93768

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DESTEKLİ DERİN KAZILARDA İNKLİNOMETRİK GÖZLEM

İnş. Müh. Özgün İNAN

F.B.E. İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı Geoteknik Programında
Hazırlanan

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Kutay ÖZAYDIN

Prof. Dr. Kutay Özaydın

Prof. Dr. Mete İnceoğlu

Prof. Dr. S. Yılmaz

İSTANBUL, 2000

İÇİNDEKİLER

Sayfa

SİMGE LİSTESİ..... v

ŞEKİL LİSTESİ..... vi

ÇİZELGE LİSTESİ..... vii

ÖNSÖZ..... viii

ÖZET..... ix

ABSTRACT..... x

1. GİRİŞ 1

2. DESTEKLİ DERİN KAZI PROJELERİ 2

2.1 Alternatif Destek Yöntemleri 2
2.2 Palplanş Duvarlar 3
2.3 Mini Kazık Duvarlar 6
2.4 Fore Kazık Duvarlar 7
2.4.1 Fore kazık duvarların dizaynı ve boyutları 7
2.4.2 Birleşimlerin su tutuculuğu 8
2.4.3 Avantajları ve dezavantajları 8
2.5 Kesişen Kazık Duvarlar 10
2.6 Kuyu Tipi Betonarme Perdeler 10
2.7 Diyafram Duvarlar 12
2.7.1 Diyafram duvar genel imalat yöntemi 15
2.7.2 Diyafram duvarların genel özellikleri 17
2.7.2.1 Panel uzunluğu 17
2.7.2.2 Duvar derinliği 18
2.7.2.3 Panel genişliği 19
2.7.3 Diyafram duvarların avantajları ve dezavantajları 19
2.7.4 Ankrajlı diyafram duvarlar 20

3. DESTEKLİ DERİN KAZILARIN GÖZLEMLENMESİ 23

3.1 Desteklenmiş Derin Kazılarda Gözlem Yapmanın Temel Nedenleri 23
3.2 İnklinometre Nedir 25
3.3 İnklinometrelerin Kullanım Alanları 26
3.4 İnklinometrelerin Çalışma Prensibi 26
3.5 İnklinometre Borusunun Yerleştirilmesi 27
3.5.1 İnklinometre borusu 27
3.5.2 Borunun yerleştirilmesi 27
3.6 Gözlemin Yapılması 28
3.7 İnklinometrik Gözlemin Hassasiyetini Etkileyen Faktörler 30
3.7.1 Transdüserin hassasiyeti 30
3.7.2 Probun tekerleklerinin durumu 30
3.7.3 Borunun doğrusallığı 31
3.7.4 Borunun çapı 31
3.7.5 İnklinometre kuyusunun doldurulma biçimi 31
3.7.6 Borunun düzlüğü 31
3.7.7 Okumaların tekrarlanabilirliği 31
3.7.8 Okuma aralığı 32
3.7.9 Sıcaklık etkisi 32
3.7.10 Probun kullanılma tarzı 32
3.7.11 Diğer faktörler 33
3.8 İnklinometrenin Bakımı 33
3.9 İnklinometrenin Sahada Kontrolü 34
3.10 İnklinometrik Gözlem Sonuçlarının Değerlendirilmesi 34
3.11 İnklinometrik Gözlem Verileriyle Eğilme Momentlerinin Tahmini 38

4. UYGULAMADAN BİR ÖRNEK: EGE DÜNYA TİCARET MERKEZİ 40

4.1 Genel Bilgiler 40
4.2 Arazi Etüd Çalışmaları 40
4.2.1 Sondajlar ve standart penetrasyon deneyleri 40
4.2.2 Koni penetrasyon deneyleri 41
4.2.3 Zemin profili 43
4.3 Genel Jeoloji 43
4.3.1 Dolgu tabakası 43
4.3.2 Körfez çökelleri 43
4.3.2.1 Siyah-gri renkli siltli kil 45

4.3.2.2 Siyah renkli ince kum..... 45
4.3.2.3 Kahverengi-gri çakıllı kil..... 45
4.3.3 Sarı-kahverengi killi çakıl veya kumlu çakıl..... 45
4.3.4 Sarı-kahverengi çakıllı kil..... 46
4.4 Ege Dünya Ticaret Merkezi Projesi..... 46
4.5 Proje Kapsamında Gerçekleştirilen Derin Temel Kazısı..... 46
4.6 Derin Kazının Sonlu Elemanlar Yöntemiyle Modellenmesi..... 47
4.6.1 Modellemede kullanılan parametreler..... 47
4.6.2 Modelleme kapsamında yapılan çözüm..... 50
4.7 Derin Kazının Gözlemlenmesi..... 52
4.8 İnklinometrik Gözlem Sonuçları..... 53

5. SONUÇLAR..... 58

KAYNAKLAR..... 60

EKLER..... 61

Ek 1 Sondaj Logları..... 62
Ek 2 Koni Penetrasyon Deneyi Grafikleri..... 86
Ek 3 PLAXIS Analizi Grafikleri..... 95
Ek 4 İnklinometre Grafikleri..... 104

ÖZGEÇMİŞ..... 117

SİMGE LİSTESİ

$c_u(s_u)$ drenajsız kayma mukavemeti

E elastisite modülü

f_r sürtünme oranı

f_s koni çevre sürtünmesi

I_x x ekseni atalet momenti

k permeabilite katsayısı

M_x x ekseni eğilme momenti

N_{30} standart penetrasyon deneyinde son iki 15 cm.' lik penetrasyon için darbe sayısı

q_c koni uç mukavemeti

s ankrajlar arası mesafe

y_k k noktasında ölçülen yatay deplasman

Δx inklinometrik gözlem ölçüm aralığı

ϕ içsel sürtünme açısı

γ_{dry} kuru birim hacim ağırlığı

γ_{wet} ıslak birim hacim ağırlığı

ν Poisson oranı

θ_x x ekseninde ölçülen açısal dönme

ŞEKİL LİSTESİ

		Sayfa
Şekil 2.1	Yapının bir bölümünü oluşturan palplanş duvarlar.....	4
Şekil 2.2	Yapıda yardımcı eleman olarak oluşturulan palplanş perdeler.....	4
Şekil 2.3	Başlı başına yapı olan palplanş duvarlar.....	4
Şekil 2.4	En çok kullanılan çelik palplanş kesitleri.....	5
Şekil 2.5	Mini kazık imalat safhaları.....	6
Şekil 2.6	Fore kazık duvarlar.....	8
Şekil 2.7	Kuyu tipi betonarme perde duvar.....	11
Şekil 2.8	Bodrum kazılarında diyafram duvar kullanılması.....	13
Şekil 2.9	Diyafram duvarların aç-kapa tünellerinde kullanılması.....	13
Şekil 2.10	Diyafram duvar imalat safhaları.....	16
Şekil 2.11	Ankraj kesiti.....	21
Şekil 2.12	Tek sıra ankrajlı diyafram duvar için limit durumlar.....	22
Şekil 3.1	İnklinometrelerin çalışma prensibi.....	26
Şekil 3.2	İnklinometre borusunun üstten görünüşü.....	29
Şekil 3.3	Toplam deplasmanlar grafiği.....	36
Şekil 3.4	Deplasman – zaman grafiği.....	37
Şekil 4.1	Genel yerleşim planı.....	42
Şekil 4.2	Zemin modeli.....	44
Şekil 4.3	Deforme olmuş durum.....	51
Şekil 4.4	Eş-deformasyon eğrileri.....	55
Şekil 4.5	Arazi gözlemleri sonucunda elde edilen moment diyagramı.....	57

ÇİZELGE LİSTESİ

		Sayfa
Çizelge 4.1	Sondajların listesi ve yeraltı su seviyesi ölçümleri.....	41
Çizelge 4.2	CPT deneyleriyle ilgili bilgiler.....	41
Çizelge 4.3	Plaxis analizinde kullanılan zemin parametreleri.....	49

ÖNSÖZ

Bu çalışma derin kazı destekleme yöntemlerinin ve derin kazı gözlem yöntemlerinden inklinometrik gözlemin tanıtıldığı ve bir kazı için gerçekleştirilen analiz sonuçlarının arazi gözlem sonuçları ile karşılaştırıldığı bir çalışmadır. Çalışmam sırasında değerli bilgi ve yardımlarını esirgemeyen Sayın Hocam Prof. Dr. Kutay ÖZAYDIN' a teşekkürü bir borç bilirim.

Çalışmanın gerçekleştirilmesi sırasında her türlü yardım ve desteği sağlayan Geotest ailesine teşekkürlerimi sunarım.

Aileme ve dostlarıma her zaman yanımda oldukları için teşekkür ederim.

İstanbul, 2000 Özgün İNAN

ÖZET

Derin kazılarda gözlem her zaman gereken ve büyük önem arz eden bir olgudur. Bu gerekliliği karşılamak üzere çeşitli gözlem yöntemleri geliştirilmiş bulunmaktadır. İnklinometrik gözlem, pratikliği, hassasiyeti ve sağladığı verilerin kullanışlılığı ile bu yöntemler arasında en çok kullanılanlardan biri olmuştur. İnklinometrik gözlem yer değiştirmelerin ölçümünde kullanılmaktadır. Yapılan çalışma kapsamında, ölçülen yer değiştirme değerlerinden inklinometre borusunun içinde bulunduğu derin kazı destek elemanında oluşan eğilme momentlerinin tahmini yapılmıştır. Yer değiştirme değerlerinden moment değerlerine geçişte sonlu farklar yönteminden faydalanılmıştır.

İnklinometrik gözlemin yapıldığı derin kazı sahasında destek sistemi olarak ankrajlı diyafram duvar uygulaması yapılmıştır. Mevcut sistemin, sonlu elemanlar yöntemini kullanan Plaxis programı ile analizi yapılmış ve analiz sonuçları inklinometre gözleminin sonuçları ile karşılaştırılmıştır. Analiz sonuçlarının gözlem sonuçlarına göre daha yüksek momentler tahmin ettiği, yer değiştirme değerlerinin ise çok farklı olmadığı görülmüştür. Oluşan farkların en önemli sebebinin kesin olarak belirlenemeyen malzeme parametreleri olduğuna kanaat getirilmiştir. Özellikle elastisite modülünün hesapları önemli ölçüde etkilediği görülmüştür.

ABSTRACT

Monitoring in deep excavations is absolutely vital. Many methods of monitoring have been developed to satisfy this necessity. With its practicality, sensitivity and handiness, monitoring with inclinometers have become a widely used method. Inclinometers are used to determine displacements. They are also used to determine the bending moments acting on the earth support system they are in. Finite differences method was applied to determine the bending moments of the sections of which displacements were obtained.

The deep excavation in the region where inclinometric monitoring was carried on was supported by an anchored diaphragm wall. The support system was analysed by a finite element method program named Plaxis and the results of the analysis were compared to the results of the field monitoring. The comparison showed that Plaxis has estimated bending moments higher than those obtained from the monitoring, whereas the displacements were close. The differences most probably were caused by the parameters which can not be determined definitely. Especially the modulus of elasticity was determined to have a great effect on the results.

1. GİRİŞ

Geoteknik problemlerinde en uygun tasarımı geliştirmek için birçok kabuller yapmak gerekmekte ve projenin hayata geçirilmesi safhasında da her zaman çeşitli sürprizlerle karşılaşılabilmektedir. Bu durum aslında zemin ve kaya gibi doğal malzemelerle çalışmanın kaçınılmaz bir sonucudur. Tasarım aşamasında mevcut birçok bilinmeyeni gerçekçi bir şekilde değerlendirmek arazi ölçümlerinin ve geoteknik gözlemin genel amacıdır. Değişik tipte arazi ölçüm cihazları kullanılarak elde olunan veriler ile zaman zaman ilgili projede revizyonlara gitmek mümkün olmaktadır. Projede revizyona gitmenin mümkün olmadığı durumlarda ise elde edilen veriler müteakip projeler için değerli birer kaynak olmaktadırlar.

Geoteknik mühendisliğinde önemli problemlerden biri derin kazıların yapılmasında karşımıza çıkmaktadır. Teknolojik gelişmeler ve giderek büyüyen metropollerde yaşama zorunluluğu insanoğlunu sürekli yerin daha derinlerinde çalışmaya itmiştir (daha yüksek binalar ve dolayısıyla daha derin temeller, tüneller, metrolar, vb.). Daha derinlerde çalışmalar yapabilmek için çalışılacak ortamın belli bir şekilde stabilitesinin sağlanması, yani zeminin desteklenmesi gerekmektedir. Bu gereklilik çeşitli destek yapılarının geliştirilmesi fikrine önayak olmuştur. Günümüzde çok çeşitli destek yapıları geliştirilmiş bulunmaktadır.

Destek yapılarının projelendirilmesi sırasında da zeminle ilgili birçok kabul yapmak gerekmektedir. İmalatın ilerleyen safhalarında oluşan zemin koşullarının kabul edilen değerlerle ne derece örtüştüğü veya yapılan dizaynın ne derece konservatif olduğu belirli gözlemler yapılmadığı sürece bilinememektedir. Bu sebeple destekli derin kazı projelerinde çeşitli gözlemlerin yapılması büyük bir önem arz etmektedir.

Destekli derin kazıların gözlemlenmesi ile ilgili birçok çalışma yapılmıştır. Değişik gözlem yöntemleri içinde en önemlilerinden biri de inklinometrik gözlemdir. İnklinometrik gözlem destekli derin kazı sistemlerinin davranışının izlenmesi ve değerlendirilmesinde tüm dünyada yaygın olarak uygulanmaktadır.

Bu çalışma kapsamında da inklinometrik gözlemlerin geçekleştirildiği bir destekli derin kazı projesi incelenmektedir. Çalışmanın ilk kısmında genel anlamıyla destekli derin kazı projeleri ve inklinometrik gözlemler üzerine bilgiler verilmekte, ikinci kısımda ise halen yapımı devam etmekte olan bir proje kapsamında sonlu elemanlar yöntemiyle yapılan modelleme ile arazi gözlemlerinin karşılaştırılması yapılmaktadır.

2. DESTEKLİ DERİN KAZI PROJELERİ

Mühendislik tarihinde derin kazıların desteklenmesinde uygulanan en eski yöntem, çift sıra bambu kazıklarla oluşturulan dairesel batardolar içerisinde köprü ayaklarının inşa edilmesidir. M.Ö. 200' lü yıllarda Çinli köprücüler tarafından uygulanan bu teknikte, iki sıra kazık arasındaki boşluk kil zemin ile doldurularak sızdırmazlık sağlanmıştır. Ahşap kazıkların benzer amaçlarla kullanılması 20. yüzyıla kadar devam etmiş ve bu tarihten sonra yerini çelik palplanşlara ve çelik kazıklara bırakmıştır. Genel olarak derin kazı destekleme yöntemleri, dar ve derin kazıların desteklenmesinde kullanılan yöntemler ve geniş ve derin kazıların desteklenmesinde kullanılan yöntemler olarak iki ana gruba ayrılabilir.

Dar ve derin kazılarda, kazı yapılmadan önce çeşitli düşey destek elemanları veya çelik palplanşlar zemine çakılmaktadır. Bu düşey elemanların kazı tabanı altındaki penetrasyon boyları kazı derinliği, zemin cinsi ve kayma mukavemeti, yeraltı su seviyesi, su basıncı ve kazı genişliği ile ilgilidir. Kendisini daha fazla tutabilen zeminlerde ve yeraltı suyunun kolaylıkla yenildiği durumlarda düşey elemanlar olarak çelik profiller, ahşap ve betonarme kazıklar, kendini tutamayan zeminlerde ve yeraltı su seviyesinin yüksek olması durumunda ise, çelik palplanşlar kullanılır. Her iki sistemdeki yatay destekler ve kuşak kirişleri çelik veya ahşap olabilir. Bu yöntemlerde düşey desteklerin zemine çakılması sırasında komşu yapıları etkileyebilecek titreşimler ortaya çıkabilmektedir. Bu nedenle şehir içindeki uygulamalarda vibrasyonun komşu yapılarda meydana getirebileceği olumsuz etkiler araştırılmalıdır.

Geniş kazıların desteklenmesinde ise daha farklı yöntemler uygulanmaktadır. Geniş kazıların, düşey taşıyıcı elemanların içten yatay elemanlarla desteklenmesi halinde, destek kesitleri çok büyümekte ve ayrıca kazı çukuru içerisindeki bu destekler, kazının içinde çalışma koşullarını çok güçleştirmektedir. Bu durumda uygulanabilecek bir yöntem, derin kazı boşluğunun önceden düşey elemanların oluşturduğu bir perde ile çevrilmesi ve temel kazısı sırasında belirli seviyelerde bu perdenin ankrajlarla geriye bağlanmasıdır. Perde kesiti, çakma boyu, ankraj yerleri, boyları ve eğimleri gibi özellikler, kazı derinliği, zemin özellikleri ve sistemi etkileyen yükler ile bu yöntemin uygulanması halinde kazı tabanının stabilitesi mutlaka irdelenmelidir (Sağlamer, 1986).

2.1 Alternatif Destek Yöntemleri

Destekli kazı projelerinin hayata geçirilmesinde çeşitli problemlerle karşılaşılabilmektedir (stabilite problemleri, deformasyon problemleri, su sızdırmazlık problemleri, vb.). Her yeni problem mühendislik biliminin gereği olarak yeni bir çözüm üretilmesi gerekliliğini ortaya

koymuştur. Ayrıca teknolojik gelişmeler de yeni imalat yöntemlerinin gelişmesine katkıda bulunmuştur. Günümüzde bir derin kazının desteklenmesi konusunda alternatif olabilecek çok sayıda destek yöntemi geliştirilmiş bulunmaktadır. Burada bu yöntemlerin hepsi birden irdelenmeyecek, gündelik hayatta sıkça başvurulan yöntemlerden birkaçına genel anlamıyla değinilecektir.

2.2 Palplanş Duvarlar

Palplanş duvarlar bir zemin itkisini veya bir su itkisini karşılamak amacıyla yanyana sıra ile çakılan palplanş elemanlarıyla oluşturulan düşey bir settir. Genel olarak zemin ve su problemleri ile karşılaşılan durumlarda çabukça çözüm getirebilmektedirler. Palplanş duvarların genel olarak kullanıldıkları yerler şunlardır (Dumlu, 1988):

- İnşaa esnasında yapıya hasar verecek yatay zemin itkilerinden korur.
- Su tutma yapılarında suyu inşaat sahasından uzaklaştırmada kullanılır.

Bununla birlikte dalgakıran olarak, derin bazı duvar kaplamalarında kuyu açmada, deniz içinde yapılacak duvarlarda da kullanılabilmektedir.

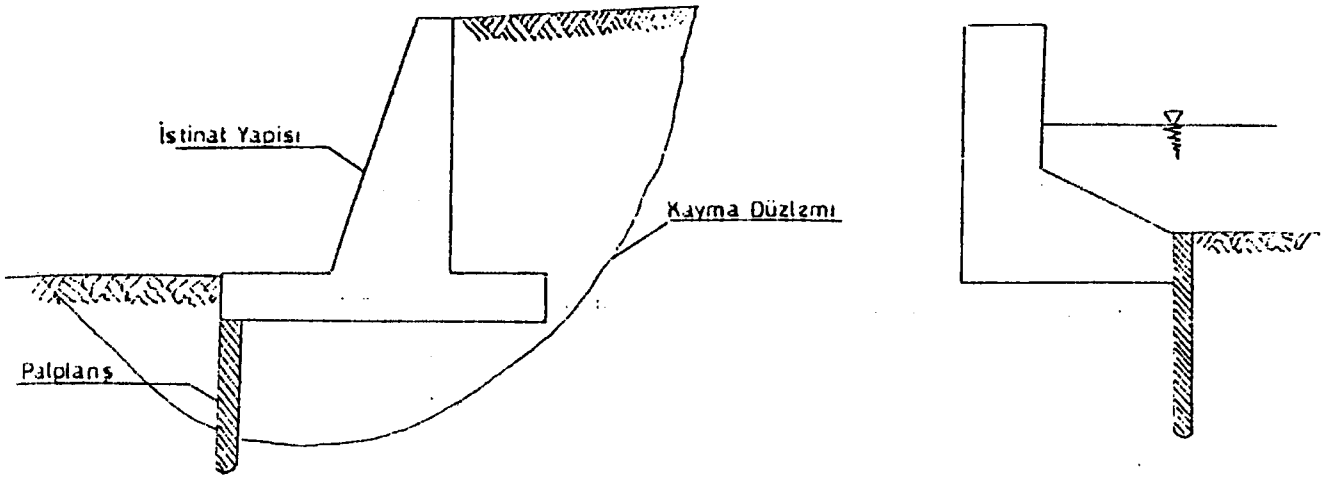
Palplanş duvarlar genel olarak üç grupta toplanır:

1. Yapının bir bölümünü oluşturan palplanş duvarlar,
2. Yapıda yardımcı eleman olarak oluşturulan palplanş perdeler,
3. Başlı başına yapı olan palplanş duvarlar.

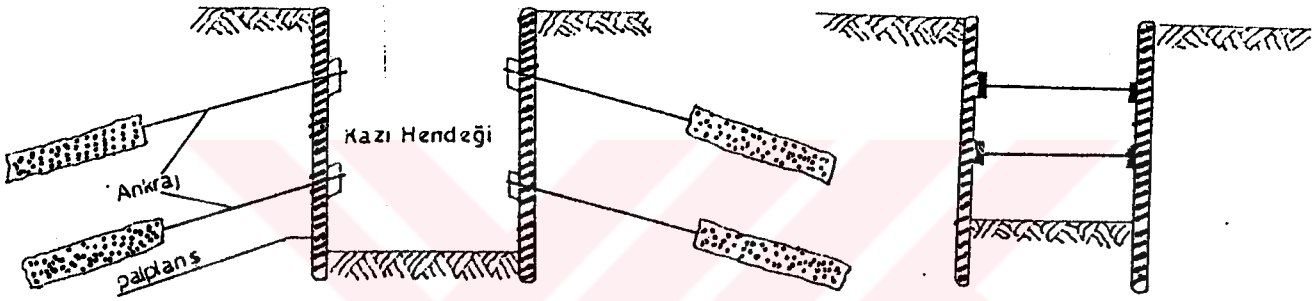
Yapının bir bölümünü oluşturan palplanş duvarlarında amaç yapının gerekli olan stabilitesinin veya sızdırmazlığının bir palplanş duvarla sağlanmasıdır (Şekil 2.1).

Yapıda yardımcı eleman olarak kullanılması halinde genellikle suyu inşaat sahasından uzak tutmak veya düşey derin kazı yapabilmek amaçları için kullanılmaktadır (Şekil 2.2).

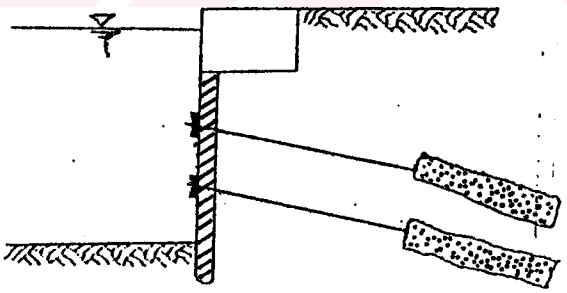
Palplanş duvarların başlı başına yapı olduğu durumlara en güzel örnek rıhtım duvarlarıdır (Şekil 2.3).



Şekil 2.1 Yapının bir bölümünü oluşturan palplanş duvarlar



Şekil 2.2 Yapıda yardımcı eleman olarak oluşturulan palplanş perdeler



Şekil 2.3 Başlı başına yapı olan palplanş duvarlar

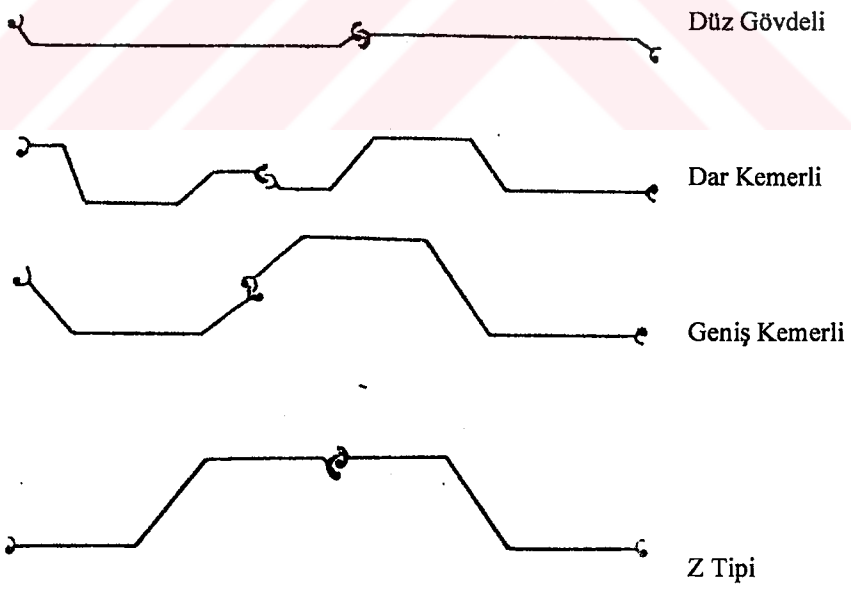
Palplanş duvar elemanları genellikle üç tipte imal edilirler:

- Ahşap palplanş duvarlar
- Betonarme palplanş duvarlar
- Çelik palplanş duvarlar

Ahşap palplanş perdeler her zaman su içinde kalan veya her zaman nemli bir inşaat ortamıyla birlikte yumuşak bir zeminin bulunması durumunda iyi bir temel ve su tutma yapısı olarak yapılırlar. İri çakıllı zeminlerde bunlar kullanılmazlar.

Betonarme palplanş duvarlar servis yüklerine ve inşaat süresince etkiyecek yüklere karşı dayanabilecek şekilde istenilen kesit ve boyda imal edilebilirler. Kullanım amaçları dolayısıyla eğilme gerilmelerini karşılamak üzere donatılı olarak tertiplenmelidirler. Taşıma ve çakma sırasındaki ilave yüklemelere karşı koymak için ilave donatılar yerleştirilmelidir. Çakma tesirlerine karşı koymak için alt ve üst uçlarda donatı sıklaştırılması yapılmalıdır. Betonarme palplanş duvarlar ağır ve büyük hacimli olduklarından taşınma ve çakılmaları sırasında problemlere yol açabilirler. Kısa boylu palplanşlar tepelerinden üçte birlik mesafeden bağlanarak taşınabilirler. Uzun boylu palplanşları taşımak için ise iki ya da daha fazla taşıma noktası tertiplenmelidir.

Ahşap ve betonarme palplanş duvarların çakıllı ve iri taşlı zeminlerde kolayca çakılamamasının tecrübe edilmesi ve yapılarda suyu temel çukurundan uzak tutmak için çakılmış olan ahşap palplanşların tekrar kullanılamaması çelik palplanşların geliştirilmesine sebebiyet vermiştir. Çelik palplanşların kesit şekilleri çok değişkendir. En çok kullanılan kesitler Şekil 2.4' te verilmiştir.



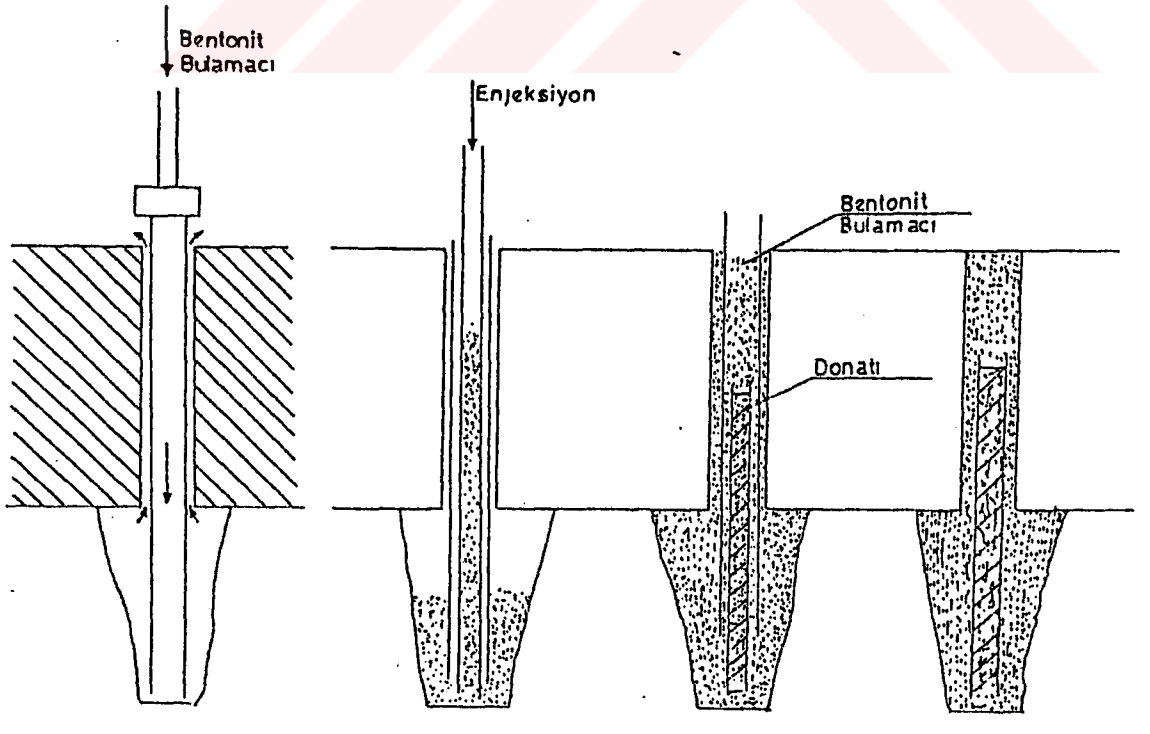
Şekil 2.4 En çok kullanılan çelik palplanş kesitleri

2.3 Mini Kazık Duvarlar

Mini kazıkların ilk uygulamaları 1970' li yıllarda başlamıştır. O yıllarda mini kazıklar genellikle mevcut bina temellerinin tutulmasında kullanılmıştır. Mini kazık sistemi daha çok normal kazık ekipmanının yaklaşamadığı tavan yüksekliği sınırlı bodrum katları, temel yanları vb. yerlerde kullanılıyordu. Sondaj ve enjeksiyon tekniğindeki gelişmeler sonucu bugün mini kazıklar hem çekme hem de basınç taşıyan elemanlar olarak kullanılabilmektedir. Bunun bir sonucu olarak da artık mini kazıklar zemin destekleme yapılarından biri durumuna gelmişlerdir. Zemin destekleme yapısı olarak kullanıldıkları zaman mini kazıklar belirli aralıklarla veya birbirlerine teğet olarak imal edilmektedirler (Dumlu, 1990).

Mini kazıklar genelde 10 cm. ile 30 cm. arasında çaplarda çimento şerbeti enjeksiyonu ile hazırlanmaktadır. Donatı olarak beton çeliği veya özel çelik profiller kullanılabilmektedir. Mini kazıklar yatayla 10 derece eğimden düşey doğrultuya kadar çeşitli eğimlerde imal edilmektedir. Kuyunun açılmasında darbeli rotary ve diğer sistemlerde çalışan makinalar kullanılabilmektedir. Burada dikkat edilecek önemli husus kuyu cidarının göçmeye karşı korunmasıdır. Düşük eğimlerde her durumda muhafaza borusu kullanılmalıdır.

Mini kazıklar genellikle sürtünme kazıkları olarak projelendirilmektedirler. Yani zemine yükleri beton kesitlerinin yüzeyi boyunca oluşan sürtünmelerle aktarmaktadırlar. Mini kazıkların imalat safhaları Şekil 2.5' te gösterilmiştir.



Şekil 2.5 Mini kazık imalat safhaları

2.4 Fore Kazık Duvarlar

Fore kazıklar kazıklı temel uygulamalarında sık sık kullanılan bir yöntem olduğu gibi zemin destekleme amacıyla da kullanılabilmektedirler. Bu uygulama pek çok zemin ve saha koşullarında gerçekleştirilebilmektedir. Zor zemin koşulları imalatı pek de olumsuz yönde etkilememektedir. Yer problemi olan şantiyelerde mütemadi bir helisel auger kullanılarak kazı yapılması hem küçük çaplı hem de büyük çaplı fore kazıkların imalatında büyük bir hız ve kolaylık sağlamaktadır. Ayrıca fore kazıkların üst kısmına bir kiriş imal edilerek düşey yüklerin de dağıtılması sağlanabilir.

2.4.1 Fore kazık duvarların dizaynı ve boyutları

Bir fore kazık duvar şu şekillerde dizayn edilebilir:

1. Kazıklar birbirine teğet olurlar.
2. Kazıklar birbirlerini keserler.
3. Zemin kendisini tutabiliyorsa kazıklar arasında kazık çapından biraz daha geniş bir boşluk bırakılarak imal edilirler.

Mütemadi fore kazık duvarlar 1950' lerin başlarından beri, yani fore kazık teknolojisinin geliştirilmesinden yaklaşık bir otuz yıl kadar sonra, yaygın olarak kullanılmaya başlamışlardır. Bu gelişme büyük bir ihtimalle İkinci Dünya Savaşı sonrasında Avrupa' nın büyük şehirlerinde yeniden yapılaşmanın başlamasıyla gerçekleşmiştir (Xanthakos, 1994).

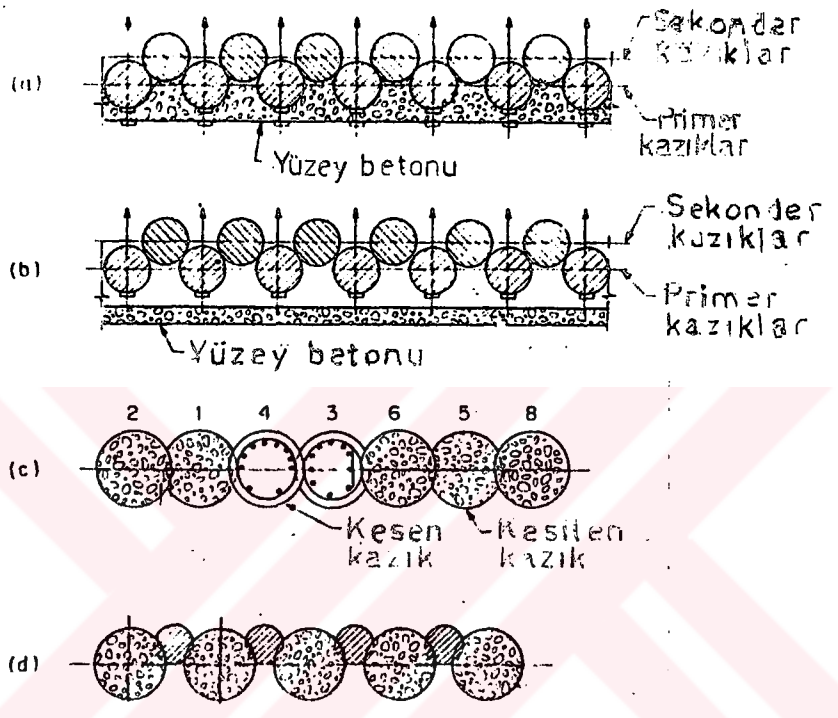
Kuyunun stabilitesi açısından da uygulanabilir olduğu zaman fore kazıklar dönmeye karşı stabiliteyi arttırmak için eğimli olarak da imal edilebilirler. Desteksiz durumdaki ankastre duvarlar için kazı derinliği 8 m.' ye kadar olabilir fakat bu derinlikte yatay hareketleri sınırlamak için duvarın desteklenmesi tavsiye edilmektedir. Eğer destek zemin ankrajlarıyla sağlanacaksa kazı ilerledikçe bir kuşak kiriş imal edilerek kazıklar birbirine bağlanmalıdır.

Kazıkların dizaynı yüklere, zemin koşullarına ve öngörulen imalat yöntemlerine göre gerçekleştirilmektedir. Üç dizayn durumu için tipik konfigürasyonlar Şekil 2.6' da verilmiştir.

Göçebilen zeminlerde veya su bulunan durumlarda kazık duvarlar genelde Şekil 2.6a ve 2.6b' deki gibi imal edilirler. İlkönce kazı tarafındaki birinci sıra imal edilir. Bu sırada kazıklar arası mesafe kazık çapından küçük olmalıdır. Daha sonra ikinci sıra kazıklar imal edilir. Bu yöntemde kazıkların hepsi birbirine temas ettiği için buna "teğet kazık" duvar denir.

Yüzeye ayrıca bir beton tabakası veya ayrıca bir beton duvar da yapılabilir (Şekil 2.6b). Kazıkların arasında boşluk kalması riski ise imalat sırasında belirli bir diklik kriteri oluşturularak giderilebilir. Bu kriter genelde yanyana kazıklar için ters yönde ve her kazık için derinliğin en fazla %1' i olarak kabul edilebilmektedir.

Şekil 2.6c ve 2.6d' de ise kesişen kazık yöntemi gösterilmektedir. Kesişen kazıklar da çok kötü zemin koşullarında veya suyun kazı sahasına kesinlikle girmemesi gereken durumlarda başvurulan bir yöntemdir (Xanthakos, 1994).



Şekil 2.6 Fore kazık duvarlar

2.4.2 Birleşimlerin su tutuculuğu:

Yeraltı su seviyesinin altında bulunan bölgelerde imal edilen fore kazık duvarlarda kazıkların birleşim noktalarının belli bir şekilde sızdırmazlığının sağlanması gerekmektedir. Bu durumda sıkça kullanılan yöntem çimento enjeksiyonu yapmaktır. Bununla birlikte North-Lewis and Lyons (1974)' e göre çimento enjeksiyonu da tamamen sızdırmazlığı sağlayamayabilecektir (Xanthakos, 1994). Normal şartlarda çimento enjeksiyonu ile yapılan izolasyon çok büyük bir problem çıkmadan kazının tamamlanmasına yetecek kadar çalışmaya fırsat vermektedir. Çimento enjeksiyonu kazıkların arkasına ve kazı yapılmadan önce yapılmaktadır.

2.4.3 Avantajları ve dezavantajları:

Kılıflı veya kılıfsız olarak imal edilen fore kazık duvarlar genellikle kohezyonlu zeminlerde veya üst tabakaları belli bir derinliğe kadar granüler olan zeminlerde uygulanabilmektedir.

Bentonit çamuru içinde imal edilen duvarlar zemin cinsinden daha bağımsız olup bu uygulamadaki en büyük sıkıntı sert kaya veya benzeri formasyonlarla karşılaşılması durumudur.

Puller (1998)' e göre genel itibarı ile yöntemin avantajları şu şekilde sıralanabilir:

1. Delgi şartları çok ağır değilse geçici veya kalıcı olarak zeminin desteklenmesinde hem hızlı hem de ekonomik bir yöntemdir.
2. Kazık imalatı sırasında daha temiz bir ortam sağlanır.
3. Daha az titreşimli ve daha az gürültülü bir imalat yöntemidir.
4. Düşük kazı derinlikleri için imal edilen duvarla mevcut duvarlar arasındaki mesafe minimuma indirilebilir.
5. Mütemadi auger ile çok çeşitli özellliklere sahip zeminlerde delgi yapılabilmektedir.

Sistemin dezavantajları ise özet olarak şunlardır:

1. Kazıkların birleşim noktalarından su sızdırmazlığı her zaman istenildiği gibi sağlanamamaktadır. Özellikle yeraltı su seviyesi yüksek olan bölgelerde veya derin kazılarda su sızma olasılığı daha da yükselmektedir.
2. Kendini tutamayan zeminlerde kılıfın çekilmesiyle zeminde ani bir göçme meydana gelebilir ve istenilenden daha büyük bir kuyu oluşabilir.
3. Mütemadi augerle imal edilen kazıkların derinliği sınırlı olabilir.
4. Dairesel kesitli olması kazığın eğilmeye karşı olan mukavemetini azaltır.
5. Duvarın yüzeyini düzgün ve kabul edilebilir kılmak için fazladan çalışma gerekebilir.
6. Duvarın derinliği arttıkça imal edilen duvarla mevcut yapılar arasındaki minimum mesafe artmaktadır.
7. Yapısal birleşimler daha zorlaşmaktadır. Daha karmaşık detaylarla çalışılmasını gerekli kılmaktadır.

2.5 Kesişen Kazık Duvarlar

Kesişen kazık duvarlar diyafram duvarların bir önceki modelidir denilebilir; lineer paneller kazabilen makinaların geliştirilmesi kesişim yapan kuyuların yerine düzgün duvarların imal edilmesini mümkün kılmıştır. Kesişen kazık duvarlar zemini destek amacıyla kullanılırlar, teğet kazıkların esneklik özelliğine onlar da sahiptirler ama onların istenmeyen özelliklerini taşımazlar. Kazıklar arasında boşluk kalması ve bunun sonucu olarak da su tutuculuğun azalması kesişen kazık duvarlarda meydana gelmez.

Minimum duvar kalınlığı, yani kazık çapı, yaklaşık 45 cm.' dir ama bu daha çok kesişme miktarına bağlıdır. Kesişme miktarı genellikle 10-15 cm. olarak seçilmektedir. Sonuçta eğer düşeyden kaçan kazıklar yanyana gelmezse su sızdırmazlığı yüksek bir duvar ortaya çıkmaktadır.

Şekil 2.6c' de gösterilen gibi bir kesişen kazık duvar imalatı için öncelikle primer kazıklar (1,3,5,...) donatılı veya donatısız olarak imal edilmekte, daha sonra onları kesecek olan sekonder kazıklar (2,4,6,...) genellikle birincilerin imalatından bir gün sonra imal edilmektedir. Böylece primer kazıkların betonları çok yumuşak olmamakta fakat kesilmeyi zorlamayacak kadar da sertleşmemektedir. Bazı durumlarda primer kazıkların betonu sekonder kazıkların betonundan daha düşük mukavemetli seçilebilir.

