

**DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**BİR YOLCU İSKELESİNİN PERFORMANS**  
**DEĞERLENDİRMESİ:**  
**BODRUM İSKELESİ ÖRNEĞİ**

**Mehmet Bülent KÖSE**

**Aralık, 2012**

**İZMİR**

**BİR YOLCU İSKELESİNİN PERFORMANS  
DEĞERLENDİRMESİ:  
BODRUM İSKELESİ ÖRNEĞİ**

**Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**

**Yüksek Lisans Tezi**

**Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Anabilim Dalı, Kıyı Mühendisliği Programı**

**Mehmet Bülent KÖSE**

**Aralık, 2012**

**İZMİR**

## YÜKSEK LİSANS TEZİ SINAV SONUÇ FORMU

MEHMET BÜLENT KÖSE tarafından DOÇ. DR. GÜRKAN ÖZDEN yönetiminde hazırlanan “BİR YOLCU İSKELESİNİN PERFORMANS DEĞERLENDİRMESİ: BODRUM İSKELESİ ÖRNEĞİ” başlıklı tez tarafımızdan okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.



Doç. Dr. Gürkan ÖZDEN

Danışman

Yrd. Doç. Dr. Okan ÖNAL



Jüri Üyesi

Prof. Dr. Doğan YAŞAR



Jüri Üyesi



Prof. Dr. Mustafa SABUNCU

Müdür

Fen Bilimleri Enstitüsü

## TEŞEKKÜR

2005 yılında yapımına başlanan ve inşaatı süresince denetleme görevinde bulunduğum Muğla, Bodrum Yolcu Limanı ve Kruvaziyer Gemi Yanaşma İskelesi Projesi kapsamında gerçekleştirmiş olduğum bu tez çalışmasında bana her adımda yol gösteren, kişiliği, mesleki bilgisi ve meslek ahlakı ile meslek hayatımın geri kalanında bana en değerli örneği oluşturmuş olan değerli Hocam Doç. Dr. Gürkan ÖZDEN'e benim için harcadığı emek ve tez çalışmalarım esnasında gösterdiği sonsuz sabır için teşekkürü borç biliyor ve saygılarımı sunuyorum.

Çalışmalarım süresince derin mühendislik bilgisi ile uzunca bir süre bana destek olan, hemen her teknik sorumunda katkı sağlayan, çalışma ahlakı ve disiplini ile örnek ve mevcut mühendislik bilgimi fazlasıyla arttırmama vesile olan değerli meslektaşım sevgili Abidin Levent TÜRKBEN'e ve Arş. Gör. Özgür BOZDAĞ'a teşekkür ederim.

Ayrıca, yirmidört yıllık kadim dostum, üniversite arkadaşım ve meslektaşım sevgili Ali ÖZKAYNAK'a tez çalışmam süresince sağladığı teorik bilgi ve kaynak araştırması desteği için teşekkür ederim.

Mehmet Bülent KÖSE

# BİR YOLCU İSKELESİNİN PERFORMANS DEĞERLENDİRMESİ: BODRUM İSKELESİ ÖRNEĞİ

## ÖZ

Bu çalışmada; ülkemiz turizm ve ulaştırma sektörü hedeflerinin uzun vadede sağlanması politikaları kapsamında önemli yer tutan yolcu ve yük limanlarının ayrılmaz unsuru ve kruvaziyer ve yük gemisi yanaşma iskelelerinden biri olan, Muğla Bodrum Yolcu Limanı Kruvaziyer Gemi Yanaşma İskelesinin performans analizi, T.C. Ulaştırma Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı Altyapı Yatırımları Genel Müdürlüğü'nün 2008 yılında yayımlanmış olduğu Deprem Teknik Yönetmeliği'nde yer alan hususlar çerçevesinde incelenmiştir.

Bu amaçla; söz konusu yapının zemin durumu, yapıyı oluşturan elemanlar ve yapının bulunduğu bölgedeki iklim ve çevre konuları irdelenmiş, yapı modeli SAP2000 ve ENSOFT yazılımları ile oluşturulmuş, iskele kazıklarının lineer olmayan davranışı ve kesitlerin moment-eğrilik ilişkisi XTRACT programı ile incelenmiştir. Elde mevcut ve yazılımlardan sağlanan bilgiler yardımıyla, yapı T.C. Ulaştırma Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı Altyapı Yatırımları Genel Müdürlüğü Deprem Teknik Yönetmeliğinin zorunlu kıldığı koşullar altında incelenmiş ve elde edilen veriler tezin sonuç ve öneriler kısmında verilmiştir.

Bu çalışma ile söz konusu yapının deprem performansının incelenmesi konusunda bir uygulama örneği verilmesine ve aynı zamanda model analizlerinden elde edilen sonuçların irdelenmesi yoluyla Altyapı Yatırımları Genel Müdürlüğü Deprem Teknik Şartnamesi'ne teknik mahiyette katkı sağlanmaya çalışılmıştır.

**Anahtar sözcükler:** Performans, FEMA, liman, kazıklı iskele, pushover, artımsal itme, aygm, dlh, kıyı yapıları, iskele, kruvaziyer.

# **PERFORMANCE ASSESMENT OF A PASSENGER WHARF: BODRUM PASSENGER WHARF**

## **ABSTRACT**

This study encloses to analyse the earthquake performance of a wharf which is one of the most important coastal structures of Turkey, Bodrum Bending Wharf. This analysis is realised by the use of a regulation related eartquake forces on coastal structures, that is approved by The Turkish Ministry of Transport.

For this purpose, it was studied on beams, soil properties and pipe of that structure and a real model of that was designed on cad platforms like SAP 2000, XTRACT and ENSOFT and this wharf was analysed by these softwares due to the regulations of The Ministry and so the results were given at the end of this study.

Thus it was tried to create a procedure on Performas Analysis Of Coastal Structures and at the same time the resulted information on this wharf had satisfied for determining how to describe a damage on coastal structures.

**Keywords:** Performance, FEMA, wharf, harbor, pushover, aygm, dlh, coastal structures, bending.

## İÇİNDEKİLER

	Sayfa
YÜKSEK LİSANS TEZİ SINAV SONUÇ FORMU.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
ÖZ.....	iv
ABSTRACT.....	v
<b>BÖLÜM BİR – GİRİŞ.....</b>	<b>1</b>
1.1 Giriş.....	1
1.2 Tezin Amacı.....	2
1.3 Tez Çalışmasının Kapsamı.....	2
1.4 Analiz Yöntemleri.....	5
<b>BÖLÜM İKİ – KIYI YANAŞMA YAPILARININ PERFORMANS DEĞERLENDİRMESİ.....</b>	<b>7</b>
2.1 Giriş.....	7
2.2 Mevcut Yönetmelik Işığında Performans Değerlendirme Yöntemleri.....	8
2.2.1 Deprem İvme Spektrumlarının Elde Edilmesi.....	9
2.2.2 Artımsal Eşdeğer Deprem Yüğü İle Analiz Metodu.....	12
2.2.3 Deplasman Taleplerinin Hesaplanması.....	17
2.2.4 Kıyı Yanaşma Yapıları İçin Tanımlanan Performans Seviyeleri.....	18
2.2.4.1 Minimum Hasar Performans Seviyesi (MH).....	19
2.2.4.2 Kontrollü Hasar Performans Seviyesi (KH).....	19
2.2.4.3 İleri Hasar Performans Seviyesi (İH).....	19
2.2.4.4 Göçme Hasarı Durmu (GH).....	19

2.2.5 Kıyı Yanaşma Yapıları İçin Performans Hedefleri ve Yapıların Sınıflandırılması.....	20
2.2.5.1 Özel Yapılar.....	20
2.2.5.2 Normal Yapılar.....	20
2.2.5.3 Basit Yapılar.....	21
2.2.5.4 Önemsiz Yapılar.....	21

## **BÖLÜM ÜÇ – BODRUM YOLCU İSKELE YAPISININ PERFORMANSININ DEĞERLENDİRİLMESİ..... 22**

3.1 Giriş.....	22
3.2 Performans Değerlendirilmesinde İzlenen Hesap Yöntemi.....	22
3.3 İskele Yapısının Çözümü.....	24
3.3.1 İskele Yapısına İlişkin Bilgiler.....	24
3.3.1.1 İskele Yapısının İnşa Edildiği Alandaki Zemin Özellikleri.....	25
3.3.1.2 Yapısının İnşa Edildiği Bölgede Sıvılaşma Riski.....	39
3.3.2 Kazık-Zemin Etkileşimi Altında Eşdeğer Deprem Yüğü İle Deprem Performansının Belirlenmesi.....	30
3.3.2.1 Giriş.....	30
3.3.2.2 Analizlerde Kullanılacak Yüklerin Belirlenmesi.....	30
3.3.2.2.1 İskele Kazıklarının Sürtünme ve Uç Dirençlerinin Belirlenmesi.....	31
3.3.2.2.2 İskele Yapısının Öz Ağırlığının Belirlenmesi.....	33
3.3.2.2.3 İskele Gemi Bağlama Yükünün Belirlenmesi.....	35
3.3.2.2.4 Rüzgar Kuvvetlerinin Belirlenmesi.....	36
3.3.2.2.5 Elastik Tasarım İvme Spektrumlarının ve Eşdeğer Deprem Yüklerinin Belirlenmesi.....	38
3.3.2.2.6 Kazıklara Gelen Dalga Kuvvetlerinin Belirlenmesi.....	41
3.3.2.2.7 Eşdeğer Deprem Kuvvetlerinin İncelenmesi ve Anoya Etkitilmesi.....	49
3.3.2.2.8 Yük Ve Yükleme Kombinasyonlarının Belirlenmesi.....	49
3.3.2.2.9 Yük Birleşimlerinin Ensoft Yazılımına Tanımlanması.....	51



3.3.2.3 Analiz Modelinin SAP2000 Programında Oluşturulması.....	55
3.3.2.4 Artımsal Eşdeğer Deprem Yükü-İtme Analizi Ile Deprem Performansının İncelenmesi.....	58
3.3.2.4.1 Giriş.....	58
3.3.2.4.2 Plastik Mafsalları.....	58
3.3.2.4.3 Betonarme Kesitlerin Moment Eğrilik İlişkisi.....	60
3.3.2.4.4 AYGEM 2008 Yönetmeliğine Göre BA Kompozit ve Çelik Kazıkların Mafsalları Özelliklerinin Belirlenmesi.....	63
3.3.2.4.5 İskele Yapısının Talep Deplasmanlarının Belirlenmesi.....	66
3.3.2.4.5.1 D1 Deprem Seviyesi İçin X Yönünde Talep Deplasmanının Belirlenmesi.....	69
3.3.2.4.5.2 D1 Deprem Seviyesi Y Yönünde Talep Deplasmanının Belirlenmesi.....	69
3.3.2.4.5.3 D2 Deprem Seviyesi İçin X Yönünde Talep Deplasmanının Belirlenmesi.....	70
3.3.2.4.5.4 D2 Deprem Seviyesi İçin Y Yönünde Talep Deplasmanının Belirlenmesi.....	70
3.3.2.4.6 Plastik Mafsalların Sisteme Tanımlanması.....	70
3.3.2.4.6.1 Dış Sıra Kompozit Mafsalları.....	73
3.3.2.4.6.2 İç Sıra Kompozit Mafsalları.....	74
3.3.2.4.6.3 Merkez Aks Kompozit Mafsalları.....	75
3.3.2.4.6.4 Deniz Tabanı Giriş Mafsalları.....	75
3.3.2.4.6.5 Kaya Zemine Giriş Mafsalları.....	77
3.3.2.4.7 Artımsal İtme Analizi.....	78
<b>BÖLÜM DÖRT – SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....</b>	<b>81</b>
<b>KAYNAKLAR.....</b>	<b>84</b>
<b>EKLER.....</b>	<b>86</b>

# BÖLÜM BİR

## GİRİŞ

### 1.1 Giriş

Yüksel ve Çevik (2009) limanları, ulusal ve uluslararası ekonomik ve kültürel alışverişlerde üretici ile tüketici arasında bağlantıyı sağlayan, uzun bir taşıma zincirinin hayati bağlantı noktası, gemiler ve diğer ulaşım araçları arasında enmiyetli yük veya yolcu transferinin yapılması için gerekli ekipman ve altyapıya sahip servis noktaları olarak tanımlamaktadırlar.

Bu servis ve ulaşım noktaları, kıyı yanaşma yapıları adı altında toplanırlar. Bunlar, inşa amaçları, ekonomik, stratejik önemleri, inşa yöntemleri ve kullanım sürecindeki performans hedefleri bakımından özel nitelikli yapılar olarak kabul edilebilirler. Yüksel ve Çevik (2009)'a göre bu tip yapıları ele alan kıyı liman mühendisliği alanı, liman planlanması, kıyı erozyonunun önlenmesi, su baskınlarından korunma gibi sıklıkla karşılaşılan problemleri kapsamakta ve ayrıca bu yapıların çevresel etkilere karşı koyabilmelerini de ele almaktadır. Çevresel etmenler; rüzgar, akıntı ve dalga etkileri olduğu gibi yapının performansı ile doğrudan bağlantılı olan deprem etkilerini de içermektedir.

İhtiyaç duyulan kıyı yapıları ölçümleri ve bunların içerikleri, yapının bulunduğu alana göre çeşitli değişkenlikler göstermektedir. *“Herhangi özel bir problemin sistematik çözümü ise yine sistematik yaklaşım ve metodlar gerektirmektedir”* (U.S Army Coastal Engineering Research Center [SPM], 2001).

Kıyı yanaşma yapılarının performans değerlendirmesinde, 2008 yılında yayımlanan Kıyı Liman Yapıları Deprem Teknik Şartnamesi önemli bir yer tutmaktadır. Bu şartname T.C. Ulaştırma Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı'na bağlı Altyapı Yatırımları Genel Müdürlüğü'nce yayımlanmıştır. AYGM kıyı yapıları alanında Türkiye'de kamu adına yatırım yapmaya ve özel ya da kamusal girişim her türlü kıyı yapısı için proje onaylama yetkisine sahip tek merci durumundadır. AYGM

Deprem Teknik Şartnamesi kıyı yapıları alanında yapılacak yeni yapıların tasarımına ve geçmişte inşa edilmiş mevcut kıyı yapılarının kapasitelerinin incelenmesine ilişkin usul ve ilkeleri içermekte, kıyı yapılarının performans değerlendirilmesinde ise kuvvete ve şekil değiştirmeye dayalı analiz yöntemlerinin kullanılmasını öngörmektedir.

Yukarıda anılan yaklaşımlar dikkate alınarak, yeni yapı planlanması ve mevcutların da performans durumlarının irdelenmesi mümkün olabilmektedir. Bu inceleme sayesinde yapımı tasarlanan bir kıyı yanaşma veya koruma yapısının, proje aşamasındayken veya inşa edildikten sonra kendisinden beklenen dayanım performanslarını hangi oranlarda sağlayabildiğine ilişkin bilgiler elde edilebilmektedir.

## **1.2 Tezin Amacı**

Bu çalışmada, 2006 yılında yap-işlet-devret (YİD) modeli ile ihale edilerek inşa edilmiş olan Bodrum Limanı Kruvaziyer Yolcu Gemi Yanaşma İskelesi'nin, AYG M Deprem Teknik Şartnamesi'nde yer alan performans analizi kriterlerine dayalı olarak kapasitesinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Türkiye'nin kruvaziyer turizm sektöründe önemli bir yere sahip olan iskelenin deprem performans analizinin gerçekleştirilmesi yoluyla AYG M Deprem Teknik Şartnamesi'nin performans analizi bölümüne, bir uygulama örneği kazandırılması ve yönetmeliğin daha da geliştirilebilmesine katkı sağlanması hedeflenmiştir. Bu uygulama örneği ile yönetmeliğin performans değerlendirme ilkeleri konusunda, Altyapı Yatırımları Genel Müdürlüğü'nce ihtiyaç duyulabilecek pratik bir örnek gereksinimi konusundaki boşluğun doldurulmasına katkıda bulunulabileceği düşünülmektedir.

## **1.3 Tez Çalışmasının Kapsamı**

Bu tez çalışması kapsamında, bir kıyı yanaşma yapısının (yolcu gemisi yanaşma iskelesi) taşıyıcı sisteminde yer alan çelik kılıflı kompozit ve çelik kazıkların deprem

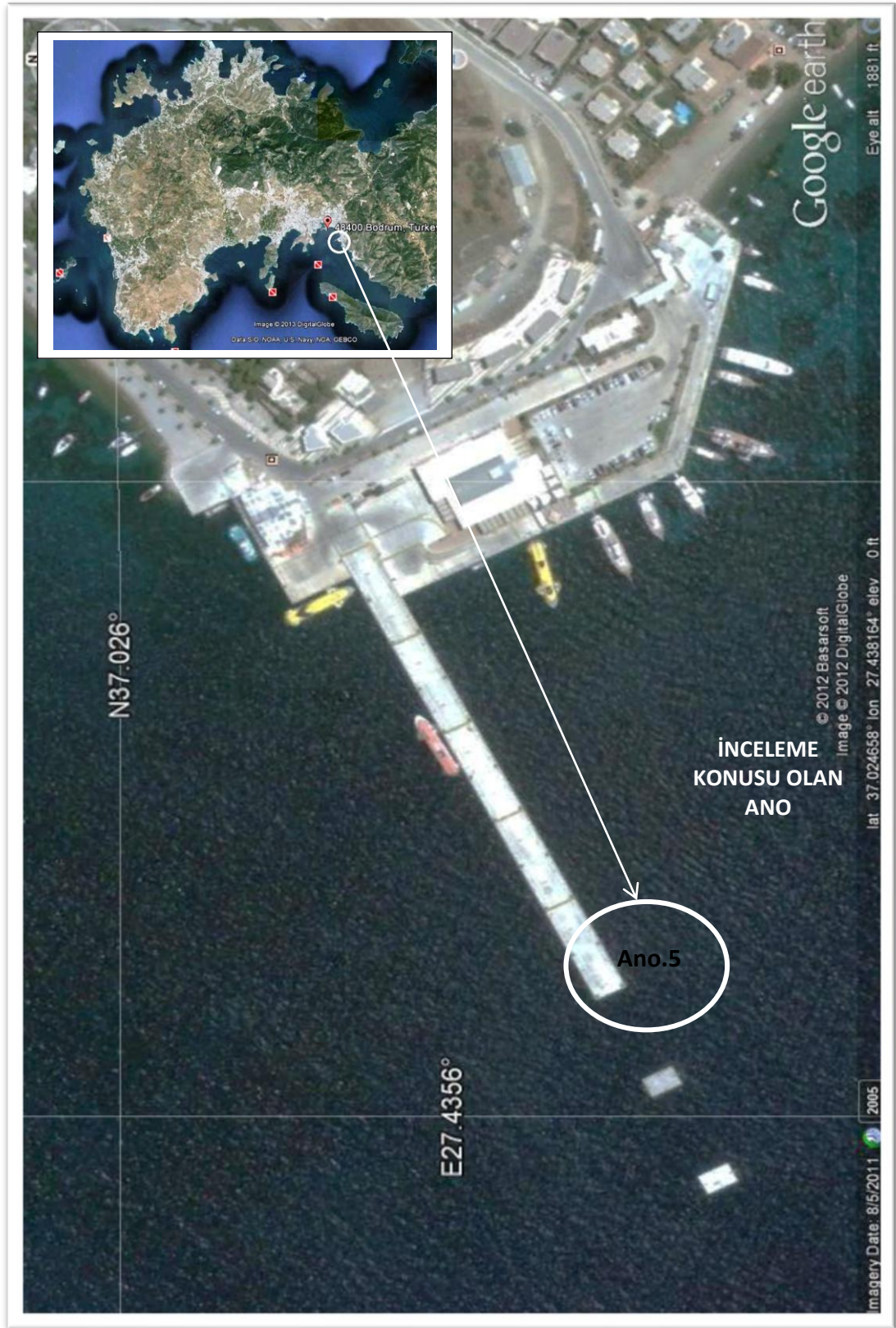
etkileri altında incelenmesi yoluyla iskelenin deprem performansının belirlenmesi amaçlanmıştır.

İncelemeye konu edilen yapı Muğla İli, Bodrum İlçesi, Şalvarağası Mevkiinde Kuzey  $37^{\circ} 01' 27''$  ve  $27^{\circ} 26' 12''$  Doğu koordinatlarında yer alan Bodrum Yolcu İskelesi'dir. Şekil 1.1'de gösterilen yanaşma iskelesi toplam beş anodan oluşmakta olup iskelenin toplam boyu 250m'dir. Yapıyı oluşturan her bir ano 50m uzunluğundadır.

Yapının performans analizi için iskelenin kıyıda en açıkta ve en derin seviyede bulunan 5 numaralı anosu seçilmiştir. Bu anoda başlık seviyesinden aşağıya doğru 4,50 m kompozit (BA+Çelik Boru), yaklaşık 39m uzunluğunda toplam 45 adet çelik kazık yer almaktadır ve kazıklar birbirlerine iskelenin kısa doğrultusunda betonarme başlık kirişleri ile bağlıdır. Başlık kirişlerinin yan taraflarında betonarme tesisat kanalları ile betonarme prekast usturmaça kirişleri serbest montajlı olarak bulunmaktadır. Başlık kirişleri arasında tabliye olarak betonarme serbest prekast döşemeler bulunmaktadır. Ano üzerinde kalınlığı 25cm olan saha betonu mevcuttur. Anolar birbirlerinden 20cm'lik derz boşlukları ile ayrılmış durumdadır.

Şekil 1.1'de gösterilen iskele yerleşim planında kıyı hattından başlayarak 5 adet 50'şer metre uzunlukta ano yer almaktadır. Şekilde daire içine alınarak gösterilmiş olan 5 numaralı ano, 25m su derinliği içinde kalan ve tez kapsamında incelenen kısımdır. Mevcut iskeleye daha sonra yanaşma ihtiyaçlarının artmasına bağlı olarak yine Şekil 1.1'de görüldüğü gibi iki adet dolfen daha ilave edilmiştir. Yapının bulunduğu kıyı kesiminde deniz derinliği 12m'den 25m'ye kadar değişkenlik göstermektedir.

İskeleyi taşıyan çelik boru kazıkların bulunduğu zemin profili, deniz yüzeyinden 24m derinlikten 27m'ye kadar çok yumuşak kıvamda taban sedimanı ile bunun altında 1,0-1,5m kalınlığında ayrışma zonu ve devamında volkanik kaya tabakasından oluşmaktadır.



Şekil 1.1 Bodrum yolcu limanı kruvaziyer gemi yanaşma iskelesi

Şekil 1.1’de gösterilen iskele anosunun performans analizi kapsamında, önce konuyla ilgisi bakımından T.C. Ulaştırma Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı Altyapı Yatırımları Genel Müdürlüğü’nce 2008 yılında yayımlanan Deprem Teknik Şartnamesinde, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı’nın 2007 Deprem Şartnamesinde ve Federal Emergency Management Agency (FEMA) Yönetmeliğinde yer alan yöntemler açıklanmaktadır. Daha sonra yer değiştirme esaslı kapasite hesaplama yöntemi uygulanıp, artımsal eşdeğer statik itme analizi tekniği (Pushover) kullanılarak üç boyutlu dinamik analiz yapılmakta, elde edilen veriler yardımıyla yapının üç boyutlu performans analizi gerçekleştirilmektedir.

Tezin son bölümünde ise yapılan analizlerden elde edilen veriler değerlendirilerek, iskele yapısının performansına ilişkin sonuçlar sunulmakta, yapının kendisinden beklenen performans kriterlerini ne oranlarda karşılayabileceğine ilişkin veriler paylaşılmaktadır.

#### **1.4 Analiz Yöntemleri**

Performans analizinin gerçekleştirilmesinde, T.C. Ulaştırma Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı Altyapı Yatırımları Genel Müdürlüğü’nün (AYGM) deprem teknik yönetmeliğinde yer alan performans kriterleri esas alınarak yapıya artımsal eşdeğer statik itme analizi uygulanmıştır.

AYGM Deprem Yönetmeliği, tasarımı yapılacak kıyı yapılarındaki analiz yöntemlerini, yükleme kombinasyonlarını, yüklerin seçimini ve performansa ilişkin yer değiştirme kriterlerini açıklamaktadır. Yönetmelik hükümleri gereğince; yönetmelikteki yükler ve yük kombinasyonları esas alınarak üç boyutlu yapı modeline uygulanan statik artımsal eşdeğer analiz yüklemeleri sonucunda elde edilen kesit etkileri ve deplasman değerleri göz önüne alınarak, iskelenin 5 numaralı anosunun üç boyutlu artımsal eşdeğer deprem yükü analizi yapılmıştır.

İncelenen iskele anosu, yapıyı oluşturan elemanları itibariyle kısmen deniz seviyesi üstünde ve kısmen de deniz seviyesinin altında yer almaktadır. Tabliyesi,

başlık kirişleri, prekast elemanları deniz seviyesi üzerinde inşa edilmiş olan yapının kazıklı taşıyıcı sisteminin çok büyük bir bölümü deniz seviyesinin ve deniz tabanı seviyesinin altında yer almaktadır. İnceleme amaçlı oluşturulan modelin hesabında kullanılması öngörülen ve deniz taban seviyesi altında yer alan kazık kesitlerinde gerekli olan yay katsayıları ile p-y eğrilerinin hesap modeline tanımlanmaları gerekmektedir. Bu amaçla ENSOFT yazılımı kullanılmış ve yönetmeliğin izin verdiği yükleme kombinasyonlarının modele uygulanması ile bulunan bu değerler yapının SAP2000 yazılımında oluşturulan modelindeki kazık kesitlerine tanımlanarak hesapların gerçekleştirilmesi yoluna gidilmiştir.

## **BÖLÜM İKİ**

### **KIYI YANAŞMA YAPILARININ**

### **PERFORMANS DEĞERLENDİRMESİ**

#### **2.1 Giriş**

Kıyı yanaşma yapıları, işlevleri, tasarımları, kullanım amaçları ve konumlandırılmaları bakımından alışıldık bina türü yapılardan ayrılan ve T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığınca yayımlanan 2007 yılı Deprem Yönetmeliği kapsamında yer almayan yapılar grubunda bulunmaktadır.

Kıyı yanaşma yapılarının inşaatlarında, tasarımlarında ve depreme ilişkin performanslarının irdelenmesinde ise 2008 yılında yayımlanarak yürürlüğe girmiş bulunan T.C. Ulaştırma Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı Altyapı Yatırımları Genel Müdürlüğü'nün Deprem Teknik Yönetmeliği esas alınarak tasarım, projelendirme ve inşaat yapılması mümkün olabilmektedir.

Sözü edilen yönetmelik gereği, performansa göre tasarım yapılmasında ve yapı performansının değerlendirilmesinde, yönetmelikte belirtilen esasların dikkate alınması gereklidir. Yönetmelik, iskelenin öngörülen deprem etkileri karşısında iskeleyi meydana getiren elemanların kapasitelerinin belirlenmesine ilişkin sayısal kriterleri açıklamaktadır. Buna göre; iskele elemanlarının yönetmeliğe göre önceden belirlenmiş emniyetli deplasman sınırları içinde kalmasının sağlanması gerekmektedir. Söz konusu deplasman sınırları, her bir kıyı yapısının kendi özelliklerine bağlı performans hedefleri ile uyuşacak şekilde belirlenmektedir.

Yapının performans değerlendirmesinde, artımsal eşdeğer deprem yükü yöntemi kullanılarak itme analizi yapılmaktadır. Bu analiz, deprem doğrultusunda hakim birinci titreşim moduyla orantılı olacak şekilde deprem talep deplasman sınırına kadar monotonik olarak arttırılan deprem yüklerinin etkisi altında doğrusal olmayan itme analizi olarak tarif edilmektedir. Bunun için, itme analizinin başlangıç koşullarını belirlemek üzere kazıklı rıhtım veya iskele sistemi, yapı öz ağırlığı,



deprem ve baba yükü etkisinin yarısının toplamından oluşan yükleme kombinasyonu altında doğrusal olmayan taşıyıcı sistem modeli ile analiz edilmektedir. ENSOFT Programı kullanılarak yapılan ilk analizde, doğrusal olmayan davranışa sadece zeminde izin verilmektedir.

Yöntem; kazıklı yapıyı oluşturan yapı elemanlarının kuvvet ve moment taşıma kapasitelerini, elastik olmayan ve deplasmana müsait elemanların depremden gelen enerjiyi sönmüleyebilmek için ihtiyaç duyacakları deplasman değerlerini, yapı elemanlarında meydana gelen rijitlik azalmalarının bir bütün olarak yapı davranışına etkisini, dayanım ve rijitlikteki süreksizlikleri dikkate alarak görelî ötelemeleri, yapıyı oluşturan elemanlarda meydana gelecek plastik mafsallaşmanın oluşum sırasını, yapının göçme mekanizmasını ve kapasite eğrisini elde etmeye imkan vermektedir.

## **2.2 Mevcut Yönetmelik Işığında Performans Değerlendirme Yöntemleri**

Bu bölümde mevcut AYGM Deprem Teknik Yönetmeliği çerçevesinde, yavaşma iskelesinin tasarım ve performans değerlendirmesinde izlenen süreç anlatılmaktadır. Bu süreç, yapının üzerine inşa edildiği zemin parametrelerine bağlı olarak elde edilen sistem analiz parametrelerinin belirlenmesini, yapı sistem modelinin bilgisayar ortamında oluşturulmasını, yapıya uygulanan yükleme kombinasyonlarının tanımlanmasını ve kapasite analizlerinin gerçekleştirilmesini kapsamakta olup aşağıda maddeler halinde açıklanmıştır.

Buna göre;

1. İskeleye ait zemin etüt raporundaki sondaj ve kesit bilgileri ile arazi-laboratuvar deney bulguları kullanılarak idealize geoteknik profil oluşturulmuştur.
2. İskelenin modeli öncelikle ENSOFT yazılımında tanımlanmış ve iskele ano tabliyesi tam rijit kabul edilerek kazıklı sistem muhtelif yük kombinasyonları

altında çözülmüştür. Analizlerde kazık davranışı elastik, zemin davranışı ise nonlineer kabul edilmiş, grup etkileşimi (zemin-kazık-zemin) düşey ve yatay doğrultuda dikkate alınmıştır. Bu aşamada elde edilen yatay yük-deplasman eğrileri (p-y) üç boyutlu deprem performans analizlerinde kullanılmıştır.

3. Zemin sınıfını ve iskele alanını temsil eden coğrafi koordinatlardan yola çıkılıp AYGM Deprem Teknik Yönetmeliğine'e göre iskelenin konumlandığı koordinatlara ait deprem tasarım spektrum eğrileri (D1, D2) belirlenmiştir.
4. Elde edilen ivme spektrum eğrileri SAP 2000 programında modellenen iskeleye, deprem tasarım spektrumları olarak tanımlanmıştır.
5. Tanımlanan spektrumlar kullanılarak FEMA 440'daki deplasman katsayıları yöntemi ile yönetmelikte belirtilen deprem düzeylerine ait talep yer değiştirme değerleri hesaplanmıştır.
6. Doğrusal olmayan artımsal itme analizi sonucunda iskelenin yer değiştirme talebini sağlayıp sağlamadığı belirlenmiştir.

Yapının taşıyıcı sistemini meydana getiren elemanların, deprem yer değiştirme talebine ulaşılmış olduğu andaki hasar seviyeleri ve iç kuvvetler AYGM Deprem Teknik Yönetmeliği'ne göre değerlendirilerek yapının performans bilgilerini değerlendirmeye yönelik verilere ulaşılmıştır.

### ***2.2.1 Deprem İvme Spektrumlarının Elde Edilmesi***

Yanaşma yapıları hesabında AYGM Deprem Yönetmeliğin'de belirlenmiş olduğu şekilde elde edilen deprem spektrumları kullanılmaktadır. Yönetmeliğin, spektrumların hesabı ile ilgili belirlemiş olduğu hususlar aşağıda açıklanmıştır.

Bahse konu Yönetmeliğe göre ivme spektrumlarının elde edileceği deprem düzeyleri Tablo 2.1'de gösterilmiştir. Tablo 2.1'e göre, 50 yıl içinde aşılma olasılığı %

50 olan 72 yıl dönüş periyotlu deprem D1, 50 yıl içinde aşılma olasılığı % 10 olan 475 yıl dönüş periyotlu deprem D2 ve 50 yıl içinde aşılma olasılığı % 2 olan 2475 yıl dönüş periyotlu deprem D3 depremi olarak tarif edilmektedir. Şekil 2.1’de D1 ve D2 deprem seviyelerine ilişkin açıklamalar verilmiştir.

Tablo 2.1 Deprem seviyeleri tablosu

<b>Deprem Düzeyi</b>	<b>Deprem Tanımı</b>
D1	50 yılda aşılma olasılığı %50 olan, 72 yıl dönüş periyotlu deprem
D2	50 yılda aşılma olasılığı %10 olan, 475 yıl dönüş periyotlu deprem
D3	50 yılda aşılma olasılığı %2 olan, 2475 yıl dönüş periyotlu deprem

Deprem seviyeleri D1, D2 ve D3’e ait kısa doğal titreşim periyotları (0,2s) ve (1,0s) için ivme değerleri  $S_s$  ve  $S_1$  AYGGM Deprem Teknik Yönetmeliğin’de referans olarak kabul edilen zemin sınıfı B için yönetmelik ekinde verilmiş olmakla birlikte, diğer zemin sınıfları için aynı periyotlara karşılık gelen  $S_{MS}$  ve  $S_{M1}$  spektral ivme değerleri aşağıdaki denklemlerle hesaplanmaktadır.

$$S_{MS} = F_a * S_s \quad (2.1)$$

$$S_{M1} = F_v * S_1 \quad (2.2)$$

AYGGM Deprem Yönetmeliği (2008)’de yer alan  $F_a$  ve  $F_v$  katsayıları aşağıdaki Tablo 2.2 ve Tablo 2.3’de verilmiştir. Tablolardaki ara değerlere ilişkin katsayılar enterpolasyon yapılarak hesaplanmaktadır.

Tablo 2.2 T=0,5 s Periyodu için  $F_v$  katsayıları tablosu

Zemin sınıfı	1,0 sn Periyodunda Spektral İvme (g) <sup>a</sup>				
	$S_1 \leq 0,1$	$S_1 = 0,20$	$S_1 = 0,3$	$S_1 = 0,4$	$S_1 \geq 0,5$
<b>A</b>	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
<b>B</b>	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
<b>C</b>	1,7	1,6	1,5	1,4	1,3
<b>D</b>	2,4	2,0	1,8	1,6	1,5
<b>E</b>	3,5	3,2	2,8	2,4	2,4
<b>F</b>	_b	_b	_b	_b	_b

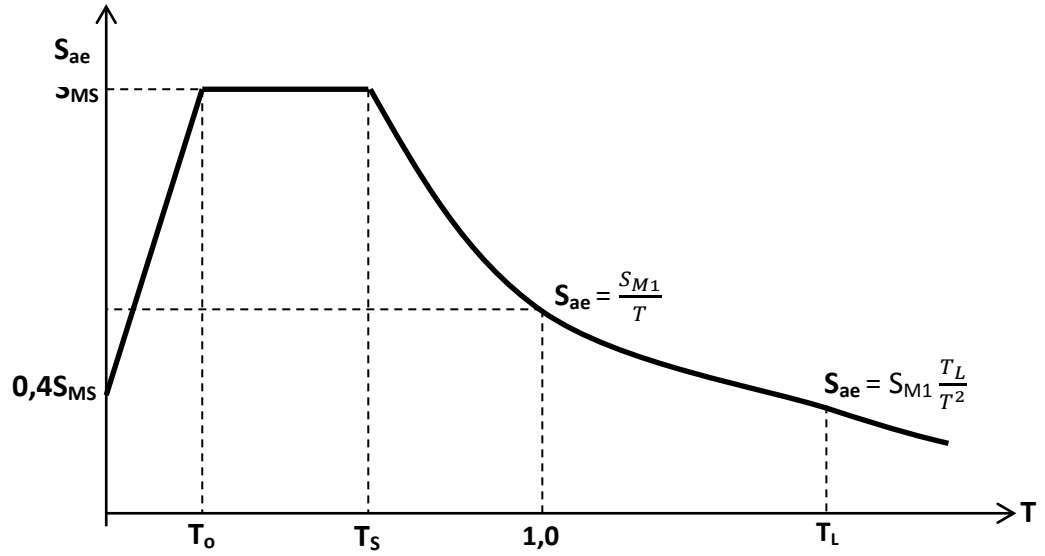
<sup>a</sup>  $S_1$ ' in ara değerleri için enterpolasyon yapılacaktır.  
<sup>b</sup> sahaya özel geoteknik inceleme ve dinamik zemin davranışı analizi yapılacaktır.

Tablo 2.3 T=0,5 s Periyodu için  $F_a$  katsayıları başvuru tablosu

Zemin sınıfı	Kısa Periyot Spektral İvmesi (g) <sup>a</sup>				
	$S_1 \leq 0,25$	$S_1 = 0,50$	$S_1 = 0,75$	$S_1 = 1$	$S_1 \geq 1,25$
<b>A</b>	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
<b>B</b>	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
<b>C</b>	1,2	1,2	1,1	1,0	1,0
<b>D</b>	1,6	1,4	1,2	1,1	1,1
<b>E</b>	2,5	1,7	1,2	0,9	0,9
<b>F</b>	_b	_b	_b	_b	_b

<sup>a</sup>  $S_s$ ' in ara değerleri için lineer enterpolasyon yapılacaktır.  
<sup>b</sup> sahaya özel geoteknik inceleme ve dinamik zemin davranışı analizi yapılacaktır.

Oluşturulan modele uygulanan deprem spektrum eğrisinin çizilmesinde kullanılan deprem ivme katsayıları ile periyot arasındaki ilişkilerin hesaplanmasında kullanılan bağıntılar ve AYGGM Deprem Teknik Şartnamesin'de yer alan deprem spektrumu grafiği aşağıda gösterilmektedir.



Şekil 2.1 Deprem ivme spektrumu eğrisi (AYGM, 2008)

$$S_{ae}(T) = 0,4 S_{MS} + 0,6 \frac{S_{MS}}{T_0} T \quad (T_0 \leq T) \quad (2.3)$$

$$S_{ae}(T) = S_{MS} \quad (T_0 \leq T \leq T_S) \quad (2.4)$$

$$S_{ae}(T) = \frac{S_{M1}}{T} \quad (T_S \leq T \leq T_L) \quad (2.5)$$

$$S_{ae}(T) = \frac{S_{M1}}{T^2} T_L \quad (T_L \leq T) \quad (2.6)$$

Şekil 2.1’de gösterilen spektrum eğrisinde uzun periyot geçiş bölgesine geçiş değeri olarak  $T_L=12s$  alınmakta ve eğrideki  $T_S$  ve  $T_0$  değerleri ise aşağıdaki bağıntılarla hesaplanmaktadır.

$$T_S = \frac{S_{M1}}{S_{MS}} \quad ; \quad T_0 = 0,20 T_S \quad (2.7)$$

### 2.2.2 Artımsal Eşdeğer Deprem Yüğü İle Analiz Metodu

Deprem kuvvetine maruz kalan lineer elastik çok serbestlik dereceli bir yapı için belirlenmiş olan yapı dinamik tepkisi diferansiyel denklemi aşağıda görülmektedir.

$$\mathbf{M} \ddot{\mathbf{u}} + \mathbf{C} \dot{\mathbf{u}} + \mathbf{K} \mathbf{u} = - \mathbf{M} \mathbf{1} \ddot{u}_g(t) \quad (2.8)$$

Bu denklemdeki;

$\mathbf{u}$  : Yapı deplasman vektörü,

$\mathbf{M}$  : Yapıya ait kütle matrisi

$\mathbf{C}$  : Yapıya ait sönümlenme matrisi,

$\mathbf{K}$  : Yapı rijitlik matrisi,

$\mathbf{I}$  : Bütün elemanları 1 değerini alan kolon vektör ve

$U_g$  : Yer çekimi ivmesi değeridir.

$\mathbf{u}$ , yapı yer değiştirme vektörü yapının mod biçimine bağlı olarak,

$$\mathbf{u} = \sum_{n=1}^N \Phi_n q_n(t) \quad (2.9)$$

Formülü ile ifade edilebilir. Bu formülde;

$N$  : Mod Sayısı

$\Phi_n$  : n. Modun şekli

$q_n$  : modal koordinat değeridir.

Denklem (2.9), denklem (2.8)'teki yerine konulduğunda n. Mod için,

$$\mathbf{M} \Phi_n \ddot{q}_n(t) + \mathbf{C} \Phi_n \dot{q}_n(t) + \mathbf{K} \Phi_n q_n(t) = - \mathbf{M} \mathbf{1} \ddot{u}_g(t) \quad (2.10)$$

Denklemi elde edilip bu denklemin her iki yanını  $\Phi_n^T$  ile çarpılırsa;

$$\Phi_n^T M \Phi_n \ddot{q}_n(t) + \Phi_n^T C \Phi_n \dot{q}_n(t) + \Phi_n^T K \Phi_n q_n(t) = -\Phi_n^T M1 \ddot{u}_g(t) \quad (2.11)$$

Denklemi elde edilmiş olur. Bu elde edilen denklemin her iki tarafı

$$\Phi_n^T M \Phi_n$$

ile bölüldüğünde ortaya;

$$\ddot{q}_n(t) + 2 \zeta_n \omega_n \dot{q}_n(t) + \omega_n^2 q_n(t) = -\Gamma_n \ddot{u}_g(t) \quad (2.12)$$

bağıntısı çıkmış olacaktır. Bu ilişkide,

$\zeta_n$  : n. modun sönüm oranı,

$\omega_n$  : n. modun doğal titreşim frekansı,

$\Gamma_n$  : n. modun doğal katılım faktörüdür.

$q_n(t) = \Gamma_n d_n(t)$  değeri denklem (2.12) da yerine konulduğunda ise;

$$\ddot{d}_n(t) + 2 \zeta_n \omega_n \dot{d}_n(t) + \omega_n^2 d_n(t) = \ddot{u}_g(t) \quad (2.13)$$

Denklemi elde edilmiş olur. Elde edilen bu denklem tek serbestlik dereceli sistemin hareket denklemi ile benzerdir.

Denklem (2.13)'ün yapının her bir periyodu için elde edilen çözümü sonucunda her bir modun yapı deplasmanına katkısı;

$$u_n(t) = \Phi_n q_n(t) = \Phi_n \Gamma_n d_n(t) \quad (2.14)$$

Olarak hesaplanmış olur. Yapıya etki edecek eşdeğer statik kuvvet  $f_{sn}(t)$  ise n. Mod için hesaplanan deplasmana bağlı olarak;

$$f_{sn}(t) = K u_n(t) = K \Phi_n \Gamma_n d_n(t) \quad (2.15)$$

Şeklinde ifade edilebilir. Bu formülde  $K\Phi_n = \omega^2 M \Phi_n$  ve  $a_n(t) = \omega^2 d_n(t)$  dönüşümleri uygulandığında;

$$f_{sn}(t) = K \Phi_n \Gamma_n d_n(t) = \omega^2 M \Phi_n \Gamma_n d_n(t) \quad (2.16)$$

$$f_{sn}(t) = M \Phi_n \Gamma_n a_n(t) \quad (2.17)$$

$$f_{sn}(t) = M u_n a_n(t) \quad (2.18)$$

çözümleri elde edilmiş olur.

$$r(t) = \sum_{n=1}^N r(t) \quad (2.19)$$

eşitliği ise elastik durumda yapıya ait herhangi bir büyüklüğün (ör: deplasman, iç kuvvetler toplamı vb) hesaplanmasında kullanılır. Buradaki  $r(t)$  değeri, eşdeğer statik  $f_{sn}(t)$  kuvvetinden kaynaklanan n. moda ait tepkinin büyüklüğüdür. Bunun en büyük değerini göstermek üzere  $r_{no}(t)$  gösterimi kullanılır. Böyle bir durumda yapıya etki eden “Eşdeğer Statik Kuvvetlerin Modal Yerdeğiştirmeler İle Orantılı Olması Gerektiği” koşulundan, her bir mod için en büyük deplasmanı meydana getirmesi beklenen eşdeğer statik kuvvet miktarı;



$$f_{sno} = \mathbf{M} \phi_n \Gamma_n S_{an} = \mathbf{M} u_n S_{an} \quad (2.20)$$

olarak elde edilir.

Artımsal Eşdeğer Deprem Yüğü Yönteminde, kapasite eğrileri toplam taban kesme kuvvetine karşı gelen tepe noktası deplasmanı olarak çizilmekte ve tepe noktası deplasman değerleri denklem (2.14) kullanılarak;

$$\mathbf{U}_n = \phi_n \Gamma_n S_{dn} \Rightarrow S_{dn} = \frac{U}{\phi_n \Gamma_n} \quad (2.21)$$

spektral yer değiştirmeye, toplam taban kesme kuvveti ise; aşağıda gösterilen bağıntılardan faydalanılarak spektral ivmeye çevrilebilir.

$$V_{bn} = k_m u_m = k_m \phi_m \Gamma_n S_{dn} \frac{\omega^2}{\omega^2} \quad (2.22)$$

$$S_{an} = \omega^2 S_{dn} = \frac{V_{bn} \omega^2}{k_m \phi_m \Gamma_n} \frac{1}{\omega^2} \quad (2.23)$$

$$V_{bn} = f_n^T \cdot 1 = u_n^T \mathbf{K}1 = \phi_n^T \mathbf{K}1 \Gamma_n S_{dn} = \phi_n^T \mathbf{K}1 \frac{U_m}{\phi_m} \quad (2.24)$$

$$k_m = \frac{V_m}{U_m} = \frac{\phi_n^T \mathbf{K}1}{\phi_m} \quad (2.25)$$

$$S_{an} = \frac{V_{bn} \omega^2}{k_m \phi_m \Gamma_n} \frac{1}{\omega^2} = \frac{V_{bn}}{L_n \Gamma_n} \quad (2.26)$$

İşlemlerinin tamamlanmasından sonra sadeleştirilen ifadede spektral ivme değeri aşağıda şekli almaktadır.

$$S_{an} = \frac{V_{bn}}{\alpha_n} \quad (2.27)$$

### 2.2.3 Deplasman Taleplerinin Hesaplanması

Yer Değiştirme taleplerinin hesaplanmasında FEMA 440, ASTM 42 Deplasman Katsayıları Yöntemi kullanılmıştır. Buna göre yapının tasarım depremi altında yapması gereken yer değiştirme miktarı:

$$\delta_t = C_o C_1 C_2 S_a \frac{1}{4} \frac{T_e^2}{\pi^2} g \quad (2.28)$$

olup bu formülde sırasıyla;

$\delta_t$  = Talep deplasman miktarı,

$C_o$  = Kontrol noktası seviyesindeki 1. modal katılım faktörü değeri

$C_1$  = Hesaplanan maksimum lineer elastik yer değiştirmeler ile beklenen elastik olmayan maksimum yer değiştirmeler arasındaki düzeltme faktörü olup; eşdeğer yer değiştirme kuralına göre  $C_1 = 1$  ( $T_e \geq T_s$ ) veya eşdeğer enerji kuralına göre

$$C_1 = [1.0 + (R-1)T_s/T_e]/R ; (T_e < T_s) \quad (2.29)$$

$T_e$  = Hesap yapılan yöndeki etkin yapı periyodu,

$T_s$  = Tepki spektrumun karakteristik bir değeri,

$g$  = Yer çekimi ivmesi değeri,

$R$  = Elastik dayanım talebinin hesap akma dayanımı katsayısına oranı olup,

$$R = \frac{S_a}{V_y/W} C_m \quad (2.30)$$

Bağıntısı kullanılarak hesaplanabilir. Bu formüldeki;

$C_m$  : Etkin kütle faktörü (FEMA 440) ve betonarme çerçeveler için  $C_m = 0.9$ 'dur.

$V_y$  : yapının akma dayanımı

$W$  : Yapı ağırlığı

$C_2$  : Malzeme karakteristikleri ile bunun yapı deplasmanına etkisini tarif eden katsayı,

$S_a$  : Hesap yönü 1. periyoduna karşılık gelen spektral ivme katsayısıdır.

Teze konu edilen iskelenin yapması gereken yer değiştirmeler 2007 Deprem Yönetmeliği ve AYGM Deprem Yönetmeliği (2008)'de tarif edilen;

$$u_{xN1}^{(p)} = \Phi_{xN1} \Gamma_{x1} d_1^{(p)} \quad (2.31)$$

formülü ile hesap edilmesi sonucunda bulunacak talep deplasman değerlerinin, FEMA 440 deplasman katsayıları yöntemi ile elde edilen değerlere çok yakın oldukları görülecektir. Bu tez çalışmasında incelemeye konu edilen iskelenin talep yer değiştirme değerlerinin hesabında FEMA 440 deplasman katsayıları yöntemi kullanılmıştır.

#### ***2.2.4 Kıyı Yanaşma Yapıları için Tanımlanan Performans Seviyeleri***

Deprem kuvvetine maruz kalan yapıda meydana gelmesi muhtemel hasarlara bağlı olarak, AYGM Deprem Teknik Yönetmeliği'nde tanımlanan hasar seviyeleri aşağıda açıklanmaktadır.

#### 2.2.4.1 Minimum Hasar Performans Seviyesi (MH)

Minimum Hasar Performans Seviyesi, kıyı yavaşma yapılarında ve bu yapıları meydana getiren unsurlarda depremden kaynaklı hasar oluşmaması veya oluşacaksa bile bu oluşan hasarın çok sınırlı seviyede kalmasına ilişkin durumu tanımlayan bir seviyedir. Böyle bir durumda, yapı kendisinden beklenen hizmet süreçlerine devam edebilir veya oluşan sınırlı hasar kısa sürede giderilebilecek düzeyde demektir.

#### 2.2.4.2 Kontrollü Hasar Performans Seviyesi (KH)

Kontrollü Hasar Performans Seviyesi, kıyı yavaşma yapılarında ve bu yapıları meydana getiren unsurlarda deprem etkisi altında çok ağır olmayan ve onarılabilir seviyede hasarların oluşmasına müsaade edilebilecek şekilde yapının tasarlanması anlamına gelmektedir. Böyle bir durumda yapının hizmet operasyonlarında, onarıma bağlı olarak bir kaç hafta süreli kesintilerin meydana gelmesi mümkündür.

#### 2.2.4.3 İleri hasar performans seviyesi (İH)

İleri Hasar Performans Seviyesi, kıyı yavaşma yapılarında ve bu yapıları meydana getiren unsurlarda deprem etkisine bağlı olarak ve göçme öncesinde meydana gelebilecek ileri derecede hasarı tarif etmektedir. Böyle bir durumda yapıdaki operasyonel hizmetlerde uzun süreli aksamaların ortaya çıkması veya yapının işletme fonksiyonlarının sona erdirilmesi ihtimali bulunmaktadır.

#### 2.2.4.4 Göçme Hasarı Durumu (GH)

Göçme hasarı olarak tarif edilen durum, iskelenin tamamen yapısal işlevlerini teknik olarak kaybetmiş olduğu durumdur. Bu durumda bir yapının tekrar eski ekonomik ve teknik fonksiyonlarına döndürülmek üzere onarılması mümkün değildir. Bununla birlikte, yapı hasara uğradığı süreçte yapının sunduğu hizmetlerden yararlanan deniz yapılarına ve insanlara da çok ciddi zarar verecek bir konuma gelmiş demektir.

### 2.2.5 Kıyı Yanaşma Yapıları için Performans Hedefleri ve Yapıların Sınıflandırılması

Kıyı yanaşma yapısının kullanım amacına, türüne ve performans düzeylerine bağlı olarak AYGM Deprem Teknik Şartnamesi'nde verilen performans hedefleri aşağıdaki Tablo 2.4'de gösterilmiştir. Buna göre, tez çalışması kapsamında incelenen iskelenin normal yapı sınıfında bulunması dolayısıyla D2 depremi için minimum hasar (MH) ve kontrollü hasar (KH) seviyelerini sağlayabilmesi gereklidir.

Tablo 2.4 Çeşitli deprem düzeyleri için hedeflenen performans düzeyleri

Yapının sınıfı	(D1) Deprem düzeyi	(D2) Deprem düzeyi	(D3) Deprem düzeyi
Özel	--	MH	KH
Normal	MH	KH	(İH)
Basit	KH	(İH)	--
Önemsiz	(İH)	(GH)	--

Yukarıdaki Tabloda adı geçen yapı sınıflarına ilişkin açıklamalar tezin izleyen bölümlerinde verilmektedir.

#### 2.2.5.1 Özel Yapılar

Depremi takip eden dönemde acil olarak kullanılmasına ihtiyaç duyulan yapılar ile toksik parlayıcı ve patlayıcı özellikleri olan maddeler barındıran kıyı yapıları bu sınıfa dahil edilmektedir.

#### 2.2.5.2 Normal Yapılar

Ekonomik veya sosyal açıdan önemli, can ve mal kaybının önlenmesini gerektiren ve deprem sonrasında onarım ve güçlendirmesi zor ve zaman kaybına neden olabilecek yapılar bu grupta ele alınmaktadır.

### *2.2.5.3 Basit Yapılar*

Özel ve normal sınıfa dahil edilen yapıların dışında kalanlar yapılar bu sınıfta toplanırlar. Bu yapıların hasar görmeleri sonucunda ciddi ekonomik kayıpların oluşması beklenmez. Oluşan hasar da kısa sürede giderilebilecek seviyelerdedir.

### *2.2.5.4 Önemsiz Yapılar*

Kolaylıkla yeniden yapılabilecek yapılar, geçici yapılar ve ileri derecede hasar görmesi bile can güvenliğini tehlikeye atmayan yapılar ise bu sınıfta ele alınmaktadırlar. Dolayısıyla tasarım veya performans açısından incelenmelerine gerek duyulmamaktadır.

## BÖLÜM ÜÇ

### BODRUM YOLCU İSKELE YAPISININ DEPREM PERFORMANSININ DEĞERLENDİRİLMESİ

#### 3.1 Giriş

Tez çalışmasının bu bölümünde, incelemeye konu edilen iskelenin yeri ve özelliklerine ilişkin bilgiler verilerek, iskele performansı incelenecektir. Bu kapsamda, eşdeğer statik analiz ile üç boyutlu dinamik analiz yöntemleri araştırmaya konu edilen iskelenin 5 numaralı ve en uçta bulunan anosuna uygulanmış ve elde edilen sonuçlar tartışılmıştır.

#### 3.2 Performans Değerlendirilmesinde İzlenen Hesap Yöntemi

Tez kapsamında performansı incelenen iskelenin analizlerinde eşdeğer statik, dinamik ve artımsal itme analizi yöntemleri kullanılmıştır. Bu amaçla; önce yapının inşa edildiği alandaki zemin özellikleri yapı alanı için hazırlanmış olan zemin etüt raporu yardımıyla incelenmiştir. Raporda yer alan bilgilere göre yapı kazıklarının çakılmış olduğu alandaki zemin tabakalanmaları ve zemin parametreleri tespit edilmiştir.

Bununla birlikte yapının depremselliğine, yapıya etkiyen yüklere, kıyı yapılarının performans ilişkilerine ait sınırları ve kriterleri tespit etmek amacıyla; ülkemiz sınırları içinde kıyı kenar çizgisinin deniz tarafında yapılan ve yapılması planlanan deniz yapılarına ilişkin uygulama, denetim ve onay yetkisine sahip merci durumunda bulunan T.C. Ulaştırma Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı Altyapı Yatırımları Genel Müdürlüğü'nce 2008 yılında yayımlanmış olan deprem teknik şartnamesi ve kıyı yapılarının tasarım ve projelendirilmesinde uyulacak usul ve esaslara ilişkin yönetmelikler incelenmiştir. İskeleye etkiyen yükler, deprem etkisinin iskeleye aktarılması, yönetmelikte yer alan yükleme ve performans kombinasyonları karşısında yapıda oluşmasına izin verilen maksimum şekil değiştirme sınırları ile yapının sınıfına ilişkin tespitler yapılmıştır.

Bu çalışmalarda, kazıkların çakıldığı zemin tabakalarının özelliklerine bağlı olarak zemin gerilmeleri hesaplanmış, zemin etkileri kullanılarak kazık yüzeyine zemin tabakalarından etkiyen sürtünme kuvvetleri ve kazık uç direnci belirlenmiştir.

İskeleye gelen deprem etkisinin hesaplanabilmesi için yapı ağırlığının belirlenmesi gerektiğinden, iskeleyi oluşturan elemanların (Kazık, BA+Çelik Kazık), başlık kirişleri, prekast döşemeler, prekast usturmaçalar, kanal betonu ve saha kaplama betonu) yaklaşık ağırlıkları hesaplanmıştır.

Yönetmeliklerde belirtilen şekilde yapıya gelen rüzgar yükleri, gemi bağlama yükleri, D1 ve D2 deprem spektrumları, kazıklara gelen dalga kuvvetleri ile yönetmelikte dikkate alınması istenen ek su kütlesi etkisi ve yükleme kombinasyonları belirlendikten sonra bu kuvvetler Ensoft yazılımında modellenen iskeleye verilerek eşdeğer statik analiz yaptırılmıştır. Yapılan analiz sonrasında elde edilen ve zemin kazık etkileşimine bağlı olarak hesaplanan kazık yatay ve düşey deplasmanları kullanılarak kazık yatay ve düşey yay katsayıları belirlenmiştir.

Bu şekilde hesaplanan yatay ve düşey yay katsayıları bu defa SAP 2000 yazılımında üç boyutlu olarak modellenmiş olan sisteme tanımlanmış ve aynı yükleme etkileri ve kombinasyonları altında tekrar analiz yapılarak dinamik analizler tamamlanmıştır.

Dinamik analiz kombinasyonlarından biri olan modal analizin sonucunda kütle katılım oranlarının en yüksek ve % 70 üzerinde olduğu iki temel mod belirlenmiş, bu temel modlara karşılık gelen frekans değerleri tespit edilmiş ve elde edilen değerler FEMA 440 deplasman katsayıları yöntemi kullanılarak talep deplasman değerleri bulunmuştur. Hesaplanan değerler iskelenin deprem karşısında karşılaması beklenen talep yer değiştirme değerleri olmaktadır.

Hesaplanan talep deplasmanlar artımsal itme analizinde yapının zorlanacağı yerdeğiştirme üst limitlerine ilişkin bilgileri sağlamış olmakla birlikte; artımsal



itmeye maruz bırakılan bir sistemin kritik noktalarında kalıcı şekil değiştirmelerin ve buna bağlı rijitlik kaybı oluşması bekleneneğinden, mafsallaşma oluşan noktalarda beklenen efektif rijitlikler tespit edilmiş ve kritik noktalara tanımlanacak mafsallar belirlenmiştir. Tespit edilen kritik noktalar, sırasıyla başlık kirişleri ile kompozit kesitlerin birleşim noktaları, kompozit kesitten çelik kazığa geçiş noktaları, kazığın deniz tabanına ilk giriş yaptığı nokta ve kazığın kaya zemine giriş yaptığı noktalardır. Bu noktalar Şekil 3.26'da gösterilmektedir.

Tespit edilen noktalardaki mafsallaşmanın artımsal itme modeline tanımlanması için ise önce yönetmelikteki sınır şekil değiştirme miktarları belirlenmiş daha sonra bu kesitler XTRACT yazılımında tanımlanmış, moment-eğrilik ilişkileri bulunarak sınır deplasmanlara karşılık gelen eğrilikler SAP 2000 yazılımına mafsal olarak tanımlanmıştır. Bununla birlikte artımsal itme analizinde zemine ait p-y eğrileri modele doğrudan tanımlanarak zemin davranışı en gerçekçi durumu temsil edecek şekilde aktarılmış olmaktadır.

Artımsal itme modelinde üç ana kombinasyon (düşey yükleme altında, X yönü ve Y yönü depremi altında) artımsal itme birbirlerini izleyen sıra ile modele uygulanmış ve kalıcı şekil değiştirme oluşup oluşmadığına ilişkin incelemeler yapılarak son aşama da tamamlanmıştır.

### **3.3 İskele Yapısının Çözümü**

#### **3.3.1 İskele Yapısına İlişkin Bilgiler**

İskele, Muğla İline bağlı Bodrum İlçesinin Şalvarağa Tepesi yamacındaki kıyı şeridinde bulunmaktadır. Yapı işlet devret (YİD) modeli ile inşa edilmiş bir liman kompleksinin ana unsuru durumundadır. 250m uzunluğunda ve 15m genişliğindedir. İskele, zemine çelik kazıkların çakılması, kazıkların üzerine betonarme başlık kirişlerinin bağlanması, kirişler arasına şantiyede imal edilen prekast döşeme taşıyıcı elamanlarının ve 5 numaralı anonun kısa ve uzun kenar doğrultuları ile diğer anoların uzun kenar doğrultularında betonarme prekast elemanların montajlanması şeklinde inşa edilmiştir.

İskele kazıkları dış çapı 1016mm, iç çapı 984mm ve et kalınlığı 16mm boyutlarında olup fabrikada imal edilerek şantiye getirilmiş ve şantiyede kaynaklı birleşimle bağlanarak şahmerdan vasıtasıyla çakılmıştır. İskele başlık kirişleri iskele anolarının kısa kenar doğrultusunda çelik kazıkları bağlayıcı olarak kullanılıp, şantiyede imal edilmiş ve kirişlerde C30 betonu ST III sınıfı çelik malzeme kullanılmıştır. İskele çelik kazıklarında ST52 çeliği ve kazık içi betonunda ise C30 sınıfı beton kullanılarak imalatlar yapılmıştır. Proje yapı elamanlarını içeren çizimler tezin ekler bölümünde sunulmaktadır.

İskele AYGM Yönetmeliği'nde belirtilen *Normal Yapılar* Sınıfında yer almaktadır. Bu bakımdan Tablo 2.4'e göre D1 ve D2 deprem etkileri dikkate alınarak minimum hasar (MH) ve kontrollü hasar (KH) gerçekleşme durumlarının incelenmesini gerektirmektedir.

### 3.3.1.1 İskele Yapısının İnşa Edildiği Alandaki Zemin Özellikleri

İncelenen alan Bodrum Yarımadası'nın güneyindeki dik ve flişten oluşan kaya yamaçlarının önünde yer almaktadır. Zemin etüt raporunda; bu birimin kalın ve yaygın, Bodrum Körfezi'nin doğu kıyısının tamamında yüzeyletiği, kalınlığının 1000m 'ye yakın olduğu, çok kırıklı ve erime boşluklu olduğu bildirilmektedir.

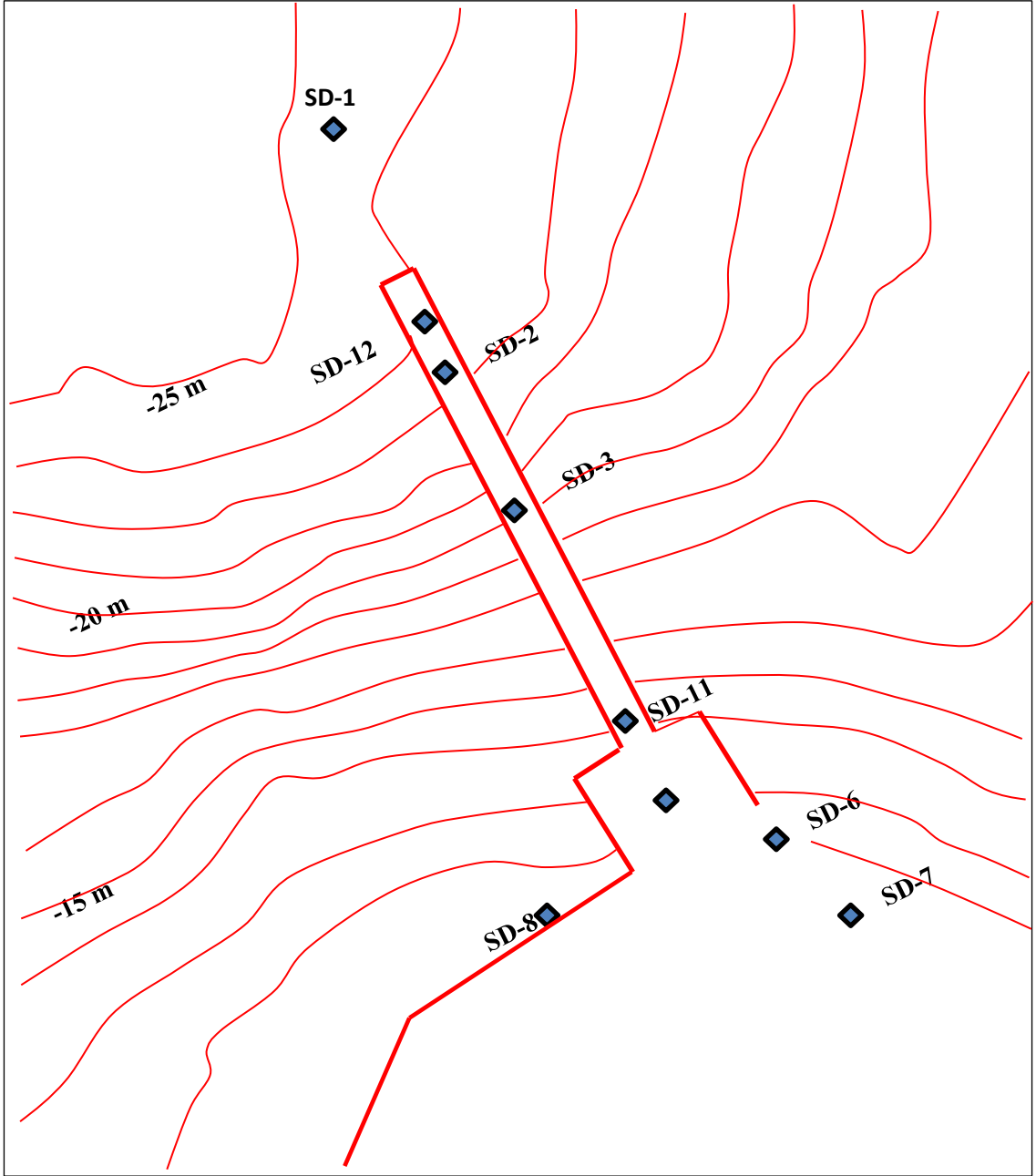
İnceleme alanının yer aldığı Tersane Mevkii, İçmeler Yöresi ise kıyı boyunca Kışladağı formasyonunu örten ve fliş niteliğindeki Bodrum Formasyonu üzerinde bulunmaktadır. Bodrum yarımadası'nın güneydoğu kesimi Mesozoyik Kretase yaşlı Kışladağı Formasyonu kayalarından kuruludur. Bu birim esas olarak gri renkli, ince tabakalı, çört bant ve yumrulu kireçtaşıdır.

İnceleme alanında bitiş kotları deniz tabanı seviyesinden 36m'ye kadar ulaşan toplam 12 noktada sondaj yapılmıştır. Tez kapsamında incelenen en uçtaki anonun oturduğu bölgede bulunan zemine ilişkin olarak göze çarpan başlıca özellikler şunlardır: Birbirine yakın iki adet sondaj yapılmış olan alanda deniz yüzeyinden

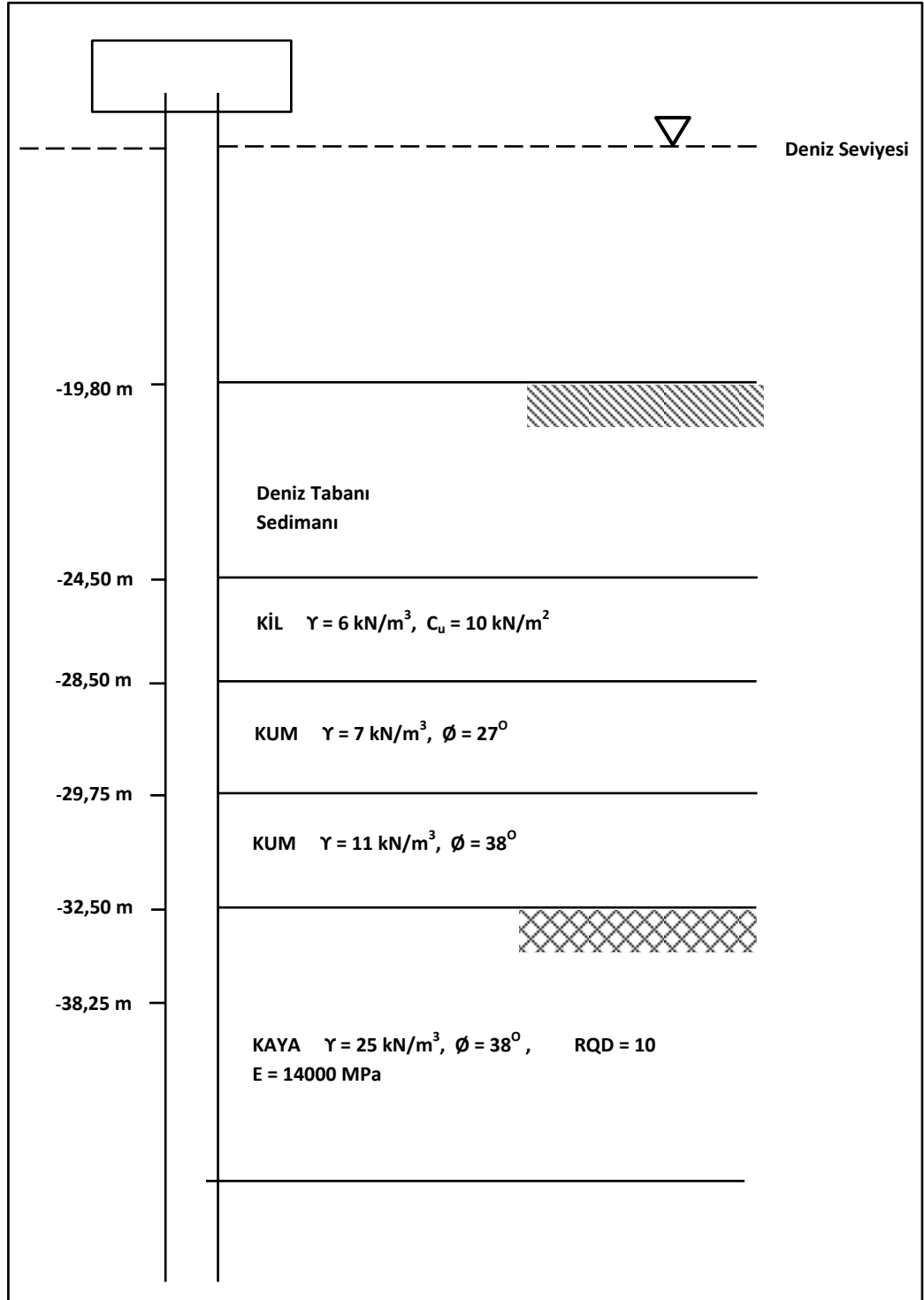
23m derinlikte taban sedimanına girilmekte, 27,00-28,25m arasında bitki köklü, kavkılı, killi, çakıllı, siyah renkli ve kokulu kum tabakasından geçilmektedir. 28,25m seviyesinden itibaren andezit, trakit, bazalt tüfit ve benzeri volkanik materyallerden oluşmuş, silis içerikli tabakalı yapı gösteren volkanik kayaya girilmektedir. Eldeki verilere göre 36,20m'de sondajın tamamlandığı anlaşılmaktadır.

İncelenen bölge Bodrum Yarımadasının güneyinde birinci derece deprem bölgesinde yer almaktadır. Alana ait zemin etüt raporunda bu bölgenin depremselliğinin ege yayındaki erimleler tarafından belirlendiği bildirilmektedir.

Şekil 3.1'de iskelenin sondaj yapılan noktalarına ait konumları gösterilmektedir. İskeleye ait zemin profili ve performans çalışmasına esas oluşturan zemin parametreleri aşağıda verilen Şekil 3.2'de ve Tablo 3.1'de gösterilmektedir.



Şekil 3.1 Sondaj konumları planı



Şekil 3.2 Zemin hesap modeli

Tablo 3.1 Hesap modeline ait geoteknik parametreler

Parametre		KUM	AYRIŞMIŞ KAYA	ANAKAYA
Kalınlığı	m	0 – 1.5	1.00 – 2.00	
Sınıfı	USCS	SP	GC	IV
SPT	N <sub>30</sub>	10	Refü	
RQD				10
Birim Hacim Ağırlık $\gamma_n$	kN/m <sup>3</sup>	17	21	25
Serbest Basınç Dayanımı $q_v$	MPa		0.14	80
Drenajsız Kohezyon $C_u$	kPa	10	70	57
İçsel Sürtünme Açısı $\phi_u$	Derece	27	10	42
Elastisite Modülü $E_s$	MPa	10	15	14000
Poisson Oranı $\mu$	-	0.22	0.27	
Düşey Yatak Katsayısı $k_v$	MN/m <sup>3</sup>	8	12	18878
Yatay Yatak Katsayısı $k_h$	MN/m <sup>3</sup>		30	24300

Tablo 3.1’de 2005 yılında hazırlanmış olan zemin etüd raporundan alınarak aktarılmış olan hesap modeline ait geoteknik parametrelere göre iskele zemininde kalınlığı 1,50m olan kum tabakasından, takriben 2m kalınlığında ayrılmış kayadan ve bunun devamında anakaya oluşumundan bahsedilmektedir. Ana kaya için RQD değeri 10, elastisite modülü 14.000 MPa ve yatay yatak katsayısı da 24300 MN/m<sup>3</sup> olarak önerilmektedir.

### 3.3.1.2 İskele Yapısının İnşa Edildiği Bölgede Sıvılaşma Riski

İskelenin zemin etüt raporu, deprem dalgalarının çeşitli zemin kesitlerinde farklı etkilerinin olabileceğinin bilindiğine dikkat çekmekle birlikte; bu süreçte yinelenen gerilmeler altında zeminlerin gözenek suyu basıncının hızla yükselmesinin, gevşek uniform kumlarda sıvılaşma, yumuşak killerde de yumuşama zayıflamalarına neden olduğunu belirtmektedir.

Rapora göre; inceleme alanında tasarlanan yapı ömrü içindeki şiddetli hissedilebilecek bir depremin meydana gelme olasılığı yüksek olup sıvılaşma riskinin analiz edilmesi gerektiği belirtilmekte ve yapılan sıvılaşma değerlendirmesi sonucunda, ayrıca zeminin su altında olduğuna da vurgu yapılarak; kum tabakasının sıvılaşma riski altında bulunduğu ilişkin değerlendirme yapılmaktadır.

### ***3.3.2 Kazık-Zemin Etkileşimi Altında Eşdeğer Deprem Yüğü ile Deprem Performansının Belirlenmesi***

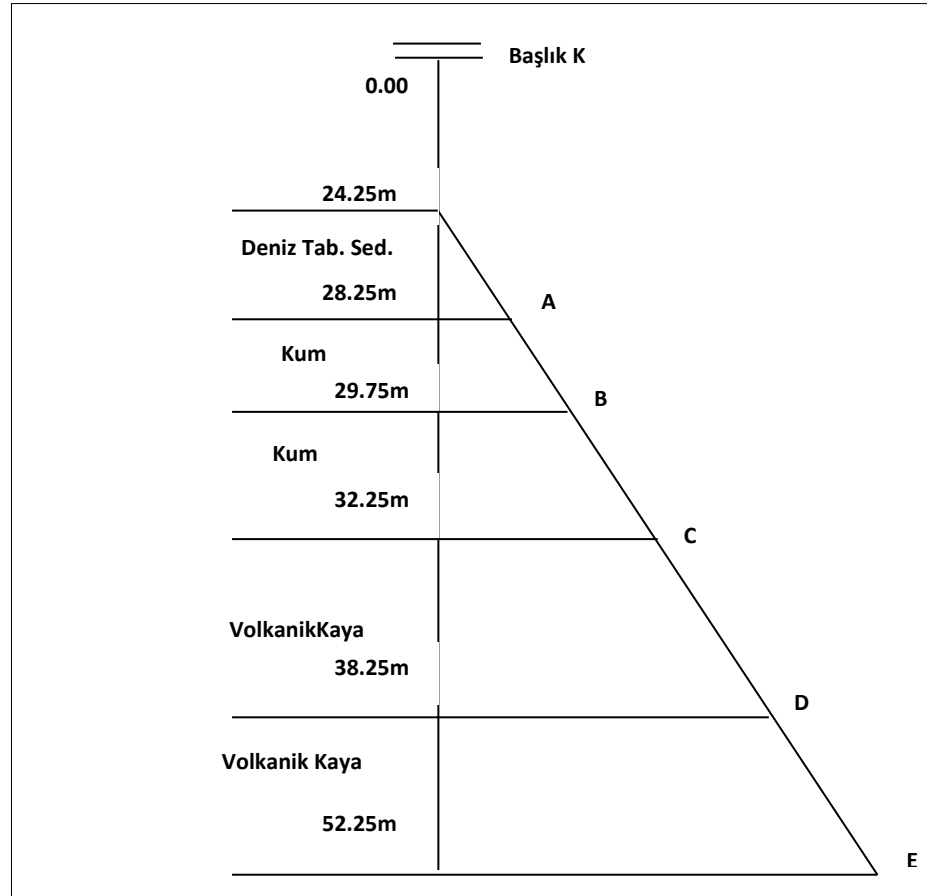
#### *3.3.2.1 Giriş*

Bu bölümde zemin parametrelerinden faydalanarak kazık kapasite hesaplamaları yapılmakta, kazığın içinden geçtiği zemin tabakaları boyunca sürtünme ve kazık soketlenme bölgesindeki uç gerilme değerleri tahmin edilmektedir. Ayrıca; incelenen iskeleyi oluşturan elemanların (kazıklar, başlık kirişleri, prekast döşemeler ve saha kaplama betonu) boyut ve malzeme özellikleri tespit edilmekte, yaklaşık yapı ağırlığı hesaplanmakta, AYG M Yönetmeliğinin öngörüldüğü şekilde deprem ivme spektrum eğrilerinin çizilmesine yardımcı olacak parametreler hesaplanmakta, yapıya etkiyen yaklaşık deprem kuvveti belirlenmekte ve ENSOFT yazılımı kullanılarak oluşturulan yapı modeli üzerine yine şartnamenin zorunlu kıldığı yükleme kombinasyonları altında yapılmış olan analiz sonuçları sunulmaktadır.

ENSOFT kullanılarak yapılan analiz sonucunda, yatay yay katsayılarının belirlenmesi için gerekli olan zemin reaksiyon kuvvetleri ile kazık deplasman ilişkileri, düşay yay katsayılarını elde etmek için gerekli olan uç deplasman değerleri ile aksenal reaksiyon kuvvetleri değişimleri ve artımsal itme analizine esas olan ve zeminin gerçeğe en yakın davranışını tanımlayan p-y eğrileri elde edilmiş olmaktadır. Bu sayede SAP 2000’de oluşturulan modeldeki kazıklara derinlik boyunca değişken zemin davranışının tanımlanması mümkün olmaktadır.

#### *3.3.2.2 Analizlerde Kullanılacak Yüğülerin Belirlenmesi*

Bu bölümde zemin parametreleri, tabaka kalınlıklarından yola çıkılarak yapılan hesaplamalar sonucunda kazık sürtünme ve uç kuvvetleri ile ENSOFT programına tanımlanacak yapı yaklaşık öz ağırlığı, gemi bağlama yükü, yapıya etkiyen rüzgar yükleri ve deprem kuvvetleri elde edilmiştir.



Şekil 3.3 Zemin tabakalanması ve gerilme dağılımı

Şekil 3.3’de gösterilen zemin tabakalanması için A, B, C, D ve E noktalarında zemin gerilme kuvvetleri hesaplanmakta ve bu noktalar arasında yer alan ortalama değerler yardımıyla da yatay etkiler düşey etkilere dönüştürülerek kazık uç kuvvetleri ile sürtünme etkisi değerlerine ulaşılmaktadır. Detaylı hesaplamalar tezin devam eden bölümünde verilmektedir.

*3.3.2.2.1 İskele Kazıklarının Sürtünme ve Uç Dirençlerinin Belirlenmesi. (27-28.5) metreler arasında kum tabakası içinden geçen kazığa etkiyen kuvvetler yapılan işlemler yardımıyla sürtünme kuvvetine dönüştürülmüştür. Benzer şekilde aynı işlemler kazığın içinden geçtiği diğer tabakalar için de yapılarak toplam sürtünme ve kazık uç kapasitesi değerleri hesaplanmaktadır.*



(27-28.5) m Arası Kum

$$K_s / K_o = 1.0$$

$$K_o = 1 - \sin\theta' = 1 - \sin(27) = 0.588$$

$$K_s = 0.588$$

$$\theta_{sp} = (0.5 - 0.7) * \theta' = 14 \text{ (Kum, Düzgün Bitümlü çelik)}$$

$$q_s = K_s * \sigma'_{AB,ort} * \tan\theta_{sp} = 0.588 * \sigma'_{AB,ort} * \tan(14)$$

$$q_s = 4.30 \frac{kN}{m^2}$$

$$\sigma'_{AB,ort} = 29.25 \frac{kN}{m^2}$$

(28.5 - 31.0) m Arası Ayrışma Zonu

$$K_s / K_o = 1.0$$

$$K_o = 1 - \sin\theta' = 1 - \sin(38) = 0.384$$

$$K_s = 0.384$$

$$\theta_{sp} = 14 \text{ (Siltli Kum Çakıl, Killi Kum)}$$

$$q_s = K_s * \sigma'_{BC,ort} * \tan\theta_{sp} = 0.384 * \sigma'_{BC,ort} * \tan(14)$$

$$q_s = 4.62 \frac{kN}{m^2}$$

$$\sigma'_{BC,ort} = 48.25 \frac{kN}{m^2}$$

(31.00 - 37.0) m Arası Volkanik Kaya

$$\theta = 38^\circ$$

$$Q_{uc} = N_q * \sigma'_o$$

$$N_q = 140$$

$$\sigma'_{CD} = 107.00 \frac{kN}{m^2}$$

$$q_s = 14.980 \frac{kN}{m^2}$$

$$\sigma'_{CDort} = 107 \frac{kN}{m^2}$$

Tomlinson ve Woodward (2008)'e göre aşağıdaki bağıntı kullanılarak;

$$q_{ub} = c.N_c + \frac{1}{2} \gamma B N_\gamma + \gamma D N_q$$

$$RQD = 0 - 70$$

$$c = 0.10 * q_{uc}$$

$$\emptyset = 30$$

$$q_{uc} = 80 \text{ Mpa} = (80.000 \frac{kN}{m^2})$$

$$c = 0.10 * 80.000$$

$$c = 8.000 \frac{kN}{m^2}$$

$$\emptyset = 30^\circ$$

$$N_c = 22$$

$$q_{ub} = 8000 * 22 + \frac{1}{2} * 25 * 1.0 * 80 + 25,0 * 6.0 * 140,0$$

$$q_{ub} = 198.000 \frac{kN}{m^2} \text{ ve içi boş bırakılmış çelik dairesel kesit için}$$

$$Q_b = q_{ub} * A_b = 198.000 * \pi \left( \frac{1.016^2}{4} - \frac{1^2}{4} \right) = 198.000 * 0,0253$$

$$Q_b \approx 5000 \text{ kN} \quad (\text{Uç direnci})$$

3.3.2.2.2 *Bodrum Yolcu İskele Yapısının Öz Ağırlığının Belirlenmesi.* Bu başlık altında yapıyı meydana getiren elemanlar dikkate alınarak yapı yaklaşık ağırlığı hesaplanmaktadır. Bu kapsamda başlık kirişleri, prekast usturma çeri kirişleri, prekast döşemeler, saha kaplama betonu, beton tesisat kanalı, çelik kazıklar ve kazık içi betonları dikkate alınarak hesaplamalar yapılmaktadır.

#### Başlık Kirişleri

$$A = 1.4 * 0.6 + 0.8 * 2 = 2.44 \text{ m}^2$$

$$9 \text{ adet kiriş} = 9 * 2.44 = 21.96 \text{ m}^2$$

$$\text{Ano Kısa Kenarı (L)} = 14.20 \text{ m}$$

$$\text{Toplam Kiriş Ağırlığı } (\sum w) = 21.96 \text{ m}^2 * 14.20 \text{ m} * 2.50 \text{ t/m}^3$$

$$(\sum w) = 311.84 \text{ m}^3 * 2.50 \text{ t/m}^3$$

$$\text{Toplam Kiriş Ağırlığı } (\sum w) = 780 \text{ t}$$

Prekast Usturmaça Kirişleri

$$A = 0.75 * 0.55 + 0.25 * 0.90 = 0.64 \text{ m}^2$$

$$\text{Ano evre Uzunluğu (L)} = 2 * (15 + 50.25) = 130.50 \text{ m}$$

$$\text{Toplam Hacim (V)} = 0.64 \text{ m}^2 * 130.5 \text{ m} = 83.52 \text{ m}^3$$

$$\text{Toplam Usturmaça Ağırlığı (\sum W)} = 83.52 \text{ m}^3 * 2.50 \text{ t/m}^3$$

$$\text{Toplam Usturmaça Ağırlığı (\sum W)} = 210 \text{ t}$$

Prekast Döşeme

$$\text{Prekast Dolu Alanı (A}_{\text{dolu}}) = 4.60 * 0.60 = 2.76 \text{ m}^2$$

$$\text{Prekast Boş Alanı (A}_{\text{boş}}) = 4.10 * 0.35 = 1.43 \text{ m}^2$$

$$(A_{\text{dolu}} - A_{\text{boş}}) = 1.33 \text{ m}^2$$

$$\text{Tek Prekast Döşeme Ağırlığı (W)} = 1.33 \text{ m}^2 * 1.60 \text{ m} * 2.50 \text{ t/m}^3 = 5.33 \text{ t}$$

$$\text{Toplam Prekast Döşeme Ağırlığı (\sum W)} = 5.33 \text{ ton} * (7 * 8)^{\text{ad}} * 2.50 \text{ ton/m}^3 = 298 \text{ t}$$

Saha Kaplama Betonu

$$\text{Alan (A)} = 50 \text{ m} * 14.20 \text{ m} = 710 \text{ m}^2$$

$$\text{Hacim (V)} = 710 \text{ m}^2 * 0.10 \text{ m} = 71 \text{ m}^3$$

$$\text{Ağırlık (\sum W)} = 71 \text{ m}^3 * 2.50 \text{ t/m}^3$$

Tesisat Kanalı

$$\text{Alan (A)} = 0.25 * 0.65 + 0.25 * 0.30 = 0.24 \text{ m}^2$$

$$\text{Uzunluk (L)} = 2 * 50 \text{ m} = 100 \text{ m}$$

$$\text{Hacim (V)} = 100 \text{ m} * 0.24 \text{ m}^2 = 24 \text{ m}^3$$

$$\text{Ağırlık (\sum W)} = 24 \text{ m}^3 * 2.50 \text{ t/m}^3 = 60 \text{ t}$$

Betonla Dolu Kazık

$$\begin{aligned} \text{Kazık Hacmi (V)} &= \frac{\pi}{4} * ((D_2)^2 - (D_1)^2) * L_k \\ &= \frac{\pi}{4} * (1.016^2 - 1.00^2) * 5.00 = 0.127 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\text{Kazık İçi Betonun Hacmi (V)} = \frac{\pi}{4} * 1^2 * 5 = 3.93 \text{ m}^3$$

$$\text{Bir adet çelik kazık ağırlığı (W)} = 0.127 \text{ m}^3 * 7.85 \text{ t/m}^3 = 0.996 \text{ t}$$

$$\text{Bir adet kazık içi beton ağırlığı (W)} = 3.93 \text{ m}^3 * 2.50 \text{ t/m}^3 = 9.825 \text{ t}$$

$$45 \text{ Adet Dolu Kazık Ağırlığı } (\sum W) = 45 * (0.996 + 9.825) = 487 \text{ t}$$

#### Yapı Yaklaşık Öz Ağırlığı

$$\text{Başlık Kirişlerinden} \quad \cong 780 \text{ t}$$

$$\text{Prekast Usturmaça Kirişlerinden} \quad \cong 210 \text{ t}$$

$$\text{Prekast döşemelerden} \quad \cong 298 \text{ t}$$

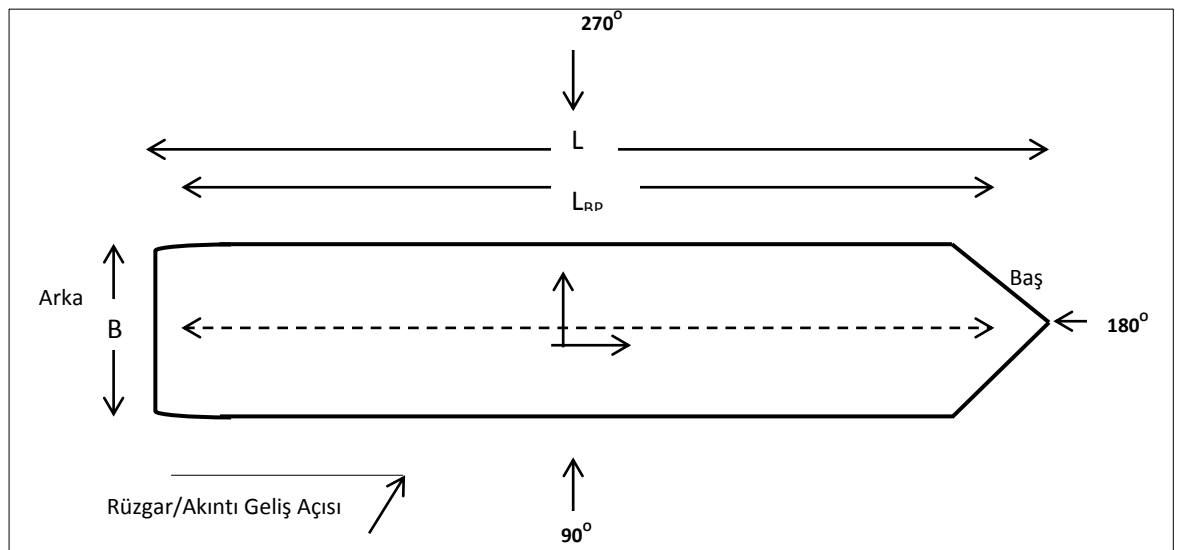
$$\text{Tesisat Kanallarından} \quad \cong 60 \text{ t}$$

$$\text{Dolu Betonlu Kazıklardan} \quad \cong 487 \text{ t}$$

$$\text{Saha Kaplama Betonundan} \quad \cong 178 \text{ t}$$

$$\text{Toplam Yaklaşık Hesaplanan} \quad \cong 2013 \text{ t [20130 kN]}$$

3.3.2.2.3 *İskele Gemi Bağlama Yükünün Belirlenmesi.* Gemi bağlama yükünün hesabında AYGM Teknik Şartnamesin'nde mevcut tip gemi şekli üzerinde tarif edilen boyutlandırma esaslarına bağlı değerler dikkate alınarak hesaplamalar yapılmış ve tip gemi Şekil 3.4'te verilmiştir.



