



**TMMOB İNŞAAT MÜHENDİSLERİ ODASI
İSTANBUL ŞUBESİ
ŞANTIYE MÜHENDİSLERİNE YÖNELİK SEMİNER
02 Nisan 2018**

ANKRAJLI İKSA SİSTEMLERİ UYGULAMA VE KONTROL ESASLARI

**Ozan DADAŞBİLGE, İnş. Y. Müh.
GEOCON ZEMİN UZMANLARI
ozan@geoconltd.com**

İÇERİK

1. Tanım Ve Kavramlar
2. Taraflar
3. Proje Paketi
4. Uygulama Kontrol Esasları
5. Vaka Analizleri

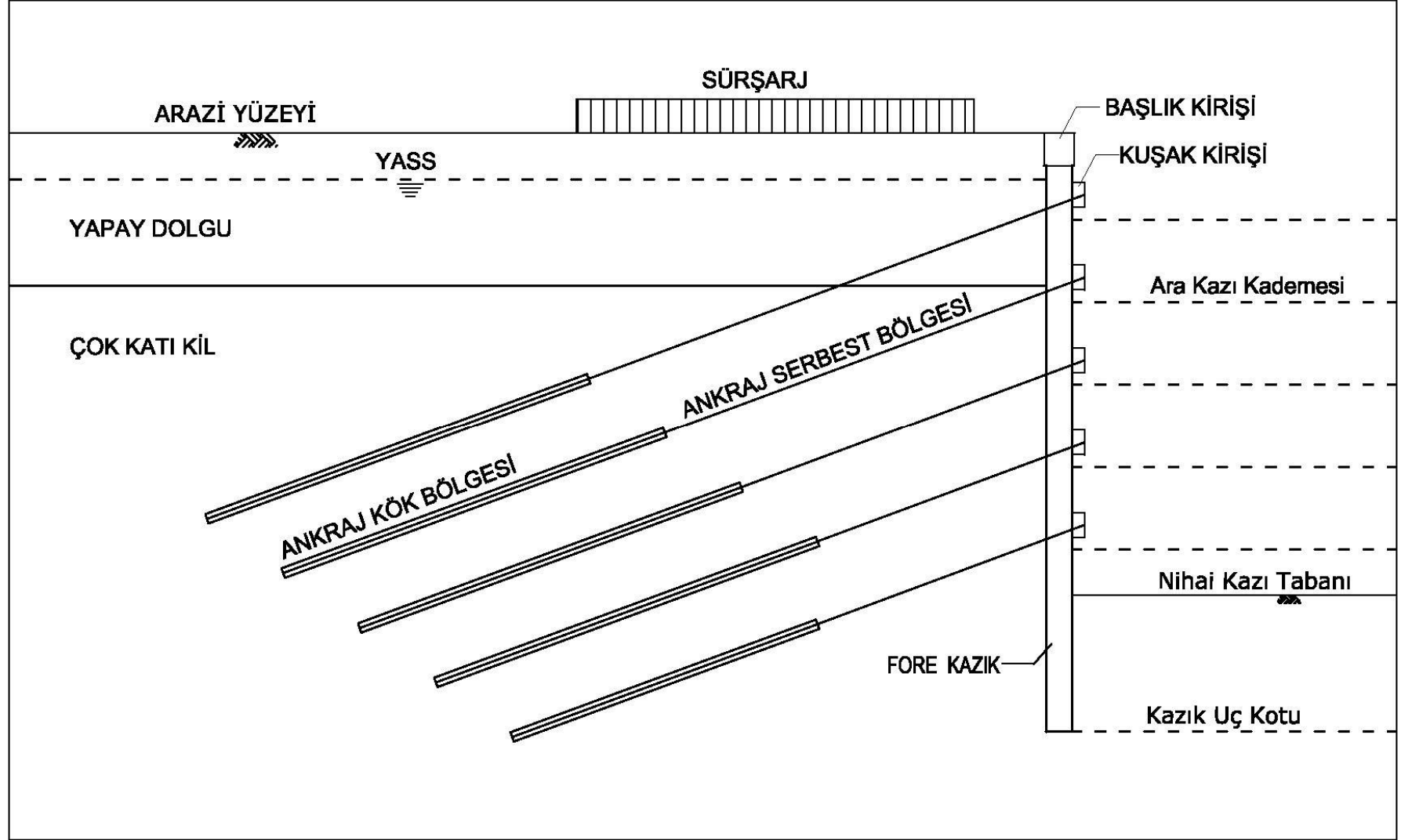
1- TANIM VE KAVRAMLAR

“GEOTEKNİK PROJE” kavramı sektörde henüz son birkaç yıldır konuşulmaya başlanmıştır.

- **İksa Sistemi:** Herhangi bir yapının toprak altındaki kısmının yeterli güvenlik marjlarına sahip olarak inşa edilebilmesi için, gerek çevre yapıları ve üçüncü şahısları, gerekse inşaatta çalışan ekipleri koruma amacıyla yapılan, çoğunlukla geçici fonksiyonlu toprak tutma yapısı.
- **İksa Sistem Elemanları:**
 - Düşey Elemanlar: BA Kazık, BA Perde, Palplanş, Çelik Kazık vb.
 - Yatay Elemanlar: Öngermeli Ankraj, Pasif Ankraj/Çivi, Boru Destek, BA Destek
 - Birleştirme Elemanları: Başlık Kirişi, Kuşak Kirişi, BA Perde

Sisteme etkiyen yanal toprak itkileri düşey ve yatay elemanlar tarafından birlikte taşınır. Bunların birbirleriyle bağlantısı ise birleştirme elemanları ile sağlanır.

Ankrajlı İksa Sistem Elemanları



Fore Kazıklı Ankrajlı İksa Sistemi



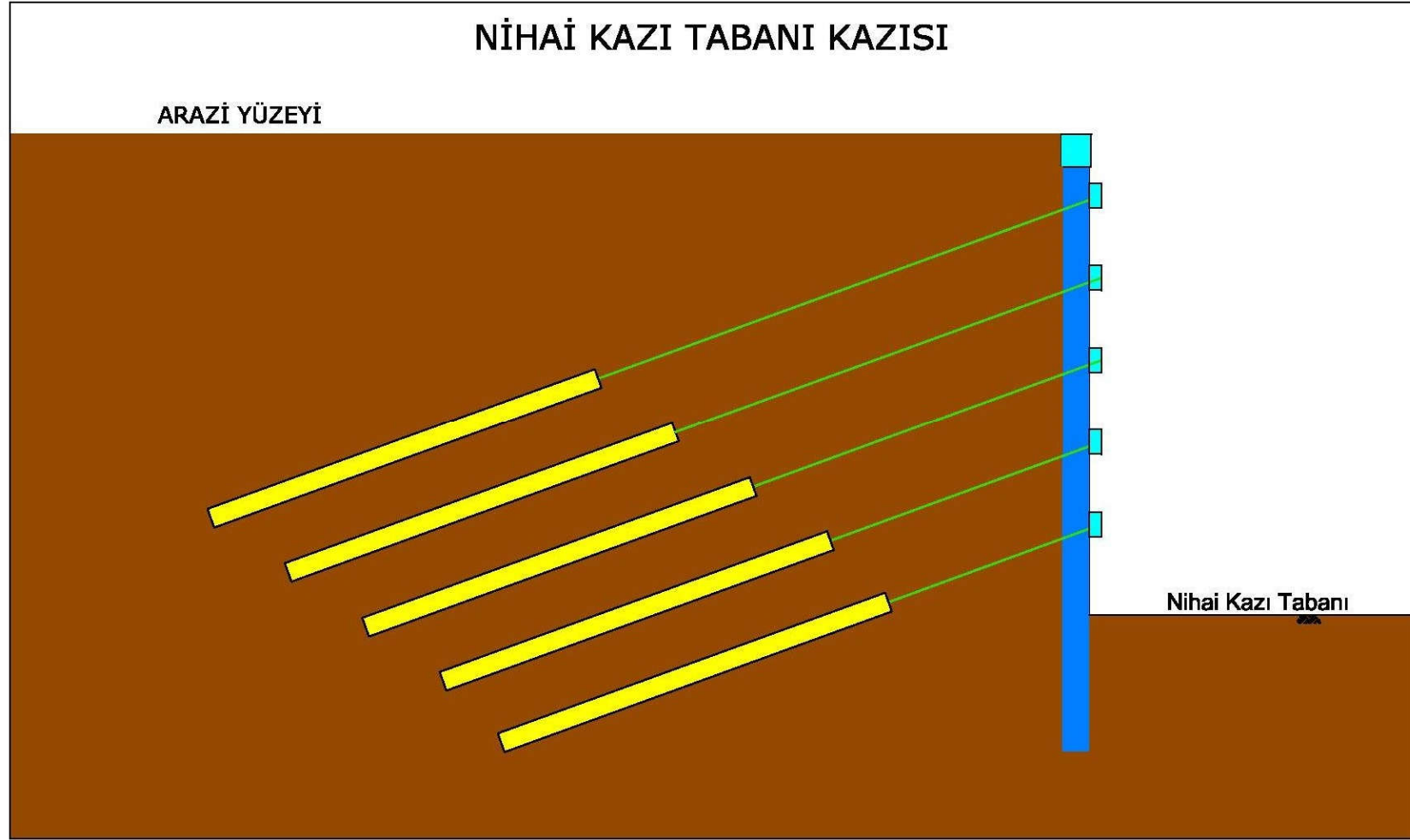
Öngermeli Ankraj Halatları

TANIM VE KAVRAMLAR



Halat ayırıcı

ANKRAJLI İKSA İMALAT SIRASI



Germe Zamanı: Enjeksiyon + 5~7 gün "VE" Kuşak betonu + 3~4 gün

2- TARAFLAR

Sağlıklı bir proje tasarımı ve uygulaması için tüm tarafların projeye yeterli düzeyde katkı vermesi gerekir.

- Yatırımcı / Mal Sahibi: *Basiretli İş Adanı*
- Mimar: *Yapıyı ortaya çıkaran*
- Zemin Etüd Raporu Müellifi: *Geoteknik çalışmaların ilk ayağı*
- Tasarımcı: *Geoteknik proje müellifi*
- Diğer Proje Müellifleri: *Statik, Mekanik, Elektrik, Altyapı, Peyzaj*
- Oda: *Denetim ve Adil Rekabet*
- Ana Yüklenici: *Kaba – ince inşaat*
- İksa Alt Yüklenicisi: *Uzman ekip*
- Proje Yönetimi: *İş programı ve bütçeye uyum*
- Yapı Denetim: ***Üstyapı** proje ve imalat kontrolü*
- Geoteknik Danışman: *Proje ve saha kontrolü, değerlendirme, revizyon kararları ve yönlendirme*



3- PROJE PAKETİ

3.1. Şantiyeye verilen proje paketinde bulunması gereken dökümanlar:

- Zemin etüdü veri raporu,
- Geoteknik rapor,
- Geoteknik uygulama projesi,
- Proje gerekçe raporu,
- Geoteknik değerlendirme raporu,
- Uygulama teknik şartnamesi,
- Komşu yapılar ve çevrede bulunan yeraltı yapılarıyla ilgili proje ve diğer gerekli bilgiler.
- Mimari uygulama projesi,
- Statik uygulama projesi,

BU DÖKÜMANLARIN HEPSİ TAM VE EKSİKSİZ OLARAK TEMİN EDİLMEYEN VE BİRBİRİYLE UYUMU KONTROL EDİLİP TEYİD EDİLMEYEN SAHADA HERHANGİ BİR UYGULAMA YAPILMAMALIDIR!...

3.2. Zemin Etüdü Veri Raporu:

Zemin etüdü veri raporunda en az aşağıdaki bilgiler bulunmalıdır:

- Zemin profili ve zemin tabakalarının özellikleri,
- Araştırma sahasının jeolojisi,
- Yeraltı suyu durumu,
- İnşa edilecek yapı hakkında bilgiler,
- Sondaj ve muayene kuyusu logları,
- Araştırma noktaları vaziyet planı,
- Zemin kesitleri,
- Arazi ve laboratuvar deney sonuçları.

Bu bilgiler birbiriyle uyumlu ve nitelik/nicelik açısından yeterli olmalıdır.

3.3. Geoteknik Rapor:

Geoteknik rapor en az aşağıdaki bilgileri içermelidir:

- Statik ve geoteknik analizlere hesaplara esas geoteknik parametreler (uzun vade ve kısa vade için),
- İdealize zemin profili,
- Sahanın depremselliği,
- Temel altında alınması gerekli tedbirlerle ilgili zemin durumu ve çevre koşullarına uygun olarak belirlenmiş alternatifler (zemin iyileştirme, derin temel vb.),
- Kazı sırasında alınması gerekli tedbirlerle ilgili zemin durumu ve çevre koşullarına uygun olarak belirlenmiş alternatifler (şev açıları, iksa sistemleri, yeraltı suyu kontrolü vb.),
- Geoteknik projelendirme esasları.

Geoteknik rapor bu alanda uzman bir inşaat mühendisince hazırlanmalıdır.

3.4. Geoteknik Uygulama Projesi:

Geoteknik uygulama projesinde en az aşağıdaki bölümler bulunmalıdır:

- İksa elemanları yerleşim planı,
- İksa plan detayı,
- Her bölüme ait tipik kesitler,
- Her bölüme ait cephe görünüşleri,
- Betonarme elemanların donatı detayları,
- Ankraj detayları (geçici ve kalıcı ankrajlar için ayrı ayrı),
- Bina ve iksa sistemi arasındaki ilişki (mesafeler, döşeme kotları, temel taban kotu vb.),
- Geoteknik ölçüm ve gözlem sistemlerinin yerleşimi, montaj detayları, okuma programı (inklinometre, loadcell, ekstansometre, piyezometre vb.),
- Proje notları ve uyulacak ulusal ve/veya uluslararası norm ve standartlar.

Bu bilgiler yeterince açık ve tereddüt oluşturmayacak şekilde verilmelidir.

3.5. Proje Gerekçe Raporu:

Proje gerekçe raporu en az aşağıdaki bilgileri içermelidir:

- Proje kabulleri (kazı derinliği, sürşarj yükleri, yeraltı su seviyesi, servis ömrü, zemin durumu),
- İksa elemanları kesit tesirleri ve donatı hesapları,
- Ankraj servis yükleri,
- Toptan göçme tahkikleri,
- Sızma, kabarma ve hidrolik göçme tahkikleri,
- Her kazı aşaması için beklenen yatay deplasman değerleri,

Hesaplarda esas alınan dökümanlar rapor içinde isim, hazırlanma tarihi ve müelliflerinin isimleriyle birlikte belirtilmelidir.

3.6. Geoteknik Değerlendirme Raporu:

Geoteknik değerlendirme raporu en az aşağıdaki bilgileri içermelidir :

- Seçilen iksa sisteminin sahadaki zemin durumuna ve çevre koşullarına uygunluğu ile ilgili değerlendirmeler,
- Beklenen yatay deplasman değerleriyle ilgili değerlendirmeler,
- Ankraj kök kapasiteleri ile ilgili değerlendirmeler,
- Geoteknik ölçüm ve gözlem sistemleri ve okuma programıyla ilgili değerlendirmeler,
- Uygulama sırasında ortaya çıkabilecek problemlerin çözümlerine ilişkin alınabilecek alternatif tedbirler (uygulama sırasında da devam etmelidir).

Tüm geoteknik projeler uygulamaya başlanmadan önce değerlendirme raporuna uygun şekilde revize edilmiş olmalıdır.

