

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**DERİN KAZI SİSTEMLERİ VE
DERİN KAZILARA BİR ÖRNEK : AKASYA ACIBADEM PROJESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
Hüseyin EKİCİ**

Anabilim Dalı : İnşaat Mühendisliği

Programı : Zemin Mekaniği ve Geoteknik Mühendisliği

HAZİRAN 2011

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**DERİN KAZI SİSTEMLERİ VE
DERİN KAZILARA BİR ÖRNEK : AKASYA ACIBADEM PROJESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
Hüseyin EKİCİ
(501091322)**

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 06 Mayıs 2011

Tezin Savunulduğu Tarih : 09 Haziran 2011

**Tez Danışmanı : Prof. Dr. Ahmet SAĞLAMER (İTÜ)
Diğer Jüri Üyeleri : Prof. Dr. Mete İNCECİK (İTÜ)
Doç. Dr. Mehmet BERİLGİN (YTÜ)**

HAZİRAN 2011

Aileme,

ÖNSÖZ

Bu tez çalışmamda öncelikle kendisiyle çalışma fırsatı bulduğum, engin bilgi ve tecrübeleriyle çalışmalarına ışık tutan, tez danışmanım Sn. Prof. Dr. Ahmet SAĞLAMER'e, iş tecrübesi ve çalışma ahlakı üzerine kendimi geliştirmemde yardımcı olan ENAR Mühendislik Mimarlık ve Danışmanlık LTD. ŞTİ. ailesine, hayatım boyunca maddi ve manevi desteğini benden esirgemeyen aile fertlerime, beni her zaman eğitim ve öğretim konusunda teşvik eden sevgili annem Hamide EKİCİ'ye teşekkürü bir borç bilirim.

Haziran 2011

Hüseyin Ekici
(İnşaat Mühendisi)

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ.....	v
İÇİNDEKİLER	vii
KISALTMALAR	ix
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xi
ŞEKİL LİSTESİ.....	xiii
ÖZET.....	xvii
SUMMARY	xix
1. GİRİŞ	1
2. DERİN KAZILAR VE KAZI METOTLARI.....	3
2.1 Derin Kazılar	3
2.1.1 Geoteknik araştırmalar ve zemin etüdü	3
2.1.2 Komşu yapıların özellikleri.....	5
2.1.3 Kazı bölgesinin topoğrafik bilgisi.....	5
2.1.4 Kazı bölgesi civarında yapılmış kazıların bilgisinin toplanması	5
2.1.5 Zemin iyileştirme yöntemleri.....	5
2.1.6 Derin kazı hesap kriterleri.....	6
2.1.7 Yatay destekleme sisteminin belirlenmesi.....	6
2.1.8 Aletsel gözlemlene	6
2.2 Kazı Metodları.....	7
2.2.1 Açık kazı metodu	7
2.2.2 Konsol perdeler ile kazı metodu	7
2.2.3 İç destekli kazı metodu	8
2.2.4 Ankrajlı kazı metodu.....	10
2.2.5 Ada kazısı metodu.....	11
2.2.6 Top-Down kazı metodu	13
2.2.7 Anolar halinde kazı metodu	14
3. İKSA SİSTEMİNE ETKİYEN YÜKLER.....	17
3.1 Yanal Toprak Basıncı.....	17
3.1.1 Rankine teoremi	17
3.1.1.1 Sükûnetteki toprak basıncı	18
3.1.1.2 Aktif toprak basıncı	20
3.1.1.3 Pasif toprak basıncı	21
3.1.2 Coulomb teoremi.....	22
3.1.2.1 Aktif toprak basıncı	22
3.1.2.2 Pasif toprak basıncı	23
3.1.3 Destekli iksa sistemine etkiyen toprak basınçları	24
3.2 Sürşarj Yükler	25
3.3 Yer Altı Su Seviyesi.....	26
4. İKSA SİSTEMLERİ	29
4.1 Düşey İksa Elemanları	29

4.1.1 Palplanş perdeler	29
4.1.2 Kazıklı perdeler	30
4.1.2.1 Aralıklı fore kazıklar	31
4.1.2.2 Teget fore kazıklar	31
4.1.2.3 Kesişen fore kazıklar	31
4.1.2.4 Fore kazık imalatı	32
4.1.3 Mini kazıklar	33
4.1.4 Kuyu tipi betonarme perdeler	34
4.1.5 Kademeli betonarme perdeler	36
4.1.6 Diyafram duvarlar	37
4.1.6.1 Kılavuz perdeleri	40
4.1.6.2 Bentonit süspansiyonu	40
4.1.6.3 Donatı ve betonlama işlemleri	41
4.1.6.4 Derz oluşturma	42
4.2 Yatay İksa Elemanları	43
4.2.1 Öngermeli zemin ankrajları	43
4.2.1.1 Ankraj kök bölgesinin enjeksiyonlanması	44
4.2.1.2 Ankraj kök ve serbest bölgesi	46
4.2.1.3 Ankraj testleri	49
4.2.1.4 Ankraj sistemlerin yenilmeleri	50
4.2.2 Zemin çivileri	53
4.2.2.1 Zemin çivisi tipleri	55
4.2.2.2 Zemin çivisinin çalışma prensibi	56
4.2.2.3 Yüzey kaplamaları ve drenaj sistemi	58
4.2.2.4 Zemin çivili duvarlarda yenilme çeşitleri	59
4.2.3 Boru destekler	60
5. AK-ASYA ACIBADEM PROJESİ.....	63
5.1 Giriş	63
5.2 İnceleme Alanındaki Zemin Profili	66
5.3 Alışveriş Merkezi İksa Sistemi.....	67
5.4 Proje Revizyonları	73
5.5 Projenin Uygulanması ve Kazı Esnasında Karşılaşılan Sorunlar	80
5.6 Aletsel Gözlem	90
6. SONUÇLAR	95
KAYNAKLAR.....	101
EKLER.....	103

KISALTMALAR

AKO	: Aşırı Konsolidasyon Oranı
c	: Kohezyon
c_u	: Drenajsız Kayma Mukavemeti
D	: Fore Kazık Çapı
E	: Elastisite Modülü
FHWA	: Federal Highway Administration
H	: Kazı Derinliği
K₀	: Sükunetteki Toprak Basıncı Katsayısı
K_a	: Aktif Toprak Basıncı Katsayısı
K_p	: Pasif Toprak Basıncı Katsayısı
L_{kök}	: Kök Boyunun Uzunluğu
L_{kriko}	: Kriko Boyunun Uzunluğu
L_{serbest}	: Serbest Boyun Uzunluğu
P_a	: Aktif Toprak Basıncı
P_p	: Pasif Toprak Basıncı
q	: Sürşarj Yük
s	: Fore Kazık Aralıkları
SPT	: Standart Penetrasyon Testi
T_{max}	: Öngermeli Ankraj Maksimum Taşıma Gücü
TS	: Türk Standardı
α	: Duvar Yüzeyinin Yatayla Yaptığı Aç
β	: Duvar Arkasındaki Zeminin Yatayla Yaptığı Aç
δ	: Deplasman
σ_h	: Yatay Toprak Basıncı
σ_v	: Düşey Toprak Basıncı
σ_v'	: Efektif Düşey Toprak Basıncı
Φ'	: Efektif Kayma Mukavemeti Açısı
Φ	: Kayma Mukavemeti Açısı
v	: Poisson Oranı

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 3.1 : Zemin cinsine göre tipik K_0 değerleri (Uzuner, 2005).....	20
Çizelge 3.2 : Pasif toprak basıncının etkimesi için deplasman oranları	22
Çizelge 4.1 : Bentonit süspansiyonların özellikleri (TS EN 1538, 2001).	41
Çizelge 4.2 : Zemin türlerine göre ankraj kök bölgesinin tahmini aderans yükleri. .	46
Çizelge 4.3 : Kaya türlerine göre ankraj kök bölgesinin tahmini aderans yükleri. ...	47
Çizelge 4.4 : Farklı zemin tipleri için adezyon gerilmeleri (FHWA0-IF-03-017,2003).	57
Çizelge 5.1 : Zemin tabakalarına ait Mühendislik Parametreleri	67
Çizelge 5.2 : Maksimum kesit tesirleri ve deplasmanlar	80
Çizelge 5.3 : Jet-Grout test kolonları	80
Çizelge 5.4 : Jet-Grout parametreleri.....	81
Çizelge 5.5 : Deplasman ve cephe yüksekliklerinin karşılaştırılması	93

ŞEKİL LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
Şekil 2.1 : Derin kazı projesinde uygulama adımları.....	4
Şekil 2.2 : Şevli kazı metodu.	7
Şekil 2.3 : Konsol iksa perdeleri ile kazı metodu.	8
Şekil 2.4 : İç destekli kazı metodu.	9
Şekil 2.5 : Ankrajlı kazı metodu.	10
Şekil 2.6 : Ada kazısı metodu.	12
Şekil 2.7 : Top-down kazı metodu.	13
Şekil 2.8 : Anolar halinde kazı metodu.	15
Şekil 3.1 : İksa perdelerinde etkiyecek yanal toprak basınçları[Das].....	18
Şekil 3.2 : İksa perdelerinde oluşabilecek deplasmanlar[Das]	19
Şekil 3.3 : Rankine aktif toprak basıncı (Das, 2008).....	20
Şekil 3.4 : Rankine pasif toprak basıncı (Das, 2008)	21
Şekil 3.5 : Coulomb aktif toprak basıncı(Uzuner, 2005).....	23
Şekil 3.6 : Coulomb pasif toprak basıncı(Uzuner, 2005)	24
Şekil 3.7 : Destekli kazılarda iksaya etkiyen yanal toprak basınçları.....	24
Şekil 3.8 : Terzaghi & Peck tarafından önerilen yanal toprak basıncı teoremleri	25
Şekil 3.9 : Tekil ve çizgisel sürşar yüklerinin iksa sistemine etkisi	25
Şekil 3.10 : İksa cephesine etki eden hidrostatik basınç.....	27
Şekil 4.1 : Çelik palplanş tipleri (Ou, 2006).....	29
Şekil 4.2 : Fore kazık dizilimleri	31
Şekil 4.3 : Mini kazık ve ankrajlı bir iksa sistemi	34
Şekil 4.4 : Kuyu tipi betonarme perdeler ile oluşturulmuş iksa sistemi	35
Şekil 4.5 : Yapının taşıyıcı elemanları olarak kuyu tipi perdelerin kullanılması	36
Şekil 4.6 : Kademeli betonarme perdeler ile oluşturulan iksa sistemi.....	37
Şekil 4.7 : Diyafram duvar imalat aşamaları	38
Şekil 4.8 : Diyafram duvar freze ekipmanı.....	39
Şekil 4.9 : Diyafram duvar desender ünitesi.....	39
Şekil 4.10 : Diyafram duvar derz çeşitleri	42
Şekil 4.11 : Öngermeli zemin ankrajı.....	43
Şekil 4.12 : Ankraj kök bölgesi tipleri.....	45
Şekil 4.13 : Ankraj kök bölgesinde gerilme dağılışı.....	48
Şekil 4.14 : Ankrajlı iksa sistemlerinin yenilme durumları (FHWA-IF-99-015, 1999).....	51
Şekil 4.15 : Zemin çivisi kesiti	53
Şekil 4.16 : Zemin çivisi imalat aşamaları	54
Şekil 4.17 : Zemin çivisi yüzeyinde oluşan gerilmeler (FHWA0-IF-03-017, 2003). 56	
Şekil 4.18 : Zemin çivili duvarların yenilme şekilleri (FHWA0-IF-03-017, 2003) .. 59	
Şekil 5.1 : Akasya Acıbadem projesi.....	64
Şekil 5.2 : Akasya Acıbadem projesine ait bölümleri (Url-1, 2011).	65
Şekil 5.3 : C Parselde yapılan sondajların konumları.....	66

Şekil 5.4 : C Parsel iksa sistemi plan paftası (Enar, 2010).	68
Şekil 5.5 : Kesit 1 (Enar, 2010).	69
Şekil 5.6 : Kesit 2 (Enar, 2010).	70
Şekil 5.7 : Kesit 2'' (Enar, 2010).	71
Şekil 5.8 : Kesit 7 (Enar, 2010).	71
Şekil 5.9 : Kesit 6 - 1. Aşama (Enar, 2010).	72
Şekil 5.10 : Kesit 6 - 2. Aşama (Enar, 2010).	73
Şekil 5.11 : Kesit 8 (Enar, 2010).	74
Şekil 5.12 : Kesit 9 (Enar, 2010).	75
Şekil 5.13 : Kesit 6 Revize - 1. Aşama (Enar, 2010).	76
Şekil 5.14 : Kesit 6 Revize - 2. Aşama (Enar, 2010).	76
Şekil 5.15 : Kesit 10 - 1. Aşama (Enar, 2010).	77
Şekil 5.16 : Kesit 10 - 2. Aşama (Enar,2010).	78
Şekil 5.17 : Kesit 10 Revize -1.Aşama (Enar, 2010).	79
Şekil 5.18 : Güney cephesi kazı taban kotuna ulaşılması.	79
Şekil 5.19 : Jet-Grout test sonuçları.	81
Şekil 5.20 : Delgilerin yapıldığı alüvyon zemin tabakası.	82
Şekil 5.21 : Ani deplasman artışı yaşanan doğu cephesi.	84
Şekil 5.22 : Doğru cephesinde bulunan inklinometreler.	85
Şekil 5.23 : İlave ankrajlar.	86
Şekil 5.24 : Ön ve arka sıra fore kazıkların bağlantı kirişleri ile bağlanması.	87
Şekil 5.25 : Temel inşaatının anolar halinde açılarak yapılması.	88
Şekil 5.26 : Metro cephesinde şevli kazının yapılması.	89
Şekil 5.27 : İnklinometre tesislerinin plandaki konumları.	91
Şekil 5.28 : Deplasman ve cephe yükseklikleri oranı.	93
Şekil 6.1 : Güneybatı cephesindeki deplasmanlar	97
Şekil A.1 : Sondaj noktalarının plandaki konumları.	106
Şekil A.2 : C-YS 01 no'lu kuyuya ait sondaj logu - 1. kısım	107
Şekil A.3 : C-YS 01 no'lu kuyuya ait sondaj logu - 2. kısım	108
Şekil A.4 : C-YS 02 no'lu kuyuya ait sondaj logu - 1. kısım	109
Şekil A.5 : C-YS 02 no'lu kuyuya ait sondaj logu - 2. kısım	110
Şekil A.6 : C-YS 03 no'lu kuyuya ait sondaj logu - 1. kısım	111
Şekil A.7 : C-YS 03 no'lu kuyuya ait sondaj logu - 2. kısım	112
Şekil A.8 : C-YS 04 no'lu kuyuya ait sondaj logu - 1. kısım	113
Şekil A.9 : C-YS 04 no'lu kuyuya ait sondaj logu - 2. kısım	114
Şekil A.10 : C-YS 05 no'lu kuyuya ait sondaj logu - 1. kısım	115
Şekil A.11 : C-YS 05 no'lu kuyuya ait sondaj logu - 2. kısım	116
Şekil A.12 : C-YS 06 no'lu kuyuya ait sondaj logu - 1. kısım	117
Şekil A.13 : C-YS 06 no'lu kuyuya ait sondaj logu - 2. kısım	118
Şekil A.14 : C-YS 07 no'lu kuyuya ait sondaj logu - 1. kısım	119
Şekil A.15 : C-YS 07 no'lu kuyuya ait sondaj logu - 2. kısım	120
Şekil A.16 : C-YS 09 no'lu kuyuya ait sondaj logu - 1. kısım	121
Şekil A.17 : C-YS 09 no'lu kuyuya ait sondaj logu - 2. kısım	122
Şekil A.18 : C-YS 09 no'lu kuyuya ait sondaj logu - 3. kısım	123
Şekil A.19 : C-YS 10 no'lu kuyuya ait sondaj logu - 1. kısım	124
Şekil A.20 : C-YS 10 no'lu kuyuya ait sondaj logu - 2. kısım	125
Şekil A.21 : C-YS 10 no'lu kuyuya ait sondaj logu - 3. kısım	126
Şekil A.22 : Kesit 1-1	127
Şekil A.23 : Kesit 2-2	128
Şekil A.24 : Kesit 3-3	129

Şekil A.25 : Kesit 4-4	130
Şekil A.26 : Kesit 5-5	131
Şekil B.1 : İnklinometre-1 no'lu tesisten alınan okumalar	134
Şekil B.2 : İnklinometre-2 no'lu tesisten alınan okumalar - 1	135
Şekil B.3 : İnklinometre-2 no'lu tesisten alınan okumalar - 2	136
Şekil B.4 : İnklinometre-3 no'lu tesisten alınan okumalar - 1	137
Şekil B.5 : İnklinometre-3 no'lu tesisten alınan okumalar - 2	138
Şekil B.6 : İnklinometre-4 no'lu tesisten alınan okumalar	139
Şekil B.7 : İnklinometre-5 no'lu tesisten alınan okumalar	140
Şekil B.8 : İnklinometre-10 no'lu tesisten alınan okumalar	141
Şekil B.9 : İnklinometre-11 no'lu tesisten alınan okumalar	142
Şekil B.10 : İnklinometre-12 no'lu tesisten alınan okumalar	143
Şekil B.11 : İnklinometre-13 no'lu tesisten alınan okumalar	144
Şekil B.12 : İnklinometre-14 no'lu tesisten alınan okumalar	145
Şekil B.13 : İnklinometre-15 no'lu tesisten alınan okumalar	146
Şekil B.14 : İnklinometre-16 no'lu tesisten alınan okumalar	147
Şekil B.15 : İnklinometre-17 no'lu tesisten alınan okumalar	148
Şekil B.16 : İnklinometre-18 no'lu tesisten alınan okumalar	149

DERİN KAZI SİSTEMLERİ VE DERİN KAZILARA BİR ÖRNEK: AKASYA ACIBADEM PROJESİ

ÖZET

Son yıllarda kentleşmenin yaygınlaştığı bölgelerde arazi maliyet değerlerinin artması, insanları bodrum katlarının kullanımına yöneltmiştir. Bodrum katların inşası için yapılacak kazılar, inşa çevresindeki mevcut yapılaşmadan dolayı çeşitli zorlukları da beraberinde getirmiştir. Zorluklar doğrultusunda kazı yöntemleri ve iksa sistemlerinin önemi artmıştır.

Tez çalışmasının ilk kısmında derin kazıların önemine değinilmiştir. Sonrasında başlıca kazı metotları; açık kazı metodu, konsol perdeler ile kazı metodu, iç destekli kazı metodu, ankrajlı kazı metodu, ada kazısı metodu, top-down kazı metodu ve anolar halinde kazı metodundan bahsedilmiş ve kazı metodları arasındaki avantaj ve dezavantajları irdelenmiştir.

İkinci kısımda kazılarda uygulanan iksa yöntemlerine etki edecek kuvvetler üzerine durulmuştur. Sonraki kısımda iksa sistemlerine bahsedilmiştir. İksa sistemleri yatay ve düşey destekleyici sistemler olarak iki ana başlık altında toplanmıştır. Destekleyici elemanlar arasında uygulanacak zemin tipleri ve sınırlayıcı yönler açısından değerlendirilmeler yapılmıştır.

Tez çalışmasının son kısmında ise Akasya Acıbadem Projesi kapsamında yapılacak olan Alishveriş Merkezinin kazısı incelenmiştir. Kazı bölgesinde yapılan sondajlar doğrultusunda zemin tabakalarının mühendislik parametreleri belirlenmiştir. Kritik kesit olarak belirlenen kesitler üzerine bilgisayar programları aracılığıyla hesaplamalar yapılmış ve iksa elemanları boyutlandırılmıştır. Projelendirme safhası sonrasında derin kazının uygulaması gözlenmiştir. Uygulama esnasında karşılaşılan sorunlar doğrultusunda projede yapılan revizyonlar açıklanmıştır. Aletsel gözlemlene doğrultusunda derin kazının güvenliği irdelenmiş ve hesaplamalarda bulunan deplasmanlar ile karşılaştırılmıştır.

Akasya Acıbadem Projesi incelemesinden sonra çıkarılan sonuçlar değerlendirilmiş ve tez çalışması tamamlanmıştır.

DEEP EXCAVATION SYSTEMS AND A SAMPLE TO DEEP EXCAVATIONS: AKASYA ACIBADEM PROJECT

SUMMARY

In recent years, increasing the cost value of the urban areas directs humans to use of basement floors. Construction of this substructure bring about the difficulties because of the adjacent buildings, roads and infrastructure. So that, importance of the excavation methods and the support systems is increased in civil engineering.

In the first part of this thesis mentions the importance of the deep excavations. Then the main excavation methods as full open cut methods, excavation with cantilever wall methods, braced excavation methods, anchored excavation methods, island excavation methods, top-down excavation methods and zoned excavation methods is discussed. Afterwards, advantages and disadvantages of this excavation methods is compared.

In the second part, the lateral forces affected the support systems due to the excavation is mentioned. The next section describes retaining systems. Retaining systems are grouped under two main headings; horizontal and vertical support systems. Then, this systems are compared in applying soil types and limiting aspect in construction.

After the deep excavation methods and support systems are explained, the earth retaining system for Akasya Acıbadem Project deep foundation excavation is given as a sample for deep excavation support systems. In this project at first, a geotechnical model of the soil is formed according to the soil investigations. Second, by using the engineering parameters of the soil layers, retaining system of excavation is designed. Then, problems during the excavation and revisions of the project are explained. Lastly, readings obtained at the end of the excavation from inclinometers which are used to measure the horizontal displacements are compared with the displacements predicted during the system analysis made at the design state.

Conclusions of the investigations of Akasya Acıbadem Project are evaluated and the thesis work is complete.

1. GİRİŞ

Kentleşmenin her geçen gün büyüdüğü günümüzde nüfusun artışından dolayı yapılaşma alanlarının azalması önemli bir sorun teşkil etmektedir. Bunun sonucunda arazi değerlerinde gözlenen artışlar, bireyleri mevcut alanları en iyi şekilde değerlendirmeye yönlendirmiştir.

Mimari olarak bodrum katlarda park alanları, depo alanları, kalorifer daireleri vb. alanların yer alması kullanım alanının kazanılmasını sağlamıştır. Alışveriş merkezleri gibi insanların günün belirli saatlerinde kalabalık olarak bulunduğu yapılarda özellikle otopark sorununun çözülmesi açısından bodrum kat sayıları artmaktadır. Bu artışın sonucunda yapının temel inşaatı için yapılacak kazı da derinleşmektedir. Kentsel bölgelerde, kazı alanına komşu alanlarda mevcut yapılar veya kamu alanlarının bulunması bu denli derin kazılara müsaade olanağını sınırlamıştır. Kazının komşu yapılara zarar vermeyecek derecede güvenli olabilmesi için kazı cephelerinde yeterli stabiliteyi sağlayacak iksa sistemlerinin oluşturulmasına ihtiyaç duyulmuştur.

İksa sistemlerinin oluşturulmasında öncelikle kazı metodunun belirlenmesi gerekmektedir. Belirlenen kazı metodu doğrultusunda oluşturulacak iksa sistemine etkiyecek kuvvetler hesaplanmalıdır. Kazı yapılacak bölgede zemin özellikleri kazı cephelerine etkiyecek yüklerin hesaplanmasında en önemli faktörüdür. Zeminin anizotropik yapısı dikkate alındığında gerilmeler her noktada farklılık gösterecektir. Bundan dolayı her derin kazı projesi, kazı bölgesindeki zemin koşulları dikkate alınarak hazırlanması gerekmektedir.

Yanal yüklerin karşılanması için iksa sisteminin düşey ve yatay taşıyıcı elemanlarının tipleri belirlenerek kesit ve deformasyon tahkikleri yapılmalıdır. Günümüzde bu işlemlerin yapılması bilgisayar ortamında hazırlanmış yazılım programları sayesinde kolaylaşmıştır.

Kazı ve iksa sistemi projesinin hazırlanması sonrasında uygulama safhası başlamaktadır. Çoğu şehir içinde yapılacak olan bu kazılarda, iksa projesi her ne

kadar dikkatli ve titiz bir çalışma ile oluşturulmuşsa da kazı cephelerinde oluşacak deplasmanlar ölçüm cihazları kullanılarak gözlenmeli ve sınır koşullarının aşmamasına dikkat edilmelidir.

İksa sistemleri oluşturulurken inşa maliyeti, zaman kaybı, gürültü ve kirlilik gibi olumsuz etkenlerde göz önünde bulundurulmalıdır.

2. DERİN KAZILAR VE KAZI METOTLARI

2.1 Derin Kazılar

Terzaghi (1943) tarafından kazıların stabilitesi üzerine yapılan çalışmalarda derinlikleri genişliklerinden küçük olan kazılara “sığ kazılar”, derinlikleri genişliklerinden büyük olan kazılara da “derin kazılar” tanımlaması yapılmıştır. Daha sonra bu tanımlamalarda, derinlik limiti 6 metre olarak belirlenmiş ve derinliği 6 metreden az olan kazılar, sığ kazılar olarak tanımlanmıştır. Sığ kazıların iksalama yöntemleri derin kazılara nispeten kolaydır (Ou, 2006).

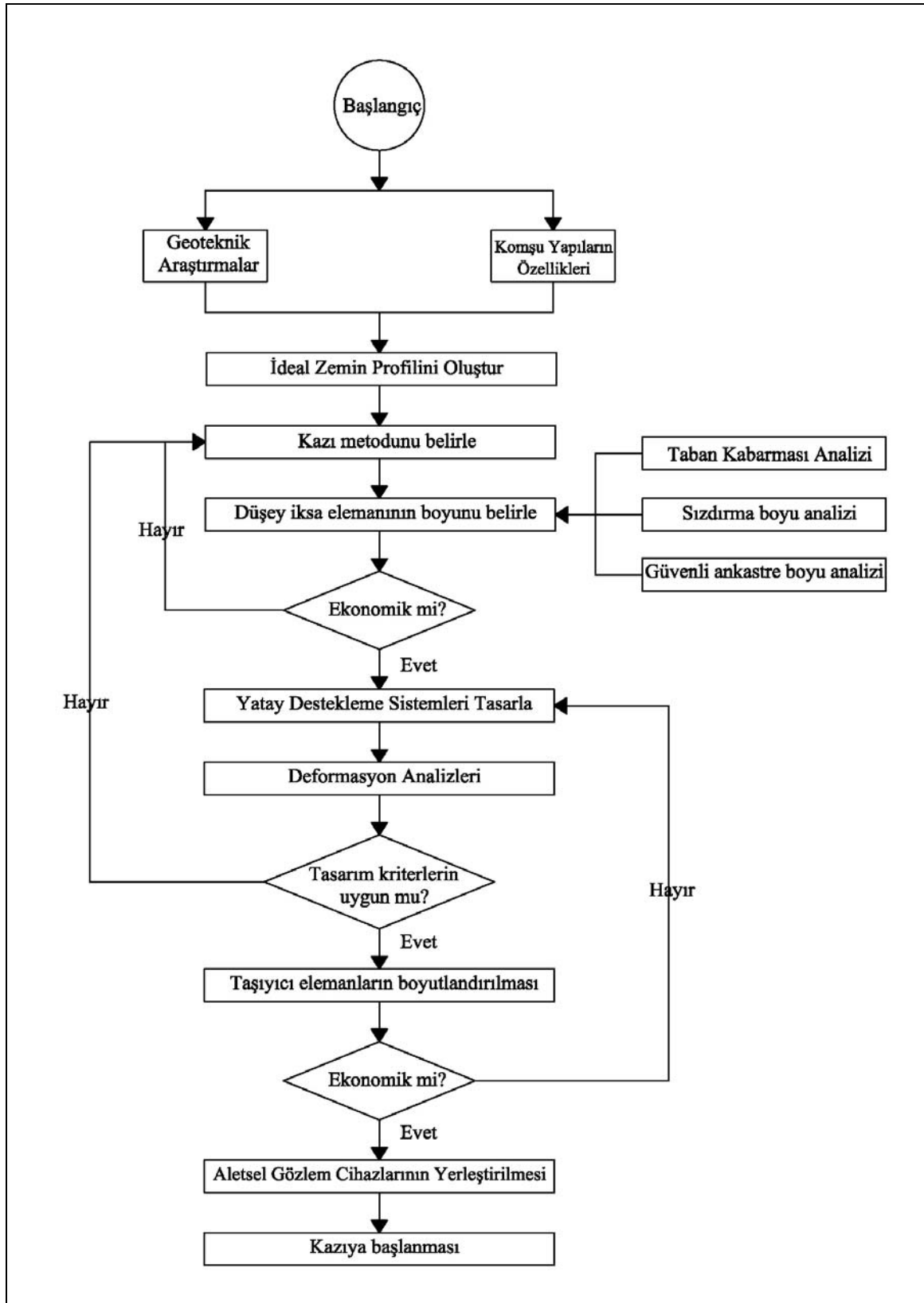
Derin kazıların analizi tipik bir yapı-zemin etkileşimi problemidir. Teorik olarak derin kazıların analizi, zeminin elastoplastik davranışı, zemin ile iksa yapısının etkileşimi ve kazı yöntemini içermektedir.

Derin kazılarda, kazıyı çevreleyen zeminin içe göçmesini önleme ve komşu yapılarda inşaat süresince olabilecek oturmalar ve yanal hareketlere karşı koruma yöntemleri değerlendirilmelidir. Bu durumlarda kazı çevresinin ve bitişik bölgelerin korunması ve çalışan personelin iş güvenliğinin sağlanması amacıyla kazı cephelerinin desteklenmesi gerekmektedir.

Bir derin kazı projesi, kazı yöntemi, yatay ve düşey destekleme sistemi, drenaj sistemi, aletsel gözlemlene sistemlerini içermelidir. Derin kazıların tasarım ve hesaplanmasında izlenecek genel uygulama adımları Şekil 2.1’de gösterilmektedir..

2.1.1 Geoteknik araştırmalar ve zemin etüdü

Derin kazı projelerinde, öncelikle kazı alt kotu belirlenmelidir. Bunun doğrultusunda, yapılacak kazı da karşılaşılabilecek zemin tabakaları hakkında bilgi edinebilmek için zemin etütleri yapılması gerekmektedir. Zemin profili, iksa sistemini belirleme ve kazı davranışı açısından önemlidir. Ayrıca kazı bölgesindeki yer altı suyu da kazı davranışını etkilemektedir.



Şekil 2.1 : Derin kazı projesinde uygulama adımları.

Projelendirme için kazı bölgesinde bulunan zemin tabakalarına laboratuvar deneylerinin de uygulanması gerekmektedir. Birim ağırlık tayini, su muhtevası, Atterberg limiti vb. deneyleri ile zeminin genel özellikleri, konsolidasyon ve mukavemet deneyleri ile de zeminin mekanik özellikleri belirlenmektedir.

2.1.2 Komşu yapıların özellikleri

Derin kazılar, kazı sahasının yanında bulunan yapılarda, yollarda veya tesislerde yatay deplasman ve oturmalara sebep olabilmektedir. Deplasman ve oturmaların çok fazla olduğu durumlarda, komşu alanlarda mevcut bina veya sosyal tesislerin taşıyıcı elemanları olan kolon ve kirişlerinde yapısal hasarlar oluşabilecektir. İzin verilebilir oturmalar; komşu yapıların temel sistemi, yapısal malzemesi, yapı tipi ve yapının yaşı ile orantılıdır. Bundan dolayı, komşu yapıların bodrum sayısı ve temel tabanı deriniği hakkında bilgiye sahip olunması gerekmektedir.

Ayrıca kazı bölgesi civarında bulunan yer altı yapıları, tüneller, atık su hattı, elektrik hattı vb. yapılar hakkında bilgilerin toplanması gerekmektedir. Kazı destekleme sisteminde ankrajların tercih edilebilmesi bu yapılara zararlar verilebileceği göz önünde bulundurulmalıdır (O'Rourke and Hobelman, 1992).

2.1.3 Kazı bölgesinin topoğrafik bilgisi

Kazı bölgesinin şekli, alanı, topoğrafik durumu ve kazı yüksekliği iksalama sisteminin belirlenmesi açısından önemli etkenlerdir. İksa cephelerine etki edecek yanal toprak basınçlar yükseklikle orantılı olduğu için bölgedeki topoğrafik çalışmaların itinalı bir şekilde yapılması gerekmektedir.

2.1.4 Kazı bölgesi civarında yapılmış kazıların bilgisinin toplanması

Kazının yapılacağı bölgenin yakınlarında daha önceden yapılmış olan kazılar varsa, bölgedeki zemin koşulları hakkında önemli bir bilgi kaynağı olacaktır. Bu bilgiler sayesinde kazı projesi daha güvenli bir şekilde yapılacaktır.

2.1.5 Zemin iyileştirme yöntemleri

Kazı esnasında karşılaşılan zayıf zemin tabakaları, yüksek debili ve basınçlı yer altı suyu, hasarlı komşu yapılar vb. sebepler kazıyı güçleştirebilir. Kazı esnasında bu sorunların düzeltilmesi pahalı sonuçlara sebep olacaktır. Bunun için gerekli görülen bölgelerde kazı öncesinde zemin iyileştirme yöntemleri ile tedbirler alınmalıdır.

2.1.6 Derin kazı hesap kriterleri

Derin kazı hesapları; stabilite, deformasyon ve gerilme hesaplarından oluşmaktadır. Stabilite hesapları da; nihai göçme analizi, taban kabarması analizidir. Bu analizler iksa düşey elemanının soket boyunu belirlemektedir.

Deformasyon analizleri olarak iksa sisteminde oluşan yanal deformasyon, kazı alanı dışında oluşan oturmalar incelenmektedir. İksa sisteminde oluşan yanal deformasyonlar kazı yöntemi ve iksa sistemine komşu yapıların güvenliği için belirlenmelidir.

Gerilme analizleri, yatay destekleme sisteminin taşıma kapasitesi ve düşey elemanın kesme ve eğilme momentine karşı mukavemetini içermektedir. Düşey elemenda oluşacak gerilmelerin bilinmesi için yatay desteklemelerden gelecek kuvvetlerin belirlenmesi gerekmektedir. Hesaplanan gerilmeler doğrultusunda taşıyıcı elemanların boyutlandırması yapılacaktır (Ou, 2006).

2.1.7 Yatay destekleme sisteminin belirlenmesi

Yatay destekleme sistemleri, iksa cephelerine etkiyecek olan toprak basınçlarını karşılamak için kullanılmaktadır. Başlıca kullanılan sistemler boru destekler, öngermeli ankrajlar veya zemin çivileridir. Yatay taşıyıcı elemanların yataydaki ve düşeydeki aralıkları, yatay toprak basıncı, deformasyonlar ve seçilen destek elemanının taşıma gücüne göre belirlenmektedir.

2.1.8 Aletsel gözlemler

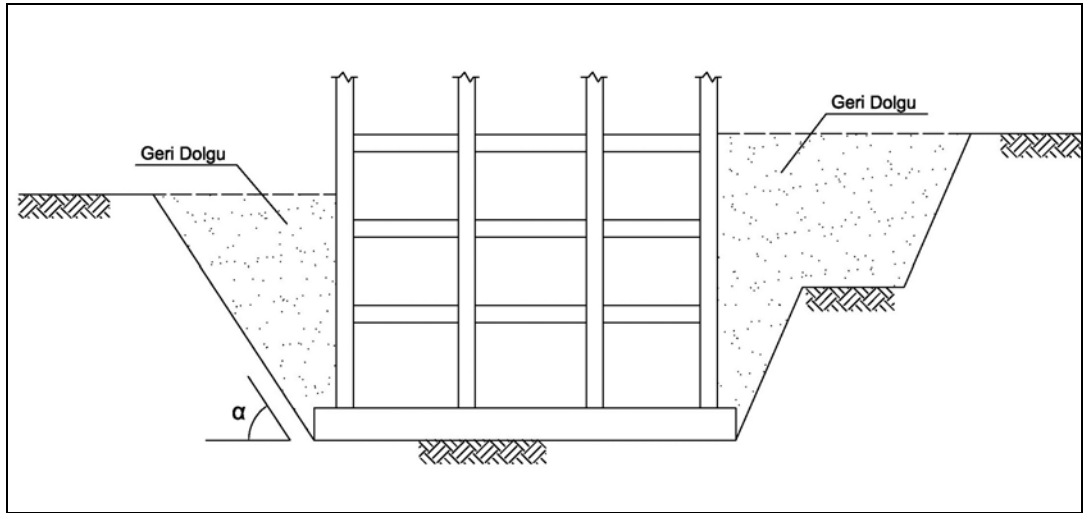
Derin kazı projeleri geoteknik araştırmalar, laboratuvar deneyleri, zemin mekaniği teoremlerine dayanan ve titizlikle yapılan analizler sonucu oluşturulmaktadır. Mühendislik bilgi ve tecrübeleri kullanılarak ideal zemin profili oluşturulmasına rağmen zemin tabakalarının anizotropik yapısından dolayı oluşacak belirsizlikler göz önüne alınmalıdır. Bu belirsizlik kazı esnasında aletsel gözlemler yapılarak bir nevi giderilebilmektedir. Gözlemler doğrultusunda beklenmedik deformasyon ve gerilme değişimlerine zamanında müdahale edilebilmektedir. Kazı güvenliği için deformasyon ve gerilme gözlemlerinde süreklilik sağlanmalıdır. Kazının boyutuna göre gözlem tesislerinin adetleri ve yerleri belirlenmelidir.

2.2 Kazı Metotları

Başlıca kullanılan kazı metotları; açık kazı metodu, konsol perdeler ile kazı metodu, iç destekli kazı metodu, ada kazısı metodu, ankrajlı kazı metodu, top-down kazı metodu, anolar halinde kazı metodudur (Ou, 2006). Kazı yönteminin seçiminde inşaat bütçesi, iş süresi, yapı inşaa alanı, komşu yapılar, bu yapıların temel sistemleri hakkında bilgilerin olması önemlidir.

2.2.1 Açık kazı metodu

Açık kazı yöntemi; emniyetli şevler ile yapılan kazı yöntemi olup Şekil 2.2’de gösterilmiştir.



Şekil 2.2 : Şevli kazı metodu.

Kazı derinliğinin az olduğu yerlerde şevli kazıların yapılması ekonomik bir çözümdür. Fakat şevli kazılarda, çevre alanlar işgal edileceği için bu bölgelerde kazıdan dolayı zarar görebilecek herhangi bir yapının bulunmaması gerekmektedir. Ayrıca kazı derinliğini fazla olduğu durumlarda, kazı hacmine ilave hafriyat miktarı eklenecek ve bu da maliyeti olumsuz etkileyebilecektir. Yapının tamamlanması sonrasında yapı ile şev arasında doldurulacak geri dolgu miktarları da göz önüne alınması gerekmektedir.

2.2.2 Konsol perdeler ile kazı metodu

Kazı derinliği doğrultusunda oluşacak yanal toprak basınçlarının konsol elemanlar ile taşınması sonucunda yapılacak olan kazı yöntemidir. Kazı elemanlarının taşıma gücü dışında deformasyon sınırları da göz önüne bulundurulmalıdır. Konsol eleman

olarak Şekil 2.3'te gösterilen fore kazıklar, diyafram duvarlar, kuyu tipi betonarme perdeler ve palplanşlar kullanılabilir.



Şekil 2.3 : Konsol iksa perdeleri ile kazı metodu.

Konsol perdeler ile yapılacak kazı yönteminde şevli kazıların aksine geri dolgu sorunu oluşmamaktadır. Konsol elemanlara etki edecek yanal toprak basınçları ve bu basınçlar doğrultusunda konsol kısımda oluşacak deplasman miktarı göz önüne alınarak boyutlandırmalar yapılır. Kazı derinliğinin artması, etki edecek konsol kuvvetlerin büyümesine ve bunun sonucunda yapı elemanında kesit büyümesi ve düşey elemanın zemin içerisinde kalacak soket boyunun uzamasına sebep olacaktır.

2.2.3 İç destekli kazı metodu

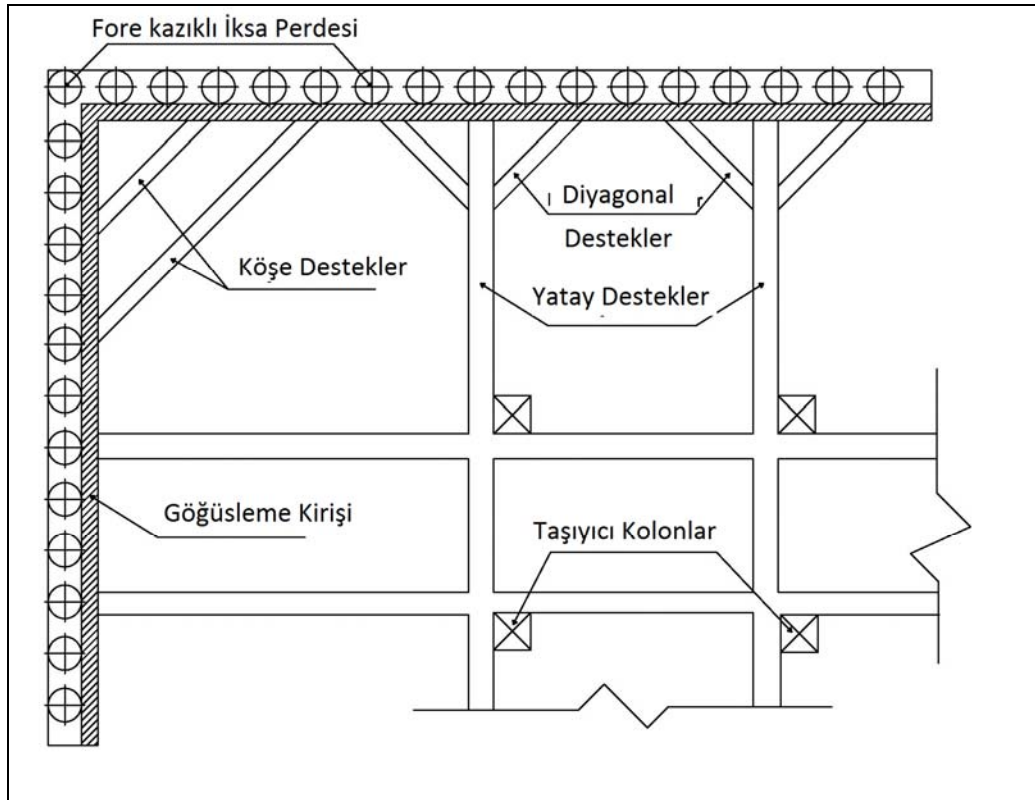
Kazı esnasında iksa perdelerine etkiyecek toprak basınçlarının, kazı içerisine yerleştirilen yatay desteklere taşıtılmasına iç destekli kazı metodu denir.

Destekleme sistemini Şekil 2.4'te gösterildiği gibi yatay destekler, göğüsleme kirişleri oluşmaktadır. Göğüsleme kirişleri, kazı cephesinden gelen toprak basınçlarını yatay desteklere aktarmada kullanılır. Gerekli görülen durumlarda köşe ve diyagonal destekler de göğüsleme kirişlerinde oluşacak momenti azaltmaya yardımcı olmak üzere kullanılabilir. Geniş açıklıklarda oluşturulan yatay destek sistemlerinin kendi ağırlıklarından dolayı göçme sorunu ortaya çıkmaktadır. Bu

durumlarda yatay destekleme sistemlerinin taşınması için düşey elemanlar tasarlanmalıdır.

Destekli kazılarda inşaa programını belirtecek olursak;

- a. Taşıyıcı düşey elemanların (diyafram duvar, fore kazık vb.) oluşturulması
- b. İlk kademenin kazısının yapılması
- c. Göğüsleme kirişlerinin oluşturulması ve yatay desteklerin bu kirişlerle bağlantılarının yapılması
- d. Alt kademe kazılarının yapılması ve aynı şekilde yatay desteklerin yerleştirilmesi
- e. Yapı temelini inşaa edilmesi
- f. Yapı üst kademelere yükseldikçe yatay destekleme elemanlarının kaldırılarak yapı döşemelerinin oluşturulması



Şekil 2.4 : İç destekli kazı metodu.

Destekli kazılar çalışma alanlarını sınırlasa da, her türlü kazı alanı ve derinliğinde yapılabileceği için tercih edilmektedir. Desteklerin imalat boylarının sınırlı olması bir dezavantajdır. Gerekli boyda desteğin oluşturulması esnasında istenilen aks doğrultusu sağlanmadığı takdirde yatay desteklere ilave yükler etkiyebilecektir.

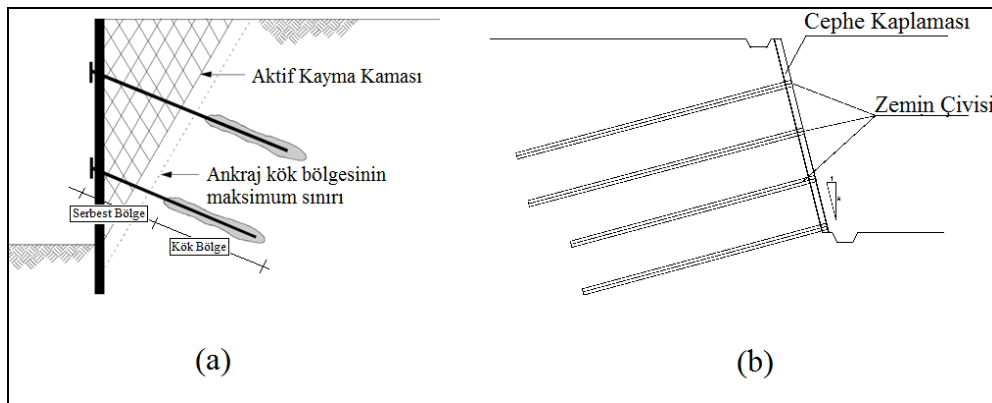
2.2.4 Ankrajlı kazı metodu

Ankrajlı kazı metodu, iksa cephelerinde etki eden toprak basınçlarının ankrajlar ile cephe gerisinde yer alan zemin tabakasına taşıtılmasını prensip edinmektedir. Ankrajlar pasif ankraj (zemin çivileri) ve aktif ankraj (öngermeli zemin ankrajları) olarak ikiye ayrılır.

Şekil 2.5.b’de gösterilen zemin çivileri kaya bulonları olarakta bilinmektedir. Kaya zeminlerde uygulanan zemin çivileri, zeminin kesme dayanımının artırılmasını sağlayarak, yatay ve düşey yer değiştirmeleri önlemektedir. Kaya yüzeylerinde cephe bütünlüğünü sağlamak üzere cephe kaplaması yapılması gerekmektedir. Zemin çivileri iksa cephesinde oluşacak yatay deplasman sonucunda yük taşımaya başlamaktadır.

Öngermeli ankrajlar, cepheye etki eden yanal toprak basınçlarını aktif kayma kamasının dışında yer alan zemine ileten elemanlardır. Şekil 2.5.a’da gösterilen öngermeli ankrajlar serbest bölge ve kök bölge olarak iki ana kısımdan oluşmaktadır. Aktif kayma kamasının dışında bulunan ve zemin tabakası içerisinde enjeksiyonlanan kısım kök bölgedir. Aktif kayma kaması içerisinde bulunan enjeksiyonsuz kısım ise serbest bölgedir. Serbest bölgeye etki eden aksel yükler altında halatlar deformasyon yapacaktır. Halatların yapacağı deformasyonlar iksa cephesinde de aynı şekilde oluşacak ve iksa sistemine olumsuz etkiler yaratacaktır. Bundan dolayı ankraj halatlarına öngerme yükler uygulanarak, deformasyonlar minimize edilmektedir.

Ankrajlı sistemlerde, rotari veya darbeli makineler yardımıyla istenilen derinlikte delgiler açılmakta ve bu delgilerin içerisine ankraj elemanları yerleştirilerek istenilen bölgelere enjeksiyonlama işlemi yapılmaktadır.



Şekil 2.5 : Ankrajlı kazı metodu.

Ankrajlı kazılarda uygulama adımları şu şekildedir;

- a. İksa perdeleri oluşturulduktan sonra belirlenen şev ile ilk kademe kazısının yapılması
- b. Belirlenen kot ve açılar ile ankraj delgilerinin yapılması
- c. Açılan delgilere hazırlanmış olan ankrajların yerleştirilmesi
- d. Enjeksiyon işleminin yapılması
- e. Öngermeli ankraj uygulamasında prizini tamamlamış ankrajların belirlenen yüklerde öngermeler yapılarak kilitlenmesi
- f. Zemin çivilerinde ise belirlenen tork kuvvetleri ile bulonların sıkılması
- g. Alt kademe kazısının açılması ve ankraj imalatının tekrarlanması
- h. Temel kazı kotuna ulaşarak yapı temelini inşaa edilmesi
- i. Bina döşemeleri oluşturularak iksa sisteminin görevini tamamlaması

Ankrajlı kazı yöntemi, derin kazılarda yüksek verim, proje süresinin kısılması ve geniş alanlarda güvenli kazı alanı oluşturulmasından dolayı tercih edilmektedir. Fakat zayıf zemin tabakalarında uygulandığı zaman ankraj yüklerinin düşük olması ve dolayısıyla adedindeki artış göz önüne alınmalıdır.

Ankrajlar, iksa alanı dışındaki bölgelerde uygulanacağı için kazı yönteminin seçilmesinde kazı bölgesi civarında bulunan mevcut yer altı yapıları ve komşu yapı bodrum katları dikkate alınmalıdır.

2.2.5 Ada kazısı metodu

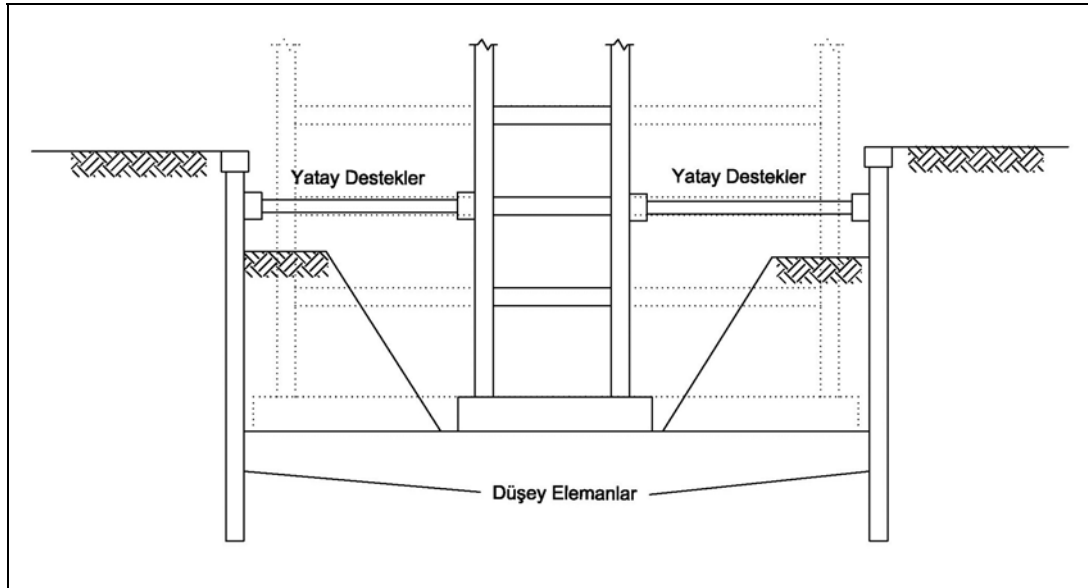
Ada kazı metodu, şevli kazı ile kazı alanının ortasının temel kotuna indirilerek üst yapının bu kısmının inşaa edilmesi ve iksa sisteminin yatay elemanlarla yapıya mesnetlendirilerek kazının tamamlanması işlemidir. Şekil 2.6'da gösterilen ada kazısı yönteminin uygulama kademelerini listeleyecek olursak;

- a. İksa düşey elemanlarının oluşturulması
- b. Belirlenen şev ile kazı yapılarak, kazı alanının orta kısmının kazı alt kotuna getirilmesi
- c. Açılan bölgede yapı temeli ve üst yapı inşasına başlanması

- d. Üst yapı belirlenen kotlara ulaştığında, iksa düşey elemanları, yatay destekler ile üst yapıya mesnetlendirilmesi
- e. Şev olarak bırakılan kısmın kazısının yapılarak kademe kademe belirlenen yatay desteklerin konulması ve kazı alt kotuna ulaşılması
- f. Üst yapının kalan kısmının temeli inşaa edilerek yapının yükseltilmesi
- g. Üst yapının yatay destek kademelerine gelmesi durumunda desteklerin kaldırılarak inşaatın tamamlanması

Ada kazısının projelendirilmesi esnasında iksa perdelerine şevden dolayı etkiyecek pasif toprak basıncı, normal koşullarda hesaplanan basınçtan daha az olacaktır. Özellikle yumuşak zeminlerde, düşey elemanda oluşacak büyük miktarda deplasmanlara karşı çevre yapıların hassasiyeti kontrol edilmelidir.

Ada kazısı yönteminin tercih nedeni yatay destek elemanlarının sayısının iç destekli kazı ve ankrajlı kazı yöntemlerinden daha az olmasıdır. Kazı alanının büyük olduğu derin kazılarda iç destekleme sisteminde çok uzun yatay desteklerin çıkmasına, ankrajlı kazı sisteminde ise çok sayıda ankraj adedine sebep olacaktır.



Şekil 2.6 : Ada kazısı metodu.

