAK Soft	N : 5-10	GEVŞEK Loose
III	ORTA ZAYIF M. Weak	III	ORTA D. AYR. Mod. Weath.	N : 5-8	ORTA KATI M. Stiff	N : 11-30	ORTA SIKI M. Dense
IV	ZAYIF Weak	IV	ÇOK AYR. Slightly W.	N : 9-15	KATI Stiff	N : 31-50	SIKI Dense
V	ÇOK ZAYIF V. Weak	V	TÜMÜYLE A. Comp. Weat.	N : 16-30	ÇOK KATI V. Stiff	N : >50	ÇOK SIKI V. Dense
				N : >30	SEFT Hard		

KAYA KALİTESİ TANIMI - RQD		KIRIKLAR - 30 cm / Fractures		ORANLAR - Proportions			
0-25	ÇOK ZAYIF V. Poor	1	SEYREK Wide (W)	% 5	PEK AZ Slightly	% 5	PEK AZ Slightly
25-50	ZAYIF Poor	1-2	ORTA Moderate (M)	% 5-15	AZ Little	% 5-20	AZ Little
50-75	ORTA Fair	2-1	SIK Close (C)	% 15-35	ÇOK Very	% 20-5	ÇOK Very
75-90	İYİ Good	10-20	ÇOK SIKI Intense (I)	% 35	VE And		
90-100	ÇOK İYİ Excellent	>20	PARÇALI Crushed (Cr)				

PT	Standart Penetrasyon Testi	K	Karot Numunesi	LOGU YAPAN		KONTROL	
	Standart Penetration Test		Core Sample	Logged By		Checked	
	Orselenmiş Numune	P	Presiyometre Deneyi	İSİM	Şaban MOLAK	Özgen OZAY	
	Disturbed sample		Pressuremeter Test	Adı	Jeoloji Mühendisi	İmza	
D	Orselenmemiş Numune	VS	Vayın Deneyi	İMZA			
	Undisturbed Sample		Vane Strain Test	Sayı			



KARAYOLLARI GENEL MÜDÜRLÜĞÜ
KARAYOLLARI 4.BÖLGE MÜDÜRLÜĞÜ



YÜKSEL PROJE ULUSLARARASI A.Ş.
Ahmet Rasim Sok. No:11 06650 Çankaya-ANKARA
Tel: (312) 440 60 30 Fax: (312) 440 66 77

ANKARA-İSTANBUL YOLU (ABANT AYR.KAV.-KAYNAŞLI)
SONDAJ LOGU / BORING LOG

SONDAJ No : BIT-3
Borehole
SAYFA No : 2 / 4
Page

Boring Depth (m)	NUMUNE CİNSİ Sample Type	MANEVRA BOYU/Run	STANDART PENETRASYON DENEYİ				JEOTEKNİK TANIMLAMA Geotechnical Description												PROFİL Profile	DAYANIMLILIK/Strength	AYRIŞMA / Weathering	KIRIK / Fracture (30cm)	KAROT%(SCR)/S.CoreR	KAROT%(TCR)/T.CoreR	ROD %																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
			Standart Penetration Test																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
			DARBE SAYISI Numb. of Blows				GRAFİK Graph																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
0 - 15 cm	15-30 cm	30-45 cm	N	10	20	30	40	50	60	(Tanımı Sayfa 1/4'dedir.) 6.30mt.																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
3	SPT-4	6.00	15	19	25	44																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										

Kırmızımsı kahve-kahverengi,
yer yer yeşil,sert,çakıllı kumlu
siltli KİL,nemli,yüksek plasti-
siteli,yer yer yoğunca siltli ;
ince-iri,sert-dağılgan,max.2.4cm
iri malzemeli.
Yer yer 0.5 - 2 cm.'ye varan
ince kum bandlı.
Yer yer fissürlü.

LOGU YAPAN
Logged By

İSİM Şaban MOLAK
Name Jeoloji Mühendisi

İMZA
Sigr.

KONTROL
Checkerd

Ozgen OZAY
Jeomorfolog



ANKARA-İSTANBUL YOLU (ABANT AYR.KAV.-KAYNAŞLI)
SONDAJ LOGU / BORING LOG

SONDAJ No: BIT-3

SAYFA No: 3 / 4
Page

[illegible]



KARAYOLLARI GENEL MÜDÜRLÜĞÜ
KARAYOLLARI 4.BÖLGE MÜDÜRLÜĞÜ



YÜKSEL PROJE ULUSLARARASI A.Ş.

Ahmet Rasim Sok. No:11 06650 Çankaya-ANKARA
Tel: (312) 440 60 30 Fax: (312) 440 66 77

ANKARA-İSTANBUL YOLU (ABANT AYR.KAV.-KAYNAŞLI)
SONDAJ LOGU / BORING LOG

SONDAJ No : BİT-3
Borehole

SAYFA No : 4 / 4
Page

Boring Depth (m).	NUMUNE CİNSİ Sample Type	MANEVRA BOYU/Run	STANDART PENETRASYON DENEYİ Standart Penetration Test										JEOTEKNİK TANIMLAMA Geotechnical Description	PROFİL Profile	DAYANIMLILIK/Strength	AYRIŞMA / Weathering	KIRIK / Fracture (30cm)	KAROT%(SCR)/S. Core R	KAROT%(TCR)/T. Core R	FOD %
			DARBE SAYISI Numb. of Blows				GRAFİK Graph													
			0 - 15 cm	15-30 cm	30-45 cm	N	10	20	30	40	50	60								
16	K-2	27.00											ARKOZİK KUMTAŞI ;	.						
17	SPT-18	27.04	50/4	—	—	R							Koyu gri-açık gri, orta sert- dağılgan, zayıf, çok ayrılmış. Yer yer volkanik intrüzyonlara rastlanmıştır.	.				37	0	
18													Kuyu Sonu ; 27.04mt.							
19													Not : Kuyuya 27.00 mt. İnklonometre borusu tesis edilmiştir.							
20																				
21																				
22																				
23																				
24																				
25																				
26																				
27																				
28																				
29																				
30																				
31																				
32																				
33																				
34																				
35																				
36																				
37																				
38																				
39																				
40																				
41																				
42																				
43																				
44																				
45																				
46																				
47																				
48																				
49																				
50																				
51																				
52																				
53																				
54																				
55																				
56																				
57																				
58																				
59																				
60																				
61																				
62																				
63																				
64																				
65																				
66																				
67																				
68																				
69																				
70																				
71																				
72																				
73																				
74																				
75																				
													LOGU YAPAN Logged By	KONTROL Cracked						
													İSİM Name	Ozgen OZAY Jeomantolog						
													İMZA Sıyr.							



KARAYOLLARI GENEL MÜDÜRLÜĞÜ
KARAYOLLARI 4.BÖLGE MÜDÜRLÜĞÜ



YÜKSEL PROJE ULUSLARARASI A.Ş.

Ahmet Rasın Sok. No:11 06650 Çankaya-ANKARA
Tel: (312) 440 60 30 Fax: (312) 440 66 77

ANKARA-İSTANBUL YOLU (ABANT AYR.KAV.-KAYNAŞLI)
SONDAJ LOGU / BORING LOG

SONDAJ Borehole	No : BIT-4
SAYFA Page	No : 1 / 3

OJE ADI / Project Name	: BOLU DAĞI GEÇİŞİ	DELİK ÇAPI / Hole Diameter	: 76 mm
NDAJ YERİ / Boring Location	: TAŞALTI MEVKİİ	YERALTI SUYU / Groundwater	: 1.45 mt.
OMETRE / Chainage	: 17+011	MUH.BOR.DER. / Casing Depth	: 12.00 mt.
NDAJ DER. / Boring Depth	: 21.45 mt.	BAŞ.BIT.TAR. / Start Finish Date	: 29.5.1997 - 31.5.1997
NDAJ KOTU / Elevation	: 529.156	KOORDİNAT / Coordinate (N-S) y	: 7824.689
NDAJ MAK.&YÖNT./D.Rig & Met.	: Craelius XH-90 / Rotari	KOORDİNAT / Coordinate (E-W) x	: 32830.151

Boring Depth (m)	NUMUNE CİNSİ Sample Type	MANEVRİ BOYU/Run	STANDART PENETRASYON DENEYİ										JEOTEKNIK TANIMLAMA Geotechnical Description	PROFİL Profile	DAYANIMLILIK/Strength	AYRIŞMA / Weathering	KIRIK / Fracture (30cm)	KAROT%(TCR)/T CoreR.	KAROT%(SCR)/S CoreR.	RQD %
			Standart Penetration Test																	
			DARBE SAYISI Numb. of Blows				GRAFİK Graph													
			0 - 15	15-30	30-45	N	10	20	30	40	50	60								
													Bitkisel Toprak							
													0.30mt							
													Kahverengi,yumuşak, az plastisiteli,kumlu yağsız KİL,nemli eser çakıllı.							
													1.70mt							
		1.50																		
	SPT-1		2	2	2	4														
		1.95																		
	SH-1																			
		2.50																		
		3.00																		
	SPT-2																			
		3.45	4	4	5	9							Kırmızımsı kahverenkli, kati-sert,yüksek plastisiteli, kumlu yağlı KİL,nemli eser fisürlü.							
		4.50																		
	SPT-3		7	12	20	32														
		4.95																		

DAYANIMLILIK / Strength		AYRIŞMA / Weathering		İNCE DANELİ / Fine Grained		İRİ DANELİ/Coarse Grained	
DAYANIMLI	Strong	I	TAZE	Fresh	N : 0-2	ÇOK YUMUŞAK	V Soft
ORTA DAYANIMLI	M Strong	II	AZ AYRIŞMIŞ	Slightly W.	N : 3-4	YUMUŞAK	Soft
ORTA ZAYIF	M Weak	III	ORTA D. AYR.	Mod. Weath.	N : 5-8	ORTA KATI	M Stiff
ZAYIF	Weak	IV	ÇOK AYR.	Slightly W.	N : 9-15	KATI	Stiff
ÇOK ZAYIF	V Weak	V	TUMÜYLE A.	Comp.Weath.	N : 16-30	ÇOK KATI	V Stiff
					N : >30	SERT	Hard

AYA KALİTESİ TANIMI - RQD		KIRIKLAR - 30 cm / Fractures		ORANLAR - Proportions			
15 ÇOK ZAYIF	V Poor	1	SEYREK	Wide (W)	% 5	PEK AZ	Slightly
50 ZAYIF	Poor	1-2	ORTA	Moderate (M)	% 5-15	AZ	Little
75 ORTA	Fair	2-1	SIK	Close (Cl)	% 15-35	ÇOK	Very
90 İYİ	Good	10-20	ÇOK SIKI	Intense (I)	% 35	VE	And
100 ÇOK İYİ	Excellent	>20	PARÇALI	Crushed (Cl)			

Standard Penetration Test	K	Karot Numunesi	LOGU YAPAN	KONTROL
Standard Penetration Test		Core Sample	Loaned By	Checked
Disturbed sample	P	Pressiometre Deneyi	İSİM	
Disturbed sample		Pressuremeter Test	Name	
Undisturbed Sample	VS	Veyn Deneyi	İMZA	
Undisturbed Sample		Vane Shear Test	Sign	



KARAYOLLARI GENEL MÜDÜRLÜĞÜ
KARAYOLLARI 4.BÖLGE MÜDÜRLÜĞÜ



YÜKSEL PROJE ULUSLARARASI A.Ş.

Ahmet Rasim Sok. No:11 06650 Çankaya-ANKARA
Tel. (312) 440 60 30 Fax: (312) 440 66 77

NKARA-İSTANBUL YOLU (ABANT AYR.KAV.-KAYNAŞLI)
ONDAJ LOGU / BORING LOG

SONDAJ No: BIT-4
Borehole

SAYFA No: 2 / 3
Page

Boring Depth (m)	NUMUNE CİNSİ Samp. Type	MANEVRA BOYU/Run	STANDART PENETRASYON DENEYİ				JEOTEKNİK TANIMLAMA Geotechnical Description	PROFİL Profile	DAYANIMLILIK/Strength	AYRIŞMA / Weathering	KIRIK / Fracture (30cm)	KAROT%(TCR)/T. CoreR	KAROT%(SCRY/S CoreR	ROD %
			Standart Penetration Test											
			DARBE SAYISI Numb. of Blows		GRAFIK Graph									
			0-15	15-30	30-45	N								
						10 20 30 40 50 60								
	SPT-4	6.00												
		6.45	16	14	13	27	27	Yeşilimsi kahverenkli, orta sıkı, bloklu çakıllı killi KUM, nemli.						
								7.10mt						
	SPT-5	7.50	26	10	15	25	25	Yeşilimsi-kırmızımsı kahverengi, çok katı, orta-yüksek plastisiteli kumlu yağlı KİL, nemli.						
		7.95												
	SPT-6	9.00												
		9.45	12	9	10	19	19							
								9.70mt						
	SPT-7	10.50	50/11	—	—	R	R	Grimsi açık kahverengi, sert, düşük plastisiteli, kumlu yağsız KİL, nemli-kuru. Fosil kırıntılı-yoğun kömür boyalı-kırıntılı. Tamamen ayrılmış kıltaşı.						
		10.61												
	SPT-8	12.00	32	15	14	29	29							
		12.45						12.90mt						
	SPT-9	13.50												
		13.95	12	14	18	32	32	Kırmızımsı-bordomsu kahverenkli, sert, orta-yüksek plastisiteli, yağlı KİL, nemli. İri fisürlü-kömür kırıntılı.						
	SPT-10	15.00												
		15.45	14	15	21	36	36							
LOGU YAPAN Logged By								KONTROL Checked						
İSİM Name								M Alper ŞENGÜL Jeoloji Mühendisi						
İMZA Sign														

ANKARA-İSTANBUL YOLU (ABANT AYR.KAV.-KAYNAŞLI)
SONDAJ LOGU / BÖRİNG LOG

SONDAJ No: B1T-4

Borehole

SAYFA No : 3 / 3

Page

Boring Depth (m)	NUMUNE CİNSİ Samp. Type	MANEVRAYA BOYU/Run	STANDART PENETRASYON DENEYİ												JEOTEKNİK TANIMLAMA Geotechnical Description	PROFİL Profile	DAYANIMLILIK/Sıngırın	AYRIŞMA / Weathering	KIRIK / Fracture (30cm)	KAROT%(TCR)/T. Core R	KAROT%(SCR)/S. Core R	ROD %																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
			Standart Penetration Test																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
			DARBE SAYISI Numb. of Blows				GRAFİK Graph																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
			0 - 15	15-30	30-45	N	10	20	30	40	50	60	10	20									30	40	50	60																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
6		16.50																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															



KARAYOLLARI GENEL MÜDÜRLÜĞÜ
KARAYOLLARI 4.BÖLGE MÜDÜRLÜĞÜ



YÜKSEL PROJE ULUSLARARASI A.Ş.

Ahmet Rasim Sok. No:11 06650 Çankaya-ANKARA
Tel: (312) 440 60 30 Fax: (312) 440 66 77

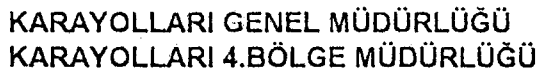
ANKARA-İSTANBUL YOLU (ABANT AYR.KAV.-KAYNAŞLI)
SONDAJ LOGU / BORING LOG

SONDAJ No : BİT-5
Borehole
SAYFA No : 1 / 2
Page

JE ADI / Project Name	: BOLU DAĞI GEÇİŞİ	DELİK ÇAP / Hole Diameter	: 76 mm.
DAJ YERİ / Boring Location	: TAŞALTI MEVKİİ	YERALTI SUYU / Groundwater	: 1.50 mt.
METRE / Chainage	: 17+125	MUH.BOR.DER. / Casing Depth	: 12.00 mt.
DAJ DER. / Boring Depth	: 12.00 mt.	BAŞ.BİT.TAR. / Start Finish Date	: 25.5.1997 - 26.5.1997
DAJ KOTU / Elevation	: 525.302	KOORDİNAT / Coordinate (N-S) y	: 7763.526
DAJ MAK.&YONT./D.Rig & Met.	: Craelius XH-90 / Rotari	KOORDİNAT / Coordinate (E-W) x	: 32912.514

NUMUNE CİNSİ Sample Type	MANEVRA BOYU/Run	STANDART PENETRASYON DENEYİ Standart Penetration Test				GRAFİK Graph						JEOTEKNİK TANIMLAMA Geotechnical Description	PROFİL Profile	DAYANIMLILIK/Sıngın	AYRIŞMA / Weathering	KIRIK / Fracture (30cm)	KAROT%(TCR)/T. CoreR	KAROT%(SCR)/S. CoreR	ROD %			
		DARBE SAYISI Numb. of Blows																				
		0 - 15	15-30	30-45	N	10	20	30	40	50	60											
SPT-1	1.50	6	7	7	14							Kırmızımsı kahverengi-gri renkli,katı,orta-yüksek plastisiteli,çakıllı kumlu yağlı KİL,nemli.										
	1.95																					
SPT-2	3.00	5	6	6	12								Kırmızımsı kahverenkli,sert, düşük-orta plastisiteli çakıllı kumlu KİL,kuru-nemli.									
	3.45																					
SPT-3	4.50	12	18	22	40									(Tanımı Sayfa 2/2 ' dedir.)								
	4.95																					

DAYANIMLILIK / Strength		AYRIŞMA / Weathering		İNCE DANELİ / Fine Grained		İRİ DANELİ/Coarse Grained	
DAYANIMLI	Strong	I	TAZE	Fresh	N : 0-2	ÇOK YUMUŞAK	V.Soft
ORTA DAYANIMLI	M Strong	II	AZ AYRIŞMIŞ	Slightly W.	N : 3-4	YUMUŞAK	Soft
ORTA ZAYIF	M Weak	III	ORTA D. AYR.	Mod. Weath.	N : 5-8	ORTA KATI	M.Stiff
ZAYIF	Weak	IV	ÇOK AYR.	Slightly W.	N : 9-15	KATI	Stiff
ÇOK ZAYIF	V.Weak	V	TÜMÜYLE A.	Comp Weat.	N : 16-30	ÇOK KATI	V.Stiff
					N : >30	SERT	Hard
YA KALİTESİ TANIMI - RQD		KIRIKLAR - 30 cm / Fractures		ORANLAR - Proportions			
ÇOK ZAYIF	V.Poor	1	SEYREK	Wide (W)	% 5	PEK AZ	Slightly
ZAYIF	Poor	1-2	ORTA	Moderate (M)	% 5-15	AZ	Little
ORTA	Fair	2-1	SIK	Close (C)	% 15-35	ÇOK	Very
İYİ	Good	10-20	ÇOK SIKI	Intense (I)	% 35	VE	And
ÇOK İYİ	Excellent	>20	PARÇALI	Crushed (Cr)			
Standart Penetrasyon Testi	K	Karot Numunesi		LOGU YAPAN		KONTROL	
Standart Penetration Test		Core Sample		Logged By		Checked	
Örselemiş Numune	P	Pressiyometre Deneyi		İSİM	M Alper ŞEN-GÜL		
Disturbed sample		Pressuremeter Test		Adı	Jeoloji Mühendisi		
Örselememiş Numune	VS	Veyn Deneyi		İMZA			
Undisturbed Sample		Vane Shear Test		Adı			



Ahmet Rasim Sok. No:11 06650 Çankaya-ANKARA
Tel: (312) 440 60 30 Fax: (312) 440 66 77

SONDAJ	No :	B/T-5
Borehole		
SAYFA	No :	2 / 2
Page		

SOLUJ DERİNLİĞİ Boring Depth (m)	NUMUNE CİNSİ Sampl. Type	MANEVRA BOYU/Run	STANDART PENETRASYON DENEYİ										JEOTEKNİK TANIMLAMA Geotechnical Description	PROFİL Profile	DAYANIMLILIK/Strength	AYRIŞMA / Weathering	KIRIK / Fracture (30cm)	KAROT%(TCR)/T CoreR.	KAROT%(SCR)/S CoreR.	RQD %
			DARBE SAYISI Numb. of Blows				GRAFİK Graph													
			0 - 15	15-30	30-45	N	10	20	30	40	50	60								
6	SPT-4	6.00																		
		6.13	50/13	—	—	R														
7																				
		7.50	50/5	—	—	R														
	SPT-5	7.55																		
8	K-1																			
9	SPT-6	9.00	50/12	—	—	R														
		9.12																		
10																				
	SPT-7	10.50	50/8	—	—	R														
		10.58																		
11	K-2																			
12		12.00																		
13																				
14																				
15																				
16																				
LOGU YAPAN Logged By										KONTROL Checked										
İSİM Name										M. Aker ŞENGÜL Jeoloji Mühendisi										
İMZA Sign																				



KARAYOLLARI GENEL MÜDÜRLÜĞÜ
KARAYOLLARI 4.BÖLGE MÜDÜRLÜĞÜ



YÜKSEL PROJE ULUSLARARASI A.Ş.

