

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 KIYASLANMASI**

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 KIYASLANMASI**

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 | <input type="checkbox"/> | DESTEK ALINMAMIŞTIR | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 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 İNKLİNOMETRE 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 |

TABLULAR 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 Sıklık 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 Değişirme ve Kesit Tesirleri | 44 |
| Tablo 4.22 Statik Durumda Ankraj Halatlarındaki Yer Değişirme ve Normal Kuvvet..... | 45 |
| Tablo 4.23 Statik Durumda Ankraj Köklerindeki Yer Değişirme ve Normal Kuvvet..... | 45 |
| Tablo 4.24 Statik Eşdeğer Hesap DD-2 Düzeyinde $K_h=0,20$ için Gerçekleştirilen Analiz Sonucunda Kazıklarda Oluşan Yer Değişirme 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 Değişirme 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 Değişirme 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 Değişirme 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 Değişirme 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 Değişirme 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 Değişirme ve Kesit Tesirleri..... | 47 |
| Tablo 4.31 11 Adet Deprem Kaydı ile Gerçekleştirilen Zaman Tanım Aralığında Analiz Sonucunda Ankraj Halatlarında Oluşan Yer Değişirme ve Normal Kuvvetler | 48 |
| Tablo 4.32 11 Adet Deprem Kaydı ile Gerçekleştirilen Zaman Tanım Aralığında Analiz Sonucunda Ankraj Köklerinde Oluşan Yer Değişirme 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 PI_{ort} Değerleri | 57 |
| Tablo 5.9 $E_u - C_u$ Arasındaki İlişki – Duncan ve Buchignani (1976)..... | 59 |
| Tablo 5.10 $E_s' - E_u$ 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 Değişirme 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 Değişirme 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 Pfort 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 Değişirme ve Kesit Tesirleri | 77 |
| Tablo 6.11 Statik Durumda Ankraj Halatlarındaki Yer Değişirme ve Normal Kuvvet..... | 79 |
| Tablo 6.12 Statik Durumda Ankraj Köklerindeki Yer Değişirme ve Normal Kuvvet..... | 79 |
| Tablo 6.13 Statik Eşdeğer Hesap DD-2a Düzeyinde $K_h=0,17$ için Gerçekleştirilen Analiz Sonucunda Kazıklarda Oluşan Yer Değişirme 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 Değişirme 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 Değişirme 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 Değişirme ve Kesit Tesirleri..... | 81 |
| Tablo 6.17 11 Adet Deprem Kaydı ile Gerçekleştirilen Zaman Tanım Aralığında Analiz Sonucunda Ankraj Halatlarında Oluşan Yer Değişirme ve Normal Kuvvetler | 81 |

| | |
|---|-----------|
| Tablo 6.18 11 Adet Deprem Kaydı ile Gerçekleştirilen Zaman Tanım Aralığında Analiz Sonucunda Ankraj Köklerinde Oluşan Yer Değişirme ve Normal Kuvvetler..... | 82 |
| Tablo 6.19 Statik Durumda Jet Grout Uygulaması Sonucu Kazıklarda Oluşan Yer Değişirme 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 Değişirme 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 Değişirme 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 Değişirme 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 Değişirme – (U)..... | 44 |
| Şekil 4.10 Hesaplanan Yatay Yer Değişirme – (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 Değişirme – (U)..... | 62 |
| Şekil 5.10 Hesaplanan Yatay Yer Değişirme – (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 Değişirme – (U)..... | 78 |
| Şekil 6.5 Hesaplanan Yatay Yer Değişirme – (Ux)..... | 78 |
| Şekil 6.6 Hesaplanan Yatay Yer Değişirme – (Ux)..... | 83 |
| Şekil 6.7 Kazıkta Hesaplanan Yatay Yer Değişirme – (Ux) | 83 |
| Şekil 6.8 Hesaplanan Toplam Yer Değişirme – (U)..... | 84 |
| Şekil 6.9 Hesaplanan Yatay Yer Değişirme – (Ux)..... | 85 |
| Şekil 7.1 İnklinometre Ölçüm Seti..... | 88 |
| Şekil 7.2 Kazıkta Ölçülen Yatay Yerdeğişirme (Ux) – İnk : 4..... | 90 |
| Şekil 7.3 Kazıkta Ölçülen Yatay Yerdeğişirme (Ux) – İnk : 3..... | 91 |

| | |
|--|-----------|
| Şekil 7.4 Kazıkta Ölçülen Yatay Değişirme (U_x) – İnk : 1 | 92 |
| Şekil 7.5 Kazıkta Ölçülen Yatay Değişirme (U_x) – 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

Ø: 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
 EA : Eksenel Rijitlik
 EI : Eğilme Rijitliği
 Φ' : Efektif Kayma Direnci Açısı
 D_r : Rölatif Sıklık 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 çatlama 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. (Zahın, 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 Őistli tabakalarının iksa sisteminin güvenliğini 6nemli 6lde etkilediği ve kazı iŐlerini aksattığı, hesaplamalarda 6n g6rldğ gibi grafitik Őiste rastlanmayan b6lgelede 18,00 mm mertebesinde fakat yerinde grafitik Őiste rastlanan tabakalarda ise hesaplanan 18,00 mm değerinin aksine 170 mm mertebesinde yatay deplasman olduğundan dolayı, ne kadar zemin araŐtırması ne kadar uygun proje ve imalat yapılırsa 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 alıŐmada İstanbul ili Maltepe ilçesi Avm ve otel inŐaatı projesi ele alınarak yerinde yapılmış olan sondaj çalışmaları , geoteknik veriler ışığında ankastre fore kazıklar , betonarme perde duvarlar ve 6ngermeleli olarak oluŐturulan ankrajlardan oluşan bir derin kazık sistemi üzerinde inceleme yapılmıştır. Yapılan incelemeler sonucunda inklinometre okumaları ile plaxis analiz sonuçları birbirine oldukça yakındır. B6yle doğru sonuçlara ulaŐabilmek için yetkin jeolojik çalışmalar, güvenilir sondaj verileri ve kazı adım ankraj yerleŐtirme aŐamalarının birebir modellenmesinin de katkısının 6nemi vurgulanmıŐtır. Sonlu elemanlar y6nteminin derin kazı sistemlerini analiz etmekte güvenilir y6ntem olduğu g6rlmektedir. (Sayar, 2017)

Bu çalışmada fore kazıklı ve ankrajlı derin kazı iksa sisteminde meydana gelmesi beklenen deformasyonlar hesaplanmış ve sahada inklinometre 6lmleri ile takip edilmiş ve hesaplanan deformasyonlar ile 6llen deformasyonlar arasındaki farklılıklara saha koŐullarının etkisi araŐtırılması amacıyla geri analizler yapılmıştır. Yapılan analizler sonucunda plaxis yazılımı kullanılarak hesaplanan deformasyonlar ile inklinometre kullanılarak 6llen deformasyonlar kabul edilebilir doğruluktur. Zemin etüdü çalışmaları ile saha profili mutlak doğrulukta elde etmek mümkün olmadığından noktasal zemin koŐulları iksa sisteminde meydana gelen yatay deformasyonları etkilemekte, sahada farklı durumlar ile karŐılaŐması durumunda geri analizler ile güncel koŐulların etkisinin incelenmesi, iksa sisteminin güvenliği açısından 6nemlidir. (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 çözümlenip 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 sürşarj 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.

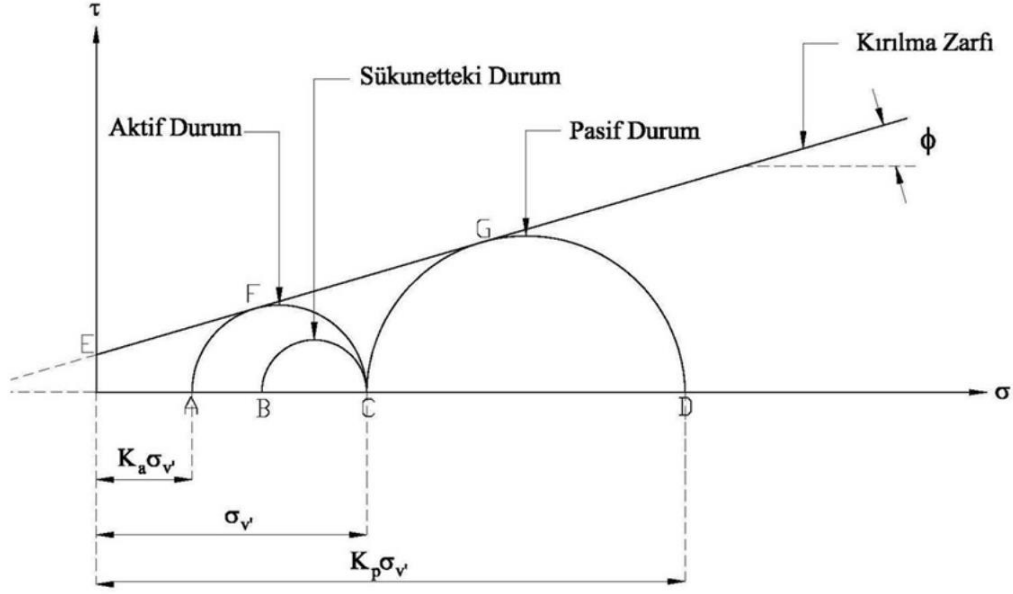
$$P_0 = \gamma \times K_0 \times z \quad (2.2)$$

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.

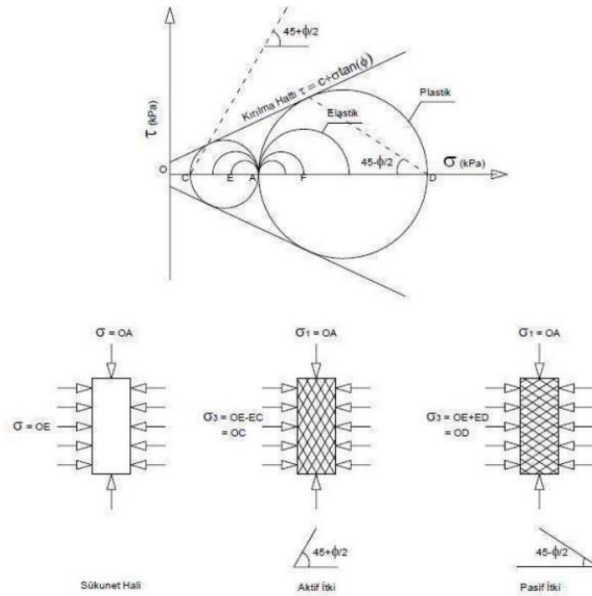


Şekil 2.1 Mohr – Culoumb dairesinde Aktif ve Pasif Denge Hallerinin Gösterimi

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

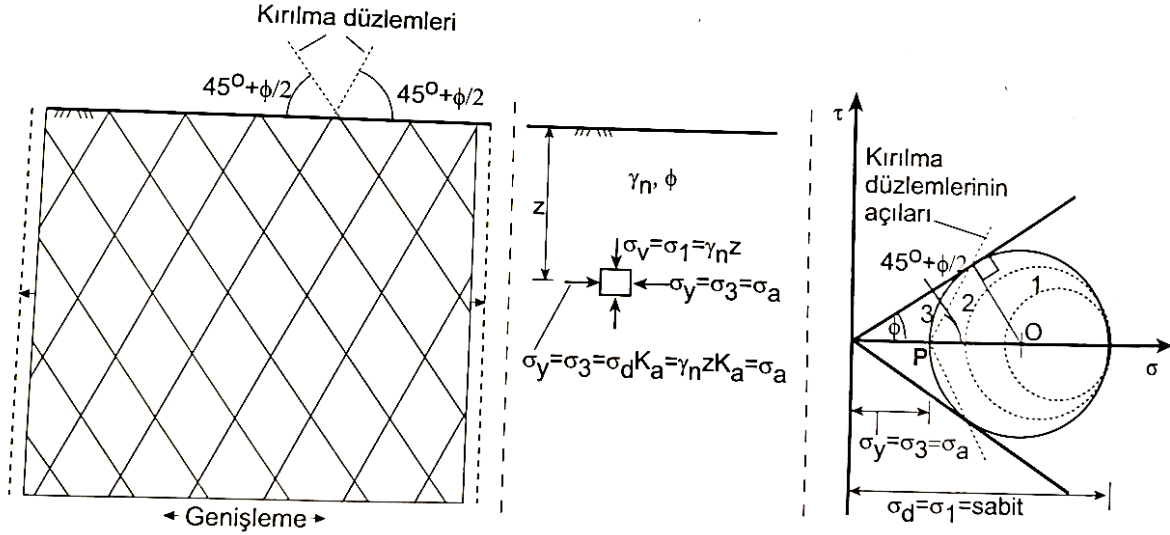
Kaynak. (Yeler, 2019: 15)

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 yarı sonsuz bir zemin ortamda yanal deformasyonların (sıkışma ve genişleme) gerçekleşmesi gerekir. Rankine teorisinin esas aldığı belli başlı kabuller ;

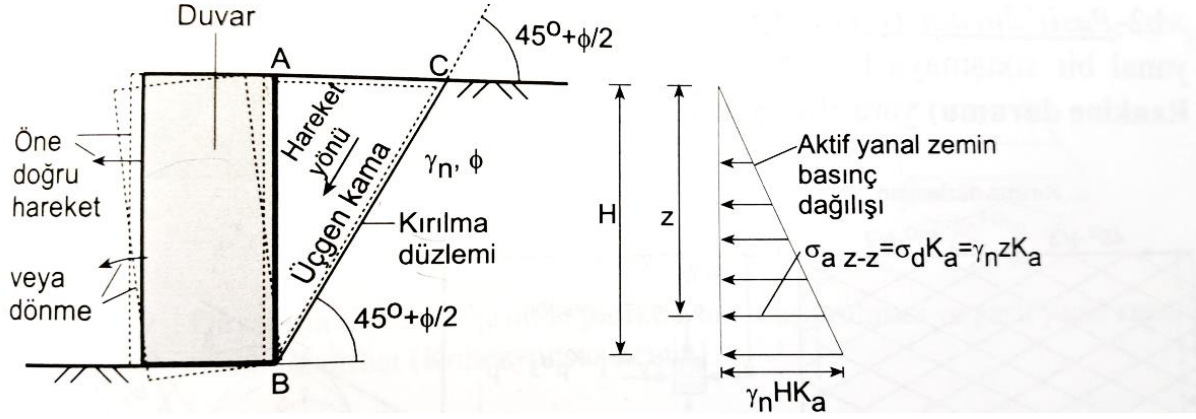
- Dayanma yapısı ile zemin arasında sürtünme yoktur.
- Dayanma yapısı arkasındaki zemin homojen ve izotropdur.
- Dayanma yapısı arkasındaki zemin üçgen ve rijit kama şeklinde kırılır. (DAS 2019)

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



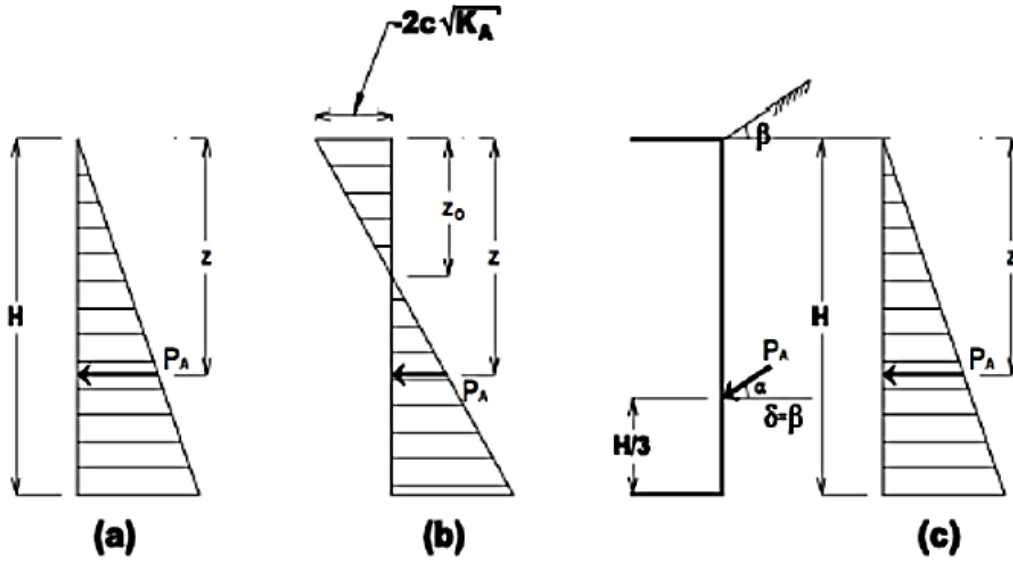
Şekil 2.3 Aktif Rankine Durumu

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.

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

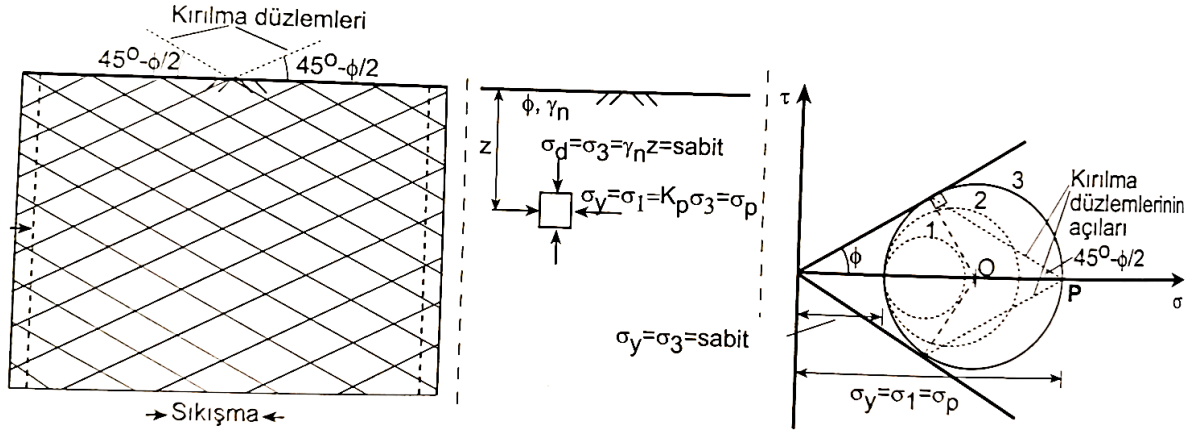
$$P_a = \gamma \cdot z \cdot K_a - 2c \cdot \sqrt{K_a} \quad (\text{Kohezyonlu Zeminlerde}) \quad (2.5)$$

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

Ø: İçsel Sürtünme Açısı

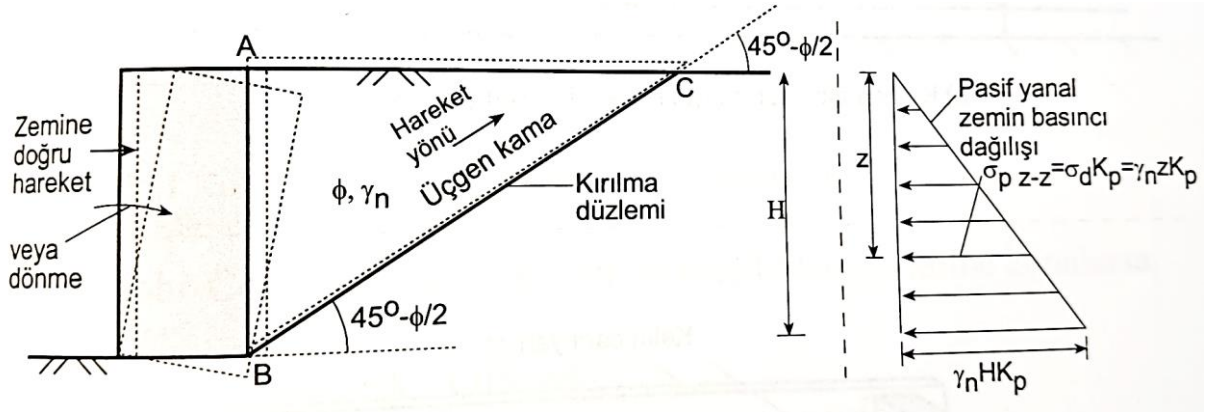
K_a : Aktif toprak itkisi katsayısı

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



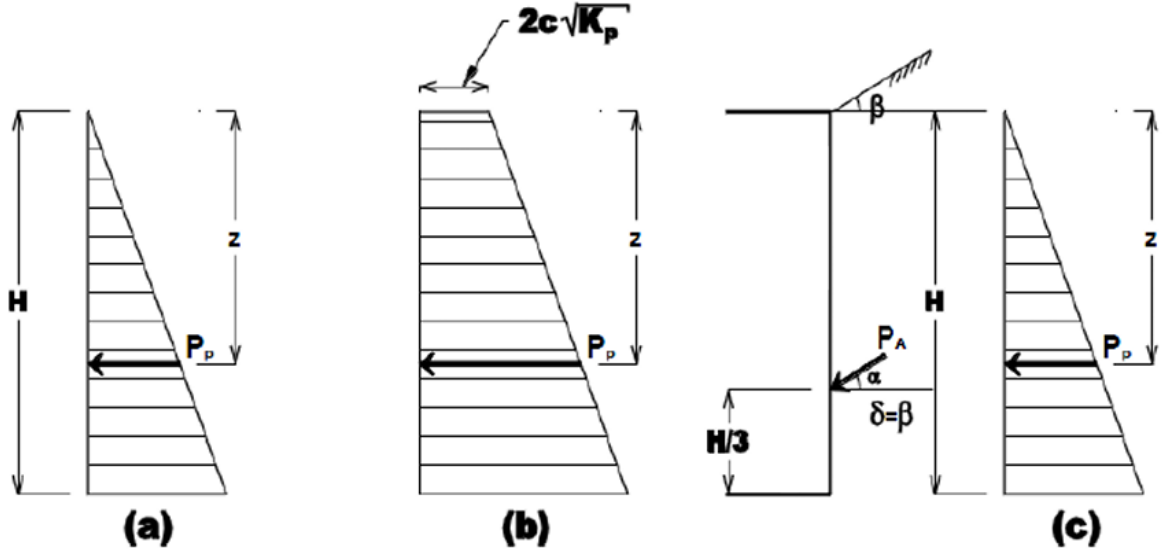
Şekil 2.6 Pasif Rankine Durumu

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

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

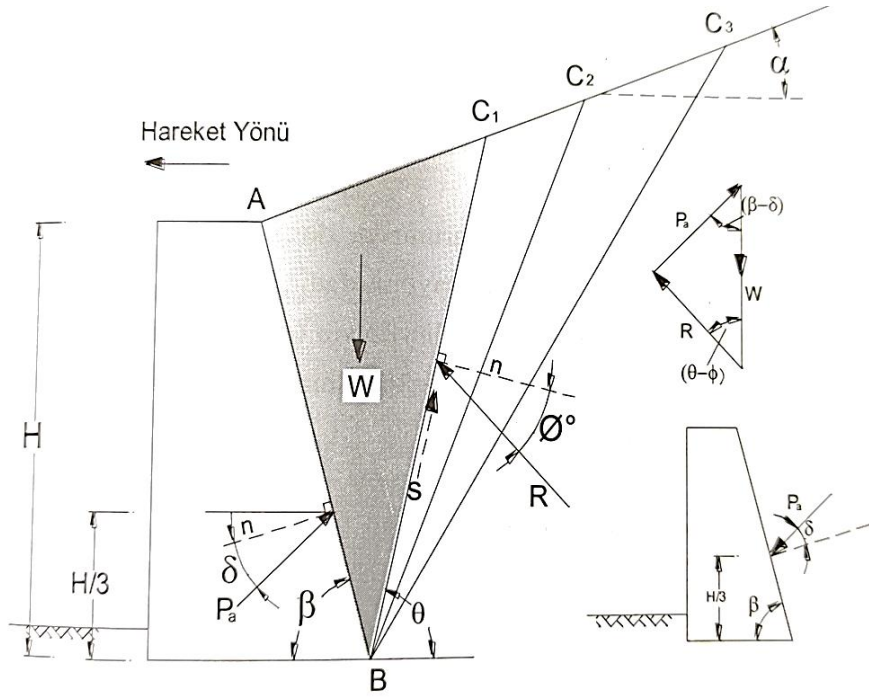
$$K_p = \cos \beta \times \frac{\cos \beta + \sqrt{\cos^2 \beta - \cos^2 \phi}}{\cos \beta - \sqrt{\cos^2 \beta - \cos^2 \phi}} \quad (2.11)$$

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.

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

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 :

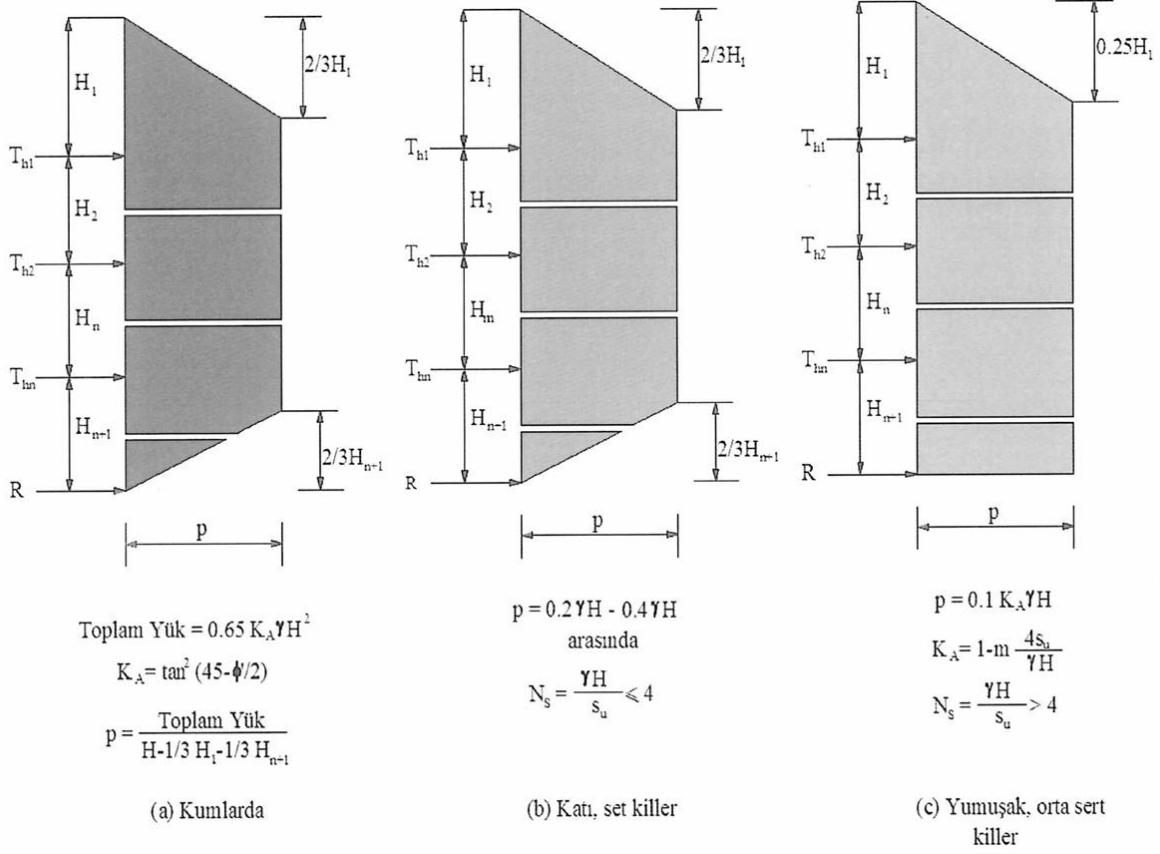
$$P \approx K_a \times \gamma \times H \quad (2.16)$$

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

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. (KDYD, 2022: 54)

2.3. Kazı Destek Yapısı Elemanları

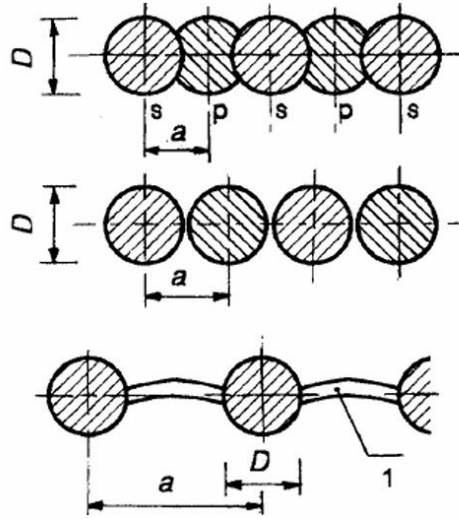
2.3.1. Düşey Elemanlar

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 burğu 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 tutamayıp 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.

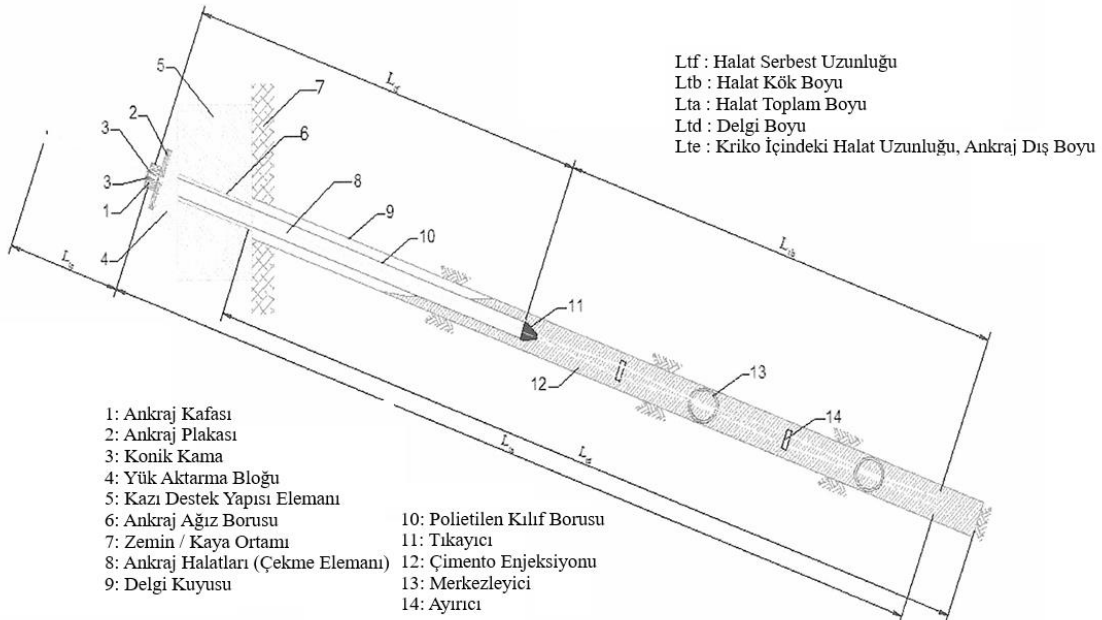
•Delgi sırasında kendini tutamayan zeminlerde, delgi kuyusunda yıkıntı olmaması için, yıkıntı olmayan zemin tabakasına kadar muhafaza borusu veya delgi sıvısı (su, bentonit veya polimer) kullanılmalıdır.

•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

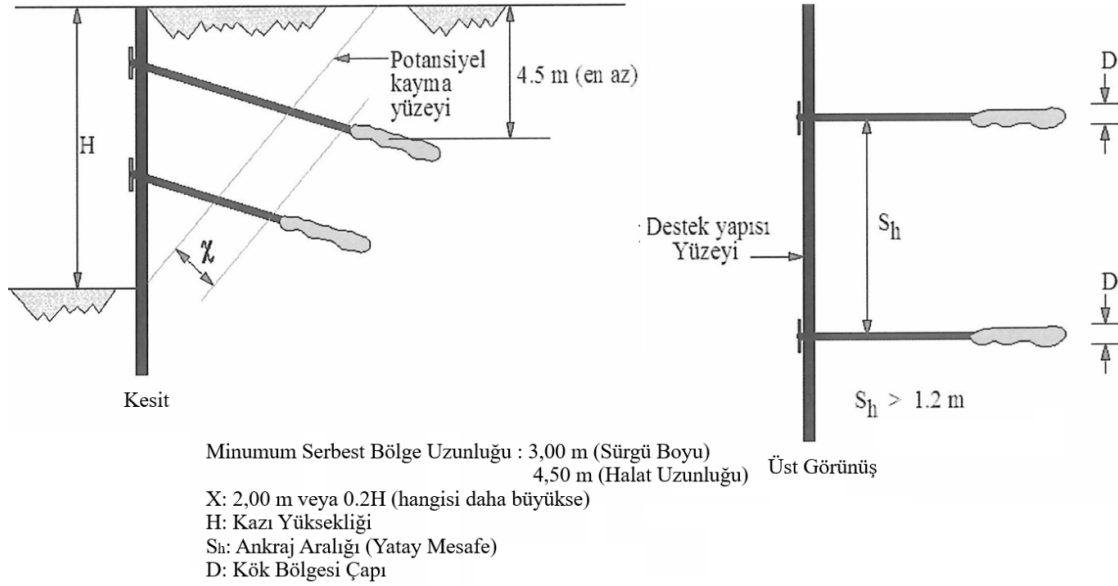
Yatay elemanlar ön germeli ankraj, zemin çivisi, iç destek (Strut) sistemlerinden oluşmaktadır. Çalışmamızda ankrajlı fore kazık sistemleri ele alındığı için bu bölümde yatay elemanlardan ön germeli ankraj dikkate alınmıştır. Zeminde yapılan delgi kuyusu içine halat veya çubuk yerleştirildikten sonra 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 düzleminde 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 Basınçlı 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

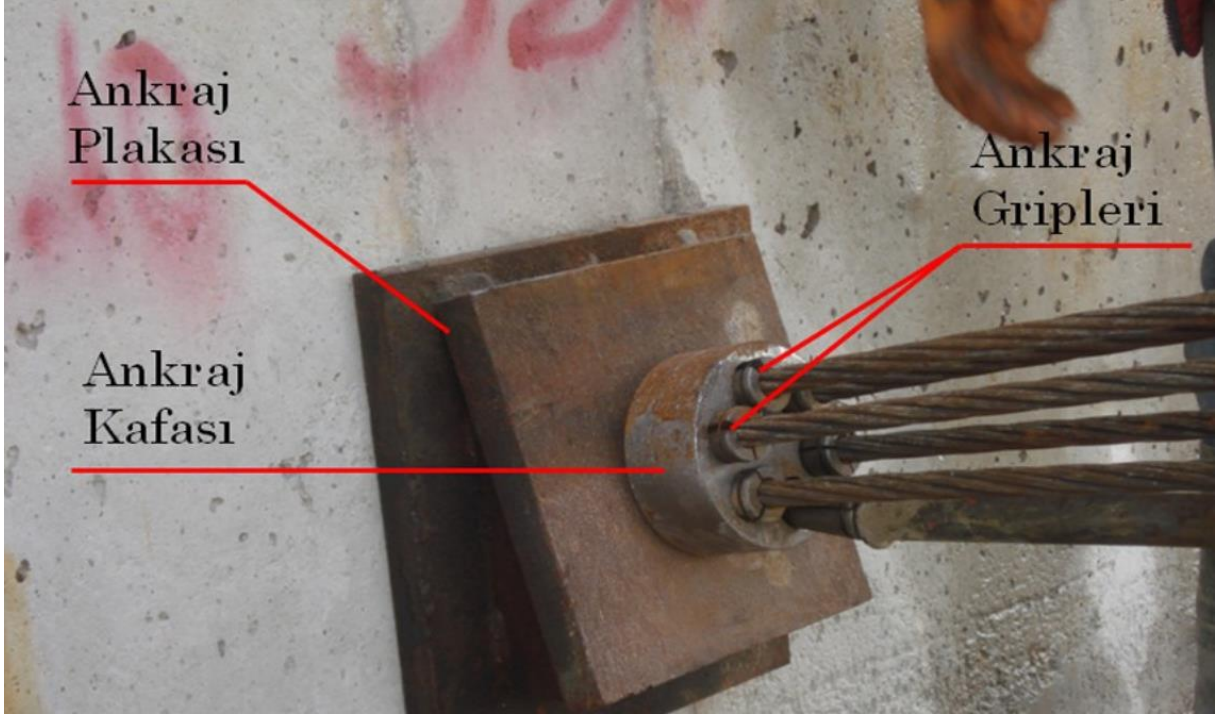
| Ankraj Tipi | Zemin / Enjeksiyon Arayüzeyi için Ortalama Nihai Çeper Sürtünme Değerleri - τ_f [Mpa] |
|-------------------------|--|
| Granit - Bazalt | 1,70 – 3,10 |
| Dolomitik Kireçtaşı | 1,40 – 2,10 |
| Yumuşak Kireçtaşı | 1,00 – 1,40 |
| Arduvaz ve Sert Şeyller | 0,80 – 1,40 |
| Yumuşak Şeyller | 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 Mukaveti (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≥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 Kullanılabılecek 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, deprensiz 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 M 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 Hakım 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

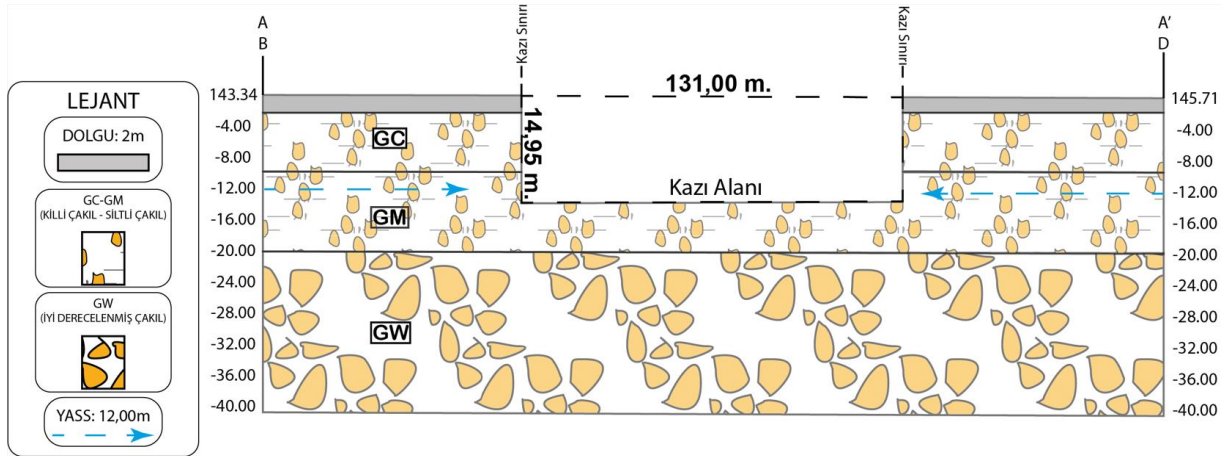
| Sıra No. | NUMUNENİN/OF SAMPLE | | | | Dane Dağılımı Gradation (%) | | Atterberg Limitleri % Atterberg Limits % | | | SINIF Category | Su Muh. Water Contents W(n) (%) | Nokta Yük. Ani-zotro PI İndeksi |
|----------|----------------------|----------------------------|--------------------------|------------------------|-----------------------------|-----------------------|---|-------------------|-------------------|----------------|------------------------------------|---------------------------------|
| | 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.

$$\text{DD-2 düzeyi için } S_{ds475} = 1,004$$

$$\text{DD-3 düzeyi için } S_{ds72} = 0,502$$

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 image shows a web-based search interface for the PEER database. It is divided into several sections:

- Search:** Contains a note about NGA-West2 Flatfile, a section for Record Characteristics (RSN(s), Event Name, Station Name), 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), and Additional Characteristics (Max No. Records: <=100, Initial ScaleFactor: 0,5,3).
- Suite:** Contains Spectral Ordinate: SRSS, Damping Ratio: 5%, and Suite Average: Arithmetic.
- Scaling:** Contains Scaling Method: Minimize MSE. A note explains MSE as Computed Weighted Mean Squared Error of record, and suite average, wrt target spectrum.
- Weight Function:** Contains a note about using the weight function for MSE computation, Period Points: 0,1,0,2,0,5,1,0,4 (T1, T2, ... Tn), and Weights: 1,5,5,5,1 (W1, W2, ... Wn). Below this is a graph of the weight function W vs Period (sec) with a peak at 2,00 and 2,03.

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.

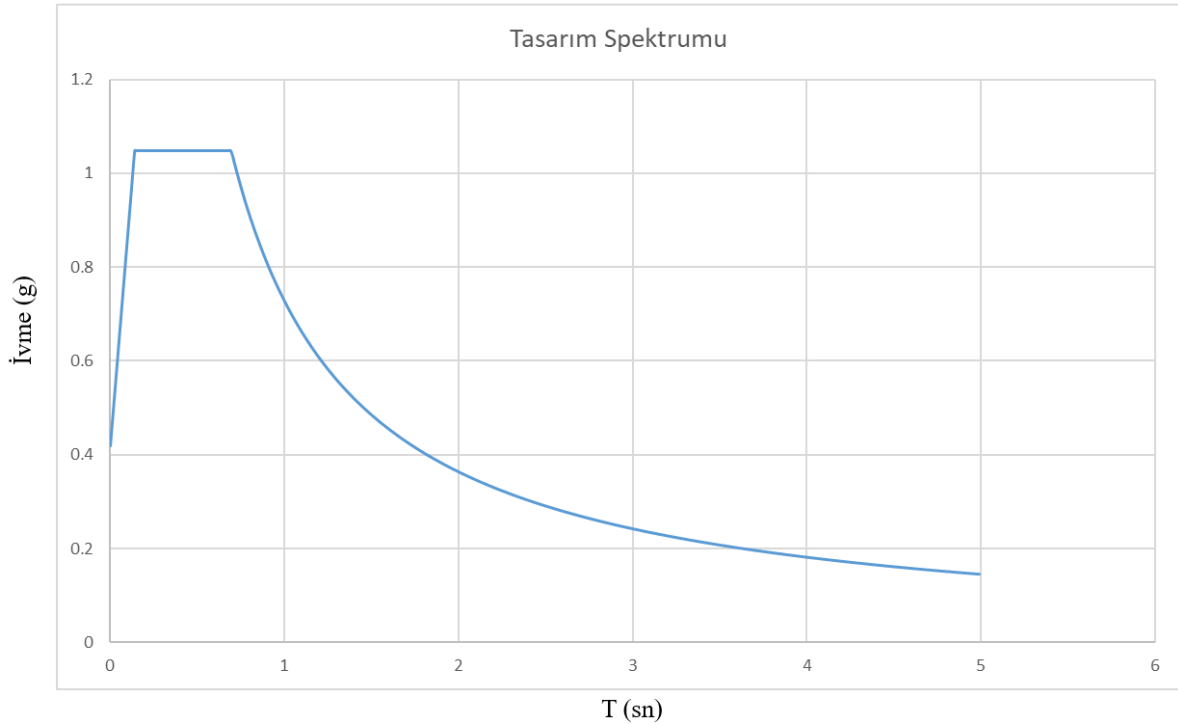
Tablo 4.7 Seçilen Deprem Kayıtlarına ait Bilgiler

| 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 Magnitudü (Mw) : Bir depremin yer kabuğundaki enerjisini (kırılma momentini) temel alarak 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 yırtılma yüzeyine olan en kısa üç boyutlu mesafesidir.