Ada kazısı yönteminde yatay desteklerin ana yapı ile bağlantı noktalarına dikkat edilmesi gerekmektedir. Bağlantı noktalarında oluşacak hatalardan dolayı düşey elemanlarda beklenmedik deplasmanlar oluşabilir.

incelenmelidir. Bundan dolayı yukarıdan aşağı inşaa yönteminde genellikle kazıklı temeller tercih edilmektedir. Kazı metodunun uygulama adımlarını listelersek;

- a. İksa perdelerinin imal edilmesi
- b. Fore kazıkların imal edilmesi ve çelik kolonların bu kazıklara mesnetlendirilmesi
- c. İlk kademe kazısının yapılması
- d. Birinci bodrum döşemesinin imal edilmesi
- e. Üst yapının inşaa edilmeye başlanması
- f. İkinci kademe kazısı ve takibinde ikinci bodrum kat döşemesinin oluşturulması
- g. Temel derinliğine inilene kadar aynı prosedürün uygulanarak bodrum döşemelerinin imal edilmesi
- h. Yapı temelinin oluşturularak kazının tamamlanması

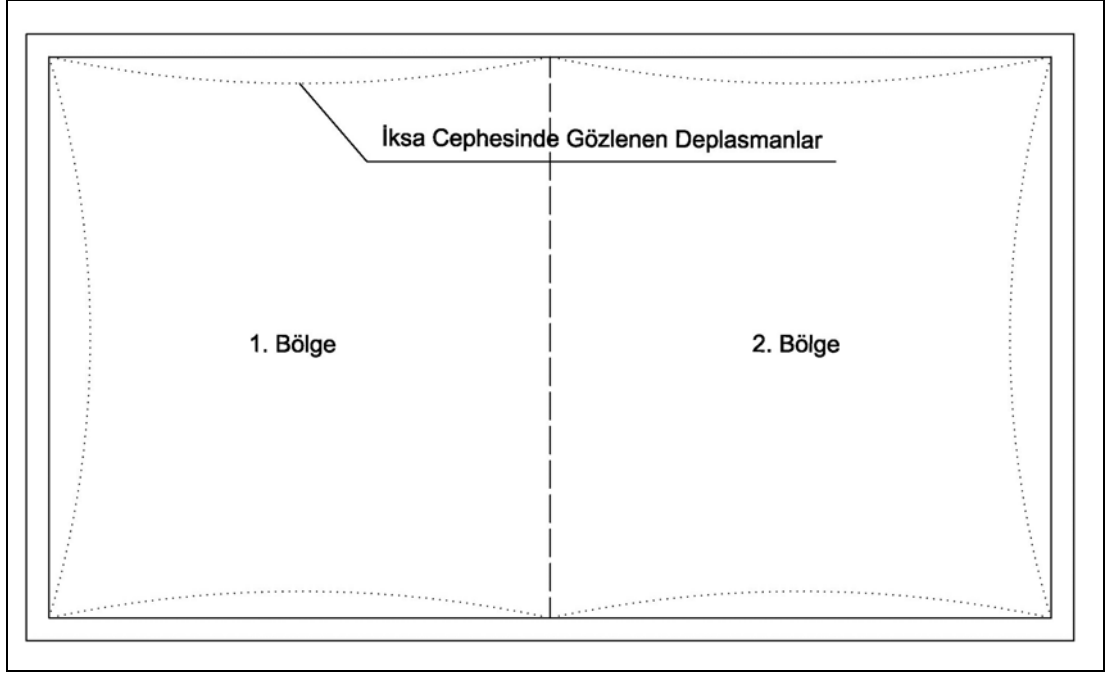
Top-down kazı metodu üst yapı ve kazının aynı anda yapılması bakımından iş süresini kısaltmaktadır. Döşemelerin yatay desteklerden daha rijit elemanlar olduğu göz önüne alınırsa kazı daha güvenli bir ortamda ilerleyecektir. Fakat kazı yapılan bodrum katlarında oluşacak ı ışık ve havalandırma sorunu kazı çalışmalarını olumsuz etkileyecektir. Ayrıca fore kazıkların imal edilmesi kazının maliyeti artıracğından dolayı bir dezavantajdır.

2.2.7 Anolar halinde kazı metodu

Derin kazı esnasında, cephelerin orta kısmında oluşacak deformasyonlar köşelerdekinden daha fazladır. Cephenin uzunluğu bu deformasyonlarla doğru orantılı olacağı için uzun cephelerde deformasyon daha fazla olacaktır. Fakat kazı alanında Şekil 2.8’de gösterildiğı gibi bölgeler halinde kazı yapılırsa cephe uzunlukları azaltılmış olacağından güvenli bir kazı ortamı oluşturulabilir.

Anolar halinde kazı yapılırken seçilen bir bölgenin ilk kademe kazısının yapılacak ve yatay destekleme sistemi oluşturulacaktır. Seçilen bölgenin güvenliğı sağladıktan sonra komşu bölgenin kazısına başlanacak ve yatay destekleme sistemi tamamlanacaktır. Böylelikle kazı cephesinin uzunluğu azaltılarak cephede oluşacak deplasmanlar minimize edilmektedir.

Bölgeler halinde kazı metodunu kazı süresini artıracğı için iş süresinde kayba sebep olmaktadır.



Şekil 2.8 : Analar halinde kazı metodu.

3. İKSA SİSTEMİNE ETKİYEN YÜKLER

3.1 Yanal Toprak Basıncı

İksa sistemine etki edecek olan en önemli yük yanal toprak basıncıdır. Yanal toprak basıncı zeminin kayma dayanımı parametrelerine, zeminin birim hacim ağırlığına, kazı derinliğine, iksa perdesinin deplasman oranına ve yer altı su seviyesine bağlıdır (Das, 1999).

Belirli bir derinlikteki düşey efektif gerilme σ'_v , bu noktadaki yatay toprak basıncı σ_h ise;

$$\sigma_h = K * \sigma'_v \quad (3.1)$$

Burada “K” yanal toprak basıncı katsayısıdır. Yanal toprak basıncı katsayısının belirlenmesi ile ilgili en önemli iki teorem plastisite teorisine uyan Rankine Teoremi ve kama teorisine uyan Coulomb Teoremidir.

3.1.1 Rankine teoremi

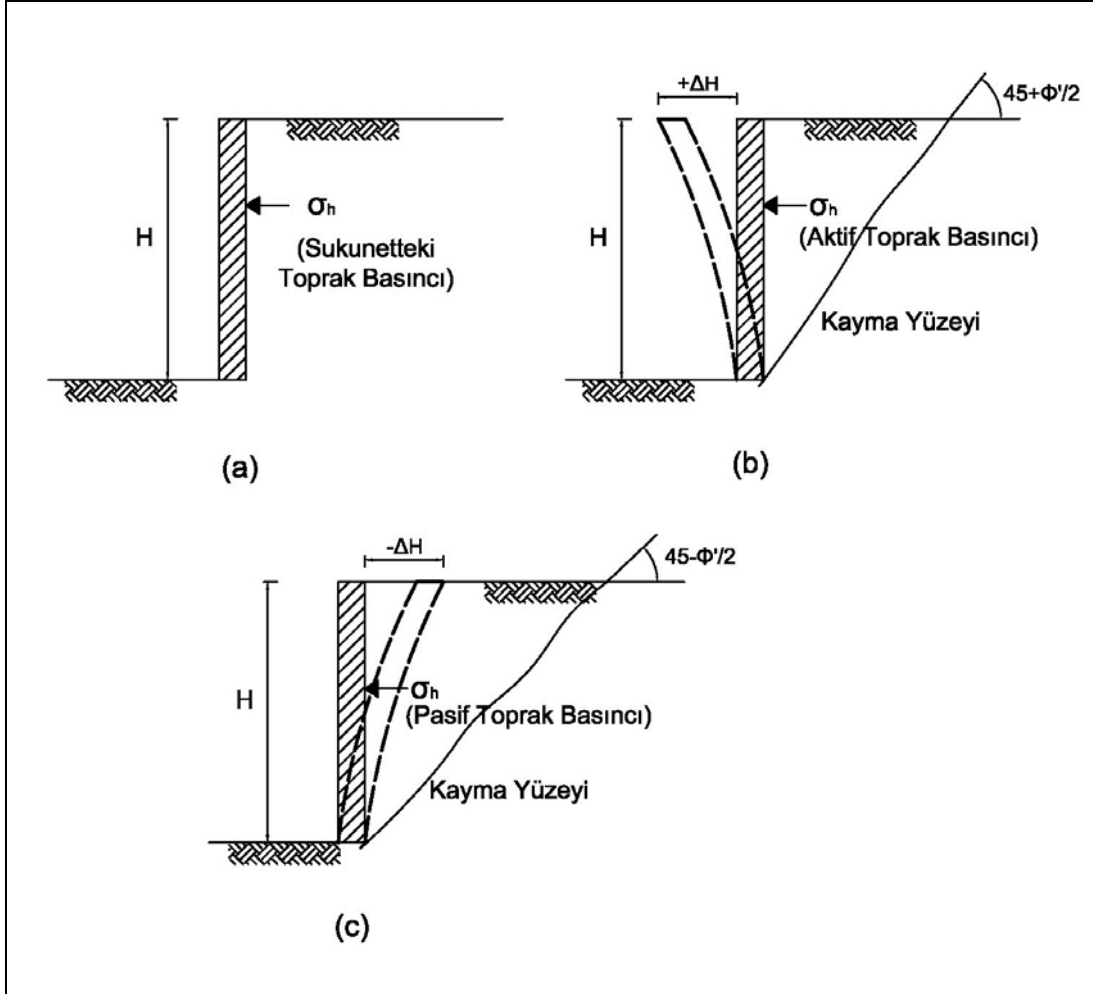
Rankine (1857) teoreminde zemin homojen, izotrop ve istinat duvarı ile zemin arasında sürtünme olmadığı kabul edilmektedir.

Rankine teorisi; zemin ortamının plastik denge durumuna ulaştığı andaki gerilmeleri dikkat almaktadır. Zemin ortamının her noktasında kırılma varsa, öyle bir duruma plastik denge denilmektedir. Zemin sükûnetteki durumu ise elastik denge olarak tanımlanmaktadır (Uzuner, 2005).

Şekil 3.1 ‘de belirli bir yükseklikteki bulunan iksa perdesinde oluşacak deplasmanlar gözlenirse;

a.İksa perdesi deplasman oluşturmayaacak derecede rijit tasarlanmış olabilir. Şekil 3.1.a’da gösterilen bu durumda iksaya etki eden toprak basıncı, sükûnetteki toprak basıncı olarak tanımlanmıştır.

b.İksa perdesi kazı yapılan bölgeye doğru deplasman yaparak iksa gerisindeki zemin genişletmeye ve bir süre sonra göçmesine sebep olur. Şekil 3.1.b’de gösterilen zemin göçmesinin yaşanacağı noktada iksaya etki eden basınç, aktif toprak basıncıdır.



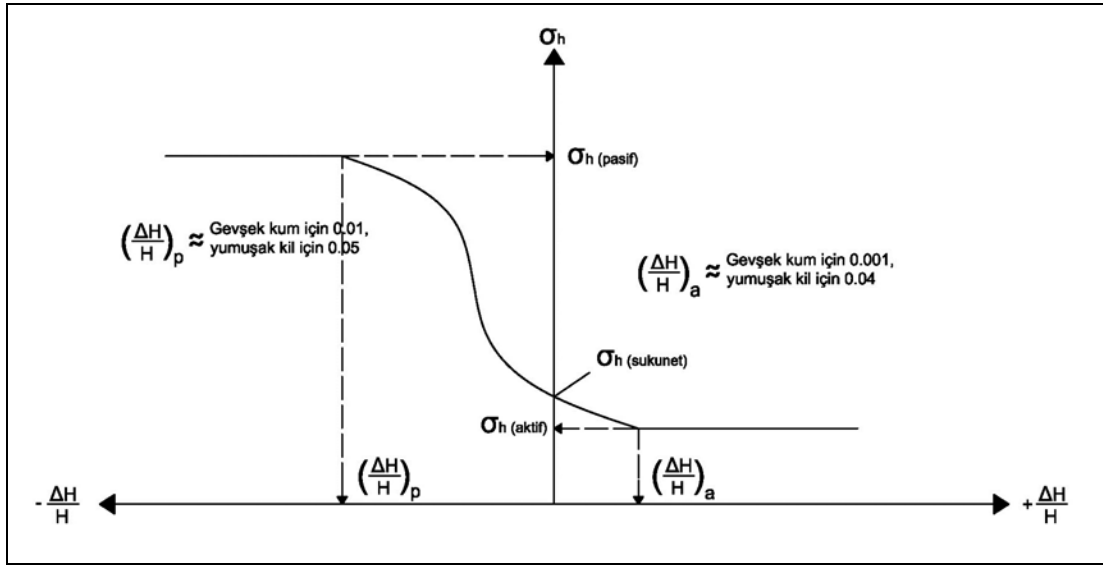
Şekil 3.1 : İksa perdelerinde etkiyecek yanal toprak basınçları (Das, 1999).

c.İksa perdesi kazı yapılan bölgenin tersi yönünde hareket ederek iksa arkasındaki zemini sıkıştırmaya başlar. Şekil 3.1.c’de belirtilen bu durumda zeminin iksaya etkilediği basınç pasif toprak basıncı olarak tanımlanmıştır.

Yanal toprak basınçlarının aktif ve pasif toprak basınçlarına ulaşabilmesi için cephede oluşacak maksimum deplasman miktarları Şekil 3.2’de belirtilmektedir.

3.1.1.1 Sükûnetteki toprak basıncı

Zemin ortamında herhangi bir deformasyon olmadığı koşulda iksa perdesine etki edecek toprak basıncıdır. Sükûnetteki durum için yanal deformasyonlar olmadığı için;



Şekil 3.2 : İksa perdelerinde oluşabilecek deplasmanlar (Das, 1999).

$$\varepsilon_x = [\sigma_x - \nu(\sigma_y + \sigma_z)] / E = 0, \quad \sigma_z = \gamma z, \quad \sigma_x = \sigma_y \quad (3.2)$$

Burada ν poisson oranıdır. Eşitlikler sağlandığı koşulda, sukunet durumunda yatay toprak basıncı katsayısı;

$$K_0 = \frac{\nu}{1 - \nu} \quad (3.3)$$

olarak bulunmaktadır (Das, 1999).

Zeminlerde sukunetteki toprak basıncı katsayısı;

$$K_0 = 1 - \sin \Phi \quad (3.4)$$

olarak alınabileceği savunulmaktadır. Burada Φ içsel sürtünme açısıdır. Aşırı konsolide killerde bu değer;

$$K_0 = (1 - \sin \Phi') \sqrt{AKO} \quad (3.5)$$

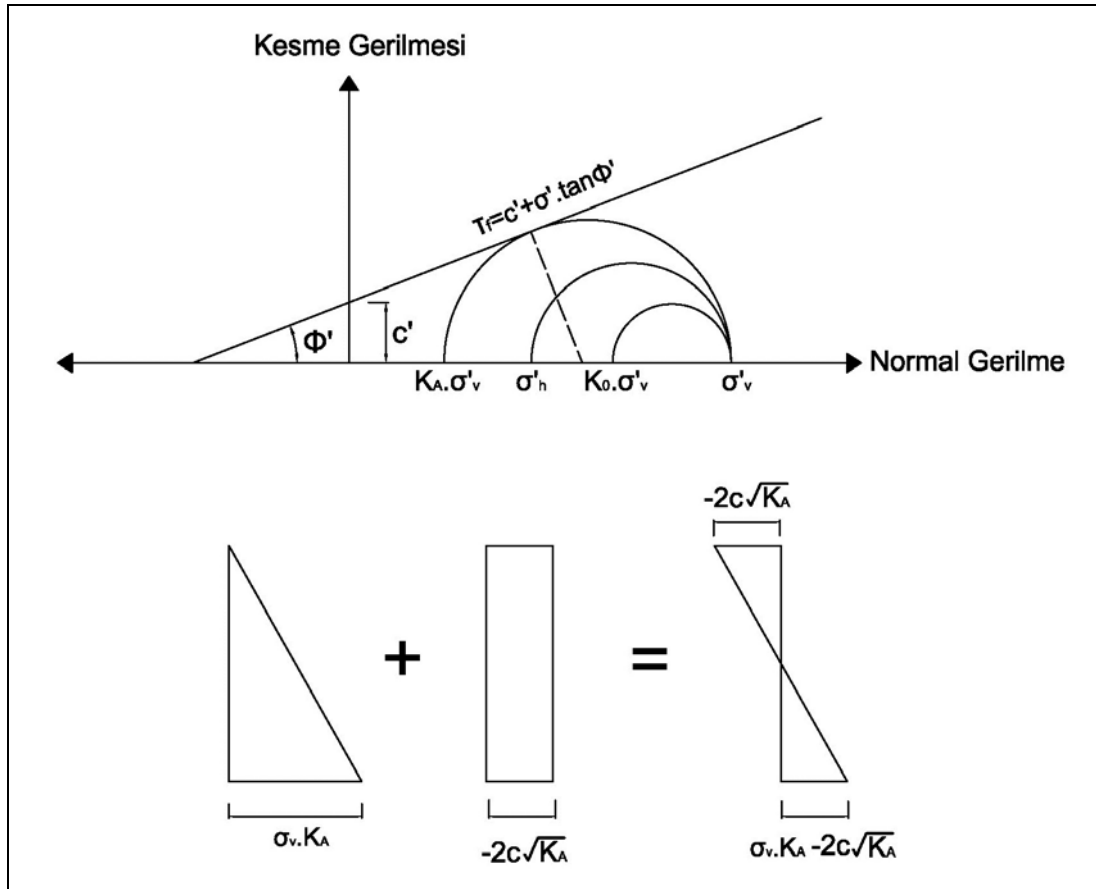
şeklinde verilmektedir. Çizelge 3.1’de K_0 için bazı tipik değerler verilmektedir.

Çizelge 3.1 : Zemin cinsine göre tipik K_0 değerleri (Uzuner, 2005).

Zemin Cinsi	K_0
Gevşek Kum	0,4
Sıkı Kum	0,6
Yumuşak Kil	0,6
Sert Kil	0,5

3.1.1.2 Aktif toprak basıncı

İksa duvarı deplasman yaptığından zemin tabakası yanal genişlemeye tabi tutulmakta ve aktif durum oluşmaktadır. Zeminin kesme mukavemeti genişleme yüzünden ters yönde etki ettiği için zemin kütlesi içinde kesme direnci gelişir. Sonuçta iksaya etkiyen yanal toprak basınçları azalır ve sukunet basınçlarının altına düşer. Zeminin maksimum kesme direncini geliştirmeye yetecek kadar yanal hareket meydana geldiğinde iksaya etkiyen yanal basınç tutulan zemin kütlesi içinde en aza inecektir. Zeminin kesme mukavemetine dayalı minimum yanal toprak basıncı koşuluna aktif toprak basıncı denilmektedir (Mccarthy, 2010).



Şekil 3.3 : Rankine aktif toprak basıncı (Das, 2008).

Aktif toprak basıncı katsayısı Denklem 3.5'te verilmiştir.

$$K_a = \tan^2(45 - \Phi/2) \quad (3.6)$$

olarak hesaplanmaktadır. Şekil 3.3'te gösterilen $c \neq 0$ ve $\Phi \neq 0$ durumu için aktif toprak basıncı ;

$$\sigma'_a = \gamma' z K_a - 2c' \sqrt{K_a} \quad (3.7)$$

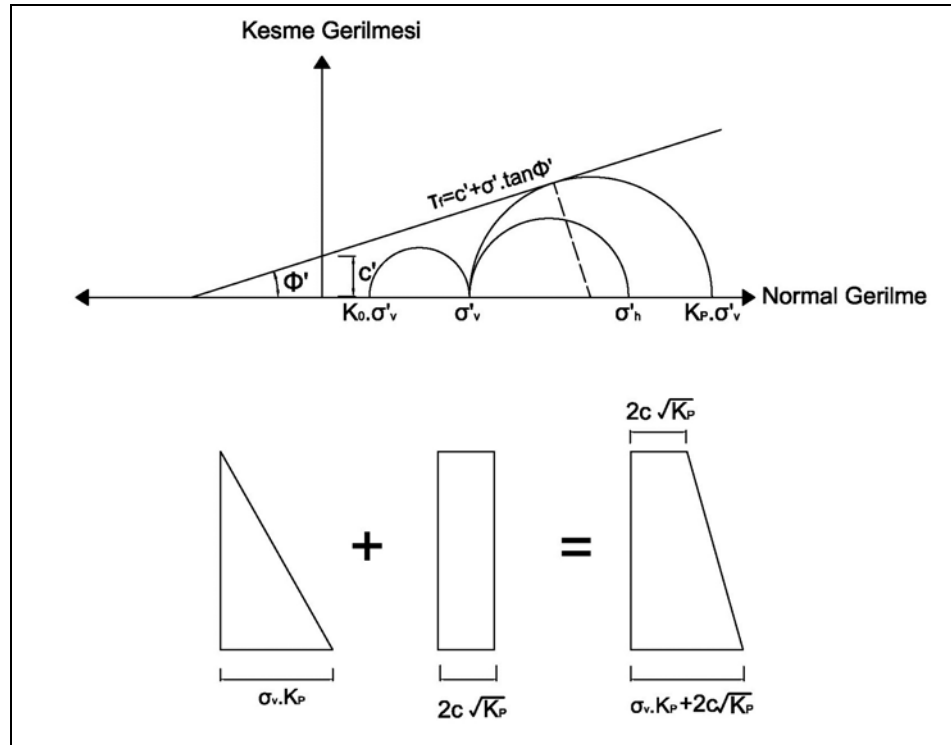
olmaktadır.

İstinat yapısına aktif toprak basıncın etkimesi için cephede oluşması gereken deplasman oranları granüler zeminler için $0,001H \sim 0,004H$, kohezyonlu zeminler içinde $0,01H \sim 0,04H$ olması gerekmektedir (Sağlam, 2002).

3.1.1.3 Pasif toprak basıncı

Eğer zemin yanal bir sıkışmaya tabi tutulursa pasif etki söz konusudur. Düşey gerilme sabit iken yatay gerilme artarak bir müddet sonra zemin göçerek sabit bir değer alır (Şekil 3.4). Bu noktada oluşan maksimum basınca pasif toprak basıncı denilmektedir. Pasif toprak basıncı katsayısı;

$$K_p = \tan^2(45 + \Phi/2) \quad (3.8)$$



Şekil 3.4 : Rankine pasif toprak basıncı (Das, 2008).

Şekil 3.4'te gösterildiği gibi $c \neq 0$ ve $\Phi \neq 0$ durumu için pasif toprak basıncı;

$$\sigma'_p = \gamma' z K_p + 2c' \sqrt{K_p} \quad (3.9)$$

olarak hesaplanmaktadır.

İstinat yapısına pasif toprak basıncın etkimesi için cephede oluşması gereken deplasman oranları Çizelge 3.2'de verilmektedir (Sağlam, 2002).

Çizelge 3.2 : Pasif toprak basıncının etkimesi için deplasman oranları.

Zemin Cinsi	Deplasman Oranı
Gevşek Kum	0,01H
Sıkı Kum	0,005H
Yumuşak Kil	0,05H
Sert Kil	0,01H

3.1.2 Coulomb teoremi

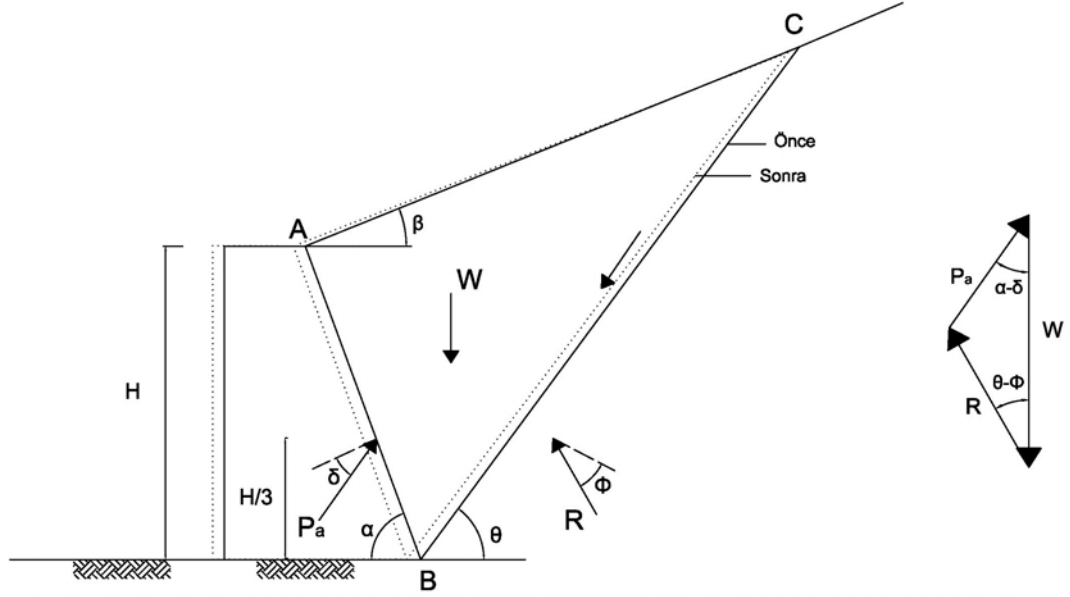
Coulomb (1776) yanal toprak basıncı ile ilgili Rankine'den farklı olarak kama teorisini baz almış ve istinat duvarı ile zemin arasında sürtünme olduğunu kabul ederek çalışmalar yapmıştır. Ayrıca çalışmaları esnasında duvar arkasındaki zeminin kohezyonsuz olduğunu varsaymıştır (Das, 2008).

3.1.2.1 Aktif toprak basıncı

Coulomb, aktif durumda istinat perdesi gerisinde bulunan kohezyonsuz zeminlerde oluşan üçgen kamanın Şekil 3.5'te belirtildiği gibi aşağı doğru hareket ettiğini varsaymıştır.

ABC kaması dengede olup, kamaya etkiyen kuvvetler; ABC kamasının kendi ağırlığı W , BC kayma düzlemi boyunca etkiyen R bileşke kuvveti ve AB düzlemi boyunca etkiyen P_a aktif bileşke kuvvetidir.

Kama aşağı doğru hareket ettiği için, P_a ve R kuvvetleri, sürtünmelerden dolayı, yüzey normalleri ile, hareket yönünün tersi tarafta, sırayla δ (duvar ile zemin arasındaki sürtünme açısı) ve Φ (zeminin içsel sürtünme açısı) açısı yaparlar. 3 kuvvetin dengesi yazılıp, P_a aktif bileşke kuvvetinin maksimum olması koşulu kullanılırsa, aktif toprak basıncı katsayısı Denklem 3.9'da gösterilmiştir (Uzuner, 2005).



Şekil 3.5 : Coulomb aktif toprak basıncı(Uzuner, 2005).

$$K_a = \frac{\sin^2(\alpha + \Phi)}{\sin^2 \alpha \cdot \sin(\alpha - \delta) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\Phi + \delta) \cdot \sin(\Phi - \beta)}{\sin(\alpha - \delta) \cdot \sin(\alpha + \beta)}} \right]^2} \quad (3.10)$$

olarak hesaplanmaktadır.

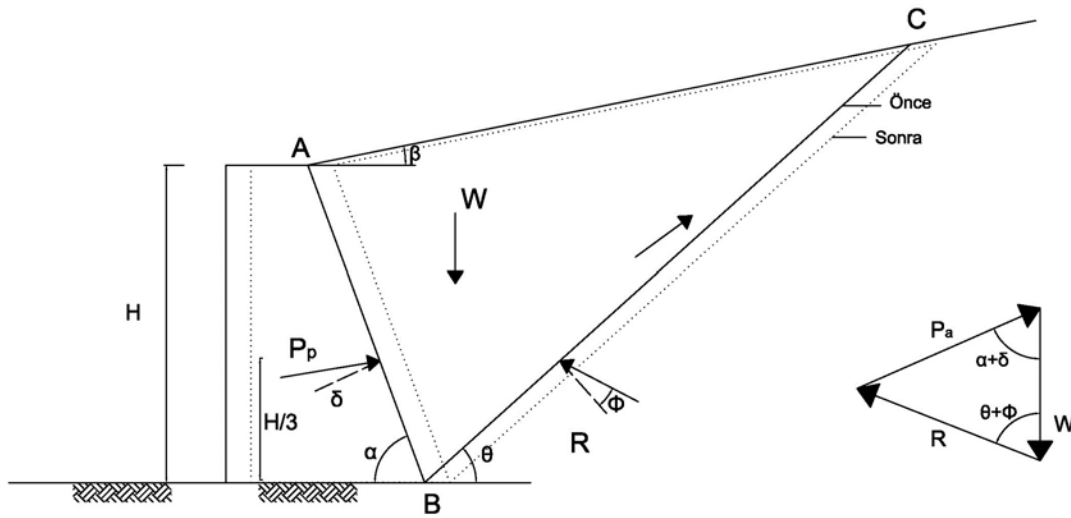
3.1.2.2 Pasif toprak basıncı

Aktif durumun aksine, pasif durumda istinat yapısının arkasındaki zemin Şekil 3.6'da gösterildiği gibi yukarı doğru hareket eder.

ABC kamasının dengesi aktif toprak basıncında belirtildiği gibi hesaplanırsa, pasif toprak basıncı katsayısı Denklem 3.10'da gösterilmiştir.

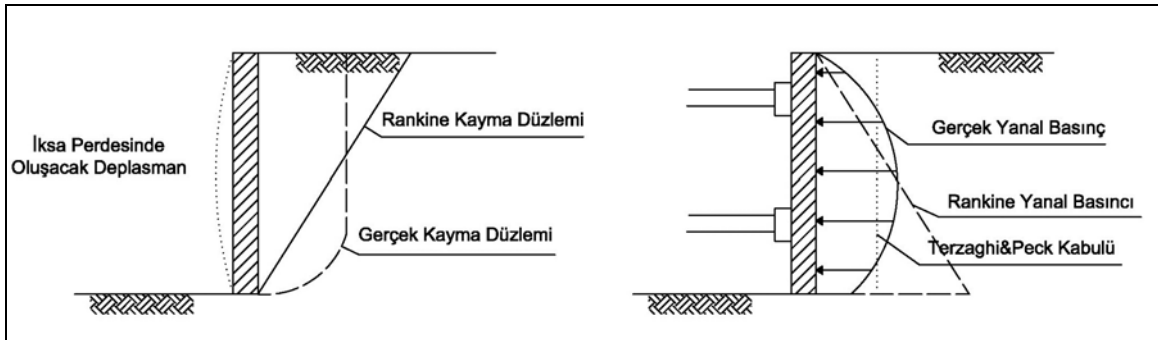
$$K_p = \frac{\sin^2(\alpha - \Phi)}{\sin^2 \alpha \cdot \sin(\alpha + \delta) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\Phi + \delta) \cdot \sin(\Phi + \beta)}{\sin(\alpha + \delta) \cdot \sin(\alpha + \beta)}} \right]^2} \quad (3.11)$$

olarak hesaplanmaktadır.



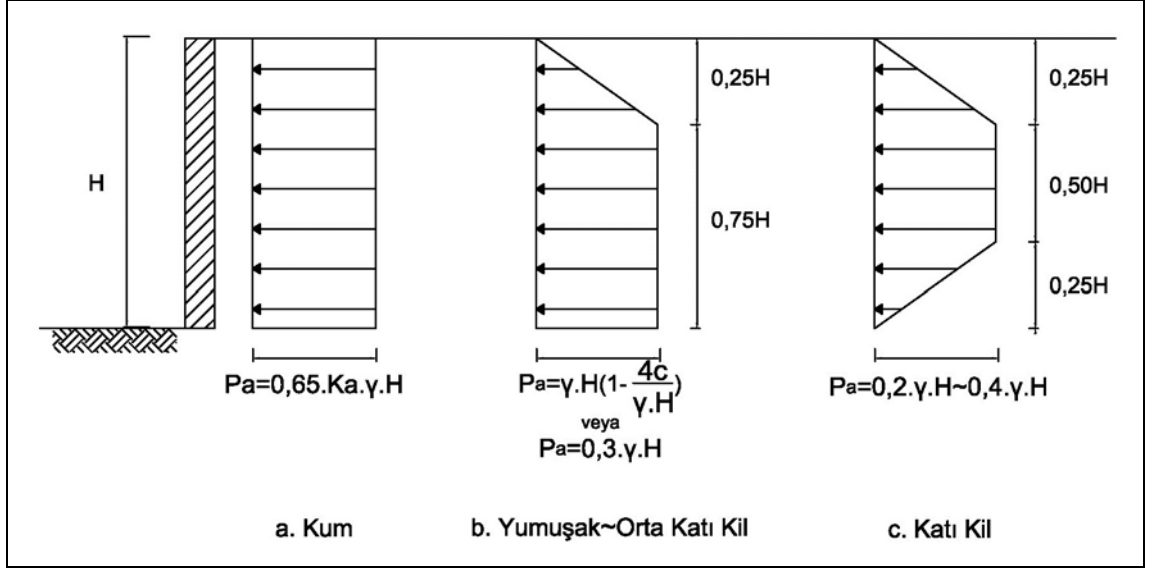
3.1.3 Destekli iksa sistemine etkiyen toprak basınçları

Destekli kazılarda iksa cephesine gelen yanal zemin basınçları, kaplama esnekliğinden dolayı, rijit olmaya göre değişiklik gösterir (Uzuner, 2005). Gerçek toprak basınçları incelendiğinde Şekil 3.7’de gösterildiği gibi Terzaghi ve Peck (1969) tarafından önerilen yanal basınçların kullanılması daha uygun olmaktadır.



Terzaghi ve Peck'in kumlu ve killi zeminlerde yapılacak kazılarda iksa yüzeyine etkiyeceğini kabul ettikleri yanal toprak basınçları Şekil 3.8'de gösterilmiştir.

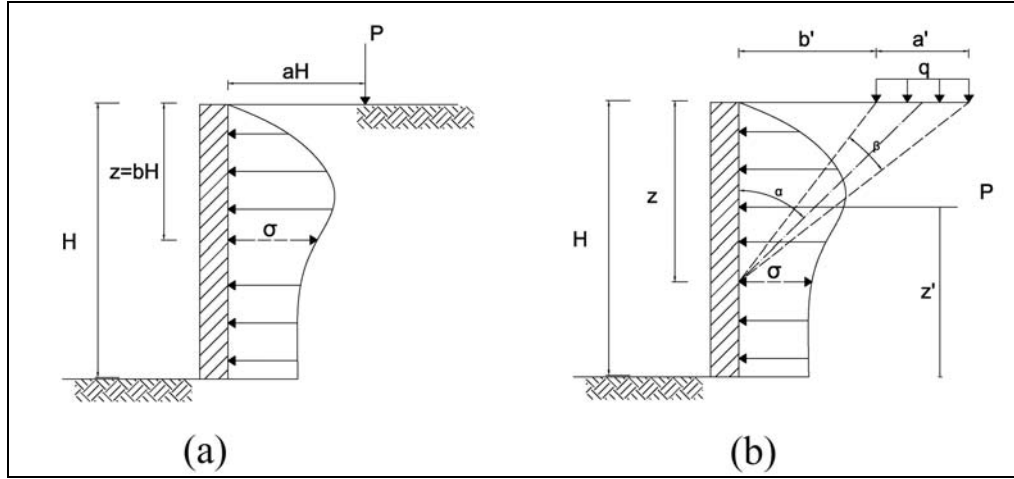
Kum için önerilen yöntemde belirtilen K_a , Rankine yanal toprak basıncı katsayısıdır. Yumuşak ve orta katı kil için kullanılan c , zeminin kohezyonudur.



Şekil 3.8 : Terzaghi & Peck tarafından önerilen yanal toprak basıncı teoremleri.

3.2 Sürşarj Yükler

İksa sisteminin gerisinde bulunan zeminin üzerindeki yapılar, serbest dolgular vb. gibi çizgisel ve noktasal yükler iksa sistemine etkileyen sürşarj yükler olarak kabul edilmektedir. Şekil 3.9.a’da gösterilen bu yüklerin iksa üzerine etkisini elastisite teorisine göre incelersek iksa gerisinde bulunan tekil yük için Denklem 3.12 ve Denklem 3.13 incelenirse;



Şekil 3.9 : Tekil ve çizgisel sürşar yüklerinin iksa sistemine etkisi.

$$\sigma = \frac{4q}{\pi H} \frac{a^2 b}{(a^2 + b^2)^2} \quad (a > 0,4 \text{ için}) \quad (3.12)$$

ve

$$\sigma = \frac{q}{H} \frac{0,203b}{(0,16+b^2)^2} \quad (a \leq 0,4 \text{ için}) \quad (3.12)$$

olarak hesaplanmaktadır. Burada σ , sürşarj yükün z derinliğinde oluşturduğu gerilmedir.

Rankine teoremine göre iksa cephesinin sınırından başlayan ($b'=0$) yayılı yüklerin oluşturacağı yanal kuvvet;

$$\sigma = K.q \quad (3.13)$$

olarak hesaplanmaktadır. Burada K , iksa perdesinin rijitliği göz önüne alınarak kullanılacak yatay toprak basıncı katsayısıdır.

Şekil 3.9.b 'de belirtildiği belirli bir b' mesafede bulunan yayılı yükün iksanın z derinliğinde etki edeceği yanal kuvvet;

$$\sigma = \frac{q}{\pi} (\beta - \sin \beta \cdot \cos 2\alpha) \quad (3.14)$$

olarak hesaplanmaktadır (Das, 1999).

Jarguio (1981) yaptığı çalışmalarda, iksa sistemine b' mesafede bulunan yayılı yükün iksa perdesinde oluşturacağı toplam yük;

$$P = \frac{q}{90} [H(\theta_2 - \theta_1)] \quad (3.15)$$

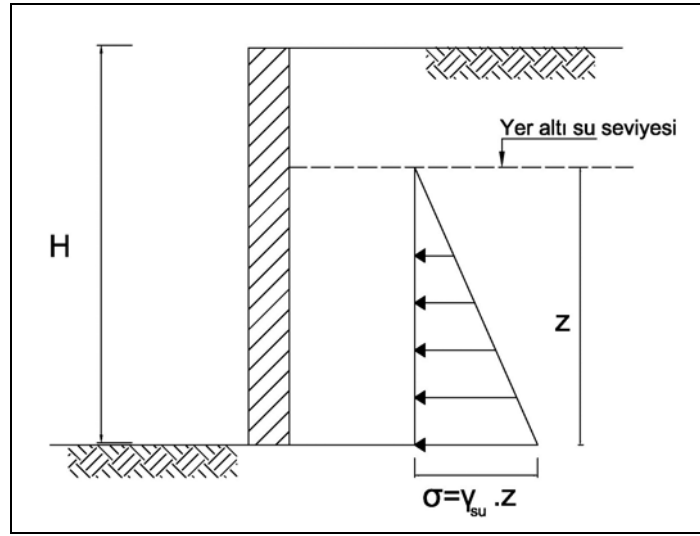
olarak hesaplanmaktadır. Burada;

$$\theta_2 = \tan^{-1} \left(\frac{b'}{H} \right) \quad \text{ve} \quad \theta_1 = \tan^{-1} \left(\frac{a'+b'}{H} \right) \quad (3.16)$$

olmaktadır.

3.3 Yer Altı Su Seviyesi

Kazı yapılacak olan bölgede bulunan yer altı suyu kazı esnasında iksa cephelerine hidrostatik su basıncı yaratacaktır. Şekil 3.10'da da gösterildiği gibi su basıncı derinlikle büyümektedir.



Şekil 3.10 : İksa cephesine etki eden hidrostatik basınç.

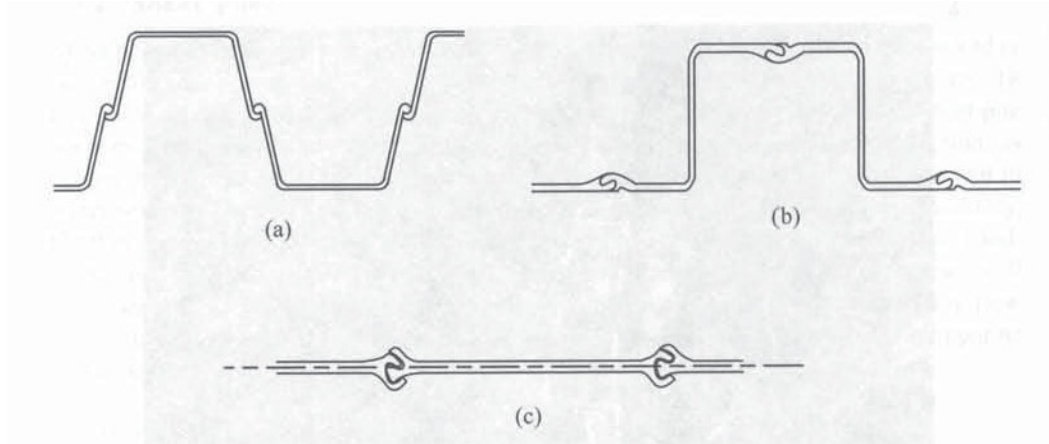
İksa perdesine etkiyecek ve yatay desteklerle karşılanacak olan hidrostatik kuvvetin yanal yüklerin hesaplanmasında göz ardı edilmemesi gerekmektedir. Ayrıca iksaya etki edecek hidrostatik basıncın azaltılması için cepheye yapılacak dren veya barbakanlar sayesinde cephe gerisindeki suyun drenajı sağlanmalıdır.

4. İKSA SİSTEMLERİ

4.1 Düşey İksa Elemanları

4.1.1 Palplanş perdeler

Çelik, ahşap ya da betonarme olarak imal edilebilen palplanşlar birbirine kilitlenerek sürekli perde özelliği gösteren iksa düşey elemanlarıdır. Genellikle çelikten imal edilen palplanş perdeleri kolayca kesilebilir veya birbirine kaynaklar ile ilave yapılarak istenilen boylarda kullanılabilirler. Şekil 4.1’de gösterilen U tip, Z tip ve düz kesitler en çok kullanılan çelik palplanşlardır.



Şekil 4.1 : Çelik palplanş tipleri (Ou, 2006).

Palplanş perdeler; yağmur ve yer altı sularını inşaat sırasında temel çukurundan uzak tutmaya, su kabartan yapılarda yer altı suyunun yapı altından sızmasına engel olmaya ve yapıların stabilite emniyetlerini yükseltmeye yaradıkları gibi bizzat rıhtım duvarları, dalga kıranlar, istinat yapıları ve benzeri yapıların inşaatında kullanılırlar (Yüksel, 1986).

Palplanş perdelerinin geçirimsizlik özellikleri yüksektir. Bu yüzden genellikle kumlu, bataklık ve gevşek zeminlerin bulunduğu bölgelerde kullanılmaktadır. Ayrıca batardoların ve kıyı yapıların teşkilinde de kullanılmaktadır.

Kenetlenme bölgelerindeki bağlantı detayı ve zemin tabakasının özellikleri geçirimsizlik için önemli etkenlerdir. Kil tabakasında uygulanan bir palplanş perdesinin bağlantı detayları iyi imal edilememişse bile kilin geçirimsizlik özelliğinden dolayı iksa cephesinde sızıntılar gözlenmeyecektir. Kum tabakasında uygulanan palplanş perdelerinde geçirimsizlik iyi bir şekilde sağlanamadıysa, yer altı suyu yardımıyla iksa gerisindeki kum birimleri boşalacak ve oturmalar yaşanacaktır (Ou, 2006).

Palplanş perdelerinin boyu belirlenirken iksa gerisindeki suyun sızma boyu dikkate alınmalı ve kazı tabanının kuru kalması için yeterli derinlikte palplanşlar imal edilmelidir. Gerekli görüldüğü durumlarda kuyularla drenaj ile kazı çevresinde yer altı su seviyesi düşürülmelidir.

Palplanş perdeleri zemine darbe, titreşim veya basınç yardımıyla çakılmaktadır. Fakat uygulanabilirlik açısından zemin tabakasının özellikleri önemlidir. Sert zeminlerde palplanşların sürülmesinde güçlükler yaşanmakta ve palplanş elemanlarında yırtılmalar meydana gelebilmektedir. Zemin tabakası ile ilgili kuşku varsa uygun görülen yerlerde çakma deneylerinin yapılması gerekmektedir. Çakma deneyi doğrultusunda palplanşların sürülme metodu ve uygulanabilirliği incelenmektedir (TS EN 12063, 2000).

Palplanş perdeler belirli derinlikteki kazılarda konsol olarak çalışabilmektedir. Kazı derinliğinin arttığı ve sistemin konsol olarak çalışamayacağı koşullarda yatay destek elemanları ile desteklenebilirler.

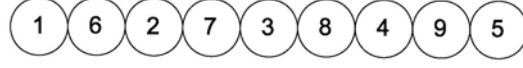
Palplanşların iksa görevi tamamlandıktan sonra zeminden çıkarılarak tekrar kullanılabilir olması en büyük avantajıdır. Fakat zemine çakma işleminde oluşturduğu gürültü kirliliği yaratmaktadır.

4.1.2 Kazıklı perdeler

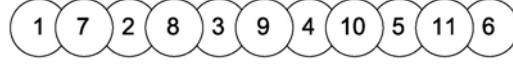
İksa perdeleri kazık elemanlar kullanılarak da oluşturulabilir. Kazıklar, forekazık ve çakma kazık olarak imal edilebilirler. Çakma kazıklar palplanşlarda uygulanan çakma yöntemleri ile aynı şekilde zemine sürülmektedirler.



a) Aralıklı fore kazıklar



b) Teğet fore kazıklar



c) Kesişen fore kazıklar

Şekil 4.2 : Fore kazık dizilimleri.

Fore kazıklar iksa projesi doğrultusunda Şekil 4.2’de gösterildiği gibi aralıklı, teğet veya kesişen kazıklar olarak imal edilebilirler.

4.1.2.1 Aralıklı fore kazıklar

Fore kazıklar, iksaya etki eden kuvvetler doğrultusunda boyutlandırılarak uygun görülen aralıklarla oluşturulmaktadır. Aralık, etki eden kuvvetler dışında zemin tabakasının stabilitesi, kazık aralarından zeminin boşalması ve yer altı su seviyesine göre değerlendirilmektedir. Zemin stabilitesi ve yer altı suyunun derin olması koşulunda aralık, kazık çapının 3 katına kadar çıkabilmektedir (Dumlu, 1988). Aralıklı fore kazık Şekil 4.2.a’da gösterilmektedir.

4.1.2.2 Teğet fore kazıklar

Şekil 4.2.b’de gösterilen teğet fore kazıklar yer altı su seviyesinin alçak olduğu bölgelerde kullanılabilirler. Kumlu ve çakıllı zemin tabakalarında yapılan kazıklarda, kazık arasından boşalmaların söz konusu olduğu durumlarda daha çok tercih edilirler. Uygulama esnasında kazıkların düşey eksenlerinde yaşanan sapmalar sorunlar yaratabilmektedir. Kazıkların teğet olduğu bölgelerde enjeksiyon veya jet-grout uygulamaları işe geçirimsizlik perdesi oluşturulabilir.

4.1.2.3 Kesişen fore kazıklar

Kesişen fore kazıklar daha ziyade yer altı su seviyesinin yüksek olduğu yerlerde geçirimsizlik perdesi olarak kullanılmaktadırlar.

Şekil 4.2.c’de gösterilen kesişen fore kazıklar, birincil ve ikincil kazıklar olarak gruplandırılmaktadır. Birincil kazıklar donatısız, ikincil kazıklar donatılı olarak imal edilirler. İkincil kazıklar iksa yükünü taşıyacak ana düşey eleman olup, birincil kazıklar geçirimsizliği sağlayacak düşey elemandır. Zemin koşullarının uygun görüldüğü durumlarda birincil kazıklar jet-grout kolonları ile de oluşturulabilir. Kesişen kazıkların düzgün bir şekilde imal edilmesi için kılavuz döşemesi oluşturulması gerekmektedir. Teğet fore kazıklarda olduğu gibi düşey ekseninde sapmalar, iksa cephesindeki geçirimsizliğe engel olacaktır.

4.1.2.4 Fore kazık imalatı

Fore kazıklar, zemin cinsine göre uygun ekipmanlar kullanılarak açılan forajların donatılı veya donatısız olarak betonlanması ile oluşturulan düşey elemanlardır. Fore kazıklar çapları 60 ila 200 cm arasında imal edilebilmektedir (Ou, 2010).

Foraj esnasında kuyu duraylılığında şüphe edildiği durumlarda kuyu cephesini destekleme amaçlı muhafaza boruları kullanılabilmektedir. Ayrıca kuyu içerisinde bentonit süspansiyonu ile doldurulması da kuyu çeperinin desteklemesine yardımcı olabilecektir (TS 3168 EN 1536, 2001).

Fore kazıkların düşey ve yatay olarak ekseninde imal edilmesine dikkat edilmelidir. Düşey eksenleri kayan fore kazıklar, iksa ile yapı arasındaki çalışma payını olumsuz etkileyecek ve alt kademeler de yatay elemanların destekleneceği göğüsleme kirişlerinin imalatını güçleştirecektir. Özellikle kesişen kazıklarda geçirimsizlik perdesi oluşturulmak isteniyorsa eksen kaymasından dolayı kazık alt kotlarında kesişmenin olmamasından dolayı kazı güçleşecek ve alternatif geçirimsizlik yöntemlerine başvurulacaktır.

Fore kazıkların betonlanmasında segregasyonun önlenmesi ve betonun yerleşmesi için tremi tekniği ile döküm yapılmaktadır. Tremi tekniği, tremi boruları yardımıyla kazığın tabanın yukarı doğru taşırılarak betonlanması işlemidir. Tremi boruları, betonun serbest olarak akması için düzgün olmalıdır. Tremi borusu, en büyük agrega tane büyüklüğünün 6 katı veya 150 mm. büyük olanı alınmak kaydıyla düzgün dağılımlı iç çapa sahip olmalıdır (TS 3168 EN 1536, 2001). Ayrıca tremi borularının çapı, kazık çapının 1/5’inden küçük olmamalıdır (Başeski, 2008).

Betonlama sırasında betonun yer altı suyuna karışmaması için tremi boruları minimum 2 metre beton içerisinde kalması gerekmektedir. Kuyu tabanındaki terrasübat betona karışarak betonun dayanımını düşürücektir. Betonlanma işlemi söz konusu dayanımsız betonun kusturularak temiz betonun gözlenmesi sonucunda bitirilecektir. Kazık üst seviyesi, çalışma platformunun altında kaldığında, su altında yapılan betonlamada ve geçici muhafaza borusu kaldırıldığında kazık üst seviyesi üzerindeki dökülen betonun yüksekliği artırılmalıdır (TS 3168 EN 1536, 2001).

Zemin ve kaya şartlarına göre konsol boyu 12 m.'yi bulan fore kazıklı perdeler oluşturmak mümkündür (Dayıoğlu, 2010). Konsol fore kazıkların birbirlerine başlık kirişi ile bağlanması sistemin rijit bir perde gibi çalışmasına yardımcı olacaktır.

Fore kazık imalatının tamamlanması kazının başlaması için gecikmelere sebep olacaktır. Fakat düşey elemanın sürekliliği ve kazı esnasında düşey eleman imalatının tekrar yapılmayacağı göz önüne alındığında tercih edilen bir destekleme sistemidir.

4.1.3 Mini kazıklar

Forekazıklara nispeten daha küçük çapta olan mini kazıkların imalatı 1970'li yıllarda başlamıştır. Şekil 4.3'te gösterilen mini kazıklar daha çok normal kazık ekipmanının yaklaşmadığı, tavan yüksekliği sınırlı bodrum katları ve temel yanları vb. yerlerde kullanılırlar. Kaya zeminlerde yapılan derin kazılarda, iksa cephelerinde etkiyecek yanal toprak basınçları daha az olacağı göz önüne alınarak mini kazıklı perdenin oluşturulması alternatif bir çözüm olmuştur. Mini kazık çapları genellikle 10 cm ile 30 cm arasında olmaktadır. (Dumlu, 1988).

Mini kazıkların taşıyabileceği moment kapasitesi düşük olacağı göz önüne alındığında önlerine yapılacak betonarme perdeler ile mukavemetleri artırılabilir. Aksi durumda momenti azaltmak için yatay destekleyicilerin sıra adedinin artırılması ekonomik olarak olumsuz sonuçlara sebep olacaktır.

Mini kazık delgi işlemleri zemin tabakası özellikleri göz önüne alınarak auger veya tabancalı ekipmanlarla yapılmaktadır.



Şekil 4.3 : Mini kazık ve ankrajlı bir iksa sistemi.

Mini kazık kuyusu açıldıktan sonra içine donatı kafesi yerleştirilerek, betonlanmalıdır. Beton agregalarının donatı kafesi içerisinden geçerken yapacağı sıkışmalar sonucunda kazıkta süreksizlikler meydana gelebilmektedir. Ayrıca yer altı suyunun olduğu bölgelerde yapılan mini kazık imalatında betonlama esnasında çimento şerbeti ile agrega taneleri arasında ayrışmalar gözlenebilmektedir. Bu durumlarda mıcır enjeksiyon yöntemi kullanılabilir.

Mıcır enjeksiyon yöntemi; kuyu içerisinde 2 no'lu mıcır ile doldurularak kazık tabanına kadar uzanan borular yardımıyla çimento süspansiyonun enjekte edilerek mini kazığın oluşturulmasıdır. Enjeksiyon işlemi birkaç defa yapılarak istenilen minikazıklar oluşturulmaktadır. Çimento süspansiyonundaki su / çimento oranı 0.40 ila 0.50 arasında bir değer olmalıdır (Dayıoğlu, 2010).

4.1.4 Kuyu tipi betonarme perdeler

Şekil 4.4.'te gösterilen kuyu tipi betonarme perdeler, yer altı su seviyesinin derinde olması ve zemin tabakasının belirli derinliklerde kendini tutabilmesi halinde oluşturulan düşey iksa elemanlarıdır.