Şekil 3.4 Gemi bağlama kuvvetleri (AYGM 2008 Deprem Teknik Şartnamesinden)

$\rho_A = 1.309 \text{ kg/m}^3$	(Hava Özgül Ağırlığı)
$U_w = 23.00 \text{ m/s}$	(Deniz Seviyesinden 10 Metre İrtifadaki Rüzgar Hızı)
$c = 8845 \text{ m}^2$	(Geminin Su Çizgisi Üzerindeki Boyuna Izdüşüm Alanı)
$\Theta = 90$	(Rüzgar Geliş Açısı)
$C_{TW} = 1.92$	(Enine Rüzgar Kuvveti Katsayısı)
$C_{LW} = 0.00$	(Boyuna Rüzgar Kuvveti Katsayısı)

olup AYGM Kıyı Yapıları Planlama ve Tasarım Esasları Şartnamesinin 3.Bölümünde verilen denklem yardımıyla yanaşma yapacak gemiye etkileyen rüzgar kuvveti denklem 3.1 yardımıyla hesaplanmaktadır.

$$F_{TW} = C_{TW} * \rho_A * A_L * (U_w)^2 * 10^{-4} \quad (3.1)$$

Hesaplamalarda iskelenin imalatında kullanılan 120 Ton kapasiteli baba çekme kuvveti ve yatayda yüklerin anoya dik etkimesi durumu en olumsuz koşul olarak kabul edilmiştir.

*3.3.2.2.4 İskele Yapısına Gelen Rüzgar Kuvvetlerinin Belirlenmesi.* Tabliye boyu 50.25 m, eni 15.00 m, tabliye yüksekliği 165 cm olmak üzere rüzgar kuvveti;

$$F_w = \frac{1}{2} \rho_a C_{dw} A_w (U_w)^2 \quad (3.2)$$

olarak hesaplanır. Bu hesapta rüzgarın etkilediği alan gemi yüzeyi gibi dışbükey olmadığından düz yüzeye gelen rüzgar yükünün hesabı için AYGM Kıyı Yapıları Planlama ve Tasarım Esasları Şartnamesinin 3. Bölümünde verilen yapının üst yüzeyine etkileyen rüzgar kuvvetini veren bağıntı kullanılmaktadır.

Burada;

$$\rho_a = 1.23 \text{ kg/cm}^3 \text{ (Hava Özgöl Ağırlığı)}$$

$$C_{dw} = \text{Rüzgar Direnç Katsayısı} = 1.20$$

$$A_w = \text{Rüzgara Maruz Alan (m}^2\text{)}$$

$$U_w = \text{Rüzgar Hızı} = 23.00 \frac{m}{s}$$

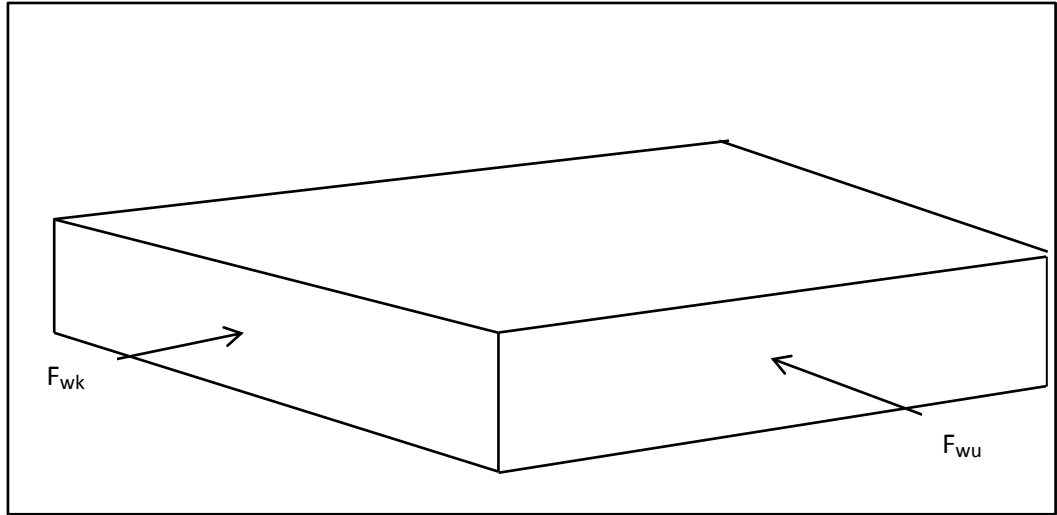
$$F_{wk} = \text{Kısa Kenara Etkiyen Rüzgar Kuvveti (N)}$$

$$F_{wk} = \text{Uzun Kenara Etkiyen Rüzgar Kuvveti (N)}$$

$$A_{wk} = \text{Kısa Kenar Alanı} = 15 \times 1.65 = 24.75 \text{ m}^2$$

$$A_{wu} = \text{Uzun Kenar Alanı} = 50.25 \times 1.65 = 82.91 \text{ m}^2$$

Hakim Rüzgar yönü; Kuzey (N) dir.



Şekil 3.5 İskele 5 numaralı anoya etkiyen rüzgar yüklerinin gösterimi

Yukarıda verilen bilgiler ışığında;

$$F_{wu} = \frac{1}{2} * 1.23 * 1.20 * 82.91 * (23)^2 = 32368 \text{ N} = 32,37 \text{ kN}$$

$$F_{wk} = \frac{1}{2} * 1.23 * 1.20 * 24.75 * (23)^2 = 9662 \text{ N} = 9,70 \text{ kN}$$

3.3.2.2.5 Performansının Belirlenmesinde Kullanılacak Elastik Tasarım İvme Spektrumlarının ve Eşdeğer Deprem Yüklerinin Belirlenmesi. Deprem spektrumu, AYG M Deprem Teknik Şartnamesi'nde ön görüldüğü şekilde, yapının inşa edilmiş olduğu noktadaki coğrafi koordinatlar esas alınarak aşağıda gösterilen bir dizi işlemle belirlenmektedir. Yapının coğrafi koordinatlarına karşılık gelen D1 ve D2 depremi spektral ivme değerleri  $S_s$  ve  $S_1$  değerleri şartnameden okunarak bunlara karşılık gelen kısa periyot zemin katsayısı  $F_a$  ve 1s periyodu zemin katsayısı  $F_v$  değerleri tespit edilmektedir. Bu tespitler yapıldıktan sonra spektrum köşe noktaları  $S_{MS}$ ,  $S_{M1}$ ,  $T_s$  ve  $T_o$  değerleri aşağıda verilen formüllerle hesaplanarak spektrum eğrisi oluşturulmaktadır.

Proje Koordinatları :  $37^{\circ} 01'$  (E) Enlem  
 :  $27^{\circ} 26'$  (N) Boylam

(D1) Depremi:

Spektral İvmeler :  $S_s = 0.47$   
 :  $S_1 = 0.14$

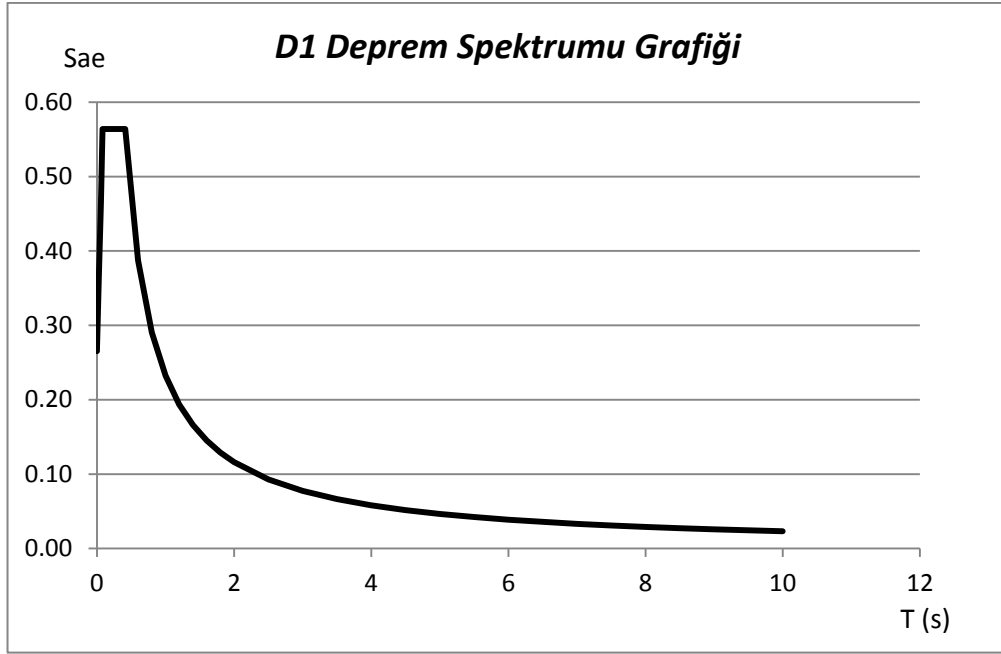
Kısa periyot zemin katsayısı :  $F_a = 1.20$   
 1 sn periyodu zemin katsayısı :  $F_v = 1.66$

$$S_{MS} = F_a * S_s = 0.564$$

$$S_{M1} = F_v * S_1 = 0.232$$

$$T_s = S_{M1} / S_{MS} \quad T_o = 0.20 * T_s$$

Spektrum Köşe Periyotları :  $T_s = 0.41$  s ,  $T_o = 0.08$  s ,  $T_L = 12$  s



Şekil 3.6 D1 Depremi İvme Spektrumu Grafiği

$$V_x = A_o * I * S(T) * \frac{W}{R(T)}$$

$$S(T) = 0.564 \text{ ve}$$

$$R(T) = R = 1.50 \quad (T_A < T)$$

$$V_x \cong 0.30 * 1.40 * 0.564 * \frac{2013}{1.50} \cong 318 \text{ Ton (3180 kN)}$$

$$\text{D1 Eşdeğer Deprem İvme Katsayısı } k_{1h} = \frac{2}{3} * A_{10} = \frac{2}{3} * \frac{(0.4 S_{ms})}{g} = 0.15$$

$$H_{\text{DEPREM\_D1}} \cong V_x \cong 3020 \text{ kN.}$$



(D2) Depremi:

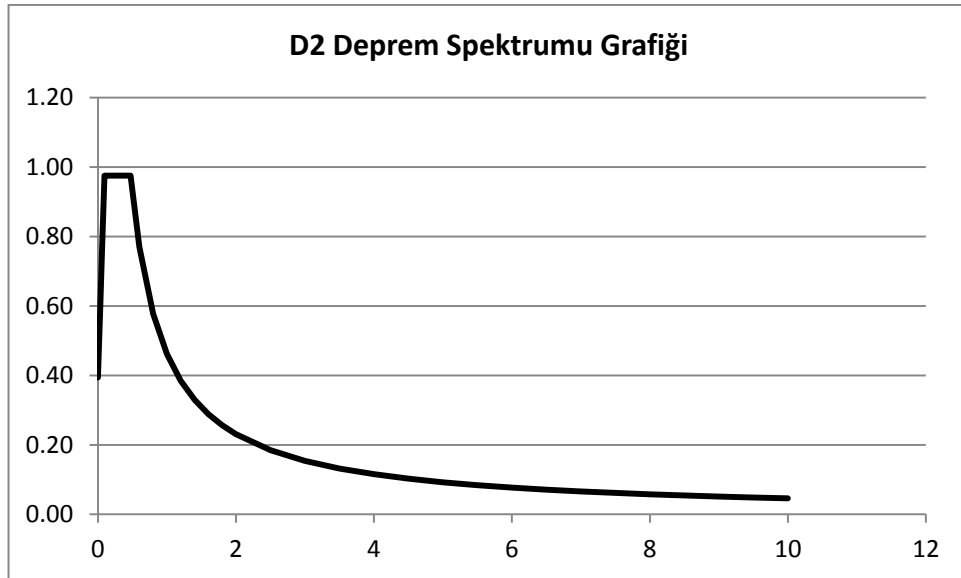
$$\begin{aligned} \text{Spektral ivmeler} & : S_s = 0.96 \\ & : S_1 = 0.31 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kısa periyot zemin katsayısı} & : F_a = 1.02 \\ \text{1 sn periyodu zemin katsayısı} & : F_v = 1.44 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} S_{MS} & = F_a * S_s = 0.975 \\ S_{M1} & = F_v * S_1 = 0.601 \end{aligned}$$

$$T_s = S_{M1} / S_{MS} \quad ; \quad T_o = 0.20 * T_s$$

$$\text{Spektrum köşe periyotları} \quad : T_s = 0.62 \text{ s} , T_o = 0.12 \text{ s} , T_L = 12 \text{ s}$$



Şekil 3.7 D2 Depremi İvme Spektrumu Grafiği

$$V_x \cong 0.30 * 1.40 * 0.975 * \frac{2013}{1.50} \cong 550 \text{ Ton (5500kN)}$$

$$\text{D2 Depremi için eşdeğer deprem yükü katsayısı; } k_{2h} = 0.50 \quad (A_{20} < 0.20)$$

$$H_{\text{DEPREM\_D2}} \cong V_x \cong 5500 \text{ kN.}$$

3.3.2.2.6 *Bodrum Yolcu İskele Yapısı Kazıklarına Gelen Dalga Kuvvetlerinin Belirlenmesi.* Bu bölümde iskele yapısına etkiyen dalga kuvvetleri Shore Protection Manual yardımıyla hesaplanmıştır. Bu hesaplamalar (SPM, 2007)'in yedinci bölümünde yer alan ve aşağıdaki hesaplamalarda gösterilen bağıntılar ve yardımcı abaklar kullanılarak yapıldıktan sonra, hesaplarda kullanılan bağıntı bir tablolama yazılımında hazırlanan bir toplu hesap dosyası yardımıyla bu defa her bir kazığa gelen dalga kuvvetleri ayrı ayrı olacak şekilde hesaplar detaylandırılmıştır.

Bunlarla birlikte kazıklara etkiyen dalga kuvvetlerinin yaklaşık etkime derinliğini de tespit edebilmek amacıyla, SPM İnteraktif Yazılımı yardımıyla verilerin girişi yapılarak yaklaşık etki derinliği belirlenmiş ve yapılan hesapların sonuçları bakımından birbirlerine yakınlık gösterdikleri de ortaya konulmuştur.

Dalga kuvvetlerinin doğrudan Shore Protection Manual yardımıyla hesaplanması aşağıda gösterilmektedir. Buna göre;

Dizayn dalga yüksekliği (H)	= 4.10 metre (13.45 ft)
Dizayn dalga Periyodu (T)	= 7.60 saniye (7.60 s)
Kazık çapı (D)	= 1.016 metre (3.33 ft)
Derinlik (d)	= 24.50 metre (90.38 ft)
CM	= 2.00
CD	= 0.70

$$\frac{d}{gT^2} = \frac{80.38}{(32.2)*7.60^2} = 0.043218$$

U.S. Army Coastal Engineering Research Center tarafından hazırlanmış olan Shore Protection Manual'daki Şekil 7-47 kırılma limit eğrisinden

$$\frac{H_b}{gT^2} = 0.021428 \text{ değeri okunur. O halde;}$$

$$H_b = 0.021428 * g * T^2 = 0.21428 * 32.2 * 7.60^2 = 39.85 \text{ ft hesaplanır. Böylece;}$$

$$\frac{H}{H_b} = \frac{14.35}{39.85} = 0.34$$

Şekil 7-43 ve 7-44 kullanılarak;

$$\frac{d}{gT^2} = 0.043218 \text{ ve } H = 0.34 * 1/2 * H_b \text{ den } K_{im} = 0.47 \text{ ve } K_{DM} = 0.25 \text{ ve}$$

denklem 7-30 kullanılarak;

$$F_{im} = C_M * \rho * g * \frac{\pi D^2}{4} * H * K_{im} = 2.00 * 2.00 * 32.2 * \frac{\pi 3.33^2}{4} * 13.45 * 0.47$$

$$F_{im} = 7091 \text{ lbs hesaplanır.}$$

SPM Denklem 7-31 kullanılarak;

$$F_{DM} = C_D * 1/2 * \rho * g * D * H^2 * K_{DM} = 0.70 * 0.5 * 2 * 32.2 * 3.33 * 13.45^2 * 0.25$$

$$F_{DM} = 3394 \text{ lbs bulunur ve SPM Denklem 7-34 kullanılarak;}$$

$$W = \frac{C_m D}{C_D H} = \frac{2.00 * 3.33}{0.70 * 13.45} = 0.707 \text{ elde edilir.}$$

$W = 0.707$  için (0.500 ile 1.00) değerleri arasında yani SPM Şekil 7-50 ile SPM Şekil 7-51 arasında yapılan enterpolasyon sonucunda ise ;  $\emptyset_m = 0.2698$  değeri elde edilebilir.

Bu şekilde;

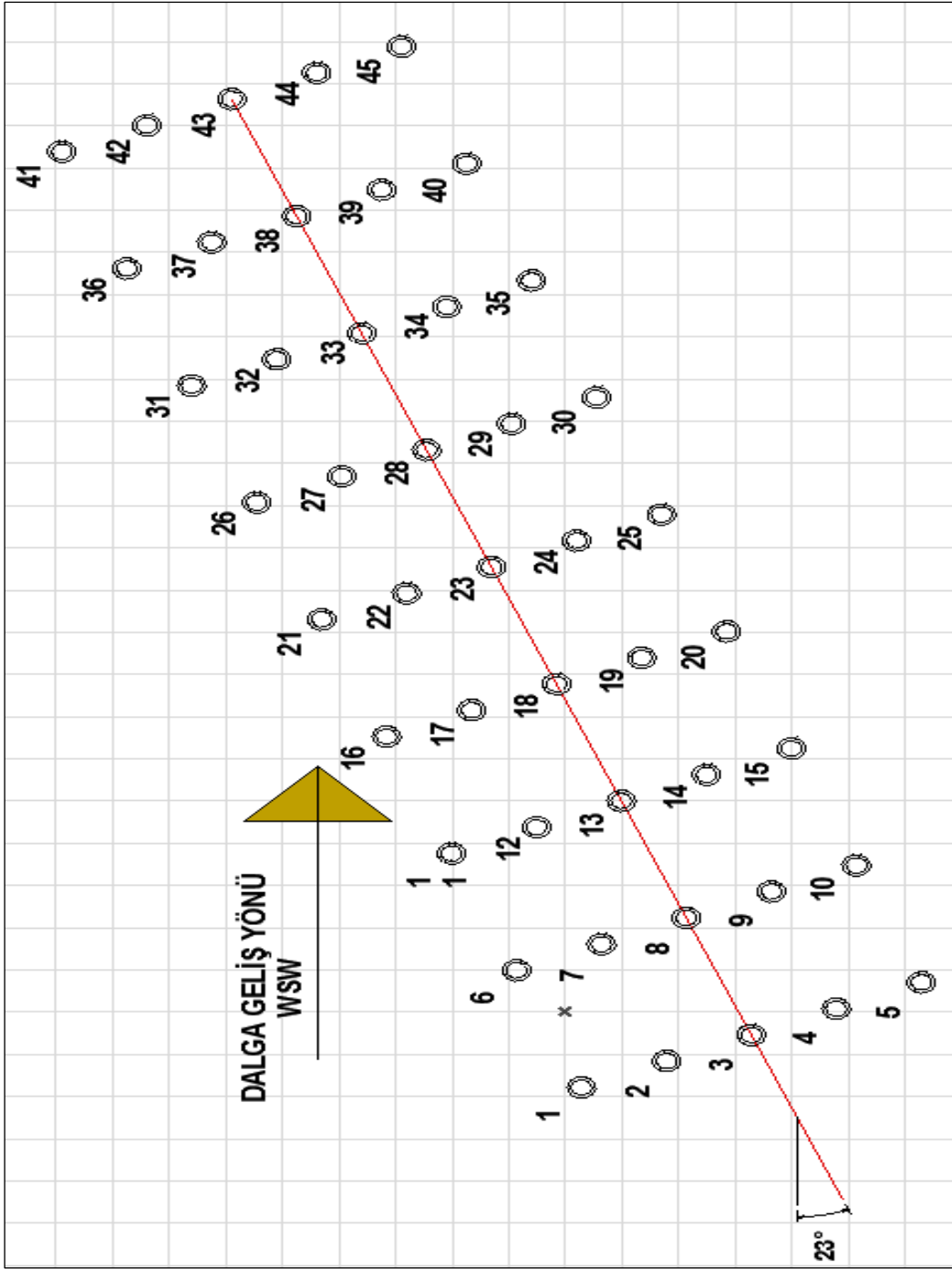
$$\frac{H}{gT^2} = 0.00723 \text{ ve } \frac{d}{gT^2} = 0.043218 \text{ sonuçları hesaplanabilir.}$$

SPM Denklem 7-35 kullanılarak;

$$F_m = \emptyset_m * W * C_D * H^2 * D = 0.268 * 64 * 0.70 * 13.45^2 * 3.33 = 7323 \text{ lbs } \cong 3.30 \text{ t}$$

değeri elde edilir.

Yukarıda gösterilen denklemler tablolama yazılımına aktarıldıktan sonra Şekil 3.8'de gösterildiği gibi dalganın geliş yönü, kazıkların dalga geliş yönüne ve dizilimlerine bağlı olarak maruz kaldıkları kuvvetler ayrı ayrı olmak üzere hesaplanan sonuçlar Tablo 3.2'de gösterilmektedir.



Şekil 3.8 Kazık Yerleşim Planı ve Dalga Geliş Yönü

3 numaralı kazığın referans kazık olarak seçildiği hesaplamada;

$X_n = n$ . Kazığın yatay eksen boyunca referans olarak seçilen kazığa olan mesafesi (m)

$L_a$  = Referans kazık ile n. Kazık arasında çizilen doğrunun uzunluğu (m)

$\Theta$  = Referans kazık ile n. Kazık arasında çizilen doğrunun yatay eksen ile yaptığı açının radyan cinsinden değeri (rad)

$F_i$  = kazığa gelen itme kuvvet (kN)

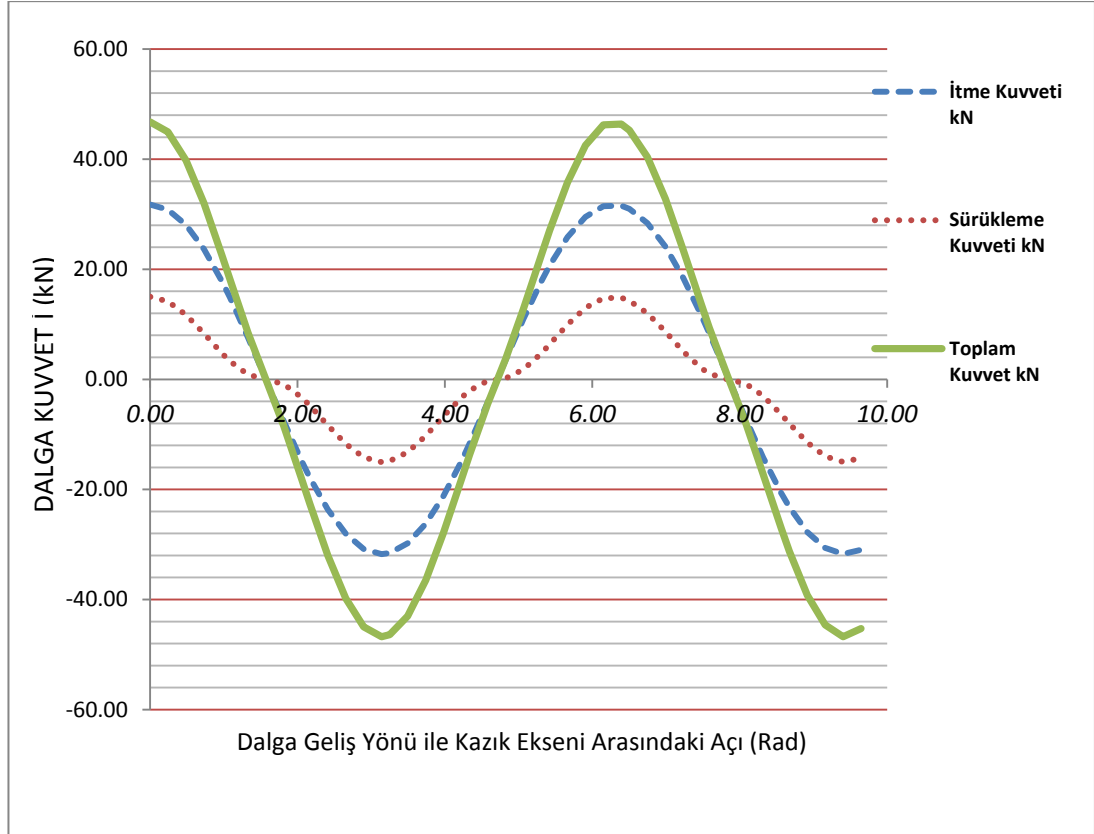
$F_D$  = kazığa gelen sürüklenme kuvveti (kN)

$F_M(\Theta) = F_i + F_D$  : Kazığa gelen toplam kuvvet olmak üzere; tarif edilen bu değerler kazık terleşim planı üzerinden her bir kazık için ölçülerek formüle edilmiş ve kazıklara gelen dalga etkisine ilişkin hesaplamalar Tablo 3.2’te gösterilmiştir.

Tablo 3.2 Dalga Geliş Yönüne Göre Kazıklara Etkiyen Kuvvetlerin Hesabı

	Xn	La	$\theta$	Fim	Fdm	$F_i = F_{im} \cdot \cos \theta$	$F_d = F_{dm} \cdot \cos \theta$	$F(\theta) = F_i + F_d$	$F(-\theta) = F_d - F_i$	Yaklaşma	$F(\theta)_x$	$F(\theta)_y$
		m	Rad	kN	kN	kN	kN	kN	kN	Açısı Deg	kN	kN
1	0.00	32.14	0.00	31.75	15.02	31.75	15.02	46.77	-16.73	23.00	43.05	18.27
2	1.24	32.14	0.24	31.75	15.02	30.82	14.15	44.97	-16.66	23.00	41.40	17.57
3	2.49	32.14	0.49	31.75	15.02	28.06	11.73	39.79	-16.32	23.00	36.62	15.55
4	3.73	32.14	0.73	31.75	15.02	23.67	8.35	32.01	-15.32	23.00	29.47	12.51
5	4.97	32.14	0.97	31.75	15.02	17.89	4.77	22.67	-13.12	23.00	20.86	8.86
6	5.54	32.14	1.08	31.75	15.02	14.87	3.29	18.16	-11.57	23.00	16.71	7.09
7	6.79	32.14	1.33	31.75	15.02	7.63	0.87	8.50	-6.77	23.00	7.83	3.32
8	8.03	32.14	1.57	31.75	15.02	0.01	0.00	0.01	-0.01	23.00	0.01	0.00
9	9.27	32.14	1.81	31.75	15.02	-7.61	-0.86	-8.48	6.75	23.00	-7.80	-3.31
10	10.52	32.14	2.06	31.75	15.02	-14.85	-3.29	-18.13	11.56	23.00	-16.69	-7.08
11	11.09	32.14	2.17	31.75	15.02	-17.88	-4.76	-22.64	13.11	23.00	-20.84	-8.85
12	12.33	32.14	2.41	31.75	15.02	-23.65	-8.34	-31.99	15.32	23.00	-29.45	-12.50
13	13.57	32.14	2.65	31.75	15.02	-28.05	-11.72	-39.77	16.32	23.00	-36.61	-15.54
14	14.82	32.14	2.90	31.75	15.02	-30.81	-14.15	-44.96	16.66	23.00	-41.39	-17.57
15	16.06	32.14	3.14	31.75	15.02	-31.75	-15.02	-46.77	16.73	23.00	-43.05	-18.27
16	16.63	32.14	3.25	31.75	15.02	-31.55	-14.84	-46.39	16.71	23.00	-42.70	-18.13
17	17.87	32.14	3.49	31.75	15.02	-29.78	-13.22	-43.01	16.56	23.00	-39.59	-16.80
18	19.12	32.14	3.74	31.75	15.02	-26.24	-10.26	-36.50	15.98	23.00	-33.60	-14.26
19	20.36	32.14	3.98	31.75	15.02	-21.18	-6.69	-27.87	14.49	23.00	-25.65	-10.89
20	21.60	32.14	4.22	31.75	15.02	-14.88	-3.30	-18.18	11.58	23.00	-16.74	-7.11
21	22.17	32.14	4.34	31.75	15.02	-11.67	-2.03	-13.70	9.64	23.00	-12.61	-5.35
22	23.42	32.14	4.58	31.75	15.02	-4.18	-0.26	-4.44	3.92	23.00	-4.09	-1.73
23	24.66	32.14	4.82	31.75	15.02	3.50	0.18	3.68	-3.32	23.00	3.39	1.44
24	25.90	32.14	5.07	31.75	15.02	10.98	1.80	12.77	-9.18	23.00	11.76	4.99
25	27.15	32.14	5.31	31.75	15.02	17.86	4.75	22.61	-13.11	23.00	20.82	8.84
26	27.72	32.14	5.42	31.75	15.02	20.67	6.37	27.03	-14.30	23.00	24.89	10.56
27	28.96	32.14	5.66	31.75	15.02	25.85	9.96	35.81	-15.89	23.00	32.96	13.99
28	30.20	32.14	5.91	31.75	15.02	29.52	12.99	42.51	-16.53	23.00	39.13	16.61
29	31.45	32.14	6.15	31.75	15.02	31.47	14.76	46.23	-16.71	23.00	42.55	18.06
30	32.69	32.14	6.39	31.75	15.02	31.55	14.84	46.39	-16.72	23.00	42.70	18.13
31	33.26	32.14	6.50	31.75	15.02	30.97	14.29	45.26	-16.68	23.00	41.67	17.69
32	34.50	32.14	6.75	31.75	15.02	28.39	12.01	40.40	-16.38	23.00	37.19	15.78
33	35.75	32.14	6.99	31.75	15.02	24.10	8.66	32.76	-15.44	23.00	30.16	12.80
34	36.99	32.14	7.23	31.75	15.02	18.44	5.07	23.50	-13.37	23.00	21.63	9.18
35	38.23	32.14	7.48	31.75	15.02	11.69	2.04	13.73	-9.65	23.00	12.64	5.36
36	38.80	32.14	7.59	31.75	15.02	8.33	1.04	9.37	-7.30	23.00	8.62	3.66
37	40.05	32.14	7.83	31.75	15.02	0.67	0.01	0.68	-0.67	23.00	0.63	0.27
38	41.29	32.14	8.08	31.75	15.02	-6.97	-0.72	-7.69	6.25	23.00	-7.08	-3.01
39	42.53	32.14	8.32	31.75	15.02	-14.20	-3.01	-17.21	11.20	23.00	-15.84	-6.72
40	43.78	32.14	8.56	31.75	15.02	-20.65	-6.36	-27.01	14.30	23.00	-24.86	-10.55
41	44.35	32.14	8.67	31.75	15.02	-23.21	-8.03	-31.23	15.18	23.00	-28.75	-12.20
42	45.59	32.14	8.92	31.75	15.02	-27.73	-11.46	-39.19	16.27	23.00	-36.07	-15.31
43	46.83	32.14	9.16	31.75	15.02	-30.63	-13.98	-44.61	16.65	23.00	-41.07	-17.43
44	48.08	32.14	9.40	31.75	15.02	-31.74	-15.01	-46.75	16.73	23.00	-43.04	-18.27
45	49.32	32.14	9.65	31.75	15.02	-30.97	-14.30	-45.27	16.68	23.00	-41.67	-17.69

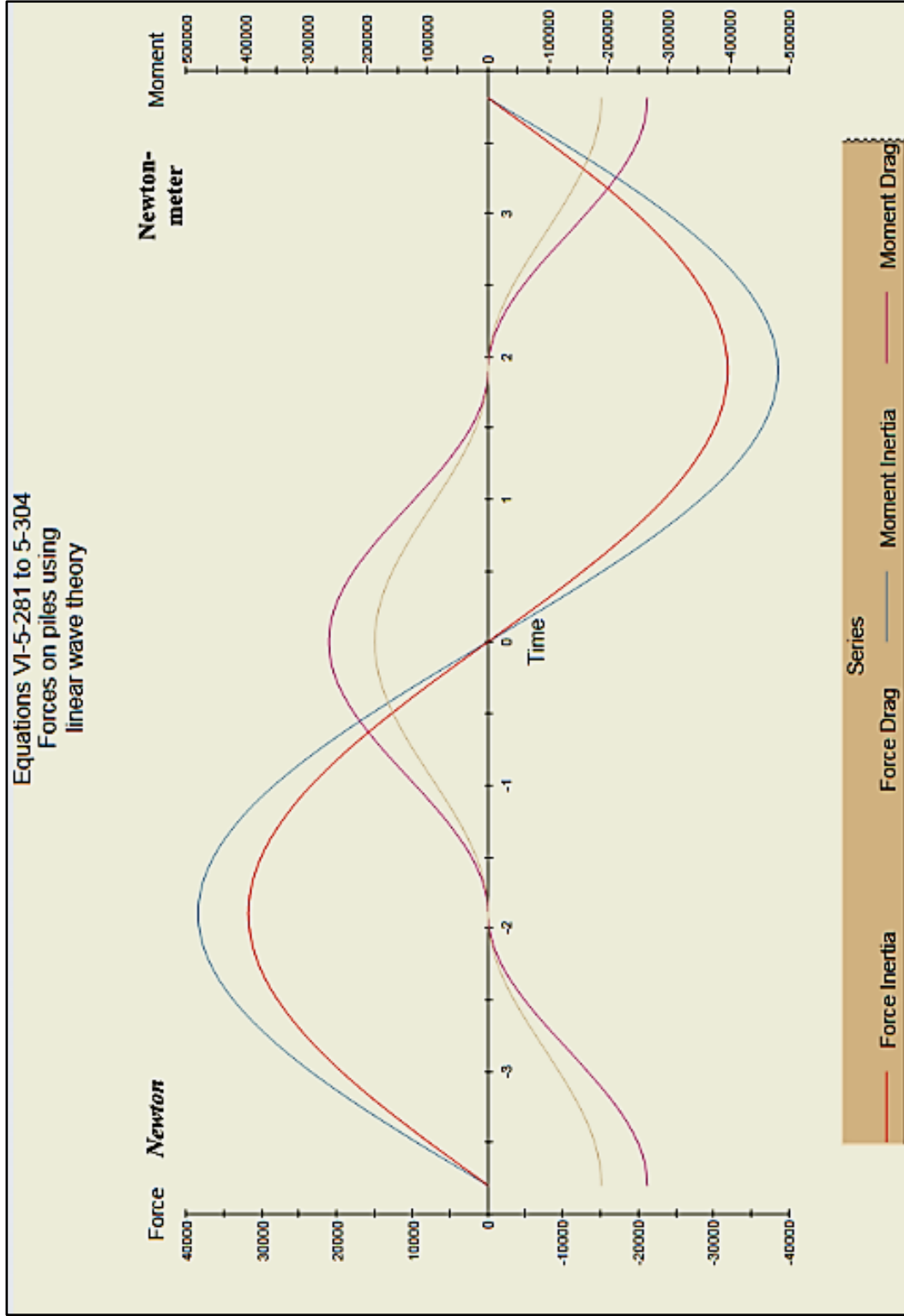
Tablo 3.2’de hesapları verilmiş olan kazık dalga kuvvetlerinin dağılımını gösteren grafik aşağıdaki Şekil 3.9’da verilmektedir.



Şekil 3.9 Dalga itme, sürüklenme ve toplam dalga kuvvetleri değişimi grafiği (kN-Radyan)

Kazıklara etkiyen dalga kuvvetlerinin SPM ve tablolama yazılımı yardımıyla belirlenmesinden sonra mevcut dalga parametrelerinin; etkin dalga boyu, belirgin dalga periyodu, su derinliği bilgilerinin interaktif SPM yazılımında parametrelerin girilmesi ile kazığa etkiyen toplam itme ve sürüklenme kuvveti ve bu kuvvetin etkime derinliği elde edilmiştir.

Şekil 3.10’da eğrisel değişimleri karşılaştırmalı olarak verilen dalga itmesi dalga sürüklenme kuvvetlerine bağlı olarak oluşan moment değerleri, Tablo 3.3’te görülebilmektedir. Tablo 3.3’de ayrıca kazıklara etkiyen kuvvetlere bağlı olarak kazıklarda oluşan moment değerinin kazığa uygulama mesafesi de verilmektedir.



Şekil 3.10 Dalga itme, sürtükleme ve toplam dalga kuvvetleri değişimi grafiği (SPM,2007)

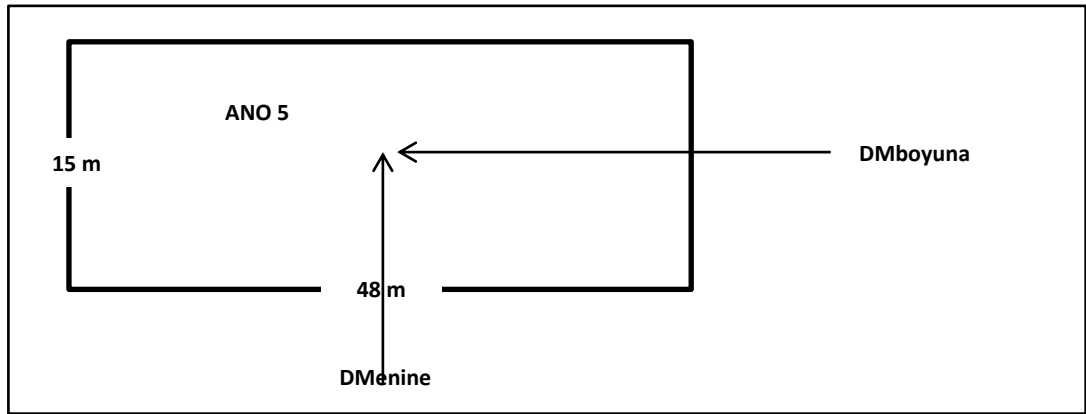


Tablo 3.3 Dalga itme, sürüklenme ve toplam dalga kuvvetleri hesap sonuçları (SPM,2007)

<b>KAZIKLARA ETKİYEN DALGA KUVVETLERİ HESABI</b>		
<b>SHORE PROTECTION MANUAL DENKLEM VI 5 281 – 5-304 KULLANILARAK</b>		
<b>GİRİŞ PARAMETRELERİ</b>	<b>DEĞER</b>	<b>BİRİM</b>
Kazık Çapı (M)	1,016	m
Sürüklenme Katsayısı (CD)	0,7	
İtme Katsayısı (CM)	2	
Dalga Periyodu (T)	7,6	s
Dalga Yüksekliği (H)	4,10	m
Yapı Önü Su Derinliği (D)	25	m
Tarama Derinliği (SM)	12	m
<b>Derin Deniz Dalga Boyu (Lo)</b>	<b>90,144</b>	<b>m</b>
<b>Dalga Boyu (L)</b>	<b>85,6555</b>	<b>m</b>
$S_i$	<b>0,604963</b>	
$S_d$	<b>0,702898</b>	
$n$	<b>0,593716</b>	
<b>Maksimum Parçacık Kuvveti</b>		
Fimax	31746,3	N
Fdmax	15020,5	N
<b>Maksimum Parçacık Momenti</b>		
Mimax	480133	N-m
Mdmax	263948	N-m
<b>Maksimum Kuvvet</b>		
Maksimum Kuvvet	31746,3	n
<b>Maksimum Moment</b>		
Maksimum Moment	482288	N-m
<b>Lineer Olmayan Dalga Teorisi İle</b>		
W Parametresi	0,708014	
$d/gT^2$	0,0441388	
$h/gT^2$	0,00723877	
$\emptyset_m$	0,268	
$A_m$	0,172	
Maksimum Kuvvet	32204	N
Maksimum Moment	516706	N-m
Moment Kolu Uzunluğu	16,0448	m
Düzeltilmiş Maksimum Toplam Moment	903154	N-m

Yukarıdaki grafiklerin incelenmesinden  $F_i$  ve  $F_M$  değerlerinin birbirlerine oldukça yakınlık gösterdikleri görülmekte olup ayrıca Tablo 3.3'ün incelenmesinden kazıklara etki eden toplam kuvvetin moment uygulama kolunun kazık başlığından yaklaşık 16m aşağıda olması gerektiği görülmüştür.

### 3.3.2.2.7 Eşdeğer Deprem Kuvvetlerinin İncelenmesi ve Anoya Etkitilmesi.



Şekil 3.11 Deprem etkilerinin 5 numaralı anoya etkitilmesi

### ÖZETLE

$G$	= 20130 kN	(Yapı yaklaşık öz ağırlığı)
$Y$	= 1400 kN	(Gemi yanaşma yükü)
$B$	= 1200 kN	(Gemi bağlama yükü)
$D_M$	= 5500 kN	(Yapı kütesine etkiyen deprem kuvveti)

3.3.2.2.8 *Yük ve Yükleme Kombinasyonlarının Belirlenmesi.* Yüklemede kullanılacak olan kombinasyonlar ve yük tanımlamaları AYGM Deprem Teknik şartnamesinden alınarak aşağıda gösterilmiştir.

Yükler;

$B$	: Gemi bağlama yükü (baba yükü)
$D_M$	: Yapı kütesine etkiyen deprem yükü
$G$	: Öz ağırlık
$S_A$	: Akıntı yükü

$S_W$  : Dalga yükü  
 $W_G$  : Rüzgar yükü  
 $Y$  : Yanaşma yükü

Yükleme kombinasyonları;

$K_{10}$  :  $D_M + Z_S + Z_D + 0,5 Z_{SQ} + 0,5 Z_{DQ} + SD + 0,5 B$   
 $K_{11}$  :  $G + E_P + Y$   
 $K_{21}$  :  $G + E_Q + Y$   
 $K_{12}$  :  $G + E_P + B$   
 $K_{22}$  :  $G + E_Q + B$   
 $K_{13}$  :  $G + E_P + S_A$  veya  $S_W + 0,5 W_G + W_P$   
 $K_{22}$  :  $G + E_Q + S_A$  veya  $S_W + W_G$   
 $DYK$  :  $G$  (Düşey Yüklemeye Kombinasyonu)

Yukarıda gösterilen hesaplamalardan elde edilen sonuçlar ve yönetmeliğin gerekli kıldığı kombinasyonlar kullanılarak elde edilen sayısal değerler özet halde aşağıdaki Tablo 3.4’de verilmiştir.

Tablo 3.4 Yük kombinasyonlarının ensoft programına sayısal olarak tanımlanması

KOMBİNASYON	UYGULAMA YÖNÜ (Ensoft 8.1 Programında Geçerli Yönler Esasına Göre)		
	X	Y	Z
$K_{11}$ : $G+E_P+Y$	20130 kN	0	1400 kN
$K_{21}$ : $G+E_Q+Y$	20130 kN	0	1400 kN
$K_{12}$ : $G+E_P+B$	20130 kN	0	1200 kN
$K_{22}$ : $G+E_Q+B$	20130 kN	0	0
$K_{13}$ : $G+E_P+S_A$	20130 kN	0	0
$K_{23}$ : $G+E_Q+S_A$	20130 kN	0	0
Yatay: $D_M+0.5B$	6100 kN	0	600 kN
Düşey: $G$	20130 kN	0	

3.3.2.2.9 *Yük Birleşimlerinin ENSOFT Yazılımına Tanımlanması.* Bu kısımda iskelede bulunan yapı elemanlarından kazıklar; iki farklı kesit tipinde oluşturulmuştur. Bunlar, başlık kirişi seviyesinden aşağıya 4.50m seviyeye kadar olan (BA+Çelik) kompozit kesit ve bu seviyeden aşağıya kadar çelik boru kazık kesiti olmak üzere iki tiptir.

Kazık kesitlerinin tanımında kazık tipine göre, kesitin alanı, X ve Y yönlerinde eylemsizlik momentleri, polar eylemsizlik momenti, kesme modülü, burulma katsayısı gibi bilgiler yazılıma aktarılmaktadır. Daha sonra kazıkların tabliyedeki yerleşim noktalarına göre her bir kazığın koordinatı tanımlanmıştır.

Koordinatları tanımlanan kazıkların başlık kirişi seviyesinden başlayarak ve deniz seviyesi geçildikten sonra içine çakılmış olduğu zemin tabakaları yazılıma aktarılmaktadır. Zemin bilgileri aktarılırken Şekil 3.2’te verilen idealize zemin profilinde yer alan parametrelere bağlı olarak elde edilen sürtünme kuvvetleri ve uç kuvveti değerleri kazık kesitlerine derinliklere bağlı olarak etkililmektedir.

Kazıklara ve üstüne tanımlı olan tabliyeye etkiyen kuvvetler AYGM Şartnamesi’nde belirtilen kombinasyonlara uygun olarak sisteme etkililmekte ve yazılım çalıştırılarak sonuç dosyalarına ulaşılmaktadır. Bu şekilde sistemin üç yönde deplasmanlarına, zemin reaksiyon kuvvetlerine ve (p-y) eğrilerine ilişkin sonuçlar elde edilmiştir.

Aşağıda bu işlemlere ilişkin şekiller verilmiş ve girişi yapılan bilgiler doğrultusunda ENSOFT yazılımında görülen sonuçlar resimler şeklinde gösterilmiştir. Aşağıdaki şekilde kazıkların anonun merkezinde bulunan kazık eksen kabul edilerek koordinatlı olarak tanımlanması, kazıkların çakılma açıları ve kazık üst kotundan kazığın deniz seviyesinde aşağıya doğru deniz tabanına ilk giriş yaptığı seviyeye kadar olan uzunluklarının girişleri görülmektedir.

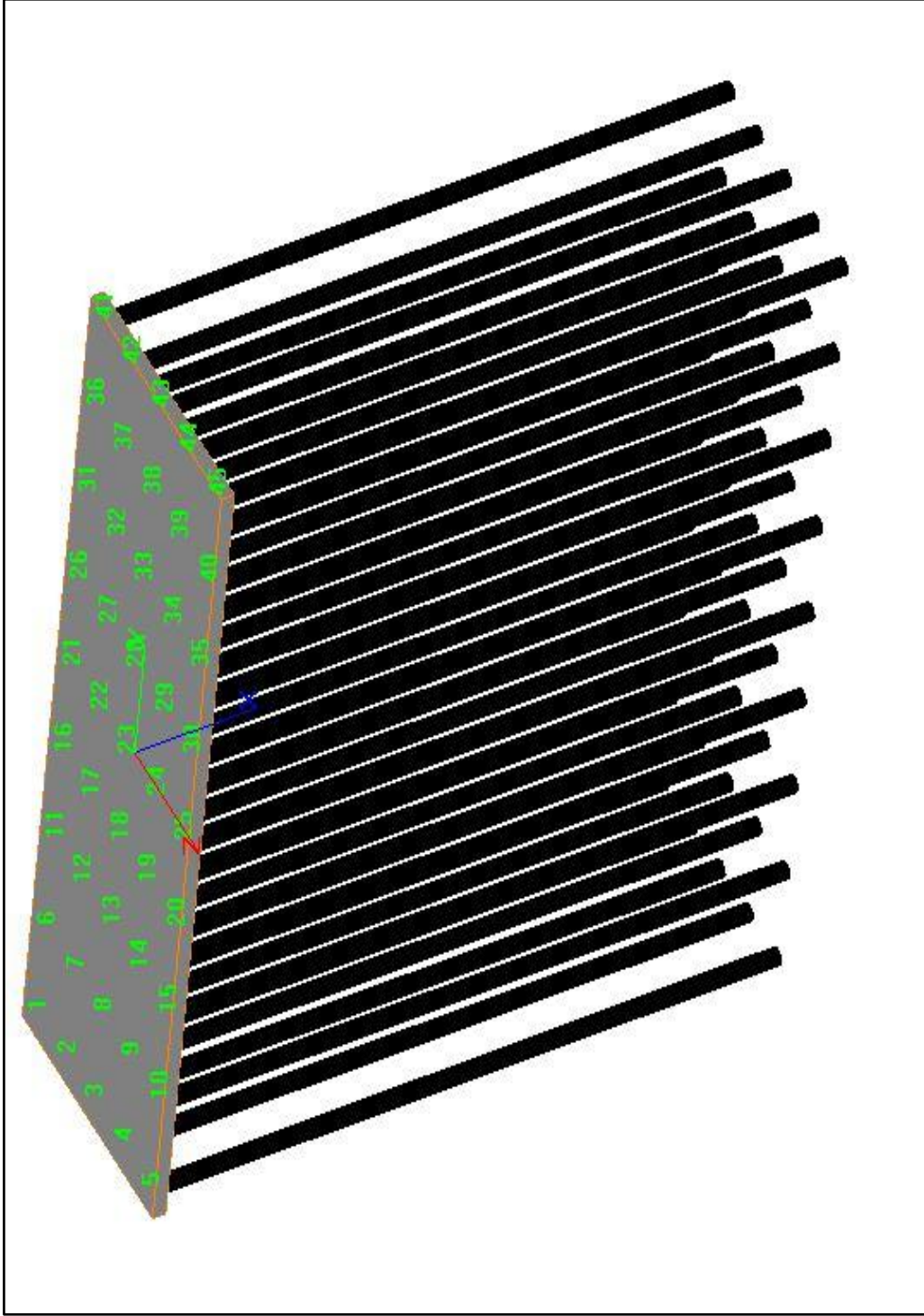
Buna göre kazıklar iskele üzerindeki yerleşimleri dikkate alınarak bir koordinat sistemi içine oturtulmuş ve her bir kazığın koordinatı ENSOFT yazılımındaki yerine tanımlanmıştır. Yazılımda eğik kazıklı sistemler de tarif edilebilmekle birlikte incelenen iskelede eğik kazık bulunmadığından buna ihtiyaç duyulmamıştır.

Pile #	Pile-Top Vertical X-Coordinates, (m)	Pile-Top Horizontal Y-Coordinates, (m)	Pile-Top Horizontal Z-Coordinates, (m)	Angle Alpha* (use 0 for vertical pile) (DEG)	Angle Beta** (use 90 for vertical pile) (DEG)	Dist. from Pile Top to Ground Line****, (m)
1	0	-24	-6.5	0	90	28.25
2	0	-24	-3.25	0	90	28.25
3	0	-24	0	0	90	28.25
4	0	-24	3.25	0	90	28.25
5	0	-24	6.5	0	90	28.25
6	0	-18	-6.5	0	90	28.25
7	0	-18	-3.25	0	90	28.25
8	0	-18	0	0	90	28.25
9	0	-18	3.25	0	90	28.25
10	0	-18	6.5	0	90	28.25

Add Row    Insert Row    Delete Row

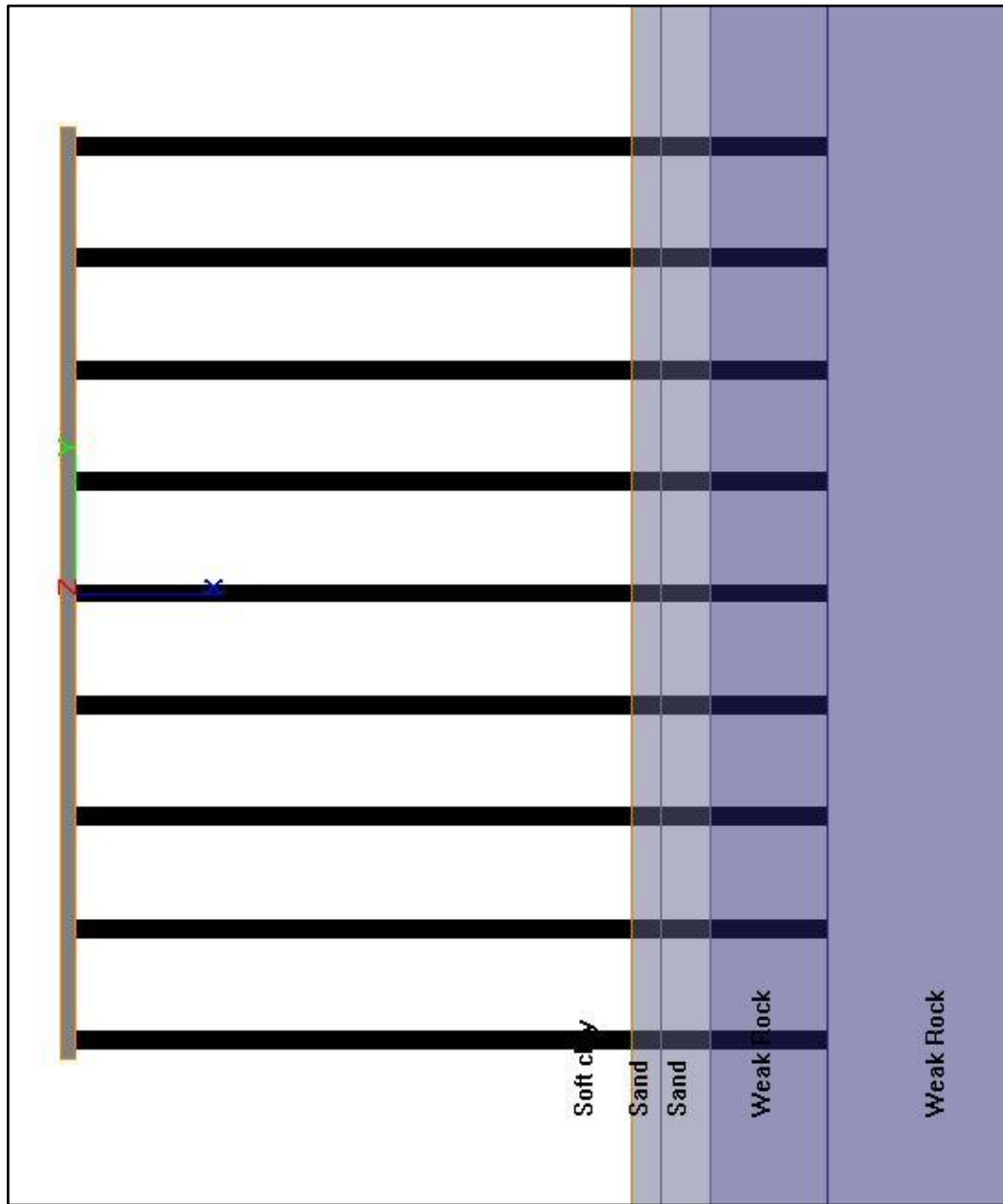
\* Angle Alpha, angle from Y(+) Axis to the projection of pile on the Y-Z plane (use 0 for vertical pile)  
 \*\* Angle Beta, angle from the projection of pile on the Y-Z plane to the pile axis (use 90 for vertical pile)  
 \*\*\*\* Distance from pile top to ground line  
 (+) positive if soil ground line is below the pile top  
 (-) negative if soil ground line is above the pile top

Şekil 3.12 Kazık yerleşim kordinatlarının ensoft programına tanımlanması



Şekil 3.13 Ano no:5'e ait üç boyutlu kazıklı temel modeli

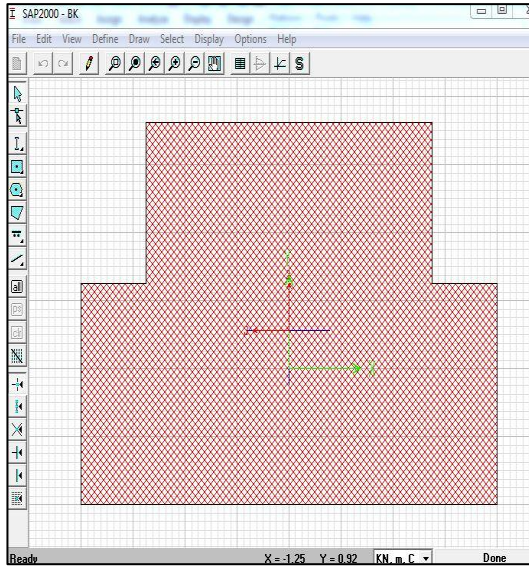
Şekil 3.13’da Ensoft programına tanıtılmış olan yapı modeli üç boyutlu olarak gösterilmektedir. Bu şekilde 23 numaralı kazığın eksen olarak alınmış olduğu görülebilmektedir. Aşağıdaki Şekil 3.14 incelendiğinde ise kazık yerleşimi iki boyutlu olarak görülmektedir. Ayrıca bu şekilde kazıkların çakıldıkları zemin katmanları boyunca yerleşimleri de incelenebilmektedir. Buna göre kazıklar deniz tabanı başlangıcında sediman tabakasına girmekte, iki farklı kum tabakasının içinden geçmekte ve volkanik kayaya soketlenmektedir.



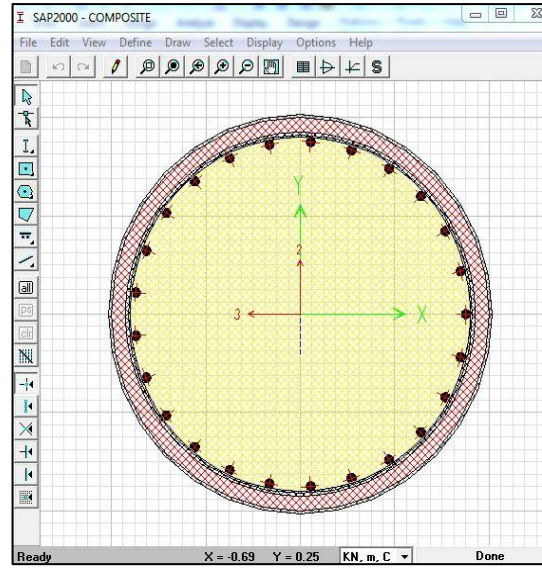
Şekil 3.14 Ano Kazıklarının zemin yerleşimi

### 3.3.2.3 Analiz Modelinin SAP 2000 Programında Oluşturulması

Bu başlık altında, teze konu edilen iskelede temel parçalarını oluşturan başlık kirişleri, BA kompozit kesit, çelik kazık kesitleri ve prekast döşemeler modele tanımlanmaktadır. İskelede bulunan prekast usturmaça kirişleri ve saha betonu yapıyı oluşturan elemanlara ilave ağırlık olarak tanımlanarak yapı ağırlığı içinde hesaba dahil edilmişlerdir. İskele başlık kirişleri tanımına ilişkin Şekil 3.15'te gösterilmektedir.



Şekil 3.15 İskele başlık kirişleri kesit tanımı

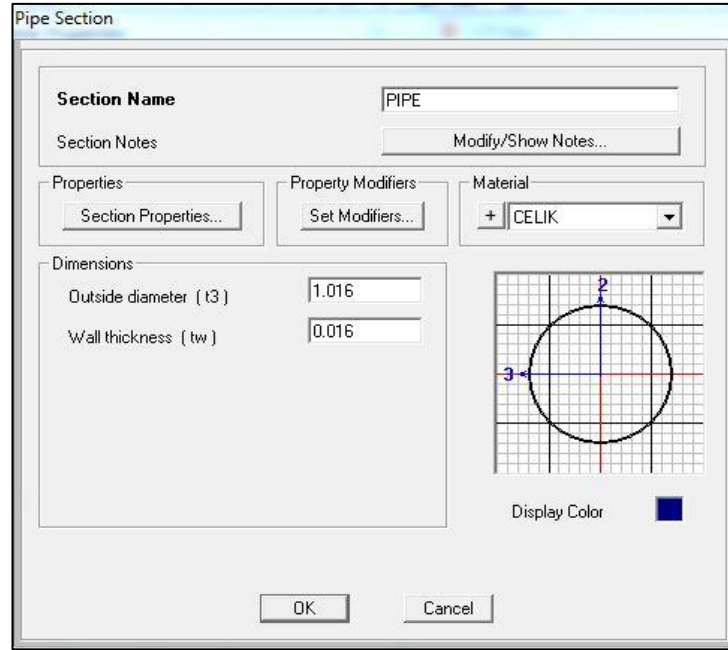


Şekil 3.16 İskele kompozit kazık kesit tanımı

Şekil 3.16'da iskele BA kompozit kesitin tanımlanışı gösterilmektedir. İskelenin uygulama projesinde yer alan kesit ve donatı SAP 2000 programına tanımlanmıştır. Kesit dış cidarı çelik kazık olup, içinde beton yer almaktadır. Kesit donatıları spiral etriye ile sarılmış durumdadır.

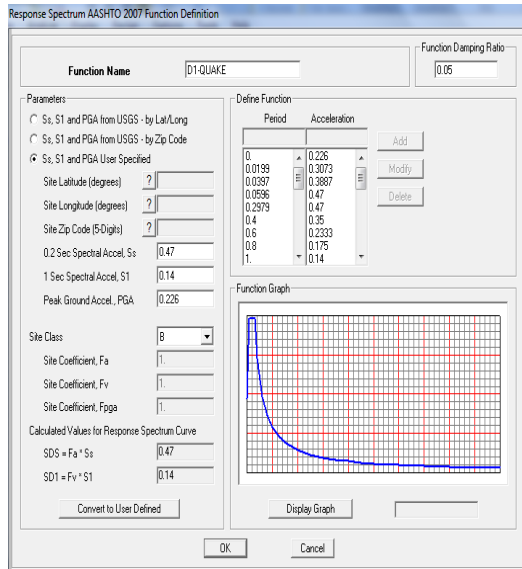
Şekil 3.17'de iskele çelik kazık kesitinin tanımlanması gösterilmektedir. Şekilde kazık dış çapı 1016 mm, kazık et kalınlığı 16 mm'dir. Bu kesit iskele tabliyesi başlık kirişleri altında yer alan ve 4,50 m boyunca devam eden (BA+Çelik) kompozit kazıktan sonra başlamakta ve zeminde ana kayaya soketlenmektedir.



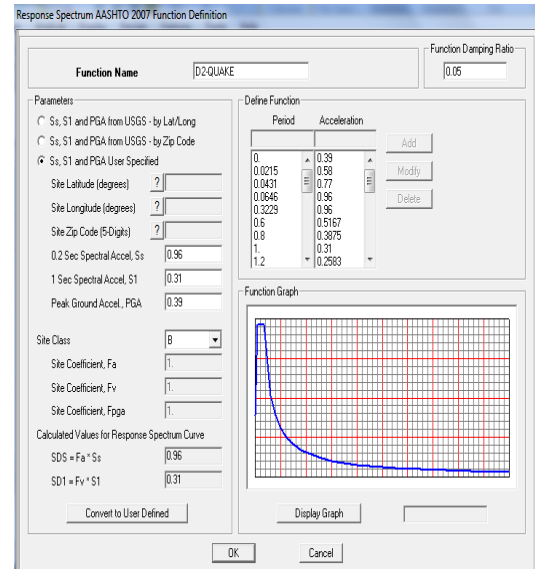


Şekil 3.17 Çelik kazık kesiti tanımlaması

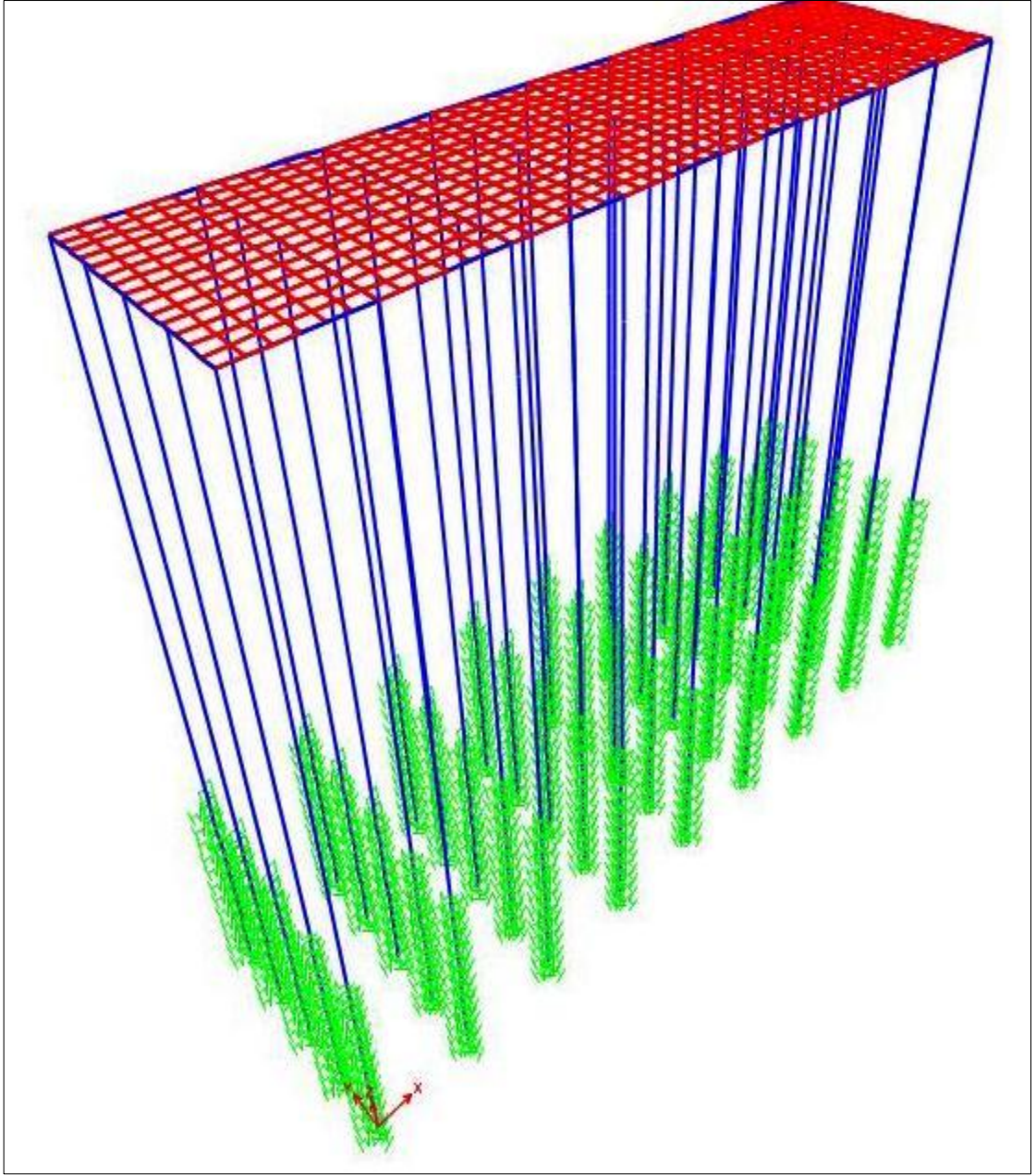
SAP 2000 programında modellenen iskele yapısına etkileyen deprem kuvvetini temsil eden D1 ve D2 depremleri ivme spektrumları, programın tepki spektrumu tanımlama menüsü kullanılarak şekil 3.18 ve 3.19'da gösterildiği gibi programa tanımlanmıştır.



Şekil 3.18 D1 depremi ivme spektrumu tanımlaması



Şekil 3.19 D2 depremi ivme spektrumu tanımlaması



Şekil 3.20 SAP 2000 üç boyutlu ano yerleşimi planı

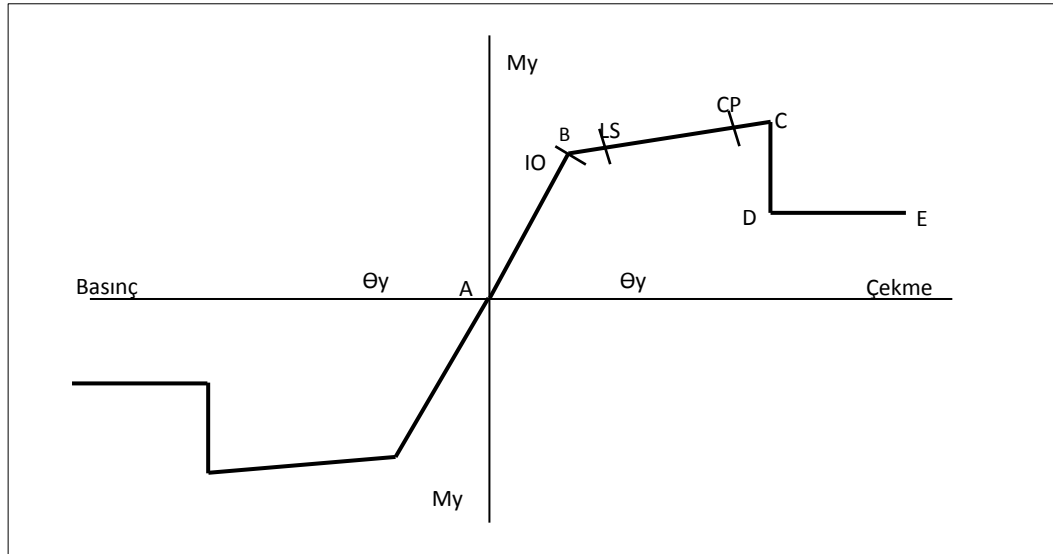
Şekil 3.20’de ana elemanları ve deprem spektrumları programa tanıtılmış olan iskelenin üç boyutlu yerleşimi verilmektedir. Şekilde iskeleyi oluşturan kazıklar, başlık kirişleri ve prekast döşeme elemanlarının tanımlanışları görülmektedir.

### 3.3.2.4 Artımsal Eşdeğer Deprem Yüğü-İtme Analizi ile Performansın Belirlenmesi

3.3.2.4.1 *Giriş.* Tezin bu bölümü, AYGM Yönetmeliğinde “Artımsal Eşdeğer Deprem Yüğü İle İtme Analizi: Doğrusal Olmayan Spektral Yerdeğiştirmenin Belirlenmesi” olarak adlandırılan yöntem ile yapının deprem performansının incelenmesine ayrılmıştır.

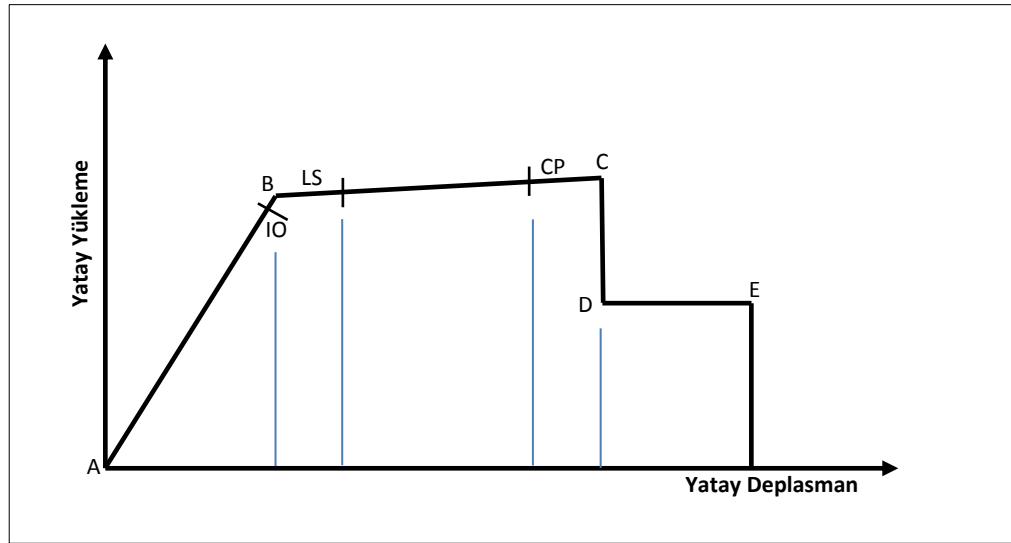
Bu bölümde özetle; AYGM Yönetmeliğı’nde söz konusu yöntemin temel unsurlarının, yönetmeliğın irdelenmesini şart koştuğı plastikleşme sınırlarının açıklanmasına, plastikleşmenin nasıl ve hangi sınırlar içinde tanımlanması gerektiğine, plastik mafsallaşmanın tanımına ilişkin bilgiler verilmiş ve ayrıca; incelenen yapıya ilişkin talep deplasman seviyeleri hesaplanıp, yukarıda belirtilen şartlar dahilinde XTRACT ve SAP 2000 programları kullanılarak moment eğrilik ilişkileri ve yapıyı oluşturan kazıklardaki plastikleşme incelenmiştir.

3.3.2.4.2 *Plastik Mafsal.* Aşağıda gösterilen Şekil 3.21 incelendiğinde; moment – eğrilik ilişkisi verilen bir kesitin A ile B arasında akmaya başladığı, B noktasından sonra pekleştiğı ve C noktasından sonra da plastikleşmiş olduğu ve bu şekilde moment karşılayabilme kapasitesinin eskiye nazaran daha da azalmış olduğu görülmektedir.



Şekil 3.21 Moment eğrilik ilişkisinin değişimi (FEMA 440, ASTM 42)

Lineer olmayan statik sismik analiz prosedürlerinin geliştirilmesi üzerinde çalışmalar yapan Applied Technology Council tarafından hazırlanan ATC 40'da kesitin belli bir uzama sınırından sonra sünekliğini yitirerek kendisinden beklenen yeterli mukavemeti karşılayamayacak şekilde deformasyona uğramış olma durumuna, kesitin plastikleşmesi veya plastik mafsall oluşumu denilmektedir. Plastik mafsallar sistem taşıma gücünün çok büyük bir bölümünü tüketen oluşumlar olduğundan yeterli deformasyon kapasitelerine sahip olmaları beklenmektedir. Nitekim plastik mafsall oluşumu riski incelenen kesitlerde mevcut rijitliğin bir miktar azaltılarak incelenmesi esas alınmaktadır ve teze konu olan iskele için yapılan analizlerde bu durum dikkate alınmıştır.



Şekil 3.22 Yatay yüklemeye bağlı deplasman altında hasar sınırları

Yukarıda verilen Şekil 3.22’de ise bir kesitin yatay yüklemeye bağlı yatay şekil değiştirme altındaki;

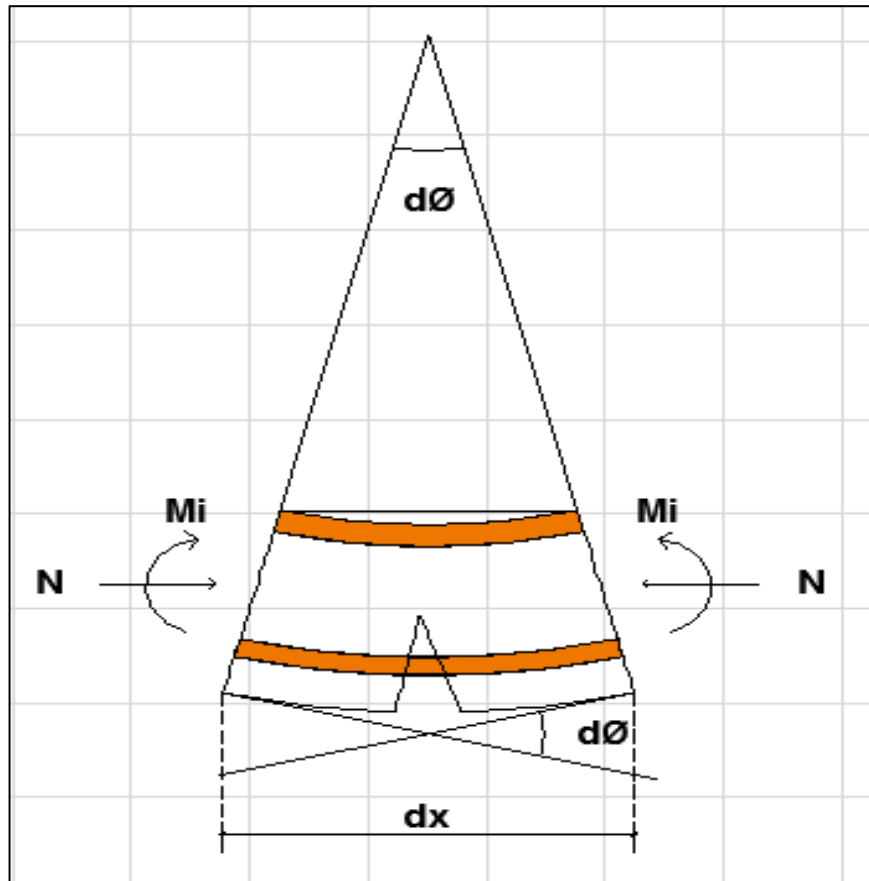
IO (Intermediate Occupancy)	: Minimum Hasar Sınırı
LS (Life Security)	: Kontrollü Hasar Sınırı
CP (Collapse Prevention)	: Göçme Öncesi Durumu

tarif edilmektedir. IO seviyesindeki bir kesit elastik bölge olarak adlandırılan kısımda yer almaktadır ve kendini toparlayabilmektedir. LS sınırını geçen bir kesit artık kalıcı deformasyonlara uğramaya başlamış olup efektif rijitliğini kaybetmektedir. CP seviyesinden sonra ise kesitin rijitliği tükenmiş ve yapı göçmüş durumdadır.

*3.3.2.4.3 Betonarme Kesitlerin Moment-Eğrilik İlişkisi.* Betonarmeyi oluşturan iki malzemeden biri olan beton, elasto plastik davranış sergilerken, çelik ise sünektir. Bu iki malzemenin bir araya gelmesinden oluşan betonarme kompozit sistemin doğrusal elastik davranış göstermediği bu durumun çeliğin ve betonun mekanik özelliklerinden etkilendiği (Ersoy, 2007)’de bildirilmektedir.

“Eğilme momenti ve eğilmeye ek olarak aksenal bir kuvvetin etkisindeki betonarme kesitin davranışı moment-eğrilik ilişkisi yardımıyla izlenebilir. Böyle bir eğriyi elde etmenin en sağlıklı yolu deney yapmak olmakla birlikte, her koşulda deney yapmak hem pratik hem de ekonomik olarak olası olmadığından yapılmış olan deneylerden elde edilen veriler yol gösterici olarak kullanılabilir.” (Ersoy, 2007)

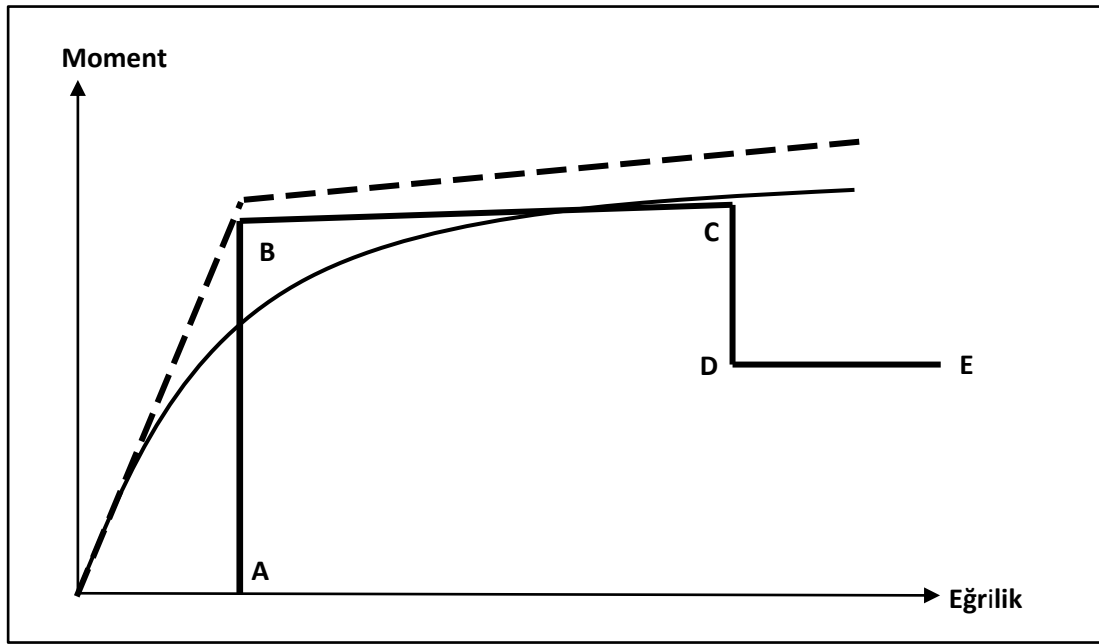
Eğrilik =  $\frac{M}{EI}$  olarak tanımlanmaktadır. Burada M, moment E, malzemenin elastisite modülü, ve I ise malzemenin eylemsizlik momentidir.



Şekil 3.23 Moment eğrilik ilişkisi

$$K = \frac{1}{\rho} = \frac{d\theta}{dx} = \frac{d^2y}{dx^2} = \frac{Ect}{c} \quad (3.3)$$

Yukarıda verilen Şekil 3.23 incelendiğinde eğriliğin geometrik tanımlanışı görülebilmektedir. Buna göre  $\frac{M}{EI}$  olarak tarif edilen K eğriliği geometrik ifadesi  $\frac{d\theta}{dx}$  olarak açıklanmaktadır.



Şekil 3.24 İdealize edilmiş haldeki moment eğrilik ilişkisi grafiği

Şekil 3.24'de gösterilen eğrisel değişim normal moment eğrilik ilişkisini yansıtmaktadır. Kesikli olarak gösterilen doğrusal değişim ise moment eğrilik ilişkisinin idealize edilmiş değişimi olarak kabul edilmektedir. Buna göre; grafik orijininin A noktasına kadar olan kısımda kesit güvenli bölgede kalmaktadır. B noktasından sonra akma sınırını geçmiştir ve B-C arasında plastikleşme bölgesine girilmiştir. C-D arasında ise plastikleşmeden dolayı büyük oranda güç kaybına uğramış ve işlevselliğini kaybetmiştir.

Tez kapsamında incelenen yapıdaki çelik kazık ve (BA+çelik) kompozit kazık elemanların moment-eğrilik ilişkilerinin irdelenmesinde ise doğrudan XTRACT

yazılımı kullanılarak hesaplamalar yapılmaktadır. Yazılımda izlenen malzeme deformasyonlarına eşlik eden eğrilik seviyeleri tez kapsamında incelenen iskelenin de performans sınırlarının belirlenmesinde kriter teşkil etmektedir. Çünkü iskelenin minimum hasar, kontrollü hasar ve ileri hasar sınır seviyelerine ilişkin sayısal öngörüler XTRACT yazılımında malzemelerin deformasyon değişimlerine bağlı olarak yapılmaktadır.

*3.3.2.4.4 AYGM 2008 Yönetmeliğine Göre BA Kompozit ve Çelik Kazıkların Plastik Mafsal Özelliklerinin Belirlenmesi.* Altyapı Yatırımları Genel Müdürlüğü (2008) Deprem Teknik Şartnamesi, tabliye kirişlerinde plastik mafsal oluşumuna izin vermemekle birlikte kazıklarda plastik mafsal oluşumuna izin verilebilir ve zemin ile kazıkların etkileşiminde şekil değiştirmeye göre tasarım durumunda doğrusal olmayan yaylar dikkate alınmalıdır demektedir.

Yönetmeliğin doğrusal olmayan kazık modelinin anlatıldığı doğrusal olmayan kazık bölümünde; plastik mafsal boyu (plastik şekil değiştirme bölgesi uzunluğu) çalışan kesitin yarısı ( $L_p = 0,5 \times D$ ) ve kazığın zemine girdiği bölgeden başlayarak ise ( $L_p = D$ ) olarak tarif edilmektedir. Betonarme ve kompozit kazık kesitlerinin eşdeğer akma yüzeylerinin belirlenmesinde minimum sargı donatısına sahip betonun maksimum basınç birim şekil değiştirmesi 0.004, donatının veya boru çeliğinin maksimum birim şekil değiştirmesi ise 0.015 alınabilir denmektedir.

Yönetmeliğe göre; iç kuvvet-plastik şekil değiştirme bağıntılarında pekleşme etkisi (plastik dönme artışına bağlı olarak plastik momentin artışı) yaklaşık olarak terk edilebilmektedir. Bu durumda bir veya iki eksenli eğilme ve eksenel kuvvet etkisindeki kesitlerde plastikleşmeyi izleyen itme adımlarında, iç kuvvetlerin akma yüzeyinin üzerinde kalması koşulu ile plastik şekil değiştirme vektörünün akma yüzeyine yaklaşık olarak dik olması koşulunun göz önüne alınması gerekmektedir. Bu durumda Şekil 3.25 dikkate alınmakta ve sistemin elasto plastik olarak davranmakta olduğu kabul edilmektedir.





Şekil 3.25 AYGGM (2008) Yönetmeliğinde elasto plastik davranış kabulü

Ayrıca, plastikleşme durumundaki bir kazıktaki etkin rijitlik normal durumdaki bir kesitin rijitliğine göre azalmış olacağından bu rijitlik değişimi ile ilgili olarak aşağıdaki Tablo 3.5 kullanılarak hesap yapılması önerilmektedir.

Tablo 3.5 Plastikleşmiş kesitte efektif rijitliğin belirlenmesi

$(EI)e = \frac{M_p}{\phi_y}$	$\phi_y = \alpha \frac{\epsilon_y}{d}$	Dairesel Kazık İçin $\alpha = 2,25$ Dikdörtgen Kazık İçin $\alpha = 2,10$
$M_p$ = Aksenal kuvvetler kullanılarak hesaplanan plastik moment değeri	$\epsilon_y$ = donatı çeliğinin akma birim şekil değiştirmesi $d$ = Kesitin eğilmede çalışan boyutu	$\alpha$ = kesite bağlı bir katsayı

AYGGM Deprem Teknik Şartnamesi, doğrusal olmayan kazık modeli ile ilgili olarak; kazık-zemin etkileşimini temsil eden ayırık zemin yaylarında, doğrusal elastik olmayan kuvvet-yerdeğiştirme ilişkileri gözönüne alınacaktır demektedir. Bu ifadeden, birbirine dik iki yatay doğrultuda (p-y) eğrileri, aksenal doğrultuda kazık çeperi boyunca (t-z) eğrileri ve kazık ucunda (q-z) eğrileri tanımlanacak ve kazık ucunda eşdeğer ankastre mesnet tanımlaması yapılmayacağı anlaşılmaktadır. Tez

kapsamında, SAP 2000 programında tanımlanan modelde yukarıda belirtilen şartlar dikkate alınarak model oluşturulmuş, artımsal itme analizinde p-y eğrileri doğrudan kazıklara tanımlanmış ve bunlara ilişkin şekiller tezin “ekler” bölümünde verilmiştir.

Yönetmeliğin istediği şekilde tez kapsamında performans analizi yapılan iskele normal yapı sınıfı içinde yer aldığından, iskeleye ilişkin hesaplamalar ŞGT (şekil değiştirmeye göre tasarım) esas alınarak gerçekleştirilmektedir. Bununla birlikte kazıklı rıhtım ve iskelelere çeşitli deprem durumlarında uygulanması gereken tasarım yöntemleri aşağıdaki Tablo 3.6’da gösterilmektedir.

Tablo 3.6 Kazıklı rıhtım ve iskelelerde uygulanması öngörülen hesap yöntemleri

YAPININ SINIFI	(D1) Deprem Düzeyi	(D2) Deprem Düzeyi	(D3) Deprem Düzeyi
ÖZEL	-----	DGT / ŞGT	ŞGT
NORMAL	DGT	ŞGT	-----
BASİT	DGT	-----	-----
ÖNEMSİZ	-----	-----	-----

Benzer şekilde yönetmeliğin “Kazıklarda Kesit Birim Şekil Değiştirme Kapasiteleri” bölümünde “Kazıkların Plastik Kesitleri İçin Tanımlanan Birim Şekil Değiştirme Kapasiteleri” ne ilişkin verilen bilgiler aşağıdaki Tablo 3.7’de gösterilmektedir.

Tablo 3.7 Kazıkların plastik kesitleri için tanımlanan birim şekil değiştirme kapasiteleri

Birim Şekil Değiştirme	Performans düzeyi	
	MH	KH <sup>(2)</sup>
<b><u>Betonarme ve ön gerilmeli beton kazık:</u></b>		
Beton basınç birim şekil değiştirmesi	0,004	0,020/0,008
Donatı çeliği birim şekil değiştirmesi	0,010	0,040/0,016
Öngerme çeliği birim şekil değiştirmesi	0,005 <sup>(1)</sup>	0,040/0,016
<b><u>Celik kazık:</u></b>		
Çelik birim şekil değiştirmesi	0,008	0,030/0,012
<sup>(1)</sup> Birim şekil değiştirmede deprem nedeniyle meydana gelen artış		
<sup>(2)</sup> Soldaki değer zemin üstündeki, sağdaki değer ise zemin altındaki kazık plastik kesitleri içindir.		

Tablo 3.7'nin incelenmesi neticesinde; betonarme kazık için basınç birim şekil değiştirme sınırının 0.004 (minimum hasar durumu), 0.020 (kontrollü hasar durumu) olduğu, donatı çeliğinin birim şekil değiştirme sınırının 0.010 (minimum hasar durumu), 0.040 (kontrollü hasar durumu) olduğu görülmektedir. Bununla birlikte tablodaki Not:2 dikkate alınarak yapılan değerlendirme sonucunda; minimum hasar durumu için çelik birim şekil değiştirme sınırının 0.008 alınması gerektiği, kontrollü hasar durumu içinse kompozit kesitin bittiği tapa seviyesinin altında 0.030 ve de deniz tabanı altına tanımlanması gerekli mafsallarda da 0.012 alınması gerektiği anlaşılmaktadır.

3.3.2.4.5 *İskele Yapısının Talep Deplasmanların Belirlenmesi.* Bunun için FEMA 440 Deplasman Katsayıları Yöntemi kullanılarak hesap yapılmıştır. Bu yöntemde;

$$\delta_T = C_o \cdot C_1 \cdot C_2 \cdot S_A \frac{T^2}{4\pi^2} g \quad (3.4)$$

formülü talep deplasman değerini vermektedir.

Burada;  $C_o$  ; 1. Moda ait kütle katılım katsayısı olup; yapının hakim moddaki kütle katılım oranı, hakim moda ait kütle katılım faktörü ve ilgili moda ait modal deplasmanın çarpımından oluşmaktadır.

Yani;  $C_o = U_X \cdot U_x \cdot U_l$  olarak hesaplanmaktadır. Bu ifadede yer alan değişkenler iskelenin SAP 2000 yazılımı ile yapılan modal analizinden elde edilen değerlerdir ve modal analiz sonucunda aşağıdaki veriler elde edilmektedir.

Bunlar:

X Yönünde Kütle Katılım Oranı :  $U_X = 0.92 > \%70$

X Yönündeki Hakim Mod Numarası : 1

X Yönünde 1 Nolu Hakim Moda Karşılık Gelen Periyot :  $T_{1x} = 3,49$  saniyedir.

Y Yönünde Kütle Katılım Oranı :  $U_Y = 0.92 > \%70$

Y Yönündeki Hakim Mod Numarası : 2

Y Yönünde 2 Nolu Hakim Moda Karşılık Gelen Periyot :  $T_{1x} = 3,45$  saniyedir.

<u>Case Type</u>	<u>Step Type</u>	<u>U1 (m)</u>	<u>U2 (m)</u>
<i>Lineer Modal</i>	1	0.016	-----
<i>Lineer Modal</i>	2	-----	0.016

1 Nolu Moda ait Modal katılım faktörü :  $U_x = 6,060 \text{ Ton-s}^2$

2 Nolu Moda ait Modal katılım faktörü :  $U_y = 6,060 \text{ Ton-s}^2$

D1 ve D2 Deprem Spektrumu değerleri Tablo 3.8'de gösterilmiştir.