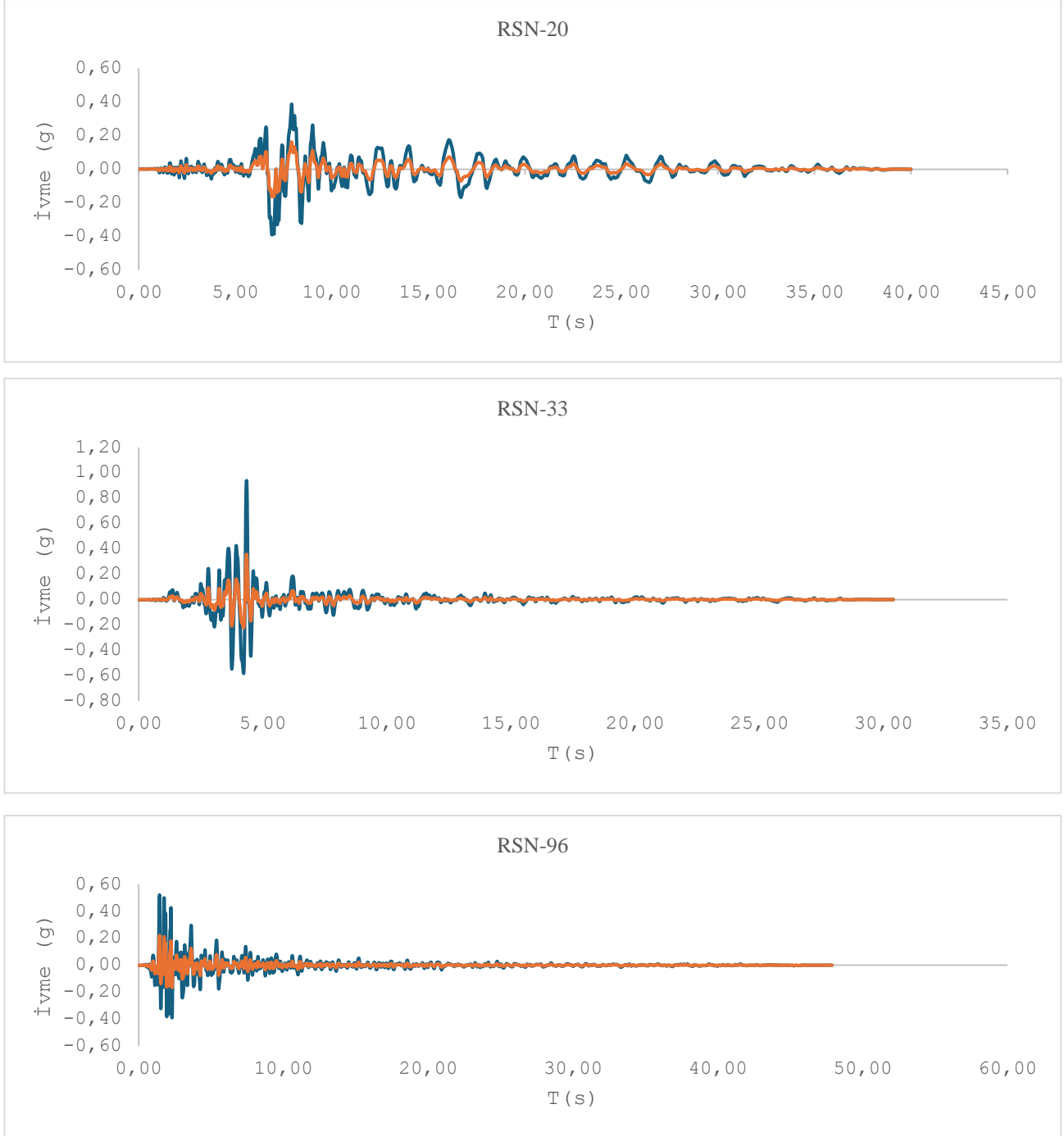
Kaynak. (PEER, 2013)

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

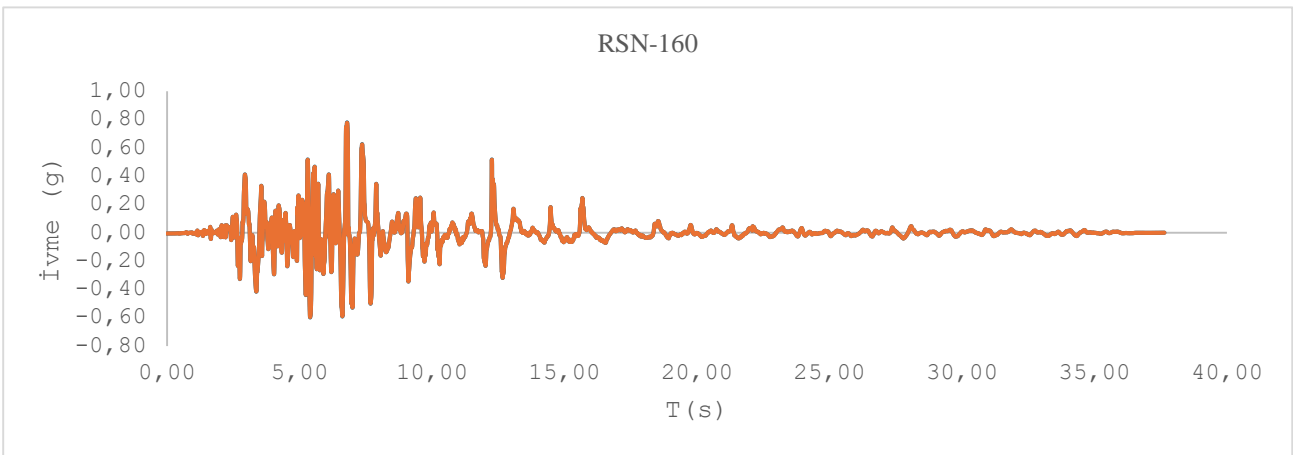
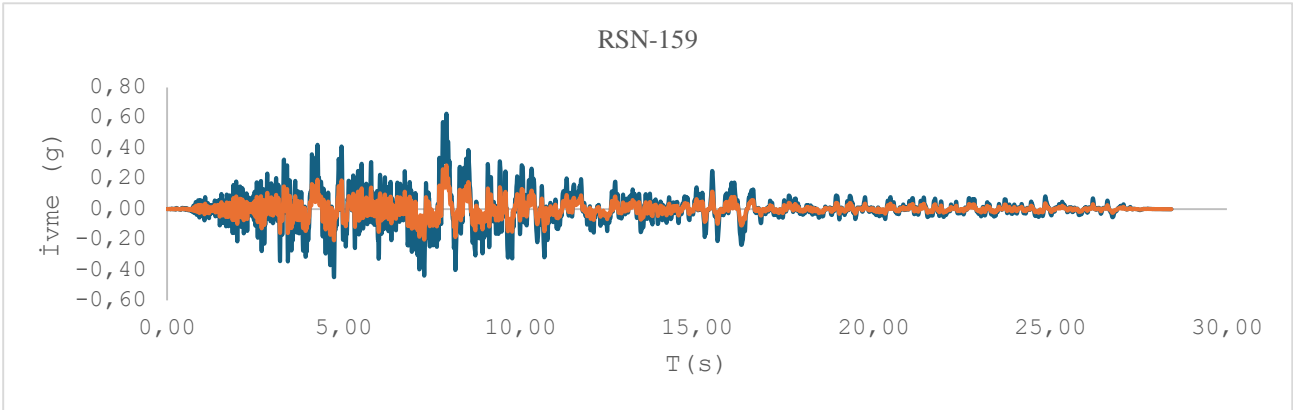
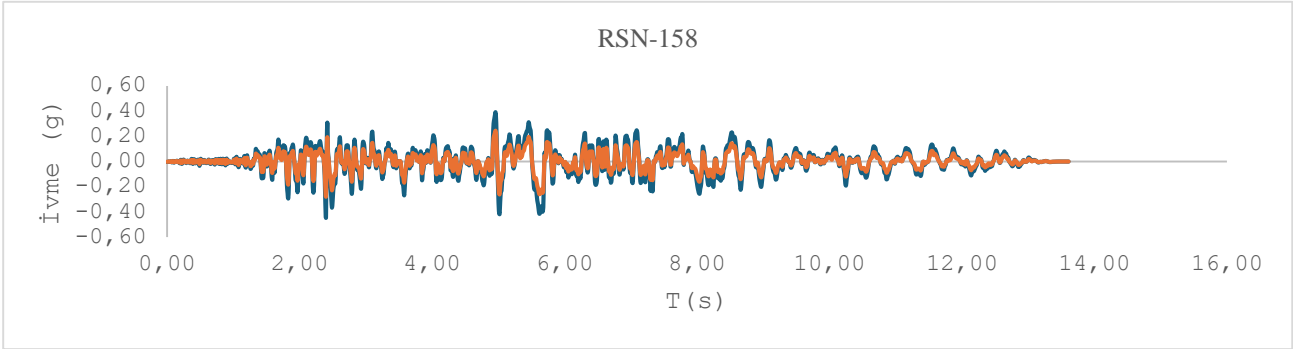
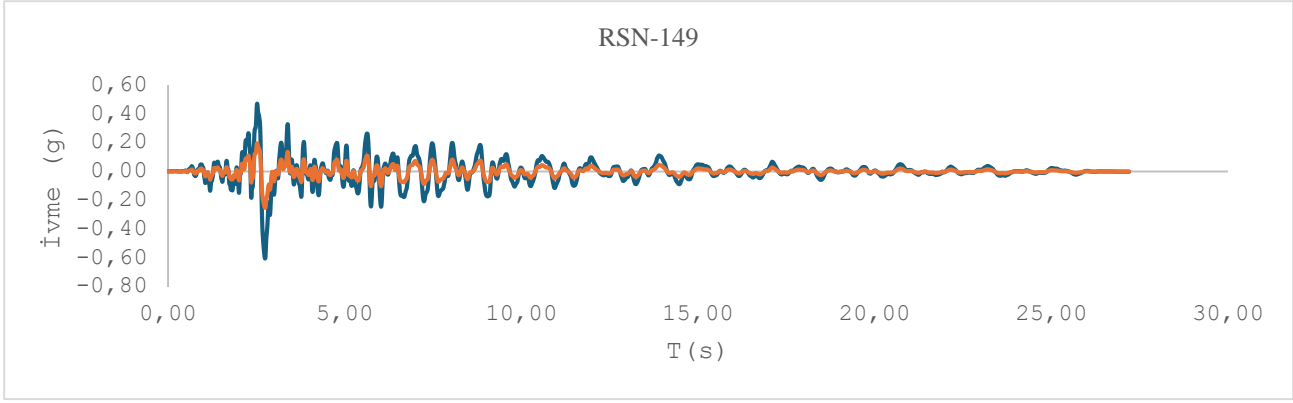
**Şekil 4.3** Yatay Elastik Tasarım Spektrumu

Kaynak. (AFAD, TDTHİWU, 2018)

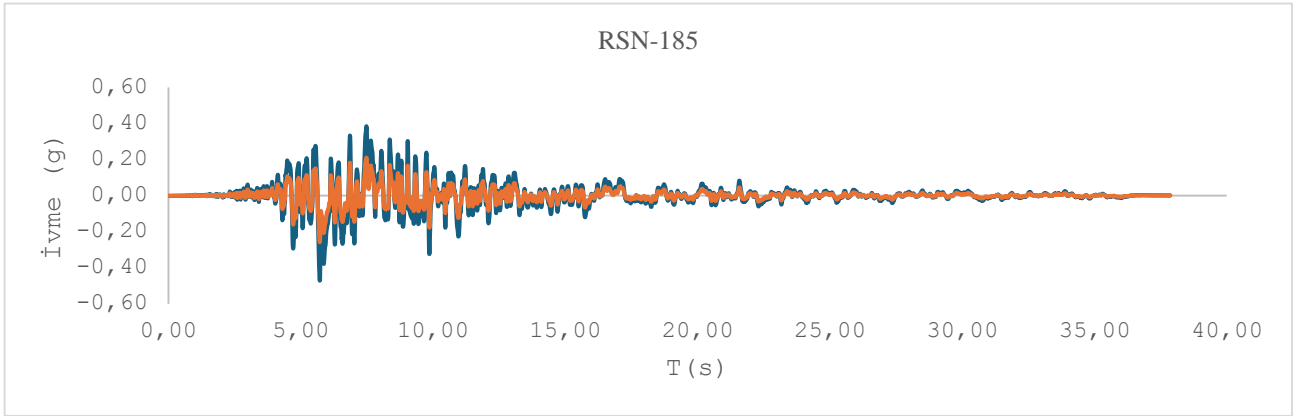
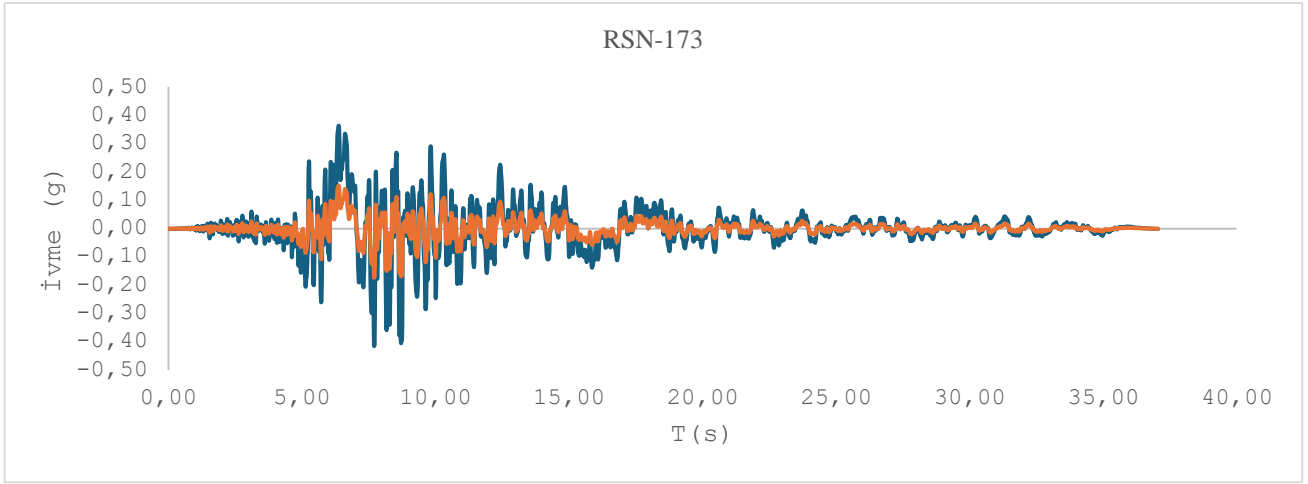
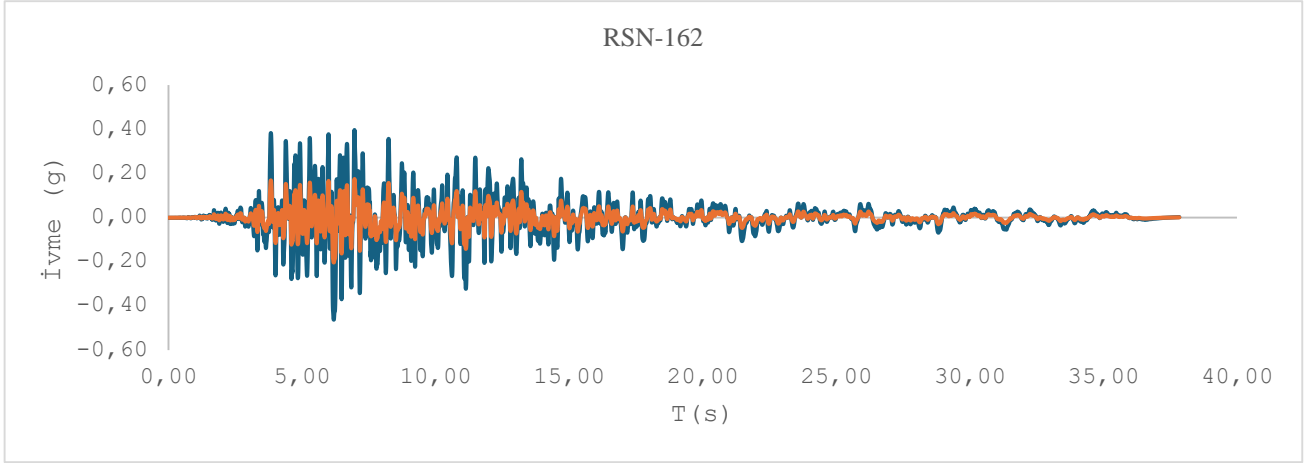
Seçilen deprem kayıtlarına ait orijinal ve ölçeklendirilmiş ivme – zaman grafikleri aşağıda verilmiştir. Orijinal ivme – zaman grafikleri turuncu renkli çizgilerden, ölçeklendirilmiş ivme – zaman grafikleri ise lacivert renkli çizgilerden oluşmaktadır.



Şekil 4.4 Seçilen Kayıtların Orijinali ile Ölçeklendirilmiş 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 İnc 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 İbobulon R-38n Teknik Özellikleri

| İBOBULON 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 İnc 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 :

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

İbobulon 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.

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

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

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

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

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

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

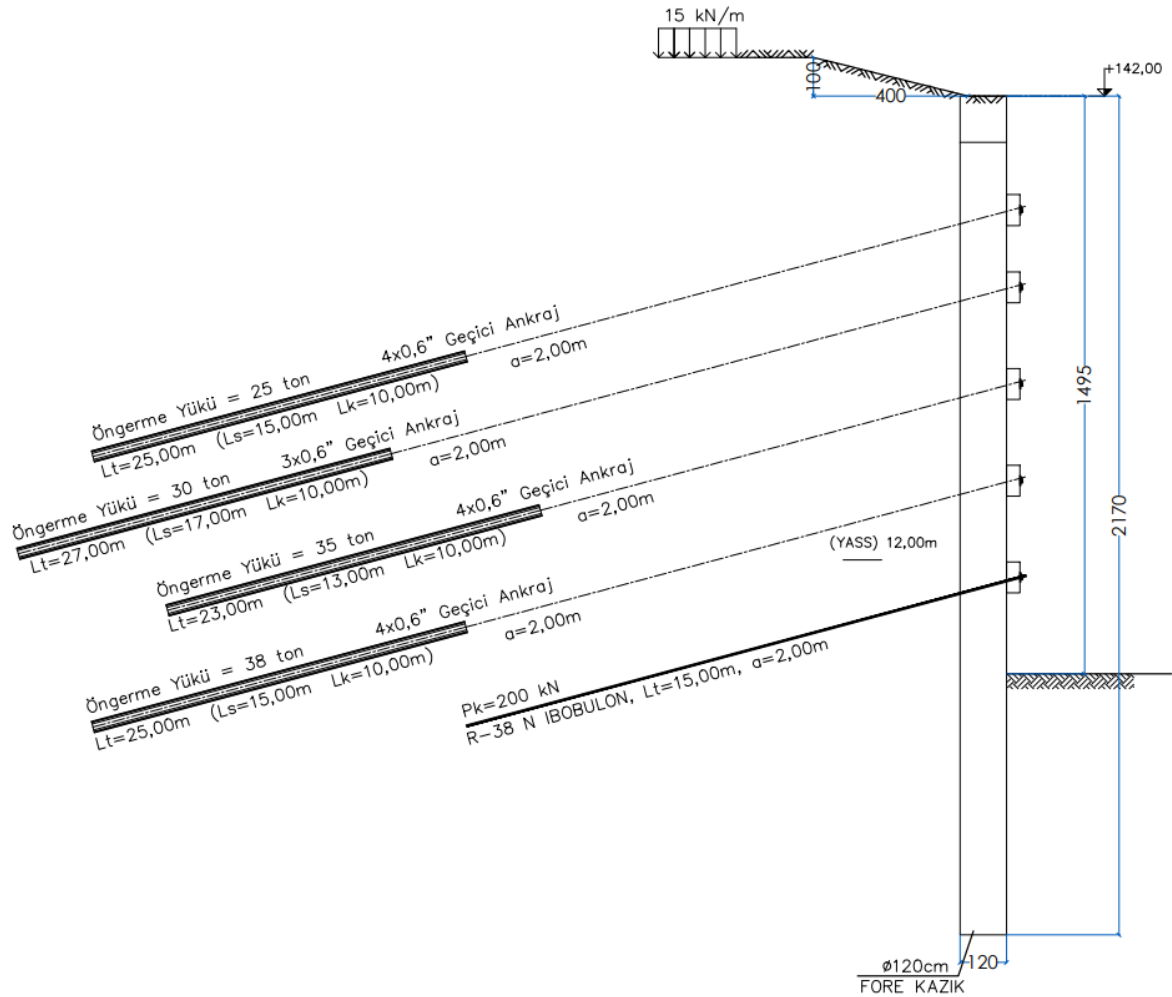
$$w = (\gamma_{beton} - \gamma_{zemin}) \times d_{gerçek} = (24 - 18) \times 1,04 = 6,24 \text{ kN/m/m} \quad (4.19)$$

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 | v | - | 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 (D_r) arasındaki ilişki, Terzaghi ve Peck (1967) tarafından önerilmiş olup, Tablo 4.14'te sunulmuştur.

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

| SPT-N Range | Soil Classification | D_r (%) |
|-------------|---------------------|-----------|
| 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_{30ort} | 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 kalınarak 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 ₆₀ | |
| Clean fine to medium sands and slightly silty sands | 7N ₆₀ | |
| Coarse sands and sands with little gravel | 10N ₆₀ | |
| Sandy gravel and gravels | 12N ₆₀ | |
| Estimating E_s (tsf) from q_c static cone resistance | | |
| Sandy Soils | $2q_c$ 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 |

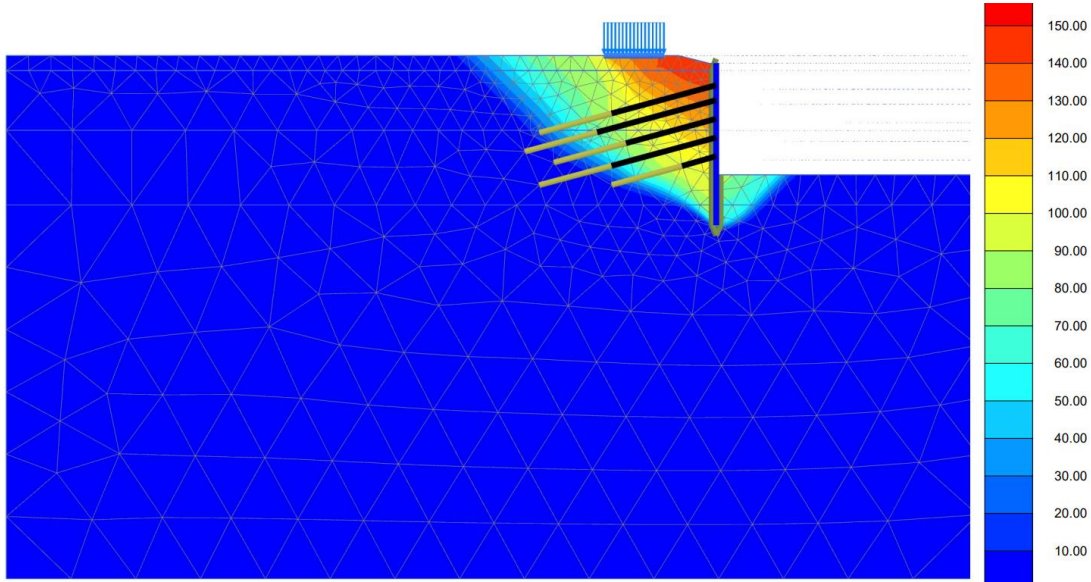
Bowles (1996) tarafından önerilen Tablo 4.19'daki verilere bağlı alınarak, yapılmış olan jeofizik çalışmalarındaki poisson oranları baz alınmıştır. Çalışma kapsamında poisson oranı, killi çakıl, siltli çakıl ve iyi derecelendirilmiş çakıl tabakası için 0,30 olarak seçilmiştir. Analizde kullanılacak zemin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

Tablo 4.20 Zemin Tabakalarına ait Tasarım Parametreleri

| Zemin | Model | Doğal Birim Hacim Ağırlık | Doymun 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 geçmesi (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

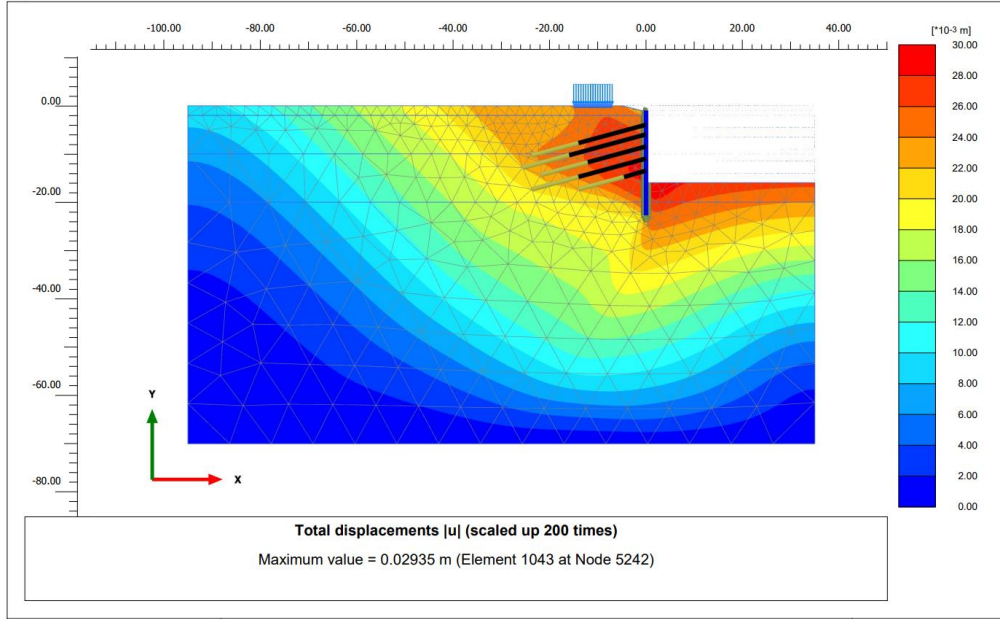
4.9.SLS Analizi

4.9.1. Statik Durum

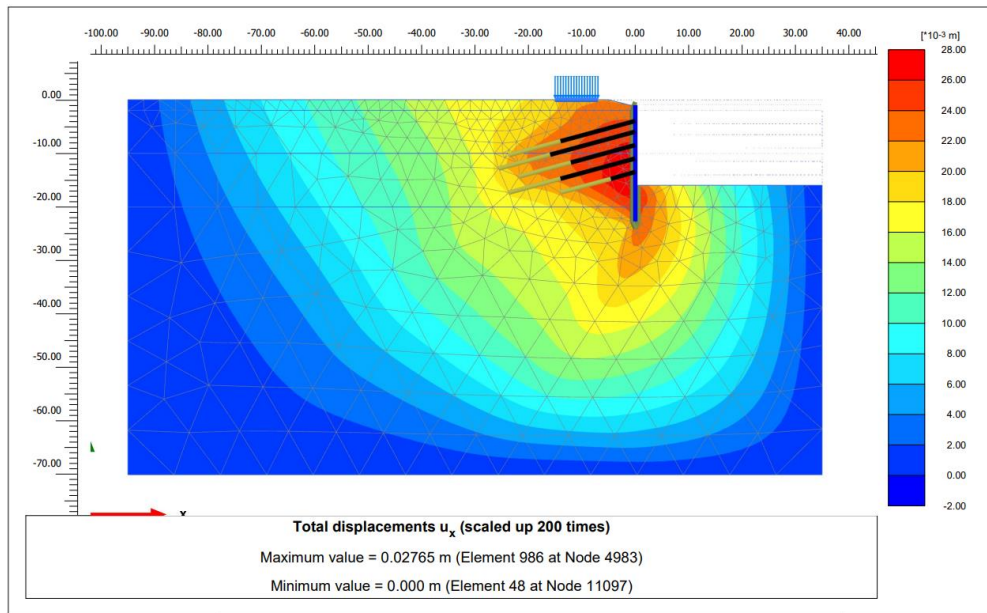
Statik durumdaki kazıklara, ankraj halatlarına ve ankraj köklerine ait yer değiştirme ve gerilme-deformasyon analiz sonuçları aşağıda verilmiştir.

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 $kh=0,40$ 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 $kh=0,27$ 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 $kh=0,20$ 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 $kh=0,20$ 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 Üstten 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 Zamani (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 Zamani (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 Zamamı (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

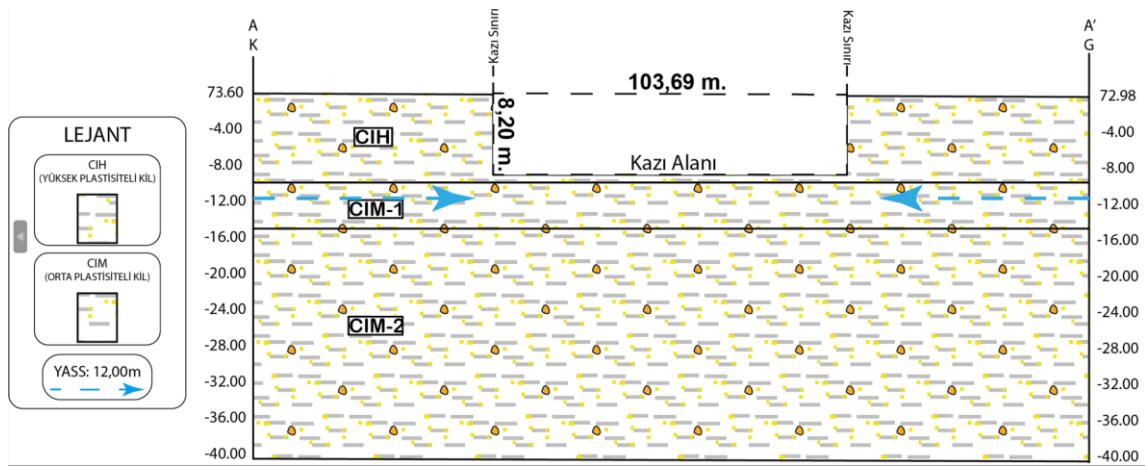
| NUMUNENİN/OF SAMPLE | | | | Dane Dağılımı Gradation (%) | | Atterberg Limitleri % Atterberg Limits % | | | SINIF Category | SuMuh. Water Contents W(n) (%) | Kı- vam İn- deksi Ic | S.Basınç Unrestricted Pressure q(u) kgf/cm ² | Üç Eksenli Basınç Traxial Compression | | Doğal Birim Ağırlık Natural Unit 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.

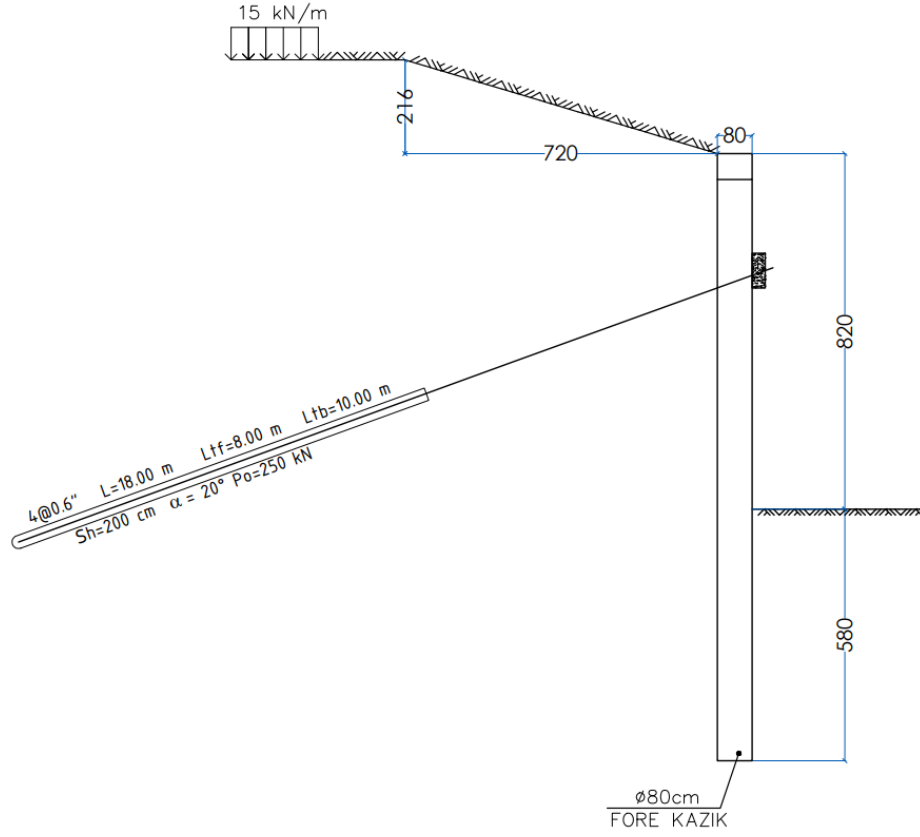
$$E = 4730 \times 2,50^{0,5} = 7015,72 \text{ MPa} \quad (5.7)$$

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.

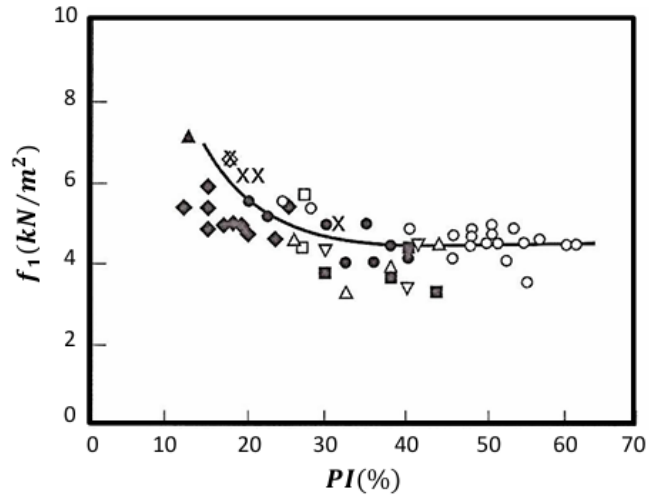


Şekil 5.3 Analiz Edilen Kazı Destek Yapısı Kesiti

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):

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

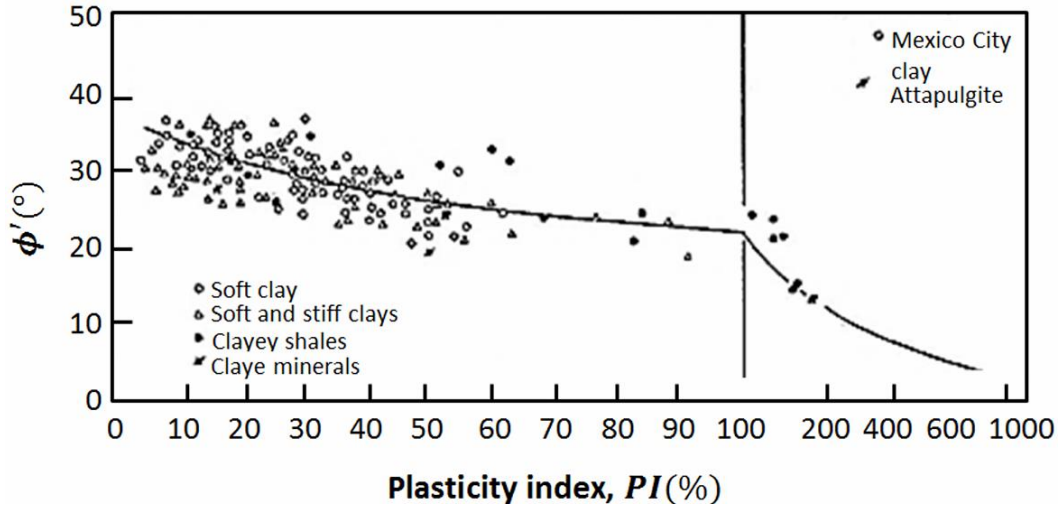
Alt tabakadaki orta plastisiteli kil tabakası için drenajsız kayma mukavemeti (C_u):

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

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 kalınarak 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.

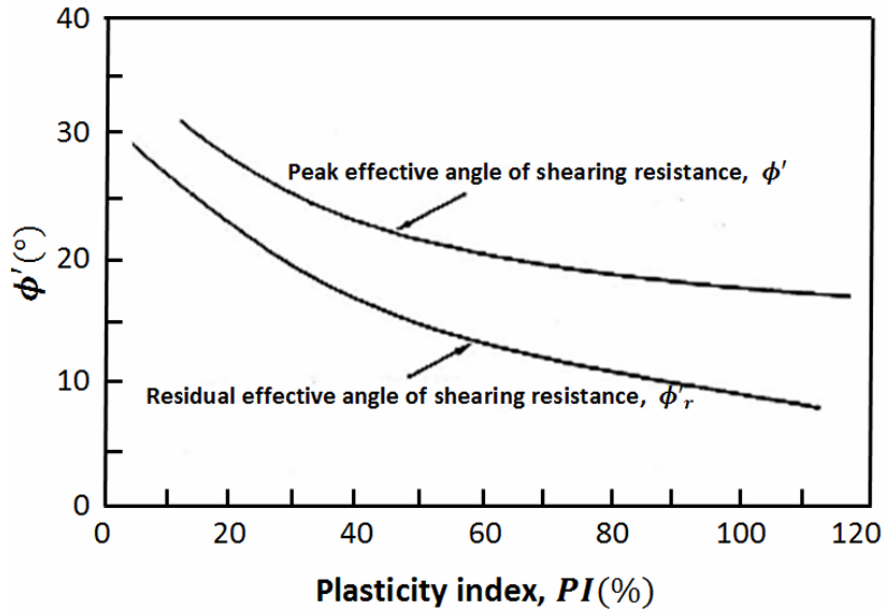
Efektif Kayma Direnci Açısı (Φ')

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.

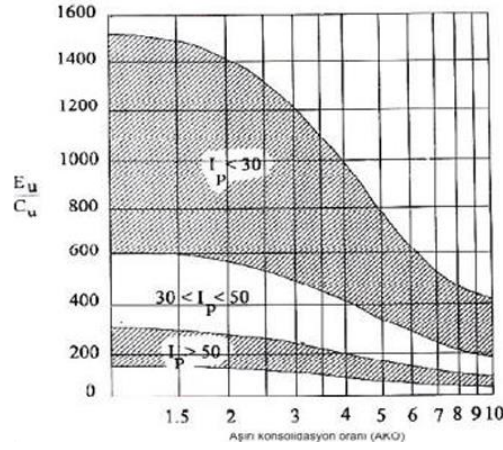


Şekil 5.6 PI - Φ' Arasındaki İlişki – Gibson (1953)

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 kalınarak 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.

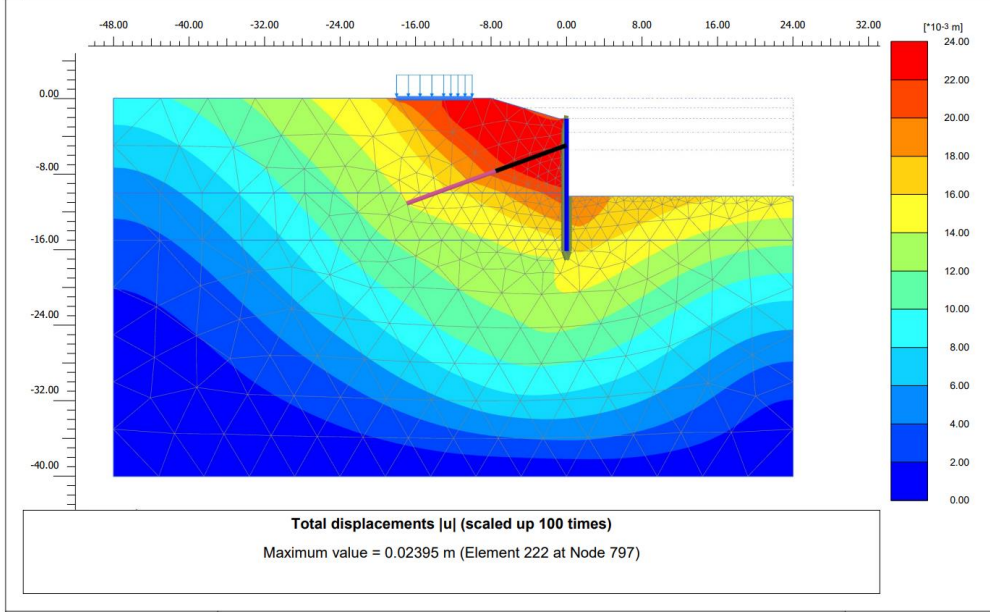
5.9.SLS Analizi

5.9.1. Statik Durum

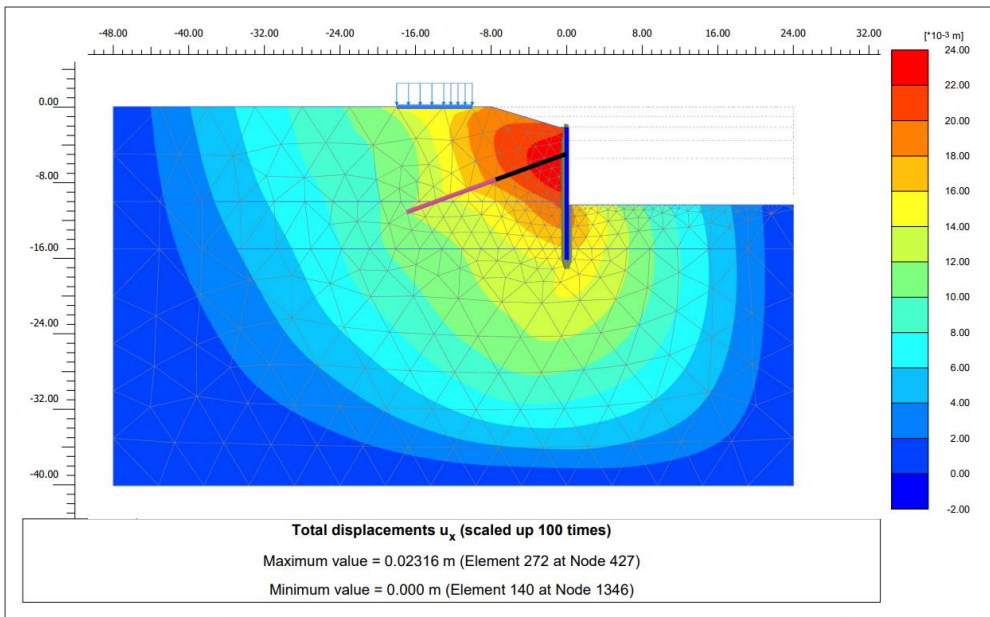
Statik durumdaki kazıklara, ankraj halatlarına ve ankraj köklerine ait yer değiştirme ve gerilme-deformasyon analiz sonuçları aşağıda verilmiştir.

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 $kh=0,42$ 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 $kh=0,28$ 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 $kh=0,21$ olarak hesaplanmıştır. Ancak bu çalışma kapsamında yatay ivme eşdeğer katsayısı parametresi, bütün projelerde sabit tutularak sonuçların kıyaslanması hedeflendiğinden Meydan projesindeki $kh=0,20$ 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 $kh=0,20$ 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 $Kh=0,20$ 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/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 | 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/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 | 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

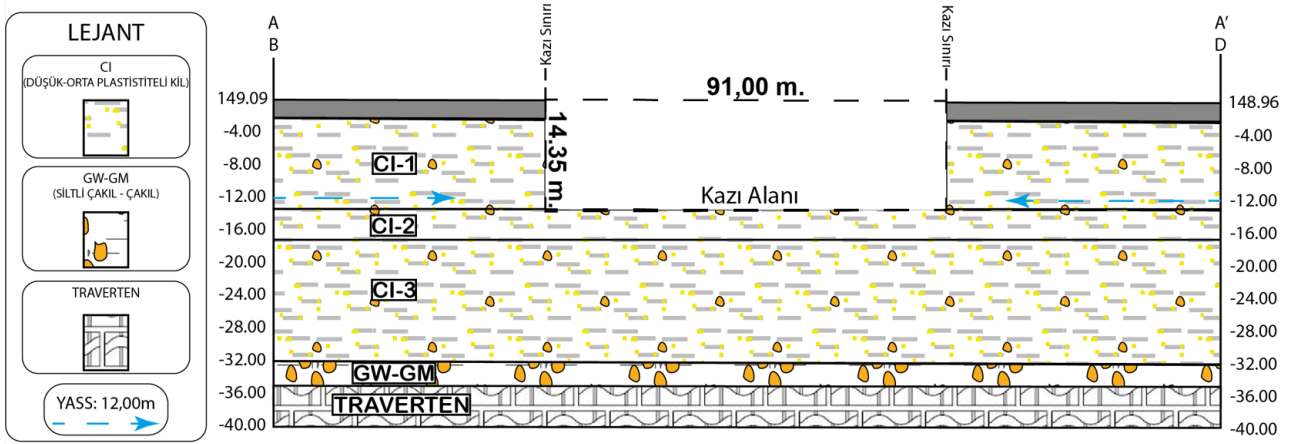
Söz konusu çalışma alanında yapılmış sondaj kuyularından alınan numuneler üzerinde zemin tabakalarının mühendislik özelliklerinin belirlenmesi amacıyla elek analizi, kıvam limitleri deneyleri yapılmıştır. Laboratuvar deney sonuçları Tablo 6.4’de verilmiştir.