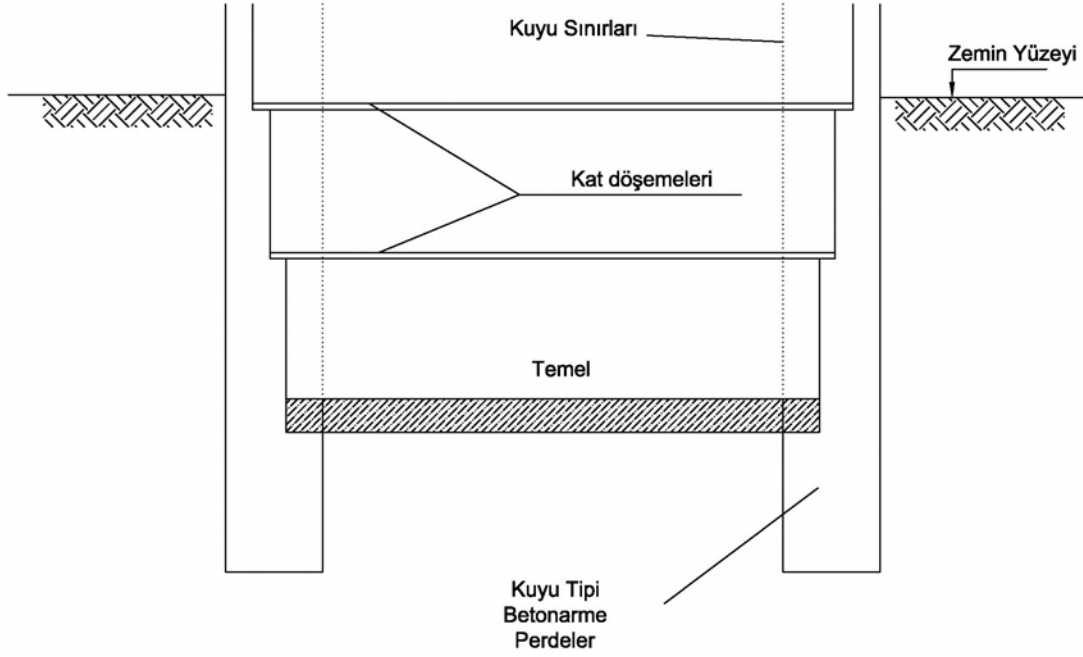
Genellikle 2.0x2.0 m., 2.0x3.0 m. ve 1.5x3.0m. ebatlarda açılan kuyular kazı makineleri kullanılmadan insan gücü ile açılmaktadır. Zemin tabakasının sertliği doğrultusunda el kompresörleri kullanılabilmektedir. Belirli derinliklere ulaşıldığında iç destekleme sistemi oluşturularak kuyu cephesinin duraylılığı sağlanmaktadır. Projede belirlenen perde taban kotuna ulaşılması sonrasında donatı imalatları yapılmaktadır. Anolar halinde açılan kuyularda, yekpare çalışan bir iksa perdesinin oluşturulması için yanal yönde donatı filizler bırakılarak anolar arasında süreklilik sağlanmaktadır. Donatıların yerleştirilmesi sonrasında perde kalınlığı doğrultusunda kalıp kurularak ve beton döküm işlemi yapılmaktadır.

Konsol olarak tasarlanan kuyu tipi iksa perdelerinin soket boylarının kazı derinliğinden fazla olduğu durumlar gözlenebilmektedir. Derin kuyuların teşkil edilmesi kuyu içi destekleme, uygulanabilirlik ve ekonomik açıdan sorunlar yaratabilecektir. Zemin tabakasının sertliği doğrultusunda da kuyuların bu denli derinlikte kazılması güçleşecektir. Bu durumlarda iksa perdeleri yatay iksa sistemleri ile desteklenebilerek soket boyu azaltılabilmektedir.



Şekil 4.4 : Kuyu tipi betonarme perdeler ile oluşturulmuş iksa sistemi.

Kuyu tipi perdelerle oluşturulan iksalarda, yanal toprak basıncı doğrultusunda gibi bodrum katların perde kalınlıkları değişebilmekte ve Şekil 4.5'te gösterildiği döşemeler perdeye oturtulabilmektedir. Kuyu tipi perdeler çoğunlukla binanın taşıyıcı perdeleri olarak kullanılabilmektedir (Dumlu, 1988).



Şekil 4.5 : Yapının taşıyıcı elemanları olarak kuyu tipi perdelerin kullanılması.

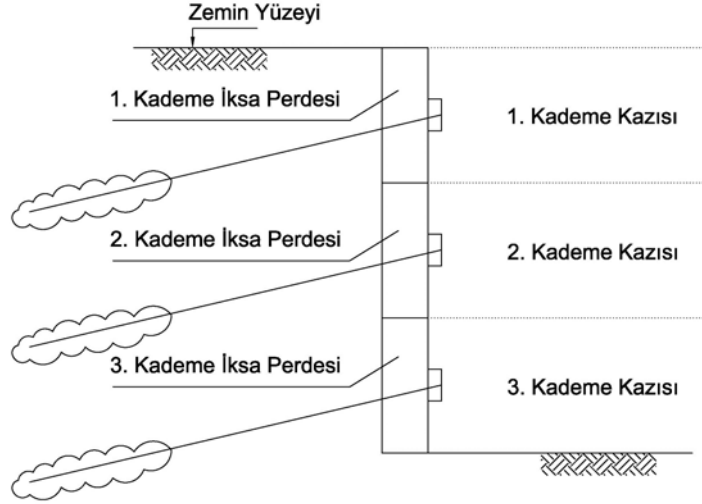
Kuyu tipi perdelerin çoğunlukla insan gücü kullanılarak kazılması göz önüne alındığında yer altı su seviyesinin yüksek olduğu koşullarda uygulaması imkansız olmaktadır. Kuyu içi zeminin duraylılığının iyi gözlenmemesi durumunda kuyularda oluşabilecek olası göçmeler kazıda çalışan işçilerin can güvenliğini tehlikeye sokacaktır. Ayrıca çok sert kaya ortamlarında kazı işlerinin zorlaşması uygulamaya engel olacaktır.

4.1.5 Kademeli betonarme perdeler

Fore kazık ve kuyu perde imalatının zorlaştığı kaya ortamlarda genellikle kademeli betonarme perdeler ile kazı yapılmaktadır. Belirli ebatlarla açılan kazı cephesinin kendi duraylılığını geçici olarak sağlaması durumunda Şekil 4.6’de gösterilen betonarme perdeler ile desteklenebilir.

Kazı sonrasında cepheden gelebilecek sızıntı suları, betonun yapısını bozmaması için drene edilmelidir. Kademeler halinde oluşturulacak betonarme perdelerin yatay ve düşey yönde donatı filizleri bırakılarak iksa perdesinin rijitliği sağlanmaktadır.

Cephe kazısının kaplanması için kurulan tek yönlü kalıpların desteklenmesi için geri dolgu kullanılabilir. Bu durumda kalıba etkiyen toprak basıncından dolayı perde kalınlığı, perde içerisinde bırakılacak mesafe koruyucu takozlar ile sağlanmaktadır.



Şekil 4.6 : Kademeli betonarme perdeler ile oluşturulan iksa sistemi.

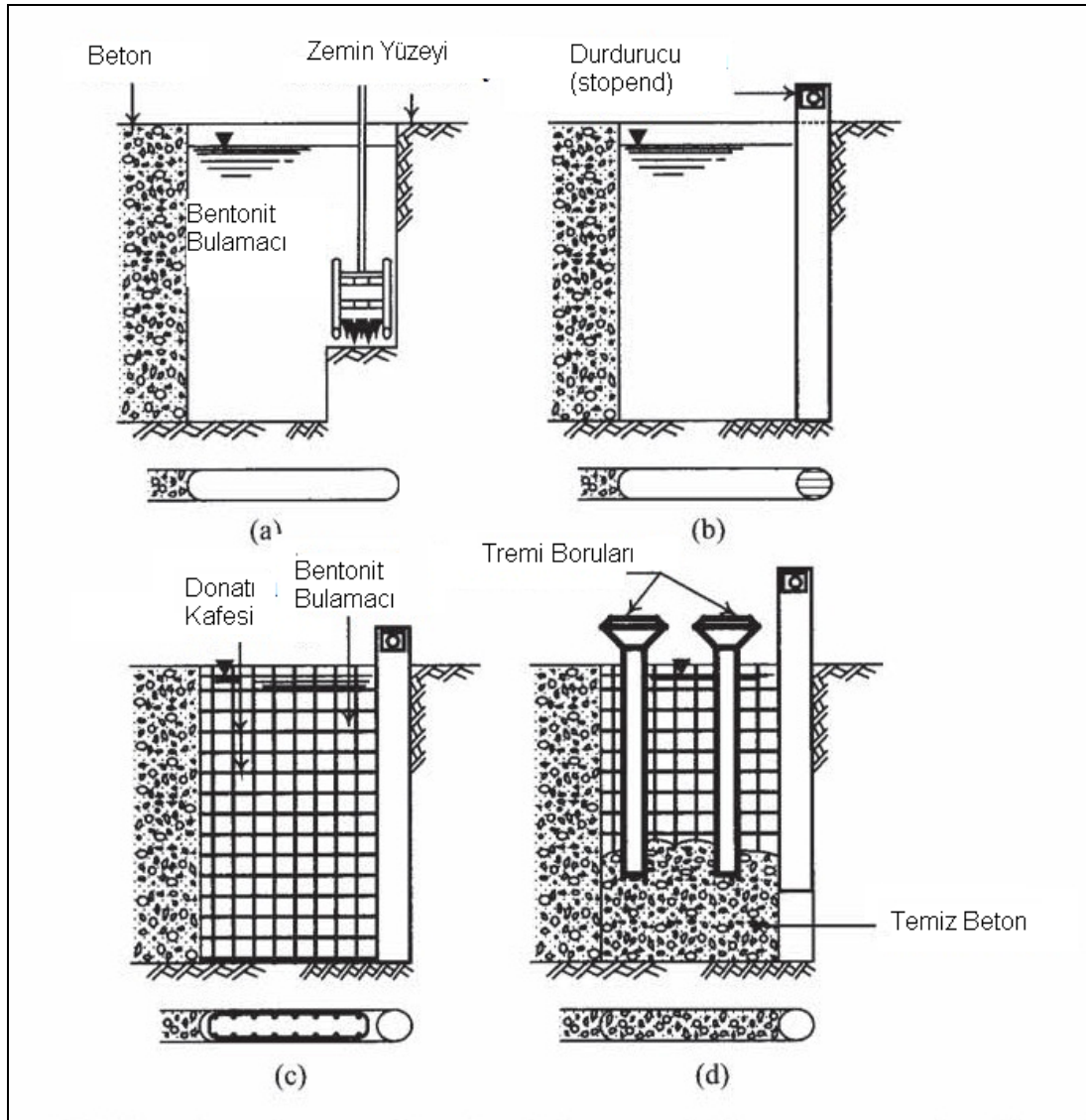
Zemin tabakasının duraylılığı konusunda şüphe edildiği durumlarda mini kazıklarla iksa cephesi desteklenebilir. Kazı esnasında mini kazıkların yüzeyi betonarme perdelerle kaplanarak kazı güvenliği sağlanabilmektedir.

4.1.6 Diyafram duvarlar

Düşey iksa sistemleri arasında rijitliği en yüksek olan diyafram duvarlar, istinat ve geçirimsizlik duvarları olarak kullanılırlar. İstinat duvarları; yerinde dökme beton diyafram duvarlar, ön yapımlı beton diyafram duvarlar ve donatılı bentonit çamurlu duvarlardır. Geçirimsizlik duvarları da bentonit çamurlu duvarlar ve plastik beton duvarlardır. Diyafram duvarlar kalınlıklarının fazla olmasından dolayı yapının taşıyıcı perdeleri olarak da kullanılmaktadır (TS EN 1538, 2001).

Zeminde açılan hendeğe inşaa edilmiş donatılı veya donatısız yerinde dökme diyafram duvarlarda, bentonit süspansiyonla duraylılığı desteklenen hendeklerde destekleyici akışkanın altına veya bazı durumlarda kuru şartlarda betonlama borusu yardımıyla beton dökümü yapılır (TS EN 1538, 2001). Şekil 4.7’de de belirtildiği gibi diyafram duvarın imalat aşamaları; kılavuz duvarının yapılması, diyafram duvar kuyusunun kazılması, kazı esnasında destekleyici süspansiyonunun kuyuya doldurulması, donatı kafesinin yerleştirilmesi ve diyafram duvarın betonlanmasıdır (Ou, 2006).

Diyafram duvar imalatına başlamadan önce kazı yapılacak saha ile ilgili su seviyeleri, zemin tabakalarını tane boyutları ve geçirimsizlikleri hakkında bilgi edinmek gerekmektedir.



Şekil 4.7 : Diyafram duvar imalat aşamaları.

Diyafram duvarın yapımı esnasında ortaya çıkabilecek en yüksek piezometri seviyeleri tahmin edebilmek için arazide bulunan farklı su tablasının piezometrik seviyeleri yeterli sürede ayrı ayrı izlenmelidir. Artezyen şartlarının bulunduğu durumlarda özel dikkat gösterilmelidir (TS EN 1538, 2001).

Diyafram duvarı için açılacak kuyunun desteklenmesinde bentonit süspansiyonlar kullanılmaktadır. Zemin tabakasının iri taneli olması ve zemin içerisinde boşlukların olması, bentonit süspansiyonun kuyu içerisinden uzaklaşmasına ve kuyu cephelerinde stabilite sorunlarına sebep olacaktır. Diyafram duvarlar kayada yapılıyorsa, kaya tabakasının kılcal çatlaklarının yayılımı ve ayrışma derecesi dahil özellikleri belirlenmelidir (TS EN 1538, 2001).

Diyafram duvar yapımında; foraj için hidrolik grabber veya Şekil 4.8’de gösterilen freze ünitesi, bentonit bulamacı karıştırma ve pompalama tesisleri, kuyudan çıkarılan bentoniti temizlenmesi için Şekil 4.9’da gösterilen desender ünitesi, donatı kafesinin indirilmesi için vinçler kullanılmaktadır. Bu tesislerin saha içerisinde kaplayacağı alanlarda göz önüne alınması gereken hususlardandır.



Şekil 4.8 : Diyafram duvar freze ekipmanı.



Şekil 4.9 : Diyafram duvar desender ünitesi.

4.1.6.1 Kılavuz perdeleri

Diyafram duvarlar belirli paneller halinde yapılmaktadır. Panel genişlikleri mevcut kazı ekipmanlarının boyutları ve kuyu içi duraylılık göz önüne alınarak belirlenmektedir. Kazı esnasında bentonit bulamacı seviyesinin değişimine bağlı olarak meydana gelecek göçmeye karşı kılavuz duvarları oluşturulmalıdır. Kılavuz duvarları ayrıca diyafram duvarların doğrultusunu sağlamak için, kazı aletlerine kılavuz olarak hizmet etmek, kazının içine indirilecek donatı kafesi ve stopend elemanların desteklemek için kullanılmaktadır.

Kılavuz duvarları, zemin şartlarına bağlı olarak normalde 0.7-1.5 metre arasındaki derinlikte betonarme elemanlar olmalıdır (TS EN 1538, 2001).

4.1.6.2 Bentonit süspansiyonu

Diyafram duvar kazısı yapılırken kuyu çeperlerinde göçmelerin engellenmesi için bentonit süspansiyonları kullanılmaktadır. Bentonit kili, kuyu çeperlerini kaplayarak filtre keki oluşturacaktır. Filtre keki ince bir film şeklinde olup sızdırmazlığı sağlayacaktır. Filtre kekinin oluşması ile kuyu çeperlerinde; yanal toprak basıncı, hidrostatik basınç ve süspansiyon basıncı etkisi altında denge denklemleri çözümlenmektedir.

Bentonit süspansiyonun seviyesi, mevcut yer altı su seviyesinin en az 1 metre üstünde olmalıdır (TS EN 1538, 2001). Kazı esnasında bentonit bulamacının seviyesine dikkat ederek kuyunun doldurulması gerekmektedir.

Bentonit süspansiyonu, kazısı yapılan zeminle birlikte kuyudan çıkarılarak ayrıştırıcı ünitelerden geçirilmekte ve tekrar kullanım için hazır duruma getirilmektedir. Bentonit süspansiyonun taze, tekrar kullanım ve betonlama öncesinde testler yapılmaktadır. Süspansiyonun yoğunluk, akışkanlık, pH, kum muhtevası değerleri ölçülerek Çizelge 4.1’de verilen değerlerin sağlanması gerekmektedir.

Kuyu çeperlerinde gerekli stabiliteyi sağlamak için süspansiyonun yoğunluğuna dikkat edilmelidir. Fakat yoğunluğu artırmak süspansiyonun vizkozitesini azaltacaktır. Bentonit süspansiyonu kuyu içerisinden pompalar yardımıyla çıkarıldığından akışkanlığının az olması pompaların çalışmasını zorlaştıracaktır.

Çizelge 4.1 : Bentonit süspansiyonların özellikleri (TS EN 1538, 2001).

Özellik	Kullanım Safhaları		
	Taze	Tekrar kullanım için hazır	Betonlamadan önce
Birim Hacim Kütlesi (g/ml)	<1,10	<1,25	<1,15
Marsh değeri (s)	32-50	32-60	32-50
Akışkan kaybı (ml)	<30	<50	-
pH	7-11	7-12	-
Kum muhtevası (%)	-	-	<4
Filtre keki (mm)	<3	<6	-
-Dikkate alınmaz			

Süspansiyonun pH değeri ise bentonit tanecikleri arasında topaklanmalara sebep olarak betonun dayanımını olumsuz etkilemektedir. Ayrıca kuyu içerisindeki kum oranının fazla olmasına dikkat edilmelidir. Stokes Kanuna göre büyük çaplı parçacıkların çökelmeleri küçük çaplı parçacıklara oranla daha fazla olacağı bilinmektedir. Kuyu içerisinde kum tanecikleri süspansiyon içerisinde çökerek betona karışacak ve beton dayanımını olumsuz etkileyecektir.

4.1.6.3 Donatı ve betonlama işlemleri

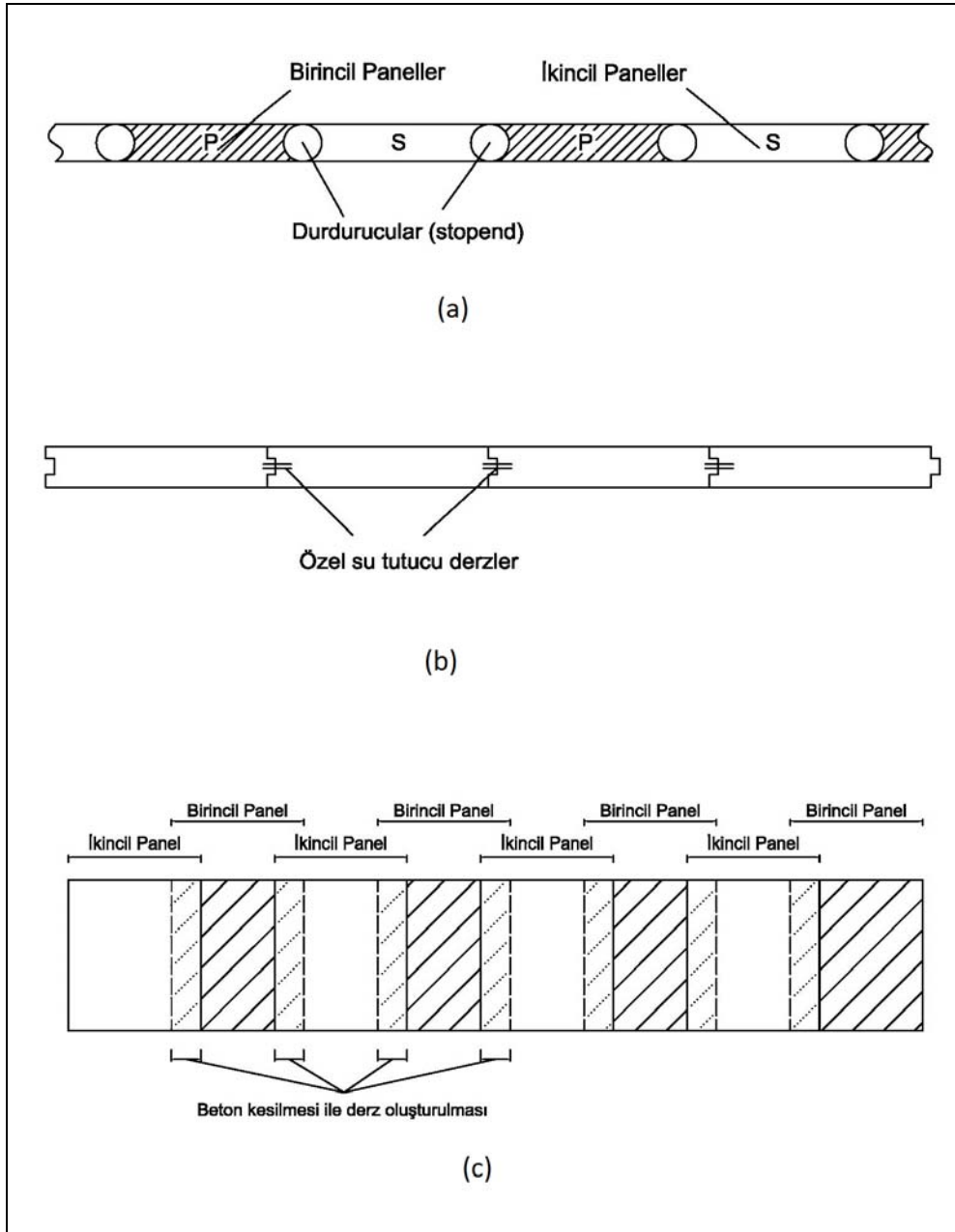
Diyafram duvarların kazısı tamamlanması takibinde önceden oluşturulmuş donatı kafeslerinin vinç yardımıyla düşey konuma getirilerek yerleştirilmesi gerekmektedir. Donatı kafeslerinin ağırlığı dolayısıyla kaldırılma esnasında kafeste oluşabilecek deformasyonları engellemek için kafes içerisinde gerekli desteklemeler yapılmalıdır. Donatı kafesi ile kuyu tabanı arasında en az 0.2 metre mesafe olmalıdır (TS EN 1538, 2001).

Donatı kafesinin indirilmesi sonrasında tremi sistemi ile diyafram duvarların betonu dökülmektedir. Birden fazla donatı kafesi betonlanması bahse konu ise, her donatı kafesi için en az bir adet betonlama borusu tavsiye edilmektedir. Birçok betonlama borusu kullanıldığında, bunlar betonun mümkün mertebe düzgün yukarı akışını sağlayacak şekilde, beton ile birlikte tedarik edilmeli ve düzenlenmelidir (TS EN 1538, 2001).

Tremi borularında, ek yerlerinin sızdırmazlıkları kontrol edilerek beton içerisine bentonit bulamacının karışması engellenmelidir.

4.1.6.4 Derz oluşturma

Paneller halinde oluşturulan diyafram duvarlarda, derzlerin sızdırmazlığı sağlanmalıdır. Derzler, şekil 4.10’da gösterildiği gibi genellikle elik veya beton durdurucular (stopend) vasıtasıyla veya beton kesme ile veya n yapımı komşu panelin beton veya sertleşmiş malzemesini keserek oluşturulur. Bazı durumlarda su tutucu contalar derzler içerisine yerleştirilir. Sonlayıcılar yeterli dayanıma sahip olmalı ve tüm uzunluğu boyunca düzgün olarak yerleştirilmelidir (TS EN 1538, 2001).



şekil 4.10 : Diyafram duvar derz eřitleri.

4.2 Yatay İksa Elemanları

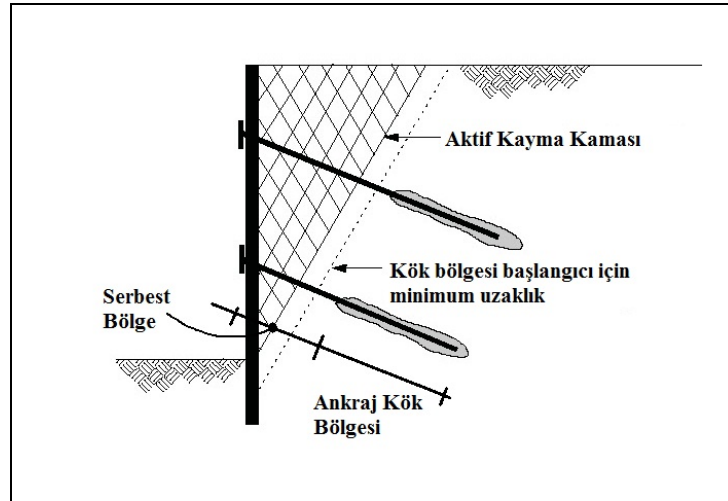
İksa düşey elemanları, yanal toprak basıncından dolayı kazı yönüne doğru hareket etmeye çalışacaktır. Konsol düşey elemanların yetersiz kaldığı durumlarda iksa sistemi yatay taşıyıcı elemanlarla desteklenmelidir.

Genellikle kullanılan yatay iksa elemanları; öngermeli zemin ankrajları, zemin çivileri ve boru destek sistemleridir (Ergun, 2010).

4.2.1 Öngermeli zemin ankrajları

Zemin ankrajları, Şekil 4.11’de gösterildiği gibi uygulanan çekme kuvvetini duvar arkasında yük taşıyabilecek bir zemin veya kaya katmanına aktaran yapı elemanıdır.

Zemin ankrajları yapım tekniği ve servis süreleri dikkate alındığında, geçici ve kalıcı ankrajlar olarak ikiye ayrılmaktadırlar. Geçici ankrajın servis ömrü 1.5 ila 3 yıl arasında değişmektedir. Kalıcı ankrajlar için bu süre korozyon önleyici tedbirler ve özel yapım malzemeleri kullanılarak 75 ila 100 yıla uzatılabilmektedir (FHWA-IF-99-015, 1999).



Şekil 4.11 : Öngermeli zemin ankrajı.

Zemin ankrajları serbest bölge ve kök bölgesi olmak üzere iki ana kısımdan oluşmaktadır (Şekil 4.11). Kök bölge; ankrajın, zemine enjeksiyon vasıtasıyla mesnetlendirilmiş ve çekme yükünü zemine aktaran kısmıdır. Serbest bölge ise çekme yükünü kayma kaması dışında mesnetlendirilmiş kök bölgesine ileten bölgedir.

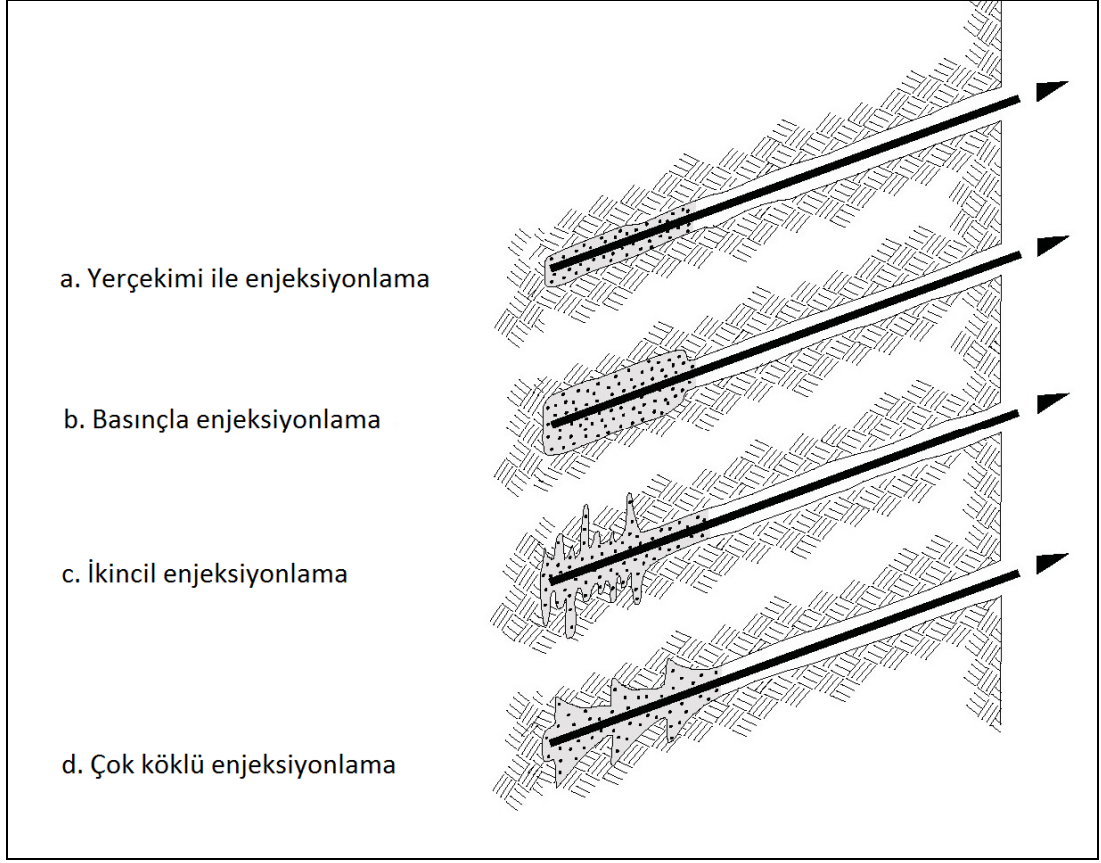
Ankraj imalatında genel olarak; tendon (çekme elemanı, sarmal halat veya çubuk donatı), enjeksiyon, ankraj plakası, ankraj kafası, kama ve muhafaza borusu gibi malzemeler kullanılır. Tendon, çekme yükünün kök bölgesine aktarılmasında kullanılmaktadır. Enjeksiyon, kök bölgesinin zemine mesnetlendirilmesi için belirli oranlarda hazırlanan çimento süspansiyonudur. Muhafaza borusu, serbest bölgenin kaplanarak enjeksiyonlanma esnasında kök bölgesinde ayrılmasını sağlamaktadır. İçerisinde tendonun rahatlıkla hareket edebileceği çapta olmasına dikkat edilmelidir. Ankraj kafası, ankraj plakası ve kamalar ise tendonlara uygulanan ankraj yükünün aktif olarak iksa cephesine destek olması için uygun açı ve doğrultuda etkimesini sağlamaktadır.

4.2.1.1 Ankraj kök bölgesinin enjeksiyonlanması

Ankraj uygulanan çekme yükü kök bölgesi ile zemine aktarılmaktadır. Kök bölgesi özel durumlar dışında düşey açı ile derin tabakalara saplanacak şekilde oluşturulmaktadır. Ankraj eksenin bu şekilde olması enjeksiyonun kök bölgesinde oluşmasına yardımcı olacaktır. Ayrıca uygulama esnasında kuyu içerisine ankraj halatlarının yerleştirilmesini kolaylaştıracaktır. Jeolojik formasyonlar düşünüldüğünde de alt tabakaların genellikle üst tabakalara oranla daha dayanımlı olması ankraj taşıma kapasitesine yarar sağlayacaktır..

Kök bölgesinin oluşturulması için uygulanan enjeksiyon yöntemi önemlidir. Şekil 4.12’de de gösterildiği gibi uygulamada kullanılabilen ankrajlama tipleri; yerçekimi ile enjeksiyonlanma, basınçlı enjeksiyonlama, ikincil enjeksiyonlama ve çok köklü ankrajlamadır.

Yerçekimi ile enjeksiyonlama genellikle kaya ortamlarda ve rotary elemanlarla kolayca delgi yapılabilen sert kohezyonlu zeminlerde uygulanmaktadır. Gerekli elemanlarla delginin yapılması sonrasında kuyu çeperlerinde göçme sorunu oluşmadığı koşullarda, ankraj kuyusunun tremi tekniği ile alttan yukarı doğru taşırılarak enjeksiyonlanmasıdır (FHWA-IF-99-015, 1999).



Şekil 4.12 : Ankraj kök bölgesi tipleri.

Basınçlı enjeksiyonlama yöntemi iri daneli zeminlerde ve zayıf çatlaklı kayalarda uygulanmaktadır. Delgisi tamamlanmış ankraj kuyusu düşük basınçla (genellikle <1 MPa) enjeksiyonlanmaktadır. Basınçlı enjeksiyonlamada, zemin taneleri arasındaki boşluklar yerçekimi ile enjeksiyonlamaya oranla daha fazla doldurulmaktadır. Böylelik kök bölgesi etrafındaki zemin tabakası sıkışmakta ve kök bölgesinin izafi çapı büyümektedir. Kök bölgesinin çapının büyümeside ankrajın nihai taşıma kapasitesini artırmaktadır (Xanthakos, 1991).

İkincil enjeksiyonlama yöntemi açılan ankraj kuyusuna yapılan enjeksiyonlanmadan birkaç gün sonra daha yüksek basınç (>2 MPa) ile tekrar enjeksiyonlanmasıdır. Böylelikle ilk yapılan ve prizini tamamlamamış olan enjeksiyon zemine doğru kamalanarak kök bölgesinin mukavemeti artırılabilir. Bu enjeksiyonlama işlemi kohezyonsuz zeminlerde kullanılabildiği gibi sert killi dolgularda da kullanılabilmektedir (Littlejohn, 1980b).

Çok köklü ankrajlama yöntemi sert ve katı kıvamlı kohezyonlu zeminlerde uygulanmaktadır. Bu yöntemde kök bölgesinde yer alan elemanlar ile bir dizi kök oluşturulmaktadır. Böylelikle ankraj kök bölgesinin sıyrılmaya karşı direnci artırılmaktadır (FHWA-IF-99-015, 1999).

Enjeksiyonun su/çimento oranı için en iyi oran 0.40~0.50 arasındadır. Su oranının fazla olması düşük mukavemete ve fazla rötreye neden olur (Nazlı, 1990).

4.2.1.2 Ankraj kök ve serbest bölgesi

Aktif çekme kuvvetinin kayma kamasının gerisine aktarılmasını sağlayan kısmı serbest bölge olarak tanımlanmaktadır. Serbest bölgenin uzunluğu kazı yüksekliğine bağlı olarak belirlenmektedir (Ergun, 2010).

Kazı güvenliği için serbest bölgenin kritik kayma kamasının belirli bir miktar gerisine kadar sürdürülmesi tavsiye edilmektedir. Bu miktar duvar yüksekliği H olmak üzere, H/5 ve 1.5 m değerinden büyük olanı olarak tarif edilmektedir. Ayrıca serbest bölge minimum çubuk elemanlarda 3 m., halat elemanlarda 4.5 m olmalıdır (FHWA-IF-99-015, 1999).

Çizelge 4.2 : Zemin türlerine göre ankraj kök bölgesinin tahmini aderans yükleri.

Zemin Cinsi	Rölatif sıklık / Kıvam / SPT aralığı	Tahmini Aderans Yüğü kN/m
Kum ve Çakıl	Gevşek (4-10)	145
	Orta Sıkı (11-30)	220
	Sıkı (31-50)	290
Kum	Gevşek (4-10)	100
	Orta Sıkı (11-30)	145
	Sıkı (31-50)	190
Kum ve Silt	Gevşek (4-10)	70
	Orta Sıkı (11-30)	100
	Sıkı (31-50)	130
Düşük plastisiteli silt-kil veya çok ince daneli kum-silt karışımları	Katı (10-20)	30
	Sert (21-40)	60
Not: SPT sayılarında jeolojik yük düzeltmesi yapılmıştır.		

Ankraj kök boyu, ankrajın deney yüklerini karşılayabilecek ve üzerindeki yükü servis süreleri boyunca taşıyabilecek dayanımda olmalıdır (Dayıoğlu, 2010). Bu dayanım kök bölgesi ile zemin arasındaki sürtünme kuvveti ile orantılıdır. Aderans mukavemeti zemin tipine ve enjeksiyon yöntemine bağlıdır.

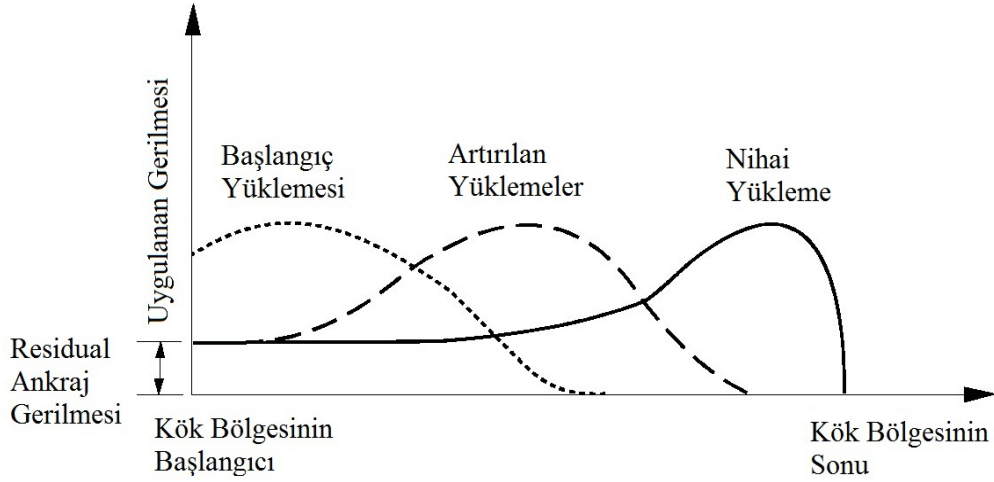
Enjeksiyon ile zemin arasındaki sürtünme kuvveti zemin cinsine göre değişmektedir. Zemin tabakasının sıklığına, kıvamına ve SPT değerlerine göre yaklaşık aderans kuvvetleri Çizelge 4.2’de (FHWA-IF-99-015, 1999) verilmektedir.

Ayrıca zemin tabakasının kaya olması durumunda oluşacak yaklaşık aderans kuvvetleri Çizelge 4.3’de (FHWA-IF-99-015, 1999) verilmiştir.

Çizelge 4.3 : Kaya türlerine göre ankraj kök bölgesinin tahmini aderans yükleri.

Kaya Cinsi	Tahmini Aderans Yükü kN/m
Granit veya Bazalt	730
Dolomitik Kireçtaşı	580
Yumuşak Kireçtaşı	440
Kumtaşı	440
Arduvaz ve Sert Şeyl	360
Yumuşak Şeyl	150

Ankraj kök bölgesinin uzunluğu; uygulanacak test yükünün, bölgedeki zemin tabakası ile enjeksiyon arasındaki aderans kuvveti doğrultusunda karşılayacağı boy olarak belirlenmektedir. Bu kapsamda kök bölgesinin uzunluğunun artması, ankrajın taşıma kapasitesini artıracığı öngörülmektedir. Fakat yapılan testler ve edinilen tecrübeler sonucunda kök bölgesinin belirli bir uzunluktan sonra taşıyacağı yük değerinin artmadığı gözlenmiştir. Şekil 4.13’te gösterildiği gibi ankraja yapılan yüklemelerle kök bölgesinin ilk kısmında gerilmeler yığılması oluşmaktadır. Fakat artırılan yüklemeler sonucunda gerilmeler kök bölgesinin orta kısmında, nihai yüklemeye ulaşıldığında ise gerilmeler kök bölgesinin son kısmında yoğunlaşmaktadır. Ankraj kök bölgesinin 12 metreden fazla olması kök bölgesinin mukavemetini artırmadığı sonucuna varılmıştır (FHWA-IF-99-015, 1999).



Şekil 4.13 : Ankraj kök bölgesinde gerilme dağılışı.

Kök bölgesinde tendonlar ile enjeksiyon arasındaki aderansta göz önüne alınmalıdır. Uygulamada halatlar arasında da enjeksiyon tabakasının oluşması için ayırıcılar kullanılmaktadır. Böylelikle enjeksiyon, ankraj halatlarını çevreleyerek aderans yüzeyini artıracaktır.

İmalat esnasında kök bölgesi ile serbest bölgenin oluşturulması kolay olmamaktadır. Kök bölgesinin oluşturulması için açılan delgiler kuyu ağzına kadar enjeksiyonlanmaktadır. Serbest bölgenin enjeksiyondan etkilenmemesi için muhafaza boruları ile izole edilmektedir. Serbest ve kök bölgesinin birleşim bölgesinde yeterli izolasyon yapılmalı ve muhafaza borusunun iç kısmına enjeksiyon sızması engellenmelidir.

Zemin tipi, su basıncı, duvar yüksekliği gibi faktörlere bağlı olarak ankraj yoğunluğu genellikle zeminlerde 3-8 m²/ankraj arasındadır. Daha sıklaştırılmış ankraj kullanımı gerekiyorsa yanyana ankrajların yatayla yaptıkları açılar farklı tasarlanır ve şaşırtmalı yerleşim kullanılması tavsiye edilir. Yatay yapılan açılar özel bir durum olmadıkça 5°-25° arası değişmektedir. Serbest boylar yükseklik boyunca şaşırtmakta tavsiye edilen bir husustur. Diğer değinilmeye değer hususlar ankraj kök boyunun tek tabaka içinde kalması, altyapı ve temellere 3 m.'den daha fazla yaklaşmamasıdır. Konveks köşelerde özel yerleştirme gerekmektedir. Bu durumlarda ankrajlara yatay açılarda uygulanmaktadır (Ergun, 2010).

4.2.1.3 Ankraj testleri

Ankraj yük deneyleri basit bir gerilme-şekil değiştirme deneyidir. Ankraj halatlarına uygulanan çekme yüklerinin serbest çalışan bölgede uzama Denklem 4.1'den;

$$\delta = \frac{P.L_{serbest}}{E.A} \quad (4.1)$$

bağlantısı ile teorik olarak hesaplanmaktadır. Ankrajların iksaya etki eden yüklerden dolayı serbest boyunda oluşacak uzamalar, iksa cephesinde deplasmana neden olacağı göz önüne alınarak halatlara öngerme uygulanmaktadır. Testler esnasında uzama miktarları teorik olarak hesaplanmış uzamalarla karşılaştırılarak ankraj halatlarında serbest ve kök boylarının yerinde oluşturulması değerlendirilmektedir.

Ankraj testleri; araştırma, uygunluk ve kanıt deneyidir. Araştırma deneyi; çalışan ankrajların tesisinden ve kullanılan malzemeler ve zemin şartlarına bağlı olarak nihai yük direncinin belirlenmesinden önce yüklenicinin uzmanlığını ve/veya enjeksiyon/zemin ara yüzyinde yenilme oluşturarak yeni zemin ankraj tipinin yeterliliğini tespit etmek için yapılır (TS EN 1537, 2001). Zemin ile ankraj arasındaki aderansı onaylamak için ankrajın test yükünden daha fazla yük altında davranışı gözlenmektedir.

Uygunluk deneyinde ispat yükünden ankraj taşıma yeteneği, ispat yükü altında ankraj sistemindeki sünme ve ankraj serbest boyu sınanır.

Kabul deneyi; deney metoduna bağlı olarak ispat yükünün ankraj tarafından karşılandığını göstermek, görünür serbest tendon boyunu belirlemek, sürtünme hariç, tasarlanmış yük seviyesinde kilit yükünü sağlamak, gerektiği zaman sınır durumunda kullanım şartlarında sünme veya yük kaybı karakteristiklerini belirlemek için uygulanır. Her ankraj için kabul deneyi yapılır (TS EN 1537, 2001).

Ankraj imalatında yerinde oluşturulan serbest ve kök boylar için sınır koşulları belirlenmiştir (FHWA-IF-99-015, 1999). Maksimum serbest boy koşulu Denklem 4.2'de belirtildiği gibi;

$$L_{serbest(Maksimum)} = L_{serbest} + \%50 * L_{kök} + L_{kriko} \quad (4.2)$$

olmaktadır. Kök bölgesinin %50'sinin ankraj yükünün taşıyabileceği göz önüne alınmaktadır. Minimum serbest boy koşulu ise Denklem 4.3'te belirtildiği şekilde;

$$L_{serbest(Minimum)} = \%80 * L_{serbest} + L_{kriko} \quad (4.3)$$

olmaktadır. Formülden de anlaşıldığı gibi imalat esnasında serbest boyun %80'inin oluşturulması yeterli görülmüştür. Uzamaların kısa olması durumunda serbest boyun istenilen uzunlukta oluşmadığı ve kök bölgesinin kayma kaması içerisinde oluşabileceği varsayılmaktadır. Bu durumda ankrajın yüklenmesi kayma kamasının aktif yönde hareketlenmesine yardımcı olacaktır. Uzamaların kısa olması, ankraj serbest bölgesinin yeterli boyda oluşturulamaması dışında ankraj kafa ve kamalarından ötürü yükün yeteri kadar halatlara aktarılamadığı durumlarda da gözlenmektedir.

Ankraj testlerinde kök bölgesinin mukavemeti, sünme kapasitesi ve kilitleme esnasında kamalar ile halatlar arasında oluşabilecek yük kayıpları belirlenmektedir. Ankrajların taşıdıkları yükler altında yapacağı sünme miktarları değerlendirilmelidir. Bunun içinde nihai yük kapasitesi altında beklemler yapılarak uzama miktarları gözlenmektedir. İlk 10 dakikalık bekleme süresinde 1 mm'nin üzerinde uzama gözlenmesi durumunda 60 dakikalık bekleme süresi sonucunda uzamanın 6 mm geçmesi koşulu incelenir. 6 mm'den fazla oluşan uzamalar ankraj halatının istenilen sünme koşulunu aştığını belirler (FHWA-IF-99-015, 1999).

Kilitlemede kamaların aktif çalışması esnasında ankraj halatlarında bir miktar yük kaybının yaşandığı gözlenmektedir. Bunun için kilitleme yükünün ankraj taşıma kapasitesinin %15 fazlası (1.15P) artırılması uygun görülmüştür (FHWA-IF-99-015, 1999).

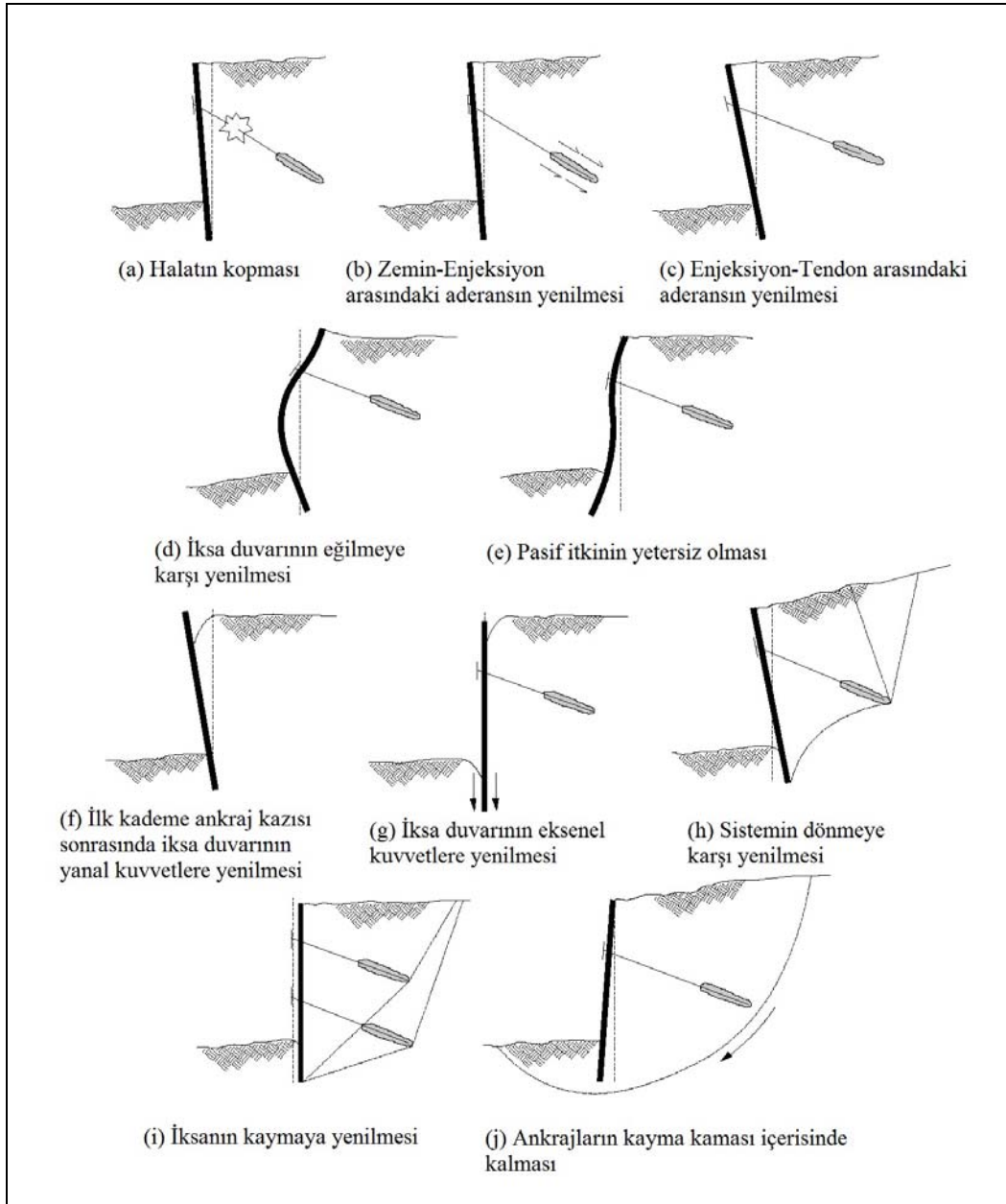
Son yıllarda öngermeli ankrajlarda yük hücreleri kullanılarak kilitleme esnasında oluşan yük kayıpları tespit edilmekte ve kilitleme yükü daha güvenli bir şekilde belirlenmektedir.

4.2.1.4 Ankraj sistemlerin yenilmeleri

Ankrajlı iksa sistemleri Şekil 4.14'de gösterildiği gibi çeşitli nedenlerle yenilebilirler. Ankrajlara yüklenen yükler, tendonlarda gerilmeler oluşturmaktadır. Gerilmelerin tendon taşıma kapasitesini geçmesi durumunda kopmalara neden olmaktadır. Genellikle ankraj testleri esnasında halatlara eşit miktarda yük verilememesi halatların aşırı yüklenmesine sebep olabilmektedir. Güvenlik için belirli güvenlik sayıları ile halatlara yüklenecek maksimum yükler belirlenmektedir.

Ankraj taşıma gücü hesaplanmalarında, kök bölgesinde bulunan enjeksiyon ile zemin tabakası arasındaki aderans dikkate alınmaktadır. Zemin tabakasının yanlış olarak tespit edilmesi sonucunda ankrajlar, kapasitesinin üzerinde yüklere test edilmek istenebilir. Bu durumlarda kök bölgesi istenen mukavemeti gösteremeyecektir.

Ankraj yükleri serbest bölgeden kök bölgeye iletilirken halatlar ile enjeksiyon arasındaki aderans mukavemeti göz önüne alınmaktadır. Kök bölgesinde halat ile enjeksiyon arasında yeterli aderans sağlanmadığı koşulda halatların sıyrıldığı gözlenmektedir.



Şekil 4.14 : Ankrajlı iksa sistemlerinin yenilme durumları (FHWA-IF-99-015, 1999).

İksa düşey elemanı genellikle kesme kuvveti ve eğilme momenti doğrultusunda boyutlandırılmaktadır. Düşey elemana etkiyen kuvvetlerin tespitinde yanal toprak basıncı, hidrostatik basınç, ankraj yükleri vb. dikkate alınmaktadır. Düşey elemana etkiyecek yüklerin yanlış tespiti ile iksa sisteminde deplasmandan dolayı yenilme oluşabilmektedir.

Ankraj kademe kazısı yapılırken pasif toprak basıncının iksayı desteklemesi düşünülerek iksa düşey elemanının derinliği belirlenmektedir. Yeterli pasif itkinin sağlanamaması iksa sisteminin yenilmesini sebep olacaktır.

Ankrajlı sistemlerde ilk kademe kazısının yapılması esnasında iksa perdesi konsol eleman olarak çalışacaktır. Düşey elemanın konsol kuvvetlere karşı mukavemetinin yetersiz olması iksa sisteminde beklenmeyen deplasmanlar oluşabilmektedir.

İksa perdelerinde eksenel kuvvetlere karşı yeterli soket boylarının sağlanmaması durumunda düşey eleman oturma yapacaktır. Bu durumda da ankrajlar düşey yüklere maruz kalarak kesme kuvvetine karşı yeterli direnci gösteremeyecek ve iksa sistemi yenilecektir. Uygulama esnasında fore kazık, diyafram duvar vb. iksa perdesinin yeterli derinlikte imal edilmediği durumlarda da iksa perdesinde oturmalar oluşabilmektedir.

İksa sisteminin rijit bir şekilde topuk noktasından dönmesi ile stabilite sorunu oluşturmaktadır. Dönme durumunda ankraj kuvvetlerinin yetersiz olması iksa sistemi olumsuz etkileyecektir.

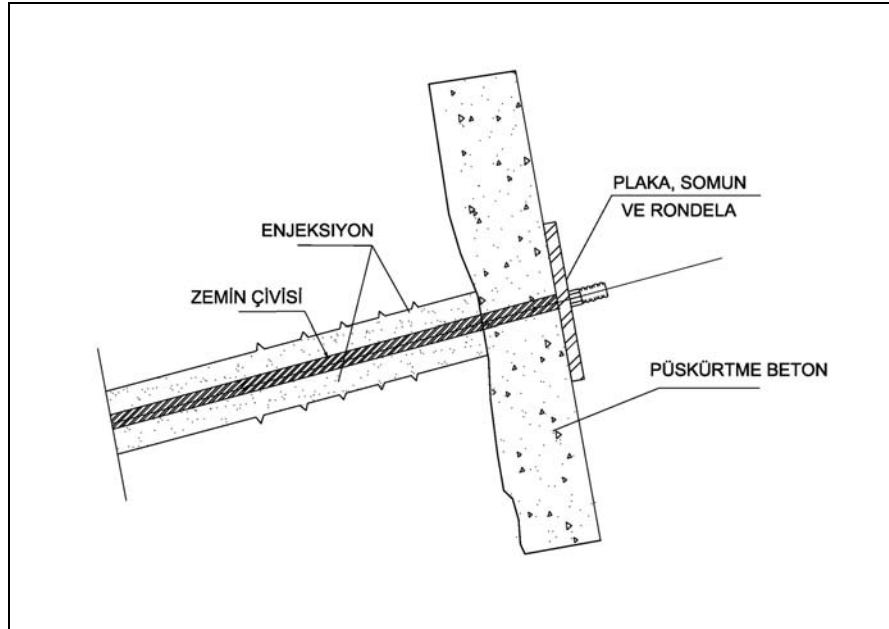
İksa sisteminde yer alan pasif direnç ve ankraj kuvvetlerinin yetersiz olması durumunda, sistemin rijit bir şekilde kazı yönüne doğru ötelenebilmektedir.

Ankraj halatları kayma kamasının dışarısında teşkil edilmemesi sonucunda aktif kayma kamasının hareketlenmesini sağlaması, iksa sistemin toptan göçmeye sebep olacaktır.

Ankraj öngerme kuvvetlerinin yüklerinin sürekli olmasını sağlayan ankraj kafası ve kama gibi malzemelerin kalitesiz olması sonucunda yük boşalmaları gözlemlenebilmektedir. Ankrajlı bir iksa sisteminde belirlenmiş kritik bölgelere yük hücreleri konarak halatlardaki yük boşalmaları gözlemlenebilir ve olası bir sorun engellenebilir.