Tablo 3.8 D1 ve D2 Depremleri Periyot ve Spektral İvme Değerleri

D1 DEPREMİ		D2 DEPREMİ	
T (sn)	$S_A \left(\frac{m}{s^2}\right)$	T (sn)	$S_A \left(\frac{m}{s^2}\right)$
0	0.2653	0	0.3939
0.0275	0.3649	0.0316	0.5877
0.0579	0.4644	0.0631	0.7815
0.0824	0.5640	0.0947	0.9754
0.4121	0.5640	0.4736	0.9754
0.6	0.3873	0.6	0.7698
0.8	0.2905	0.8	0.5774
1	0.2324	1	0.4619
1.2	0.1937	1.2	0.3849
1.4	0.1660	1.4	0.3299
1.6	0.1453	1.6	0.2887
1.8	0.1291	1.8	0.2566
2	0.1162	2	0.2310
2.5	0.0930	2.5	0.1848
3	0.0775	3	0.1540
3.5	0.0664	3.5	0.1320
4	0.0581	4	0.1155
4.5	0.0516	4.5	0.1026
5	0.0465	5	0.0924
5.5	0.0423	5.5	0.0840
6	0.0387	6	0.0770
6.5	0.0358	6.5	0.0711
7	0.0332	7	0.0660
7.5	0.0310	7.5	0.0616
8	0.0291	8	0.0577
8.5	0.0273	8.5	0.0543
9	0.0258	9	0.0513
9.5	0.0245	9.5	0.0486
10	0.0232	10	0.0462

### 3.3.2.4.5.1 D1 Deprem Seviyesi için X Yönünde Talep Deplasmanın Belirlenmesi

$$T_{1x} = 3,49 \text{ s}$$

$$U_1 = 0,016 \text{ m}$$

$$U_x = 60,60 \text{ kN-s}^2$$

$$UX = \% 92$$

$$S_A = 0.066$$

$$C_o = UX.U_x.U_1$$

$$C_o = 0,92 \times 60,60 \times 0,016$$

$$C_o = 0,89$$

ancak FEMA 440'a göre;

$$C_o = 1,20 \text{ alınmıştır}$$

$$\delta_{Tx1} = (1,20) (1) (1) (0.066) \frac{3,49^2}{4\pi^2} (981)$$

$$\delta_{Tx1} = 23,97 \text{ cm}$$

### 3.3.2.4.5.2 D1 Deprem Seviyesi için Y Yönünde Talep Deplasmanın Belirlenmesi

$$T_{1y} = 3,45 \text{ s}$$

$$U_2 = 0.016 \text{ m}$$

$$U_y = 60,60 \text{ kN-s}^2$$

$$UX = \% 92$$

$$S_A = 0.0686$$

$$C_o = UY.U_y.U_2$$

$$C_o = 0,92 \times 60,60 \times 0,016$$

$$C_o = 0,89$$

ancak FEMA 440'a göre;

$$\delta_{Ty1} = (1,20) (0,0686) \frac{3,45^2}{4\pi^2} (981)$$

$$\delta_{Ty1} = 24,34 \text{ cm}$$

### 3.3.2.4.5.3 D2 Deprem Seviyesi için X Yönünde Talep Deplasmanın Belirlenmesi.

Bu kısımda sadece  $S_A$  değerleri değiştirilerek işlem yapılacağından;

$$\delta_{Tx2} = (1,20) (0,13) \frac{3,49^2}{4\pi^2} (981)$$

$$\delta_{Tx2} = 47,21 \text{ cm}$$

### 3.3.2.4.5.4 D2 Deprem Seviyesi için Y Yönünde Talep Deplasmanın Belirlenmesi.

Bu kısımda da sadece  $S_A$  değerleri değiştirilerek işlem yapılacağından;

$$\delta_{Ty2} = (1,20) (0,1364) \frac{3,45^2}{4\pi^2} (981)$$

$$\delta_{Ty2} = 48,41 \text{ cm}$$

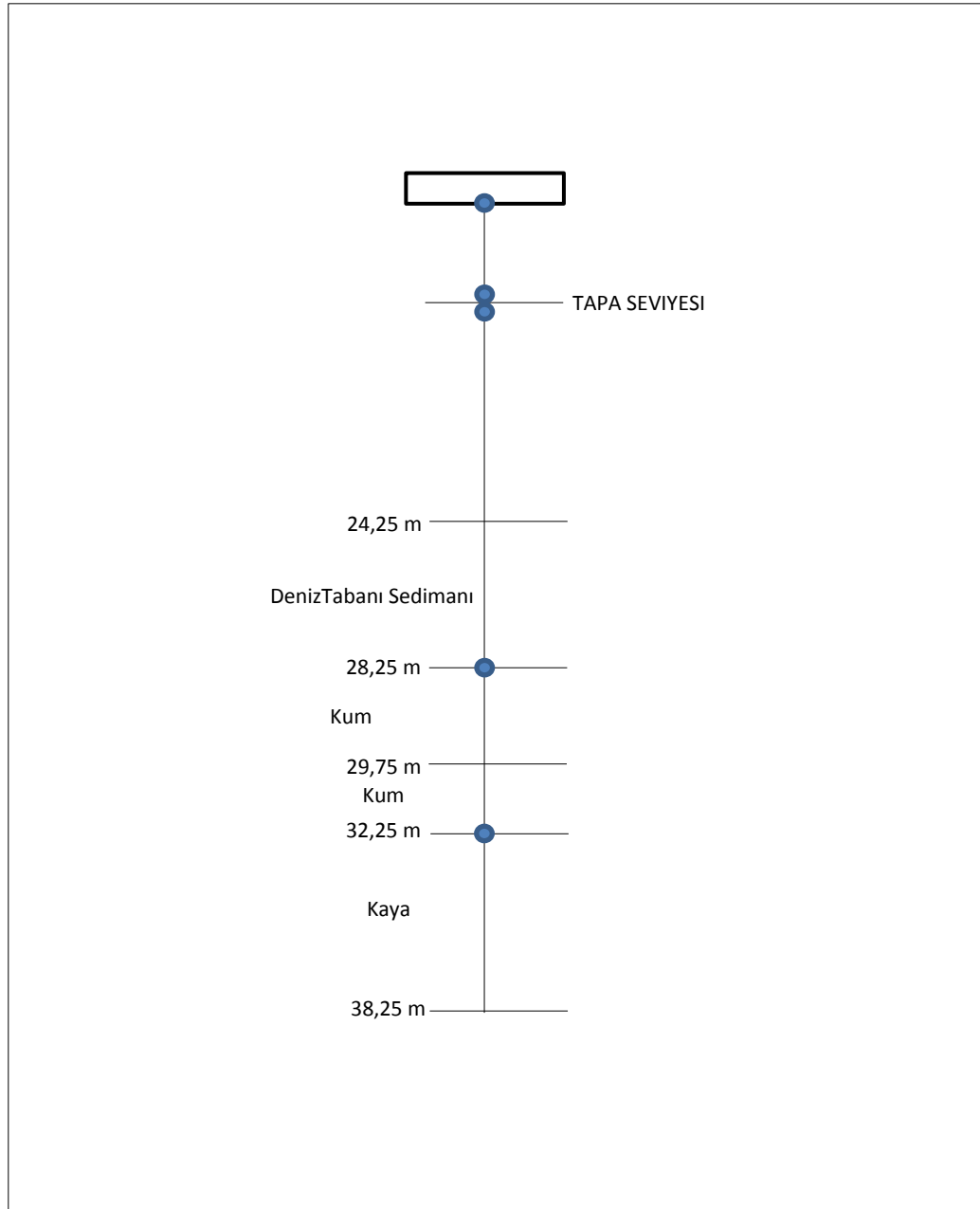
Elde edilen sonuçlar Tablo haline dönüştürülerek aşağıda verilmiştir. Buna göre; Tablo 3.9'da gösterilen değerler iskelelerin D1 ve D2 deprem etkileri altında karşılaşması beklenen yer değiştirme talepleridir.

Tablo 3.9 D1 ve D2 Depremleri Talep Deplasman Değerleri Tablosu

Talep Deplasman (cm)	D1 DEPREMİ		D2 DEPREMİ	
	X Yönü	Y Yönü	X Yönü	Y Yönü
	23,97	24,34	47,21	48,41

3.3.2.4.6 *Plastik Mafsalların Sisteme Tanımlanması.* Tez kapsamında performans analizi yapılan kazıklı iskele sistemine tanımlanan plastik mafsallar için kazıkların her birine ayrı ayrı mafsal atamak yerine işlevsel konumları dikkate alınarak, üç grup seçilmiş ve seçilen kazık gruplarının AYGM Deprem Yönetmeliği'nin tarif ettiği noktalarında mafsallar tanımlanmıştır.

Bu kazık gruplarına, kazık başlık kirişi ile kompozit kazığın birleştiği noktalarda, kazık tapan seviyelerinde, deniz tabanındaki zemine ilk giriş seviyelerinde ve kazığın kayaya soketlendiği bölgelerde plastik mafsallar atanmaktadır. Bu mafsal noktaları aşağıdaki Şekil 3.26'de gösterilmiştir.



Şekil 3.26 Plastik mafsalların atanma noktaları



Plastik mafsalların açıklandığı bölümde, kesitin plastikleşmesine bağlı olarak taşıyabileceği deprem yükü miktarında azalma olacağı belirtilmişti. Bununla ilgili olarak plastikleşmesi incelenecek olan kesitlerin normal rijitlikleri (EI) ile plastik mafsal oluşumu esnasındaki efektif rijitliklerinin de (EI)<sub>e</sub> dikkate alınması gerekmektedir. Bu durumda, sistemi oluşturan her iki kesit türü için irdeleme gerektiğinden; çelik boru kesit ve (BA+Çelik) kompozit kesit için normal ve efektif rijitliklerin belirlenmesi ve analizlerde göz önünde bulundurulması gerekmektedir. Normal ve efektif rijitliklerin belirlenmesine ilişkin hesaplar aşağıda açıklanmaktadır:

#### Boru Kesit İçin;

$$\begin{array}{llll}
 D = 1016 \text{ mm} & I = 321779 \text{ cm}^4 & (EI)_o = 6,44 \cdot 10^{11} & \\
 & & (\text{Gerçek}) & \\
 t = 16 \text{ mm} & E = 2000000 & (EI)_e = 1,25 \cdot 10^9 & \text{Oran : 1.00 olarak} \\
 & \text{Kg/cm}^2 & (\text{Xtract den alınan değer}) & \text{kabul edildi.}
 \end{array}$$

#### Kompozit Kesit İçin;

Bu kısımda kesit üzerine etki eden eksenel yük seviyesine bağlı olarak atalet momentinin azaltılma miktarı 2007 Deprem Yönetmeliğinden alınmıştır. Buna göre;

$$\begin{array}{ll}
 \text{Alan: } A_c & = \frac{\pi D^2}{4} = \frac{\pi 1.016^2}{4} = 8107 \text{ cm}^2 \\
 F_{cm} & = 30 \text{ MPa} = 300 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \\
 A_c \cdot F_{cm} & = 2432195 \text{ kg} \\
 N_p & = 1043 \text{ kN (104300 Kg)} \\
 N_p & : \text{Kazık başına düşen ortalama eksenel gerilme} \\
 \frac{N_p}{A_c} \frac{1}{F_{cm}} & = 0,04 < 0,10 \text{ olduğundan } (EI)_e = 0,40 \cdot (EI)_o
 \end{array}$$

olarak alınmıştır. Yani SAP 2000'de dinamik analiz için kullanılacak rijitlik azaltma değerleri  $I_1 = I_2 = 0,40 \cdot I$  değerini almaktadır.

Bunların yanısıra tezin ilerleyen bölümünde XTRACT yazılımı yardımıyla yapılan analizlerden her bir kesit tipi için elde edilen eğrilik değerleri incelenmiştir. Analizlerde ortaya çıkan eğrilik değerlerinin yönetmeliğin izin verdiği sınır değerlere karşılık gelen sonuçları tespit edilmiş ve aşağıda gösterilen işlemler yapılarak plastik mafsalları SAP 2000 programına tanımlanmıştır.

$\Theta_T$  : Toplam Dönme İstemi

$\Theta_P$  : Plastik Dönme İstemi

$\Theta_Y$  : Akmadaki Dönme İstemi olmak üzere

$\Theta_T = \Theta_P + \Theta_Y$  dir.

Ayrıca;

$\Psi_T$  : Toplam Eğrilik İstemi

$\Psi_P$  : Plastik Eğrilik İstemi

$\Psi_Y$  : Akmada Eğrilik İstemi olmak üzere

$\Psi_T = \Psi_P + \Psi_Y$  toplamına eşittir.

XTRACT yazılımı ile yapılan çalışmada  $\psi_T$  değerleri yönetmeliğin izin verdiği şekil değiştirme sınırlarına bağlı olarak hesaplanmıştır. Bu elde edilen değerlere bağlı olarak her bir mafsalları için minimum hasar MH ve kontrollü hasar KH sınır değerlerinin nasıl belirlendiği aşağıda gösterilmektedir.

*3.3.2.4.6.1 Dış Sıra Kompozit Mafsalları.* Bu bölümde iskele tabliyesinin altında bulunan ve iskeleyi dışarıdan çepeçevre saran dış sıradaki kazıklarda oluşabilecek mafsallaşma ele alınmaktadır. Bunlar 1, 6, 11, 16, 21, 31, 36, 41, 43, 43, 44, 45, 40, 35, 30, 25, 20, 15, 10, 5, 4, 3, 2 numaralı kompozit kazıklardır.

$$D = 1 \text{ m}$$

$$L_p = 0,50 \text{ m}$$

$$\text{Kesit \u0131kil De\u011fi\u015ftirme Sınırı } 0,004 \text{ i\u00e7in (MH) } \Psi_P = 1,28 \cdot 10^{-2}$$

$$\Theta_T = \Psi_P \times L_p = 1,28 \cdot 10^{-2} \times 0,50 = 0,0064$$

$$\Theta_Y = \text{Etkin Akma E\u011frili\u011fi} \times L_p = 0,0046 \times 0,50 = 0,0023$$

$$\Theta_P = \Theta_T - \Theta_Y = 0,0064 - 0,0023 = 0,0041$$

$$IO = 0,0041$$

$$\text{Kesit \u0131kil De\u011fi\u015ftirme Sınırı } 0,020 \text{ i\u00e7in (KH) } \Psi_P = 5,33 \cdot 10^{-2}$$

$$\Theta_T = \Psi_P \times L_p = 5,33 \cdot 10^{-2} \times 0,50 = 0,0270$$

$$\Theta_Y = \text{Etkin Akma E\u011frili\u011fi} \times L_p = 0,0046 \times 0,50 = 0,0023$$

$$\Theta_P = \Theta_T - \Theta_Y = 0,0247$$

$$LS = 0,0247$$

$$\text{Eksenel Y\u00fck} = 1053 \text{ KN}$$

$$P \text{ (kN)} = 53110/11520/0/ -23200$$

$$M_2 \text{ (kN-m)} = 0/9765/8433/0$$

$$M_3 \text{ (kN-m)} = 0/9765/8433/0$$

3.3.2.4.6.2 *İ\u00e7 Sıra Kompozit Mafsals*. Bu b\u00f6l\u00fcmde i\u00e7 sırada dikd\u00f6rtgen \u00e7er\u00e7eve olu\u015fturan 7, 12, 17, 22, 37, 38, 39, 34, 29, 24, 19, 14, 9, numaralı kompozit kazıklar daki mafsalla\u015fma tarif edilmektedir.

$$D = 1 \text{ m}$$

$$L_p = 0,50 \text{ m}$$

$$\text{Kesit \u0131kil De\u011fi\u015ftirme Sınırı } 0,004 \text{ i\u00e7in (MH) } \Psi_P = 1,27 \cdot 10^{-2}$$

$$\Theta_T = \Psi_P \times L_p = 1,27 \cdot 10^{-2} \times 0,50 = 0,00635$$

$$\Theta_Y = \text{Etkin Akma E\u011frili\u011fi} \times L_p = 0,0046 \times 0,50 = 0,0023$$

$$\Theta_P = \Theta_T - \Theta_Y = 0,0064 - 0,0023 = 0,00405$$

$$IO = 0,00405$$

$$\text{Kesit \u0131kil De\u011fi\u015ftirme Sınırı } 0,020 \text{ i\u00e7in (KH) } \Psi_P = 5,33 \cdot 10^{-2}$$

$$\Theta_T = \Psi_P \times L_p = 5,33 \cdot 10^{-2} \times 0,50 = 0,0267$$

$$\Theta_Y = \text{Etkin Akma E\u011frili\u011fi} \times L_p = 0,0046 \times 0,50 = 0,0023$$

$$\Theta_P = \Theta_T - \Theta_Y = 0,0244$$

$$LS = 0,02415$$

$$\text{Eksenel Yük} = 1213 \text{ KN}$$

$$P \text{ (kN)} = 53110/11520/0/-23200$$

$$M_2 \text{ (kN-m)} = 0/9675/8433/0$$

$$M_3 \text{ (kN-m)} = 0/9675/8433/0$$

3.3.2.4.6.3 *Merkez Aks Kompozit Mafsal.* Merkez aksda bulunan kompozit kazıklar ise kazık yerleşim planının merkezinde doğrusal sıra oluşturan 13, 18, 23, 28 ve 33 numaralı kazıkları kapsamaktadır.

$$D = 1 \text{ m}$$

$$L_p = 0,50 \text{ m}$$

$$\text{Kesit şekil Değiştirme Sınırı } 0,004 \text{ için (MH) } \Psi_P = 1,25 \cdot 10^{-2}$$

$$\Theta_T = \Psi_P \times L_p = 1,25 \cdot 10^{-2} \times 0,50 = 0,00625$$

$$\Theta_Y = \text{Etkin Akma Eğriliği} \times L_p = 0,0046 \times 0,50 = 0,0023$$

$$\Theta_P = \Theta_T - \Theta_Y = 0,00625 - 0,0023 = 0,0040$$

$$IO = 0,00395$$

$$\text{Kesit şekil Değiştirme Sınırı } 0,020 \text{ için (KH) } \Psi_P = 5,26 \cdot 10^{-2}$$

$$\Theta_T = \Psi_P \times L_p = 5,26 \cdot 10^{-2} \times 0,50 = 0,0263$$

$$\Theta_Y = \text{Etkin Akma Eğriliği} \times L_p = 0,0046 \times 0,50 = 0,0023$$

$$\Theta_P = \Theta_T - \Theta_Y = 0,023$$

$$LS = 0,0240$$

$$\text{Eksenel Yük} = 1352 \text{ KN}$$

$$P \text{ (kN)} = 53110/11520/0/-23200$$

$$M_2 \text{ (kN-m)} = 0/9675/8433/0$$

$$M_3 \text{ (kN-m)} = 0/9675/8433/0$$

3.3.2.4.6.4 *Deniz Tabanı Giriş Mafsalı.* Bu kısımda tabliye altında yer alan ve deniz tabanına giriş yapan btn elik kazıklar ele alınarak mafsallaşma durumları incelenmektedir.

$$D = 1 \text{ m}$$

$$L_p = 0,50 \text{ m (deniz tabanı üstünde)}$$

$$L_p = 1,00 \text{ m (deniz tabanı altında)}$$

olmak üzere üst ve alt mafsal tipi için MH ve KH hasar sınırları için ikişer adet güvenlik sınırı belirlenmiştir. Buna göre;

$$\Theta_{Tüst} = \Psi_{Püst} \times L_{püst} = 1,77.10^{-2} \times 0,50 = 0,00885$$

$$\Theta_{Yüst} = \text{Etkin Akma Eğriliği} \times L_{püst} = 0,0047 \times 0,50 = 0,0024$$

$$\Theta_{Püst} = \Theta_{Tüst} - \Theta_{Yüst} = 0,00885 - 0,0024 = 0,00645$$

$$IO = 0,00645$$

$$\Theta_{Talt} = \Psi_{Palt} \times L_{alt} = 1,77.10^{-2} \times 1,00 = 1,77.10^{-2}$$

$$\Theta_{Yalt} = \text{Etkin Akma Eğriliği} \times L_{palt} = 0,0047 \times 1,00 = 0,0047$$

$$\Theta_{Palt} = \Theta_{Talt} - \Theta_{Yalt} = 0,013$$

$$IO = 0,013$$

$$\Theta_{Tüst} = \Psi_{Püst} \times L_{püst} = 6,48.10^{-2} \times 0,50 = 0,0324$$

$$\Theta_{Yüst} = \text{Etkin Akma Eğriliği} \times L_{püst} = 0,0047 \times 0,50 = 0,0024$$

$$\Theta_{Püst} = \Theta_{Tüst} - \Theta_{Yüst} = 0,0324 - 0,0024 = 0,0300$$

$$LS = 0,0300$$

$$\Theta_{Talt} = \Psi_{Palt} \times L_{alt} = 2,64.10^{-2} \times 1,00 = 2,64.10^{-2}$$

$$\Theta_{Yalt} = \text{Etkin Akma Eğriliği} \times L_{palt} = 0,0047 \times 1,00 = 0,0047$$

$$\Theta_{Palt} = \Theta_{Talt} - \Theta_{Yalt} = 0,0217$$

$$LS = 0,0217$$

$$P \text{ (kN)} = 19190/2.3/0/-19190$$

$$M_2 \text{ (kN-m)} = 0/5944/5944/0$$

$$M_3 \text{ (kN-m)} = 0/5944/5944/0$$

1143 KN aksenal yük değeri SAP 2000 analizinde (G+0,3Q) kombinasyonu sonucunda ortalama bir kazığa gelen düşey yükü temsil etmektedir. Bununla birlikte aşağıda verilen P, M<sub>2</sub> ve M<sub>3</sub> değerleri ise kazıklara tanımlanan P-M2-M2 mafsal analizi tipine karşılık gelen ve kesitlerin her birinin eğriliklerinin incelendiği

XTRACT yazılımı sonuçlarından elde edilen analiz raporlarındaki kesit karşılıklı etki diyagramlarının sınır değerlerini göstermektedir.

3.3.2.4.6.5 *Kaya Zemine Giriş Mafsalı.* Bu bölümde ise yine tabliye altında bulunan çelik kazıkların tamamına ilişkin ve kazıkların dipte bulunan soketlenme bölgesinde ana kayaya girdikleri noktalardaki mafsallaşma durumu ele alınmaktadır.

$$D = 1 \text{ m}$$

$$L_p = 0,50 \text{ m}$$

$$\Theta_{Tüst} = \Psi_{Püst} \times L_{püst} = 1,77.10^{-2} \times 0,50 = 0,00885$$

$$\Theta_{Yüst} = \text{Etkin Akma Eğriliği} \times L_{püst} = 0,0047 \times 0,50 = 0,0024$$

$$\Theta_{Püst} = \Theta_{Tüst} - \Theta_{Yüst} = 0,00885 - 0,0024 = 0,00645$$

$$IO = 0,00645$$

$$\text{Eksenel Yük} = 1143 \text{ KN}$$

$$\Theta_{Talt} = \Psi_{Palt} \times L_{alt} = 1,77.10^{-2} \times 1,00 = 1,77.10^{-2}$$

$$\Theta_{Yalt} = \text{Etkin Akma Eğriliği} \times L_{palt} = 0,0047 \times 1,00 = 0,0047$$

$$\Theta_{Palt} = \Theta_{Talt} - \Theta_{Yalt} = 0,013$$

$$IO = 0,013$$

$$\Theta_{Tüst} = \Psi_{Püst} \times L_{püst} = 6,48.10^{-2} \times 0,50 = 0,0324$$

$$\Theta_{Yüst} = \text{Etkin Akma Eğriliği} \times L_{püst} = 0,0047 \times 0,50 = 0,0024$$

$$\Theta_{Püst} = \Theta_{Tüst} - \Theta_{Yüst} = 0,0324 - 0,0024 = 0,0300$$

$$LS = 0,0300$$

$$\Theta_{Talt} = \Psi_{Palt} \times L_{alt} = 2,64.10^{-2} \times 1,00 = 2,64.10^{-2}$$

$$\Theta_{Yalt} = \text{Etkin Akma Eğriliği} \times L_{palt} = 0,0047 \times 1,00 = 0,0047$$

$$\Theta_{Palt} = \Theta_{Talt} - \Theta_{Yalt} = 0,0217$$

$$LS = 0,0217$$

$$P \text{ (kN)} = 19190/2.3/0/-19190$$

$$M_2 \text{ (kN-m)} = 0/5944/5944/0$$

$$M_3 \text{ (kN-m)} = 0/5944/5944/0$$

Kesitlere atanan plastik mafsalların SAP2000 yazılımına tanımlamalarına ilişkin uygulamaları gösteren şekiller ve mafsallara ilişkin sayısal koşulların belirlenmelerini sağlayan XTRACT yazılımı kullanılarak elde edilen analiz sonuçları tezin ekler bölümünde verilmiştir.

*3.3.2.4.7 Artımsal İtme Analizi.* Tezin bu bölümünde dinamik analizleri modal analiz kısmında tamamlanmış olan yapıyı deprem kuvvetinin talep ettiği deplasman değerlerine ulaşmaya kadar itip, bu analiz sonrasında üzerine plastik mafsal tanımlanmış olan yapı elemanlarındaki hasar oluşumu izlenmektedir.

Yapının talep edilen deplasman değerlerine ulaşana kadar kullanılacak olan yükün şekli; yapının ilgili hakim yönündeki 1. Mod şekli olup X ve Y yönlerindeki hakim modlara karşılık gelen kütle katılım oranlarının değerleri %70'in üzerinde hesaplanmıştır. Ayrıca analizde deplasmanı izlenecek nokta da yapı tabliyesinin tam orta noktasına isabet eden 23 numaralı noktadır.

Analizler için toplam üç adet yükleme durumu tanımlanmıştır. Bunlar: lineer olmayan düşey yükleme, lineer olmayan X yönü deprem yüklemesi ve lineer olmayan Y yönü deprem yüklemesidir.

X yönündeki lineer olmayan deprem yüklemesinde, talep deplasman değerinden biraz fazla olan 60 cm'lik deplasman tanımlanmıştır. İskelenin artımsal itme analizi için SAP 2000 programında minimum 100 ve maksimum 500 adımda tamamlanmak üzere itme analizi tanımlamaları yapılmıştır. Analizde iskele 5 numaralı ano tabliyesi orta noktasına isabet eden 23 numaralı noktanın deplasmanı izlenmiştir.

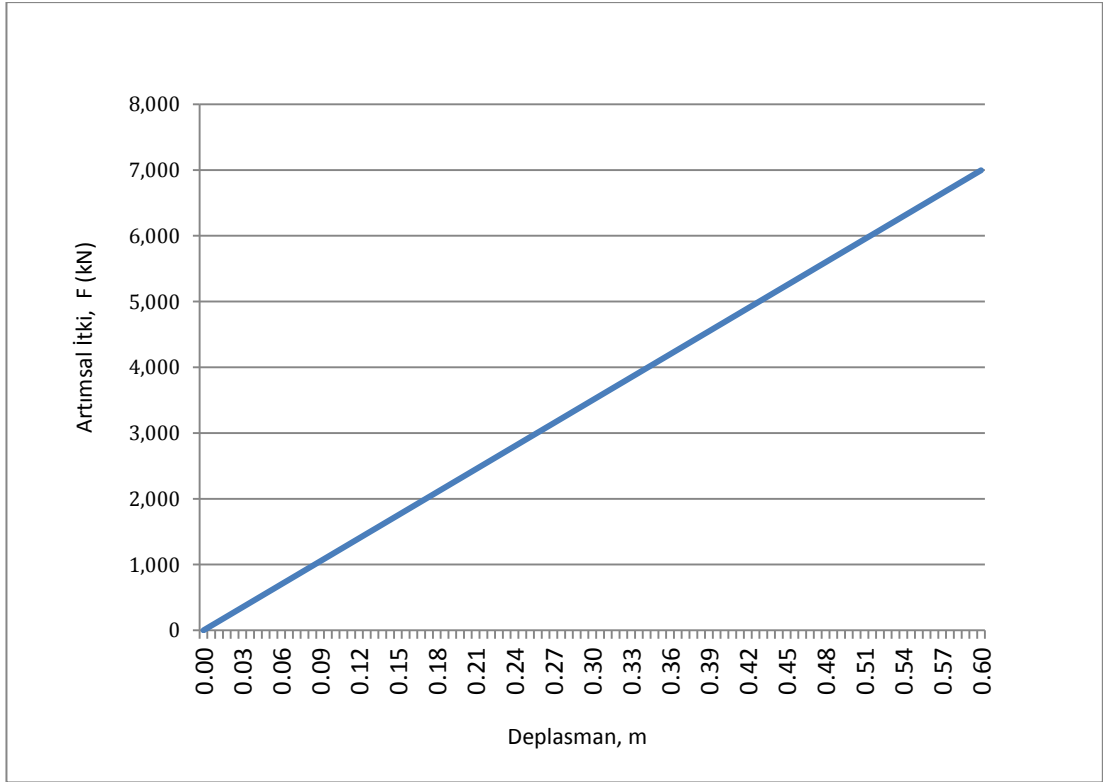
Benzer şekilde Y Yönünde Lineer Olmayan Deprem Yüklemesinde de başlangıç koşulu olarak, düşey yüklemenin sonlandığı nokta olarak seçilmiş, talep deplasman

değerinden fazla 60 cm'lik yerdeğiştirme tanımlanmış, Y yönünde 23 numaralı noktanın deplasmanı izlenmiştir.

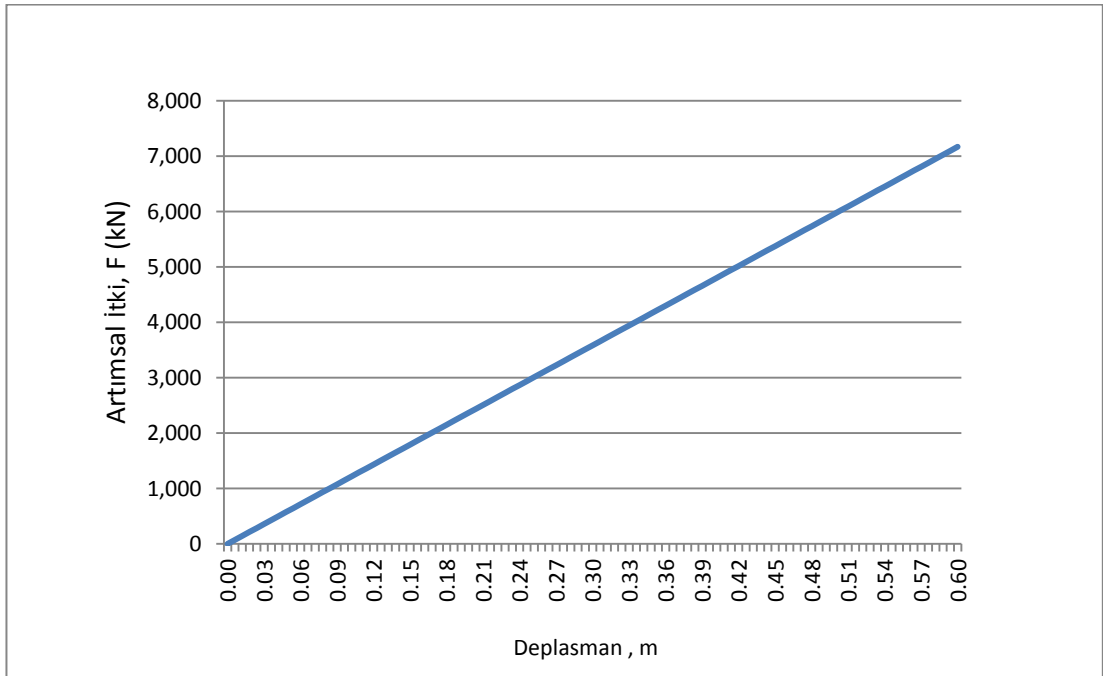
Bununla birlikte tezin ekler bölümünde verilen SAP 2000 artımsal itme adımları tablosunun incelenmesi sonucunda iskelenin 40. İtme adımında D1 depremi X ve Y yönü talep deplasmanlarına, 80. İtme adımında D2 depremi X ve Y yönü talep deplasmanlarına erişmiş olduğu tespit edilmektedir.

Aşağıda verilen Şekil 3.27 ve Şekil 3.28'in incelenmesinden, yapının artımsal itme boyunca doğrusala yakın kabul edilebilecek davranış gösterdiği izlenmektedir. İtme anlizinin 40. adımında D1, 80. adımında D2 depremleri için iskelenin karşılaması beklenen talep deplasman değerlerine ulaşılmış olmakla birlikte; iskelenin elastik şekil değiştirme bölgesi içinde kalmış olduğu ve iskele kazıklarında herhangi bir mafsallaşma durumuna ulaşılmadığı anlaşılmaktadır.





Şekil 3.27 X Yönü artımsal itme taban kesme kuvveti yerdeğiştirme ilişkisi grafiği



Şekil 3.28 Y Yönü artımsal itme taban kesme kuvveti yerdeğiştirme ilişkisi grafiği

## **BÖLÜM DÖRT**

### **SONUÇLAR VE ÖNERİLER**

2006 yılında yapımı tamamlanarak hizmete açılan Bodrum Yolcu Limanı Gemi Yanaşma İskelesinin deprem etkisi altındaki performansı incelenmiş ve elde edilen sonuçlar aşağıda sunulmuştur.

İskelenin T.C. Ulaştırma Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı Deprem Teknik Yönetmeliği'nde öngörülen performans hedefleri bakımından durumu iki açıdan ele alınabilir. Bunlar; iskelenin analize esas D1 ve D2 deprem etkileri bakımından beklenen talep yer değiştirmeleri karşılayabilme açısından kapasitesi ve iskelede kalıcı hasara yol açabilecek düzeyde mafsallaşmanın olup olmadığı şeklindedir.

Analiz sonuçları ile ve tezin ekler bölümünde sunulan tablolardan elde edilen bilgilere göre; X ve Y yönü D1 ve D2 deprem durumları artımsal itme analizleri sonucunda iskelede elastik orantı sınırı içinde kalan mafsal oluşumları gözlenmiştir. Elastik sınır içinde kalan şekil değiştirmeler sisteme kalıcı yapısal hasarlar bırakmayan, kesitlerin akma sınırını geçmediği geri alınabilen malzeme davranışı içinde kabul edilmektedir. Kesit uzaması elastik bölge içinde bulunduğu sürece elastik davranış söz konusudur ve bu bölge içinde meydana gelen uzamalar geri alınabilen deformasyon olarak kabul edilmektedir. Zira bu bölgede mühendislik değerleri ile gerçek değerler arasındaki fark ihmal edilebilecek kadar küçüktür. Buna göre iskele yapısı D1 ve D2 depremleri etkisi karşısında kapasite kaybına uğramamakta ve talep performans değerlerini sağlayacak şekilde çalışmaktadır.

Yönetmeliğin yayımlandığı tarihe kadar kıyı yapıları alanında hazırlanan ve onaya sunulan projelerin inceleme ve onay kriterlerine ilişkin resmi olarak kabul edilmiş bir yaklaşım bulunmamaktaydı. Bu nedenle; 2008 yılında Altyapı Yatırımları Genel Müdürlüğü tarafından yayımlanarak yürürlüğe giren Kıyı Yapıları Deprem Teknik Şartnamesi, alanında mevcut büyük bir boşluğu doldurmaktadır.

Yönetmelik, alışıldık inşaat yapılarına nazaran tasarım ve uygulama alanında farklılıklar gösteren kıyı ve liman yapılarının nasıl dizayn edileceğine, inşaat aşamalarında dikkat edilmesi gerekli hususlara, gerekli görülen kapasite deneylerine, yapının taşıyıcı sistemi ile deniz tabanı altında yer alan zemin arasındaki etkileşimin ayrıntılı olarak ele alınmış biçimlerine ilişkin modern bilimsel yaklaşımlar sunmaktadır. Zemin ve kazık ilişkilerinin p-y eğrileri kullanılarak modellenmesi, zemin-kazık-zemin davranışı arasındaki etkileşimi gerçeğe en yakın şekilde modele aktarabilmeye olanak vermesi bakımından en dikkat çeken örnektir. Yönetmeliğin, kıyı yapıları alanında özellikle deprem kuvvetlerinin belirlenmesine, bu kuvvetlerin en gerçekçi şekilde yapıya etkilmesine ilişkin belirlemiş olduğu ve her bir kıyı yapısının inşa edildiği coğrafi noktadaki koordinatlara bağlı olarak belirlenen yapıya özel spektrumların kullanılması büyük önem taşımaktadır.

Yine bu yönetmelikte yer alan yapı performans kapasitelerinin yapının inşa edilmiş olduğu coğrafi noktadaki deprem spektrumları kullanılarak gerçekleştirilmesini öngören yaklaşım, Türkiye’de inşa edilmiş ve edilecek olan kıyı yapılarının tasarım ve onay süreçlerinde ülkemiz kıyı mühendisliği uygulamaları bakımından önemli bir dönüm noktası niteliğindedir. Zira bu şekilde turizm ve ulaştırma sektörlerimizin gelişimi ve bu alanda yapılacak inşaatların uluslar arası standartlara yükseltilmesinin yolu açılmış olmaktadır.

Bununla birlikte performans analizinde esas alınan AYGGM Deprem Yönetmeliğinin incelenmesi sonucunda; söz konusu yönetmeliğin yapıda plastik mafsallaşma gözlenmiş olma olasılığı karşısında, yapının hangi hasar sınıfında bulunabileceği konusunda yeterli bilgi içermediği anlaşılmıştır. Şöyleki; yönetmelik bir sistemin hasarlı sayılabilmesi için sistemi oluşturan elemanlar toplamının yüzde kaçında kalıcı plastikleşme gözlenmesi durumunda sistemin minimum hasar veya kontrollü hasar seviyelerinde kabul edilebileceği konusunda herhangi bir fikir vermemektedir. Bu açıdan bakıldığında bahsi edilen hususun yönetmelikte giderilmesi gereken önemli bir ayrıntı olarak değerlendirilmesi gerektiği düşünülmektedir.

Ayrıca; artımsal itme analizi sonucunda elde edilen talep deplasmanlar altındaki moment eğrilerinin incelenmesi sonucu; iskele başlık kirişlerinden aşağıya doğru oluşturulan kompozit kesitlerin projesindeki bitim seviyelerinin doğru seçilmemiş olduğu buna karşın moment değişim eğrisinin kazık kesiti boyunca sıfıra yaklaştığı noktalarda (Ör: *Bu yapıda başlık kirişinin kazıkla birleşme yaptığı noktadan itibaren ortalama 14m aşağı*) kompozit kesit olacak şekilde beton kazık birleşimli kesitin uzatılmış olması gerektiği öngörülmektedir. Buna göre kazıklı sistem olarak tasarlanan yapılarda kompozit olarak uygulanan kesitin başlık seviyesinden tapan mesafesine kadar olan derinliğinin belirlenmesinde moment değişim eğrisinin kesit üzerinde sıfır değerine yaklaştığı noktaya kadar kesitin doldurulması geri kalan kısımlarda ise kazıkların kumla doldurularak X ve Y yönlerinde atalet momentlerinin korunmasına çalışılması önerilmektedir.

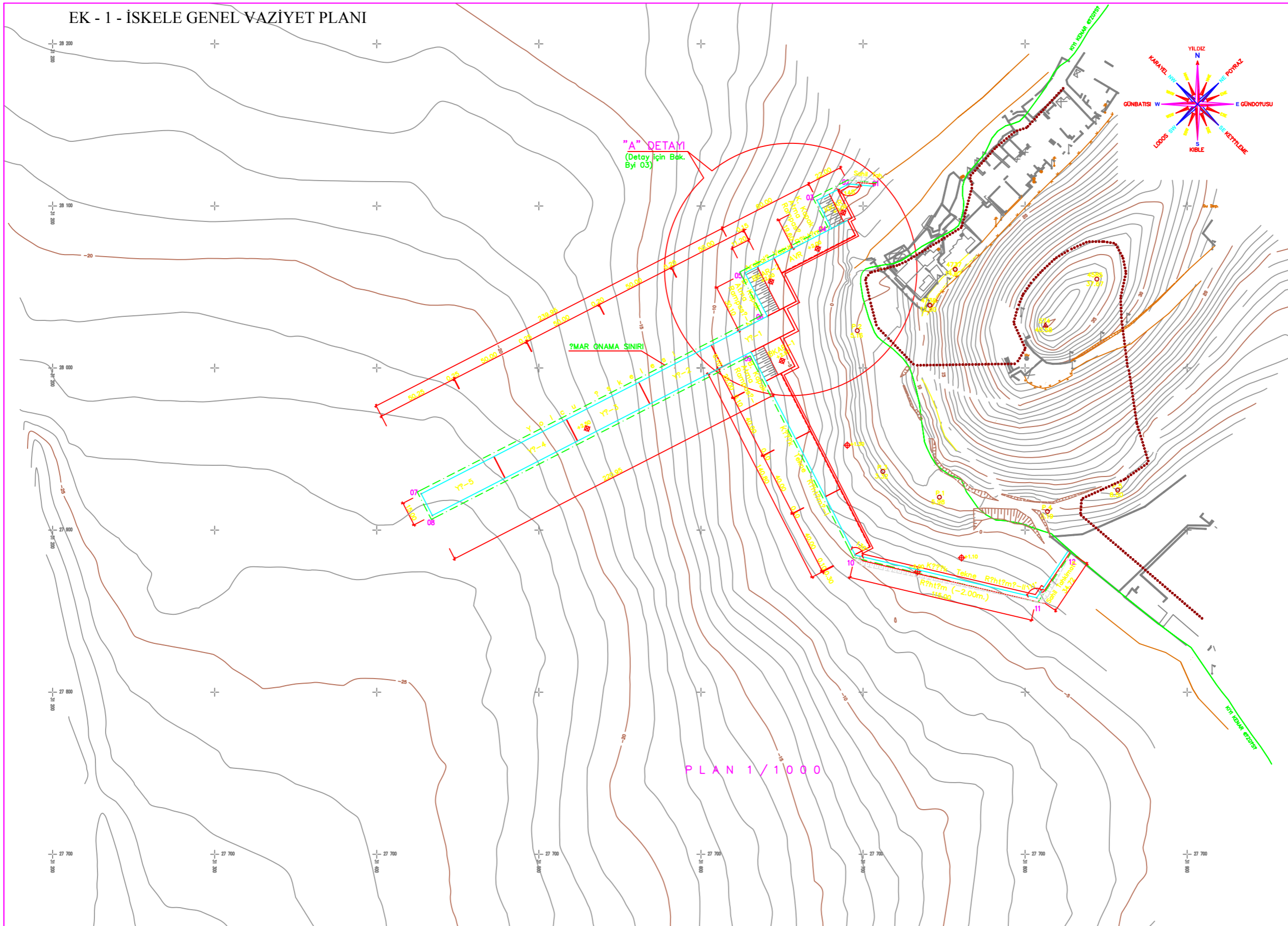
## KAYNAKLAR

- Ayhan, N. (2005). *Kıyı Liman Planlama ve Tasarımı* (Birinci Baskı). İstanbul: Arıkan Basım Yayım Dağıtım Ltd. Şti.
- Bodrum Feribot İskelesi Yeri Deniz Tabanı Zemin İncelemesi. (2005). Geosan A.Ş.
- American Society of Civil Engineers. (2000). *FEMA 356 Prestandart and Commentary for The Seismic Rehabilitation of Buildings*.
- Applied Technology Council. (2005). *FEMA 440 Improvement of Nonlinear Static Seismic Analysis Procedures*.
- Prestandart and Commentary for The Seismic Rehabilitation of Buildings[FEMA]. (2000). Federal Emergency Management Agency.
- T.C. Ulaştırma Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı, Altyapı Yatırımları Genel Müdürlüğü. (2008). *Deprem Teknik Yönetmeliği*. Ankara.
- T.C. Ulaştırma Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı, Altyapı Yatırımları Genel Müdürlüğü. (2008). *Kıyı Liman Yapıları Planlama ve Tasarım Esasları*. Ankara.
- T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı. (2007). *Deprem Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik*. Ankara.
- Tomlinson, M. ve Woodward, J. (2007) *Pile Design And Construction Practice* (5<sup>th</sup> Ed.).Newyork : Taylor&Francis E-Library.
- U.S. Army Coastal Engineering Research Center. (2001). *Shore Protection Manual*.
- U.S. Army Coastal Engineering Research Center. (2001). *Shore Protection Manual*.

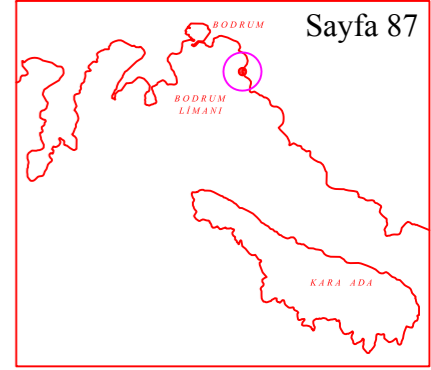
Yüksel, Y. ve Çevik E., (2009). *Kıyı Mühendisliği* (1 Baskı). İstanbul: Beta Basım A.Ş.

**EKLER**

# EK - 1 - İSKELE GENEL VAZİYET PLANI



NOT: İNŞAATA BAŞLAMADAN ÖNCE BÜTÜN ÖLÇÜ, DEĞER VE GÖSTERİMLER MÜTEAHHİT TARAFINDAN KONTROL EDİLECEKTİR.



Nokta No.	KOORDİNATLAR	
	Y	X
1	31706.150	28112.200
2	31691.250	28113.560
3	31671.680	28103.520
4	31680.630	28086.080
5	31627.240	28058.700
6	31640.980	28031.920
7	31427.480	27922.390
8	31434.330	27909.040
9	31630.920	28009.880
10	31695.180	27884.600
11	31807.120	27858.250
12	31826.490	27887.060
P.4	31813.810	27911.520
P.1	31747.140	27920.330
P.3	31712.230	27936.200
P.2	31696.470	28023.100
P.4738	31741.260	28038.740
P.4737	31756.870	28060.880

REVİZYON:

- 1) MEMLEKET KOORDİNAT SİSTEMİ, ?MAR KOORDİNAT SİSTEMİNE GEYRİLMİŞ VE KÖYE KOORDİNATLARI TABLOSU BUNA GÖRE REVİZE EDİLMİŞTİR.
- 2) POLYCON KAPAMA HESAPLARINA GÖRE KÖYE KOORDİNATLARI REVİZE EDİLMİŞTİR. KÖYE KOORDİNATLARI TABLOSU BUNA GÖRE REVİZE EDİLMİŞTİR.

NOTLAR:

VAZİYET PLANINA ESAS TÜM KOORDİNATLAR VE KOTLAR YÜKLENİÇİ TARAFINDAN UYGULAMA ÖNCESİNDE KONTROL EDİLECEKTİR.

?MAR ONAMA SINIRI - - - - -

## T.C. ULAŞTIRMA BAKANLIĞI DLH İNŞAATI GENEL MÜDÜRLÜĞÜ

PROJE	ÖNVAN	ADI SOYADI	KASE / İMZA
KONTROL		M.ÖZCAN	
ÇİZEN		O. KAYA	
YAPAN		O. KAYA	

PAFTA NO	Eyl-01	BODRUM YOLCU İSKELESİ İNŞAATI BODRUM LİMAN İŞLETMELERİ A.Ş.
ÖLÇEK	1/1000	
TARİH	MART 2006	

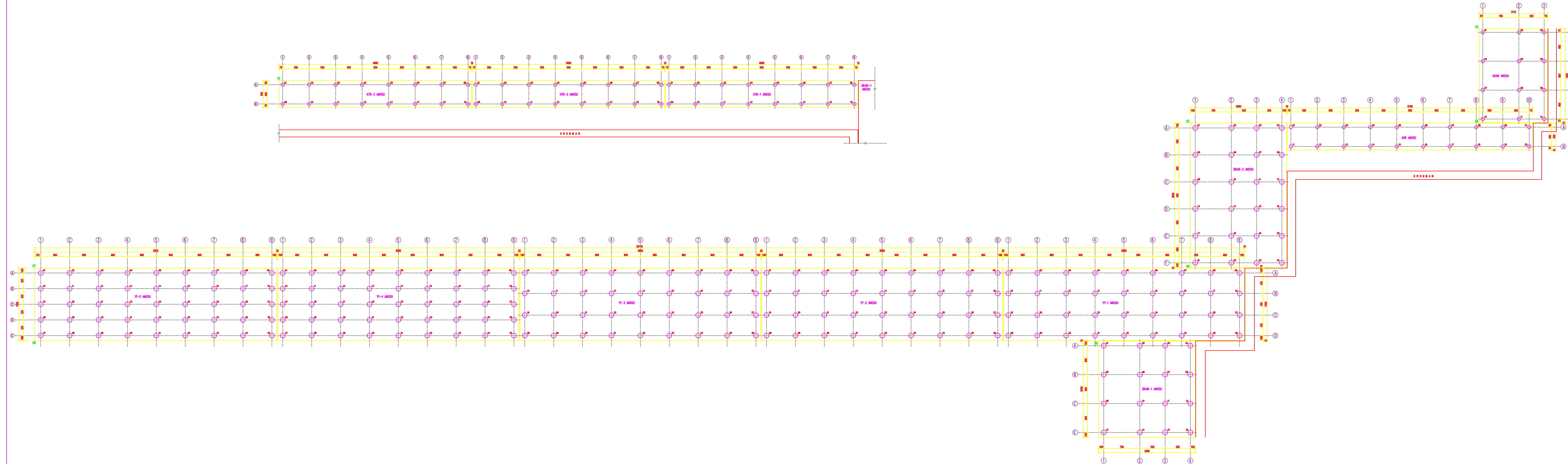
### KOORDİNATLI VAZİYET PLANI

İNCELEME : DLH 6. BÖLGE MÜDÜRLÜĞÜ

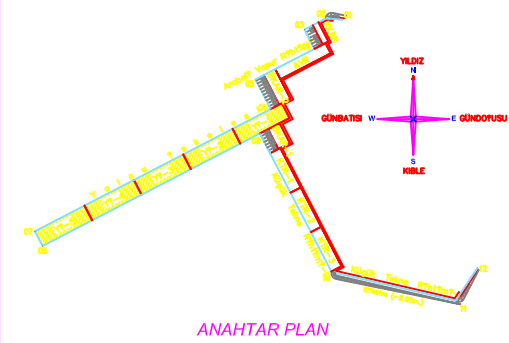
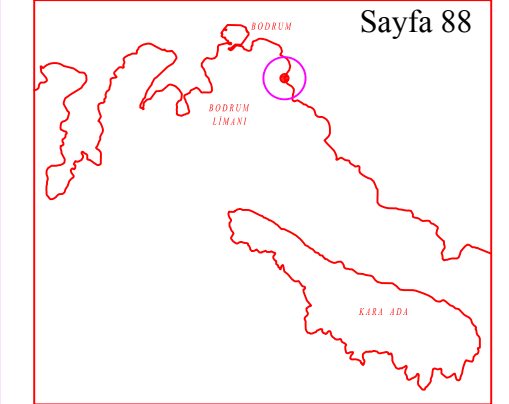
İNCELEME : DLH GENEL MÜDÜRLÜĞÜ

REV	AÇIKLAMA	TARİH	KONTROL	İMZA
1	İstisnai koordinat planını, ?mar koordinat planına çevirildi ve köye koordinatları tablosu buna göre revize edildi.			
2	Poligon kapama hesaplarına göre köye koordinatları revize edildi. Köye koordinatları tablosu buna göre revize edildi.			





NOT: İNŞAATA BAŞLAMADAN ÖNCE BÖTÜN ÖLÇÜ, DEĞER VE GÖSTERİMLER MÜTEAHHİT TARAFINDAN KONTROL EDİLECEKTİR.



MALZEMELER

KAZIK ÇELİFT : ST 52

NOTLAR:

TÜM KAZIKLARIN, DENİZ TABANININ ÜSTÜNDE KALAN KISIMLARI EPOKST BOYA İLE KORUZYONA KARTI KORUNMUŞ OLACAKTIR.

KAZIKLAR TAŞIYICI ANAKAYA TABAKASINA MİNİMUM 30 BOYUNDA ÇAKILMIŞ OLACAKTIR.

KAZIK ÇAKMA YÖNTEĞİNE BAĞLI OLARAK KAZIK ÜÇÜNDÜYÜ ÇARK VE BÖRÜ EK YÖNÜNDENDEKİ KAYNAK BİTİMLERİ YÖNÜNDEN TAŞIRIDAN REKİZE EDİLECEKTİR. KAZIK ÜÇÜNDÜYÜ ÇARKIN, KAZIK DİT ÇEPEYİNDEN SIRTINDAN AZALINMAYACAK REKİZE YERLEŞTİRİLMİŞTİR ESASTIR.

T.C. ULAŞTIRMA BAKANLIĞI  
DLH İNŞAATI GENEL MÜDÜRLÜĞÜ

PROJE	İNŞAN	ADI SOYADI	KAŞE / İMZA
KONTROL		M.ÖZCAN	
ÇİZEN		O. KAYA	
YAPAN		O. KAYA	

PAFTA NO	Byk02		BODRUM YOLCU İSKELESİ İNŞAATI
ÖLÇEK	1/200		BODRUM LİMAN İŞLETMELERİ A.Ş.
TARİHİ	MART 2006		

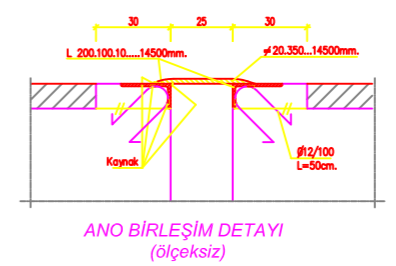
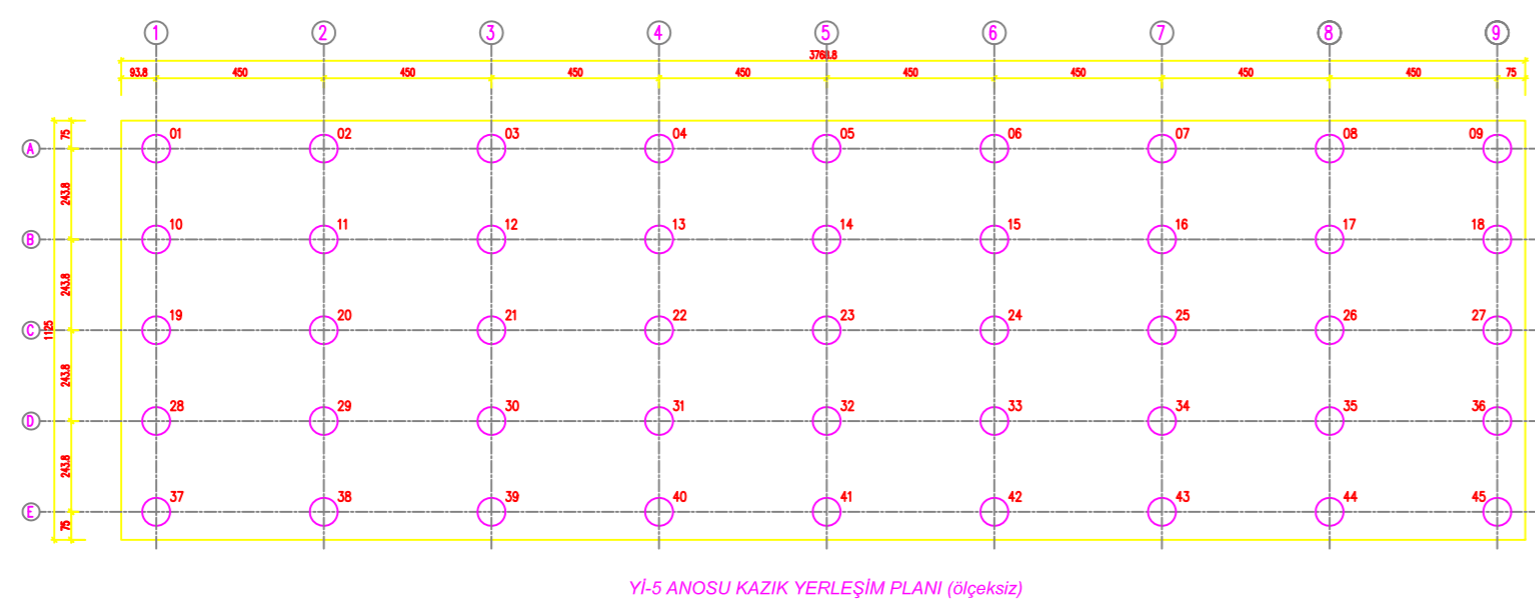
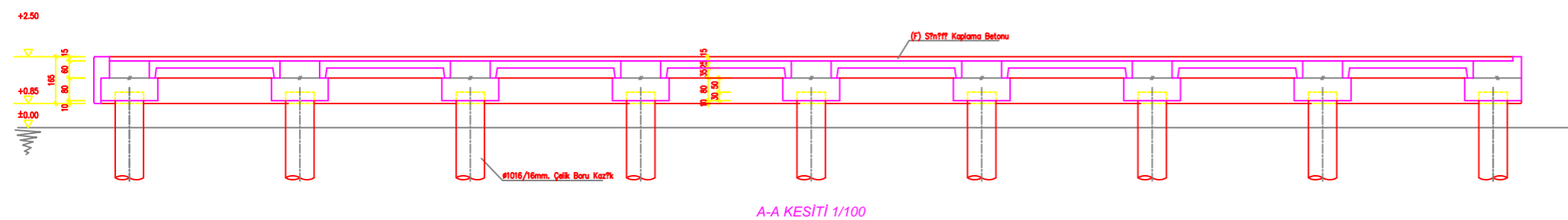
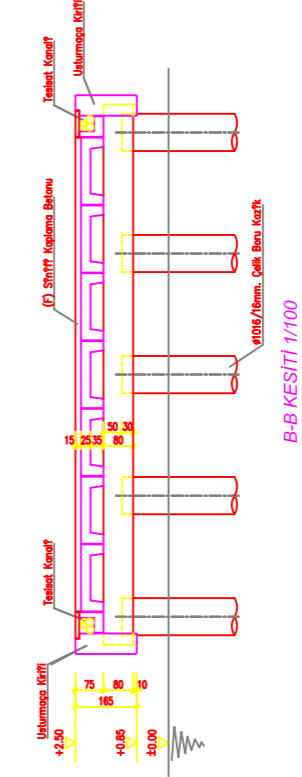
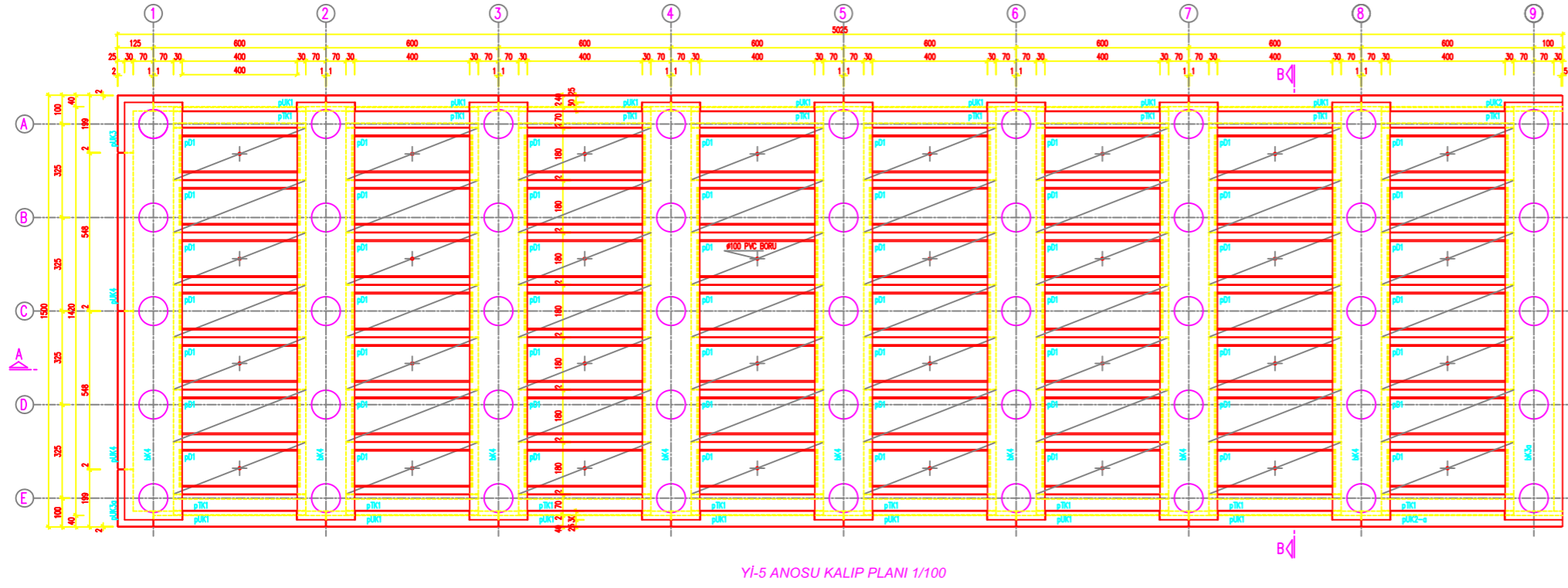
YOLCU İSKELESİ  
GENEL KAZIK YERLEŞİM PLANI

İNCELEME : DLH 6. BÖLGE MÜDÜRLÜĞÜ

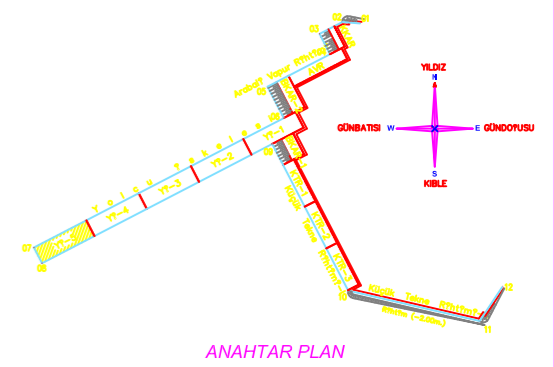
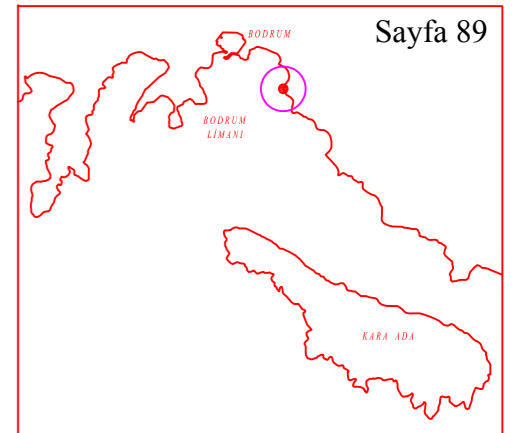
İNCELEME : DLH GENEL MÜDÜRLÜĞÜ

REV.	AÇIKLAMA	TARİH	KONTROL	İMZA

# EK 3 - 5 NOLU ANO KAZIK YERLEŞİMİ PLANI



NOT: İNŞAATA BAŞLAMADAN ÖNCE BÜTÜN ÖLÇÜ, DEĞER VE GÖSTERİMLER MÜTEAHHİT TARAFINDAN KONTROL EDİLECEKTİR.



REVİZYON:

- 1) İSTURMAÇA KIRIŞI 1. FAZ KIRIŞI OTURDUĞU YERDEN 15 CM GENİŞLETİLDİ. TESİSAT KANALI, YÇ HAÇIYI DEĞİŞTİRMESİYLE TEK NERVÜRE İNDİRİLDİ.
- 2) ANO BİRLEŞİM DETAYI REVİZYON EDİLDİ.

NOTLAR:

YİKELE ÜSTÜ KAPLAMA BETONU HASIR GELİKLİ OLARAK İMAL EDİLECEK VE BATIKLAR ÜZERİNDE KESİNTİSİZ DEVAM EDECEKTİR. GEREKLİ EK VE BİNDİRME DETAYLARI GÖZETİLMELİDİR.

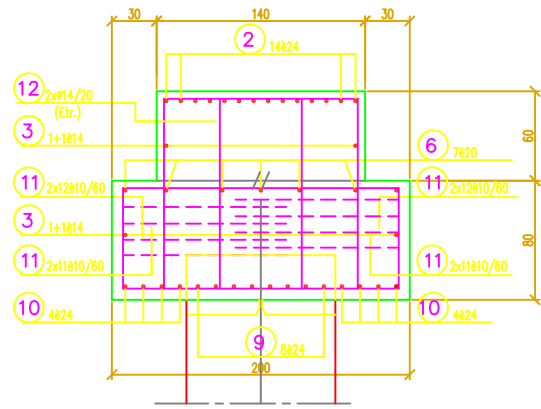
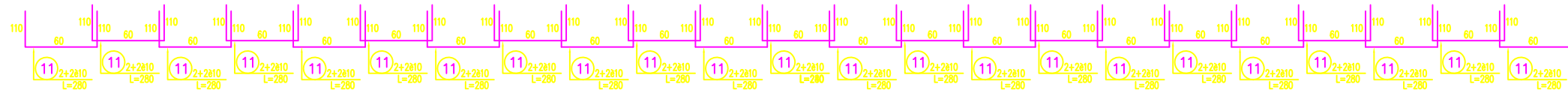
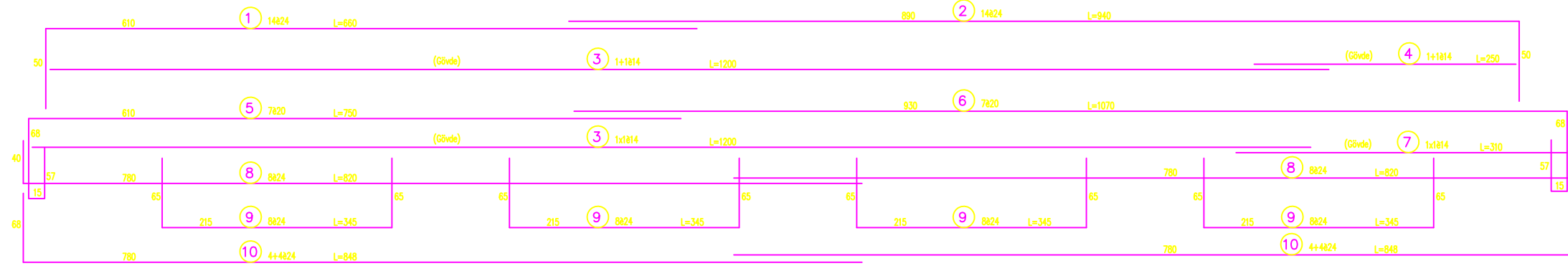
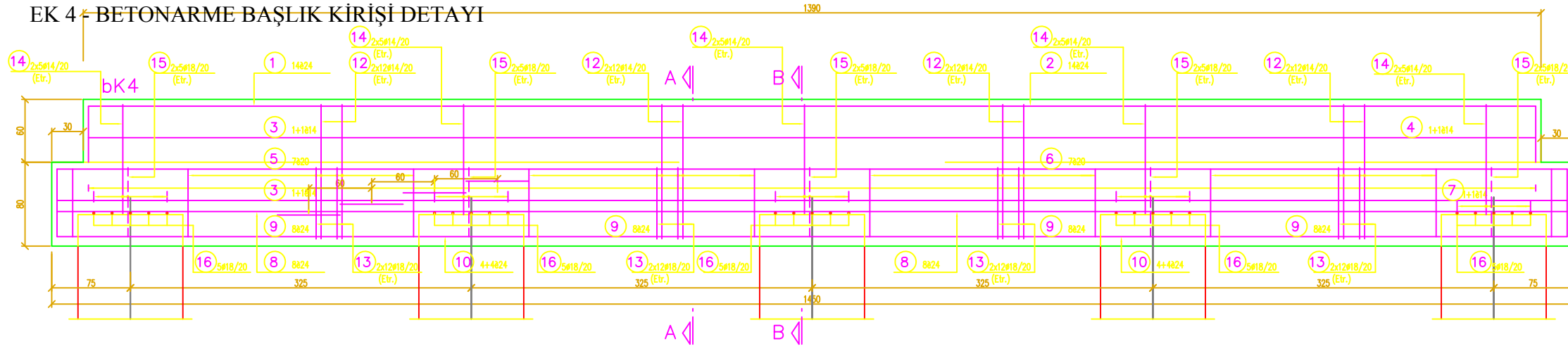
TÜM KAZIKLARIN, DENİZ TABANININ ÜSTÜNDE KALAN KISIMLARI EPOKSYİ BOYA İLE KORUZYONA KARTI KORUNMUŞ OLACAKTIR.

KAZIKLAR TAŞIYICI ANAKAYA TABAKASINA MİNİMUM 3D BOYUNDA ÇAKILMIŞ OLACAKTIR.

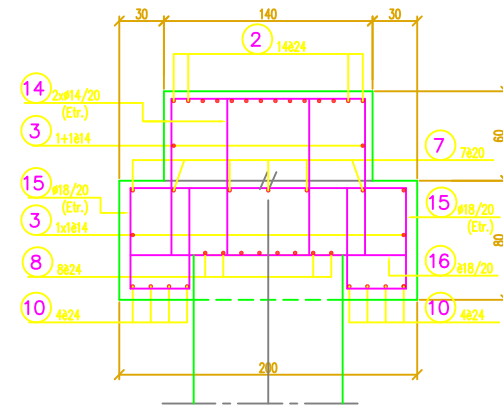
KAZIK ÇAKMA YÖNTEMLERİNE BAĞLI OLARAK KAZIK UÇUNDAKİ ÇARİK VE BORU EK YERLERİNDEKİ KAYNAK DETAYLARI YÜKLENTİ TARAFINDAN REVİZYON EDİLECEKTİR. KAZIK UÇUNDAKİ ÇARIK, KAZIK DIŞ ÇERÇERİNDEKİ SÜRÜNMEYİ AZALTMAYACAK YERDE YERLEŞTİRİLMESİ ESASTIR.

T.C. ULAŞTIRMA BAKANLIĞI DLH İNŞAATI GENEL MÜDÜRLÜĞÜ			
	PROJE	ÖNVAN	ADI SOYADI
	KONTROL		M.ÖZCAN
	ÇİZEN		O. KAYA
		YAPAN	O. KAYA
PAFTA NO	Byl-07		
ÖLÇEK	1/100	BODRUM YOLCU İSKELESİ İNŞAATI	
TARİH	MART 2006	BODRUM LİMAN İŞLETMELERİ A.Ş.	
<b>YI-5 (yolcu iskelesi) ANOSU KALIP PLANI-KESİTLERİ VE KAZIK YERLEŞİM PLANI</b>			
İNCELEME : DLH 6. BÖLGE MÜDÜRLÜĞÜ			
İNCELEME : DLH GENEL MÜDÜRLÜĞÜ			
REV.	AÇIKLAMA	TARİH	KONTROL İMZA
1	Uzunluğu kazığı 1. Faz kazığı oturdugu yerden 15 cm genişletildi. Tesisat kazığı 2. faz kazığı ile aynı seviyeye indirildi.		
2	Ano birleşim detayı revize edildi.		

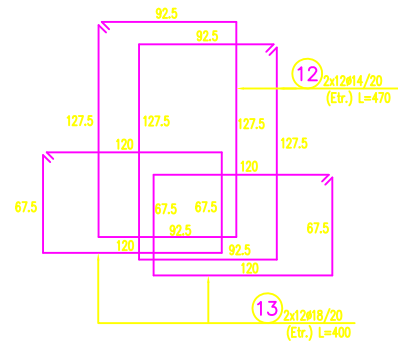
# EK 4 - BETONARME BAŞLIK KİRİŞİ DETAYI



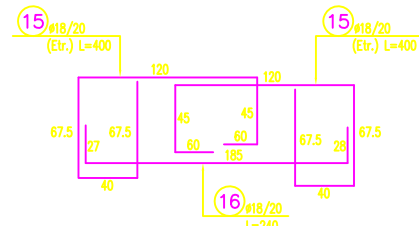
A-A KESİTİ 1/25



B-B KESİTİ 1/25



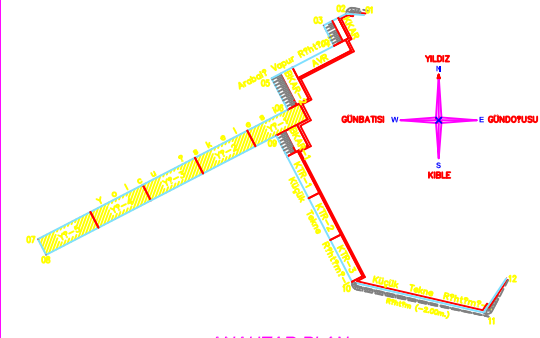
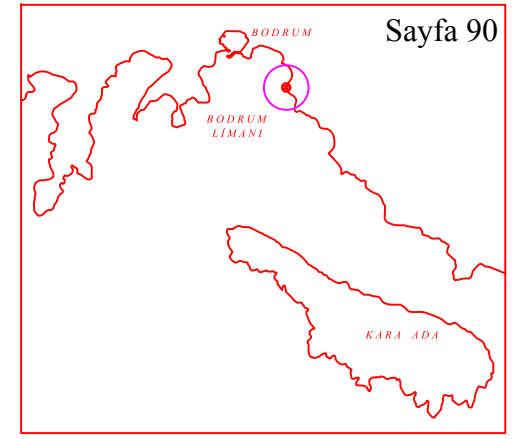
13



16

POZ NO.	ÇAP ø	ADET	BOY (m.)	TOPLAM BOY (m.)				
				ø10	ø14-ø14	ø18	ø20	ø24
1	24	14	6.60					92.40
2	24	14	9.40					131.60
3	14	4	12.00		48.00			
4	14	2	2.50		5.00			
5	20	7	7.50				52.50	
6	20	7	10.70				74.90	
7	14	2	3.10		6.20			
8	24	16	8.20					131.20
9	24	32	3.45					110.40
10	24	16	8.48					135.68
11	10	92	2.80	257.60				
12	14	96	4.70		451.20			
13	18	96	4.00			384.00		
14	14	50	4.25		212.50			
15	18	50	4.00			200.00		
16	18	25	2.40			60.00		
<b>TOPLAM BOY</b>			<b>(m)</b>	<b>257.60</b>	<b>722.90</b>	<b>644.00</b>	<b>127.40</b>	<b>601.28</b>
<b>B?R?M A?IRLIK</b>			<b>(kg/m)</b>	<b>0.617</b>	<b>1.208</b>	<b>1.998</b>	<b>2.466</b>	<b>3.550</b>
<b>TOPLAM A?IRLIK</b>			<b>(kg)</b>	<b>158.94</b>	<b>873.26</b>	<b>1286.71</b>	<b>314.17</b>	<b>2134.54</b>
<b>≧TOPLAM A?IRLIK</b>			<b>(kg)</b>			<b>4767.62</b>		

NOT: İNŞAATA BAŞLAMADAN ÖNCE BÜTÜN ÖLÇÜ, DEĞER VE GÖSTERİMLER MÜTEAHHİT TARAFINDAN KONTROL EDİLECEKTİR.



MALZEMELER:  
BETON: BS 30  
ÇELİK: ST III

REVİZYON:

BAŞLIK KİRİŞİ 2. FAZ BETONU UZUNLUĞU 14.20 M'DEN 13.90 M'YE ÇEKİLDİ. KALIP DONATI DETAYLARI İLE METRAJ TABLOSU REVİZYON EDİLDİ.

T.C. ULAŞTIRMA BAKANLIĞI  
DLH İNŞAATI GENEL MÜDÜRLÜĞÜ

PROJE	ÜNVAN	ADI SOYADI	KAŞE / İMZA
KONTROL		M.ÖZCAN	
ÇİZEN		S. GÜNDEMİR	
YAPAN		S. GÜNDEMİR	

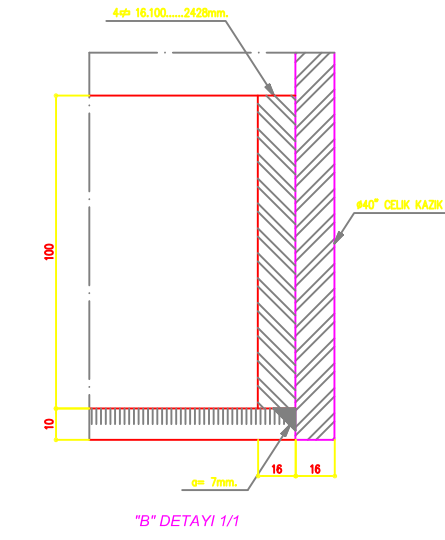
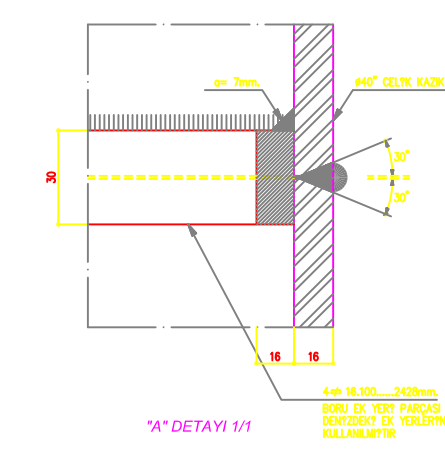
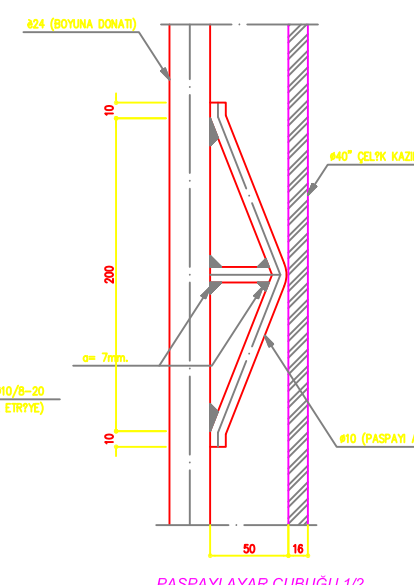
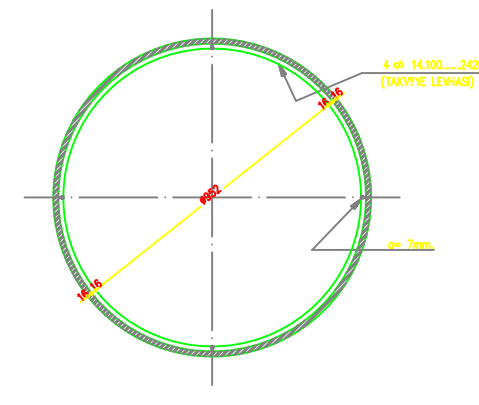
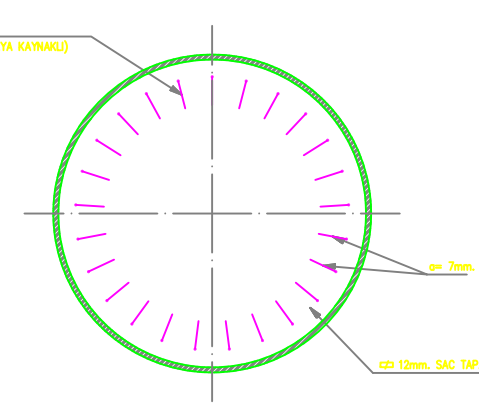
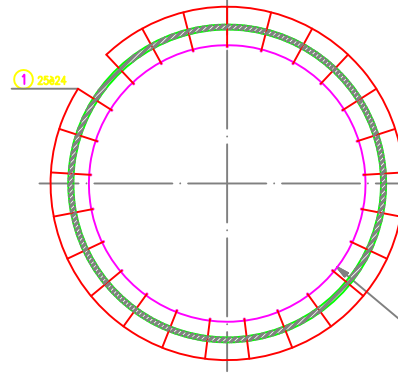
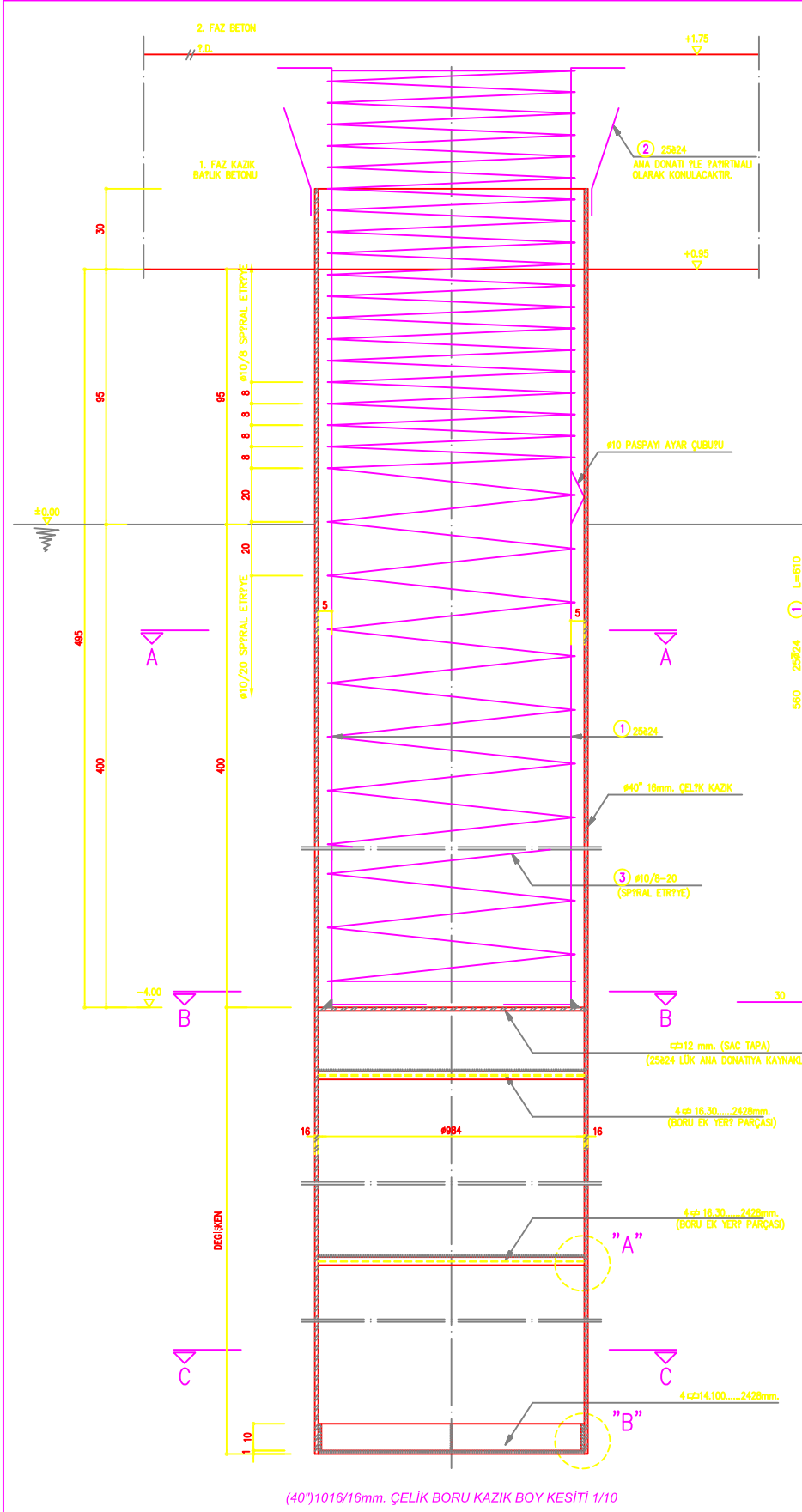
PAFTA NO	Byi-11	BODRUM PORTÜ	BODRUM YOLCU İSKELESİ İNŞAATI
ÖLÇEK	1/25		BODRUM LİMAN İŞLETMELERİ A.Ş.
TARİH	MART 2006		

**YOLCU İSKELESİ ANOLARI  
BK4 KİRİŞİ DONATI DETAYI**

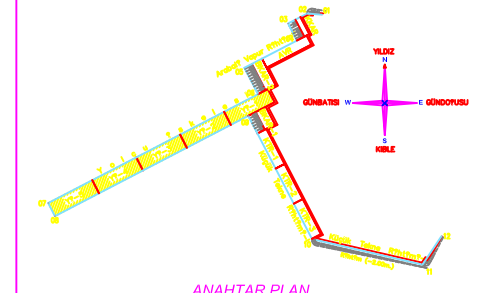
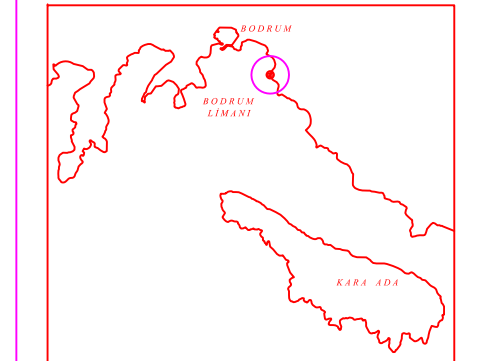
İNCELEME : DLH 6. BÖLGE MÜDÜRLÜĞÜ

İNCELEME : DLH GENEL MÜDÜRLÜĞÜ

REV.	AÇIKLAMA	TARİH	KONTROL	İMZA
1	Başlık kirişi 2. faz betonu uzunluğu 14.20 m'den 13.90 m'ye çekildi. Kalıp donatı detayları ile metraj tablosu revizyon edildi.			



NOT: İNŞAATA BAŞLAMADAN ÖNCE BÖTÜN ÖLÇÜ, DEĞER VE GÖSTERİMLER MÜTEAHHİT TARAFINDAN KONTROL EDİLECEKTİR.



MALZEMELER:  
BETON: BS 25  
ÇELİK: ST 4, ST 3  
KAZIK ÇELİĞİ: ST 52

NOTLAR:  
TÜM KAZIKLARIN DENİZ TABANININ ÜSTÜNDE KALAN KISIMLARI EPOKSY BOYA İLE KORUYONA KARTI KORUNMUŞ OLACAKTIR.  
KAZIKLAR TAYYICI ANAKAYA TABAKAŞINA MİNYUM 3D BOYUNDA ÇAKILMIŞ OLACAKTIR.  
KAZIK ÇAKMA YÖNTEMİNE BAYI OLARAK KAZIK UCUNDAKİ ÇARKI VE BORU EK YERLERİNDEKİ KAYNAK DETAYLARI YÜKLENTİ TARAFINDAN REVİZE EDİLECEKTİR. KAZIK UCUNDAKİ ÇARKIN KAZIK DİY ÇERÇEVİNDEKİ SÜRÜTÜMEYİ AZALTMAK İÇİN YERLETTİRİLMESİ ESASTIR.

POZ NO.	ÇAP Ø	ADET	BOY (m.)	?EK?L	TOPLAM BOY (m.)		
					#10	#12	#24
1	24	25	6.10	30 5.60 30			152.50
2	24	25	0.40	10 30			10.00
3	10	1	(9x2.00)+8.00=16.00	116.00	116.00		
TOPLAM BOY (m)					116.00	-	162.50
B?Y?M A?IRLIK (kg/m)					0.617	0.888	3.550
TOPLAM A?IRLIK (kg)					71.57	-	576.88
ΣTOPLAM A?IRLIK (kg)							648.45

T.C. ULAŞTIRMA BAKANLIĞI  
DLH İNŞAATI GENEL MÜDÜRLÜĞÜ

PROJE ÖNVER ADI SOYADI KAŞE / İMZA  
KONTROL M.ÖZCAN  
ÇİZEN S. GÜNDEMİR  
YAPAN S. GÜNDEMİR

PAFTA NO By-17  
ÖLÇEK 1/10-2/1  
TARİH MART 2006

BODRUM PROJESİ  
BODRUM YOLCU İŞKELESİ İNŞAATI  
BODRUM LİMAN İŞLETMELERİ A.Ş.