3.7. Uygulama Teknik Şartnamesi:

Uygulama teknik şartnamesi en az aşağıdaki bilgileri içermelidir:

- Tanımlar,
- Gerekli makine ekipman özellikleri,
- Uygulamaya başlamadan önce yapılması gereken ön hazırlıklar,
- İksa elemanlarına ait uygulama detayları (kazık, ankraj, başlık kirişi, kuşak kirişi, çelik boru vb.),
- Kalite/Kontrol esasları (tutulması gereken formlar, yapılacak testler, hazırlanacak periyodik raporlar vb.),
- Geoteknik ölçüm ve gözlem çalışmalarına ilişkin detaylı açıklamalar,
- Uyulacak ulusal ve uluslararası norm ve standartlar.

3.8. Komşu Yapılar Ve Altyapı Hatlarıyla İlgili Bilgiler:

Uygulamaya başlamadan önce komşu yapılar ve çevredeki altyapı hatlarıyla ilgili en az aşağıdaki bilgiler toplanmalıdır:

- Komşu binaların mimari, statik ve varsa iksa projeleri,
- Komşu bina bodrum katları, temel sistemleri, temel taban kotları, iksaya olan yatay ve düşey mesafeleri,
- Saha içinde ve ankraj etki alanında bulunan altyapı hatları (doğalgaz, elektrik, su, atıksu, telefon, internet vb.),
- Herhangi bir su kaynağı (dere, büz, kuyu, sarnıç vb.),
- Herhangi bir kimyasal atık kaynağı,
- Herhangi bir önemli yapı (okul, hastane, trafo merkezi vb.),
- Metro, tünel, altgeçit ve benzeri büyük yeraltı yapılarının projeleri.

3.9. Mimari ve Statik Uygulama Projeleri:

- Mimari projede temel ampatmanları, temel üst kotu, temel kalınlığı ve temel altı katmanları static projeye uyumlu olarak işlenmiş olmalıdır,
- Mimari projede bina ile arsa sınırı arasında iksa sisteminin belirli bir tolerans payıyla inşa edilebileceği kadar mesafe bırakılmış olmalıdır,
- Bina temel altı ve bodrum kat çevresi izolasyon detayı uygulanacak iksa sistemine uygun olarak çözülmüş olmalıdır,
- Geçici bir iksa sistemi yapılacaksa uzun vadede tüm toprak itkilerinin bina tarafından taşınacağı statik hesaplarda dikkate alınmış olmalıdır,
- Bina su içinde kalıyorsa yüzme tahkiki yapılmış olmalıdır.
- Sismik izolatör varsa iksa projesinde bu durum dikkate alınmış olmalıdır.

3.10. Önemli Hususlar:

- İşin önemi tüm taraflara yeterli açıklıkta anlatılmalıdır,
- Uygulamanın devamı sırasında mimari, statik, geoteknik proje müellifleri, yüklenici firma şantiye şefi, işveren ve geoteknik danışmanın katılımıyla periyodik olarak proje koordinasyon toplantıları yapılmalıdır,
- Uygulama sırasında çıkabilecek problemlerin hızlı ve doğru bir şekilde çözülebilmesi için imalatla ilgili formlar eksiksiz ve düzgün olarak, maksimum bilgi içerecek şekilde tutulmalıdır,
- İmalat aşamaları periyodik olarak fotoğraflanmalı ve dosyalanmalıdır,
- Aletsel ölçüm ve gözlem okumaları aksatmadan yapılmalı ve sonuçları en kısa sürede geoteknik proje müellifi ve geoteknik danışmana raporlanmalıdır,
- Çevre yapılar ve yollar periyodik olarak gözlenmeli, iksa sistemine etkisi olabilecek herhangi bir durum zamanında tesbit edilmeli ve ilgililerine bildirilmelidir.
- Acil bir durumda iksa sisteminde oluşabilecek aşırı bir yatay deplasmanın ilerlemesini durdurmak ve göçmeyi önlemek için iksa önüne topuk yapmaya yetecek miktarda toprak her zaman sahada hazır bulundurulmalıdır.
- Projede ve teknik şartnamede belirtilen imalat metodolojisine titizlikle uyulmalıdır.

Ankraj imalatı için gerekli bilgiler:

- Giriş kotu,
- Kök boyu,
- Serbest boyu,
- Delgi açısı (yatayla ve düşeyle),
- Halat çapı, sayısı ve cinsi,
- Enjeksiyon su/çimento oranı,
- Kafa ve plaka detayı,
- Öngerme test yükü,
- Yük kademeleri ve bekleme süreleri,
- Teorik uzama boyu,
- Kilit yükü,
- Proje servis yükü,
- Proje ömrü (geçici / kalıcı),
- Köklerin içinde kalacağı zemin birimi
- Yatay aralığı
- İmalat sıralaması.

Kazık imalatı için gerekli bilgiler:

- Ağız kotu,
- Dip kotu,
- Soket boyu,
- Çapı (muhafazalı veya muhafazasız),
- Yatay aralığı,
- Boyuna donatı çap ve sayısı,
- Spiral enine donatı çap ve aralığı,
- Çember donatı çap ve aralığı,
- "Z" stabilite donatısı çap ve aralığı,
- Beton sınıfı,
- Yatay aralığı,
- İmalat sıralaması.

4- UYGULAMA KONTROL ESASLARI

4.1. Uygulama Öncesi Kontroller

Sahada uygulamaya başlamadan önce proje üzerinde ve sahada gerekli kontroller yapılmalıdır.

- Proje kotlarıyla arazi kotlarının uyumu : Başlık kirişi, arazi yüzeyi, çevre yollar ve çevre yapılar
- Proje disiplinleri arasındaki uyum (mimari – statik – geoteknik – altyapı): Temel taban kotu, nihai kazı kotu, temel altı detayı,
- Plan boyutlarının araziye uyumu: Bina ve iksa sistemi arsaya sığıyor mu?
- Bina ile parsel sınırı arasındaki mesafe: İksa sistemi için yeterli gabari var mı?
- Çevre yapıların yatay mesafesi ve temel taban kotları: Bodrum kat, yeraltı çıkmaları var mı, ankrajlar bunlara denk geliyor mu?
- İksa önü ve arkası altyapı hatları ve kotları: Ankrajlar bunlara denk geliyor mu?

.....

4.1. Uygulama Öncesi Kontroller (devam)

- Ankrajların ömrü: Geçici mi, kalıcı mı?
- Plan, kesitler ve cephe görünüşleri arasındaki uyum: Hangi kesit hangi bölgede uygulanacak?
- Ankraj öngerme test ve kilit yükleri: Her kesit için verilmiş olmalı
- Kazıklar arasındaki net açıklık: Ne az ne fazla olmalı
- YASS – Kazı Tabanı ilişkisi: Geçirimsizlik ihtiyacı var mı?
- Geoteknik ölçüm noktaları ve sıklığı: İnklinometre, loadcell, ekstansometre,
- İnklinometre borusu dip kotları: Kazık arkasında / kazık içinde
- Ankraj Uygunluk Testi: Her cephede ve farklı zeminlerde en az 1'er adet
- Ankraj yerleşimi: Şaşırtma, ilave ankraj için boşluk

.....

4.1. Uygulama Öncesi Kontroller (devam)

- Ankraj kafa detayı: Açılı kafa kullanılmamalı
- Kuşak kirişi askı filizleri: Kazıklara asılarak kendini taşımalı
- Plandaki kırıklıklar: β açısı ile imal edilecek ankraj var mı?
- İksa arkasında izin verilen sürşarj yükü: Demir ve ağır vasıta yükleri
- Hafriyat kamyonu giriş – çıkış rampası: Bu bölgede kazıklar nasıl çözülmüş?
- Kazık ve ankraj numaraları: Uygulama sırasında tutulacak kayıtlar açısından önemli

BU HUSUSLAR SAHADA İMALATA BAŞLAMADAN ÖNCE KONTROL EDİLMELİ VE GEREKLİ REVİZYONLAR PROJE MÜELLİFİNE YAPTIRILMALIDIR.

4.2. Uygulama Sırasında Kontroller

- **Kazık forajı:** Yıkıntı varsa muhafaza veya bentonit, atlamalı foraj
- **Kazık donatısı:** Stabilite ve çember demirleri
- **Kazık betonu:** Tremi borusu, kazık başlarının kırımı, soğuk derz
- **Başlık kirişi:** Hafriyat başlamadan yapılmalı
- **İnklinometre kuyuları tesisi:** Hafriyat başlamadan sıfır okuması alınmalı
- **Ara kademe kazı kotları:** Ankraj kotlarının 30 – 80 cm altında kalmalı
- **Ankraj boyu:** Kök ile serbest bölge arasında sızdırmazlık, kökte ayırıcılar
- **Ankraj halat boyları fazlalığı:** Kriko ve germe payı
- **Ankraj delgisi ve enjeksiyon:** Çamurlu ortam, delgi yöntemi, enjeksiyon kaçakları, delgi boyu + 50cm, delgi açısı
- **Ankraj germe tarihleri:** Beton 4 günlük, enjeksiyon 7 günlük
- **Germe krikosu kalibrasyonu:** En çok 6 aylık olmalı

.....

4.2. Uygulama Sırasında Kontroller (devam)

- Kriko – ankraj kafası uyumu: Kafa krikonun yuvasına tam oturmalı
- Pompa ve kriko manometreleri: Basınç rahat okunabilmeli
- Germe testleri: Her ankrajda yapılmalı, bekleme sürelerine uyulmalı
- Geoteknik ölçüm sonuçları: Periyodik olarak alınmalı
- İksa arkasında günlük gözlem: Herhangi bir çatlak var mı?
- İmalat formları: EN normlarına uygun olmalı
- Kuşak kirişi paspayı: Altına kalıp veya naylon
- Ankraj halatlarının ve kafanın korunması: Kazı makinesi çarpması
- Kriko yük kaybı tespiti: :Loadcell (yük hücresi) ile kontrol edilmeli

BU KONTROLLER KESİNTİSİZ OLARAK YAPILMALI VE HERHANGİ BİR SORUNDA MÜŞAVİR VE PROJE MÜELLİFİ SAHAYA DAVET EDİLEREK ÇÖZÜM ÜRETİLMELİDİR.

İnklinometre



İnklinometre

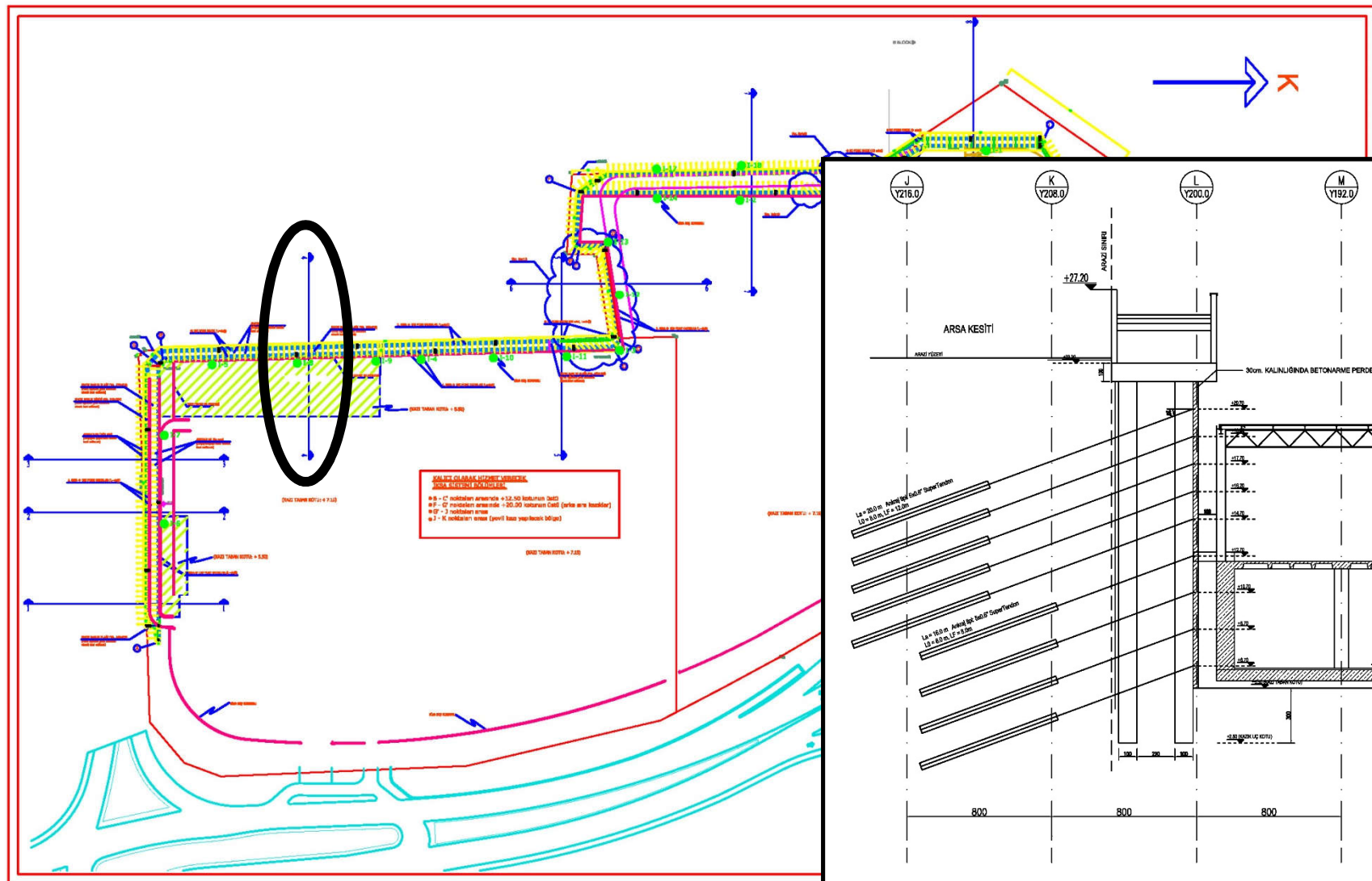


**Her işin bir inceliği vardır!
(İnklinometre Borusu Ekleme Detayı)**

5. VAKA ANALİZLERİ

Vaka-1: ALIŞVERİŞ MERKEZİ

- İksa plan uzunluğu: 750 m
- Bina Oturum Alanı: 86.000 m²
- Kazı derinliği: 12 – 21,70 m
- Zemin Profili: 0 – 3 m Dolgu
5 – 10 m Kireçtaşı (Bakırköy Fm)
9 - >17m Çok Katı Kil
- Çözülen sistem: BA Fore kazık, öngermeli ankraj (geçici ve kalıcı), BA kuşak kirişi
- Vurgu: Yatırımcı, proje yönetim teşkilatı ve yapı denetim firmasının işin önemini kavramasının/kavramamasının projeye etkisi.



