

T.C.
BİLECİK ŞEYH EDEBALI ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**ÜÇ FARKLI ZEMİN GRUBU İÇİN ANKRAJLI FORE KAZIK İKSA
SİSTEMLERİNİN STATİK DİNAMİK ANALİZİ VE YERİNDE İNKLİNOMETRE
ÖLÇÜM SONUÇLARIYLA KİYASLANMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

BURAK TÜRKOĞLU

TEZ DANIŞMANI
DR. ÖĞR. ÜYESİ BURAK GÖRGÜN

BİLECİK, 2025

10686594

T.C.
BİLECİK ŞEYH EDEBALI ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**ÜÇ FARKLI ZEMİN GRUBU İÇİN ANKRAJLI FORE KAZIK İKSA
SİSTEMLERİNİN STATİK DİNAMİK ANALİZİ VE YERİNDE İNKLİNOMETRE
ÖLÇÜM SONUÇLARIYLA KİYASLANMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

BURAK TÜRKOĞLU

TEZ DANIŞMANI
DR. ÖĞR. ÜYESİ BURAK GÖRGÜN

BİLECİK, 2025

10686594

BEYAN

Üç farklı zemin grubu için ankrajlı fore kazık iksa sistemlerinin statik dinamik analizi ve yerinde inklinometre ölçüm sonuçlarıyla kıyaslanması adlı yüksek lisans tezinin hazırlık ve yazımı sırasında bilimsel araştırma ve etik kurallarına uyduğumu, başkalarının eserlerinden yararlandığım bölümlerde bilimsel kurallara uygun olarak atıfta bulunduğumu, kullandığım verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı, tezin herhangi bir kısmının Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunulmadığını, aksinin tespit edileceği muhtemel durumlarda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan ederim.

Bu çalışmanın, Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP), TÜBİTAK veya benzeri kuruluşlarca desteklenmesi durumunda; projenin ve destekleyen kurumun adı proje numarası ile birlikte, ETİK KURUL onayı alınması durumunda ise ETİK KURUL tarih karar ve sayı bilgilerinin beyan edilmesi gerekmektedir.			
DESTEK ALINMIŞTIR	☐	DESTEK ALINMAMIŞTIR	☒
Destek alındı ise;			
Destekleyen kurum;			
Desteğin Türü		Proje Numarası	
1- BAP (Bilimsel Araştırma Projesi)			
2- TÜBİTAK			
Diğer;.....			
ETİK KURUL onayı var ise;			
ETİK KURUL karar tarih/sayı:		/.....	

Burak TÜRKOĞLU

Tarih

.....

İmza

.....

ÖN SÖZ

Yüksek lisans eğitimimde bana yol gösterici olan tez danışmanım sayın Dr. Öğr. Üyesi Burak Görgün'e destek ve yardımlarından dolayı teşekkür ederim ve saygılarımı sunarım.

Yüksek lisans eğitim sürecimde emekleri ve yardımlarından dolayı başta sevgili eşim Fatma Nur TÜRKOĞLU'na olmak üzere, değerli zamanını benden esirgemeyen çalışma arkadaşım Sayın Oktay GÜMÜŞKAYA'ya şükranlarımı sunarım.

Bilgi birikimi ile araştırmamda bana büyük katkıları olan J.M.O. Güney Marmara Şube Başkanı Sayın Mehmet YILDIZ'a, Jeoloji Mühendisi Sayın Nurettin SARI'ya, Jeofizik Mühendisi Sayın Ali Ekber ERGÜN'e teşekkürleri bir borç bilir, saygılarımı sunarım.

Burak TÜRKOĞLU

2025

ÖZET

ÜÇ FARKLI ZEMİN GRUBU İÇİN ANKRAJLI FORE KAZIK İKSA SİSTEMLERİNİN STATİK DİNAMİK ANALİZİ VE YERİNDE İNKLİ- NOMETRE ÖLÇÜM SONUÇLARIYLA KIYASLANMASI

Ülkemizin Ekonomisinin lokomotifi olan inşaat sektörü, çok hızlı biçimde artan nüfus yoğunluğu ve şehirleşme sonucunda meydana gelen depo, sığınak, otopark vb. ihtiyaçları karşılamak için daha fazla gömülü bodrum kat yapımı artmıştır. Temellerin daha derine gömülmesiyle birlikte şantiye aşamasında derin kazılar sonucu zeminin kendi stabilitesini koruyamaması yani iksa problemlerini karşımıza getirmiştir. İksa sorunlarının önüne geçebilmek için kazı yapılacak parselde mutlaka geçici veya kalıcı kazı destek yapısı önlemleri alınmalıdır.

Bu çalışmada derin kazı yapılan üç farklı zemin grubu için kalıcı kazı destek yapısı olan ankrajlı fore kazıkların tasarımı, farklı zemin gruplarına göre ankrajlı fore kazıkların statik ve dinamik analizlerinin kıyaslanması ve aynı zamanda sonlu elamanlar yöntemi kullanılarak hesaplanan deplasmanların yerinde inklinometre kullanılarak ölçülen deplasman değerlerinin karşılaştırılması amaçlanmaktadır. Farklı lokasyonlarda bulunan 3 farklı zemin grubuna ait derin kazılar için iksa tasarımları yapılmıştır. Bu çalışmada yer alan; 1. Grup zemin: yumuşak orta katı, katı kil birimlerini, 2. Grup zemin: katı, çok katı kil birimlerini ve 3. Grup zemin: sıkı, çok sıkı çakıl zemin birimlerini ifade etmektedir.

Bu çalışmada yer alan Spor salonu derin temel kazısı projesi yumuşak, orta katı, katı kıvamlı kil birimlerinden oluştuğundan dolayı birinci grup zemine, konut derin temel kazısı projesi katı çok katı kıvamlı kil birimlerinden oluştuğundan dolayı ikinci grup zemine, meydan derin temel kazısı projesi ise sıkı, çok sıkı yapılı çakıl birimlerinden oluştuğundan dolayı üçüncü grup zemine dahil olmaktadır. Bu üç zemin grubu için Kazı Destek Yapıları Tasarım Ve Uygulama Esasları Yönetmeliği baz alınarak sınır göçme durumu ve hizmet görülebilirlik sınır durumu analizleri yapılmıştır. Analiz sonuçlarına göre aynı miktardaki kazıda, yumuşak, orta katı, katı kıvamlı kil zemin birimlerinden oluşan Spor salonu projesinde iki ankraj kademesi daha fazla yapılmasına rağmen kazıklarda hesaplanan deplasman değerinin, sıkı, çok sıkı yapılı çakıl birimlerinden oluşan Meydan projesindeki kazıklarda hesaplanan deplasman değerinin daha fazla olduğu görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Kazı Destek Yapısı, Ankrajlı Fore Kazık Tasarımı, İnklinometre Deneyi.

ABSTRACT

STATIC AND DYNAMIC ANALYSIS OF ANCHORED PILE WALL RETAINING SYSTEMS FOR THREE DIFFERENT SOIL GROUPS AND COMPARISON WITH IN-SITU INCLINOMETER MEASUREMENT RESULTS

The construction sector, which is the locomotive of our country's economy, has increased the construction of more embedded basement floors in order to meet the needs arising from rapidly increasing population density and urbanization, such as warehouses, shelters, parking lots, etc. With the foundations being embedded deeper, the inability of the ground to maintain its own stability due to deep excavations during the construction phase has led to shoring problems. In order to prevent shoring problems, temporary or permanent excavation support structures must be implemented in the parcel where the excavation will be carried out. In this study, it is aimed to design Anchored bored piles, which are permanent excavation support structures, for three different soil groups where deep excavation is carried out, to compare the static and dynamic analyses of Anchored bored piles according to different soil groups, and also to compare the displacements calculated using the finite element method with the displacement values measured on site using inclinometers. Shoring designs were made for deep excavations belonging to three different soil groups located in different locations. In this study: Group 1 soil refers to soft, stiff, and hard clay units; Group 2 soil refers to hard and very hard clay units; and Group 3 soil refers to dense and very dense gravel soil units. Since the sports hall deep foundation excavation project in this study consists of soft, stiff, and hard clay units, it is included in the first group soil; the residential deep foundation excavation project consists of hard and very hard clay units, thus falls into the second group soil; and the square deep foundation excavation project consists of dense and very dense gravel units, and therefore is included in the third group soil. For these three soil groups, analyses were carried out based on the Regulation on Design and Application Principles of Excavation Support Structures, considering both the ultimate limit state and the serviceability limit state. According to the analysis results, even though two additional anchor stages were constructed in the sports hall project, which is on soft, stiff, and hard clay soil units, the displacement value calculated in the piles was found to be higher than the displacement value calculated in the piles of the square project, which is on dense and very dense gravel soil units.

Keywords: Excavation Support Structure, Anchored Bored Pile Design, Inclinometer Test.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖN SÖZ.....	i
ÖZET.....	ii
ABSTRACT	iii
İÇİNDEKİLER.....	iv
TABLolar LİSTESİ.....	vii
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	xii
KISALTMALAR VE SİMGELER LİSTESİ	xv
1.GİRİŞ.....	1
1.1.Literatür Taraması.....	2
2.İKSA SİSTEMİNİ ETKİLEYEN YÜKLER	6
2.1.Aktif Ve Pasif Toprak Basınçları.....	7
2.1.1.Rankine Teorisi	8
2.1.2.Coulomb Teorisi.....	11
2.2.Ankrajlı Sistemler İçin Toprak Basınçları.....	14
2.3.Kazı Destek Yapısı Elemanları.....	15
2.3.1.Düşey Elemanlar	15
2.3.2.Yatay Elemanlar	17
3.KDYY GÖRE ANKRAJLI KAZI DESTEK YAPISI TASARIM ESASLARI.....	22
3.1.KDYY Deprem Etkisi.....	23
4.MEYDAN DERİN TEMEL KAZISI PROJESİ.....	25
4.1.Saha Araştırmaları.....	25
4.2.Jeofizik Veriler.....	26
4.3.Laboratuvar Sonuçları.....	27

4.4.Tasarım Aşaması	28
4.5.Serbest Bölge Kapasitesi	36
4.6.Kök Bölge Kapasitesi.....	38
4.7.Tasarım Parametrelerin Belirlenmesi	40
4.8.ULS Analizi	43
4.9.SLS Analizi.....	44
4.9.1.Statik Durum	44
4.9.2.Statik Eşdeğer Hesap (DD-2) Düzeyi	45
4.9.3.Statik Eşdeğer Hesap (DD-2a) Düzeyi	46
4.9.4.Zaman Tanım Aralığında Hesap	47
5.KONUT PROJESİ DERİN TEMEL KAZISI	49
5.1.Saha Araştırmaları.....	49
5.2.Jeofizik Veriler.....	51
5.3.Laboratuvar Sonuçları.....	52
5.4.Tasarım Aşaması	53
5.5.Serbest Bölge Kapasitesi	54
5.6.Kök Bölge Kapasitesi.....	55
5.7.Tasarım Parametrelerin Belirlenmesi	56
5.8.ULS Analizi	61
5.9.SLS Analizi.....	62
5.9.1.Statik Durum	62
5.9.2.Statik Eşdeğer Hesap (DD-2) Düzeyi	63
5.9.3.Statik Eşdeğer Hesap (DD-2a) Düzeyi	64
5.9.4.Zaman Tanım Aralığında Hesap	65
6.SPOR SALONU DERİN TEMEL KAZISI	67

6.1.Saha Araştırmaları.....	67
6.2.Laboratuvar Sonuçları.....	69
6.3.Tasarım Aşaması	70
6.4.Serbest Bölge Kapasitesi	71
6.5.Kök Bölge Kapasitesi.....	71
6.6.Tasarım Parametrelerin Belirlenmesi	74
6.7.ULS Analizi	77
6.8.SLS Analizi	77
6.8.1.Statik Durum.....	77
6.8.2.Statik Eşdeğer Hesap (DD-2) Düzeyi	79
6.8.3.Statik Eşdeğer Hesap (DD-2a) Düzeyi	80
6.8.4.Zaman Tanım Aralığında Hesap	80
7.ANALİZ VE İNKLINOMETRE SONUÇLARININ KIYASLANMASI	86
7.1.İnklinometre Deneyi.....	88
7.2.Meydan Derin Temel Kazısı İnklinometre Sonuçları	89
7.3.Konut Derin Temel Kazısı İnklinometre Sonuçları	91
7.4.Spor Salonu Derin Temel Kazısı İnklinometre Sonuçları	93
8.SONUÇ VE ÖNERİLER.....	95
KAYNAKÇA	96
EKLER.....	98

TABLÖLAR LİSTESİ

Sayfa

Tablo 2.1 Kohezyonlu Zeminlerde Ankrajlar için Nihai çeper sürtünme değerleri - τ_f	18
Tablo 2.2 Kohezyonsuz Zeminlerde Ankrajlar için Nihai çeper sürtünme değerleri - τ_f	19
Tablo 2.3 Kaya Formasyonlarda Ankrajlar için Nihai çeper sürtünme değerleri - τ_f	19
Tablo 3.1 Depremsiz Durumdaki Uls Kısmi Katsayılar Tablosu.....	22
Tablo 3.2 Geçici ile Kalıcı Kazı Destek Yapılarının Sismik Tasarım Yöntemleri ve Dikkate Alınacak Deprem Düzeyleri.....	23
Tablo 3.3 Depremlı Durum Hesabında Kullanılabilecek Yöntemler ve Kontrol Kriterleri	24
Tablo 3.4 Statik Eşdeğer Hesap Yöntemi için Kazı Destek Yapısının Tipine ve Yapacağı Yer Değiştirme Miktarına göre “r” Katsayısı Değerleri.....	24
Tablo 4.1 - 4 Nolu Sondaj Loguna ait Spt Düzeltme Tablosu	25
Tablo 4.2 - 6 Nolu Sondaj Loguna ait Spt Düzeltme Tablosu	25
Tablo 4.3 - 10 Nolu Sondaj Loguna ait Spt Düzeltme Tablosu	26
Tablo 4.4 Sahada Hesaplanan Ortalama V_p ile V_s Hızları ve Parametreler	27
Tablo 4.5 Laboratuvar Sonuçları	27
Tablo 4.6 TDTH İnteraktif Web Uygulaması Girdi ve Sonuç Sayfası	29
Tablo 4.7 Seçilen Deprem Kayıtlarına ait Bilgiler	31
Tablo 4.8 En Düşük Ortalama N30 Değerleri ile Hesaplanan V_s Değerleri	35
Tablo 4.9 Rayleigh Sönüm Katsayılarının Belirlenmesinde Kullanılan Parametreler	36
Tablo 4.10 Zemin Tabakalarına ait Rayleigh Sönüm Katsayıları	36
Tablo 4.11 0.6 İnç Çapındaki Ankraj Halatı Teknik Özellikleri	37
Tablo 4.12 İbobulon R-38n Teknik Özellikleri	37
Tablo 4.13 Yapısal Elemanlara ait Hesaplanan Parametreler	39
Tablo 4.14 SPT-N – Dr Arasındaki İlişki (Terzaghi ve Peck,1967)	40
Tablo 4.15 Zemin Tabakalarının Rölatif Sıkılık Değerleri	40

Tablo 4.16 SPT—(N1)70 – Dr – Ø - γ_s (Bowles,1996)	40
Tablo 4.17 Çeşitli Zeminlerin Elastisite Modülleri (2004 AASHTO ile 2006 Ara Dönemin'den Sonra)	41
Tablo 4.18 İçsel Sürtünme Açısı ve Zemin Korelasyonları (AS4678-2008)	42
Tablo 4.19 Çeşitli Zeminlere ait Poisson Oranları (Bowles, 1996).....	42
Tablo 4.20 Zemin Tabakalarına ait Tasarım Parametreleri	43
Tablo 4.21 Statik Durumda Kazıklarda Oluşan Yer Değiştirme ve Kesit Tesirleri	44
Tablo 4.22 Statik Durumda Ankraj Halatlarındaki Yer Değiştirme ve Normal Kuvvet.....	45
Tablo 4.23 Statik Durumda Ankraj Köklerindeki Yer Değiştirme ve Normal Kuvvet.....	45
Tablo 4.24 Statik Eşdeğer Hesap DD-2 Düzeyinde $K_h=0,20$ için Gerçekleştirilen Analiz Sonucunda Kazıklarda Oluşan Yer Değiştirme ve Kesit Tesirleri ($r=2,00$)	46
Tablo 4.25 Statik Eşdeğer Hesap DD-2 Düzeyinde $K_h=0,20$ için Gerçekleştirilen Analiz Sonucunda Ankraj Halatlarında Oluşan Yer Değiştirme ve Normal Kuvvetler ($r=2,00$).....	46
Tablo 4.26 Statik Eşdeğer Hesap DD-2 Düzeyinde $K_h=0,20$ için Gerçekleştirilen Analiz Sonucunda Ankraj Köklerinde Oluşan Yer Değiştirme ve Normal Kuvvetler ($r=2,00$).....	46
Tablo 4.27 Statik Eşdeğer Hesap DD-2a Düzeyinde $K_h=0,17$ için Gerçekleştirilen Analiz Sonucunda Kazıklarda Oluşan Yer Değiştirme ve Kesit Tesirleri ($r=1,50$)	46
Tablo 4.28 Statik Eşdeğer Hesap DD-2a Düzeyinde $K_h=0,17$ için Gerçekleştirilen Analiz Sonucunda Ankraj Halatlarında Oluşan Yer Değiştirme ve Normal Kuvvetler ($r=1,50$).....	47
Tablo 4.29 Statik Eşdeğer Hesap DD-2a Düzeyinde $K_h=0,17$ için Gerçekleştirilen Analiz Sonucunda Ankraj Köklerinde Oluşan Yer Değiştirme ve Normal Kuvvetler ($r=1,50$).....	47
Tablo 4.30 11 Adet Deprem Kaydı ile Gerçekleştirilen Zaman Tanım Aralığında Analiz Sonucuna göre Kazıklarda Oluşan Yer Değiştirme ve Kesit Tesirleri.....	47
Tablo 4.31 11 Adet Deprem Kaydı ile Gerçekleştirilen Zaman Tanım Aralığında Analiz Sonucunda Ankraj Halatlarında Oluşan Yer Değiştirme ve Normal Kuvvetler	48
Tablo 4.32 11 Adet Deprem Kaydı ile Gerçekleştirilen Zaman Tanım Aralığında Analiz Sonucunda Ankraj Köklerinde Oluşan Yer Değiştirme ve Normal Kuvvetler.....	48
Tablo 5.1 - 7 Nolu Sondaj Loguna ait Spt Düzeltme Tablosu	49

Tablo 5.2 - 14 Nolu Sondaj Loguna ait Spt Düzeltme Tablosu	50
Tablo 5.3 EK-4 Nolu Sondaj Loguna ait Spt Düzeltme Tablosu	51
Tablo 5.4 Sahada Hesaplanan Ortalama V_p ile V_s Hızları ve Parametreler	51
Tablo 5.5 Laboratuvar Sonuçları	52
Tablo 5.6 TDTH İnteraktif Web Uygulaması Girdi ve Sonuç Sayfası	54
Tablo 5.7 Yapısal Elemanlara ait Hesaplanan Parametreler	55
Tablo 5.8 En Düşük Ortalama N_{60} ve Pl_{ort} Değerleri	57
Tablo 5.9 Eu –Cu Arasındaki İlişki – Duncan ve Buchignani (1976).....	59
Tablo 5.10 E_s – Eu Arasındaki β' Faktörü - Poulos ve Small (2000).....	59
Tablo 5.11 Değişik Zemin Türlerinde α Faktörü Olası Değerleri - Lunne ve ark. (1997).....	60
Tablo 5.12 Zemin Tabakalarına ait Tasarım Parametreleri	61
Tablo 5.13 Statik Durumda Kazıklarda Oluşan Yer Değiştirme ve Kesit Tesirleri	62
Tablo 5.14 Statik Durumda Ankraj Halatlarındaki Yer Değiştirme ve Normal Kuvvet.....	63
Tablo 5.15 Statik Durumda Ankraj Köklerindeki Yer Değiştirme ve Normal Kuvvet.....	63
Tablo 5.16 Statik Eşdeğer Hesap DD-2 Düzeyinde $K_h=0,20$ için Gerçekleştirilen Analiz Sonucunda Kazıklarda Oluşan Yer Değiştirme ve Kesit Tesirleri ($r=2,00$)	63
Tablo 5.17 Statik Eşdeğer Hesap DD-2 Düzeyinde $K_h=0,20$ için Gerçekleştirilen Analiz Sonucunda Ankraj Halatlarında Oluşan Yer Değiştirme ve Normal Kuvvetler ($r=2,00$).....	64
Tablo 5.18 Statik Eşdeğer Hesap DD-2 Düzeyinde $K_h=0,20$ için Gerçekleştirilen Analiz Sonucunda Ankraj Köklerinde Oluşan Yer Değiştirme ve Normal Kuvvetler ($r=2,00$).....	64
Tablo 5.19 Statik Eşdeğer Hesap DD-2a Düzeyinde $K_h=0,17$ için Gerçekleştirilen Analiz Sonucunda Kazıklarda Oluşan Yer Değiştirme ve Kesit Tesirleri.....	64
Tablo 5.20 Statik Eşdeğer Hesap DD-2a Düzeyinde $K_h=0,17$ için Gerçekleştirilen Analiz Sonucunda Ankraj Halatlarında Oluşan Yer Değiştirme ve Normal Kuvvetler	64
Tablo 5.21 Statik Eşdeğer Hesap DD-2a Düzeyinde $K_h=0,17$ için Gerçekleştirilen Analiz Sonucunda Ankraj Köklerinde Oluşan Yer Değiştirme ve Normal Kuvvetler	64
Tablo 5.22 11 Adet Deprem Kaydı ile Gerçekleştirilen Zaman Tanım Aralığında Analiz	

Sonucuna göre Kazıklarda Oluşan Yer Değiştirme ve Kesit Tesirleri.....	65
Tablo 5.23 11 Adet Deprem Kaydı ile Gerçekleştirilen Zaman Tanım Aralığında Analiz Sonucunda Ankraj Halatlarında Oluşan Normal Kuvvetler.....	65
Tablo 5.24 11 Adet Deprem Kaydı ile Gerçekleştirilen Zaman Tanım Aralığında Analiz Sonucunda Ankraj Köklerinde Oluşan Yer Değiştirme ve Normal Kuvvetler.....	66
Tablo 6.1 - 21 Nolu Sondaj Loguna ait Spt Düzeltme Tablosu	67
Tablo 6.2 - 22 Nolu Sondaj Loguna ait Spt Düzeltme Tablosu	68
Tablo 6.3 - 24 Nolu Sondaj Loguna ait Spt Düzeltme Tablosu	68
Tablo 6.4 Laboratuvar Sonuçları	69
Tablo 6.5 TDTH İnteraktif Web Uygulaması Girdi ve Sonuç Sayfası	70
Tablo 6.6 Yapısal Elemanlara ait Hesaplanan Parametreler	73
Tablo 6.7 En Düşük Ortalama N60 ve Plort Değerleri	74
Tablo 6.8 SM Ve GW-GM Tabakalarının Rölatif Sıklık Değerleri	75
Tablo 6.9 Zemin Tabakalarına ait Tasarım Parametreleri	77
Tablo 6.10 Statik Durumda Kazıklarda Oluşan Yer Değiştirme ve Kesit Tesirleri	77
Tablo 6.11 Statik Durumda Ankraj Halatlarındaki Yer Değiştirme ve Normal Kuvvet.....	79
Tablo 6.12 Statik Durumda Ankraj Köklerindeki Yer Değiştirme ve Normal Kuvvet.....	79
Tablo 6.13 Statik Eşdeğer Hesap DD-2a Düzeyinde $K_h=0,17$ için Gerçekleştirilen Analiz Sonucunda Kazıklarda Oluşan Yer Değiştirme ve Kesit Tesirleri ($r \sim 2,00$).....	80
Tablo 6.14 Statik Eşdeğer Hesap DD-2a Düzeyinde $K_h=0,17$ için Gerçekleştirilen Analiz Sonucunda Ankraj Halatlarında Oluşan Yer Değiştirme ve Normal Kuvvetler ($r \sim 2,00$).....	80
Tablo 6.15 Statik Eşdeğer Hesap DD-2a Düzeyinde $K_h=0,17$ için Gerçekleştirilen Analiz Sonucunda Ankraj Köklerinde Oluşan Yer Değiştirme ve Normal Kuvvetler ($r \sim 2,00$).....	80
Tablo 6.16 11 Adet Deprem Kaydı ile Gerçekleştirilen Zaman Tanım Aralığında Analiz Sonucuna göre Kazıklarda Oluşan Yer Değiştirme ve Kesit Tesirleri.....	81
Tablo 6.17 11 Adet Deprem Kaydı ile Gerçekleştirilen Zaman Tanım Aralığında Analiz Sonucunda Ankraj Halatlarında Oluşan Yer Değiştirme ve Normal Kuvvetler	81

Tablo 6.18 11 Adet Deprem Kaydı ile Gerçekleştirilen Zaman Tanım Aralığında Analiz Sonucunda Ankraj Köklerinde Oluşan Yer Değiştirme ve Normal Kuvvetler.....	82
Tablo 6.19 Statik Durumda Jet Grout Uygulaması Sonucu Kazıklarda Oluşan Yer Değiştirme ve Kesit Tesirleri	83
Tablo 6.20 Statik Durumda Jet Grout Uygulaması Sonucu Ankraj Halat ve Köklerindeki Normal Kuvvet.....	84
Tablo 6.21 Dinamik Durumda (RSN-20) Jet Grout Uygulaması Sonucu Kazıklarda Oluşan Yer Değiştirme ve Kesit Tesirleri	84
Tablo 6.22 Dinamik Durumda (RSN-20) Jet Grout Uygulaması Sonucu Ankraj Halat ve Köklerindeki Normal Kuvvet.....	85
Tablo 7.1 Üç Farklı Zemin Grubuna göre Kazıklarda Oluşan Yer Değiştirme Miktarı	86
Tablo 7.2 Üç Farklı Zemin Grubuna göre Kazıklarda Meydana Gelen Kesit Tesirleri	87
Tablo 7.3 Üç Farklı Zemin Grubuna göre Ankraj Köklerinde Oluşan Yatay Yer Değiştirme ve Normal Kuvvetler.....	87
Tablo 7.4 Meydan Projesi Zemin Tabakalarına ait Tasarım Parametreleri.....	89
Tablo 7.5 Zemin Tabakalarına ait Tasarım Parametreleri	91
Tablo 7.6 Spor Salonu Zemin Tabakalarına ait Tasarım Parametreleri	93

ŞEKİLLER LİSTESİ

	Sayfa
Şekil 2.1 Mohr – Culoumb dairesinde Aktif ve Pasif Denge Hallerinin Gösterimi	7
Şekil 2.2 Plastik Denge Teorisi.....	7
Şekil 2.3 Aktif Rankine Durumu	8
Şekil 2.4 Kohezyonsuz Zeminde İksa Yapısı Arkası Aktif Yanal Zemin Basınç Dağılışı.....	9
Şekil 2.5 Rankine Aktif Toprak Basınçları	9
Şekil 2.6 Pasif Rankine Durumu.....	10
Şekil 2.7 Kohezyonsuz Zeminde İksa Yapısı Arkası Pasif Yanal Zemin Basınç Dağılışı	10
Şekil 2.8 Rankine Pasif Toprak Basınçları	11
Şekil 2.9 Coulomb Aktif Toprak Basıncı.....	12
Şekil 2.10 Coulomb Pasif Toprak Basıncı	13
Şekil 2.11 Ankrajlı Dayanma Yapısı Arkası Oluşan Yatay Toprak Basıncı Dağılımı	15
Şekil 2.12 Kesişen, Teğet ve Aralıklı Fore Kazıkların Yatay Kesitleri	16
Şekil 2.13 Halatlı Öngermeli Ankraj Elemanları.....	17
Şekil 2.14 Minimum Serbest ve Kök Bölgesi Mesafeleri.....	18
Şekil 2.15 Sahada Ankraj Uygulaması	20
Şekil 2.16 Ankraj Kafası ve Ankraj Plakası	21
Şekil 4.1 Kazı Geometrisi ve Kazı Kesiti	28
Şekil 4.2 Sahaya Uygun Deprem Kaydı Seçmek için Peer Veri Tabının Filtrelenmesi	30
Şekil 4.3 Yatay Elastik Tasarım Spektrumu	31
Şekil 4.4 Seçilen Kayıtların Orijinali ile Ölçeklendirilmiş İvme – Zaman Grafikleri	32
Şekil 4.5 Seçilen Kayıtların Orijinali ile Ölçeklendirilmiş İvme – Zaman Grafikleri	33
Şekil 4.6 Seçilen Kayıtların Orijinali ile Ölçeklendirilmiş İvme – Zaman Grafikleri	34
Şekil 4.7 Analiz Edilen Kazı Destek Yapısı Kesiti.....	39

Şekil 4.8 Analiz Edilen Kazı Destek Yapısı Kesiti Göçme Dairesi.....	43
Şekil 4.9 Hesaplanan Toplam Yer Değiştirme – (U)	44
Şekil 4.10 Hesaplanan Yatay Yer Değiştirme – (Ux)	44
Şekil 5.1 Çalışma Alanı Üsten Görüntüsü	49
Şekil 5.2 Kazı Geometrisi ve Kazı Kesiti	53
Şekil 5.3 Analiz Edilen Kazı Destek Yapısı Kesiti.....	56
Şekil 5.4 SPT-N60 – Cu – PI Arasındaki İlişki Stroud (1974).....	56
Şekil 5.5 PI - Φ' Arasındaki İlişki – Terzaghi Peck And Mesri (1996).....	58
Şekil 5.6 PI - Φ' Arasındaki İlişki – Gibson (1953)	58
Şekil 5.7 Eu –Cu Arasındaki İlişki – Duncan ve Buchignani (1976)	59
Şekil 5.8 Analiz Edilen Kazı Destek Yapısı Kesiti Göçme Dairesi.....	61
Şekil 5.9 Hesaplanan Toplam Yer Değiştirme – (U)	62
Şekil 5.10 Hesaplanan Yatay Yer Değiştirme – (Ux).....	62
Şekil 6.1 Kazı Geometrisi ve Kazı Kesiti	70
Şekil 6.2 Analiz Edilen Kazı Destek Yapısı Kesiti.....	73
Şekil 6.3 Analiz Edilen Kazı Destek Yapısı Kesiti Göçme Dairesi.....	77
Şekil 6.4 Hesaplanan Toplam Yer Değiştirme – (U)	78
Şekil 6.5 Hesaplanan Yatay Yer Değiştirme – (Ux).....	78
Şekil 6.6 Hesaplanan Yatay Yer Değiştirme – (Ux)	83
Şekil 6.7 Kazıkta Hesaplanan Yatay Yer Değiştirme – (Ux)	83
Şekil 6.8 Hesaplanan Toplam Yer Değiştirme – (U)	84
Şekil 6.9 Hesaplanan Yatay Yer Değiştirme – (Ux).....	85
Şekil 7.1 İnklinometre Ölçüm Seti.....	88
Şekil 7.2 Kazıkta Ölçülen Yatay Yerdeğiştirme (Ux) – İnk : 4.....	90
Şekil 7.3 Kazıkta Ölçülen Yatay Yerdeğiştirme (Ux) – İnk : 3	91

Şekil 7.4 Kazıkta Ölçülen Yatay Değişirme (Ux) – İnk : 1	92
Şekil 7.5 Kazıkta Ölçülen Yatay Değişirme (Ux) – İnk : 1	94



KISALTMALAR VE SİMGELER LİSTESİ

YASS: Yeraltı Su Seviyesi

ϕ : Kayma Direnci Açısı

c: Kohezyon

PL: Plastik limit

PI: Plastisite indisi

LL: Likit limit

C_E: SPT-N değerine uygulanan enerji düzeltmesi

C_N: Örtü yükü düzeltmesi

C_R: Tij uzunluğu düzeltmesi

C_S: Tüp tipi düzeltmesi

g: Yerçekimi ivmesi

$\emptyset$: İçsel sürtünme açısı

γ_{sat} : Kuru birim hacim ağırlık

γ' : Efektif birim hacim ağırlık

z: Derinlik

CIH : Yüksek plastisiteli Kil

CIM : Orta plastisiteli Kil

CIL : Düşük plastisiteli Kil

MH: Yüksek plastisiteli (elastik) silt

MI: Orta plastisiteli silt

ML: Düşük plastisiteli silt

G: Çakıl

SPT: Standart Penetrasyon Deneyi

K: Yanal Toprak Basıncı Katsayısı

P_a : Aktif Toprak Basıncı

P_0 : Sükunet Toprak Basıncı

P_p : Pasif Toprak Basıncı

K_a : Aktif toprak itkisi katsayısı

K_p : Pasif toprak itkisi katsayısı

T_f : Ankraj kökü nihai taşıma kapasitesi

D : Kök bölgesi etkin çap değeri

L_{tb} : Halat kök boyu

τ_f : Ankraj kökü nihai çeper sürtünmesi

k_h : Yatay eşdeğer ivme katsayısı

E_A : Eksenel Rijitlik

E_I : Eğilme Rijitliği

Φ' : Efektif Kayma Direnci Açısı

D_r : Rölatif Sıkılık Değerleri

ν : Poisson Oranı

C_u : Drenajsız Kayma Mukavemeti

E : Elastisite Modülü

1.GİRİŞ

Ülkemizde şehirleşme her geçen gün büyük bir oranda artmaktadır. Ülkemizin ekonomisinde büyük bir payı olan inşaat sektörü de şehirleşmenin getirdiği sorumluluklardan payını almaktadır. Depo, sığınak, otopark vb. ihtiyaçları karşılamak için temeller zemin içerisinde daha derine yerleştirilmektedir. Temellerin daha derine yapılması kazı çalışmaları sırasında iksa önlemlerinin alınmasını gerektirmektedir. Gerekli yerlerde iksa önlemi alınmadığı zamanlarda ülkemizde zaman zaman yaşanan iş kazalarına, komşu parseldeki yapıların hasar görmesine ve kazı yapılan alanda zeminin kendi stabilitesini koruyamaması sonucunda, can kayıplarına, mal kayıplarına neden olduğu görülmektedir. Ülkemizde maalesef böyle üzücü durumların yaşanmasını önlemek için yakın zamanda Kazı Destek Yapıları Tasarım Ve Uygulama Esasları Yönetmeliği yayımlanmıştır. İksa problemlerinin önüne geçebilmek için zemin etüdü ve Kazı Destek Yapıları Tasarım Ve Uygulama Esasları Yönetmeliğine uygun iksa projeleri dikkatli ve özenli biçimde hazırlanmalı ve denetlenmelidir. Bu denetleme sadece proje safhasında kalmamalı şantiye alanında da kazı yapılırken gerekli kontroller mutlaka yapılmalıdır. Kazı yapılan cephelerde inklinometre deneyi yapılarak kazıklarda meydana gelen deplasmanlar sürekli olarak ölçülmelidir. İnklinometre deneyi sayesinde beklenmedik bir zemin hareketi varsa tespit edilerek gerekli önlemlerin alınması gerekmektedir. Böylece olası can ve mal kaybının önüne geçerek daha güvenli bir şekilde yapılarımızı yapabiliriz. Bu çalışmadaki veriler ışığında, Kazı Destek Yapıları Tasarım Ve Uygulama Esasları Yönetmeliği dikkate alınarak farklı özelliklerdeki zeminlerde birbirine yakın miktardaki kazı çalışmaları bulunmuş ve kazı destek yapısı olarak ankrajlı fore kazık tasarımı yapılmıştır. Kazıklarda, hesaplanan deplasman değerleri ile kazıklar yerinde uygulandıktan sonra inklinometre deneyi ile ölçülen deplasman değerleri karşılaştırılmıştır. Tasarımlarda üç farklı zemin grubuna göre ankrajlara gelen kuvvetler ile kazıklarda meydana gelen kesme, normal kuvvetleri ve moment etkilerinin karşılaştırılarak ankrajlı fore kazık iksa tasarımlarında, zeminin etkisi ve zaman tanım aralığında analizler yapılarak dinamik etki araştırılmıştır. Bu etkilerin değerlendirilmesi geoteknik çalışmalar açısından önemli hale gelmiştir.

1.1. Literatür Taraması

Günümüzde çok etkin bir şekilde kullanılan dayanma yapısı ankrajlı fore kazık yöntemi alanında birçok çalışma yapılmıştır. Yapılmış olan bu çalışmalar gelecek çalışmalar için çok önemli bir yol göstericidir. Son yıllarda yapılan ankrajlı fore kazık alanında çalışmalar aşağıda gösterilmiştir.

Derin kazıları etkileyen toprak basınçları ve bu gelen yükleri taşıyacak düşey ve yatay destek elemanları aynı zamanda kuyu perde ve öngermeli ankrajlı fore kazık sistemi kullanılarak Hilton Garden Inn Sütlüce otelinin derin temel kazısı incelenmiştir. Kazı derinliği 8,00 metre ile 35,00 metre arasında değişen ve yüzeyde kalınlığı 2,00 metre ile 7,00 metre arasında değişen dolgu tabakasının bulunduğu, dolgu tabakasının hemen altında ise tamamen ayrılmış kum taşı tabakası bulunan bu projede başlangıçta $D=80$ cm'lik fore kazıklar düşünülmüş fakat platform dolgusu nedeniyle ağırlıklı olarak ankrajlı kuyu perdeler kullanılmıştır. Bu çalışma sonucunda Temel kazısı çukur yapılırken meydana gelen deplasmanlar tolere edilebilir sınırlar dahilindedir. Mühendislik hizmeti görmüş ve düzgün taşıyıcı sisteme sahip binalarda kazı yapılırken herhangi bir hasar meydana gelmemiş ancak kaçak şekilde inşa edilmiş olan ve gevşek dolgular oturan binalarda çatlamalar meydana gelmiştir. (Köse, 2011)

Yerinde imal edilmiş olan farklı tiplerdeki ankrajlı fore kazık iksa kesitleri plaxis 2d sonlu elemanlar yazılımı yardımıyla statik ve dinamik iki aşamalı analizler yapılarak iksa duvarları için önerilen veya hesaplanan değerler karşılaştırılmıştır. Bu çalışma sonucunda iksa sistemlerinin derinliği arttıkça yatay deplasmanlarında arttığı ancak dinamik analizlerde ise düşük derinliklere sahip iksa tiplerinin yüksek derinliklere oranla daha fazla yatay deplasman yapıldığı aynı zamanda dinamik analizler sonucu elde edilen maksimum yatay deplasmanların statik analize göre daha yüksek olduğu görülmüştür. Bununla beraber dinamik analizlerde kazıklara maksimum etkileyen yatay etki kuvveti, kesme kuvveti ve eğilme momenti genel olarak statik analizle göre daha yüksek olduğu sonucuna varılmıştır. (Zahin, 2020)

Bir derin kazıda uygulanan aşamaların incelenmesi amacıyla, ülkemizdeki derin kazı örneği olarak İstanbul'da yer alan Harbiye Kongre Merkezi derin temel kazısı seçilmiştir. Kazı derinliği 20,00 metre ile 30,00 metre arasında değişen iksa projesinde kazıyı etkileyen dış faktörler kazıda yaşanan problemler detaylı bir şekilde ele alınmıştır. Bu çalışma sonucunda çalışma alanında yer alan Trakya formasyonunun heterojen yapısının kazıyı önemli ölçüde

etkilediği, sağlam kaya tabakalarının arasında yer alan grafitik şistli tabakalarının iksa sisteminin güvenliğini önemli ölçüde etkilediği ve kazı işlerini aksattığı, hesaplamalarda ön görüldüğü gibi grafitik şiste rastlanmayan bölgelerde 18,00 mm mertebesinde fakat yerinde grafitik şiste rastlanan tabakalarda ise hesaplanan 18,00 mm değerinin aksine 170 mm mertebesinde yatay deplasman olduğundan dolayı, ne kadar zemin araştırması ne kadar uygun proje ve imalat yapılsa da zeminin her zaman bilinmezliklerle dolu olduğu ve bu yüzden derin kazı metodolojisinin çok iyi bilinmesi gerektiği sonucuna varılmıştır. Aynı zamanda kalıcı iksa yapılarında deplasman sürekli kontrol edilmeli ve kayma kaması aktif hale gelmeden sistemin tamamlanması gerektiği sonucuna varılmıştır. (Dayıoğlu, 2010)

Bu çalışmada İstanbul ili Maltepe ilçesi Avm ve otel inşaatı projesi ele alınarak yerinde yapılmış olan sondaj çalışmaları , geoteknik veriler ışığında ankastre fore kazıklar , betonarme perde duvarlar ve öngermeli olarak oluşturulan ankrajlardan oluşan bir derin kazık sistemi üzerinde inceleme yapılmıştır. Yapılan incelemeler sonucunda inklinometre okumaları ile plaxis analiz sonuçları birbirine oldukça yakındır. Böyle doğru sonuçlara ulaşabilmek için yetkin jeolojik çalışmalar, güvenilir sondaj verileri ve kazı adım ankraj yerleştirme aşamalarının birebir modellenmesinin de katkısının önemi vurgulanmıştır. Sonlu elemanlar yönteminin derin kazı sistemlerini analiz etmekte güvenilir yöntem olduğu görülmektedir. (Sayar, 2017)

Bu çalışmada fore kazıklı ve ankrajlı derin kazı iksa sisteminde meydana gelmesi beklenen deformasyonlar hesaplanmış ve sahada inklinometre ölçümleri ile takip edilmiş ve hesaplanan deformasyonlar ile ölçülen deformasyonlar arasındaki farklılıklara saha koşullarının etkisi araştırılması amacıyla geri analizler yapılmıştır. Yapılan analizler sonucunda plaxis yazılımı kullanılarak hesaplanan deformasyonlar ile inklinometre kullanılarak ölçülen deformasyonlar kabul edilebilir doğruluktadır. Zemin etüdü çalışmaları ile saha profili mutlak doğrulukta elde etmek mümkün olmadığından noktasal zemin koşulları iksa sisteminde meydana gelen yatay deformasyonları etkilemekte, sahada farklı durumlar ile karşılaşması durumunda geri analizler ile güncel koşulların etkisinin incelenmesi, iksa sisteminin güvenliği açısından önemlidir. (Yeler, 2019)

Bu çalışmada Yalova ili Çiftlikköy ilçesinde üç ayrı bölgeden alınan sondajlar ve jeofizik veriler ışığında kalıcı ankrajlı fore kazık sistemi tasarlanmıştır. Plaxis sonlu elemanlar programı kullanılarak, statik durum ardından DD-2 deprem yer yüzeyinde statik eşdeğer hesap yöntemi, DD-2a deprem düzeyinde statik eşdeğer hesap yöntemi ve DD-2 deprem düzeyinde zaman tanım aralığında hesap yöntemi ile her yöntemde farklı r katsayı değerleri etkiletilerek dinamik analizler yapılmış ve sistemin yapı elemanlarında meydana gelen deplasman, kesit tesirleri ile güvenlik faktörleri karşılaştırılmıştır. Bu çalışma sonucunda DD-2 deprem düzeyindeki zaman tanım aralığındaki hesap sonuçlarının, DD-2 deprem düzeyinde r azaltma katsayısı 1,5 alınarak yapılan statik eşdeğer hesap yöntemi sonucuna daha yakın olmasından dolayı DD-2 deprem düzeyi eşdeğer hesap yönteminde $r = 1,5$ alınarak çözüm yapılmasının daha uygun olduğu görülmüştür. (Kılıç, 2023)

Bu çalışmada ankastre fore kazık tek sıra ve çok sıra ankrajlı iksa sistemlerini çözümleyip maliyet analizleri bank05 bilgisayar programı kullanılarak örnek bir problem üzerinde iksa sisteminde çeşitli parametreler değiştirilmiş ve maliyet kıyaslaması yapılmıştır. Öncelikle tamamen kum veya tamamen kil zeminden oluşan iki farklı zemin profili üzerinde killi zeminde 4 metreden 16 metreye, kumlu zeminde ise 4 metreden 20 metreye kadar kazı derinlikleri değiştirilmiş, bu değişen kazı derinliğine bağlı olarak hem konsol fore kazık hem de tek sıra ankrajlı ve çok sıra ankrajlı iksa sistemi tasarımları yapılmıştır. Yapılan tasarımlar sonucunda killi zemin modelinde 9 metre kazı derinliğinde hem konsol fore kazık hem de ankrajlı iksa sisteminde maliyetlerin yakın olduğu, 4 ile 9 metre arası konsol çalışan fore kazık sistemin daha ekonomik olduğu, 9 ile 20 metre arası ise ankrajlı sistemin daha ekonomik olduğu görülmüştür. Kumlu zeminde modelinde 8,00 metre kazı derinliği seviyesinde maliyetlerin iki sistem içinde eşit olduğu, 8 metreden daha az derinlikte konsol sistemlerin 8 metreden daha derin seviyelerde ise çok ankrajlı sistemlerin ekonomik olduğu ortaya çıkmıştır. Bu çalışma kapsamında genelleme yapmak zor olsa da kumlu zeminlerde 8 metreden daha büyük kazı derinliğinde ankrajlı sistemleri kullanmanın anlamlı olması sonucuna varılmıştır. (Arslan ve Öztoprak, 2005)

Bu çalışmada derin kazı iksa sistemleri ve Denizli’de uygulanan ankrajlı fore kazık sistemi seçilerek incelenmiştir. Denizli’deki iksa projesinde kazı derinliği 16,6 metre derinliğinde ve kazık boyu 17,50 metre olan fore kazıklara farklı kesitlerde düşeyde 3,4 ve 5 sıra öngermeli ankrajlar ile desteklenmiştir. 3 farklı kesit için 3 farklı sürşarj yükü ve yanal toprak basıncı kabulü yapılmıştır. Çalışma alanında hakim zemin profili, üste kumlu çakıl kontrolsüz dolgu, aşağı seviyelerde ayrıışmış siltli kumlu çakıl tabakalarının olduğu görülmüştür. İnceleme sonucunda derin kazı iksa sistemlerinin performansını etkileyen önemli faktörler zemin profili, yeraltı suyu varlığı, yanal toprak basınçlarının analiz ve dizayn sürecinin doğru uygulanması ve inşa sırasında işçilik ve inşa kalitesine bağlıdır.

Denizli’de inşa edilen derin kazı iksa sisteminin geoteknik araştırma yapıldıktan sonra başarıyla uygulanmıştır. Buna bağlı olarak derin kazı problemlerinin çözümü sahada detaylı bir geoteknik araştırma yapılmasının gerekliliği sonucuna varılmıştır. (Alkaya ve Çobanoğlu, 2007)

Bu çalışmada Mersin ili Yenişehir İlçesinde alınan bir noktanın deney sonuçları baz alınarak plaxis yazılımı yardımıyla kazı derinliği 8,00 metre, ankraj serbest bölge uzunluğu 10,00 metre ankraj kök uzunluğu 7,00 metre fore kazık boyu 12,00 metre mevcut bina sursaj yükü 50,00 kPa ankraj aralığı 2,00 metre sabit tutularak, ön germe yükünün uygulanıp uygulanmaması ve yer altı suyunun olup olmasının aynı zamanda ankraj sayısının değişimine bağlı olarak analiz sonuçlarının karşılaştırılması amaçlanmıştır. Öncelikli olarak 3 sıra ankraj öngermesiz analiz gerçekleştirildikten sonra 3 sıra ankraj öngermeli (86 kN/m öngerme kuvveti) , 4 sıra ankraj öngermesiz (yass mevcut değil), 4 sıra ankraj öngermesiz (yass mevcut), 4 sıra ankraj öngermeli (86 kN/m öngerme kuvveti), 5 sıra ankraj öngermesiz analizleri gerçekleştirilmiştir. Bu çalışma sonucunda ankraj sayısının artmasının kazıkta meydana gelen yatay deplasmanlar üzerinde olumlu etkisinin olduğu, ankrajlara öngerme kuvveti uygulandığında yer değiştirmelerin azaldığı, öngerme kuvveti uygulanmış ankrajlı fore kazık sistemin öngerme kuvveti uygulanmamış sisteme göre daha fazla kazı yapılmasına imkan sağladığı sonucuna varılmıştır. (Canoğulları, 2019)

2. İKSA SİSTEMİNİ ETKİLEYEN YÜKLER

İksa projelerimizi tasarlamak için kazı destek yapılarımıza gelecek yanal toprak basınçlarını doğru şekilde hesaplamalıyız. Dayanma yapısı arkasında kalan toprak kütlelerinin oluşturduğu yatay basınca yanal toprak basıncı denir. Yanal toprak basıncı;

$$P_h = \gamma \times K \times z \quad (2.1)$$

P_h : Yanal toprak basıncı

γ : Zemin birim hacim ağırlığı

K : Yanal toprak basıncı katsayısı

z : Derinlik

Yanal toprak basıncı dağılımı ve büyüklüğü dayanma yapısı ile arkasında kalan toprak kütlelerinin birbirleri arasındaki izafi harekete de bağlıdır. (DAS 2019)

Bu izafi hareketler neticesinde oluşan yanal toprak basınçları aşağıda verilmiştir.

- Dayanma yapısı ve arkasında kalan toprak kütlelerinde herhangi bir yanal deplasman yok ise “Sükunet halindeki toprak basıncı ” (P_0)

- Kazı destek yapısı ve arkasındaki toprak kütlelerinin, kazı alanına doğru hareket etmesi sonucunda destek yapısına değdiği zaman ortaya çıkan yanal basınca “Aktif toprak basıncı” (P_a)

- Dayanma yapısının, arkasında kalan toprak kütlelerine hareket etmesi sonucunda dayanama yapısının sıkışan zemine değdiği zaman ortaya çıkan yanal basınca “Pasif toprak basıncı ” (P_p) olarak tanımlanır.

Sukunetteki toprak basıncı ; aşağıda verilen formülle bulunur.

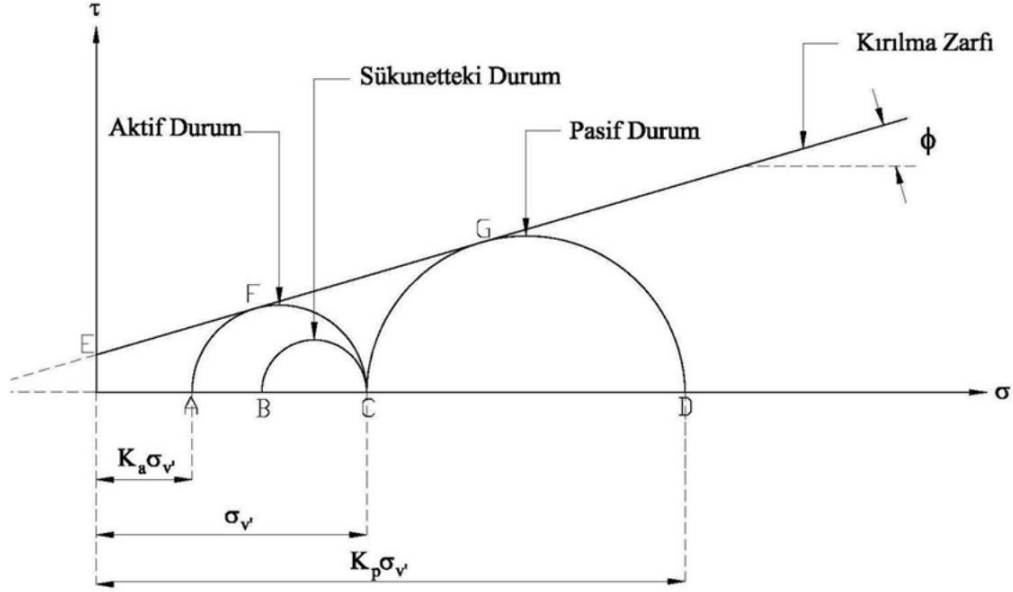
$$P_0 = \gamma \times K_0 \times z \quad (2.2)$$

K_0 : Sükunet toprak basıncı katsayısı

K_0 ise Jaky (1944) tarafından önerilen ;

$$K_0 = \frac{\sigma'_h}{\sigma'_v} = 1 - \sin(\phi) \quad (2.3)$$

ampirik denklemi ile elde edilir.

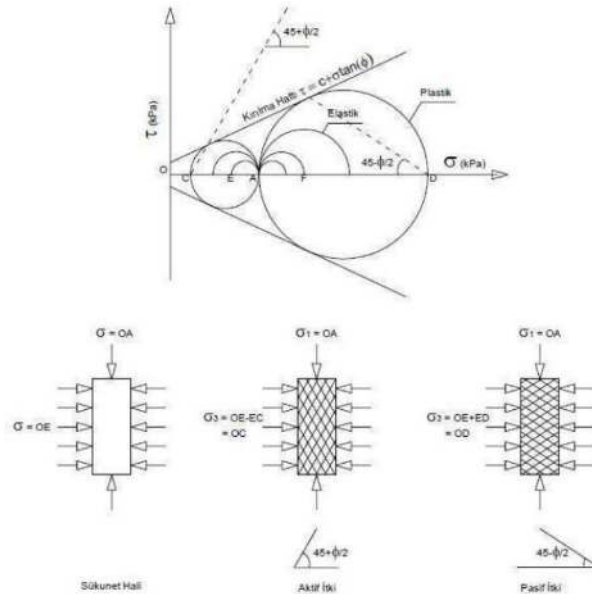


Şekil 2.1 Mohr – Culoumb dairesinde Aktif ve Pasif Denge Hallerinin Gösterimi

Kaynak. (Kılıç, 2023: 30)

2.1. Aktif Ve Pasif Toprak Basınçları

Aktif ve Pasif yanal toprak basınçlarını hesaplayabilmek için literatürde kabul görmüş iki adet teori vardır. Bu teoriler plastisite teorisini esas alan Rankine Teorisi ve Coulomb Kama Teorisidir. (DAS 2019)



Şekil 2.2 Plastik Denge Teorisi

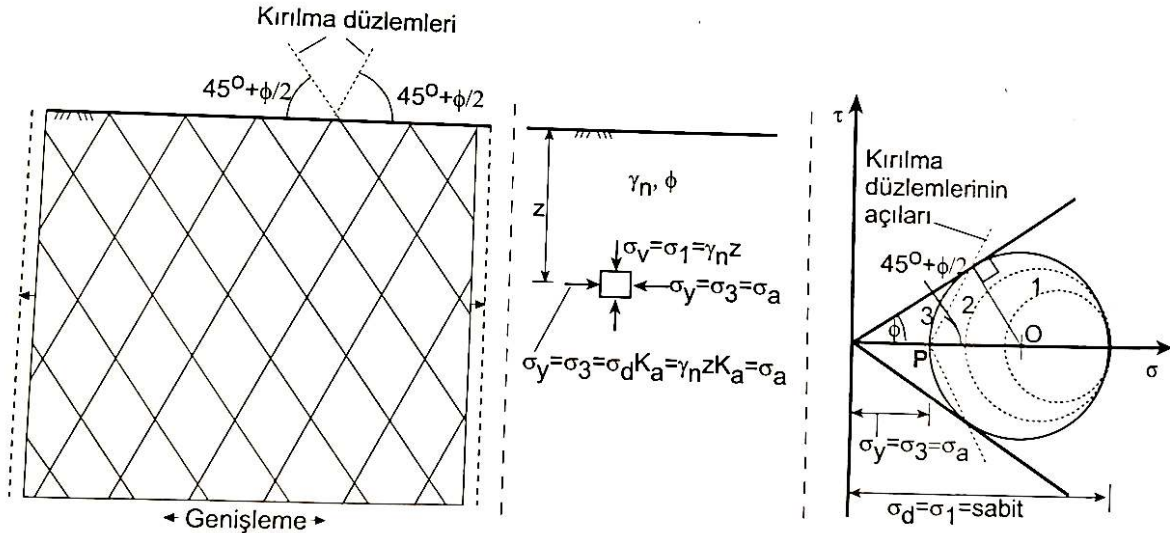
Kaynak. (Yeler, 2019: 15)

2.1.1. Rankine Teorisi

Rankine teorisi ilk zamanlar kohezyonsuz zeminler için önerilirken daha sonraları diğer durumlar içinde geliştirilmiştir. Rankine teorisi zemin ortamının plastik denge durumundaki gerilmeleri dikkate alır. Plastik durumun gerçekleşmesi için yarım sonsuz bir zemin ortamda yanal deformasyonların (sıkışma ve genişleme) gerçekleşmesi gerekir. Rankine teorisinin esas aldığı belli başlı kabuller ;

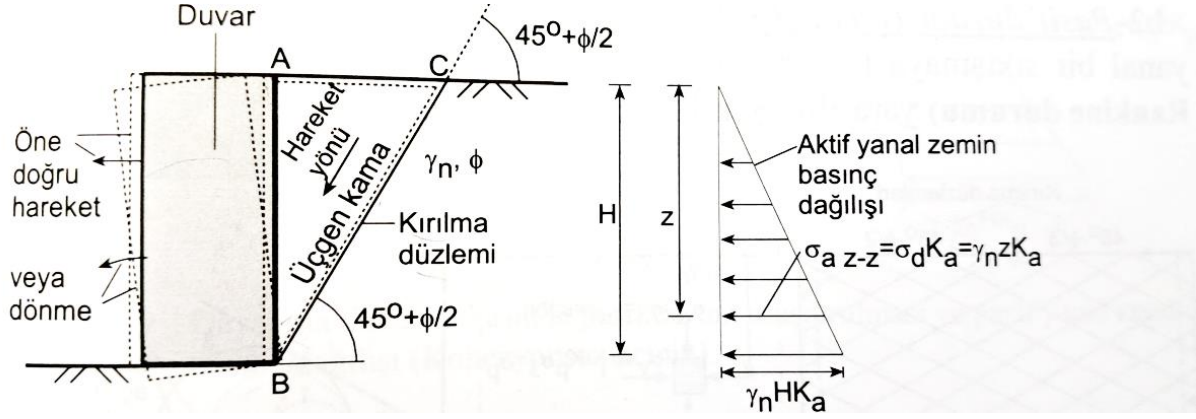
- Dayanma yapısı ile zemin arasında sürtünme yoktur.
- Dayanma yapısı arkasındaki zemin homojen ve izotropdur.
- Dayanma yapısı arkasındaki zemin üçgen ve rijit kama şeklinde kırılır. (DAS 2019)

Yarı sonsuz ortamda yanal bir genişleme meydana gelirse zeminde aktif Rankine durumu olur.



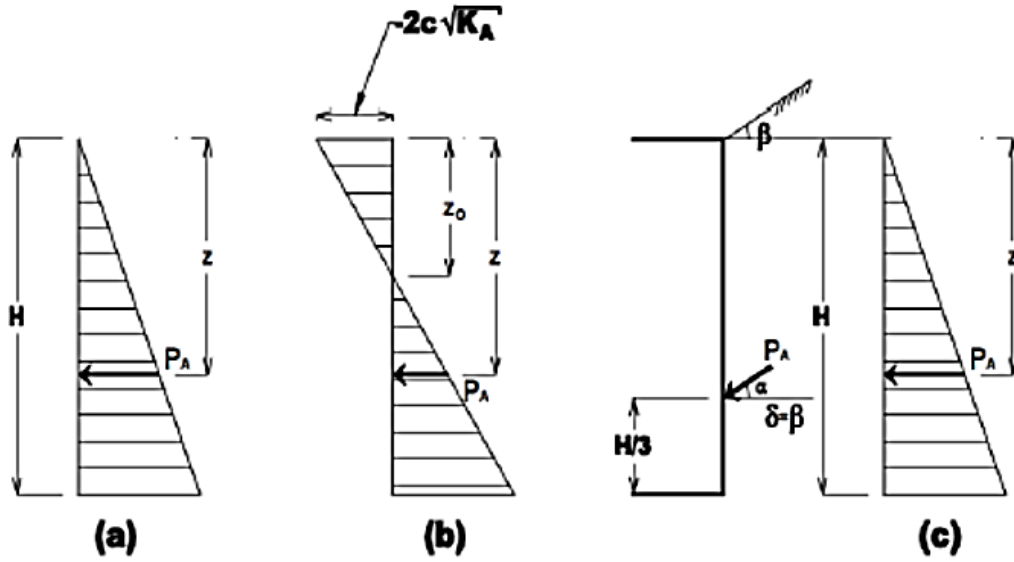
Şekil 2.3 Aktif Rankine Durumu

Kaynak. (Uzuner, 2016: 464)



Şekil 2.4 Kohezyonsuz Zeminde İksa Yapısı Arkası Aktif Yanal Zemin Basınç Dağılışı

Kaynak. (Uzuner, 2016: 465)



Şekil 2.5 Rankine Aktif Toprak Basınçları

Kaynak. (Yeler, 2019: 16)

Rankine aktif toprak basıncı P_a ile gösterilir ve Rankine aktif toprak basıncı kohezyonlu ve kohezyonsuz zeminlerde aşağıdaki formüllerle bulunur.

$$P_a = \gamma \cdot z \cdot K_a \quad (\text{Kohezyonsuz Zeminlerde}) \quad (2.4)$$

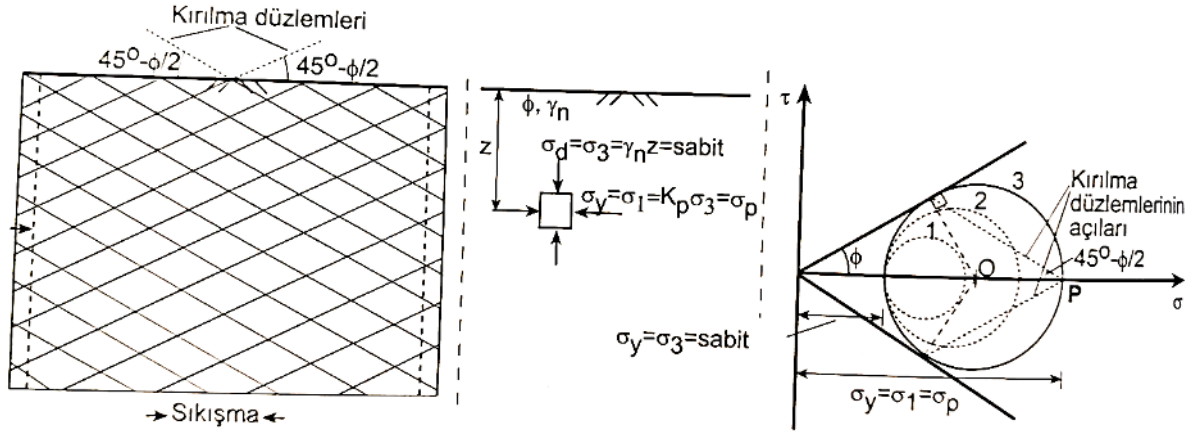
$$P_a = \gamma \cdot z \cdot K_a - 2c \cdot \sqrt{K_a} \quad (\text{Kohezyonlu Zeminlerde}) \quad (2.5)$$

$$K_a = \tan^2 \left(45^\circ - \frac{\phi}{2} \right) \quad (2.6)$$

Ø: İçsel Sürtünme Açısı

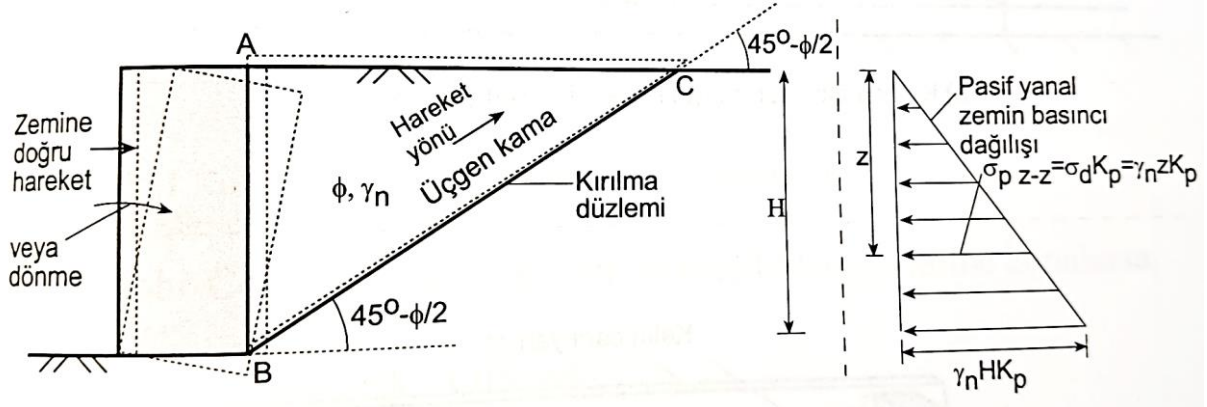
K_a : Aktif toprak itkisi katsayısı

Yarı sonsuz ortamda yanal bir sıkışma meydana gelirse zeminde pasif Rankine durumu olur.



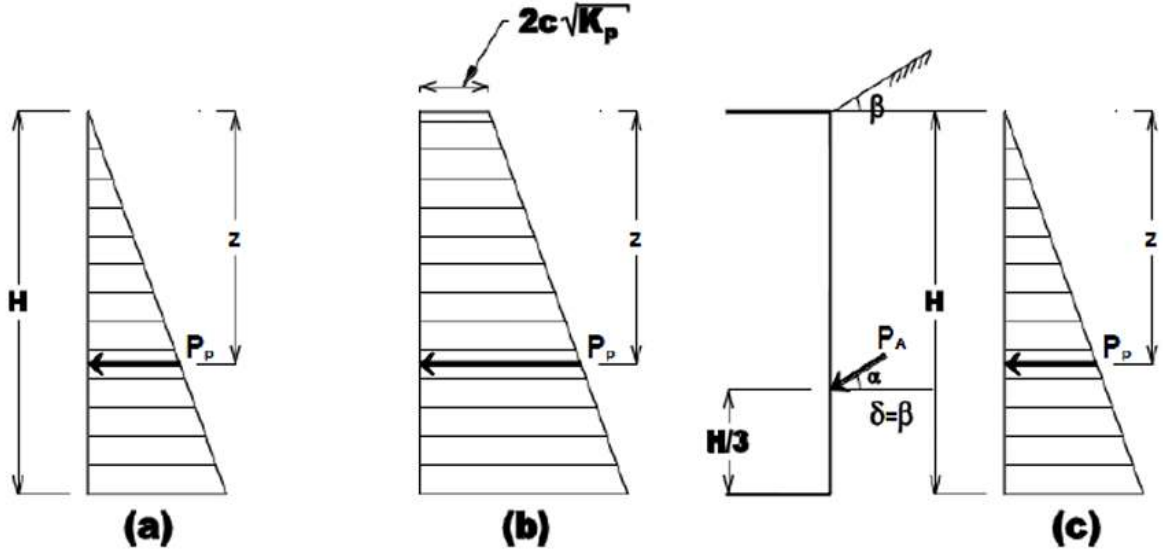
Şekil 2.6 Pasif Rankine Durumu

Kaynak. (Uzuner, 2016: 466)



Şekil 2.7 Kohezyonsuz Zeminde İksa Yapısı Arkası Pasif Yanal Zemin Basınç Dağılışı

Kaynak. (Uzuner, 2016: 467)



Şekil 2.8 Rankine Pasif Toprak Basınçları

Kaynak. (Yeler, 2019: 17)

Rankine pasif toprak direnci P_p olarak gösterilir. Rankine pasif basıncı kohezyonlu ve kohezyonsuz zeminlerde aşağıdaki formüllerle bulunur.

$$P_p = \gamma \cdot z \cdot K_p \quad (\text{Kohezyonsuz Zeminlerde}) \quad (2.7)$$

$$P_p = \gamma \cdot z \cdot K_p + 2 \cdot C \cdot \sqrt{K_p} \quad (\text{Kohezyonlu Zeminlerde}) \quad (2.8)$$

$$K_p = \tan^2 \left(45^\circ + \frac{\phi}{2} \right) \quad (2.9)$$

ϕ : İçsel Sürtünme Açısı

K_p : Pasif toprak itkisi katsayısı

Eğer dayanma yapısının arkası eğimli ise aktif ve pasif durumdaki yanal toprak basıncı katsayısı aşağıdaki formülle bulunur

$$K_a = \cos \beta \times \frac{\cos \beta - \sqrt{\cos^2 \beta - \cos^2 \phi}}{\cos \beta + \sqrt{\cos^2 \beta - \cos^2 \phi}} \quad (2.10)$$

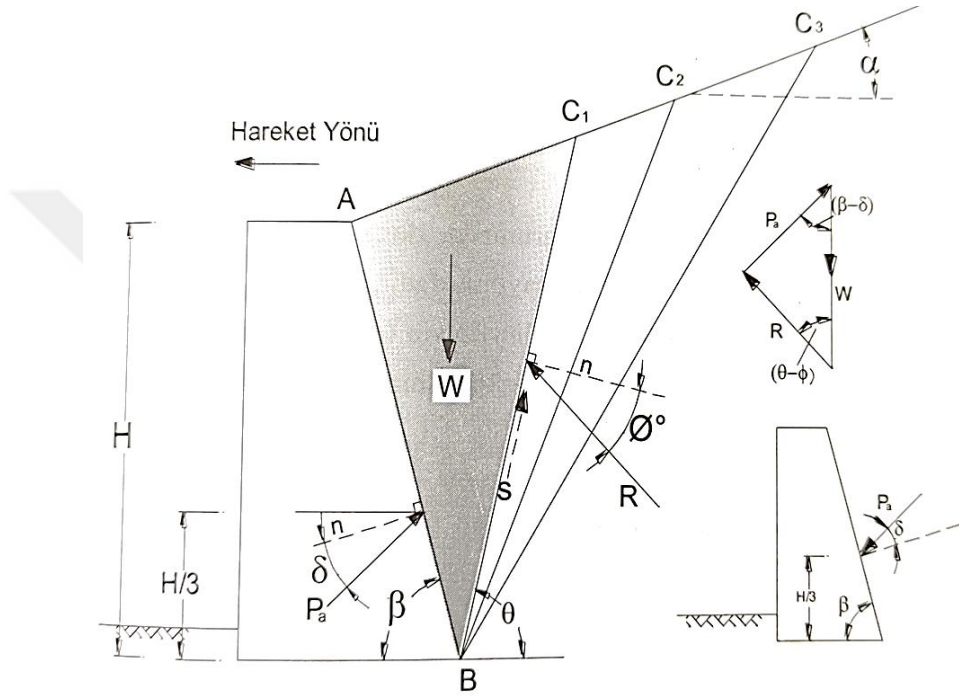
$$K_p = \cos \beta \times \frac{\cos \beta + \sqrt{\cos^2 \beta - \cos^2 \phi}}{\cos \beta - \sqrt{\cos^2 \beta - \cos^2 \phi}} \quad (2.11)$$

2.1.2. Coulomb Teorisi

Rankine teorisinde yanal toprak basınçları belirlenirken dayanma yapısının arkasının

sürtünmesiz olduğu kabul ediliyordu. Coulomb 1776'da ise duvar aktif veya pasif hareket ederken dayanma yapısının arkası ve zemin arasında sürtünme olduğu varsayılarak geliştirilmiştir. Coulomb teorisinin esas aldığı belli başlı kabuller;

- Dayanma yapısı ile zemin arasında sürtünme vardır.
- Dayanma yapısı arkasındaki zemin kohezyonsuz olup izotropik ve homojendir.
- Dayanma yapısı arkasındaki kayan kütle üçgen ve rijit kama şeklindedir.
- Sürtünme kuvvetleri kayma yüzeyi boyunca düzgün yayılıdır.



Şekil 2.9 Coulomb Aktif Toprak Basıncı

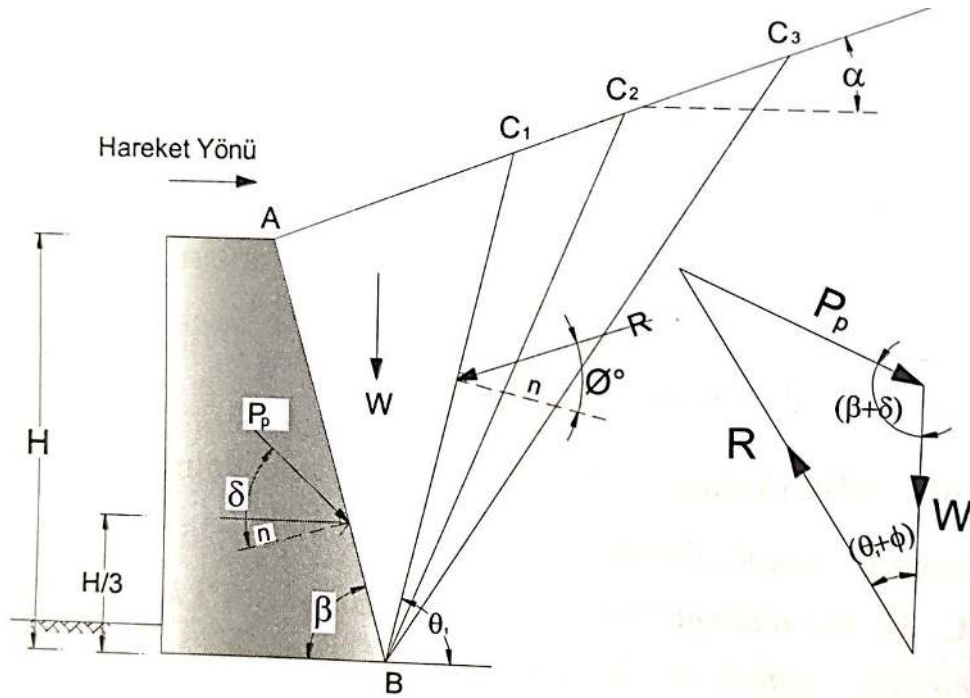
Kaynak. (Orhan, 2019: 647)

Şekil 2.9'daki gibi duvar arkası eğimli olup yatayla β açısı ve dayanma yapısı arkasındaki zemin yüzeyi yatayla θ açısı yapmaktadır. Zemin ve dayanma yapısı açısı arasında sürtünme açısı (δ) vardır. Aktif yanal zemin basınçları nedeniyle dayanma yapısı kazı alanına doğru hareket eder. Bu durumda arkada oluşan üçgen kamada aşağıya doğru kayar. Kama aşağı doğru hareket ettiği için P_a (Aktif yanal basıncı) ve R (Kama düzlemi boyunca etkiyen bileşke kuvvet) kuvvetleri sürtünmeden dolayı yüzey ile hareket yönünün tersi tarafa δ ve θ açıları yaparlar. Şekildeki BC_1 kayma düzlemine göre üç kuvvetin dengesi yazılıp P_a aşağıdaki formülle bulunur.

$$P_a = \frac{1}{2} \times K_a \times \gamma \times H^2 \quad (2.12)$$

K_a : Coulomb aktif toprak basıncı katsayısı

$$K_a = \frac{\sin^2(\beta + \phi)}{\sin^2 \beta \times \sin(\beta - \delta) \left[1 + \left(\frac{\sin(\phi + \delta) \times \sin(\phi - \alpha)}{\sqrt{\sin(\beta - \delta) \times \sin(\alpha + \beta)}} \right)^2 \right]} \quad (2.13)$$



Şekil 2.10 Coulomb Pasif Toprak Basıncı

Kaynak. (Orhan, 2019: 656)

Coulomb (1976) pasif yanal basıncını hesaplarken dayanma yapısı zemine doğru hareket etmektedir. Bunun sonucunda arkada kalan üçgen kamada yukarı doğru kayar. Kama yukarı doğru hareket ettiği için P_p (Pasif yanal basınç) ve R (Kama düzlemi boyunca etkiyen bileşke kuvvet) kuvvetleri yine sürtünmeden dolayı yüzey ile hareket yönünün tersi tarafa δ ve θ açıları yaparlar. Şekildeki BC_1 kayma düzlemine göre üç kuvvetin dengesi yazılıp P_p aşağıdaki formülle bulunur.

$$P_p = \frac{1}{2} \times K_p \times \gamma \times H^2 \quad (2.14)$$

K_p : Coulomb pasif toprak basıncı katsayısı

$$K_p = \frac{\sin^2(\beta - \delta)}{\sin^2 \beta \times \sin(\beta + \delta)} \left[1 + \frac{\sin(\phi + \delta) \times \sin(\phi + \alpha)}{\sqrt{\sin(\beta + \delta) \times \sin(\alpha + \beta)}} \right]^2 \quad (2.15)$$

2.2. Ankrajlı Sistemler İçin Toprak Basınçları

Ankrajlı sistemlerde Rankine ve Coulomb toprak basınç teorilerini kullanmak yeterli değildir. Yatay destekli ve ankrajlı sistemlerin imalatları, deforme olma biçimleri ve göçme mekanizmaları düşey destekli sistemlere göre farklılık gösterdiğinden dolayı kazı destek yapısı arkasında meydana gelen toprak basınçlarından etkilenmektedir. (FHWA-IF-99 015, 1999)

Çok sıra ankrajlı iksa sistemlerinde Terzaghi ve Peck tarafından geliştirilen zemin cinsine göre değişen ampirik dikdörtgen veya trapez dağılım gösteren toprak basıncı diyagramları, Kazı Destek Yapıları Ve Uygulama Esasları yönetmeliğinde de kullanılmaktadır.

Kazı Destek Ve Uygulama Esasları yönetmeliğinde geçen ankrajlı sistemlerde yatay toprak basıncı dağılımı ve formülleri aşağıdaki gibidir.

Kumlar için maksimum toprak basıncı :

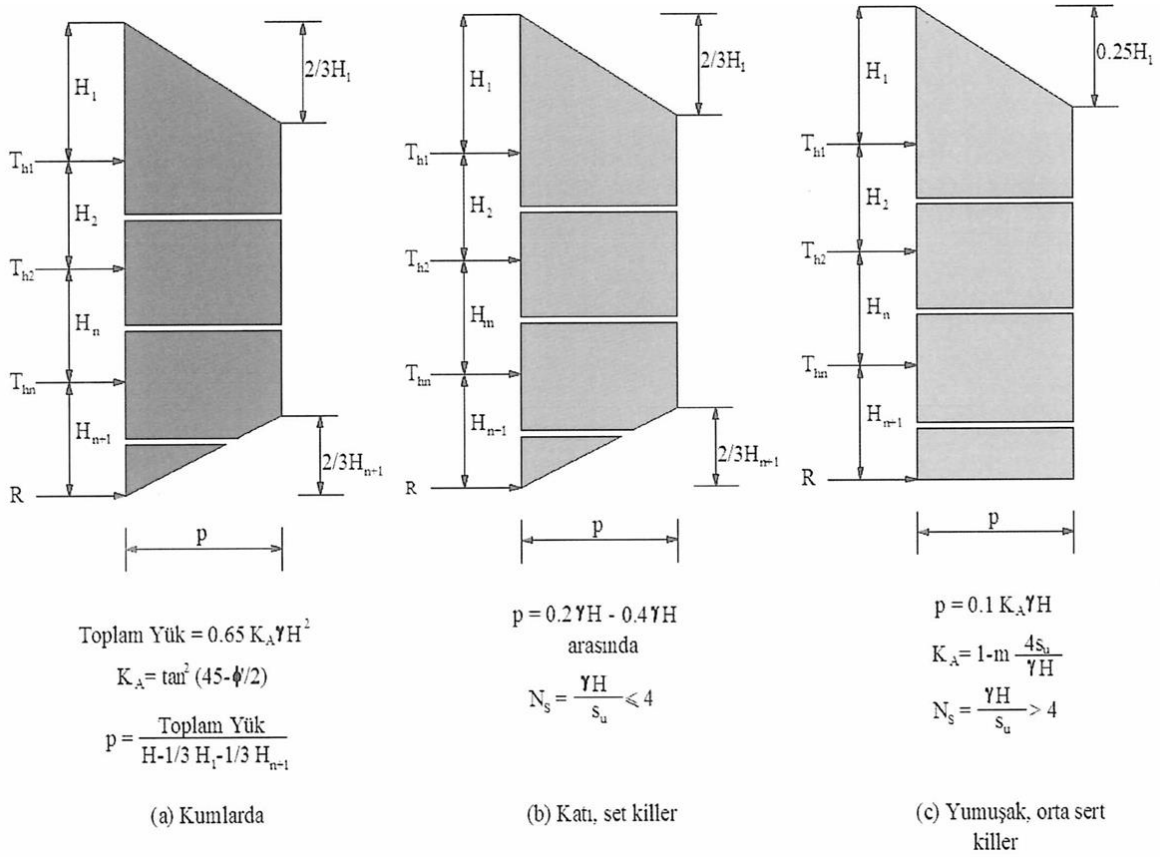
$$P \approx K_a \times \gamma \times H \quad (2.16)$$

$$K_a = \tan^2(45 - \phi/2) \quad (2.17)$$

Killi zeminlerde maksimum toprak basıncı :

$$P = 0.2 \times \gamma \times H - 0.4 \times \gamma \times H \text{ (katu - sert kil)} \quad (2.18)$$

$$P = 0.1 \times K_a \times \gamma \times H \text{ (yumuşak - orta katı kil)} \quad (2.19)$$



Şekil 2.11 Ankrajlı Dayanma Yapısı Arkası Oluşan Yatay Toprak Basıncı Dağılımı

Kaynak. (KDYY, 2022: 54)

2.3. Kazı Destek Yapısı Elemanları

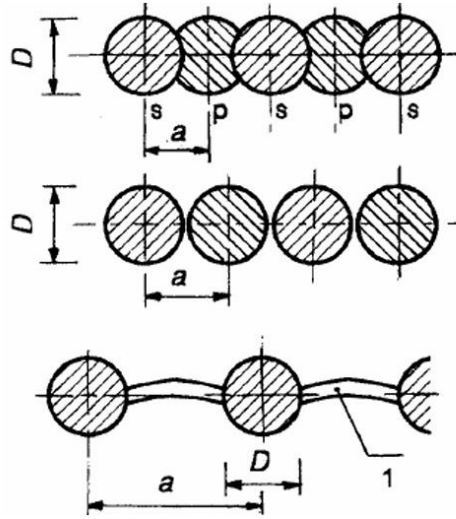
2.3.1. Düşey Elemanlar

Kazı destek yapısı elemanları düşey ve yatay olmak üzere ikiye ayrılır. Düşey elemanlar fore kazık, mini kazık, betonarme perde, püskürtme beton perde, kuyu perde, diyafram duvar, palplanş, çelik boru kazık, CFA kazık (Sürekli burgu kazık), DSM kolon sistemlerinden oluşmaktadır.

Çalışmamız kapsamında ankrajlı fore kazık sistemleri ele alındığı için bu bölümde düşey elemanlardan fore kazık sistemleri dikkate alınmıştır. Delgi yöntemi ile açılan düşey kuyular içine donatı kafesi yerleştirilip tremi tekniği ile beton dökülerek hazırlanan betonarme sistemine fore kazık denir.

Ülkemizde fore kazık uygulamaları kuyu perde, palplanş, diyafram duvar uygulamaları gibi yoğun şekilde kullanılmaktadır. Ülkemizde yaygın olarak kullanılmasının sebepleri arasında imalat aşamasında yeterli ekipman ve tecrübeli iş gücünün olması yer almaktadır.

Fore kazıklar zemin ve yeraltı suyu durumuna göre değişik formlarda yapılmaktadır. Fore kazık uygulanacak parselde yeraltı su seviyesi yüksek ise geçirimsizliğin sağlanması için bir dolu bir boş şeklinde kesişen kazıklar yapılmaktadır. Kesişen kazıklarda öncelikle boş dediğimiz donatısız olan birincil kazıklar imal edildikten sonra birincil kazıkların bir miktar kesilmesiyle dolu dediğimiz kazıklara donatı yerleştirilir ve ikincil fore kazıklar imal edilir. Böylece yeraltı su seviyesi yüksek olan yerlerde suyun geçirimsizliği sağlanmış olur. Yerinde yeraltı su seviyesi olmayan fakat zemin kohezyonsuz ve kendini tutamayarak kazı alanına hareket etme riski yüksek ise teğet kazıklar imal edilirler. Kazıklar birbirine teğet olarak imalat edildiği için aralarda boşluk olmadığından dolayı malzeme boşalma riski ortadan kalkar. Eğer yerinde yeraltı su seviyesi olmayan ve kendini tutabilen zemin varsa aralıklı fore kazıklar imal edilirler.



Şekil 2.12 Kesişen, Teğet ve Aralıklı Fore Kazıkların Yatay Kesitleri

Kaynak. (TS 3168 EN 1536, 2001: 4)

Fore kazıkların imalat aşamasında dikkat edilmesi gereken bazı hususlar Kazı Destek Yapıları Tasarım Ve Uygulama Esasları Yönetmeliğine göre aşağıda verilmiştir.

- Sahada, proje kriterlerine uygun çap ve derinliği sağlayacak fore kazık makinası seçilmeli aynı zamanda çok eğimli sahalarda fore kazık makinası için uygun çalışma platformu hazırlanmalı ve kazık imalatları TS EN 1536+A1 standardına uygun yapılmalıdır.

- Kazık İmalatları, ardışık kazıklarda birer atlamalı olarak yapılmalıdır. Foraj sırasında başka bir kuyudaki kazık betonuna veya donatı kafesine zarar verilmemelidir.

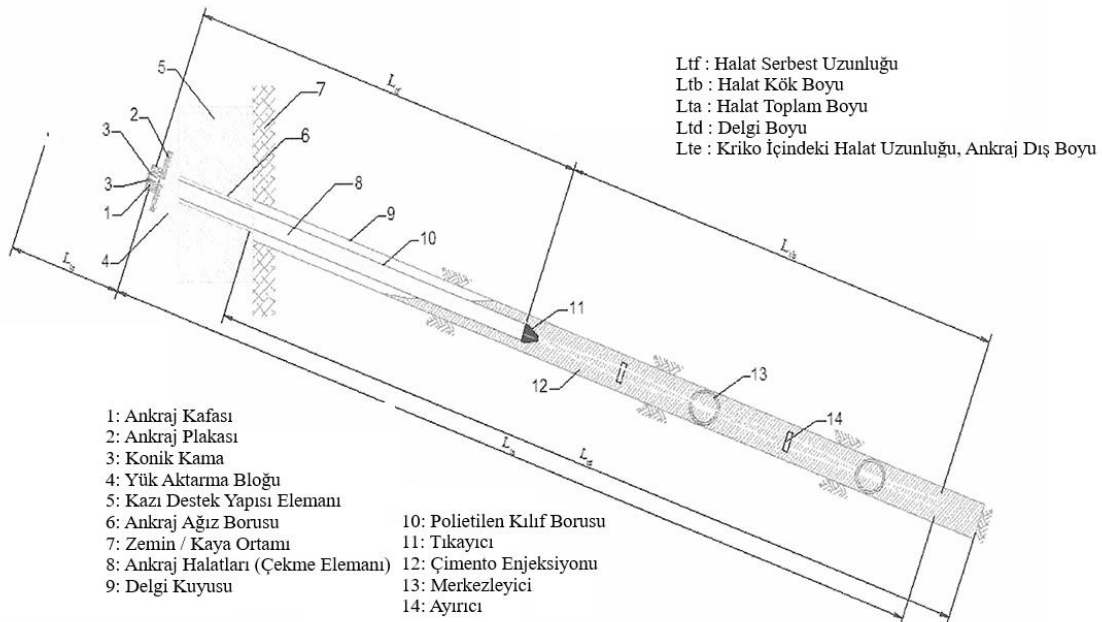
- Delgi sırasında kendini tutamayan zeminlerde, delgi kuyusunda yıkıntı olmaması için, yıkıntı olmayan zemin tabakasına kadar muhafaza borusu veya delgi sıvısı (su, bentonit veya polimer) kullanılmalıdır.

- Delgi yapıldıktan sonra hemen donatı kafesi kuyu içine indirilmeli ve betonlama işlemi yapılmalıdır.

- Beton dökümü işlemi sırasında tremi borusu kullanılarak segregasyon oluşumuna izin verilmemelidir.

2.3.2. Yatay Elemanlar

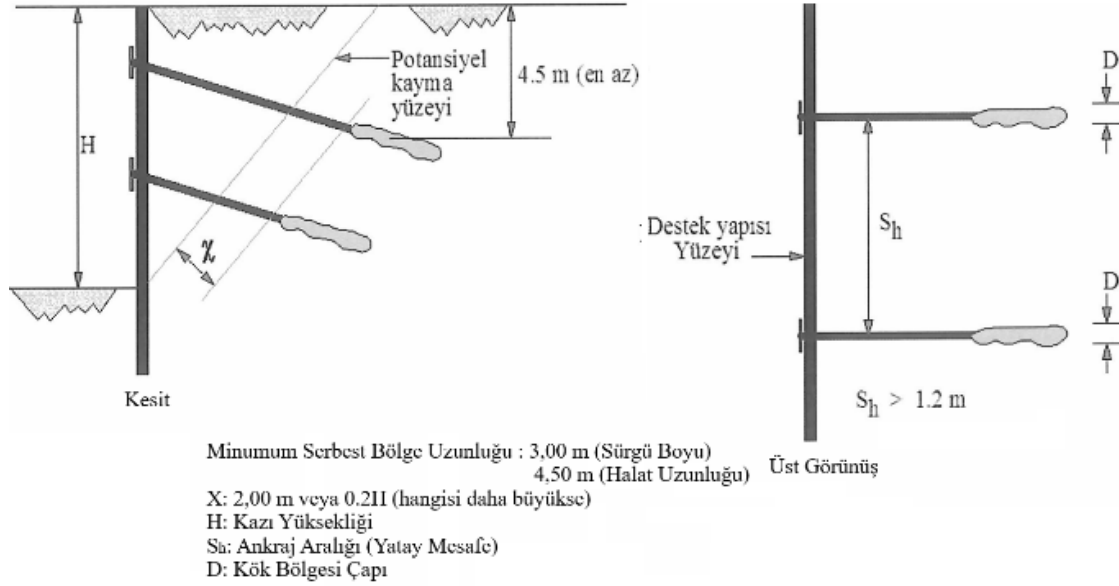
Yatay elemanlar ön germeli ankraj, zemin çivisi, iç destek (Strut) sistemlerinden oluşmaktadır. Çalışmamızda ankrajlı fore kazık sistemleri ele alındığı için bu bölümde yatay elemanlardan ön germeli ankraj dikkate alınmıştır. Zeminde yapılan delgi kuyusu içine halat veya çubuk yerleştirildikten sonra kuyunun uç noktasından yüzeye doğru çimento şerbeti ile doldurularak sadece aksenal çekme yükü yüklenerek çalışan yatay elemana ön germeli ankraj denir. Kök ve serbest bölgeden oluşmaktadır. Ankrajların aralıkları eğimleri kök ve serbest bölge uzunlukları sabit olmayıp projeden projeye farklılık göstermektedir. Ankrajlar halat veya çubuk elemanlar, enjeksiyon, ankraj başlığı, ankraj kafası, ankraj plakası ve ankraj kaması elemanlarından oluşmaktadır. Sistem elemanları aşağıdaki şekilde verilmiştir.



Şekil 2.13 Halatlı Öngermeli Ankraj Elemanları

Kaynak. (KDYY, 2022: 50)

Kazı Destek Yapıları Tasarım Ve Uygulama Esasları Yönetmeliğine göre en kısa ankraj serbest boyu potansiyel kayma düzleminin itibaren kazı derinliğinin en az 1/5'i veya 2,00 metre değerinden büyük olanı kadardır. Aynı zamanda minimum ankraj serbest boyu halatlı ankrajlarda 4,5 m, çubuk ankrajlarda ise 3,00 metreden kısa olamaz. Kök bölgesinin boyu ise kayada 6,00 metreden, zeminde ise 8,00 metreden kısa olamaz.



Şekil 2.14 Minimum Serbest ve Kök Bölgesi Mesafeleri

Kaynak. (KDYY, 2022: 56)

Kazı Destek Yapıları Tasarım Ve Uygulama Esasları Yönetmeliğine göre Ankraj taşıma kapasiteleri aşağıda verilmiştir.

$$T_f = \pi \times D \times L_{tb} \times \tau_f \quad (2.20)$$

T_f : Ankraj kökü nihai taşıma kapasitesi

D : Kök bölgesi etkin çap değeri

L_{tb} : Halat kök boyu

τ_f : Ankraj kökü nihai çeper sürtünmesi

Tablo 2.1 Kohezyonlu Zeminlerde Ankrajlar için Nihai çeper sürtünme değerleri - τ_f

Ankraj Tipi	Zemin / Enjeksiyon Arayüzeyi için Ortalama Nihai Çeper Sürtünme Değerleri - τ _f [Mpa]
Düşük Basıncılı Enjeksiyonlanmış Ankrajlar	0,03 – 0,07

Tablo 2.1 Devamı

Basınçlı Enjeksiyonlanmış Ankrajlar	
Yumuşak Siltli Kil	0,03 – 0,07
Siltli Kil	0,03 – 0,07
Orta – Yüksek Plastisiteli Katı Kil	0,03 – 0,10
Orta – Yüksek Plastisiteli Çok Katı Kil	0,07 – 0,17
Orta Plastisiteli Katı Kil	0,10 – 0,25
Orta Plastisiteli Çok Katı Kil	0,14 – 0,35
Orta Plastisiteli Çok Katı Kumlu Silt	0,28 – 0,38

Kaynak. (KDYY, 2022: 57)**Tablo 2.2** Kohezyonsuz Zeminlerde Ankrajlar için Nihai çeper sürtünme değerleri - τ_f

Ankraj Tipi	Zemin / Enjeksiyon Arayüzeyi için Ortalama Nihai Çeper Sürtünme Değerleri - τ_f [Mpa]
Düşük Basınçlı Enjeksiyonlanmış Ankrajlar	0,07 – 0,14
Basınçlı 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

Kaynak. (KDYY, 2022: 58)**Tablo 2.3** Kaya Formasyonlarda Ankrajlar için Nihai çeper sürtünme değerleri - τ_f

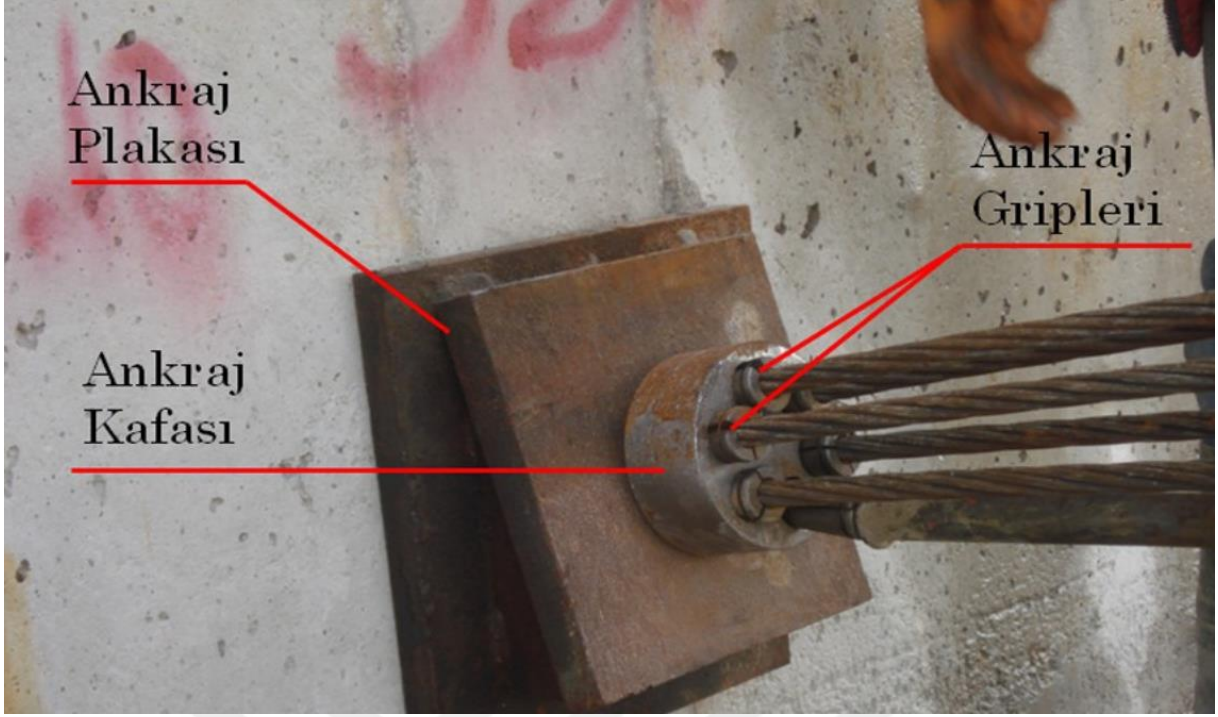
Ankraj Tipi	Zemin / Enjeksiyon Arayüzeyi için Ortalama Nihai Çeper Sürtünme Değerleri - τ_f [Mpa]
Granit - Bazalt	1,70 – 3,10
Dolomitik Kireçtaşı	1,40 – 2,10
Yumuşak Kireçtaşı	1,00 – 1,40
Arduvaz ve Sert Şeyller	0,80 – 1,40
Yumuşak Şeyller	0,20 – 0,80
Kumtaşı	0,80 – 1,70
Ayrışmış Kumtaşı	0,70 – 0,80
Tebeşir	0,20 – 1,10
Ayrışmış Marn	0,15 – 0,25
Beton	1,40 – 2,80

Kaynak. (KDYY, 2022: 57)



Şekil 2.15 Sahada Ankraj Uygulaması

Şekil 2.15’de görüldüğü ankraj imalatına başlanırken öncelikle ankraj kademesinin yaklaşık 50 cm aşağısına kadar kazı yapılarak çalışma payı verilmiş olur. Daha sonrasında projede yer alan özelliklere göre ankraj delgisi yapılır. Delgi yapılırken zeminde yıkılmalar oluyorsa muhafaza sürülmelidir. Delik delme işlemi sırasında delik dibinde biriken malzemenin devamlı olarak dışarı atılması ve deliğin temiz tutulması gerekir. Projede belirtilen özellikteki ankraj halatları hazırlanır. Bu aşamada dikkat edilmesi gereken hususlardan birisi de ankraj demetinin serbest bölgedeki halatların etrafına polietilen esnek boru yerleştirildikten sonra serbest bölgeye enjeksiyon sızmayacak şekilde polietilen esnek borunun ağzı polietilen köpük ile kapatılarak izolasyonu sağlanmaktadır. Hazırlanan ankraj halatları deliğe indirilir. Ankraj delgisi tabandan yukarıya doğru enjeksiyon ile doldurulur. Enjeksiyon işlemi bittikten sonra kuşak kirişi yapılır. Daha sonra Kuşak kirişine Şekil 2.16’da gösterildiği gibi ankraj başlığı ve ankraj plakası yerleştirilir. Gerekli ankraj yükleme deneyleri yapılarak ankrajlara öngerme işlemi yapılır.



Şekil 2.16 Ankraj Kafası ve Ankraj Plakası

Kaynak. (KÖSE, 2011: 36)

3. KDYY GÖRE ANKRAJLI KAZI DESTEK YAPISI TASARIM ESASLARI

Kazı destek yapıları Projelendirilirken iki sınır durumu dikkate alınmalı ve gerekli koşullar sağlanmalıdır. Bu koşullar göçme sınır durumu (Ultimate limit state – ULS) ve hizmet görebilirlik sınır durumu (SLS)’dur. ULS sınır durumu yapının göçme olasılığının kabul edilebilir sınırlar içinde kaldığını, SLS sınır durumu ise yapının hedeflenen şekilde, onarım gerektirmeden kullanıma devam edebilme durumunu tanımlar.

Göçme sınır durumu hesaplarında Kazı Destek Yapıları Tasarım Ve Uygulama Esasları Yönetmeliği, Eurocode-7’de kullanılan Tasarım Yaklaşımı – 2 (TY-2) yaklaşımını kullanmaktadır. Bu yaklaşıma göre İksa yapısına uygulanan etkiler artırılırken, zemine ait parametreler değiştirilmez ancak dayanımlar kısmı katsayılara bölünerek azaltılır.

Depremsiz durumda ULS kontrolleri için verilen kısmi katsayılar Tablo 3.1’de verilmiştir.

Tablo 3.1 Depremsiz Durumdaki Uls Kısmi Katsayılar Tablosu

Kısmi Katsayı Seti			A	M	R
Sabit Etki (G)	Güvenliği Azaltıcı	$\gamma_{G,dst}$	1,35	-	-
	Güvenliği Arttırıcı	$\gamma_{G,stab}$	1,00	-	-
Değişken Etkiler (Q)	Güvenliği Azaltıcı	$\gamma_{Q,dst}$	1,50	-	-
	Güvenliği Arttırıcı	$\gamma_{Q,stab}$	0,00	-	-
Kayma Mukavemeti Katsayısı ($\tan \phi$)		γ_{ϕ}	-	1,00	-
Efektif Kohezyon (c')		$\gamma_{c'}$	-	1,00	-
Drenajsız Kayma Mukavemeti (S_u)		γ_{su}	-	1,00	-
Serbest Basınç Dayanımı (q_u)		γ_{qu}	-	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.					

Kaynak. (KDYY, 2022: 29)

KDYY’ye göre eğer ULS hesaplarında kısmi katsayılar kullanılmazsa, geçici kazı destek yapısında $GS \geq 1.35$, kalıcı destek yapısında $GS \geq 1.50$ şartını sağlaması gerekir. Hizmet görebilirlik sınır durumu hesaplarında ise tüm etki katsayıları 1,00 olarak alınmalıdır.

3.1. KDYY Deprem Etkisi

KDYY’de TBDY-2018’de tanımlanan dört adet deprem yer düzeyi hareketine ilave olarak Deprem Yer Yüzeyi Hareketi – 2a (DD-2a) eklenerek , beş farklı deprem yer yüzeyi hareketi verilmiştir. KDYY’ye göre deprem yer yüzeyi hareketi – 2a (DD-2a) , spektral büyüklüklerin 50 yılda aşılma olasılığı %25 ve buna karşı gelen tekrarlanma periyodu 144 yıl olduğu deprem yer hareketi olarak tanımlanmaktadır. DD-2a için ivme katsayıları, DD-2 ve DD-3 yer hareketlerinden elde edilen pik spektral ivmeleri kullanılarak Denklem 3.1 ile hesaplanır.

$$\log(S_{ds144}) = (0.37 \times \log(S_{ds475})) + (0.63 \times \log(S_{ds72})) \quad (3.1)$$

Tablo 3.2 Geçici ile Kalıcı Kazı Destek Yapılarının Sismik Tasarım Yöntemleri ve Dikkate Alınacak Deprem Düzeyleri

Tasarım Yöntemi	Yöntem 1 Statik Eşdeğer Hesap	Yöntem 2 Şekil Değiştirmeye Göre Hesap	
		1.Aşama Statik Eşdeğer He- sap	2.Aşama Zaman Tanım Aralığında Hesap
Geçici Destek Sistemlerinde (Tüm KK-1 ve KK-2’nin $H < 15$ m olduğu geçici sistemler için)	-	-	-
Geçici Destek Sistemlerinde (KK-2’nin $H \geq 15$ m olduğu ve KK-3 olan geçici sistemler için)	DD-4	-	DD-4
Kalıcı Destek Sistemlerinde (Normal Yapılar İçin)	DD-2	DD-2a	DD-2
Kalıcı Destek Sistemlerinde (Önemli Yapılar İçin)	DD-1	DD-2a	DD-1

Kaynak. (KDYY, 2022: 40)

Tablo 3.3 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 güvenli 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.

Kaynak. (KDYY, 2022: 41)Statik eşdeğer deprem hesabında yatay eşdeğer ivme katsayısı (k_h) :

$$k_h = (0.4 \times S_{ds})/r \quad (3.2)$$

 r katsayısı, aşağıdaki tabloyu göre seçilir.**Tablo 3.4** Statik Eşdeğer Hesap Yöntemi için Kazı Destek Yapısının Tipine ve Yapacağı Yer Değiştirme Miktarına göre “ r ” Katsayısı Değerleri

Destek Yapısının Tipi	r
En fazla 120 S_{ds} (mm) yer değiştirmeye izin verilen konsol kazıklı, zemin çivili sistemler	2,00
En fazla 80 S_{ds} (mm) yer değiştirmeye izin verilen konsol kazıklı, zemin çivili sistemler ve ankrajlı duvarlar	1,50
İçten destekli duvarlar, yer değiştirmesine izin verilmeyen diğer duvarlar	1,00

Kaynak. (KDYY, 2022: 41)

4. MEYDAN DERİN TEMEL KAZISI PROJESİ

Meydanı projesinde 4 katlı yeraltı otoparkı inşasını güvenli bir şekilde tamamlayabilmek için kazı derinliği 13,75 metre ile 20,50 metre arasında değişen iksa projesi hazırlanıp yerinde uygulanmıştır.