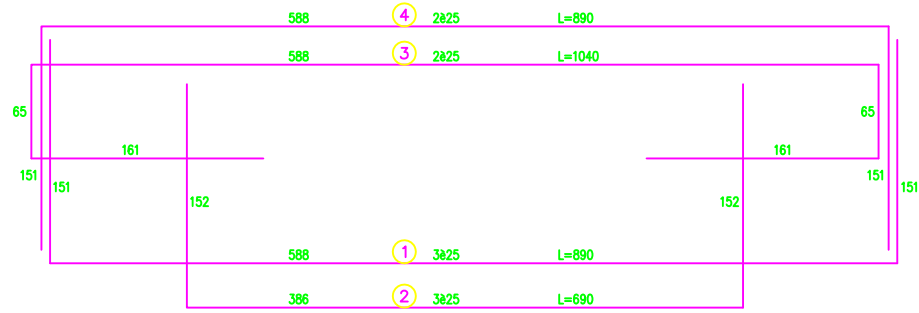
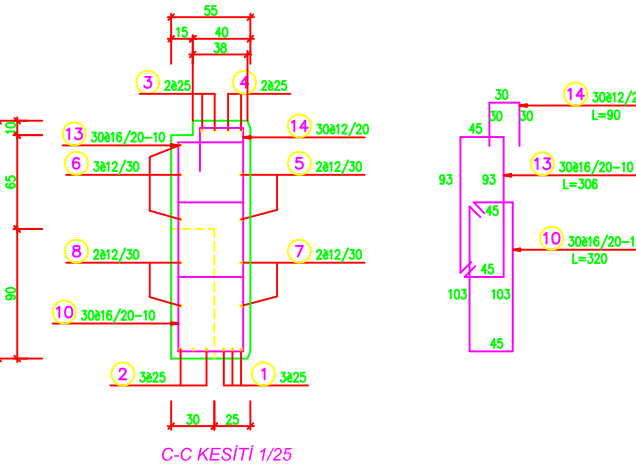
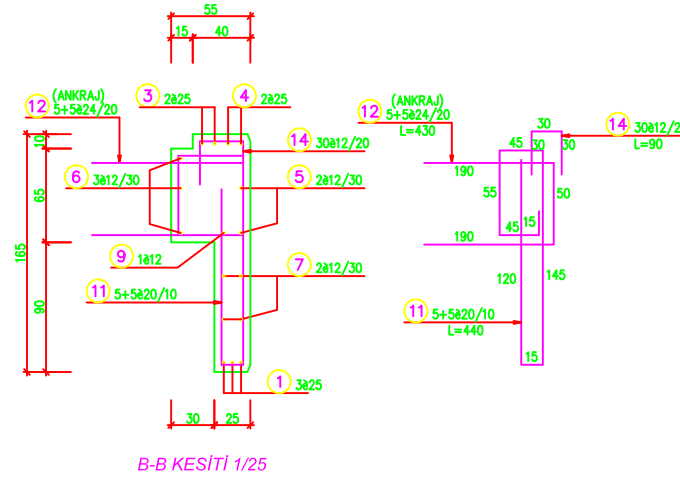
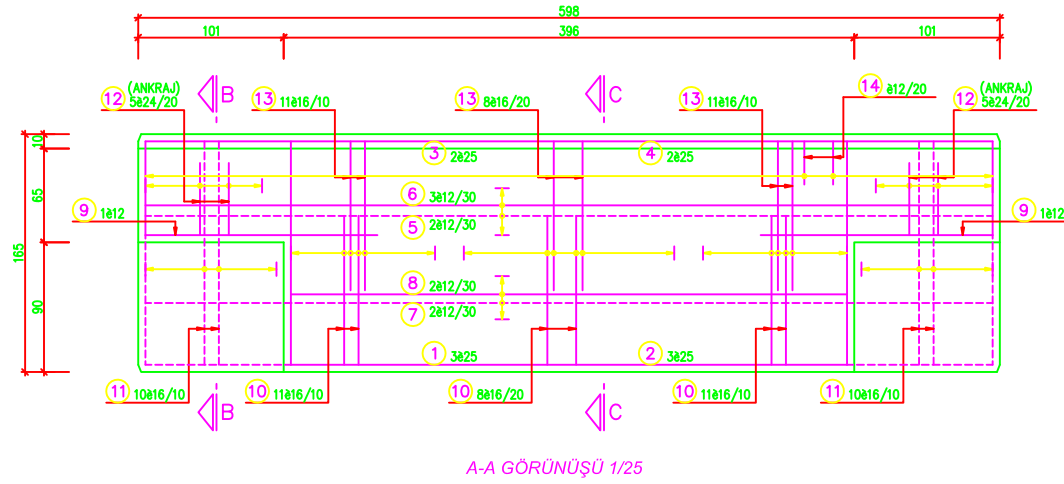
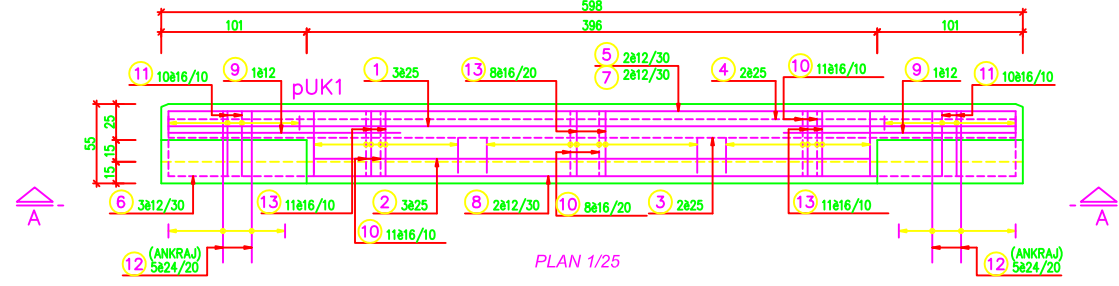
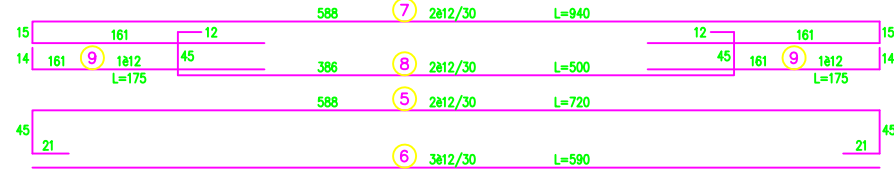
YOLCU İŞKELESİ ANOLARI  
(40°)1016/16mm. ÇELİK BORU KAZIK DONATI DETAYI

İNCELEME : DLH 6. BÖLGE MÜDÜRLÜĞÜ

İNCELEME : DLH GENEL MÜDÜRLÜĞÜ

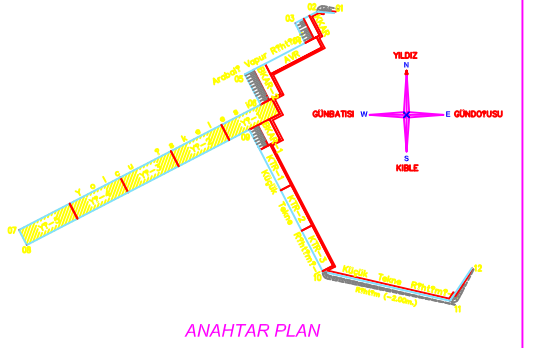
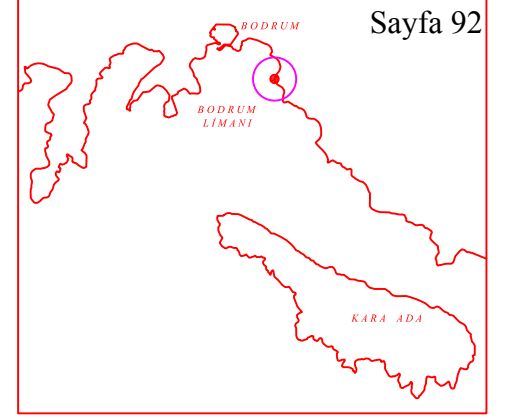
REV.	AÇIKLAMA	TARİH	KONTROL	İMZA

# EK 6 - PREKAST BETON USTURMAÇA DETAYI



POZ NO.	ÇAP ø	ADET	BOY (m.)	TOPLAM BOY (m.)				
				ø12	ø16	ø20	ø24	ø25
1	25	3	8.90					26.70
2	25	3	6.90					20.70
3	25	2	10.40					20.80
4	25	2	8.90					17.80
5	12	2	7.20	14.40				
6	12	3	5.90	17.70				
7	12	2	9.40	18.80				
8	12	2	5.00	10.00				
9	12	2	1.75	3.50				
10	16	30	3.20		96.00			
11	20	20	4.40			88.00		
12	24	10	4.30				43.00	
13	16	30	3.06		91.80			
14	12	30	0.90	27.00				
<b>TOPLAM BOY</b>	(m)			91.40	187.80	88.00	43.00	86.00
<b>B?R?M A?IRLIK</b>	(kg/m)			0.888	1.578	2.470	3.550	3.850
<b>TOPLAM A?IRLIK</b>	(kg)			81.16	296.35	217.36	152.65	331.10
<b>≥ TOPLAM A?IRLIK</b>	(kg)				1078.62			

NOT: İNŞAATA BAŞLAMADAN ÖNCE BÜTÜN ÖLÇÜ, DEĞER VE GÖSTERİMLER MÜTEAHHİT TARAFINDAN KONTROL EDİLECEKTİR.



- MALZEMELER:**  
 BETON : BS 25  
 ÇELİK : ST III
- REVİZYON:**  
 1) USTURMAÇA KIRIŞI 1. FAZ KIRIŞI OTURDUYU YERDEN 15 CM GENİŞLETİLDİ.  
 KALIP VE DONATI DETAYLARI İLE METRAJ TABLOSU REVİZE EDİLDİ.  
 2) 11 NO'LU İRİŞE TERİTİBATI REVİZE EDİLDİ.
- NOTLAR:**  
 PREKAST DÖYEME ELEMANLARININ TASARIM KRİTERLERİ HESAP RAPORUNDA BELİRTİLMİŞTİR. İNFAAT SÜRESİNDE, DÖYEME ELEMANLARININ ÜZERİNE ÇIKARILACAK MAKİNE VE EKİPMANIN BU KRİTERLERE UYGUNLUYU KONTROL EDİLMELİ VE GEREKEBİLECEK REVİZYONLAR YÜKLENİCİ TARAFINDAN YAPILMALDIR.

**T.C. ULAŞTIRMA BAKANLIĞI  
DLH İNŞAATI GENEL MÜDÜRLÜĞÜ**

PROJE	ÖNVAN	ADI SOYADI	KAŞE / İMZA
KONTROL		M.ÖZCAN	
ÇİZEN		S. GÜNDEMİR	
YAPAN		S. GÜNDEMİR	

PAFTA NO	Byl-14
ÖLÇEK	1/25
TARİH	MART 2006

**BODRUM BÖLGE MÜDÜRLÜĞÜ**  
 BODRUM YOLCU İSKELESİ İNŞAATI  
 BODRUM LİMAN İŞLETMELERİ A.Ş.

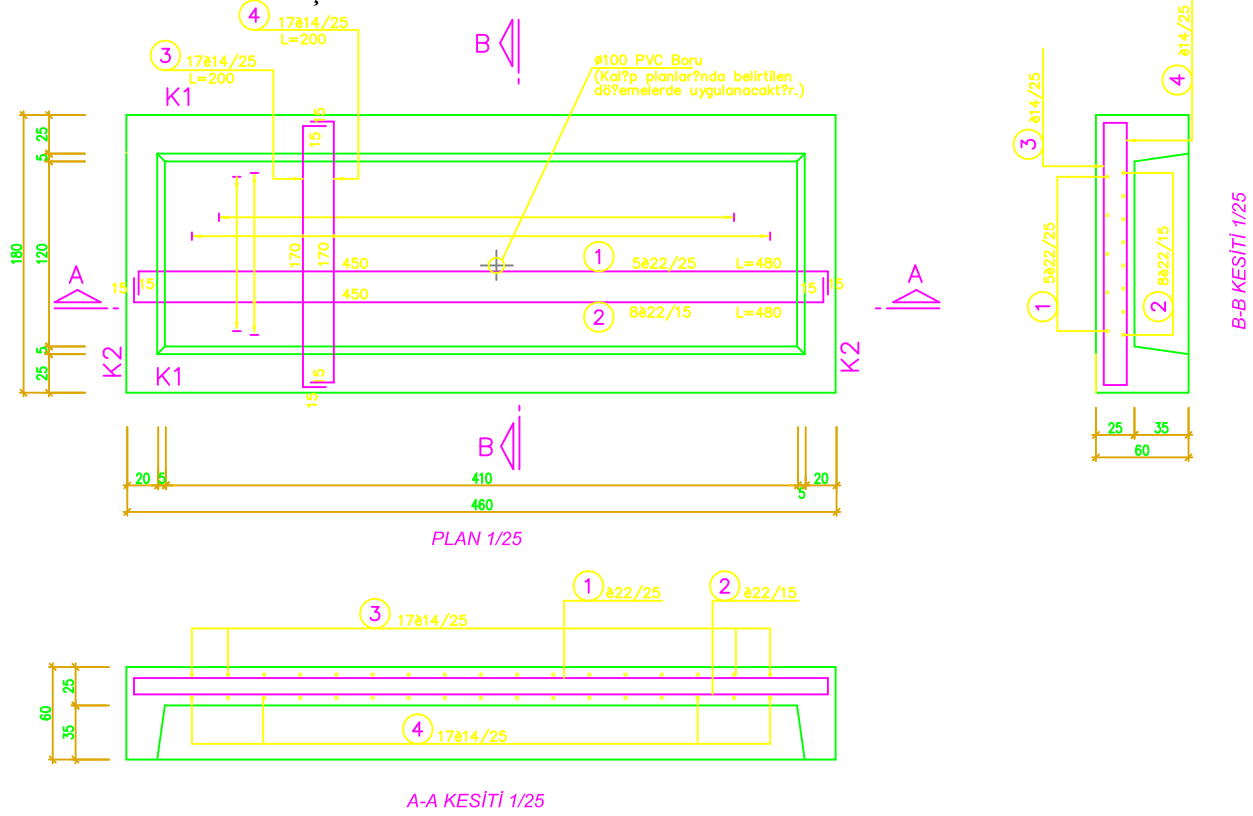
**YOLCU İSKELESİ ANOLARI  
pUK1 KIRIŞI  
KALIP VE DONATI DETAYI**

İNCELEME : DLH 6. BÖLGE MÜDÜRLÜĞÜ

İNCELEME : DLH GENEL MÜDÜRLÜĞÜ

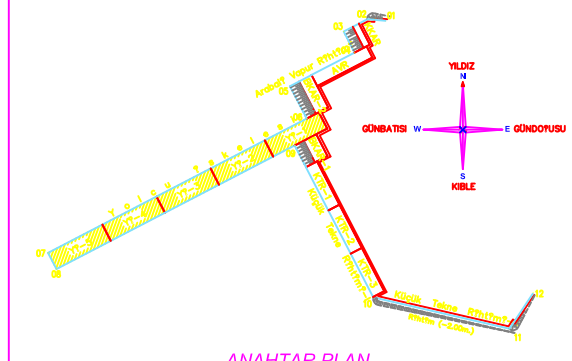
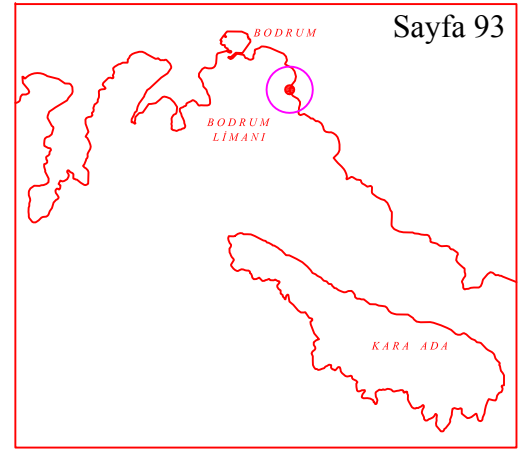
REV	AÇIKLAMA	TARİH	KONTROL	İMZA
1	Usturmaça kırışı 1. faz kırışı oturdusu yerden 15 cm genişletildi. Kalıp ve donatı detayları ile metraj tablosu revize edildi.			
2	11 No'lu irişe teritibatı revize edildi.			

# EK 7 - PREKAST DÖŞEME DETAYI PLANI



POZ NO.	ÇAP ø	ADET	BOY (m.)	TOPLAM BOY (m.)						
				ø10	ø12	ø14	ø16	ø20	ø22	
1	22	5	4.80						24.00	
2	22	8	4.80						38.40	
3	14	17	2.00			34.00				
4	14	17	2.00			34.00				
5	20	4	7.30					29.20		
6	14	4	7.30			29.20				
7	20	8	8.30					66.40		
8	10	60	1.80	108.00						
9	12	8	1.70		13.60					
10	12	8	2.70		21.60					
11	10	12	1.80	21.60						
12	16	4	2.00				8.00			
TOPLAM BOY (m)				129.60	35.20	97.20	8.00	95.60	62.40	
B?R?M A?IRLIK (kg/m)				0.617	0.890	1.208	1.578	2.466	2.984	
TOPLAM A?IRLIK (kg)				79.96	31.33	117.42	12.62	235.75	186.20	
ΣTOPLAM A?IRLIK (kg)				663.28						

NOT: İNŞAATA BAŞLAMADAN ÖNCE BÜTÜN ÖLÇÜ, DEĞER VE GÖSTERİMLER MÜTEAHHİT TARAFINDAN KONTROL EDİLECEKTİR.



MALZEMELER:  
 BETON : BS 25  
 ÇELİK : ST III

REVİZYON:  
 1) PREKAST ELEMANLAR ARASI BAĞLANTI DETAYI (PAH DETAYI) ÇIKARILMIŞ VE METRAJ DAHİL TUM OLASI DEĞİŞİMLER REVİZE EDİLMİŞTİR.  
 2) KISA MESNET NERVÜR DONATILARI REVİZE EDİLMİŞTİR.

NOTLAR:  
 PREKAST DÖŞEME ELEMANLARININ TASARIM KRİTERLERİ HESAP RAPORUNDA BELİRTİLMİŞTİR. İNŞAAT SÜRESİNCE, DÖŞEME ELEMANLARININ ÜZERİNE ÇIKARILACAK MAKİNE VE EKİPMANIN BU KRİTERLERE UYGUNLUYU KONTROL EDİLMELİ VE GEREKEBİLECEK REVİZYONLAR YÜKLENCİ TARAFINDAN YAPILMALIDIR.

**T.C. ULAŞTIRMA BAKANLIĞI  
DLH İNŞAATI GENEL MÜDÜRLÜĞÜ**

PROJE	ÜNVAN	ADI SOYADI	KAŞE / İMZA
KONTROL		M.ÖZCAN	
ÇİZEN		S. GÜNDEMİR	
YAPAN		S. GÜNDEMİR	

PAFTA NO : By1-12  
 ÖLÇEK : 1/25, 1/50  
 TARİH : MART 2006

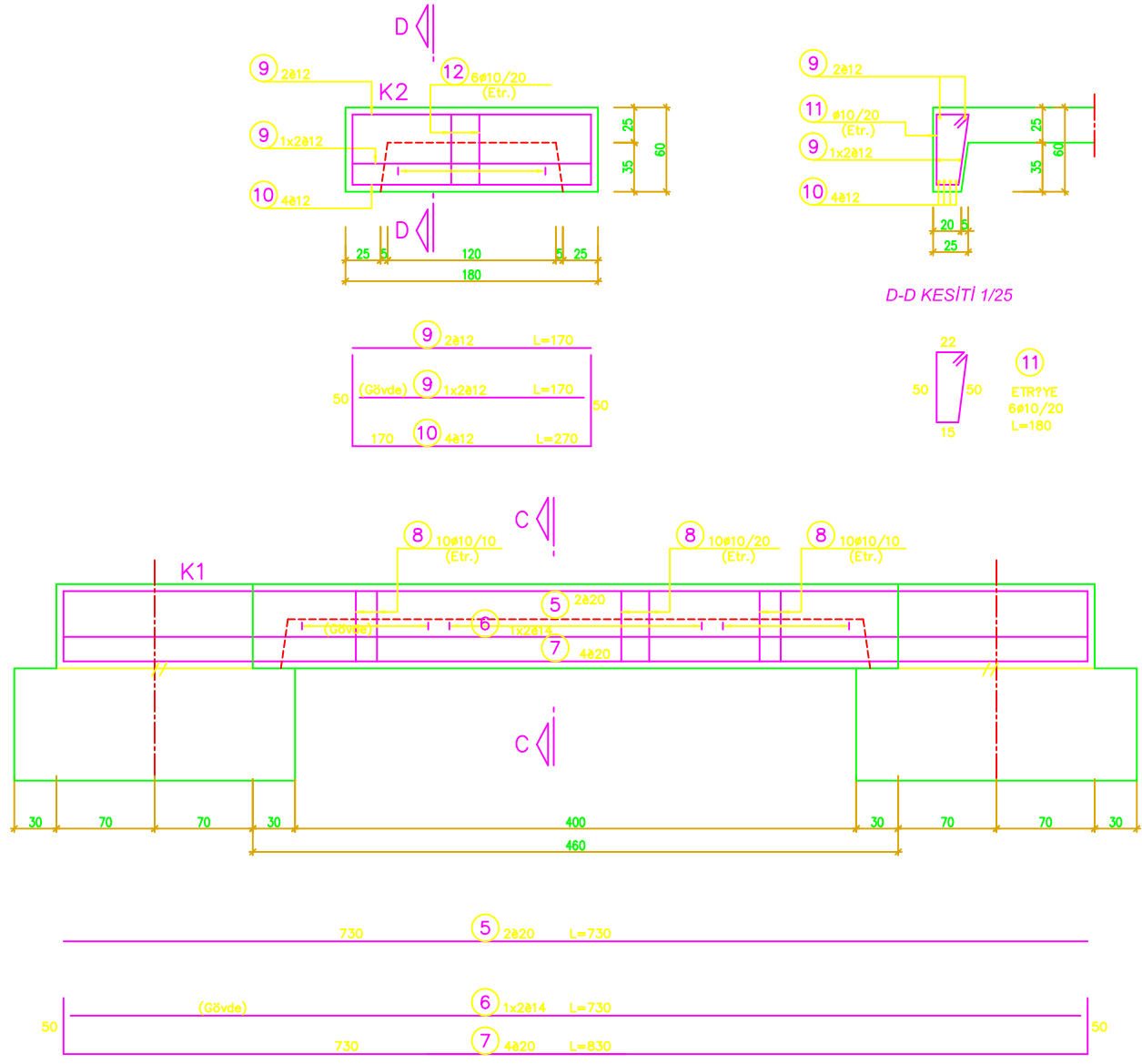
**BODRUM POLİSİ** BODRUM YOLCU İSKELESİ İNŞAATI  
 BODRUM LİMAN İŞLETMELERİ A.Ş.

## YOLCU İSKELESİ ANOLARI pD1 PREKAST DÖŞEMESİ KALIP VE DONATI DETAYLARI

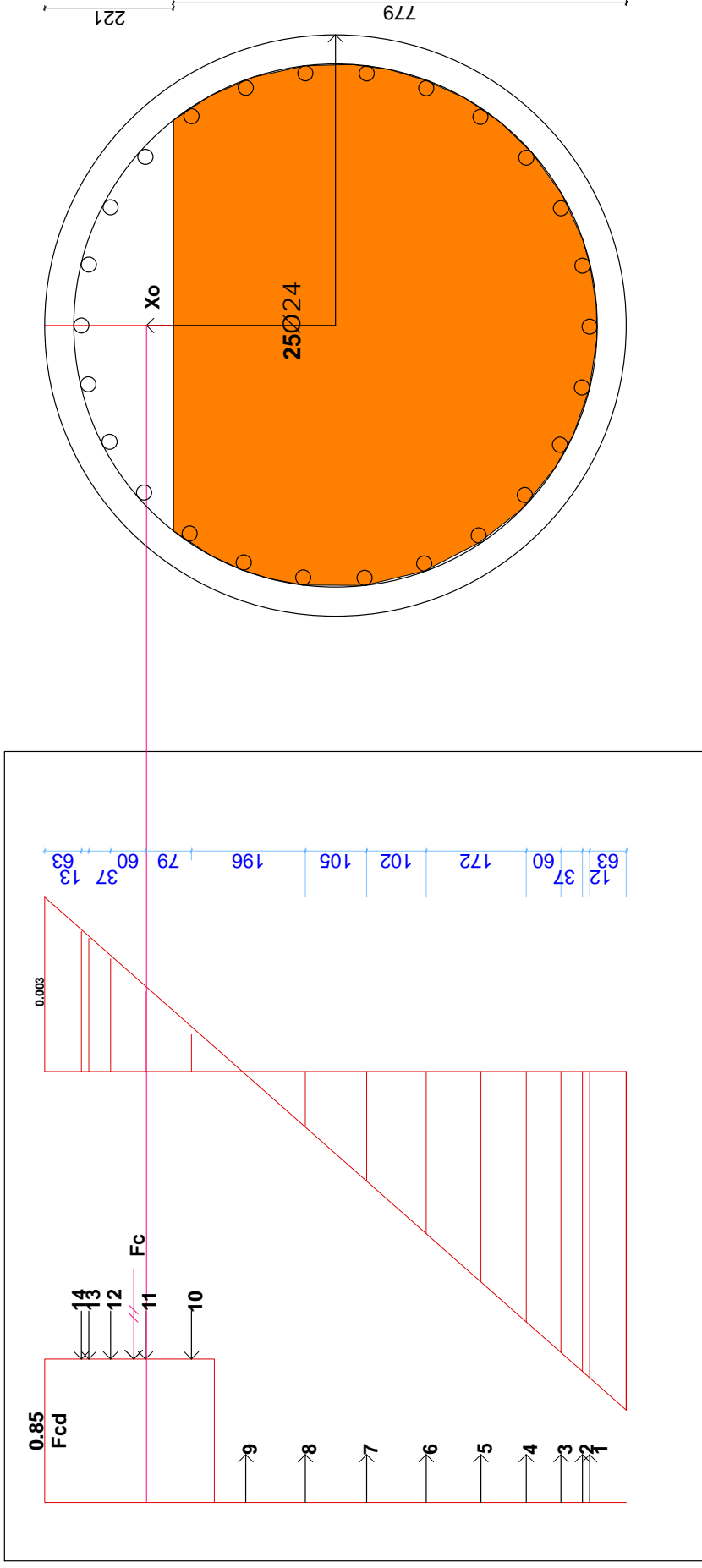
İNCELEME : DLH 6. BÖLGE MÜDÜRLÜĞÜ

İNCELEME : DLH GENEL MÜDÜRLÜĞÜ

REV.	AÇIKLAMA	TARİH	KONTROL	İMZA
1	Prekast elemanlar arası bağlantı detayı (Pah Detayı) çıkarılmış ve metraj dahil tüm olası değişiklikler revize edilmiştir.			
2	Kısa mesnet nervür donatıları revize edilmiştir.			



EK - 8 - KOMPOZİT KESİT TARAFSIZ EKSEN GÖSTERİMİ (TABLOLAMA PROGRAMINDA)



## EK 9 - KOMPOZİT KESİT KAPASİTE TAYİNİ HESABI TABLOSU

C300	Fcd =	30 MPa	a=k1xc=	187.85	mm														
ST III	Fyd =	365 MPa																	
	hL	Ec	c	εs	Es	θs (Mpa)	As mm2	Kats	Fs (Kn)	Xi (mm)	Moment (Knm)								
1	597	0.003	221	0.0081	200000	1,620.81	425.40	-1.00	-689.49	597	411.63								
2	585	0.003	221	0.00794	200000	1588.23529	904.80	-1.00	-1,437.04	585	840.67								
3	548	0.003	221	0.00744	200000	1487.78281	904.80	-1.00	-1,346.15	548	737.69								
4	488	0.003	221	0.00662	200000	1324.88688	904.80	-1.00	-1,198.76	488	584.99								
5	410	0.003	221	0.00557	200000	1113.12217	904.80	-1.00	-1,007.15	410	412.93								
6	316	0.003	221	0.00429	200000	857.918552	904.80	-1.00	-776.24	316	245.29								
7	214	0.003	221	0.0029	200000	580.995475	904.80	-1.00	-525.68	214	112.50								
8	108	0.003	221	0.00147	200000	293.21267	904.80	-1.00	-265.30	108	28.65								
9	0	0.003	221	0	200000	0	904.80	0.00	0.00	0	0.00								
10	88	0.003	221	0.00119	200000	238.914027	904.80	1.00	216.17	88	19.02								
11	167	0.003	221	0.00227	200000	453.393665	904.80	1.00	410.23	167	68.51								
12	227	0.003	221	0.00308	200000	616.289593	904.80	1.00	557.62	227	126.58								
13	264	0.003	221	0.00358	200000	716.742081	904.80	1.00	648.51	264	171.21								
14	277	0.003	221	0.00376	200000	752.036199	425.40	1.00	319.92	277	88.62								
15																			

**M<sub>ry</sub>= 5,094 KN-m**

TOPLAM F = 6.63 KN

**DENGE YAKLAŞTIRMASI = 0.78 KN ≡ 0.00**

TOPLAM Basınç Kuv x %1 = 5.85 KN

Şekil 6.15

a/h = 0.19 A= 0.65 Acc= B x h^2 200000 mm<sup>2</sup>  
 B= 0.20 Fcc= 0.85xFcdxAcc 5100 KN

Xo= A x r = 325 mm

## SHEAR STRENGTH

Fdc= 23 MPa  
 fdct= 1.35 MPa Beton Tasarım Çekme Dayanımı  
 fyd= 435 MPa Çelik Hesap Akma Gerilmesi

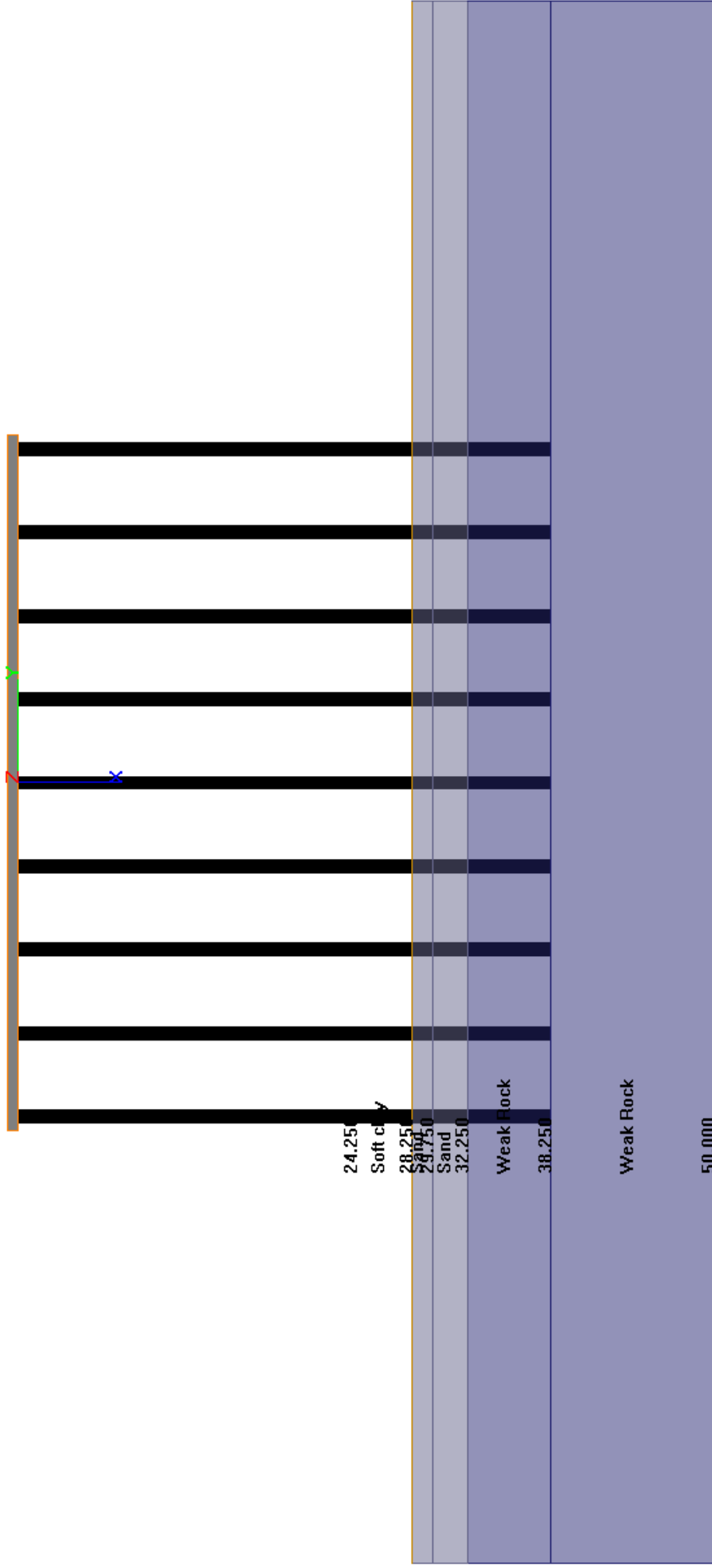
Vcr= 0.65 \* Fcd \* bw \* d

Vcr= 0.65 \* 1.35 \* (11 \* 990<sup>2</sup> / 4) / 1000

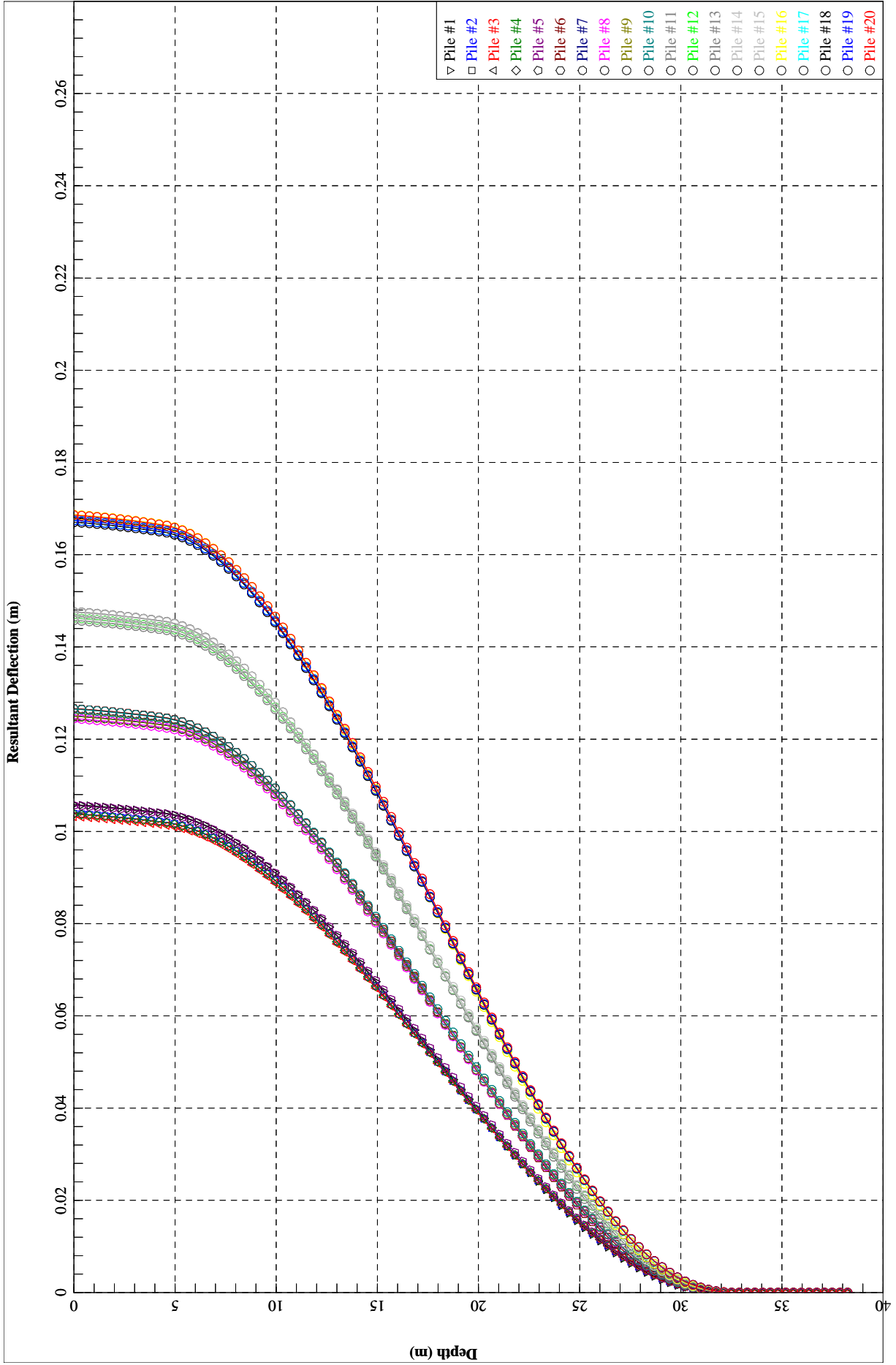
Vcr= 675 KN



EK - 10 - KAZIKLI SİSTEM ZEMİN KATMANLARININ ENSOFT PROGRAMINA TANIMLANMASI



## EK - 11 - Y DEPREMİ ALTINDA İSKELE KAZIKLARININ DERİNLİK-DEPLASMAN DEĞİŞİMİ













**XTRACT Section Report -**

For use only in an academic or research setting.

Section Name: COPM-PIPE

MBK

Imbsen &amp; Assos.

12/23/2012

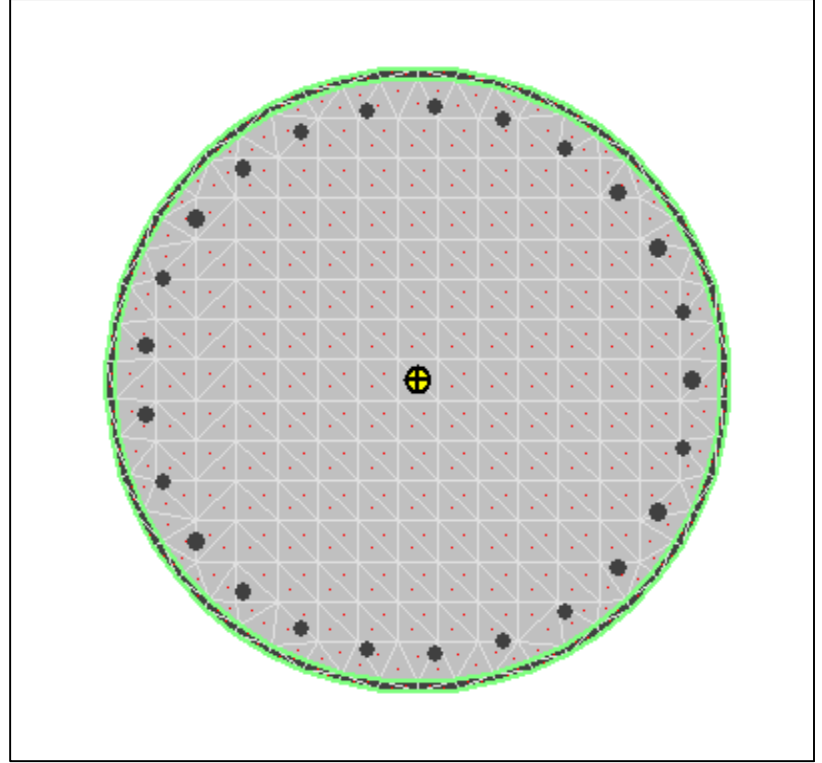
BYI

BYI

Page \_\_ of \_\_

**Section Details:**

X Centroid:	-.3483E-6 m
Y Centroid:	-.1144E-15 m
Section Area:	.8086 m <sup>2</sup>
EI gross about X:	2.63E+9 N-m <sup>2</sup>
EI gross about Y:	2.63E+9 N-m <sup>2</sup>
I trans (Confined1) about X:	.1015 m <sup>4</sup>
I trans (Confined1) about Y:	.1015 m <sup>4</sup>
Reinforcing Bar Area:	11.31E-3 m <sup>2</sup>
Percent Longitudinal Steel:	1.399 %
Overall Width:	1.014 m
Overall Height:	1.016 m
Number of Fibers:	476
Number of Bars:	25
Number of Materials:	3

**Material Types and Names:**

Confined Concrete:	■ Confined1
Strain Hardening Steel:	■ S420a
Strain Hardening Steel:	■ ST52

**Comments:**

User Comments



**XTRACT Section Report -**

For use only in an academic or research setting.

Section Name: PIPE

MBK

Imbsen &amp; Assos.

12/23/2012

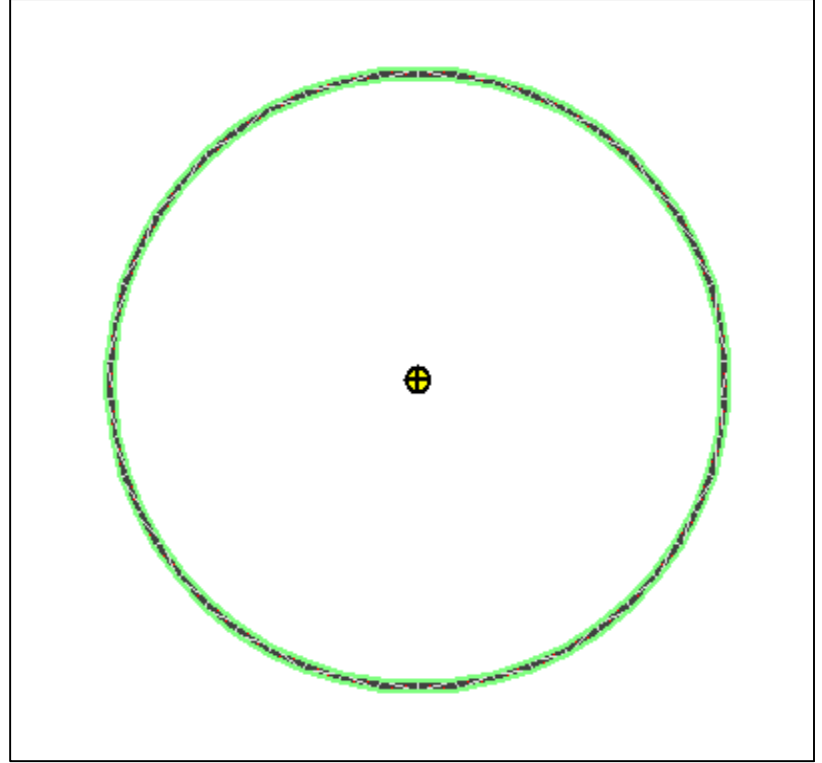
BYI

BYI

Page \_\_ of \_\_

**Section Details:**

X Centroid:	-.3476E-16 m
Y Centroid:	-.4162E-15 m
Section Area:	50.23E-3 m <sup>2</sup>
EI gross about X:	2.63E+9 N-m <sup>2</sup>
EI gross about Y:	2.63E+9 N-m <sup>2</sup>
I trans (ST52) about X:	6.258E-3 m <sup>4</sup>
I trans (ST52) about Y:	6.258E-3 m <sup>4</sup>
Reinforcing Bar Area:	0 m <sup>2</sup>
Percent Longitudinal Steel:	0 %
Overall Width:	1.014 m
Overall Height:	1.016 m
Number of Fibers:	100
Number of Bars:	0
Number of Materials:	1

**Material Types and Names:**

Strain Hardening Steel: ■ ST52

**Comments:**

User Comments

**XTRACT Material Report -**

For use only in an academic or research setting.

Material Name: Confined1  
 Material Type: Confined Concrete

MBK  
 Imbsen & Assos.  
 12/23/2012  
 BYI  
 BYI  
 Page \_\_ of \_\_

**Input Parameters:**

Tension Strength: 0 kPa  
 28 Day Strength: 30.00E+3 kPa  
 Confined Concrete Strength: 40.53E+3 kPa  
 Tension Strain Capacity: 0 Ten  
 Strain at Peak Stress: 5.510E-3  
 Crushing Strain: 15.83E-3 Comp  
 Elastic Modulus: 2.59E+7 kPa  
 Secant Modulus: 1067 kPa

**Model Details:**

For Strain -  $\varepsilon < 2 \cdot \varepsilon_t$   $f_c = 0$

For Strain -  $\varepsilon < 0$   $f_c = \varepsilon \cdot E_c$

For Strain -  $\varepsilon < \varepsilon_{cu}$   $f_c = \frac{f_{cc} \cdot x^r}{r - 1 + x^r}$

$$x = \frac{\varepsilon}{\varepsilon_{cc}}$$

$$\varepsilon_{cc} = .002 \cdot \left[ 1 + 5 \cdot \left( \frac{f_{cc}}{f_c} - 1 \right) \right]$$

$$r = \frac{E_c}{E_c - E_{sec}}$$

$$E_{sec} = \frac{f_{cc}}{\varepsilon_{cc}}$$

$\varepsilon$  = Concrete Strain

$f_c$  = Concrete Stress

$E_c$  = Elastic Modulus

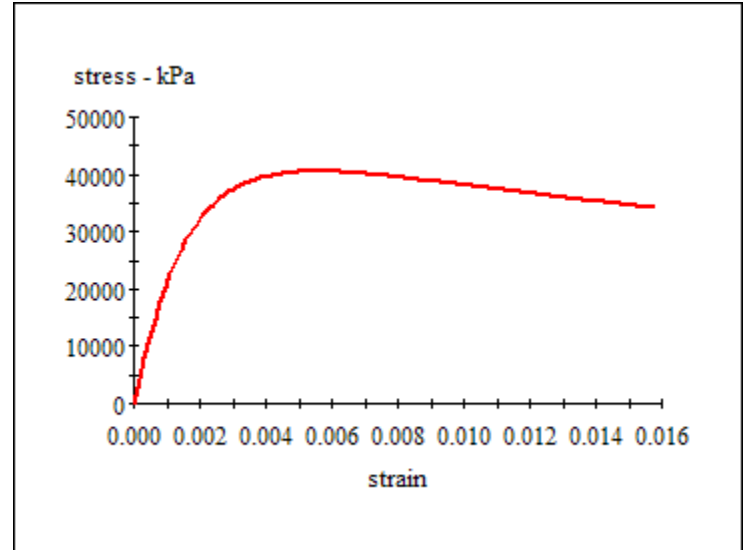
$\varepsilon_t$  = Tension Strain Capacity

$\varepsilon_{cu}$  = Ultimate Concrete Strain

$\varepsilon_{cc}$  = Strain at Peak Stress

$f_c$  = 28 Day Compressive Strength

$f_{cc}$  = Confined Concrete Strength

**Material Color States:**

- Tension strain after tension capacity
- Tension strain before tension capacity
- Initial state
- Compression before crushing strain

**Reference:**

Mander, J.B., Priestley, M. J. N., "Observed Stress-Strain Behavior of Confined Concrete", Journal of Structural Engineering, ASCE, Vol. 114, No. 8, August 1988, pp. 1827-1849

# XTRACT Analysis Report -

For use only in an academic or research setting.

MBK  
 Imbsen & Assos.  
 12/23/2012  
 BYI  
 BYI  
 Page \_\_ of \_\_

Section Name: COPM-PIPE  
 Loading Name: MERKEZ AKS  
 Analysis Type: Moment Curvature

## Section Details:

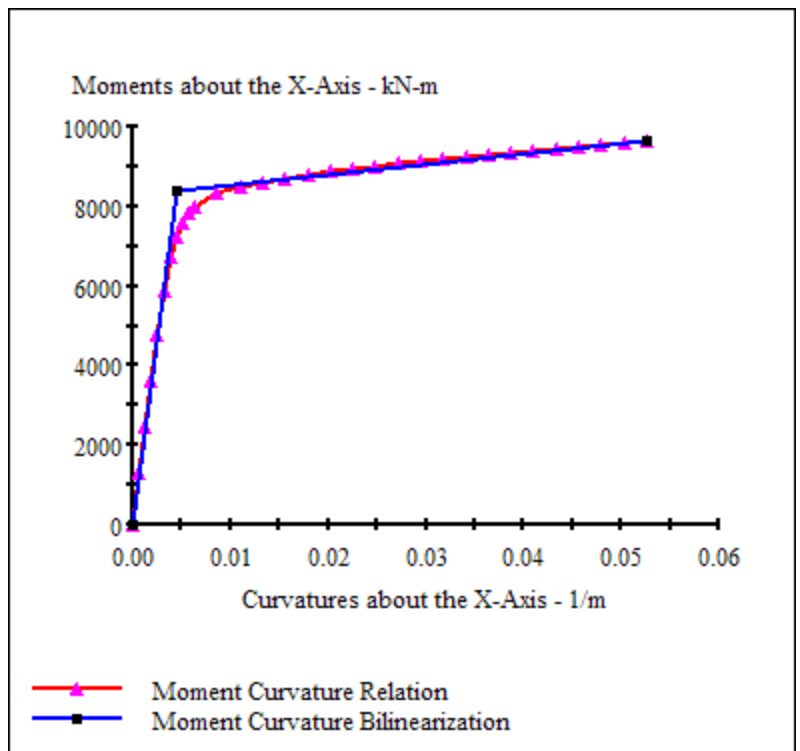
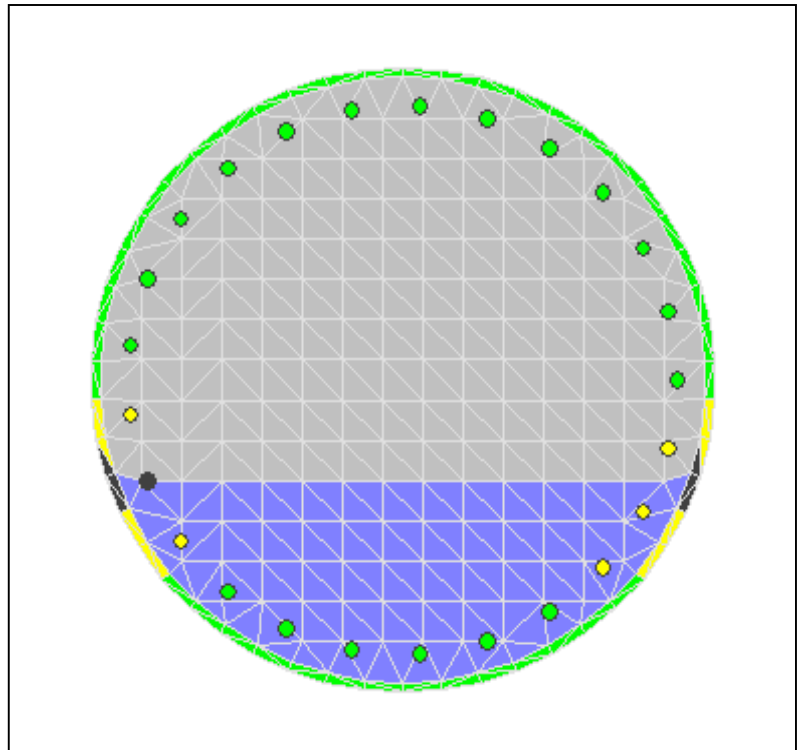
X Centroid: -.3483E-6 m  
 Y Centroid: -.1144E-15 m  
 Section Area: .8086 m<sup>2</sup>

## Loading Details:

Constant Load - P: 1352 kN  
 Incrementing Loads: Mxx Only  
 Number of Points: 31  
 Analysis Strategy: Displacement Control

## Analysis Results:

Failing Material: Confined1  
 Failure Strain: 15.83E-3 Compression  
 Curvature at Initial Load: .2329E-15 1/m  
 Curvature at First Yield: 3.187E-3 1/m  
 Ultimate Curvature: 52.59E-3 1/m  
 Moment at First Yield: 5896 kN-m  
 Ultimate Moment: 9652 kN-m  
 Centroid Strain at Yield: .2064E-3 Ten  
 Centroid Strain at Ultimate: 8.824E-3 Ten  
 N.A. at First Yield: 64.76E-3 m  
 N.A. at Ultimate: .1678 m  
 Energy per Length: 452.3 kN  
 Effective Yield Curvature: 4.530E-3 1/m  
 Effective Yield Moment: 8381 kN-m  
 Over Strength Factor: 1.152  
 EI Effective: 1.85E+9 N-m<sup>2</sup>  
 Yield EI Effective: 2.64E+7 N-m<sup>2</sup>  
 Bilinear Harding Slope: 1.430 %  
 Curvature Ductility: 11.61



## Comments:

User Comments

# XTRACT Material Report -

For use only in an academic or research setting.

Material Name: S420a

Material Type: Strain Hardening Steel

MBK

Imbsen & Assos.

12/23/2012

BYI

BYI

Page \_\_ of \_\_

## Input Parameters:

Yield Stress: 420.0E+3 kPa  
 Fracture Stress: 500.0E+3 kPa  
 Yield Strain: 2.100E-3  
 Strain at Strain Hardening: 8.000E-3  
 Failure Strain: .1000  
 Elastic Modulus: 2.00E+8 kPa  
 Additional Information: Symetric Tension and Comp.

## Model Details:

---

For Strain -  $\varepsilon < \varepsilon_y$   $f_s = E \cdot \varepsilon$   
 For Strain -  $\varepsilon < \varepsilon_{sh}$   $f_s = f_y$   
 For Strain -  $\varepsilon < \varepsilon_{su}$   $f_s = f_u - (f_u - f_y) \cdot \left( \frac{\varepsilon_{su} - \varepsilon}{\varepsilon_{su} - \varepsilon_{sh}} \right)^2$

---

$\varepsilon$  = Steel Strain

$f_s$  = Steel Stress

$f_y$  = Yield Stress

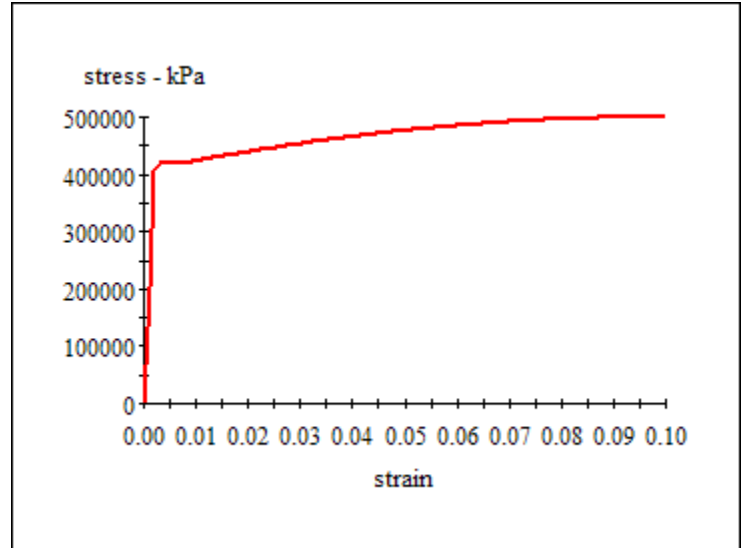
$f_u$  = Fracture Stress

$\varepsilon_y$  = Yield Strain

$\varepsilon_{sh}$  = Strain at Strain Hardening

$\varepsilon_{su}$  = Failure Strain

E = Elastic Modulus



## Material Color States:

- Tension force after onset of strain hardening
- Tension force after yield
- Initial state
- Compression force after yield
- Compression force after onset of strain hardening

# XTRACT Material Report -

For use only in an academic or research setting.

Material Name: ST52

Material Type: Strain Hardening Steel

## Input Parameters:

Yield Stress:	360.0E+3 kPa
Fracture Stress:	510.0E+3 kPa
Yield Strain:	1.800E-3
Strain at Strain Hardening:	8.000E-3
Failure Strain:	.1000
Elastic Modulus:	2.00E+8 kPa
Additional Information:	Symetric Tension and Comp.

## Model Details:

For Strain -  $\varepsilon < \varepsilon_y$   $f_s = E \cdot \varepsilon$

For Strain -  $\varepsilon < \varepsilon_{sh}$   $f_s = f_y$

For Strain -  $\varepsilon < \varepsilon_{su}$   $f_s = f_u - (f_u - f_y) \cdot \left( \frac{\varepsilon_{su} - \varepsilon}{\varepsilon_{su} - \varepsilon_{sh}} \right)^2$

$\varepsilon$  = Steel Strain

$f_s$  = Steel Stress

$f_y$  = Yield Stress

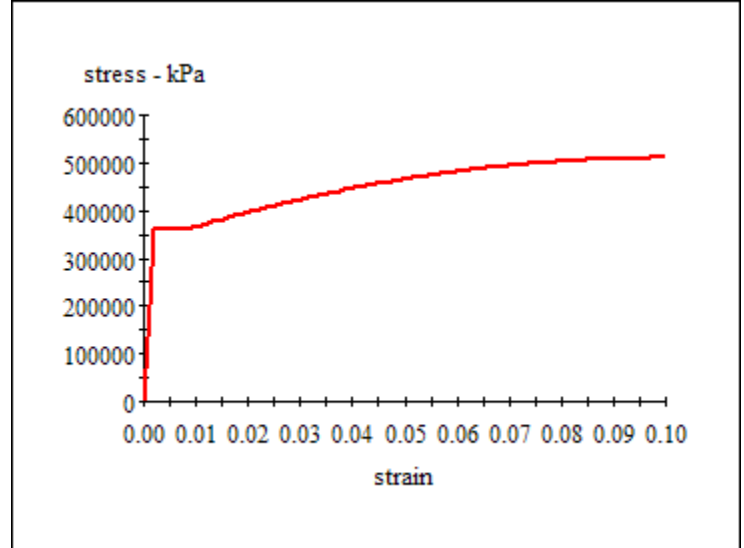
$f_u$  = Fracture Stress

$\varepsilon_y$  = Yield Strain

$\varepsilon_{sh}$  = Strain at Strain Hardening

$\varepsilon_{su}$  = Failure Strain

E = Elastic Modulus



## Material Color States:

- Tension force after onset of strain hardening
- Tension force after yield
- Initial state
- Compression force after yield
- Compression force after onset of strain hardening

# XTRACT Analysis Report -

For use only in an academic or research setting.

Section Name: COPM-PIPE  
 Loading Name: PM LOAD  
 Analysis Type: PM Interaction

## Section Details:

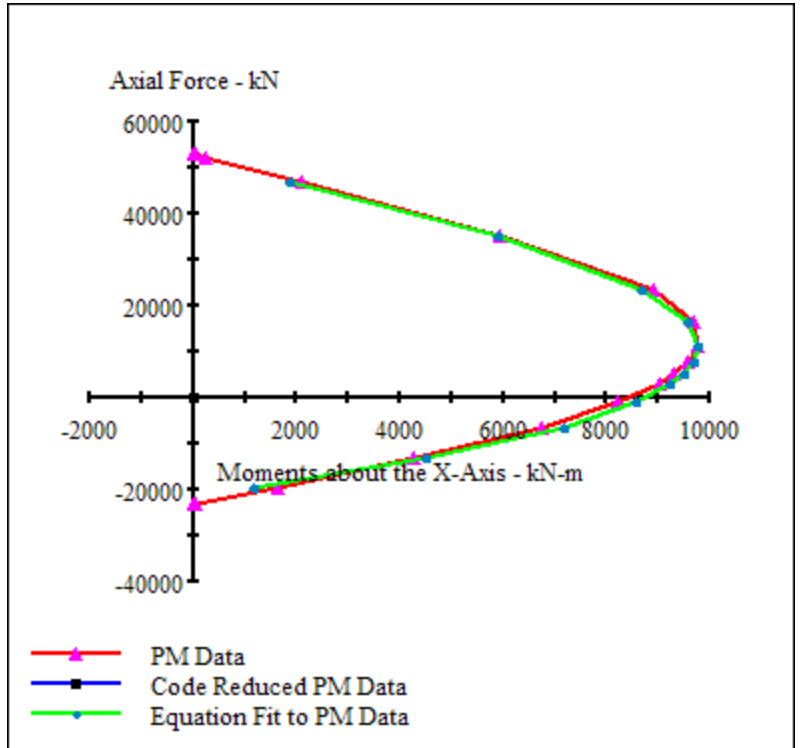
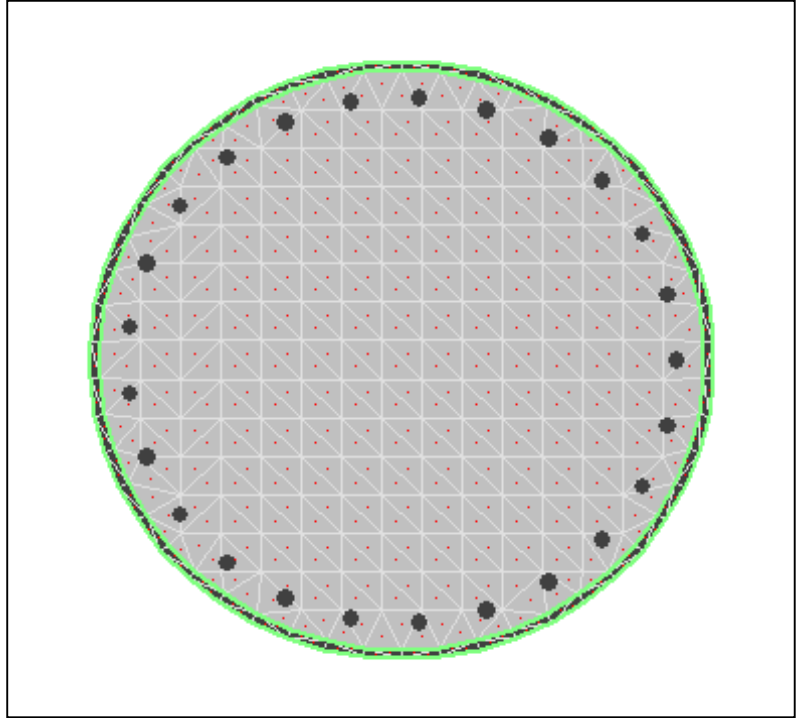
X Centroid: -.3483E-6 m  
 Y Centroid: -.1144E-15 m  
 Section Area: .8086 m<sup>2</sup>

## Loading Details:

Angle of Loading: 0 deg  
 Number of Points: 20  
 Min. Confined1 Strain: 5.510E-3 Comp  
 Max. Confined1 Strain: 1.0000 Ten  
 Min. S420a Strain: 10.00E-3 Comp  
 Max. S420a Strain: 10.00E-3 Ten  
 Min. ST52 Strain: 15.00E-3 Comp  
 Max. ST52 Strain: 15.00E-3 Ten

## Analysis Results:

Max. Compression Load: 53.11E+3 kN  
 Max. Tension Load: -23.20E+3 kN  
 Maximum Moment: 9765 kN-m  
 P at Max. Moment: 11.52E+3 kN  
 Minimum Moment: -.5368E-11 kN-m  
 P at Min. Moment: -23.20E+3 kN  
 Moment (Mxx) at P=0: 8433 kN-m  
 Max. Code Comp. Load: 0 kN  
 Max. Code Ten. Load: 0 kN  
 Maximum Code Moment: 0 kN-m  
 P at Max. Code Moment: 0 kN  
 Minimum Code Moment: 0 kN-m  
 P at Min. Code Moment: 0 kN  
 PM Interaction Equation: Units in kN-m



## Comments:

User Comments

# XTRACT Analysis Report -

For use only in an academic or research setting.

MBK  
 Imbsen & Assos.  
 12/23/2012  
 BYI  
 BYI  
 Page \_\_ of \_\_

Section Name: COPM-PIPE  
 Loading Name: DIS SIRA  
 Analysis Type: Moment Curvature

## Section Details:

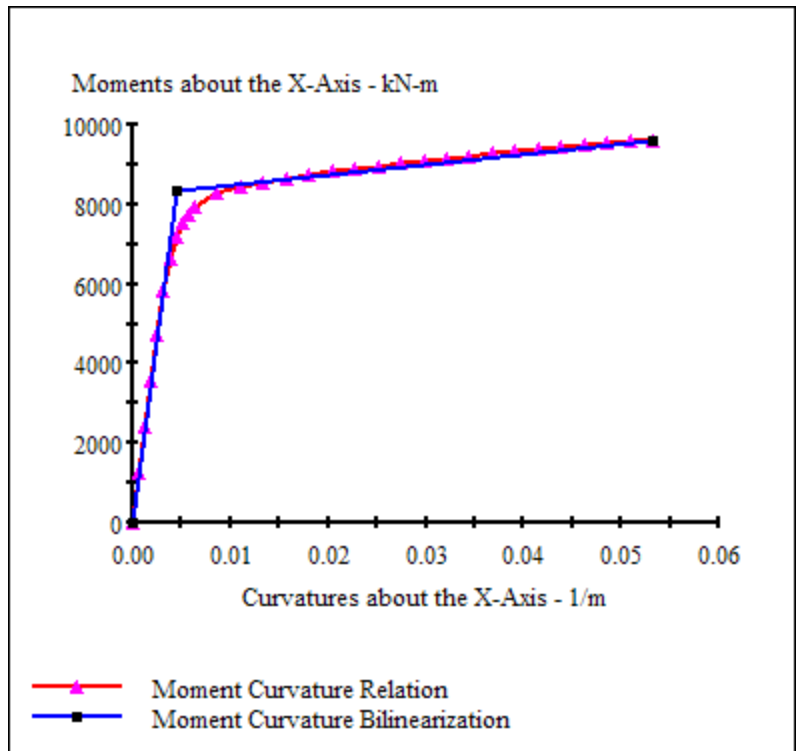
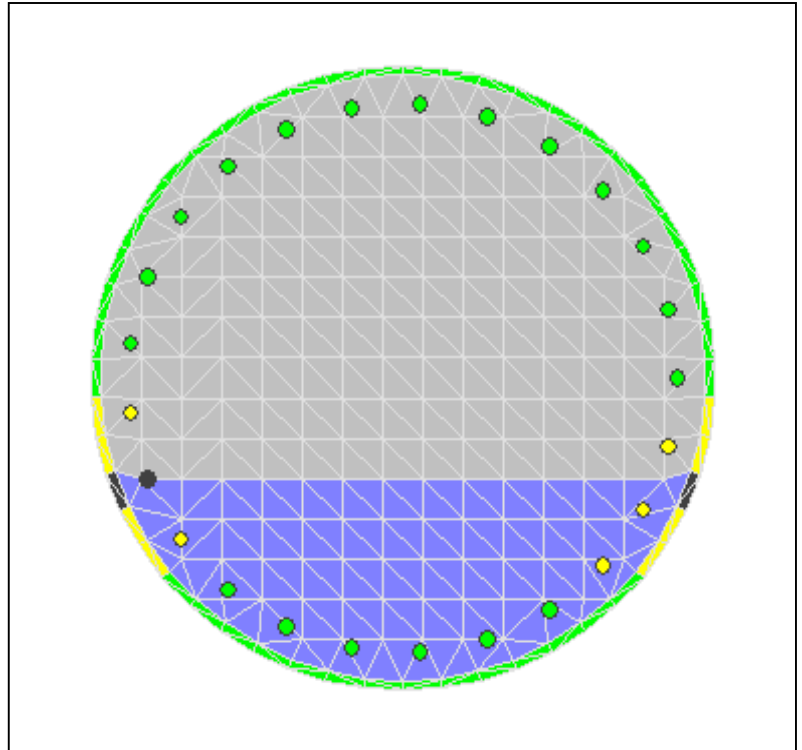
X Centroid: -.3483E-6 m  
 Y Centroid: -.1144E-15 m  
 Section Area: .8086 m<sup>2</sup>

## Loading Details:

Constant Load - P: 1055 kN  
 Incrementing Loads: Mxx Only  
 Number of Points: 30  
 Analysis Strategy: Displacement Control

## Analysis Results:

Failing Material: Confined1  
 Failure Strain: 15.83E-3 Compression  
 Curvature at Initial Load: .1285E-15 1/m  
 Curvature at First Yield: 3.159E-3 1/m  
 Ultimate Curvature: 53.28E-3 1/m  
 Moment at First Yield: 5825 kN-m  
 Ultimate Moment: 9619 kN-m  
 Centroid Strain at Yield: .2205E-3 Ten  
 Centroid Strain at Ultimate: 9.149E-3 Ten  
 N.A. at First Yield: 69.79E-3 m  
 N.A. at Ultimate: .1717 m  
 Energy per Length: 456.3 kN  
 Effective Yield Curvature: 4.514E-3 1/m  
 Effective Yield Moment: 8324 kN-m  
 Over Strength Factor: 1.156  
 EI Effective: 1.84E+9 N-m<sup>2</sup>  
 Yield EI Effective: 2.65E+7 N-m<sup>2</sup>  
 Bilinear Harding Slope: 1.440 %  
 Curvature Ductility: 11.80



## Comments:

User Comments

# XTRACT Analysis Report -

For use only in an academic or research setting.

Section Name: COPM-PIPE  
 Loading Name: IC SIRA  
 Analysis Type: Moment Curvature

MBK 111  
 Imbsen & Assos.  
 12/23/2012  
 BYI  
 BYI  
 Page \_\_ of \_\_

## Section Details:

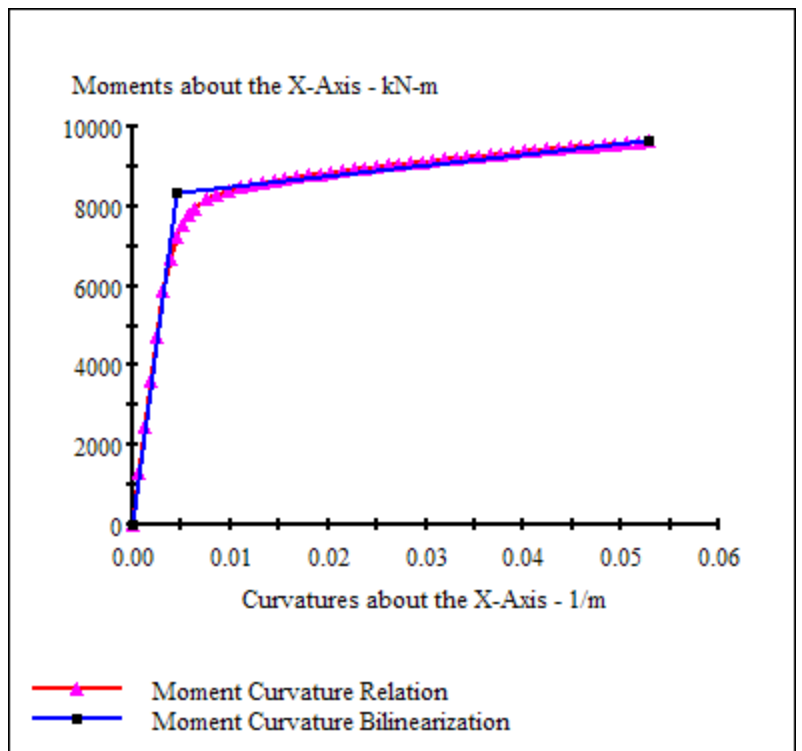
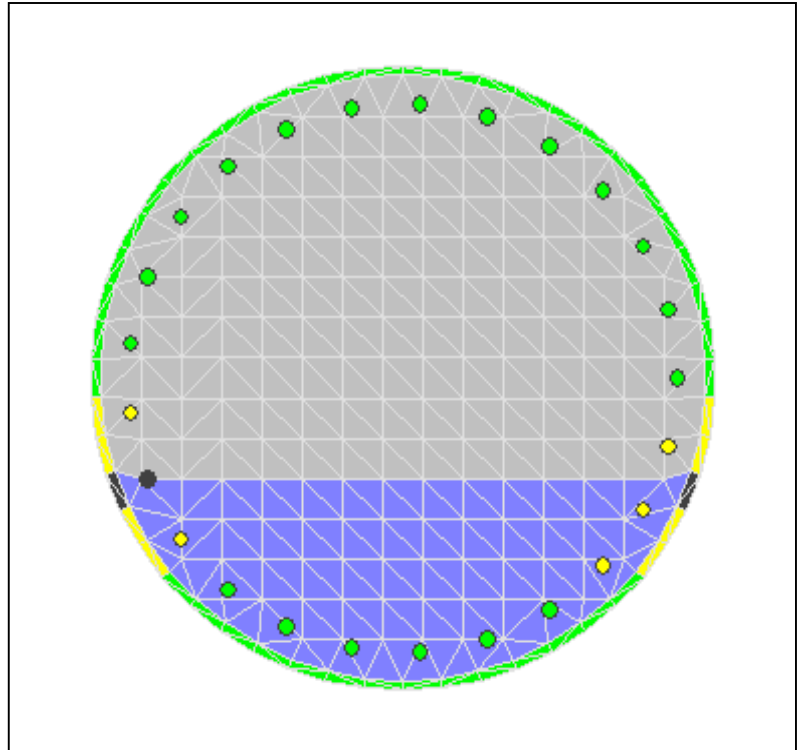
X Centroid: -.3483E-6 m  
 Y Centroid: -.1144E-15 m  
 Section Area: .8086 m<sup>2</sup>

## Loading Details:

Constant Load - P: 1213 kN  
 Incrementing Loads: Mxx Only  
 Number of Points: 51  
 Analysis Strategy: Displacement Control

## Analysis Results:

Failing Material: Confined1  
 Failure Strain: 15.83E-3 Compression  
 Curvature at Initial Load: .1795E-15 1/m  
 Curvature at First Yield: 3.174E-3 1/m  
 Ultimate Curvature: 52.91E-3 1/m  
 Moment at First Yield: 5862 kN-m  
 Ultimate Moment: 9637 kN-m  
 Centroid Strain at Yield: .2131E-3 Ten  
 Centroid Strain at Ultimate: 8.974E-3 Ten  
 N.A. at First Yield: 67.15E-3 m  
 N.A. at Ultimate: .1696 m  
 Energy per Length: 454.2 kN  
 Effective Yield Curvature: 4.524E-3 1/m  
 Effective Yield Moment: 8357 kN-m  
 Over Strength Factor: 1.153  
 EI Effective: 1.85E+9 N-m<sup>2</sup>  
 Yield EI Effective: 2.65E+7 N-m<sup>2</sup>  
 Bilinear Harding Slope: 1.432 %  
 Curvature Ductility: 11.70



## Comments:

User Comments



# XTRACT Analysis Report -

For use only in an academic or research setting.

Section Name: PIPE  
 Loading Name: PM  
 Analysis Type: PM Interaction

MBK 112  
 Imbsen & Assos.  
 12/23/2012  
 BYI  
 BYI  
 Page \_\_ of \_\_

## Section Details:

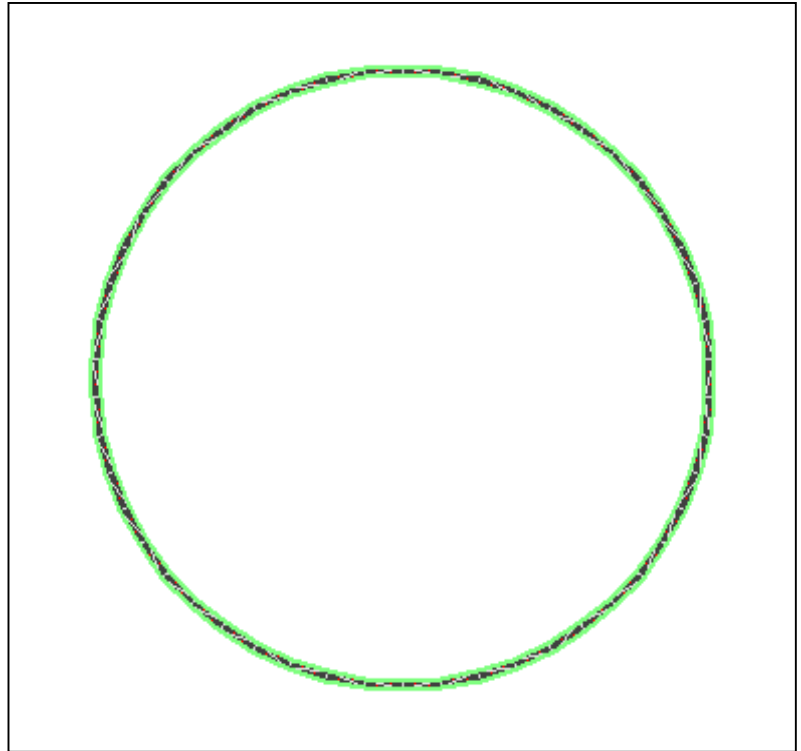
X Centroid:  $-3.476 \times 10^{-16}$  m  
 Y Centroid:  $-4.162 \times 10^{-15}$  m  
 Section Area:  $50.23 \times 10^{-3}$  m<sup>2</sup>

## Loading Details:

Angle of Loading: 0 deg  
 Number of Points: 20  
 Min. ST52 Strain:  $15.00 \times 10^{-3}$  Comp  
 Max. ST52 Strain:  $15.00 \times 10^{-3}$  Ten

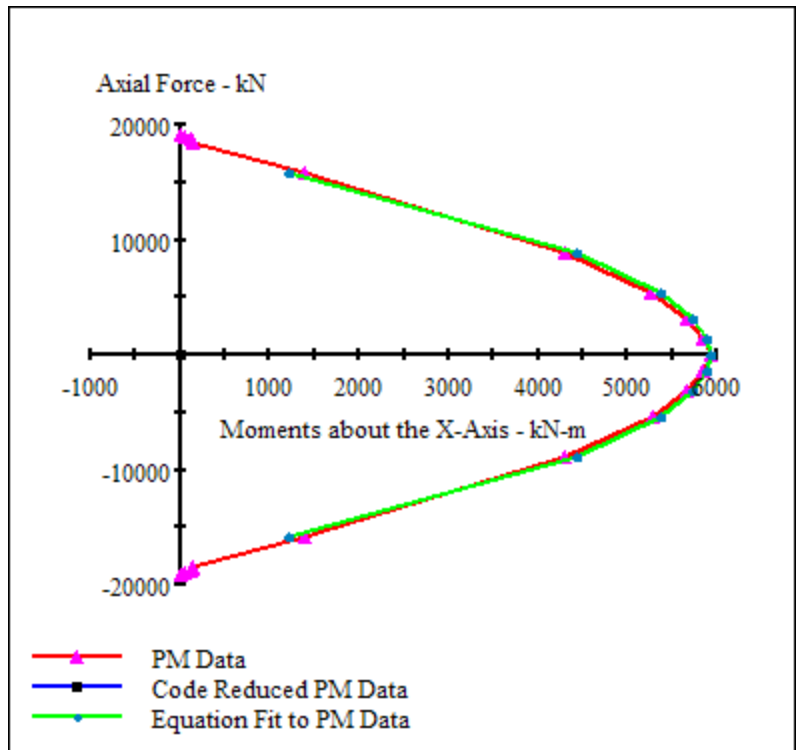
## Analysis Results:

Max. Compression Load:  $19.19 \times 10^3$  kN  
 Max. Tension Load:  $-19.19 \times 10^3$  kN  
 Maximum Moment: 5944 kN-m  
 P at Max. Moment: 2.259 kN  
 Minimum Moment:  $-2.905 \times 10^{-12}$  kN-m  
 P at Min. Moment:  $19.19 \times 10^3$  kN  
 Moment (Mxx) at P=0: 5944 kN-m  
 Max. Code Comp. Load: 0 kN  
 Max. Code Ten. Load: 0 kN  
 Maximum Code Moment: 0 kN-m  
 P at Max. Code Moment: 0 kN  
 Minimum Code Moment: 0 kN-m  
 P at Min. Code Moment: 0 kN  
 PM Interaction Equation: Units in kN-m



## Comments:

User Comments



# XTRACT Analysis Report -

For use only in an academic or research setting.

MBK

Imbsen & Assos.

12/23/2012

BYI

BYI

Page \_\_ of \_\_

Section Name: PIPE  
 Loading Name: MOMEQ  
 Analysis Type: Moment Curvature

## Section Details:

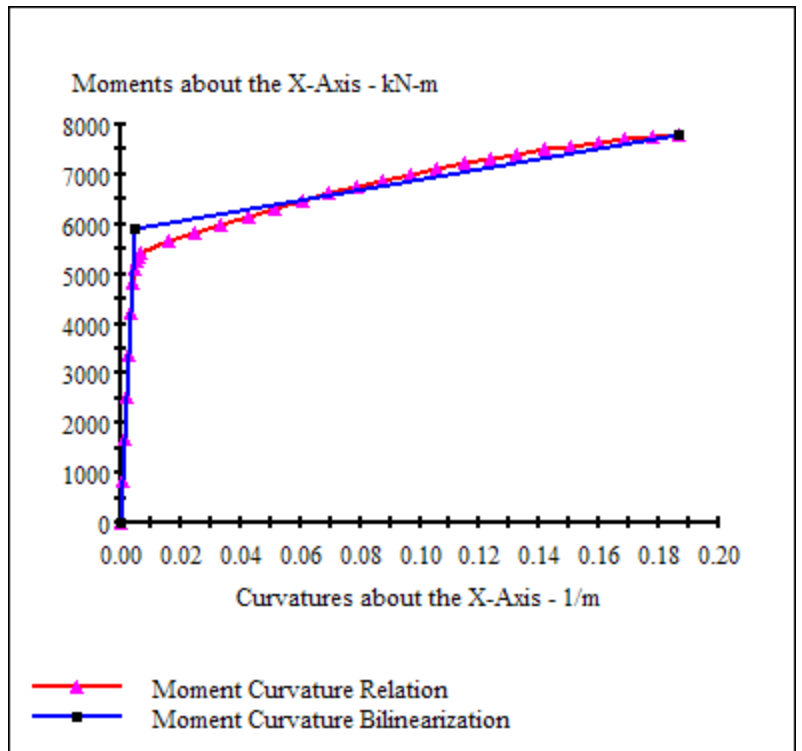
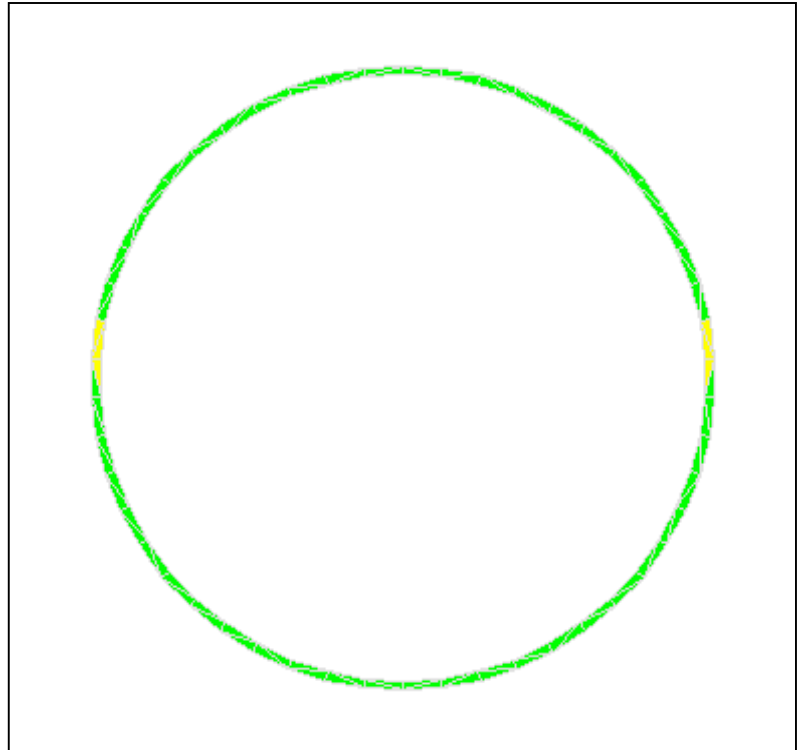
X Centroid: -.3476E-16 m  
 Y Centroid: -.4162E-15 m  
 Section Area: 50.23E-3 m<sup>2</sup>

## Loading Details:

Constant Load - P: 1143 kN  
 Incrementing Loads: Mxx Only  
 Number of Points: 30  
 Analysis Strategy: Displacement Control

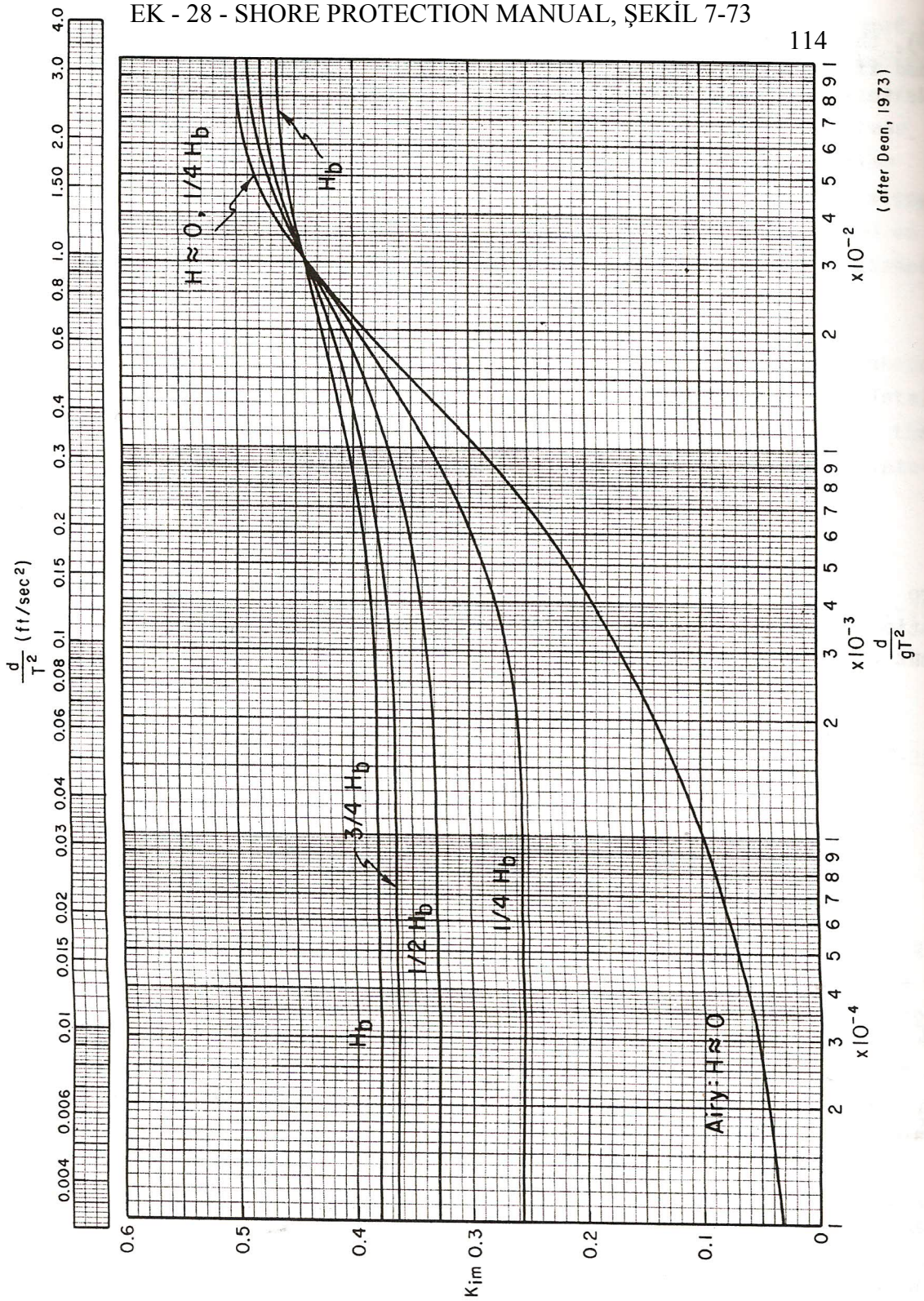
## Analysis Results:

Failing Material: ST52  
 Failure Strain: .1000 Compression  
 Curvature at Initial Load: .1488E-19 1/m  
 Curvature at First Yield: 3.373E-3 1/m  
 Ultimate Curvature: .1865 1/m  
 Moment at First Yield: 4221 kN-m  
 Ultimate Moment: 7794 kN-m  
 Centroid Strain at Yield: .1135E-3 Comp  
 Centroid Strain at Ultimate: 6.749E-3 Comp  
 N.A. at First Yield: -33.65E-3 m  
 N.A. at Ultimate: -36.19E-3 m  
 Energy per Length: 1260 kN  
 Effective Yield Curvature: 4.729E-3 1/m  
 Effective Yield Moment: 5919 kN-m  
 Over Strength Factor: 1.317  
 EI Effective: 1.25E+9 N-m<sup>2</sup>  
 Yield EI Effective: 1.03E+7 N-m<sup>2</sup>  
 Bilinear Harding Slope: .8241 %  
 Curvature Ductility: 39.43



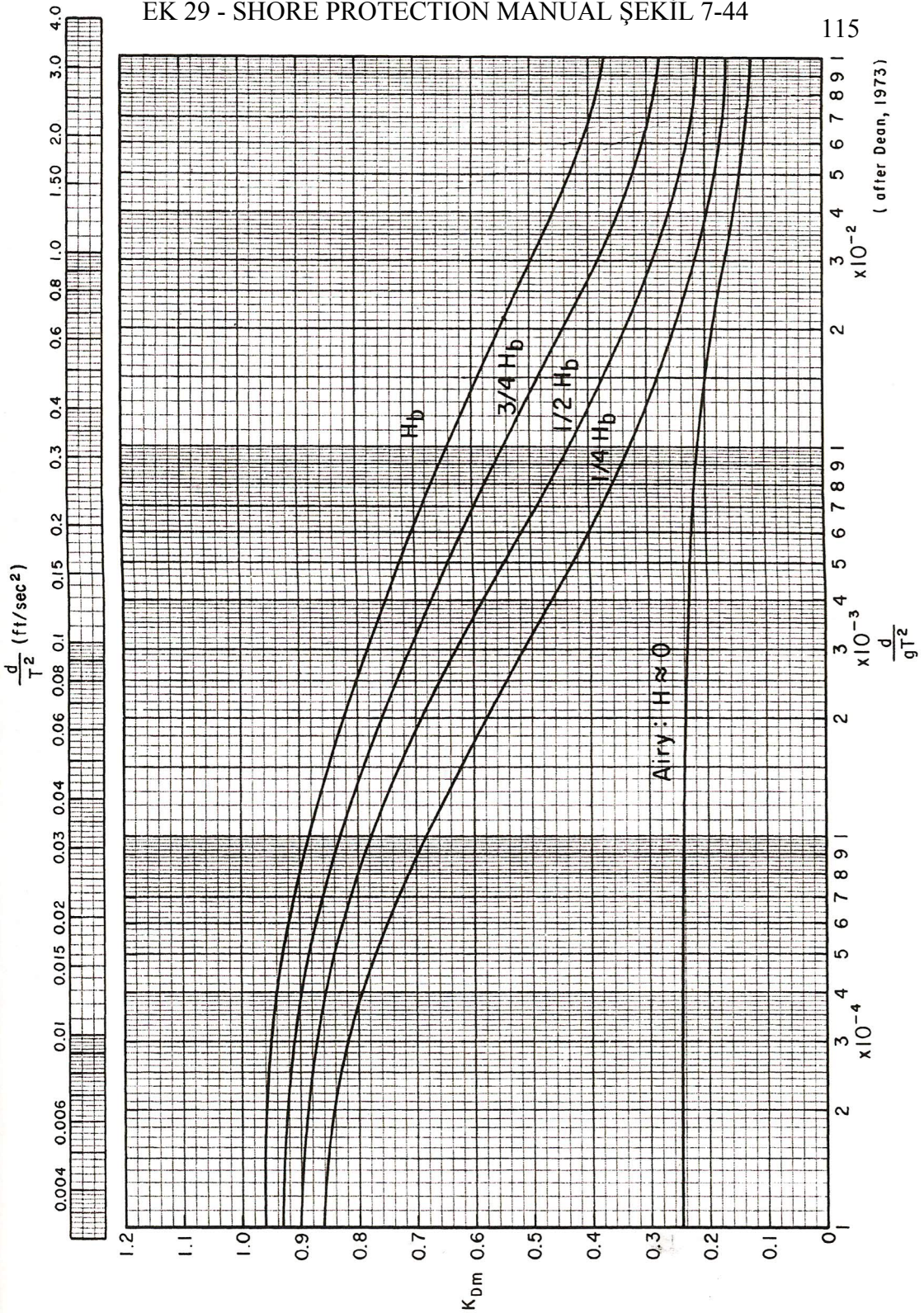
## Comments:

User Comments



(after Dean, 1973)

Figure 7-43. Kim Versus Relative Depth,  $d/gT^2$



( after Dean, 1973 )