4.2.2 Zemin çivileri

Zemin çivisi, kazı takviye uygulamalarında ve şev stabilitesinin desteklenmesinde zemine yük aktarımını sağlayan yapı elemanıdır. Zemin çivileri genellikle çelik veya fiber donatılardan oluşmaktadır, ancak zemine yük transferini geliştirmek ve paslanmaya karşı korumak amacıyla genellikle etrafı çimento enjeksiyonu ile kaplanmaktadır. Aynı zamanda, çivi etrafındaki enjeksiyon çevre alanını büyütür birim boyda mobilize olan çevre kuvvetini arttırmaktadır. Ayrıca zemin çivili dayanma yapılarında yapılan kaplama, aktif bölgenin stabil kalmasında önemli bir rol oynamaktadır. Şekil 4.15'te tipik bir zemin çivisi kesiti görülmektedir. Zemin çivisi çok basit bir tabirle zemine tesis edilmiş pasif ankraj olarak da tanımlanabilir (Üstündağ, 2003).



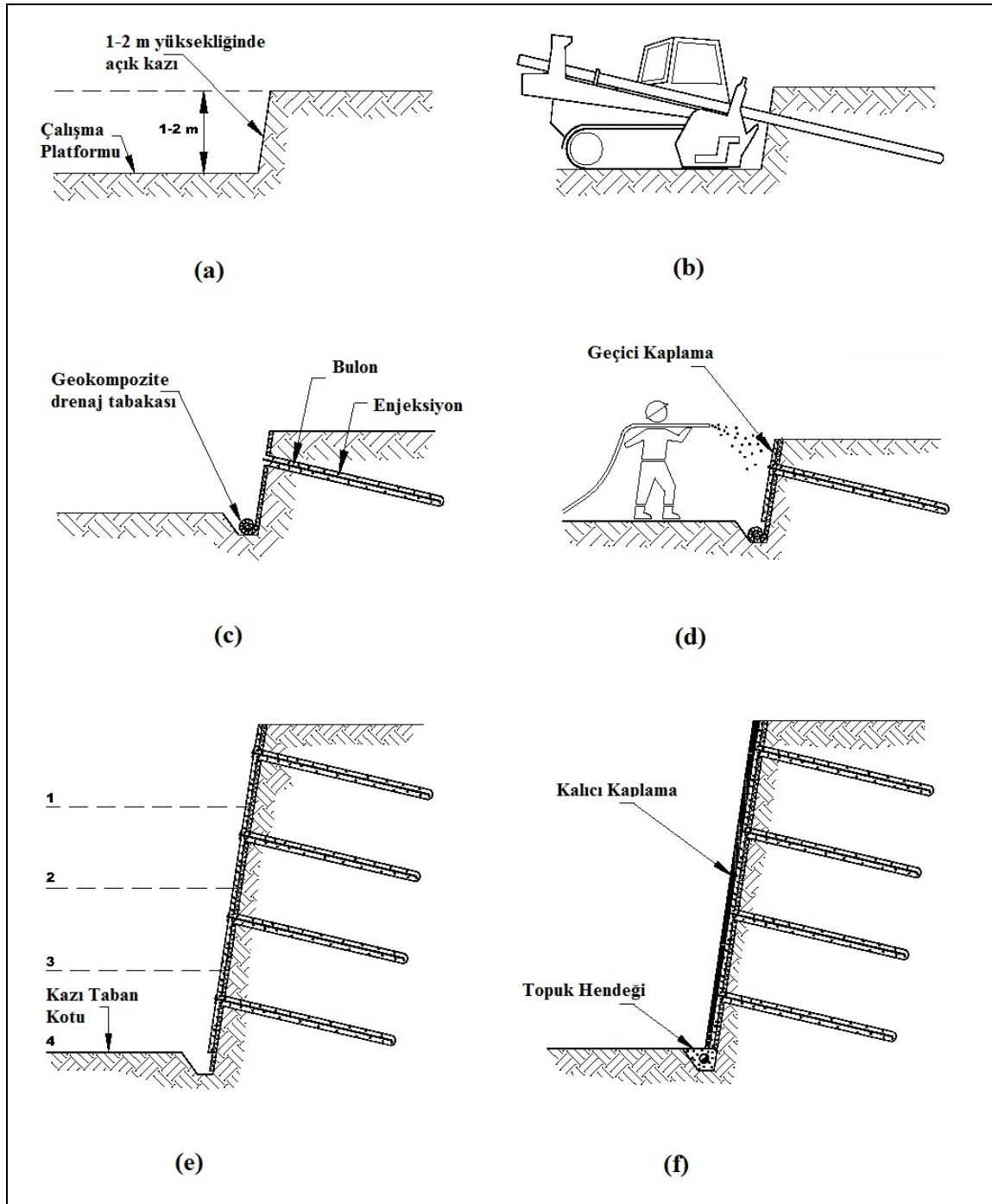
Şekil 4.15 : Zemin çivisi kesiti.

Zemin çivisi, zemin veya ayrışmış kayacın kesme dayanımının artırılmasını sağlayan düşey ve yatay yer değiştirmeleri önleyen bir destekleme sistemidir. Genellikle kazılarda dayanma yapıları olarak, kayma potansiyeli sahip heyelan bölgelerinde ve tünel inşaatlarında sistemin takviye edilmesi için kullanılmaktadır.

İksa yapılarında kullanılan zemin çivileri kayma eğilimi gösteren aktif zemin kütlelerini bu birim arkasındaki pasif kütleye bağlayarak kararlı bir zemin kütlesi oluşturur. Bu kararlı yapı arkasındaki zemin için bir nevi ağırlık yapısı olarak çalışmaktadır (Üstündağ, 2003).

Zemin çivileri residüel zeminler, ayrıışmış kayalar, kohezyonlu zeminler, doğal çimentolanmış veya az kohezyonlu sıkı kum ve çakıllı zeminlerde uygulanabilmektedir.

Zemin çivilerinin uygulama aşamaları Şekil 4.16'da gösterildiği gibi; belirli derinlikte kazı yapılması, gerekli ekipman ile delgi yapılması, çivinin yerleştirilmesi, enjeksiyon işeminin yapılması, gerekli drenaj işlemlerinin yapılması, yüzey kaplamanın yapılmasıdır.



Şekil 4.16 : Zemin çivisi imalat aşamaları.

4.2.2.1 Zemin çivisi tipleri

Zemin çivileri korozyona karşı koruma derecelerine ve tesis edilme yöntemlerinin dayandığı esasa göre çakma çiviler, enjeksiyonlu çiviler, jet enjeksiyonlu çiviler ve korozyon korumalı kapsüllü çiviler olarak dört gruba ayrılmaktadır.

Çakma çiviler, geçici iksa yapılar için uygundurlar. Bu tarz çiviler havalı darbe-titreşimli veya hidrolik çekiçlerle zemine çakılırlar. Bu tesis tekniği hızlı ve ekonomiktir; çünkü saatte 3-5 adet çivinin zemine tesisini sağlar. Ancak bloklardan, kaba danelerden ve aşınmış kayalardan yoksun zemin koşulları çivi uzunluğunu sınırlamaktadır (FHWA-RD-89-198, 1991).

Enjeksiyonlu çiviler, zemine uygun ekipmanlar ile açılan delgilere önceden hazırlanmış çivinin yerleştirilerek kuyunun aşağıdan yukarı doğru yerçekimi etkisi veya düşük bir basınç yardımıyla enjeksiyonlanması ile oluşturulmaktadır. Geçici ve kalıcı iksa sistemlerinde kullanılmaktadırlar.

Jet enjeksiyonlu çiviler, çelik çivi ile enjeksiyonlanmış zeminden oluşan ve birlikte tesis edilen birleşik bir yapıdır. Geçici uygulamalarda kullanılırlar, ancak korozyon koruması gerekliliği düşük mertebelerde ise sürekli uygulamalarda da kullanılabilirler. Çiviler titreşimli darbe sürücüsü kullanılarak yüksek frekans (70 Hz'e kadar) ve yüksek enjeksiyon basınç değeri altında (>2000 psi) zemine tesis edilirler. Enjeksiyon işlemi, çivi boyunda uzanan küçük çaplı bir kanal yardımıyla ya da çiviye kaynaklanmış ince çelik bir tüp vasıtasıyla yapılmaktadır. Bu şekilde uygulanan basınç çevre zeminde hidrolik kırılma meydana getirebilecek düzeydedir. Jet enjeksiyonu ile çevre zemine kompaksiyon yapılmaktadır. Bu yöntem, özellikle daneli zeminlerin kesme ve çekme direncini artırmaktadır (FHWA-RD-89-198, 1991).

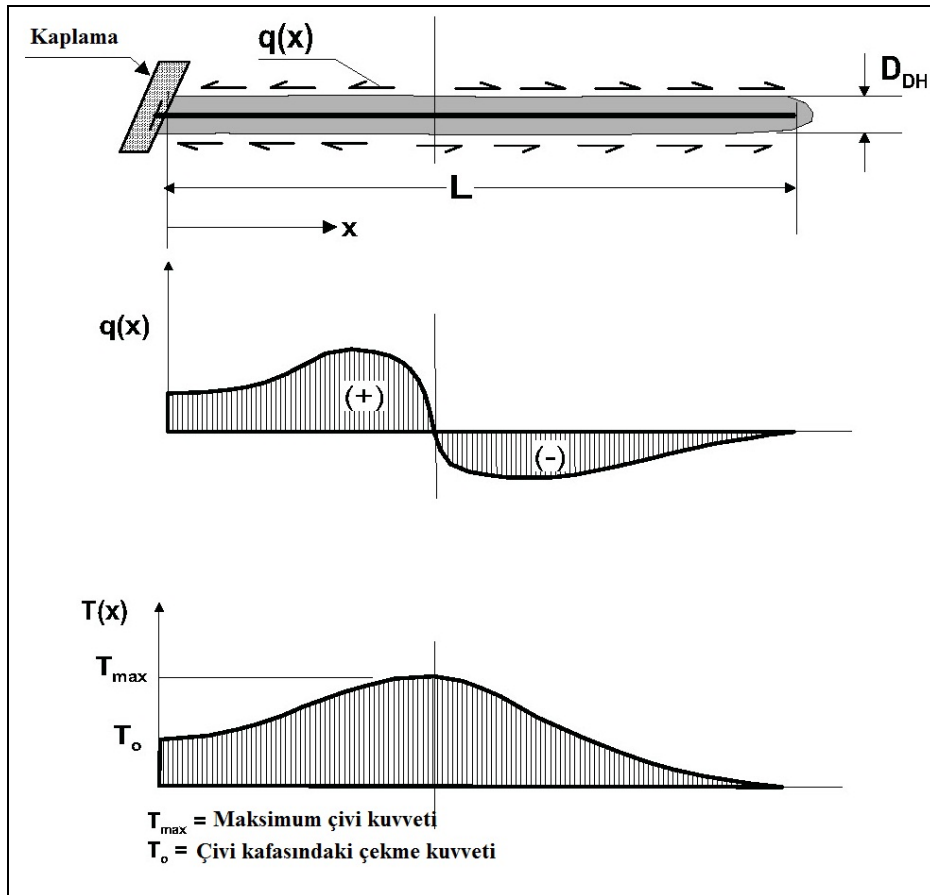
Kapsüllü çiviler, yüksek derecede korozyon korumasına ihtiyaç duyulan kalıcı uygulamalarda kullanılırlar. Bu tür çivilerde çelik çubuk, enjeksiyon, plastik veya çelik bir tüp aracılığıyla suya karşı korunmaktadırlar.

4.2.2.2 Zemin çivisinin çalışma prensibi

Zemin çivisi imalat yönünden zemin ankrajlarına benzemesine rağmen, çalışma prensibi olarak farklılık gösterir. Ankrajlı sistemler gibi aktif olarak yüklenmedikleri için pasif ankraj olarak da isimlendirilirler (Dayıoğlu, 2010).

Ankrajlar; kaymaya çalışan zemini destekleyen düşey elemanları, ön yükleme altında sağlam tabakalara mesnetlemesi sayesinde tutabilmektedir. Yoğun karelaajla zemine yerleştirilen çiviler ise kaymaya çalışan zemini, yani potansiyel kayma kamasını veya başka bir tabirle aktif bölgeyi, kaymayan ve stabil olan kitleye yani direnç bölgesine tutturmaya çalışmaktadır. Bu nedenle ankraj ve çivi, zemine yük aktarımı yapabilen yapısal bir eleman görevi yapmaktadır. Ancak; ankraj kafa bölgesinde yük aktarırken çivi, bu işi tüm uzunluğu boyunca ortaya koymaktadır. Ankraj işe çivi arasındaki en önemli fark da buradan kaynaklanmaktadır (Tunç, 2002).

Zemin çivisi boyunca gelişen kayma etkisinin yönü ve maksimum çekme kuvveti Şekil 4.16'da gösterilmektedir.



Şekil 4.17 : Zemin çivisi yüzeyinde oluşan gerilmeler (FHWA0-IF-03-017, 2003).

Zemin çivisinin taşıma gücü enjeksiyonun aderans yüzeyine etki eden adezyon gerilmesi kadardır. Adezyon gerilmeleri zemin tiplerine göre değişmektedir. Çizelge 4.4.'de farklı zemin ve kaya tiplerine göre adezyon gerilmeleri verilmiştir.

Çizelge 4.4 : Farklı zemin tipleri için adezyon gerilmeleri(FHWA0-IF-03-017,2003).

	Zemin Cinsi	Adezyon gerilmesi (kPa)
Kaya	Marn/Kireçtaşı	300-400
	Fillit	100-300
	Tebeşirtaşı	500-600
	Yumuşak dolomit	400-600
	Fisürlü dolomit	600-1000
	Ayrışmış kumtaşı	200-300
	Ayrışmış şeyl	100-150
	Ayrışmış şist	100-175
	Bazalt	500-600
	Arduvaz/Katı şeyl	300-400
Kohezyonsuz zemin	Orta-Sıkı kum	50-80
	Siltli kum/Kumlu silt	50-80
	Siltli sıkı kum ve çakıl	80-100
	Siltli çok sıkı kum	120-240
	Siltli çok sıkı çakıl	120-240
Kohezyonlu zemin	Yumuşak kil	20-30
	Katı kil	40-60
	Katı killi silt	40-100
	Kumlu kil	90-140
	Silt	60-75

Çizelgedeki değerlerden de anlaşılacağı gibi zemin çivisi uygulaması için en uygun ortam kaya zeminlerdir.

Zemin çivili duvar dizaynı için literatürde; Alman metodu, Fransız metodu, Davis metodu, Kinematik limit analizi, Limit denge dizayn metdou, Schnabel metodu gibi değişik yaklaşımlar mevcuttur.

4.2.2.3 Yüzey kaplamaları ve drenaj sistemi

Zemin çivisi uygulamalarında çiviler arasındaki lokal zeminin stabilitesini sağlamak amacıyla mümkün olan en kısa zamanda yüzey kaplaması yapılmalıdır. Kaplamanın diğer önemli işlevleri, kazı sonrası ani gelişme boşalımını dolayısıyla ayrışmayı önlemek ve mevcut zemini erozyon ve aşınma etkilerine karşı korumaktır (Üstündağ, 2003).

Yüzey kaplamaları; püskürtme beton kaplama, kaynaklı hasır çelik kaplama, yerinde dökme betonarme kaplama ve prefabrike beton kaplama olarak yapılmaktadır.

Püskürtme beton ile kazı yüzeyindeki boşluk ve çatlaklar doldurularak esnek bir yüzey tabakası oluşturulmaktadır. Uygulamalarda püskürtme beton, donatı veya hasır çelik ile desteklenmektedir.

Püskürtme beton, kuru ve ıslak yöntem olarak iki tipte uygulanabilmektedir. Islak yöntemde karışım suyu tevzi aletinde kontrol edilir. Kuru sistemde ise karışım suyu püskürtme başlığında çimento ve agrega ile karışmaktadır.

Kaynaklı hasır çelik kaplamalarda, ayrılmış kaya ve çimentolanmış bloklu zeminler için uygundur. Pozitif ve negatif hareketleri karşılamak için iki tabaka halinde hasır çelik kullanılır.

Yerinde dökme betonarme kaplama, kalıp sistemi kurularak iksa perdesinin dökülmesi işlemidir.

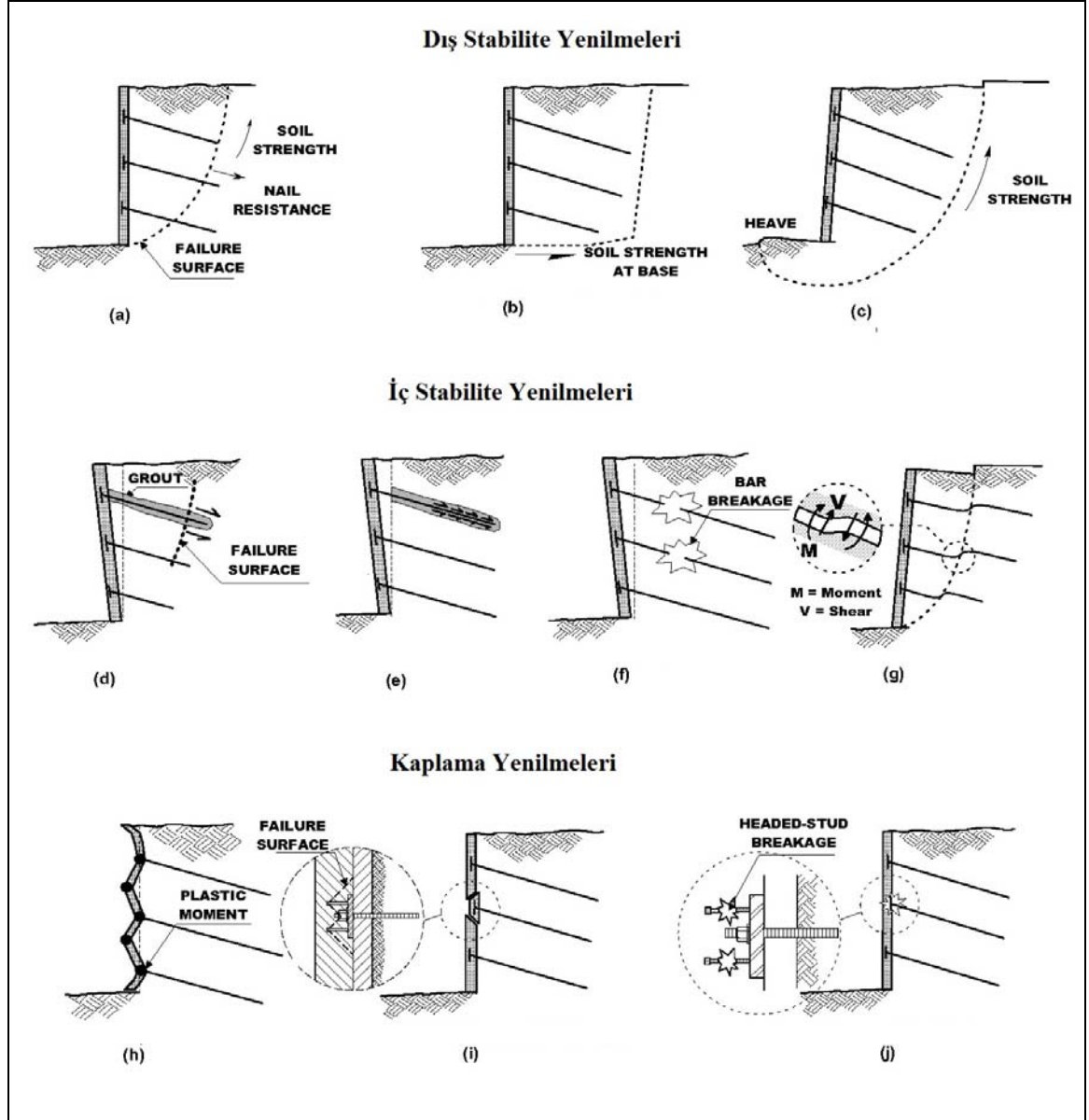
Prefabrik beton kaplama, prefabrik olarak üretilmiş panellerin çivilere çeşitli tertiplerle bağlanması ile oluşturulmaktadır.

Zemin çivisi diğer sistemlere oranla zemin suyu durumuna karşı daha hassastır. Özellikle borulanma yoluyla zeminin kaybı ve kazı yüzeyinden akan suyun etkisi ile yüzeyin erozyona uğraması gibi durumlara dikkat edilmelidir. Kazı yüzeyinin drenajını sağlamak için kaplama elemanının teşkilinden önce geokompozit drenaj şeritleri yerleştirilir.

Sızıntı basıncı ve sızıntı hacminin düşük olduğu durumlarda kaplamanın arkasında drenaj malzemeleri suyun kontrolünü sağlar. Buna karşılık sızıntı basıncın yüksek ise sahadaki zemin suyu seviyesi kazıdan önce düşürülerek kontrol altına alınmalıdır (Üstündağ, 2003).

4.2.2.4 Zemin çivili duvarlarda yenilme çeşitleri

Zemin çivili duvarların yenilmelerini Şekil 4.18’te gösterildiği gibi; dış stabilite yenilmeleri, iç stabilite yenilmeleri ve kaplama yenilmeleri olarak üç grupta toplanabilir.



Şekil 4.18 : Zemin çivili duvarların yenilme şekilleri (FHWA0-IF-03-017, 2003).

Dış stabilite problemleri, çivilerin yeterli boylarda imal edilmemesi doğrultusunda kayma kaması içerisinde kalan çivilerin sistemimi taşıyamamasıdır. Kayma düzlemi göz önüne alınarak çiviler uygun boylarda projelendirilmelidir.

İç stabilite problemleri çivi-enjeksiyon-zemin arasındaki adezyon kuvveti, çivinin yapısal dayanımı ile ilgili problemlerdir.

Zemin çivili duvarın kaplamalarında, kaplamanın yeterli rijitliğe sahip olmaması, çivilerin etkidiği zımbalama kuvvetlerine karşı yenilmesi ve çivi kafa bağlantı detayının yanlış uygulanması sorun teşkil edecektir.

4.2.3 Boru destekler

Yanal destek elemanlarını kendi içerisinde, dıştan destek sağlayan ve içten destek sağlayan elemanlar olarak ikiye ayırmak mümkündür. Ankrajlar ve zemin çivileri iksa sistemini, kazı çukuru dışındaki sağlam zemin tabakasından aldıkları kuvvetle tutmaktadır. Bu nedenle dıştan destek elemanları olarak da anılmaktadır. İçten destekli elemanlar ise reaksiyon kuvvetlerini iksa sisteminin içerisindeki, karşı veya komşu düşey elemanlarından alarak birbirlerine aktarırlar. İçten destek elemanlar için; kafes kirişleri, farklı tipte çelik profiller ve boru profiller kullanılabilir. Yerleştirebilirlikleri, her iki atalet momentinin eşit olması yani zayıf ekseninin bulunmaması, kaynak işçiliğinin kolaylığı ve uygulama tecrübesinin yoğunluğu sebebiyle boru destekler tercih edilirler (Dayıoğlu, 2010).

İçten destekli sistemlerde, yatay destek elemanlarına basınç yükleri etki etmektedir. Boru destek elemanlarının uzunlukları göz önüne alınarak, basınç yükleri doğrultusunda burkulma tahkikleri yapılarak uygun boyutlarda projelendirilmelidir.

Boru destekler; zayıf kayma mukavemetinin ankraj imalatına izin vermediği zeminlerde, su seviyesinin altındaki kazılarda ve delgi yapmanın mümkün olmadığı şartlarda kazı yapılması halinde, yatay destek elemanı olarak tercih edilirler (Dayıoğlu, 2010). Yurdumuzda yukarıdan tek seviye destekli metro iksa sistemlerinde yaygın olarak kullanılmaktadır (Ergun, 2010).

Boru destekler istenilen uzunluklara göre kaynaklı veya bulonlu birleşimle imal edilebilirler. Desteklerin uzunluğunun artması kendi ağırlıklarını artıracaktır. Tasarım esnasında iksa cephesinden etki eden eksenel basınç yükü dışında boru ağırlığından dolayı oluşacak kesme kuvveti ve eğilme momentleri de dikkate alınmalıdır. Gerekli görülen durumlarda yatay borular, düşey kolonlar ile desteklenmelidir.

Boru destek sistemlerinin kuşak kirişlerinde bağlantı detayları yük taşıma açısından önemlidir. Birleşimler, kamalı sistem ve kaynaklı olarak yapılmaktadır. Boruların yerleştirildikten sonra cephede oluşabilecek deplasmanlara müdahale edilecek şekilde olmalıdır. Bu yüzden birleşim bölgelerinde boruların aktif olarak yük taşımasını geciktirecek ve deplasmana müsaade edebilecek yapısal boşlukların bulunmamasına dikkat edilmelidir.

Boru desteklerin yerleştirildiği karşılıklı veya komşu iki duvarın arkasındaki zeminle yaptığı reaksiyonun kaybolması ve/veya diğerine göre daha düşük olması halinde, sistem güçsüz tarafa doğru kaymak isteyecektir. Bu durumda, bir taraftaki deplasmanlar kazı içine doğru artarken karşı taraftaki deplasmanlar aksi istikamette oluşacaktır. Buna ilaveten, boru desteklerin yerleştirildiği cephelerden birinin diğerine göre farklı davranış sergilemesi ile boru desteklerde dönme, burulma ve burkulma gibi problemler oluşabilir (Dayıoğlu, 2010).

Boru desteklerin yerleştirilmesi ve kademe kazılarının uygulama yöntemleri dikkatli bir şekilde yapılmalıdır. Boru desteklerin mesfeleri belirlenirken, kazı ekipmanlarının çalışma alanları dikkat alınmalıdır. Kazı cephelerinin kapalı olduğu durumlarda kazı çukurundan kazı hafriyatının çıkarılması güçleşecek ve gerekli durumlarda vinçlerle yardım alınması gerekecektir.

5. AK-ASYA ACIBADEM PROJESİ

5.1 Giriş

İstanbul İli, Üsküdar İlçesi, Bulgurlu Mahallesi'nde SAF Gayrimenkul Geliştirme tarafından yaklaşık 182000 m² yüzölçümünde bir site alanı oluşturulacaktır. Site alanı, Eski Ford Otosan Fabrikasının bulunduğu bölgeye kurulacaktır. Bölgenin doğu cephesinden İstanbul Çevre Yolu, güney cephesinden de D100 Göztepe-Harem Karayolu yer almaktadır. Bölgenin harita üzerindeki yeri Şekil 5.1'de gösterilmektedir.

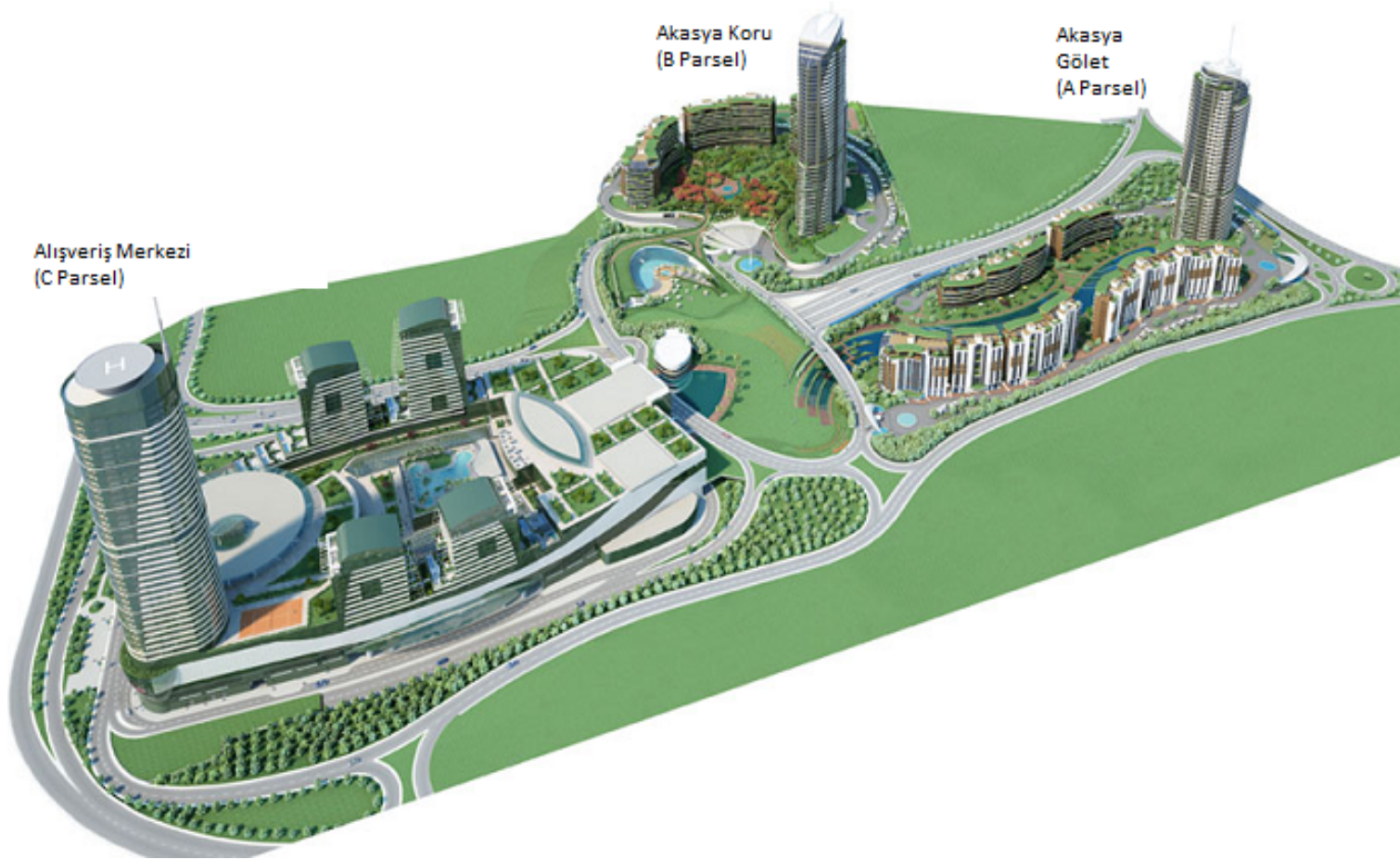
Site alanı içerisinde; 3 adet 41 katlı kuleden oluşan toplam 1580 adet konut, 41000 m² büyüklüğünde bir alışveriş merkezi, sosyal tesisler, ilköğretim okulu, 58000 m² yeşil alan, 7500 m² gölet alanı, yollar ve tüneller mevcuttur. Proje Şekil 5.2'de gösterildiği gibi, Akasya Göl (A Parsel), Akasya Koru (B Parsel) ve Alışveriş merkezi (C Parsel) olmak üzere 3 ana bölümden oluşmaktadır.

Alışveriş merkezinin bulunduğu ve boyutları 150m. x 275m. olan C Parsel'in mevcut saha kotları 17.50m ile 13.00m arasında değişmektedir. Tek parça halinde tasarlanan radye temele taşınması planlanan yapının üzerinde 41 katlı kule yapısı ve 14 katlı konut bloğu yükselecektir.

Alışveriş merkezinin temel alt kotu -10.00m olarak belirlenmiştir. Alışveriş merkezine ait temellerin inşa edilebilmesi amacıyla inceleme alanında yapılacak kazının derinliği 28.80 m. ile 24.00 m. arasında değişmektedir. Çevre yapı ve yolların durumu göz önüne alındığında temel kazısının iksa sistemi ile desteklenmesi uygun görülmüştür.

İnceleme alanının güney cephesine paralel olarak geçen taban kotu -8.90m ve çapı 6.00m olan Anadoluray'ın metro tünelleri yer almaktadır. Metro tünelleri ile parsel sınırı arasındaki mesafe 8.20m'dir. Bölgede yapılacak derin kazıdan dolayı metro tünellerinde oluşabilecek etkiler irdelenerek iksa sistemi projelendirilmiştir.

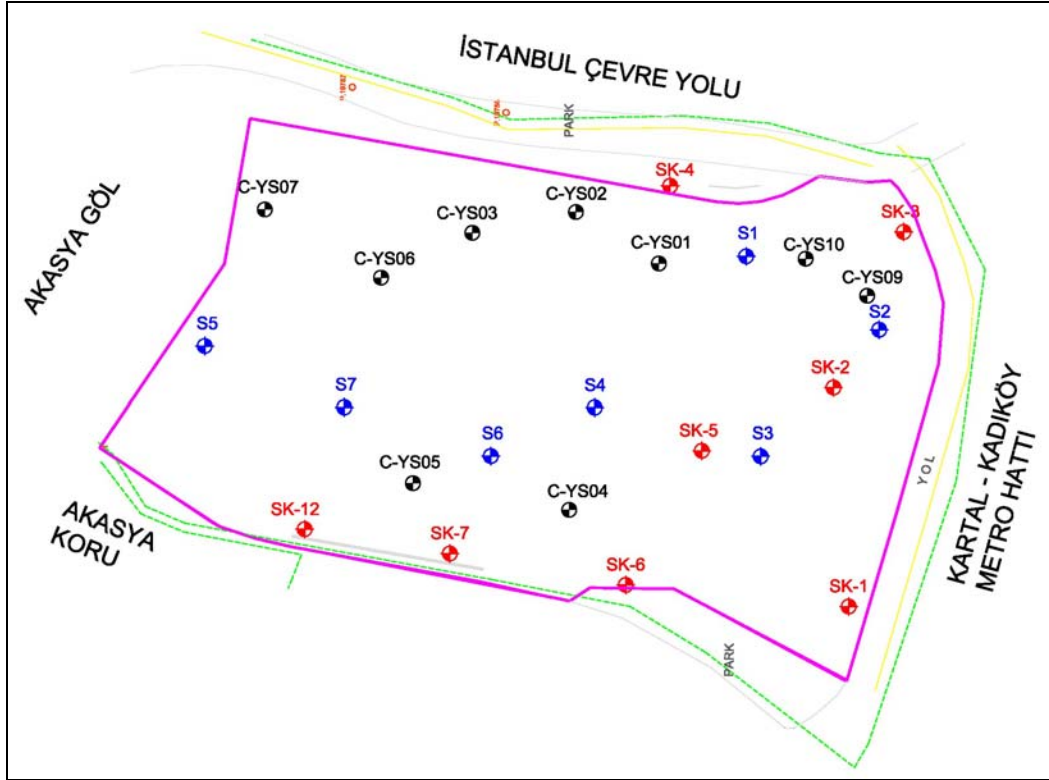




Şekil 5.2 : Akasya Acıbadem projesine ait bölümleri (Url-1, 2011).

5.2 İnceleme Alanındaki Zemin Profili

Proje kapsamında, ELC Group Müş. ve Müh. Ltd. Şti. ve Geotem Ltd. Şti. adlı şirketler tarafından inceleme alanında ve yakın civarda 23 adet zemin araştırma sondajı yapılmıştır. Zemin araştırma sondajlarına ilave olarak Belirti Ltd. Şti. 5 serim sismik kırılma etüdü yapmıştır. SK ve S kodlu sondajlar kaya tabakasının derinliğini belirlemek için yapılmış olup numune alınmamıştır. Sondajlara ait sonuçlar ve sondaj kuyuları arasında yapılmış korelasyonlar EK A'da verilmiştir. Sondajların konumları Şekil 5.3'te gösterilmiştir.



Şekil 5.3 : C Parselde yapılan sondajların konumları.

Sondajlar doğrultusunda oluşturulan zemin modeli uyarınca, saha yüzeyinde yer alan ve kalınlığı 1.0 m ila 2.0 m arasında değişen dolgu tabakasının altında, siltli kil – killi siltli kumdan alüvyon tabakası yer almaktadır. Zemin profilinin en altında ise, üst kotu +2.0 m. ila +7.0 m. arasında değişen ana kaya tabakası yer almaktadır. İnceleme alanında ana kaya çok zayıf – zayıf kaya niteliğindeki kıltaşı – kumtaşı – kireçtaşı ardalanması oluşmaktadır. İksa sistemi kesit analizlerinde her bir tabakanın sınırları, iksa kesiti ile ilgili bölgede yapılmış, sondajlardaki tabaka kalınlıklarından hareketle belirlenmiştir. Zemin tabakasına ait belirlenen mühendislik parametreleri Çizelge 5.1’de verilmiştir (Özalp, 2010).

Çizelge 5.1 : Zemin tabakalarına ait mühendislik parametreleri.

Zemin Tabakası	Dolgu	Alüvyon	Kumtaşı-Silttaşı
Doğal Birim Hacim Ağırlığı (γ_n)	18 kN/m ³	19 kN/m ³	20 kN/m ³
İçsel Sürtünme Açısı (Φ)	30°	30°	36°
Kohezyon (c)	1 kPa	1 kPa	15 kPa
Elastisite Modülü (E_s)	7 MPa	18 MPa	70 MPa
Elastisite Modülü ($E_{ur}=3E_s$)	21 MPa	55 MPa	210 MPa

5.3 Alışveriş Merkezi İksa Sistemi

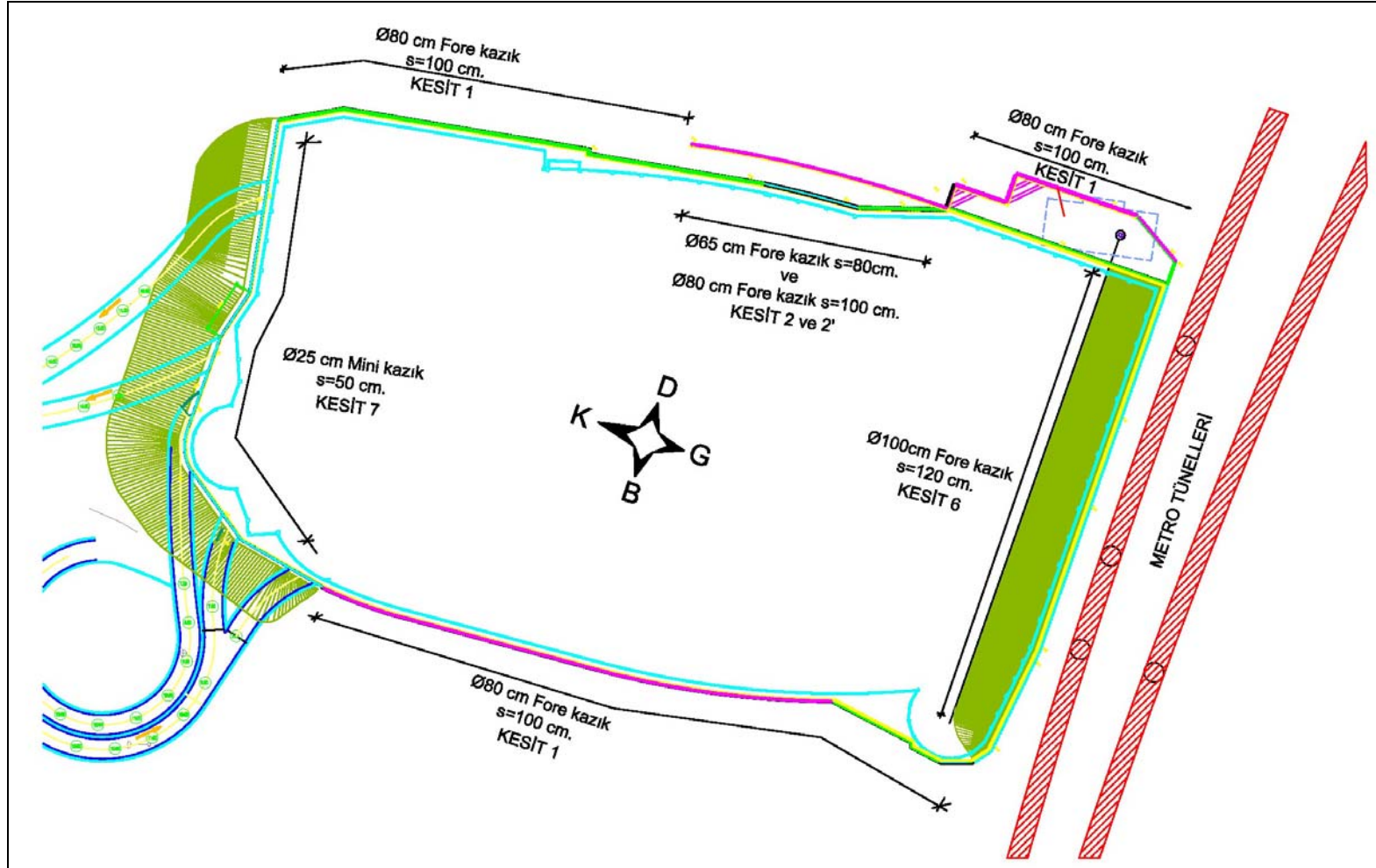
Mevcut arazi kotları ve sondajlarda belirlenen zemin tabakaları doğrultusunda iksa sistemi belirlenen tip kesitler doğrultusunda Plaxis programı ile çözümlenerek oluşacak maksimum gerilmeler hesaplanmış ve yapısal elemanlar boyutlandırılmıştır.

İksa sistemi düşey elemanları olarak D=65 cm, D=80 cm, ve D=100 cm çapında fore kazıklar ile D=25 cm çapında mini kazıklar kullanılmıştır. Kazıklar cepheden etki edecek yükler ve zemin tabakasının stabilitesi göz önünde bulundurularak Şekil 5.4'te belirtildiği gibi aralıklı olarak imal edilmiştir.

Sondajlar doğrultusunda alüvyon zemin tabakasının bulunduğu bölgelerde kazık aralıkları jet-grout veya püskürtme beton ile kaplanarak sızıntı sularının cepheden kontrollü olarak drene edilmiş ve alüvyon zeminin su ile taşınmasına engel olunmuştur.

Fore kazıklar belirli cephelerde yatay elemanlarla desteklenmiş olup uygun görülen bölgelerde de konsol olarak çalışmasına izin verilmiştir. Yatay desteklerin bulunduğu kazıklı perdelerde soket boyları 3.0m, konsol çalışan fore kazıkların soket boyları iksa sistemi analizlerinden hareketle belirlenen boylardadır.

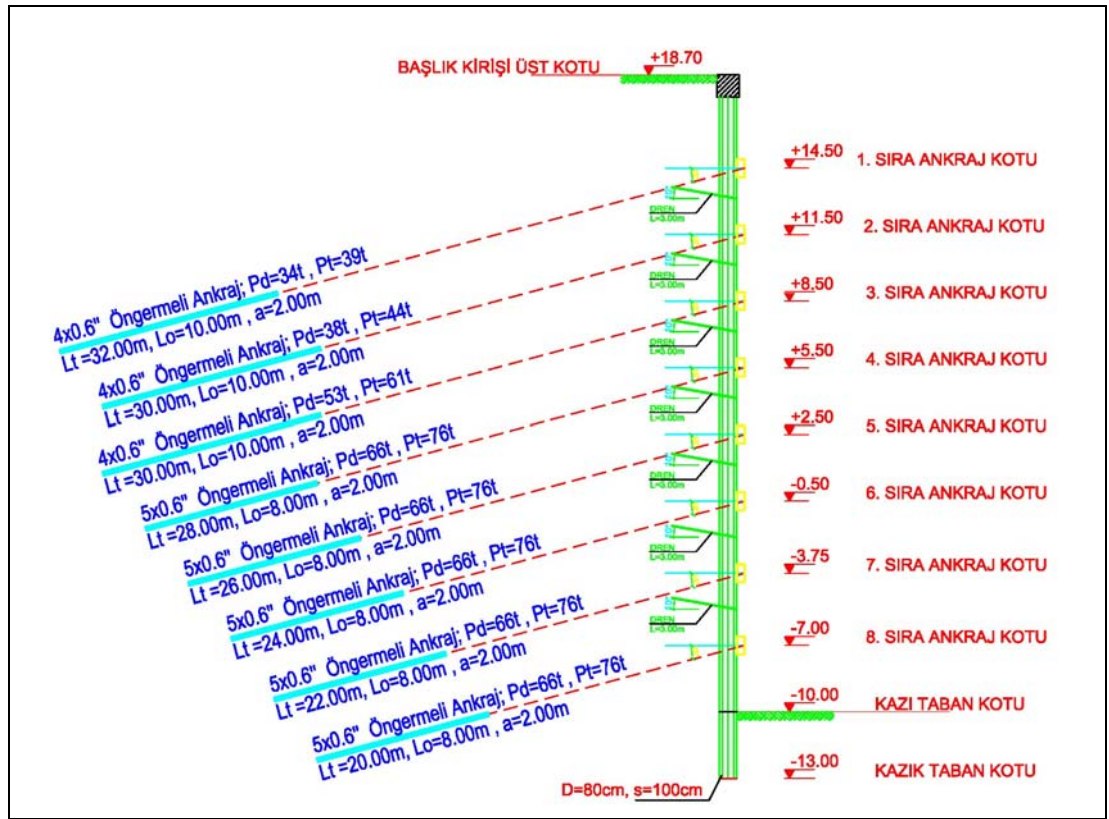
Fore kazıklı perdelerin bütünlüğünü sağlamak açısından kazık başlıkları imal edilmesi uygun görülmüştür. D=100cm çaplı kazıklar için 120cm x 100cm, D=80cm çaplı kazıklar için 100cm x 100cm, D=65cm çaplı kazıklar için 80cm x 80cm, D=25cm çapında mini kazıklar için 35cm x 40cm boyutlarında kazık başlıkları seçilmiştir.



Şekil 5.4 : C Parsel irksa sistemi plan paftası (Enar, 2010).

Öngermeli ankrajlar ve boru destekler ile desteklenecek iksa sisteminde, destek etkisinin tüm iksa sistemi düşey yapısal elemanlarına yayılabilmesi amacıyla kuşak kirişlerinin bulunması gerekmektedir. Kuşak kirişi donatıları, yatay elemana etkiyen yükler doğrultusunda oluşacak açıklık ve mesnet momentleri ile zımbalama kuvveti dikkate alınarak hesaplanmıştır.

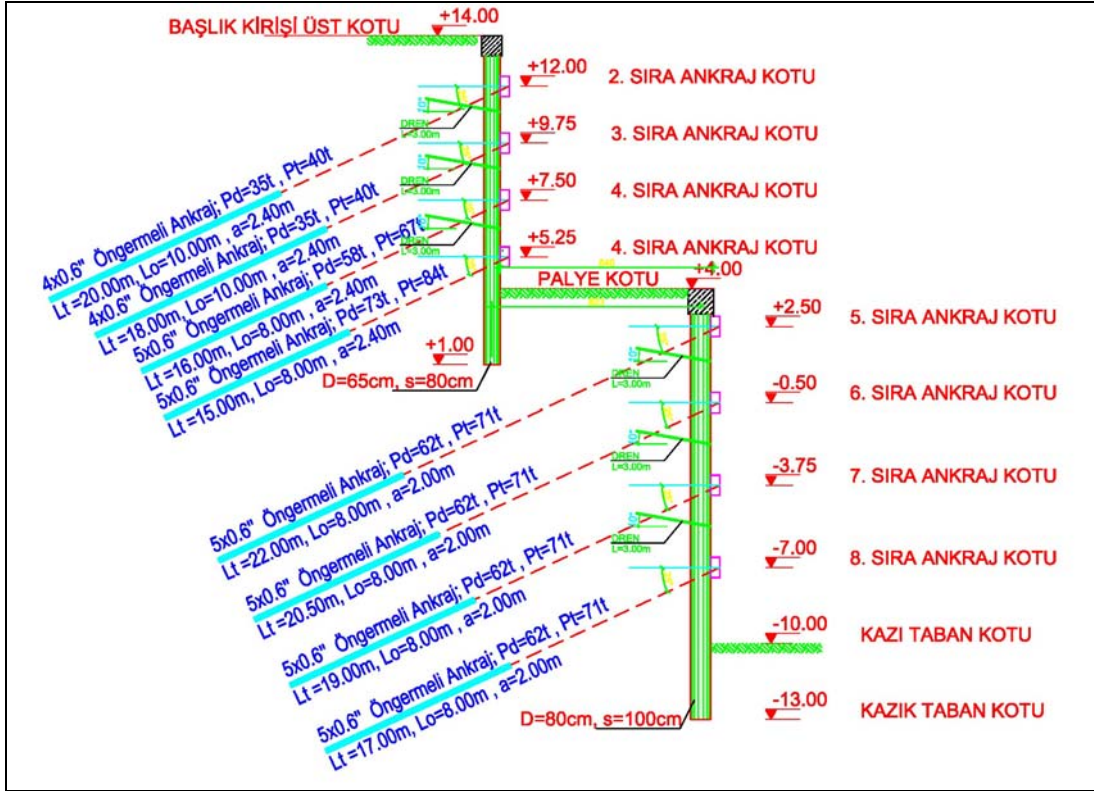
Kazının doğu ve batı cepheleri D=80cm çapında s=100cm aralıklı fore kazıklarla düşey perde oluşturulmuştur. Şekil 5.5'te gösterilen ve Kesit 1 olarak adlandırılan bu kesitte yatay destekleme sistemi olarak 8 kademe ankrajlı sistem kullanılmıştır. Ankrajlar arasındaki yatay mesafe 2.0m olarak belirlenmiştir.



Şekil 5.5 : Kesit 1 (Enar, 2010).

Doğu cephede alışveriş merkezinin +4.00 kotunda olan otopark girişinin 8 m. genişliğinde rampası için iksa sisteminde palyeli bir sistem seçilmiştir. Palye kotu rampa eğimi dikkate alınarak kademeli olarak düşürülmüş ve en kritik kesitte hesaplamalar yapılmıştır.

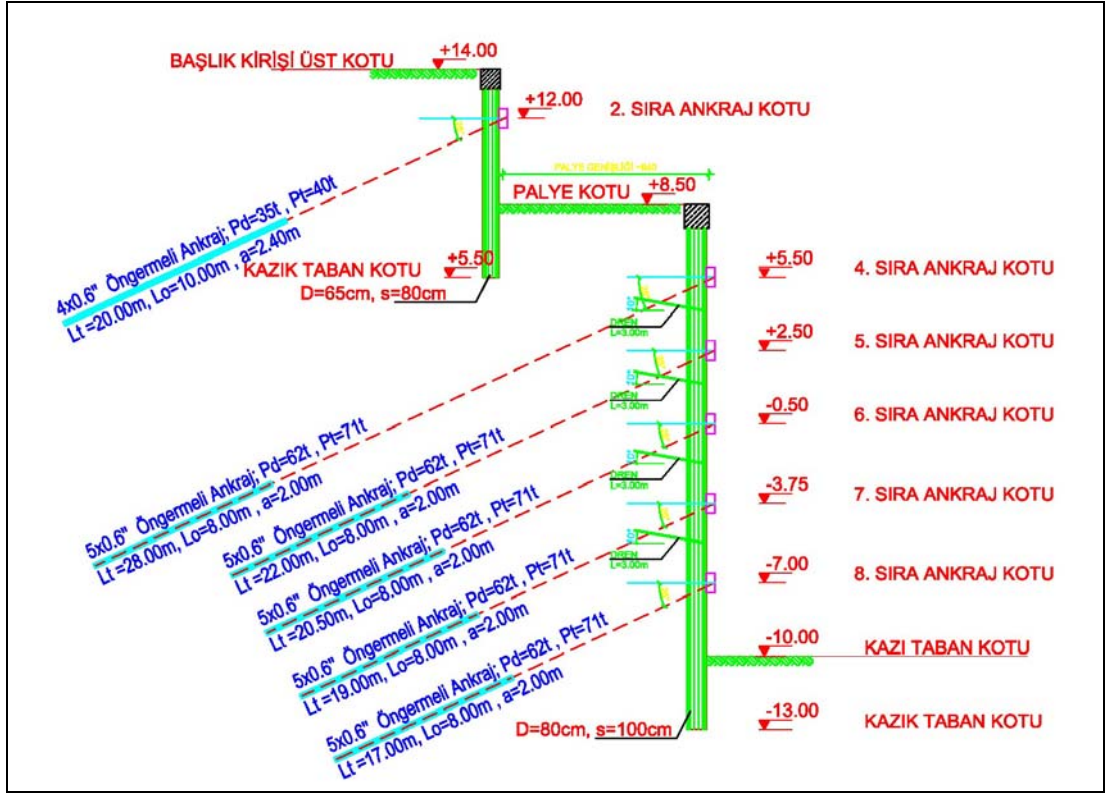
Şekil 5.6'da gösterilen ve Kesit 2 olarak adlandırılan bu kesitte, palyenin üst kısmında D=65 cm. çapında s=80 cm. aralıklı fore kazıklı perde, alt kısmında ise D=80 cm çapında, s=100 cm aralıklı fore kazıklı perde oluşturulmuştur. İki kademede de yatay destek olarak ankrajlı sistem kullanılmıştır. Üst kademede bulunan fore kazıklar palye kotunun minimum 3 m. altına soketlenmiştir.



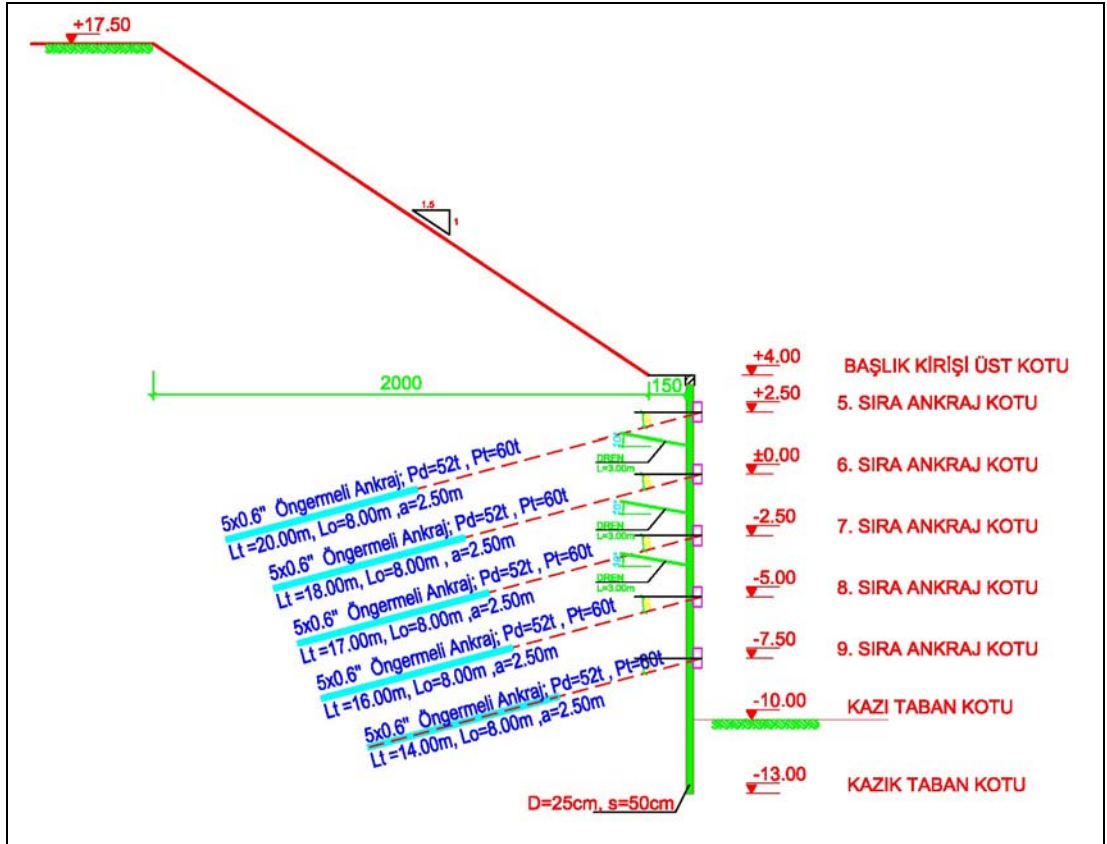
Şekil 5.6 : Kesit 2 (Enar, 2010).