Ahmet Rasim Sok. No:11 06650 Çankaya-ANKARA
Tel: (312) 440 60 30 Fax: (312) 440 66 77

İKARA-İSTANBUL YOLU (ABANT AYR.KAV.-KAYNAŞLI)
SONDAJ LOGU / BORING LOG

SONDAJ No : BİT-6
Borehole
SAYFA No : 1 / 4
Page

JE ADI / Project Name	: BOLU DAĞI GEÇİŞİ	DELİK ÇAPI / Hole Diameter	: 76 mm.
DAJ YERİ / Boring Location	: TAŞALTI MEVKİİ	YERALTI SUYU / Groundwater	: 5.20 mt.
METRE / Chainage	: 16+953	MUH.BOR.DER. / Casing Depth	: 27.00 mt.
DAJ DER. / Boring Depth	: 27.22 mt.	BAŞ.BİT.TAR. / Start Finish Date	: 29.5.1997 - 31.5.1997
DAJ KOTU / Elevation	: 536.149	KOORDİNAT / Coordinate (N-S) y	: 7857.417
DAJ MAK.&YÖNT./D.Rig & Met.	: Craelius D-750 / Rotari	KOORDİNAT / Coordinate (E-W) x	: 32785.176

NUMUNE CİNSİ Sample Type	MANEVRİ BOYU/Run	STANDART PENETRASYON DENEYİ Standart Penetration Test										JEOTEKNİK TANIMLAMA Geotechnical Description	PROFİL Profile	DAYANIMLILIK/Strength	AYRIŞMA / Weathering	KIRIK / Fracture (30cm)	KAROT%(TCR) CoreR	KAROT%(SCR) S CoreR	ROD %
		DARBE SAYISI Numb. of Blows				GRAFİK Graph													
		0-15	15-30	30-45	N	10	20	30	40	50	60								
	1.50	1	1	2	3	1						Dolgu Malzemesi ; Kahverenkli-grimsi kahverenkli, yumuşak-orta plastisiteli çakıllı kumlu yağsız KİL,nemli.							
SPT-1	1.95												1.80mt						
	2.50																		
SH-1	3.00																		
SPT-2	3.45	2	5	8	13	13							Kırmızımsı kahverenkli-açık yeşil,yer yer yeşilimsi açık gri renkli,katı,yüksek plastisiteli, yağlı KİL,nemli. Yer yer organik kırıntılı ve kokulu,bazı seviyelerde 10-60 cm çakıllı kumlu kil mercekli.						
	4.50																		
SPT-3	4.95	3	4	6	10	10													
	5.50																		
SH-2	6.00																		

DAYANIMLILIK / Strength	AYRIŞMA / Weathering	İNCE DANELİ / Fine Grained	İRİ DANELİ/Coarse Grained
DAYANIMLI Strong	I TAZE Fresh	N : 0-2 ÇOK YUMUŞAK V.Soft	N : 0-4 ÇOK GEVŞEK V.Loose
ORTA DAYANIMLI M.Strong	II AZ AYRIŞMIŞ Slightly W	N : 3-4 YUMUŞAK Soft	N : 5-10 GEVŞEK Loose
ORTA ZAYIF M.Weak	III ORTA D. AYR. Mod. Weath	N : 5-8 ORTA KATI M.Stiff	N : 11-30 ORTA SIKI M.Dense
ZAYIF Weak	IV ÇOK AYR. Slightly W.	N : 9-15 KATI Stiff	N : 31-50 SIKI Dense
ÇOK ZAYIF V.Weak	V TUMÜYLE A. Comp. Weat.	N : 16-30 ÇOK KATI V.Stiff	N : >50 ÇOK SIKI V.Dense
		N >30 SERT Hard	

YA KALİTESİ TANIMI - RQD	KIRIKLAR - 30 cm / Fractures	ORANLAR - Proportions
5 ÇOK ZAYIF V.Poor	1 SEYREK Wide (W)	% 5 PEK AZ Slightly
50 ZAYIF Poor	1-2 ORTA Moderate (M)	% 5-15 AZ Little
75 ORTA Fair	2-1 SIK Close (C)	% 15-35 ÇOK Very
90 İYİ Good	10-20 ÇOK SIKI Intense (I)	% 35 VE And
100 ÇOK İYİ Excellent	20 PARÇALI Crushed (Cr)	

Standart Penetrasyon Testi	K Karot Numunesi	LOGU YAPAN	KONTROL
Standart Penetration Test	Core Sample	Logged By	Checked
Örselemiş Numune	P Pressiyometre Deneyi	İSİM M. AİPER ŞENGÜL	
Disturbed sample	Pressuremeter Test	İmza J. Bulut Muhendisi	
Örselememiş Numune	VŞ Veyn Deneyi		
Undisturbed Sample	Vane Shear Test	İmza	

ANKARA-İSTANBUL YOLU (ABANT AYR.KAV.-KAYNAŞLI)
KONDAJ LOGU / BORING LOG

SONDAJ No: B/T-6
Borehole

SAYFA No: 2 / 4
Page

		STANDART PENETRASYON DENEYİ																		
		Standart Penetration Test																		
		DARBE SAYISI Numb. of Blows				GRAFİK Graph														
		0-15	15-30	30-45	N															
						10	20	30	40	50	60									
NUMUNE CİNSİ Samp. Type	MANEVRA BOYU/Run							JEOTEKNİK TANIMLAMA Geotechnical Description						PROFİL Profile	DAYANIMLILIK/Strengh	AYRIŞMA / Weathering	KIRIK / Fracture (30cm)	KAROT%(TCR)/T. Core R.	KAROT%(SCR)/S. Core R.	RQD %
SPT-4	6.00											Kırmızımsı kahverenkli-açık yeşil,yer yer yeşilimsi açık gri renkli,katı,yüksek plastisiteli, yağlı KİL,nemli. Yer yer organik kırıntılı ve kokulu,bazı seviyelerde 10-60 cm çakıllı kumlu kil mercekli.								
	6.45	3	4	5	9	9														
	7.50																			
SPT-5	7.95	5	8	8	16	16														
	9.00											Kırmızımsı kahverenkli,orta sıkı,kumlu killi ÇAKIL,ıslak. % 30-40 ince malzeme içermektedir. Çakıllar ince-iri sert köşeli.								
SPT-6	9.45	6	5	8	13	13														
	10.50																			
SPT-7	10.95	6	8	17	25	25														
	12.00											Koyu kahverengi-yeşilimsi kahverenkli,çok katı,orta plastisiteli,çakıllı kumlu yağsız KİL,nemli-kuru yer yer yoğun kömür kırıntılı.								
SPT-8	12.45	9	10	11	21	21														
	13.50																			
SPT-9	13.95	11	13	18	31	31														
	14.50											Sarımsı-yeşilimsi kahverenkli, sert,orta-yüksek plastisiteli çakıllı kumlu yağlı KİL,nemli, jips kırıntılı.Çakıllar ince-orta taneli dağılgan.								
SPT-10	13.50	10	14	17	31	31														
	13.95																			
								LOGU YAPAN Logged By						KONTROL Checked						
İSİM Name		M Alper ŞENGÜL																		
İMZA		Jeoloji Mühendisi																		
8211																				

ANKARA-İSTANBUL YOLU (ABANT AYR.KAV.-KAYNAŞLI)

ONDAJ LOGU / BORING LOG

SONDAJ No: B/T-6

Borehole

SAYFA No: 3 / 4

Page

Boşluk Derin. (m)	NUMUNE CİNSİ Samp. Type	MANEVRİ BOYU/Run	STANDART PENETRASYON DENEYİ				GRAFIK Graph	JEOTEKNİK TANIMLAMA Geotechnical Description	PROFİL Profile	DAYANIMLILIK/Strength	AYRIŞMA / Weathering	KIRIK / Fracture (30cm)	KAROT%(TCR)/T. Core R.	KAROT%(SCR)/S. Core R.	RQD %
			Standart Penetration Test												
			DARBE SAYISI Numb. of Blows												
			0-15	15-30	30-45	N	10 20 30 40 50 60								
16.50	SPT-11		8	12	17	29	29	(Tanımı Sayfa 2/3 ' dedir.)							
16.95								16.10mt							
18.00	SPT-12		15	13	11	24	24								
18.45															
19.50	SPT-13		8	11	14	25	25								
19.95															
21.00	SPT-14		18	16	22	38	38								
21.45															
22.50	SPT-15		18	24	36	60	60								
22.95															
24.00	SPT-16		26	37	43	80	80								
24.45															
25.50	SPT-17		28	53/13	—	R	R								
25.78															
LOGU YAPAN Logged By								KONTROL Checked							
İSİM Name								M. Aker ŞENGÜL Jeslon M. Hendesi							
İMZA Sign															



NKARA-İSTANBUL YOLU (ABANT AYR.KAV.-KAYNAŞLI)
ONDAJ LOGU / BORING LOG

SONDAJ No: B/T-6

SAYFA No : 4 / 4
Page

[illegible]



KARAYOLLARI GENEL MÜDÜRLÜĞÜ
KARAYOLLARI 4.BÖLGE MÜDÜRLÜĞÜ



YÜKSEL PROJE ULUSLARARASI A.Ş.

Ahmet Rasim Sok. No.11 06650 Çankaya-ANKARA
Tel: (312) 440 60 30 Fax: (312) 440 66 77

ANKARA-İSTANBUL YOLU (ABANT AYR.KAV.-KAYNAŞLI)
SONDAJ LOGU / BORING LOG

SONDAJ No : TA-1
Borehole
SAYFA No : 1 / 4
Page

PROJE ADI / Project Name	: BOLU DAĞI GEÇİŞİ	DELİK ÇAP / Hole Diameter	: 76 mm.
SONDAJ YERİ / Boring Location	: TAŞALTI MEVKİİ	YERALTI SUYU / Groundwater	: 3.00 mt.
ÇİZGİ / Chainage	: 16+873	MUH.BOR.DER. / Casing Depth	: 7.50 mt.
SONDAJ DER. / Boring Depth	: 26.10 mt.	BAS.İT.TAR. / Start Finish Date	: 25.5.1997 - 26.5.1997
SONDAJ KOTU / Elevation	: 545.559	KOORDİNAT / Coordinate (N-S) y	: 7930.909
SONDAJ MAK. & YONT. / D.Rig & Met.	: Craelius XH-90 / Rotari	KOORDİNAT / Coordinate (E-W) x	: 32768.094

Boring Depth (m)	NUMUNE CİNSİ Sample Type	MANEVRAYA BOYU/Run	STANDART PENETRASYON DENEYİ										JEOTEKNİK TANIMLAMA Geotechnical Description	PROFİL Profile	DAYANIMLILIK/Strength	AYRIŞMA / Weathering	KIRIK / Fracture (30cm)	KAROT%(TCR)/T CoreR	KAROT%(SCR)/S CoreR	RQD %
			Standart Penetration Test																	
			DARBE SAYISI Numb. of Blows				GRAFİK Graph													
			0-15	15-30	30-45	N	10	20	30	40	50	60								
		1.50	9	11	15	26														
	SPT-1	1.95																		
		3.00	5	7	10	17														
	SPT-2	3.45																		
		4.50																		
	SPT-3	4.95	6	7	9	16														

DAYANIMLILIK / Strength	AYRIŞMA / Weathering	İNCE DANELİ / Fine Grained	İRİ DANELİ / Coarse Grained
DAYANIMLI Strong	I TAZE Fresh	N 0-2 ÇOK YUMUŞAK V Soft	N 0-4 ÇOK GEVŞEK V Loose
ORTA DAYANIMLI M. Strong	II AZ AYRIŞMIŞ Slightly W	N 3-4 YUMUŞAK Soft	N 5-10 GEVŞEK Loose
ORTA ZAYIF M. Weak	III ORTA D. AYR. Mod. Weath.	N 5-8 ORTA KATI M. Stiff	N 11-30 ORTA SIKI M. Dense
ZAYIF Weak	IV ÇOK AYR. Slightly W.	N 9-15 KATI Stiff	N 31-50 SIKI Dense
ÇOK ZAYIF V. Weak	V TUMUYLE A. Comp Weat	N 16-30 ÇOK KATI V. Stiff	N >50 ÇOK SIKI V Dense
		N >30 SERT Hard	

AYA KALİTESİ TANIMI - RQD	KIRIKLAR - 30 cm / Fractures	ORANLAR - Proportions
5 ÇOK ZAYIF V. Poor	1 SEYREK Wide (W)	% 5 PEK AZ Slightly
50 ZAYIF Poor	1-2 ORTA Moderate (M)	% 5-15 AZ Little
75 ORTA Fair	2-1 SIK Close (C)	% 15-35 ÇOK Very
90 İYİ Good	10-20 ÇOK SIKI Intense (I)	% 35 VE And
100 ÇOK İYİ Excellent	>20 PARÇALI Crushed (Cr)	

Standart Penetrasyon Testi	K Karot Numunesi	LOGU YAPAN	KONTROL
Standart Penetration Test	Core Sample	Looped By	Checked
Örselemiş Numune	P Pressiyometre Deneyi	İSİM M. Aiper ŞERH GUL	
Disturbed sample	Pressurometer Test	Name Jeoloji Mühendisi	
Örselememiş Numune	VS Veyn Deneyi	İMZA	
Undisturbed Sample	Vane Shear Test	Sign	



ANKARA-İSTANBUL YOLU (ABANT AYR.KAV.-KAYNAŞLI)
KONDAJ LOGU / BORING LOG

SONDAJ No: TA-1

Borehole

No: 2 / 4

Page

Boring Depth (m)	NUMUNE CİNSİ Samp. Type	MANEVRA BOYU/Run	STANDART PENETRASYON DENEYİ										JEOTEKNİK TANIMLAMA Geotechnical Description	PROFİL Profile	DAYANIMLILIK/Strength	AYRIŞMA / Weathering	KIRIK / Fracture (30cm)	KAROT%(TCR)/T. Core R	KAROT%(SCR)/S. Core R	RQD %	
			Standart Penetration Test																		
			DARBE SAYISI Numb. of Blows				GRAFİK Graph														
			0 - 15	15-30	30-45	N	10	20	30	40	50	60									
SPT-4	6.00	5	8	11	19																
	6.45																				
	7.50																				
SPT-5	7.95	7	11	13	24																
	9.00																				
SPT-6	9.45	6	11	36	47																
	10.50																				
SPT-7	10.95	7	11	17	28																
	12.00																				
SPT-8	12.42	8	13	50/12	R																
	13.50																				
SPT-9	13.95	11	12	28	40																
	15.00																				
SPT-10	15.45	12	24	30	54																
											İri fisürlü, yer yer jips seviyeli, alt kısımlarda fosilli kireçtaşı çakılları bulunmaktadır. (13.10-13.40 mt ' ler arasında blok geçilmiştir.)										
											LOGU YAPAN Lopced By	KONTROL Checked									
											SİM Name	M Alper ŞENGÜL Jeoloji Mühendisi									
											MİZA Sign										



KARAYOLLARI GENEL MÜDÜRLÜĞÜ
KARAYOLLARI 4.BÖLGE MÜDÜRLÜĞÜ



YÜKSEL PROJE ULUSLARARASI A.Ş.

Ahmet Rasim Sok. No:11 06650 Çankaya-ANKARA
Tel: (312) 440 60 30 Fax: (312) 440 66 77

ANKARA-İSTANBUL YOLU (ABANT AYR.KAV.-KAYNAŞLI)
SONDAJ LOGU / BORING LOG

SONDAJ No : TA-1
Borehole
SAYFA No : 3 / 4
Page

NUMUNE CİNSİ Samp. Type	MANEVRA BOYU/Run	STANDART PENETRASYON DENEYİ Standart Penetration Test				GRAFİK Graph	JEOTEKNİK TANIMLAMA Geotechnical Description	PROFİL Profile	DAYANIMLILIK/Strength	AYRIŞMA / Weathering	KIRIK / Fracture (30cm)	KAROT%(TCR)/T CoreR	KAROT%(SCR)/S CoreR	RQD %
		DARBE SAYISI Numb. of Blows												
		0 - 15	15-30	30-45	N									
						10 20 30 40 50 60								
SPT-11	16.50	10	15	15	30									
	16.95													
SPT-12	18.00													
	18.45	24	30	44	74									
SPT-13	19.50	20	15	20	35									
	19.95													
SPT-14	21.00	35	17	13	30									
	21.45													
	22.50													
K-1														
	24.00													
K-2														
	25.50													
K-3	26.00													
									</					



İKİKARA-İSTANBUL YOLU (ABANT AYR.KAV.-KAYNAŞLI)
İNDAJ LOGU / BORING LOG

SONDAJ No : TA-1
Borehole

SAYFA	No: 4 / 4
Page	

[illegible]



KARAYOLLARI GENEL MÜDÜRLÜĞÜ
KARAYOLLARI 4.BÖLGE MÜDÜRLÜĞÜ



YÜKSEL PROJE ULUSLARARASI A.Ş.

Ahmet Rasim Sok. No.11 06650 Çankaya-ANKARA
Tel: (312) 440 60 30 Fax: (312) 440 66 77

KARA-İSTANBUL YOLU (ABANT AYR.KAV.-KAYNAŞLI)
NDAJ LOGU / BORING LOG

SONDAJ No : TA-2
Borehole
SAYFA No : 1 / 3
Page

E ADI / Project Name	: BOLU DAĞI GEÇİŞİ	DELİK ÇAPI / Hole Diameter	: 76 mm.
YERİ / Boring Location	: TAŞALTI MEVKİİ	YERALTI SUYU / Groundwater	: 2.90 mt.
ÇİZİM / Chainage	: 16+875	MUH.BOR.DER. / Casing Depth	: 15.00 mt.
YERİ / Boring Depth	: 24.00 mt.	BAŞ.BİT.TAR. / Start Finish Date	: 27.5.1997 - 28.5.1997
YERİ / Elevation	: 540.103	KOORDİNAT / Coordinate (N-S) y	: 7921.540
YERİ / YÖNÜ / D.Rig & Met.	: Craelius XH-90 / Rotari	KOORDİNAT / Coordinate (E-W) x	: 32746.599

NUMUNE CİNSİ Sample Type	MANEVRAYA BOYU/Run	STANDART PENETRASYON DENEYİ										JEOTEKNİK TANIMLAMA Geotechnical Description	PROFİL Profile	DAYANIMLILIK/Strength	AYRIŞMA / Weathering	KIRIK / Fracture (30cm)	KAROT%(TCR)/T. CoreR.	KAROT%(SCR)/S CoreR	RQD %	
		DARBE SAYISI Numb. of Blows				GRAFİK Graph														
		0 - 15	15-30	30-45	N	10	20	30	40	50	60									

DOLGU MALZEMESİ

0.70mt

Kırmızımsı kahverengi-yeşilimsi
gri renkli, çok katı-sert, orta
plastisiteli çakıllı kumlu yağlı
KİL, nemli.

DAYANIMLILIK / Strength	AYRIŞMA / Weathering	İNCE DANELİ / Fine Grained	İRİ DANELİ / Coarse Grained
DAYANIMLI Strong	I TAZE Fresh	N : 0-2 ÇOK YUMUŞAK V Soft	N : 0-4 ÇOK GEVŞEK V Loose
ORTA DAYANIMLI M Strong	II AZ AYRIŞMIŞ Slightly W.	N : 3-4 YUMUŞAK Soft	N : 5-10 GEVŞEK Loose
ORTA ZAYIF M Weak	III ORTA D. AYR. Mod. Weath.	N : 5-8 ORTA KATI M.Stiff	N : 11-30 ORTA SIKI M.Dense
ZAYIF Weak	IV ÇOK AYR. Slightly W.	N : 9-15 KATI Stiff	N : 31-50 SIKI Dense
ÇOK ZAYIF V Weak	V TUMÜYLE A. Comp.Weath.	N : 16-30 ÇOK KATI V Stiff	N : >50 ÇOK SIKI V Dense
		N : >30 SERT Hard	

YA KALİTESİ TANIMI - RQD	KIRIKLAR - 30 cm / Fractures	ORANLAR - Proportions			
ÇOK ZAYIF V Poor	1 SEYREK Wide (W)	% 5 PEK AZ Slightly	% 5 PEK AZ Slightly		
ZAYIF Poor	1-2 ORTA Moderate (M)	% 5-15 AZ Little	% 5-20 AZ Little		
ORTA Fair	2-1 SIK Close (C)	% 15-35 ÇOK Very	% 20-5 ÇOK Very		
İYİ Good	10-20 ÇOK SIK Intense (I)	% 35 VE And			
ÇOK İYİ Excellent	>20 PARÇALI Crushed (Cr)				

Standart Penetrasyon Testi	K Karot Numunesi	LOGU YAPAN	KONTROL
Standart Penetration Test	P Core Sample	Logged By	Checked
Örçelenmiş Numune	P Pressiyometre Deneyi	İSİM M Alper ŞENGÜL	
Disturbed sample	P Pressuremeter Test	Adı Jeoloji Mühendisi	
Örçelenmemiş Numune	VS Veyn Deneyi	İMZA	
Undisturbed Sample	VS Vane Shear Test	Sign	



KARAYOLLARI GENEL MÜDÜRLÜĞÜ
KARAYOLLARI 4.BÖLGE MÜDÜRLÜĞÜ



YÜKSEL PROJE ULUSLARARASI A.Ş.

Ahmet Rasim Sok. No:11 06650 Çankaya-ANKARA
Tel: (312) 440 60 30 Fax: (312) 440 66 77

ANKARA-İSTANBUL YOLU (ABANT AYR.KAV.-KAYNAŞLI)
SONDAJ LOGU / BORING LOG

SONDAJ No : TA-2
Borehole
SAYFA No : 2 / 3
Page

Boring Depth (m)	NUMUNE CİNSİ Samp. Type	MANEVRİ BOYU/Run	STANDART PENETRASYON DENEYİ										JEOTEKNİK TANIMLAMA Geotechnical Description	PROFİL Profile	DAYANIMLILIK/Strength	AYRIŞMA / Weathering	KIRIK / Fracture (30cm)	KAROT%(TCR)/T. CoreR.	KAROT%(SCR)/S. CoreR.	ROD %		
			Standart Penetration Test																			
			DARBE SAYISI Numb. of Blows				GRAFİK Graph															
			0-15	15-30	30-45	N	10	20	30	40	50	60										
	SPT-4	6.00																				
		6.45	12	13	15	28																
		7.50																				
	SPT-5	7.95	14	15	17	32																
		9.00																				
	SPT-6	9.45	11	15	39	54																
		10.50																				
	SPT-7	10.95	10	10	22	32																
		12.00	20	22	27	49																
	SPT-8	12.45																				
		13.50																				
	SPT-9	13.95	17	14	20	34																
		15.00																				
	SPT-10	15.45	11	15	20	35																
													Kırmızımsı kahverengi-yeşilimsi gri renkli, çok katı-sert, orta plastisiteli çakıllı kumlu yağlı KİL, nemli.									
													10.10mt									
													Kırmızımsı kahve-yeşilimsi gri renkli, sert, düşük-orta plastisiteli çakıllı kumlu yağsız KİL, nemli.									
													12.80mt									
													Kırmızımsı kahverengi-yeşilimsi gri renkli, sert, orta plastisiteli çakıllı kumlu yağlı KİL, nemli. 17.50-19.50 mt' ler arası yoğun (!) odun parçaları-jips seviyeleri içermektedir.									



KARAYOLLARI GENEL MÜDÜRLÜĞÜ
KARAYOLLARI 4.BÖLGE MÜDÜRLÜĞÜ



YÜKSEL PROJE ULUSLARARASI A.Ş.