Figure 7-44.  $K_{Dm}$  Versus Relative Depth,  $d/gT^2$

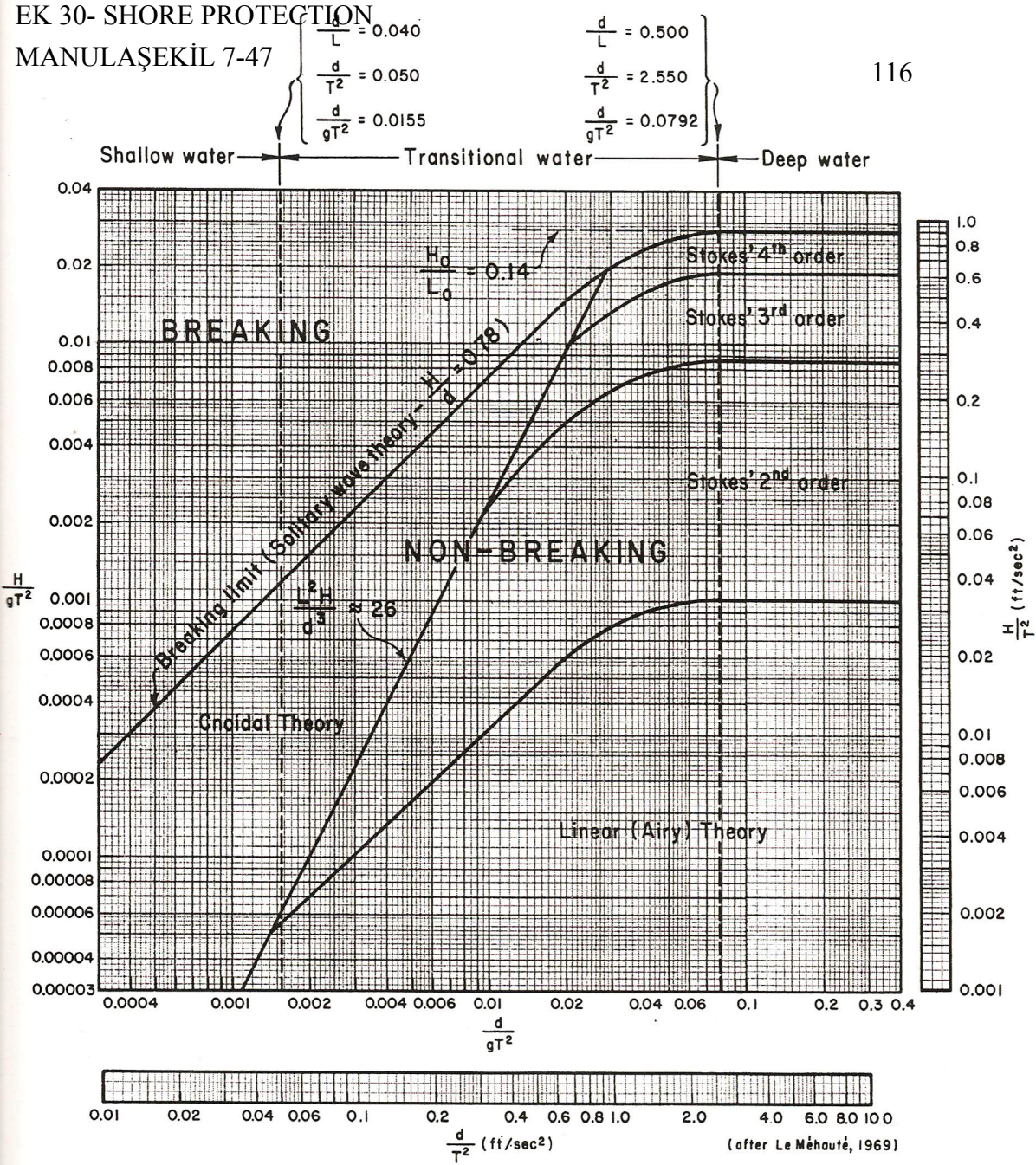


Figure 7-47. Breaking Wave Height and Regions of Validity of Various Wave Theories

(after Le Méhauté, 1969)

ŞEKİL 7-50

$$\frac{z}{H} \left( \frac{ft}{sec^2} \right)^{\frac{1}{2}}$$

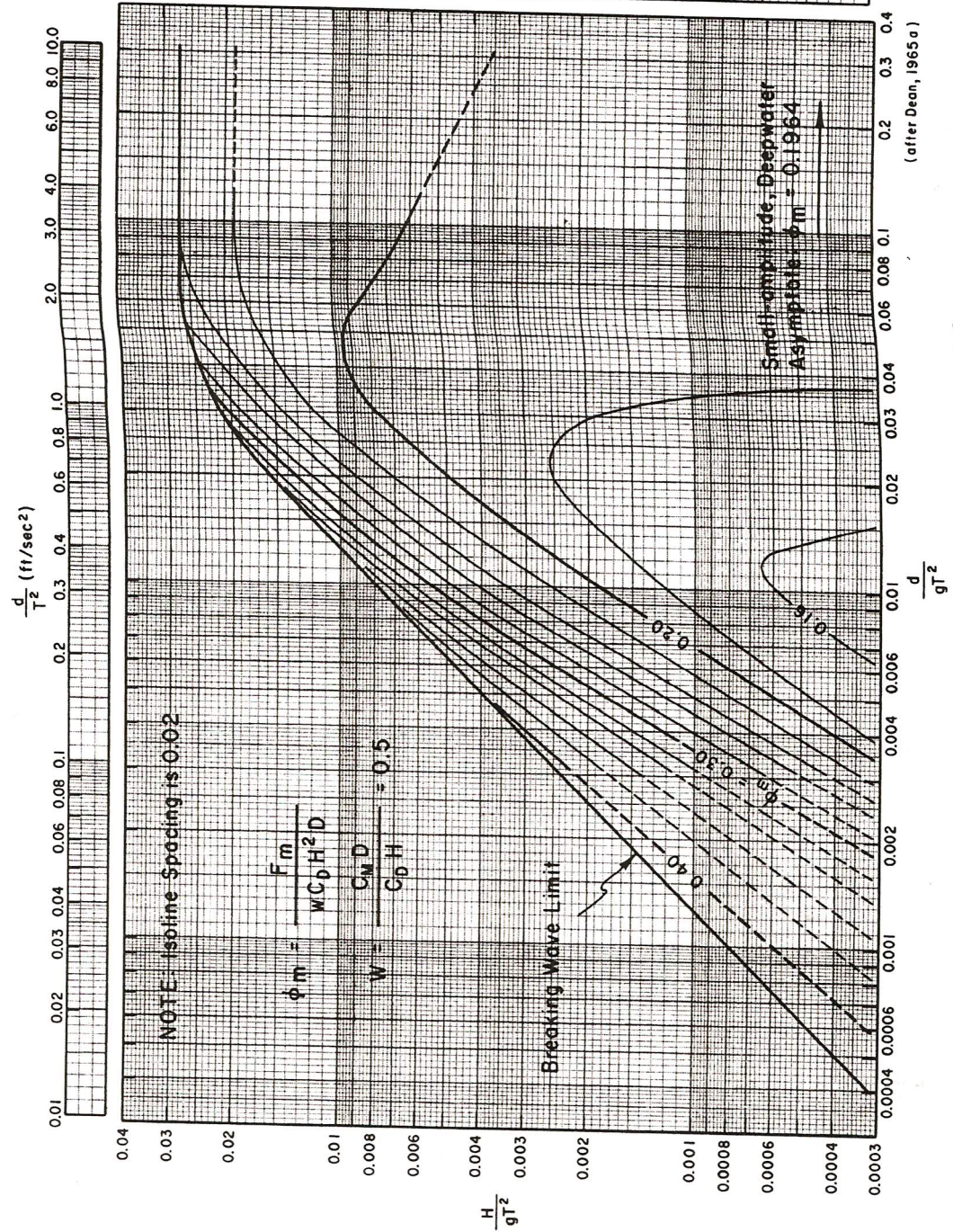


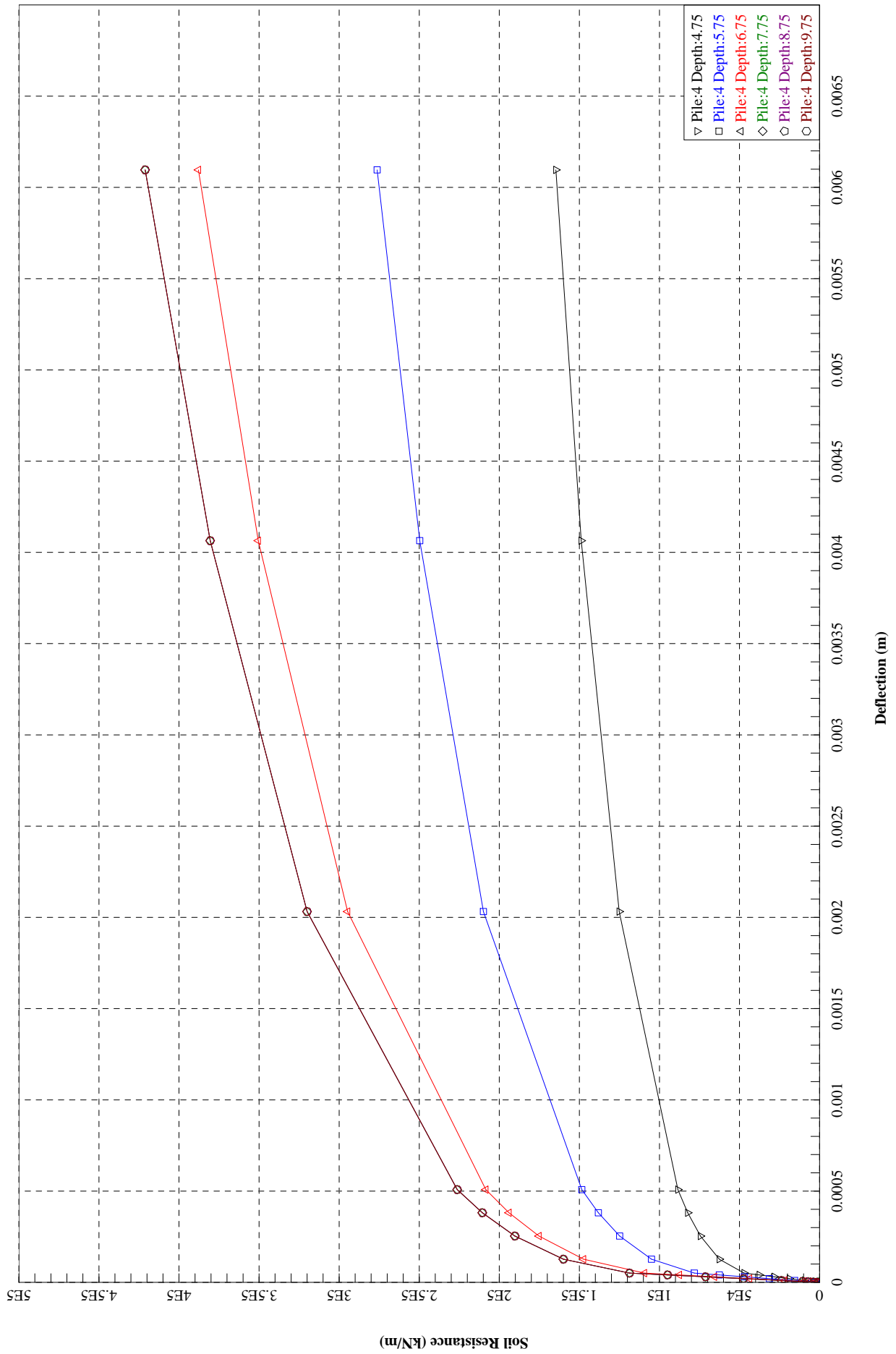
Figure 7-50. Isolines of  $\phi_m$  Versus  $H/gT^2$  and  $d/gT^2$  ..... (  $W = 0.5$  )

