

# İksa Sistemlerinde göçme koşullarının İncelenmesi

ORAL DOĞU  
İnşaat Yüksek Mühendisi

oraldogu@projegeoteknik.com

Tarih  
07.05.2026

# İksa Sistemi Nedir ?

İksa sistemleri, kazı yüzeylerinin göçmesini engellemek, iş güvenliğini sağlamak ve çevre yapıları korumak amacıyla kullanılan geçici veya kalıcı toprak tutucu yapılardır.

İksa sistemleri temel olarak, destek mekanizmalarına, rijitliklerine ve kazı - dolgu aşamasında inşai faaliyeti göz önüne alınarak, sınıflandırılmaktadır.

# İksa Sistemi

**Konsol İksa  
Sistemleri**

**Çok Destekli İksa  
Sistemleri**

# Konsol İksa Sistemleri

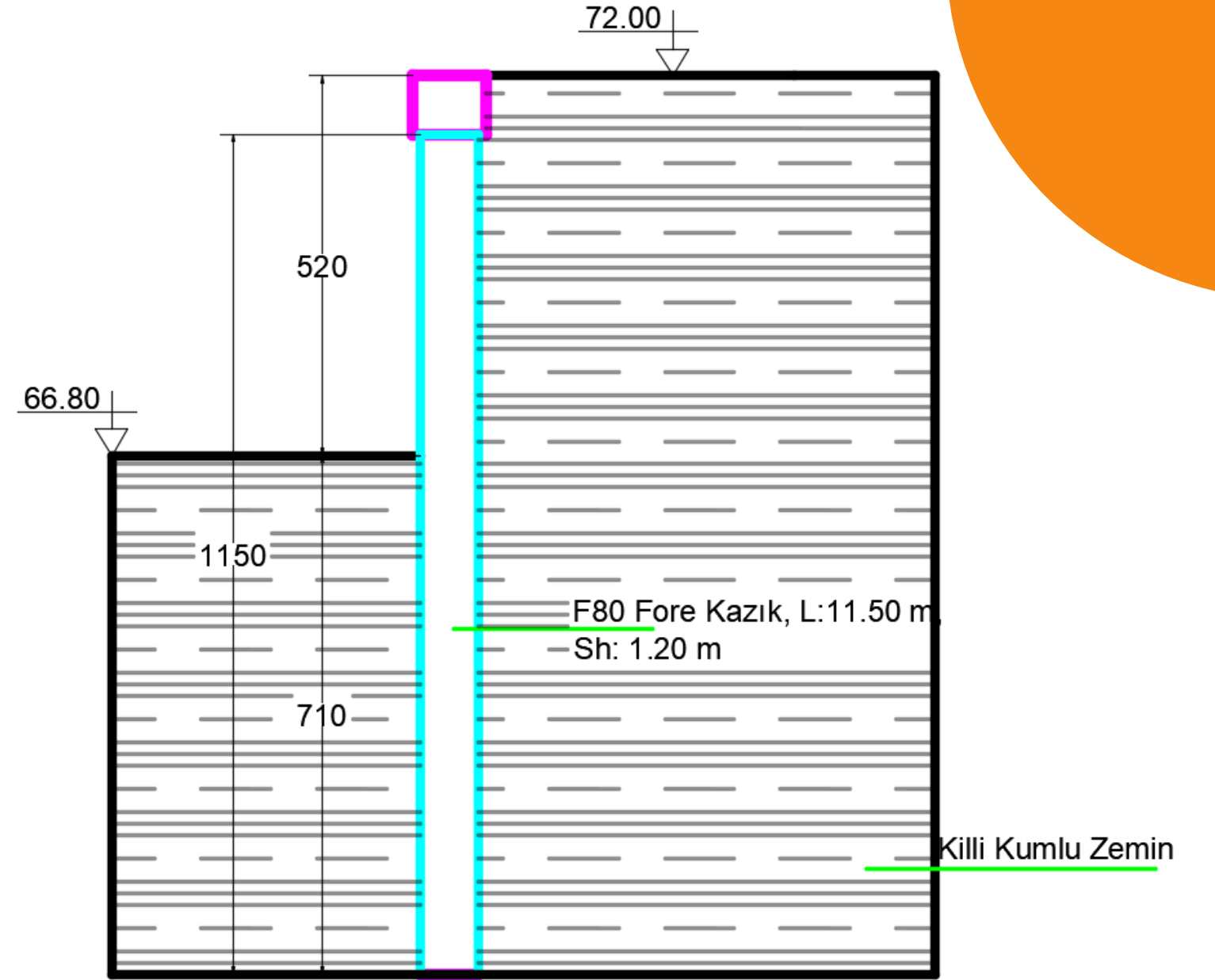
Konsol iksa sistemleri, herhangi bir yatay destek (ankraj, payanda, destek kirişi, sabit destek) kullanılmadan, yanal toprak basıncını sadece kazı tabanı altına giren kısmın (soket boyu) sağladığı pasif direnç ve kendi eğilme rijitliği ile karşılayan sistemlerdir.

## 1. Konsol Fore Kazık Duvarlar (Cantilever Bored Piles)

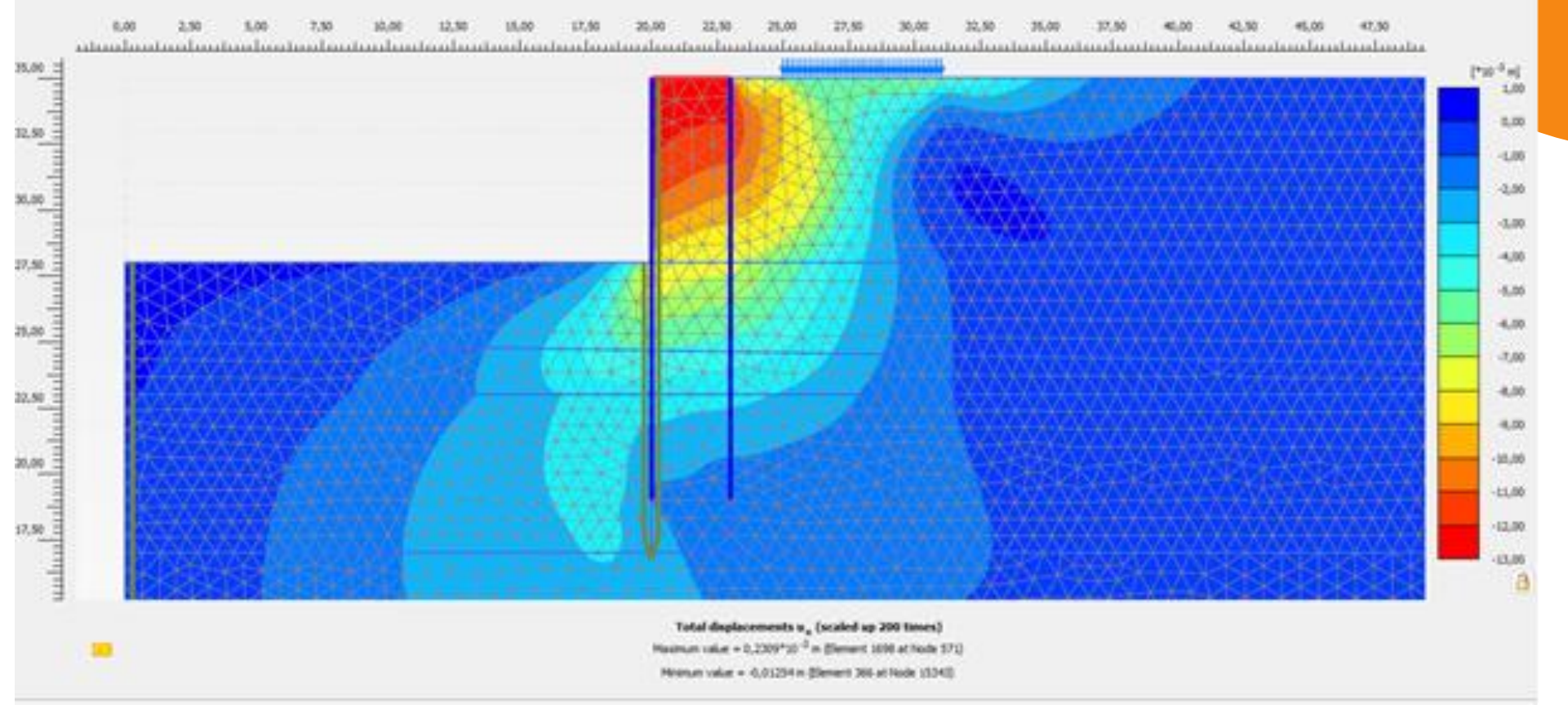
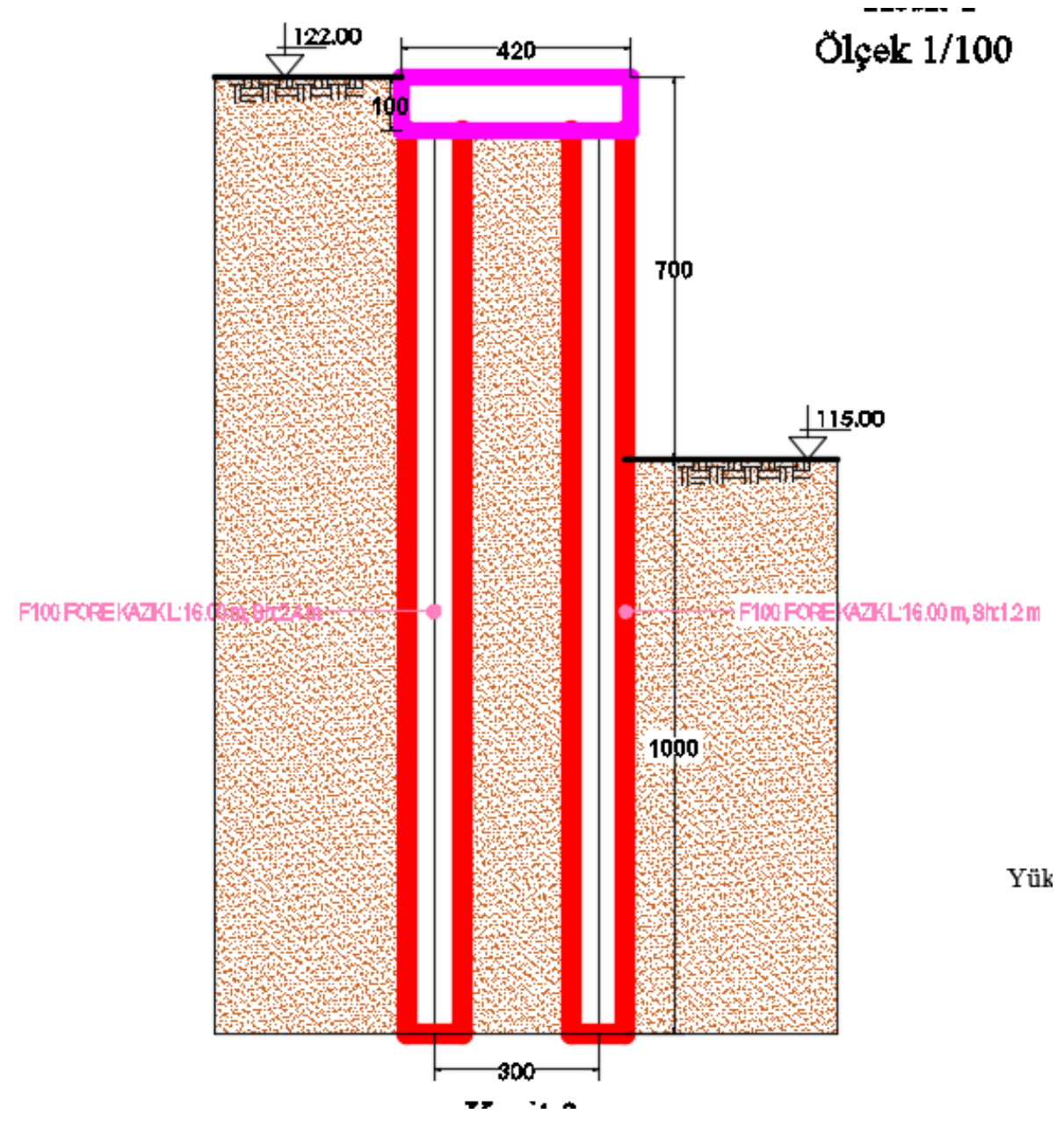
Özellikle şehir içi projelerde, kazı derinliğinin 4-6 metreyi geçmediği durumlarda en çok karşılaşılan örnektir.

**Uygulama:** Yan yana belirli aralıklarla (veya teğet) fore kazıklar çakılır. Kazıkların üstü bir başlık kirişi ile birbirine bağlanır.

**Mekanizma:** Kazı yapıldıkça, kazığın kazı tabanı üstünde kalan kısmı bir konsol gibi çalışır. Kazık, kazı tabanı seviyesindeki noktada en yüksek eğilme momentine ve kesme mukavemetine maruz kalır, yatay deplasmanın maksimum olduğu seviye başlık kirişi seviyesidir.



Şekil. Konsol Fore Kazıklı  
Duvarlar

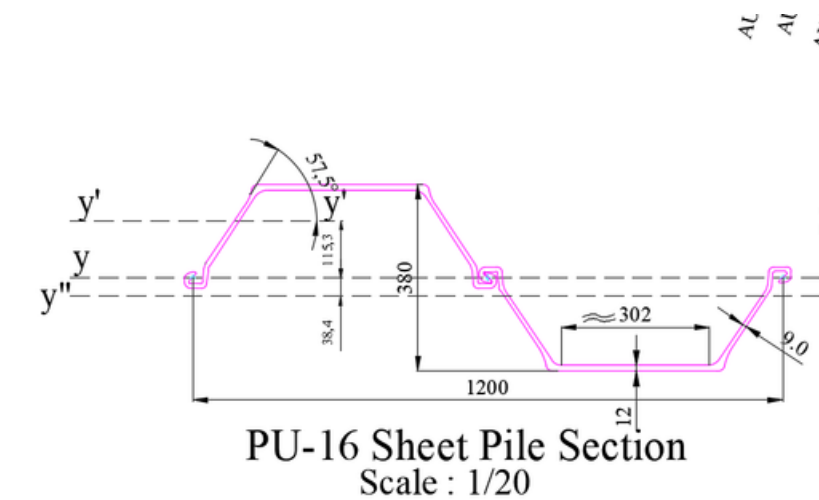
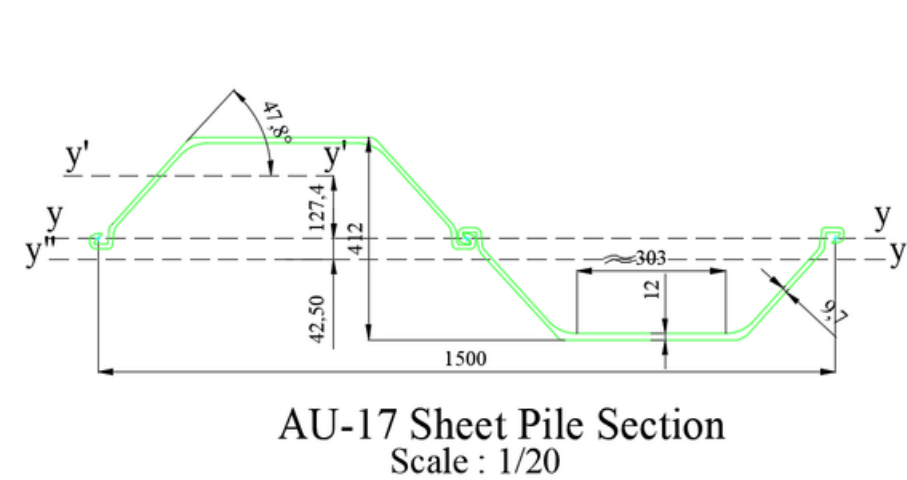
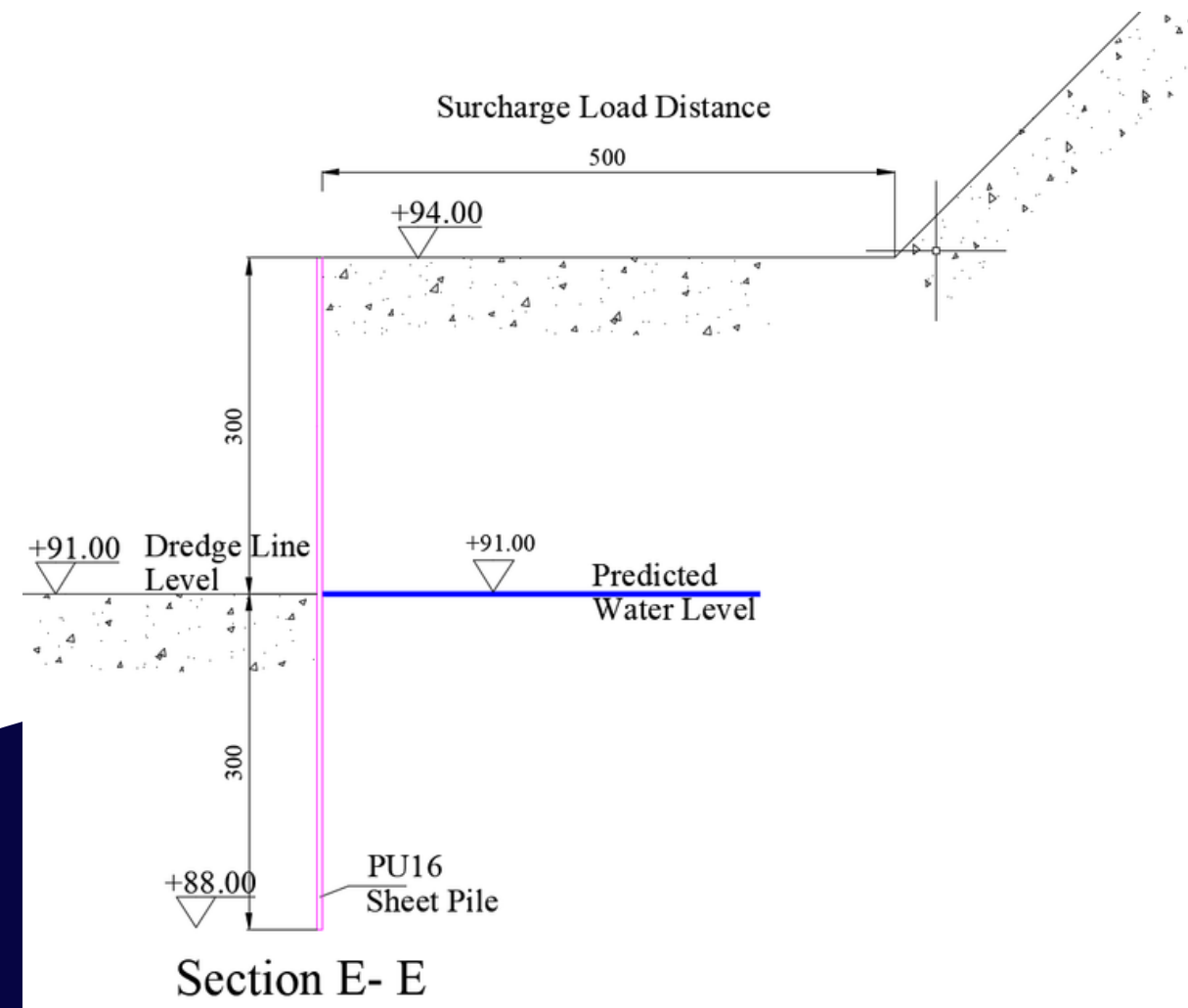


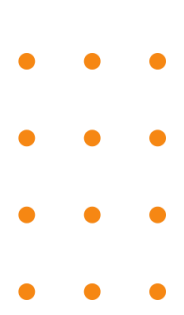
Şekil. Konsol Çerçeve Fore Kazıklı Duvarlar

## 2. Çelik Palplanşlar (Cantilever Sheet Piles)

Kıyı yapılarında, nehir kenarlarında veya su seviyesi yüksek zeminlerde sığ kazılar için tercih edilir.

- Uygulama: Birbirine kenetlenen "Z" veya "U" tipi çelik levhalar vibrasyon veya çakma yöntemiyle zemine sürülür.
- Mekanizma: Çeliğin yüksek çekme ve eğilme dayanımı sayesinde ince kesitlerle toprak yükü taşınır. Esnek (flexible) yapısı nedeniyle betonarmeye göre daha fazla yatay yer değiştirme yapabilir.



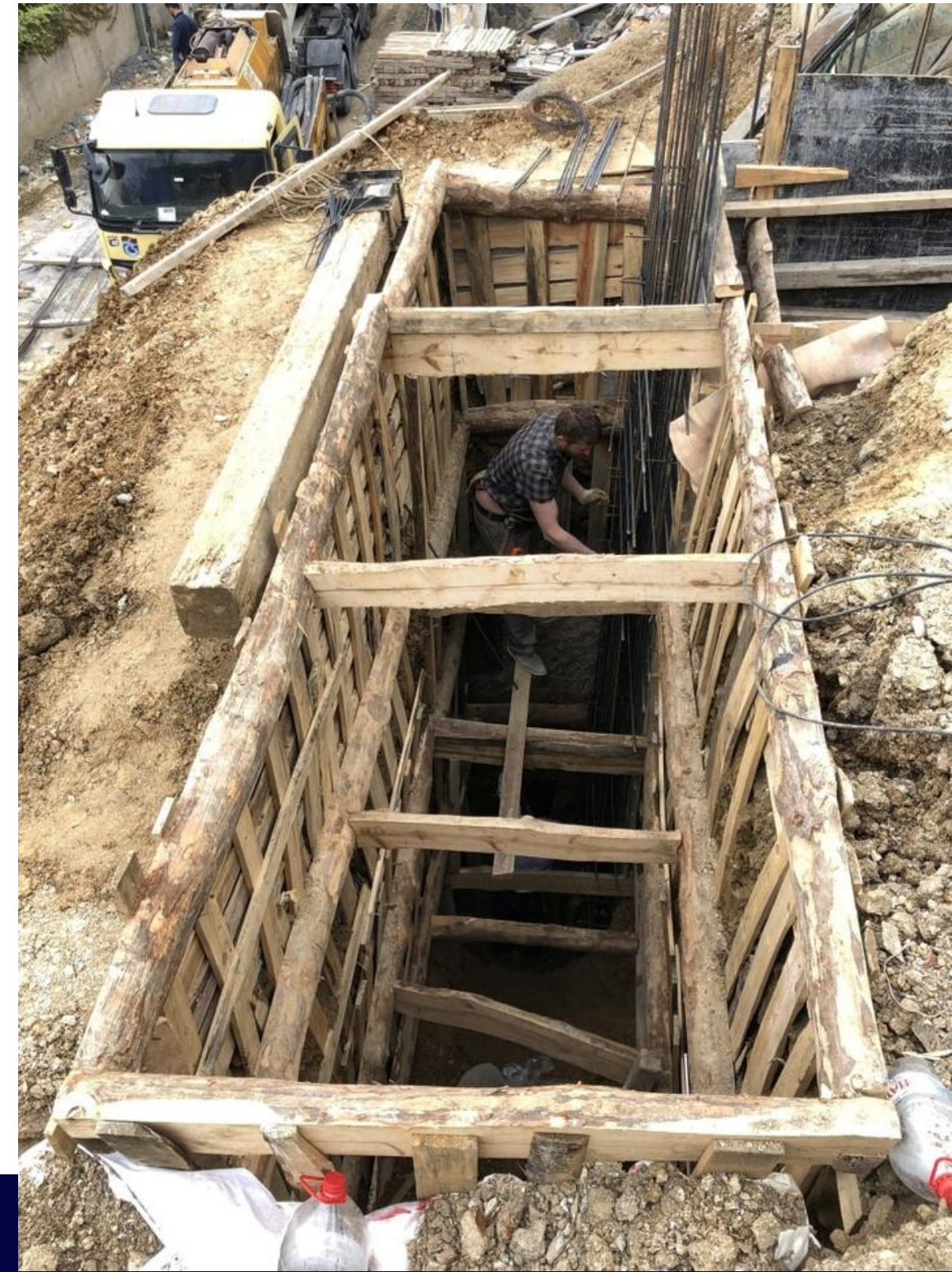
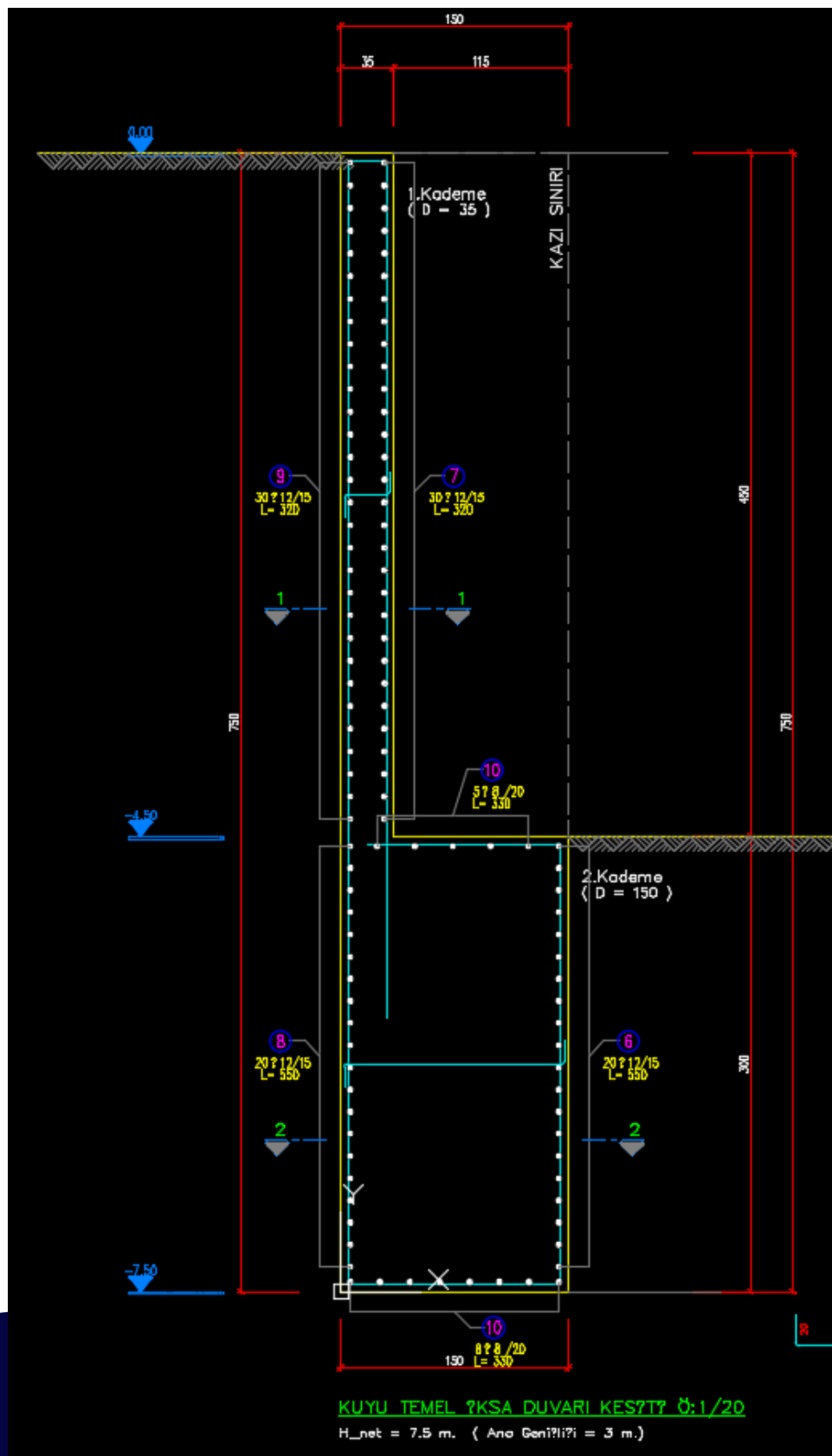


**KSSE shorts sheep pile**

### 3.KUYU PERDE SİSTEMİ

Kuyu perdeleri, genellikle makine parkurunun giremediği dar alanlarda veya zeminin fore kazık makinesine müsaade etmediği (örneğin aşırı sert kaya veya çok dar sokaklar) durumlarda, bodrum katlarda minimum yer kaybının tercih edildiği durumlarda imal edilmektedir.

- Yapım Yöntemi: Kazı, yukarıdan aşağıya doğru belirli genişlikteki (genellikle 2-3 metre) anolar (dilimler) halinde yapılır. Her kademedede donatı yerleştirilir ve beton dökülür.
- Konsol Çalışma Karakteri: Kuyu perdeleri, derinlikleri genellikle 6-8 metreyi geçmediği sürece konsol olarak tasarlanır. Duvarın genişliği ve kalınlığı, fore kazığa göre daha fazla rijitlik sağlayabilir.
- Soket Etkisi: Tıpkı fore kazıklarda olduğu gibi, kuyu perdelerinin de kazı tabanı altında bir soket boyu (gömülme derinliği) bulunur. Konsol çalışma bu soket kısmının sağladığı pasif dirençle mümkün olur.



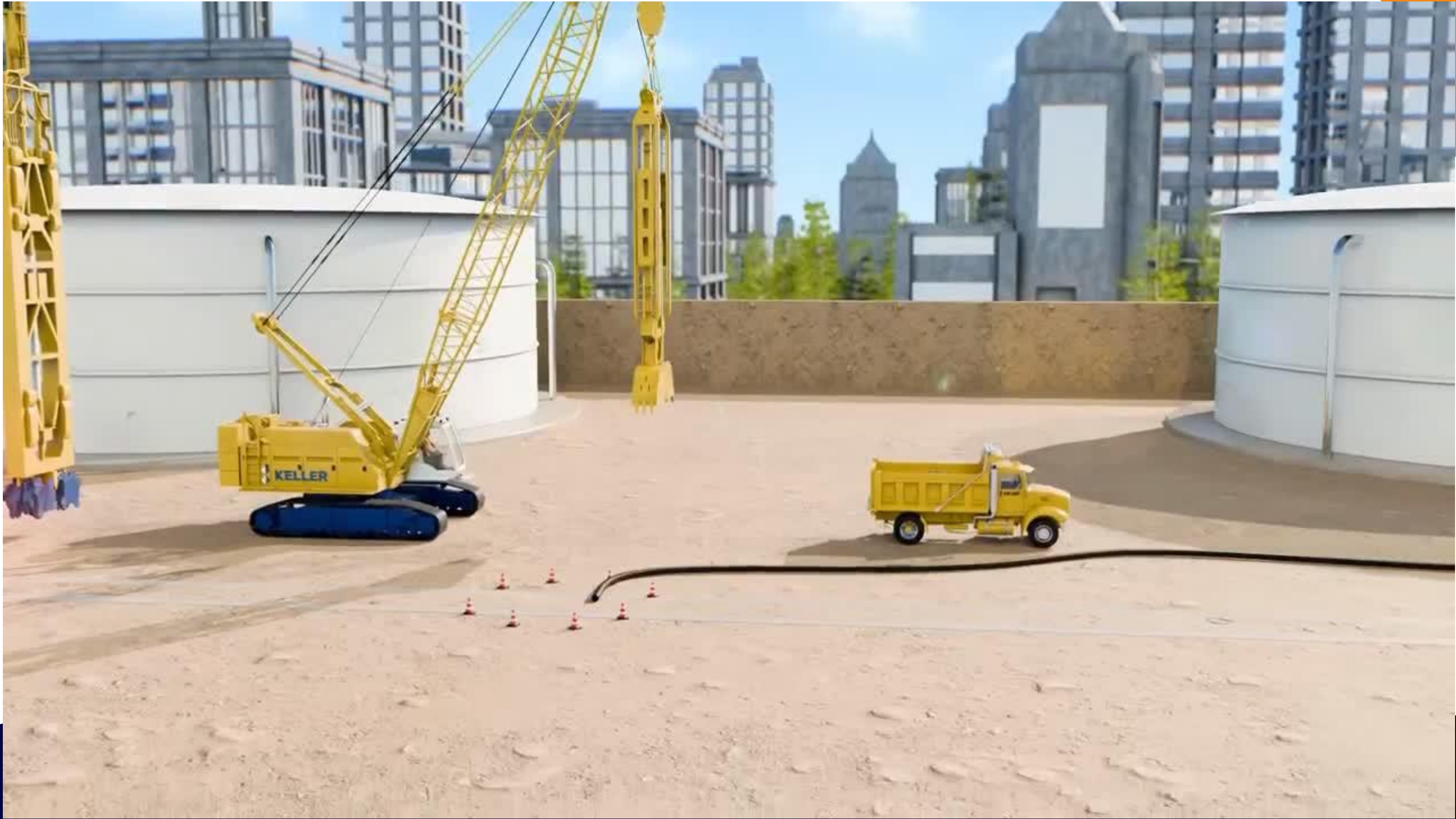
Şekil. Kuyu Perde İmalatı

#### 4.Diyafram duvarlar (diaphragm walls / slurry walls)

İksa mühendisliğinin en üst segmenti olarak kabul edilir. Konsol olarak kullanıldıklarında, diğer sistemlerin (fore kazık, kuyu perde, Berlin duvarı vb.) yetersiz kaldığı aşırı yüksek yanal yükler ve sızdırmazlık gerektiren durumlar için rakipsizdirler.

Diyafram duvarların "konsol" olarak fore kazıklardan daha performanslı olmasının temel sebebi, atalet momentidir.

- Fore kazıklar dairesel kesitlidir ve aralarında zayıf noktalar (derzler) bulunur.
- Diyafram duvarlar ise sürekli, dikdörtgen ve masif bir betonarme panel yapısındadır.
- Dikdörtgen kesitli bir panelin eğilme eksenindeki atalet momenti, aynı miktarda beton kullanılan dairesel kazığa göre çok daha yüksektir. Bu da sistemin eğilme rijitliğini (EI) maksimize ederek, ankraj desteği olmadan daha az sehim (deformasyon) yapmasını sağlar.



# Konsol İksa Sistemlerini Hangi Koşullarda Tercih Etmeliyiz?

## 1. Kazı Derinliği Sınırı

- Ekonomik ve Teknik Derinlik: Konsol sistemler genellikle 4 ile 6 metre arasındaki kazı derinliklerinde tercih edilir.
- Derinlik Artışı: Kazı derinliği arttıkça moment kolu büyüdüğü için kesit ihtiyaçları ve deformasyonlar üstel olarak artar. 6 metreden sonra genellikle ankrajlı sistemlere geçiş yapılır.

## 2. Zemin Parametreleri

- Pasif Direnç: Konsol sistemin devrilmemesi için kazı tabanı altındaki zeminin (soket bölgesi) yüksek pasif dirence sahip olması gerekir.
- Zemin Türü: Sıkı kumlar, çakıllar veya sert killer konsol iksa sistemleri için uygundur. Çok yumuşak killerde veya gevşek dolgu zeminlerde gerekli yatay direnç istenildiği şekilde sağlanamayacağı için soket boyunun artırılması, soket bölgesinde ıslah çalışmalarının yapılması gerekebilir ekonomik çözüm olmaktan uzaklaşabilir.

## 3. Deplasman ve Çevre Yapı Hassasiyeti

- Yatay Hareket: Konsol sistemler doğası gereği en uç noktada (kazı üstünde) maksimum yer değiştirme yapar.
- Komşu Parsel Durumu: Eğer kazı bitişiğinde deformasyona karşı çok hassas bir tarihi yapı, raylı sistem veya ağır bir bina varsa, konsol sistemin yapacağı sehim (displacement) bu yapılar için risk oluşturabilir. Bu durumda kazı sığ olsa bile daha rijit (destekli) sistemler seçilmelidir.
- Daha az kalem iş (ankraj, kuşak kirişi vb. olmadan) gerektirdiği için lojistik olarak daha pratiktir.

# • • • • **Konsol İksa Sistemlerini Hangi Koşullarda Tercih Etmeliyiz?** • • •

## • • • **4. Ankraj veya Payanda Yapılamama Durumları**

Konsol sistemler bazen bir tercih değil, zorunluluktur:

Altyapı Engelleri: Kazı çevresinde ankraj delgisini engelleyecek yoğun İSKİ, elektrik veya metro hatları gibi altyapıların bulunması.

Çalışma Alanı Darlığı: Kazı içinde payanda (strut) kullanımının lojistiği ve inşaatı imkansız hale getirdiği durumlar.

## **5. Yeraltı Su Seviyesi**

Yeraltı su seviyesinin yüksek olduğu durumlarda, suyun sisteme uyguladığı hidrostatik basınç konsol duvar üzerindeki yükü ciddi oranda artırır. Su problemi olan yerlerde konsol yapılacaksa, palplanş, kesişen kazık, Diyafram Duvar gibi sızdırmazlık özelliği olan ve su yükünü karşılayabilecek çok yüksek atalet momentine sahip kesitler seçilmelidir.

## **6. Soket (Gömülme) Derinliği Şartı**

Moment Dengesi: Konsol sistemlerde en kritik şart, kazı tabanı altında bırakılan soket boyunun , devrilme momentini karşılayacak pasif direnci oluşturabilmesidir.

Soket Oranı: Genel bir kural olarak (zemin parametrelerine bağlı değişmekle birlikte),

soket boyu genellikle kazı yüksekliğinin en az 1.0 ile 1.5 katı kadar olmalıdır. Sert kaya zeminlerde bu oran düşebilir.

## **7. Uygulama Kolaylığı ve Hız**

Siğ kazılarda ankraj germe ve bekleme süresi olmadığı için projenin hızla ilerlemesi gereken durumlarda konsol sistemler ilk tercihtir. Daha az kalem iş (ankraj, kuşak kirişi vb. olmadan) gerektirdiği için lojistik olarak daha pratiktir. • • • •  
• • • •  
• • • •  
• • • •

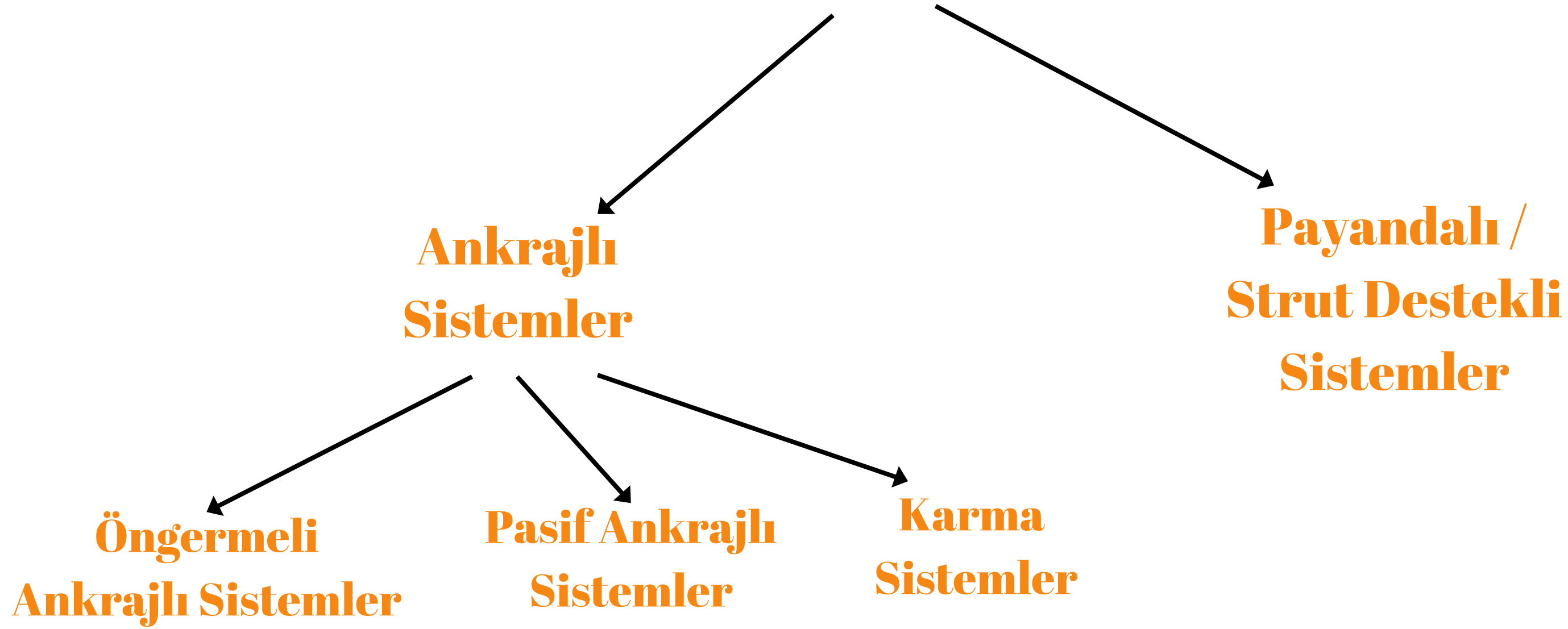
# ÇOK DESTEKLİ İKSA SİSTEMLERİ

Kazı derinliğinin konsol olarak karşılanamayacak seviyelere (genellikle 6 metrenin üzeri) ulaştığı veya çevre yapılarıdaki deformasyon riskinin çok düşük tutulması gerektiği durumlarda başvurulan mühendislik çözümleridir.

Bu sistemlerde duvar, zemin içine gömülü olan uç kısmının yanı sıra, farklı derinliklerdeki yatay desteklerle de tutulur. Böylece sistem, statik olarak bir konsol kirişten, çok açıklıklı sürekli bir kiriş modeline dönüşür.

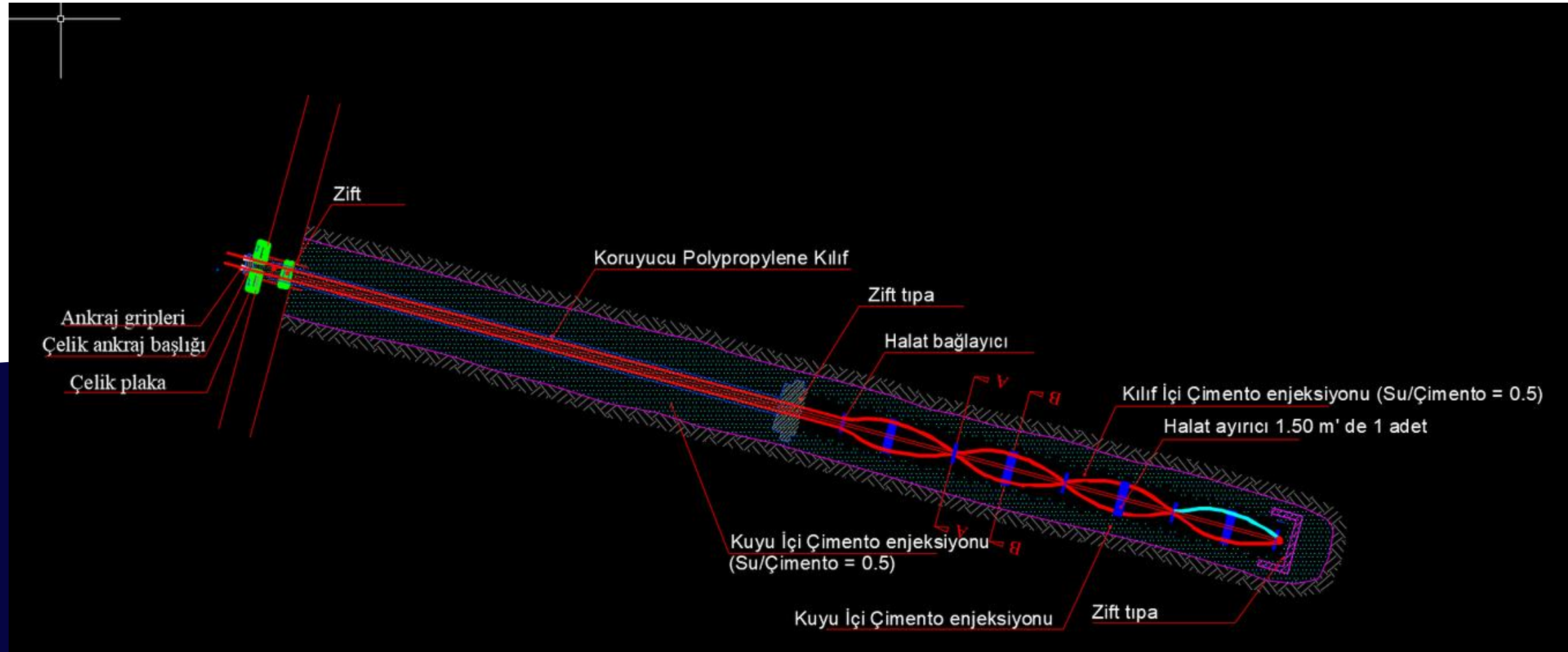
# Ankrajlı Sistemler

Çok destekli iksa sistemleri mesnetlenme koşullarına göre ikiye ayrılabilirler

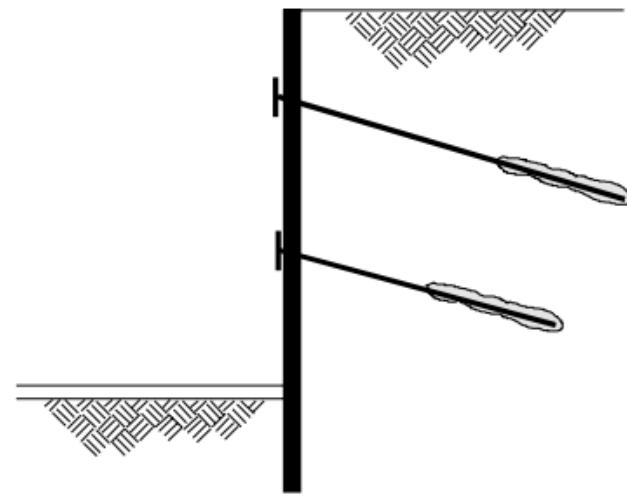


# Öngermeli Ankrajlı Sistemler

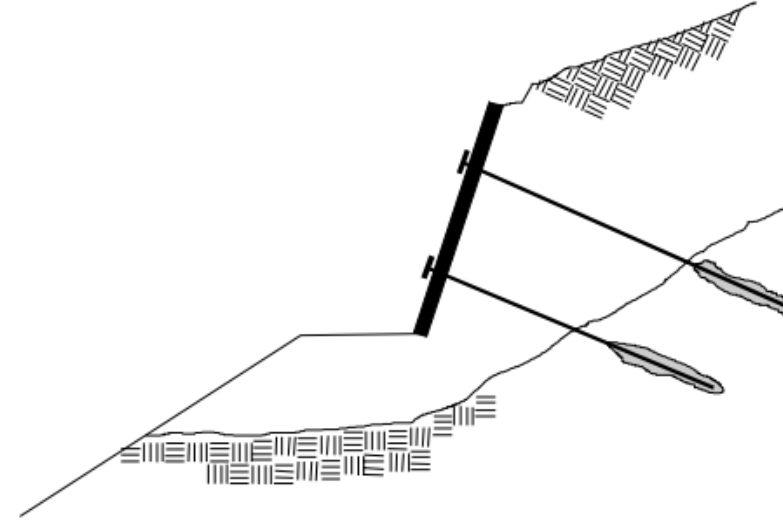
- Ön germeli ankrajlı sistemler, geoteknik mühendisliğinde "aktif iksa" olarak tanımlanan, zemin deformasyonlarını oluşmadan engellemeyi hedefleyen ileri düzey destek sistemleridir.
- Ön germeli iksa sisteminde amaç, iksa sistemine etki edecek toprak yüklerine karşı bir yük uygulanarak yüklerin karşılıklı olarak dengelenmesi ve deplasmanların sınırlandırılmasıdır.



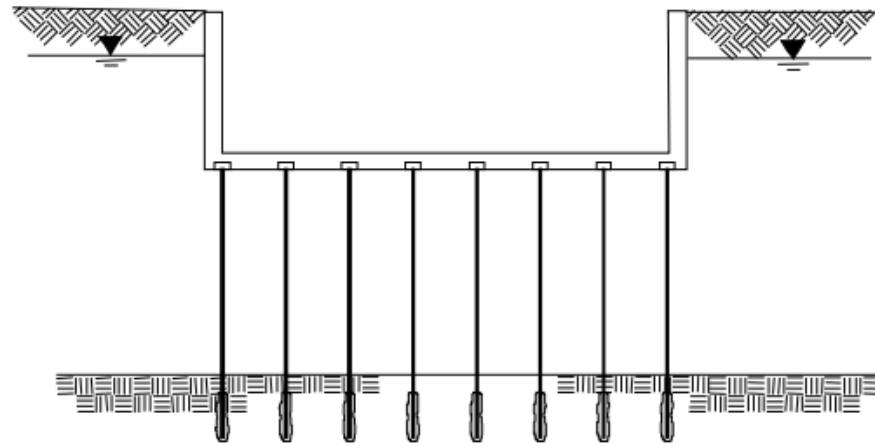




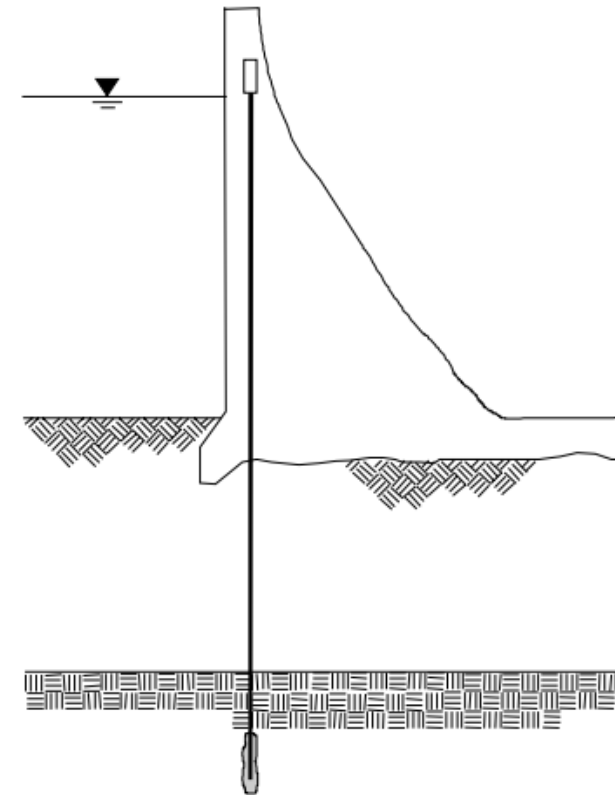
(a) Highway Retaining Wall



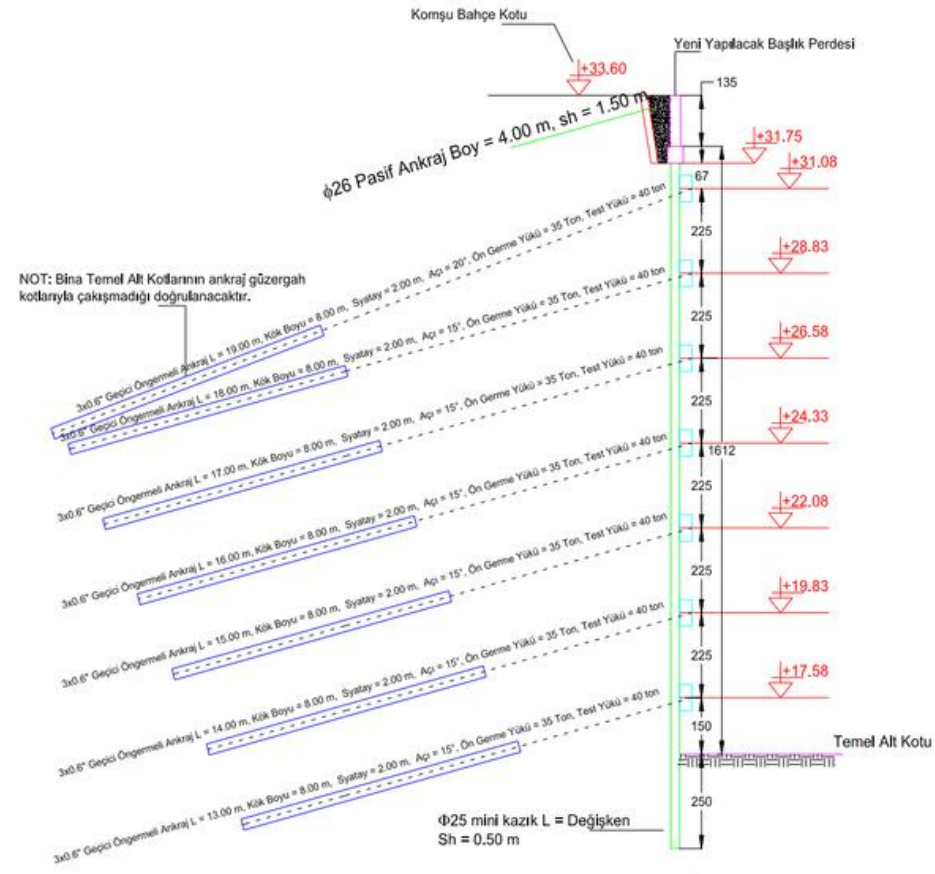
(b) Slope Stabilization



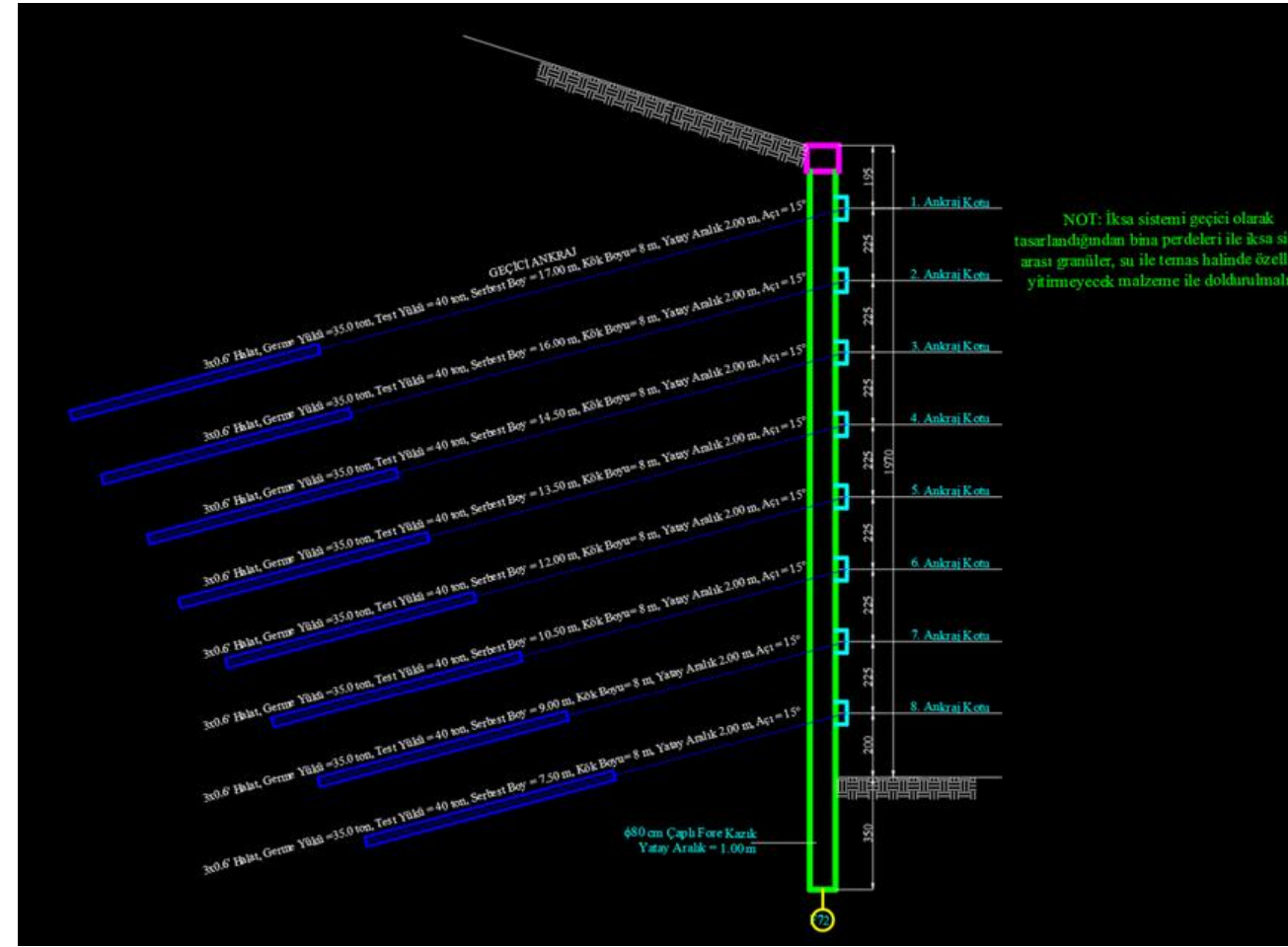
(c) Uplift Slab



(d) Concrete Dam Stabilization

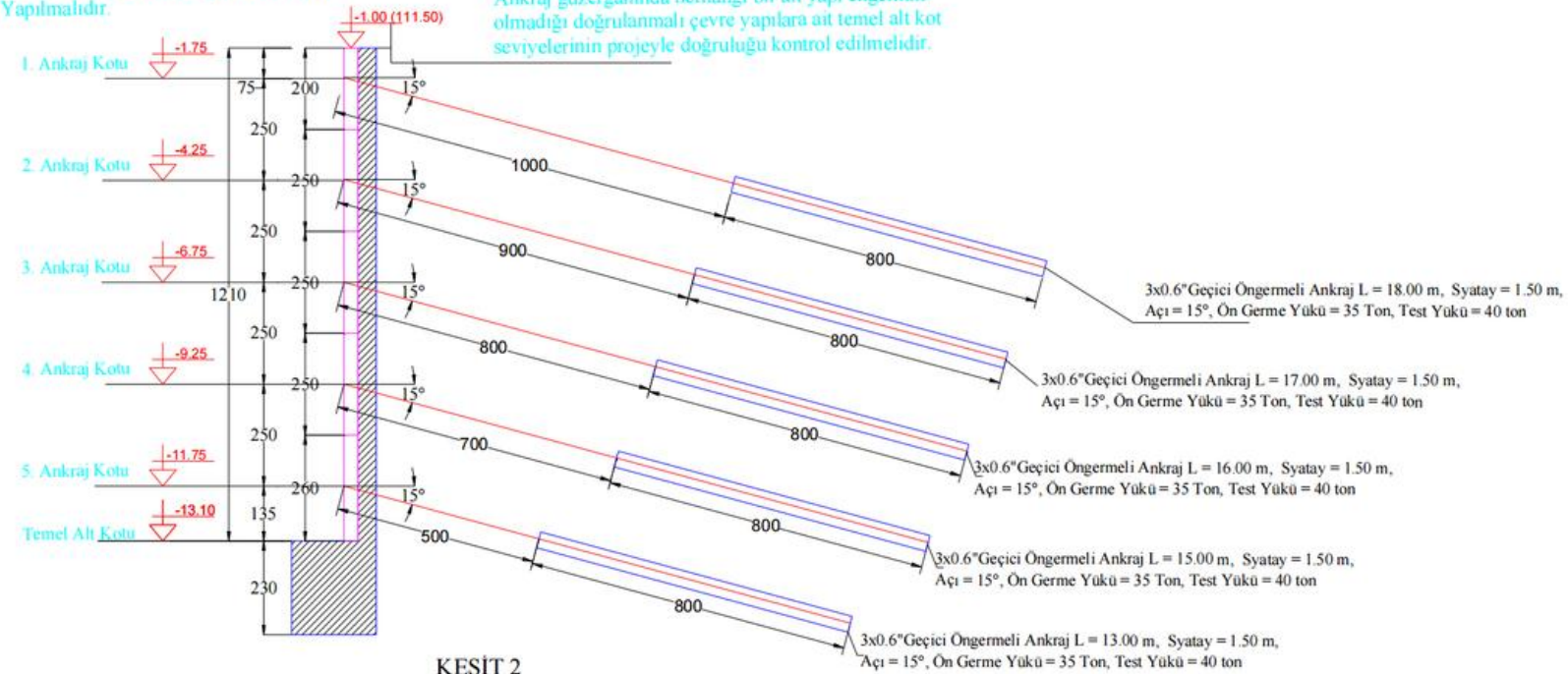


KESİT 2  
Ölçek 1/100



Kazı Sırasına Reflektörler Yardımıyla Optik Okuma Alınıp Deformasyon Kontrolleri Yapılmalıdır.

Ankraj güzergahında herhangi bir alt yapı engelinin olmadığı doğrulanmalı çevre yapılara ait temel alt kot seviyelerinin projeye doğruluğu kontrol edilmelidir.



KESİT 2  
Ölçek : 1/100



26.70 M DERİNLİĞİNDE İKSA YAPISI  
METRO YAYA BAĞLANTI TÜNELİ



## GEMLİK GÜBRE İKSA TASARIMI

İKSA PROJESİ ve MÜŞAVİRLİK HİZMETLERİ

İksa tasarımında düşey eleman olarak 100 cm çapa sahip fore kazıklar kullanılmış olup, iksa sisteminde yatay elemanlar olarak ön germeli ankrajlar ile pasif ankrajlar kullanılmıştır. KALICI İKSA SİSTEMİ DERİNLİĞİ 38 m' dir.



İKSA TASARIMI 26.00 M (FORE KAZIK + ÖN GERMELİ ANKRAJLI TASARIM)  
LC WAIKIKI ESENYURT LOJİSTİK BİNASI



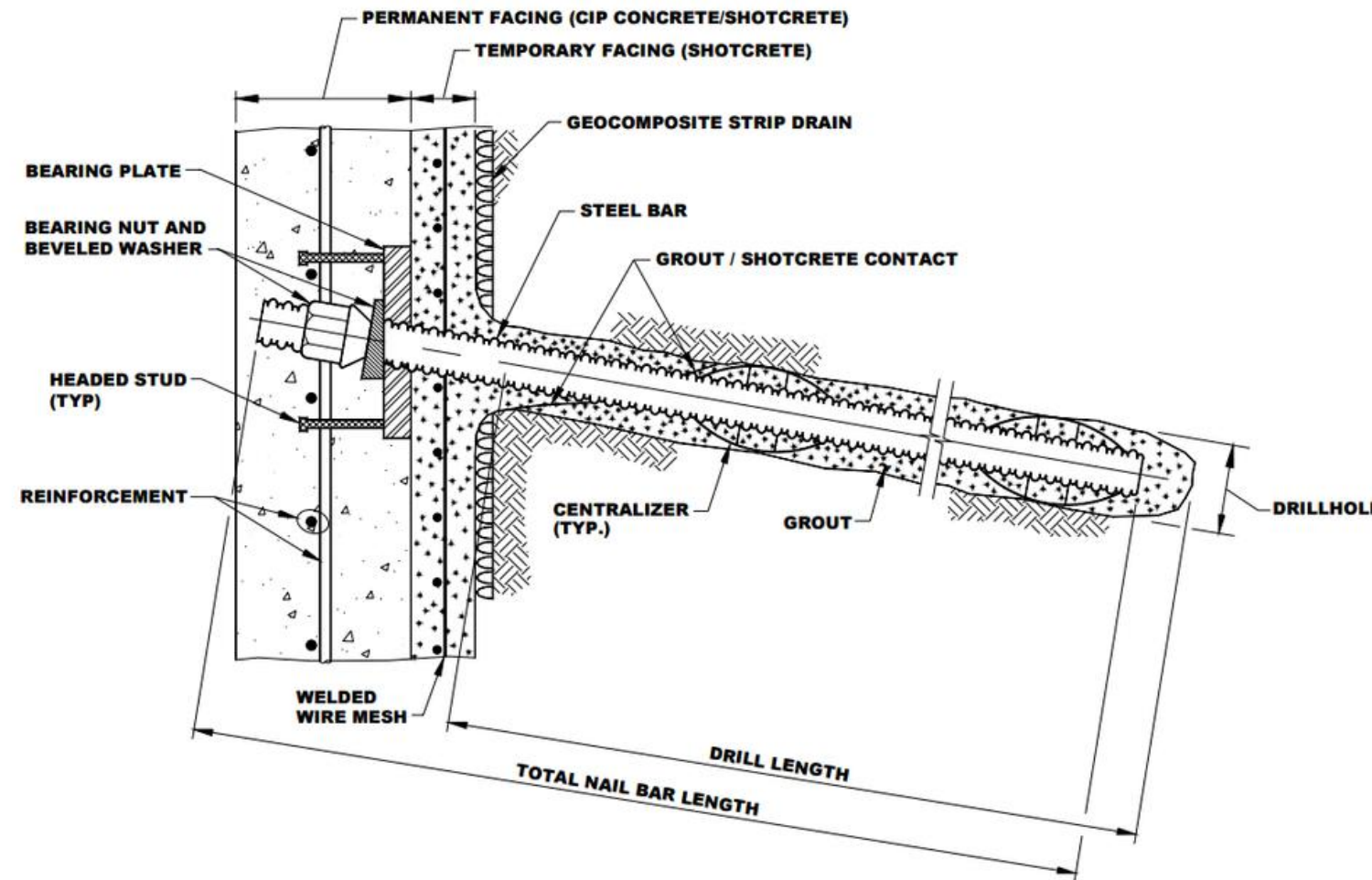
## 46.00 M DERİNLİĞİNDE İKSA YAPISI VİTAL FULYA İKSA SİSTEMİ

Müşavirlik ve kontrollük hizmetleri kapsamında iksa yapısının performans koşulları dahilinde imal ettilmesi sağlanmış, yerinde yapılan ölçümlerle ankrajların germe yükleri tespit edilmiş, iksa deplasmanları sürekli kontrol altında tutulmuştur.

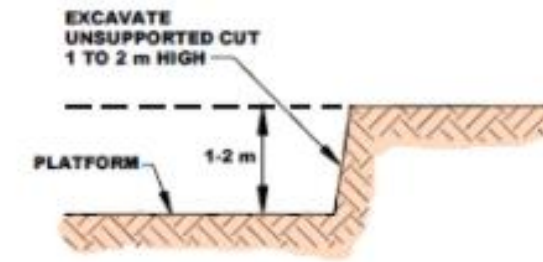
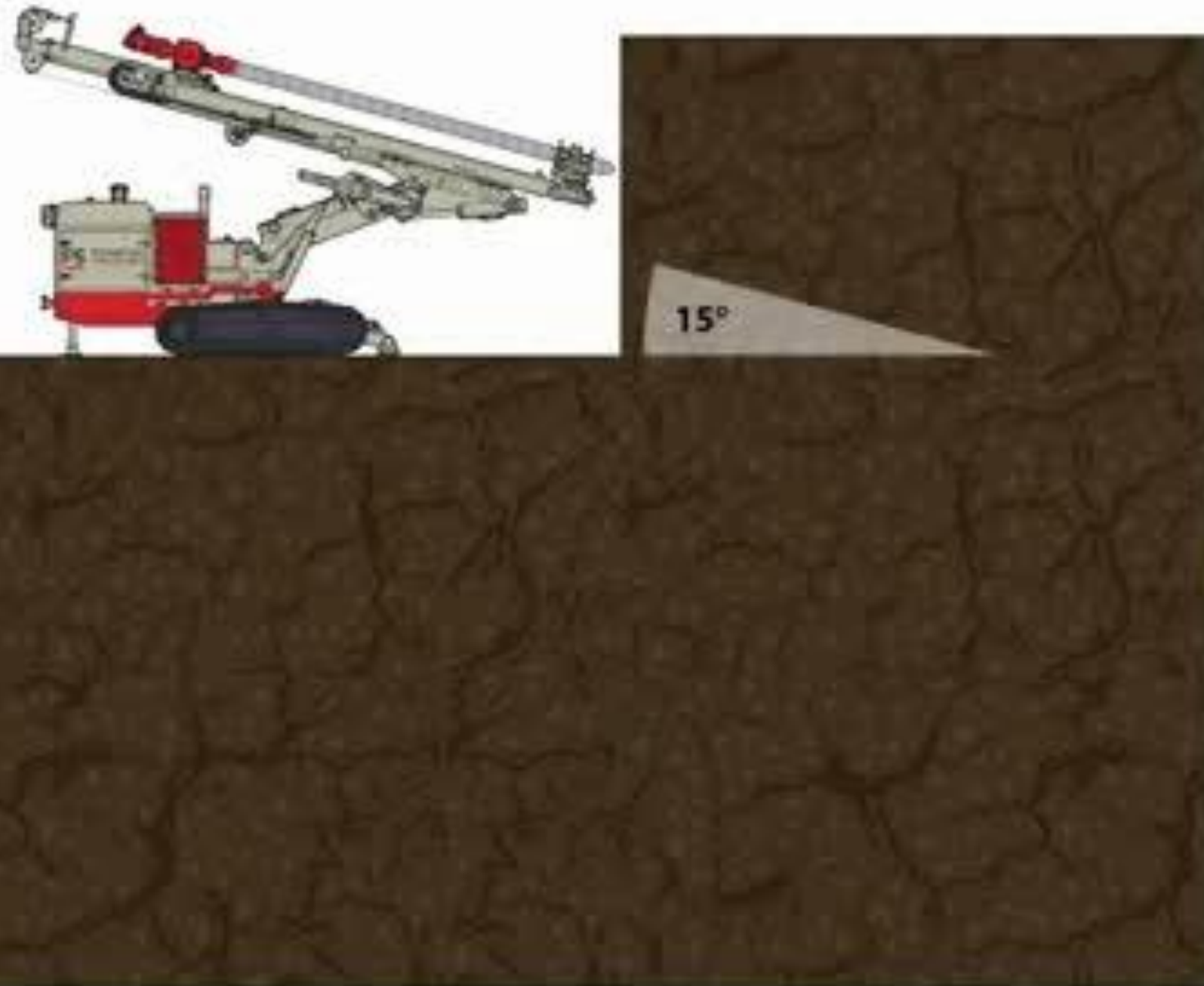
ORAL DOĞU  
İnşaat Yüksek Mühendisi

# Pasif Ankrajlı Sistemler

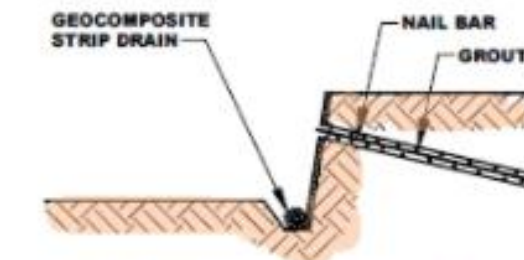
Pasif ankrajlar, kurulum aşamasında herhangi bir ön germe kuvveti uygulanmayan sistemlerdir. Bu sistemlerde dengeleyici kuvvet doğrudan değil, dolaylı yoldan elde edilir; iksa elemanlarının zemin basıncı altında öteleme (deplasman) yapmasıyla birlikte ankraj ile zemin arasında oluşan sürtünme direnci devreye girerek sistemi dengeler. Ön germeli iksa sisteminde amaç, iksa sistemine etki edecek toprak yüklerine karşı bir yük uygulanarak yüklerin karşılıklı olarak dengelenmesi ve deplasmanların sınırlandırılmasıdır. Bu nedenle pasif ankrajlarda temel prensip, kontrollü bir deplasmana izin vererek ankrajın kendi dengeleyici kuvvetini oluşturmasına imkan tanımaktır."



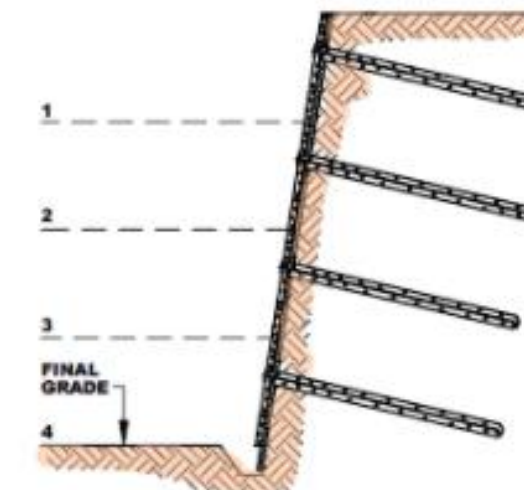
Drill Soil Nail holes to depth at 15 degree batter



STEP 1. EXCAVATE SMALL CUT



STEP 3. INSTALL AND GROUT NAIL  
(INCLUDES STRIP DRAIN INSTALLATION)



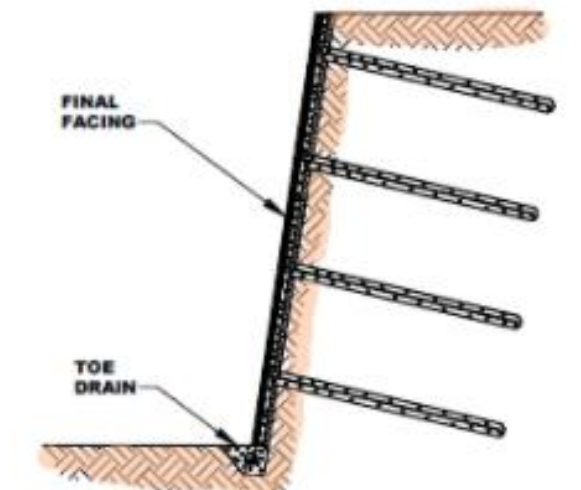
STEP 5. CONSTRUCTION OF  
SUBSEQUENT LEVELS



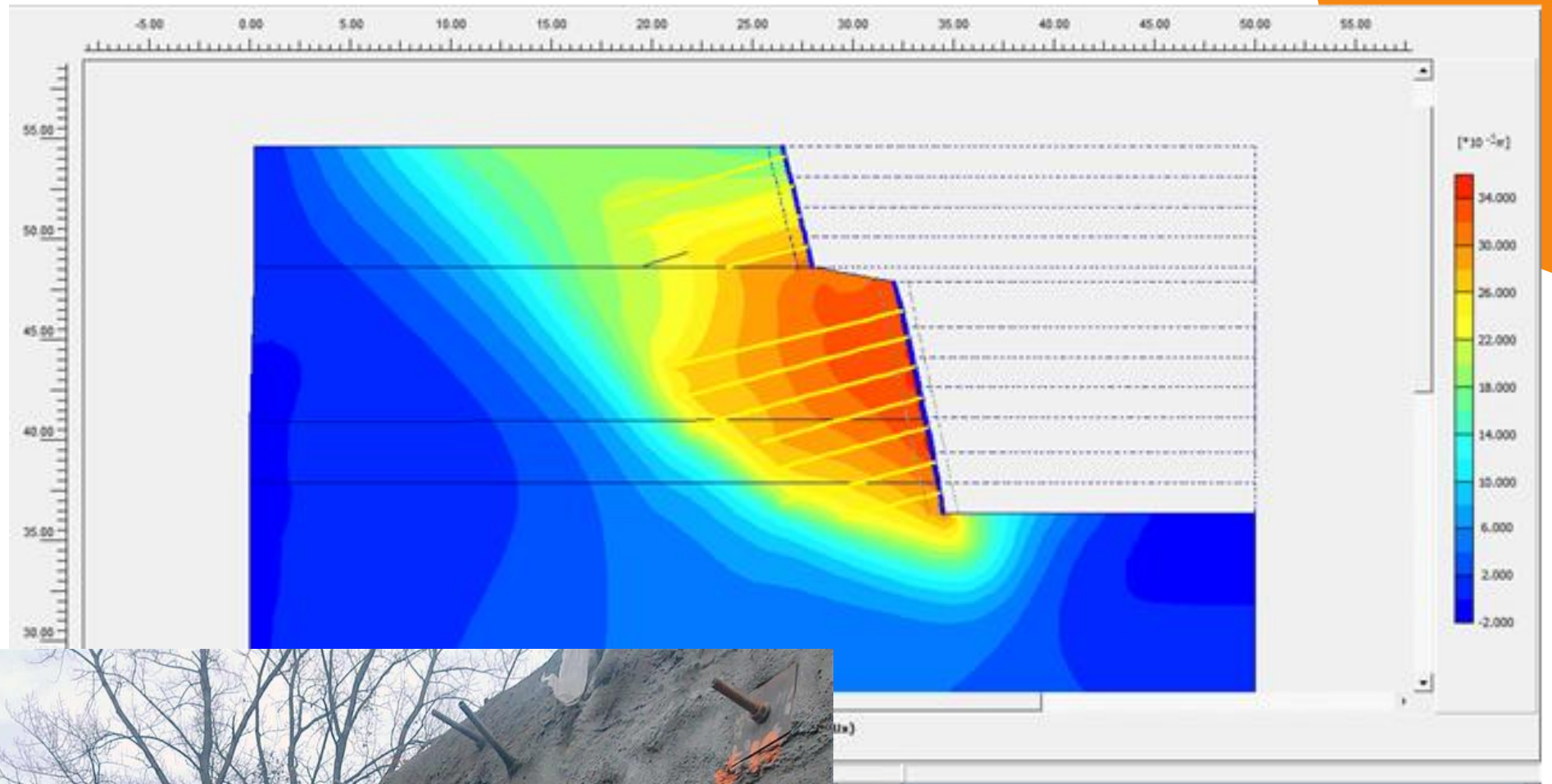
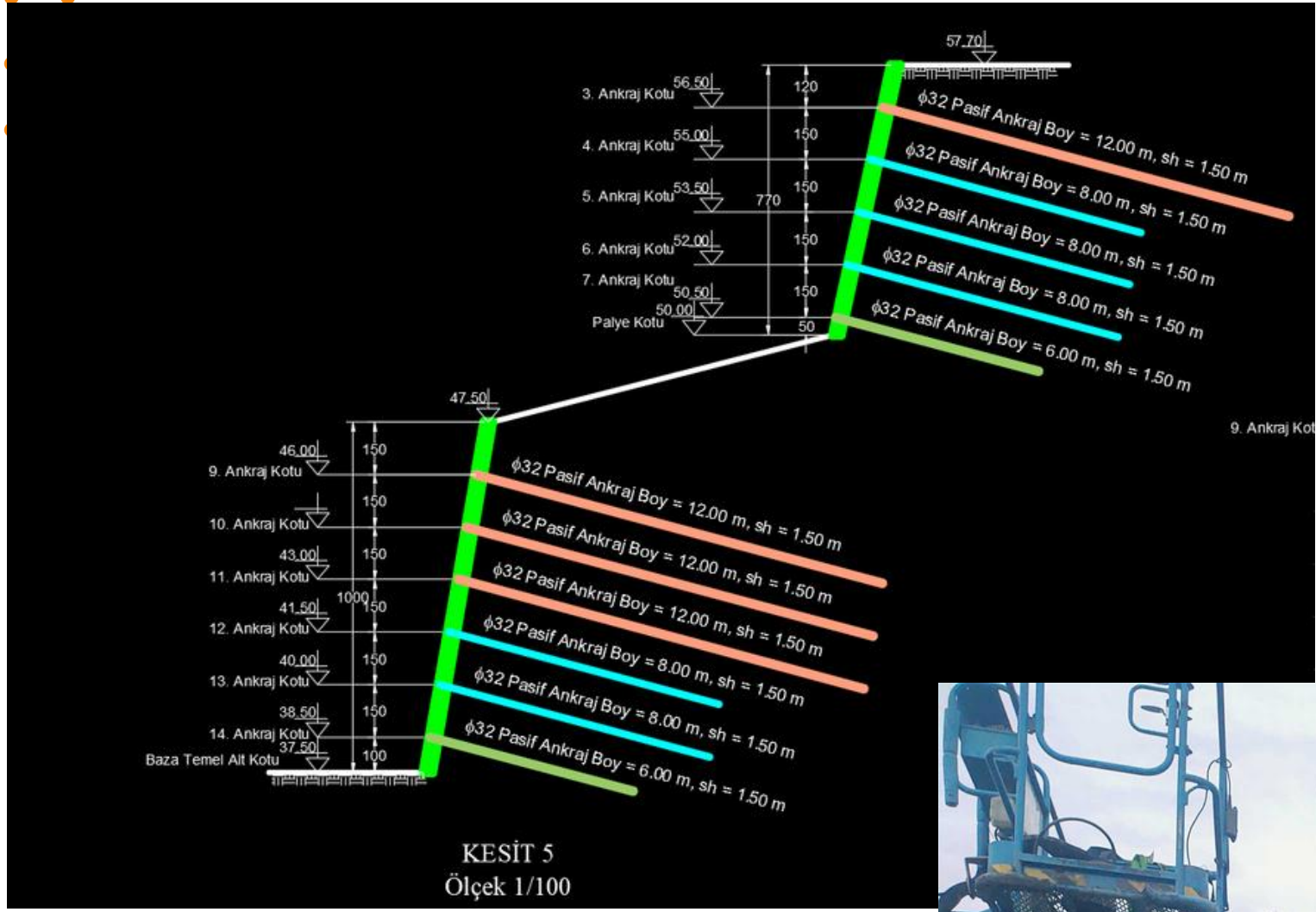
STEP 2. DRILL NAIL HOLE



STEP 4. PLACE TEMPORARY FACING  
(INCLUDES SHOTCRETE,  
REINFORCEMENT,  
BEARING PLATE, HEX NUT, AND  
WASHERS INSTALLATION)



STEP 6. PLACE FINAL FACING  
ON PERMANENT WALLS  
(INCLUDES BUILDING  
OF TOE DRAIN)





# Ön germeli ve Pasif Ankraj Sistemlerinde Tercih?

## 1. Çalışma Prensibi ve Yük Aktarımı

Bu iki sistem arasındaki en temel fark, yükün ne zaman ve nasıl mobilize olduğudur.

- Pasif Ankrajlar: Adından da anlaşılacağı gibi, yerleştirildiklerinde üzerlerinde herhangi bir yük yoktur. Sistemin çalışabilmesi için iksa duvarının zemine doğru deplasman yapması gerekir. Duvar hareket ettikçe zemin ile ankraj arasındaki sürtünme direnci devreye girmektedir.
- Ön Germeli Ankrajlar: Montaj ve enjeksiyon aşamasından sonra, özel krikolar yardımıyla projede belirlenen yük değerine kadar gerilirler. Bu sayede, zemin henüz hareket etmeden iksa sistemine aktif bir karşı kuvvet uygulanmış olmaktadır.

# Ön germeli ve Pasif Ankraj Sistemlerinde Tercih?

## 2. Deplasman Kontrolü

Mühendislik kararlarını etkileyen en kritik parametre budur.

- Pasif Ankrajlar: Kontrollü deplasmana izin veren sistemlerdir. Eğer kazı sınırında deplasmana hassas bir yapı (komşu bina, ana yol, altyapı hattı) yoksa tercih edilebilirler. "Zemin çivisi" (soil nailing) uygulamaları bu grubun en yaygın örneğidir. Kazı hattına mesafeli ve deplasman şartlarının minimize edilebileceği uzaklıkta olan yapılarda, masif kaya türü zeminlerde seçenek olarak tasarımın performans koşulları göz önüne alınarak yapılabilir.
- Ön Germeli Ankrajlar: Deplasmanları minimize etmek, hatta neredeyse sıfıra indirmek için kullanılır. Şehir içi derin kazılarda, komşu parseldeki yapıların güvenliğini sağlamak için geniş kapsamlı olarak kullanılmaktadırlar.

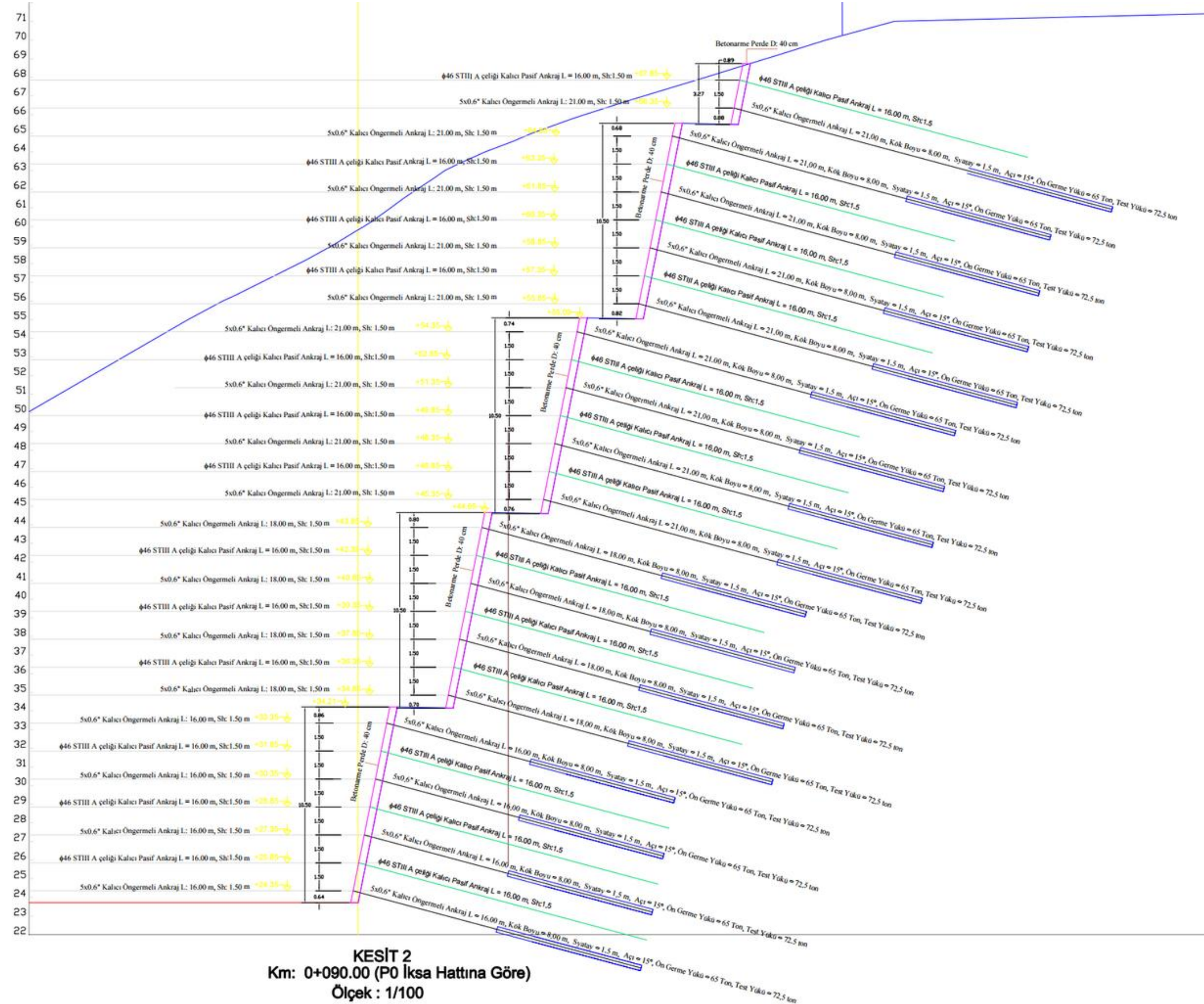
### Özetle:

Eğer bütçe kısıtlıysa ve çevrede deplasmandan etkilenecek bir unsur yoksa pasif ankrajlar verimlidir. Ancak, deplasman kontrolünün hayati olduğu, yüksek performans beklenen derin kazılarda ön germeli ankrajlar mühendislik açısından güvenli seçenektir.

# Karma Sistemler

- "Karma sistemler; ön germeli ve pasif ankrajların sinerjisi üzerine kuruludur. Buradaki temel mühendislik yaklaşımı, ön germeli ankrajlar ile sistemin başlangıçtaki deplasmanlarını sınırlandırmak, pasif ankrajlar ile de sistemin toplam yük taşıma kapasitesini ve yedekliliğini artırmaktır.
- İksa yüzeyindeki yatay zemin itkisi arttıkça veya sistem beklenmedik bir deformasyon eğilimine girdiğinde, pasif elemanlar üzerindeki sürtünme direnci artarak yükü üzerine almaya başlar, pasif ankrajlar, sistemin limit yüklerdeki esnekliğini ve güvenliğini sağlayan "sigorta" görevi görür.

# Karma Sistemler

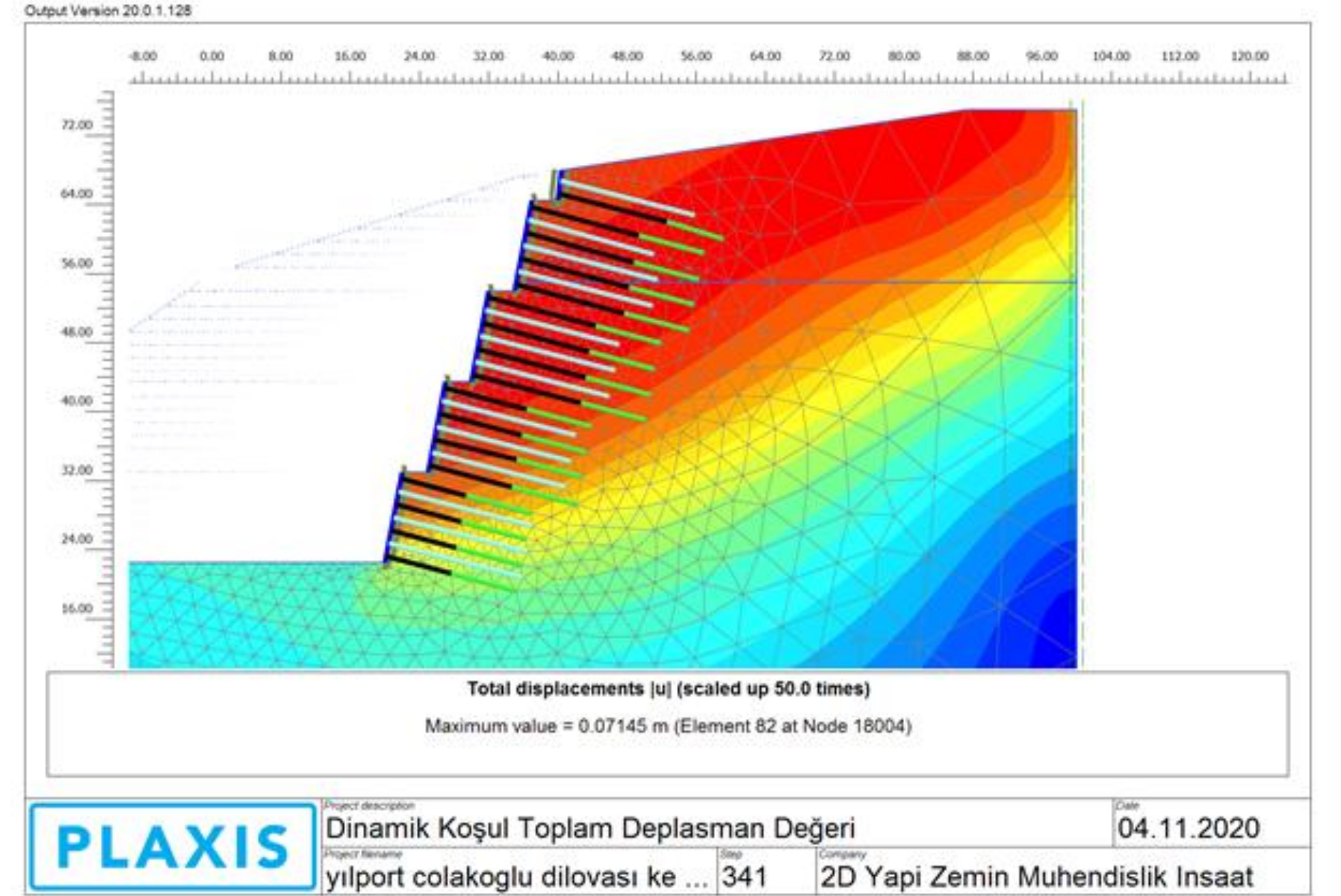
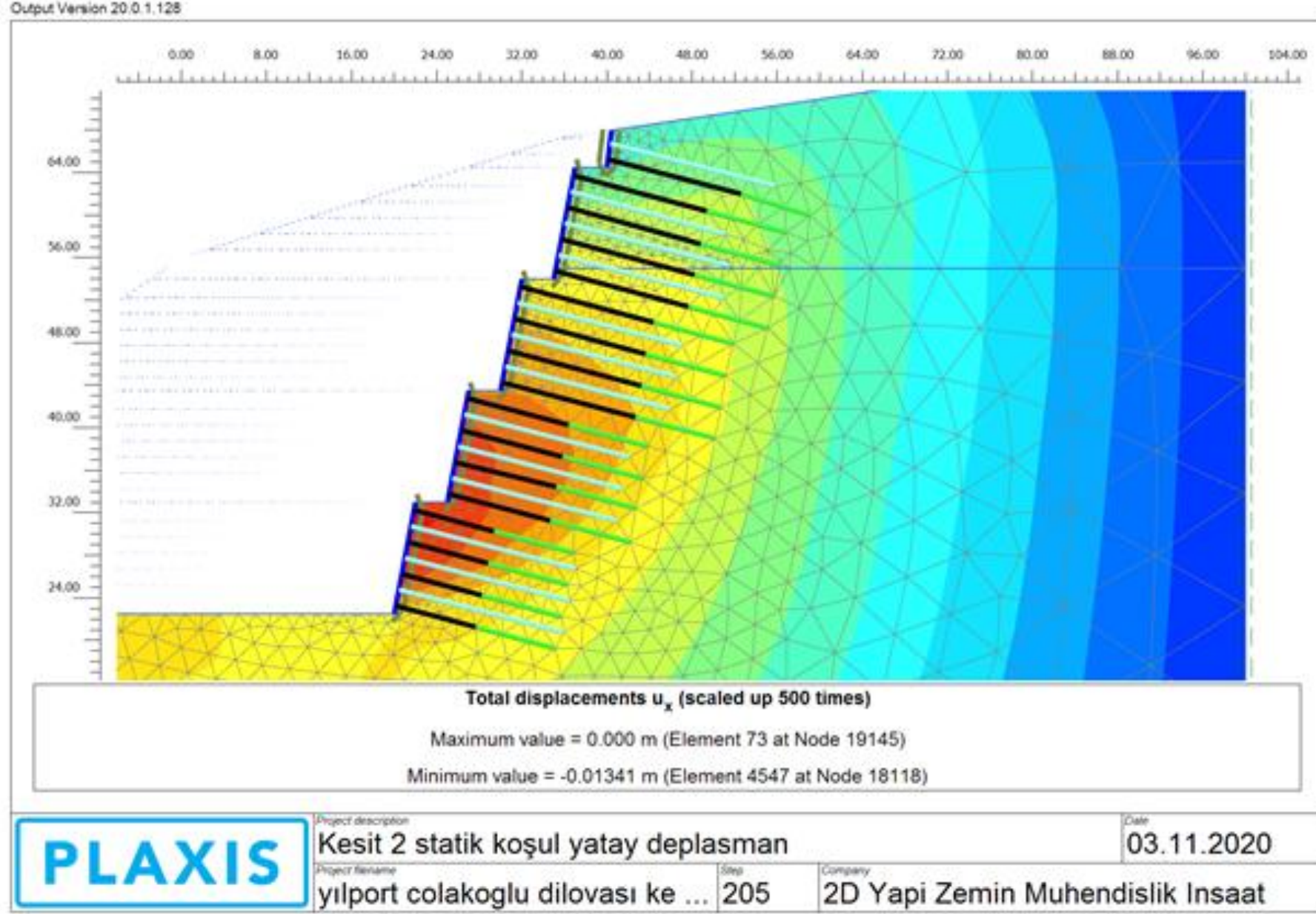




**Şekil. Gebze Yılport - Çolakoğlu Ulaşım Yolu 48 m Kalıcı İksa Yapısı**

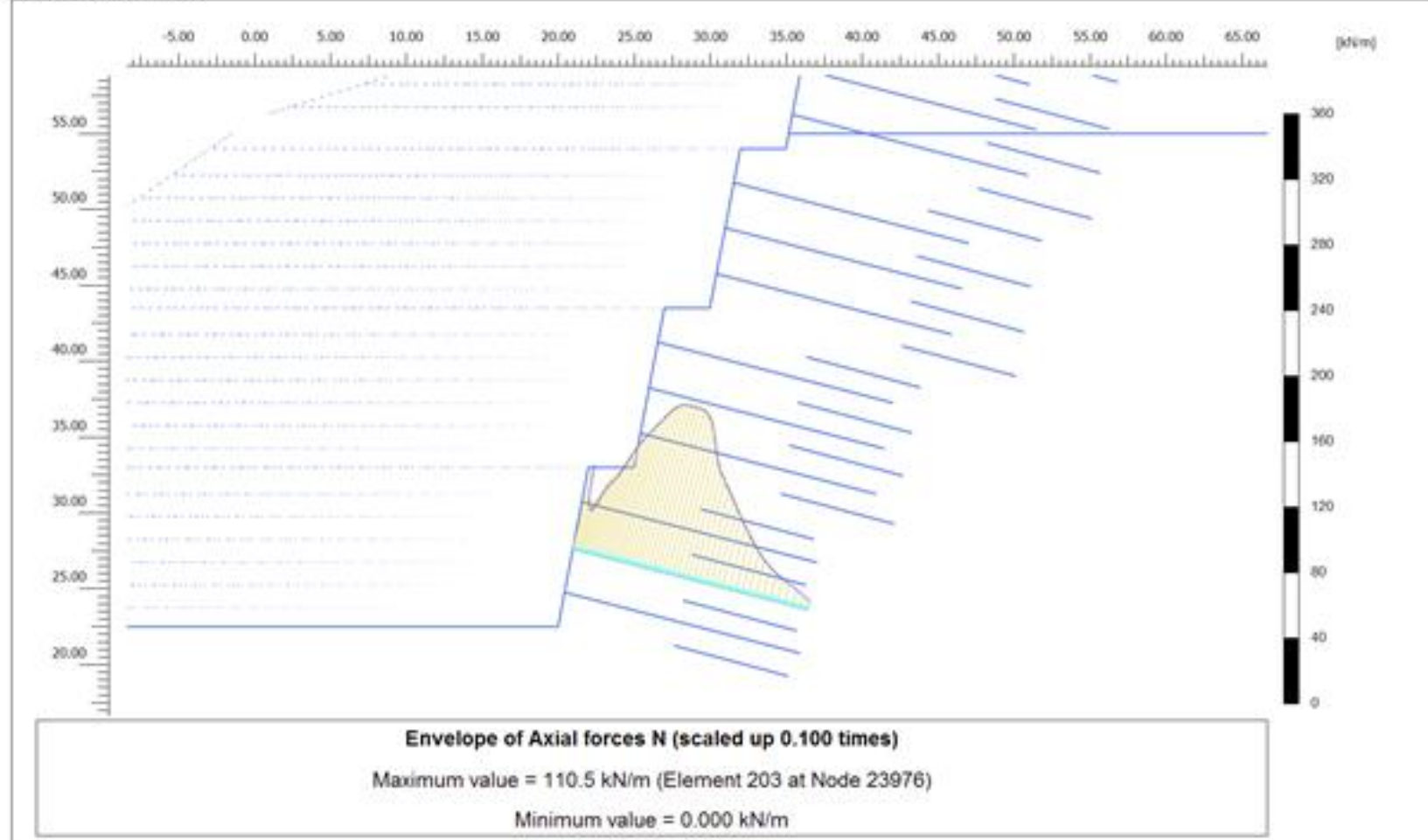


**Şekil. Gebze Yılport - Çolakoğlu Ulaşım Yolu 48 m Kalıcı İksa Yapısı**



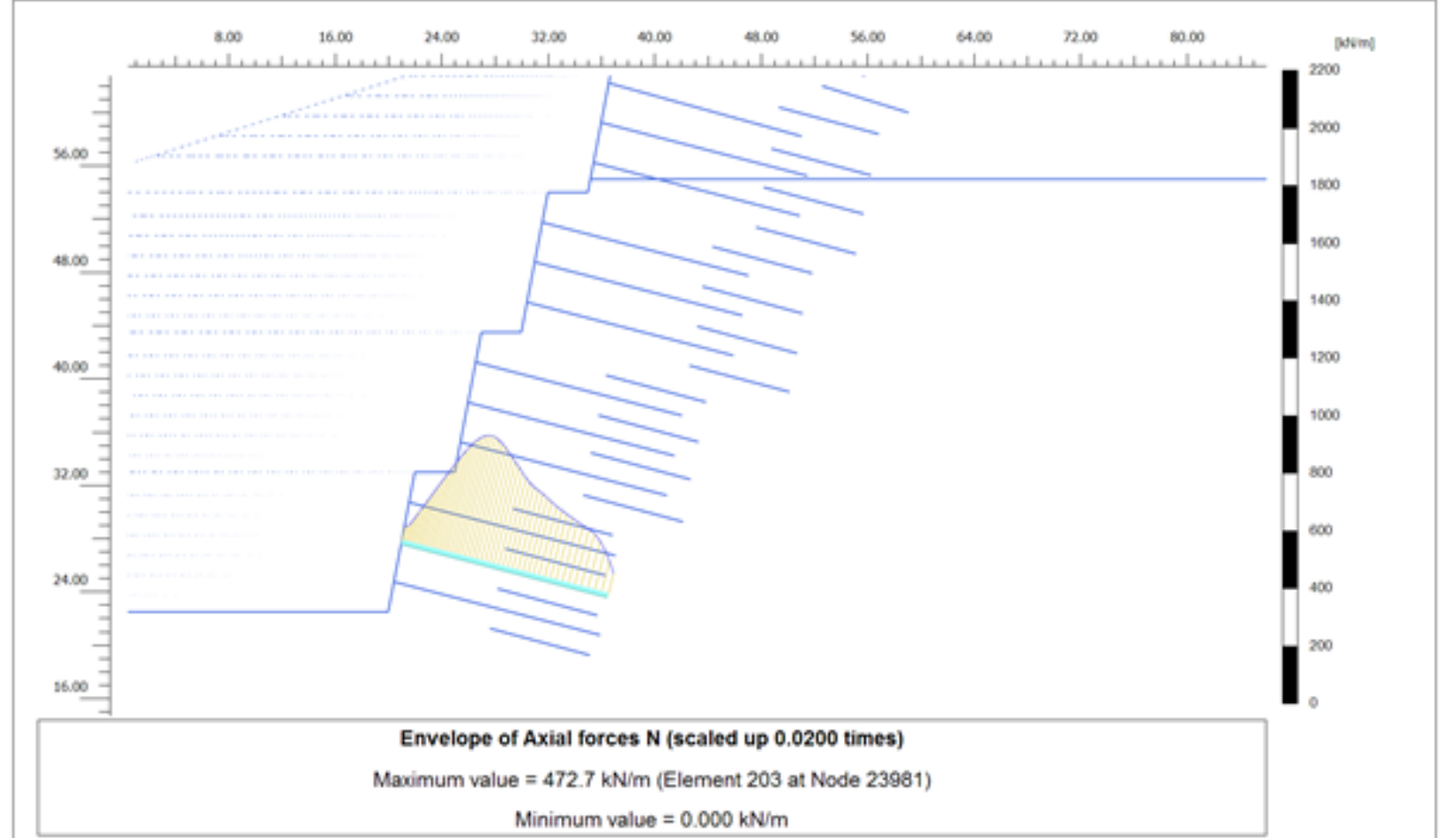
**Şekil. Gebze Yılport - Çolakoğlu Ulaşım Yolu 48 m Kalıcı İksa Yapısı**

Output Version 20.0.1.128



<b>PLAXIS</b>	Project description		Date
	maksimum eksenel kuvvet f46 statik koşul		04.11.2020
Project Name		Step	Company
yılport colakoglu dilovası ke ...		205	2D Yapı Zemin Muhendislik Insaat

Output Version 20.0.1.128

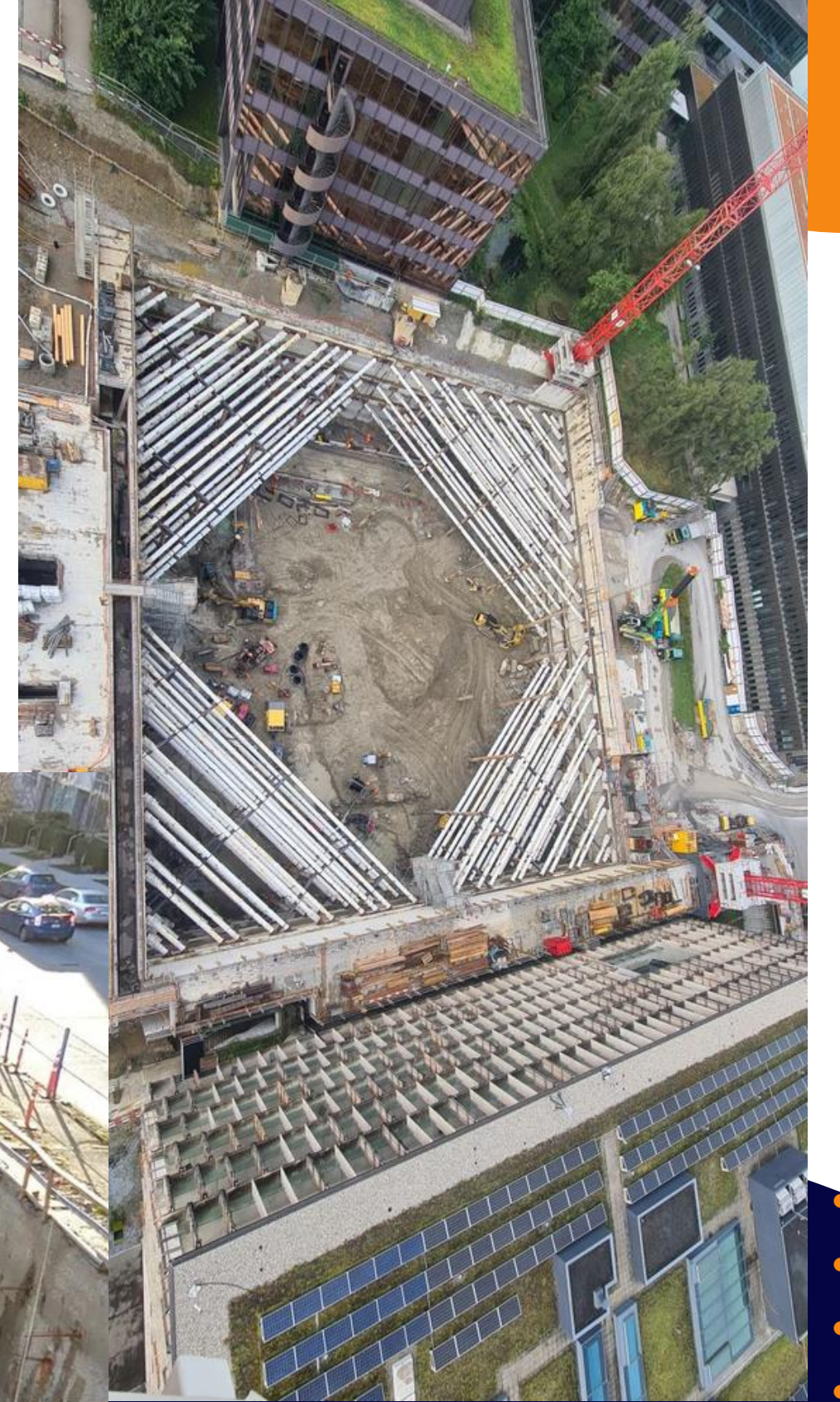


<b>PLAXIS</b>	Project description		Date
	Dinamik Koşul Maksimum Pasif Ankraj Yüğü		04.11.2020
Project Name		Step	Company
yılport colakoglu dilovası ke ...		341	2D Yapı Zemin Muhendislik Insaat

# İçten Destekli İksa Sistemleri Payandalar / Strut

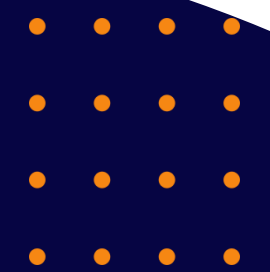
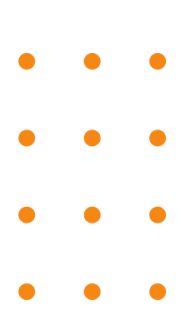
- Ankraj imalatının mümkün olmadığı (komşu parseldeki engeller, altyapı yoğunluğu veya zayıf zemin tabakaları gibi), iksa sisteminin konsol olarak çözülemediği, iksa sistemi cephe mesafelerinin, desteklemeye imkan verdiği durumlarda tercih edilmektedir
- Bu sistemlerdeki yapı elemanları, ankrajların aksine çekme değil, basınç altında çalışan rijit elemanlardır.
- İksa derinliğine bağlı olarak kademeli olarak imal edilebilirler.
- Cephelerin karşılıklı veya çapraz olarak desteklenmesinden ötürü iksa sistemindeki deplasman miktarları minimum seviyelerdedir.
- Karşılıklı cephelerin mesafelerinin 20 - 25 m' den fazla olması durumunda özel çelik çerçeve sistemleri ile desteklenmesi gerekebilir.

# İçten Destekli İksa Sistemleri Payandalar / Strut

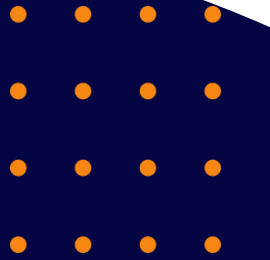
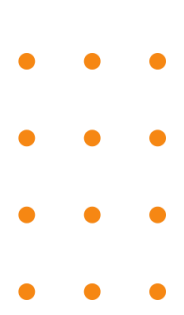


# İKSA SİSTEMLERİNDE GÖÇME KOŞULLARININ OLUŞMASI

ORAL DOĞU  
İnşaat Yüksek Mühendisi



ORAL DOĞU  
İnşaat Y¼ksek M¼hendisi



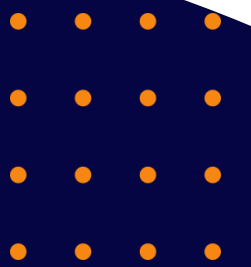
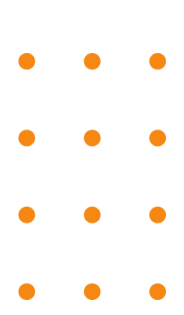
ORAL DOĞU  
İnşaat Y¼ksek M¼hendisi



Ümraniye'de  
istinat duvarı  
yıkıldı, yol çöktü

# FENERBAHÇE STADI'NİN YANINDAKİ İNŞAATTA İSTİNAT DUVARI ÇÖKTÜ





ORAL DOĞU  
İnşaat Yüksek Mühendisi

# İksa Sistemlerinde Göçmeye Etki Eden Faktörler

İksa Sistemlerinde göçme koşulunun oluşması tek bir etkene bağlı değildir. Üst üste yapılan yanlışların sonucudur.

## 1. Zemin Etüdü (Geoteknik Veri) Hataları

Tasarımın temelini oluşturan verilerin sahadaki gerçeklikten uzak olması, sistemin en baştan zayıf doğmasına neden olur. Girdi yanlış ise uygulama da ve tasarım sürecinde ortaya çıkacak sonucun iyi olması beklenemez.

- **Yetersiz Sondaj Ağı:** Sondaj sayısının veya derinliğinin yetersiz kalması sonucu kritik kayma yüzeylerinin veya ana kaya üzerindeki zayıf zonların tespit edilememesi, su seviyesinin tespit edilememesi vb.
- **Temsili Olmayan Laboratuvar Verileri:** Örselenmiş numuneler üzerinden yapılan testlerle kohezyon (c) ve içsel sürtünme açısı (phi) parametrelerinin gereğinden yüksek (iyimser) hesaplanması. Sahada yapılacak deneylerin yetersiz olması, göz ardı edilmesi hiç deney programına alınmaması.
- **Zayıf Zonların Atlanması:** Zemin profili içindeki kil cepleri, kum mercekleri veya fay kırıklarının tespit edilememesi.
- **Parametre Yorumlama Hatası:** Özellikle kil zeminlerde kısa ve uzun dönem stabilite analizleri için efektif ve toplam gerilme parametrelerinin, birimlere ait elastisite modüllerinin hatalı seçimi.

# İksa Sistemlerinde Göçmeye Zemin Hazırlayan Etkenler

İksa Sistemlerinde göçme koşulunun oluşması tek bir etkene bağlı değildir. Üst üste yapılan yanlışların sonucudur.

## 2. Belirlenemeyen (Öngörülemeyen) Su Etkisi

İksa sistemlerinin en büyük gizli düşmanı sudur; statik dengeyi aniden bozabilir.

- **Hidrostatik Basınç Birikimi:** Drenaj sistemlerinin yetersizliği veya tıkanması sonucu, iksa arkasında biriken suyun yatay toprak itkisine ek olarak devasa bir su basıncı oluşturması. Uygulamada iksa elemanları üzerinde hesaplanmayan bir yükün olması.
- **Mevsimsel YASS Değişimleri:** Geoteknik raporda yeraltı su seviyesinin yaz aylarındaki düşük kotunun baz alınması, kışın yükselen suyun hesaba katılmaması.
- **Borulanma (Piping) Etkisi:** Kazı tabanından veya duvar arkasından suyun ince malzemeyi taşıyarak boşluklar (sifon etkisi) yaratması. İksa sistemindeki elemanlarında ki iç stabilitenin ortadan kalkması.

# İksa Sistemlerinde Göçmeye Zemin Hazırlayan Etkenler

İksa Sistemlerinde göçme koşulunun oluşması tek bir etkene bağlı değildir. Üst üste yapılan yanlışların sonucudur.

## 3. Tasarım ve Projelendirme Eksiklikleri

- İksa sistemlerinde ki kurgunun en baştan yanlış tasarlanması, uygulamanın doğru yapıldığı koşulda bile sonucun göçmeyle karşı karşıya kalınmasına sebebiyet verebilmektedir.
- **Sürşarj Yüklerinin İhmali:** Kazı kenarındaki hareketli yüklerin, Komşu parsellerdeki sığ veya derin temellerin, iksa duvarına baskı yapan "aktif kama" üzerine bindirdiği ek gerilmelerin modele yansıtılmaması. Şantiye ortamındaki stoklama sahalarının, kule vinç yüklerinin, hareketli ve dinamik yükler ile iksa üzerinde bulunan şev yükleri gibi benzeri yüklerin iksa sistemlerinde hesaba katılmaması,
- **Aşamalı Kazı Hataları:** Kazı sürecinin tek bir aşama gibi düşünülmesi, iksada en gayri müsait koşulların kazı tabanına ulaşıldığında ortaya çıktığının düşünülmesi,
- **Ankraj Geometrisi ve Kök Bölgesi Hataları:** Ankrajların toprağa tutunan kısmının (kök boyu) veya pasif ankrajların, hareketli zemin kütesinin içinde kalması. Ankrajların hesaplanan yüklerinin gerçek koşullarda taşınmaması, Teorik kayma dairesi (slip surface) analizi yapılmadan standart ankraj boyu belirlenmesi.

# İksa Sistemlerinde Göçmeye Zemin Hazırlayan Etkenler

## 4. Müteahhit ve Saha Uygulama Faktörleri

Tasarımınız ne kadar kusursuz olsa da uygulayıcı mekanizma projenizi yerinde uygulamıyorsa, iksa sisteminde istenmeyen deplasmanlar, hesap edilmemiş ek yükler ile karşı karşıya kalınabilir, alınmayan önlemler ile göçme koşulları ortaya çıkabilir.

- **Aşırı Kazı (Over-excavation):** Ankraj sırası gelmeden veya enjeksiyon yeterli prizini almadan "iş hızlandırmak" adına kazının alt kademelere indirilmesi. 1 kademe kazısının 2 kademe açılarak yapılması.
- **Enjeksiyon (Grout) Kusurları:** Düşük basınçlı, yanlış su/çimento oranlı şerbet basılması veya kuyu temizliğinin yapılmaması nedeniyle ankrajın zeminle bütünleşememesi.
- **Ön Germe ve Kilitleme Hataları:** Aktif ankrajlarda projede belirtilen krikolama yüklerine uyulmaması, kilitleme sırasındaki yük kayıplarının tolere edilmemesi.
- **Yapısal Eleman Kusurları:** İksa elemanlarının gerekli boyda ve kesitte yerinde uygulanmaması, ankraj kafalarının kiriş, betonarme perde ve shotcrete perde gibi elemanları zımbalaması, gerekli donatıların iksa elemanları içerisinde bulunmaması, veya strut sistemlerinde (dayamalarda) eksantrik montaj sonucu narinlik/burkulma sorunları,
- İksa sisteminde ortaya çıkan olumsuzlukları görmezden gelmek gibi faktörler iksa sistemine göçme eğilimini hızlandırmaktadır.

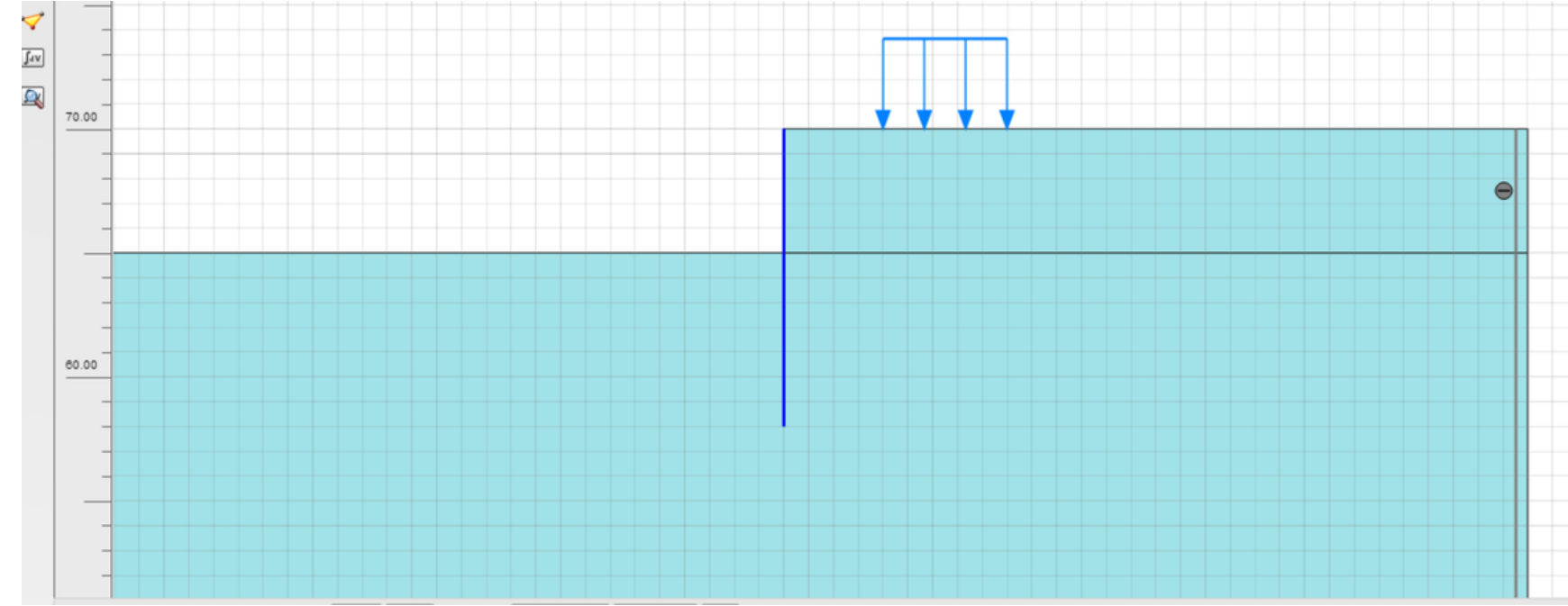
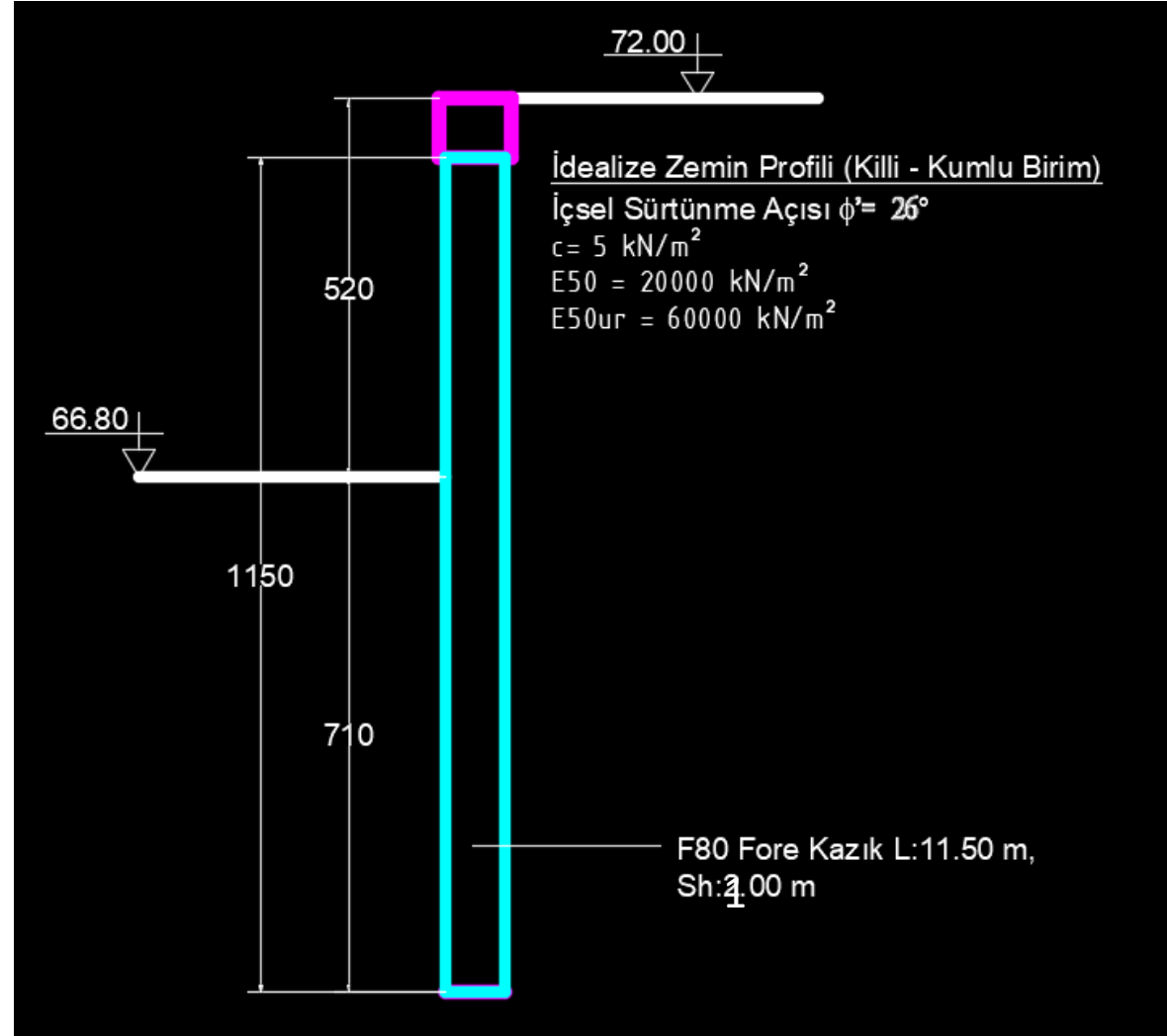
# İksa Sistemlerinde Göçmeye Zemin Hazırlayan Etkenler

## 5. Kontrol, Denetim ve İzleme Mekanizmasındaki Eksiklikler

- **İnstrümantasyon İhmali:** İnklinometre, ekstansometre, yük hücreleri (load-cell) ve optik reflektörlerin sahaya kurulmaması veya periyodik okumaların aksatılması.
- **Alarm Seviyelerinin Göz Ardı Edilmesi:** Okunan deplasman verilerinin, teorik tasarım sonuçlarıyla (izin verilen limitlerle) karşılaştırılmaması.
- **Testlerin Atlanması:** Ankrajlarda yapılması zorunlu olan "Kabul" ve "Doğrulama" çekme testlerinin prosedüre uygun yapılmaması.
- **Tasarımcı-Saha Kopukluğu:** Kazı sırasında karşılaşılan beklenmedik zemin profilinin, deplasman oluşumlarının, ankrajlardaki test sonuçlarının ve olumsuzlukların projeciye bildirilmeden sahada ki inisiyatifle geçiştirilmesi.

# İksa Sistemlerinde Nasıl Problemlerle Karşı Karşıya Kalabiliriz

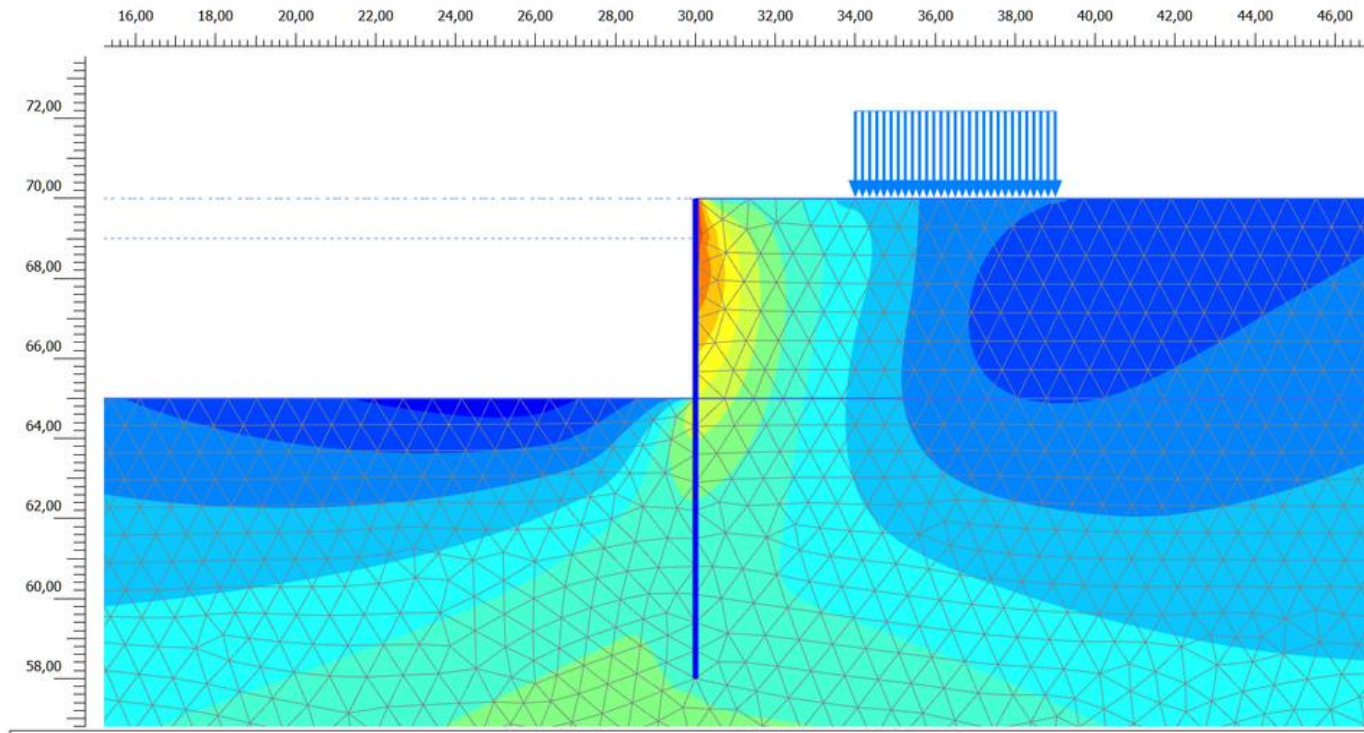
## 1. KONSOL FORE KAZIKLI SİSTEMLERDE KARŞILAŞILABİLECEK PROBLEMLER



Şekil. Analiz Modeli

# İksa Sistemlerinde Nasıl Problemlerle Karşı Karşıya Kalabiliriz

Output Version 20.0.1.128



Total displacements  $u_x$  (scaled up 200 times)

Maximum value =  $3,554 \cdot 10^{-3}$  m (Element 2036 at Node 15441)

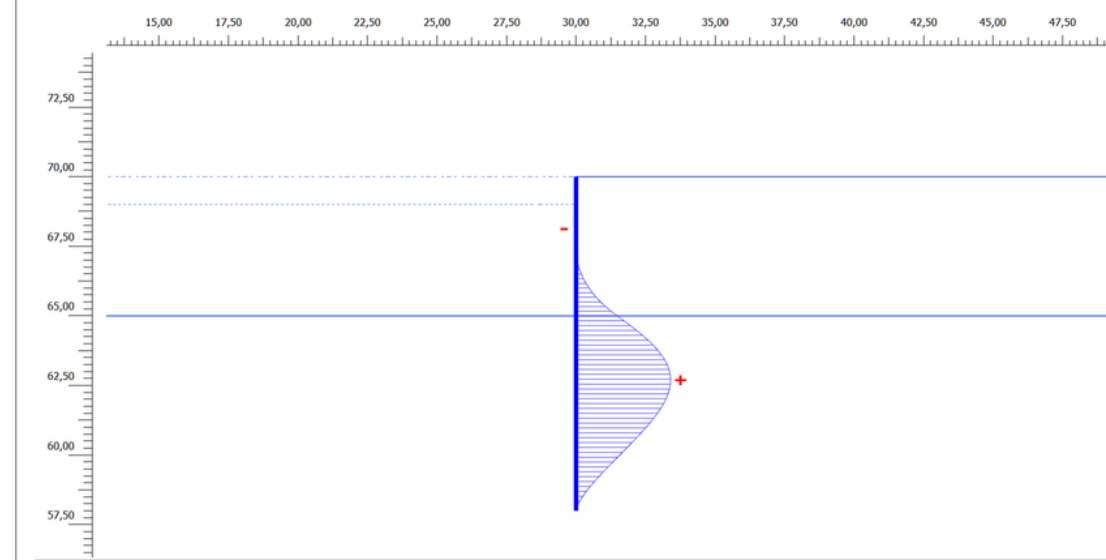
Minimum value =  $-8,960 \cdot 10^{-3}$  m (Element 161 at Node 14761)

PLAXIS

Project description: İksa - Kazık  
Project filename: İksa - Kazık 5.00 Konsol  
Step: 14  
Company: 2D Yapi Zemin Muhendislik Ins  
Date: 7.05.2026

C:\Users\orald\OneDrive\Masaüstü\imo sunum\plaxis\İksa - Kazık 5.00 Konsol p2dxdati

Output Version 20.0.1.128



Bending moments M (scaled up 0,0200 times)

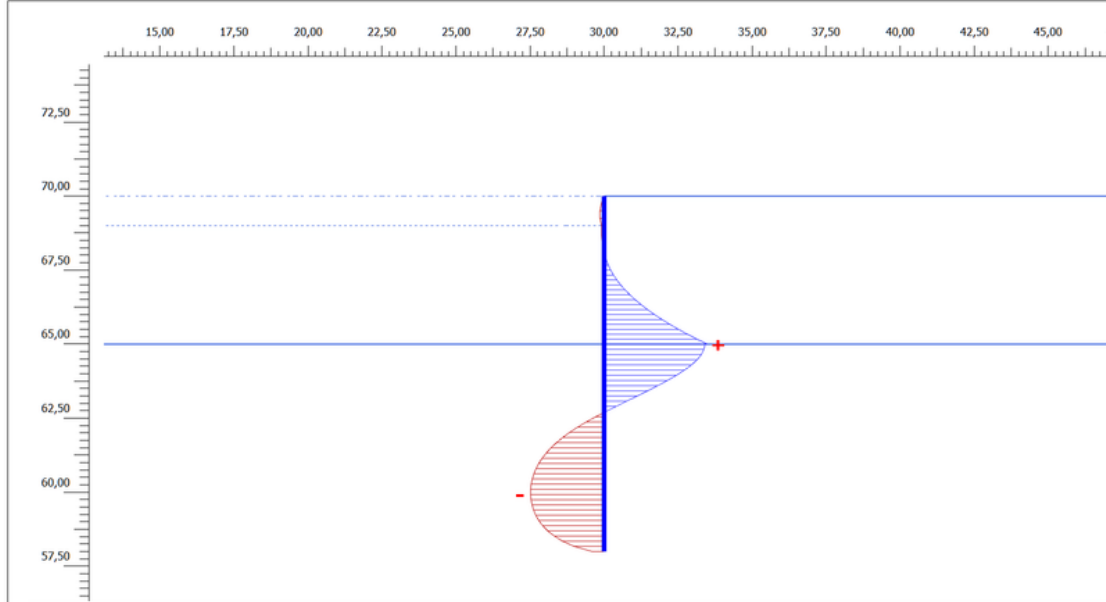
Maximum value = 170,2 kN m/m (Element 11 at Node 22315)

Minimum value = -3,270 kN m/m (Element 3 at Node 15701)

PLAXIS

Project description: İksa - Kazık  
Project filename: İksa - Kazık 5.00 Konsol  
Step: 14  
Company: 2D Yapi Zemin Muhendislik Insaat  
Date: 7.05.2026

Output Version 20.0.1.128



Shear forces Q (scaled up 0,0500 times)

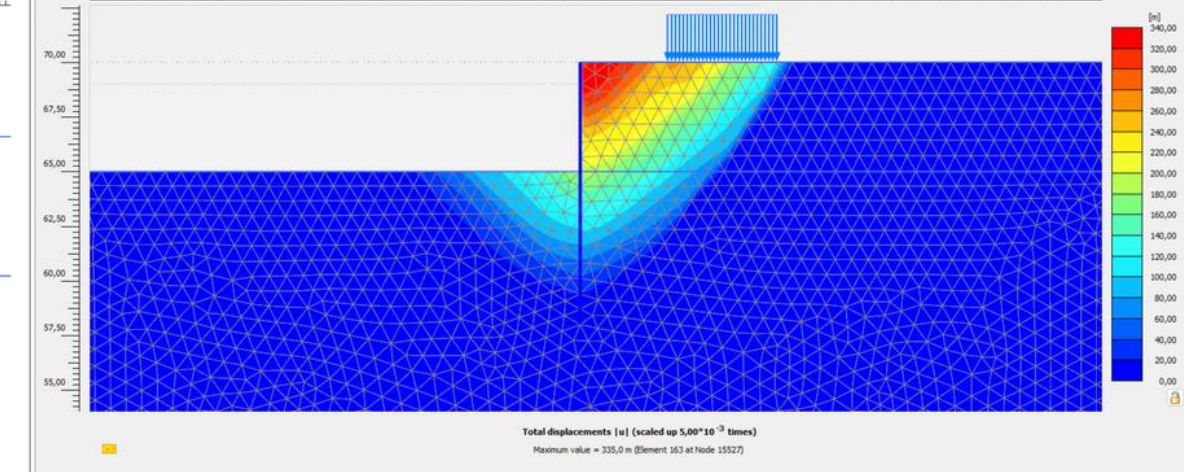
Maximum value = 69,81 kN/m (Element 7 at Node 19513)

Minimum value = -49,83 kN/m (Element 15 at Node 25846)

PLAXIS

Project description: İksa - Kazık  
Project filename: İksa - Kazık 5.00 Konsol  
Step: 14  
Company: 2D Yapi Zemin Muhendislik Insaat  
Date: 7.05.2026

C:\Users\orald\OneDrive\Masaüstü\imo sunum\plaxis\İksa - Kazık 5.00 Konsol p2dxdati



Total displacements  $u_x$  (scaled up  $5,00 \cdot 10^{-3}$  times)

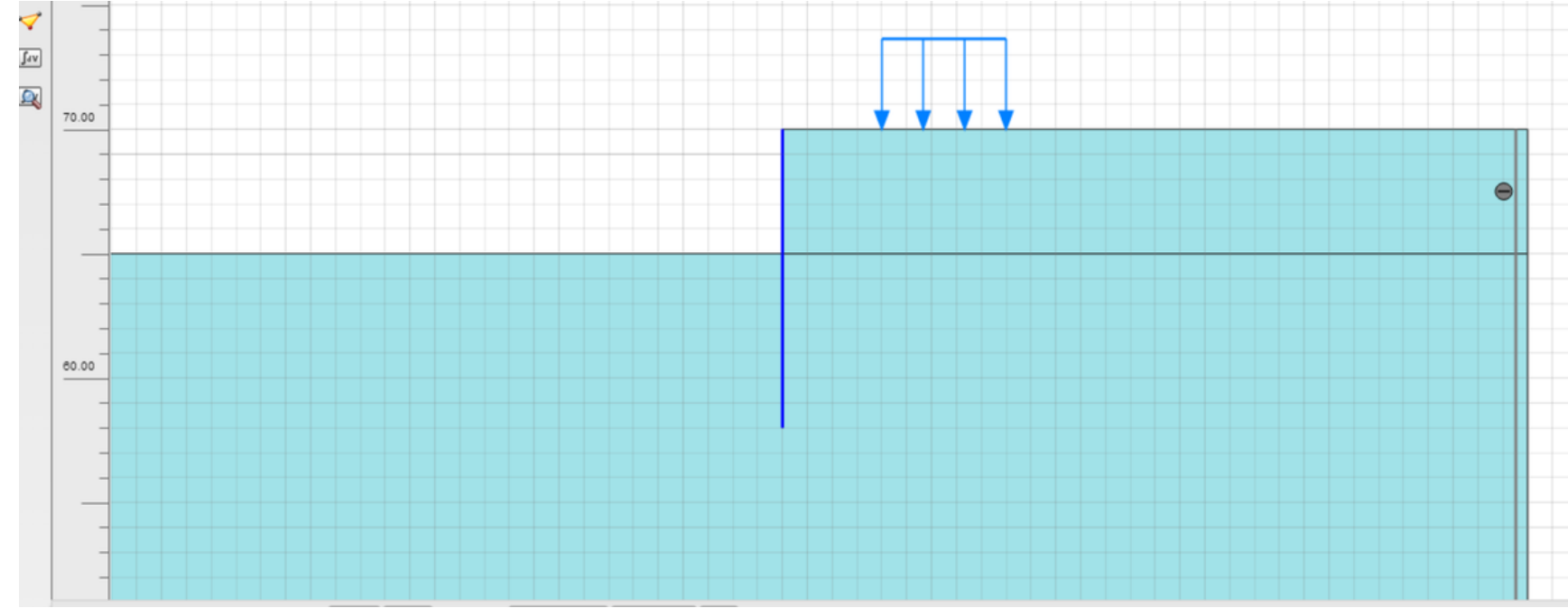
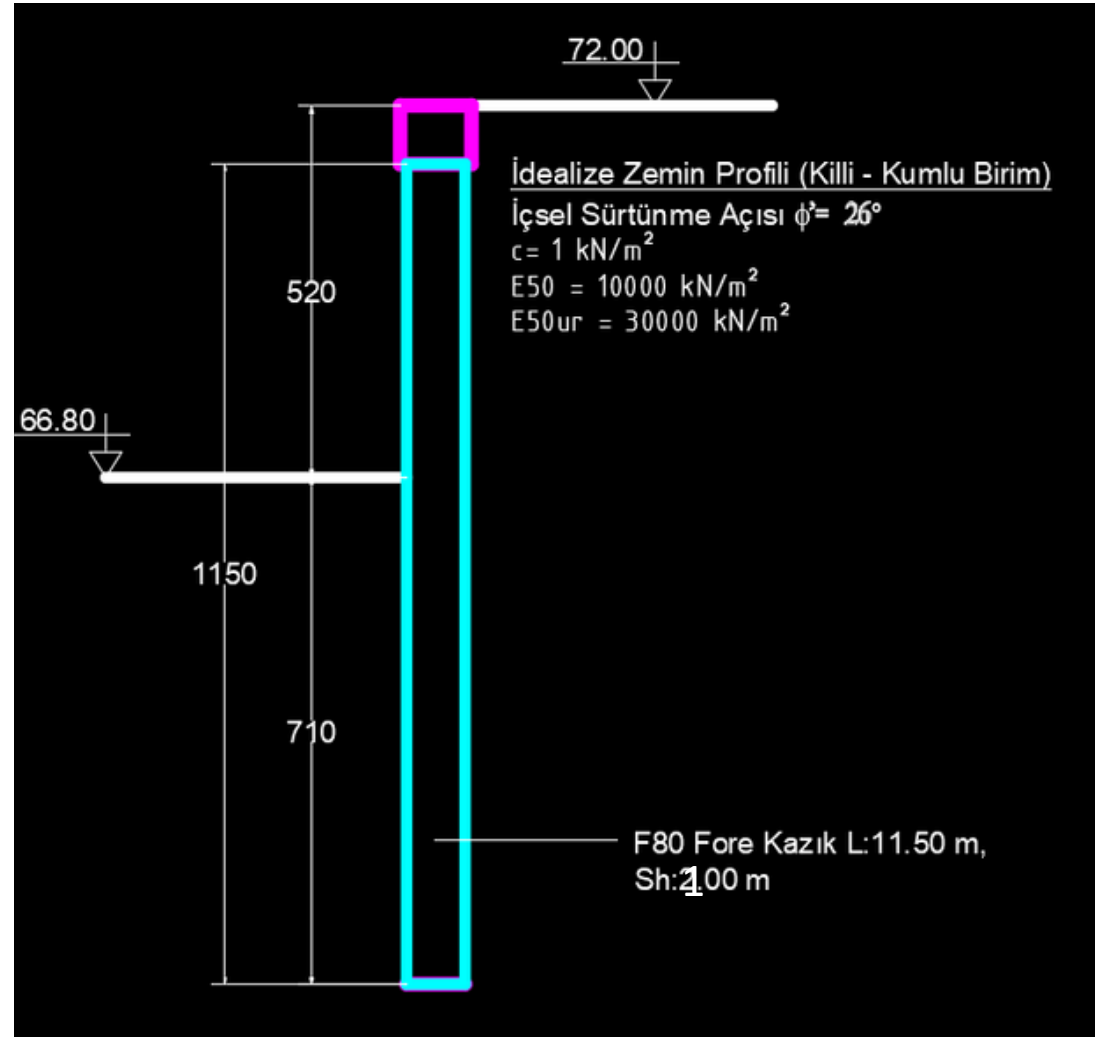
Maximum value = 335,0 m (Element 163 at Node 15527)

## Reached values

Reached total time	0,000 day
CSP - Relative stiffness	-4,685E-9
ForceX - Reached total force	0,000 kN
ForceY - Reached total force	0,000 kN
Pmax - Reached max pp	0,000 kN/m <sup>2</sup>
$\Sigma M_{stage}$ - Reached phase p	0,000
$\Sigma M_{weight}$ - Reached weight	1,000
$\Sigma M_{sf}$ - Reached safety fact	1,728

ORAL DOĞU  
İnşaat Yüksek Mühendisi

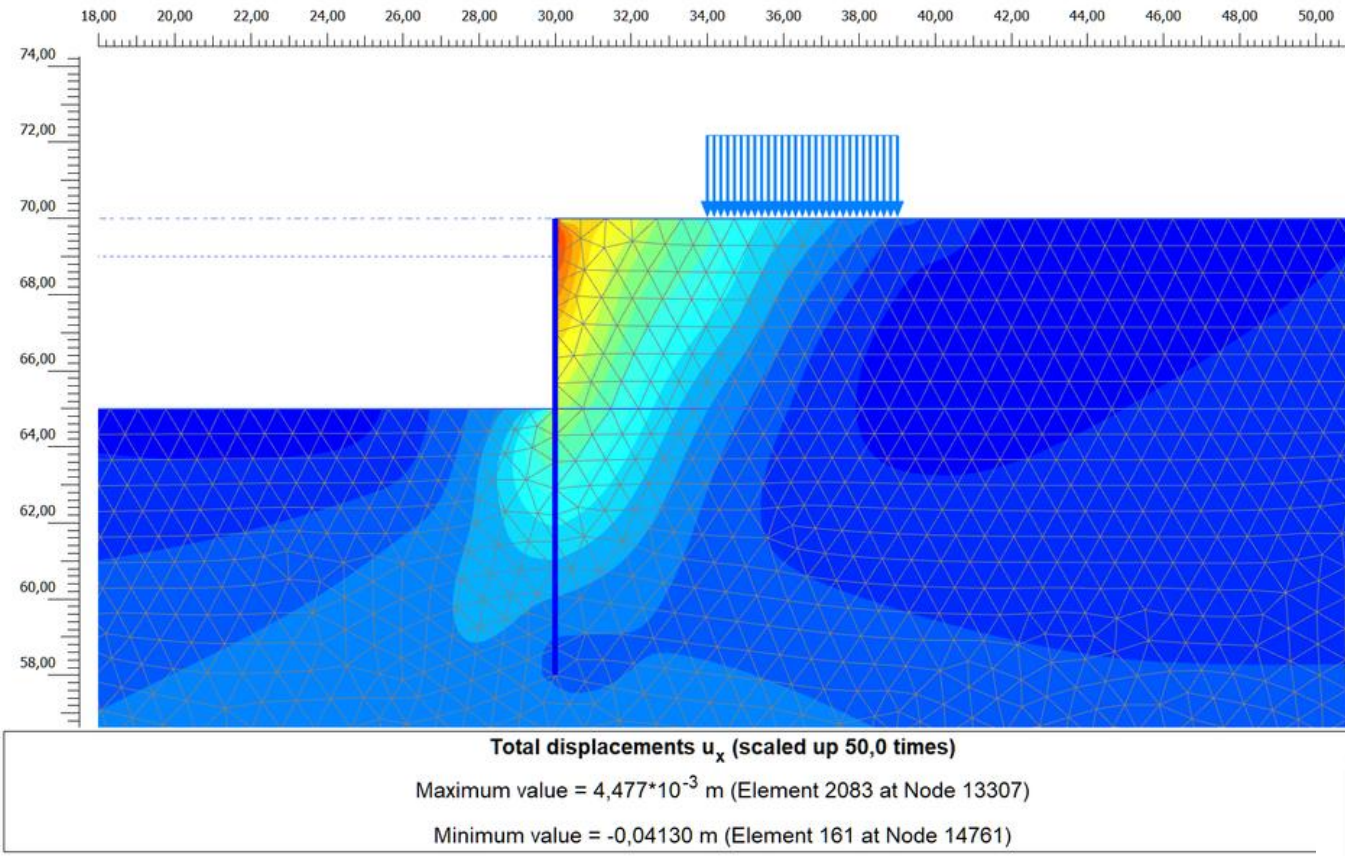
# a) Zemin Parametrelerinin Yanlış Belirlenmesi Neticesinde İksa Sistemindeki Olumsuzluklar



Şekil. Analiz Modeli

# İksa Sistemlerinde Nasıl Problemlerle Karşı Karşıya Kalabiliriz

Output Version 20.0.1.128

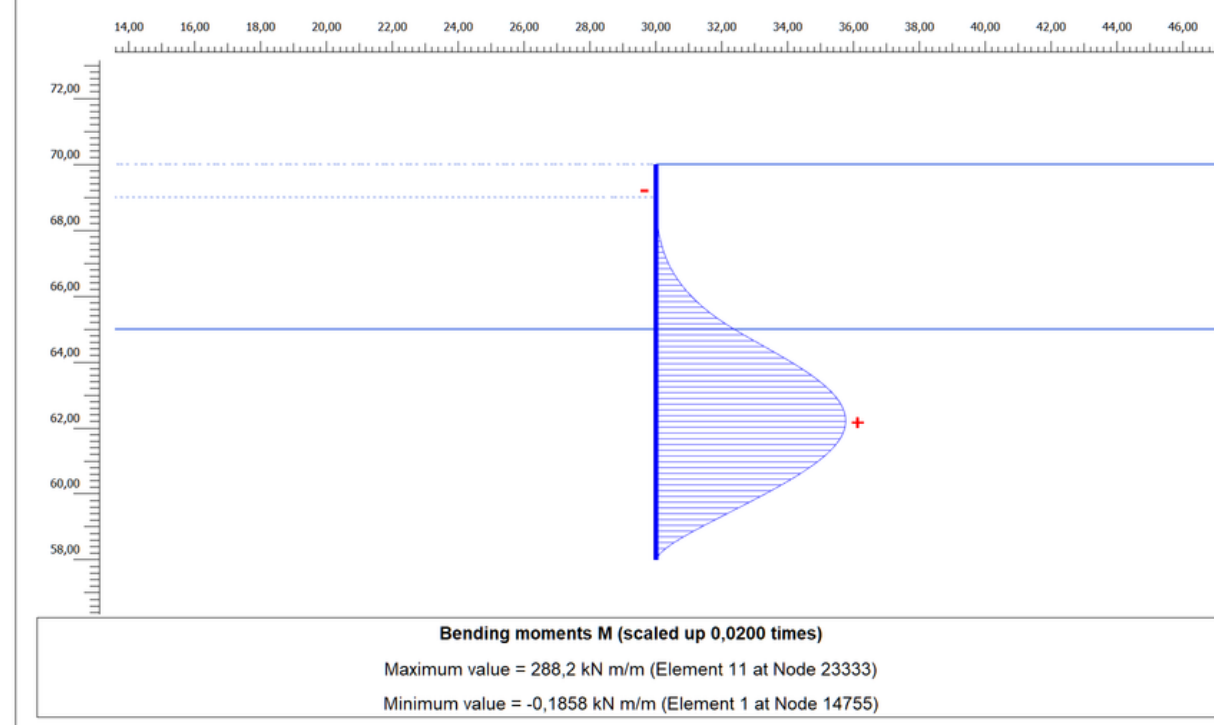


**PLAXIS**

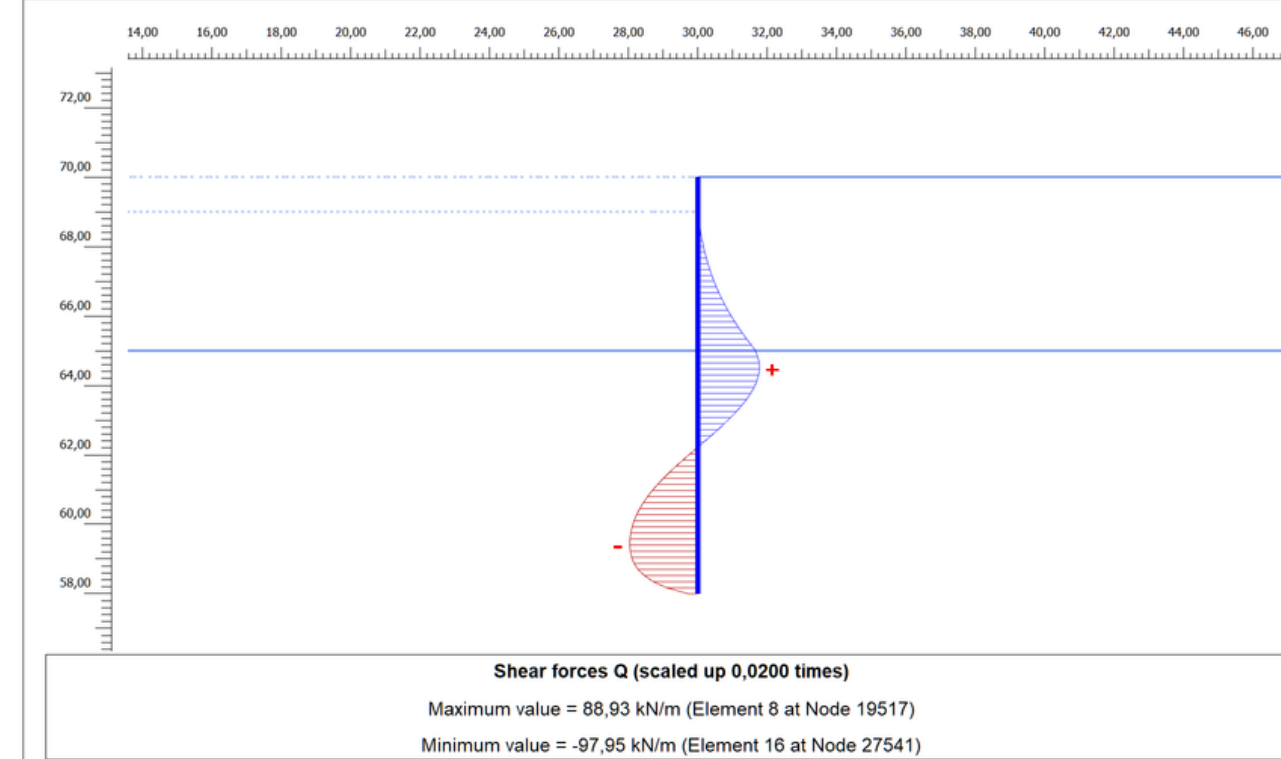
Project description: İksa - Kazık  
Date: 7.05.  
Project filename: İksa - Kazık 5.00 Konsol pa ...  
Step: 16  
Company: 2D Yapi Zemin Muhendislik I

C:\Users\oral\OneDrive\Masaüstü\imo sunum\plaxis\İksa - Kazık 5.00 Konsol paramete yanıs p2d\dat\

Output Version 20.0.1.128



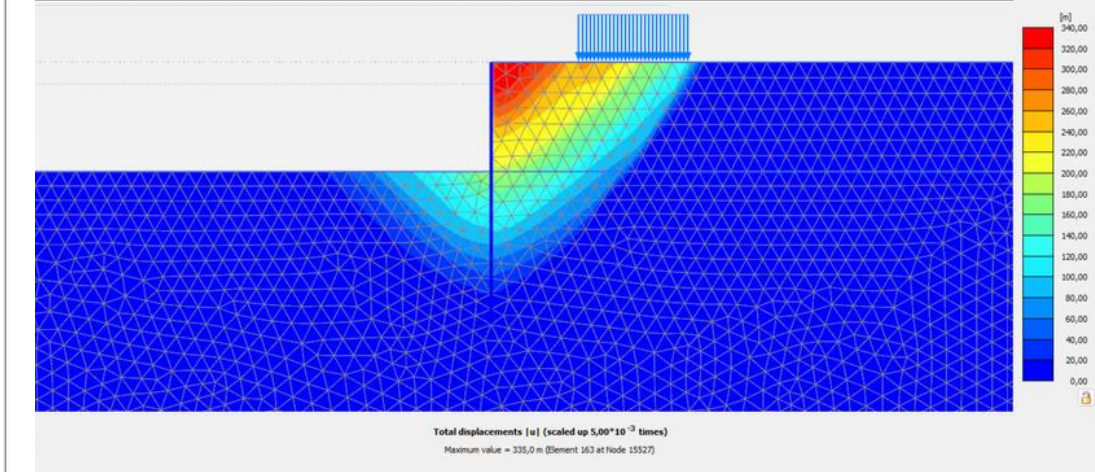
Output Version 20.0.1.128



**PLAXIS**

Project description: İksa - Kazık  
Date: 7.05.2026  
Project filename: İksa - Kazık 5.00 Konsol pa ...  
Step: 16  
Company: 2D Yapi Zemin Muhendislik Insaat

C:\Users\oral\OneDrive\Masaüstü\imo sunum\plaxis\İksa - Kazık 5.00 Konsol paramete yanıs p2d\dat\

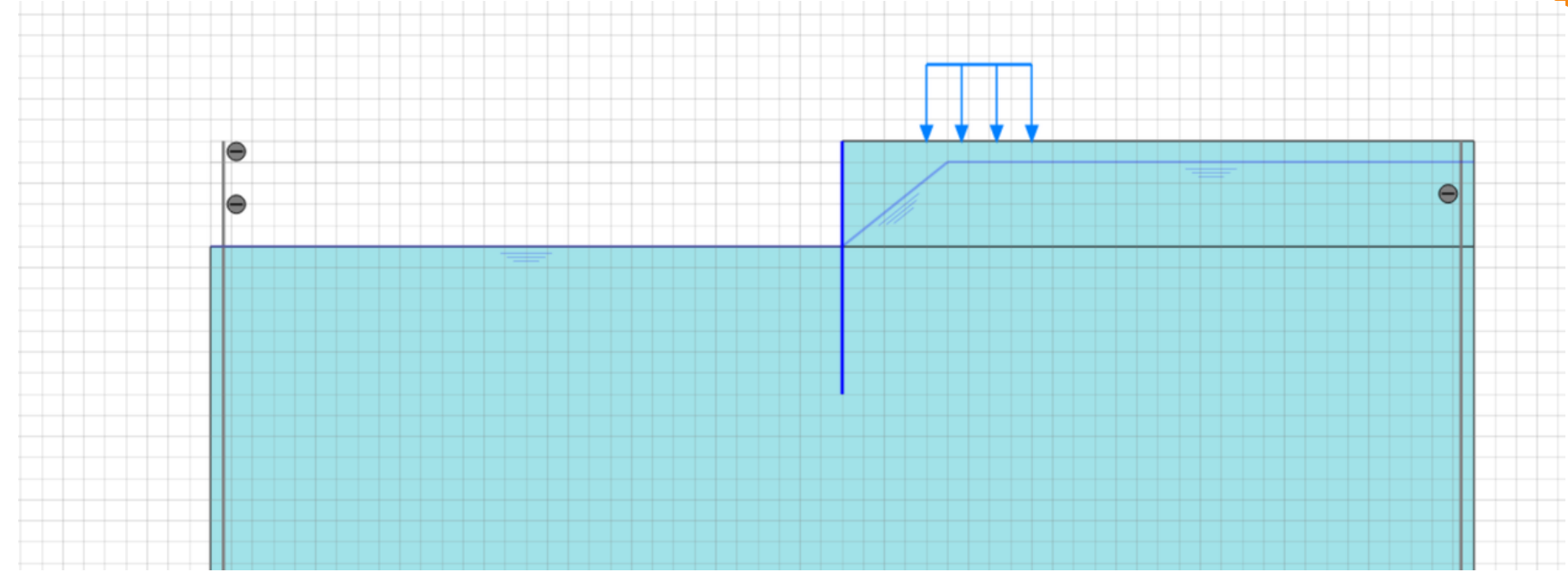
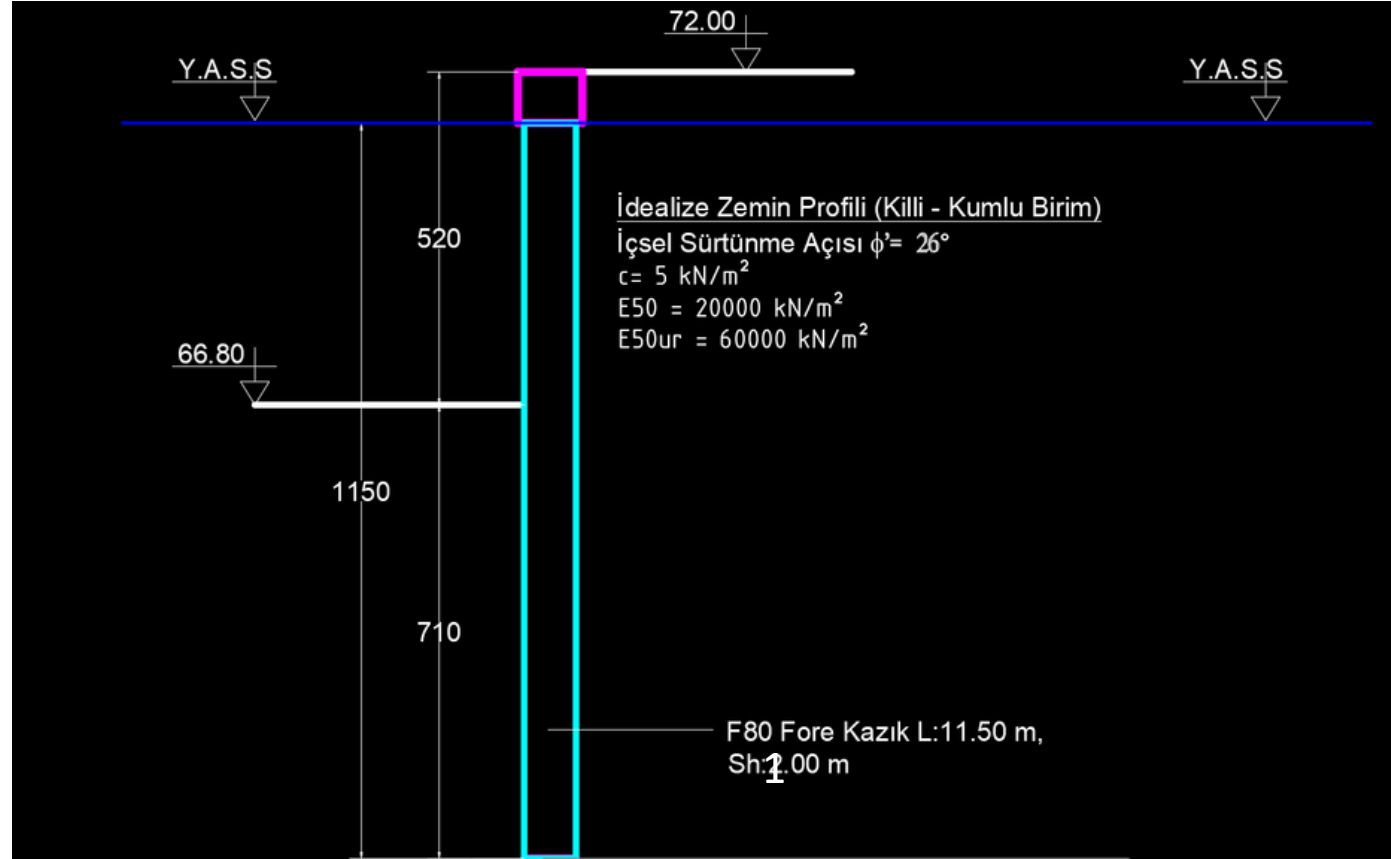


## Reached values

Reached total time	0,000 day
CSP - Relative stiffness	0,1861E-3
ForceX - Reached total force	0,000 kN
ForceY - Reached total force	0,000 kN
Pmax - Reached max pp	0,000 kN/m <sup>2</sup>
$\Sigma M_{stage}$ - Reached phase p	0,000
$\Sigma M_{weight}$ - Reached weight	1,000
$\Sigma M_{sf}$ - Reached safety fact	1,376

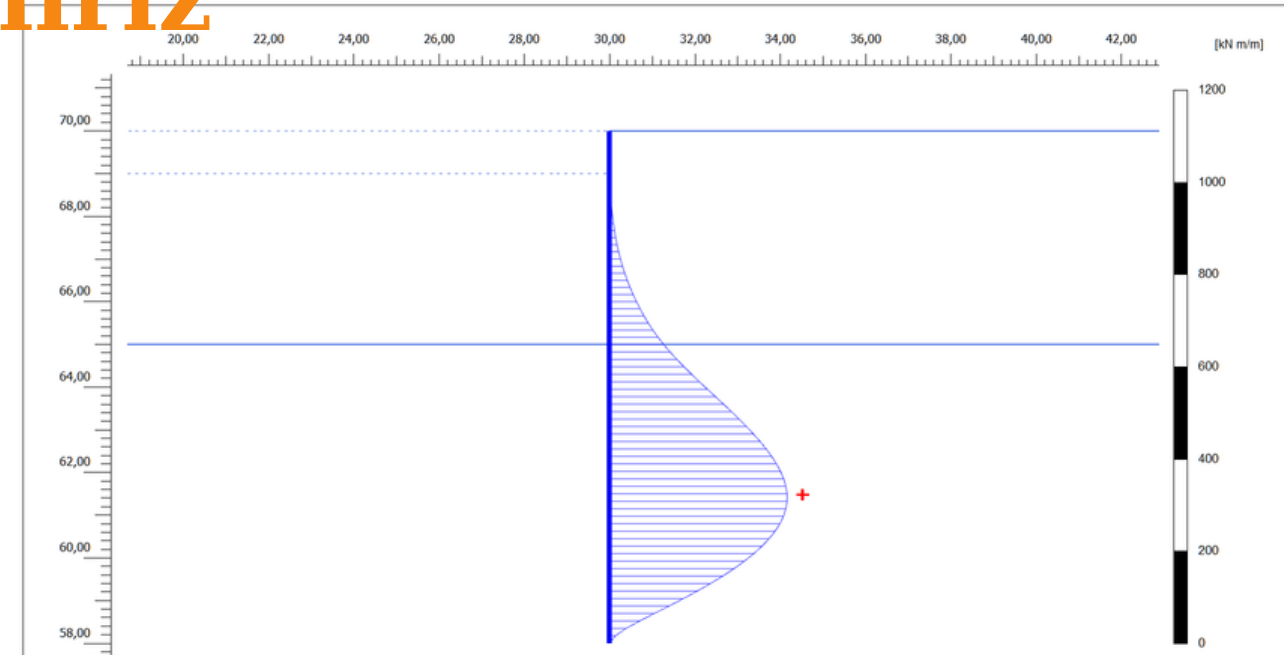
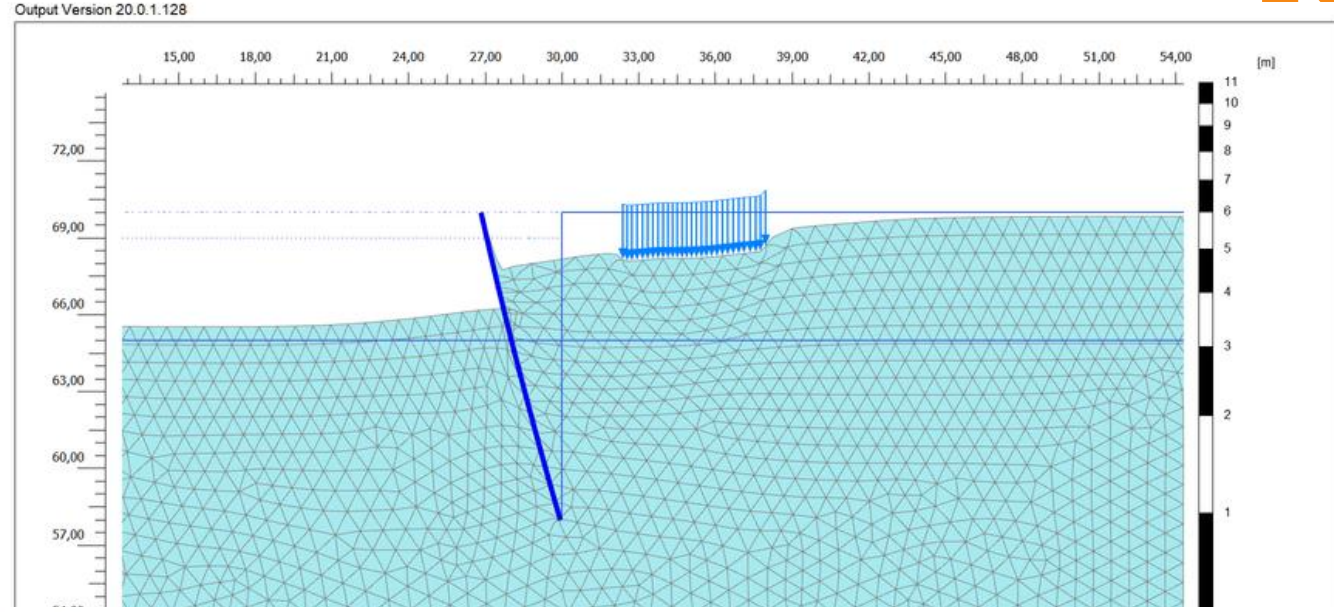
ORAL DOĞU  
İnşaat Yüksek Mühendisi

## b) Su Seviyesinin Tespit Edilememesi Sonucunda İksa Sistemindeki Olumsuzluklar

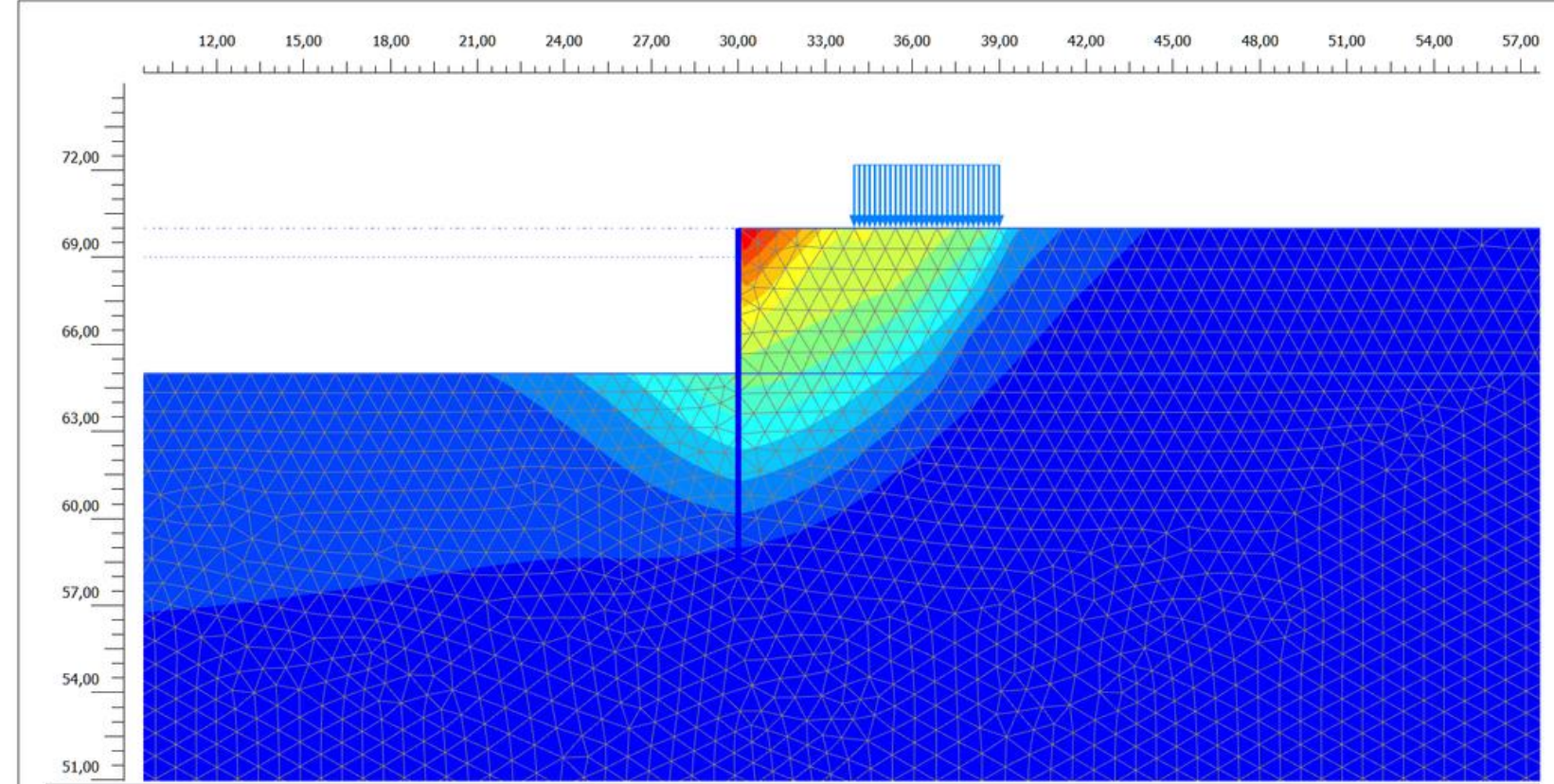


**Şekil. Analiz Modeli**

# İksa Sistemlerinde Nasıl Problemlerle Karşı Karşıya Kalabiliriz



Output Version 20.0.1.128

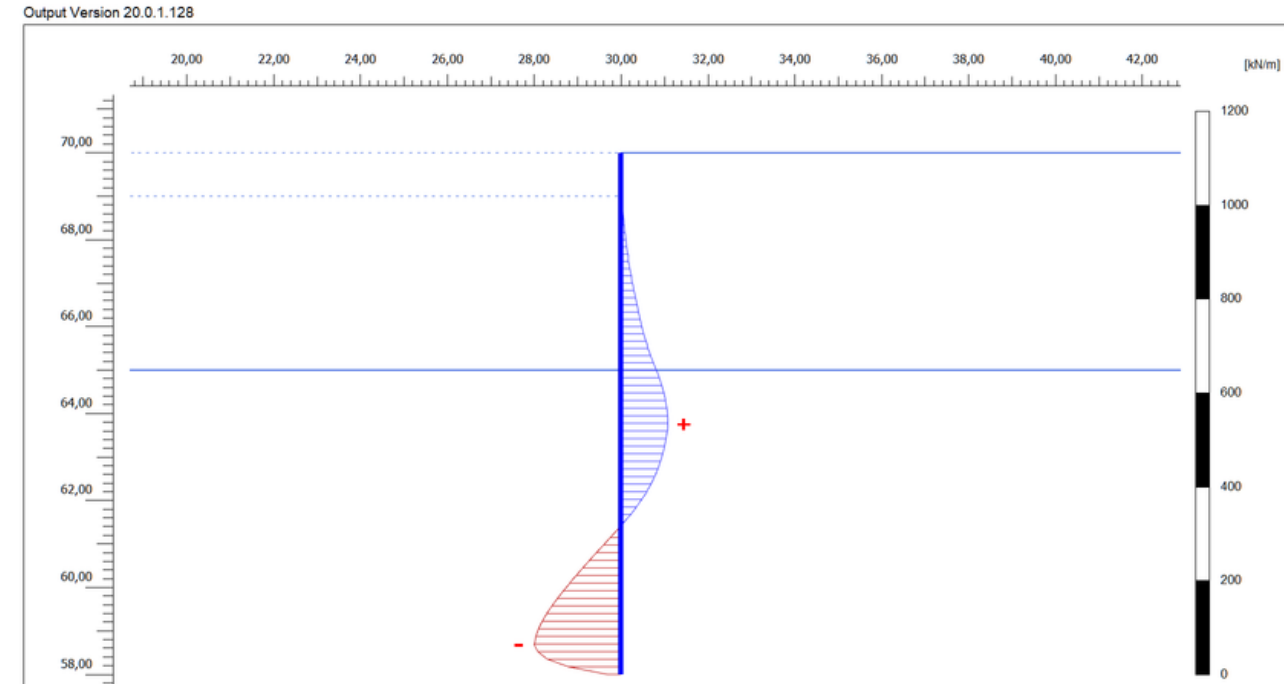


**PLAXIS** Project description: İksa - Kazık Date: 7.05.2026  
Project filename: İksa - Kazık 5.00 Konsol ye ... Step: 173 Company: 2D Yapi Zemin Muhendislik Insaat

C:\Users\orald\OneDrive\Masaüstü\imo sunum\plaxis\İksa - Kazık 5.00 Konsol yeraltı su seviyesi tespiti p2dxdat1

**PLAXIS** Project description: İksa - Kazık Date: 7.05.2026  
Project filename: İksa - Kazık 5.00 Konsol ye ... Step: 173 Company: 2D Yapi Zemin Muhendislik Insaat

C:\Users\orald\OneDrive\Masaüstü\imo sunum\plaxis\İksa - Kazık 5.00 Konsol yeraltı su seviyesi tespiti p2dxdat1

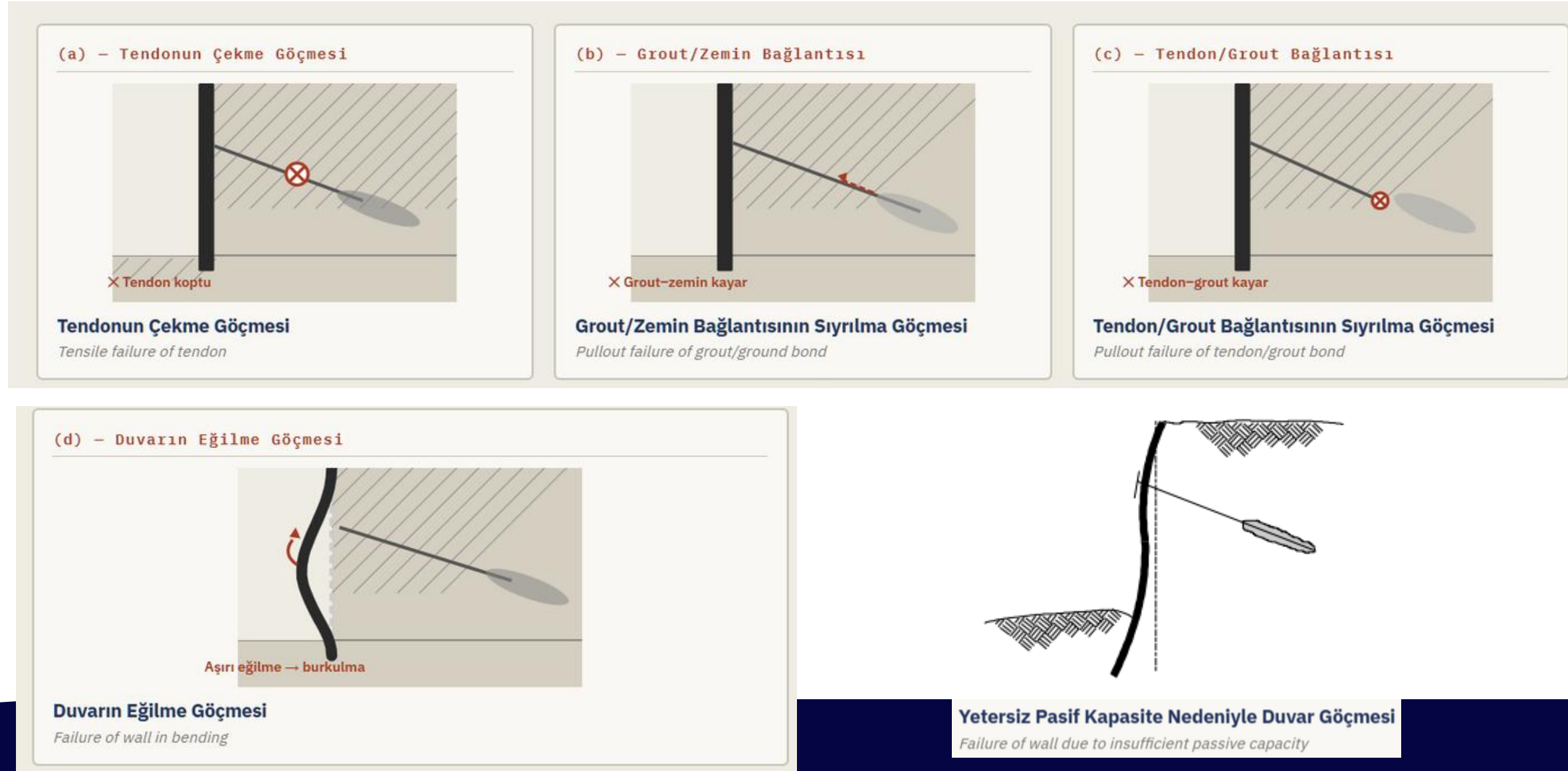


**PLAXIS** Project description: İksa - Kazık Date: 7.05.2026  
Project filename: İksa - Kazık 5.00 Konsol ye ... Step: 173 Company: 2D Yapi Zemin Muhendislik Insaat

C:\Users\orald\OneDrive\Masaüstü\imo sunum\plaxis\İksa - Kazık 5.00 Konsol yeraltı su seviyesi tespiti p2dxdat1

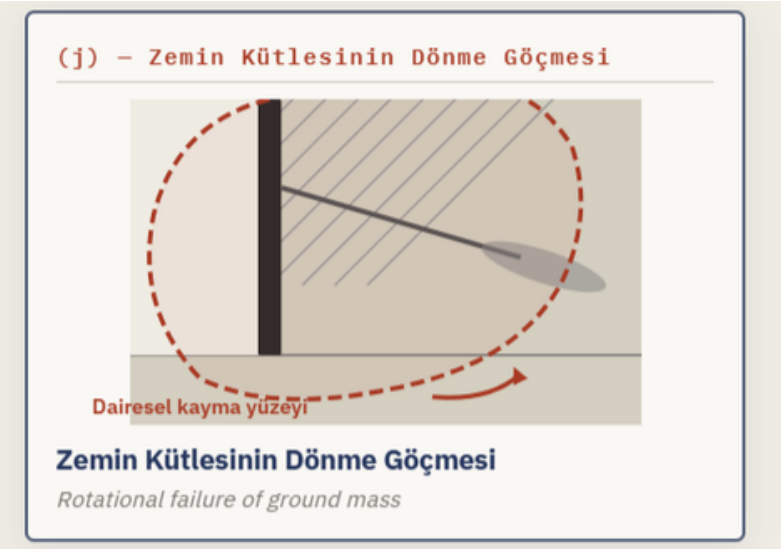
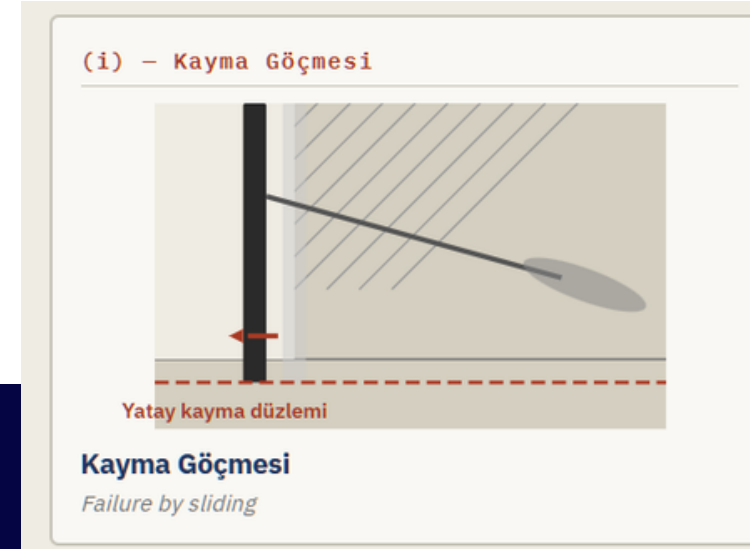
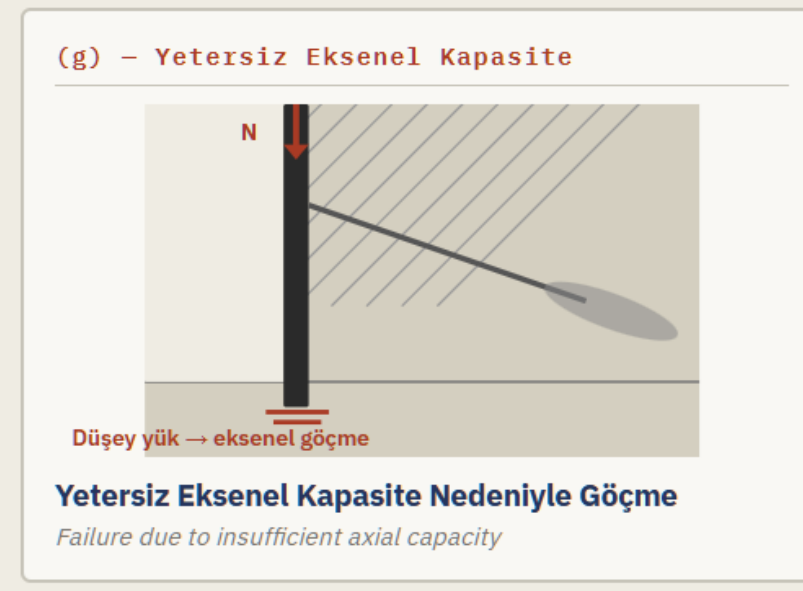
# İksa Sistemlerinde Nasıl Problemlerle Karşı Karşıya Kalabiliriz

## 1. ANKRAJLI İKSA SİSTEMLERİNDE KARŞILAŞILABİLECEK PROBLEMLER



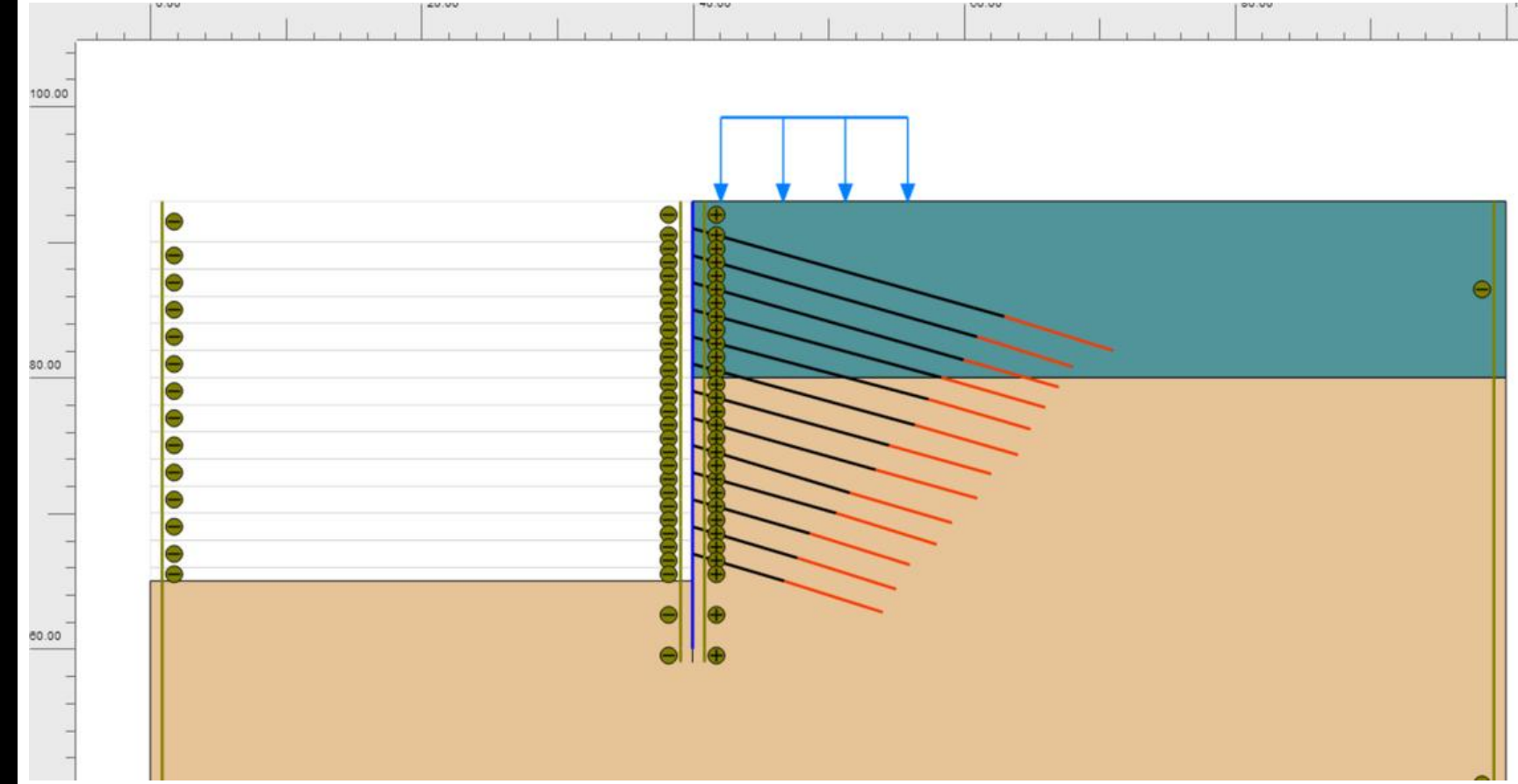
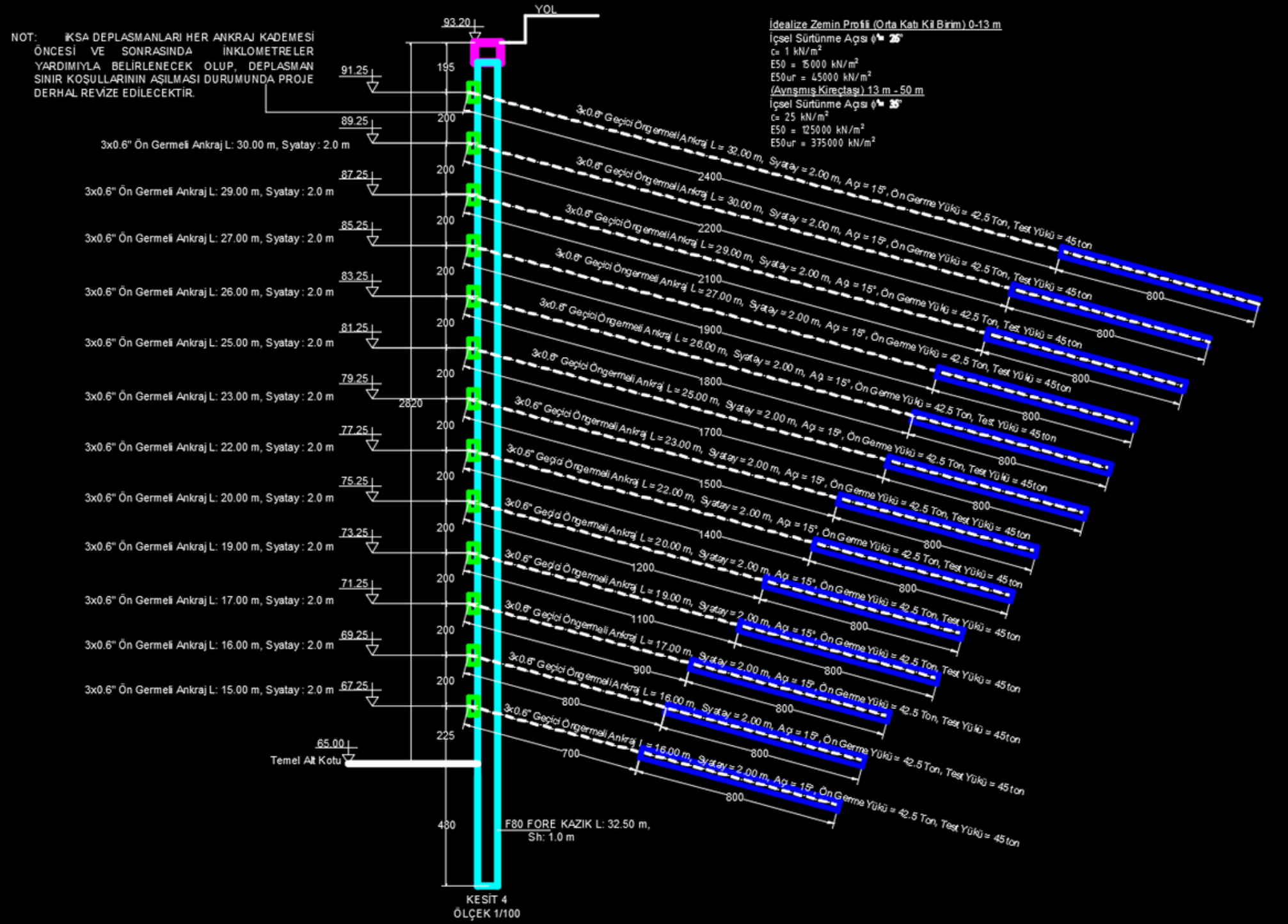
# İksa Sistemlerinde Nasıl Problemlerle Karşı Karşıya Kalabiliriz

## 1. ANKRAJLI İKSA SİSTEMLERİNDE KARŞILAŞILABİLECEK PROBLEMLER



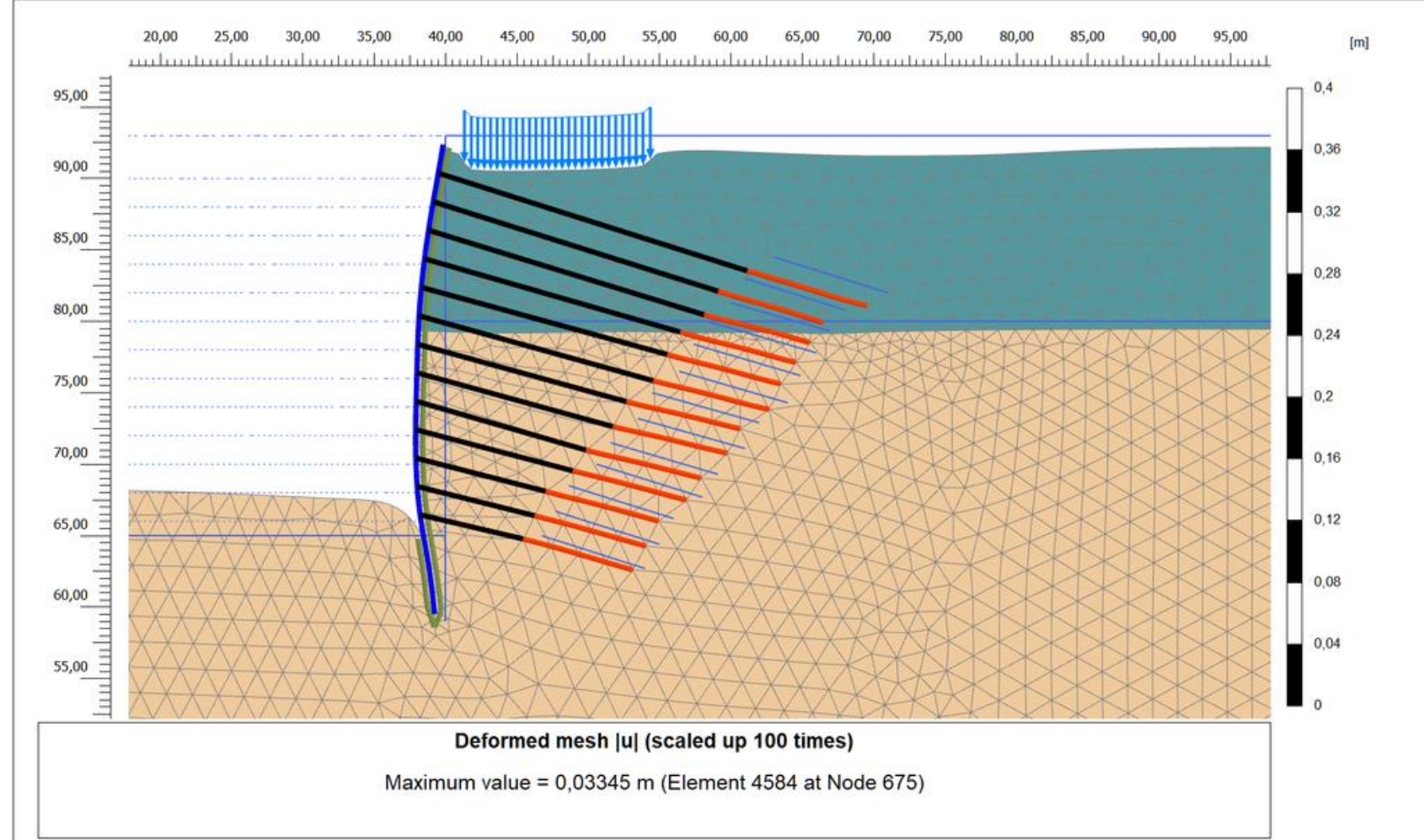
# İksa Sistemlerinde Nasıl Problemlerle Karşı Karşıya Kalabiliriz

## 1. ANKRAJLI İKSA SİSTEMLERİNDE KARŞILAŞILABİLECEK PROBLEMLER



# İksa Sistemlerinde Nasıl Problemlerle Karşı Karşıya Kalabiliriz?

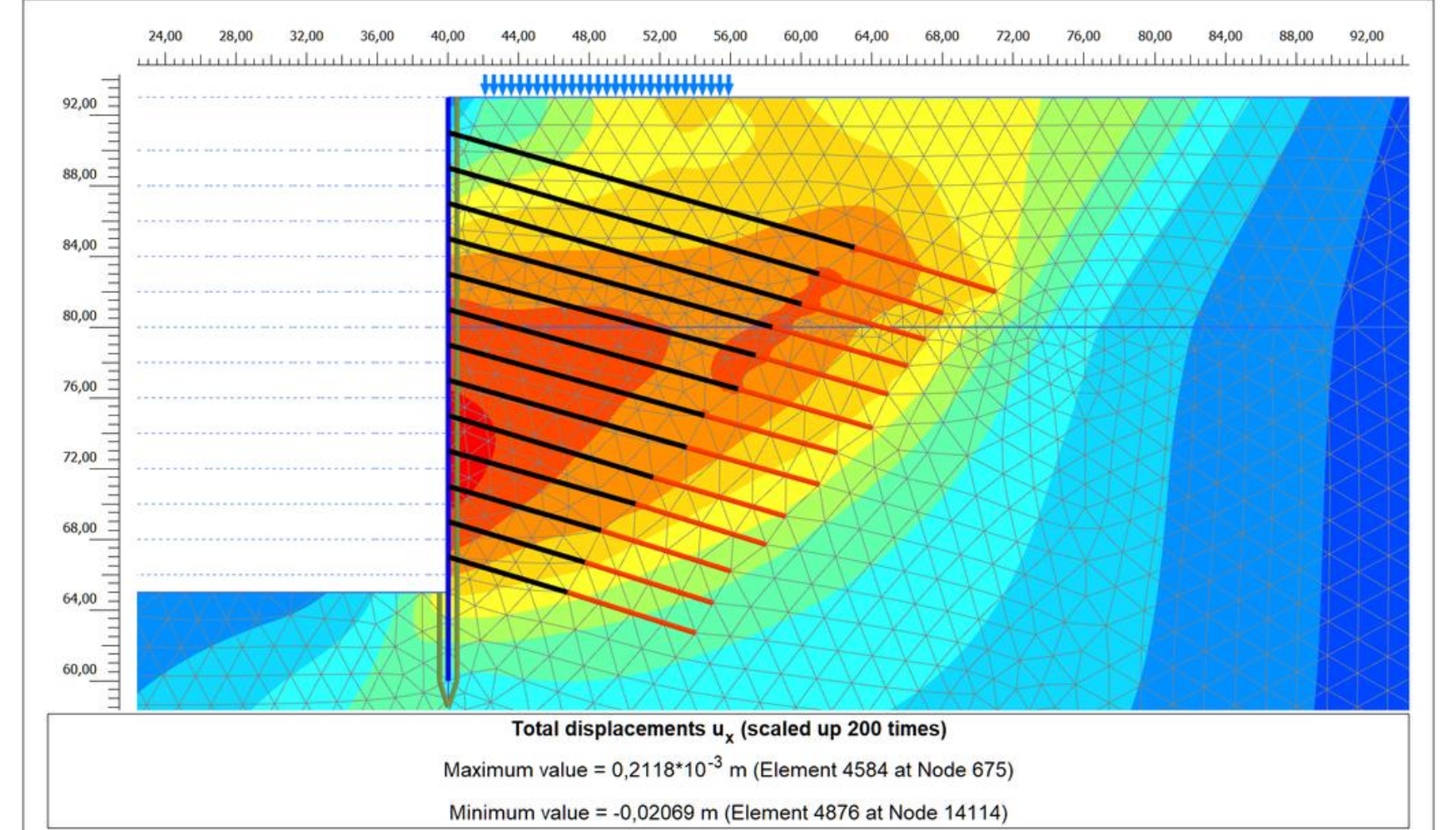
Output Version 20.0.1.128



<b>PLAXIS</b>	Project description	ankrj iksa kesit		Date	7.05.2026
	Project filename	Step	Company		
	ankrj iksa	91	2D Yapi Zemin Muhendislik Insaat		

C:\Users\oraidi\OneDrive\Masaüstü\imo sunum\plaxis\ankrj iksa.p2dxdat1

Output Version 20.0.1.128



<b>PLAXIS</b>	Project description	Yatay Deplasman		Date	7.05.2026
	Project filename	Step	Company		
	ankrj iksa	91	2D Yapi Zemin Muhendislik Insaat		

C:\Users\oraidi\OneDrive\Masaüstü\imo sunum\plaxis\ankrj iksa.p2dxdat1

# İksa Sistemlerinde Nasıl Problemlerle Karşı Karşıya Kalabiliriz?

Kök Bölgeleri Kil Birimler İçerisindeki Ankrajlardaki Germe yükü = 30 ton (1 - 2 - 3. Sıra)

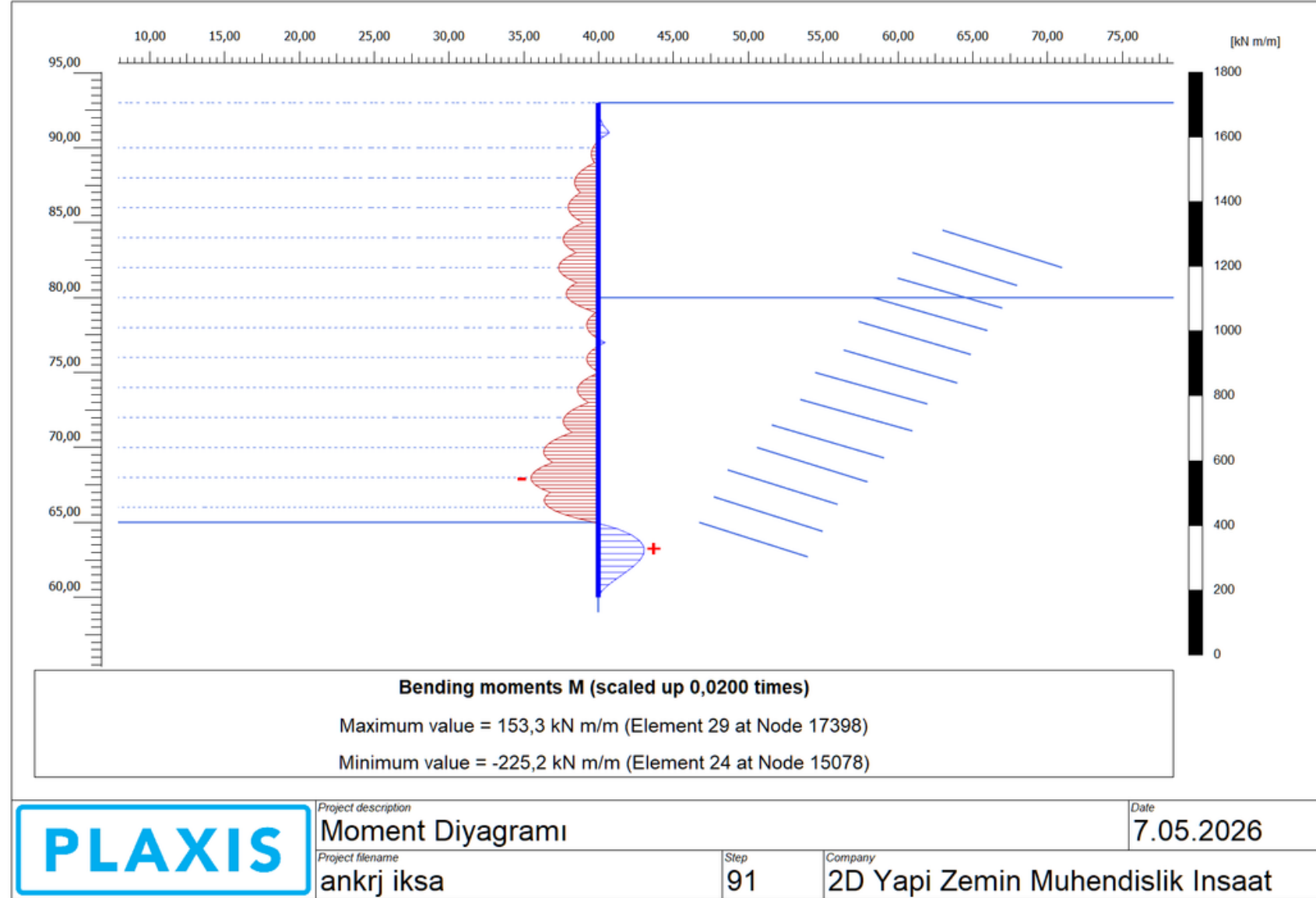
Local number ▲	X ▲ [m]	Y ▲ [m]	N ▲ [kN]	N <sub>min</sub> ▲ [kN]	N <sub>max</sub> ▲ [kN]
1	40,000	91,000	281,173	0,000	313,569
2	63,000	84,500	281,173	0,000	313,569

Kök Bölgeleri Kil Birimler İçerisindeki Ankrajlardaki Germe yükü = 45 ton (4. Sıra ve Aşağısı)

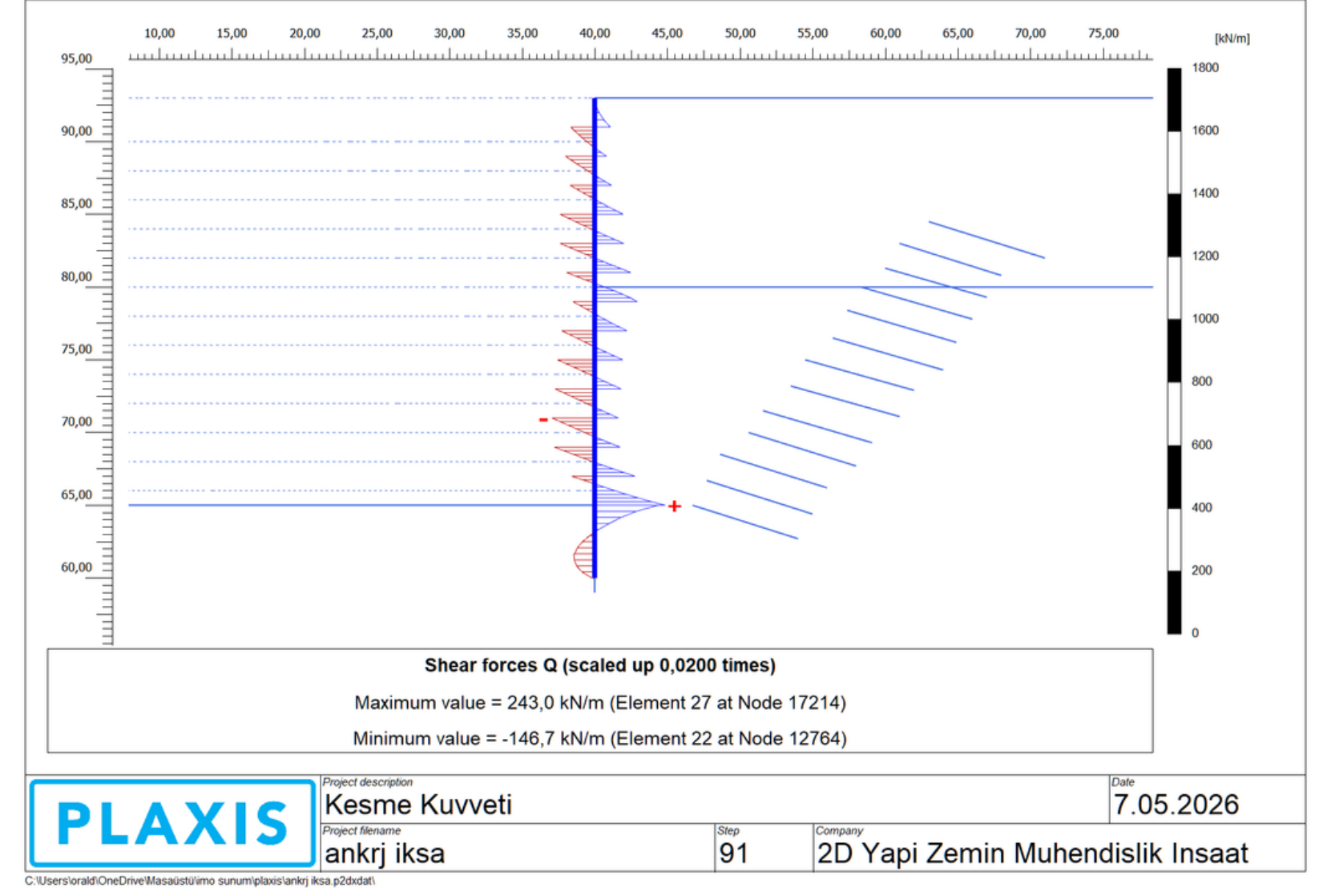
Local number ▲	X ▲ [m]	Y ▲ [m]	N ▲ [kN]	N <sub>min</sub> ▲ [kN]	N <sub>max</sub> ▲ [kN]
1	40,000	79,000	461,907	0,000	461,907
2	54,500	75,000	461,907	0,000	461,907

# İksa Sistemlerinde Nasıl Problemlerle Karşı Karşıya Kalabiliriz?

Output Version 20.0.1.128

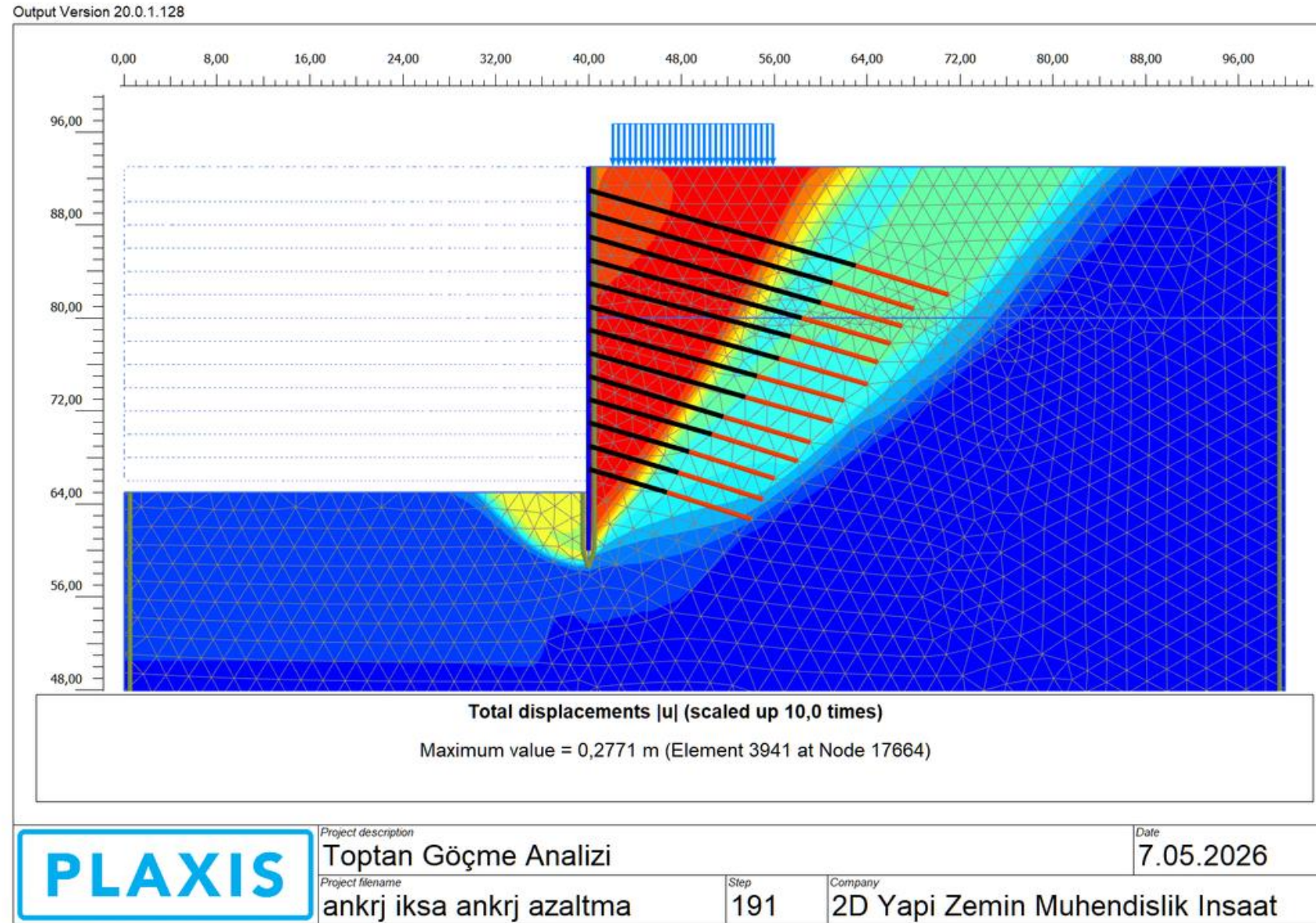


Output Version 20.0.1.128



C:\Users\orald\OneDrive\Masaüstü\imo sunum\plaxis\ankrj iksa p2dxdat1

# İksa Sistemlerinde Nasıl Problemlerle Karşı Karşıya Kalabiliriz?

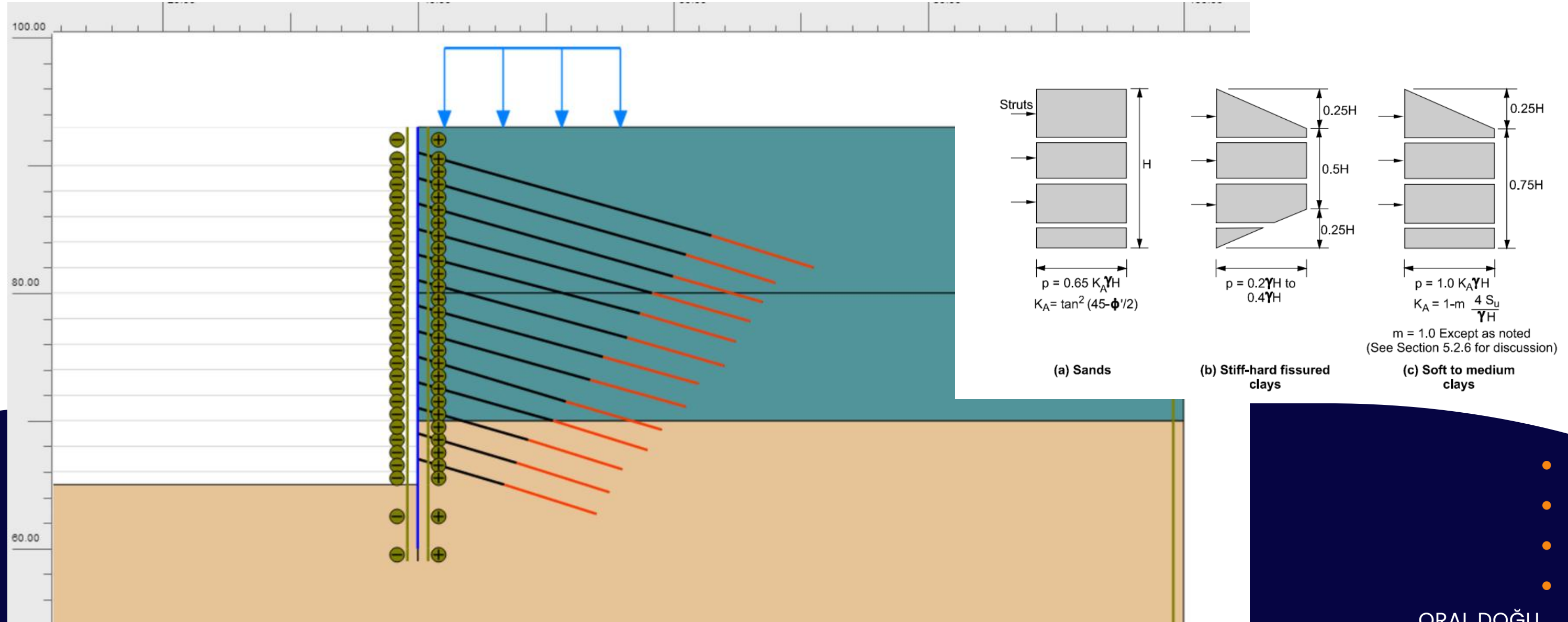


Reached values	
Reached total time	0,000 day
CSP - Relative stiffness	0,3539E-3
ForceX - Reached total force	0,000 kN
ForceY - Reached total force	0,000 kN
Pmax - Reached max pp	0,000 kN/m <sup>2</sup>
$\Sigma M_{stage}$ - Reached phase p	0,000
$\Sigma M_{weight}$ - Reached weight	1,000
$\Sigma M_{sf}$ - Reached safety fact	1,798

# İksa Sistemlerinde Nasıl Problemlerle Karşı Karşıya Kalabiliriz?

## a) Kil Kalınlığının Lokal Olarak İksa bölgesinde Farklı Derinlikte Olması Koşulu

Kil kalınlığının 13 m'den 20 m' ye çıktığı koşulda iksa sistemindeki deplasmanların artacağı, kil içerisinde bulunan ankraj yüklerinin artarak görevini yerine getirmeyeceği ve kil birimler içerisinde sıyrılabileceği koşulun ortaya çıkartılması amaçlanmıştır. Yapılan analizlerde 6-7-8-9. sıradaki ankrajların yüklerinin 40 ton ile 50 ton arasında kaldığı tespit edilmiştir.



# İksa Sistemlerinde Nasıl Problemlerle Karşı Karşıya Kalabiliriz?

## a) Kil Kalınlığının Lokal Olarak İksa bölgesinde Farklı Derinlikte Olması Koşulu

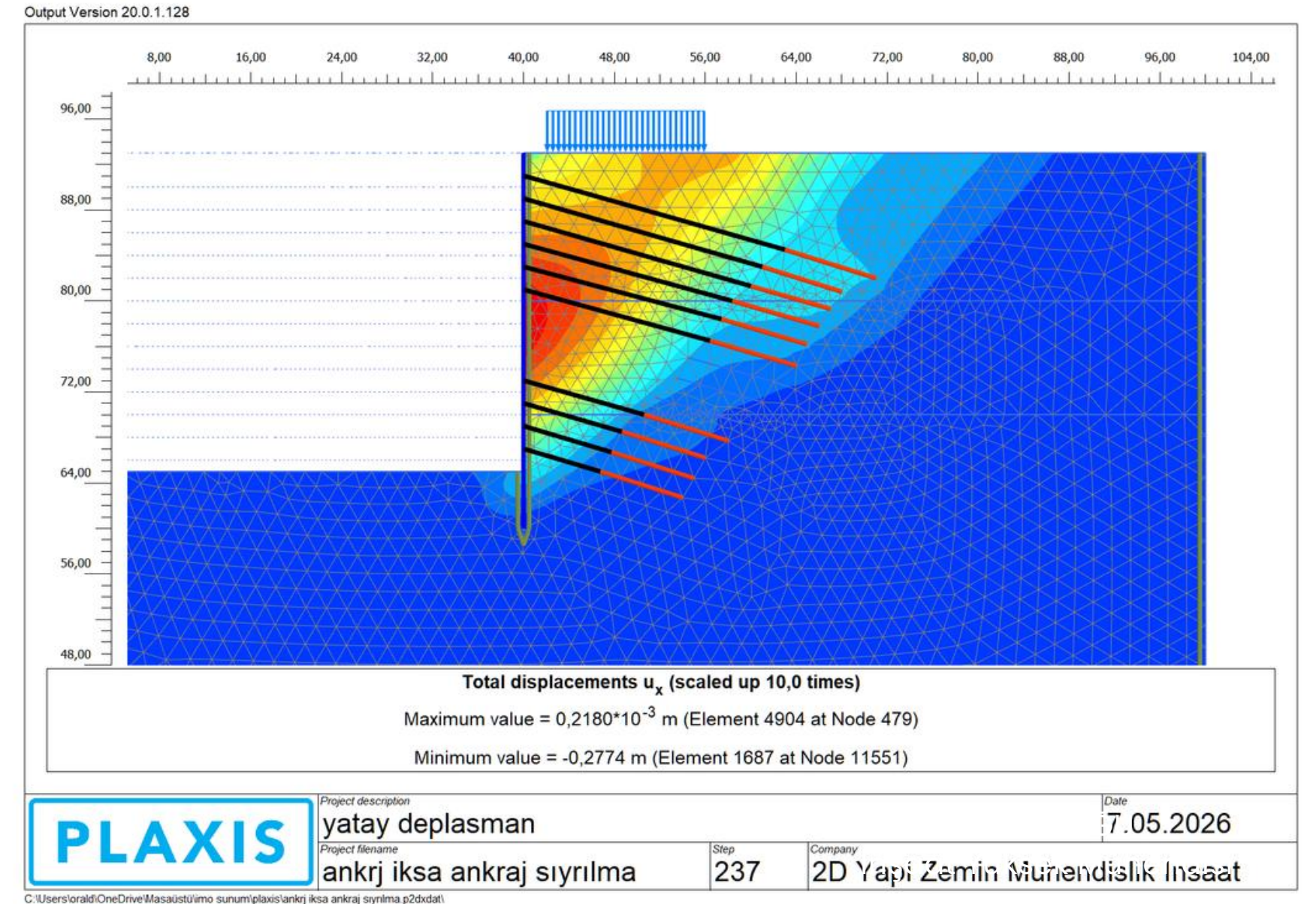
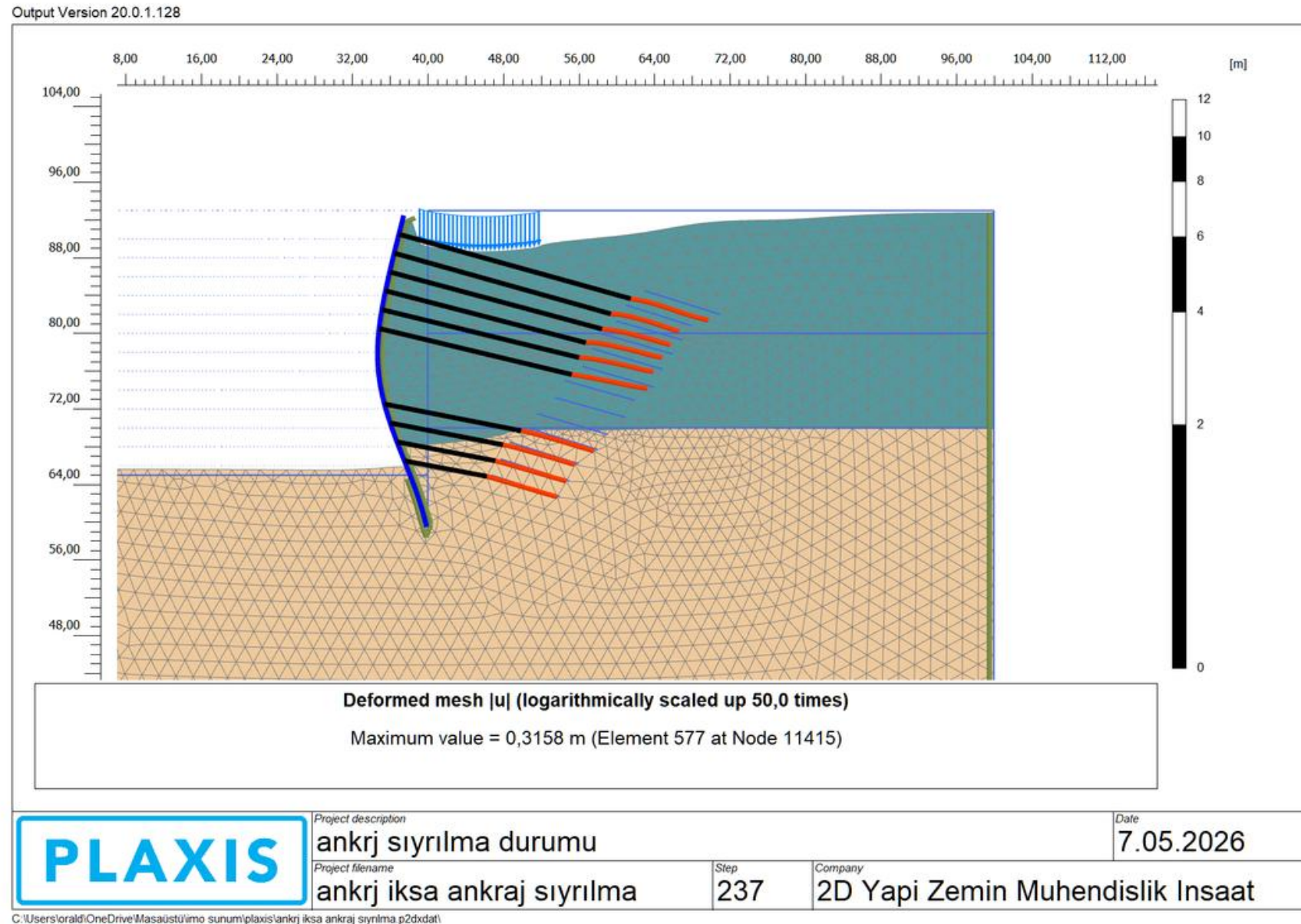
Structural element	Node	Local number	X [m]	Y [m]	N [kN]	N <sub>min</sub> [kN]	N <sub>max</sub> [kN]
NodeToNodeAnchor_8_1	11742	1	40,000	77,000	428,418	0,000	428,418
Element 8-8 (Node-to-node anchor)	21437	2	53,500	73,200	428,418	0,000	428,418

Structural element	Node	Local number	X [m]	Y [m]	N [kN]	N <sub>min</sub> [kN]	N <sub>max</sub> [kN]
NodeToNodeAnchor_9_1	12742	1	40,000	75,000	470,841	0,000	470,841
Element 9-9 (Node-to-node anchor)	21781	2	51,600	71,500	470,841	0,000	470,841

# İksa Sistemlerinde Nasıl Problemlerle Karşı Karşıya Kalabiliriz?

## 6-7-8 . Ankrajların görevini yapamadığı Koşulda İksa Sistemindeki Olumsuzluklar

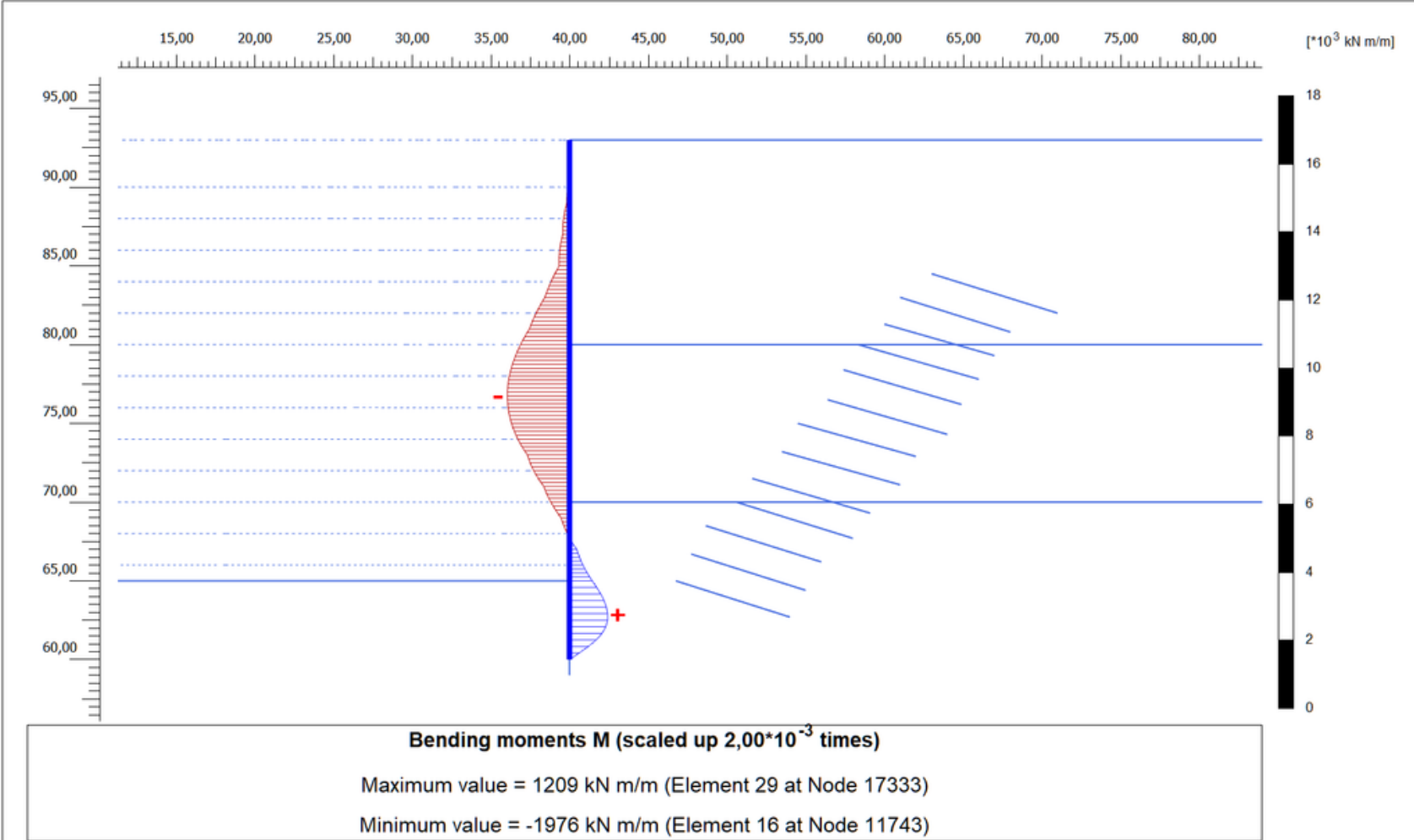
6 - 7 - 8. ankrajların kazı derinliği arttıkça ve deplasman ölçümlerinde görülen olumsuzluklara rağmen kazıya devam edildikçe iksa sisteminde göçme kaçınılmaz hale gelmiştir. İksa kesit tesirlerinde 10 kata varan artışlar tespit edilmiş, bunun yanında deplasman miktarının 30 cm mertebelerini aştığı ve sistemin göçtüğü belirlenmiştir.



# İksa Sistemlerinde Nasıl Problemlerle Karşı Karşıya Kalabiliriz?

## İksa Elemanları Kesit Tesirlerindeki Artış

Output Version 20.0.1.128



**PLAXIS**

Project description

Eğilme Momenti

Date

7.05.2026

Project filename

ankrj iksa ankraj sıyrılma

Step

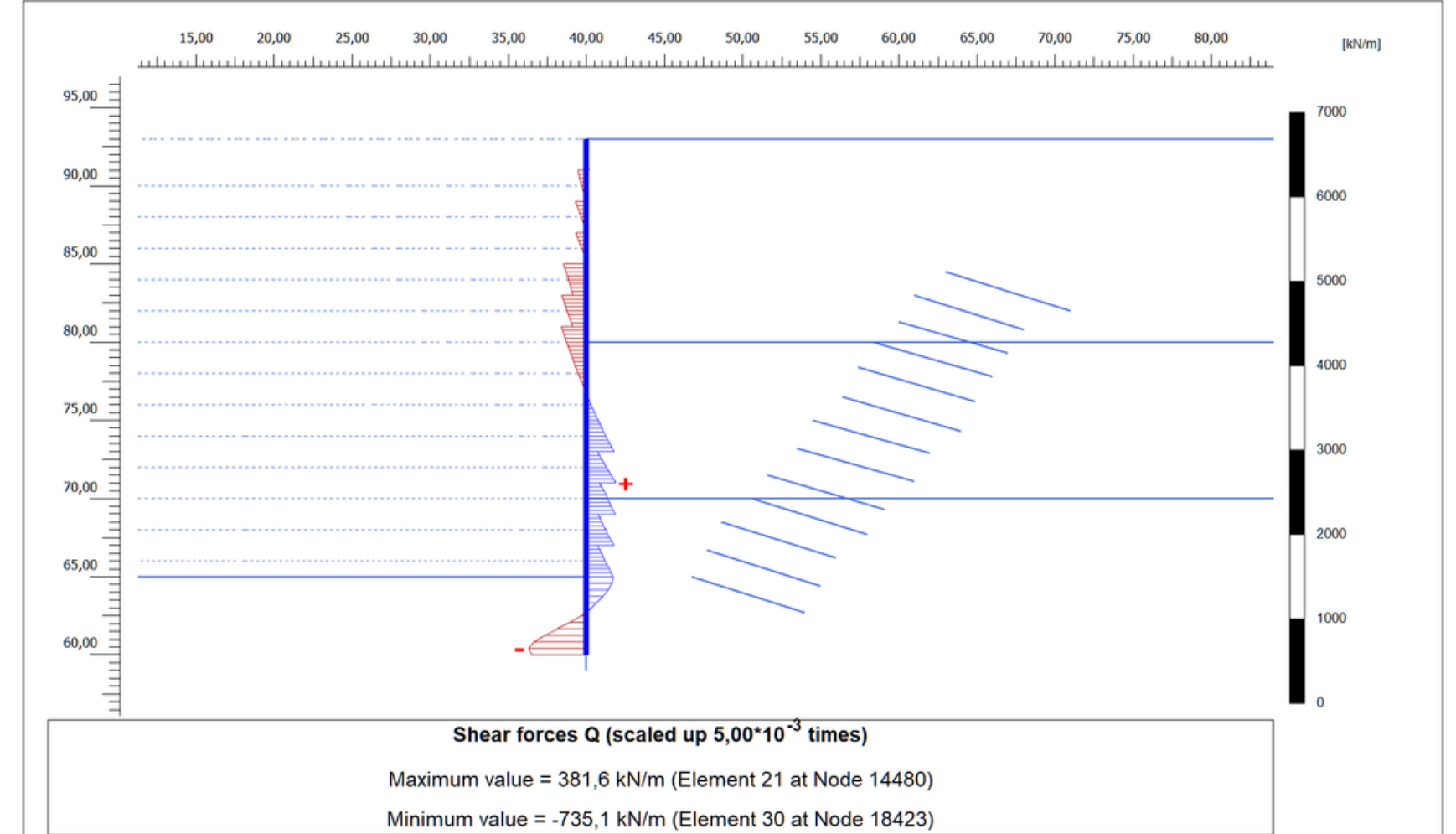
237

Company

2D Yapi Zemin Muhendislik Insaat

C:\Users\oraid\OneDrive\Masaüstü\imo sunum\plaxis\ankrj iksa ankraj sıyrılma p2dxdati

Output Version 20.0.1.128



**PLAXIS**

Project description

Kesme Kuvveti

Date

7.05.2026

Project filename

ankrj iksa ankraj sıyrılma

Step

237

Company

2D Yapi Zemin Muhendislik Insaat

C:\Users\oraid\OneDrive\Masaüstü\imo sunum\plaxis\ankrj iksa ankraj sıyrılma p2dxdati

# Sonuç

Tasarım, iksa sistemlerinin sigortasıdır. Kağıt üzerinde güvenli olmayan, mühendislik hatalarını barındıran bir yapının sahada ayakta kalması çok zordur, parametre seçimleri, zemin etüd kalitesi, tecrübe, kullanılacak güvenlik katsayıları, kötü senaryoları ön görmek, iksa sisteminde ki olumsuzlukları minimize edebilecek unsurlardır.

Kağıt üzerinde uygulamaya yönelik doğru tasarlanmış proje, ancak doğru uygulama ile hayat bulur. Şantiyedeki disiplin göçmeyi önleyen en büyük faktördür. İksa sistemlerindeki oluşacak deplasmanların kontrolü, kazı kademelerinin yatayda ve düşeyde dikkatle açılması, ankrajlardaki germe kapasitelerini belirleyici testlerin yapılması, tüm iksa elemanlarının şartnamelere uygun olarak yerinde imalatı, olumsuzluklarla karşı karşıya kalınsa dahi, iksa sisteminin ayakta kalmasını garanti edecektir. İksa sistemlerinin canlı olduğu unutulmamalı sürekli kontrol altında tutulmalıdır.

**Özetle; Göçmenin önüne geçmek; doğru veri (zemin etüdü), gerçekçi model (tasarım), titiz işçilik (uygulama) ve sürekli takip (izleme) döngüsünün eksiksiz işletilmesiyle mümkündür.**

SAYGILARIMLA;

ORAL DOĞU  
İnşaat Yüksek Mühendisi  
Geoteknik Mühendisi  
oraldogu@projegeoteknik.com