4.1.Saha Araştırmaları

Söz konusu çalışma alanının zemin özelliklerini belirlemek için, derinliği 20,00 metre ile 24,00 metre olan 3 adet sondaj, 7 adet serim sismik kırılma sonuçlarına ulaşılmıştır. Yapılmış olan sondaj logları Ek-1’de verilmiştir. Yapılmış sondaj çalışmaları, yeraltı suyuna göre ve derinlik düzeltme katsayıları kullanılarak hesaplanmış ve düzeltilmiş Spt-N_{1,60} değerleri aşağıda verilmiştir.

Tablo 4.1 - 4 Nolu Sondaj Loguna ait Spt Düzeltme Tablosu

YASS (m)	DERİNLİK(m)	γ (kN/m ³)	SPT- N (Arazi)	C _R	C _S	C _B	C _E	σ' (Kn/m ²)	C _N	N ₆₀	N _{1,60}
12	1,5	18	13	0,75	1,00	1,00	1,00	27	1,70	9,75	16,58
	3,0	18	36	0,75	1,00	1,00	1,00	54	1,33	27,00	35,93
	4,5	18	59	0,85	1,00	1,00	1,00	81	1,09	50,15	54,50
	6,0	18	R	0,85	1,00	1,00	1,00	108	0,94	R	R
	9,0	18	27	0,95	1,00	1,00	1,00	162	0,77	25,65	19,71
	10,5	18	12	1,00	1,00	1,00	1,00	189	0,71	12,00	8,54
	12,0	18	34	1,00	1,00	1,00	1,00	216	0,67	34,00	22,63
	13,5	18	38	1,00	1,00	1,00	1,00	228	0,65	38,00	24,61
	15,0	18	42	1,00	1,00	1,00	1,00	240	0,63	42,00	26,51
	16,5	18	37	1,00	1,00	1,00	1,00	252	0,62	37,00	22,80
	18,0	18	45	1,00	1,00	1,00	1,00	264	0,60	45,00	27,09
	19,5	18	46	1,00	1,00	1,00	1,00	276	0,59	46,00	27,08
En Düşük Değeri			12	En Düşük Değeri						9,75	8,54
En Yüksek Değeri			R	En Yüksek Değeri						R	R
Ortalama Değeri			37	Ortalama Değeri						34,09	27,16

Tablo 4.2 - 6 Nolu Sondaj Loguna ait Spt Düzeltme Tablosu

YASS (m)	DERİNLİK(m)	γ (kN/m ³)	SPT- N (Arazi)	C _R	C _S	C _B	C _E	σ' (Kn/m ²)	C _N	N ₆₀	N _{1,60}
12	1,5	18	19	0,75	1,00	1,00	1,00	27	1,70	14,25	24,23
	3,0	18	31	0,75	1,00	1,00	1,00	54	1,33	23,25	30,94
	4,5	18	33	0,85	1,00	1,00	1,00	81	1,09	28,05	30,48
	6,0	18	R	0,85	1,00	1,00	1,00	108	0,94	R	R
	7,5	18	R	0,95	1,00	1,00	1,00	135	0,84	R	R
	9,0	18	27	0,95	1,00	1,00	1,00	162	0,77	25,65	19,71
	10,5	18	30	1,00	1,00	1,00	1,00	189	0,71	30,00	21,34
	12,0	18	R	1,00	1,00	1,00	1,00	216	0,67	R	R
	13,5	18	R	1,00	1,00	1,00	1,00	228	0,65	R	R
	15,0	18	54	1,00	1,00	1,00	1,00	240	0,63	54,00	34,09

Tablo 4.2 Devamı

	16,5	18	46	1,00	1,00	1,00	1,00	252	0,62	46,00	28,34
	18,0	18	R	1,00	1,00	1,00	1,00	264	0,60	R	R
	19,5	18	39	1,00	1,00	1,00	1,00	276	0,59	39,00	22,96
	21,0	18	39	1,00	1,00	1,00	1,00	288	0,58	39,00	22,48
	22,5	18	54	1,00	1,00	1,00	1,00	300	0,56	54,00	30,49
	24,0	18	R	1,00	1,00	1,00	1,00	312	0,55	R	R
En Düşük Değeri			19	En Düşük Değeri						14,25	19,71
En Yüksek Değeri			R	En Yüksek Değeri						R	R
Ortalama Değeri			42	Ortalama Değeri						40,20	29,28

Tablo 4.3 - 10 Nolu Sondaj Loguna ait Spt Düzeltme Tablosu

YASS (m)	DERİNLİK(m)	γ (kN/m ³)	SPT- N (Arazi)	C _R	C _S	C _B	C _E	σ' (Kn/m ²)	C _N	N ₆₀	N _{1,60}
12	1,5	18	R	0,75	1,00	1,00	1,00	27	1,70	R	R
	4,5	18	R	0,85	1,00	1,00	1,00	81	1,09	R	R
	7,5	18	22	0,95	1,00	1,00	1,00	135	0,84	20,90	17,59
	9,0	18	18	0,95	1,00	1,00	1,00	162	0,77	17,10	13,14
	10,5	18	24	1,00	1,00	1,00	1,00	189	0,71	24,00	17,07
	12,0	18	22	1,00	1,00	1,00	1,00	216	0,67	22,00	14,64
	13,5	18	32	1,00	1,00	1,00	1,00	228	0,65	32,00	20,73
	15,0	18	R	1,00	1,00	1,00	1,00	240	0,63	R	R
	16,5	18	R	1,00	1,00	1,00	1,00	252	0,62	R	R
	18,0	18	51	1,00	1,00	1,00	1,00	264	0,60	51,00	30,70
	19,5	18	54	1,00	1,00	1,00	1,00	276	0,59	54,00	31,79
En Düşük Değeri			18	En Düşük Değeri						17,10	13,14
En Yüksek Değeri			R	En Yüksek Değeri						R	R
Ortalama Değeri			38	Ortalama Değeri						36,45	28,91

4.2. Jeofizik Veriler

Söz konusu çalışma alanında 7 adet sismik kırılma çalışması yapılmıştır. Sismik kırılma çalışması sonucu elde edilen sismik dalga hızları (V_p ile V_s) yardımıyla zemine ait dinamik elastik parametreler hesaplanmaya ve bu parametreler yardımıyla zeminin yapısı ortaya konmaya çalışılmıştır. Çalışma sahasında sismik kırılma ölçüm sonuçlarına göre hesaplanan ortalama V_p ile V_s hızları ile buna dayalı olarak hesaplanan parametreler Tablo 4.4’de verilmiştir.

Tablo 4.4 Sahada Hesaplanan Ortalama Vp ile Vs Hızları ve Parametreler

SİSMİK SERİ NO	Tabaka No	Boyuna Dalga V _{pon} Hızı (m/sn)	Enine Dalga Vs Hızı (m/sn)	Vp / Vs	Yoğunluk (gr./cm ³)	Kayma Modülü (kg/cm ²)	Elastisite Modülü (kg/cm ²)	Poisson Oranı	Bulk Modülü (kg/cm ²)	Kalınlık (m)	Zemin Hakim Titreşim Periyodu (Sn)	Zemin Büyütmesi
1	1	430	210	2,0	1,41	622	1673	0,34	1780	7,70	0,5	2,2
	2	1405	340	4,1	1,89	2194	6445	0,46	34540	-	9	
2	1	560	190	2,9	1,50	544	1562	0,43	4003	7,60	0,5	2,2
	2	1685	380	4,4	1,98	2868	8450	0,47	52567	-	3	
3	1	615	200	3,0	1,54	617	1779	0,44	5015	6,80	0,5	2,2
	2	1270	370	3,4	1,85	2533	7365	0,45	26470	-	4	
4	1	490	170	2,8	1,45	421	1207	0,43	2940	5,70	0,5	2,1
	2	1485	400	3,7	1,92	3079	8996	0,46	38332	-	0	
5	1	525	140	3,7	1,48	291	850	0,46	3702	6,6	0,5	2,4
	2	1675	340	4,9	1,98	2292	6779	0,47	52584	-	9	
6	1	545	130	4,1	1,49	253	744	0,47	4111	7,50	0,6	2,5
	2	1680	330	5,0	1,98	2161	6397	0,48	53134	-	1	
7	1	600	160	3,7	1,53	393	1148	0,46	5000	7,40	0,5	2,4
	2	1635	350	4,6	1,97	2415	7128	0,47	49476	-	7	

4.3. Laboratuvar Sonuçları

Söz konusu çalışma alanında yapılmış sondaj kuyularından alınan numuneler üzerinde zemin tabakalarının mühendislik özelliklerinin belirlenmesi amacıyla elek analizi, kıvam limitleri, nokta yükleme deneyleri yapılmıştır. Laboratuvar deney sonuçları Tablo 4.5’de verilmiştir.

Tablo 4.5 Laboratuvar Sonuçları

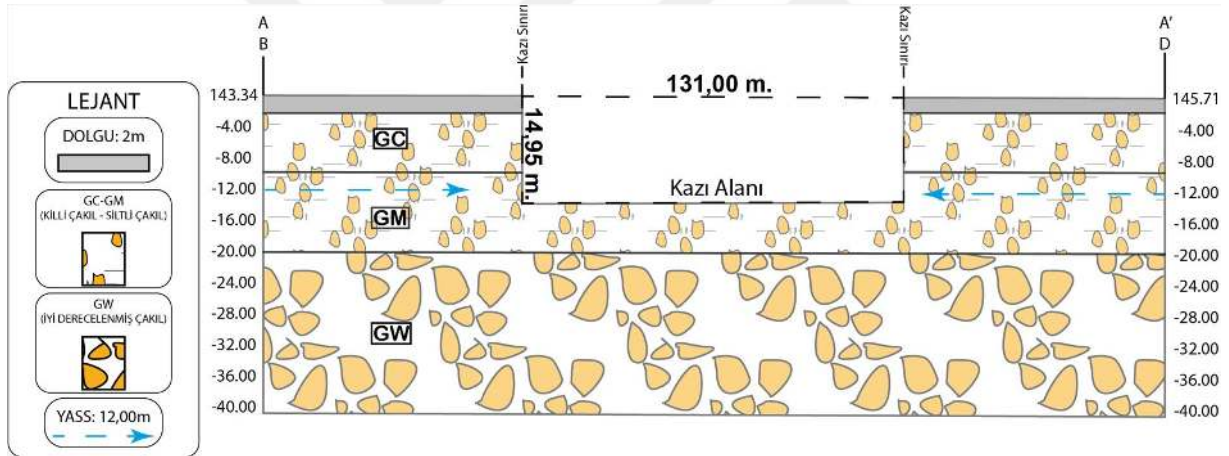
Sıra No.	NUMUNENİN/OF SAMPLE				Dane Dağılımı Gradation (%)		Atterberg Limitleri % Atterberg Limits %			SINIF Category	Su Muh. Water Contents W(n) (%)	Nokta Yük. Ani-zotro PI İndeksi
	Lab No Lab Number	Son. No Drilling Number	Num. No sample Number	Derinlik (m.) Depth	+10 kalan Retained	-200 Geçen Passing	W _L LL	W _P PL	I _P PI			
1	746	SK-4	SPT-2	3,00-3,45	42	25	20	15	5	GC-GM	6,40	-
2	746	SK-4	KAROT	6,00-7,50	100	0	-	N.P	-	GP	1,10	-
3	746	SK-4	SPT-6	9,00-9,45	40	15	-	N.P	-	SM	14,90	-
4	746	SK-4	SPT-7	10,50-10,95	1	44	25	16	9	SC	21,60	-
5	746	SK-4	SPT-9	13,50-13,95	2	43	24	16	8	SC	20,60	-
6	746	SK-4	SPT-11	16,50-16,95	80	3	-	N.P	-	GW	11,20	-
7	746	SK-4	SPT-13	19,50-19,95	54	3	-	N.P	-	GP	12,50	-
8	746	SK-6	SPT-2	3,00-3,45	46	23	23	16	7	GC-GM	8,10	-
9	746	SK-6	SPT-4	6,00-6,45	44	24	23	16	7	GC-GM	3,80	-
10	746	SK-6	SPT-6	9,00-9,45	13	39	-	N.P	-	SM	14,10	-
11	746	SK-6	SPT-7	10,50-10,95	60	16	-	N.P	-	GM	7,40	-
12	746	SK-6	SPT-9	13,50-13,95	59	13	-	N.P	-	GM	6,30	-
13	746	SK-6	SPT-11	16,50-16,95	62	6	-	N.P	-	GP-GM	7,80	-

Tablo 4.5 Devamı

14	746	SK-6	SPT-13	19,50-19,95	25	9	-	N.P	-	SW-SM	10,80	-
15	746	SK-6	SPT-16	24,00-24,45	64	1	-	N.P	-	GW	10,80	-
16	856	SK-10	KAROT	3,00-4,50	-	-	-	-	-	-	-	5,55
17	856	SK-10	KAROT	6,00-7,50	-	-	-	-	-	-	-	5,91
18	856	SK-10	SPT-5	7,50-7,95	76	15	-	N.P	-	GM	14,50	-
19	856	SK-10	SPT-7	10,50-10,95	53	15	-	N.P	-	GM	13,10	-
20	856	SK-10	SPT-9	13,50-13,95	65	7	-	N.P	-	GW-GM	20,20	-
21	856	SK-10	SPT-11	16,50-16,95	47	7	-	N.P	-	GW-GM	13,50	-

4.4. Tasarım Aşaması

Meydan projesinde yer alan otoparkın bodrum katları için 14,95 m derinliğinde kazı yapılacaktır. Sahada, killi çakıl, siltli çakıl ve iyi derecelendirilmiş çakıl birimleri yer almaktadır. Parselde yer yer orta sıkı yapılı siltli çakıl birimleri bulunsa da genel olarak zemin sıkı, çok sıkı yapılı iyi derecelendirilmiş siltli, killi çakıl birimlerinden oluştuğundan dolayı çalışmamızda yer alan 3.grup zemin kategorisine girmektedir. Söz konusu çalışma alanının oluşturulmuş idealize zemin profili ve kazı geometrisi Şekil 4.1’de sunulmuştur.

**Şekil 4.1 Kazı Geometrisi ve Kazı Kesiti**

Parselde kalıcı bir kazı destek yapısı tasarlandığı için KDYY-2.14 Bölümünde yer alan Tablo 2.6'ya göre 1.yöntem statik eşdeğer hesap yönteminde deprem yer hareketi düzeyi DD-2 dikkate alınmıştır. Bu çalışmada yerel zemin sınıfı ZD seçilmiştir. Bu doğrultuda TDTH İnteraktif uygulamasında bu çalışma için elde edilen değerler Tablo 4.6'da verilmiştir.

Tablo 4.6 TDTH İnteraktif Web Uygulaması Girdi ve Sonuç Sayfası

Rapor Başlığı	Kent Meydanı					
Deprem Yer Hareketi Düzeyi	DD-2	50 yılda aşılma olasılığı %10 (tekrarlanma periyodu 475 yıl) olan deprem yer yüzeyi hareketi				
Yerel Zemin Sınıfı	ZD	Orta sıkı – sıkı kum, çakıl veya çok katı kil tabakaları				
$S_S = 0,872$	$S_1 = 0,231$	$S_{DS} = 1,004$	$S_{D1} = 0,494$	$PGA = 0,364$	$PGV = 22,180$	

Kaynak. (AFAD,TDTHİWU, 2018)

Deprem hesabında Yöntem-1 (statik eşdeğer hesap yöntemi) kapsamında, yatay ivme eşdeğer katsayısı (k_h) değeri, Bölüm 3'te verilen Denklem 3.2 kullanılarak hesaplanmıştır.

S_{DS} değeri Tablo 4.6'da yer alan TDTH İnteraktif Web Uygulaması Girdi Ve Sonuç Sayfasında görüldüğü gibi 1,004'dür. “ r ” değeri ise sistemimizde çok sıra ankraj bulunduğundan dolayı kazı destek yapısındaki deplasmanlar sınırlı olacağından $r = 1,00$ olarak alınmıştır. Statik eşdeğer hesap (DD-2) düzeyi için hesaplarda gerekli yatay ivme eşdeğer katsayısı 0,40 olarak hesaplanmıştır.

$$k_h = (0.4 \times 1.004)/1.00 = 0.40 \quad (4.1)$$

KDYY- 2.14 Bölümünde yer alan Tablo 2.6'ya göre 2. Yöntem 1. aşamada yer alan DD-2a yer hareketi düzeyine göre statik eşdeğer hesap yöntemi için gerekli DD-2a₍₁₄₄₎ deprem düzeyi için $S_{ds(144)}$ değeri Bölüm 3'te verilen Denklem 3.1 kullanılarak hesaplanmıştır. Yerel zemin sınıfı ZD için farklı deprem yer hareketi düzeylerine ait S_{ds} değerleri aşağıda verilmiştir.

DD-2 düzeyi için $S_{ds475} = 1,004$

DD-3 düzeyi için $S_{ds72} = 0,502$

DD-2a₍₁₄₄₎ deprem düzeyi için S_{ds144} değeri 0,65 olarak hesaplanmıştır. DD-2a yer hareketi düzeyine göre statik eşdeğer hesap yöntemi için yatay ivme eşdeğer katsayısı 0,26 olarak bulunmuştur.

KDYY-2.14 bölümünde yer alan Tablo 2.6'ya göre 2.yöntem 2.aşamada zaman tanım aralığında hesap için 3 farklı lokasyondaki parsellerden güvenli tarafta kalınarak, çalışmamızda yer alan 1.grup (yumuşak orta katı, katı kil) zemin kategorisine giren Spor salonu projesi, TDTH interaktif web uygulamasının DD-2 deprem düzeyi ve ZE yerel zemin sınıfı için önermiş olduğu yatay elastik tasarım spektrumu dikkate alınarak, Spektruma uygun 11 adet yer hareketi seçilmiştir. Seçilen 11 adet deprem kayıtlarının ölçeklendirilmesi için TBDY(2018) – Bölüm 2.5.2.1 (a) bendindeki hususları sağlanacak şekilde basit ölçeklendirme işlemi yapılmıştır.

Kayıtların seçimleri için PEER kuvvetli yer hareketi veri tabanı Şekil 4.2’de gösterildiği gibi tanımlanmıştır.

- DD-2 yer hareketi düzeyi ve ZE yerel zemin sınıfı olarak seçilmiştir.
- Rjb uzaklığı ve fayın yırtılma yüzeyine en yakın mesafesini gösteren Rrup parametresi 0 – 80 km aralığındadır.
- Magnitüd aralığı, 5,00 – 7,00 olarak seçilmiştir.

The screenshot displays the PEER database search interface, which is divided into several sections for configuring search parameters:

- Search:** This section contains fields for "Record Characteristics" (RSN(s), Event Name, Station Name) and "Search Parameters" (Fault Type: Strike Slip (SS), Magnitude: 5,7, R_JB(km): 0,80, R_rup(km): 0,80, Vs30(m/s), D5-95(sec), Pulse: Any Record). It also includes "Additional Characteristics" (Max No. Records: <=100, Initial ScaleFactor: 0,5,3).
- Suite:** This section allows selection of "Spectral Ordinate" (SRSS), "Damping Ratio" (5%), and "Suite Average" (Arithmetic).
- Scaling:** This section sets the "Scaling Method" to "Minimize MSE". A note explains that MSE is the Computed Weighted Mean Squared Error of record, and suite average, wrt target spectrum.
- Weight Function:** This section is used for computing MSE. It includes "Period Points" (0,1,0,2,0,5,1,0,4) and "Weights" (1,5,5,5,1). A graph shows the weight function W versus Period (sec), with a peak around 2,00 and 2,03 seconds.

Şekil 4.2 Sahaya Uygun Deprem Kaydı Seçmek için Peer Veri Tabının Filtrelenmesi

Kaynak. (PEER, 2013)

Seçilen ve ölçeklendirilen kayıtlara ait bilgiler ve ölçeklendirmede kullanılan ölçeklendirme katsayıları Tablo 4.7’de verilmiştir.

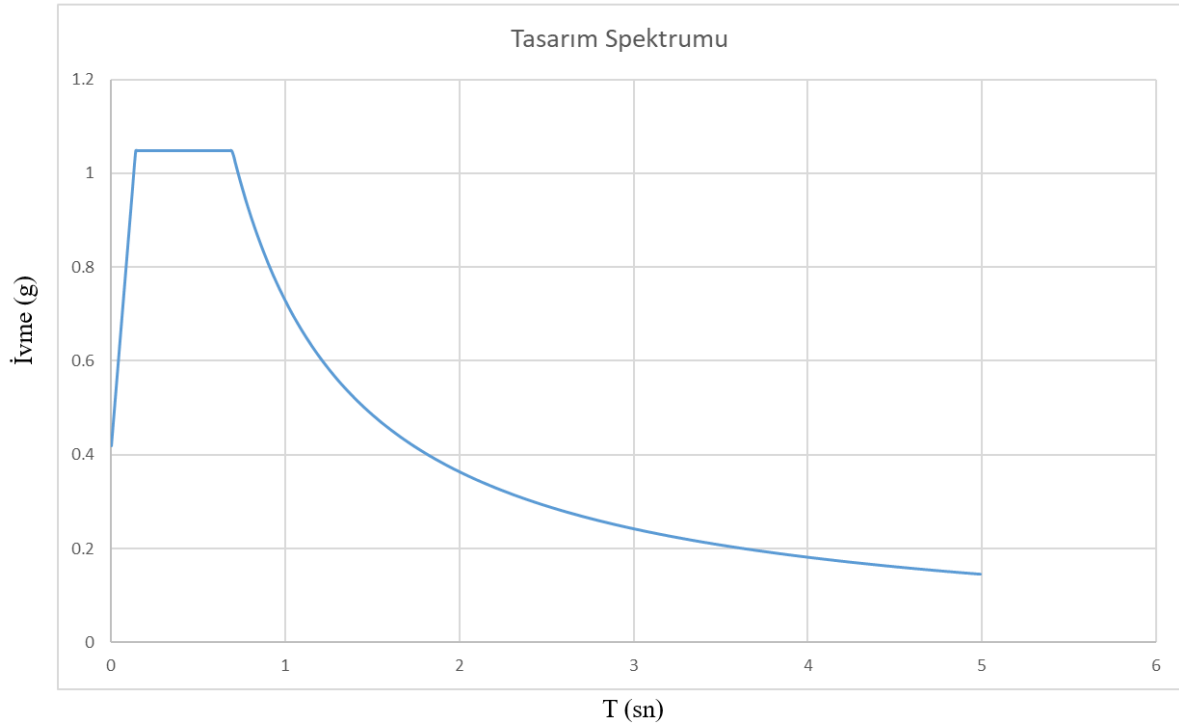
Tablo 4.7 Seçilen Deprem Kayıtlarına ait Bilgiler

DEPREM NO	RSN	DEPREM ADI	İSTASYON ADI	YIL	BÜYÜKLÜK (Mw)	FAY TİPİ	Rjb (km)	Rrup (km)	Vs ₃₀ (m/s)	Ölçek Katsayısı
1	20	Northern Calif	Ferndale City Hall	1954	6,5	Strike Slip	26,72	27,02	219,31	2,39
2	33	Parkfield	Temblor pre	1966	6,19	Strike Slip	15,96	15,96	527,92	2,63
3	96	Managua	Managua	1972	5,2	Strike Slip	4,33	4,98	288,77	2,36
4	148	Coyote Lake	Gilroy Array	1979	5,74	Strike Slip	6,75	7,42	349,85	2,59
5	149	Coyote Lake	Gilroy Array	1979	5,74	Strike Slip	4,79	5,7	221,78	2,39
6	158	Imperial Valley	Aeropuerto Mexicali	1979	6,53	Strike Slip	0	0,34	259,86	1,60
7	159	Imperial Valley	Agrarias	1979	6,53	Strike Slip	0	0,65	242,05	2,18
8	160	Imperial Valley	Bonds Corner	1979	6,53	Strike Slip	0,44	2,66	223,03	1,00
9	162	Imperial Valley	Calexico Fire	1979	6,53	Strike Slip	10,45	10,45	231,23	2,27
10	173	Imperial Valley	El Centro	1979	6,53	Strike Slip	8,6	8,6	202,85	2,40
11	185	Imperial Valley	Holtville Post Office	1979	6,53	Strike Slip	5,35	7,5	202,89	1,83

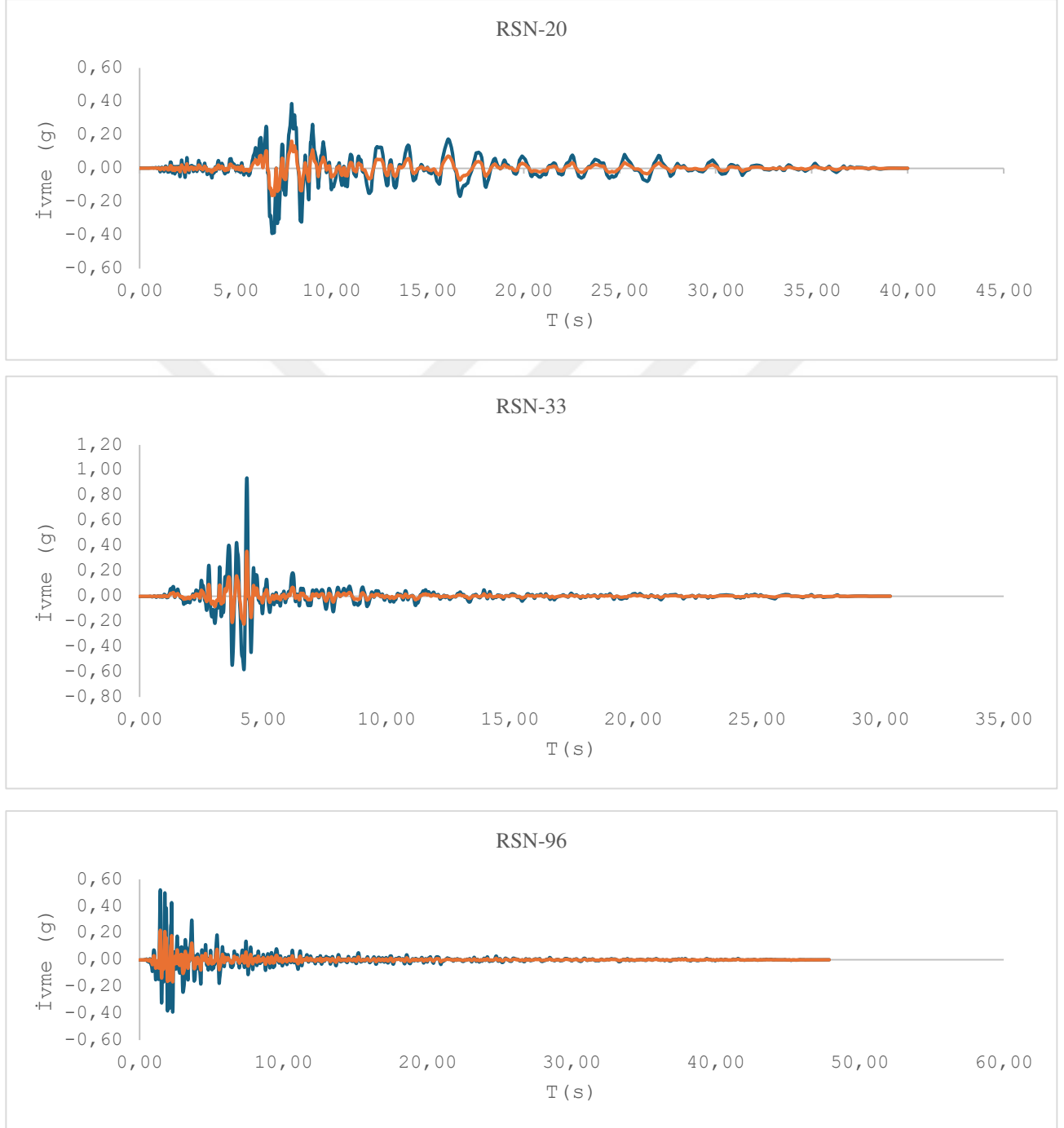
RSN : Peer NGA Strong Motion Database'deki her bir ivme – zaman kaydı için verilen tanımlayıcı numaradır.
Moment Magnitüdü (Mw) : Bir depremin yer kabuğundaki enerjisini (kırılma momentini) temel olarak hesaplanan büyüklüktür.
Vs₃₀ : 30 metrelik üst zemin tabakasındaki ortalama kayma dalgası hızıdır.
Rjb : Deprem kaynağının yüzeye iz düşümünün istasyona olan en kısa yatay mesafesidir.
Rrup : İstasyonun depremi oluşturan fay yırılma yüzeyine olan en kısa üç boyutlu mesafesidir.

Kaynak. (PEER, 2013)

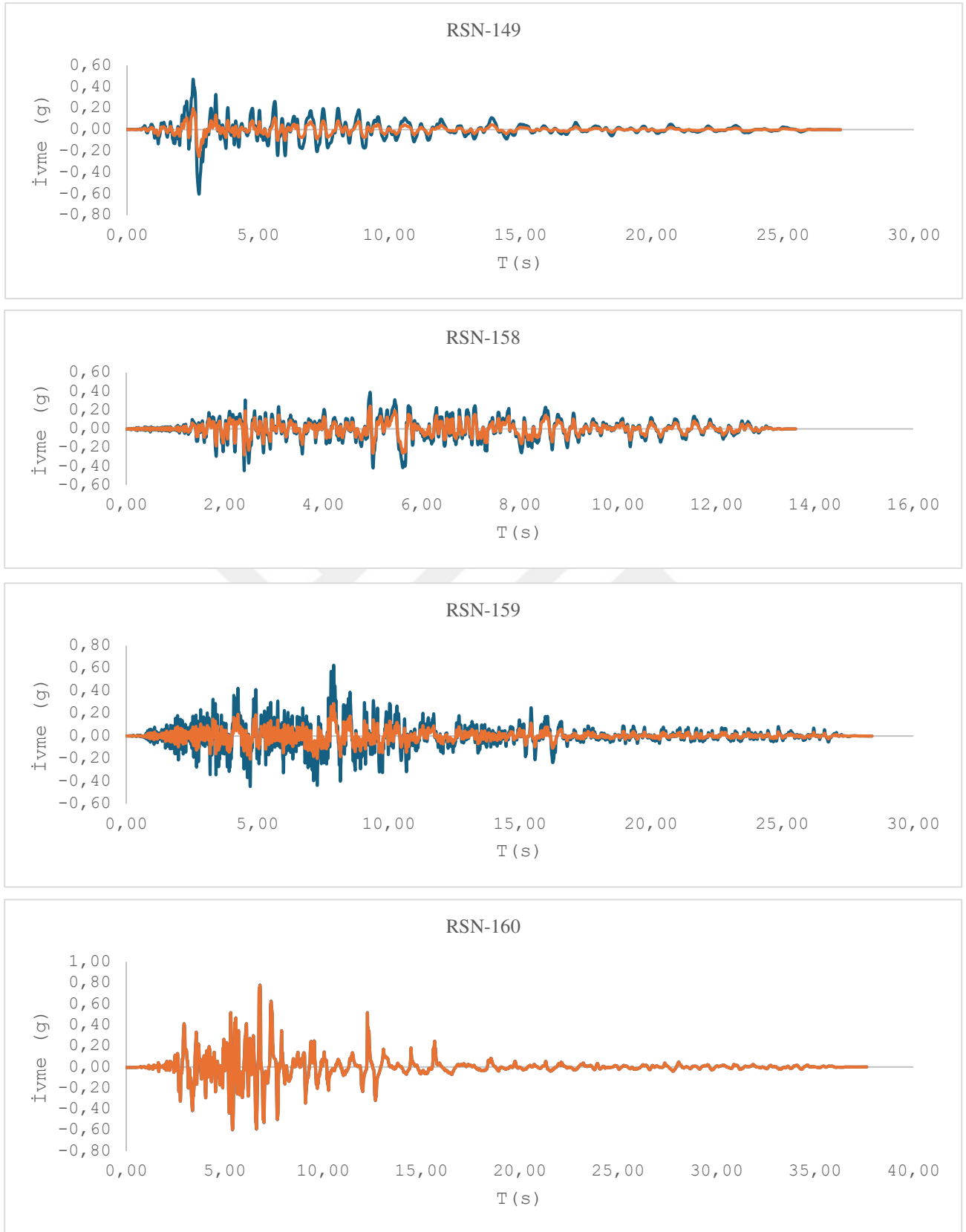
TBDY-2018'e göre DD-2 deprem düzeyinde ve yerel zemin sınıfı ZE seçilerek belirlenmiş olan tasarım spektrumu Şekil 4.3'de gösterilmiştir.

**Şekil 4.3** Yatay Elastik Tasarım Spektrumu**Kaynak.** (AFAD,TDTHİWU, 2018)

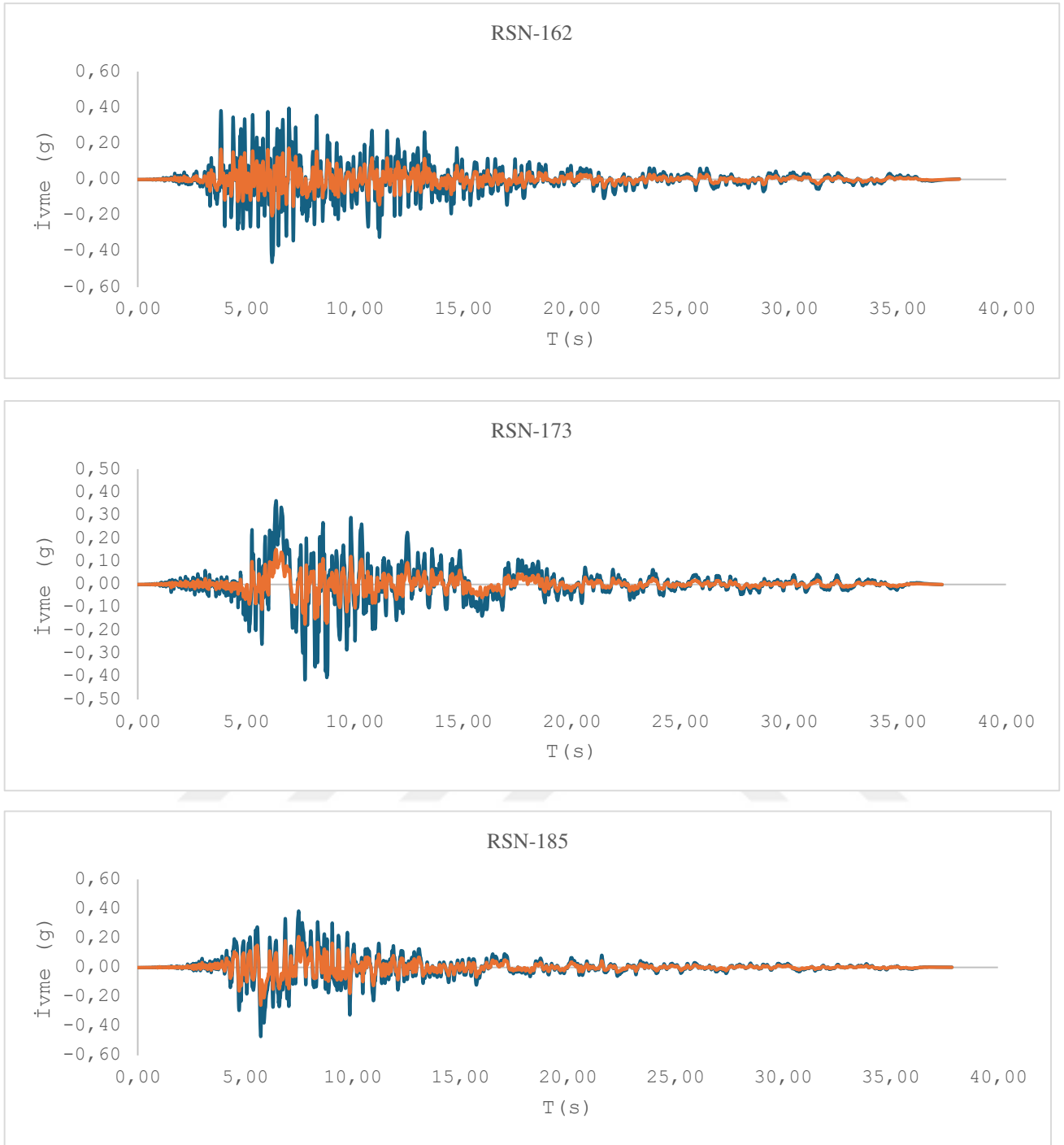
Seçilen deprem kayıtlarına ait orijinal ve ölçeklendirilmiş ivme – zaman grafikleri aşığıda verilmiştir. Orijinal ivme – zaman grafikleri turuncu renkli çizgilerden, ölçeklendirilmiş ivme – zaman grafikleri ise lacivert renkli çizgilerden oluşmaktadır.



Şekil 4.4 Seçilen Kayıtların Orijinali ile leklendirilmiş İvme – Zaman Grafikleri



Şekil 4.5 Seçilen Kayıtların Orijinali ile Ölçeklendirilmiş İvme – Zaman Grafikleri



Şekil 4.6 Seçilen Kayıtların Orijinali ile Ölçeklendirilmiş İvme – Zaman Grafikleri

Dinamik analizlerdeki sönüm katsayıları, Rayleigh α ve Rayleigh β , plaxis programına girilmeden önce hesaplanmıştır. Rayleigh sönüm katsayıları belirlenirken Cevat Alim (2006) tarafından yapılan tez çalışmadan yararlanılmıştır.

“(…) her bir kesit için bir eşdeğer kayma dalgası hızı ve ortalama kesit yüksekliği hesaplanmış ve $4H/V_s$ bağıntısında yerine konulmuştur. Böylelikle zeminin birinci doğal titreşim periyodu hesaplanmış ve açısal frekansa dönüştürülmüştür. İkinci titreşim frekansı olarak ise zemin davranışının genellikle 10 Hz değerine kadar etkili olduğu kabulüne dayanarak 10 Hz alınmıştır (Rathje, 2001). Böylece zeminin birinci doğal titreşim frekansı ve 10 Hz’lik frekans değerleri arasındaki davranış dikkate alınarak sönüm katsayıları hesaplanmıştır.” (Alim, 2006: 77)

Literatürde kabul gören Sönüm oranı %5 olarak alınmıştır. Rayleigh sönüm katsayılarının hesaplanmasında kullanılan parametreler ve zemin tabakalarına ait Rayleigh sönüm katsayıları Tablo 4.9 ve Tablo 4.10’da verilmiştir.

Spor salonu projesinde, arazi çalışmalarından jeofizik ölçüm verileri elimizde olmadığından dolayı Kayma Dalgası Hızı (V_s) için literatürde kabul gören ampirik formüller kullanılarak V_s hızı bulunmuştur. Jafari ve ark. (1997) tarafından önerilen Spt-N ile V_s arasındaki korelasyon Denklem 4.2’de verilmiştir.

$$V_s(m/sn) = 22N^{0.85} \quad (4.2)$$

Jafari ve ark. (1997) tarafından önerilen bağıntı kullanılarak arazi çalışmaları kapsamında bölgede yapılan üç adet sondaj logu verilerine göre Dolgu,CI,GW-GM ve Traverten tabakası için en düşük ortalama N_{30} değerleri ve hesaplanan V_s hızları Tablo 4.8’de gösterilmiştir.

Tablo 4.8 En Düşük Ortalama N_{30} Değerleri ile Hesaplanan V_s Değerleri

Zemin	SPT- $N_{30ort.}$	V_s (m/sn)
Dolgu ,CI	12	181,86
GW-GM , Traverten	18	256,69

Tablo 4.9 Rayleigh Sönüm Katsayılarının Belirlenmesinde Kullanılan Parametreler

1.Grup Zemin							
Zemin Tabakası	Kayma Dalgası Hızı (Vs)	Ortalama Kalınlık H_{ort} (m)	Periyot T(s)	1.frekans f_1 (Hz)	1.açısal frekans ω_1 (rad/s)	2.frekans F_2 (Hz)	2.açısal frekans ω_2 (rad/s)
Dolgu - CI	181,86	32,00	0,70	1,43	8,985	10	62,8
GW-GM - Traverten	256,69	8,00	0,12	8,33	52,34	10	62,8
2.Grup Zemin							
Zemin Tabakası	Ort. Kayma Dalgası Hızı (Vs)	Ortalama Kalınlık H_{ort} (m)	Periyot T(s)	1.frekans f_1 (Hz)	1.açısal frekans ω_1 (rad/s)	2.frekans F_2 (Hz)	2.açısal frekans ω_2 (rad/s)
CIH	238	3,00	0,05	20,0	125,7	10	62,8
CIM	371	37,00	0,40	2,50	15,71	10	62,8
3.Grup Zemin							
Zemin Tabakası	Hesaplanan Kayma Dalgası Hızı (Vs)	Ortalama Kalınlık H_{ort} (m)	Periyot T(s)	1.frekans f_1 (Hz)	1.açısal frekans ω_1 (rad/s)	2.frekans F_2 (Hz)	2.açısal frekans ω_2 (rad/s)
Dolgu – GC	210	8,00	0,15	6,67	41,91	10	62,8
GM-GW	400	32,00	0,32	3,125	19,63	10	62,8

Tablo 4.10 Zemin Tabakalarına ait Rayleigh Sönüm Katsayıları

1.Grup Zemin			
Zemin Tabakası	Tabaka Kalınlığı	α	β
Dolgu - CI	0,00-32,00	0,786	0,0014
GW-GM - Traverten	32,00-40,00	2,855	0,00087
2.Grup Zemin			
Zemin Tabakası	Tabaka Kalınlığı	α	B
CIH	0,00-3,00	4,189	0,00053
CIM	3,00-40,00	1,257	0,00127
3.Grup Zemin			
Zemin Tabakası	Tabaka Kalınlığı	α	B
Dolgu – GC	0,00-8,00	2,514	0,00095
GM-GW	8,00-40,00	1,496	0,00121

4.5.Serbest Bölge Kapasitesi

Projede 25.00 m, 27.00 m ve 23.00 m, uzunluğundaki ankraj halatlarının ve 15,00 m uzunluğundaki ankraj bulonunun kök bölgesi 10,00 m, geri kalan kısmı ise serbest bölge olarak tasarlanmıştır. Ankrajların bir tanesinde 3 adet diğerlerinde ise 4 adet 0,6 inç çapında halat kullanılmıştır. Kullanılan ankraj halatlarının ve ankraj bulonunun teknik özellikleri Tablo 4.11 ve Tablo 4.12’de verilmiştir.

Tablo 4.11 0.6 İnç Çapındaki Ankraj Halatı Teknik Özellikleri

ASTM A 416 Standart Tablosu					
	Nominal Çap (mm)	Kopma Dayanımı (kN)	Nominal Kesit Alanı (mm ²)	Nominal ağırlık (kg / 1000m)	1% Uzamada Minimum Yük (kN)
Sınıf 270	9,53	102,3	54,84	432	92,1
	11,11	137,9	74,19	582	124,1
	12,70	183,7	98,71	775	165,3
	15,24	260,7	140,00	1102	234,6

Tablo 4.12 Ibobulon R-38n Teknik Özellikleri

IBOBULON R-38N	
Dış Çap (mm)	38,00
İç Çap (mm)	19,00
Kesit Alanı (mm ²)	717,00
Kopma Yüğü (kN)	500
Akma Yüğü (kN)	400
Ağırlık (kg)	6

Ankraj halatının kopma dayanımı 260,70 kN ve ankraj bulonunun kopma dayanımı 500 kN’ dur. Sonlu elemanlar programında hesaplarda eksenel rijitlik (EA) ve ankraj aralığı (s) verileri girilmelidir. Projede kullanılan ankraj bulonu teknik özelliklerine göre eksenel rijitlik aşağıda hesaplanmıştır.

0.6 İnç Halatlar :

$$E = 2 \times 10^8 \text{ kPa} \quad (4.3)$$

$$A = \frac{\pi \times 0.0134^2}{4} = 1.41 \times 10^{-4} \text{ m}^2 \quad (4.4)$$

Proje de 3 adet halat kullanılan ankrajlar :

$$EA = 3 \times 2 \times 10^8 \times 1.41 \times 10^{-4} = 84600 \text{ kN} \quad (4.5)$$

Proje de 4 adet halat kullanılan ankrajlar :

$$EA = 4 \times 2 \times 10^8 \times 1.41 \times 10^{-4} = 112800 \text{ kN} \quad (4.6)$$

Ibobulon R-38N :

$$E = 2 \times 10^8 \text{ kPa} \quad (4.7)$$

$$A = \frac{\pi \times 0.038^2}{4} - \frac{\pi \times 0.019^2}{4} = 8,51 \times 10^{-4} \text{ m}^2 \quad (4.8)$$

$$EA = 2 \times 10^8 \times 8,51 \times 10^{-4} = 170200 \text{ kN} \quad (4.9)$$

4.6. Kök Bölge Kapasitesi

Projede yer alan ankraj delgi çapı $D = 15$ cm ve kök boyu $L_{tb} = 10,00$ metre olan bir ankrajın kök bölgesinde oluşması beklenen ankraj nihai çeper sürtünmesi KDYY- Tablo 3.2 kullanılarak kök boyunca ankraj kökü karakteristik taşıma kapasitesi aşağıda hesaplanmıştır.

Killi siltli çakıl tabakası için nihai taşıma kapasitesi :

$$T_{skin} = \pi \times D \times \tau_f = \pi \times 0,15 \times 1000 = 471,24 \text{ kN/m} \quad (4.10)$$

Sonlu elemanlar programında kök bölgesi Elastisite Modülü (E) aşağıda hesaplanmıştır.

$$E = 4730 \times FG^{0,5} \quad (4.11)$$

FG : Grout serbest basınç mukavemeti (1,50 – 2,50 Mpa)

FG projede 2,20 Mpa alınmıştır.

$$E = 4730 \times 2,50^{0,5} = 7015,72 \text{ MPa} \quad (4.12)$$

Sonlu elemanlar programında fore kazık için hesaplarda eksenel rijitlik (EA) ve eğilme rijitliği (EI) değerleri girilmelidir. Projede C30 beton sınıfı ile kazık imal edildiğinden C30 sınıfı betonun teknik özellikleri kullanılarak eğilme rijitliği ve eksenel rijitlik aşağıda hesaplanmıştır.

$$E = 3,2 \times 10^7 \text{ kPa} \quad (4.13)$$

$$A = \frac{\pi \times D^2}{4} = \frac{\pi \times 1,20^2}{4} = 1,13 \text{ m}^2 \quad (4.14)$$

$$EA = 3,2 \times 10^7 \times 1,13 = 36160000 \text{ kN/m} \quad (4.15)$$

$$I = \frac{\pi \times D^4}{64} = \frac{\pi \times 1,20^4}{64} = 0,102 \text{ m}^4 \quad (4.16)$$

$$EI = 3,2 \times 10^7 \times 0,102 = 3264000 \text{ kN}\cdot\text{m}^2/\text{m} \quad (4.17)$$

$$d_{gerçek} = \sqrt{12 \times \frac{EI}{EA}} = \sqrt{12 \times \frac{3264000}{36160000}} = 1,04 \text{ m} \quad (4.18)$$

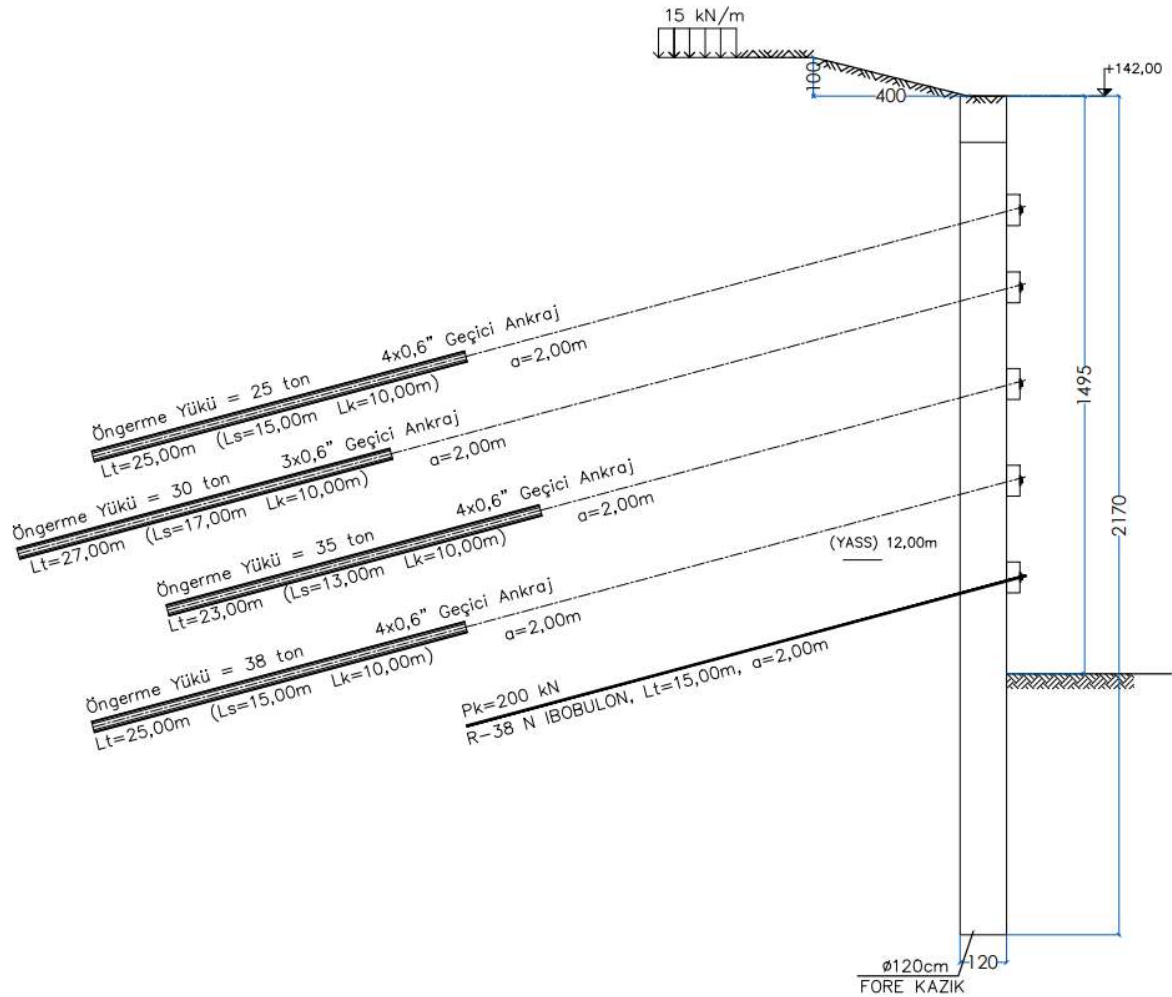
$$w = (\gamma_{beton} - \gamma_{zemin}) \times d_{gerçek} = (24 - 18) \times 1,04 = 6,24 \text{ kN/m/m} \quad (4.19)$$

Sayısal analiz için yapısal elemanların parametreleri Tablo 4.13’de verilmiştir.

Tablo 4.13 Yapısal Elemanlara ait Hesaplanan Parametreler

Parametre	Sembol	Birim	Fore Kazık	3x0,6 İnç Halat	4x0,6 İnç Halat	Ibobulon R-38N	Ankraj Kökü
			D = 1,20 m S = 1,00 m	S = 2,00 m	S = 2,00 m	S = 2,00 m	D = 0,15 m S = 2,00 m
Bünye Modeli	-	-	Elastik	Elastik	Elastik	Elastik	Elastik
Eksenel Rijitlik	EA	kN/m	36160000	84600	112800	170200	123978
Eğilme Rijitliği	EI	kN.m ² /m	3264000	-	-	-	-
Poisson Oranı	ν	-	0,15	-	-	-	-
Yatay Mesafe	L	m	-	2,00	2,00	2,00	-

Çalışma alanında yer altı suyu 12,00 metrededir. D=120 cm çaplı, merkezden merkeze mesafesi s=100 cm olan aralıklı fore kazık kullanılmıştır. Kazığın soket boyu 6,75 metredir. Projede 5 sıra öngermeli ankraj kullanılmıştır. Kazı destek yapısının kesiti Şekil 4.7’de verilmiştir.

**Şekil 4.7** Analiz Edilen Kazı Destek Yapısı Kesiti

Sonlu elemanlar programında genişliği 130,00 m derinliği 70,00 m olan zemin modeli oluşturulmuştur. İnceleme sahasında yapılan sondaj çalışmaları sismik ölçümler ve alınan numuneler üzerinde yapılan laboratuvar çalışmalarının sonuçları incelenmiştir. Oluşturulmuş olan idealize zemin profilinde yer alan zemin tabakalarının zemin parametreleri, incelenen çalışmalar neticesinde literatürde yer alan ampirik korelasyonlar kullanılarak belirlenmiştir. Sayısal analizlerde tüm tabakalar için hardening soil bünye modeli tercih edilmiştir.

4.7.Tasarım Parametrelerin Belirlenmesi

Efektif Kayma Direnci Açısı (Φ')

SPT-N değeri ile bağıl sıklık derecesi (Dr) arasındaki ilişki, Terzaghi ve Peck (1967) tarafından önerilmiş olup, Tablo 4.14'te sunulmuştur.

Tablo 4.14 SPT-N – Dr Arasındaki İlişki (Terzaghi ve Peck,1967)

SPT-N Range	Soil Classification	Dr (%)
0 - 4	Very Loose	0 – 15
4 - 10	Loose	15 – 35
10 – 30	Medium dense	35 – 65
30 - 50	Dense	65 – 85
> 50	Very dense	85 – 100

Arazi çalışmaları kapsamında bölgede yapılan üç adet sondaj logu verilerine göre GC , GM ve GW tabakası için en düşük ortalama N_{30} değerleri Tablo 4.15'de gösterilmiştir. Her bir zemin tabakası için, Terzaghi ve Peck (1967) tarafından önerilen Tablo 4.14'daki verilere bağlı olarak rölatif sıklıkları belirlenmiştir.

Tablo 4.15 Zemin Tabakalarının Rölatif Sıklık Değerleri

Zemin	Tabaka Kalınlığı (m)	En düşük SPT- $N_{30\text{ort.}}$	Rölatif Sıklık
GC	2,00 - 10,00	36,80	Sıkı
GM	10,00 – 20,00	40,43	Sıkı
GW	20,00 – 40,00	47,67	Sıkı

SPT- $(N_1)_{70}$ – bağıl yoğunluk (D_r) – içsel sürtünme açısı (Φ') – doymun birim ağırlık (γ_s) arasında ilişki, Bowles (1996) tarafından önerilmiş olup Tablo 4.16'da verilmiştir.

Tablo 4.16 SPT— $(N_1)_{70}$ – D_r – Φ - γ_s (Bowles,1996)

Definition		Very Loose	Loose	Medium dense	Dense	Very dense
D_r		0	0,15	0,35	0,65	0,85
$(N_1)_{70}$	Fine	1-2	3-6	7-15	16-30	-
	Medium	2-3	4-7	8-20	21-40	> 40
	Coarse	3-6	5-9	10-25	26-45	> 45

Tablo 4.16 Devamı

Φ'	Fine	26-28	28-30	30-34	33-38	< 50
	Medium	27-28	30-32	32-36	36-42	-
	Coarse	28-30	30-34	33-40	40-50	-
γ_s (Kn/m ³)		11-16	14-18	17-20	17-22	20-23

Bowles (1996) tarafından önerilen Tablo 4.16'daki verilere bağlı olarak iri danelerden oluşan GC, GM ve GW tabakası için içsel sürtünme açısı (Φ') = 40-50 aralığındadır. Çalışma kapsamında güvenli tarafta alınarak efektif içsel sürtünme açısı, killi çakıl ve siltli çakıl tabakası için 34 derece, iyi derecelendirilmiş çakıl tabakası için ise 36 derece alınmıştır.

Elastisite Modülü (E)

AASHTO tarafından çeşitli zeminlerin Elastisite Modülü Tablo 4.17'de verilmiştir.

Tablo 4.17 Çeşitli Zeminlerin Elastisite Modülleri (2004 AASHTO ile 2006 Ara Dönemin'den Sonra)

Soil Type	Typical Range of Young's Modulus Values E_s (tsf)	Poisson Ratio, (ν)
Clay: Soft sensitive Medium stiff to stiff Very stiff	25-150 150-500 500-1000	0,4 – 0,5 (undrained)
Loess: Silt	150-600 20-200	0,1-0,3 0,3-0,35
Fine Sand: Loose Medium dense Dense	80-120 120-200 200-300	0,25
Sand: Loose Medium dense Dense	100-300 300-500 500-800	0,20-0,36 0,30-0,40
Gravel: Loose Medium dense Dense	300-800 800-1000 1000-2000	0,20-0,35 0,30-0,40
Estimating E_s from SPT N - value		
Soil Type		E_s (tsf)
Silts, sandy silts, slightly cohesive mixtures		4N ₁₆₀
Clean fine to medium sands and slightly silty sands		7N ₁₆₀
Coarse sands and sands with little gravel		10N ₁₆₀
Sandy gravel and gravels		12N ₁₆₀
Estimating E_s (tsf) from q_c static cone resistance		
Sandy Soils	2 q_c where (q_c is in tsf)	
Note : 1 tsf = 95,76 kPa		

AASHTO tarafından önerilen Tablo 4.17'deki verilere bağılı olarak GC, GM ve GW tabakası için Elastisite Modülü (E_s) = 1000-2000 tsf aralığındadır. Çalışma kapsamında elastisite modülü, killi çakıl tabakası için 25000 kPa , siltli çakıl tabakası için 30000 kPa ve iyi derecelendirilmiş çakıl tabakası için ise 50000 kPa olarak seçilmiştir.

Efektif Kohezyon Değeri (c')

Australian Standard (AS4678-2008) tarafından çeşitli zeminlerin içsel sürtünme açısı ve zemin kohezyonu korelasyonları Tablo 4.18'de verilmiştir.

Tablo 4.18 İçsel Sürtünme Açısı ve Zemin Korelasyonları (AS4678-2008)

Soil Group	Typical soils in group	Soil Parameters	
		c' (kPa)	Φ' (degrees)
Poor	Soft and firm clay of medium to high plasticity ; silty clays; loose variable clayey fills loose sandy silts	0-5	17-25
Average	Stiff sandy clays; gravelly clays; compact clayey sands and sandy silts; compacted clay fills	0-10	26-32
Good	Gravelly sands, compacted sands, controlled crushed sandstone and graveled fills, dense well graded sands	0-5	32-37
Very Good	Weak weathered rock, controlled fills of road base, gravel and recycled concrete	0-25	36-43

Australian Standard (AS4678-2008) tarafından önerilen Tablo 4.18'deki verilere bağılı olarak GC, GM ve GW tabakası için efektif kohezyon değeri (c') = 0 - 25 kPa aralığındadır. Çalışma kapsamında efektif kohezyon değeri (c'), killi çakıl tabakası için 3,00 kPa, siltli çakıl ve iyi derecelendirilmiş çakıl tabakası için ise 0,10 kPa olarak seçilmiştir.

Poisson Oranı (ν)

Bowles (1996), tarafından çeşitli zeminlerin poisson oranları Tablo 4.19'da verilmiştir.

Tablo 4.19 Çeşitli Zeminlere ait Poisson Oranları (Bowles, 1996)

Zemin Sınıfı / Malzeme	μ
Doygun kil	0,4-0,5
Doygun olmayan kil	0,1-0,3
Kumlu kil	0,2-0,3
Silt	0,3-0,35
Kum, çakıllı kum	0,3-0,4
Kaya	0,1-0,4
Şist	0,1-0,3
Buz	0,36
Beton	0,15
Çelik	0,33

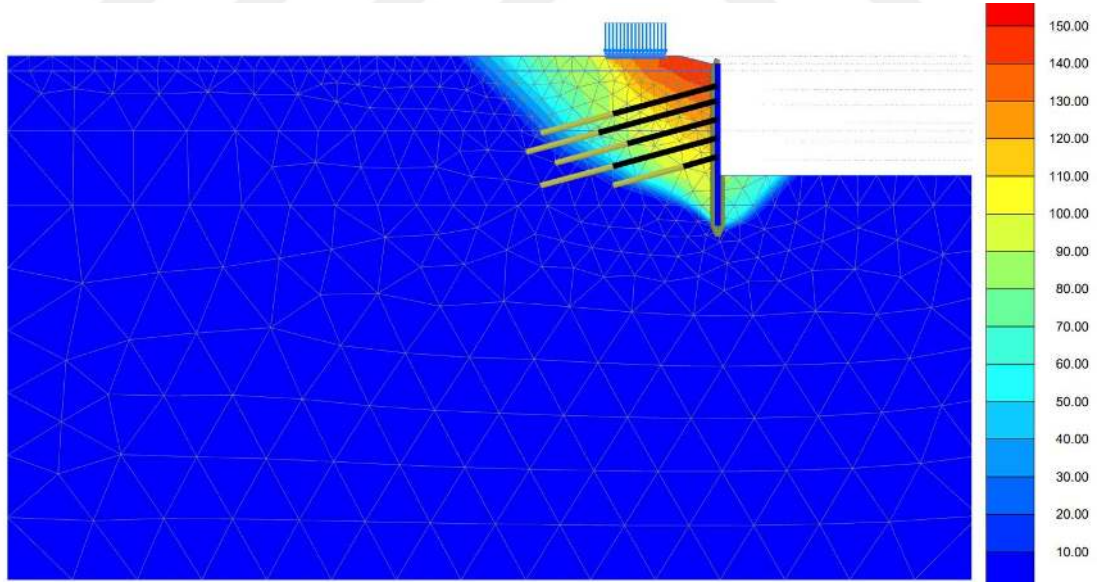
Bowles (1996) tarafından önerilen Tablo 4.19'daki verilere bağlı alınarak, yapılmış olan jeofizik çalışmalardaki poisson oranları baz alınmıştır. Çalışma kapsamında poisson oranı, killi çakıl, siltli çakıl ve iyi derecelendirilmiş çakıl tabakası için 0,30 olarak seçilmiştir. Analizde kullanılacak zemin parametreleri Tablo 4.20'de verilmiştir.

Tablo 4.20 Zemin Tabakalarına ait Tasarım Parametreleri

Zemin	Model	Doğal Birim Hacim Ağırlık	Doygun Birim Hacim Ağırlık	Referans Young Modülü	Tanjant Rijitliği	Elastik Yükleme Boşaltma	Kohezyon	Kayma Mukavemeti Açısı	Poisson Oranı	Dilatasyon Açısı	Düşey Permabilite	Yatay Permabilite
	Sembol	γ	γ_d	E_{50}^{ref}	E_{oed}^{ref}	E_{ur}^{ref}	C	ϕ	ν	ψ	k_y	k_x
	Birim	kN/m ³	kN/m ³	kN/m ²	kN/m ²	kN/m ²	kN/m ²	-	-	-	m/gün	m/gün
Dolgu	HS	19,00	20,00	10000	10000	30000	7,00	27,00	0,38	-	0,00075	0,00075
GC	HS	18,00	19,00	25000	25000	75000	3,00	34,00	0,30	-	0,2624	0,2624
GM	HS	18,00	19,00	30000	30000	90000	0,10	34,00	0,30	-	0,00075	0,00075
GW	HS	18,00	19,00	50000	50000	150000	0,10	36,00	0,30	-	0,00075	0,00075

4.8.ULS Analizi

İlk olarak sistemin toptan göçmesi (ULS) analizi yapılmıştır. Plaxis programı kullanılarak yapılan ULS analizi sonucuna göre $GS \geq 1,00$ şartının sağlandığı kontrol edilmiştir. Plaxis programı kullanılarak yapılan analizler sonucunda depremsiz durumdaki kalıcı destek yapısı için $GS = 1,72$ olarak bulunmuştur.



Şekil 4.8 Analiz Edilen Kazı Destek Yapısı Kesiti Göçme Dairesi

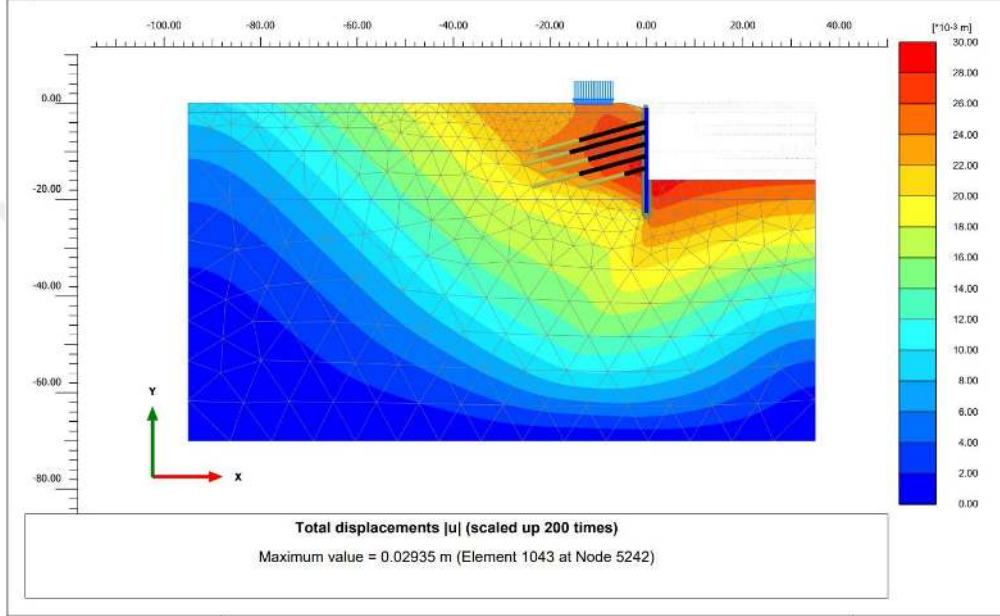
4.9.SLS Analizi

4.9.1. Statik Durum

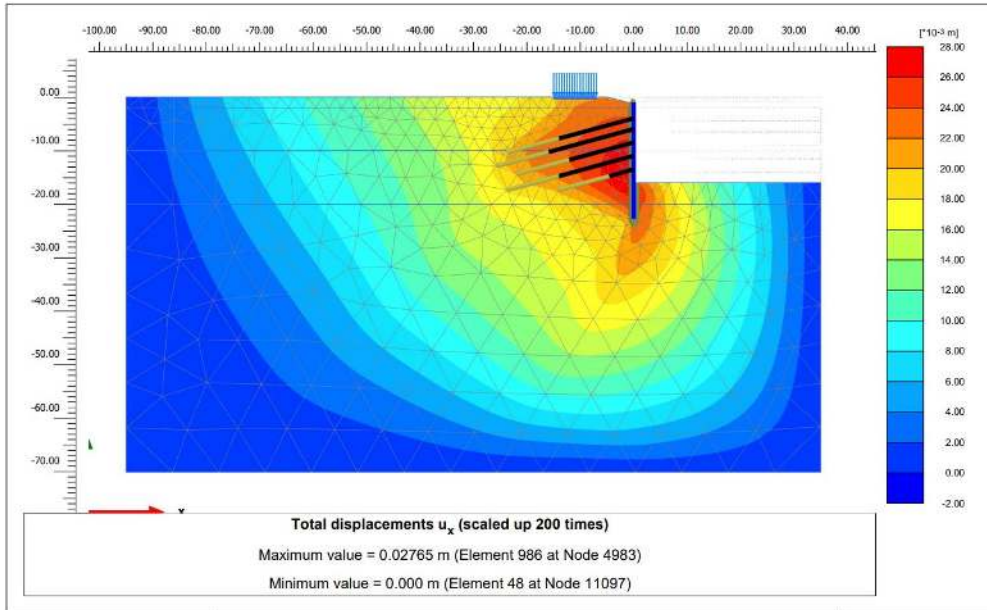
Statik durumdaki kazıklara, ankraj halatlarına ve ankraj köklerine ait yer değiştirme ve gerilme-deformasyon analiz sonuçları aşağıda verilmiştir.

Tablo 4.21 Statik Durumda Kazıklarda Oluşan Yer Değiştirme ve Kesit Tesirleri

PLATE	U (m)	U _x (m)	N (kN/m)	T (kN/m)	M (kN m/m)
120 CM FORE KAZIK	0,028	0,028	556,3	163,6	488,6



Şekil 4.9 Hesaplanan Toplam Yer Değiştirme – (U)



Şekil 4.10 Hesaplanan Yatay Yer Değiştirme – (U_x)

Statik durumdaki kazıklara, ankraj halatlarına ve ankraj köklerine ait yer değiştirme ve gerilme-deformasyon analiz sonuçları aşağıda verilmiştir.

Tablo 4.22 Statik Durumda Ankraj Halatlarındaki Yer Değiştirme ve Normal Kuvvet

Ankraj Halatı	N (kN)
1.Sıra Ankraj Halatı	243,14
2.Sıra Ankraj Halatı	300,95
3.Sıra Ankraj Halatı	352,73
4.Sıra Ankraj Halatı	391,53
5.Sıra Ankraj Bulonu	277,18

Tablo 4.23 Statik Durumda Ankraj Köklerindeki Yer Değiştirme ve Normal Kuvvet

Ankraj Kök Bölgesi	U (m)	N (kN/m)
1.Sıra Ankraj Kökü	0,04	121,6
2.Sıra Ankraj Kökü	0,04	150,5
3.Sıra Ankraj Kökü	0,05	176,4
4.Sıra Ankraj Kökü	0,05	195,7
5.Sıra Ankraj Kökü	0,04	139,3

4.9.2. Statik Eşdeğer Hesap (DD-2) Düzeyi

Statik eşdeğer hesap (DD-2) düzeyinde $r=1,00$ alınarak hesaplanan yatay ivme eşdeğer katsayısı $k_h=0,40$ için yapılan analiz sonucunda sistemin güvenlik katsayısı 1'den küçük çıkmış ve sistem göçmüştür.

Statik eşdeğer hesap (DD-2) düzeyinde $r=1,50$ alınarak hesaplanan yatay ivme eşdeğer katsayısı $k_h=0,27$ için yapılan analiz sonucunda sistemin güvenlik katsayısı 1'den küçük çıkmış ve sistem göçmüştür.

Statik eşdeğer hesap (DD-2) düzeyinde $r=2,00$ için hesaplanan yatay ivme eşdeğer katsayısı $k_h=0,20$ olarak hesaplanmıştır.

KDYY- 2.14 Bölümünde yer alan Tablo 4.22'ye göre en fazla 120Sds (mm) yer değiştirmeye izin verilen ağırlık tipi duvarlar için $r=2,00$ değeri verilmiştir. Sistemdeki dayanma yapısının $r=2,00$ için en fazla $120 \times 1,004 = 120,48$ mm olması gerekmektedir.

Statik eşdeğer hesap (DD-2) düzeyinde $r=2,00$ alınarak yatay ivme eşdeğer katsayısı $k_h=0,20$ için kazıklara, ankraj halatlarına ve ankraj köklerine ait yer değiştirme ve gerilme deformasyon analiz sonuçları aşağıda verilmiştir.

Tablo 4.24 Statik Eşdeğer Hesap DD-2 Düzeyinde $K_h=0,20$ için Gerçekleştirilen Analiz
Sonucunda Kazıklarda Oluşan Yer Değiştirme ve Kesit Tesirleri ($r=2,00$)

PLATE	U (m)	U _x (m)	N (kN/m)	T (kN/m)	M (kN m/m)
120 CM FORE KAZIK	0,51	0,50	743,7	262,8	1383

Tablo 4.25 Statik Eşdeğer Hesap DD-2 Düzeyinde $K_h=0,20$ için Gerçekleştirilen Analiz
Sonucunda Ankraj Halatlarında Oluşan Yer Değiştirme ve Normal Kuvvetler ($r=2,00$)

Ankraj Halatı	N (kN)
1.Sıra Ankraj Halatı	268,71
2.Sıra Ankraj Halatı	328,95
3.Sıra Ankraj Halatı	355,66
4.Sıra Ankraj Halatı	390,80
5.Sıra Ankraj Halatı	376,30

Tablo 4.26 Statik Eşdeğer Hesap DD-2 Düzeyinde $K_h=0,20$ için Gerçekleştirilen Analiz
Sonucunda Ankraj Köklerinde Oluşan Yer Değiştirme ve Normal Kuvvetler ($r=2,00$)

Ankraj Kök Bölgesi	U (m)	N (kN/m)
1.Sıra Ankraj Kökü	0,44	134,4
2.Sıra Ankraj Kökü	0,40	164,5
3.Sıra Ankraj Kökü	0,40	177,8
4.Sıra Ankraj Kökü	0,32	195,4
5.Sıra Ankraj Kökü	0,30	188,0

4.9.3. Statik Eşdeğer Hesap (DD-2a) Düzeyi

Statik eşdeğer hesap (DD-2a) düzeyinde $r=1,50$ için hesaplanan yatay ivme eşdeğer katsayısı $k_h=0,17$ olarak hesaplanmıştır.

Statik eşdeğer hesap (DD-2a) düzeyinde $r=1,50$ alınarak yatay ivme eşdeğer katsayısı $k_h=0,17$ için kazıklara, ankraj halatlarına ve ankraj köklerine ait yer değiştirme ve gerilme deformasyon analiz sonuçları aşağıda verilmiştir.

Tablo 4.27 Statik Eşdeğer Hesap DD-2a Düzeyinde $K_h=0,17$ için Gerçekleştirilen Analiz
Sonucunda Kazıklarda Oluşan Yer Değiştirme ve Kesit Tesirleri ($r=1,50$)

PLATE	U (m)	U _x (m)	N (kN/m)	T (kN/m)	M (kN m/m)
120 CM FORE KAZIK	0,21	0,21	714,4	259,9	1249

Tablo 4.28 Statik Eşdeğer Hesap DD-2a Düzeyinde $K_h=0,17$ için Gerçekleştirilen Analiz Sonucunda Ankraj Halatlarında Oluşan Yer Değiştirme ve Normal Kuvvetler ($r=1,50$)

Ankraj Halatı	N (kN)
1.Sıra Ankraj Halatı	270,24
2.Sıra Ankraj Halatı	328,50
3.Sıra Ankraj Halatı	357,55
4.Sıra Ankraj Halatı	393,75
5.Sıra Ankraj Bulonu	380,47

Tablo 4.29 Statik Eşdeğer Hesap DD-2a Düzeyinde $K_h=0,17$ için Gerçekleştirilen Analiz Sonucunda Ankraj Köklerinde Oluşan Yer Değiştirme ve Normal Kuvvetler ($r=1,50$)

Ankraj Kök Bölgesi	U (m)	N (kN/m)
1.Sıra Ankraj Kökü	0,18	135,1
2.Sıra Ankraj Kökü	0,17	164,3
3.Sıra Ankraj Kökü	0,16	178,8
4.Sıra Ankraj Kökü	0,14	196,9
5.Sıra Ankraj Kökü	0,12	190,2

4.9.4.Zaman Tanım Aralığında Hesap

Seçilen ve ölçeklendirilen 11 adet deprem kaydı ile gerçekleştirilen zaman tanım aralığında hesap yöntemi ile kazıklara, ankraj halatlarına ve ankraj köklerine ait yer değiştirme ve gerilme deformasyon analiz sonuçları aşağıda verilmiştir.

Tablo 4.30 11 Adet Deprem Kaydı ile Gerçekleştirilen Zaman Tanım Aralığında Analiz Sonucuna göre Kazıklarda Oluşan Yer Değiştirme ve Kesit Tesirleri

Deprem No	U (m)	U _x (m)	N (kN/m)	T (kN/m)	M (kN m/m)
1- (RSN20)	0,46	0,42	607,00	238,40	1144,00
2- (RSN33)	0,16	0,14	604,70	187,40	822,70
3- (RSN96)	0,07	0,06	560,30	182,10	840,20
4- (RSN148)	0,26	0,23	562,50	215,80	1181,00
5- (RSN149)	0,24	0,21	584,70	208,30	1136,00
6- (RSN158)	0,10	0,08	537,50	190,80	941,60
7- (RSN159)	0,30	0,27	578,50	197,80	1016,00
8- (RSN160)	0,30	0,27	591,60	229,50	1177,00
9- (RSN162)	0,15	0,13	544,90	199,20	1073,00
10- (RSN173)	0,13	0,07	582,20	348,50	1521,00
11- (RSN185)	0,29	0,27	566,80	252,20	1311,00

Tablo 4.31 11 Adet Deprem Kaydı ile Gerçekleştirilen Zaman Tanım Aralığında Analiz Sonucunda Ankraj Halatlarında Oluşan Yer Değiştirme ve Normal Kuvvetler

Deprem No	1.Sıra Ankraj Halatı	2.Sıra Ankraj Halatı	3.Sıra Ankraj Halatı	4.Sıra Ankraj Halatı	5.Sıra Ankraj Halatı
	N (kN)	N (kN)	N (kN)	N (kN)	N (kN)
RSN-20	231,36	296,11	317,98	364,63	344,00
RSN-33	234,52	303,55	335,67	381,03	364,84
RSN-96	237,71	302,75	335,27	379,62	338,84
RSN-148	234,28	300,88	331,76	371,14	358,64
RSN-149	232,63	299,79	328,68	372,31	359,20
RSN-158	244,76	309,26	338,59	380,26	344,86
RSN-159	229,09	297,74	325,90	371,02	343,83
RSN-160	233,83	298,16	327,95	365,95	356,63
RSN-162	240,06	307,26	333,73	381,41	360,38
RSN-173	233,43	302,13	327,62	374,25	351,94
RSN-185	236,98	306,64	334,05	378,80	354,44

Tablo 4.32 11 Adet Deprem Kaydı ile Gerçekleştirilen Zaman Tanım Aralığında Analiz Sonucunda Ankraj Köklerinde Oluşan Yer Değiştirme ve Normal Kuvvetler

Deprem No	1.Sıra Ankraj Kökü		2.Sıra Ankraj Kökü		3.Sıra Ankraj Kökü		4.Sıra Ankraj Kökü		5.Sıra Ankraj Kökü	
	U (m)	N (kN/m)	U (m)	N (kN/m)	U (m)	N (kN/m)	U (m)	N (kN/m)	U (m)	N (kN/m)
RSN-20	0,43	115,70	0,41	148,10	0,40	159,00	0,38	182,40	0,37	171,80
RSN-33	0,14	117,20	0,13	151,80	0,13	167,80	0,12	190,50	0,12	182,80
RSN-96	0,07	118,90	0,06	151,40	0,07	167,60	0,06	189,8	0,06	168,80
RSN-148	0,23	117,20	0,22	150,40	0,21	165,90	0,20	185,60	0,20	179,50
RSN-149	0,22	116,30	0,21	149,90	0,21	164,40	0,19	186,20	0,19	179,60
RSN-158	0,09	122,30	0,09	154,60	0,09	169,30	0,09	190,10	0,09	171,30
RSN-159	0,27	114,60	0,25	148,90	0,25	163,00	0,23	185,50	0,23	171,50
RSN-160	0,27	116,90	0,25	149,10	0,24	164,00	0,22	183,00	0,22	178,70
RSN-162	0,14	120,10	0,14	153,60	0,14	166,90	0,13	190,70	0,13	180,30
RSN-173	0,14	116,80	0,14	151,10	0,14	163,80	0,13	187,10	0,13	176,20
RSN-185	0,27	118,30	0,25	153,30	0,25	167,10	0,23	189,50	0,22	177,40

5. KONUT PROJESİ DERİN TEMEL KAZISI

Konut projesinde A blok 18 katlı (2B+ZK+15K) ve B blok 10 katlı (2B+ZK+7K) olarak tasarlanmıştır. 2 katlı yeraltı otoparkı inşasının güvenli bir şekilde tamamlayabilmek için kazı derinliği 6,20 metre ile 8,20 metre arasında değişen iksa projesi hazırlanıp yerinde uygulanmıştır. İnceleme alanın üstten görüntüsü Şekil 5.1’de verilmiştir.



Şekil 5.1 Çalışma Alanı Üsten Görüntüsü

5.1.Saha Araştırmaları

Söz konusu çalışma alanının zemin özelliklerini belirlemek için, derinliği 20,00 metre 1 adet sondaj ile derinliği 40,00 metre olan 2 adet sondaj, 5 adet serim sismik kırılma sonuçlarına ulaşılmıştır. Yapılmış olan sondaj logları Ek-12 verilmiştir. Yapılmış sondaj çalışmalarına göre, yeraltı suyu ve derinlik düzeltme katsayıları kullanılarak hesaplanmış, düzeltilmiş Spt- $N_{1,60}$ değerleri aşağıda verilmiştir.

Tablo 5.1 - 7 Nolu Sondaj Loguna ait Spt Düzeltme Tablosu

YASS (m)	DERİNLİK(m)	γ (kN/m ³)	SPT- N (Arazi)	C_R	C_S	C_B	C_E	σ' (Kn/m ²)	C_N	N_{60}	$N_{1,60}$
12	1,5	19	12	0,75	1,00	1,00	1,00	28,5	1,70	9,00	15,30
	3,0	19	13	0,75	1,00	1,00	1,00	57	1,30	9,75	12,63
	4,5	19	15	0,85	1,00	1,00	1,00	85,5	1,06	12,75	13,49
	6,0	19	19	0,85	1,00	1,00	1,00	114	0,92	16,15	14,79
	7,5	19	23	0,95	1,00	1,00	1,00	142,5	0,82	21,85	17,90
	9,0	19	35	0,95	1,00	1,00	1,00	171	0,75	33,25	24,87
	10,5	19	38	1,00	1,00	1,00	1,00	194,5	0,70	38,00	26,65
	12,0	19	41	1,00	1,00	1,00	1,00	208	0,68	41,00	27,80

Tablo 5.1 Devamı

	13,5	19	44	1,00	1,00	1,00	1,00	221,5	0,66	44,00	28,91
	15,0	19	59	1,00	1,00	1,00	1,00	235	0,64	59,00	37,64
	16,5	19	75	1,00	1,00	1,00	1,00	248,5	0,62	75,00	46,53
	18,0	19	73	1,00	1,00	1,00	1,00	262	0,60	73,00	44,11
	19,5	19	R	1,00	1,00	1,00	1,00	275,5	0,59	R	R
En Düşük Değeri			12	En Düşük Değeri						9,00	12,63
En Yüksek Değeri			R	En Yüksek Değeri						R	R
Ortalama Değeri			38	Ortalama Değeri						37,13	26,16

Tablo 5.2 - 14 Nolu Sondaj Loguna ait Spt Düzeltme Tablosu

YASS (m)	DERİNLİK(m)	γ (kN/m ³)	SPT- N (Arazi)	C _R	C _S	C _B	C _E	σ' (Kn/m ²)	C _N	N ₆₀	N _{1,60}
12	1,5	19	16	0,75	1,00	1,00	1,00	28,5	1,70	12,00	20,40
	3,0	19	11	0,75	1,00	1,00	1,00	57	1,30	8,25	10,69
	4,5	19	26	0,85	1,00	1,00	1,00	85,5	1,06	22,10	23,37
	6,0	19	13	0,85	1,00	1,00	1,00	114	0,92	11,05	10,12
	7,5	19	26	0,95	1,00	1,00	1,00	142,5	0,82	24,70	20,24
	9,0	19	16	0,95	1,00	1,00	1,00	171	0,75	15,20	11,37
	10,5	19	25	1,00	1,00	1,00	1,00	194,5	0,70	25,00	17,53
	12,0	19	56	1,00	1,00	1,00	1,00	208	0,68	56,00	37,97
	13,5	19	50	1,00	1,00	1,00	1,00	221,5	0,66	50,00	32,86
	15,0	19	74	1,00	1,00	1,00	1,00	235	0,64	74,00	47,21
	16,5	19	R	1,00	1,00	1,00	1,00	248,5	0,62	R	R
	18,0	19	R	1,00	1,00	1,00	1,00	262	0,60	R	R
	19,5	19	R	1,00	1,00	1,00	1,00	275,5	0,59	R	R
	21,0	19	R	1,00	1,00	1,00	1,00	289	0,58	R	R
	22,5	19	R	1,00	1,00	1,00	1,00	302,5	0,56	R	R
	24,0	19	R	1,00	1,00	1,00	1,00	316	0,55	R	R
	25,5	19	R	1,00	1,00	1,00	1,00	329,5	0,54	R	R
	27,0	19	R	1,00	1,00	1,00	1,00	343	0,53	R	R
	28,5	19	R	1,00	1,00	1,00	1,00	356,5	0,52	R	R
	30,0	19	R	1,00	1,00	1,00	1,00	370	0,51	R	R
	31,5	19	R	1,00	1,00	1,00	1,00	383,5	0,50	R	R
	33,0	19	R	1,00	1,00	1,00	1,00	397	0,49	R	R
	34,5	19	R	1,00	1,00	1,00	1,00	410,5	0,48	R	R
	36,0	19	R	1,00	1,00	1,00	1,00	424	0,47	R	R
	37,5	19	R	1,00	1,00	1,00	1,00	437,5	0,47	R	R
	39,0	19	R	1,00	1,00	1,00	1,00	451	0,46	R	R
	40,5	19	R	1,00	1,00	1,00	1,00	464,5	0,45	R	R
En Düşük Değeri			11	En Düşük Değeri						8,25	10,12
En Yüksek Değeri			R	En Yüksek Değeri						R	R
Ortalama Değeri			43	Ortalama Değeri						42,53	25,11

Tablo 5.3 EK-4 Nolu Sondaj Loguna ait Spt Düzeltme Tablosu

YASS (m)	DERİNLİK(m)	γ (kN/m ³)	SPT- N (Arazi)	C _R	C _S	C _B	C _E	σ' (Kn/m ²)	C _N	N ₆₀	N _{1,60}
12	1,5	19	15	0,75	1,00	1,00	1,00	28,5	1,70	11,25	19,13
	3,0	19	18	0,75	1,00	1,00	1,00	57	1,30	13,50	17,49
	4,5	19	12	0,85	1,00	1,00	1,00	85,5	1,06	10,20	10,79
	6,0	19	10	0,85	1,00	1,00	1,00	114	0,92	8,50	7,79
	7,5	19	29	0,95	1,00	1,00	1,00	142,5	0,82	27,55	22,57
	9,0	19	23	0,95	1,00	1,00	1,00	171	0,75	21,85	16,34
	10,5	19	44	1,00	1,00	1,00	1,00	194,5	0,70	44,00	30,86
	12,0	19	34	1,00	1,00	1,00	1,00	208	0,68	34,00	23,06
	13,5	19	R	1,00	1,00	1,00	1,00	221,5	0,66	R	R
	15,0	19	R	1,00	1,00	1,00	1,00	235	0,64	R	R
	16,5	19	R	1,00	1,00	1,00	1,00	248,5	0,62	R	R
	18,0	19	R	1,00	1,00	1,00	1,00	262	0,60	R	R
En Düşük Değeri			10	En Düşük Değeri						8,50	7,79
En Yüksek Değeri			R	En Yüksek Değeri						R	R
Ortalama Değeri			32	Ortalama Değeri						30,90	22,83

5.2. Jeofizik Veriler

Söz konusu çalışmada 5 adet sismik kırılma çalışması yapılmıştır. Çalışma sahasında sismik kırılma ölçüm sonuçlarına göre hesaplanan V_p ile V_s hızları ile buna dayalı olarak hesaplanan parametreler Tablo 5.4’de verilmiştir.

Tablo 5.4 Sahada Hesaplanan Ortalama V_p ile V_s Hızları ve Parametreler

Elastik Parametreler	Serim-1		Serim-2	
	1. TABAKA	2. TABAKA	1. TABAKA	2. TABAKA
Enine Dalga Hızı (V _s - m/sn)	222	331	238	308
Boyuna Dalga Hızı (V _p - m/sn)	480	971	514	893
Kalınlık (Z - m)	2,40	-	3,18	-
Kesiş Zamanı (Ti)	12	-	10	-
Sismik Hız Oranı (V _p /V _s)	2,16	2,93	2,16	2,90
V _p ile Taneli Zeminlerde Yoğunluk	1,45	1,73	1,48	1,69
Dinamik Kayma Modülü (G - kg/cm ²)	715	1895	838	1603
Poisson Oranı (δ)	0,36	0,43	0,36	0,43
Dinamik Elastisite Modülü (E - kg/cm ²)	1949	5437	2286	4593
Bulk Modülü (K - kg/cm ²)	2388	13784	2792	11339
Zemin Hakim Titreşim Periyodu (T ₀ - sn)	0,65		0,70	
V _{s30}	318		299	
Zemin Sınıfı	ZD		ZD	
Elastik Parametreler	Serim-3		Serim-4	
	1. TABAKA	2. TABAKA	1. TABAKA	2. TABAKA
Enine Dalga Hızı (V _s - m/sn)	191	209	193	371
Boyuna Dalga Hızı (V _p - m/sn)	494	1006	543	876
Kalınlık (Z - m)	3,44	-	4,12	-
Kesiş Zamanı (Ti)	10	-	9	-
Sismik Hız Oranı (V _p /V _s)	2,59	4,81	2,81	2,36

Tablo 5.4 Devamı

Vp ile Taneli Zeminlerde Yoğunluk	1,46	1,75	1,50	1,69
Dinamik Kayma Modülü (G - kg/cm²)	533	764	559	2326
Poisson Oranı (δ)	0,41	0,48	0,43	0,39
Dinamik Elastisite Modülü (E - kg/cm²)	1504	2259	1595	6470
Bulk Modülü (K - kg/cm²)	2853	16691	3678	9867
Zemin Hakim Titreşim Periyodu (To - sn)	0,79		0,62	
Vs₃₀	207		329	
Zemin Sınıfı	ZD		ZD	
Elastik Parametreler	Serim-5			
	1. TABAKA	2. TABAKA		
Enine Dalga Hızı (Vs - m/sn)	201	364		
Boyuna Dalga Hızı (Vp - m/sn)	454	944		
Kalınlık (Z - m)	5,12	-		
Kesiş Zamani (Ti)	11	-		
Sismik Hız Oranı (Vp/Vs)	2,26	2,59		
Vp ile Taneli Zeminlerde Yoğunluk	1,43	1,72		
Dinamik Kayma Modülü (G - kg/cm²)	578	2289		
Poisson Oranı (δ)	0,38	0,41		
Dinamik Elastisite Modülü (E - kg/cm²)	1592	6439		
Bulk Modülü (K - kg/cm²)	2177	12289		
Zemin Hakim Titreşim Periyodu (To - sn)	0,65			
Vs₃₀	320			
Zemin Sınıfı	ZD			

5.3. Laboratuvar Sonuçları

Söz konusu çalışma alanında yapılmış sondaj kuyularından alınan numuneler üzerinde zemin tabakalarının mühendislik özelliklerinin belirlenmesi amacıyla elek analizi, kıvam limitleri, üç eksenli basınç ve serbest basınç deneyleri yapılmıştır. Laboratuvar deney sonuçları Tablo 5.5’de verilmiştir.

Tablo 5.5 Laboratuvar Sonuçları

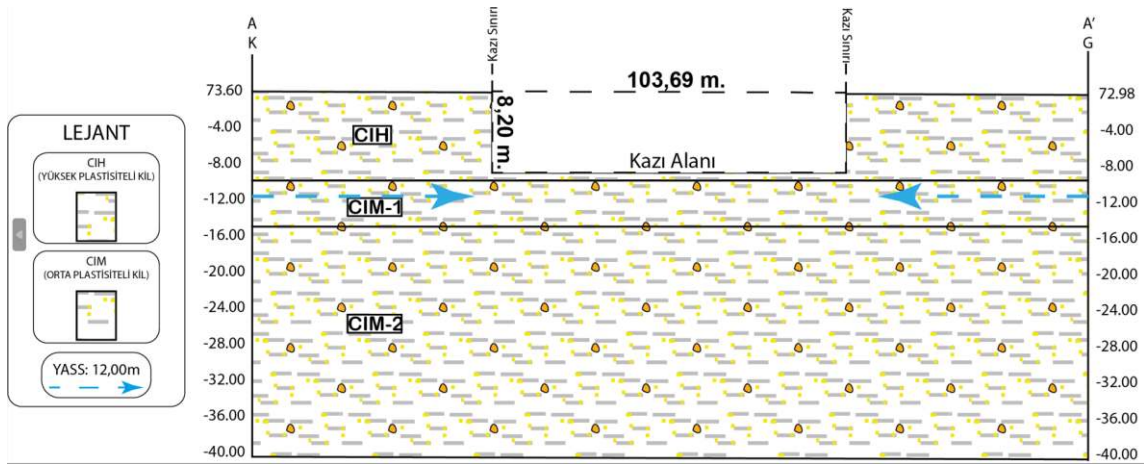
NUMUNENİN/OF SAMPLE				Dane Dağılımı Gradation (%)		Atterberg Limitleri % Atterberg Limits %			SINIF Category	SuMuh. Water Contents W(n) (%)	Kı- vam İn- deksi Ic	S.Basınç Unrestricted Pressure q(u) kgf/cm ²	Üç Eksenli Basınç Traxial Compression		Doğal Birim Ağırlık Natural Unit Weight (t/m ³)
LabNo Lab Number	Son. No Driling Number	Num. No sample Number	Derinlik (m.) Depth	+10 kalan Retained	-200 Geçen Passing	WL LL	WP PL	IP PI					c kohezyon kgf/cm ²	Ø°	
1	SK-7	UD	4,00-4,50	12	66	47	23	24	CIM	18,5	1,19	3,05			1,93
1	SK-7	SPT-5	7,50-7,95	6	79	54	26	28	CIH	20,5	1,20				
1	SK-7	SPT-7	10,50-10,95	6	79	55	27	28	CIH	20,7	1,23				
1	SK-7	SPT-9	13,50-13,95	7	77	58	28	30	CIH	20,1	1,26				
1	SK-7	SPT-11	16,50-16,95	7	66	49	24	25	CIM	19,5	1,18				
1	SK-7	SPT-13	19,50-19,95	12	35	45	22	23	CIM	12,7	1,40				
132	SK-14	UD	5,50-6,00	3	82	57	27	30	CIH	31,0	0,87		0,86	3	1,94
132	SK-14	SPT-6	9,00-9,45	4	80	60	29	31	CIH	32,8	0,88				
132	SK-14	SPT-8	12,00-12,45	7	64	42	22	20	CIM	19,7	1,12				

Tablo 5.5 Devamı

132	SK-14	SPT-10	15,00-15,45	6	67	45	23	22	CIM	21,7	1,06				
132	SK-14	SPT-12	18,00-18,45	5	69	47	24	23	CIM	22,5	1,07				
132	SK-14	SPT-14	21,00-21,45	9	25		NP		SiSa	16,0					
132	SK-14	SPT-16	24,00-24,45	17	71	59	29	30	CIH	25,0	1,13				
132	SK-14	SPT-18	27,00-27,45	3	83	58	28	30	CIH	29,2	0,96				
132	SK-14	SPT-20	30,00-30,45	9	68	45	22	23	CIM	24,8	0,88				
132	SK-14	SPT-22	33,00-33,45	8	73	48	24	24	CIM	27,2	0,87				
132	SK-14	SPT-24	36,00-36,45	8	75	47	23	24	CIM	27,0	0,83				
132	SK-14	SPT-26	39,00-39,45	8	72	46	24	22	CIM	27,4	0,85				
683	EK SK-4	SPT-3	4,50-4,95	10	65	54	26	28	CIH	32,2	0,78				
683	EK SK-4	SPT-5	7,50-7,95	5	67	44	23	21	CIM	27,1	0,80				
683	EK SK-4	SPT-7	10,50-10,95	6	68	46	24	22	CIM	26,6	0,88				
683	EK SK-4	SPT-9	13,50-13,95	9	62	48	25	23	CIM	28,3	0,86				
683	EK SK-4	SPT-11	16,50-16,95	19	64	54	26	28	CIH	22,2	1,14				
683	EK SK-4	KAROT	21,00-24,00	19	64	56	29	27	CIH	23,6	1,20				
683	EK SK-4	KAROT	24,00-27,00	14	60	55	27	28	CIH	24,1	1,10				
683	EK SK-4	KAROT	30,00-33,00	20	56	58	30	28	CIH	24,6	1,19	3,16			1,93
683	EK SK-4	KAROT	36,00-39,00	16	67	55	26	23	CIH	24,9	1,31				

5.4. Tasarım Aşaması

Konut projesinde yer alan otoparkın bodrum katları için 8,20 m derinliğinde kazı yapılacaktır. Parselde yer altı suyu 12,00 metrededir. Çalışma alanı kil birimlerden oluşmaktadır. İdealize edilmiş zemin profiline göre, zeminin ilk 10,00 metresi katı, çok katı kıvamlı orta-yüksek plastisiteli kil birimlerinden oluştuğundan dolayı çalışmamızda yer alan 2.grup zemin kategorisine girmektedir. 10,00 metreden sonra kil birimlerin sert kıvamlı olduğu sondaj çalışmalarında görülmektedir. Söz konusu çalışma alanının oluşturulmuş idealize zemin profili ve kazı geometrisi Şekil 5.2’de sunulmuştur.



Şekil 5.2 Kazı Geometrisi ve Kazı Kesiti

Bu çalışma da yerel zemin sınıfı ZD seçilmiştir. Bu doğrultuda TDTH İnteraktif uygulamasında bu çalışma için elde edilen değerler Tablo 5.6’da verilmiştir.

Tablo 5.6 TDTH İnteraktif Web Uygulaması Girdi ve Sonuç Sayfası

Rapor Başlığı	Konut Projesi				
Deprem Yer Hareketi Düzeyi	DD-2	50 yılda aşılma olasılığı %10 (tekrarlanma periyodu 475 yıl) olan deprem yer yüzeyi hareketi			
Yerel Zemin Sınıfı	ZD	Orta sıkı – sıkı kum, çakıl veya çok katı kil tabakaları			
$S_S = 0,947$	$S_1 = 0,245$	$S_{DS} = 1,062$	$S_{D1} = 0,517$	$PGA = 0,399$	$PGV = 23,994$

Kaynak. (AFAD,TDTHİWU, 2018)

Burada S_{DS} Tablo 5.6’da yer alan TDTH İnteraktif Web Uygulaması Girdi Ve Sonuç Sayfasında görüldüğü gibi 1.062’dir. ‘r’ değeri ise sistemimizde kazı destek yapısındaki deplasmanlar sınırlı olacağından $r = 1,00$ olarak alınmıştır. Statik eşdeğer hesap (DD-2) düzeyi için hesaplarda gerekli yatay ivme eşdeğer katsayısı 0,42 olarak hesaplanmıştır.

$$k_h: \frac{0,4 \times 1,062}{1,00} = 0,42 \quad (5.1)$$

Yerel zemin sınıfı ZD için farklı deprem yer hareketi düzeylerine ait S_{ds} değerleri aşağıda verilmiştir.

$$\text{DD-2 düzeyi için } S_{ds475} = 1,062$$

$$\text{DD-3 düzeyi için } S_{ds72} = 0,520$$

DD-2a₍₁₄₄₎ deprem düzeyi için S_{ds144} değeri 0,68 olarak hesaplanmıştır. DD-2a yer hareketi düzeyine göre statik eşdeğer hesap yöntemi için yatay ivme eşdeğer katsayısı 0,27 olarak bulunmuştur.

5.5. Serbest Bölge Kapasitesi

Projede 18,0 m uzunluğundaki ankraj halatının kök bölgesi 10,00 m, geri kalan kısmı ise serbest bölge olarak tasarlanmıştır. Ankrajda 4 adet 0,6 inç çapında halat kullanılmıştır. Tasarımda kullanılan ankraj halatı teknik özelliklerine göre eksenel rijitlik aşağıda hesaplanmıştır.

$$E = 2 \times 10^8 \text{ kPa} \quad (5.2)$$

$$A = \frac{\pi \times 0,0134^2}{4} = 1,41 \times 10^{-4} \text{ m}^2 \quad (5.3)$$

Proje de 4 adet halat kullanılan ankrajlar :

$$EA = 4 \times 2 \times 10^8 \times 1,41 \times 10^{-4} = 112800 \text{ kN} \quad (5.4)$$

5.6.Kök Bölge Kapasitesi

Projede yer alan ankraj delgi çapı $D = 15$ cm ve kök boyu $L_{tb} = 10,00$ metre olan bir ankrajın kök bölgesinde oluşması beklenen ankraj nihai çeper sürtünmesi KDYY- Tablo 3.2 kullanılarak kök boyunca ankraj kökü karakteristik taşıma kapasitesi aşağıda hesaplanmıştır.

Kil tabakası için nihai taşıma kapasitesi :

$$T_{skin} = \pi \times D \times \tau_f = \pi \times 0,15 \times 250 = 117,81 \text{ kN/m} \quad (5.5)$$

Sonlu elemanlar programında kök bölgesi Elastisite Modülü (E) aşağıda hesaplanmıştır.

$$E = 4730 \times FG^{0,5} \quad (5.6)$$

FG : Grout serbest basınç mukavemeti (1,50 – 2,50 Mpa)

FG projede 2,20 Mpa alınmıştır.

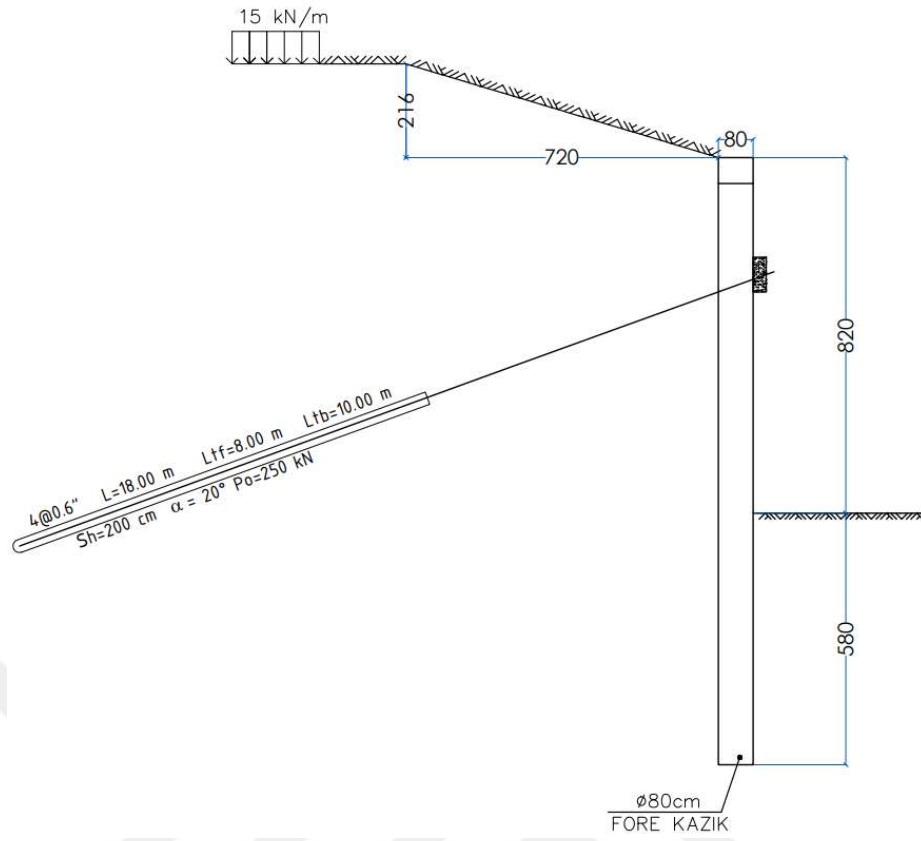
$$E = 4730 \times 2,50^{0,5} = 7015,72 \text{ MPa} \quad (5.7)$$

Bu projede de kapalı spor salonunda olduğu gibi C30 beton sınıfı kullanılarak 80 cm çapında fore kazık imalatı yapılmıştır. Sonlu elemanlar programında kullanılan eğilme rijitliği ve eksenel rijitlik değerleri, kapalı spor salonu çalışmasında hesaplandığından oradaki veriler kullanılmıştır. Sayısal analiz için yapısal elemanların parametreleri Tablo 5.7’de verilmiştir.

Tablo 5.7 Yapısal Elemanlara ait Hesaplanan Parametreler

Parametre	Sembol	Birim	Fore Kazık	0,6 İnç Halat	Ankraj Kökü
			D = 0,80 m S = 1,00 m	S = 2,00 m	D = 0,15 m S = 2,00 m
Bünye Modeli	-	-	Elastik	Elastik	Elastik
Eksenel Rijitlik	EA	kN/m	16096000	112800	123978
Eğilme Rijitliği	EI	kN.m ² /m	640000	-	-
Poisson Oranı	ν	-	0,15	-	-
Yatay Mesafe	L	m	-	2,00	-

Konut projesi çalışmasında D=80 cm çaplı, merkezden merkeze mesafesi s=100 cm olan aralıklı fore kazık kullanılmıştır. Kazığın soket boyu 5,80 metredir. 1 sıra öngermeli ankraj kullanılmıştır. Kazı destek yapısının kesiti Şekil 5.3’de verilmiştir. Sayısal analizlerde kil tabaka için hardening soil bünye modeli tercih edilmiştir.

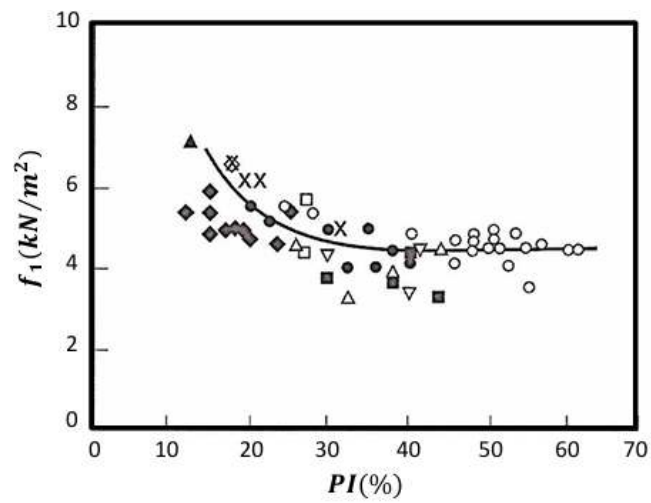


Şekil 5.3 Analiz Edilen Kazı Destek Yapısı Kesiti

5.7.Tasarım Parametrelerin Belirlenmesi

Drenajsız Kayma Mukavemeti (Cu)

Stroud (1974), yapmış olduğu çalışmalar neticesinde SPT-N₆₀ – Cu – PI arasındaki ilişki Şekil 5.4’de verilmiştir.



Şekil 5.4 SPT-N₆₀ – Cu – PI Arasındaki İlişki Stroud (1974)

$$C_u = \begin{cases} PI < 20 & (6 - 7)N_{60} \\ 20 < PI < 30 & (4 - 5)N_{60} \\ PI > 30 & (4.2)N_{60} \end{cases} \quad (5.8)$$

$$C_u \text{ (kN/m}^2\text{)} = f_1 \times N_{60} \quad (5.9)$$

CIH ve CIM tabakası için en düşük ortalama N_{60} ve PI_{ort} değerleri Tablo 5.8’de gösterilmiştir.

Tablo 5.8 En Düşük Ortalama N_{60} ve PI_{ort} Değerleri

Zemin	Tabaka Kalınlığı (m)	En düşük SPT- N_{60ort}	En düşük PI_{ort}
CIH	0,00-10,00	15,50	24,5
CIM-1	10,00-15,00	41,00	21,0
CIM-2	15,00-40,00	50,00	24,00

Stroud (1974) tarafından önerilen Şekil 5.4’deki verilere bağlı olarak CIH, CIM-1 ve CIM-2 tabakası için f_1 katsayısı 4,50 olarak seçilmiştir.

Yüksek plastisiteli kil tabakası için drenajsız kayma mukavemeti (C_u):

$$C_u = 4,50 \times 15,50 = 69,75 \text{ kPa} \quad (5.10)$$

Üst tabakadaki orta plastisiteli kil tabakası için drenajsız kayma mukavemeti (C_u):

$$C_u = 4,50 \times 41,00 = 184,50 \text{ kPa} \quad (5.11)$$

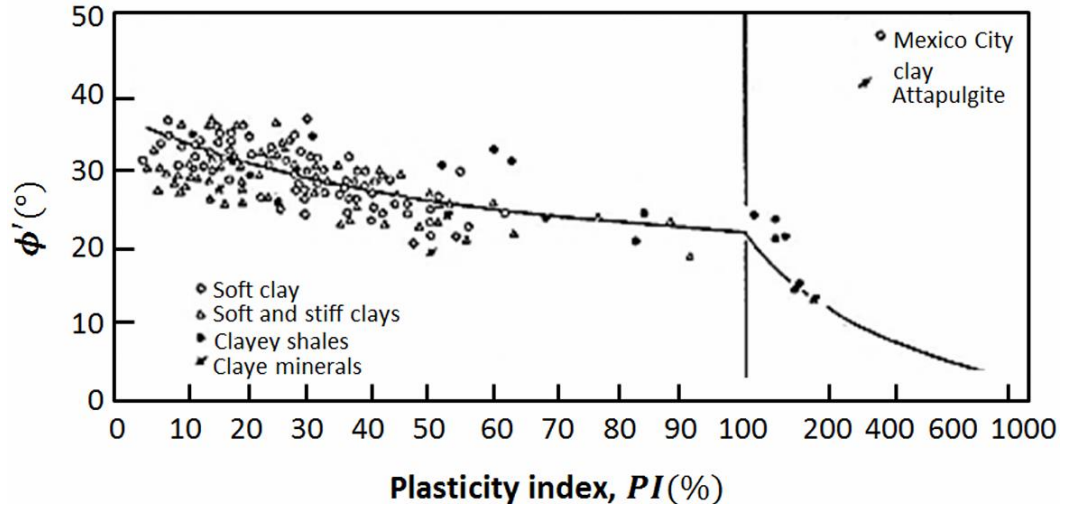
Alt tabakadaki orta plastisiteli kil tabakası için drenajsız kayma mukavemeti (C_u):

$$C_u = 4,50 \times 50,00 = 225,0 \text{ kPa} \quad (5.12)$$

Kil tabakalarına ait drenajsız kayma mukavemeti (C_u) değerleri, Denklem 5.10, 5.11 ve 5.12 ‘de hesaplanmıştır. Laboratuvarda yapılan üç eksenli basınç deneyi sonuçlarına göre min. C_u değeri 86,00 kpa olduğundan, güvenli tarafta alınarak drenajsız kayma mukavemeti C_u değeri, yüksek plastisiteli kil tabakası için 69,75 kpa, orta plastisiteli kil tabakaları için ise 86,00 kpa olarak seçilmiştir.

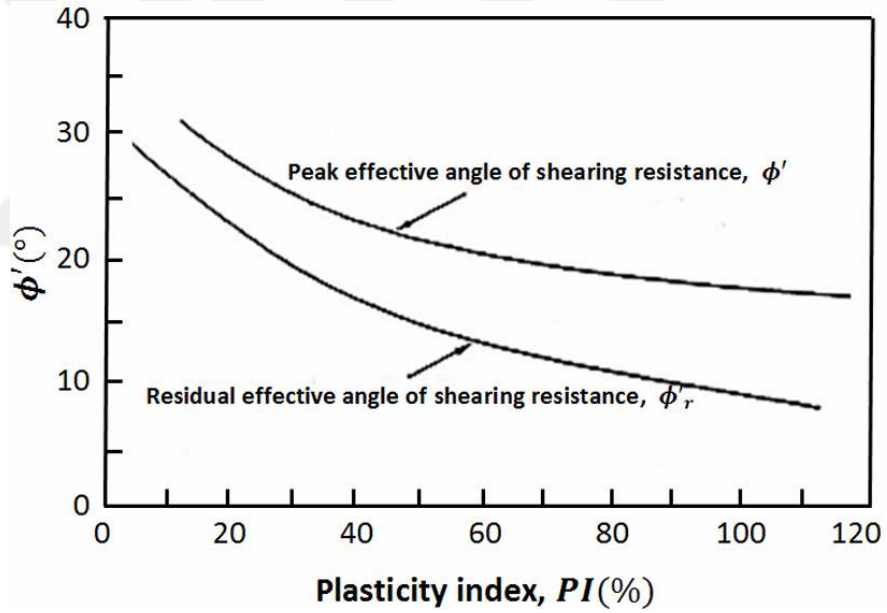
Efektif Kayma Direnci Açısı (Φ')

Terzaghi, Peck and Mesri, (1996) tarafından plastisite indeksi – efektif içsel sürtünme açısı ($PI - \Phi'$) arasındaki ilişki Şekil 5.5’de verilmiştir.



Şekil 5.5 PI - Φ' Arasındaki İlişki – Terzaghi Peck And Mesri (1996)

Gibson (1953) tarafından plastisite indeksi – efektif içsel sürtünme açısı (PI - Φ') arasındaki ilişki Şekil 5.6’da verilmiştir.

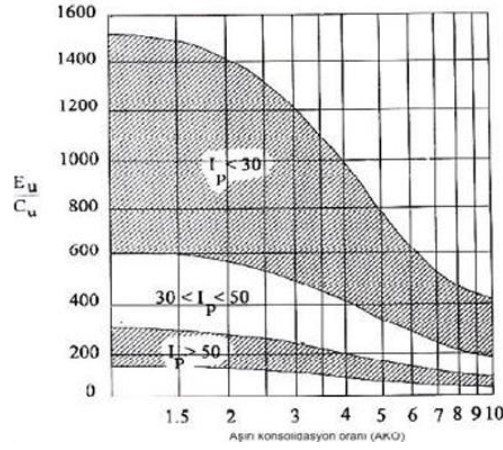


Şekil 5.6 PI - Φ' Arasındaki İlişki – Gibson (1953)

Terzaghi, Peck and Mesri, (1996) ve Gibson (1953) tarafından önerilen Şekil 5.5 ve Şekil 5.6’daki verilere bağlı olarak efektif içsel sürtünme açısı (Φ') değeri yüksek plastisiteli kil tabakası için 27 derece, orta plastisiteli kil tabakaları için ise 29 derece olarak seçilmiştir.

Elastisite Modülü (E)

Duncan ve Buchignani (1976) tarafından drenajsız elastisite modülü – drenajsız kayma mukavemeti arasındaki ilişki Şekil 5.7’de verilmiştir.



Şekil 5.7 $E_u - C_u$ Arasındaki İlişki – Duncan ve Buchignani (1976)

Tablo 5.9 $E_u - C_u$ Arasındaki İlişki – Duncan ve Buchignani (1976)

OCR < 2	$\frac{E_u}{C_u} \approx \frac{15000}{I_p \%}$	Duncan
$I_p = 30 \%$	$E_u / C_u = 500$	$E_u / C_u = 600$
$I_p = 50 \%$	$E_u / C_u = 300$	$E_u / C_u = 300$

Yüksek plastisiteli kil tabakası için drenajsız elastisite modülü (E_u),

$$E_u = 625 \times 69,75 = 43\,593,75 \text{ kPa} \quad (5.13)$$

Orta plastisiteli kil tabakaları için drenajsız elastisite modülü (E_u),

$$E_u = 625 \times 86,00 = 53\,750 \text{ kPa} \quad (5.14)$$

Duncan ve Buchignani (1976) tarafından önerilen Tablo 5.9'daki verilere bağlı olarak kil tabakalarına ait drenajsız elastisite modülü (E_u) değerleri, Denklem 5.13 ve 5.14'de hesaplanmıştır.

Poulos ve Small (2000) tarafından drenajlı Elastisite Modülü ve drenajsız Elastisite Modülü arasındaki ilişki Tablo 5.10'da verilmiştir.

Tablo 5.10 $E_s' - E_u$ Arasındaki β' Faktörü - Poulos ve Small (2000)

Zemin Türü	β' faktörü
Çakıl	0,9
Kum	0,8
Silt,siltli kil	0,7
Sert kil	0,6
Yumuşak kil	0,4

Yüksek plastisiteli kil tabakası için drenajlı elastisite modülü (E),

$$E = 43\,593,75 \times 0,4 = 17\,437,50 \text{ kPa} \quad (5.15)$$

Orta plastisiteli kil tabakası için drenajlı elastisite modülü (E),

$$E = 53\,750,00 \times 0,6 = 32\,250,00 \text{ kPa} \quad (5.16)$$

Poulos ve Small (2000) tarafından önerilen Tablo 5.10'daki verilere bağlı olarak kil tabakalarına ait drenajlı elastisite modülü (E) değerleri, Denklem 5.15 ve 5.16'da hesaplanmıştır. Çalışma kapsamında güvenli tarafta alınarak yüksek plastisiteli kil tabakası için drenajlı Elastisite Modulu (E_s') = 10000 kPa , üst tabakadaki orta plastisiteli kil tabakası için drenajlı Elastisite Modulu (E_s') = 25000 kPa, alt tabakadaki orta plastisiteli kil tabakası için drenajlı Elastisite Modulu (E_s') = 32250 kPa olarak seçilmiştir.

Efektif Kohezyon Değeri (c')

Efektif kohezyon değeri, Lunne ve ark. (1997), tarafından önerilen Denklem 5.17 kullanılarak hesaplanmıştır.

$$c' = \alpha \times \tan \phi' \quad (5.17)$$

Tablo 5.11 Değişik Zemin Türlerinde α Faktörü Olası Değerleri - Lunne ve ark. (1997)

Zemin Cinsi	α faktörü	$\tan \phi'$
Yumuşak Kil	5-10	0,35-0,45
Orta katı kil	10-20	0,40-0,55
Katı kil	20-50	0,50-0,60
Yumuşak silt	0-5	0,50-0,60
Orta katı silt	5-15	0,55-0,65
Katı silt	15-30	0,60-0,70

Yüksek plastisiteli kil tabakası için drenajlı kayma mukavemeti (c'),

$$c' = 14 \times \tan(27^\circ) = 7,13 \approx 7,00 \text{ kPa} \quad (5.18)$$

Orta plastisiteli kil tabakaları için drenajlı kayma mukavemeti (c'),

$$c' = 22 \times \tan(29^\circ) = 12,1 \approx 12,0 \text{ kPa} \quad (5.19)$$

Lunne ve ark. (1997) tarafından önerilen Tablo 5.11'deki verilere bağlı olarak kil tabakalarına ait drenajlı kayma mukavemeti (c') değerleri, Denklem 5.18 ve 5.19'da hesaplanmıştır.

Poisson Oranı (ν)

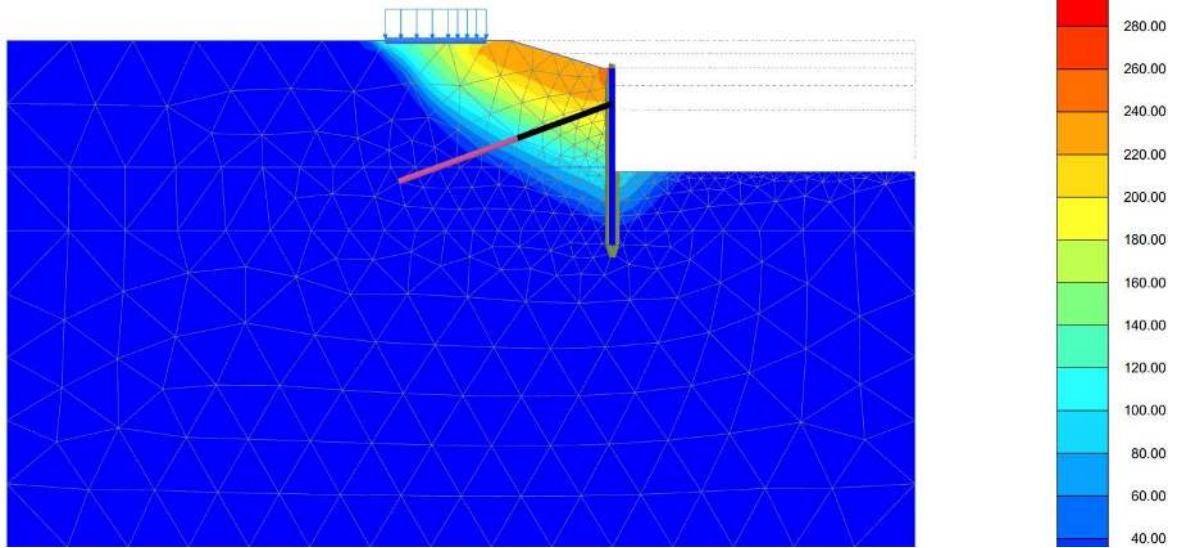
Bowles (1996), tarafından çeşitli zeminlerin poisson oranları Bölüm 4’de Tablo 4.19’da verilmiştir. Bowles (1996) tarafından önerilen Tablo 4.19’daki verilere de bağlı olarak kalınarak, jeofizik çalışmalarda ki poisson oranları baz alınmıştır. Bu çalışma kapsamında, Poisson oranı yüksek plastisiteli kil tabakası için 0,38, orta plastisiteli kil tabakası için ise 0,41 olarak seçilmiştir. Analizde kullanılacak zemin parametreleri Tablo 5.12’de verilmiştir.

Tablo 5.12 Zemin Tabakalarına ait Tasarım Parametreleri

Zemin	Model	Doğal Birim Hacim Ağırlık	Doygun Birim Hacim Ağırlık	Referans Young Modülü	Tanjant Rijitliği	Elastik Yükleme Boşaltma	Kohezyon	Kayma Mukavemeti Açısı	Poisson Oranı	Dilatasyon Açısı	Düşey Permabilite	Yatay Permabilite
	Sembol	γ	γ_d	E_{50}^{ref}	E_{Oed}^{ref}	E_{ur}^{ref}	C	ϕ	ν	ψ	k_y	k_x
	Birim	kN/m ³	kN/m ³	kN/m ²	kN/m ²	kN/m ²	kN/m ²	-	-	-	m/gün	m/gün
CIH	HS	19,00	20,00	10000	10000	30000	7,00	27,00	0,38	-	0,00075	0,00075
CIM	HS	19,00	20,00	25000	25000	75000	12,00	29,00	0,41	-	0,000015	0,000015
CIM-2	HS	19,00	20,00	32250	32250	96750	15,00	29,00	0,40	-	0,000015	0,000015

5.8. ULS Analizi

Plaxis programı kullanılarak yapılan ULS analizi sonucuna göre $GS \geq 1,00$ şartının sağlandığı kontrol edilmiştir. Yapılan analizler sonucunda depremsiz durumdaki kalıcı destek yapısı için $GS = 1,79$ olarak bulunmuştur. Yapılan ULS analizi sonucu şekil 5.8’de gösterilmiştir.



Şekil 5.8 Analiz Edilen Kazı Destek Yapısı Kesiti Göçme Dairesi

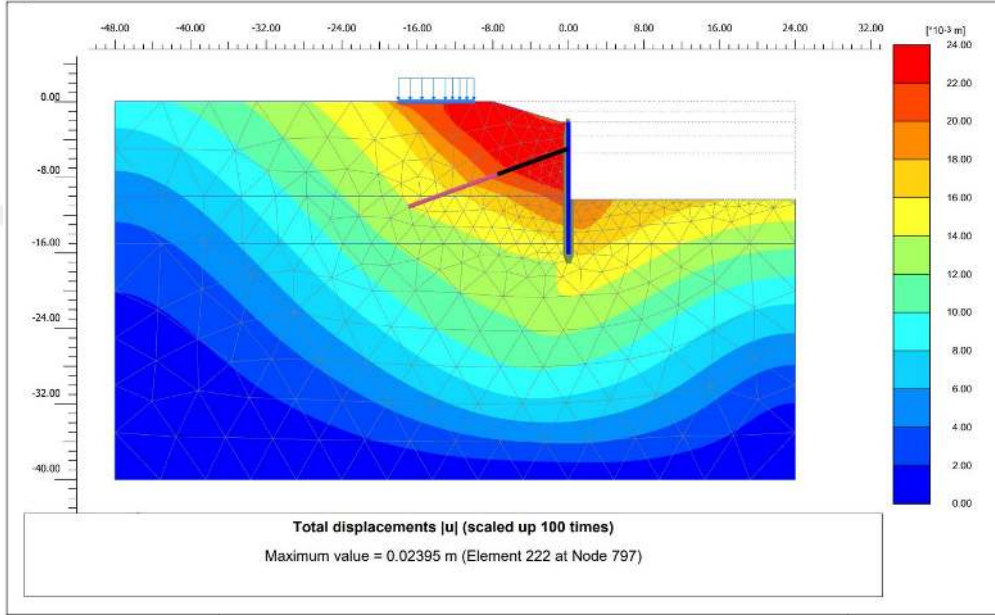
5.9.SLS Analizi

5.9.1. Statik Durum

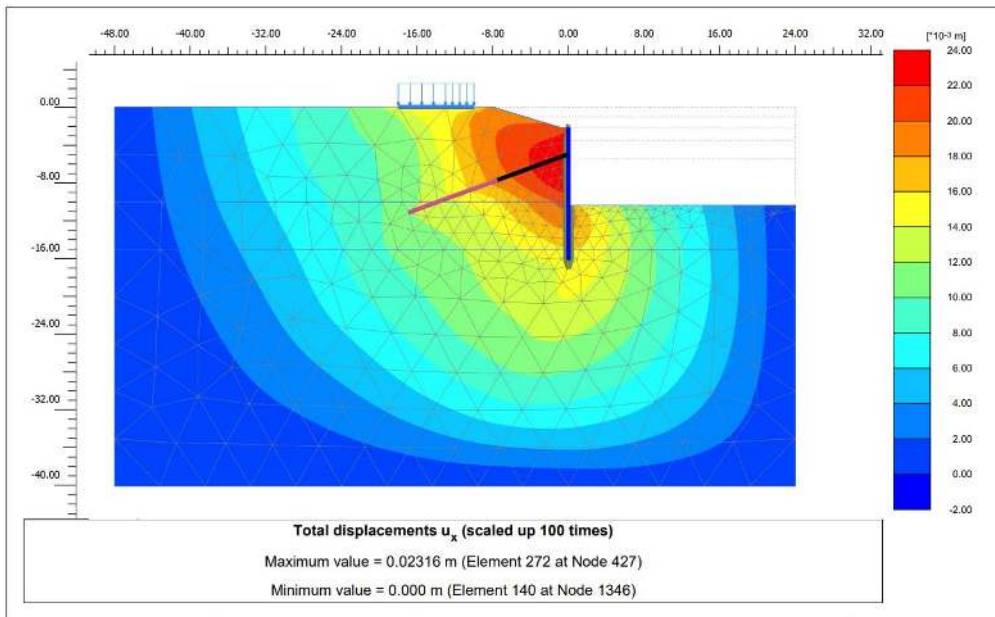
Statik durumdaki kazıklara, ankraj halatlarına ve ankraj köklerine ait yer değiştirme ve gerilme-deformasyon analiz sonuçları aşağıda verilmiştir.

Tablo 5.13 Statik Durumda Kazıklarda Oluşan Yer Değiştirme ve Kesit Tesirleri

PLATE	U (m)	U _x (m)	N (kN/m)	T (kN/m)	M (kN m/m)
80 CM FORE KAZIK	0,023	0,023	235,8	115,6	220,7



Şekil 5.9 Hesaplanan Toplam Yer Değiştirme – (U)



Şekil 5.10 Hesaplanan Yatay Yer Değiştirme – (U_x)

Statik durumdaki kazıklara, ankraj halatlarına ve ankraj köklerine ait yer değiştirme ve gerilme-deformasyon analiz sonuçları aşağıda verilmiştir.

Tablo 5.14 Statik Durumda Ankraj Halatlarındaki Yer Değiştirme ve Normal Kuvvet

Ankraj Halatı	N (kN)
1.Sıra Ankraj Halatı	259,32

Tablo 5.15 Statik Durumda Ankraj Köklerindeki Yer Değiştirme ve Normal Kuvvet

Ankraj Kök Bölgesi	U (mm)	N (kN/m)
1.Sıra Ankraj Kökü	0,04	129,7

5.9.2. Statik Eşdeğer Hesap (DD-2) Düzeyi

Statik eşdeğer hesap (DD-2) düzeyinde $r=1,00$ alınarak hesaplanan yatay ivme eşdeğer katsayısı $k_h=0,42$ için yapılan analiz sonucunda sistemin güvenlik katsayısı 1'den küçük çıkmış ve sistem göçmüştür.

Statik eşdeğer hesap (DD-2) düzeyinde $r=1,50$ alınarak hesaplanan yatay ivme eşdeğer katsayısı $k_h=0,28$ için yapılan analiz sonucunda sistemin güvenlik katsayısı 1'den küçük çıkmış ve sistem göçmüştür.

Statik eşdeğer hesap (DD-2) düzeyinde $r=2,00$ için hesaplanan yatay ivme eşdeğer katsayısı $k_h=0,21$ olarak hesaplanmıştır. Ancak bu çalışma kapsamında yatay ivme eşdeğer katsayısı parametresi, bütün projelerde sabit tutularak sonuçların kıyaslanması hedeflendiğinden Meydan projesindeki $k_h=0,20$ değeri hesaplarda kullanılmıştır.

KDYY- 2.14 Bölümünde yer alan Tablo 4.22'ye göre en fazla 120Sds (mm) yer değiştirmeye izin verilen ağırlık tipi duvarlar için $r=2,00$ değeri verilmiştir. Sistemdeki dayanma yapısının $r=2,00$ için en fazla $120 \times 1,062 = 127,44$ mm olması gerekmektedir.

Statik eşdeğer hesap (DD-2) düzeyinde $r=2,00$ alınarak yatay ivme eşdeğer katsayısı $k_h=0,20$ için kazıklara, ankraj halatlarına ve ankraj köklerine ait yer değiştirme ve gerilme deformasyon analiz sonuçları aşağıda verilmiştir.

Tablo 5.16 Statik Eşdeğer Hesap DD-2 Düzeyinde $K_h=0,20$ için Gerçekleştirilen Analiz Sonucunda Kazıklarda Oluşan Yer Değiştirme ve Kesit Tesirleri ($r=2,00$)

PLATE	U (m)	U _x (m)	N (kN/m)	T (kN/m)	M (kN m/m)
80 CM FORE KAZIK	0,34	0,34	344,0	273,6	499,4

Tablo 5.17 Statik Eşdeğer Hesap DD-2 Düzeyinde $K_h=0,20$ için Gerçekleştirilen Analiz Sonucunda Ankraj Halatlarında Oluşan Yer Değiştirme ve Normal Kuvvetler ($r=2,00$)

Ankraj Halatı	N (kN)
1.Sıra Ankraj Halatı	250,24

Tablo 5.18 Statik Eşdeğer Hesap DD-2 Düzeyinde $K_h=0,20$ için Gerçekleştirilen Analiz Sonucunda Ankraj Köklerinde Oluşan Yer Değiştirme ve Normal Kuvvetler ($r=2,00$)

Ankraj Kök Bölgesi	U (mm)	N (kN/m)
1.Sıra Ankraj Kökü	0,27	125,1

5.9.3. Statik Eşdeğer Hesap (DD-2a) Düzeyi

Statik eşdeğer hesap (DD-2a) düzeyinde sırasıyla $r=1.00$, $r=1.50$ ve $r=2.00$ için hesaplanan yatay ivme eşdeğer katsayısı $k_h=0,27$, $k_h=0,18$ ve $k_h=0,14$ olarak hesaplanmıştır. Ancak bu çalışma kapsamında DD-2a düzeyinde, yatay ivme eşdeğer katsayısı parametresi, bütün projelerde sabit tutularak sonuçların kıyaslanması hedeflendiğinden Meydan projesindeki $k_h=0,17$ değeri hesaplarda kullanılmıştır.

Kazıklara, ankraj halatlarına ve ankraj köklerine ait yer değiştirme ve gerilme deformasyon analiz sonuçları aşağıda verilmiştir.

Tablo 5.19 Statik Eşdeğer Hesap DD-2a Düzeyinde $K_h=0,17$ için Gerçekleştirilen Analiz Sonucunda Kazıklarda Oluşan Yer Değiştirme ve Kesit Tesirleri

PLATE	U (m)	U _x (m)	N (kN/m)	T (kN/m)	M (kN m/m)
80 CM FORE KAZIK	0,17	0,17	359,6	251,6	239,3

Tablo 5.20 Statik Eşdeğer Hesap DD-2a Düzeyinde $K_h=0,17$ için Gerçekleştirilen Analiz Sonucunda Ankraj Halatlarında Oluşan Yer Değiştirme ve Normal Kuvvetler

Ankraj Halatı	N (kN)
1.Sıra Ankraj Halatı	254,21

Tablo 5.21 Statik Eşdeğer Hesap DD-2a Düzeyinde $K_h=0,17$ için Gerçekleştirilen Analiz Sonucunda Ankraj Köklerinde Oluşan Yer Değiştirme ve Normal Kuvvetler

Ankraj Kök Bölgesi	U (mm)	N (kN/m)
1.Sıra Ankraj Kökü	0,14	127,1

5.9.4.Zaman Tanım Aralığında Hesap

Seçilen ve ölçeklendirilen 11 adet deprem kaydı ile gerçekleştirilen zaman tanım aralığında hesap yöntemi ile kazıklara, ankraj halatlarına ve ankraj köklerine ait yer değiştirme ve gerilme deformasyon analiz sonuçları aşağıda verilmiştir.

Tablo 5.22 11 Adet Deprem Kaydı ile Gerçekleştirilen Zaman Tanım Aralığında Analiz Sonucuna göre Kazıklarda Oluşan Yer Değiştirme ve Kesit Tesirleri

Deprem No	U (m)	U _x (m)	N (kN/m)	T (kN/m)	M (kN m/m)
1- (RSN20)	0,55	0,54	257	193,8	272,7
2- (RSN33)	0,16	0,15	292,8	150,5	213,6
3- (RSN96)	0,09	0,09	281	171,1	228,8
4- (RSN148)	0,31	0,30	271,5	175,9	279,8
5- (RSN149)	0,35	0,34	257,5	198,9	345,2
6- (RSN158)	0,14	0,13	288,2	159,9	255,7
7- (RSN159)	0,34	0,33	262,8	201,8	337,8
8- (RSN160)	0,43	0,42	272,5	191,4	358,2
9- (RSN162)	0,19	0,19	288	172,3	282,7
10- (RSN173)	0,12	0,11	276,2	152,6	284,6
11- (RSN185)	0,30	0,29	274,3	166,3	267,8

Tablo 5.23 11 Adet Deprem Kaydı ile Gerçekleştirilen Zaman Tanım Aralığında Analiz Sonucunda Ankraj Halatlarında Oluşan Normal Kuvvetler

Deprem No	1.Sıra Ankraj Halatı
	N (kN)
1- (RSN20)	179,97
2- (RSN33)	214,56
3- (RSN96)	216,82
4- (RSN148)	191,74
5- (RSN149)	184,56
6- (RSN158)	203,33
7- (RSN159)	182,62
8- (RSN160)	189,14
9- (RSN162)	204,54
10- (RSN173)	199,12
11- (RSN185)	194,88

Tablo 5.24 11 Adet Deprem Kaydı ile Gerçekleştirilen Zaman Tanım Aralığında Analiz Sonucunda Ankraj Köklerinde Oluşan Yer Değiştirme ve Normal Kuvvetler

Deprem No	1.Sıra Ankraj Kökü	
	U (m)	N (kN/m)
1- (RSN20)	0,47	89,97
2- (RSN33)	0,13	107,3
3- (RSN96)	0,08	108,4
4- (RSN148)	0,26	95,88
5- (RSN149)	0,29	92,29
6- (RSN158)	0,12	101,7
7- (RSN159)	0,29	91,31
8- (RSN160)	0,35	94,56
9- (RSN162)	0,17	102,2
10- (RSN173)	0,15	99,57
11- (RSN185)	0,25	97,44

6. SPOR SALONU DERİN TEMEL KAZISI

Spor Salonu projesinde kazı derinliği 5,75 metre ile 14,35 metre arasında değişen iksa projesi hazırlanıp yerinde uygulanmıştır.

6.1. Saha Araştırmaları

Söz konusu çalışma alanının zemin özelliklerini belirlemek için, derinliği 40,00 metre 3 adet sondaj verilerine ulaşılmıştır. Yapılmış olan sondaj logları Ek-7’de verilmiştir. Yapılmış sondaj çalışmalarına göre, yeraltı suyu ve derinlik düzeltme katsayıları kullanılarak düzeltilmiş Spt-N_{1,60} değerleri aşağıda verilmiştir.

Tablo 6.1 - 21 Nolu Sondaj Loguna ait Spt Düzeltme Tablosu

YASS (m)	DERİNLİK(m)	γ (kN/m ³)	SPT- N (Arazi)	C _R	C _S	C _B	C _E	σ' (Kn/m ²)	C _N	N ₆₀	N _{1,60}
12	1,5	19	19	0,75	1,00	1,00	1,00	28,5	1,70	14,25	24,23
	3,0	19	10	0,75	1,00	1,00	1,00	57	1,30	7,50	9,72
	4,5	19	12	0,85	1,00	1,00	1,00	85,5	1,06	10,20	10,79
	6,0	19	32	0,85	1,00	1,00	1,00	114	0,92	27,20	24,91
	7,5	19	10	0,95	1,00	1,00	1,00	142,5	0,82	9,50	7,78
	9,0	19	18	0,95	1,00	1,00	1,00	171	0,75	17,10	12,79
	10,5	19	12	1,00	1,00	1,00	1,00	199,5	0,69	12,00	8,31
	12,0	19	9	1,00	1,00	1,00	1,00	228	0,65	9,00	5,83
	13,5	19	22	1,00	1,00	1,00	1,00	241,5	0,63	22,00	13,85
	15,0	19	17	1,00	1,00	1,00	1,00	255	0,61	17,00	10,41
	16,5	19	11	1,00	1,00	1,00	1,00	268,5	0,60	11,00	6,57
	18,0	19	12	1,00	1,00	1,00	1,00	282	0,58	12,00	6,99
	19,5	19	11	1,00	1,00	1,00	1,00	295,5	0,57	11,00	6,26
	21,0	19	18	1,00	1,00	1,00	1,00	309	0,56	18,00	10,01
	22,5	19	23	1,00	1,00	1,00	1,00	322,5	0,54	23,00	12,53
	24,0	19	20	1,00	1,00	1,00	1,00	336	0,53	20,00	10,67
	25,5	19	17	1,00	1,00	1,00	1,00	349,5	0,52	17,00	8,89
	27,0	19	18	1,00	1,00	1,00	1,00	363	0,51	18,00	9,24
	28,5	19	18	1,00	1,00	1,00	1,00	376,5	0,50	18,00	9,07
	30,0	19	13	1,00	1,00	1,00	1,00	390	0,50	13,00	6,44
	31,5	19	17	1,00	1,00	1,00	1,00	403,5	0,49	17,00	8,28
	33,0	19	23	1,00	1,00	1,00	1,00	417	0,48	23,00	11,02
	34,5	19	24	1,00	1,00	1,00	1,00	430,5	0,47	24,00	11,31
	36,0	19	41	1,00	1,00	1,00	1,00	444	0,46	41,00	19,03
	37,5	19	19	1,00	1,00	1,00	1,00	457,5	0,46	19,00	8,69
	39,0	19	22	1,00	1,00	1,00	1,00	471	0,45	22,00	9,91
	40,5	19	16	1,00	1,00	1,00	1,00	484,5	0,44	16,00	7,11
En Düşük Değeri			9	En Düşük Değeri						7,50	5,83
En Yüksek Değeri			41	En Yüksek Değeri						41,00	24,91
Ortalama Değeri			18	Ortalama Değeri						17,36	10,76

Tablo 6.2 - 22 Nolu Sondaj Loguna ait Spt Düzeltme Tablosu

YASS (m)	DERİN-LİK(m)	γ (kN/m3)	SPT- N (Arazi)	C_R	C_S	C_B	C_E	σ' (Kn/m2)	C_N	N_{60}	$N_{1,60}$
12	1,5	19	32	0,75	1,00	1,00	1,00	28,5	1,70	24,00	40,80
	3,0	19	13	0,75	1,00	1,00	1,00	57	1,30	9,75	12,63
	4,5	19	11	0,85	1,00	1,00	1,00	85,5	1,06	9,35	9,89
	6,0	19	23	0,85	1,00	1,00	1,00	114	0,92	19,55	17,91
	7,5	19	8	0,95	1,00	1,00	1,00	142,5	0,82	7,60	6,23
	9,0	19	23	0,95	1,00	1,00	1,00	171	0,75	21,85	16,34
	10,5	19	13	1,00	1,00	1,00	1,00	199,5	0,69	13,00	9,00
	12,0	19	8	1,00	1,00	1,00	1,00	228	0,65	8,00	5,18
	13,5	19	24	1,00	1,00	1,00	1,00	241,5	0,63	24,00	15,10
	15,0	19	9	1,00	1,00	1,00	1,00	255	0,61	9,00	5,51
	16,5	19	9	1,00	1,00	1,00	1,00	268,5	0,60	9,00	5,37
	18,0	19	6	1,00	1,00	1,00	1,00	282	0,58	6,00	3,49
	19,5	19	13	1,00	1,00	1,00	1,00	295,5	0,57	13,00	7,40
	21,0	19	14	1,00	1,00	1,00	1,00	309	0,56	14,00	7,79
	22,5	19	9	1,00	1,00	1,00	1,00	322,5	0,54	9,00	4,90
	24,0	19	10	1,00	1,00	1,00	1,00	336	0,53	10,00	5,34
	25,5	19	9	1,00	1,00	1,00	1,00	349,5	0,52	9,00	4,71
	27,0	19	12	1,00	1,00	1,00	1,00	363	0,51	12,00	6,16
	28,5	19	11	1,00	1,00	1,00	1,00	376,5	0,50	11,00	5,54
	30,0	19	13	1,00	1,00	1,00	1,00	390	0,50	13,00	6,44
	31,5	19	11	1,00	1,00	1,00	1,00	403,5	0,49	11,00	5,36
	33,0	19	15	1,00	1,00	1,00	1,00	417	0,48	15,00	7,18
En Düşük Değeri			6	En Düşük Değeri						6,00	3,49
En Yüksek Değeri			32	En Yüksek Değeri						24,00	40,80
Ortalama Değeri			13	Ortalama Değeri						12,64	9,47

Tablo 6.3 - 24 Nolu Sondaj Loguna ait Spt Düzeltme Tablosu

YASS (m)	DERİN-LİK(m)	γ (kN/m3)	SPT- N (Arazi)	C_R	C_S	C_B	C_E	σ' (Kn/m2)	C_N	N_{60}	$N_{1,60}$
12	3	19	5	0,75	1,00	1,00	1,00	57	1,30	3,75	4,86
	4,5	19	7	0,75	1,00	1,00	1,00	85,5	1,06	5,25	5,55
	6,0	19	9	0,85	1,00	1,00	1,00	114	0,92	7,65	7,01
	7,5	19	11	0,85	1,00	1,00	1,00	142,5	0,82	9,35	7,66
	9,0	19	9	0,95	1,00	1,00	1,00	171	0,75	8,55	6,39
	10,5	19	10	0,95	1,00	1,00	1,00	199,5	0,69	9,50	6,58
	12,0	19	9	1,00	1,00	1,00	1,00	228	0,65	9,00	5,83
	13,5	19	13	1,00	1,00	1,00	1,00	241,5	0,63	13,00	8,18
	15,0	19	8	1,00	1,00	1,00	1,00	255	0,61	8,00	4,90
	16,5	19	8	1,00	1,00	1,00	1,00	268,5	0,60	8,00	4,77
	18,0	19	8	1,00	1,00	1,00	1,00	282	0,58	8,00	4,66
	19,5	19	11	1,00	1,00	1,00	1,00	295,5	0,57	11,00	6,26
	21,0	19	13	1,00	1,00	1,00	1,00	309	0,56	13,00	7,23
	22,5	19	9	1,00	1,00	1,00	1,00	322,5	0,54	9,00	4,90
	24,0	19	9	1,00	1,00	1,00	1,00	336	0,53	9,00	4,80
	25,5	19	11	1,00	1,00	1,00	1,00	349,5	0,52	11,00	5,75
	27,0	19	14	1,00	1,00	1,00	1,00	363	0,51	14,00	7,19

Tablo 6.3 Devamı

28,5	19	50	1,00	1,00	1,00	1,00	376,5	0,50	50,00	25,20
30,0	19	16	1,00	1,00	1,00	1,00	390	0,50	16,00	7,92
31,5	19	10	1,00	1,00	1,00	1,00	403,5	0,49	10,00	4,87
33,0	19	10	1,00	1,00	1,00	1,00	417	0,48	10,00	4,79
34,5	19	19	1,00	1,00	1,00	1,00	430,5	0,47	19,00	8,96
36,0	19	22	1,00	1,00	1,00	1,00	444	0,46	22,00	10,21
37,5	19	19	1,00	1,00	1,00	1,00	457,5	0,46	19,00	8,69
39,0	19	22	1,00	1,00	1,00	1,00	471	0,45	22,00	9,91
40,5	19	16	1,00	1,00	1,00	1,00	484,5	0,44	16,00	7,11
En Düşük Değeri		5	En Düşük Değeri						3,75	4,66
En Yüksek Değeri		50	En Yüksek Değeri						50,00	25,20
Ortalama Değeri		13	Ortalama Değeri						13,12	7,32

6.2. Laboratuvar Sonuçları

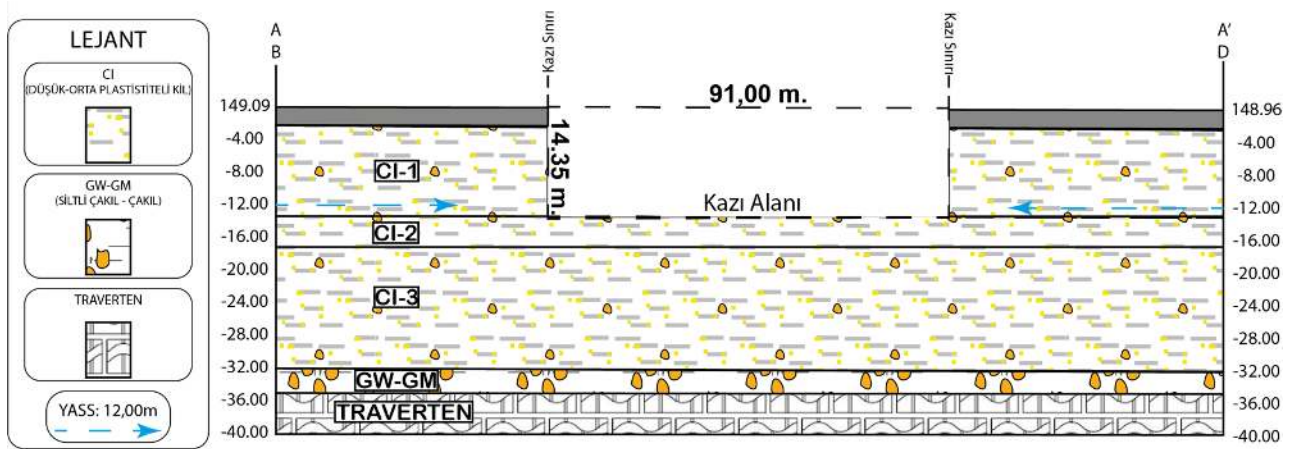
Söz konusu çalışma alanında yapılmış sondaj kuyularından alınan numuneler üzerinde zemin tabakalarının mühendislik özelliklerinin belirlenmesi amacıyla elek analizi, kıvam limitleri deneyleri yapılmıştır. Laboratuvar deney sonuçları Tablo 6.4’de verilmiştir.

Tablo 6.4 Laboratuvar Sonuçları

Sıra No.	NUMUNENİN/OF SAMPLE			Dane Dağılımı Gradation (%)		Atterberg Limitleri % Atterberg Limits %			SINIF Category	SuMuh. Water Contents
	Son. No Drilling Number	Num. No sample Number	Derinlik (m.) Depth	+10 kalan Retained	-200 Geçen Passing	W _L LL	W _P PL	I _p PI		W(n) (%)
1	SK-21	SPT-3	4,50-4,95	98	84	42	20	22	CI	24,30
2	SK-21	UD-1	8,50-9,00	100	86	60	25	35	CH	22,80
3	SK-21	SPT-9	13,50-13,95	99	84	40	21	19	CI	19,70
4	SK-21	UD-2	18,00-18,50	86	59	60	25	35	CH	23,60
5	SK-21	SPT-18	27,00-27,45	94	78	59	25	34	CH	20,10
6	SK-21	SPT-24	36,00-36,45	98	83	42	20	22	CI	22,20
7	SK-21	SPT-28	42,00-42,45	87	40	NP	NP	-	SM	24,80
8	SK-22	SPT-3	4,50-4,95	62	9	NP	NP	-	SW-SM	19,00
9	SK-22	UD-1	9,00-9,50	69	50	51	23	28	CH	29,70
10	SK-22	SPT-11	16,50-16,95	88	79	51	22	29	CH	29,70
11	SK-22	UD-16	24,00-24,45	84	69	49	21	28	CI	27,00
12	SK-22	SPT-21	31,50-31,95	88	68	39	22	17	CI	33,50
13	SK-24	SPT-7	10,50-10,95	97	83	45	22	23	CI	18,80
14	SK-24	UD-1	18,00-18,50	97	84	48	23	25	CI	32,00
15	SK-24	SPT-16	24,00-24,45	98	82	NP	NP	-	ML	22,80
16	SK-24	SPT-21	31,50-31,95	97	85	46	20	26	CI	21,80
17	SK-24	SPT-23	34,50-34,95	31	12	NP	NP	-	GW-GM	10,40

6.3.Tasarım Aşaması

Spor Salonu projesinde 14,35 m derinliğinde kazı yapılacaktır. Parselde yer altı suyu 12,00 metrededir. Çalışma alanında yaklaşık 2,00 metreden 32,00 metreye kadar kil birimlerden, kil birimlerden sonra 3,00 metrelik iyi derecelendirilmiş siltli çakıl tabakası ve çakıl tabakasından sonra ise çok zayıf, zayıf dayanımlı ayrılmış, çok ayrılmış parçalı kırıklı gözenekli kayaç yapısında olan traverten birimlerinden oluşmaktadır. Zeminin hakim biriminin kil olduğu ve bu kil tabakasında genel olarak yumuşak, orta katı, katı kıvamlı olmasından dolayı çalışmamızda yer alan 1.grup zemin kategorisine girmektedir. Söz konusu çalışma alanının oluşturulmuş idealize zemin profili ve kazı geometrisi Şekil 6.1’de sunulmuştur.



Şekil 6.1 Kazı Geometrisi ve Kazı Kesiti

Söz konusu çalışma alanı yerel zemin sınıfı ZE seçilmiştir. Bu doğrultuda TDTH İnteraktif uygulamasında bu çalışma için elde edilen değerler Tablo 6.5’de verilmiştir.

Tablo 6.5 TDTH İnteraktif Web Uygulaması Girdi ve Sonuç Sayfası

Rapor Başlığı	Spor Salonu					
Deprem Yer Hareketi Düzeyi	DD-2	50 yılda aşılma olasılığı %10 (tekrarlanma periyodu 475 yıl) olan deprem yer yüzeyi hareketi				
Yerel Zemin Sınıfı	ZE	Gevşek kum, çakıl veya yumuşak – katı kil tabakaları veya $PI > 20$ ve $w > \% 40$ koşullarını sağlayan toplamda 3 metreden daha kalın yumuşak kil tabakası ($C_u < 25$ kPa) içeren profiller				
$S_s = 0,874$	$S_1 = 0,232$	$S_{DS} = 1,049$	$S_{D1} = 0,728$	$PGA = 0,365$	$PGV = 22,250$	

Kaynak. (AFAD,TDTHİWU, 2018)

S_{DS} değeri Tablo 6.5’de yer alan TDTH İnteraktif Web Uygulaması Girdi Ve Sonuç Sayfasında görüldüğü gibi 1,049’dür. “r” değeri ise sistemimizde çok sıra ankraj bulunduğundan dolayı kazı destek yapısındaki deplasmanlar sınırlı olacağından $r = 1,00$ olarak alınmıştır. Statik eşdeğer hesap (DD-2) düzeyi için hesaplarda gerekli yatay ivme eşdeğer katsayısı 0,42 olarak hesaplanmıştır.

$$k_h: \frac{0,4 \times 1,049}{1,00} = 0,42 \quad (6.1)$$

Yerel zemin sınıfı ZE için farklı deprem yer hareketi düzeylerine ait S_{ds} değerleri aşağıda verilmiştir.

DD-2 düzeyi için $S_{ds475} = 1,049$

DD-3 düzeyi için $S_{ds72} = 0,713$

Buna göre DD-2a₍₁₄₄₎ deprem düzeyi için S_{ds144} değeri 0,82 olarak hesaplanmıştır. DD-2a yer hareketi düzeyine göre statik eşdeğer hesap yöntemi için yatay ivme eşdeğer katsayısı 0,33 olarak bulunmuştur.

6.4. Serbest Bölge Kapasitesi

Projede 29.00 m, 30.00 m, 30.00 m, 26.00 m, 27.00 m, 30.00 m ve 21.00 m uzunluğundaki ankrajın, kök bölgesi 10,00 m, geri kalan kısmı ise serbest bölge olarak tasarlanmıştır. Ankrajlarda 3 adet 0,6 inç çapında halat kullanılmıştır. Projede kullanılan ankraj halatı teknik özelliklerine göre eksenel rijitlik aşağıda hesaplanmıştır.

$$E = 2 \times 10^8 \text{ kPa} \quad (6.2)$$

$$A = \frac{\pi \times 0,0134^2}{4} = 1,41 \times 10^{-4} \text{ m}^2 \quad (6.3)$$

Proje de 3 adet halat kullanılan ankrajlar :

$$EA = 3 \times 2 \times 10^8 \times 1,41 \times 10^{-4} = 84600 \text{ kN} \quad (6.4)$$

6.5. Kök Bölge Kapasitesi

Projede yer alan ankraj delgi çapı $D = 15 \text{ cm}$ ve kök boyu $L_{tb} = 10,00 \text{ metre}$ olan bir ankrajın kök bölgesinde oluşması beklenen ankraj nihai çeper sürtünmesi KDYY- Tablo 3.2 kullanılarak kök boyunca ankraj kökü karakteristik taşıma kapasitesi aşağıda hesaplanmıştır.

Yumuşak kıvamlı Kil tabakası için nihai taşıma kapasitesi :

$$T_{skin} = \pi \times D \times \tau_f = \pi \times 0,15 \times 70 = 32,99 \text{ kN/m} \quad (6.5)$$

Katı kıvamlı Kil tabakası için nihai taşıma kapasitesi :

$$T_{skin} = \pi \times D \times \tau_f = \pi \times 0,15 \times 100 = 47,12 \text{ kN/m} \quad (6.6)$$

Sonlu elemanlar programında kök bölgesi Elastisite Modülü (E) aşağıda hesaplanmıştır.

$$E = 4730 \times FG^{0,5} \quad (6.7)$$

FG : Grout serbest basınç mukavemeti (1,50 – 2,50 Mpa)

FG projede 2,20 Mpa alınmıştır.

$$E = 4730 \times 2,50^{0,5} = 7015,72 \text{ MPa} \quad (6.8)$$

Bu Projede de C30 beton sınıfı ile kazık imalatı gerçekleştirilmiştir. Burada Meydan projesinden farklı olarak, fore kazıklar 80 cm çapında tasarlanmıştır. Sonlu elemanlar programında kullanılan eğilme rijitliği ve eksenel rijitlik değerleri aşağıda hesaplanmıştır.

$$E = 3,2 \times 10^7 \text{ kPa} \quad (6.9)$$

$$A = \frac{\pi \times D^2}{4} = \frac{\pi \times 0,80^2}{4} = 0,50 \text{ m}^2 \quad (6.10)$$

$$EA = 3,2 \times 10^7 \times 0,50 = 16000000 \text{ kN/m} \quad (6.11)$$

$$I = \frac{\pi \times D^4}{64} = \frac{\pi \times 0,80^4}{64} = 0,02 \text{ m}^4 \quad (6.12)$$

$$EI = 3,2 \times 10^7 \times 0,02 = 640000 \text{ kN}\cdot\text{m}^2/\text{m} \quad (6.13)$$

$$d_{gerçek} = \sqrt{12 \times \frac{EI}{EA}} = \sqrt{12 \times \frac{640000}{16000000}} = 0,69 \text{ m} \quad (6.14)$$

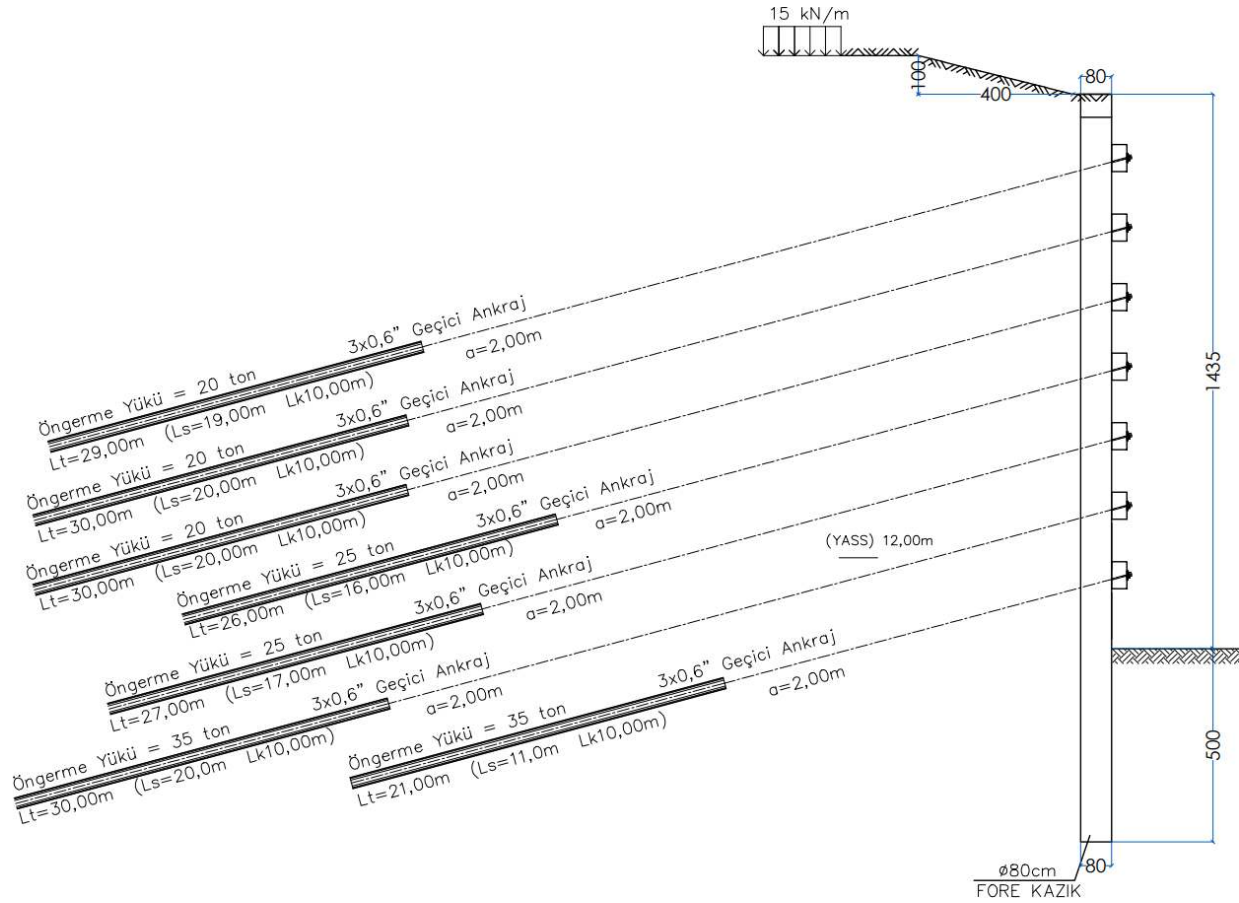
$$w = (\gamma_{beton} - \gamma_{zemin}) \times d_{gerçek} = (24 - 18) \times 0,69 = 4,14 \text{ kN/m/m} \quad (6.15)$$

Sayısal analiz için yapısal elemanların parametreleri Tablo 6.6'da verilmiştir.

Tablo 6.6 Yapısal Elemanlara ait Hesaplanan Parametreler

Parametre	Sembol	Birim	Fore Kazık	0,6 İnç Halat	Ankraj Kökü
			D = 0,80 m S = 1,00 m	S = 2,00 m	D = 0,15 m S = 2,00 m
Bünye Modeli	-	-	Elastik	Elastik	Elastik
Eksenel Rijitlik	EA	kN/m	16000000	84600	123978
Eğilme Rijitliği	EI	kN.m ² /m	640000	-	-
Poisson Oranı	ν	-	0,15	-	-
Yatay Mesafe	L	m	-	2,00	-

Projede D=80 cm çaplı, merkezden merkeze mesafesi s=100 cm olan aralıklı fore kazık kullanılmıştır. Kazığın soket boyu 5,00 metredir. 7 sıra öngermeli ankraj kullanılmıştır. Kazı destek yapısının kesiti Şekil 6.2’de verilmiştir. Sayısal analizlerde traverten tabakası için Coulomb bünye modeli diğer tabakalar için hardening soil bünye modeli tercih edilmiştir.

**Şekil 6.2** Analiz Edilen Kazı Destek Yapısı Kesiti

6.6.Tasarım Parametrelerin Belirlenmesi

Drenajsız Kayma Mukavemeti (Cu)

Stroud (1974), tarafından SPT-N₆₀ – Cu – PI arasındaki ilişki Bölüm 5'te yer alan Şekil 5.4'de verilmiştir. kil tabakası için en düşük ortalama N₆₀ değerleri Tablo 6.7'de gösterilmiştir.

Tablo 6.7 En Düşük Ortalama N₆₀ ve PI_{ort} Değerleri

Zemin	Tabaka Kalınlığı (m)	En düşük SPT-N _{60ort.}	En düşük PI _{ort.}
CI-1	2,00-13,00	7,60	23
CI-2	13,00-17,00	9,70	19
CI-3	17,00-32,00	11,20	22,50

Stroud (1974) tarafından önerilen Şekil 5.4'deki verilere bağlı olarak Kil tabakaları için fl katsayısı 4,50 olarak seçilmiştir.

1.kil tabakası (CI-1) için drenajsız kayma mukavemeti (Cu):

$$Cu = 4,50 \times 7,60 = 34,20 \text{ kPa} \quad (6.16)$$

2.kil tabakası (CI-2) için drenajsız kayma mukavemeti (Cu):

$$Cu = 4,50 \times 9,70 = 43,65 \text{ kPa} \quad (6.17)$$

3.kil tabakası (CI-3) için drenajsız kayma mukavemeti (Cu):

$$Cu = 4,50 \times 11,20 = 50,40 \text{ kPa} \quad (6.18)$$

Kil tabakalarına ait drenajsız kayma mukavemeti (Cu) değerleri, Denklem 6.16, 6.17 ve 6.18'de hesaplanmıştır. Laboratuvarda yapılan üç eksenli basınç deneyi sonuçları daha düşük olduğundan dolayı güvenli tarafta kalınarak laboratuvarda bulunan değerler kullanılmıştır. Drenajsız kayma mukavemeti (Cu) değeri, birinci kil tabakası için 33,00 kPa, ikinci kil tabakası için 42,00 kPa ve üçüncü kil tabakası için ise 50,00 kPa olarak seçilmiştir.

Efektif Kayma Direnci Açısı (Φ')

Terzaghi, Peck ve Mesri (1996) tarafından plastisite indeksi (PI) ile efektif içsel sürtünme açısı (Φ') arasındaki ilişki, Bölüm 5'te yer alan Şekil 5.5'de verilmiştir. Terzaghi, Peck and Mesri, (1996) ve Gibson (1953) tarafından önerilen Bölüm 5'te yer alan Şekil 5.5 ve Şekil 5.6'daki verilere bağlı olarak efektif içsel sürtünme açısı (Φ') değeri birinci kil tabakası için 26 derece, ikinci ve üçüncü kil tabakası için ise 27 derece olarak seçilmiştir.

Arazi çalışmaları kapsamında bölgeden alınan üç adet sondaj logu verilerine göre GW-GM tabakası için ortalama N_{30} değeri Tablo 6.8’de gösterilmiştir. Terzaghi ve Peck (1967) tarafından önerilen Bölüm 4’te yer alan Tablo 4.14’deki verilere bağlı olarak rölatif sıkılıkları belirlenmiştir.

Tablo 6.8 SM Ve GW-GM Tabakalarının Rölatif Sıkılık Değerleri

Zemin	Tabaka Kalınlığı (m)	SPT- $N_{30ort.}$	Rölatif Sıkılık
GW-GM	32,00-35,00	17,00	Orta Sıkı

Bowles (1996) tarafından önerilen Bölüm 4’te yer alan Tablo 4.16’daki verilere bağlı olarak iri danelerden oluşan GW-GM tabakası için içsel sürtünme açısı (Φ') = 33 - 40 aralığındadır. Çalışma kapsamında efektif içsel sürtünme açısı, iyi derecelendirilmiş siltli çakıl tabakası için 34 derece seçilmiştir.

Elastisite Modülü (E)

AASHTO tarafından önerilen Bölüm 4’te yer alan Tablo 4.17’deki verilere bağlı olarak GW-GM tabakası için Elastisite Modülü (E_s) = 1000-2000 tsf aralığındadır. Çalışma kapsamında elastisite modülü, iyi derecelendirilmiş siltli çakıl tabakası için ise 20000 kPa olarak seçilmiştir.

1.kil tabakası (CI-1) için drenajsız elastisite modülü (E_u),

$$E_u = 600 \times 33,00 = 19\,800,00 \text{ kPa} \quad (6.19)$$

2.kil tabakası (CI-2) için drenajsız elastisite modülü (E_u),

$$E_u = 600 \times 42,00 = 25\,200,00 \text{ kPa} \quad (6.20)$$

3.kil tabakası (CI-3) için drenajsız elastisite modülü (E_u),

$$E_u = 600 \times 50,00 = 30\,000,00 \text{ kPa} \quad (6.21)$$

Duncan ve Buchignani (1976) tarafından önerilen Bölüm 5’te yer alan Tablo 5.9’daki verilere bağlı olarak kil tabakalarına ait drenajsız elastisite modülü (E_u) değerleri, Denklem 6.19, 6.20 ve 6.21’de hesaplanmıştır.

1.kil tabakası (CI-1) için drenajlı elastisite modülü (E),

$$E = 19\,800,00 \times 0,4 = 7\,920,00 \text{ kPa} \quad (6.22)$$

2.kil tabakası (CI-2) için drenajlı elastisite modülü (E),

$$E = 25\,200,00 \times 0,4 = 10\,080,00 \text{ kPa} \quad (6.23)$$

3.kil tabakası (CI-3) için drenajlı elastisite modülü (E),

$$E = 30\,000,00 \times 0,6 = 18\,000,00 \text{ kPa} \quad (6.24)$$

Poulos ve Small (2000) tarafından önerilen Bölüm 5'te yer alan Tablo 5.10'daki verilere bağlı olarak kil tabakalarına ait drenajlı elastisite modülü (E) değerleri, Denklem 6.22, 6.23 ve 6.24'de hesaplanmıştır. Çalışma kapsamında Güvenli tarafta kalınarak birinci kil tabakası için drenajlı Elastisite Modulu (E_s') = 6500 kPa , ikinci kil tabakası için drenajlı Elastisite Modulu (E_s') = 10000 kPa ve üçüncü kil tabakası için ise drenajlı Elastisite Modulu (E_s') = 15000 kPa olarak seçilmiştir.

Efektif Kohezyon Değeri (c')

1.kil tabakası (CI-1) için drenajlı kayma mukavemeti (c'),

$$c' = 12,5 \times \tan(26^\circ) = 6,00 \text{ kPa} \quad (6.25)$$

2. ve 3.kil tabakası (CI-2) ve (CI-3) için drenajlı kayma mukavemeti (c'),

$$c' = 14 \times \tan(27^\circ) = 7,13 \approx 7,00 \text{ kPa} \quad (6.26)$$

Lunne ve ark. (1997) tarafından önerilen Bölüm 5'te yer alan Tablo 5.11'deki verilere bağlı olarak kil tabakalarına ait drenajlı kayma mukavemeti (c') değerleri, Denklem 6.25 ve 6.26'da hesaplanmıştır.

Australian Standard (AS4678-2008) tarafından önerilen Bölüm 4'te yer alan Tablo 4.18'deki verilere bağlı olarak GW-GM tabakası için efektif kohezyon değeri (c') = 0 - 25 kPa aralığındadır. Çalışma kapsamında efektif kohezyon değeri (c'), iyi derecelendirilmiş siltli çakıl tabakası için 0,10 kPa olarak seçilmiştir.

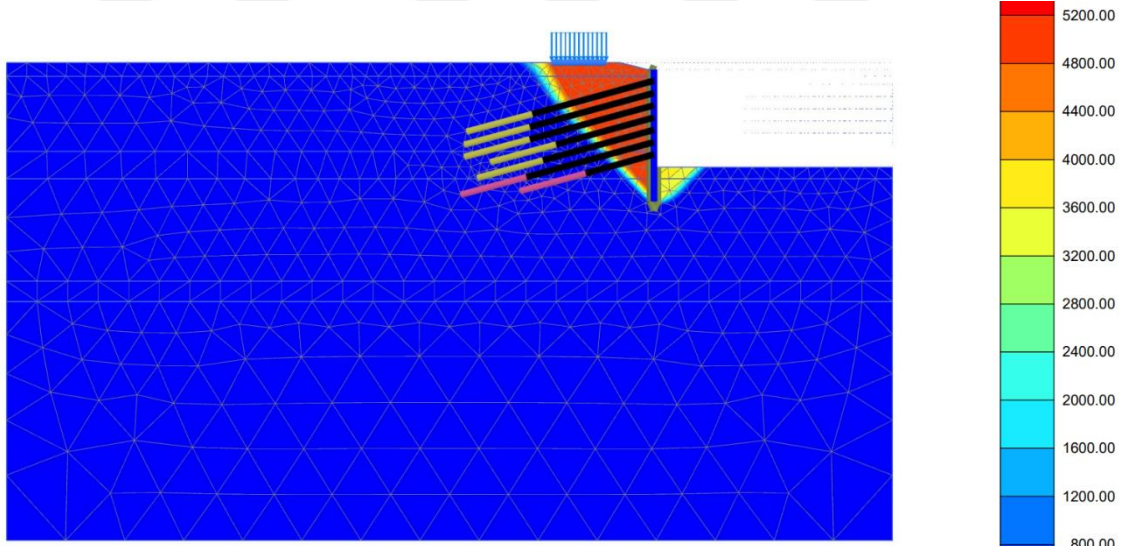
Bowles (1996), tarafından çeşitli zeminlerin poisson oranları Bölüm 4'de Tablo 4.19'da verilmiştir. Bowles (1996) tarafından önerilen Tablo 4.19'deki verilere de bağlı olarak Çalışma kapsamında poisson oranı, kil tabakaları için 0.25, iyi derecelendirilmiş çakıl tabakası için ise 0,36 olarak seçilmiştir. Analizde kullanılacak zemin parametreleri Tablo 6.9'da verilmiştir.

Tablo 6.9 Zemin Tabakalarına ait Tasarım Parametreleri

Zemin	Model	Doğal Birim Hacim Ağırlık	Doygun Birim Hacim Ağırlık	Referans Young Modülü	Tanjant Rijitliği	Elastik Yükleme Boşaltma	Kohezyon	Kayma Mukavemeti Açısı	Poisson Oranı	Dilatasyon Açısı	Düşey Permabilite	Yatay Permabilite
	Sembol	γ	γ_d	E_{50}^{ref}	E_{Oed}^{ref}	E_{ur}^{ref}	C	ϕ	ν	ψ	k_y	k_x
	Birim	kN/m ³	kN/m ³	kN/m ²	kN/m ²	kN/m ²	kN/m ²	-	-	-	m/gün	m/gün
Dolgu	HS	19,00	20,00	10000	10000	30000	7,00	27,00	0,38	-	0,00075	0,00075
CI-1	HS	19,00	20,00	6500	6500	19500	6,00	26,00	0,25	-	0,00075	0,00075
CI-2	HS	19,00	20,00	10000	10000	30000	7,00	27,00	0,25	-	0,00075	0,00075
CI-3	HS	19,00	20,00	15000	15000	45000	7,00	27,00	0,25	-	0,00075	0,00075
GW-GM	HS	18,00	19,00	20000	20000	60000	0,10	34,00	0,36	-	0,000015	0,000015
TRAVERTEN	MC	21,00	21,00	150000	150000	150000	9,00	30,00	0,20	-	-	-

6.7. ULS Analizi

Plaxis programı kullanılarak yapılan ULS analizi sonucuna göre $GS \geq 1,00$ şartının sağlandığı kontrol edilmiştir. Yapılan analizler sonucunda depremli durumdaki kalıcı destek yapısının $GS = 1,57$ olarak bulunmuştur. Yapılan ULS analizi sonucu şekil 6.3’de gösterilmiştir.

**Şekil 6.3** Analiz Edilen Kazı Destek Yapısı Kesiti Göçme Dairesi

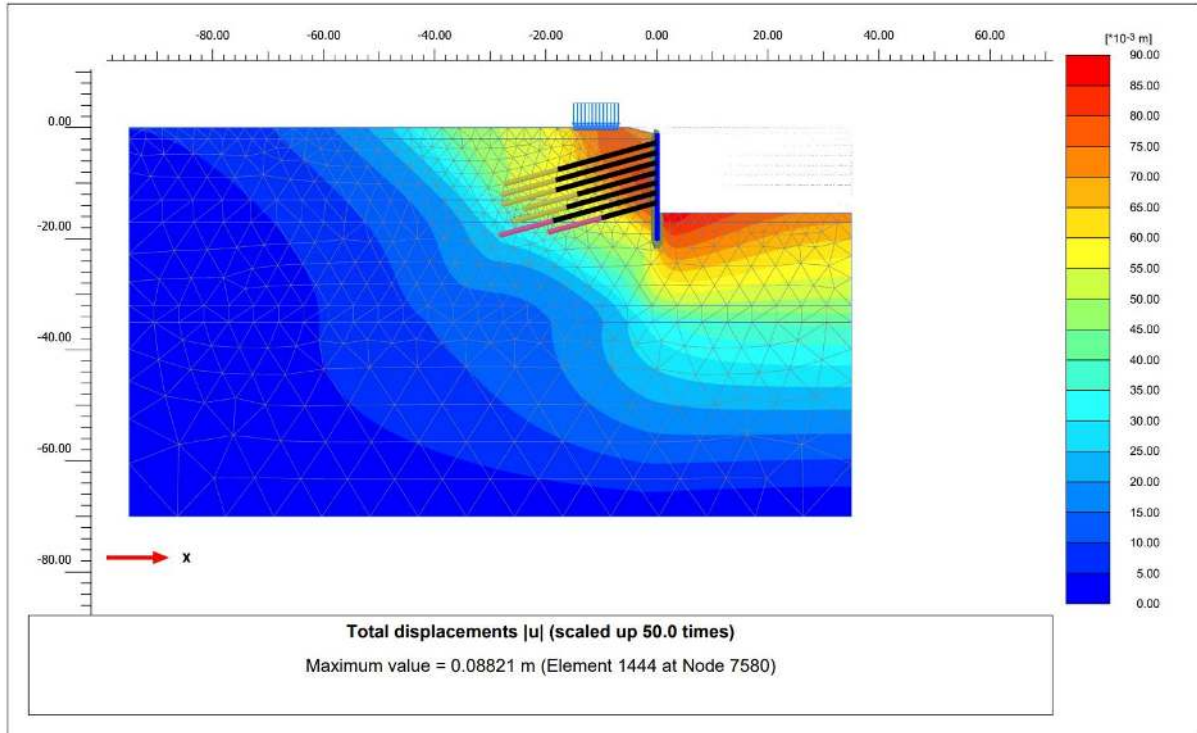
6.8.SLS Analizi

6.8.1. Statik Durum

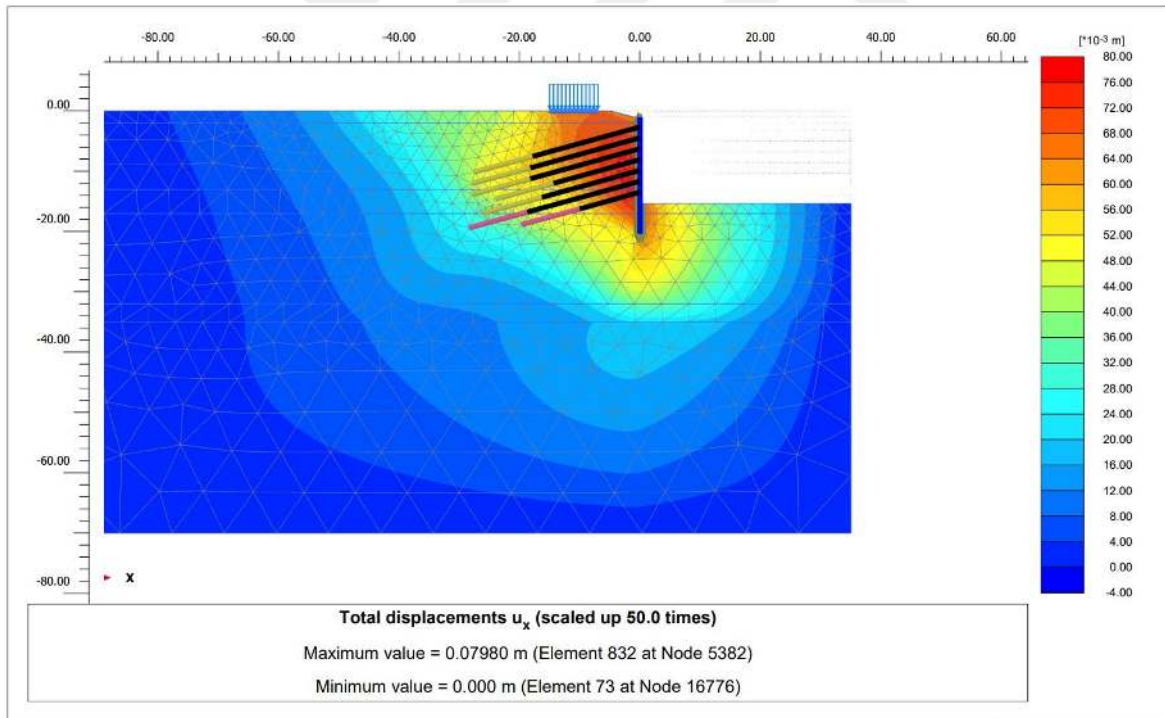
Statik durumdaki kazıklara, ankraj halatlarına ve ankraj köklerine ait yer değiştirme ve gerilme-deformasyon analiz sonuçları aşağıda verilmiştir.

Tablo 6.10 Statik Durumda Kazıklarda Oluşan Yer Değiştirme ve Kesit Tesirleri

PLATE	U (m)	U _x (m)	N (kN/m)	T (kN/m)	M (kN m/m)
80 CM FORE KAZIK	0,08	0,08	478,7	145,7	324,2



Şekil 6.4 Hesaplanan Toplam Yer Değiştirme – (U)



Şekil 6.5 Hesaplanan Yatay Yer Değiştirme – (U_x)

Tablo 6.11 Statik Durumda Ankraj Halatlarındaki Yer Değiştirme ve Normal Kuvvet

Ankraj Halatı	N (kN)
1.Sıra Ankraj Halatı	210,29
2.Sıra Ankraj Halatı	217,92
3.Sıra Ankraj Halatı	219,14
4.Sıra Ankraj Halatı	263,10
5.Sıra Ankraj Halatı	269,38
6.Sıra Ankraj Halatı	375,89
7.Sıra Ankraj Halatı	370,14

Tablo 6.12 Statik Durumda Ankraj Köklerindeki Yer Değiştirme ve Normal Kuvvet

Ankraj Kök Bölgesi	U (m)	N (kN/m)
1.Sıra Ankraj Kökü	0,07	105,1
2.Sıra Ankraj Kökü	0,07	109,0
3.Sıra Ankraj Kökü	0,07	109,6
4.Sıra Ankraj Kökü	0,07	131,5
5.Sıra Ankraj Kökü	0,07	134,7
6.Sıra Ankraj Kökü	0,07	187,9
7.Sıra Ankraj Kökü	0,07	185,1

6.8.2.Statik Eşdeğer Hesap (DD-2) Düzeyi

Statik eşdeğer hesap (DD-2) düzeyinde $r=1,00$ alınarak hesaplanan yatay ivme eşdeğer katsayısı $k_h=0,42$ için yapılan analiz sonucunda sistemin güvenlik katsayısı 1'den küçük çıkmış ve sistem göçmüştür.

Statik eşdeğer hesap (DD-2) düzeyinde $r=1,50$ alınarak hesaplanan yatay ivme eşdeğer katsayısı $k_h=0,28$ için yapılan analiz sonucunda sistemin güvenlik katsayısı 1'den küçük çıkmış ve sistem göçmüştür.

Statik eşdeğer hesap (DD-2) düzeyinde $r=1,50$ alınarak hesaplanan yatay ivme eşdeğer katsayısı $k_h=0,21$ için yapılan analiz sonucunda sistemin güvenlik katsayısı 1'den küçük çıkmış ve sistem göçmüştür.

6.8.3. Statik Eşdeğer Hesap (DD-2a) Düzeyi

Statik eşdeğer hesap (DD-2a) düzeyinde sırasıyla $r=1.00$, $r=1.50$ ve $r=2.00$ için hesaplanan yatay ivme eşdeğer katsayısı $k_h=0,33$, $k_h=0,22$ ve $k_h=0,16$ olarak hesaplanmıştır. Ancak bu çalışma kapsamında DD-2a düzeyinde, yatay ivme eşdeğer katsayısı parametresi, bütün projelerde sabit tutularak sonuçların kıyaslanması hedeflendiğinden Meydan projesi ve konut projesindeki $k_h=0,17$ değeri hesaplarda kullanılmıştır.

Kazıklara, ankraj halatlarına ve ankraj köklerine ait yer değiştirme ve gerilme deformasyon analiz sonuçları aşağıda verilmiştir.

Tablo 6.13 Statik Eşdeğer Hesap DD-2a Düzeyinde $K_h=0,17$ için Gerçekleştirilen Analiz Sonucunda Kazıklarda Oluşan Yer Değiştirme ve Kesit Tesirleri ($r=2,00$)

PLATE	U (m)	U _x (m)	N (kN/m)	T (kN/m)	M (kN m/m)
80 CM FORE KAZIK	1,05	1,00	544,3	277,8	1106

Tablo 6.14 Statik Eşdeğer Hesap DD-2a Düzeyinde $K_h=0,17$ için Gerçekleştirilen Analiz Sonucunda Ankraj Halatlarında Oluşan Yer Değiştirme ve Normal Kuvvetler ($r=2,00$)

Ankraj Halatı	N (kN)
1.Sıra Ankraj Halatı	217,88
2.Sıra Ankraj Halatı	260,45
3.Sıra Ankraj Halatı	296,22
4.Sıra Ankraj Halatı	309,71
5.Sıra Ankraj Halatı	329,44
6.Sıra Ankraj Halatı	361,31
7.Sıra Ankraj Halatı	353,63

Tablo 6.15 Statik Eşdeğer Hesap DD-2a Düzeyinde $K_h=0,17$ için Gerçekleştirilen Analiz Sonucunda Ankraj Köklerinde Oluşan Yer Değiştirme ve Normal Kuvvetler ($r=2,00$)

Ankraj Kök Bölgesi	U (m)	N (kN/m)
1.Sıra Ankraj Kökü	0,93	108,9
2.Sıra Ankraj Kökü	0,88	130,2
3.Sıra Ankraj Kökü	0,83	148,1
4.Sıra Ankraj Kökü	0,81	154,9
5.Sıra Ankraj Kökü	0,76	164,7
6.Sıra Ankraj Kökü	0,71	180,6
7.Sıra Ankraj Kökü	0,69	176,8

6.8.4. Zaman Tanım Aralığında Hesap

Seçilen ve ölçeklendirilen 11 adet deprem kaydı ile gerçekleştirilen zaman tanım aralığında hesap yöntemi ile kazıklara, ankraj halatlarına ve ankraj köklerine ait yer değiştirme ve gerilme deformasyon analiz sonuçları aşağıda verilmiştir.

Tablo 6.16 11 Adet Deprem Kaydı ile Gerçekleştirilen Zaman Tanım Aralığında Analiz
Sonucuna göre Kazıklarda Oluşan Yer Değiştirme ve Kesit Tesirleri

Deprem No	U (m)	U _x (m)	N (kN/m)	T (kN/m)	M (kN m/m)
1- (RSN20)	1,11	1,02	499,20	270,00	1163,00
2- (RSN33)	0,23	0,20	509,80	182,50	765,50
3- (RSN96)	0,13	0,11	468,20	181,90	789,10
4- (RSN148)	0,40	0,35	506,30	237,10	1026,00
5- (RSN149)	0,39	0,34	503,60	226,00	984,50
6- (RSN158)	0,15	0,12	463,70	192,90	795,40
7- (RSN159)	0,49	0,44	472,10	241,00	1047,00
8- (RSN160)	0,36	0,32	508,50	213,30	955,00
9- (RSN162)	0,27	0,24	483,50	198,60	902,20
10- (RSN173)	0,21	0,18	466,80	219,10	965,80
11- (RSN185)	0,45	0,41	487,10	209,00	909,90

Tablo 6.17 11 Adet Deprem Kaydı ile Gerçekleştirilen Zaman Tanım Aralığında Analiz
Sonucunda Ankraj Halatlarında Oluşan Yer Değiştirme ve Normal Kuvvetler

Deprem No	1.Sıra Ankraj Halatı	2.Sıra Ankraj Halatı	3.Sıra Ankraj Halatı	4.Sıra Ankraj Halatı	5.Sıra Ankraj Halatı
	N (kN)	N (kN)	N (kN)	N (kN)	N (kN)
RSN-20	157,16	200,47	235,95	250,33	280,80
RSN-33	178,67	229,49	267,58	286,75	303,54
RSN-96	181,98	228,65	268,66	284,32	303,68
RSN-148	175,31	219,17	256,22	269,61	291,72
RSN-149	165,59	211,75	250,92	269,14	290,18
RSN-158	182,67	227,68	264,63	281,56	303,16
RSN-159	172,97	218,26	253,18	266,59	289,46
RSN-160	173,86	218,12	253,83	268,31	289,27
RSN-162	177,00	224,21	262,41	278,51	296,50
RSN-173	178,76	223,20	259,36	272,64	293,75
RSN-185	169,50	216,87	258,10	277,66	301,13
Deprem No	6.Sıra Ankraj Halatı	7.Sıra Ankraj Halatı			
	N (kN)	N (kN)			
RSN-20	318,95	315,48			
RSN-33	355,22	355,44			
RSN-96	361,57	360,40			
RSN-148	342,72	337,84			
RSN-149	340,61	338,35			
RSN-158	356,07	355,72			
RSN-159	333,84	331,28			
RSN-160	341,85	338,32			
RSN-162	347,97	344,90			
RSN-173	341,46	340,00			
RSN-185	346,89	336,84			

Tablo 6.18 11 Adet Deprem Kaydı ile Gerçekleştirilen Zaman Tanım Aralığında Analiz Sonucunda Ankraj Köklerinde Oluşan Yer Değiştirme ve Normal Kuvvetler

Deprem No	1.Sıra Ankraj Kökü		2.Sıra Ankraj Kökü		3.Sıra Ankraj Kökü		4.Sıra Ankraj Kökü		5.Sıra Ankraj Kökü	
	U (m)	N (kN/m)	U (m)	N (kN/m)	U (m)	N (kN/m)	U (m)	N (kN/m)	U (m)	N (kN/m)
RSN-20	0,93	78,59	0,88	100,30	0,84	118,00	0,83	125,20	0,77	140,40
RSN-33	0,19	89,33	0,17	114,70	0,16	133,80	0,17	143,40	0,15	151,80
RSN-96	0,09	90,98	0,09	114,30	0,08	134,30	0,09	142,20	0,08	151,80
RSN-148	0,32	87,66	0,30	109,60	0,28	128,10	0,29	134,80	0,26	145,90
RSN-149	0,32	82,79	0,31	105,90	0,29	125,00	0,30	134,60	0,28	145,10
RSN-158	0,11	91,34	0,11	113,80	0,10	132,30	0,11	140,80	0,10	151,60
RSN-159	0,40	86,51	0,38	109,20	0,37	126,60	0,37	133,30	0,35	144,70
RSN-160	0,30	86,93	0,28	109,10	0,27	126,90	0,27	134,20	0,25	144,60
RSN-162	0,22	88,51	0,21	112,10	0,20	131,20	0,21	139,30	0,19	148,30
RSN-173	0,17	89,42	0,16	111,60	0,15	129,70	0,17	136,30	0,16	146,90
RSN-185	0,39	84,74	0,37	108,40	0,34	129,00	0,35	138,80	0,32	150,60
Deprem No	6.Sıra Ankraj Kökü		7.Sıra Ankraj Kökü							
	U (m)	N (kN/m)	U (m)	N (kN/m)						
RSN-20	0,73	159,50	0,72	157,80						
RSN-33	0,15	177,60	0,15	177,70						
RSN-96	0,09	180,80	0,09	180,20						
RSN-148	0,26	171,40	0,25	168,90						
RSN-149	0,27	170,30	0,27	168,70						
RSN-158	0,11	178,00	0,11	177,90						
RSN-159	0,34	166,90	0,34	165,60						
RSN-160	0,24	170,90	0,24	169,20						
RSN-162	0,19	174,00	0,19	172,50						
RSN-173	0,17	170,70	0,17	170,00						
RSN-185	0,31	173,40	0,31	168,40						

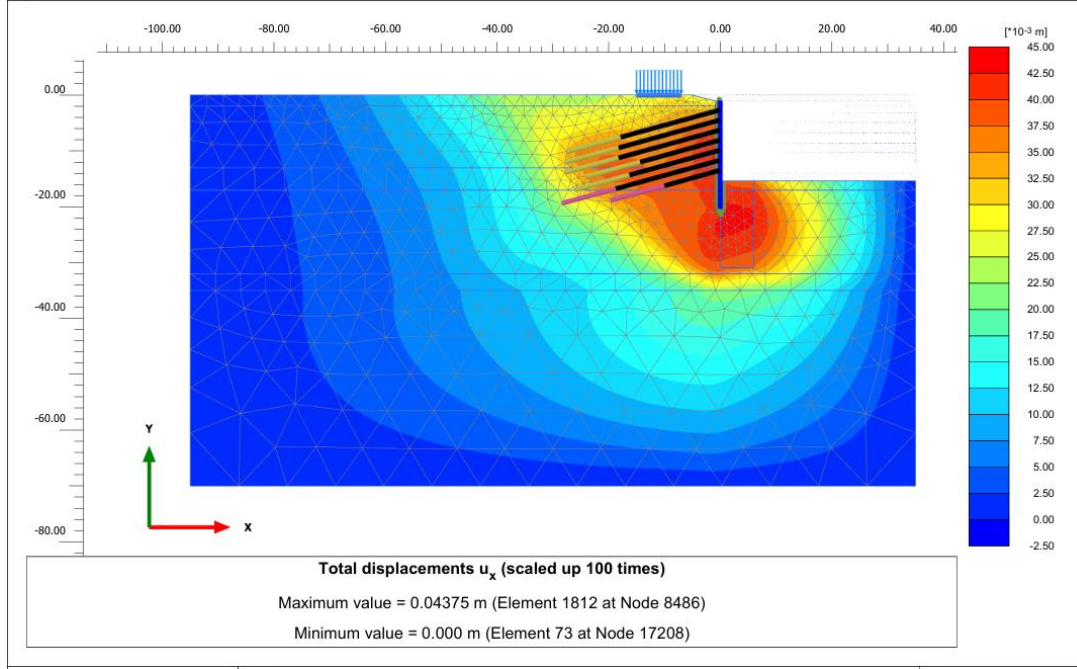
Kazı Destek Yapıları Tasarım ve Uygulama Esasları Yönetmeliği'ne göre, ankrajlı sistemlerin projelendirilmesi sürecinde hesaplanan yanal deplasman değerinin, kazı derinliğinin binde üçünden (0,003H) fazla olmaması gerektiği belirtilmektedir.

Statik analiz sonuçlarına göre kazıklarda 8,00 cm'lik yanal deplasman meydana geldiği belirlenmiştir. Ancak bu değer, ilgili yönetmeliklerde belirtilen sınır olan kazı derinliğinin binde üçü değerini aşmakta olup bu sınır yaklaşık olarak 4,30 cm olarak hesaplanmaktadır. Bu nedenle, kazı güvenliğinin artırılması ve zeminin iyileştirilmesi amacıyla fore kazıkların önüne jet grout uygulaması yapılması önerilmektedir. Söz konusu uygulamanın, yanal deplasmanların azaltılmasına ve sistemin genel stabilitesinin iyileştirilmesine katkı sağlayacağı öngörülmektedir.

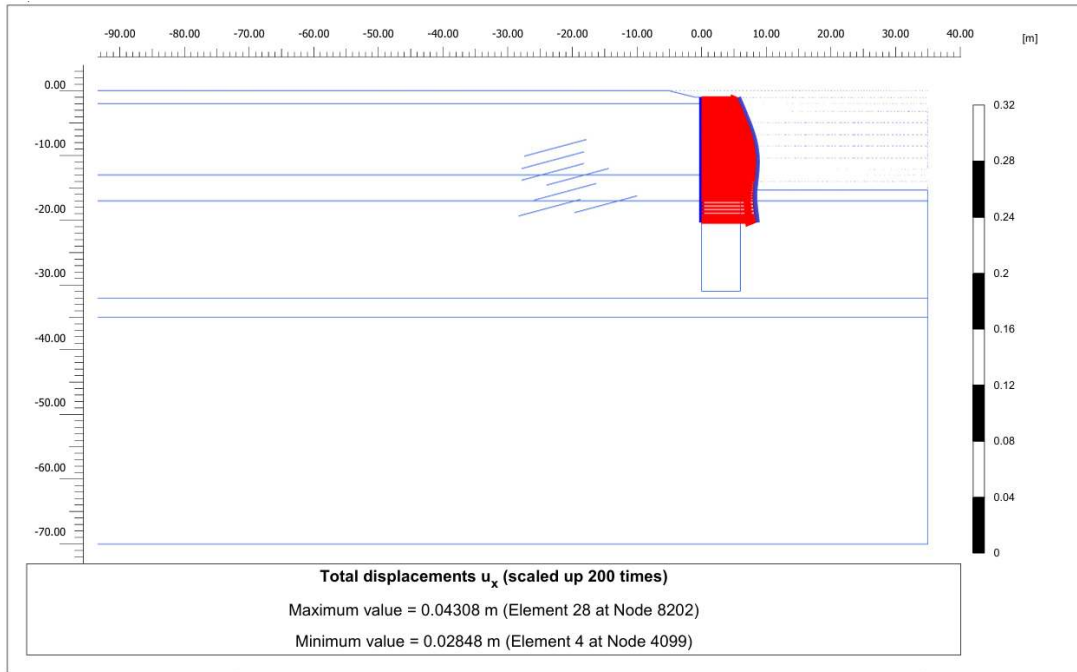
Analizlerde fore kazıkların önüne jet grout uygulaması yapılmış ve statik durumdaki kazıklara, ankraj halatlarına ve ankraj köklerine ait yer değiştirme ve gerilme-deformasyon analiz sonuçları aşağıda verilmiştir.

Tablo 6.19 Statik Durumda Jet Grout Uygulaması Sonucu Kazıklarda Oluşan Yer Değiştirme ve Kesit Tesirleri

PLATE	U (m)	U _x (m)	N (kN/m)	T (kN/m)	M (kN m/m)
80 CM FORE KAZIK	0,05	0,043	657,1	266,1	283,1



Şekil 6.6 Hesaplanan Yatay Yer Değiştirme – (U_x)



Şekil 6.7 Kazıkta Hesaplanan Yatay Yer Değiştirme – (U_x)

Tablo 6.20 Statik Durumda Jet Grout Uygulaması Sonucu Ankraj Halat ve Köklerindeki Normal Kuvvet

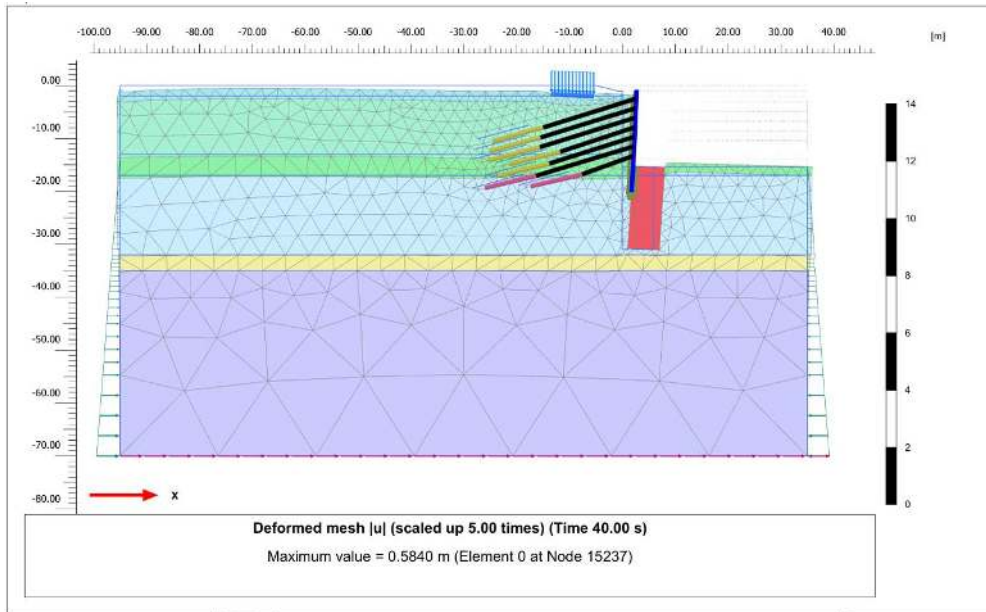
Ankraj Halatı	N (kN)	Ankraj Kök Bölgesi	N (kN/m)
1.Sıra Ankraj Halatı	189,35	1.Sıra Ankraj Kökü	94,68
2.Sıra Ankraj Halatı	190,92	2.Sıra Ankraj Kökü	95,46
3.Sıra Ankraj Halatı	189,33	3.Sıra Ankraj Kökü	94,69
4.Sıra Ankraj Halatı	234,61	4.Sıra Ankraj Kökü	117,3
5.Sıra Ankraj Halatı	238,74	5.Sıra Ankraj Kökü	119,4
6.Sıra Ankraj Halatı	351,31	6.Sıra Ankraj Kökü	175,7
7.Sıra Ankraj Halatı	358,28	7.Sıra Ankraj Kökü	179,1

Fore kazıkların önüne jet grout uygulaması yapılmasıyla birlikte statik durum analiz sonuçlarına göre kazıklarda 4,30 cm'lik yanal deplasman meydana geldiği belirlenmiştir. Bu değer ilgili yönetmeliklerde belirtilen sınır olan kazı derinliğinin binde üçü değerini aşmamaktadır.

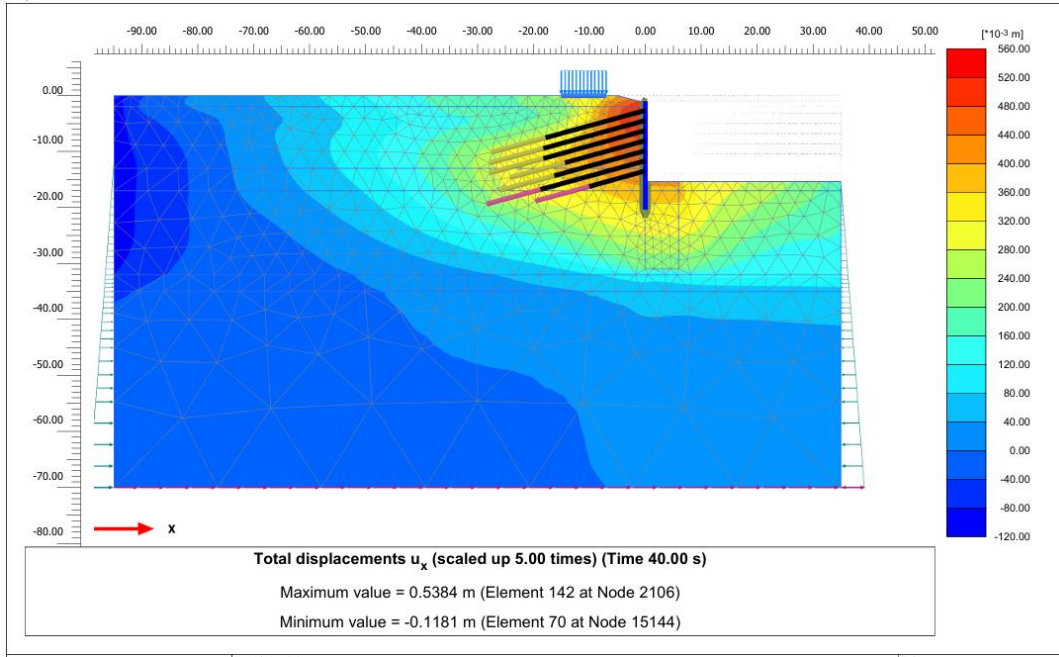
Aynı zamanda, fore kazıkların önüne jet grout uygulaması yapılmış olup, ölçeklendirilmiş RSN-20 deprem kaydı kullanılarak gerçekleştirilen zaman tanım aralığında hesap yöntemi ile kazıklara, ankraj halatlarına ve ankraj köklerine ait yer değiştirme ile gerilme-deformasyon analiz sonuçları aşağıda sunulmuştur.

Tablo 6.21 Dinamik Durumda (RSN-20) Jet Grout Uygulaması Sonucu Kazıklarda Oluşan Yer Değiştirme ve Kesit Tesirleri

PLATE	U (m)	Ux (m)	N (kN/m)	T (kN/m)	M (kN m/m)
80 CM FORE KAZIK	0,54	0,54	741,8	264,7	538,7



Şekil 6.8 Hesaplanan Toplam Yer Değiştirme – (U)



Şekil 6.9 Hesaplanan Yatay Yer Değiştirme – (U_x)

Tablo 6.22 Dinamik Durumda (RSN-20) Jet Grout Uygulaması Sonucu Ankraj Halat ve Köklerindeki Normal Kuvvet

Ankraj Halatı	N (kN)	Ankraj Kök Bölgesi	N (kN/m)
1.Sıra Ankraj Halatı	142,80	1.Sıra Ankraj Kökü	71,40
2.Sıra Ankraj Halatı	187,54	2.Sıra Ankraj Kökü	93,77
3.Sıra Ankraj Halatı	223,89	3.Sıra Ankraj Kökü	112,0
4.Sıra Ankraj Halatı	235,22	4.Sıra Ankraj Kökü	117,6
5.Sıra Ankraj Halatı	276,13	5.Sıra Ankraj Kökü	138,1
6.Sıra Ankraj Halatı	324,75	6.Sıra Ankraj Kökü	162,4
7.Sıra Ankraj Halatı	323,78	7.Sıra Ankraj Kökü	161,9

Ulusal ve uluslararası yönetmeliklerin incelenmesi sonucunda, kazı destek sistemlerinin statik yüklemeler altındaki yanal deplasman sınırlarının genellikle kazı derinliğinin binde üçü ($0,003H$) seviyesinde sınırlandırıldığı tespit edilmiştir. Öte yandan, dinamik (deprem) etkiler altında ise literatürde net bir maksimum yanal deplasman sınırı tanımlanmamakta; bunun yerine, sistemin genel stabilitesinin korunmasına yönelik performans temelli bir değerlendirme yaklaşımının benimsendiği görülmektedir.

RSN-20 deprem kaydı kullanılarak gerçekleştirilen dinamik analizler sonucunda, fore kazıkların önüne jet grout uygulaması yapılan durumda elde edilen yanal deplasman değerlerinin, jet grout uygulaması yapılmamış duruma kıyasla belirgin şekilde daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Bu durum, jet grout uygulamasının sistemin yatay rijitliğini artırarak yanal deplasmanları azaltmada etkili olduğunu göstermektedir.

7. ANALİZ VE İNKLİNOMETRE SONUÇLARININ KIYASLANMASI

Spor salonu derin temel kazısı projesi yumuşak, orta katı, katı kıvamlı kil birimlerinden oluştuğundan dolayı birinci grup zemin, konut derin temel kazısı projesi katı, çok katı kıvamlı kil birimlerinden oluştuğundan dolayı ikinci grup zemin, meydan derin temel kazısı projesi ise sıkı, çok sıkı yapılı çakıl birimlerinden oluştuğundan dolayı üçüncü grup zemin olarak kategorileştirilmiştir.

Bu bölümde üç farklı zemin grubu için tasarlanmış olan ankrajlı fore kazık iksa sisteminin gerilme deformasyon analizlerinde, statik durum ve zaman tanım aralığında çözümlemeler için hesaplanan yer değiştirmeler ve kesit tesirleri karşılaştırılmıştır. Kazıklara ait yer değiştirme analiz sonuçları aşağıda verilmiştir.

Tablo 7.1 Üç Farklı Zemin Grubuna göre Kazıklarda Oluşan Yer Değiştirme Miktarı

Zemin	Fore kazık Çapı	Kazı Derinliği	Ankraj Kademesi	Statik Durum Analizi		Statik Eşdeğer Analiz (DD-2a)		Zaman Tanım Aralığında Analiz	
	cm	m		U (m)	U _x (m)	U (m)	U _x (m)	U (m)	U _x (m)
1.grup Zemin	80	14,35	7	0,080	0,080	1,05	1,00	0,38	0,34
2.grup zemin	80	8,20	1	0,023	0,023	0,17	0,17	0,27	0,26
3.grup Zemin	120	14,95	5	0,028	0,028	0,21	0,21	0,22	0,20

Tablo 7.1'deki verilere göre 1. Grup zemin ile 3. Grup zeminde yapılan kazıların derinliklerinin büyük ölçüde benzer olduğu görülmektedir. Benzer miktarda, kazı olmasına rağmen 1. Grup zeminde 7 sıra ankraj kademesi kullanılmış fakat 5 sıra ankraj kademesi kullanılan 3. Grup zemine göre kazıkların daha fazla deplasman yaptığı görülmektedir. 2. Grup zeminde yapılan kazı miktarı diğer zeminlere göre daha az olmasına rağmen, 2. Grup zeminde tek sıra ankraj kademesi kullanıldığından, 3. Grup zeminde bulunan kazık ile hesaplarda benzer miktarda deplasman yapacağı sonucuna varılmıştır. Hesaplanan sonuca göre ankraj kademesi arttıkça kazıkların daha az deplasman yaptığı fakat 1. Grup zemin kategorisine giren zeminlerde zeminin etkisinin gözardı edilmemesi gerektiği görülmektedir.

Tablo 7.2 Üç Farklı Zemin Grubuna göre Kazıklarda Meydana Gelen Kesit Tesirleri

Zemin	Statik Durum Analizi			Statik Eşdeğer Analiz (DD-2a)			Zaman Tanım Aralığında Analiz		
	N	T	M	N	T	M	N	T	M
	kN/m	kN/m	kNm/m	kN/m	kN/m	kNm/m	kN/m	kN/m	kNm/m
1.grup Zemin	478,7	145,7	324,2	544,3	277,8	1106	488,07	215,58	936,67
2.grup zemin	235,8	115,6	220,7	359,6	251,6	239,3	274,71	175,86	284,26
3.grup Zemin	556,3	163,6	488,6	714,4	259,9	1249	574,61	222,73	1105,77

Tablo 7.3 Üç Farklı Zemin Grubuna göre Ankraj Köklerinde Oluşan Yatay Yer Değiştirme ve Normal Kuvvetler

	Zemin	Statik Durum Analizi		Statik Eşdeğer Analiz (DD-2a)		Zaman Tanım Aralığında Analiz	
		Ux (m)	N (kN/m)	Ux (m)	N (kN/m)	Ux (m)	N (kN/m)
1.Sıra Ankraj Kökü	1.grup Zemin	0,07	105,1	0,93	108,9	0,31	86,98
	2.grup zemin	0,04	129,7	0,14	127,1	0,23	98,24
	3.grup Zemin	0,04	121,6	0,18	135,1	0,21	117,66
2.Sıra Ankraj Kökü	1.grup Zemin	0,07	109,0	0,88	130,2	0,30	109,91
	2.grup zemin	-	-	-	-	-	-
	3.grup Zemin	0,04	150,5	0,17	164,3	0,20	151,11
3.Sıra Ankraj Kökü	1.grup Zemin	0,07	109,6	0,83	148,1	0,28	128,63
	2.grup zemin	-	-	-	-	-	-
	3.grup Zemin	0,05	176,4	0,16	178,8	0,19	165,35
4.Sıra Ankraj Kökü	1.grup Zemin	0,07	131,5	0,81	154,9	0,29	136,63
	2.grup zemin	-	-	-	-	-	-
	3.grup Zemin	0,05	195,7	0,14	196,9	0,18	187,31
5.Sıra Ankraj Kökü	1.grup Zemin	0,07	134,7	0,76	164,7	0,26	147,43
	2.grup zemin	-	-	-	-	-	-
	3.grup Zemin	0,04	139,3	0,12	190,2	0,18	176,17
6.Sıra Ankraj Kökü	1.grup Zemin	0,07	187,9	0,71	180,6	0,26	172,14
	2.grup zemin	-	-	-	-	-	-
	3.grup Zemin	-	-	-	-	-	-
7.Sıra Ankraj Kökü	1.grup Zemin	0,07	185,1	0,69	176,8	0,26	170,63
	2.grup zemin	-	-	-	-	-	-
	3.grup Zemin	-	-	-	-	-	-

Tablo 7.3'deki verilere göre 1.grup zemin ve 3. grup zeminde ankraj köklerinde hesaplanan normal kuvvetlerin, kazı kademesi arttıkça sisteme verilen ön germe yükünün etkisiyle arttığı görülmektedir. Bölüm 2.3'te yer alan Denklem 2.20 yardımıyla Tablo 2.1 ve Tablo 2.2'de verilen farklı zeminlerde ankrajlar için nihai sürtünme değerleri kullanılarak ankraj taşıma kapasitelerini belirlemiştik. 1.grup zeminde 5.sıra , 6.sıra ve 7.sıra ankraj köklerinde hesaplanan normal kuvvetlerin, ankraj taşıma kapasitesine yakın değerlere ulaştığı görülmüştür. Bölüm 2.3'te yer alan Tablo 2.1 ve Tablo 2.2'deki verilen farklı zeminlerde ankrajlar için nihai sürtünme değerleri incelendiğinde en düşük değerlerin çok yumuşak, yumuşak, orta katı kıvamlı kil birimlerinden oluşan zeminlerde olduğu görülmektedir. 1. grup

zemin, yumuşak, orta katı ve katı kıvamlı kil zemin birimlerinden oluştuğundan dolayı bu kategoriye giren zeminlerde ankrajlı fore kazık tasarımları yapılırken ankraj köklerine gelen normal kuvvetlere dikkat edilmelir. Aynı zamanda Bölüm 2.3'te yer alan Tablo 2.1 ve Tablo 2.2'de verilen farklı zeminlerde ankrajlar için nihai sürtünme değerleri incelendiğinde en yüksek değerlerin sıkı, çok sıkı kumlu çakıl birimlerinden oluşan zeminlerde olduğu görüldüğünden dolayı 3.grup zeminde ankraj köklerinde hesaplanan normal kuvvetlerin, ankraj taşıma kapasitesinin çok daha altında kaldığı sonucuna varılmıştır.

7.1.  nklinometre Deneyi

Derin iksa yapısı tüneller, barajlar vb. yapıları zemine inşa ederken yanal toprak basınçları etkisiyle yapılarımızda meydana gelen düşey ve yatay deplasmanların kontrolü için inklinometre deneylerinden yararlanılır. İnşaat aşamasında belli aralıklarla deplasmanların kontrolü yapılmalıdır. Göçme problemleri vb. sorunların meydana gelmemesi için inklinometre deneyi son derece önemlidir.   nklinometre ölçüm seti, cihaz ortasında bulunan hareket algılayıcı (prob) sayesinde yer çekimine duyarlı bir eğim ölçen cihaz ve kayıt ölçen cihazdan meydana gelir. Kablolulu ve kablosuz modelleri bulunmaktadır.   nklinometre ölçüm seti şekil 7.1'de verilmiştir.



şekil 7.1   nklinometre   l  m Seti

Kaynak. (Yeler, 2019: 37)

Deneye başlamadan önce sondaj kuyuları açılır. Açılan sondaj kuyularının içerisine probun istikametini belirlemek ve tekrarlı ölçüm alabilmek için plastik borular iç içe geçirilerek yerleştirilir. Boru ile kuyu arasında kalan bölgeye enjeksiyon uygulanır. Enjeksiyon işleminin dolması bir hafta kadar beklendikten sonra kuyu içerisinde ilk okuması (referans) gerçekleştirilir. Bu şekilde okuma işlemleri belli periyotlarla yapılarak deney sonlandırılır. Burada dikkat edilmesi gereken noktalardan birisi İnklinometre cihazı boru boyunca ölçülen eğim değişimlerinin integrasyon yöntemi ile deformasyona dönüşümünü sağladığından dolayı inklinometre boruları, indirilirken kayma düzlemine dik olması gerekir. Belli dönemlerde yapılan ölçüm sonuçlarındaki deformasyonlar, bilgisayar ortamında grafiğe dönüştürülerek meydana gelen deplasmanlar tespit edilir. (Yeler, 2019: 37)

Plaxis sonlu elemanlar programı kullanılarak yapılan analizlerde bulunmuş olan kazıklardaki deplasman miktarları, şantiye sahasında uygulanan ankrajlı fore kazıklarda yapılan inklinometre ölçümleri sonucunda elde edilen deplasman değerleri ile karşılaştırılmıştır.

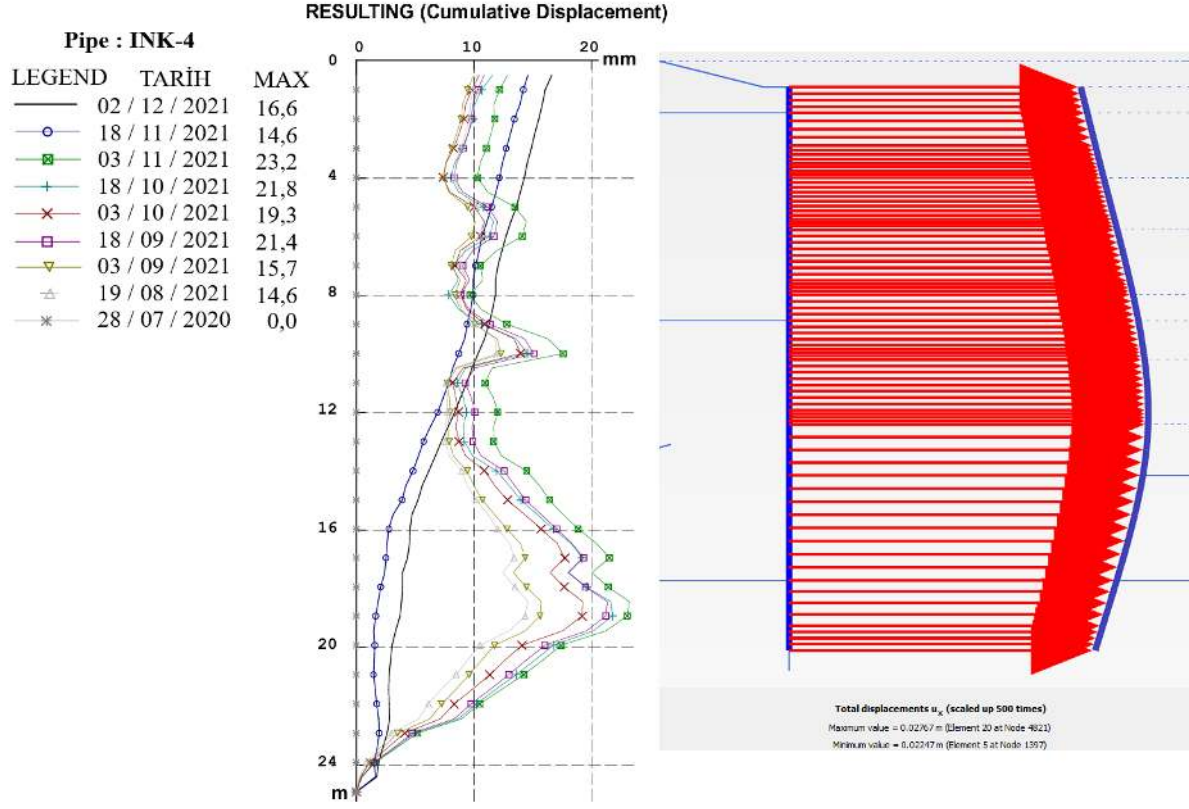
7.2.Meydan Derin Temel Kazısı İnklinometre Sonuçları

Meydan projesi yer yer orta sıkı yapılı siltli çakıl birimleri bulunsa da genel olarak zemin sıkı, çok sıkı yapılı iyi derecelendirilmiş siltli killi çakıl birimlerinden oluşmaktadır. Çalışma kapsamında dikkate alınan zemin parametreleri Tablo 7.4’de verilmiştir.

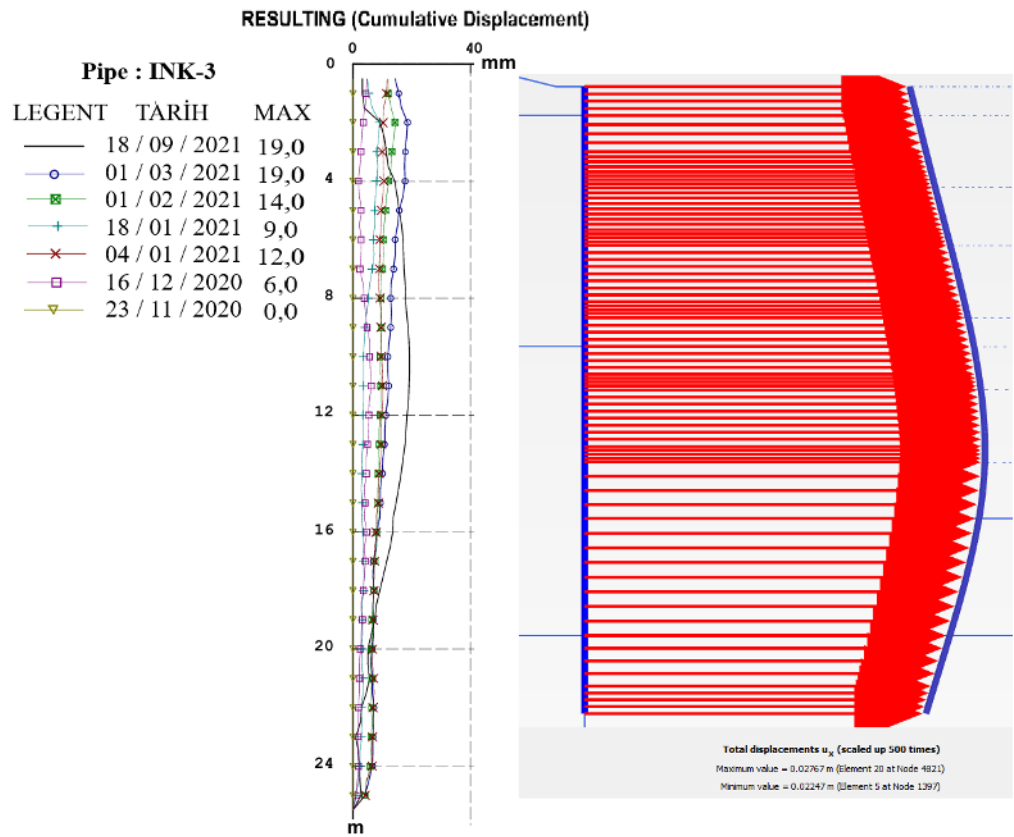
Tablo 7.4 Meydan Projesi Zemin Tabakalarına ait Tasarım Parametreleri

Zemin	Tabaka Kalınlığı (m)	Doğal Birim Hacim Ağırlık	Doygun Birim Hacim Ağırlık	Referans Young Modülü	Tanjant Rijitliği	Elastik Yükleme Boşaltma	Kohezyon	Kayma Mukavemeti Açısı	Poisson Oranı
		γ	γ_d	E_{50}^{ref}	E_{Oed}^{ref}	E_{ur}^{ref}	C	$\emptyset$	ν
		kN/m ³	kN/m ³	kN/m ²	kN/m ²	kN/m ²	kN/m ²	-	-
Dolgu	0,00-2,00	19,00	20,00	10000	10000	30000	7,00	27,00	0,38
GC	2,00-10,00	18,00	19,00	25000	25000	75000	3,00	34,00	0,30
GM	10,00-20,00	18,00	19,00	30000	30000	90000	0,10	34,00	0,30
GW	20,00-40,00	18,00	19,00	50000	50000	150000	0,10	36,00	0,30

Meydan temel kazısı projesinde incelenen kesit için kazı derinliği 14,95 metredir. D=120 cm çaplı , merkezden merkeze mesafesi s=100 cm olan aralıklı fore kazık kullanılmıştır. Kazığın soket boyu 6,75 metredir. Projede 5 sıra öngermeli ankraj kullanılmıştır. Yapılan analizlerinde kazıklarda hesaplanan maksimum yatay deformasyon değeri 2,77 cm olarak bulunmuştur. İnklinometre ölçümleri ile elde edilen kazıkta, maksimum yatay deformasyon değeri ise 2,32 cm olduğu görülmüştür.



Şekil 7.2 Kazıkta Ölçülen Yatay Yerdeğiştirme (U_x) – İnk : 4



Şekil 7.3 Kazıkta Ölçülen Yatay Yerdeğiştirme (U_x) – İnk : 3

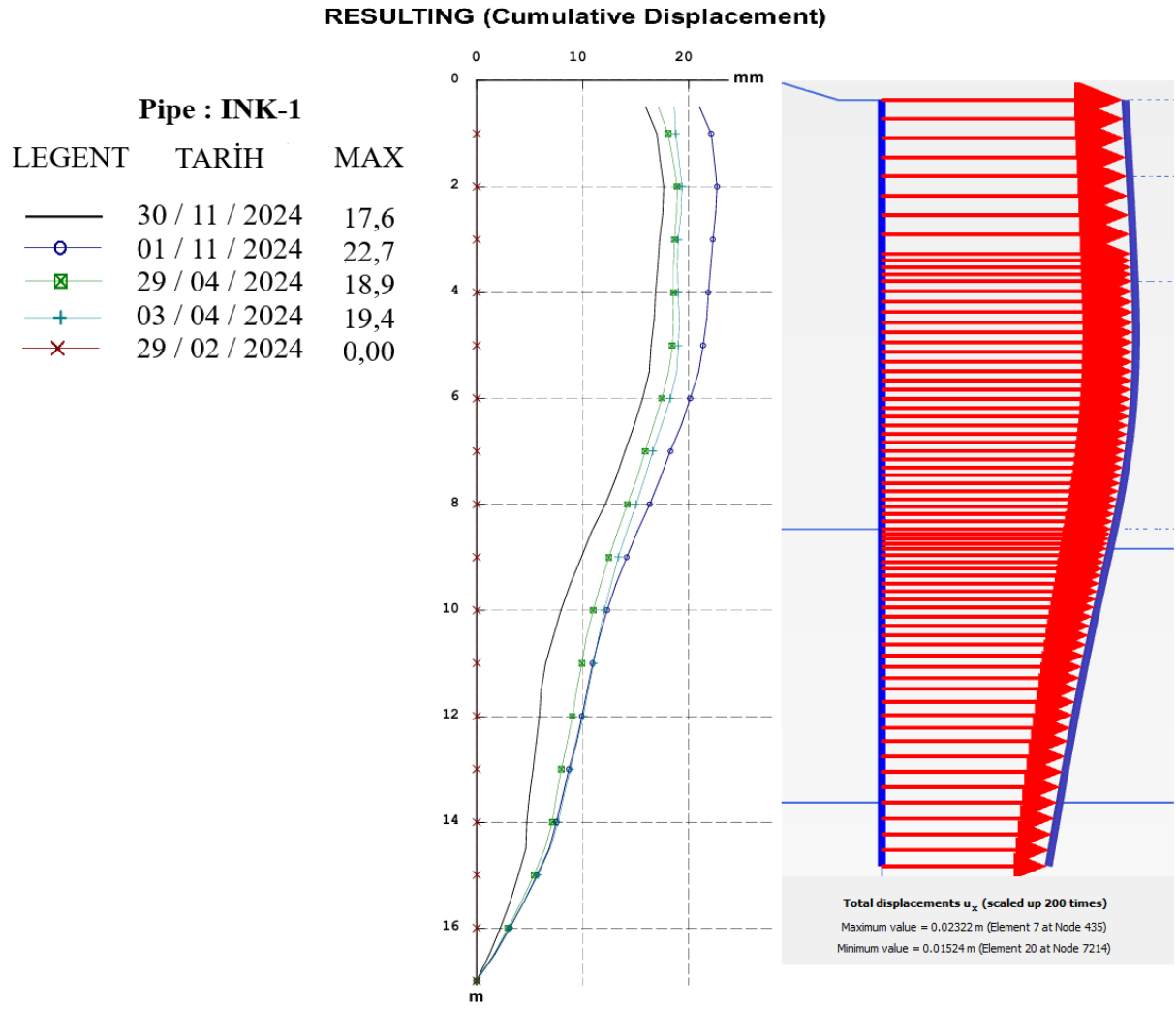
7.3. Konut Derin Temel Kazısı İnklinometre Sonuçları

Konut temel derin kazısı projesi yaklaşık 10,00 metreye kadar katı, çok katı kıvamlı orta, yüksek plastisiteli kil birim, 10,00 metreden sonra ise sert kıvamlı orta plastisiteli kil birimlerden oluşmaktadır. Çalışma kapsamında dikkate alınan zemin parametreleri Tablo 7.5’de verilmiştir.

Tablo 7.5 Zemin Tabakalarına ait Tasarım Parametreleri

Zemin	Tabaka Kalınlığı (m)	Doğal Birim Hacim Ağırlık	Doygun Birim Hacim Ağırlık	Referans Young Modülü	Tanjant Rijitliği	Elastik Yükleme Boşaltma	Kohezyon	Kayma Mukavemeti Açısı	Poisson Oranı
		γ	γ_d	E_{50}^{ref}	E_{0ed}^{ref}	E_{ur}^{ref}	C	ϕ	ν
		kN/m ³	kN/m ³	kN/m ²	kN/m ²	kN/m ²	kN/m ²	-	-
CIH	0,00-10,00	19,00	20,00	10000	10000	30000	7,00	27,00	0,38
CIM-1	10,00-15,00	19,00	20,00	25000	25000	75000	12,00	29,00	0,41
CIM-2	15,00-40,00	19,00	20,00	32250	32250	96750	15,00	29,00	0,40

Konut projesinde incelenen kesit için kazı derinliği 8,20 metredir. D=80 cm çaplı merkezden merkeze mesafesi s=100 cm olan aralıklı fore kazık kullanılmıştır. Kazığın soket boyu 5,80 metredir. Projede tek sıra öngermeli ankraj kullanılmıştır. İncelenen kesit analizlerinde kazıklarda hesaplanan maksimum yatay deformasyon değeri 2,3 cm olarak bulunmuştur. İnklinometre ölçümleri ile elde edilen kazıkta, maksimum yatay deformasyon değeri ise 2,27 cm olduğu görülmüştür.



Şekil 7.4 Kazıkta Ölçülen Yatay Değiştirme (U_x) – İnk : 1

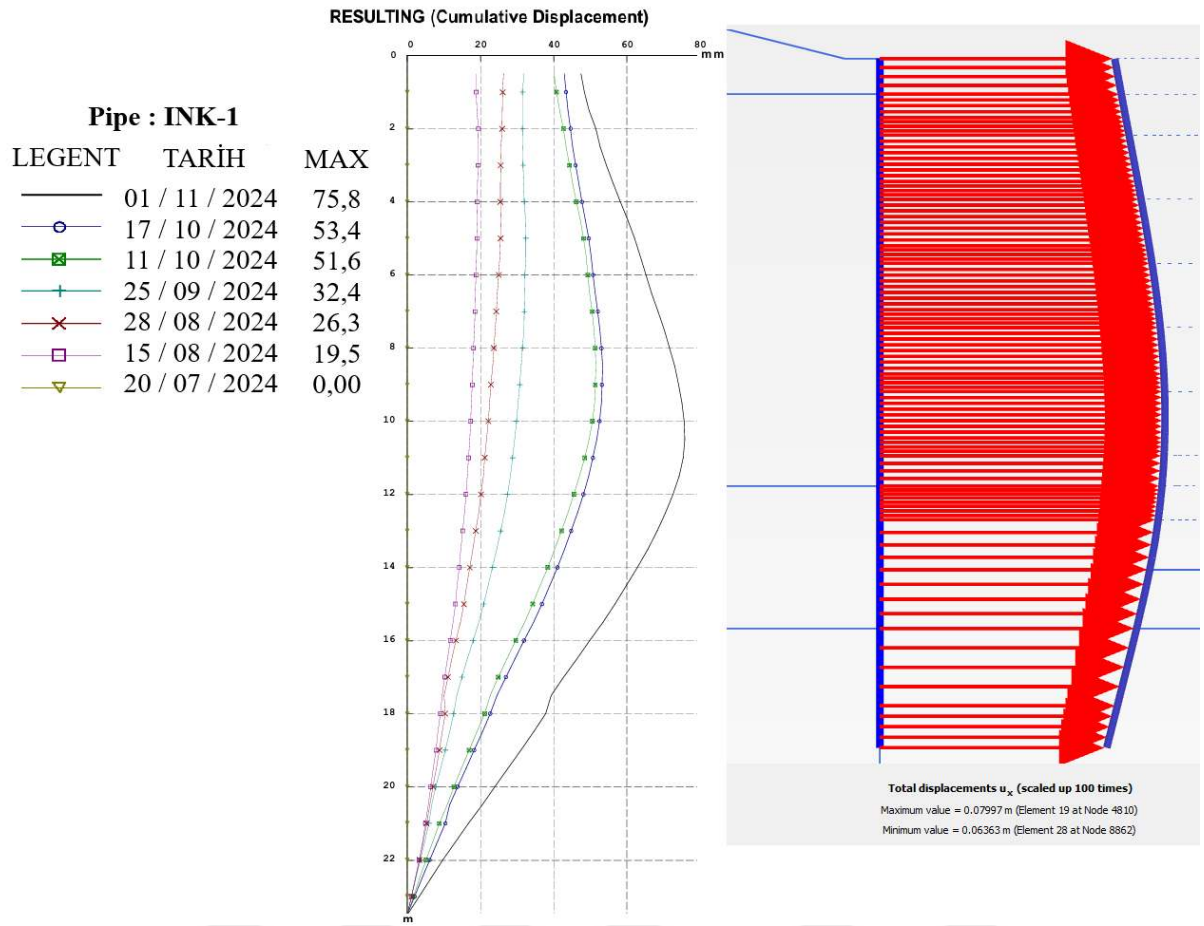
7.4. Spor Salonu Derin Temel Kazısı İnklinometre Sonuçları

Spor Salonu temel derin kazısı projesi 2,00 metreye kadar dolgu tabakası vardır. Yaklaşık 32,00 metreye kadar yer yer çok katı kıvamlı kil birimler bulunsun da genel olarak zemin yumuşak, orta katı, katı kıvamlı kil birimlerden oluşmaktadır. 32,00 metreden sonra yaklaşık 3,00 metrelik orta sıkı yapılı siltli çakıl birimi ve 35,00 metreden sonra ise çok zayıf, zayıf dayanımlı ayrılmış, çok ayrılmış parçalı kırıklı gözenekli kayaç yapısında olan traverten birimlerinden oluşmaktadır. Çalışma kapsamında dikkate alınan zemin parametreleri Tablo 7.6'da verilmiştir.

Tablo 7.6 Spor Salonu Zemin Tabakalarına ait Tasarım Parametreleri

Zemin	Tabaka Kalınlığı (m)	Doğal Birim Hacim Ağırlık	Doygun Birim Hacim Ağırlık	Referans Young Modülü	Tanjant Rijitliği	Elastik Yükleme Boşaltma	Kohezyon	Kayma Mukavemeti Açısı	Poisson Oranı
		γ	γ_d	E_{50}^{ref}	E_{Oed}^{ref}	E_{ur}^{ref}	C	ϕ	ν
		kN/m ³	kN/m ³	kN/m ²	kN/m ²	kN/m ²	kN/m ²	-	-
Dolgu	0,00-2,00	17,00	18,00	5000	5000	15000	3	25	0,2
CIH	2,00-13,00	18,00	19,00	6500	6500	19500	6	26	0,25
CIH – 2	13,00-17,00	18,00	19,00	12000	12000	36000	7	27	0,38
SW-SM	17,00-32,00	18,00	19,00	15000	15000	45000	3	30	0,34
GW-GM	32,00-35,00	18,00	19,00	15000	15000	45000	3	34	0,36
TRAVERTEN	35,00-40,00	21,00	21,00	150000	150000	450000	9	30	0,20

Spor Salonu projesinde incelenen kesit için kazı derinliği 14,35 metredir. D=80 cm çaplı merkezden merkeze mesafesi s=100 cm olan aralıklı fore kazık kullanılmıştır. Kazığın soket boyu 5,00 metredir. Projede 7 sıra öngermeli ankraj kullanılmıştır. İncelenen kesit analizlerinde kazıklarda hesaplanan maksimum yatay deformasyon değeri 7.99 cm olarak bulunmuştur. İnklinometre ölçümleri ile elde edilen kazıkta, maksimum yatay deformasyon değeri ise 7,58 cm olduğu görülmüştür.



Şekil 7.5 Kazıkta Ölçülen Yatay Değişirme (U_x) – İnk : 1

8. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada üç farklı zemin grubu için Kazı Destek Yapıları Tasarım ve Uygulama Esasları Yönetmeliği baz alınarak sınır göçme durumu ve hizmet görebilirlik sınır durumu analizleri yapılmıştır. Ankrajlı fore kazık iksa sistemleri tasarımında zemin etkisi gözlemlenmiştir. Çalışma da yer alan Spor salonu derin temel kazısı projesi yumuşak, orta katı, katı kıvamlı kil birimlerinden oluştuğu, konut derin temel kazısı projesi katı, çok katı kıvamlı kil birimlerinden oluştuğu, meydan derin temel kazısı projesi ise sıkı, çok sıkı yapılı çakıl birimlerinden oluştuğu gözlemlenmiştir.

Farklı zemin türleri için nihai sürtünme değerleri incelendiğinde, en yüksek sürtünme değerlerinin sıkı, çok sıkı kumlu Çakıl birimlerinde elde edildiği görülmüştür. Bu doğrultuda 3. grup zemin sınıfında yer alan ankrajların kök bölgesinde, hesaplanan normal kuvvetlerin, ankrajların taşıma kapasitelerinin oldukça altında kaldığı tespit edilmiştir. Buna karşın yumuşak, orta katı, katı kıvamlı kil zemin birimlerden oluşan spor salonu projesinde 5.sıra 6.sıra ve 7.sıra ankraj köklerinde hesaplanan normal kuvvetlerin, ankraj taşıma kapasitesine yakın değerlere ulaştığı görülmüştür. Farklı zemin türleri için nihai sürtünme değerleri incelendiğinde en düşük değerlerin çok yumuşak, yumuşak, orta katı kıvamlı kil birimlerinden oluşan zeminlerde olduğu görülmektedir. Çok yumuşak, yumuşak, orta katı kil birimlerinden oluşan zeminlerde ankrajlı fore kazık tasarımları yapılırken ankraj köklerine gelen normal kuvvetlere dikkat edilmelidir.

Analiz sonuçlarına göre, yumuşak, orta katı, katı kıvamlı kil zemin birimlerden oluşan spor salonu projesi ile sıkı, çok sıkı yapılı çakıl zemin birimlerinden oluşan meydan projesinde zeminde yapılan kazıların derinliklerinin büyük ölçüde benzer olduğu fakat spor salonu projesinde iki ankraj kademesi daha fazla yapılmasına rağmen kazıklarda hesaplanan deplasman ve ölçülen deplasman değerinin, meydan projesinde hesaplanan ve ölçülen deplasman değerinden daha fazla olduğu görülmüştür. Katı, çok katı kil zemin birimlerden oluşan konut projesinde yapılan kazı derinliğinin diğer iki projeye göre daha az olmasına rağmen yaklaşık olarak meydan projesindeki kazıklar kadar deplasman yaptığı hesaplanmıştır. Ankrajlı Fore kazık tasarımı yapılırken ankraj kademesi arttıkça kazıkların daha az deplasman yaptığı fakat çok yumuşak, yumuşak ve orta katı kil zemin kategorisine giren zeminlerde zeminin etkisinin gözardı edilmemesi gerektiği görülmektedir. Gerekli durumlarda, dayanma yapısı imalatından sonra yapının önüne jet grout vb. zemin iyileştirme çalışmaları yapılarak kazı sırasında oluşabilecek riskler minimize edilmeli, daha güvenli kazı süreci sağlanmalıdır.

KAYNAKÇA

Alkaya, D. & Yeşil, B. (2016). Excel Vba İle Ankrajlı Ve Ankrajsız İksa Yapısı Tasarımı. *Yapı Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 6(1), 71-82.

Arslan, B. & Öztoprak, S. (2005). Derin Kazılarda Çok Sıra Ankrajlı İksa Sistemleri İle Ankastre Fore Kazık İksa Sistemlerinin Tasarımı Ve Maliyet Karşılaştırması. *Mühendislik Bilimleri Genç Araştırmacılar I. Kongresi*, İstanbul Üniversitesi (ss.429-440).

Canoğulları, A. U. (2019). *Ankrajlı Fore Kazıklı İksa Sistemlerinin Tasarımı Ve Sonlu Elemanlar Yöntemi İle Analizi*. (Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi). Toros Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mersin.

Dayıoğlu, M. (2010). *Derin Kazıların İncelenmesi Ve Derin Kazı Uygulaması Üzerine Bir Örnek: Harbiye Kongre Merkezi Derin Temel Kazısı*. (Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Explore Google Earth (2024). [Erişim: 01.09.2024. <https://earth.google.com/web/@40.193,29.0481,149.86a,314.11d,35y,0.0h,41.59t,359.9r>]

Explore Google Earth (2024). [Erişim: 01.09.2024. <https://earth.google.com/web/@40.196,29.057,144.21a,443.94d,35y,0.0h,33.73t,0.0r>]

Kazı Destek Yapıları Tasarım Ve Uygulama Esasları Yönetmeliği (2022). [Erişim: 31.01.2024, <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2022/12/20221218-2.htm>]

Kılıç, T. (2023). *Killi Zeminlerde Fore Kazık-Ankrajlı İksa Sistemlerinin Dinamik Analizi*. (Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi). Fatih Sultan Mehmet Vakıf Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İstanbul

Köse, H. K. (2011). *Derin Kazılar Ve Derin Kazı Uygulamasına Bir Örnek: Hilton Garden Inn Sütlüce Derin Temel Kazısı*. (Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

PEER Ground Motion Database (2013). *Pacific Earthquake Engineering Research* [Erişim: 01.10.2024, <https://ngawest2.berkeley.edu>]

Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği (2018). *Deprem Kayıtlarının Basit Ölçeklendirme Yöntemi ile Ölçeklendirilmesi*. [Erişim: 31.01.2024, <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2018/03/20180318M1-2.htm>]

Yeler, M. (2019). *Fore Kazıklı İksalarda Sonlu Elemanlar Yöntemi İle Hesaplanan Deplasmanların Yerinde İnklinometre Ölçüm Sonuçları İle Karşılaştırılması*. (Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi). Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Zahın, B. B. (2020). *Ankrajlı Ve Fore Kazıklı İksa Duvarlarının Deprem Davranışının Şartnameler Ve Sonlu Elemanlar Yaklaşımına Dayalı Yöntemler İle İncelenmesi*. (Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi). Mersin Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.





EKLER

EK-1. MEYDAN PROJESİ : SK-4

Derinlik(m) Depth(m)	Manevra Run	Standart Penetrasyon Deneyi Standart Penetration Test				Jeoteknik Tanımlama Geotechnical Description	Profil Profile	Dayanıklılık Strength	Ayrışma Weathering	Kırık/30 cm. Fracture/30 cm.	Korot % Core Recovery %	RQD %	
		Darbe Sayısı Number Of Blows											Grafik Graph
		0-15 cm	15-30 cm	30-45 cm	N								
1.00						Dolgu							
2.00	SPT 1	5	6	7	13	Kahve Renkli, Seyrek Çakıllı, Kumlu, Siltli KİL		0.00 m.					
3.00	SPT 2	14	17	19	36			2.00 m.					
4.00						Kahvermsi - Grimsi Renkli, Yer Yer Seyrek Bloklu - İri Çakıllı, Kumlu, Siltli, Killi ÇAKIL							
5.00	SPT 3	21	27	32	59								
6.00	SPT 4	50/5	...	...	>50			6.00 m.					
7.00						Kahvermsi - Grimsi Renkli, Yer Yer Blok İçerikli - İri Çakıllı ÇAKIL							
8.00	SPT 5		KAROT										
9.00	SPT 6	16	18	9	27	Kahvermsi - Yeşilimsi Renkli, Az Killi, Çakıllı, Siltli KUM		9.00 m.					
10.00													
11.00	SPT 7	5	6	6	12			10.00 m.					
12.00	SPT 8	15	16	18	34	Kahvermsi - Yeşilimsi Renkli, Yer Yer Seyrek Bloklu - İri Çakıllı, Seyrek Çakıllı, Az Siltli, Killi KUM							
13.00													
14.00	SPT 9	18	18	20	38								
15.00	SPT 10	17	20	22	42	Kahvermsi - Grimsi Renkli, Yer Yer Blok İçerikli - İri Çakıllı, Az Siltli, Az Killi, Az Kumlu ÇAKIL		14.00 m.					
DAYANIMLILIK - STRENGTH		AYRISMA - WEATHERING				İNCİ DANELİ - FINE GRAINED		BİT DANELİ - COARSE GRAINED					
1	DAYANIMLI	STRONG	1.TAZE	FRESH	N=0-2	ÇOK YUMUŞAK	V SOFT	N=0-4	ÇOK GEVŞEK	V LOOSE			
2	ORTA DAYANIMLI	M.STRONG	2.AZ AYRIŞMIŞ	S.WEATHERED	N=3-4	YUMUŞAK	SOFT	N=5-10	GEVŞEK	LOOSE			
3	ORTA ZAYIF	M.WEAK	3.ORTA AYRIŞMIŞ	M.WEATHERED	N=5-8	ORTA KATI	M.STIFF	N=11-30	ORTA SIKI	M.DENSE			
4	ZAYIF	WEAK	4.ÇOK AYRIŞMIŞ	H.WEATHERED	N=9-15	KATI	STIFF	N=31-50	SIKI	DENSE			
5	ÇOK ZAYIF	V. WEAK	5.TAM AYRIŞMIŞ	C.WEATHERED	N=16-30	ÇOK KATI	V.STIFF	N=51-100	ÇOK SIKI	V.DENSE			
KAYA KALİTESİ RQD %		KIRIK-FRACTURE / 30 cm.				ORANLAR-PROPORTIONS							
10-25	ÇOK ZAYIF	V. POOR	0-1	SEYREK	WIDE(W)	5-10	PEK AZ	SLIGHTLY	5-10	PEK AZ	SLIGHTLY		
25-50	ZAYIF	POOR	1-2	ORTA	MODERATE(M)	10-15	AZ	LITTLE	10-15	AZ	LITTLE		
50-75	ORTA	FAIR	2-10	SIKI	CLOSE(C)	15-30	ÇOK AZ	VERY	15-30	ÇOK AZ	VERY		
75-90	İYİ	GOOD	10-20	ÇOK SIKI	INTENSE(I)	30-50	VE	AND	30-50	VE	AND		
90-100	ÇOK İYİ	EXCELLENT	>20	PARÇALI	CRUSHED(Cr)								

EK-1A. MEYDAN PROJESİ : SK-4 (DEVAMI)

Derinlik (m) Depth (m)	Manevra Run	Standart Penetrasyon Deneyi Standart Penetration Test					Jeoteknik Tanımlama Geotechnical Description	Profil Profile	Dayanım Strength	Ayrılma Weathering	Kırık/30 cm. Fracture/30 cm.	Korut % Core Recovery %	RQD %							
		Darbe Sayısı Number Of Blows				Grafik Graph														
		0-15 cm	15-30 cm	30-45 cm	N															
16.00	SPT 10	17	20	22	42		Kahvermsi - Grimsi Renkli, Yer Yer Blok İçerikli - İri Çakılı, Az Siltli, Az Killi, Az Kumlu ÇAKIL		17.50 m.	20.00 m.										
17.00	SPT 11	16	18	19	37		Kahvermsi - Grimsi Renkli, Yer Yer Blok İçerikli - İri Çakılı, Az Siltli, Az Killi, Kumlu ÇAKIL													
18.00	SPT 12	18	21	24	45															
19.00	SPT 13	20	21	25	46															
20.00	SPT 14																			
21.00	SPT 15																			
22.00	SPT 16																			
23.00	SPT 17																			
24.00	SPT 18																			
25.00	SPT 19																			
26.00	SPT 20																			
27.00																				
28.00																				
29.00																				
30.00																				
SPT 20																				
DAYANIMLILIK - STRENGTH		AYRISMA - WEATHERING				İNCİ DANELİ - FINE GRAINED				İRİ DANELİ - COARSE GRAINED										
1 DAYANIMLI	STRONG	1 TAZE	FRESH	N=0-2	ÇOK YUMUŞAK	V SOFT	N=0-4	ÇOK GEVSEK	V LOOSE											
2 ORTA DAYANIMLI	M-STRONG	2 AZ AYRISMIŞ	S-WEATHERED	N=3-4	YUMUŞAK	SOFT	N=5-10	GEVSEK	LOOSE											
3 ORTA ZAYIF	M-WEAK	3 ORTA AYRISMIŞ	M-WEATHERED	N=5-8	ORTA KATI	M-STIFF	N=11-30	ORTA SIKI	M-DENSE											
4 ZAYIF	WEAK	4 ÇOK AYRISMIŞ	H-WEATHERED	N=9-15	KATI	STIFF	N=31-50	SIKI	DENSE											
5 ÇOK ZAYIF	V-WEAK	5 TAM AYRISMIŞ	C-WEATHERED	N=16-30	ÇOK KATI	V-STIFF	N=51-100	ÇOK SIKI	V-DENSE											
				N=30	SEYREK	HARD														
KAYA KALİTESİ RQD %		KIRIK-FRACTURE / 30 cm.				ORANLAR-PROPORTIONS														
50-25	ÇOK ZAYIF	V-POOR	1-2	SEYREK	WIDE(W)	5-5	PEK AZ	SLIGHTLY												
25-50	ZAYIF	POOR	1-2	ORTA	MODERATE(M)	5-10	AZ	LITTLE												
50-75	ORTA	FAIR	2-10	SIKI	CLOSE(C)	10-20	AZ	LITTLE												
75-90	İYİ	GOOD	10-20	ÇOK SIKI	INTENSE(I)	20-30	AZ	LITTLE												
90-100	ÇOK İYİ	EXCELLENT	>20	PARÇALI	CRUSHED(CH)	30 >	VE	AND												

EK-2. MEYDAN PROJESİ : SK-6

Derinlik (m) Depth (m)	Manevra Run	Standart Penetrasyon Deneyi Standart Penetration Test				Jeoteknik Tanımlama Geotechnical Description	Profil Profile	Dayanım Strength	Ayrışma Weathering	Kırık/30 cm. Fracture/30 cm.	Korut % Core Recovery %	RQD %
		Darbe Sayısı Number Of Blows		Grafik Graph								
		0-15 cm	15-30 cm	30-40 cm	N							
1.00						Dolgu						
2.00	SPT 1	7	9	10	19			0.70 m.				
3.00												
4.00	SPT 2	11	15	16	31							
5.00	SPT 3	14	16	17	33	Kahvermsi - Grimsi Renkli, Yer Yer Seyrek Bloklu - İri Çakıllı, Kumlu, Siltli, Kili ÇAKIL						
6.00												
7.00	SPT 4	26	50/10	...	>50							
8.00	SPT 5	50/4	...	...	>50							
9.00								8.00 m.				
10.00	SPT 6	10	13	14	27	Kahvermsi - Yeşilimsi Renkli, Yer Yer Seyrek Bloklu - İri Çakıllı, Az Kili, Az Çakıllı, Siltli KUM						
11.00	SPT 7	12	14	16	30							
12.00												
13.00	SPT 8	50/13	...	...	>50							
14.00	SPT 9	50/9	...	...	>50	Kahvermsi - Grimsi Renkli, Yer Yer Blok İçerikli - İri Çakıllı, Az Kili, Kumlu, Siltli ÇAKIL						
15.00	SPT 10	23	26	28	54							
DAYANIMLILIK - STRENGTH		AYRISMA - WEATHERING				İNCE DANELİ - FINE GRAINED		İRİ DANELİ - COARSE GRAINED				
1	DAYANIMLI	STRONG	1	AZ	FRESH	N=0-2	ÇOK YUMUŞAK	V.SOFT	N=0-4	ÇOK GEVŞEK	V.LOOSE	
2	ORTA DAYANIMLI	M.STRONG	2	AZ AYRISMA	S.WEATHERED	N=3-4	YUMUŞAK	SOFT	N=5-10	GEVŞEK	LOOSE	
3	ORTA ZAYIF	M.WEAK	3	ORTA AYRISMA	M.WEATHERED	N=5-8	ORTA KATI	M.STIFF	N=11-30	ORTA SIKI	M.DENSE	
4	ZAYIF	WEAK	4	ÇOK AYRISMA	H.WEATHERED	N=9-15	KATI	STIFF	N=31-50	SIKI	DENSE	
5	ÇOK ZAYIF	V.WEAK	5	TAM AYRISMA	C.WEATHERED	N=16-30	ÇOK KATI	V.STIFF	N=51-100	ÇOK SIKI	V.DENSE	
KAYA KALİTESİ RQD %		KIRIK-FRACTURE / 30 cm.				ORANLAR-PROPORTIONS						
50-25	ÇOK ZAYIF	V.POOR	0-1	SEYREK	WIDE(W)	5-10	PEK AZ	SLIGHTLY	5-10	PEK AZ	SLIGHTLY	
25-10	ZAYIF	POOR	1-2	ORTA	MODERATE(M)	10-15	AZ	LITTLE	10-15	AZ	LITTLE	
10-5	ORTA	FAIR	2-10	SIKI	CLOSE(C)	15-20	ÇOK	VERY	20-30	ÇOK	VERY	
5-10	İYİ	GOOD	10-20	ÇOK SIKI	INTENSE(I)	20-30	ÇOK SIKI	VERY	30-40	ÇOK SIKI	VERY	
0-5	ÇOK İYİ	EXCELLENT	20	PARÇALI	CRUSHED(Cr)	30-40	ÇOK SIKI	VERY	40-50	ÇOK SIKI	VERY	

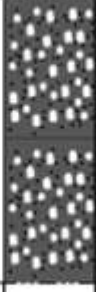
EK-2A. MEYDAN PROJESİ : SK-6

Derinlik (m) Depth (m)			Standart Penetrasyon Deneyi Standard Penetration Test										Jeoteknik Tanımlama Geotechnical Description	Profil Profile	Dayanım Strength	Ayrışma Weathering	Kırık/30 cm. Fracture/30 cm.	Korut. % Core Recovery %	RQD %
	Seseme Çıktı Sample Type	Manevra Run	Darbe Sayısı Number Of Blows				Grafik Graph												
			0-15 m	15-30 m	30-45 m	N	10	20	30	40	50								
16.00	SPT 10		23	26	28	54							Kahvermsi - Grimsi Renkli, Yer Yer Blok İçerikli - İri Çakıllı, Az Killi, Kumlu, Siltli ÇAKIL.						
17.00	SPT 11		19	22	24	46							Kahvermsi - Grimsi Renkli, Yer Yer Blok İçerikli - İri Çakıllı, Az Killi, Az Siltli, Kumlu ÇAKIL.		16.40 m.				
18.00																			
19.00	SPT 12		50/7	...	...	>50										19.00 m.			
20.00	SPT 13		16	21	18	39							Kahvermsi - Yeşilimsi Renkli, Yer Yer Blok İçerikli - İri Çakıllı, Az Siltli, Az Killi, Çakıllı KUM.						
21.00																			
22.00	SPT 14		17	20	19	39										22.00 m.			
23.00	SPT 15		25	26	28	54							Kahvermsi - Grimsi Renkli, Yer Yer Blok İçerikli - İri Çakıllı, Az Killi, Az Siltli, Kumlu ÇAKIL.						
24.00																			
25.00	SPT 16		27	50/10	...	>50										25.00 m.			
26.00	SPT 17												Kuyu Sonu: 25.00 m.						
27.00																			
28.00	SPT 18																		
29.00	SPT 19																		
30.00																			
	SPT 20																		
DAYANIMLILIK - STRENGTH			AYRISMA - WEATHERING				İNCE DANELİ - FINE GRAINED						İRİ DANELİ - COARSE GRAINED						
1	DAYANIMLI	STRONG	1 FAZİ	FRESH	N=0-2	ÇOK YUMUŞAK	V.SOFT	N=0-4	ÇOK GEVŞEK	V.LOOSE									
2	ORTA DAYANIMLI	M.STRONG	2 AZ AYRISMA	S.WEATHERED	N=3-4	YUMUŞAK	SOFT	N=5-10	GEVŞEK	LOOSE									
3	ORTA ZAYIF	M.WEAK	3 ORTA AYRISMA	M.WEATHERED	N=5-8	ORTA KATI	M.STIFF	N=11-30	ORTA SIKI	M.DENSE									
4	ZAYIF	WEAK	4 ÇOK AYRISMA	H.WEATHERED	N=9-15	KATI	STIFF	N=31-50	SIKI	DENSE									
5	ÇOK ZAYIF	V. WEAK	5 TAM AYRISMA	C.WEATHERED	N=16-30	ÇOK KATI	V.STIFF	N=51-100	ÇOK SIKI	V.DENSE									
KAYA KALİTESİ RQD %			KIRIK-FRACTURE / 30 cm.				ORANLAR-PROPORTIONS												
50-25	ÇOK ZAYIF	V.POOR	1 SETREK	WIDE(W)	50%	PEK AZ	SLIGHTLY	50%	PEK AZ	SLIGHTLY									
25-50	ZAYIF	POOR	1-2 ORTA	MODERATE(M)	25-50	AZ	LITTLE	25-50	AZ	LITTLE									
50-75	ORTA	FAIR	2-10 SIKI	CLOSE(C)	75-90	ÇOK SIKI	VERY	75-90	ÇOK SIKI	VERY									
75-90	İYİ	GOOD	10-20 ÇOK SIKI	INTENSE(I)	90-100	ÇOK İYİ	EXCELLENT	90-100	ÇOK İYİ	EXCELLENT									

EK-3. MEYDAN PROJESİ : SK-10

Derinlik (m) Depth (m)	Sismik Cihaz Sample Type	Manevra Run	Standart Penetrasyon Deneyi Standart Penetration Test					Jeoteknik Tanımlama Geotechnical Description	Profil Profile	Dayanım Strength	Ayrışma Weathering	Kırık/30 cm. Fracture/30 cm.	Korut % Carot %	Korut N RQD %	
			Darbe Sayısı Number Of Blows				Grafik Graph								
			0-15 #	15-30 #	30-45 #	N									
1.00								Dolgu							
2.00	SPT 1		50/7	...	...	>50				0.70 m.					
3.00	SPT 2														
4.00								Grimsi - Beyazmsı - Kahvems Renkli, Az Killi, Az Siltli, Kumlu, Çakılı BLOK							
5.00	SPT 3		50/3	...	...	>50									
6.00	SPT 4														
7.00															
8.00	SPT 5		8	10	12	22				7.00 m.					
9.00	SPT 6		9	10	8	18									
10.00								Kahvems - Grimsi Renkli, Yer Yer Seyrek Bloklu - İri Çakılı, Az Killi, Kumlu, Siltli ÇAKIL							
11.00	SPT 7		14	12	12	24									
12.00	SPT 8		6	9	13	22									
13.00															
14.00	SPT 9		14	15	17	32		Kahvems - Grimsi Renkli, Yer Yer Blok İçerikli - İri Çakılı, Az Killi, Az Siltli, Kumlu ÇAKIL							
15.00	SPT 10		29	50/9	...	>50				13.00 m.					
DAYANIMLILIK - STRENGTH			AYRIŞMA - WEATHERING				İNCE DANELİ - FINE GRAINED				İRİ DANELİ - COARSE GRAINED				
1	DAYANIMLI	STRONG	1 AZE	2 AZ	3 ORTA	4 ÇOK	5 TAM	N=0-2 ÇOK YUMUŞAK	V.SOFT	N=0-4 ÇOK GEVŞEK	V.LOOSE				
2	ORTA DAYANIMLI	M.STRONG	2 AZ AYRIŞMIŞ	3 ORTA AYRIŞMIŞ	4 ÇOK AYRIŞMIŞ	5 TAM AYRIŞMIŞ		N=3-4 YUMUŞAK	SOFT	N=5-10 GEVŞEK	LOOSE				
3	ORTA ZAYIF	M.WEAK						N=5-8 ORTA KATI	M.STIFF	N=11-30 ORTA SIKI	M.DENSE				
4	ZAYIF	WEAK						N=9-15 KATI	STIFF	N=31-50 SIKI	DENSE				
5	ÇOK ZAYIF	V.WEAK						N=16-30 ÇOK KATI	V.STIFF	N=51-100 ÇOK SIKI	V.DENSE				
								N=30 SERT	HARD						
KAYA KALİTESİ RQD %			KIRIK-FRACTURE / 30 cm.				ÖLÇÜLER-PROPORTIONS								
10-25	ÇOK ZAYIF	V.POOR	<1 SEYREK	1-2 ORTA	2-10 SIKI	10-20 ÇOK SIKI	>20 PARÇALI	50% PEK AZ	SLIGHTLY	5% PEK AZ	SLIGHTLY				
25-50	ZAYIF	POOR						50-100 AZ	LITTLE	5-20 AZ	LITTLE				
50-75	ORTA	FAIR						75-100 ÇOK	VERY	20-50 ÇOK	VERY				
75-90	İYİ	GOOD													
90-100	ÇOK İYİ	EXCELLENT													

EK-3A. MEYDAN PROJESİ : SK-10

Derinlik (m) Depth (m)			Standart Penetrasyon Deneyi Standart Penetration Test					Jeoteknik Tanımlama Geotechnical Description	Profil Profile	Dayanım Strength	Ayrışma Weathering	Kırık/30 cm. Fracture/30 cm.	Korut % Core Recovery %	RQD %	
	Numune Çizim Sample Type	Manevra Run	Darbe Sayısı Number Of Blows				Grafik Graph								
			0-15 #	15-30 #	30-45 #	N									
16.00	SPT 10		29	50/9	...	>50		Kahverengi - Griimsi Renkli, Yer Yer Blok İçerikli - İri Çakıllı, Az Killi, Az Siltli, Kumlu ÇAKIL							
17.00	SPT 11		34	50/7	...	>50									
18.00															
19.00	SPT 12		20	24	27	51									
20.00	SPT 13		21	25	29	54									
21.00															
22.00	SPT 14														
23.00	SPT 15														
24.00															
25.00	SPT 16														
26.00	SPT 17														
27.00															
28.00	SPT 18														
29.00	SPT 19														
30.00	SPT 20														
DAYANIMLILIK - STRENGTH			AYRIŞMA - WEATHERING				İNCE DANELİ - FINE GRAINED				İRİ DANELİ - COARSE GRAINED				
1	DAYANIMLI	STRONG	1 TAZE	FRESH	N=0-2	ÇOK YUMUŞAK	V SOFT	N=0-4	ÇOK GEVŞEK	V LOOSE					
2	ORTA DAYANIMLI	MSTRONG	2 AZ AYRIŞMIŞ	S WEATHERED	N=3-4	YUMUŞAK	SOFT	N=5-10	GEVŞEK	LOOSE					
3	ORTA ZAYIF	MWEAK	3 ORTA AYRIŞMIŞ	M WEATHERED	N=5-8	ORTA KATI	M STIFF	N=11-30	ORTA SIKI	M DENSE					
4	ZAYIF	WEAK	4 ÇOK AYRIŞMIŞ	H WEATHERED	N=9-15	KATI	STIFF	N=31-50	SIKI	DENSE					
5	ÇOK ZAYIF	V. WEAK	5 TAM AYRIŞMIŞ	C WEATHERED	N=16-30	ÇOK KATI	V STIFF	N=51-100	ÇOK SIKI	V DENSE					
KAYA KALİTESİ RQD %			KIRIK-FRACTURE / 30 cm.				ORANLAR-PROPORTIONS								
50-25	ÇOK ZAYIF	V POOR	1 SEYİRKİ	WIDELY	%< 5	PEK AZ	SLIGHTLY	%< 5	PEK AZ	SLIGHTLY					
25-50	ZAYIF	POOR	1-2 ORTA	MODERATE(M)	5-15	AZ	LITTLE	5-15	AZ	LITTLE					
50-75	ORTA	FAIR	2-10 SIKI	CLOSE(C)	15-35	ÇOK	VERY	15-35	ÇOK	VERY					
75-90	İYİ	GOOD	10-20 ÇOK SIKI	INTENSE(I)	35-65	ÇOK	VERY	35-65	ÇOK	VERY					
90-100	ÇOK İYİ	EXCELLENT	>20 PARÇALI	CRUSHED(Cr)	65-100	ÇOK	VERY	65-100	ÇOK	VERY					

EK-4. MEYDAN PROJESİ : LABORATUVAR SONUÇLARI SK-4

SIRA NO.	NUMUNENİN				Dane Dağılımı (%)		Atterberg Limitleri (%)			SINIF	Su İçeriği (%)	Tabii Birim Ağırlık γ_n (t/m ³)	Kuru Birim H.Ağ. γ_d (t/m ³)	Özgül Ağırlık G_s	Boşluk Oranı e_n	Diyarlık Derecesi S_p %	KONSOLIDASYON				Permeabilite		DAYANIM DENEYLERİ								NOKTA YÜK-ANIZOTROPİ İNDEKSİ $I_p(50)$ (Mpa)	SINIF TANIMLAMASI					
	Lab. No	Sondaj No	Numune No	Derinlik (m.)	+10 ⁰ kalan	-200 ⁰ geçen	W _L LL	W _p PL	L _p PI								Düğü	Sabit	SERBEST.BAS. DAY.		ÜÇ EKS.BASINÇ DAY.		KESME KUTUSU		SİNİ	GRUP ADININ AÇIKLAMASI											
																			q _u kg/cm ²	E kg/cm ²	C kN/m ²	φ° Derece	C kN/m ²	φ° Derece													
1	746	SK-4	SPT-2	3.00-3.45	42	25	20	15	5	GC-GM	6,40							m _v m ² /kg	P _c kg/ cm ²	şişme yüz %	m ³ /sn	m ³ /sn													GW	Düzgün Dane Dağılımlı Çakıl	
2	746	SK-4	KAROT	6.00-7.50	100	0				GP	1,10																									GP	Üniform Çakıl
3	746	SK-4	SPT-6	9.00-9.45	40	15				SM	14,90																									GM	Siltli Çakıl
4	746	SK-4	SPT-7	10.50-10.95	1	44	25	16	9	SC	21,60																									GC	Killi Çakıl
5	746	SK-4	SPT-9	13.50-13.95	2	43	24	16	8	SC	20,60																									SW	Düzgün Dane Dağılımlı Kum
6	746	SK-4	SPT-11	16.50-16.95	80	3				GW	11,20																									SP	Üniform Kum
7	746	SK-4	SPT-13	19.50-19.95	54	3				GP	12,50																									SM	Siltli Kum
8	746	SK-5	SPT-2	3.00-3.45	15	39	24	16	8	SC	15,30																									SC	Killi Kum
9	746	SK-5	SPT-4	6.00-6.45	2	66	33	18	15	CL	29,60																									CL	Düşük Plastisiteli Kil
10	746	SK-5	SPT-6	9.00-9.45	36	30	22	15	7	GC-GM	11,80																									ML	Düşük Plastisiteli Silt
11	746	SK-5	SPT-8	12.00-12.45	12	47	28	17	11	SC	20,10																									CI	Orta Plastisiteli Kil
12	746	SK-5	SPT-10	15.00-15.45	13	43	26	16	10	SC	19,60																									MI	Orta Plastisiteli Silt
13	746	SK-5	SPT-11	16.50-16.95	63	9				GW-GM	11,10																									CH	Yüksek Plastisiteli-Yağlı Kil
14	746	SK-6	SPT-2	3.00-3.45	46	23	23	16	7	GC-GM	8,10																									MH	Yüksek Plastisiteli-Elastik Silt
15	746	SK-6	SPT-4	6.00-6.45	44	24	23	16	7	GC-GM	3,80																									PT	Turba
16	746	SK-6	SPT-6	9.00-9.45	13	39				SM	14,10																									MY	Malzeme Yetersiz
17	746	SK-6	SPT-7	10.50-10.95	60	16				GM	7,4																									F.KODU	

EK-5. MEYDAN PROJESİ : LABORATUVAR SONUÇLARI SK-6

SIRA NO.	NUMUNENİN			Dane Dağılımı (%)		Atterberg Limitleri (%)			SİNEF	Su İçeriği (%)	Tabii Birim Ağırlık γ_n (t/m ³)	Kuru Birim H.Ağ. γ_d (t/m ³)	Özgül Ağırlık G_s	Boşluk Oranı e_n	Diyarlık Derecesi S_r %	KONSOLIDASYON				Permanibilite		DAYANIM DENEYLERİ						NOKTA YÜK-ANIZOTROPİ İNDEKSİ	SINIF TANIMLAMASI							
	Lab. No	Sondaj No	Numune No	Derinlik (m.)	+10 ⁰ -200 ⁰ kalan	W _L LL	W _p PL	I _p PI								W(n) (%)	Y _n (t/m ³)	Y _e (t/m ³)	m _v m ² /kg	P _c kg/cm ²	şişme yüz %	m ³ /sn	m ³ /sn	SERBEST BAS. DAY.	ÜÇ EKS.BASINÇ DAY.	KESME KUTUSU	q _u kg/cm ²		E kg/cm ²	C kN/m ²	φ° Derece	C kN/m ²	φ° Derece	I _s (50) (Mpa)	SİNGE	GRUP ADININ AÇIKLAMASI
	1	746	SK-6	SPT-9	13.50-13.95	59	13									N.P	GM	6,30																		
2	746	SK-6	SPT-11	16.50-16.95	62	6		N.P	GP-GM	7,80																				GP	Üniform Çakıl					
3	746	SK-6	SPT-13	19.50-19.95	25	9		N.P	SW-SM	10,80																				GM	Siltli Çakıl					
4	746	SK-6	SPT-16	24.00-24.45	64	1		N.P	GW	10,80																				GC	Killi Çakıl					
5	746	SK-7	SPT-2	3.00-3.45	22	26	21	15	6	SC-SM	11,60																				SW	Düzgün Dane Dağılımlı Kum				
6	746	SK-7	SPT-4	6.00-6.45	16	38	25	16	9	SC-SM	10,50																				SP	Üniform Kum				
7	746	SK-7	SPT-6	9.00-9.45	58	15	23	16	7	GC-GM	10,70																				SM	Siltli Kum				
8	746	SK-7	SPT-7	10.50-10.95	7	36	23	16	7	SC-SM	18,80																				SC	Killi Kum				
9	746	SK-7	SPT-9	13.50-13.95	2	55	24	16	8	CL	21,20																				CL	Düşük Plastisiteli Kil				
10	746	SK-7	SPT-11	16.50-16.95	62	2		N.P	GP	9,80																					ML	Düşük Plastisiteli Silt				
11	746	SK-7	SPT-13	19.50-19.95	12	39	25	16	9	SC	18,60																				CI	Orta Plastisiteli Kil				
12	780	SK-8	SPT-2	3.00-3.45	48	20	27	17	10	GC	8,60																				MI	Orta Plastisiteli Silt				
13	780	SK-8	SPT-4	6.00-6.45	55	20	27	17	10	GC	9,90																				CH	Yüksek Plastisiteli-Yağlı Kil				
14	780	SK-8	SPT-6	9.00-9.45	78	6		N.P	GP-GM	7,30																					MH	Yüksek Plastisiteli-Elastik Silt				
15	780	SK-8	SPT-7	10.50-10.95	20	47	25	16	9	SC	22,00																				PT	Turba				
16	780	SK-8	SPT-9	13.50-13.95	83	1		N.P	GW	6,20																					MY	Malzeme Yetersiz				
17	780	SK-8	SPT-11	16.50-16.95	75	11		N.P	GP-GM	17,50																					F.KODU					

EK-6. MEYDAN PROJESİ : LABORATUVAR SONUÇLARI SK-10

SIRA NO.	NUMUNENİN				Dane Dağılımı (%)		Atterberg Limitleri (%)			SİNEF	Su İçerği	Tabii Birim Ağırlık	Kuru Birim H.Ağ.	Özgül Ağırlık	Boşluk Oranı	Doğruluk Derecesi	KONSOLIDASYON				Permanbilite		DAYANIM DENEYLERİ						NOKTA YÜK-ANIZOTROPİ İNDEKSİ	SINIF TANIMLAMASI																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
																							SERBEST.BAS. DAY.									ÜÇ EKS.BASINÇ DAY.		KESME KUTUSU																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
	Lab. No	Sondaj No	Numune No	Derinlik (m.)	+10' kalan	-200' geçen	W _L	W _P	I _P								m _v	P _c	çizme yüz %	m/sn	m/sn	q _u	E	C	φ°	C	φ°	*Is(50)		SİNİGE	GRUP ADININ AÇIKLAMASI																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
																																kg/cm²	kg/cm²	kN/m²	Derece	kN/m²	Derece																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
1	780	SK-8	SPT-13	19.50-19.95	76	8		N.P	GW-GM	8,40																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											</

EK-7. SPOR SALONU PROJESİ : SK-21

DERİNLİK DEPTH	NUMARALI CİNE SAMPLE TYPE	KİLEME RUN	STANDART PENETRASYON DEĞERİ STANDART PENETRASYON DEĞERİ				GRAFIK GRAPH	JEOTEKNİK TANIMLAMA GEOTECHNICAL DESCRIPTION	PROFİL PROFILE	DAYANIMLILIK STRENGTH	AYRISMA WEATHERING	KIRIL / KIRIL FRACTURE / W.C.	KAROT % CORE RECOVERY %	RÖD %
			DARBE SAYISI NUMBER OF BLOWS											
			0-15 CM	15-30 CM	30-45 CM	45-60 CM								
0,00														
1,00								Dolgu Malzemesi						
2,00	SPT-1	1.50-1.95	4	8	11	19		Kumlu, çakıllı, kili kontrollü dolgu.						
3,00								1,80 m.						
4,00	SPT-2	3.00-3.45	5	5	5	10								
5,00														
6,00	SPT-3	4.50-4.95	3	3	6	12								
7,00														
8,00	SPT-4	6.00-6.45	17	20	12	32		kum-çakıl bantları						
9,00														
10,00	SPT-5	7.50-7.95	4	4	6	10								
11,00	UD-1	8.50-9.00						Kumlu Siltli KİL						
12,00	SPT-6	9.00-9.45	6	10	8	18		Kahve-açık kahve renklerde, katı-çok katı kıvrımlı, yüksek-orta plastisiteli yer yer kum-çakıl bantları içeren Kumlu Siltli KİL-KİL.						
13,00														
14,00	SPT-7	10.50-10.95	5	6	6	12								
15,00														
16,00	SPT-8	12.00-12.45	4	4	5	9								
17,00														
18,00	SPT-9	13.50-13.95	9	8	14	22								
19,00														
20,00	SPT-10	15.00-15.45	7	9	8	17								
21,00														
22,00														
23,00	SPT-11	16.50-16.95	5	6	5	11								
24,00														
25,00	UD-2	18.00-18.50												
26,00	SPT-12	18.50-18.95	4	6	6	12								
27,00														
28,00	SPT-13	19.50-19.95	4	5	6	11								
29,00														
30,00														
DAYANIMLILIK-STRENGTH			AYRISMA-WEATHERING				İNCİ DANELİ-FINE GRAINED			İRİ DANELİ-COARSE GRAINED				
I	DAYANIMLI	STRONG	I	TAZE	FRESH	N=0-2	ÇOK YUMUŞAK	V SOFT	N=0-4	ÇOK GEYŞE	V LOOSE			
II	ORTA DAY	M.STRONG	II	AZ AYRISMA	S. WEATHERED	N=3-4	YUMUŞAK	SOFT	N=5-10	GEYŞEK	LOOSE			
III	ORTA ZAYIF	M. WEAK	III	ORTA AYRISMA	M. WEATHERED	N=5-8	ORTA LACİ	M. STIFF	N=11-30	ORTA SIKI	M. DENSE			
IV	ZAYIF	WEAK	IV	ÇOK AYRISMA	H. WEATHERED	N=9-15	KATI	STIFF	N=31-50	SIKI	DENSE			
V	ÇOK ZAYIF	V. WEAK	V	TAZİ AYRISMA	C. WEATHERED	N=16-30	ÇOK KATI	V. STIFF	N=51-100	ÇOK SIKI	V. DENSE			
KAYA KALİTESİ RÖD %			KIRIL-FRACTURE/10 CM				ORANLAR-PROPORTIONS							
40-50	ÇOK ZAYIF	V. POOR	1-1	SEYREK	WIDE(W)	*45<	PEK AZ	SLIGHTLY	*45<	PEK AZ	SLIGHTLY			
45-50	ZAYIF	POOR	1-2	ORTA	MODERATE(M)	*45-15	AZ	LITTLE	*45-20	AZ	LITTLE			
50-75	ORTA	FAIR	2-10	SİK	CLOSE(C)	*15-35	ÇOK	VERY	*20-50	ÇOK	VERY			
75-90	İYİ	GOOD	10-20	ÇOK SIK	INTENSE(I)	*35>	VE	AND						
90-100	ÇOK İYİ	EXCELLENT	20	PARÇALI	CRUSHED(CR)									
SPT	Standart Penetrasyon Değeri		K	Karot Numarası		SONDAJ MÜHENDİSİ			İMZA		TARİH			
PT	Standard Penetration Test		K	Core Sample		DRILLING ENGINEER			SIGN		DATE			
P	Orselemis Numune		P	Presiyometre Değeri										

EK-7A. SPOR SALONU PROJESİ : SK-21 (DEVAMI)

DERİNLİK DEPTH	NUMERE CİNE SAMPLE TYPE	MARETİRA RUN	STANDART PENETRASYON DENEYİ STANDART PENETRASYON DENEYİ						JEOTEKNİK TANIMLAMA GEOTECHNICAL DESCRIPTION	PROFİL PROFILE	DAYANIMLIK STRENGTH	AYRISMA WEATHERING	KIRIL / 30 CM FRACTURE / 30 CM	LABOT % CUE RECOVERY %	RQD %						
			DARBE SAYISI NUMBER OF BLOWS				GRAFIK GRAPH														
			0-15 CM	15-30 CM	30-45 CM	N	0	10								20	30	40	50		
21,00	SPT-14	21.00-21.45	6	7	11	18			Kumlu Siltli KİL Kahve-açık kahve renklerde, katı-çok katı kıvamlı, yüksek-orta plastisiteli yer yer kum-çakıl bantları içeren Kumlu Siltli KİL-KİL.												
22,00																					
23,00	SPT-15	22.50-22.95	8	9	14	23															
24,00																					
25,00	SPT-16	24.00-24.45	6	8	12	20															
26,00	SPT-17	25.50-25.95	7	8	9	17															
27,00																					
28,00	SPT-18	27.00-27.45	8	7	11	18															
29,00																					
30,00	SPT-19	28.50-28.95	6	8	10	18															
31,00																					
32,00	SPT-20	30.00-30.45	5	7	6	13															
33,00																					
34,00	SPT-21	31.50-31.95	6	8	9	17															
35,00																					
36,00	SPT-22	33.00-33.45	10	12	11	23															
37,00																					
38,00	SPT-23	34.50-34.95	9	11	13	24															
39,00																					
40,00	SPT-24	36.00-36.45	11	18	23	41															
41,00	SPT-27	40.50-40.95	6	8	8	16															
42,00																					
DAYANIMLILIK-STRENGTH			AYRISMA-WEATHERING				İNCE DANELİ-FINE GRAINED								İRİ DANELİ-COARSE GRAINED						
I	DAYANIMLI	STRONG	I	TAZE	FRESH	N=0-2	ÇOK YUMUŞAK	V.SOFT							N=0-4	ÇOK GEVŞEK-V.LOOSE					
II	ORTA DAY	M.STRONG	II	AZ AYRISMA	S.WEATHERED	N=3-4	YUMUŞAK	SOFT							N=5-10	GEVŞEK	LOOSE				
III	ORTA ZAYIF	M.WEAK	III	ORTA AYRISMA	M.WEATHERED	N=5-8	ORTA KATI	M.STIFF							N=11-30	ORTA SIKI	M.DENSE				
IV	ZAYIF	WEAK	IV	ÇOK AYRISMA	H.WEATHERED	N=9-15	KATI	STIFF							N=31-50	SIKI	DENSE				
V	ÇOK ZAYIF	V.WEAK	V	SAĞ AYRISMA	C.WEATHERED	N=16-20	ÇOK KATI	V.STIFF	N=51-100	ÇOK SIKI	V.DENSE										
KAYA KALİTESİ RQD %			KIRIL-FRACTURE/30 CM				ORANLAR-PROPORTIONS														
%0-25	ÇOK ZAYIF	V.POOR	<1	SEYREK	WIDE(W)	%5-15	PEK AZ	SLIGHTLY	%5-15	PEK AZ	SLIGHTLY										
%25-50	ZAYIF	POOR	1-2	ORTA	MODERATE(M)	%15-35	AZ	LITTLE	%35-50	AZ	LITTLE										
%50-75	ORTA	FAIR	3-10	SIK	CLOSE(C)	%35-50	ÇOK	VERY	%50-75	ÇOK	VERY										
%75-100	İYİ	GOOD	10-20	ÇOK ÇOK SIK	VERY CLOSE(V.C)	%50-75	PEK ÇOK	AND	%75-100	PEK ÇOK	AND										
SPT (Standard Penetration Test)			Kısmi Numarasi																		

EK-7B. SPOR SALONU PROJESİ : SK-21 (DEVAMI)

DERİNLİK (CM) DEPTH (IN)	NUMUNE CİNSİ SAMPLE TYPE	NİHAİ RUN	STANDART PENETRASYON DENEYİ STANDARD PENETRATION TEST				GRAFİK GRAPH	JEOTEKNİK TANIMLAMA GEOTECHNICAL DESCRIPTION	PROFİL PROFILE	DAYANIKLILIK STRENGTH	AYRIŞMA WEATHERING	KIRIK / 30 CM FRACTURE / 30 CM	KAROT % CORE RECOVERY %	RÖD %					
			DARBE SAYISI NUMBER OF BLOWS																
			0-15 CM	15-30 CM	30-45 CM	N													
42,00	SPT-28	42.00-42.45	20	14	14	28		Siltli Çakıllı KUM Açık kahve-bej renklerde, orta sıkı-çok sıkı yapıda travertenin alterasyonu sonucu oluşmuş Siltli Çakıllı KUM. 46.00 m.											
43,00																			
44,00	SPT-29	43.50-43.95	50/4		>50														
45,00	SPT-30	45.00-45.45	50/7		>50														
46,00																			
47,00	SPT-31	46.50-46.95	50/5			>50	Traverten Bej-gri renklerde, çok zayıf-zayıf dayanımlı, tam ayrılmış-çok ayrılmış, parçalı kırıklı gözenekli kayaç yapısında olan Traverten.		V-IV	V-IV	>20	0	0						
48,00	KAROT	47.00																	
49,00	KAROT	48.50																	
50,00	Kuyu Sonu 50,00 m.																		
51,00																			
52,00																			
53,00																			
54,00																			
55,00																			
56,00																			
57,00																			
58,00																			
59,00																			
60,00																			
61,00																			
62,00																			
63,00																			
DAYANIMLILIK-STRENGTH			AYRIŞMA-WEATHERING			İNCE DANELİ-FINE GRAINED			İRİ DANELİ-COARSE GRAINED										
I	DAYANIMLI	STRONG	I	TAZE	FRESH	N=0-2	ÇOK YUMUŞAK	V SOFT	N=0-4	ÇOK GEVŞEK	V LOOSE								
II	ORTA DAY	M.STRONG	II	AZ AYRIŞMA	S WEATHERED	N=3-4	YUMUŞAK	SOFT	N=5-10	GEVŞEK	LOOSE								
III	ORTA ZAYIF	M.WEAK	III	ORTA AYRIŞMA	M WEATHERED	N=5-8	ORTA KATI	M. STIFF	N=11-30	ORTA SIKI	M.DENSE								
IV	ZAYIF	WEAK	IV	ÇOK AYRIŞMA	H WEATHERED	N=9-15	KATI	STIFF	N=31-50	SIKI	DENSE								
V	ÇOK ZAYIF	V.WEAK	V	TAM AYRIŞMA	C WEATHERED	N=16-30	ÇOK KATI	V STIFF	N=51-50	ÇOK SIKI	V DENSE								
KAYA KALİTESİ RÖD %			KIRIK-FRACTURE/30 CM			ORANLAR-PROPORTIONS													
%0-25	ÇOK ZAYIF	V POOR	<1	SEYREK	WIDE(W)	%5-10	PEK AZ	SLIGHTLY	%5-10	PEK AZ	SLIGHTLY								
%25-50	ZAYIF	POOR	1-2	ORTA	MODERATE(M)	%10-15	AZ	LITTLE	%10-20	AZ	LITTLE								
%50-75	ORTA	FAIR	2-10	SİK	CLOSE(C)	%15-25	ÇOK	VERY	%20-50	ÇOK	VERY								
%75-90	İYİ	GOOD	10-20	ÇOK SİK	INTENSE(I)	%25-50	VE	HARD											
%90-100	ÇOK İYİ	EXCELLENT	>20	PARÇALI	CRUSHED(CR)														

EK-8. SPOR SALONU PROJESİ : SK-22

DERİNLİK/DEPTH (m)	STANDART PENETRASYON TEST STANDARD PENETRASYON DEHEYİ												JEOTEKNİK TANIMLAMA GEOTECHNICAL DESCRIPTION	PROFİL PROFILE	DAYANIMLILIK STRENGTH	AYRISMA WEATHERING	KIRIK / 30 CM FRACTURE / 30 CM	KAROT % CORE RECOVERY %	PQD %
	NUMUNE ÇİMSİ SAMPLE TYPE	MANEVRA RUN	DARBE SAYISI NUMBER OF BLOWS					GRAFIK GRAPH											
			0-15 CM	15-30 CM	30-45 CM	45-60 CM	60-75 CM	0	10	20	30	40							
0,00													Dolgu Malzemesi Kıllı, siltli, kumlu, çakıllı kontrollüz dolgu.						
1,00																			
2,00	SPT-1	1.50-1.95																	
3,00													4,40 m.						
4,00	SPT-2	2.00-2.45	10	13	19	32													
5,00	SPT-3	4.50-4.95	7	7	6	13													
6,00													Kumlu Siltli KİL Kahve renklerde, orta katı-katı-çok katı kıvrımlı, yüksek-orta plastisiteli yer yer kum-çakıl bantları içeren Kumlu Siltli KİL-KİL.						
7,00	SPT-4	6.00-6.45	3	5	6	11													
8,00	SPT-5	7.50-7.95	7	11	12	23													
9,00	UD-1	9.00-9.50											kum-çakıl bantları						
10,00	SPT-6	9.50-9.95	3	4	4	8													
11,00	SPT-7	10.50-10.95	6	10	13	23													
12,00																			
13,00	SPT-8	12.00-12.45	5	6	7	13													
14,00	SPT-9	12.50-12.95	3	4	4	8													
15,00	UD	15.00-15.50	alınmadı																
16,00	SPT-10	15.50-15.95	10	14	10	24													
17,00	SPT-11	16.50-16.95	3	4	5	9													
18,00																			
19,00	UD	18.00-18.50	alınmadı																
20,00	SPT-12	18.50-18.95	3	5	4	9													
21,00	SPT-13	19.50-19.95	3	3	3	6													
DAYANIMLILIK-STRENGTH			AYRISMA-WEATHERING					İNCE DANELİ-FINE GRAINED					İRİ DANELİ-COARSE GRAINED						
I	DAYANIMLI	STRONG	I	TAZE	FRESH	N=0-2	ÇOK YUMUŞAK	V SOFT	N=0-4	ÇOK GEVŞEK	V LOOSE								
II	ORTA DAY	M.STRONG	II	AZ AYRISMA	S. WEATHERED	N=3-4	YUMUŞAK	SOFT	N=5-10	GEVŞEK	LOOSE								
III	ORTA ZAYIF	M.WEAK	III	ORTA AYRISMA	M. WEATHERED	N=5-8	ORTA KATI	M. STIFF	N=11-30	ORTA SIKI	M. DENSE								
IV	ZAYIF	WEAK	IV	ÇOK AYRISMA	H. WEATHERED	N=9-15	KATI	STIFF	N=31-50	SIKI	DENSE								
V	ÇOK ZAYIF	V. WEAK	V	TAM AYRISMA	C. WEATHERED	N=16-30	ÇOK KATI	V. STIFF	N=51-50	ÇOK SIKI	V. DENSE								
KAYA KALİTESİ RQD %			KIRIK-FRACTURE/30 CM					ORANLAR-PROPORTIONS											
%0-25	ÇOK ZAYIF	V. POOR	1	SEYREK	WIDE(W)	%45	PEK AZ	SLIGHTLY	%45	PEK AZ	SLIGHTLY								
%25-50	ZAYIF	POOR	1-2	ORTA	MODERATE(M)	%5-15	AZ	LITTLE	%5-20	AZ	LITTLE								
%50-75	ORTA	FAIR	2-10	SIK	CLOSE(C)	%15-35	ÇOK	VERY	%35-50	ÇOK	VERY								
%75-90	İYİ	GOOD	10-20	ÇOK SIK	INTENSE(I)	%35-50	VE	AND	%50-100	ÇOK SIK	VERY								
%90-100	ÇOK İYİ	EXCELLENT	>20	PARÇALI	CRUSHED(CR)														

SPT Standart Penetrasyon Deheyi

K Kaye Numaraları

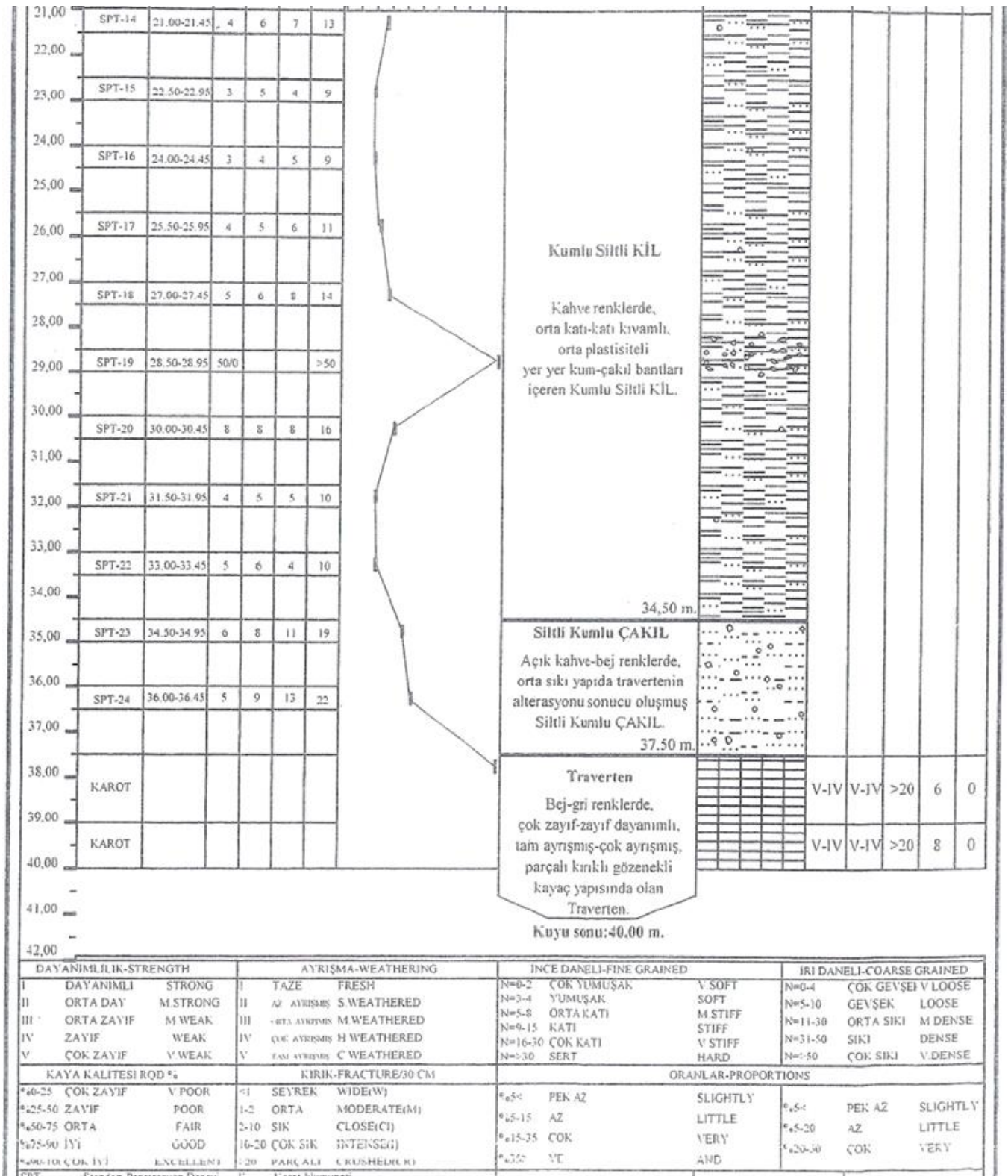
EK-8A. SPOR SALONU PROJESİ : SK-22 (DEVAMI)

[illegible]

EK-9. SPOR SALONU PROJESİ : SK-24

DERİNLİK DEPTH	STANDART PENETRASYON DENEYİ										JEOTEKNİK TANIMLAMA GEOTECHNICAL DESCRIPTION	PROFİL PROFILE	DAYANIMLILIK STRENGTH	AYRISMA WEATHERING	KIRIK / 30 CM FRACTURE / 30.0	KAROT % CORE RECOVERY	ROD %					
	NUMUNE CNSİ SAMPLE TYPE	MANİTREA RUN	DARBE SAYISI NUMBER OF BLOWS				GRAFIK GRAPH															
			0-15 CM	15-30 CM	30-45 CM	N	0	10	20	30	40	50										
0,00																						
1,00																						
2,00	SPT-1	1.50-1.95																				
3,00	SPT-2	2.00-3.45	4	2	3	5																
4,00																						
5,00	SPT-3	4.50-4.95	3	3	4	7																
6,00	SPT-4	6.00-6.45	4	5	4	9																
7,00																						
8,00	SPT-5	7.50-7.95	3	5	6	11																
9,00	UD	9.00-9.50	alınmadı.																			
10,00	SPT-6	9.50-9.95	5	4	5	9																
11,00	SPT-7	10.50-10.95	4	5	5	10																
12,00	SPT-8	12.00-12.45	3	4	5	9																
13,00																						
14,00	SPT-9	13.50-13.95	5	6	7	13																
15,00	UD	15.00-15.50	alınmadı.																			
16,00	SPT-10	15.50-15.95	3	4	4	8																
17,00	SPT-11	16.50-16.95	5	4	4	8																
18,00	UD-2	18.00-18.50																				
19,00	SPT-12	18.50-18.95	4	5	3	8																
20,00	SPT-13	19.50-19.95	3	5	6	11																
21,00																						
DAYANIMLILIK-STRENGTH			AYRISMA-WEATHERING				İNCE DANELİ-FINE GRAINED				İRİ DANELİ-COARSE GRAINED											
I	DAYANIMLI	STRONG	I	TAZE	FRESH	N=0-2	ÇOK YUMUŞAK	V SOFT	N=0-4	ÇOK GEVŞEK	V LOOSE											
II	ORTA DAY	M.STRONG	II	AZ AYRISMA	S WEATHERED	N=3-4	YUMUŞAK	SOFT	N=5-10	GEVŞEK	LOOSE											
III	ORTA ZAYIF	M.WEAK	III	ORTA AYRISMA	M.WEATHERED	N=5-8	ORTA KATI	M.STIFF	N=11-30	ORTA SIKI	M.DENSE											
IV	ZAYIF	WEAK	IV	ÇOK AYRISMA	H.WEATHERED	N=9-15	KATI	STIFF	N=31-50	SIKI	DENSE											
V	ÇOK ZAYIF	V.WEAK	V	ÇOK AYRISMA	C.WEATHERED	N=16-30	ÇOK KATI	V.STIFF	N=51-100	ÇOK SIKI	V.DENSE											
KAYA KALİTESİ ROD %			KIRIK-FRACTURE/30 CM				ORANLAR-PROPORTIONS															
*40-25	ÇOK ZAYIF	V.POOR	*1	SEYREK	WIDE(W)	*45	PEK AZ	SLIGHTLY	*45	PEK AZ	SLIGHTLY											
*25-50	ZAYIF	POOR	1-2	ORTA	MODERATE(M)	*45-15	AZ	LITTLE	*45-30	AZ	LITTLE											
*50-75	ORTA	FAIR	2-10	SIK	CLOSE(C)	*45-35	ÇOK	VERY	*45-50	ÇOK	VERY											
*75-90	İYİ	GOOD	10-20	ÇOK SIK	INTENSE(I)	*45-55	VE	AND	*45-60	ÇOK	VERY											
*90-100	ÇOK İYİ	EXCELLENT	>20	PARÇALI	CRUSHED(CR)																	
SPT	Standart Penetrasyon Deneyi	K	Karot Numunesi					SONDAJ MÜHENDİSİ DRILLING ENGINEER				İMZA SIGN		TARİH DATE								
SPT	Standart Penetrasyon Testi	K	Core Sample																			
SPT	Penetrasyon Numunesi	B	Penetration Deneyi																			

EK-9A. SPOR SALONU PROJESİ : SK-24 (Devamı)



EK-10. SPOR SALONU PROJESİ : LABORATUVAR SONUÇLARI SK-21-22

[illegible]

EK-11. SPOR SALONU PROJESİ : LABORATUVAR SONUÇLARI SK-24

Tarih	: 28.01.2010
Talep eden firma	:
Numune Yeri	:
Ait olduğu proje	:
LAB NO	:

DENEY RAPORU

NUMUNE GİRİŞ TARİHİ : 05.11.2009

Numune				Dane Dağılımı		Atterberg Limitleri			SİNIF	Özgül Ağırlık	Tabii Birim Ağırlık	Su Mlh.	Serbest Basınç		Üç Eksenli Kırma		Nokta Yükü Deneyi	Kırılma İncisi	Konsolidasyon	Şişme Yüzdesi	Şişme Basıncı
No	Sondaj No	Numune No	Derinlik (m)	-10 geçen %	-200 geçen %	LL %	PL %	PI %	(TS 1500 / ARALIK 2000)	G _s t/m³	γ _n t/m³	W(n) %	qu kg/cm²	C kg/cm²	C kg/cm²	İ derece	Is(50) (Mpa)	Is(50) (kg/cm²)	Cc	%	kg/cm²
136	SK-24	SPT-7	10,50-10,95	97	83	45	22	23	CI			18,8									
137	SK-24	UD-1	18,00-18,50	97	84	48	23	25	CI		1,81	32,0			0,42	3			✓	0,15	0,0102
138	SK-24	SPT-16	24,00-24,45	98	82	NP	NP	-	ML			22,8									
139	SK-24	SPT-21	31,50-31,95	97	85	46	20	26	CI			21,8									
140	SK-24	SPT-23	34,50-34,95	31	12				GW-GM			10,4									
141	SK-25	SPT-2	3,00-3,45	47	11				GW-GM			11,8									
142	SK-25	UD-1	7,50-8,00	96	76	46	21	25	CI		1,81	33,9			0,28	4		✓	0,47	0,0408	
143	SK-25	SPT-7	10,50-10,95	93	67	NP	NP	-	ML			35,6									
144	SK-25	UD-2	15,00-15,50	97	81	43	21	22	CI		1,82	32,4			0,39	3		✓	0,74	0,0561	
145	SK-25	SPT-13	19,50-19,95	94	67	40	20	20	CI			18,5									
146	SK-25	SPT-17	25,50-25,95	95	76	40	19	21	CI			21,9									
147	SK-25	SPT-19	28,50-28,95	74	32	NP	NP	-	SM			24,3									
148	SK-25	SPT-21	31,50-31,95	67	29	NP	NP	-	SM			21,3									
149	SK-26	SPT-3	4,50-4,95	75	28	NP	NP	-	SM			24,2									
150	SK-26	UD-1	10,50-11,00	98	83	46	21	25	CI		1,80	24,3			0,49	3		✓	0,10	0,0051	
151	SK-26	UD-2	15,00-15,50	98	94	45	22	23	CI		1,81	26,0			0,37	3		✓	0,54	0,0204	
152	SK-26	SPT-15	22,50-22,95	95	76	44	21	23	CI			19,6									
153	SK-26	SPT-18	27,00-27,45	65	38	NP	NP	-	GM	✓		14,0									
154	SK-26	SPT-22	33,00-33,45	91	68	44	20	24	CI			13,5									
155	SK-27	UD-1	7,50-8,00	43	14	NP	NP	-	GM		2,05	17,0			0,05	22		✓	0,00	0,0000	
156	SK-27	SPT-7	10,50-10,95	93	55	46	22	24	CI												

EK-12. KONUT PROJESİ : EK/SK-4

Sondaj Derinliği (m)	Mühürden Başına Derinliği	Kuyu İç Derinlik	Çiçek Yarı ve No	Çiçek Yarı ve No	Standart Penetrasyon Testi (SPT)				Prodyometre Derinliği		Kaya Ölçöllemleri					Zemin Profili	Zemin Tanımlanması	Sondaj Derinliği (m)	
					Darbe Sayısı				Elastikite Modülü (kg/cm2)	Net İleri Başarı (kg/cm2)	SC1 %	SC2 %	RQD %	Ayrışma Derecesi	Çiçek Sıklığı				Dayanım
					0-15	15-30	30-45	N											
0,0																		0,0	
0,5																		0,5	
1,0																		1,0	
1,5					4	7	8	15										1,5	
2,0																		2,0	
2,5																		2,5	
3,0					7	8	10	18										3,0	
3,5																		3,5	
4,0																		4,0	
4,5					4	5	7	12										4,5	
5,0																		5,0	
5,5																		5,5	
6,0					4	5	5	10										6,0	
6,5																		6,5	
7,0																		7,0	
7,5					9	12	17	29										7,5	
8,0																		8,0	
8,5																		8,5	
9,0					12	11	12	23										9,0	
9,5																		9,5	
10,0																		10,0	
10,5					17	18	26	44										10,5	
11,0																		11,0	
11,50																		11,50	
12,0					18	16	18	34										12,0	
12,5																		12,5	
13,0																		13,0	
13,5					20	42	50/12	R										13,5	
14,0																		14,0	
14,5																		14,5	
15,0					50/7			R									39,45 m.	15,0	
Kıvam Durumu / İnce Daneli					Sıklık (iri daneli)					Oranlar					Kırıklar/30cm				
N	0-2	Çok yumuşak	N	0-4	Çok gevşek	0-10%	Pek az						<1				Seyrek		
N	3-4	Yumuşak	N	5-10	Gevşek	10-20%	Az						1-2				Orta		
N	5-8	Orta kırı	N	11-30	Orta sıkı	20-35%	Çok						2-10				Sık		
N	9-15	Kırı	N	31-50	Sıkı	35-50%	Ve						10-20				Çok sık		
N	16-30	Çok kırı	N	>50	Çok sıkı											>20	Parçalı		
N	>30	Seril																	
Dayanım					Ayrışma Derecesi					Kaya Kalite Tanımı (RQD)					Kısaltmalar				
I	Çok zayıf	I	Taze	0-25%	Çok kötü	UD	Özellikle zayıf	P	Parçalanmış Daneli										
II	Zayıf	II	Az Ayrışmış	25-50%	Kötü	DS	Özellikle zayıf	K/C	Kırı Daneli										
III	Orta	III	Orta ayrışmış	50-75%	Orta	SPT	Orta Penetrasyon Testi	BST	Başlıca kırı daneli										
IV	Dayanımlı	IV	Çok Ayrışmış	75-90%	İyi	TCR	Toplam Kırı Daneli												
V	Çok Dayanımlı	V	Tamamen ayrışmış	90-100%	Çok iyi	SCR	Toplam Kırı Daneli												
		VI	Kalın											VST					

EK-12A. KONUT PROJESİ : EK/SK-4 (DEVAMI)

Sonda Derinliği(m)	Mühürleme Borusu Derinliği	Kuyu İç Derinlikler	Örnek Tüp ve No	Örnek Tüp ve No	Standart Penetrasyon Testi(SPT)				Presiyometre Derinliği		Kaya Özellikleri						Zemin Profili	Zemin Tanımlanması	Sonda Derinliği (m)
					Darbe Sayısı				Blatlık Modülü(g/cm2)	Net İtme Basıncı(kg/cm2)	Kaya Özellikleri								
					0-15	15-30	30-45	N			SC1 %	SC2 %	RQD %	Ayrırma Derecesi	Çatlak Sıklığı	Dayanım			
15,5																		15,5	
16,0																		16,0	
16,5					39	50/14		R										16,5	
17,0																		17,0	
17,5																		17,5	
18,0					50/7			R										18,0	
18,5																		18,5	
19,0																		19,0	
19,5																		19,5	
20,0																		20,0	
20,50																		20,50	
21,0					KAROT													21,0	
21,50																		21,50	
22,0																		22,0	
22,50																		22,50	
23,0																		23,0	
23,50																		23,50	
24,0					KAROT													24,0	
24,50																		24,50	
25,0																		25,0	
25,50																		25,50	
26,0																		26,0	
26,50																		26,50	
27,0					KAROT													27,0	
27,50																		27,50	
28,0																		28,0	
28,50																		28,50	
29,0																		29,0	
29,50																		29,50	
30,0					KAROT													30,0	
30,50																		30,50	
39,45 m.																			
Kıvam Durumu(İnce Daneli)					Sıklık (iri daneli)					Oranlar					Kırıklar/30cm.				
N	0-2	Çok yumuşak	N	0-4	Çok gevşek	0-10%			Pek az	<1				Seyrek					
N	3-4	Yumuşak	N	5-10	Gevşek	10-20%			Az	1-2				Orta					
N	5-8	Orta Kati	N	11-30	Orta sıkı	20-35%			Çok	2-10				Sık					
N	9-15	Kati	N	31-50	Sıkı	35-50%			Ve	10-20				Çok sık					
N	16-30	Çok kati	N	>50	Çok Sıkı					>20				Parçalı					
N	>30	Sert																	
Dayanım					Ayrırma Derecesi					Kaya Kalite Tanımı(RQD)					Kısaltmalar				
I	Çok zayıf		I	Taze	0-25%	Çok kötü	UD	Orta ve zayıf		DS	Orta ve zayıf			P	Presiyometre Derinliği				
II	Zayıf		II	Az Ayrışmış	25-50%	Kötü	DS	Orta ve zayıf		SPT	Standart Penetrasyon Testi			K/C	Kuyu Çukuru				
III	Orta		III	Orta Ayrışmış	50-75%	Orta				TCR	Toplam Kiri Yüzeyi			BST	Batıncık Testi				
IV	Dayanımlı		IV	Çok Ayrışmış	75-90%	İyi				SCR	Sığırım Kiri Yüzeyi								
V	Çok Dayanımlı		V	Tamamen ayrışmış	90-100%	Çok iyi				VST	Yüzey Derinliği								
			VI	Kalın															

EK-12B. KONUT PROJESİ : EK/SK-4 (DEVAMI)

[illegible]

EK-13. KONUT PROJESİ : SK-7

Sondaj Derinliği(m)	Mühüratın Borusu Derinliği	Kuyu İçi Deneyler	Örnek Türü ve No	Örnek Türü ve No	Standart Penetrasyon Testi(SPT)				Presiyometre Deneyi		Kaya Özellikleri						Zemin Profili	Zemin Tanımlanması	Sondaj Derinliği(m)
					Darbe Sayısı				Elastisite Modülü(kg/cm2)	Net Limit Basıncı(kg/cm2)	TCR %	SCR %	RQD %	Ayrışma Derecesi	Çatlak Sıklığı	Dayanım			
					0-15	15-30	30-45	N											
0,0																			
0,5																			
1,0																			
1,5					5	6	6	12											
2,0																			
2,5																			
3,0					6	6	7	13											
3,5																			
4,0																			
4,5				UD	7	7	8	15											
5,0																			
5,5																			
6,0					7	9	10	19											
6,5																			
7,0																			
7,5					10	11	12	23											
8,0																			
8,5																			
9,0					14	17	18	35											
9,5																			
10,0																			
10,5					18	17	21	38											
11,0																			
11,50																			
12,0					16	19	22	41											
12,5																			
13,0																			
13,5					19	24	20	44											
14,0																			
14,5																			
15,0					24	28	31	59											
Kıvam Durumu(İnce Daneli)					Sıklık (İri daneli)					Oranlar					Kırıklar/30cm.				
N	0-2	Çok yumuşak	N	0-4	Çok gevşek	0-10%	Pek az	<1	Seyrek										
N	3-4	Yumuşak	N	5-10	Gevşek	10-20%	Az	1-2	Orta										
N	5-8	Orta Katı	N	11-30	Orta sıkı	20-35%	Çok	2-10	Sık										
N	9-15	Katı	N	31-50	Sıkı	35-50%	Ve	10-20	Çok sık										
N	16-30	Çok katı	N	>50	Çok Sıkı			>20	Parçalı										
N	>30	Sert																	
Dayanımılık					Ayrışma Derecesi					Kaya Kalite Tanımı(RQD)					Kısaltmalar				
I	Çok zayıf	I	Taze	0-25%	Çok kötü	UD	Öselenmemiş örnek	P	Presiyometre Deneyi										
II	Zayıf	II	Az Ayrışmış	25-50%	Kötü	DS	Öselenmiş Örnek	K/C	Karot örnek										
III	Orta	III	Orta ayrışmış	50-75%	Orta	SPT	Standart Penetrasyon Testi	BST	Basıncılı su testi										
IV	Dayanımlı	IV	Çok Ayrışmış	75-90%	İyi	TCR	Toplam Karot Yüzdesi												
V	Çok Dayanımlı	V	Tamamen ayrışmış	90-100%	Çok iyi	SCR	Sağlam karot Yüzdesi												
		VI	Kalın			VST	Veyn Deneyi												

EK-13A. KONUT PROJESİ : SK-7 (DEVAMI)

Sondaj Derinliği(m)	Muharaza Borusu Derinliği	Kuyu içi Deneyler	Örnek Türü ve No	Örnek Türü ve No	Standart Penetrasyon Testi(SPT)				Presiyometre Deneyi		Kaya Özellikleri						Zemin Profili	Zemin Tanımlanması	Sondaj Derinliği(m)
					Darbe Sayısı				Elastisite Modülü(kg/cm2)	Net Limit Basınç(kg/cm2)	TCR %	SCR %	RQD %	Ayrışma Derecesi	Çatlak Sıklığı	Dayanım			
					0-15	15-30	30-45	N											
15,5																		15,5	
16,0																		16,0	
16,5					29	33	42	75										16,5	
17,0																		17,0	
17,5																		17,5	
18,0					27	33	40	73										18,0	
18,5																		18,5	
19,0																		19,0	
19,5					50/13			R										19,5	
20,0																		20,0	
20,50																		20,50	
21,0																		21,0	
21,50																		21,50	
22,0																		22,0	
22,50																		22,50	
23,0																		23,0	
23,50																		23,50	
24,0																		24,0	
24,50																		24,50	
25,0																		25,0	
25,50																		25,50	
26,0																		26,0	
26,50																		26,50	
27,0																		27,0	
27,50																		27,50	
28,0																		28,0	
28,50																		28,50	
29,0																		29,0	
29,50																		29,50	
30,0																		30,0	
30,50																		30,50	
Kıvam Durumu(İnce Daneli)					Sıklık (İri daneli)					Oranlar					Kırıklar/30cm.				
N	0-2	Çok yumuşak	N	0-4	Çok gevşek	0-10%	Pek az	<1	Seyrek										
N	3-4	Yumuşak	N	5-10	Gevşek	10-20%	Az	1-2	Orta										
N	5-8	Orta Katı	N	11-30	Orta sıkı	20-35%	Çok	2-10	Sık										
N	9-15	Katı	N	31-50	Sıkı	35-50%	Ve	10-20	Çok sık										
N	16-30	Çok katı	N	>50	Çok Sıkı			>20	Parçalı										
N	>30	Sert																	
Dayanımılık					Ayrışma Derecesi					Kaya Kalite Tanımı(RQD)					Kısaltmalar				
I	Çok zayıf	I	Taze	0-25%	Çok kötü	UD	Öselenmemiş örnek	P	Presiyometre Deneyi										
II	Zayıf	II	Az Ayrışmış	25-50%	Kötü	DS	Öselenmiş örnek	K/C	Karat örnek										
III	Orta	III	Orta ayrışmış	50-75%	Orta	SPT	Standart Penetrasyon Testi	BST	Basınç su testi										
IV	Dayanımlı	IV	Çok Ayrışmış	75-90%	İyi	TCR	Toplam Karot Yüzdesi												
V	Çok Dayanımlı	V	Tamamen ayrışmış	90-100%	Çok iyi	SCR	Sağlam karot Yüzdesi												
		VI	Kalıntı			VST	Veyn Deneyi												

EK-14. KONUT PROJESİ : SK-14

Sondaj Derinliği(m)	Muhafaza Bonusu Derinliği	Kuyu İç Deneşler	Örnek Türü ve No	Örnek Türü ve No	Standart Penetrasyon Testi(SPT)				Presiyometre Deneyi		Kaya Özellikleri						Zemin Profili	Zemin Tanımlanması	Sondaj Derinliği(m)			
					Darbe Sayısı				Elastisite Modülü(kg/cm2)	Net Limit Basıncı(kg/cm2)	TCR %	SCR %	RQD %	Ayrışma Derecesi	Çatlak Sıklığı	Dayanım						
					0-15	15-30	30-45	N														
15,5																		15,5				
16,0																		16,0				
16,5					50/14			R										16,5				
17,0																		17,0				
17,5																		17,5				
18,0					20	36	50/10	R	96.62	8.61								18,0				
18,5																		18,5				
19,0																		19,0				
19,5					41	50/6		R										19,5				
20,0																		20,0				
20,50																		20,50				
21,0					50/14			R	222.01	13.21								21,0				
21,50																		21,50				
22,0																		22,0				
22,50					50/10			R										22,50				
23,0																		23,0				
23,50																		23,50				
24,0					20	40	50/5	R	260.82	14.58								24,0				
24,50																		24,50				
25,0																		25,0				
25,50					50/14			R										25,50				
26,0																		26,0				
26,50																		26,50				
27,0					36	50/9		R	218.94	12.43								27,0				
27,50																		27,50				
28,0																		28,0				
28,50					44	50/5		R										28,50				
29,0																		29,0				
29,50																		29,50				
30,0					50/13			R	305.14	14.76								30,0				
30,50																		30,50				
Kıvam Durumu(İnce Daneli)					Sıklık (İri daneli)					Oranlar					Kırıklar/30cm.							
N	0-2	Çok yumuşak	N	0-4	Çok gevşek	0-10%					Pek az					<1					Seyrek	
N	3-4	Yumuşak	N	5-10	Gevşek	10-20%					Az					1-2					Orta	
N	5-8	Orta Katı	N	11-30	Orta sıkı	20-35%					Çok					2-10					Sık	
N	9-15	Katı	N	31-50	Sıkı	35-50%					Ve					10-20					Çok sık	
N	16-30	Çok katı	N	>50	Çok Sıkı											>20					Parçalı	
N	>30	Sert																				
Dayanımılık					Ayrışma Derecesi					Kaya Kalite Tanımı(RQD)					Kısıltmalar							
I	Çok zayıf				I	Taze				0-25%		Çok kötü			UD	Örselenmemiş örnek		P	Presiyometre Deneyi			
II	Zayıf				II	Az Ayrışmış				25-50%		Kötü			DS	Örselenmiş örnek		K/C	Karot örnek			
III	Orta				III	Orta ayrışmış				50-75%		Orta			SPT	Standart Penetrasyon Testi		BST	Basıncılı su Testi			
IV	Dayanımlı				IV	Çok Ayrışmış				75-90%		İyi			TCR	Toplam Karot Yüzdesi						
V	Çok Dayanımlı				V	Tamamen ayrışmış				90-100%		Çok iyi			SCR	Sağlam karot Yüzdesi						
					VI	Kalıntı									VST	Veyn Deneyi						

EK-14A. KONUT PROJESİ : SK-14 (Devamı)

[illegible]

EK-15. KONUT PROJESİ : LABORATUVAR SONUÇLARI EK/SK-4

Sıra No.	NUMUNENİN/OF SAMPLE				Dane Dağılımı Gradation (%)		Atterberg Limitleri %				Su Muh. Water	Kıvam İndeksi	S. Basıncı Unrestricted	Üç Eksenli Basıncı Triaxial Compression	Doğal Birim Ağırlık	Kuru Birim Ağırlık	Nokta Yük Dayanım İndeksi	Özgül Ağırlık	Permeabilite Katsayısı	Konsolidasyon Consolidation	Kesme Kutusu Direct shear		
No	LabNo Lab	Son. No Drilling	Num. No sample	Derinlik (m.)	+10 kalan	-200 Geçen	W _L LL	W _p PL	I _p PI	SINIF Category	Contents W(n) (%)	I _c	Pressure q(u) kgf/cm ²	C kohezyon kgf/cm ²	Natural Unit Weight (t/m ³)	Dry unit Weight (t/m ³)	Point load strenght index (MPa)	Specific Gravity Gs	Permeability coefficient k (cm/sn)	Şiş. Basıncı Pressure kgf/cm ²	Şişme Yüzdesi (%)	Efektif kohezyon kN/m2	Sürtünme açısı Ø(o)
1	683	EK SK-4	SPT-3	4,50-4,95	10	65	54	26	28	CIH	32.2	0.78											
2	683	EK SK-4	SPT-5	7,50-7,95	5	67	44	23	21	CIM	27.1	0.80											
3	683	EK SK-4	SPT-7	10,50-10,95	6	68	46	24	22	CIM	26.6	0.88											
4	683	EK SK-4	SPT-9	13,50-13,95	9	62	48	25	23	CIM	28.3	0.86											
5	683	EK SK-4	SPT-11	16,50-16,95	19	64	54	26	28	CIH	22.2	1.14											
6	683	EK SK-4	KAROT	21,00-24,00	19	64	56	29	27	CIH	23.6	1.20											
7	683	EK SK-4	KAROT	24,00-27,00	14	60	55	27	28	CIH	24.1	1.10											
8	683	EK SK-4	KAROT	30,00-33,00	20	56	58	30	28	CIH	24.6	1.19	3.16			1.93							
9	683	EK SK-4	KAROT	36,00-39,00	16	67	55	26	23	CIH	24.9	1.31											
10	683	EK SK-5	SPT-3	4,50-4,95	8	59	46	23	23	CIM	27.5	0.80											
11	683	EK SK-5	SPT-5	7,50-7,95	2	67	45	22	23	CIM	25.5	0.85											
12	683	EK SK-5	SPT-7	10,50-10,95	7	70	41	20	21	CIM	24.2	0.80											
13	683	EK SK-5	SPT-9	13,50-13,95	2	63	40	19	21	CIM	22.9	0.81											
14	683	EK SK-5	SPT-11	16,50-16,95	6	65	43	20	23	CIM	22.5	0.89											
15																							
16																							
17																							
18																							
Tanımlamalar/ Descriptions	GrW	İyi Derecelenmiş Çakıl/Well Graded Gravel					SiGr			Siltli Çakıl/Silty Gravel			SaU	Tek Boy Kum/Uniformly Graded Sand			CIM	Orta Plastisiteli Kil/Medium Plasticity		SiH	Yüksek plastisiteli Silt/High Plasticity Silt		
	GrM	Orta Derecelenmiş Çakıl/Medium Graded Gravel					ciGr			Kıllı Çakıl/Clayey Gravel			SaG	Aralıklı Derecelenmiş Kum/Gap Graded Sand			CIH	Yüksek plastisiteli Kil/High Plasticity Clay		SiV	Çok Yüksek Plastisiteli Silt/Very High Plasticity Silt		
	GrP	Kötü Derecelenmiş Çakıl/Poorly Graded Gravel					Saw			İyi Derecelenmiş Kum/Well Graded Sand			SiSa	Siltli Kum/Silty Sand			CIV	Çok Yüksek Plastisiteli Kil/Very High Plasticity		NP	Plastik olmayan/Non Plasticity		
	GrU	Tek Boy Çakıl/Uniformly Graded Gravel					SaM			Orta Derecelenmiş Kum/Medium Graded Sand			ciSa	Kıllı Kum/Clayey Sand			SİL	Düşük Plastisiteli Silt/Low Plasticity Silt		NY	Numune yetersiz/Insufficient sample		
	GrG	Aralıklı Derecelenmiş Çakıl/Gap Graded Gravel					SaP			Kötü Derecelenmiş Kum/Poorly Graded Sand			CİL	Düşük Plastisiteli Kil/Low Plasticity Clay			SİM	Orta Plastisiteli Silt/Medium Plasticity Silt					

EK-16. KONUT PROJESİ : LABORATUVAR SONUÇLARI SK-7

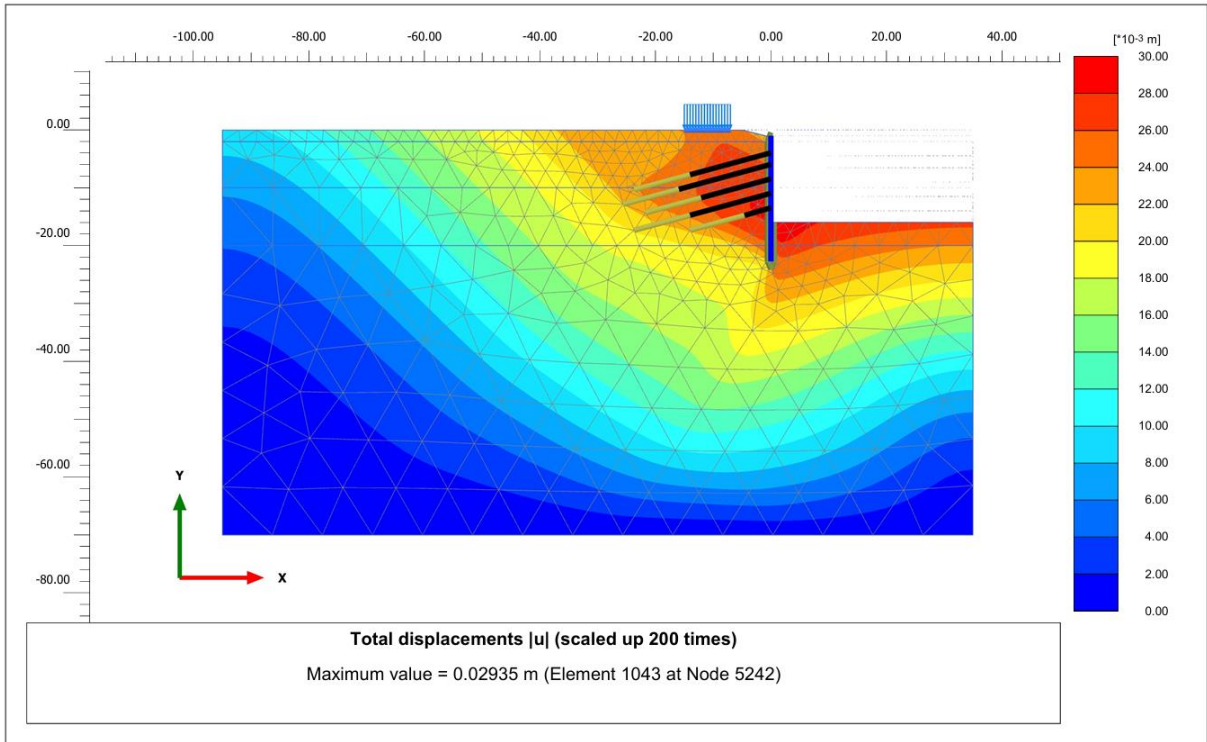
Sıra No.	NUMUNENİN/OF SAMPLE				Dane Dağılımı Gradation (%)		Atterberg Limitleri %				Su Muh. Water	Kıvam İndeksi	S. Basıncı Unrestricted	Üç Eksenli Basıncı Triaxial Compression	Doğal Birim Ağırlık	Kuru Birim Ağırlık	NoktaYük Dayanım İndeksi	Ozgül Ağırlık	Permeabilite Katsayısı	Konsolidasyon Consolidation	Kesme Kutusu Direct shear		
No	LabNo	Son. No Drilling	Num. No sample	Derinlik (m.) Depth	+10 Retained	-200 Geçen Passing	W _L LL	W _p PL	I _p PI	SINIF Category	Contents W(n) (%)	I _c	Pressure q(u) kgf/cm²	c kohezyon kgf/cm²	Natural Unit Weight (t/m³)	Dry unit Weight (t/m³)	Point load strenght index (MPa)	Specific Gravity G _s	Permeability coefficient k (cm/sn)	Şiş. Basıncı Pressure kgf/cm²	Şişme Yüzdesi (%)	Efektif kohezyon kN/m2	Sürtünme açısı Ø(°)
1	867	SK-6	SPT-3	4,50-4,95	7	67	51	25	26	CIH	20,4	1.18											
2	867	SK-6	SPT-5	7,50-7,95	6	67	50	26	24	CIH	22,9	1.13											
3	867	SK-6	SPT-7	10,50-10,95	3	79	49	24	25	CIM	30,0	0.76											
4	867	SK-6	SPT-9	13,50-13,95	3	81	50	25	25	CIH	30,3	0.79											
5	867	SK-6	SPT-11	16,50-16,95	17	53	49	25	24	CIM	20,4	1.19											
6	867	SK-6	SPT-13	19,50-19,95	14	60	48	23	25	CIM	22,6	1.02											
7	1	SK-7	SPT-5	7,50-7,95	6	79	54	26	28	CIH	20,5	1.20											
8	1	SK-7	SPT-7	10,50-10,95	6	79	55	27	28	CIH	20,7	1.23											
9	1	SK-7	SPT-9	13,50-13,95	7	77	58	28	30	CIH	20,1	1.26											
10	1	SK-7	SPT-11	16,50-16,95	7	66	49	24	25	CIM	19,5	1.18											
11	1	SK-7	SPT-13	19,50-19,95	12	35	45	22	23	CIM	12,7	1.40											
12	1	SK-8	SPT-2	3,00-3,45	3	77	53	27	26	CIH	19,6	1.28											
13	1	SK-8	SPT-4	6,00-6,45	3	85	48	23	25	CIM	25,1	0.92											
14	1	SK-8	SPT-6	9,00-9,45	0	92	59	29	30	CIH	22,5	1.22											
15	1	SK-8	SPT-8	12,00-12,45	10	78	47	23	24	CIM	27,4	0.82											
16	1	SK-8	SPT-10	15,00-15,45	5	73	58	28	30	CIH	23,4	1.15											
17	1	SK-8	SPT-12	18,00-18,45	9	66	48	24	24	CIM	20,2	1.16											
18																							
Tanımlamalar/ Descriptions	GrW	İyi Derecelenmiş Çakıl/Well Graded Gravel					SiGr			Siltli Çakıl/Silty Gravel			SaU	Tek Boy Kum/Uniformly Graded Sand			CIM	Orta Plastisiteli Kil/Medium Plasticity		SiH	Yüksek plastisiteli Silt/High Plasticity Silt		
	GrM	Orta Derecelenmiş Çakıl/Medium Graded Gravel					ciGr			Kıllı Çakıl/Clayey Gravel			SaG	Aralıklı Derecelenmiş Kum/Gap Graded Sand			CIH	Yüksek plastisiteli Kil/High Plasticity Clay		SiV	Çok Yüksek Plastisiteli Silt/Very High Plasticity Silt		
	GrP	Kötü Derecelenmiş Çakıl/Poorly Graded Gravel					Saw			İyi Derecelenmiş Kum/Well Graded Sand			SiSa	Siltli Kum/Silty Sand			CIV	Çok Yüksek Plastisiteli Kil/Very High Plasticity		NP	Plastik olmayan/Non Plasticity		
	GrU	Tek Boy Çakıl/Uniformly Graded Gravel					SaM			Orta Derecelenmiş Kum/Medium Graded Sand			ciSa	Kıllı Kum/Clayey Sand			SİL	Düşük Plastisiteli Silt/Low Plasticity Silt		NY	Numune yetersiz/Insufficient sample		
	GrG	Aralıklı Derecelenmiş Çakıl/Gap Graded Gravel					SaP			Kötü Derecelenmiş Kum/Poorly Graded Sand			CİL	Düşük Plastisiteli Kil/Low Plasticity Clay			SİM	Orta Plastisiteli Silt/Medium Plasticity Silt					

EK-17. KONUT PROJESİ : LABORATUVAR SONUÇLARI SK-14

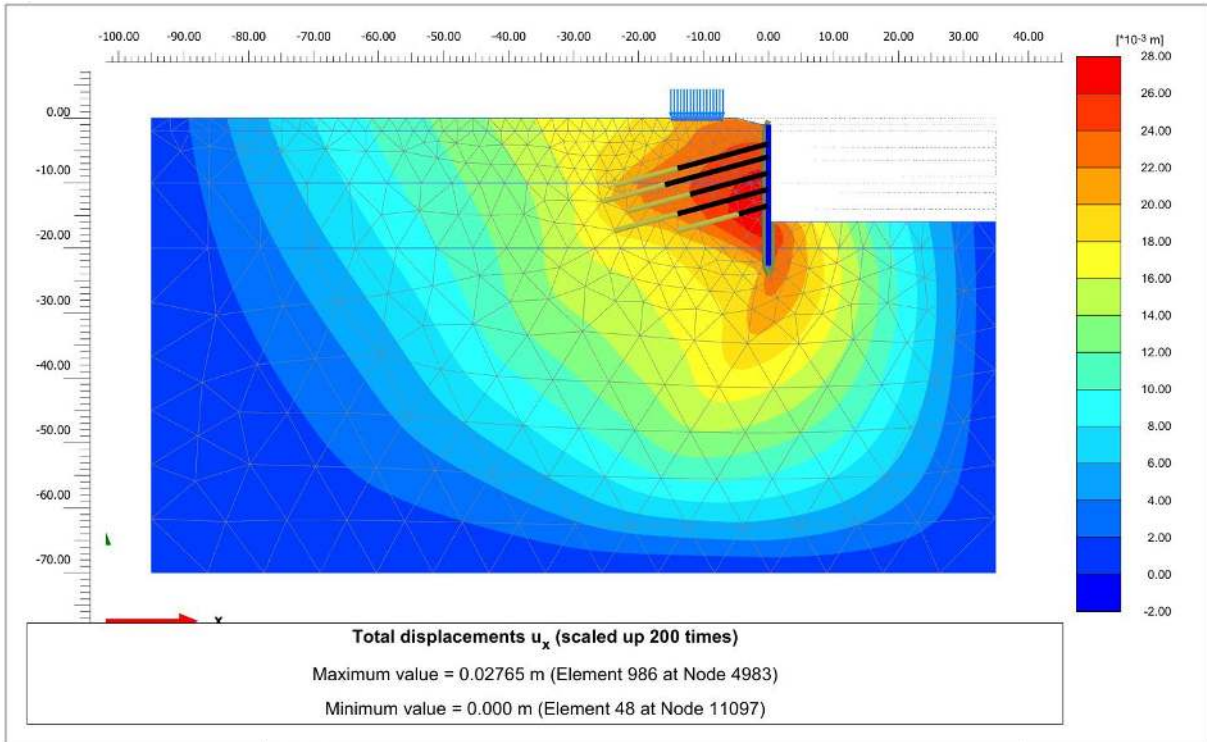
Sıra No.	NUMUNENİN/OF SAMPLE				Dane Dağılımı Gradation (%)		Atterberg Limitleri %				Su Muh. Water	Kıvam İndeksi	S. Basıncı Unrestricted	Üç Eksenli Basıncı Triaxial Compression	Doğal Birim Ağırlık	Kuru Birim Ağırlık	NoktaYük Dayanım indeksi	Özgül Ağırlık	Permeabilite Katsayısı	Konsolidasyon Consolidation	Kesme Kutusu Direct shear				
LabNo	Son. No Drilling	Num. No sample	Derinlik (m.)	+10 kalan	-200 Geçen	W _L LL	W _p PL	I _p PI	SINIF Category	Contents W(n)		Pressure q(u)	Pressure c kohezyon	Natural Unit Weight	Dry unit Weight	Point load strenght index	Specific Gravity	Permeability coefficient	Şiş. Basıncı Pressure	Şişme Yüzdesi	Efektif Sürünme				
No	Lab	Drilling	sample	Depth	Retained	Passing	LL	PL	PI	Category	W(n)	İc	kgf/cm ²	kgf/cm ²	Ø°	(t/m ³)	(t/m ³)	(MPa)	Gs	k (cm/sn)	kgf/cm ²	(%)	kN/m ²	Ø(o)	
1	132	SK-14	UD	5,50-6,00	3	82	57	27	30	CIH	31,0	0.87		0.86	3	1.94									
2	132	SK-14	SPT-6	9,00-9,45	4	80	60	29	31	CIH	32,8	0.88													
3	132	SK-14	SPT-8	12,00-12,45	7	64	42	22	20	CIM	19,7	1.12													
4	132	SK-14	SPT-10	15,00-15,45	6	67	45	23	22	CIM	21,7	1.06													
5	132	SK-14	SPT-12	18,00-18,45	5	69	47	24	23	CiM	22,5	1.07													
6	132	SK-14	SPT-14	21,00-21,45	9	25			NP	SiSa	16,0														
7	132	SK-14	SPT-16	24,00-24,45	17	71	59	29	30	CIH	25,0	1.13													
8	132	SK-14	SPT-18	27,00-27,45	3	83	58	28	30	CIH	29,2	0.96													
9	132	SK-14	SPT-20	30,00-30,45	9	68	45	22	23	CIM	24,8	0.88													
10	132	SK-14	SPT-22	33,00-33,45	8	73	48	24	24	CIM	27,2	0.87													
11	132	SK-14	SPT-24	36,00-36,45	8	75	47	23	24	CIM	27,0	0.83													
12	132	SK-14	SPT-26	39,00-39,45	8	72	46	24	22	CIM	27,4	0.85													
13																									
14																									
15																									
16																									
17																									
18																									
Tanımlar/ Descriptions	GrW	İyi Derecelenmiş Çakıl/Well Graded Gravel				SiGr	Siltli Çakıl/Silty Gravel				SaU	Tek Boy Kum/Uniformly Graded Sand				CiM	Orta Plastisiteli Kil/Medium Plasticity				SiH	Yüksek plastisiteli Silt/High Plasticity Silt			
	GrM	Orta Derecelenmiş Çakıl/Medium Graded Gravel				clGr	Kıllı Çakıl/Clayey Gravel				SaG	Aralıklı Derecelenmiş Kum/Gap Graded Sand				CIH	Yüksek plastisiteli Kil/High Plasticity Clay				SiV	Çok Yüksek Plastisiteli Silt/Very High Plasticity Silt			
	GrP	Kötü Derecelenmiş Çakıl/Poorly Graded Gravel				Saw	İyi Derecelenmiş Kum/Well Graded Sand				SiSa	Siltli Kum/Silty Sand				CiV	Çok Yüksek Plastisiteli Kil/Very High Plasticity				NP	Plastik olmayan/Non Plasticity			
	GrU	Tek Boy Çakıl/Uniformly Graded Gravel				SaM	Orta Derecelenmiş Kum/Medium Graded Sand				clSa	Kıllı Kum/Clayey Sand				SİL	Düşük Plastisiteli Silt/Low Plasticity Silt				NY	Numune yetersiz/Insufficient sample			
	GrG	Aralıklı Derecelenmiş Çakıl/Gap Graded Gravel				SaP	Kötü Derecelenmiş Kum/Poorly Graded Sand				CIŁ	Düşük Plastisiteli Kil/Low Plasticity Clay				SiM	Orta Plastisiteli Silt/Medium Plasticity Silt								

EK-18. MEYDAN PROJESİ : STATİK DURUM HESAP ÇIKTILARI

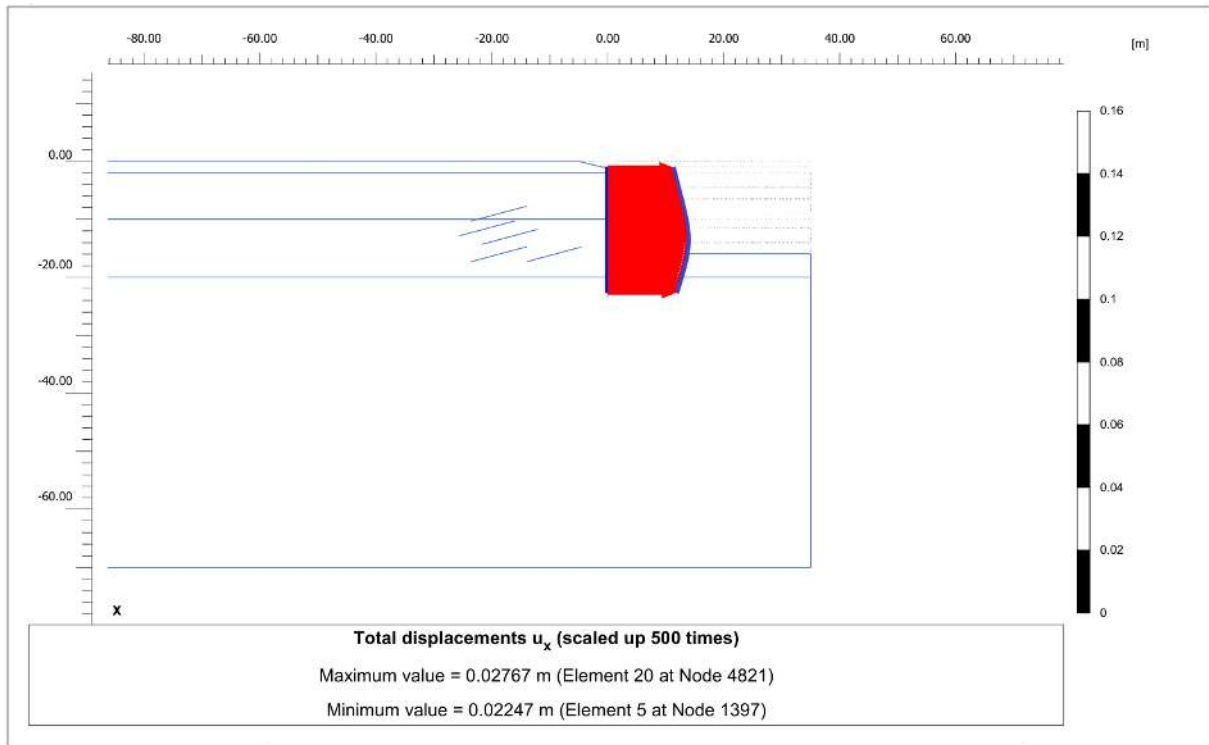
Toplam Yer Değiştirme – U



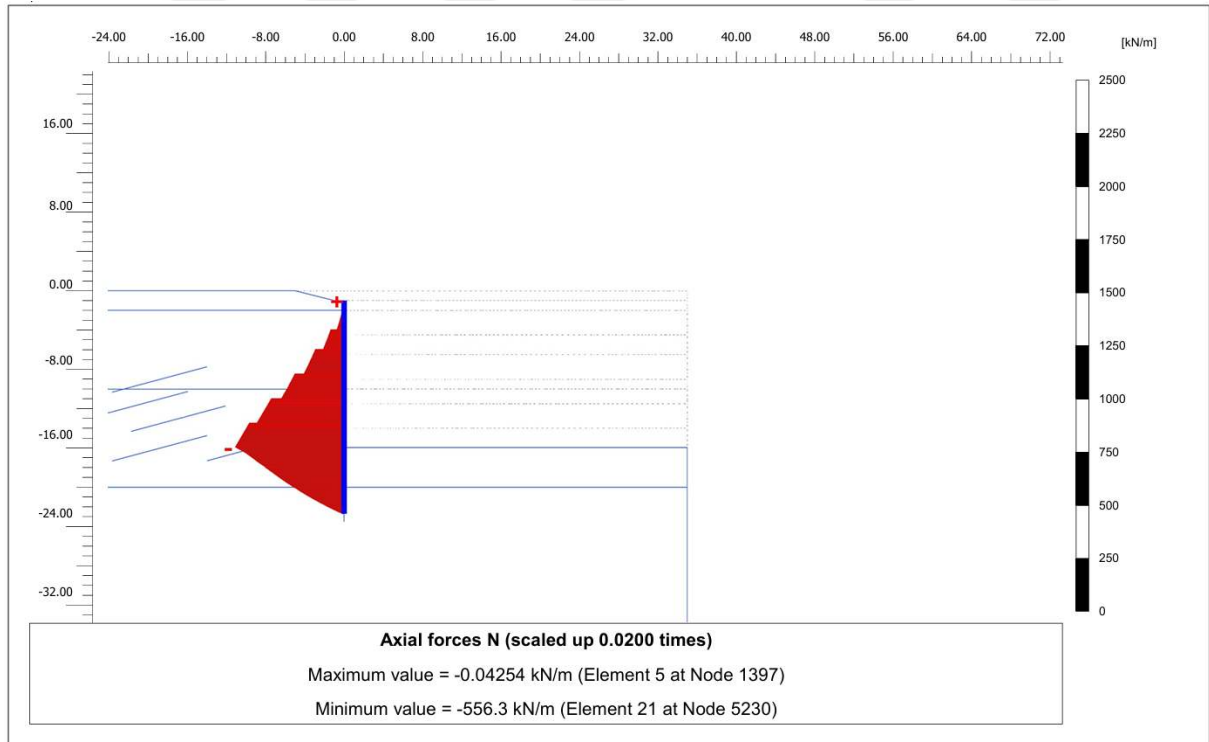
Yatay Yer Değiştirme – u_x



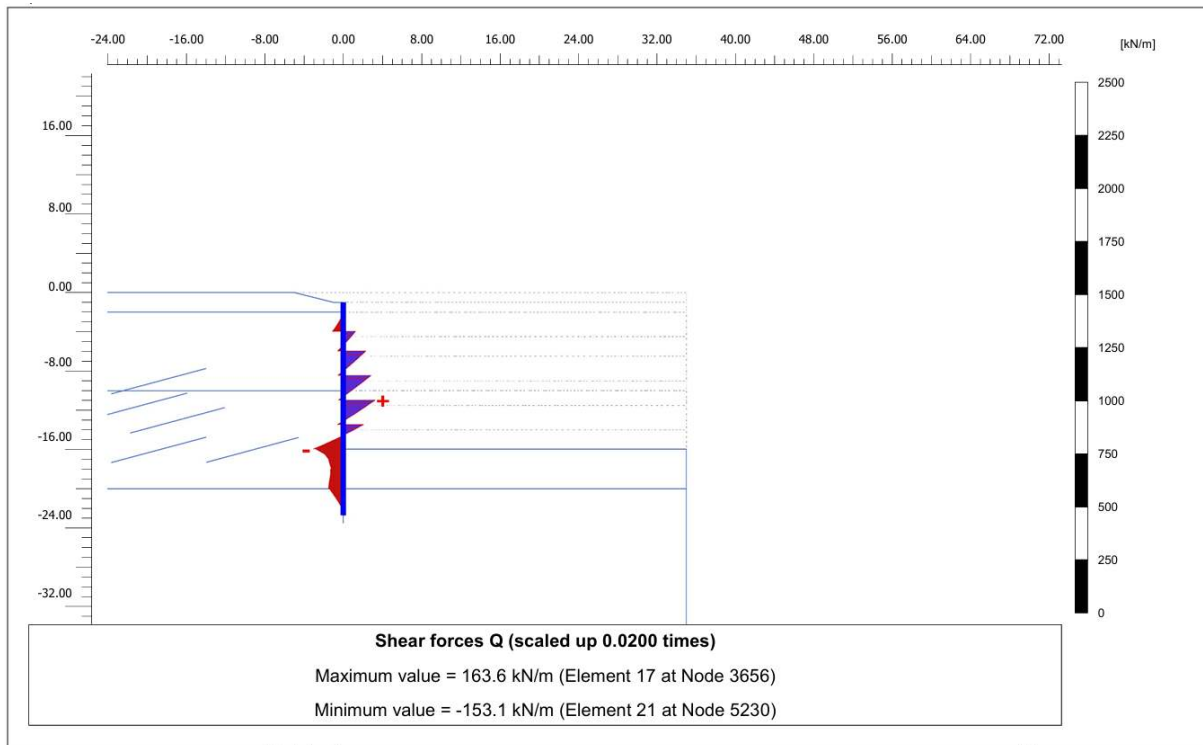
Kazık Yatay Yer Değiştirme - U_x



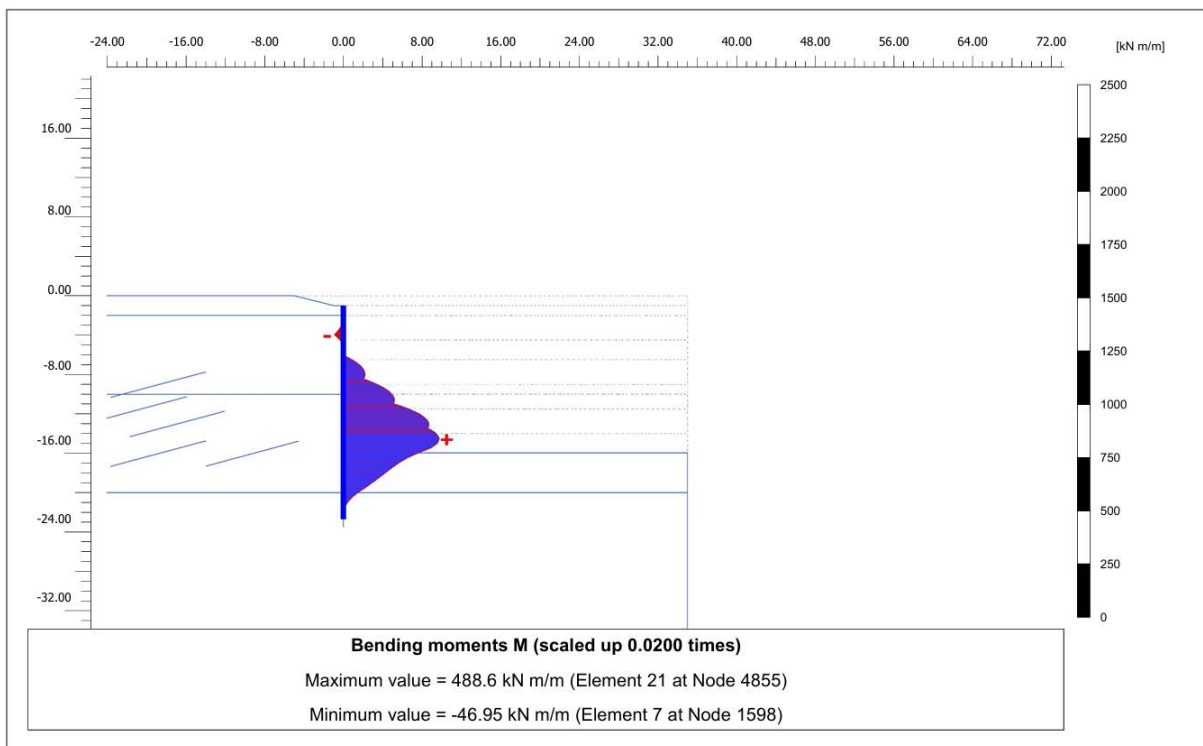
Kazık Normal Kuvvet - N



Kazık Kesme Kuvet – Q



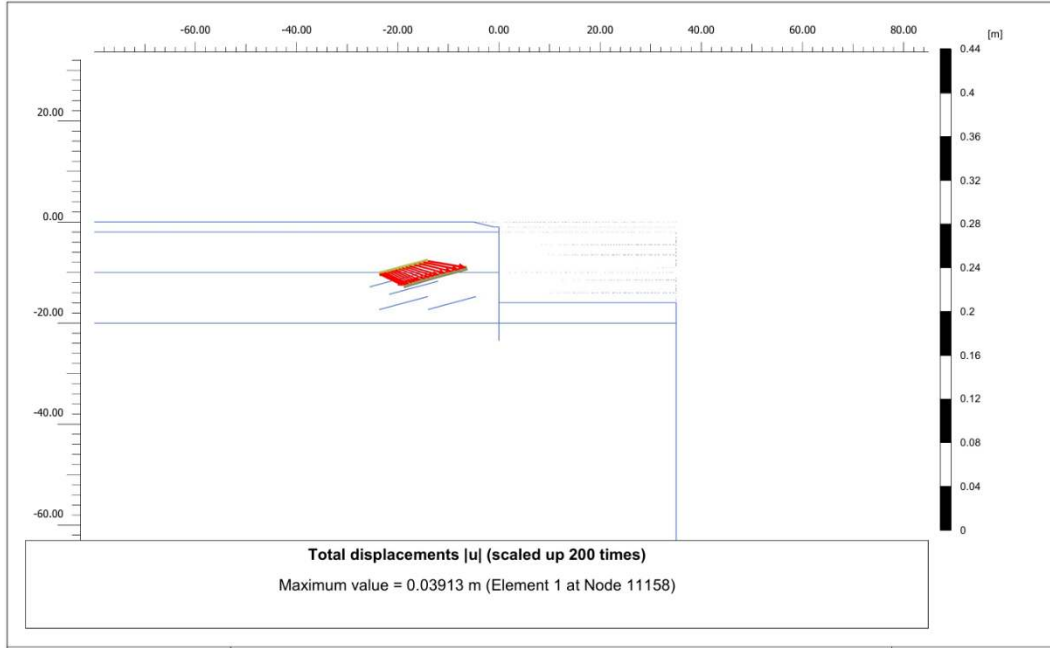
Kazık Eğilme Momenti - M



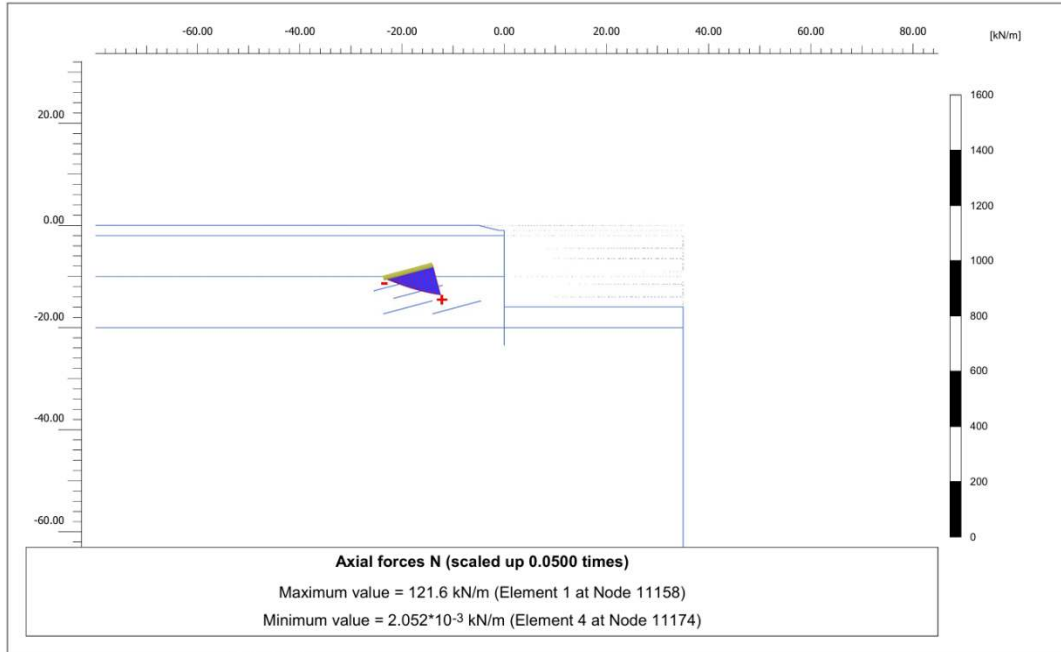
1.Sıra Ankraj Normal Kuvveti - N

Structural element	Node	Local number	X [m]	Y [m]	N [kN]	N _{min} [kN]	N _{max} [kN]
NodeToNodeAnchor_1_1	1598	1	0.000	-3.950	243.136	0.000	255.965
Element 1-1 (Node-to-node anchor)	11158	2	-14.000	-7.740	243.136	0.000	255.965

1.Sıra Ankraj Kökü Toplam Yer Değiştirme - U



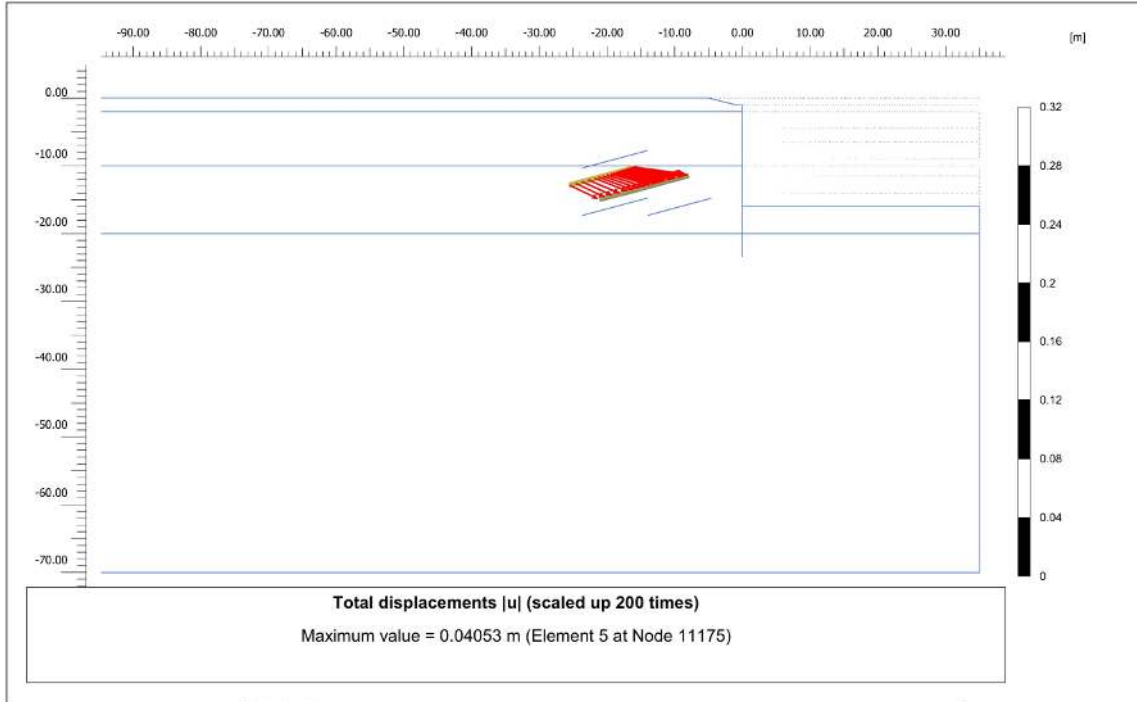
1.Sıra Ankraj Kökü Normal Kuvveti - N



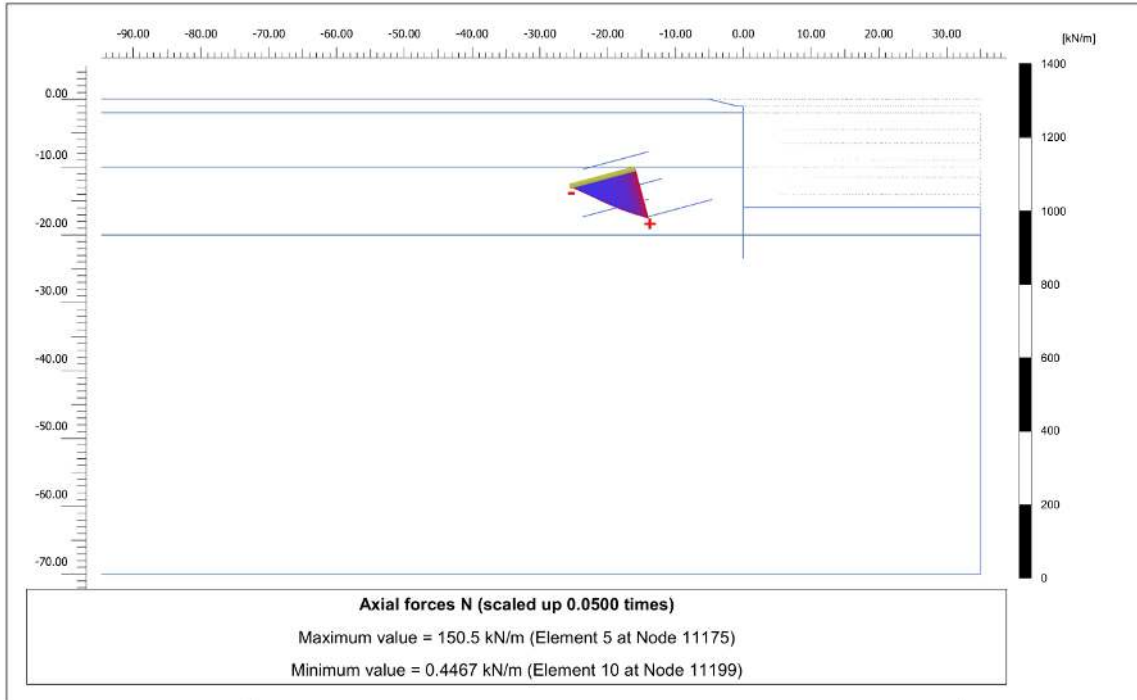
2.Sıra Ankraj Normal Kuvveti - N

Structural element	Node	Local number	X [m]	Y [m]	N [kN]	N _{min} [kN]	N _{max} [kN]
NodeToNodeAnchor_2_1	2172	1	0.000	-5.950	300.947	0.000	304.049
Element 2-2 (Node-to-node anchor)	11175	2	-15.930	-10.250	300.947	0.000	304.049

2.Sıra Ankraj Kökü Toplam Yer Değiştirme - U



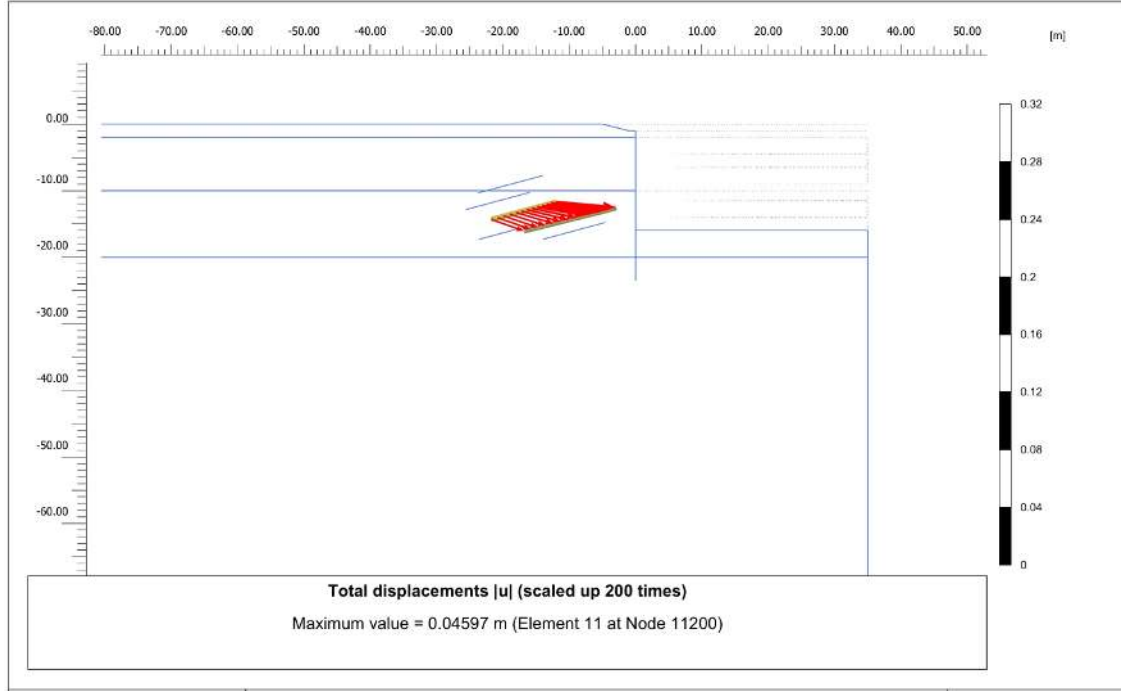
2.Sıra Ankraj Kökü Normal Kuvveti - N



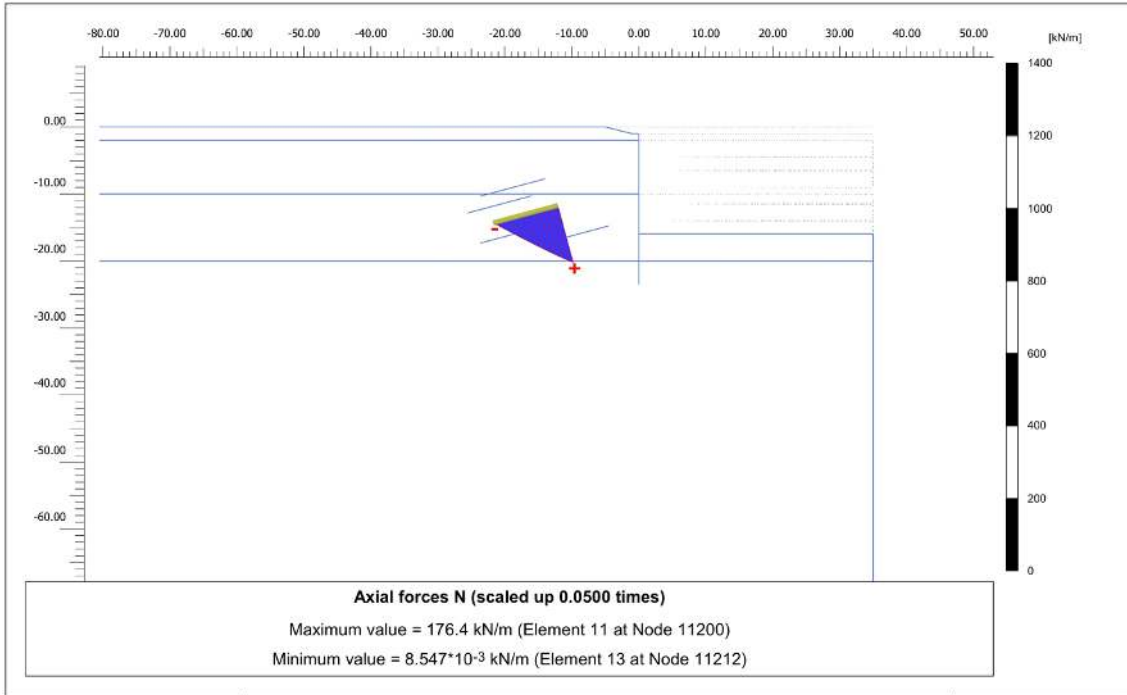
3.Sıra Ankraj Normal Kuvveti - N

Structural element	Node	Local number	X [m]	Y [m]	N [kN]	N _{min} [kN]	N _{max} [kN]
NodeToNodeAnchor_3_1	3226	1	0.000	-8.450	352.725	0.000	354.635
Element 3-3 (Node-to-node anchor)	11200	2	-12.070	-11.720	352.725	0.000	354.635

3.Sıra Ankraj Kökü Toplam Yer Değiştirme - U



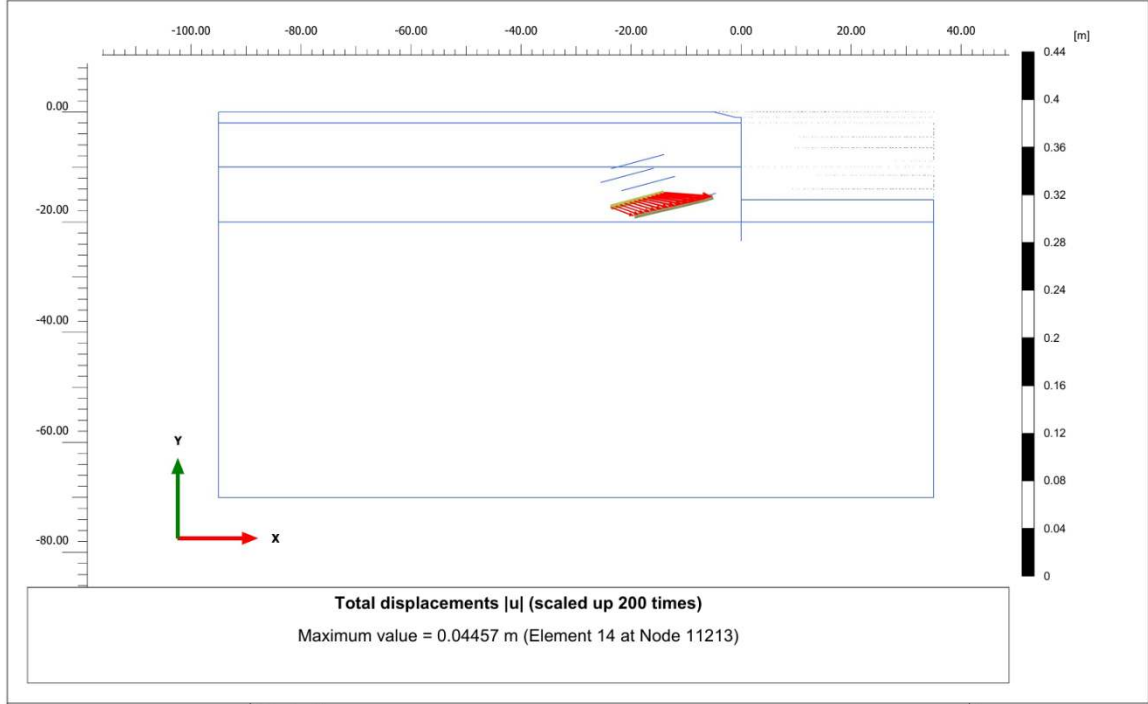
3.Sıra Ankraj Kökü Normal Kuvveti - N



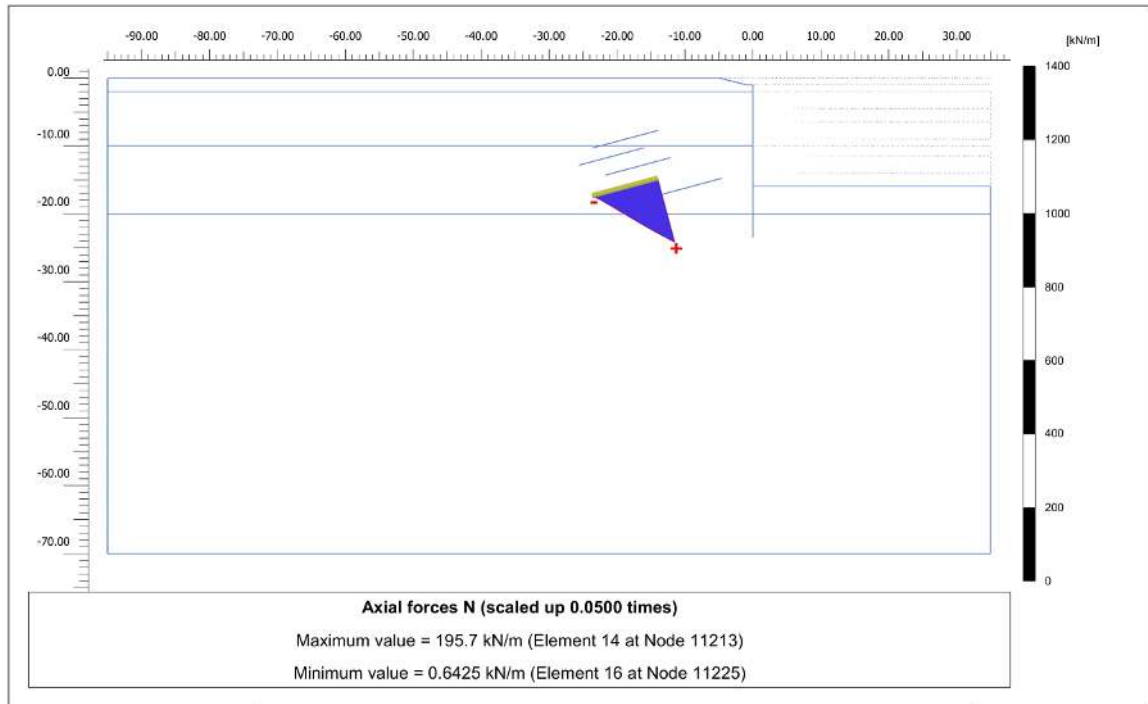
4.Sıra Ankraj Normal Kuvveti - N

Structural element	Node	Local number	X [m]	Y [m]	N [kN]	N _{min} [kN]	N _{max} [kN]
NodeToNodeAnchor_4_1	3656	1	0.000	-10.950	391.533	0.000	391.533
Element 4-4 (Node-to-node anchor)	11213	2	-14.000	-14.740	391.533	0.000	391.533

4.Sıra Ankraj Kökü Toplam Yer Değiştirme - U



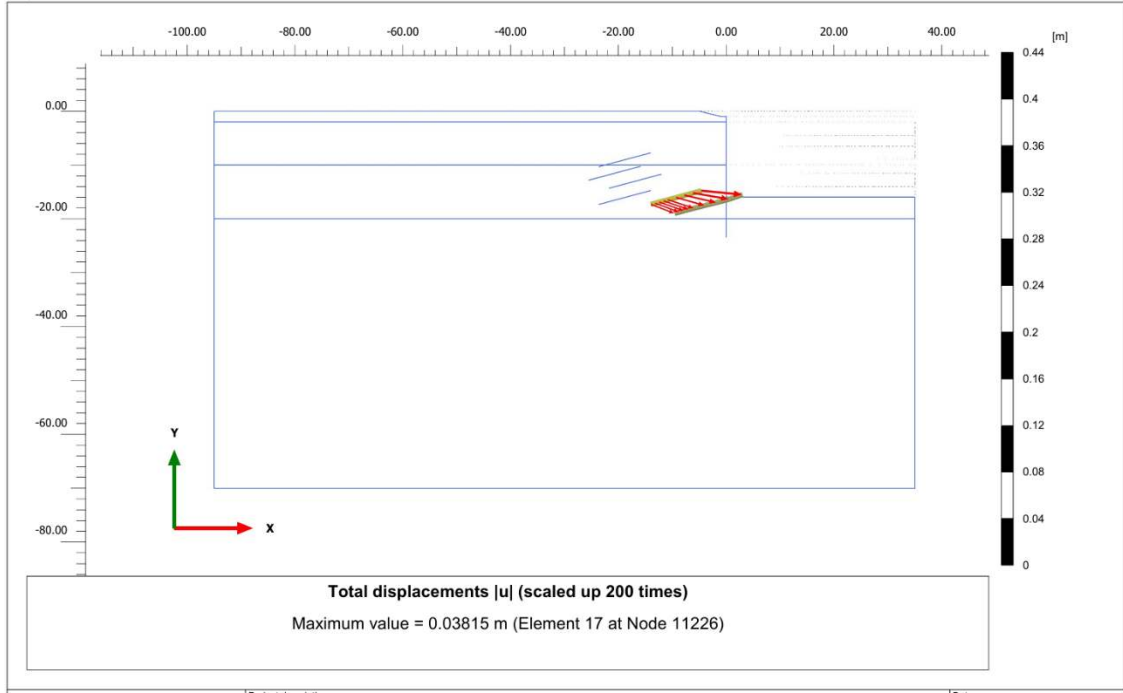
4.Sıra Ankraj Kökü Normal Kuvveti - N



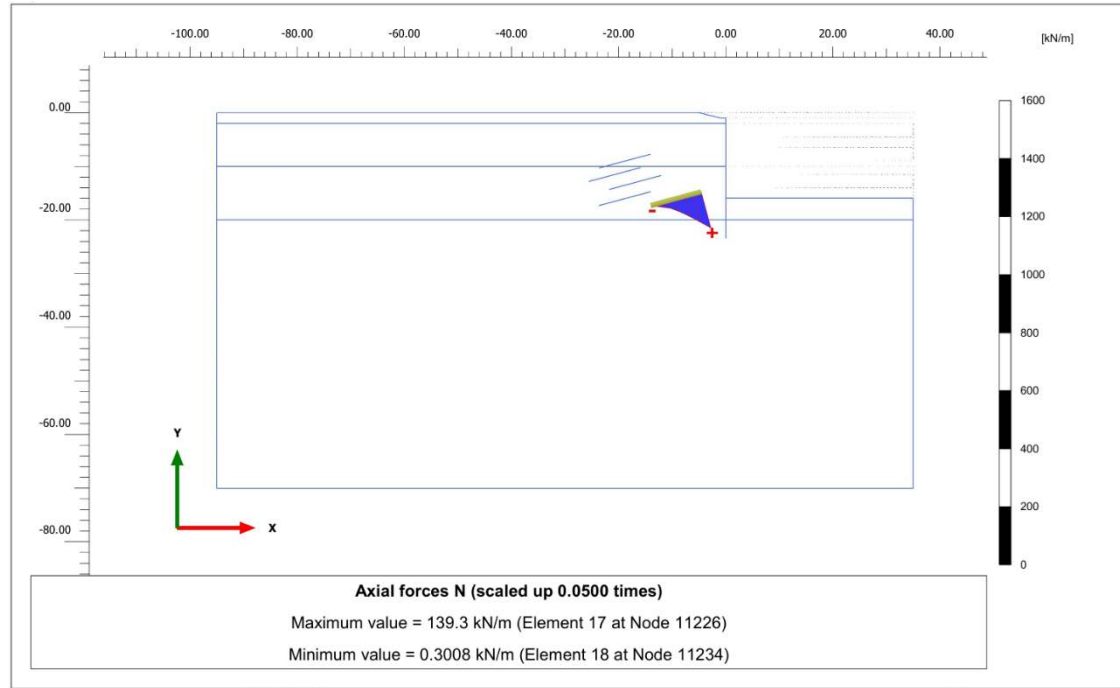
5.Sıra Ankraj Normal Kuvveti - N

Structural element	Node	Local number	X [m]	Y [m]	N [kN]	N _{min} [kN]	N _{max} [kN]
NodeToNodeAnchor_5_1	4818	1	0.000	-13.450	277.183	0.000	277.183
Element 5-5 (Node-to-node anchor)	11226	2	-4.570	-14.770	277.183	0.000	277.183

5.Sıra Ankraj Kökü Toplam Yer Değiştirme - U



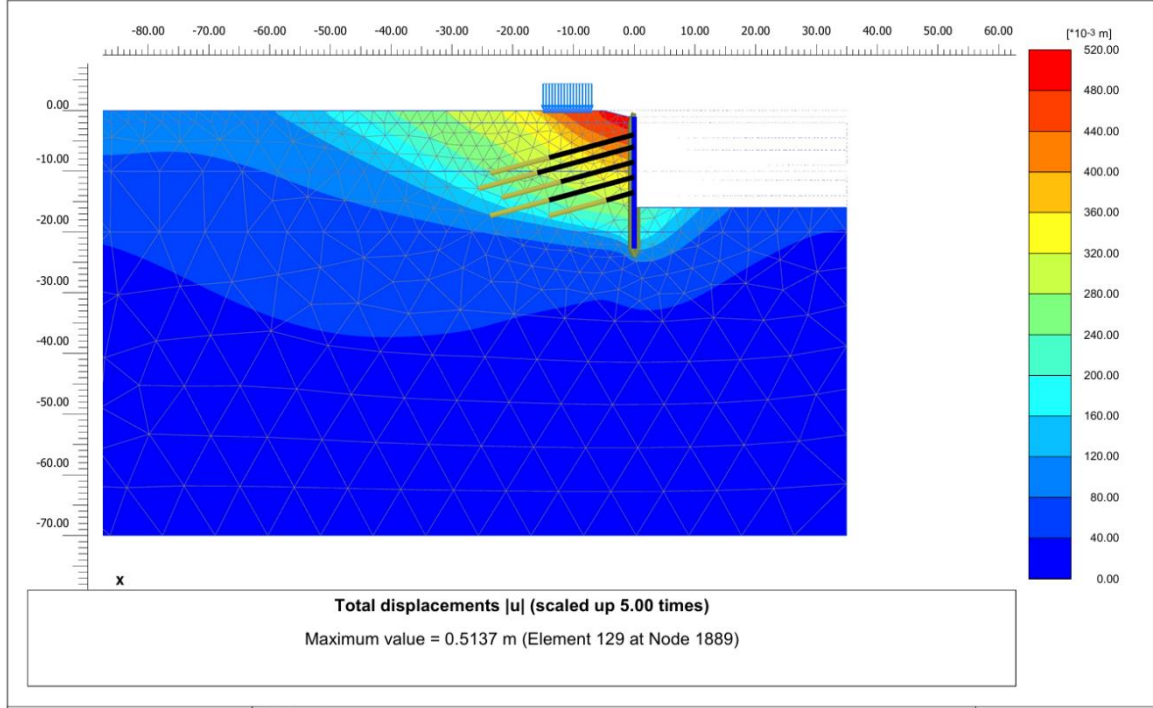
5.Sıra Ankraj Kökü Normal Kuvveti - N



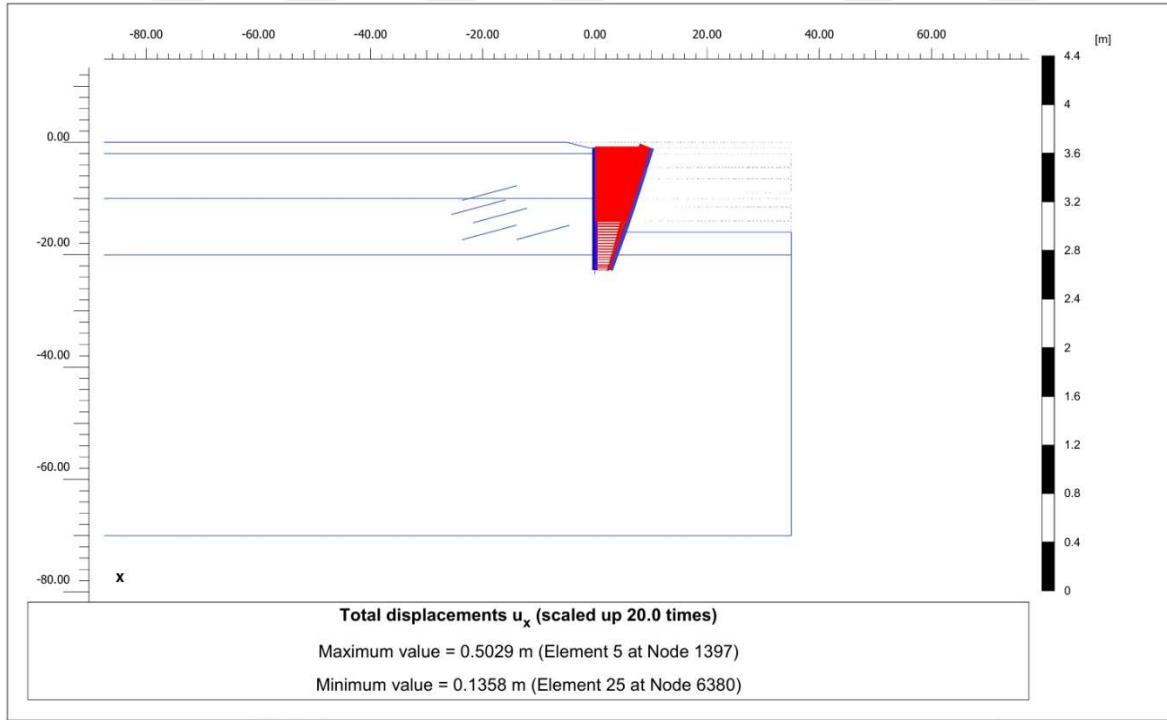
EK-19. KENT MEYDANI PROJESİ : STATİK EŞDEĞER (DD-2) DURUM

HESAP ÇIKTILARI

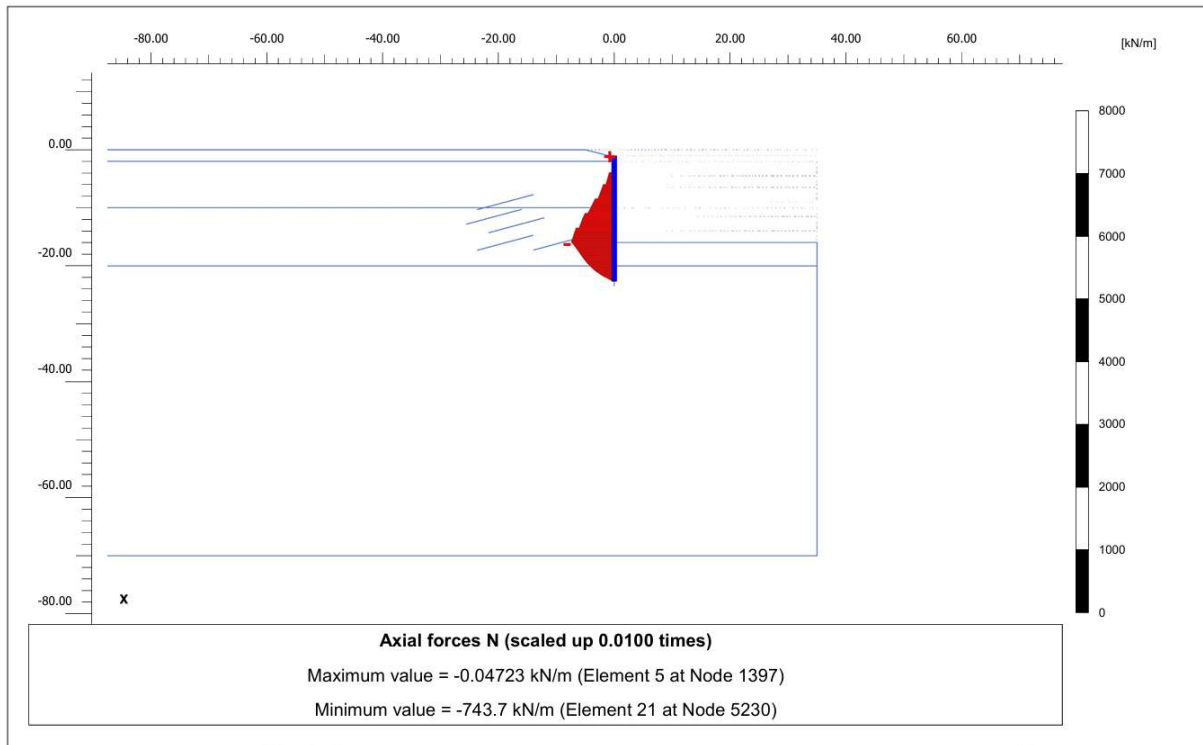
Toplam Yer Değiştirme - U



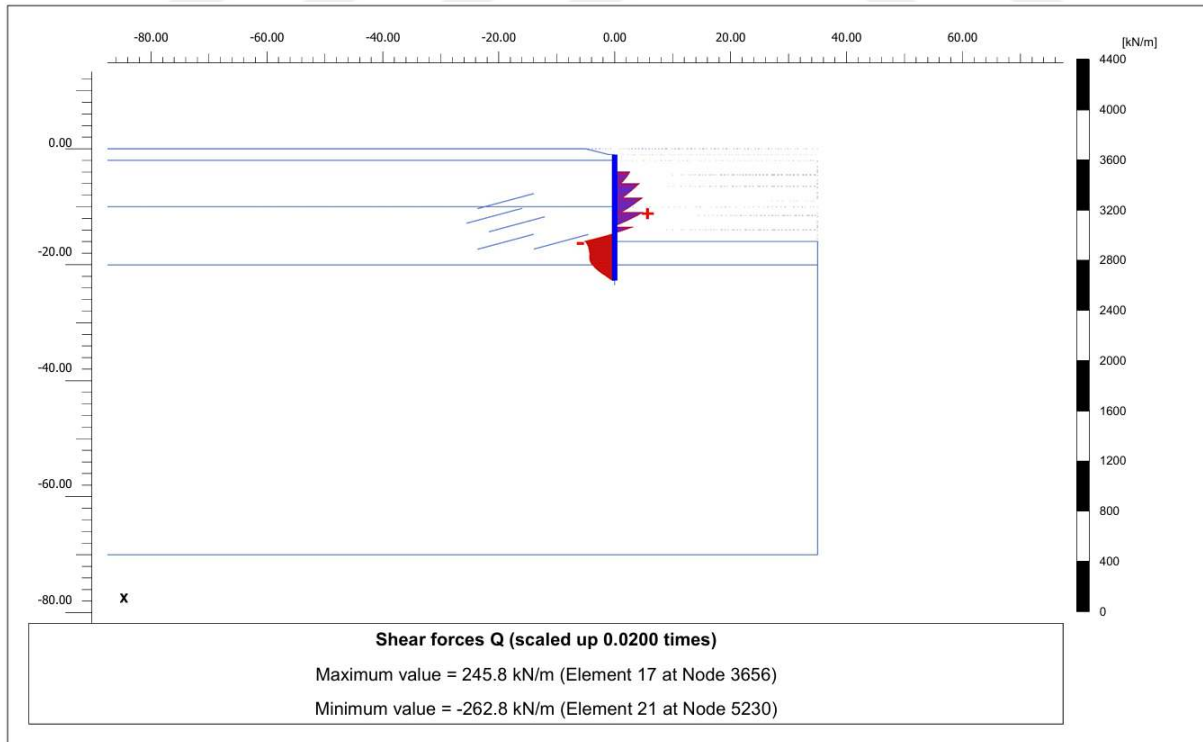
Kazık Yatay Yer Değiştirme – U_x



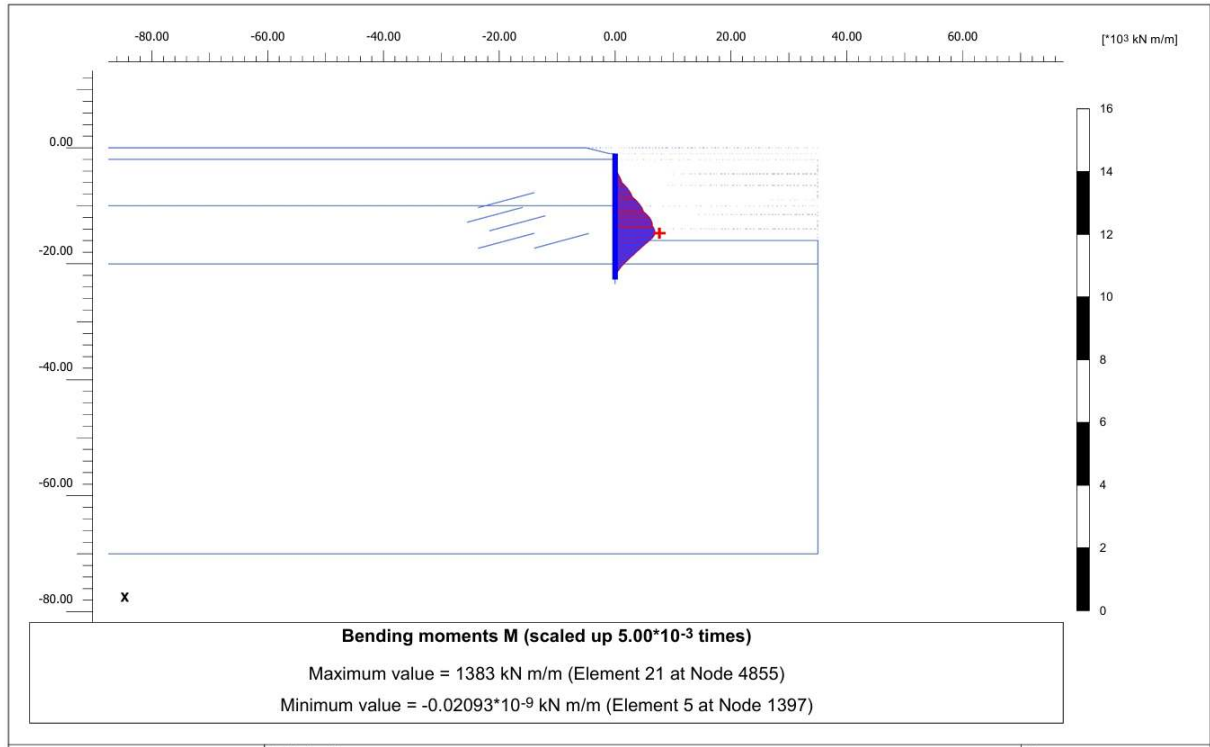
Kazık Normal Kuvet - N



Kazık Kesme Kuvet – Q



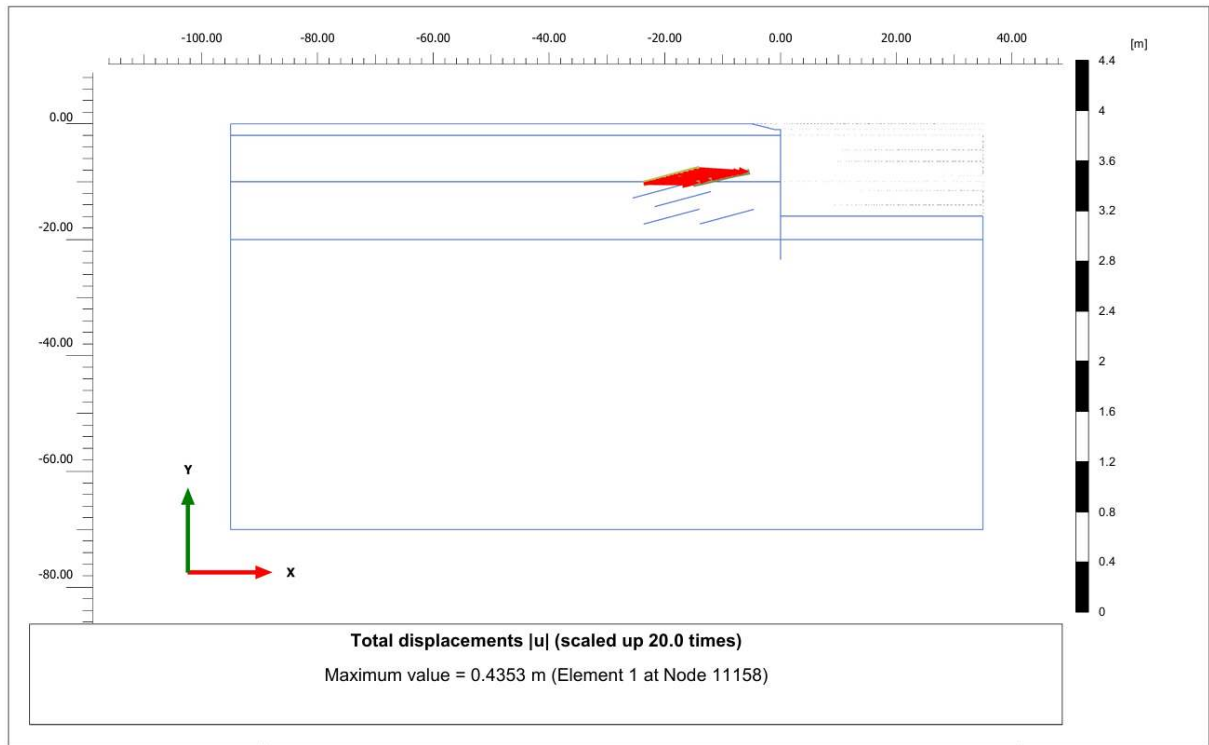
Kazık Eğilme Momenti - M



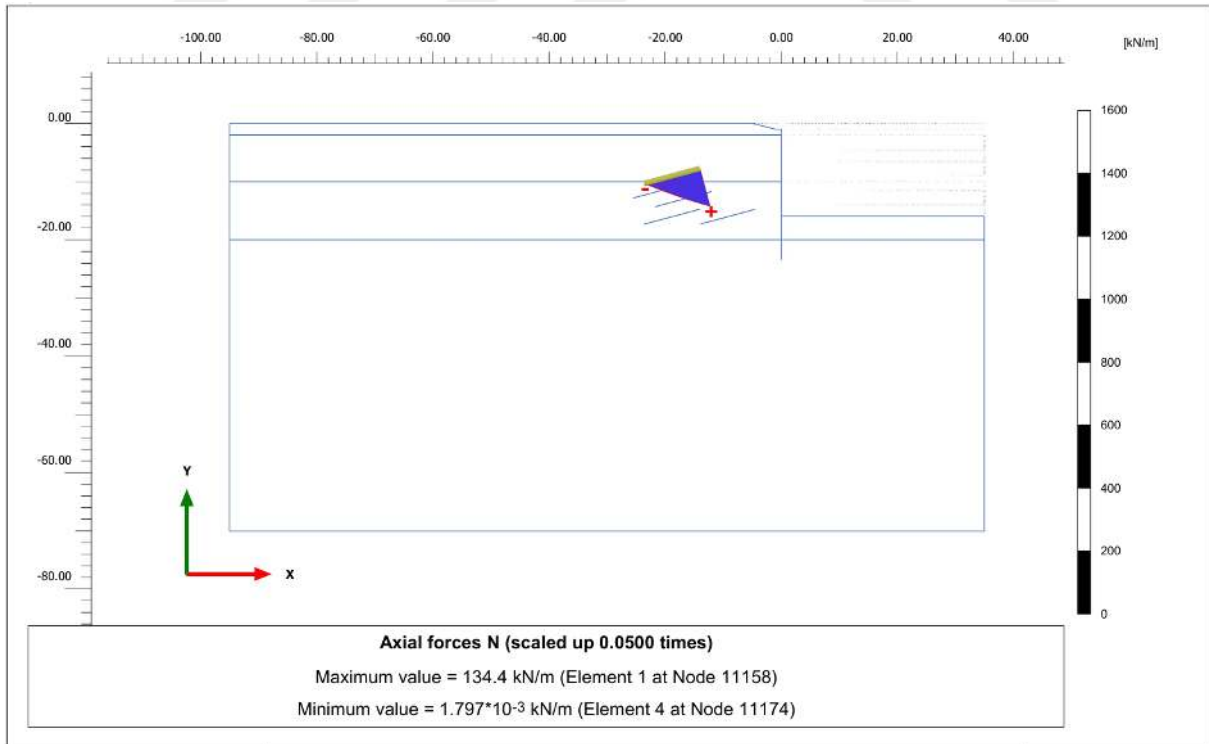
1.Sıra Ankraj Normal Kuvveti – N

Structural element	Node	Local number	X [m]	Y [m]	N [kN]	N _{min} [kN]	N _{max} [kN]
NodeToNodeAnchor_1_1 Element 1-1 (Node-to-node anchor)	1598	1	0.000	-3.950	268.714	0.000	271.712
	11158	2	-14.000	-7.740	268.714	0.000	271.712

1.Sıra Ankraj Kökü Toplam Yer Değiştirme – U



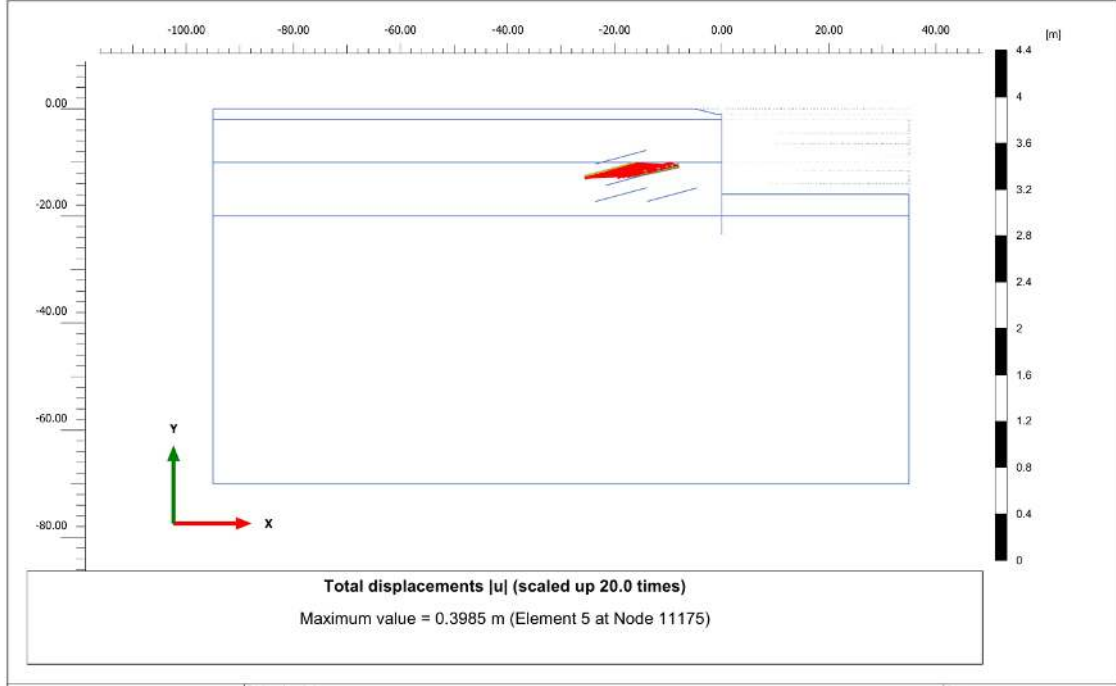
1.Sıra Ankraj Kökü Normal Kuvveti - N



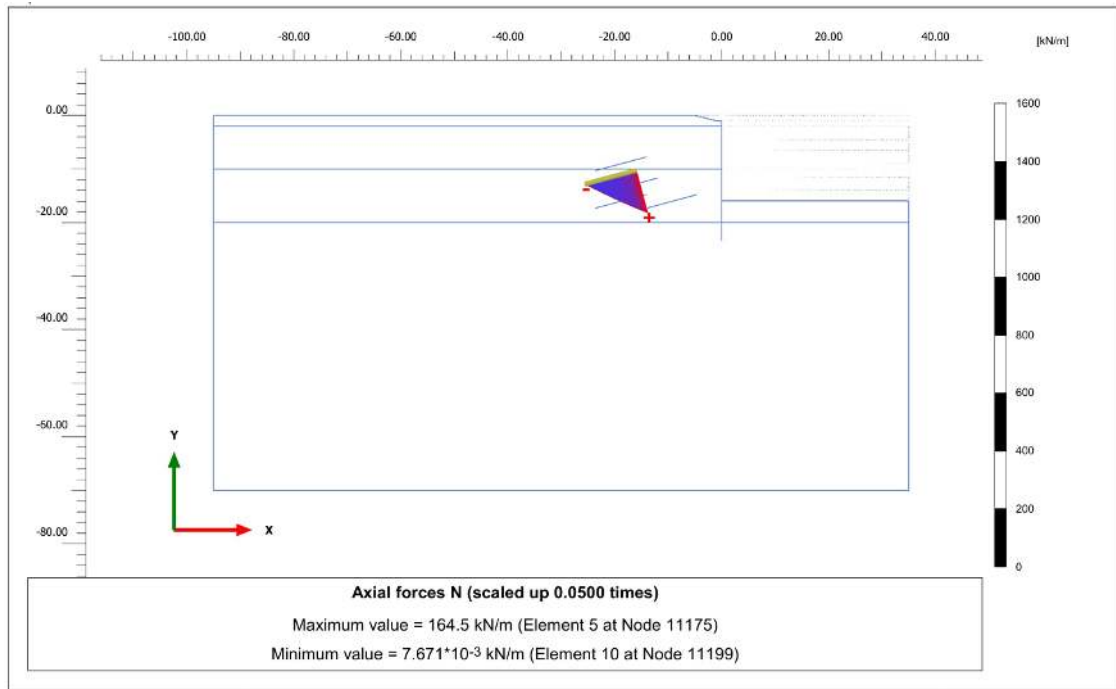
2.Sıra Ankraj Normal Kuvveti - N

Structural element	Node	Local number	X [m]	Y [m]	N [kN]	N _{min} [kN]	N _{max} [kN]
NodeToNodeAnchor_2_1	2172	1	0.000	-5.950	328.954	0.000	335.507
Element 2-2 (Node-to-node anchor)	11175	2	-15.930	-10.250	328.954	0.000	335.507

2.Sıra Ankraj Kökü Toplam Yer Değiştirme - U



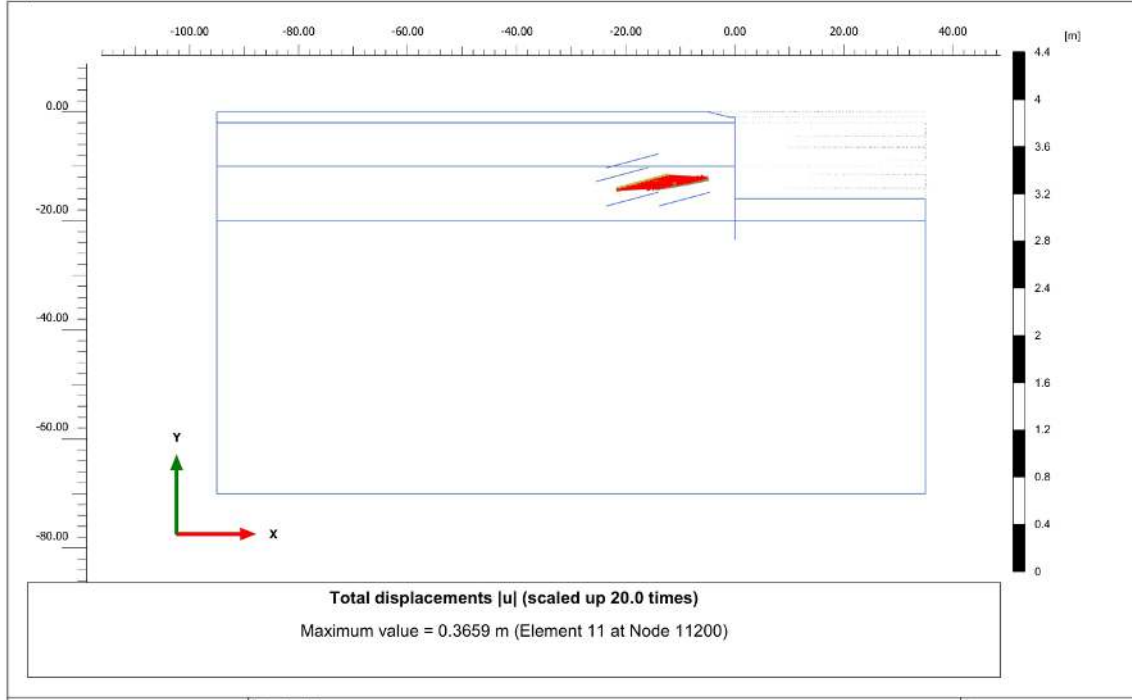
2.Sıra Ankraj Kökü Normal Kuvveti - N



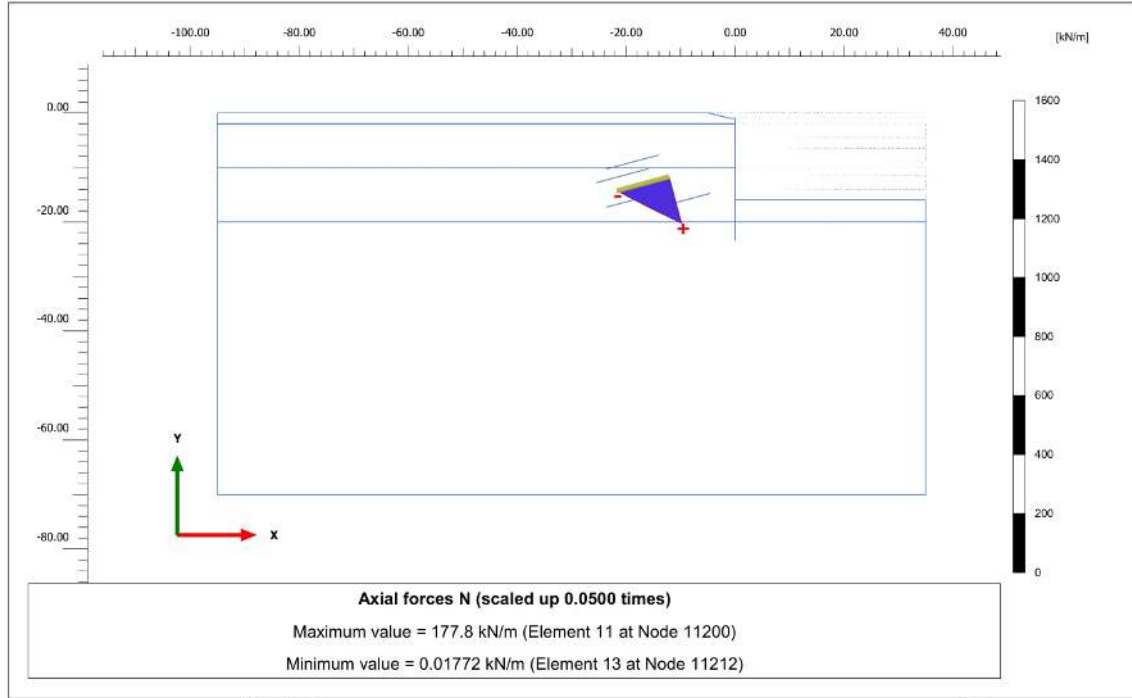
3.Sıra Ankraj Normal Kuvveti - N

Structural element	Node	Local number	X [m]	Y [m]	N [kN]	N _{min} [kN]	N _{max} [kN]
NodeToNodeAnchor_3_1	3226	1	0.000	-8.450	355.663	0.000	363.183
Element 3-3 (Node-to-node anchor)	11200	2	-12.070	-11.720	355.663	0.000	363.183

3.Sıra Ankraj Kökü Toplam Yer Değiştirme - U



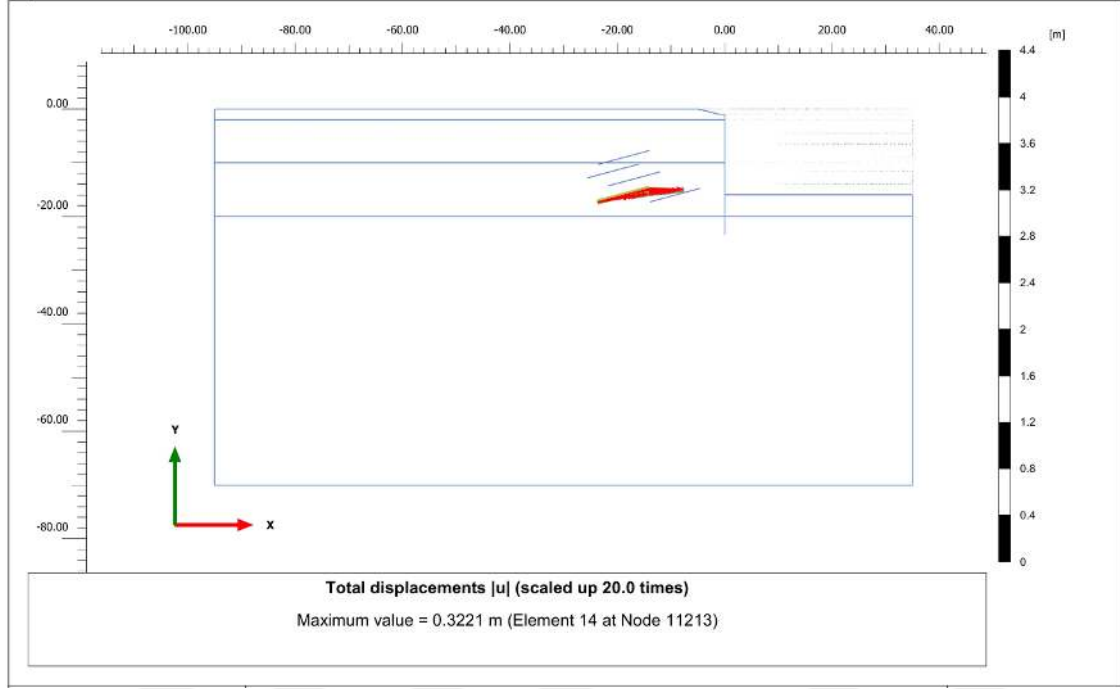
3.Sıra Ankraj Kökü Normal Kuvveti - N



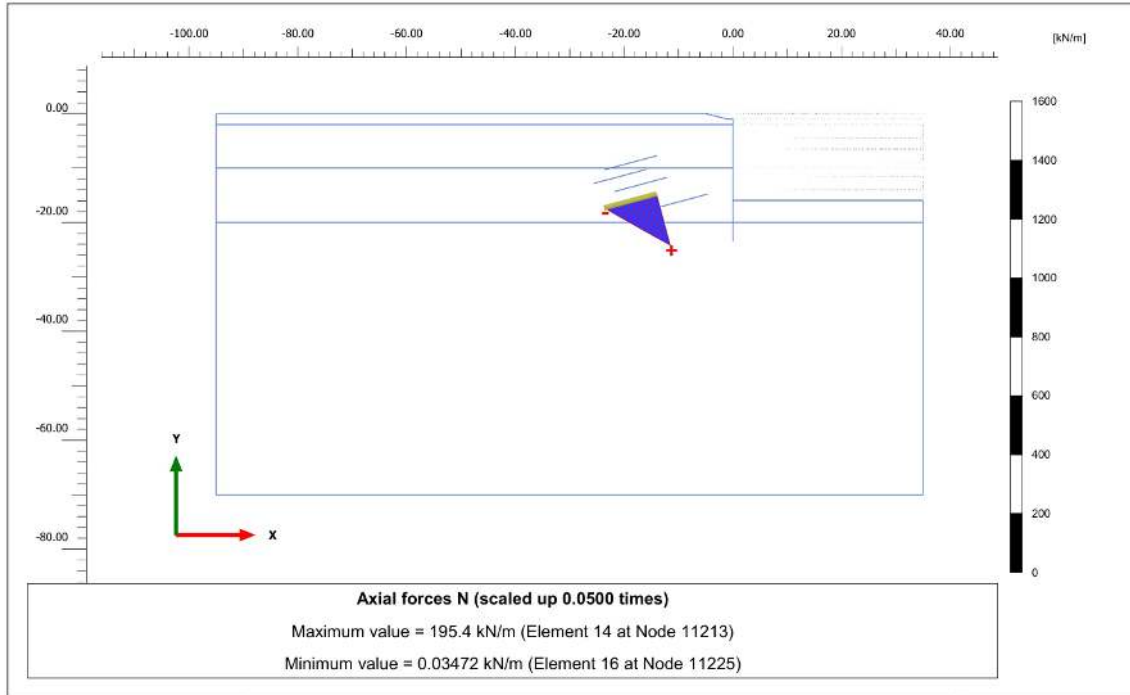
4.Sıra Ankraj Normal Kuvveti - N

Structural element	Node	Local number	X [m]	Y [m]	N [kN]	N _{min} [kN]	N _{max} [kN]
NodeToNodeAnchor_4_1	3656	1	0.000	-10.950	390.802	0.000	407.273
Element 4-4 (Node-to-node anchor)	11213	2	-14.000	-14.740	390.802	0.000	407.273

4.Sıra Ankraj Kökü Toplam Yer Değiştirme - U



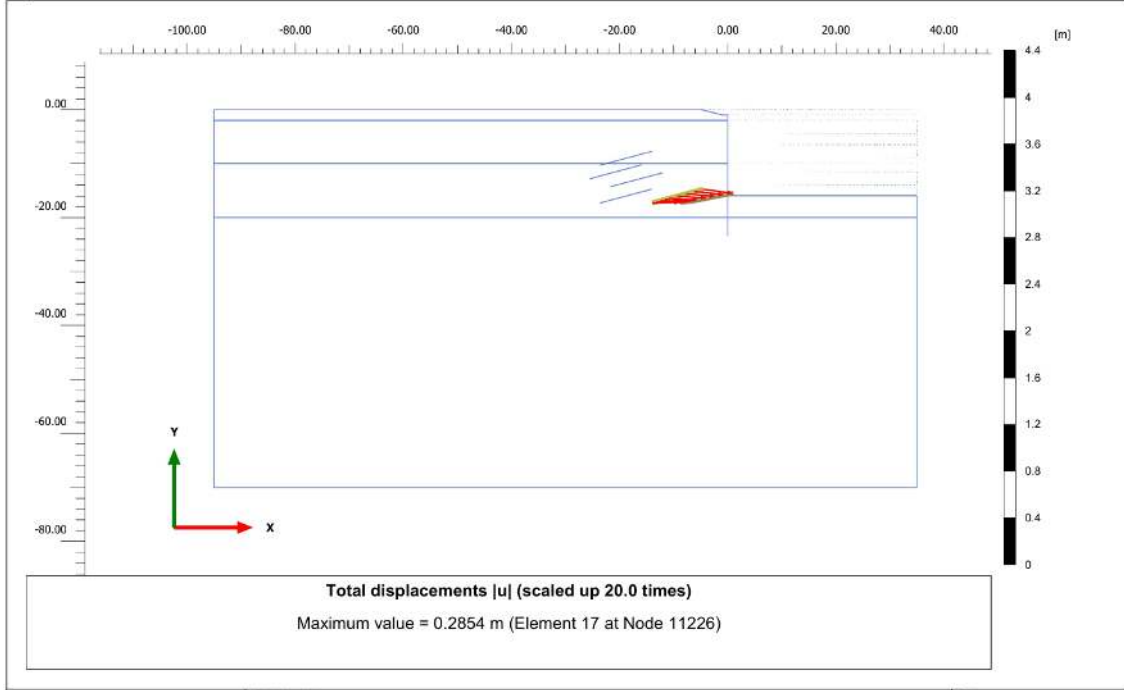
4.Sıra Ankraj Kökü Normal Kuvveti - N



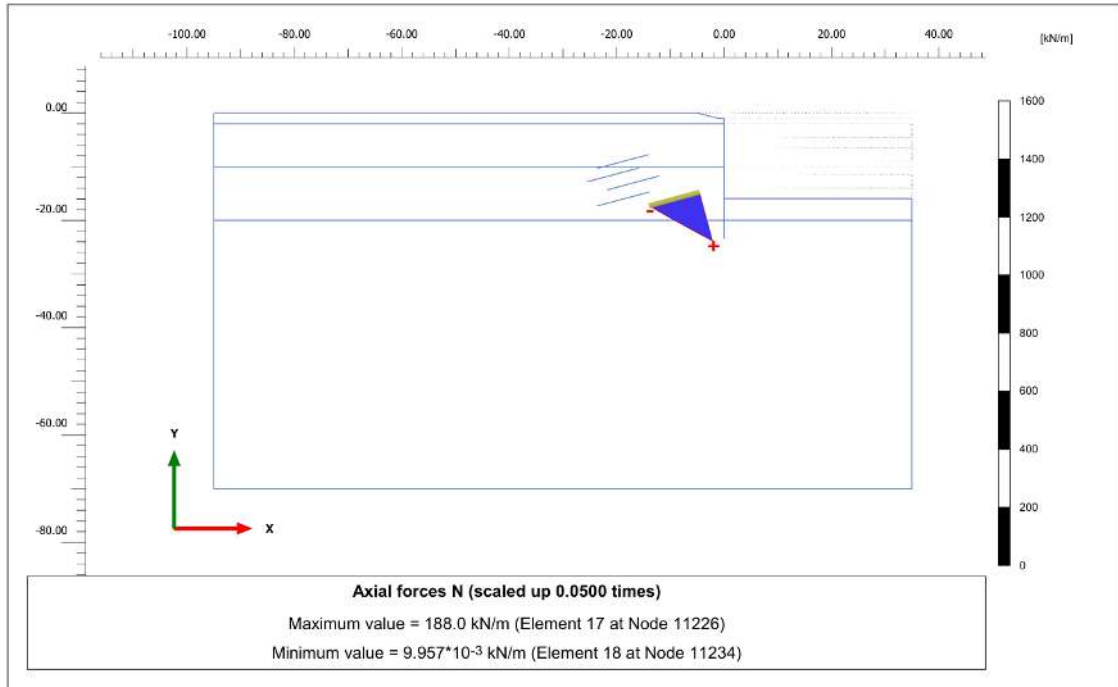
5.Sıra Ankraj Normal Kuvveti - N

Structural element	Node	Local number	X [m]	Y [m]	N [kN]	N _{min} [kN]	N _{max} [kN]
NodeToNodeAnchor_5_1	4818	1	0.000	-13.450	376.297	0.000	386.606
Element 5-5 (Node-to-node anchor)	11226	2	-4.570	-14.770	376.297	0.000	386.606

5.Sıra Ankraj Kökü Toplam Yer Değiştirme - U



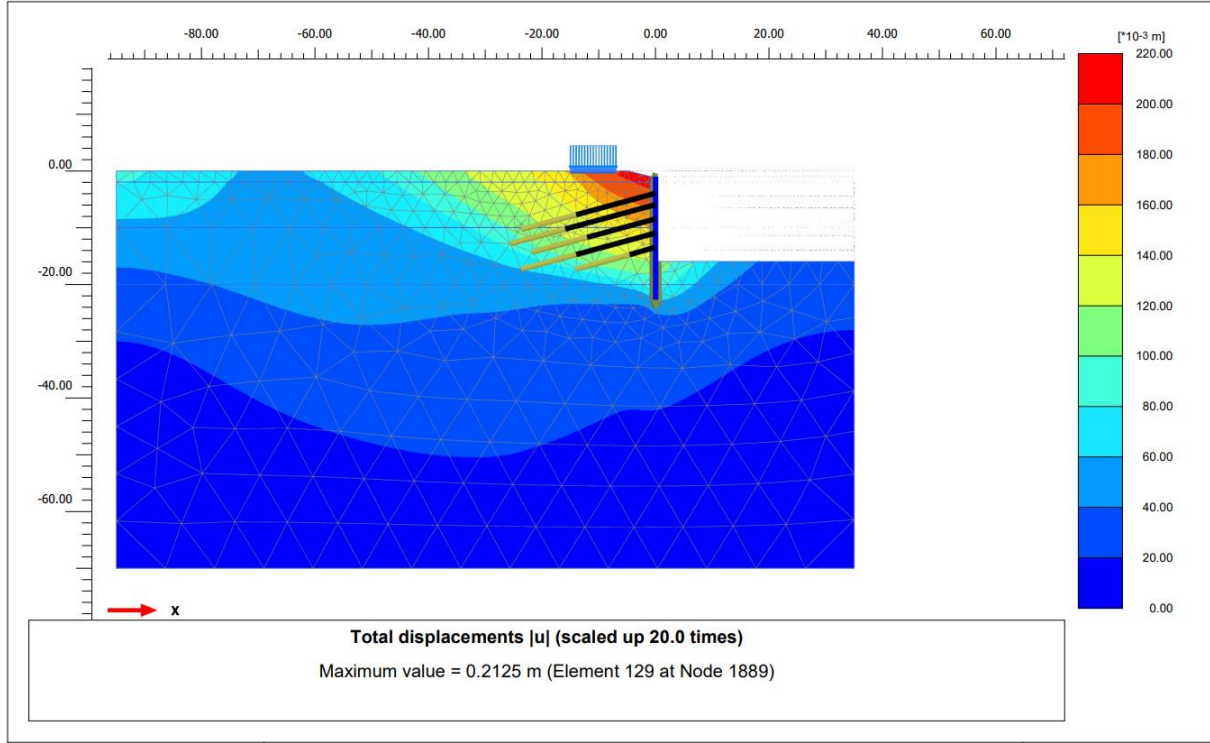
5.Sıra Ankraj Kökü Normal Kuvveti - N



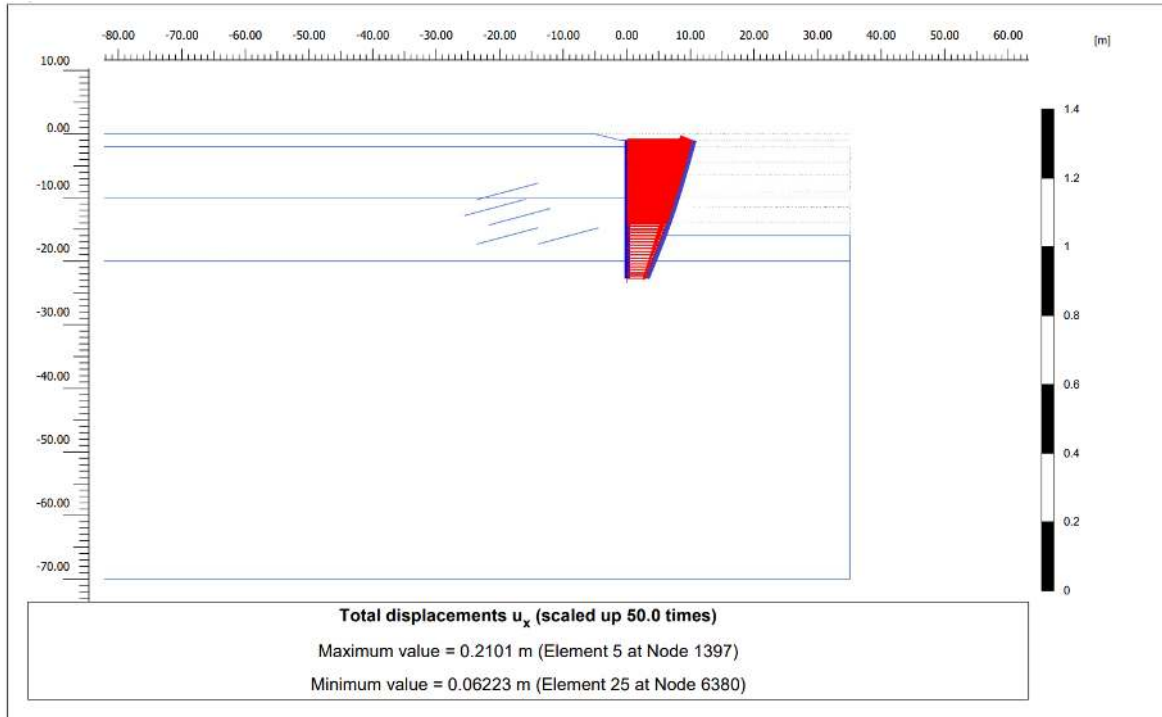
EK-20. KENT MEYDANI PROJESİ : STATİK EŞDEĞER (DD-2a) DURUM

HESAP ÇIKTILARI

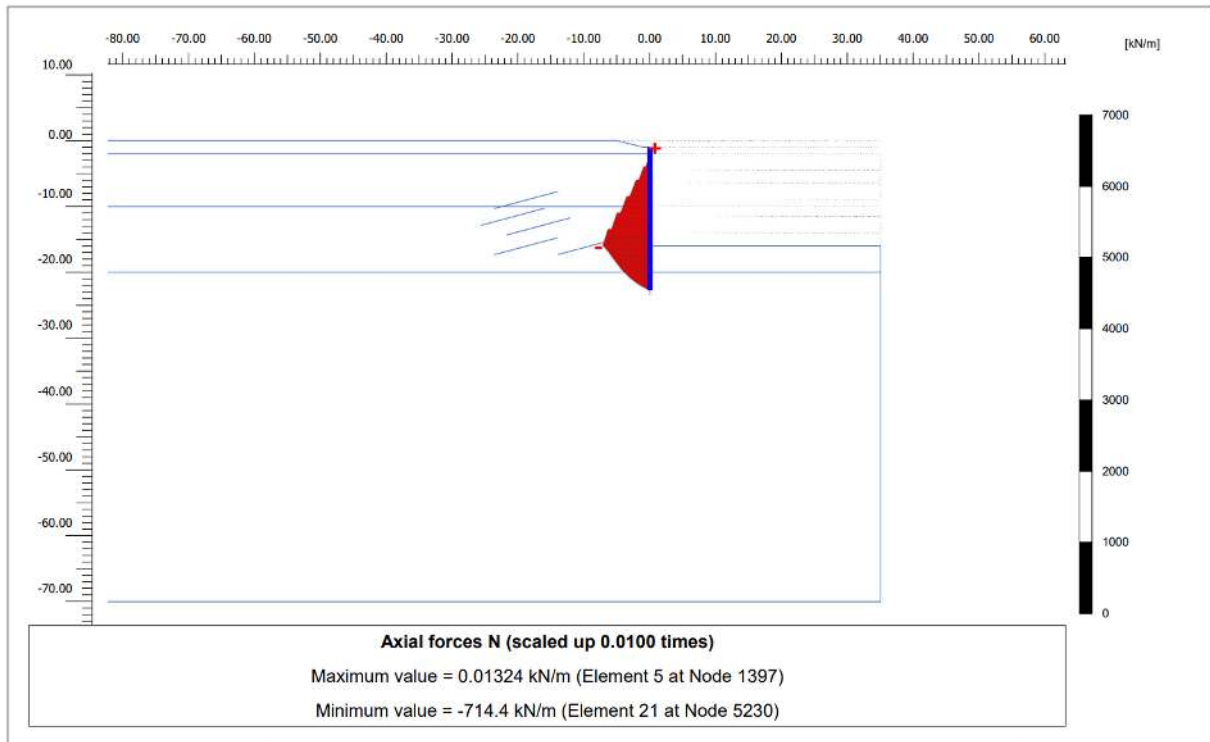
Toplam Yer Değiştirme - U



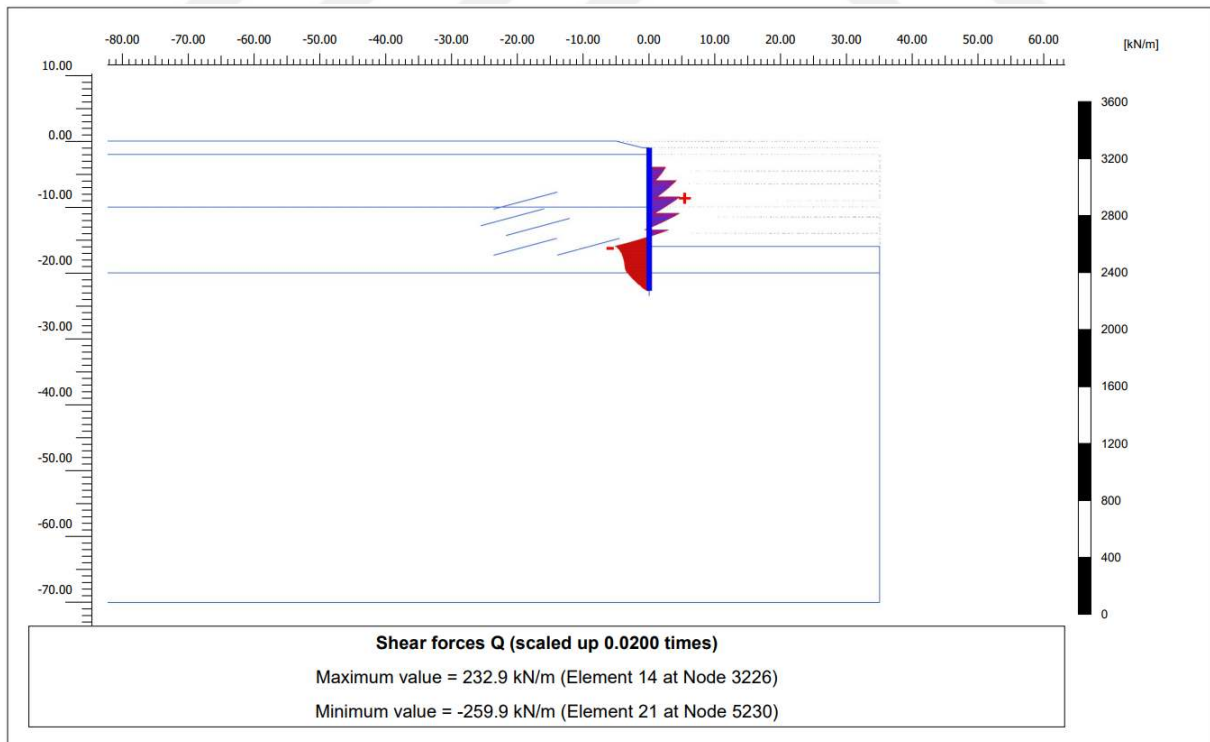
Kazık Yatay Yer Değiştirme – U_x



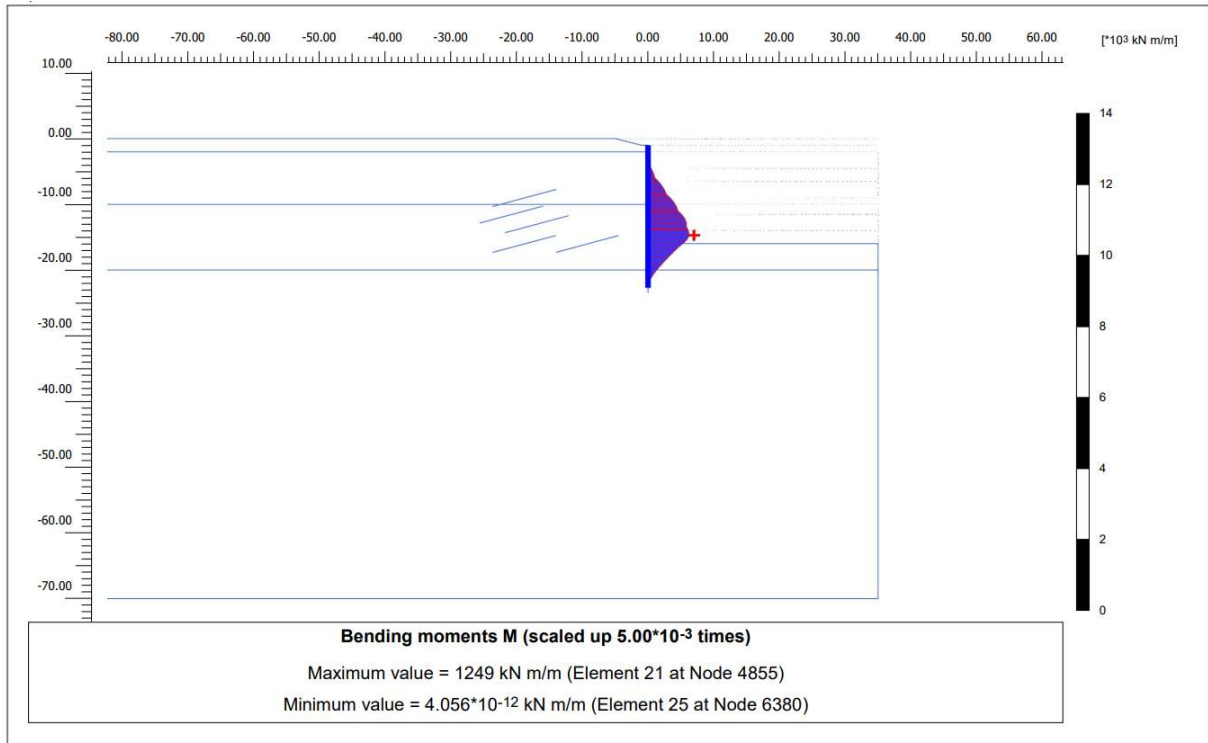
Kazık Normal Kuvet - N



Kazık Kesme Kuvet – Q



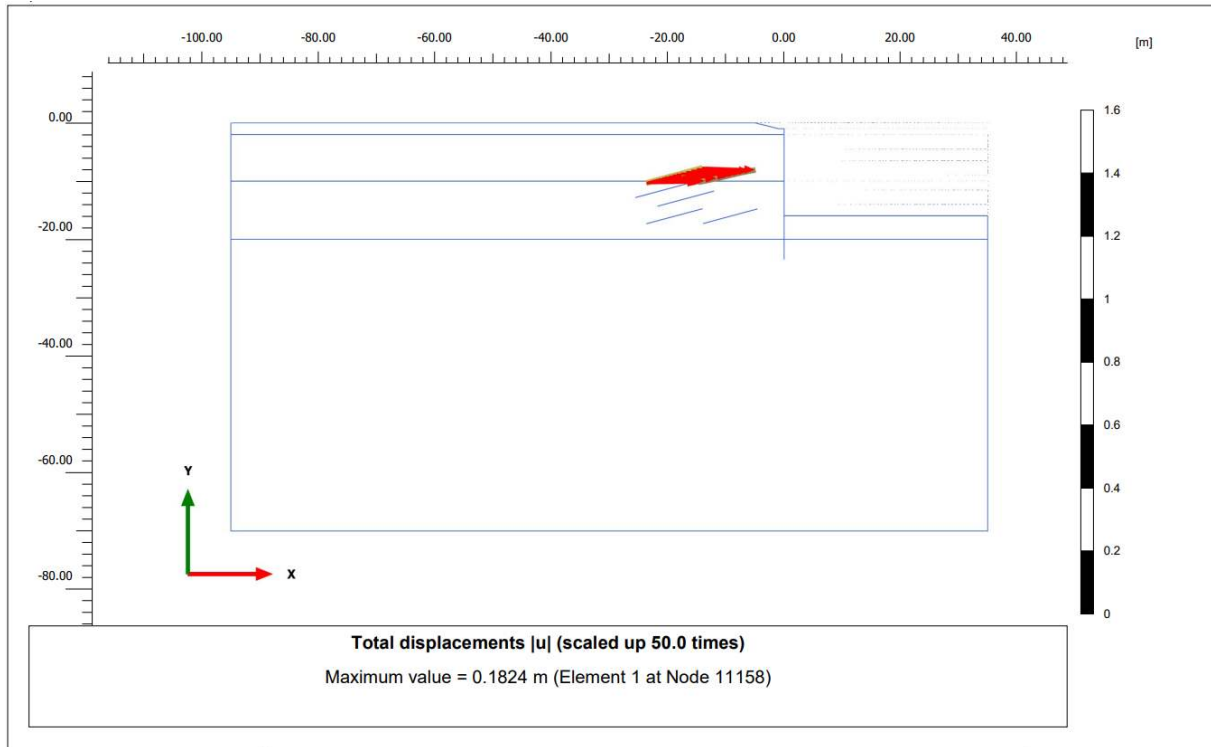
Kazık Eğilme Momenti - M



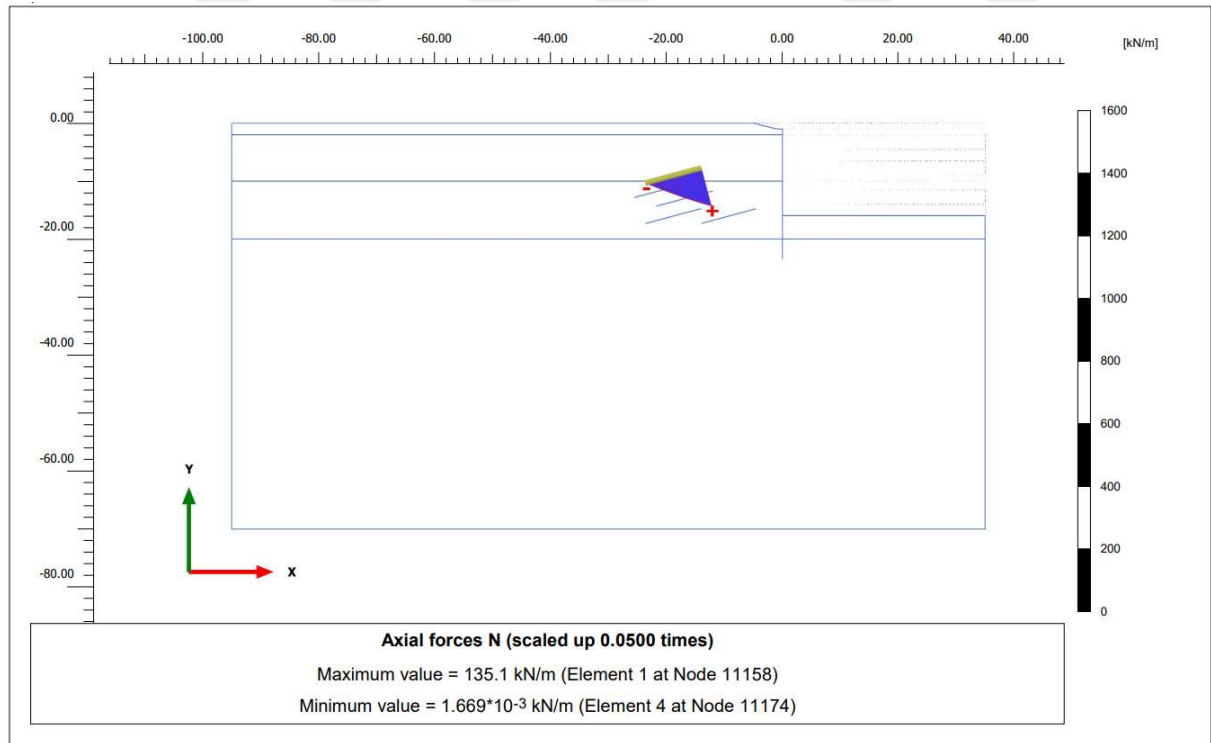
1.Sıra Ankraj Normal Kuvveti – N

Structural element	Node	Local number	X [m]	Y [m]	N [kN]	N _{min} [kN]	N _{max} [kN]
NodeToNodeAnchor_1_1	1598	1	0.000	-3.950	270.239	0.000	271.793
Element 1-1 (Node-to-node anchor)	11158	2	-14.000	-7.740	270.239	0.000	271.793

1.Sıra Ankraj Kökü Toplam Yer Değiştirme – U



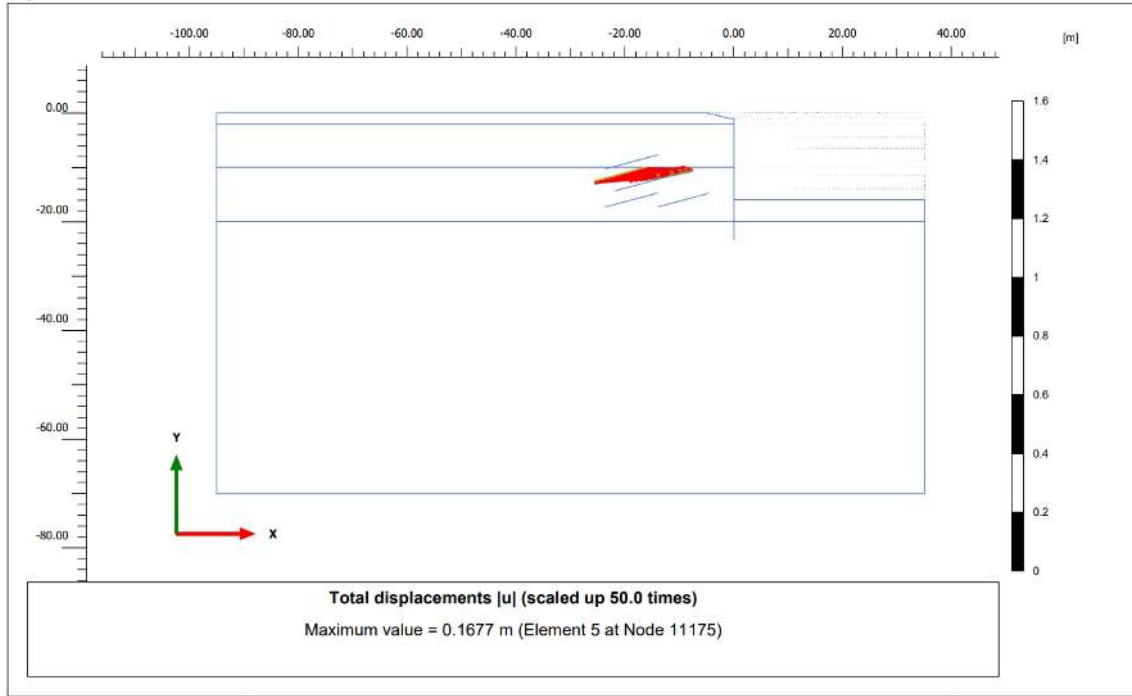
1.Sıra Ankraj Kökü Normal Kuvveti - N



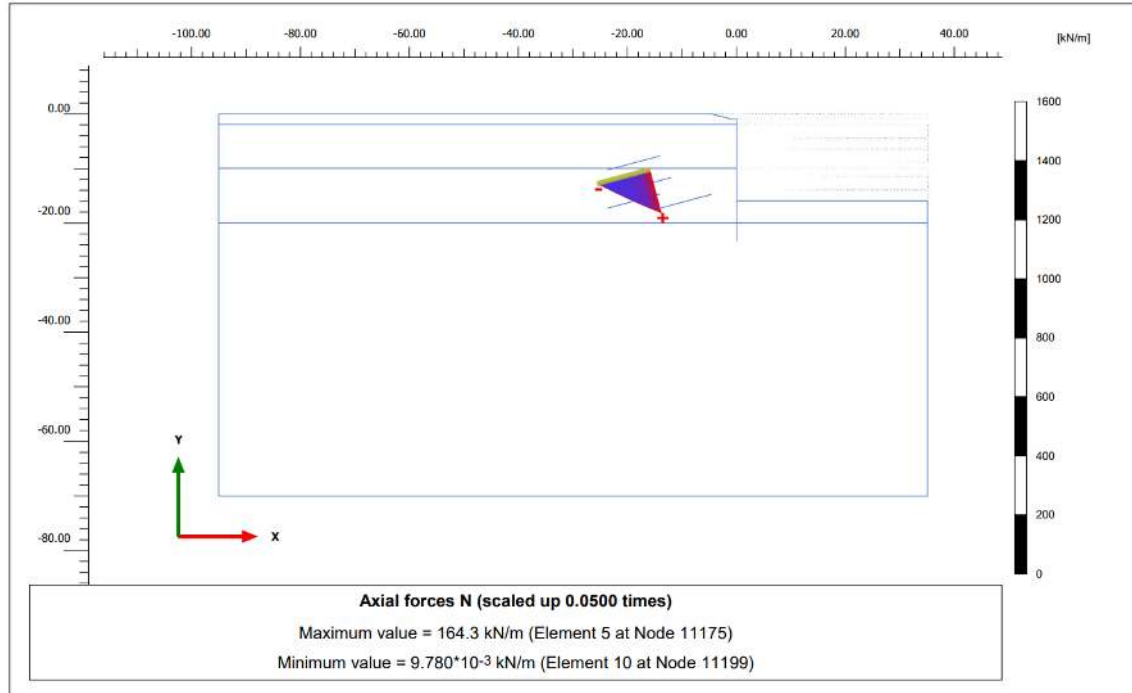
2.Sıra Ankraj Normal Kuvveti - N

Structural element	Node	Local number	X [m]	Y [m]	N [kN]	N _{min} [kN]	N _{max} [kN]
NodeToNodeAnchor_2_1	2172	1	0.000	-5.950	328.503	0.000	335.111
Element 2-2 (Node-to-node anchor)	11175	2	-15.930	-10.250	328.503	0.000	335.111

2.Sıra Ankraj Kökü Toplam Yer Değiştirme - U



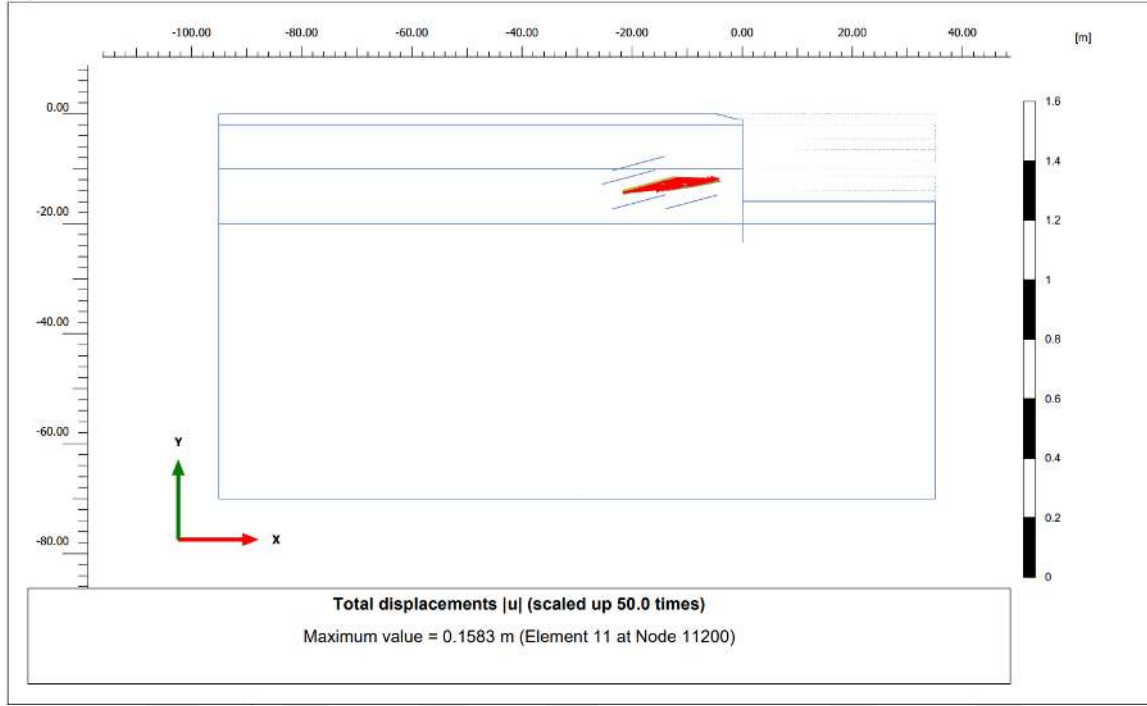
2.Sıra Ankraj Kökü Normal Kuvveti - N



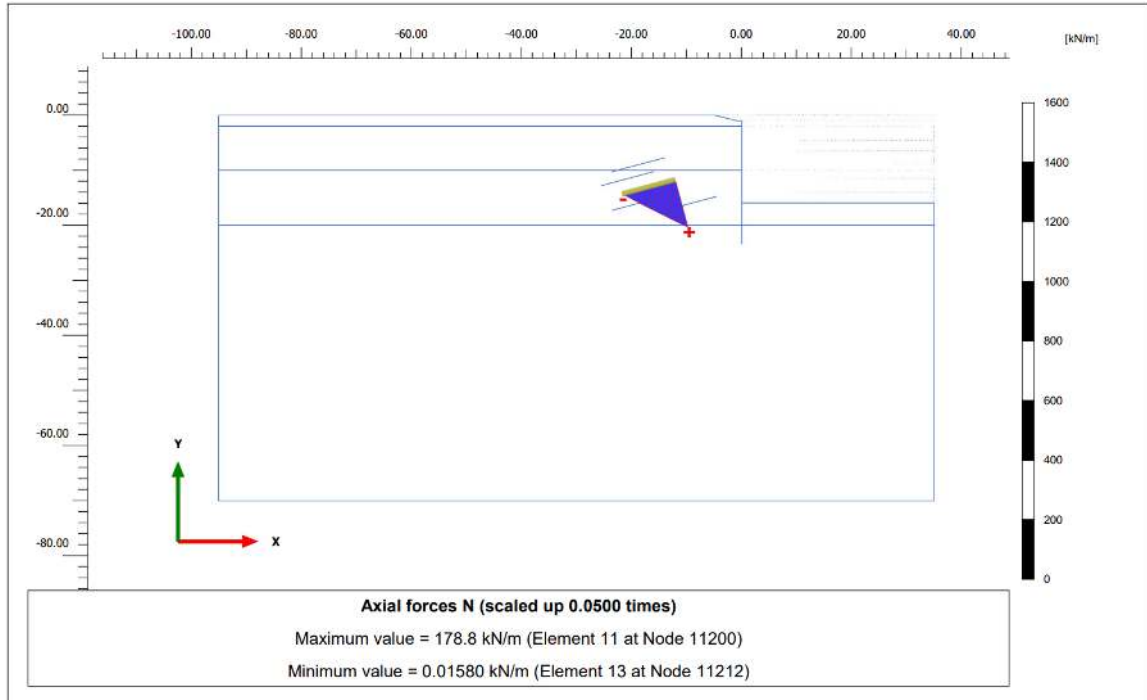
3.Sıra Ankraj Normal Kuvveti - N

Structural element	Node	Local number	X [m]	Y [m]	N [kN]	N _{min} [kN]	N _{max} [kN]
NodeToNodeAnchor_3_1	3226	1	0.000	-8.450	357.554	0.000	363.722
Element 3-3 (Node-to-node anchor)	11200	2	-12.070	-11.720	357.554	0.000	363.722

3.Sıra Ankraj Kökü Toplam Yer Değiştirme - U



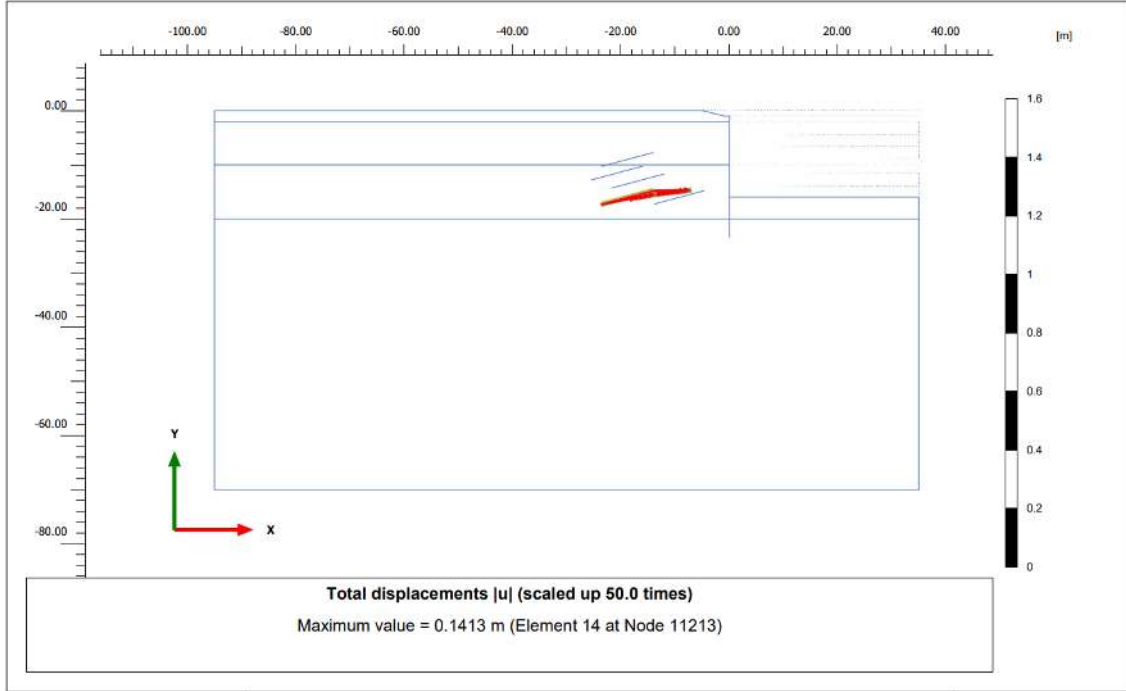
3.Sıra Ankraj Kökü Normal Kuvveti - N



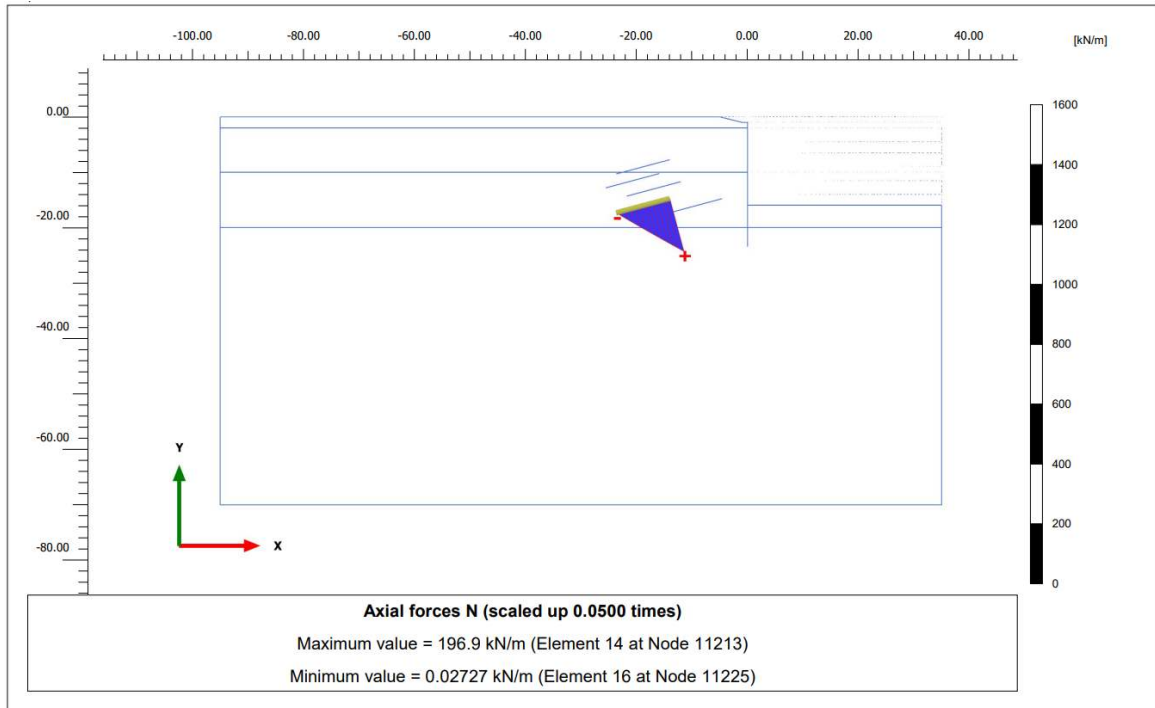
4.Sıra Ankraj Normal Kuvveti - N

Structural element	Node	Local number	X [m]	Y [m]	N [kN]	N _{min} [kN]	N _{max} [kN]
NodeToNodeAnchor_4_1	3656	1	0.000	-10.950	393.751	0.000	407.125
Element 4-4 (Node-to-node anchor)	11213	2	-14.000	-14.740	393.751	0.000	407.125

4.Sıra Ankraj Kökü Toplam Yer Değiştirme - U



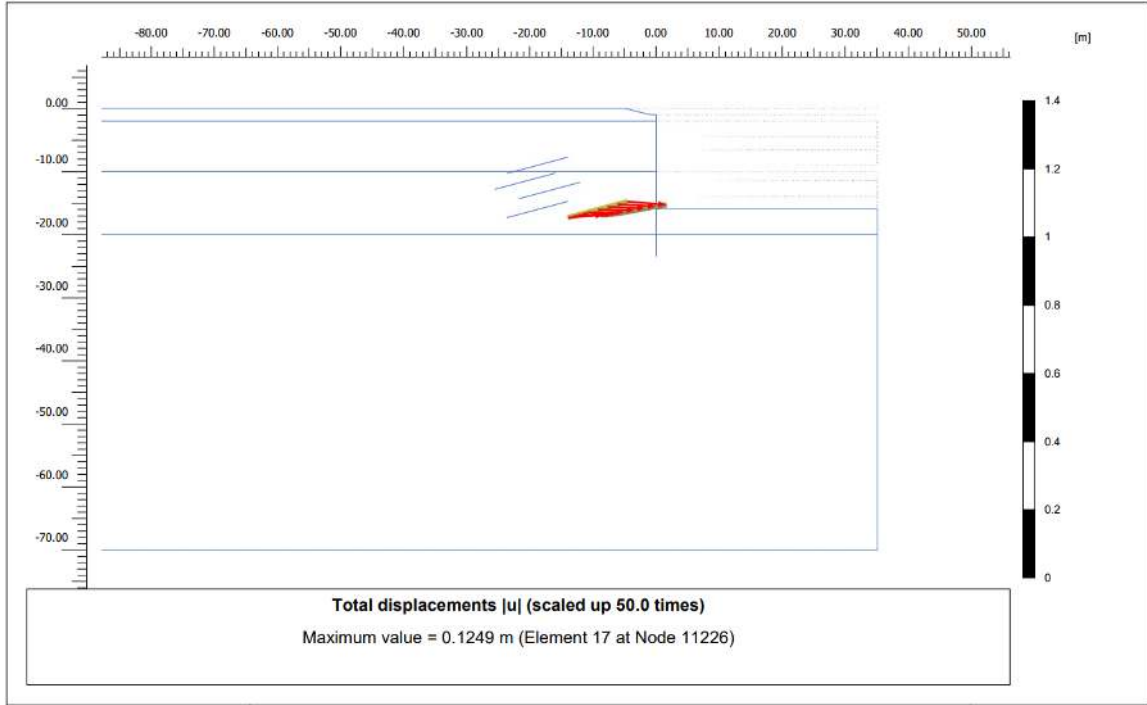
4.Sıra Ankraj Kökü Normal Kuvveti - N



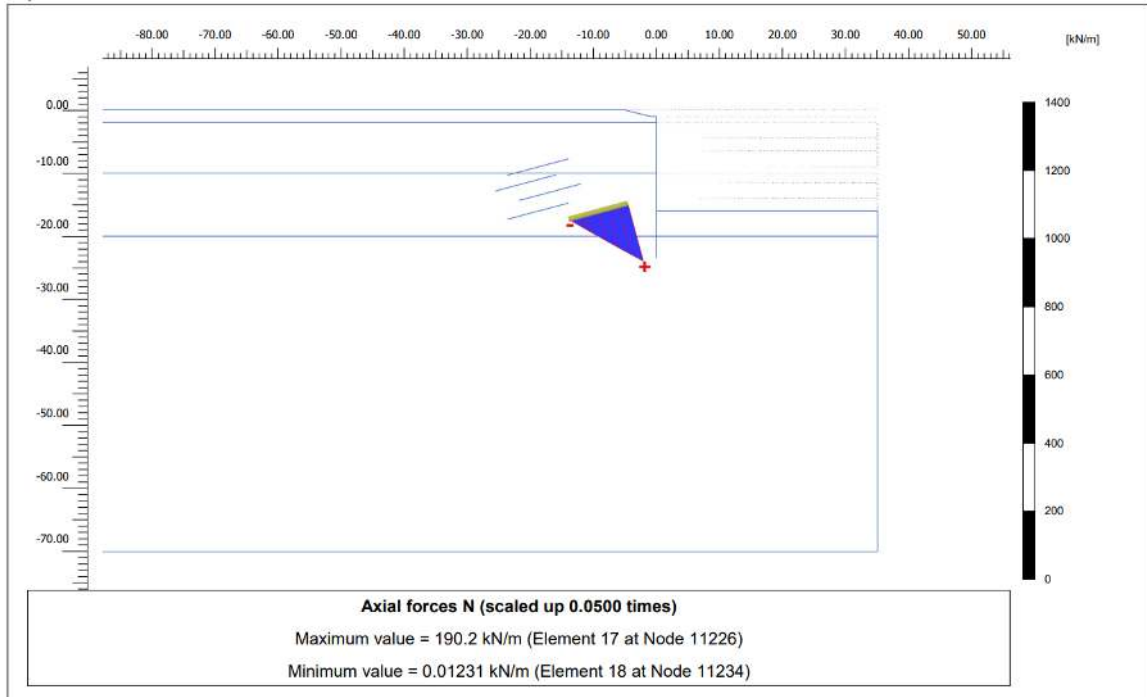
5.Sıra Ankraj Normal Kuvveti - N

Structural element	Node	Local number	X [m]	Y [m]	N [kN]	N _{min} [kN]	N _{max} [kN]
NodeToNodeAnchor_5_1	4818	1	0.000	-13.450	380.470	0.000	388.020
Element 5-5 (Node-to-node anchor)	11226	2	-4.570	-14.770	380.470	0.000	388.020

5.Sıra Ankraj Kökü Toplam Yer Değiştirme - U

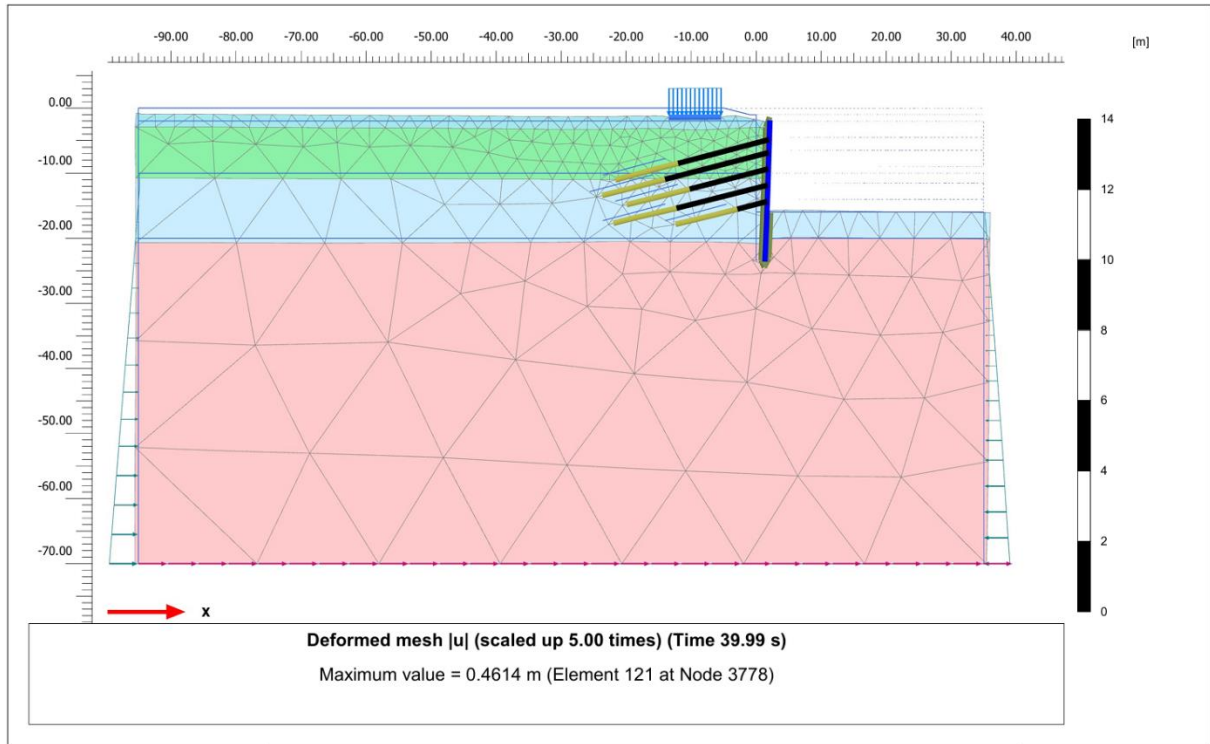


5.Sıra Ankraj Kökü Normal Kuvveti - N

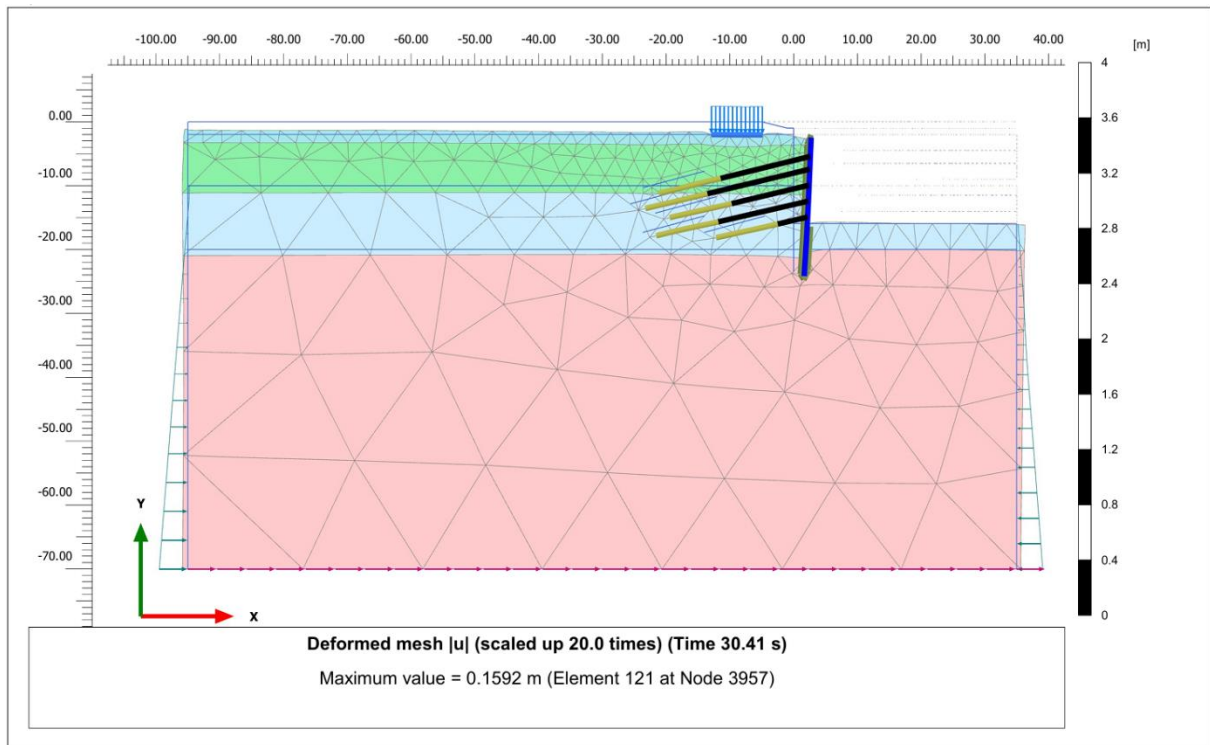


EK-21. MEYDAN PROJESİ : DİNAMİK DURUM HESAP ÇIKTILARI

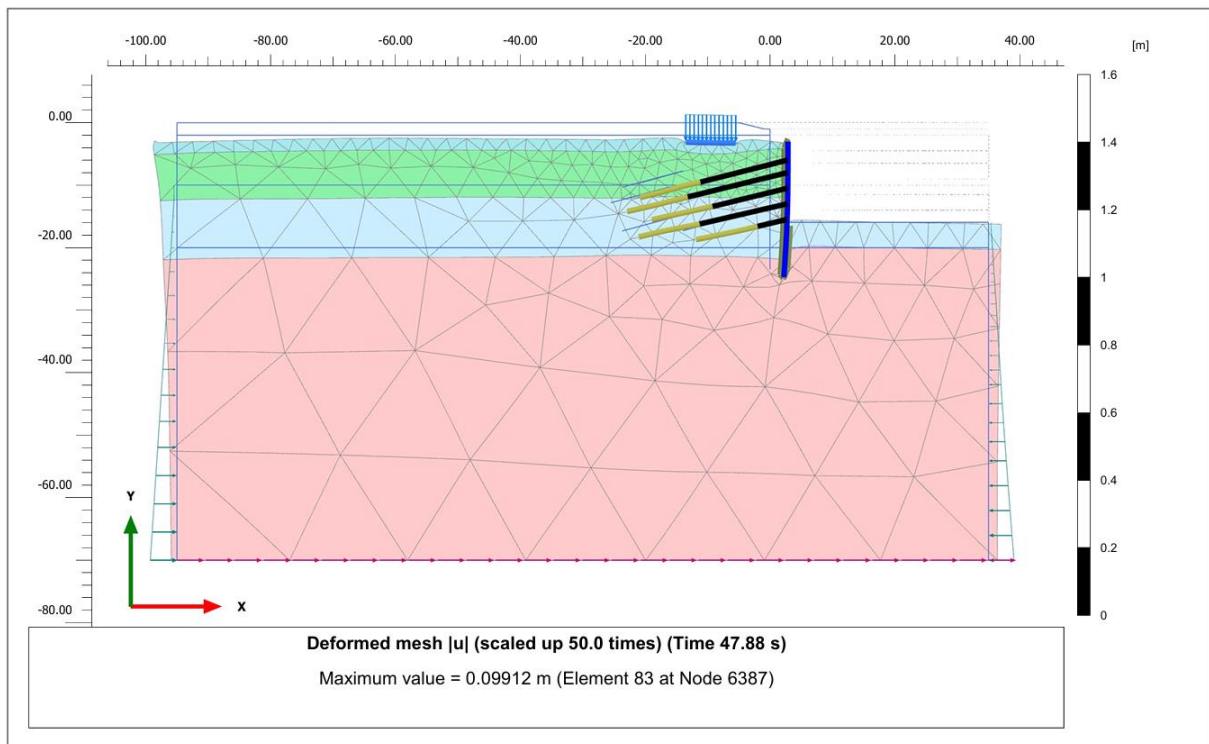
RSN-20



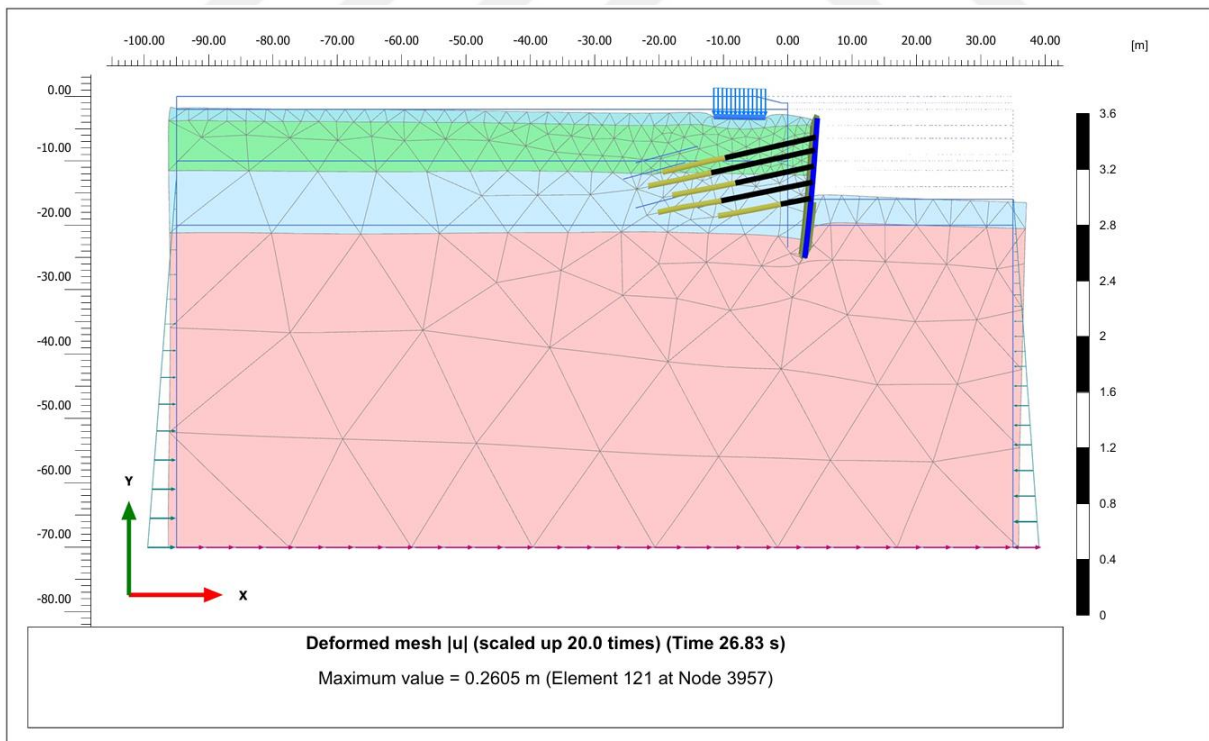
RSN-33



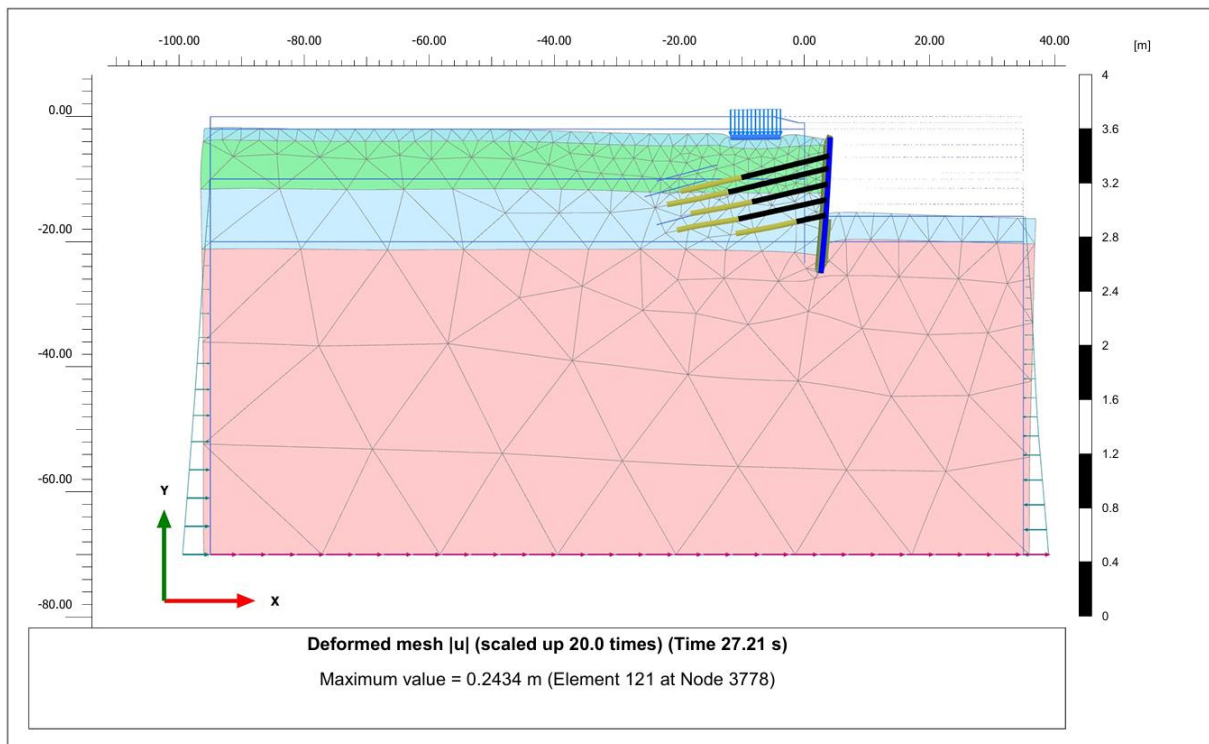
RSN-96



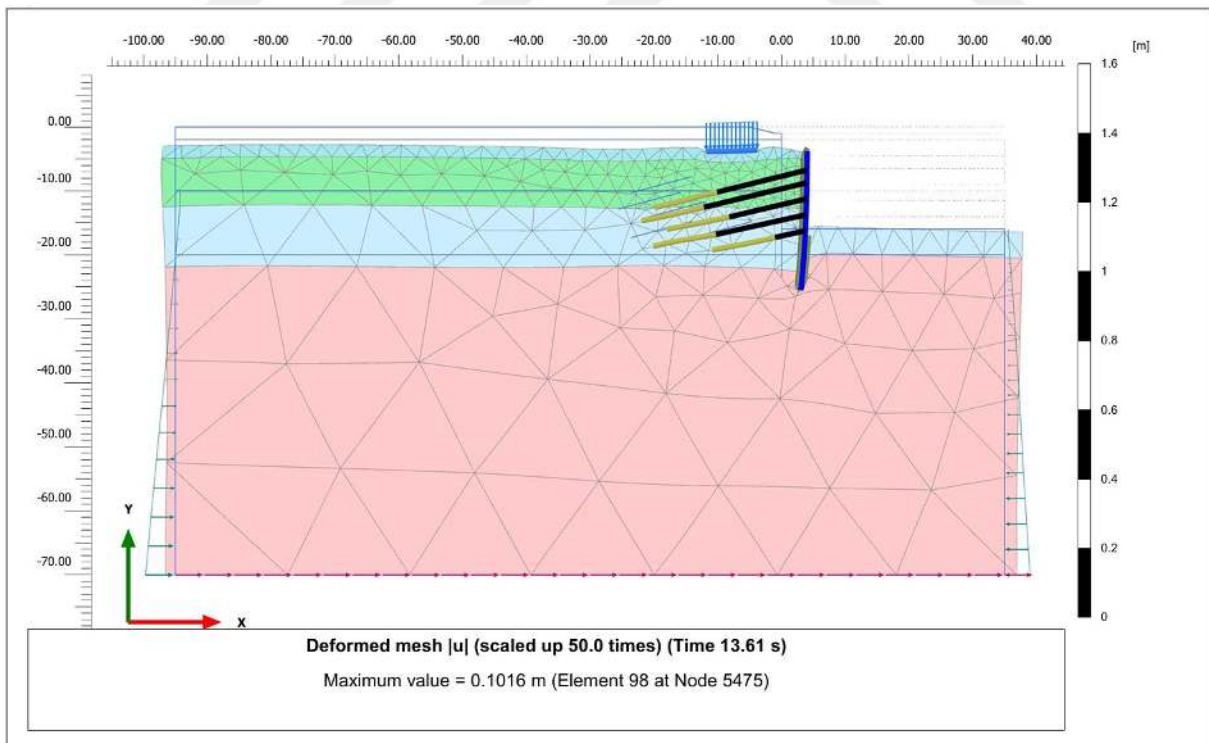
RSN-148



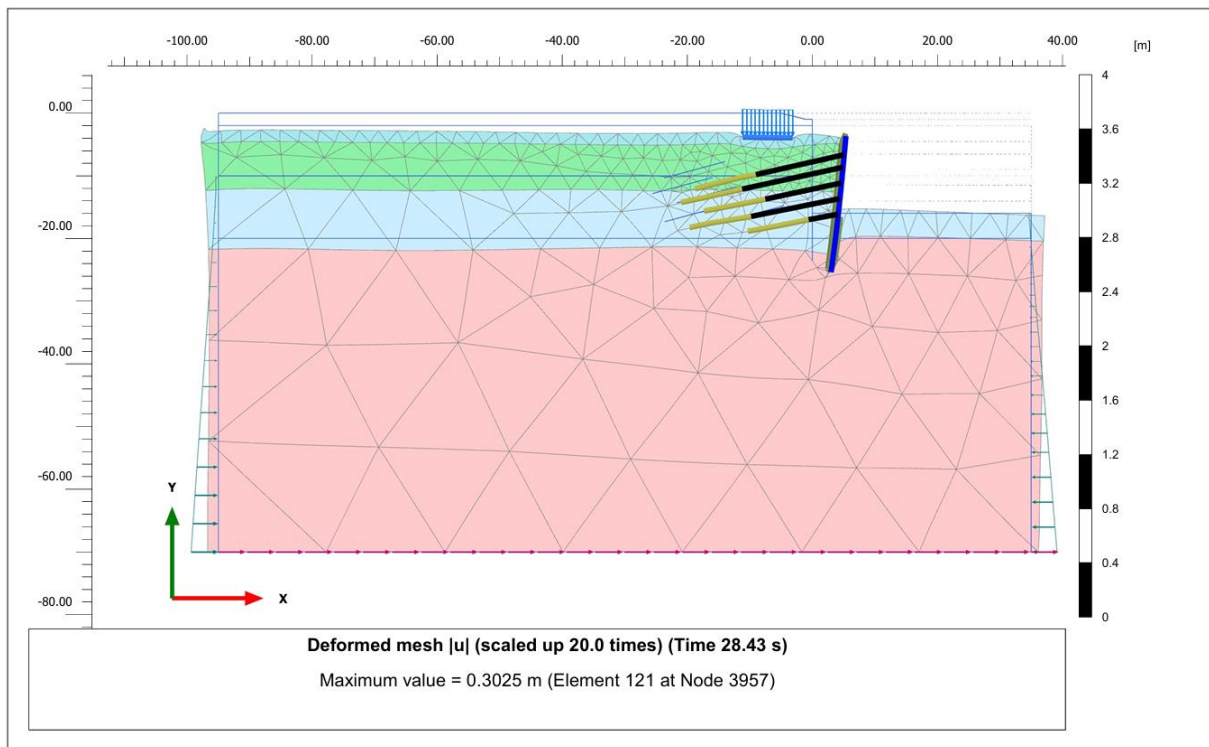
RSN-149



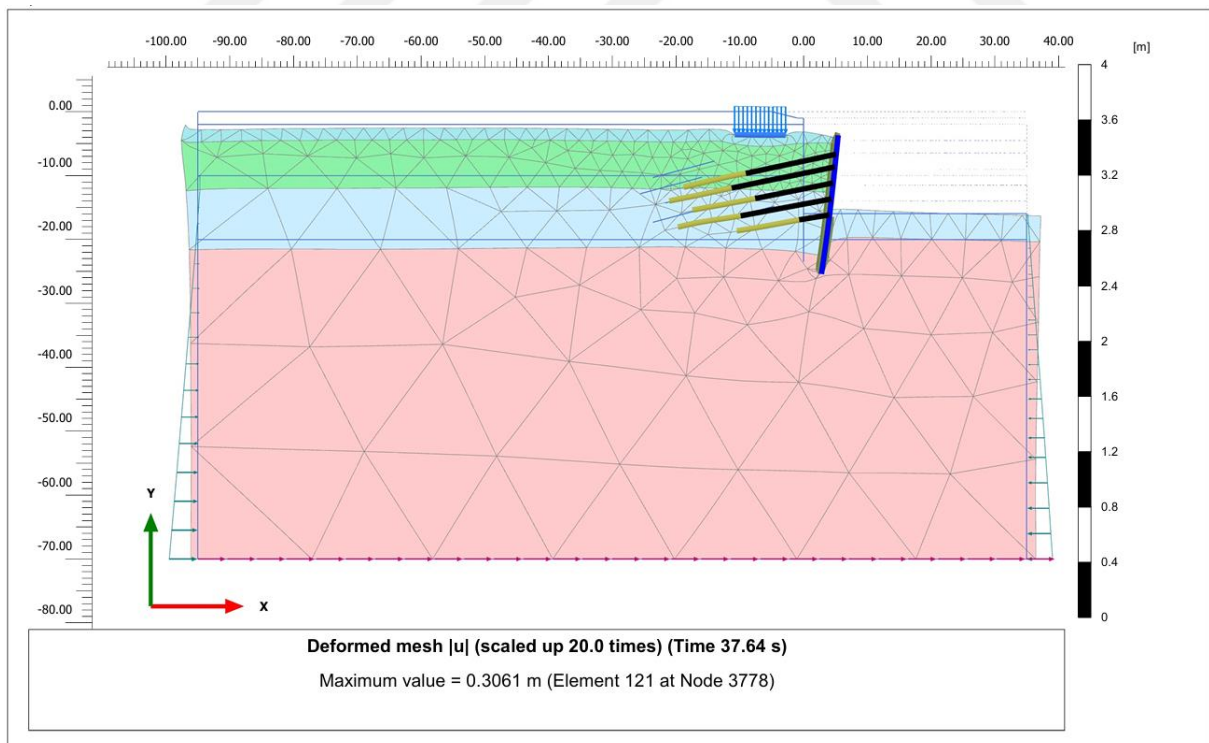
RSN-158



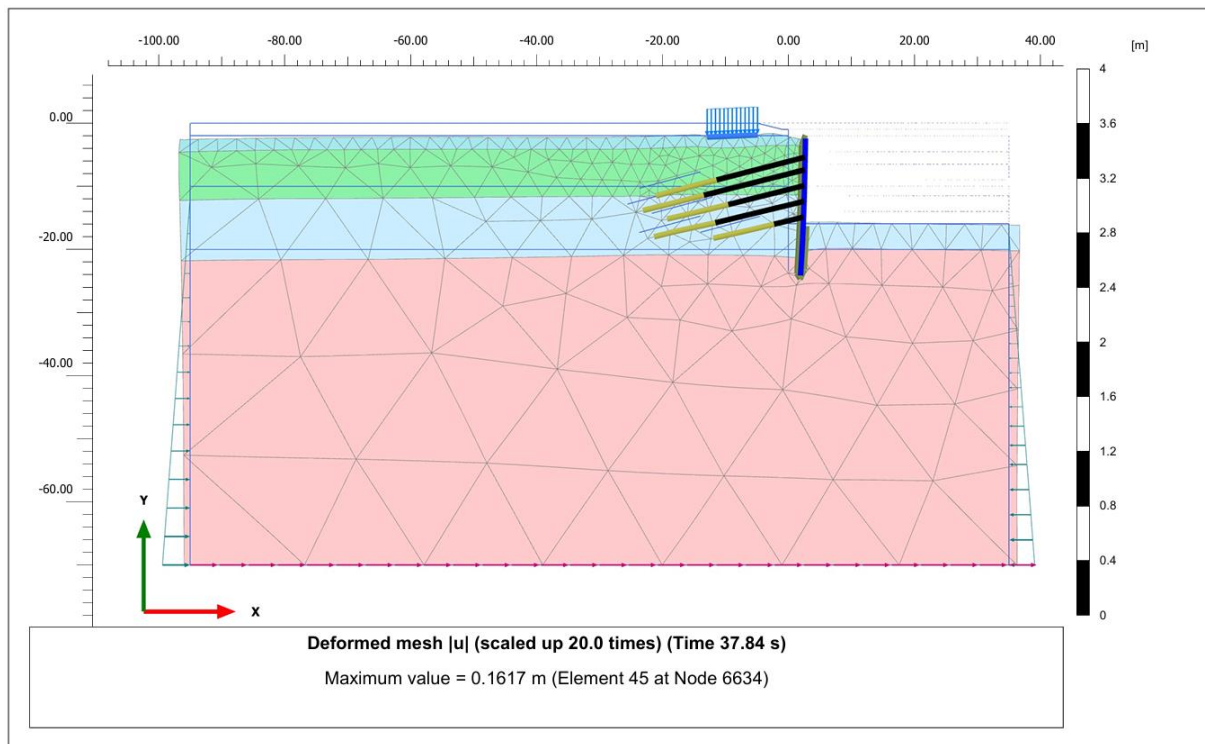
RSN-159



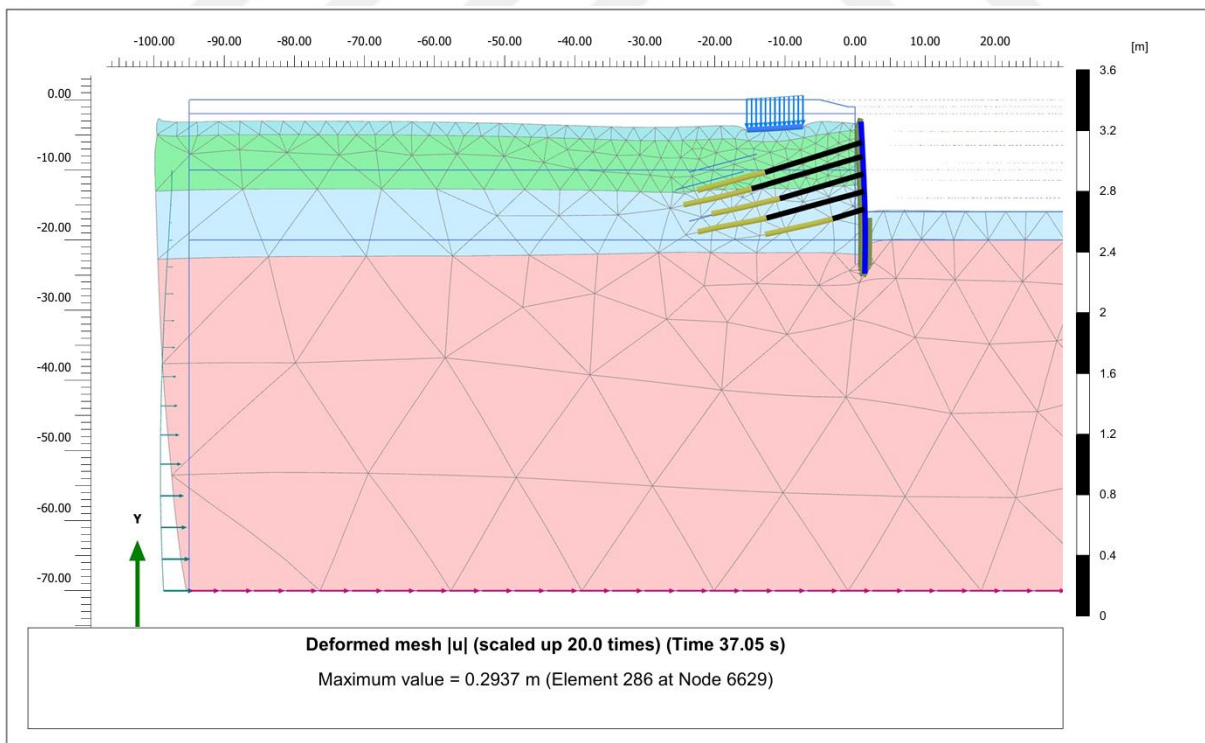
RSN-160

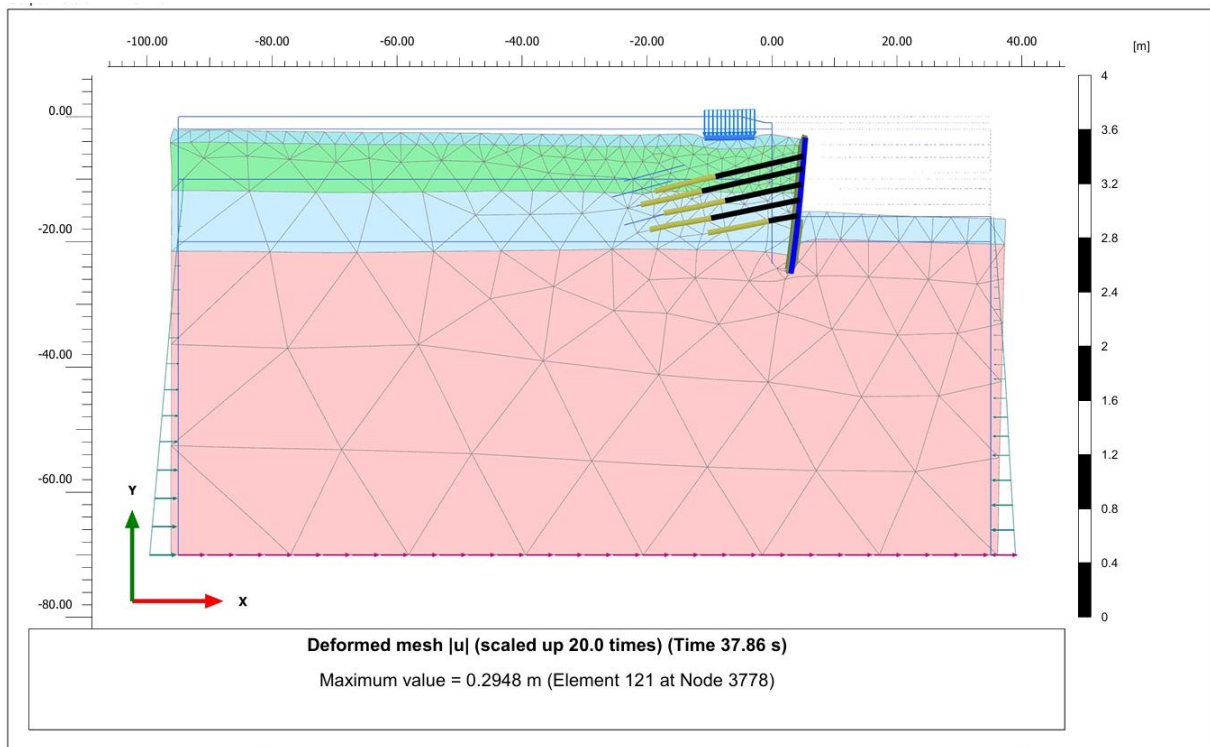


RSN-162



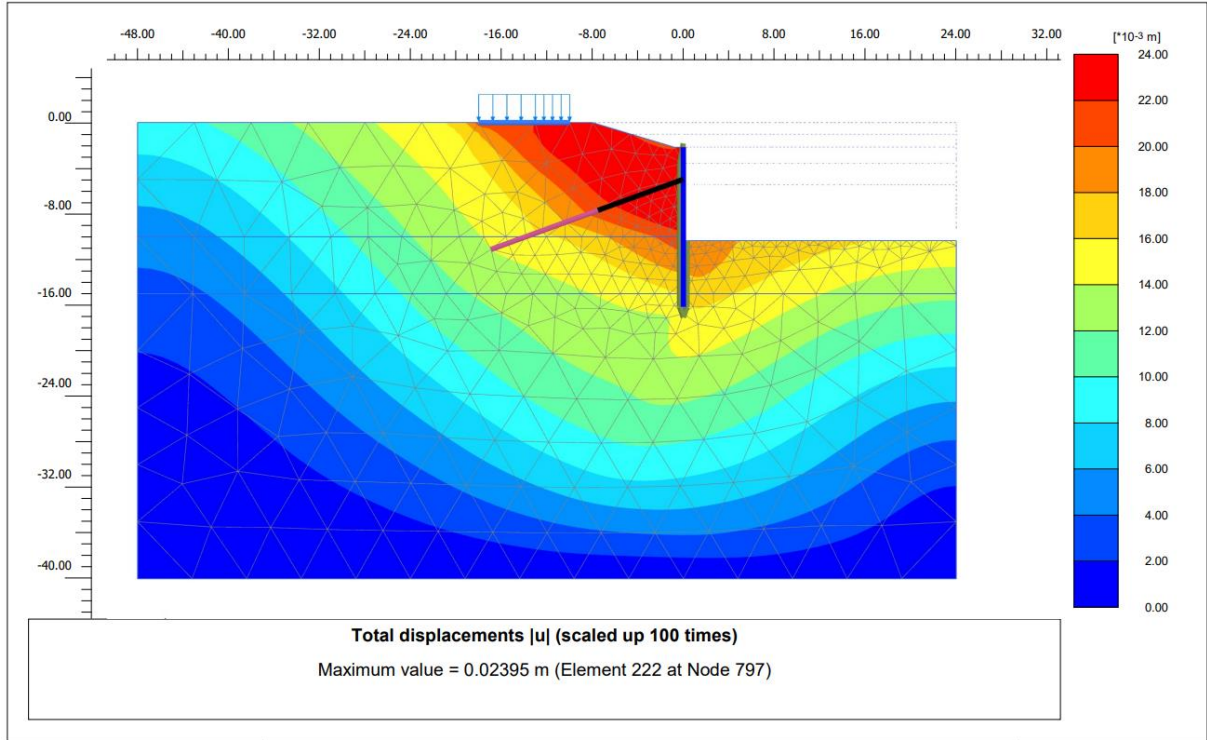
RSN-173



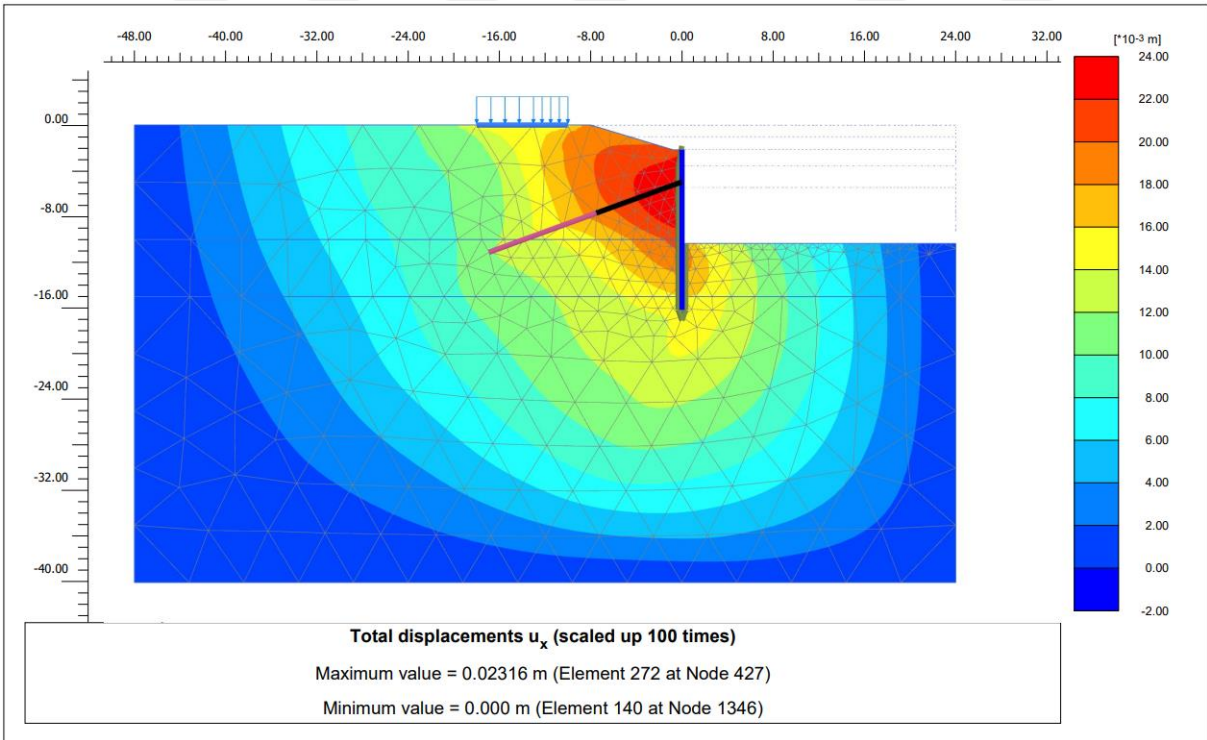


EK-22. KONUT PROJESİ : STATİK DURUM HESAP ÇIKTILARI

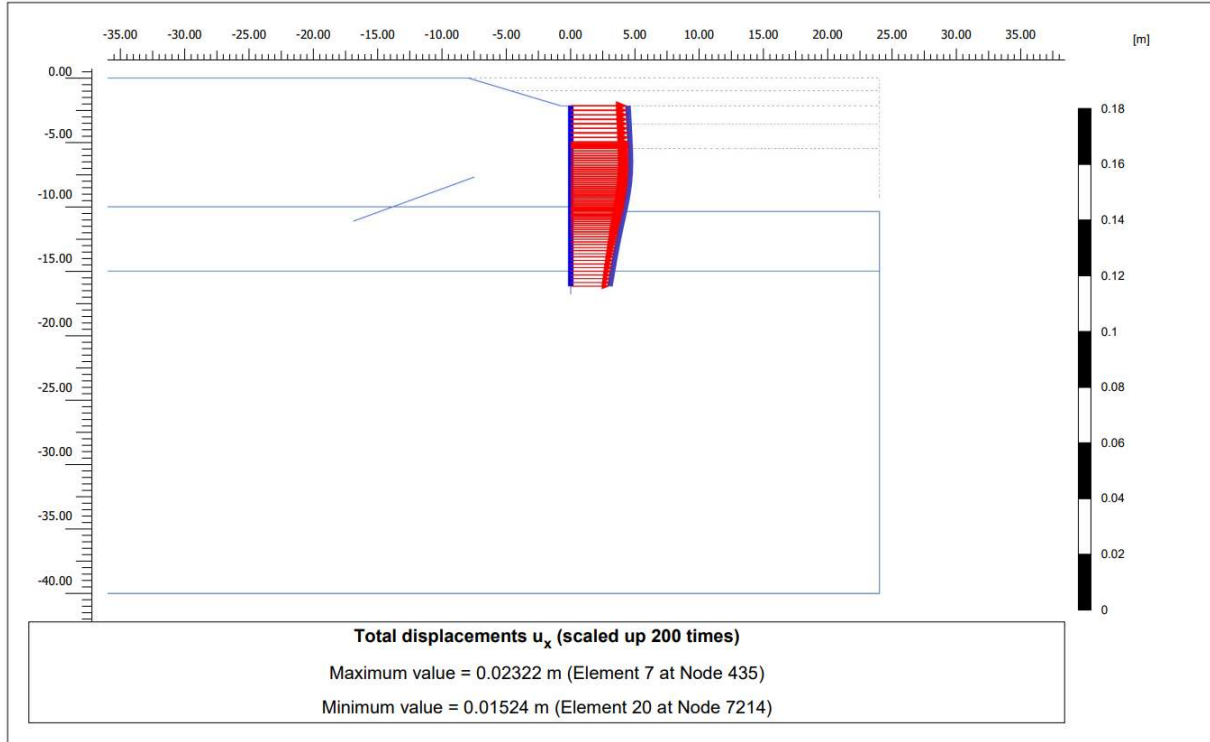
Toplam Yer Değiştirme – U



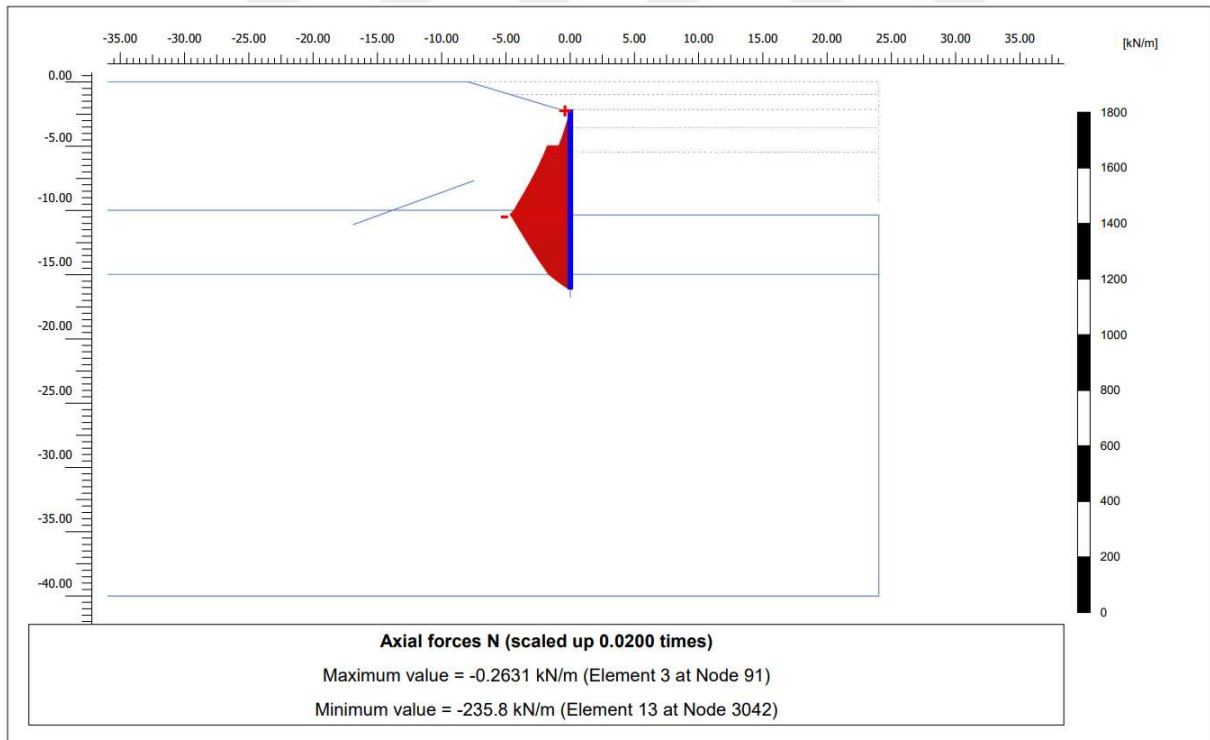
Yatay Yer Değiştirme – u_x



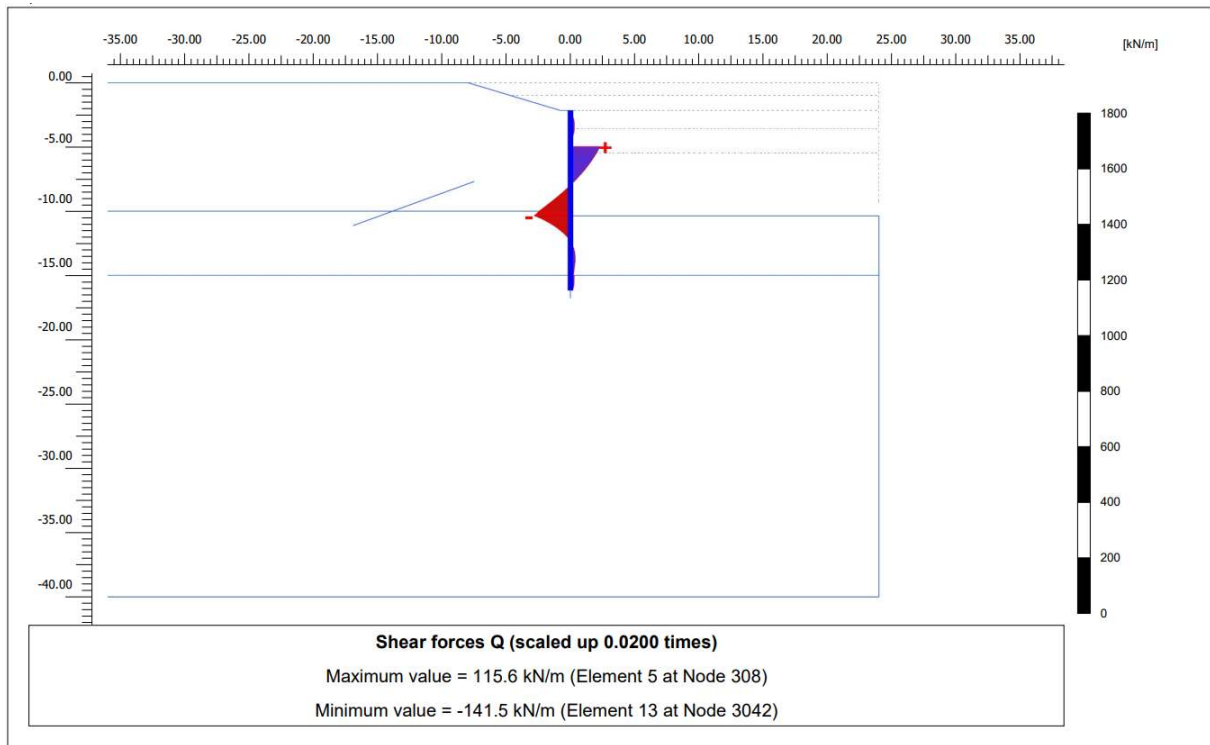
Kazık Yatay Yer Değiştirme - U_x



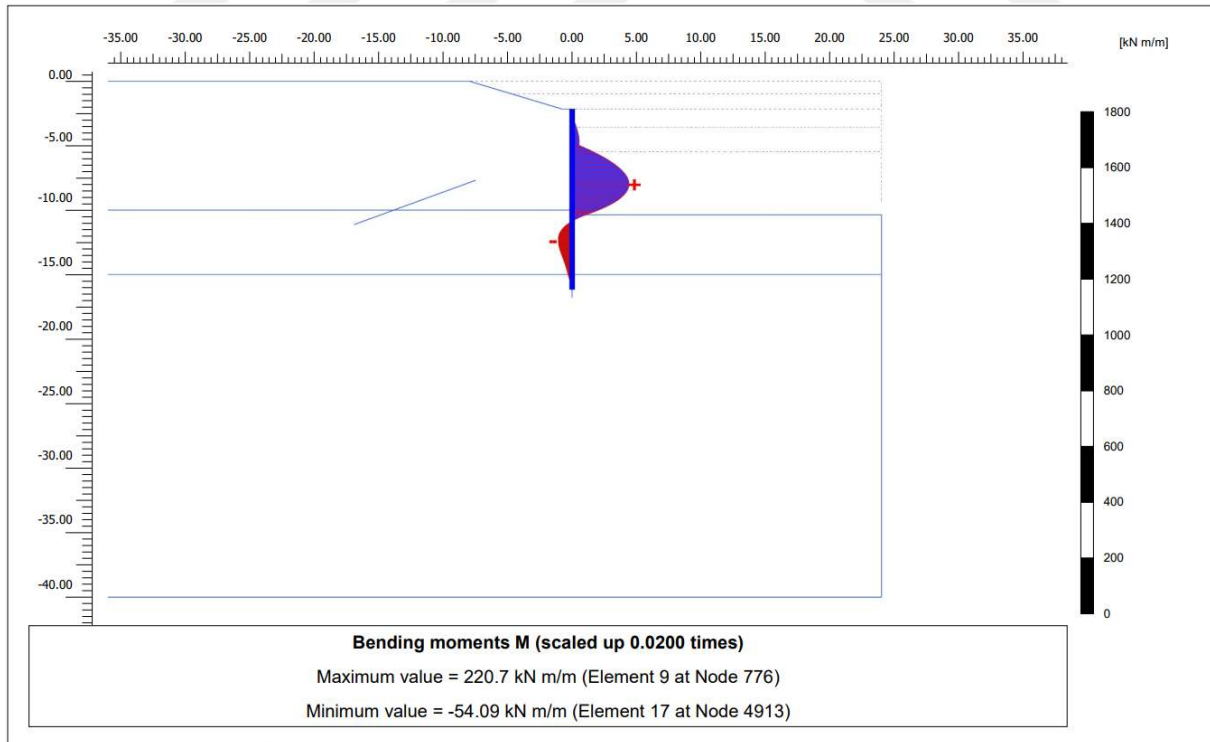
Kazık Normal Kuvvet - N



Kazık Kesme Kuvet – Q



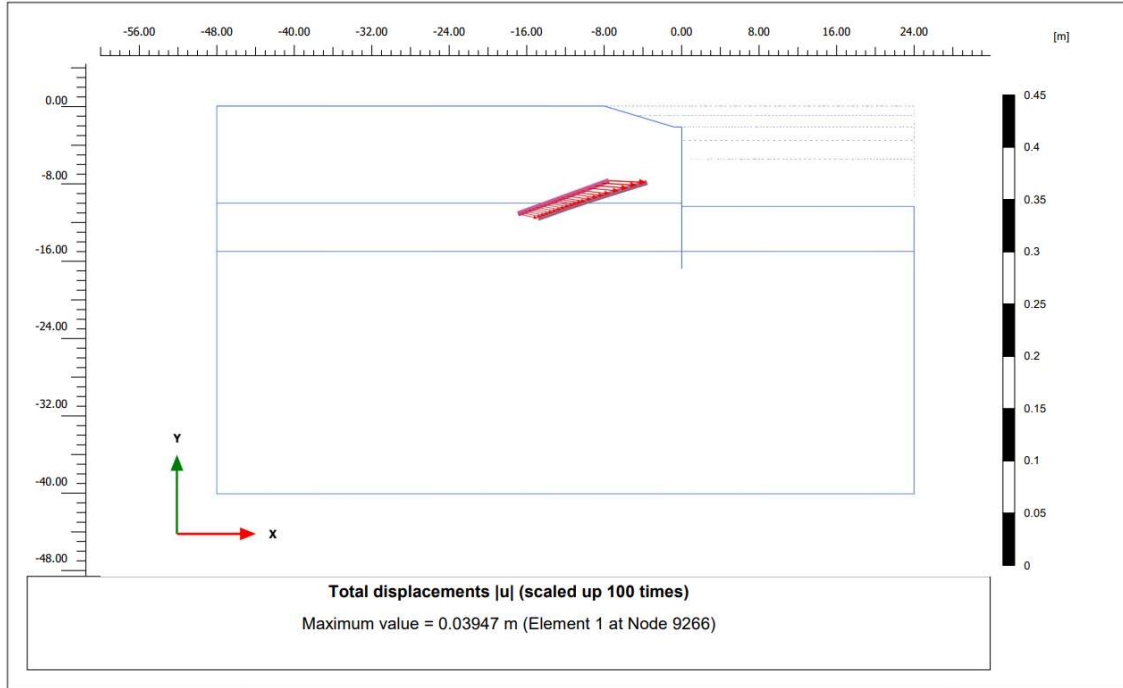
Kazık Eğilme Momenti - M



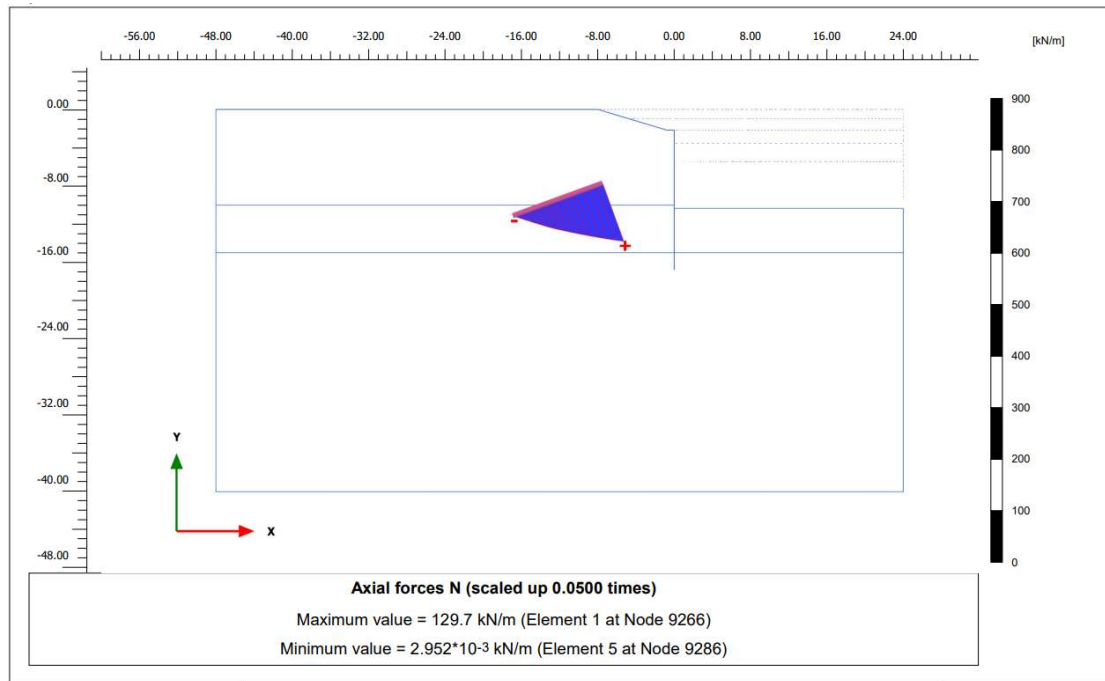
1.Sıra Ankraj Normal Kuvveti - N

Structural element	Node	Local number	X [m]	Y [m]	N [kN]	N _{min} [kN]	N _{max} [kN]
NodeToNodeAnchor_1_1	308	1	0.000	-4.970	259.317	0.000	259.356
Element 1-1 (Node-to-node anchor)	9266	2	-7.510	-7.697	259.317	0.000	259.356

1.Sıra Ankraj Kökü Toplam Yer Değiştirme - U



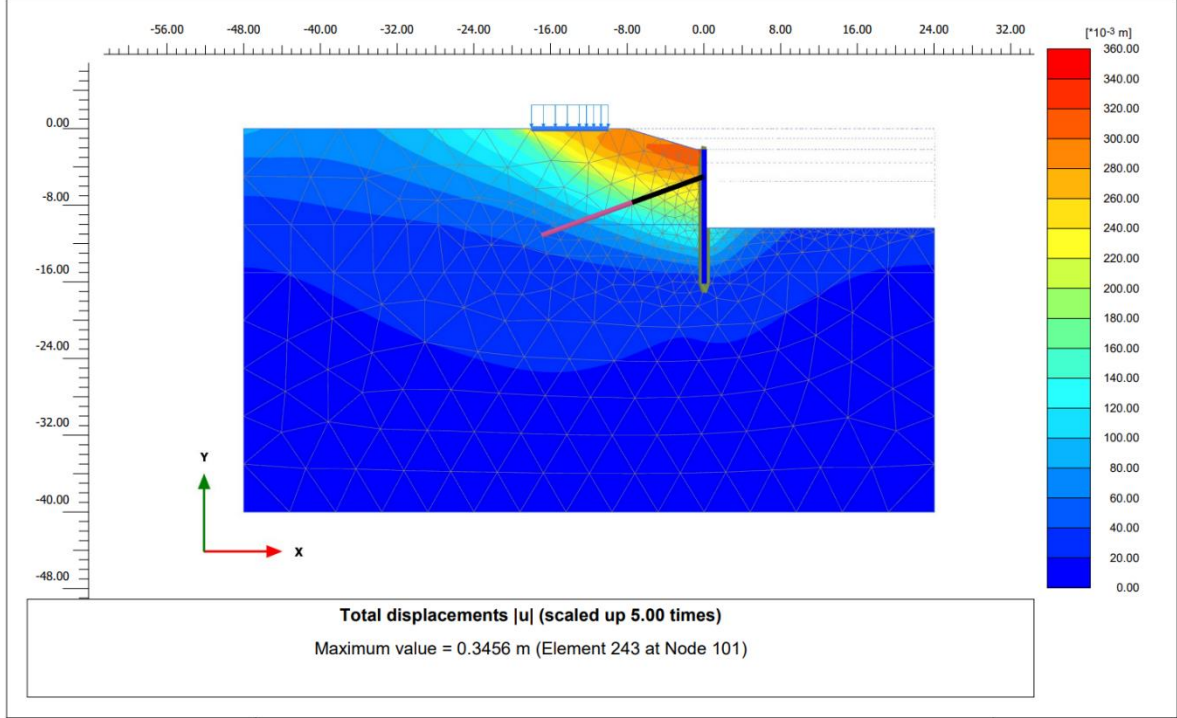
1.Sıra Ankraj Kökü Normal Kuvveti - N



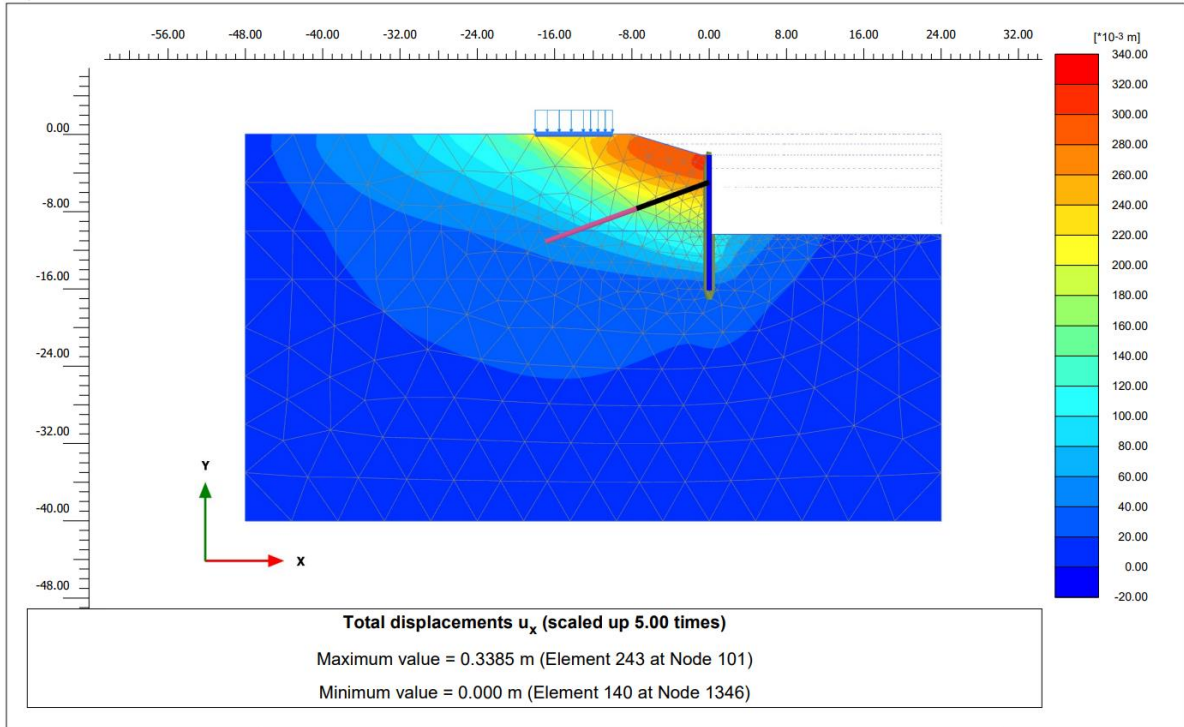
EK-23. KONUT PROJESİ : STATİK EŞDEĞER (DD-2) DURUM HESAP

ÇIKTILARI

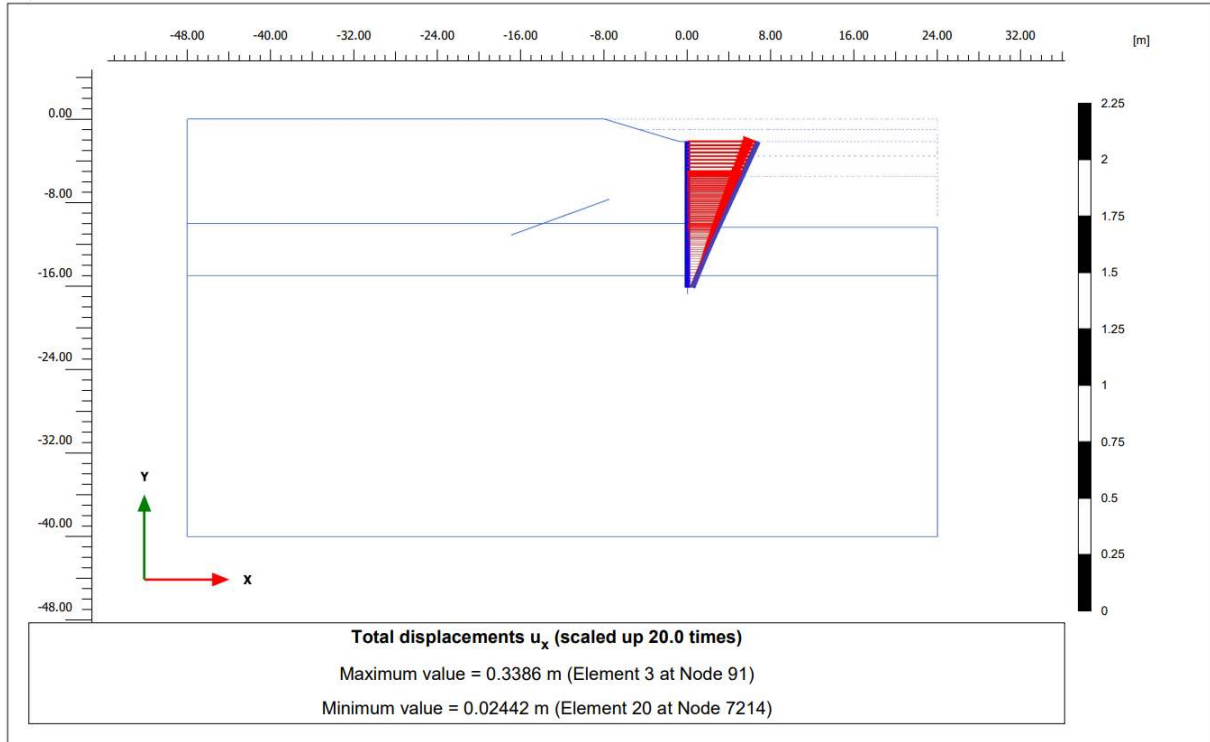
Toplam Yer Değiştirme – U



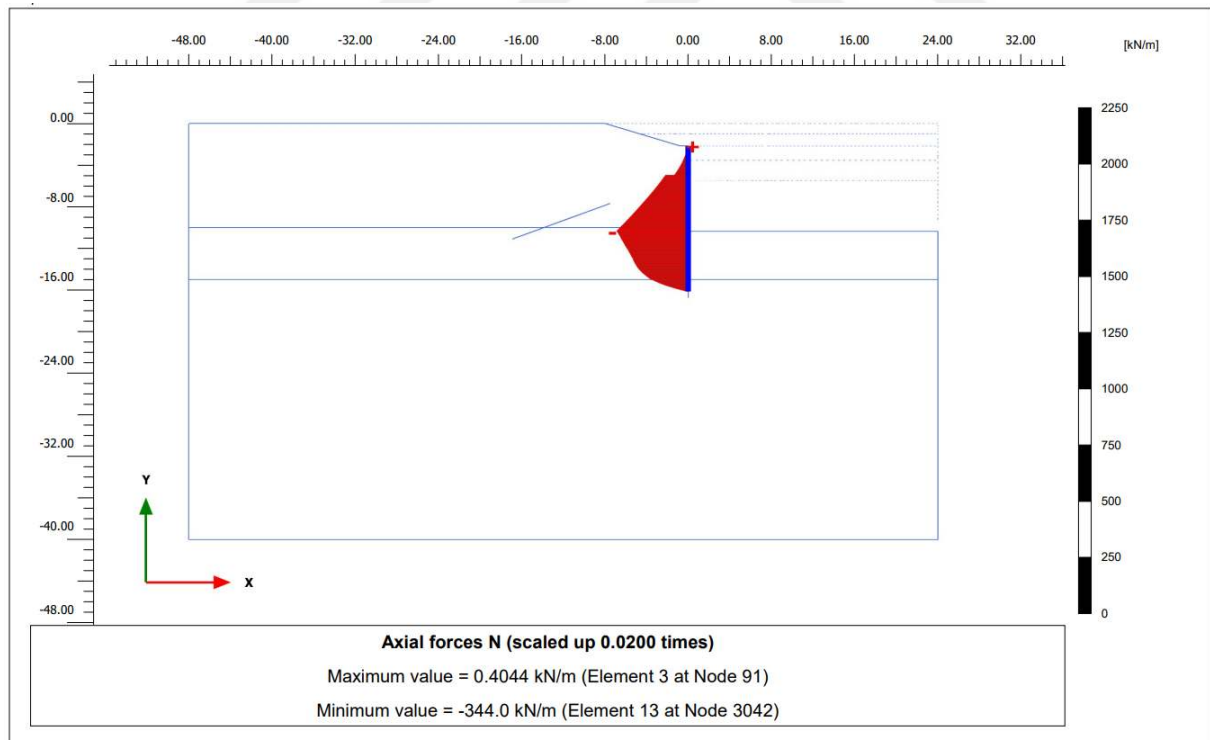
Yatay Yer Değiştirme – U_x



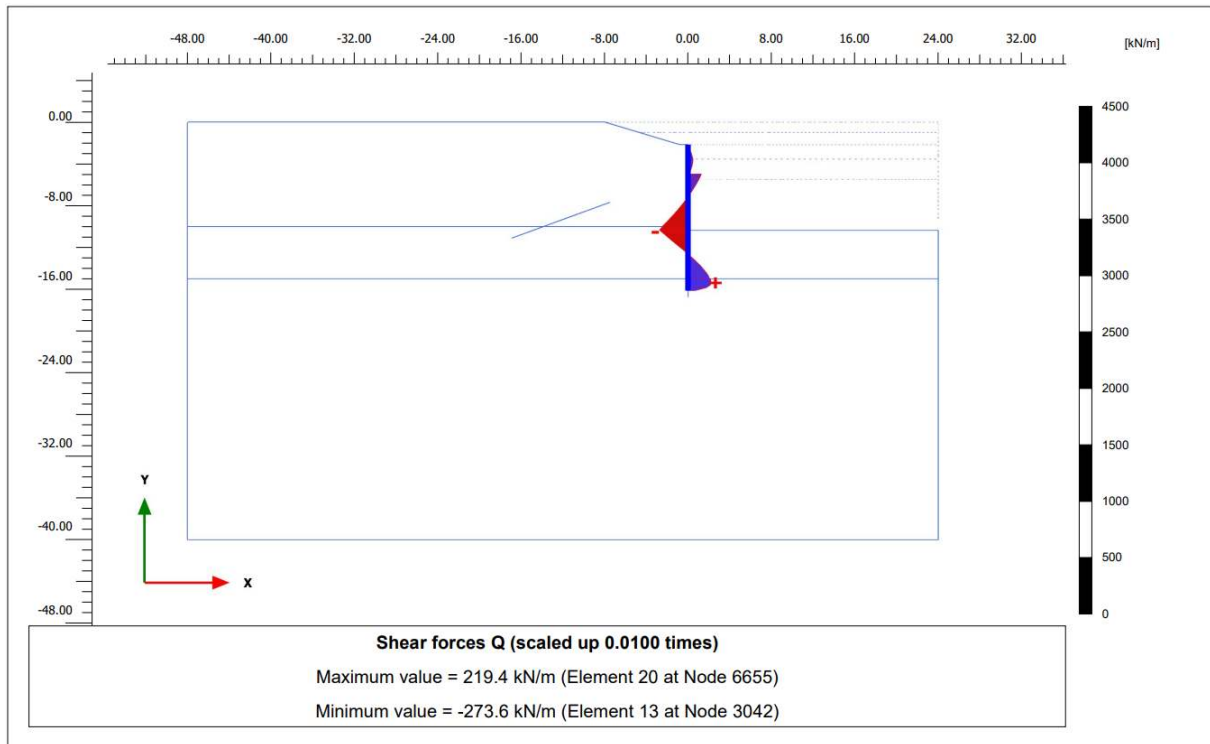
Kazık Yatay Yer Değiştirme - U_x



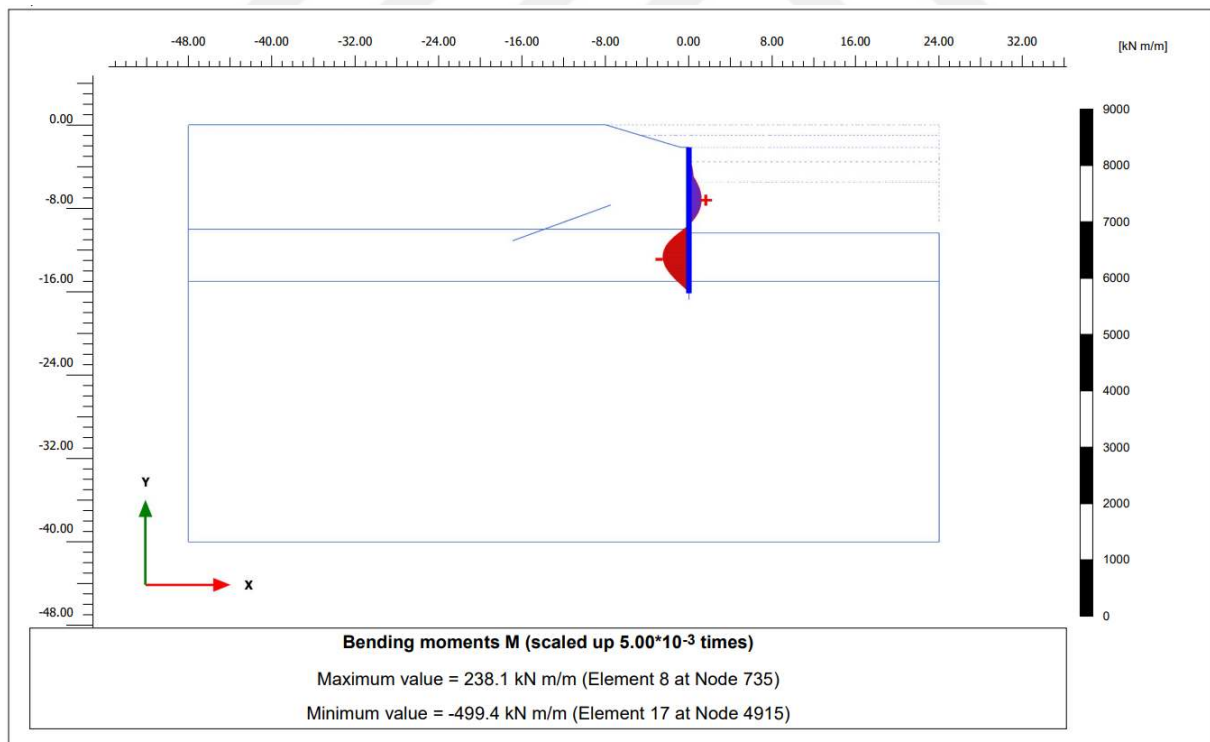
Kazık Normal Kuvvet - N



Kazık Kesme Kuvet – Q



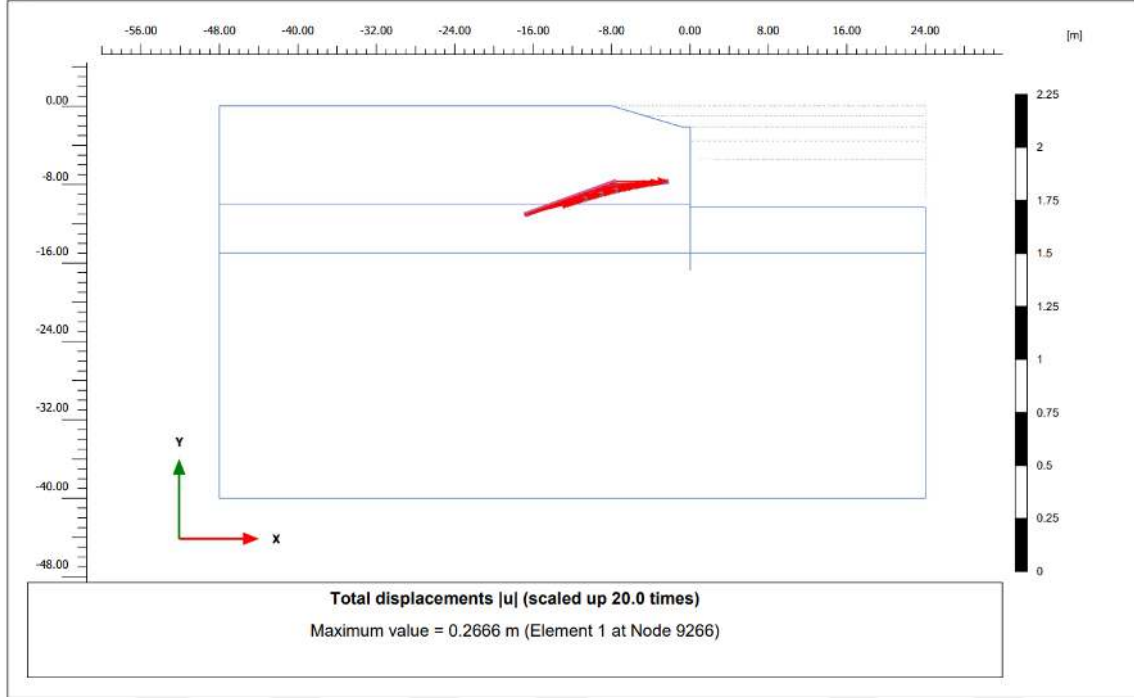
Kazık Eğilme Momenti - M



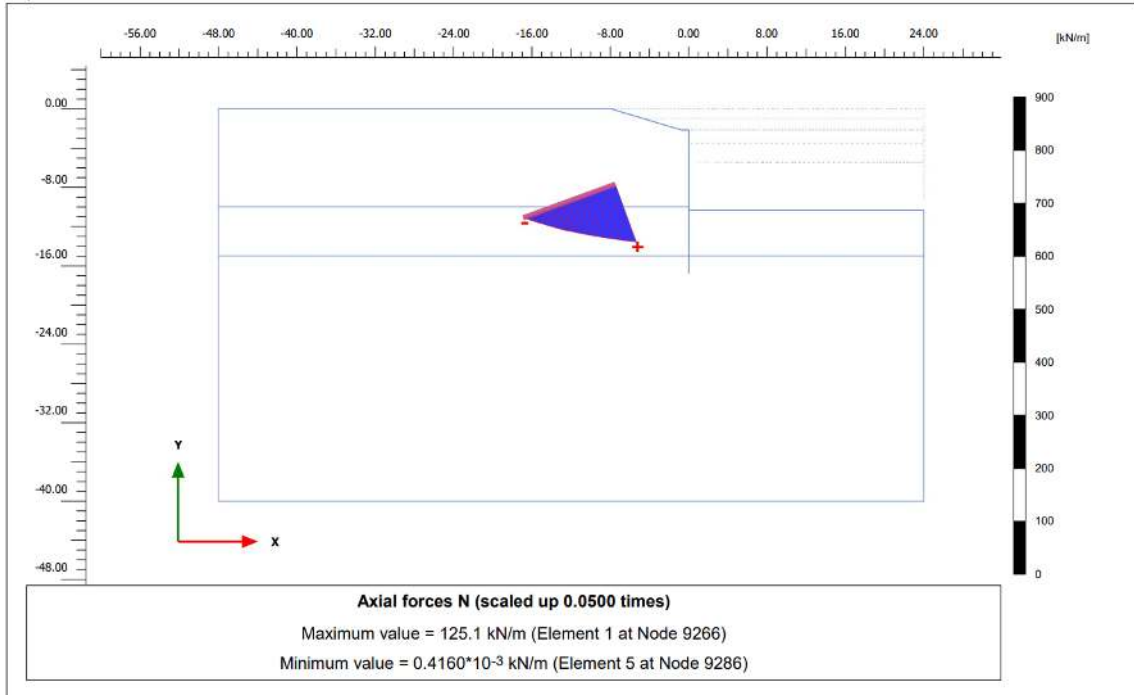
1.Sıra Ankraj Normal Kuvveti - N

Structural element	Node	Local number	X [m]	Y [m]	N [kN]	N _{min} [kN]	N _{max} [kN]
NodeToNodeAnchor_1_1	308	1	0.000	-4.970	250.243	0.000	261.960
Element 1-1 (Node-to-node anchor)	9266	2	-7.510	-7.697	250.243	0.000	261.960

1.Sıra Ankraj Kökü Toplam Yer Değiştirme - U



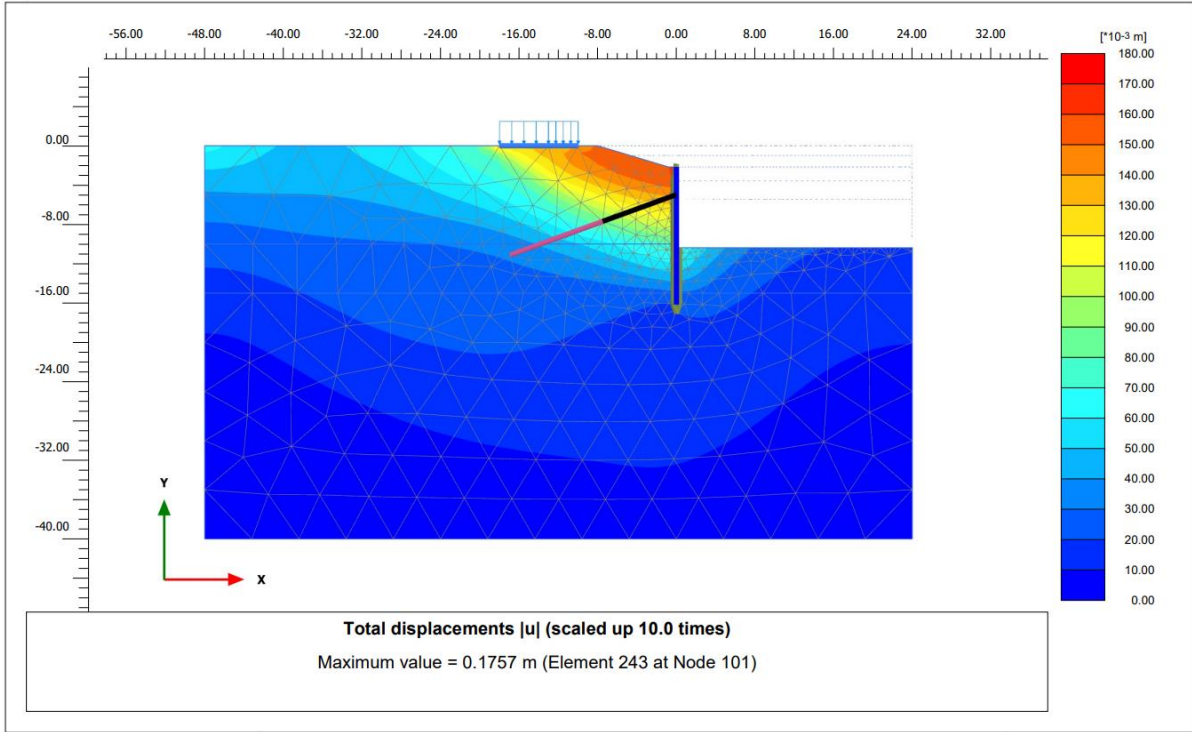
1.Sıra Ankraj Kökü Normal Kuvveti - N



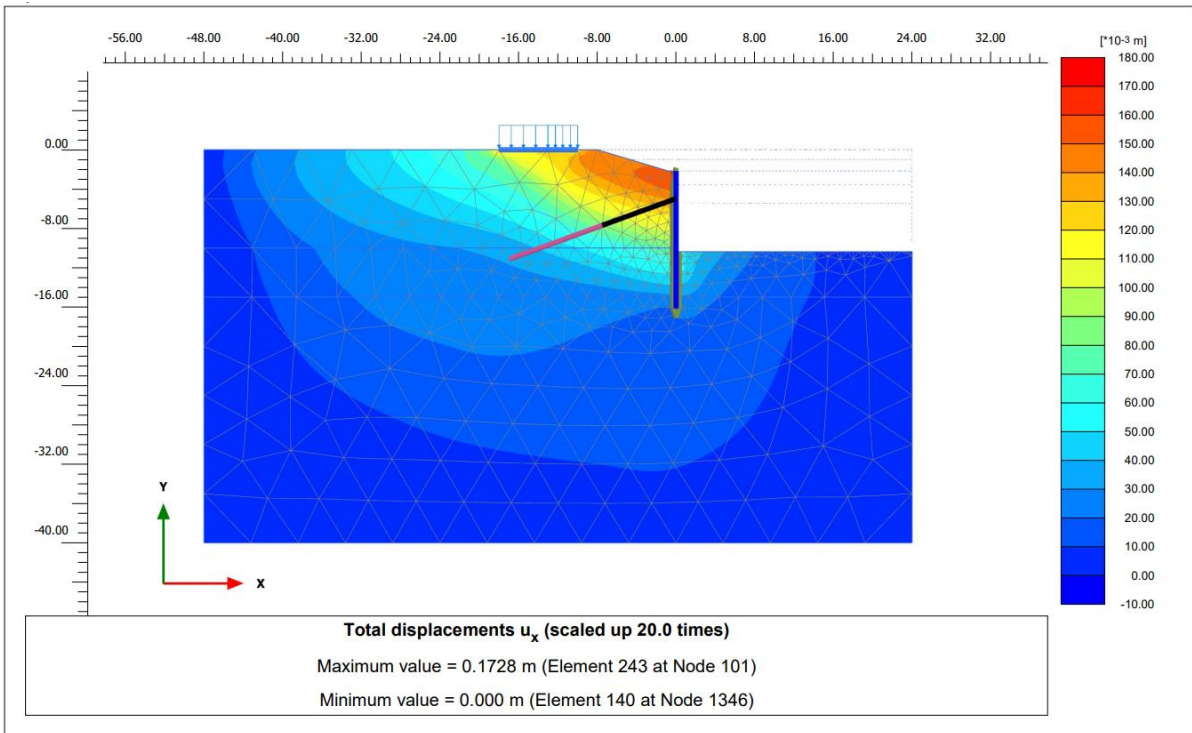
EK-24. KONUT PROJESİ : STATİK EŞDEĞER (DD-2A) DURUM HESAP

ÇIKTILARI

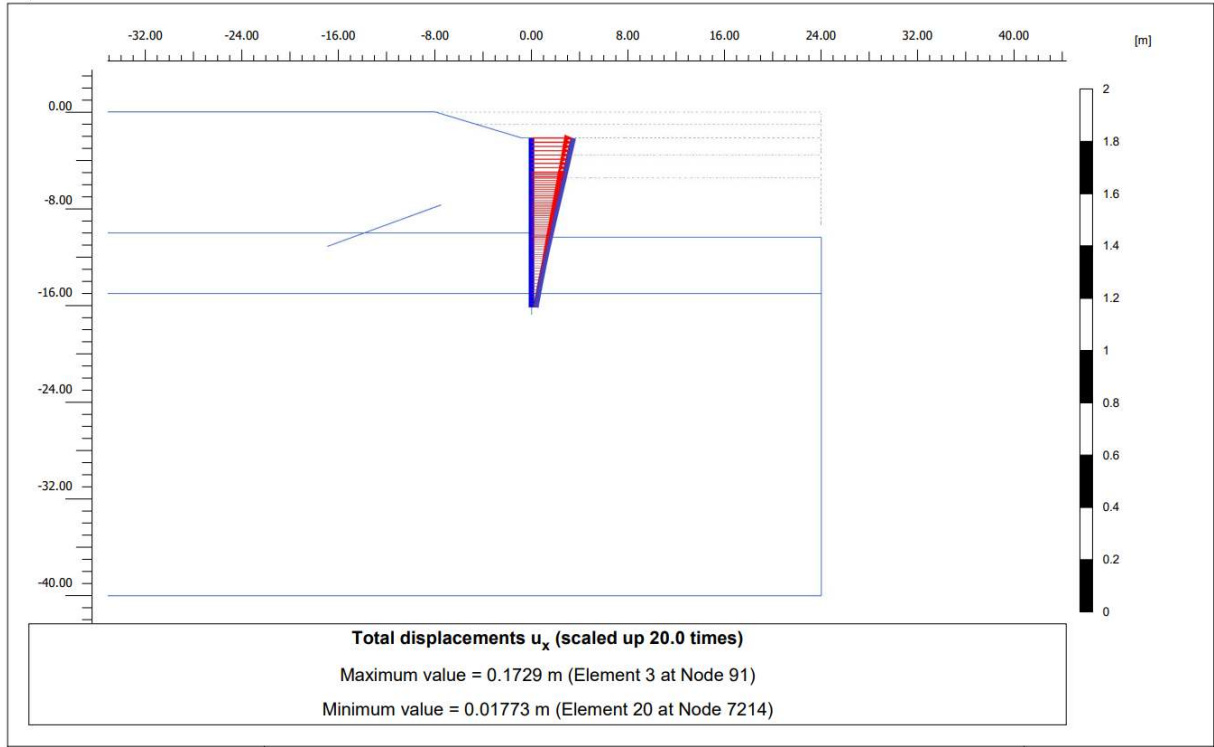
Toplam Yer Değiştirme – U



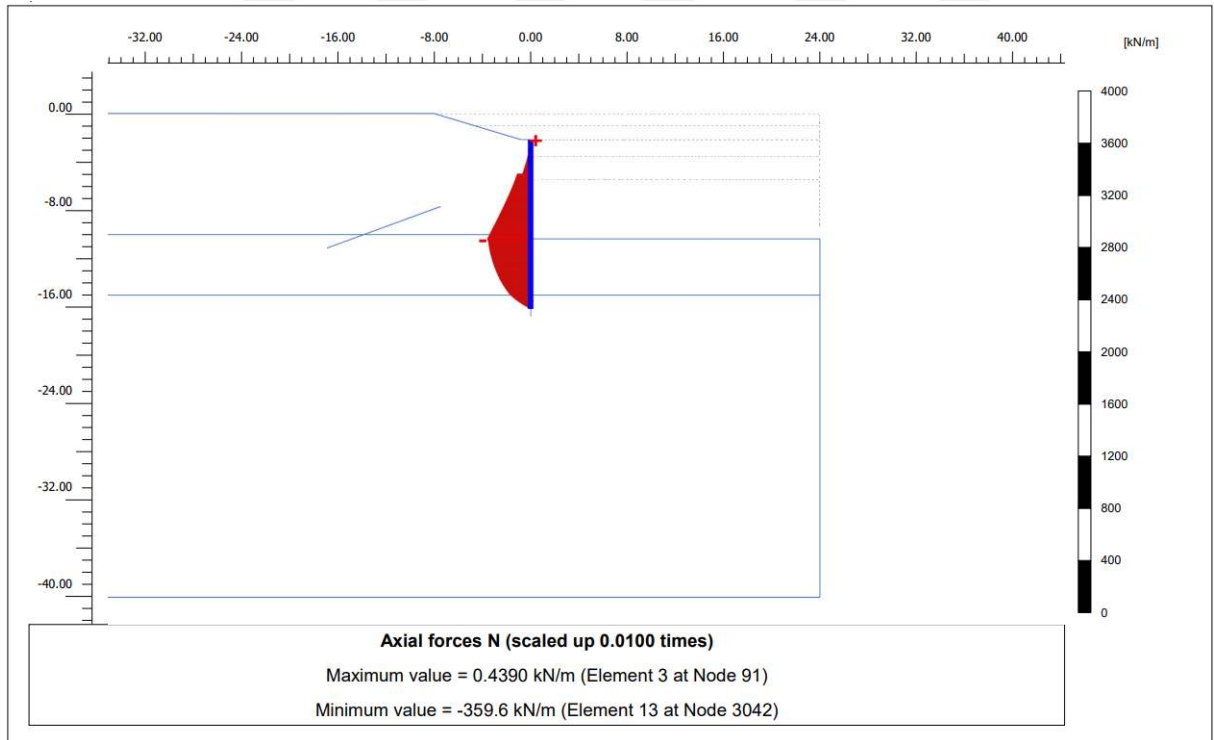
Yatay Yer Değiştirme – U_x



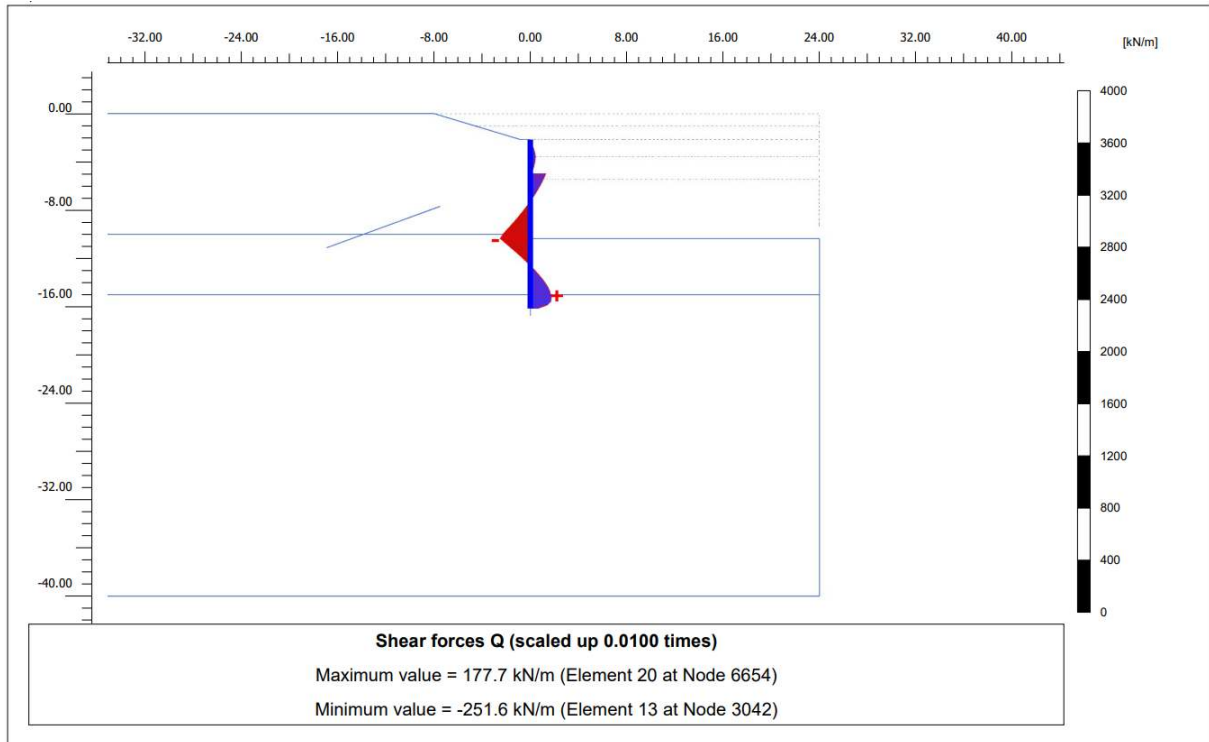
Kazık Yatay Yer Değiştirme - U_x



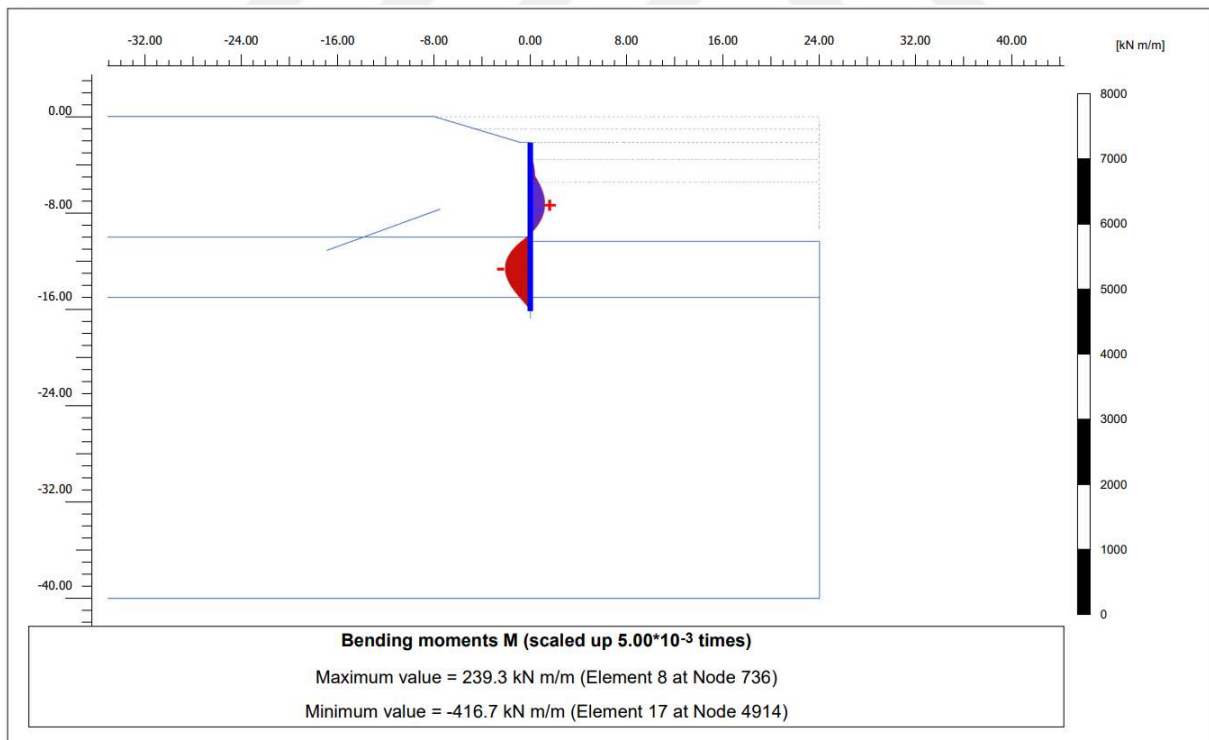
Kazık Normal Kuvvet - N



Kazık Kesme Kuvet – Q



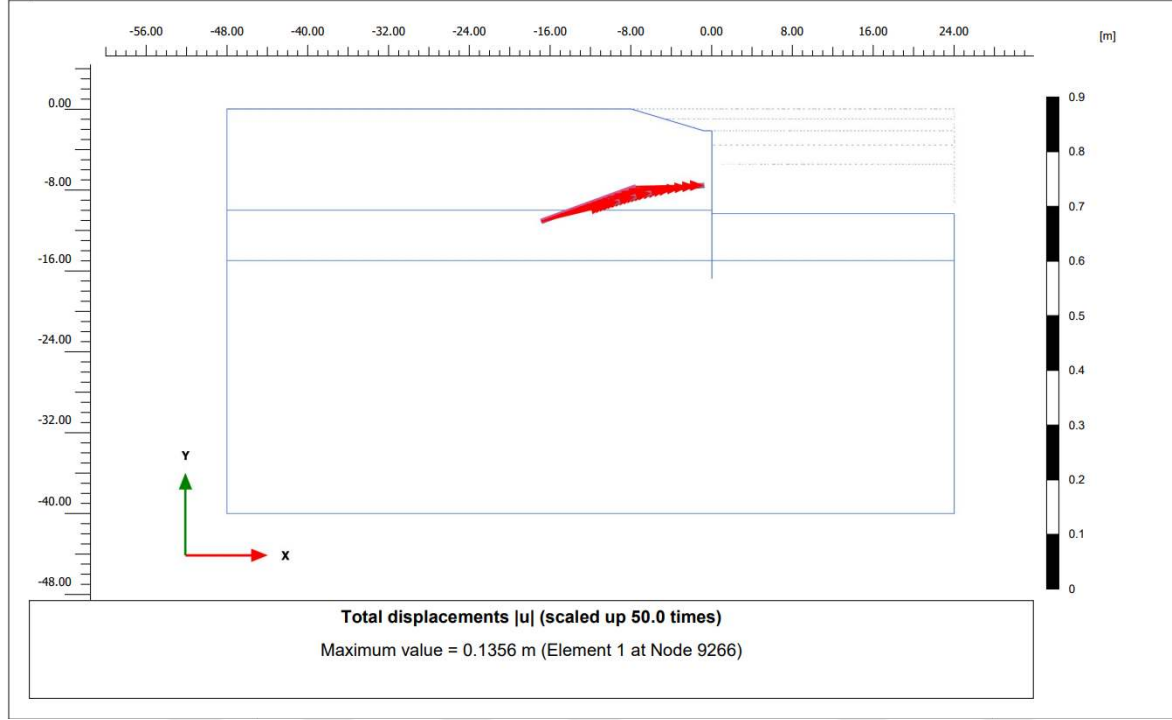
Kazık Eğilme Momenti - M



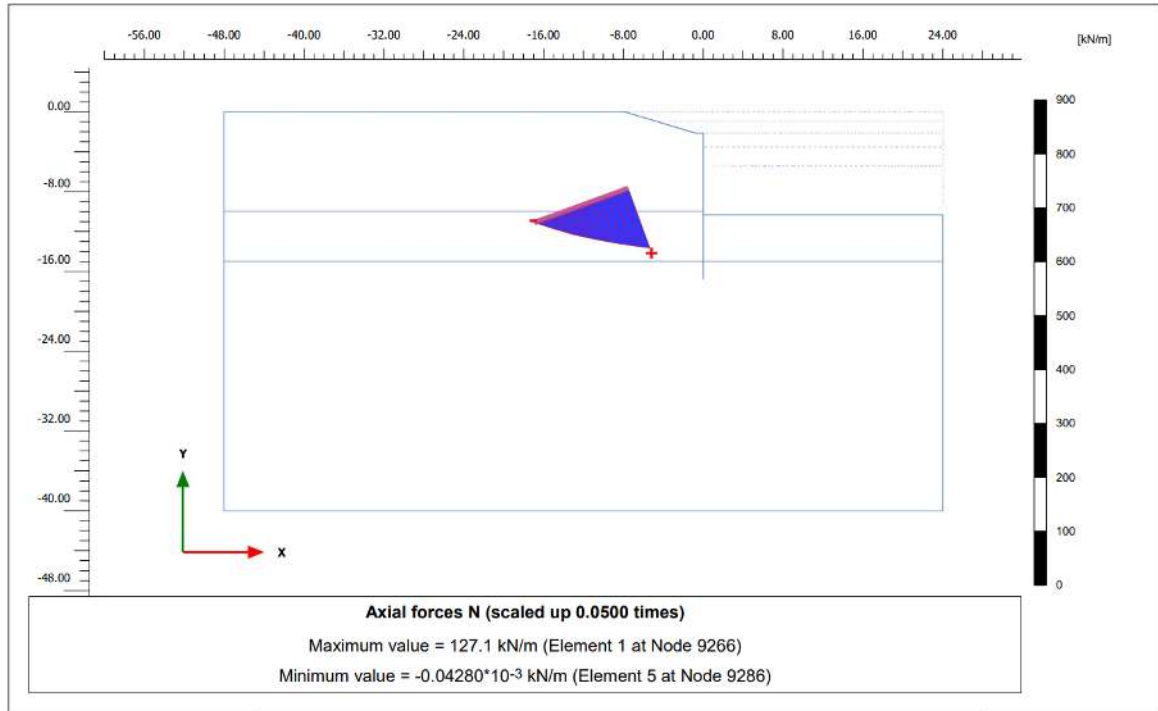
1.Sıra Ankraj Normal Kuvveti - N

Structural element	Node	Local number	X [m]	Y [m]	N [kN]	N _{min} [kN]	N _{max} [kN]
NodeToNodeAnchor_1_1	308	1	0.000	-4.970	254.210	0.000	262.680
Element 1-1 (Node-to-node anchor)	9266	2	-7.510	-7.697	254.210	0.000	262.680

1.Sıra Ankraj Kökü Toplam Yer Değiştirme - U

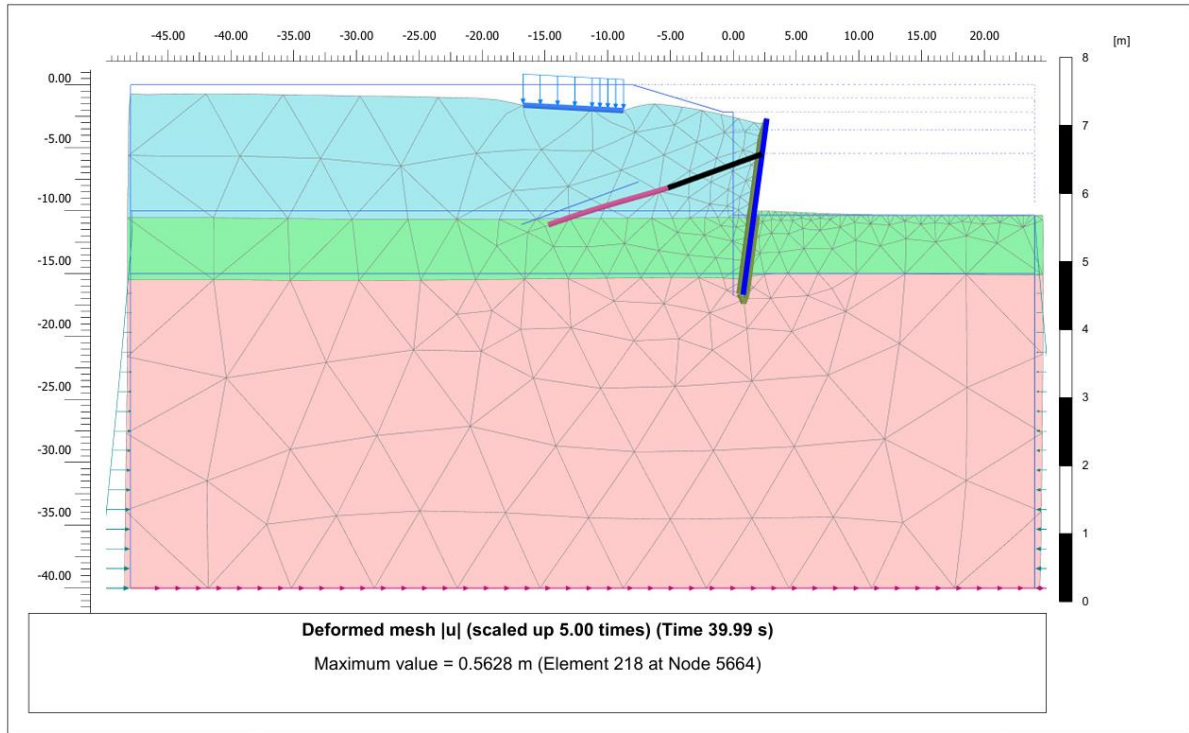


1.Sıra Ankraj Kökü Normal Kuvveti - N

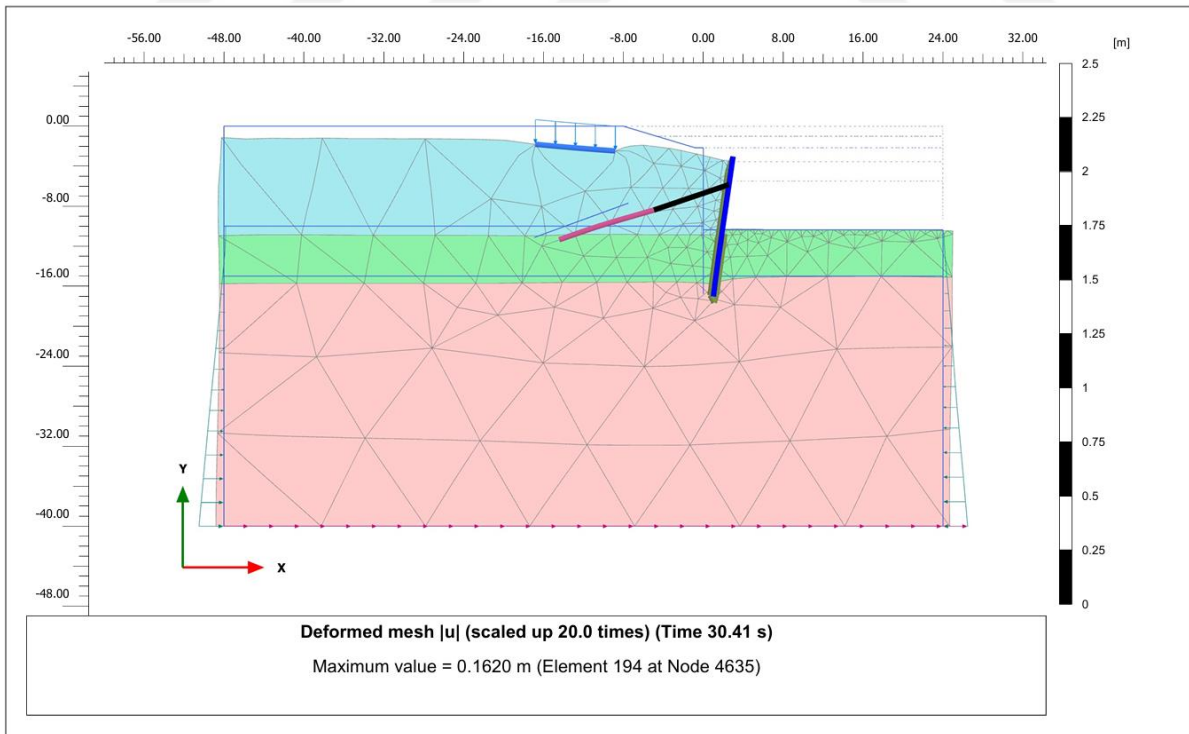


EK-25. KONUT PROJESİ : DİNAMİK DURUM HESAP ÇIKTILARI

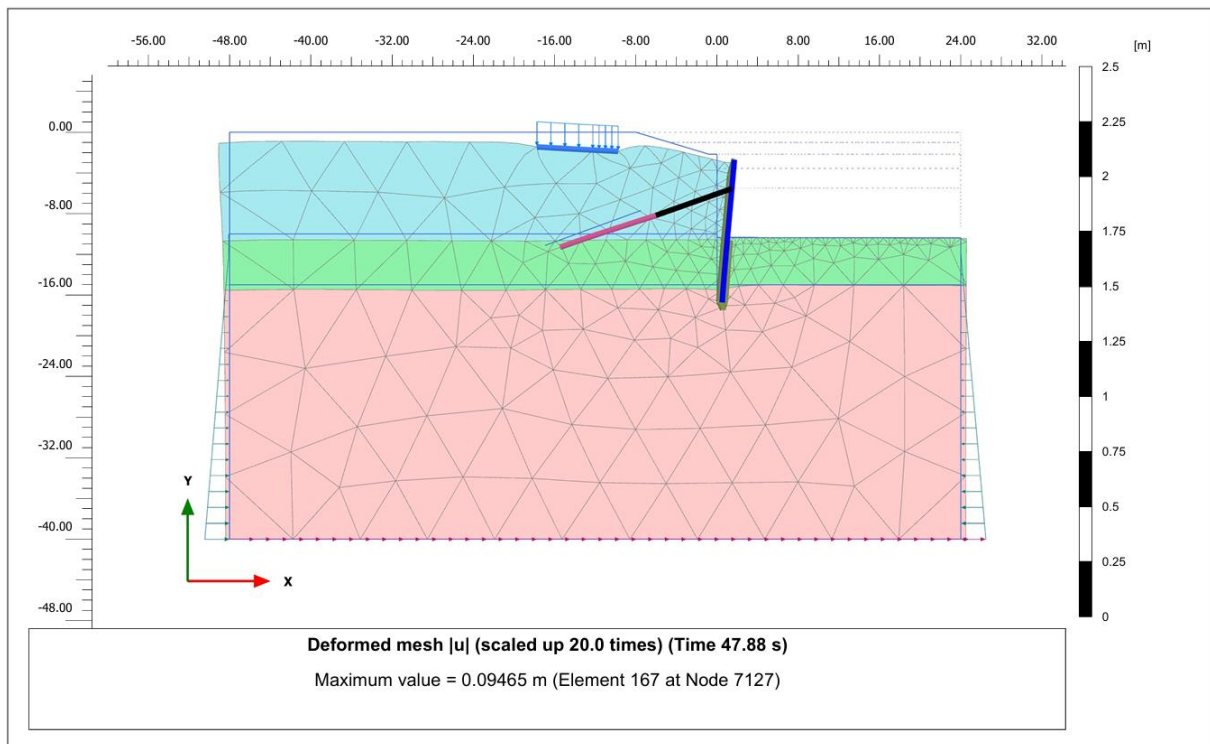
RSN-20



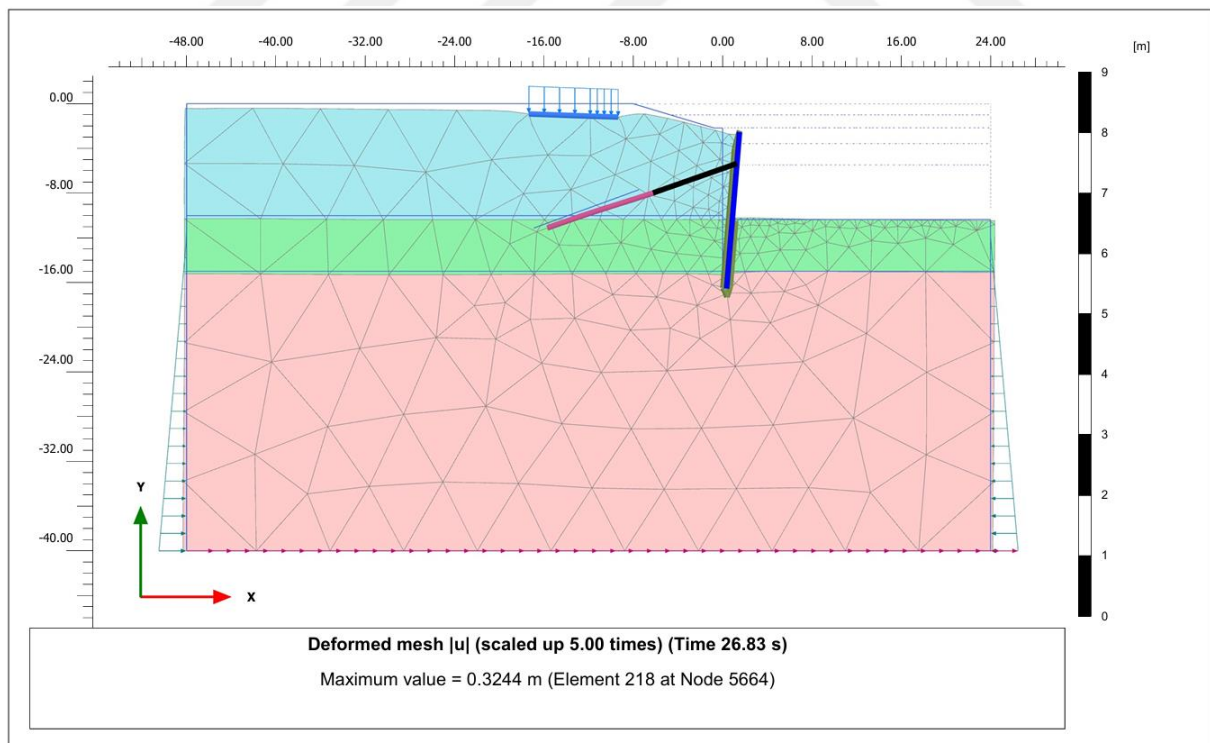
RSN-33



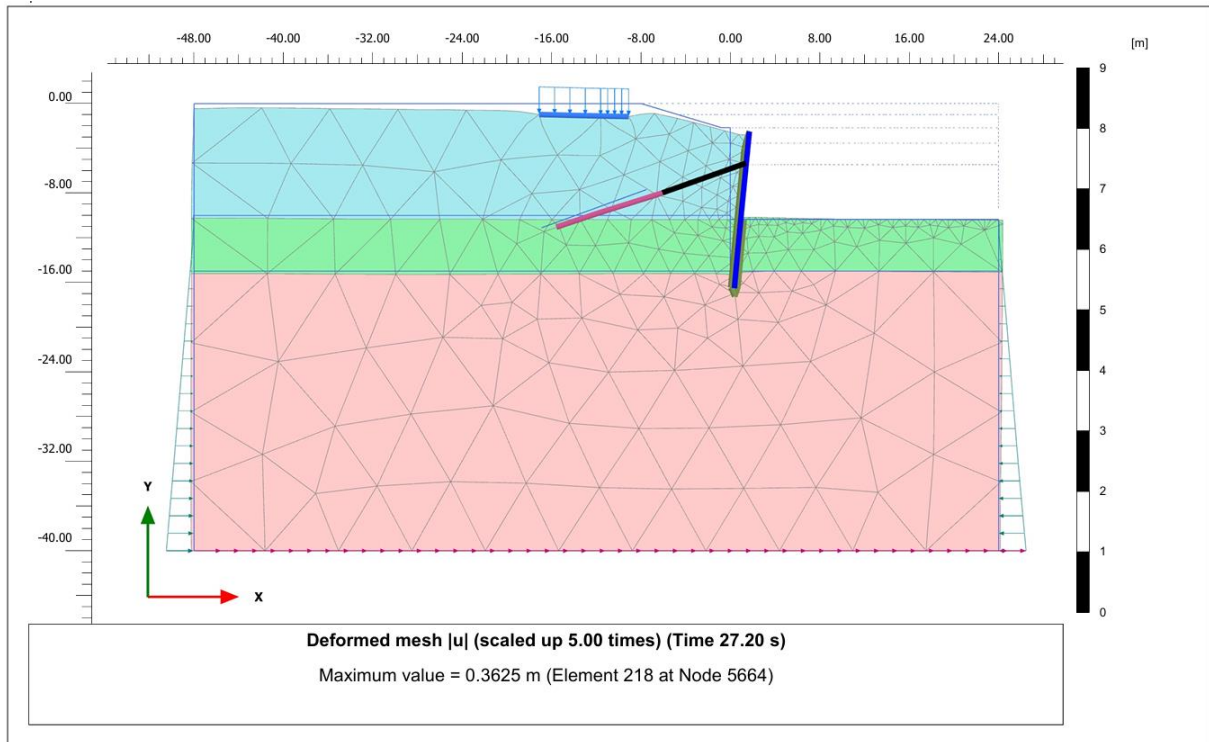
RSN-96



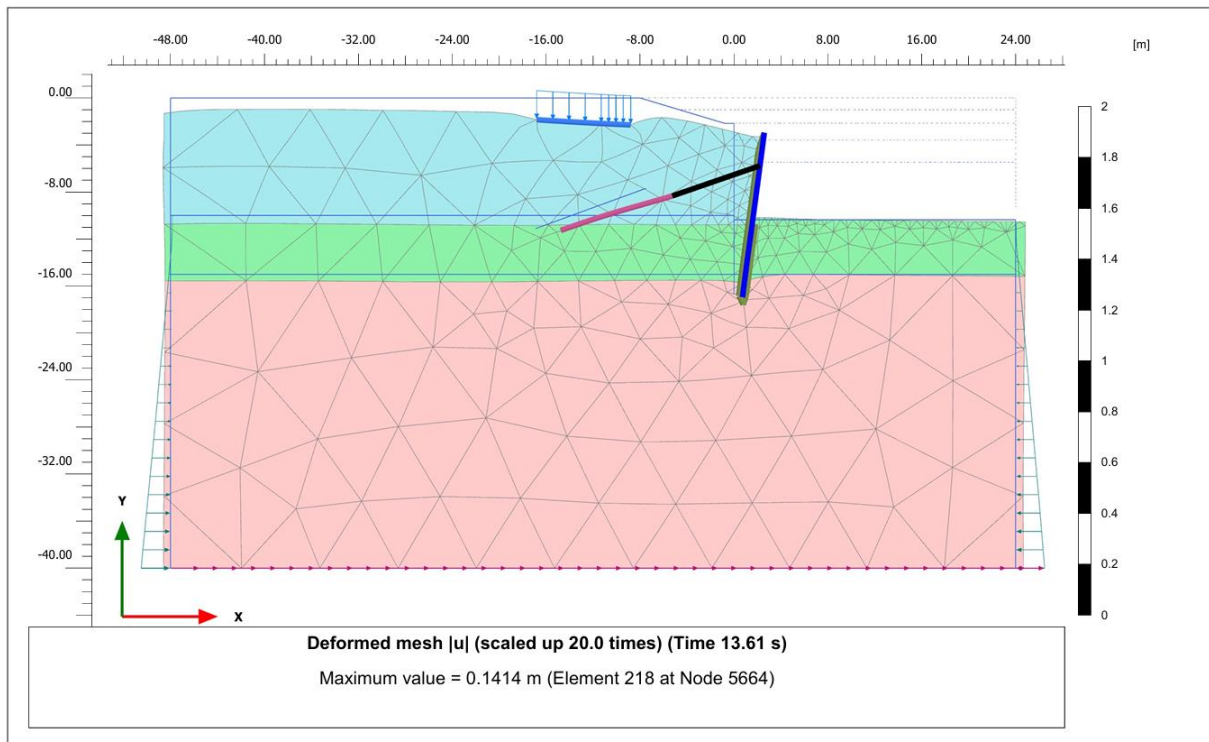
RSN-148



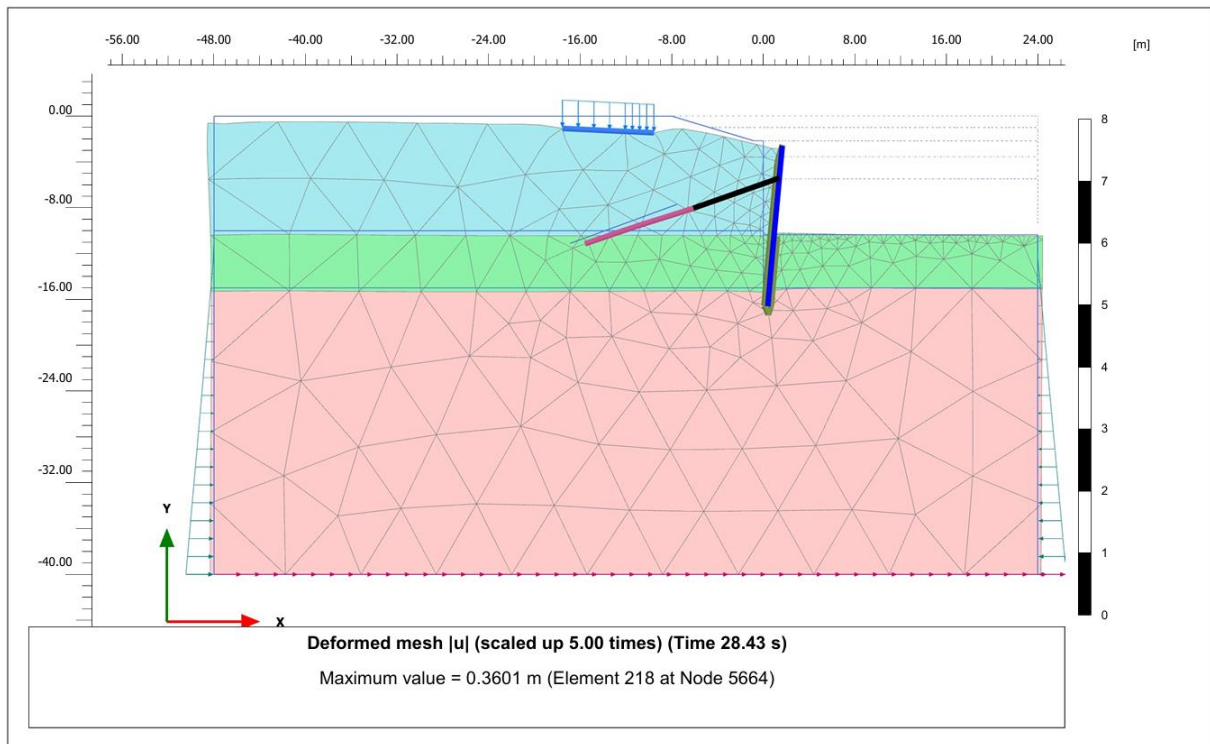
RSN-149



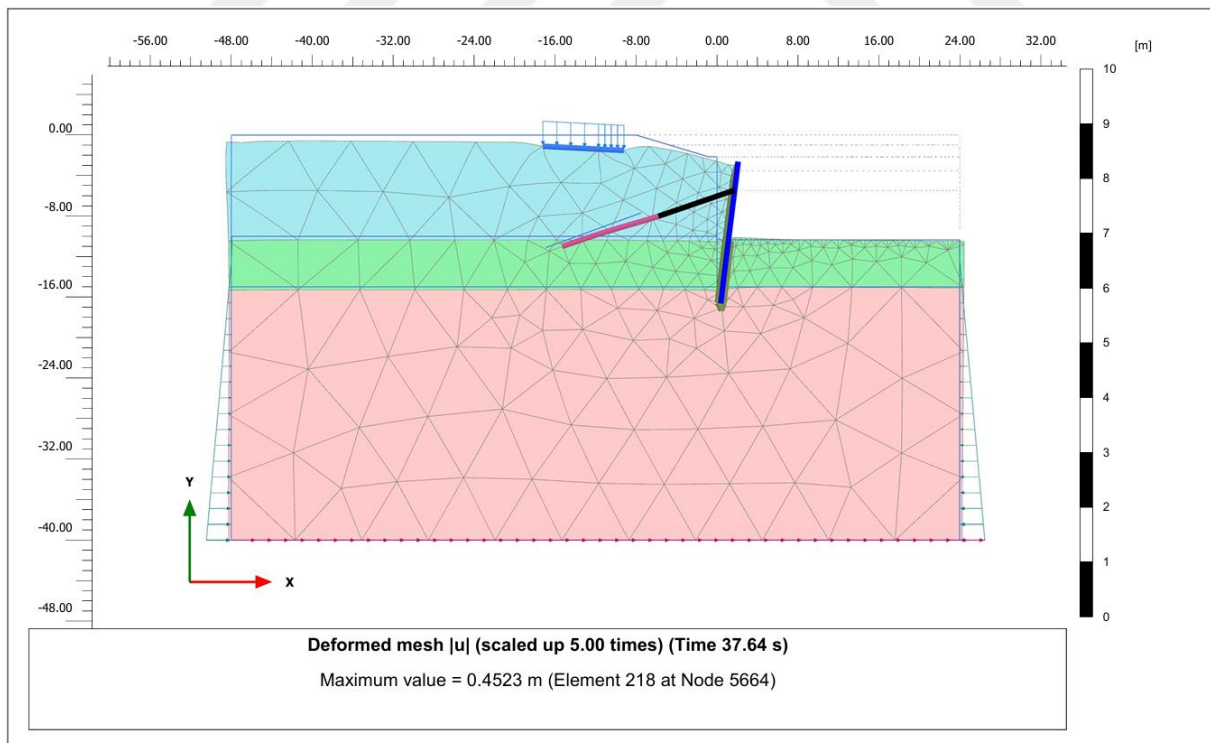
RSN-158



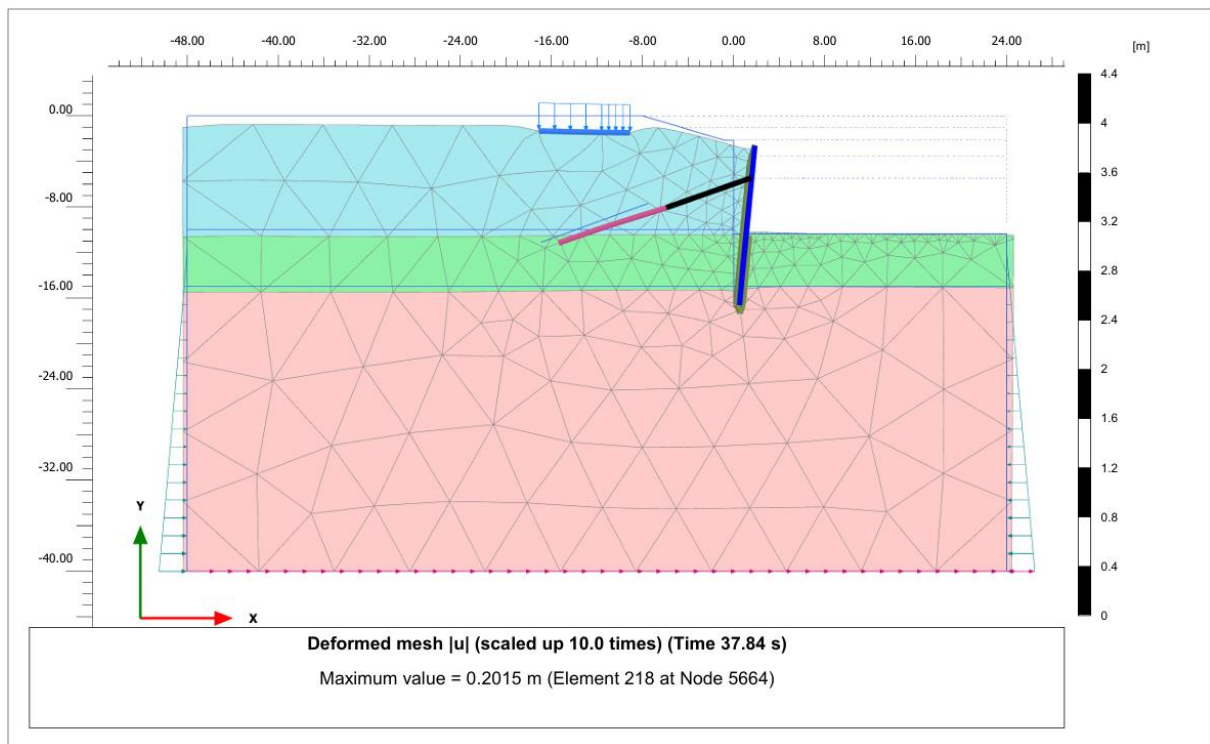
RSN-159



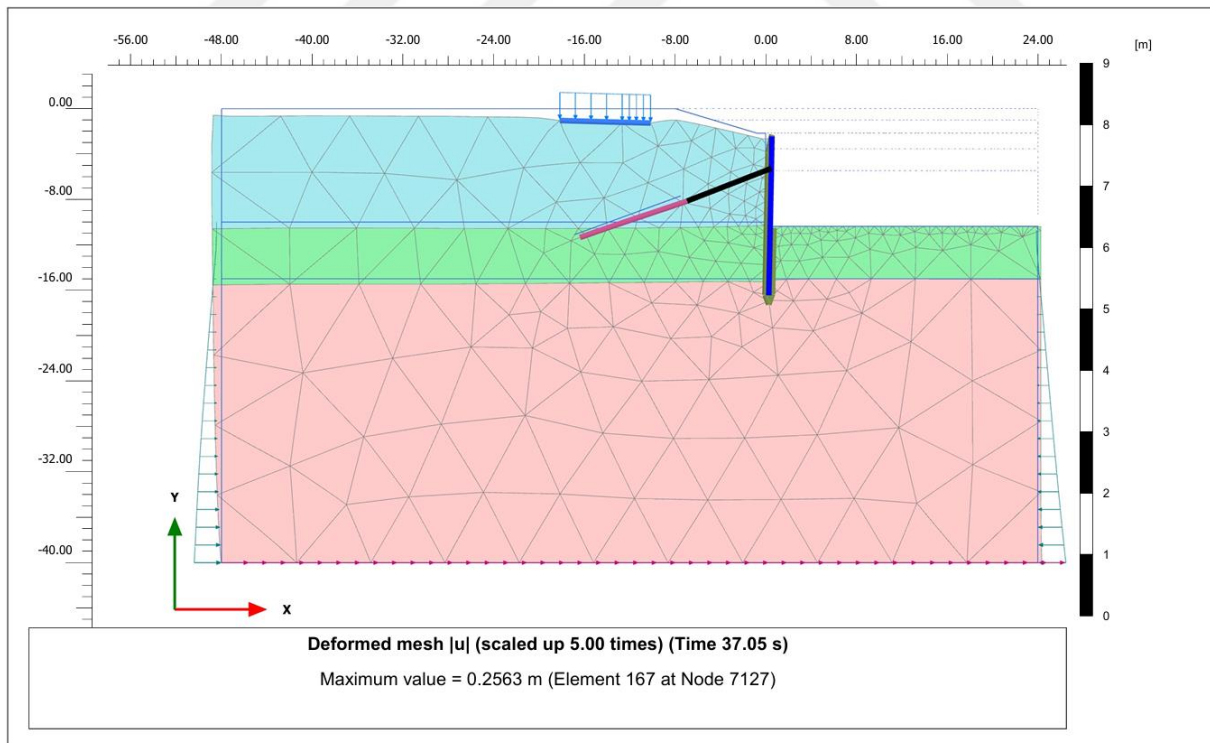
RSN-160

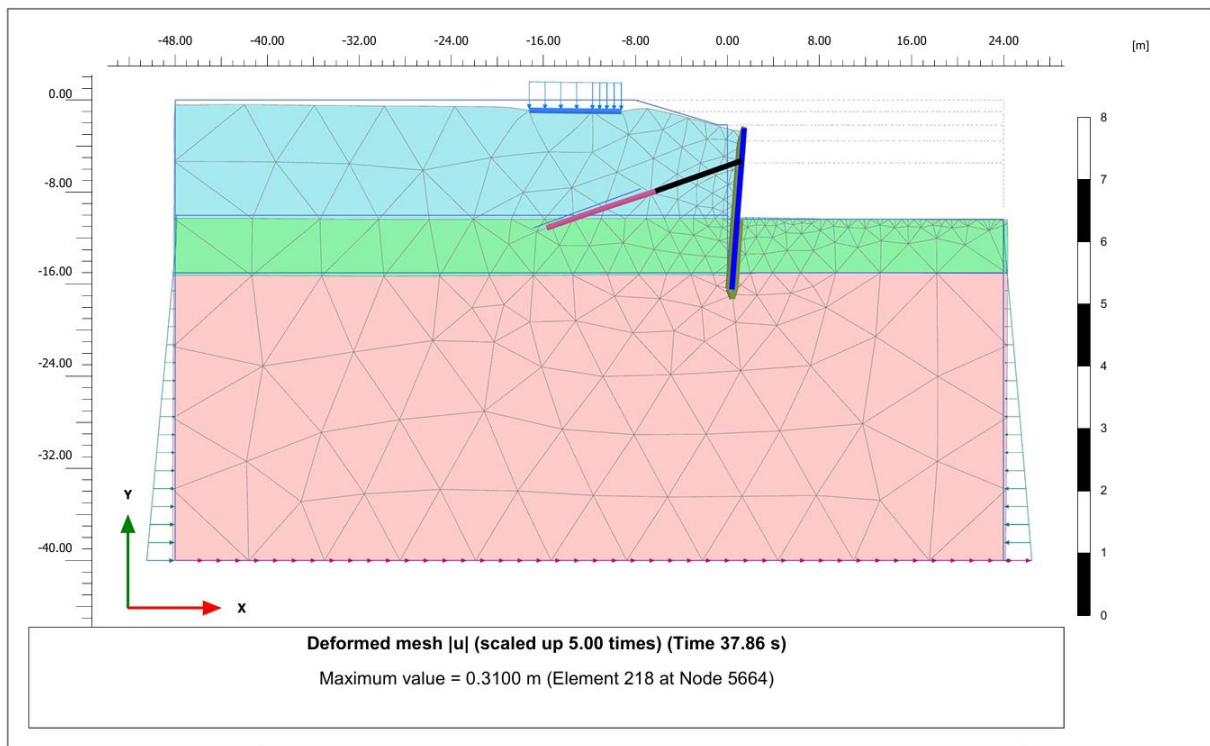


RSN-162



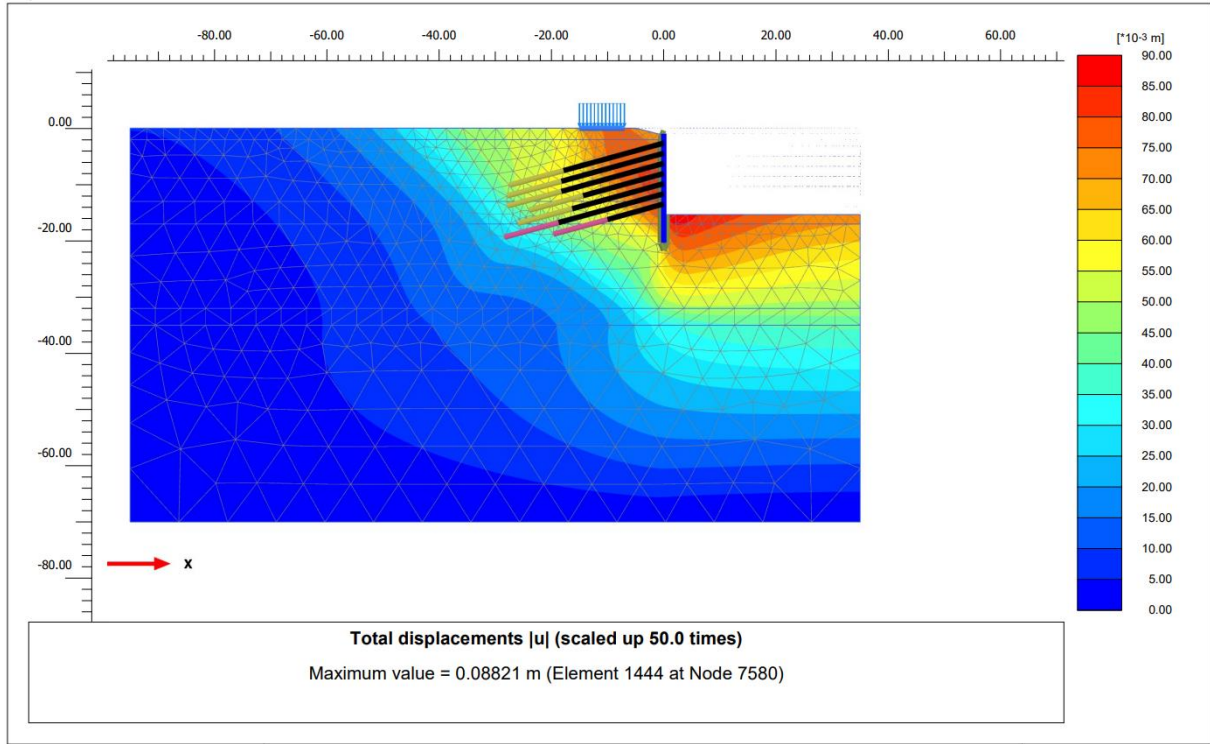
RSN-173



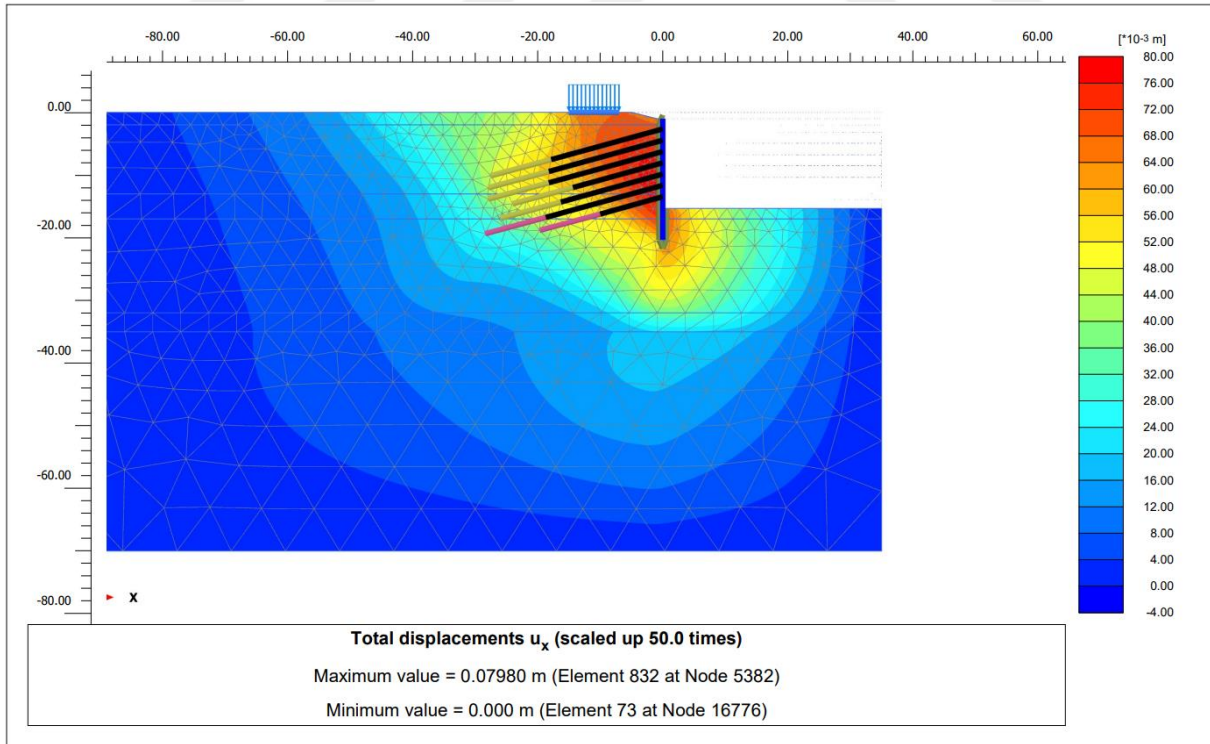


EK-26. SPOR SALONU PROJESİ : STATİK DURUM HESAP ÇIKTILARI

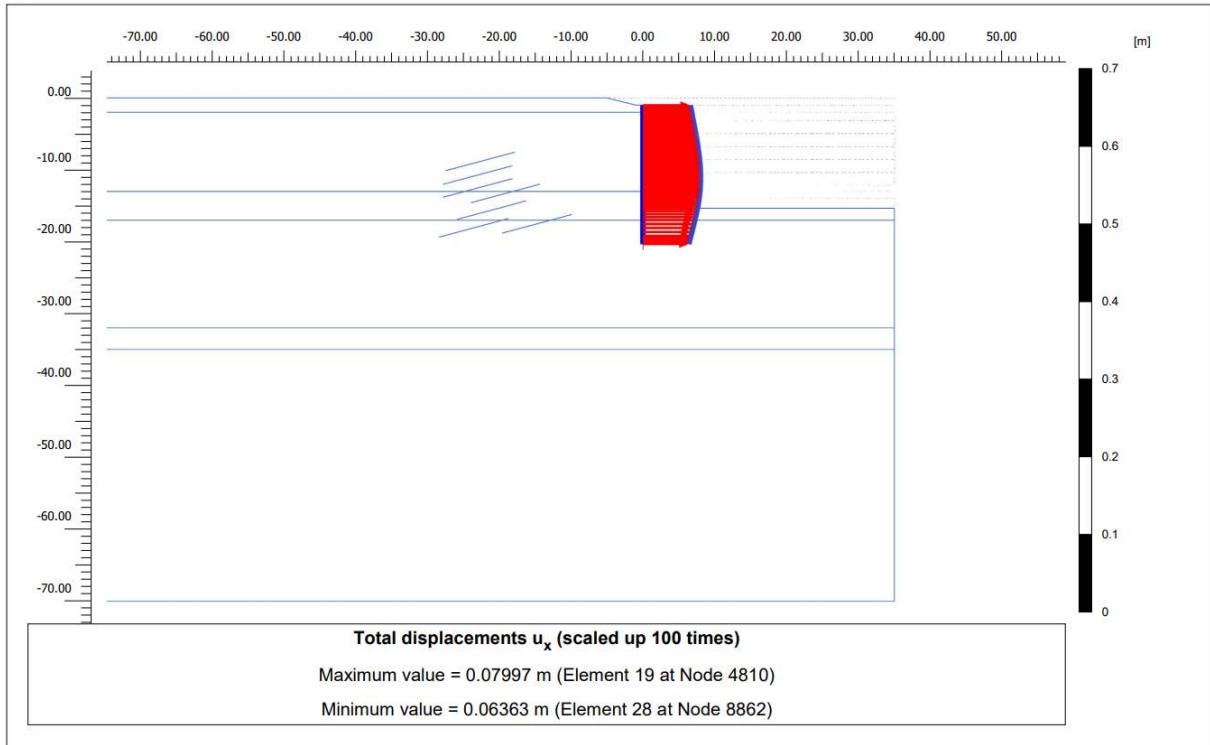
Toplam Yer Değiştirme – U



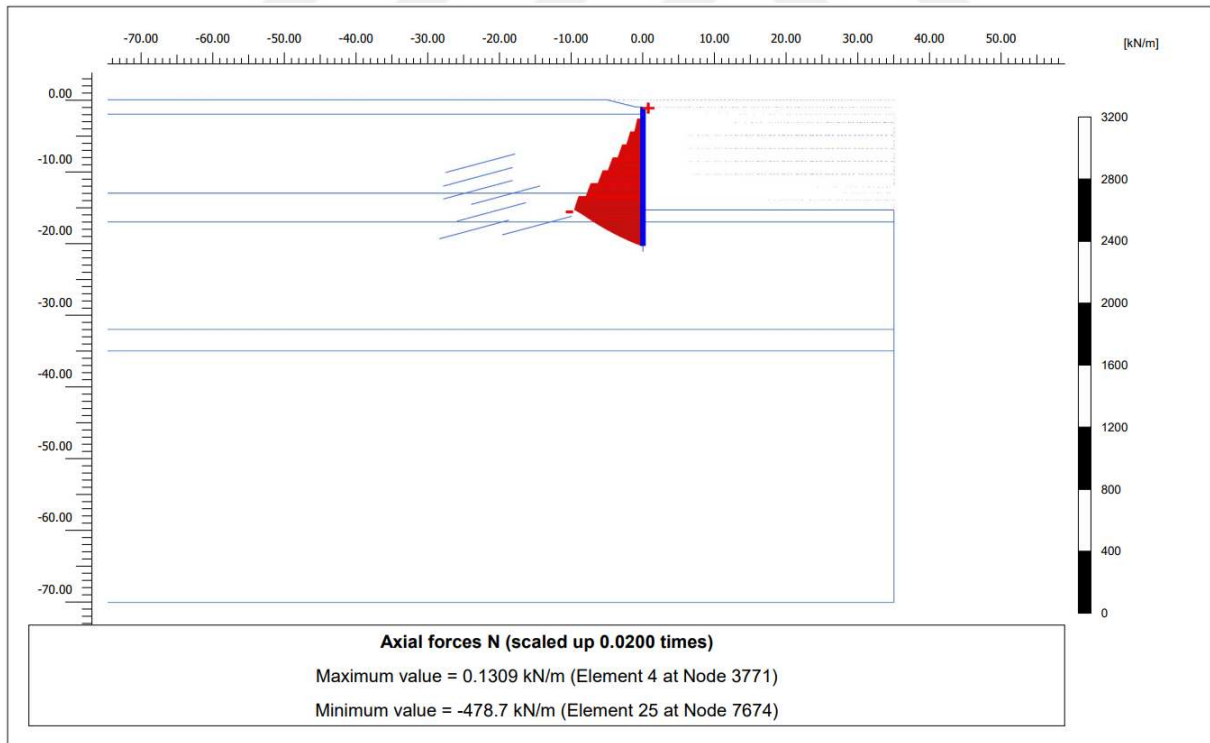
Yatay Yer Değiştirme – U_x



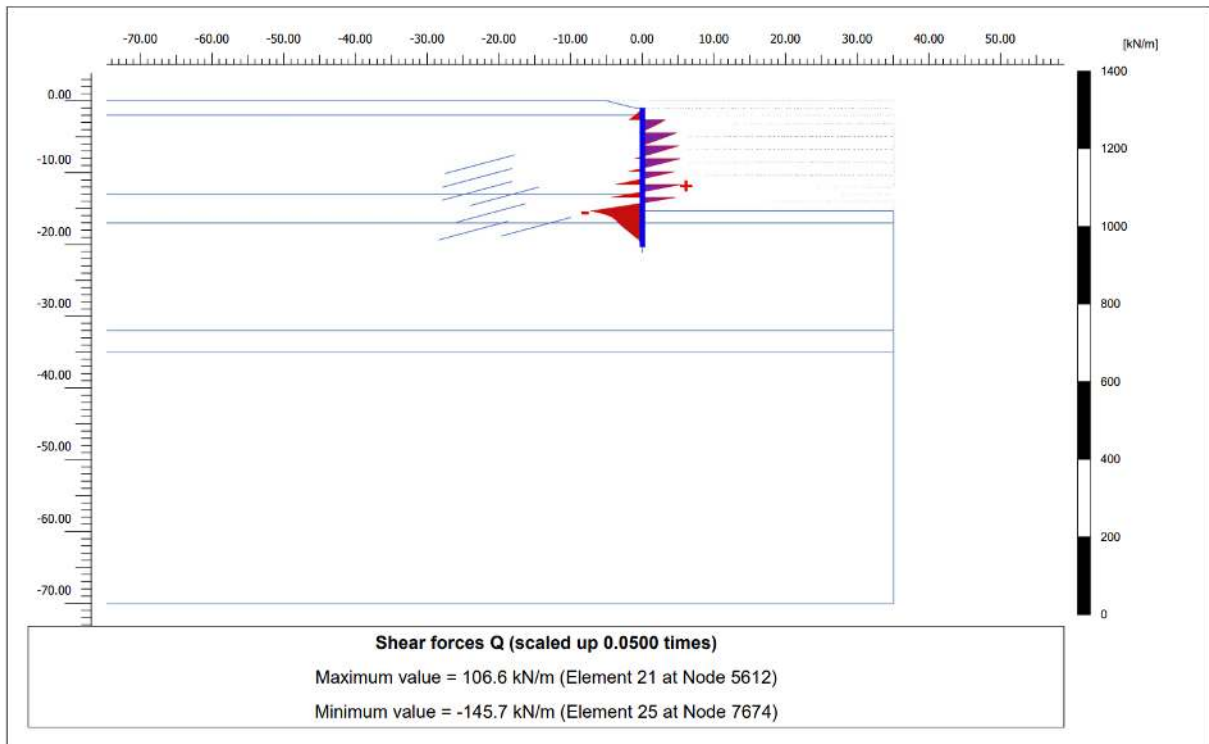
Kazık Yatay Yer Değiştirme - U_x



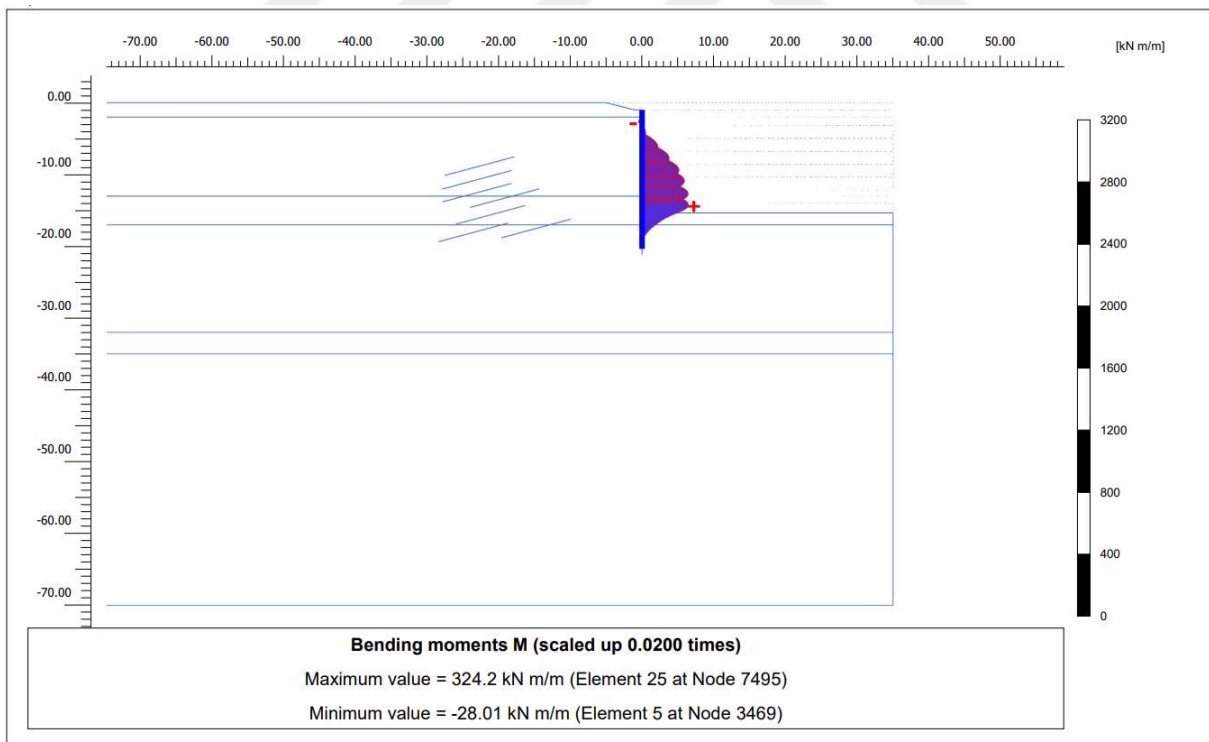
Kazık Normal Kuvvet - N



Kazık Kesme Kuvet – Q



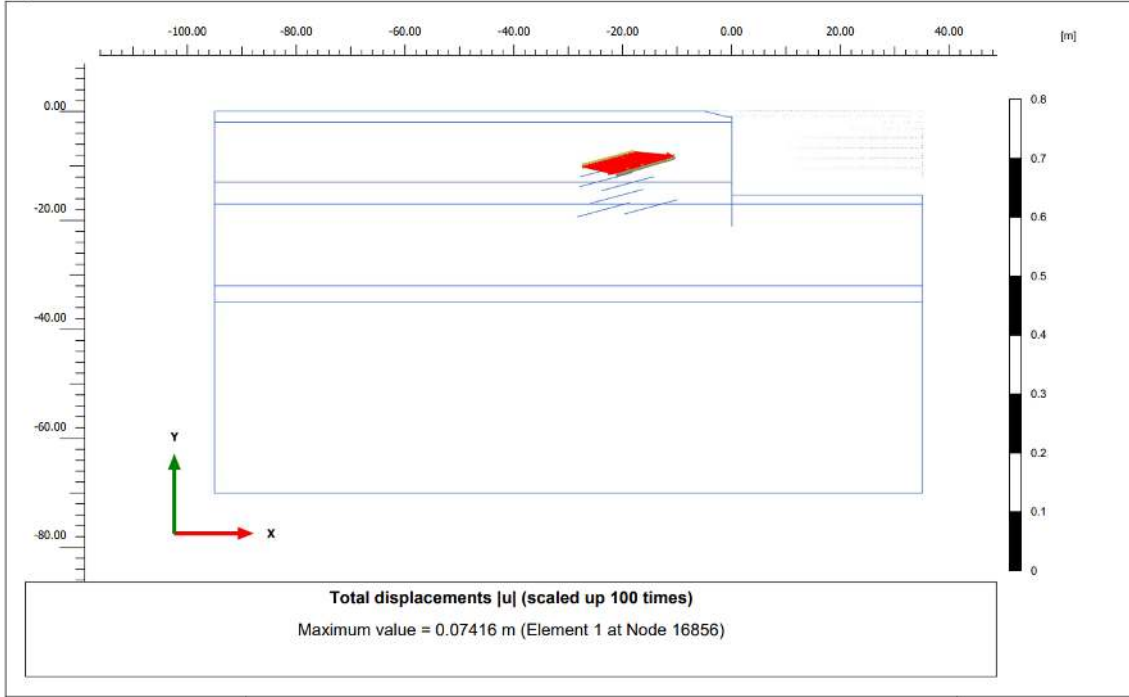
Kazık Eğilme Momenti - M



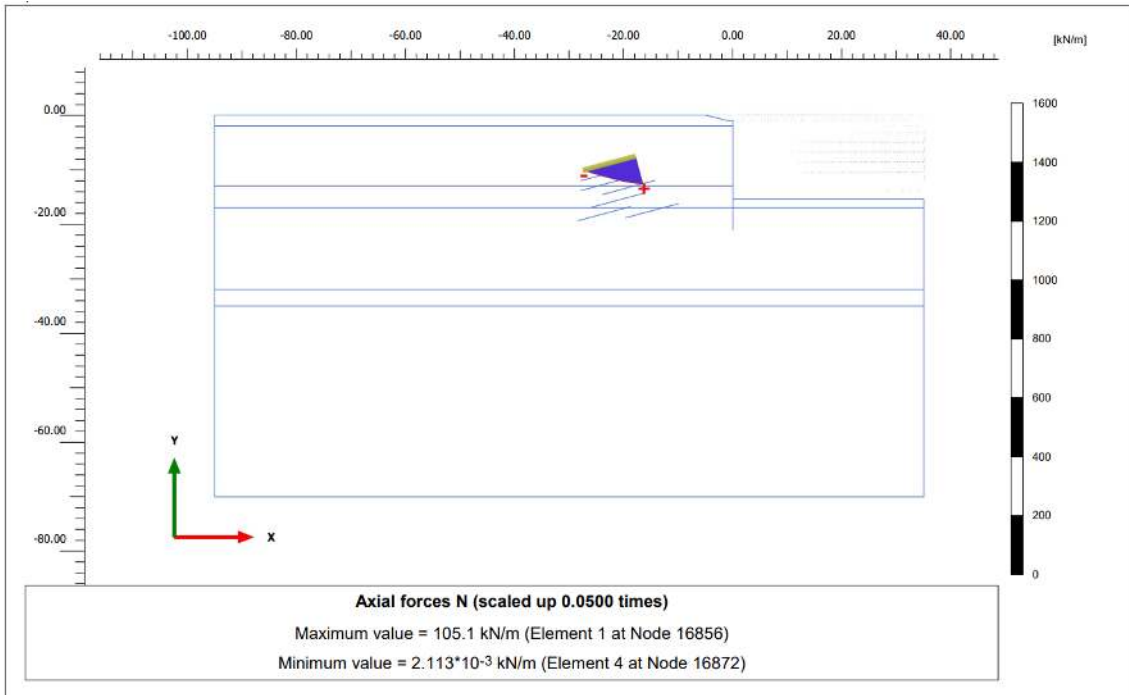
1.Sıra Ankraj Normal Kuvveti - N

Structural element	Node	Local number	X [m]	Y [m]	N [kN]	N _{min} [kN]	N _{max} [kN]
NodeToNodeAnchor_1_1	3469	1	0.000	-2.650	210.291	0.000	216.290
Element 1-1 (Node-to-node anchor)	16856	2	-17.840	-7.540	210.291	0.000	216.290

1.Sıra Ankraj Kökü Toplam Yer Değiştirme - U



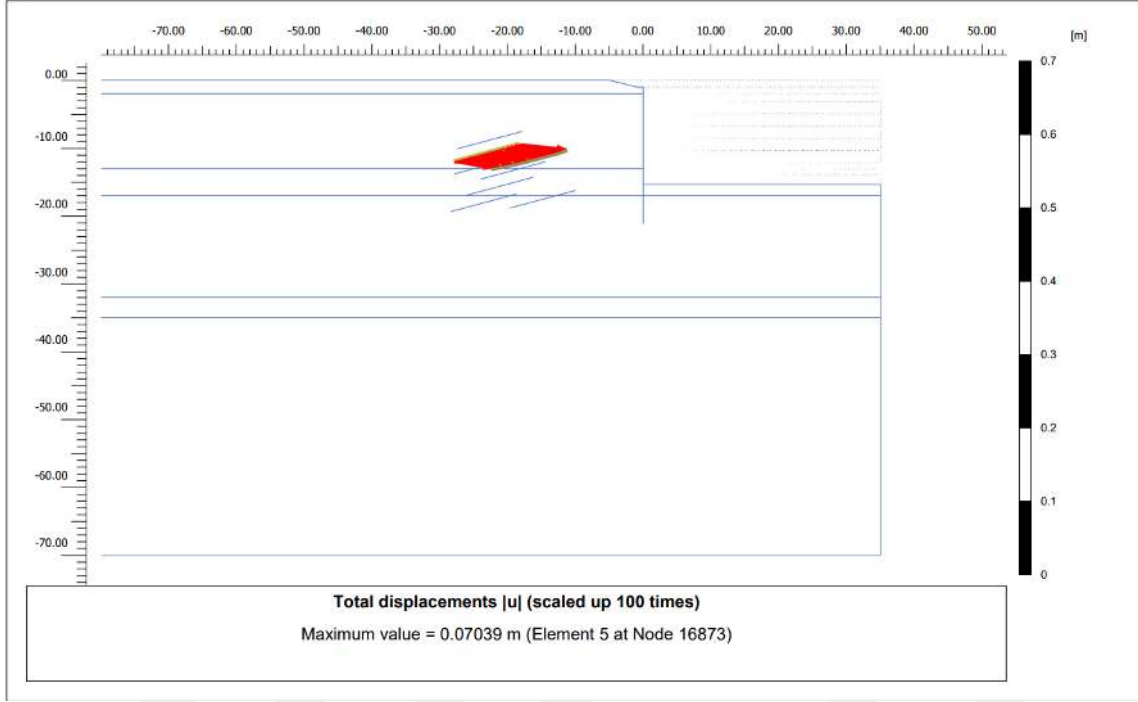
1.Sıra Ankraj Kökü Normal Kuvveti - N



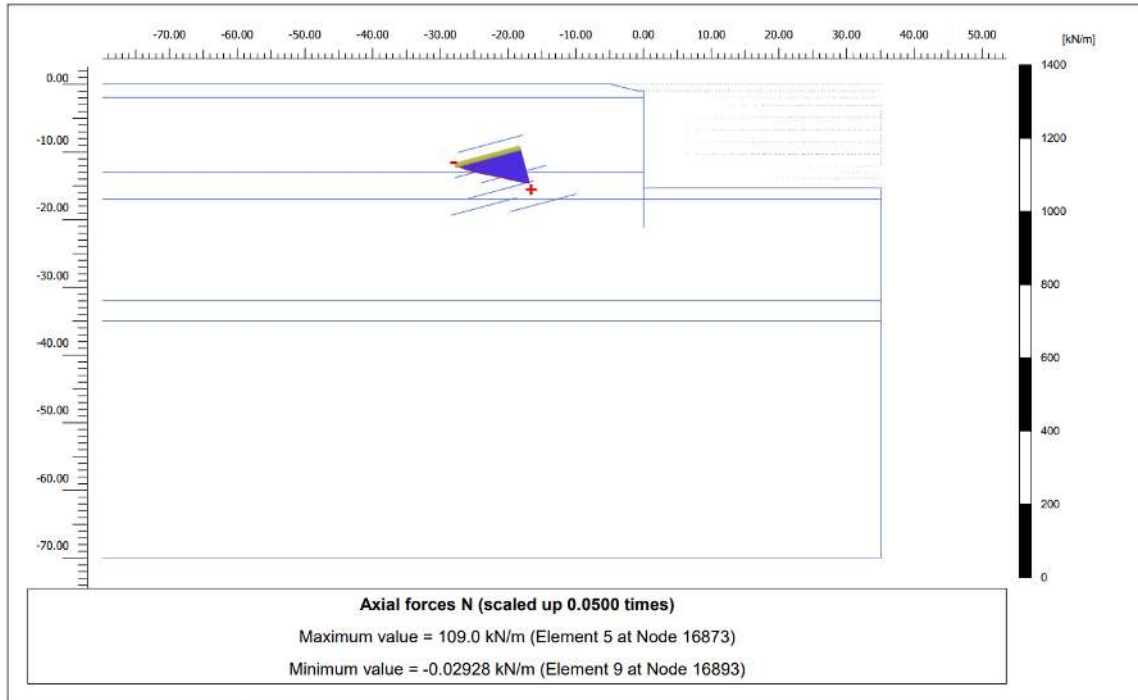
2.Sıra Ankraj Normal Kuvveti - N

Structural element	Node	Local number	X [m]	Y [m]	N [kN]	N _{min} [kN]	N _{max} [kN]
NodeToNodeAnchor_2_1	2119	1	0.000	-4.450	217.920	0.000	217.920
Element 2-2 (Node-to-node anchor)	16873	2	-18.220	-9.440	217.920	0.000	217.920

2.Sıra Ankraj Kökü Toplam Yer Değiştirme - U



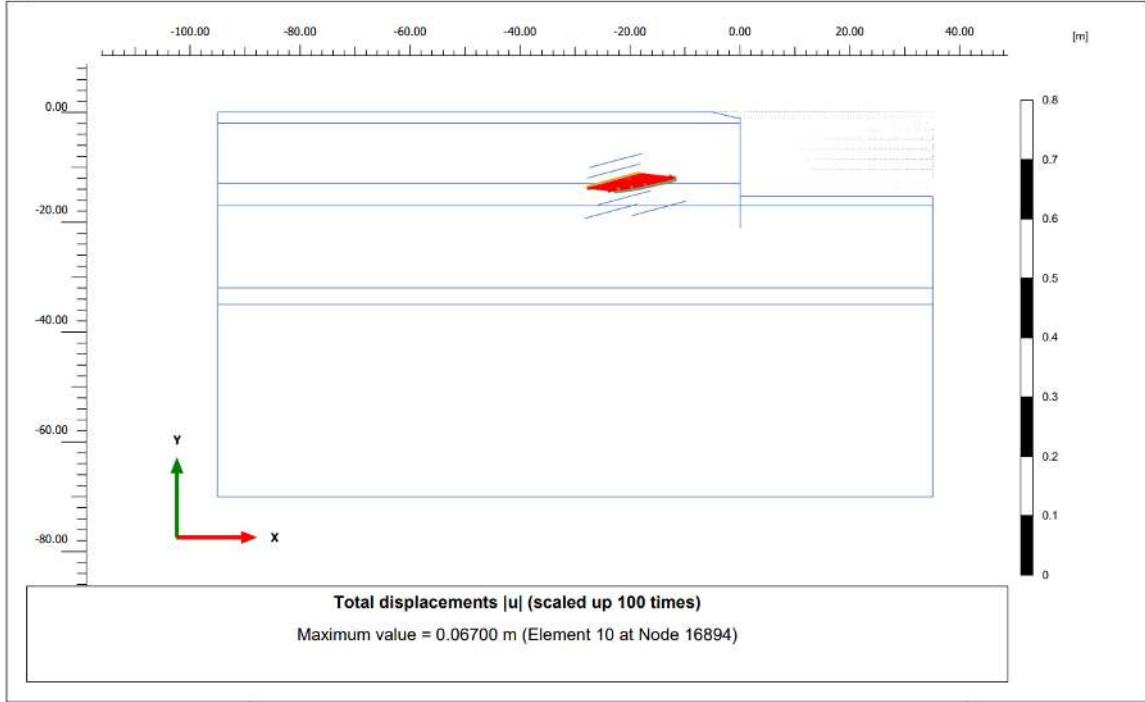
2.Sıra Ankraj Kökü Normal Kuvveti - N



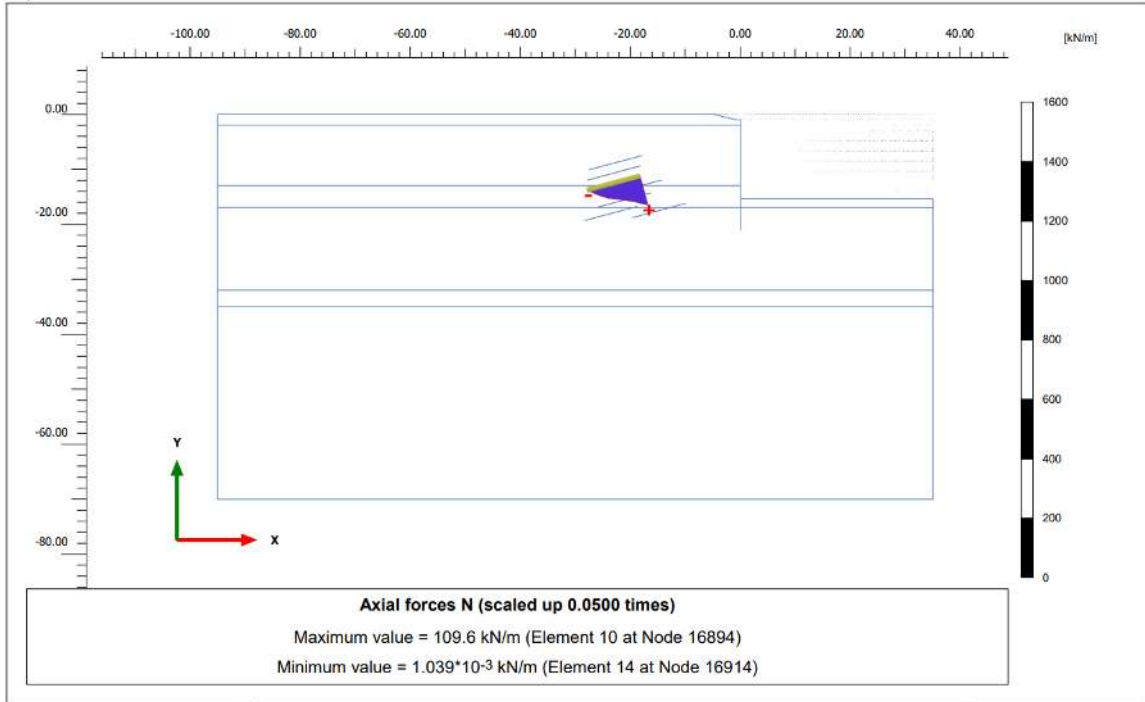
3.Sıra Ankraj Normal Kuvveti - N

Structural element	Node	Local number	X [m]	Y [m]	N [kN]	N _{min} [kN]	N _{max} [kN]
NodeToNodeAnchor_3_1	2033	1	0.000	-6.250	219.141	0.000	219.141
Element 3-3 (Node-to-node anchor)	16894	2	-18.220	-11.240	219.141	0.000	219.141

3.Sıra Ankraj Kökü Toplam Yer Değiştirme - U



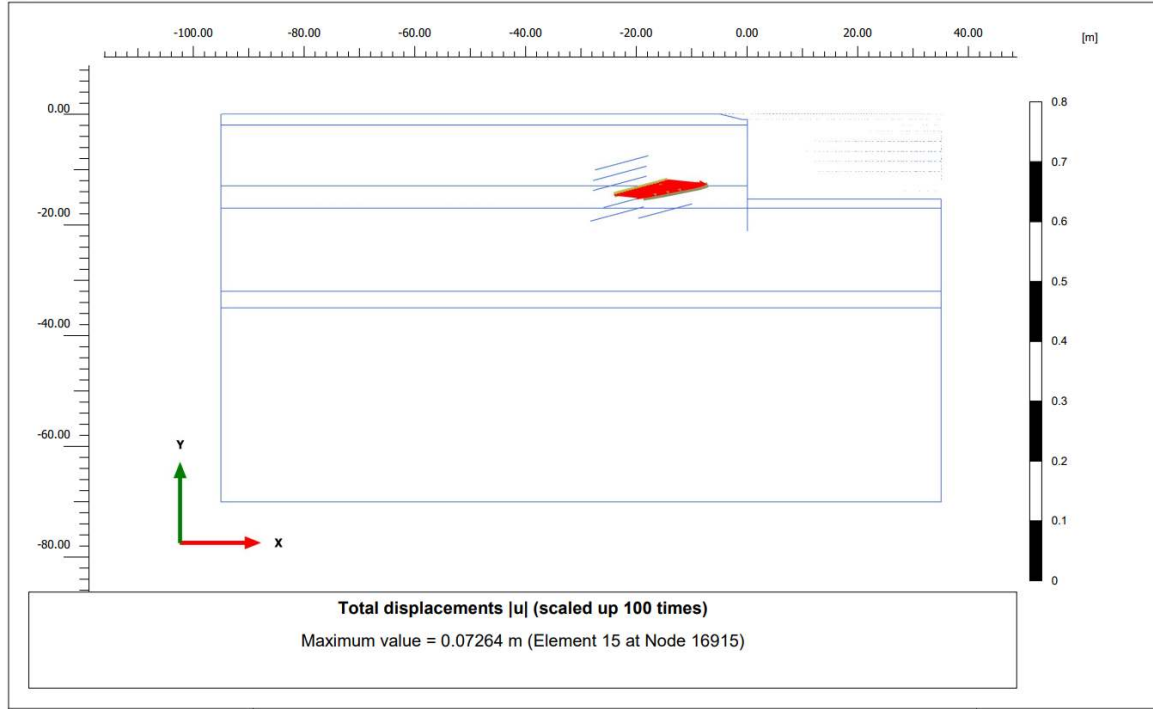
3.Sıra Ankraj Kökü Normal Kuvveti - N



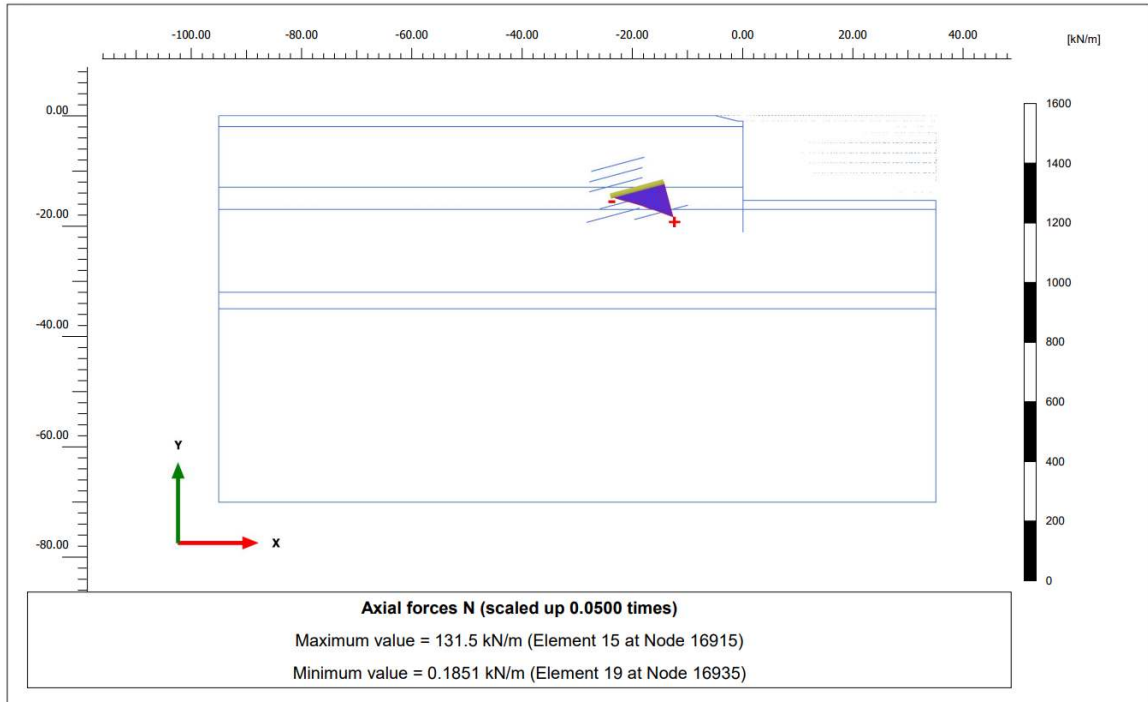
4.Sıra Ankraj Normal Kuvveti - N

Structural element	Node	Local number	X [m]	Y [m]	N [kN]	N _{min} [kN]	N _{max} [kN]
NodeToNodeAnchor_4_1	2169	1	0.000	-8.050	263.097	0.000	263.097
Element 4-4 (Node-to-node anchor)	16915	2	-14.360	-12.000	263.097	0.000	263.097

4.Sıra Ankraj Kökü Toplam Yer Değiştirme - U



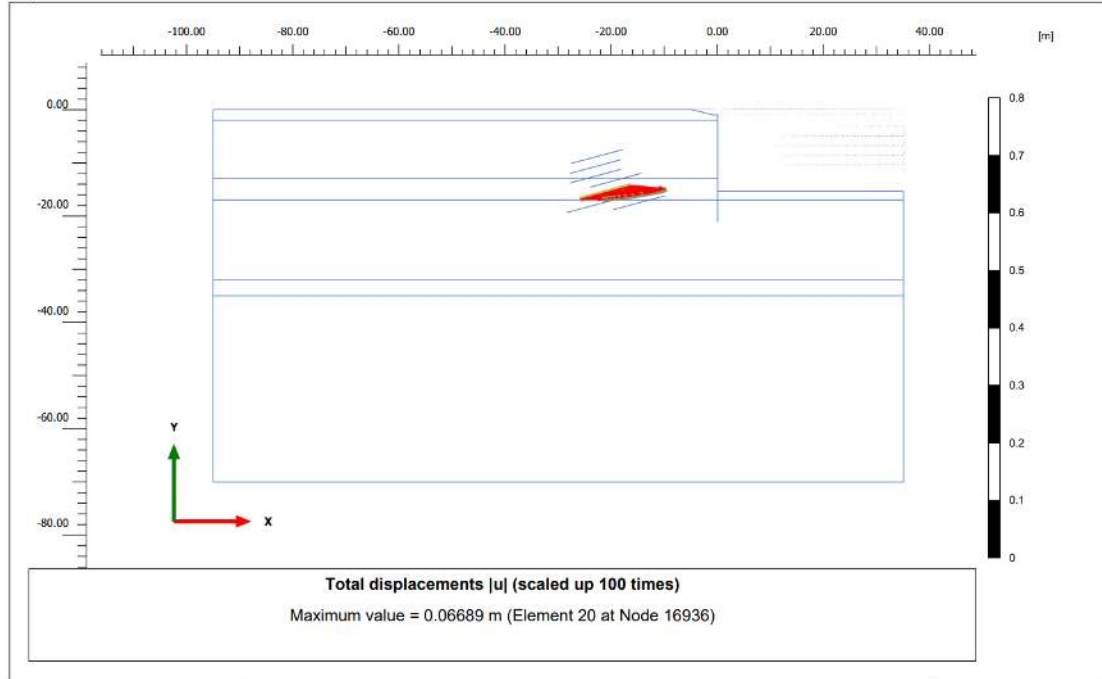
4.Sıra Ankraj Kökü Normal Kuvveti - N



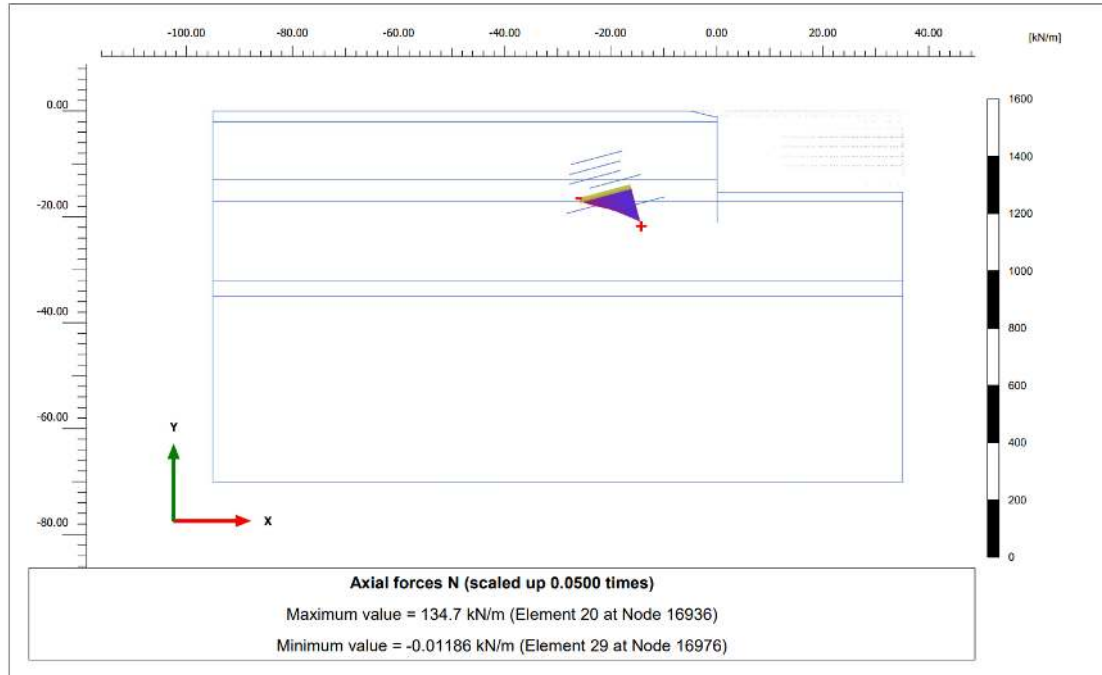
5.Sıra Ankraj Normal Kuvveti - N

Structural element	Node	Local number	X [m]	Y [m]	N [kN]	N _{min} [kN]	N _{max} [kN]
NodeToNodeAnchor_5_1	4042	1	0.000	-9.850	269.382	0.000	269.382
Element 5-5 (Node-to-node anchor)	16936	2	-16.290	-14.320	269.382	0.000	269.382

5.Sıra Ankraj Kökü Toplam Yer Değiştirme - U



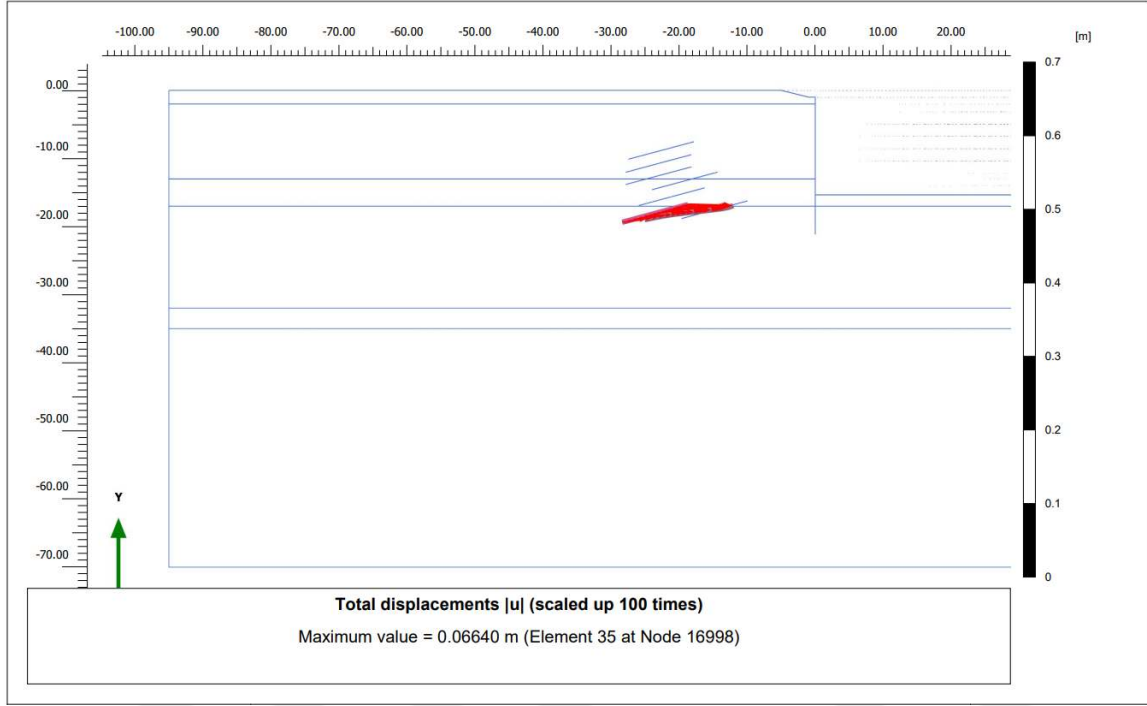
5.Sıra Ankraj Kökü Normal Kuvveti - N



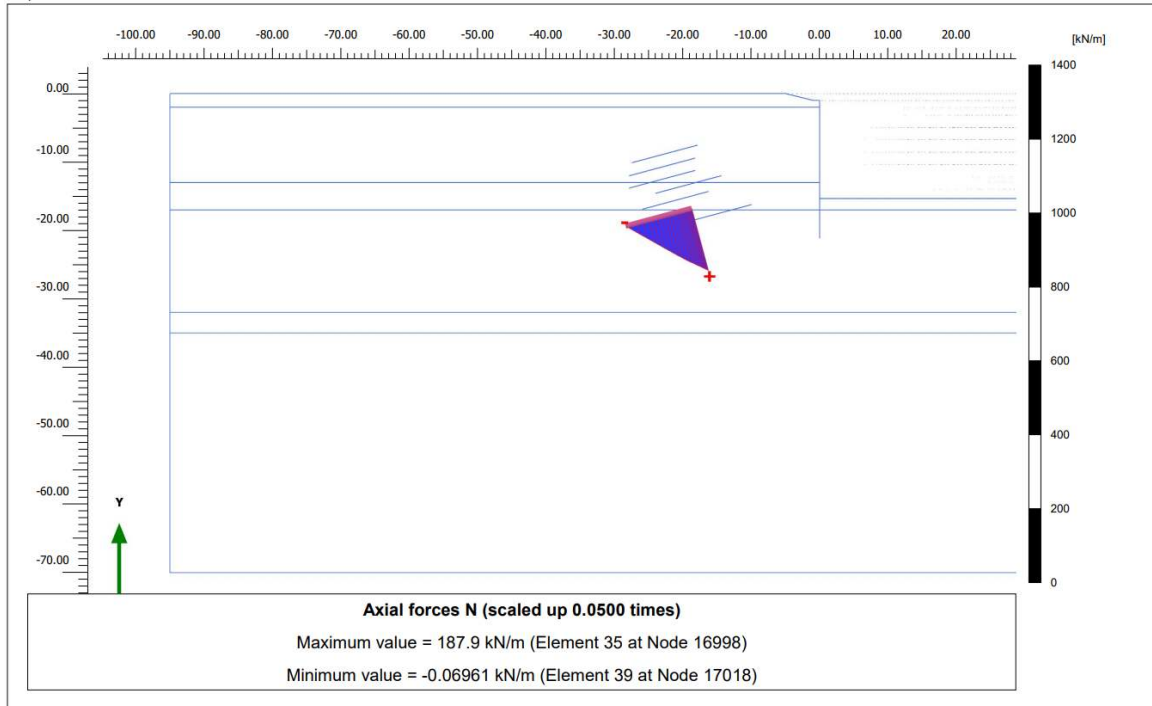
6.Sıra Ankraj Normal Kuvveti - N

Structural element	Node	Local number	X [m]	Y [m]	N [kN]	N _{min} [kN]	N _{max} [kN]
NodeToNodeAnchor_6_1	5612	1	0.000	-11.650	375.891	0.000	375.891
Element 6-6 (Node-to-node anchor)	16998	2	-18.710	-16.770	375.891	0.000	375.891

6.Sıra Ankraj Kökü Toplam Yer Değiştirme - U



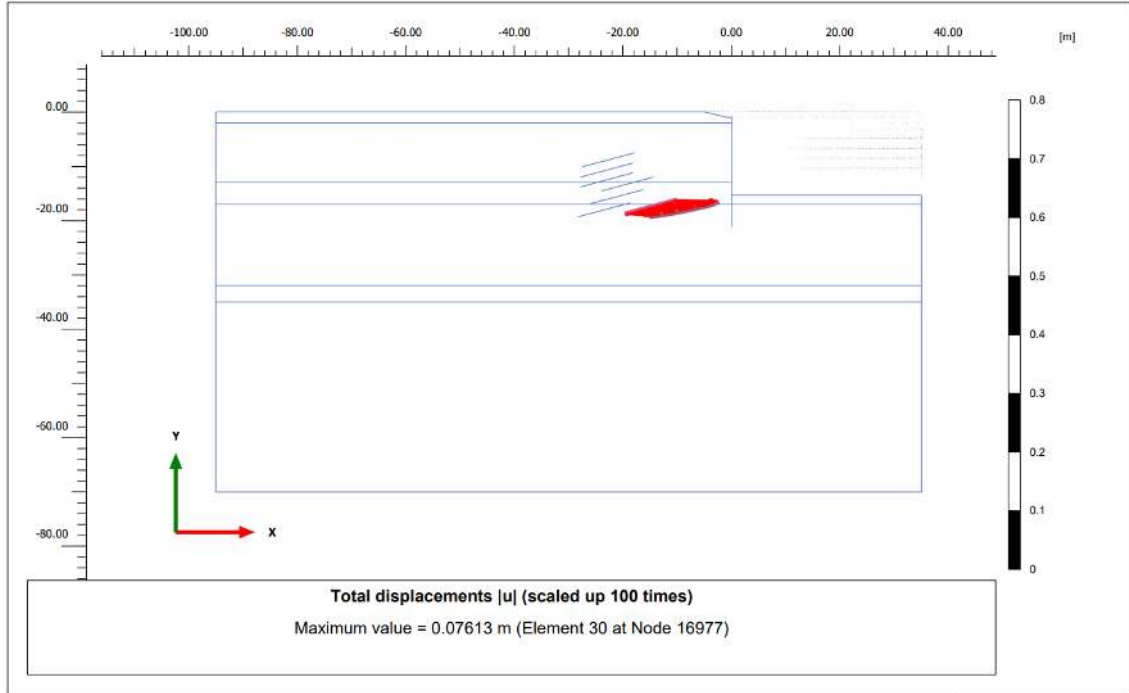
6.Sıra Ankraj Kökü Normal Kuvveti - N



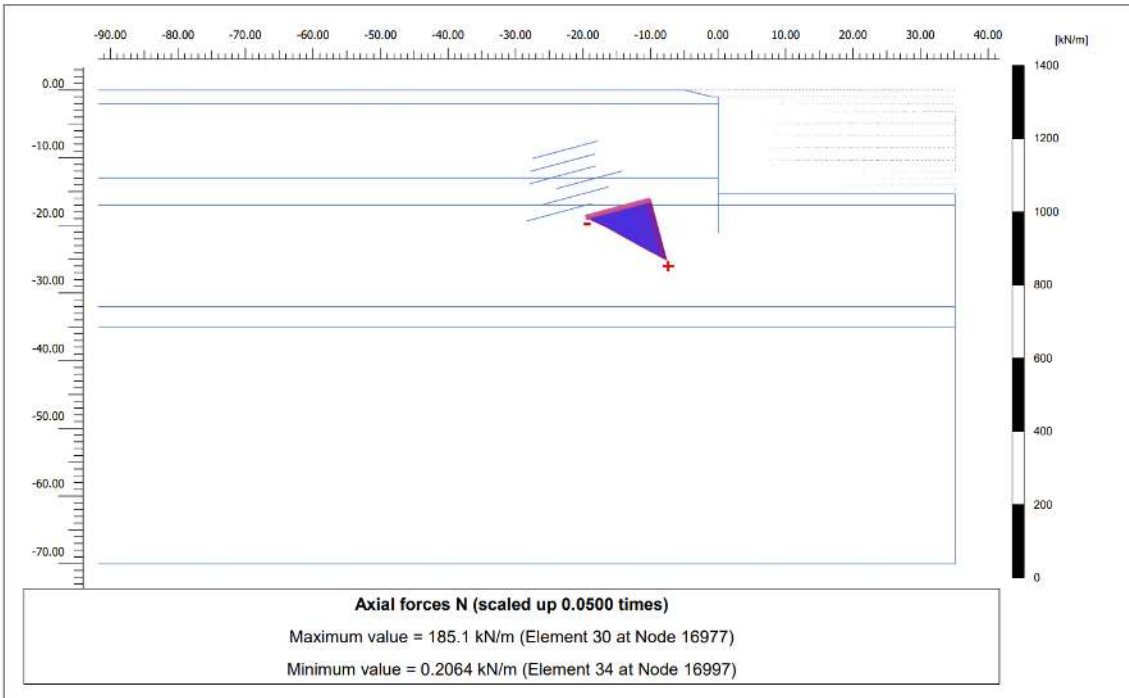
7.Sıra Ankraj Normal Kuvveti - N

Structural element	Node	Local number	X [m]	Y [m]	N [kN]	N _{min} [kN]	N _{max} [kN]
NodeToNodeAnchor_7_1	7100	1	0.000	-13.450	370.144	0.000	370.144
Element 7-7 (Node-to-node anchor)	16977	2	-10.000	-16.240	370.144	0.000	370.144

7.Sıra Ankraj Kökü Toplam Yer Değiştirme - U



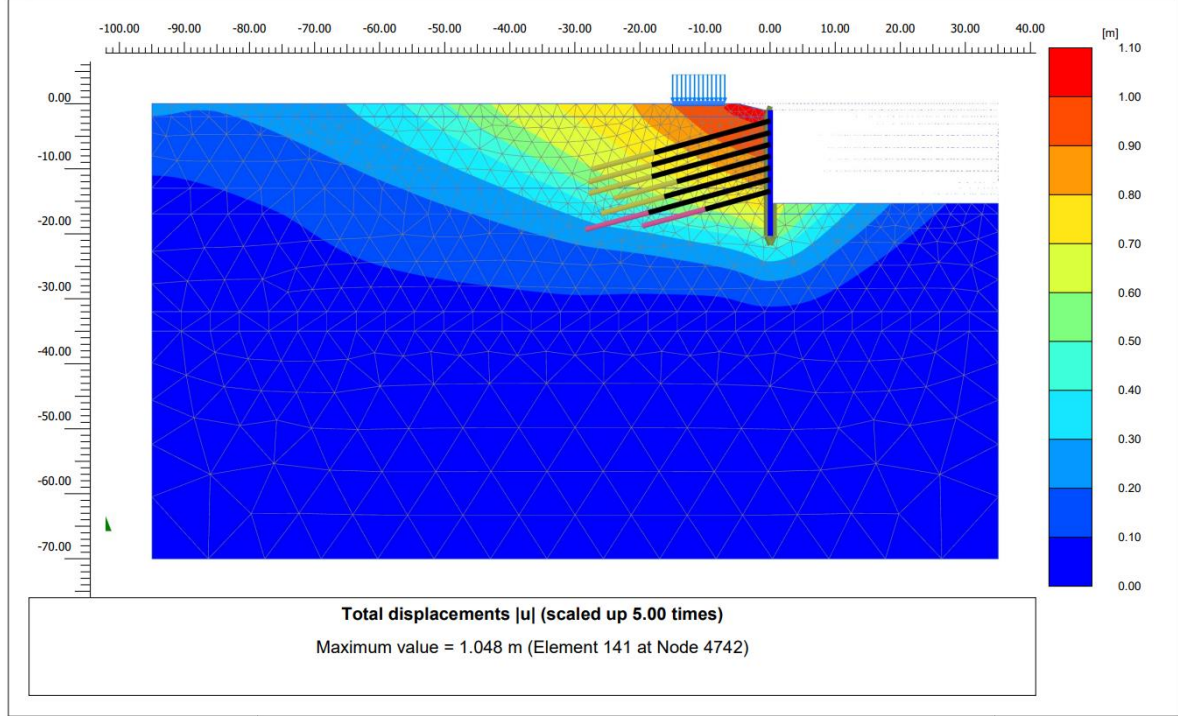
7.Sıra Ankraj Kökü Normal Kuvveti - N



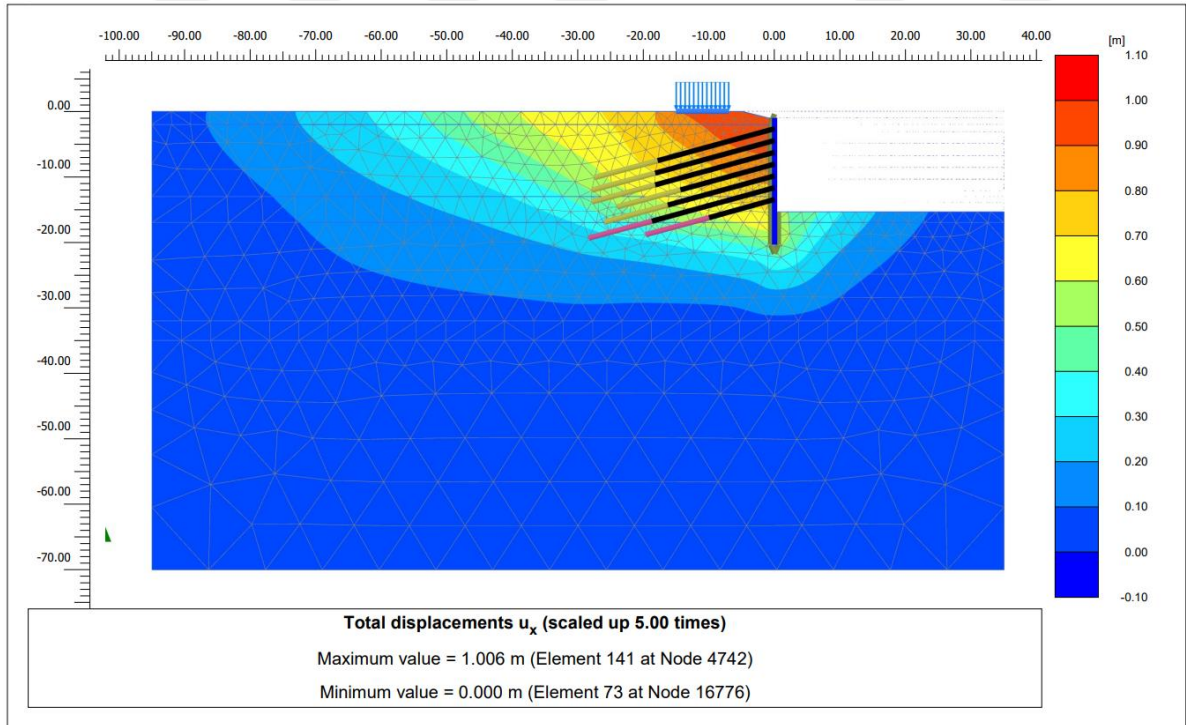
EK-27. SPOR SALONU PROJESİ : STATİK EŞDEĞER (DD-2A) DURUM

HESAP ÇIKTILARI

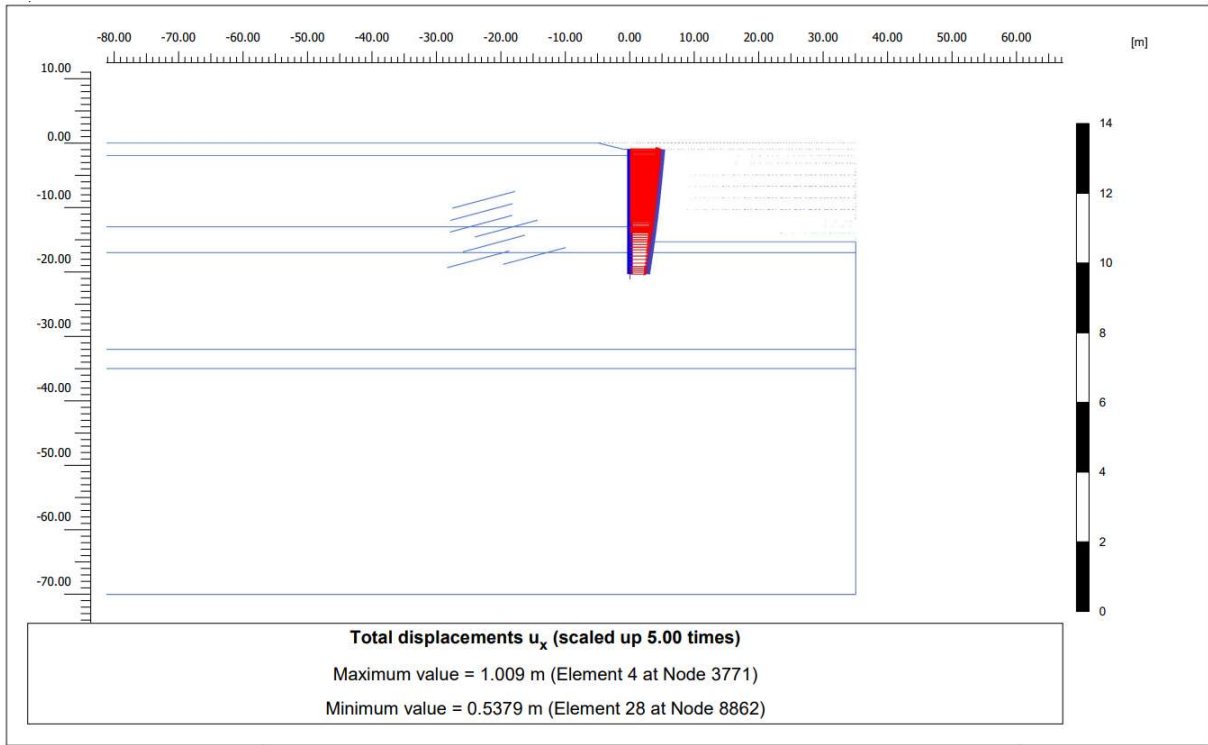
Toplam Yer Değiştirme – U



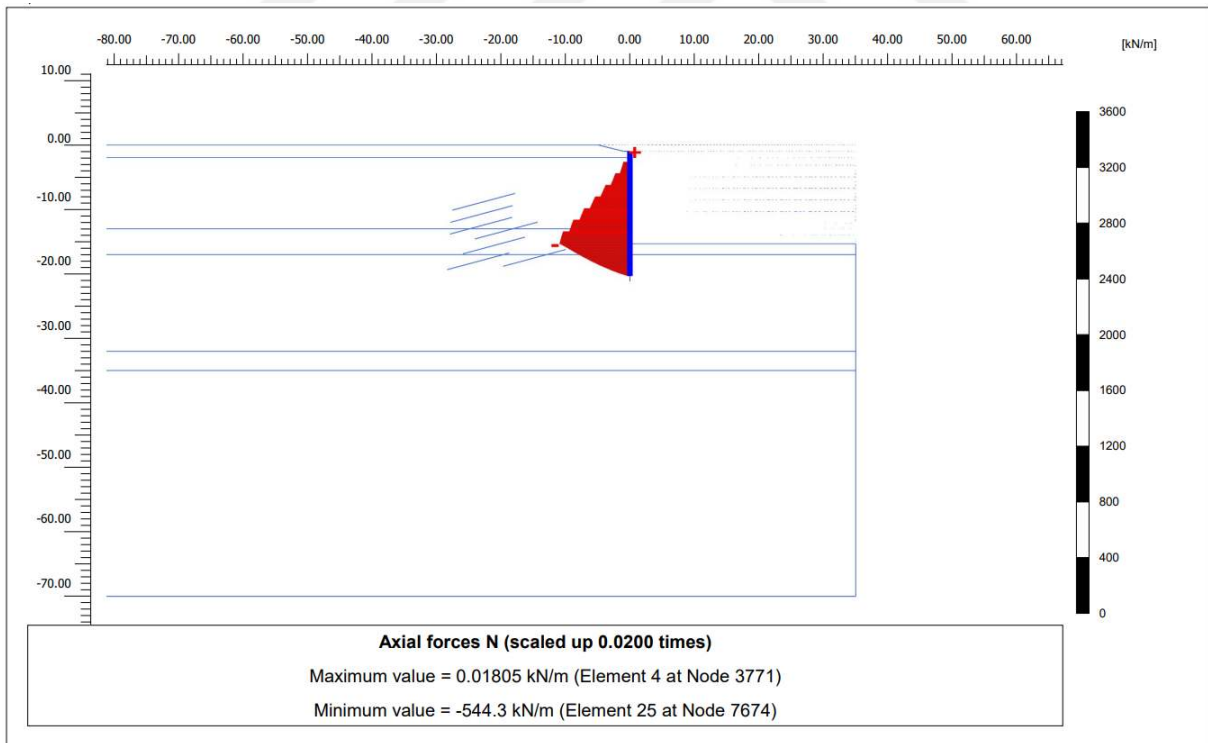
Yatay Yer Değiştirme – U_x



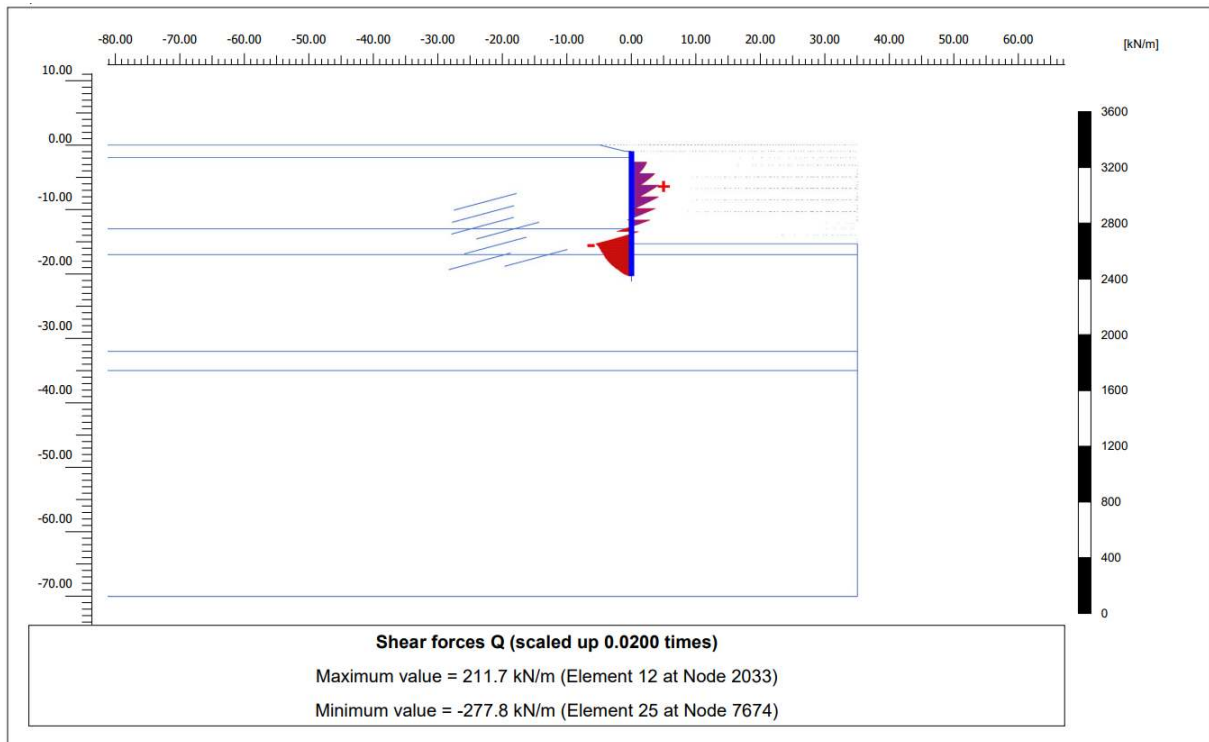
Kazık Yatay Yer Değiştirme - U_x



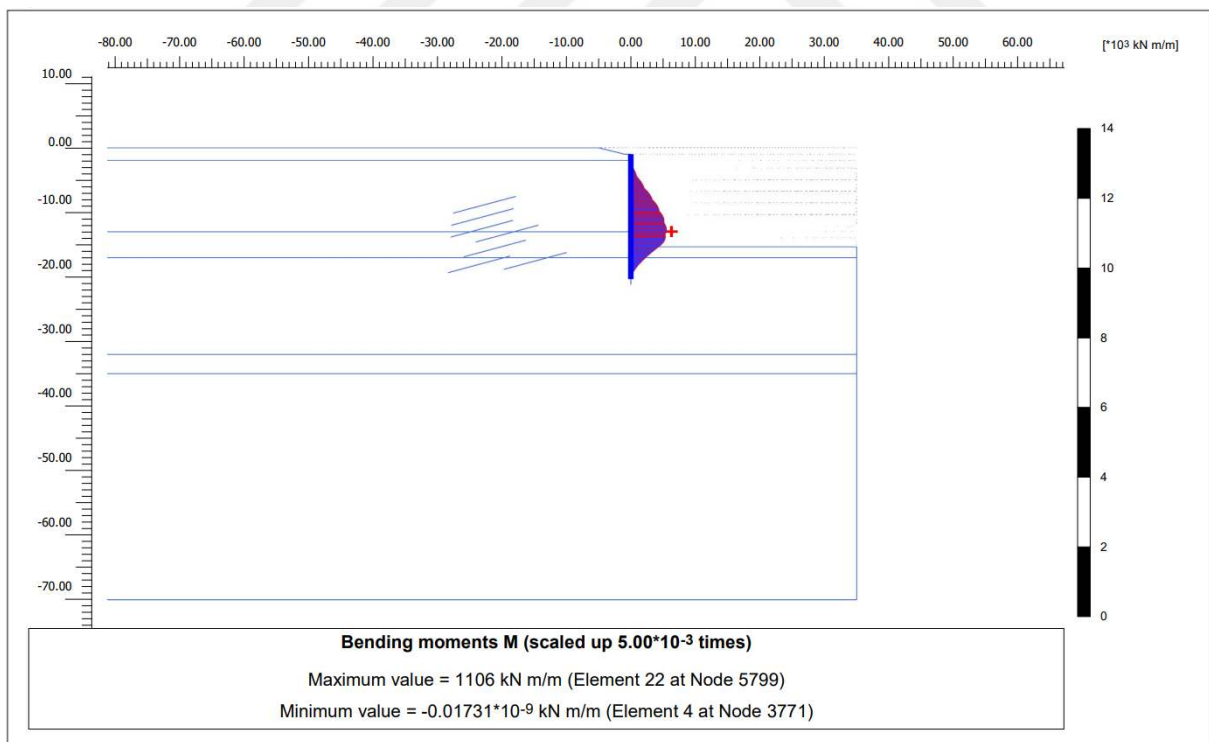
Kazık Normal Kuvvet - N



Kazık Kesme Kuvet – Q



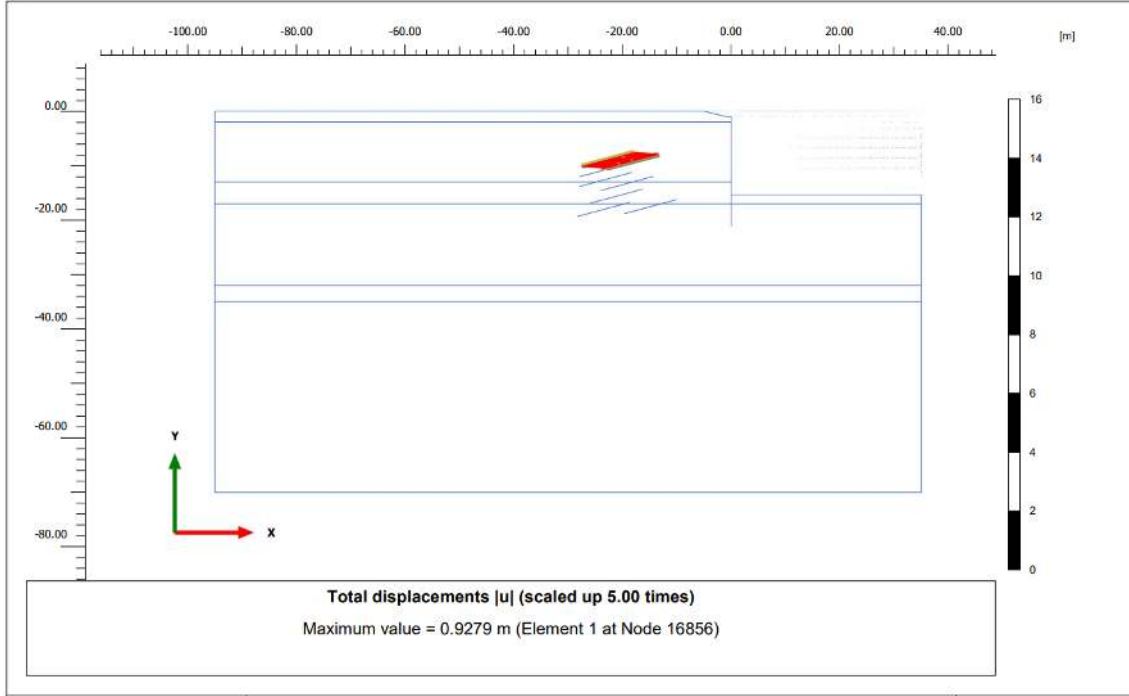
Kazık Eğilme Momenti - M



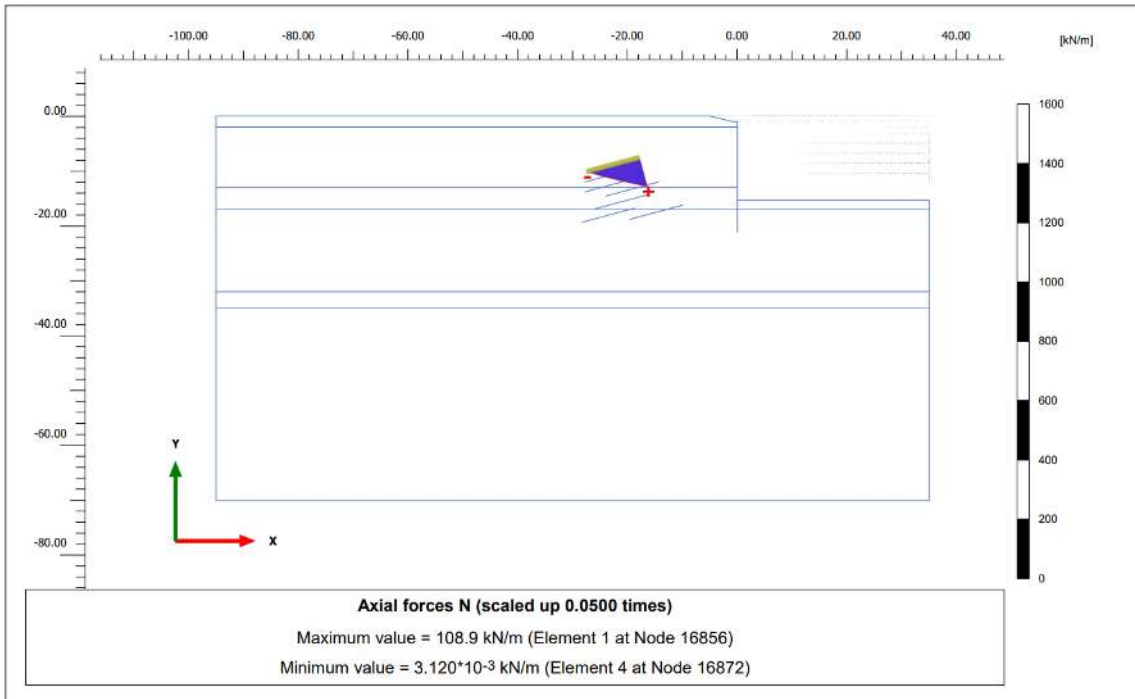
1.Sıra Ankraj Normal Kuvveti - N

Structural element	Node	Local number	X [m]	Y [m]	N [kN]	N _{min} [kN]	N _{max} [kN]
NodeToNodeAnchor_1_1	3469	1	0.000	-2.650	217.875	0.000	226.874
Element 1-1 (Node-to-node anchor)	16856	2	-17.840	-7.540	217.875	0.000	226.874

1.Sıra Ankraj Kökü Toplam Yer Değiştirme - U



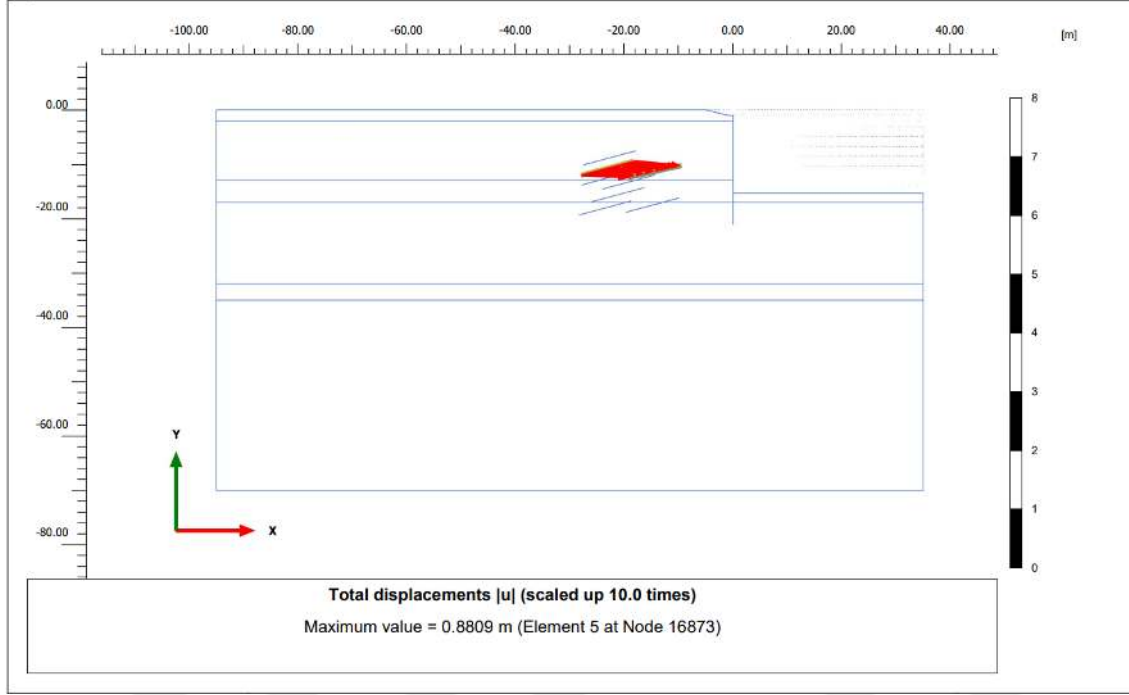
1.Sıra Ankraj Kökü Normal Kuvveti - N



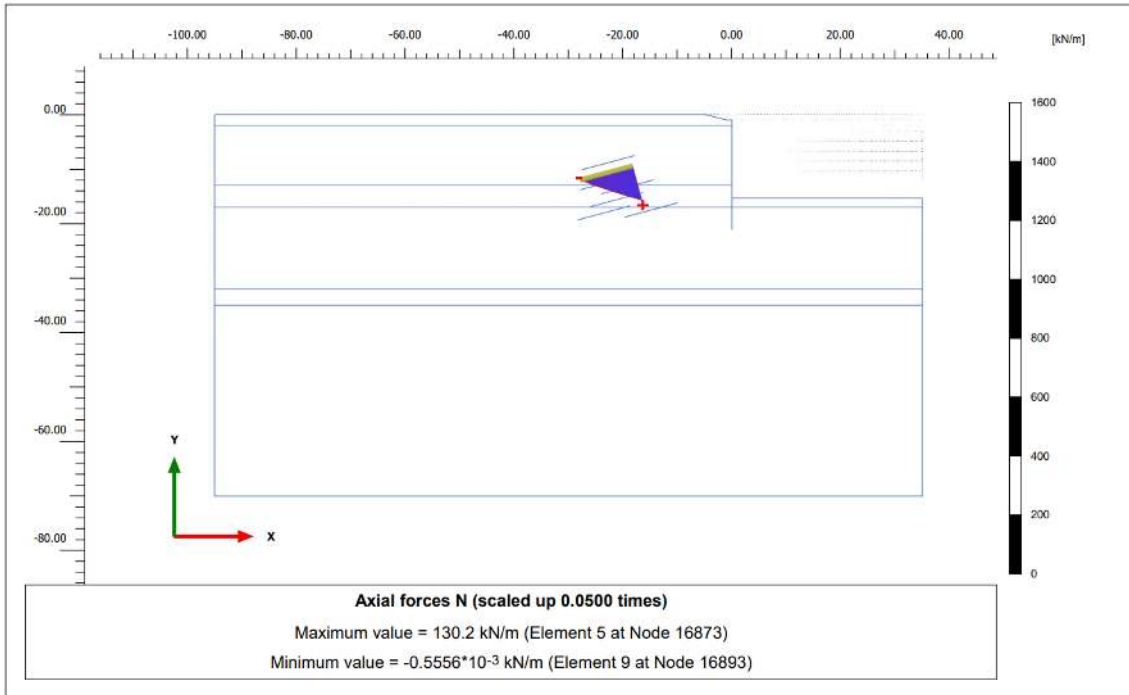
2.Sıra Ankraj Normal Kuvveti - N

Structural element	Node	Local number	X [m]	Y [m]	N [kN]	N _{min} [kN]	N _{max} [kN]
NodeToNodeAnchor_2_1	2119	1	0.000	-4.450	260.446	0.000	272.364
Element 2-2 (Node-to-node anchor)	16873	2	-18.220	-9.440	260.446	0.000	272.364

2.Sıra Ankraj Kökü Toplam Yer Değiştirme - U



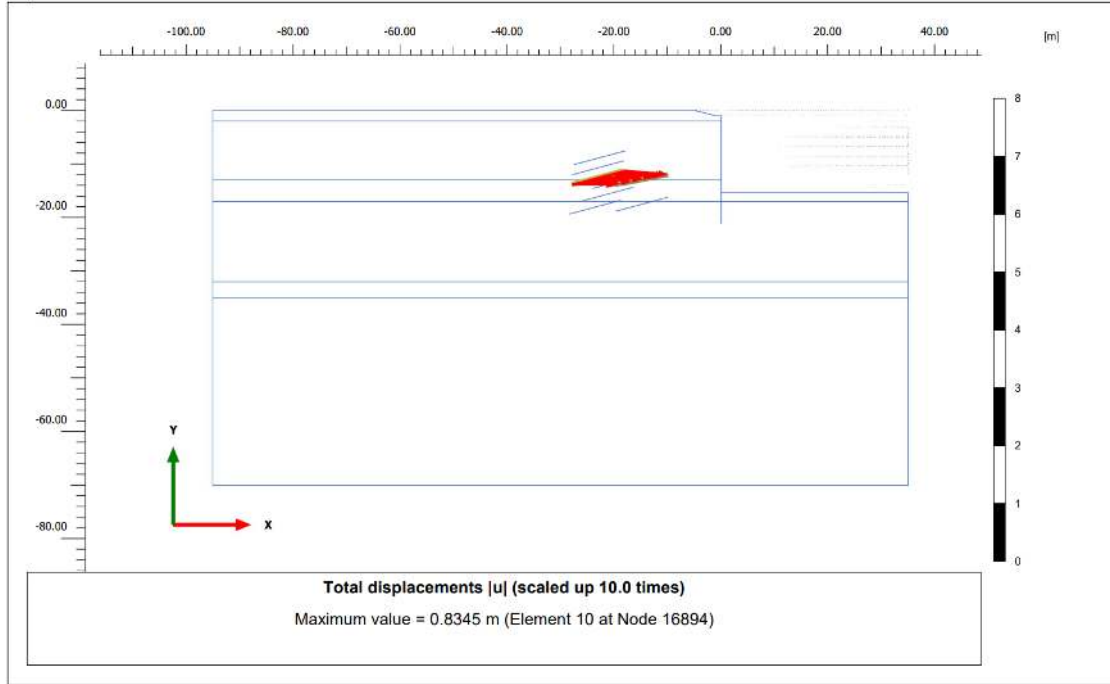
2.Sıra Ankraj Kökü Normal Kuvveti - N



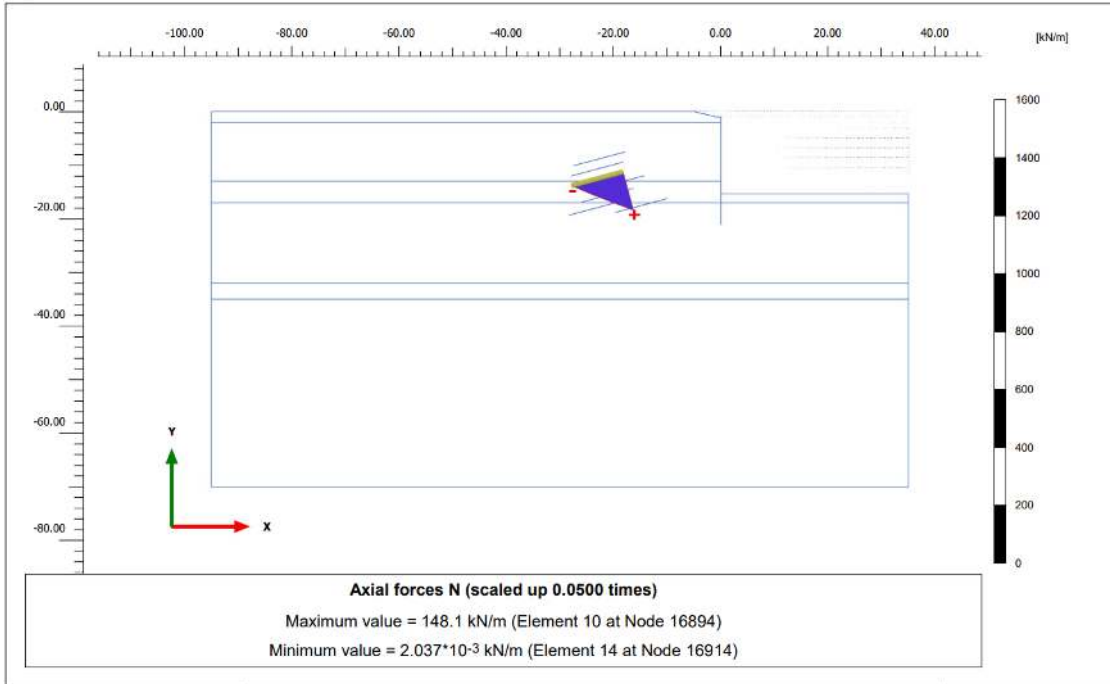
3.Sıra Ankraj Normal Kuvveti - N

Structural element	Node	Local number	X [m]	Y [m]	N [kN]	N _{min} [kN]	N _{max} [kN]
NodeToNodeAnchor_3_1	2033	1	0.000	-6.250	296.224	0.000	310.120
Element 3-3 (Node-to-node anchor)	16894	2	-18.220	-11.240	296.224	0.000	310.120

3.Sıra Ankraj Kökü Toplam Yer Değiştirme - U



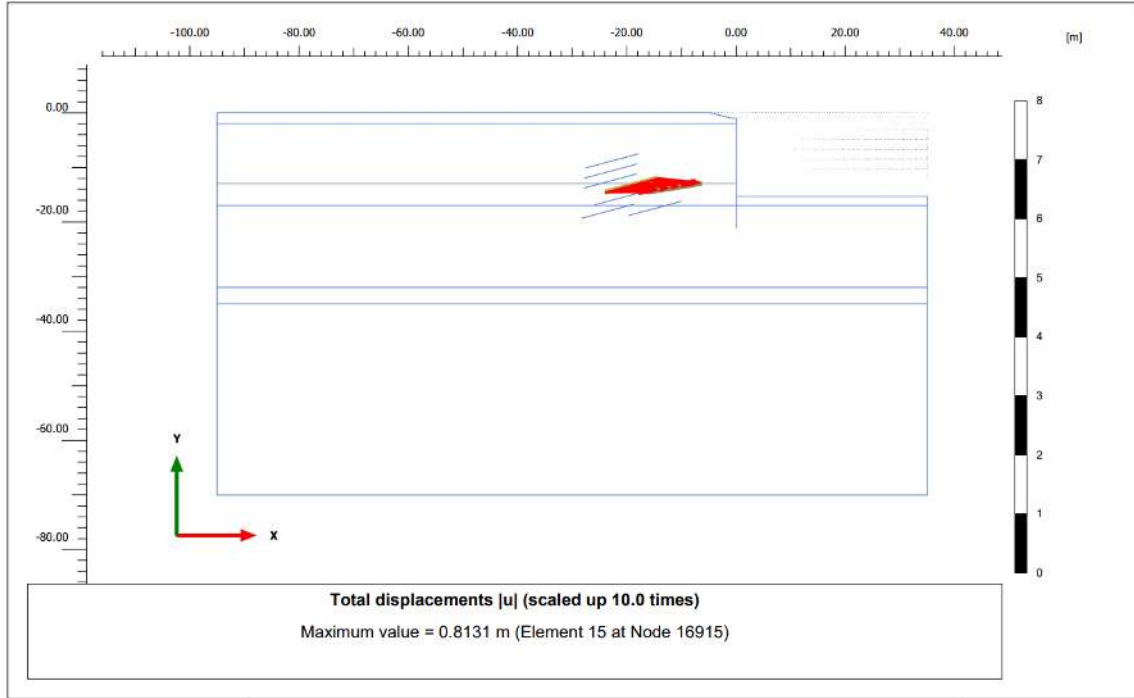
3.Sıra Ankraj Kökü Normal Kuvveti - N



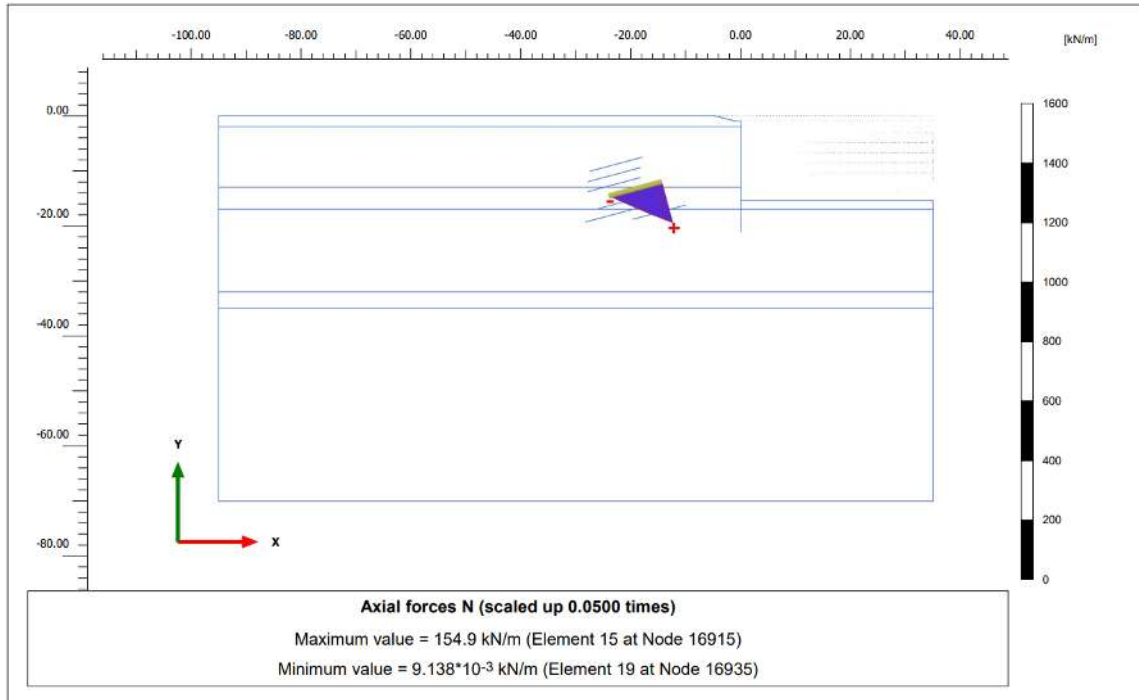
4.Sıra Ankraj Normal Kuvveti - N

Structural element	Node	Local number	X [m]	Y [m]	N [kN]	N _{min} [kN]	N _{max} [kN]
NodeToNodeAnchor_4_1	2169	1	0.000	-8.050	309.712	0.000	323.792
Element 4-4 (Node-to-node anchor)	16915	2	-14.360	-12.000	309.712	0.000	323.792

4.Sıra Ankraj Kökü Toplam Yer Değiştirme - U



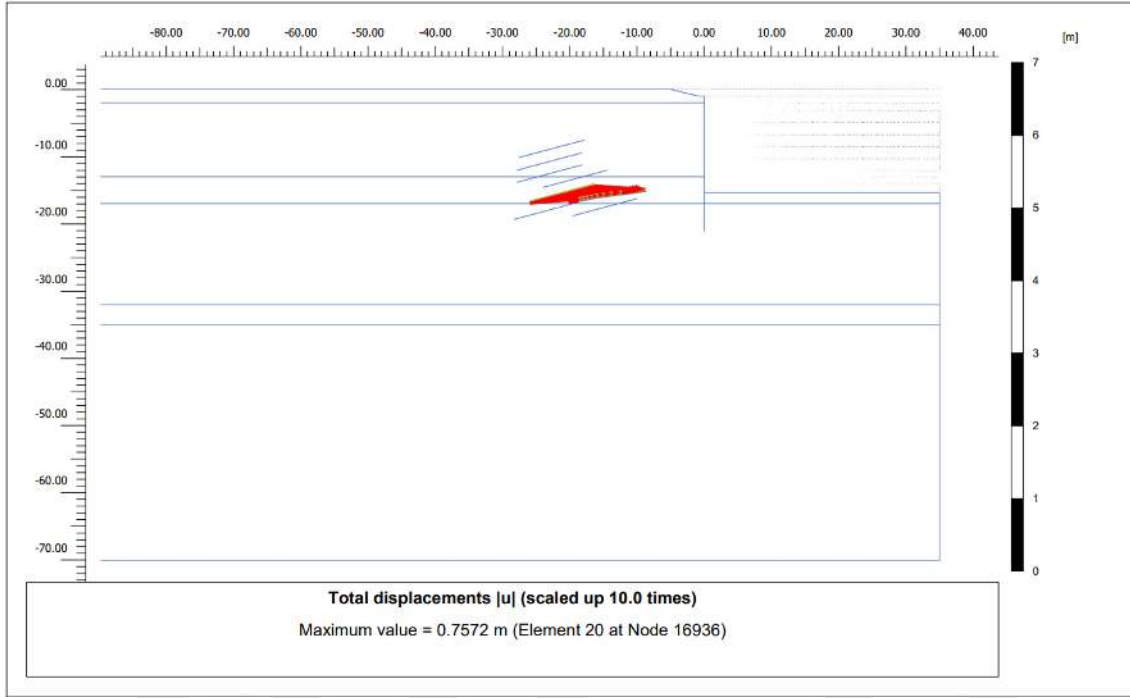
4.Sıra Ankraj Kökü Normal Kuvveti - N



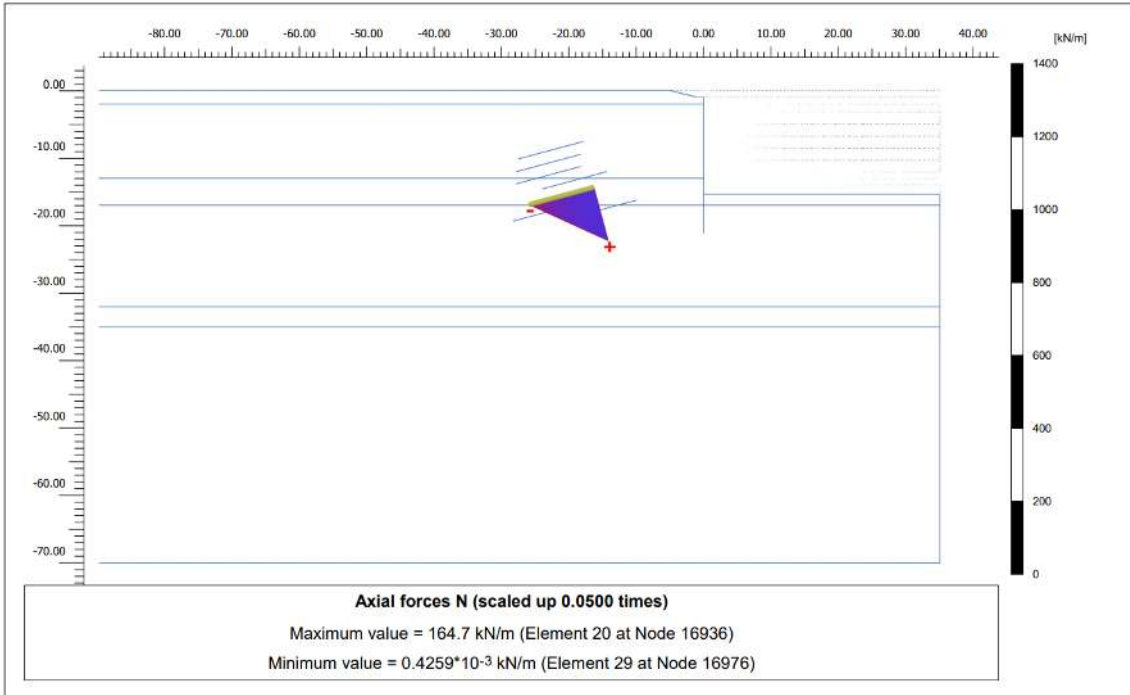
5.Sıra Ankraj Normal Kuvveti - N

Structural element	Node	Local number	X [m]	Y [m]	N [kN]	N _{min} [kN]	N _{max} [kN]
NodeToNodeAnchor_5_1	4042	1	0.000	-9.850	329.439	0.000	333.567
Element 5-5 (Node-to-node anchor)	16936	2	-16.290	-14.320	329.439	0.000	333.567

5.Sıra Ankraj Kökü Toplam Yer Değiştirme - U



5.Sıra Ankraj Kökü Normal Kuvveti - N



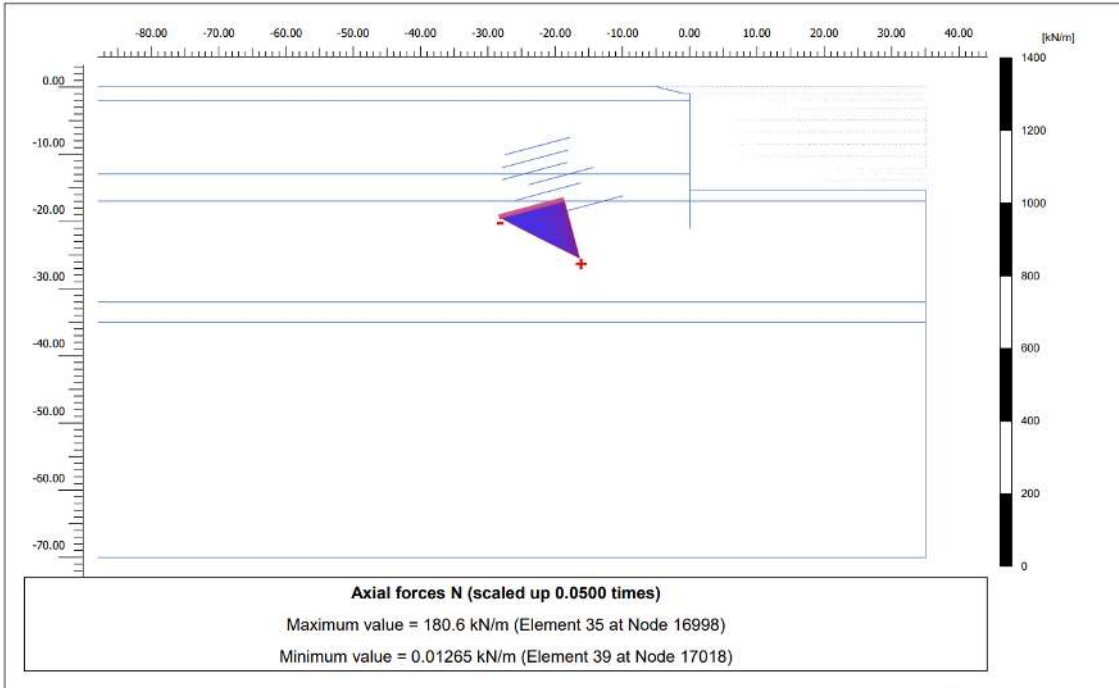
6.Sıra Ankraj Normal Kuvveti - N

Structural element	Node	Local number	X [m]	Y [m]	N [kN]	N _{min} [kN]	N _{max} [kN]
NodeToNodeAnchor_6_1	5612	1	0.000	-11.650	361.305	0.000	393.767
Element 6-6 (Node-to-node anchor)	16998	2	-18.710	-16.770	361.305	0.000	393.767

6.Sıra Ankraj Kökü Toplam Yer Değiştirme - U



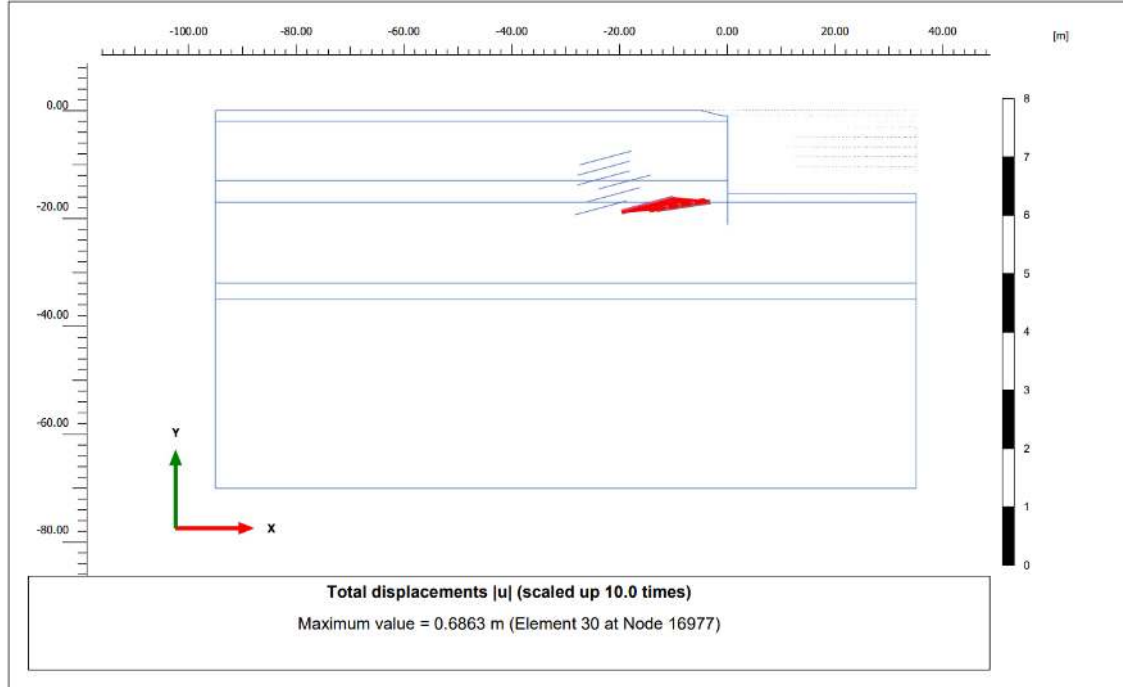
6.Sıra Ankraj Kökü Normal Kuvveti - N



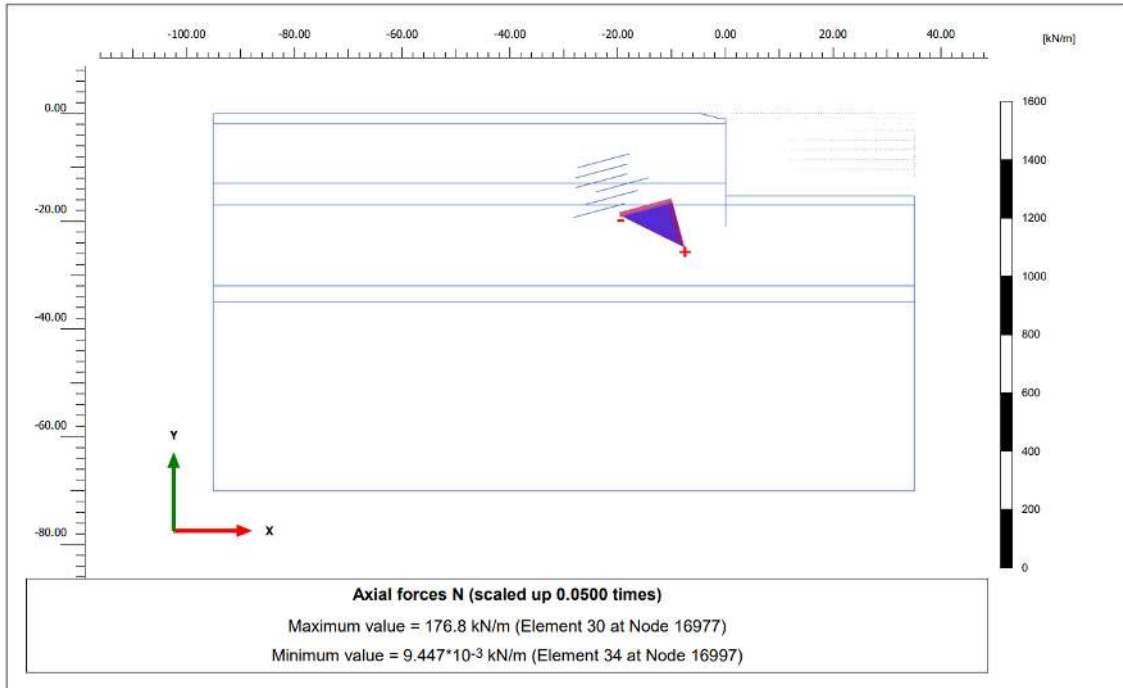
7.Sıra Ankraj Normal Kuvveti - N

Structural element	Node	Local number	X [m]	Y [m]	N [kN]	N _{min} [kN]	N _{max} [kN]
NodeToNodeAnchor_7_1	7100	1	0.000	-13.450	353.627	0.000	386.192
Element 7-7 (Node-to-node anchor)	16977	2	-10.000	-16.240	353.627	0.000	386.192

7.Sıra Ankraj Kökü Toplam Yer Değiştirme - U

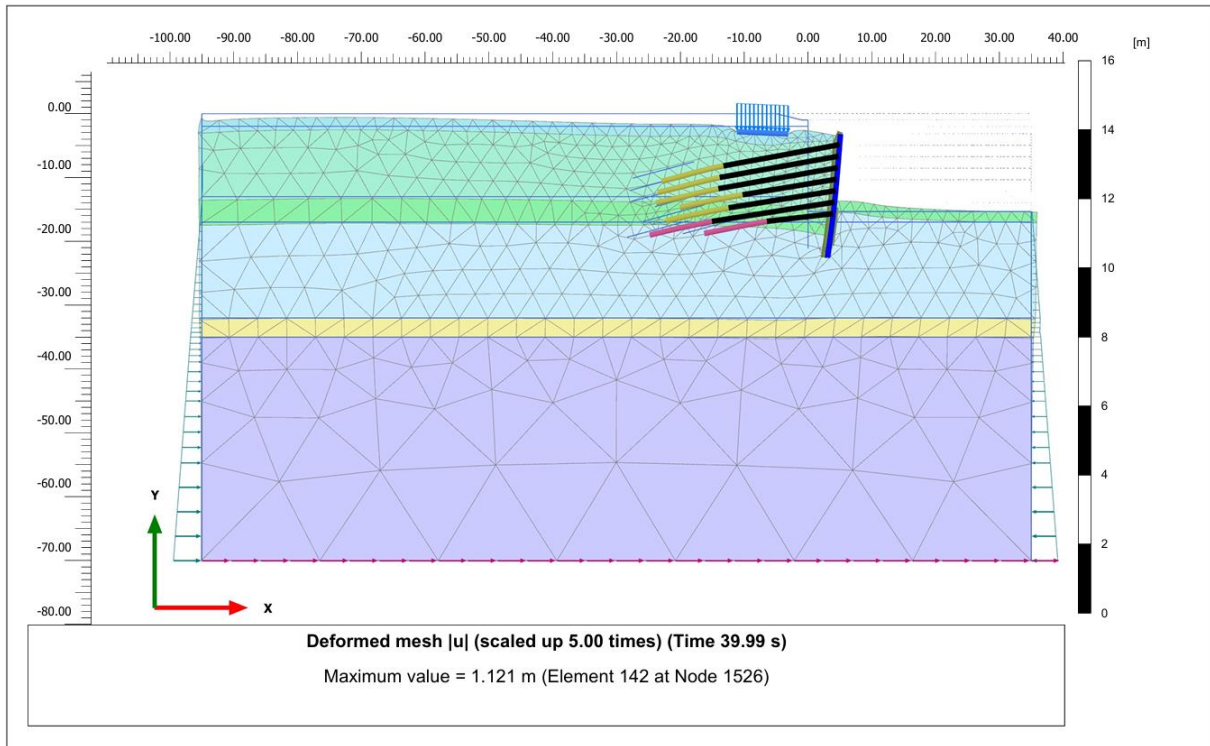


7.Sıra Ankraj Kökü Normal Kuvveti - N

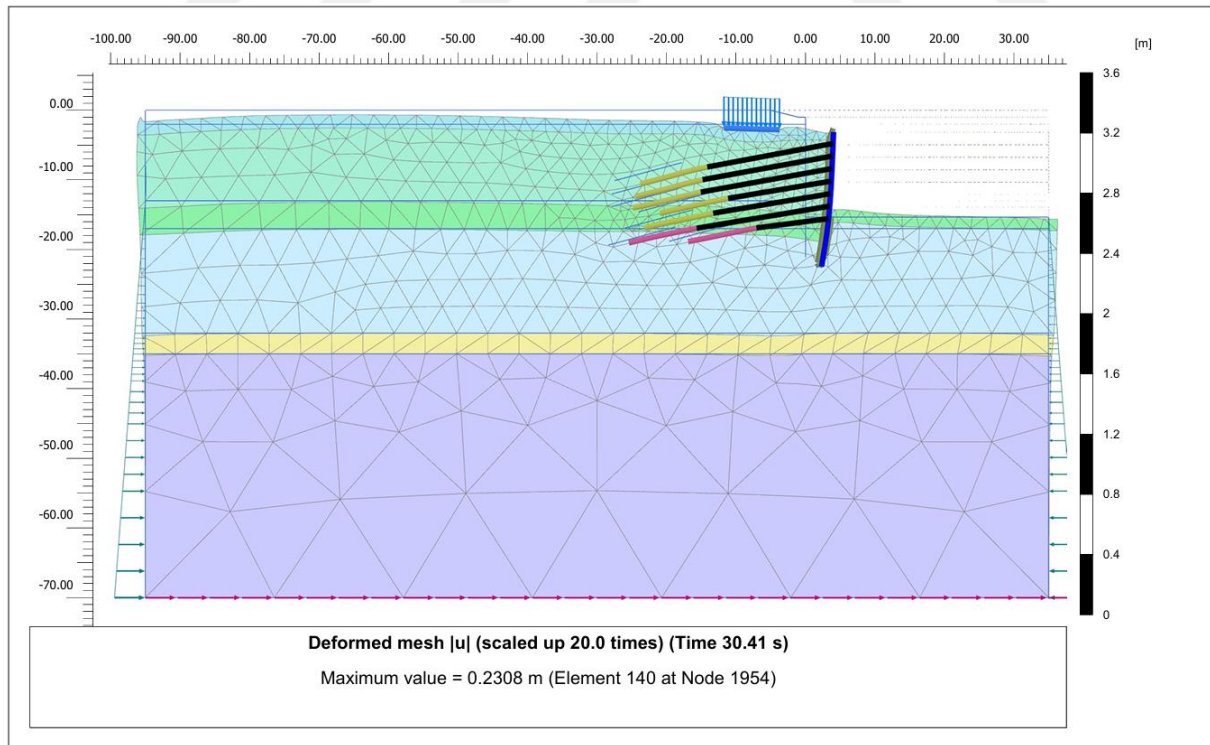


EK-28. SPOR SALONU PROJESİ : DİNAMİK DURUM HESAP ÇIKTILARI

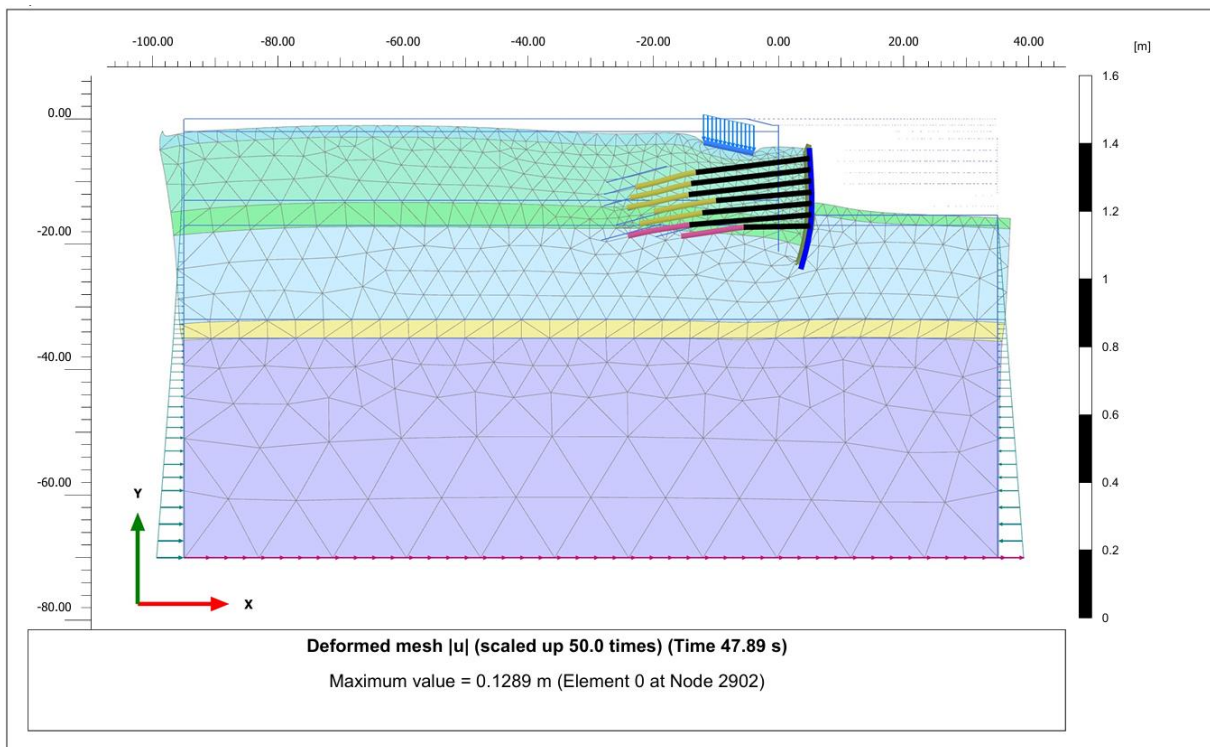
RSN-20



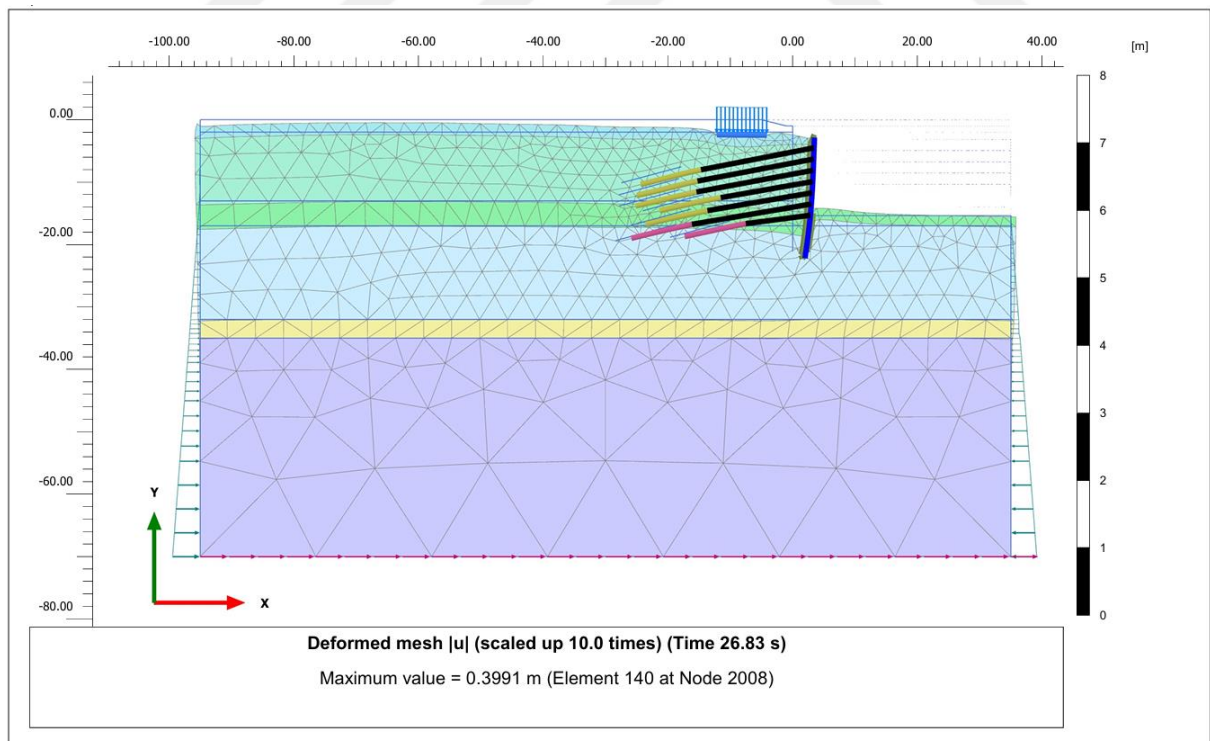
RSN-33



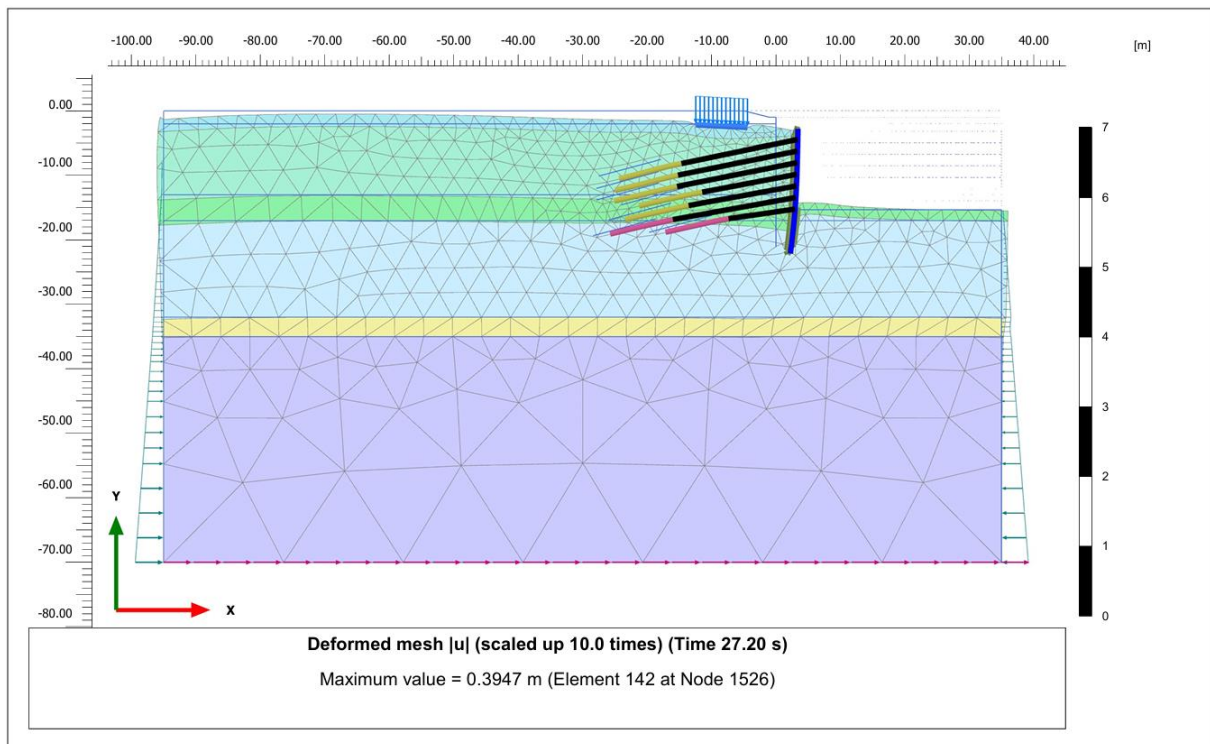
RSN-96



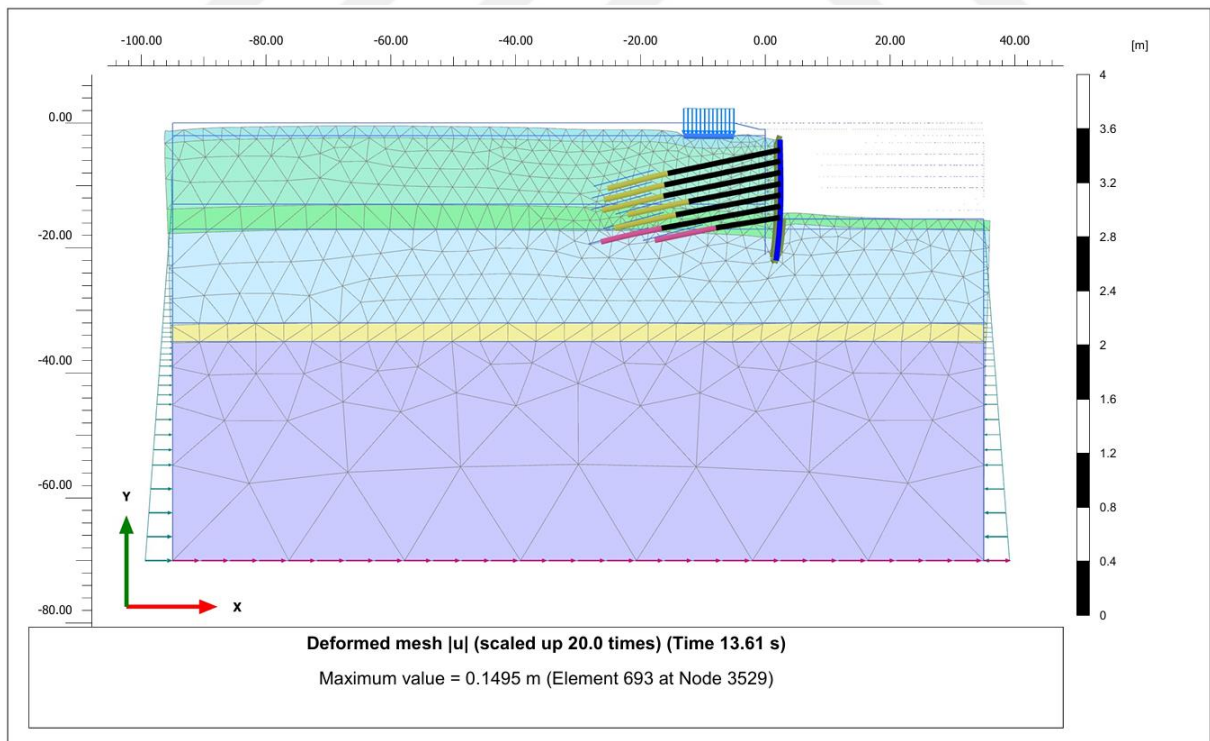
RSN-148



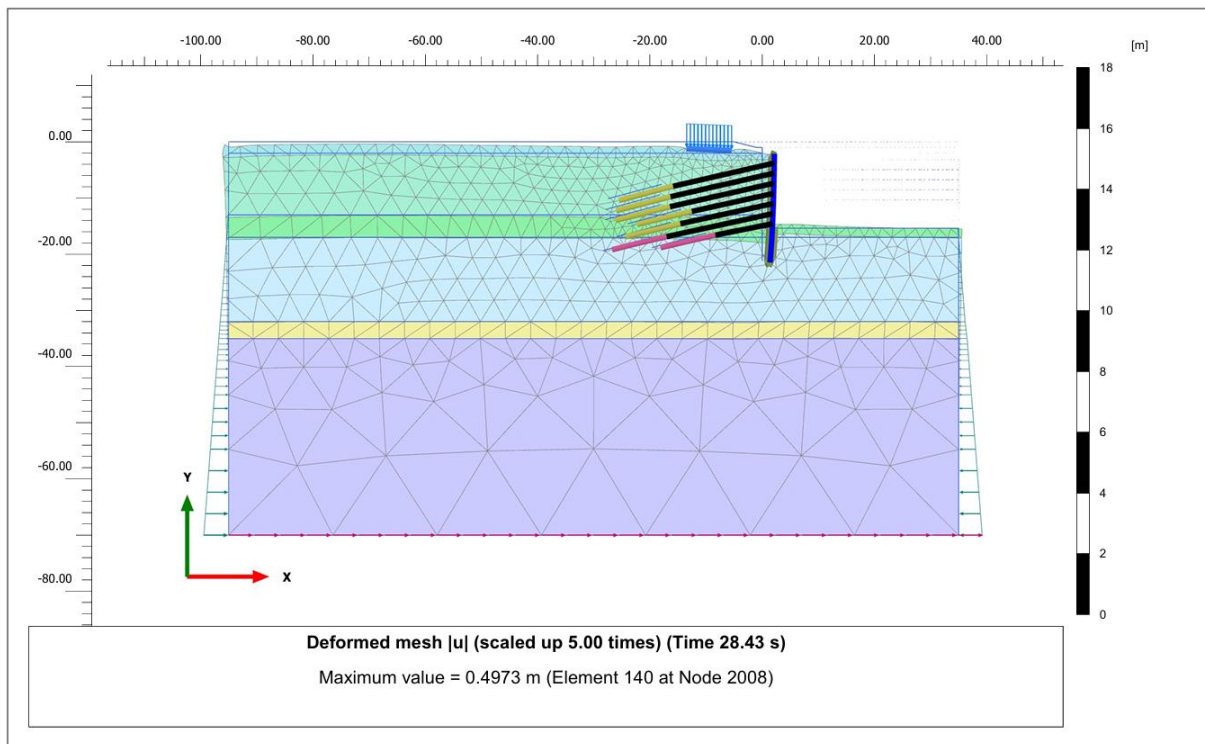
RSN-149



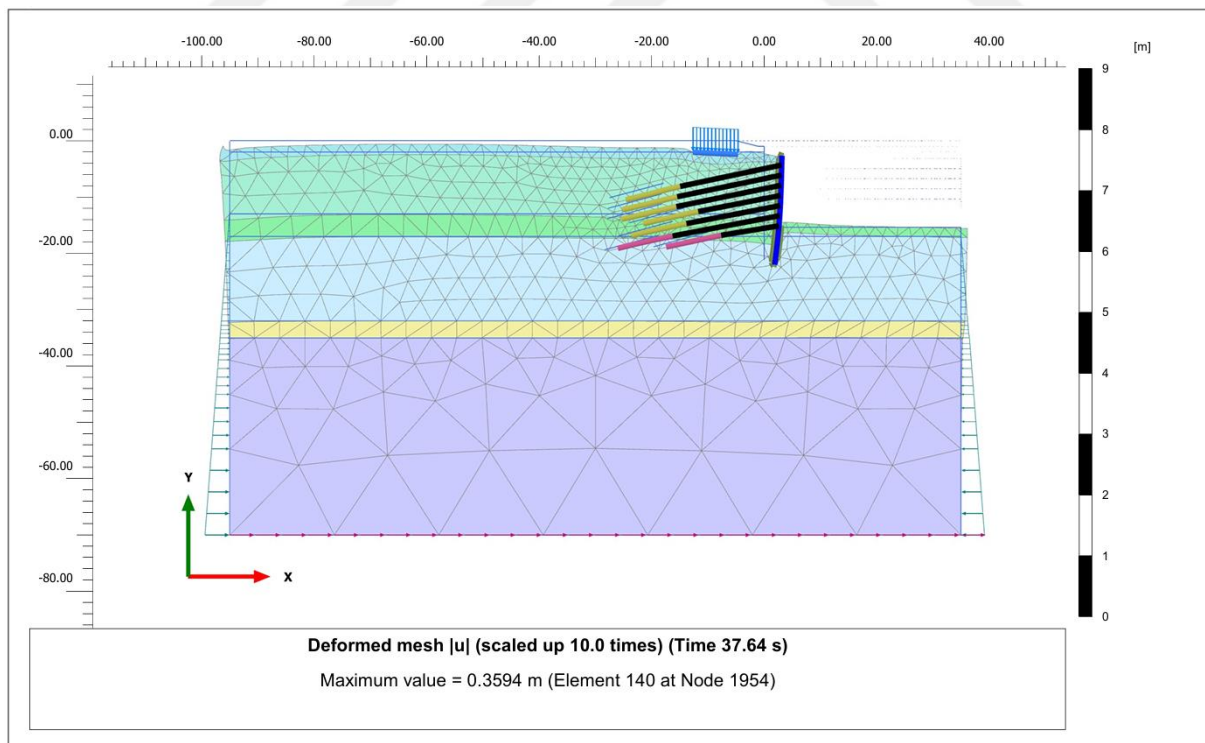
RSN-158



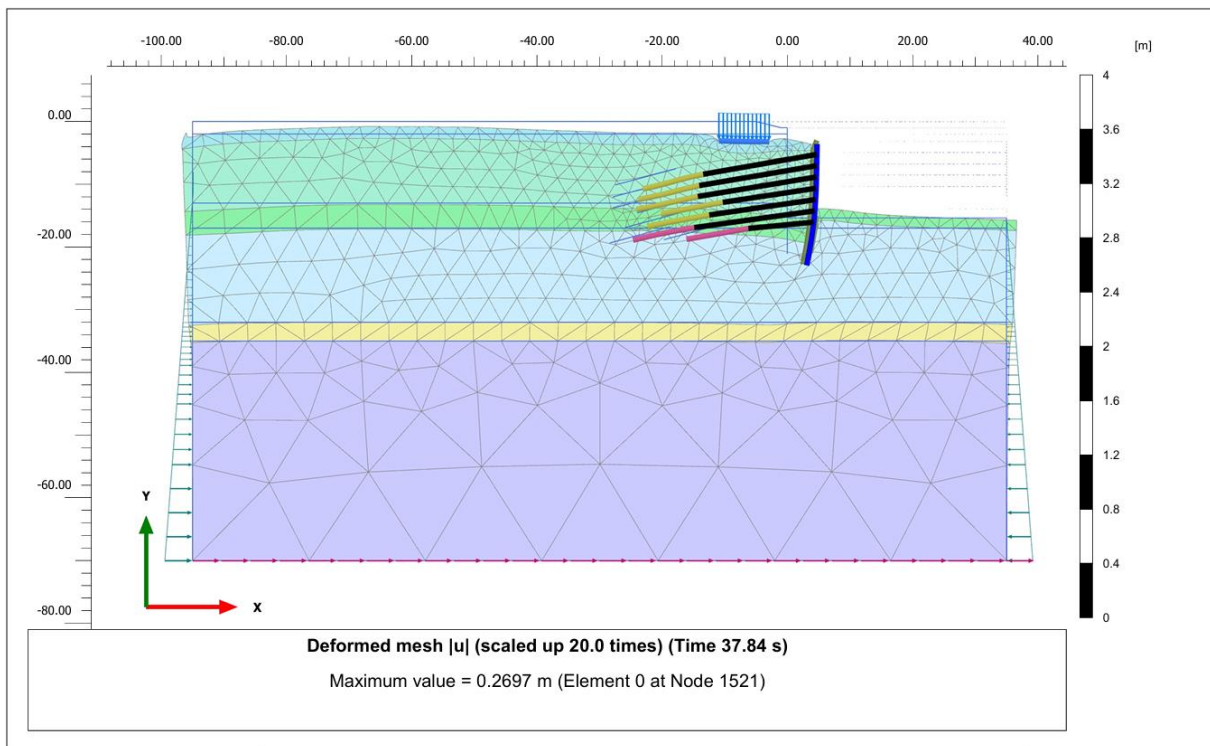
RSN-159



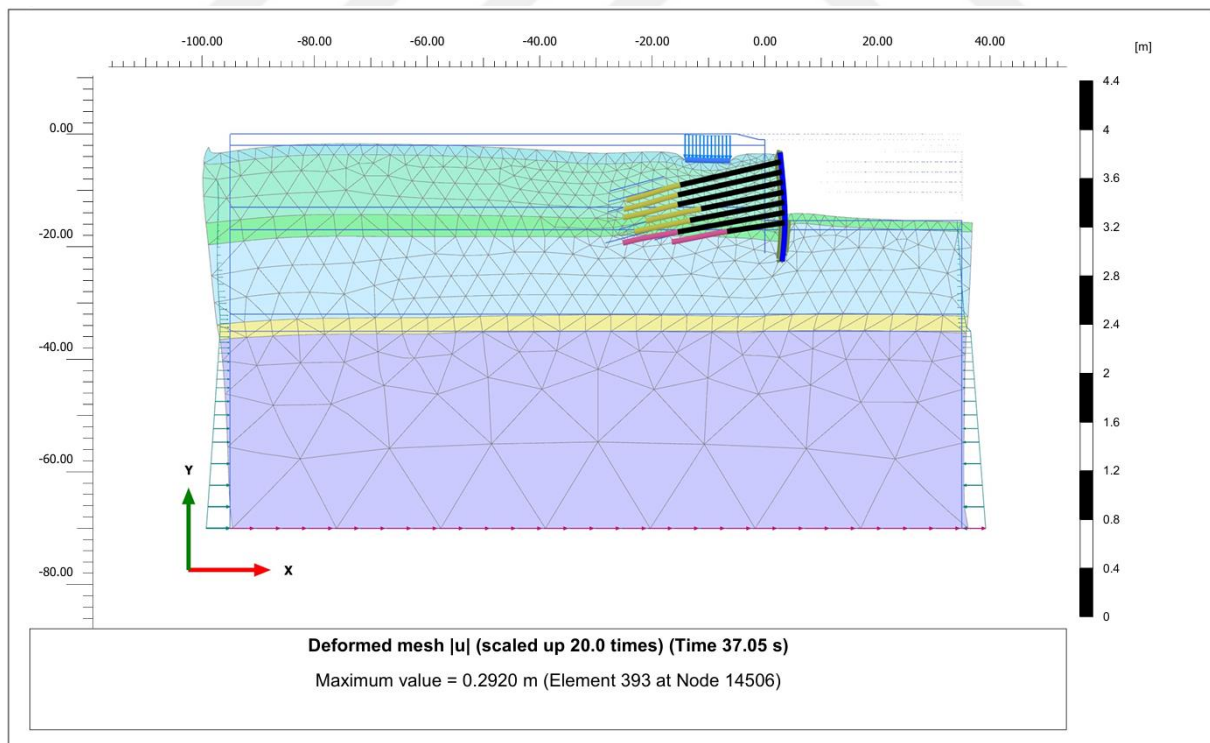
RSN-160



RSN-162



RSN-173



RSN-185