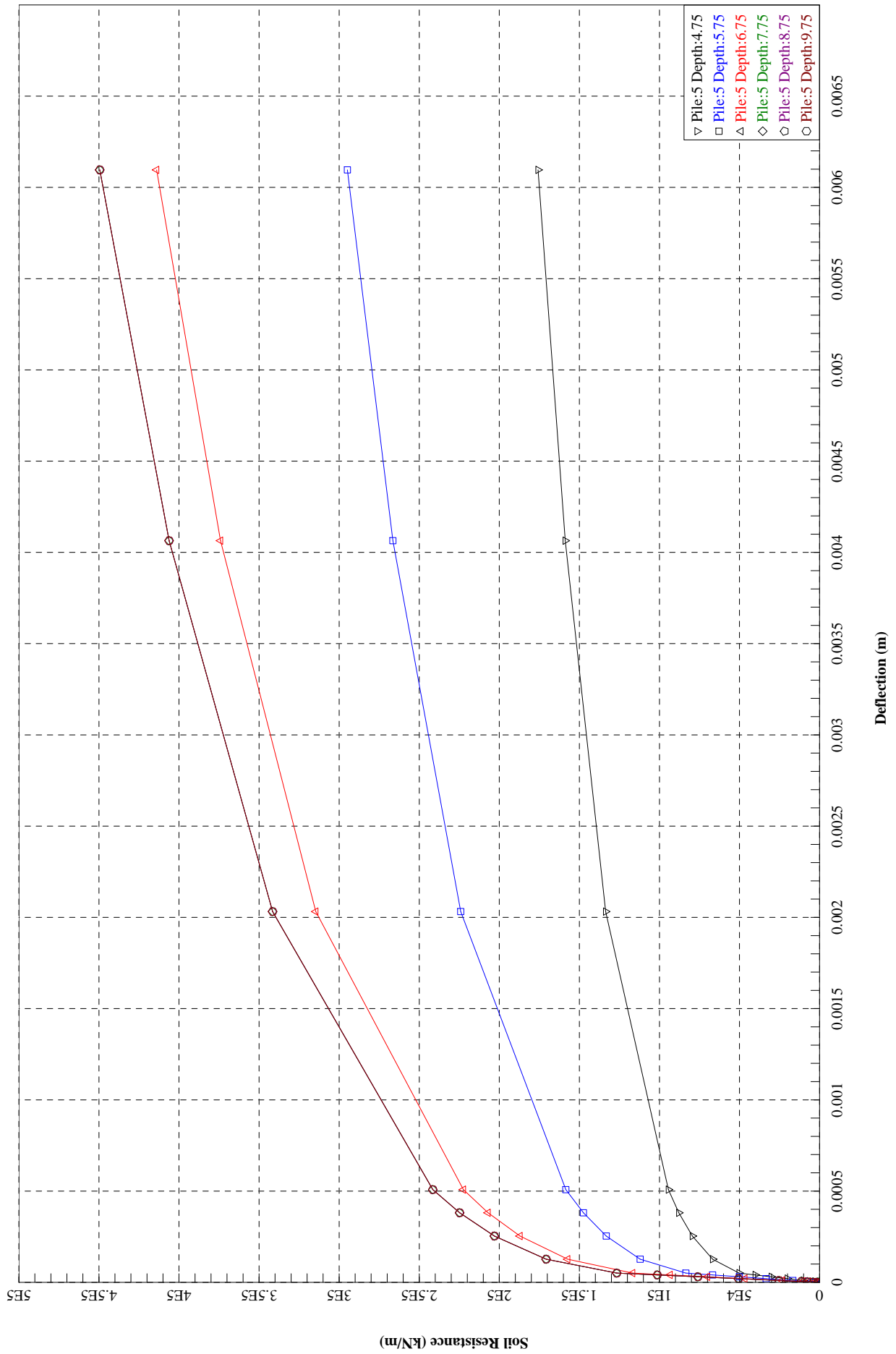


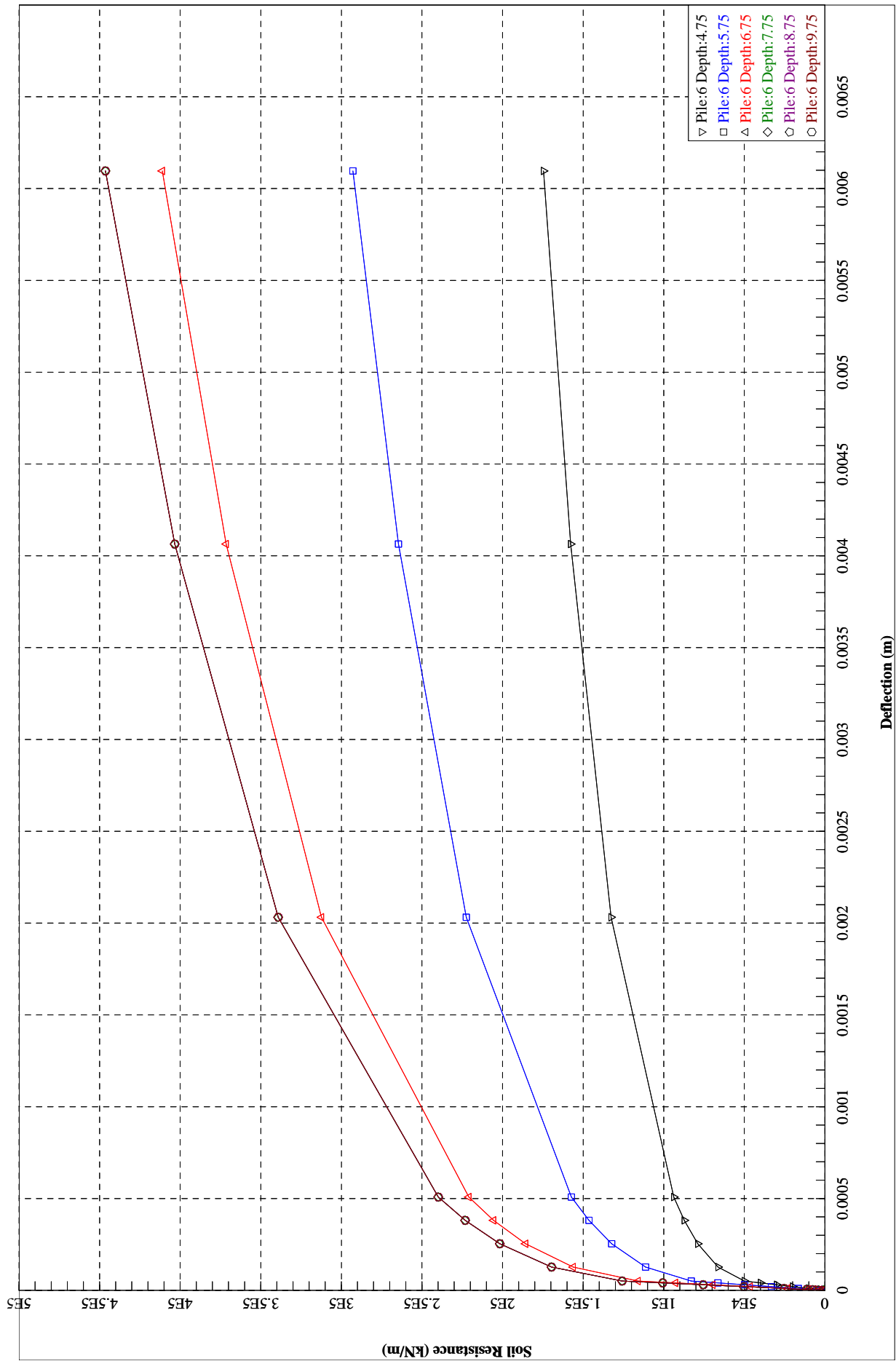


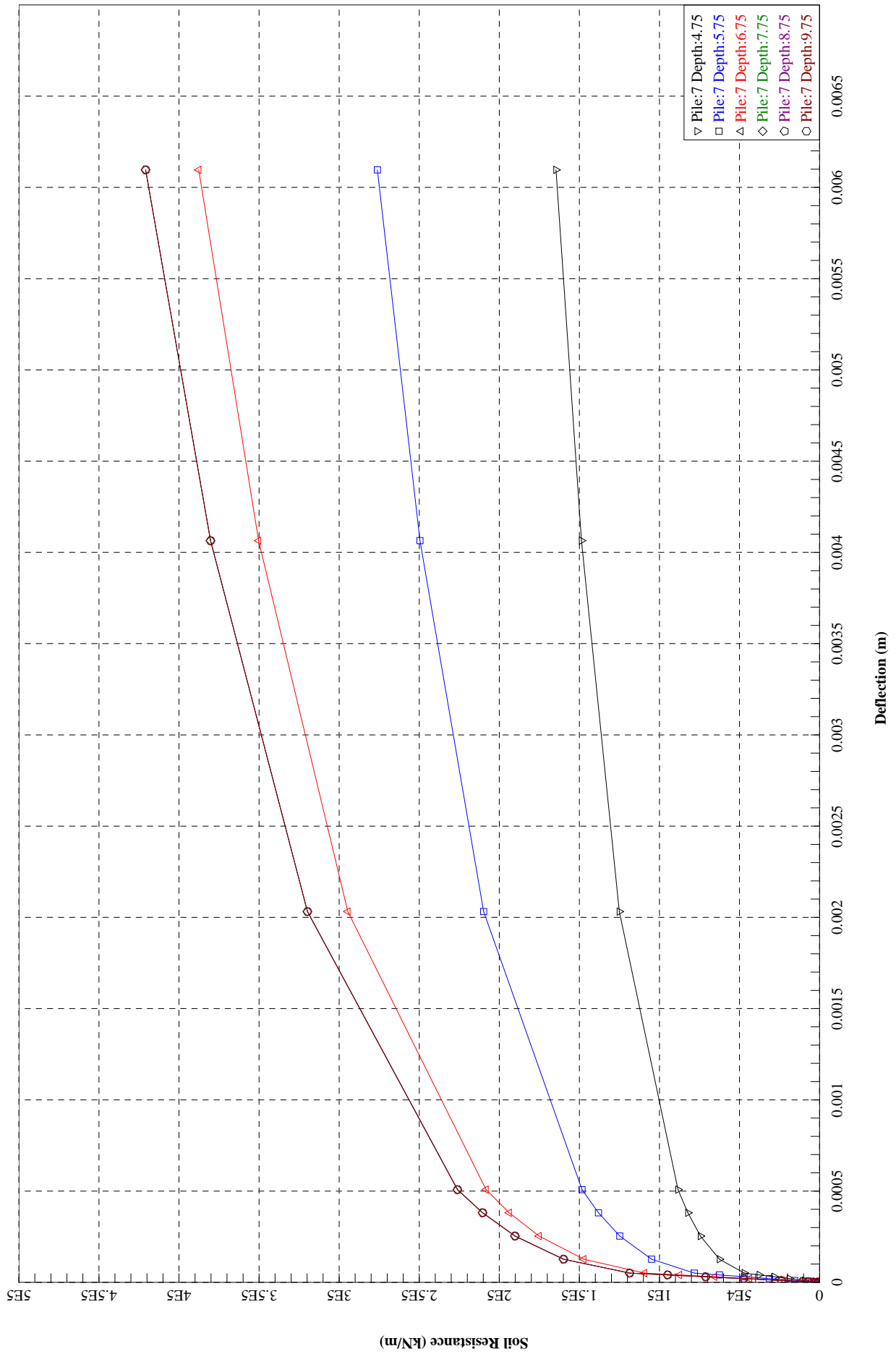


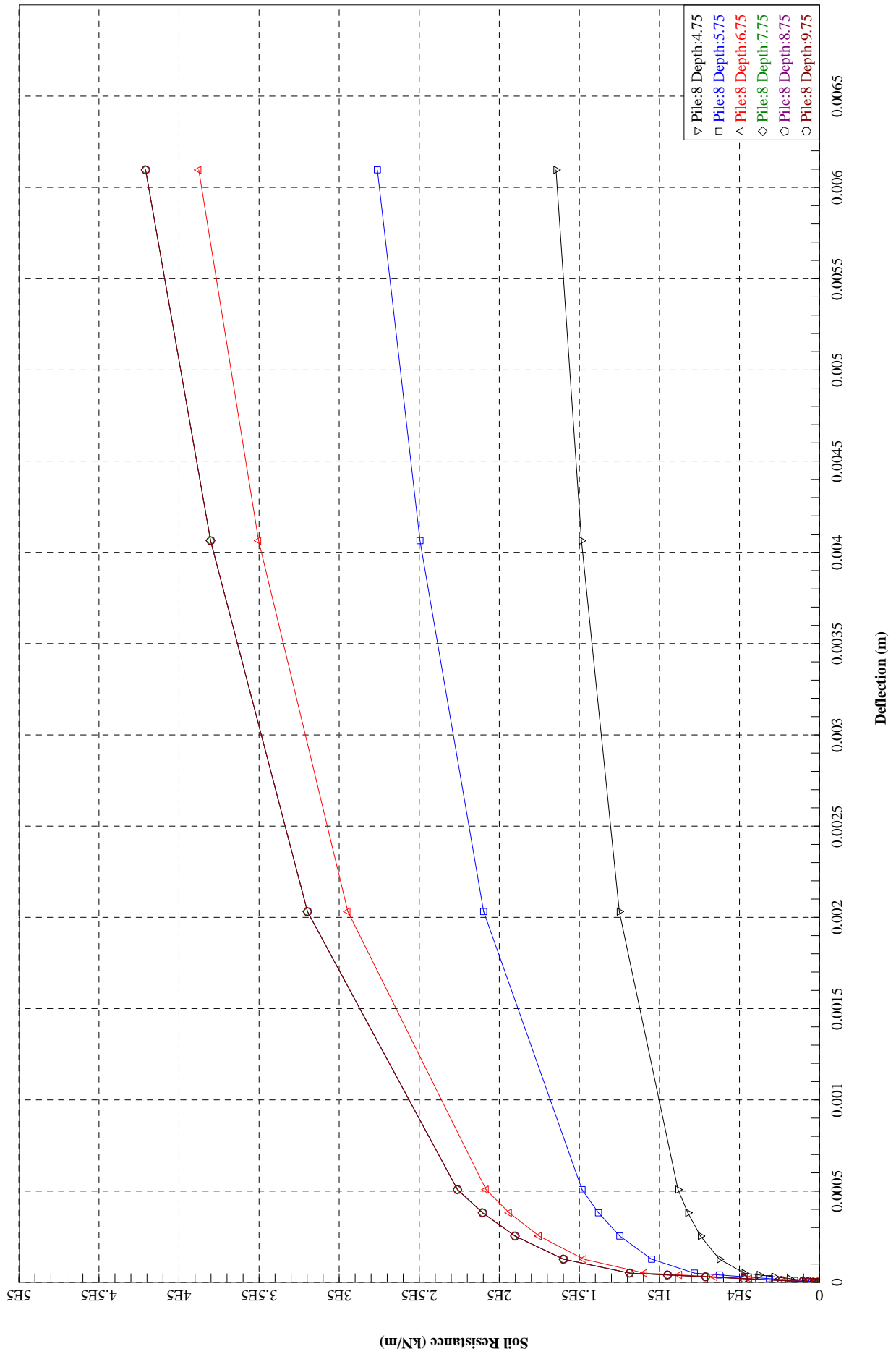




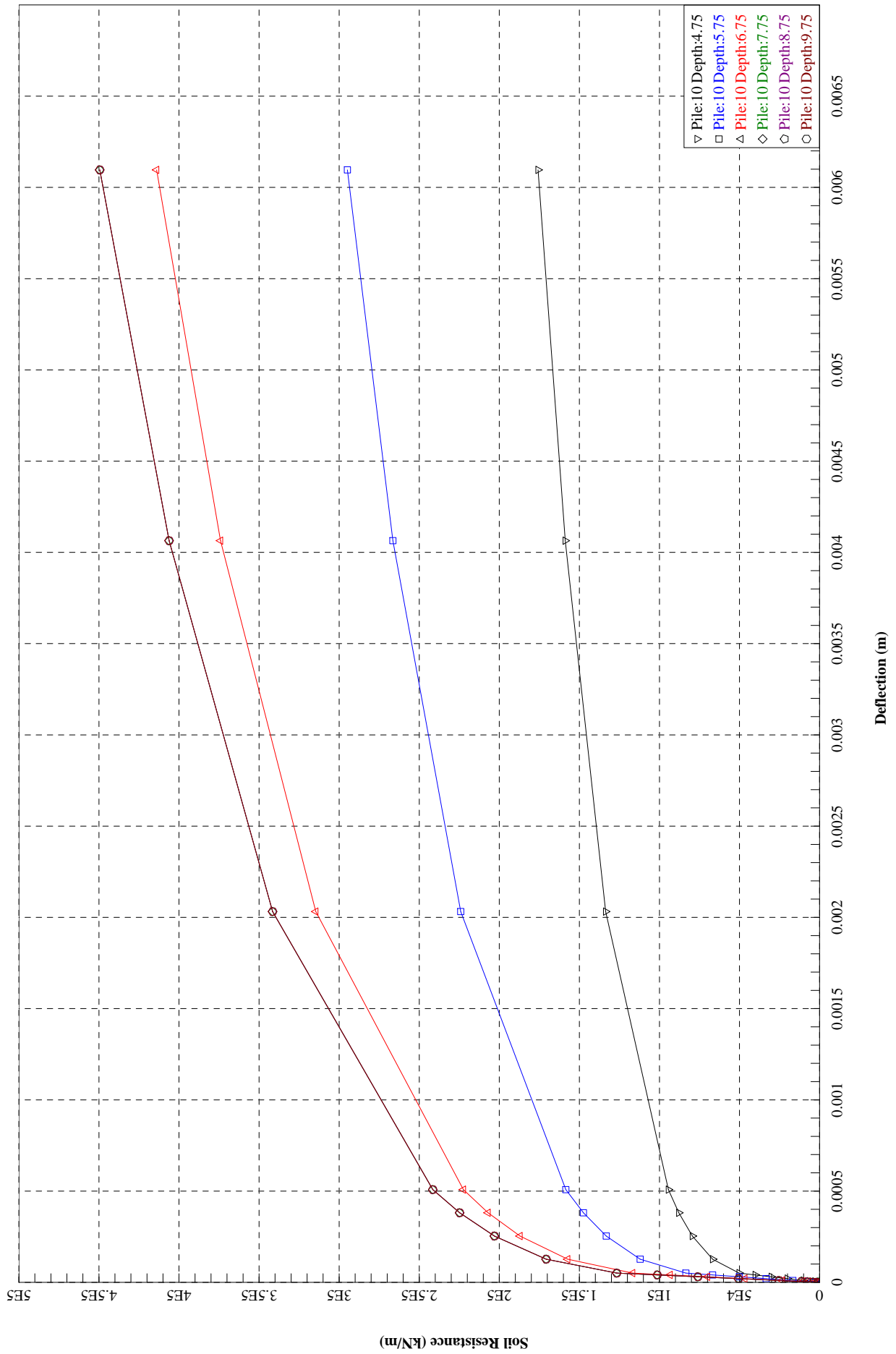




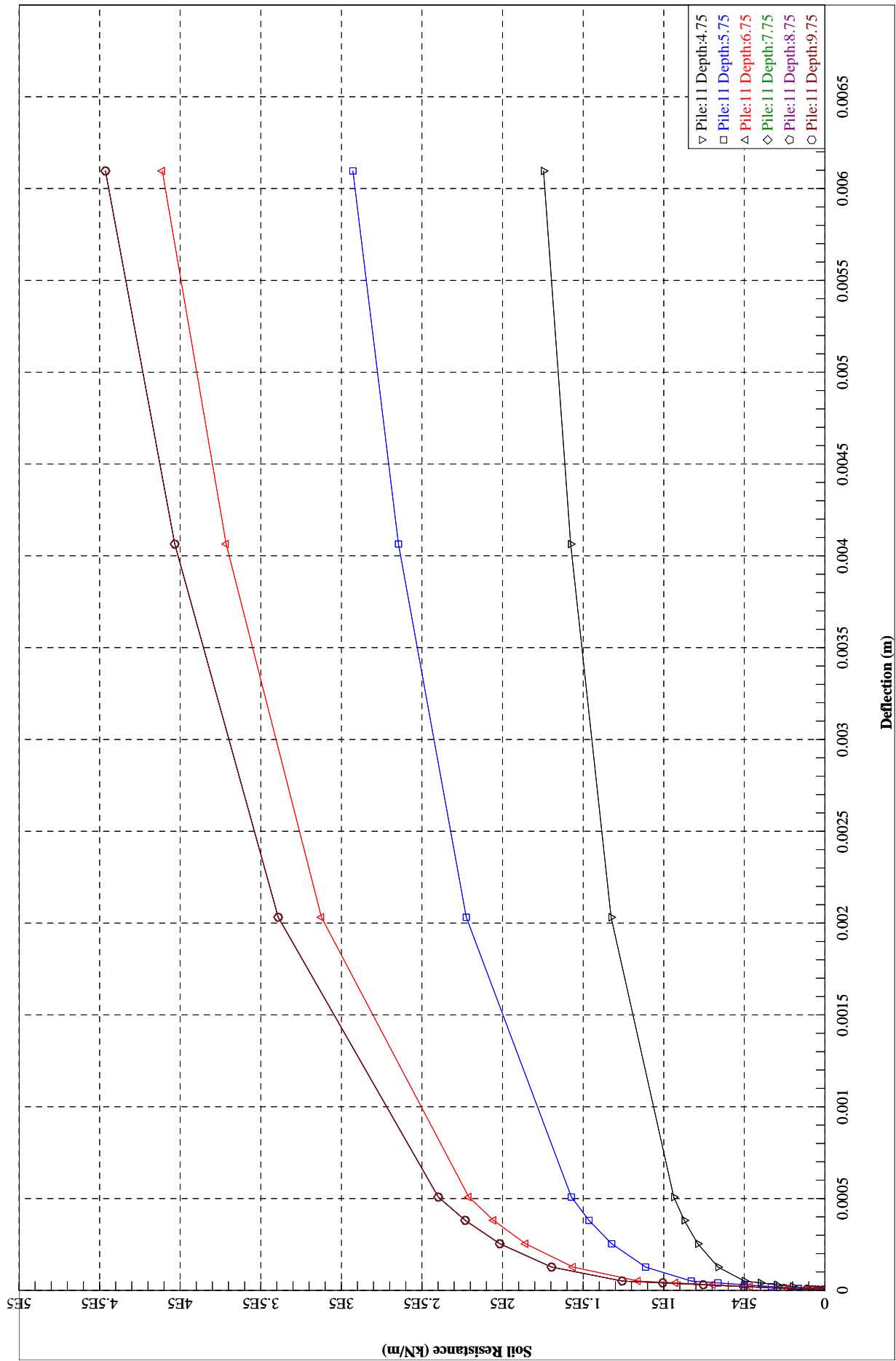


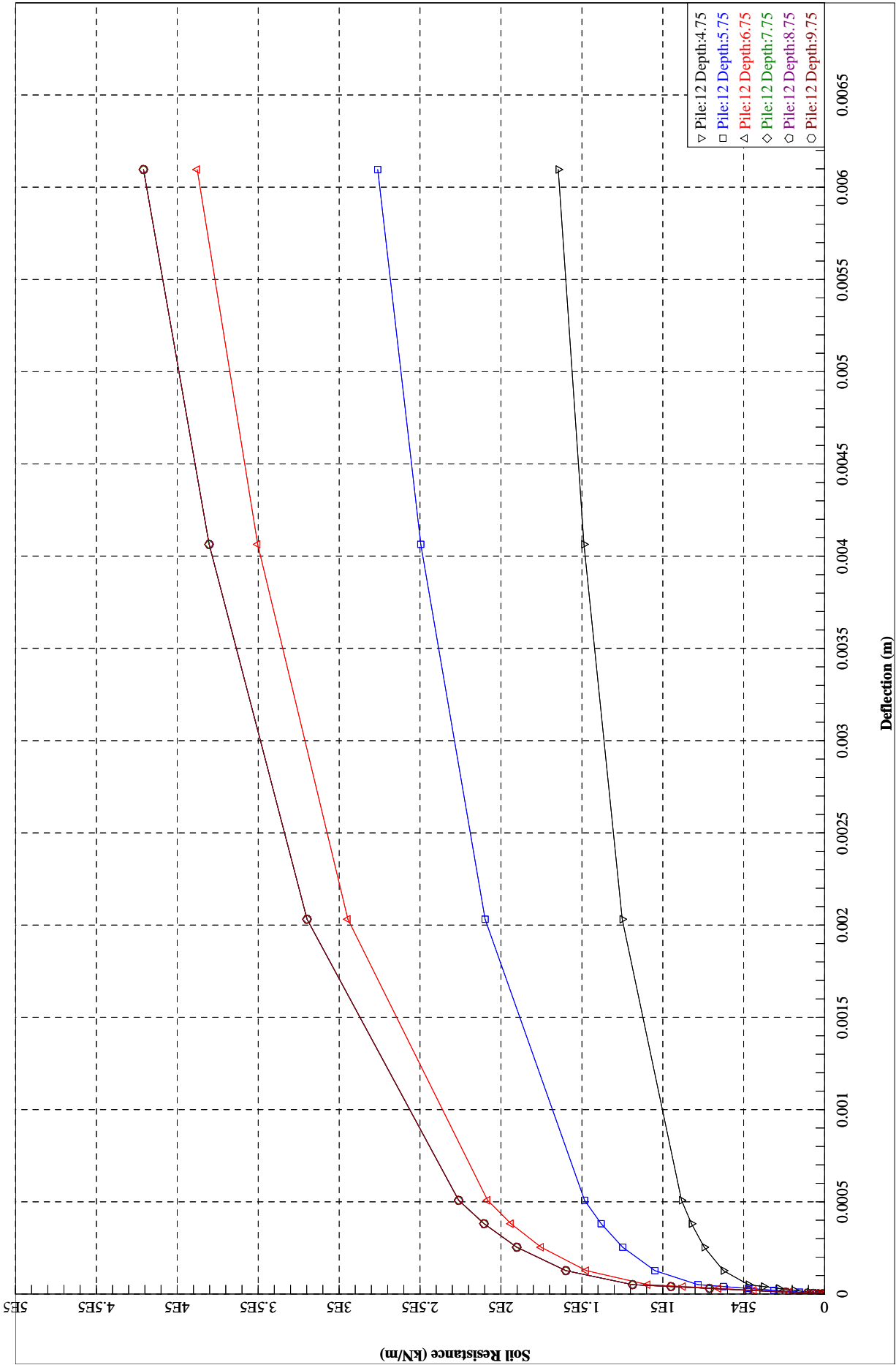


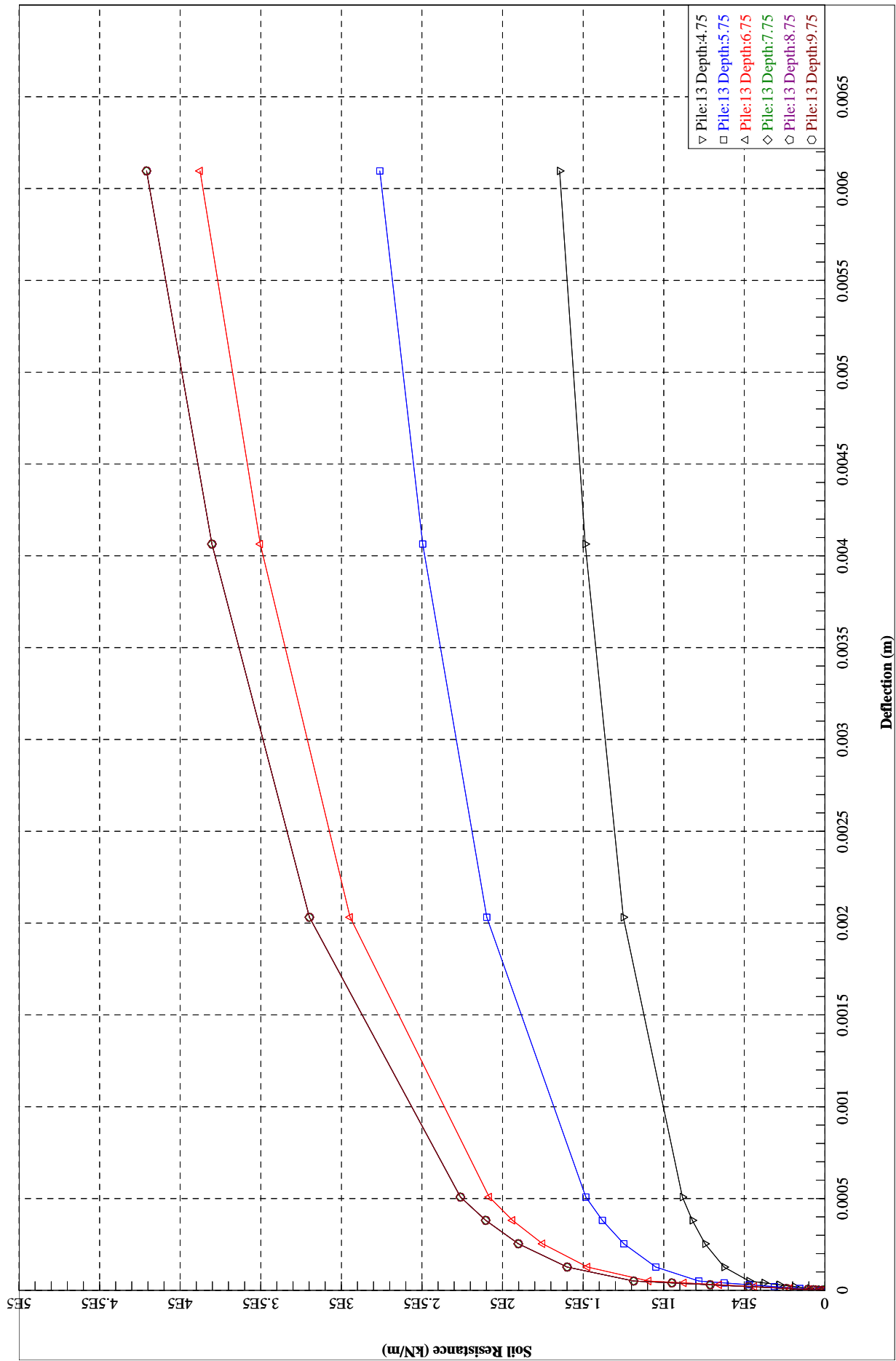


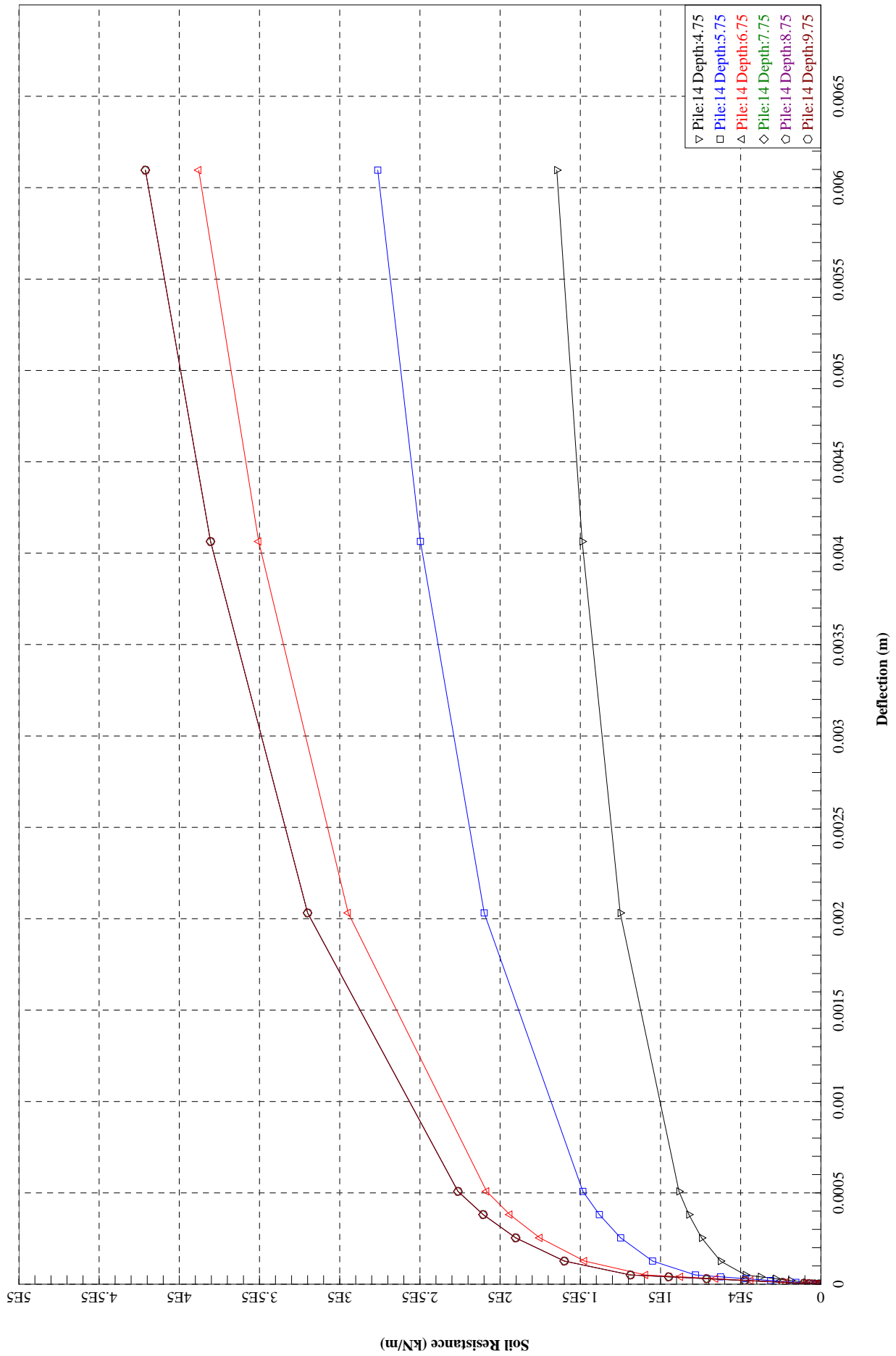


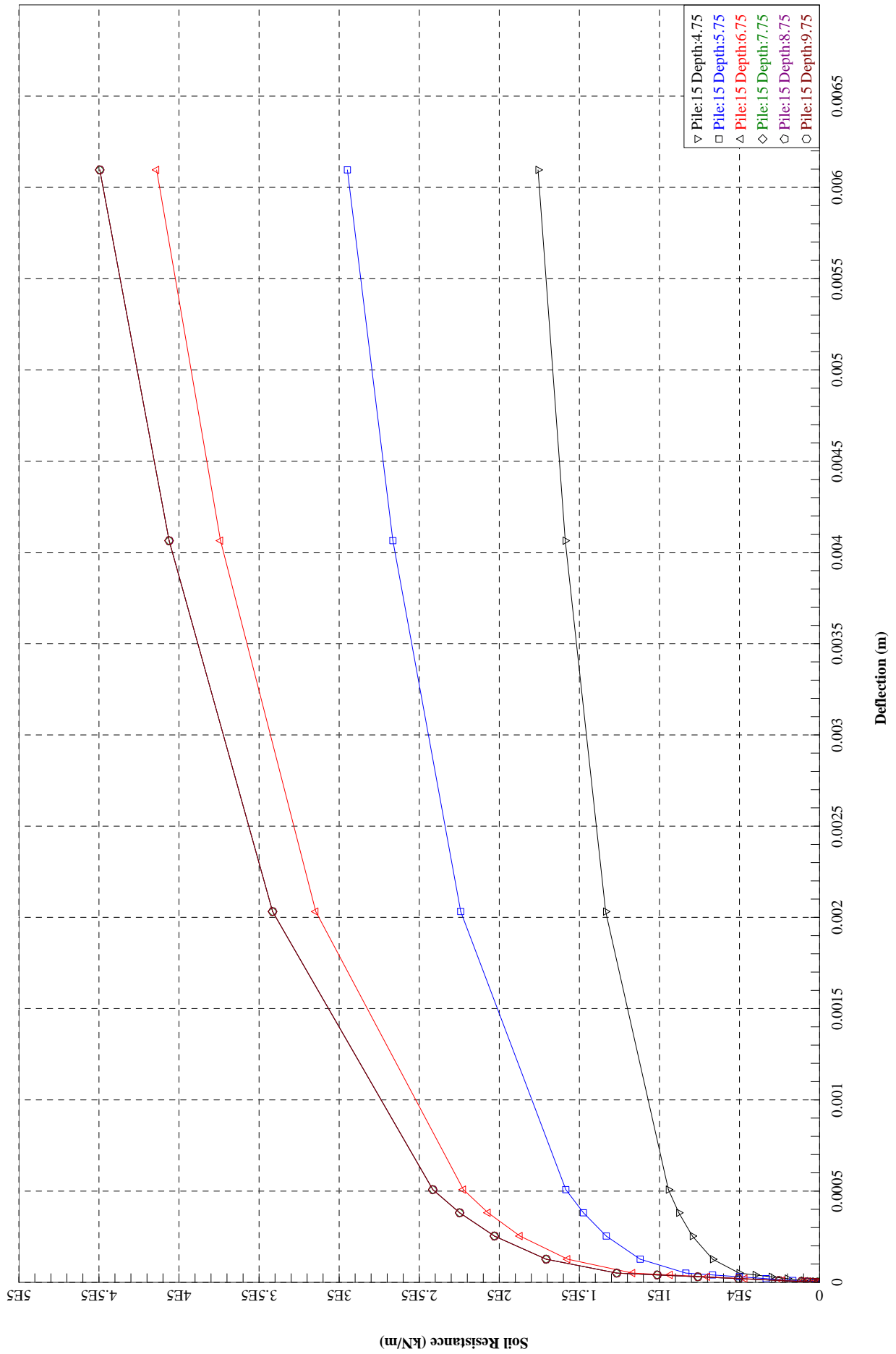


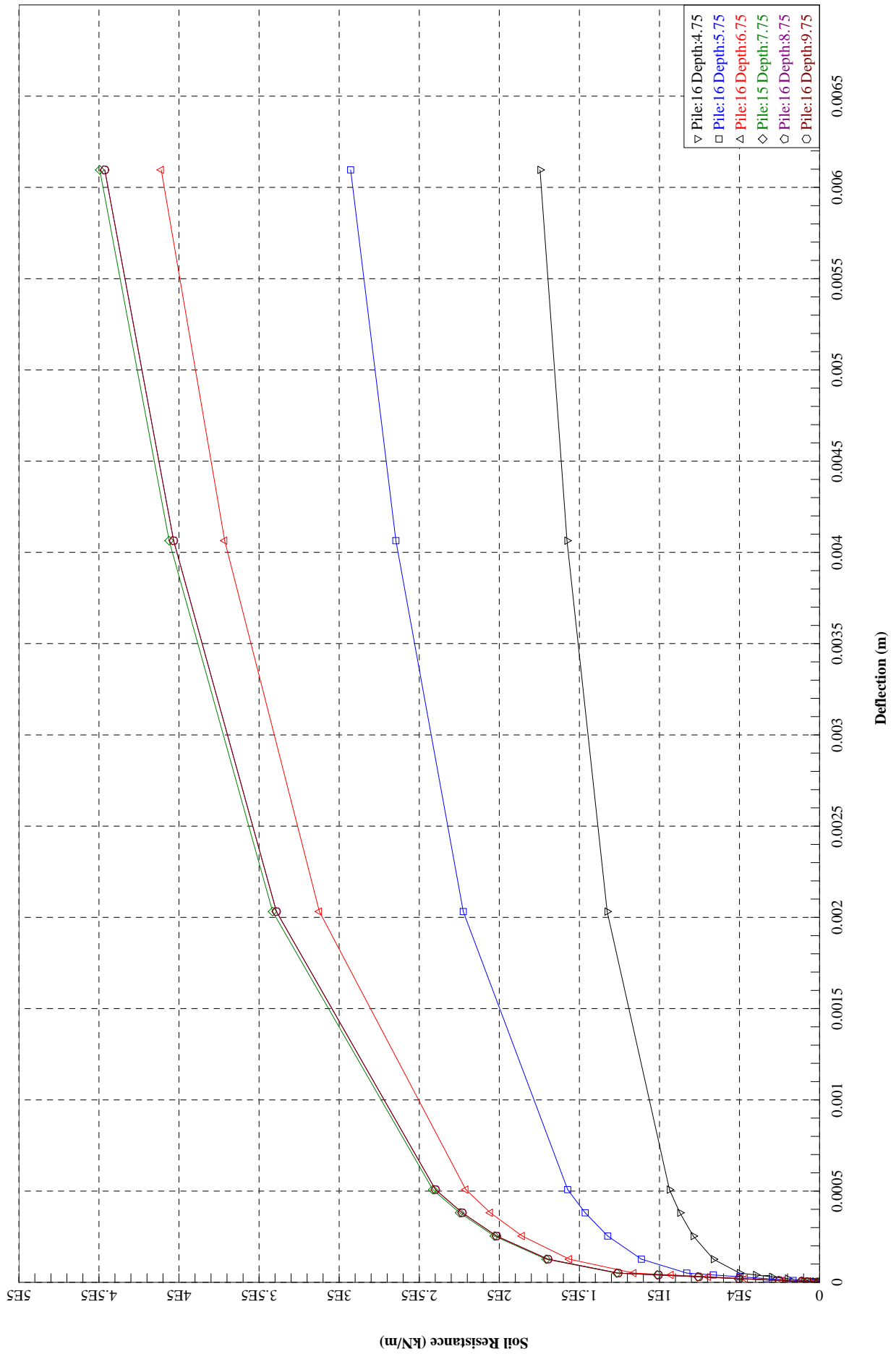


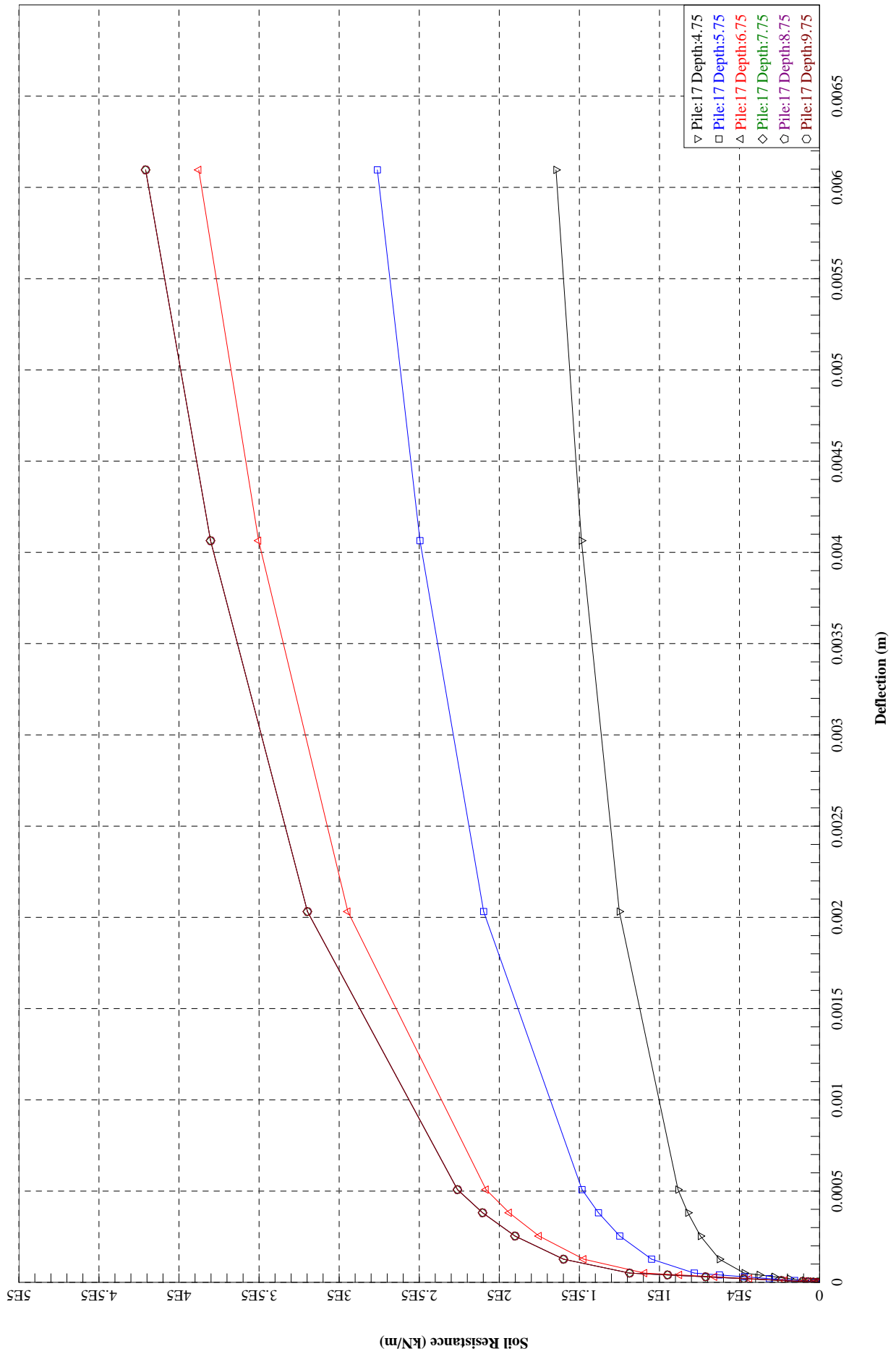


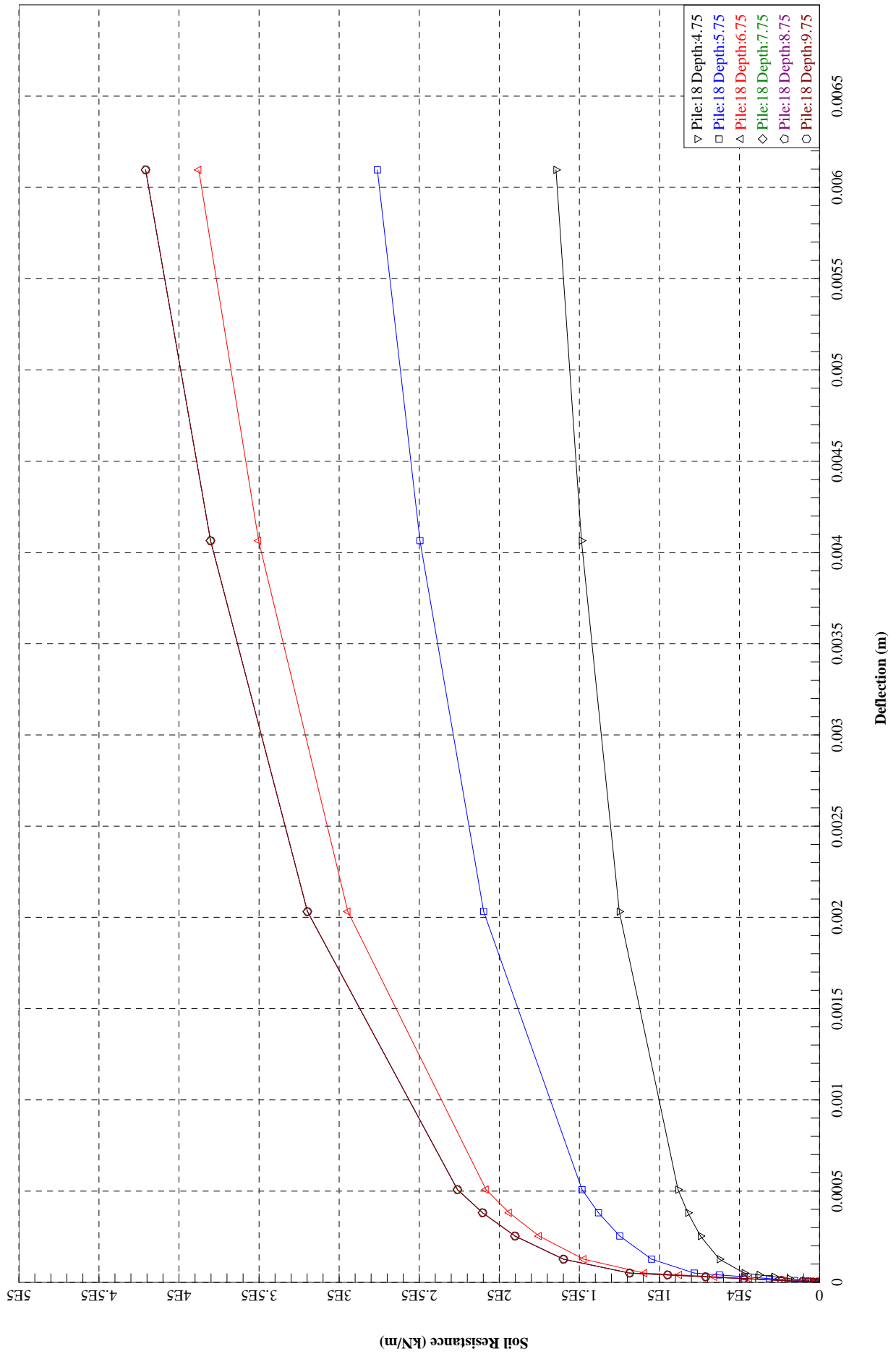




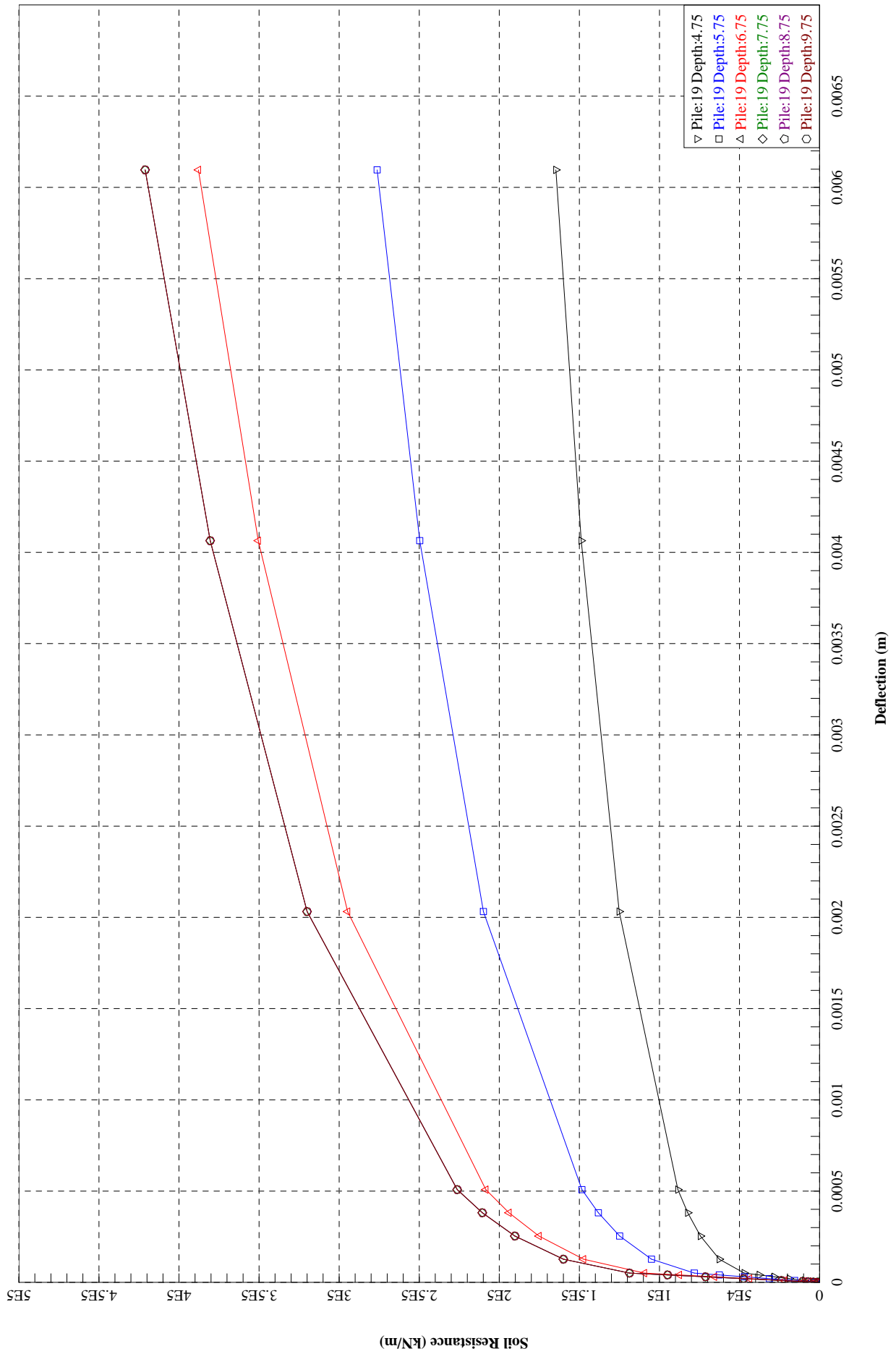


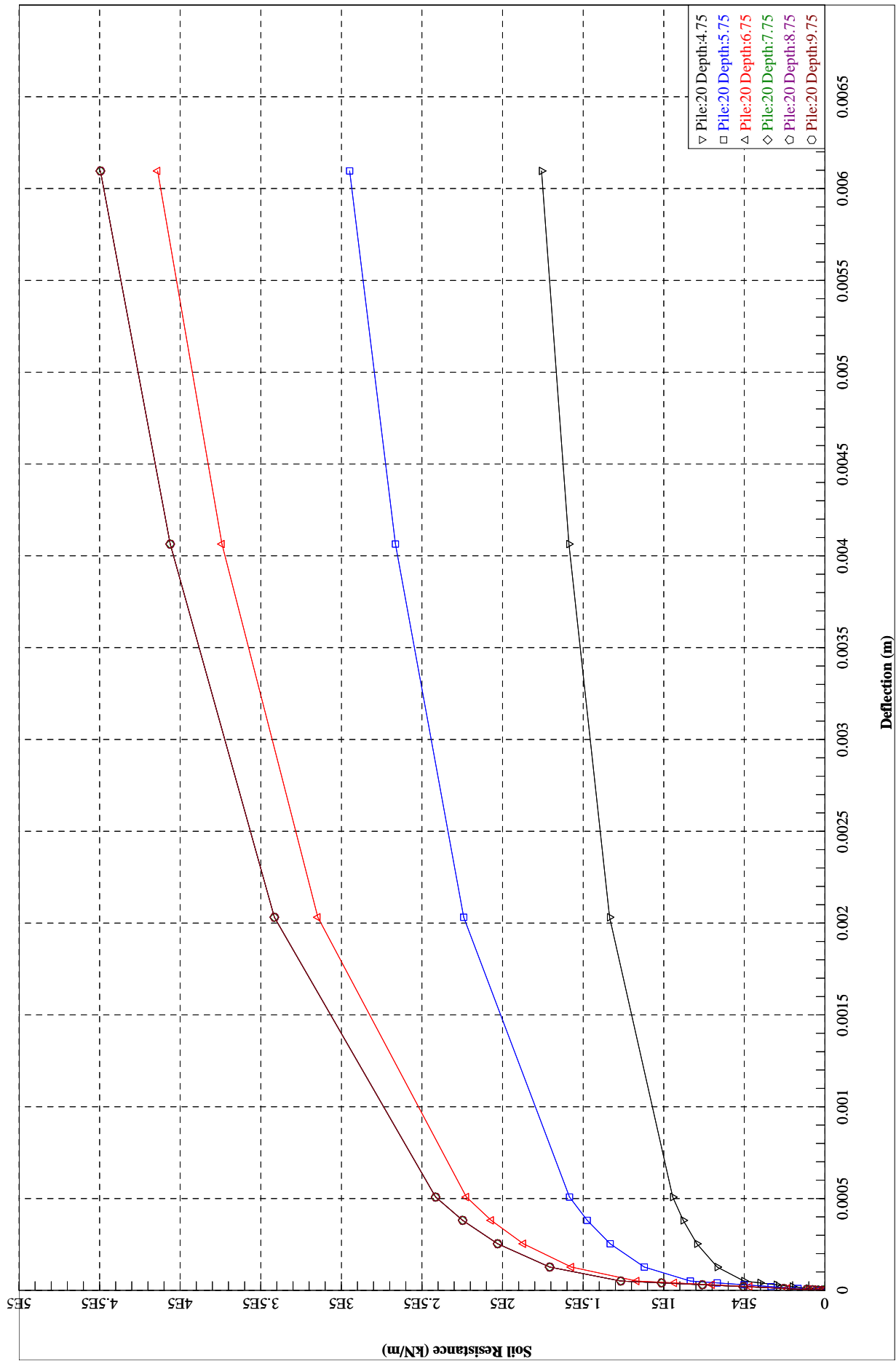


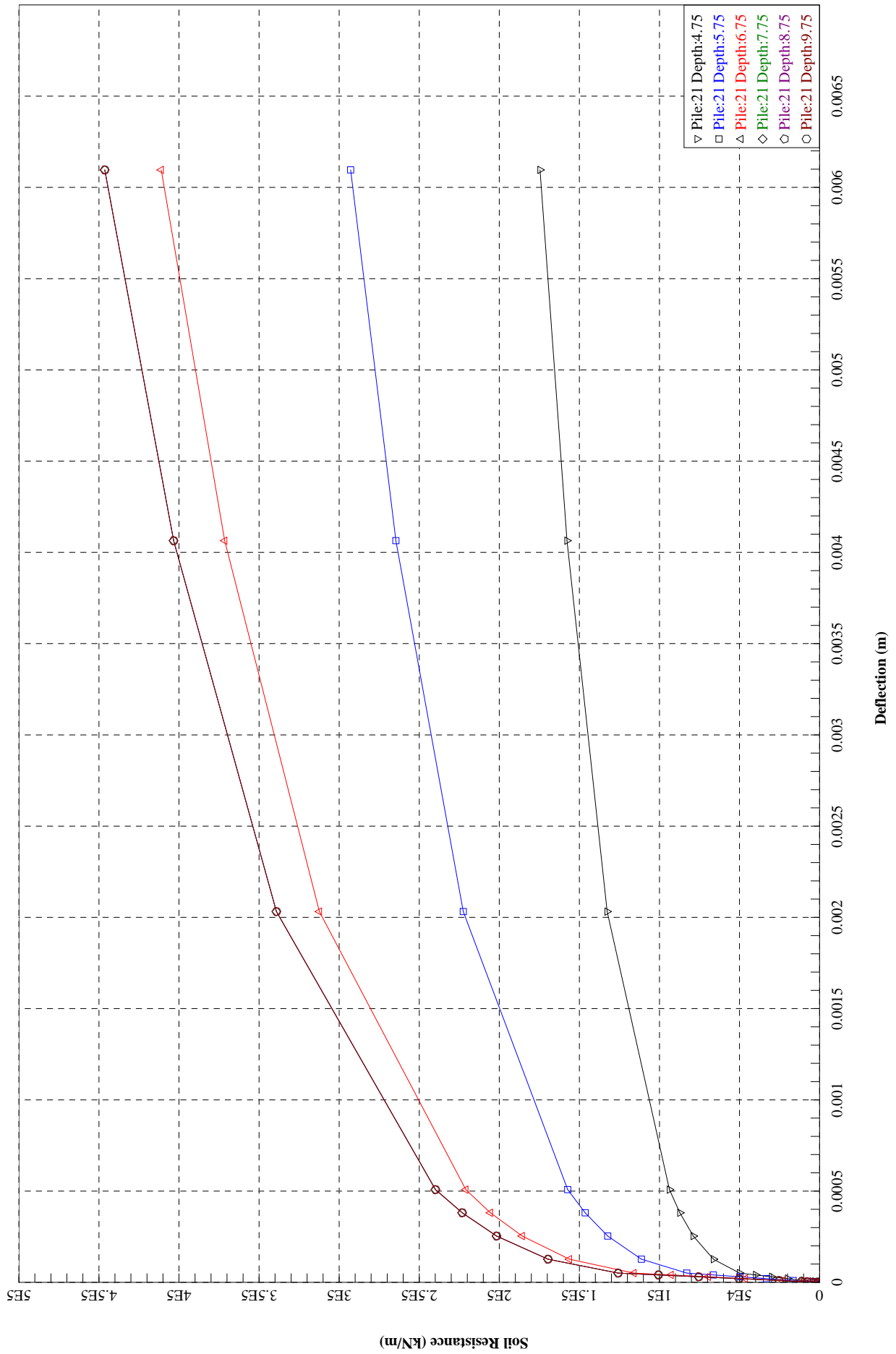


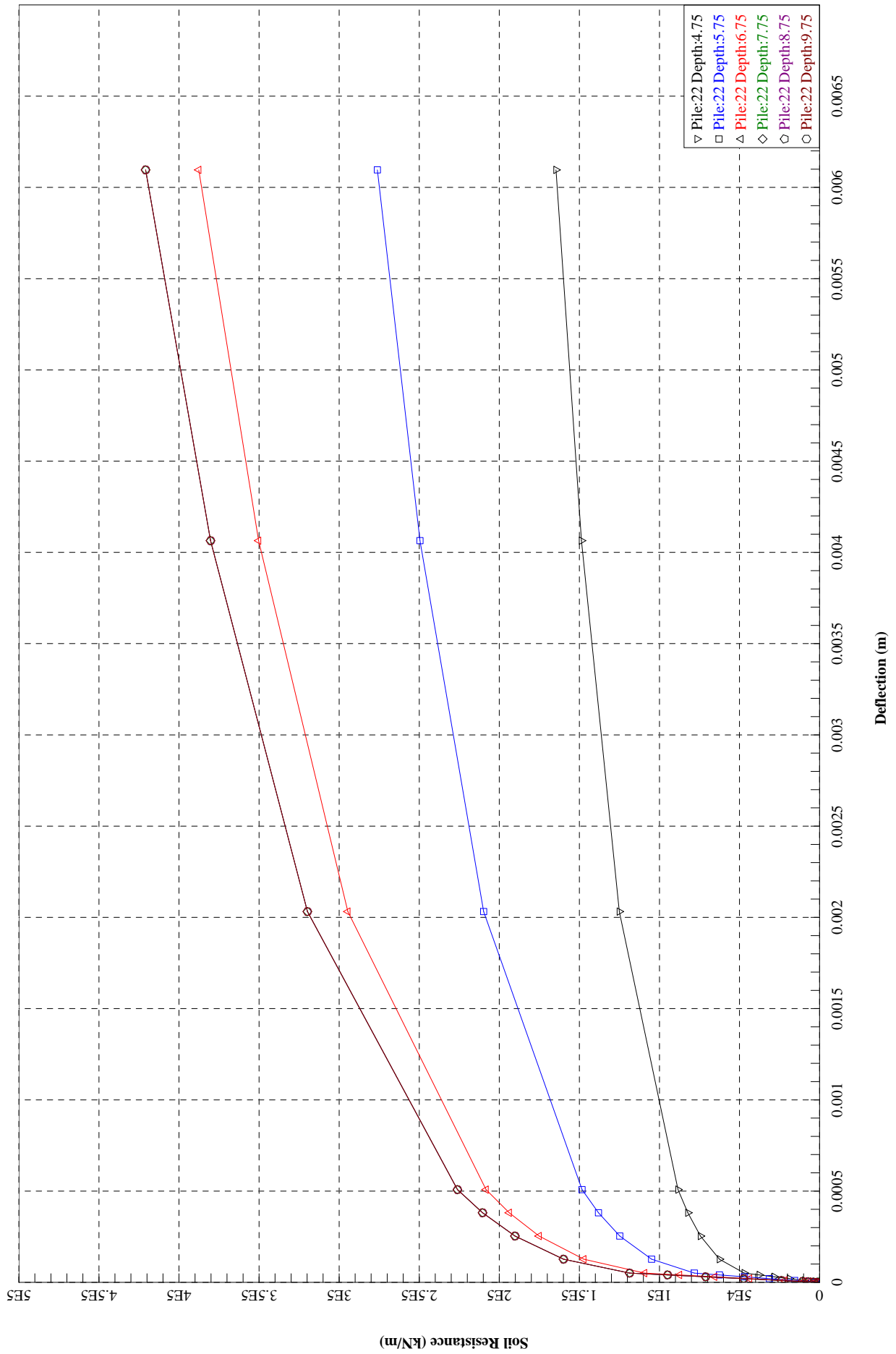


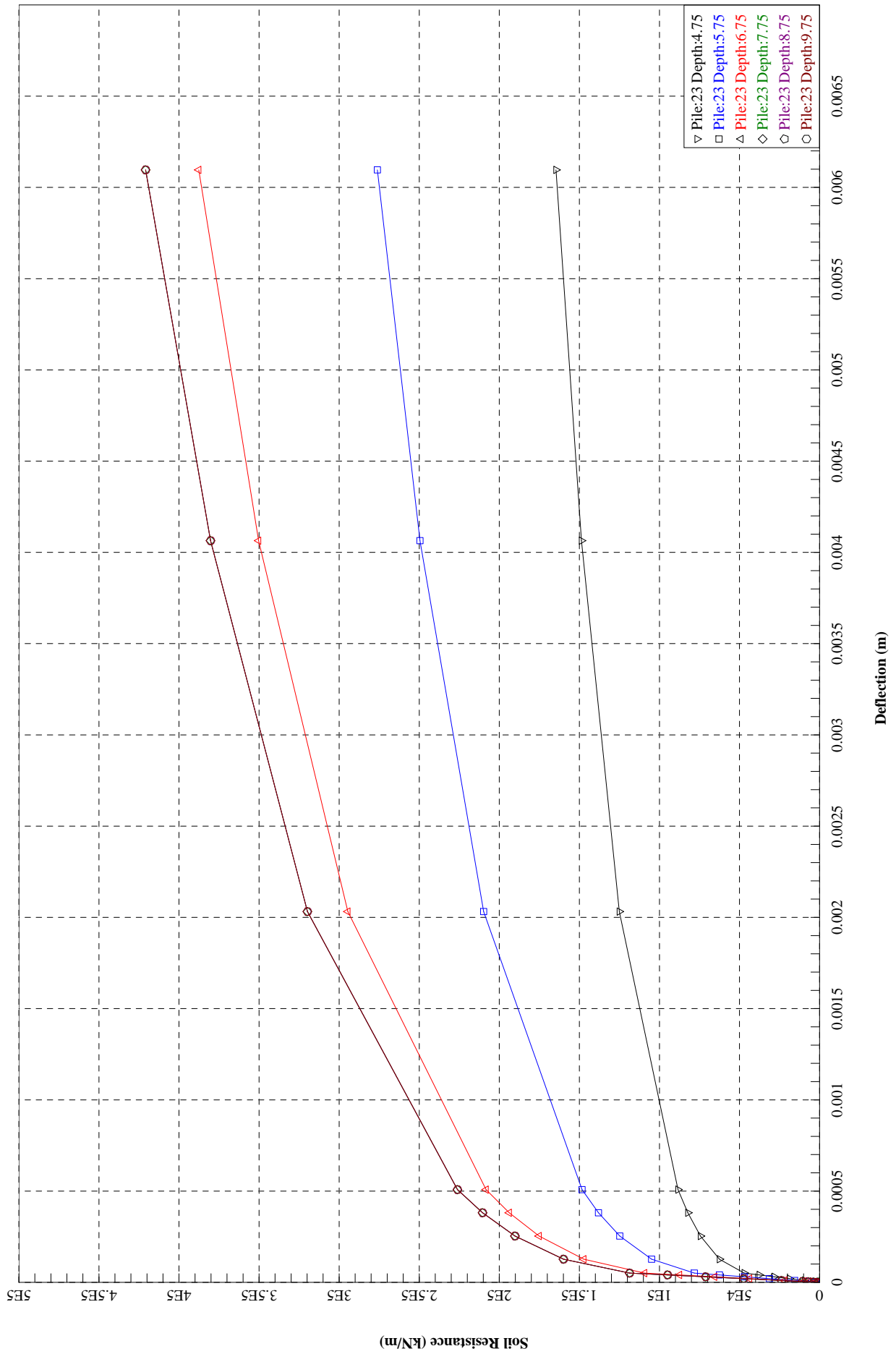




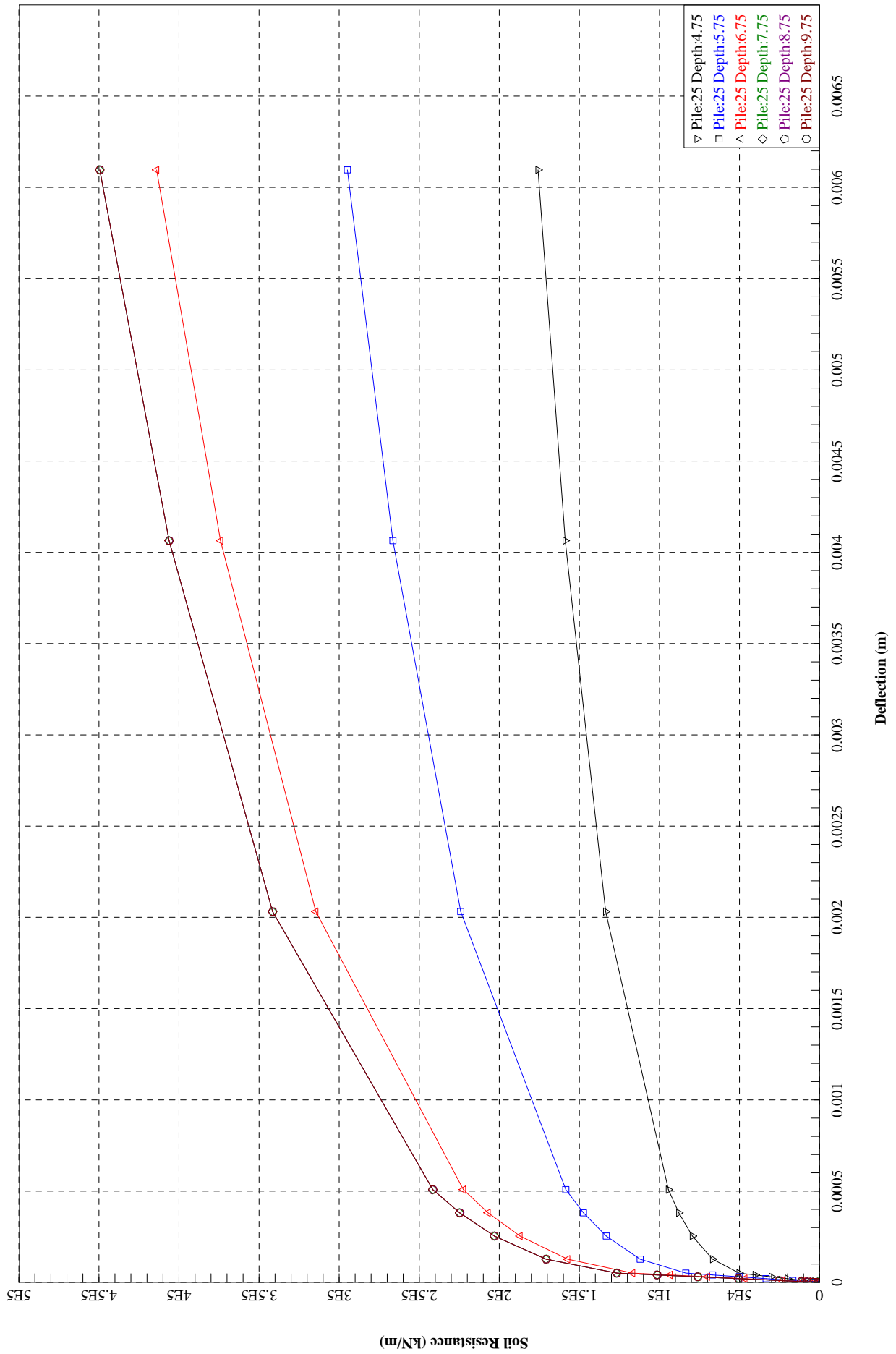






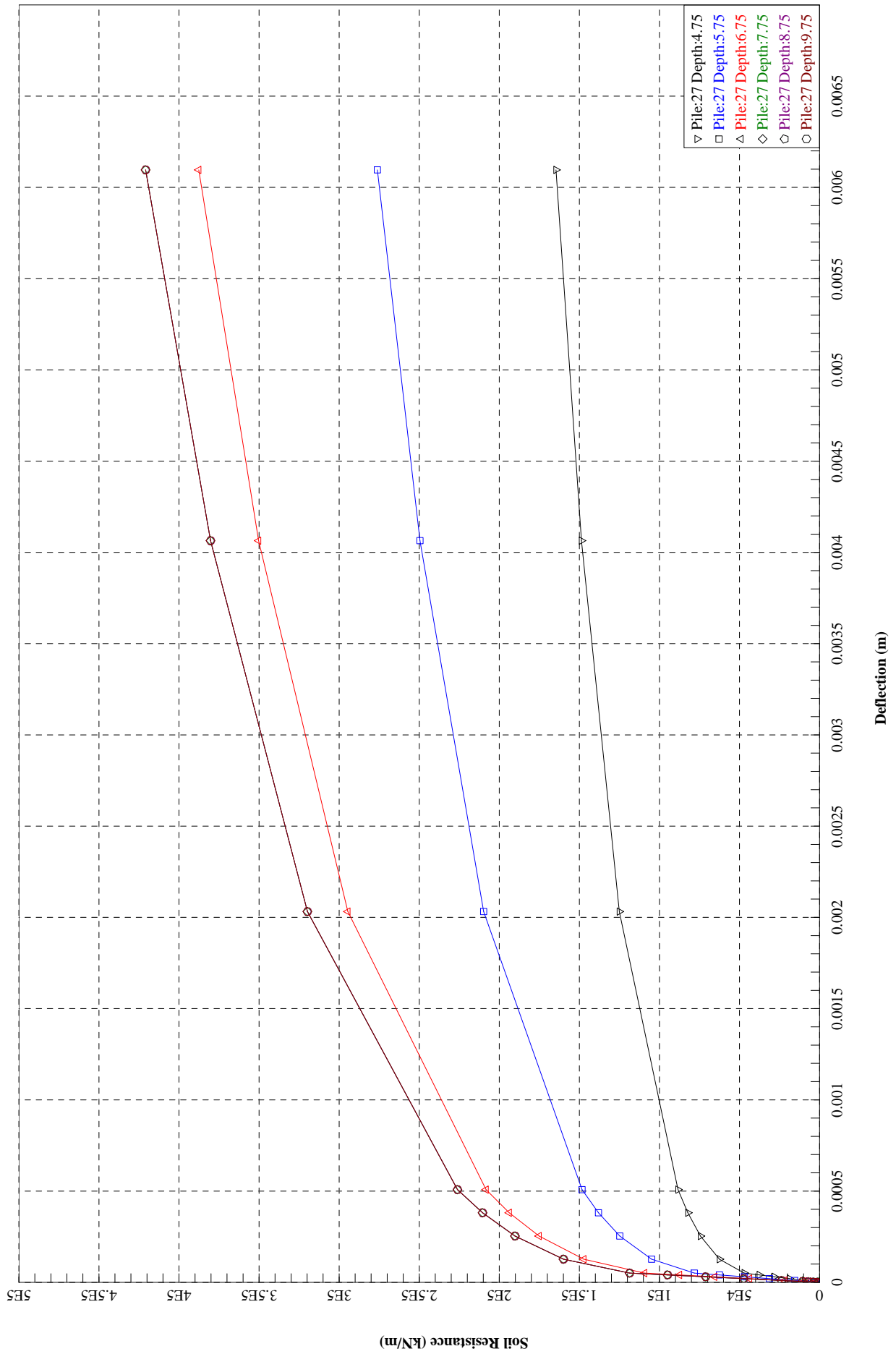


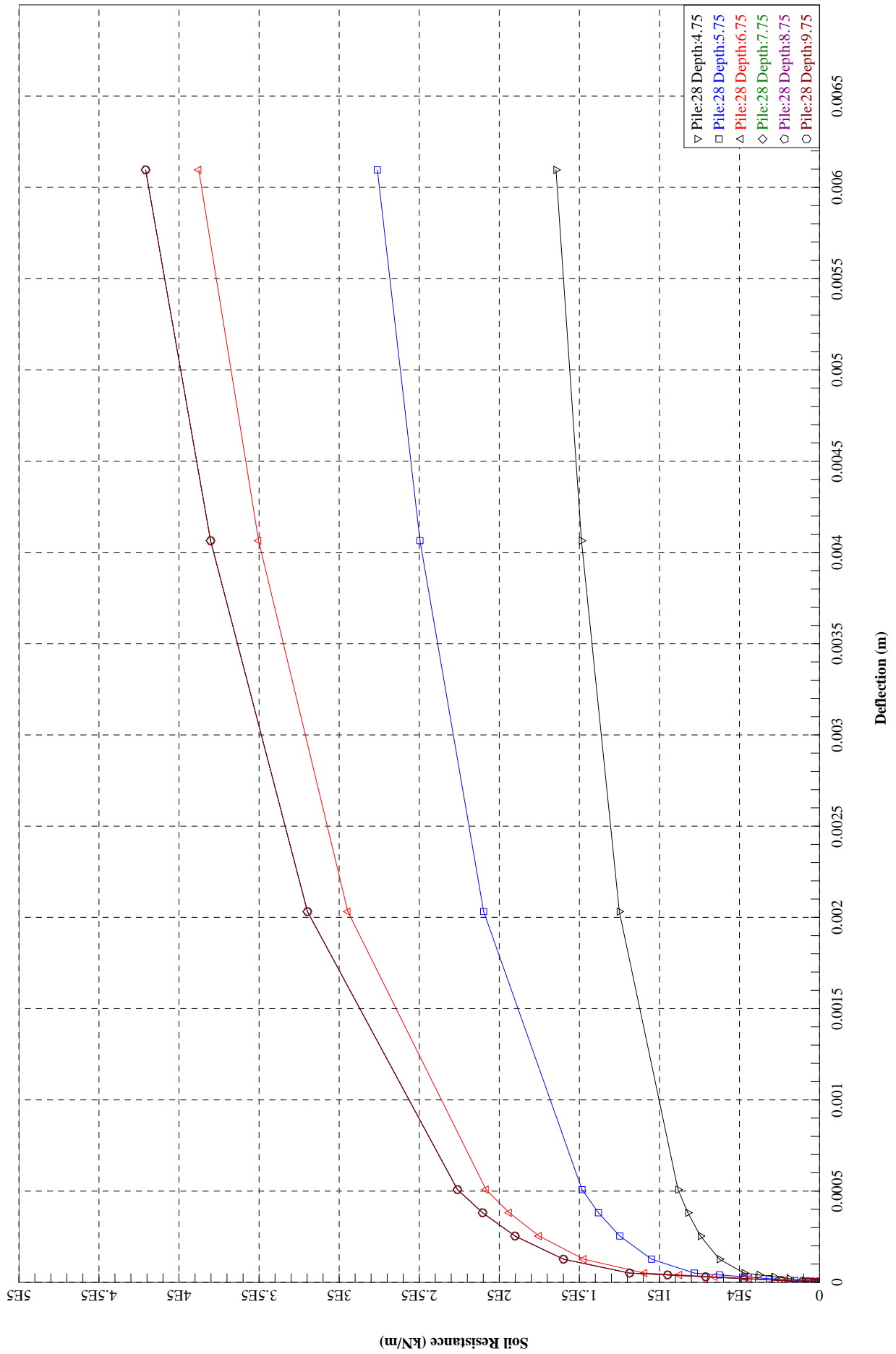


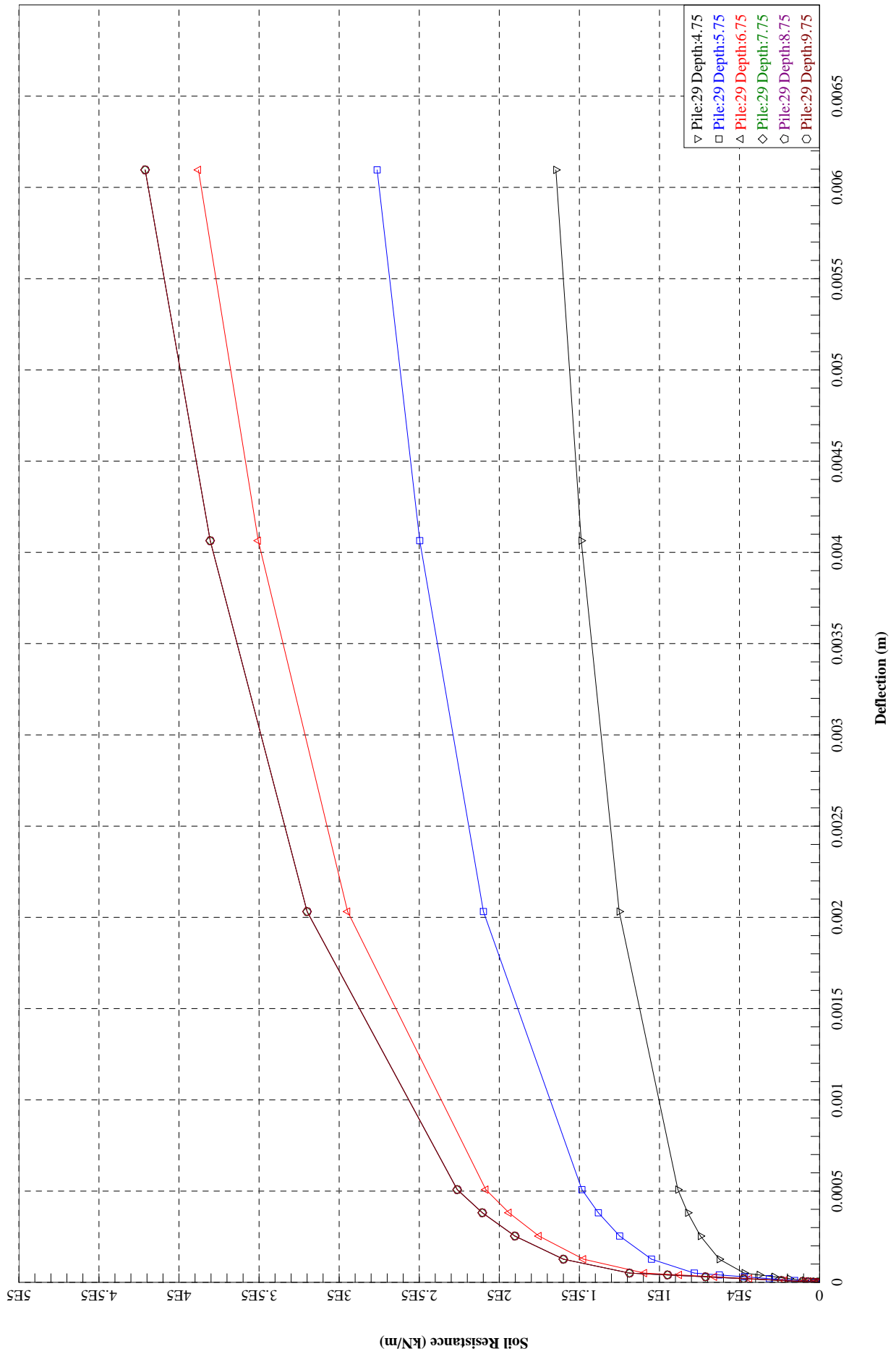


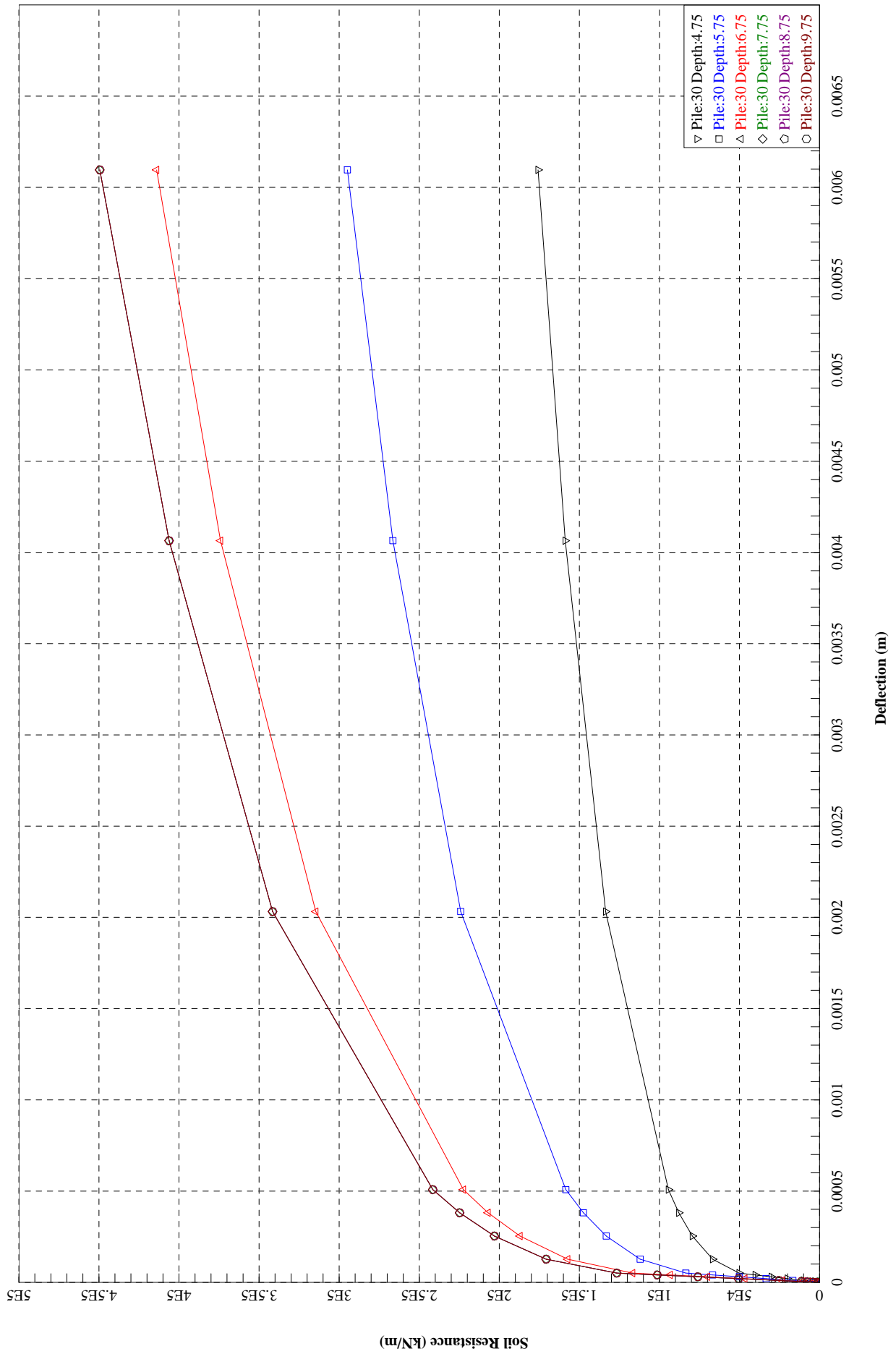




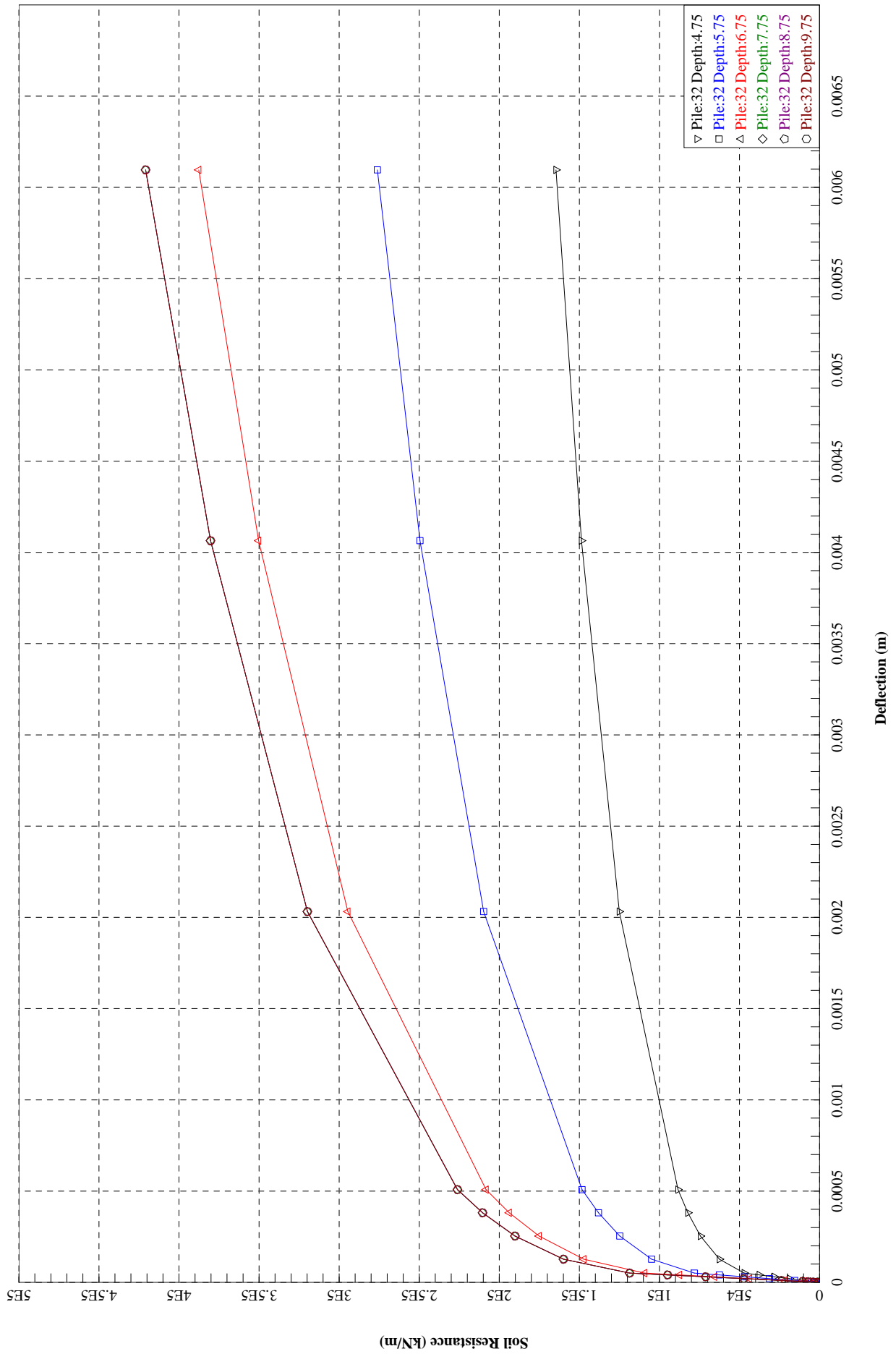


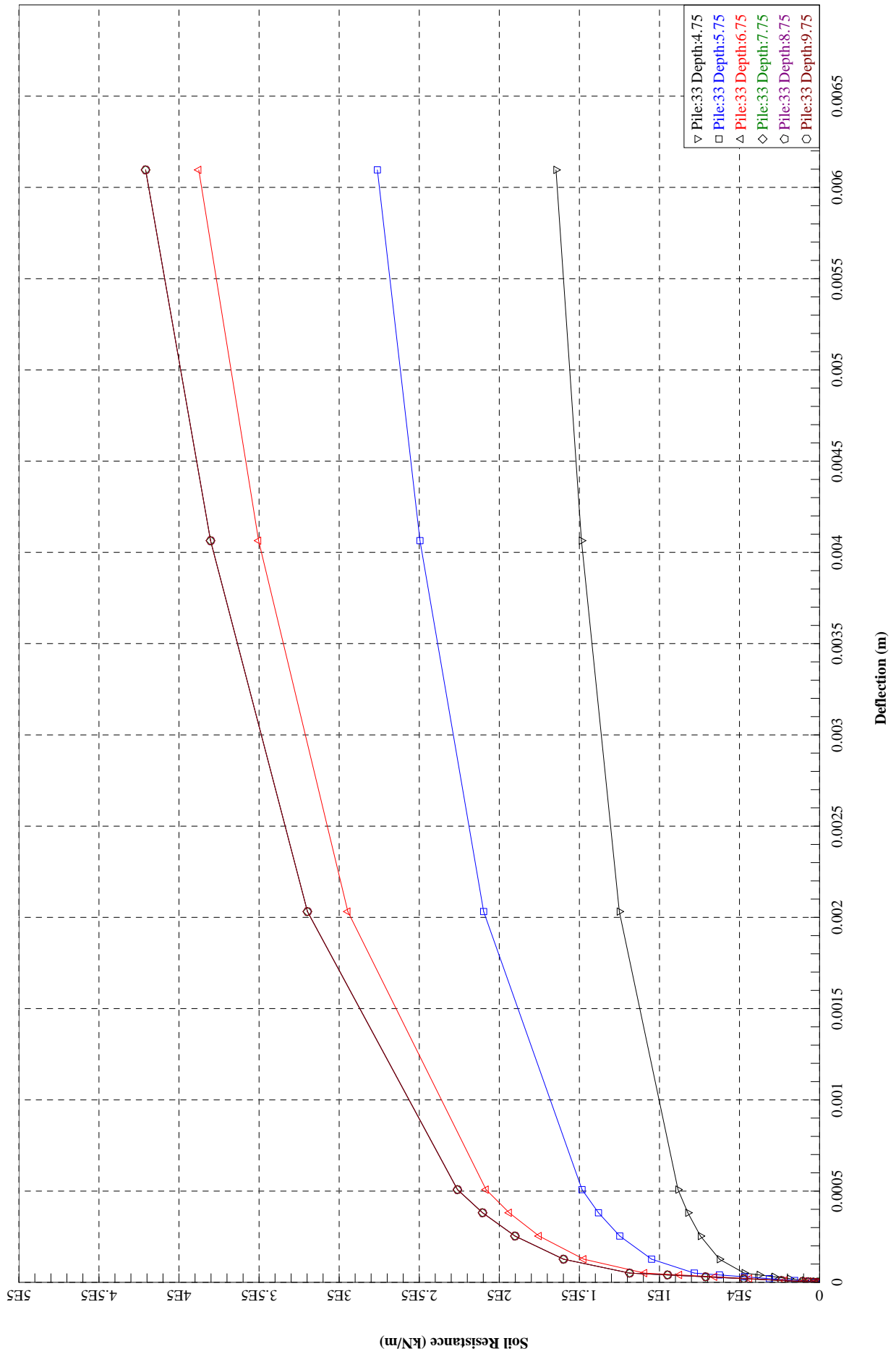


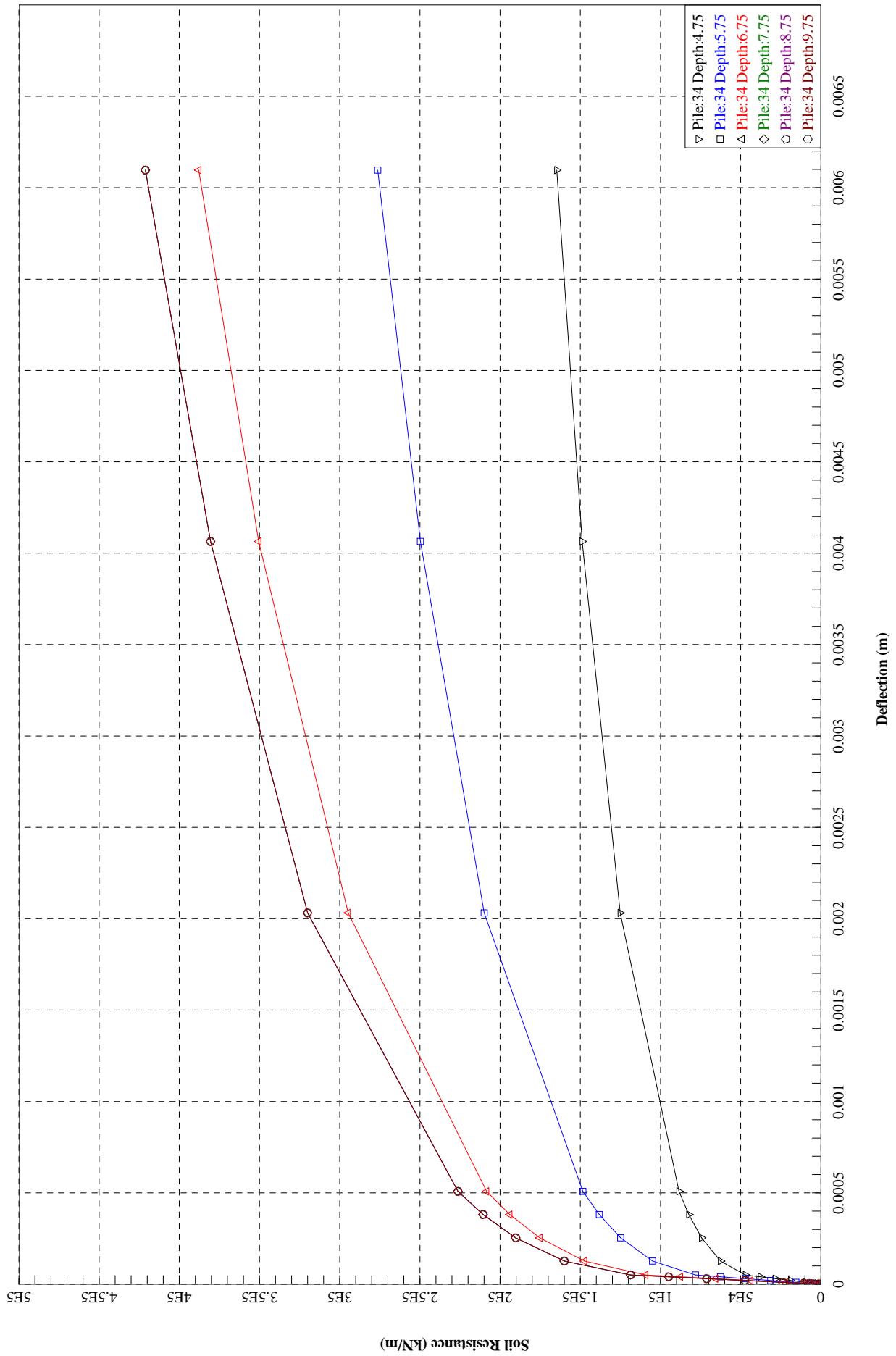




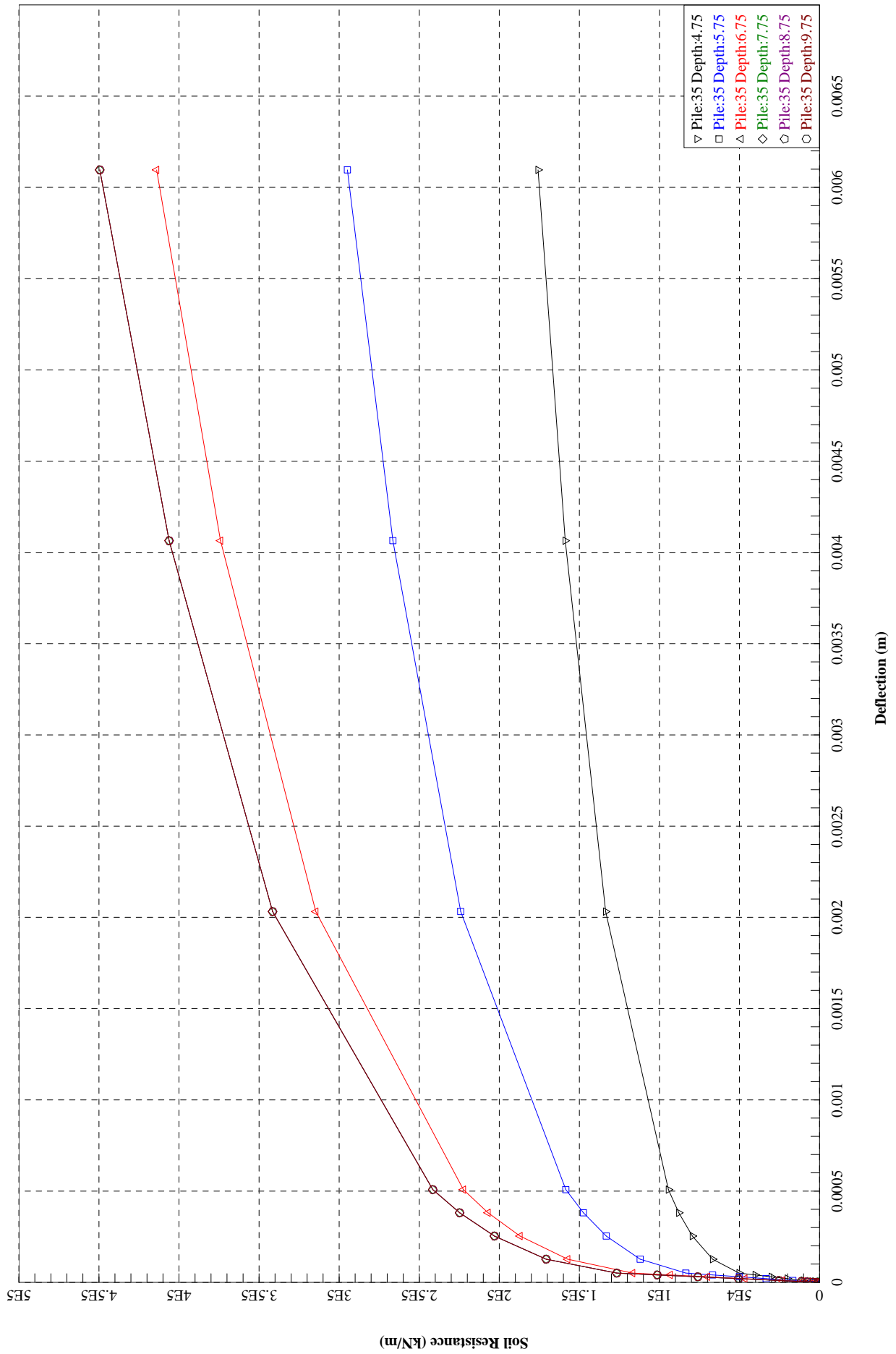


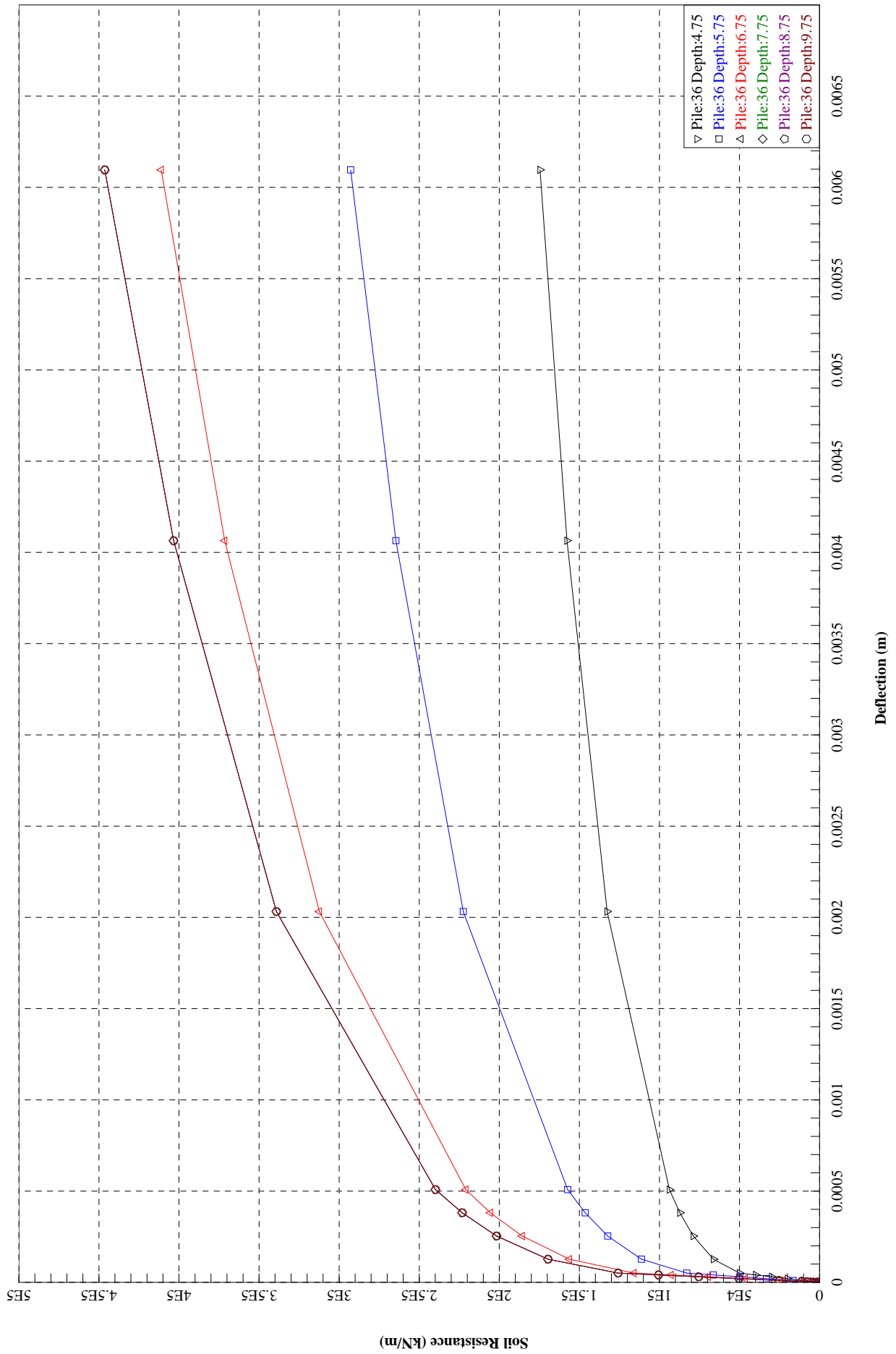


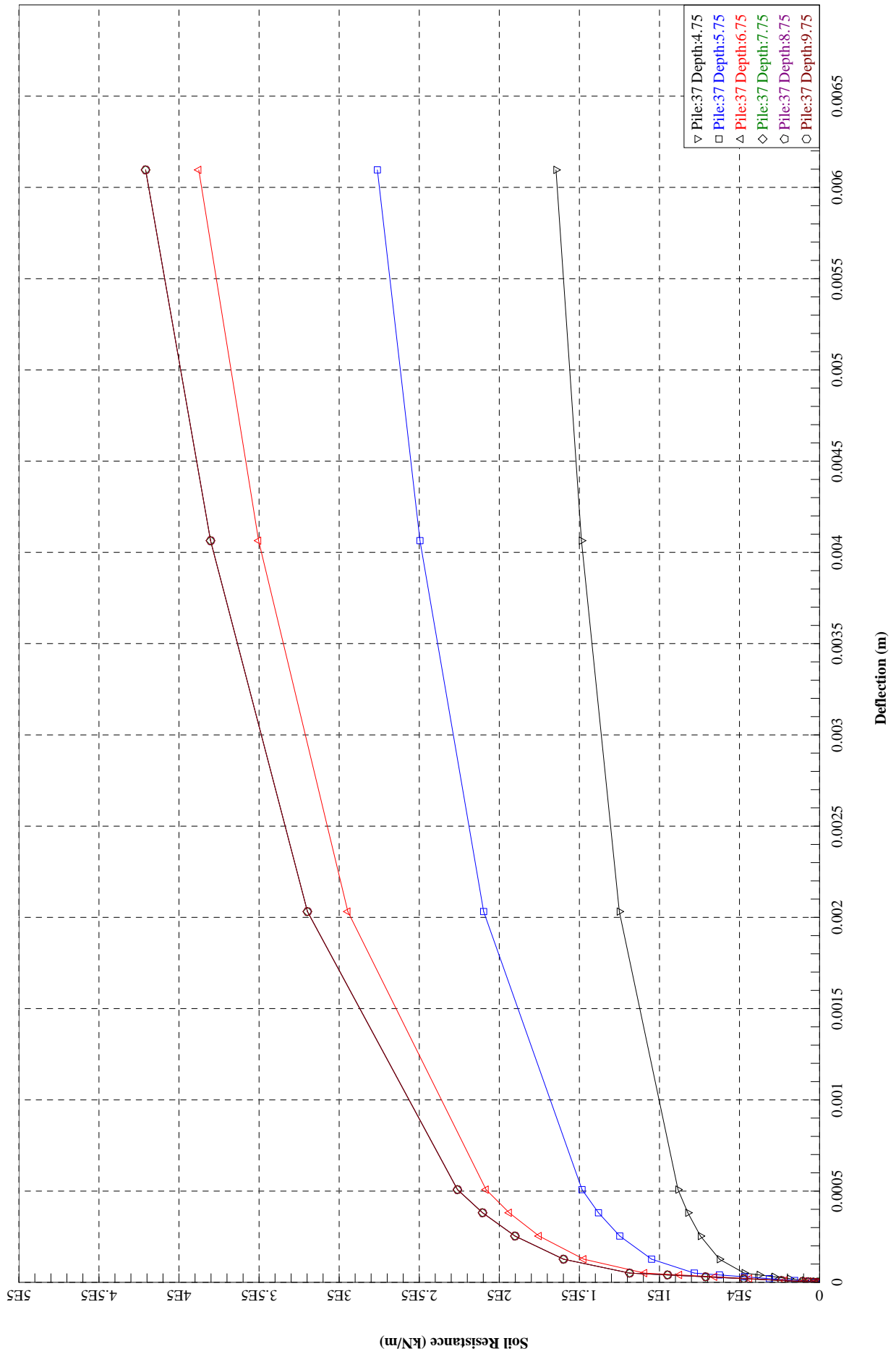


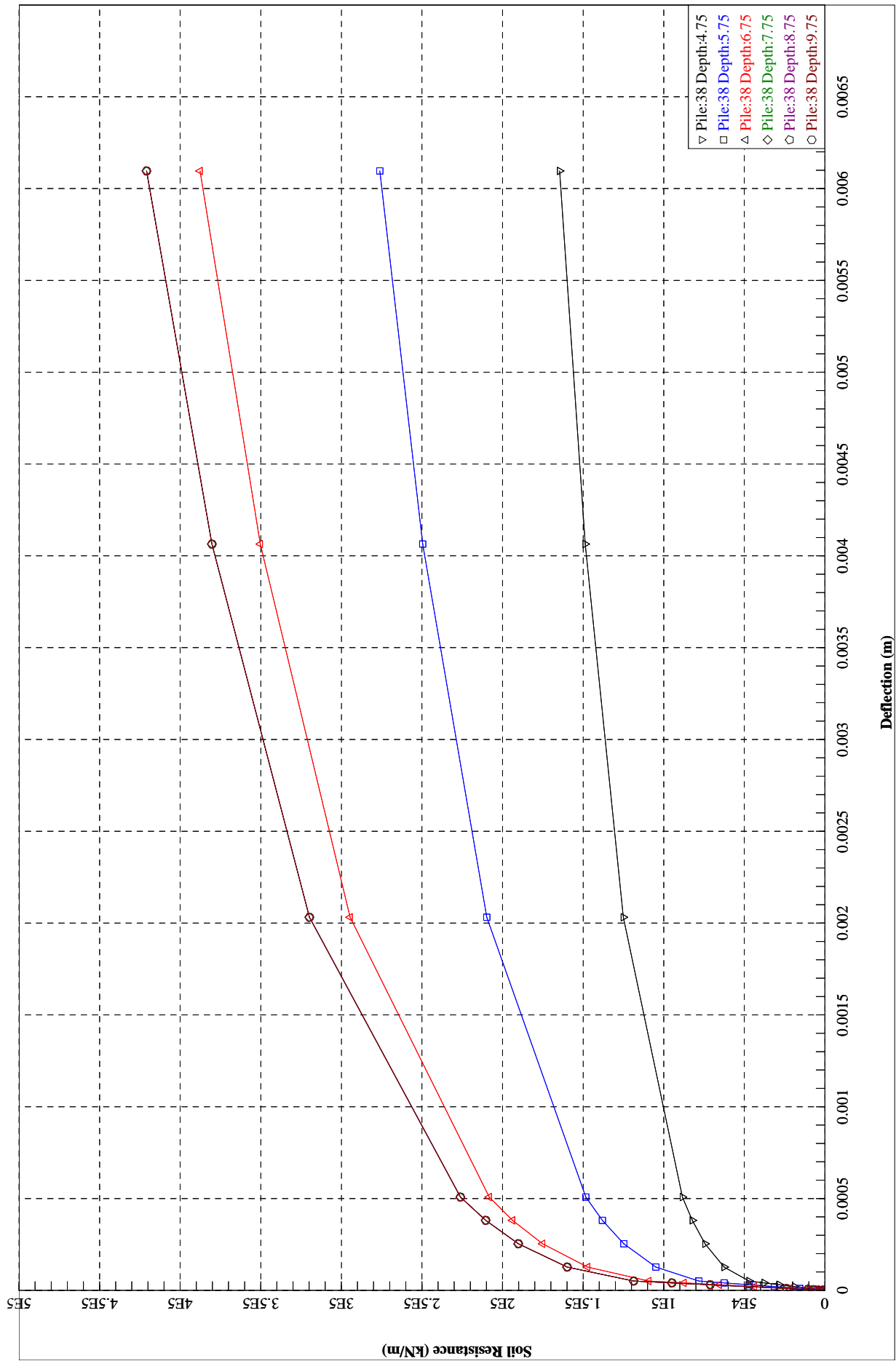


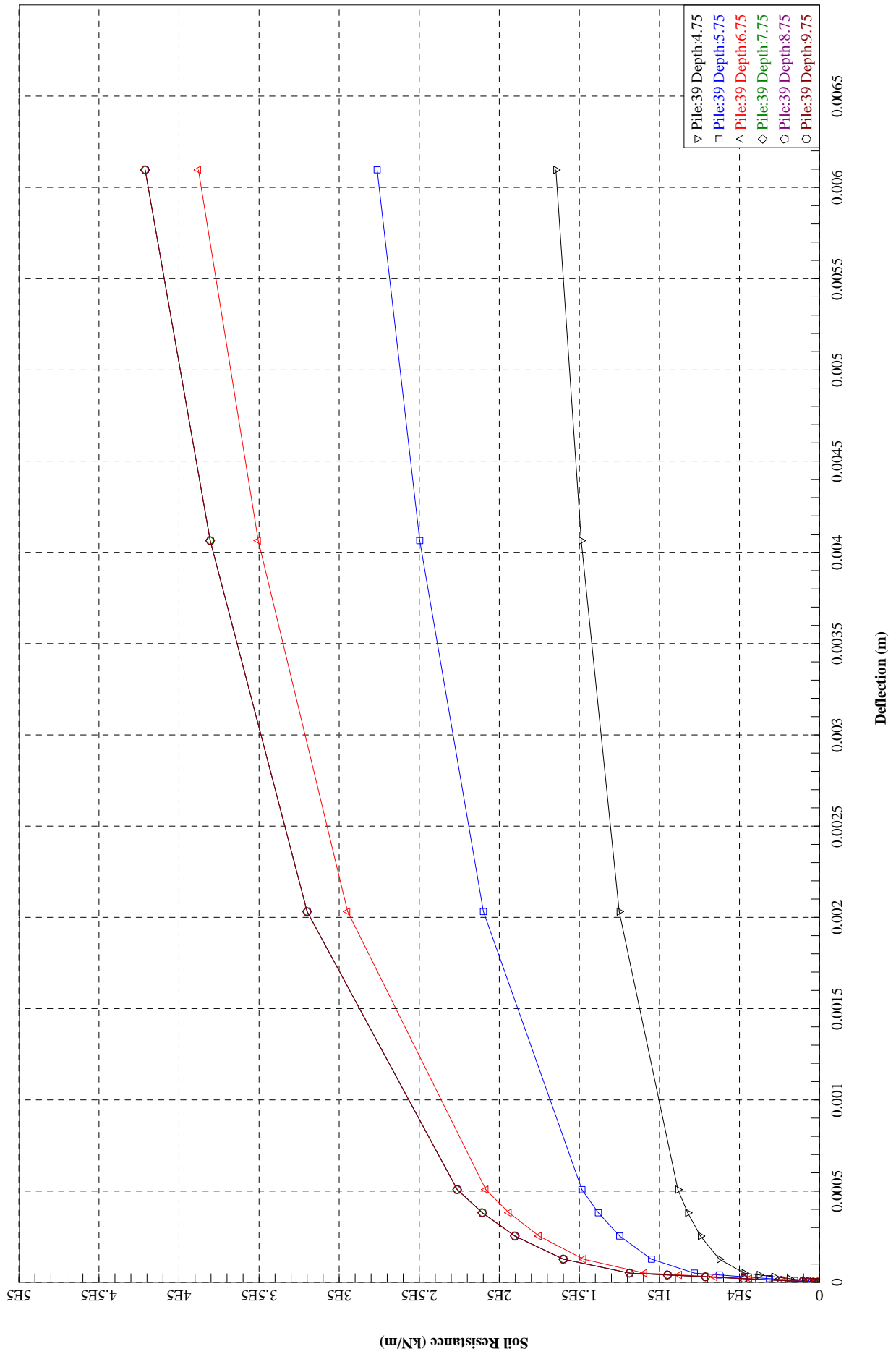


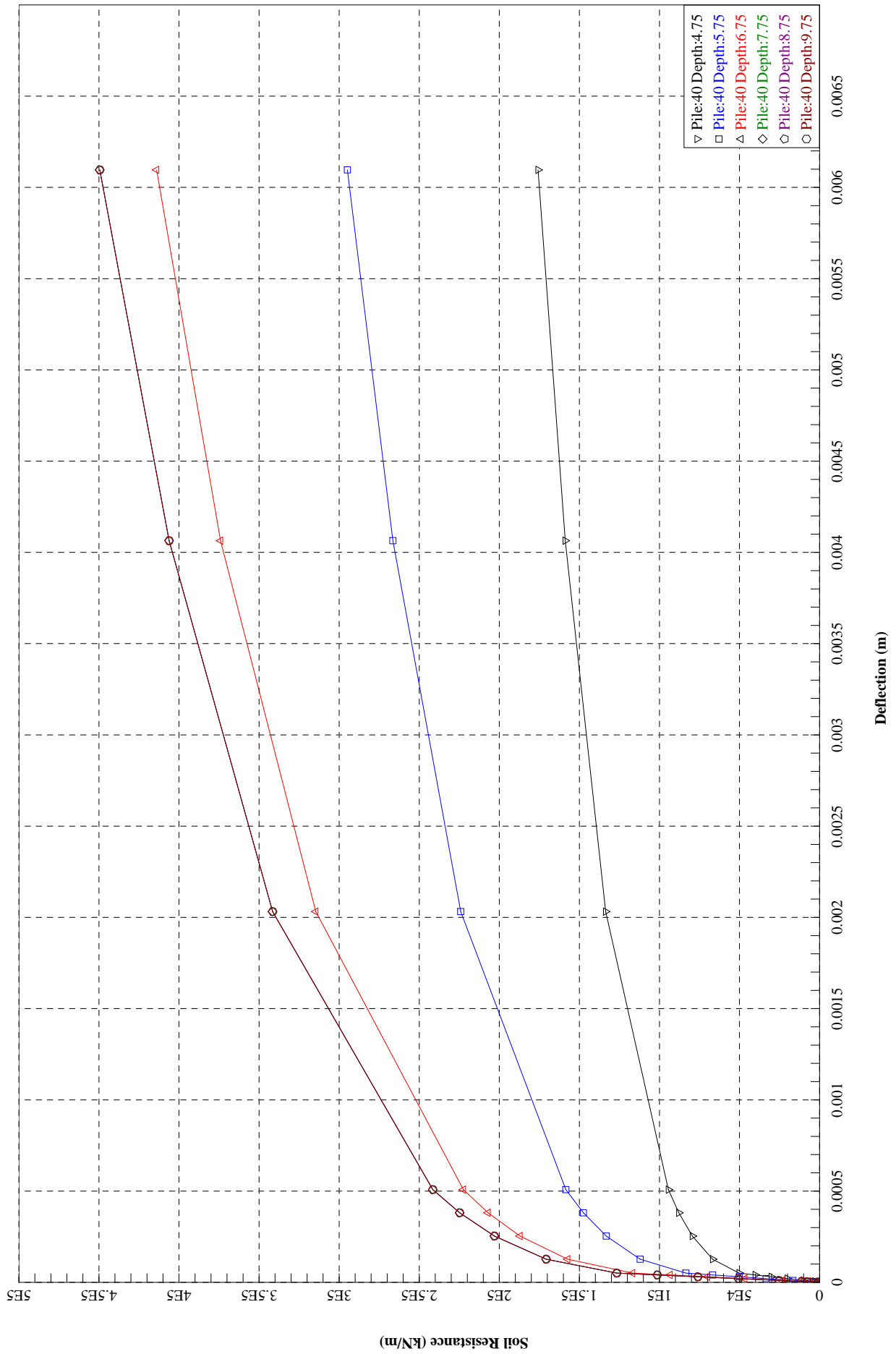


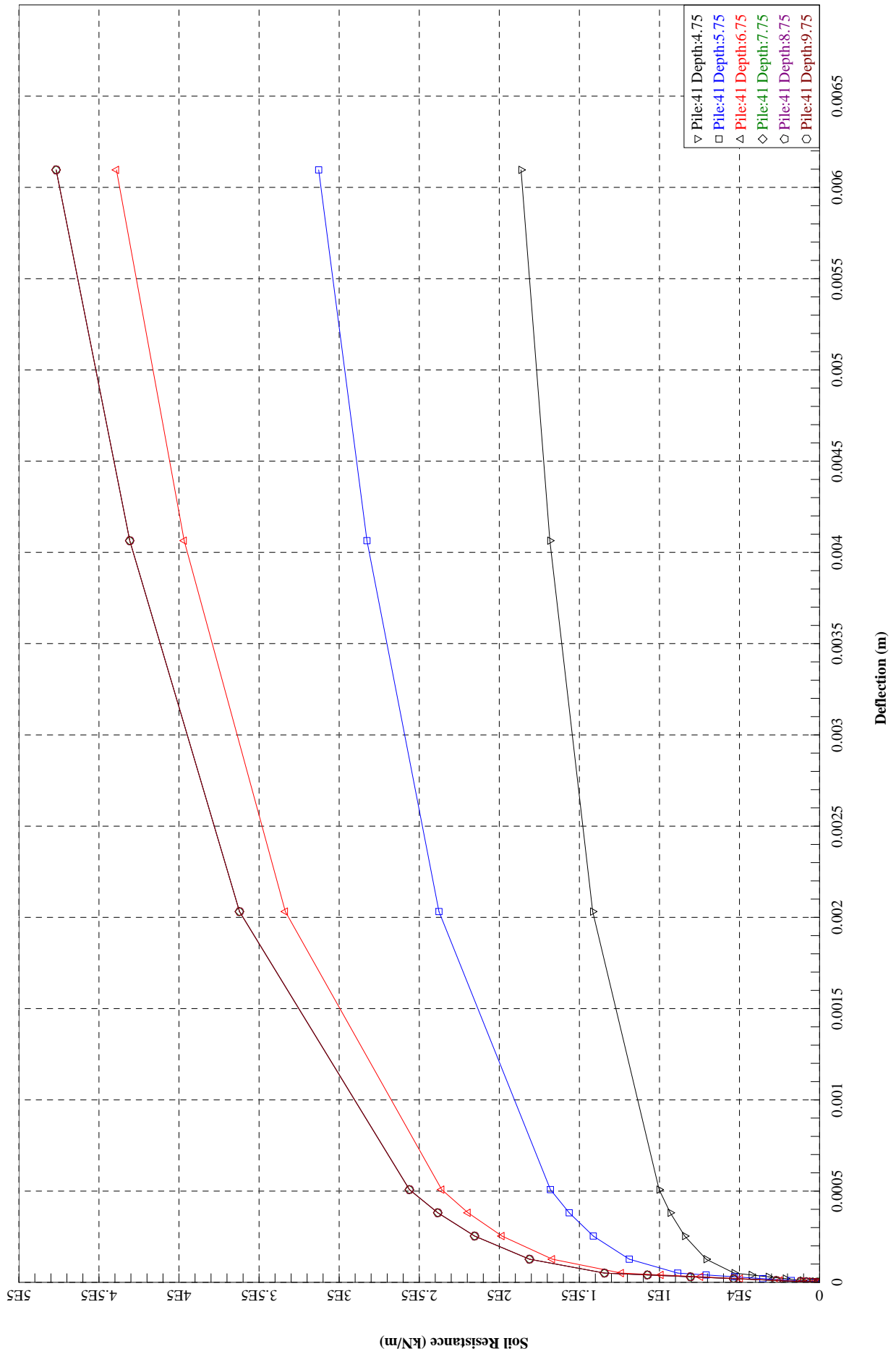


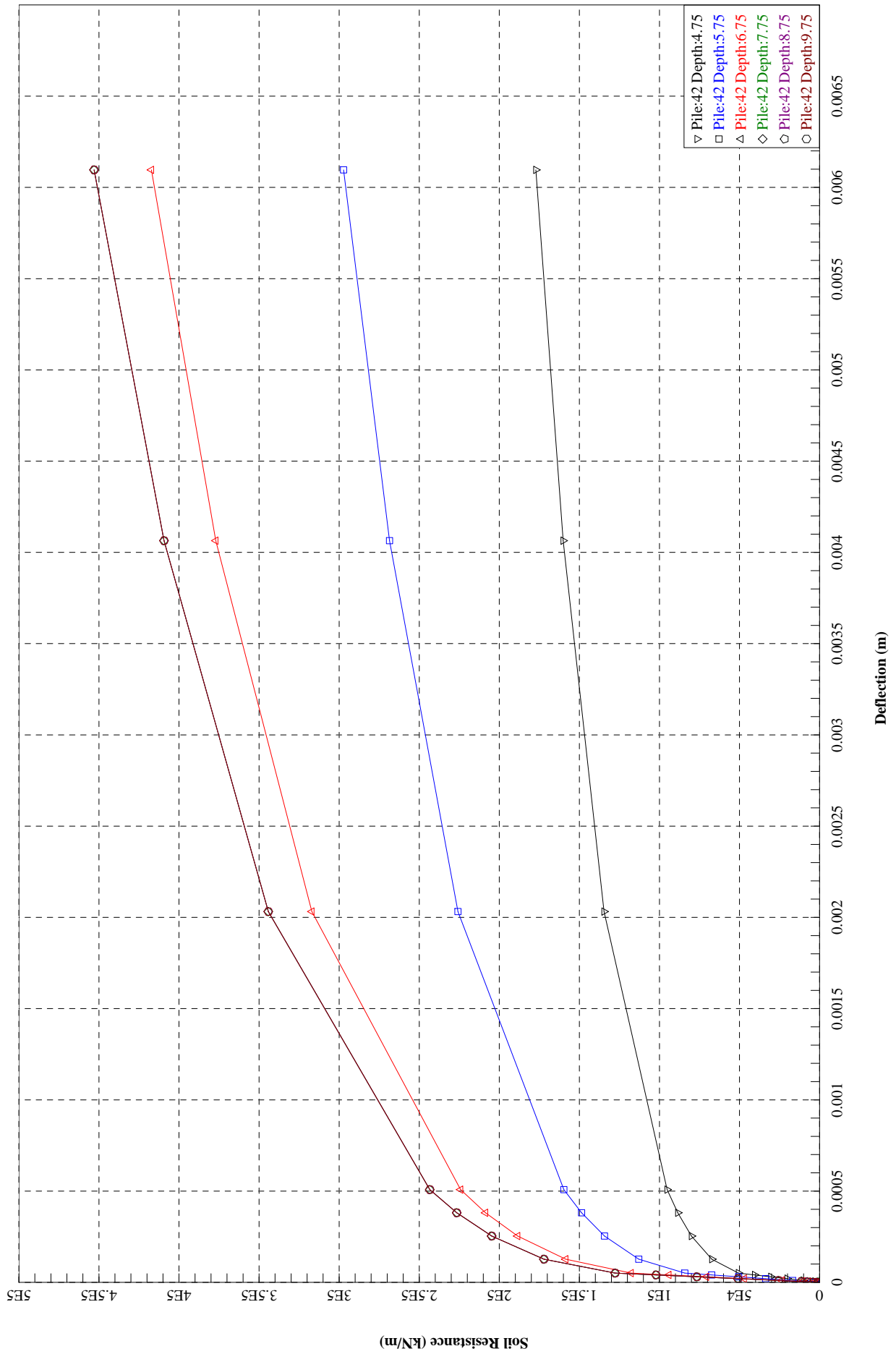




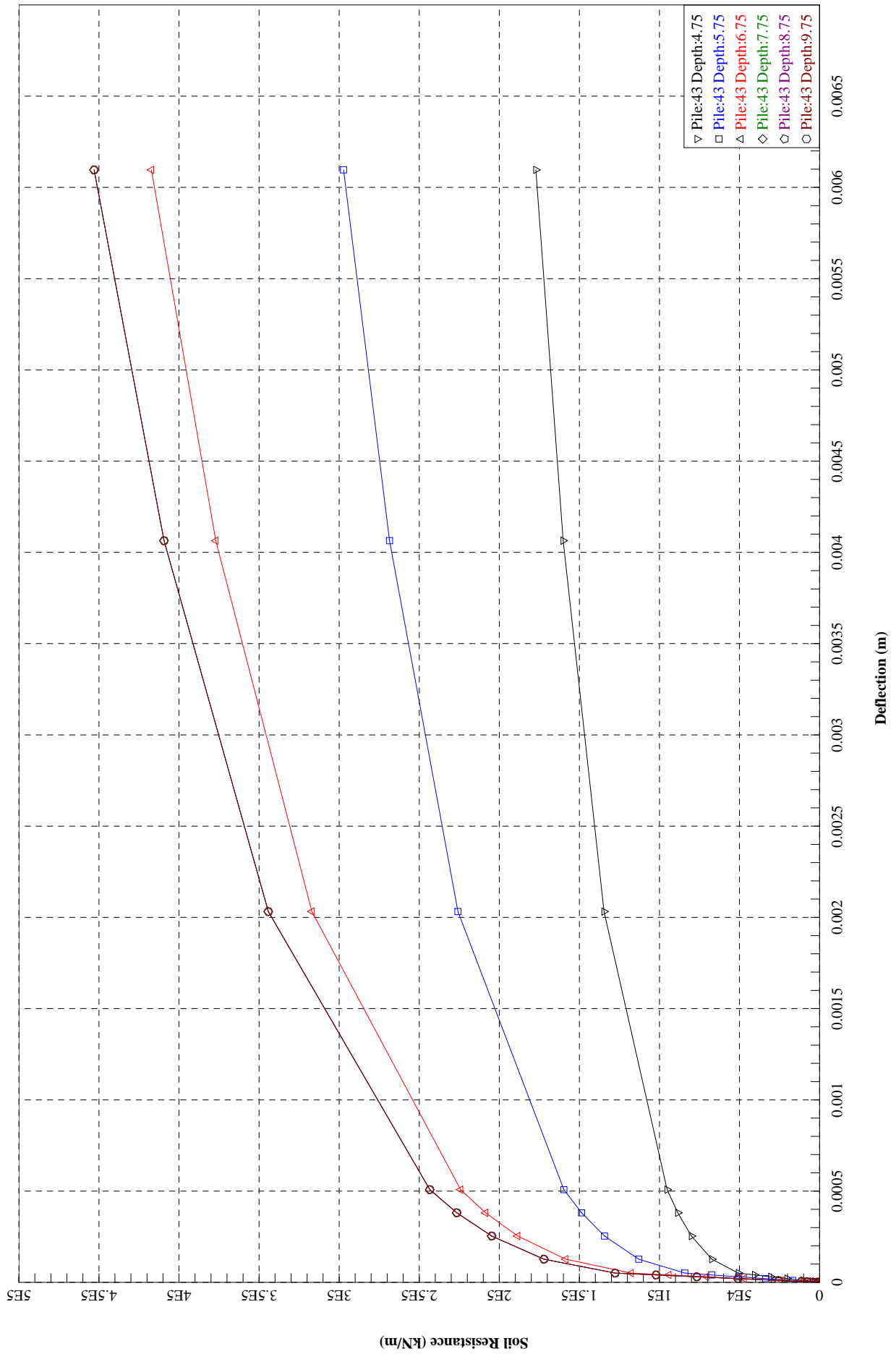




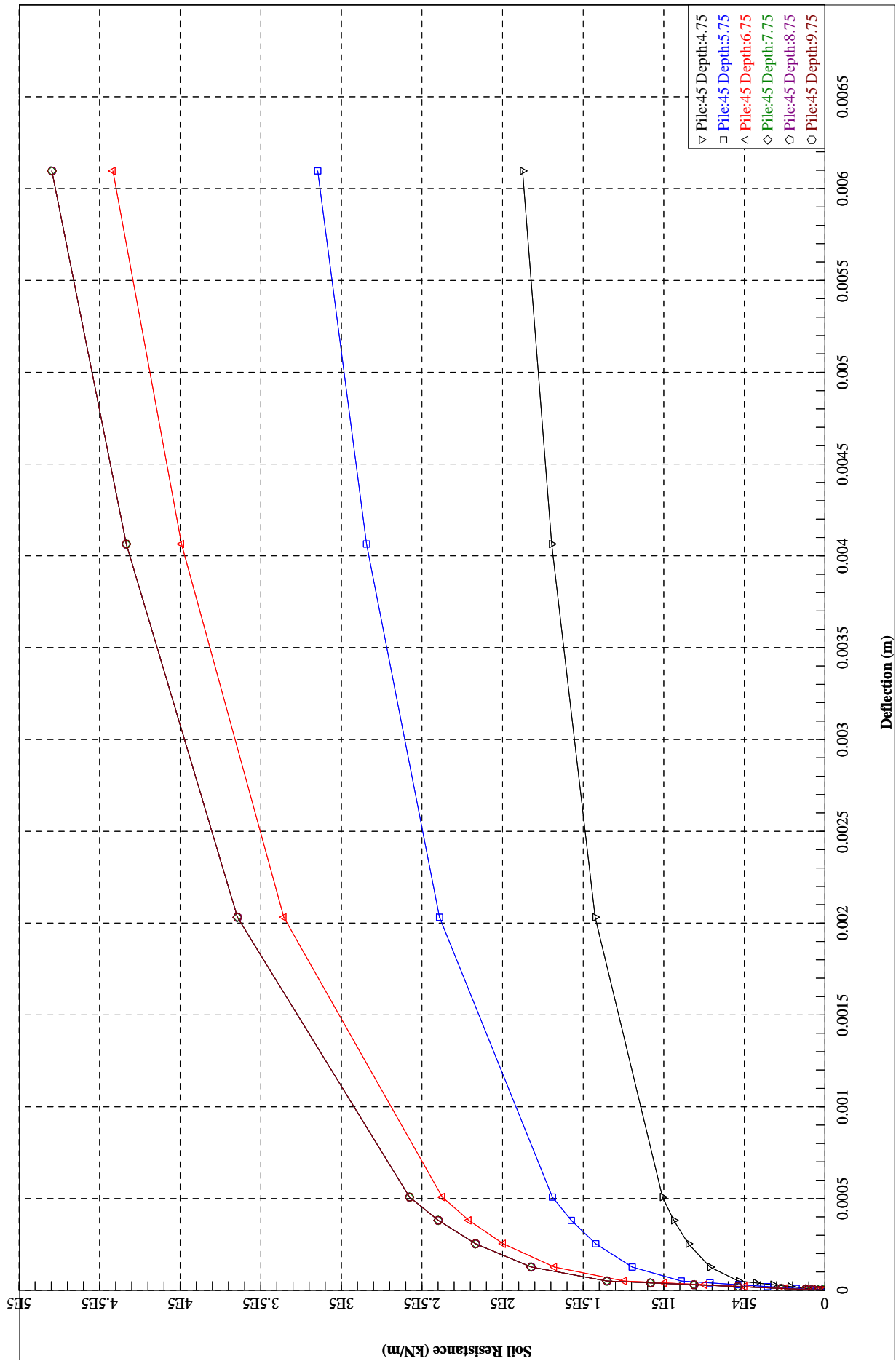






















**GEOSAN**

DOĞAL KAYNAKLAR VE HAMMADDELER İNŞAAT SANAYİ VE TİCARET A.Ş.

*MUĞLA  
BODRUM*

*ERS İNŞAAT A.Ş.  
BODRUM FERİBOT İSKELESİ  
YERİ*

*DENİZ TABANI  
ZEMİN İNCELEMESİ*

*EYLÜL 2005*

Adres : Büyükdere Caddesi, Gür Ap., No: 27/7, 80221 Şişli - İstanbul  
Telefon : (00 90 212) 224 67 71 - 296 65 29 - 296 65 30  
Telefax : (00 90 212) 240 60 84 - 241 41 82



SIN ZEMİN ZEMİN DEĞERLENDİRME

Bodrum Yolcu Limanı İşletmeleri AS \* DLH İnşaatı Genel Müdürlüğü \* Bodrum Feribot İskelesi \* Deniz Tabanı Zemin İncelemesi 15**VI. GEOTEKNİK DEĞERLENDİRME****VI.1. Zemin Kesitinin Değerlendirilmesi**

İnceleme alanında iskele ve rıhtım alanında yapılan sondajlarla belirlenen zemin kesitinde, Anakaya'nın üzerinde kalınlığı 0-4,75 m arasında değişen bir Balçık ve yer yer karşılaşılan ve kalınlığı en çok 2,00 m'ye ulaşabilecek Gevşek Kum tabakalarının bulunduğu ve Anakaya'nın üst 1,00-2,50 m'lik kesiminin ayrıarak sert zemin benzeri bir nitelik kazandığı anlaşılmaktadır.

**VI.2. Tasarlanan Yapılanma**

İnceleme alanında bir "İskele" yapılacağı bildirilmektedir.

Kıyıda, dar bir dolgu yapıp bir rıhtımla sınırlandırılacaktır. Bu rıhtımın batı kenarından açığa doğru yaklaşık 250 m kadar uzanacak şekilde bir iskele yapılacaktır (Şekil.3).

Dolgunun yapılacağı en derin yerdeki su derinliği 5,00 m olacaktır. Bitmiş yüzeyinin +3,00 m dolayında olacağı düşünüldüğünde, dolgu alanında, bu dolgudan doğal zemin kesitine aktarılan en büyük düşey uniform gerilmenin,

$$q_v = 85 \text{ kPa}$$

kadar olabileceği öngörülmektedir.

Bu dolgunun deniz yanındaki cephesi bir rıhtım ile sınırlandırılacak ve böylece bu hattan yanaşma vb işlevler için yararlanılabilecektir.

Bu rıhtım, ya beton ağırlık türü öğelerle; ya, yanıl yüklerle karşı zemin kesitine yeterince ankastre olacak yanıl yüklü kazıklı bir sistemle; ya da, betonarme keson birimlerinin yerleştirilmesi ile oluşturulacaktır.

İskele ise kazıklı temellere taşınmak durumundadır.

Tasarlanan bu yapılanmalar ile zemin arasındaki etkileşim aşağıda değerlendirilmektedir.

**VI.3. Yapılacak Yapıların Geoteknik Değerlendirmesi**

**Dolgu Platformu:** Sahada yapılacak dolgu kaya dolgu ile imal edilip üst düzeyleri bir biçimde kaplanabilecektir.

Bu alanda yapılacak dolgudan kaynaklanacak yüklerin Balçık Tabakası'na taşınması olanaksızdır. Dökülecek dolgu gereci Balçık Tabakası içinde doğrudan doğruya batacak ve altta var olduğu yerlerde Kum Tabakası'na ve/veya ayrılmış kaya ve Anakaya Tabakalarına yüklenecektir. Dolgu gereci yerleştirilirken, içine battığı Balçık Tabakası gereci buradan uzaklaşmaya yönelecektir. Bunun, dolgunun gerisinde kalmaması için doldurma işleminin karadan açığa doğru düzenli olarak sürdürülmesine zen gösterilmelidir.

Bunun yanında, dolgu işleminin projesinde belirtilecek uygun gereçle yapılacak olmasının



MARINE  
STRUCTURES  
DESIGN

**MSD**

Deniz Yapıları Mühendislik  
Proje ve Danışmanlık Ltd. Şti.  
Atatürk Bulvarı, 160/9. Kat, Kızıldereli, Ankara  
Tel: (312) 427 9510 Faks: (312) 427 9511  
Hitit Vardi Dairesi 600 036 0556

**BODRUM YOLCU LIMANI  
İŞLETMELERİ A.Ş.**  
Nergiz Sok. No: 10/12 Çankaya/ANKARA  
Tel: (0 312) 426 92 86 (4 Hat) Fax: 427 73 34  
Hitit V.D. 178 056 4234

yanında, dolgu tabakasının alt kesimlerine yerleştirilecek gerecin mutlaka kaba kaya parçalarından oluşması Balçık Tabakası'nın içine batmasını güçleştirmemek açısından yerinde olacaktır.

Dolgu, Kum Tabakası'na taşıtıldığında **Güvenli Taşıma Gücü**,  $\phi=27^\circ$ ;  $c_u=0$  kPa;  $\gamma_n=17,0$  kN/m<sup>3</sup> zemin özellikleri ve  $D_f=0$  m;  $B=10,00$  m temel boyut kabulleri göz önüne alınarak yapılan bir değerlendirme sonucu

$$q_{ult}=0,5 \times 7,0 \times 10 \times 13 \times 1 = 455 \text{ kPa}$$

ve

$$q_{all}=q_{ult}/3=150 \text{ kPa}=1,5 \text{ kg/cm}^2$$

bulunmaktadır. Bu tabakaya, kaya dolgu tabakasından gelecek 85 kPa kadar ek gerilmelerin güvenle taşınabileceği görülmektedir.

Bunun yanında, kaya dolgu tabakasından zemine aktarılabilecek düşey uniform gerilme altında zemin kesitinde bazı oturmalar olması da beklenmektedir.

Bu oturmaların hesaplanmasında, ani oturmalar için

$$\Delta H_{ani}=q_0 B' (1-\mu^2) I_F I_s / E_s$$

eşitliği kullanılmalıdır. Kaba daneli zeminde konsolidasyon oturması olmayacaktır.

Bu değerlendirmede dolgu tabakası genişliği  $B'=10.00$  m varsayılarak, deniz tabanındaki uniform yük  $q_0=\Delta q=85$  kPa kabulleri kullanılmıştır. Buna göre, oluşacak oturma yükün en çok olduğu yerde bile

$$\Delta H_{ani}=85 \times 10 (1-0,0484) 0,90 \times 0,04 / 10000$$

$$\Delta H_{ani}=0,003 \text{ m}$$

bulunmaktadır.

En kalın yerindeki dolgu yükü altında oluşacak oturmaların

$$\Delta H=0,003 \text{ m} \approx 0,3 \text{ cm}$$

kadar olacağı anlaşılmaktadır.

Özetle, yapılması düşünülen dolgu yüklerinin yaratacağı toplam oturmalar kabul edilebilir sınırlar içinde kalacaktır.

Buna göre tasarlanan dolgu için yapılacak kaya dolgu deniz tabanında gerekirse yapılacak bir sıyırmadan sonra ya da doğrudan doğruya Balçık Tabakası içinde batması kabul edilerek Kum Tabakası'nın üzerine yerleştirilirse oluşacak toplam oturmalar 3 mm dolayında olacaktır.

Dolgu yapılacak alanda Kum Tabakası ile yalnızca güney kesimde karşılaşılacaktır ve buradaki kalınlığı en yüksek yerinde 1,00 m'ye ulaşmaktadır. Bu tabakanın üzerinde, yarısı su altında kalmak üzere 6,50 m kalınlığında bir dolgu yükü olacağından, bugünküne göre daha da sıkışacağı ve deprem yüklerinden etkilenmeden önce efektif gerilmesinin de yüksek olacağı göz önüne alındığında, dolgunun olası bir sıvılaşmadan etkilenmesi beklenmemektedir.

Dolgu için yapılacak trapezoidal kesitli kaya dolgunun, üzerine yüklenmiş olacağı zemin ile birlikte kaymaya karşı güvenliği de irdelenmeyi gerektirir. Ancak, alttaki kaya kesitinin yüksek kayma dayanımı ve kum tabakasının inceliğinin yanında, dolgunun düşey bir yapı ile tutulacak olması da böyle bir olasılığa karşı duragan koşullar için Güvenlik Katsayısı'nın,  $G_s > 2,0$  olacağını kuşkusuz kılmaktadır.

**Rıhtım:** Rıhtım yanal yüklü kazıklı perdelerle, keson birimlerle ya da betonarme ağırlık yapıları ile yapılabilecektir. Kazıklı uygulamalar aşağıda iskele için yapılan değerlendirme ışığında ele alınabilir. Keson ya da betonarme ağırlık yapıları zemin/kaya kesitine taşıtılacaktır ve kayda değer bir düşey ve yanal yer değiştirmeden etkilenmemesi gerekmektedir.

Bu yapılar bulunduğu yerde Balçık Tabakası'na taşıtılamaz. Bu birimler yerleştirilmeden önce bu



MARINE  
STRUCTURES  
DESIGN

**MSD**

Deniz Yapıları Mühendislik  
Proje ve Danışmanlık Ltd. Şti.  
Atatürk Bulvarı, 160/9, Kavaklıdere, Ankara  
Tel: (312) 427 9510 Faks: (312) 427 9511  
Hitit Vergi Dairesi: 809 036 8556

**BODRUM YOLCU LIMANI**  
**İŞLETMENLERİ A.Ş.**  
Nergiz Sok. No: 10/12 Çankaya/ANKARA  
Tel: (0 312) 426 92 86 (4 Hat) Faks: 427 73 34  
Hitit V.D. 178 056 4234

Bodrum Yolcu Limanı İşletmeleri A.Ş. \*DLH İnşaatı Genel Müdürlüğü \* Bodrum Feribot İskelesi \*Deniz Tabanı Zemin İncelemesi 17

tabakanın yerinden kaldırılması zorunludur. Yine bu birimler bulunduğu yerlerde, rıhtımın güney üçte birinde deniz tabanında yer alan Kum Tabakası'na yerleştirilebilir. Bu tabakanın taşıma gücü yeterli ve oturması sınırlı olduğundan uygun bir taşıyıcı işlevi görmesi beklenebilir. Ancak, anılan yapı yükleri altında daha da sıkışması sonrasında sıvılaşma eğilimi azalacak ta olsa aynı tabakanın açığa doğru eğimli deniz tabanında sıvılaşacak kesiminde ortaya çıkacak yayılma (spreading) sürecinden az da olsa etkilenmesi sakıncası hep olacaktır. Bu nedenle, bu yapıların, bulunduğu yerde kum ince tabakası da sınırlı olarak ayrılmış kayaya oturtulması yerinde olacaktır. Bu durumda, ayrılmış kaya için kabul edilen geoteknik parametreler ve  $B=3,00$  m varsayılan taban genişliğine göre Güvenli Taşıma Gücü,

$$q_{ult} = 70 \times 9,6 \times 1 + 0,5 \times 11 \times 3 \times 1,2 \times 1 = 691,8 \text{ kPa}$$

ve

$$q_{all} = q_{ult}/3 = 230 \text{ kPa} = 2,3 \text{ kg/cm}^2$$

bulunmaktadır. Bu tabakaya, betonarme ağırlık yapılarından gelecek en çok 128 kPa kadar ek gerilmelerin güvenle taşınabileceği görülmektedir.

Bu gerilmeler altında ayrılmış kaya tabakası ve anakayada ortaya çıkacak oturmalar da 1 cm'i aşmayacak genlikte olacaktır.

**İskele:** İskele kazıklı temellere taşınacaktır. Bu kazıklar daha çok uç kazığı türü olacaktır ve hesap ve tasarımlarında, akışkan Balçık ve sıvılaşabilir Kum Tabakaları'ndan alınacak sürtünme direncinin yok sayılması; kayadan uç direnci göz önüne alınmalıdır. Çekme gerilmelerine ilişkin değerlendirmelerde ise ayrılmış kaya ve anakaya tabakalarından sürtünme direnci alınması söz konusu olacaktır.

Kazıkların eklemeli prefabrik beton kazık yerine, yerinde delme-dökme betonarme kazık olması doğru olur. Bunun için, ucu açık çelik borular çakılarak ve bunların içlerine yerinde dökülecek donatılı betonla ya da çakma güçlüğü yaşanan yerlerde delinerek kayaya soketlenmiş betonarme kazık (ya da bunların karışımı ile) imal edilmelidir.

Kazıkların boyları, kaya tabakasının yerel değişimlerine, kazık çapına ve çakma donanımına, daha da önemlisi amaçlanan Taşıma Kapasitesi'nin büyüklüğüne bağlıdır. Bu nedenle, kazık boyu, çelik boru kazıkların servis yükü ve refü değerleri, uygulama projelerinin hazırlanması sırasında yapılacak çakma deneyleri ile de irdelenmelidir. Ancak, kazıkların kaya içinde yeterince ilerlememesi durumunda bazı sorunların yaşanabileceği de açıktır. Bu nedenle, kazıkların ayrılmış kaya ve anakaya içinde en az 3D kadar ilerlemesi sağlanmalıdır.

Bu noktada anakayanın kazık çakılması işlemine çok değişken tepki vereceği göz önünde bulundurulmalıdır. Anakaya'nın bir yaban flišinden oluşması, içinde olistolitik bloklar bulunması ve matriksinin hafifçe şistleşmiş olması hep boru çakılmasına karşı azıktan kazığa ve her bir kazığın kendi içinde farklı dirençlerle karşılaşılmasına neden olacaktır. Nitekim, süreksizliklerin etkisi dışında derlenmiş olan Nokta Yükleme Direnci değerlerinin bile 3-12 MPa arasında değişiyor oluşu kaya ortamının boru cidarının bir anlamda noktasal yük altında birbirinden dört kat farklı yüklerle ancak yenilebileceğini ortaya koymaktadır. Buna, kaya kütlelerinin içindeki tabaka, şistsellik ve farklı litolojide blokların sınırları gibi süreksizliklerin boru cidarına karşı konumundaki değişkenlikler de eklendiğinde Anakaya'nın çakmaya karşı çok geniş bir aralıkta tepki vereceği görülmektedir. Veriler, bazı kazıklar ve bazı düzeylerde çelik boru çakmanın olanaksız ve delmenin zorunlu olacağını göstermektedir. Bunun oranı öznel bir değerlendirme ile %30 dolayında öngörülebilir.

Boru çakma ya da delme işlemi Anakaya'nın önceki bölümde yapılan analizle önerilen toplu kayma dayanımı değerlerini göstermez.



MARINE  
STRUCTURES  
DESIGN

**MSD**

Deniz Yapıları Mühendislik  
Proje ve Danışmanlık Ltd. Şti.  
Atatürk Bulvarı, 160/9. Kavaklıdere, Ankara  
Tel: (312) 427 9510 Faks: (312) 427 9511  
Hitit Cad. Dairesi 609 036 8556

**BODRUM YOLCU LİMANI  
İŞLETMELERİ A.Ş.**  
Nergiz Sok. No: 10/12 Çankaya/ANKARA  
Tel: (0 312) 426 92 85 (4 Hat) Fax: 427 73 34  
Hitit V.D. 178 056 4234

Ayrışmış anakaya zemin benzeri kabul edilerek değerlendirildiğinde, birim hacim ağırlığı  $\gamma_n=21,00 \text{ kN/m}^3$ , drenajsız kohezyon  $c_u=70 \text{ kPa}$  ve drenajsız içsel sürtünme açısı  $\Phi_u=10^\circ$ , çelik boru/zemin için  $\delta=20^\circ$ , AKO=20 ve ayrışmış anakaya kalınlığı ortalama 2,00 m varsayıldığında bu aralıktaki kazık birim sürtünme direnci değeri,

$$q_s = \alpha \times c + q \times K \times \tan \delta \quad \text{ve} \quad K = (1 - \sin \Phi) \sqrt{AKO}$$

$$K = (1 - \sin 10^\circ) \sqrt{20} = 3,7$$

$$q_s = 0,50 \times 70 + 11 \times 3,7 \times \tan 20^\circ$$

$$q_s = 49,8 \text{ kPa (5,0 t/m}^2\text{)}$$

hesaplanmaktadır.

Anakaya içinde ise, kazığın anakaya 5 m girdiği ve birim hacim ağırlığı  $\gamma_n=25,00 \text{ kN/m}^3$ , drenajsız kohezyon  $c_u=57 \text{ kPa}$  ve drenajsız içsel sürtünme açısı  $\Phi_u=42^\circ$ , çelik boru/kaya için  $\delta=20^\circ$ , AKO=20 varsayıldığında tabakanın 0.-5. m'leri arasında ortasındaki efektif gerilme  $q=60 \text{ kPa}$  kabulleri ile<sup>17</sup> Anakaya içinde bu aralıktaki kazık birim sürtünme direnci değeri,

$$q_s = \alpha \times c + q \times K \times \tan \delta \quad \text{ve} \quad K = (1 - \sin \Phi) \sqrt{AKO}$$

$$K = (1 - \sin 42^\circ) \sqrt{20} = 1,48$$

$$q_s = 0,50 \times 57 + 60 \times 1,48 \times \tan 20^\circ$$

$$q_s = 60,8 \text{ kPa (6,1 t/m}^2\text{)}$$

hesaplanmaktadır.

Ancak, kazık Anakaya içinde boru çakılması gerçekleştirilemeyip, bir miktar forajla delinerek soketlenecek, beton/kaya dokanağından sürtünme alınabilecek olursa, bu durumda kaya ile beton arasındaki birim sürtünme direncinin ( $\lambda$ , 200 ila 300 arasında değişen bir katsayı ve  $\sigma_c$  ise beton ve kayadan hangisinin küçük ise (burada beton) onun serbest basınç dayanımı olmak üzere)

$$q_s = \lambda \sqrt{\sigma_c} \text{ alınabileceği bildirilmektedir}^{18}. \text{ Bu koşullar için borusuz kesimde,}$$

$$q_s = 300 \times \sqrt{30000} = 51960 \text{ kPa (5196 t/m}^2\text{)}$$

bulunmaktadır. Kazığın borusuz kesimi için bu değer kullanıldığında önemli bir direnç elde edilebilir.

Ne var ki, Anakaya içinde sonlanacak bir kazığın uç kazığı niteliği taşıyacağı ve yalnızca uç direncinin göz önünde tutulması önerilmektedir<sup>19</sup>. Birand, "Uç kazıklarının uçları sert bir taşıyıcı zemin içine tesbit olunur. Genellikle bu taban zemininin taşıma gücü kazığın yapıldığı malzemenin basınç mukavemetinin üzerindedir. Bu nedenle bir uç kazığının toplam taşıma gücü kazığın yapısal kesit direncine eşittir." demektedir. Nitekim Anakaya içindeki kazık uç direncinin, (Taşıma Gücü Çarpanları Meyerhof(1976)'ya göre seçilerek<sup>20</sup>) en az

$$q_{u\text{ç}} = A_{u\text{ç}} \times (c N_c' + d_c s_c + q N_q' + d_q s_q + 0,5 \gamma B N_\gamma + d_\gamma s_\gamma)$$

$$q_{u\text{ç}} > A_{u\text{ç}} \times 150000 \text{ kPa (> } A_{u\text{ç}} \times 15000 \text{ t/m}^2\text{)}$$

alınabileceği hesaplanmaktadır. Bu değer, kazığın kendi ayanımı olarak dikkate alınmasının gereği açıktır.

**Bu değerler bir Güvenlik Katsayısı'na bölünmemiş değerlerdir. Kazık taşıma gücü hesaplanırken uygun katsayının ( $G_s=2,5$  alınması salık verilebilir) kullanılması gerekmektedir.**

Buna göre, kazıkların sıvılaşabilir olduğu görülen Kum Tabakası yok sayılıp, Ayrışmış Anakaya

<sup>17</sup> Önceki sayfadaki dipnotlar burada da geçerlidir.

<sup>18</sup> Canadian Geotechnical Society, 1985, Canadian Foundation Engineering Manual, 2nd edition

<sup>19</sup> Birand, A., 2001, Kazıklı Temeller, Teknik Yayınevi, Ankara

<sup>20</sup> Bowles, J.E., 1988, Foundation Analysis and Design, Mc Graw Hills, Şekil 16-14

Bodrum Yolcu Limanı İşletmeleri A.Ş. \*DLH İnşaatı Genel Müdürlüğü \* Bodrum Feribot İskelesi \*Deniz Tabanı Zemin İncelemesi 19

Tabakası ve Anakaya içine yeterli yanıl yük alabileceği kadar sokulması ve kaya tabakasından uç direnci alacak şekilde tasarlanması gerekir.

Bu kazıkların tasarımında,

Yatay Yatak katsayısı,	Ayrılmış Anakaya'da	$k_h = 30 \text{ MN/m}^3$
Yatay Yatak Katsayısı <sup>21</sup> ,	Anakaya'da	$k_h = 24000 \text{ MN/m}^3$
Düşey Yatak Katsayısı,	Anakaya'da	$k_v = 18000 \text{ MN/m}^3$

alınabilecektir.

Gerek güvenli toplam taşıma gücü ve gerekse oturma değerleri proje tercihleri belli olduktan sonra seçilen kazık çapı, malzemesi ve boyuna göre hesaplanmalıdır.

<sup>21</sup>Bowles, J.E., 1988, Foundation Analysis and Design, Mc Graw Hills, Tablo.9-1 ve Tablo.16-4 (Rapor'un sonunda EK.III'te kopyası yer almaktadır.)



MARINE  
STRUCTURES  
DESIGN

**MSD**

Deniz Yapıları Mühendislik  
Proje ve Danışmanlık Ltd. Şti.  
Atatürk Bulvarı, 169/9 Kavaklıdere, Ankara  
Tel: (312) 427 9510 Faks (312) 427 9511  
Hitit Yerel Dairesi 609 036 2556

**BODRUM YOLCU LIMANI**  
**İŞLETMELERİ A.Ş.**  
Nergiz Sok. No: 10/12 Çankaya/ANKARA  
Tel: (0 312) 426 92 86 (4 Hat) Fax: 427 73 34  
Hitit V.D. 178 056 4234

**İÇİNDEKİLER**

- I GİRİŞ
- II JEOLOJİ ORTAMI
  - II.1. Bölgesel Jeoloji
  - II.2. İnceleme Alanının Jeolojisi
- III YAPILAN İNCELEME ÇALIŞMALARI
- IV ZEMİN KOŞULLARI
- V DEPREMSELLİK
  - V.1. Deprem Riski
  - V.2. Zemin Dinamiği
- VI GEOTEKNİK DEĞERLENDİRME
  - VI.1. Zemin Kesitinin Değerlendirilmesi
  - VI.2. Tasarlanan Yapılanma
  - VI.3. Yapılacak Yapıların Geoteknik Değerlendirmesi
- VII SONUÇLAR

**ÇİZELGELER**

- Çizelge.I : Yapılan Araştırma Sondajı Verileri
- Çizelge.II : Laboratuvar Deney Sonuçları
- Çizelge.III : Zemin Tabakalarının Geoteknik Parametreleri
- Çizelge.IV : Değişik Yapı Ömürleri İçin Değişik Magnitüdü Depremlerin Olma Riski
- Çizelge.V : Sıvılaşma Sakıncası Değerlendirmesi

**EKLER**

- EK.I : Sondaj Logları
- EK.II : Laboratuvar Deney Sonuçları

**ŞEKİLLER**

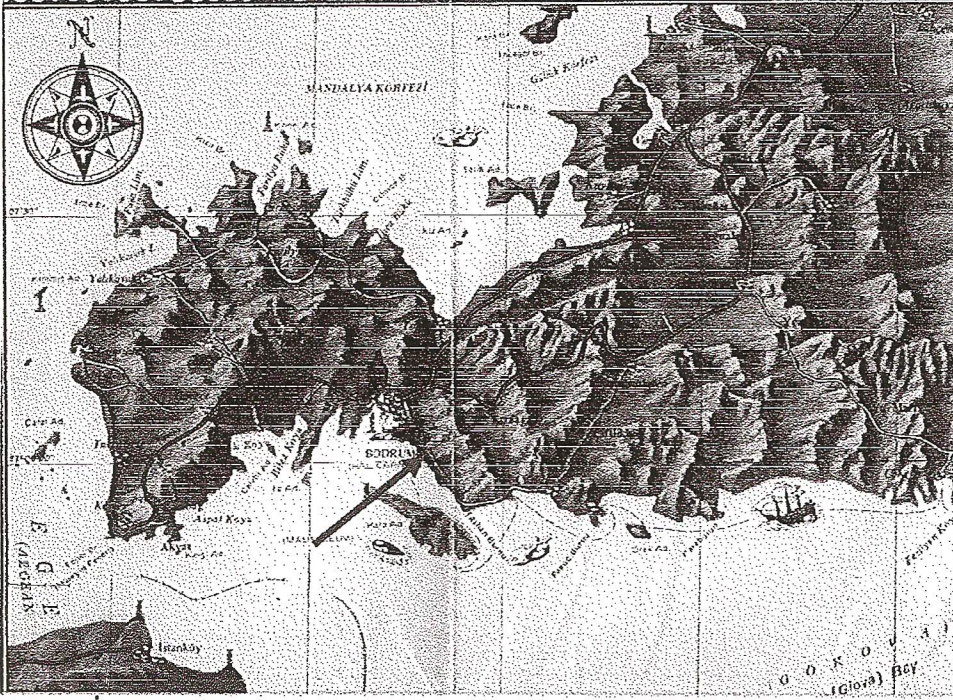
- Şekil.1 : İnceleme Alanının Yeri
- Şekil.2 : Bölgesel Jeoloji Haritası
- Şekil.3 : Yapılacak Yapılar ve Sondaj Yerleri
- Şekil.4-5 : Zemin Kesitleri
- Şekil.7 : Bölgenin Depremselligi

## I. GİRİŞ

Muğla, Bodrum'da, kentin doğu kesiminde İçmeler Mevkii'nde deniz kıyısında (Şekil.1) yapılacak yeni bir feribot iskelesi yerinde, deniz tabanında sondajlı bir zemin incelemesi yapılmıştır.

TC Ulaştırma Bakanlığı, "Demiryolları, Limanlar ve Hava Meydanları İnşaatı Genel Müdürlüğü"nce yaptırılacak olan bu iskelenin yeri, güney Ege kıyısında, Bodrum'un 0,5 km kadar doğusundaki Tersaneler Mevkii'nde bulunmaktadır.

Burada, kıyıya dik olarak GB yönünde uzanan dar ve sarp kayalık bir sırt uzanmaktadır. Bu sırtın uzantısının deniz tabanında da izlenebildiği görülmekte ve deniz tabanının eğimi başlangıçta yüksek, açığa doğru azalmaktadır (Şekil.2).



Şekil.1 : İnceleme Alanının Yeri

İnceleme alanında sözü edilen sırtın önünde kıyı boyunca bir dolgu ve bunun önünde bir rıhtım yapılacak BGB'ya doğru da bir iskele inşa edilecektir.

Söz konusu deniz yapılarının yapılacağı yerde deniz tabanında bir zemin araştırması yapılarak zemin koşullarının belirlenmesi, yapılacak yapıların zemin ile duragan ve deprem koşullarındaki ilişkilerinin değerlendirilmesi ve yapıların tasarımında kullanılacak parametrelerin önerilmesi istenmiştir.

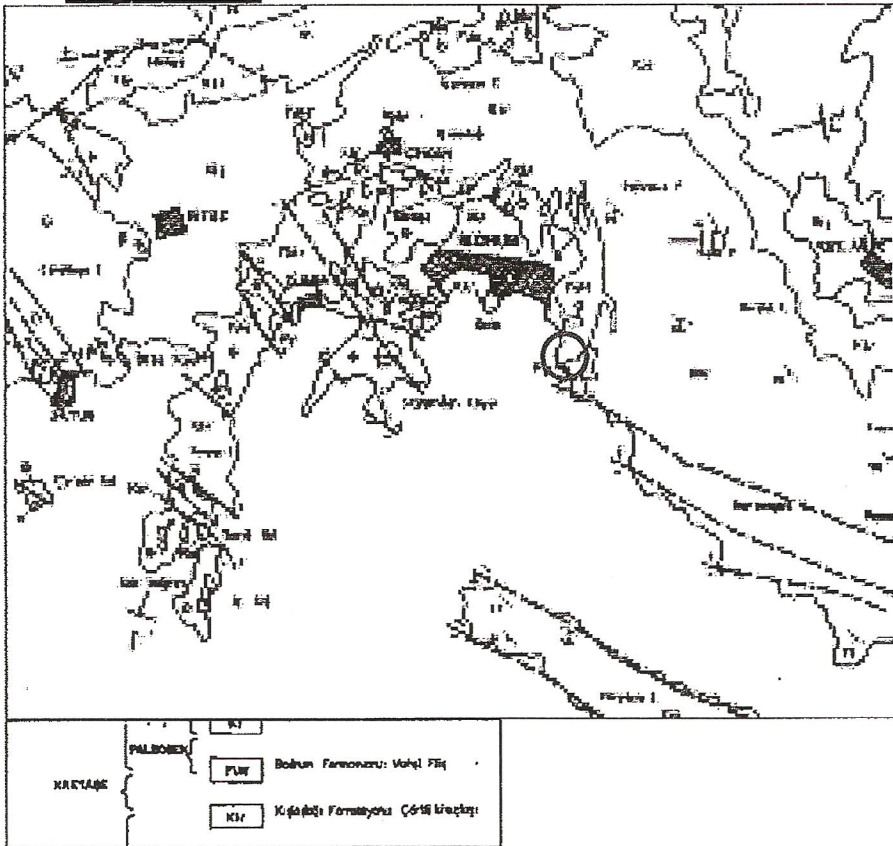
Çalışma Bodrum Yolcu Limanı İşletmeleri AŞ adına yapılmıştır.  
Çalışmada İşveren tarafından sağlanan koordinat ve batimetri verileri kullanılmıştır.  
İnceleme kapsamında, tasarlanan dolgu, rıhtım ve iskele yerlerinde zemin araştırma sondajları yapılmış; sondajlar sırasında zemin ve kaya kesiti tanımlanmış; yerinde deneyler yapılmış; alınan zemin ve kaya örneklerinin üzerinde laboratuarda zemin ve kaya mekaniği deneyleri yapılmıştır. Bu yolla derlenen veriler bu Rapor'da sergilenmekte ve değerlendirilmektedir.  
Çalışma Jeoloji Yüksek Mühendisi Tahir ÖNGÜR tarafından yönetilmiş ve raporu hazırlanmıştır. Laboratuvar deneyleri, İstanbul'da ZEMAR Zemin Araştırma ve Test Laboratuvarı'nda yapılmıştır. Saha çalışmaları, Jeoloji Mühendisi Can AKIN tarafından yürütülmüştür. Rapor'daki şekilleri Jeoloji Yüksek Mühendisi Merih ÖZALTIN çizmiştir.



## II. JEOLJİ ORTAMI

İnceleme alanı, Muğla'nın GB'sında, Bodrum Yarımadası'nda, Bodrum kentinin doğu kenarında yer almaktadır. Bu kıyı, Yarımada'nın güneyindeki dik ve yaban fişten oluşan kaya birimlerinin yamaçlarının önünde bulunmaktadır.

### II.1. Bölgesel Jeoloji



Şekil. 2 : Bodrum ve Çevresinin Jeoloji Haritası ([http://www.mta.gov.tr/mta\\_web/kutuphane/mtadergi/97-98\\_2.pdf](http://www.mta.gov.tr/mta_web/kutuphane/mtadergi/97-98_2.pdf)'den)

Bodrum Yarımadası'nın güneydoğu kesimi Mesozoyik Kretase yaşlı Kışladağı Formasyonu kayalarından kuruludur.

Bu birim esas olarak gri renkli, ince tabakalı, çört bant ve yumrulu bir kireçtaşıdır. Bazı düzeyleri mamlıdır. Tabakaları düzenli ve kavkı kırıntılıdır.

Birim oldukça kalın ve yaygındır. Bodrum Körfezi'nin doğu kıyısının tamamında ve Karaada'da bu birim yüzeylenmektedir. Kalınlığının 1000 m'ye yakın olduğu bilinmektedir. Çok kırıklı ve erime boşlukludur.

Yarımada'nın bu kesiminin, deniz kıyısına koşut bir takım faylarla kesildiği de bilinmektedir. Bu faylar Karaada'dakilerle birlikte bir horst-graben sistemi oluşturan çekim faylarıdır. Bunlar, kuzeybatı-güneydoğu uzanımlı ve güneybatı yanlarında düşen bloğun yer aldığı yarılımlardır. Üzerlerinde yer yer fay breşleri görülebilmektedir.

İnceleme alanının yer aldığı Tersane Mevkii, İçmeler yöresi ise, kıyı boyunca Kışladağı Formasyonu'nu örten ve yaban filiş niteliğindeki Bodrum Formasyonu üzerinde bulunmaktadır. Bu birim Ercan vö(1990) tarafından aşağıdaki şekilde tanımlanmaktadır:

"*Bodrum formasyonu (Fükr)*. Değişik litoloji ve boyutlarda konglomera, kumtaşı, miltaşı, silttaşı aralanmaları şeklinde olup, alt düzeylerde breşik zonlar izlenir, içinde çakıltı iriliğinden büyük olistolitlere kadar değişen boyda ekzotik kireçtaşı blokları yer alır. «Vahşi filiş» olarak nitelendirilebilir. Vahşi filiş katmanlarının stratifikasyonu büyük ölçüde bozulmuş olup, içerdikleri ekzotik bloklar kaotik matrikstedir. Bu ekzotik bloklar, daha yaşlı Pazardağı Formasyonu, Karadağ formasyonu ve Kışladağı formasyonuna ilişkin çeşitli türde kireçtaşlarıdır. İnceleme alanında N18-c3 paftasında Bodrum ilçe merkezi çevresinde, Ilıcakaya tepe yakınlarında, N18-d3 paftasında Gümüşlük köyü güneyindeki Harıplı tepe çevresinde yer alırlar. İnceleme alanında «Bodrum formasyonu» olarak adlanan bu birimler, Datça-Marmaris çevresinde Kaaden ve Metz (1954) tarafından «Karabörtlen şistleri» olarak adlanmış ve Devoniyen yaşta oldukları öne sürülmüştür. Brinkmann (1967), bu filisi «Çirkan Formasyonu» olarak adlamıştır. Bernouilli ve diğerleri de (1974) bu filisi «Karabörtlen Formasyonu» olarak adlanmış ve Marmaris-Muğla arasında yer alan Karabörtlen bucak merkezi çevresinde üst kısımlarında diyabaz, radyolarit, gnays, kuvarsit ve glaukofan şist blokları da içerdiğini belirtmişlerdir.

Vahşi filiş çökelleri yer yer, Kışladağı formasyonu çörtlü kireçtaşları üzerinde 2-3 m kalınlıkta, çört ve kireçtaşı çakıllarından oluşan bir breşik zon ile diskordan olarak başlarlar. Bu breşik zon, Bernouilli ve diğerleri (1974) tarafından «Sırma breşi» olarak adlanmış, Ege Denizinde Sırma adasında 10 m kalınlıkta olduğu, olasılıkla filiş sedimantasyonunun başlangıcını izleyen tektonik hareketin başlatmış olduğu denizaltı çamur akıntıları ile oluştuğu öne sürülmüştür." İnceleme alanında 300 m kalınlığa erişen Bodrum formasyonu içinde yer yer de pembe renkli kireçtaşı düzeyleri saptanmış olup, içlerinde *Radiolites angeoides* (Piç. de Lap) fosili bulunmuştur ve bu tür Üst Kretase (Kampaniyen) yaşını vermektedir. Ayrıca Köyceğiz yakınlarında yine aynı kireçtaşı düzeylerinde Bernouilli ve diğerleri (1974) tarafından başka fosiller de bulunmuş ve Kampaniyen-Mestrihtiyen (Üst Kretase) yaşlı oldukları saptanmıştır. Vahşi filiş çökel topluluğu bu fosilli kireçtaşı düzeyleri üzerinde de bir miktar devam ettiğinden, tüm birimin yaşı Üst Kretase-Paleosen olmalıdır. Vahşi filiş birimleri Datça yarımadasında Üst Kretase-Alt Eosen yaşlıdır ve Orombelli ve diğerleri (1967) tarafından «Datça filisi» olarak adlandırılmıştır. İnceleme alanı dışında, özellikle Datça ve Köyceğiz çevresinde bu formasyon üzerinde diyabaz napları yer almaktadır (Rossi, 1966; Bernouilli ve diğerleri, 1974).