Ahmet Rasim Sok. No:11 06650 Çankaya-ANKARA
Tel: (312) 440 60 30 Fax: (312) 440 66 77

ANKARA-İSTANBUL YOLU (ABANT AYR.KAV.-KAYNAŞLI)
SONDAJ LOGU / BORING LOG

SONDAJ No : TA-3
Borehole
SAYFA No : 1 / 2
Page

OJE ADI / Project Name	: BOLU DAĞI GEÇİŞİ	DELİK ÇAPI / Hole Diameter	: 76 mm.
NDAJ YERİ / Boring Location	: TAŞALTI MEVKİİ	YERALTI SUYU / Groundwater	: 2.80 mt.
OMETRE / Chainage	: 16+793	MUH.BOR.DER. / Casing Depth	: 12.00 mt.
NDAJ DER. / Boring Depth	: 15.45 mt.	BAŞ.BİT.TAR. / Start Finish Date	: 2.6.1997 - 3.6.1997
NDAJ KOTU / Elevation	: 545.510	KOORDİNAT / Coordinate (N-S) y	: 8000.710
NDAJ MAK.&YONT./D.Rig & Met.	: Craellius D-750 / Rotari	KOORDİNAT / Coordinate (E-W) x	: 32729.904

Boring Depth (m)	NUMUNE CİNSİ Sample Type	MANEVRİ BOYU/Run	STANDART PENETRASYON DENEYİ Standart Penetration Test										JEOTEKNİK TANIMLAMA Geotechnical Description	PROFİL Profile	DAYANIMLILIK/Sıngın	AYRIŞMA / Weathering	KIRIK / Fracture (30cm)	KAROT%(TCR)/T CoreR	KAROT%(SCR)/S CoreR	RQD %
			DARBE SAYISI Numb. of Blows				GRAFİK Graph													
			0 - 15	15-30	30-45	N	10	20	30	40	50	60								
		1.50	8	10	6	16														
	SPT-1	1.95																		
		3.00	6	6	8	14														
	SPT-2	3.45																		
		4.50	15	50/13	—	R														
	SPT-3	4.78																		

DAYANIMLILIK / Strength			AYRIŞMA / Weathering			İNCE DANELİ / Fine Grained			İRİ DANELİ/Coarse Grained			
DAYANIMLI	Strong	I	TAZE	Fresh	N : 0-2	ÇOK YUMUŞAK	V. Soft	N : 0-4	ÇOK CEVŞEK	V. Loose		
ORTA DAYANIMLI	M. Strong	II	AZ AYRIŞMIŞ	Slightly W.	N : 3-4	YUMUŞAK	Soft	N : 5-10	CEVŞEK	Loose		
ORTA ZAYIF	M Weak	III	ORTA D. AYR.	Mod. Weath.	N : 5-8	ORTA KATI	M Stiff	N : 11-30	ORTA SIKI	M. Dense		
ZAYIF	Weak	IV	ÇOK AYR.	Slightly W.	N : 9-15	KATI	Stiff	N : 31-50	SIKI	Dense		
ÇOK ZAYIF	V Weak	V	TÜMÜYLE A.	Comp. Weat.	N : 16-30	ÇOK KATI	V. Stiff	N : >50	ÇOK SIKI	V Dense		
					N : >30	SERT	Hard					
KAYA KALİTESİ TANIMI - RQD			KIRIKLAR - 30 cm / Fractures			ORANLAR - Proportions						
0-25	ÇOK ZAYIF	V Poor	1	SEYREK	Wide (W)	% 5	PEK AZ	Slightly	% 5	PEK AZ	Slightly	
25-50	ZAYIF	Poor	1-2	ORTA	Moderate (M)	% 5-15	AZ	Little	% 5-20	AZ	Little	
50-75	ORTA	Fair	2-1	SIK	Close (C)	% 15-35	ÇOK	Very	% 20-5	ÇOK	Very	
75-90	İYİ	Good	10-20	ÇOK SIKI	Intense (I)	% 35	VE	And				
90-100	ÇOK İYİ	Excellent	>20	PARÇALI	Crushed (Cr)							
Standart Penetrasyon Testi			K	Korot Numunesi			LOGU YAPAN			KONTROL		
Standart Penetration Test				Core Sample			Logged by			Checked		
Orselenmiş Numune			P	Pressiyometre Deneyi			İSİM					
Disturbed sample				Pressuremeter Test			Name					
Orselenmemiş Numune			VS	Veyn Deneyi			İMZA					
Undisturbed Sample				Vane Shear Test			Sign					



ANKARA-İSTANBUL YOLU (ABANT AYR.KAV.-KAYNAŞLI)
SONDAJ LOGU / BORING LOG

SONDAJ No: TA-2

SAYFA No : 3 / 3
Page

STANDART PENETRASYON DENEYİ										Page																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
Standart Penetration Test																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
DARBE SAYISI Numb. of Blows					GRAFİK Graph																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
Boring Depth (m)	NUMUNE CİNSİ Samp. Type	MANEVRA BOYU/Run	0 - 15	15-30	30-45	N																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
			10	20	30	40	50	60																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
6		16.50																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					



KARAYOLLARI GENEL MÜDÜRLÜĞÜ
KARAYOLLARI 4.BÖLGE MÜDÜRLÜĞÜ



YÜKSEL PROJE ULUSLARARASI A.Ş.

Ahmet Rasim Sok. No:11 06650 Çankaya-ANKARA
Tel: (312) 440 60 30 Fax: (312) 440 66 77

ANKARA-İSTANBUL YOLU (ABANT AYR.KAV.-KAYNAŞLI)
SONDAJ LOGU / BORING LOG

SONDAJ No : TA-3
Borehole
SAYFA No : 2 / 2
Page

Dering Depth (m)	NUMUNE CİNSİ Samp. Type	MANEVR BCYU/Run	STANDART PENETRASYON DENEYİ Standart Penetration Test					JEOTEKNİK TANIMLAMA Geotechnical Description	PROFİL Profile	DAYANIMLILIK/Strength	AYRIŞMA / Weathering	KIRIK / Fracture (30cm)	KAROT%(TCR)/T CoreR	KAROT%(SCR)/S CoreR	RQD %																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
			DARBE SAYISI Numb. of Blows				N									GRAFİK Graph																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
			0-15	15-30	30-45	N										10	20	30	40	50	60																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
SPT-4	6.00 6.25	14	50/10	—	R																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									



ANKARA-İSTANBUL YOLU (ABANT AYR.KAV.-KAYNAŞLI)
ÇINDAJ LOGU / BORING LOG

SONDAJ	No: TA-4
Borehole	
SAYFA	No: 1 / 4
Page	

JE ADI / Project Name	: BOLU DAĞI GEÇİŞİ	DELİK ÇAPı / Hole Diameter	: 76 mm.
DAJ YERİ / Boring Location	: TAŞALTI MEVKİİ	YERALTı SUYU / Groundwater	: 3.00 mt.
METRE / Chainage	: 16+988	MUH.BOR.DER. / Casing Depth	: 12.00 mt.
DAJ DER. / Boring Depth	: 27.45 mt.	BAŞ.BİT.TAR. / Start Finish Date	: 2.6.1997 - 4.6.1997
DAJ KOTU / Elevation	: 542.524	KOORDİNAT / Coordinate (N-S) y	: 7866.990
DAJ MAK.&YÖNT./D.Rig & Met.	: Craelius XH-90 / Rotari	KOORDİNAT / Coordinate (E-W) x	: 32849.410

		STANDART PENETRASYON DENEYİ																			
		Standart Penetration Test																			
		DARBE SAYISI Numb. of Blows				GRAFİK Graph															
		0-15	15-30	30-45	N	10	20	30	40	50	60			PROFİL Profile	DAYANIMLILIK/Strength	AYRIŞMA / Weathering	KIRIK / Fracture (30cm)	KAROT%(TCR)/T. Core R.	KAROT%(SCR)/S Core R.	RQD %	
								</													



ANKARA-İSTANBUL YOLU (ABANT AYR.KAV.-KAYNAŞLI)
SONDAJ LOGU / BORING LOG

SONDAJ No: TA-4

Borchiole

No: 2 / 4

Page

SONDAJ DERİNLİĞİ Boring Depth (m)	NUMUNE CİNSİ Samp. Type	MANEVRA BOYU/Run	STANDART PENETRASYON DENEYİ											JEOTEKNİK TANIMLAMA Geotechnical Description	PROFİL Profile	DAYANIMLILIK/Sireğin	AYRIŞMA / Weathering	KIRIK / Fracture (30cm)	KAROT%(TCR)/T. CoreR	KAROT%(SCR)/S. CoreR	RQD %
			Standart Penetration Test																		
			DARBE SAYISI Numb. of Blows				GRAFIK Graph														
			0-15	15-30	30-45	N	10	20	30	40	50	60									
6	SPT-4	6.00	9	8	7	15		15							Kahverengi, katı, orta plastisiteli, çakıllı kumlu yağlı KİL, nemli çakıl-kum sert dağılgan.						
		6.45																			
7															7.10mt						
		7.50																			
8	SPT-5	7.95	7	10	12	22		22							Kırmızımsı kahverengi-açık yeşil, çok katı, yüksek plastisiteli, kumlu yağlı KİL, nemli.						
		9.00																			
9	SPT-6	9.45	6	7	8	15		15							Kahverengi-yeşilimsi kahverengi, katı, orta-plastisiteli, çakıllı kumlu yağlı KİL, nemli.						
		10.50																			
10	SPT-7	10.95	15	18	13	31		31							Yeşilimsi koyu kahverengi, çok katı-sert, orta plastisiteli, kumlu yağlı / yağsız KİL, nemli, kömür-jips kırıntılı.						
		12.00																			
12	SPT-8	12.45	8	10	14	24		24													
		13.50																			
13	SPT-9	13.95	14	16	33	49		49							Kahverengi, sert, orta plastisiteli, çakıllı kumlu yağlı KİL, nemli.						
		15.00																			
15	SPT-10	15.45	35	45	46	91		61							Kahverengi, çok sıkı, çakıllı killi KUM, nemli çakıl ince-iri, sert, yarı yuvarlak yarı köşeli.						
16															15.80mt						
															(Tanımı Sayfa 3/4 ' dendir.)						
LOGU YAPAN Logged By																KONTROL Checked					
İSİM Name																M Alper ŞENGÜL Jeoteknik Mühendisi					
İMZA Sign																					



KARAYOLLARI GENEL MÜDÜRLÜĞÜ
KARAYOLLARI 4.BÖLGE MÜDÜRLÜĞÜ



YÜKSEL PROJE ULUSLARARASI A.Ş.

Ahmet Rasim Sok. No:11 06650 Çankaya-ANKARA
Tel: (312) 440 60 30 Fax: (312) 440 66 77

ANKARA-İSTANBUL YOLU (ABANT AYR.KAV.-KAYNAŞLI)
ONDALOGU / BORING LOG

SONDAJ No : TA-4
Borehole
SAYFA No : 3 / 4
Page

Boring Depth (m)	NUMUNE CİNSİ Samp. Type	MANEVR BOYU/Run	STANDART PENETRASYON DENEYİ										JEOTEKNİK TANIMLAMA Geotechnical Description	PROFİL Profile	DAYANIMLILIK/Strength	AYRIŞMA / Weathering	KIRIK / Fracture (30cm)	KAROT%(TCR)/T. CoreR.	KAROT%(SCR)/S. CoreR	RCD %									
			Standart Penetration Test																										
			DARBE SAYISI Numb. of Blows				GRAFIK Graph																						
			0 - 15	15-30	30-45	N	10	20	30	40	50	60																	
	SPT-11	16.50	10	13	17	30																							
		16.95																											
	SPT-12	18.00	12	15	18	33																							
		18.45																											
	SPT-13	19.50	15	17	21	38																							
		19.95																											
	SPT-14	21.00	13	15	18	33																							
		21.45																											
	SPT-15	22.50	19	17	15	32																							
		22.95																											
	SPT-16	24.00	17	19	26	45																							
		24.45																											
	SPT-17	25.50	50/5	—	—	R																							
		25.55																											
										20.50mt																			
										Yeşilimsi kahverenkli,sert,orta plastisiteli,çakıllı kumlu yağlı KİL,nemli.Fisürlü,jips kırıntılı.																			
										Kırmızımsı kahverengi,sert, orta-yüksek plastisiteli,kumlu KİL,nemli-kuru.Eser ince çakıllı fisürlü.																			
										LOGU YAPAN										KONTROL									
										Designed by										Checked									
										İSİM M Alper ŞENGÜL																			
										Name Jeolojik Mühendisi																			
										İMZA																			
										Sign																			



KARAYOLLARI GENEL MÜDÜRLÜĞÜ
KARAYOLLARI 4.BÖLGE MÜDÜRLÜĞÜ



YÜKSEL PROJE ULUSLARARASI A.Ş.

Ahmet Rasim Sok. No:11 06650 Çankaya-ANKARA
Tel: (312) 440 60 30 Fax: (312) 440 66 77

ANKARA-İSTANBUL YOLU (ABANT AYR.KAV.-KAYNAŞLI)
SONDAJ LOGU / BORING LOG

SONDAJ No : TA-4
Boruholat
SAYFA No : 4 / 4
Page

Boring Depth (m)	NUMUNE CİNSİ Samp. Type	MANEVRA BOYU/Run	STANDART PENETRASYON DENEYİ										JEOTEKNIK TANIMLAMA Geotechnical Description	PROFİL Profile	DAYANIMLILIK/Strength	AYRIŞMA / Weathering	KIRIK / Fracture (30cm)	KAROT%(TCR)/T. CoreR.	KAROT%(SCR)/S. CoreR	RQD %
			Standart Penetration Test				GRAFIK Graph													
			DARBE SAYISI Numb. of Blows																	
			0-15	15-30	30-45	N	10	20	30	40	50	60								
6													Yeşil-kırmızımsı kahverenkli, sert,yüksek plastisiteli,kumlu yağlı KİL,nemli kömür-jips kııntılı.							
7		27.00																		
	SPT-18	27.45	28	30	48	78						78								
8													Kuyu Sonu ; 27.45 mt.							
9																				
10																				
11																				
12																				
13																				
14																				
15																				
16																				
17																				
18																				
19																				
20																				
21																				
22																				
23																				
24																				
25																				
26																				
27																				
28																				
29																				
30																				
31																				
32																				
33																				
34																				
35																				
36																				
37																				
38																				
39																				
40																				
41																				
42																				
43																				
44																				
45																				
46																				
47																				
48																				
49																				
50																				
51																				
52																				
53																				
54																				
55																				
56																				
57																				
58																				
59																				
60																				
61																				
62																				
63																				
64																				
65																				
66																				
67																				
68																				
69																				
70																				
71																				
72																				
73																				
74																				
75																				
76																				
77																				
78																				
79																				
80																				
81																				
82																				
83																				
84																				
85																				
86																				
87																				
88																				
89																				
90																				
91																				
92																				
93																				
94																				
95																				
96																				
97																				
98																				
99																				
100																				
101																				
102																				
103																				
104																				
105																				
106																				
107																				
108																				
109																				
110																				
111																				
112																				
113																				
114																				
115																				
116																				
117																				
118																				
119																				
120																				
													LOGU YAPAN Logged By	KONTROL Checked						
													İSİM Name:	M Alper ŞENGÜL Jeoloji Mühendisi						
													İMZA Sign							



ANKARA-İSTANBUL YOLU (ABANT AYR.KAV.-KAYNAŞLI)
ONDAJ LOGU / BORING LOG

SONDAJ	No: TA-5
Borehole	
SAYFA	No: 1 / 2
Page	

İSİ ADI / Project Name	: BOLU DAĞI GEÇİŞİ	DELİK ÇAPI / Hole Diameter	: 76 mm.
İDAJ YERİ / Boring Location	: TAŞALTI MEVKİİ	YERALTI SUYU / Groundwater	: 1.60 mt.
İMETRE / Chainage	: 17+087	MUH.BOR.DER. / Casing Depth	: 6.00 mt.
İDAJ DER. / Boring Depth	: 15.07 mt.	BAŞ.BİT.TAR. / Start Finish Date	: 27.5.1997 - 28.5.1997
İDAJ KOTU / Elevation	: 525.908	KOORDİNAT / Coordinate (N-S) y	: 7781.604
İDAJ MAK.&YÖNT./D.Rig & Met.	: Craelius XH-90 / Rotari	KOORDİNAT / Coordinate (E-W) x	: 32883.833

Dünyeyi Derinliği (m)	NUMUNE CİNSİ Sample Type	MANEVRA BOYU/Run	STANDART PENETRASYON DENEYİ										JEOTEKNİK TANIMLAMA Geotechnical Description	PROFİL Profile	DAYANIMLILIK/Strength	AYRIŞMA / weathering	KIRIK / Fracture (30cm)	KAROT%(TCR)/T. CoreR.	KAROT%(SCR)/S. CoreR.	ROD %
			Standart Penetration Test				GRAFIK Graph													
			DARBE SAYISI Numb. of Blows																	
			0-15	15-30	30-45	N	10	20	30	40	50	60								



KARAYOLLARI GENEL MÜDÜRLÜĞÜ
KARAYOLLARI 4.BÖLGE MÜDÜRLÜĞÜ



YÜKSEL PROJE ULUSLARARASI A.Ş.

Ahmet Rasim Sok. No:11 06650 Çankaya-ANKARA
Tel. (312) 440 60 30 Fax: (312) 440 66 77

ANKARA-İSTANBUL YOLU (ABANT AYR.KAV.-KAYNAŞLI)
SONDAJ LOGU / BORING LOG

SONDAJ No : TA-5
Borehole
SAYFA No : 2 / 2
Page

SONDAJ DERİNLİĞİ Boring Depth (m)		NUMUNE CİNSİ Samp. Type	MANEVRİ BOYU/Run	STANDART PENETRASYON DENEYİ Standart Penetration Test										JEOTEKNİK TANIMLAMA Geotechnical Description	PROFİL Profile	DAYANIMLILIK/Strength	AYRIŞMA / Weathering	KIRIK / Fracture (30cm)	KAROT%(TCR)/T. Core R.	KAROT%(SCR)/S. Core R.	RQD %
				DARBE SAYISI Numb. of Blows				GRAFİK Graph													
				0 - 15	15-30	30-45	N	10	20	30	40	50	60								
6	SPT-4	6.00		12	16	12	28					28	Kırmızımsı kahverengi-yeşilimsi gri renkli,sert,orta plastisiteli, çakıllı kumlu yağlı KİL,nemli.								
		6.45																			
7		7.50																			
8	SPT-5	7.95		28	22	22	44					44	Siyahımsı koyu kahverengi sert,orta-yüksek plastisiteli, çakıllı kumlu yağlı KİL,nemli.								
9		9.00																			
	SPT-6	9.45		16	24	40	64					64	Yeşilimsi gri renkli,sert,az-orta plastisiteli,çakıllı kumlu yağsız KİL,nemli. (Arkoz artık zemini)								
10																					
		10.50																			
	SPT-7	10.95		20	25	34	59					59	Yeşilimsi gri,çok sıkı,çakıllı killi KUM,nemli.İnce-iri sert.								
11																					
		12.00																			
	SPT-8	12.28		18	50/13		R					R	Gri renkli,çok sıkı,killi kumlu ÇAKIL,nemli-ıslak. İnce-iri-sert.								
12																					
		12.50																			
13	SPT-9	13.50					R					R	Kuyu Sonu ; 15.07 mt.								
		13.57																			
		15.00																			
	SPT-10	15.07					R					R									
													LOGU YAPAN Logged By	KONTROL Checked							
													İSİM Name	M Alper ŞENGÜL							
													İMZA Sign	Jeoloji Mühendisi							



NKARA-İSTANBUL YOLU (ABANT AYR.KAV.-KAYNAŞLI)
ONDAJ LOGU / BORING LOG

SONDAJ	No: TA-6
Borehole	
SAYFA	No: 1 / 2
Page	

JE ADI / Project Name	: BOLU DAĞI GEÇİŞİ	DELİK ÇAP / Hole Diameter	: 76 mm.
IDA J YER / Boring Location	: TAŞALTI MEVKİ	YERALTI SUYU / Groundwater	: 2.30 mt.
OMETRE / Chainage	: 17+166	MUH.BOR.DER. / Casing Depth	: 9.00 mt.
IDA J DER. / Boring Depth	: 15.12 mt.	BAŞ.BIT.TAR. / Start Finish Date	: 24.5.1997 - 25.5.1997
IDA J KOTU / Elevation	: 523.452	KOORDINAT / Coordinate (N-S) y	: 7741.541
IDA J MAK.&YÖNT./D.Rig & Met.	: Craelius XH-90 / Rotari	KOORDINAT / Coordinate (E-W) x	: 32945.327

NUMUNE CİNSİ Sample Type		MANEVRİ BOYU/Run	STANDART PENETRASYON DENEYİ				JEOTEKNİK TANIMLAMA Geotechnical Description		PROFİL Profile	DAYANIMLILIK/Strength	AYRIŞMA / Weathering	KIRIK / Fracture (30cm)	KAROT%(TCR)/T CoreR	KAROT%(SCR)/S CoreR	RQD %
			Standart Penetration Test												
			DARBE SAYISI Numb. of Blows		GRAFIK Graph										
0-15	15-30	30-45	N	10	20	30	40	50	60						
SPT-1	1.50	8	12	13	25					Birkisel Toprak					
	1.95									0.30mt					
SPT-2	3.00	14	18	15	33					Koyu gri renkli, çok katı, orta-yüksek plastik, çakıllı kumlu yağlı KİL, nemli. % 30-40 iri daneli malzeme içermektedir.					
	3.45									2.70mt					
SPT-3	4.50	50/12	—	—	R					Mavimsi gri renkli, sıkı-çok sıkı, çakıllı KUM, kuru-nemli ince-iri-sert.					
	4.78									5.50mt					
(Tanımı Sayfa 2/2 ' dedir.)															
DAYANIMLILIK / Strength			AYRIŞMA / Weathering			İNCE DANELİ / Fine Grained			İRİ DANELİ/Coarse Grained						
DAYANIMLI Strong			I TAZE Fresn			N : 0-2 ÇOK YUMUŞAK V.Soft			N : 0-4 ÇOK GEVŞEK V Loose						
ORTA DAYANIMLI M.Strong			II AZ AYRIŞMIŞ Slightly W.			N : 3-4 YUMUŞAK Soft			N : 5-10 GEVŞEK Loose						
ORTA ZAYIF M Weak			III ORTA D. AYR. Mod. Weath.			N : 5-8 ORTA KATI M.Stiff			N : 11-30 ORTA SIKI M Dense						
ZAYIF Weak			IV ÇOK AYR. Slightly W.			N : 9-15 KATI Stiff			N : 31-50 SIKI Dense						
ÇOK ZAYIF V.Weak			V TÜMÜYLE A. Comp. Weat.			N : 16-30 ÇOK KATI V Stiff			N : >50 ÇOK SIKI V Dense						
						N : >30 SERT Hard									
YA KALİTESİ TANIMI - RQD			KIRIKLAR - 30 cm / Fractures			ORANLAR - Proportions									
5 ÇOK ZAYIF V Poor			1 SEYREK Wide (W)			-% 5 PEK AZ Slightly			-% 5 PEK AZ Slightly						
50 ZAYIF Poor			1-2 ORTA Moderate (M)			-% 5-15 AZ Little			-% 5-20 AZ Little						
75 ORTA Fair			2-1 SIK Close (C)			-% 15-35 ÇOK Very			-% 20-5 ÇOK Very						
90 İYİ Good			10-20 ÇOK SIKI Intense (I)			-% 35 VE And									
100 ÇOK İYİ Excellent			>20 PARÇALI Crushed (Cr)												
Standart Penetrasyon Testi			K Karot Numunesi			LOGU YAPAN			KONTROL						
Standart Penetration Test			Core Sample			Logged By			Checked						
Gözetilmiş Numune			P Pressiyometre Deneyi			İSİM M Alper ŞENGÜL									
Disturbed Sample			Pressuremeter Test			Name Jeoloji Mühendisi									
Gözetilmemiş Numune			VS Veyn Deneyi			İMZA									
Undisturbed Sample			Vane Shear Test			Sign									



KARAYOLLARI GENEL MÜDÜRLÜĞÜ
KARAYOLLARI 4.BÖLGE MÜDÜRLÜĞÜ



YÜKSEL PROJE ULUSLARARASI A.Ş.