Tablo 6.4 Laboratuvar Sonuçları

| Sıra No. | NUMUNENİN/OF SAMPLE | | | Dane Dağılımı Gradation (%) | | Atterberg Limitleri % Atterberg Limits % | | | SINIF Category | Su Muh. 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 ($Cu < 25$ 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.

$$DD-2 \text{ düzeyi için } S_{ds_{475}} = 1,049$$

$$DD-3 \text{ düzeyi için } S_{ds_{72}} = 0,713$$

Buna göre DD-2a₍₁₄₄₎ deprem düzeyi için $S_{ds_{144}}$ 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 aksel 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.

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 için drenajsız kayma mukavemeti (Cu):

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

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

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

3.kil tabakası (CI-3) için 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. Laboratuvarında yapılan üç eksenli basınç deneyi sonuçları daha düşük olduğundan dolayı güvenli tarafta kalınarak laboratuvarında 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 Sıklık Değerleri

| Zemin | Tabaka Kalınlığı (m) | SPT- N_{30ort} . | Rölatif Sıklık |
|-------|----------------------|--------------------|----------------|
| 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),

$$E = 19\ 800,00 \times 0,4 = 7920,00 \text{ kPa} \quad (6.22)$$

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'),

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

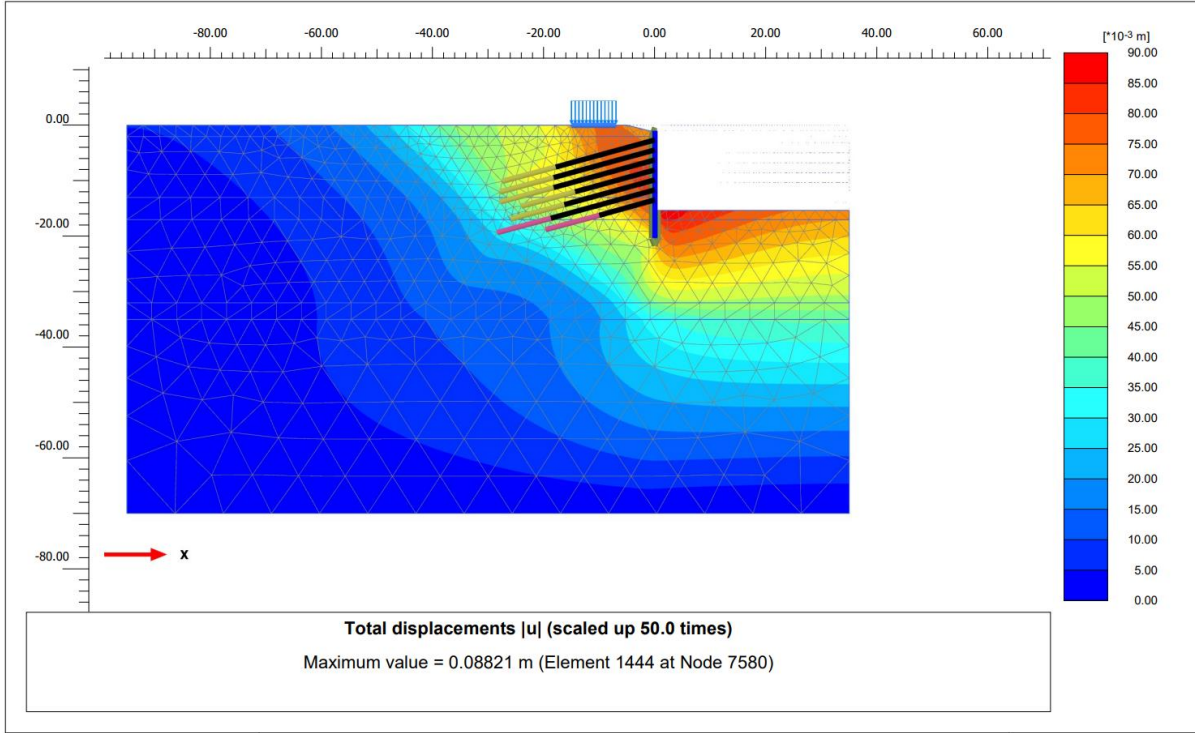
2. ve 3.kil tabakası (CI-2) ve (CI-3) için drenajlı kayma mukavemeti (c'),

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

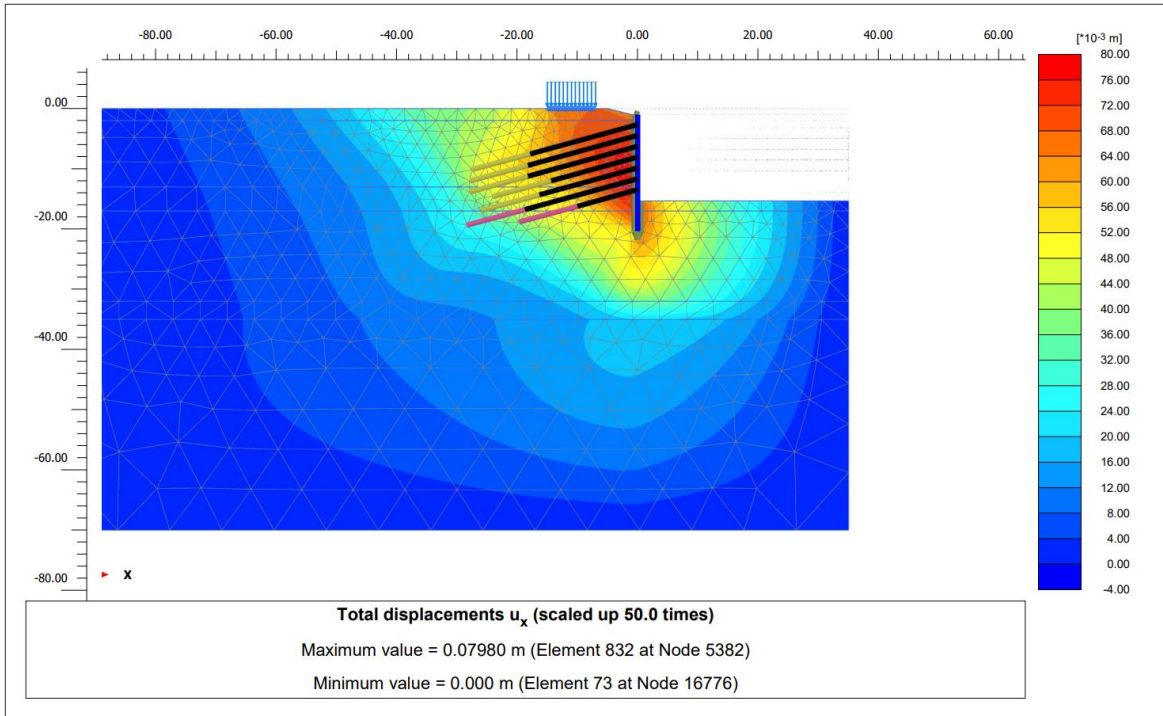
Lunne ve ark. (1997) tarafından önerilen Bölüm 5'te yer alan Tablo 5.11'deki verilere bağlı olarak kil tabakalarına ait drenajlı kayma mukavemeti (c') değerleri, Denklem 6.25 ve 6.26'da hesaplanmıştır.

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.



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 ($r\sim 2,00$)

| 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 ($r\sim 2,00$)

| 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 ($r\sim 2,00$)

| 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 | | | | | | |

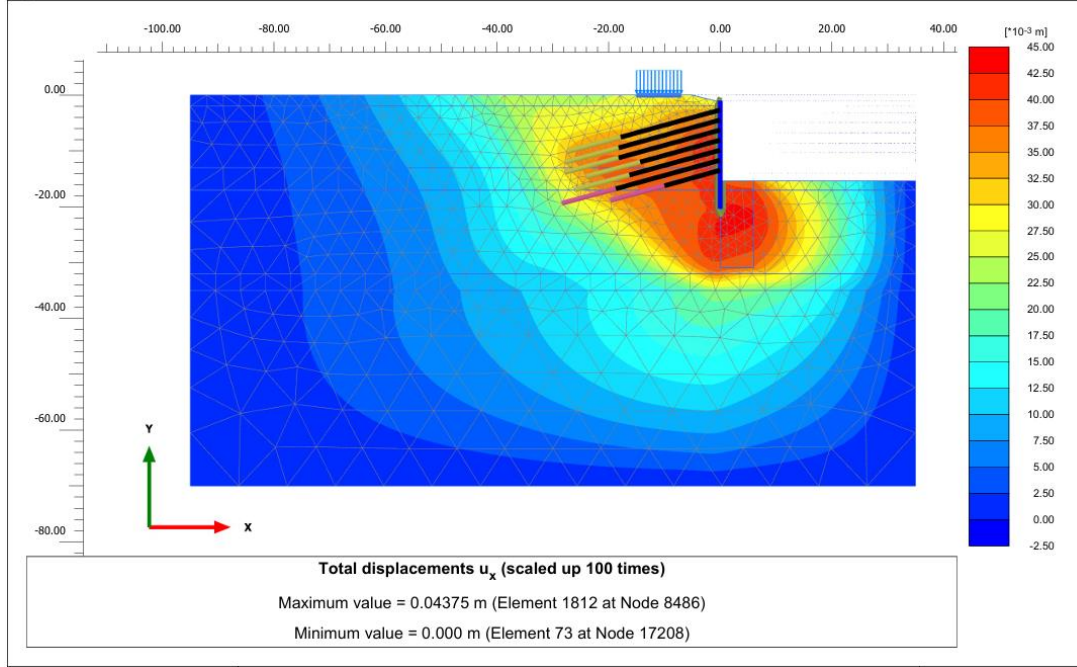
Kazı Destek Yapıları Tasarım ve Uygulama Esasları Yönetmeliği'ne göre, ankrajlı sistemlerin projelendirilmesi sürecinde hesaplanan yanal deplasman değerinin, kazı derinliğinin binde üçünden ($0,003H$) fazla olmaması gerektiği belirtilmektedir.

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.

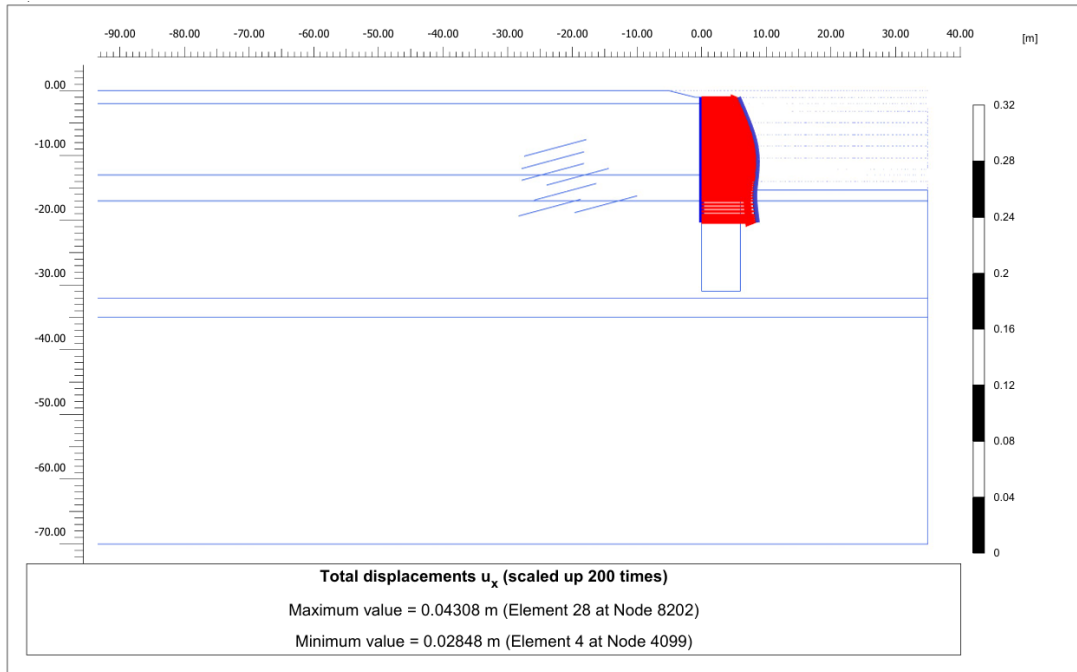
Analizlerde fore kazıkların önüne jet grout uygulaması yapılmış ve statik durumdaki kazıklara, ankraj halatlarına ve ankraj köklerine ait yer değiştirme ve gerilme-deformasyon analiz sonuçları aşağıda verilmiştir.

Tablo 6.19 Statik Durumda Jet Grout Uygulaması Sonucu Kazıklarda Oluşan Yer Değişirme 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 Değişirme – (U_x)



Şekil 6.7 Kazıkta Hesaplanan Yatay Yer Değişirme – (U_x)

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

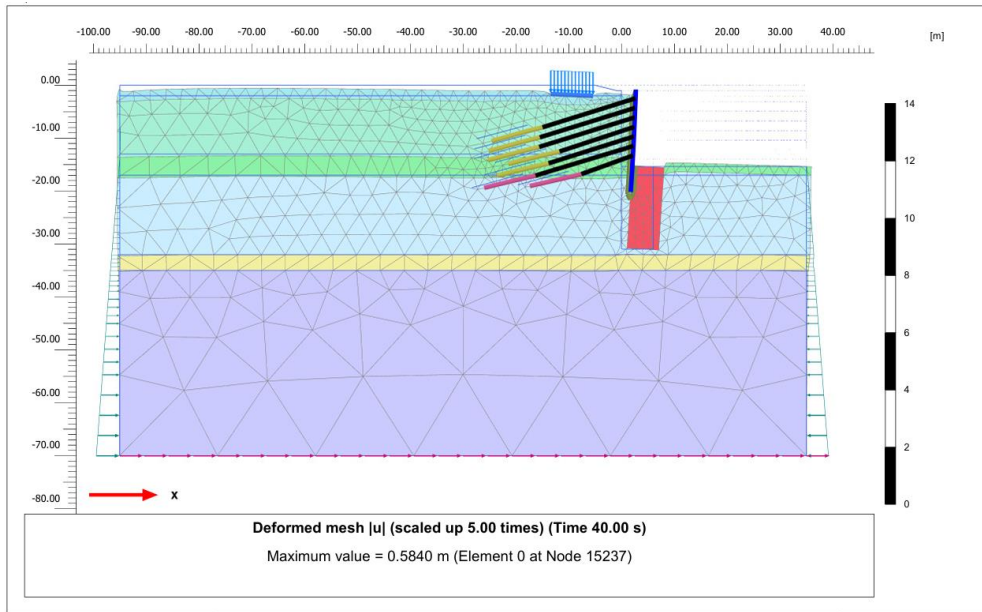
| Ankraj Halatı | N (kN) | Ankraj Kök Bölgesi | N (kN/m) |
|----------------------|--------|--------------------|----------|
| 1.Sıra Ankraj Halatı | 189,35 | 1.Sıra Ankraj Kökü | 94,68 |
| 2.Sıra Ankraj Halatı | 190,92 | 2.Sıra Ankraj Kökü | 95,46 |
| 3.Sıra Ankraj Halatı | 189,33 | 3.Sıra Ankraj Kökü | 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.

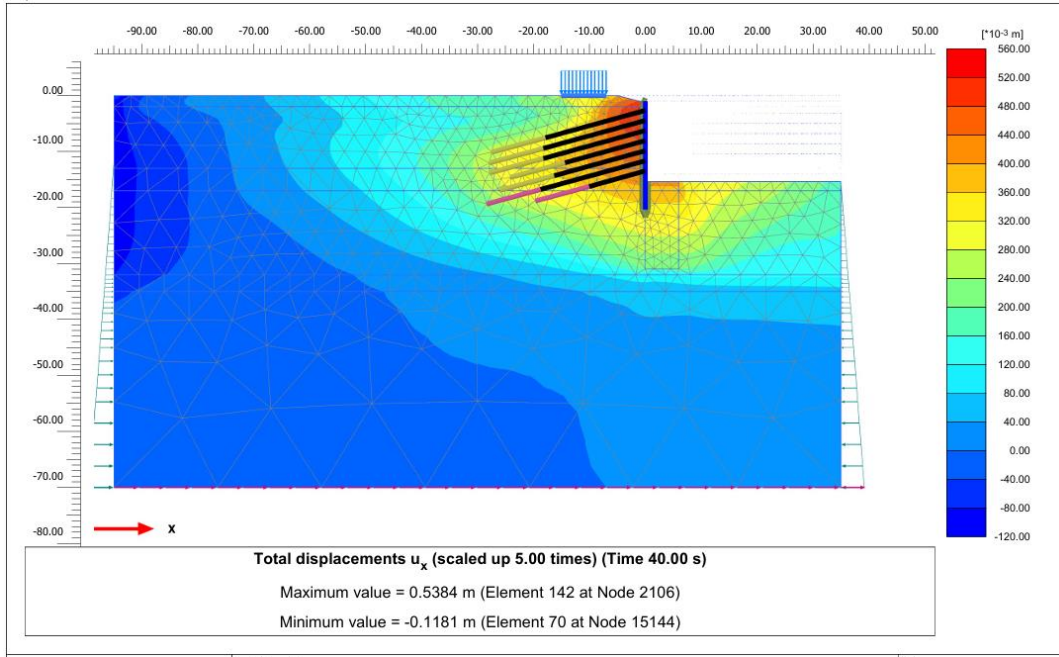
Aynı zamanda, fore kazıkların önüne jet grout uygulaması yapılmış olup, ölçeklendirilmiş RSN-20 deprem kaydı kullanılarak gerçekleştirilen zaman tanım aralığında hesap yöntemi ile kazıklara, ankraj halatlarına ve ankraj köklerine ait yer değiştirme ile gerilme-deformasyon analiz sonuçları aşağıda sunulmuştur.

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

| PLATE | U (m) | U _x (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 Değişirme – (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 çözümlenmeler 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 | Kazı | Ankraj | Statik Durum | | Statik Eşdeğer | | Zaman Tanım | |
|---------------|------------|-----------|----------|--------------|--------|----------------|--------|-------------------|--------|
| | Çapı | Derinliği | | Analizi | | Analiz (DD-2a) | | Aralığında Analiz | |
| | cm | m | Kademesi | U (m) | Ux (m) | U (m) | Ux (m) | U (m) | Ux (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.İnklinometre 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. İnklinometre lm 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. İnklinometre lm seti Şekil 7.1'de verilmiştir.



Şekil 7.1 İnklinometre 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.

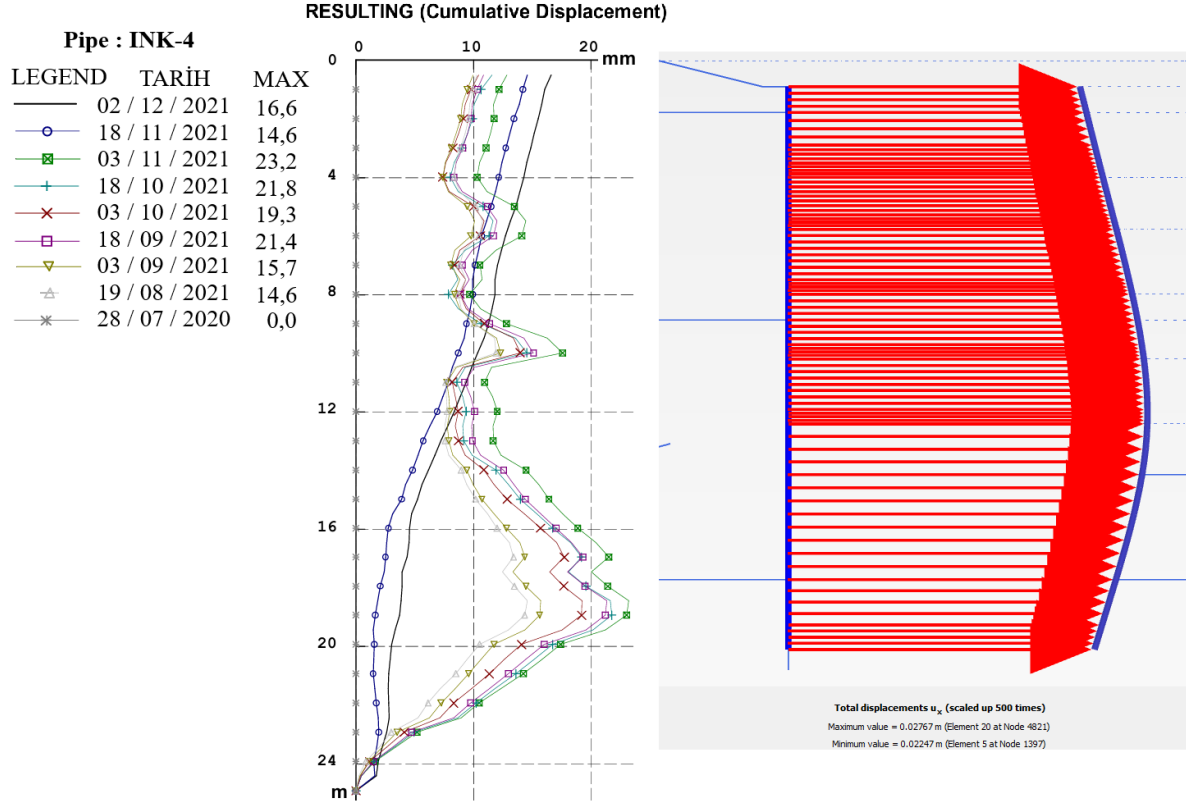
7.2.Meydan Derin Temel Kazısı İnklinometre Sonuçları

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.

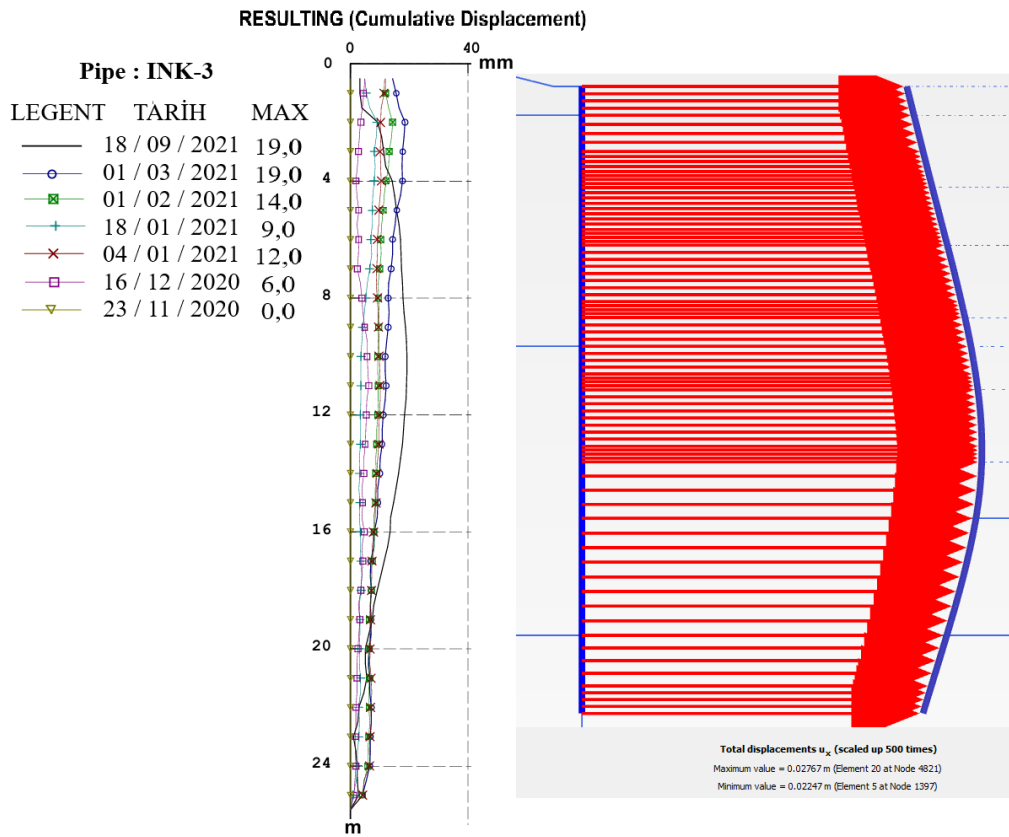
Tablo 7.4 Meydan Projesi Zemin Tabakalarına ait Tasarım Parametreleri

| 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

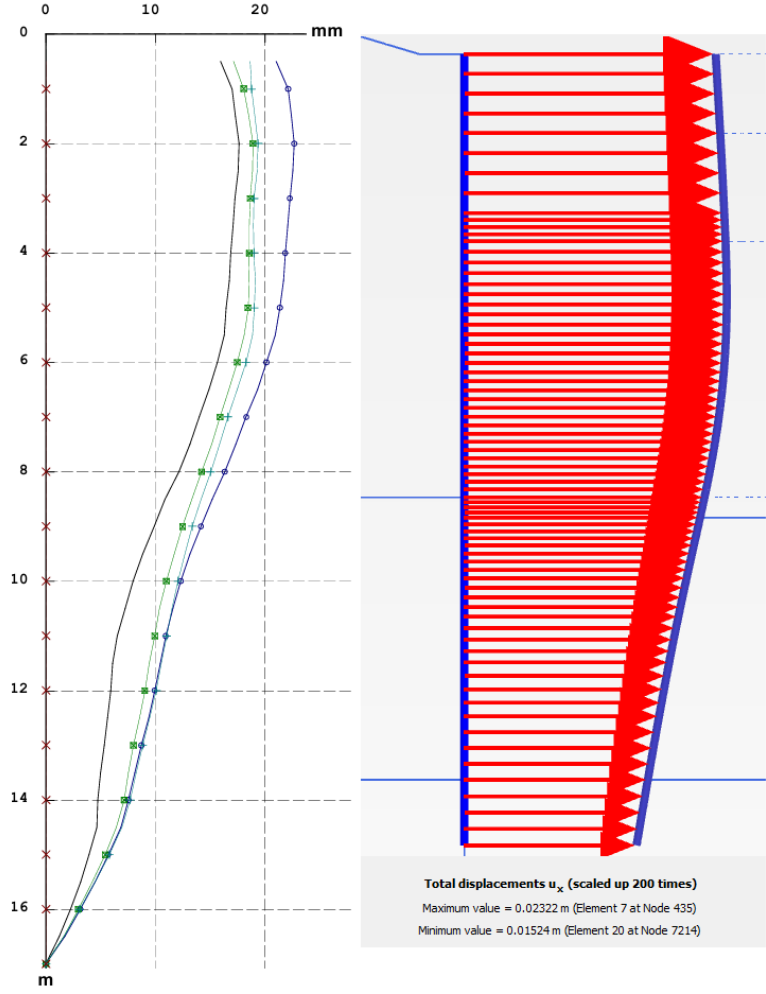
| Zemin | Tabaka Kalınlığı (m) | Doğal Birim Hacim Ağırlık | Doygun Birim Hacim Ağırlık | Referans Young Modülü | Tanjant Rijitliği | Elastik Yükleme Boşaltma | Kohezyon | Kayma Mukavemeti Açısı | Poisson Oranı |
|-------|----------------------|---------------------------|----------------------------|-----------------------|-------------------|--------------------------|-------------------|------------------------|---------------|
| | | γ | γ_d | E_{50}^{ref} | E_{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 | - | - |
| 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.

RESULTING (Cumulative Displacement)

Pipe : INK-1

| LEGENT | TARİH | MAX |
|--------|----------------|------|
| — | 30 / 11 / 2024 | 17,6 |
| —○— | 01 / 11 / 2024 | 22,7 |
| —■— | 29 / 04 / 2024 | 18,9 |
| —+— | 03 / 04 / 2024 | 19,4 |
| —x— | 29 / 02 / 2024 | 0,00 |



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

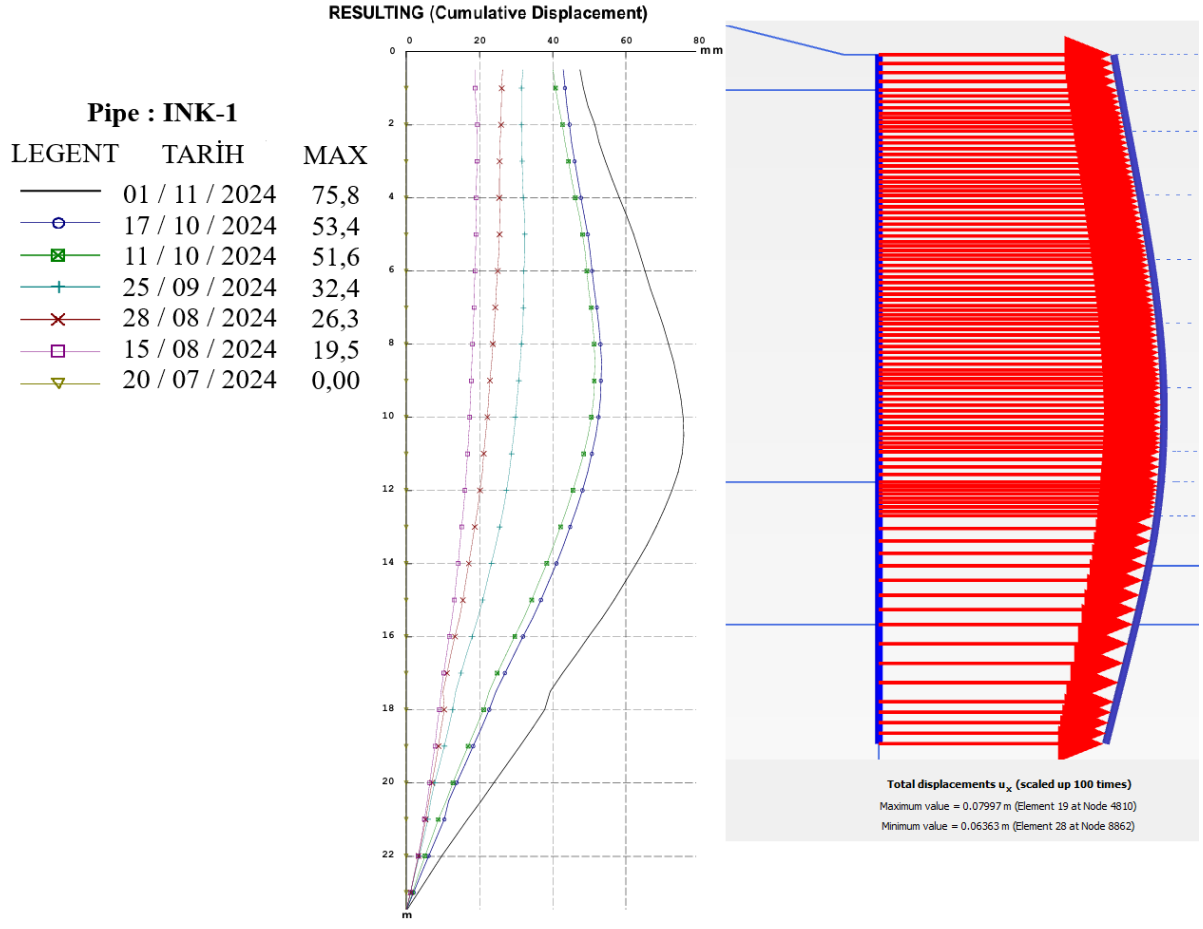
7.4. Spor Salonu Derin Temel Kazısı İnklinometre Sonuçları

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 bulunsa 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) | Standart Penetrasyon Deneyi Standart Penetration Test | | | | Jeoteknik Tanımlama Geotechnical Description | Profil Profile | Dayanimsızlık Strength | Ayrışma Weathering | Kırık/30 cm. Fracture/30 cm. | Korut % Core Recovery % | RQD % | | | | | | |
|---------------------------|--|----------------|---------------------------------|---------------|---|----------------------------|---------------------------|-----------------------|---------------------------------|----------------------------|----------|-----------------|---|----|----|----|----|
| | Numune Çıkmış Sample Type | Manevra Run | Darbe Sayısı Number Of Blows | | | | | | | | | Grafik Graph | | | | | |
| | | | 0-15 cm | 15-30 cm | | | | | | | | 30-40 cm | N | 10 | 20 | 30 | 40 |
| 1.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.00 | SPT 1 | | 5 | 6 | 7 | 13 | | | | | | | | | | | |
| 3.00 | SPT 2 | | 14 | 17 | 19 | 36 | | | | | | | | | | | |
| 4.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5.00 | SPT 3 | | 21 | 27 | 32 | 59 | | | | | | | | | | | |
| 6.00 | SPT 4 | | 50/5 | ... | ... | >50 | | | | | | | | | | | |
| 7.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8.00 | SPT 5 | | KAROT | | | | | | | | | | | | | | |
| 9.00 | SPT 6 | | 16 | 18 | 9 | 27 | | | | | | | | | | | |
| 10.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 11.00 | SPT 7 | | 5 | 6 | 6 | 12 | | | | | | | | | | | |
| 12.00 | SPT 8 | | 15 | 16 | 18 | 34 | | | | | | | | | | | |
| 13.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 14.00 | SPT 9 | | 18 | 18 | 20 | 38 | | | | | | | | | | | |
| 15.00 | SPT 10 | | 17 | 20 | 22 | 42 | | | | | | | | | | | |
| DAYANIMSIZLIK - STRENGTH | | | AYRIŞMA - 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 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 | | | | | | | | | | | |
| %0-25 | ÇOK ZAYIF | V.POOR | <1 | SEYREK | WIDE(W) | %5 | PEK AZ | SLIGHTLY | %5 | PEK AZ | SLIGHTLY | | | | | | |
| %25-50 | ZAYIF | POOR | 1-2 | ORTA | MODERATE(M) | %5-10 | AZ | LITTLE | %5-20 | AZ | LITTLE | | | | | | |
| %50-75 | ORTA | FAIR | 2-10 | SIKI | CLOSE(C) | %10-30 | ÇOK | VERY | %20-50 | ÇOK | VERY | | | | | | |
| %75-90 | İYİ | GOOD | 10-20 | ÇOK SIKI | INTENSE(I) | %30-50 | VE | AND | | | | | | | | | |
| %90-100 | ÇOK İYİ | EXCELLENT | >20 | PARÇALI | CRUSHED(Cr) | | | | | | | | | | | | |

EK-1A. MEYDAN PROJESİ : SK-4 (DEVAMI)

| Derinlik (m) Depth (m) | Standart Penetrasyon Deneyi Standart Penetration Test | | | | Grafik Graph | Jeoteknik Tanımlama Geotechnical Description | Profil Profile | Dayanimsızlık Strength | Ayrışma Weathering | Kırık/30 cm. Fracture/30 cm. | Korot % Core Recovery % | RQD % | RQD % | |
|---------------------------|--|---------------------------------|-------------|---------------|----------------------------|--|-----------------------------|---------------------------|-----------------------|---------------------------------|----------------------------|-------|-------|---|
| | Manevra Run | Darbe Sayısı Number Of Blows | | | | | | | | | | | | N |
| | | 0-15 cm | 15-30 cm | 30-45 cm | | | | | | | | | | |
| 16.00 | SPT 10 | 17 | 20 | 22 | 42 | Kahvermsi - Grimsi Renkli, Yer Yer Blok İçerikli - İri Çakıllı, Az Siltli, Az Killi, Az Kumlu ÇAKIL | 17.50 m. | | | | | | | |
| 17.00 | SPT 11 | 16 | 18 | 19 | 37 | | | | | | | | | |
| 18.00 | SPT 12 | 18 | 21 | 24 | 45 | Kahvermsi - Grimsi Renkli, Yer Yer Blok İçerikli - İri Çakıllı, Az Siltli, Az Killi, Kumlu ÇAKIL | 20.00 m. | | | | | | | |
| 19.00 | SPT 13 | 20 | 21 | 25 | 46 | | | | | | | | | |
| 20.00 | SPT 14 | | | | | Kuyu Sonu: 20.00 m. | | | | | | | | |
| 21.00 | SPT 15 | | | | | | | | | | | | | |
| 22.00 | SPT 16 | | | | | | | | | | | | | |
| 23.00 | SPT 17 | | | | | | | | | | | | | |
| 24.00 | SPT 18 | | | | | | | | | | | | | |
| 25.00 | SPT 19 | | | | | | | | | | | | | |
| 26.00 | SPT 20 | | | | | | | | | | | | | |
| DAYANIMSIZLIK - STRENGTH | | AYRISMA - 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 | M STRONG | 2 | AZ AYRISMIŞ | S WEATHERED | N=3-4 | YUMUŞAK | SOFT | N=5-10 | GEVŞEK | 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 | SERT | HARD | | | | | | |
| KAYA KALİTESİ RQD % | | KIRIK-FRACTURE / 30 cm. | | | ORANLAR-PROPORTIONS | | | | | | | | | |
| %0-25 | ÇOK ZAYIF | V. POOR | <1 | SEYREK | WIDE(W) | %0< | PEK AZ | SLIGHTLY | %5< | PEK AZ | SLIGHTLY | | | |
| %25-50 | ZAYIF | POOR | 1-2 | ORTA | MODERATE(M) | %5< | AZ | LITTLE | %5-20 | AZ | LITTLE | | | |
| %50-75 | ORTA | FAIR | 2-10 | SIKI | CLOSE(C) | %10-30 | ÇOK | VERY | %20-50 | ÇOK | VERY | | | |
| %75-90 | İYİ | GOOD | 10-20 | ÇOK SIKI | INTENSE(I) | %30 > | VE | AND | | | | | | |
| %90-100 | ÇOK İYİ | EXCELLENT | >20 | PARCALI | CRUSHED(C) | | | | | | | | | |

EK-2. MEYDAN PROJESİ : SK-6

| Derinlik (m) Depth (m) | Manevra Run | Standart Penetrasyon Deneyi Standart Penetration Test | | | | Geoteknik 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 | 30-45 cm | N | | | | | | | |
| 1.00 | | | | | | Dolgu | | | | | | |
| 2.00 | SPT 1 | 7 | 9 | 10 | 19 | | | | | | | |
| 3.00 | SPT 2 | 11 | 15 | 16 | 31 | | | | | | | |
| 4.00 | SPT 3 | 14 | 16 | 17 | 33 | | | | | | | |
| 5.00 | SPT 4 | 26 | 50/10 | ... | >50 | | | | | | | |
| 6.00 | SPT 5 | 50/4 | ... | ... | >50 | | | | | | | |
| 7.00 | SPT 6 | 10 | 13 | 14 | 27 | | | | | | | |
| 8.00 | SPT 7 | 12 | 14 | 16 | 30 | | | | | | | |
| 9.00 | SPT 8 | 50/13 | ... | ... | >50 | | | | | | | |
| 10.00 | SPT 9 | 50/9 | ... | ... | >50 | | | | | | | |
| 11.00 | SPT 10 | 23 | 26 | 28 | 54 | | | | | | | |
| 12.00 | | | | | | | | | | | | |
| 13.00 | | | | | | | | | | | | |
| 14.00 | | | | | | | | | | | | |
| 15.00 | | | | | | | | | | | | |
| 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 | 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 | | | | | | |
| %0-25 | ÇOK ZAYIF | V.POOR | <1 | SEYREK | WIDE(W) | %5 | PEK AZ | SLIGHTLY | %5 | PEK AZ | SLIGHTLY | |
| %25-50 | ZAYIF | POOR | 1-2 | ORTA | MODERATE(M) | %5-15 | AZ | LITTLE | %5-20 | AZ | LITTLE | |
| %50-75 | ORTA | FAIR | 2-10 | SIKI | CLOSE(C) | %15-30 | ÇOK | VERY | %20-50 | ÇOK | VERY | |
| %75-90 | İYİ | GOOD | 10-20 | ÇOK SIKI | INTENSE(I) | %30-50 | VE | AND | | | | |
| %90-100 | ÇOK İYİ | EXCELLENT | >20 | PARÇALI | CRUSHED(Cr) | | | | | | | |

EK-2A. MEYDAN PROJESİ : SK-6

| Derinlik (m) Depth (m) | Manevra Run | Standart Penetrasyon Deneyi Standart Penetration Test | | | | Grafik Graph | Jeoteknik Tanımlama Geotechnical Description | Profil Profile | Dayanimsızlık Strength | Ayrışma Weathering | Kırık/30 cm. Fracture/30 cm. | Korut % Core Recovery % | RQD % |
|---------------------------|----------------|--|-------------|---------------|-------------|---------------------|--|-------------------|---------------------------|-----------------------|---------------------------------|----------------------------|----------|
| | | Darbe Sayısı Number Of Blows | | | | | | | | | | | |
| | | 0-15 cm | 15-30 cm | 30-45 cm | N | | | | | | | | |
| 16.00 | SPT 10 | 23 | 26 | 28 | 54 | | Kahvemsi - Grimsi Renkli, Yer Yer Blok İçerikli - İri Çakallı, Az Killi, Kumlu ÇAKIL | | 16.40 m. | 19.00 m. | 19.00 m. | 22.00 m. | 25.00 m. |
| 17.00 | SPT 11 | 19 | 22 | 24 | 46 | | Kahvemsi - Grimsi Renkli, Yer Yer Blok İçerikli - İri Çakallı, Az Killi, Az Siltli, Kumlu ÇAKIL | | | | | | |
| 18.00 | SPT 12 | 50/7 | ... | ... | >50 | | Kahvemsi - Yeşilimsi Renkli, Yer Yer Blok İçerikli - İri Çakallı, Az Siltli, Az Killi, Çakallı KUM | | | | | | |
| 19.00 | SPT 13 | 16 | 21 | 18 | 39 | | Kahvemsi - Grimsi Renkli, Yer Yer Blok İçerikli - İri Çakallı, Az Killi, Az Siltli, Kumlu ÇAKIL | | | | | | |
| 20.00 | SPT 14 | 17 | 20 | 19 | 39 | | Kahvemsi - Grimsi Renkli, Yer Yer Blok İçerikli - İri Çakallı, Az Killi, Az Siltli, Kumlu ÇAKIL | | | | | | |
| 21.00 | SPT 15 | 25 | 26 | 28 | 54 | | Kahvemsi - Grimsi Renkli, Yer Yer Blok İçerikli - İri Çakallı, Az Killi, Az Siltli, Kumlu ÇAKIL | | | | | | |
| 22.00 | SPT 16 | 27 | 50/10 | ... | >50 | | Kuyu Sonu: 25.00 m. | | | | | | |
| 23.00 | SPT 17 | | | | | | | | | | | | |
| 24.00 | SPT 18 | | | | | | | | | | | | |
| 25.00 | SPT 19 | | | | | | | | | | | | |
| 26.00 | SPT 20 | | | | | | | | | | | | |
| 27.00 | | | | | | | | | | | | | |
| 28.00 | | | | | | | | | | | | | |
| 29.00 | | | | | | | | | | | | | |
| 30.00 | | | | | | | | | | | | | |
| DAYANIMSIZLIK - STRENGTH | | AYRISMA - WEATHERING | | | | | İNCE DANELİ - FINE 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=50 | ÇOK SIKI | V.DENSE | | |
| | | | | | | N=30 | SERT | HARD | | | | | |
| KAYA KALİTESİ RQD % | | KIRIK-FRACTURE / 30 cm. | | | | ORANLAR-PROPORTIONS | | | | | | | |
| %0-25 | ÇOK ZAYIF | V.POOR | <1 | SEYREK | WIDE(W) | %0 | PEK AZ | SLIGHTLY | %5 | 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 | SIKI | CLOSE(C) | %15-35 | ÇOK | VERY | %20-50 | ÇOK | VERY | | |
| %75-90 | İYİ | GOOD | 10-20 | ÇOK SIKI | INTENSE(I) | %35-55 | VE | AND | | | | | |
| %90-100 | ÇOK İYİ | EXCELLENT | >20 | PARÇALI | CRUSHED(Cr) | | | | | | | | |