Palye kotları dikkate alınarak cephe yüksekliklerine göre Şekil 5.7'de gösterildiği gibi, üst ve alt kademedeki cephelerde ankraj sıra sayıları düzenlenmiştir.

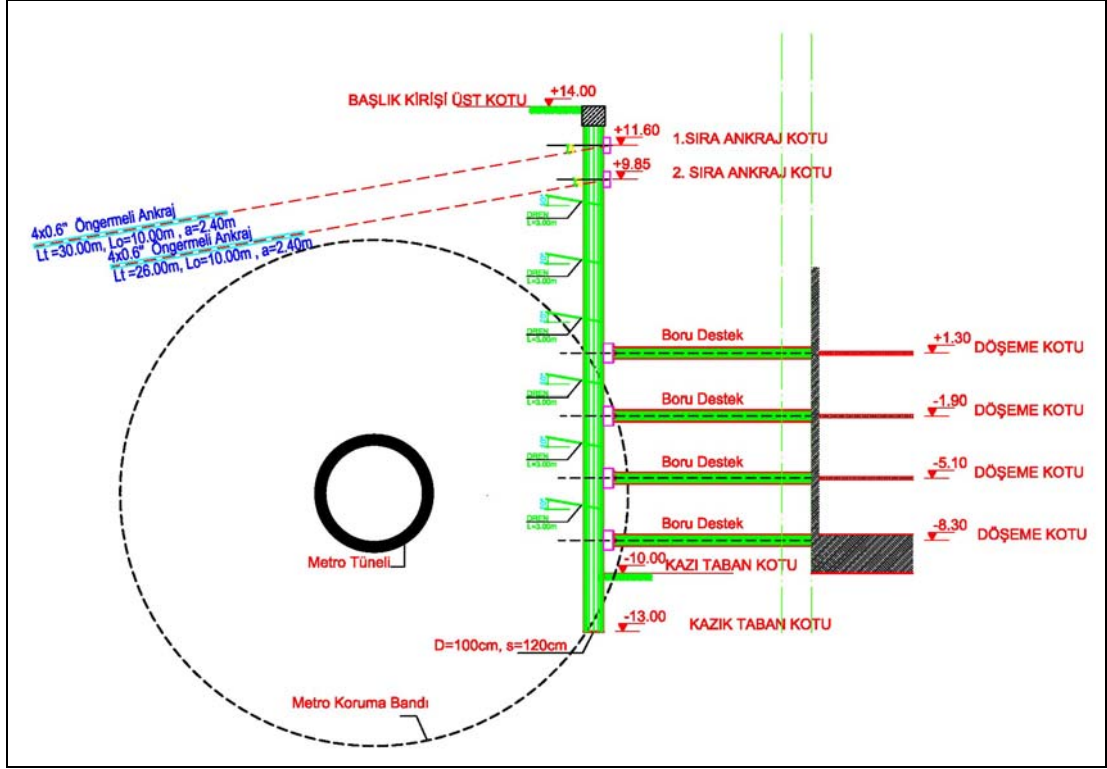
Kuzey cephede alışveriş merkezinin bodrumlarına ait otopark girişleri dikkate alınarak iksa düşey elemanının başlık kirişi üst kotu +4.00 ile +2.00 olarak belirlenmiştir. Bu bölgedeki mevcut saha kotu +17.50 ile mini kazık başlığı arasında 1/1.5 eğimli şev oluşturulması uygun görülmüştür. Şev yüzeyi kazı esnasında gözlemlenerek gerekli görüldüğü koşulda kaplanmasına karar kılınmıştır. Şekil 5.8'te belirtildiği gibi, iksa düşey elemanı D=25cm çapında s=100 cm aralıklı mini kazıklı perde ve ankrajlı iksa sistemi (Kesit 7) kullanılmıştır.



Şekil 5.7 : Kesit 2'' (Enar, 2010).



Şekil 5.8 : Kesit 7 (Enar, 2010).



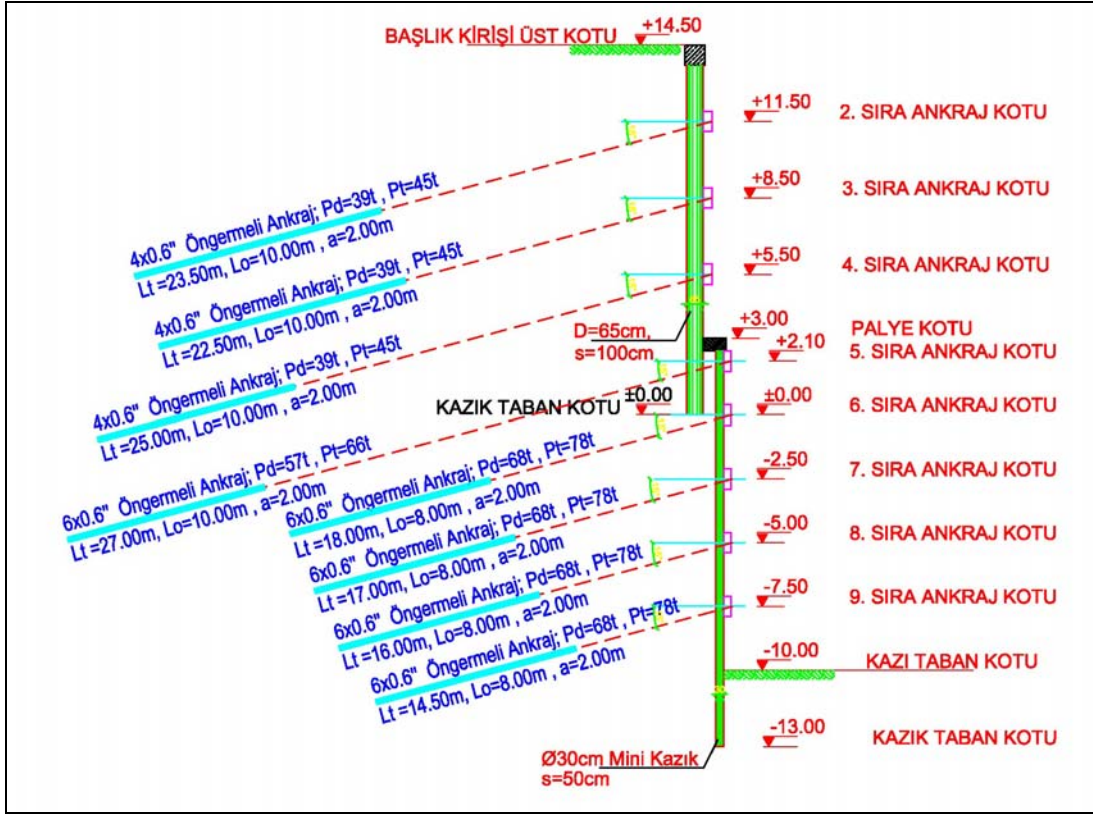
Şekil 5.10 : Kesit 6 - 2. Aşama (Enar, 2010).

5.4 Proje Revizyonları

İksa sisteminin doğu ve batı cephesinin belirli bölgelerinde sondaj sonuçlarının aksine kaya tabakasının yüksek kotlarda karşılaşılmamasından dolayı D=80 cm. çapında fore kazıkların imal edilmesinde zorluklarla karşılaşılmıştır. Kaya tabakasının sertliği ve fore kazık düşey elemanın boyunun 27.50 m olması iş programında gecikmeler yaşanmasından dolayı taşeron firmanın talebi ve işverenin talimatı ile fore kazık ve mini kazıklardan oluşan iki kademeli bir iksa sistemine geçilmesi amacıyla proje üzerinde revizyon yapılmıştır (Özalp, 2010).

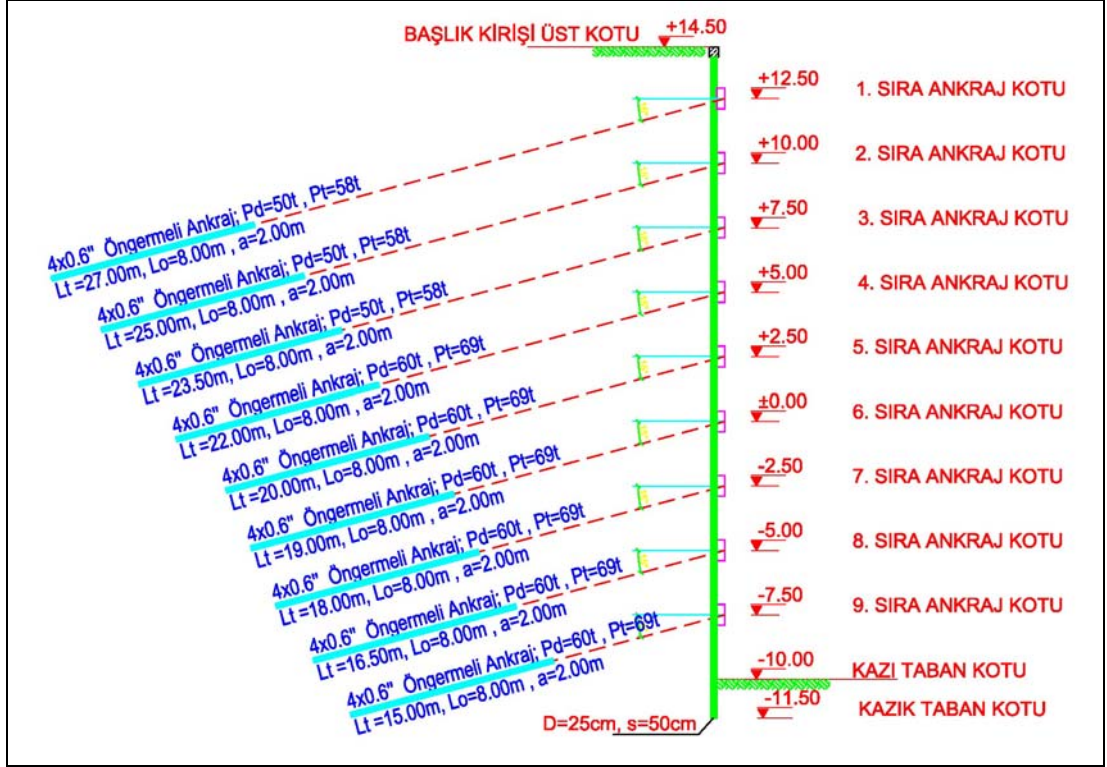
Şekil 5.11’de gösterilen ve Kesit 8 olarak adlandırılan bu kesit +14,50 kotundan başlayan taban kotu +0,00 olan D=65cm çapında, s=100cm aralıklı fore kazıklar üç sıra ankraj sistemiyle desteklenmiştir.

Fore kazıkların ön tarafından başlık kirişi üst kotu +3,00 olan ve kazı taban kotunun (-10,00) altında 3m soketli D=30 cm çapında, s=50cm aralıklı mini kazıklı sistem kullanılmıştır. Mini kazıklar 5 kademe ankraj sırası ile desteklenmiş olup başlık kirişi arka tarafta bulunan fore kazıklardan filizler alınarak sistemin rijit bir şekilde çalışması sağlanmıştır. Mini kazıklar ile fore kazıklar arasındaki mesafe makine çalışma payları göz önüne alınarak 1 m. olarak belirlenmiştir.



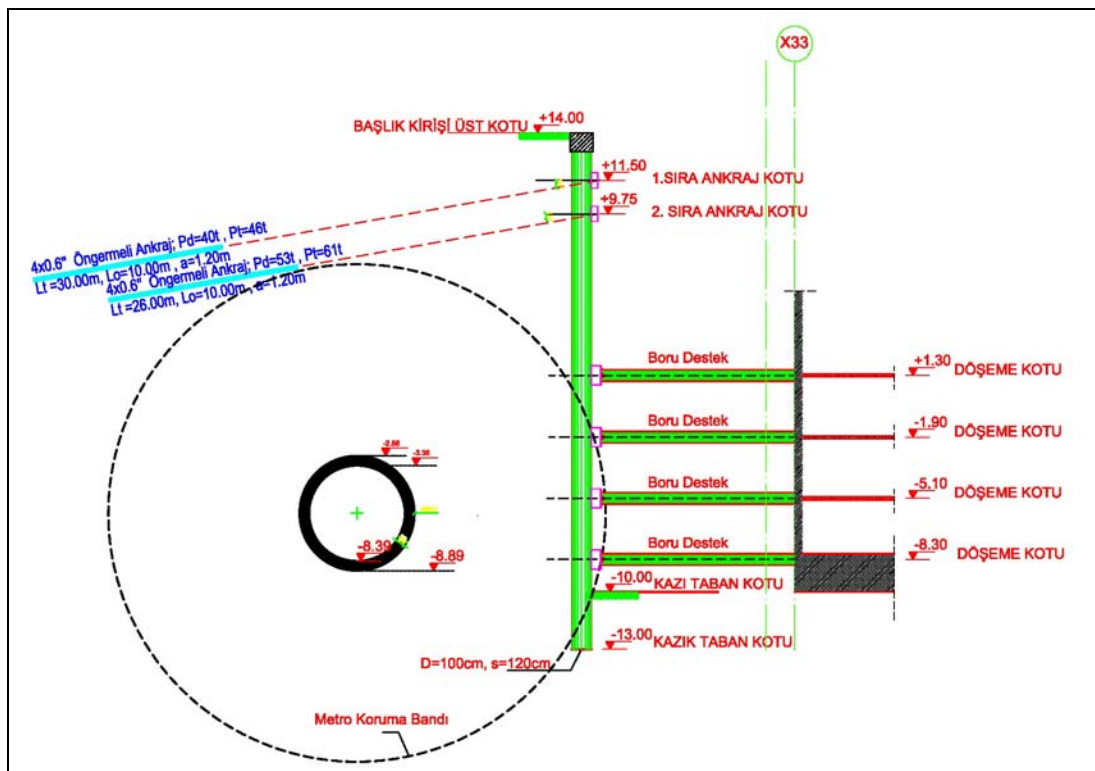
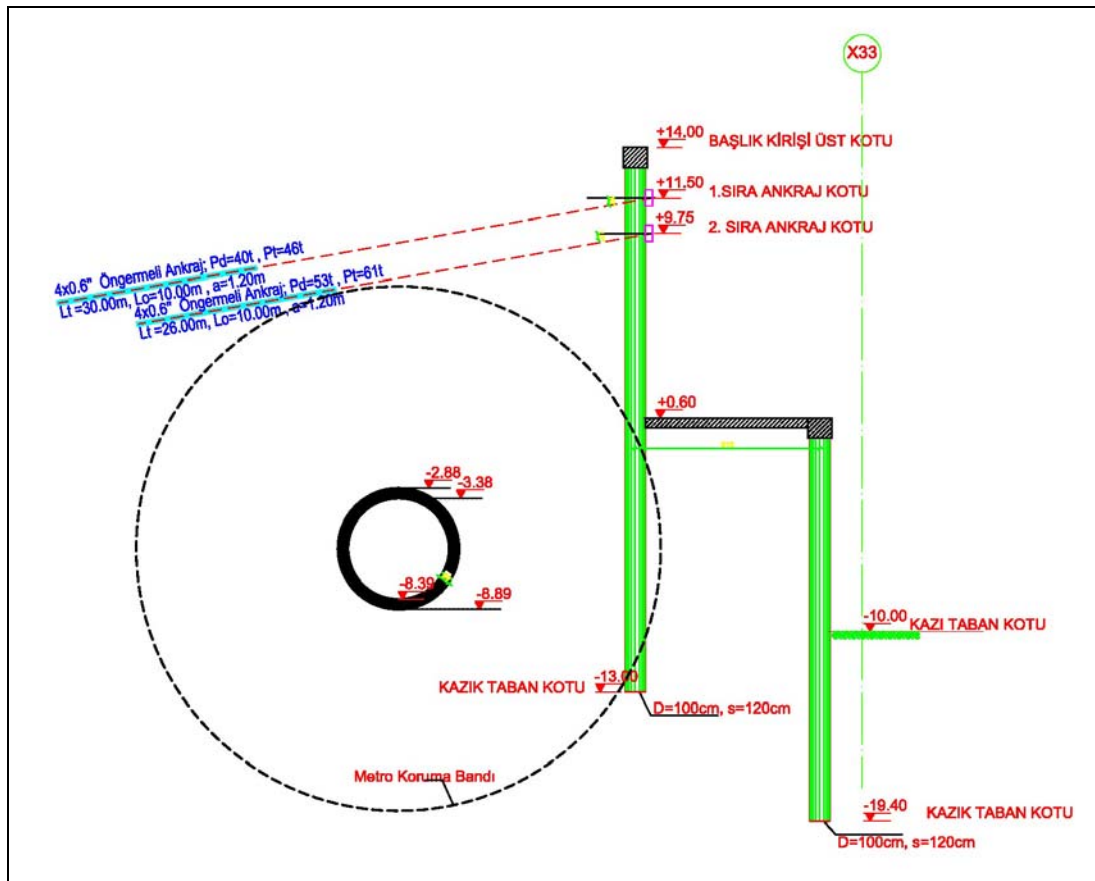
Şekil 5.11 : Kesit 8 (Enar, 2010).

İksa sistemi güney batı cephesinde zemin tabakasının mevcut saha kotundan itibaren kireçtaşı olması ve iksa perdesinin yatay desteklenmesinde ankrajların kullanılmasının metro tünellerine etkisi değerlendirmiştir. Bunun doğrultusunda $D=80$ cm çapında fore kazıktan oluşan düşey elemanlar $D=30$ cm çapında mini kazıklar olarak revize edilmiştir. Mini kazıklara etki edecek eğilme momentinin azaltılması için ankraj sistemi 9 kademe olarak projelendirilmiştir (Şekil 5.12).



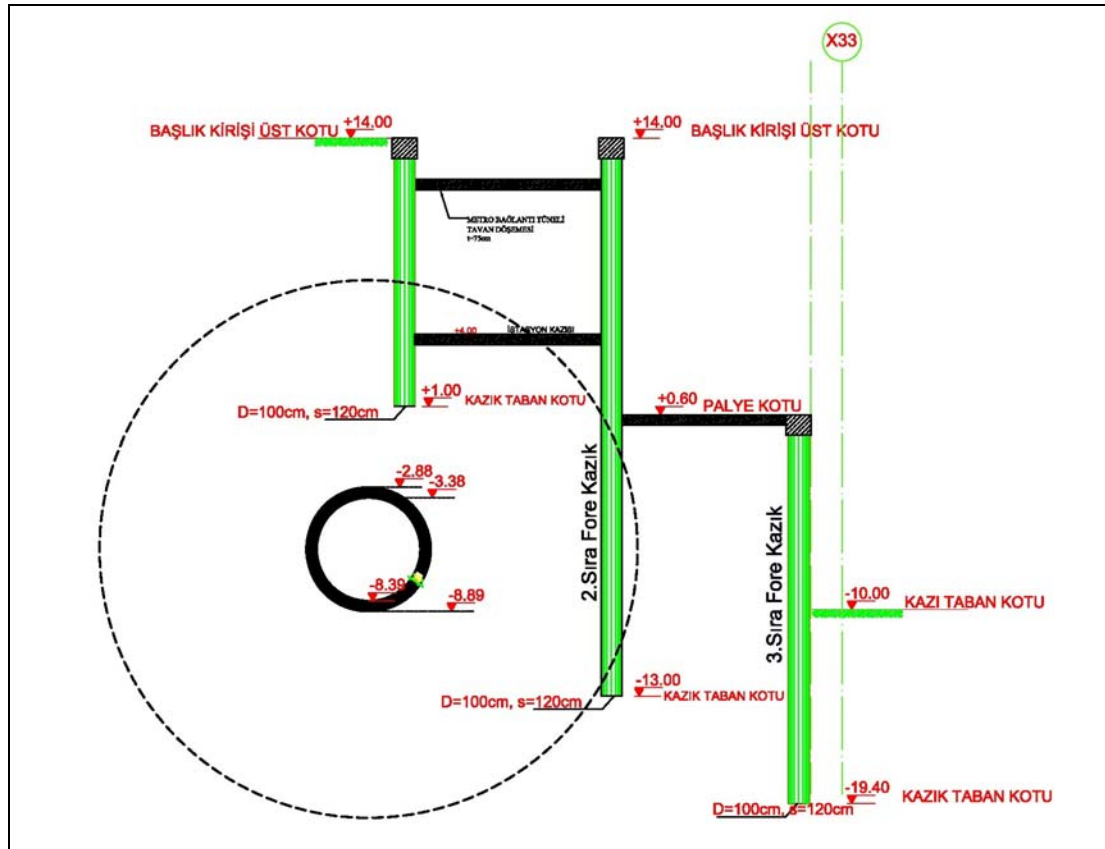
Şekil 5.12 : Kesit 9 (Enar, 2010).

Güney cephede ankrajların imal edilemediği kademelerde iksa sisteminde topuk şevi oluşturulacağı ve ada kazısı yapılarak kazı tamamlanacağı önceki bölümde belirtilmişti. Bölgedeki zemin tabakasının alüvyon olması dolayısıyla topuk şevi zemin çivili duvar yerine Şekil 5.13'te gösterildiği gibi D=100 cm çapında yüksek eğilme mukavemetine sahip konsol fore kazıklar ile desteklenmesi öngörülmüştür. Konsol fore kazıkların soketleri kazı taban kotunun 9.40m altındadır. Kazı esnasında konsol çalışacak kazıklarda oluşacak deplasmanları azaltmak amacı ile de konsol kazıklar, birincil iksa kazıklarına 50cm x 50cm betonarme kirişler ile bağlanacaktır. Böylelikle iksa sistemi bir sehpa şeklinde çalışması sağlanarak metro tünellerine oluşacak etkilerde azaltılmış olacaktır. Kazı taban kotuna ulaşıldıktan sonra bina inşaatına başlanılacak ve palye üst kotuna erişildiğinde boru destekler ile iksa cephesi binaya desteklenecektir. Şekil 5.14'te gösterildiği gibi boru destekler ile topuk bölgesindeki kazı tamamlanacak ve bina gerçek aksında inşa edilecektir.

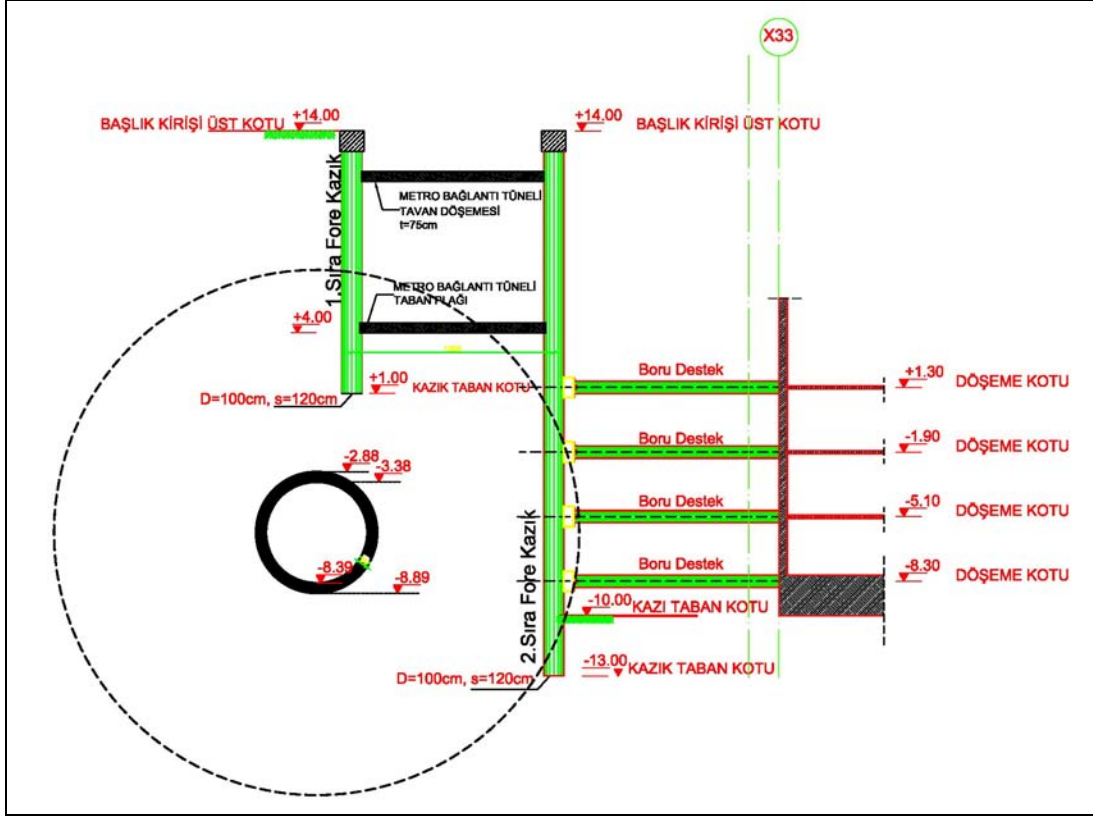


Metro bağlantı tünelleri kapsamında yapılacak olan aç kapa istasyonun iksa sistemi ile etkileşimi incelenerek iksa sisteminde revizyonlar yapılmıştır. İksa sistemi projesi uyarınca, ilk aşamada aç kapa istasyon kazısının yapılacağı bölümde üç kademe fore kazıklı, cephenin kalan bölümünde iki kademe fore kazıklı inşa edilmesi planlanmaktadır.

Metro bağlantı tünellerinin bulunduğu bölgede üç kademe fore kazıklardan ilk önce 1. ve 2. sıra fore kazıklar imal edilecektir. Bu bölgede tünel üst döşemesi imal edildikten sonra C Parsel ve tünel içi kazısı aynı anda yapılarak tünel altı kotu +4.00 kotuna ulaşılacak ve bağlantı tüneli alt döşemesi imal edilecektir. Alt döşeme imalatı esnasında C Parsel içerisinde yer alan 3. Sıra fore kazık imalatına başlanılacaktır. 3. Sıra fore kazıkların tamamlanması ve 2. Sıra fore kazıklara 50cmx50cm bağlantı kirişlerinin bağlanması ile Şekil 5.15'te gösterildiği gibi C Parsel'de kazı taban kotuna inilecektir. Sonrasında Şekil 5.16'da gösterildiği gibi bina bir aks geriden imal edilerek yapıdan destek alınacak ve 3. Sıra fore kazıklar kırılıp kaldırılması ile temel kazısı tamamlanacaktır (Sağlam, 2010).



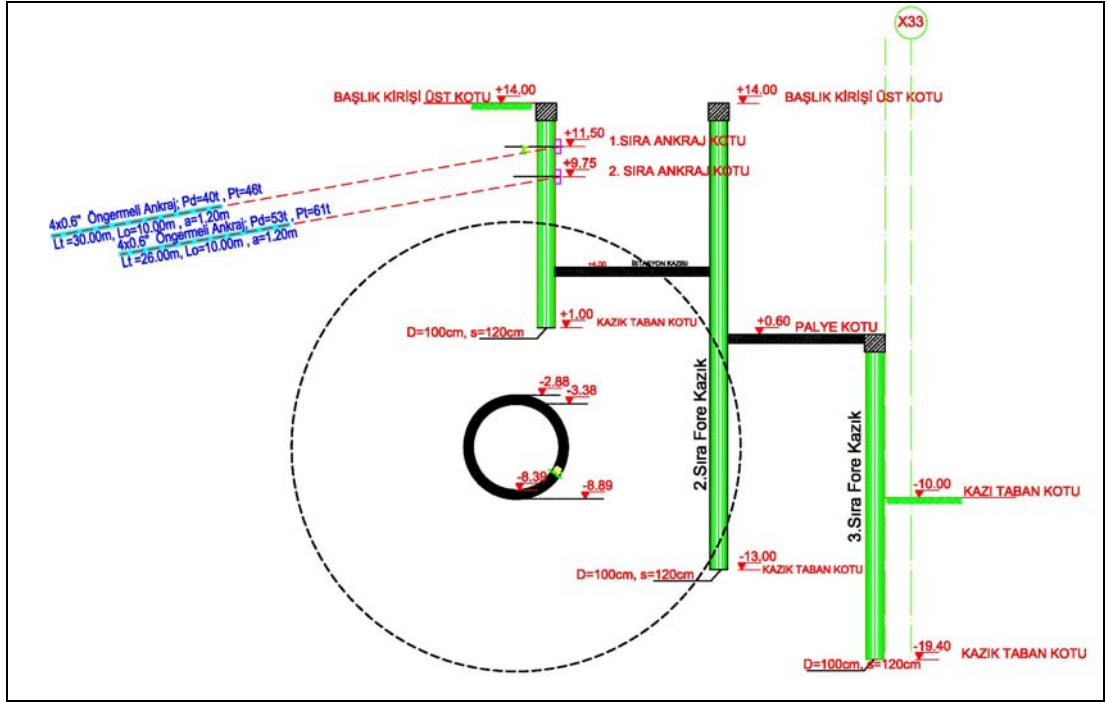
Şekil 5.15 : Kesit 10 - 1. Aşama (Enar, 2010).



Şekil 5.16 : Kesit 10 - 2. Aşama (Enar,2010).

İksa sistemi inşaatının başlaması sonrasında bağlantı tüneline ait kazıyı güçleştirmesi ve iş programını geciktirmesinden dolayı bağlantı tüneline ait tavan döşemesi imalatından vazgeçilmiştir. 1. Sıra fore kazıkların desteklenmesi için Şekil 5.17’de gösterildiği gibi iki sıra ankrajlı sistem uygulanmış ve bağlantı tüneline ait kazısı ile C Parsel iksa kazısı koordineli bir şekilde devam ettirilmiştir.

Kazının tamamlanması sonrasında güney cephesine ait fotoğraflar, Şekil 5.18 ve Şekil 5.19’da gösterilmiştir.



Şekil 5.17 : Kesit 10 Revize -1.Aşama (Enar, 2010).



Şekil 5.18 : Güney cephesi kazı taban kotuna ulaşılması.

Revizyonlar sonrasında projelendirilen iksa sistemine ait maksimum kesit tesirleri, ve oluşacak maksimum deplasmanlar Çizelge 5.2’de gösterilmiştir.

Çizelge 5.2 : Maksimum kesit tesirleri ve deplasmanlar.

Kesit No	Kazık Çapı ve Aralığı	Eksenel Kuvvet (kN/m)	Kesme Kuvveti (kN/m)	Eğilme Momenti (kNm/m)	Maksimum Deplasman (mm)
1	D=80cm s=120cm	-1260	-290	307	27,3
2	D=65cm s=80cm ve D=80cm s=100cm	-636	209	215	10,9
4	D=65cm s=80cm ve D=80cm s=100cm	-606	-216	216	19,03
5	D=65cm s=80cm ve D=80cm s=100cm	-492	-230	255	45,8
6	D=100cm s=120cm	-789	408	965	54,5
7	D=25cm s=50cm	-516	-122	37	10,8
8	D=65cm s=100cm ve D=30cm s=50cm	-687	-211	143	9,9
9	D=25cm s=50cm	-739	-177	52	9,6

5.5 Projenin Uygulanması ve Kazı Esnasında Karşılaşılan Sorunlar

Kazı alanında doğal bir dere yatağı olmasından dolayı özellikle güney cephede alüvyon tabakası bulunmaktadır. Daha önceki bölümlerde bahsedildiği gibi bölgede Metro tünelleri bulunması cephenin önemini artırmaktadır.

Alüvyon tabakası içerisinde bulunan yer altı suyunun kazı esnasında güçlük yaratmaması için cephede bulunan D=100cm çapında fore kazıkların aralarında jet-grout kolonları oluşturulması öngörülmüştür. Mevcut zemin tabakasında oluşabilecek jet-grout kolonları hakkında bilgi edinebilmek için farklı parametrelerde dört adet deneme kolonu oluşturulmuştur. Deneme kolonları ile ilgili parametreler Çizelge 5.3'te gösterilmektedir.

Çizelge 5.3 : Jet-Grout test kolonları.

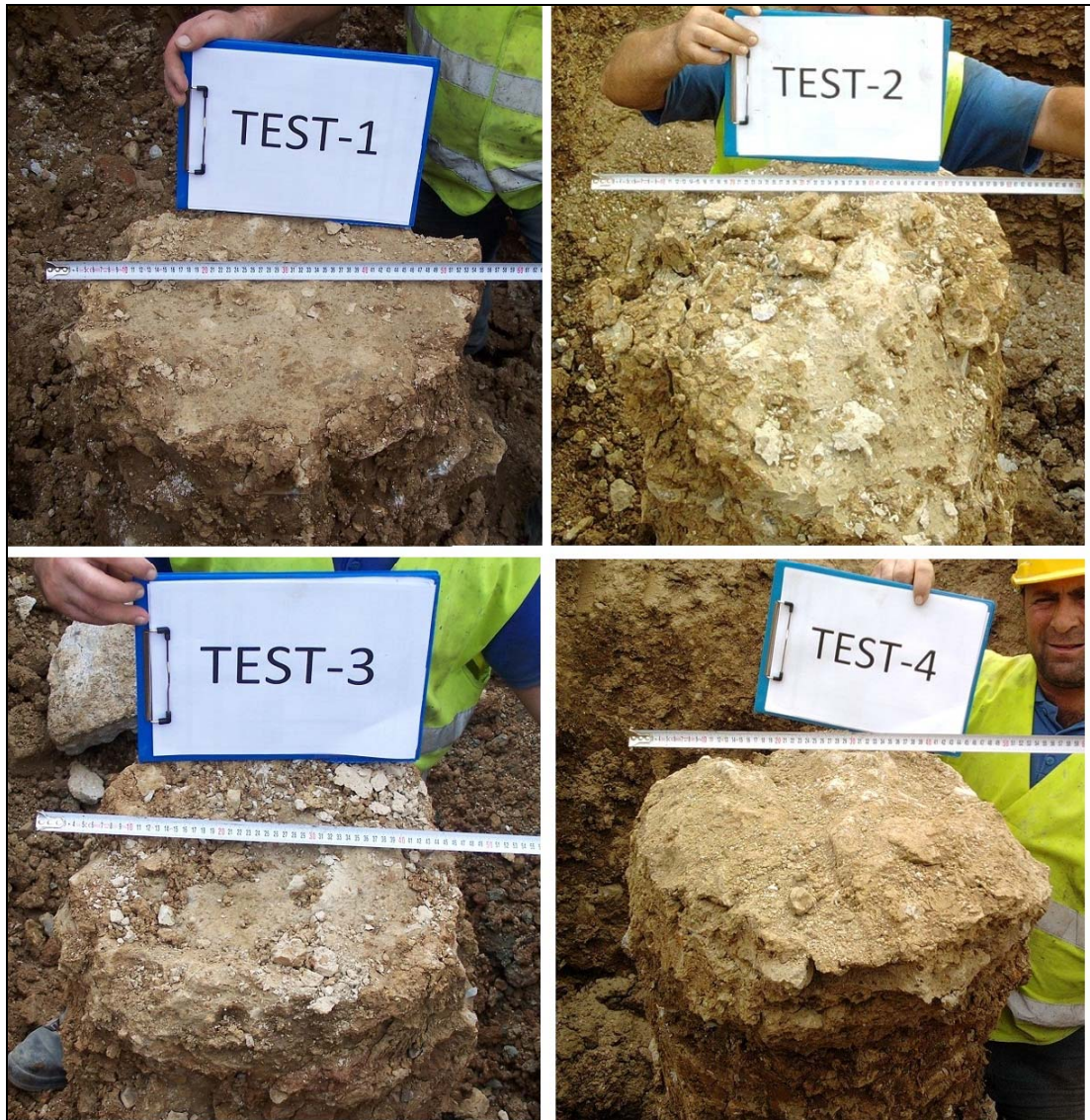
Jet-Grout Testleri	Test 1	Test 2	Test 3	Test 4
Basınç	300 bar	350 bar	300 bar	350 bar
Çekme Hızı	53 cm/dak	55 cm/dak	56 cm/dak	58 cm/dak
Dönme Hızı	20 tur/dak	20 tur/dak	20 tur/dak	20 tur/dak
Nozzle	2,2 mm 2 adet	2,2 mm 2 adet	2,2 mm 2 adet	2,2 mm 2 adet
Çimento Miktarı	125 kg/m	130 kg/m	118 kg/m	123 kg/m
Derinlik	4 m	4 m	4 m	4 m

Jet-Grout kolonlarının prizlerini alması ile bölgede kazı yapılarak Şekil 5.19'da gösterildiği gibi numune kolonları çapları hakkında bilgi edinilmiştir.

Yapılan testler sonrasında Jet-Grout için uygun parametreler Çizelge 5.4'te belirlenmiştir.

Çizelge 5.4 : Jet-Grout parametreleri.

Jet-Grout Uygulama Parametreleri	
Basınç	350 bar
Çekme Hızı	50 cm/dak
Dönme Hızı	18 tur/dak
Nozzle	2,2 mm 2 adet



Şekil 5.19 : Jet-Grout test sonuçları.

Fore kazık ve jet-grout imalatlarının tamamlanması sonrasında ankraj imalatına başlanmış ve delgiler esnasında alüvyon zeminde Şekil 5.20’de gösterildiği gibi zorluklarla karşılaşmıştır. Kuyu delgilerinin tamamlanması sonrasında kuyu içi göçmelerle karşılaşmıştır. Delgilerin kolaylaşması, kuyularda yıkılmanın engellenmesi ve enjeksiyondan verim alınması için farklı bir delgi ve enjeksiyonlanma yöntemi kullanılmıştır. Delgi ekipmanının kafasından kuyu içerisine su verilerek balçık zemin içerisindeki delgilerde kolaylık sağlanmıştır. Delgilerin tamamlanması sonrasında kafa ekipmanından enjeksiyon verilerek kuyunun göçmeden enjeksiyonlanması sağlanmıştır. Delgi ekipmanları kuyu içerisinden çıkarılırken enjeksiyonlanma işlemine devam edilmiş ve enjeksiyonun yoğunluğuyla kuyu içi stabilite sorunlarının önüne geçilmiştir. Enjeksiyonlu kuyunun içerisine ankraj halatlarının yerleştirilmesi sonrasında ikincil enjeksiyonlanma yapılmıştır.



Şekil 5.20 : Delgilerin yapıldığı alüvyon zemin tabakası.

FHWA-IF-99-015 uyarınca, alüvyon birimler için, enjeksiyon ile zemin birim arasında en elverişsiz durumda alınabilecek adhezyon değeri 200 kPa'dır. Bu değerden yola çıkarak ankraj kök boyunun alüvyon içerisinde $L_{kök}=10.0m$ seçilmesi durumunda, ankrajların taşıyabilmeleri öngörülen maksimum yük, $D=125$ mm delgi ve $F.S.=2.0$ güvenlik katsayısı için ;

$$T_{max} = 10.0m * (0.125m * \pi * 200) / 2 = 392kN = 40ton \quad (5.1)$$

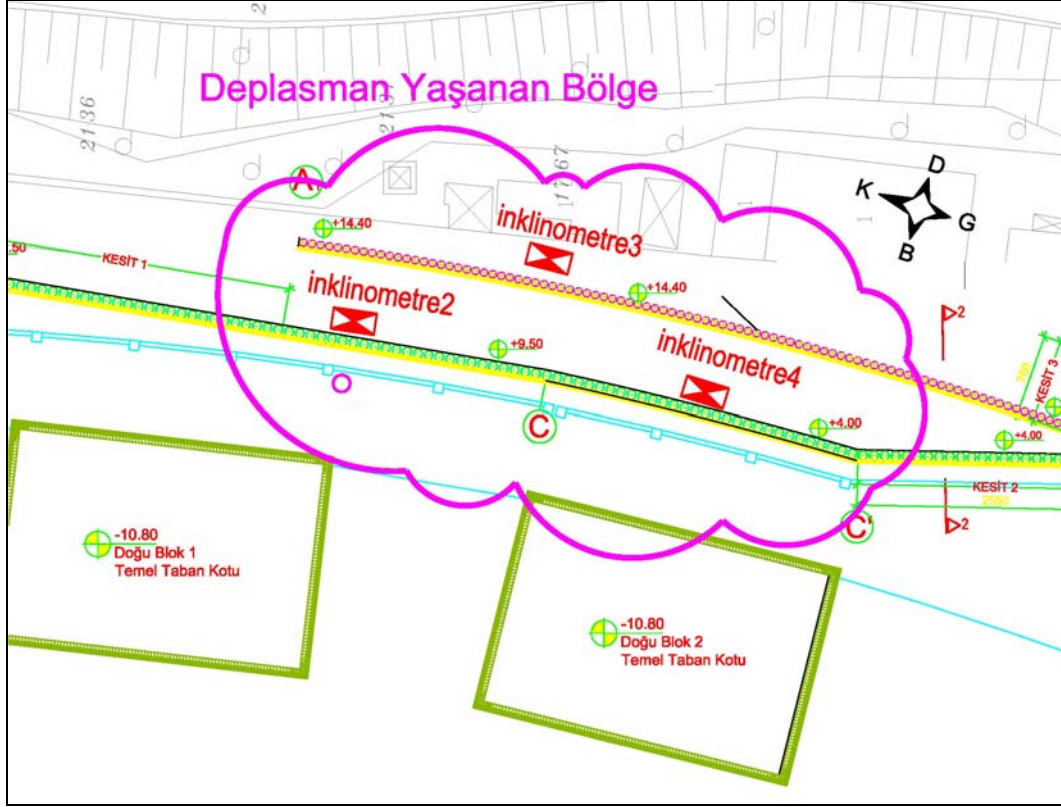
olarak hesaplanmıştır. Bu hesaptan da anlaşılabileceği üzere, iksa sisteminin yatay desteklerini oluşturan öngermeli ankrajlardan, kökleri inceleme alanındaki ana kaya tabakasının üzerindeki alüvyonda kalanların 30ton'dan daha yüksek yüke çalıştırılmamaları gerekmektedir (Özalp, 2010).

Alüvyon zemin içerisinde delgi ekipmanların kuyudan çıkarılması esnasında kuyunun enjesiyonlanması ile imal edilen öngermeli ankrajlarda 35 ton yük altında kabul testleri yapılmış ve olumlu sonuçlar alınmıştır.

Kazı alanının güney doğu cephelerinde de üst kademe kazılarında alüvyon birimlerle karşılaşmıştır. Bölgede yapılan ankrajların kök bölgelerinin grovak tabakasında yer alması için ankraj açısı 25 dereceye çıkarılmıştır. Fore kazıkların arasındaki boşluklardan alüvyon zeminin boşalması cephe üzerinde bulunan proje yönetim binasında oturmalara sebebiyet vereceği için fore kazık araları püskürtme beton ile kaplanmıştır. Cephenin kaplanması durumunda sızıntı sularının iksaya hidrostatik basınç oluşturmaması için belirli noktalarda drenler yapılarak sızıntı suları kontrollü bir şekilde dren edilmiştir.

Ankraj destekli sistemlerde kazı kademelerinin ankraj imalatı için uygun kotlara göre hafriyat edilmesi ve herhangi bir sıra ankrajın kilitlemesi tamamlanmadan alt kademelerin kazısının yapılmaması iksa güvenliği açısından önemli bir husustur.

Doğu cephesinde 7. Sıra ankraj kademelerinin kilitleme işlemlerinin tamamlanmadan 8. sıra ankraj imalatının kazısına başlanmıştır. Durumun farkedilerek cephenin geri dolgusu yapılmış ve prizleri istenen mukavemete erişmemiş 7. Sıra ankrajlar düşük yüklerde kilitlenmiştir. Şekil 5.21'de gözlemlendiği gibi bölgede bulunan 2,3 ve 4 numaralı inklinometre tesislerinden alınan okumalarda Şekil 5.22'de de gözlenen ani bir deplasmanla karşılaşmıştır.

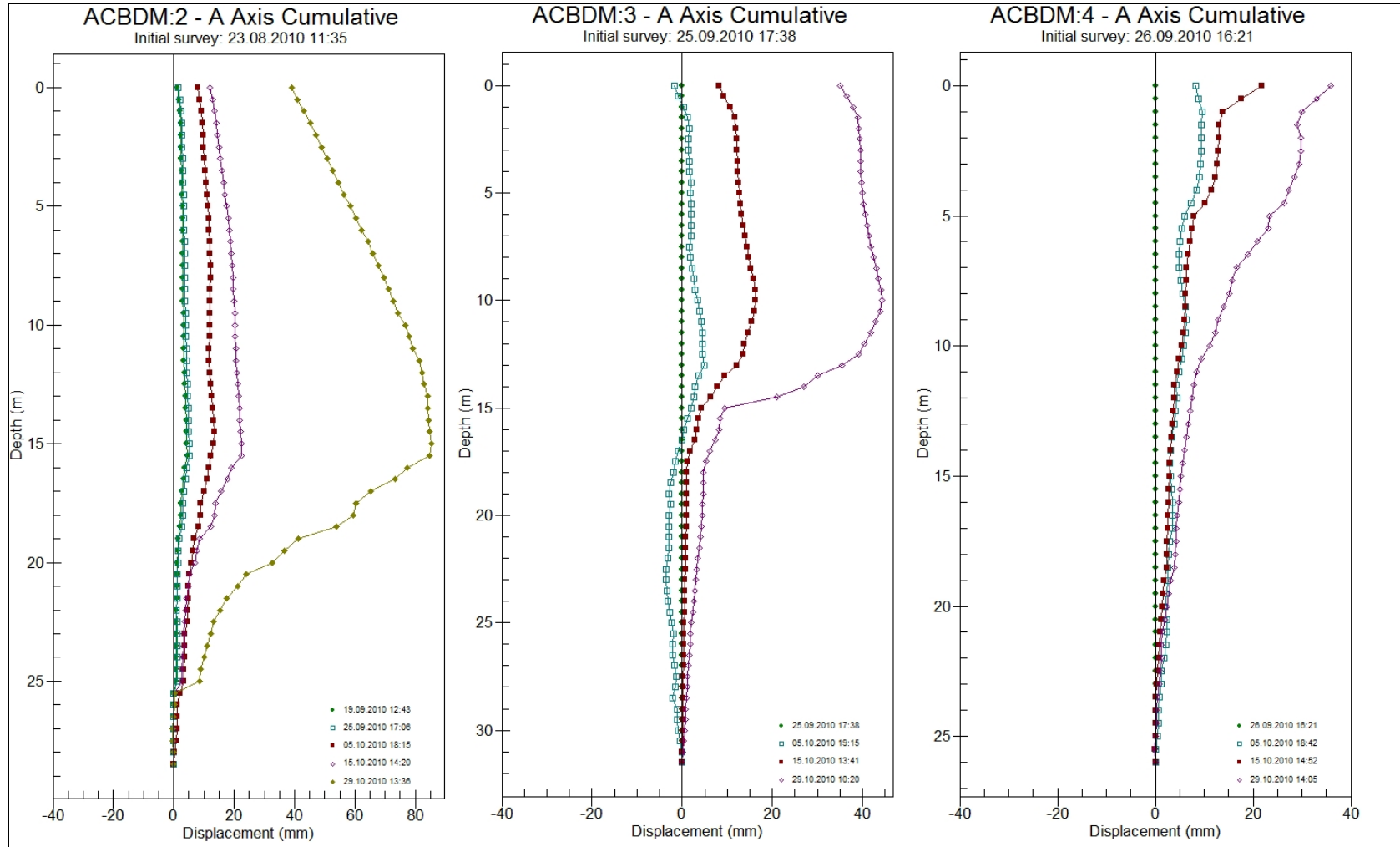


Şekil 5.21 : Ani deplasman artışı yaşanan doğu cephesi.

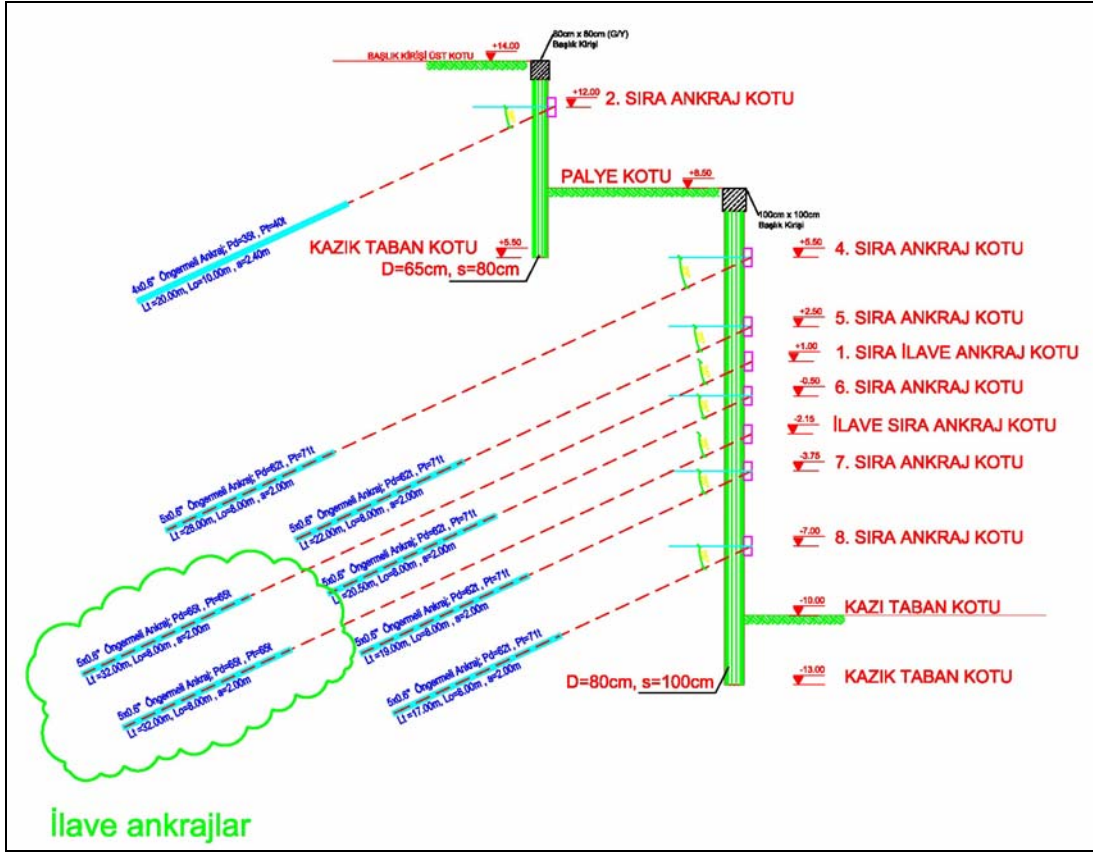
Özellikle 2 no'lu inklinometrede yaklaşık 60 mm. deplasman gözlenmesi sonucunda üst sıra ankrajların taşıma kapasitelerini kaybettiği göz önünde bulundurulmuştur. Kazı cephesi, 5. sıra ile 6. sıra ankrajların arasına kadar geri doldurularak ilave ankraj imalatına geçilmiştir. Geri dolgunun tamamlanması ile iksa cephesinde yeterli topuk itkisinin sağlanması sırasında geçen sürede cephede oluşan toplam deplasman 107 mm. olarak ölçülmüştür.

Deplasman sonrasında mevcut ankrajlara aşırı yükleme olacağı için kök bölgesinin rijitliğini kaybederek yeni bir kayma kaması oluşturacağı düşünülmüştür. Bundan dolayı ilave ankrajların kök bölgeleri Şekil 5.23'te gösterildiği gibi önceki imal edilen ankraj köklerinin daha gerisinde bir noktaya mesnetlendirilmiştir.

İlave ankrajların yapılması sonrasında 8. Kademe ankrajlar için cephe kazısına başlanmıştır. Ancak iksa sisteminde deplasman artışları devam etmiş ve 150 mm. civarına ulaşmıştır. Bu noktada 7. sıra ve 8. sıra ankrajların arasına ilave bir sıra ankraj daha yapılmıştır. Ayrıca ön sıradaki fore kazıklar, Şekil 5.24'te gösterildiği gibi arka sıradaki fore kazıklara 50cmx50cm kesitinde betonarme kirişlerle bağlanmıştır.



Şekil 5.22 : Doğu cephesinde bulunan inklinometreler.