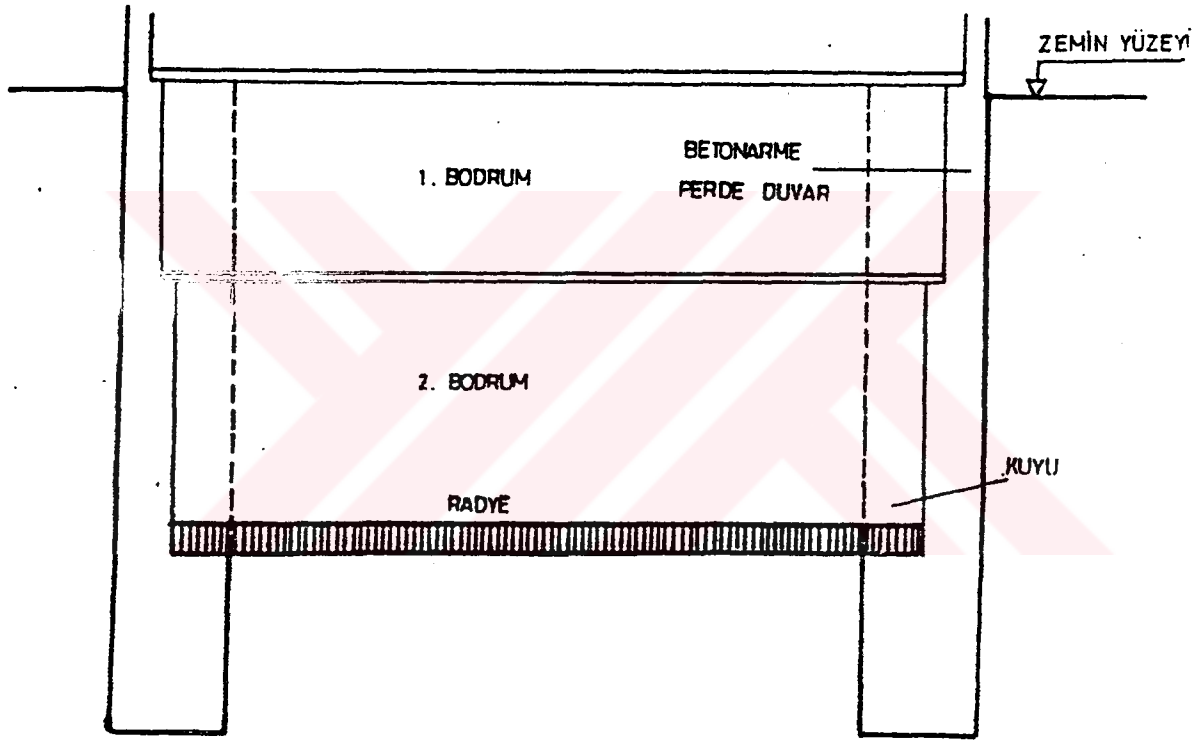
Kesişen kazıklı bir duvarda kazık betonları arasında bir mukavemet farklılığı öngörülmemişse bütün kazıklar yatay yüklere karşı beraber ve eşit olarak karşı koyarlar; bundan dolayı bütün kazıklara donatı koyulmalıdır. Bu uygulama bazen gerçekleştirilmemektedir çünkü donatılı bir kazığı kesmek zor olacaktır. Bu soruna pratik bir çözüm primer kazıklara dikdörtgen kesitli donatılar yerleştirirken sekonder kazıklara yuvarlak kesitli donatılar yerleştirmektir.

Kesişen kazıklar genellikle teğet veya aralıklı fore kazıklarla imal edilen diğer duvar yöntemlerine göre daha pahalı bir çözümdür. Bununla birlikte her türlü kesişen kazık imalatı için kılavuz duvar imalatı da yapmak gerekmektedir ve gerek zaman, gerekse ekonomi açısından bu faktör de proje dizayn aşamasında göz önünde bulundurulmalıdır (Xanthakos, 1994).

2.6 Kuyu Tipi Betonarme Perdeler

Kuyu tipi betonarme perdeler zemin destekleme yöntemlerinden sıkça kullanılan bir diğeridir. Bu tip perdenin yapımı kısaca şöyle özetlenebilir:

Perde kalınlığına ek olarak bir insanın çalışabileceği kadar bir genişlik de eklenerek açılacak kuyunun genişliği belirlenir. Sonra zemin belli bir yükseklik boyunca desteksiz olarak göçmeden durabilecek yükseklikte kazılır. Ardından stabiliteyi sağlamak için yatay destekler yerleştirilir ve bu işleme kuyu tabanına ulaşılana dek devam edilir. Kuyu açıldıktan sonra kuyunun içinde perde beton dökülür. Eğer sistem ankrajlarla desteklenecekse beton içine plastik borular yerleştirilerek ankraj yerleri hazırlanır. Kazı bölgesi çevresince genellikle bir kuyu genişliği kadar bir genişlik atlayarak perde inşa edilir. Perde genişliği genellikle 1.5-3.0 m. civarında seçilmektedir. Eğer statik hesaplar kuyuların aralıklı yapılmasına izin veriyorsa bu yol izlenmeli ancak kuyular tamamlandıktan ve kazı yapılmaya başlandıktan sonra kuyuların araları da betonarme duvar yapılarak kapatılmalıdır (Şekil 2.7).



Şekil 2.7 Kuyu tipi betonarme perde duvar

Kuyu tipi betonarme perdelerin kumtaşı / kiltaşı gibi kaya özelliği gösteren zeminlerde uygulanması iyi sonuçlar vermektedir. Bu tip kuyuların yapılabilmesi için yeraltı suyu perde derinliğinden daha aşağıda olmalıdır. Aksi halde kuyu içindeki suyun pompajla uzaklaştırılması gerekir.

Perdenin konsol olarak çalıştırılması düşünülüyorsa kuyu derinliği kazı tabanının oldukça altına indirilir. Sağlamer (1987) perde kalınlığının, toprak basıncının derinlikle değişimine

bağlı olarak arttırılıp azaltılabileceğini, bina döşemelerinin perdeye oturtulabileceğini ve bu perdelerin binanın taşıyıcı perdeleri olarak kullanılabileceğini belirtmiştir. Karşılanması gereken kesit tesirlerinin ve toprak basıncının çok büyük olması durumunda ankrajlarla desteklenmiş kuyu tipi betonarme perdeler en uygun çözümlerden biri olmaktadır.

2.7 Diyafram Duvarlar

Diyafram duvar yöntemi 1950' li yıllarda geliştirilmiş ve giderek de artan bir şekilde kullanılmaya başlanmış bir kazı destekleme yöntemidir. Bu yöntem çoğunlukla Batı Avrupa' da geniş bir kullanım alanı bulmuştur.

Diyafram duvar tiplerinin sınıflandırılması, duvarın fonksiyonuna bağlıdır. Diyafram duvarlar genellikle geçirimsizlik perdesi veya bir kazıyı tutan yapı elemanı olarak ya da her iki fonksiyonu bir arada sağlayan yapı elemanı olarak projelendirilirler. Açık bir kazı yüzeyini tutan diyafram duvarlar aynı zamanda taşıyıcı duvar veya kazıya bitişik yapıları tutmak için de kullanılabilir. Diyafram duvar tekniğinin akılcı bir yaklaşımı, duvarı temel üniteleri ile birlikte ele alarak kalıcı olarak projelendirmektir.

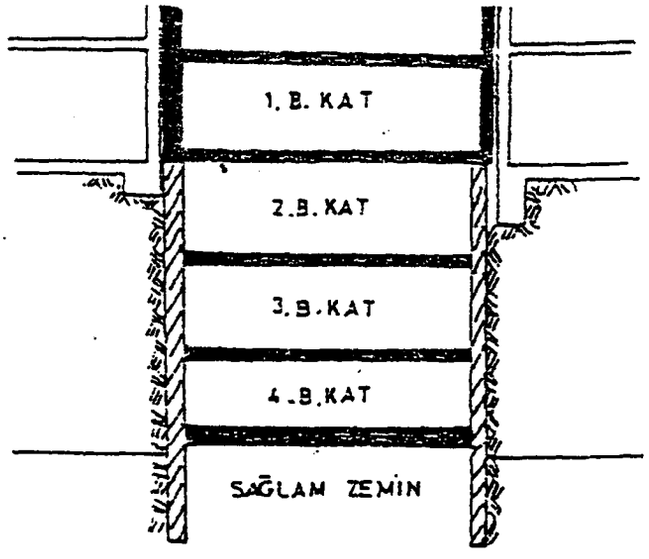
Diyafram duvar tekniğinin başlıca kullanıldığı yerler şunlardır:

- İstinat Yapıları ve Köprü Ayakları

  Diyafram duvar tekniği karayolu inşaatları sırasında karşılaşılan, problem çıkaran yarmaların istinat yapısına gerek duyduğu yerlerde ekonomik bir çözüm olarak gündeme gelmiştir. Karayollarının yerleşim bölgelerinden geçmesi halinde bu bölgelerde yarma teşkil edilebilmesi için yarma şevlerinin ve yarma üzerinde yer alan yapı temellerinin takviyesi gerekir. Yol kazısı yapılmadan önce zemin içerisinde diyafram duvar inşaatı tamamlanarak yarma şevinin veya yapıların stabilitesi sağlanır.

- Yapı Temelleri ve Perde Duvarları

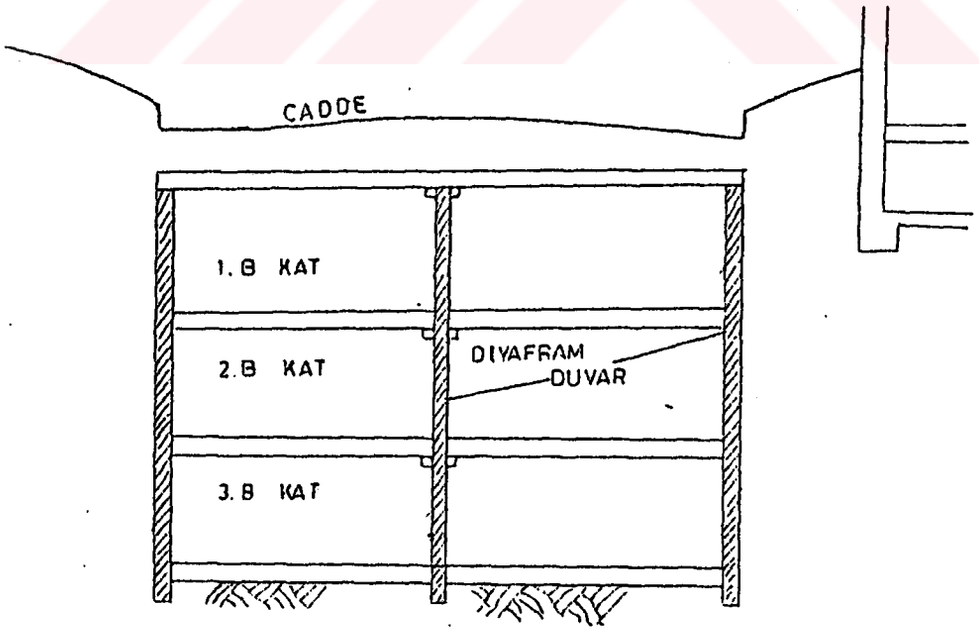
  Büyük yerleşim merkezlerinde ve yoğun ticaret bölgelerinde arsa maliyetlerinin yüksek olması sebebi ile derin kazılara ihtiyaç duyulmaktadır. Bodrum kazısı nedeniyle temel zemininde yer değiştirmeler ortaya çıkabilir. Bu yüzden komşu yapılar ve yollarda önemli hasarlar meydana gelebilir. Bu gibi hallerde diyafram duvarlar yaygın olarak kullanılmaktadır. Eğer istenirse diyafram duvar komşu yapıya zarar vermeden bodrum duvarı olarak projelendirilebilir. Bu durumda diyafram duvar aynı zamanda bir taşıyıcı eleman olarak da kullanılabilir (Şekil 2.8).



Şekil 2.8 Bodrum kazılarında diyafram duvar kullanılması

- Aç-Kapa Yöntemiyle İnşa Edilen Tüneller

Sığ tünellerin inşaatında başvurulan en ekonomik yöntem aç-kapa yöntemidir (Şekil 2.9). Aç-kapa yöntemi seçildiği takdirde tünellerin yapımı sırasında kazı duvarlarının ve varsa komşu yapıların desteklenmesi önemli bir problem olarak karşımıza çıkmaktadır.



Şekil 2.9 Diyafram duvarların aç-kapa tünellerinde kullanılması

Diyafram duvar tekniği kullanılarak şevli kazı yapmaktan kaçınmak ve kazı genişliklerini minimuma indirmek mümkündür. Bunun yanı sıra diyafram duvarlar tünelin yan duvarlarını teşkil ederler. Kazının duvar yapıldıktan sonra yapılması, duvarın tünel tavanı ile veya zemin ankrajları ile desteklenmesi gibi tedbirlerle zemin hareketlerinin minimuma indirilmesi sağlanır.

Aç-kapa yönteminde, bulamaç hendekleri esas destekleyiciler olarak kullanıldıkları zaman bazı avantajlar sağlarlar. Bunların en önemlisi, tünelin enkesiti için yapılan çalışmaların dar bir alanda tutulabilmesidir. Iyi bir şekilde desteklenmiş diyafram duvarlar komşu yapılarda oluşabilecek oturmalara karşı bir mesnet teşkil ederler.

- Geçirimsizlik Perdeleri

Temel çukurlarını kuru tutmak ve barajlardan olabilecek sızıntıları minimuma indirmek amacıyla inşa edilen geçirimsizlik perdelerinde diyafram duvarlar kullanılabilir. Geçirimsizlik perdesi olarak inşa edilen diyafram duvarların rijitliği çok değişkendir. Bazı durumlarda zemin-bentonit karışımı ile oluşturulan geçirimsizlik perdesi gerekirse rijit betonarme perde olarak da inşa edilebilir. Geçirimsizlik perdelerinin en önemli görevi sızıntıları önlemek olduğuna göre duvar malzemesinin bu amaca uygun olarak seçilmesi ve derzlerde sızdırmazlığı sağlayacak önlemler alınması gerekir.

- Heyelan Önleme Yapıları

Diyafram duvarlar belirli bir kayma düzlemi boyunca kayan tabii yamaçlardaki veya dolgu şevlerindeki toprak kaymalarını önlemede iyi bir çözümdür. Şev topuğunun klasik bir istinat duvarı ile desteklenmesi, şev topuğunda ilave kazı yapılmasını gerektirmektedir. Bu ise mevcut stabilite bozukluğunu daha da arttırmaktadır. Bu sebeple destekleme yüzeyden başlatılmalı ve stabil olmayan zeminin herhangi bir hareketine yol açılmamalıdır. Bulamaç hendeği yönteminin inşaat sırasında stabiliteyi bozmadan iyi bir destekleme sistemi oluşturacağı göz önünde tutulmalıdır.

2.7.1 Diyafram duvar genel imalat yöntemi

Modern metodlarla ve ekipmanla diyafram duvarların imalat sırası şu şekilde olmaktadır (Xanthakos, 1994):

1. Kazı makinesi ile istenilen derinlikte düşey bir kuyu kazılır. Kuyu kazısı devam ederken kuyunun stabilitesini sağlamak için kuyunun içine uygun karışımda bir bentonit çamuru pompalanır (Şekil 2.10a)

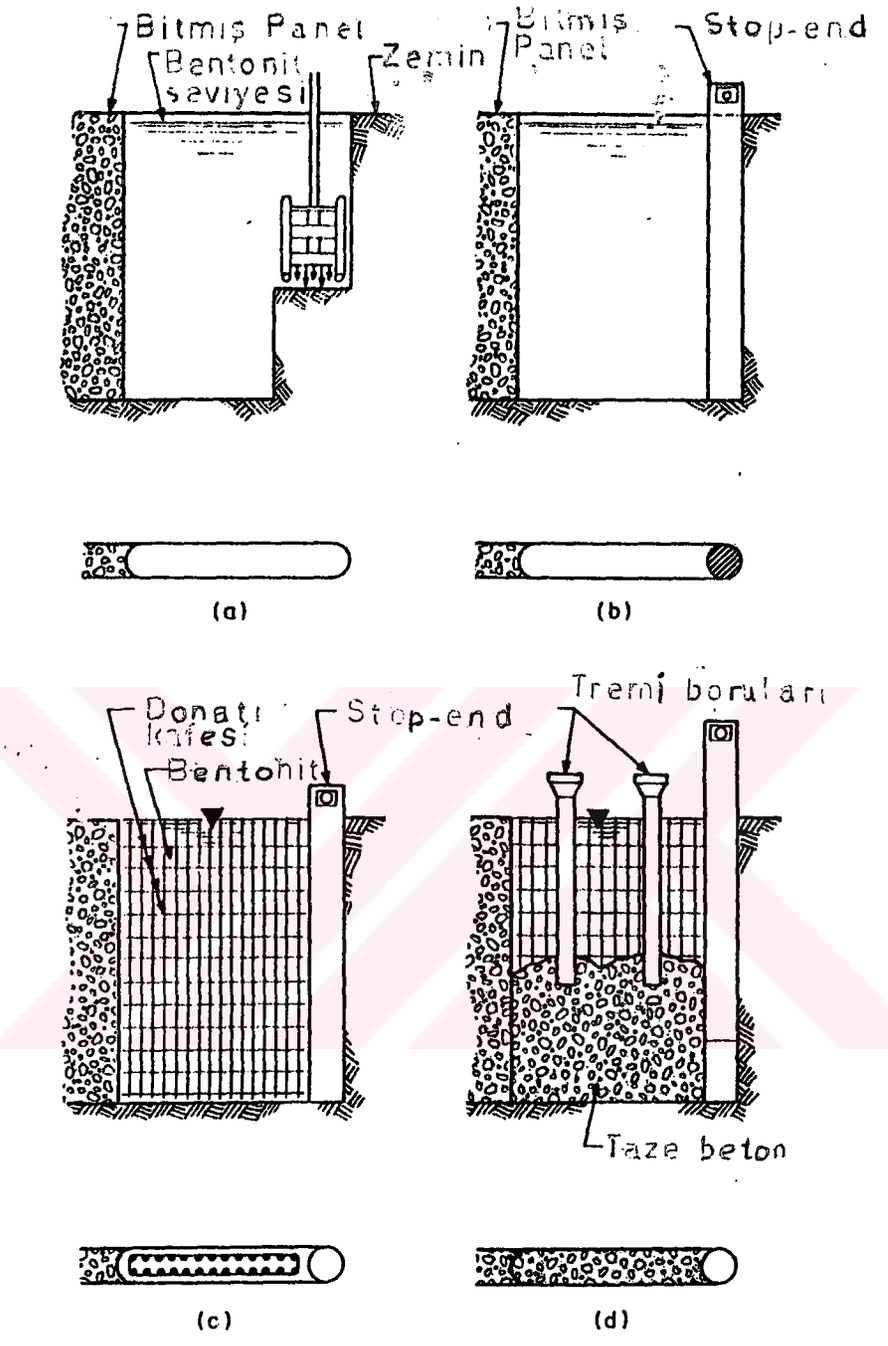
2. Kazı işlemi tamamlandıktan sonra paneller arası birleşimi sağlamak için kuyunun kenarına stop-end ismi verilen dairesel bir boru indirilir (Şekil 2.10b).

3. Bentonit çamuru dolu kuyunun içerisine diyafram duvarın donatısı indirilir (dışarıda hazırlanmış ve bağlanmış olarak) (Şekil 2.10c).

4. Tremi boruları kullanılarak kuyuya taze beton dökülür. Betonun yoğunluğu bentonit çamurunun yoğunluğundan daha büyük olduğu için beton kuyuyu doldururken bentonit çamuru kuyudan taşmaya başlar. Taşan çamur yeniden kullanılmak üzere daha önceden hazırlanan bir havuza pompalanır. Kuyunun kenarına yerleştirilen dairesel boru beton prizini almaya başladıkça kademeli olarak çekilir ve Şekil 2.10d' de görülen beton kesiti oluşur.

Diyafram duvarların genel imalat yöntemlerinden de anlaşılacağı üzere imal edilen duvarlar hem kazı yan yüzeylerinin stabilitesini sağlamak için destek amacı ile hem de taşıyıcı eleman olarak kullanılabilmektedirler. Diyafram duvar tekniğinin geliştirilmesinden ve 1950' li yıllarda ilk diyafram duvarın imal edilmesinden sonra yöntemin geliştirilmesi için pek çok çalışma yapılmıştır. Bununla birlikte günümüzde oldukça modern makineler ve ekipman kullanılıyor olmasına rağmen yöntem hala oldukça özel bir imalat yöntemi olma özelliğini korumaktadır. Detaylı bir projenin hazırlanmasından önce yöntemin uygunluğu ve handikapları etüt edilmelidir. İmalatı yapacak olan firmanın da bu konuda tecrübeli bir firma olması işin sağlığı açısından önem arz etmektedir. Bir diyafram duvar projesinin uygulanmasında ilk önce düşünülmesi gereken faktörler veya olası sorunlar şu şekildedir:

1. Statik ve dinamik durumlar için bentonit çamuru dolu kuyunun kısa ve uzun vadeli stabilitesi. Bu durum zemin cinsi ve özellikleri, maksimum panel uzunluğu, bentonit çamurunun yoğunluğu, donatı kafesinin indirilmesi, makinenin çalışmasından dolayı oluşabilecek etkiler ve yakın çevrede oluşan titreşimlerden dolayı meydana gelen etkiler gibi faktörlerin göz önünde bulundurulmasını içerir.



Şekil 2.10 Diyafram duvar imalat safhaları : a) kazı, b) stop-end yerleştirilmesi, c) donatının indirilmesi, d)panelin betonlanması.

2. Kazılan kuyuya betonun dökülmesi ile bentonit çamurunun tamamının kuyudan atılması. Tremi borusundan çıkan beton bentonitle karışabilir ve betonun içinde bentonitli, mukavemeti düşük kesitler oluşabilir.

3. Bentonit çamuru altında birleştirilen donatı ve beton arasında oluşan bağ. Donatı demirinin cinsine, donatıların şekline, bentonitin yoğunluğuna, betonun karışımına ve betonlama yöntemine bağlı olarak değişebilir.

4. Bentonit çamuru altında oluşturulan bir duvarda beton-zemin yüzeyinde oluşan taban ve çevre mukavemetleri. Bu durum zemin cinsine ve özelliklerine, bentonit çamurunun özelliklerine, kazı yöntemine, kazılan alanın geometrisine, betonlama şekline ve beton-zemin ara yüzeyinin pürüzlülüğüne bağlı olarak değişebilir.

5. İmalatı tamamlanan duvarın beklenen performansı ve tüm yapı ile olan etkileşimi. Bu durum da panel geometrisine, panellerin birbirleri ile ve yapı ile olan birleşimlerine, su geçirimsizliğinin sağlanma oranına, betonda oluşan çatlaklara, kesit değişimlerine, duvarın yapacağı deplasmanlara bağlı olarak değişebilir.

Uygulamada problem olabileceği düşünülen bu tip durumlar, tasarım aşamasında birtakım kriterlere uyularak, imalat sırasında da sürekli olarak kalite kontrol sağlanarak bertaraf edilebilir.

2.7.2 Diyafram duvarların genel özellikleri

Genel olarak rastlanılan diyafram duvar modeli Şekil 2.10' da görülmektedir. Panel boyutları genellikle şantiye koşullarına göre değişebilir. Arzu edilen bir panel uzunluğu bazen şantiyede yer veya zaman sıkıntısından dolayı gerçekleştirilemeyebilir. Paneller yerinde dökme betonarme veya prefabrik betonarme elemanlarla oluşturulabilir.

2.7.2.1 Panel uzunluğu

Genellikle diyafram duvarları uzun panellerle imal etmekte fayda vardır. Uzun panellerin kullanılması düşey birleşimlerin azalmasını sağlayacak, duvarların düşeyliğinin daha rahat kontrol edilmesine yardımcı olacak ve sonuç olarak daha az miktarda su sızmasına sebep olacaktır. Bu avantajlarının yanı sıra panel uzunluğunu ayrıca şu faktörler de etkilemektedir:

Yanal stabilite ve bentonit çamuru kaybı: Daha kısa paneller kuyunun stabilitesini arttırmaktadır. Ayrıca yüksek permeabiliteye sahip veya geniş oyukları bulunan zeminlerde bentonit çamurunun kaybını önlemek için daha kısa panellere çalışmak daha uygun olmaktadır. Kısa paneller genellikle 1.2-2.4 m. genişliklerinde olmaktadırlar.

Betonlama yöntemi: Yerinde dökme betonarme duvarlarda taze betonda hissedilir bir sertleşme meydana gelmeden önce beton döküm işlemi tamamlanmış olmalıdır. Pratik olarak

beton döküm süresi 4 saati geçmemelidir. Ortalama bir panel uzunluğu, 3.5-4.5 m., tek bir tremi borusu ile dökülebilir. Uzun panellerin betonlanmasında çift tremi borusu kullanılması daha faydalı olabilir.

Donatı kafesi: Donatı kafesi yerinde hazırlanmalı ve boyutları uygun değilse şantiye koşullarına göre sınırlandırılmalıdır. Kafesin ağırlığı mevcut ekipmanın kaldırma ve yerleştirme kapasitesini aşmamalıdır.

Destek ve ankrajların yeri: Panel uzunlukları ve buna bağlı olarak da panel birleşim yerleri desteklerin yerleşimi ile koordinasyonlu olarak belirlenmelidir. Eğer ankrajlar kullanılacaksa ankraj mesafeleri ile kapasiteleri panel uzunlukları ile beraber düşünülerek optimum çözüm bulunmalıdır.

Kazıda kullanılan ekipman: İmal edilen diyafram duvarın bir panelinin uzunluğu kazıda kullanılan ekipmanın bir seferde kazabileceğinden daha küçük olamaz. Daha uzun paneller için kazı kolaylığı göz önünde bulundurulmalıdır (kazı için kullanılan ekipmanın çeneleri yükü simetrik olarak aldıklarında özellikle sıkı zeminlerde daha verimli çalışabilirler ve kepçeler daha çok doldukça bu verim artar).

Diğer faktörler: Bu faktörler çeşitli şantiye ve trafik faktörleri olabilir: Betonun zamanında gelmemesi, bentonit çamurunu biriktirmek için havuz oluşturulacak bir yerin bulunamaması, donatı demirinin depolanamaması, istenilen anda yeterli miktarda su temin edilememesi gibi.

Uygun panel uzunluğu öncelikle kuyunun stabilitesine ve betonlama yöntemine göre seçilmelidir; daha sonra kazı ile ilgili faktörlerle ve diğer faktörlerle kıyaslanmalıdır. Bu anlamda panel uzunluklarının proje dizayn aşamasında çok kati olarak belirlenmemesinde fayda vardır.

2.7.2.2 Duvar Derinliği

Birçok projede kazı derinliği kazıda kullanılacak ekipmanın kazı yapabilme sınırları içinde kalmaktadır. Bu anlamda diyafram duvar derinliği proje dizayn safhasında belirlenebilir ve projenin diğer özellikleri ile bağdaştırılacak bir şekilde seçilebilir. Duvar, düşey yükleri aktarması için kaya veya başka bir sağlam zemin üzerine oturtulabilir, kazı sahasına su sızmasını engellemek için geçirimsiz bir zemin tabakasına soketlenebilir veya yatay deplasmanların sınırlandırılması için kazı derinliğinden daha derin bir bölgeye ankastre edilebilir.

2.7.2.3 Panel Genişliği

Panel genişliği kullanılacak ekipmanın kazabileceği aralıkta seçilmelidir. Pratik olarak, tremi borularının donatı kafesi içerisine rahatlıkla indirilebilmesi için minimum panel genişliği 45 cm. olarak seçilmelidir. Geniş bir paneli iki seferde kazmak mümkün olmakta fakat tavsiye edilmemektedir. Genellikle en çok kullanılan panel genişliği 60 cm. olmaktadır.

Dikkat çekici bir noktadır ki genişliği daha az olan bir duvar malzeme tasarrufu sağlamakla beraber en ekonomik çözüm olmayabilir. Ayrıca tecrübeler göstermektedir ki duvarın genişliği azaldıkça taze betonun kuyudaki akıcılığı düşmektedir. 60 cm.' den daha düşük genişliğe sahip olan bir duvarda tremi borularının birbirlerine daha yakın olarak yerleştirilmesi tavsiye edilmektedir.

2.7.3 Diyafram Duvarların Avantajları ve Dezavantajları

Avantajları:

1. Diyafram duvar geçici veya sürekli bir yapı elemanı olarak kullanılabilir.
2. Alt ucu geçirimsiz bir tabakaya yeterince giren diyafram duvar, yeraltı suyu akımına karşı mükemmel bir sızdırmazlık sağlar.
3. Duvar inşaatı dar bir hendek içerisinde yapılabildiğinden maliyet düşüktür.
4. Derin kazıların rijit bir şekilde desteklenmesi mümkün olmaktadır.
5. Komşu yapıların temellerinin desteklenmesine olanak vermektedir.
6. Yerleşim merkezlerinde, imalat sırasında ortaya çıkan vibrasyon ve inşaat gürültüsü problemleri azdır.
7. Kazı sırasında kuyu bentonitle kolaylıkla desteklenebilir.

Dezavantajları:

1. Kılavuz duvar ihtiyacı nedeniyle 4-5 m. gibi düşük derinliklerde ekonomik değildir.
2. Kullanılan bulamacın kuyudan uzaklaştırılması zor ve pahalı bir işlemdir.
3. Kazıdan çıkan malzemenin sahadan uzaklaştırılması problemi vardır.
4. Kazı duvarlarının düşeyliğini sağlamak zordur.

5. Donatının yerleştirilmesi, betonlama işlemi ve stop-end' lerin çekilmesi güç ve pahalıdır. Ayrıca operatörün maharetine bağlıdır.

6. Prefabrik panellerin yerleştirilmesi operatörün maharetine bağlıdır.

2.7.4 Ankrajlı Diyafram Duvarlar

Ankrajlı duvarlar kazıların desteklenmesinde çok yaygın bir kullanım alanı bulmuşlardır. Bunun sebepleri:

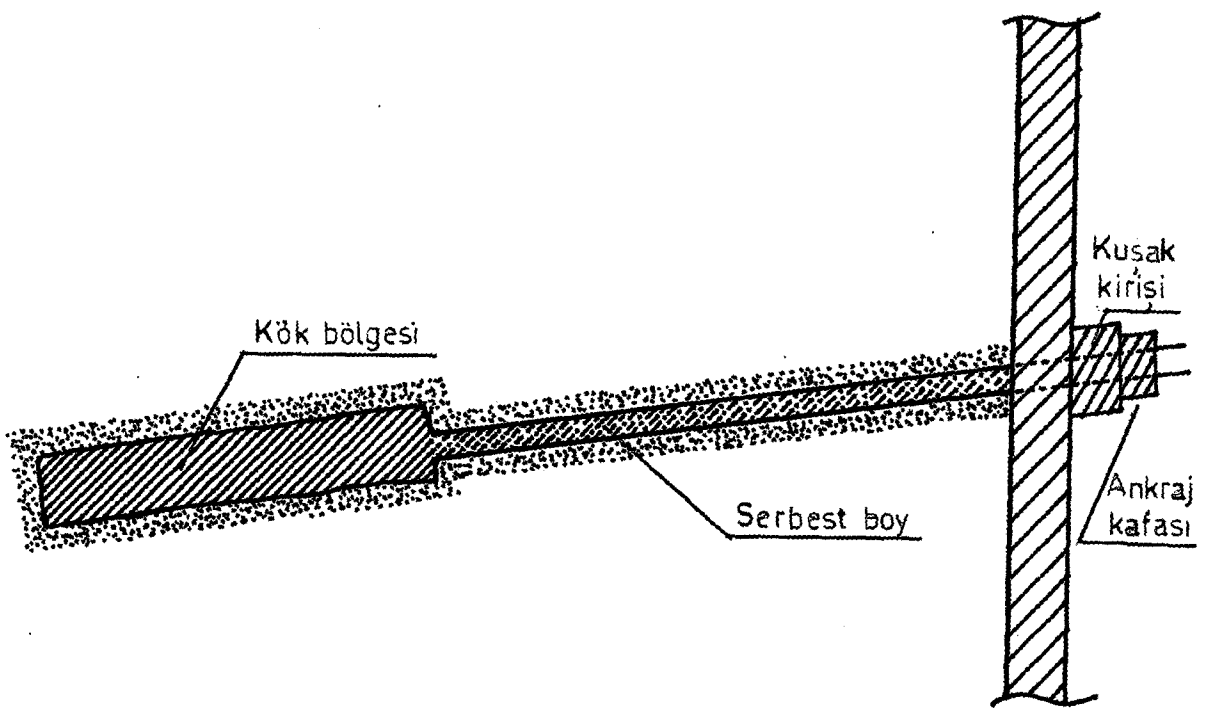
1. Ankraj tekniğindeki büyük gelişmeler ve yüksek kapasiteli ankrajların imal edilebiliyor olması ve

2. Kazı sahasında çalışma yapılmasına hiçbir mani teşkil etmemesi ve rahatlıkla kazı yapılmasına olanak vermesidir.

Şehir merkezlerinde ve arazinin çok kıymetli olduğu diğer bölgelerde düşey kazı yapılabilmesi çok önemlidir. Ayrıca düşey kazı yapılırken zeminin hareketi de kontrol altında tutulmalıdır. Diyafram duvarlar bu tip durumlar için ideal bir çözüm yöntemidirler. Duvarın stabilitesini desteklemek için imal edilebilecek ankrajlar da olağanüstü bir yatay yükleme durumu yoksa yeterli kapasitede yapılabilmektedirler. Ankrajlar arasındaki mesafeye bağlı olarak bir ankrajın taşıyabileceği yük farklılık gösterebilir fakat tipik bir ankrajın kapasitesi 20 ton ile 100 ton arasında değişmektedir (Xanthakos, 1994). Tipik bir ankraj kesiti Şekil 2.11' de verilmiştir.

Ankrajlar kullanım amaçlarına göre ikiye ayrılırlar. Birincisi kalıcı ankrajlardır. Bunlar uzun vadeli olarak çalışırlar ve dizayn edilirken emniyet faktörü de ona göre belirlenir. Diğer tip ise geçici ankrajlardır. Bu tip ankrajların ömrü yaklaşık 2 sene olarak kabul edilir. Emniyet katsayısı yükleme koşullarına da bağlı olarak 1.5 kullanılabilir. Bu tip ankrajların yapı tamamlanıp diyafram duvarın yapı tarafından desteklenmesinden sonra bir fonksiyonu kalmamaktadır. Bu nedenle bu tip ankrajlar sonradan gevşetilebilecek bir şekilde de imal edilebilirler.

Zeminin içinde belli bir ankastrelik boyu olan ve üst tarafında tek sıra ankrajla desteklenmiş bir diyafram duvar için limit durumlar Şekil 2.12' de gösterilmiştir. Şekil 2.12a' da duvar yapısal kapasitesinin üstünde yüklenmiştir ve ankrajı yerinden sökebilecek kadar da göçmeye yakın bir durumdadır.



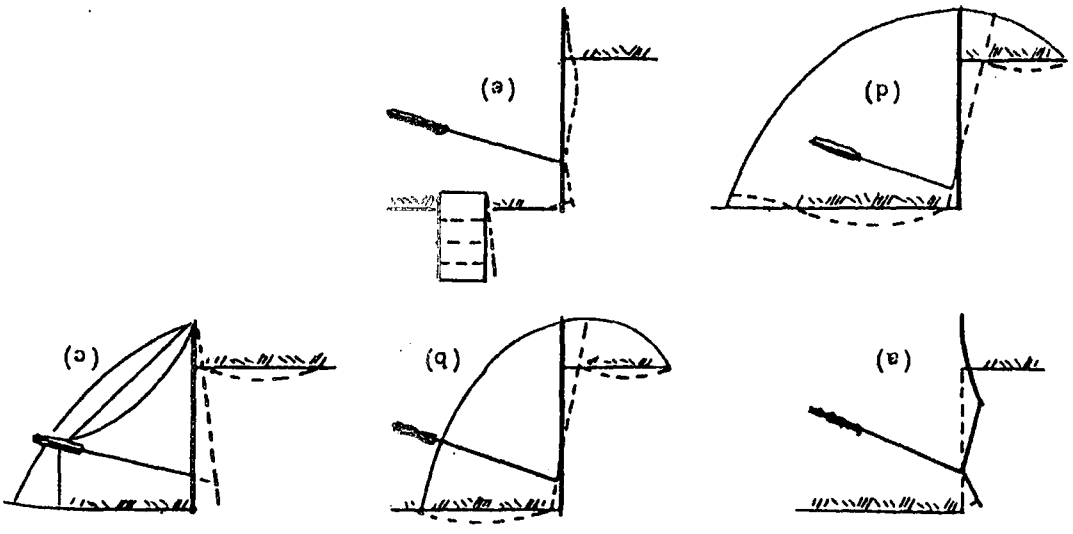
Şekil 2.11 Ankraj kesiti

Ankrajın yeterince uzun olmaması ve diyafram duvar ankastrelik boyunun da az olması durumunda sistem kayma zonunun yeterince dışında kalmayabilir ve Şekil 2.12b' de görüldüğü gibi bir dönme hareketi yapabilir. Bu durumda denge duvar ankastrelik boyunun arttırılmasıyla sağlanabilir

Şekil 2.12c' de duvarın ankastrelik boyu yeterlidir ve kazı seviyesinin altında duvar stabildir fakat üst kısımda yine de kazı içine doğru bir hareket yapmaktadır çünkü ankrajın boyu kısadır ve kökü kayma zonunun içinde kalmaktadır. Bu durumda ankraj kök bölgesinin potansiyel kayma zonunun dışında kalmasıyla yeniden stabilite sağlanacaktır.

Şekil 2.12d' deki durum zemin kütlesinin kaymasını ve duvarın dönmesini göstermektedir. Bu durum stabilitesi sağlanmayan iki faktörün etkisiyle gerçekleşebilir: duvar ankastrelik boyunun yetersizliği ve ankraj kök bölgesinin kayma zonunun içinde kalması.

Şekil 2.12e' deki durumda ise statik olarak stabil bir yapı-ankraj-zemin ilişkisi görülmektedir fakat duvarın yapması muhtemel olan büyük miktardaki yatay deplasmanlarından dolayı zeminde aşırı deformasyonlar meydana gelebilir ve bu da mevcut yapının temeli için önemli bir stabilite problemi oluşturabilir.



Şekil 2.12 Tek sıra ankrajlı diyafram duvar için limit durumlar

Ankrajların tasarımında en önemli noktalardan biri ankraj uygulamasının yapılacağı zeminin özelliklerinin iyi ve doğru bir şekilde belirlenebilmesidir. Ankrajın derinliği, konumu, yerleştirme metodu, yük taşıma kapasitesi ankraj tipinin seçimi ve delme yöntemi hep zemin özelliklerine göre belirlenmektedir.

3. DESTEKLİ DERİN KAZILARIN GÖZLEMLENMESİ

3.1 Desteklenmiş Derin Kazılarda Gözlem Yapmanın Temel Nedenleri

Derin kazı destekleme sistemlerinin tasarımı sırasında gerek zeminin ve gerekse yapılacak yapının davranışı hakkında çeşitli kabuller yapılması gerekmektedir. Bu tip yapılarda tasarım sırasında bazı elemanların veya komple sistemin göçme olasılığını azaltmak için güvenlik sayısı oldukça büyük tutulmaktadır. Bu gibi yapıların çoğunlukla şehir içinde yapıldığı göz önüne alınırsa herhangi bir çökme veya göçme durumunda oluşacak maddi ve manevi zararların boyutları daha kolay kavranılabilecektir. Karşılaşılan bu riskler değerlendirildiğinde desteklenmiş derin kazılarda gözlemler yapmanın gerekliliği ortaya çıkmaktadır. Bununla birlikte arazi ve destekleme sisteminin yapımı hakkında yeterli deneyim elde edilmişse, tasarım güvenlik katsayısı yüksek seçilerek yapılmışsa veya oluşabilecek problemlerin önemli sonuçlar doğurmayacağı biliniyorsa (örneğin kazı çevresinde aşırı deformasyonlardan etkilenecek yapılar yoksa) gözlem yapmaya gerek duyulmayabilir.

Desteklenmiş derin kazılarda yapılacak gözlemler aşağıda belirtilen işlevlerden bir veya birkaçını yerine getirebilmektedir:

1. Kazının stabilitesini değerlendirmek ve inşaatın güvenlik içinde yürütülüp yürütülmediğini denetlemek.

2. Kazıdan ötürü çevre zeminde oluşan deformasyonların (oturma, kabarma veya yatay hareket gibi deformasyonlar) komşu yapılara, kanalizasyon veya telefon şebekesi gibi yeraltı yapılarına zarar verip vermediğini belirlemek.

3. Yapılan ölçümlerden elde edilen bilgileri değerlendirerek inşaatın kalan bölümlerini daha güvenli veya daha ekonomik olarak tamamlamak.

4. Daha sonra yapılacak olan destekleme sistemlerinin hem daha güvenli hem de daha ekonomik olarak yapılmasını sağlamak için bir veri tabanı oluşturmak.

DiBiagio ve Myrvoll' a göre bir derin kazı destekleme sisteminin yapımında ortaya çıkabilecek temel problemler ve yapılması gereken gözlemler şunlar olabilir (Hatipoğlu, 1992):

1. Taban kabarmasına karşı güvenlik sayısı düşük olabilir. Bunun için gözlem düzeneği taban kabarmasının gözlemlenmesne izin verecek şekilde kurulmalıdır. Kazı seviyesi kritik derinliklere (örneğin bir sıra ankraj gerildikten sonra bir sonraki ankraj düzeyine

kadar kazının yapıldığı ancak bu sıradaki ankrajların gerilmediği durum) ulaştıkça oturma ve kabarmalar gözlemlenmelidir. Özellikle bu hareketlerin hızlarına dikkat edilmelidir. Düşey destekleme sisteminin alt kısmındaki yatay hareketlerin hızı kazıda stabilite bozukluğunun incelenmesinde önemli bir parametredir.

2. Yatay desteklerin (veya ankrajların) aşırı yüklenme tehlikesi vardır. Bunun yol açabileceği zararları ortadan kaldırmak için pratik ve ekonomik koşulların izin verdiği ölçüde çok yatay desteğin (veya ankrajın) yükü gözlemlenmelidir. Destek yüklerinin izin verilebilir sınırları aşması olasılığına karşı, zaman kaybetmeden yenilerini yerleştirmek için, yedek destekler hazır bulundurulmalıdır.