Ahmet Rasim Sok. No:11 06650 Çankaya-ANKARA
Tel: (312) 440 60 30 Fax: (312) 440 66 77

ANKARA-İSTANBUL YOLU (ABANT AYR.KAV.-KAYNAŞLI)
SONDAJ LOGU / BORING LOG

SONDAJ No : TA-6
Borehole

SAYFA No : 2 / 2
Page

NUMUNE CİNSİ Samp. Type	MANEVRAYA BOYU/Run	STANDART PENETRASYON DENEYİ Standard Penetration Test										JEOTEKNİK TANIMLAMA Geotechnical Description	PROFİL Profile	DAYANIMLILIK/Strength	AYRIŞMA / Weathering	KIRIK / Fracture (30cm)	KAROT%(TCR)/T. Core R.	KAROT%(SCR)/S. Core R.	RQD %
		DARBE SAYISI Numb. of Blows				GRAFİK Graph													
		0-15	15-30	30-45	N	10	20	30	40	50	60								
SPT-4	6.00	17	22	30	52						52	Kahverenkli, çok sıkı, çakıllı KUM, nemli. İnce-iri taneli çakıllar kumtaşı kökenli, köşeli. (Kaya artık zemini).							
	6.45																		
SPT-5	7.50	50/12	—	—	R						R								
	7.63																		
SPT-6	9.00	50/9	—	—	R						R	9.50mt							
	9.09																		
SPT-7	10.50	50/3	—	—	R						R	ARKOZİK KUMTAŞI ; Yeşilimsi kahverenkli, orta sert, zayıf, çok ayrılmış. Çatlaklık parçalanma nedeniyle izlenmiyor.							
	10.53																		
K-1												7							
SPT-8	12.00	50/5	—	—	R						R	Kuyu Sonu ; 15.12 mt.							
	12.05																		
SPT-9	13.50	48	50/2	—	R						R	Kuyu Sonu ; 15.12 mt.							
	13.67																		
K-2												Kuyu Sonu ; 15.12 mt.							
SPT-10	15.00	50/12	—	—	R						R	Kuyu Sonu ; 15.12 mt.							
	15.12																		

LOGU YAPAN		KONTROL	
Logged By		Checked	
İSİM	M. Alper ŞENGÜL		
İmza	Jeolojik Mühendisi		
İMZA			
Sign			



KARAYOLLARI GENEL MÜDÜRLÜĞÜ
KARAYOLLARI 4.BÖLGE MÜDÜRLÜĞÜ



YÜKSEL PROJE ULUSLARARASI A.Ş.

Ahmet Rasim Sok. No:11 06650 Çankaya-ANKARA
Tel: (312) 440 60 30 Fax: (312) 440 66 77

ANKARA-İSTANBUL YOLU (ABANT AYR.KAV.-KAYNAŞLI)
SONDAJ LOGU / BORING LOG

SONDAJ No : BSK-19
Borehole

SAYFA No : 1 / 2
Page

PROJE ADI / Project Name	:	DELİK ÇAP / Hole Diameter	: 76 mm.
SONDAJ YERİ / Boring Location	: BOLU DAĞI	YERALTI SUYU / Groundwater	:
LOKASYON / Chainage	: 217+388 (- 17.00)	MUH.BOR.DER. / Casing Depth	: 10.50 mt. HW
SONDAJ DER. / Boring Depth	: 15.04mt.	BAŞ.BİT.TAR. / Start Finish Date	: 18.12.1996 - 19.12.1996
SONDAJ KOTU / Elevation	: 505.220	KOORDİNAT / Coordinate (N-S) y	: 7740.838
SONDAJ MAK.&YÖNT./D.Rig & Met.	: Crealuis-Rotary	KOORDİNAT / Coordinate (E-W) x	: 33158.614

KOT / Elevation (m)		NUMUNE CİNSİ Sample Type	MANEVRİ BOYU/Run	STANDART PENETRASYON DENEYİ Standart Penetration Test				JEOTEKNİK TANIMLAMA Geotechnical Description							PROFİL Profile	DAYANIMLILIK / Strength	AYRIŞMA / Weathering	KIRILIK / Fracture (30cm)	KATOT% (SCR) % Core R.	KATOT% (TCRYT) % Core R.	İÇİD %
				DARBE SAYISI Numb. of Blows		GRAFİK Graph															
				0 - 15 cm	15-30 cm	30-45 cm	N	10	20	30	40	50	60								
1.50																					
1.95																					
3.00		SPT-2	10	13	15	28															
3.45																					
4.50		SPT-3	6	7	8	15															
4.95																					
5.40																					
5.40mt.																					
Kıllı kumlu ÇAKIL. (Tanımı Sayfa 2.2'dedir.)																					

Gri-kahverengi,gevşek-orta sıkı,kıllı çakıllı KUM,ince-iri, sert,tabana doğru yoğunlaşan ince malzemeli ; çakıllar ince-iri, sert,köşeli-y.köşeli. (DOLGU MALZEMESİ).

5.40mt.

Kıllı kumlu ÇAKIL.
(Tanımı Sayfa 2.2'dedir.)

DAYANIMLILIK / Strength		AYRIŞMA / Weathering		İNCE DANELİ / Fine Grained		İRİ DANELİ / Coarse Grained	
DAYANIMLI	Strong	I	TAZE / Fresh	N : 0-2	ÇOK YUMUŞAK / v.Soft	N : 0-4	ÇOK GEVŞEK / v.Loose
ORTA DAYANIMLI	M.Strong	II	AZ AYRIŞMIŞ / Slightly W.	N : 3-4	YUMUŞAK / Soft	N : 5-10	GEVŞEK / Loose
ORTA ZAYIF	M.Weak	III	ORTA D. AYR. / Mod. Weath.	N : 5-8	ORTA KATI / M.S.H.	N : 11-30	ORTA SIKI / M.Dense
ZAYIF	Weak	IV	ÇOK AYR. / Slightly W.	N : 9-15	KATI / Stiff	N : 31-50	SIKI / Dense
ÇOK ZAYIF	V. Weak	V	TUMAYLA A. / Comp.Weath.	N : 16-30	ÇOK KATI / V.Stiff	N : 51-100	ÇOK SIKI / V.Dense
				N : >30	SEFT / Hard		
ZARFIYALIK / RGD		KIRIKLAR - 30 cm / Fractures		GRANLAR - Proportions			
ÇOK ZAYIF	V Poor	I	SEYREK / Wide (W)	% 5	PEK AZ / Slightly	% 5	PEK AZ / Slightly
ZAYIF	Poor	1-2	ORTA / Moderate (M)	% 5-15	AZ / Little	% 5-20	AZ / Little
ORTA	Fair	2-1	SIK / Close (C)	% 15-35	ÇOK / Very	% 21-35	ÇOK / Very
İYİ	Good	10-20	ÇOK SIK / Intense (I)	% 35	VE / And		
ÇOK İYİ	Excellent	>20	PARÇALI / Crushed (Cr)				
Standart Penetrasyon Testi	K	Karot Numunesi		LOGU YAPAN			
Standart Penetrasyon Testi		Core Sample		Logged By			
Geçirilmiş Numune	P	Pressuremeter Deneyi		İSİM			
Geçirilmiş Numune		Pressuremeter Test		Name			
Geçirilmiş Numune	Y	Yüklem Deneyi		İMZA			
Geçirilmiş Numune		Yüklem Deneyi		Sign.			

ANKARA-İSTANBUL YOLU (ABANT AYR.KAV.-KAYNAŞLI)
SONDAJ LOGU / BORING LOG

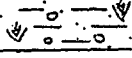
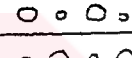
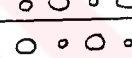
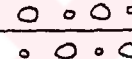
SONDAJ No : BSK-19
Borehole

SAYFA No: 2 / 2
Page

[illegible]

ARAŞTIRMA ÇUKURU LOGU

ADI	: Abant Ayrımı-Kaynaşlı Yolu	ZEMİN KOTU	: 544.50
YERİ	:	KOORDİNAT N-S (x)	: 32730
METODU	: Makina ile	KOORDİNAT E-W (y)	: 7994
TARİHİ	: 14.03.1996	İSTASYON (Km)	: 216+800
DERİNLİK	: 1.00 m.	SAPMA (m)	: +6.00

TABAKA DERİNLİĞİ (m)	NUMUNE		Y.A.S.S. (m)	ZEMİN TÜRÜ	ZEMİN PROFİLİ	AÇIKLAMALAR
	KÜTLE (m)	YERİNDE DENEY(m)				
-0.20				CL		Bitkisel Toprak
0.50						ÇAKILTASI; Sarımsı açık kahverengi, dağılgan, zayıf, çok-tamamen ayrılmış, çatlaklılık gösteriyor.
N-1						
0.70						
						
						Çukur Tabanı -1.00 m.

SEMASI

LOGU YAPAN

Münif ÇELEBİ

Geo.Müh.

KONTROL

Murat ÖZBEN

105

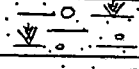
Jeoloji Yük.Müh.

ONAY

ARAŞTIRMA ÇUKURU LOGU

ADI : Abant Ayrımı-Kaynaşlı Yolu
 YERİ :
 METODU : Makina ile
 TARİHİ : 14.03.1996
 ÇUKUR : 1.60 m.

ZEMİN KOTU : 464.50
 KOORDİNAT N-S (X) : 33574
 KOORDİNAT E-W (Y) : 8432
 İSTASYON (Km) : 218+200
 SAPMA (m) : +14.00

TABAKA DERİNLİĞİ (m)	NUMUNE		Y.A.S.S. (m)	ZEMİN TÜRÜ	ZEMİN PROFİLİ	AÇIKLAMALAR
	KÜTLE (m)	YERİNDE DENEY(m)				
0.20				CL		Bitkisel Toprak
0.75				CL		Kahverengi-yeşilimsi gri benekli, katı, orta-yüksek plastisiteli, kumlu çakıllı yağlı Kil, nemli, %15-20 kum, %5-15 çakıl, eser blok, tuğla kırıntılı. (Dolgu)
N-1						
0.90						
						Çukur Tabanı -1.60 m.

ŞEMASI

LOGU YAPAN
 Münif ÇELEBİ
 Jeo.Müh.

KONTROL
 Murat ÖZBEN
 105a Jeoloji Yük.Müh.

ONAY

K-G

PRESSİOMETRE DENEYİ
PRESSUREMETER TEST

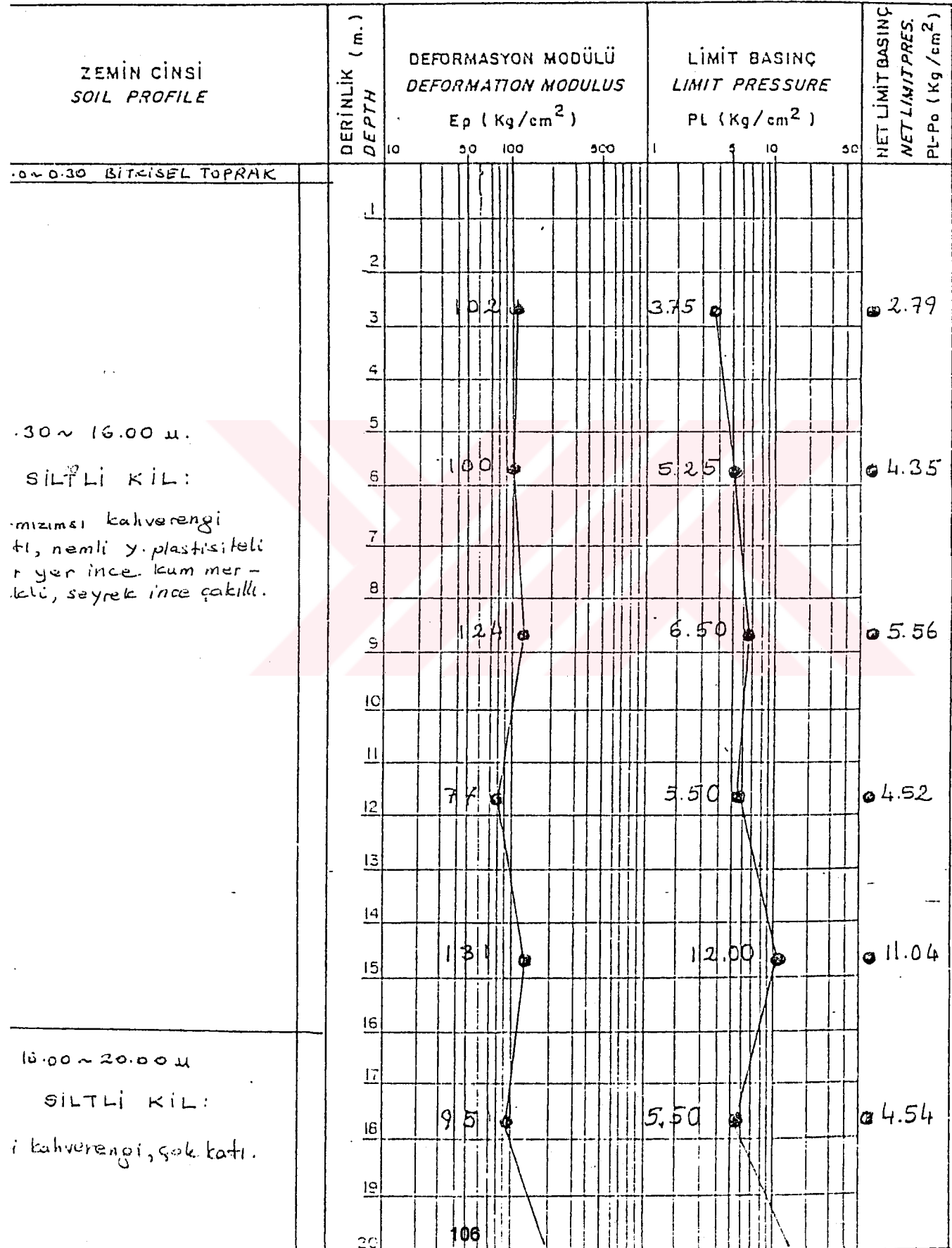
TARİH : 18/12/1976
DATE

JE : BOLUDAĞI TAŞALTI
JECT

YASS :
GWL

J NO. :
HOLE NO. : BİT-1

PRESSİOMETRE TİPİ : Menard 6A
PRESSUREMETER TYPE



PRESSİOMETRE DENEYİ
PRESSUREMETER TEST

TARİH : 15/12/1976
DATE

YASS :
GWL

T : BOLUDAĞI TAŞALTI

LE NO. : BIT-1

PRESSİOMETRE TİPİ : Menquad GA
PRESSUREMETER TYPE

ZEMİN CİNSİ SOIL PROFILE	DERİNLİK (m.) DEPTH	DEFORMASYON MODÜLÜ DEFORMATION MODULUS E_p (Kg/cm ²)				LİMİT BASINÇ LIMIT PRESSURE P_L (Kg/cm ²)				NET LİMİT BASINÇ NET LIMIT PRES. $P_L - P_0$ (Kg/cm ²)
		10	50	100	500	1	5	10	50	
10 ~ 34.25 m. KOZİK KUMTAŞI: ağık gü az sert lgan, zayıf-orta if dayanıklı, orta yer çok ayrışmış.	21			221				23.00		21.24
	22									
	23									
	24			333				33.00		33.24
	25									
	26									
	27			276				21.50		28.70
	28									
	29									
	30									
	31									
	32									
	33									
	34									
	35									
	36									
	37									
	38									
	39									
	40			107						

PRESSİOMETRE DENEYİ
PRESSUREMETER TEST

TARİH : 21/12/1996
DATE

YASS :
GWL

JEKT : BOLLUBAĞI TAŞALTI

NO. : BİT-2
HOLE NO.

PRESSİOMETRE TİPİ : Menkul GA
PRESSUREMETER TYPE

ZEMİN CİNSİ SOIL PROFILE	DERİNLİK (m.) DEPTH	DEFORMASYON MODÜLÜ DEFORMATION MODULUS Ep (Kg/cm ²)				LİMİT BASINÇ LIMIT PRESSURE PL (Kg/cm ²)				NET LİMİT BASINÇ NET LIMIT PRES. PL-Po (Kg/cm ²)
		10	50	100	500	1	5	10	50	
0.00 ~ 4.00 m DOLGU MALZEME (Gri çakıllı kumlu kil) çok katı.	1									
	2									
	3			119				7.80		6.94
	4									
4.00 ~ 10.00 m KİL: kahverenkli az siltli catı - çok katı.	5									
	6		7.4				4.50			3.66
	7									
	8									
	9		7.6				4.00			3.22
	10									
10.00 ~ 11.00 KİL: çakıllı çok katı	11									
11.00 ~ 13.00 KİL: kahverenkli az siltli çok katı.	12		12.4				6.00			5.19
	13									
13.00 ~ 26.50 m. TAŞI - ÇAMURTAŞI zayıf, çok ayrılmış arçalı,	14									
	15		15.8				15.00			14.30
	16									
	17									
	18		8.8				5.50			4.66
	19									
	20		10.8							

PRESSİOMETRE DENEYİ
PRESSUREMETER TEST

TARİH : 21/12/1976
DATE

YASS :
GWL

JE : BOLUPAĞI TAŞALI
JECT

1 NO. : BİT-2
HOLE NO.

PRESSİOMETRE TİPİ : Mendel GA
PRESSUREMETER TYPE

ZEMİN CİNSİ SOIL PROFILE	DERİNLİK (m.) DEPTH	DEFORMASYON MODÜLÜ DEFORMATION MODULUS Ep (Kg/cm ²)				LİMİT BASINÇ LIMIT PRESSURE PL (Kg/cm ²)				NET LİMİT BASINÇ NET LIMIT PRES. PL-Po (Kg/cm ²)
		10	30	100	300	1	3	10	30	
	21			242				17.00		15.44
	22									
	23									
	24			273				27.00		24.44
26.50 ~ 30.00 m	25									
	26									
	27			262				31.00		29.49
	28									
KIREÇ TAŞI: kırmızı gri dolomitik FeO ₂ li (kırmızı) orta - çok ay- nış yer yer kuvar ve pirit taşı içeren, çok katlı kristalle.	29									
	30									
	31									
	32									
	33									
	34									
	35									
	36									
	37									
	38									
	39									
	40			109						

PRESSİOMETRE DENEYİ
PRESSUREMETER TEST

TARİH : 18/12/1996
DATE :

OBJECT : ROLL DAGE

YASS :
GWL : _____

YU NO. : BSK-19
REHOLE NO. :

PRESSIOMETRE TIPI : Mancini SA
PRESSUREMETER TYPE :

ZEMİN CİNSİ SOIL PROFILE	DERİNLİK (m.) DEPTH	DEFORMASYON MODÜLÜ DEFORMATION MODULUS Ep (Kg/cm ²)				LİMİT BASINÇ LIMIT PRESSURE PL (Kg/cm ²)				NET LİMİT BASINÇ NET LIMIT PRES. PL-Po (Kg/cm ²)
		10	50	100	500	1	5	10	50	
0.00 ~ 5.10 m. KİLLİ ÇAKILLI KUM: Gri kahverengi, gevşek orta sıkı, ince iri sert tabana bağlı ince malzemeli, çakıllar ince-iri sert, kışkık, y. kışkık. (dolgu malzemesi)	1 2 3 4 5									
5.10 ~ 7.80 m. KİLLİ KUMLU ÇAKIL: Hırızimsı kahverengi, orta sıkı ince iri, sert kışkık yer yer kumlu ve killi.	6 7 8		11.9			7.00			6.70	
7.80 ~ 15.04 m. ARKOZ - KUMTAŞI: İri az sert, dolgun, zayıf uyumlu, orta-çok ayrışmış. İrilelik ayrışma nedeni ile saptanamamıştır.	9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20		2.50			21.00			17.46	

PRESSIOMETRE DENEYİ
PRESSUREMETER TEST

TARİH : 18/12/1996
DATE

JE : BOLLU DAĞI
JECT

YASS :
GWL

1 NO. : BSK-19
HOLE NO.

PRESSIOMETRE TİPİ : Menard 6A
PRESSUREMETER TYPE

ZEMİN CİNSİ SOIL PROFILE	DERİNLİK (m.) DEPTH	DEFORMASYON MODÜLÜ DEFORMATION MODULUS Ep (Kg/cm ²)				LİMİT BASINÇ LIMIT PRESSURE PL (Kg/cm ²)				NET LİMİT BASINÇ NET LIMIT PRES. PL-Po (Kg/cm ²)
		10	50	100	500	1	5	10	50	
0.00 ~ 5.10 m. KILLI ÇAKILLI KUM: i kahverengi, gevşek orta kl. ince iri sert tabana güçlü ince malzemeli, çakıllar ze - iri sert, köşeli, y. köşeli. (dolgu malzemesi)	1									
	2									
	3									
	4									
	5									
5.10 ~ 7.60 m. KUM - ÇAKIL i kahverengi, orta sıkı sırt, sert köşeli, yer yer mü ve killi.	6		11.9			7.00				6.70
	7									
	8									
7.60 ~ 15.04 m. ARKOZ - KUMTAŞI: az sert, doğulgan, zayıf yumuşak, orta - çok ayrışmış. kötülik ayrışma nedeni soptanamamıştır.	9		2.50			2.00				17.46
	10									
	11									
	12									
	13									
	14									
	15									
	16									
	17									
	18									
	19									
	20									
	21									

Proje : BOLU DAĞI

Tarih : 06.11.1996

Kuyu No : BSK-5 PRESSİOMETRE DENEYİ

YAS.sev :

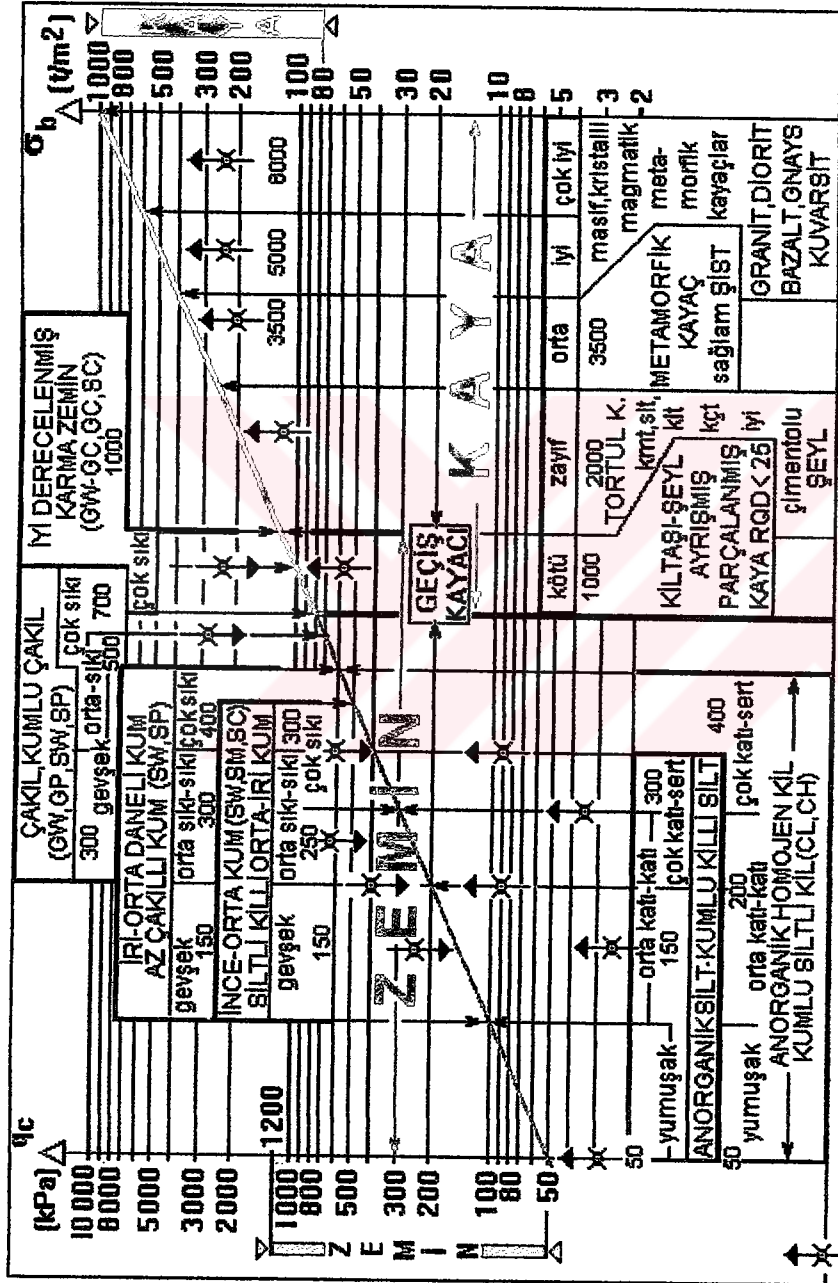
KUYU LOGU

Deneysel Seviyesi : 2.70 - 5.70 - 8.50 m

Zemin :