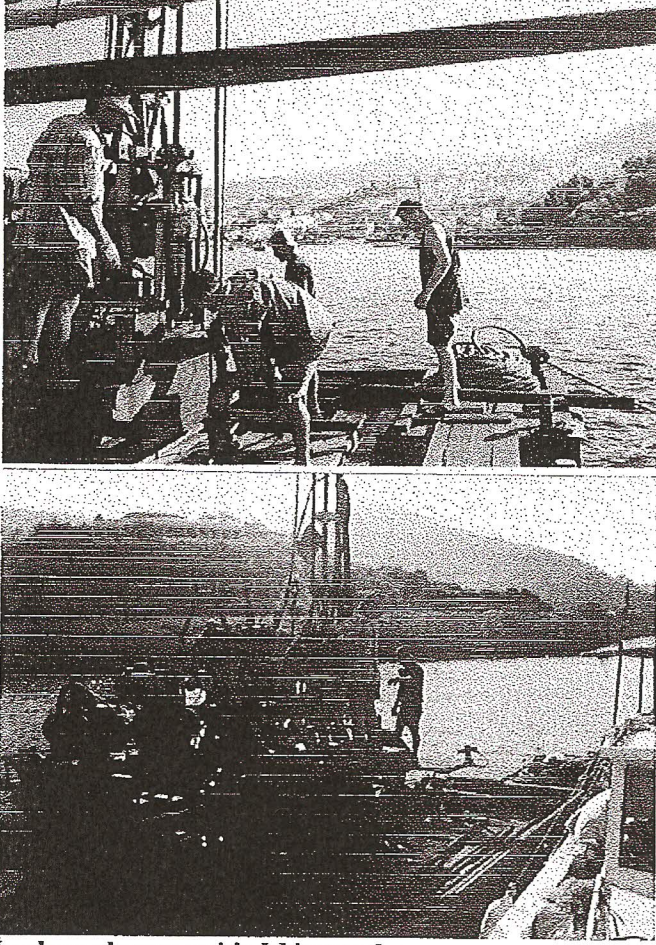
Kilometreler boyunca devam eden diyabaz naplarının kalınlıkları 300 metreyi aşmamakta olup, vahşi filisin birikme havzasına yerleşmeleri olasılıkla Alt Eosende meydana gelmiştir (Rossi, 1966)."<sup>1</sup>

Bu özellikleri ile, inceleme alanımızda kıyıda yüzeyleyip deniz tabanında da Anakayayı oluşturan Bodrum Formasyonu tabakalarının farklı litolojilerden kurulu heterojen nitelikte olduğu söylenebilir. İçinde farklı litolojik ve fiziksel özelliklere sahip tabakalar aralanabildiği gibi, bunlarla bloklar ya da mercekler biçiminde de karşılaşılabilir. Birimin bütünü hafifçe başkalaşmış ve az gelişmiş bir şistsellik kazanmıştır. Yer yer karşılaşılan ilksel tabaka süreksizliklerinin yanında zayıf şistsellikten de bazı süreksizlik ya da zayıflık yüzeyleri edinilmiştir.

<sup>1</sup> Ercan, T., Günay, E. ve Türkecan, A., 1982, Bodrum Yarımadasının Jeolojisi, MTADerg., 97-98, syf 21-33

## **II.2. İnceleme Alanının Jeolojisi**

İnceleme alanında yapılan sondajlarda Bodrum Formasyonu içinde yer aldığı anlaşılan volkanik kayalar ve kumtaşı-silttaşı gibi tortul kayalara ilişkin tabakalar kesilmiştir. Volkanik kaya olarak tanımlanan litolojilerin Ercan vö(1982)'nin andıkları diyabazlar olduğu anlaşılmaktadır.



**İnceleme alanı ve gerisindeki yamaçlar**

### III. YAPILAN İNCELEME ÇALIŞMALARI

Çalışma kapsamında, iskelenin kurulacağı alanda yapılacak rıhtım hattı ve iskele eksenindeki zemin kesitini aydınlatmaya yönelik incelemeler yapılmıştır.

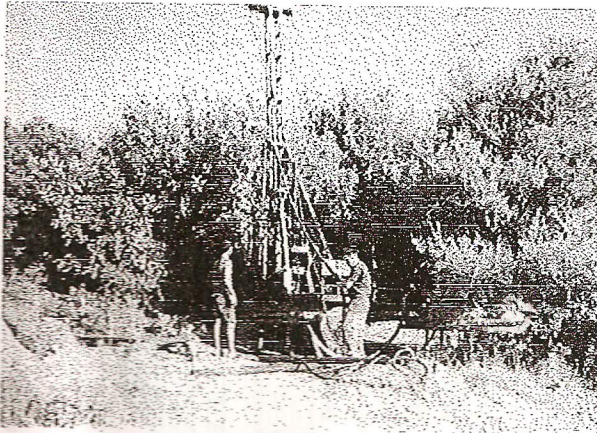
Şekil.3'te, tasarlanan yapılar ve yapılan sondajların yerleri gösterilmektedir.

Görülebileceği gibi, yapımı planlanan iskelenin yerinde, 7; rıhtım yerlerinde 5 olmak üzere, deniz tabanında toplam 12 yerde, 3,50-24,50 m arasındaki su derinliklerinde ve karada da bir yerde olmak üzere toplam 116,75 m derinlikli araştırma sondajı yapılmıştır. Sondajlar sırasında zemin ve kaya kesiti tanımlanmış; zemin tabakalarında SPT deneyleri yapılmış; örselenmiş zemin örnekleri alınmış; kaya tabakalarında sürekli karot alınmış; karot örnekleri üzerinde TCR, SCR ve RQD değerleri ölçülmüştür.

Deniz tabanı ve karada yapılan zemin inceleme sondajlarına ilişkin loglar EK.I'de sergilenmektedir. Sondajlarla ilgili bilgiler, ayrıca aşağıdaki Çizelge.I'de de özetlenmektedir.

Çizelge.I : Yapılan Araştırma Sondajı Verileri

Sondaj No.	Ağız Kotu(m)	Derinliği(m)	Bitiş Kotu(m)	Koordinatlar	
SK1		15,00		539301	4099481
SD1	- 24,50	10,00	-34,50	538804	4099427
SD2	- 22,50	8,50	-31,00	538895	4099467
SD3	- 19,80	9,20	-29,00	538941	4099502
SD4	- 15,60	10,40	-26,00	539000	4099519
SD5	- 8,35	8,65	-17,00	539062	4099541
SD6	- 5,00	7,00	-12,00	539074	4099590
SD7	- 5,20	5,80	-11,00	539105	4099619
SD8	- 4,40	6,10	-10,50	539113	4099502
SD9	- 3,70	5,30	- 9,00	539148	4099437
SD10	- 3,50	6,00	- 9,50	539212	4099394
SD11	- 12,00	11,60	-23,60	539028	4099524
SD12	- 23,00	13,20	-36,20	538870	4099466
Toplam		116,75			



Bu sondajlardan derlenen bilgiler kullanılarak sahadaki zemin kesitini temsil edecek şekilde hazırlanan kesitler ise Şekil.4-5'te sergilenmektedir. Sondajlar sırasında alınmış ve tümü kaba daneli zeminlerden kurulu olan örneklerden seçilen 9 örselenmiş zemin ve 17 kaya karot örneği üzerinde laboratuvarında çeşitli zemin ve kaya mekaniği deneyleri yapılmıştır. Bu deney sonuçlarını sergileyen raporlar ekte sunulmakta (EK.II) ve bu sonuçlar Çizelge.II'de de özetlenmektedir. Bu kapsamda, 8 örneğin Dane Boyu Dağılımı; 2 örneğin Atterberg Limitleri; 17 örneğin de Nokta Yükleme İndisi değerleri belirlenmiştir.



# ZEMİN ARAŞTIRMA VE TEST LABORATUVARI

Form No: KY-FR-48

Müşteri Adı/Ünvanı : GEOSAN A.Ş.  
Num.Alındığı Yer : BODRUM İSKELE  
Lab.Proje No : PR 05-2157  
Deney Rapor Tarihi : 08.09.2005

## PROJE TOPLU SONUÇLARI

No	Sondaj No	Derinlik (m)	% Dağılımı		Atterberg Limitleri			Özgül Ağırlık	Tabii Birim Ağırlık $\gamma_n$	Su Muh. W(n) %	Permeabilite Testi K(*) $\text{cm}^2/\text{sn}$	Serbest Basınç q(u) $\text{kg}/\text{cm}^2$	Üç Eksenli Kesme C $\phi$	Direkt Kesme C $\phi$	Proktor Deneyi		Konsolidasyon	Sıkışma indisi Cc	Hidrometre	Nokta Yükleme indisi $I_{s-60}$ MPa	
			+4 %	-200 %	LL %	PL %	PI %								Max su iç. KBHA $\gamma_{max}$	Opt. su iç. W(opt)					e(*)
SPT1	SD1	29,00 m	4,95	68,57																	
SPT2	SD1	30,50 m			35	12	23														11,45
Karot	SD1	34,00 m																			
SPT1	SD2	26,20 m	8,91	31,89																	
Karot	SD2	30,00 m																			7,04
SPT2	SD3	24,55 m	25,80	24,40	31	27	4														6,69
Karot	SD4	25,00 m																			
SPT2	SD5	11,60 m	5,43	19,71																	4,87
Karot	SD5	15,00 m																			6,62
Karot	SD6	11,00 m																			7,6
Karot	SD7	11,00 m																			8,78
Karot	SD8	9,00 m																			5,97
SPT1	SD9	3,85 m	35,49	11,05																	
Karot	SD9	8,00 m																			
SPT1	SD10	3,50 m	4,56	12,82																	3,77
Karot	SD10	9,00 m																			
SPT1	SD11	16,70 m	4,99	36,14																	
Karot	SD11	20,00 m																			
SPT1	SD12	26,75 m	30,95	31,30																	5,43

Not: \*Deneyler ilgili firma tarafından laboratuvarımıza teslim edilen numuneler üzerinde yapılmıştır.

\*Deneylerimiz ilgili ulusal ve uluslar arası standartlara göre yapılmaktadır.

\*Bu deney raporu laboratuvarımızın yazılı izni olmadan basılamaz ve çoğaltılamaz.

\*Original 2000 hologramları olmayan Deney Sonuç raporlarımız geçerlidir.

\* T.C. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Logosu 03.04.2003 tarih ve 42 numaralı Laboratuvar İzin Belgesi kapsamında kullanılmaktadır.

ADRES: Mahmut Şevket Paşa Mah. Şahinkaya Sok. No:13 Okmeydanı ŞİŞLİ / İSTANBUL TEL: 0 212 237 35 35 FAX: 0 212 238 28 93

Deneği Yapan

**Ümit ŞAHİN**  
Başmühür  
E-Posta No: 8956



Onaylayan

**ESKİ YALINER**  
Laboratuvar Müdürü  
Deneyi Müdürlüğü  
Sayfa No: 2078



**ZENİN ARAŞTIRMA**  
**VE TEST LABORATUVARI**



Müşteri Adı/Ünvanı : GEOSAN A.Ş.  
Num.Alındığı Yer : BODRUM İSKELE  
Lab.Proje No : PR 05-2157  
Deney Rapor Tarihi : 08.09.2005

**PROJE TOPLU**  
**SONUÇLARI**

No	Sondaj No	Derinlik (m)	Dane Dağılımı				Atterberg Limitleri			Özgül Ağırlık G <sub>s</sub>	Tabii Birim Ağırlık γ <sub>m</sub>	Su Muh. W(m) %	Permeabilite Testi K(γ) cm/sn	Serbest Basınc q(u) kg/cm <sup>2</sup>	Üç Eksenli Kesme C φ	Direkt Kesme C φ	Proktor Deneyi		Konsolidasyon	Sıkışma indisi Cc	Hidrometre	Nokta Yükleme indisi I <sub>s-90</sub> MPa
			+4 %	-200 %	LL %	PL %	P <sub>i</sub> %	SINIF(γ)	e(γ) %								n(γ) %					
Karot	SD12	31,00 m																			2,84	
Karot	SD12	34,00 m																			4,38	
Karot	SK-1	3,00 m																			6,97	
Karot	SK-1	5,00 m																			4,15	
Karot	SK-1	11,00 m																			6,2	
Karot	SK-1	13,00 m																			6,88	
Karot	SK-1	15,00 m																			9,68	

Not: \*Deneyler ilgili firma tarafından laboratuvarımıza teslim edilen numuneler üzerinde yapılmıştır.

\*Deneylerimiz ilgili ulusal ve uluslararası standartlara göre yapılmaktadır.

\*Bu deney raporu Laboratuvarımızın yazılı izni olmadan basılamaz ve çoğaltılamaz.

\*Original 2000 hologramları olmayan Deney Sonuç raporlarımız geçersizdir.

\* T.C. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı İlogosu 03.04.2003 tarih ve 42 numaralı Laboratuvar İzin Belgesi kapsamında kullanılmaktadır.

ADRES: Mahmut Şevket Paşa Mah. Şahinkaya Sok. No:13 Ckmeydan: ŞİŞLİ / İSTANBUL TEL: 0 212 237 33 39 / FAX: 0 212 238 28 92

Deneyi Yapan

**ÜMİTKANAT**  
İstanbul, Türkiye

Onaylayan

**ESGÜ YALINIR**  
Laboratuvar Müdürü Deney Müdüresi



#### IV. ZEMİN KOŞULLARI

İnceleme alanında yapılan sondajlarla 36,20 m derinliğe kadar sahadaki zemin/kaya kesiti incelenmiştir.

İnceleme alanında deniz tabanının derinliği (SD1'de) 24,50 m ile (SD10'da) 3,50 m arasında değişmektedir. Deniz tabanının kıyıya yakın kesimde, kıyıdaki topoğrafyanın uzantısı olarak daha dik ve açığa doğru düşük eğimli olduğu anlaşılmaktadır (Şekil.3).

İnceleme alanında yapılan sondajlarla, deniz tabanında -36,20 m derinliğe kadar iki ana tabakanın var olduğu görülmektedir :

- A) üstteki Güncel Çökeller ve
- B) altındaki Anakaya.

**Güncel Çökeller (A) :** Sondajların hepsinde üstte bir Balçık Tabakası (**A1**) ve yer yer de ince bir Kum Tabakası (**A2**) yer almaktadır. A1 Balçık Tabakası 1,60-5,40 m arasında kalınlıklıdır ve kıyıda görülmeyebilmektedir.. Bu tabaka, bitki kökleri ile karışık, az kumlu, koyu gri-siyah renkli, akıcı kıvamlı bir balçık niteliğindedir. A2 Kum Tabakası ise kıyıda ve açıktaki derin düzlükte bulunmakta ve aradaki su altı yamacında karşılaşmamaktadır. Bu da bitki köklü, kavkılı, az siltli ve killi, ince ve ince-orta daneli, gri renklidir.

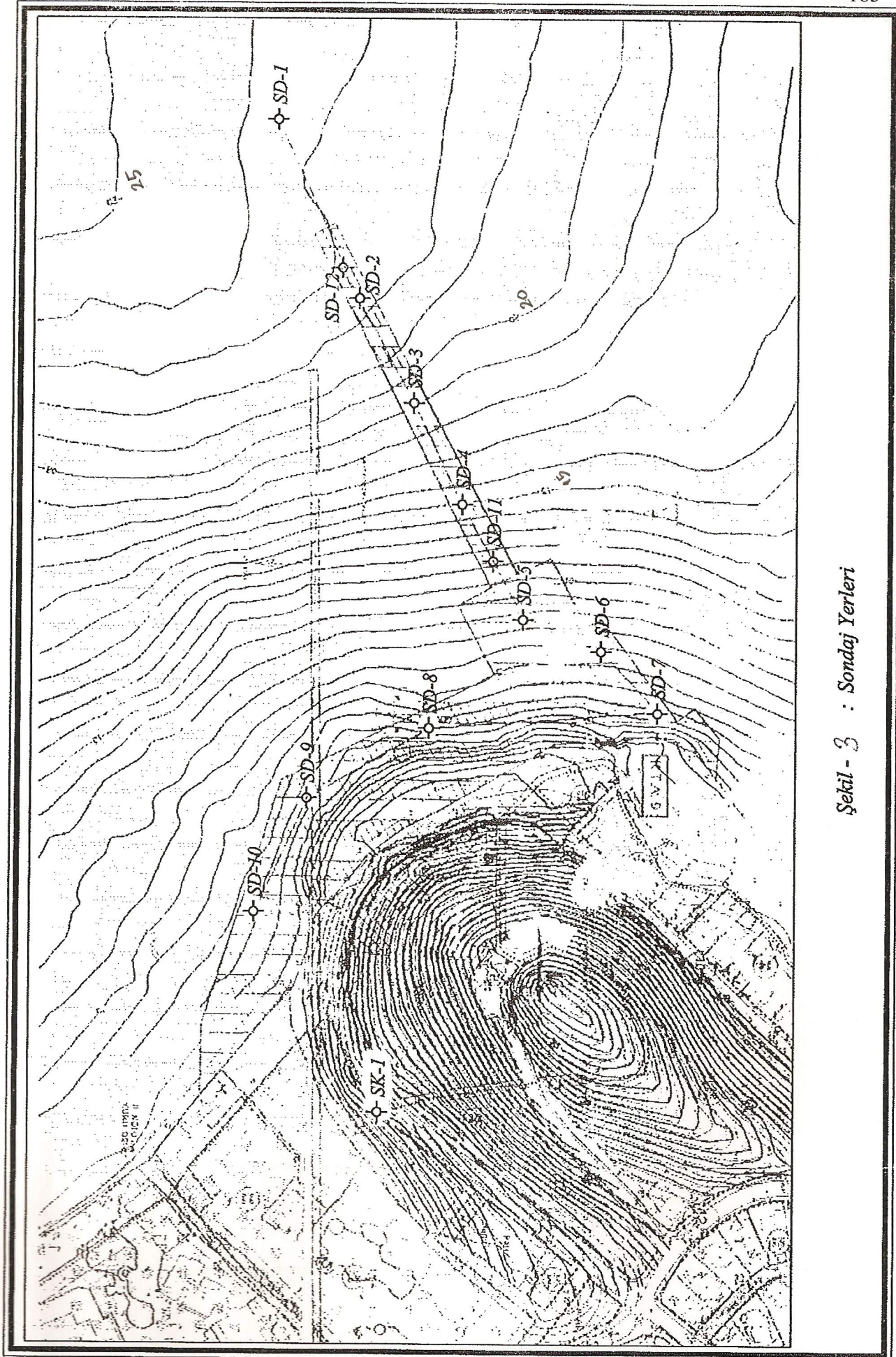
**Anakaya(B)'nin** çoğu yerde volkanik bir kayadan oluştuğu görülmektedir. Açıkta masif, seyrek çatlaklı, çatlakları silis dolgulu, koyu kahve renklidir. Kimi yerde volkanik gereçten kurulu volkanik kumtaşı ve çakıltası niteliği kazanmaktadır. Buralarda, ince orta tabakalı, zayıf çimentoludur. Yer yer de, hafifçe şistselleşmiş kumtaşı ve siltaşı niteliğinde tabakalarla ardalanmaktadır.

Anakaya'nın üst 1,00-2,50 m'lik bölümü (**B'**) aşırı derecede ayrılmış ve kil matriksli kaba daneli bir zemin niteliği kazanmıştır.

Bu birimlerde yapılmış tanımlamalar ve yerinde ve laboratuarda yapılan deney sonuçlarına göre saptanan fiziksel ve mekanik özelliklere ilişkin veriler aşağıda irdelenmektedir.

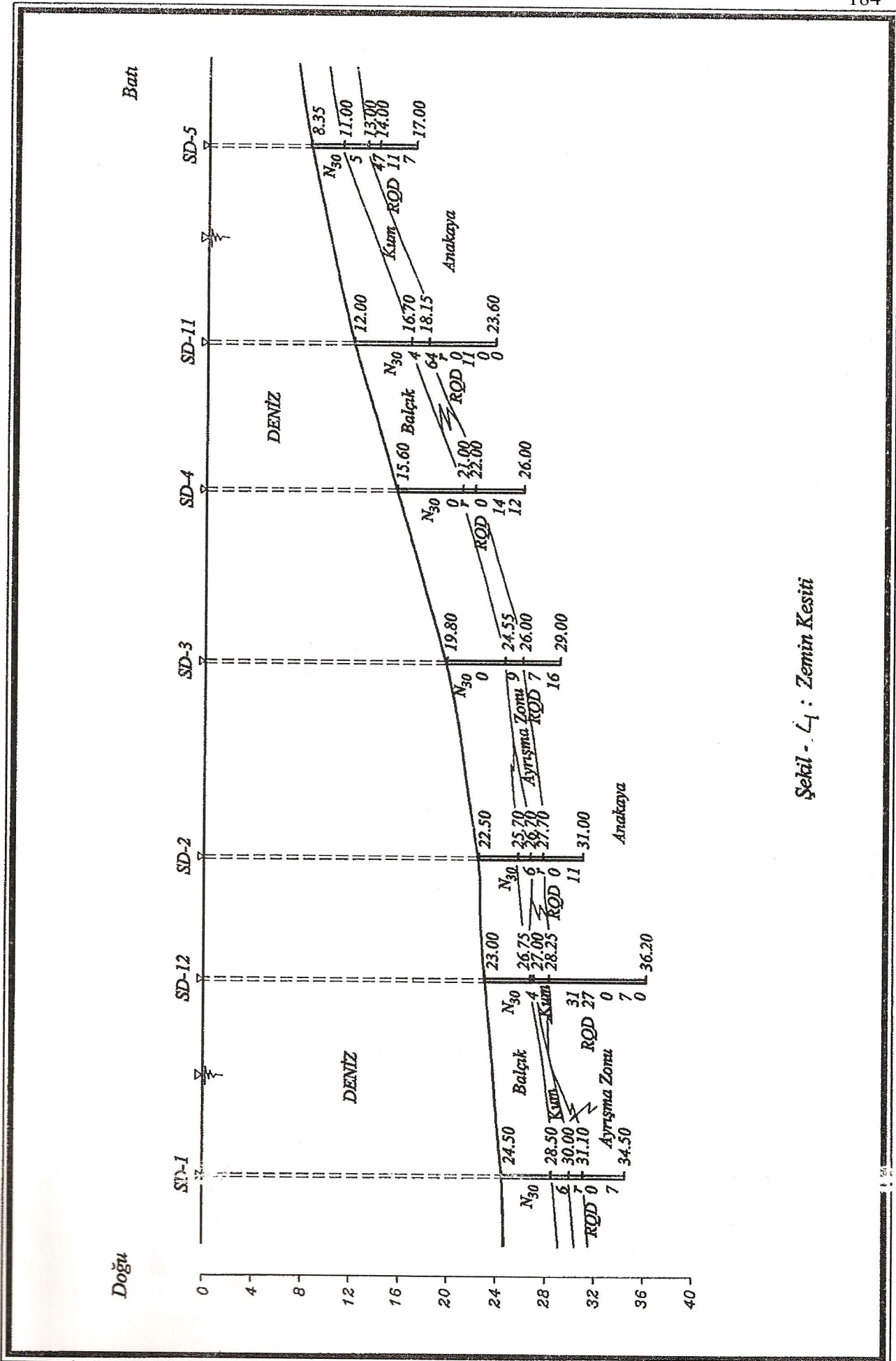
**A1 Tabakası :** Zemin kesitinin en üstünde yer alan Balçık Tabakası'dır. Delme takımı bunun içine kendi ağırlığı ile gömülmüştür.  $N_{30}=0-1$  kabul edilebilir. Mühendislik açısından yok sayılması gerekir. Yük altında elastik davranış gösteremez. Ağdalı bir akışkan gibi davranmaktadır.

**A2 Tabakası:** Zemin kesitinin en üstünde yer yer karşılaşılan bir **Kum Tabakası'dır**. Yapılan yerinde SPT deneyleri ile elde edilen değerler  $N_{30}=4-8$  arasında değişmektedir. Temsil edici değer,  $N_{30}=5$  alınabilir. Bu tabakadaki gereç **Gevşek** yerleşmiştir. Danelerinin içinde çakıl boyu gerecin %5-31 arasında, kum boyu gerecin %26-75 arasında ve

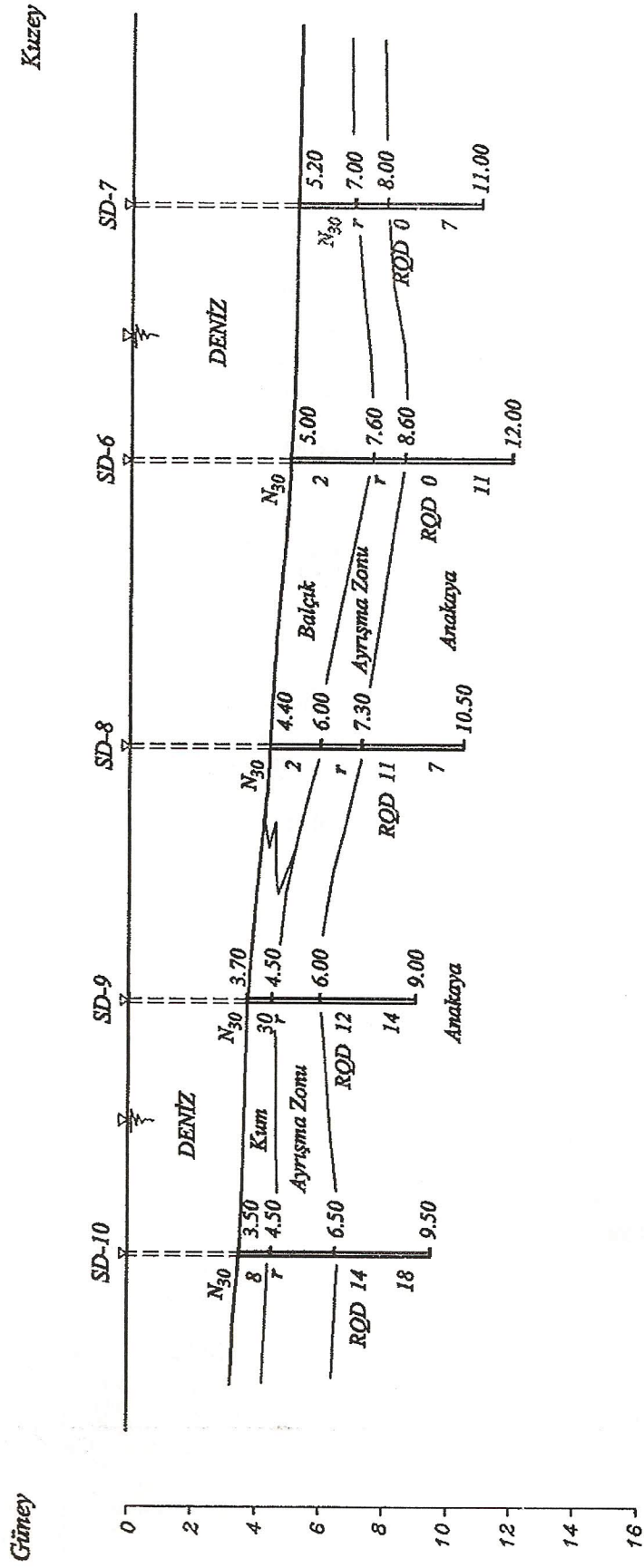


Şekil - 3 : Sondaj Yerleri





Şekil - 4 : Zemin Kesiti



Şekil - 5 : Zemin Kesiti

ince dane oranının da % 11-69 arasında değiştiği anlaşılmaktadır. Tabakanın SP-SM olarak sınıflanabileceği görülmektedir.

- \* Kayma dayanımı açısı  $\Phi=27^\circ$  alınabilir.
- \* Bu tabakanın Elastisite Modülü,  $E_s=10$  MPa; Poisson Oranı,  $\mu=0,22$ ; ve Düşey Yatak Katsayısı,  $k_v=8$  MN/m<sup>3</sup> olarak önerilmektedir.

*Ayrışma Zonu*

- \* **B<sup>2</sup> Tabakası** : Anakaya'nın ayrılmış üst kesimleri ayrıca ele alınabilir. Killi bir matrikste çakıl ve kum boyutlu kaya kırıntılarından oluşmaktadır. Yapılan *yerinde* SPT deneyleri ile elde edilen değerler  $N_{30}=9$ -refü arasında değişmektedir. Temsil edici değer,  $N_{30}>50$  alınabilir. Bu tabakadaki gereç Sert kıvamlıdır. Bir örneğin ince dane oranı %24, çakıl boyu dane oranı %27 ve kum boyu dane oranı da %49 bulunmuştur.  $s_u=80$  kPa kabul edilebilir. Bu tabakanın Elastisite Modülü,  $E_s=15$  MPa; Poisson Oranı,  $\mu=0,27$ ; ve Düşey Yatak Katsayısı,  $k_v=12$  MN/m<sup>3</sup> olarak önerilmektedir.

*Volkanik Kaya*

**B Tabakası** : Genellikle çok çatlaklı, yer yer seyrek çatlaklıdır. TCR(Toplam Karot Verimi) %9-50; SCR(Tam Karot Verimi) % 0-32; ve RQD (Kaya Kalitesi Belirteci) % 0-27 arasında bulunmuştur. Denizde dalgalı koşullarda sürdürülen rotari sondaj verileri ve kara sondajında elde edilebilen değerler göz önüne alınarak temsil edici değer RQD=%10 alınabileceği düşünülmektedir.

Bu tabakadan alınan örneklerde yapılan deneylerle Nokta Yükleme İndisi değeri volkanik kaya tabakalarında

$Is_{50}= 3,77-11,45$  MPa (aritmetik ortalaması  $Is_{50}= 6,74$  MPa) arasında, tortul kaya tabakalarında ise

$Is_{50}= 2,94-8,78$  MPa (aritmetik ortalaması  $Is_{50}= 5,71$  MPa) arasında, bulunmuştur.

Serbest Basınç Dayanımı'nın

$q_u=80$  MPa (=800 kg/cm<sup>2</sup>)

alınabileceği öngörülmektedir.

Sahada ve laboratuarda elde edilen kaya mekaniği parametreleri ve karot örneklerinde yapılan incelemelerden edinilen izlenimler göz önüne alınarak kaya birimi için bir kaya kalitesi değerlendirmesi yapılmıştır.

Kaya Kalitesi, Kaya Kütle Niteliği (Rock Mass Quality) değerlendirme bu veriler kullanılarak, RMR-CSIR (South African Council for Scientific and Industrial Research) ve Q-NGI (Norwegian Geotechnical Institute) sınıflamalarına göre yapılabilir<sup>2</sup>. Bunların ilkinde Serbest Basınç Dayanımı, RQD, süreksizlik aralığı, süreksizliklerin özellikleri, yeraltı suyu durumu ve süreksizliklerin yönelimine verilen puanlara göre bir sınıflama yapılmaktadır.

İkincisinde ise

$$Q=(RQD/J_n) \times (J_r/J_a) \times (J_w/SRF)$$

eşitliği kullanılarak ( $J_n$ : eklem takımı sayısı;  $J_r$ : eklem pürüzlülüğü sayısı;  $J_a$ : eklem ayrışma sayısı;  $J_w$ : eklem yeraltı suyu indirgeme sayısı; SRF: gerilme indirgeme sayısı) Tüm Kaya Kütle Niteliği Sayısı, Q hesaplanmaktadır<sup>3</sup>.

Sahadaki Anakaya'da, RQD=%10 ve Tek Eksenli Basınç Dayanımı,  $q_u=80$  MPa alınabilecektir. Anakaya, Q Sınıflaması'na göre

<sup>2</sup> Bieniawski, Z.T., 1984, Rock Mechanics in Mining and Tunneling, Balkema

<sup>3</sup> Barton, N., et.al., 1977, Estimation of Support Requirements for Underground Excavations, in: Design Methods in Rock Mechanics, Sixteenth Symposium on Rock Mechanics

$$Q=(RQD/J_n) \times (J_r/J_a) \times (J_w/SRF)$$

$$=(10/2) \times (3/3) \times (0,1/1)$$

$$Q=0,5$$

**Çok Zayıf Kaliteli Kaya**  
bulunmaktadır.

Anakaya, RMR Sınıflaması'na göre de

	A
1. Serbest Basınç Dayanımı'ndan	14 puan
2. RQD'den	2 puan
3. Süreksizlik aralığından	10 puan
4. Süreksizliklerin özelliklerinden	10 puan
5. Yeraltısuyundan	0 puan
6. Süreksizliklerin yöneliminden	-7 puan
Toplam Puan	29 puan
<b>Sınıfı</b>	<b>IV</b>
<b>Tanımı</b>	<b>Zayıf Kaliteli Kaya</b>

Yapılan kaya kalitesi sınıflandırması için izlenen her iki yöntem de kaya kazılarının ve özellikle de yeraltı kazılarının duraylılığının (stabilitesinin) değerlendirilmesi için önerilmiş yöntemlerdir. İncelenen projede olduğu gibi delme işlemi ya da yerindeki kayaya yük taşıtılacağı zaman önem kazanan Serbest Basınç Dayanımı'nın görelî olarak işlemleri güçleştirecek denli yüksek olmasına karşın, RQD değerinin küçük oluşu ve kaya türünün özelliği nedeni ile kaya, bu yöntemlerle "Zayıf-Çok Zayıf" olarak sınıflanabilmektedir. Burada bu sınıflamalara başvurulmuş olması, ilerideki değerlendirmelerimizde kullanabilmek üzere parçalı kaya ortamının toptan kayma dayanımını öngörmek üzere aşağıda denenecek değerlendirmede, yukarıdaki sınıflama verilerinin de girdi olarak kullanılmasındandır.

Ashında, süreksizliğe sahip olmayan kayanın mekanik dayanım parametreleri doğrudan laboratuvar deneyleri ile bulunabilmektedir. Bunların, çoğu durumda oldukça yüksek ve bu ortamlarda açılacak pek çok sanal yarmanın da yüksek güvenlikle duraylı olacağı kuşkusuzdur. Ancak, kaya ortamı bazı yapısal süreksizlikler kapsadığı zaman bu dayanım değerlerinin izotrop dağılıma özelliklerini yitirdiği ve süreksizliklerin bazı duruşlarında oldukça azaldığı da bilinmektedir. Süreksizlik sayısı arttıkça dayanım parametrelerinin de yeniden izotrop dağılıma yaklaştığı görülmektedir. Sürekli, çatlaksız bir kayanın laboratuvarında belirlenmiş parametreleri ile yanıtıcı bir değerlendirme yapmak yerine, çok sayıda saha çalışması ve laboratuvar incelemesiyle ulaşılan ampirik bir yol izlenerek çatlaklı kaya ortamlarını temsil edecek Mohr Dairelerinin oluşturulabileceği ve Kayma Dayanımı parametrelerinin bunlar kullanılarak öngörülebileceği belirtilmekte ve bunun için de güvenilir görünen bir yol önerilmektedir<sup>4</sup>.

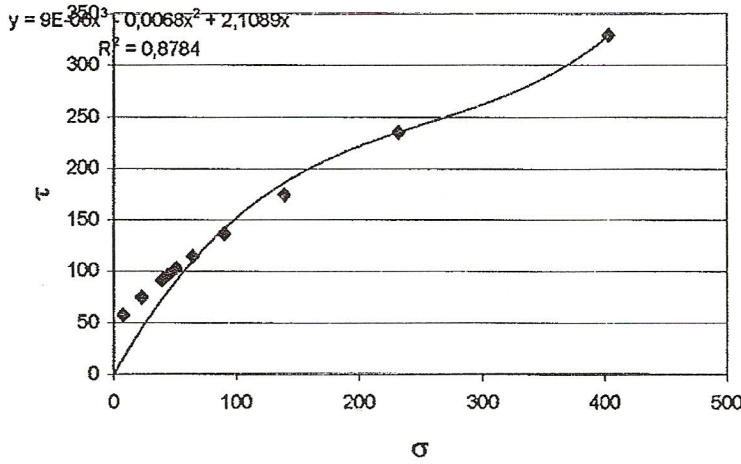
Bu çalışmada da, bu yol izlenerek kaya kalitesi sınıflarına göre Hoek ve Brown(1980)'in önerdiği eşitlikler kullanılarak bu kaya türü için Mohr yenilme zarf eğrisi çizilmiş (Şekil.6), kayanın efektif kohezyon ve içsel sürtünme açısı değerleri bulunmuştur.

Kayanın Zayıf Kaliteli bir kaya niteliğinde olduğu ve 100 kPa'lık bir toplam gerilme için  $c'=57$  kPa ve  $\Phi'=42^\circ$  alınabileceği hesaplanmaktadır.

<sup>4</sup> Hoek, E. and Brown, E.T., 1980, Underground Excavations in Rock, IMM, London

σc	80000	σ3m, σ1	σ1	σm	σ	τ	x	y	x <sup>2</sup>	y <sup>2</sup>	xy	φ	RAD	c	
M	0,03	1	200,00	937,56	368,78	403,35	329,60	-2,27	-2,39	5,15	5,69	5,41	27,15	0,47	122,72
s	1E-05	2	100,00	651,36	275,68	232,02	235,29	-2,49	-2,53	6,20	6,41	6,31	31,18	0,54	94,69
σ3	200	3	50,00	478,95	214,48	139,41	174,24	-2,68	-2,66	7,20	7,09	7,14	34,95	0,61	76,79
σt	-26,38	4	25,00	377,14	176,07	90,12	136,71	-2,84	-2,77	8,05	7,66	7,85	38,09	0,66	66,07
Σx	-40,85	5	12,50	319,09	153,30	64,34	114,92	-2,95	-2,84	8,68	8,08	8,37	40,37	0,70	60,21
Σx <sup>2</sup>	134,28	6	6,25	287,32	140,53	51,08	102,91	-3,01	-2,89	9,08	8,36	8,71	41,83	0,73	57,19
Σy	-38,71	7	3,13	270,52	133,70	44,34	96,55	-3,05	-2,92	9,32	8,52	8,91	42,68	0,74	55,67
Σy <sup>2</sup>	117,98	8	1,56	261,85	130,14	40,94	93,27	-3,07	-2,93	9,46	8,60	9,02	43,13	0,75	54,91
Σxy	125,64	9	0,78	257,44	128,33	39,23	91,60	-3,09	-2,94	9,52	8,65	9,08	43,37	0,76	54,53
		#	-6,59	212,89	109,74	22,80	74,75	-3,21	-3,03	10,31	9,18	9,73	46,06	0,80	51,09
		#	-13,19	166,67	89,93	7,55	57,45	-3,37	-3,14	11,37	9,88	10,60	49,49	0,86	48,61
		#	-19,78	108,75	64,27	-8,44	36,45	-3,65	-3,34	13,32	11,16	12,19	55,22	0,96	48,61
		#	-26,38	0,00	13,19	-25,82	3,79	-5,16	-4,32	26,61	18,70	22,31	77,35	1,35	118,82

B	0,675
A	0,139



Şekil.6 : Anakaya'nın Mohr Zarf Eğrisi

Kayanın Elastisite Modülü, RQD değeri, çimentolanma düzeyi ve serbest basınç dayanımı göz önüne alınarak,

$$Ed = j M_r q_u$$

eşitliği ile bulunabilir. Buradaki "j" değeri, kayanın süreksizlik sıklığı ya da RQD değerinden yola çıkılarak kestirilebilen "Kütle Etkeni"dir<sup>5</sup>. İnceleme alanımız için  $j=0,35$  alınabilir.

"M<sub>r</sub>" değeri ise, süreksizliği olmayan taşın elastisite modülünün serbest basınç dayanımına oranıdır ve BS8004 tarafından verilen tabloya göre sahamızdaki kaya türü için  $M_r=500$  olarak göz önüne alınabilir.

Buna göre sahadaki kaya türünün Elastisite Modülü'nün karşılığında

$$* Ed = 0,35 \times 500 \times 80 = 14000 \text{ MPa (1.400.000 t/m}^2\text{)}$$

değeri elde edilebilmektedir.

Bu Anakaya'nın

$$\text{Birim Hacim Ağırlığı, } \gamma_n = 25 \text{ kN/m}^3 \text{ (2,5 t/m}^3\text{)}$$

<sup>5</sup> Tomlinson, M.J., 1994, Pile design and construction practice, E&FN SPON, London

Elastisite Modülü,  $E_s=14000 \text{ MPa}$  (1 400 000 t/m<sup>2</sup>) *Elastisite Mod.*  
 Poisson Oranı,  $\mu=0,24$

Düşey Yatak Katsayısı<sup>6</sup> ise

$$k_s'=E_s / (B(1-\mu^2)) = 14000 / (B \times 0,927) = 15102/B$$

eşitliği ve kullanılacak kazık çapı  $\Phi=80 \text{ cm}$  için,

$$k_s=18878 \text{ MN/m}^3 \text{ (1 887 800 t/m}^3\text{)}$$

olacaktır.

Yatay Yatak Katsayısı karşılığında<sup>7</sup> ise,

$$k_s'=19,5 E_s (1-\mu)/((1+\mu)(3-4\mu)(8,5-\log k_s')) = 19,5 \times 14000 \times 0,76 / (1,24 \times 2,04 \times (8,5 - \log k_s'))$$

$$k_s'=19450 \text{ MN/m}^3$$

değeri ve kazık çapı seçildikten sonra, B'ye göre  $k_s=k_s'/B$  değerinin hesaplanması satık verilir.

Kazık çapı  $\Phi=80 \text{ cm}$  olacak olursa bunun için önerilecek yatay yatak katsayısı da,

$$k_s=24300 \text{ MN/m}^3 \text{ (2 430 000 t/m}^3\text{)}$$

olacaktır.

Bu zemin kesiti için göz önüne alınabilecek geoteknik parametreler aşağıdaki Çizelge.III'te önerilmektedir.

**ÇİZELGE.III : Zemin ve Kaya Birimleri İçin Önerilen Geoteknik Parametreler**

Birim		A2	B'	B	
Parametre	SI	Birim	Kum	Ayrışmış Kaya	Anakaya
Kalınlığı	H	m	0-1,50	1,00-2,50	
Sınıfı	USC		SP	GC	IV
SPT	N <sub>30</sub>		10	refü	
RQD					10
Birim Hacim Ağırlığı, $\gamma_n$	kN/m <sup>3</sup>		17	21	25
Serbest Basınç Dayanımı, $q_v$	MPa			0,14	80
Drenajsız Kohezyon, $c_u$	kPa		10	70	57
Drenajsız İçsel Sürtünme Açısı, $\phi_u$	°		27	10	42
Elastisite Modülü, $E_s$	MPa		10	15	14000
Poisson Oranı, $\mu$	-		0,22	0,27	
Düşey Yatak Katsayısı, $k_v$	MN/m <sup>3</sup>		8	12	18878
Yatay Yatak Katsayısı, $k_s$	MN/m <sup>3</sup>			30	24300

$$E_{s_{kum}} = 10 \text{ MPa} = 10 \text{ kN/m}^2$$

<sup>6</sup> Vesio, A.S., 1961a, Bending of beams resting on isotropic elastic solid, Journ. Engrg. Mech. Div., ASCE, vol.87, 35-53 ve Vesio, A.S., 1961b, Beams on elastic subgrade and Winkler's hypothesis, 5th ICSMFE, vol.1, 845-850

<sup>7</sup> Glick, G. W., 1948, Influence of soft ground in the design of long piles, 2nd ICSMFE, vol.4, 84-88

## V. DEPREMSELLİK

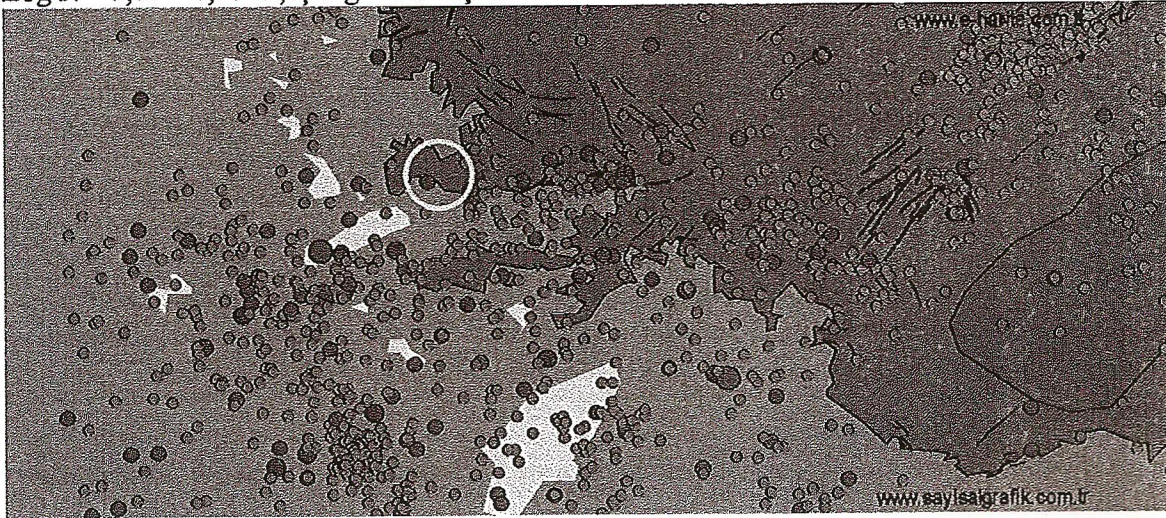
### V.1. Deprem Riski

İnceleme alanı Bodrum Yarımadası'nın güneyinde Birinci Derece Deprem Bölgesi'nde yer almaktadır (Şekil.7).

Bu bölgenin depremselliği Ege Yayı'ndaki erimleler tarafından belirlenmektedir.

Ege Yayı, güneyden kuzeye doğru itilen Arap Plakası'nın Avrasya Plakası'nın altına dalışı ile oluşan dalma batma zonu ile şekillenmiştir. Güneyden kuzeye gidildikçe odak derinliği artan ve yüzlerce kilometreye kadar çıkabilen depremler oluşmaktadır. GD Ege'de de bu sistem içinde olan ve  $M > 7$ 'ye ulaşan büyüklüklü depremler olmaktadır. En sık karşılaşılan büyüklük  $M=4,2$ 'dir. Büyüklük/Yinelenme ilişkisi

$\log N = 5,83 - 0,87 M$ , eşitliği ile anlaşılabilir.



Şekil. 7 : Bodrum Çevresinin Depremselliği

İnceleme alanına en çok 5 km uzaklıkta ve 50 km derinde  $M > 6,5$  büyüklüklü deprem olabileceği anlaşılmaktadır.

Bu depremin odağındaki şiddeti (intensities),

$$M = 0,67 I_{10km} + 0,67$$

denklemi ile; Uzaklığa (R) bağlı şiddet sönümü (attenuation of the intensity),

$$I_0 - I_s = 3,1 \log(R) + 0,002 (R - 10) - 3,1$$

denklemi ile; ve en büyük yer ivmesi (peak ground acceleration-PGA) de

$$\log(a_s) = 0,28 I_{(MM)} + 0,10$$

denklemi ile hesaplanabilir.

Son Yönetmelik'te tasarım depremi olarak 50 yıllık yapı ömrü içinde aşılma olasılığı %10 olan

depremin yer hareketinin esas alınması istenmektedir.

Böyle bir depremin yerindeki şiddeti

$$I_0=8,70$$

İnceleme alanındaki şiddeti ise

$$I_s=6,45$$

olacaktır.

Bu depremin hesaplanan en büyük yer ivmesi ise

$$a_h=0,081 \text{ g}$$

olarak hesaplanmaktadır.

Buna göre, inceleme konusu deniz yapılarının yapılacağı bölgede önümüzdeki dönemde yaşanacak böyle bir proje depremi için önerilebilecek parametreler

<b>Zemin Grubu</b>	<b>B1</b>
<b>Yerel Zemin Sınıfı</b>	<b>Z2</b>
<b>Spektrum Karakteristik Periyotları</b>	<b><math>T_A=0,15</math></b>
	<b><math>T_B=0,40</math></b>
<b>Etkin Yer İvmesi Katsayısı</b>	<b><math>A_0=0,40</math></b>
alınmalıdır.	

## V.2. Zemin Dinamiği

Deprem dalgalarının çeşitli zemin kesitlerinde farklı etkilerinin olduğu bilinmektedir. Bu süreçte yinelenen devresel gerilmeler altında zeminlerin<sup>8</sup> gözenek suyu basıncının hızla yükselmesi<sup>9</sup> gevşek uniform kumlarda sıvılaşma<sup>10,11</sup>, yumuşak killerde de yamulma yumuşama<sup>12,13</sup> (strain softening) zayıflamalarına neden olmaktadır.

Depremin neden olduğu kayma gerilmeleri boşluk suyu basınçlarının artmasına ve kayma dayanımı genliğinin azalmasına yol açar. Kayma dayanımındaki bu azalmalar depremin ürettiği yinelenmeli şekil değiştirme genliğine bağlı olarak zeminlerde çözülmelere neden olur<sup>14</sup>.

İnceleme alanımızda olduğu gibi, zeminlerin kayma dayanımı değişiminden etkilenebilecek yapılar söz konusu olduğunda bu gerilemelerin göz önüne alınması gerekecektir. Bu zeminin üzerindeki yapının gelecekteki güvenliği bu değişimin bilinmesini gerektirmektedir.

Depremlerin mühendislik yapıları üzerinde yol açtığı hasarlar arasında en dramatik olanı suya doygun gevşek kum tabakalarının sıvılaşması sonucunda ortaya çıkan hasardır. Bu durumlarda zemin yüzündeki yapılar önemli ölçüde zemin içine gömülme veya zemine gömülü yapılar yüzerek zemin yüzüne çıkabilmektedir.

Sıvılaşmanın ancak ancak yeraltısuyu düzeyinin altında gerçekleşebildiği not edilmesi gereken ilk husustur. Bunun yanında, sıvılaşmanın öncelikle ve özellikle belli dane boyu dağılımına sahip zemin tabakalarında oluştuğu da bilinmektedir. İnce dane oranı ve özellikle de kil boyu dane

<sup>8</sup> Prevost, J.H. and Popescu, R., 1996, Constitutive Relations for Soil Materials, Electronic J. of Geotech. Eng.

<sup>9</sup> Erguvanlı, A., 1978, Zeminlerin Dinamik Davranışlarına Ait Gerilme-Deformasyon Bağıntıları, Deprem Araş. Enst. Bülteni,

<sup>10</sup> Talaganov, K., Dynamic Stress-Strain Characteristics and Liquefaction of Sands,

<sup>11</sup> Kayabalı, K., Ünsal, N. ve Karayılanoğlu, Z., 1997, Güneşova-Gerede Otayolu Boyunca Seçilmiş Lokasyonlarda Sıvılaşma Potansiyeli Analizi, 3. Deprem Mühendisliği Simpozyumu, İstanbul

<sup>12</sup> Erguvanlı, A., 1978, Kohezyonlu Zeminlerin Dinamik Mukavemeti Hakkında, Deprem Araş. Enst. Bülteni, 23, 31-73

<sup>13</sup> Sıyahı, B.G. ve Ansal, A.M., 1997, Kohezyonlu Zeminlerde Deprem Sonrası Kayma Mukavemeti, 3. Deprem Mühendisliği Simpozyumu, İstanbul

<sup>14</sup> Sıyahı, B.G. ve Ansal, M.A., 1997, Kohezyonlu Zeminlerde Deprem Sonrası Kayma Mukavemeti, 3. Deprem Mühendisliği Simpozyumu, İstanbul



oranı %20 mertebesini aştığında sıvılaşma olasılığı hemen hemen hiç kalmamaktadır. Sıvılaşmaya götüren gerilmeler o tabakadaki efektif gerilmeler ile de ilgili olduğundan ve özellikle de sıvılaşma olsa da bunun yüzeyde bir etkisinin ortaya çıkabilmesi açısından 15-16 m'den derindeki süreçler ile ilgili mühendislik değerlendirmeleri yapılması da gerekli görülmemektedir. Bunların yanında bir zemin ortamında sıvılaşma doğabilmesi için o gerinin sıklığının da belli bir düzeyin altında kalması gerekmektedir. Bu nedenle, değerlendirmelerde düzeltilmiş SPT değerleri de göz önüne alınmaktadır. Bunun yanında sıvılaşma, depremin kaynak uzaklığı ve büyüklüğü gibi, inceleme alanında ortaya çıkan en büyük yatay yer ivmesi gibi deprem parametrelerine de bağlı olarak gelişmektedir. Bu ilkeler göz önüne alınarak bir alanda sıvılaşma sakıncasının bulunup bulunmadığının öngörülebilmesi için bütün bu etkenleri göz önüne alan değerlendirme yöntemleri önerilmiştir.

İnceleme alanımızda tasarlanan yapı ömrü içinde, şiddetli hissedilecek bir deprem olma olasılığı olduğu ve sıvılaşmaya yatkın görünen zemin tabakaları bulunduğu için bu sakıncanın da irdelenmesi yerinde olacaktır. İnceleme alanımızdaki A2 Kum Tabakası gevşek ve ince dane oranı yer yer düşüktür ve bundan ötürü ötürü sıvılaşma olasılığı açısından irdelenmeyi gerektirmektedir. Üstelik, zemin kesiti su düzeyinin altındadır. İnceleme alanı, I. Derece Deprem Bölgesi'ndedir. Beklenen Proje Depremi'nin büyüklüğünün 6,5 ve incelenen alanda oluşabilecek en büyük yatay ivmenin ise 0,081 g olacağı öngörülmektedir. Bu değerlere ve zeminde yapılan SPT deneylerine bağlı olarak Tokimatsu ve Yoshimi (1983)<sup>15</sup> tarafından önerilen yöntemlerle<sup>16</sup> sıvılaşma sakıncası değerlendirilmiştir (Çizelge.IV).

Çizelge.IV : Sıvılaşma Değerlendirmesi

Layer by SPT	Z <sub>akt</sub>	Z <sub>alt</sub>	% fines	$\gamma$	$\gamma'$	$\sigma'_z$	$\sigma_z$	N	0,8*N	C <sub>N</sub>	N <sub>r</sub>	$\Delta N_r$	N <sub>s</sub>	SSRS	r <sub>d</sub>	r <sub>s</sub>	SSRE	SSRS SSRE
B <sub>max</sub> /B	0,08																	
M	6,50																	
GWL	0,00																	
Deniz	0,00	23,00	100,00	1,00	0,00	0,00	23,00	0,0	0,0	#SAYI/0!	#SAYI/0!	NO LIQ.	#SAYI/0!	#SAYI/0!	0,66	0,55	###	####
A1	23,00	27,00	80,00	1,50	0,50	2,00	29,00	1,0	0,8	2,24	1,8	NO LIQ.	#DEĞER!	#DEĞER!	0,60	0,55	0,38	####
A2	27,00	28,50	10,00	1,70	0,70	3,05	31,55	5,0	4,0	1,81	7,2	##	13,2	0,153	0,57	0,55	0,26	0,58
B'	28,50	31,00	30,00	2,10	1,10	5,80	36,80	50,0	40,0	1,31	52,5	##	63,5	6,886	0,54	0,55	0,15	45,54
B'	31,00	40,00	50,00	2,50	1,50	16,55	60,30	50,0	40,0	0,78	31,1	NO LIQ.	#DEĞER!	#DEĞER!	0,40	0,55	0,06	####

analizler Ayış. Zann

Bu değerlendirmeye göre zemin kesitinde yer alan A2 Kum Tabakası, sıvılaşma sakıncası altındadır. Bu tabaka sıvılaştığında tasarlanan kazıklara sürtünme direnci aktaramayacaktır.

<sup>15</sup> Tokimatsu, K. and Yoshimi, Y., 1983, Empirical Correlation of the Soil Liquefaction Based onto the SPT-N Values and Ratio of Fines, J. of Soil Mechanics and Foundation Division, ASCE, 23(4), 56-74

<sup>16</sup> Navfac 7.03, 1997, Soil Dynamics and Special Design Aspects, USA DOD

## **VI. GEOTEKNİK DEĞERLENDİRME**

### **VI.1. Zemin Kesitinin Değerlendirilmesi**

İnceleme alanında iskele ve rıhtım alanında yapılan sondajlarla belirlenen zemin kesitinde, Anakaya'nın üzerinde kalınlığı 0-4,75 m arasında değişen bir Balçık ve yer yer karşılaşılacak ve kalınlığı en çok 2,00 m'ye ulaşabilecek Gevşek Kum tabakalarının bulunduğu ve Anakaya'nın üst 1,00-2,50 m'lik kesiminin ayrışarak sert zemin benzeri bir nitelik kazandığı anlaşılmaktadır.

### **VI.2. Tasarlanan Yapılanma**

İnceleme alanında bir "İskele" yapılacağı bildirilmektedir.

Kıyıda, dar bir dolgu yapıp bir rıhtımla sınırlandırılacaktır. Bu rıhtımın batı kenarından açığa doğru yaklaşık 250 m kadar uzanacak şekilde bir iskele yapılacaktır (Şekil.3).

Dolgunun yapılacağı en derin yerdeki su derinliği 5,00 m olacaktır. Bitmiş yüzeyinin +3,00 m dolayında olacağı düşünüldüğünde, dolgu alanında, bu dolgudan doğal zemin kesitine aktarılacak en büyük düşey uniform gerilmenin,

$$* q_v = 85 \text{ kPa}$$

kadar olabileceği öngörülmektedir.

Bu dolgunun deniz yanındaki cephesi bir rıhtım ile sınırlanacak ve böylece bu hattan yanaşma vb işlevler için yararlanılabilecektir.

Bu rıhtım, ya beton ağırlık türü öğelerle; ya, yanal yüklere karşı zemin kesitine yeterince ankastre olacak yanal yüklü kazıklı bir sistemle; ya da, betonarme keson birimlerinin yerleştirilmesi ile oluşturulacaktır.

İskele ise kazıklı temellere taşınmak durumundadır.

Tasarlanan bu yapılanmalar ile zemin arasındaki etkileşim aşağıda değerlendirilmektedir.

### **VI.3. Yapılacak Yapıların Geoteknik Değerlendirmesi**

**Dolgu Platformu:** Sahada yapılacak dolgu kaya dolgu ile imal edilip üst düzeyleri bir biçimde kaplanabilecektir.

Bu alanda yapılacak dolgudan kaynaklanacak yüklerin Balçık Tabakası'na taşınması olanaksızdır. Dökülecek dolgu gereci Balçık Tabakası içinde doğrudan doğruya batacak ve altta var olduğu yerlerde Kum Tabakası'na ve/veya ayrışmış kaya ve Anakaya Tabakalarına yüklenecektir. Dolgu gereci yerleştirilirken, içine battığı Balçık Tabakası gereci buradan uzaklaşmaya yönelecektir. Bunun, dolgunun gerisinde kalmaması için doldurma işleminin karadan açığa doğru düzenli olarak sürdürülmesine zen gösterilmelidir.

Bunun yanında, dolgu işleminin projesinde belirtilecek uygun gereçle yapılacak olmasının

yanında, dolgu tabakasının alt kesimlerine yerleştirilecek gerecin mutlaka kaba kaya parçalarından oluşması Balçık Tabakası'nın içine batmasını güçleştirmemek açısından yerinde olacaktır.

Dolgu, Kum Tabakası'na taşındığında **Güvenli Taşıma Gücü**,  $\phi=27^\circ$ ;  $c_u=0$  kPa;  $\gamma_n=17,0$  kN/m<sup>3</sup> zemin özellikleri ve  $D_f=0$  m;  $B=10,00$  m temel boyut kabulleri göz önüne alınarak yapılan bir değerlendirme sonucu

$$q_{ult} = 0,5 \times 7,0 \times 10 \times 13 \times 1 = 455 \text{ kPa}$$

ve

$$q_{all} = q_{ult}/3 = 150 \text{ kPa} = 1,5 \text{ kg/cm}^2$$

bulunmaktadır. Bu tabakaya, kaya dolgu tabakasından gelecek 85 kPa kadar ek gerilmelerin güvenle taşınabileceği görülmektedir.

Bunun yanında, kaya dolgu tabakasından zemine aktarılabilecek düşey uniform gerilme altında zemin kesitinde bazı oturmalar olması da beklenmektedir.

Bu oturmaların hesaplanmasında, ani oturmalar için

$$\Delta H_{ani} = q_0 B' (1 - \mu^2) I_r I_s / E_s$$

eşitliği kullanılmalıdır. Kaba daneli zeminde konsolidasyon oturması olmayacaktır.

Bu değerlendirmede dolgu tabakası genişliği  $B'=10,00$  m varsayıp, deniz tabanındaki uniform yük  $q_0 = \Delta q = 85$  kPa kabulleri kullanılmıştır. Buna göre, oluşacak oturma yükün en çok olduğu yerde bile

$$\Delta H_{ani} = 85 \times 10 (1 - 0,0484) 0,90 \times 0,04 / 10000$$

$$\Delta H_{ani} = 0,003 \text{ m}$$

bulunmaktadır.

En kalın yerindeki dolgu yükü altında oluşacak oturmaların

$$\Delta H = 0,003 \text{ m} = 0,3 \text{ cm}$$

kadar olacağı anlaşılmaktadır.

Özetle, yapılması düşünülen dolgu yüklerinin yaratacağı toplam oturmalar kabul edilebilir sınırlar içinde kalacaktır.

Buna göre tasarlanan dolgu için yapılacak kaya dolgu deniz tabanında gerekirse yapılacak bir sıyırma sonra ya da doğrudan doğruya Balçık Tabakası içinde batması kabul edilerek Kum Tabakası'nın üzerine yerleştirilirse oluşacak toplam oturmalar 3 mm dolayında olacaktır.

Dolgu yapılacak alanda Kum Tabakası ile yalnızca güney kesimde karşılaşılacak ve buradaki kalınlığı en yüksek yerinde 1,00 m'ye ulaşmaktadır. Bu tabakanın üzerinde, yarısı su altında kalmak üzere 6,50 m kalınlığında bir dolgu yükü olacağından, bugünküne göre daha da sıkışacağı ve deprem yüklerinden etkilenmeden önce efektif gerilmesinin de yüksek olacağı göz önüne alındığında, dolgunun olası bir sıvılaşmadan etkilenmesi beklenmemektedir.

Dolgu için yapılacak trapezoidal kesitli kaya dolgunun, üzerine yüklenmiş olacağı zemin ile birlikte kaymaya karşı güvenliği de irdelenmeyi gerektirir. Ancak, alttaki kaya kesitinin yüksek kayma dayanımı ve kum tabakasının inceliğinin yanında, dolgunun düşey bir yapı ile tutulacak olması da böyle bir olasılığa karşı duragan koşullar için Güvenlik Katsayısı'nın,  $G_s > 2,0$  olacağını kuşkusuz kılmaktadır.

**Rıhtım:** Rıhtım yanal yüklü kazıklı perdelerle, keson birimlerle ya da betonarme ağırlık yapıları ile yapılabilecektir. Kazıklı uygulamalar aşağıda iskele için yapılan değerlendirme ışığında ele alınabilir. Keson ya da betonarme ağırlık yapıları zemin/kaya kesitine taşıtılacaktır ve kayda değer bir düşey ve yanal yer değiştirmeden etkilenmemesi gerekmektedir.

Bu yapılar bulunduğu yerde Balçık Tabakası'na taşıtılamaz. Bu birimler yerleştirilmeden önce bu

tabakanın yerinden kaldırılması zorunludur. Yine bu birimler bulunduğu yerlerde, rıhtımın güney üçte birinde deniz tabanında yer alan Kum Tabakası'na yerleştirilebilir. Bu tabakanın taşıma gücü yeterli ve oturması sınırlı olduğundan uygun bir taşıyıcı işlevi görmesi beklenebilir. Ancak, anılan yapı yükleri altında daha da sıkışması sonrasında sıvılaşma eğilimi azalacak ta olsa aynı tabakanın açığa doğru eğimli deniz tabanında sıvılaşacak kesiminde ortaya çıkacak yayılma (spreading) sürecinden az da olsa etkilenmesi sakıncası hep olacaktır. Bu nedenle, bu yapıların, bulunduğu yerde kum ince tabakası da sıyrılarak ayrılmış kayaya oturtulması yerinde olacaktır. Bu durumda, ayrılmış kaya için kabul edilen geoteknik parametreler ve  $B=3,00$  m varsayılan taban genişliğine göre Güvenli Taşıma Gücü,

$$q_{ult} = 70 \times 9,6 \times 1 + 0,5 \times 11 \times 3 \times 1,2 \times 1 = 691,8 \text{ kPa}$$

ve

$$q_{all} = q_{ult}/3 = 230 \text{ kPa} = 2,3 \text{ kg/cm}^2$$

bulunmaktadır. Bu tabakaya, betonarme ağırlık yapılarından gelecek en çok 128 kPa kadar ek gerilmelerin güvenle taşınabileceği görülmektedir.

Bu gerilmeler altında ayrılmış kaya tabakası ve anakayada ortaya çıkacak oturmalar da 1 cm'i aşmayacak genlikte olacaktır.

**İskele:** İskele kazıklı temellere taşınacaktır. Bu kazıklar daha çok uç kazığı türü olacaktır ve hesap ve tasarımlarında, akışkan Balçık ve sıvılaşabilir Kum Tabakaları'ndan alınacak sürtünme direncinin yok sayılması; kayadan uç direnci göz önüne alınmalıdır. Çekme gerilmelerine ilişkin değerlendirmelerde ise ayrılmış kaya ve anakaya tabakalarından sürtünme direnci alınması söz konusu olacaktır.

Kazıkların eklemeli prefabrike beton kazık yerine, yerinde delme-dökme betonarme kazık olması doğru olur. Bunun için, ucu açık çelik borular çakılarak ve bunların içlerine yerinde dökülecek donatılı betonla ya da çakma gücülüğü yaşanan yerlerde delinerek kayaya soketlenmiş betonarme kazık (ya da bunların karışımı ile) imal edilmelidir.

Kazıkların boyları, kaya tabakasının yerel değişimlerine, kazık çapına ve çakma donanımına, daha da önemlisi amaçlanan Taşıma Kapasitesi'nin büyüklüğüne bağlıdır. Bu nedenle, kazık boyu, çelik boru kazıkların servis yükü ve refü değerleri, uygulama projelerinin hazırlanması sırasında yapılacak çakma deneyleri ile de irdelenmelidir. Ancak, kazıkların kaya içinde yeterince ilerlememesi durumunda bazı sorunların yaşanabileceği de açıktır. Bu nedenle, kazıkların ayrılmış kaya ve anakaya içinde en az 3D kadar ilerlemesi sağlanmalıdır.

Bu noktada anakayanın kazık çakılması işlemine çok değişken tepki vereceği göz önünde bulundurulmalıdır. Anakaya'nın bir yaban flišinden oluşması, içinde olistolitik bloklar bulunması ve matriksinin hafifçe şistleşmiş olması hep boru çakılmasına karşı azıktan kazığa ve her bir kazığın kendi içinde farklı dirençlerle karşılaşılmasına neden olacaktır. Nitekim, süreksizliklerin etkisi dışında derlenmiş olan Nokta Yükleme Direnci değerlerinin bile 3-12 MPa arasında değişiyor oluşu kaya ortamının boru cidarının bir anlamda noktasal yük altında birbirinden dört kat farklı yüklerle ancak yenilebileceğini ortaya koymaktadır. Buna, kaya kütlelerinin içindeki tabaka, şistsellik ve farklı litolojide blokların sınırları gibi süreksizliklerin boru cidarına karşı konumundaki değişkenlikler de eklendiğinde Anakaya'nın çakmaya karşı çok geniş bir aralıkta tepki vereceği görülmektedir. Veriler, bazı kazıklar ve bazı düzeylerde çelik boru çakmanın olanaksız ve delmenin zorunlu olacağını göstermektedir. Bunun oranı öznel bir değerlendirme ile %30 dolayında öngörülebilir.

Boru çakma ya da delme işlemi Anakaya'nın önceki bölümde yapılan analizle önerilen toplu kayma dayanımı değerlerini geriletmez.

Ayrışmış anakaya zemin benzeri kabul edilerek değerlendirildiğinde, birim hacim ağırlığı  $\gamma_n=21,00 \text{ kN/m}^3$ , drenajsız kohezyon  $c_u=70 \text{ kPa}$  ve drenajsız içsel sürtünme açısı  $\Phi_u=10^\circ$ , çelik boru/zemin için  $\delta=20^\circ$ , AKO=20 ve ayrışmış anakaya kalınlığı ortalama 2,00 m varsayıldığında bu aralıktaki kazık birim sürtünme direnci değeri,  
 $q_s = \alpha \times c + q \times K \times \tan \delta$  ve  $K = (1 - \sin \Phi) \sqrt{AKO}$   
 $K = (1 - \sin 10^\circ) \sqrt{20} = 3,7$   
 $q_s = 0,50 \times 70 + 11 \times 3,7 \times \tan 20^\circ$   
 $q_s = 49,8 \text{ kPa (5,0 t/m}^2)$   
 hesaplanmaktadır.

Anakaya içinde ise, kazığın anakayaya 5 m girdiği ve birim hacim ağırlığı  $\gamma_n=25,00 \text{ kN/m}^3$ , drenajsız kohezyon  $c_u=57 \text{ kPa}$  ve drenajsız içsel sürtünme açısı  $\Phi_u=42^\circ$ , çelik boru/kaya için  $\delta=20^\circ$ , AKO=20 varsayıldığında tabakanın 0.-5. m'leri arasında ortasındaki efektif gerilme  $q=60 \text{ kPa}$  kabulleri ile<sup>17</sup> Anakaya içinde bu aralıktaki kazık birim sürtünme direnci değeri,  
 $q_s = \alpha \times c + q \times K \times \tan \delta$  ve  $K = (1 - \sin \Phi) \sqrt{AKO}$   
 $K = (1 - \sin 42^\circ) \sqrt{20} = 1,48$   
 $q_s = 0,50 \times 57 + 60 \times 1,48 \times \tan 20^\circ$   
 $q_s = 60,8 \text{ kPa (6,1 t/m}^2)$   
 hesaplanmaktadır.

Ancak, kazık, Anakaya içinde boru çakılması gerçekleştirilemeyip, bir miktar forajla delinerek soketlenecek, beton/kaya dokanağından sürtünme alınabilecek olursa, bu durumda kaya ile beton arasındaki birim sürtünme direncinin ( $\lambda$ , 200 ila 300 arasında değişen bir katsayı ve  $\sigma_c$  ise beton ve kayadan hangisininki küçük ise (burada beton) onun serbest basınç dayanımı olmak üzere)  $q_s = \lambda \sqrt{\sigma_c}$  alınabileceği bildirilmektedir<sup>18</sup>. Bu koşullar için borusuz kesimde,  
 $q_s = 300 \times \sqrt{30000} = 51960 \text{ kPa (5196 t/m}^2)$   
 bulunmaktadır. Kazığın borusuz kesimi için bu değer kullanıldığında önemli bir direnç elde edilebilir.

Ne var ki, Anakaya içinde sonlanacak bir kazığın uç kazığı niteliği taşıyacağı ve yalnızca uç direncinin göz önünde tutulması önerilmektedir<sup>19</sup>. Birand, "Uç kazıklarının uçları sert bir taşıyıcı zemin içine tesbit olunur. Genellikle bu taban zemininin taşıma gücü kazığın yapıldığı malzemenin basınç mukavemetinin üzerindedir. Bu nedenle bir uç kazığının toplam taşıma gücü kazığın yapısal kesit direncine eşittir." demektedir. Nitekim Anakaya içindeki kazık uç direncinin, (Taşıma Gücü Çarpanları Meyerhof(1976)'ya göre seçilerek<sup>20</sup>) en az  
 $q_{uq} = A_{uq} \times (c N_c' d_o s_c + q N_q' d_q s_q + 0,5 \gamma B N_\gamma d_\gamma s_\gamma)$   
 $q_{uq} > A_{uq} \times 150000 \text{ kPa (> } A_{uq} \times 15000 \text{ t/m}^2)$   
 alınabileceği hesaplanmaktadır. Bu değer, kazığın kendi ayanımı olarak dikkate alınmasının gereği açıktır.

*Bu değerler bir Güvenlik Katsayısı'na bölünmemiş değerlerdir. Kazık taşıma gücü hesaplanırken uygun katsayının ( $G_s=2,5$  alınması salık verilebilir) kullanılması gerekmektedir.*

Buna göre, kazıkların sıvılaştırılabilir olduğu görülen Kum Tabakası yok sayılıp, Ayrışmış Anakaya

<sup>17</sup> Önceki sayfadaki dipnotlar burada da geçerlidir.

<sup>18</sup> Canadian Geotechnical Society, 1985, Canadian Foundation Engineering Manual, 2nd edition

<sup>19</sup> Birand, A., 2001, Kazıklı Temeller, Teknik Yayınevi, Ankara

<sup>20</sup> Bowles, J.E., 1988, Foundation Analysis and Design, Mc Graw Hills, Şekil.16-14

Tabakası ve Anakaya içine yeterli yanıl yük alabileceği kadar sokulması ve **kaya tabakasından uc direnci alacak şekilde tasarlanması gerekir.**

Bu kazıkların tasarımında,

Yatay Yatak katsayısı,	Ayrıışmış Anakaya'da	$k_h = 30 \text{ MN/m}^3$
Yatay Yatak Katsayısı <sup>21</sup> ,	Anakaya'da	$k_h = 24000 \text{ MN/m}^3$
Düşey Yatak Katsayısı,	Anakaya'da	$k_v = 18000 \text{ MN/m}^3$

alınabilecektir.

Gerek güvenli toplam taşıma gücü ve gerekse oturma değerleri proje tercihleri belli olduktan sonra seçilen kazık çapı, malzemesi ve boyuna göre hesaplanmalıdır.

<sup>21</sup>Bowles, J.E., 1988, Foundation Analysis and Design, Mc Graw Hills, Tablo.9-1 ve Tablo.16-4 (Rapor'un sonunda EK.III'te kopyası yer almaktadır.)

## VII. SONUÇLAR

Muğla Bodrum'da, İçmeler Mevkii'nde, güneydoğu Ege kıyısında yaptırılacak olan dolgu ve iskele yerinde yapılan sondajlı zemin incelemesi sonunda sahanın balçık ve kumdan okluşan ince bir örtünün altında zayıf kaliteli, basınç ve kayma dayanımı yüksek bir kaya üzerinde yer aldığı anlaşılmıştır.

Dolgu, rıhtım ve iskele alanında yapılan sondajlarla belirlenen zemin kesitinde Balçık Tabakası'nın akışkan, Kum Tabakası'nın gevşek ve sıvılaşabilir olduğu belirlenmiştir.

Bu ortamda,

- Sahanın Birinci Derece Deprem Bölgesi'nde yer aldığı;
- 5 km uzakta 50 km derinde beklenen 6,5 büyüklüklü depremde oluşabilecek en büyük yatay yer ivmesinin  $a_H=0,081$  g olacağı;
- Zemin Grubu'nun Z2 ve Spektrum Karakteristik Periyotlarının  $T_A=0,15$  ve  $T_B=0,40$  sn alınabileceği,

anlaşılmıştır. Tasarlanan dolgu ve rıhtım yapımında,

- Balçık Tabakası'nın yok sayılması gerektiği;
- Kum Tabakası'nın taşıma gücünün yeterli olduğu;
- Tasarlanan yükler altında zemin kesitinin bütününde oluşabilecek toplam oturmaların çok sınırlı kalacağı;

İskele kazıklarının tasarımında ise

- zayıf Balçık ve sıvılaşabilir Kum Tabakasının yoksayılması gerektiği;
- kazıkların alttaki Anakaya'ya yeterince girmesi gerektiği;
- Kazıkların uç kazığı gibi tasarlanması ve tasarımlarında yalnızca Anakaya'nın uç dirençlerinin kullanılması gerektiği;
- Zaman zaman çakma işleminin sürdürülemeyeceği ve delmenin gerekebileceği;
- Kazığın kendisinin dayanımının taşıyabileceği gerilmelerin belirlenmesinde esas alınması gerektiği,

düşünülmektedir.

Görüşlerinize Sunarız.

Saygılarımızla,

### GEOSAN AŞ

TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası Sicil No : 45.88.34-A  
TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası SMMB Sicil No : 342918  
TMMOB Jeofizik Mühendisleri Odası Sicil No : 161

### Tahir ÖNGÜR

Jeoloji Yüksek Mühendisi, İTÜ Maden Fak. 1966  
TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası Sicil No : 56





**GEOSAN**DOĞAL KAYNAKLAR VE HÂMMADDELER İNŞAAT SANAYİ VE TİC. A.Ş.  
Büyükdere Cad. 27/7 Şişli-İst. Tel.: 224 67 71 Fax: 240 60 84**SONDAJ LOGU**

200

SONDAJ NO:  
SD-1İŞVEREN / PROJE : **ERS İnşaat**  
**Bağlanma İskelesi**SONDAJ YERİ: **Bodrum**

KAYA						ZEMİN										Derinlik (m)	Litojoloji Logu	Sınıf		KOORDİNATLAR: x=538804 y=4089427 z=-24.50
TCR		SCR		RQD		SPT					Örnek							Zemin	Kaya	
%	Grafik	%	Grafik	%	Grafik	Grafik					UD	D	No							
0	10	20	30	40	50	60	0-15	15-30	30-45	45-60	N <sub>60</sub>									
															0.00					
															16.00				DENİZ	
															20.00					
															24.50				Deniz Tabanı	
															26.00				BALÇIK: Takım kendi ağırlığıyla oturdu A1	
												2	3	3	6	29.45	1		KUM: Bitki köklü, kavrık, az siltli, killi, gri renkli, GEVŞEK A2	
															30.00				AYRISMA ZONU: Killi, çakıllı, kumlu, yeşilimsi gri renkli B1	
															31.10				VOLKANİK KAYA: Andezit-trakit-bazalt-tüffit vb.'den oluşmuş volkano sedimanterler, sarımsı kahverengi, orta derecede ayrılmış B	
9		0		0											34.50				Sondaç Sonu	
14		8		7											35.00					
															40.00					
Sondaç Tipi : Rotari						Ağız Kotu : -24.50m						Yeraltısu Derinliği :			Sondaç Derinliği : 34.50m					
Başlangıç / Bitiş Tarihi : 22.08.2005						Sondaç : Harun DAYMAZ						Mühendis : Can AKIN			Kontrol : Tahir ÖNGÜR					







**GEOSAN**DOĞAL KAYNAKLAR VE HAMMADDELER İNŞAAT SANAYİ VE TİC. A.Ş.  
Büyükdere Cad. 27/7 Şişli-İst. Tel.: 224 67 71 Fax: 240 60 84**SONDAJ LOGU**

204

SONDAJ NO :  
SD-5

İŞVEREN / PROJE :

ERS İnşaat  
Bağlanma İskelesi

SONDAJ YERİ : Bodrum

KAYA			ZEMİN											Derinlik (m)	Litojoloji Logu	Sınıf		KOORDİNATLAR: x=539062 y=4099541 z=-8.35			
TCR		SCR	RQD			Yoğunluk(N/m <sup>3</sup> )	SPT				Örnek					Zemin	Kaya		AÇIKLAMALAR		
%	Grafik	%	Grafik	%	Grafik		Grafik				UD	D	No								
						0	10	20	30	40	50	60	0-15	15-30	30-45	N <sub>30</sub>					
						0.00															DENEZ
						8.35											Deniz Tabanı				
						9.45											1				KİL: bitki köklü, az kumlu, çok yumuşak, balçık şeklinde, koyu gri-siyah renkli akıcı kil
						12.05											2				KUM: İnce-orta daneli, kav- kalı, seyrek ince çakallı, gri-ye- şilimsi gri renkli, GEVŞEK
						13.45											3				AYRIŞMA ZONU: Killi, kumlu, çakallı, gri-yeşilimsi gri renkli
35		19		11									24	23	24	47			VOLKANİK ANAKAYA: Masif görümlü, seyrek çat- laklı, çatlakları killi, sert, kah- verengi		
34		21		7															Deniz Tabanı		
						17.00															Sondaj Sonu
						80.00															
						25.00															
						30.00															
Sondaj Tipi : Rotari			Ağız Kotu : -8.35m				Yerleşmeyi Derinliği :						Sondaj Derinliği : 17.00m								
Başlangıç / Bitiş Tarihi : 18.08.2005			Sondör : Harun DAYMAZ				Mühendis : Can AKIN						Kontrol : Tahir ÖNGÜR								





**GEOSAN**DOĞAL KAYNAKLAR VE HAMMADDLER İNŞAAT SANAYİ VE TİC. A.Ş.  
Büyükdere Cad. 27/71 Şişli-İst. Tel.: 224 67 71 Fax: 240 60 84**SONDAJ LOGU**

207

SONDAJ NO:  
SD-8

İŞVEREN / PROJE :

*ERS İnşaat  
Bağlanma İskelesi*SONDAJ YERİ : *Bodrum*

KAYA						ZEMİN						Derinlik (m)	Litoloji Logu	Sınıf.		KOORDİNATLAR: x=539113 y=4099302 z=-4.40				
TCR		SCR		RQD		Veyra(cm)	SPT				Örnek			Zemin Kayn.	AÇIKLAMALAR					
% Grafik	% Grafik	% Grafik	% Grafik	% Grafik	Grafik		Darbe Sayısı				UD						D	No		
							0-15	15-30	30-45	N <sub>30</sub>										
						0 10 20 30 40 50 60														
																	0.00			
																	4.40			
																	6.00			
																	6.00			
																	7.30			
																	10.00			
																	10.50			
																	15.00			
																	20.00			
																	25.00			
																	30.00			

DENİZ

Deniz Tabanı

**BALÇIK:** Kumlu, bitki köklü, siyah renkli, akıcı kil**AYRIŞMA ZONU:** Killi, çakıllı, kumlu, yeşilimsi gri**VOLKANİK KAYA:** Andezit-bazalt-trakit vb. volkanik kaya materyallerinden oluşan kumlu, silili, volkanosedimanter kayalar, sarımsı kahverengi

Sondaj Sonu

Sondaj Tipi : *Rotari*Ağız Kotu : *-4.40m*

Yeraltı suyu Derinliği :

Sondaj Derinliği : *10.50m*Başlangıç / Bitiş Tarihi :  
*23.08.2005*Sondör :  
*Harun DAYMAZ*Mühendis :  
*Can AKIN*Kontrol :  
*Tahir ÖNGÜR*

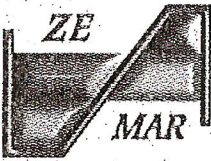












# ZEMİN ARAŞTIRMA VE TEST LABORATUVARI



## NOKTA YÜKLEME DENEY RAPORU

Form No: KY-FR-46

Müşteri Adı/Ünvanı : GEOSAN A.Ş.  
Num.Alındığı Yer : Bodrum İskele  
Sondaj / Numune No : SK1/Karot  
Derinlik : 15,00 m

Numune Kabul Tarihi : 05,09,2005  
Deney Tarih : 06,09,2005  
Den. Rapor Tarihi : 08,09,2005  
Laboratuar No : 05-2157ny17



Örnek No	Deney Türü	Genişlik W (mm)	Çap D (mm)	Yenilme Yüğü p (kN)	Karot Çapı D (mm)	$D_e^2$ mm <sup>2</sup>	$I_s=(P \cdot 10^3) / D_e^2$ (MPa)	F	$I_{s(50)}$ (MPa)
1	d		53,0	9,0					3,2
2	d		37,0	16,0					11
3	d		28,0	8,0					9,6
4	d		25,0	6,0					9,1
5	d		42,0	14,0					7,3
6	d		25,0	10,0					15
7	d		25,0	5,3					8,2
8	d		25,0	6,0					9,2
9	d		20,0	7,0					16
10	d		25,0	5,3					8,2
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18									
$I_{s50}$ (Ort.)									9,68

i Düzensiz şekilli örnek deneyi

d Çapsal deney

a Eksenel deney

b Blok deney

\* Deneyler ilgili firma tarafından laboratuvarımıza teslim edilen numuneler üzerinde yapılmıştır.

\* Deneylerimiz ISRM 1985 standartına göre yapılmaktadır.

\* Bu deney raporu Laboratuvarımızın yazılı izni olmadan basılamaz ve çoğaltılamaz.

\* Original 2000 hologramları olmayan Deney Sonuç raporlarımız geçersizdir.

\* T.C.Bayındırlık ve İskan Bakanlığı logosu 03,04,2003 tarih ve 42 numaralı Laboratuar İzin Belgesi kapsamında kullanılmaktadır.

Deneyi Yapan

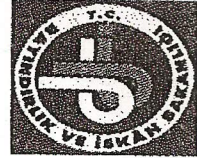
*Ümit Kanat*  
**Ümit KANAT**  
Jeoloji Mühendisi  
Okul Sicil No: 8956

Onaylayan

*Esen Yalın*  
**Esen YALIN**  
Laboratuar Müdürü Denetçi Mühendis  
Okul Sicil No: 8956



# ZEMİN ARAŞTIRMA VE TEST LABORATUVARI



## NOKTA YÜKLEME DENEY RAPORU

Form No: KY-FR-46

Müşteri Adı/Ünvanı : GEOSAN A.Ş.  
Num.Alındığı Yer : Bodrum İskele  
Sondaj / Numune No : SK1/Karot  
Derinlik : 13,00 m

Numune Kabul Tarihi : 05,09,2005  
Deney Tarihi : 06,09,2005  
Den. Rapor Tarihi : 08,09,2005  
Laboratuvar No : 05-2157ny16



Örnek No	Deney Türü	Genişlik W (mm)	Çap D (mm)	Yenilme Yüğü p (kN)	Karot Çapı D (mm)	$D_e^2$ mm <sup>2</sup>	$I_s=(P*10^3)/D_e^2$ (MPa)	F	$I_{s(50)}$ (MPa)
1	d		53,0	15,0					5,3
2	d		53,0	17,0					5,8
3	d		53,0	8,0					2,7
4	d		45,0	8,0					3,8
5	d		33,0	4,4					3,7
6	d		53,0	7,0					2,3
7	d		29,0	6,0					6,8
8	d		25,0	12,0					17,5
9	d		20,0	6,0					14
10	d		29,0	6,0					6,9
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18									
$I_{s50}$ (Ort.)									6,88

I Düzensiz şekilli örnek deneyi

d Çapsal deney

a Eksenel deney

b Blok deney

\* Deneyler ilgili firma tarafından laboratuvarımıza teslim edilen numuneler üzerinde yapılmıştır.

\* Deneylerimiz ISRM 1985 standartına göre yapılmaktadır.

\* Bu deney raporu Laboratuvarımızın yazılı izni olmadan basılamaz ve çoğaltılamaz.

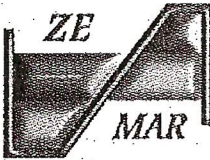
\* Original 2000 hologramları olmayan Deney Sonuç raporlarımız geçersizdir.

\* T.C.Bayındırlık ve İskan Bakanlığı logosu 03.04.2003 tarih ve 42 numaralı Laboratuvar İzin Belgesi kapsamında kullanılmaktadır.

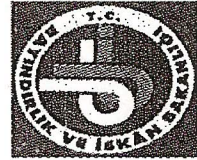
Deneyi Yapan

**Ümit KANAT**  
Jeoloji Mühendisi  
Odta Sicil No: 8956

Onaylayan   
Laboratuvar Müdürü Deneyçi Mühendisi  
Belge No: 9076



# ZEMİN ARAŞTIRMA VE TEST LABORATUVARI



## NOKTA YÜKLEME DENEY RAPORU

Form No: KY-FR-46

Müşteri Adı/Ünvanı : GEOSAN A.Ş.  
Num.Alındığı Yer : Bodrum İskele  
Sondaj / Numune No : SK1/Karot  
Derinlik : 11,00 m

Numune Kabul Tarihi : 05,09,2005  
Deney Tarih : 06,09,2005  
Den. Rapor Tarihi : 08,09,2005  
Laboratuvar No : 05-2157ny15



Örnek No	Deney Türü	Genişlik W (mm)	Çap D (mm)	Yenilme Yüğü p (kN)	Karot Çapı D (mm)	$D_e^2$ mm <sup>2</sup>	$I_s=(P \times 10^3) / D_e^2$ (MPa)	F	$I_{s(50)}$ (MPa)
1	d		53,0	7,0					2,3
2	d		53,0	17,0					5,9
3	d		53,0	9,0					3,1
4	d		55,0	17,0					5,3
5	d		53,0	6,0					2
6	d		53,0	15,0					4,9
7	d		24,0	6,0					9,9
8	d		27,0	9,0					11,5
9	d		28,0	6,0					7,1
10	d		24,0	6,0					10
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18									
$I_{s50}$ (Ort.)								<b>6,20</b>	

i Düzensiz şekilli örnek deneyi

d Çapsal deney

a Eksenel deney

b Blok deney

\* Deneyler ilgili firma tarafından laboratuvarımıza teslim edilen numuneler üzerinde yapılmıştır.

\* Deneylerimiz ISRM 1985 standartına göre yapılmaktadır.

\* Bu deney raporu Laboratuvarımızın yazılı izni olmadan basılamaz ve çoğaltılamaz.

\* Original 2000 hologramları olmayan Deney Sonuç raporlarımız geçersizdir.

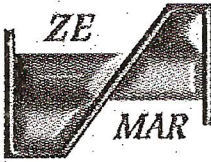
\* T.C.Bayındırlık ve İskan Bakanlığı logosu 03.04.2003 tarih ve 42 numaralı Laboratuvar İzin Belgesi kapsamında kullanılmaktadır.

Deneyi Yapan

Ümit KANAT  
Jeoloji Mühendisi  
Oda Sicil No: 8956

Onaylayan

Eren YALIMCI  
Laboratuvar Müdürü Deneyçi Mühendis  
Belge No: 3076



# ZEMİN ARAŞTIRMA VE TEST LABORATUVARI



## NOKTA YÜKLEME DENEY RAPORU

Form No: KY-FR-46

Müşteri Adı/Ünvanı : GEOSAN A.Ş.  
Num.Alındığı Yer : Bodrum İskele  
Sondaj / Numune No : SK1/Karot  
Derinlik : 5,00 m

Numune Kabul Tarihi : 05,09,2005  
Deney Tarihi : 06,09,2005  
Den. Rapor Tarihi : 08,09,2005  
Laboratuar No : 05-2157ny14



Örnek No	Deney Türü	Genişlik W (mm)	Çap D (mm)	Yenilme Yüğü p (kN)	Karot Çapı D (mm)	$D_e^2$ mm <sup>2</sup>	$I_s=(P \cdot 10^3) / D_e^2$ (MPa)	F	$I_{s(60)}$ (MPa)
1	d		53,0	9,0					3,1
2	d		53,0	4,0					1,35
3	d		53,0	5,2					1,7
4	d		30,0	7,0					7
6	d		35,0	6,0					4,7
6	d		25,0	2,4					3,7
7	d		25,0	4,8					6,9
8	d		27,0	2,3					3,1
9	d		30,0	3,0					3
10	d		25,0	4,6					6,9
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18									
$I_{s50}$ (Ort.)									4,15

i Düzensiz şekilli örnek deneyi

d Çapsal deney

a Eksenel deney

b Blok deney

\* Deneyler ilgili firma tarafından laboratuvarımıza teslim edilen numuneler üzerinde yapılmıştır.