3. Yeraltı su seviyesinin izin verilebilir değerden daha fazla düşürülmesi, geniş bir alanda ciddi konsolidasyon oturmalarına yol açabilir. Bu soruna karşı alınabilecek temel önlem geçirgen tabakalarda boşluk suyu basınçlarının ölçülmesidir. Eğer gözlem için ayrılan bütçe yeterliyse destekleme sisteminin arkasında gerekli sayıdaki düşey kesitte boşluk suyu basınçları ölçülmeli ve bununla birlikte kazı yüzeyi ile bundan belli bir uzaklık içinde yeraltı su seviyesi gözlemlenmelidir.

4. Destekleme sistemine gelen toplam yük ve bunun dağılımı belirsizdir. Bileşke kuvvetin etkime noktasını belirleyebilmek için ya düşey kesitlerde yeterli sayıda yatay destek yükleri ölçülmeli ya da her yatay destek sırası seviyesinde perdeden kuşak kirişlere aktarılan kuvvetler ölçülmelidir. Ek olarak perdenin her iki tarafı toprak basıncı ve boşluk suyu basıncının şiddeti ve dağılımını belirleyecek şekilde enstrumante edilmelidir. Bu şekilde bir enstrumantasyon genellikle sistemin kontrolü için değil bilimsel amaçlı olarak yapılmaktadır.

5. Taban kabarması ve destekleme sisteminin deformasyon yapması sonucu oluşan zemin hareketleri, civardaki binalara ve yeraltı yapılarına zarar verebilmektedir. Bunun için zemin yüzeyine ve civardaki yapılara ölçüm için referans noktaları yerleştirilmelidir. Önemli yeraltı yapılarının çevresinde, bu derinliklerdeki oturmaları gözlemleyebilmek için derin referans noktaları belirlenmelidir. Eğer çevredeki binaların veya yeraltı yapılarının zarar görme olasılığı varsa destekleme sisteminde yeterli sayıda kesitte yatay hareket ölçümü yapılmalıdır. Böyle bir problemle karşılaşıldığı zaman inşaatın dikkatle denetlendiğini gösteren bir ölçüm programı uygulanması bina sahiplerini endişeden kurtarmada ve projenin yasal onay almasında ve kamu tarafından da kabul görmesinde önemli bir araç olacaktır.

Yatay hareketler yalnızca taban kabarması veya düşey destekleme sisteminin hareketinden kaynaklanmayabilir. Yeraltı suyunun izin verilebilir değerden fazla indirilmesi ve yatay desteklerin (ankrajların) aşırı yüklenmesi de yatay hareketlere yol açabilmektedir. Eğer gözlem programı yalnızca zemin yüzeyi ve yeraltı yapıları çevresindeki noktaların hareketlerinin gözlemlenmesini içeriyorsa ve önlem alınmasını gerektirecek büyüklükte hareketler oluşursa sorunun nedenini belirleyip ekonomik bir çözüm getirmek için gerekli veri elde olmayabilecektir. Bu yüzden stabilitelerin denetleneceği ve aşırı hareketlerin gözlemleneceği ölçüm düzenekleri, oluşan hareketlerin nedenlerini gösterebilecek aletlerden oluşmalıdır. Bu işlem için en uygun aletler, çeşitli yönlerde ölçüm alabilmeleri ve yüksek hassasiyetlerinden dolayı, inklinometreler olmaktadır.

3.2 İnklinometre Nedir

İnklinometreler, bir boru boyunca, yerçekimine karşı hassas bir prob yardımıyla borunun eksenine dik yönlerde oluşan deformasyonların ölçümüne yarayan aletler olarak tanımlanabilir. Boru eksenine dik olarak gerçekleşen sapmalar trigonometrik fonksiyonların yardımıyla ölçülen deplasmanlara dönüştürülür. İnklinometrelerin esas kullanım amacı, fazla pahalı olmayan bir şekilde yer yüzeyinden belirli bir derinlikte meydana gelmesi beklenilen yatay deformasyonların gözlemlenmesidir. Bunun için boru genellikle düşey veya düşeye yakın bir açıyla yerleştirilir ve bu şekilde alt seviyelerdeki yatay deformasyonların ölçümüne olanak sağlar (Dunnicliff, 1988).

İnklinometrik ölçüm sistemi genel olarak dört önemli bileşenden oluşmaktadır:

1. Deformasyonu ölçülmesi planlanan kesite dik olarak yerleştirilecek ve sürekli olarak orada kalacak olan plastik, aluminyum alaşımı veya fiberglas bir boru. Yatay deformasyon ölçümü yapılacağı zaman bu boru genelde düşeye yakın olarak yerleştirilir.

2. Yerçekimine hassas bir şekilde ölçüm yapabilecek taşınabilir bir prob.

3. Probun ölçtüğü değerleri hafızasına kaydedecek ve aynı zamanda bir güç kaynağı olarak da kullanılacak elektronik okuma ünitesi.

4. Ölçüm yapan probun okuma ünitesiyle bağlantısını sağlayacak ölçekli bir elektrik kablosu.

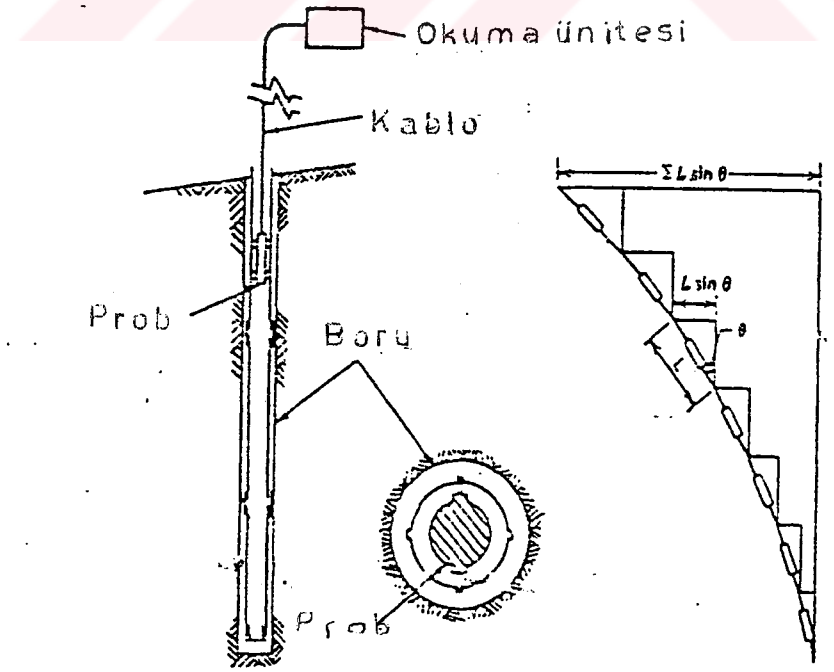
3.3 İnklinometrelerin Kullanım Alanları

İnklinometrelerin başlıca kullanım alanları şu şekilde sıralanabilir:

1. Şevlerde, dolgularda, vb. kayma zonunun belirlenmesi.
2. Dolgu barajların, yumuşak zemin üzerinde yapılan dolguların, kazıların veya tünellerin yatay hareketlerinin hızının ve miktarının gözlemlenmesi.
3. Kazıklarda veya istinat yapılarında oluşan yatay hareketlerin gözlemlenmesi.
4. Bazı durumlarda yatay bir borudan ölçüm yapılarak dolguların veya yumuşak zemin üzerinde yapılan diğer yapıların oturmalarının gözlemlenmesi.
5. Kazıkların, vb. gerçek şekillerinin (düzlüklerinin, vb.) belirlenmesi.
6. Yatay deformasyonlardan yola çıkılarak eğilme momentlerinin tayin edilmesi.

3.4 İnklinometrelerin Çalışma Prensibi

İnklinometrelerin çok değişik çeşitleri mevcuttur. Bununla birlikte hepsinin genel çalışma prensibi aynıdır. Şekil 3.1' de yaklaşık düşey bir boruda yapılan standart bir inklinometre ölçümü gösterilmiştir.



Şekil 3.1 İnklinometrelerin çalışma prensibi

Dunnicliff (1988) inklinometrelerin altı temel çeşidi bulunduğunu belirtmiş ve bunların avantajlarını, dezavantajlarını ve hassasiyetlerini anlatmıştır. Günümüzde en çok kullanılan ve en gelişmiş tip kuvvetler dengesi prensibine dayanarak çalışan transdüserli inklinometrelerdir. Bu tip inklinometrelerde probun içinde bir transdüser bulunmaktadır. Probun düşeyden sapmasıyla bir voltaj farkı oluşmakta, ölçülen voltaj eğimle doğru orantılı olmaktadır. Kütleyi dengelemek ve dolayısıyla voltajı sıfırlamak için gerekli olan kuvvet de aynı şekilde ilgili kesitteki eğimle doğru orantılı olmaktadır. Buna göre ölçülen voltaj değerinden $sin\ \theta$ değerine, oradan da prob boyu belli olduğu için δ yatay deplasmanına geçilebilmektedir.

Çift eksenli ölçüm yapabilen inklinometreler de mevcuttur. Bu tip cihazlarda da birbirine dik olarak yerleştirilmiş üstüste iki adet transdüser bulunmaktadır.

Bu tip inklinometrelerin tek avantajları transdüserlerle ölçüm yapmaları değildir. Ayrıca datanın arazide otomatik olarak kaydedilmesi, ham datanın işlenmesi ve sunumu konularında da kolaylıkları vardır. Yatay borulardan oturma ölçümleri de yapılabilmektedir. Günümüzde hassasiyeti en yüksek inklinometrik gözlem tipi bu transdüserli tiptir (30 m.'de ±1-13 mm.).

3.5 İnklinometre Borusunun Yerleştirilmesi

3.5.1 İnklinometre borusu

İnklinometre boruları yapıldıkları malzemeye göre üç tip olmaktadır: aluminyum, fiberglas veya ABS plastik. Her üç tip borunun da içlerinde birbirine dik açılar yapan dört adet yarık bulunmaktadır (Şekil 3.1). Bu boruların maksimum dış çapları 60 mm. olmakta ve uzunlukları da standart olarak 3 m. olmaktadır. Değişik malzemelerden yapılan boruların dış çapları değişebilmekte fakat hepsi de iç çapları 48 mm. olarak üretilmektedir. Boruların birleştirilebilmesi için özel birleşim parçaları da bulunmakta, bunların da boyları 30 cm. olmaktadır. Boruların birleşimi için genellikle perçinler kullanılmaktadır. Plastik boruların birleşiminde iyi bir izolasyon için yapıştırıcı ve özel bantlar kullanmanın da faydası bulunmaktadır.

3.5.2 Borunun Yerleştirilmesi

İnklinometre borusunun yerleştirilmesinde en sık olarak kullanılan yöntem 100-200 mm. çapında düşey bir kuyu delgisi yapmak ve boruyu bu kuyunun içine indirmektir. Standart bir yatay deformasyon ölçümü için inklinometre borusu, deformasyon yapması beklenen kesiti kesecek şekilde yaklaşık düşey bir kuyuya indirilir. Kuyu deformasyon yapması beklenen zondan yaklaşık 4.5~5.0 m. daha derin olmalıdır. Bu şekilde inklinometre borusu hiç

deformasyon yapmayacağı kabul edilen bir derinliğe ankastre edilecek, deforme olan kesitte ölçülecek deformasyonlar sabit bir noktaya göre relatif deformasyonlar olacaktır. Kuyu delgisi yapılırken tabanda göçmeler olması olasılığı göz önünde bulundurularak arzu edilen derinlikten en az 1.5 m. daha derin bir kuyu açılmalıdır. Boru, etrafı granüler dolgu ile veya çimento enjeksiyonu ile doldurularak bulunduğu yerde sabitlenmelidir.

İnklinometre borusunun içine çimento enjeksiyonu veya herhangi bir başka yabancı madde sızıntısını engellemek için boruların birleşim yerleri ve alt kapağı çok iyi izole edilmelidir. Bu izolasyonda yapılacak bir hata borunun tamamen kullanım dışı kalmasına sebep olabilir. Ayrıca borudan hala ölçüm alınabiliyor olsa bile yarıklara girecek en ufak bir toz parçası bile hatalı ölçümler yapılmasına sebebiyet verebilir.

Borunun yerleştirilmesi sırasında dikkat edilmesi gereken bir başka husus da yarıkların aynı hizaya gelmesidir. Boruların birleştirilmesi sırasında hizalamada yapılacak bir hata borunun kullanılamaması sonucunu doğuracaktır.

Boru uzunluğu 15 m.' den daha fazla olduğu zaman boruda burulma kontrolü de yapılmalıdır. Uç uca eklendiği zaman çok narin bir yapıya sahip olan inklinometre boruları, özellikle de plastik borular, önemli bir burulma potansiyeline sahip olurlar. Bu nedenle boruyu indirirken burulma yapmamasına özen gösterilmelidir. Aksi takdirde hatalı yönler için ölçülen deformasyonlar birlikte değerlendirilecek ve ölçümlerin hatalı sonuçlar vermesine yol açacaktır.

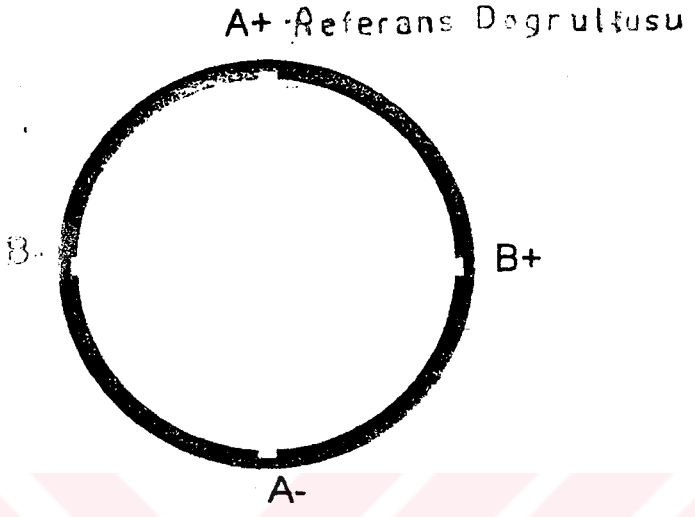
İnklinometre borusu yerine yerleştirildikten hemen sonra üst kapağı da kapatılmalı ve boru koruma altına alınmalıdır. Şantiye koşullarında böyle hassas bir ölçüm aletinin korunmasının güç olduğu akıldan çıkarılmamalıdır

3.6 Gözlemin Yapılması

İnklinometre borularının içinde birbirine dik açıyla duran dört adet yarık bulunmaktadır. Bu yarıklar bütün boru boyunca devam etmektedir. Bu yarıkların karşılıklı iki tanesine A yarıkları, diğer ikisine de B yarıkları isimleri verilmiştir (Şekil 3.2). İnklinometre borusu yerleştirilirken esas deformasyonun ölçüleceği yönün A^+ yönü ile çakıştırılması gerekmektedir. Eğer çok sayıda inklinometre borusu varsa o durumda karışıklık yaratmamak için bütün boruların A^+ yönünün aynı yöne doğru yerleştirilmesi daha uygun olabilmektedir.

İnklinometre borusu yerleştirilip çimento enjeksiyonu prizini alır almaz ilk ölçüm yapılmalıdır. Daha sonradan yapılacak bütün ölçümler bu ilk referans ölçümüne göre

değerlendirileceğinden referans ölçümü en önemli ölçümdür. Bu nedenle referans okumalarını en az iki kere yapmakta büyük fayda vardır. Yapılan okumaların da birbirleri ile uyumlu olup olmadığının kontrol edilmesi gerekir. En az iki set okumanın büyük bir uyum içinde olduğu görüldüğü takdirde referans okumalarının sağlıklı bir şekilde gerçekleştirildiği kabulü yapılabilir.



Şekil 3.2 İnklinometre borusunun üstten görünüşü

Bir okuma, ya da bir set okuma, şu şekilde yapılmaktadır: Öncelikle probun tekerlekleri borunun yarıklarına oturtulur. Bu işlem yapılırken bu ilk ölçüm için probun ön yüzünün A^+ yönü ile çakıştırılmasına dikkat edilmelidir. Borunun içine yerleştirilen prob yarıklardan hareket ederek borunun en alt noktasına kadar indirilir. Hassas bir ölçüm aleti olan probun yeraltı ve yerüstü arasındaki sıcaklık farkına adaptasyon sağlaması için ilk ölçüm alınmadan önce kısa bir süre beklemekte fayda vardır. İlk ölçüm alındıktan sonra (A^+ ve B^+ değerleri) prob bir üst seviyeye çekilir ve aynı işlem bu seviyede de tekrarlanır.

Seviyeler genellikle okuma ünitesi ile prob arasındaki bağlantıyı sağlayan elektrik kablosunun üzerinde belirlenmiştir. Karışıklığa sebebiyet vermemek için okuma aralıklarını kablo üzerindeki aralıklarla eşit yapmakta büyük fayda vardır. Okuma aralıkları genellikle 0.5 m. (ya da 2 ft.) olarak yapılmaktadır. Bununla birlikte okuma aralıklarını belirlemek ölçümü yapan kişinin inisiyatifine kalmıştır.

Her seviyede okumalar alınır ve okuma ünitesine kaydedilir. En üst seviyedeki okuma da alındıktan sonra prob borudan çıkarılır ve bu sefer 180 derece çevirilerek yeniden borunun içine yerleştirilir. Bu durumda probun ön yüzü A^- yönü ile çakıştırılmıştır. Borunun içindeki

prob yeniden en alt seviyeye kadar indirilir ve bütün seviyelerde yukarıda anlatıldığı gibi okumalar alınır. Bu şekilde bir set okuma tamamlanmış olur.

Çift transdüserli bir prob, aynı anda birbirine dik olan iki eksende de ölçüm yapabildiği için bu tip bir probla çalışıldığı durumda B yarıkları ile ölçüm yapmak gerekmemektedir. Yukarıda bu durum için yapılması gereken ölçüm şekli anlatılmıştır. Tek transdüserli bir probla aynı işlemin B yönü yarıkları ile de tekrarlanması gerekmektedir.

Bir inklinometre borusundan alınacak ölçümlerin sıklığı başta deformasyonların hızı olmak üzere değişik faktörlere bağlıdır. Bunun için ilk önce borunun yerleştirilmesinden sonra sık sık okumalar alınmalı, oluşan deformasyonların hızına göre optimum bir okuma sıklığı belirlenmelidir.

3.7 İnklinometrik Gözlemin Hassasiyetini Etkileyen Faktörler

Dunnicliff (1988), inklinometrik gözlemin hassasiyetini etkileyebilecek bazı faktörleri aşağıdaki şekilde belirtilmiştir. Bununla birlikte unutulmamalıdır ki en başta etkileyebilecek faktör insan faktörüdür. Borunun yerleştirilmesinden okumaların yorumlanmasına kadar, ölçümü yapan kişilerin bilgili ve tecrübeli olmaları gerekmektedir.

3.7.1 Transdüserin hassasiyeti

Üretici firmalar normal şartlarda ürettikleri transdüserlerin hassasiyetlerini ve hata paylarını belirtmektedirler ve bu hassasiyetin ölçüm için gerekli olan hassasiyeti sağlaması önemli bir faktördür.

Transdüser hataları üç kategoriye ayrılabilir: kalibrasyon sırasında yapılabilecek hatalar olabilir. Bu durum probun hassasiyetini önemli ölçüde etkileyecektir. Ayrıca ofset hatası olabilir. Ofset hatası probun tam düşey pozisyonda durması durumunda okuduğu değerdir. Bunların yanında bir de transdüserin ekseniyle probun tekerleklerinin ekseni arasında bir dönme miktarı bulunabilir. Bu da probun hassasiyetini önemli ölçüde etileyebilmektedir. Üretici firmalar bu açısal hatayı ±0.5 dereceden daha aşağı çekememektedirler.

3.7.2 Probun tekerleklerinin durumu

Probun tekerlekleri iyi bir şekilde tasarlanmış olmalıdır. Uzun vadeli kullanımda yaylı oldukları için en çok tekerlekler aşınmaktadırlar ve zarar görmektedirler. Bu gibi bir durum oluştuğunda tekerleklerin kolayca değiştirilebiliyor olması gerekmektedir. Ayrıca

tekerleklerin yerleştirilme konumları inklinometre borusunun yarıklarına oturabilecek şekilde uyumlu olmalıdır.

3.7.3 Borunun doğrusallığı

Yaklaşık düşey bir borudan yatay deplasmanların ölçülmesi durumunda boru düşeylikten uzaklaştıkça yapılan ölçümün hassasiyeti de azalacaktır. Aynı durum oturmaların ölçüldüğü yatay bir boru için de geçerlidir. Bu durumda da yataylıktan kaçma miktarı arttıkça hassasiyet düşmektedir.

3.7.4 Borunun çapı

Daha geniş çaplarda boru kullanılması hassasiyeti arttırıcı yönde bir etki yapacaktır. Boru çapı büyüdükçe borunun burulma miktarı da düşecek, daha düz kalmaya eğilimli olacaktır ve bu da ölçümlerin hassasiyetini arttıracaktır.

3.7.5 İnklinometre kuyusunun doldurulma biçimi

Kuyunun iyi bir biçimde doldurulmaması borunun tamamen sabit bir pozisyonda durmasını engelleyecektir. Bu da ölçümlerde her sefer farklı değerler okunması sonucunu doğurabilecektir. Maksimum hassasiyet gereken durumlarda kuyu delgi işlemi çevre zemini minimum örseleyecek şekilde yapılmalı ve borunun yerleştirilmesinden hemen sonra çok iyi bir şekilde doldurulmalıdır. Genellikle çimento enjeksiyonu bu durumlarda daha iyi sonuçlar vermektedir.

3.7.6 Borunun düzlüğü

İnklinometre borusu kuyunun içine yerleştirildiği zaman yarıkların yönleri bütün boru boyunca aynı kalmamaktadır ve belirli bir açısal dönme yapmaktadır. Aluminyum borular için 3 m.' de 1 dereceye varan dönmeler olabilmektedir. Benzer değerler diğer tip borularda da ölçülmüş bulunmaktadır.

Özellikle plastik boruların kullanılmadan önce güneş ışığına maruz kalmaları boruların düzlüğünün bozulmasında önemli bir etkendir. Bu sebeple boruların her zaman güneş ışığından uzak bir yerde saklanması tavsiye edilmektedir.

3.7.7 Okumaların tekrarlanabilirliği

Herhangi bir borudan alınan ölçümlerin her zaman aynı derinlikten başlaması gereklidir. Bu duruma gerekli önem verilmediği zaman ölçümlerin hassasiyeti önemli ölçüde düşer.

Kablonun üzerinde derinlikler doğru ve kalıcı bir şekilde işaretlenmelidir. Kablodan okunacak derinliklerden doğabilecek hatalar (bazı derinliklerin atlanması, değerlerin okunamaması, vb.) bu şekilde bertaraf edilmelidir. Kuyu derinliği arttıkça bu tip hataların artabileceği unutulmamalıdır.

3.7.8 Okuma aralığı

Okuma aralığı ölçümü yapan kişiler tarafından tayin edilebilmektedir. Bununla birlikte en büyük hassasiyet okuma aralığını kablonun işaretlendiği aralıklara eşit yaparak elde edilmektedir. Aksi takdirde kablo derinlikleri ile ölçüm yapılan derinliklerin karıştırılması büyük bir olasılıktır.

Normal olarak ne kadar fazla sayıda ölçüm alınırsa yani okuma aralığı ne kadar küçük tutulursa hassasiyet de o derecede artacaktır. Ayrıca okuma aralığının büyük tutulması olası bir kayma zonunun belirlenememesi sonucunu da doğurabilecektir.

3.7.9 Sıcaklık etkisi

Bazı prob tipleri (örneğin transdüserlerle çalışanlar) sıcaklıktan önemli ölçüde etkilenebilmektedirler. Bu durumda prob yeraltına indirildiğinde veya suya girdiğinde sıcaklık farkından dolayı okumalarda değişimler görülebilir ve hatalı okumalar yapılabilir. Kullanılan prob sıcaklıktan ne kadar etkilenmiyor da olsa her durumda prob ilk ölçüm için kuyunun dibine indirildiğinde sıcaklığın sabitlenmesi için ölçümlere başlamadan önce en az on dakika beklenmelidir.

Probun yanısıra okuma ünitesi de sıcaklıktan etkilenebilmektedir. Elektronik bir cihaz olan okuma ünitesinin mümkün mertebe yüksek sıcaklıklara maruz bırakılmaması gerekmektedir. Özellikle sıcak bölgelerde okuma ünitesinin direk güneş ışığına maruz kaldığı bir şekilde çalışma yapılmamalıdır. Sıcaklık farklarından dolayı okuma ünitesinin yapabileceği hatalar probun düşeyden sapma miktarı arttıkça artmaktadır.

3.7.10 Probun kullanılma tarzı

Probun herhangi bir yere çarpmamasına büyük bir özen gösterilmelidir. Prob borunun içine yavaşça indirilmeli, borunun tabanına vurmasından büyük bir dikkatle kaçınılmalıdır. Her zaman olası darbelere karşı probun alt ucu yastık görevi görecek bir sert plastikle kapatılmalıdır. Probun çok hassas bir ölçüm aleti olduğu hiçbir zaman unutulmamalıdır.

3.7.11 Diğer faktörler

Yukarıda sayılan faktörlerin yanında inklinometrik gözlemin hassasiyetin etkileyen başka faktörler de vardır. Bu faktörlerin en önemlileri şunlardır:

- Birbirlerine uyum gösterseler de farklı üretici firmalar tarafından üretilen okuma üniteleri ve problar değiştirilerek kullanılmamalıdırlar.
- Benzer şekilde kablolar da değiştirilmemelidir.
- Belirli bir proje için yapılacak ölçümlerde en büyük hassasiyetin elde edilebilmesi için her zaman aynı kişinin, aynı okuma ünitesi, aynı kablo ve aynı probla ölçüm yapması sağlanmalıdır.

3.8 İnklinometrenin Bakımı

Elektronik bir cihaz olan okuma ünitesinin her zaman temiz ve bakımlı tutulması cihazın ömrünü arttıracaktır. Aynı şekilde kablonun da temiz olması borunun içine girecek yabancı madde oranını minimuma indirmekte etkili olmaktadır. Bununla birlikte inklinometre cihazının en çok ve sık bakım isteyen elemanı probdur.

Prob sık sık kontrol edilmeli, tekerleklerinin sabitliği ve sıkılığı sağlanmalıdır. Eğer gerekiyorsa tekerlekler değiştirilmelidir. Her bir kuyudan ölçüm alınmasının ardından tekerlekler temizlenmeli ve yağlanmalıdır.

Uzun süreli okumaların alınacağı durumlarda borunun yarıklarının aşınması önemli bir problem teşkil edebilir. Yarıkların aşınmasının önlenmesinde en önemli faktörler temiz tekerlekler ve temiz borudur. Borunun içine herhangi bir yabancı madde girdiği zaman büyük bir ihtimalle dibe doğru çökecektir ve ölçüm yapıldığı zaman da probun tekerleklerine yapışabilecektir. Probun hareketiyle de yarıkları aşındıracaktır. Borunun sık sık temiz suyla basınçlı olarak yıkanması genellikle iyi sonuçlar vermektedir. Yıkama sırasında uzun ve temiz bir fırça da kullanılması daha iyi olmaktadır. Boru içinde yapılacak bu temizlik bütün borular için bir ihtiyaçtır fakat özellikle yatay borular için büyük bir önem arz etmektedir çünkü borunun içine giren her yabancı madde dibe çökecek ve alt tarafta kalan yarığı kapatabilecektir.

3.9 İnklinometrenin Sahada Kontrolü

İnklinometrik gözlem yapılacağı zaman ölçümlere başlamadan önce her seferinde sistemin doğru olarak çalıştığının pratik bir şekilde kontrol edilmesi gerekir. Bu pratik kontrol şu şekilde yapılabilir:

1. Prob borunun içerisinde su seviyesinin altında herhangi bir derinliğe kadar indirilir.
2. Sıcaklığın sabitlenmesi için en az on dakika beklenir.
3. Ardışık okumalar alınır.
4. Aynı işlem probun 180 derece döndürülüp aynı derinliğe kadar indirilmesiyle tekrarlanır.
5. Aynı derinlikler için okumaların toplamlarına bakılır ve toplamların yaklaşık sabit olup olmadığı kontrol edilir.

Bu şekilde bir kontrol yapıldığı zaman olası bir problem daha baştan fark edilebilir ve önlemi alınabilir.

3.10 İnklinometrik Gözlem Sonuçlarının Değerlendirilmesi

İnklinometrik gözlem datasının değerlendirilmesi için yapılacak ilk şey aynı derinlikteki okumaların toplamlarını kontrol etmektir ve bu kontrol daha sahada ölçümler devam ederken yapılmalıdır. Bu değer her seviyede yaklaşık aynı olmalıdır. Bu toplamların çok değişken olmaları yapılan ölçümün hassasiyetinin düşük olduğunu göstermektedir. Aslında bu değerler doğal olarak borunun içinin durumuna, inklinometre cihazının performansına ve ölçüm yapan kişiye göre değişebilmektedir ama gene de değerlerin yaklaşık olarak aynı olması hassasiyetin arttığını göstermektedir. Çok düşük farklılıklar önemli bir problem teşkil etmemektedirler.

Sağlıklı ve hassas bir ölçüm bu şekilde tamamlandıktan sonra inklinometre borusunun her 50 cm.' de (genel olarak) bir deformasyonların beklendiği doğrultuda ve bu doğrultuya dik yönde yaptığı deplasmanların değerleri 0.01 mm. hassasiyeti ile belirlenmiş olur. Bu deformasyonlar referans okumalarında ölçülmüş bulunan deformasyonlarla karşılaştırılır ve borunun referans ölçümlerinin yapıldığı zamandan o zamana kadar yapmış olduğu deformasyon miktarı tayin edilir.

Gözlem sonuçları değerlendirilirken şu önemli hususlar unutulmamalıdır:

- Borunun yaptığı deformasyon hakkında bize en iyi bilgiyi A^+ ve A^- değerlerinin arasındaki farkın zaman içindeki değişimi verecektir.

- Borunun şeklindeki değişimler, yani hareketler en az iki okuma yapılmadan belirlenemeyecektir. Bu okumalar da genellikle farklı tarihlerde alınmalıdırlar.

- Hassasiyeti yeterli olmayan bir referans okuması sonraki bütün okumaların hatalı değerlendirilmesine veya en azından yorumlamada güçlükler çekilmesine sebebiyet verecektir.

- İnklinometrik gözlemin yardımıyla sadece referans ölçümlerinden *sonra* meydana gelen deformasyonlar tayin edilebilmektedir.

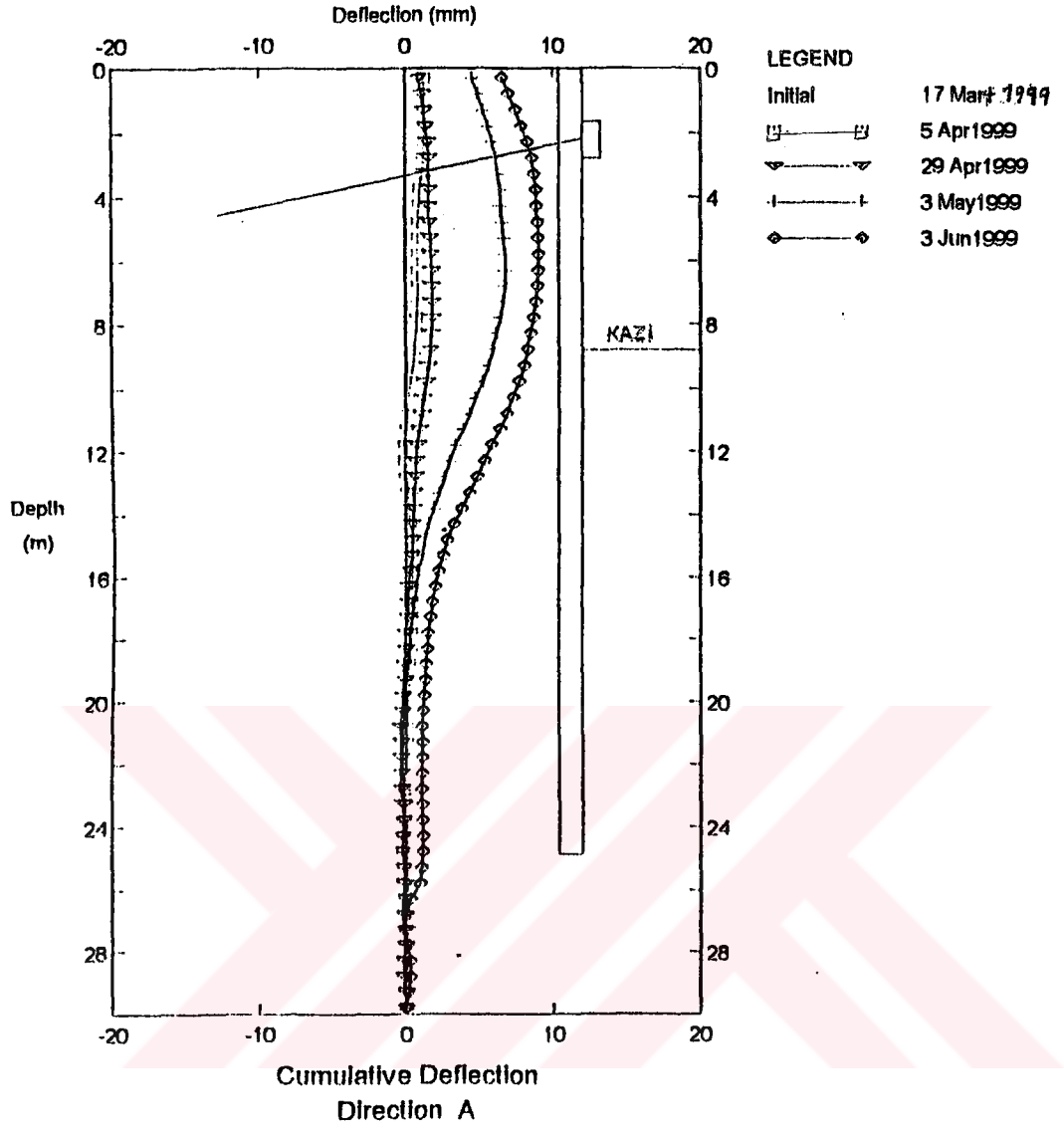
İnklinometre gözleminin sonuçları genellikle grafik olarak ifade edilmektedir. Bu şekilde değerlendirilmesi ve deformasyonların belirlenmesi daha açık olmaktadır. Sonuçların değerlendirilmesinde kullanılabilecek değişik grafik türleri mevcuttur. En çok kullanılan grafikler ise şunlardır:

- Toplam Deplasmanlar Grafiği (Cumulative Displacements)

  Referans ölçümlerinden sonra meydana gelen deformasyonların miktarının ve yerinin belirlenmesinde en çok başvurulan grafik türü toplam deplasmanlar grafiğidir (Şekil 3.3). Toplam Deplasmanlar Grafiği' nde borunun en alt ucunda oluşan deformasyon ihmal edilerek, yani sıfır kabul edilerek, müteakip okumaların her birinde ölçülen deplasmanlar toplanarak borunun en üst seviyesine kadar çıkılmaktadır. Bu şekilde her ölçüm noktasında oluşan toplam deplasman miktarı ölçülmüş olmaktadır.

  Toplam Deplasmanlar Grafiği inklinometre datasının değerlendirilmesinde en verimli bilgiyi vermekle birlikte deplasmanların kümülatif olarak hesaplanmasından dolayı hatalara karşı çok hassastır; hataların sürüklenmesi problemi vardır. Özellikle de probun kalibrasyonu bu grafiği çok büyük miktarda etkileyebilmektedir.

  Hataların sürüklenmesi kaçınılmaz olduğu için kümülatif deplasmanların değerlendirilmesinde düşük mertebeli deformasyonlar önemli bir problem olarak değerlendirilmemeli ancak ardışık ölçümlerde görülen deformasyonlar borunun gerçek deformasyonu olarak düşünülmelidirler.



Şekil 3.3 Toplam deplasmanlar grafiği (cumulative displacements)

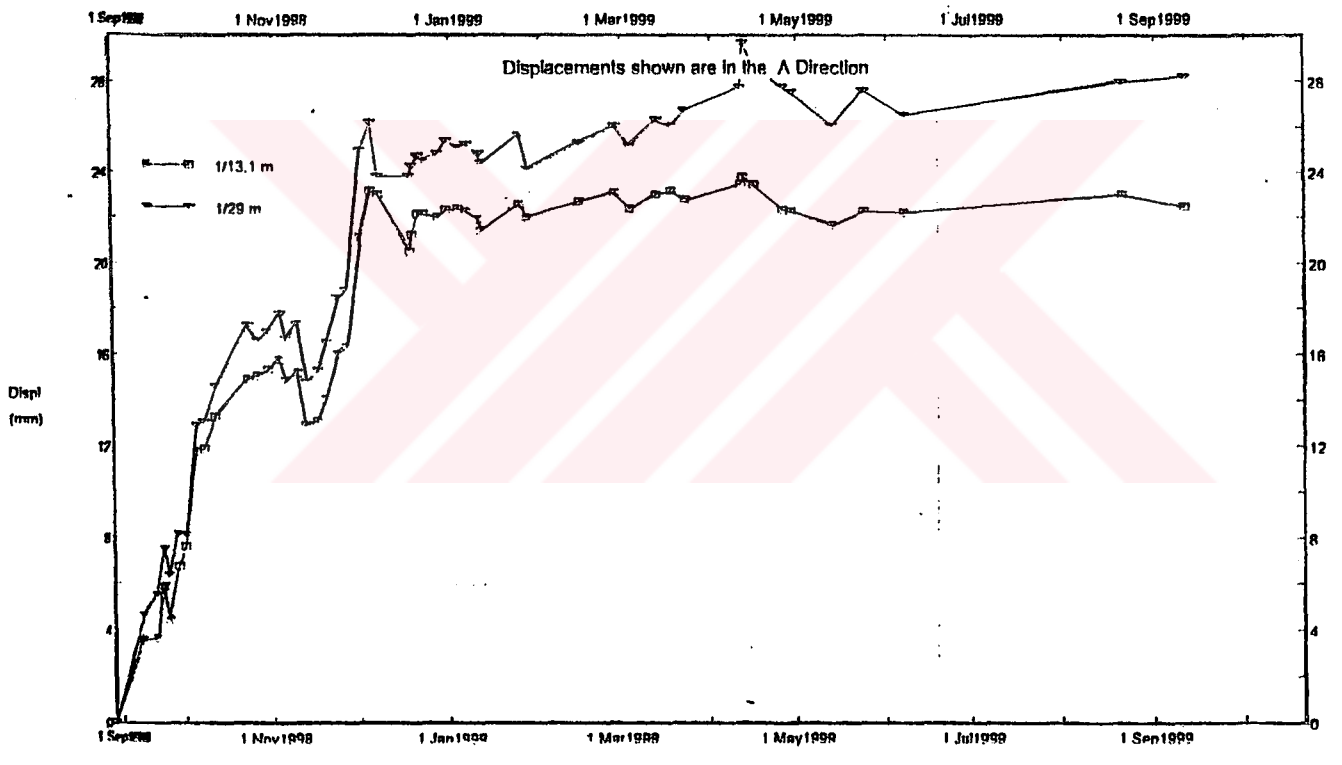
- Artımsal Deplasmanlar Grafiği (Incremental Displacements)

Toplam Deplasmanlar Grafiği' nden sonra en çok kullanılan grafik türü Artımsal Deplasmanlar Grafiği' dir. Bu grafik de borunun en alt seviyesindeki deformasyonu ihmal ederek her ölçüm noktasındaki düşeyden sapma miktarını göstermektedir. Artımsal Deplasmanlar Grafiği' nde kullanılan deformasyon değerlerinin ardışık olarak toplanması ile Toplam Deplasmanlar Grafiği elde edilmektedir. Bir başka deyişle Toplam Deplasmanlar Grafiği' nin derinliğe göre birinci türevi Artımsal Deplasmanlar Grafiği' ni vermektedir.

Bu grafik türü alet ve operatör hatalarına karşı daha az hassastır ve hataların sürüklenmesi söz konusu değildir. Ayrıca gerçek hareketin hangi bölgelerde oluştuğunu gösterme açısından daha kullanışlı olmaktadır. Örneğin bir kayma zonunun Artımsal Deplasmanlar Grafiği' nde belirlenmesi Toplam Deplasmanlar Grafiği' nde belirlenmesinden daha kolay olmaktadır; deformasyonun gerçek miktarı ise Toplam Deplasmanlar Grafiği' nden okunmalıdır.

- Deplasman - Zaman Grafiği

Deplasman – Zaman Grafiği referans ölçümlerinden sonra geçen zaman içinde meydana gelen deformasyonları gösteren grafik türüdür. Bu grafikte değişik derinlikler için zamana bağlı olarak deplasmanlar görülebilmektedir (Şekil 3.4).



Şekil 3.4 Deplasman – zaman grafiği

- Gerçek Durum Grafiği (Absolute Position)

Bu grafik türü inklinometre borusunun gerçek şeklini göstermektedir. Gerçek Durum Grafiği genel olarak deformasyonların belirlenmesi için kullanılan bir grafik değildir. Bununla birlikte istenilen yönden çok fazla sapmış olan bir borudan alınan ölçümlerin hata paylarının belirlenmesinde bu grafikten yararlanılabilir. Ayrıca şantiyede

gerçekleştirilen imalatın (örneğin ankraj delgisi) inklinometre borusuna zarar vermesi de borunun bu grafik yardımıyla gerçek şeklinin belirlenmesi ile önlenebilir.