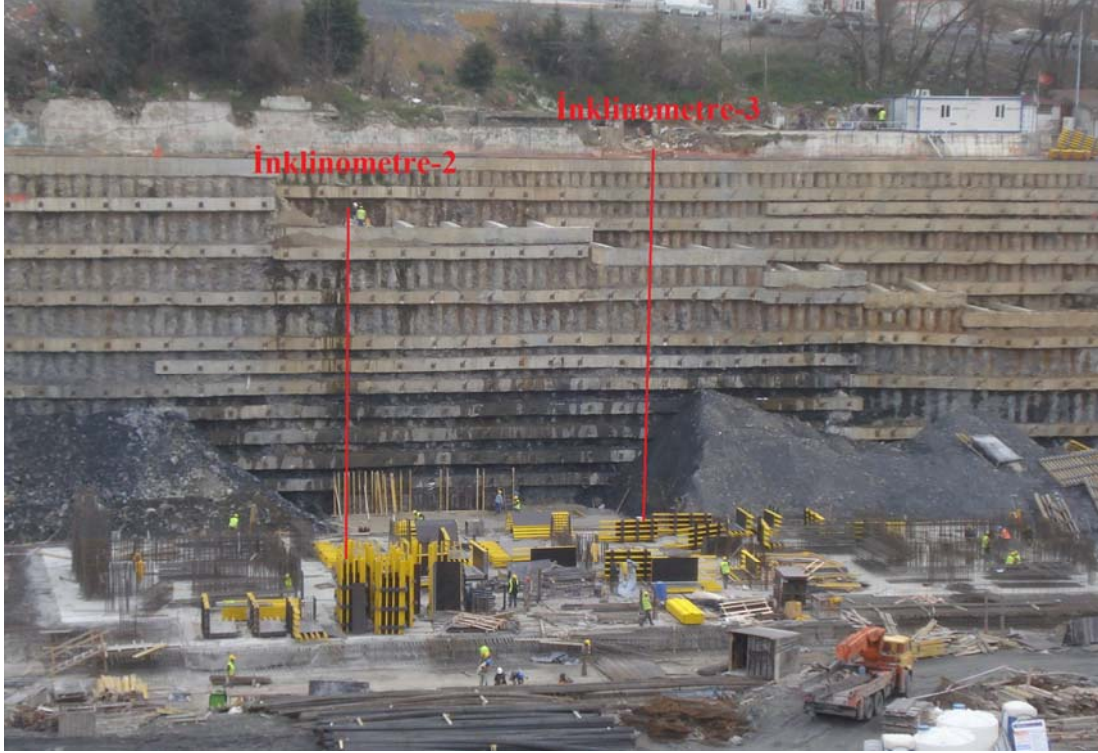
Şekil 5.23 : İlave ankrajlar.

Üst sıra kazıkların başlık kirişinin 1 metre gerisinden geçen atık su hattını kısmi olarak betonarme elemanlarla yapılmış olması deplasmanlar sonrasında çatlakların oluşmasına sebep olmuştur. Çatlaklardan sızan suların kayma kamasının aktifleşmesine yardımcı olacağı için betonarme boruların yerine HDPE borular yerleştirilerek sızıntıların önüne geçilmiştir.

Son sıra ankrajların imalatları tamamlanması takibinde bu bölgedeki temel, Şekil 5.25'te gösterildiği gibi anolar halinde açılarak inşaatı yapılmıştır. İksa sistemi bina bodrum perdelerine desteklenerek görevini tamamlamıştır. Bölgedeki maksimum deplasman kazı sonrasında 182 mm. olarak okunmuştur.



Şekil 5.24 : Ön ve arka sıra fore kazıkların bağlantı kirişleri ile bağlanması.



Şekil 5.25 : Temel inşaatının anolar halinde açılarak yapılması.

Metro cephesinde iki sıra ankraj imalatının tamamlanması sonrasında kazı sahası +0.60 kotuna getirilerek konsol fore kazıkların imalatına başlanmıştır. Şekil 5.26’da da belirtildiği gibi yerinde yapılan gözlem sonucunda cephenin batı yarısında çok sert kireçtaşı birimlerine rastlanmıştır. Bu birim içerisinde 20 m. boyunda fore kazık yapılmasının güç olması iş süresini uzatacağı göz önüne alınarak bu bölgenin şevli olarak açılması yeterli görülmüştür. Kademeler halinde kazı yapılarak kaya tabakasının rijitliği değerlendirilmiş ve yatay destek sistemine ihtiyaç duyulmadan kazı taban kotuna ulaşılmasına karar verilmiştir. Ancak, kaya çatlaklarına girebilecek yağmur sularının hidrostatik basıncını engellemek için şev ve palye yüzeyi püskürtme beton ile kaplanmıştır. Bölgede bulunan inklinometre tesislerinden her kademe için okuma alınmasına dikkat edilmiştir.

Kazının başlaması ile tamamlanması arasında bölgede bulunan inklinometre-13 ve 14 no’lu tesislerden okunan deplasman farkı 7.5 mm ve 10 mm olarak ölçülmüştür. Bölgedeki kazının güvenli bir şekilde tamamlanması ile temel inşaatına başlanmıştır.



Şekil 5.26 : Metro cephesinde şevli kazının yapılması.

5.6 Aletsel Gözlem

Akasya Projesi C Parsel'e ait iksa sisteminin boyutlandırılabilmesi amacıyla yapılan sonlu elemanlar analizlerinde sistemin nihai kazı kotunda yapması beklenen maksimum deplasman değerleri inceleme alanında karşılaşılan zemin profiline uygun bulunmuştur. Temel kazısı süresince iksa sisteminde meydana gelecek yatay deplasmanların hesap edilen veya izin verilebilen değerler dahilinde olup olmadığının periyodik olarak gözlenmesi gerek iksa sisteminin kendi güvenliği ve gerekse çevre yapıların ve yolların güvenliği açısından büyük önem arz etmektedir (Özalp, 2010).

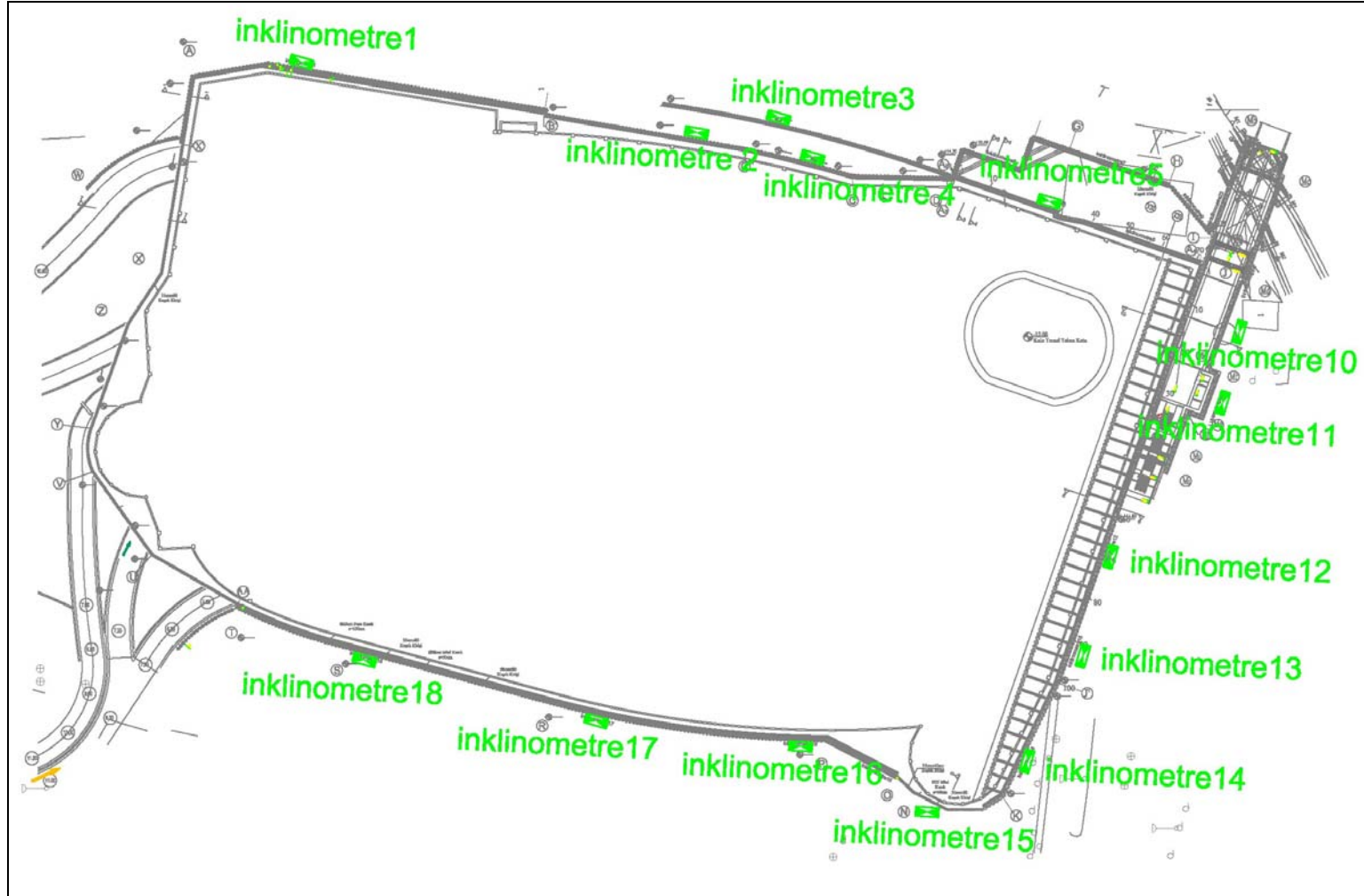
Bu doğrultuda iksa sisteminde oluşacak deplasmanlar, belirlenen noktalarda imal edilecek olan inklinometre tesislerinden gözlemlenecektir. C Parsel iksa sistemi için toplam 18 adet inklinometre tesis edilmesi uygun görülmüştür. Fakat 4 adet inklinometre tesisi projenin ikinci kapsamında oluşturulması düşünülen otopark girişine ait projenin askıya alınması ile C Parsel iksa sistemi kapsamında oluşturulmamıştır. İnklinometre tesislerinin plandaki konumları Şekil 5.27'te gösterilmektedir.

Toptan göçme tahkiki için inklinometrelerin alt kotu, kazı taban kotunun 5 m. altında olması uygun görülmüştür. Her bir inklinometreden en az haftalık periyotlarda okuma alınması ve iksa sisteminde beklenenden fazla deplasman görülmesi halinde okuma periyotlarının sıklaştırılmasına dikkat edilmiştir.

Kazı esnasında inklinometre tesisleri için gerekli güvenlik önlemleri alınması gerekmektedir. Ankraj delgileri yapılırken cephe boyunca tesisin bulunduğu bölge işaretlenmeli ve gerekli durumlarda inklinometre doğrultusunda bulunan ankrajların yerleri kaydırılmalıdır.

Deplasman okumaları esnasında tesisin kafa kısmına yerleştirilen sabitleyici sayesinde kuyu içerisinde belirli mesafelerde okumalar alınmaktadır. Her derinlikteki okumalarda inklinometre borusunun kafa kısmı referans alındığı için kafa bölgesinin kapaklı hazne vb. yöntemlerle gerekli muhafazası sağlanmalıdır.

Her ne kadar dikkat edilse de inşaat esnasında inklinometre tesisleri zarar görebilmektedir. Bu durumlarda yeni inklinometre kuyusu ivedilikle tesis edilmeli ve deplasmanlar kontrollü bir şekilde gözlenmelidir.



Şekil 5.27 : İnklinometre tesislerinin plandaki konumları.

C Parsel iksa sisteminde 3,4 ve 5 no'lu gözlem kuyuları ankraj delgileri esnasında zarar görmüştür. 3 ve 5 no'lu kuyuların tekrar tesis edilmesine rağmen 4 no'lu gözlem kuyusu bulunduğu bölgede kısıtlı alan olması sebebiyle gerekli makine ve ekipmanın mobilize olamaması ve kazı taban kotuna ulaşılarak temel inşaatının başlamasından dolayı tesis edilmemiştir.

Doğu cephesinde yaşanan deplasmanların kabul edilebilir sınırları aşmasının sonrasında bölgedeki 2 ve 3 no'lu tesislerin inklinometre borularında yatay yönde ezilmeler meydana gelmiştir. Ölçüm cihazının kuyu tabanına kadar indirilememesinden dolayı mevcut ulaşılabilen derinlikte okumalar sıfırlanarak deplasmanlar tekrar gözlenmiştir.

İksa sisteminin kritik görülen noktalarda başlık kirişlerine sabit reflektörler yerleştirilerek olası bir durumda cephelerde oluşabilecek hareketler jeodezik olarak gözlemlenmiştir. Ölçümler esnasında referans olarak alınan noktaların sabitliği, hava koşulları ve okuma uzaklıkları gibi sorunlar reflektör okumalarının doğruluklarını tartışılır konuma getirmektedir. Ayrıca yalnızca başlık kirişlerine yerleştirilen reflektörler ile iksa cephesinde oluşacak hareketler hakkında bilgi edinilemeyecektir. Bundan dolayı reflektör okumaları, deplasmanlarının sayısal büyüklüğünden ziyade hareket yönü hakkında bilgi edinmek amaçlı kullanılmıştır.

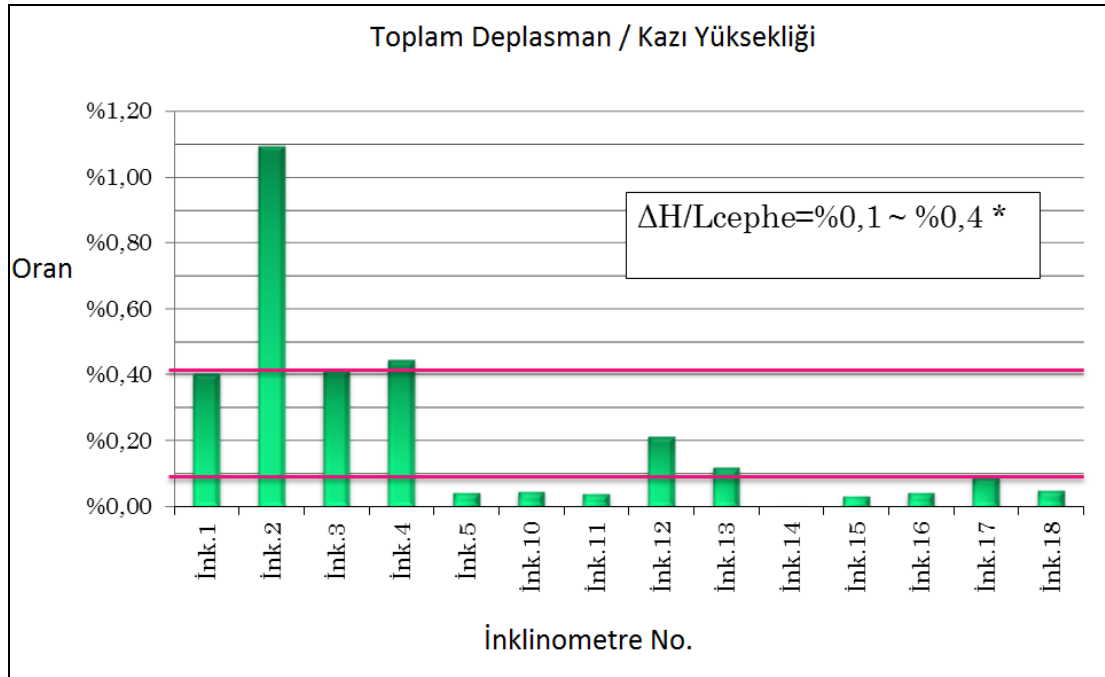
C Parsel iksa sisteminde kazı süresince inklinometre tesislerinden alınan okuma sonuçları EK B'de verilmiştir.

Kazı güvenliği açısından cephe yüksekliği ile deplasman miktarı arasındaki oran %0,1 ila %0,4 arasında olması uygun görülmektedir (Das, 1999). C Parsel kazı sisteminde oluşan deplasman oranları Çizelge 5.5'te ve Şekil 5.28'de gösterilmektedir.

İksa sisteminde oluşan ani deplasmanın ölçüldüğü 2,3 ve 4 nolu tesislerin bulunduğu doğu cephesi dışında, kazının diğer cephelerinde kazı güvenliğini tehlikeye sokacak bir deplasman oranı gözlenmemektedir.

Çizelge 5.5 : Deplasman ve cephe yüksekliklerinin karşılaştırılması.

İnklinometre No	Max Deplasman	Cephe Yüksekliği	Oran
İnklinometre-1	74,4 mm	24,5 m	%0,30
İnklinometre-2	182,2 mm	20,0 m	%0,91
İnklinometre-3	129,7 mm	24,5 m	%0,53
İnklinometre-4	63,0 mm	14,0 m	%0,45
İnklinometre-5	2,3 mm	24,5 m	%0,01
İnklinometre-10	7,1 mm	24,5 m	%0,03
İnklinometre-11	11,2 mm	24,5 m	%0,05
İnklinometre-12	50,2 mm	24,5 m	%0,20
İnklinometre-13	31,0 mm	24,5 m	%0,13
İnklinometre-14	0,0 mm	24,5 m	%0,00
İnklinometre-15	10,0 mm	24,5 m	%0,04
İnklinometre-16	5,0 mm	24,5 m	%0,02
İnklinometre-17	21,0 mm	24,5 m	%0,09
İnklinometre-18	12,4 mm	24,5 m	%0,05



Şekil 5.28 : Deplasman ve cephe yükseklikleri oranı.

6. SONUÇLAR

Bu tez çalışmasında öncelikle; derin kazıların mühendislik alanındaki önemi hakkında bilgiler verilmiş ve kazıların desteklenmesi için kullanılan iksalama sistemlerine değinilmiştir.

Öncelikle, başlıca kazı yöntemleri; açık kazı metodu, konsol perdeler ile kazı metodu, iç destekli kazı metodu, ankrajlı kazı metodu, ada kazısı metodu, top-down kazı metodu ve anolar halinde kazı metodu açıklanmış ve yöntemler arasında avantajlar ve dezavantajlar irdelenmiştir. Kazı yöntemlerinden sonra kazı esnasında cephelerde oluşacak toprak basınçları ve bunun doğrultusunda kullanılacak iksa sistemleri incelenmiştir. İksa sistemleri, düşey ve yatay destek sistemler olarak ikiye ayrılmıştır. Düşey ve yatay sistemlerden günümüzde yoğun bir şekilde kullanılan destek elemanları üzerinde durulmuştur.

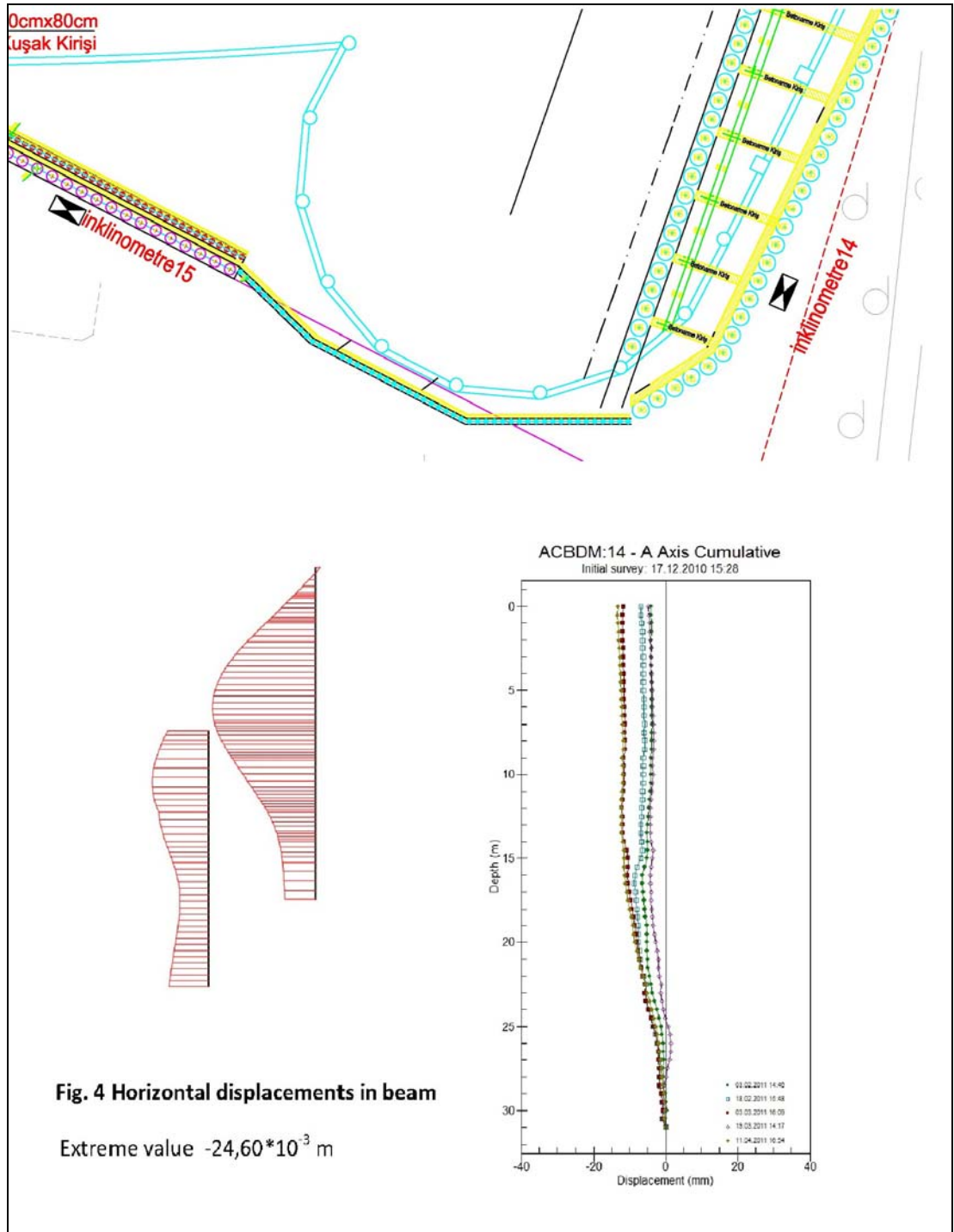
Tezin son kısmında bir iksa sistemi örneği olarak Ak-Asya Acıbadem Projesi incelenmiştir. Proje kapsamında yapılacak olan alışveriş merkezine ait 24 m. ile 28.80 m. arasında değişecek temel kazısı için arazi çalışmaları ve bölgenin geçmişi hakkında bilgiler toplanarak iksa sistemi Enar Mühendislik Mimarlık ve Danışmanlık Ltd. Şti.'nin geoteknik danışmanlığı eşliğinde oluşturulmuştur.

Bölgenin eski bir dere yatağı olması nedeniyle sondajlarda da kazı alanının üst seviyelerinde alüvyon zemin tabakalarına rastlanmıştır. Aralıklı fore kazık ve mini kazık elemanların düşey elemanlar olarak seçildiği iksa sisteminde yatay destek elemanları olarak ankrajlı sistemler seçilmiştir. Kazı alanının vadi tabanı olması nedeniyle kazı cephelerinde ankraj kök bölgelerinin sağlam tabakalara mesnetlenmesi için gerekli durumlarda serbest bölgeleri uzatılmıştır.

Kazı alanının güney cephesinden geçen metro hattı bu bölgede ankrajlı destekleme sistemini sınırlamış ve kazının bir kısmının ada kazısı şeklinde tamamlamaya yönlendirmiştir. Ada kazısı kapsamında oluşturulacak topuk şevinin gerekli görülen kısımlarda 9 m konsol boyuna sahip fore kazılarla desteklenmiştir.

Kazı esnasında yapılan incelemeler sonrasında aşağıdaki sıralanan sonuçlar çıkarılmıştır;

- Alüvyon zemin tabakasının bulunduğu metro cephesinde yapılan ankrajların enjeksiyonlanmasında özel bir yöntem kullanılmıştır. Delginin tamamlanmasından sonra delgi ekipmanlarının kuyudan çıkarılması esnasında, ekipmanın başlık kısmından enjeksiyon verilmiştir. Böylece kuyudan ekipmanların çıkarılması sonrasında kuyu içerisinde göçmeler engellenmiştir. Halatların yerleştirilmesi sonrasında ikincil enjeksiyonlama yapılarak kök bölgelerin rijitliği artırılmış ve testler sonucunda 350 kN yük taşıma kapasitesine sahip ankrajların oluşturulduğu gözlenmiştir.
- Topuk şevinin oluşturulduğu metro cephesinde kireçtaşı tabakasına rastlanılmasından dolayı bölgenin yatay destekleme sistemi olmadan şevli bir şekilde kazılması sonucunda kazının güvenli olduğu gözlenmiştir. Kaya çatlaklarına suyun girişinin engellemek için şev ve palye yüzeyi püskürtme beton ile kaplanması sistemin stabilite sorunlarına engel olmuştur.
- Güney batı cephesinin yay şeklinde olması dolayısıyla bu cephede kemerleme etkisi oluşmuştur. Bölge için hesap edilen deplasman ile inklinometre-14 tesisinden alınan sonuçlar Şekil 6.1’de karşılaştırılmıştır. Hesap raporunda göre palye genişliğinin 9.0 m. olması ve palyenin fore kazık ile desteklenmesi durumunda deplasmanın 24.6 mm. beklendiği gözlenmektedir. Palye mesafesinin üst yapı inşaatı için 1 m. altına indiği durumda bile okuma sonuçlarına göre cephe kazı yönüne doğru hareket etmediği gözlenmektedir. İksa cephesinde etki eden yükler dolayısıyla bir kemerlenme olduğu ve kazı cephesine hesaplanan yanal toprak basıncından daha az mertebede bir yük etkidiği gözlemlenmiştir.



Şekil 6.1 : Güneybatı cephesindeki deplasmanlar.

- Ankraj kazı metodu doğrultusunda bir kademenin ankraj kilitlemeleri yapılmadan alt kademenin kazısına geçilmemesi gerekmektedir. Doğu cephesinde alt kademe kazısının yapılmasından dolayı cephede ani deplasmanlar yaşanmıştır. İnklinometre tesislerinden alınan veriler doğrultusunda da topukta bölgesinin dönmesi sonucunda yaşanan stabilite sorunu bu savı desteklemektedir. Deplasmanlar doğrultusunda iksa sisteminin stabilite sorunları yaşandığı ve yapılan ilave ankrajların kazı taban kotuna inilmesi için yeterli görülmediği gözlemlenmiştir. Bunun doğrultusunda temel kazısının anolar halinde yapılması, iksa sisteminde deplasmanları azaltmış ve kazının güvenli bir şekilde tamamlanmasını sağlamıştır.
- İksa sistemine yakın bölgelerden geçen atık veya temiz su hatlarının kazı dolayısıyla oluşacak deplasmanlardan dolayı bağlantı noktalarının sızdırmazlığına dikkat edilmelidir. Bağlantı noktalarından sızan suların iksa sistemine olumsuz etkiler yaratacağı ve kayma kamasına yardımcı olacağı gözlemlenmiştir. Özellikle betonarme elemanlar ile oluşturulan hatlarda sızıntı riskini arttırdığı belirlenmiştir.
- Fore kazıklı iksa sisteminde kazıkların kaya tabakası içerisinde oluşturulması esnasında iş süresinde gecikmeler yaşanmıştır. Kaya tabakasında fore kazık ve mini kazıktan oluşan iki kademeli iksa sistemi ile kazının yapılması iş süresini kısaltmıştır. Doğu ve batı cephelerinde kullanılan bu kesit (Kesit 8) cephelerdeki inklinometre sonuçları dikkate alınarak zemin tabakaları için değerlendirilirse; mini kazıkların kireçtaşı içerisinde oluşturulduğu batı cephedeki deplasmanlar, grafitik şist tabakasının bulunduğu doğu cephesine nazaran çok daha azdır. Grafitik şist tabakasının atmosfer ve su etkisi altında dayanımını yitirmesi göz önüne alınarak, bu kesitin şistli bölgede uygulanması sırasında sızıntı suları drene edilmelidir. Ayrıca kazık aralarında boşalmaların gözlemlendiği durumlarda bu kısımlar kaplanarak atmosfer etkisinden uzak tutulmalıdır.

- Mini kazık imalatı esnasında tremi sistemi ile yapılacak olan betonlama işleminde tapaların oluşması ve çapın küçük olması dolayısıyla beton şerbetinin yer altı suyu ile yıkanması dikkate alınarak mıcır enjeksiyon yöntemi kullanılmıştır. Mini kazık boyunun 26.00 m. olduğu güneybatı cephesinde mıcır enjeksiyon ile yapılan mini kazıkların sürekliliği kazık boyunca oluşturulmuştur. Kuyunun mıcır ile doldurulması esnasında oluşan tapalarında çimento enjeksiyon ile dolduğu gözlemlenmiştir.
- İnklinometre okumalarının periyodik olarak yapılması iksa cephelerinde oluşabilecek ani deplasmanlara zamanında müdahale etmeye imkan sağlamaktadır. Tesislerin korunmasının önemli bir konu olduğu ve olası bir durumda tekrar inklinometrenin tekrar tesis edilmesi esnasında yaşanan deplasmanların gözlemlenemediği dikkate alınmalıdır.
- Doğu cephesinde yaşanan deplasmanlar sonucunda ankraj kök bölgelerinin sıyrılması veya halatlara gelebilecek aşırı yükleme sonucunda kopmalar olacağı beklenmektedir. Fakat ankraj halatlarının griplerde yer alan mekanik dişleri sıyrarak ankrajların yük kaybettiği gözlenmiştir. Bunun doğrultusunda iksa cephelerindeki ankrajlar test edilerek olası yük boşalmalarına karşı kamalar değiştirilmiş ve ankrajlar tekrar gerilmiştir. Ankrajların yükünü taşıyan en önemli eleman olan kamaların kalitesi kontrol edilmelidir.

KAYNAKLAR

- Başeski, O.**, 2008. Derin kazılarda iksa sistemi üzerine bir inceleme, *Yüksek Lisans Tezi*, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Das, Braja M.**, 1999. *Principles of Foundation Engineering*, Fourth Edition, PWS Publishing, California.
- Das, Braja M.**, 2008. *Fundamentals of Geotechnical Engineering*, Third Edition, Thomson, Toronto.
- Dayıoğlu, M.**, 2010. Derin kazıların incelenmesi ve derin kazı uygulaması üzerine bir örnek: Harbiye kongre merkezi derin temel kazısı, *Yüksek Lisans Tezi*, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Dumlu, M.**, 1988. Derin kazılar ve destekleme yöntemleri, *Yüksek Lisans Tezi*, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Enar Müh. Mim. ve Dan. Ltd. Şti.**, 2010. Ak-Asya Evleri C Parsel İş ve Alışveriş Merkezi İksa Sistemi Hesap Raporu, İstanbul.
- Ergun, U.**, 2010. Ord. Prof. Dr. Hamdi Peynircioğlu Konferansları: 1994-2008, Zemin Mekaniği ve Temel Mühendisliği Türk Milli Komitesi, İTÜ, İstanbul.
- FHWA0-IF-03-017**, 2003. Geotechnical Engineering Circular No.7: Soil Nail Walls, U.S. Department of Transportation, Federal Highway Administration, Washington D.C., USA.
- FHWA0-IF-99-015**, 1999. Geotechnical Engineering Circular No.4: Ground Anchors and Anchored Systems, U.S. Department of Transportation, Federal Highway Administration, Washington D.C., USA.
- FHWA-RD-89-198**, 2001. Soil Nailing for Stabilization of Highway Slopes and Excavations, U.S. Department of Transportation, Federal Highway Administration, Washington D.C., USA.
- Kumbasar, V. ve Kip, F.**, 1999. *Zemin Mekaniği Problemleri*, Altıncı Baskı, İstanbul.
- Littlejohn, G. S.**, 1980. Design Estimation of the Ultimate Load-Holding Capacity of Ground Anchors, Ground Eng.,(Nov.), Great Britain.
- McCarthy, D. F.**, 2010: Zemin Mekaniğinin Esasları ve Temeller: Temel Geoteknik, OYTEV, İstanbul.
- Nazlı, F.**, 1990. İstanbul Grovağında Uygulanmakta Olan Ankraj Yöntemleri ve Ankraj Deneyleri, *Yüksek Lisans Tezi*, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Ou, C. Y.**, 2006. *Deep Excavation: Theory and Practice*, Taylor&Francis, London.

- O'Rourke, T.D. and Hobelman, A. G.,** 1992. Excavation and Support For the Urban Infrastructure, *Geotechnical Special Publication No:33*, ASCE, New York, USA.
- Özalp, H. K.,** 2010. Akasya projesi C parsel iş ve alışveriş merkezi iksa sistemi geoteknik raporu, İstanbul.
- Sağlamer, A.,** 2010. Akasya projesi C parsel iş ve alışveriş merkezi inşaatı metro cephesi derin temel kazısı hakkında teknik rapor, İTÜ, İstanbul.
- Sağlamer, A., Şenol, A. ve Teymur B.,** 2002. Lateral Earth Pressure and Retaining Walls, Presentations of Advanced Foundation Engineering Lesson, İstanbul.
- TS 3168 EN 1536,** 2001. Özel jeoteknik uygulamalar: delme (fore) kazıklar (yerinde dökme betonarme kazıklar), *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara
- TS EN 12063,** 2000. Özel jeoteknik uygulamalar: palplanş duvarlar, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara.
- TS EN 1537,** 2001. Özel jeoteknik uygulamalar: zemin ankrajları, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara.
- TS EN 1538,** 2001. Özel jeoteknik uygulamalar: diyafram duvarlar, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara.
- Tunç, A.,** 2002. *Yol Mühendisliğinde Geoteknik Uygulamalar*, Atlas Yayın Dağıtım, İstanbul.
- Url-1** < <http://www.ak-asya.com/tr-TR/>>, alındığı tarih 11.03.2011.
- Uzuner, B. A.,** 2005. *Çözümlü Problemlerle Temel Zemin Mekaniği*, Altıncı Baskı, Trabzon.
- Ük, M.,** 2009. Derin kazılar ve derin kazılara bir örnek: Flame Towers projesi iksa sistemi, *Yüksek Lisans Tezi*, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Üstündağ, Ö.,** 2003. Zemin Çivisi ile şev stabilitesi ve derin kazıların desteklenmesi, *Yüksek Lisans Tezi*, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Yüksel, İ. C.,** 1986. Palplanş perdelerin genel bilgisayar programı ile hesabı, *Yüksek Lisans Tezi*, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Yüksel, F.,** 1990. Derin kazılarda iksa yöntemleri, *Yüksek Lisans Tezi*, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Xanthakos, P. P.,** 1991. *Ground Anchors and Anchored Structures*, Wiley Pub., New York, USA.

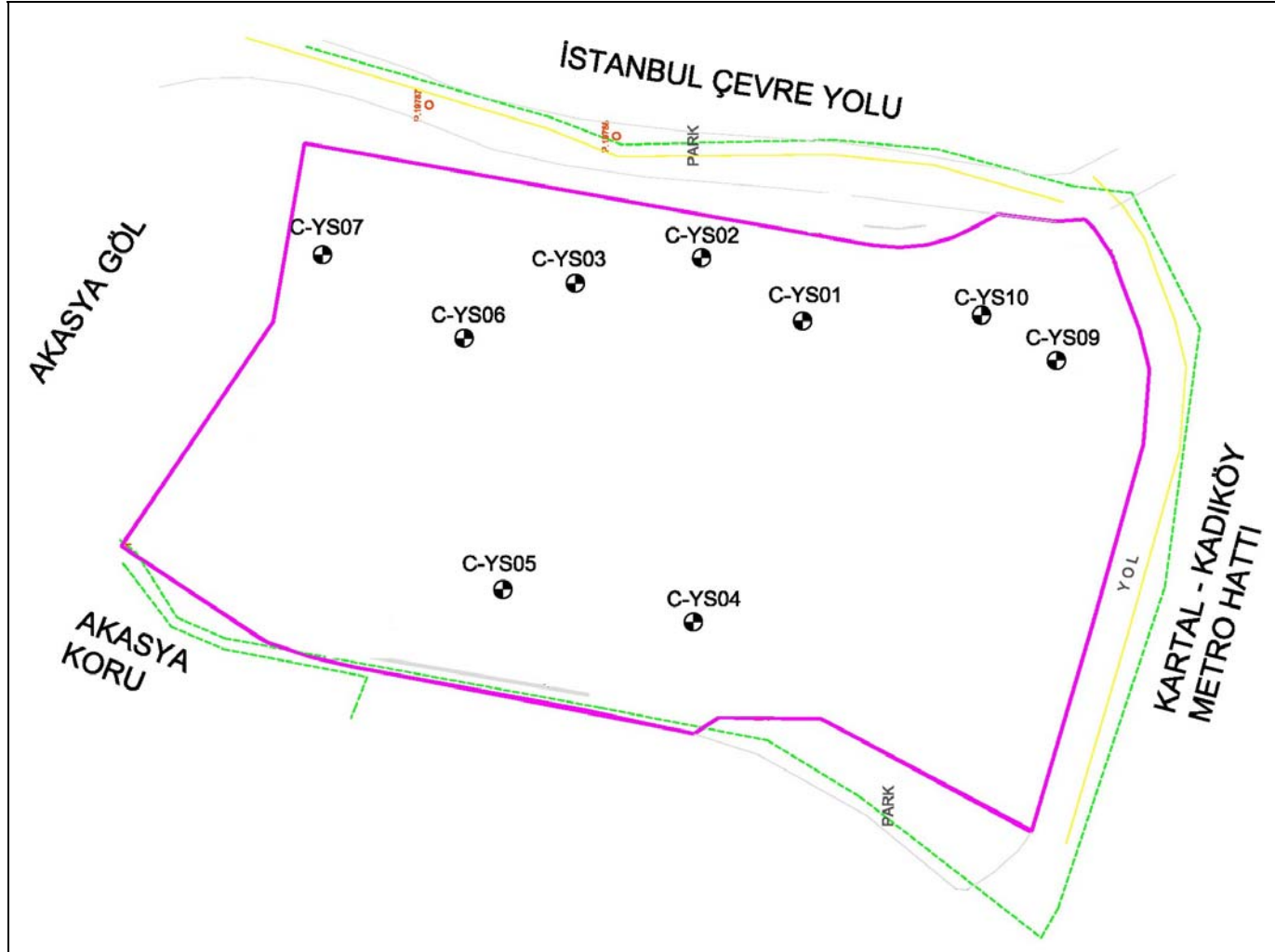
EKLER

EK A.1 : Sondaj Logları

EK A.2 : İnklinometre Okumaları

EK A.1

SONDAJ LOGLARI



Şekil A.1 : Sondaj noktalarının plandaki konumları.

 ELC GROUP MÜŞ. ve MÜH. LTD. ŞTİ. Şehit Mustafa Yazıcı Sokak No:20 34810 Kavacık İstanbul (+90) Tel 216 465 91 30 Fax 216 465 91 39		SONDAJ LOGU / BORING LOG							
İŞVEREN : SAF GAYRİMENKUL Carried Out For : GELİŞTİRME VE TİC. A.Ş.		SONDAJ YERİ / Boring Location : C PARSEL		DERİNLİK / Depth (m) : 37.5	SONDAJ No / Borehole No : C-YS 01	SAYFA / Page : 1 / 2			
İDARE :		KOORDİNAT-Y : 4541525.35 m KOORDİNAT-X : 417338.4 m		YER ALTI SUYU / Ground Water					
PROJE : Geoteknik Etüd Project :		ZEMİN KOTU / G. Elev. : 14 m BAŞ. TARİHİ / Start Date :		DERİNLİK / Depth (m) :	TARİH / Date :	AÇIKLAMA / Explanation :			
MAKİNE TİPİ / Machine Type : D500		BIT. TARİHİ / Finish Date :							
SONDAJ TİPİ / Boring Type : Rotary		DEL. ÇAPI / Hole Diam. : 76 mm							
Sondaj Derinliği / Boring Depth (m)	Numune Tipi / Sample Type	MANEVRA BOYU (Run)	Müh. Boru. / Casing	STANDARD PENETRASYON DENEYİ / (Standard Penetration Test)		KAYA ÖZELLİKLERİ / (Rock Characteristic)		AÇIKLAMALAR / (EXPLANATION)	
				DARBE SAYISI / (Number of Blows)	GRAFİK / (Graph)	TCR %	SCR %		ROD %
0-15 cm 15-30 cm 30-45 cm N				0 10 20 30 40 50 60					
2 4 6 8 10 12 14 16 17								(12) ALÜVYON 12.0 (2.0)	
								KUMTAŞI (GROVAK) Sarımsı kahverengi, çok ayrışmış, zayıf dayanımlı, sık süreksizlikli, çok zayıf kaya kalitesinde (7.5)	
DAYANIMLILIK / Strength		AYRIŞMA / Weathering		İNCE DANELİ / Fine Grained		İRİ DANELİ / Coarse Grained			
I DAYANIMLI II ORTA DAYANIMLI III ZAYIF IV ÇOK ZAYIF	Strong M. Strong M. Weak V. Weak	I TAZE II AZ AYRIŞMIŞ III ORTA DER. AYR. IV ÇOK AYRIŞMIŞ V TÜMÜLE AYR.	Fresh Slightly W. Mod. W. Highly W. Comp. W.	N : 0-2 N : 3-4 N : 5-8 N : 9-15 N : 16-30 N : >30	ÇOK YUMUŞAK YUMUŞAK ORTA KATI KATI ÇOK KATI SERT	V. Soft Soft M. Stiff Stiff V. Stiff Hard	N : 0-4 N : 5-10 N : 11-30 N : 31-50 N : >50	ÇOK GEVŞEK GEVŞEK ORTA SIKI SIKI ÇOK SIKI	V. Loose Loose M. Dense Dense V. Dense
KAYA KALİTESİ TANIMI - RQD		KIRIKLAR - 30 cm / Fractures		ORANLAR / Proportions					
% 0-25 ÇOK ZAYIF % 25-50 ZAYIF % 50-75 ORTA % 75-90 İYİ % 90-100 ÇOK İYİ	V. Poor Poor Fair Good Excellent	1 SEYREK 1-2 ORTA D. AYR. 2-10 SIK 10-20 ÇOK SIK >20 PARÇALI	Wide (W) Moderate (M) Close (C) Intense (I) Crushed (Cr)	% 5 % 5-10 % 15-35 % 35	PEK AZ AZ ÇOK VE	Slightly Little Very And	% 5 % 5-20 % 20-50	PEK AZ AZ ÇOK	Slightly Little Very
SPT Standard Penetration Test D Oslanmış Numune UD Oslanmış Numune Undisturbed Sample	K Karot Numunesi P Core Sample P Pressiometre Deneyi Vb Vane Deneyi Vb Vane Shear Test	SAHA MÜHENDİSİ (Site Engineer) İSİM (Name) : Gökmen S. BAKILAR İMZA (Signature) :		KONTROL MÜHENDİSİ (Checked By) Ender ÇETİN					

Şekil A.2 : C-YS 01 no'lu kuyuya ait sondaj logu - 1. kısım.

ELC GROUP		ELC GROUP MÜŞ. ve MÜH. LTD. ŞTİ.		SONDAJ LOGU / BORING LOG									
Şehit Mustafa Yazıcı Sokak No:20 34810 Kavacak İstanbul (+90) Tel 216 465 91 30 Fax 216 465 91 39		SONDAJ NO : C-YS 01		SAYFA NO : 2 / 2									
Sondaj Derinliği Boring Depth (m)	Numune Tipi / Sample Type	MANEVRAYA BOYU (Run)	STANDARD PENETRASYON DENEYİ (Standard Penetration Test)				KAYA ÖZELLİKLERİ (Rock Characteristic)				AÇIKLAMALAR (EXPLANATION)		
			DARBE SAYISI (Number of Blows)			GRAFİK (Graph)	TCR %	SCR %	RQD %	DAYANIMLIK/Strength		AYRISMA / Weathering	KIRIK/Fracture (30cm)
		Muh. Boru / Casing	YASSI / GW	0-15 cm	15-30 cm	30-45 cm	N						
17	SPT	16.50		10	19	42	>50						
18	SPT	18.00		18	38	50/10	R						
20	SPT	19.50		40	50/4		R						
21	K	21.00						57	0	0			
22	SPT	21.08		50/8			R						
23	K	22.50						15	0	0			
24	SPT	22.69		29	50/4		R						
25	K	24.00						20	0	0			
26	K	25.50						16	0	0			
27	K	27.00						28	6	0			
28	K	28.50						9	0	0			
29	K	30.00						33	0	0			
30	K	31.50						31	0	0			
31	K	33.00						57	0	0			
32	K	34.50						46	0	0			
33	K	36.00						0	0	0			
34	K	37.50						0	0	0			
35	K												
36	K												
37	K												
38	K												
39	K												
40	K												
41	K												
KUMTAŞI (GROVAK) Sarımsı kahverengi, çok ayrılmış, zayıf dayanımlı, sık süreksizlikli, çok zayıf kaya kalitesinde (continued) (-5.5)													
ŞEYL Gimsi-siyah, çok ayrılmış, zayıf dayanımlı, sık süreksizlik, yer yer kalsit damarlı, çok zayıf kaya kalitesinde (18)													
Kuyu sonu (End of borehole) : 37.50 m. (-23.5)													
SPT		Standard Penetration Test		K		Korot Numunesi		SAHA MÜHENDİSİ (Site Engineer)		KONTROL MÜHENDİSİ (Checked By)			
D		Disturbed Sample		P		Pressiometre Deneyi		İSİM (Name) : Gökmen S. BAKILAR		Ender ÇETİN			
UD		Undisturbed Sample		VS		Vane Deneyi		İMZA (Signature) :					

Şekil A.3 : C-YS 01 no'lu kuyuya ait sondaj logu - 2. kısım.

 ELC GROUP MÜŞ. ve MÜH. LTD. ŞTİ. Şehit Mustafa Yazıcı Sokak No:20 34810 Kavacık İstanbul (+90) Tel 216 465 91 30 Fax 216 465 91 39		SONDAJ LOGU / BORING LOG				
İŞVEREN Carried Out For : SAF GAYRİMENKUL GELİŞTİRME VE TİC. A.Ş.		SONDAJ YERİ Boring Location : C PARSEL		DERİNLİK Depth (m) : 30	SONDAJ No Borehole No : C-YS 02	SAYFA Page : 1 / 2
İDARE Directorate :		KOORDİNAT-Y : 4541558.45 m		YER ALTI SUYU / Ground Water		
PROJE Project : Geoteknik Etüd		KOORDİNAT-X : 417358.99 m				
		ZEMİN KOTU / G. Elev. : 14 m		DERİNLİK Depth (m)	TARİH Date	AÇIKLAMA Explanation
BAŞ. TARİHİ / Start Date :		BIT. TARİHİ / Finish Date :				
MAKİNE TİPİ / Machine Type : D500		DEL. ÇAP / Hole Diam. : 76 mm				
SONDAJ TİPİ / Boring Type : Rotary						

Sondaj Derinliği Boring Depth (m)	Numune Tipi / Sample Type	MANEVRAYA BOYU (Run)	Muh. Boru / Casing	STANDARD PENETRASYON DENEYİ (Standard Penetration Test)				KAYA ÖZELLİKLERİ (Rock Characteristic)						LİTOLOJİ (LITHOLOGY)	AÇIKLAMALAR (EXPLANATION)				
				DARBE SAYISI (Number of Blows)				GRAFİK (Graph)	TCR %	SCR %	ROD %	DAYANIMLILIK/Strength	AYRISMA / Weathering			KIRIK/Fracture (30cm)			
				0-15 cm	15-30 cm	30-45 cm	N												
2																			
4																			
6																			
8																			
10																			
12																			
14																			
16																			
17																			
12.00	K									9	0	0							
13.50	K									50	0	0							
15.00	K									47	0	0							
DAYANIMLILIK / Strength				AYRISMA / Weathering				İNCE DANELİ / Fine Grained				İRİ DANELİ / Coarse Grained							
I DAYANIMLI II ORTA DAYANIMLI III ZAYIF IV ÇOK ZAYIF				I TAZE II AZ AYRISMIŞ III ORTA DER. AYR. IV ÇOK AYRISMIŞ V TUMÜLE AYR.				N : 0-2 N : 3-4 N : 5-8 N : 9-15 N : 16-30 N : >30				ÇOK YUMUŞAK YUMUŞAK ORTA KATI KATI ÇOK KATI SERT				V. Soft Soft M. Soft Stiff V. Stiff Hard			
KAYA KALİTESİ TANIMI - RQD				KIRIKLAR - 30 cm / Fractures				PEK AZ AZ ÇOK				PEK AZ AZ ÇOK							
% 0-25 % 25-50 % 50-75 % 75-90 % 90-100				1 1-2 2-10 10-20 >20				% 5 % 5-10 % 10-25 % 25-50 % 50-75 % 75-90 % 90-100				% 5 % 5-10 % 10-25 % 25-50 % 50-75 % 75-90 % 90-100							
SPT				K				SAHA MÜHENDİSİ (Site Engineer)				KONTROL MÜHENDİSİ (Checked By)							
D				P				İSİM (Name) : Gökmen S. BAKILAR				Ender ÇETİN							
UD				VS				İMZA (Signature) :											

12.00
13.50
15.00

(12) ALÜVYON

12.0 (2.0)

ŞEYL

Mavimsi gri, sık kırıklı ve parçalı, yer yer kalsit ve kuvars damarlı, çok zayıf kaya kalitesinde

(18.00 - 21.00 m. ler arası ileri derecede bozuşmuş)

Şekil A.4 : C-YS 02 no'lu kuyuya ait sondaj logu - 1. kısım.

 ELC GROUP MÜŞ. ve MÜH. LTD. ŞTİ. Şehit Mustafa Yazıcı Sokak No:20 34810 Kavacık İstanbul (+90) Tel 216 465 91 30 Fax 216 465 91 39		SONDAJ LOGU / BORING LOG					
		SONDAJ NO : C-YS 02 SAYFA NO : 2 / 2					
Sondaj Derinliği Boring Depth (m) Numune Tipi / Sample Type	MANEVRA BOYU (Run) Muh. Boru / Casing YASSI / GW	STANDARD PENETRASYON DENEYİ (Standard Penetration Test)		KAYA ÖZELLİKLERİ (Rock Characteristic)		AÇIKLAMALAR (EXPLANATION)	
		DARBE SAYISI (Number of Blows)		GRAFİK (Graph)			TCR % SCR % RQD % DAYANIMLIK / Strength AYRISMA / Weathering KIRIK / Fracture (30cm) LİTOLOJİ (LITHOLOGY)
		0-15 cm 15-30 cm 30-45 cm N	0 10 20 30 40 50 60				
17 18 20 22 24 26 28 30 32 34 36 38 40 41	16.50 18.00 19.50 21.00 22.50 24.00 25.50 27.00 28.50 30.00 32.00 34.00 36.00 38.00 40.00 41.00					(18) ŞEYL Mavimsi gri, sık kırıklı ve parçalı, yer yer kalsit ve kuvars damarlı, çok zayıf kaya kalitesinde (18.00 - 21.00 m. ler arası ileri derecede bozuşmuş) (continued) 30.0 (-16.0) Kuyu sonu (End of borehole) : 30.00 m.	
SPT D UD	Standard Penetrasyon Testi Standard Penetration Test Örselemiş Numune Disturbed Sample Örselememiş Numune Undisturbed Sample	K P VS	Karot Numunesi Core Sample Presiyometre Deneyi Pressuremeter Test Veyn Deneyi Vane Shear Test	SAHA MÜHENDİSİ (Site Engineer) İSİM (Name) : Gökmen S. BAKILAR İMZA (Signature) :		KONTROL MÜHENDİSİ (Checked By) Ender ÇETİN	

BH-GEO ELC GROUP GDT 4.8.0MD:GSEB/PROJELER/GINTI/D06C223_SINPAŞ_ACIBADEM GP-1
 P03-F17, Rev.01 Basım Tarihi: 04.06.2008

Şekil A.5 : C-YS 02 no'lu kuyuya ait sondaj logu - 2. kısım.

 ELC GROUP MÜŞ. ve MÜH. LTD. ŞTİ. Şehit Mustafa Yazıcı Sokak No:20 34810 Kavacık İstanbul (+90) Tel 216 465 91 30 Fax 216 465 91 39		SONDAJ LOGU / BORING LOG																				
İŞVEREN Carried Out For : SAF GAYRİMENKUL GELİŞTİRME VE TİC. A.Ş.		SONDAJ YERİ Boring Location : C PARSEL		DERİNLİK Depth (m) : 30	SONDAJ No Borehole No : C-YS 03	SAYFA Page : 1 / 2																
İDARE Directorate :		KOORDİNAT-Y : 4541599.81 m		YER ALTI SUYU / Ground Water																		
PROJE Project : Geoteknik Etüd		KOORDİNAT-X : 417350.7 m		ZEMİN KOTU / G. Elev. : 14 m																		
MAKİNE TİPİ / Machine Type : D500		BAŞ. TARİHİ / Start Date :		DERİNLİK Depth (m)	TARİH Date	AÇIKLAMA Explanation																
SONDAJ TİPİ / Boring Type : Rotary		DEL. ÇAPI / Hole Diam. : 76 mm																				
Sonda Derinliği Boring Depth (m)	Numune Tipi / Sample Type	STANDARD PENETRASYON DENEYİ (Standard Penetration Test)				KAYA ÖZELLİKLERİ (Rock Characteristic)				LİTOLOJİ (LITHOLOGY)	AÇIKLAMALAR (EXPLANATION)											
		DARBE SAYISI (Number of Blows)		GRAFİK (Graph)		TCR %		SCR %				ROD %										
	MANEVRAYA BOYU (Run)	Muh. Boru / Casing	YASSI / GW	0-15 cm	15-30 cm	30-45 cm	N	0	10	20	30	40	50	60	TCR %	SCR %	ROD %	DAYANIMLIK / Strength	AYRISMA / Weathering	KIRIK / Fracture (30cm)		
2																						
4																						
6																						
8																						
10																						
12	12.00														66	14	13					
14	13.50	K													21	0	0					
16	15.00	K													28	0	0					
17		K																				
DAYANIMLIK / Strength				AYRISMA / Weathering				İNCE DANELİ / Fine Grained				İRİ DANELİ / Coarse Grained										
I	DAYANIMLI	Strong	I	TAZE	Fresh	N : 0-2	ÇOK YUMUŞAK	V. Soft	N : 0-4	ÇOK GEVSEK	V. Loose											
II	ORTA DAYANIMLI	M. Strong	II	AZ AYRISMIŞ	Slightly W.	N : 3-4	YUMUŞAK	Soft	N : 5-10	GEVSEK	Loose											
III	ORTA ZAYIF	M. Weak	III	ORTA DER. AYR.	Mod. W.	N : 5-8	ORTA KATI	M. Soft	N : 11-30	ORTA SIKI	M. Dense											
IV	ZAYIF	Weak	IV	ÇOK AYRISMIŞ	Highly W.	N : 9-15	KATI	Stiff	N : 31-50	SIKI	Dense											
V	ÇOK ZAYIF	V. Weak	V	TÜMÜLE AYR.	Comp. W.	N : 16-30	ÇOK KATI	V. Stiff	N : >50	ÇOK SIKI	V. Dense											
KAYA KALİTESİ TANIMI - RQD				KIRIKLAR - 30 cm / Fractures				ORANLAR / Proportions														
% 0-25	ÇOK ZAYIF	V. Poor	1	SEYREK	Wide (W)	% 5	PEK AZ	Slightly	% 5	PEK AZ	Slightly											
% 25-50	ZAYIF	Poor	1-2	ORTA D. AYR.	Moderate (M)	% 5-10	AZ	Little	% 5-20	AZ	Little											
% 50-75	ORTA	Fair	2-10	SİK	Close (C)	% 10-35	ÇOK	Very	% 20-50	ÇOK	Very											
% 75-90	İYİ	Good	10-20	ÇOK SIK	Intense (I)	% 35	VE	And														
% 90-100	ÇOK İYİ	Excellent	>20	PARÇALI	Crushed (Cr)																	
SPT	Standard Penetration Test	K	Karot Numunesi	SAHA MÜHENDİSİ (Site Engineer)				KONTROL MÜHENDİSİ (Checked By)														
UD	Standard Penetration Test	P	Core Sample	İSİM (Name) : Gökmen S. BAKILAR				Ender ÇETİN														
UD	Disturbed Sample	VS	Pressiometre Deneyi	İMZA (Signature) :																		
UD	Undisturbed Sample		Vane Shear Test																			

Şekil A.6 : C-YS 03 no'lu kuyuya ait sondaj logu - 1. kısım.