EK-3. MEYDAN PROJESİ : SK-10

| Derinlik (m) Depth (m) | Standart Penetrasyon Deneyi Standart Penetration Test | | Geoteknik Tanımlama Geotechnical Description | | | | | Profil Profile | Dayanım Strength | Ayrışma Weathering | Rizik/30 cm. Fracture/30 cm. | Korot N Core Recovery % | RQD N | RQD % | |
|---------------------------|--|----------------|---|---------------|-------------|---------|----------------------------|-------------------|-----------------------------|-----------------------|---------------------------------|----------------------------|-------|-------|--|
| | Numune Cinsi Sample Type | Manevra Run | Darbe Sayısı Number Of Blows | | | | Grafik Graph | | | | | | | | |
| | | | 3-15 # | 15-30 # | 30-60 # | N | | | | | | | | | |
| 1.00 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.00 | SPT 1 | | 50/7 | ... | ... | >50 | | | | | | | | | |
| 3.00 | SPT 2 | | | | | | | | | | | | | | |
| 4.00 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5.00 | SPT 3 | | 50/3 | ... | ... | >50 | | | | | | | | | |
| 6.00 | SPT 4 | | | | | | | | | | | | | | |
| 7.00 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8.00 | SPT 5 | | 8 | 10 | 12 | 22 | | | | | | | | | |
| 9.00 | SPT 6 | | 9 | 10 | 8 | 18 | | | | | | | | | |
| 10.00 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 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 | | | | | | | | | |
| 15.00 | SPT 10 | | 29 | 50/9 | ... | >50 | | | | | | | | | |
| DAYANIMLILIK - STRENGTH | | | AYRISMA - WEATHERING | | | | İNCE DANELİ - FINE GRAINED | | İRİ DANELİ - COARSE GRAINED | | | | | | |
| 1 | DAYANIMLI | STRONG | 1 | AZE | FRESH | N=0-2 | ÇOK YUMUŞAK | V.SOFT | N=0-4 | ÇOK GEVŞEK | V.LOOSE | | | | |
| 2 | ORTA DAYANIMLI | M.STRONG | 2 | AZ AYRISMIŞ | S.WEATHERED | N=3-4 | YUMUŞAK | SOFT | N=5-10 | GEVŞEK | 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=50 | ÇOK SIKI | V.DENSE | | | | |
| KAYA KALİTESİ RQD % | | | KIRIK-FRACTURE / 30 cm. | | | | ORANLAR-PROPORTIONS | | | | | | | | |
| %0-25 | ÇOK ZAYIF | V.POOR | <1 | SEYREK | WIDE(W) | %0-5 | PEK AZ | SLIGHTLY | %5-20 | AZ | LITTLE | | | | |
| %25-50 | ZAYIF | POOR | 1-2 | ORTA | MODERATE(M) | %5-15 | AZ | LITTLE | %20-50 | ÇOK | VERY | | | | |
| %50-75 | ORTA | FAIR | 2-10 | SIKI | CLOSE(C) | %15-35 | ÇOK | VERY | | | | | | | |
| %75-90 | İYİ | GOOD | 10-20 | ÇOK SIKI | INTENSE(I) | %35-50 | VE | AND | | | | | | | |
| %90-100 | ÇOK İYİ | EXCELLENT | >20 | PARÇALI | CRUSHED(Cr) | | | | | | | | | | |

EK-3A. MEYDAN PROJESİ : SK-10

| Derinlik (m) Depth (m) | Nümunne Çeşni Sample Type | Manevra Run | Standart Penetrasyon Deneyi Standart Penetration Test | | | | Geoteknik Tanımlama Geotechnical Description | Profil Profile | Dayanım Strength | Ayrışma Weathering | Kırık/30 cm. Fracture/30 cm. | Korut % Core Recovery % | RQD % | RQD % | | | | | | | | |
|---------------------------|------------------------------|----------------|--|---------------|-----------------|---------|---|---|---------------------|-----------------------|---------------------------------|----------------------------|-------|-------|----------------------------|---------|---------|------------|-----------------------------|--|--|--|
| | | | Darbe Sayısı Number Of Blows | | Grafik Graph | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | 0-15 # | 15-30 # | 30-45 # | N | | | | | | | | | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | | | |
| 16.00 | SPT 10 | | 29 | 50/9 | ... | >50 | | <p>Kahvermsi - Grimsi Renkli, Yer Yer Blok İçerikli - İri Çakılı, Az Killi, Az Siltli, Kumlu ÇAKIL.</p> | | 20.00 m. | | | | | | | | | | | | |
| 17.00 | SPT 11 | | 34 | 50/7 | ... | >50 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 18.00 | SPT 12 | | 20 | 24 | 27 | 51 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 19.00 | SPT 13 | | 21 | 25 | 29 | 54 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 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 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 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 | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | N=30 | SERT | HARD | | | | | | | | | | | | | | |
| KAYA KALİTESİ RQD % | | | KIRIK-FRACTURE / 30 cm. | | | | ORANLAR-PROPORTIONS | | | | | | | | | | | | | | | |
| 50-25 | ÇOK ZAYIF | V POOR | <1 | SEYREK | WILDE(W) | %>5 | PEK AZ | SLIGHTLY | %5< | PEK AZ | SLIGHTLY | | | | | | | | | | | |
| 25-50 | ZAYIF | POOR | 1-2 | ORTA | MODERATE(M) | %>15 | AZ | LITTLE | %5-20 | AZ | LITTLE | | | | | | | | | | | |
| 50-75 | ORTA | FAIR | 2-10 | SIKI | CLOSE(C) | %15-35 | ÇOK | VERY | %20-50 | ÇOK | VERY | | | | | | | | | | | |
| 75-90 | İYİ | GOOD | 10-20 | ÇOK SIKI | INTENSE(I) | %35 | > | AND | | | | | | | | | | | | | | |
| 90-100 | ÇOK İYİ | EXCELLENT | >20 | PARÇALI | CRUSHED(Cr) | | | | | | | | | | | | | | | | | |

EK-7. SPOR SALONU PROJESİ : SK-21

| DERİNLİK DEPTH | KILININ ÇİNEİ SAMPLE TYPE | KILININ RUBİ RUN | DARE SAYISI NUMBER OF BLOWS | | | | GRAFİK GRAPH | JEOTEKNİK TANIMLAMA GEOTECHNICAL DESCRIPTION | PROFİL PROFILE | DAYANIMLIK STRENGTH | AYRIŞMA WEATHERING | KIRIK / KIRIL FRACTURE / FRACTURE | KAROT SİTİ CORRECTION % | MOQ % |
|---------------------------------------|------------------------------------|------------------------|--------------------------------|---------------|-------------|-------------|--|---|-------------------|---------------------------|-----------------------|--------------------------------------|-------------------------------|-------|
| | | | 6-15 CU | 15-30 CU | 30-45 CU | 45-60 CU | | | | | | | | |
| | | | 0 | 10 | 20 | 30 | | | | | | | | |
| 0,00 | | | | | | | Dolgu Malzemesi | | | | | | | |
| 1,00 | | | | | | | Kumlu, çakıllı, killi kontrolsüz dolgu. | | | | | | | |
| 2,00 | SPT-1 | 1.50-1.95 | 4 | 8 | 11 | 19 | | | | | | | | |
| 3,00 | SPT-2 | 3.00-3.45 | 5 | 5 | 5 | 10 | | | | | | | | |
| 4,00 | | | | | | | | | | | | | | |
| 5,00 | SPT-3 | 4.50-4.95 | 3 | 3 | 0 | 12 | | | | | | | | |
| 6,00 | SPT-4 | 6.00-6.45 | 17 | 20 | 12 | 32 | | | | | | | | |
| 7,00 | | | | | | | kum-çakıl bantları | | | | | | | |
| 8,00 | SPT-5 | 7.50-7.95 | 4 | 4 | 6 | 10 | | | | | | | | |
| 9,00 | UID-1 | 8.50-9.00 | | | | | | | | | | | | |
| 10,00 | SPT-6 | 9.00-9.45 | 6 | 10 | 8 | 18 | | | | | | | | |
| 11,00 | SPT-7 | 10.50-10.95 | 5 | 6 | 6 | 12 | | | | | | | | |
| 12,00 | SPT-8 | 12.00-12.45 | 4 | 4 | 5 | 9 | | | | | | | | |
| 13,00 | | | | | | | | | | | | | | |
| 14,00 | SPT-9 | 13.50-13.95 | 9 | 8 | 14 | 22 | | | | | | | | |
| 15,00 | SPT-10 | 15.00-15.45 | 7 | 9 | 8 | 17 | | | | | | | | |
| 16,00 | | | | | | | | | | | | | | |
| 17,00 | SPT-11 | 16.50-16.95 | 5 | 6 | 5 | 11 | | | | | | | | |
| 18,00 | UID-2 | 18.00-18.50 | | | | | | | | | | | | |
| 19,00 | SPT-12 | 18.50-18.95 | 4 | 6 | 6 | 12 | | | | | | | | |
| 20,00 | SPT-13 | 19.50-19.95 | 4 | 5 | 6 | 11 | | | | | | | | |
| 21,00 | | | | | | | | | | | | | | |
| DAYANIMLIK-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 GEYSEK | V LOOSE | | | |
| II | ORTA DAY | M STRONG | II | AZ AYRIŞMIŞ | S WEATHERED | N=3-4 | YUMUŞAK | SOFT | N=5-10 | GEYSEK | LOOSE | | | |
| III | ORTA ZAYIF | M WEAK | III | ORTA AYRIŞMIŞ | M WEATHERED | N=5-15 | ORTA LACI | M STIFF | N=11-30 | ORTA SIKI | M DENSE | | | |
| IV | ZAYIF | WEAK | IV | ÇOK AYRIŞMIŞ | H WEATHERED | N=16-30 | ÇOK KATI | V STIFF | N=31-50 | SIKI | DENSE | | | |
| V | ÇOK ZAYIF | V WEAK | V | YAKI AYRIŞMIŞ | C WEATHERED | N=30 | SERT | HARD | N=50 | ÇOK SIKI | V DENSE | | | |
| KAYA KALİTESİ RÖD % | | | KIRIK-FRACTURE/10 CM | | | | ORANLAR-PROPORTIONS | | | | | | | |
| 40-25 | ÇOK ZAYIF | V POOR | 1-1 | SEYREK | WIDE(W) | *45< | PEX A2 | SLIGHTLY | *45< | PEX A2 | SLIGHTLY | | | |
| 425-50 | ZAYIF | POOR | 1-2 | ORTA | MODERATE(M) | *45-15 | A2 | LITTLE | *45-20 | A2 | LITTLE | | | |
| 450-75 | ORTA | FAIR | 2-10 | SIK | CLOSE(C) | *15-35 | ÇOK | VERY | *45-50 | ÇOK | VERY | | | |
| 475-90 | İYİ | GOOD | 10-20 | ÇOK SIK | INTENSE(I) | *45> | VE | AND | | | | | | |
| 490-100 | ÇOK İYİ | EXCELLENT | 20 | PARÇALI | CRUSHED(CR) | | | | | | | | | |
| SPT | Standart Penetrasyon Deneyi | K | Karot Numarası | | | | | | | | | | | |
| PT | Standart Penetrasyon Testi | K | Core Sample | | | | | | | | | | | |
| P | Orselemiş Numune | P | Presiyometre Deneyi | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| SONDAJ MÜHENDİSİ DRILLING ENGINEER | | | | | | | | İMZA SIGN | | TARİH DATE | | | | |

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

| DERİNLİK DEPTH | STANDART PENETRASYON DENEYİ | | | | | | | | JEOTEKNİK TANIMLAMA GEOTECHNICAL DESCRIPTION | PROFİL PROFILE | DAYANIMLILIK STRENGTH | AYRISMA WEATHERING | KIRIK / ÇUKUR FRACTURE / HOLE | LABOT. % CORE RECOVERY % | RQD % |
|-------------------|----------------------------------|----------------|---------------------------------|-------------|-------------|-------------|-----------------|------------------|---|-------------------|--------------------------|-----------------------|----------------------------------|-----------------------------|-------|
| | NUMERİ CİHİ SAMPLE TYPE | BAŞLAMA RUN | DARBE SAYISI NUMBER OF BLOWS | | | | GRAFIK GRAPH | | | | | | | | |
| | | | 0-15 CM | 15-30 CM | 30-45 CM | 45-60 CM | N | 0 10 20 30 40 50 | | | | | | | |
| 21,00 | SPT-14 | 21.00-21.45 | 6 | 7 | 11 | 18 | | | <p>Kumlu Siltli KİL</p> <p>Kahve-açık kahve renlerde, katı-çok katı kıvamlı, yüksek-orta plastisiteli yer yer kum-çakıl bantları içeren Kumlu Siltli KİL-KİL.</p> <p style="text-align: right;">41.00 m</p> <p>Siltli Çakıllı KUM</p> | | | | | | |
| 22,00 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 23,00 | SPT-15 | 23.50-23.95 | 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 | 6 | 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 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 42,00 | SPT-25 | 37.50-37.95 | 7 | 9 | 10 | 19 | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | SPT-26 | 39.00-39.45 | 8 | 10 | 12 | 23 | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | SPT-27 | 40.50-40.95 | 6 | 8 | 8 | 16 | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |

| DAYANIMLILIK-STRONGTH | | 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 GEYSEK V.LOOSE |
| II | ORTA DAY M.STRONG | II | AZ AYRISMA S.WEATHERED | N=3-4 | YUMUŞAK SOFT | N=5-10 | GEYSEK 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 V.STIFF | N=31-50 | SIKI DENSE |
| V | ÇOK ZAYIF V.WEAK | V | SAZ AYRISMA C.WEATHERED | N=16-20 | ÇOK KATI HARD | N=50 | ÇOK SIKI V.DENSE |
| KAYA KALİTESİ RQD % | | KIRIK-FRACTURE/50 CM | | ORANLAR-PROPORTIONS | | | |
| %0-25 | ÇOK ZAYIF V.POOR | <1 | SEYREK WIDE(W) | %0-5 | PEK AZ SLIGHTLY | %0-5 | PEK AZ SLIGHTLY |
| %25-50 | ZAYIF POOR | 1-2 | ORTA MODERATE(M) | %5-15 | AZ LITTLE | %5-20 | AZ LITTLE |
| %50-75 | ORTA FAIR | 3-10 | SIK CLOSE(C) | %15-35 | ÇOK VERY | %20-50 | ÇOK (C) |
| %75-100 | İYİ GOOD | 10-20 | ÇOK ÇOK SIK DENSE(D) | %35-55 | YETERLİ AND | | |
| %90-100 | ÇOK İYİ EXCELLENT | >20 | PARÇALI CRUSHED(CR) | | | | |

SPT : Standard Penetration Test / R : Kuru Nemlilik

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

| DERİNLİK/İ DEPTH | STANDART PENETRASYON DENEYİ | | | | | | JEOTEKNİK TANIMLAMA GEOTECHNICAL DESCRIPTION | PROFİL PROFILE | DAYANIKLILIK STRENGTH | AYRISMA WEATHERING | KIRIK /30 CM FRACTURE /30 CM | KAROT % CORE RECOVERY % | ROD % | | |
|-----------------------|----------------------------------|----------------|---------------------------------|--------------|-------------|--------------------------|---|-------------------|---------------------------|-----------------------|---------------------------------|----------------------------|----------|-----------------|------------------|
| | NİHAİ CİNSİ SAMPLE TYPE | MANEVRA RUN | DARBE SAYISI NUMBER OF BLOWS | | | | | | | | | | | GRAFIK GRAPH | |
| | | | 0-15 CM | 15-30 CM | 30-45 CM | N | | | | | | | | | 0 10 20 30 40 50 |
| 42,00 | SPT-28 | 42,00-42,45 | 20 | 14 | 14 | 28 | Siltli Çalılı KUM Açık kahve-bej renklere, orta sıkı-çok sıkı yapıda travertenin alterasyonu sonucu oluşmuş Siltli Çakılı 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 renklere, 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 | | | | | | | V-IV | V-IV | >20 | 0 | 0 | | |
| 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 | | | 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 RÖD % | | | KIRIK-FRACTURE/30 CM | | | ORANLAR-PROPORTIONS | | | | | | | | | |
| 5-6-25 | ÇOK ZAYIF | V POOR | <1 | SEYREK | WIDE(W) | 5-15 | PEK AZ | | SLIGHTLY | 5-15 | PEK AZ | | SLIGHTLY | | |
| 6-25-50 | ZAYIF | POOR | 1-2 | ORTA | MODERATE(M) | 15-35 | AZ | | LITTLE | 15-20 | AZ | | LITTLE | | |
| 6-50-75 | ORTA | FAIR | 2-10 | SIK | CLOSE(C) | 35-55 | ÇOK | | VERY | 20-50 | ÇOK | | VERY | | |
| 6-75-90 | İYİ | GOOD | 10-20 | ÇOK SIK | INTENSE(I) | 55-75 | VE | | VERY | | | | | | |
| 6-90-100 | ÇOK İYİ | EXCELLENT | >20 | PARÇALI | CRUSHED(CR) | | | | VERY | | | | | | |

EK-9. SPOR SALONU PROJESİ : SK-24

| DERİNLİK / DEPTH | STANDART PENETRASYON DENEYİ STANDARD PENETRATION TEST | | | | | | | | | | JEOTEKNİK TANIMLAMA GEOTECHNICAL DESCRIPTION | PROFİL PROFILE | DAYANIMLILIK STRENGTH | AYRISMA WEATHERING | KIRIL / 30 CM FRACTURE / 30-C | KAROT % CORE RECOVERY | ROD % |
|-----------------------|--|---------------------------------------|---------------------------------|--------------|-------------|---------------|--------------------------|----------|----------|-----------|---|---------------------------|--------------------------|-----------------------|----------------------------------|--------------------------|-------|
| | NURUNE CİNSİ SAMPLE TYPE | MANEVRİ RİN | DARBE SAYISI NUMBER OF BLOWS | | | | GRAFİK GRAPH | | | | | | | | | | |
| | | | 0-15 CM | 15-30 CM | 30-45 CM | N | 0 | 10 | 20 | 30 | | | | | | | |
| 0,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2,00 | SPT-1 | 1.50-1.95 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3,00 | SPT-2 | 3.00-3.45 | 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 | | | | | | |
| | | | | | | N=30 | SERT | HARD | | | | | | | | | |
| KAYA KALİTESİ ROD %: | | KIRIL-FRACTURE/30 CM | | | | | GRANLAR-PROPORTIONS | | | | | | | | | | |
| *40-25 | ÇOK ZAYIF | V.POOR | <1 | SEYREK | WIDE(W) | *4-5 | PEK AZ | SLIGHTLY | *4-5 | 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 | *20-30 | ÇOK | VERY | | | | | | |
| *75-90 | İYİ | GOOD | 10-20 | ÇOK SIK | DENSE(D) | *35-50 | VE | AND | | | | | | | | | |
| *90-100 | ÇOK İYİ | EXCELLENT | >20 | PARÇALI | CRUSHED(CR) | | | | | | | | | | | | |
| SPT | Standart Penetrasyon Deneysi | K | Karot Numunesi | | | | | | | | | | | | | | |
| SPT | Standart Penetration Test | K | Core Sample | | | | | | | | | | | | | | |
| | | B | Pneumatik Deneysel | | | | | | | | | | | | | | |
| | | SONDAJ MÜHENDİSİ DRILLING ENGINEER | | İMZA SIGN | | TARİH DATE | | | | | | | | | | | |

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

| DENEY RAPORU | | | | | | | | | | | | | | | Tarih : 28.01.2010 | | | | | | | |
|--------------|-----------|-----------|--------------|---------------|--------------|---|------|------|-------------------------------|-----------------------------------|---|----------------|-----------------------|----------------------|----------------------------------|----------|--------------------|------------------------------|-------------------|---------------|-----------------|----------------------------------|
| DENEY RAPORU | | | | | | | | | | | | | | | Telep eden firma : | | | | | | | |
| DENEY RAPORU | | | | | | | | | | | | | | | Numune Yeri : | | | | | | | |
| DENEY RAPORU | | | | | | | | | | | | | | | Ait olduğu proje : | | | | | | | |
| DENEY RAPORU | | | | | | | | | | | | | | | LAB NO : | | | | | | | |
| DENEY RAPORU | | | | | | | | | | | | | | | NUMUNE GİRİŞ TARİHİ : 05.11.2009 | | | | | | | |
| No | Sondaj No | Numune No | Derinlik (m) | Dane Dağılımı | | Atterberg Limitleri TS 1900-1 / MART 2006 | | | SINIF (TS 1500 / ARALIK 2000) | Özgül Ağırlık Gs t/m ³ | Tabii Birim Ağırlık γn t/m ³ | Su İlh. W(n) % | Serbest Basınç | | Üç Eksenli Kesme | | Nokta Yüklü Deneyi | | Sıkışma İndisi Cc | Konsolidasyon | Şişme Yüzdesi % | Şişme Basıncı kg/cm ² |
| | | | | -10 geçen % | -200 geçen % | LL % | PL % | PI % | | | | | qu kg/cm ² | C kg/cm ² | C kg/cm ² | φ derece | Is(50) (Mpa) | Is(50) (Kg/cm ²) | | | | |
| 118 | SK-21 | SPT-3 | 4,50-4,95 | 99 | 84 | 42 | 20 | 22 | CI | | | 24,3 | | | | | | | | | | |
| 119 | SK-21 | UD-1 | 8,50-9,00 | 100 | 86 | 60 | 25 | 35 | CH | | 2,01 | 22,8 | | | 0,67 | 4 | | | | √ | 2,06 | |
| 120 | SK-21 | SPT-9 | 13,50-13,95 | 99 | 84 | 40 | 21 | 19 | CI | | | 19,7 | | | | | | | | | | |
| 121 | SK-21 | UD-2 | 18,00-18,50 | 86 | 59 | 60 | 25 | 35 | CH | | 1,97 | 23,6 | | | 0,26 | 6 | | | | √ | 0,00 | |
| 122 | SK-21 | SPT-18 | 27,00-27,45 | 94 | 78 | 59 | 25 | 34 | CH | | | 20,1 | | | | | | | | | | |
| 123 | SK-21 | SPT-24 | 36,00-36,45 | 98 | 83 | 42 | 20 | 22 | CI | | | 22,2 | | | | | | | | | | |
| 124 | SK-21 | SPT-28 | 42,00-42,45 | 87 | 40 | NP | NP | - | SM | | | 24,8 | | | | | | | | | | |
| 125 | SK-22 | SPT-3 | 4,50-4,95 | 62 | 9 | | | | SW-SM | | | 19,0 | | | | | | | | | | |
| 126 | SK-22 | UD-1 | 9,00-9,50 | 69 | 50 | 51 | 23 | 28 | CH | | 1,87 | 29,7 | | | 0,33 | 6 | | | | √ | 1,48 | 0,1427 |
| 127 | SK-22 | SPT-11 | 16,50-16,95 | 88 | 79 | 51 | 22 | 29 | CH | | | 29,7 | | | | | | | | | | |
| 128 | SK-22 | SPT-16 | 24,00-24,45 | 84 | 69 | 49 | 21 | 28 | CI | | | 27,0 | | | | | | | | | | |
| 129 | SK-22 | SPT-21 | 31,50-31,95 | 88 | 68 | 39 | 22 | 17 | CI | | | 33,5 | | | | | | | | | | |
| 130 | SK-23 | UD-1 | 15,50-11,00 | 100 | 94 | 51 | 22 | 29 | CH | | 1,86 | 29,2 | | | 0,49 | 2 | | | | √ | 0,79 | 0,1478 |
| 131 | SK-23 | UD-2 | 18,00-18,50 | 87 | 66 | 51 | 22 | 29 | CH | | 1,92 | 30,0 | | | 0,31 | 5 | | | | √ | 0,21 | 0,0153 |
| 132 | SK-23 | SPT-14 | 21,00-21,45 | 99 | 97 | 51 | 23 | 28 | CH | | | 26,5 | | | | | | | | | | |
| 133 | SK-23 | SPT-18 | 27,00-27,45 | 97 | 85 | 48 | 22 | 26 | CI | | | 19,5 | | | | | | | | | | |
| 134 | SK-23 | SPT-23 | 34,50-34,95 | 77 | 27 | NP | NP | - | SW-SM | | | 21,4 | | | | | | | | | | |
| 135 | SK-24 | SPT-3 | 4,50-4,95 | 94 | 79 | 47 | 22 | 25 | CI | | | 22,9 | | | | | | | | | | |

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

| DENEY RAPORU | | | | | | | | | | | | | | | Tarih : 28.01.2010 | | | | | | | |
|--------------|-----------|-----------|--------------|---------------|--------------|---|------|------|-------------------------------|-----------------------------------|---|----------------|-----------------------|----------------------|----------------------------------|----------|--------------------|------------------------------|-------------------|---------------|-----------------|----------------------------------|
| DENEY RAPORU | | | | | | | | | | | | | | | Telep eden firma : | | | | | | | |
| DENEY RAPORU | | | | | | | | | | | | | | | Numune Yeri : | | | | | | | |
| DENEY RAPORU | | | | | | | | | | | | | | | Ait olduğu proje : | | | | | | | |
| DENEY RAPORU | | | | | | | | | | | | | | | LAB NO : | | | | | | | |
| DENEY RAPORU | | | | | | | | | | | | | | | NUMUNE GİRİŞ TARİHİ : 05.11.2009 | | | | | | | |
| No | Sondaj No | Numune No | Derinlik (m) | Dane Dağılımı | | Atterberg Limitleri TS 1900-1 / MART 2006 | | | SINIF (TS 1500 / ARALIK 2000) | Özgül Ağırlık Gs t/m ³ | Tabii Birim Ağırlık γn t/m ³ | Su İlh. W(n) % | Serbest Basınç | | Üç Eksenli Kesme | | Nokta Yüklü Deneyi | | Sıkışma İndisi Cc | Konsolidasyon | Şişme Yüzdesi % | Şişme Basıncı kg/cm ² |
| | | | | -10 geçen % | -200 geçen % | LL % | PL % | PI % | | | | | qu kg/cm ² | C kg/cm ² | C kg/cm ² | φ derece | Is(50) (Mpa) | Is(50) (Kg/cm ²) | | | | |
| 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 | 96 | 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 | 84 | 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 | | | 27,9 | | | | | | | | | | |

EK-12. KONUT PROJESİ : EK/SK-4

| Sondaj Derinliği (m) | Mühürleme İşlemi Durumu | Kuyu İçerisi | Örnek Yeri ve No | Örnek Türü ve No | Standart Penetrasyon Testi (SPT) | | | | Pisidyometre Deneyi | | Kaya Özellikleri | | | | Zemin Profili | Zemin Tanımlanması | Sondaj Derinliği (m) | | |
|-----------------------------------|-------------------------|--------------|------------------|------------------|----------------------------------|--------|----------------------------|-------|---|---------------------------------------|------------------|-------|----------------------|------------------|---------------|--------------------|----------------------|----------------|---------|
| | | | | | Darbe Sayısı | | | | Elastikite Modülü (kg/cm ²) | Net İleri Basma (kg/cm ²) | SCR % | SCR % | RQD % | Ayrılma Derecesi | | | | Çatlak 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 | | | | | | | | 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 | Kalı | N | 31-50 | Sıkı | 35-50% | Ve | 10-20 | Çok sık | | | | | | | | | | |
| N | 16-30 | Çok kalı | N | >50 | Çok sıkı | | | >20 | Parçalı | | | | | | | | | | |
| N | >30 | Seri | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Dayanım | | | | | Ayrılma Derecesi | | | | Kaya Kalite Tanımı (RQD) | | | | Kısaltmalar | | | | | | |
| I | Çok zayıf | I | Taze | 0-25% | Çok kötü | UD | Özellendirilmiş örnek | P | Pisidyometre Deneyi | | | | | | | | | | |
| II | Zayıf | II | Az ayrılmış | 25-50% | Kötü | DS | Özellendirilmiş örnek | K/C | Kısa örnek | | | | | | | | | | |
| III | Orta | III | Orta ayrılmış | 50-75% | Orta | SPT | Standart Penetrasyon Testi | BOT | Bölünmüş test | | | | | | | | | | |
| IV | Dayanımlı | IV | Çok ayrılmış | 75-90% | İyi | TCR | Toplam Kırı Yüzdeleri | | | | | | | | | | | | |
| V | Çok Dayanımlı | V | Tamamen ayrılmış | 90-100% | Çok iyi | SCR | Solunmuş Kırı Yüzdeleri | | | | | | | | | | | | |
| | | VI | Kalıntı | | | VST | Yeni Deney | | | | | | | | | | | | |

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

| Sondaj Derinliği(m) | Mikrozon Borsası Derinliği | Kaya İç Deneçler | 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 | | | | Batılma Mesafesi(g/cm ²) | Net İtme Basıncı(kg/cm ²) | KCI % | SCI % | RQD % | Ayrırma Derecesi | Çatlak Sıklığı | | | | Dayanım |
| | | | | | 0-15 | 15-30 | 30-45 | N | | | | | | | | | | | |
| 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 | | | | | | | | | | | | | | | | 39,45 m. | 30,50 | | |
| 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 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 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Dayanım | | | Ayrırma Derecesi | | | Kaya Kalite Tanımı(RQD) | | | Kısıtlımlar | | | | | | | | | | |
| I | Çok zayıf | I | Taze | 0-25% | Çok kötü | UD | Örneklenmiş Örnek | P | Presiyometre Deneyi | | | | | | | | | | |
| II | Zayıf | II | Az Ayrışmış | 25-50% | Kötü | DS | Örneklenmiş Örnek | K/C | Kıvam Deneyi | | | | | | | | | | |
| III | Orta | III | Orta Ayrışmış | 50-75% | Orta | SPT | Standart Penetrasyon Testi | BST | Başınçlı su testi | | | | | | | | | | |
| IV | Dayanımlı | IV | Çok Ayrışmış | 75-90% | İyi | TCR | Toplam Kiriş Yönelimi | | | | | | | | | | | | |
| V | Çok Dayanımlı | V | Tamamen ayrılmış | 90-100% | Çok İyi | SCR | Sığırım Kiriş Yönelimi | | | | | | | | | | | | |
| | | VI | Kalın | | | VST | Wet Deneyi | | | | | | | | | | | | |

EK-13. KONUT PROJESİ : SK-7

| Sondaj Derinliği(m) | Mühürleşme Borusu Derinliği | Kuyucu 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 | | | | Etenisite 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 | | | | | | | | | 19,95 m. | |
| 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 | 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 | Basıncı 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-13A. KONUT PROJESİ : SK-7 (DEVAMI)

| Sondaj Derinliği(m) | Mühürata Borusu Derinliği | Kuyu İç Deneyle | Örnek Türü ve No | Standart Penetrasyon Tesli(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 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 16,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 16,5 | | | | 29 | 33 | 42 | 75 | | | | | | | | | | | |
| 17,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 17,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 18,0 | | | | 27 | 33 | 40 | 73 | | | | | | | | | | | |
| 18,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 19,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 19,5 | | | | 50/13 | | | R | | | | | | | | | | | |
| 20,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 20,50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 21,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 21,50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 22,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 22,50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 23,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 23,50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 24,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 24,50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 25,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 25,50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 26,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 26,50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 27,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 27,50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 28,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 28,50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 29,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 29,50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 30,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 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 | | | | | | |
| II | Zayıf | | | II | Az Ayrışmış | | | 25-50% | Kötü | | DS | Öselenmiş örnek | | | | | | |
| III | Orta | | | III | Orta ayrışmış | | | 50-75% | Orta | | SPT | Standart Penetrasyon Tesli | | | | | | |
| 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 İçi Deneysel | Örnek Türü ve No | Standart Penetrasyon Testi(SPT) | | | | Presiyometre Deneysel | | Kaya Özellikleri | | | | | Zemin Profili | Zemin Tanımlanması | Sondaj Derinliği(m) | |
|-----------------------------------|---------------------------|-------------------|------------------|---------------------------------|------------------|------------|---|--|--|------------------|-------|-----------------------|----------------------------|----------------|---------------|-----------------------|---------------------|---------|
| | | | | Darbe Sayısı | | | | Elastisite Modülü(kg/cm ²) | Net Limit Basıncı(kg/cm ²) | 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 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Dayanım | | | | Ayrışma Derecesi | | | | Kaya Kalite Tanımı(RQD) | | | | Kısaltmalar | | | | | | |
| I | Çok zayıf | | | I | Taze | | | 0-25% | | Çok kötü | | UD | Örselenmemiş örnek | | P | Presiyometre Deneysel | | |
| 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 | Basınçlı 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 Deneysel | | | | | |

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

| Sıra No. | NUMUNENİN/OF SAMPLE | | | | Dane Dağılımı Gradation (%) | | Atterberg Limitleri % | | | SINIF Category | Su Muh. Water Kıvam İndeksi | S. Basınç Unrestricted Pressure q(u) | Üç Eksenli Basınç Triaxial Compression c kohezyon | Doğal Birim Ağırlık Natural Unit Weight | Kuru Birim Ağırlık Dry unit Weight | NoktaYük Dayanım indeksi strength index | Özgül Ağırlık Specific Gravity | Permeabilite Katsayısı Permeability coefficient | Konsolidasyon Consolidation | | Kesme Kutusu Direct shear | |
|----------------------------|---------------------|---|---------|-------------|-----------------------------|-------------|--|----------------|----------------|----------------|-----------------------------|--|---|---|------------------------------------|---|--|---|-----------------------------|--|---------------------------|-----|
| | LabNo | Son. No | Num. No | Derinlik | +10 | -200 | W _L | W _p | I _p | | | | | | | | | | Contents W(n) | İc | Ø | MPa |
| No | Number | Drilling sample | Depth | Retained | Passing | LL | PL | PI | (%) | (%) | kgf/cm ² | kgf/cm ² | (t/m ²) | (t/m ²) | (MPa) | Gs | k (cm/sn) | kgf/cm ² | (%) | kN/m ² | 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 | CIM | 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 | | | | CIW | Çok Yüksek Plastisiteli Kıl/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 | | | | SiL | 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 | | | | ciL | Düşük Plastisiteli Kıl/Low Plasticity Clay | | | | SiM | Orta Plastisiteli Silt/Medium Plasticity Silt | | | | | |

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

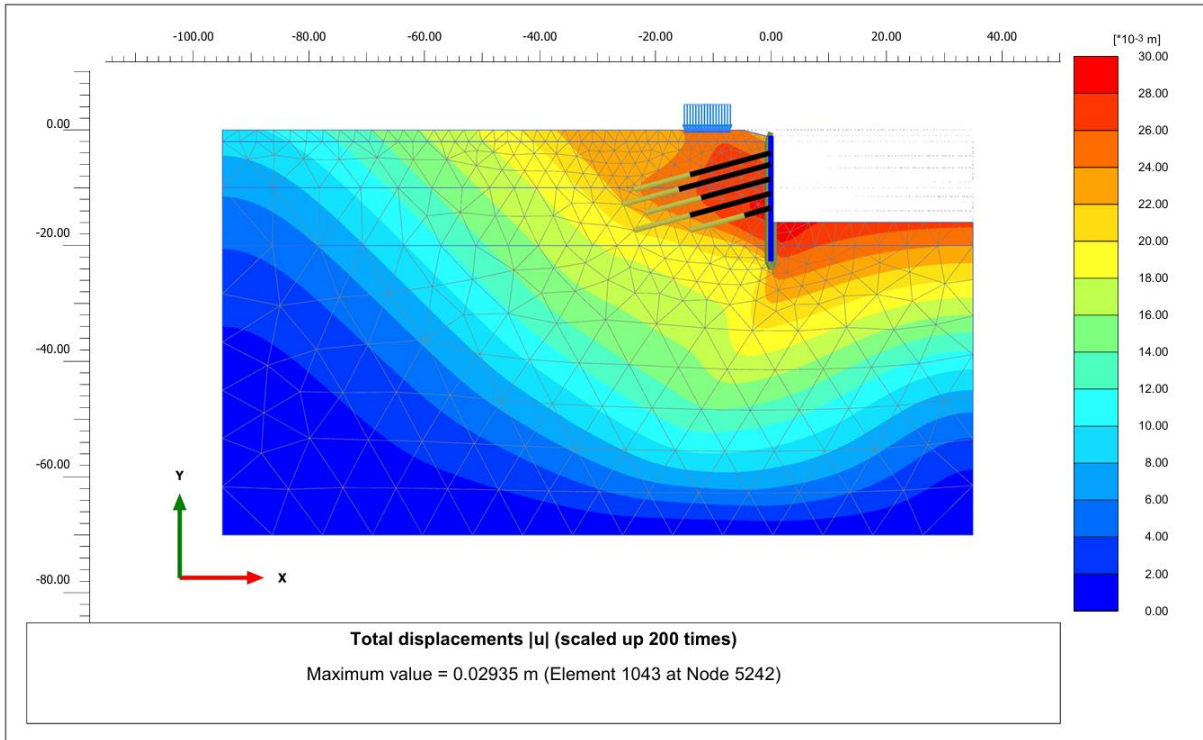
| Sıra No. | NUMUNENİN/OF SAMPLE | | | | Dane Dağılımı Gradation (%) | | Atterberg Limitleri % | | | SINIF Category | Su Muh. Water Kıvam İndeksi | S. Basınç Unrestricted Pressure q(u) | Üç Eksenli Basınç Triaxial Compression c kohezyon | Doğal Birim Ağırlık Natural Unit Weight | Kuru Birim Ağırlık Dry unit Weight | NoktaYük Dayanım indeksi strength index | Özgül Ağırlık Specific Gravity | Permeabilite Katsayısı Permeability coefficient | Konsolidasyon Consolidation | | Kesme Kutusu Direct shear | |
|----------------------------|---------------------|---|---------|-------------|-----------------------------|-------------|--|----------------|----------------|----------------|-----------------------------|--|---|---|------------------------------------|---|--|---|-----------------------------|--|---------------------------|-----|
| | LabNo | Son. No | Num. No | Derinlik | +10 | -200 | W _L | W _p | I _p | | | | | | | | | | Contents W(n) | İc | Ø | MPa |
| No | Number | Drilling sample | Depth | Retained | Passing | LL | PL | PI | (%) | (%) | kgf/cm ² | kgf/cm ² | (t/m ²) | (t/m ²) | (MPa) | Gs | k (cm/sn) | kgf/cm ² | (%) | kN/m ² | Ø(o) | |
| 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 | | | | CIW | Çok Yüksek Plastisiteli Kıl/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 | | | | SiL | 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 | | | | ciL | Düşük Plastisiteli Kıl/Low Plasticity Clay | | | | SiM | Orta Plastisiteli Silt/Medium Plasticity Silt | | | | | |

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

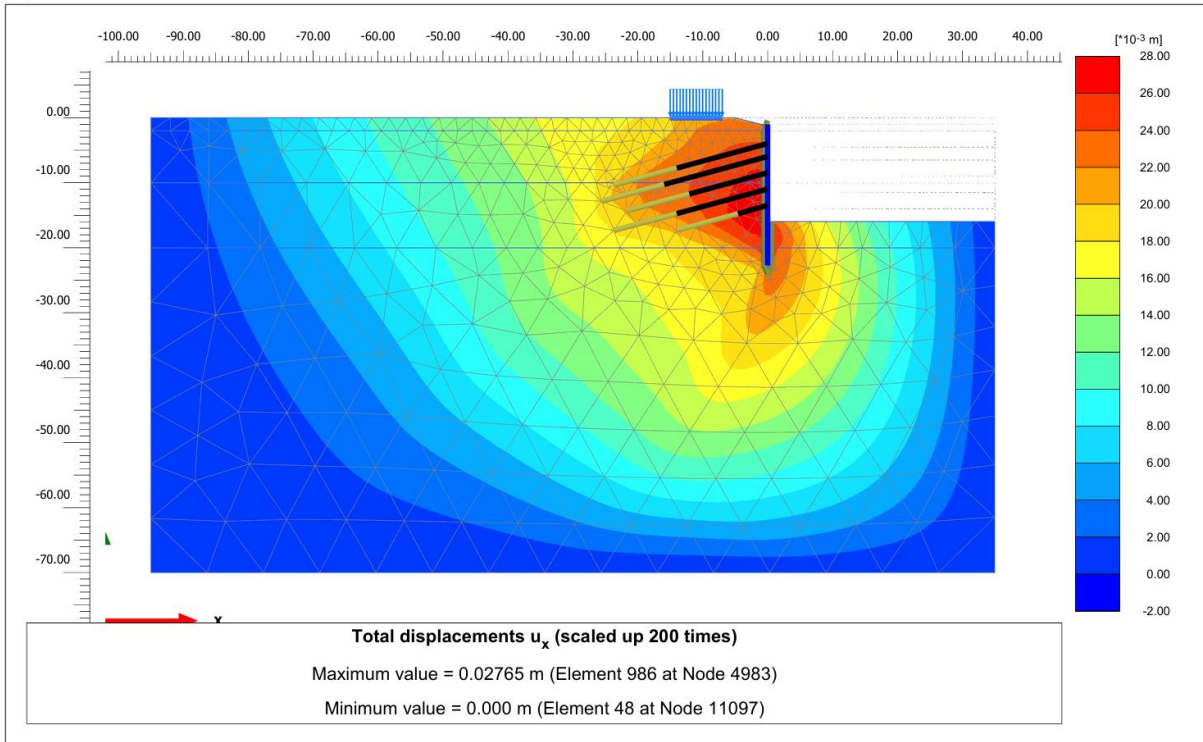
| Sıra No. | NUMUNENİN/OF SAMPLE | | | | Dane Dağılımı Gradation (%) | | Atterberg Limitleri % | | | Su Muh. Water Contents W(n) (%) | Kvam İndeksi Ic | S. Basınç Unrestricted Pressure q(u) kgf/cm ² | Üç Eksenli Basınç Triaxial Compression | | Doğal Birim Ağırlık Natural Unit Weight (t/m ³) | Kuru Birim Ağırlık Dry unit Weight (t/m ³) | Nokta Yük Dayanım İndeksi Point load strenght index (MPa) | Özgül Ağırlık Specific Gravity Gs | Permeabilite Katsayısı Permeability coefficient k (cm/sn) | Konsolidasyon Consolidation | | Kesme Kutusu Direct shear | | |
|----------------------------|---------------------|---|---------|---------------|-----------------------------|-------------|-----------------------|----------------|--|---------------------------------|-----------------|--|--|---------------------|---|--|---|-----------------------------------|---|--|----------------------|---------------------------|-------------------|----------------|
| | Lab No | Son. No | Num. No | Derinlik (m.) | +10 kalan | -200 Geçen | W _L | W _p | I _p | | | | SINIF Category | c | | | | | | Ø° | Şiş. Basınç Pressure | Şişme Yüzdesi (%) | Efektif kohezyon | Sürtünme açısı |
| | Number | Number | Number | Depth | Retained | Passing | LL | PL | PI | | | | | kgf/cm ² | | | | | | kgf/cm ² | 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 | SİSa | 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 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tanımlamalar/ Descriptions | GrW | İyi Derecelenmiş Çakıl/Well Graded Gravel | | | | SiGr | | | Siltli Çakıl/Silty Gravel | | | SaU | Tek Boy Kum/Uniformly Graded Sand | | | CIM | Orta Plastisiteli Kıl/Medium Plasticity | | SiH | Yüksek plastisiteli Silt/High Plasticity Silt | | | | |
| | GrM | Orta Derecelenmiş Çakıl/Medium Graded Gravel | | | | ciGr | | | Killi Çakıl/Clayey Gravel | | | SaG | Aralıklı Derecelenmiş Kum/Gap Graded Sand | | | CIH | Yüksek plastisiteli Kıl/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 Kıl/Very High Plasticity | | NP | Plastik olmayan/Non Plasticity | | | | |
| | GrU | Tek Boy Çakıl/Uniformly Graded Gravel | | | | SaM | | | Orta Derecelenmiş Kum/Medium Graded Sand | | | ciSa | Killi 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 Kıl/Low Plasticity Clay | | | SiM | Orta Plastisiteli Silt/Medium Plasticity Silt | | | | | | | |