3.11 İnklinometrik Gözlem Verileriyle Eğilme MomentlerininTahmini

İnklinometrik gözlem sonuçları, bazen elde edilen deformasyonlarla bir geri-analiz yapılarak yapıda oluşan momentlerin ve gerilmelerin tahmininde kullanılabilir. Bu durumda ölçülen deplasmanlardan moment diyagramına geçiş, bilinen sonlu farklar formülasyonu ile gerçekleştirilebilir:

$$M_x = E \times I_x \times y''$$

$$y'' = \frac{y_{k+1} - 2 \times y_k + y_{k-1}}{(\Delta x)^2}$$

(Denklem 3.1)

Burada:

M_x= ilgili kesitteki moment değeri

E= elastisite modülü

I_x= x ekseni atalet momenti

y_k= ilgili kesitte okunan deplasman değeri

y_{k+1}= ilgili kesitten bir sonraki noktada okunan deplasman değeri

y_{k-1}= ilgili kesitten bir önceki noktada okunan deplasman değeri

Δx= ölçüm aralığı

olmaktadır. Dunnicliff (1988) bu formülü şu şekilde vermiştir:

$$M_x = \frac{d\theta_x}{dx} \times E \times I_x$$

(Denklem 3.2)

Burada:

θ_x= ilgili kesitte belirlenen açısal dönme

değerini almaktadır. Her iki formül pratik olarak aynı sonuçları vermektedir fakat sonlu farklar formülasyonunun uygulama açısından daha pratik bir yöntem olduğu kolaylıkla görülebilmektedir.

İnklinometre verileri çelik kazıklar gibi deformasyonların büyük ve elastisite modülünün belirli olduğu yapılarda çok iyi sonuçlar verebilmektedir. Bununla birlikte daha rijit ve kompozit yapılarda, örneğin betonarme istinat duvarlarında ve diyafram duvarlarda, hem açısal dönmelerin çok düşük mertebelerde olmasından dolayı, hem de kesitin tam olarak bilinememesi ve arazide yerinde dökülmüş betonun elastisite modülünün kesin olarak belirlenmesindeki güçlüklerden dolayı hata payları daha yüksek olabilmektedir. Ayrıca betonun davranışı elastik olmadığı için bu değerler zamanla da değişim gösterebilmektedir.

4. UYGULAMADAN BİR ÖRNEK : EGE DÜNYA TİCARET MERKEZİ

4.1 Genel Bilgiler

Ege Dünya Ticaret Merkezi, İzmir Basmane mevkiinde inşaatı halen sürdürülmekte olan bir ticaret ve alışveriş merkezidir. Yaklaşık 20900 m²' lik bir alan üzerinde inşa edilecektir. Genel arazi kotu +5.20~+6.50 m. arasında değişmektedir. Sahanın sınırları deniz tarafında 1362 sokak ve sırasıyla Hürriyet Bulvarı, 9 Eylül Meydanı ve Dr. Refik Saydam Bulvarı ile belirlenmektedir.

İnceleme konusu saha geçmişte inşaat artıkları ve kazı malzemeleri ile gelişigüzel deniz doldurularak kazanılmıştır. Zemin yüzeyinde yer alan dolgu malzemesinin altında ise kalın körfez sedimanlarının bulunduğu bilinmektedir.

Ticaret ve alışveriş merkezinin inşa edileceği sahada zemin profilinin belirlenebilmesi amacıyla detaylı zemin araştırmaları yapılmıştır. Bu maksatla alışveriş merkezinin inşa edileceği alanda Enar Müh. Mim. ve Danışmanlık Ltd. Şti. tarafından on adet zemin araştırma sondajı ile sekiz adet koni penetrasyon deneyi (CPT) yapılmıştır. Sondajların ve CPT deneylerinin vaziyet planındaki konumları Şekil 4.1' de gösterilmiştir.

4.2 Arazi Etüd Çalışmaları

4.2.1 Sondajlar ve standart penetrasyon deneyleri

İnceleme konusu sahada 27/9/1997-19/10/1997 tarihleri arasında on adet sondaj yapılmıştır. Sondajlar Crealius D 500 tipinde rotary sondaj makinalarıyla yapılmıştır. Toplam boyu 257 m. olan sondajların derinlikleri 21.50 m. ile 35.00 m. arasında değişmektedir. Sondajların genel yerleşim planındaki yerleri Şekil 4.1' de ve sondajlarla ilgili diğer bilgiler Çizelge 4.1' de verilmiştir. Sondaj logları EK1' de sunulmuştur.

Sondajlar sırasında her 1.5 m.' de bir standart penetrasyon deneyi (SPT) yapılarak kohezyonlu zeminlerin kıvamı, kohezyonsuz zeminlerin ise relatif sıkılığı belirlenmiştir. SPT darbe sayıları sondaj logları üzerinde gösterilmiştir. SPT deneylerinden alınan örselenmiş numuneler üzerinde zemin laboratuvarında sınıflandırma deneyleri yapılmıştır.

Çizelge 4.1 Sondajların listesi ve yeraltı su seviyesi ölçümleri

SONDAJ NO	SONDAJ		YASS	
	KOT (m)	DERİNLİK (m)	DERİNLİK (m)	KOT (m)
SK1	6.51	21.50	2.30	4.21
SK2	6.05	35.00	2.30	3.75
SK3	5.94	21.50	2.30	3.64
SK4	5.66	22.00	2.00	3.66
SK5	5.42	35.00	2.00	3.42
SK6	5.34	21.50	2.00	3.34
SK7	5.23	22.00	2.00	3.23
SK8	5.70	21.50	2.00	3.70
SK9	5.36	35.00	2.00	3.36
SK10	5.20	22.00	2.00	3.20

4.2.2 Koni Penetrasyon Deneyleri (CPT)

Ege Dünya Ticaret Merkezi Projesi kapsamında 2/10/1997-11/10/1997 tarihleri arasında sekiz adet CPT deneyi yapılmıştır. Bu deneylerde 12.00~35.80 m. arasında değişen derinliklere kadar inilmiştir. CPT deneyleri 20 tonluk statik penetrometre ile yapılmıştır. Bu deneylerin yerleri ve derinlikleri Çizelge 4.2' de verilmiştir. CPT deneylerinde ölçülen uç mukavemeti (q_c), çevre sürtünmesi (f_s) ve sürtünme oranı (f_r) değerlerinin derinlikle değişimleri EK 2' de verilmiştir.

Çizelge 4.2 CPT deneyleriyle ilgili bilgiler

CPT No	Ağız Kotu (m)	Derinlik (m)
CPT1	6.04	29.60
CPT2	5.64	31.00
CPT3	5.30	18.40
CPT4	5.59	19.40
CPT5	5.22	30.20
CPT6	5.62	35.80
CPT7	5.72	35.00
CPT8	5.18	12.00

Şekil 4.1 Genel yerleşim planı

4.2.3 Zemin Modeli

Sondajlardan ve CPT deneylerinden yararlanılarak çeşitli eksenler için zemin profili çalışmaları yapılmıştır. Yapılan çalışmaların sonucunda Ege Dünya Ticaret Merkezi' nin inşa edileceği alanda oldukça sade bir zemin profilinin mevcut olduğu görülmüştür. Çeşitli zemin profili çalışmalarının bir birleşimi ve buna göre belirlenen zemin modeli Şekil 4.2' de gösterilmiştir. İnceleme konusu alanda zemin modelinin başlıca dört farklı birimden oluştuğu görülmektedir (Sağlamer ve Yılmaz, 1997). Bu birimlerin zemin modelindeki dizilişleri ve başlıca özellikleri Şekil 4.2' de gösterilmiş olup şu şekilde özetlenebilir:

- Zemin yüzeyindeki yakın zaman dolguları
- Körfez çökelleri
- Karasal orijinli sarı – kahverengi katı – çok katı çakıllı kil tabakası
- Sıkı – çok sıkı killi çakıl veya çakıl tabakası

4.3 Genel Jeoloji

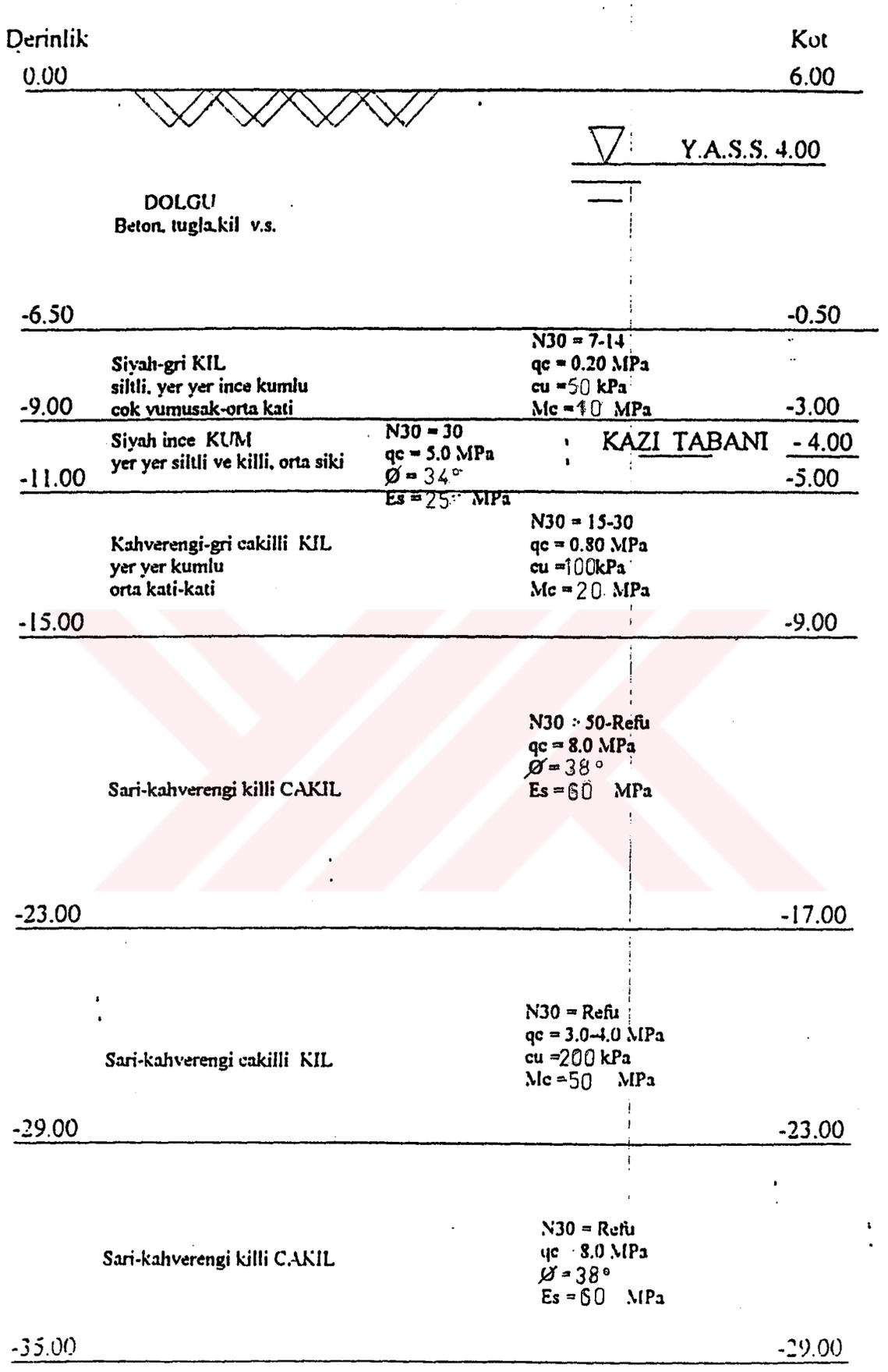
İnceleme sahasında yapılan çalışmalar sonucunda oluşturulan zemin modelinde yer alan tabakaların genel özellikleri şu şekilde belirlenmiştir:

4.3.1 Dolgu tabakası

Tüm sondajlarda ve CPT deneylerinde zemin yüzeyinde genelde 7.0 m. kalınlıkta bir heterojen dolgu tabakası ile karşılaşılmıştır. İnceleme alanının deniz doldurularak kazanıldığı anlaşılmaktadır. Dolgu malzemeleri beton, tuğla, taş gibi inşaat artıklarından ve hafriyatlardan çıkan zeminlerden oluşmaktadır.

4.3.2 Körfez çökelleri

Dolgu tabakasının altında karşılaşılan körfez çökelleri oldukça düzgün bir istiflenme göstermektedir. Körfez çökelleri çoğunlukla 6.0 m. ile 11.0 m. derinlikleri arasında yer almaktadır. Körfez çökellerini kendi içerisinde aşağıda verilen alt gruplara ayırmak mümkündür:



Şekil 4.2 Zemin modeli

4.3.2.1 Siyah-gri renkli siltli kil

Bu birimle genelde 6.50-9.00 m. derinlikler arasında karşılaşılmıştır. Çoğunlukla siltli kil – killi silt özellikleri göstermektedir. Bu birim içinde yapılan SPT deneylerinde N_{30}=7-14 dolayında darbe sayıları elde edilmiştir. CPT deneyleri q_c=0.20 MPa dolayında bir uç mukavemetine işaret etmektedir. Bu kohezyonlu birim, çok yumuşak ile orta katı arasında değişen kıvamlar göstermektedir ve yüksek plastisiteli olup yüksek kompressibiliteye sahiptir.

4.3.2.2 Siyah renkli ince kum

Yer yer silt ve kil boyutunda dane içeren bu kohezyonsuz birimle çoğunlukla 9.00-11.00 m. derinlikler arasında karşılaşılmaktadır. SPT darbe sayıları genelde N_{30}=30, CPT uç mukavemeti ise q_c=5 MPa dolayında değerler almıştır. Bu kohezyonsuz istif "orta sıkı" yerleşmiştir.

4.3.2.3 Kahverengi-gri çakıllı kil

Bu kohezyonlu birim, karasal orijinli zemin tabakalarıyla körfez çökelleri arasında geçiş oluşturmaktadır. SPT darbe sayıları N_{30}=15-30, CPT uç mukavemeti q_c=0.80 MPa dolayında değerler vermiştir. Düşük plastisiteli kil (CL) olup orta katı veya katı kıvamdadır ve oldukça yüksek kompressibiliteye sahiptir. Bu kohezyonlu birimin diğer mühendislik özellikleri Şekil 4.2' de gösterilmiştir.

4.3.3 Sarı-kahverengi killi çakıl veya kumlu çakıl

Bütün sondajlarda ve CPT deneylerinde ince daneli körfez çökellerinin altında yaklaşık 8.0 m. kalınlıkta çakıl tabakasıyla karşılaşılmıştır. Çakıl tabakası içerisinde yer yer killi ve kumlu seviyeler bulunmaktadır. Çakıl tabakasından alınan numuneler üzerinde çok sayıda elek analizi yapılmış ve bu granüler birimin genellikle %40-50 çakıl, %40 kum ve %10 dolaylarında silt + kil boyutunda dane içerdiği görülmüştür. Buna göre Birleştirilmiş Zemin Sınıflandırması' na göre genelde iyi derecelenmiş çakıl (GW), iyi derecelenmiş kum (SW), siltli çakıl (GM), siltli kum (SM) olarak isimlendirilmiştir. Killi çakıl ve kumlu çakıl istiflerinde yapılan SPT deneylerinde elde edilen darbe sayıları "refü" değerleri vermiş olmakla birlikte bu birimin çok sıkı olmadığı, yüksek SPT darbe sayılarının çakıl boyutundaki danelerden kaynaklandığı tahmin edilmektedir. Bu çakıl tabakasının sıkı yerleştiği kabul edilmiştir. CPT uç mukavemeti olarak q_c=8.0 MPa dolayında değerler ölçülmüştür. Düşük kompressibilite özellikleri göstermektedir. Bu granüler birimle ilgili diğer zemin parametreleri zemin modelinde gösterilmiştir (Şekil 4.2).

4.3.4 Sarı – kahverengi çakıllı kil

Sondaj ve CPT derinlikleri içerisinde, genelde 23.0 m. ile 29.0 m. derinlikleri arasında yaklaşık 6 m. kalınlıkta bir kohezyonlu istifle karşılaşılmıştır. İki çakıl istifi arasında yataklanan bu kil tabakası "sert" kıvamdadır ve düşük plastisiteli kil (CL) ve düşük kompressibilite özellikleri göstermektedir. Çakıllı kil tabakası yüksek oranda çakıl ve kum boyutunda dane içerirken genelde %25 dolayında kil fraksiyonu içermektedir. Buna karşılık, bu birim kil davranışı sergilemektedir. Çakıllı kil içerisinde yapılan SPT deneylerinde N_{30}=Refü, CPT deneylerinde ise q_c=3.0-4.0 MPa değerleri belirlenmiştir. Diğer zemin parametreleri Şekil 4.2' de gösterilmiştir.

4.4 Ege Dünya Ticaret Merkezi Projesi

Ege Dünya Ticaret Merkezi yaklaşık 20900 m²' lik bir alanda inşa edilecektir (Şekil 4.1). Proje kapsamında sahanın tamamında üç kat bodrum inşa edilecek ve bu sebeple de 9 m.' lik bir derin temel kazısı yapılacaktır. Sahanın tamamında dört veya beş çarşı katı inşa edilecek, ayrıca iki adet kule inşaatı yapılacaktır. Kuleler otel ve iş merkezi olarak kullanılacak olup henüz kat yükseklikleri ve üst yapı projeleri kesinleşmemiştir. Ayrıca sahanın tamamında alışveriş merkezleri ve çarşılar bulunacaktır. 9 Eylül Meydanı tarafındaki burun kısmında ise kültür sanat merkezi inşaatı yapılacaktır.

Projenin tamamı kazıklı temel olarak dizayn edilmiştir. Alışveriş merkezleri ve kültür sanat merkezi d=80 cm. çapında vibreks kazıklarla dizayn edilmiş, yüksek kulelerin temelleri ise d=150 cm. çapında fore kazıklarla projelendirilmiştir.

4.5 Proje Kapsamında Gerçekleştirilen Derin Temel Kazısı

Proje sahası yaklaşık 20900 m²' lik bir alana ve yaklaşık 640 m.' lik bir çevre uzunluğuna sahiptir. Sahanın tamamında yaklaşık 9 m.' lik bir derin temel kazısı yapılması öngörülmüştür. Yeraltı su seviyesinin yüksek olması (yaklaşık 2 m.) ve zemin koşullarının zorluğu da kazı yapılmasını bir hayli güçleştirmesi tahmin edilen faktörlerdir. Yapının kentin çok merkezi bir bölgesinde yer almasından dolayı kazı yüzeylerinin düşeyliği de önem arz etmektedir.

Bütün bu zorlayıcı faktörler göz önünde bulundurularak kazı yüzeylerinin, temel kazısı başlamadan önce bentonit bulamaçlı diyafram duvar yöntemi ile desteklenmesi en güvenilir ve ekonomik çözüm olarak belirlenmiştir. Zemin profilinde yüzeyde karşılaşılan yaklaşık 7 m. kalınlığa sahip granüler dolgu tabakasının öngerilmeli ankrajlardan faydalanılmasına imkan

vereceği, böylece bentonit bulamaçlı diyafram duvarın öngerilmeli ankrajlarla da desteklenebileceği düşünülmüştür.

Diyafram duvar kalınlığı d=80 cm. olarak seçilmiştir. Hem kazı alanının stabilitesinin sağlanması, hem de yeraltı suyu koşullarının göz önünde bulundurulmasıyla, yani kazı çukuru içerisine gelmesi beklenen yeraltı suyu debisi, çıkış hidrolik eğimi ve taban stabilitesi tahkikleri yapılarak diyafram duvar derinliği 25 m. olarak belirlenmiştir. Böylece sahanın tamamının çevresine 25 m. derinliğinde diyafram duvar imal edilmiş ve diyafram duvar imalatını müteakip kazı yapılmasına başlanmıştır. Diyafram duvar 5 m.' lik panel boyları ile imal edilmiştir.

Bentonit bulamaçlı diyafram duvarın tek sıra öngerilmeli ankrajla desteklenmesi öngörülmüştür. Ankrajlar diyafram duvar kret kotundan iki metre aşağıda olacak şekilde projelendirilmiştir. Kök boyu 8 m., toplam boyu ise 18 m. olan öngerilmeli ankrajların eğimi ise 10 derece olarak tasarlanmış, böylece ankraj kökünün granüler dolgu tabakasının içinde kalması sağlanmıştır.

4.6 Derin Kazının Sonlu Elemanlar Yöntemiyle Modellenmesi

Ege Dünya Ticaret Merkezi Projesi kapsamında yapılacak olan yaklaşık 9 m.' lik derin kazının sonlu elemanlar yöntemine göre bir modellemesi yapılmıştır. Modellemede Plaxis BV tarafından geliştirilen PLAXIS isimli program kullanılmıştır. PLAXIS, derin kazılar, tüneller, şev stabilitesi, taşıma gücü, konsolidasyon ve benzeri zemin mekaniği ve temel mühendisliği problemlerinin çözümünde kullanılan ve sonlu elemanlar yöntemini kullanan bir programdır.

Modellemede değişik kazı kademeleri sonunda zeminde oluşan deformasyonlar, kazı kademelerinin ilerlemesiyle diyafram duvarda oluşan deplasmanlar, diyafram duvarın maruz kaldığı yükler ve momentler ve öngerilmeli ankrajlara gelen kuvvetler belirlenmeye çalışılmıştır.

4.6.1 Modellemede kullanılan parametreler

Derin kazının modellemesi yapılırken öncelikle sistemin geometrisi belirlenmiştir. Geometri belirlenirken Şekil 4.2' de gösterilen zemin tabakalaşması kullanılmıştır. Yeraltı su seviyesi +4.00 m. kotunda alınmıştır. Kazı derinliği 9 m. olarak kabul edilmiştir.

Modellemenin yapıldığı sahanın genişliğinin en büyük olduğu kesitte önemli bir yapı yükü olmadığı için sürşarj yükü olarak 20 kPa alınmıştır.

Modellemede kullanılacak zemin parametrelerinin belirlenmesi için saha genelinde yapılmış olan koni penetrasyon deneylerinden (CPT) ve standart penetrasyon deneylerinden (SPT) faydalanılmıştır. Her zemin tabakası için kabul edilen SPT N_{30} değerleri ve koni uç mukavemeti değerleri (q_c) Şekil 4.2' de gösterilmiştir. Zaman zaman koni uç mukavemeti değerlerinin çok düşük olduğu halbuki aynı tabakalarda elde edilen SPT N_{30} değerlerinin nisbeten daha yüksek olduğu durumlarla karşılaşılmıştır. Bu gibi durumlarda zemin parametrelerinin tayini için daha çok SPT N_{30} değerlerinden faydalanılmıştır.

Bilindiği gibi, gerek kohezyonlu ve gerekse granüler zemin tabakalarında yapılan CPT ve SPT deneylerinin sonuçlarından faydalanarak zemin parametrelerinin tayin edilmesinde kullanılan çeşitli tablolar ve amprik formüller bulunmaktadır. Buna göre çeşitli yöntemlerle kohezyonlu tabakalarda drenajsız kayma mukavemeti (s_u) ve granüler tabakalarda içsel sürtünme açısı (ϕ) belirlemek mümkün olmuştur. Bununla birlikte bu tip bir deformasyon hesabında büyük önem taşıyan elastisite modülünün (E) belirlenmesi daha göreceli olmaktadır. Elastisite modülünün zeminler için çok geniş bir aralıkta değişiyor olması bunun en önemli sebebidir. Farklı zemin tabakaları için PLAXIS analizinde kullanılan parametreler Çizelge 4.3' te gösterilmiştir. Tabakaların tabii birim hacim ağırlıkları ve permeabilite katsayılarını Sağlamer ve Yılmaz (1997) tablodaki gibi vermişlerdir.

Derin kazının modellenmesi için zemin tabakalarında bu şekilde bir parametrik çalışmanın ardından yapılacak destek yapısının da modellenmesi gerekmektedir. Destek yapısı olarak tek sıra ankrajlı bentonit bulamaçlı diyafram duvar yapılması uygun görülmüştür. Diyafram duvar kalınlığı 80 cm., derinliği ise 25 m. olarak belirlenmiştir. Diyafram duvar imalatında kullanılan beton yoğunluğu 2400 kg/m^3 olarak kabul edilmiştir. Zemin tabakalarının modellenmesindeki en büyük belirsizlik olan elastisite modülü ile ilgili problemle burada da karşılaşılmıştır. Zemin içinde yerinde dökülen betonun elastisite modülü kesin olarak bilinememektedir. Bununla birlikte kullanılan değer hesap elastisite modülünden bir miktar düşük olarak alınmış ve 20 GPa olarak kabul edilmiştir.

Diyafram duvarın desteklenmesinde zemin ankrajlarından faydalanılmıştır. Ankrajlar diyafram duvar kretinden 2 m. aşağıda imal edilmişlerdir. Ankrajlar arası mesafe ise s=1.25 m. olarak belirlenmiştir. Ankraj kök boyu 8 m., toplam boyu ise 18 m.' dir. Yatayla 10^o açı yapacak şekilde imal edilen ankrajların her birinin proje yükü 375 kN olarak tasarlanmıştır.

Çizelge 4.3 PLAXIS analizinde kullanılan parametreler

Plaxis - Finite Element Code for Soil and Rock Analyses

Project description : EDTM
Date : 06/06/2000
User name : Yildiz Teknik Universitesi
Project name : edtm16
Output : Soil and Interfaces Info - Mohr-Coulomb
Step : 16 Page : 1

Identification	Type	γ_{dry}	γ_{wet}	k_x	k_y	ν	E_{ref}	c_{ref}	φ	ψ
		[kN/m^3]	[kN/m^3]	[m/day]	[m/day]	[-]	[kN/m^2]	[kN/m^2]	[°]	[°]
DOLGU	Drained	19.0	19.0	2.6000	2.6000	0.25	10000.0	1.0	30.0	0.0
KIL1	Undrained	18.0	18.0	0.4000	0.4000	0.35	10000.0	50.0	0.0	0.0
KUM	Drained	19.0	19.0	2.6000	2.6000	0.30	25000.0	1.0	34.0	4.0
KIL2	Undrained	20.0	20.0	0.3500	0.3500	0.30	20000.0	100.0	0.0	0.0
CAKIL1	Drained	20.0	20.0	8.6400	8.6400	0.30	60000.0	1.0	38.0	8.0
KIL3	Undrained	20.0	20.0	0.3500	0.3500	0.33	50000.0	200.0	0.0	0.0
CAKIL2	Drained	21.0	21.0	8.6400	8.6400	0.30	60000.0	1.0	38.0	8.0
KIL3_INT	Undrained	20.0	20.0	0.3500	0.3500	0.33	50000.0	200.0	0.0	0.0

4.6.2 Modelleme kapsamında yapılan çözüm

Ege Dünya Ticaret Merkezi projesi kapsamında yapılan derin kazı ve kazı destek sisteminin yukarıda anlatıldığı şekilde modellenmesinin ardından çözümlerin yapılmasına geçilmiştir. Çözüm aşamasında destek sisteminin imalatı ve kazının nihai kotuna indirilmesi toplam dört kademede tasarlanmıştır:

Birinci kademede, mevcut sürşarj yükü altında ve hiç kazı yapılmadan önceki durum için bir hesap gerçekleştirilmiştir.

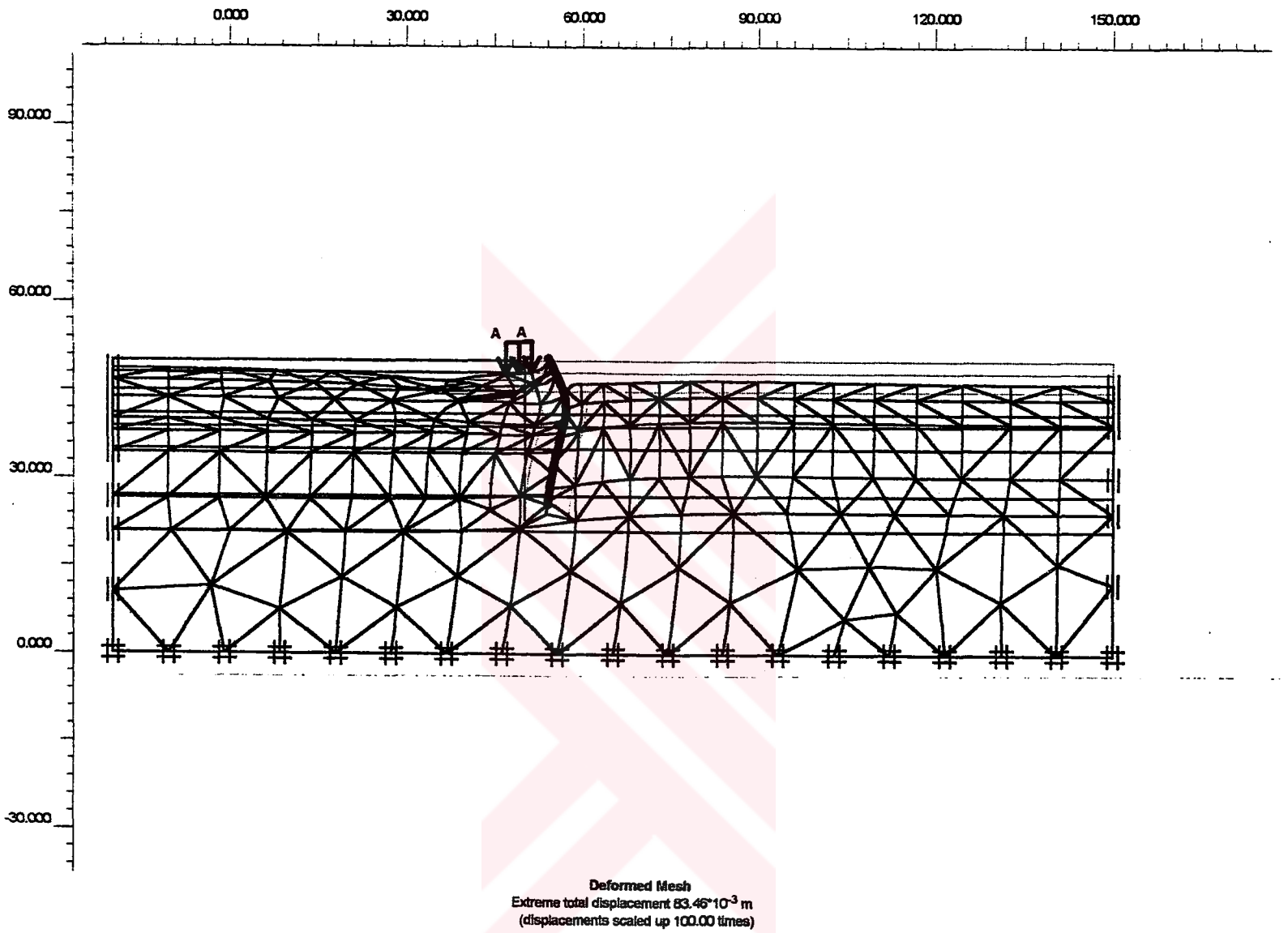
İkinci kademede, önce diyafram duvarın imal edildiği ve sonra da ankraj seviyesine (2 m.) kadar olan birinci kademe kazının yapıldığı durum için çözüm yapılmıştır.

Üçüncü kademede, ankrajların imal edildiği ve daha sonra öngermelerinin yapılmasının ardından oluşan durum için çözüm yapılmıştır.

Dördüncü ve son kademede ise ankrajların imalatının ardından ikinci kademe kazının yapılması ve kazının nihai kotuna ulaşması durumu için çözüm gerçekleştirilmiş ve kazının son durumu için duvarın yaptığı deformasyonlar ve duvara etkiyen kuvvetlerle momentler belirlenmiştir.

Yapılan bu çözümlere göre dördüncü ve son kademenin ardından zeminde ve diyafram duvarda oluşan deplasmanlar belirlenmiştir. Buna göre sistemde oluşan maksimum deplasmanın 8.3 cm. olduğu görülmektedir. Diyafram duvarın yapacağı maksimum deplasman ise yaklaşık 7 cm. olarak hesaplanmıştır. Yapılan çözümler sonucunda kazının nihai şeklini almasının ardından diyafram duvarda ve zemin tabakalarında oluşacak deformasyon paterni Şekil 4.3' te gösterilmiştir.

PLAXIS programı kullanılarak, deformasyon değerlerinin dışında sisteme etkiyen kesit tesirleri de belirlenebilmektedir. Hesaplar, meydana gelen deformasyonlar sonucunda diyafram duvarda oluşan maksimum eğilme momentinin kret kotundan 7 m. aşağıda meydana geleceğini ve değerinin 1050 kNm/m olacağını göstermektedir. Maksimum kesme kuvveti değeri ankraj seviyesinde oluşacak ve değeri de 352 kN/m olacaktır. Bu deformasyon koşullarının sağlanması halinde bir ankraja gelecek maksimum yük ise 418 kN olarak hesaplanmıştır. PLAXIS' le yapılan analizle ilgili diğer grafikler EK3' te verilmiştir.



Şekil 4.3 Deforme olmuş durum

4.7 Derin Kazının Gözlemlenmesi

Derin kazıların, özellikle de şehir merkezlerinde yapılan ve çeşitli açılardan bir risk faktörü taşıyabilecek olduğu düşünülen kazıların gözlemlenmesinin gerekliliği daha önce de vurgulanmıştı. Bu gözlemler kapsamında da en önemli yeri tutanlardan birinin, hem hassasiyetinin yüksek olması hem de değişik yönlerde ölçüm yapabilmesinden dolayı, inklinometrik gözlem olduğuna değinilmişti.

Ege Dünya Ticaret Merkezi projesi kapsamında yapılan derin kazının gözlemlenmesi için de inklinometrik gözlem tercih edilmiştir. Saha çevresince, fazlaca deformasyon yapması beklenen toplam yedi adet noktaya inklinometre boruları tespit edilmiştir. Borular diyafram duvarın içinde yerleştirilmiş olup gözlemin esas amacı zeminde oluşan deformasyonları değil bizzat duvarın kendisinin yaptığı deformasyonları gözlemlemektir.

Boruların yerleştirilmesinde çimento enjeksiyonu kullanılmıştır. Ankastrelik boyları 5 m. kabul edilerek bütün borular 30 m. derinliğinde indirilmeye çalışılmıştır. Çimento enjeksiyonunun prizini almasından hemen sonra ilgili kesitte kazı işlemi başlamadan önce referans ölçümleri yapılmıştır. Referans ölçümleri üç set olarak yapılmış ve birbirleri ile olan uyumları incelendikten sonra referans olarak kabul edilebileceklerine karar verilmiştir.

Ölçüm aralığı 50 cm. olarak kabul edilmiştir. Bu şekilde aralığı minimuma indirerek hassasiyetin maksimuma çıkarılması hedeflenmiştir. Ölçümler iki transdüserli bir probla yapılmıştır. Böylece her 50 cm' de bir diyafram duvarın hem kazı yüzeyinin içine doğru (A yönü), hem de kazı yüzeyine paralel olarak (B yönü) yaptığı deformasyonlar ölçülmüştür.

Kazı işlemine başlandıktan sonra sık sık ölçümler alınmış, daha sonra ölçümler belirli bir programa oturtulmuştur. Olağanüstü durumlar cereyan etmedikçe haftada iki ölçüm yapılması uygun görülmüştür. Bununla birlikte kazı yapılması durumunda kazının yapıldığı anlarda ölçüm alınması gereken durumlar da olmuştur. Sonuç olarak ölçüm sıklığı, kazının hızına da bağlı olarak, günde üç sefer ile ayda bir sefer arasında değişen bir eğilim sergilemiştir.

Emniyet açısından, ölçüm alınan her borudan her zaman en az ikişer set ölçüm alınmıştır. Eğer okumalarda büyük bir sapma görünmüyorsa değerlendirmede iki setin ortalaması kullanılmıştır.

Değerlendirme aşamasında genellikle Toplam Deplasmanlar Grafiği' nden ve Deplasman-Zaman Grafiği' nden faydalanılmıştır. Toplam Deplasmanlar Grafiği' nde referans ölçümlerinden sonra yapılan değişik tarihlerdeki ölçümleri bir arada görmek şansı da

bulunmaktadır. Her bir ölçüm ayrı bir notasyonla gösterilmekte ve böylece relatif olarak oluşan hareket daha rahat görülebilmektedir. Deplasman-Zaman Grafiği' nde de değişik derinliklerdeki noktaların zaman içinde yaptığı deformasyonlar görülebilmektedir. Buradaki gözlenen deformasyonlar relatif deformasyonlardır. Yani, belirlenen iki ayrı derinlikte ölçülen deplasmanların farklarının zaman içindeki değişimleri gözlemlenmektedir.

4.8 İnklinometrik Gözlem Sonuçları

Ege Dünya Ticaret Merkezi projesi kapsamında yapılan derin kazı, kazının henüz yapılmaya başlamadığı bir zamandan günümüze kadar gözlemlenmeye devam etmiştir. Toplam yedi adet kuyudan inklinometre ölçümleri yaparak değişik kesitlerde diyafram duvarın yaptığı deformasyonlar belirlenmeye çalışılmıştır. Ölçümler belirli bir sıklıkla ve hassasiyetle yapılmıştır. Özellikle sahada duvarın hareketini etkileyebilecek imalatlar yapıldığında ölçümler daha da sıklaştırılmıştır. Buna göre her kuyudan, kuyunun bulunduğu bölgeye yakın yerlerde kazı yapılmadan önce – kazı yapıldıktan sonra, ankrajlar gerilmeden önce – ankrajlar gerildikten sonra ve benzeri kritik ve destek yapısı açısından önem arz edebilecek zamanlarda, aksatılmadan ölçümler alınmıştır.

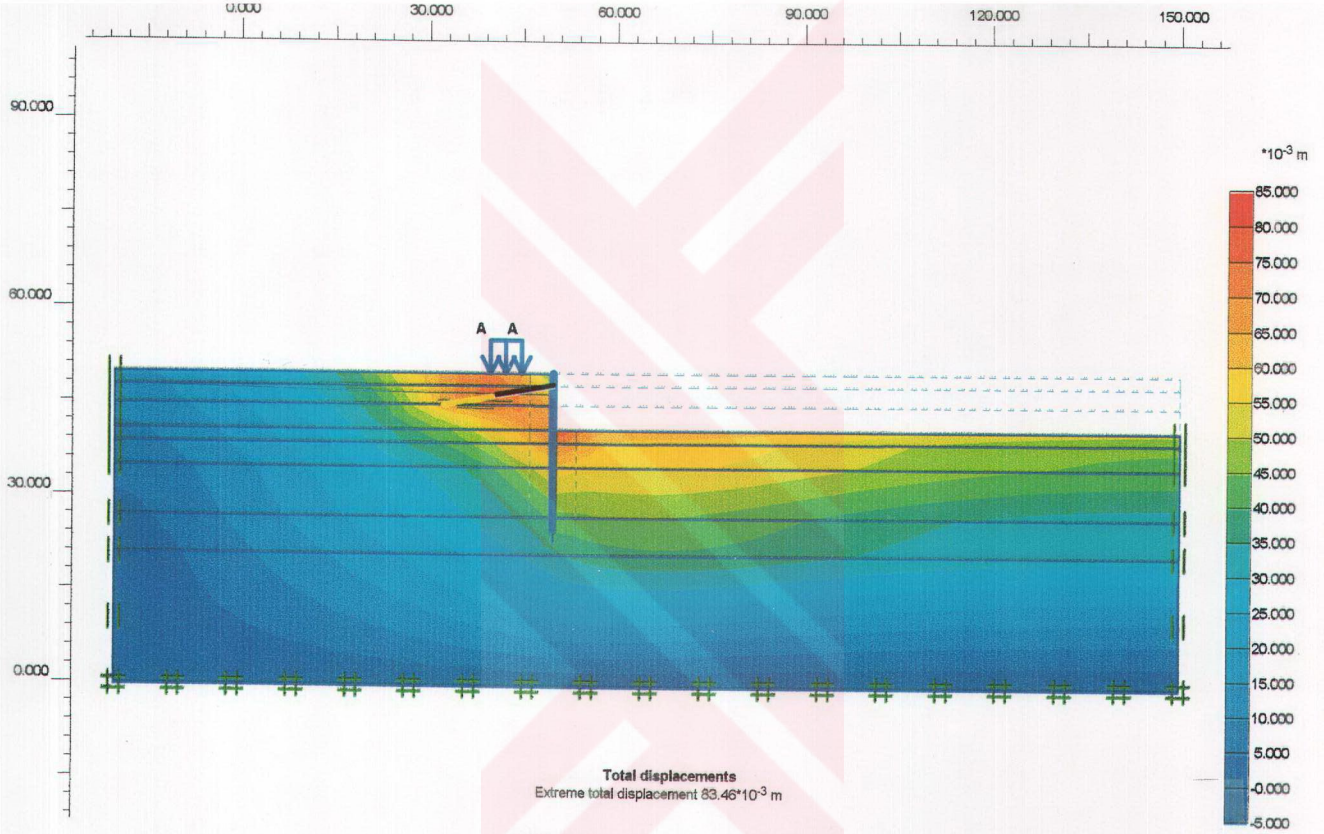
Alınan ölçümler 0.01 mm. hassasiyetinde olup meydana gelebilecek en küçük deformasyonun bile rahatlıkla belirlenebilmesini sağlamıştır. Hassasiyet bu kadar arttığı için gerek operatörden gerekse enstrumandan kaynaklanabilecek bazı hatalar olabilmiştir. Bu gibi durumlarda farklı görünen ilk ölçüme göre karar verilmemiş, önce okumalar sıklaştırılmış, eğer birkaç okuma sonrasında hala aynı deformasyonlar ölçülüyorsa o durumda duvarın gözlemlenen şekilde bir deformasyon yaptığı kararına varılmıştır.

Proje kapsamında ölçümler 1998 yılının Ağustos ayında başlamıştır. Çeşitli sebeplerle işte duraksamalar meydana gelmiş ve bu nedenle hala sahanın çok küçük bir bölümünde nihai kazı kotuna ulaşılamamıştır. Ölçümler daha geniş zaman aralıkları ile hala sürmektedir. Şu ana kadar bütün inklinometre kuyuları içinde ölçülen en yüksek deformasyon 30 mm. mertebesindedir. Bu deformasyonun, P106 numaralı panelin bulunduğu bölgede diyafram duvar kretinde oluştuğu görülmüştür. Ankrajlar, gerildikten sonra da bu kesitte görev yapıyor gibi görünmemişlerdir. O sebeple bu kesitte emniyet olarak ek ankrajlar yapılmış bulunmaktadır. Ankrajların normal görevlerini yerine getirdikleri diğer kesitlerde ise ölçülen maksimum deformasyon değeri 15-20 mm. arasında yer almaktadır. Maksimum deplasmanın, diğer bütün kesitlerde ankraj seviyesinin altında olduğu görülmüştür. Çeşitli inklinometre kuyularından, destek yapısı için kritik olabilecek zamanlarda alınan inklinometrik ölçümler, Toplam Deplasman ve Deplasman – Zaman grafikleri olarak EK 4' te verilmiştir.