ELC GROUP		ELC GROUP MÜŞ. ve MÜH. LTD. ŞTİ.		SONDAJ LOGU / BORING LOG									
Şehit Mustafa Yazıcı Sokak No:20 34810 Kavacık İstanbul (+90) Tel 216 465 91 30 Fax 216 465 91 39				SONDAJ NO : C-YS 03 SAYFA NO : 2 / 2									
Sonda Derinliği Boring Depth (m)	Numune Tipi / Sample Type	MANEVRA BOYU (Run)	Müh. Boru / Casing	STANDARD PENETRASYON DENEYİ (Standard Penetration Test)		KAYA ÖZELLİKLERİ (Rock Characteristic)					AÇIKLAMALAR (EXPLANATION)		
				DARBE SAYISI (Number of Blows)	GRAFİK (Graph)	TCR %	SCR %	RQD %	DAYANIMLIK/Strength	AYRISMA / Weathering		KIRIK/Fracture (30cm)	
				0-15 cm	15-30 cm	30-45 cm	N						
17	K	16.50							47	13	0		
18	K	18.00							33	0	0		
20	K	19.50							50	0	0		
22	K	21.00							9	0	0		
24	K	22.50							0	0	0		
26	K	24.00							0	0	0		
28	K	25.50							13	0	0		
30	K	27.00							28	0	0		
32	K	28.50							21	4	0		
34		30.00											
36													
38													
40													
41													
(18) KUMTAŞI Mavimsi gri, ince daneli, yer yer şeyl ara seviyeli, sık kırıklı ve parçalı, yer yer kalsit ve kuvarz damarlı, çok zayıf kaya kalitesinde (22.50 - 25.00 m. ler arası ileri derecede bozuşmuş) (continued)													
30.0 (-16.0) Kuyu sonu (End of borehole) : 30.00 m.													
SPT Standard Penetrasyon Testi D Disturbed Sample UD Undisturbed Sample				K Karot Numunesi P Pressiyometre Deneyi VS Vane Deneyi				SAHA MÜHENDİSİ (Site Engineer) İSİM (Name) : Gökmen S. BAKILAR İMZA (Signature) :				KONTROL MÜHENDİSİ (Checked By) Ender ÇETİN	

Şekil A.7 : C-YS 03 no'lu kuyuya ait sondaj logu - 2. kısım.

 ELC GROUP MÜŞ. ve MÜH. LTD. ŞTİ. Şehit Mustafa Yazıcı Sokak No:20 34810 Kavacık İstanbul (+90) Tel 216 465 91 30 Fax 216 465 91 39		SONDAJ LOGU / BORING LOG																
İŞVEREN Carried Out For : SAF GAYRİMENKUL GELİŞTİRME VE TİC. A.Ş.		SONDAJ YERİ Boring Location : C PARSEL		DERİNLİK Depth (m) : 30	SONDAJ No Borehole No : C-YS 04	SAYFA Page : 1 / 2												
İDARE Directorate :		KOORDİNAT-Y : 4541561.14 m		YER ALTI SUYU / Ground Water														
PROJE Project : Geoteknik Etüd		KOORDİNAT-X : 417240.04 m		ZEMİN KOTU / G. Elev. : 14 m														
MAKİNE TİPİ / Machine Type : D500		BAŞ. TARİHİ / Start Date :		DERİNLİK Depth (m)	TARİH Date	AÇIKLAMA Explanation												
SONDAJ TİPİ / Boring Type : Rotary		DEL. ÇAPI / Hole Diam. : 76 mm																
Sonda Derinliği Boring Depth (m)	Numune Tipi / Sample Type	MANEVRAYA BOYU (Run)	Muh. Boru / Casing	STANDARD PENETRASYON DENEYİ (Standard Penetration Test)		KAYA ÖZELLİKLERİ (Rock Characteristic)	AÇIKLAMALAR (EXPLANATION)											
				DARBE SAYISI (Number of Blows)	GRAFİK (Graph)													
				0-15 cm	15-30 cm	30-45 cm												
				N	0	10	20	30	40	50	60	TCR %	SCR %	ROD %	DAYANIMLILIK/Strength	AYRISMA / Weathering	KIRIK/Fracture (30cm)	LİTOLOJİ (LITHOLOGY)
2																		(12) ALÜVYON
4																		
6																		
8																		
10																		
12																		
14																		
16																		
17																		
DAYANIMLILIK / Strength				AYRISMA / Weathering				İNCE DANELİ / Fine Grained				İRİ DANELİ / Coarse Grained						
I	DAYANIMLI	Strong	I	TAZE	Fresh	N : 0-2	ÇOK YUMUŞAK	V. Soft	N : 0-4	ÇOK GEVSEK	V. Loose							
II	ORTA DAYANIMLI	M. Strong	II	AZ AYRISMIŞ	Slightly W.	N : 3-4	YUMUŞAK	Soft	N : 5-10	GEVSEK	Loose							
III	ORTA ZAYIF	M. Weak	III	ORTA DER. AYR.	Mod. W.	N : 5-8	ORTA KATI	M. Soft	N : 11-30	ORTA SIKI	M. Dense							
IV	ZAYIF	Weak	IV	ÇOK AYRISMIŞ	Highly W.	N : 9-15	KATI	Stiff	N : 31-50	SIKI	Dense							
V	ÇOK ZAYIF	V. Weak	V	TÜMÜYLE AYR.	Comp. W.	N : 16-30	ÇOK KATI	V. Stiff	N : >50	ÇOK SIKI	V. Dense							
KAYA KALİTESİ TANIMI - RQD				KIRIKLAR - 30 cm / Fractures				ORANLAR / Proportions										
% 0-25	ÇOK ZAYIF	V. Poor	1	SEYREK	Wide (W)	% 5	PEK AZ	Slightly	% 5	PEK AZ	Slightly							
% 25-50	ZAYIF	Poor	1-2	ORTA D. AYR.	Moderate (M)	% 5-10	AZ	Little	% 5-20	AZ	Little							
% 50-75	ORTA	Fair	2-10	SİK	Close (C)	% 10-35	ÇOK	Very	% 20-50	ÇOK	Very							
% 75-90	İYİ	Good	10-20	ÇOK SIK	Intense (I)	% 35	VE	And										
% 90-100	ÇOK İYİ	Excellent	>20	PARÇALI	Crushed (Cr)													
SPT	Standard Penetration Test		K	Karot Numunesi		SAHA MÜHENDİSİ (Site Engineer)				KONTROL MÜHENDİSİ (Checked By)								
UD	Standard Penetration Test		P	Core Sample		İSİM (Name) : Gökmen S. BAKILAR				Ender ÇETİN								
UD	Disturbed Sample		VS	Pressiometre Deneyi		İMZA (Signature) :												
UD	Onselenmiş Numune			Vayn Deneyi														
UD	Undisturbed Sample			Vane Shear Test														

Şekil A.8 : C-YS 04 no'lu kuyuya ait sondaj logu - 1. kısım.

 ELC GROUP MÜŞ. ve MÜH. LTD. ŞTİ. Şehit Mustafa Yazıcı Sokak No:20 34810 Kavacık İstanbul (+90) Tel 216 465 91 30 Fax 216 465 91 39		SONDAJ LOGU / BORING LOG																					
İŞVEREN Carried Out For : SAF GAYRİMENKUL GELİŞTİRME VE TİC. A.Ş.		SONDAJ YERİ Boring Location : C PARSEL		DERİNLİK Depth (m) : 30	SONDAJ No Borehole No : C-YS 05	SAYFA Page : 1 / 2																	
İDARE Directorate :		KOORDİNAT-Y : 4541623.52 m		YER ALTI SUYU / Ground Water																			
KOORDİNAT-X : 417250.69 m		ZEMİN KOTU / G. Elev. : 14 m		DERİNLİK Depth (m) : TARIH Date : AÇIKLAMA Explanation :																			
PROJE Project : Geoteknik Etud		BAŞ. TARİHİ / Start Date :																					
MAKİNE TİPİ / Machine Type : D500		BIT. TARİHİ / Finish Date :																					
SONDAJ TİPİ / Boring Type : Rotary		DEL. ÇAPI / Hole Diam. : 76 mm																					
Sonda Derinliği Boring Depth (m)	Numune Tipi / Sample Type	STANDARD PENETRASYON DENEYİ (Standard Penetration Test)				KAYA ÖZELLİKLERİ (Rock Characteristic)				LİTOLOJİ (LITHOLOGY)	AÇIKLAMALAR (EXPLANATION)												
		DARBE SAYISI (Number of Blows)		GRAFİK (Graph)		TCR %		SCR %				ROD %											
	MANEVRAYA BOYU (Run)	Muh. Boru / Casing	YASSI / GW	0-15 cm	15-30 cm	30-45 cm	N	0	10	20	30	40	50	60									
2																							
4																							
6																							
8																							
10																							
12	12.00																						
14	13.50	K																					
16	15.00	K																					
17		K																					
DAYANIMLILIK / Strength		AYRISMA / Weathering		İNCE DANELİ / Fine Grained		İRİ DANELİ / Coarse Grained																	
I	DAYANIMLI	Strong	I	TAZE	Fresh	N : 0-2	ÇOK YUMUŞAK	V. Soft	N : 0-4	ÇOK GEVSEK	V. Loose												
II	ORTA DAYANIMLI	M. Strong	II	AZ AYRISMIŞ	Slightly W.	N : 3-4	YUMUŞAK	Soft	N : 5-10	GEVSEK	Loose												
III	ORTA ZAYIF	M. Weak	III	ORTA DER. AYR.	Mod. W.	N : 5-8	ORTA KATI	M. Soft	N : 11-30	ORTA SIKI	M. Dense												
IV	ZAYIF	Weak	IV	ÇOK AYRISMIŞ	Highly W.	N : 9-15	KATI	Stiff	N : 31-50	SIKI	Dense												
V	ÇOK ZAYIF	V. Weak	V	TUMÜYLE AYR.	Comp. W.	N : 16-30	ÇOK KATI	V. Stiff	N : >50	ÇOK SIKI	V. Dense												
KAYA KALİTESİ TANIMI - RQD		KIRIKLAR - 30 cm / Fractures		ORANLAR / Proportions																			
% 0-25	ÇOK ZAYIF	V. Poor	1	SEYREK	Wide (W)	% 5	PEK AZ	Slightly	% 5	PEK AZ	Slightly												
% 25-50	ZAYIF	Poor	1-2	ORTA D. AYR.	Moderate (M)	% 5-10	AZ	Little	% 5-20	AZ	Little												
% 50-75	ORTA	Fair	2-10	SIK	Close (C)	% 15-35	ÇOK	Very	% 20-50	ÇOK	Dense												
% 75-90	İYİ	Good	10-20	ÇOK SIK	Intense (I)	% 35	VE	And															
% 90-100	ÇOK İYİ	Excellent	>20	PARÇALI	Crushed (Cr)																		
SPT	Standard Penetration Test	K	Karot Numunesi	SAHA MÜHENDİSİ (Site Engineer)		KONTROL MÜHENDİSİ (Checked By)																	
UD	Standard Penetration Test	P	Core Sample	İSİM (Name) : Gökmen S. BAKILAR		Ender ÇETİN																	
UD	Disturbed Sample	VS	Pressiometre Deneyi	İMZA (Signature) :																			
UD	Undisturbed Sample		Vane Deneyi																				
UD	Undisturbed Sample		Vane Shear Test																				

P03-F17_Rev.01

Basım Tarihi: 04.06.2008

Şekil A.10 : C-YS 05 no'lu kuyuya ait sondaj logu - 1. kısım.

ELC GROUP MÜHÜRÜK MÜHÜRÜK		ELC GROUP MÜŞ. ve MÜH. LTD. ŞTİ. Şehit Mustafa Yazıcı Sokak No:20 34810 Kavacık İstanbul (+90) Tel 216 465 91 30 Fax 216 465 91 39		SONDAJ LOGU / BORING LOG	
				SONDAJ NO : C-YS 05 SAYFA NO : 2 / 2	
Sondaj Derinliği Boring Depth (m) Numune Tipi / Sample Type	MANEVRA BOYU (Run) Muh. Boru / Casing YASSI / GW	STANDARD PENETRASYON DENEYİ (Standard Penetration Test)		KAYA ÖZELLİKLERİ (Rock Characteristic)	
		DARBE SAYISI (Number of Blows)	GRAFİK (Graph)	TCR % SCR % RQD %	DAYANIMLIK/Strength AYRISMA / Weathering KIRIK/Fracture (30cm)
17 18 20 22 24 26 28 30 32 34 36 38 40 41	16.50 18.00 19.50 21.00 22.50 24.00 25.50 27.00 28.50 30.00	0-15 cm 15-30 cm 30-45 cm N	0 10 20 30 40 50 60	34 30 33 20 28 33 43 28 53	30 12 18 10 16 21 33 21 40
				(18) KİREÇTAŞI Gri-siyahımsı-mavi, sık süreksizlikli, kalsit ve kuvars damarlı, çok zayıf kaya kalitesinde (28.70 - 30.00 arası andezit daykısı) (continued)	
				30.0 (-16.0) Kuyu sonu (End of borehole) : 30.00 m.	
SPT Standard Penetrasyon Testi D Disturbed Sample UD Undisturbed Sample		K Karot Numunesi P Pressiyometre Deneyi VS Veyn Deneyi	SAHA MÜHENDİSİ (Site Engineer) İSİM (Name) : Gökmen S. BAKILAR İMZA (Signature) :		KONTROL MÜHENDİSİ (Checked By) Ender ÇETİN

P03-F17, Rev.01

Basım Tarihi: 04.06.2008

Şekil A.11 : C-YS 05 no'lu kuyuya ait sondaj logu - 2. kısım.

 ELC GROUP MÜŞ. ve MÜH. LTD. ŞTİ. Şehit Mustafa Yazıcı Sokak No:20 34810 Kavacık İstanbul (+90) Tel 216 465 91 30 Fax 216 465 91 39		SONDAJ LOGU / BORING LOG									
İŞVEREN Carried Out For : SAF GAYRİMENKUL GELİŞTİRME VE TİC. A.Ş.		SONDAJ YERİ Boring Location : C PARSEL		DERİNLİK Depth (m) : 30	SONDAJ No Borehole No : C-YS 06	SAYFA Page : 1 / 2					
İDARE Directorate :		KOORDİNAT-Y : 4541635.29 m		YER ALTI SUYU / Ground Water							
KOORDİNAT-X : 417332.72 m		ZEMİN KOTU / G. Elev. : 14 m		DERİNLİK Depth (m) : TARIH Date : AÇIKLAMA Explanation :							
PROJE Project : Geoteknik Etüd		BAŞ. TARİHİ / Start Date :									
MAKİNE TİPİ / Machine Type : D500		BIT. TARİHİ / Finish Date :									
SONDAJ TİPİ / Boring Type : Rotary		DEL. ÇAPI / Hole Diam. : 76 mm									
Sonda Derinliği Boring Depth (m)	MANEVRAYA BOYU (Run)	Muh. Boru / Casing	STANDARD PENETRASYON DENEYİ (Standard Penetration Test)		KAYA ÖZELLİKLERİ (Rock Characteristic)			LİTOLOJİ (LITHOLOGY)	AÇIKLAMALAR (EXPLANATION)		
			DARBE SAYISI (Number of Blows)	GRAFİK (Graph)	TCR %	SCR %	ROD %			DAYANIMLILIK/Strength	AYRISMA / Weathering
			0-15 cm	15-30 cm	30-45 cm	N	0 10 20 30 40 50 60				
2											
4											
6											
8											
10											
12	SPT 12.00		50/1			R				(12) ALÜVYON	
12.01	K										
13.50	K										
15.00	K										
16	K										
17											
DAYANIMLILIK / Strength			AYRISMA / Weathering			İNCE DANELİ / Fine Grained			İRİ DANELİ / Coarse Grained		
I	DAYANIMLI	Strong	I	TAZE	Fresh	N : 0-2	ÇOK YUMUŞAK	V. Soft	N : 0-4	ÇOK GEVSEK	V. Loose
II	ORTA DAYANIMLI	M. Strong	II	AZ AYRISMIŞ	Slightly W.	N : 3-4	YUMUŞAK	Soft	N : 5-10	GEVSEK	Loose
III	ORTA ZAYIF	M. Weak	III	ORTA DER. AYR.	Mod. W.	N : 5-8	ORTA KATI	M. Soft	N : 11-30	ORTA SIKI	M. Dense
IV	ZAYIF	Weak	IV	ÇOK AYRISMIŞ	Highly W.	N : 9-15	KATI	Stiff	N : 31-50	SIKI	Dense
V	ÇOK ZAYIF	V. Weak	V	TÜMÜYLE AYR.	Comp. W.	N : 16-30	ÇOK KATI	V. Stiff	N : >50	ÇOK SIKI	V. Dense
KAYA KALİTESİ TANIMI - RQD			KIRIKLAR - 30 cm / Fractures			ORANLAR / Proportions					
% 0-25	ÇOK ZAYIF	V. Poor	1	SEYREK	Wide (W)	% 5	PEK AZ	Slightly	% 5	PEK AZ	Slightly
% 25-50	ZAYIF	Poor	1-2	ORTA D. AYR.	Moderate (M)	% 5-10	AZ	Little	% 5-20	AZ	Little
% 50-75	ORTA	Fair	2-10	SİK	Close (C)	% 10-35	ÇOK	Very	% 20-50	ÇOK	Dense
% 75-90	İYİ	Good	10-20	ÇOK SIK	Intense (I)	% 35	VE	And			
% 90-100	ÇOK İYİ	Excellent	>20	PARÇALI	Crushed (Cr)						
SPT	Standard Penetration Test		K	Karot Numunesi		SAHA MÜHENDİSİ (Site Engineer)			KONTROL MÜHENDİSİ (Checked By)		
UD	Standard Penetration Test		P	Core Sample		İSİM (Name) : Gökmen S. BAKILAR			Ender ÇETİN		
UD	Disturbed Sample		VS	Pressiometre Deneyi		İMZA (Signature) :					
UD	Undisturbed Sample			Vane Deneyi							

P03-F17_Rev.01

Basım Tarihi: 04.06.2008

Şekil A.12 : C-YS 06 no'lu kuyuya ait sondaj logu - 1. kısım.

ELC GROUP MÜHÜRÜK MÜHÜRÜK		ELC GROUP MÜŞ. ve MÜH. LTD. ŞTİ. Şehit Mustafa Yazıcı Sokak No:20 34810 Kavacak İstanbul (+90) Tel 216 465 91 30 Fax 216 465 91 39		SONDAJ LOGU / BORING LOG	
				SONDAJ NO : C-YS 06 SAYFA NO : 2 / 2	
Sondaj Derinliği Boring Depth (m) Numune Tipi / Sample Type	MANEVRA BOYU (Run) Muh. Boru / Casing YASSI / GW	STANDARD PENETRASYON DENEYİ (Standard Penetration Test)		KAYA ÖZELLİKLERİ (Rock Characteristic)	
		DARBE SAYISI (Number of Blows)	GRAFİK (Graph)	TCR % SCR % RQD %	DAYANIMLIK/Strength AYRISMA / Weathering KIRIK/Fracture (30cm)
17 18 20 22 24 26 28 30 32 34 36 38 40 41	16.50 18.00 19.50 21.00 22.50 24.00 25.50 27.00 28.50 30.00	0-15 cm 15-30 cm 30-45 cm N	0 10 20 30 40 50 60	60 70 80 85 80 100 90 60 73	28 21 15 75 73 86 83 26 72
				(18) KİREÇTAŞI Gri, siyah, bej alacalı, üst seviyeleri sık süreksizlikli, kalsit damarlı, dayanımlı, az ayrılmış, çok zayıf-zayıf-orta kaya kalitesinde (continued)	
				30.0 (-16.0) Kuyu sonu (End of borehole) : 30.00 m.	
SPT Standard Penetrasyon Testi D Disturbed Sample UD Undisturbed Sample		K Karot Numunesi P Pressiyometre Deneyi VS Vane Deneyi	SAHA MÜHENDİSİ (Site Engineer) İSİM (Name) : Gökmen S. BAKILAR İMZA (Signature) :		KONTROL MÜHENDİSİ (Checked By) Ender ÇETİN

Şekil A.13 : C-YS 06 no'lu kuyuya ait sondaj logu - 2. kısım.

 ELC GROUP MÜŞ. ve MÜH. LTD. ŞTİ. Şehit Mustafa Yazıcı Sokak No:20 34810 Kavacık İstanbul (+90) Tel 216 465 91 30 Fax 216 465 91 39		SONDAJ LOGU / BORING LOG													
İŞVEREN Carried Out For : SAF GAYRİMENKUL GELİŞTİRME VE TİC. A.Ş.		SONDAJ YERİ Boring Location : C PARSEL		DERİNLİK Depth (m) : 30	SONDAJ No Borehole No : C-YS 07	SAYFA Page : 1 / 2									
İDARE Directorate :		KOORDİNAT-Y : 4541682.69 m		YER ALTI SUYU / Ground Water											
PROJE Project : Geoteknik Etüd		KOORDİNAT-X : 417359.99 m		ZEMİN KOTU / G. Elev. : 16 m											
MAKİNE TİPİ / Machine Type : D500		BAŞ. TARİHİ / Start Date :		DERİNLİK Depth (m)	TARİH Date	AÇIKLAMA Explanation									
SONDAJ TİPİ / Boring Type : Rotary		DEL. ÇAP / Hole Diam. : 76 mm													
Sonda Derinliği Boring Depth (m)	Numune Tipi / Sample Type	MANEVRAYA BOYU (Run)	Muh. Boru / Casing	STANDARD PENETRASYON DENEYİ (Standard Penetration Test)				KAYA ÖZELLİKLERİ (Rock Characteristic)				LİTOLOJİ (LITHOLOGY)	AÇIKLAMALAR (EXPLANATION)		
				DARBE SAYISI (Number of Blows)			GRAFİK (Graph)	TCR %			SCR %			ROD %	DAYANIMLIK/Strength
				0-15 cm	15-30 cm	30-45 cm	N	0 10 20 30 40 50 60							
1.50	SPT			3	4	8	12								
1.95															
3.00	SPT			2	3	3	6								
3.45															
4.50	SPT			R			R								
4.51															
6.00	SPT			7	10	50/5	R								
6.45															
7.50															
8.00	K								10	0	0				
9.00															
10.00	K								12	0	0				
10.50															
12.00	K								0	0	0				
13.50															
14.00	K								9	0	0				
15.00															
16.00	K								10	0	0				
17.00															
DAYANIMLIK / Strength				AYRISMA / Weathering				İNCE DANELİ / Fine Grained				İRİ DANELİ / Coarse Grained			
I DAYANIMLI II ORTA DAYANIMLI III ZAYIF IV ÇOK ZAYIF V				I TAZE II AZ AYRISMIŞ III ORTA DER. AYR. IV ÇOK AYRISMIŞ V TÜMÜYLE AYR.				N : 0-2 N : 3-4 N : 5-8 N : 9-15 N : 16-30 N : >30				N : 0-4 N : 5-10 N : 11-30 N : 31-50 N : >50			
KAYA KALİTESİ TANIMI - RQD				KIRIKLAR - 30 cm / Fractures				ORANLAR / Proportions							
% 0-25 % 25-50 % 50-75 % 75-90 % 90-100				1 1-2 2-10 10-20 >20				% 5 % 5-10 % 10-25 % 25-50 % 50-75 % 75-90 % 90-100				% 5 % 5-20 % 20-50			
SPT Standard Penetrasyon Testi D Oselenmiş Numune UD Oselenmemiş Numune				K Karot Numunesi P Pressiyometre Deneyi VS Vane Shear Test				SAHA MÜHENDİSİ (Site Engineer) İSİM (Name) : Gökmen S. BAKILAR İMZA (Signature) :				KONTROL MÜHENDİSİ (Checked By) Ender ÇETİN			

P03-F17_Rev.01

Basım Tarihi: 04.06.2008

Şekil A.14 : C-YS 07 no'lu kuyuya ait sondaj logu - 1. kısım.

 ELC GROUP MÜŞ. ve MÜH. LTD. ŞTİ. Şehit Mustafa Yazıcı Sokak No:20 34810 Kavacık İstanbul (+90) Tel 216 465 91 30 Fax 216 465 91 39		SONDAJ LOGU / BORING LOG						
İŞVEREN Carried Out For : SAF GAYRİMENKUL GELİŞTİRME VE TİC. A.Ş.		SONDAJ YERİ Boring Location : C PARSEL		DERİNLİK Depth (m) : 57	SONDAJ No Borehole No : C-YS 09	SAYFA Page : 1 / 3		
İDARE Directorate :		KOORDİNAT-Y : -35186.9 m		YER ALTI SUYU / Ground Water				
PROJE Project : Geoteknik Etüd		KOORDİNAT-X : 502772.97 m		ZEMİN KOTU / G. Elev. : 14 m				
		BAŞ. TARİHİ / Start Date : 21.04.2008		DERİNLİK Depth (m)	TARİH Date	AÇIKLAMA Explanation		
MAKİNE TİPİ / Machine Type : Genmak		BIT. TARİHİ / Finish Date : 30.04.2008						
SONDAJ TİPİ / Boring Type : Rotary		DEL. ÇAPI / Hole Diam. : 76 mm						
Sonda Derinliği Boring Depth (m)	Numune Tipi / Sample Type	MANEVRAYA BOYU (Run)	Muh. Boru / Casing	STANDARD PENETRASYON DENEYİ (Standard Penetration Test)		KAYA ÖZELLİKLERİ (Rock Characteristic)	AÇIKLAMALAR (EXPLANATION)	
				DARBE SAYISI (Number of Blows)	GRAFİK (Graph)			
				0-15 cm	15-30 cm	30-45 cm		
				N				
				0 10 20 30 40 50 60				
				TCR %				
				SCR %				
				ROD %				
				DAYANIMLIK/Strength				
				AYRISMA / Weathering				
				KIRIK/Fracture (30cm)				
				LİTOLOJİ (LITHOLOGY)				
2							KİL Açık kahverengi, açık yeşil, kumlu, çakıllı (20)	
4								
6								
8								
10								
12								
14								
16								
17								
DAYANIMLIK / Strength		AYRISMA / Weathering		İNCE DANELİ / Fine Grained		İRİ DANELİ / Coarse Grained		
I	DAYANIMLI	Strong	I	TAZE	Fresh	N : 0-2	ÇOK YUMUŞAK	V. Soft
II	ORTA DAYANIMLI	M. Strong	II	AZ AYRISMIŞ	Slightly W.	N : 3-4	YUMUŞAK	Soft
III	ORTA ZAYIF	M. Weak	III	ORTA DER. AYR.	Mod. W.	N : 5-8	ORTA KATI	M. Stiff
IV	ZAYIF	Weak	IV	ÇOK AYRISMIŞ	Highly W.	N : 9-15	KATI	Stiff
V	ÇOK ZAYIF	V. Weak	V	TÜMÜYLE AYR.	Comp. W.	N : 16-30	ÇOK KATI	V. Stiff
						N : >30	SERT	Hard
KAYA KALİTESİ TANIMI - RQD		KIRIKLAR - 30 cm / Fractures		İNCE DANELİ / Fine Grained		İRİ DANELİ / Coarse Grained		
% 0-25	ÇOK ZAYIF	V. Poor	1	SEYREK	Wide (W)	% 5	PEK AZ	Slightly
% 25-50	ZAYIF	Poor	1-2	ORTA D. AYR.	Moderate (M)	% 5-10	AZ	Little
% 50-75	ORTA	Fair	2-10	SİK	Close (C)	% 10-35	ÇOK	Very
% 75-90	İYİ	Good	10-20	ÇOK SIK	Intense (I)	% 35	VE	And
% 90-100	ÇOK İYİ	Excellent	>20	PARÇALI	Crushed (Cr)			
SPT		Standard Penetration Test		SAHA MÜHENDİSİ (Site Engineer)		KONTROL MÜHENDİSİ (Checked By)		
D		Disturbed Sample		İSİM (Name) : Ramazan Metuçin		Gökmen S.BAKILAR		
UD		Undisturbed Sample		İMZA (Signature) :				

P03-F17_Rev.01

Basım Tarihi: 04.06.2008

Şekil A.16 : C-YS 09 no'lu kuyuya ait sondaj logu - 1. kısım.

ELC GROUP		ELC GROUP MÜŞ. ve MÜH. LTD. ŞTİ.		SONDAJ LOGU / BORING LOG									
Şehit Mustafa Yazıcı Sokak No:20 34810 Kavacık İstanbul (+90) Tel 216 465 91 30 Fax 216 465 91 39				SONDAJ NO : C-YS 09 SAYFA NO : 2 / 3									
Sondaj Derinliği Boring Depth (m)	Numune Tipi / Sample Type	MANEVRA BOYU (Run)	Muh. Boru / Casing	STANDARD PENETRASYON DENEYİ (Standard Penetration Test)		KAYA ÖZELLİKLERİ (Rock Characteristic)					LİTOLOJİ (LITHOLOGY)	AÇIKLAMALAR (EXPLANATION)	
				DARBE SAYISI (Number of Blows)	GRAFİK (Graph)	TCR %	SCR %	RQD %	DAYANIMLIK/Strength	AYRISMA / Weathering			KIRIK/Fracture (30cm)
17													
18													
20													
22													
24													
25.50	K												
27.00	K												
28	K												
28.50	K												
30	K												
30.00	K												
31.50	K												
32	K												
33.00	K												
34	K												
34.50	K												
36	K												
36.00	K												
37.50	K												
38	K												
39.00	K												
40	K												
40.50	K												
41													
SPT		Standard Penetrasyon Testi		K	Korot Numunesi		SAHA MÜHENDİSİ (Site Engineer)					KONTROL MÜHENDİSİ (Checked By)	
D		Disturbed Sample		P	Pressiometre Deneyi		İSİM (Name) : Ramazan Metuçin					Gökmen S.BAKILAR	
UD		Undisturbed Sample		VS	Vane Deneyi		İMZA (Signature) :						

P03-F17, Rev.01

Basım Tarihi: 04.06.2008

Şekil A.17 : C-YS 09 no'lu kuyuya ait sondaj logu - 2. kısım.

 ELC GROUP MÜŞ. ve MÜH. LTD. ŞTİ. Şehit Mustafa Yazıcı Sokak No:20 34810 Kavacık İstanbul (+90) Tel 216 465 91 30 Fax 216 465 91 39		SONDAJ LOGU / BORING LOG											
İŞVEREN Carried Out For : SAF GAYRİMENKUL GELİŞTİRME VE TİC. A.Ş.		SONDAJ YERİ Boring Location : C PARSEL		DERİNLİK Depth (m)	SONDAJ No Borehole No	SAYFA Page							
IDARE Directorate :		KOORDİNAT-Y : -33837.61 m		57	C-YS 10	1 / 3							
PROJE Project : Geoteknik Etüd		KOORDİNAT-X : 504241.58 m		YER ALTI SUYU / Ground Water									
		ZEMİN KOTU / G. Elev. : 14 m		DERİNLİK Depth (m)	TARİH Date	AÇIKLAMA Explanation							
		BAŞ. TARİHİ / Start Date : 01.05.2008											
MAKİNE TİPİ / Machine Type : Genmak		BIT. TARİHİ / Finish Date : 05.05.2008											
SONDAJ TİPİ / Boring Type : Rotary		DEL. ÇAP / Hole Diam. : 76 mm											
Sondaj Derinliği Boring Depth (m)	Numune Tipi / Sample Type	STANDARD PENETRASYON DENEYİ (Standard Penetration Test)				KAYA ÖZELLİKLERİ (Rock Characteristic)						AÇIKLAMALAR (EXPLANATION)	
		DARBE SAYISI (Number of Blows)				GRAFİK (Graph)							
		N											
	MANE/RA BOYU (Run)	Muh. Boru / Casing	YASSI / GW	0-15 cm	15-30 cm	30-45 cm	TCR %	SCR %	ROD %	DAYANIMLILIK/Strength	AYRISMA / Weathering	KIRIK/Fracture (30cm)	LİTOLOJİ (LITHOLOGY)
2													KİL Açık kahverengi, açık yeşil, kumlu, çakıllı (18)
4													
6													
8													
10													
12													
14													
16													
17													
DAYANIMLILIK / Strength		AYRISMA / Weathering		İNCE DANELİ / Fine Grained				İRİ DANELİ / Coarse Grained					
I DAYANIMLI Strong II ORTA DAYANIMLI M. Strong III ZAYIF M. Weak IV ÇOK ZAYIF V. Weak		I TAZE Fresh II AZ AYRISMIŞ Slightly W. III ORTA DER. AYR. Mod. W. IV ÇOK AYRISMIŞ Highly W. V TÜMÜYLE AYR. Comp. W.		N : 0-2 ÇOK YUMUŞAK V. Soft N : 3-4 YUMUŞAK Soft N : 5-8 ORTA KATI M. Stiff N : 9-15 KATI Stiff N : 16-30 ÇOK KATI V. Stiff N : >30 SERT Hard				N : 0-4 ÇOK GEVŞEK V. Loose N : 5-10 GEVŞEK Loose N : 11-30 ORTA SIKI M. Dense N : 31-50 SIKI Dense N : >50 ÇOK SIKI V. Dense					
KAYA KALİTESİ TANIMI - RQD		KIRIKLAR - 30 cm / Fractures		ORANLAR / Proportions									
% 0-25 ÇOK ZAYIF V. Poor % 25-50 ZAYIF Poor % 50-75 ORTA Fair % 75-90 İYİ Good % 90-100 ÇOK İYİ Excellent		1 SEYREK ORTA D. AYR. SIK 1-2 SIK 10-20 ÇOK SIK >20 PARÇALI		% 5 PEK AZ Slightly % 5-10 AZ Little % 15-35 ÇOK Very %35 VE And				% 5 PEK AZ Slightly % 5-20 AZ Little % 20-50 ÇOK Very					
SPT Standard Penetrasyon Testi Standard Penetration Test Ostelemiş Numune Disturbed Sample UD Ostelememiş Numune Undisturbed Sample		K Karot Numunesi Core Sample P Pressiyometre Deneyi Pressuremeter Test VS Veyn Deneyi Vane Shear Test		SAHA MÜHENDİSİ (Site Engineer) ISIM (Name) : Ramazan Metuçin İMZA (Signature) :				KONTROL MÜHENDİSİ (Checked By) Gökmen S.BAKILAR					

P03-F17, Rev 01

Basım Tarihi: 04.06.2008

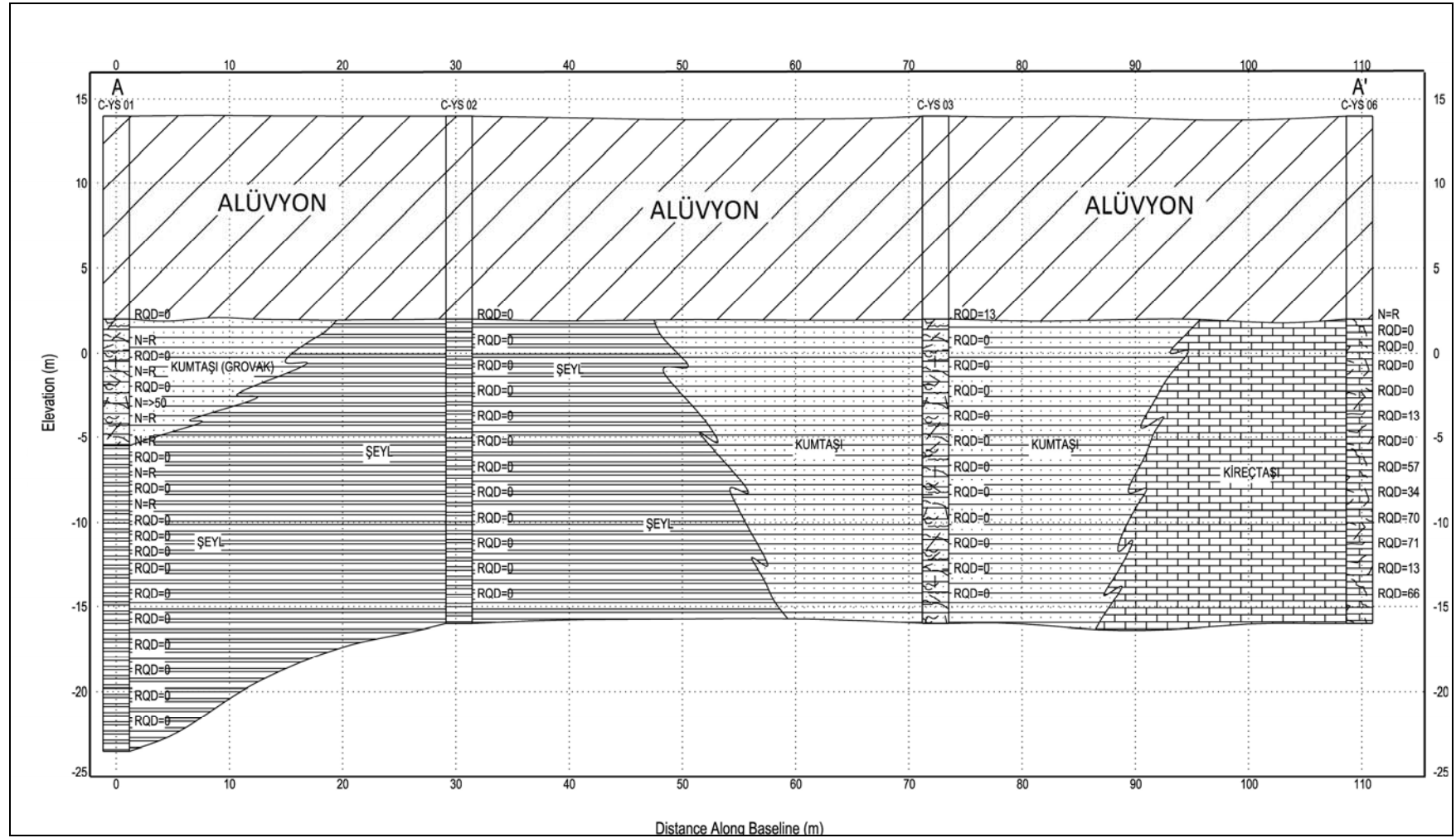
Şekil A.19 : C-YS 10 no'lu kuyuya ait sondaj logu - 1. Kısım.

 ELC GROUP MÜŞ. ve MÜH. LTD. ŞTİ. Şehit Mustafa Yazıcı Sokak No:20 34810 Kavacık İstanbul (+90) Tel 216 465 91 30 Fax 216 465 91 39		SONDAJ LOGU / BORING LOG	
		SONDAJ NO : C-YS 10 SAYFA NO : 3 / 3	
Sondaj Derinliği Boring Depth (m) Numune Tipi / Sample Type MANEVRA BOYU (Run) Müh. Boru / Casing YASSI / GW 0-15 cm 15-30 cm 30-45 cm N 0 10 20 30 40 50 60	STANDARD PENETRASYON DENEYİ (Standard Penetration Test)		KAYA ÖZELLİKLERİ (Rock Characteristic)
	DARBE SAYISI (Number of Blows)	GRAFİK (Graph)	TCR % SCR % RQD % DAYANIMLIK/Strength AYRIŞMA / Weathering KIRIK/Fracture (30cm) LİTOLOJİ (LITHOLOGY)
41 42 44 46 48 50 52 54 56 58 60 62 64 66	42.00 43.50 45.00 46.50 48.00 49.50 51.00 52.50 54.00 55.50 57.00	10 10 44 4 35 33 10 5 6 13 24	0 0 15 0 0 18 3 0 0 0 0 0
K K K K K K K K K K K		ŞEYL-SİLT TAŞI ARDALANMASI Şeyl: Koyu gri-siyah, kırıklı ve parçalı, kalsit ve kuvars damarlı Silttaşı: Koyu gri-gri, kırıklı ve parçalı 48.0 (-34.0) (39.00 - 48.00 m.ler arası volkanik dayk) (continued) 57.0 (-43.0)	
K K K K K K K K K K K		ŞEYL Koyu gri-siyah, kırıklı ve parçalı, kalsit damarlı (9)	
K K K K K K K K K K K		Kuyu sonu (End of borehole) : 57.00 m.	
SPT D UD	Standard Penetrasyon Testi Standard Penetration Test Örselenmiş Numune Disturbed Sample Örselenmemiş Numune Undisturbed Sample	K P VS	Karot Numunesi Core Sample Pressiyometre Deneyi Pressuremeter Test Veyn Deneyi Vane Shear Test
		SAHA MÜHENDİSİ (Site Engineer) İSİM (Name) : Ramazan Metuçin İMZA (Signature) :	KONTROL MÜHENDİSİ (Checked By) Gökmen S.BAKILAR

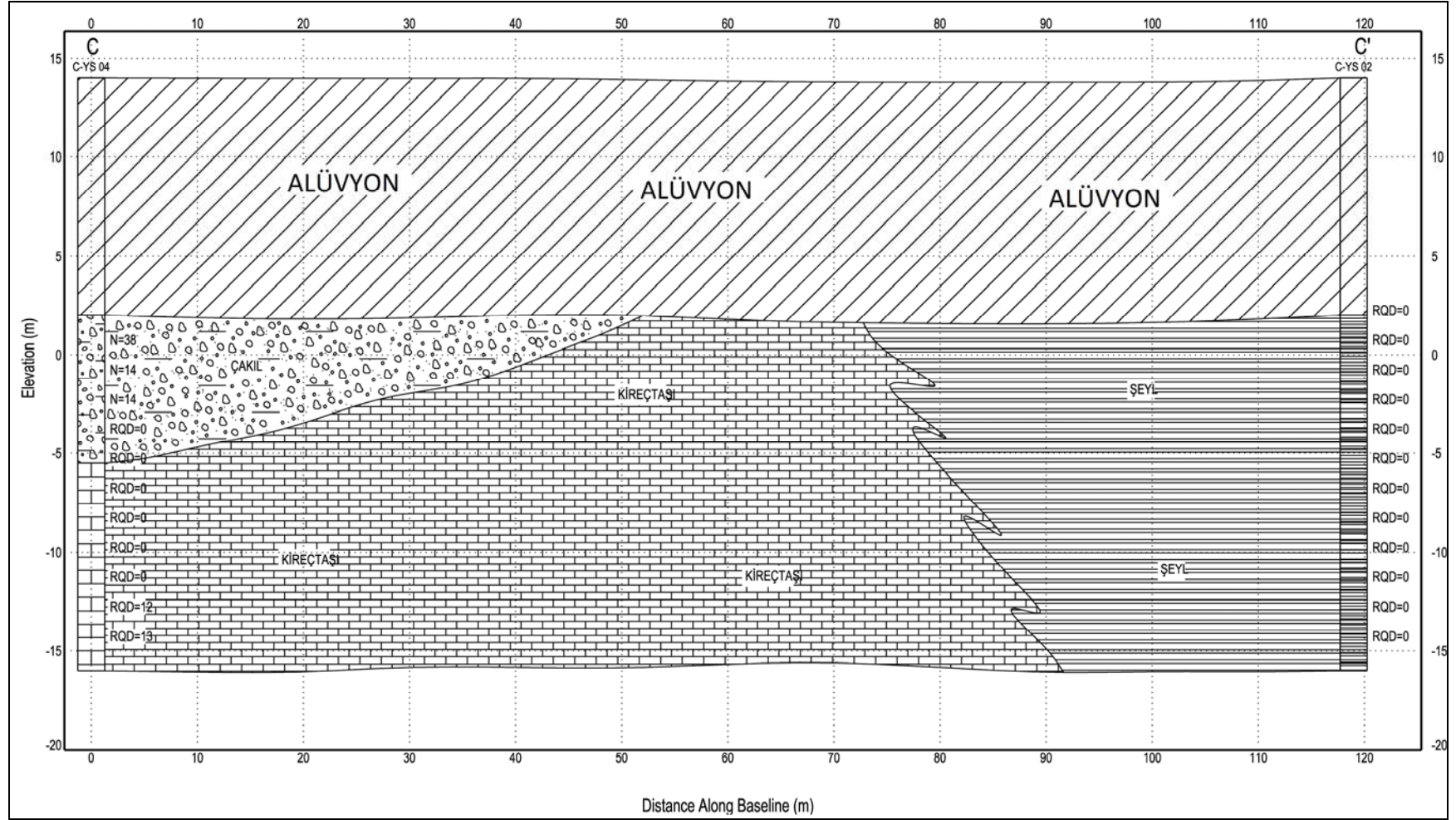
P03-F17, Rev.01

Basım Tarihi: 04.06.2008

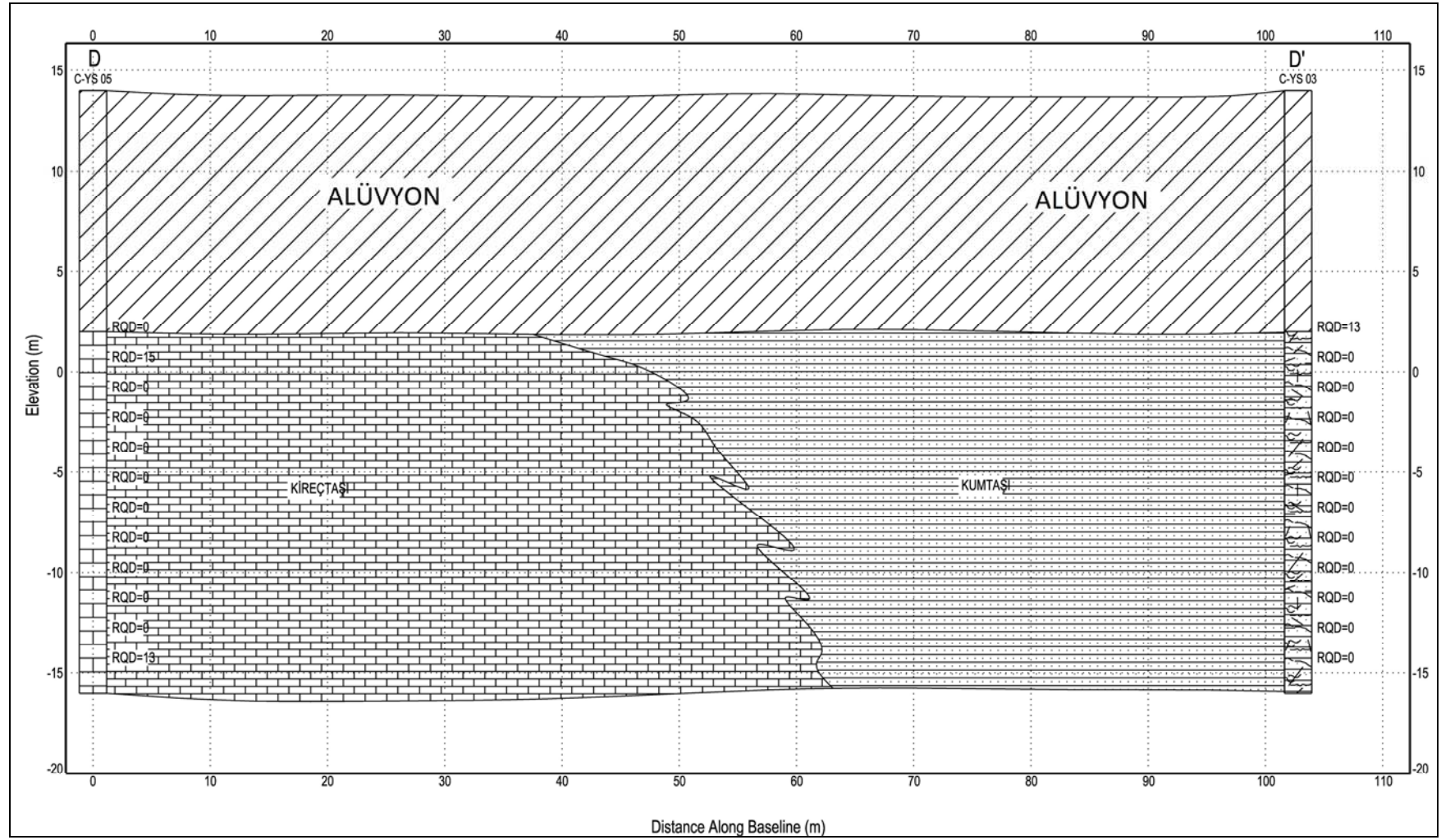
Şekil A.21 : C-YS 10 no'lu kuyuya ait sondaj logu - 3. Kısım.



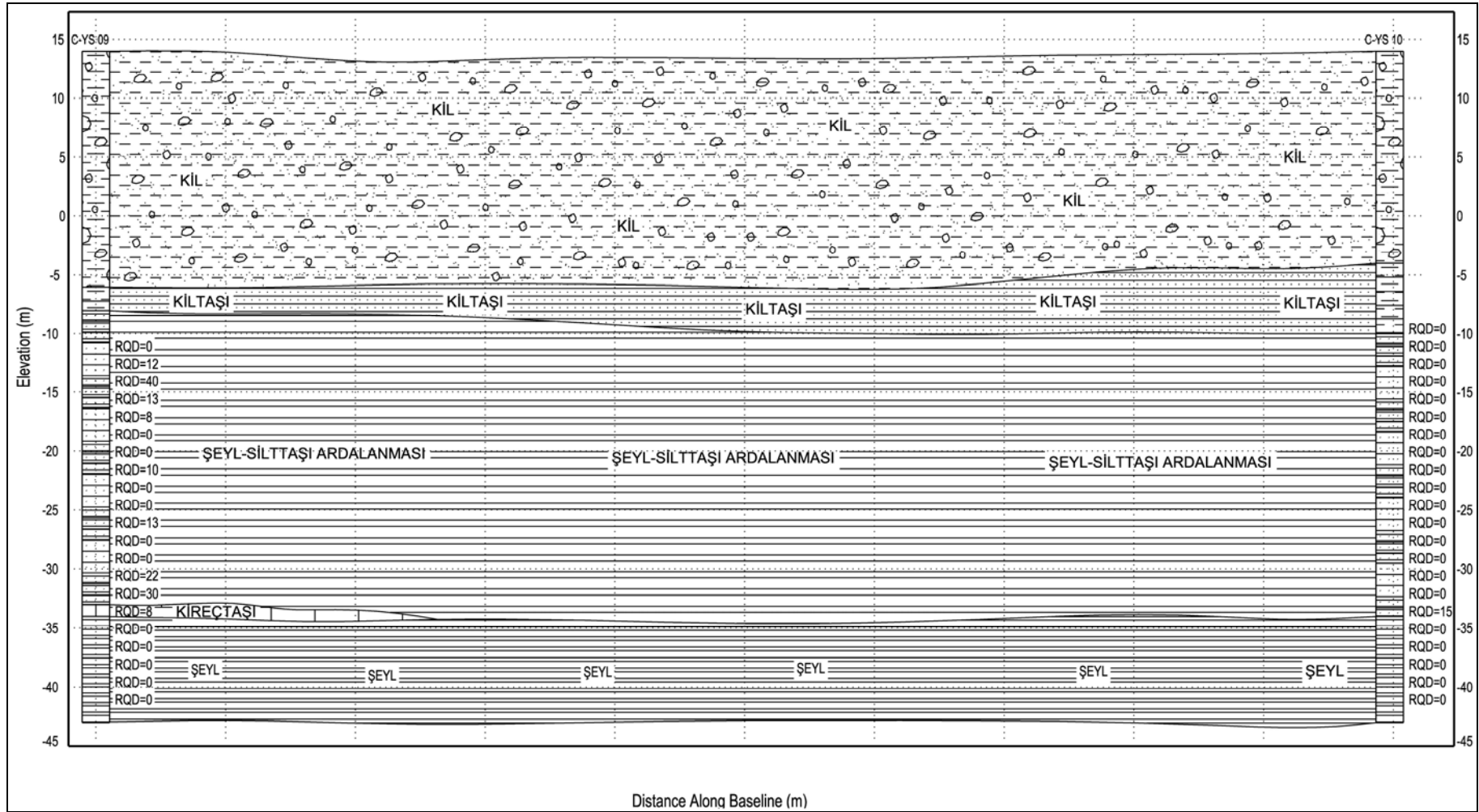
Şekil A.22 : Kesit 1-1.



Şekil A.24 : Kesit 3-3.