\* Deneylerimiz ISRM 1985 standartına göre yapılmaktadır.

\* Bu deney raporu Laboratuvarımızın yazılı izni olmadan basılamaz ve çoğaltılamaz.

\* Original 2000 hologramları olmayan Deney Sonuç raporlarımız geçersizdir.

\* T.C.Bayındırlık ve İskan Bakanlığı logosu 03,04,2003 tarih ve 42 numaralı Laboratuvar İzin Belgesi kapsamında kullanılmaktadır.

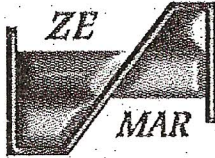
Deneyi Yapan

*Ümit KANAT*  
Jeoloji Mühendisi  
Oda Sicil No: 8956

Onaylayan

*ENÇER YALÇINBAK*  
Laboratuvar Müdürü Denetçi Mühendis  
Belge No: 3076





# ZEMİN ARAŞTIRMA VE TEST LABORATUVARI

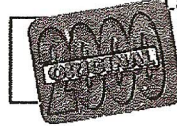


## NOKTA YÜKLEME DENEY RAPORU

Form No: KY-FR-46

Müşteri Adı/Ünvanı : GEOSAN A.Ş.  
Num.Alındığı Yer : Bodrum İskele  
Sondaj / Numune No : SK1/Karot  
Derinlik : 3,00 m

Numune Kabul Tarihi : 05,09,2005  
Deney Tarih : 06,09,2005  
Den. Rapor Tarihi : 08,09,2005  
Laboratuar No : 05-2157ny13



Örnek No	Deney Türü	Genişlik W (mm)	Çap D (mm)	Yenilme Yüklü p (kN)	Karot Çapı D (mm)	$D_e^2$ mm <sup>2</sup>	$I_s=(P*10^3)/D_e^2$ (MPa)	F	$I_{s(60)}$ (MPa)
1	d		53,0	15,0					5,2
2	d		53,0	6,0					2,1
3	d		39,0	13,0					8,1
4	d		29,0	8,0					9
5	d		29,0	6,0					6,9
6	d		24,0	4,8					8,1
7	d		30,0	4,9					4,9
8	d		24,0	6,0					10
9	d		24,0	4,6					7,7
10	d		24,0	4,8					7,7
11									
12									
13									
14									
16									
16									
17									
18									
$I_{s50}$ (Ort.)								<b>6,97</b>	

i Düzensiz şekilli örnek deneyi

d Çapsal deney

a Eksenel deney

b Blok deney

\* Deneyler ilgili firma tarafından laboratuvarımıza teslim edilen numuneler üzerinde yapılmıştır.

\* Deneylerimiz ISRM 1985 standartına göre yapılmaktadır.

\* Bu deney raporu Laboratuarımızın yazılı izni olmadan basılamaz ve çoğaltılamaz.

\* Original 2000 hologramları olmayan Deney Sonuç raporlarımız geçersizdir.

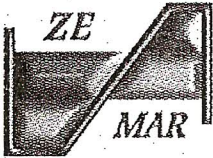
\* T.C.Bayındırlık ve İskan Bakanlığı logosu 03,04,2003 tarih ve 42 numaralı Laboratuar İzin Belgesi kapsamında kullanılmaktadır.

Deneyi Yapan

*Emir KANAT*  
Emir KANAT  
Jeoloji Mühendisi  
Oda Sicil No: 8956

Onaylayan

*İsmail YAKINIR*  
İsmail YAKINIR  
Laboratuar Müdürü Denetçi Mühendisi  
Belge No: 3076



# ZEMİN ARAŞTIRMA VE TEST LABORATUVARI



## NOKTA YÜKLEME DENEY RAPORU

Form No: KY-FR-46

Müşteri Adı/Ünvanı : GEOSAN A.Ş.  
Num. Alındığı Yer : Bodrum İskele  
Sondaj / Numune No : SD12/Karot  
Derinlik : 34,00 m

Numune Kabul Tarihi : 05,09,2005  
Deney Tarih : 06,09,2005  
Den. Rapor Tarihi : 09,09,2005  
Laboratuvar No : 05-2157ny12



Örnek No	Deney Türü	Genişlik W (mm)	Çap D (mm)	Yenilme Yüğü p (kN)	Karot Çapı D (mm)	$D_e^2$ mm <sup>2</sup>	$I_s=(P*10^3)/D_e^2$ (MPa)	F	$I_{s(50)}$ (MPa)
1	d		53,0	9,0					3,1
2	d		52,0	5,4					1,9
3	d		35,0	7,0					5,6
4	d		42,0	3,1					1,6
5	d		40,0	2,5					1,45
6	d		30,0	5,3					5,3
7	d		29,0	9,0					10
8	d		27,0	2,4					3,2
9	d		25,0	4,2					6,3
10	d		30,0	5,3					5,3
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18									
$I_{s50}$ (Ort.)								<b>4,38</b>	

- i Düzensiz şekilli örnek deneyi  
d Çapsal deney  
a Eksenel deney  
b Blok deney

\* Deneyler ilgili firma tarafından laboratuvarımıza teslim edilen numuneler üzerinde yapılmıştır.

\* Deneylerimiz ISRM 1985 standartına göre yapılmaktadır.

\* Bu deney raporu Laboratuvarımızın yazılı izni olmadan basılamaz ve çoğaltılamaz.

\* Original 2000 hologramları olmayan Deney Sonuç raporlarımız geçersizdir.

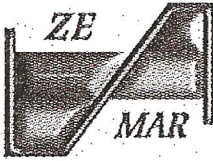
\* T.C.Bayındırlık ve İskan Bakanlığı logosu 03,04,2003 tarih ve 42 numaralı Laboratuvar Belgesi kapsamında kullanılmaktadır.

Deneyi Yapan

*Umit Kanat*  
**Umit KANAT**  
Jeoloji Mühendisi  
Oda Sicil No: 8956

Onaylayan

*Esen Yalınkocak*  
**Esen YALINKOÇAK**  
Laboratuvar Müdürü Denetçi Mühendisi  
Sicil No: 9975



# ZEMİN ARAŞTIRMA VE TEST LABORATUVARI



## NOKTA YÜKLEME DENEY RAPORU

Form No: KY-FR-46

Müşteri Adı/Ünvanı : GEOSAN A.Ş.  
Num.Alındığı Yer : Bodrum İskele  
Sondaj / Numune No : SD12/Karot  
Derinlik : 31,00 m

Numune Kabul Tarihi : 05,09,2005  
Deney Tarihi : 06,09,2005  
Den. Rapor Tarihi : 08,09,2005  
Laboratuar No : 05-2157ny11



Örnek No	Deney Türü	Genişlik W (mm)	Çap D (mm)	Yeniilme Yüğü p (kN)	Karot Çapı D (mm)	$D_e^2$ mm <sup>2</sup>	$I_s=(P*10^3)/D_e^2$ (MPa)	F	$I_{s(50)}$ (MPa)
1	d		55,0	5,3					1,6
2	d		48,0	4,2					2,1
3	d		37,0	5,3					3,7
4	d		28,0	2,3					2,8
5	d		36,0	2,0					1,45
6	d		30,0	3,1					3,1
7	d		34,0	4,6					3,7
8	d		32,0	4,6					4,3
9	d		24,0	2,1					3,5
10	d		30,0	3,1					3,1
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18									
$I_{s50}$ (Ort.)								<b>2,94</b>	

i Düzensiz şekilli örnek deneyi

d Çapsal deney

a Eksenel deney

b Blok deney

\* Deneyler ilgili firma tarafından laboratuvarımıza teslim edilen numuneler üzerinde yapılmıştır.

\* Deneylerimiz ISRM 1985 standartına göre yapılmaktadır.

\* Bu deney raporu Laboratuvarımızın yazılı izni olmadan basılamaz ve çoğaltılamaz.

\* Original 2000 hologramları olmayan Deney Sonuç raporlarımız geçersizdir.

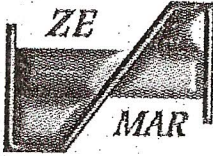
\* T.C.Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Logosu 03.04.2003 tarih ve 42 numaralı Laboratuvar İzin Belgesi kapsamında kullanılmaktadır.

Deneyi Yapan

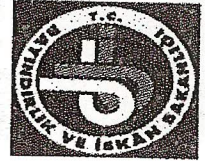
**Ümit KANAT**  
Jeoloji Mühendisi  
Oska Sicil No: 8956

Onaylayan

Laboratuvar Müdürü Denetçi Mühendisi  
B.Ş. No: 5576



# ZEMİN ARAŞTIRMA VE TEST LABORATUVARI



## NOKTA YÜKLEME DENEY RAPORU

Form No: KY-FR-46

Müşteri Adı/Ünvanı : GEOSAN A.Ş.  
Num.Alındığı Yer : Bodrum İskele  
Sondaj / Numune No : SD11/Karot  
Derinlik : 20,00 m

Numune Kabul Tarihi : 05,09,2005  
Deney Tarihi : 06,09,2005  
Den. Rapor Tarihi : 08,09,2005  
Laboratuar No : 05-2157ny10



Örnek No	Deney Türü	Genişlik W (mm)	Çap D (mm)	Yenilme Yüğü p (kN)	Karot Çapı D (mm)	$D_e^2$ mm <sup>2</sup>	$I_s = (P \cdot 10^3) / D_e^2$ (MPa)	F	$I_{s(50)}$ (MPa)
1	d		54,0	8,0					2,5
2	d		42,0	12,0					6,6
3	d		32,0	11,0					10
4	d		45,0	13,0					6,1
5	d		52,0	6,0					2,1
6	d		33,0	8,0					7
7	d		25,0	4,5					7
8	d		30,0	4,2					4,2
9	d		32,0	5,0					4,6
10	d		30,0	4,0					4,2
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18									
$I_{s50}$ (Ort.)									5,43

- i Düzensiz şekilli örnek deneyi
- d Çapsal deney
- a Eksenel deney
- b Blok deney

\* Deneyler ilgili firma tarafından laboratuvarımıza teslim edilen numuneler üzerinde yapılmıştır.

\* Deneylerimiz ISRM 1985 standartına göre yapılmaktadır.

\* Bu deney raporu Laboratuvarımızın yazılı izni olmadan basılamaz ve çoğaltılamaz.

\* Original 2000 hologramları olmayan Deney Sonuç raporlarımız geçersizdir.

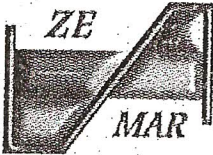
\* T.C.Bayındırlık ve İskan Bakanlığı logosu 03,04,2003 tarih ve 42 numaralı Laboratuvar İzin Belgesi kapsamında kullanılmaktadır.

Deneyi Yapan

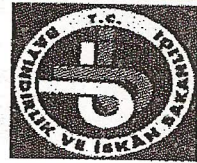
Ümit KANAT  
Jeoloji Mühendisi  
Oda Sicil No: 8956

Onaylayan

Esen YALIMCIK  
Laboratuvar Müdürü / Denetçi / Mühendis



# ZEMİN ARAŞTIRMA VE TEST LABORATUVARI

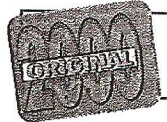


## NOKTA YÜKLEME DENEY RAPORU

Form No: KY-FR-46

Müşteri Adı/Ünvanı : GEOSAN A.Ş.  
Num.Alındığı Yer : Bodrum İskele  
Sondaj / Numune No : SD11/Karot  
Derinlik : 20,00 m

Numune Kabul Tarihi : 05,09,2005  
Deney Tarihi : 06,09,2005  
Den. Rapor Tarihi : 08,09,2005  
Laboratuar No : 05-2157ny10



Örnek No	Deney Türü	Genişlik W (mm)	Çap D (mm)	Yenilme Yüğü p (kN)	Karot Çapı D (mm)	$D_e^2$ mm <sup>2</sup>	$I_s=(P \cdot 10^3) / D_e^2$ (MPa)	F	$I_{s(50)}$ (MPa)
1	d		54,0	8,0					2,5
2	d		42,0	12,0					6,6
3	d		32,0	11,0					10
4	d		45,0	13,0					6,1
6	d		52,0	6,0					2,1
6	d		33,0	8,0					7
7	d		25,0	4,5					7
8	d		30,0	4,2					4,2
9	d		32,0	5,0					4,6
10	d		30,0	4,0					4,2
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18									
$I_{s50}$ (Ort.)									<b>5,43</b>

i Düzensiz şekilli örnek deneyi

d Çapsal deney

a Eksenel deney

b Blok deney

\* Deneyler ilgili firma tarafından laboratuvarımıza teslim edilen numuneler üzerinde yapılmıştır.

\* Deneylerimiz ISRM 1985 standartına göre yapılmaktadır.

\* Bu deney raporu Laboratuvarımızın yazılı izni olmadan basılamaz ve çoğaltılamaz.

\* Original 2000 hologramları olmayan Deney Sonuç raporlarımız geçersizdir.

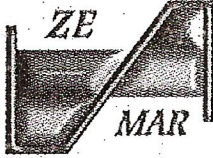
\* T.C.Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Logosu 03,04,2003 tarih ve 42 numaralı Laboratuar İzin Belgesi kapsamında kullanılmaktadır.

Deneyi Yapan

*Ümit KANAT*  
**Ümit KANAT**  
Jeoloji Mühendisi  
Oda Sicil No: 8956

Onaylayan

*Esen YALIMCIK*  
**Esen YALIMCIK**  
Laboratuar Müdürü / Denetçi / Mühend.



# ZEMİN ARAŞTIRMA VE TEST LABORATUVARI



## NOKTA YÜKLEME DENEY RAPORU

Form No: KY-FR-46

Müşteri Adı/Ünvanı : GEOSAN A.Ş.  
Num.Alındığı Yer : Bodrum İskele  
Sondaj / Numune No : SD10/Karot  
Derinlik : 9,00 m

Numune Kabul Tarihi : 05,09,2005  
Deney Tarihi : 06,09,2005  
Den. Rapor Tarihi : 08,09,2005  
Laboratuar No : 05-2157ny9



Örnek No	Deney Türü	Genişlik W (mm)	Çap D (mm)	Yenilme Yüğü p (kN)	Karot Çapı D (mm)	$D_e^2$ mm <sup>2</sup>	$I_s=(P*10^3)/D_e^2$ (MPa)	F	$I_{s(50)}$ (MPa)
1	d		45,0	5,1					2,4
2	d		39,0	6,0					3,8
3	d		28,0	2,5					3
4	d		52,0	7,0					2,5
5	d		37,0	4,5					3,1
6	d		28,0	2,5					4,3
7	d		38,0	3,5					2,9
8	d		25,0	3,8					5,8
9	d		29,0	4,9					5,4
10	d		26,0	3,3					4,5
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18									
$I_{s50}$ (Ort.)									3,77

- i Düzensiz şekilli örnek deneyi  
d Çapsal deney  
a Eksenel deney  
b Blok deney

\* Deneyler ilgili firma tarafından laboratuvarımıza teslim edilen numuneler üzerinde yapılmıştır.

\* Deneylerimiz ISRM 1985 standartına göre yapılmaktadır.

\* Bu deney raporu Laboratuvarımızın yazılı izni olmadan basılamaz ve çoğaltılamaz.

\* Original 2000 hologramları olmayan Deney Sonuç raporlarımız geçersizdir.

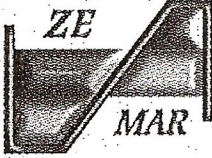
\* T.C. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı logosu 03.04.2003 tarih ve 42 numaralı Laboratuvar İzin Belgesi kapsamında kullanılmaktadır.

Deneyi Yapan

UMUT KANAT  
Jeoloji Mühendisi  
Oda Sicil No: 8956

Onaylayan

Esen YALIMCI  
Laboratuvar Müdürü / Denetçi Mühendisi  
Belge No: 3075



# ZEMİN ARAŞTIRMA VE TEST LABORATUVARI

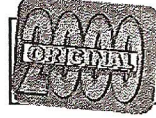


## NOKTA YÜKLEME DENEY RAPORU

Form No: KY-FR-46

Müşteri Adı/Ünvanı : GEOSAN A.Ş.  
Num.Alındığı Yer : Bodrum İskele  
Sondaj / Numune No : SD9/Karot  
Derinlik : 8,00 m

Numune Kabul Tarihi : 05,09,2005  
Deney Tarihi : 06,09,2005  
Den. Rapor Tarihi : 08,09,2005  
Laboratuvar No : 05-2157ny8



Örnek No	Deney Türü	Genişlik W (mm)	Çap D (mm)	Yenilme Yüğü p (kN)	Karot Çapı D (mm)	$D_e^2$ mm <sup>2</sup>	$I_s=(P \cdot 10^3) / D_e^2$ (MPa)	F	$I_{s(50)}$ (MPa)
1	d		53,0	7,0					2,3
2	d		49,0	18,0					3,3
3	d		42,0	7,0					3,7
4	d		32,0	10,0					9,1
5	d		25,0	4,2					6,2
6	d		40,0	11,0					6,3
7	d		45,0	10,0					4,8
8	d		28,0	5,5					6,7
9	d		30,0	11,0					11
10	d		25,0	4,2					6,3
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18									
$I_{s50}$ (Ort.)								<b>5,97</b>	

i Düzensiz şekilli örnek deneyi

d Çapsal deney

a Eksenel deney

b Blok deney

\* Deneyler ilgili firma tarafından laboratuvarımıza teslim edilen numuneler üzerinde yapılmıştır.

\* Deneylerimiz ISRM 1985 standartına göre yapılmaktadır.

\* Bu deney raporu Laboratuvarımızın yazılı izni olmadan basılamaz ve çoğaltılamaz.

\* Original 2000 hologramları olmayan Deney Sonuç raporlarımız geçersizdir.

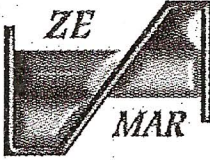
\* T.C.Bayındırlık ve İskan Bakanlığı İlgili 03,04,2003 tarih ve 42 numaralı Laboratuvar İzin Belgesi kapsamında kullanılmaktadır.

Deneyi Yapan

*Ümit KANAT*  
Ümit KANAT  
Jeoloji Mühendisi  
Oda Sicil No: 8956

Onaylayan

*Kesim YALINER*  
Kesim YALINER  
Laboratuvar Müdürü Denetçi Mühendisi  
Belge No: 3375



# ZEMİN ARAŞTIRMA VE TEST LABORATUVARI



## NOKTA YÜKLEME DENEY RAPORU

Form No: KY-FR-46

Müşteri Adı/Ünvanı : GEOSAN A.Ş.  
Num.Alındığı Yer : Bodrum İskele  
Sondaj / Numune No : SD8/Karot  
Derinlik : 9,00 m

Numune Kabul Tarihi : 05,09,2005  
Deney Tarih : 06,09,2005  
Den. Rapor Tarihi : 08,09,2005  
Laboratuvar No : 05-2157ny7

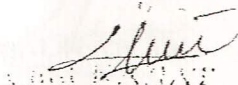


Örnek No	Deney Türü	Genişlik W (mm)	Çap D (mm)	Yenilme Yüğü p (kN)	Karot Çapı D (mm)	$D_e^2$ mm <sup>2</sup>	$I_s=(P*10^3)/D_e^2$ (MPa)	F	$I_{s(50)}$ (MPa)
1	d		49,0	15,0					5,9
2	d		38,0	17,0					11
3	d		28,0	8,0					9,5
4	d		24,0	4,1					6,8
6	d		39,0	10,0					6,3
6	d		33,0	6,0					5,3
7	d		23,0	5,4					9,7
8	d		22,0	9,0					17
9	d		20,0	5,0					11
10	d		33,0	6,0					5,3
11									
12									
13									
14									
16									
16									
17									
18									
<b><math>I_{s50}</math> (Ort.)</b>								<b>8,78</b>	


- i Düzensiz şekilli örnek deneyi  
d Çapsal deney  
a Eksenel deney  
b Blok deney

- \* Deneyler ilgili firma tarafından laboratuvarımıza teslim edilen numuneler üzerinde yapılmıştır.  
\* Deneylerimiz ISRM 1985 standartına göre yapılmaktadır.  
\* Bu deney raporu Laboratuvarımızın yazılı izni olmadan basılamaz ve çoğaltılamaz.  
\* Original 2000 hologramları olmayan Deney Sonuç raporlarımız geçersizdir.  
\* T.C.Bayındırlık ve İskan Bakanlığı logosu 03,04,2003 tarih ve 42 numaralı Laboratuvar İzin Belgesi kapsamında kullanılmaktadır.

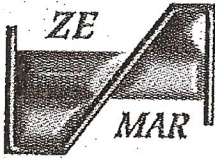
Deneyi Yapan

  
Geoloji Mühendisi  
Oda Sicil No: 8956

Onaylayan

  
Esen YALINCI  
Laboratuvar Müdürü Denetçi Mühendis  
05 215 70 000





# ZEMİN ARAŞTIRMA VE TEST LABORATUVARI



## NOKTA YÜKLEME DENEY RAPORU

Form No: KY-FR-46

Müşteri Adı/Ünvanı : GEOSAN A.Ş.  
Num.Alındığı Yer : Bodrum İskele  
Sondaj / Numune No : SD7/Karot  
Derinlik : 11,00 m

Numune Kabul Tarihi : 05,09,2005  
Deney Tarihi : 06,09,2005  
Den. Rapor Tarihi : 08,09,2005  
Laboratuar No : 05-2157ny6



Örnek No	Deney Türü	Genişlik W (mm)	Çap D (mm)	Yenilme Yüğü p (kN)	Karot Çapı D (mm)	$D_e^2$ mm <sup>2</sup>	$I_s=(P \cdot 10^3) / D_e^2$ (MPa)	F	$I_{s(60)}$ (MPa)
1	d		50,0	10,0					3,8
2	d		47,0	14,0					6,2
3	d		45,0	9,0					4,3
4	d		30,0	7,0					7
5	d		24,0	8,0					13
6	d		24,0	6,0					10
7	d		20,0	3,8					7,8
8	d		20,0	3,0					6,9
9	d		24,0	5,1					8,3
10	d		20,0	3,8					8,7
11									
12									
13									
14									
16									
16									
17									
17									
18									
$I_{s50}$ (Ort.)								<b>7,60</b>	

i Düzensiz şekilli örnek deneyi

d Çapsal deney

a Eksenel deney

b Blok deney

\* Deneyler ilgili firma tarafından laboratuvarımıza teslim edilen numuneler üzerinde yapılmıştır.

\* Deneylerimiz ISRM 1985 standartına göre yapılmaktadır.

\* Bu deney raporu Laboratuvarımızın yazılı izni olmadan basılamaz ve çoğaltılamaz.

\* Original 2000 hologramları olmayan Deney Sonuç raporlarımız geçersizdir.

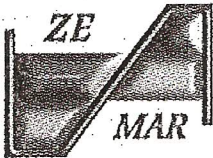
\* T.C.Bayındırlık ve İskan Bakanlığı logosu 03.04.2003 tarih ve 42 numaralı Laboratuvar İzin Belgesi kapsamında kullanılmaktadır.

Deneyi Yapan

ÜMIT KANAT  
Jeoloji Mühendisi  
Oda Sicil No: 8956

Onaylayan

ESEN YALINKER  
Laboratuvar Müdürü Denetçi Mühendis  
05-2157ny6



# ZEMİN ARAŞTIRMA VE TEST LABORATUVARI



## NOKTA YÜKLEME DENEY RAPORU

Form No: KY-FR-46

Müşteri Adı/Ünvanı : GEOSAN A.Ş.  
Num.Alındığı Yer : Bodrum İskele  
Sondaj / Numune No : SD6/Karot  
Derinlik : 11,00 m

Numune Kabul Tarihi : 05,09,2005  
Deney Tarihi : 06,09,2005  
Den. Rapor Tarihi : 08,09,2005  
Laboratuvar No : 05-2157ny5



Örnek No	Deney Türü	Genişlik W (mm)	Çap D (mm)	Yenilme Yüğü p (kN)	Karot Çapı D (mm)	$D_e^2$ mm <sup>2</sup>	$I_s=(P \cdot 10^3) / D_e^2$ (MPa)	F	$I_{s(50)}$ (MPa)
1	d		52,0	1,2					0,42
2	d		30,0	9,0					9
3	d		32,0	9,0					8,2
4	d		25,0	8,2					8
5	d		25,0	3,6					5,4
6	d		34,0	6,0					4,8
7	d		30,0	9,0					9
8	d		30,0	6,0					6
9	d		20,0	4,4					10
10	d		25,0	3,6					5,4
11									
12									
13									
14									
15									
16									
16									
17									
17									
18									
$I_{s50}$ (Ort.)									<b>6,62</b>

i Düzensiz şekilli örnek deneyi

d Çapsal deney

a Eksenel deney

b Blok deney

\* Deneyler ilgili firma tarafından laboratuvarımıza teslim edilen numuneler üzerinde yapılmıştır.

\* Deneylerimiz ISRM 1985 standartına göre yapılmaktadır.

\* Bu deney raporu Laboratuvarımızın yazılı izni olmadan basılamaz ve çoğaltılamaz.

\* Original 2000 hologramları olmayan Deney Sonuç raporlarımız geçersizdir.

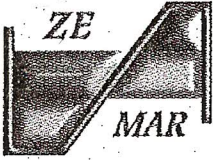
\* T.C.Bayındırlık ve İskan Bakanlığı logosu 03,04,2003 tarih ve 42 numaralı Laboratuvar İzin Belgesi kapsamında kullanılmaktadır.

Deneyi Yapan

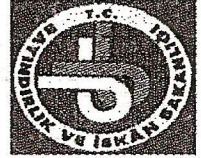
**Ümit KANAT**  
Jeoloji Mühendisi  
Oda Sicil No: 8956

Onaylayan

**Esen YALINÇER**  
Laboratuvar Müdürü Denetçi Mühendis  
05-2157ny5



# ZEMİN ARAŞTIRMA VE TEST LABORATUVARI



## NOKTA YÜKLEME DENEY RAPORU

Form No: KY-FR-46

Müşteri Adı/Ünvanı : GEOSAN A.Ş.  
Num.Alındığı Yer : Bodrum İskele  
Sondaj / Numune No : SD5/Karot  
Derinlik : 15,00 m

Numune Kabul Tarihi : 05,09,2005  
Deney Tarihi : 06,09,2005  
Den. Rapor Tarihi : 08,09,2005  
Laboratuar No : 05-2157ny4



Örnek No	Deney Türü	Genişlik W (mm)	Çap D (mm)	Yenilme Yüğü p (kN)	Karot Çapı D (mm)	$D_e^2$ mm <sup>2</sup>	$I_s=(P \times 10^3) / D_e^2$ (MPa)	F	$I_{s(50)}$ (MPa)
1	d		53,0	9,0					3,2
2	d		53,0	8,0					2,7
3	d		44,0	6,0					2,9
4	d		30,0	8,0					8
5	d		32,0	6,0					5,7
6	d		35,0	3,6					2,8
7	d		34,0	4,4					3,5
8	d		25,0	3,6					5,4
9	d		20,0	3,9					8,8
10	d		32,0	6,0					5,7
11									
12									
13									
14									
15									
16									
16									
17									
18									
$I_{s50}$ (Ort.)									4,87

- i Düzensiz şekilli örnek deneyi  
d Çapsal deney  
a Eksenel deney  
b Blok deney

\* Deneyler ilgili firma tarafından laboratuvarımıza teslim edilen numuneler üzerinde yapılmıştır.

\* Deneylerimiz ISRM 1985 standartına göre yapılmaktadır.

\* Bu deney raporu Laboratuvarımızın yazılı izni olmadan basılamaz ve çoğaltılamaz.

\* Original 2000 hologramları olmayan Deney Sonuç raporlarımız geçersizdir.

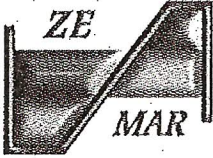
\* T.C.Bayındırlık ve İskan Bakanlığı logosu 03.04,2003 tarih ve 42 numaralı Laboratuar İzin Belgesi kapsamında kullanılmaktadır.

Deneyi Yapan

**Ümit KANAT**  
Jeoloji Mühendisi  
Oda Sicil No: 8956

Onaylayan

**Kesen YALIMCI**  
Laboratuar Müdürü Deneyi Mühendisi



# ZEMİN ARAŞTIRMA VE TEST LABORATUVARI

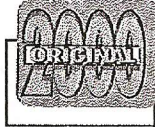


## NOKTA YÜKLEME DENEY RAPORU

Form No: KY-FR-46

Müşteri Adı/Ünvanı : GEOSAN A.Ş.  
Num.Alındığı Yer : Bodrum İskele  
Sondaj / Numune No : SD4/Karot  
Derinlik : 25,00 m

Numune Kabul Tarihi : 05,09,2005  
Deney Tarih : 06,09,2005  
Den. Rapor Tarihi : 08,09,2005  
Laboratuar No : 05-2157ny3



Örnek No	Deney Türü	Genişlik W (mm)	Çap D (mm)	Yenilme Yüğü p (kN)	Karot Çapı D (mm)	$D_0^2$ mm <sup>2</sup>	$I_s=(P \cdot 10^3) / D_0^2$ (MPa)	F	$I_{s(50)}$ (MPa)
1	d		53,0	11,0					3,9
2	d		53,0	7,0					2,3
3	d		44,0	11,0					5,8
4	d		27,0	4,5					5,9
5	d		35,0	8,0					6,2
6	d		30,0	5,2					5,2
7	d		27,0	5,0					6,4
8	d		20,0	8,0					18
9	d		29,0	7,0					8
10	d		30,0	5,2					5,2
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18									
$I_{s50}$ (Ort.)								<b>6,69</b>	

- i Düzensiz şekilli örnek deneyi  
d Çapsal deney  
a Eksenel deney  
b Blok deney

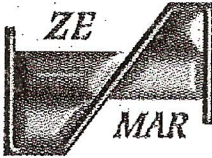
- \* Deneyler ilgili firma tarafından laboratuvarımıza teslim edilen numuneler üzerinde yapılmıştır.  
\* Deneylerimiz ISRM 1985 standartına göre yapılmaktadır.  
\* Bu deney raporu Laboratuvarımızın yazılı izni olmadan basılamaz ve çoğaltılamaz.  
\* Original 2000 hologramları olmayan Deney Sonuç raporlarımız geçersizdir.  
\* T.C.Bayındırlık ve İskan Bakanlığı logosu 03,04,2003 tarih ve 42 numaralı Laboratuvar İzin Belgesi kapsamında kullanılmaktadır.

Deneyi Yapan

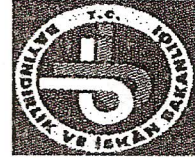
**Ümit KANAT**  
Jeoloji Mühendisi  
Oda Sicil No: 8956

Onaylayan

**EMEL YALNIZ**  
Laboratuvar Müdürü Denetçi Mühendisi



# ZEMİN ARAŞTIRMA VE TEST LABORATUVARI



## NOKTA YÜKLEME DENEY RAPORU

Form No: KY-FR-46

Müşteri Adı/Ünvanı : GEOSAN A.Ş.  
Num.Alındığı Yer : Bodrum İskele  
Sondaj / Numune No : SD2/Karot  
Derinlik : 30,00 m

Numune Kabul Tarihi : 05,09,2005  
Deney Tarihi : 06,09,2005  
Den. Rapor Tarihi : 08,09,2005  
Laboratuvar No : 05-2157ny2



Örnek No	Deney Türü	Genişlik W (mm)	Çap D (mm)	Yenilme Yüğü p (kN)	Karot Çapı D (mm)	$D_e^2$ mm <sup>2</sup>	$I_s=(P*10^3)/D_e^2$ (MPa)	F	$I_{s(60)}$ (MPa)
1	d		53,0	6,0					1,95
2	d		53,0	9,0					3,1
3	d		39,0	13,0					8,2
4	d		30,0	7,0					7
5	d		29,0	7,0					8,1
6	d		33,0	12,0					10
7	d		20,0	3,5					8,2
8	d		24,0	4,9					7,8
9	d		25,0	6,0					9
10	d		30,0	7,0					7
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18									
$I_{s50}$ (Ort.)									7,04

i Düzensiz şekilli örnek deneyi

d Çapsal deney

a Eksenel deney

b Blok deney

\* Deneyler ilgili firma tarafından laboratuvarımıza teslim edilen numuneler üzerinde yapılmıştır.

\* Deneylerimiz ISRM 1985 standartına göre yapılmaktadır.

\* Bu deney raporu Laboratuvarımızın yazılı izni olmadan basılamaz ve çoğaltılamaz.

\* Original 2000 hologramları olmayan Deney Sonuç raporlarımız geçersizdir.

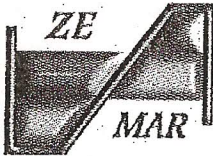
\* T.C.Bayındırlık ve İskan Bakanlığı logosu 03.04.2003 tarih ve 42 numaralı Laboratuvar İzin Belgesi kapsamında kullanılmaktadır.

Deneyi Yapan

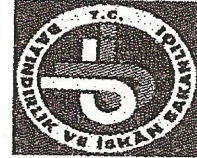
*Ümit KANAT*  
Jeoloji Mühendisi  
Oda Sicil No: 8956

Onaylayan

*Esen YALINER*  
Laboratuvar Müdürü Denetçi Mühendisi  
05.09.2005



# ZEMİN ARAŞTIRMA VE TEST LABORATUVARI

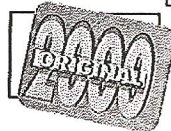


## NOKTA YÜKLEME DENEY RAPORU

Form No: KY-FR-46

Müşteri Adı/Ünvanı : GEOSAN A.Ş.  
Num.Alındığı Yer : Bodrum İskele  
Sondaj / Numune No : SD1/Karot  
Derinlik : 34,00 m

Numune Kabul Tarihi : 05,09,2005  
Deney Tarih : 06,09,2005  
Den. Rapor Tarihi : 08,09,2005  
Laboratuar No : 05-2157ny1



Örnek No	Deney Türü	Genişlik W (mm)	Çap D (mm)	Yenilme Yüğü p (kN)	Karot Çapı D (mm)	$D_e^2$ mm <sup>2</sup>	$I_s=(P*10^3)/D_e^2$ (MPa)	F	$I_{s(50)}$ (MPa)
1	d		53,0	12,0					4,1
2	d		46,0	19,0					8,2
3	d		35,0	13,0					10
4	d		26,0	5,3					7,7
5	d		26,0	11,0					15
6	d		22,0	6,0					11,5
7	d		28,0	12,0					14
8	d		22,0	10,0					19
9	d		25,0	9,0					13,5
10	d		22,0	6,0					11,5
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18									
$I_{s50}$ (Ort.)									11,45

I Düzensiz şekilli örnek deneyi

d Çapsal deney

a Eksenel deney

b Blok deney

\* Deneyler ilgili firma tarafından laboratuvarımıza teslim edilen numuneler üzerinde yapılmıştır.

\* Deneylerimiz ISRM 1985 standartına göre yapılmaktadır.

\* Bu deney raporu Laboratuarımızın yazılı izni olmadan basılamaz ve çoğaltılamaz.

\* Original 2000 hologramları olmayan Deney Sonuç raporlarımız geçersizdir.

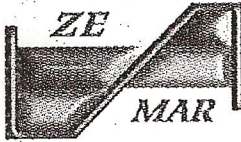
\* T.C.Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Logosu 03,04,2003 tarih ve 42 numaralı Laboratuar İzin Belgesi kapsamında kullanılmaktadır.

Deneyi Yapan

**ÜMIT KANAT**  
Jeoloji Mühendisi  
Oda Sicil No: 8956

Onaylayan

**Esen YALIMER**  
Laboratuar Müdürü Denetçi Mühendis  
Belge No: 3076



# ZEMİN ARAŞTIRMA VE TEST LABORATUVARI



Form No: KY-FR-25

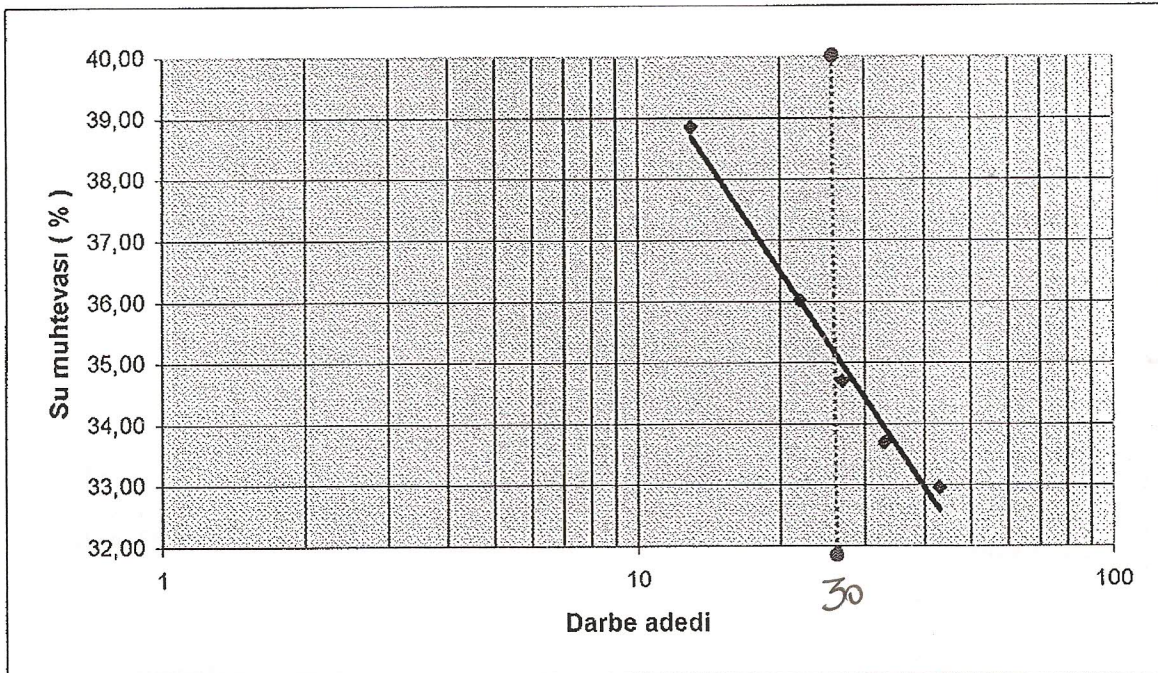
## ATTERBERG LİMİTLERİ TAYİNİ DENEY RAPORU

Müşteri Adı : GEOSAN A.Ş.  
Num.Alındığı Yer : Bodrum İskele  
Sondaj-Num. No : SD1/SPT2  
Derinlik : 30,50 m

Num.Kabul Tarihi : 05,09,2005  
Deney Tarihi : 06,09,2005  
Den. Rapor Tarihi : 08,09,2005  
Laboratuvar No : 05-2157att1

	1	2	3	4	5	6
* Kap No	159	171	106	151	177	
* Darbe adedi	43	33	27	22	13	
* Yaş numune+kap	40,07	36,16	51,32	38,45	42,33	
* Kuru numune+kap	37,18	33,94	45,63	35,90	38,39	
Su miktarı	2,89	2,22	5,69	2,55	3,94	0,00
* Kap ağırlığı	28,41	27,35	29,23	28,82	28,25	
Kuru numune ağı	8,77	6,59	16,40	7,08	10,14	0,00
Su Muhtevası	33,0	33,7	34,7	36,0	38,9	#####

	1	2	3
* Kap No	205	100	
* Yaş numune+kap	34,39	32,92	
* Kuru numune+kap	33,76	32,36	
Su miktarı	0,63	0,56	0,00
* Kap ağırlığı	28,81	27,74	
Kuru numune ağı	4,95	4,62	0,00
Su Muhtevası	12,73	12,12	#####



\* Deneyler ilgili firma tarafından laboratuvarımıza teslim edilen numuneler üzerinde yapılmıştır.

\* Deneylerimiz TS 1900 / Nisan 1987 standartına göre yapılmaktadır.

\* Bu deney raporu Laboratuvarımızın yazılı izni olmadan basılamaz ve çoğaltılamaz.

\* Original 2000 hologramları olmayan Deney Sonuç raporlarımız geçersizdir.

\* T.C.Bayındırlık ve İskan Bakanlığı logosu 03,04,2003 tarih ve 42 numaralı Laboratuvar İzin Belgesi kapsamında kullanılmaktadır.

Deneyi Yapan

Ümit KANAT  
Jeoloji Mühendisi  
Oda Sicil No: 8956

Likit limit : 35  
Plastik limit: 12  
Plastisite indisi : 23



Onaylayan  
Kaan YALINIR  
Laboratuvar Müdürü Denetçi Mühendisi  
Sicil No: 3072



# ZEMİN ARAŞTIRMA VE TEST LABORATUVARI



Form No: KY-FR-25

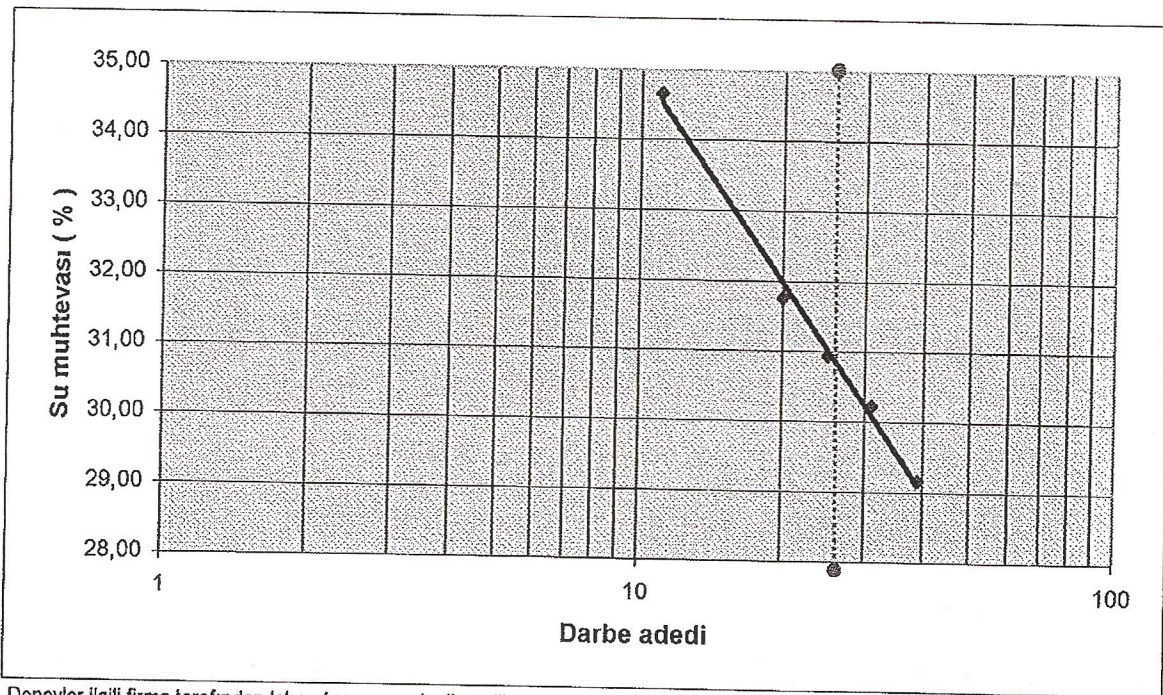
## ATTERBERG LİMİTLERİ TAYİNİ DENEY RAPORU

Müşteri Adı : Geosan A.Ş.  
Num.Alındığı Yer : Bodrum İskele  
Sondaj-Num. No : SD3/SPT2  
Derinlik : 24,55 m

Num.Kabul Tarihi : 05,09,2005  
Deney Tarihi : 07,09,2005  
Den. Rapor Tarihi : 08,09,2005  
Laboratuvar No : 05-2157att2

	1	2	3	4	5	6
* Kap No	88	95	150	147	124	
* Darbe adedi	39	31	25	20	11	
* Yaş numune+kap	41,19	40,83	48,95	41,89	50,30	
* Kuru numune+kap	39,91	39,76	44,00	38,79	44,64	
Su miktarı	1,28	1,07	4,95	3,10	5,66	0,00
* Kap ağırlığı	35,52	36,22	28,00	29,03	28,31	
Kuru numune ağı	4,39	3,54	16,00	9,76	16,33	0,00
Su Muhtevası	29,2	30,2	30,9	31,8	34,7	#####

	1	2	3
* Kap No	170	145	
* Yaş numune+kap	34,80	32,80	
* Kuru numune+kap	33,94	31,84	
Su miktarı	0,86	0,96	0,00
* Kap ağırlığı	30,82	28,32	
Kuru numune ağı	3,12	3,52	0,00
Su Muhtevası	27,56	27,27	#####



\* Deneyler ilgili firma tarafından laboratuvarımıza teslim edilen numuneler üzerinde yapılmıştır.

\* Deneylerimiz TS 1900 / Nisan 1987 standartına göre yapılmaktadır.

\* Bu deney raporu Laboratuvarımızın yazılı izni olmadan basılamaz ve çoğaltılamaz.

\* Original 2000 hologramları olmayan Deney Sonuç raporlarımız geçersizdir.

\* T.C.Bayındırlık ve İskan Bakanlığı logosu 03,04,2003 tarih ve 42 numaralı Laboratuvar İzin Belgesi kapsamında kullanılmaktadır.

Deneyi Yapan

*Umut KANAT*  
Jeoloji Mühendisi  
Oda Sicil No: 8956

Likit limit : 31  
Plastik limit: 27  
Plastisite indisi : 4



Onaylayan  
*Esen YALINER*  
Laboratuvar Müdürü Denetçi Mühendis  
Belge No: 3076





# ZEMİN ARAŞTIRMA VE TEST LABORATUVARI

Form No: KY-FR-23

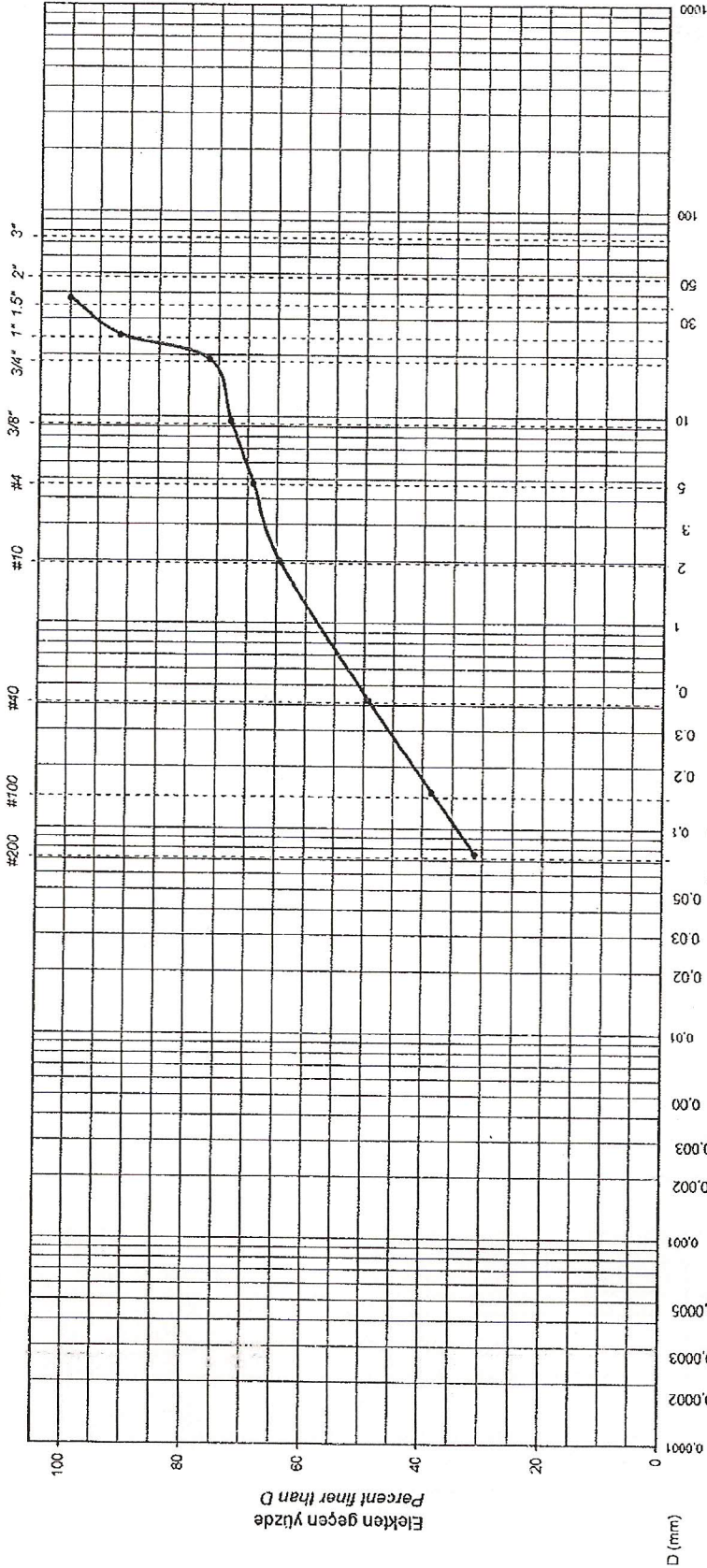
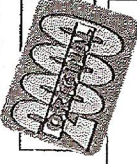


## GRANÜLOMETRİ EĞRİSİ / GRAIN SIZE CURVE (ELEK ANALİZİ DENEY RAPORU)

Müşteri Adı/Ünvanı : Geosan A.Ş.  
Num. Alındığı Yer : Bodrum İskele  
Sonda/Num. No : SD-12/SPT1

Num. Kabul Tarihi: 05.09.2005  
Derinlik (m) : 26,75 m

Deneysel Tarihi : 06.09.2005  
D. Rapor Tarihi : 08.09.2005  
Laboratuvar No : 05-2157ea8



Zemin Soil	Kil - Clay			Silt - Silt			Kum - Sand			Çakıl - Gravel			Taş Cobbles	Blok Boulders
	İnce Fine	Orta Medium	Kaba Coarse	İnce Fine	Orta Medium	Kaba Coarse	İnce Fine	Orta Medium	Kaba Coarse	İnce Fine	Orta Medium	Kaba Coarse		

\*Deneyler ilgili firma tarafından laboratuvarımıza teslim edilen numuneler üzerinde yapılmıştır. Deneylerimiz ASTM D 422-63 standardına göre yapılmaktadır. Bu deney raporu laboratuvarımızın yazılı izni olmadan basılamaz ve çoğaltılamaz. Original 2000 hologramlı olmayan Deney Sonuç raporlarımız geçerlidir. T. C. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Logosu 03.04.2003 tarih ve 42 numaralı Laboratuvar İzin Belgesi kapsamında kullanılmaktadır.

ADRES: Mahmut Şevket Paşa Man. Şahinkaya Sok. No:13 Okmeydanı ŞİŞLİ / İSTANBUL. TEL: 0 212 237 38 39 / FAX: 0 212 238 28 93

DENEYİ YAPAN: **Ümit KAYA**  
Jeoloji Mühendisi  
Oda Sicil No: 8956

ONAYLAYAN: **ESMA YALINER**  
Laboratuvar Müdürü  
Deney Mühendisi  
Oda Sicil No: 5076



ZEMİN ARAŞTIRMA VE  
TEST LABORATUVARI

Form No: KY-FR-23

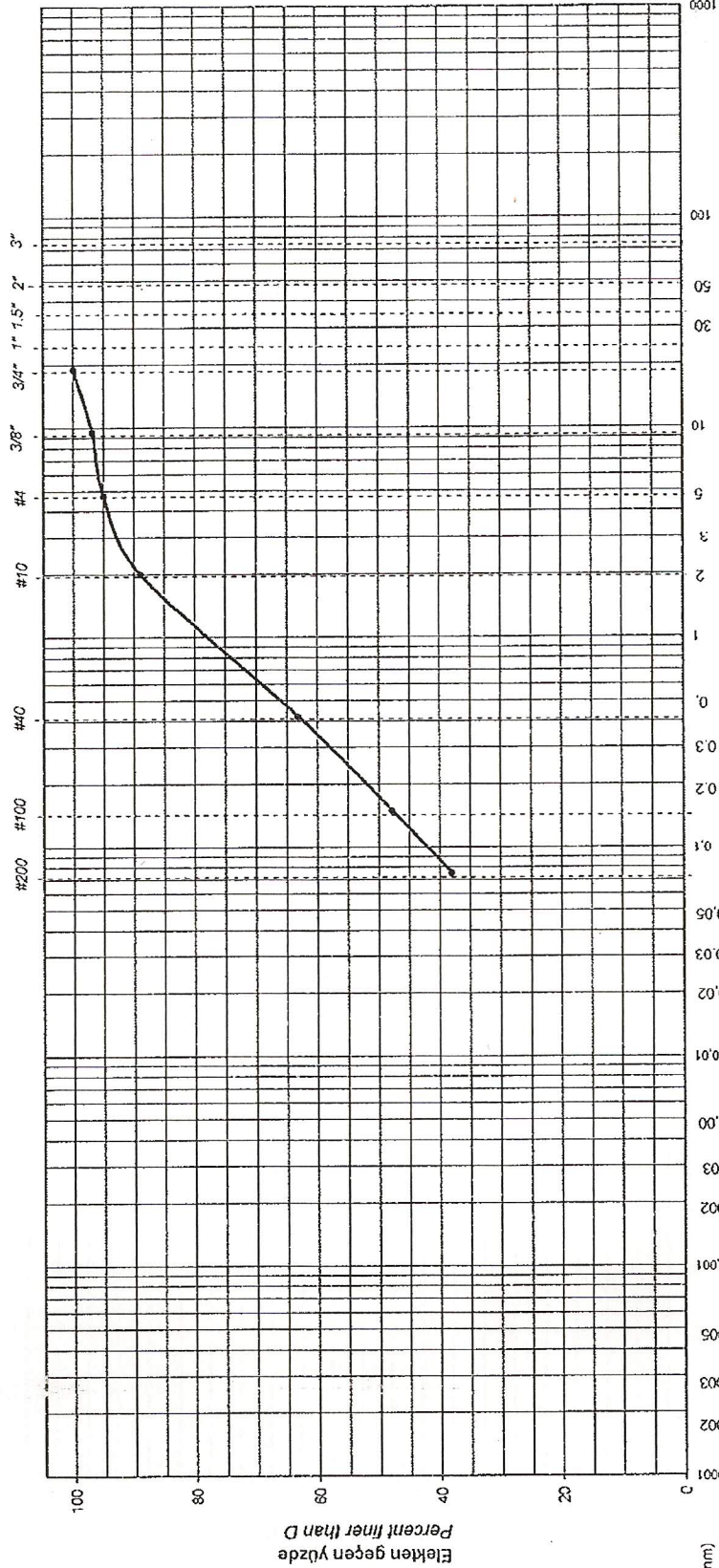


GRANÜLOMETRİ EĞRİSİ / GRAIN SIZE CURVE ( ELEK ANALİZİ DENEY RAPORU)

Müşteri Adı/Ünvanı : Geosan A.Ş.  
Num. Alındığı Yer : Bodrum İskele  
Sondaj/Num. No : SD-11/SPT1

Num. Kabul Tarihi: 05.09.2005  
Derinlik (m) : 16,70 m

Deney Tarihi : 06.09.2005  
D. Rapor Tarihi : 08.09.2005  
Laboratuvar No : 05-2157ea7



Zemin Soil	Kil - Clay		Silt - Silt		Kum - Sand			Çakıl - Gravel		Taş Cobbles	Blok Boulders
	Ince Fine	Orta Medium	Kaba Coarse	Ince Fine	Orta Medium	Kaba Coarse	Ince Fine	Kaba Coarse			

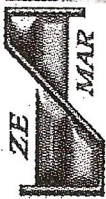
DENEYİ YAPAN: ONAYLAYAN:

Deneyler ilgili firma tarafından laboratuvarımıza teslim edilen numuneler üzerinde yapılmıştır.  
Deneylerimiz ASTM D 422-63 standardına göre yapılmaktadır.  
Bu deney raporu laboratuvarımızın yazılı izni olmadan basılamaz ve çoğaltılamaz.  
Original 2000 hologramlı olan Deney Sonuç raporlarımız geçersizdir.  
T. C. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, İlgili 03.04.2008 tarih ve 42 numaralı Laboratuvar İzin Belgesi kapsamında kullanılmaktadır.  
ADRES: Mahmut Şevket Paşa Mah. Şahinkaya Sok. No:13 Okmeydanı ŞİŞLİ / İSTANBUL TEL : 0 212 237 38 39 / FAX: 0 212 238 28 93

Unit KAVAT  
İnceleni Mühendis  
Ofis Str. No. 89/56

ESER YALINER  
Laboratuvar Mühür Deney Mühendisi

Belge No: 3075



# ZEMİN ARAŞTIRMA VE TEST LABORATUVARI

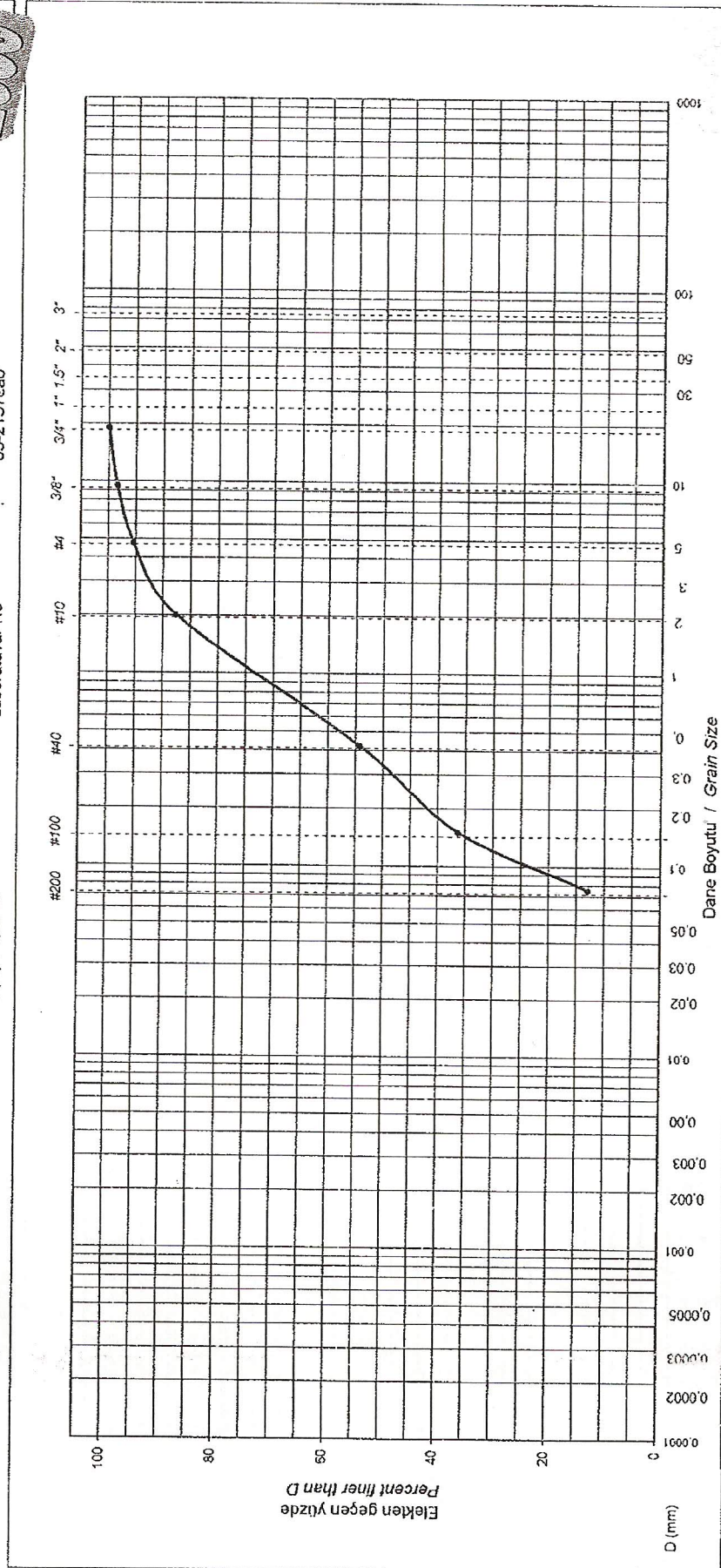
Form No: KY-FR-23

## GRANÜLOMETRİ EĞRİSİ / GRAIN SIZE CURVE (ELEK ANALİZİ DENEY RAPORU)

Müşteri Adı/Ünvanı : Geosan A.Ş.  
Num. Alındığı Yer : Bodrum İskele  
Sonda/Num. No : SD-10/SPT1

Num. Kabul Tarihi: 05.09.2005  
Derinlik (m) : 3.50 m

Deneysel Tarihi : 06.09.2005  
D. Rapor Tarihi : 08.09.2005  
Laboratuvar No : 05-2157ea6



Zemin Soil	Kil - Clay		Silt - Silt		Kum - Sand			Çakıl - Gravel		Taş Cobbles	Blok Boulders
	Ince Fine	Orta Medium	Kaba Coarse	Orta Medium	Kaba Coarse	Ince Fine	Kaba Coarse				

\*Deneyler ilgili firma tarafından laboratuvarımıza teslim edilen numuneler üzerinde yapılmıştır.

Deneylemiz ASTM D 422-63 standardına göre yapılmaktadır.

Bu deney raporu laboratuvarımızın yazılı izni olmadan, besliyoruz ve çoğaltılamaz.

Original 2000 hologramları olmayan deney sonuç raporlarımız geçerlidir.

T.C. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, logosu 03.04.2003 tarih ve 42 numaralı Laboratuvar İzin Belgesi kapsamında kullanılmaktadır.

ADRES: Mahmut Şevket Paşa Mah. Şahin Kaya Sok. No:13 Ökemeçdam: ŞİŞLİ / İSTANBUL TEL: 0 212 237 36 39 / FAX: 0 212 238 28 93

**Ümit KANAL**  
Jeoloji Mühendisi  
Oda Sicil No: 8456

DENEYİ YAPAN:

ONAYLAYAN:

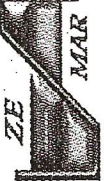
**ESER YALINER**

Laboratuvar Müdürü / Deneyi Başlatmış

Söğge No: 5075



## ZEMİN ARAŞTIRMA VE TEST LABORATUVARI



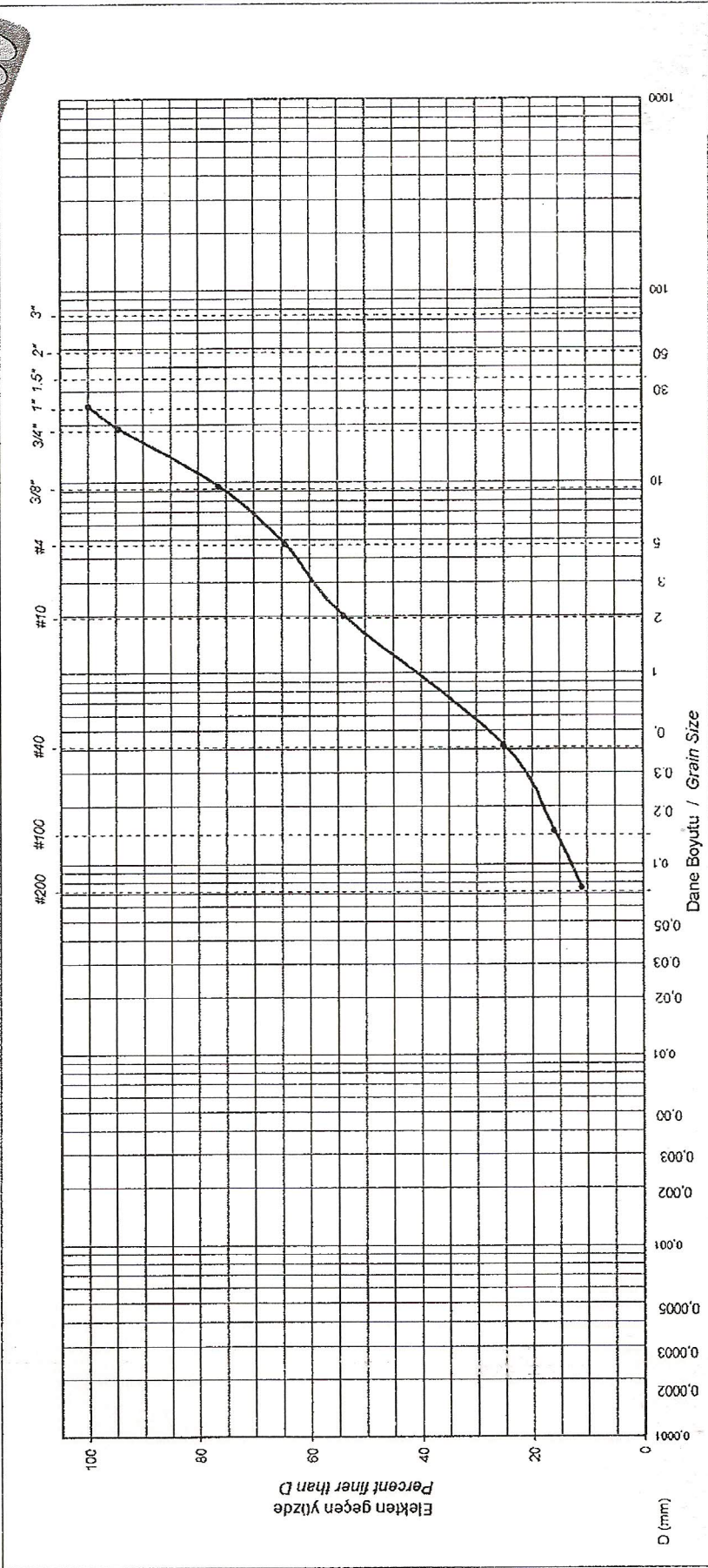
Form No: KY-FR-25

### GRANÜLOMETRİ EĞRİSİ / GRAIN SIZE CURVE (ELEK ANALİZİ DENEY RAPORU)

Müşteri Adı/Ünvanı : Geosan A.Ş.  
Num. Alındığı Yer : Bodrum İskele  
Sondaj/Num. No : SD-9/SPT1

Num. Kabul Tarihi: 05.09.2005  
Derinlik (m) : 3,85 m

Deney Tarihi : 06.09.2005  
D. Rapor Tarihi : 08.09.2005  
Laboratuvar No : 05-2157ea5



Zemin Soil	Kil - Clay		Silt - Silt		Kum - Sand			Çakıl - Gravel			Taş Cobbles	Blok Boulders
	Ince Fine	Orta Medium	Kaba Coarse	İnce Fine	Orta Medium	Kaba Coarse	Ince Fine	Kaba Coarse				

\*Deneyler ilgili firma tarafından laboratuvarımıza teslim edilen numuneler üzerinde yapılmıştır.

Deneylerimiz ASTM D 422-63 standardına göre yapılmaktadır.

Bu deney raporu laboratuvarımızın yazılı izni olmadan basılamaz ve çoğaltılamaz.

Original 2000 hologramları olmayan deney sonuç raporlarımız geçersizdir.

T. C. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı İlogosu 03.04.2003 tarih ve 42 numaralı Laboratuvar İzin Belgesi kapsamında kullanılmaktadır.

ADRES: Mahmut Şevket Paşa Mah. Şahinkaya Sok. No:13 Olmeydanı ŞİŞLİ / İSTANBUL TEL: 0 212 237 33 89 / FAX: 0 212 238 26 93

**ÇİMENLİ**  
Jeoloji Mühendisi  
Orta Sicil No: 89256

DENEYİ YAPAN:

ONAYLAYAN:

**ESKİ TAYINIR**  
Laboratuvar Müdürü Deney Mühendisi  
05.09.2005



ZEMİN ARAŞTIRMA VE  
TEST LABORATUVARI

Form No: KY-FR-23

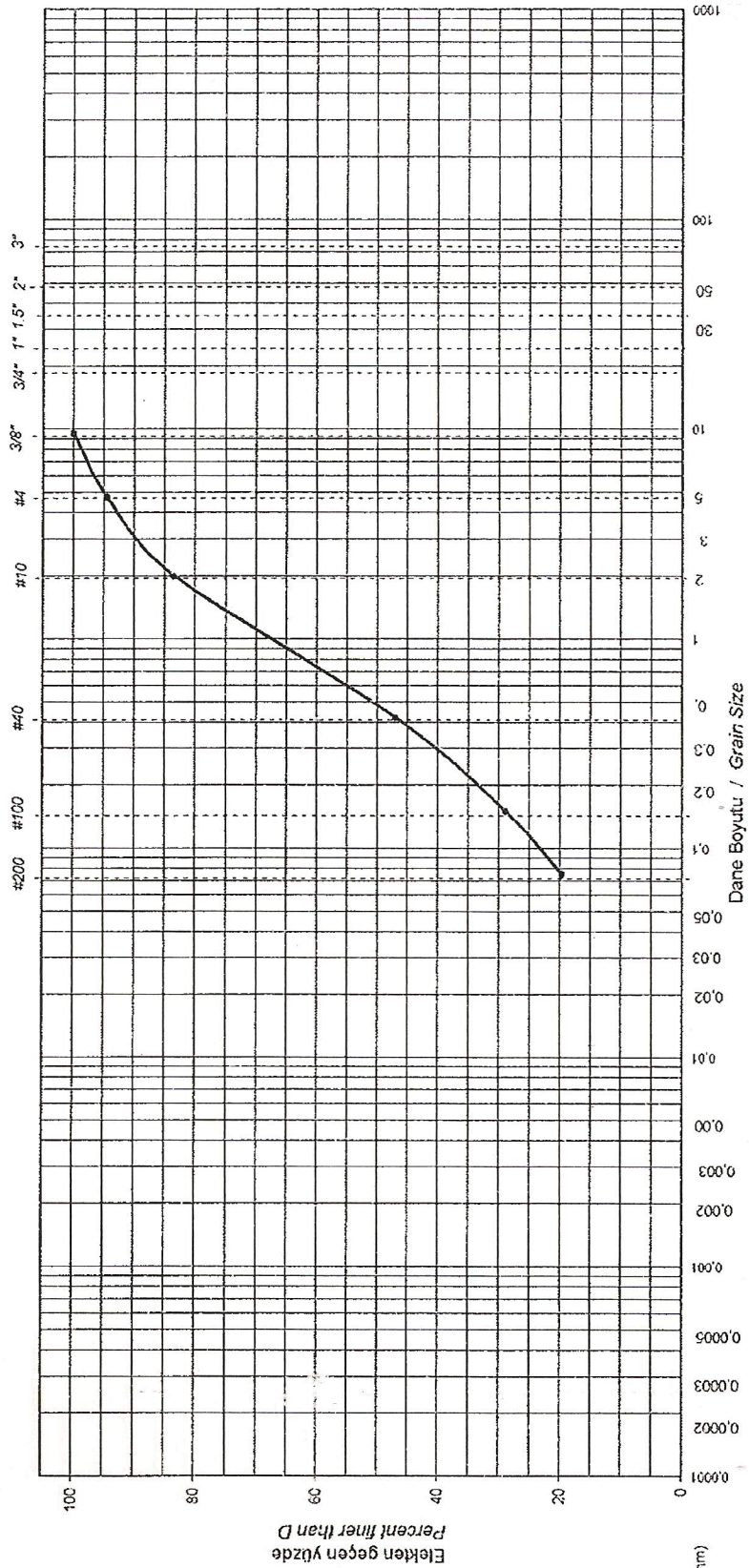


GRANÜLOMETRİ EĞRİSİ / GRAIN SIZE CURVE ( ELEK ANALİZİ DENEY RAPORU)

Müşteri Adı/Ünvanı : Geosan A.Ş.  
Num. Alındığı Yer : Bodrum İskele  
Sondaj/Num. No : SD-5/SP2

Num. Kabul Tarihi: 05.09.2005  
Derinlik (m) : 11,60 m

Deney Tarihi : 06.09.2005  
D. Rapor Tarihi : 09.09.2005  
Laboratuvar No : 05-2157ea4



Zemin: Soil	Kil - Clay			Silt - Silt			Kum - Sand			Çakıl - Gravel			Taş Cobbles	Blok Boulders
	İnce Fine	Orta Medium	Kaba Coarse	İnce Fine	Orta Medium	Kaba Coarse	İnce Fine	Orta Medium	Kaba Coarse	İnce Fine	Kaba Coarse			

\*Deneyler ilgili firma tarafından laboratuvarımıza teslim edilen numuneler üzerinde yapılmıştır.

Deneylerimiz ASTM D 422-63 standardına göre yapılmaktadır.

Bu deney raporu laboratuvarımızın yazılı izni olmadan basılamaz ve çoğaltılamaz.

Original 2000 hologramları olmayan Deney Sonuç raporlarımız geçersizdir.

T. C. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı İlgilisi 03.04.2003 tarih ve 42 numaralı Laboratuvar İzin Belgesi kapsamında kullanılmaktadır.

ADRES: Mahmut Şerhmet Paşa Mah. Şahinkaya Sok. No:13 Okmeydanı ŞİŞLİ / İSTANBUL TEL: 0 212 237 33 39 / FAX: 0 212 238 28 93

DENEYİ YAPAN:

**Ümit KANAT**  
Jwoloji Mühendisi

Okula Sicil No : 18954

ONAYLAYAN:

**ESER YALINER**  
Laboratuvar Müdürü Dereği: Mühendis

Sicil No: 3375

ZE

MAR

# ZEMİN ARAŞTIRMA VE TEST LABORATUVARI

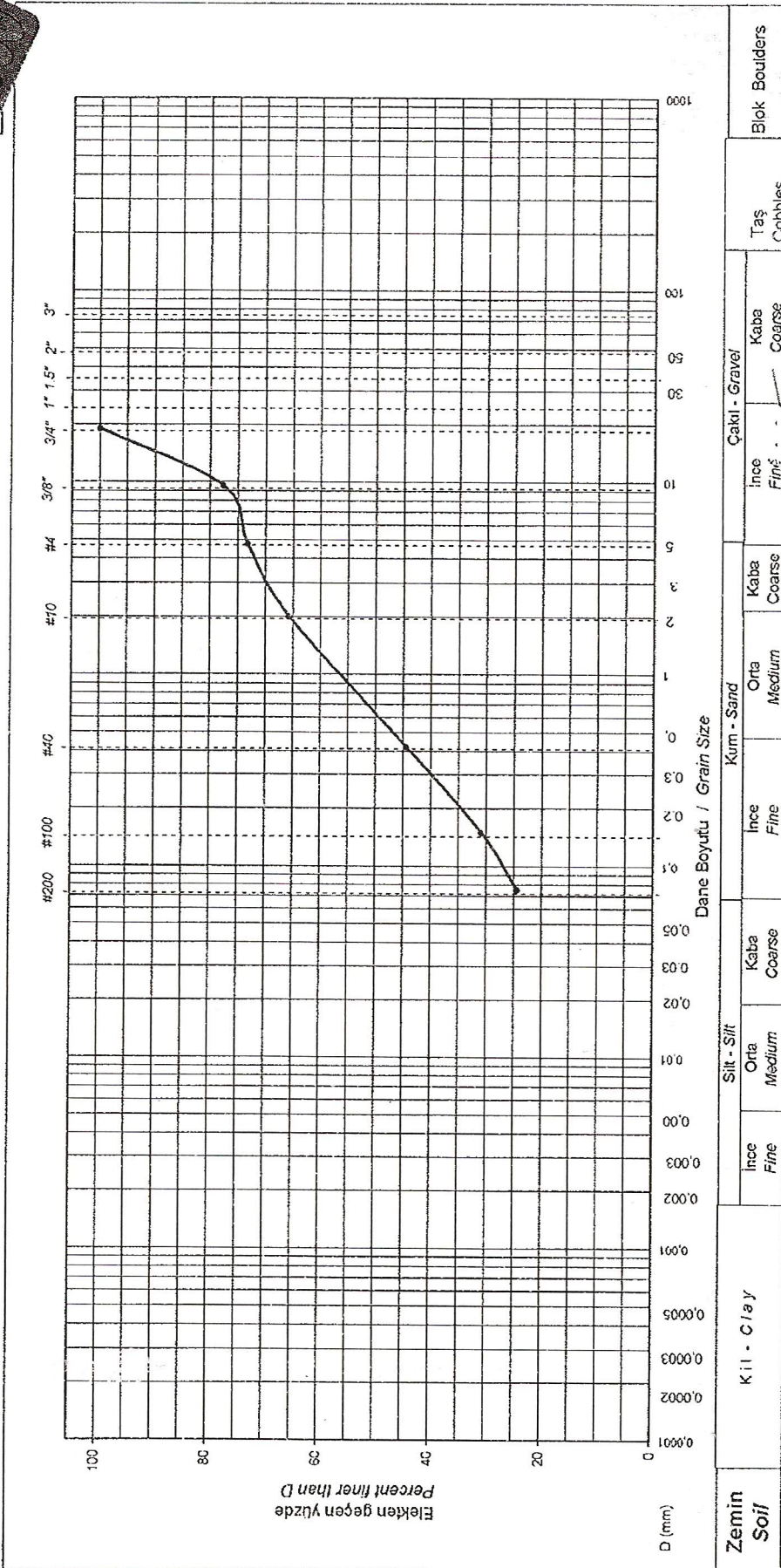
Form No: KY-FR-23

## GRANÜLOMETRİ EĞRİSİ / GRAIN SIZE CURVE (ELEK ANALİZİ DENEY RAPORU)

Müşteri Adı/Ünvanı : Geosan A.Ş.  
Num. Alındığı Yer : Bodrum İskele  
Sondaj/Num. No : 5D-3/SPT2

Num. Kabul Tarihi: 05.09.2005  
Denklik (m) : 24.55 m

Deneş Tarihi : 06.09.2005  
D.Rapor Tarihi : 08.09.2005  
Laboratuvar No : C5-2157ea3

Zemin  
Soil

KİL - ÇİTAY

İnce  
FineOrta  
MediumKaba  
Coarseİnce  
FineOrta  
MediumKaba  
Coarseİnce  
Fine

Çakıl - Gravel

Kaba  
Coarse

Blok Boulders

\*Deneyler ilgili firma tarafından laboratuvarımıza teslim edilen numuneler üzerinde yapılmıştır.  
Deneylerimiz ASTM D 422-68 standardına göre yapılmaktadır.

Bu deney raporu laboratuvarımızın yazılı izni olmadan basılamaz ve çoğaltılamaz.  
Original 2000 hologramları olmayan Deney Sonuç raporlarımız geçerlidir.

T. C. Boyunduruk ve İskan Bakanlığı İlgili 05.04.2003 tarih ve 42 numaralı Laboratuvar İzin Belgesi kapsamında kullanılmaktadır.  
ADRES: Mahmut Sevket Paşa Mah. Şahinkaya Sok. No:13 Okmeydanı ŞİŞLİ / İSTANBUL TEL: 0 212 237 38 35 / FAX: 0 212 238 23 92

DENEYİ YAPAN:  
**İNCE KAKAĞI**  
Jeoloji Mühendisi  
Orta Sınıf No: 8956

ONAYLAYAN:

**ESER YALINER**  
Laboratuvar Müdürü Denetim Mühendisi  
Sıfır No: 5075



# ZEMİN ARAŞTIRMA VE TEST LABORATUVARI

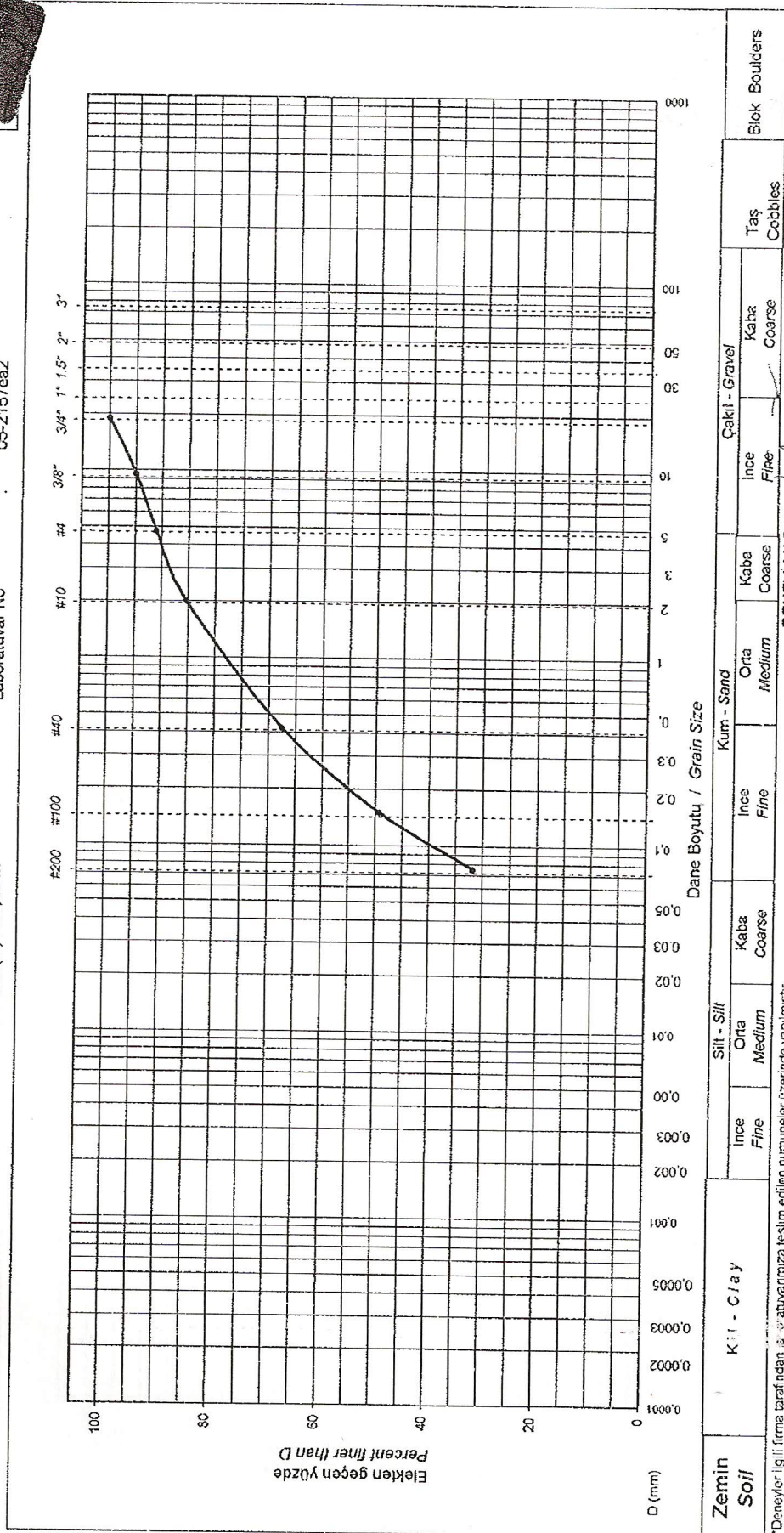
Form No: KY-FR-23

## GRANÜLOMETRİ EĞRİSİ / GRAIN SIZE CURVE (ELEK ANALİZİ DENEY RAPORU)

Müşteri Adı/Ünvanı : Geosan A.Ş.  
Num. Alındığı Yer : Beşirum İskele  
Sondaj/Num. No : SD-2/SP11

Num. Kabul Tarihi: 05.09.2005  
Derinlik (m) : 26,20 m

Deney Tarihi : 06.09.2005  
D. Rapor Tarihi : 06.09.2005  
Laboratuvar No : 05-2157ca2



\*Deneyler ilgili firma tarafından laboratuvarımıza teslim edilen numuneler üzerinde yapılmıştır.

Dene/çentim ASTM D 422-63 standardına göre yapılmaktadır.

Bu deney raporu Laboratuvarımızın yazılı izni olmadan basılamaz ve çoğaltılamaz.

Original 2000 hologramları olmayan Deney Sonuç raporlarımız geçersizdir.

T. C. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, logosu 03.04.2003 tarih ve 42 numaralı Laboratuvar İzin Belgesi kapsamında kullanılmaktadır.

ADRES: Mahmut Şevket Paşa Mah. Şahin Kaya Sok. No:13 Okmeydanı Şişli / İSTANBUL TEL: 0 212 237 38 39 / FAX: 0 212 238 28 93

DENEYİ YAPAN:

**ÖZEL KANAT**  
Jeoloji Mühendisi  
Oda Sicil No: 8956

ONAYLAYAN:

**ÖZEL KANAT**  
Laboratuvar Müdürü Deniz Akbaşoğlu  
Sicil No: 5570



# ZEMİN ARAŞTIRMA VE TEST LABORATUVARI

Form No: KY-FR-23

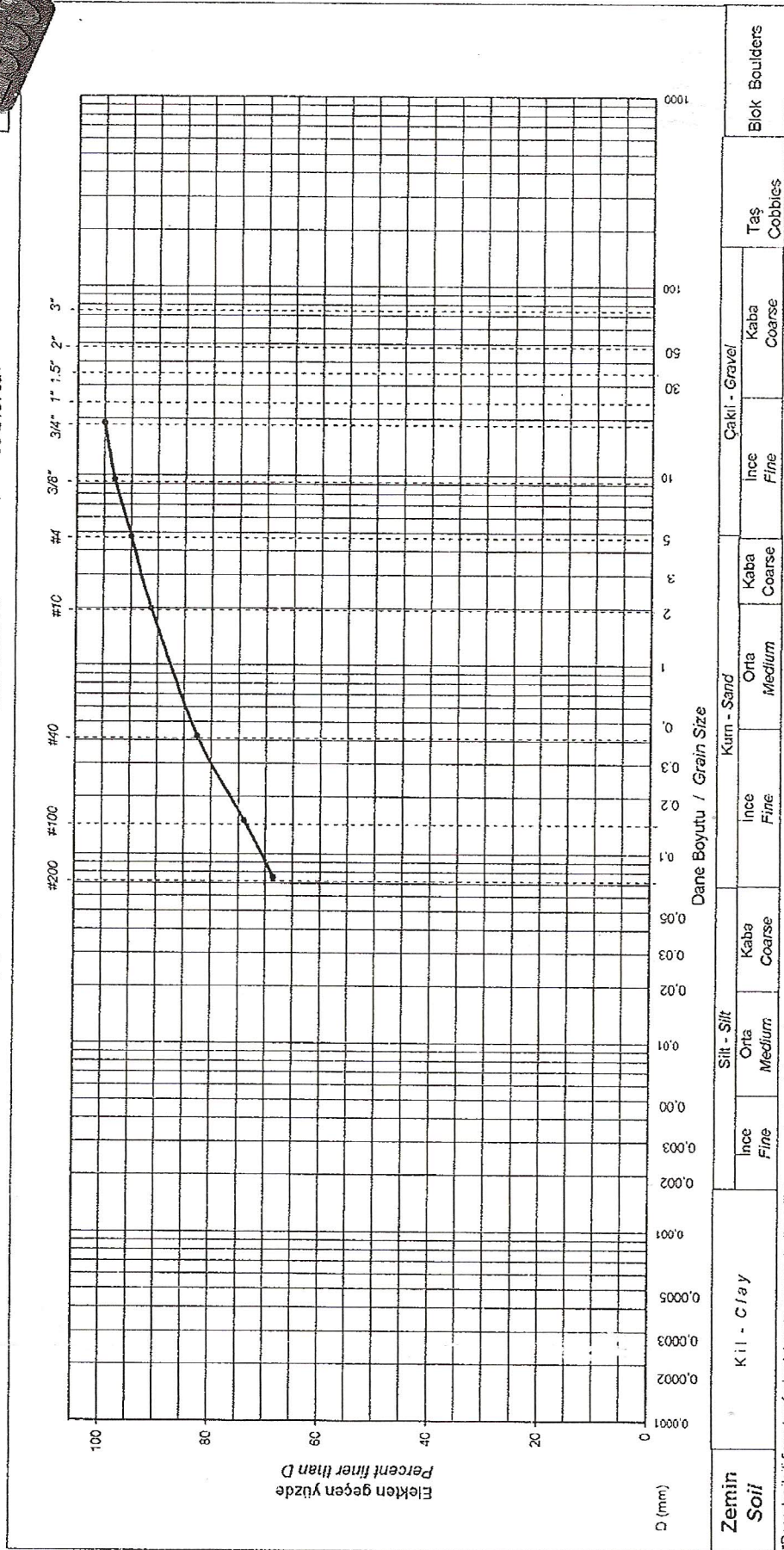


## GRANÜLOMETRİ EĞRİSİ / GRAIN SIZE CURVE (ELEK ANALİZİ DENEY RAPORU)

Müşteri Adı/Ürvanı : Geosan A.Ş.  
Num. Alındığı Yer : Bodrum İskele  
Sonda/Num. No : SD-1/SPT1

Num. Kabul Tarihi: 05.09.2005  
Derinlik (m) : 29,00 m

Deney Tarihi : 06.09.2005  
D. Rapor Tarihi : 08.09.2005  
Laboratuvar No : 05-2157ea1



Zemin Soil	Kil - Clay			Silt - Silt			Kum - Sand			Cakıl - Gravel			Taş Cobbles	Blok Boulders
	İnce Fine	Orta Medium	Kaba Coarse	İnce Fine	Orta Medium	Kaba Coarse	İnce Fine	Orta Medium	Kaba Coarse	İnce Fine	Kaba Coarse			

DENEYİ YAPAN:

DENEYİ YAPAN:

DENEYİ YAPAN:

DENEYİ YAPAN:

Ümit KAMAL  
Jwlori Mühendis  
Oda Sicil No: 8956

ONAYLAYAN:

ADRES: Mahmut Şevket Paşa Mah. Şahinkaya Sok. No:13 Okmeydanı ŞİŞLİ / İSTANBUL. TEL: 0 212 237 38 39 / FAX: 0 212 238 28 93

\*Deneyler ilgili firma tarafından laboratuvarımıza teslim edilen numuneler üzerinde yapılmıştır.  
Deneylerimiz ASTM D 422-63 standardına göre yapılmaktadır.  
Bu deney raporu laboratuvarımızın yazılı izni olmadan basılamaz ve çoğaltılamaz.  
Original 2000 hologramları olmayan Deney Sonuç raporlarımız geçersizdir  
T. C. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı logosu 03.04.2003 tarih ve 42 numaralı Laboratuvar izni Belgesi kapsamında kullanılmaktadır.

Laboratuvar Müdürü Denizçi Mühendis  
Etiler No: 3076