Grafikler incelendiğinde genel olarak duvarın hiçbir bölgesinde beklenenin dışında bir hareketin gerçekleşmediği görülmektedir. Ankrajların imal edileceği seviyeye kadar yapılan birinci kademe kazının yapılmasıyla deformasyonlar başlamış ve duvar bir konsol kiriş gibi çalışmaya başlamıştır. Hemen hemen bütün borulardan alınan ölçümler düşük mertebelerde de olsa ankrajların gerilmesinin, duvarın deplasmanlarında bir düşüşe sebep olduğunu göstermektedir (bakınız EK 4' te sunulan Deplasman - Zaman Grafikleri). Ankrajların imalatının ardından yapılan kazıda da duvar ankraj seviyesinin altında deformasyon yapmaya devam etmiştir. Yalnız bir tek bölgede ankrajların imal edilmesine karşın hala konsol davranışın sürdüğü gözlemlenmiştir. O bölgede de yukarıda bahsedildiği gibi ek ankrajların imal edilmesi gerektiği sonucuna varılmıştır.

PLAXIS analizinin sonuçları inklinometrik gözlem sonuçları ile karşılaştırıldığı zaman gözlem sonuçlarının hesaplanan toplam yanal yerdeğiştirme değerlerinden oldukça düşük oldukları görülmektedir. Analiz sonuçları, diyafram duvarda yaklaşık 7 cm.' ye varan bir deplasman tahmin ederken, arazi gözlem sonuçları bu değeri maksimum 2 cm. olacak şekilde göstermektedir. Aradaki bu mertebe farkını şu şekilde açıklamak mümkündür: unutulmamalıdır ki inklinometrik gözlemde sadece relatif deplasmanların belirlenmesi mümkün olabilmektedir. Daha önce de değinildiği gibi bütün gözlem boyunca yapılan deplasman hesapları, inklinometre borusunun alt ucunun sağlam zemine ankastre edilmesi ve deplasman yapmaması esasına dayanmaktadır. Örneğin Toplam Deplasman Grafiği' nde en alt ucun deplasmanının sıfır kabul edildiği ve ardışık ölçümlerde okunan deplasmanların bu değere eklenerek bu grafiğin oluşturulduğu daha önce belirtilmişti. Oysa sonlu elemanlar analizinin sonuçları irdelendiğinde inklinometre borusunun ankastre edildiği bölgenin de yaklaşık 4 cm. deplasman yapması beklenen bir zonun içinde kaldığı görülmektedir (Şekil 4.4). Buna göre inklinometrik gözlem sonuçları değerlendirilirken duvarın altında oluşan bu deplasmanın da göz önünde bulundurulması gerekmektedir.

İnklinometrik gözlem sonuçlarında ölçülen deplasman değerlerinden yola çıkılarak duvarda oluşan eğilme momentlerinin tahmin edilebilmesi ile ilgili bir çalışma da gerçekleştirilmiştir. Gözlemler sonucunda duvarın her 50 cm.' de bir yaptığı deplasmanlar belirlenmiştir. Bu deplasman değerlerinin derinliğe göre ikinci türevinin duvarın eğilme rijitliği (EI) ile çarpımı sisteme etkiyen eğilme momentlerini vermektedir. Eğilme momentlerinin tahmininde sonlu farklar formülasyonundan faydalanılmıştır.

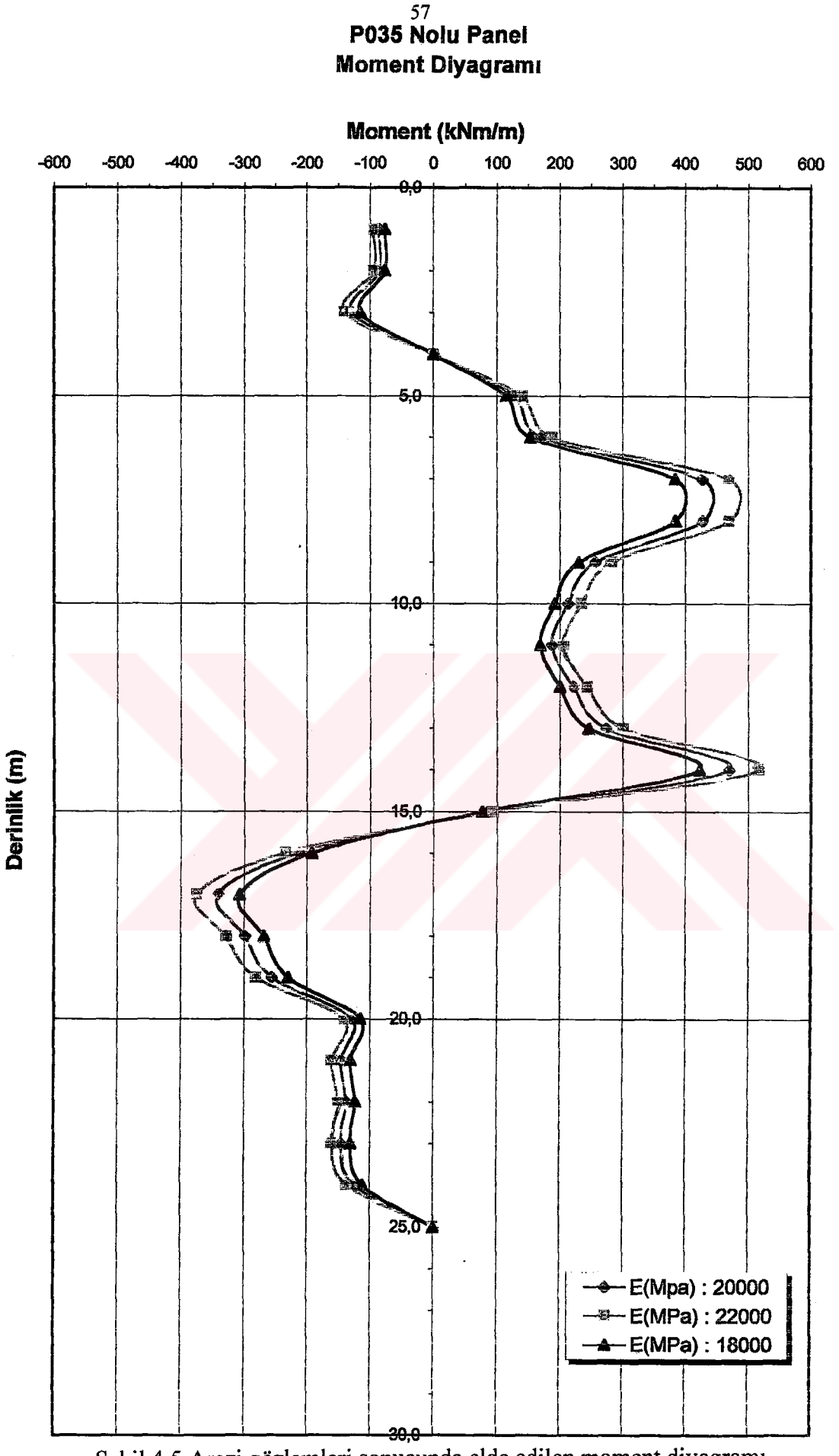


Şekil 4.4 Eş-deformasyon eğrileri

Sonlu farklar yöntemi kullanılarak duvarın değişik kesitleri için moment tahminleri gerçekleştirilmiştir. Moment tahminlerinin gerçekleştirilebilmesi için diyafram duvarın eğilme rijitliğinin, yani elastisite modülünün ve atalet momentinin, belirli olması gerekmektedir. Atalet momenti hesaplarında diyafram duvar genişliği d=80 cm. olarak alınmıştır. Elastisite modülü için ise kesin bir değer belirlenmesi mümkün olmamıştır. Bu sebeple PLAXIS analizlerindeki gibi sonlu farklar yönteminin uygulanmasında da betonarme için elastisite modülü E=20 GPa olarak kabul edilmiştir. Bununla birlikte E=22 GPa ve E=18 GPa olduğu durumlar için de çözümler yapılmıştır. Şekil 4.5' te P035 numaralı panelde yerleştirilmiş bulunan inklinometre borusundan alınan ölçümlerin sonuçlarına göre elde edilen moment diyagramı görülmektedir.

P035 numaralı panel için yapılan hesaplarda duvarda oluşan maksimum moment yaklaşık 500 kNm/m olarak tayin edilmiştir. Bu moment değerinin PLAXIS analizlerinin sonuçlarında belirlenen değerden bir hayli küçük olduğu görülmektedir. Beklenildiği gibi ankraj seviyesinde moment negatif değerler almaktadır. Daha alt seviyelerde ise işaret değiştirmekte ve pozitif momentlerin oluştuğu görülmektedir.

Alt ucu sağlam zemine ankastre edilen diyafram duvardaki moment dağılımı incelendiğinde alt uçta da negatif momentlerin oluşması beklenmektedir. Yapılan ölçümlerin sonucunda elde edilen grafiklerde de alt uçta negatif eğilme momentlerinin oluştuğu görülmektedir. Şekil 4.5' te görüldüğü gibi yaklaşık 21 m.' de eğilme momentleri yeniden negatif değerler almaya başlamaktadırlar.



Şekil 4.5 Arazi gözlemleri sonucunda elde edilen moment diyagramı (farklı beton elastisite modülleri için)

5. SONUÇLAR

Bu çalışmanın amacı, İzmir' de halen yapımı sürdürülmekte olan Ege Dünya Ticaret Merkezi projesi kapsamında yapılan destekli derin kazının sonlu elemanlar yöntemine göre modellenmesi ve analiz sonuçlarının arazi gözlemleri ile karşılaştırılmasıdır. Sonlu elemanlar yöntemine göre kazının modellenmesinde PLAXIS isimli bilgisayar programı kullanılmıştır. Arazide kazının gözlemlenmesi için de inklinometrik gözlemler gerçekleştirilmiştir.

Her geoteknik projesinin tasarımında zemin ve yapılacak yapı ile ilgili varsayımlar yapmak zorunda kalınmaktadır. Yapılan kabullerin gerçek değerlere ne derece yakın olduğu bu tip bir gözlemsel çalışma yapılmadan bilinememektedir. Bu nedenle aletsel gözlemler hem devam eden projeye, hem de gelecekte yapılacak çalışmalara ışık tutmak açısından son derece önemli olmaktadır.

Bu çalışma kapsamında gerçekleştirilen inklinometrik gözlem, derin kazının yapılması sırasında oluşan yatay deplasmanların belirlenmesi için oldukça faydalı olmuştur. Deplasmanların hangi dönemlerde hızlanıp ne zaman yavaşladığı, diyafram duvarın kazının hangi aşamalarında daha çok etkilendiği yapılan gözlemler sonucunda belirlenebilmiştir. Farklı inklinometre kuyularında farklı davranışlar gözlemlenmiştir. Örneğin P106 numaralı panelin bulunduğu bölgede diğer bölgelerde rastlanmayan bir deplasman eğrisi ile karşılaşılmıştır (bakınız Ek 4). Bu deplasman eğrisinin şekli ve deplasmanların artışı ankrajların görev yapmadığı kararının verilmesinde etkili olmuştur.

Arazi ölçümleri analiz sonuçları ile karşılaştırıldığı zaman, sonlu elemanlar yöntemine göre yapılan analiz sonuçlarının arazi verilerine göre daha yüksek değerler tahmin ettiği görülmüştür. Analiz sonuçlarına göre düşünüldüğü zaman inklinometre borusunun alt ucunun da deplasman yaptığı kabul edilirse hesaplanan deplasmanlar ile ölçülen deplasmanların birbirine yakın oldukları görülmektedir.

Bununla birlikte diyafram duvarda oluşan eğilme momentlerinin hesabı yapıldığında gözlem sonuçlarına göre yapılan hesapların, analiz sonuçlarından bir hayli düşük momentler verdiği sonucuna varılmaktadır. Moment değerleri düşük olarak belirlenmiştir fakat momentlerin duvar üzerindeki dağılım şeklinin, tasarım aşamasında kabul edilen şekle uygun olduğu gözlemlenmiştir.

Yapılan aletsel gözlemlerin sonuçları ile bilgisayarda yapılan modellemenin arasında meydana gelen farklılıkların en önemli sebebinin, modelleme sırasında gerek zemin tabakaları ve gerekse destek yapısı üzerine yapılan kabullerin olduğu tahmin edilebilir.

Bu çalışmada gerek zeminin ve gerekse bentonit bulamacı içinde yerinde dökülen betonun elastisite modülünün kesin olarak belirlenememesi, hem destek yapısının hem de zemin tabakalarının yeterince hassasiyetle modellenememesi sonucunu doğurmuştur.

Özellikle arazi gözlemlerinin sonuçlarından destek yapısı üzerinde oluşan eğilme momentlerinin tahmini aşamasında betonun elastisite modülü çok önemli bir yer tutmaktadır. Diğer yandan bilgisayar modellemesi aşamasında da zemin tabakalarının elastisite modülleri deformasyonların tahmininde belirleyici rolü oynamaktadır.

Yapılan çalışmanın ışığında, tasarım aşamasında birçok kabulün yapılması gerektiği ve yapılan tasarımın gerçek durumu ne kadar yansıttığının ancak yapılacak çeşitli gözlemlerin yardımıyla belirlenebileceği açıkça görülebilmektedir. Bu anlamda derin kazılar gibi kritik olabilecek yapılarda da her zaman gözlemler yapmak gerekmektedir. Çeşitli gözlem türleri içinde en faydalı olanın seçilmesi gereklidir. İnklinometrik gözlem, çeşitli yöntemler içinde sağladığı türlü avantajlarla genellikle en ekonomik ve kullanışlı olanlarından biri olarak belirmektedir.

KAYNAKLAR

ASTM D 4622-86, (1986), "Standart Test Method for Rock Mass Monitoring Using Inclinometers", The American Society for Testing and Materials, Philadelphia.

Bowles, J.B., (1988), Foundation Analysis and Design, McGraw-Hill Book Company, New York.

Çetin, E., (1998), Diyafram Duvarlarda Stabilite Probleminin Sonlu Elemanlar Yöntemi Kullanılarak İrdelenmesi ile İlgili Bir İnceleme, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü (yayımlanmamış).

Dumlu, M., (1988), Derin Kazılar ve Destekleme Yöntemleri, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü (yayımlanmamış).

Dunnicliff, J., (1988), Geotechnical Instrumentation for Monitoring Field Performance, John Wiley and Sons, New York.

Hanna, T., (1982), Foundations in Tension – Ground Anchors, Trans Tech Publications, Clausthal/Germany.

Hatipoğlu, B., (1992), Desteklenmiş Derin Kazılarda Oluşan Hareketlerin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü (yayımlanmamış).

Ng, C.W.W., Lings, M.L. ve Nash, D.F.T., (1992), "Back-analysing the Bending Moment in a Concrete Diaphragm Wall", The Structural Engineer, 70(23&24) : 421-426.

Ng, Charles.W.W., (1998), "Observed Performance of Multipropped Excavation in Stiff Clay", Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering, 124(9) : 889 - 904.

Puller, M., (1998), Deep Excavations A Practical Manual, Thomas Telford Publishing, Londra.

Sağlamer, A. ve Yılmaz, E., (1997), Basmane Alışveriş Merkezi Zemin ve Temel Mühendisliği Raporu, İstanbul (yayımlanmamış).

SIL, (1990a), Inclinometer Installation Manual, Soil Instruments Limited, Sussex.

SIL, (1990b), Inclinometers and Their Use, Soil Instruments Limited, Sussex.

Tschebotarioff, G., (1973), Foundations, Retaining and Earth Structures, McGraw-Hill, Inc., Tokyo.

Xanthakos, P., (1994), Slurry Walls As Structural Systems, McGraw-Hill, Inc., New York.

EKLER

EK 1

ENAR Mühendislik Mimarlık Danışmanlık Ltd.Şti.

YER : GÜÇBİRLİĞİ BASMANE ALIŞVERİŞ MERKEZİ PROJESİ	**KUYU NO :** SK-1
EKİPMAN : CREALIUS D.500	**ZEMİN KOTU :** 6.51
SONDAJ YÖNTEMİ : Rotary : 0.00-21.50 m arası;	**KOORD. : X :** 101195.74 **Y :** 100609.47
KUYU ÇAPI : 0.00-21.50 m arası 89mm;	**BAŞLANGIÇ :** 17.10.1997 **BİTİŞ :** 19.10.1997

NUMUNE VE YERİNDE DENEY.		S.P.T. darbe sayısı			Muh. Drn. (m)	Y.A.S. Drn. (m)	TCR %	RQD %	SCR %	Drn. (m)	ZEMİN CİNSİ	KOT (m)	LEJAND
DRN. (m)	TİP	15	30	45									
0.00					20.00								
						Y.A.S. 2.30					DOLGU ZEMİN Beton, tuğla parçaları ve yüzey toprağından oluşmaktadır		
										7.00		-0.49	
7.50 – 7.95	D1	4	6	9							Siyah gri renkli KİL		
			N = 15										
9.00 – 9.45	D2	5	8	9									
			N = 17										
										10.00		-3.49	
10.50 – 10.95	D3	4	6	8									
			N = 14										
12.00 – 12.45	D4	3	5	7							Açık kahve renkli Az Çakıllı KİL		
			N = 12										
13.50 – 13.95	D5	4	6	9									
			N = 15										
											Sonraki sayfaya bakınız (2)		

NOTLAR :

SONDÖR : Kemal DÜZEN **LOGU HAZIRLAYAN :** *Jeo.Y.Müh. Bülent TURHANLAR* **KONTROL EDEN :**

ENAR Mühendislik Mimarlık Danışmanlık Ltd.Şti.

YER : GÜÇBİRLİĞİ BASMANE ALIŞVERİŞ MERKEZİ PROJESİ	**KUYU NO :** SK-1
EKİPMAN : CREALIUS D.500	**ZEMİN KOTU :** 6.51
SONDAJ YÖNTEMİ : Rotary : 0.00-21.50 m arası;	**KOORD. : X :** 101195.74 **Y :** 100609.47
KUYU ÇAPI : 0.00-21.50 m arası 89mm;	**BAŞLANGIÇ :** 17.10.1997 **BİTİŞ :** 19.10.1997

NUMUNE VE YERİNDE DENEY.		S.P.T. darbe sayısı			Muh. Drn. (m)	Y.A.S. Drn. (m)	TCR %	RQD %	SCR %	Drn. (m)	ZEMİN CİNSİ	KOT (m)	LEJAND
DRN. (m)	TİP	15	30	45									
15.00	D6	6	8	9							Önceki sayfaya bakınız (1)		
15.45			N = 17										
										16.25		-9.74	
16.50	D7	40	50/7										
16.95													
18.00	D8	38	50/10										
18.45											Kahve renkli Az Killi Kumlu ÇAKIL		
19.50	D9	50/13											
19.95													
21.00	D10	50/10											
21.45										21.50	SONDAJ BİTİMİ : 21.50 m	-14.99	

NOTLAR :

SONDÖR : Kemal DÜZEN **LOGU HAZIRLAYAN :** *Jeo.Y.Müh. Bülent TURHANLAR* **KONTROL EDEN :**

ENAR Mühendislik Mimarlık Danışmanlık Ltd.Şti.

YER : GÜÇBİRLİĞİ BASMANE ALIŞVERİŞ MERKEZİ PROJESİ	KUYU NO : SK-2
EKİPMAN : CREALIUS D.500	ZEMİN KOTU : 6.05
SONDAJ YÖNTEMİ : Rotary : 0.00-35.00 m arası;	KOORD. : X : 101179.70 Y : 100630.28
KUYU ÇAPI : 0.00-35.00 m arası 89mm;	BAŞLANGIÇ : 27.09.1997 BİTİŞ : 30.09.1997

NUMUNE VE YERİNDE DENEY.		S.P.T. darbe sayısı			Muh. Drn. (m)	Y.A.S. Drn. (m)	TCR %	RQD %	SCR %	Drn. (m)	ZEMİN CİNSİ	KOT (m)	LEJAND
DRN. (m)	TİP	15	30	45									
0.00					34.00								
						Y.A.S. 2.30					DOLGU ZEMİN Beton, tuğla parçaları ve yüzey toprağından oluşmaktadır		
6.00	D1	4	4	7						6.00		0.05	
6.45			N = 11								Gri-yeşil Siltli KİL, Orta-katı		
										7.00		-0.95	
7.50	UD												
8.00											Gri renkli KİL, Orta Katı		
9.00	D2	3	4	9									
9.45			N = 13							9.50		-3.45	
											KUM		
10.50	D3	8	12	14						10.50		-4.45	
10.95			N = 26								Kahve-Gri renkli KİL, katı		
12.00	D4	13	11	15						12.00		-5.95	
12.45			N = 26										
13.50	D5	9	13	17							Sarı-kahve renkli Siltli KİL, katı		
13.95			N = 30										
										15.00		-8.95	

NOTLAR :

SONDÖR : Kemal DÜZEN LOGU HAZIRLAYAN : *Jeo.Y.Müh. Bülent TURHANLAR* KONTROL EDEN :

ENAR Mühendislik Mimarlık Danışmanlık Ltd.Şti.

YER : GÜÇBİRLİĞİ BASMANE ALIŞVERİŞ MERKEZİ PROJESİ	**KUYU NO :** SK-2
EKİPMAN : CREALIUS D.500	**ZEMİN KOTU :** 6.05
SONDAJ YÖNTEMİ : Rotary : 0.00-35.00 m arası;	**KOORD. : X :** 101179.70 **Y :** 100630.28
KUYU ÇAPI : 0.00-35.00 m arası 89mm;	**BAŞLANGIÇ :** 27.09.1997 **BİTİŞ :** 30.09.1997

NUMUNE VE YERİNDE DENEY.		S.P.T. darbe sayısı			Muh. Drn. (m)	Y.A.S. Drn. (m)	TCR %	RQD %	SCR %	Drn. (m)	ZEMİN CİNSİ	KOT (m)	LEJAND
DRN. (m)	TİP	15	30	45									
15.00	D6	35	44	50/12							Önceki sayfaya bakınız (1) Sarı renkli Killi Çakıl		
15.45													
16.50	D7	42	50/10										
16.95													
18.00	D8	43	50/7										
18.45													
19.50	D9	39	40	45									
19.95			N = 85										
21.00	D10	40	50/10										
21.45													
22.50	D11	21	27	28									
22.95			N = 55										
24.00	D12	6	8	10						-24.00		-17.95	
24.45			N = 18										
25.50	D13	8	10	12									
25.95			N = 22								Sarı renkli Çakıllı KİL, katı-çok katı		
27.00	D14	14	14	18							İçerisinde az miktarda çakıl içeren (%2-5) kumlu sarımsı renkli KİL.		
27.45			N = 32										
28.50	D15	11	15	21									
28.95			N = 36							30.00		-23.95	

NOTLAR :

SONDÖR : Kemal DÜZEN **LOGU HAZIRLAYAN :** *Jeo.Y.Müh. Bülent TURHANLAR* **KONTROL EDEN :**

ENAR Mühendislik Mimarlık Danışmanlık Ltd.Şti.

YER : GÜÇBİRLİĞİ BASMANE ALIŞVERİŞ MERKEZİ PROJESİ	KUYU NO : SK-2
EKİPMAN : CREALIUS D.500	ZEMİN KOTU : 6.05
SONDAJ YÖNTEMİ : Rotary : 0.00-35.00 m arası;	KOORD. : X : 101179.70 Y : 100630.28
KUYU ÇAPI : 0.00-35.00 m arası 89mm;	BAŞLANGIÇ : 27.09.1997 BİTİŞ : 30.09.1997

NUMUNE VE YERİNDE DENEY.		S.P.T. darbe sayısı			Muh. Drn.	Y.A.S. Drn.	TCR	RQD	SCR	Drn.	ZEMİN CİNSİ	KOT	LEJAND
DRN. (m)	TİP	15	30	45	(m)	(m)	%	%	%	(m)		(m)	
30.00											Önceki sayfaya bakınız (2)		
30.45	D16	40	50/5								Az Killi ÇAKIL.		
31.50	D17	43	50/8										
31.95													
33.00	D18	40	50/13										
33.45													
34.50	D19	38	50/9										
34.95										34.95	SONDAJ BİTİMİ : 35.00 m	28.90	

NOTLAR :

SONDÖR : Kemal DÜZEN LOGU HAZIRLAYAN : *Jeo.Y.Müh. Bülent TURHANLAR* KONTROL EDEN :

ENAR Mühendislik Mimarlık Danışmanlık Ltd.Şti.

YER : GÜÇBİRLİĞİ BASMANE ALIŞVERİŞ MERKEZİ PROJESİ	**KUYU NO :** SK-3
EKİPMAN : CREALIUS D.500	**ZEMİN KOTU :** 5.94
SONDAJ YÖNTEMİ : Rotary : 0.00-21.50 m arası;	**KOORD. : X :** 101171.83 **Y :** 100642.51
KUYU ÇAPI : 0.00-21.50 m arası 89mm;	**BAŞLANGIÇ :** 13.10.1997 **BİTİŞ :** 15.10.1997

NUMUNE VE YERİNDE DENEY.		S.P.T. darbe sayısı			Muh. Drn. (m)	Y.A.S. Drn. (m)	TCR %	RQD %	SCR %	Drn. (m)	ZEMİN CİNSİ	KOT (m)	LEJAND
DRN. (m)	TİP	15	30	45									
0.00					20.90	Y.A.S. 2.30					DOLGU ZEMİN Beton, tuğla parçaları ve yüzey toprağından oluşmaktadır		
										6.50		-0.56	
7.50 7.95	D1	6	7	9 N = 16							Siyah gri renkli Çok az Çakıllı KİL		
9.00 9.45	D2	13	16	22 N = 38						9.00	Sarımsı Kumlu Killi ÇAKIL	-3.06	
										10.00		-4.06	
10.50 10.95	D3	10	13	16 N = 29							Kahve renkli Çakıllı KİL		
12.00 12.45	D4	12	15	18 N = 33									
										13.00		-7.06	
13.50 13.95	D5	35	50/10								Sonraki sayfaya bakınız (2)		

NOTLAR :

SONDÖR : Kemal DÜZEN **LOGU HAZIRLAYAN :** *Jeo.Y.Müh. Bülent TURHANLAR* **KONTROL EDEN :**

ENAR Mühendislik Mimarlık Danışmanlık Ltd.Şti.

YER : GÜÇBİRLİĞİ BASMANE ALIŞVERİŞ MERKEZİ PROJESİ	**KUYU NO :** SK-3
EKİPMAN : CREALIUS D.500	**ZEMİN KOTU :** 5.94
SONDAJ YÖNTEMİ : Rotary : 0.00-21.50 m arası;	**KOORD. : X :** 101171.83 **Y :** 100642.51
KUYU ÇAPI : 0.00-21.50 m arası 89mm;	**BAŞLANGIÇ :** 13.10.1997 **BİTİŞ :** 15.10.1997

NUMUNE VE YERİNDE DENEY.		S.P.T. darbe sayısı			Muh. Drn. (m)	Y.A.S. Drn. (m)	TCR %	RQD %	SCR %	Drn. (m)	ZEMİN CİNSİ	KOT (m)	LEJAND
DRN. (m)	TİP	15	30	45									
15.00	D6	38	50/11								Önceki sayfaya bakınız (1)		
15.45											Sarımsı Kahve renkli Killi ÇAKIL - Çakıllı KİL		
16.50	D7	36	50/6										
16.95													
18.00	D8	42	50/8										
18.45													
19.50	D9	34	50/12										
19.95													
21.00	D10	36	50/5										
21.45													
										21.50	SONDAJ BİTİMİ : 21.50 m	-15.56	

NOTLAR :

SONDÖR : Kemal DÜZEN **LOGU HAZIRLAYAN :** *Jeo.Y.Müh. Bülent TURHANLAR* **KONTROL EDEN :**

ENAR Mühendislik Mimarlık Danışmanlık Ltd.Şti.

YER : GÜÇBİRLİĞİ BASMANE ALIŞVERİŞ MERKEZİ PROJESİ	**KUYU NO :** SK-4
EKİPMAN : CREALIUS D.500	**ZEMİN KOTU :** 5.66
SONDAJ YÖNTEMİ : Rotary : 0.00-22.00 m arası;	**KOORD. : X :** 101165.55 **Y :** 100652.88
KUYU ÇAPI : 0.00-22.00 m arası 89mm;	**BAŞLANGIÇ :** 12.10.1997 **BİTİŞ :** 12.10.1997

NUMUNE VE YERİNDE DENEY.		S.P.T. darbe sayısı			Muh. Drn. (m)	Y.A.S. Drn. (m)	TCR %	RQD %	SCR %	Drn. (m)	ZEMİN CİNSİ	KOT (m)	LEJAND
DRN. (m)	TİP	15	30	45									
0.00					21.00								
						Y.A.S. 2.00					DOLGU ZEMİN Beton, tuğla parçaları ve yüzey toprağından oluşmaktadır		
										7.00		-1.34	
7.50 / 7.95	UD										Siyah gri renkli KİL		
										8.00		-2.34	
9.00 / 9.45	D1	15	16	20							Siyah İnce KUM		
			N = 36										
										10.00		-4.34	
10.50 / 10.95	D2	50/5									Sarımsı Kahve renkli ÇAKIL		
										11.50		-5.84	
12.00 / 12.45	D3	4	6	8							Gri-kahve renkli İnce Kumlu KİL		
			N = 14										
										12.50		-6.84	
13.50 / 13.95	D4	10	16	16							Az Killi ÇAKIL		
			N = 32										
											Sonraki sayfaya bakınız (2)		

NOTLAR :

SONDÖR : Kemal DÜZEN **LOGU HAZIRLAYAN :** *Jeo.Y.Müh. Bülent TURHANLAR* **KONTROL EDEN :**

ENAR Mühendislik Mimarlık Danışmanlık Ltd.Şti.

YER : GÜÇBİRLİĞİ BASMANE ALIŞVERİŞ MERKEZİ PROJESİ	**KUYU NO :** SK-4
EKİPMAN : CREALIUS D.500	**ZEMİN KOTU :** 5.66
SONDAJ YÖNTEMİ : Rotary : 0.00-22.00 m arası;	**KOORD. : X :** 101165.55 **Y :** 100652.88
KUYU ÇAPI : 0.00-22.00 m arası 89mm;	**BAŞLANGIÇ :** 12.10.1997 **BİTİŞ :** 12.10.1997

NUMUNE VE YERİNDE DENEY.		S.P.T. darbe sayısı			Muh. Drn. (m)	Y.A.S. Drn. (m)	TCR %	RQD %	SCR %	Drn. (m)	ZEMİN CİNSİ	KOT (m)	LEJAND
DRN. (m)	TİP	15	30	45									
15.00	D5	12	20	11							Önceki sayfaya bakınız (1)		
15.45			N = 31										
16.50	D6	8	12	17									
16.95			N = 29							17.00		11.34	
18.00	D7	50/10											
18.45													
19.50	D8	35	50/12								Az Killi ÇAKIL		
19.95													
21.00	D9	40	50/5										
21.45													
										22.00	SONDAJ BİTİMİ : 22.00 m	16.34	

NOTLAR :

SONDÖR : Kemal DÜZEN **LOGU HAZIRLAYAN :** *Jeo.Y.Müh. Bülent TURHANLAR* **KONTROL EDEN :**

ENAR Mühendislik Mimarlık Danışmanlık Ltd.Şti.

YER : GÜÇBİRLİĞİ BASMANE ALIŞVERİŞ MERKEZİ PROJESİ	KUYU NO : SK-5
EKİPMAN : CREALIUS D.500	ZEMİN KOTU : 5.42
SONDAJ YÖNTEMİ : Rotary : 0.00-35.00 m arası;	KOORD. : X : 101085.70 Y : 100705.11
KUYU ÇAPI : 0.00-35.00 m arası 89mm;	BAŞLANGIÇ : 04.10.1997 BİTİŞ : 07.10.1997

NUMUNE VE YERİNDE DENEY.		S.P.T. darbe sayısı			Muh. Drn. (m)	Y.A.S. Drn. (m)	TCR %	RQD %	SCR %	Drn. (m)	ZEMİN CİNSİ	KOT (m)	LEJAND
DRN. (m)	TİP	15	30	45									
0.00					34.00								
						Y.A.S. 2.00					DOLGU ZEMİN Beton, tuğla parçaları ve yüzey toprağından oluşmaktadır		
7.50	D1	12	4	3						-7.50		-2.08	
7.95			N = 7								Gri-siyah İnce Kumlu Siltli KİL		
										-8.50		-3.08	
9.00	D2	19	21	24									
9.45			N = 45								Kumlu ÇAKIL		
10.50	D3	7	14	14									
10.95			N = 28										
										-11.50		-6.08	
12.00	D4	6	10	14									
12.45			N = 24								Gri-siyah, İnce Kumlu Çakıllı SİLT		
13.50	D5	4	5	7						-13.50		-8.08	
13.95			N = 12										
											Sonraki sayfaya bakınız (2)		

NOTLAR :

SONDÖR : Kemal DÜZEN **LOGU HAZIRLAYAN :** *Jeo.Y.Müh. Bülent TURHANLAR* **KONTROL EDEN :**

ENAR Mühendislik Mimarlık Danışmanlık Ltd.Şti.

YER : GÜÇBİRLİĞİ BASMANE ALIŞVERİŞ MERKEZİ PROJESİ	KUYU NO : SK-5
EKİPMAN : CREALIUS D.500	ZEMİN KOTU : 5.42
SONDAJ YÖNTEMİ : Rotary : 0.00-35.00 m arası;	KOORD. : X : 101085.70 Y : 100705.11
KUYU ÇAPI : 0.00-35.00 m arası 89mm;	BAŞLANGIÇ : 04.10.1997 BİTİŞ : 07.10.1997

NUMUNE VE YERİNDE DENEY.		S.P.T. darbe sayısı			Muh. Drn. (m)	Y.A.S. Drn. (m)	TCR %	RQD %	SCR %	Drn. (m)	ZEMİN CİNSİ	KOT (m)	LEJAND
DRN. (m)	TİP	15	30	45									
15.00	D6	6	8	10							Önceki sayfaya bakınız (1)		
15.45			N = 18								Sarımsı kahve renkli KİL		
16.50	D7	7	8	11									
16.95			N = 19										
18.00	D8	30	43	45						-18.00		-12.58	
18.45			N = 88										
19.50	D9	33	50/10										
19.95													
21.00	D10	34	47	49									
21.45			N = 96								Sarı-kahve renkli az Killi Kumlu ÇAKIL		
22.50	D11	50/12											
22.95													
24.00	D12	6	14	16									
24.45			N = 30										
										-25.00		-19.58	
25.50	D13	8	10	12									
25.95			N = 22								Sarımsı kahve renkli KİL		
27.00	D14	9	12	20									
27.45			N = 32							-27.30		-21.88	
28.50	D15	10	12	22									
28.95			N = 34										
											Sonraki sayfaya bakınız (3)		

NOTLAR :

SONDÖR : Kemal DÜZEN LOGU HAZIRLAYAN : *Jeo.Y.Müh. Bülent TURHANLAR* KONTROL EDEN :

ENAR Mühendislik Mimarlık Danışmanlık Ltd.Şti.

YER : GÜÇBİRLİĞİ BASMANE ALIŞVERİŞ MERKEZİ PROJESİ	KUYU NO : SK-5
EKİPMAN : CREALIUS D.500	ZEMİN KOTU : 5.42
SONDAJ YÖNTEMİ : Rotary : 0.00-35.00 m arası;	KOORD. : X : 101085.70 Y : 100705.11
KUYU ÇAPI : 0.00-35.00 m arası 89mm;	BAŞLANGIÇ : 04.10.1997 BİTİŞ : 07.10.1997

NUMUNE VE YERİNDE DENEY.		S.P.T. darbe sayısı			Muh. Drn. (m)	Y.A.S. Drn. (m)	TCR %	RQD %	SCR %	Drn. (m)	ZEMİN CİNSİ	KOT (m)	LEJAND
DRN. (m)	TİP	15	30	45									
30.00	D16	7	11	13							Önceki sayfaya bakınız (2)		
30.45			N = 24								Sarımsı kahve renkli Çakıllı KİL		
31.50	D17	6	13	15									
31.95			N = 28										
33.00	D18	34	42	49						33.00		-27.58	
33.45			N = 91										
											Sarımsı kahverenkli Az Kumlu Killi ÇAKIL		
34.50	D19	50/10											
34.95										35.00		-29.58	
											SONDAJ BİTİMİ : 35.00 m		

NOTLAR :

SONDÖR : Kemal DÜZEN LOGU HAZIRLAYAN : *Jeo.Y.Müh. Bülent TURHANLAR* KONTROL EDEN :

ENAR Mühendislik Mimarlık Danışmanlık Ltd.Şti.

YER : GÜÇBİRLİĞİ BASMANE ALIŞVERİŞ MERKEZİ PROJESİ	**KUYU NO :** SK-6
EKİPMAN : CREALIUS D.500	**ZEMİN KOTU :** 5.34
SONDAJ YÖNTEMİ : Rotary : 0.00-21.50 m arası;	**KOORD. : X :** 101068.91 **Y :** 100723.11
KUYU ÇAPI : 0.00-21.50 m arası 89mm;	**BAŞLANGIÇ :** 10.10.1997 **BİTİŞ :** 11.10.1997

NUMUNE VE YERİNDE DENEY.		S.P.T. darbe sayısı			Muh. Drn. (m)	Y.A.S. Drn. (m)	TCR %	RQD %	SCR %	Drn. (m)	ZEMİN CİNSİ	KOT (m)	LEJAND
DRN. (m)	TİP	15	30	45									
0.00					20.00								
						Y.A.S. 2.00					DOLGU ZEMİN Beton, tuğla parçaları ve yüzey toprağından oluşmaktadır		
										7.00		-1.66	
7.50	D1	20	27	10									
7.95			N = 37								Gri-siyah İnce Kumlu Killi SİLT		
9.00	D2	50/7								9.00		-3.66	
9.45											Sarımsı kahve renkli ÇAKIL		
										10.00		-4.66	
10.50	D3	35	50/12										
10.95											Gri-siyah, Kumlu ÇAKIL		
12.00	D4	50/10											
12.45													
										13.00		-7.66	
13.50	D5	6	9	13									
13.95			N = 22								Sarımsı kahve renkli Çakıllı KİL, Orta-Katı		
										14.80	Sonraki sayfaya bakınız (2)	-9.46	

NOTLAR :

SONDÖR : Kemal DÜZEN **LOGU HAZIRLAYAN :** *Jeo.Y.Müh. Bülent TURHANLAR* **KONTROL EDEN :**

ENAR Mühendislik Mimarlık Danışmanlık Ltd.Şti.

YER : GÜÇBİRLİĞİ BASMANE ALIŞVERİŞ MERKEZİ PROJESİ	**KUYU NO :** SK-6
EKİPMAN : CREALIUS D.500	**ZEMİN KOTU :** 5.34
SONDAJ YÖNTEMİ : Rotary : 0.00-21.50 m arası;	**KOORD. : X :** 101068.91 **Y :** 100723.11
KUYU ÇAPI : 0.00-21.50 m arası 89mm;	**BAŞLANGIÇ :** 10.10.1997 **BİTİŞ :** 11.10.1997

NUMUNE VE YERİNDE DENEY.		S.P.T. darbe sayısı			Muh. Drn. (m)	Y.A.S. Drn. (m)	TCR %	RQD %	SCR %	Drn. (m)	ZEMİN CİNSİ	KOT (m)	LEJAND
DRN. (m)	TİP	15	30	45									
15.00											Önceki sayfaya bakınız (1)		
15.45	D6	50/10									Kahve renkli Killi ÇAKIL		
16.50	D7	50/13											
16.95													
18.00	D8	50/9											
18.45													
19.50	D9	50/12											
19.95													
21.00	D10	50/11											
21.45										21.50	SONDAJ BİTİMİ : 21.50 m	-16.16	

NOTLAR :

SONDÖR : Kemal DÜZEN **LOGU HAZIRLAYAN :** *Jeo.Y.Müh. Bülent TURHANLAR* **KONTROL EDEN :**

ENAR Mühendislik Mimarlık Danışmanlık Ltd.Şti.

YER : GÜÇBİRLİĞİ BASMANE ALIŞVERİŞ MERKEZİ PROJESİ	KUYU NO : SK-7
EKİPMAN : CREALIUS D.500	ZEMİN KOTU : 5.23
SONDAJ YÖNTEMİ : Rotary : 0.00-22.00 m arası;	KOORD. : X : 101099.11 Y : 100772.25
KUYU ÇAPI : 0.00-22.00 m arası 89mm;	BAŞLANGIÇ : 13.10.1997 BİTİŞ : 13.10.1997

NUMUNE VE YERİNDE DENEY.		S.P.T. darbe sayısı			Muh. Drn. (m)	Y.A.S. Drn. (m)	TCR %	RQD %	SCR %	Drn. (m)	ZEMİN CİNSİ	KOT (m)	LEJAND
DRN. (m)	TİP	15	30	45									
0.00					21.00								
						Y.A.S. 2.00					DOLGU ZEMİN Beton, tuğla parçaları ve yüzey toprağından oluşmaktadır		
6.00	D1	9	15	20						-6.00		-0.77	
6.45			N = 35								Gri-siyah Az Çakıllı KUM		
7.50	D2	15	23	25									
7.95			N = 48							-8.00	Sarımsı kahve renkli Kumlu ÇAKIL	-2.77	
9.00	D3	21	18	22									
9.45			N = 40								Sarımsı kahve renkli ÇAKIL		
										-10.00		-4.77	
10.50	D4	18	19	21									
10.95			N = 40							-11.00		-5.77	
12.00	D5	18	26	28							Gri-siyah İnce Kumlu Killi Az Çakıllı SİLT		
12.45			N = 54										
										-13.00		-7.77	
13.50	D6	15	20	24									
13.95			N = 44										
											Sonraki sayfaya bakınız (2)		

NOTLAR :

SONDÖR : Kemal DÜZEN LOGU HAZIRLAYAN : *Jeo.Y.Müh. Bülent TURHANLAR* KONTROL EDEN :

ENAR Mühendislik Mimarlık Danışmanlık Ltd.Şti.

YER : GÜÇBİRLİĞİ BASMANE ALIŞVERİŞ MERKEZİ PROJESİ	**KUYU NO :** SK-7
EKİPMAN : CREALIUS D.500	**ZEMİN KOTU :** 5.23
SONDAJ YÖNTEMİ : Rotary : 0.00-22.00 m arası;	**KOORD. : X :** 101099.11 **Y :** 100772.25
KUYU ÇAPI : 0.00-22.00 m arası 89mm;	**BAŞLANGIÇ :** 13.10.1997 **BİTİŞ :** 13.10.1997

NUMUNE VE YERİNDE DENEY.		S.P.T. darbe sayısı			Muh. Drn. (m)	Y.A.S. Drn. (m)	TCR %	RQD %	SCR %	Drn. (m)	ZEMİN CİNSİ	KOT (m)	LEJAND
DRN. (m)	TİP	15	30	45									
15.00	D7	11	7	6							Önceki sayfaya bakınız (1)		
15.45			N = 13								Sarımsı kahve renkli Kumlu Killi ÇAKIL		
16.50	D8	14	16	25									
16.95			N = 41										
18.00	D9	8	22	24									
18.45			N = 46										
19.50	D10	11	19	20									
19.95			N = 39										
21.00	D11	19	22	25									
21.45			N = 47										
										22.00	SONDAJ BİTİMİ : 22.00 m	16.77	

NOTLAR :

SONDÖR : Kemal DÜZEN **LOGU HAZIRLAYAN :** *Jeo.Y.Müh. Bülent TURHANLAR* **KONTROL EDEN :**

ENAR Mühendislik Mimarlık Danışmanlık Ltd.Şti.

YER : GÜÇBİRLİĞİ BASMANE ALIŞVERİŞ MERKEZİ PROJESİ	**KUYU NO :** SK-8
EKİPMAN : CREALIUS D.500	**ZEMİN KOTU :** 5.70
SONDAJ YÖNTEMİ : Rotary : 0.00-21.50 m arası;	**KOORD. : X :** 101133.18 **Y :** 100740.53
KUYU ÇAPI : 0.00-21.50 m arası 89mm;	**BAŞLANGIÇ :** 15.10.1997 **BİTİŞ :** 16.10.1997

NUMUNE VE YERİNDE DENEY.		S.P.T. darbe sayısı			Muh. Drn. (m)	Y.A.S. Drn. (m)	TCR %	RQD %	SCR %	Drn. (m)	ZEMİN CİNSİ	KOT (m)	LEJAND
DRN. (m)	TİP	15	30	45									
0.00					20.00								
						Y.A.S. 2.00					DOLGU ZEMİN Beton, tuğla parçaları ve yüzey toprağından oluşmaktadır		
										5.00		0.70	
6.00	UD1										Gri-siyah renkli Siltli KİL		
6.50													
7.50	UD2												
8.00													
9.00	D1	21	23	25						9.00		-3.30	
9.45			N = 48								Sarı renkli Az Kumlu Killli ÇAKIL		
10.50	D2	25	27	22									
10.95			N = 49										
										11.50		-5.80	
12.00	D3	36	50/6										
12.45											Sonraki sayfaya bakınız (2)		

NOTLAR :

SONDÖR : Kemal DÜZEN **LOGU HAZIRLAYAN :** *Jeo.Y.Müh. Bülent TURHANLAR* **KONTROL EDEN :**

ENAR Mühendislik Mimarlık Danışmanlık Ltd.Şti.

YER : GÜÇBİRLİĞİ BASMANE ALIŞVERİŞ MERKEZİ PROJESİ	**KUYU NO :** SK-8
EKİPMAN : CREALIUS D.500	**ZEMİN KOTU :** 5.70
SONDAJ YÖNTEMİ : Rotary : 0.00-21.50 m arası;	**KOORD. : X :** 101133.18 **Y :** 100740.53
KUYU ÇAPI : 0.00-21.50 m arası 89mm;	**BAŞLANGIÇ :** 15.10.1997 **BİTİŞ :** 16.10.1997

NUMUNE VE YERİNDE DENEY.		S.P.T. darbe sayısı			Muh. Drn. (m)	Y.A.S. Drn. (m)	TCR %	RQD %	SCR %	Drn. (m)	ZEMİN CİNSİ	KOT (m)	LEJAND
DRN. (m)	TİP	15	30	45									
15.00											Önceki sayfaya bakınız (1)		
15.45	D5	34	50/6								Sarımsı Kahve renkli Killi ÇAKIL		
											Yer yer Çakıllı KİL		
16.50	D6	34	41	50/7									
16.95													
18.00	D7	36	50/4										
18.45													
19.50	D8	44	50/9										
19.95													
21.00	D9	28	50/7										
21.45										21.50	SONDAJ BİTİMİ : 21.50 m	-15.80	

NOTLAR :

SONDÖR : Kemal DÜZEN **LOGU HAZIRLAYAN :** *Jeo.Y.Müh. Bülent TURHANLAR* **KONTROL EDEN :**

ENAR Mühendislik Mimarlık Danışmanlık Ltd.Şti.

YER : GÜÇBİRLİĞİ BASMANE ALIŞVERİŞ MERKEZİ PROJESİ	KUYU NO : SK-9
EKİPMAN : CREALIUS D.500	ZEMİN KOTU : 5.36
SONDAJ YÖNTEMİ : Rotary : 0.00-35.00 m arası;	KOORD. : X : 101124.69 Y : 100768.61
KUYU ÇAPI : 0.00-35.00 m arası 89mm;	BAŞLANGIÇ : BİTİŞ :

NUMUNE VE YERİNDE DENEY.		S.P.T. darbe sayısı			Muh. Drn. (m)	Y.A.S. Drn. (m)	TCR %	RQD %	SCR %	Drn. (m)	ZEMİN CİNSİ	KOT (m)	LEJAND
DRN. (m)	TİP	15	30	45									
0.00					34.00								
						Y.A.S. 2.00					DOLGU ZEMİN Beton, tuğla parçaları ve yüzey toprağından oluşmaktadır		
7.50	D1	3	4	8						7.50		-2.14	
7.95			N = 12								Siyah Organik KİL		
9.00	D2	10	14	20						9.00		-3.64	
9.45			N = 34								Siyah-gri renkli İnce KUM		
10.50	D3	28	30	40									
10.95			N = 70							11.00		-5.64	
12.00	D4	50/13											
12.45													
13.50	D5	38	40	50/8									
13.95													
											Sonraki sayfaya bakınız (2)		

NOTLAR :

SONDÖR : Kemal DÜZEN **LOGU HAZIRLAYAN :** *Jeo.Y.Müh. Bülent TURHANLAR* **KONTROL EDEN :**

ENAR Mühendislik Mimarlık Danışmanlık Ltd.Şti.

YER : GÜÇBİRLİĞİ BASMANE ALIŞVERİŞ MERKEZİ PROJESİ	**KUYU NO :** SK-9
EKİPMAN : CREALIUS D.500	**ZEMİN KOTU :** 5.36
SONDAJ YÖNTEMİ : Rotary : 0.00-35.00 m arası;	**KOORD. : X :** 101124.69 **Y :** 100768.61
KUYU ÇAPI : 0.00-35.00 m arası 89mm;	**BAŞLANGIÇ :** **BİTİŞ :**

NUMUNE VE YERİNDE DENEY.		S.P.T. darbe sayısı			Muh. Drn. (m)	Y.A.S. Drn. (m)	TCR %	RQD %	SCR %	Drn. (m)	ZEMİN CİNSİ	KOT (m)	LEJAND
DRN. (m)	TİP	15	30	45									
15.00	D6	50/10									Önceki sayfaya bakınız (1)		
15.45											Sarı-kahve renkli Killi ÇAKIL		
16.50	D7	43	50/11										
16.95													
18.00	D8	41	50/13										
18.45													
19.50	D9	35	50/10										
19.95										20.00		-14.64	
21.00	D10	15	25	27									
21.45			N = 52										
22.50	D11	14	20	25									
22.95			N = 45										
24.00	D12	16	19	24							Sarı-kahve renkli Az Çakıllı KİL		
24.45			N = 43										
25.50	D13	20	24	30									
25.95			N = 54										
										26.50		-21.14	
27.00	D14	35	50/10								Sarı-kahve renkli Killi ÇAKIL		
27.45										28.00		-22.64	
28.50	D15	38	50/7										
28.95											Sonraki sayfaya bakınız (3)		

NOTLAR :

SONDÖR : Kemal DÜZEN **LOGU HAZIRLAYAN :** *Jeo.Y.Müh. Bülent TURHANLAR* **KONTROL EDEN :**

ENAR Mühendislik Mimarlık Danışmanlık Ltd.Şti.

YER : GÜÇBİRLİĞİ BASMANE ALIŞVERİŞ MERKEZİ PROJESİ	**KUYU NO :** SK-9
EKİPMAN : CREALIUS D.500	**ZEMİN KOTU :** 5.36
SONDAJ YÖNTEMİ : Rotary : 0.00-35.00 m arası;	**KOORD. : X :** 101124.69 **Y :** 100768.61
KUYU ÇAPI : 0.00-35.00 m arası 89mm;	**BAŞLANGIÇ :** **BİTİŞ :**

NUMUNE VE YERİNDE DENEY.		S.P.T. darbe sayısı			Muh. Drn. (m)	Y.A.S. Drn. (m)	TCR %	RQD %	SCR %	Drn. (m)	ZEMİN CİNSİ	KOT (m)	LEJAND
DRN. (m)	TİP	15	30	45									
30.00											Önceki sayfaya bakınız (2)		
30.45	D16	20	50/10								Sarı kahve renkli Çakıllı KİL		
31.50	D17	39	50/5										
31.95													
33.00	D18	45	50/10										
33.45													
34.50	D19	40	50/11										
34.95													
										35.00	SONDAJ BİTİMİ : 35.00 m	-29.64	

NOTLAR :

SONDÖR : Kemal DÜZEN **LOGU HAZIRLAYAN :** *Jeo.Y.Müh. Bülent TURHANLAR* **KONTROL EDEN :**

ENAR Mühendislik Mimarlık Danışmanlık Ltd.Şti.

YER : GÜÇBİRLİĞİ BASMANE ALIŞVERİŞ MERKEZİ PROJESİ	**KUYU NO :** SK-10
EKİPMAN : CREALIUS D.500	**ZEMİN KOTU :** 5.2
SONDAJ YÖNTEMİ : Rotary : 0.00-22.00 m arası;	**KOORD. : X :** 101125.98 **Y :** 100810.96
KUYU ÇAPI : 0.00-22.00 m arası 89mm;	**BAŞLANGIÇ :** 12.10.1997 **BİTİŞ :** 12.10.1997

NUMUNE VE YERİNDE DENEY.		S.P.T. darbe sayısı			Muh. Drn. (m)	Y.A.S. Drn. (m)	TCR %	RQD %	SCR %	Drn. (m)	ZEMİN CİNSİ	KOT (m)	LEJAND
DRN. (m)	TİP	15	30	45									
0.00					21.00	Y.A.S. 2.00					DOLGU ZEMİN Beton, tuğla parçaları ve yüzey toprağından oluşmaktadır		
6.00 / 6.45	D1	2	3	5									
			N = 8										
										6.00		-0.80	
											Az Killi SİLT		
7.50 / 7.95	D2	3	5	5									
			N = 10										
										8.30		-3.10	
9.00 / 9.45	D3	9	13	21									
			N = 34								Kumlu Çakıllı KİL		
10.50										10.50		-5.30	
							25	0	0		Andezit Blokları		
11.30										11.30		-6.10	
12.00 / 12.45	D4	16	17	19									
			N = 36										
13.50 / 13.95	D5	32	11	8									
			N = 19										
											Sonraki sayfaya bakınız (2)		

NOTLAR :

SONDÖR : Kemal DÜZEN **LOGU HAZIRLAYAN :** *Jeo.Y.Müh. Bülent TURHANLAR* **KONTROL EDEN :**

ENAR Mühendislik Mimarlık Danışmanlık Ltd.Şti.

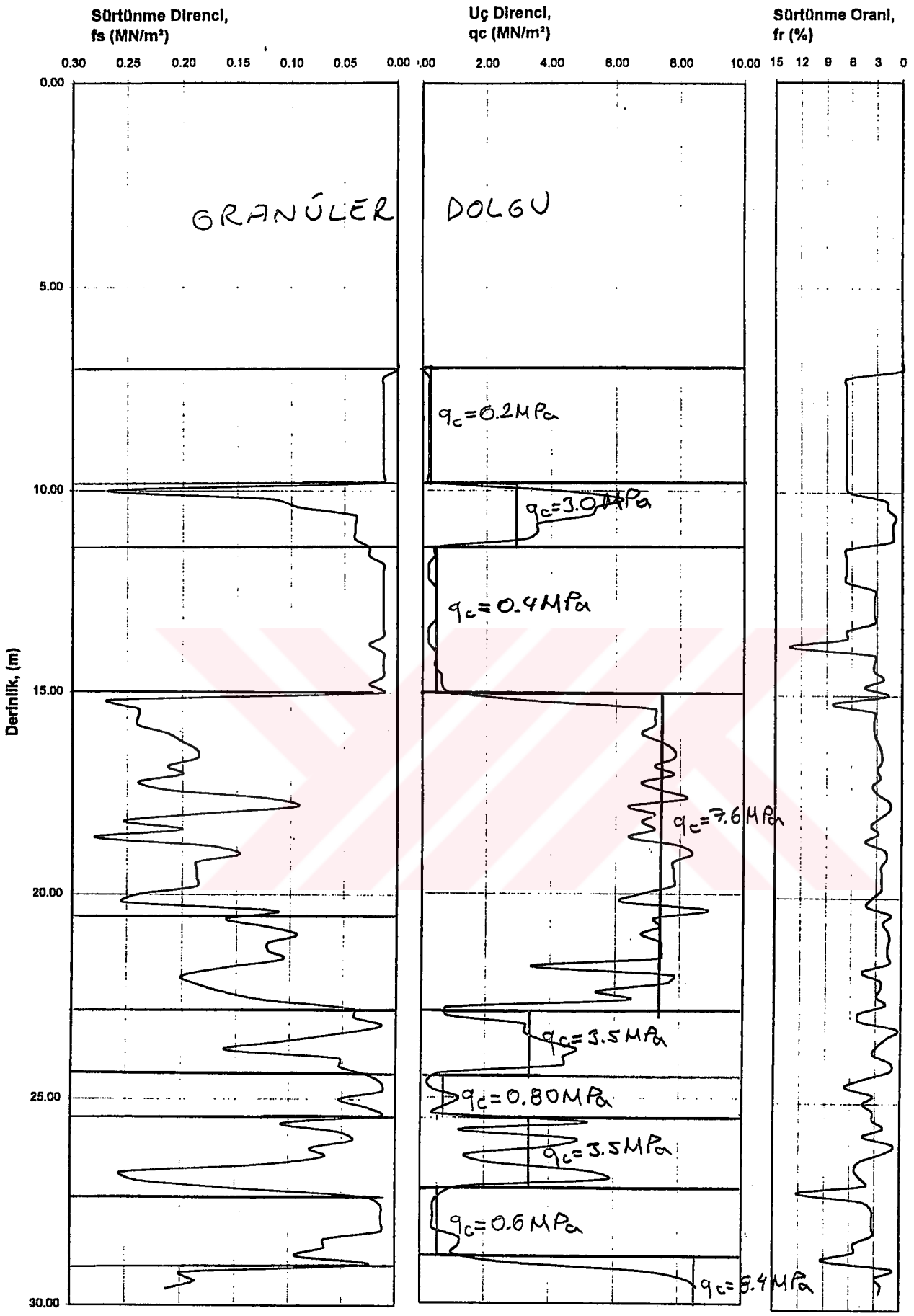
YER : GÜÇBİRLİĞİ BASMANE ALIŞVERİŞ MERKEZİ PROJESİ	**KUYU NO :** SK-10
EKİPMAN : CREALIUS D.500	**ZEMİN KOTU :** 5.2
SONDAJ YÖNTEMİ : Rotary : 0.00-22.00 m arası;	**KOORD. : X :** 101125.98 **Y :** 100810.96
KUYU ÇAPI : 0.00-22.00 m arası 89mm;	**BAŞLANGIÇ :** 12.10.1997 **BİTİŞ :** 12.10.1997

NUMUNE VE YERİNDE DENEY.		S.P.T. darbe sayısı			Muh. Drn. (m)	Y.A.S. Drn. (m)	TCR %	RQD %	SCR %	Drn. (m)	ZEMİN CİNSİ	KOT (m)	LEJAND
DRN. (m)	TİP	15	30	45									
15.00	D6	25	20	26							Önceki sayfaya bakınız (1)		
15.45			N = 46								Sarımsı Kahve renkli Az Killi İnce Kumlu ÇAKIL		
16.50	D7	29	28	30									
16.95			N = 58										
18.00	D8	25	50/10										
18.45													
19.50	D9	50/13											
19.95													
21.00	D10	50/5											
21.45													
										-22.00	SONDAJ BİTİMİ : 22.00 m	-16.80	

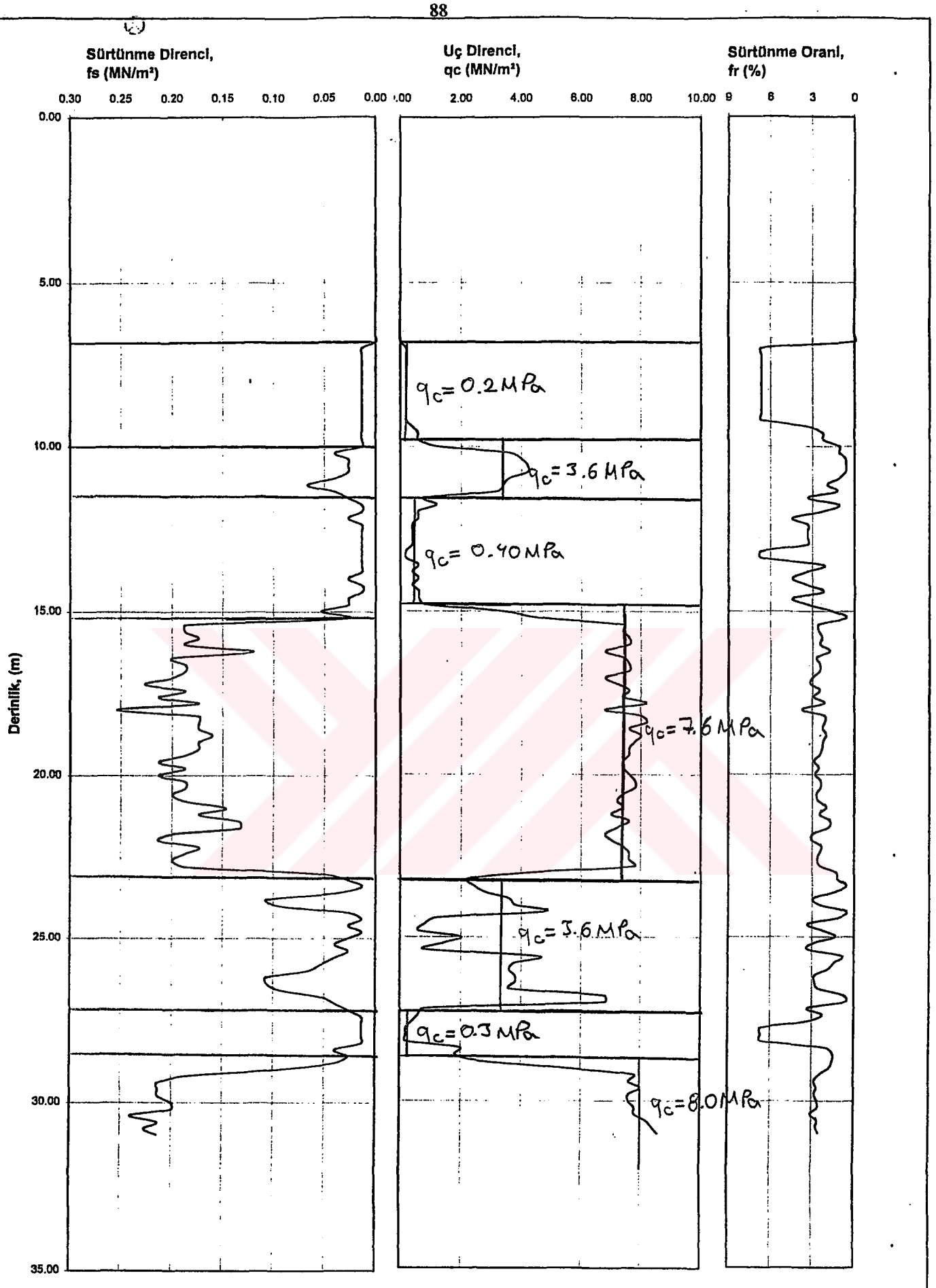
NOTLAR :

SONDÖR : Kemal DÜZEN **LOGU HAZIRLAYAN :** *Jeo.Y.Müh. Bülent TURHANLAR* **KONTROL EDEN :**

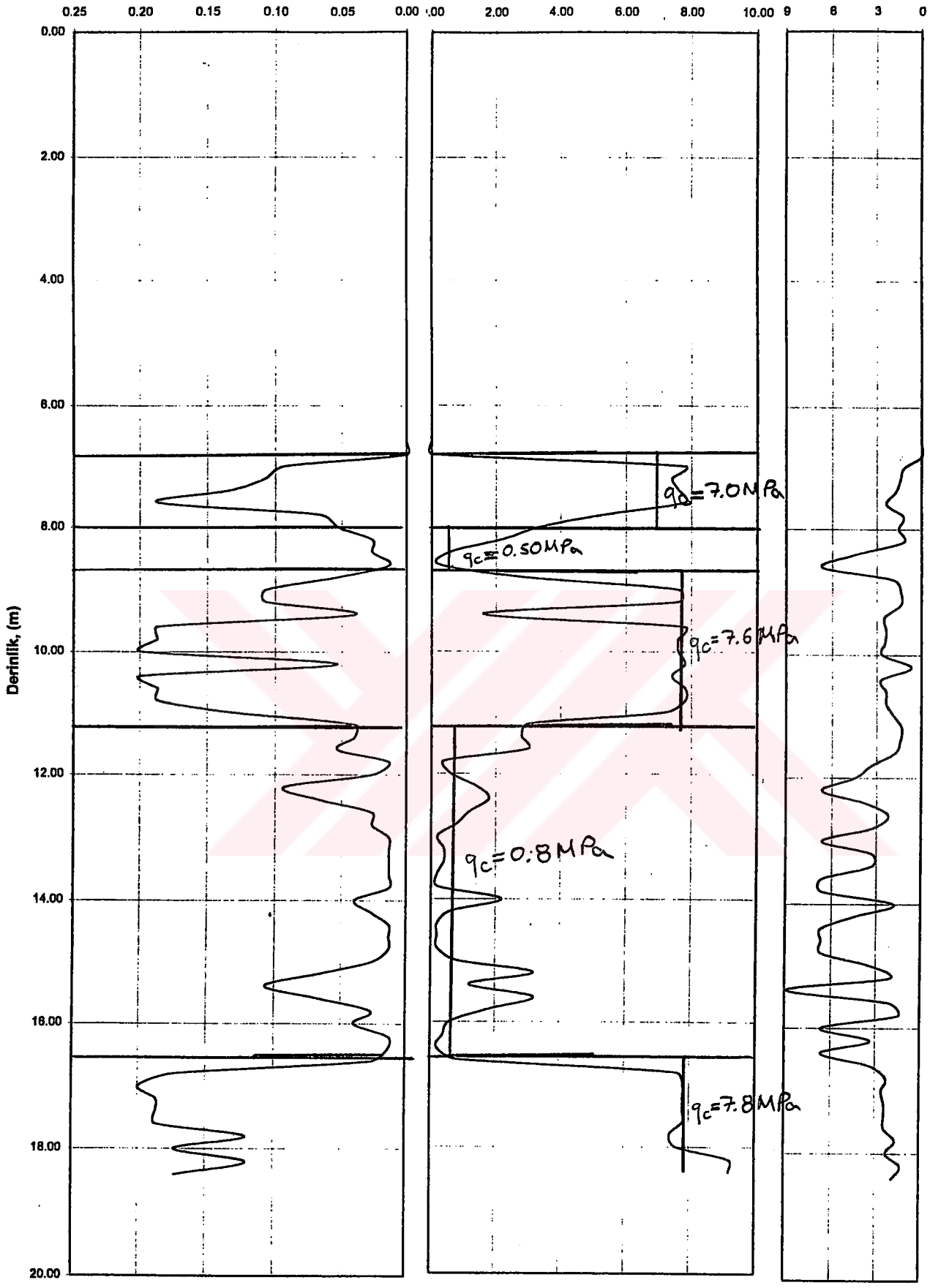
EK 2



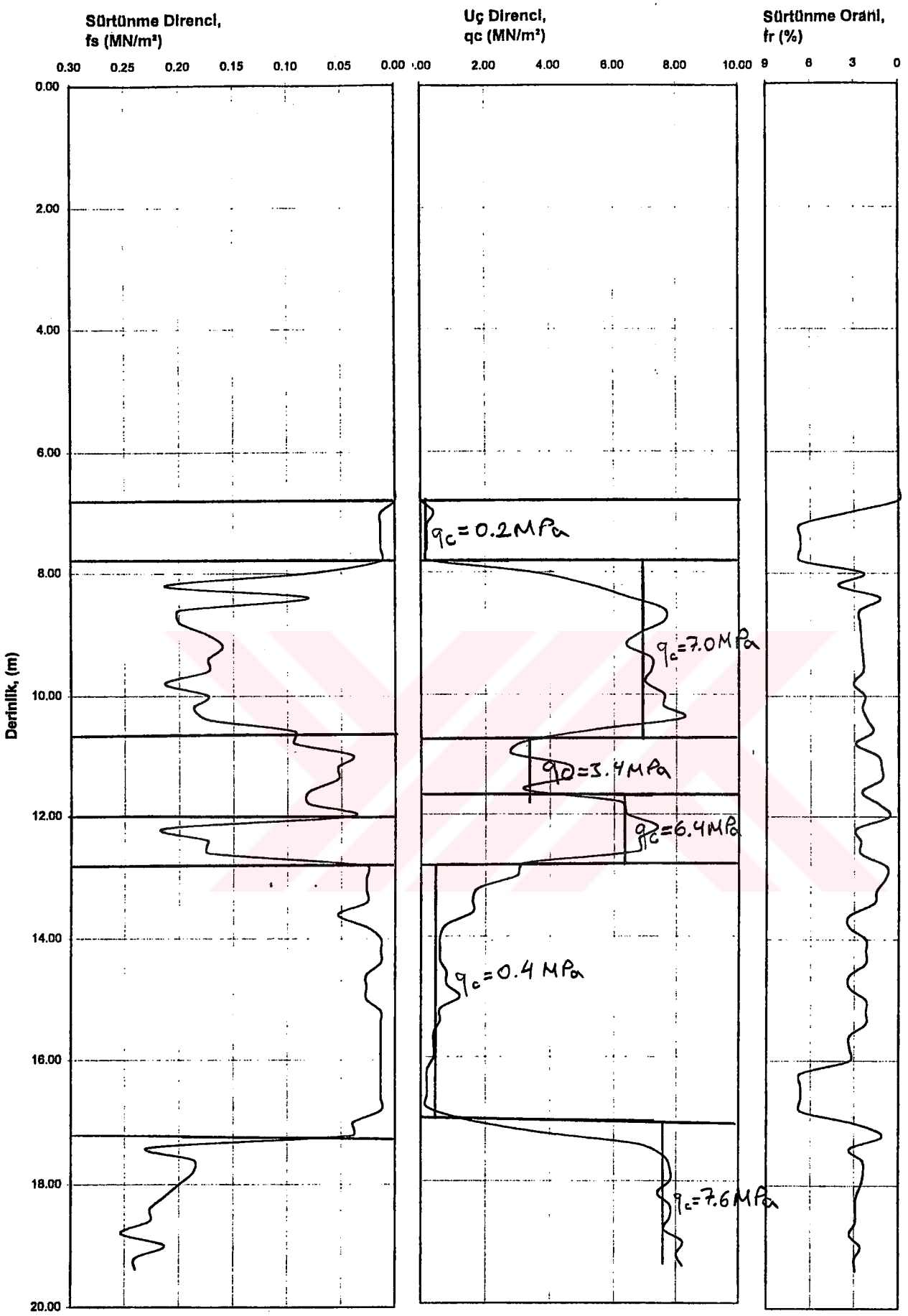
Enar CPT LOG	Proje Adı : GÜÇ BİRLİĞİ BASMANE ALIŞVERİŞ MERKEZİ	Deney No : CPT 1	Tarih	
	Proje Yeri : İZMİR	Deneyi Yapan : A.AKAR	02.10.1997	



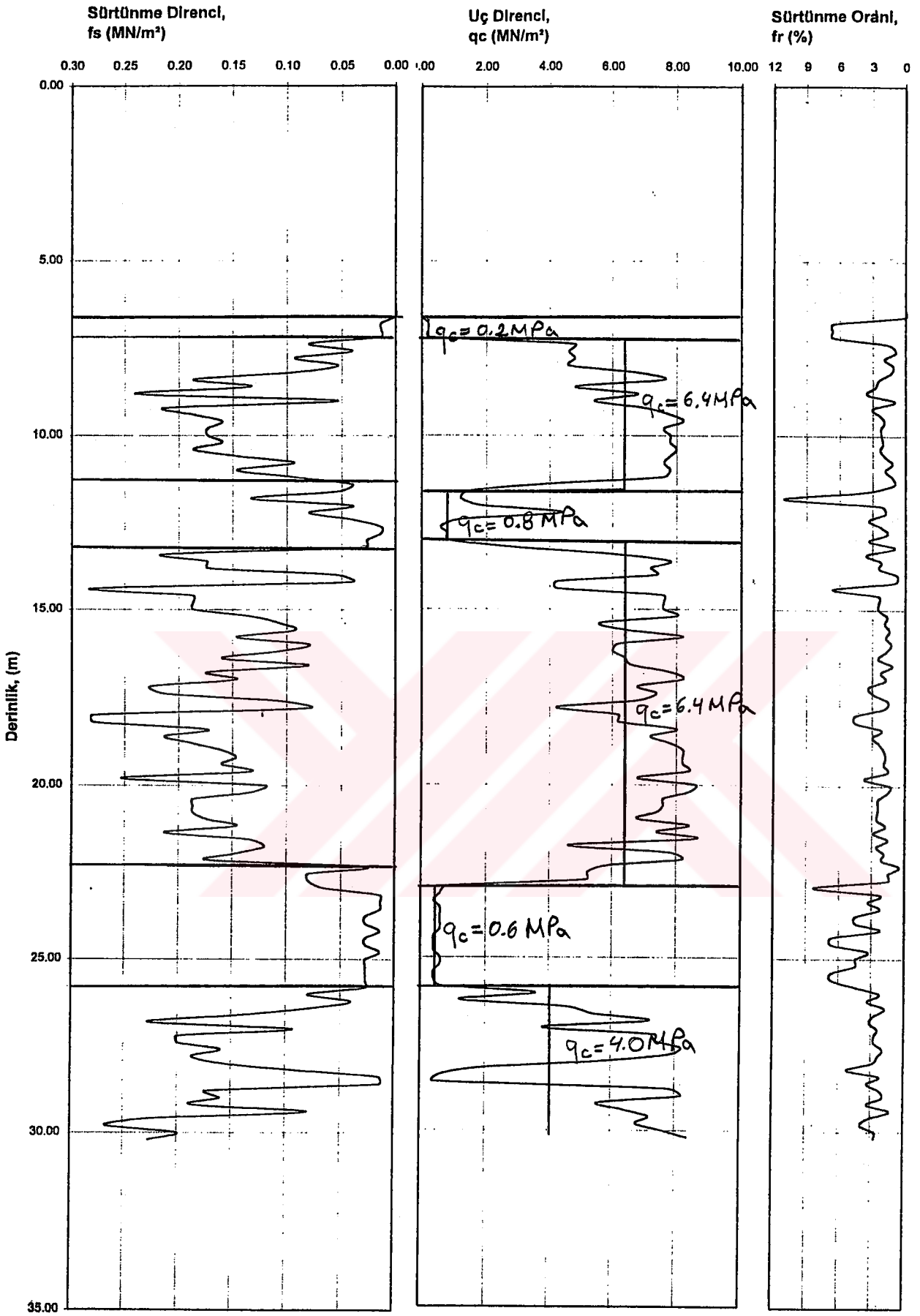
Enar **CPT LOG**	Proje Adı : GÜÇ BİRLİĞİ BASMANE ALIŞVERİŞ MERKEZİ		Deney No : CPT 2	Tarih
	Proje Yeri : İZMİR		Deneyi Yapan : A.AKAR	11.10.1997



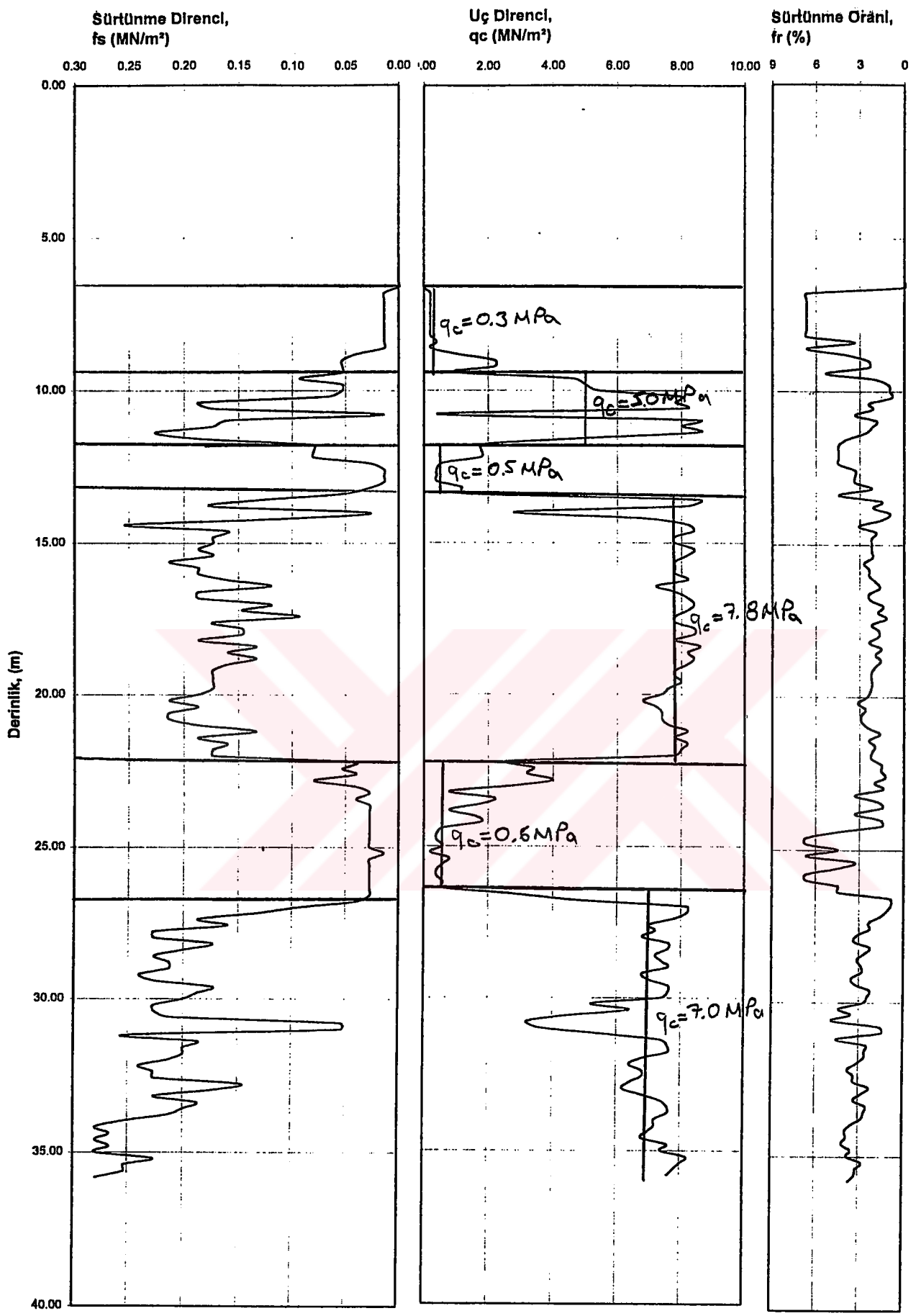
Enar CPT LOG	Proje Adi : GÜÇ BİRLİĞİ BASMANE ALIŞVERİŞ MERKEZİ	Deney No : CPT 3	Tarih	
	Proje Yeri : İZMİR	Deneyi Yapan : A.AKAR	09.10.1997	



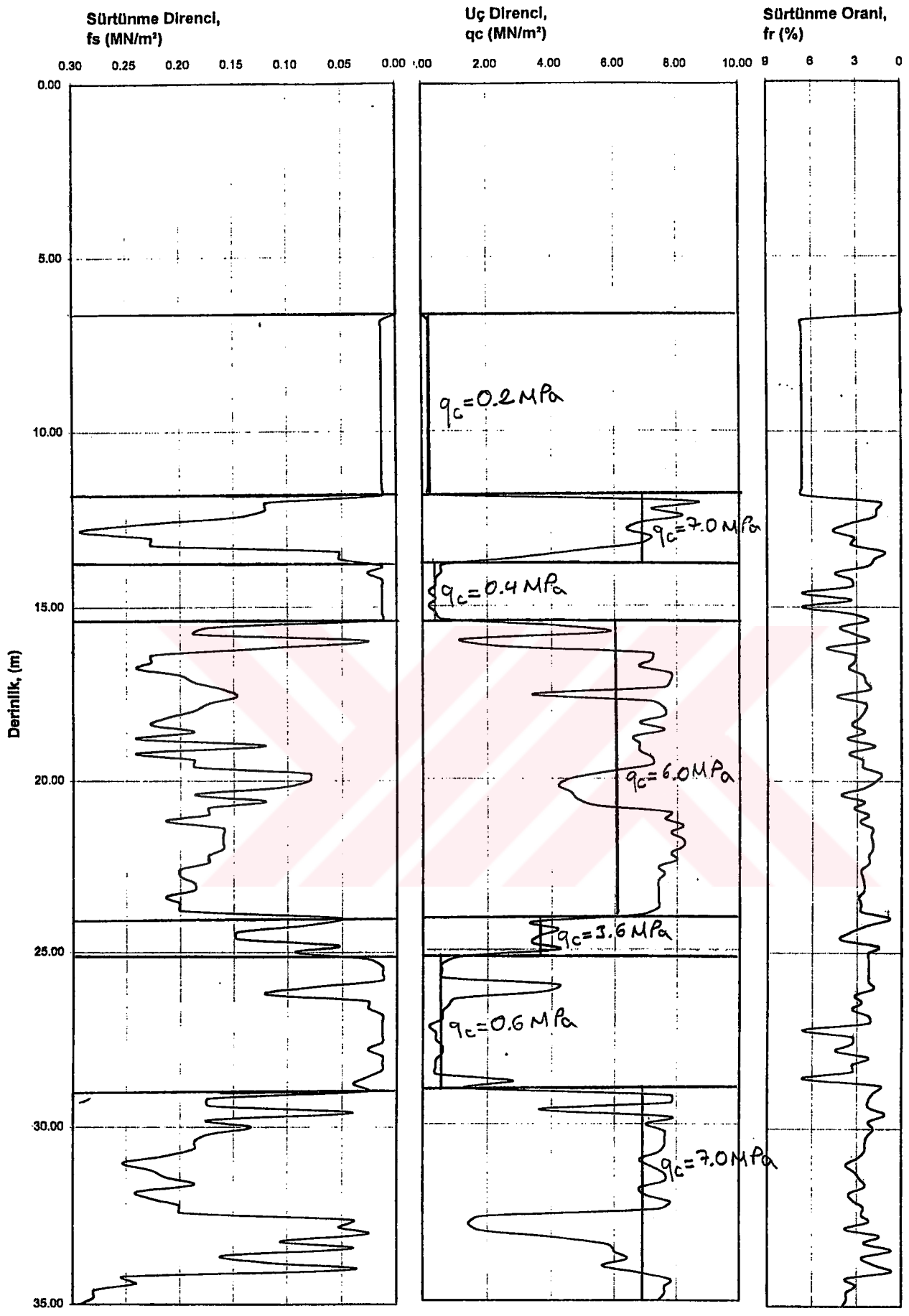
Enar CPT LOG	Proje Adı :	GÜÇ BİRLİĞİ BASMANE ALIŞVERİŞ MERKEZİ	Deney No :	CPT 4
	Proje Yeri :	İZMİR	Deneyi Yapan :	A.AKAR
				Tarih 16.10.1997