EK-18. MEYDAN PROJESİ : STATİK DURUM HESAP ÇIKTILARI

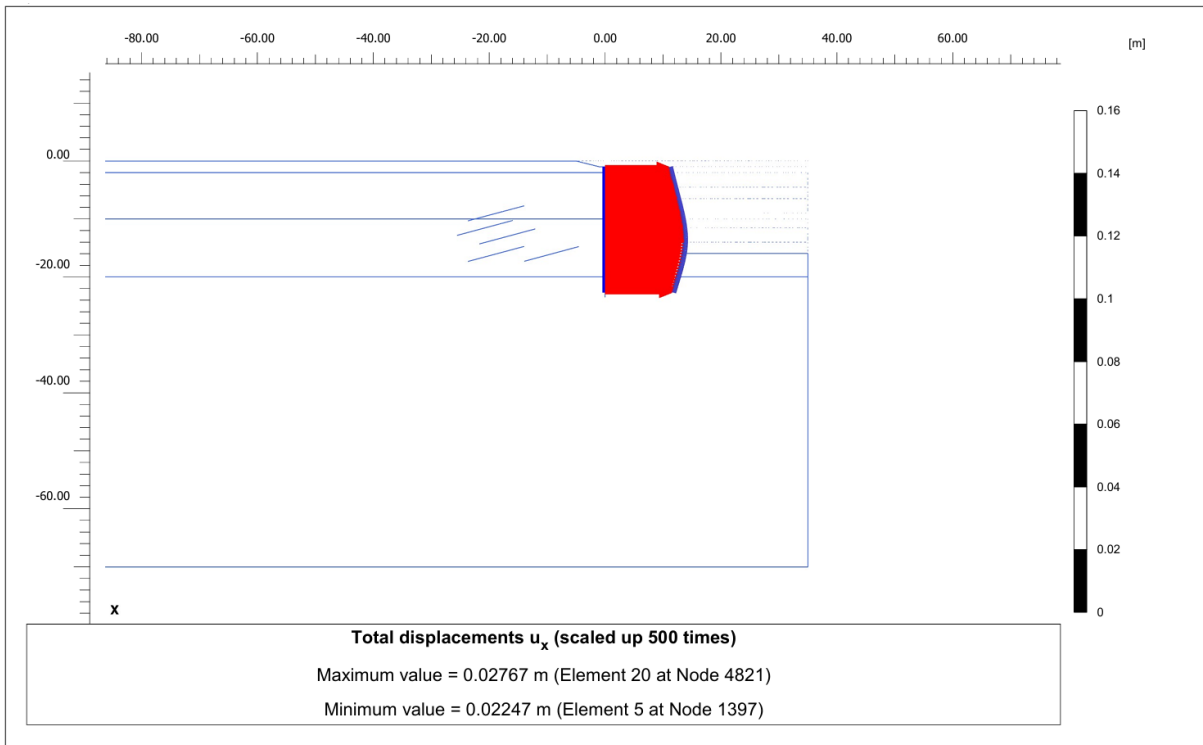
Toplam Yer Değiştirme – U



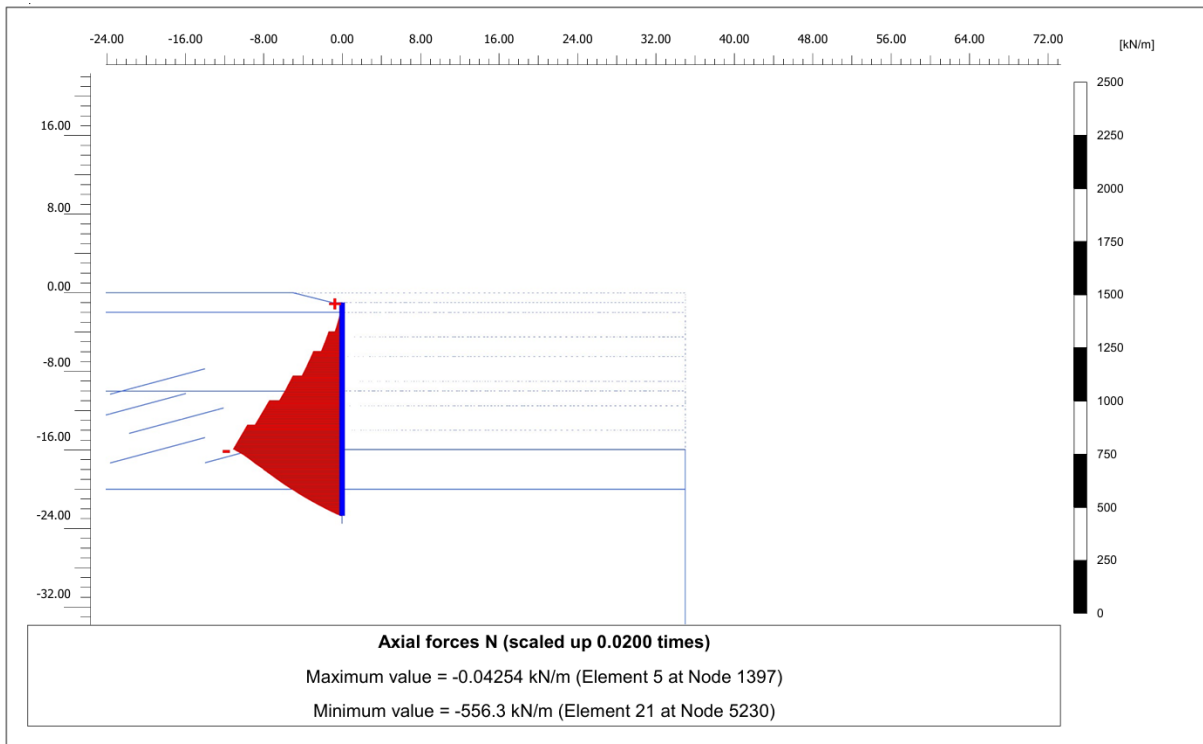
Yatay Yer Değiştirme – u_x



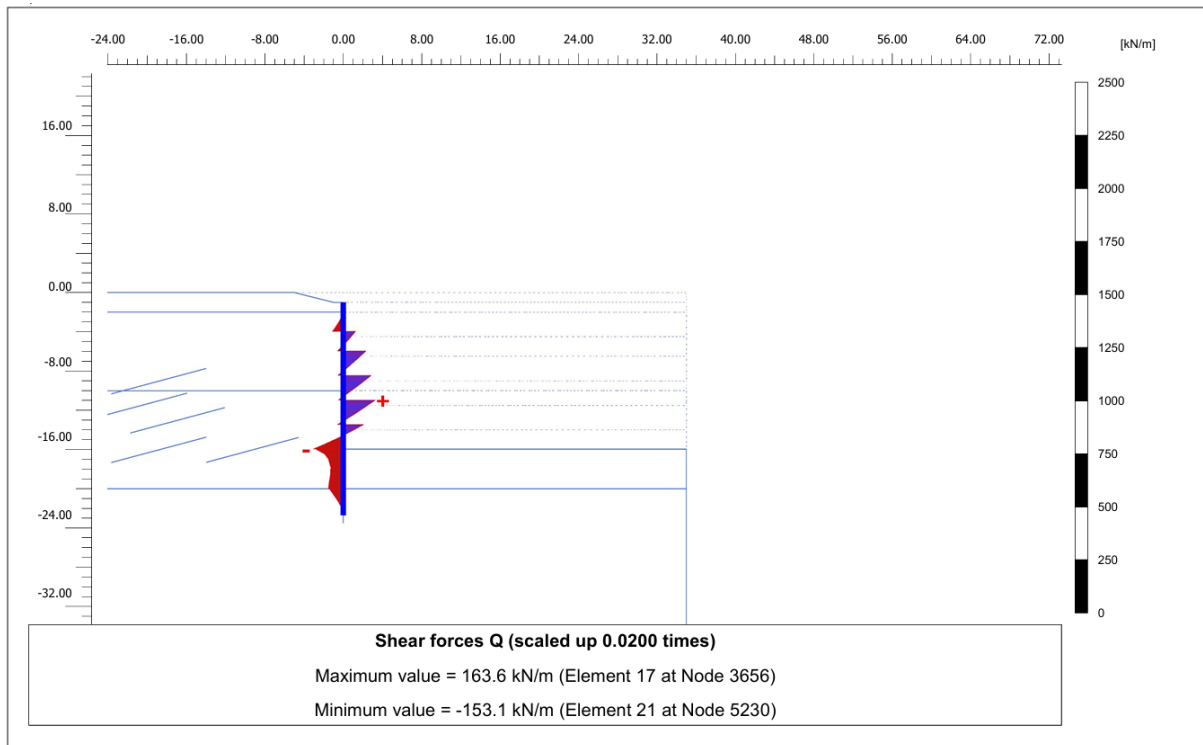
Kazık Yatay Yer Değişirme - U_x



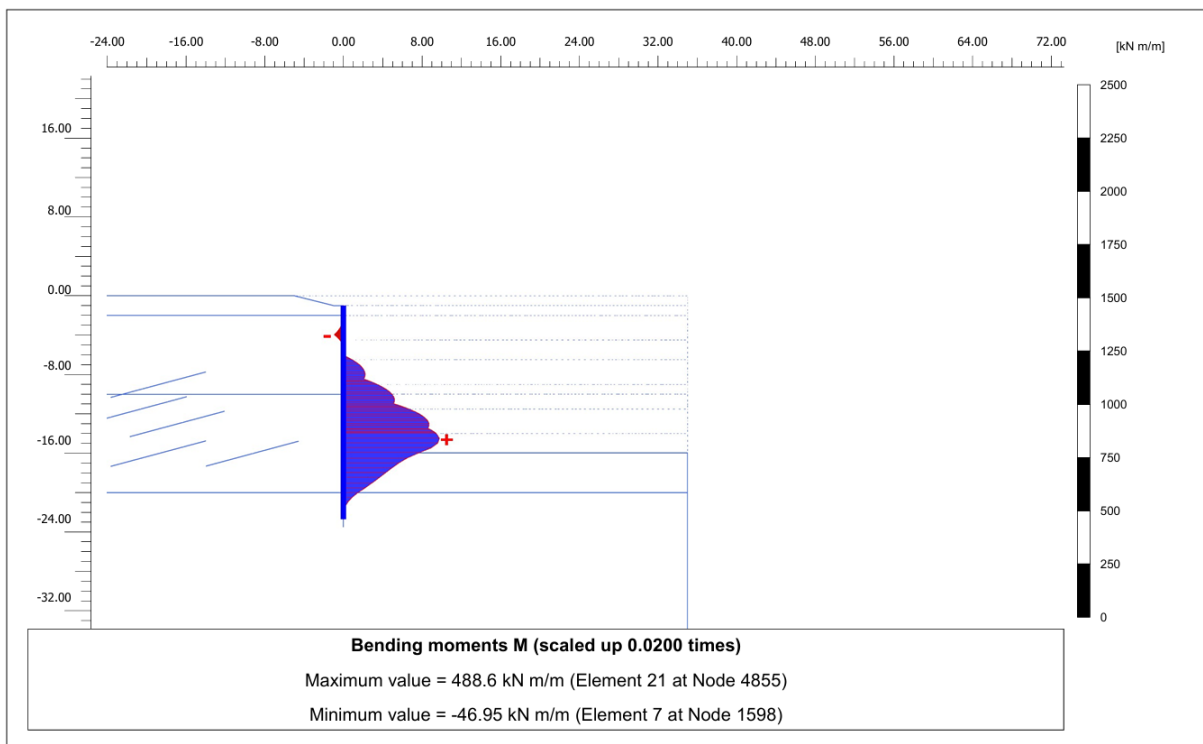
Kazık Normal Kuvvet - N



Kazık Kesme Kuvet – Q



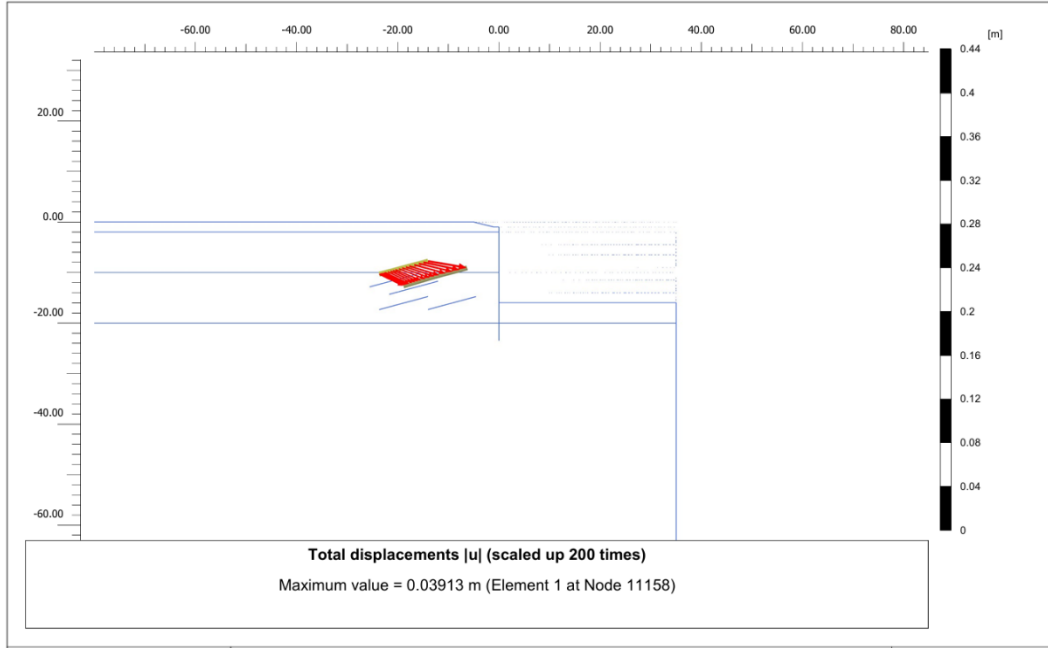
Kazık Eğilme Momenti - M



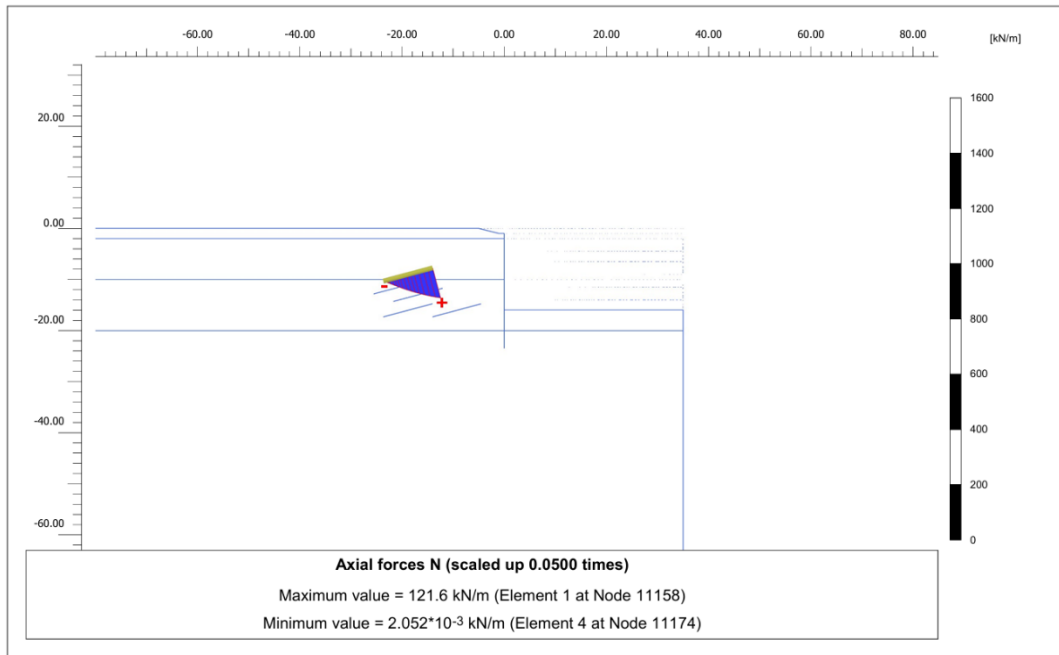
1.Sıra Ankraj Normal Kuvveti - N

| 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



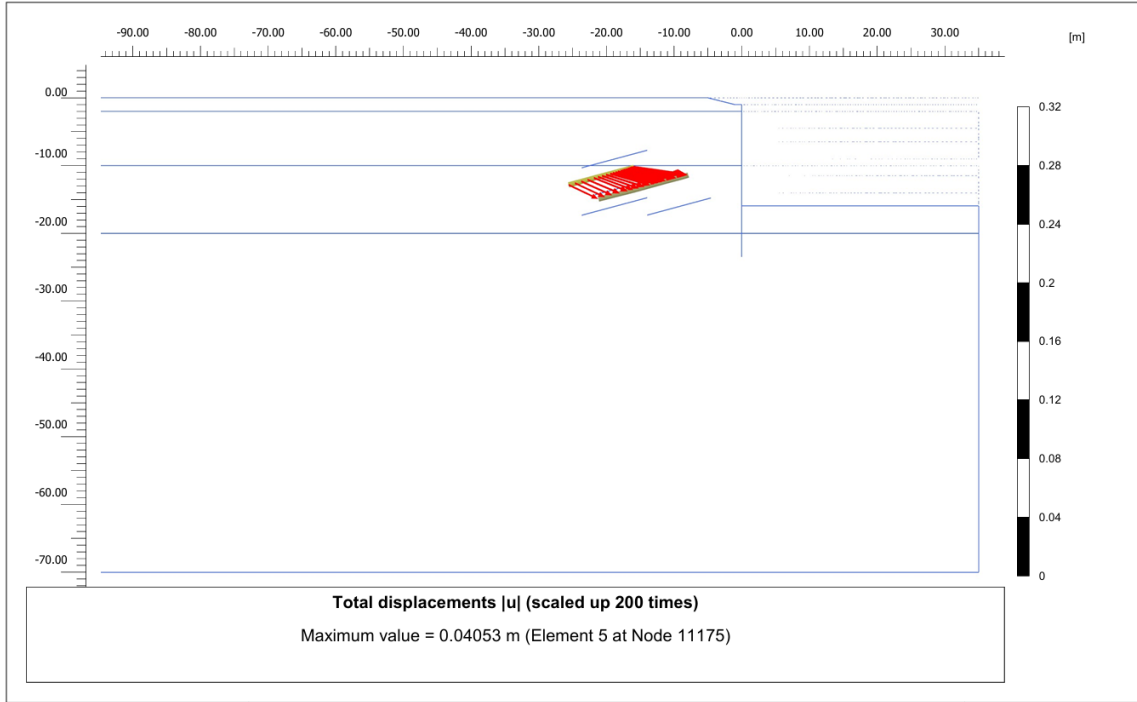
1.Sıra Ankraj Kökü Normal Kuvveti - N



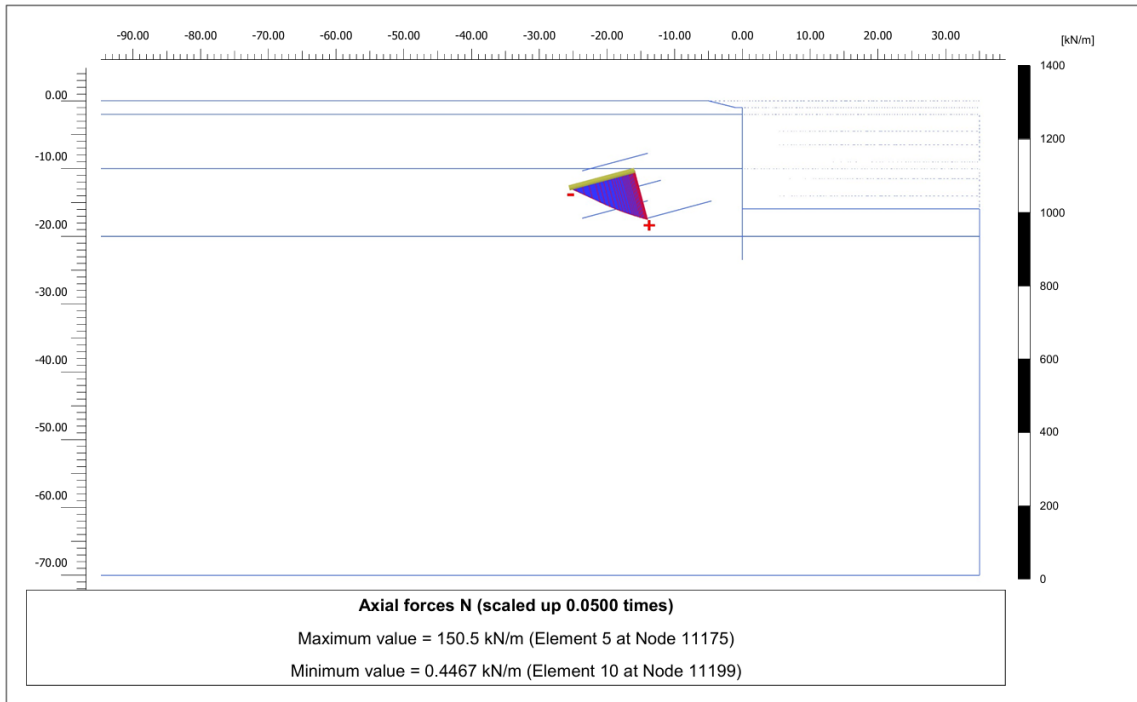
2.Sıra Ankraj Normal Kuvveti - N

| 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 Değişirme - U



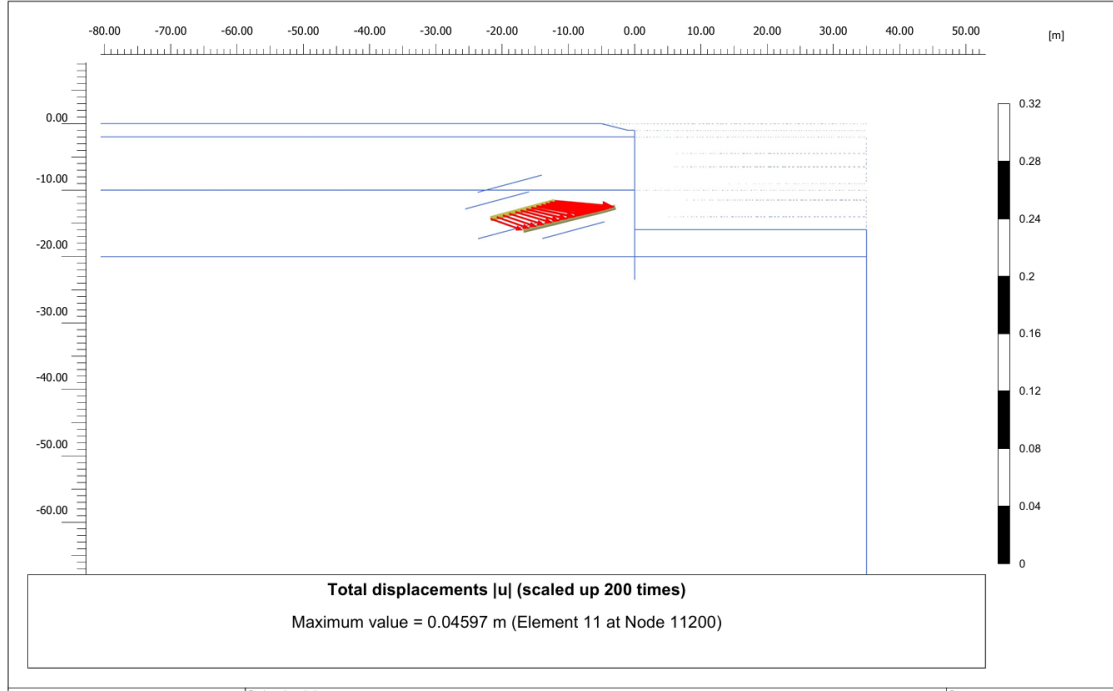
2.Sıra Ankraj Kökü Normal Kuvveti - N



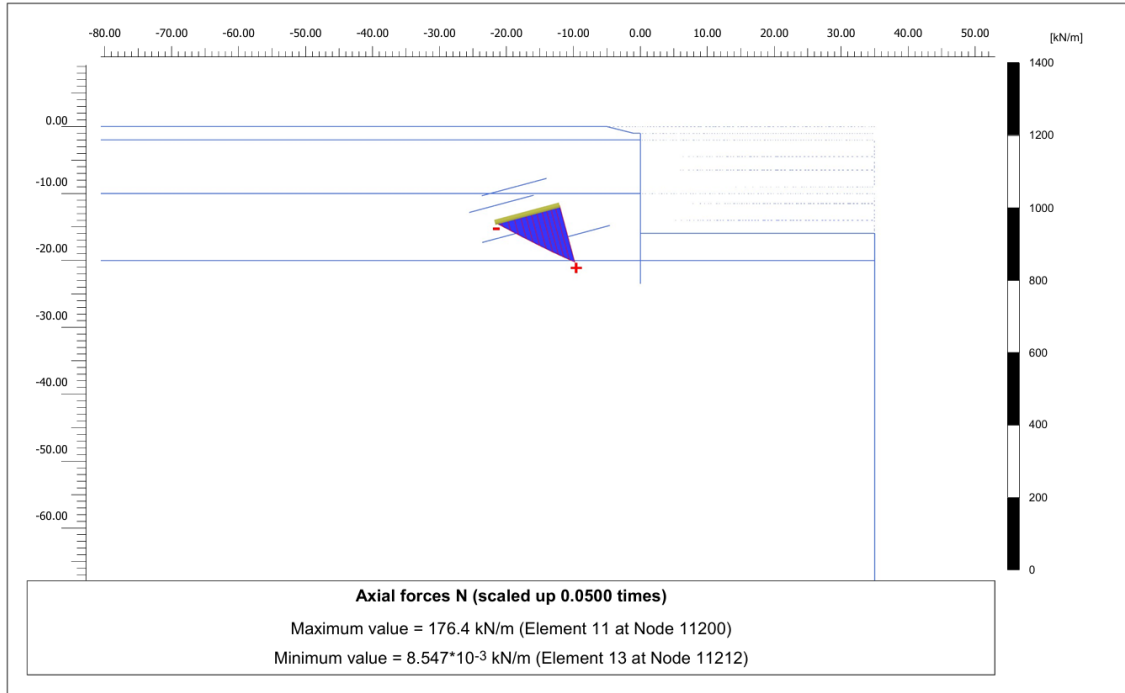
3.Sıra Ankraj Normal Kuvveti - N

| 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 Değişirme - U



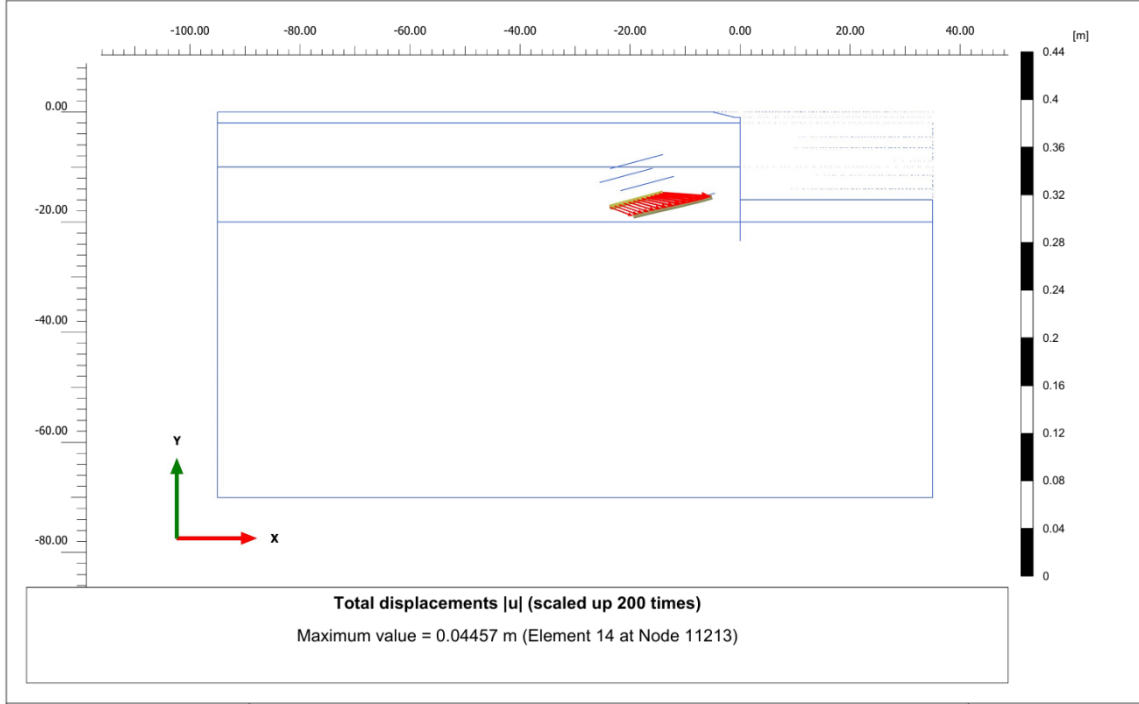
3.Sıra Ankraj Kökü Normal Kuvveti - N



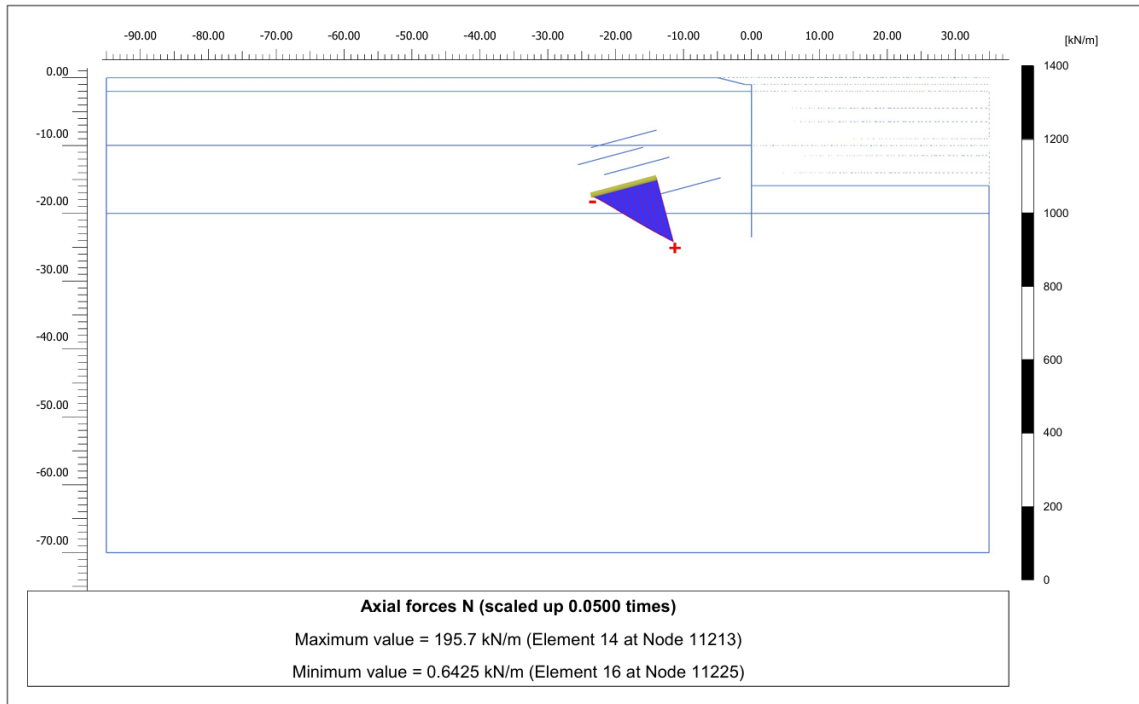
4.Sıra Ankraj Normal Kuvveti - N

| 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 Değişirme - U



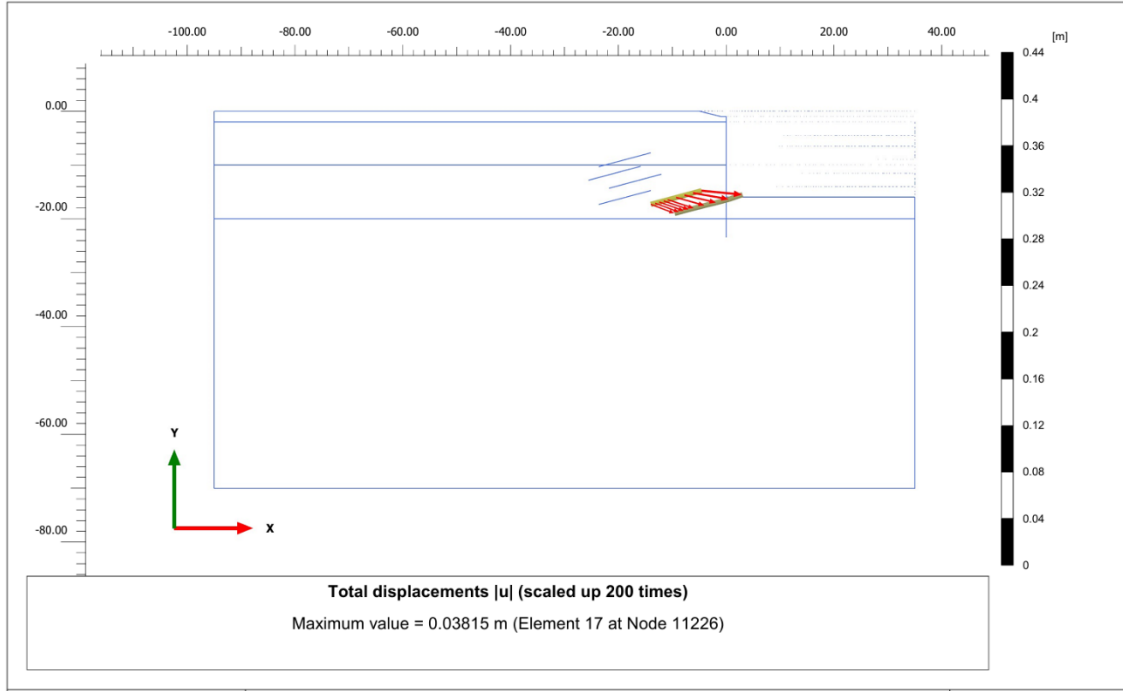
4.Sıra Ankraj Kökü Normal Kuvveti - N



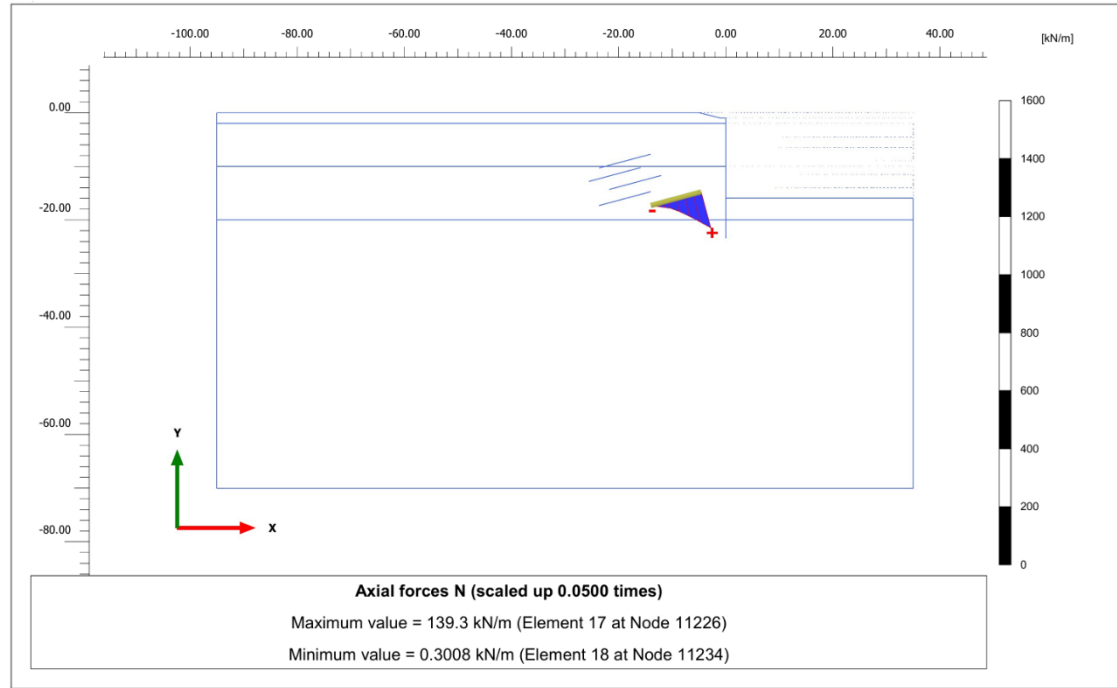
5.Sıra Ankraj Normal Kuvveti - N

| 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 Değişirme - U



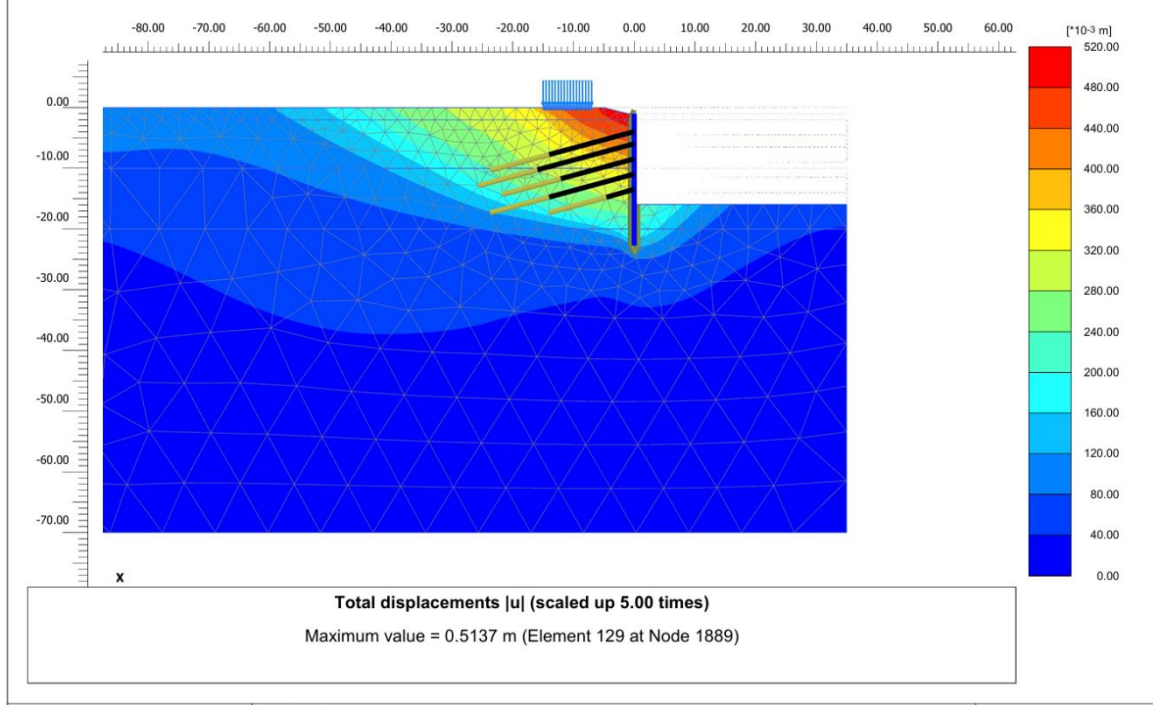
5.Sıra Ankraj Kökü Normal Kuvveti - N



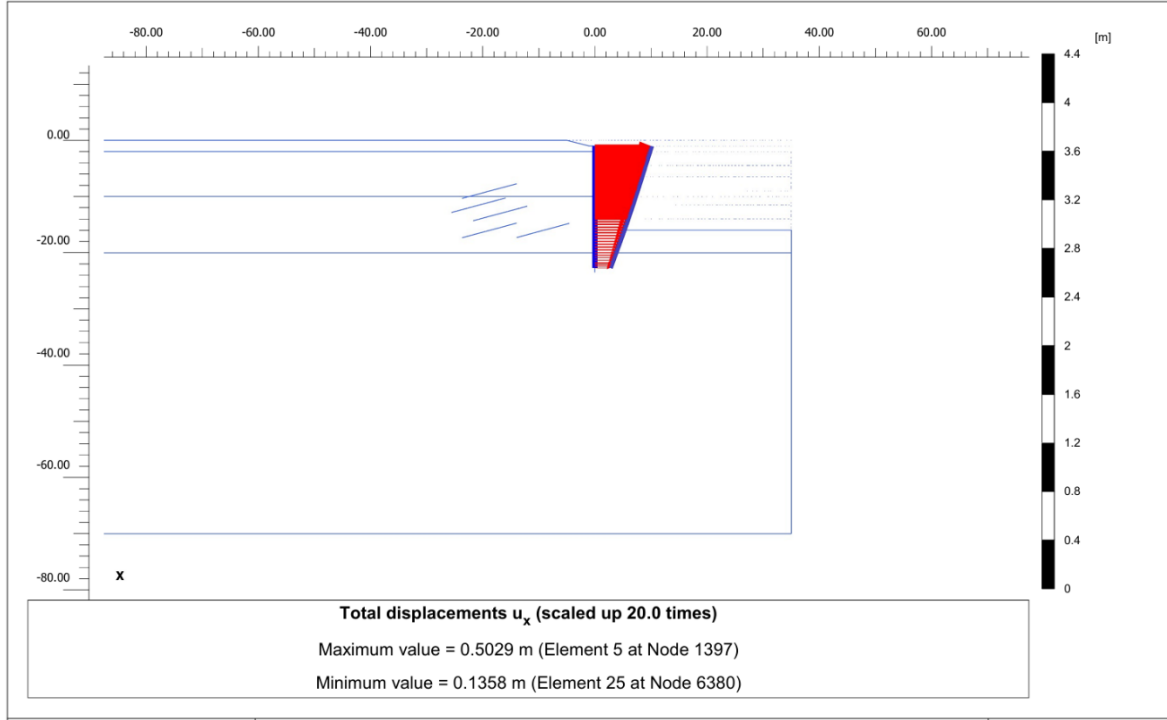
EK-19. KENT MEYDANI PROJESİ : STATİK EŞDEĞER (DD-2) DURUM

HESAP ÇIKTILARI

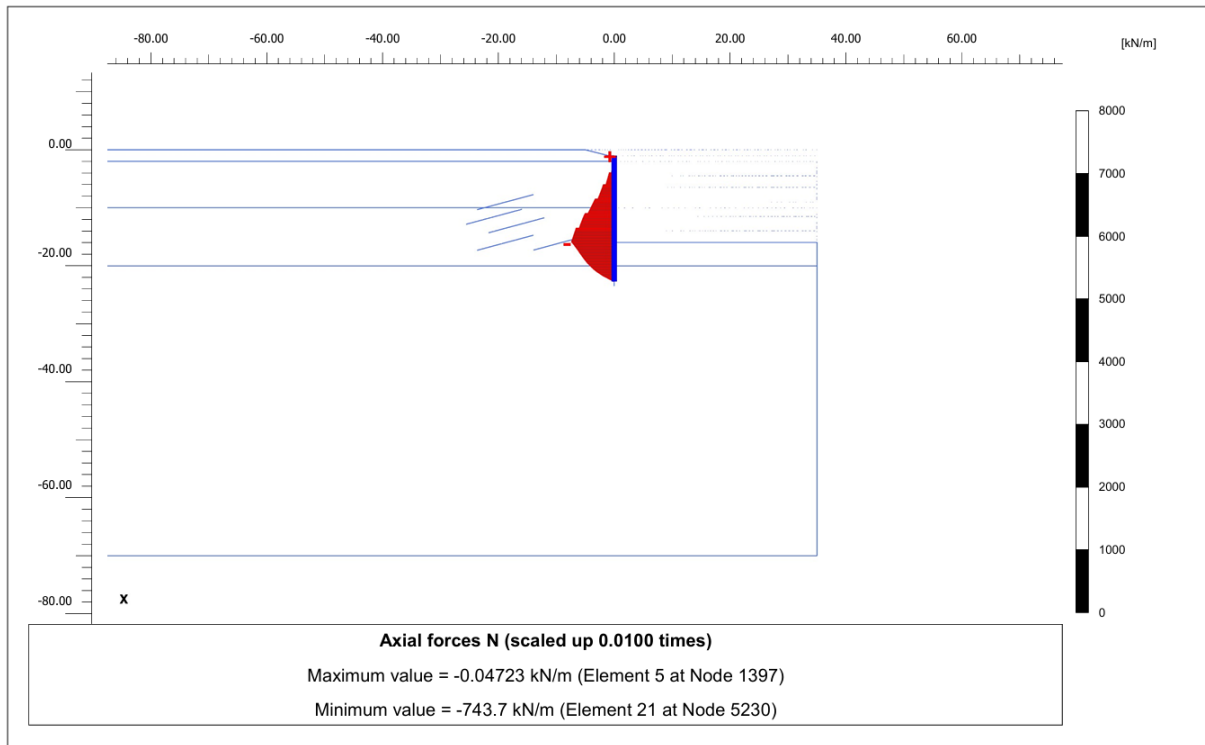
Toplam Yer Değiştirme - U



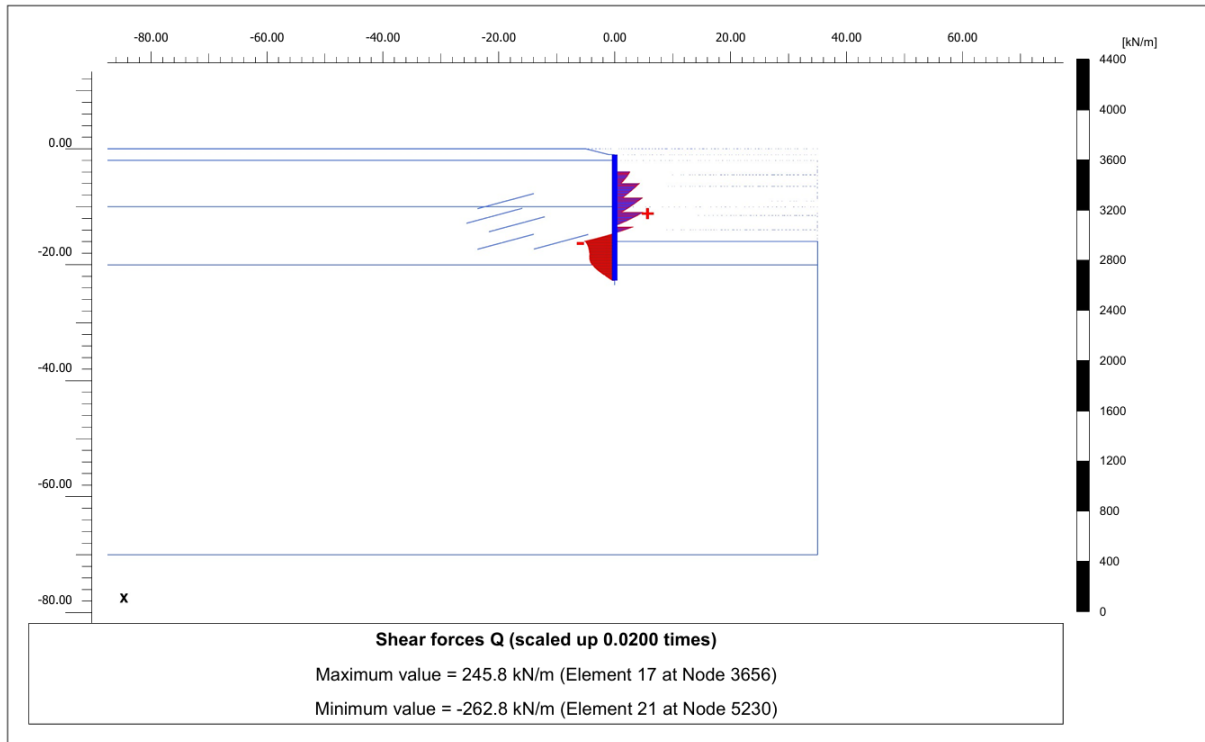
Kazık Yatay Yer Değiştirme – U_x



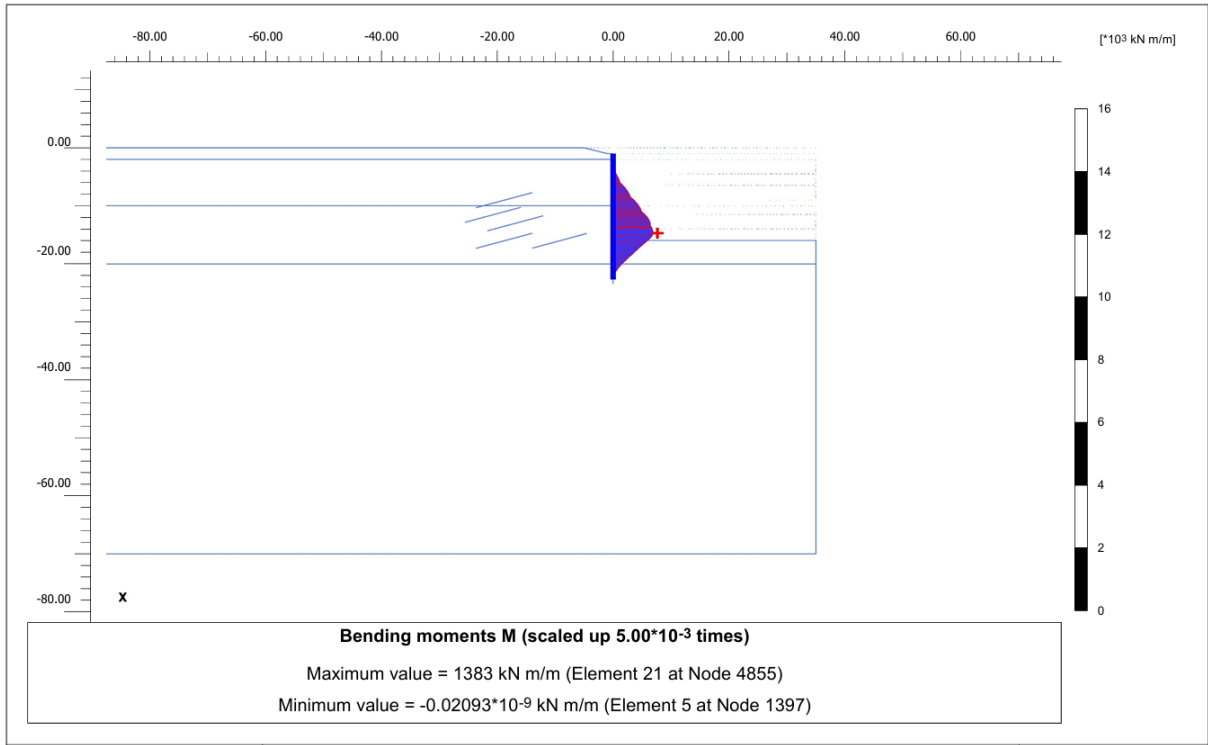
Kazık Normal Kuvet - N



Kazık Kesme Kuvet - Q



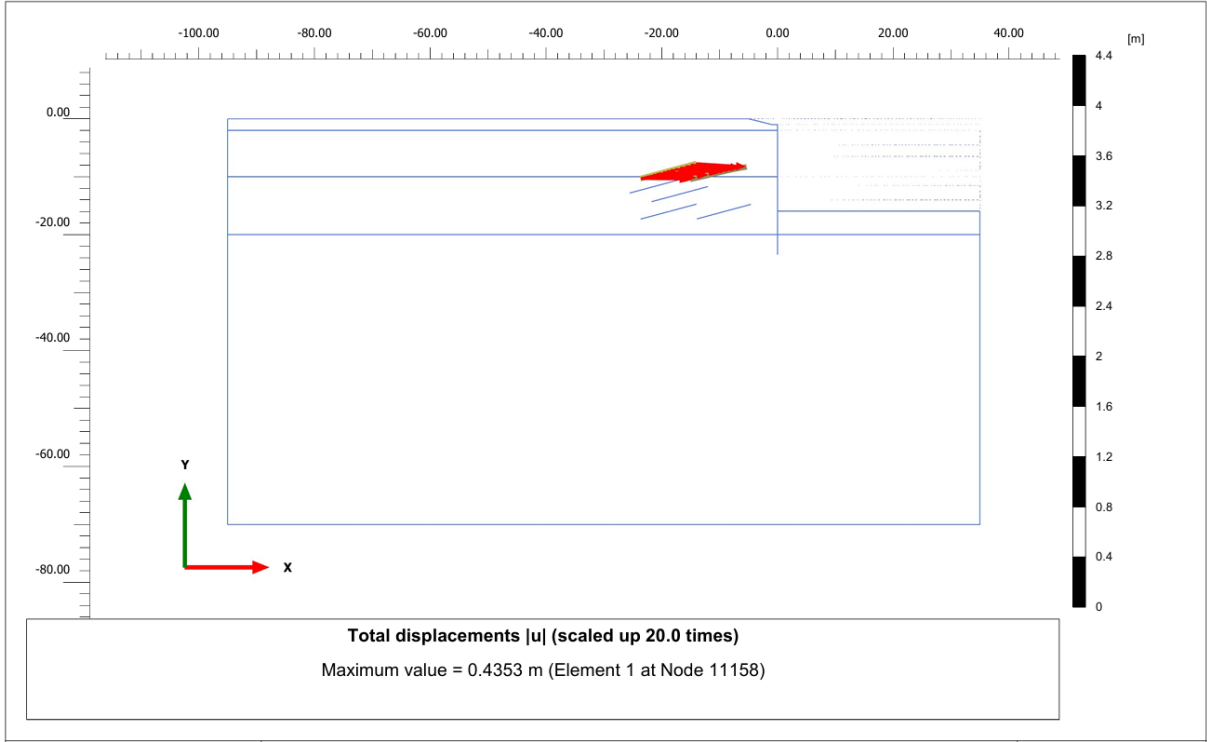
Kazık Eğilme Momenti - M



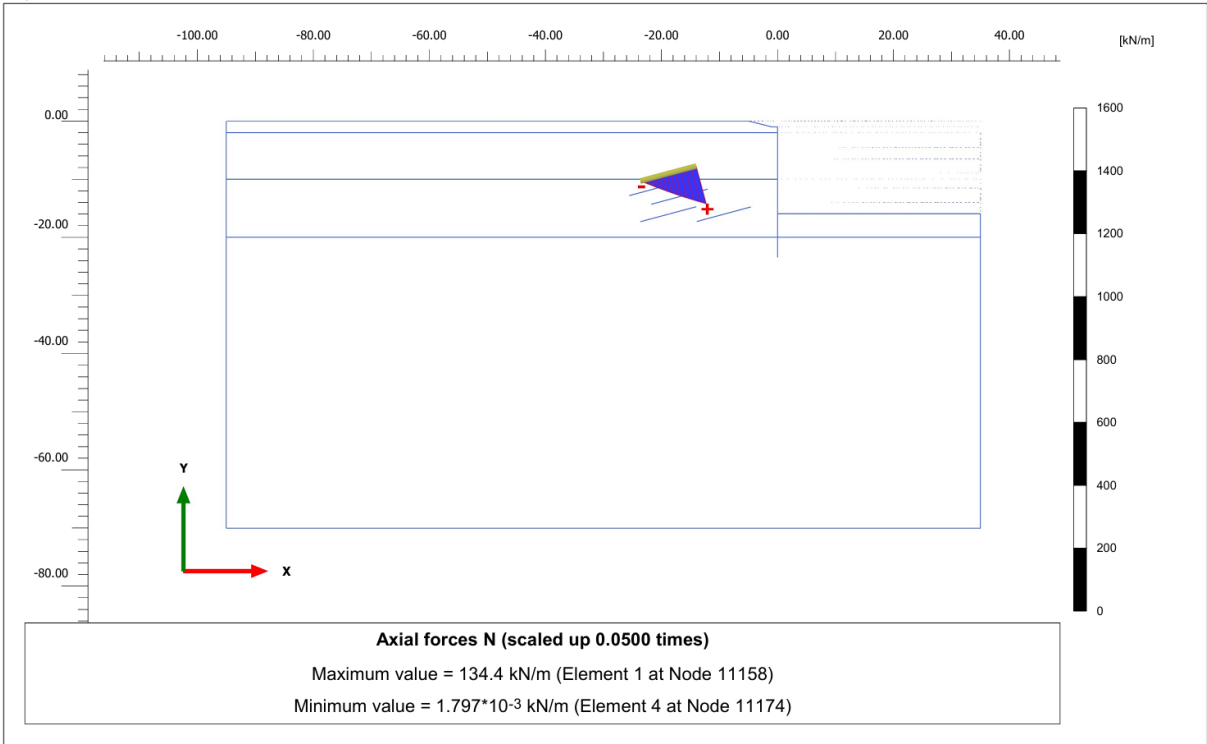
1.Sıra Ankraj Normal Kuvveti – N

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

1.Sıra Ankraj Kökü Toplam Yer Değişirme – U



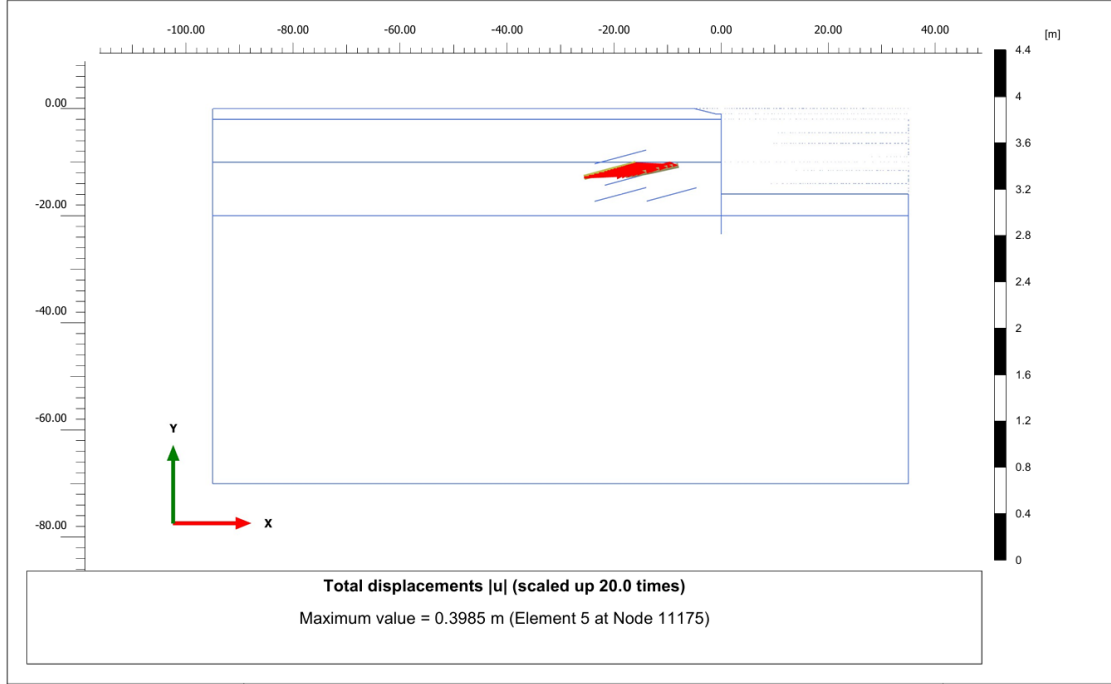
1.Sıra Ankraj Kökü Normal Kuvveti - N



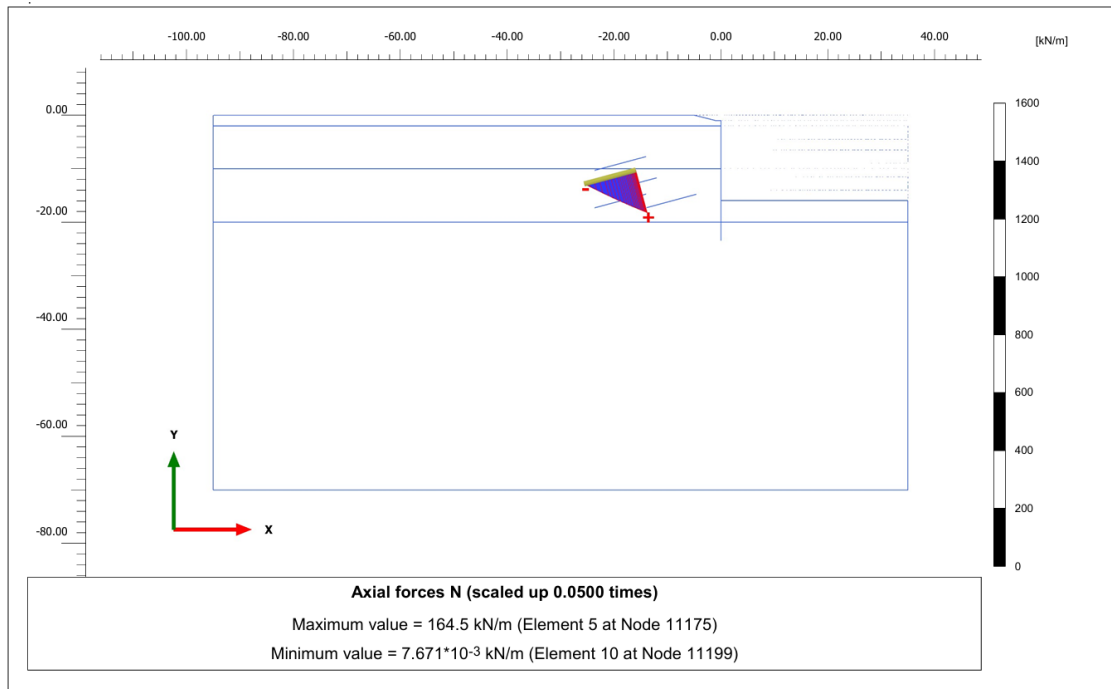
2.Sıra Ankraj Normal Kuvveti - N

| 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



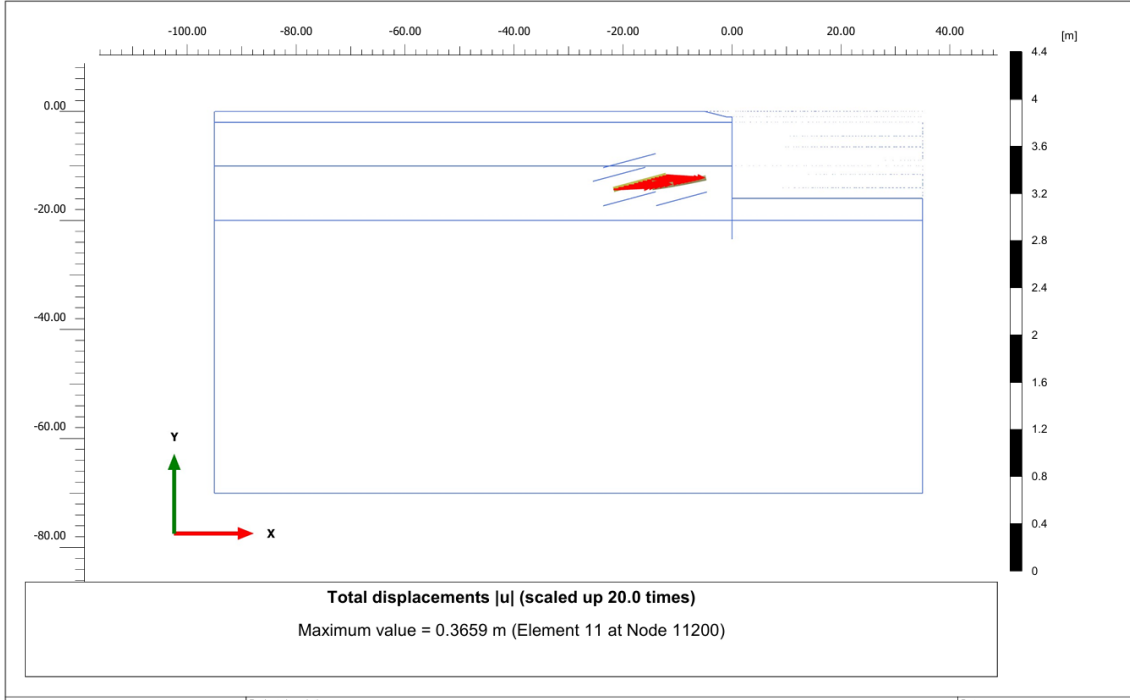
2.Sıra Ankraj Kökü Normal Kuvveti - N



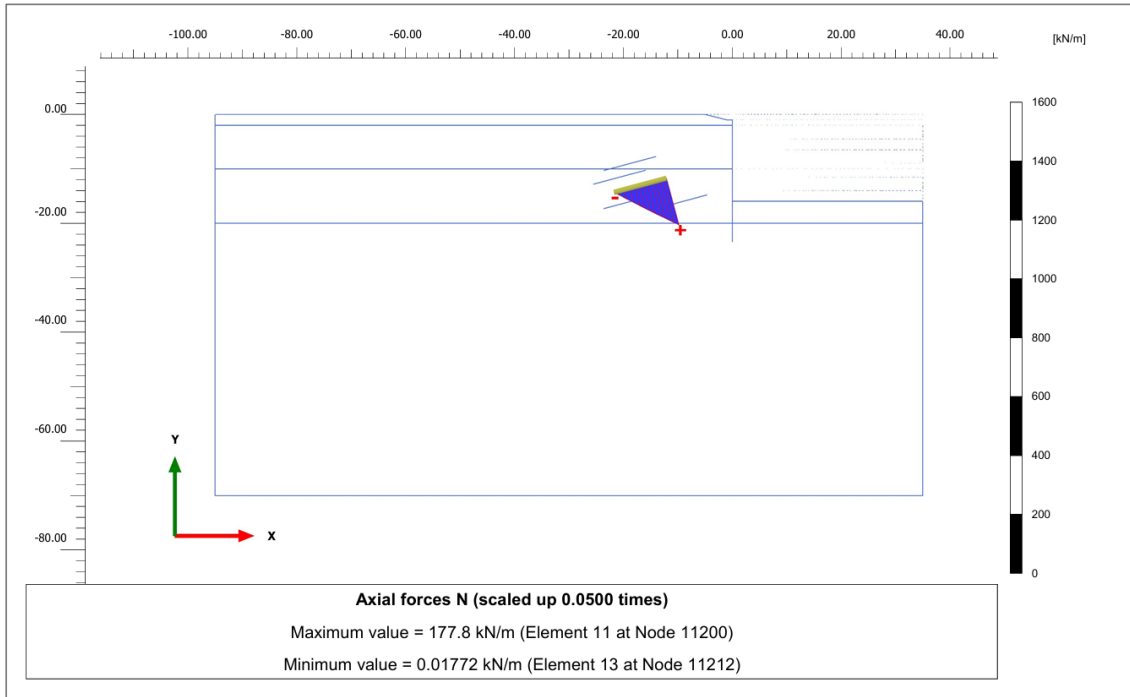
3.Sıra Ankraj Normal Kuvveti - N

| 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



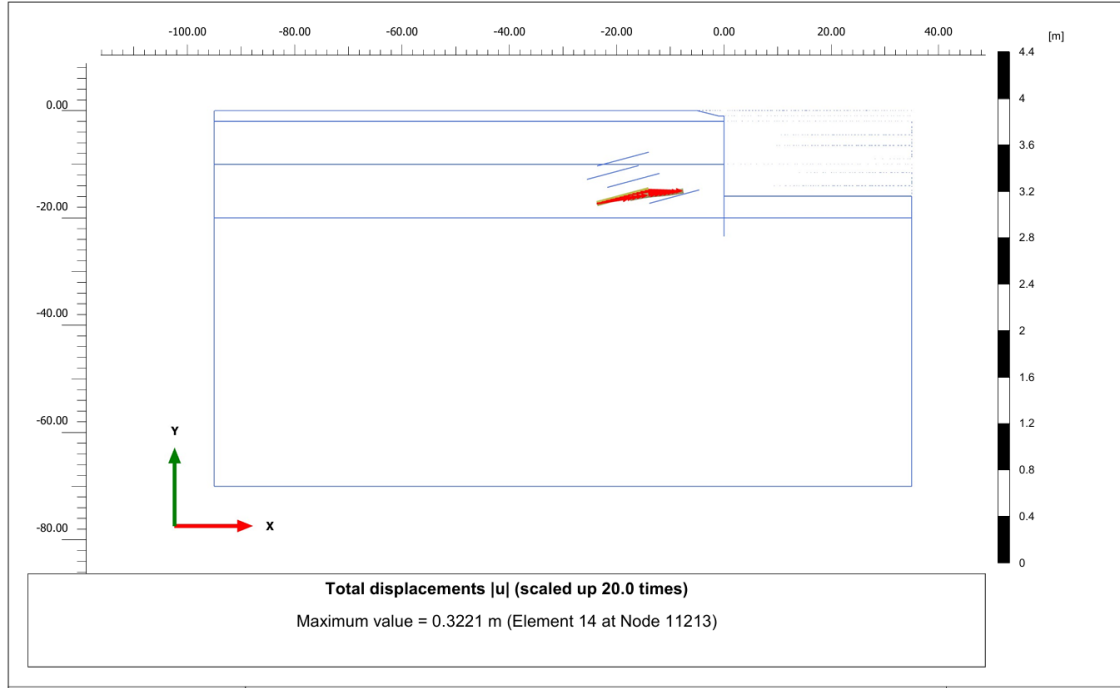
3.Sıra Ankraj Kökü Normal Kuvveti - N



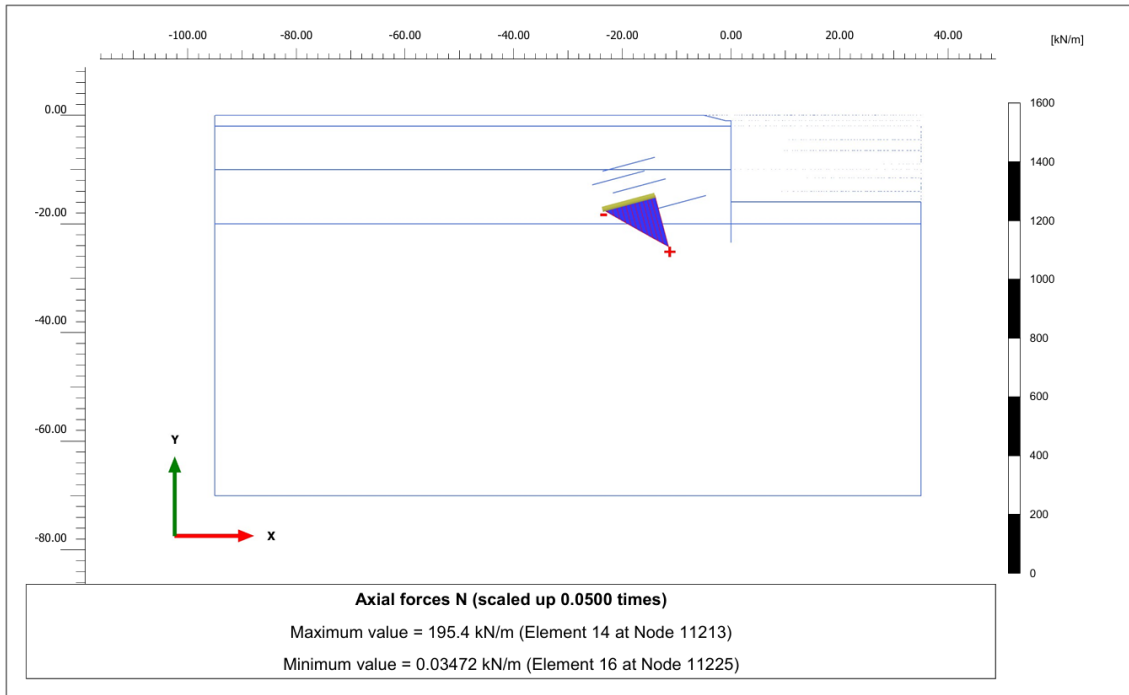
4.Sıra Ankraj Normal Kuvveti - N

| 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 Değişirme - U



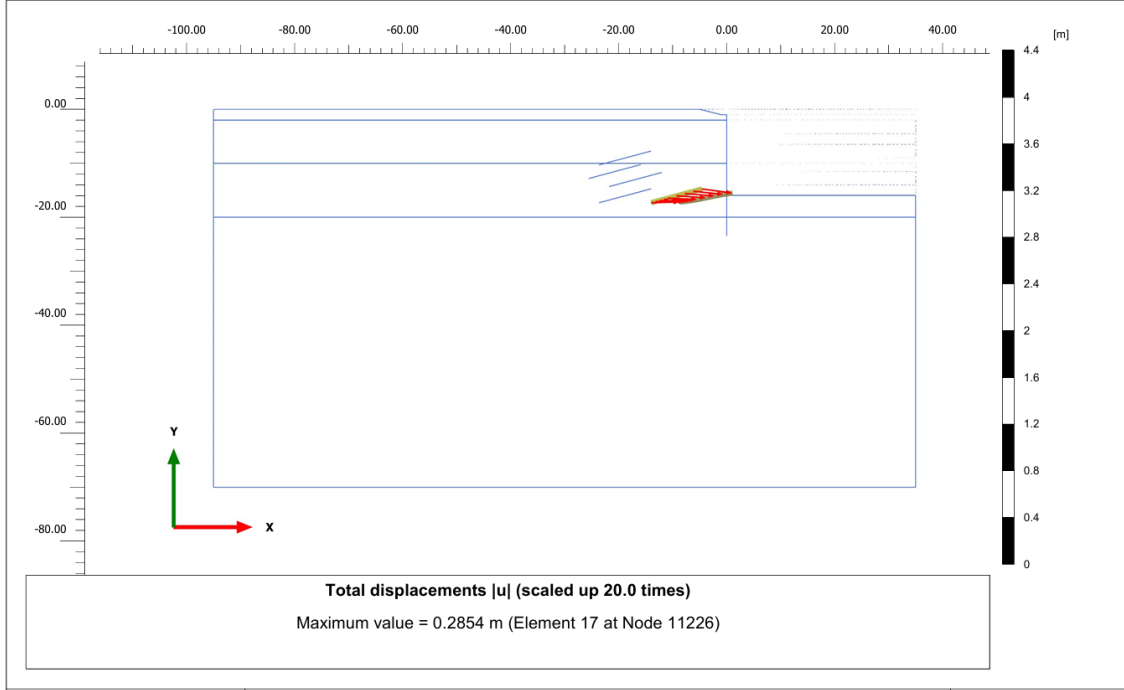
4.Sıra Ankraj Kökü Normal Kuvveti - N



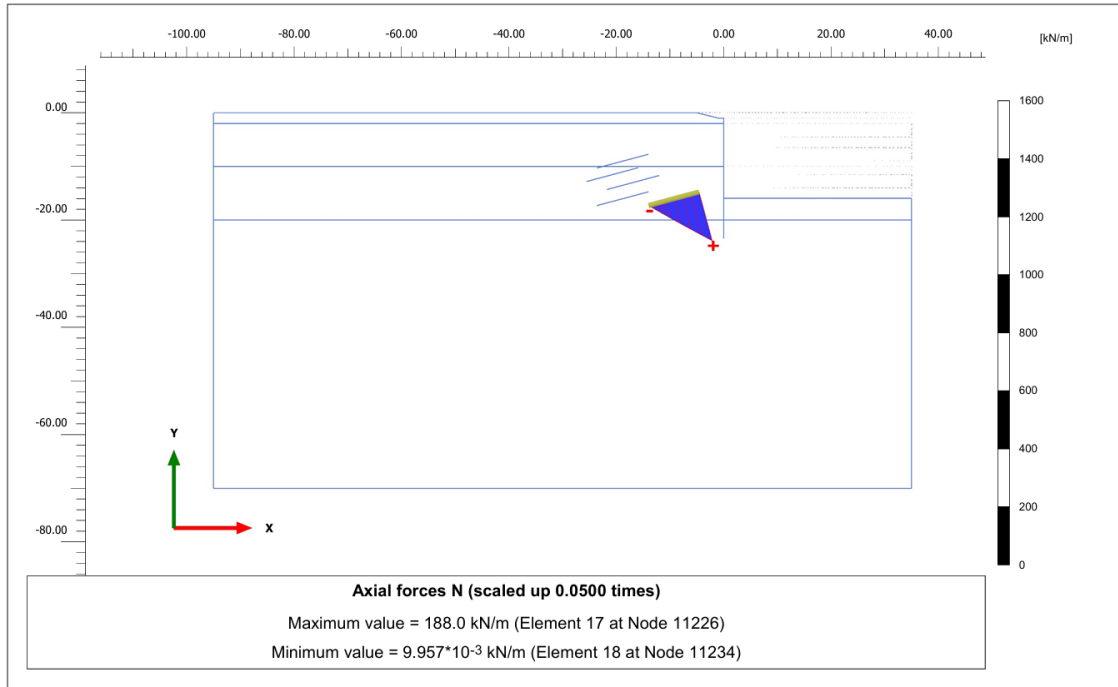
5.Sıra Ankraj Normal Kuvveti - N

| 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



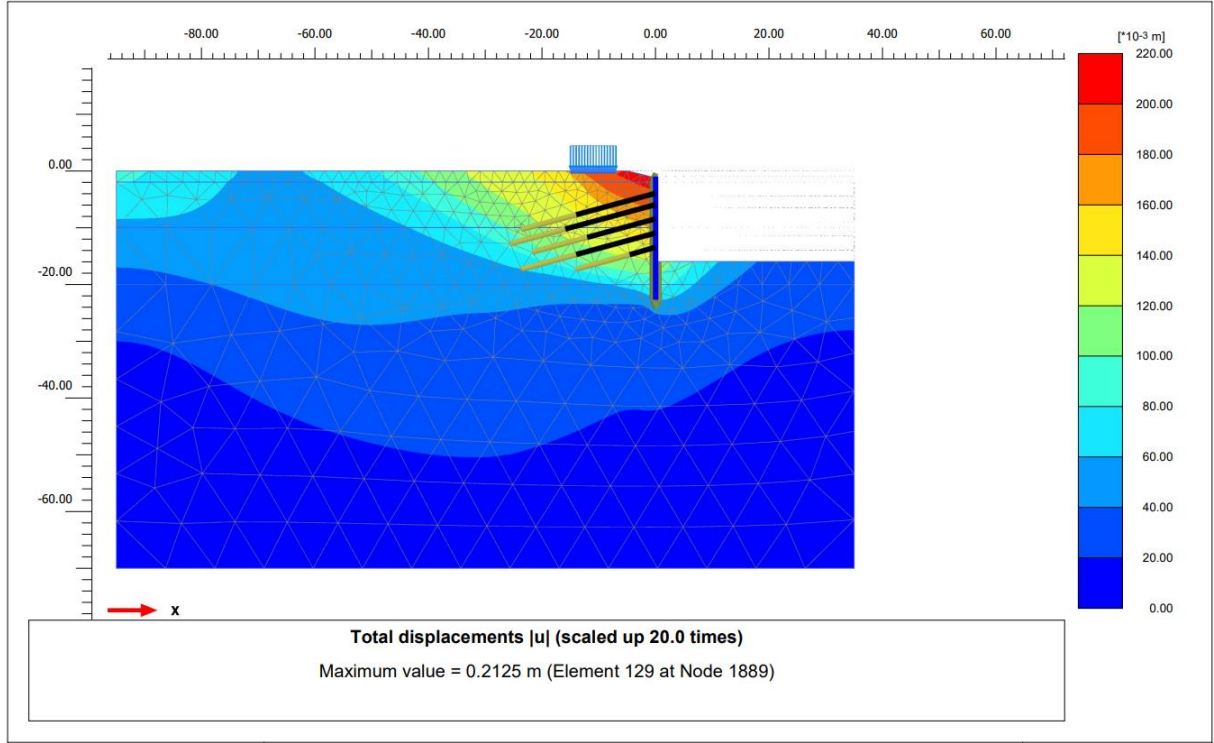
5.Sıra Ankraj Kökü Normal Kuvveti - N



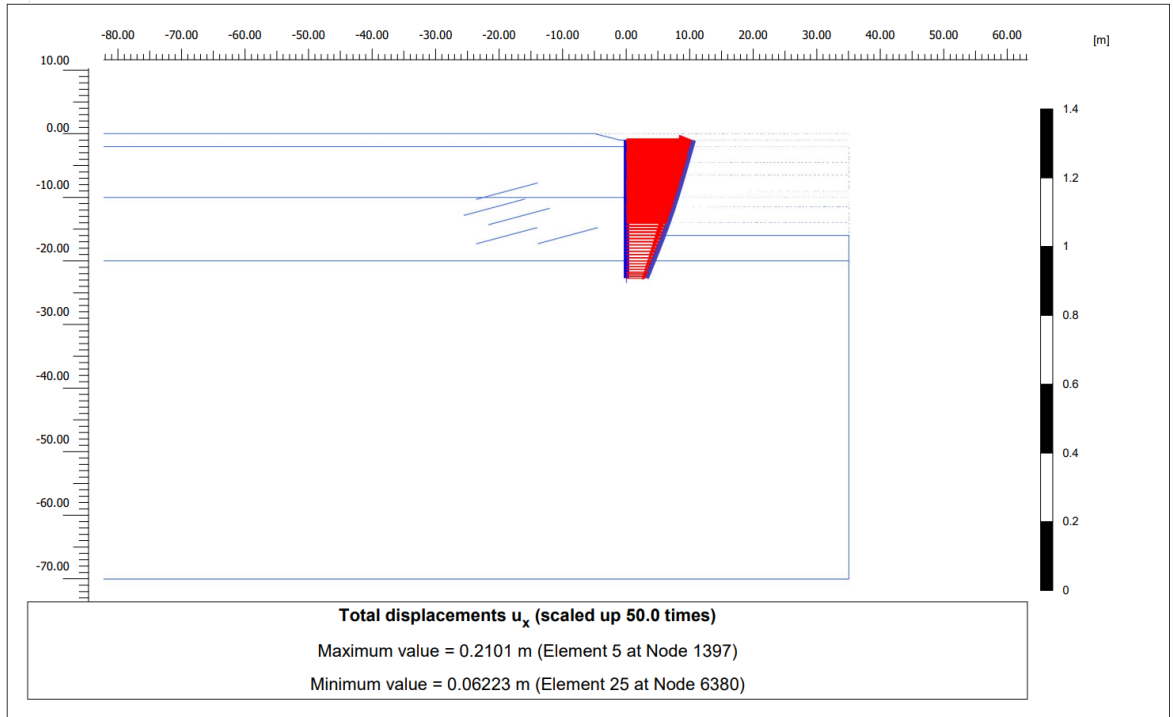
EK-20. KENT MEYDANI PROJESİ : STATİK EŞDEĞER (DD-2a) DURUM

HESAP ÇIKTILARI

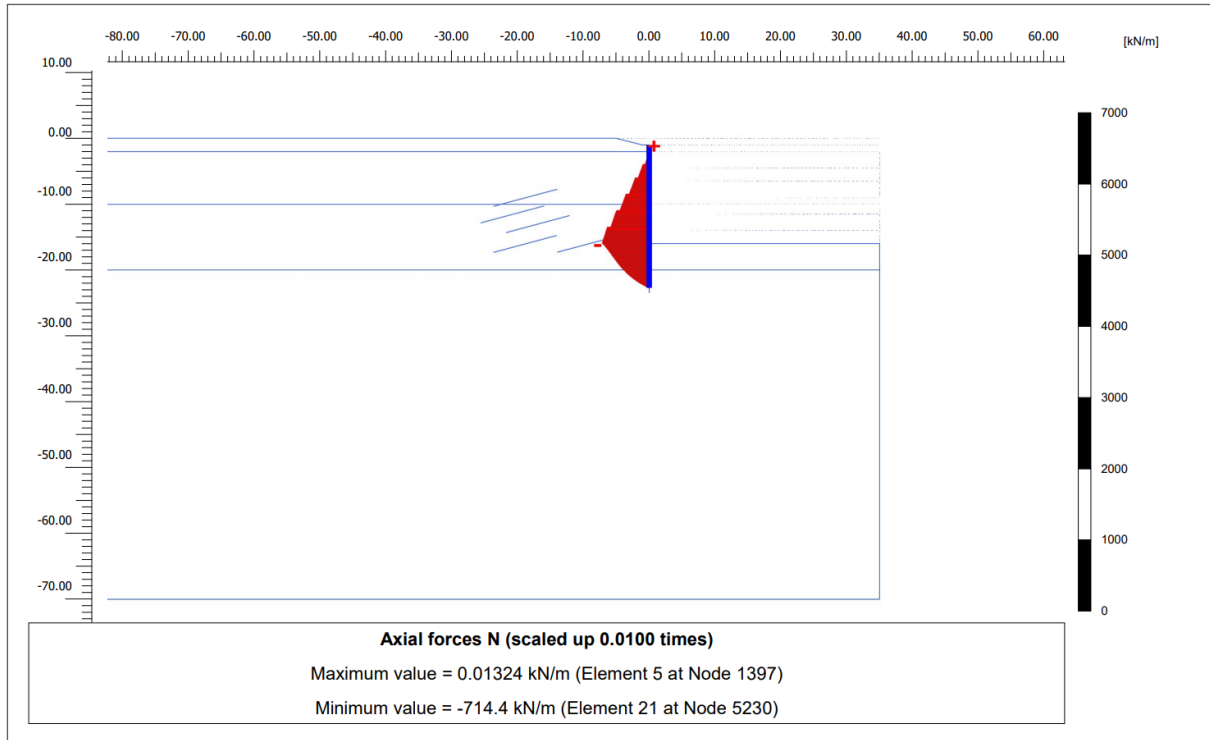
Toplam Yer Değiştirme - U



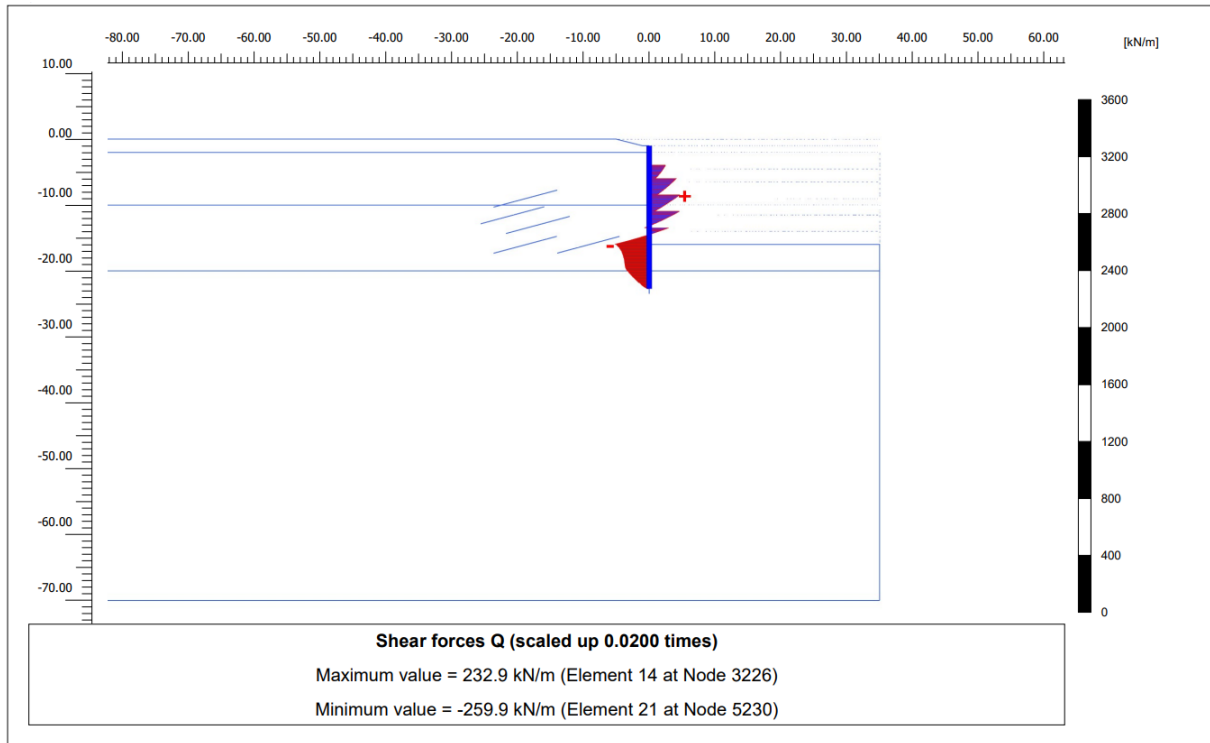
Kazık Yatay Yer Değiştirme – U_x



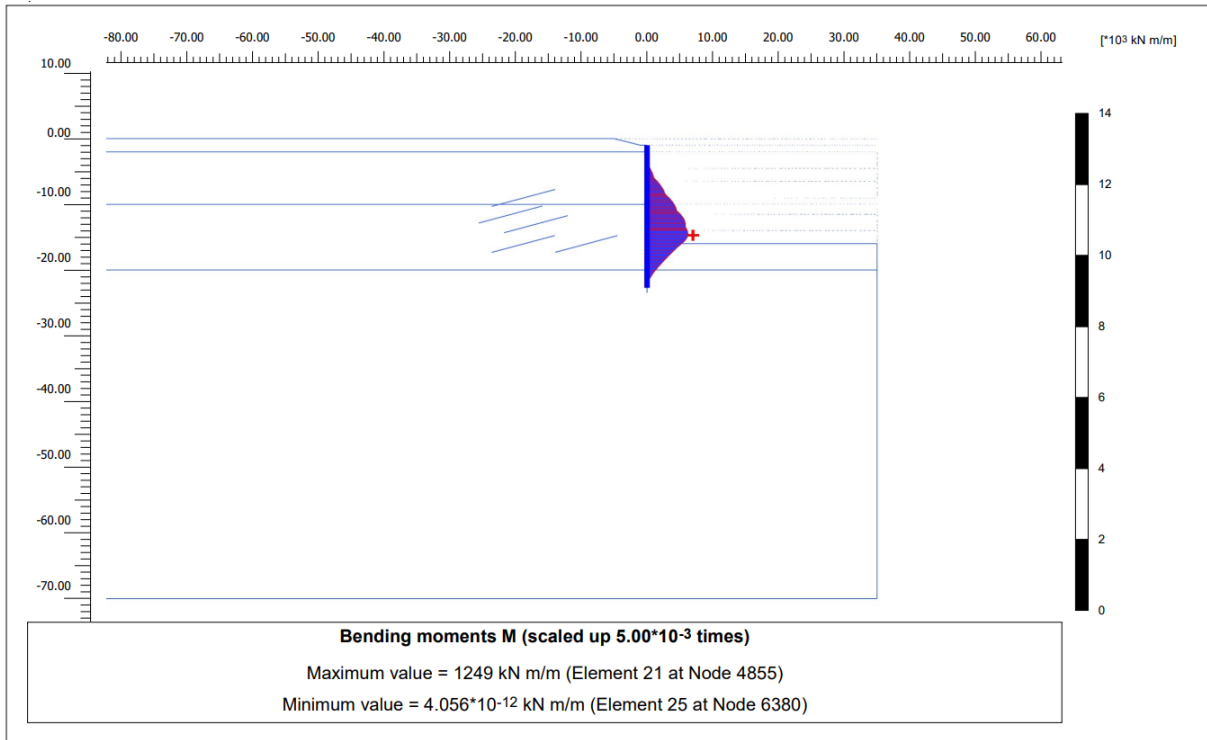
Kazık Normal Kuvet - N



Kazık Kesme Kuvet - Q



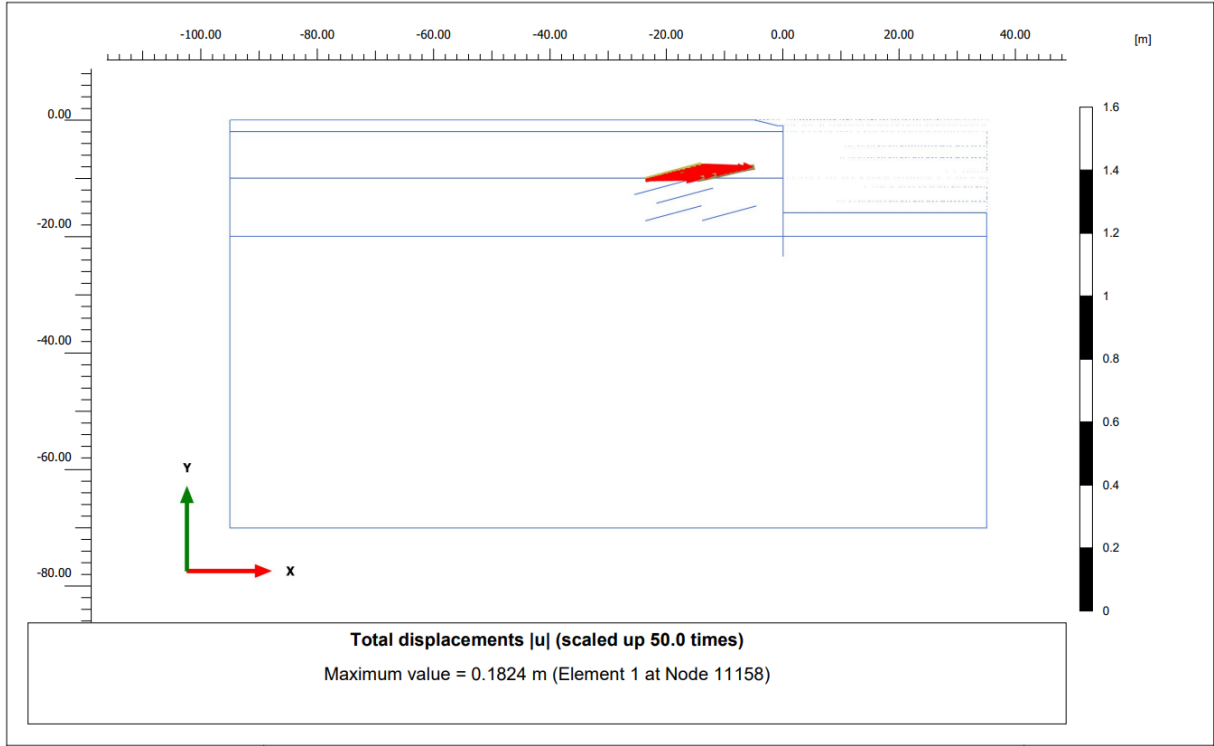
Kazık Eğilme Momenti - M



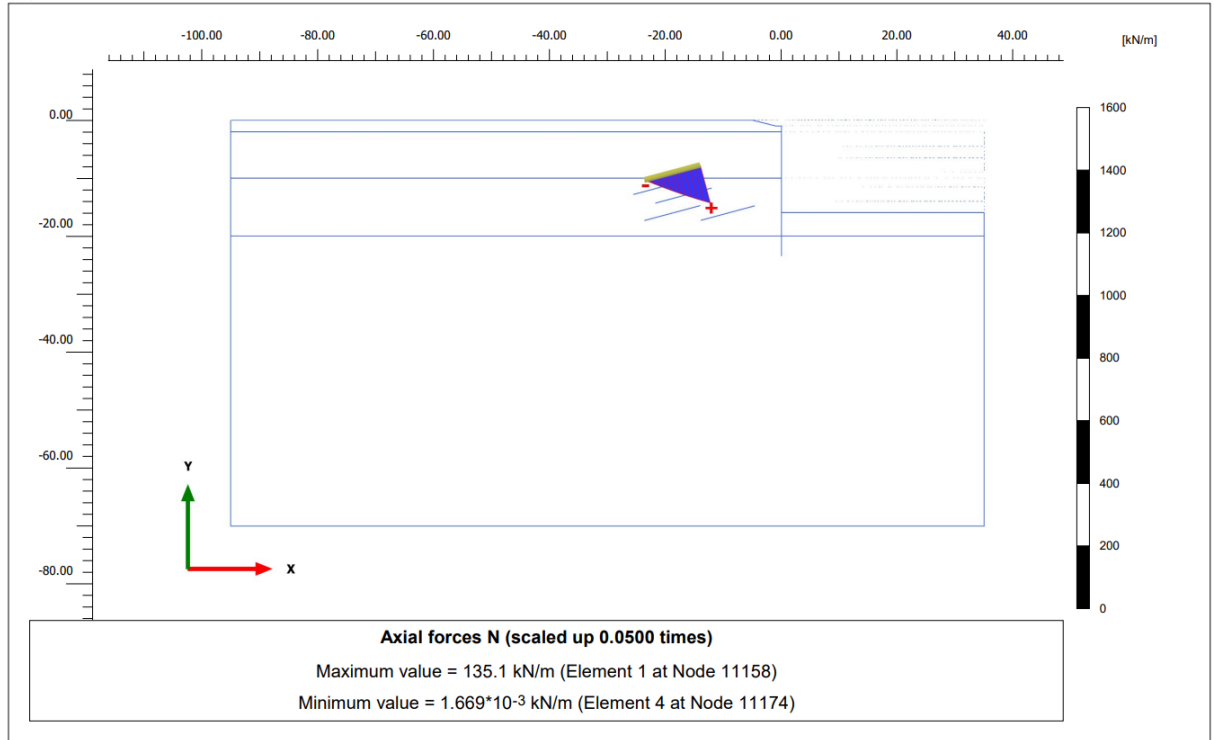
1.Sıra Ankraj Normal Kuvveti – N

| 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 Değişirme – U



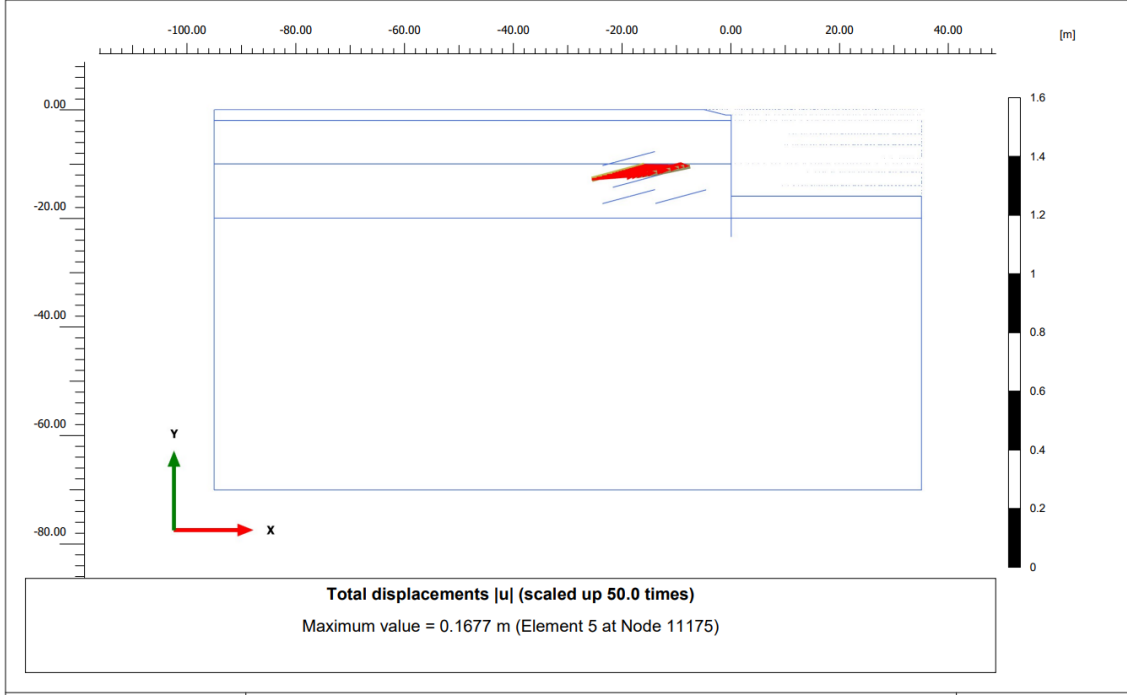
1.Sıra Ankraj Kökü Normal Kuvveti - N



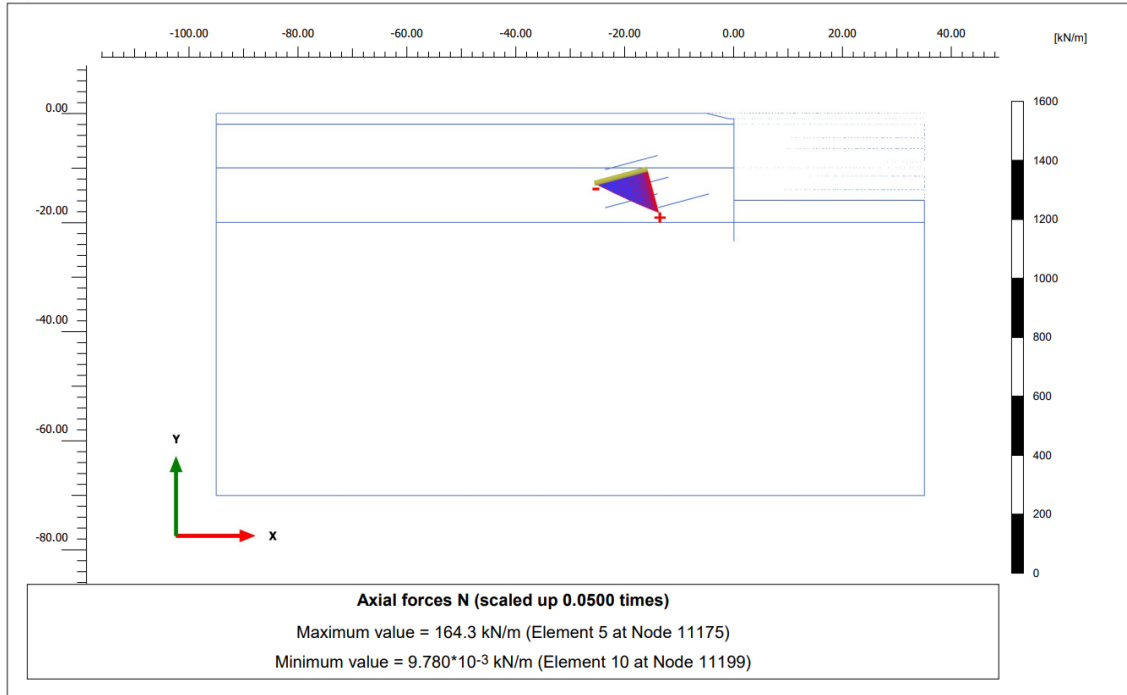
2.Sıra Ankraj Normal Kuvveti - N

| 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



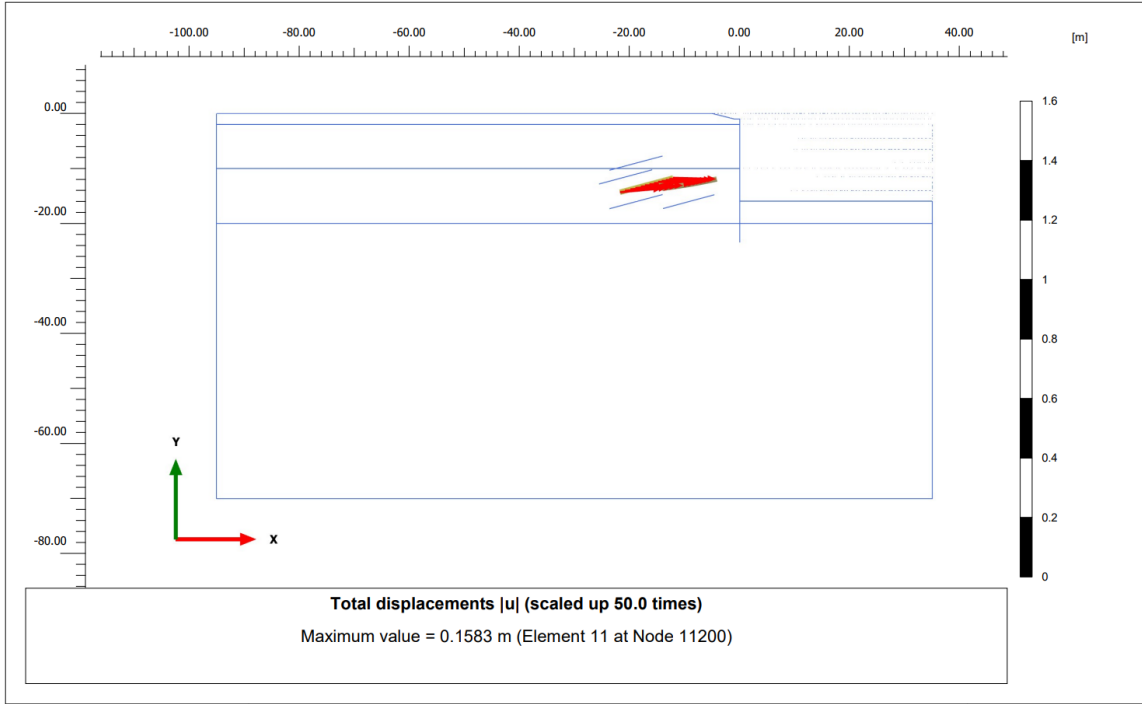
2.Sıra Ankraj Kökü Normal Kuvveti - N



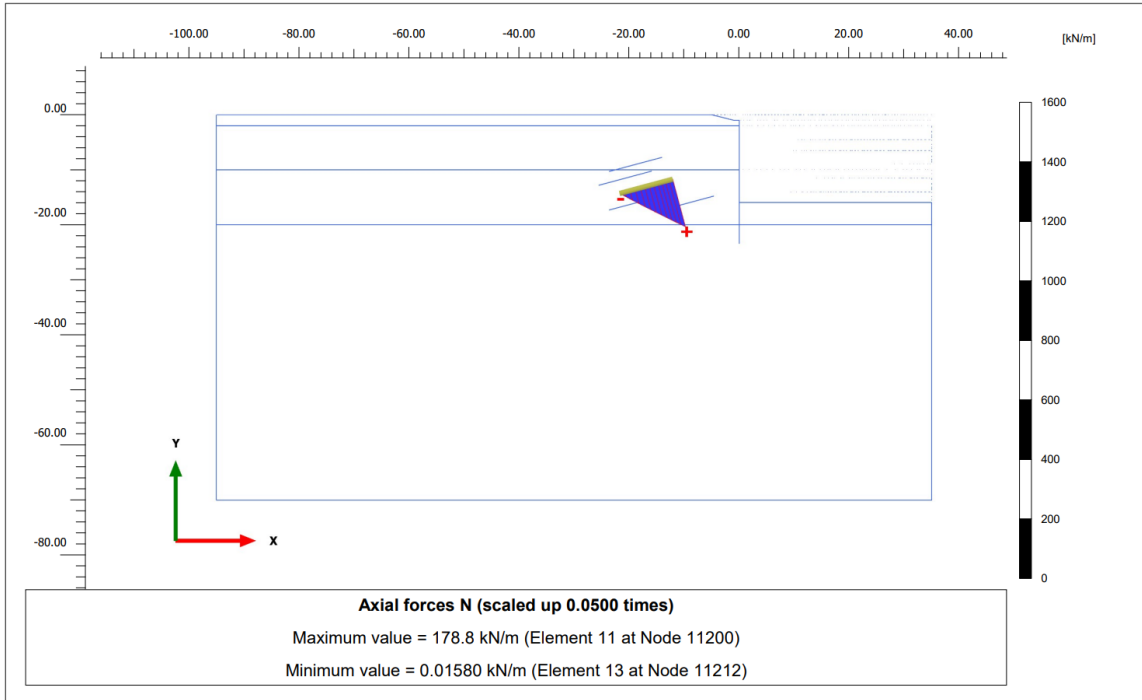
3.Sıra Ankraj Normal Kuvveti - N

| 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



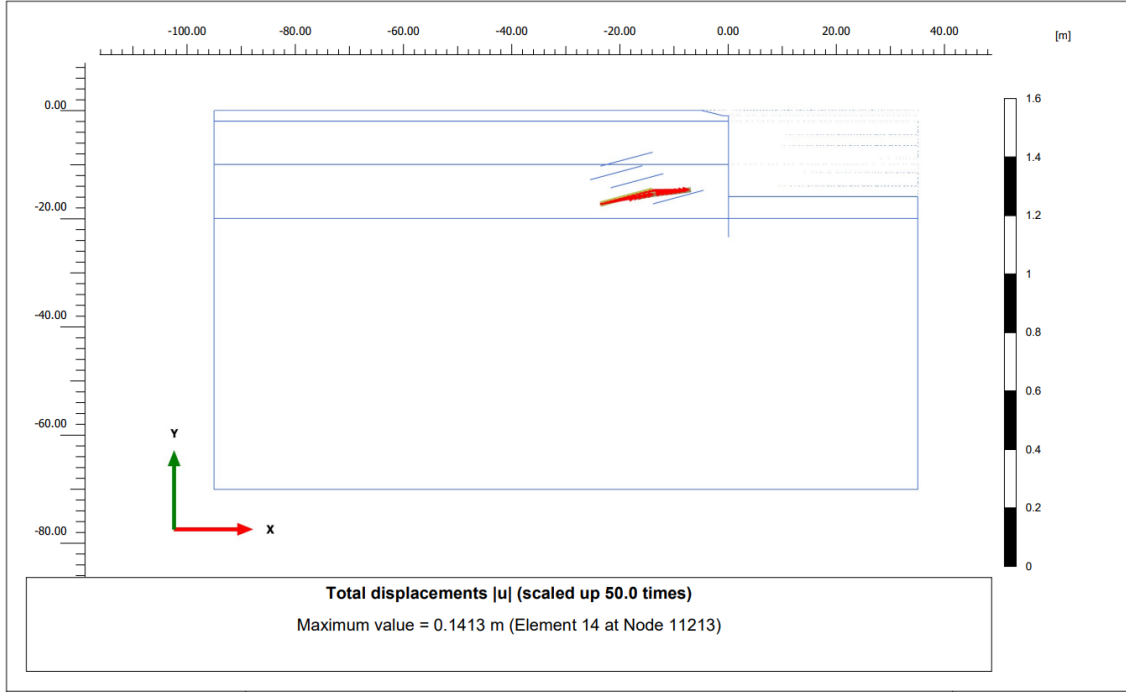
3.Sıra Ankraj Kökü Normal Kuvveti - N



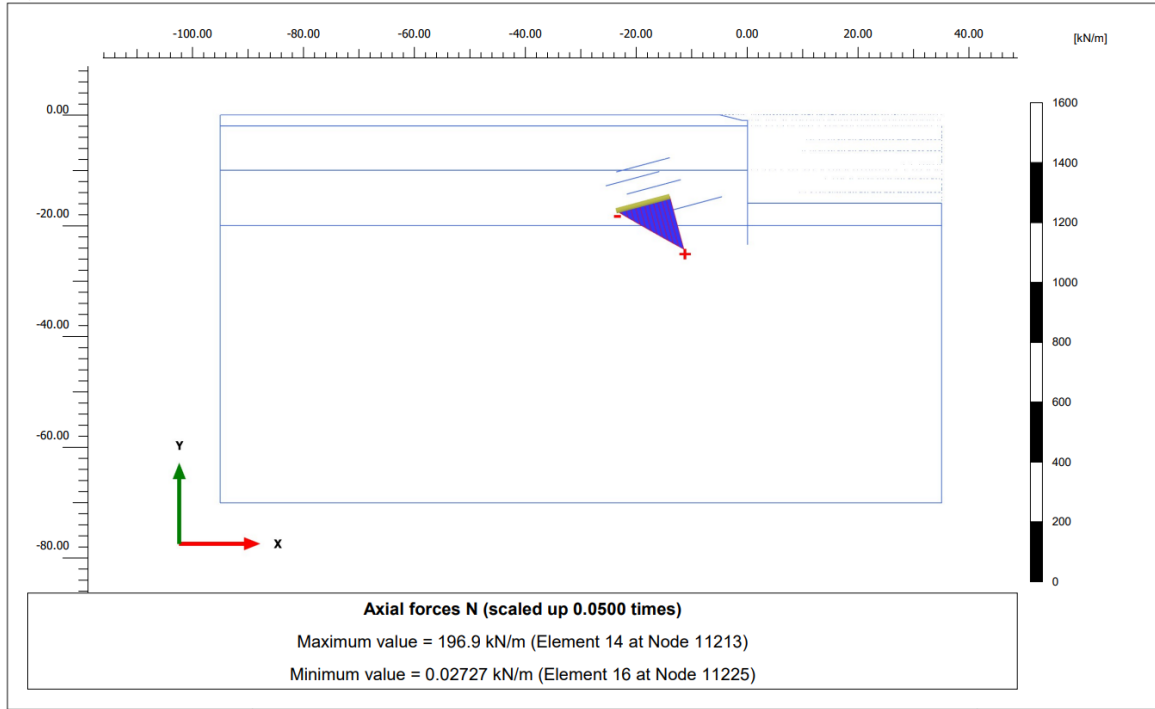
4.Sıra Ankraj Normal Kuvveti - N

| 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 Değişirme - U



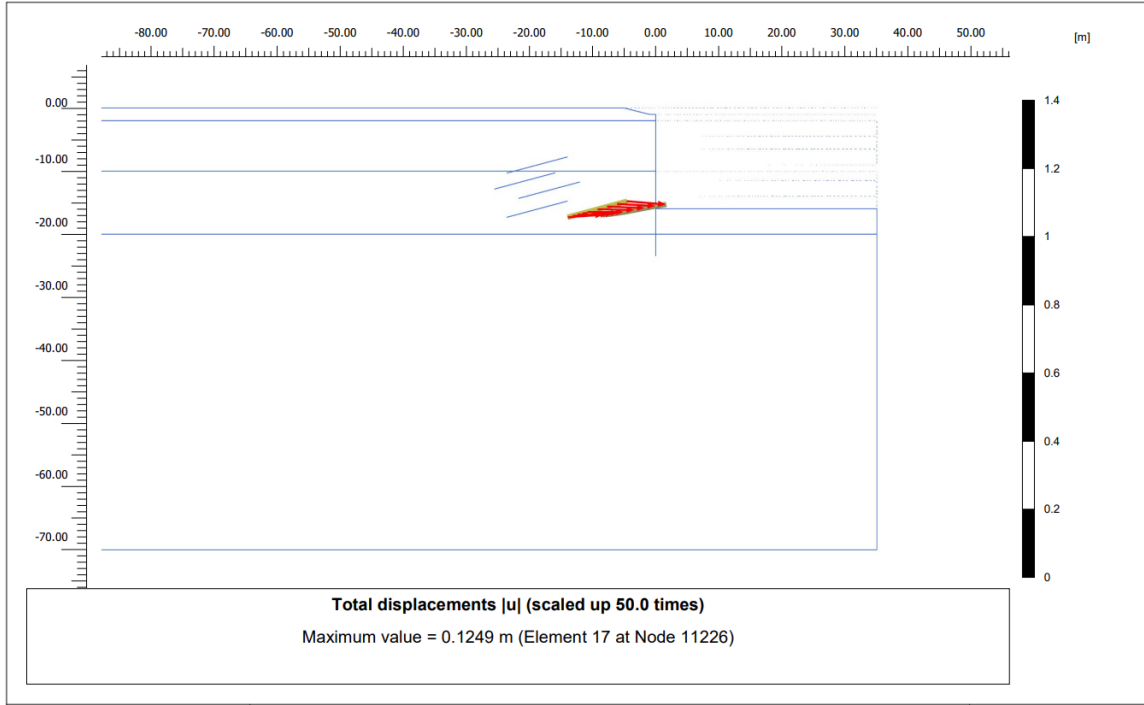
4.Sıra Ankraj Kökü Normal Kuvveti - N



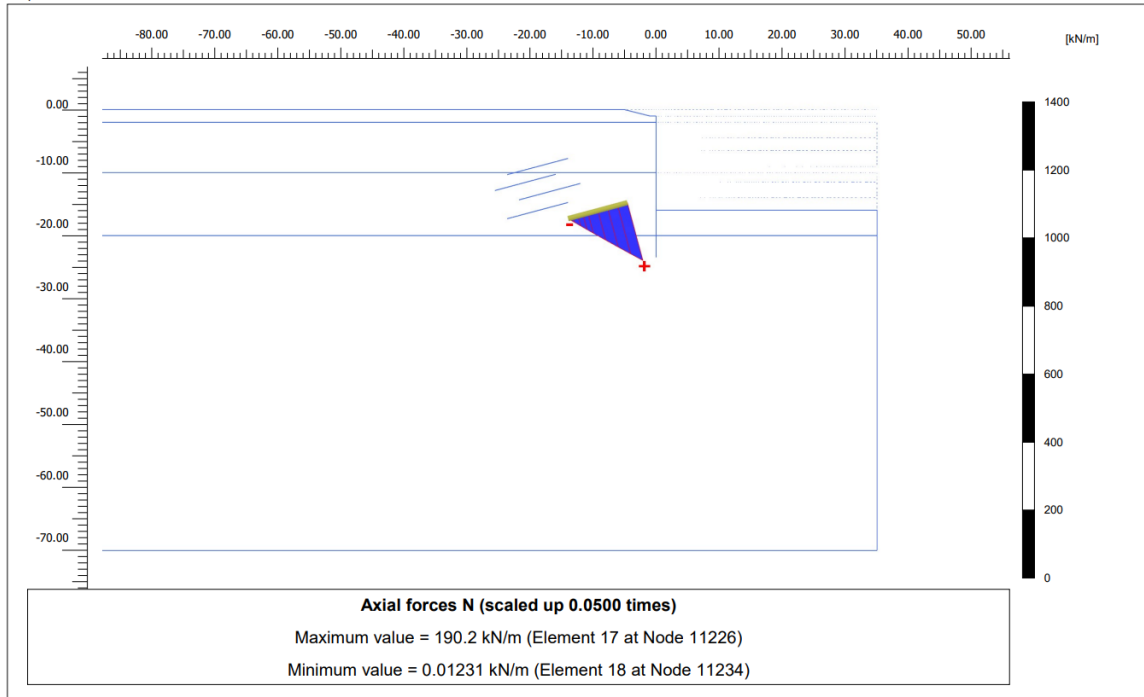
5.Sıra Ankraj Normal Kuvveti - N

| 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 Değişirme - U

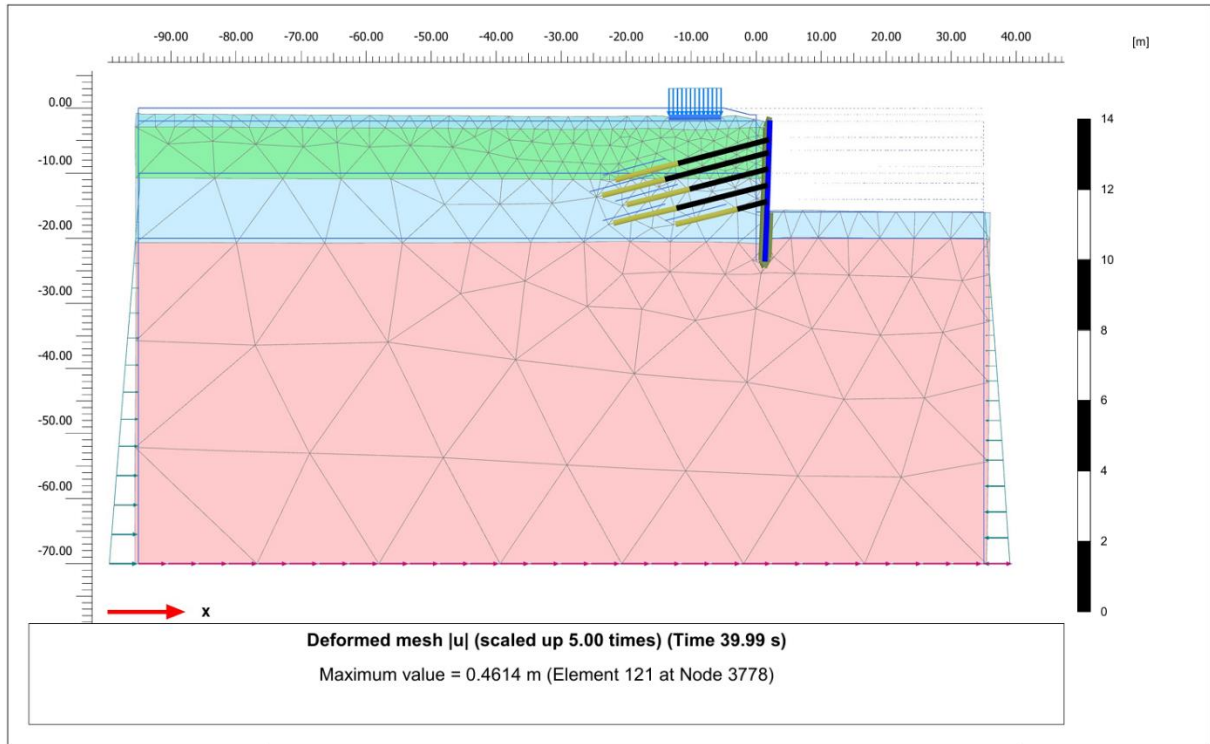