İksa Vaziyet Planı

4-4 KESİTİ

- Kontrol teşkilatının ankraj germe sorusu / 2 ay danışmanlık

1 Yıl Sonra...

Tablo-4: Mevcut durum ile projedeki ankraj sayısının karşılaştırılması

Cephe Adı	Cephe Alanı (m ²)	21.09.2006 tarihli Geocon Projesinde		As-Built İmalat		SONUÇ	
		Toplam Ankraj Sayısı (adet)	1 Ankraja Gelen Ortalama Yük Alanı (m ² /ankraj)	Toplam Ankraj Sayısı (adet)	1 Ankraja Gelen Ortalama Yük Alanı (m ² /ankraj)	Ankraj Sayısı Azalma Oranı	Yük Alanı Artış Oranı
A-B	1827	350	5,22	288	6,34	18%	22%
B-C	3427	704	4,87	569	6,02	19%	24%
C-D	530	92	5,76	75	7,07	18%	23%
D-E	129	25	5,16	20	6,45	20%	25%
E-F	338	67	5,04	55	6,15	18%	22%
F-G' (Ön Sıra)	1569	281	5,58	224	7,00	20%	25%
F-G' (Arka Sıra)	887	209	4,24	195	4,55	7%	7%
G'-H	348	78	4,46	49	7,10	37%	59%
H-I	588	134	4,39	118	4,98	12%	14%
I-J	339	69	4,91	28	12,11	59%	146%
Ortalama:						23%	37%

Projedeki ankraj sayısı: 2009 adet
As-built ankraj sayısı: 1621 adet
Eksik ankraj sayısı: 388 adet

Tablo-7: Eksik ve Kusurlu İmalatların Cephelere Göre Dağılımı

Eksik/Kusur Türü	Cephe Adı									
	A-B	B-C	C-D	D-E	E-F	F-G' (Ön Sıra)	F-G' (Arka Sıra)	G'-H	H-I	I-J
6.1. Ankraj Sayısı Eksikliği ve Yerleşim Farkı	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
6.2. Deplasman Ölçüm Noktaları Sayı ve Okuma Periyodu Yetersizliği	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
6.3. Deplasman Ölçüm Sonuçlarındaki Anormallikler		X				X				
6.4. Kazık Gövde Betonunda Boşluklar	X	X				X				
6.5. Hasarlı Ankrajlar	X	X	X	X	X	X		X	X	X
6.6. Norm ve Standartlara Uygunuz Ankraj İmalatı ve Testleri	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
6.7. Kopan Ankraj Bölgesindeki Eksik İmalatlar							X			
6.8. Kalıcı Yerine Geçici Yapılan Ankrajlar		X								X
6.9. Perde Yüzey Bozuklukları ve Kalınlığı		X					X	X	X	X
6.10. Perde Anoları Arasındaki Bağlantı Eksikliği		X					X	X	X	X
6.11. Başlık Kirişi ile Perde Arasındaki Bağlantı Eksikliği		X					X	X	X	X
6.12. Fore Kazıklarla Perde Arasındaki Bağlantı Eksikliği		X					X	X	X	X

Uygulamadan Birkaç Fotoğraf



Gövde betonunda büyük boşluk (tam süreksizlik) bulunan kazıklar

Uygulamadan Birkaç Fotoğraf



Geçici ankraj detayıyla imal edilmiş, projede kalıcı gözüken ankraj kafaları

Uygulamadan Birkaç Fotoğraf



B'-C noktaları arası hatalı perde imalatı - barbakan eksikliği

Sonuçlar

- İksa sisteminde görülen eksik ve kusurlu imalatlar stabilite açısından kritik önemdedir ve geline aşamada tamiri / tamamlanması mümkün değildir.
- Deplasman ölçümleri kritik duruma geldiğini göstermekle birlikte sayıca yeterli olmadığı için değerlendirme yapılmasını güçleştirmektedir.
- Geline noktada hem kalıcı hem de geçici durum için ciddi riskler mevcuttur.
- Kalıcı iksa olarak projelendirilen kısımlar geçici kabul edilmeli ve yükler sistemin her tarafında rijit elemanlarla binaya aktarılmalıdır.

Sonuçların Projeye Yansıması

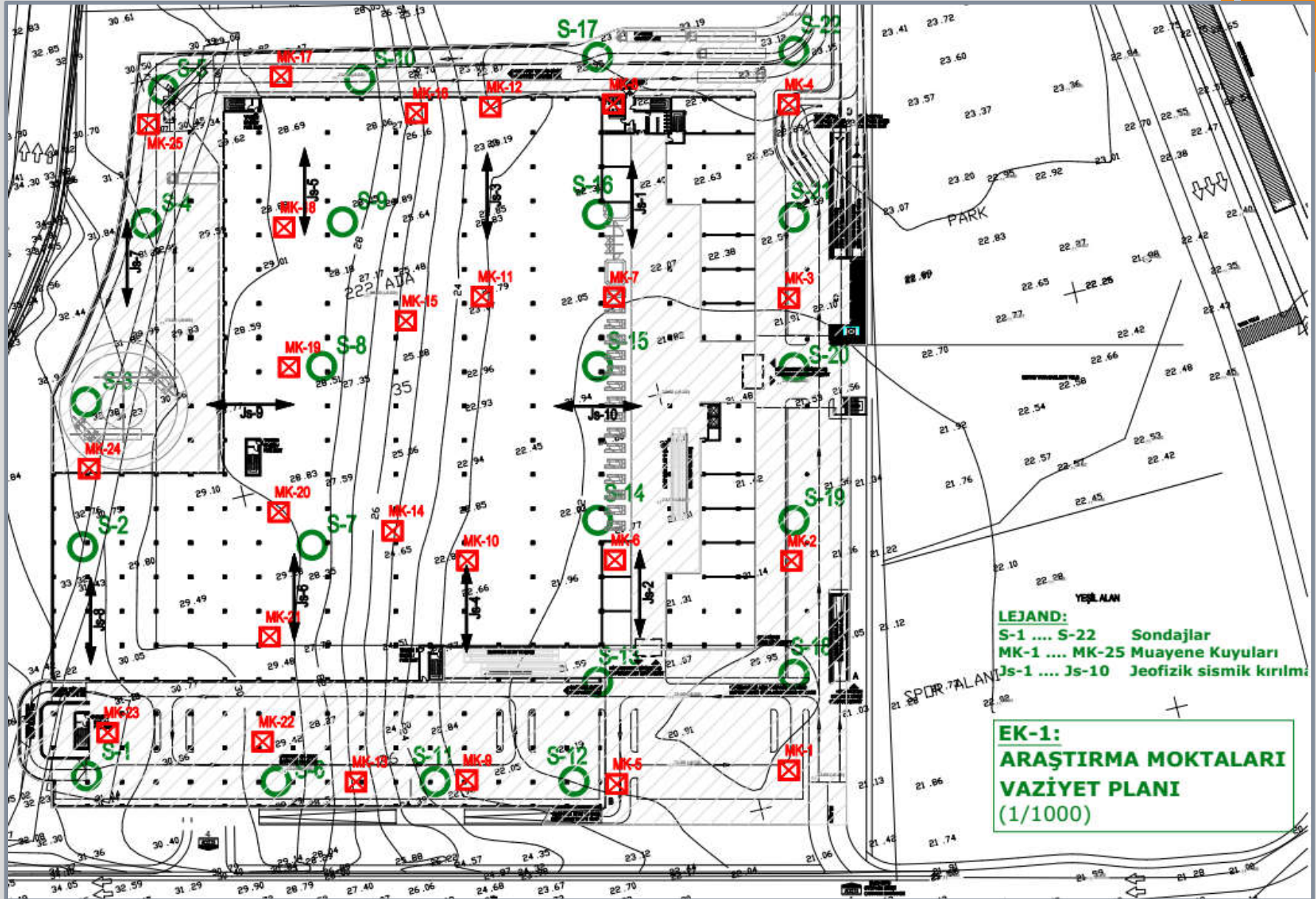
- Statik proje revizyonu (kalıcı bölgede de toprak yükleri binaya)
- Mimari proje revizyonu
- Mahallerin kullanımında kısıtlama
- **Projenin satış değerinin düşmesi** ☹ ☹ ☹

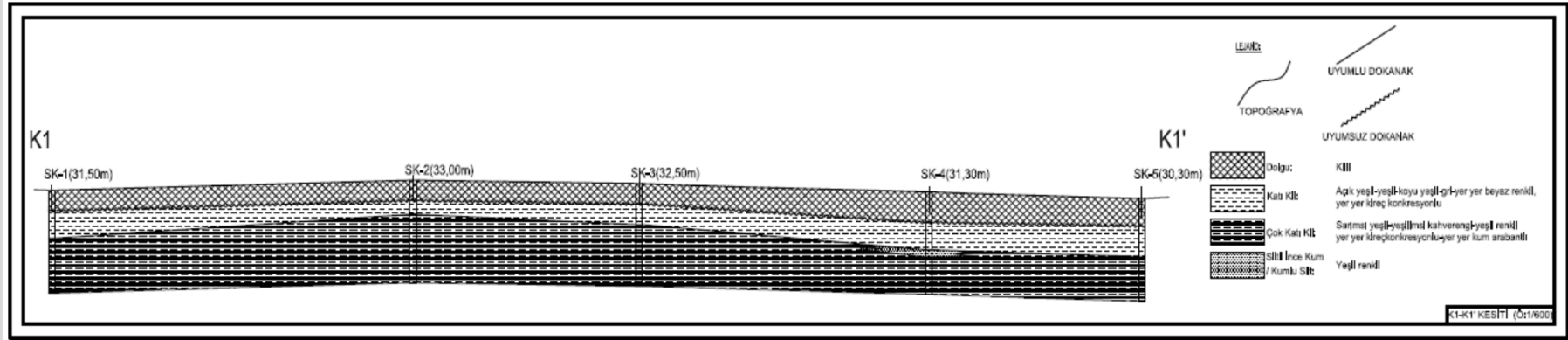
Vaka-2: ALIŞVERİŞ MERKEZİ

- İksa plan uzunluğu: 280 m
- Bina oturum alanı: 25.000 m²
- Kazı derinliği: 3,0 – 8,50 m
- Zemin Profili:

1 – 7 m	Dolgu
2 – 5 m	Katı Kil
4 – >15m	Çok Katı Kil (Güngören Fm)
- Çözülen sistem: BA Fore kazık, öngermeli ankraj (geçici ve kalıcı), BA kuşak kirişi, jetgrout
- Vurgu: Önemsiz görülen bölgede karşılaşılan sorunlar ve aletsel gözlemin önemi

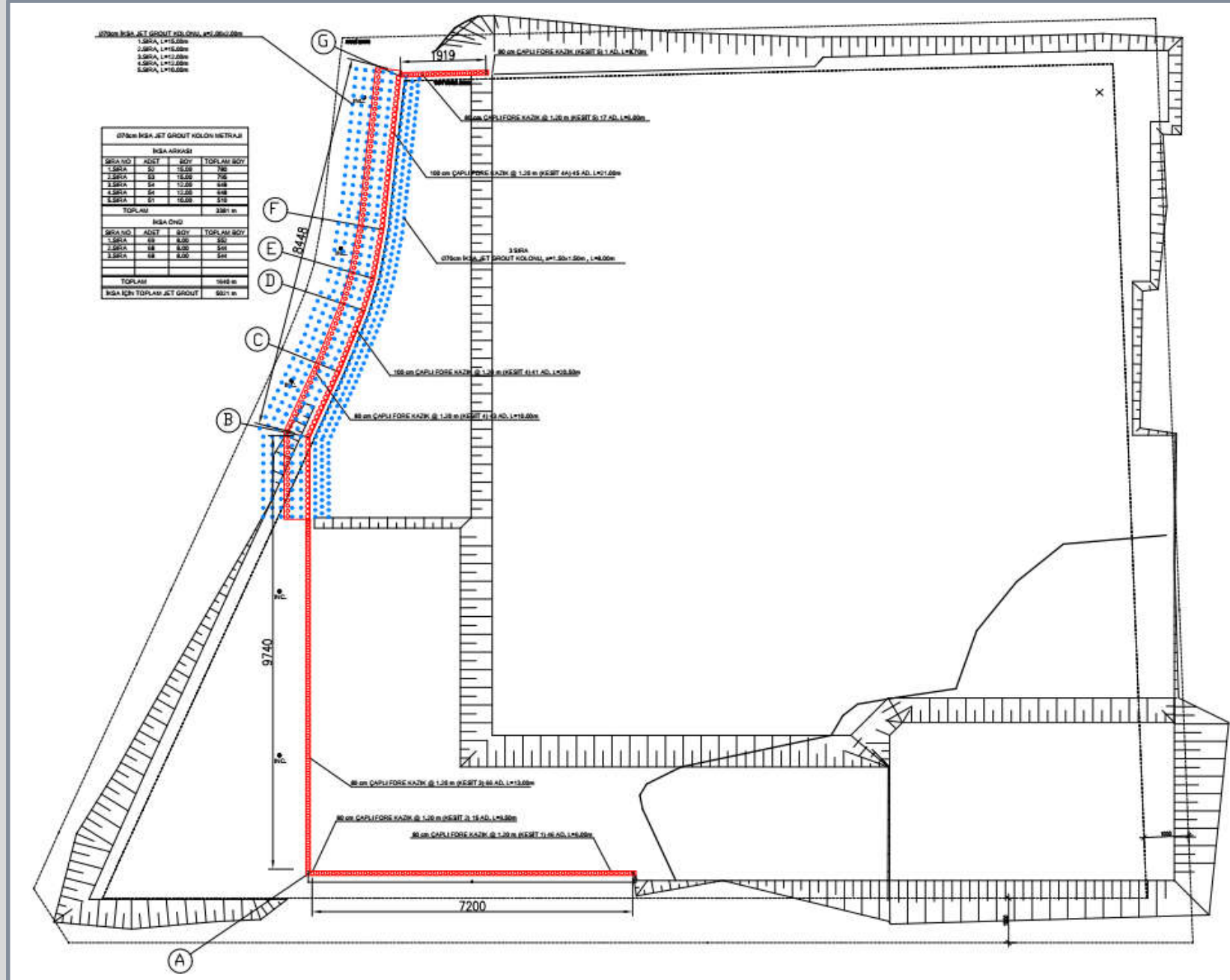
Araştırma Noktaları Vaziyet Planı

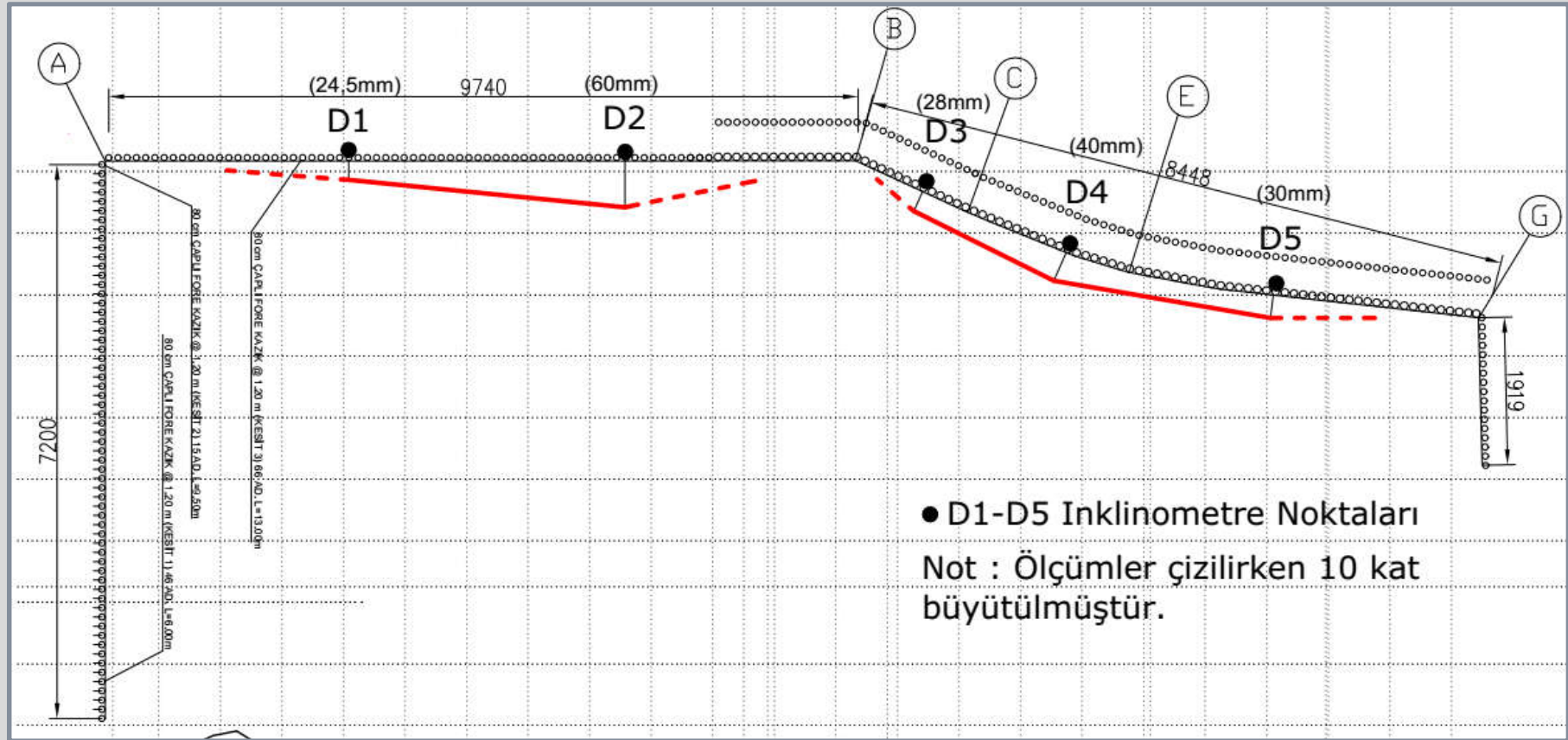




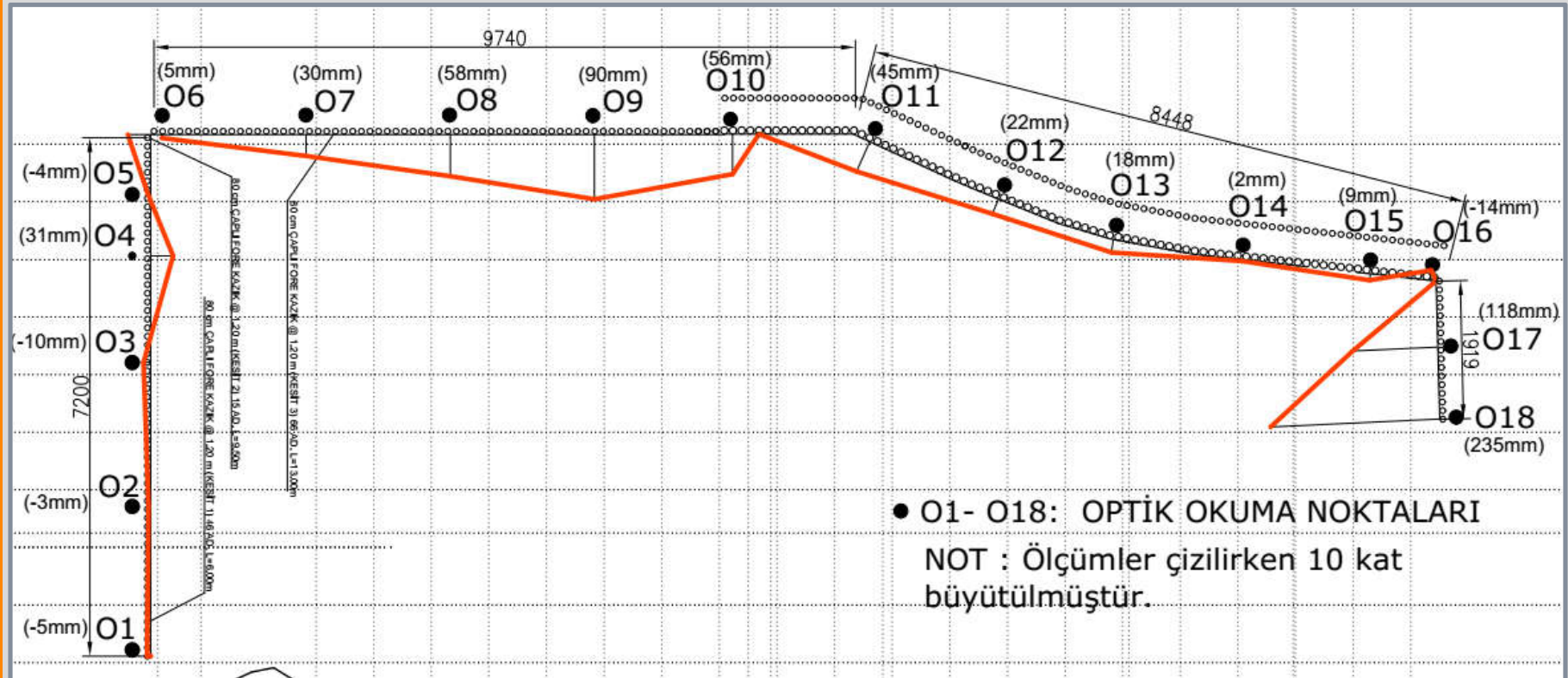
Zemin Kesitleri

İksa Sistemi Vaziyet Planı



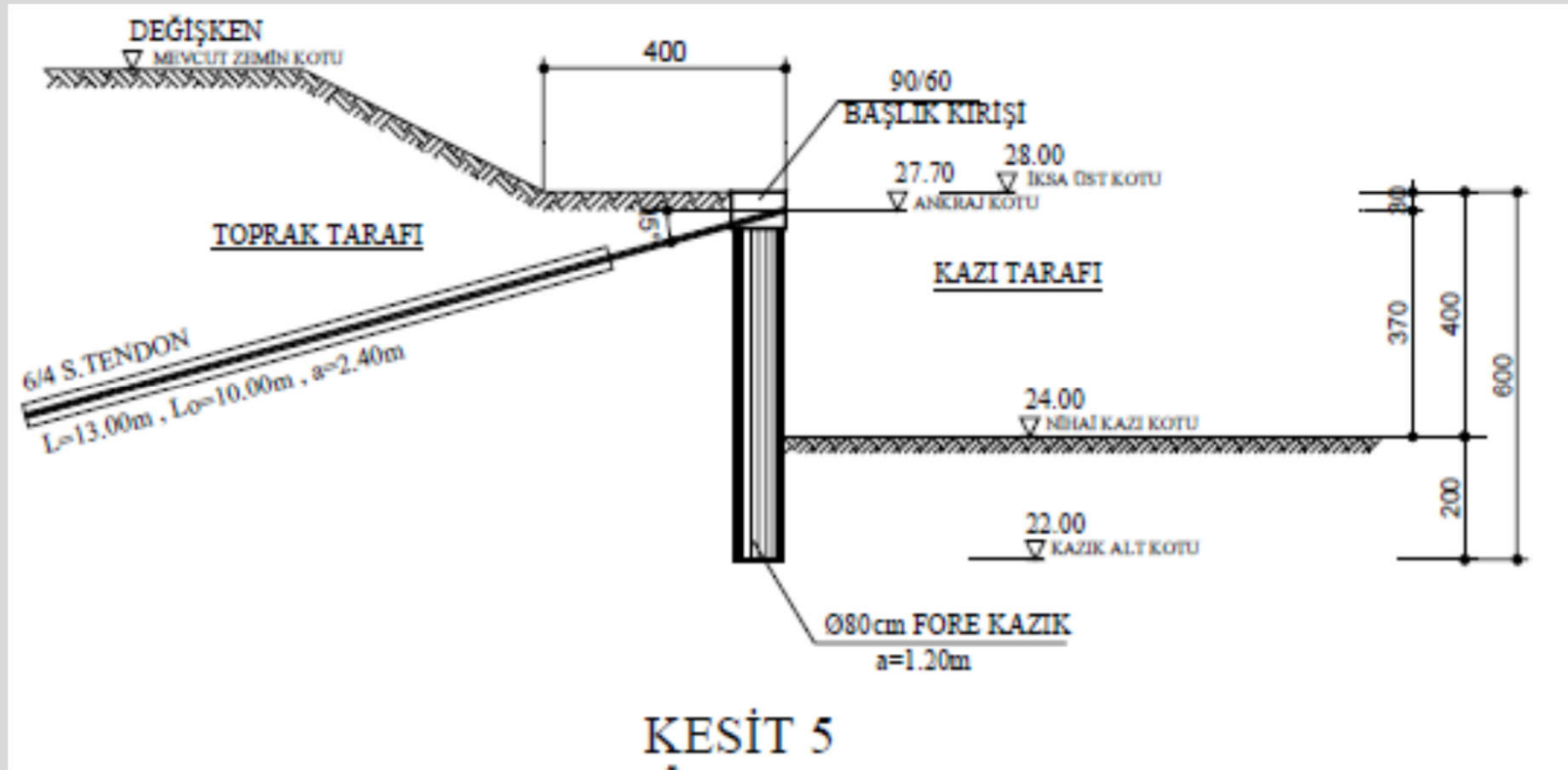


İnklinometre Kuyuları Yerleşim Planı Ve Yatay Deplasman Grafiği



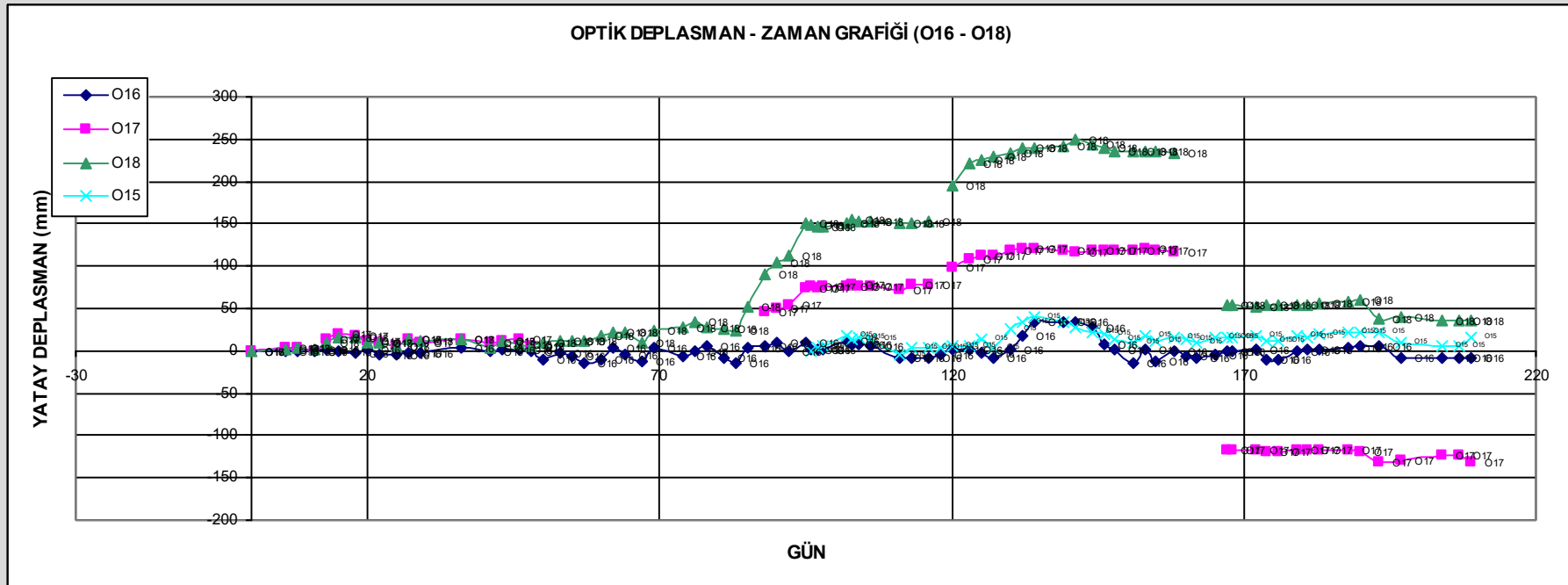
Optik Okuma Noktaları Yerleşim Planı Ve Yatay Deplasman Grafiği

Kesit-5





İksa Arkası Sürşarj Durumu

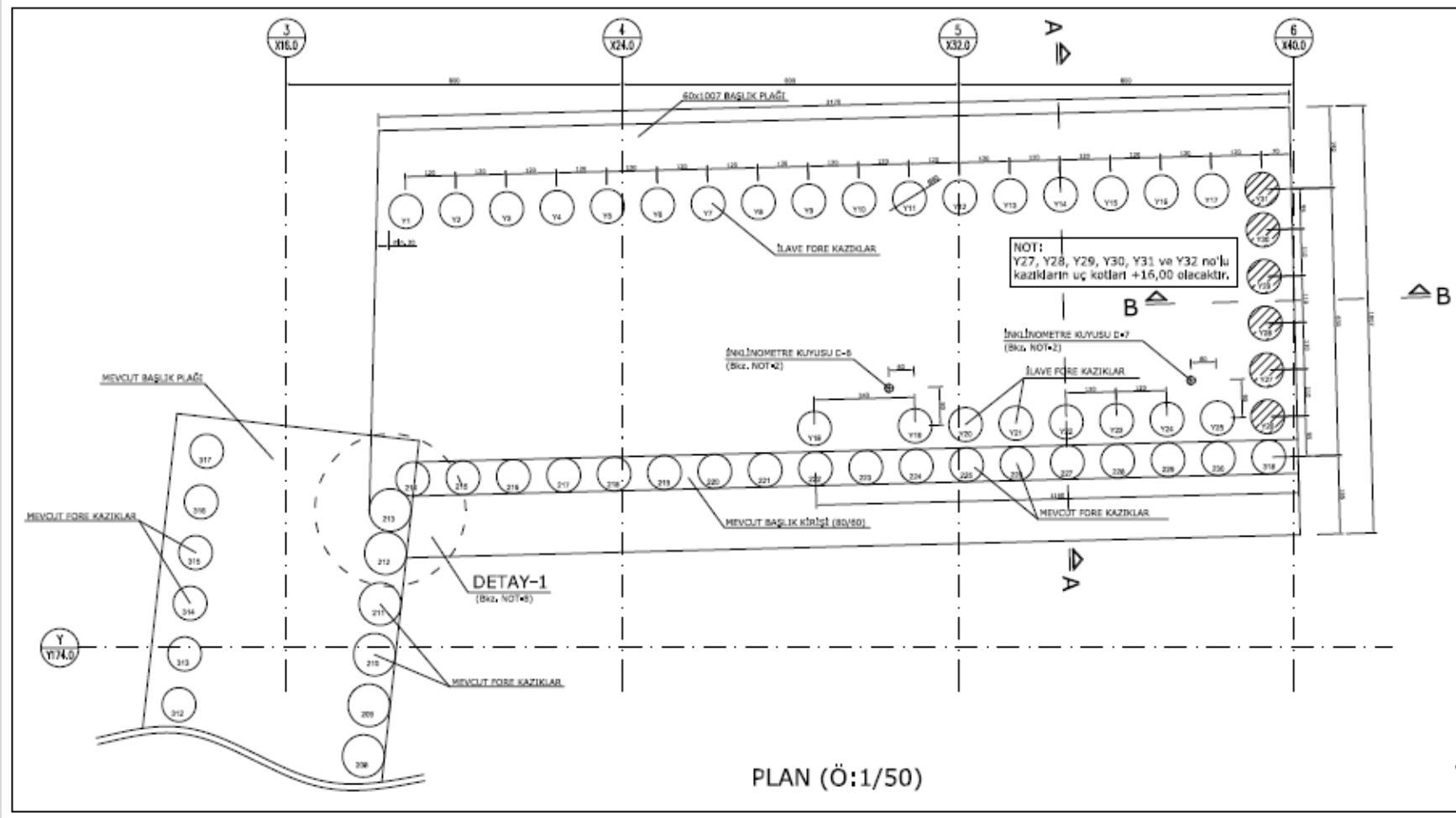


Deplasman – Zaman Grafiği

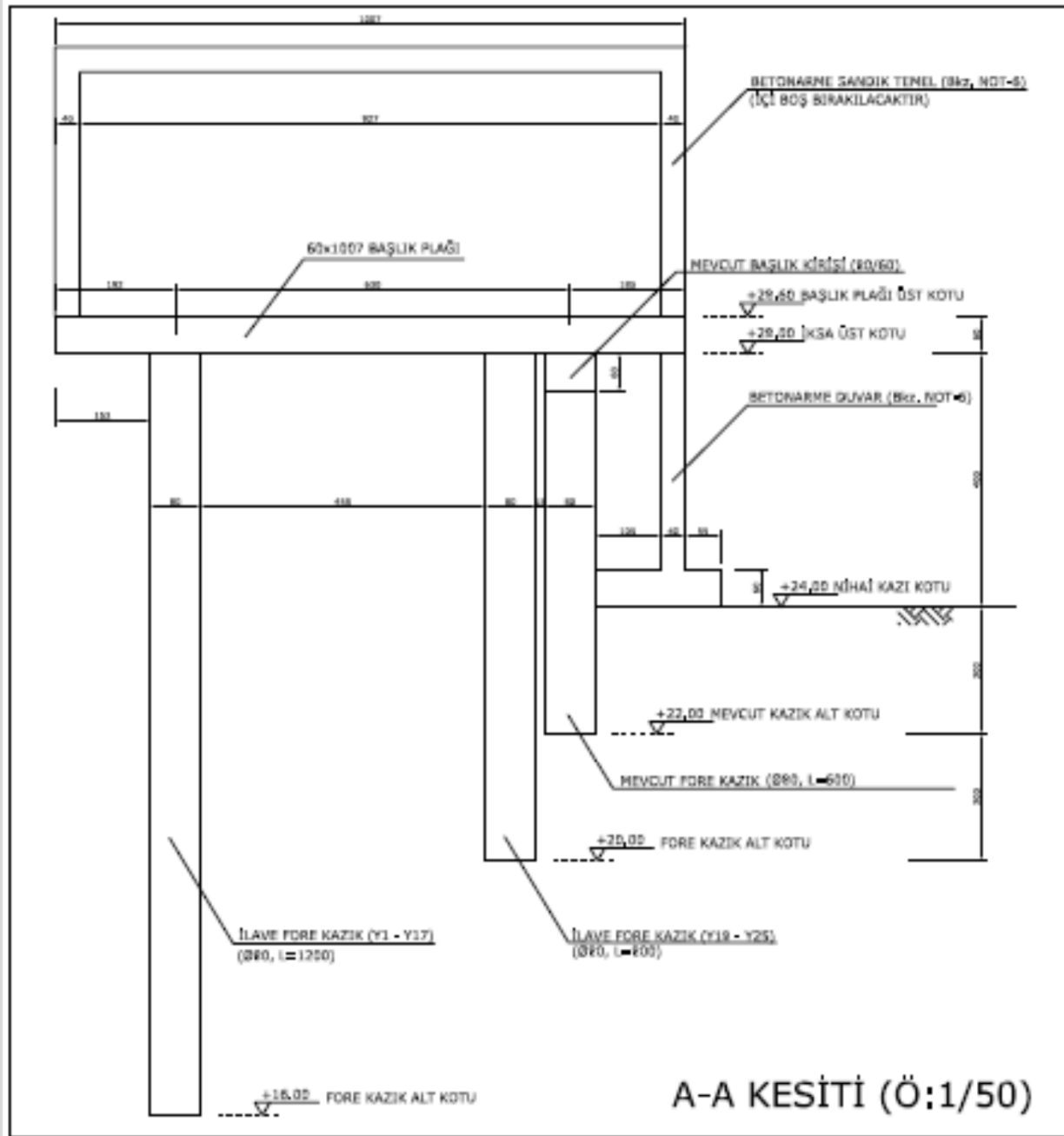
Tablo-1: İksa Sistemi 5 Kesiti Maksimum Deplasman Artış Seyri

Tarih	O18 Noktasındaki Deplasman Miktarı	Bölgedeki İnşaat Faaliyeti
10.Ocak.2008	0 (okuma başlangıcı)	Optik okuma noktaları tesis edildi.
17.Mart.2008	10 mm	İksa imalatı tamamlanmış durumda; hafriyat başlık kirişi alt kotu seviyesinde.
02.Nisan.2008	24 mm	İksa imalatı tamamlanmış durumda; hafriyat başlık kirişi alt kotu seviyesinde.
09.Nisan.2008	104 mm	Nihai hafriyat kotuna kadar kazı yapılmış durumda.
12.Nisan.2008	113 mm	Topuk dolgusuna başlandı, ertesi gün tamamlandı.
14.Nisan.2008	150 mm	Topuk dolgusu yapılmış durumda.
05.Mayıs.2008	153 mm	Topuk dolgusu yapılmış durumda. İlave iksa kazıkları imalatına başlandı.
09.Mayıs.2008	195 mm	İlave iksa kazıkları imalatı devam ediyor, bazı ankrajlar fore kazık imalatı sırasında koptu.
14.Mayıs.2008	226 mm	İlave iksa kazıkları yapılmış durumda
16.Haziran.2008	234 mm	İlave iksa kazıkları yapılmış durumda.
25.Haziran.2008	<i>Bilinmiyor</i>	<i>Aradaki 9 gün zarfında başlık plağı imalatı yapıldığından okuma alınamamış ve okuma noktaları beton altında kalmıştır. 25.Haziran'da yeni noktalar tesis edilmiş ve yeniden okuma alınmaya başlanmıştır.</i>
11.Temmuz.2008	16 Haziran'da yapılan ölçümle aynı	Başlık plağı imalatı tamamlanmış durumda.

Deplasman – İnşaat Aşaması İlişkisi



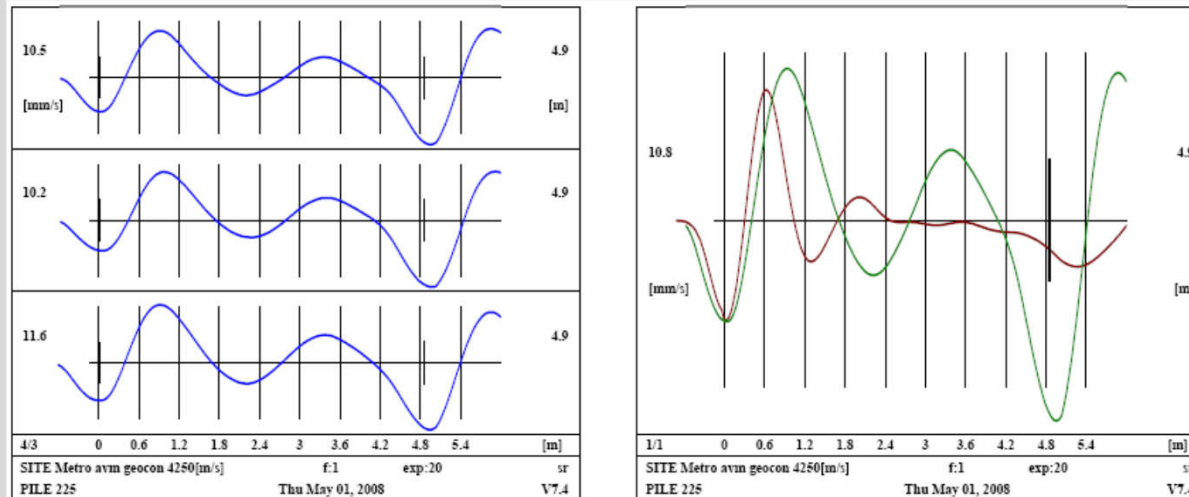
Revize İksa Sistemi - Plan



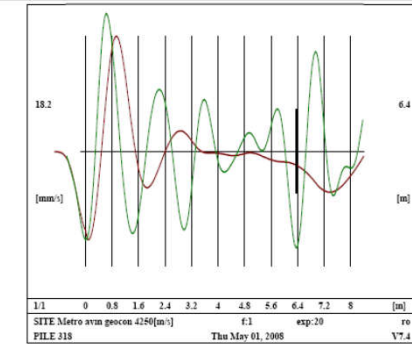
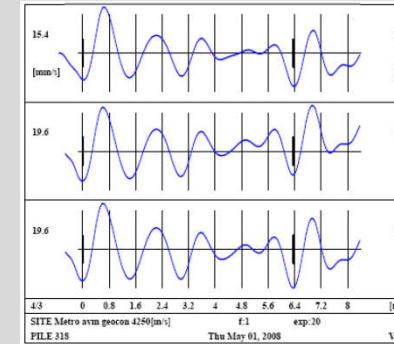
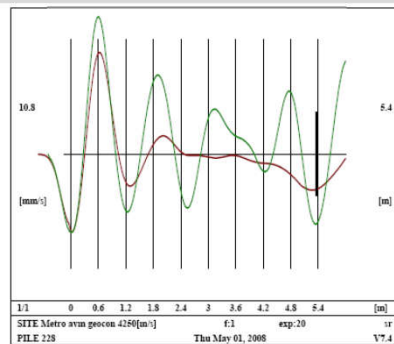
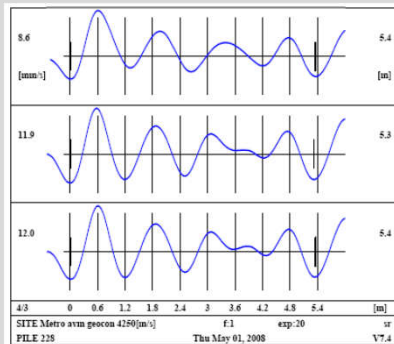
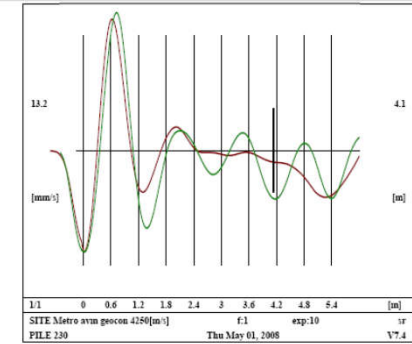
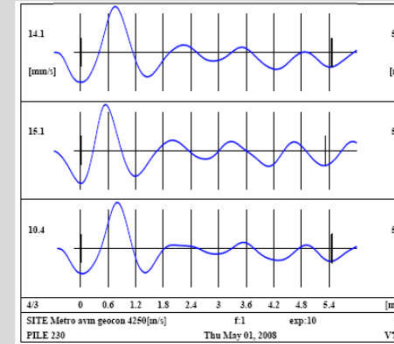
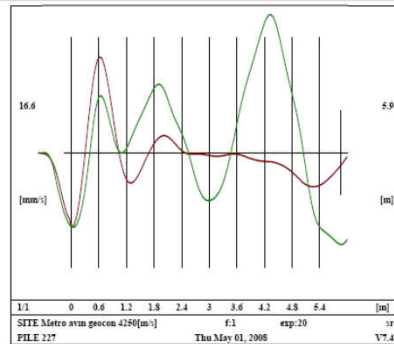
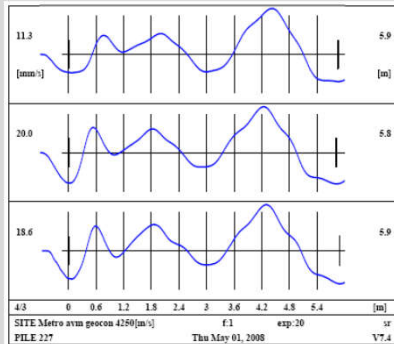
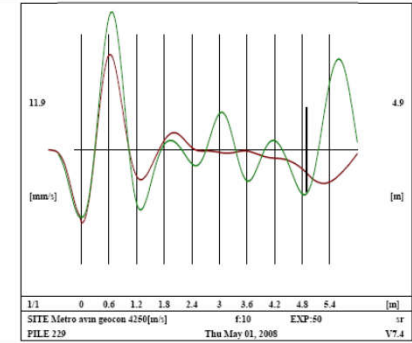
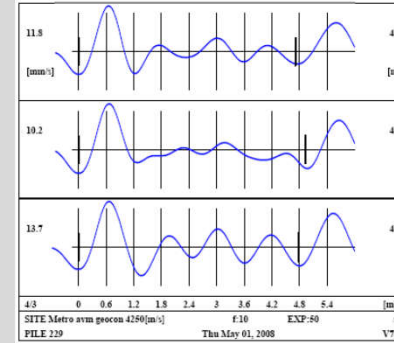
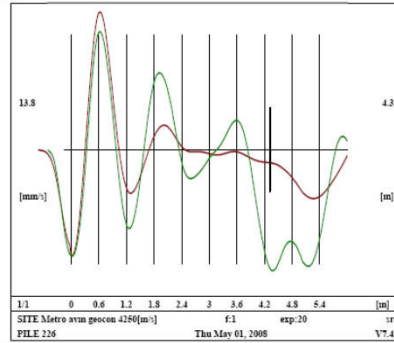
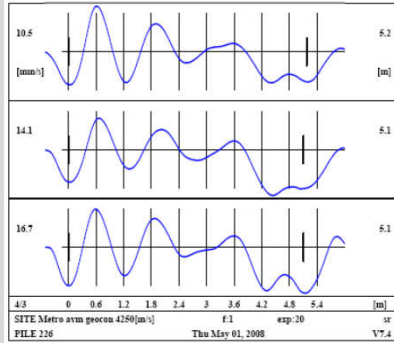
Revize İksa Sistemi Tipkesiti

4.2. Kazık Süreklilik (Sonic Integrity) Deneyleri

Ölçülen yüksek deplasman değerleri, fore kazık gövdelerinde bir hasar olup olmadığı sorusunu gündeme getirmiş ve Kesit-5'teki tüm kazıklarda 01.Mayıs.2008 tarihinde kazık süreklilik deneyleri yapılmıştır. Deneyler sonucunda 225, 226, 227, 228, 229, 230 ve 318 no'lu kazıklarda tespit edilen anomaliler "kesit daralması veya çatlak" olarak yorumlanmış ve bunların hemen arkasından 9 adet daha ilave kazık yapılması öngörülerek kalıcı iksa tadilat projesine eklenmiştir. Süreklilik deneyleri, hem mevcut geçici iksa kazıkları, hem de yeni imal edilen kalıcı iksa kazıkları üzerinde yapılmış olup deneye tabi tutulan kazıklara ait çap-boy bilgileri Tablo-2'de verilmektedir.



Kazık Süreklilik Deney Grafikleri - 225



Kazık Süreklilik Deney Grafikleri – 226, 227, 228

Kazık Süreklilik Deney Grafikleri – 229, 230, 318



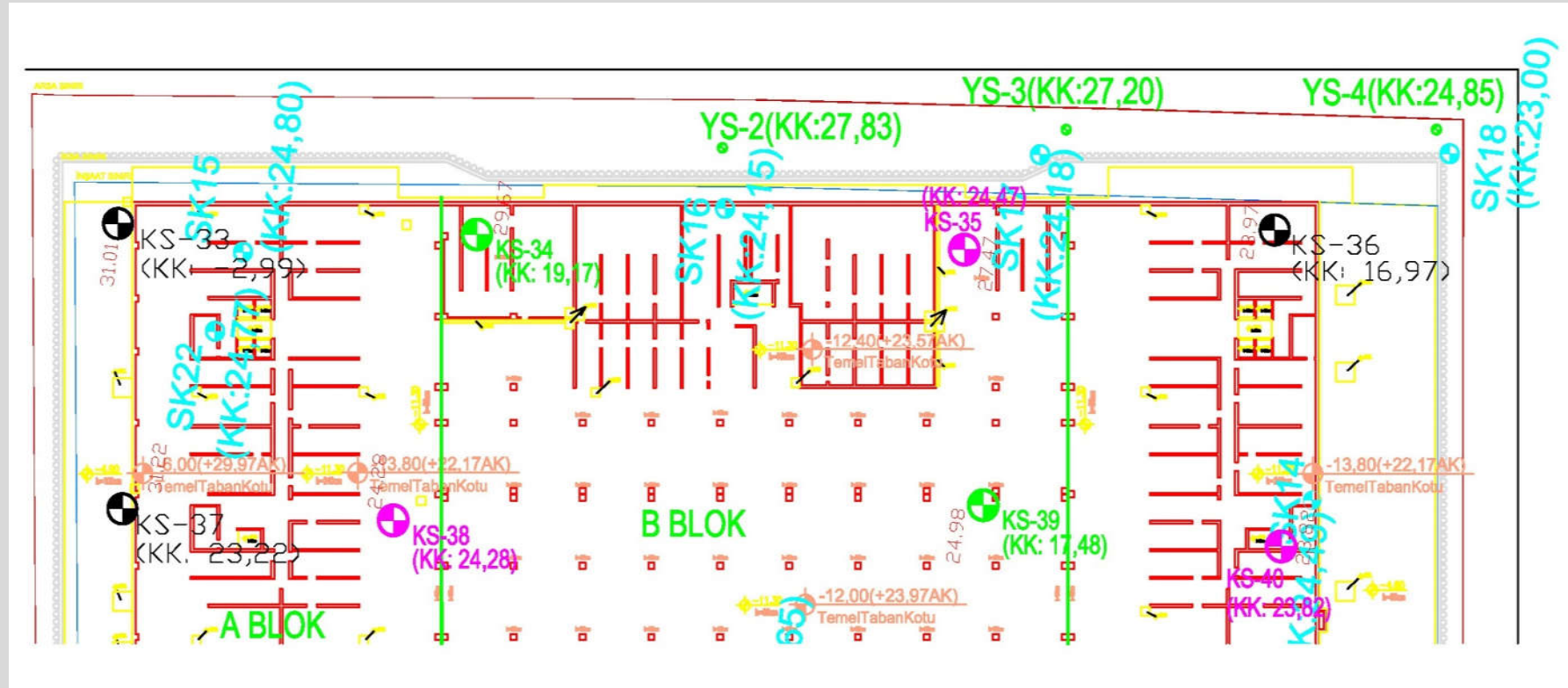
Sonuçlar

- Projeye aykırı sürşarj yüklemesi ve kazık imalatındaki kalitesiz/yetersiz işçilik nedeniyle, en problemsiz gözüken bölümde aşırı miktarda deplasmanlar meydana gelmiştir.
 - Kurulan deplasman ölçüm sistemi sayesinde aşırı deplasmanlar iksa sistemi göçme durumuna ulaşmadan önce tespit edilebilmiş ve acil müdahale ile gerekli kısa ve uzun vadeli tedbirler alınmıştır.
- Meydana gelen bu olumsuzluk mimari projede herhangi bir değişikliğe neden olmamış, ancak ciddi bir ilave maliyet getirmiştir.**

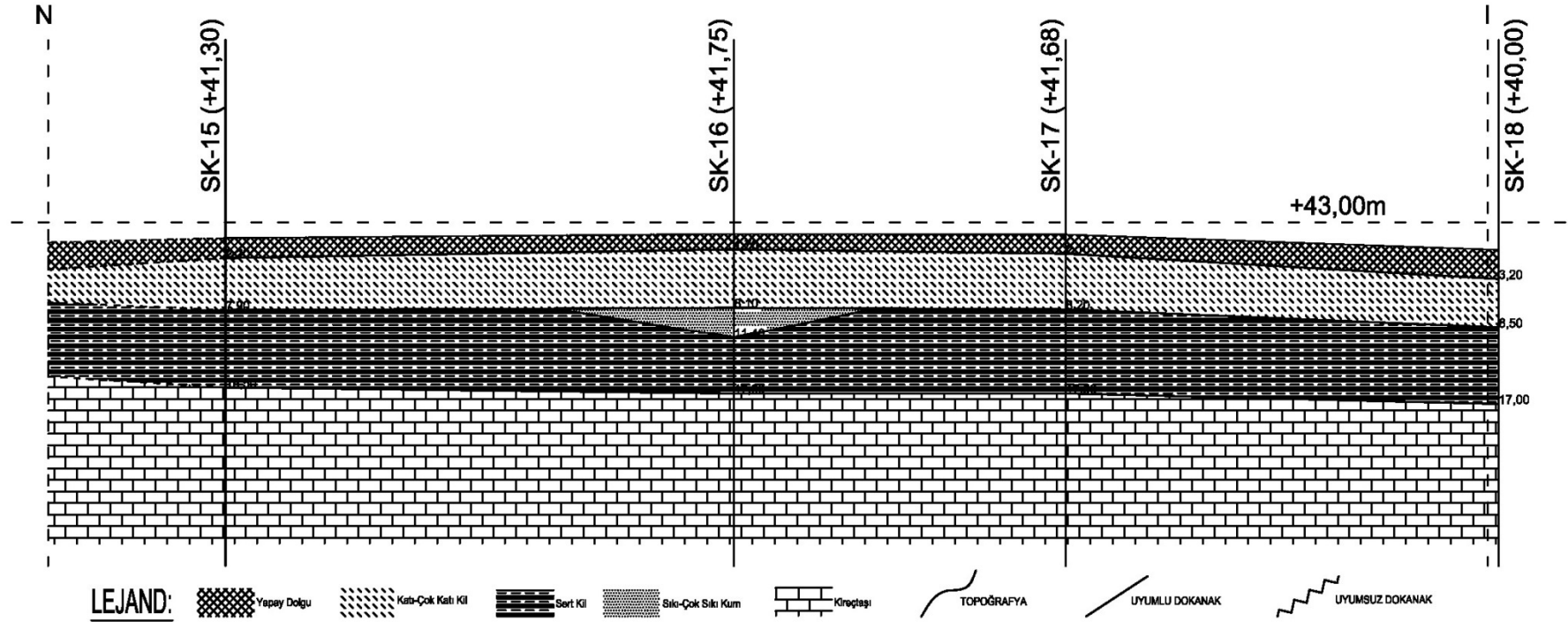
Vaka-3: YAŞAM KOMPLEKSİ

- İksa plan uzunluğu: 995 m
- Bina oturum alanı: 49.000 m²
- Kazı derinliği: 9,5 – 21,0 m (ön kazı dahil)
- Zemin Profili:

2,0 – 3,0 m	Kontrolsüz Dolgu
5,0 – 6,5 m	Katı – Çok Katı Kil
7,0 – 8,0 m	Sert Kil
>10 m	Çok Zayıf Killi Kireçtaşı (Ceylan/Kırklareli Fm)
- Çözülen sistem: BA Fore kazık, öngermeli ankraj, zemin çivisi, BA kuşak kirişi, BA perde
- Vurgu: Zemin parametrelerinin seçimi





Kesit-5 Bölgesi Sondaj Vaziyet Planı

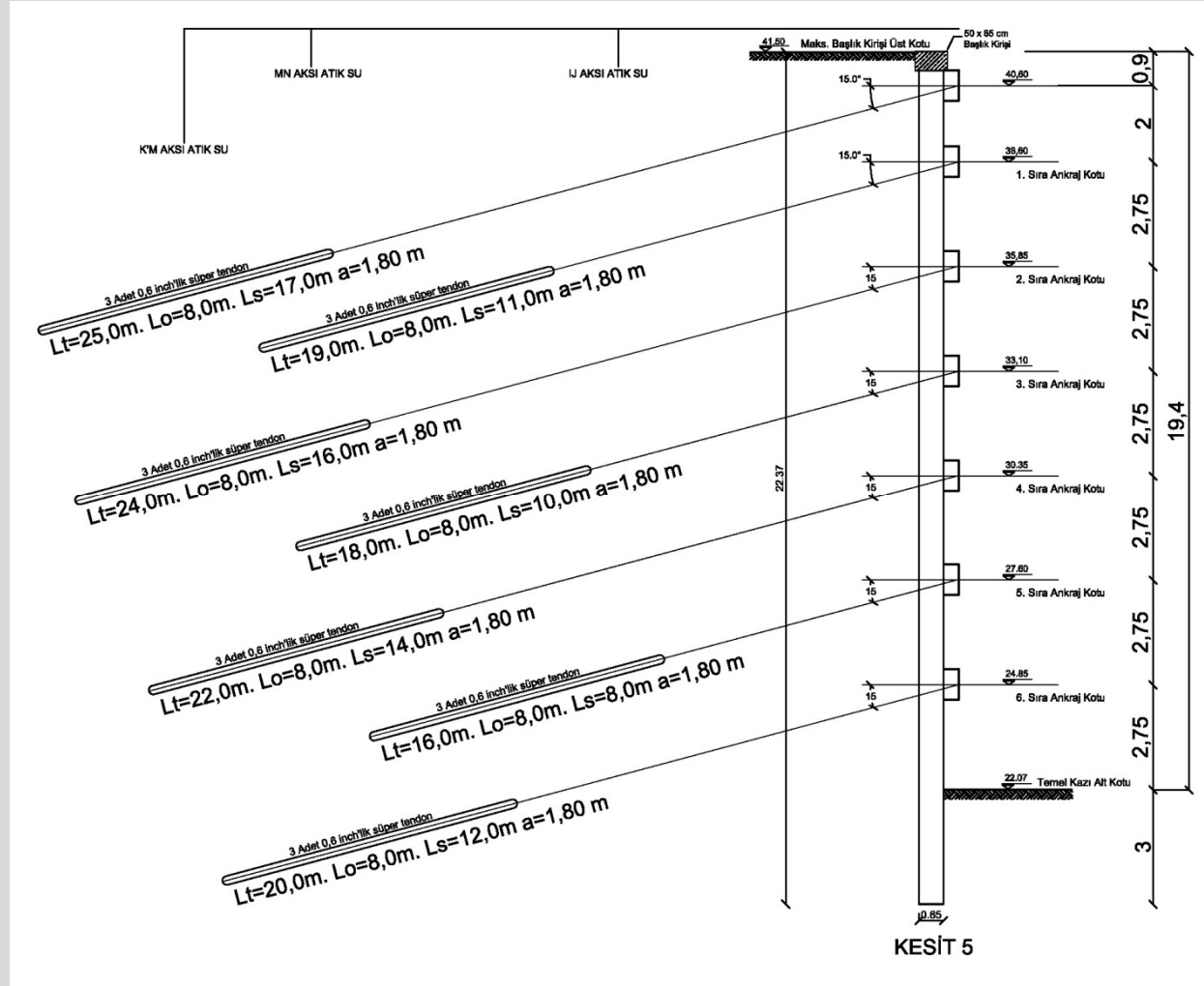


I-N CEPHESİ ZEMİN KESİTİ

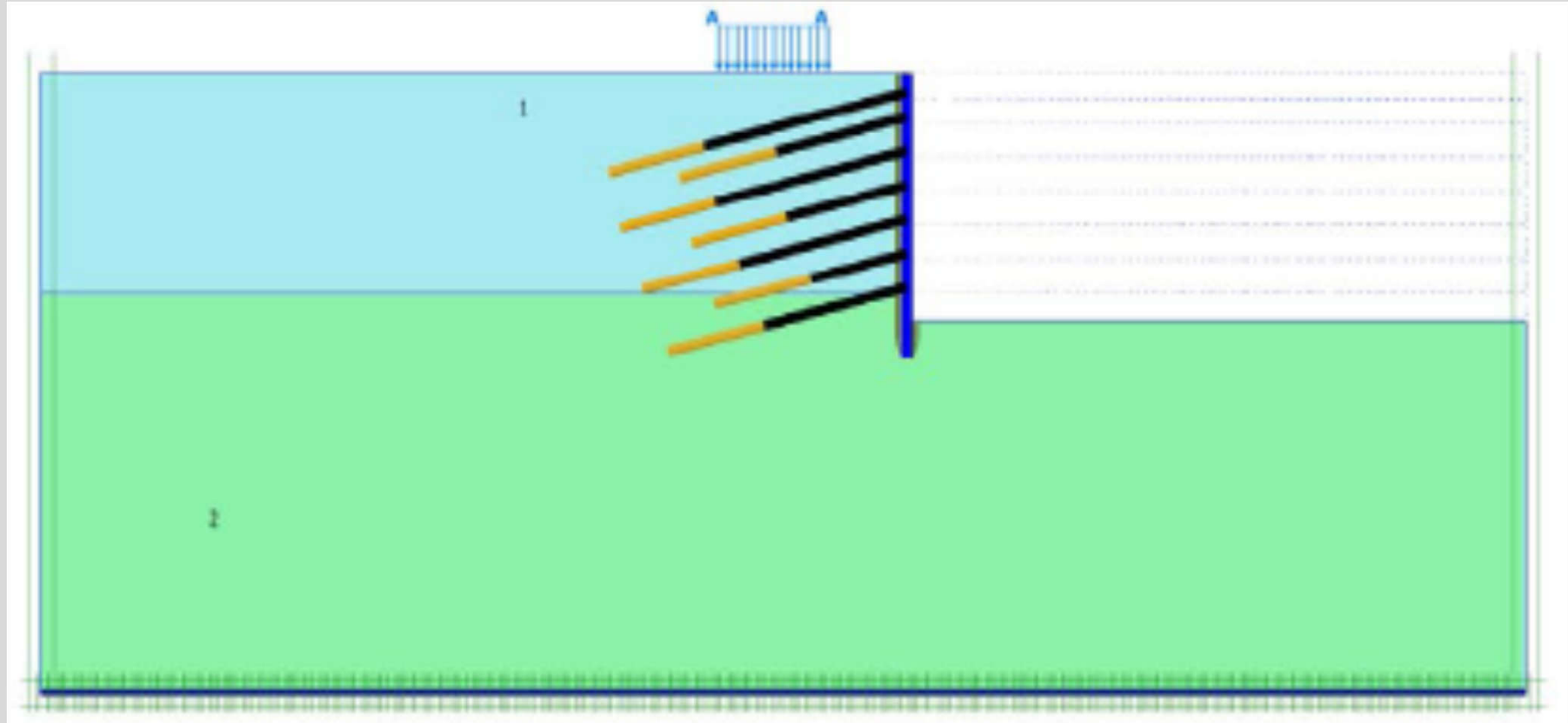
Zemin Kesiti

Identification number		1	2
Drainage type		Drained	Drained
Colour			
Comments			
Y _{unsat}	kN/m ³	18,00	20,00
Y _{sat}	kN/m ³	18,00	20,00
E	kN/m ²	100,0E3	150,0E3
v (nu)		0,3000	0,3000
G	kN/m ²	38,46E3	57,69E3
E _{oed}	kN/m ²	134,6E3	201,9E3
c _{ref}	kN/m ²	0,000	1,000
φ (phi)	°	27,50	30,00

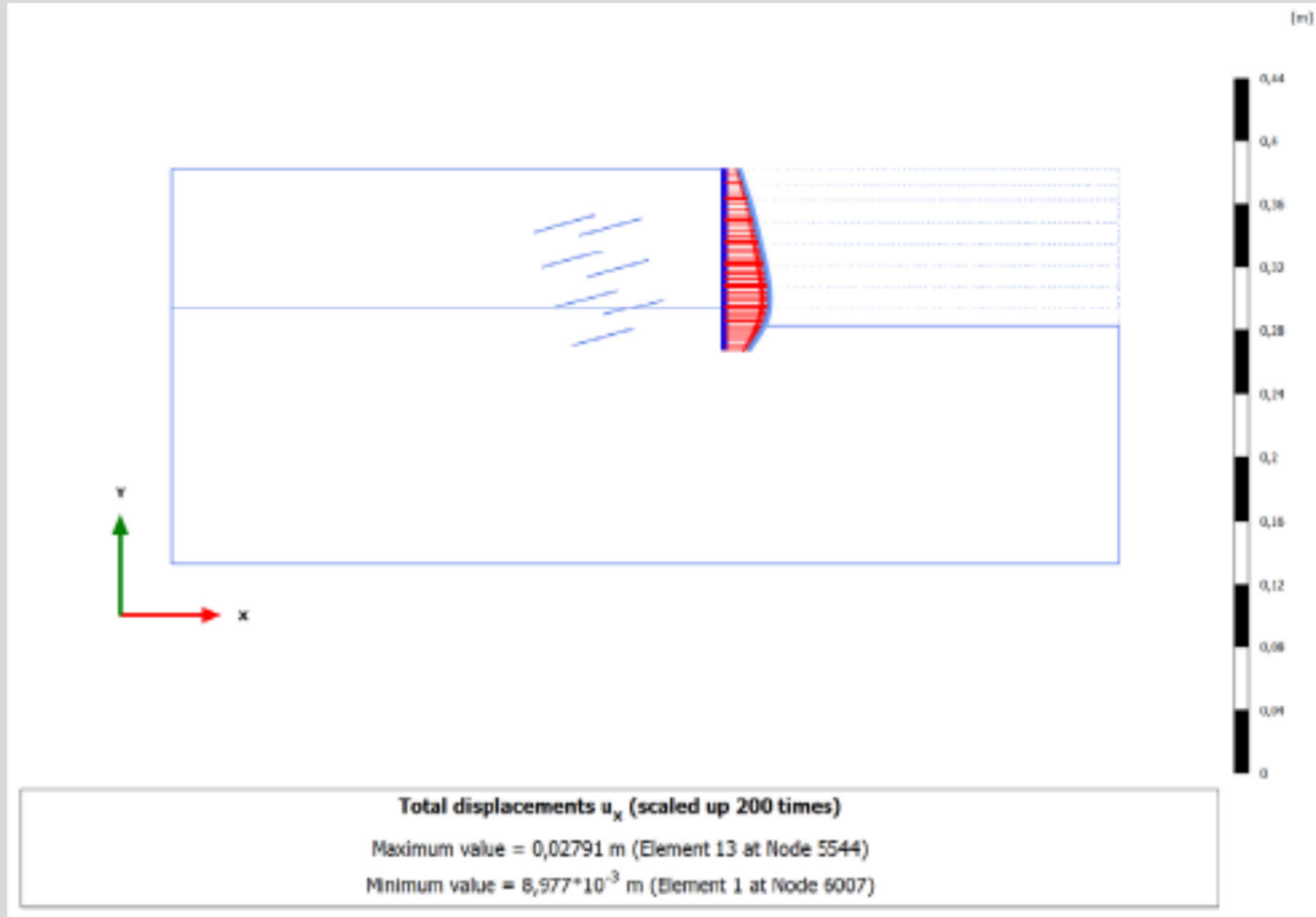
İksa Analizi Geoteknik Parametreleri – İlk Çözüm



Sistem Kesiti – İlk Çözüm



Sonlu Elemanlar Modeli – İlk Çözüm



Beklenen Yatay Deplasman – İlk Çözüm

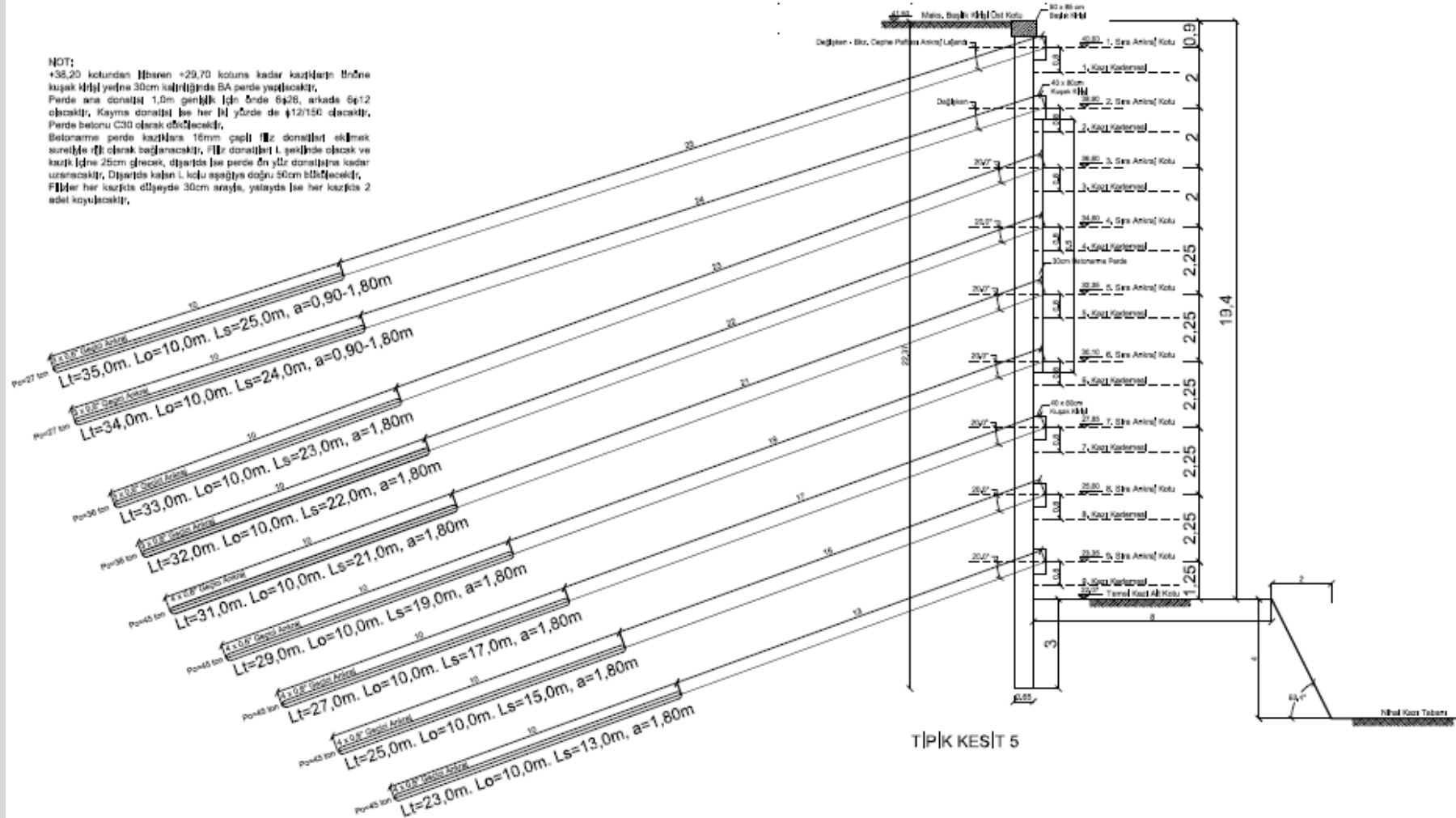
Table [2] Soil data sets parameters

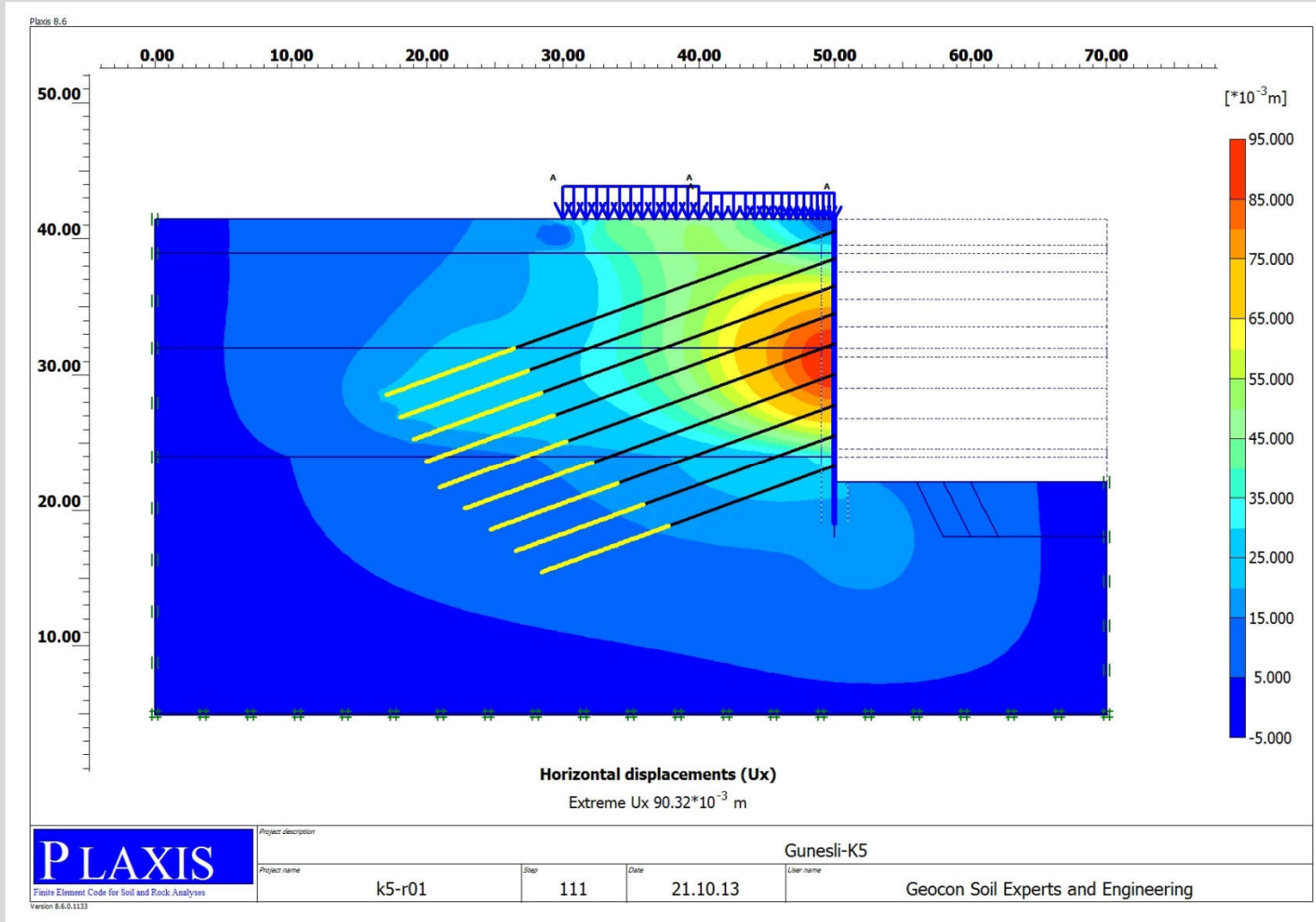
<i>Mohr-Coulomb</i>		1	2	3	4
		Dolgu-fi20-MC	Kil-KatiCokKati-MC	Kil-Sert-MC	CokZayifKirectasi
Type		Drained	UnDrained	UnDrained	UnDrained
γ_{unsat}	[kN/m ³]	19.00	19.00	19.50	23.00
γ_{sat}	[kN/m ³]	19.00	19.00	19.50	23.00
k_x	[m/day]	0.000	0.000	0.000	0.000
k_y	[m/day]	0.000	0.000	0.000	0.000
e_{init}	[-]	0.500	0.500	0.500	0.500
c_k	[-]	1E15	1E15	1E15	1E15
E_{ref}	[kN/m ²]	2000.000	10000.000	12500.000	150000.000
ν	[-]	0.200	0.300	0.300	0.250
G_{ref}	[kN/m ²]	833.333	3846.154	4807.692	60000.000
E_{oed}	[kN/m ²]	2222.222	13461.538	16826.923	180000.000
c_{ref}	[kN/m ²]	1.00	75.00	90.00	500.00
ϕ	[°]	20.00	0.00	0.00	30.00
ψ	[°]	0.00	0.00	0.00	0.00
E_{inc}	[kN/m ² /m]	0.00	0.00	0.00	0.00
y_{ref}	[m]	0.000	0.000	0.000	0.000
$c_{increment}$	[kN/m ² /m]	0.00	0.00	0.00	0.00
$T_{str.}$	[kN/m ²]	0.00	0.00	0.00	0.00
$R_{inter.}$	[-]	0.80	0.85	0.85	0.85
Interface permeability		Neutral	Neutral	Neutral	Neutral

İksa Analizi Geoteknik Parametreleri – İkinci Çözüm

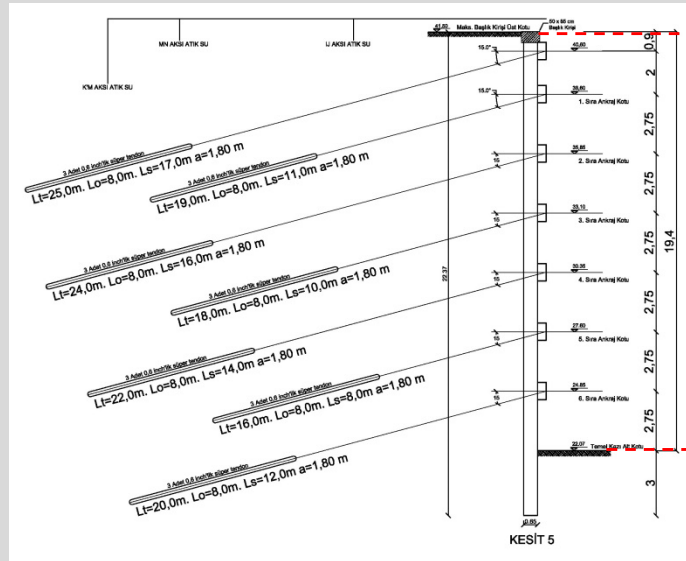
NOT:

+38,20 kotundan itibaren +29,70 kotuna kadar kazıkların önüne küçük kesitli yedne 30cm kalınlığında BA perde yapılacaktır. Perde ana donatısı 1,0m genişlik için önde 6φ26, arkada 6φ12 olacaktır. Kayma donatısı ise her 1M yarıda de 12/150 olacaktır. Perde betonu C30 olarak öngörülmüştür. Betonarme perde kazıklara 16mm çaplı 10z donatılar eklenmek suretiyle rijit olarak bağlanacaktır. F11e donatıları L şeklinde olacak ve kazık için 25cm çıkacak, dışarıda ise perde ön yüz donatısına kadar uzanacaktır. Dışarıda kalın L kolu aşağıya doğru 50cm bükülecektir. F11ler her kazıkta diğeryerde 30cm aralıkla, yatayda ise her kazıkta 2 adet koyulacaktır.

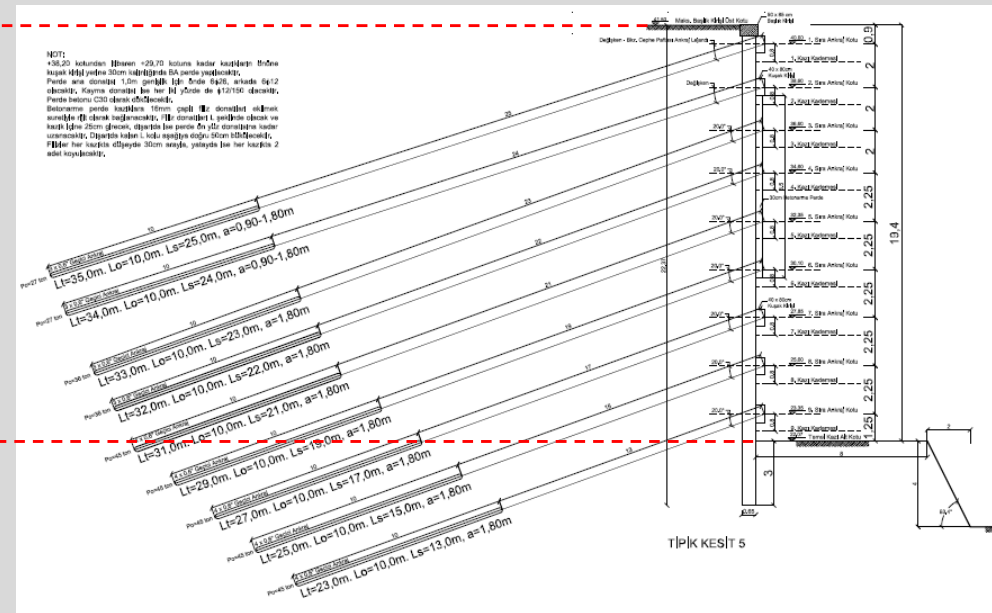
**Sistem Kesiti – İkinci Çözüm**



Sonlu Elemanlar Modeli ve Beklenen Yatay Deplasman – İkinci Çözüm

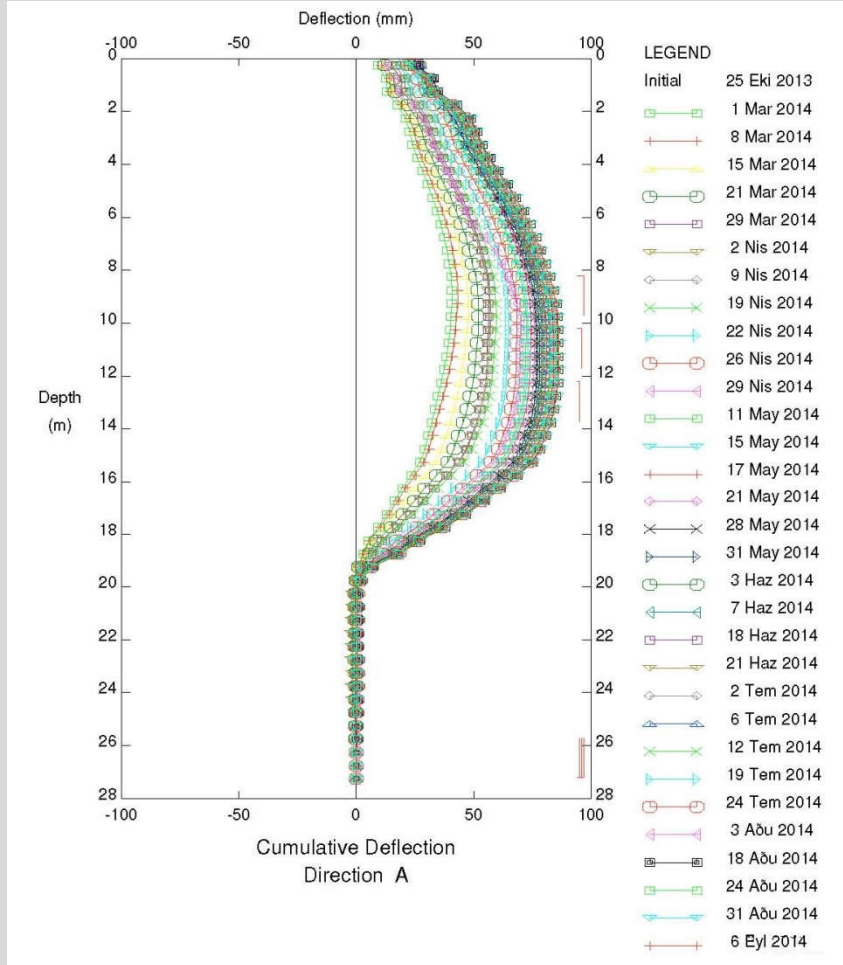


Birinci Çözüm



İkinci Çözüm

SİSTEM KARŞILAŞTIRMASI

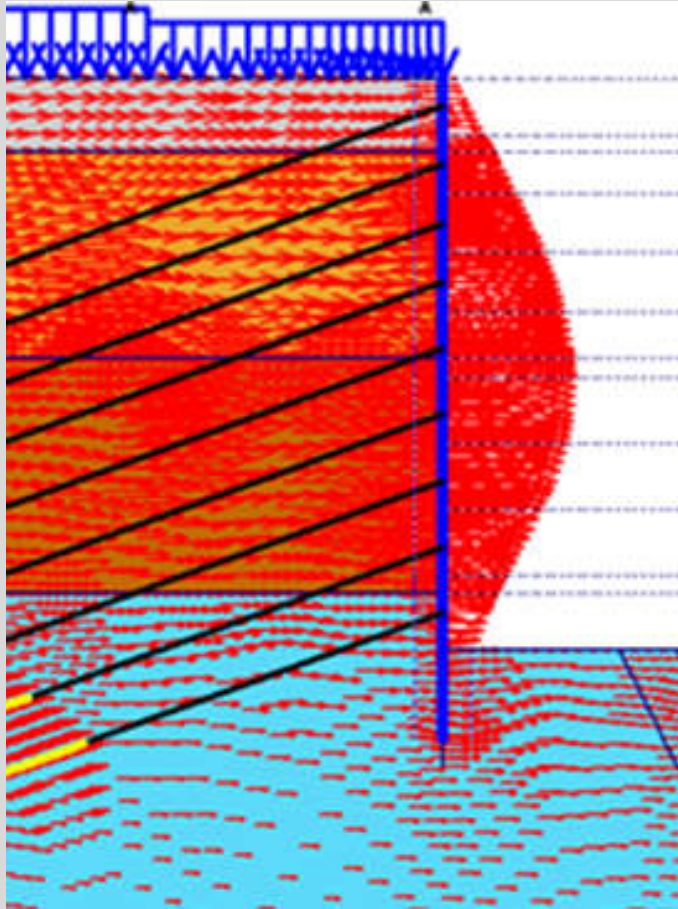


Current readings dated 6 Eyl 2014 relative to initial 25 Eki 2013

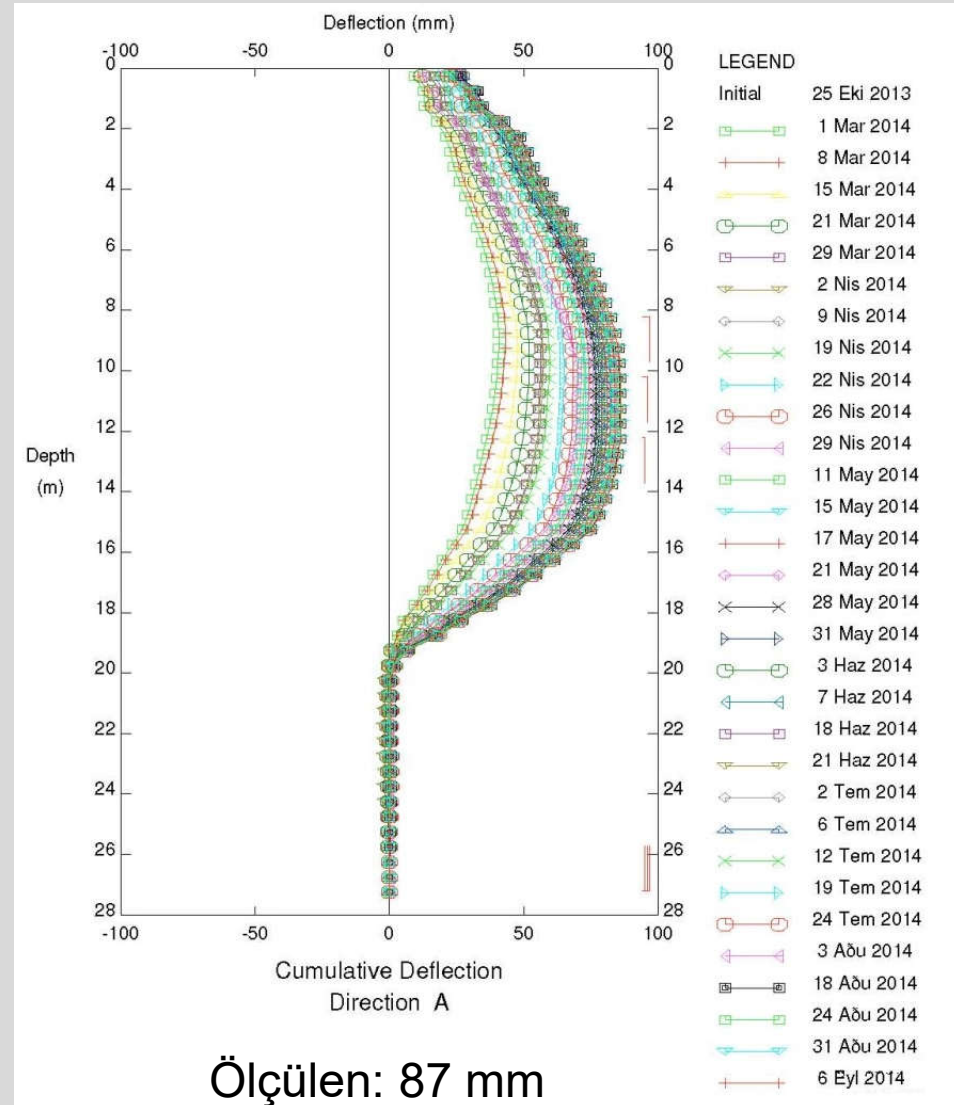
	A0	A180	Past Diff.	A0	A180	Current Diff.	Change	Deflect. (mm)	Depth (m)
1448	-1537	2985	512	-623	1135	-1850	20,505	0,5	
802	-846	1648	439	-528	967	-681	29,755	1,0	
296	-338	634	-596	495	-1091	-1725	33,160	1,5	
-108	61	-169	-764	682	-1446	-1277	41,785	2,0	
-281	244	-525	-565	475	-1040	-515	48,170	2,5	
-431	375	-806	-663	573	-1236	-430	50,745	3,0	
-809	759	-1568	-1166	1075	-2241	-673	52,895	3,5	
-1094	1027	-2121	-1479	1385	-2864	-743	56,260	4,0	
-1185	1155	-2340	-1608	1527	-3135	-795	59,975	4,5	
-1312	1259	-2571	-1705	1609	-3314	-743	63,950	5,0	
-1305	1265	-2570	-1652	1577	-3229	-659	67,665	5,5	
-1101	1046	-2147	-1407	1312	-2719	-572	70,960	6,0	
-660	617	-1277	-931	851	-1782	-505	73,820	6,5	
-190	150	-340	-422	330	-752	-412	76,345	7,0	
47	-87	134	-171	76	-247	-381	78,405	7,5	
196	-239	435	-42	-43	1	-434	80,310	8,0	
348	-392	740	176	-254	430	-310	82,480	8,5	
544	-589	1133	408	-497	905	-228	84,030	9,0	
783	-825	1608	706	-801	1507	-101	85,170	9,5	
987	-1028	2015	940	-1026	1966	-49	85,675	10,0	
1081	-1127	2208	1046	-1139	2185	-23	85,920	10,5	
1125	-1177	2302	1100	-1189	2289	-13	86,035	11,0	
1120	-1174	2294	1104	-1195	2299	5	86,100	11,5	
1003	-1054	2057	1000	-1090	2090	33	86,075	12,0	
723	-781	1504	774	-863	1637	133	85,910	12,5	
269	-310	579	333	-431	764	185	85,245	13,0	
-66	28	-94	47	-144	191	285	84,320	13,5	
-437	392	-829	-245	153	-398	431	82,895	14,0	
-488	439	-927	-296	204	-500	427	80,740	14,5	
-458	411	-869	-154	77	-231	638	78,605	15,0	
-544	490	-1034	91	-171	262	1296	75,415	15,5	
-530	471	-1001	182	-248	430	1431	68,935	16,0	
-219	170	-389	449	-528	977	1366	61,780	16,5	
88	-144	232	884	-960	1844	1612	54,950	17,0	
485	-539	1024	1352	-1434	2786	1762	46,890	17,5	
905	-958	1863	1962	-2045	4007	2144	38,080	18,0	
1413	-1461	2874	2224	-2302	4526	1652	27,360	18,5	
1835	-1881	3716	3027	-3121	6148	2432	19,100	19,0	

Ölçülen Deplasmanlar (Nihai kazı aşaması)

DEPLASMAN KARŞILAŞTIRMASI



Tahmin Edilen: 90 mm





**Hafriyat Durumu
20 Mayıs 2014**

Sonuçlar:

Ölçülen deplasman değerleri drenajlı parametrelerin dikkate alındığı ilk çözümün «bu proje ve saha koşulları için» gerçek davranışa uygun olmadığını göstermiştir.

Kilin drenajlı duruma geçene kadarki davranışı oldukça hızlı ilerleyen geçici iksa uygulamalarında öncelikli olarak dikkate alınmalıdır.

ZEMİN NE KADAR İYİ BİLİNİRSE BİLİNSİN ALETSEL ÖLÇÜMLER VE GÖRSEL İNCELEMELER YAPILAN KABULLERİN DOĞRULUĞUNUN VE SİSTEMİN PERFORMANSININ TEK ÖLÇÜTÜDÜR.

SON SÖZ

- “İyi bir mühendislik muhakemesiyle bir zarfın arka yüzünde bile yapılabilen tasarım, muhakeme yeteneği olmadan tonlarca bilgisayar çıktısı olsa da ortaya çıkartılamaz”

Anonim

TEŞEKKÜRLER

Ozan Dadaşbilge, İnş.Y.Müh.
GEOCON ZEMİN UZMANLARI

ozan@geoconltd.com