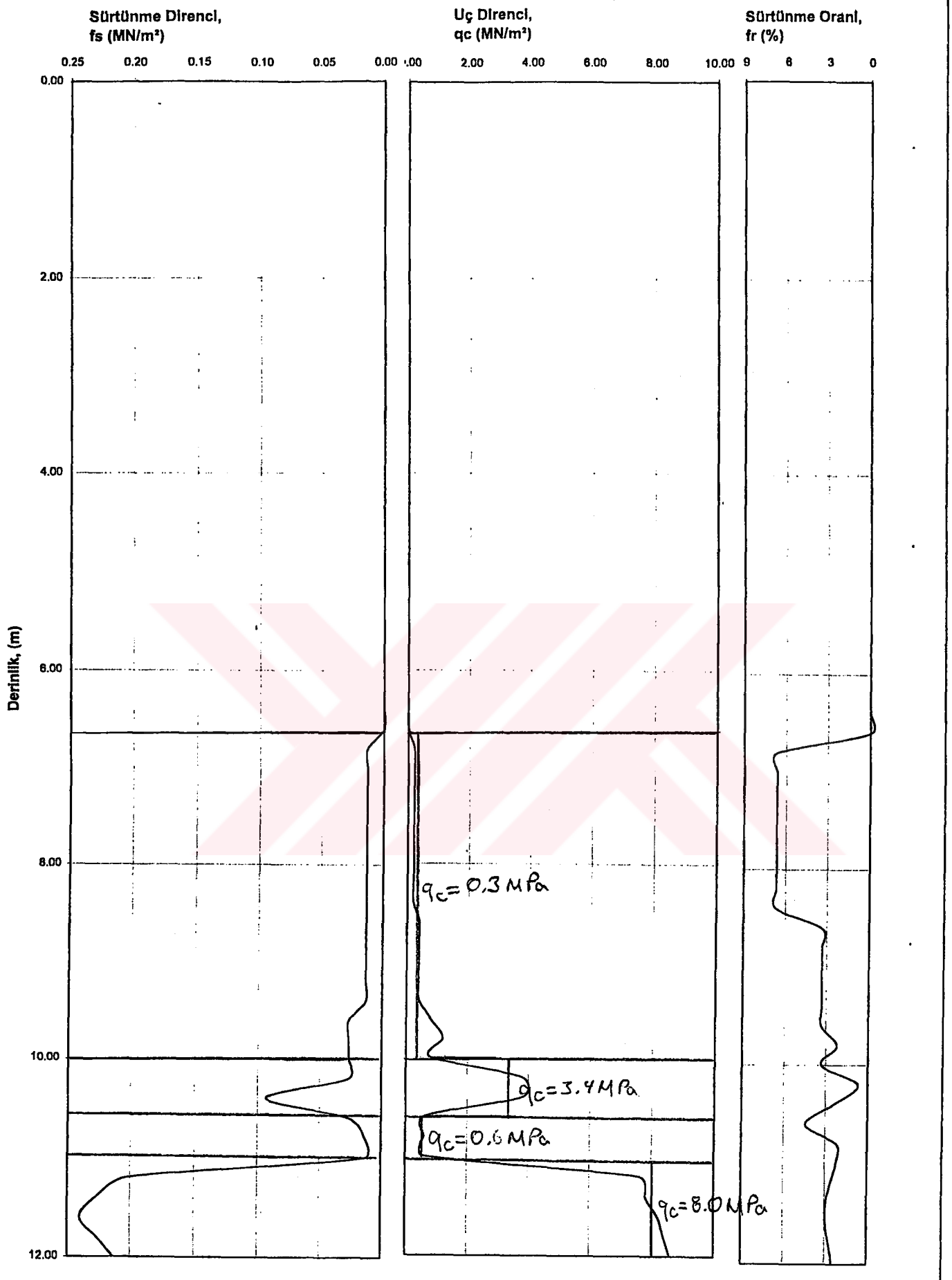
Enar CPT LOG	Proje Adı : GÜÇ BİRLİĞİ BAŞMANE ALIŞVERİŞ MERKEZİ	Deney No : CPT 5	Tarih	
	Proje Yeri : İZMİR	Deneyi Yapan : A.AKAR	04.10.1997	



Enar **CPT LOG**	Proje Adı : GÜÇ BİRLİĞİ BASMANE ALIŞVERİŞ MERKEZİ	Deney No : CPT 8	Tarih	
	Proje Yeri : İZMİR	Deneyi Yapan : A.AKAR	03.10.1997	

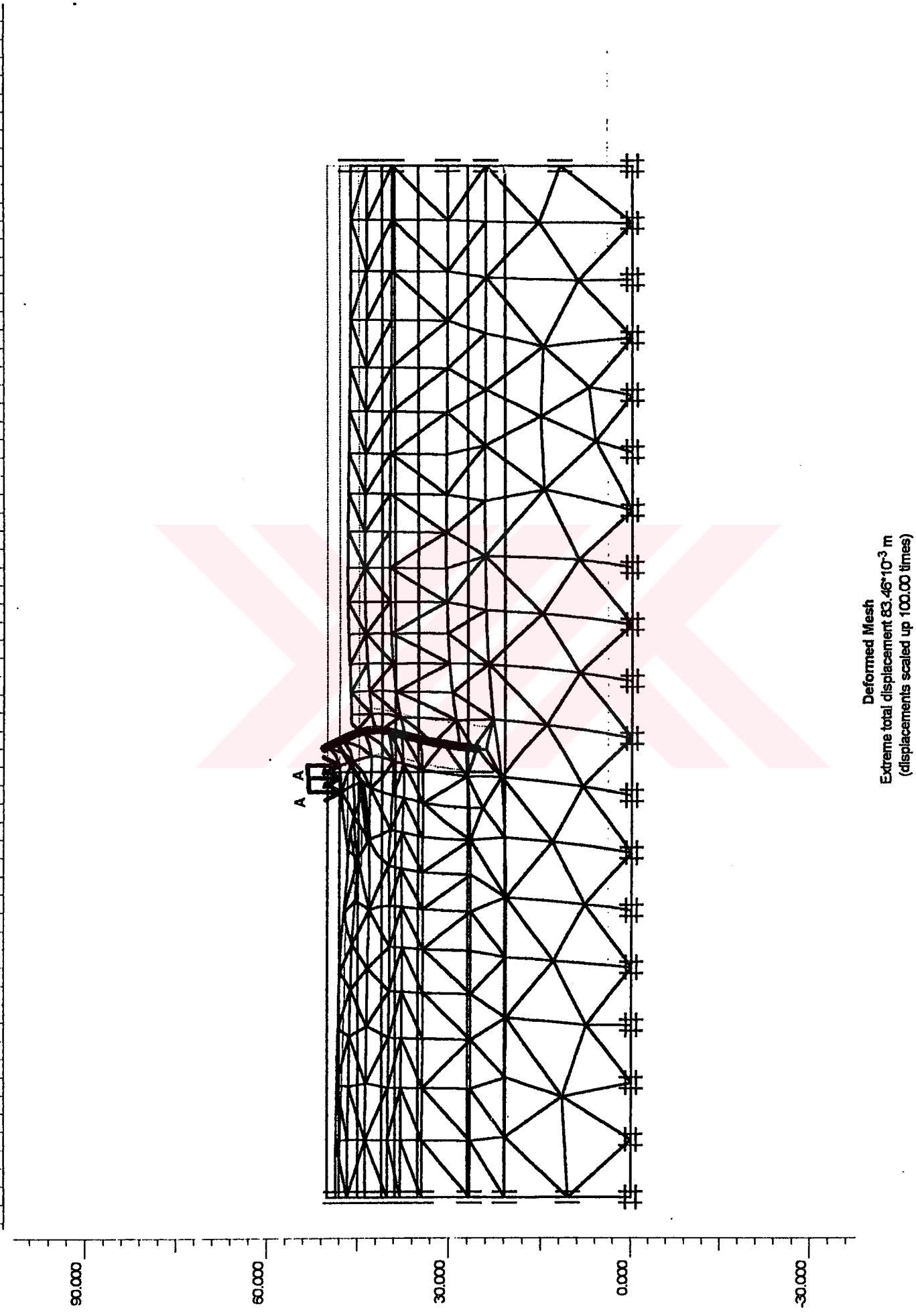


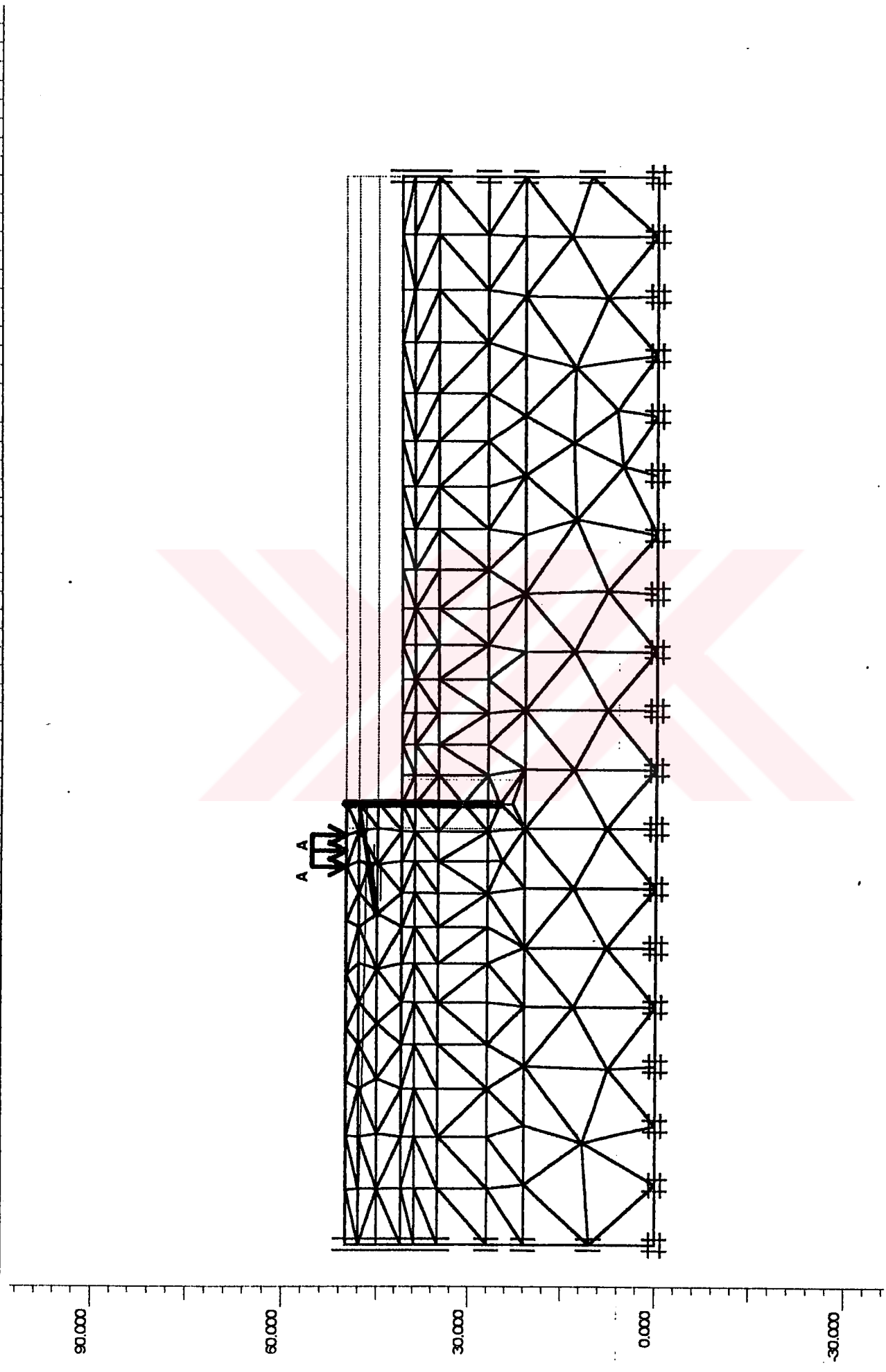
Enar CPT LOG	Proje Adı :	GÜÇ BİRLİĞİ BASMANE ALIŞVERİŞ MERKEZİ	Deney No :	CPT 7
	Proje Yeri :	İZMİR	Deneyi Yapan :	A.AKAR
				Tarih 02.10.1997

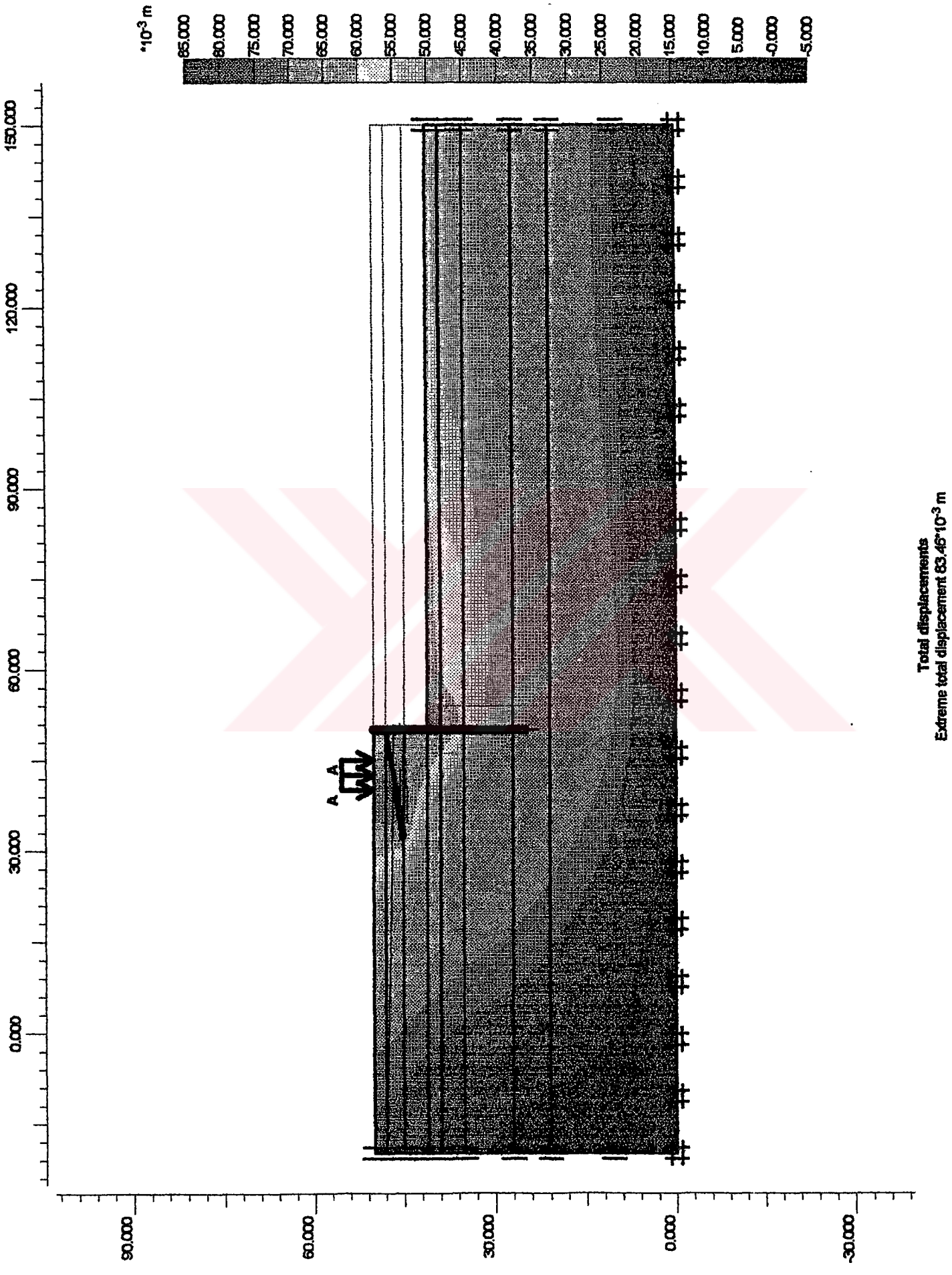


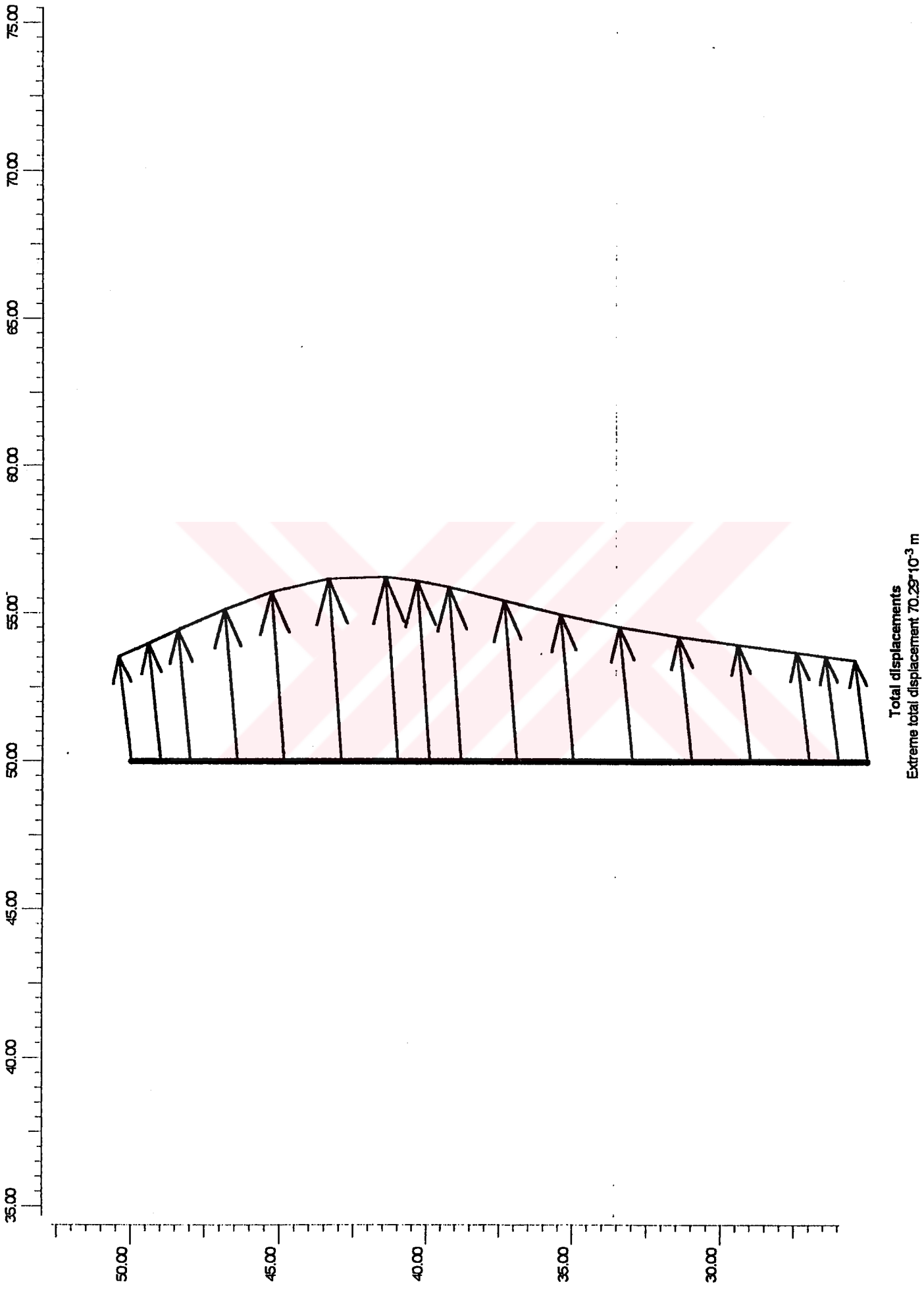
Enar **CPT LOG**	Proje Adı : GÜÇ BİRLİĞİ BAŞMANE ALIŞVERİŞ MERKEZİ		Deney No : CPT 8	Tarih
	Proje Yeri : İZMİR		Deneyi Yapan : A.AKAR	02.10.1997

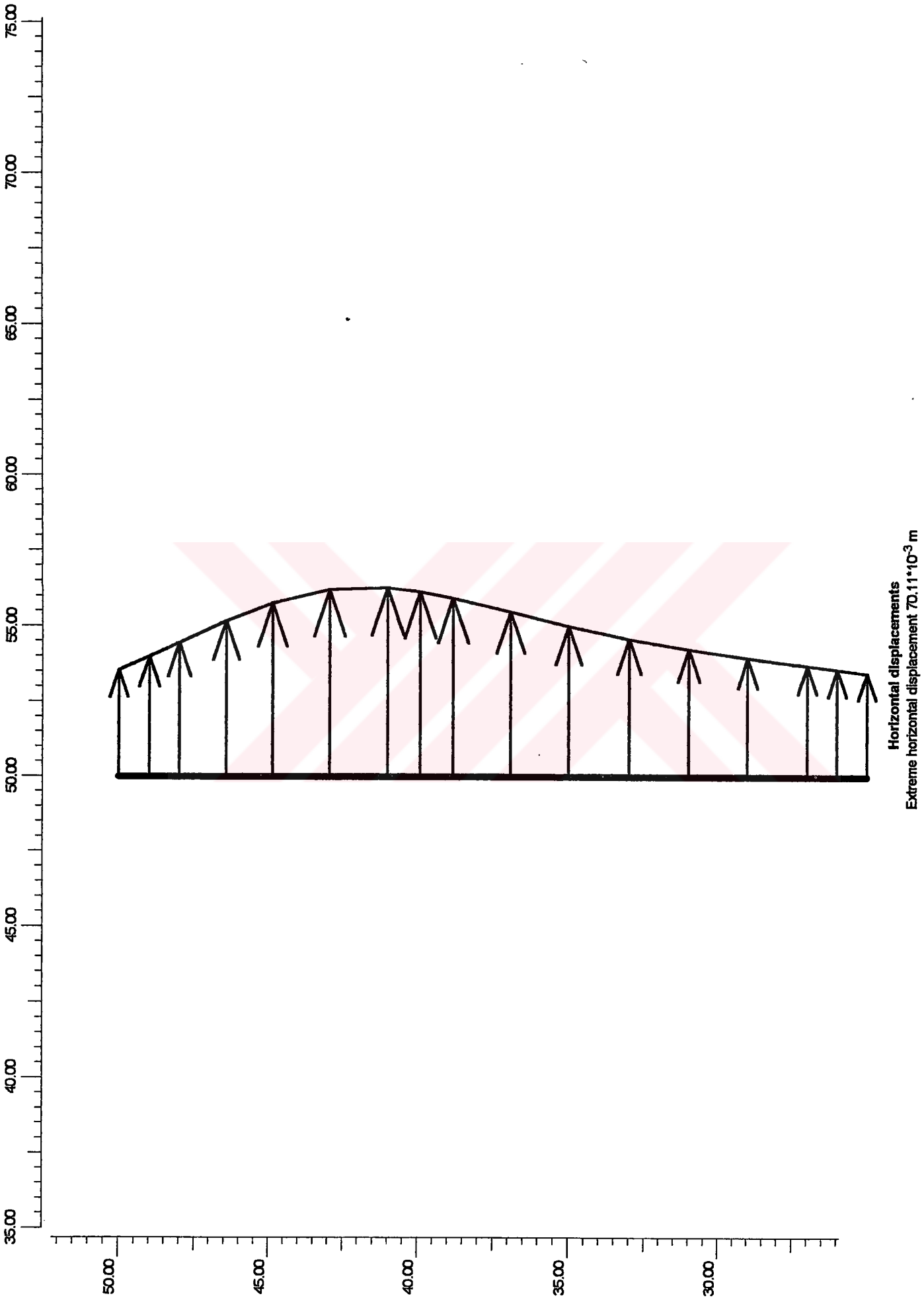
EK 3

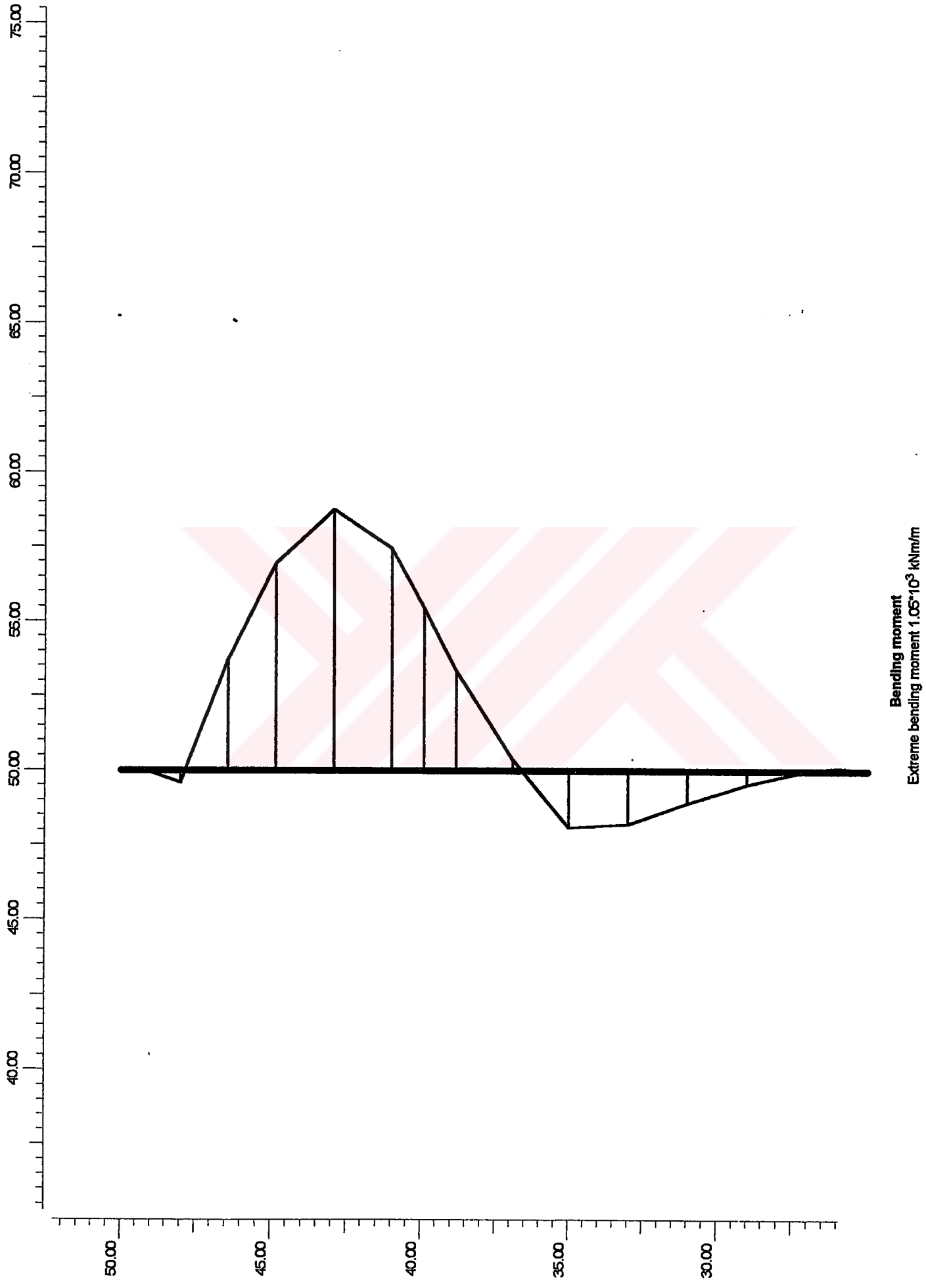

A
A
0.000
30.000
60.000
90.000
120.000
150.000
-30.000
0.000
30.000
60.000
90.000
Deformed Mesh
Extreme total displacement 83.46*10^-3 m
(displacements scaled up 100.00 times)

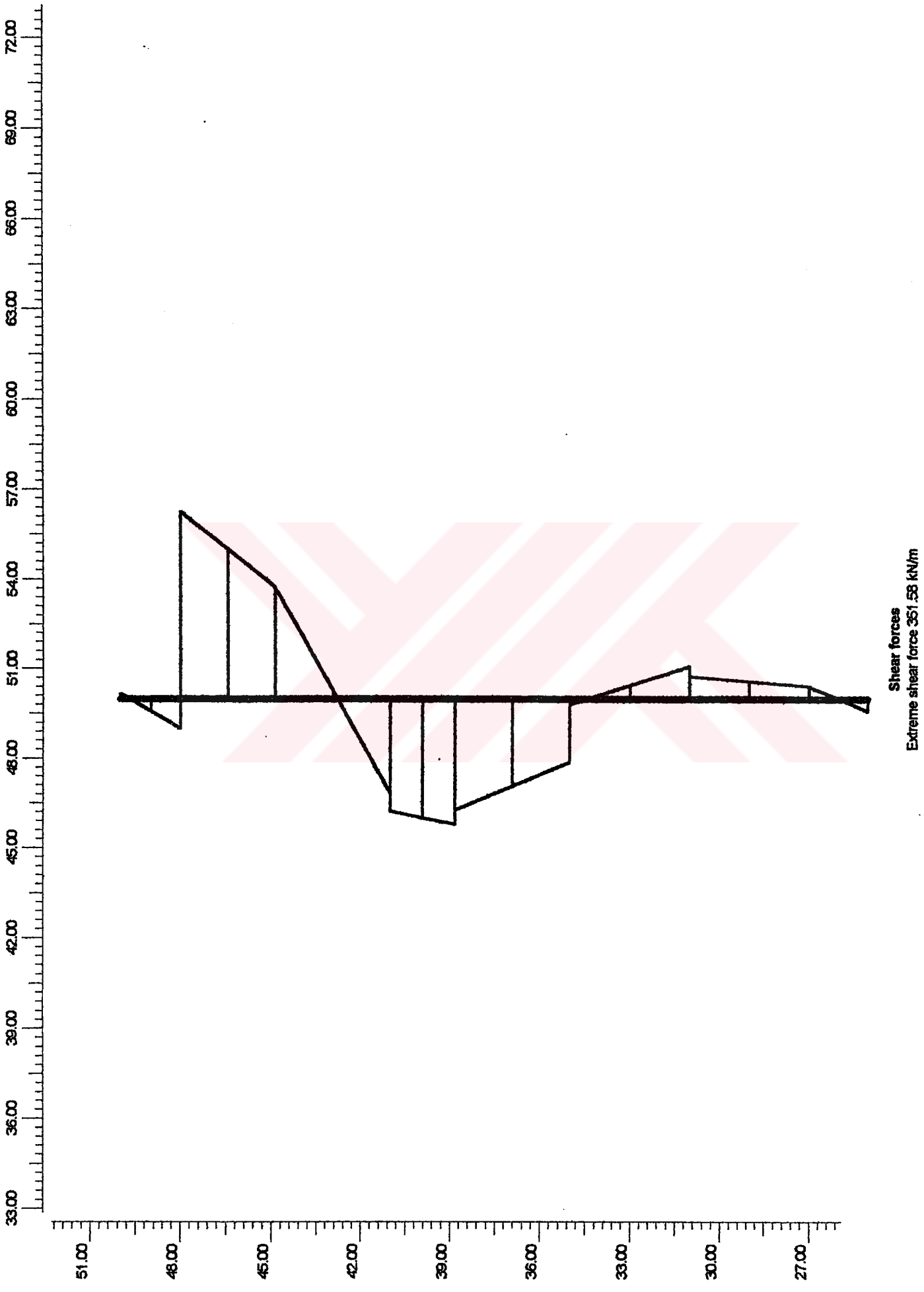

150.000
120.000
90.000
60.000
30.000
0.000
A
A
90.000
60.000
30.000
0.000
-30.000
Deformed Mesh
Extreme total displacement 83.46*10-3 m
(displacements at true scale)

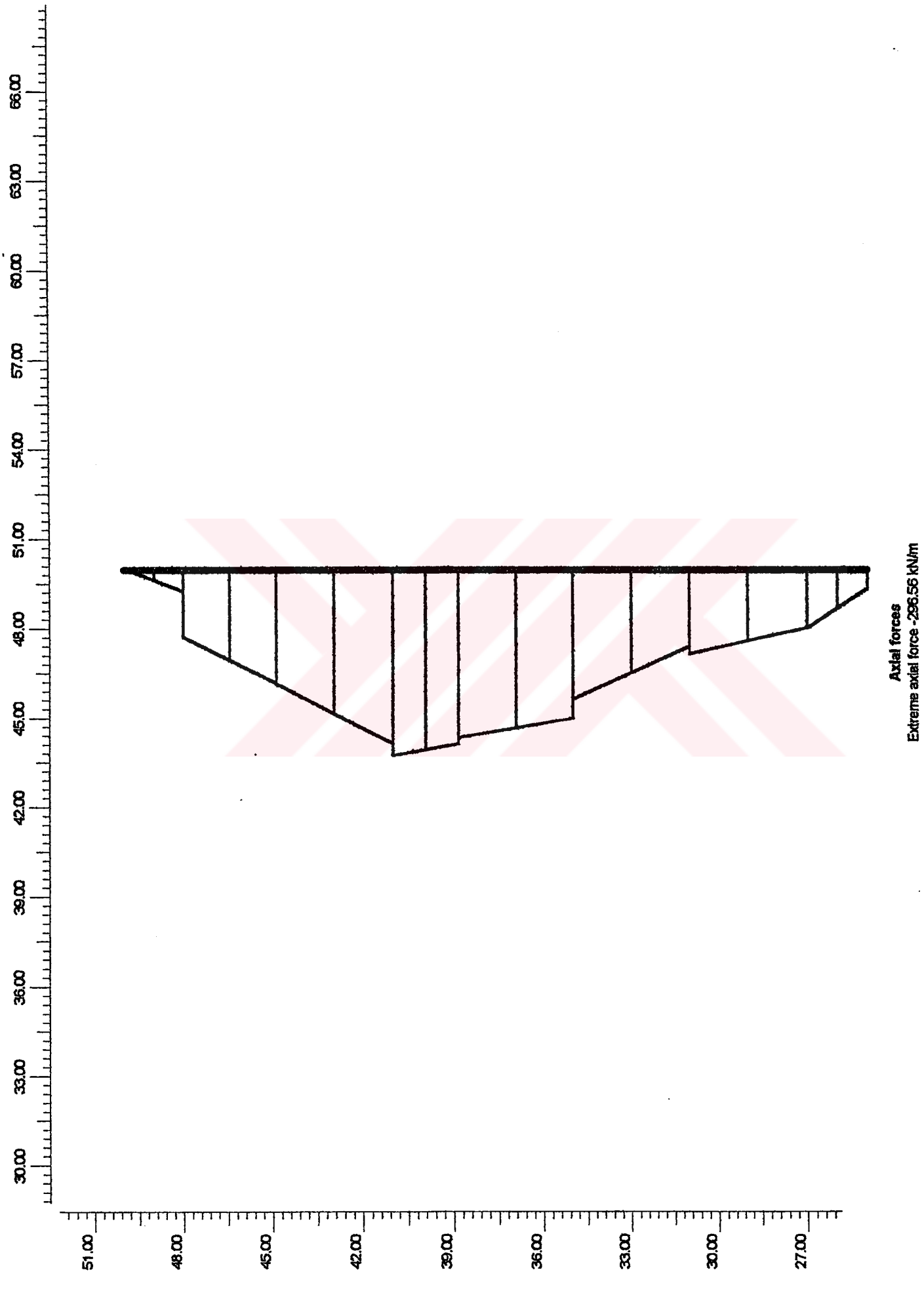

*10^-3 m
85.000
80.000
75.000
70.000
65.000
60.000
55.000
50.000
45.000
40.000
35.000
30.000
25.000
20.000
15.000
10.000
5.000
-0.000
-5.000
150.000
120.000
90.000
60.000
30.000
0.000
90.000
60.000
30.000
0.000
-30.000
A
A
Total displacements
Extreme total displacement 83.46*10^-3 m


75.00
70.00
65.00
60.00
55.00
50.00
45.00
40.00
35.00
50.00
45.00
40.00
35.00
30.00
Total displacements
Extreme total displacement 70.29*10^-3 m


75.00
70.00
65.00
60.00
55.00
50.00
45.00
40.00
35.00
50.00
45.00
40.00
35.00
30.00
Horizontal displacements
Extreme horizontal displacement 70.11*10-3 m

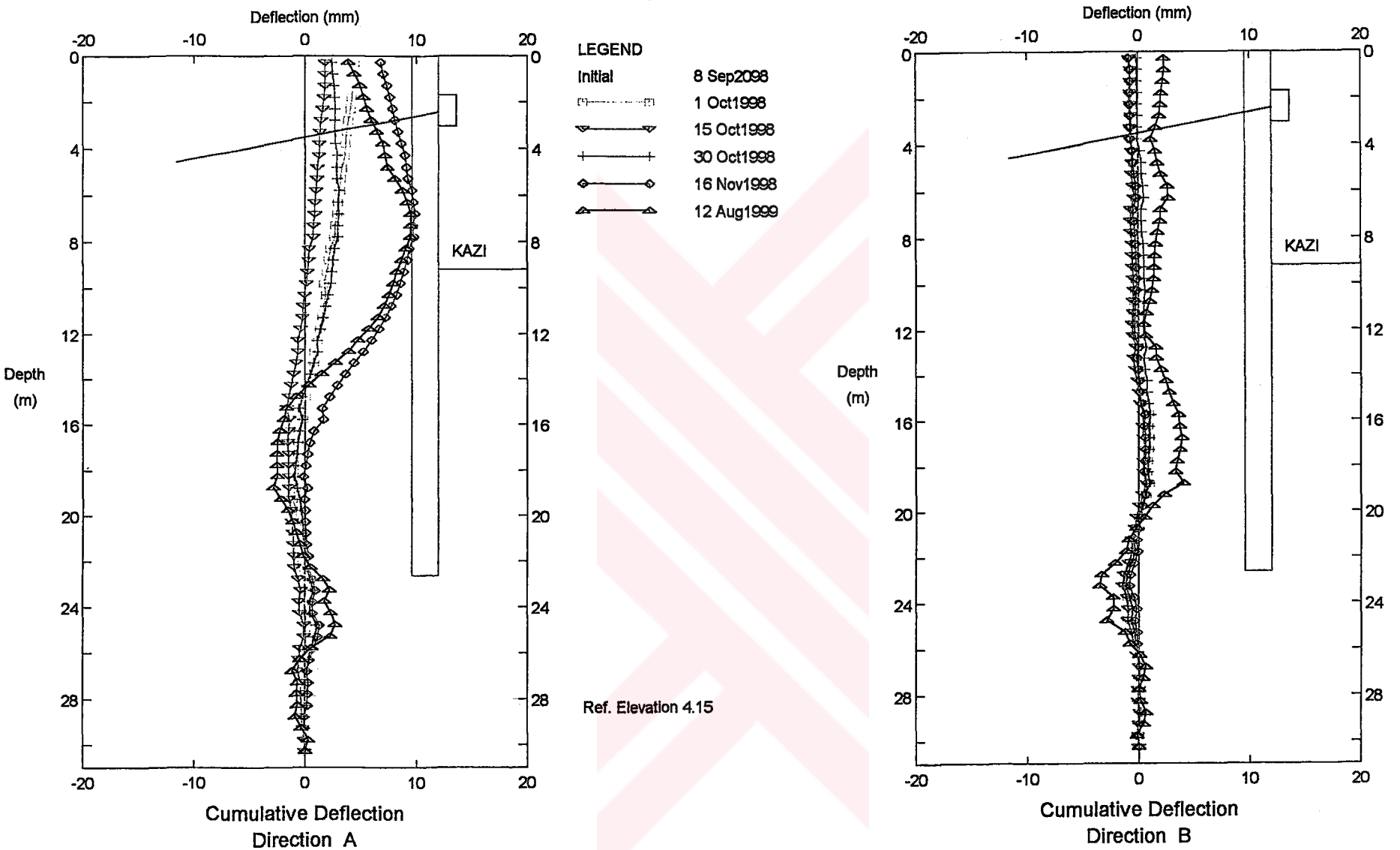

75.00
70.00
65.00
60.00
55.00
50.00
45.00
40.00
50.00
45.00
40.00
35.00
30.00
Bending moment
Extreme bending moment 1.05*10^3 kNm/m


Shear forces
Extreme shear force 351.53 kN/m
72.00
69.00
66.00
63.00
60.00
57.00
54.00
51.00
48.00
45.00
42.00
39.00
36.00
33.00
51.00
48.00
45.00
42.00
39.00
36.00
33.00
30.00
27.00


30.00
33.00
36.00
39.00
42.00
45.00
48.00
51.00
54.00
57.00
60.00
63.00
66.00
51.00
48.00
45.00
42.00
39.00
36.00
33.00
30.00
27.00
Axial forces
Extreme axial force -296.56 kN/m

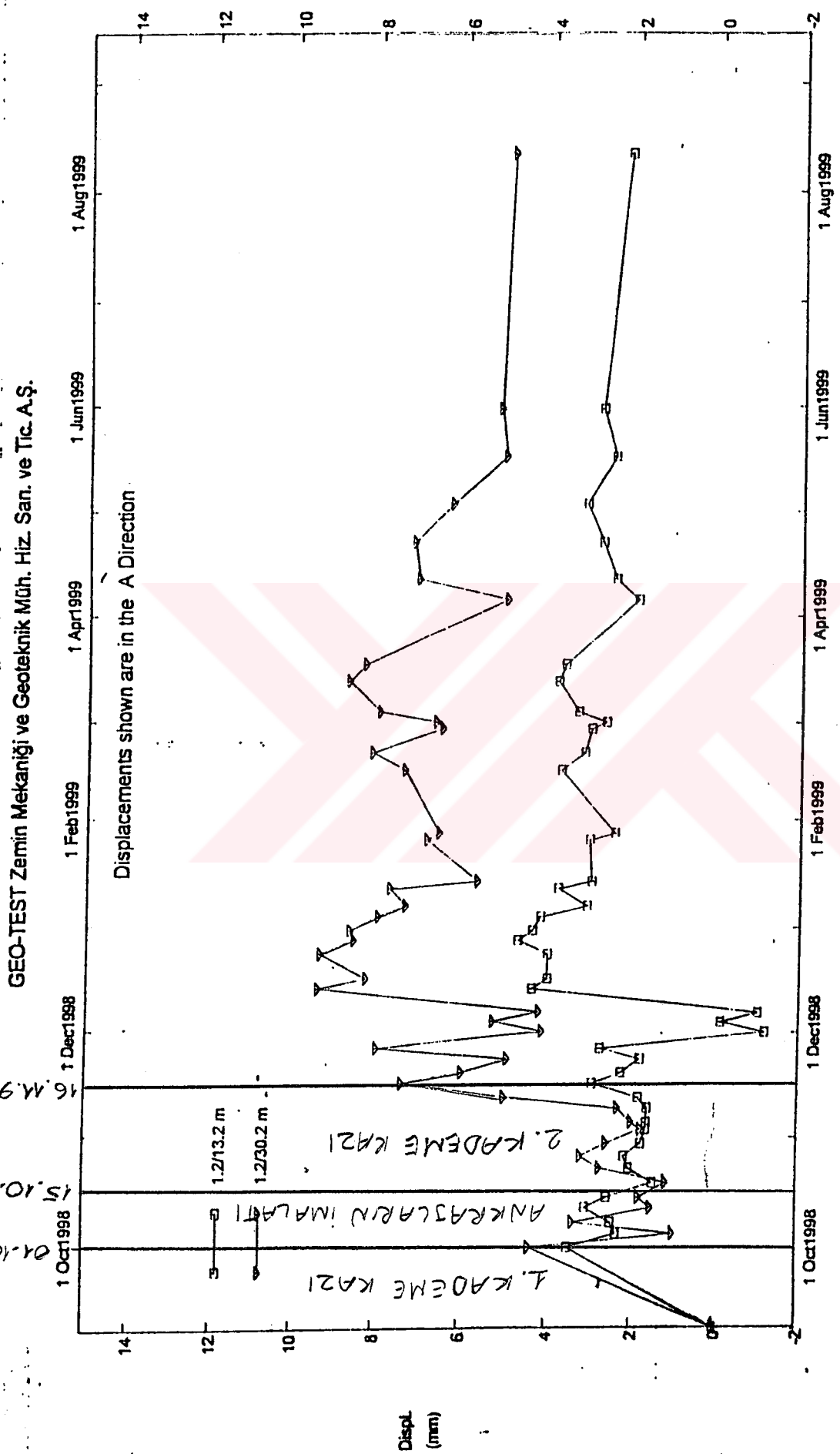
EK 4

GEO-TEST Zemin Mekaniği ve Geoteknik Müh. Hiz. San. ve Tic. A.Ş.