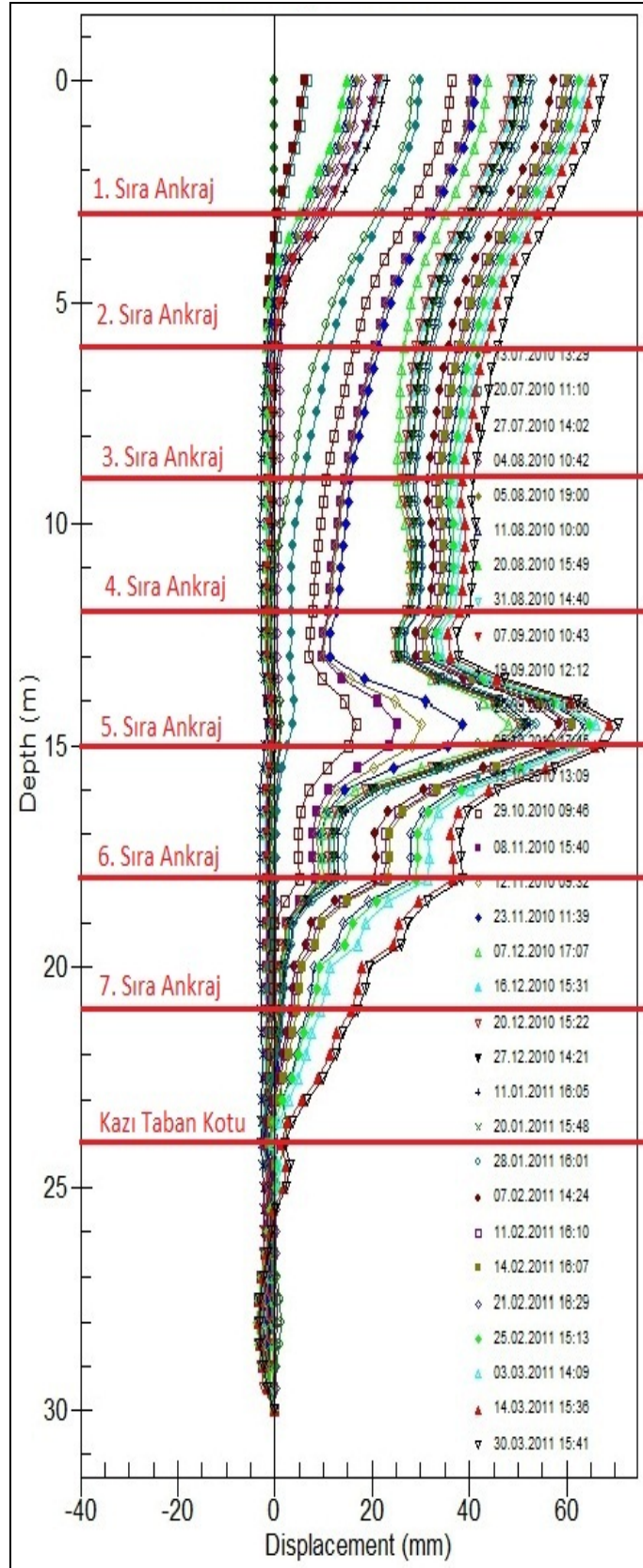
Şekil A.25 : Kesit 4-4.



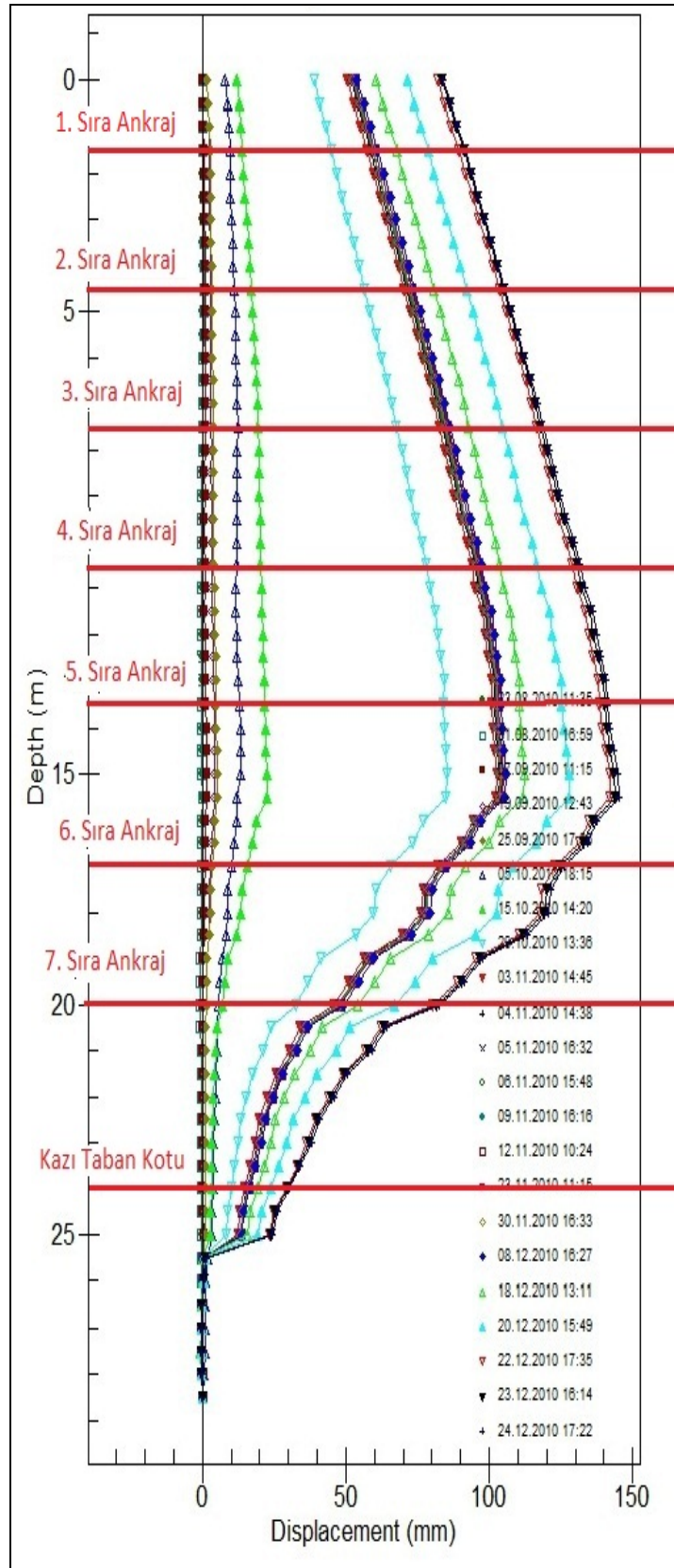
Şekil A.26 : Kesit 5-5.

EK B.1

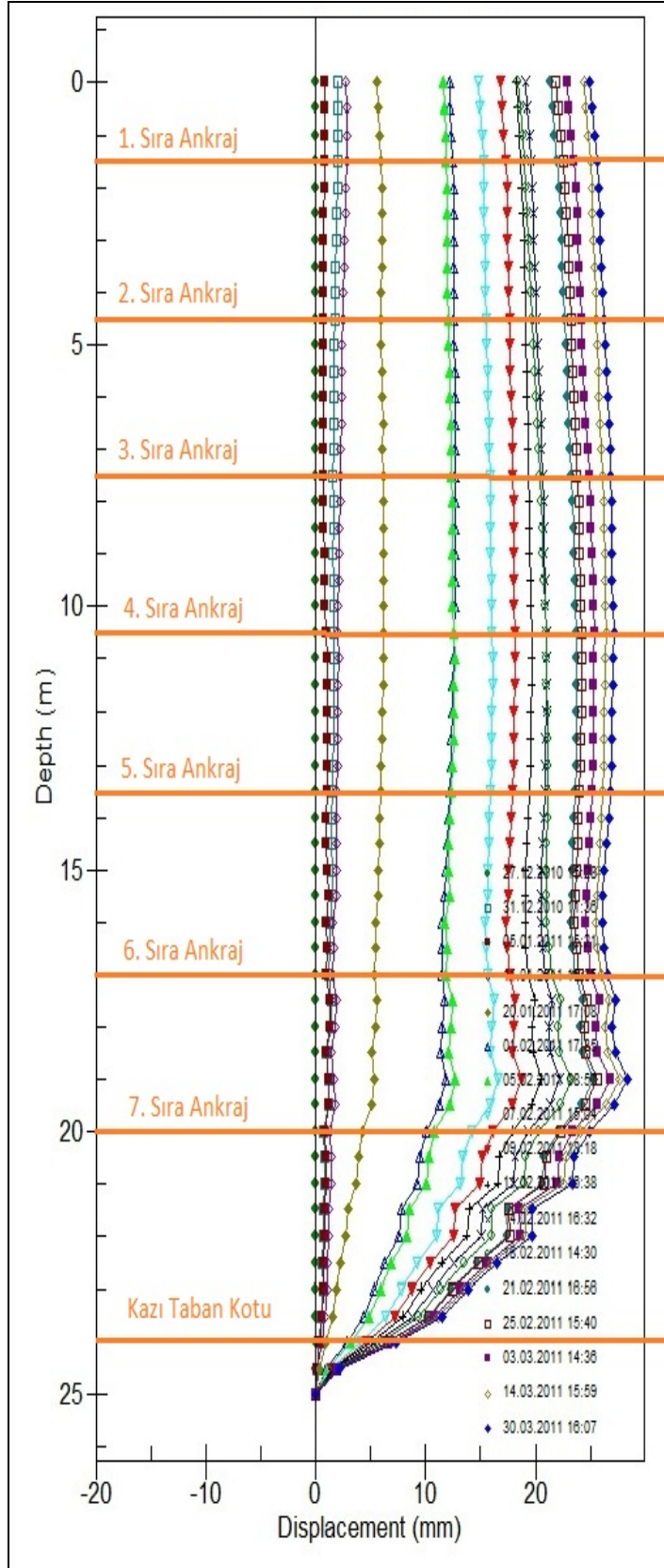
İNKLİNOMETRE OKUMA SONUÇLARI



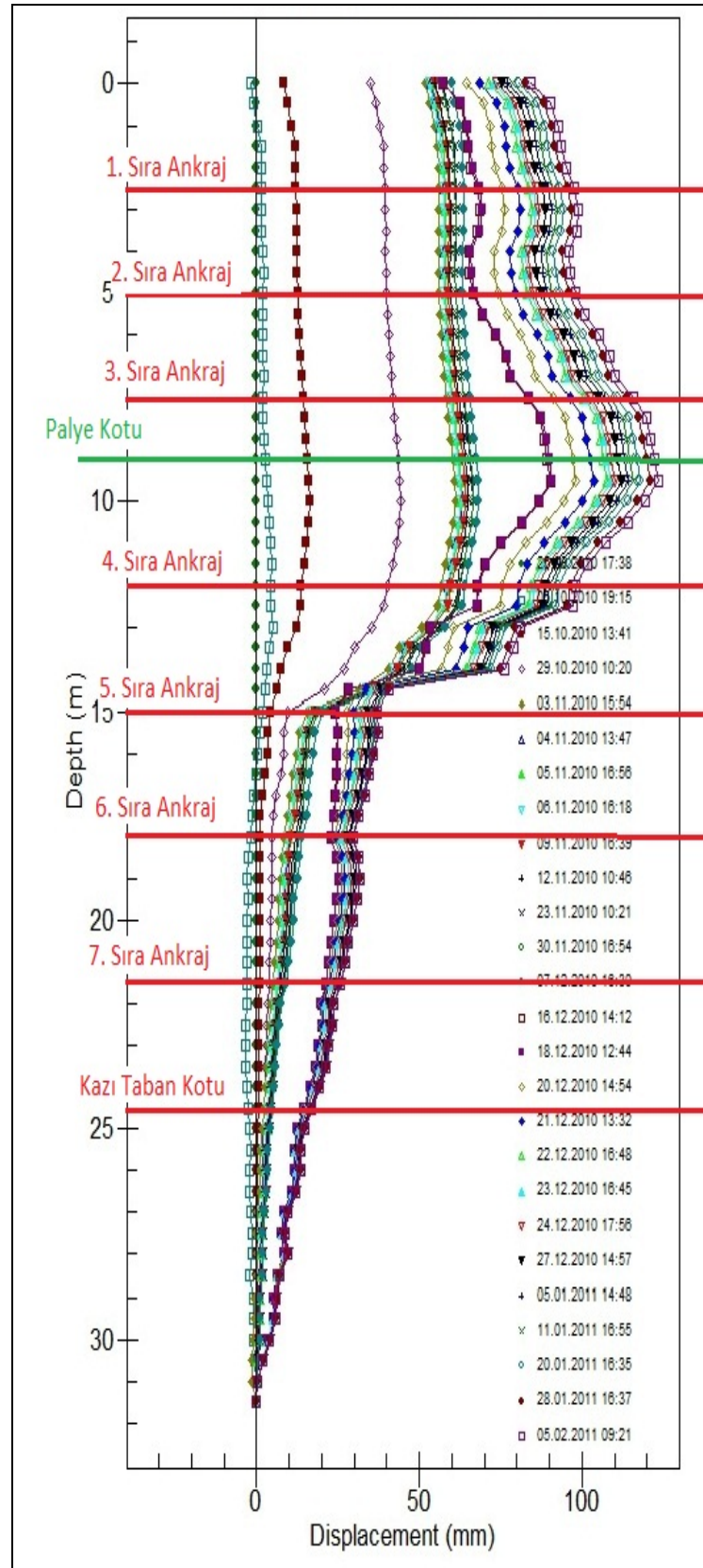
Şekil B.1 :İnklinometre-1 no'lu tesisten alınan okumalar.



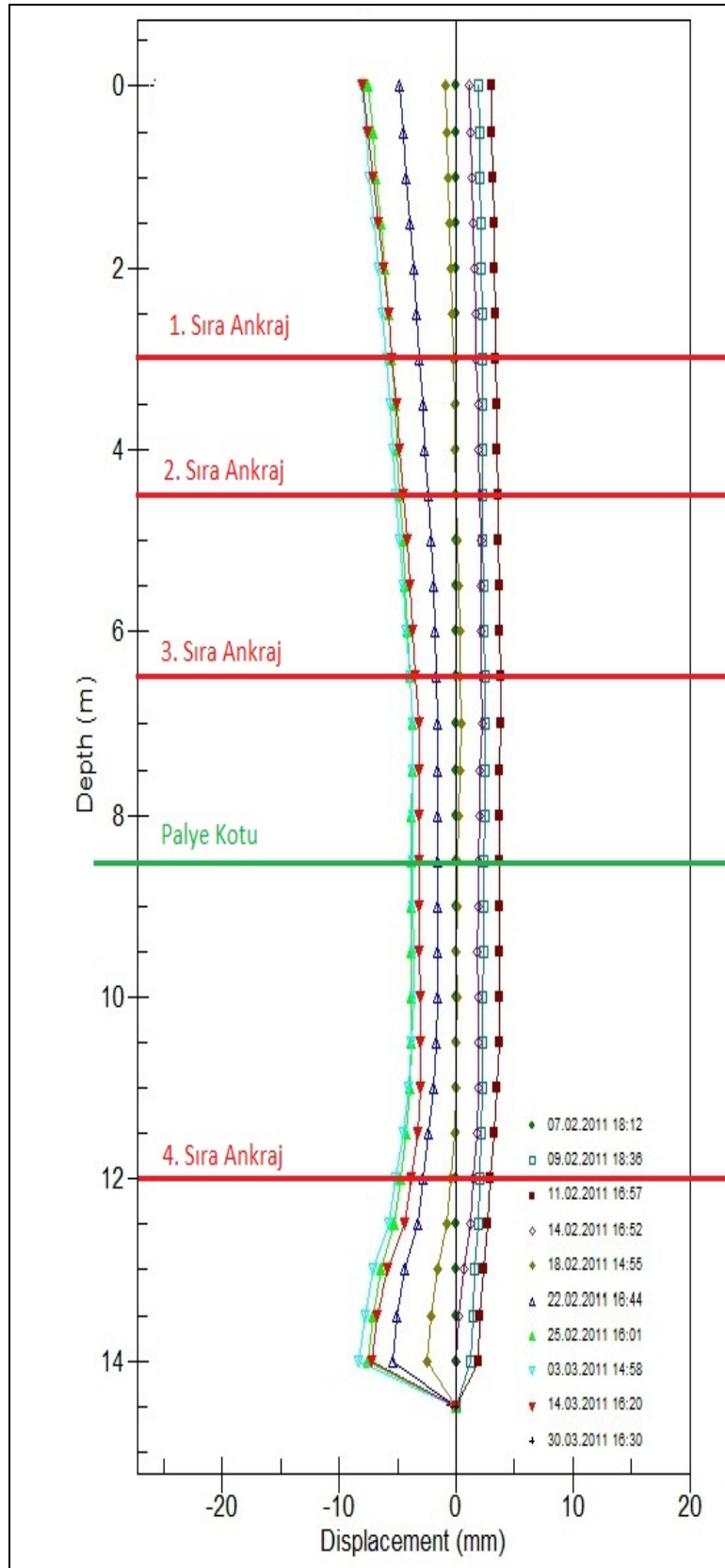
Şekil B.2 :İnklinometre-2 no'lu tesisten alınan okumalar-1.



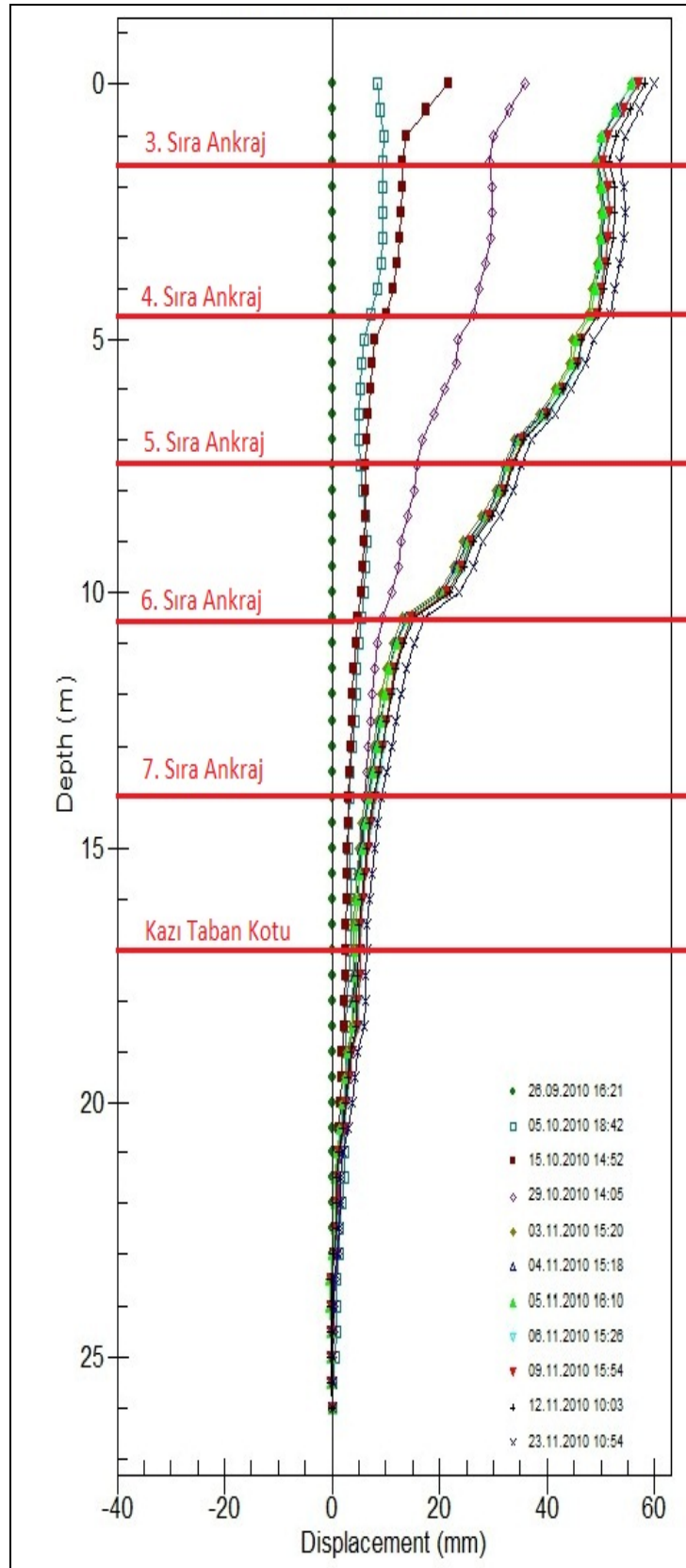
Şekil B.3 :İnklinometre-2 no'lu tesisten alınan okumalar-2.



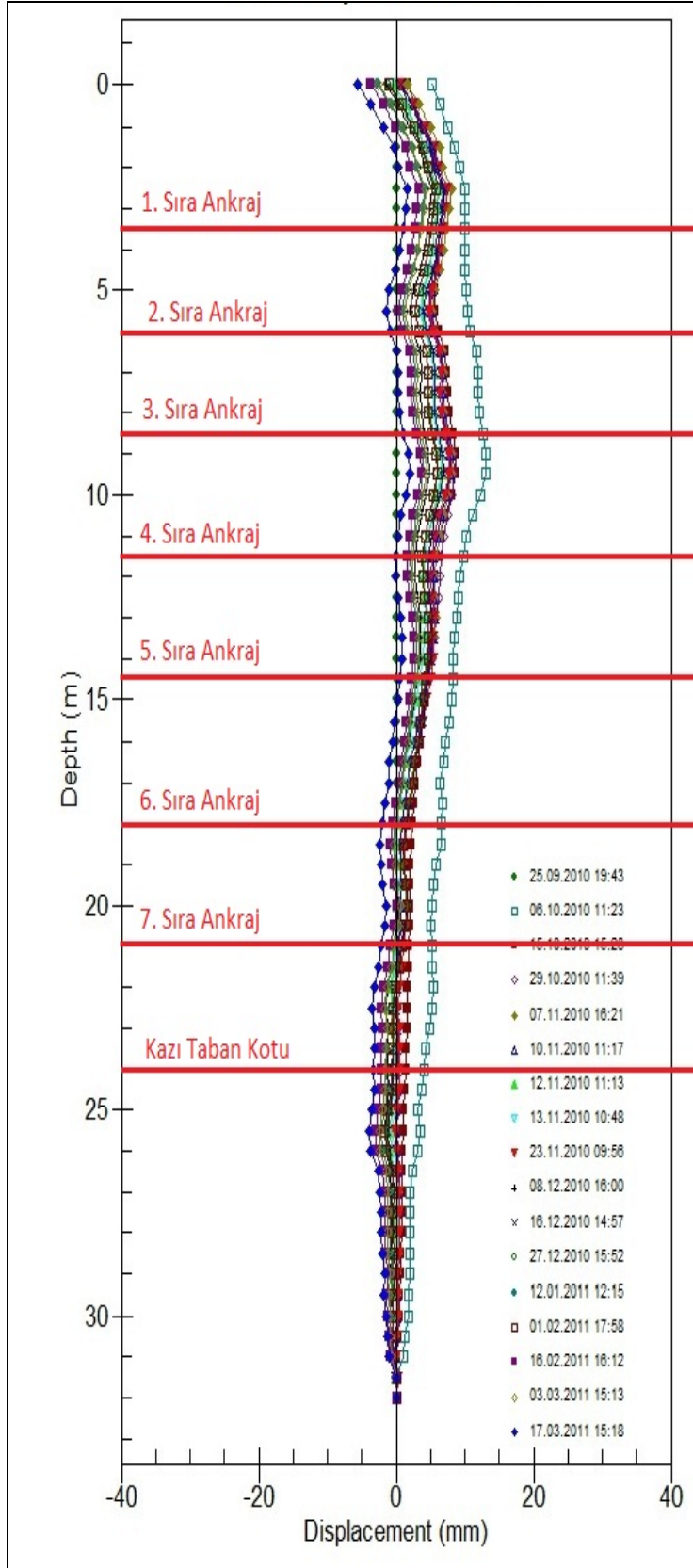
Şekil B.4 :İnklinometre-3 no'lu tesisten alınan okumalar-1.



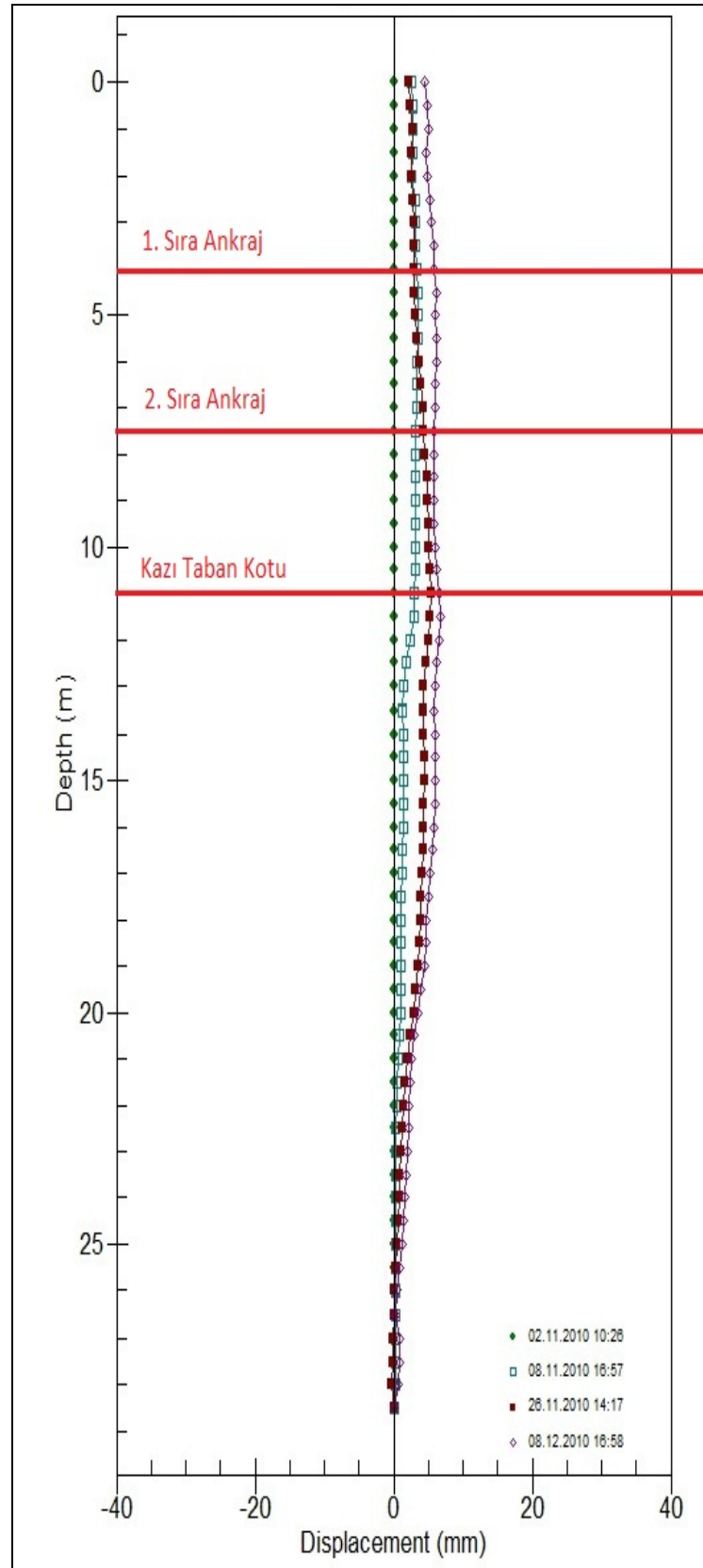
Şekil B.5 :İnklinometre-3 no'lu tesisten alınan okumalar-2.



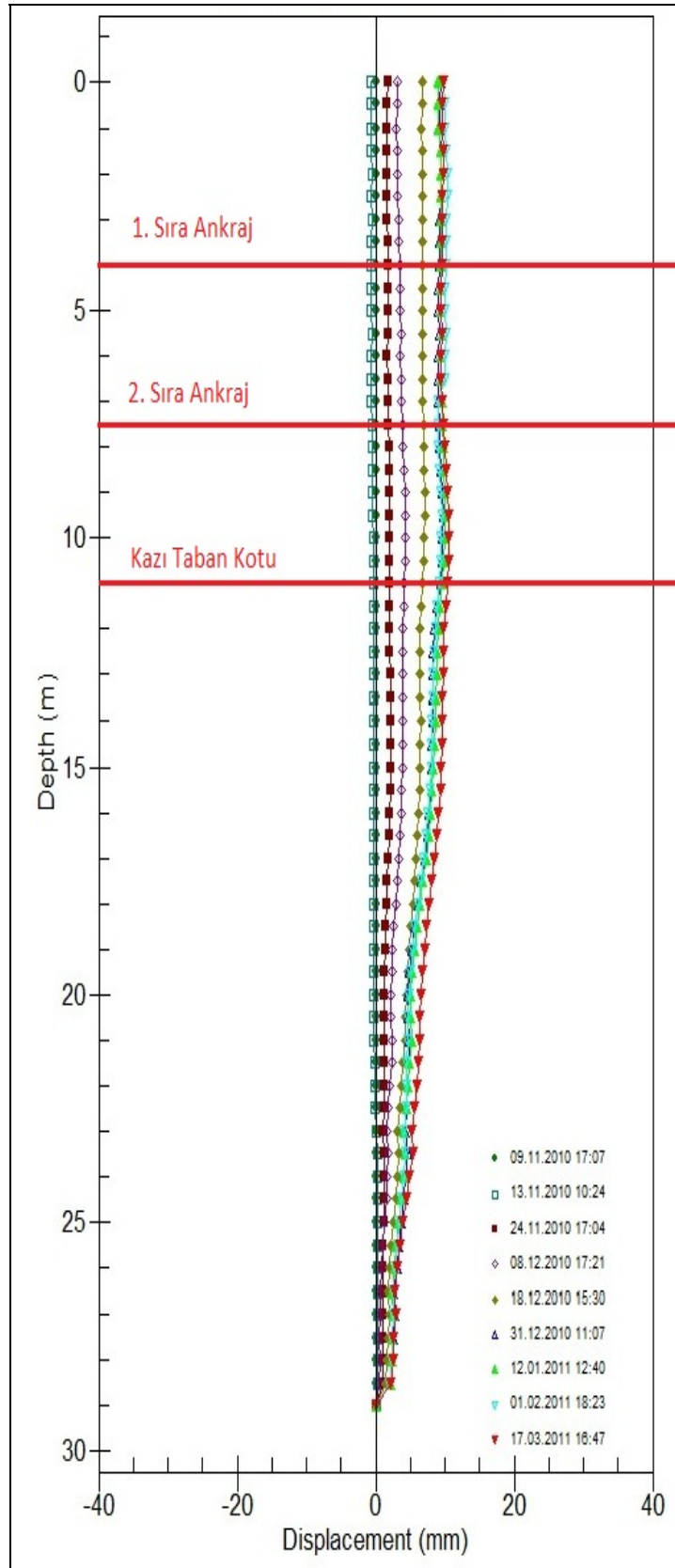
Şekil B.6 :İnklinometre-4 no'lu tesisten alınan okumalar.



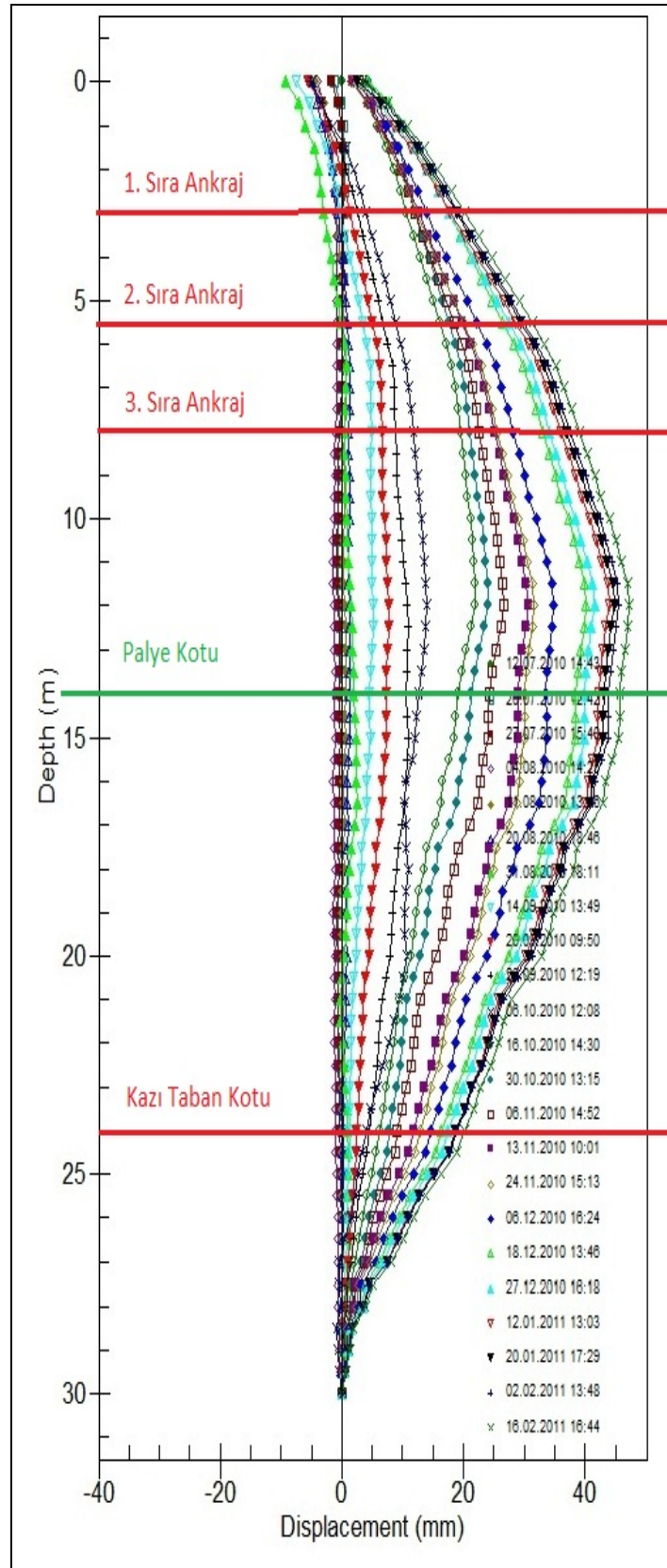
Şekil B.7 :İnklinometre-5 no'lu tesisten alınan okumalar.



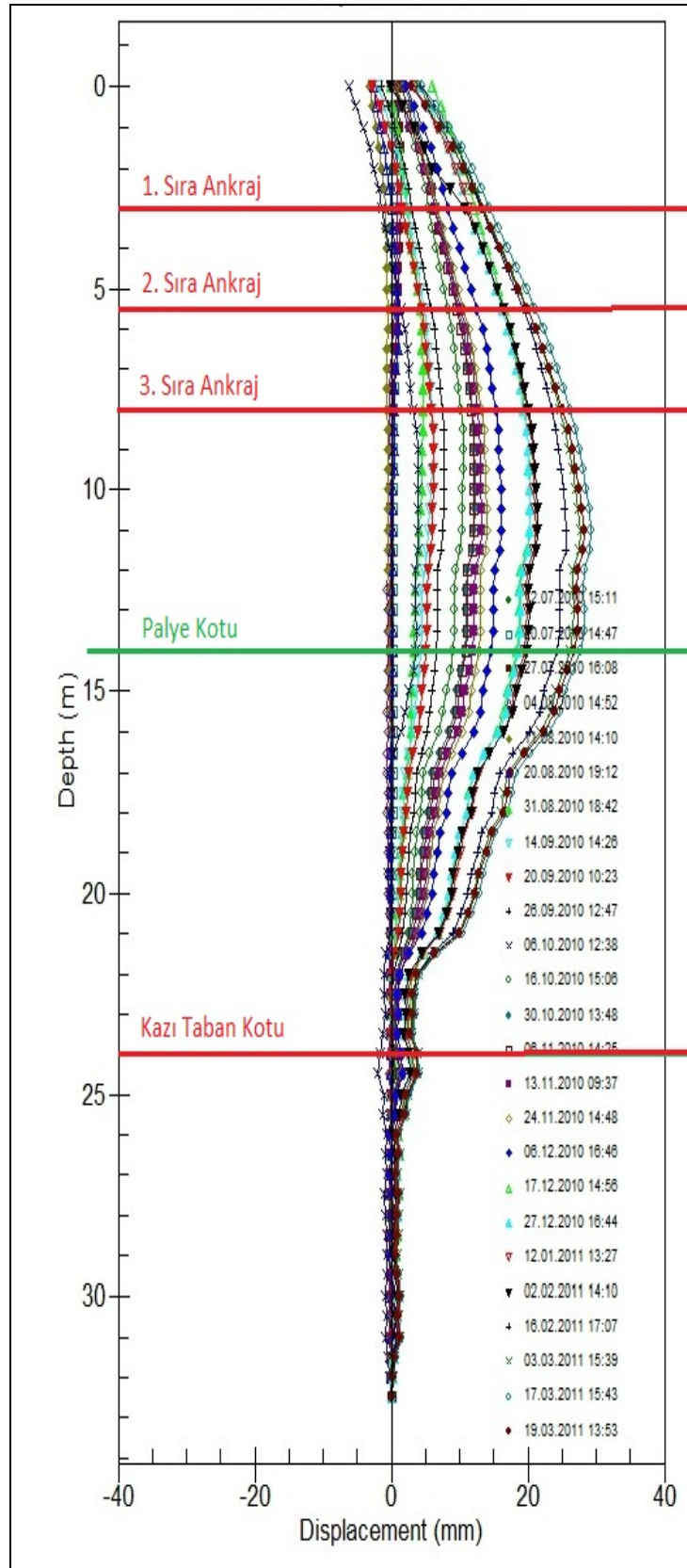
Şekil B.8 :İnklinometre-10 no'lu tesisten alınan okumalar.



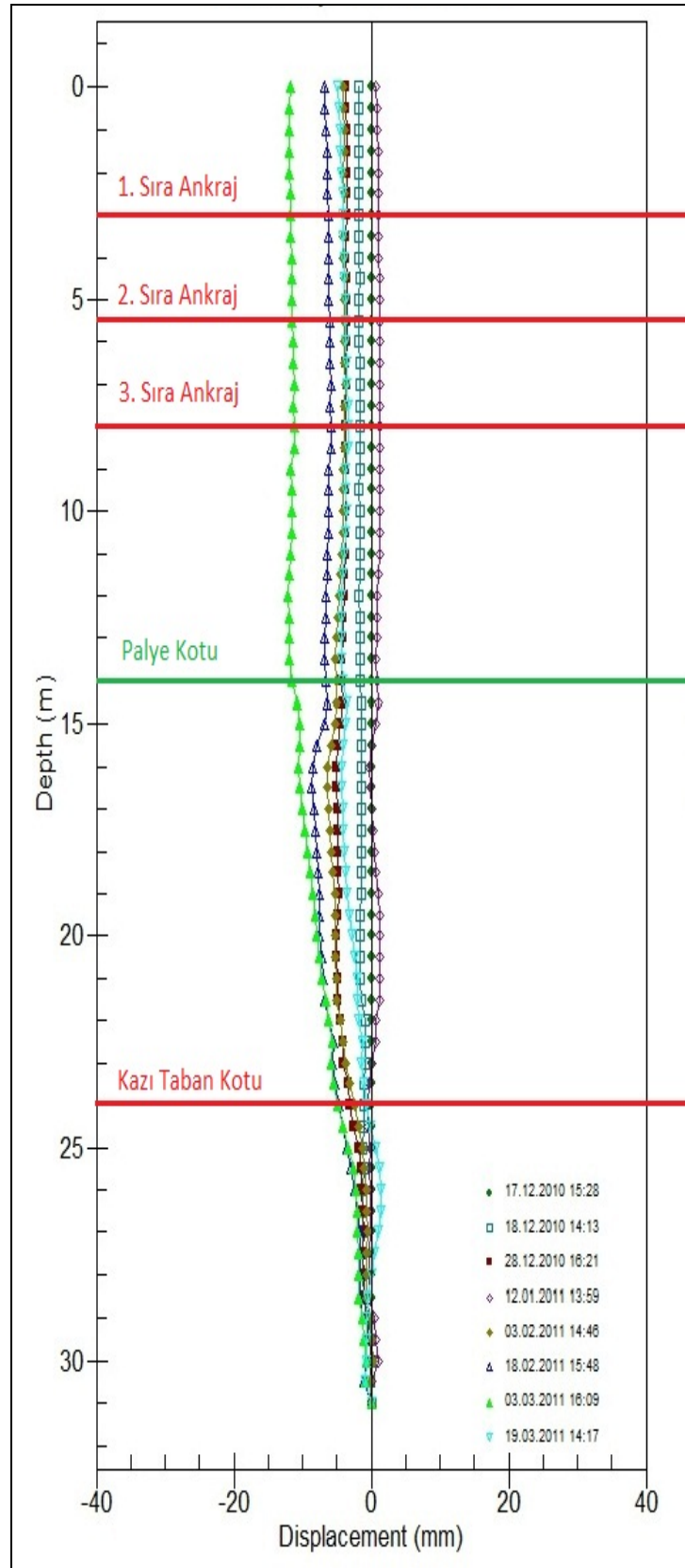
Şekil B.9 :İnklinometre-11 no'lu tesisten alınan okumalar.



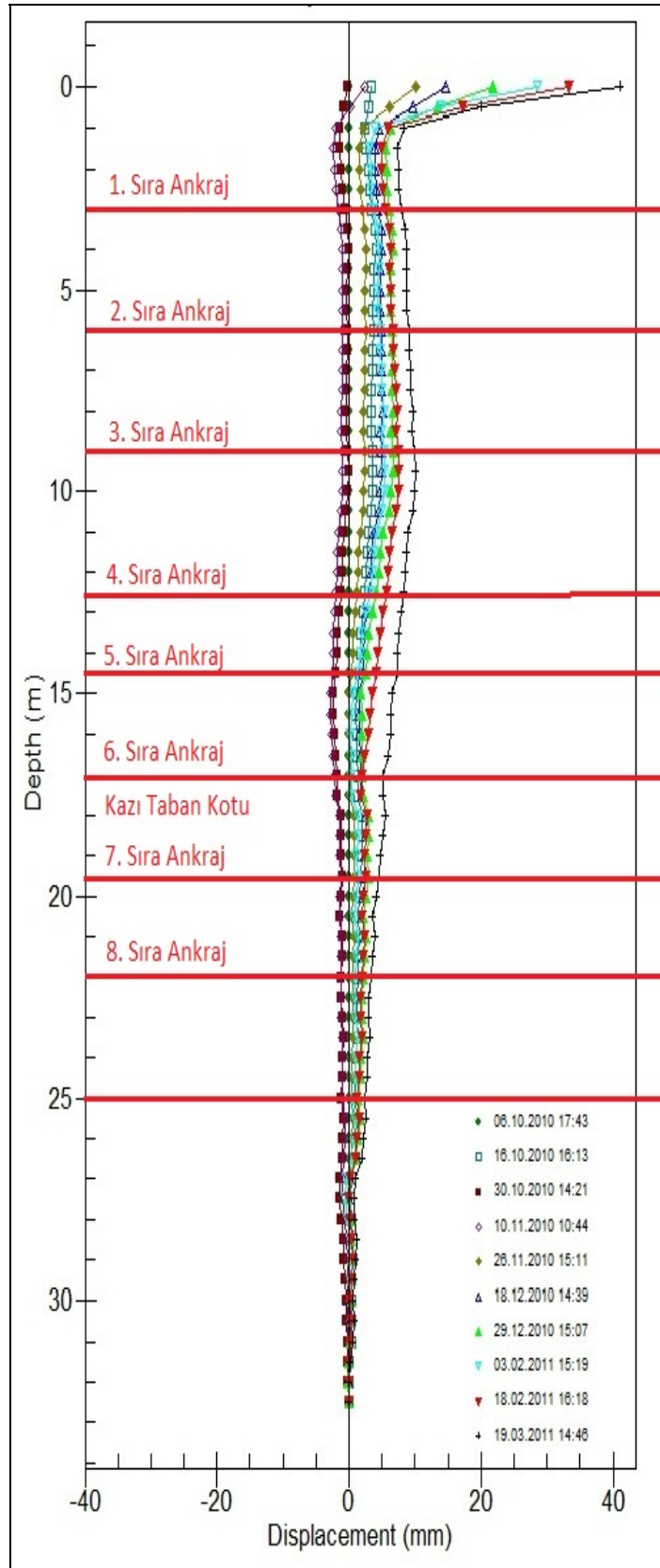
Şekil B.10 :İnklinometre-12 no'lu tesisten alınan okumalar.



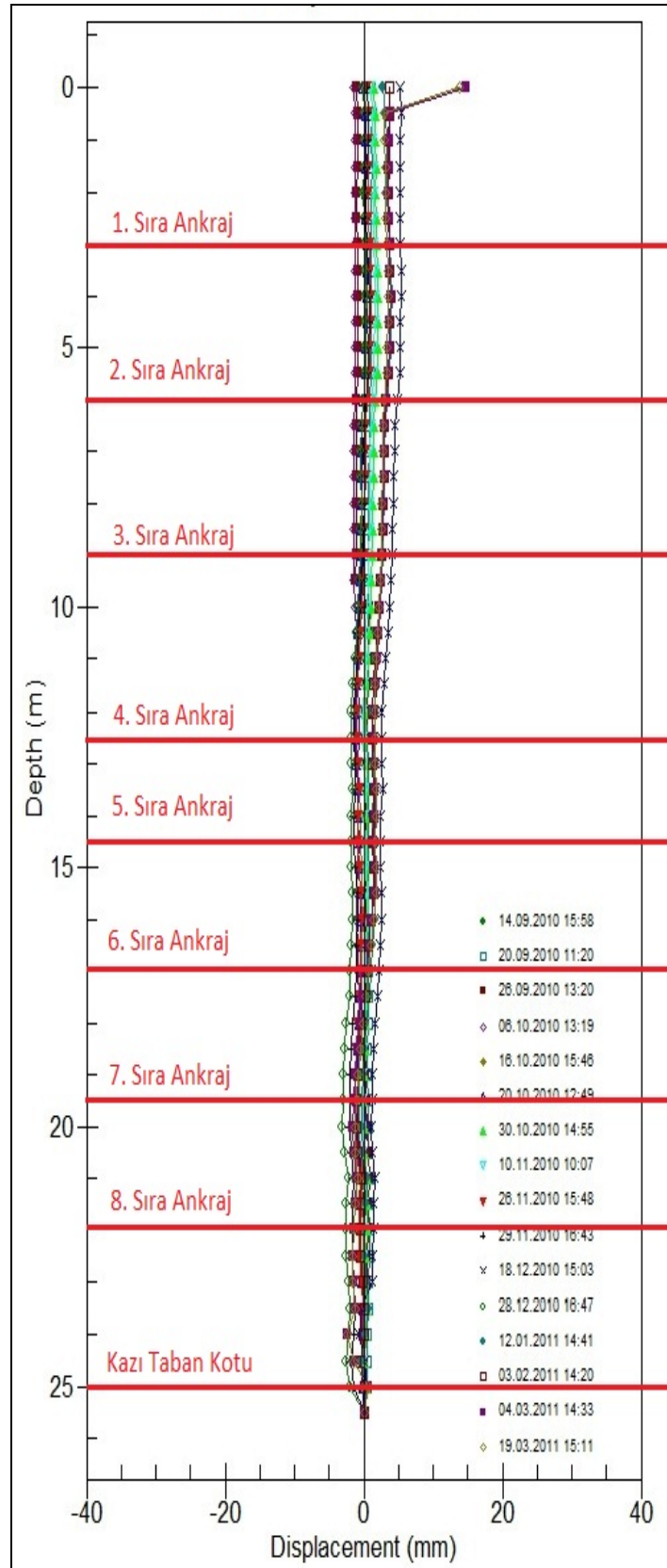
Şekil B.11 :İnklinometre-13 no'lu tesisten alınan okumalar.



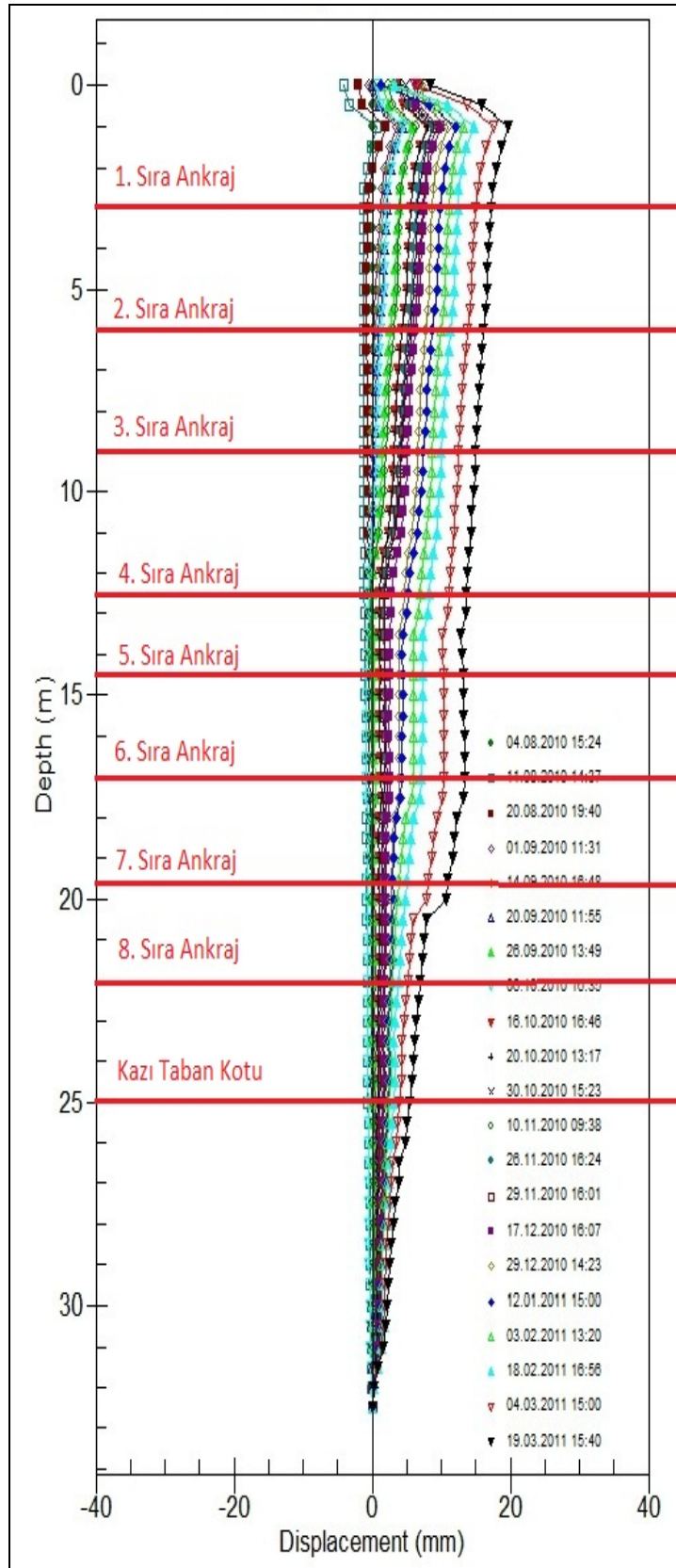
Şekil B.12 :İnklinometre-14 no'lu tesisten alınan okumalar.



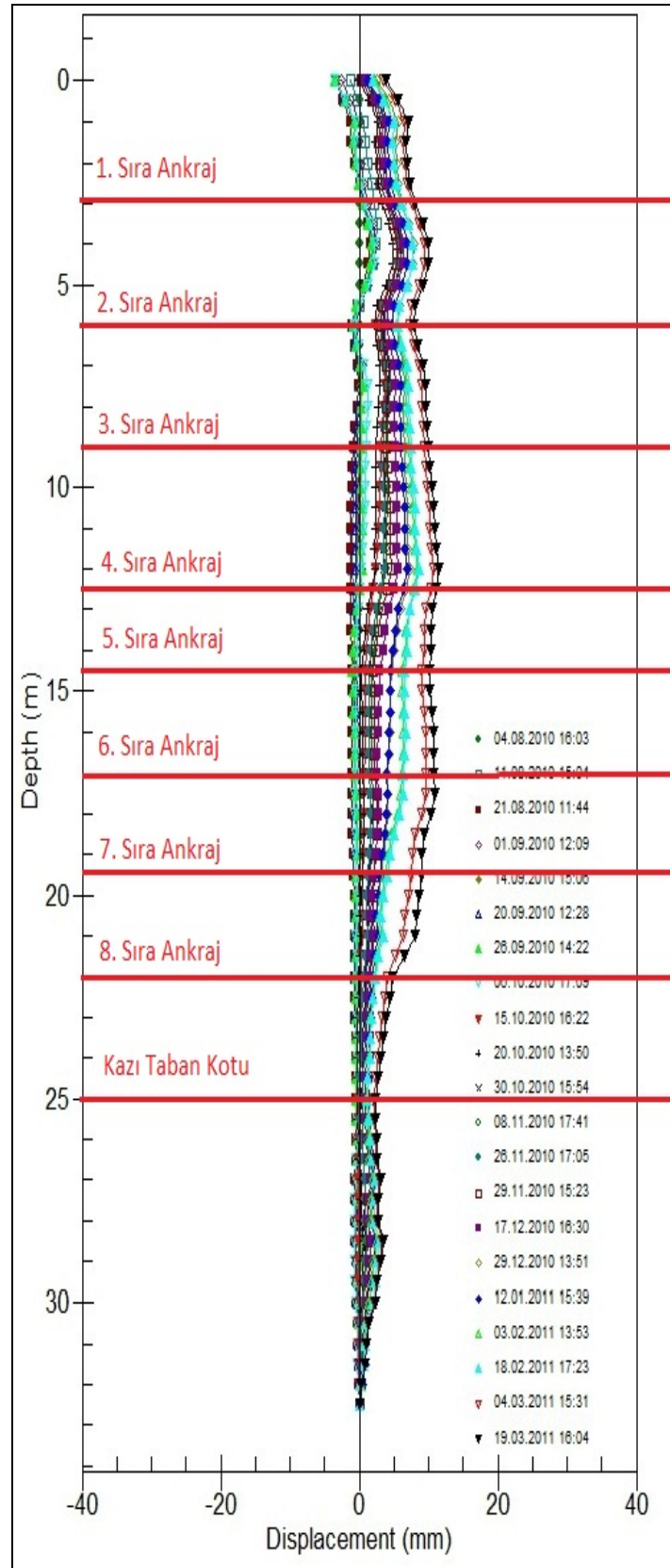
Şekil B.13 :İnklinometre-15 no'lu tesisten alınan okumalar.



Şekil B.14 :İnklinometre-16 no'lu tesisten alınan okumalar.



Şekil B.15 :İnclinometre-17 no'lu tesisten alınan okumalar.



Şekil B.16 :İnklinometre-18 no'lu tesisten alınan okumalar.

ÖZGEÇMİŞ



Ad Soyad: Hüseyin Ekici

Doğum Yeri ve Tarihi: Ankara, 1986

Adres: Cumhuriyet Mah. Libadiye Cad. Canlar Sok. Arifler Sitesi C Blok No:11
Üsküdar İSTANBUL

Lisans Üniversite: Selçuk Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, İnşaat
Mühendisliği Bölümü

Yayın Listesi:

