

UYGULAMADAN ÖRNEKLER İLE İKSA SİSTEMİ SEÇİMİ VE HESAP ADIMLARI

DR. ÖĞR. ÜYE. MUSTAFA MERT



İMO İSTANBUL SEMİNERİ 14.11.2024

* KAZI DESTEK YAPILARI YÖNETMELİĞİ (KDYY)

- ❑ İKSA SİSTEMİ SEÇİMİ
- ❑ GENEL HESAP VE PROJELENDİRME ESASLARI

* ANKRAJLI SİSTEMLER

- ❑ MOSKOVA PROJESİ (BERLİN DUVARI)

* İÇTEN DESTEKLİ SİSTEM

- ❑ BALIKESİR PROJESİ (PALPLANŞ-İÇTEN DESTEKLİ SİSTEM)

* ZEMİN KARIŞTIRMA DUVARI

- ❑ ST. PETERSBURG PROJESİ (KESİŞEN JET GROUT-İÇTEN DESTEKLİ SİSTEM)

KAZI DESTEK YAPILARI YÖNETMELİĞİ

* İksa Sistemleri:

- Geçici Destek Yapısı: Üzerine etkiyen tüm yükleri gerekli stabilite emniyetini ve sınır koşullarını sağlayacak şekilde en çok 2 yıl boyunca taşımak üzere projelendirilmiş, geçici fonksiyonlu mühendislik yapısıdır.
- Kalıcı Destek Yapısı: Üzerine etkiyen tüm yükleri gerekli stabilite emniyetini ve sınır koşullarını sağlayacak şekilde, en az destek yapısının uygulandığı kazı çukurunda inşa edilen bina veya bina türü yapının ömrü boyunca taşımak üzere projelendirilmiş, kalıcı fonksiyonlu mühendislik yapısıdır.

KAZI DESTEK YAPILARI YÖNETMELİĞİ

* Kazı Destek Yapıları Kategorileri

Tablo 1.1. Kazı Destek Yapıları Kategorileri

Kazı Destek Yapıları Kategorileri			
Kriterler	Kategori-1	Kategori-2	Kategori-3
Kazı Derinliği (H)	0 - 7 m	<7 - 25 m	> 25 m
Kazı Taban Seviyesi Üzerinde Yeraltı Suyu Varlığı	yok	her durumda	her durumda
Zemin Cinsi	Kaya Sıkı – Çok Sıkı Kum/Çakıl Katı – Sert Kil	Toplam kalınlığı 2 m'yi geçen kontrolsüz dolgu, bitkisel toprak ve organik zeminler hariç hepsi	hepsi
Komşu Yapı Uzaklığı (d)	$d > H$	her durumda	her durumda
Toplam Cephe Plan Uzunluğu	0 - 200 m	her durumda	her durumda
Yapı Ömrü	geçici/kalıcı	geçici	geçici / kalıcı
Yatay Elemanlar	yok	her durumda	her durumda

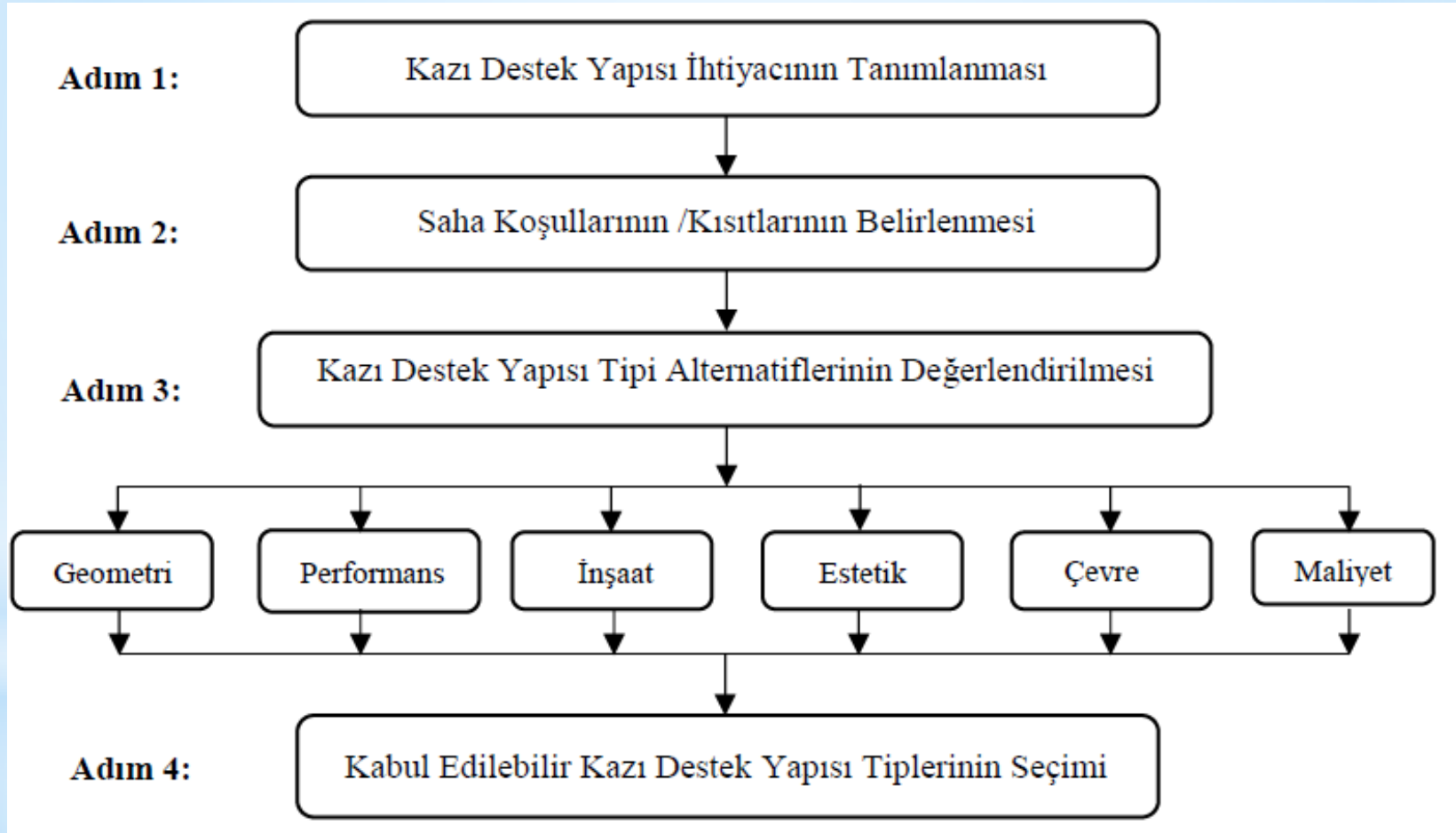
KAZI DESTEK YAPILARI YÖNETMELİĞİ

* İksa Sistemi Çeşitleri (KDYY-Tablo 1.2)

Destek Yapısı Tipi	Yapım Tekniği	Zemin Cinsi	Kazı Derinliği (m) (14)			Düşeylik Toleransı (4)		Yatay Deplasman (5)	Su Geçirimsizliği	Kalıcı Kullanım
			Kuruda		YASS altında					
			Konsol (2)	Yatay Destekli (6)	Yatay Destekli (6)	Tipik	En iyi (3)			
Palplanşlı Destek Yapısı	Çakma	Kaya hariç tüm zeminler	< 5 m	< 12 m	10m'ye kadar	1/75	1/100	orta	iyi	var
Berlin Duvarı (King Post)	Foraj (delgi) veya çakma	Tüm zeminler ve kaya	< 4 m	< 15 m	Uygulanmaz	1/75	1/75	yüksek	yok	yok
Zemin Karıştırma Duvarı (Soil Mixed Wall)	Jetgrout veya mekanik karıştırma	Kaya hariç tüm zeminler, tercihen iri daneli zeminler	< 4 m	10 m'ye kadar	5 m'ye kadar	1/75	1/100	orta	iyi	sınırlı
Ankrajlı BA Perde	Anolu açık kazı ve tek yüz kalıplı perde	Kaya ve sert kil (9)	Uygulanmaz	20 m'ye kadar	Uygulanmaz	1/100	1/150	orta-yüksek	yok	ek önlemle (7)
Kuyu Perde	İksalı elle kazı ve tek yüz kalıplı perde	Kaya	< 7 m	20 m'ye kadar	Uygulanmaz	1/100	1/150	orta-yüksek	yok	var
Zemin Çivili Destek Yapısı	Anolu açık kazı ve kalıpsız püskürtme beton perde	Kaya ve ara kazı kademelerinde stabilitesini koruyan zeminler (12)	Uygulanmaz	30 m'ye kadar (10)	Uygulanmaz	Şevli imal edildiğinden düşeylik toleransı aranmaz		yüksek	yok	var (7)
Mini Kazıklı Destek Yapısı	D<30cm foraj	Kaya ve ara kazı kademelerinde stabilitesini koruyan zeminler (12)	Uygulanmaz	20 m'ye kadar (11)	Uygulanmaz	1/75	1/100	orta	yok	yok
Aralıklı Kazıklı Destek Yapısı	Sürekli Burgu Kazık (CFA)	Tüm zeminler ve kaya	< 7 m	16 m'ye kadar	Uygulanmaz	1/75	1/100	az-orta	yok	ek önlemle (7)
	Foraj	Tüm zeminler ve kaya	< 7 m	25 m'ye kadar	Uygulanmaz	1/75	1/125	az-orta	yok	ek önlemle (7)
Kesişen Kazıklı Destek Yapısı	Donatısız kazık için SBK (CFA), donatılı kazık için foraj	Tüm zeminler ve kaya	< 7 m	16 m'ye kadar	10 m'ye kadar	1/75 (1)	1/100 (1)	az-orta	iyi	var (8)
	Donatılı ve donatısız kazık için foraj	Tüm zeminler ve kaya	< 7 m	25 m'ye kadar	15 m'ye kadar	1/75 (1)	1/125 (1)	az-orta	iyi-çok iyi	var (8)
Diyafram Duvar	Mekanik Grab	Tüm zeminler ve kaya	< 8 m	25 m'ye kadar	15 m'ye kadar	1/75	1/100	az	iyi-çok iyi	var (8)
	Hidrolik Grab	Tüm zeminler ve SBD<3.0 MPa olan kayalar (13)	< 8 m	35m'ye kadar	25 m'ye kadar	1/100	1/150	az	çok iyi	var
	Freze (Cutter)	Tüm zeminler ve kaya	< 8 m	> 35 m	> 40 m	1/150	1/400	az	çok iyi	var

KAZI DESTEK YAPILARI YÖNETMELİĞİ

* İksa Sistemi Seçim Adımları



KAZI DESTEK YAPILARI YÖNETMELİĞİ

* Genel Hesap ve Projelendirme Esasları:

- Göçme Sınır Durumu (ULS) : Yapının bütününe ve/veya bazı bileşenlerinin göçmelerine yol açabilecek veya göçme durumuna yaklaştıracak biçimde aşırı şekil değiştirmelerine sebep olacak mekanizmaları tanımlar.
- Hizmet Görebilirlik Sınır Durumu (SLS) : Aşılmadığı takdirde, büyük olasılıkla, yapının ve/veya bileşenlerinin hedeflenen/belirlenen şekilde onarım gerektirmeden kullanımlarına devam edilebilecek şekil değiştirme ve ötelenme seviyelerini tanımlar.

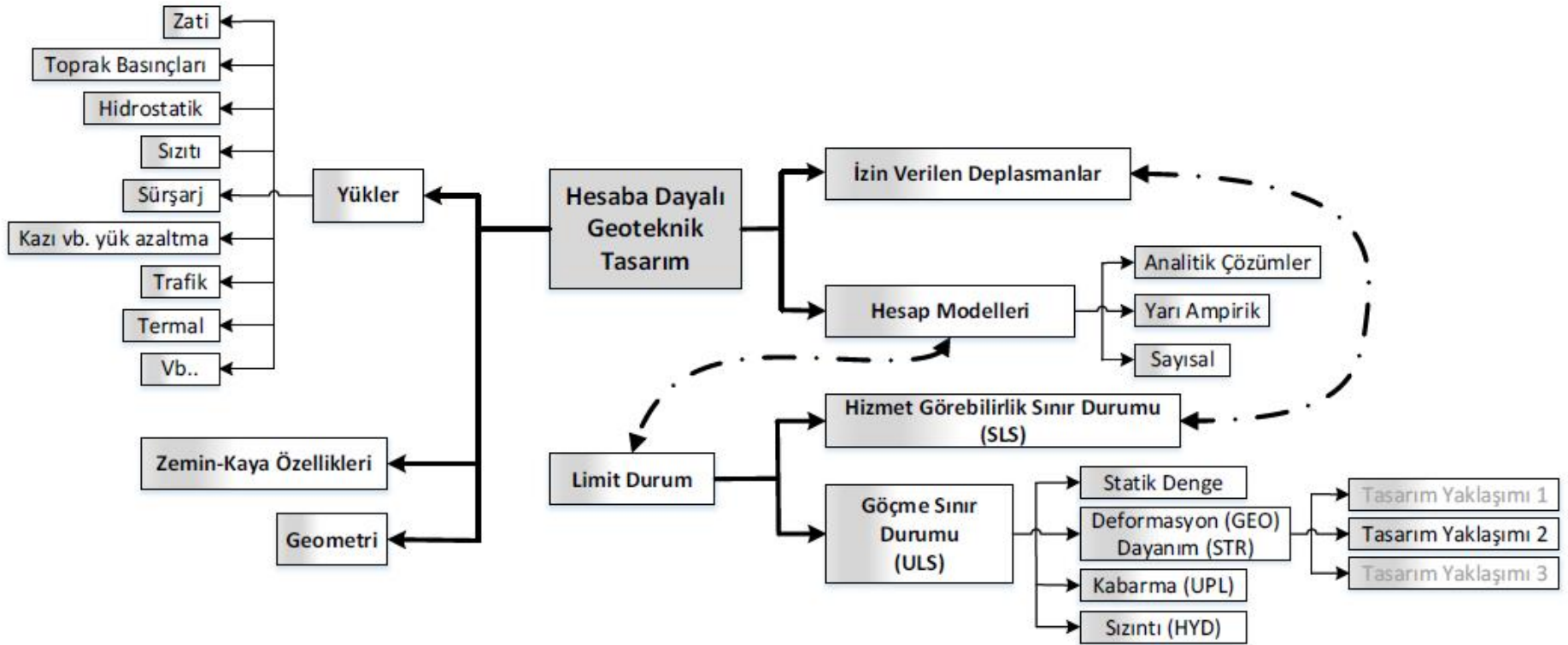
KAZI DESTEK YAPILARI YÖNETMELİĞİ

* ETKİLER

- * Kazı destek yapısı üzerine farklı zamanlarda ve şiddetlerde etkiyen tüm yükler
 - Sabit Etki: Zaman içinde değişmediği kabul edilen etkiler (Ör: komşu yapılardan aktarılan yükler)
 - Hareketli Etki: Zaman içinde büyüklüğünde değişkenlik gözlenenler (Ör: trafik yükleri, rıhtım yapıları için gemi çarpma kuvvetleri)
 - Güvenliği Azaltıcı Etki : Kazı destek yapısı arkasındaki binanın kendi ağırlığından kaynaklanan düşey yükler
 - Güvenliği Arttırıcı Etki: Konsol duvarın önünde kazı tabanındaki sürşarj yükü

KAZI DESTEK YAPILARI YÖNETMELİĞİ

* Hesaba Dayalı Geoteknik Tasarım Yöntemlerine Ait Süreçler



KAZI DESTEK YAPILARI YÖNETMELİĞİ

* TASARIM DEĞERLERİ:

* Etkilerin Tasarım Değerleri:

$$F_d = F_k \cdot \gamma_A$$

F_d : Etkilerin tasarım değeri

F_k : Etkilerin karakteristik değeri

γ_A : Etkiler için kısmi katsayı

* Geoteknik Parametrelerin Tasarım Değerleri:

$$X_d = X_k / \gamma_M$$

X_d : Geoteknik parametreler için tasarım değeri

X_k : Geoteknik parametreler için karakteristik değeri

γ_M : Zemin parametreleri için kısmi katsayı

KAZI DESTEK YAPILARI YÖNETMELİĞİ

* TASARIM DEĞERLERİ:

* Dirençlerin Tasarım Değerleri:

$$R_d = R_k / \gamma_R$$

R_d : Direnç için tasarım değeri

R_k : Direnç için karakteristik değeri

γ_R : Direnç için kısmi katsayı

* Pasif Zemin Direnci Tasarım Değeri (Limit Denge Analizi):

$$P_d = P_k / \gamma_{Re}$$

P_d : Pasif Zemin Direnci için tasarım değeri

P_k : Pasif Zemin Direnci için karakteristik değeri

γ_{Re} : Pasif Zemin Direnci için kısmi katsayı

KAZI DESTEK YAPILARI YÖNETMELİĞİ

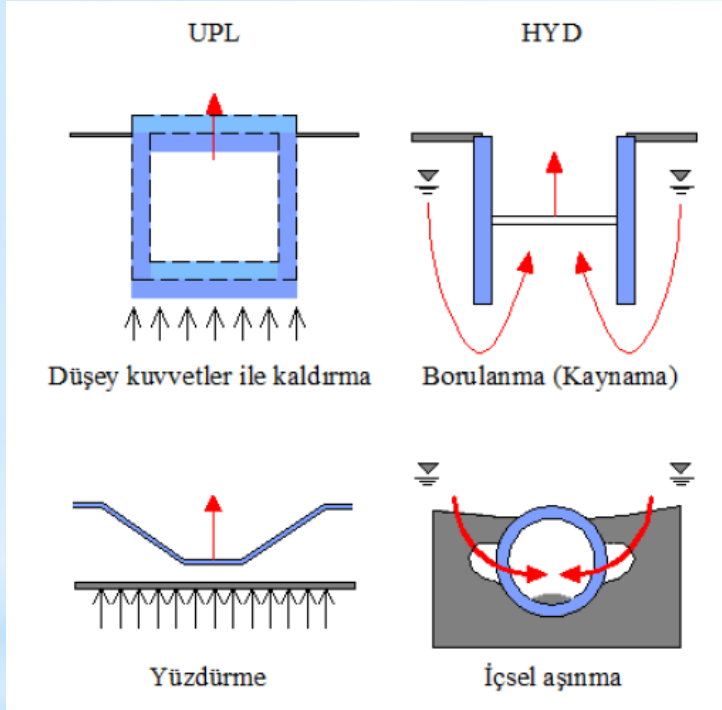
* GÖÇME SINIR DURUMU (ULS)

Tablo 2.1. Depremsiz Durumda ULS Hesabı İçin Kısmi Katsayılar ($\gamma_A, \gamma_M, \gamma_R$)

Kısmi Katsayı Seti			A	M	R
Sabit Etki (G)	Güvenliği azaltıcı	$\gamma_{G,dst}$	1.35		
	Güvenliği artırıcı	$\gamma_{G,stb}$	1.00		
Değişken Etkiler (Q)	Güvenliği azaltıcı	$\gamma_{Q,dst}$	1.50		
	Güvenliği artırıcı	$\gamma_{Q,stb}$	0.00		
Kayma Mukavemeti Katsayısı ($\tan \phi$)		γ_ϕ		1.00	
Efektif Kohezyon (c')		$\gamma_{c'}$		1.00	
Drenajsız Kayma Mukavemeti (s_u)		γ_{s_u}		1.00	
Serbest Basınç Dayanımı (q_u)		γ_{q_u}		1.00	
Birim Hacim Ağırlık (γ)		γ_γ		1.00	
Pasif Zemin Direnci (Dayanma Yapıları)*		γ_{Re^*}			1.40
Zemin Direnci (Toptan Göçme)*		γ_{Re}			1.10
Öngermeli ankrajlar (geçici - kalıcı)		γ_a			1.10
*Zemin direnci, dayanma yapıları ve toptan göçme analizlerinde farklı değerler almakta olup, yukarıda her iki koşul için de kısmi katsayılar verilmiştir.					

KAZI DESTEK YAPILARI YÖNETMELİĞİ

* GÖÇME SINIR DURUMU (ULS)

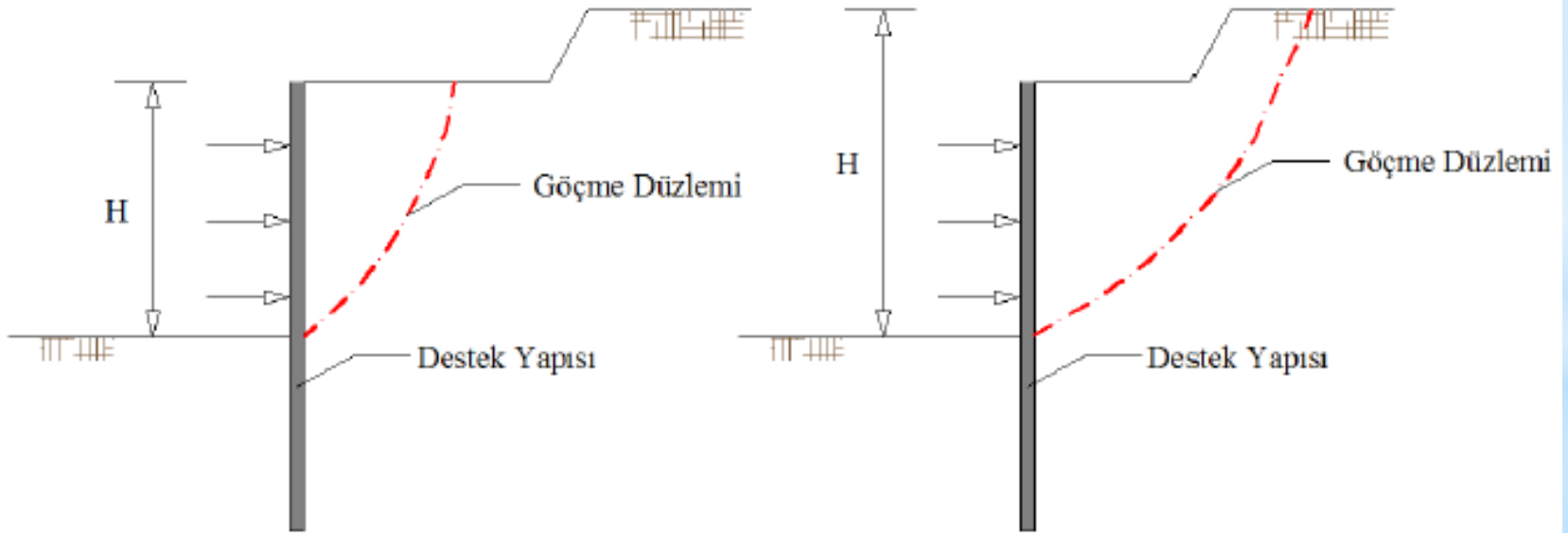


Parametre			Göçme Sınır Durumları					
			Kaldırma (UPL)			Borulanma (HYD)		
Kısmi Katsayı Seti			A	M	R	A	M	R
Sabit Etki (G)	Güvenliği azaltıcı	$\gamma_{G,dst}$	1.00			1.35		
	Güvenliği artırıcı	$\gamma_{G,stb}$	0.90			0.90		
Değişken Etkiler (Q)	Güvenliği azaltıcı	$\gamma_{Q,dst}$	1.50			1.50		
	Güvenliği artırıcı	$\gamma_{Q,stb}$	0.00			0.00		
Efektif Kayma Mukavemeti Katsayısı ($\tan \phi'$)			γ_{ϕ}	-	1.25	-	-	
Efektif Kohezyon (c')			$\gamma_{c'}$	-	1.25	-	-	
Drenajsız Kayma Mukavemeti (s_u)			γ_{s_u}	-	1.40	-	-	
Serbest Basınç Dayanımı (q_u)			γ_{q_u}	-	1.40	-	-	
Birim Hacim Ağırlık (γ)			γ_{γ}	-	1.00	-	-	
Kazık Çekme Dayanımı			γ_{st}	-	-	1.40	-	-
Ankraj Dayanımı			γ_a	-	-	1.40	-	-

KAZI DESTEK YAPILARI YÖNETMELİĞİ

HİZMET GÖREBİLİRLİK SINIR DURUMU (SLS)

- Destek yapısında oluşan sınır deplasman değeri, destek yapısının üst kotu ile nihai kazı tabanı arasında kalan H kazı derinliğinin makul bir oranı olarak belirlenmelidir.

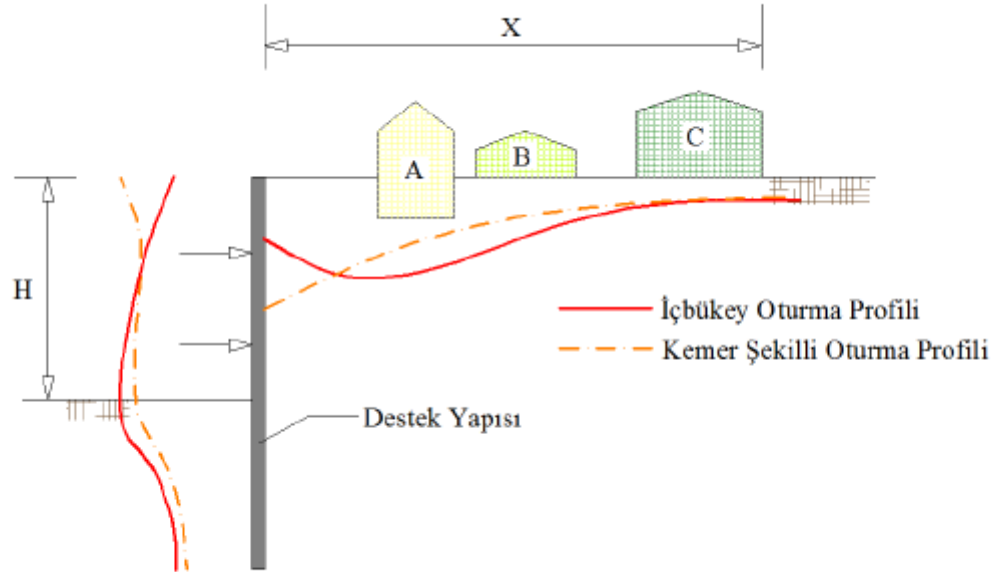


Şekil 2.6. Kazı Derinliği, H

KAZI DESTEK YAPILARI YÖNETMELİĞİ

HİZMET GÖREBİLİRLİK SINIR DURUMU (SLS)

- Binaların destek yapısı ile arasındaki mesafeleri vb.; etkilere bağlı olarak değişkenlik gösterir. Geoteknik Sorumlu, kazı ve kazı destek çalışmalarından etkilenebilecek X yatay mesafesini en az $2xH_{maks}$ olacak şekilde belirlemelidir.



Şekil 2.8. Destek Yapısında ve Arkasında Gözlenen Tipik Deplasman Biçimleri

KAZI DESTEK YAPILARI YÖNETMELİĞİ

SLS DURUMU İÇİN DEPLASMAN KRİTERLERİ:

- Geoteknik Sorumlu, kazı nedeniyle komşu yapılarda meydana gelebilecek deplasmanların, yapının hasar görmeden tolere edebileceği değerleri aşmamasını sağlamakla yükümlüdür. Üst sınır olarak komşu yapılardaki dönme miktarı statik yükleme durumunda **1/500**, deprem durumunda ise **1/250** değerlerini aşmamalıdır.
- Ankrajlı sistemlerde meydana gelecek yanal deplasmanlar için genellikle **$\delta h = 0.003H$** değeri bir üst limit olarak kabul edilmektedir.
- Zemin çivili sistemlerde meydana gelecek yanal deplasmanlar için **$\delta h = 0.005H$** değeri bir üst limit olarak kabul edilmektedir.
- Konsol sistemlerde meydana gelecek yanal deplasmanlar için **$\delta h = 0.010H$** değeri bir üst limit olarak kabul edilmektedir.
- İçten destekli sistemler için ise meydana gelecek yanal deplasmanlar **$\delta h/H = \%$ 2.5 - $\%$ 5.0'i** değerleri arasında kalacak şekilde bir üst limit olarak kabul edilmektedir.

KAZI DESTEK YAPILARI YÖNETMELİĞİ

KAZI DESTEK YAPILARINDA DEPREM ETKİSİ:

- DD-2a Deprem Yer Hareketi, spektral büyüklüklerin 50 yılda aşılma olasılığının %25 ve buna karşı gelen tekrarlanma periyodunun 144 yıl olduğu deprem yer hareketini nitelemektedir. Bu deprem yer hareketi, standart “ön tasarım” deprem yer hareketi olarak da adlandırılmaktadır.

$$\log(S_{DS,144}) = (0.37 * \log(S_{DS,475})) + (0.63 * \log(S_{DS,72}))$$

$$k_h = \frac{0.4S_{DS}}{r}$$

Tablo 2.8. Kazi Destek Yapısının Tipine ve Yapacağı Yer Değiştirme Miktarına Göre “r” Katsayısı Değerleri (Sadece Statik Eşdeğer Hesap Yöntemi İçin Geçerlidir)

Destek Yapısının Tipi	r
En fazla 120 S_{DS} (mm) yer değiştirmeye izin verilen konsol kazıklı, zemin çivili sistemler	2.0
En fazla 80 S_{DS} (mm) yer değiştirmeye izin verilen konsol kazıklı, zemin çivili sistemler ve ankrajlı duvarlar	1.5
İçten destekli duvarlar, yer değiştirmesine izin verilmeyen diğer duvarlar	1.0

Tablo 2.6. Geçici ve Kalıcı Kazi Destek Yapılarının Sismik Tasarım Yöntemleri İle Dikkate Alınacak Deprem Düzeyleri

Tasarım Yöntemi	Yöntem 1 Statik Eşdeğer Hesap	Yöntem 2 Şekil Değiştirmeye Göre Hesap	
		1. Aşama Statik Eşdeğer Hesap	2. Aşama Zaman Tanım Aralığında Hesap
Geçici destek sistemlerinde (Tüm KK-1 ve KK-2'nin $H < 15m$ olduğu geçici sistemler için)	-	-	-
Geçici destek sistemlerinde (KK-2'nin $H \geq 15m$ olduğu ve KK-3 olan geçici sistemler için)	DD-4	-	DD-4
Kalıcı destek sistemlerinde (Normal yapılar için)	DD-2	DD-2a	DD-2
Kalıcı destek sistemlerinde (Önemli yapılar için)	DD-1	DD-2a	DD-1

KAZI DESTEK YAPILARI YÖNETMELİĞİ

KAZI DESTEK YAPILARINDA DEPREM ETKİSİ:

- Sismik yükler altındaki analizler Yöntem 1 veya Yöntem 2'den herhangi bir tanesi kullanılarak yapılabilir. Analizlerden elde edilen sonuçlar Tablo 2.7'deki kriterleri sağlamalıdır.

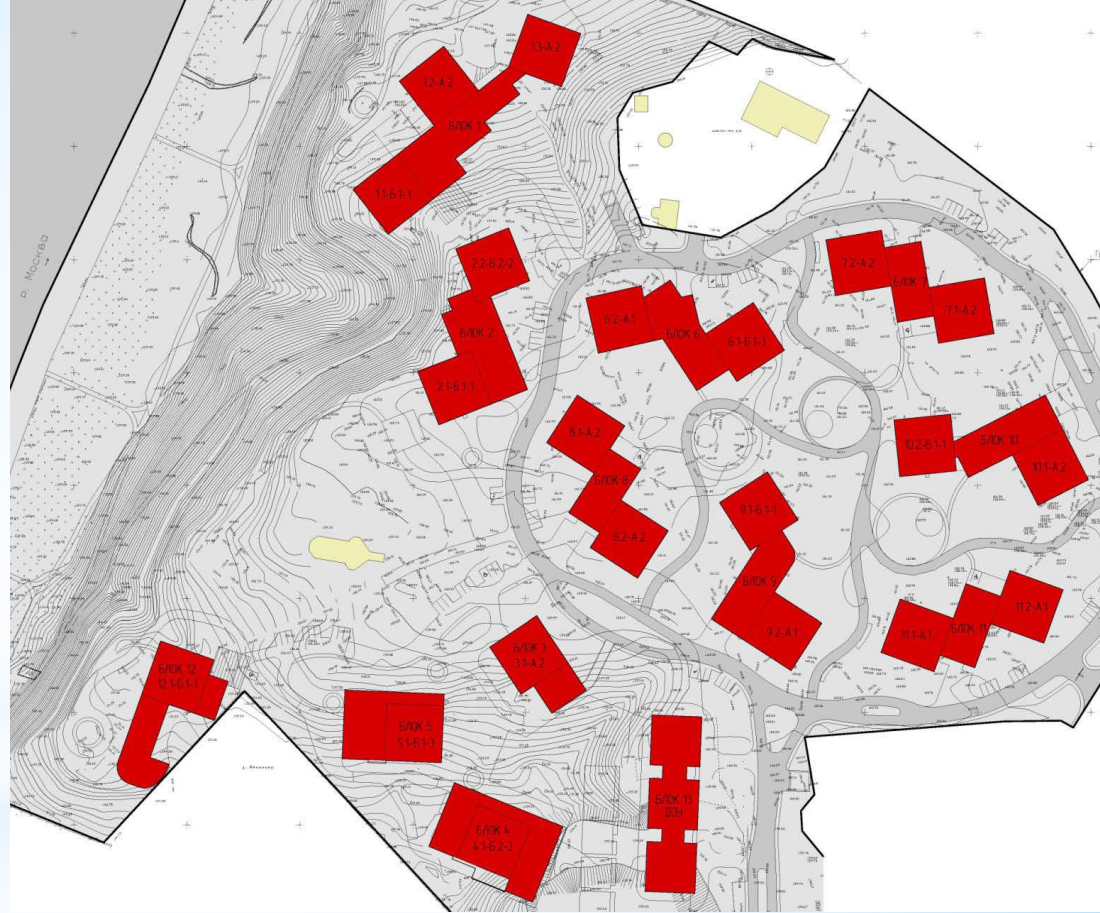
Tablo 2.7. Depremlı Durum Hesabında Kullanılabilecek Yöntemler ve Kontrol Kriterleri

		Kontrol Kriterleri
Yöntem 1 Statik Eşdeğer Hesap		Sadece göçme kontrolü yapılır. Malzeme ve yük kısmi katsayıları 1.0 alınarak güvenlik sayısının 1.0'den büyük olması aranır. Deplasman kontrolü yapılmaz. Yapısal elemanların kesit tesirleri statik durum ile karşılaştırılarak yapısal/betonarme hesaplarda olumsuz olan durum kullanılır. Daha ekonomik çözüm aranması ya da güvenlik sayısının 1.0'dan düşük olması durumunda Yöntem 2'ye geçilir.
Yöntem 2 Şekil Değiştirmeye Göre-Hesap	1. Aşama Statik Eşdeğer Hesap	Sadece göçme kontrolü yapılır. Malzeme ve yük kısmi katsayıları 1.0 alınarak güvenlik sayısının 1.0'den büyük olması aranır. Deplasman kontrolü yapılmaz. Göçme olmadığı gösterildikten sonra 2. aşamaya geçilir.
	2. Aşama Zaman Tanım Aralığında Hesap	Deplasman kontrolü yapılır Yapısal elemanların betonarme hesapları, depremsiz durumda elde edilen faktörlü kesit tesirleri ile depremlı durumda 2. Aşamada elde edilen kesit tesirlerinden büyük olanı alınarak yapılır.

ANKRAJLI SİSTEMLER

MOSKOVA PROJESİ:

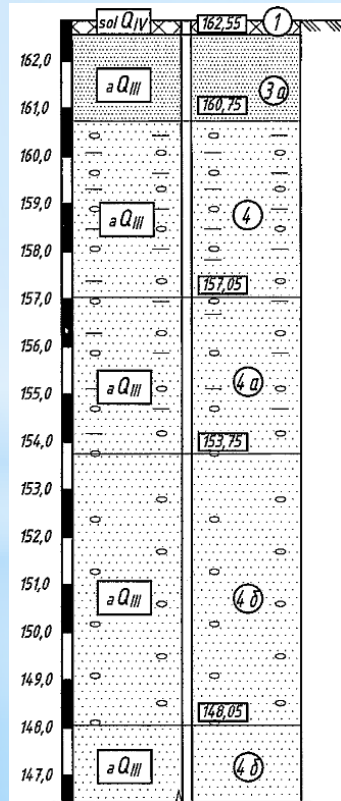
- 13 BLOK
- Kazı Derinlikleri: 3.50-10 m
- Zemin Profili:
 - 0-2 m: Gevşek killi kum
 - 2-10 m: Orta sıkı ince kum
 - 10 m - : Sıkı ince kum
- YASS yok
- İksa Sistemi Seçimi:
 - Yatay destekli berlin duvarı
 - Blok 1-2-4-5-9-12: Ankrajlı iksa sistemi
 - Diğer bloklar: İçten destekli iksa sistemi



ANKRAJLI SİSTEMLER

MOSKOVA PROJESİ:

ZEMİN PROFİLİ

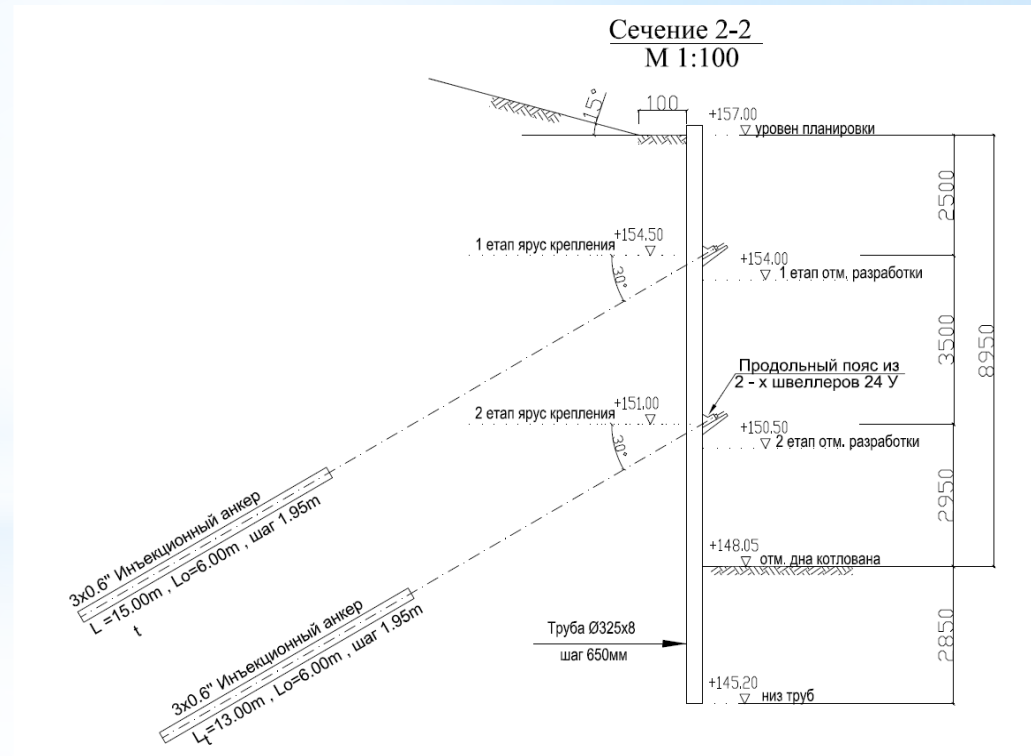


Gevşek Killi Kum

Orta Sıkı İnce Kum

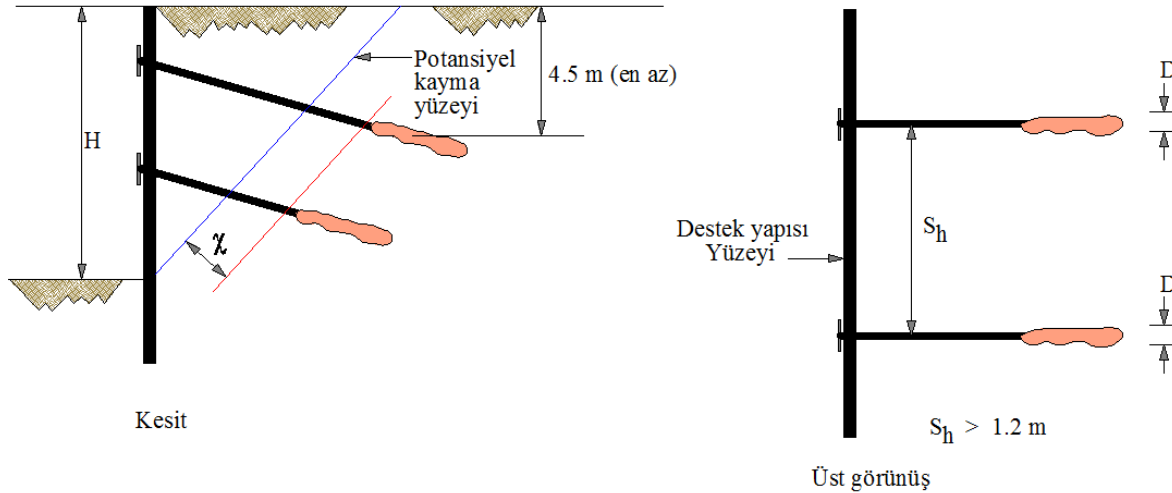
Sıkı İnce Kum

İKSA KESİTİ



ANKRAJLI SİSTEMLER

MOSKOVA PROJESİ: ANKRAJ SERBEST BOY SEÇİMİ



Minimum serbest bölge uzunluğu = 3m (sürgü boyu)
4.5 m (halat uzunluğu)

χ : 2 m veya 0.2H (hangisi daha büyükse)

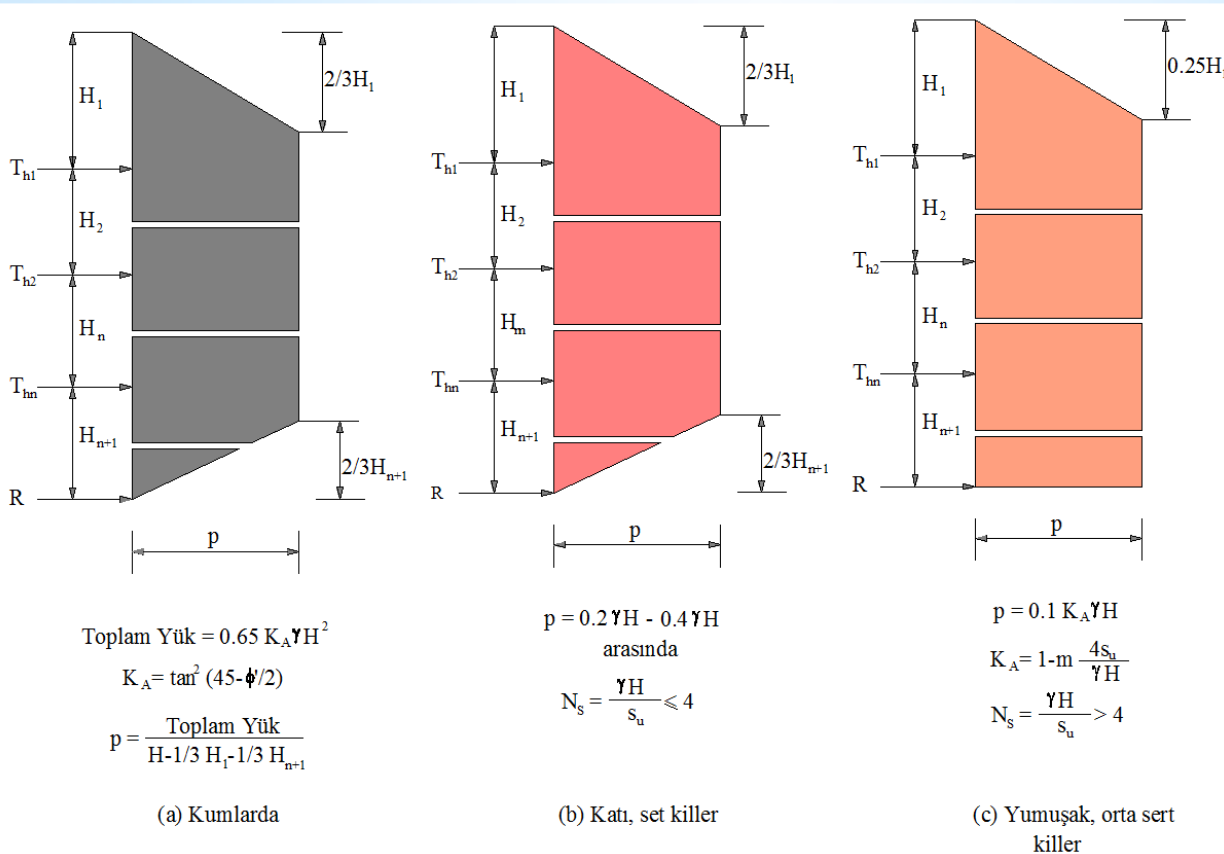
H : Kazı yüksekliği

S_h : Ankraj aralığı (yatay mesafe)

D : Kök bölgesi çapı

ANKRAJLI SİSTEMLER

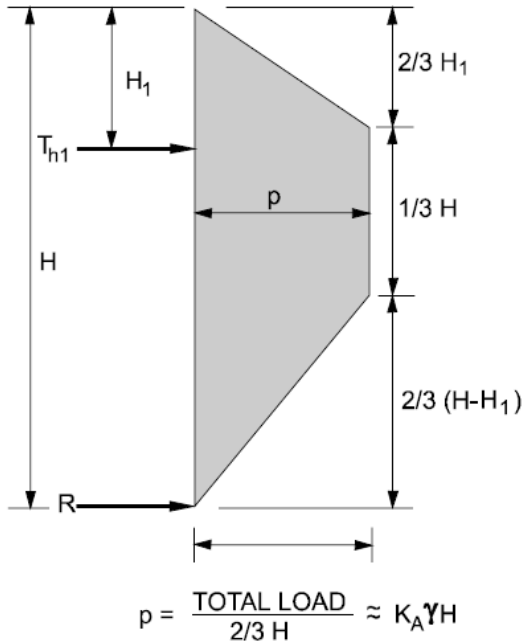
MOSKOVA PROJESİ: ANKRAJ SİSTEMLERİNİN TASARIMI



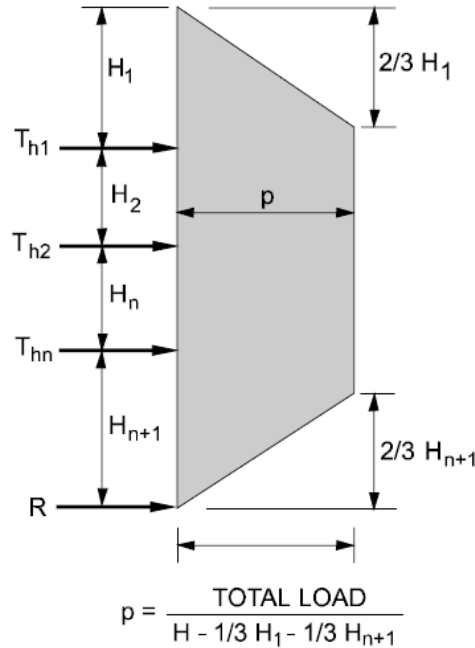
ANKRAJLI SİSTEMLER

MOSKOVA PROJESİ:

FHWA, 1999 tarafından kumlu zeminler için önerilen yanıl toprak basıncı dağılımı:



(a) Walls with one level of ground anchors



(b) Walls with multiple levels of ground anchors

H_1 : 1. sıra ankraj ile zemin yüzeyi arasındaki mesafe.

H_{n+1} : En alt sıra ankraj ile kazı tabanı arasındaki mesafe.

T_{hi} : i. Ankraja etkiyen yatay kuvvet.

R: Kazı tabanı altındaki zeminde oluşan reaksiyon kuvveti.

p: Toprak basıncı dağılım diyagramında maksimum gerilme değeri

TOTAL LOAD=

Toplam Yük= $0.65 K_A \gamma H^2$

ANKRAJLI SİSTEMLER

MOSKOVA PROJESİ:

Tablo 3.5. LEM ve GDA Kullanılarak Yapılacak Tasarımın Ana Hatları

Aşama 1 – LEM Kontrol (ULS - GEO)

Kazı destek yapısına ait sayısal model Tablo 2.1’de verilen A ve R kısmi katsayı setleri kullanılarak LEM ile analiz edilir.

En düşük güvenlik sayısının $GS \geq 1.00$ olması hedeflenir.

Aşama 2 – ULS Kontrol (ULS – HYD, ULS – UPL vb.)

Yeraltı suyu etkisiyle olası borulanma ve kaldırma türü göçme durumları için analiz yapılması gerektiğinde, Tablo 2.2’de tanımlanan kısmi katsayılar ve Bölüm 2.16’da tariflenen esaslar kullanılarak güvenlik sayısının $GS \geq 1.00$ olması hedeflenir.

Proje özelinde olası diğer tüm göçme sınır durumları için gerekli analizler benzer bir yaklaşımla yapılır.

Aşama 3 – SLS Kontrol (SLS – GEO)

Kazı destek yapısı GDA ile modellenir. SLS hesaplarında herhangi bir kısmi katsayı seti kullanılmadan sayısal model çözülür.

Eğer varsa sadece “Güvenliği azaltıcı- Değişken Etkiler” $\gamma_{Q,dst}/\gamma_{G,dst} = 1.50/1.35 = 1.11$ ile artırılıp analiz yapılır.

Öngörlemeyen-plansız kazı durumunun da dahil edildiği analiz sonucunda hesaplanan deplasmanlar servis koşulları bakımından izin verilebilir sınırlar içinde olmalıdır.

Geoteknik Sorumlu, Aşama 1’deki hesabı tahkik etmek amacıyla GDA ile ilave bir güvenlik sayısı kontrolü yapabilir.

Aşama 4 – ULS Kontrol (ULS – DEPREM)

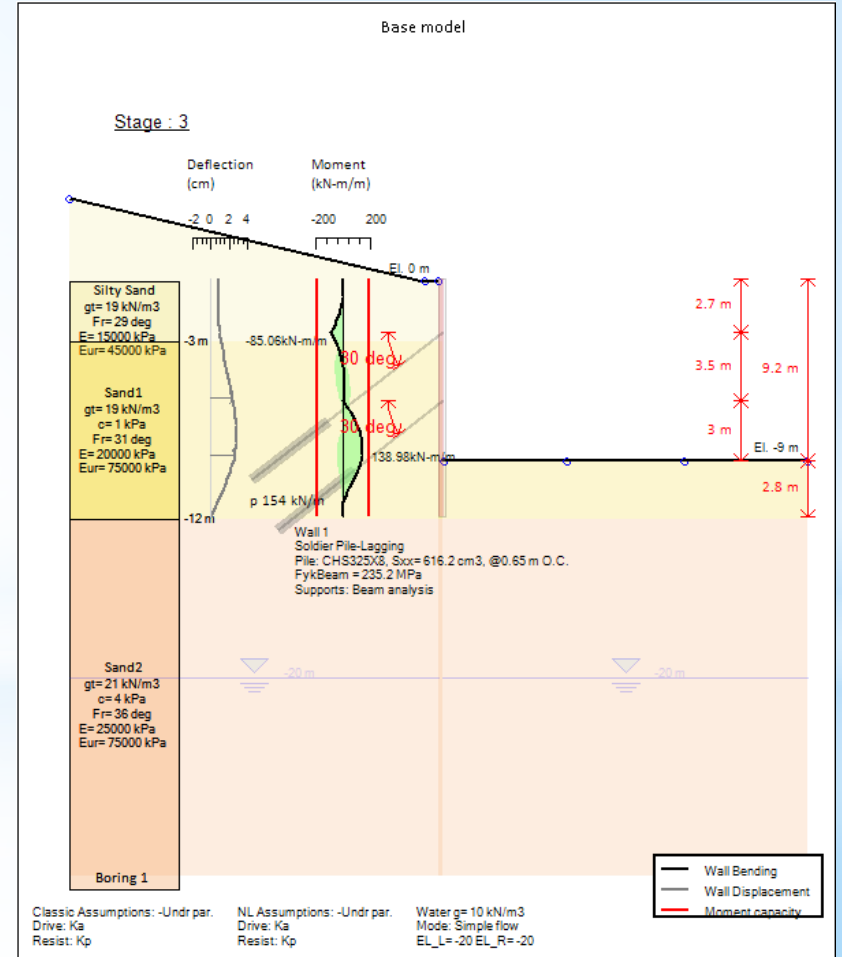
Kazı destek sistemleri ve kazı yükseklikleri esas alınarak Tablo 2.6 ile deprem yüklerinin hesaba katılıp katılmayacağına karar verilir.

Depremli durumda , hangi tasarım yönteminin kullanılacağı Tablo 2.7’ye göre belirlenir ve bütün durumlarda malzeme ve yük kısmi katsayıları 1.0 alınarak hesaplar gerçekleştirilir.

Aşama 5 – ULS Kontrol (ULS – STR)

Yapısal elemanlara ait (N, Q, M)_{SSI} kesit tesirleri ve ankraj yükleri aşağıda tanımlanan aşamalardan hesaplanan değerlerden büyük olanı ile yapılır.

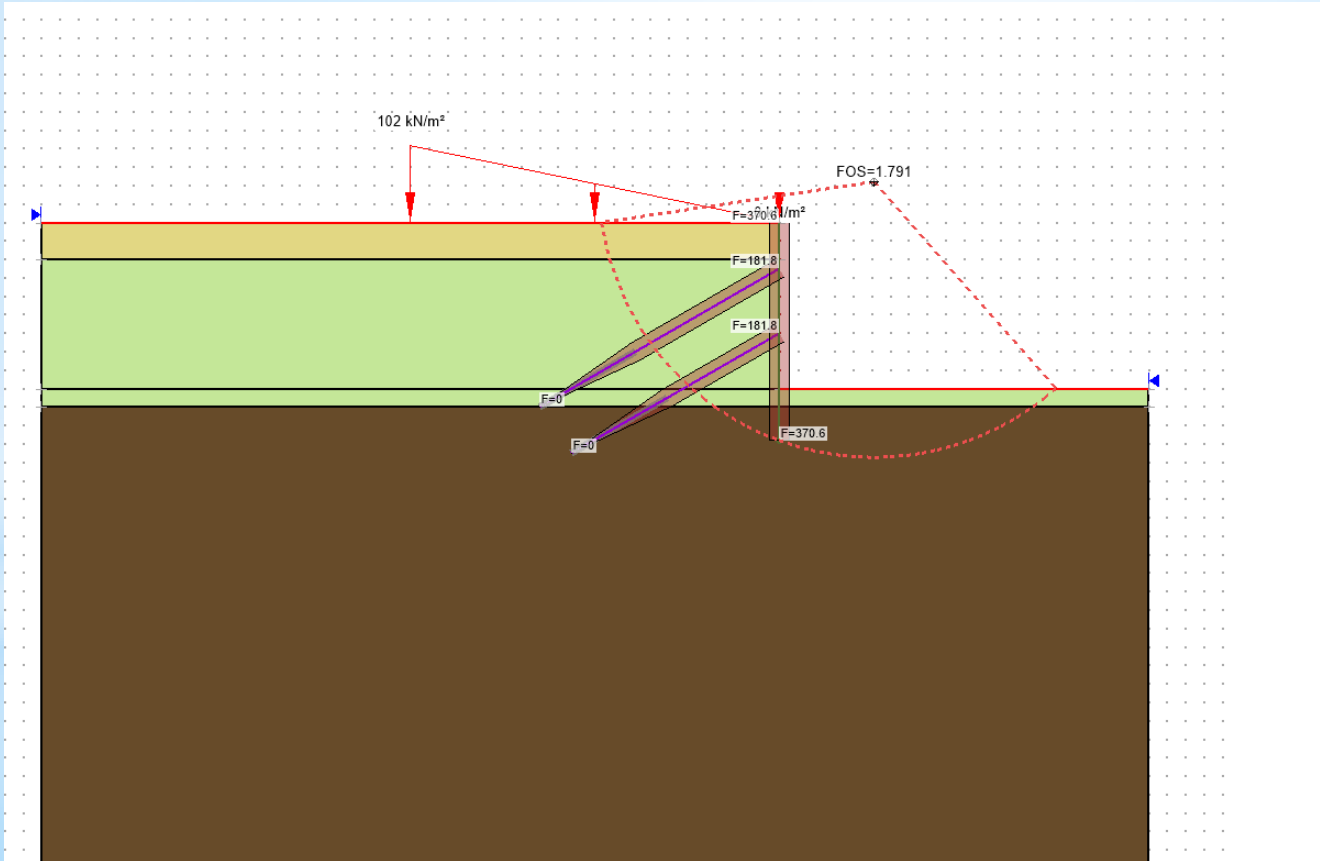
Aşama 3’te SLS-GEO analizinde hesaplanan değerler $\gamma_{G,dst} = 1.35$ ile çarpılarak, Aşama 4’te ULS-DEPREM analizinde hesaplanan değerler $\gamma_{EQ} = 1.00$ ile çarpılarak kesit tesirleri, tüm ara kazı ve inşaat kademelerinde hesaplanan en olumsuz durumu temsil edecek şekilde seçilir.



ANKRAJLI SİSTEMLER

MOSKOVA PROJESİ:

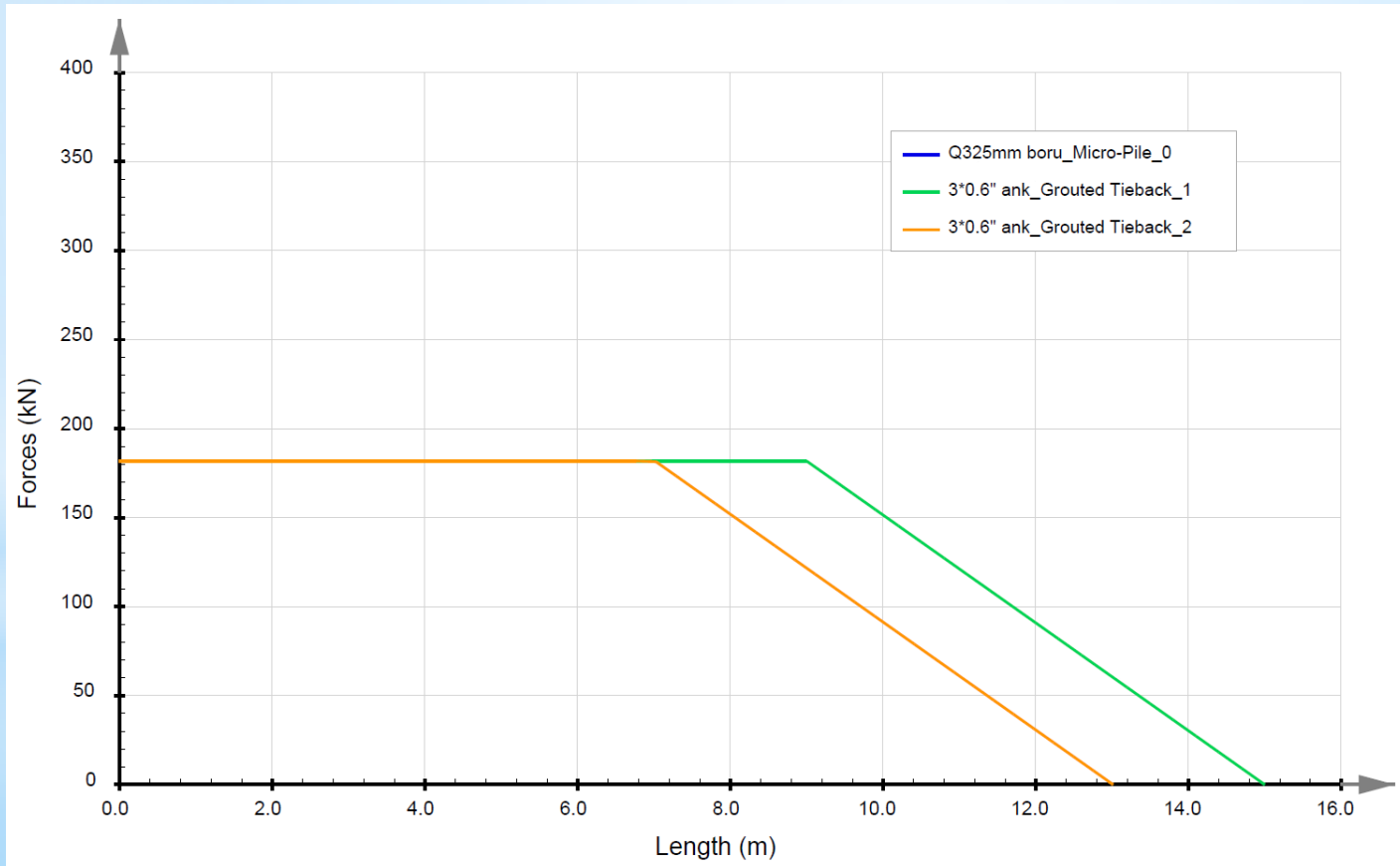
LEM KONTROL (ULS-GEO)



ANKRAJLI SİSTEMLER

MOSKOVA PROJESİ:

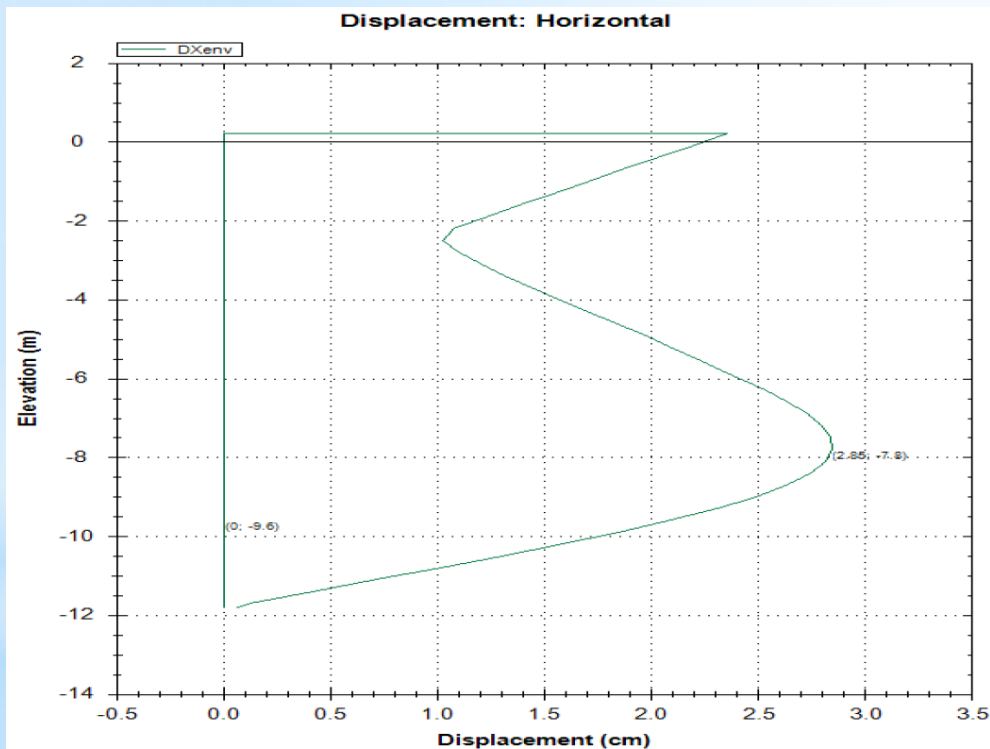
LEM KONTROL (ULS-GEO)



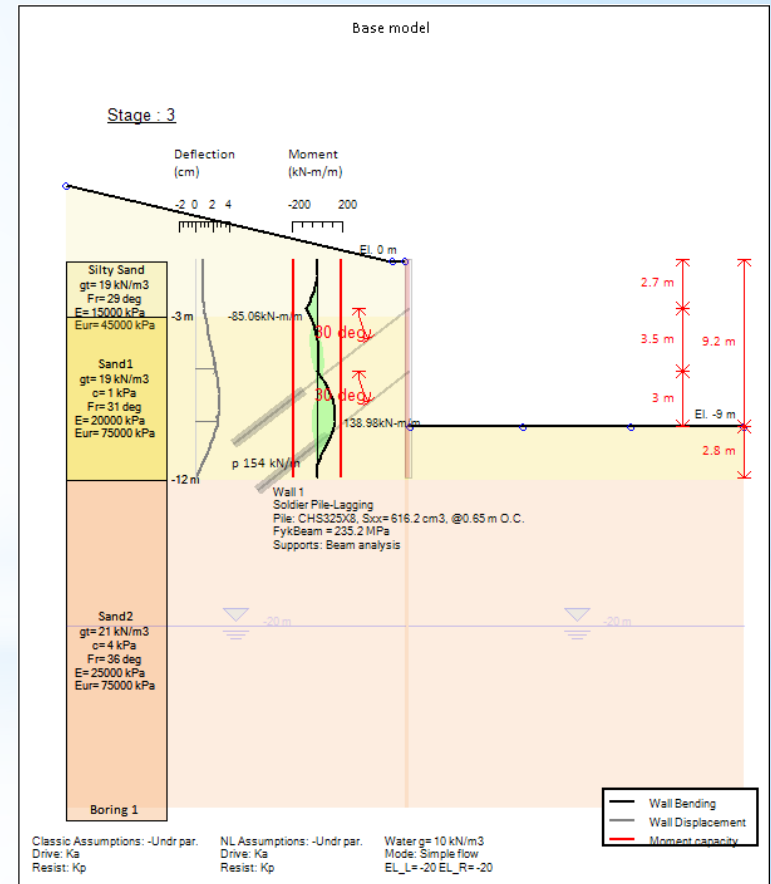
ANKRAJLI SİSTEMLER

MOSKOVA PROJESİ:

SLS KONTROL (SLS-GEO)



$$\delta_h = \frac{2.85}{920} = 0.003$$



ANKRAJLI SİSTEMLER

MOSKOVA PROJESİ:

YAPISAL ELEMAN KONTROLÜ (ULS-STR)

$$T_f = \pi \cdot D \cdot L_{tb} \cdot \tau_f = \pi \cdot D \cdot L_{tb} \cdot K_1 \cdot \sigma'_v \cdot \tan \phi'$$

(B.3.8.a)

$$T_k = T_f / \xi$$

(B.3.8.b)

$$T_k = \tau_{em} * A_a = 175 * 2.45 = 429 \text{ kN}$$

Tablo 3.2. Kohezyonsuz Zeminlerde Ankrajlar İçin Nihai Çeper Sürtünme Değerleri - τ_f (PTI)

Ankraj Tipi	Zemin/Enjeksiyon Arayüzeyi İçin Ortalama Nihai Çeper Sürtünme Değerleri- τ_f [MPa]
Düşük Basıncılı Enjeksiyonlanmış Ankrajlar	0.07 – 0.14
Basıncılı Enjeksiyonlanmış Ankrajlar	
Orta Sıkı – Sıkı , İnce- Orta Kum	0.08 – 0.38
Orta Sıkı, Orta – İri, Çakıllı Kum	0.11 – 0.66
Sıkı – Çok Sıkı , Orta İri ,Çakıllı Kum	0.25 – 0.97
Siltli Kum	0.17 – 0.41
Sıkı Buzul Birikintisi	0.30 – 0.52
Orta Sıkı – Sıkı Kumlu Çakıl	0.21 – 1.38
Sıkı -Çok Sıkı Kumlu Çakıl	0.28 – 1.38

ANKRAJLI SİSTEMLER

MOSKOVA PROJESİ:

YAPISAL ELEMAN KONTROLÜ (ULS-STR)

Cinsi	Kesit Alanı	Kopma kuvveti	Emniyetli Taşıma Kapasitesi
0.6 inch Süper Tendon Düşük Gevşemeli	140 mm ²	261 kN (26.6ton)	163 kN (16.6ton)

$$3 * P_{t,k} = 3 * 260 = 780 \text{ kN}$$

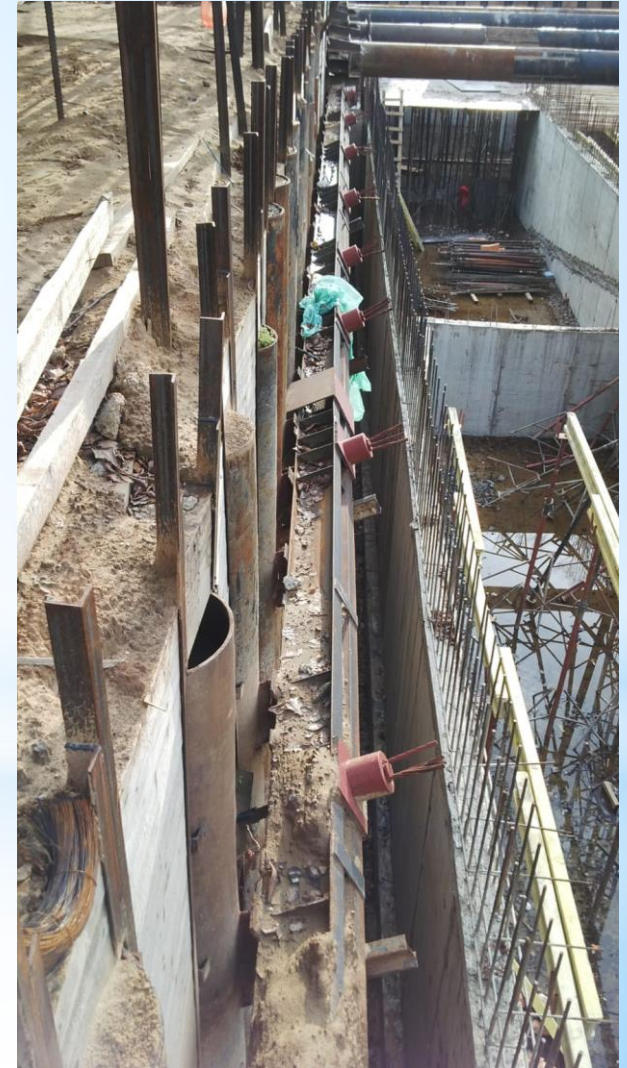
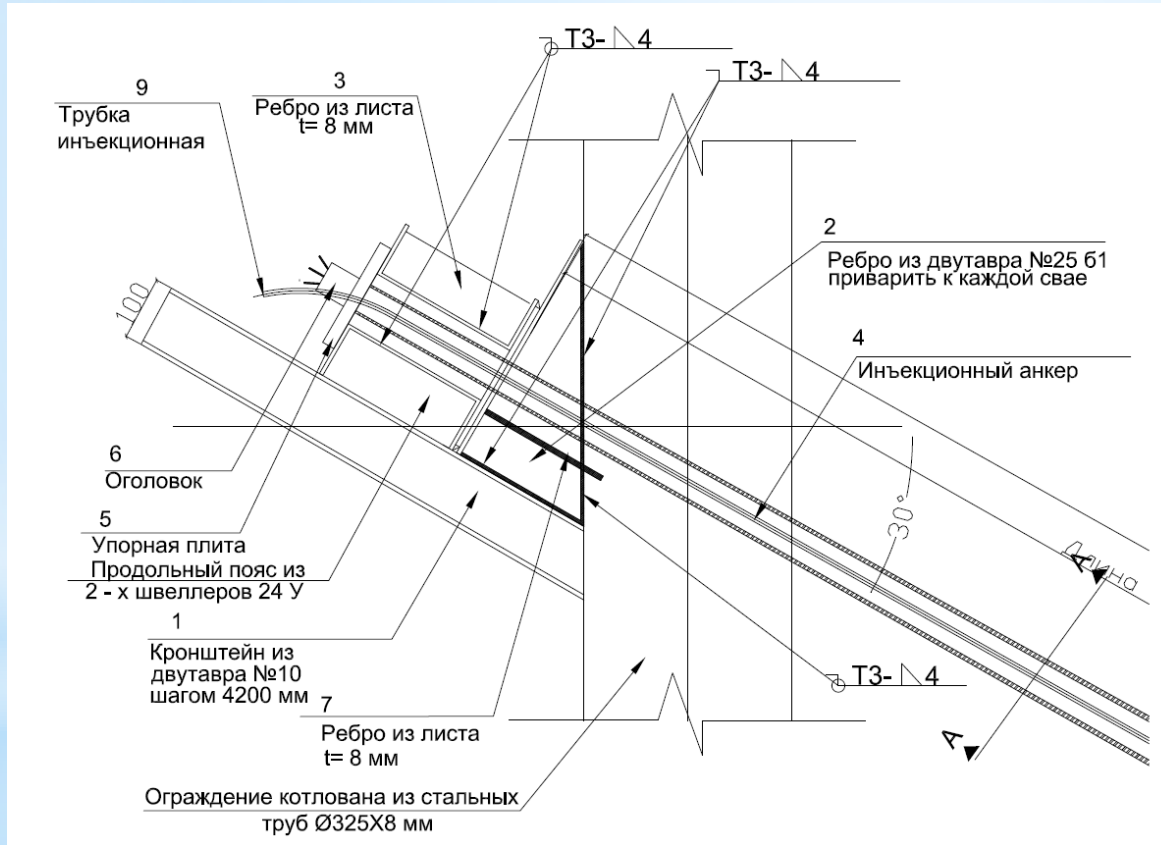
	Wall Reinforcement	Max Support	Max Support
	Stress Ratio FIS	Reaction (kN/m)	Reaction (kN)
Stage 0	N/A	0	0
Stage 1	N/A	0	0
Stage 2	N/A	153,8	299,91
Stage 3	N/A	155,21	302,66

Halat kontrolü: $303 * 1.35 = 409 \text{ kN} < 780 \text{ kN}$

Ankraj kök taşıma kapasitesi kontrolü: $303 * 1.35 = 409 \text{ kN} < 429 \text{ kN}$

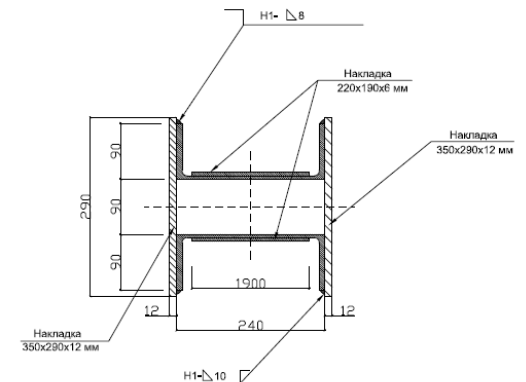
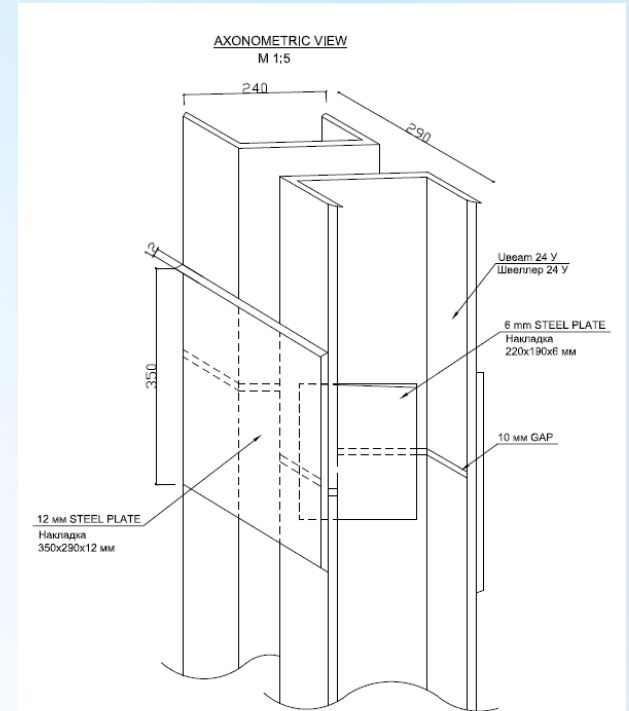
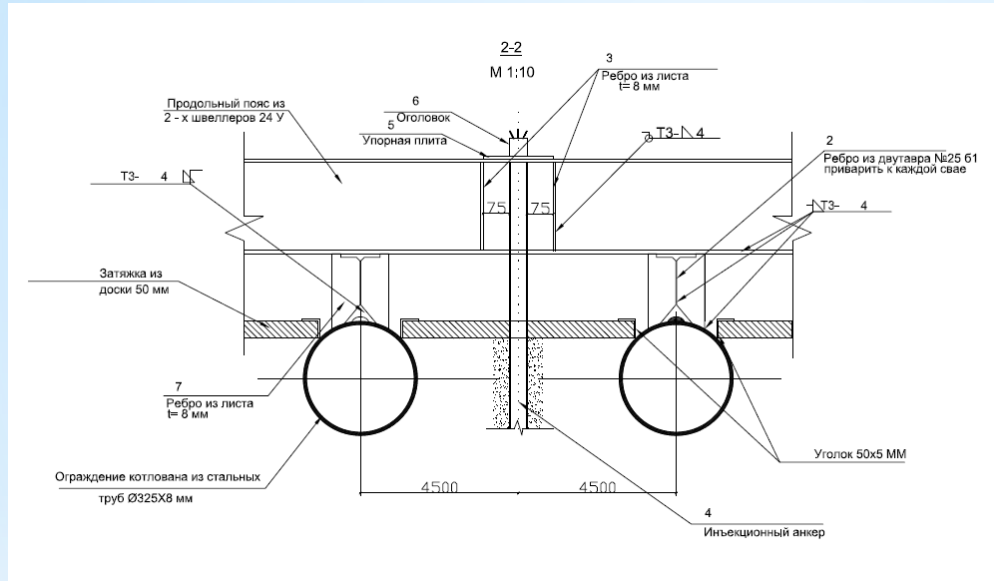
ANKRAJLI SİSTEMLER

MOSKOVA PROJESİ:



ANKRAJLI SİSTEMLER

MOSKOVA PROJESİ:



ANKRAJLI SİSTEMLER

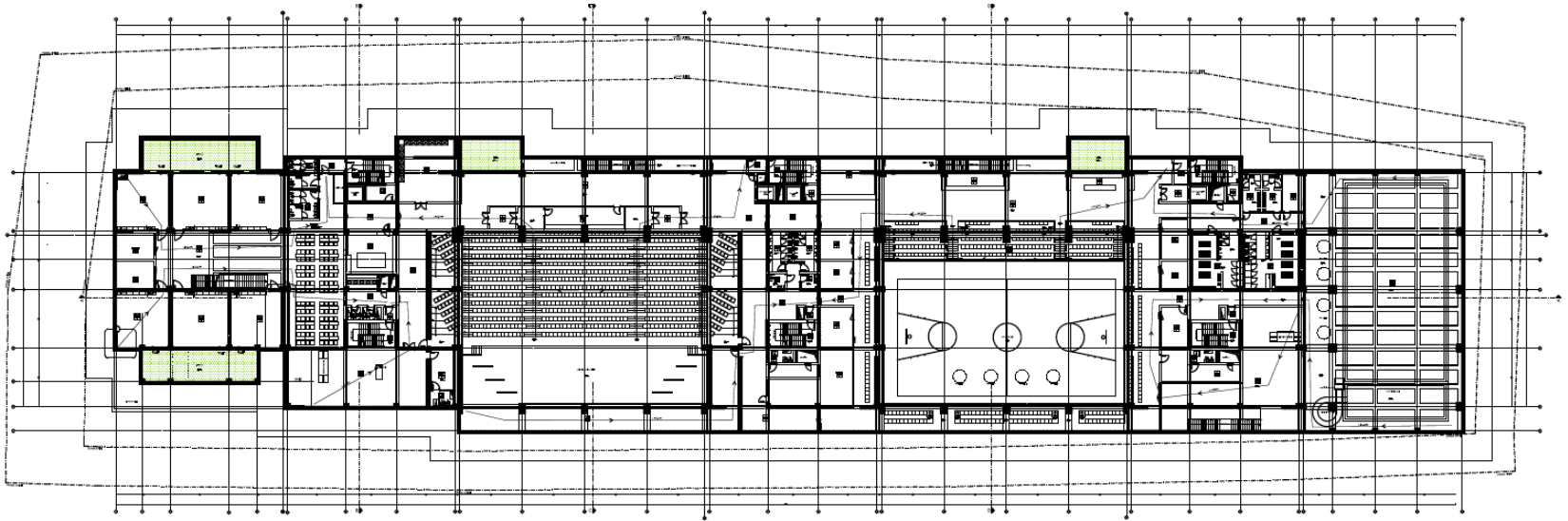
MOSKOVA PROJESİ:



İÇTEN DESTEKLİ SİSTEMLER

BALIKESİR PROJESİ:

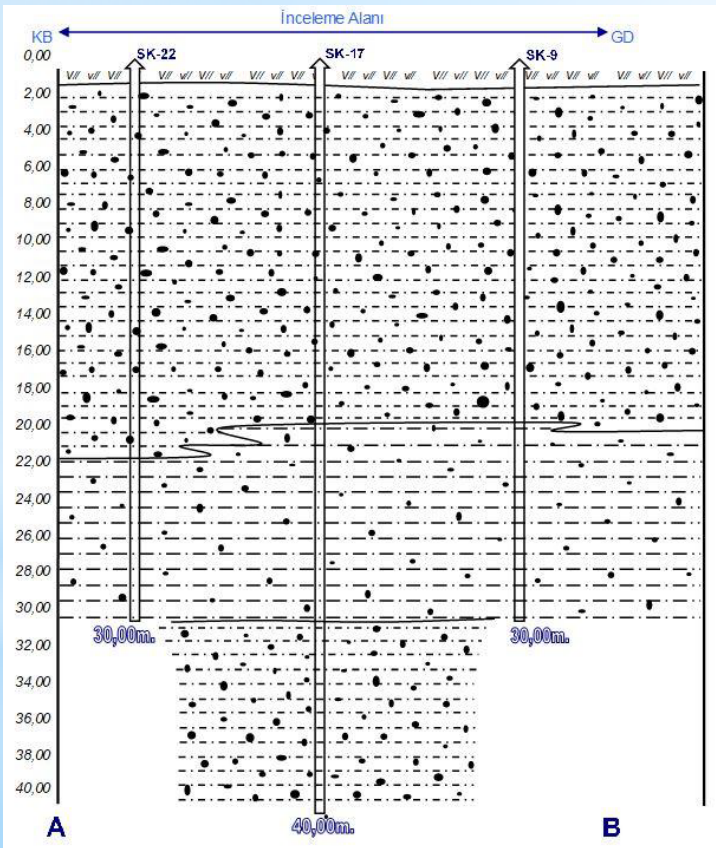
- 2 Bodrum+5 Kat
- Oturum Alanı: 37 m x 175 m
- Kazı Derinlikleri: 5-13 m
- Zemin Profili:
 - 0-2 m: Gevşek killi kum
 - 2-10 m: Orta sıkı ince kum
 - 10 m - : Sıkı ince kum
- YASS: 4-7 m
- İksa Sistemi Seçimi:
 - İçten destekli palplanş perde



İÇTEN DESTEKLİ SİSTEMLER

BALIKESİR PROJESİ:

Zemin Profili



Açıklama	Tabaka Kalınlığı (m)	Br. Hacim Ağırlığı γ (kN/m ³)	İçsel Sür. Açısı φ (derece)	Kohezyon c' (kPa)	Elastisite Modülü E (MPa)
Killi Çakıllı KUM	24.00	19.00	33	1	20
KİL	-	19.00	27	15	30

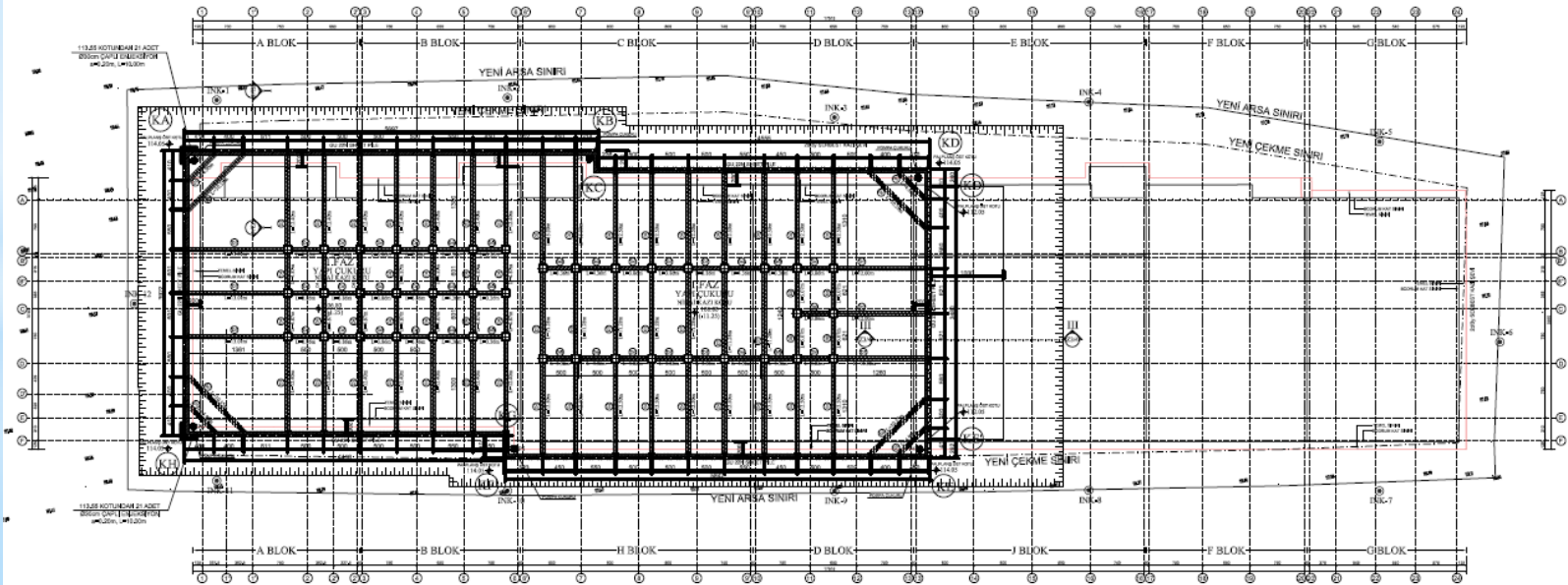
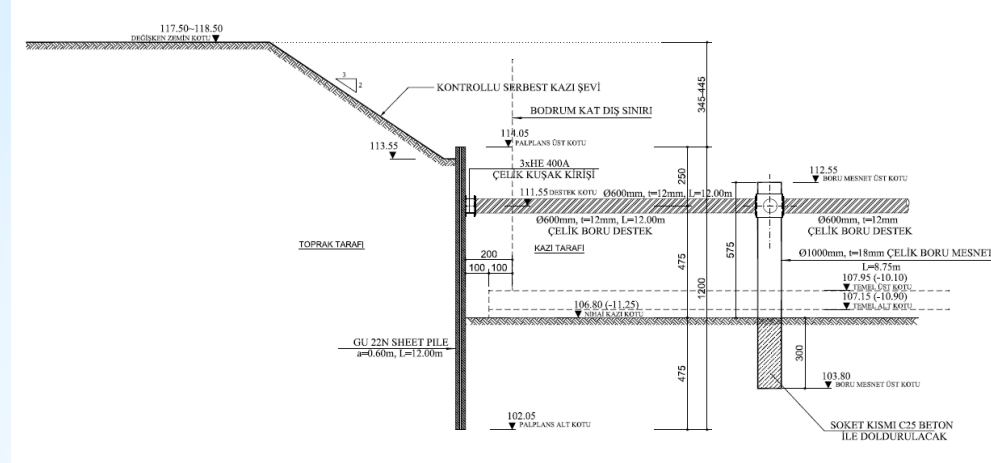
Killi Çakıllı
Kum

Kil

İÇTEN DESTEKLİ SİSTEMLER

BALIKESİR PROJESİ:

İksa Sistemi

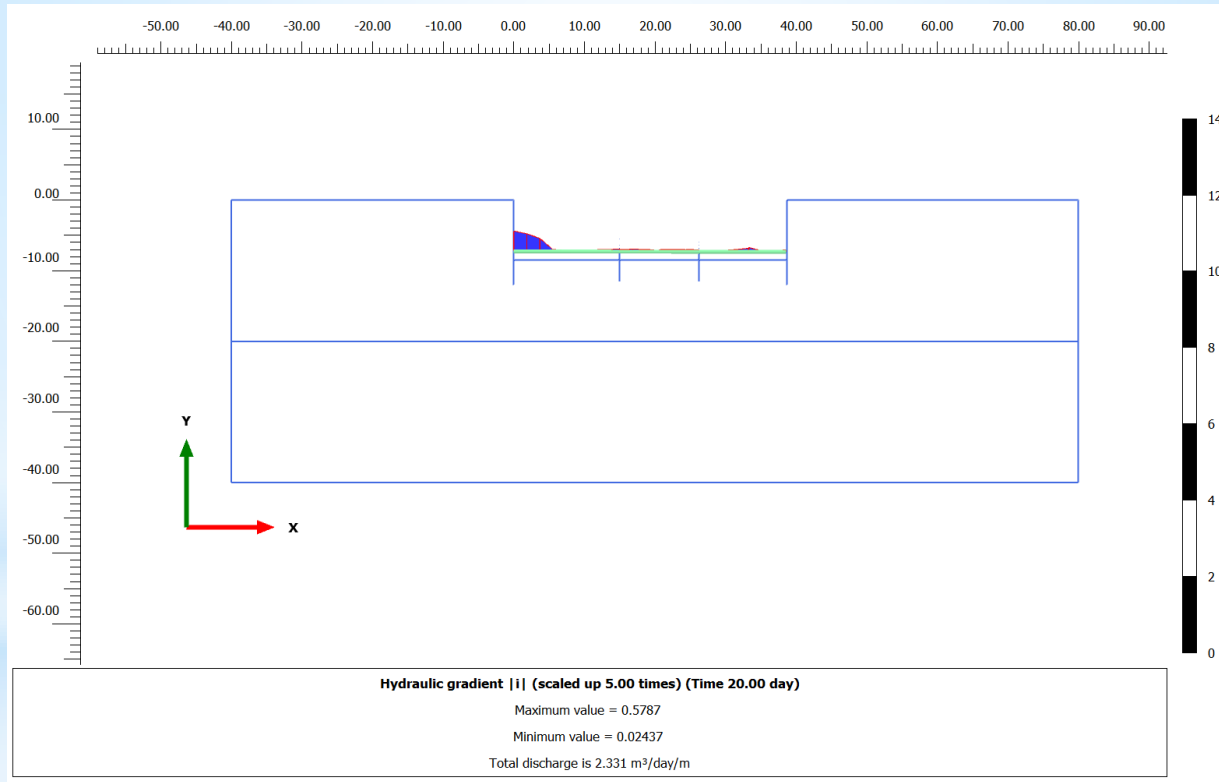


Güvenlik Sayısı: $1.343 > 1.00$

İÇTEN DESTEKLİ SİSTEMLER

BALIKESİR PROJESİ:

BORULANMA (HYD-ULS)

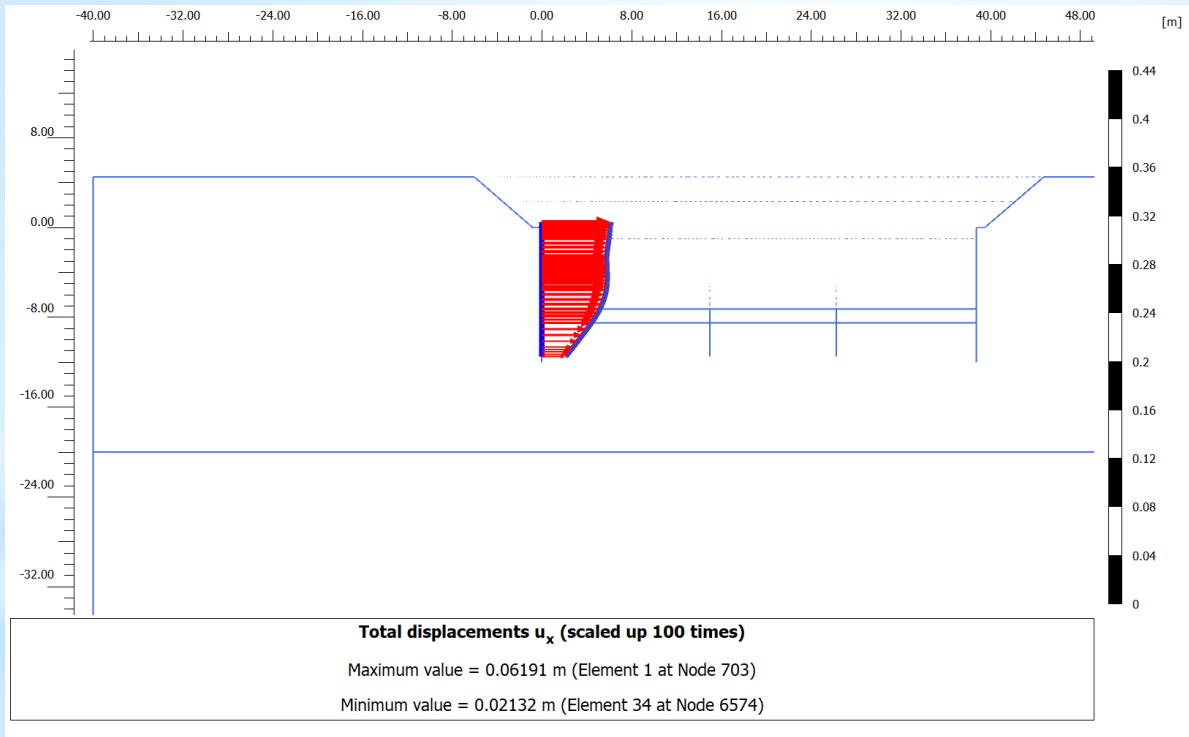


$$\text{Güvenlik Sayısı: } \frac{1}{0.5787} = 1.73 > 1.50$$

İÇTEN DESTEKLİ SİSTEMLER

BALIKESİR PROJESİ:

HİZMET GÖREBİLİRLİK SINIR DURUMU (SLS-GEO)



$$\delta_h = \frac{6.19}{1300} = 0.0047 < 0.005$$

İÇTEN DESTEKLİ SİSTEMLER

BALIKESİR PROJESİ:

YAPISAL ELEMAN KONTROLÜ

Cinsi	Kesit Alanı	Atalet Momenti	Mukavemet Momenti	Elastisite Modülü
Ø600 mm, t=12mm Çelik Boru	221.7 cm ²	95841 cm ⁴	3195 cm ³	200 GPa

$$i = \text{Atalet yarıçapı} = \sqrt{I/A} = (95841 \text{ cm}^4 / 221.7 \text{ cm}^2)^{0.5} = 20.8 \text{ cm} \quad F_y = 275 \text{ MPa}$$

$$F_e = \frac{\pi^2 E}{\left(\frac{L_c}{i}\right)^2} = \frac{\pi^2 200000}{\left(\frac{11}{0.208}\right)^2} = 705 \text{ MPa} \quad (\text{ÇYTHYDE, 2016})$$

$$F_{cr} = \left[0.658 \frac{F_y}{F_e}\right] F_y = 233 \text{ MPa}$$

Çelik boru karakteristik basınç dayanımı (P_n):

$$P_n = F_{cr} \cdot A_g = 233000 \cdot 0.02217 = 5166 \text{ kN}$$

İÇTEN DESTEKLİ SİSTEMLER

BALIKESİR PROJESİ:

YAPISAL ELEMAN KONTROLÜ

$$LC1 : 1.4 * G_k + 1.00 * G_{k,GEO} + 1.0 * Q_{k,temp} \quad (B.3.34.a)$$

$$LC2 : 1.2 * G_k + 1.00 * G_{k,GEO} + 1.6 * Q_{k,temp} \quad (B.3.34.b)$$

$$LC3 : 1.0 * G_k + 1.00 * G_{k,GEO} + 0.5 * Q_{k,temp} + 1.6 * Q_{k,tesadüfi} \quad (B.3.34.c)$$

$$LC1 \text{ için: } G_{k,GEO} = 1.4 * P_{SLs} * \gamma_{SD} \quad (B.3.35.a)$$

$$LC2 \text{ için: } G_{k,GEO} = 1.2 * P_{SLs} * \gamma_{SD} \quad (B.3.35.b)$$

$$LC3 \text{ için: } G_{k,GEO} = 1.0 * P_{SLs} * \gamma_{SD} \quad (B.3.35.c)$$

γ_{SD} : gerilme yeniden dağılım katsayısı

$$Q_{k,temp} = \alpha_t * \Delta t * E * A * (\beta/100) \quad (P2-19)$$

Burada,

α_t : destek elemanının yapıldığı malzemenin ısı genleşme katsayısı,

Δt : montaj sıcaklığına kıyasla sıcaklık değişimi,

E : destek elemanının yapıldığı malzemenin elastisite modülü,

A : destek elemanının kesit alanı;

β : destek elamanında boy değişimi kısıtlanma yüzdesi olarak tanımlanmaktadır.

İÇTEN DESTEKLİ SİSTEMLER

BALIKESİR PROJESİ:

YAPISAL ELEMAN KONTROLÜ

	P_{ULS}	P_{SLS}	G_k
Çelik Destek	2285 kN	1815 kN	29.2 kN

$$LC1 \text{ için } G_{k,GEO} = \gamma_G \cdot P_{SLS} \cdot \gamma_{SD} = 1.4 \cdot 1815 \cdot 1 = 2541 \text{ kN}$$

$$LC2 \text{ için } G_{k,GEO} = \gamma_G \cdot P_{SLS} \cdot \gamma_{SD} = 1.2 \cdot 1815 \cdot 1 = 2178 \text{ kN}$$

$$LC3 \text{ için } G_{k,GEO} = \gamma_G \cdot P_{SLS} \cdot \gamma_{SD} = 1.0 \cdot 1815 \cdot 1 = 1815 \text{ kN}$$

$$G_{k,GEO} = P_{ULS} \cdot \gamma_{SD} = 2285 \cdot 1 = 2285 \text{ kN}$$

İÇTEN DESTEKLİ SİSTEMLER

BALIKESİR PROJESİ:

YAPISAL ELEMAN KONTROLÜ

α_t (1/°C)	Δt (°C)	E (MPa)	A (cm ²)	β
$12 \cdot 10^{-6}$	10	200000	221.7	%30

$$Q_{ktemp} = \alpha_t \cdot \Delta t \cdot E \cdot A \cdot (\beta/100) = 160 \text{ kN}$$

$$Q_{k,tesadüfi} = 1 \cdot 12.5 = 12.5 \text{ kN}$$

$$LC1: 1.4 \cdot G_k + 1.00 G_{k,GEO} + 1.0 Q_{k,temp} = 2742 \text{ kN}$$

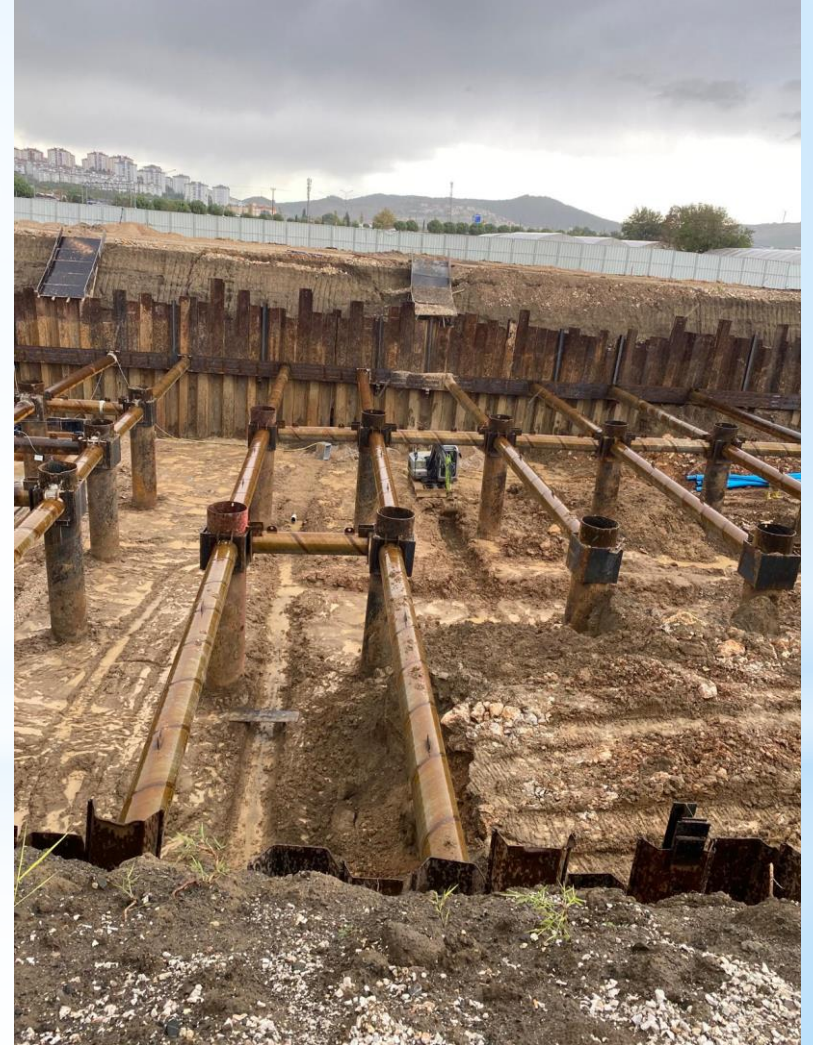
$$LC2: 1.2 \cdot G_k + 1.00 G_{k,GEO} + 1.6 Q_{k,temp} = 2576 \text{ kN}$$

$$LC3: 1.0 \cdot G_k + 1.00 G_{k,GEO} + 0.5 Q_{k,temp} + 1.6 Q_{k,tesadüfi} = 2414 \text{ kN}$$

$$P_n = 5166 \text{ kN}$$

İÇTEN DESTEKLİ SİSTEMLER

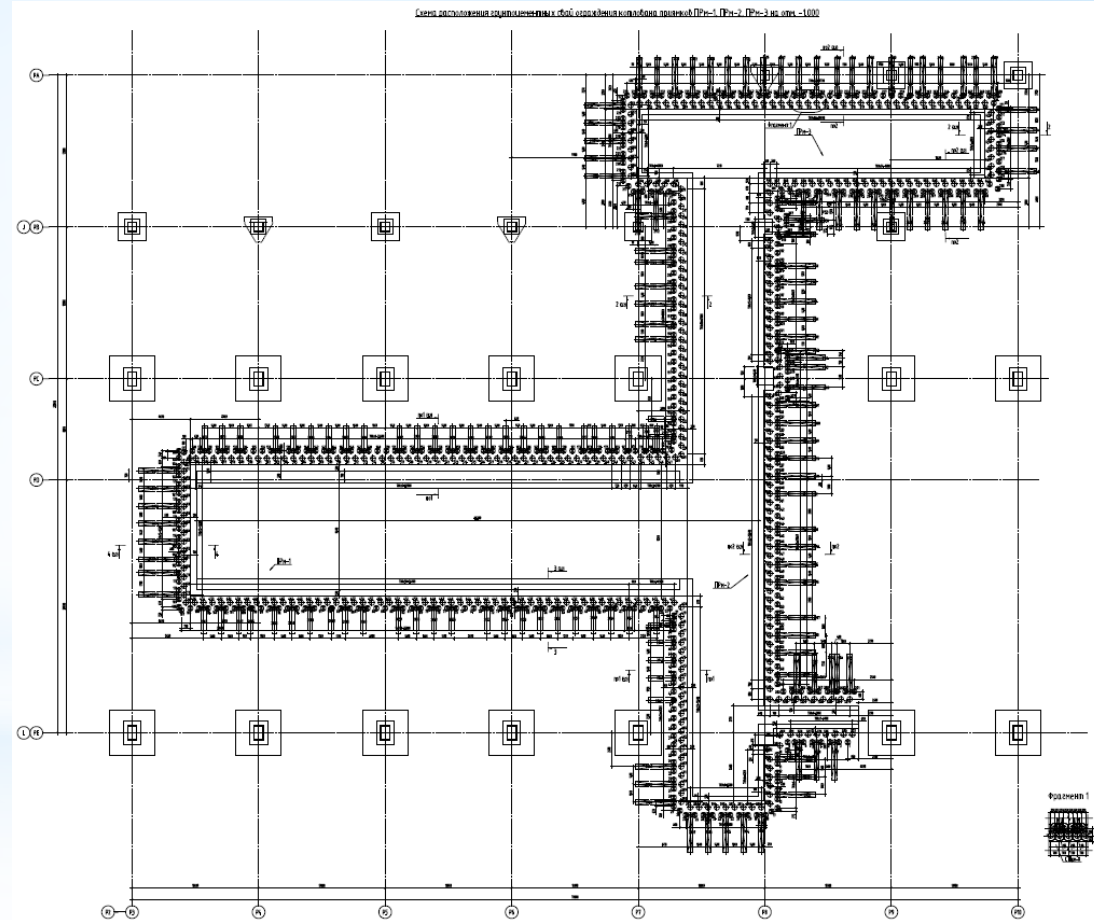
BALIKESİR PROJESİ:



ZEMİN KARIŞTIRMA DUVARI

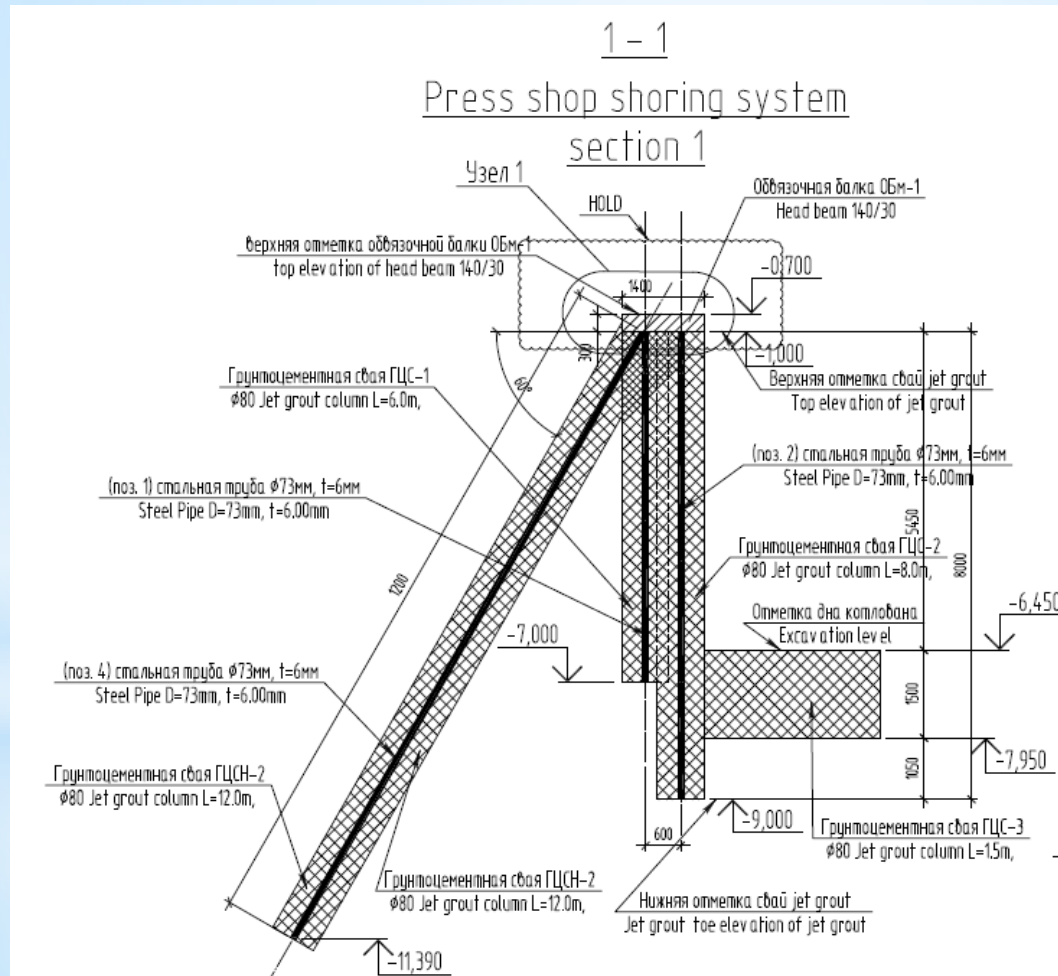
ST. PETERSBURG PROJESİ:

- Fabrika Yapısı Pres Çukuru
- Kazı Derinliği: 5.5 m
- Zemin Profili:
 - 0-7 m: Çok Yumuşak Kil
 - 7 m - : Yumuşak Kumlu Kil
- YASS: 3 m
- İksa Sistemi Seçimi:
 - Zemin Karıştırma Duvarı



ZEMİN KARIŞTIRMA DUVARI

ST. PETERSBURG PROJESİ:



ZEMİN KARIŞTIRMA DUVARI

ST. PETERSBURG PROJESİ:



ZEMİN KARIŞTIRMA DUVARI

ST. PETERSBURG PROJESİ:





TEŞEKKÜRLER