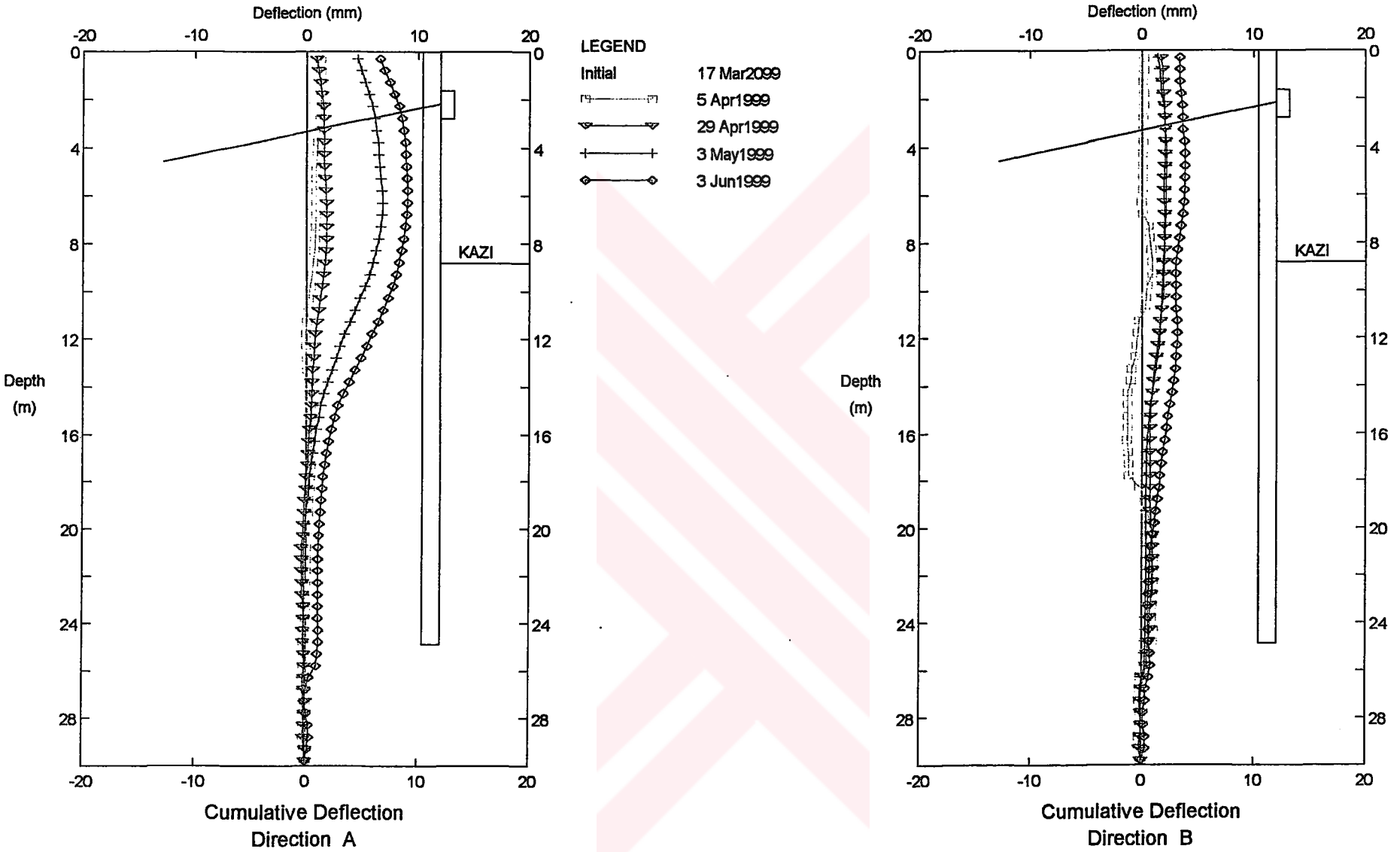


EGE DUNYA TICARET MERKEZI, Inclinometer P015

GUC YAPI A.S.


GEO-TEST Zemin Mekaniği ve Geoteknik Müh. Hiz. San. ve Tic. A.Ş.
EGE DUNYA TICARET MERKEZI, Inclinometer P015
GUC YAPI A.S.
Displacements shown are in the A Direction
Displ. (mm)
1 Oct1998
1 Dec1998
1 Feb1999
1 Apr1999
1 Jun1999
1 Aug1999
1.2/13.2 m
1.2/30.2 m
1. KADEME KAZI
ANKRAJLARIN IMALATI
2. KADEME KAZI
04.10.98
15.10.98
16.11.98

GEO-TEST Zemin Mekaniği ve Geoteknik Müh. Hiz. San. ve Tic. A.Ş.

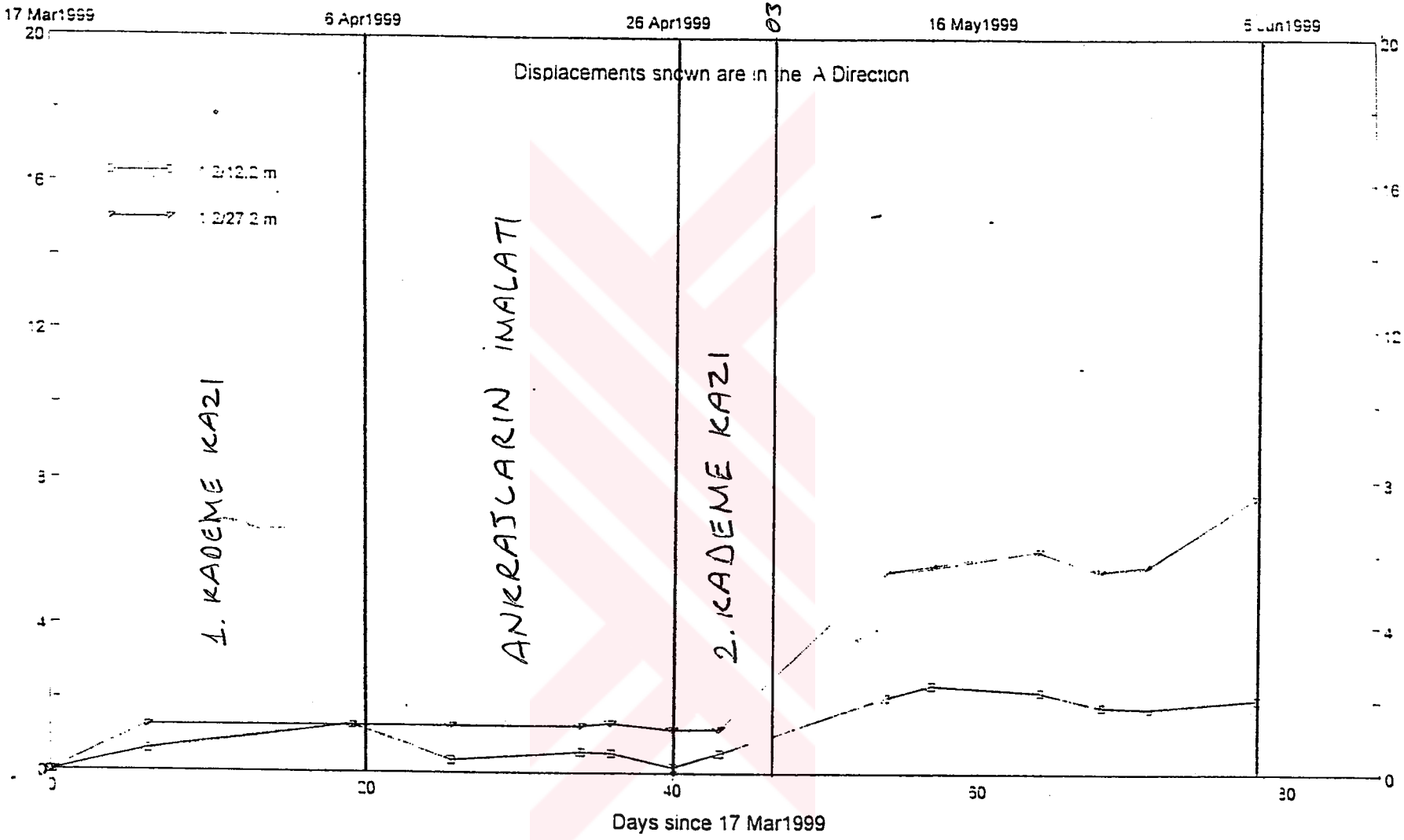


EGE DÜNYA TİCARET MERKEZİ, Inclinometer P025

GÜÇ YAPI A.Ş.

GEO-TEST Zemin Mekaniği ve Geoteknik Müh. Hiz. San. ve Tic. A.Ş.

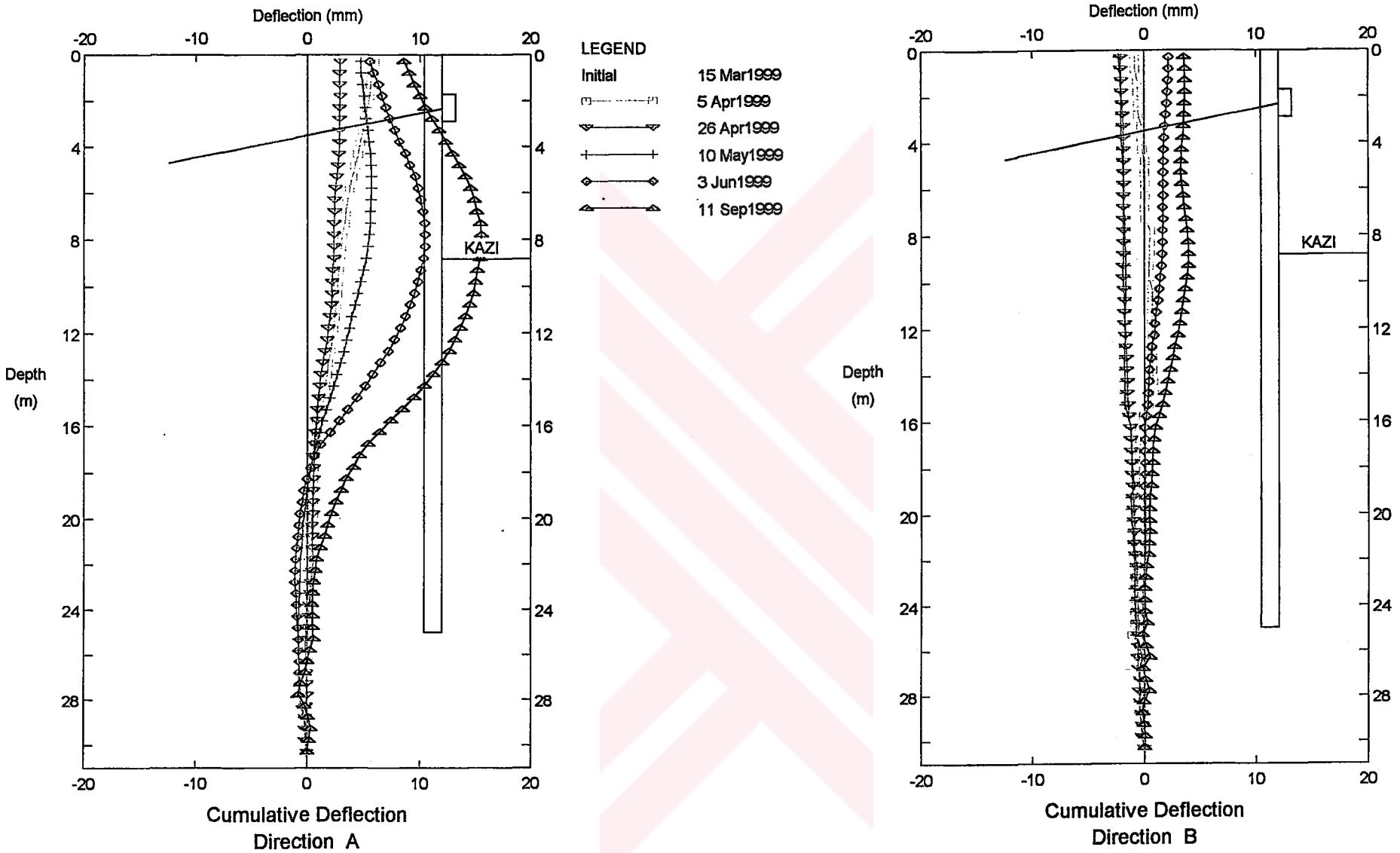
03.05.99



EGE DÜNYA TİCARET MERKEZİ, Inclinometer P025

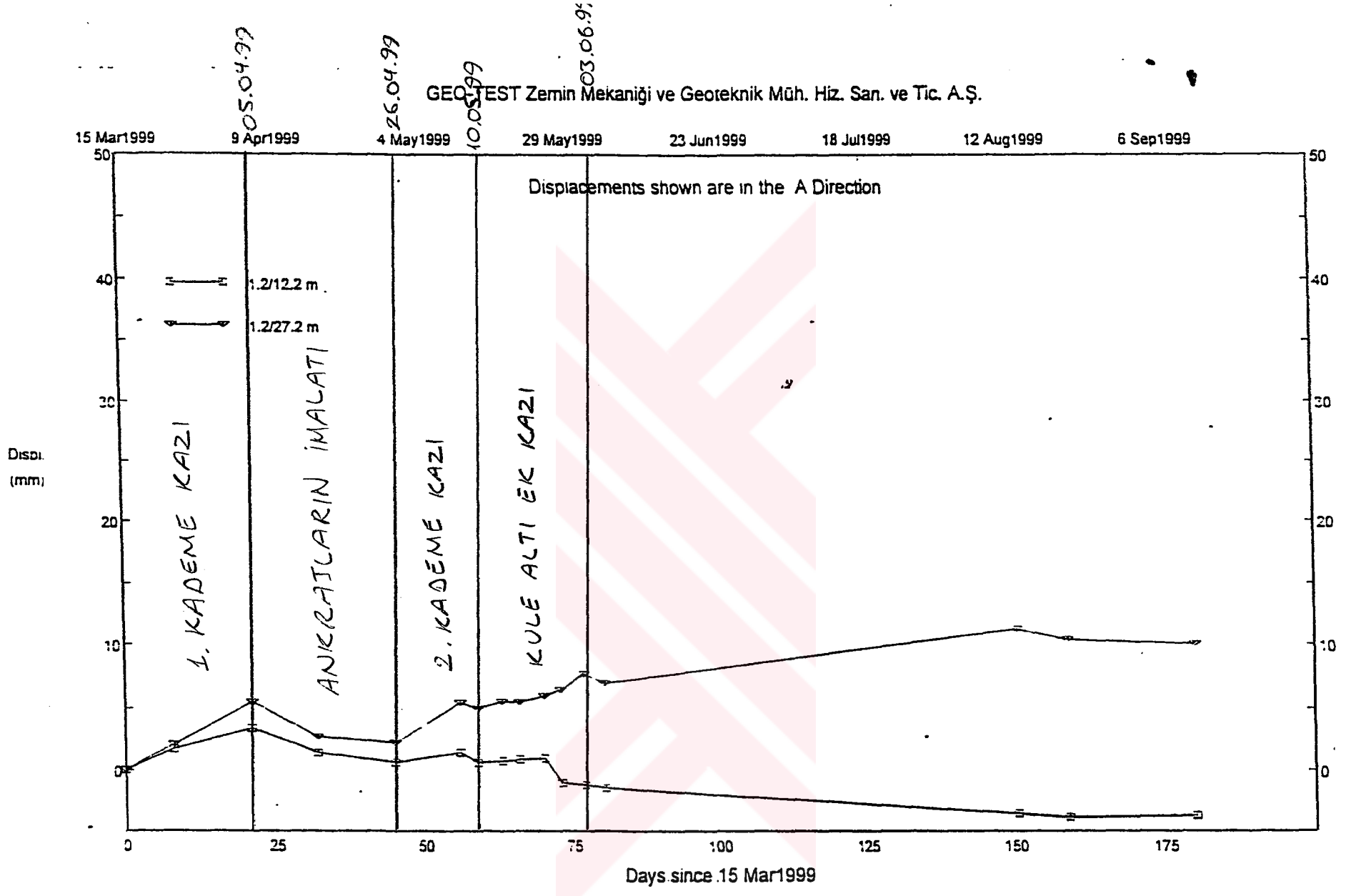
GÜÇ YAPI A.Ş.

GEO-TEST Zemin Mekaniği ve Geoteknik Müh. Hiz. San. ve Tic. A.Ş.



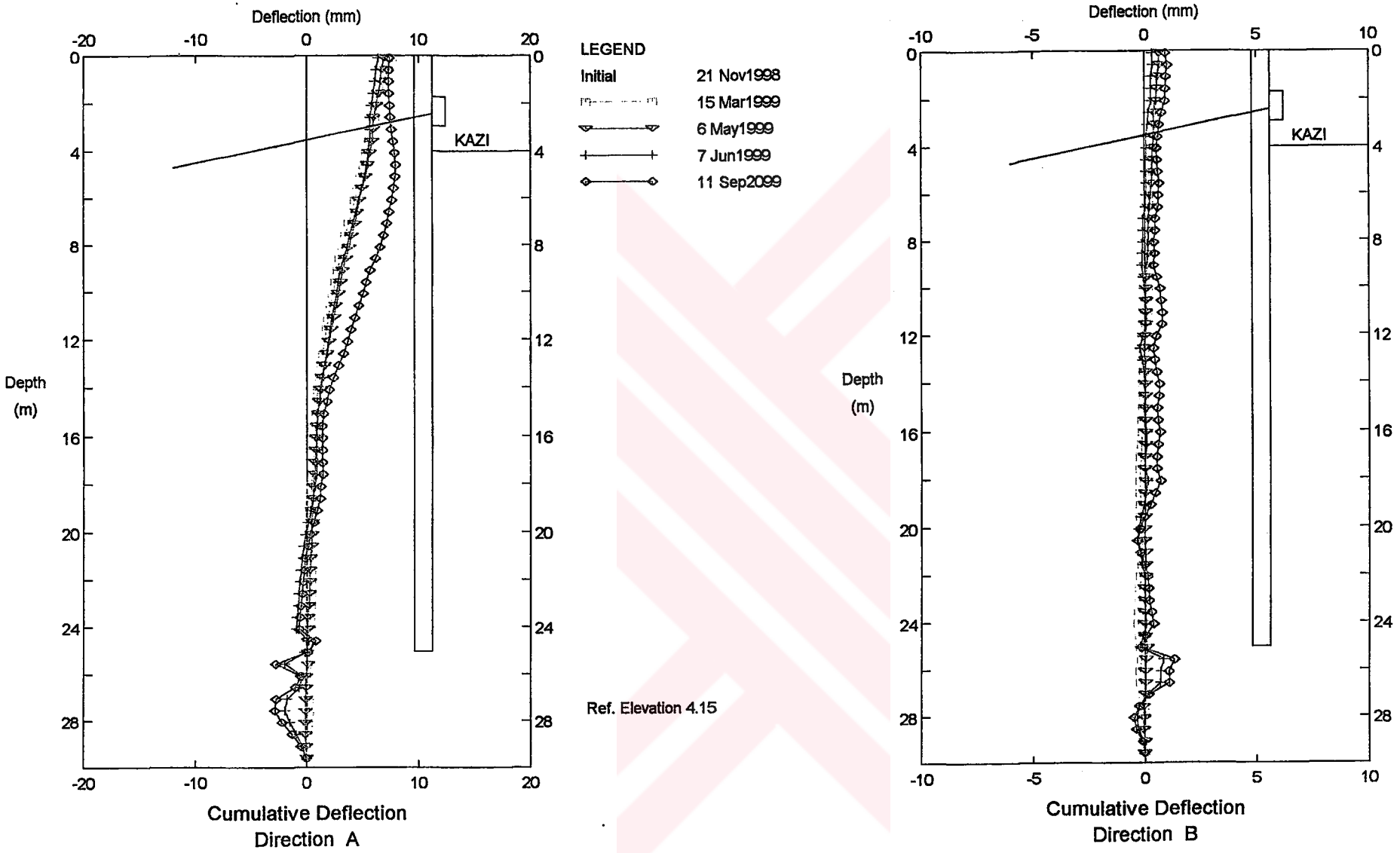
EGE DÜNYA TİCARET MERKEZİ, Inclinometer P035

GÜÇ YAPI A.Ş.



EGE DÜNYA TICARET MERKEZİ, Inclinometer P035

GÜÇ YAPI A.Ş.

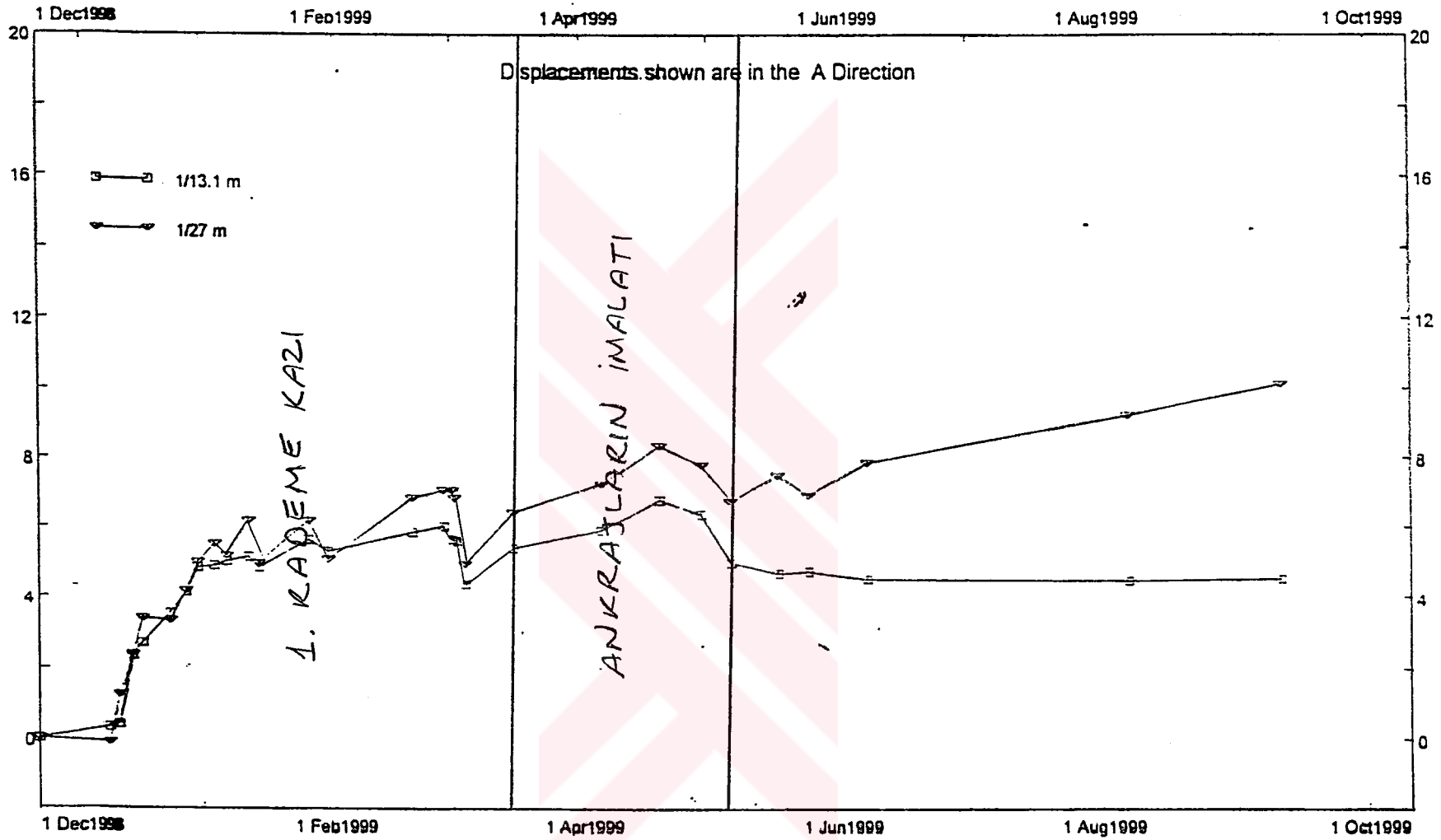


EGE DUNYA TICARET MERKEZI, Inclinometer P071

GUCYAPI A.S.

15.03.
06.05.

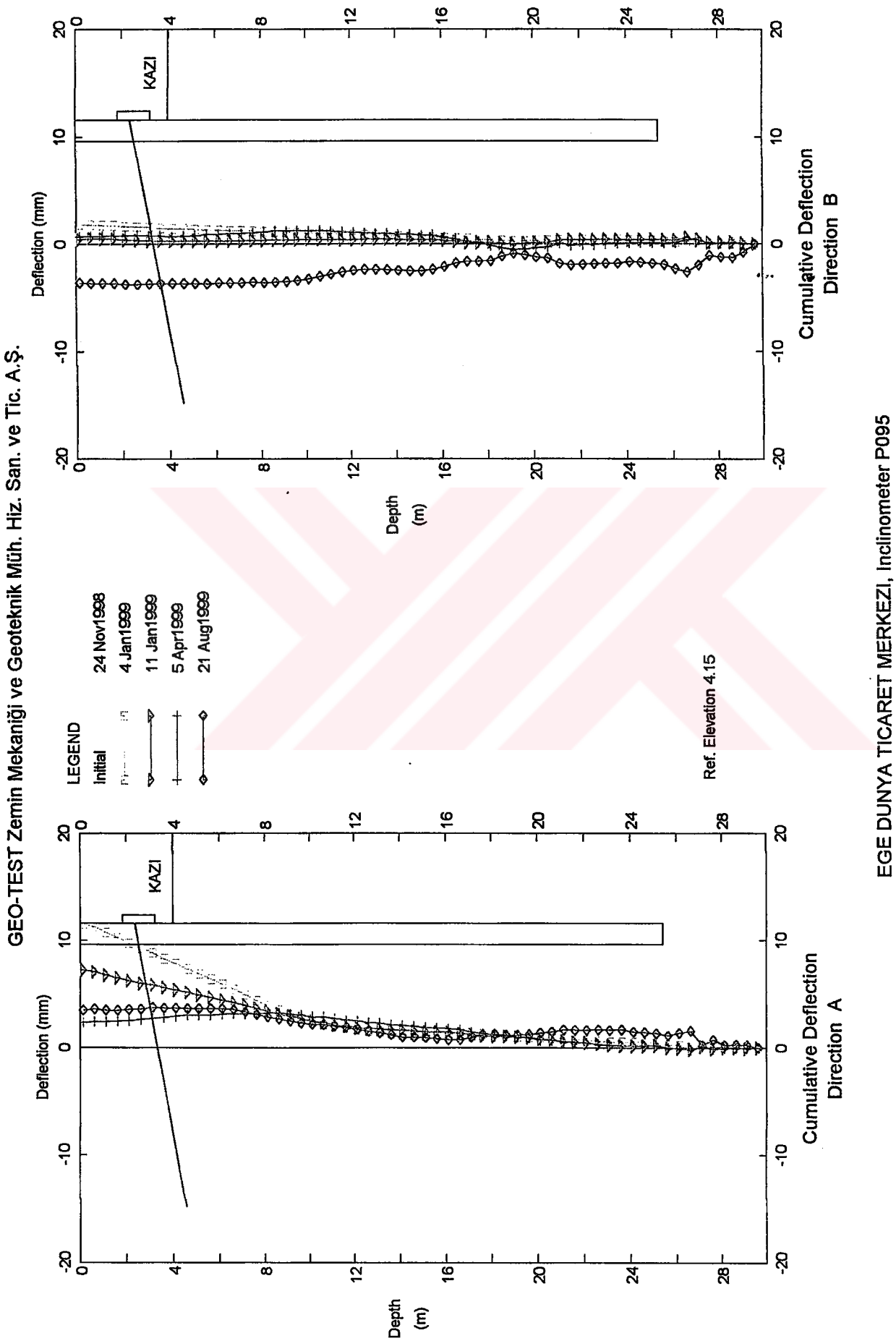
GEO-TEST Zemin Mekaniği ve Geoteknik Müh. Hiz. San. ve Tic. A.Ş.



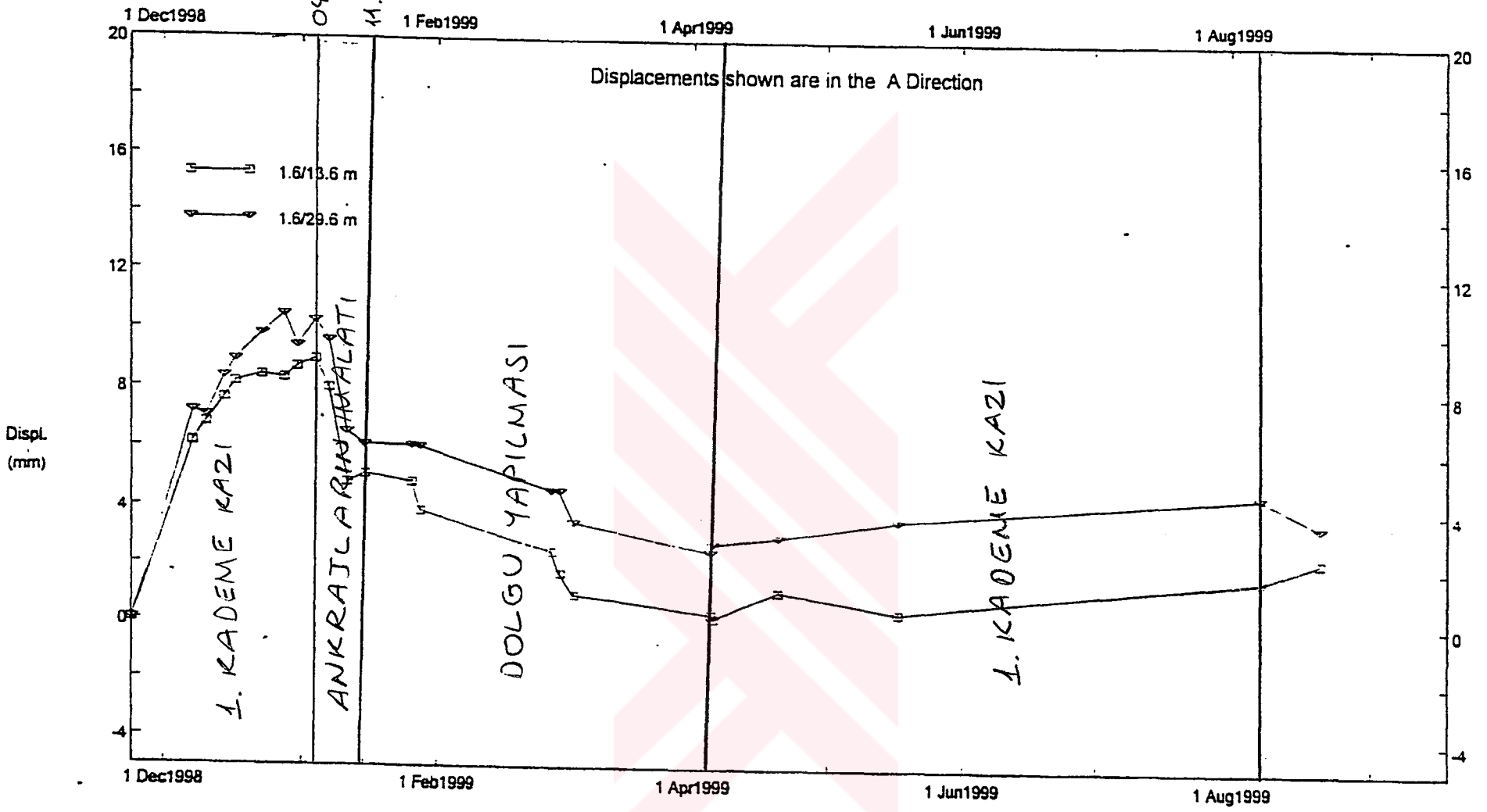
EGE DUNYA TICARET MERKEZI, Inclinometer P071

GUCYAPI A.S.

112

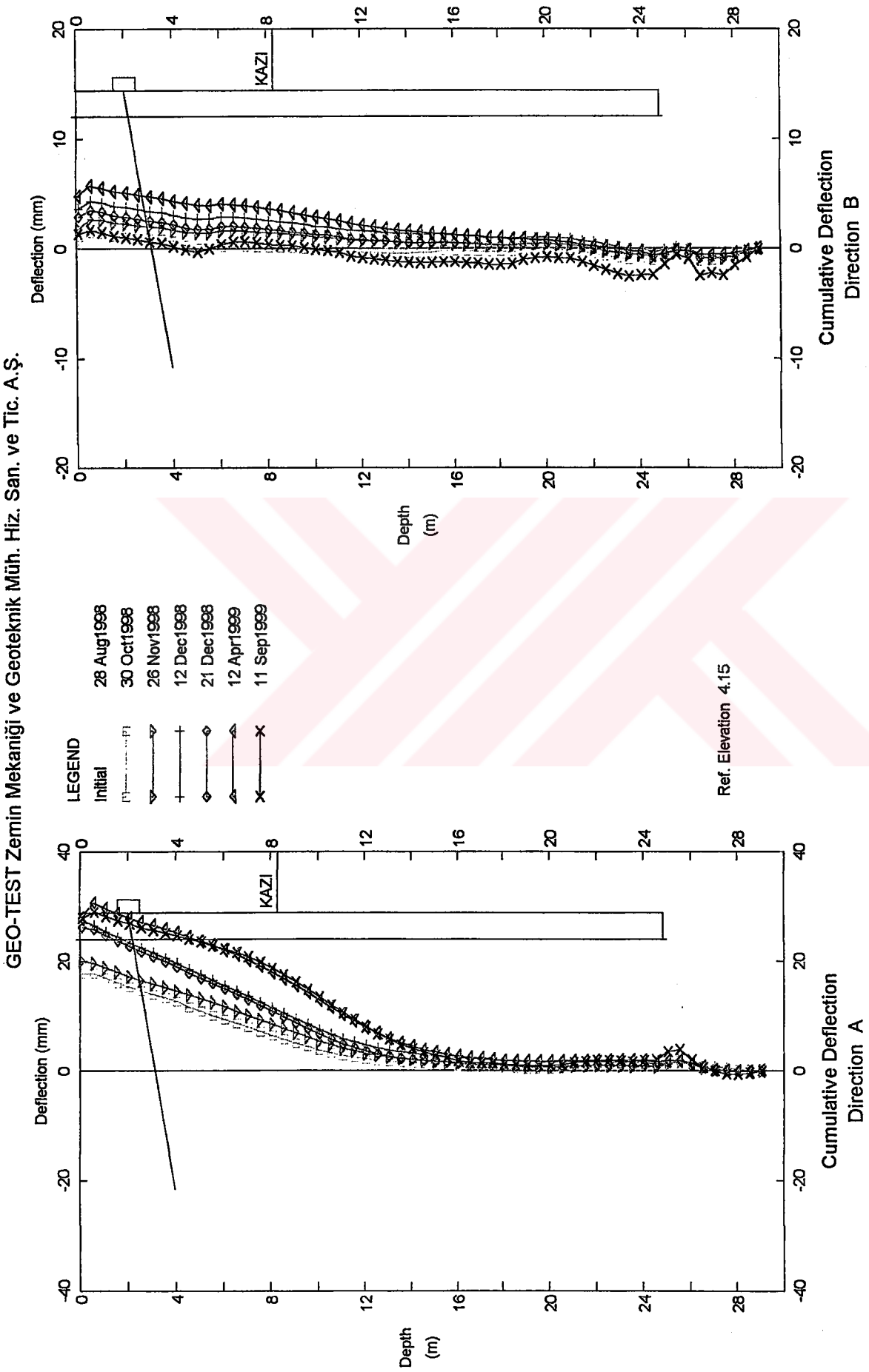

GEO-TEST Zemin Mekaniği ve Geoteknik Müh. Hiz. San. ve Tic. A.Ş.
KAZI
Deflection (mm)
Depth (m)
Cumulative Deflection Direction A
Cumulative Deflection Direction B
LEGEND
Initial
24 Nov1998
4 Jan1999
11 Jan1999
5 Apr1999
21 Aug1999
Ref. Elevation 4.15
EGE DUNYA TICARET MERKEZI, Inclinometer P095
GUC YAPI A.S.

GEO-TEST Zemin Mekaniği ve Geoteknik Müh. Hiz. San. ve Tic. A.Ş.



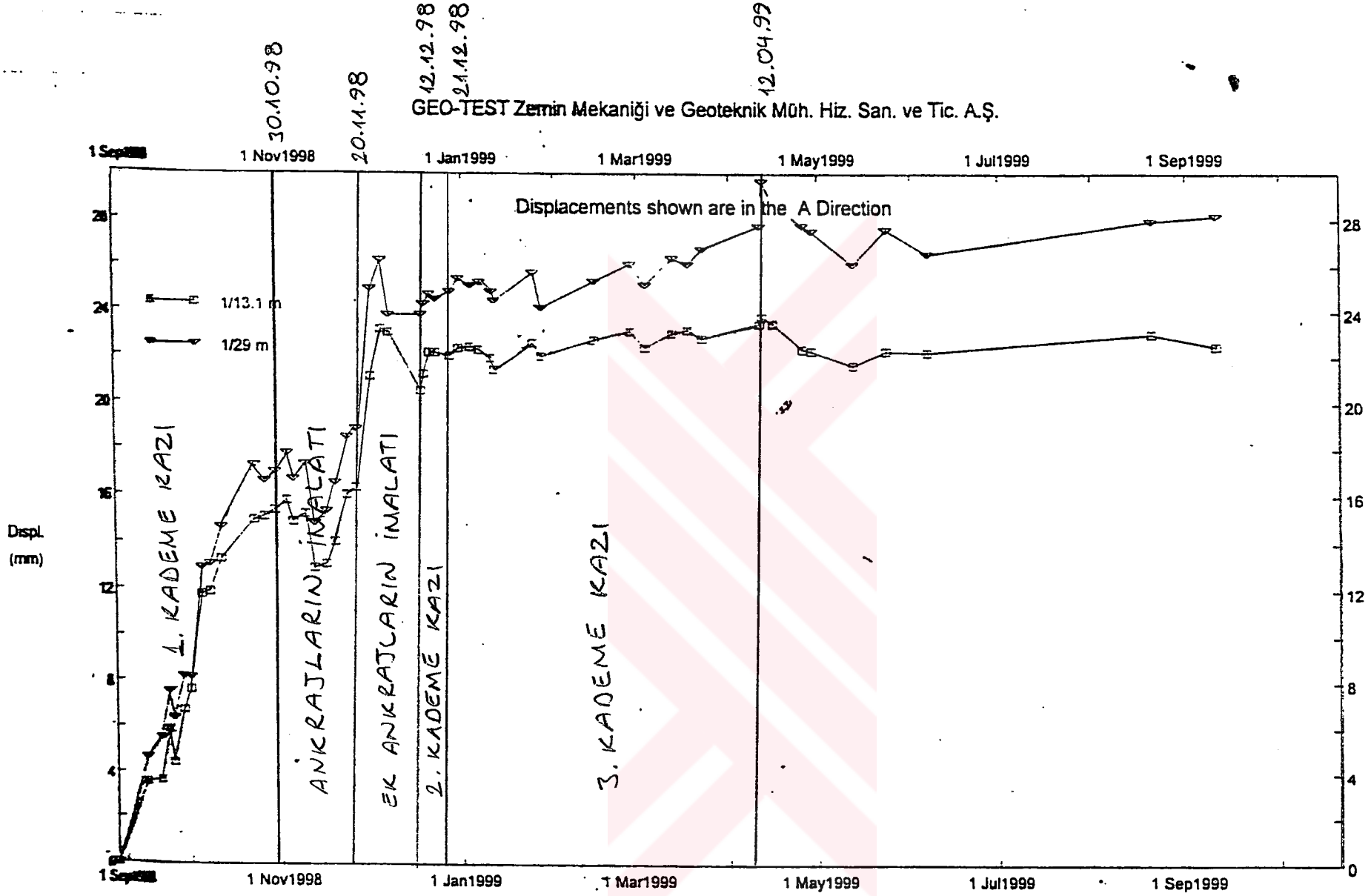
EGE DUNYA TICARET MERKEZI, Inclinometer P095

GUC YAPI A.S.



EGE DUNYA TICARET MERKEZI, Inclinometer P106
GUC YAPI A.S.

GEO-TEST Zemin Mekaniği ve Geoteknik Müh. Hiz. San. ve Tic. A.Ş.



EGE DUNYA TICARET MERKEZI, Inclinometer P106

GUC YAPI A.S.

ÖZGEÇMİŞ

Doğum tarihi	04.01.1974	
Doğum yeri	Adana	
Lise	1985-1992	Özel Tarsus Amerikan Lisesi
Lisans	1992-1997	Yıldız Teknik Üniversitesi İnşaat Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü
Yüksek Lisans	1997-2000	Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Geoteknik Programı

Çalıştığı kurumlar

1998-1999	Mensoy İnşaat San. ve Tic. Ltd. Şti.
1999-Devam ediyor	Geotest Zemin Mekaniği ve Geoteknik Mühendislik Hizmetleri San. ve Tic. A. Ş.