ZEMİN CİNSİ	EP (kg/cm ²) DEORMASYON MODÜLÜ				PL (kg/cm ²) LİMİT BASINÇ				TEMEL HESABI
	10	50	100	500	1	5	10	50	
1									
2									
3		98			4.8				
4									
5									
6		112			7.3				
7									
8			433				38.4		
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18									
19									
20									

NOT VE ÖNERİLER :



3500 Yeterli arazi deneyinin bulunmaması durumunda kabul edilebilecek yüklenilme değerleri

Vardar (1995)'den alınmıştır

NUMUNE		SONDAJ NO	NUM NO	DERİNLİK (m)	Wn %	en	γ_n t/m ³	γ_s	ATTERBERG LİMİTLERİ			ELEK ANALİZİ		ZEMİN SINIFI (USC)	SERBEST BASINÇ DENEYİ qu kg/cm ²	UÇ EKSENLİ BASINÇ DENEYİ	
									LL	PL	PI	+4 %	-200 %			C kg/cm ²	Ø derece
TA-1	SPT-1			1.50-1.95	34				53	25	28	20	55	CH			
	SPT-4			6.00-6.45	32				58	31	27	9	64	CH/MH			
	SPT-7			10.50-10.95	32				63	32	31	1	88	MH			
	SPT-10			15.00-15.45	17				36	15	21	3	92	CL			
	SPT-12			18.00-18.45	17				36	17	19	-	91	CL			
	SPT-14			21.00-21.45	9				56	25	31	-	77	CH			
TA-2	SPT-1			1.50-1.95	44				68	39	29	2	89	MH			
	SPT-3			4.50-4.95	32				41	19	22	19	38	SC			
	SPT-6			9.00-9.45	36				66	36	30	1	68	MH			
	SPT-7			10.50-10.95	32				42	23	19	2	71	CL			
	SPT-9			13.50-13.95	37				84	42	42	-	37	SM			
	SPT-12			18.00-18.45	32				45	24	21	4	58	CL			
TA-3	SPT-2			3.00-3.45	13				35	17	18	24	40	SC			
	SPT-4			6.00-6.25	22				44	16	28	-	95	CL			
	SPT-5			7.50-7.95	31				59	18	41	1	96	CH			
	SPT-6			9.00-9.07	16				-	NP	-	60	23	GM			
	SPT-7			10.50-10.62	7				-	NP	-	54	23	GM			

Sondaç No	Numune		Wn %	en	γ_n t/m ³	γ_s	Atterberg Limitleri			Elek Analizi		Zemin Sınıfı (USC)	Serbest Basınç Deneyi kg/cm ²	Uç Eksenli Basınç Deneyi	
	Num No	Derinlik (m)					LL	PL	PI	+4 %	-200 %			C	Ø
TA-5	SPT-5	7.50-7.95	18				43	21	22	2	87	CL			
	SPT-6	9.00-9.45	16				31	17	14	8	44	SC			
	SPT-8	12.00-12.28	10				24	13	11	13	47	SC			
	SPT-9	13.50-13.95	10				-	NP	-	17	27	SM			
	SPT-10	15.00-15.07	8				-	NP	-	11	24	SM			
TA-6	SPT-1	1.50-1.95	12				32	17	15	13	41	SC			
	SPT-2	3.00-3.45	6				21	12	9	14	47	SC			
	SPT-4	6.00-6.45	12				23	14	9	8	22	SC			
BIT-1	SPT-1	1.50-1.95	29				61	34	27	6	62	MH			
	UD-1	3.00-3.40	9				45	21	24	27	38	SC			
	SPT-2	3.40-3.85	25				NUMUNESİ YETERSİZ			3	65	MH			
	SPT-3	4.50-4.95	28				57	34	23	3	67	MH			
	SPT-4	6.40-6.85	25				NUMUNESİ YETERSİZ			1	61	MH			
	SPT-5	7.50-7.95	24				51	36	15	1	40	SM			
	SPT-6	9.00-9.45	26				48	35	13	-	40	SM			
	SPT-7	10.50-10.95	19				-	NP	-	21	33	SM			
	SPT-8	12.00-12.45	21				-	NP	-	9	46	SM			

DENEY
SONUÇLARI

NUMUNENİN GELDİĞİ YER :BOLU

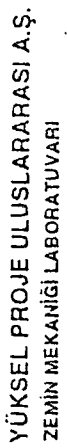
PROJE ADI :TASALTI SONDAJLARI

NUMUNE		W _n %	e _n	γ_n t/m ³	γ_s	ATTERBERG LİMİTLERİ			ELEK ANALİZİ		ZEMİN SINIFI (USC)	SERBEST BASINÇ DENEYİ q _u kg/cm ²	UÇ EKSENİLİ BASINÇ DENEYİ	
SONDAJ NO	NUM NO					LL	PL	PI	+4 %	-200 %			C kg/cm ²	Ø derece
BIT-1	SPT-10	15.40-15.85	15			NUMUNESİ YETERSİZ			3	73	MH			
	SPT-11	16.50-16.95	27			90	34	56	-	86	CH			
	SPT-12	18.00-18.45	25			78	30	48	1	81	CH			
	SPT-13	19.80-20.25	22			57	31	26	1	69	MH			
	SPT-14	21.00-21.45	24			30	15	15	5	62	CL			
	SPT-15	22.50-22.76	20			35	28	7	11	42	SM			
	SPT-16	24.00-24.40	21			57	30	27	1	68	MH			
	SPT-18	29.00-29.09	7			-	NP	-	5	45	SM			
	SPT-19	30.50-30.76	8			-	NP	-	23	29	SM			
	SPT-21	34.00-34.25	8			-	NP	-	19	29	SM			
BIT-2	SPT-1	1.50-1.95	4			-	NP	-	41	22	GM			
	SPT-2	3.00-3.45	31			71	28	43	4	75	CH			
	UD-1	4.50-4.85	35			64	27	37	1	80	CH			
	SPT-3	4.85-5.30	32			77	30	47	3	85	CH			
	SPT-4	6.00-6.45	27			58	31	27	3	90	CH			
	SPT-5	7.90-8.35	25			53	30	23	-	69	MH			
	SPT-6	9.00-9.45	31			59	32	27	-	80	MH			
	SPT-7	10.50-10.95	17			37	20	17	3	56	CL			

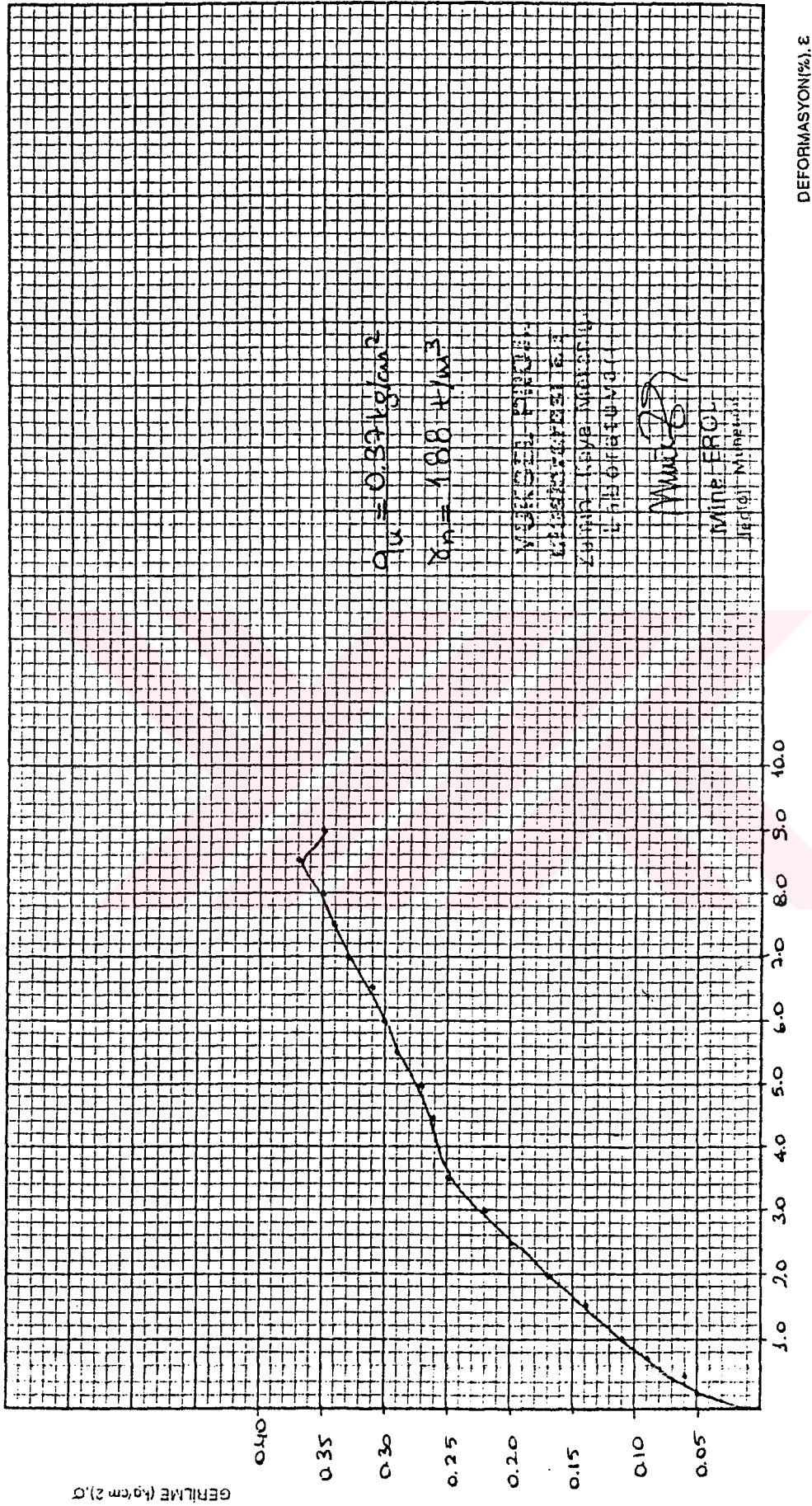
NUMUNE			W _n %	e _n	γ_n t/m ³	γ_s	ATTERBERG LİMİTLERİ			ELEK ANALİZİ		ZEMİN SINIFI (USC)	SERBEST BASINÇ DENEYİ kg/cm ²	UÇ EKSENLI BASINÇ DENEYİ	
SONDAJ NO	NUM NO	DERİNLİK (m)					LL	PL	PI	+4 %	-200 %			qu	C
BIT-2	SPT-8	12.30-12.75	19				45	21	24	-	99	CL			
	SPT-9	13.50-13.95	15				NUMUNESİ YETERSİZ			11	55	CL			
	SPT-10	15.25-15.70	8				-	NP	-	55	18	GM			
	SPT-11	16.50-16.95	15				29	15	14	10	42	SM			
	SPT-12	18.00-18.45	14				47	20	27	8	65	CL			
	SPT-13	19.90-20.35	28				61	30	31	1	85	CH			
	SPT-14	21.00-21.23	14				-	NP	-	26	37	SM			
	SPT-15	24.00-24.23	8				-	NP	-	15	38	SM			
BIT-3	SPT-1	1.50-1.95	25				55	27	28	7	72	CL			
	SPT-2	3.00-3.45	21				NUMUNESİ YETERSİZ			1	89	CL			
	SPT-3	4.50-4.95	22				51	24	27	5	80	CL			
	SPT-4	6.00-6.45	25				NUMUNESİ YETERSİZ			2	89	CL			
	SPT-5	7.50-7.95	36				NUMUNESİ YETERSİZ			-	94	CL			
	SPT-6	9.00-9.45	33				74	35	39	-	91	CH			
	SPT-7	10.50-10.95	30				59	31	28	3	64	MH			
	SPT-8	12.00-12.45	23				57	26	31	-	97	MH			
	SPT-9	13.50-13.95	22				61	32	29	11	47	SC			
	SPT-10	15.00-15.45	29				NUMUNESİ YETERSİZ			8	66	MH			

NUMUNE		W _n %	e _n	γ_n t/m ³	γ_s	ATTERBERG LİMİTLERİ			ELEK ANALİZİ		ZEMİN SINIFI (USC)	SERBEST BASINÇ DENEYİ q _u kg/cm ²	UÇ EKSENLİ BASINÇ DENEYİ C Ø kg/cm ² derece	
SONDAJ NO	NUM NO					LL	PL %	PI	+4 %	-200 %				
BIT-3	SPT-11	16.50-16.95	29			71	34	37	-	73	CH			
	SPT-12	18.00-18.45	27			NUMUNESİ YETERSİZ			1	52	CH			
	SPT-14	21.00-21.45	30			76	35	41	2	80	CH			
	SPT-15	22.50-22.75	15			NUMUNESİ YETERSİZ			1	51	CH			
	SPT-16	24.00-24.10	15			NUMUNESİ YETERSİZ			8	76	CH			
BIT-4	SPT-1	1.50-1.95	27			53	24	29	3	71	CH			
	UD-1	2.50-3.00	29	1.88		60	28	32	1	79	CH	0.37		
	SPT-3	4.50-4.95	24			66	30	36	3	72	CH			
	SPT-4	6.00-6.45	11			-	NP	-	54	19	GM			
	SPT-6	9.00-9.45	25			NUMUNESİ YETERSİZ			2	88	CH			
	SPT-8	12.00-12.45	14			32	16	16	7	58	CL			
	SPT-9	13.50-13.95	28			75	31	44	-	91	CH			
	SPT-11	16.50-16.95	15			NUMUNESİ YETERSİZ			-	49	SM			
	SPT-12	18.00-18.21	19			81	27	54	10	70	CH			
	SPT-13	19.50-19.72	14			-	NP	-	5	40	SM			
	SPT-14	21.00-21.45	12			52	20	32	17	38	SC			
BIT-5	SPT-1	1.50-1.95	19			NUMUNESİ YETERSİZ			12	52	CH			

[illegible]



SERBEST BASINÇ DENEYİ





YÜKSEL PROJE ULUSLARARASI A.Ş.
ZEMİN MEKANİĞİ LABORATUVARI

PROJE ADI: BOLDARALI (TAŞALTI)
SONDAJ NO: B.T.6
NUMUNE NO: UD.2
DERİNLİK: 5.50-6.00

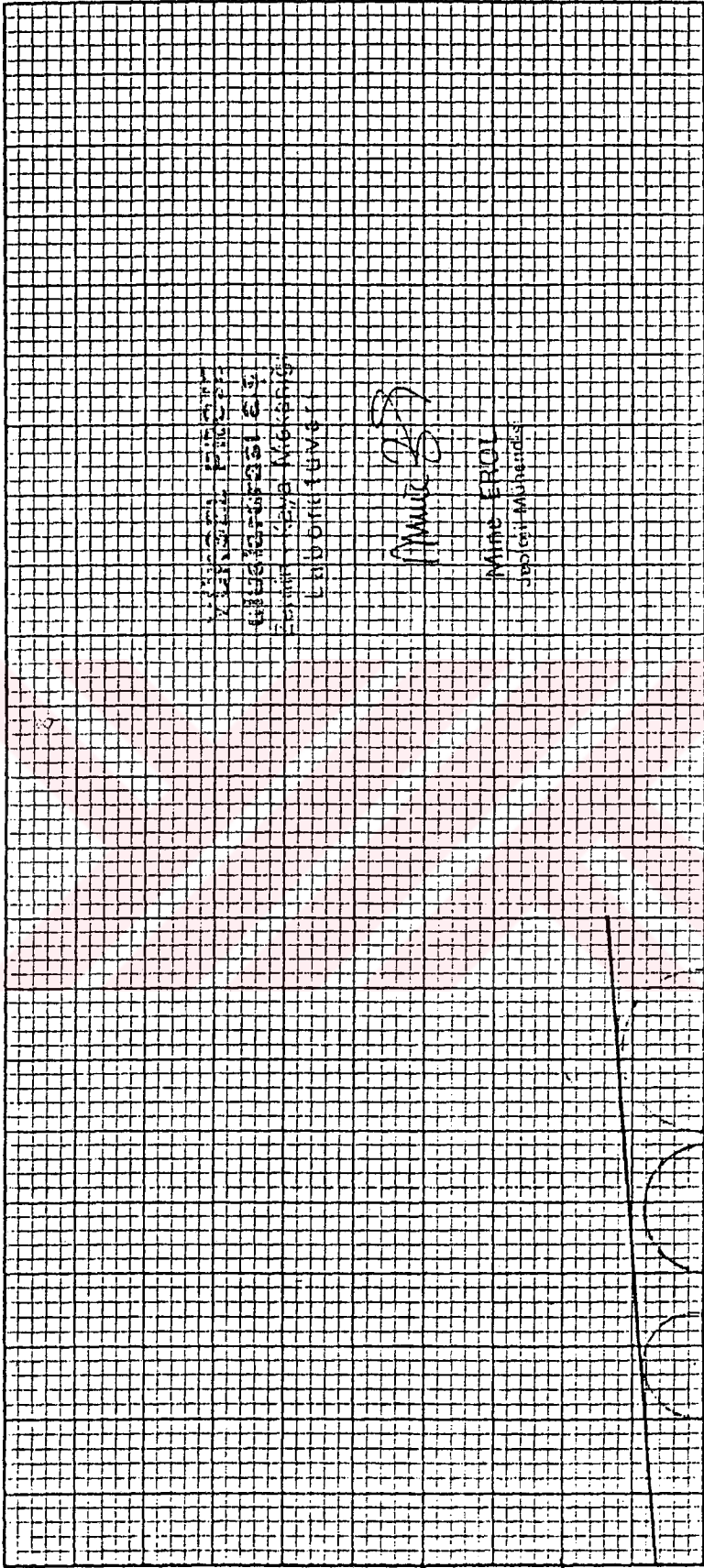
ÜÇEKSENLİ BASINÇ DENEYİ

C: 32 KN/m²

Ø: 5 derece

Hücre Basıncı	$\sigma_1 - \sigma_3$	σ_3	σ_1
100	75	100	175
200	90	200	290
300	114	300	414

KAYMA GERİLMESİ (KN/m²)



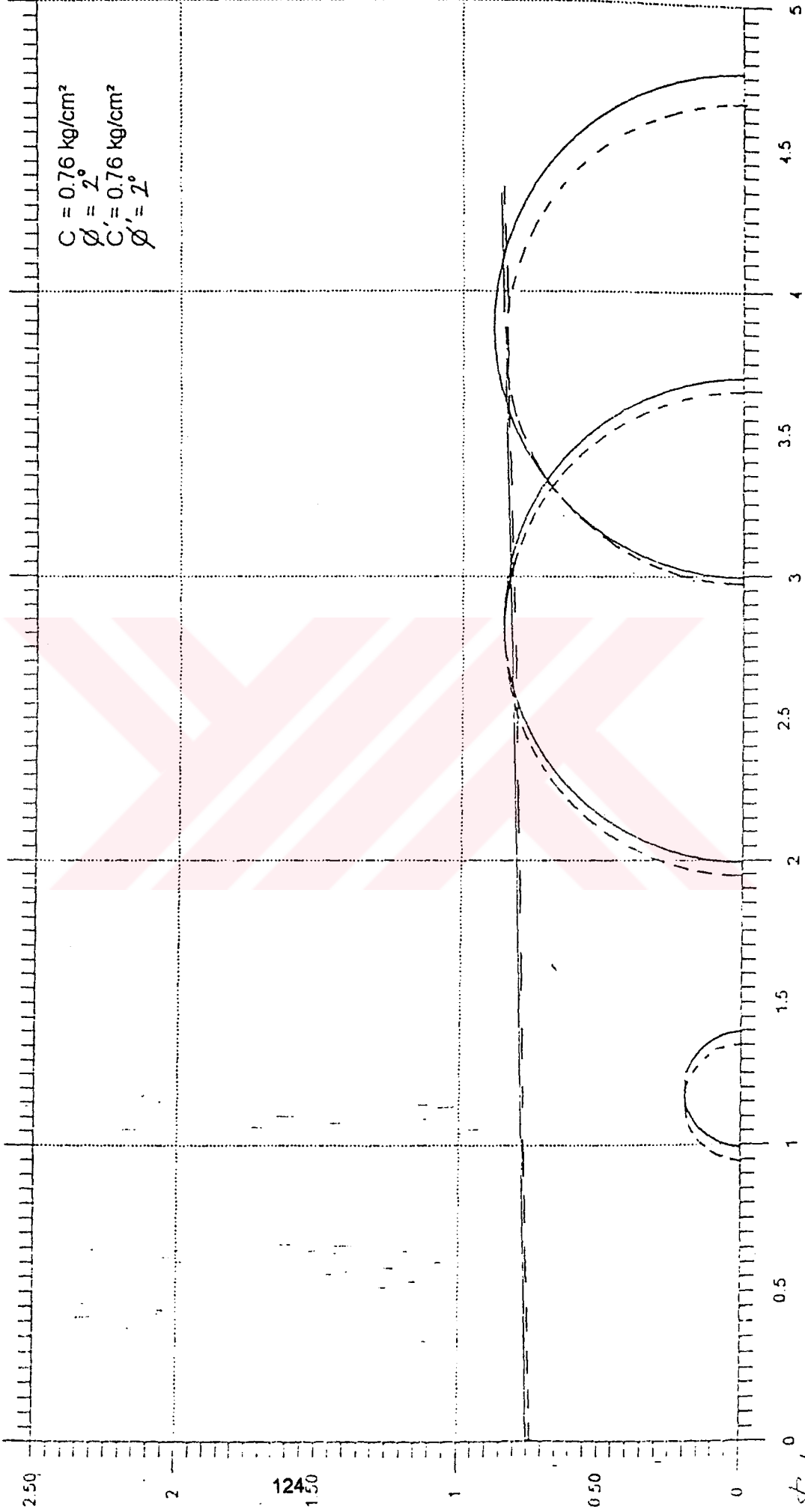
NORMAL GERİLME (KN/m²)

NUMUNE			W _n %	γ_n t/m ³	γ_s t/m ³	Atterberg Limitleri		Elek Analizi		ÜÇ EKSENİLİ BASINÇ (UU)		ÜÇ EKSENİLİ BASINÇ (CU)		DİREKT KESME (Reziüel)			KONSOLIDASYON
Sonda No.	Num. No.	Derinlik m.				LL	PL	+4 %	-200 %	Zem. Sin.	W %	c kg/cm ²	ϕ (°)	W %	c _p kg/cm ²	ϕ_p (°)	
B3K6	UD2	7.00-7.50	36.1	1.869 1.823	2.706	40	22	18	-	83	32	0.25	8	30	0	25	+
B3K5	UD1	4.00-4.50	35.5	1.861 1.867	2.717	43	22	31	-	87	34	0.14	0	27	0.09	17	+
B3K14B	UD1	10.90-11.25	28.5	1.988 2.002	2.811	47	21	26	-	97	23	0.55	7	27.3	0.07	15	+
B3K16	UD1	2.50-3.00	38	1.850	2.843	69	21	48	1	79	30	0.5	10	30	0.5	10	+
B3B1	UD1	3.00-3.40				69	24	45	-	87	CH			37	0.22	15	
B3B4	UD1	7.50-7.80				56	24	32	1	90	CH			24	0.23	13	
B3B5	UD1	6.00-6.30	17.5			54	24	30	-	94	CH				0	6	
B3T1	UD2	6.00-6.40	34			58	26	32	7	52	CH	*			*		
B3T1	UD3	15.00-15.45	25	1.957	2.725	50	30	20	17	53	CH			27	0.76	2	+
B3T1	UD4	19.50-19.80	28.6			56	20	36	-	72	CH				0.76	2	
B3T2	UD2	7.50-7.90	32.4	1.883 1.914	2.650	59	28	31	-	74	33	0.47	22	34	0.05	24	+
B3T2	UD3	12.00-12.30	16		2.515	44	19	25	-	99	CL				0	27	+
B3T2	UD4	15.00-15.25	20.5			54	21	33	-	92	CH	*			*		
B3K1	UD2	7.50-7.90	21.5	2.073 2.092	2.717	38	19	19	1	72	CL	0.70	0	16	0	23	+
B3K1	UD3	10.50-10.85													*		*

* Numune yetersiz olduğundan deney numunesi alınmadı.

ÜÇ EKSENLİ BASINÇ DENEYİ (DENEY TİPİ : CU)

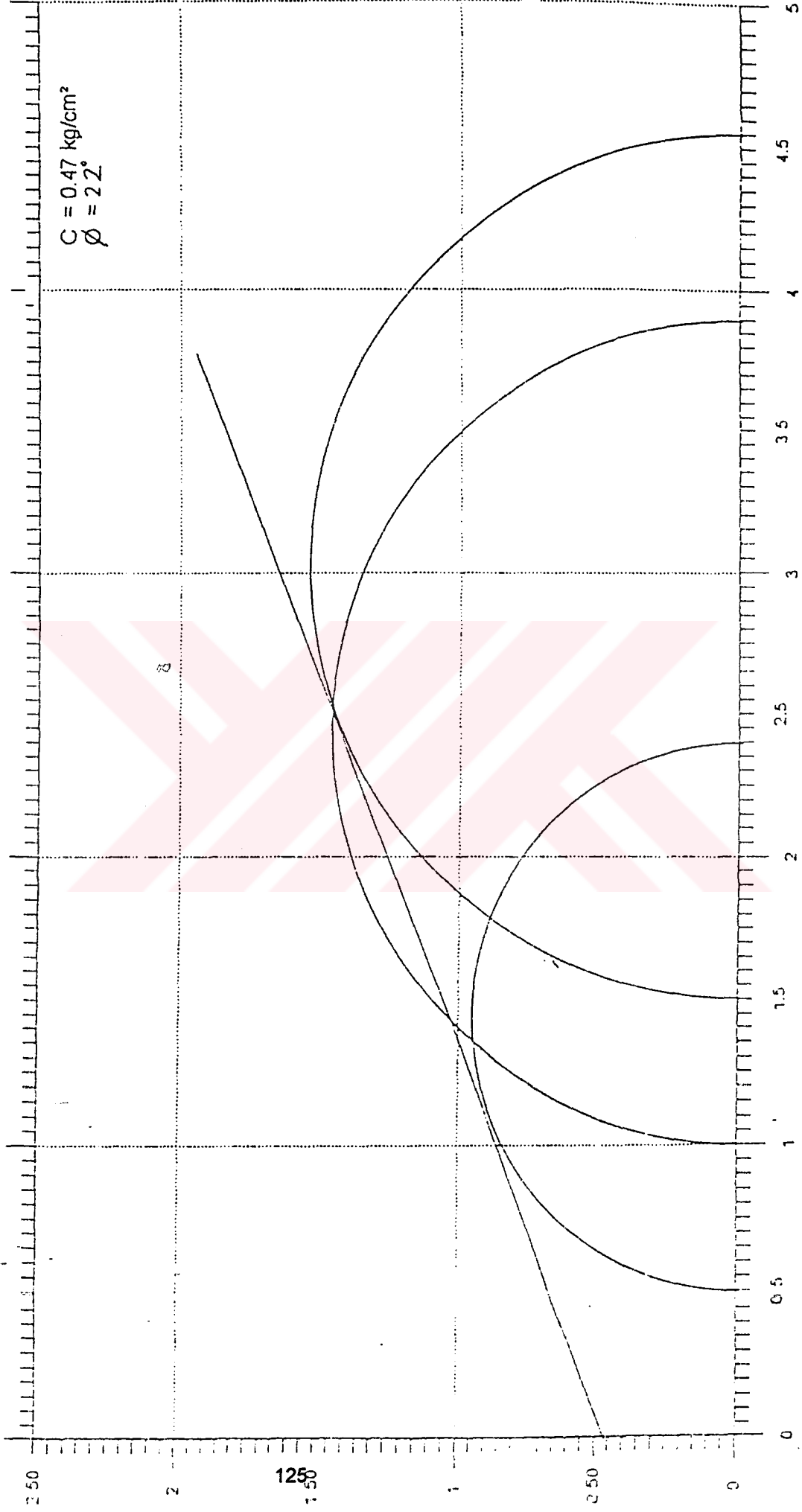
Sondaj No : BIT-1
Numune No : UD-3
Derinlik : 15.00-15.45m



Notlar

ÜÇ EKSENLİ BASINÇ DENEYİ (DENEY TİPİ : UU)

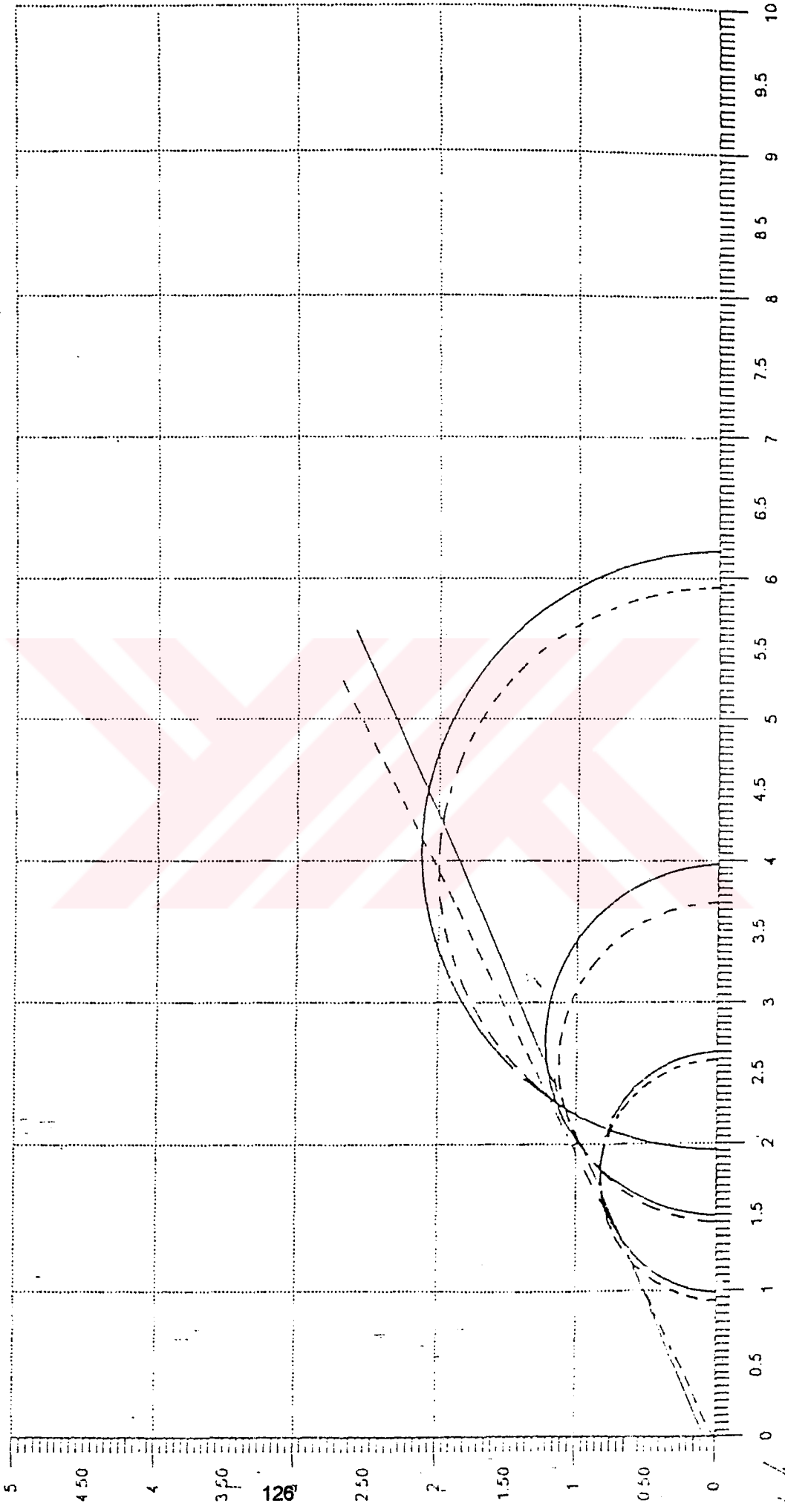
Sondaj No : BİT-2
Numune No : UD-2
Derinlik : 7.50-7.90m



ÜÇ EKSENLİ BASINÇ DENEYİ (DENEY TİPİ : CU)

Sondaj No : BLT-2
Numune No : UD-2
Derinlik : 7.50-7.90m

$C = 0.09 \text{ kg/cm}^2$
 $\phi = 24^\circ$
 $C' = 0 \text{ kg/cm}^2$
 $\phi' = 27^\circ$

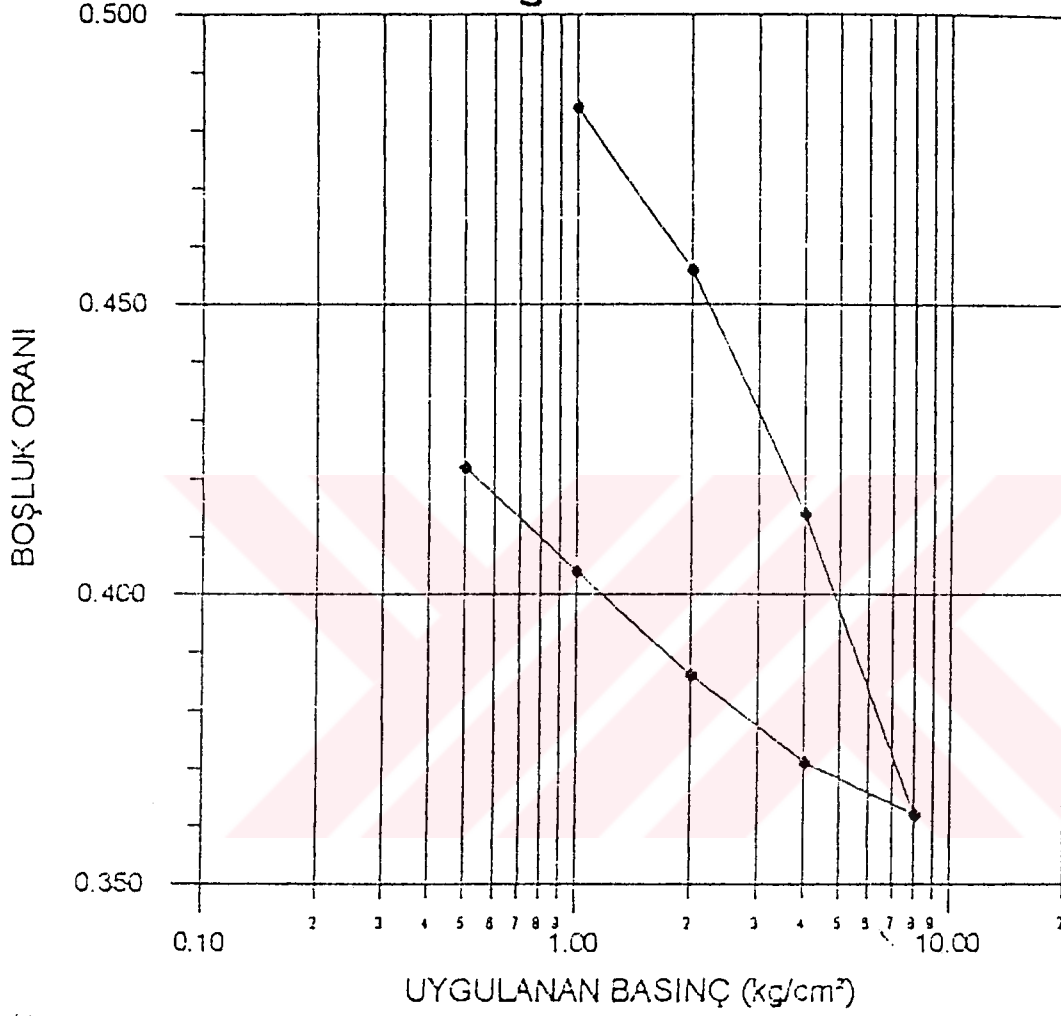


10.11.

KARAYOLLARI GENEL MÜDÜRLÜĞÜ
TEKNİK ARAŞTIRMA DAİRESİ BAŞKANLIĞI
ZEMİN MEKANİĞİ ve TÜNELLER ŞB. MDL.
ZEMİN MEKANİĞİ LABORATUVARI

PROJE :BOLU DAĞI
SONDAJ NO : BJT-1
NUMUNE NO : UD-3
DERİNLİK : 15.00-15.45m.

e - logP GRAFİĞİ



$G_s = 2.725$
 $e_0 = 0.492$

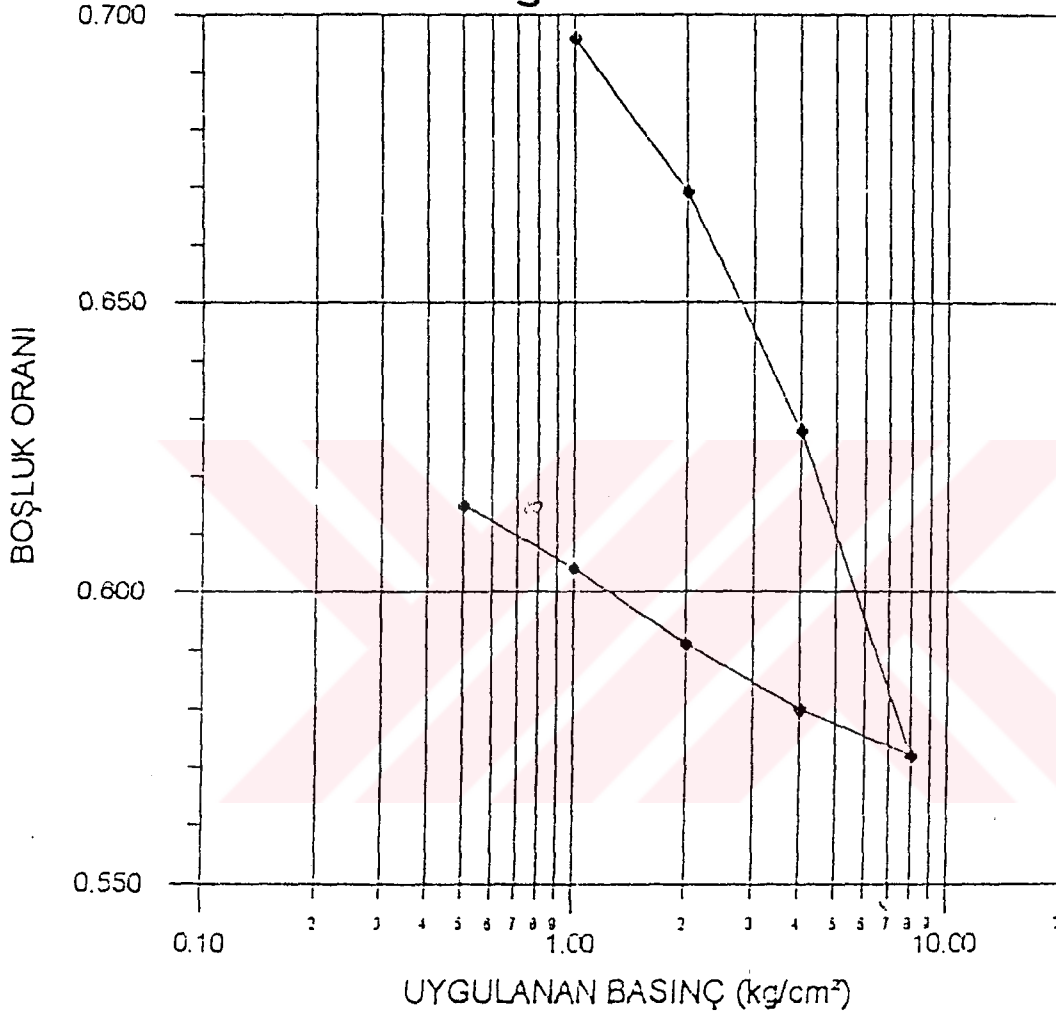
Basınç Kademesi (kg/cm²)	0.45	1.00	2.00	4.00	8.00
m_v (Hac. Sık. Kat.) (cm³/kg)	0.010	0.019	0.014	0.009	
c_v (10^{-3}) (cm²/sn)	$c_{v(0)}$ 0.4	0.4	0.3	0.2	
Konsolidasyon Katsayısı	$c_{v(0)}$ 2.1	3.1	1.5	-	

Handwritten signature/initials

KARAYOLLARI GENEL MÜDÜRLÜĞÜ
TEKNİK ARAŞTIRMA DAİRESİ BAŞKANLIĞI
ZEMİN MEKANİĞİ ve TÜNELLER ŞB. MDL.
ZEMİN MEKANİĞİ LABORATUVARI

PROJE :BOLU DAĞI
SONDAJ NO : 8IT-2
NUMUNE NO : UD-2
DERİNLİK : 7.50-7.90m.

e - logP GRAFİĞİ



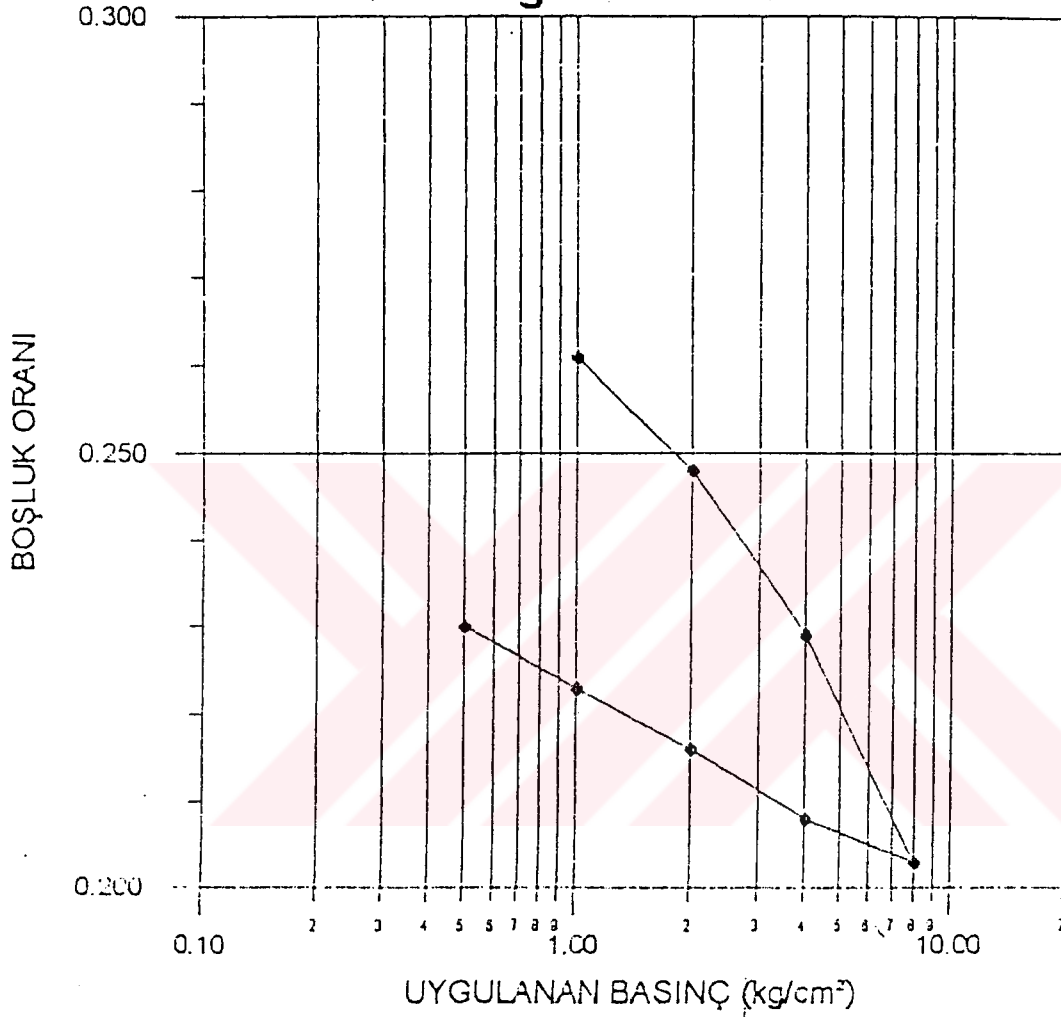
$G_s = 2.560$
 $e_0 = 0.708$

Basınc Kademesi (kg/cm²)	0.46	1.00	2.00	4.00	8.00
m_v (Hac. Sık. Kat.) (cm³/kg)	0.013	0.016	0.012	0.009	
c_v (10⁻³) (cm²/sn)	c_{v-0}	-	-	-	1.1
Konsolidasyon Katsayısı	c_{v-0}	10.5	3.6	4.3	2.3

KARAYOLLARI GENEL MÜDÜRLÜĞÜ
TEKNİK ARAŞTIRMA DAİRESİ BAŞKANLIĞI
ZEMİN MEKANİĞİ ve TÜNELLER ŞB. MDL
ZEMİN MEKANİĞİ LABORATUVARI

PROJE :BOLU DAĞI
SONDAJ NO : BİT-2
NUMUNE NO : UD-3
DERİNLİK : 12.00-12.30m.

e - logP GRAFİĞİ



$G_s = 2.515$
 $e_0 = 0.264$

Basınç Kademesi (kg/cm ²)	0.75	1.00	2.00	4.00	8.00
m_v (Hac. Sık. Kat.) (cm ³ /kg)	0.009	0.011	0.008	0.005	
c_v (10 ⁻³) (cm ² /sn)	c_{v50}	-	-	-	-
Konsolidasyon Katsayısı	c_{v30}	2.3	4.7	5.7	3.7



YÜKSEL PROJE A.Ş.

Zemin Mekaniği Laboratuvarı

Soil Mechanics Laboratory

Konsolidasyon Deneyi
Consolidation Test

Borehole No

Depth

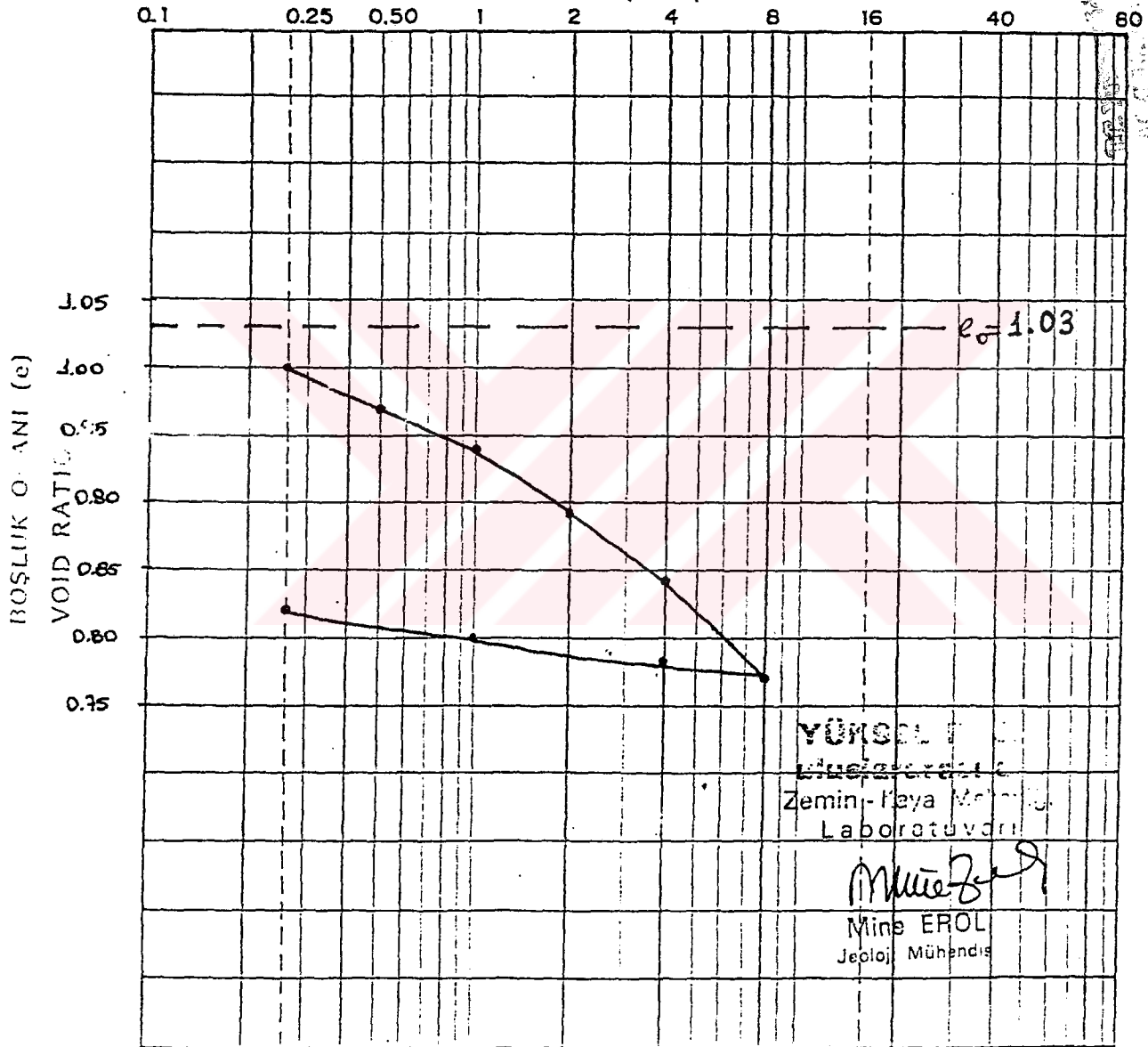
Sondaj No : SK-17 Derinlik : 11.50-12.00

Sample No

Date

Numune No : UD-2 Tarih : .../.../1990

TATBİK EDİLEN BASINÇ P (kg/cm²)
APPLIED PRESSURE



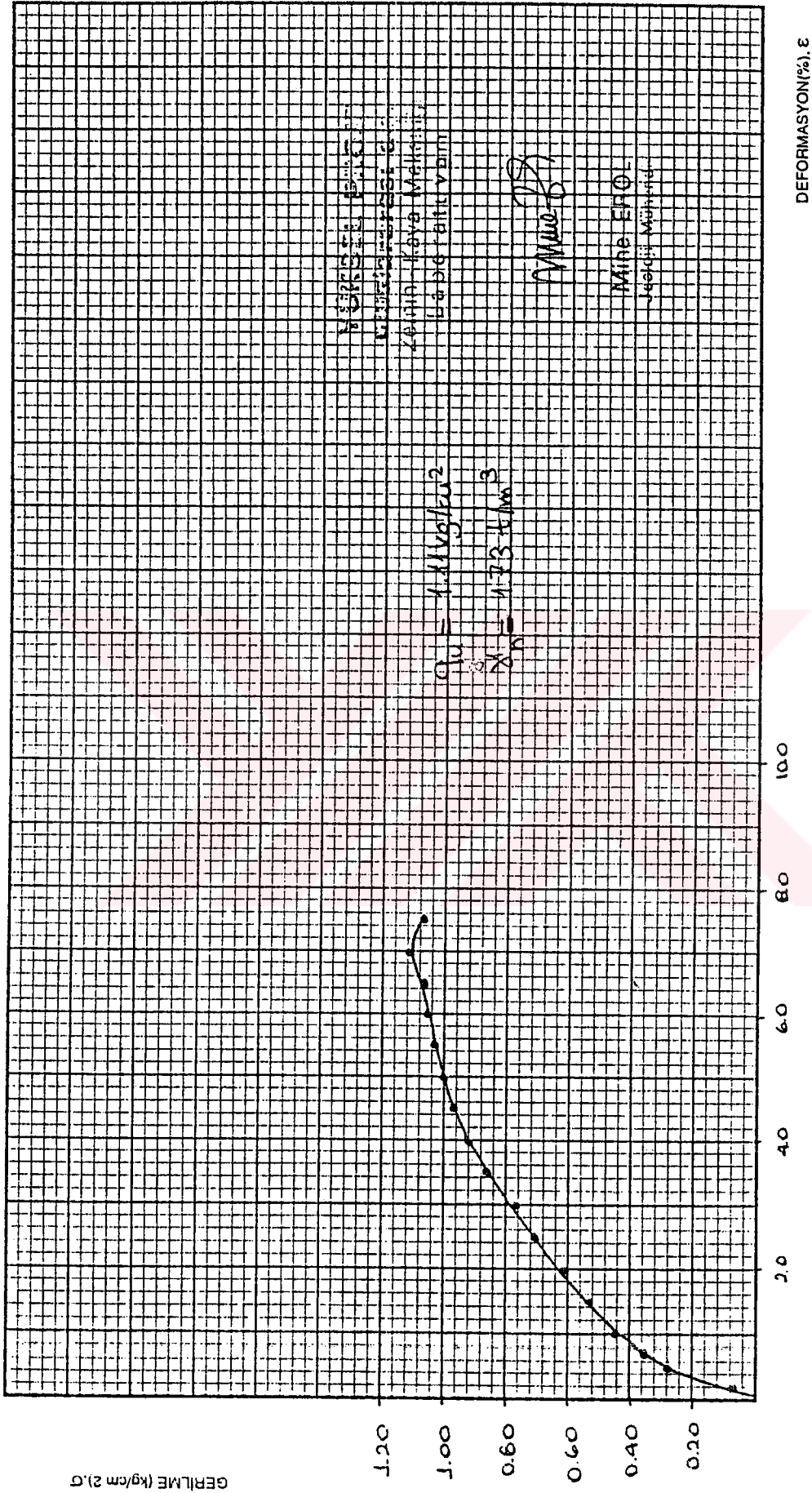
Pressure	0.25	0.50	1.0	2.0	4.0	8.0	16.0	32.0	kg/cm ²
10 ⁻³	59.1	60.0	30.5	25.8	13.2	9.5			cm ² /kg
10 ⁻³	3.0	2.1	1.4	2.1	1.1	0.6			cm ² /sn



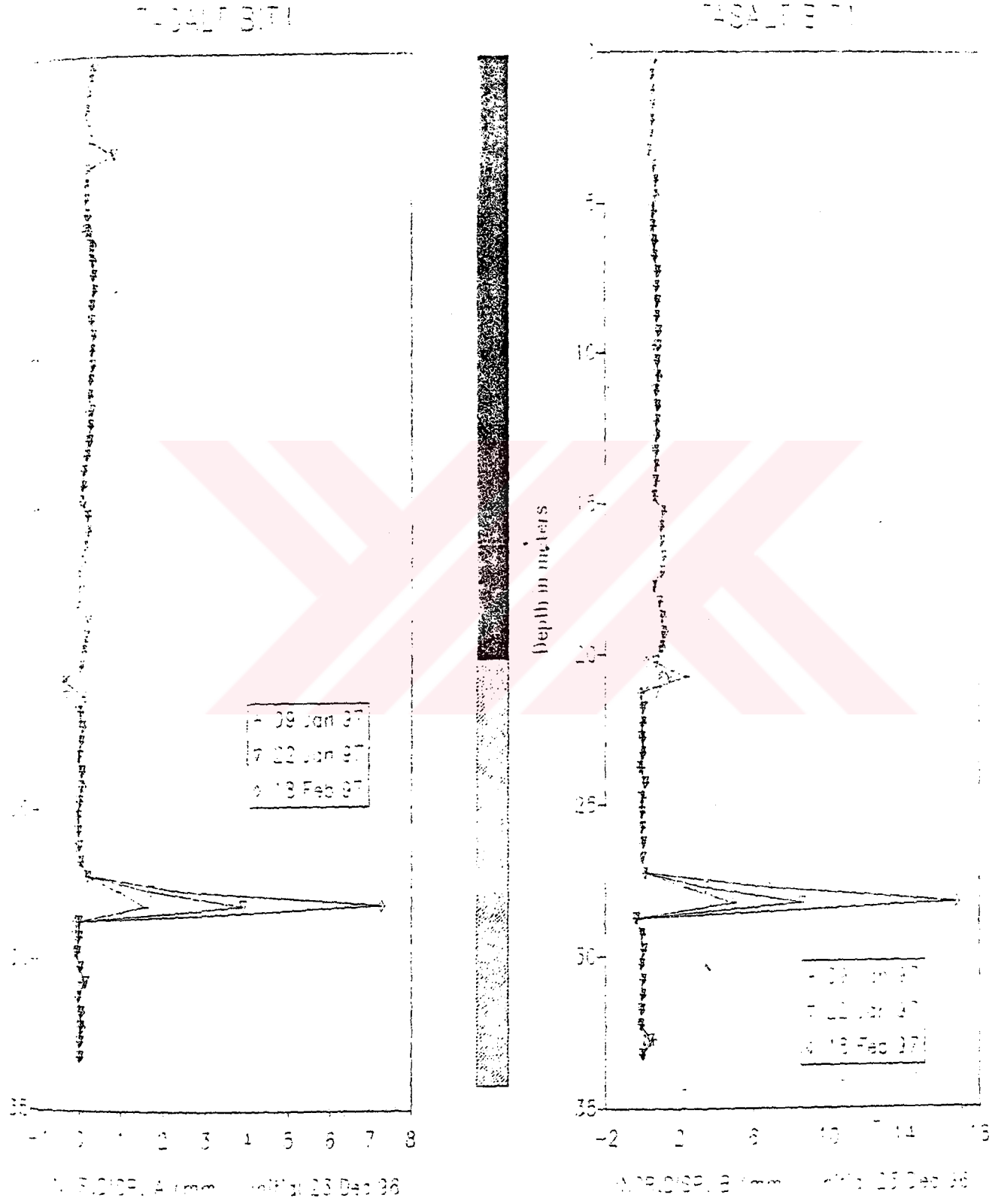
YÜKSEL PROJE ULUSLARARASI A.Ş.
ZEMİN MEKANİĞİ LABORATUVARI

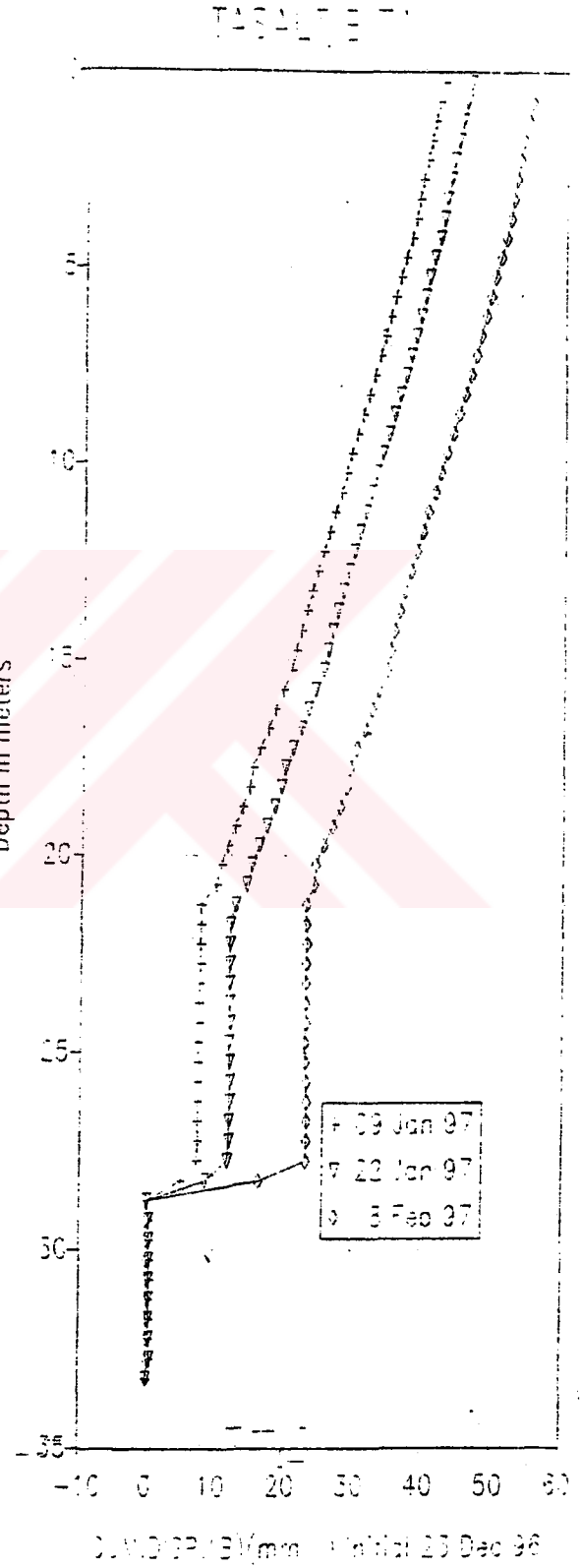
SERBEST BASINÇ DENEYİ

PROJE ADI : BOLDUĞASI (TASALTI)
SONDAJ NO : B1T-6
NUMUNE NO : UD-2
DERİNLİK : 5.50 6.00

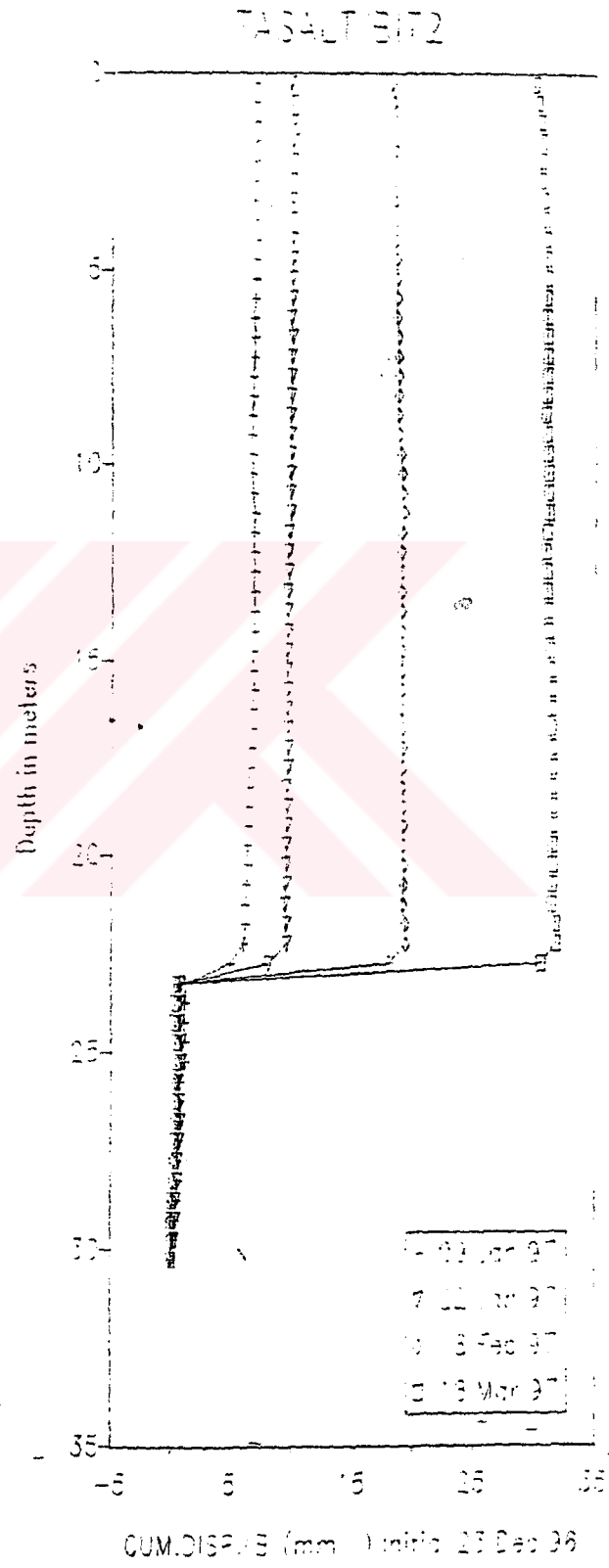
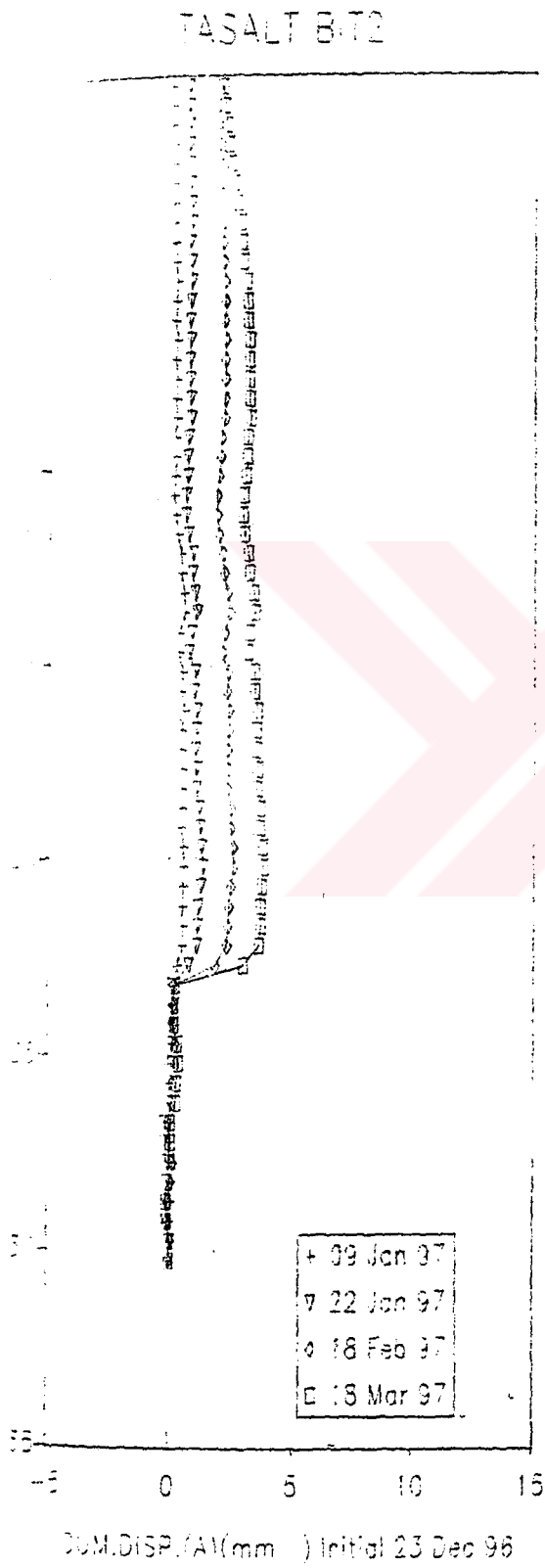


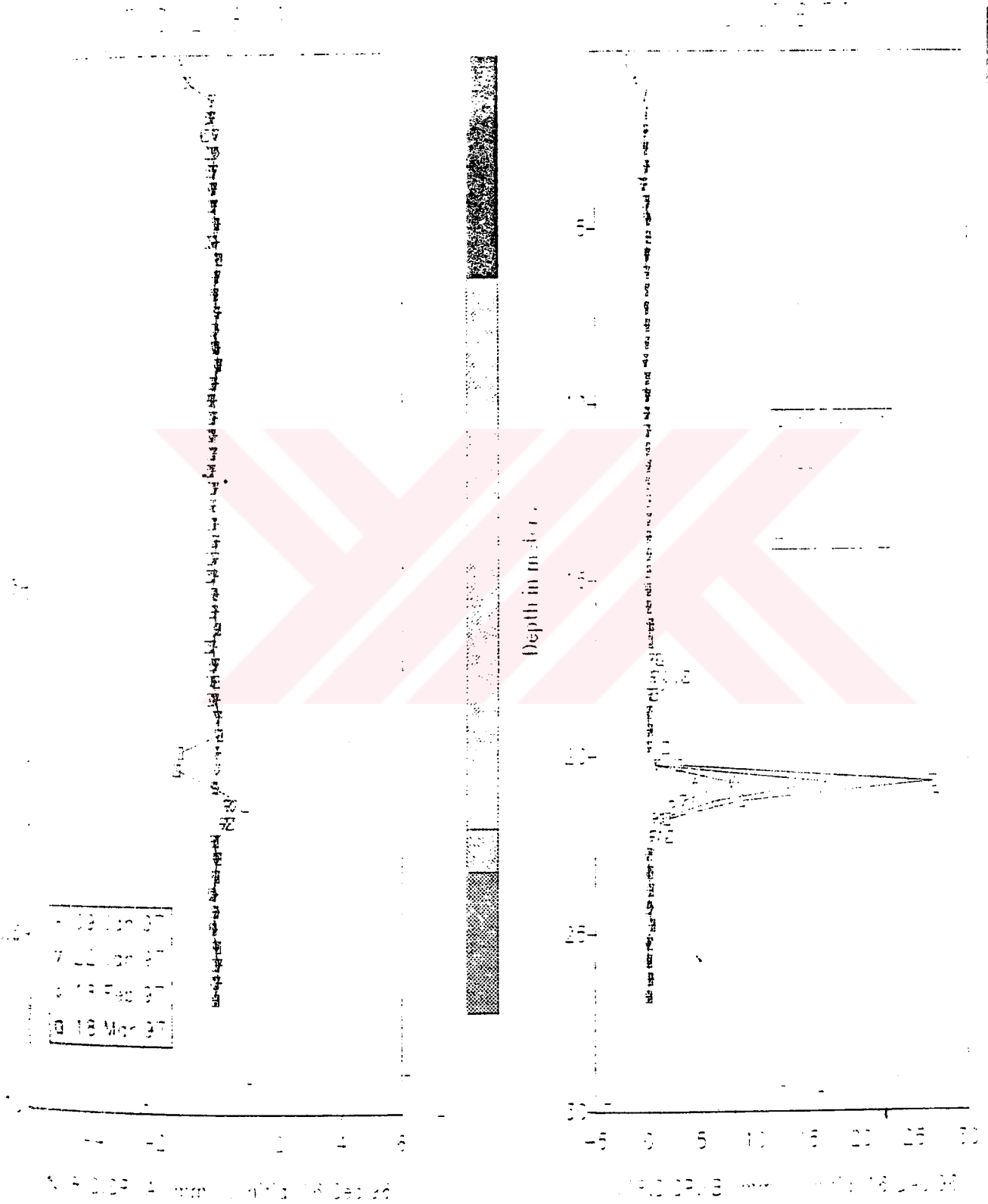
EK-I

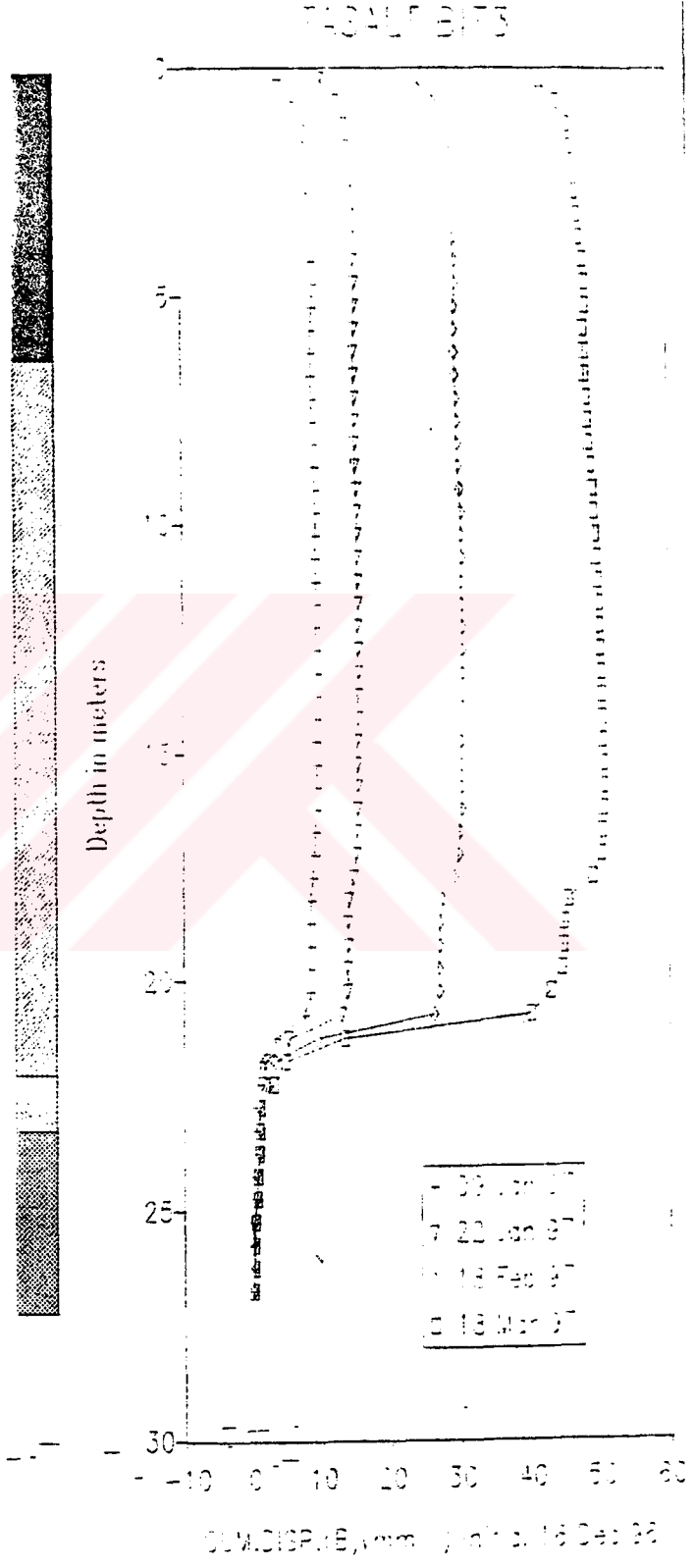
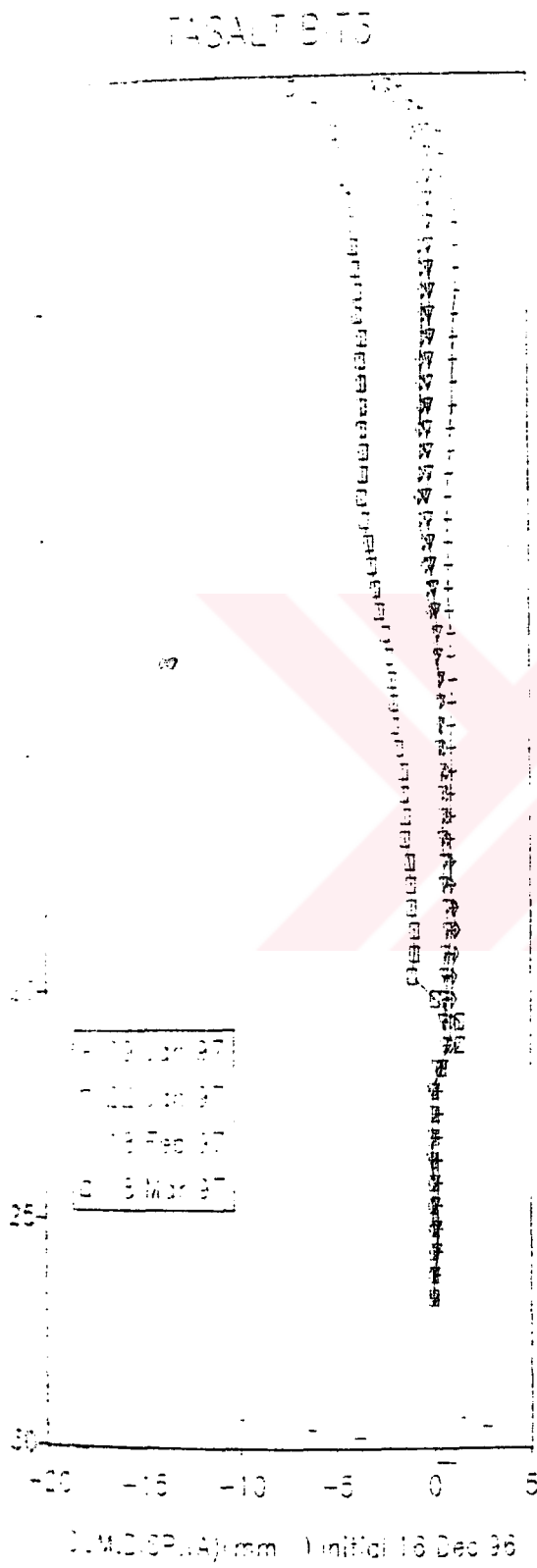


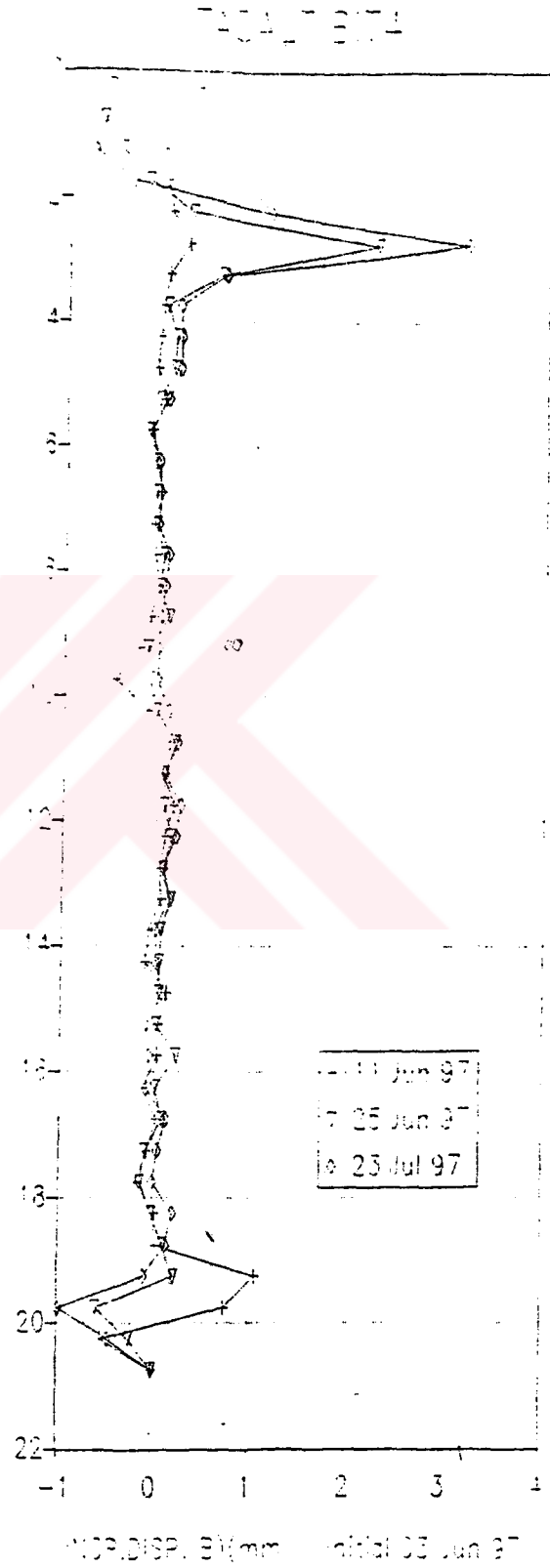




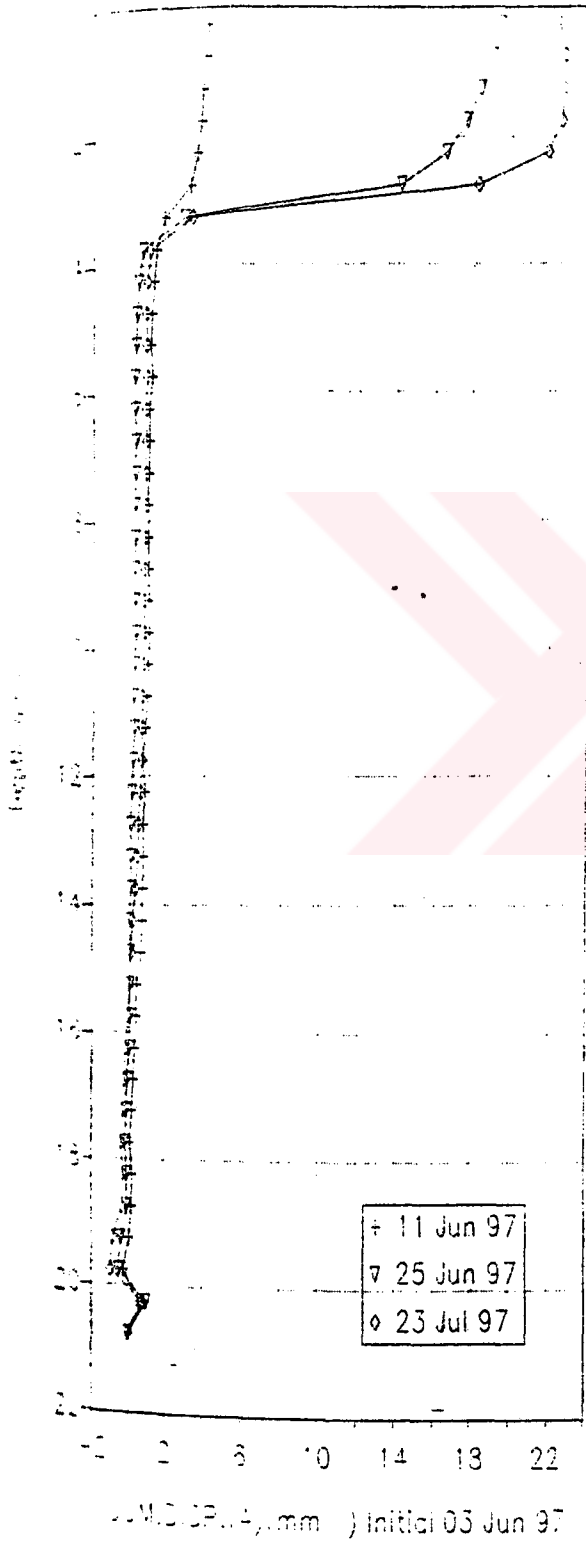






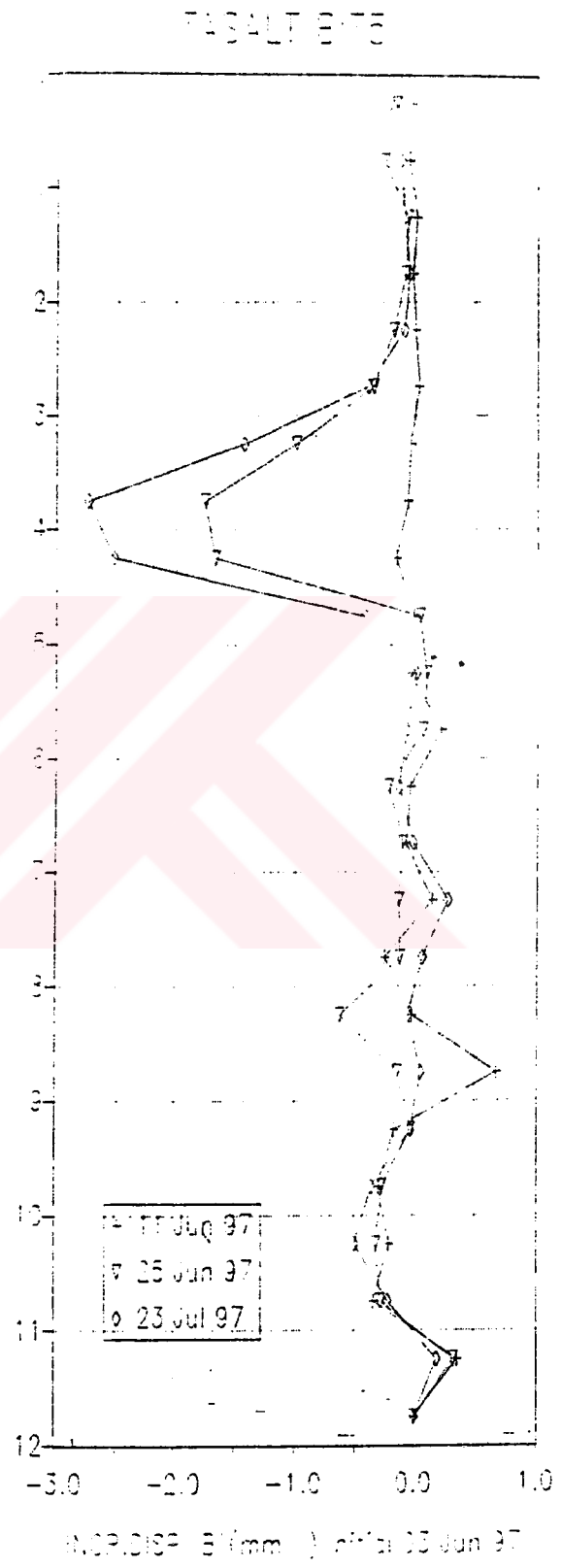
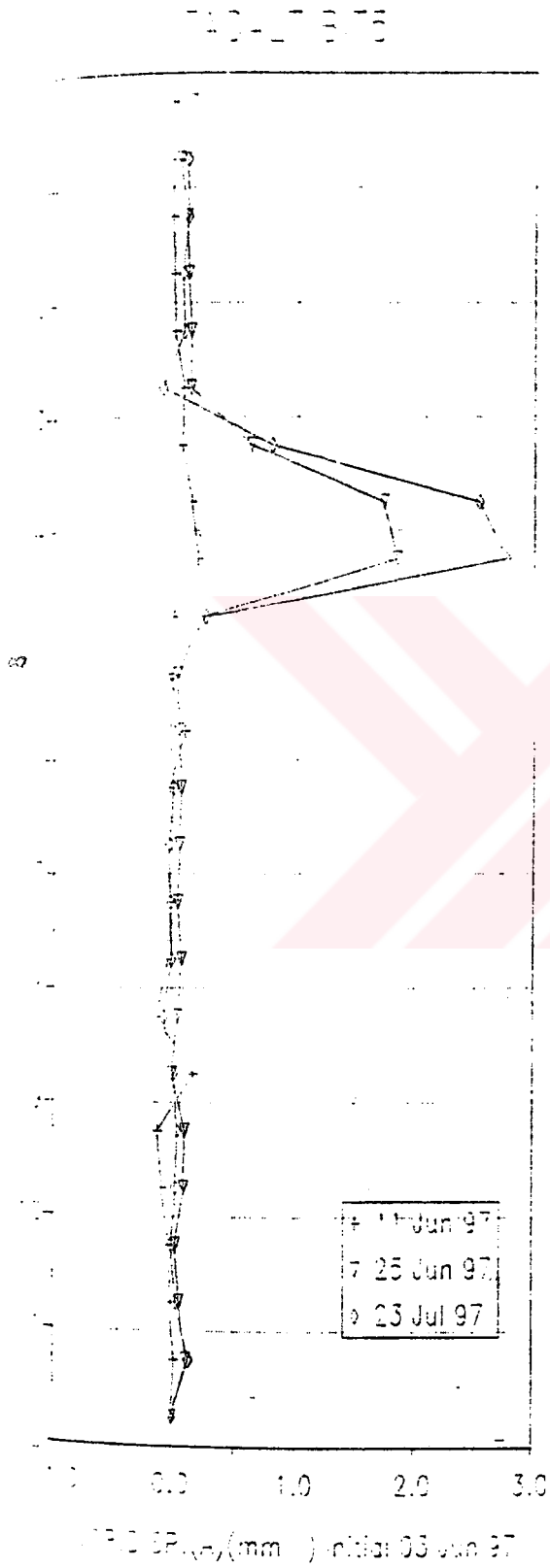


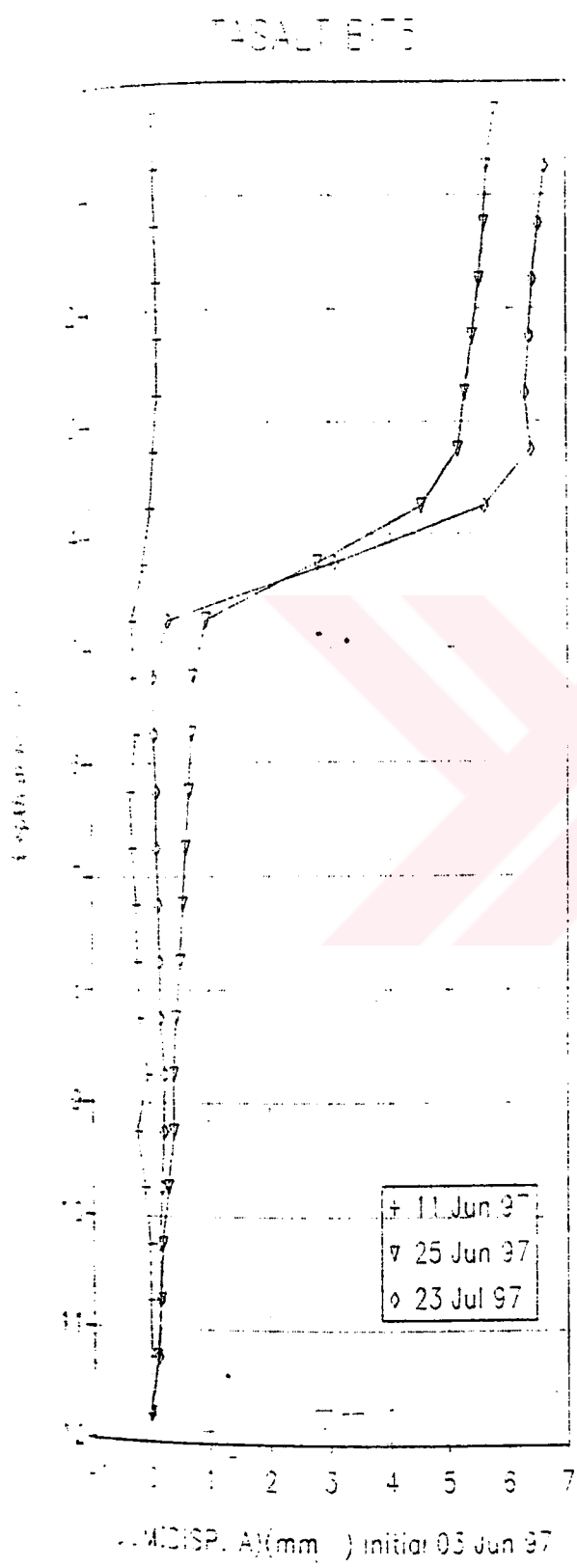
TASALT BİT 1



TASALT BİT 1







ÖZGEÇMİŞ

Zeki Serhat Işın, 1972 yılında Ankara 'da doğmuş, ilk öğrenimini Bolu'da tamamlamıştır. Orta ve lise eğitimini Ankara Özel Yükseliş kolejinde 1990 yılında tamamlayarak mezun olmuştur. 1990 yılında İstanbul Teknik Üniversitesi Maden Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümüne girmiş, 1995 yılında üniversiteden mezun olmuştur. 1995 yılında İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilimdalı, Mühendislik Jeolojisi Yüksek Lisans Programına girmeye hak kazanmıştır. 1996 yılı Kış yarıyılından itibaren kendi bölümüyle ilgili dersleri almaya başlamıştır. Mayıs 1997-Ocak 1999 arasında D-100 Karayolu, Boludağı Geçişi projesinde arazi mühendisi ve üstyapı sorumlusu olarak çalışmış ve bu sırada Taşaltı Heyelanı konusunda yüksek lisans tezini hazırlamıştır.