5.Sıra Ankraj Kökü Normal Kuvveti - N

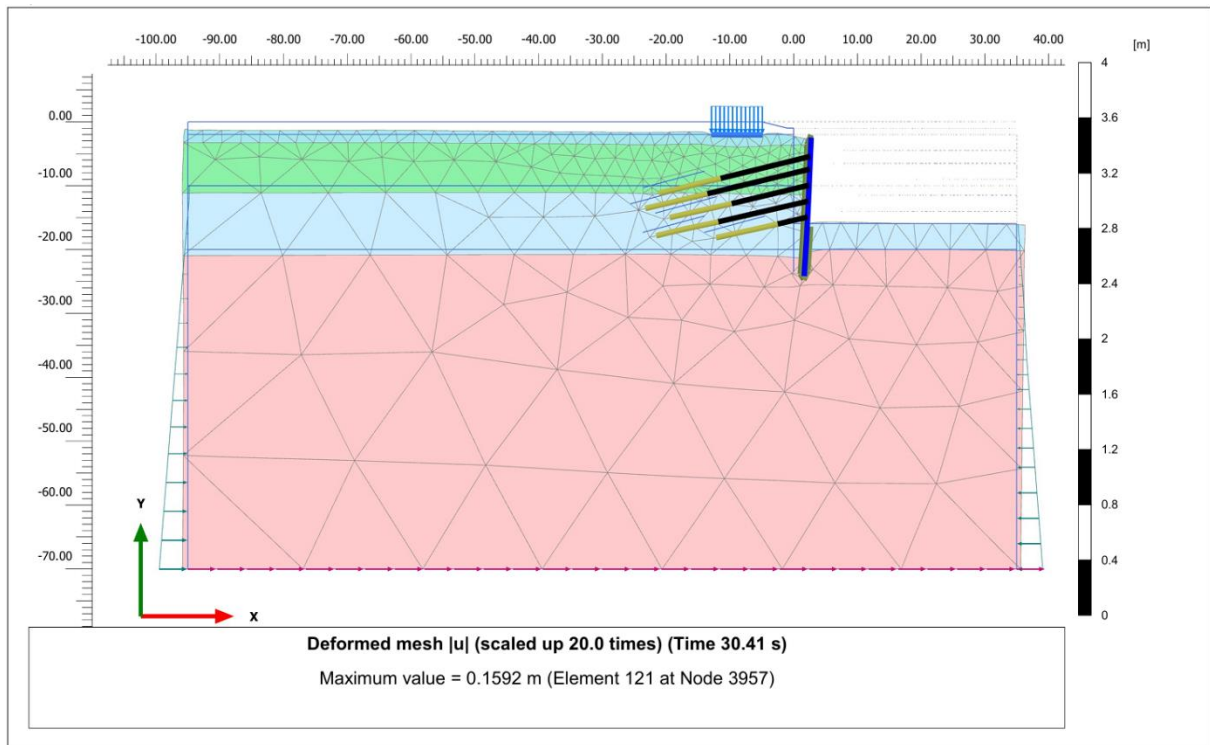


EK-21. MEYDAN PROJESİ : DİNAMİK DURUM HESAP ÇIKTILARI

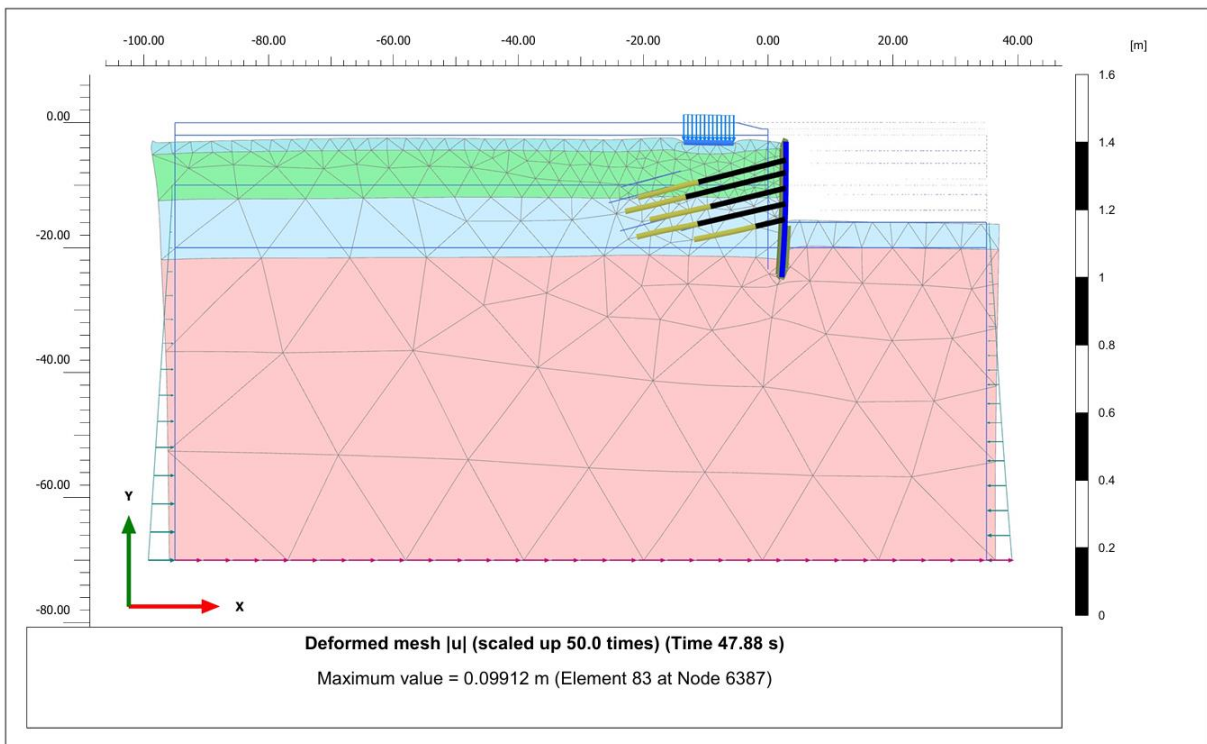
RSN-20



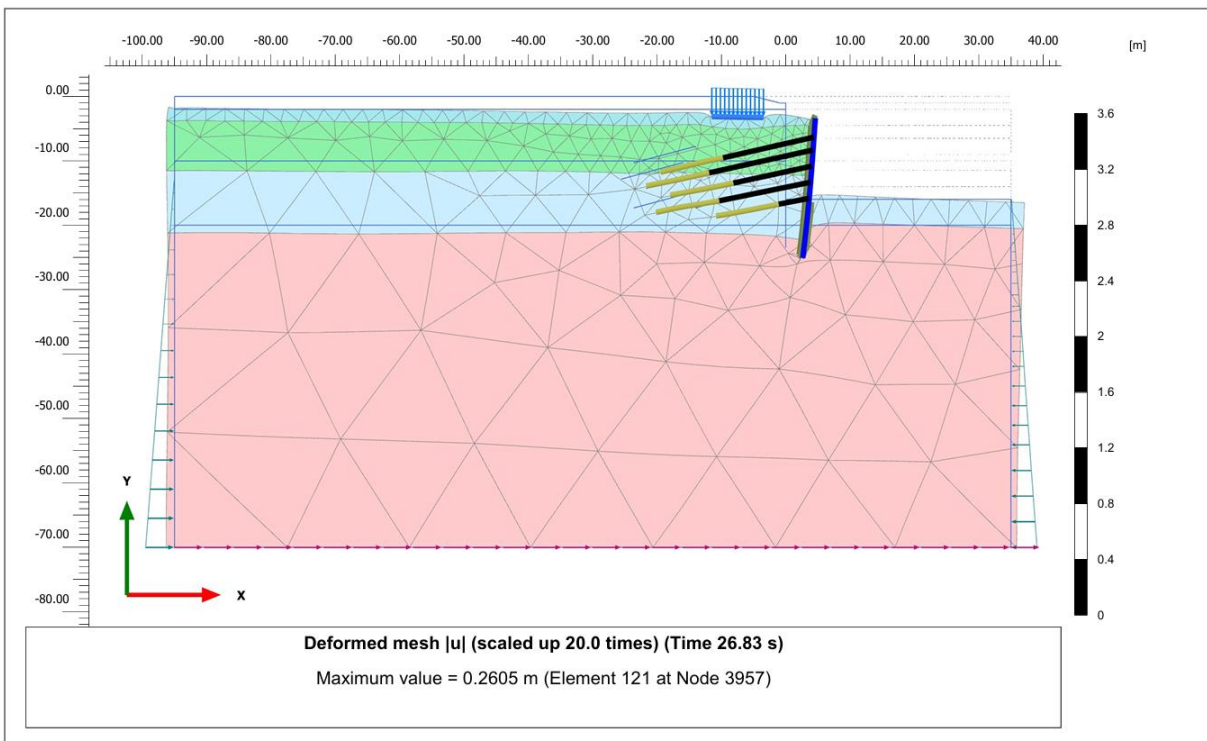
RSN-33



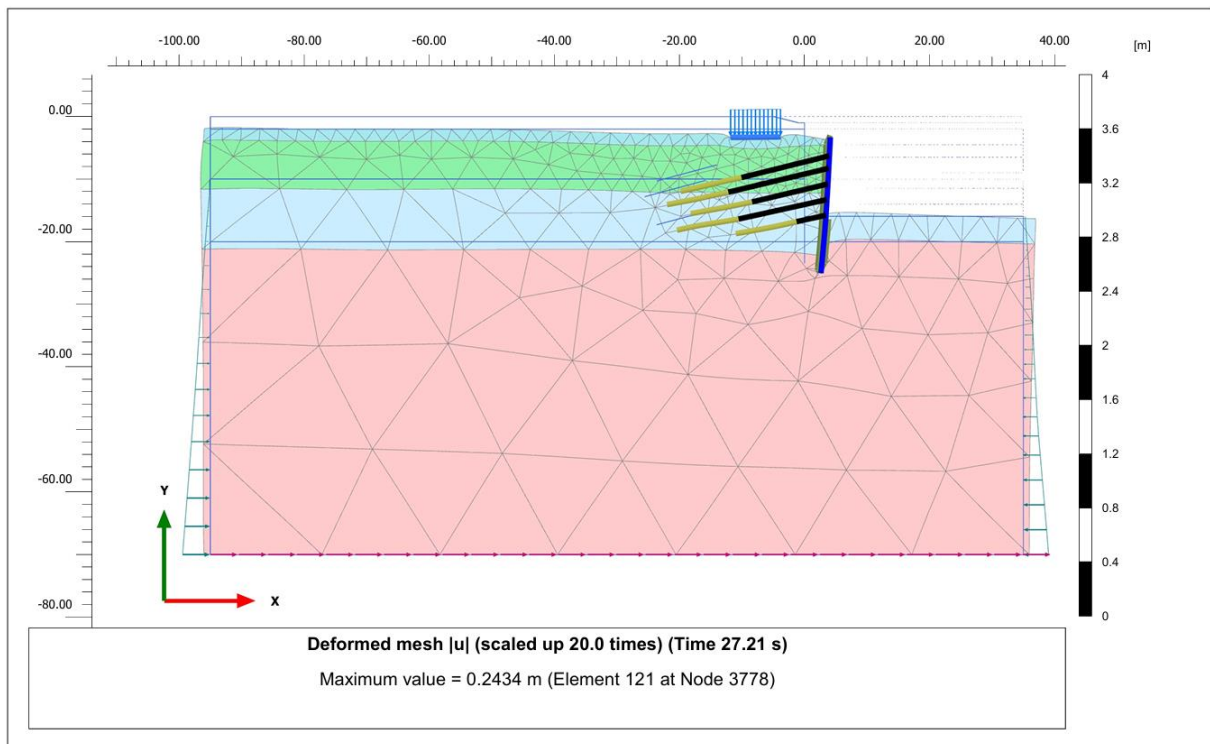
RSN-96



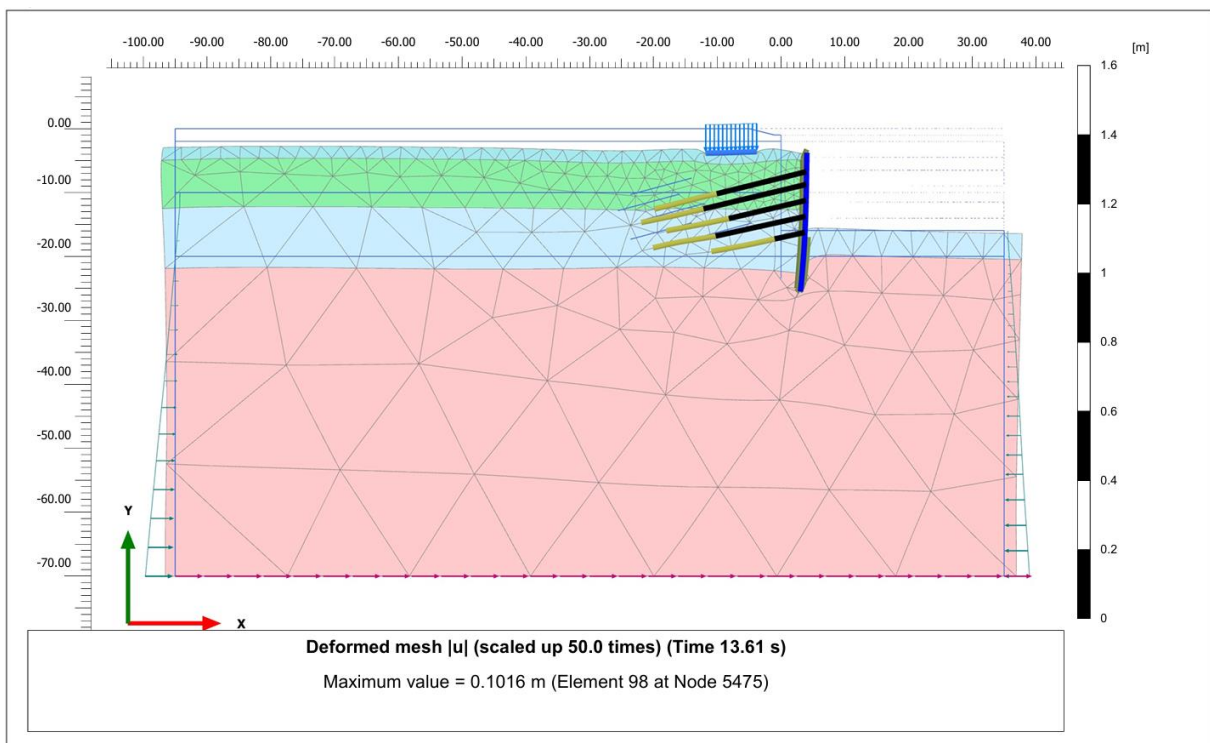
RSN-148



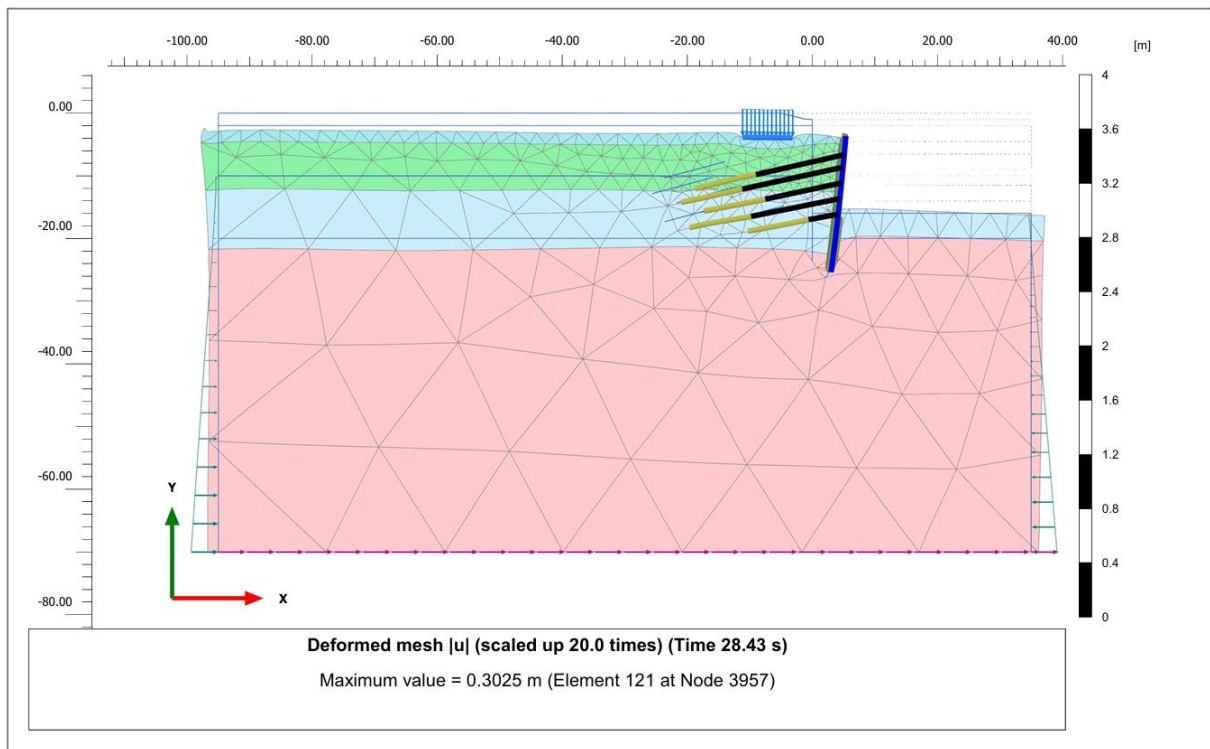
RSN-149



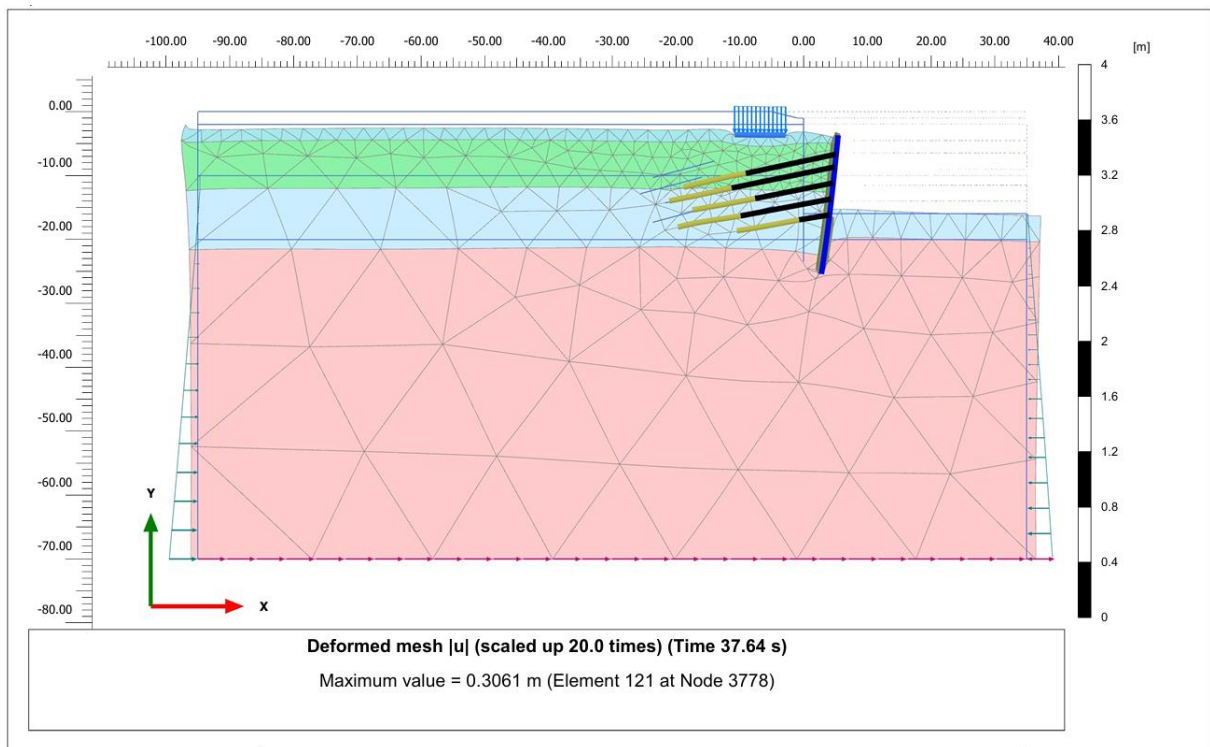
RSN-158



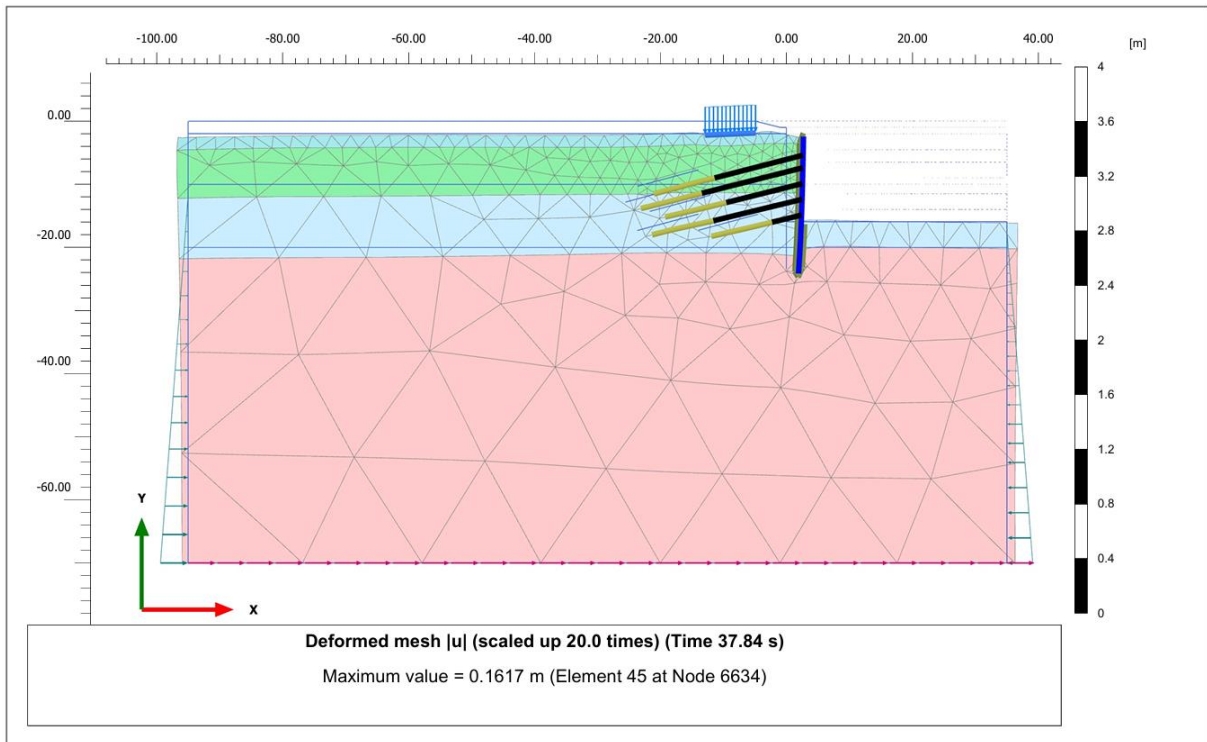
RSN-159



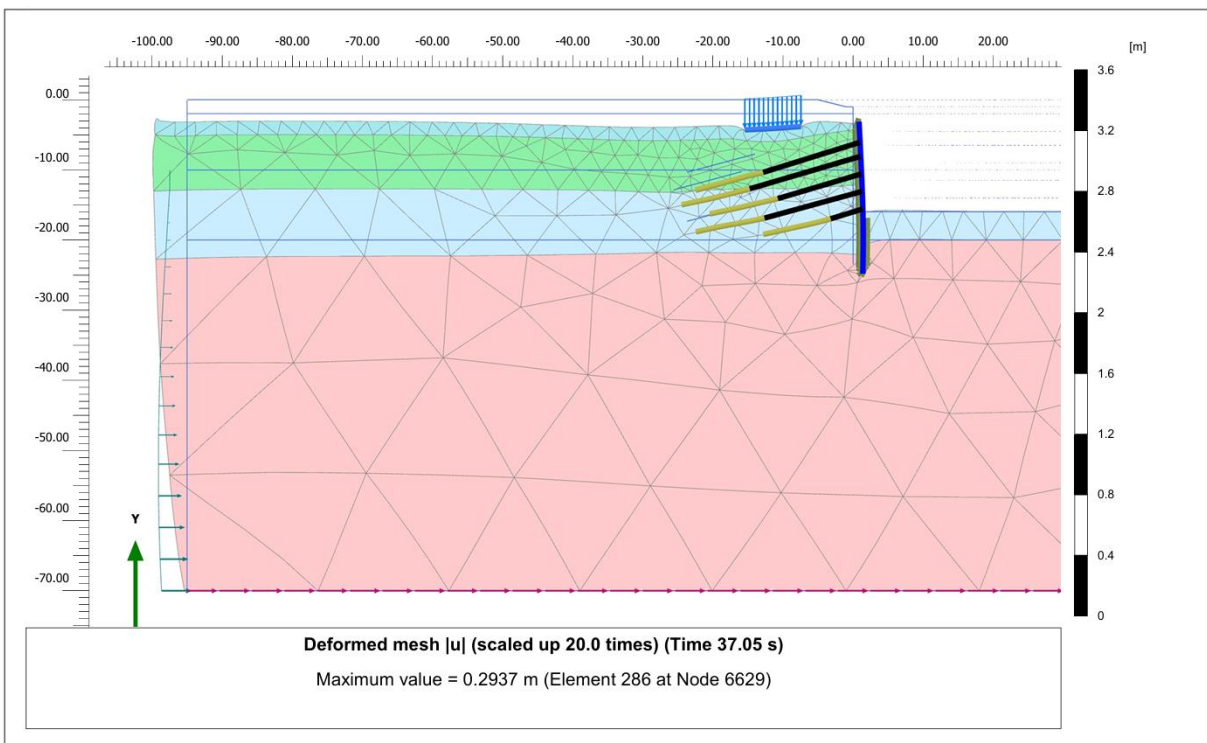
RSN-160



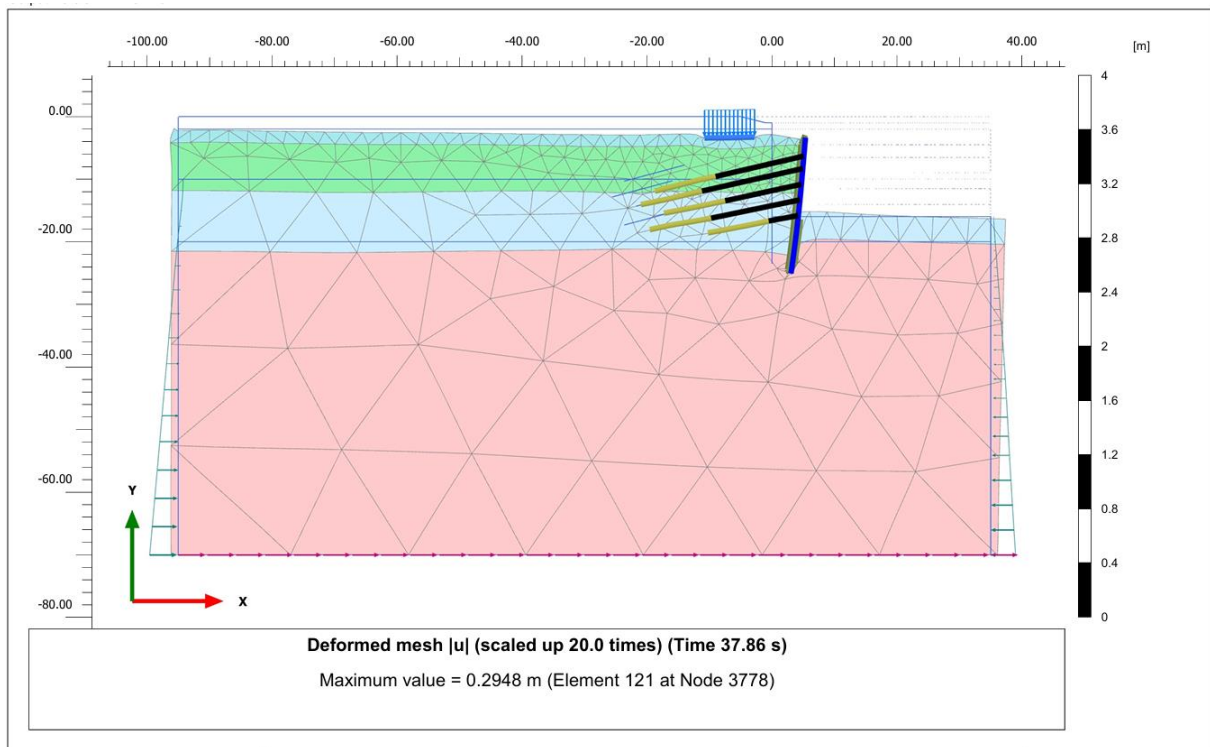
RSN-162



RSN-173

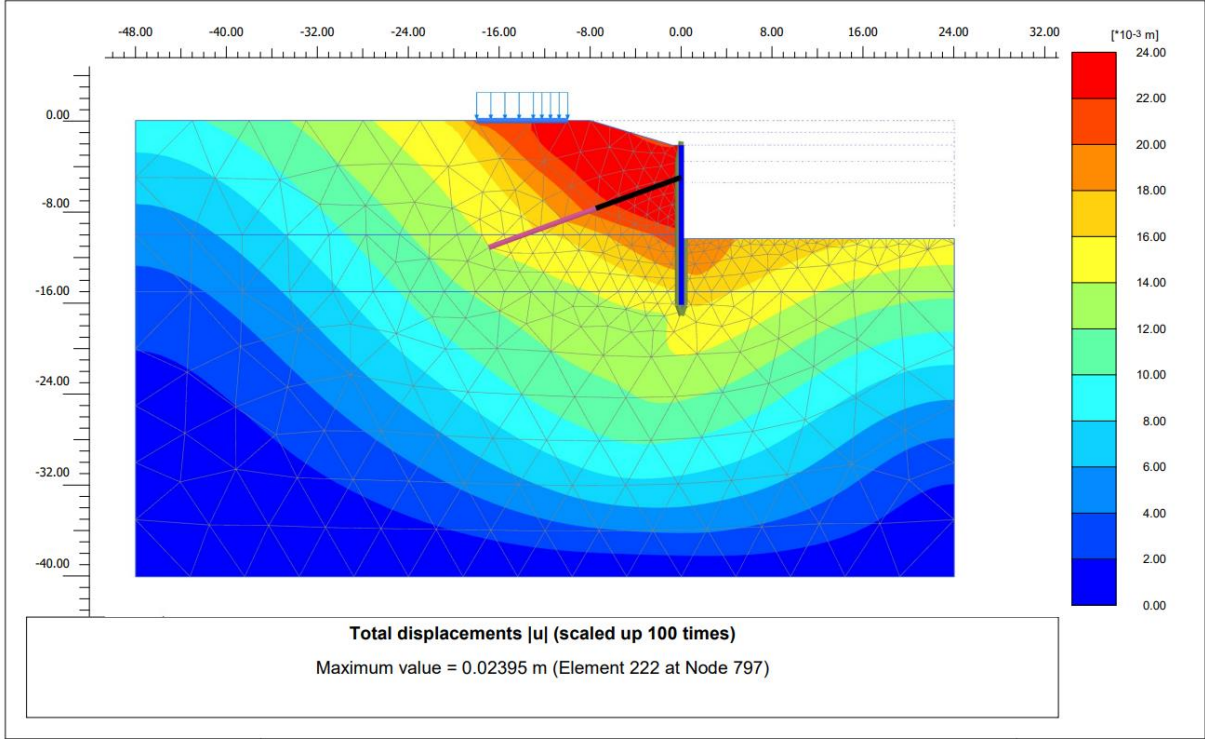


RSN-185

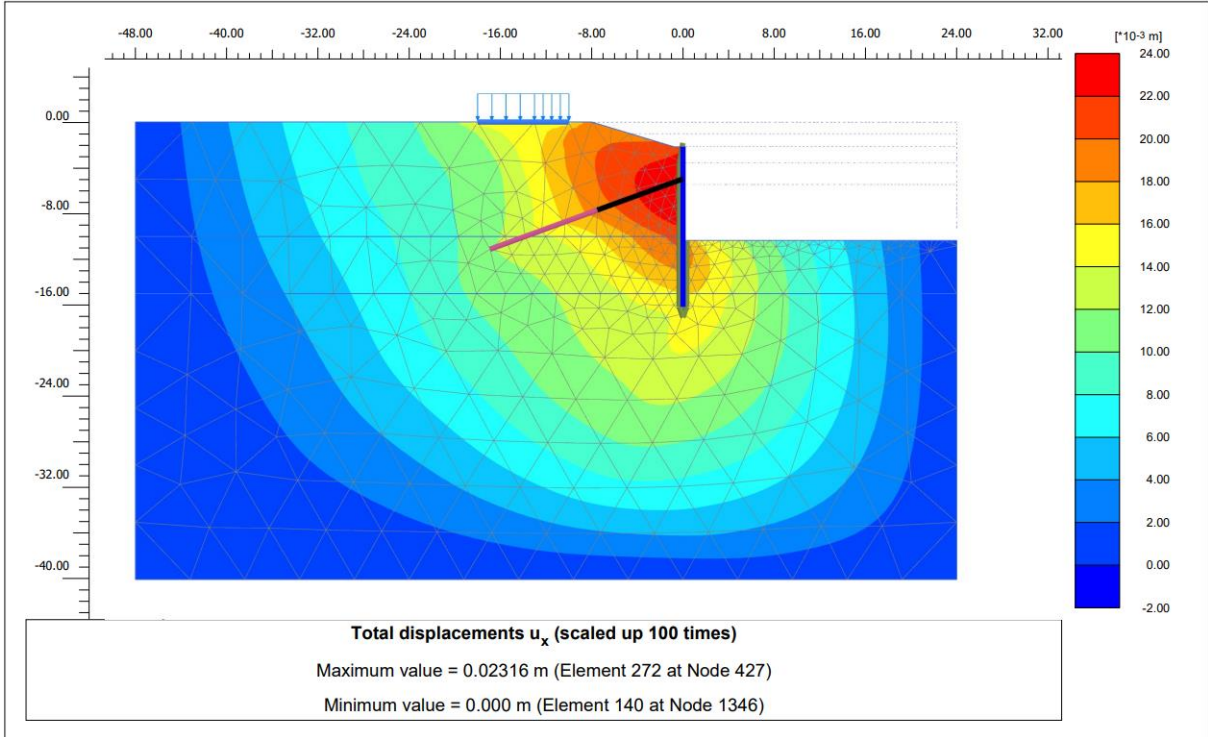


EK-22. KONUT PROJESİ : STATİK DURUM HESAP ÇIKTILARI

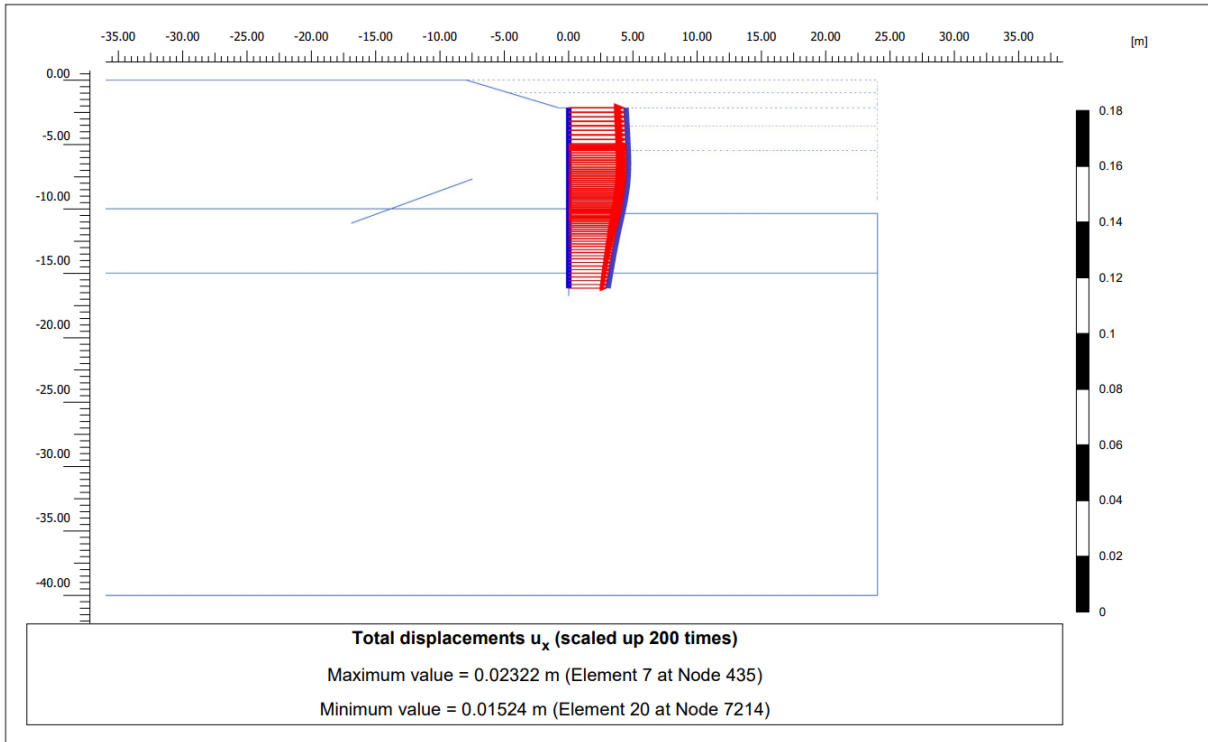
Toplam Yer Değişirme – U



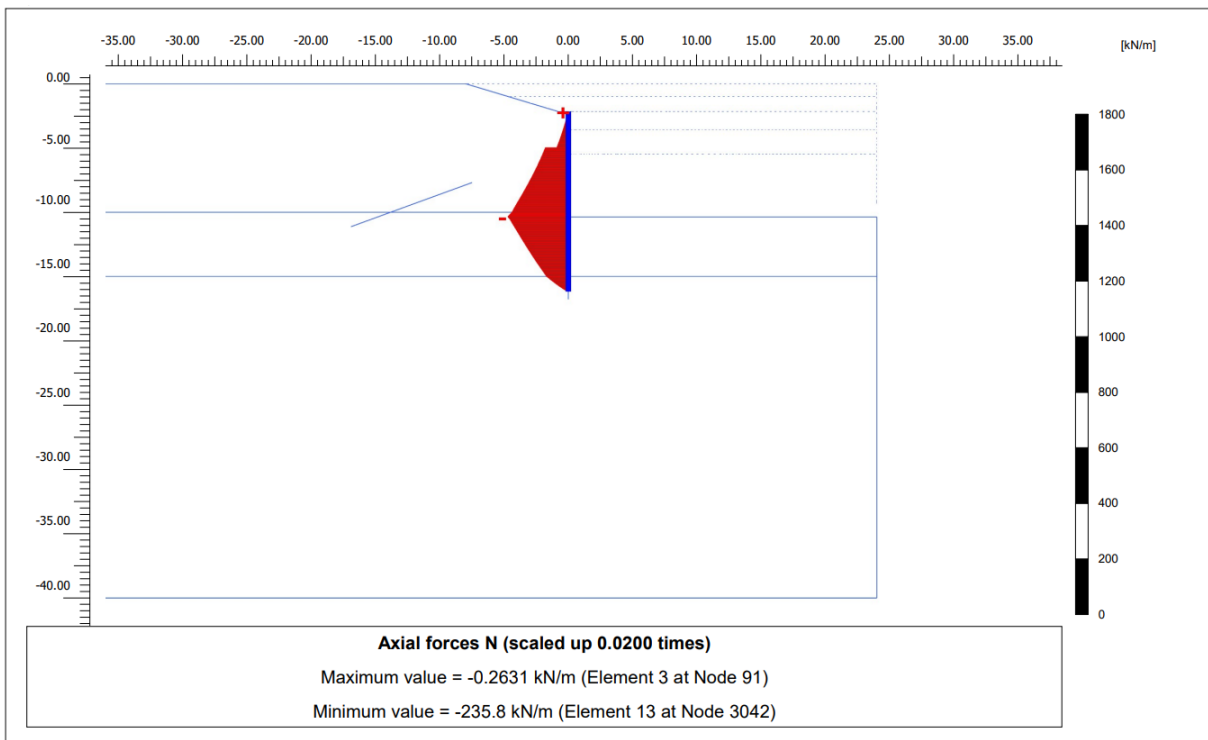
Yatay Yer Değişirme – u_x



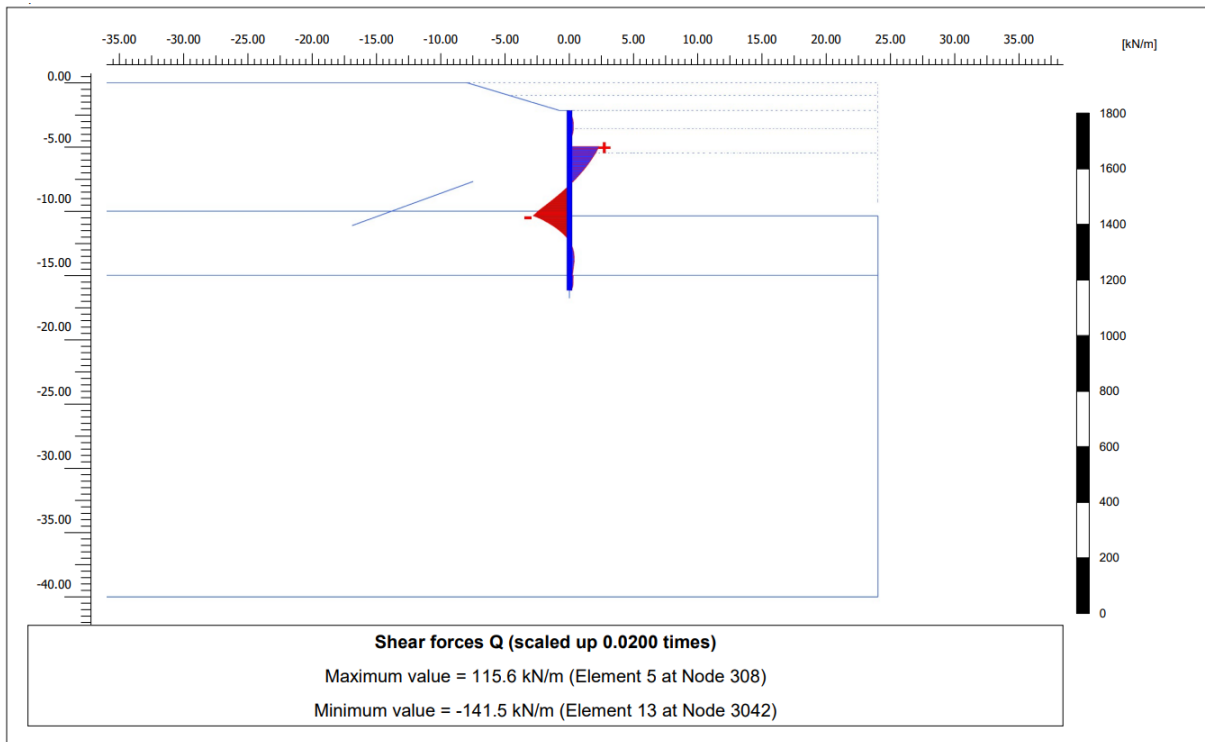
Kazık Yatay Yer Değişirme - U_x



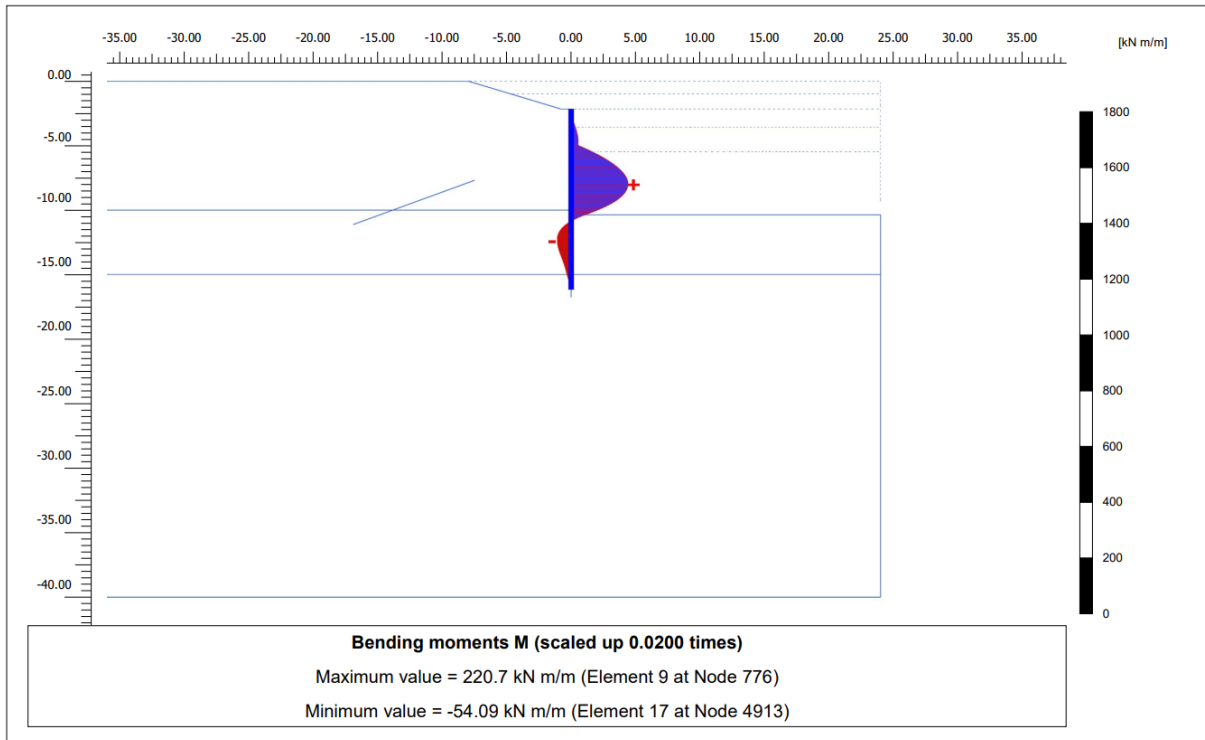
Kazık Normal Kuvvet - N



Kazık Kesme Kuvet – Q



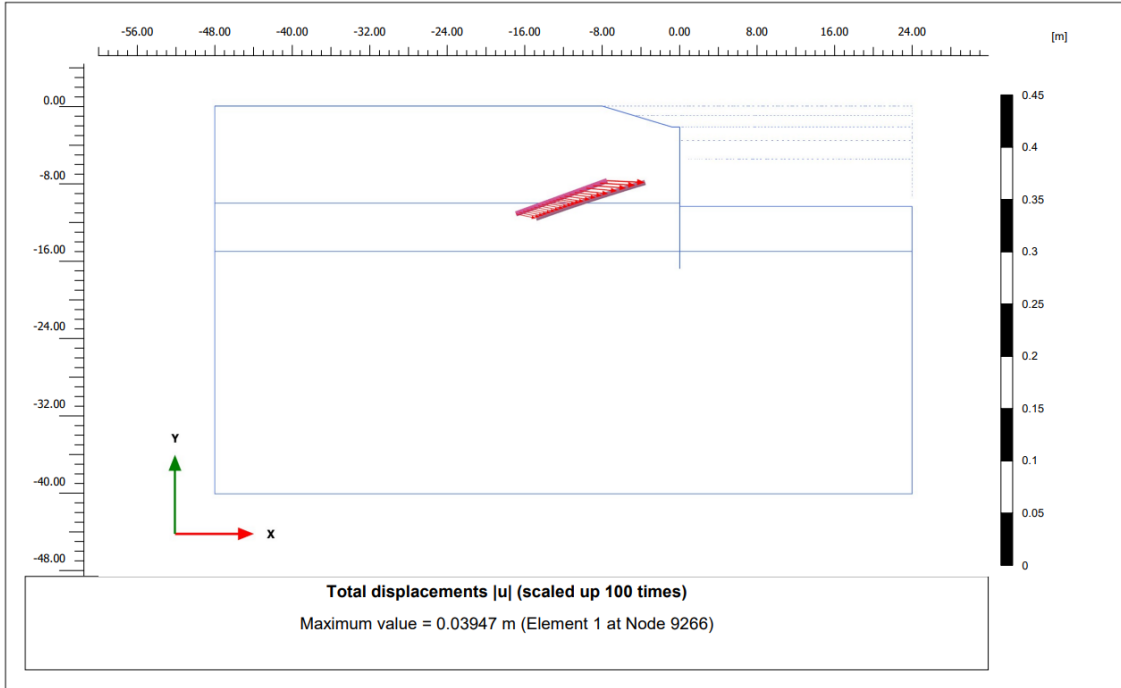
Kazık Eğilme Momenti - M



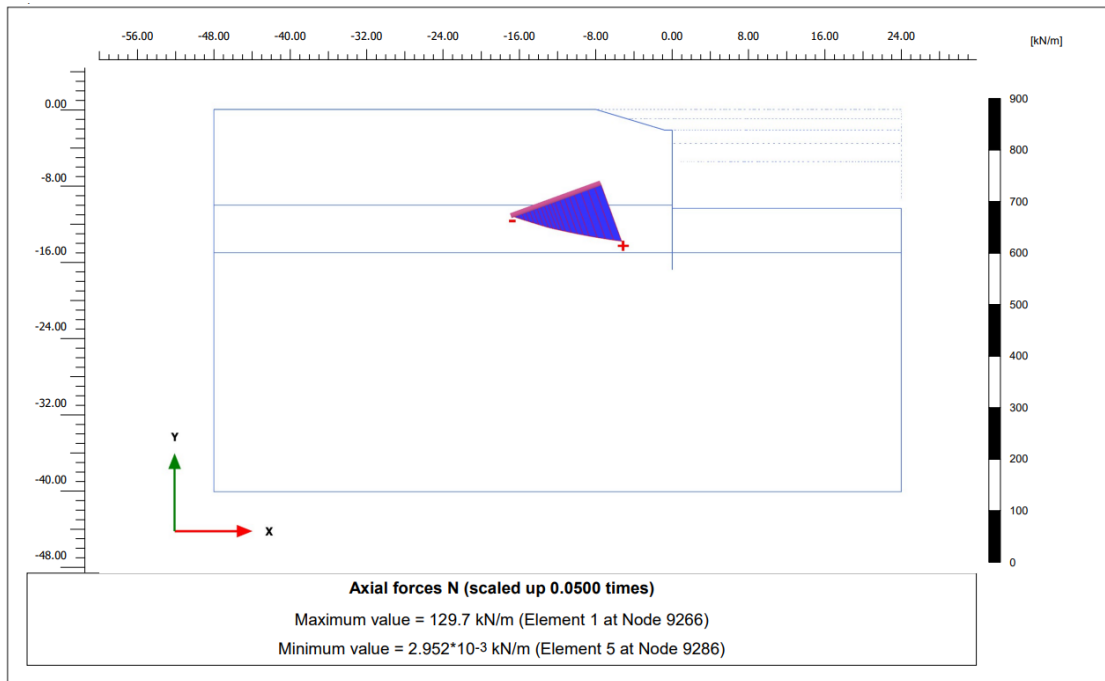
1.Sıra Ankraj Normal Kuvveti - N

| 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 Değişirme - U



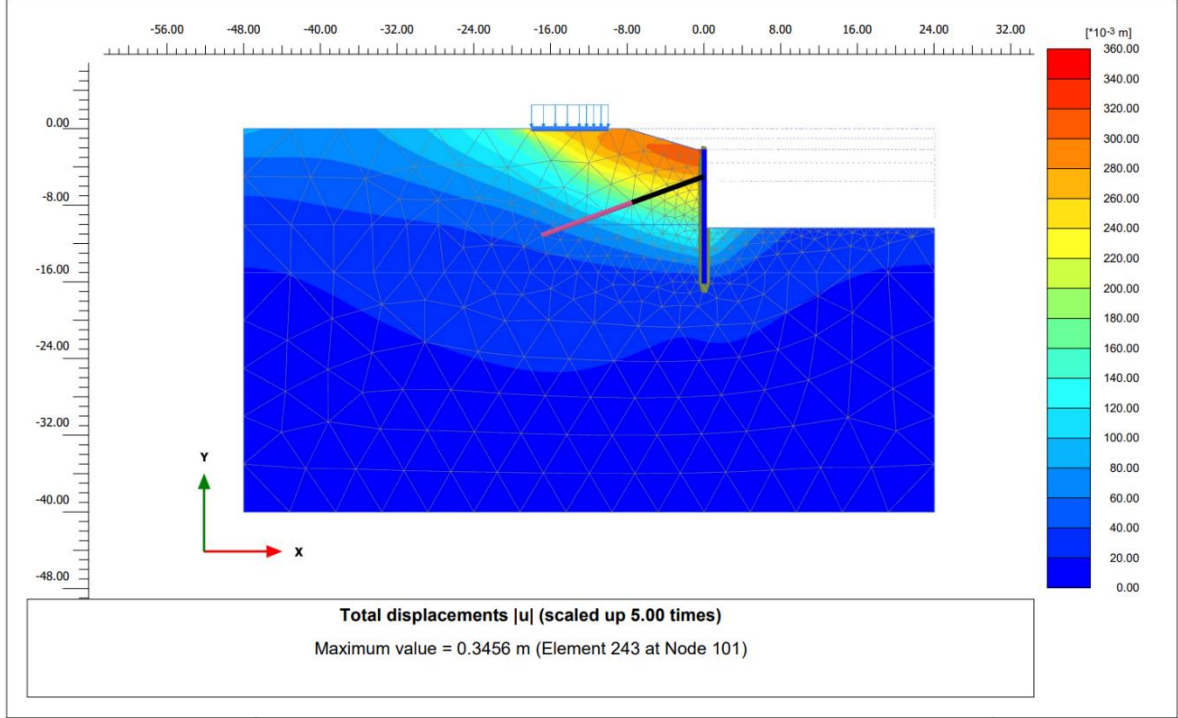
1.Sıra Ankraj Kökü Normal Kuvveti - N



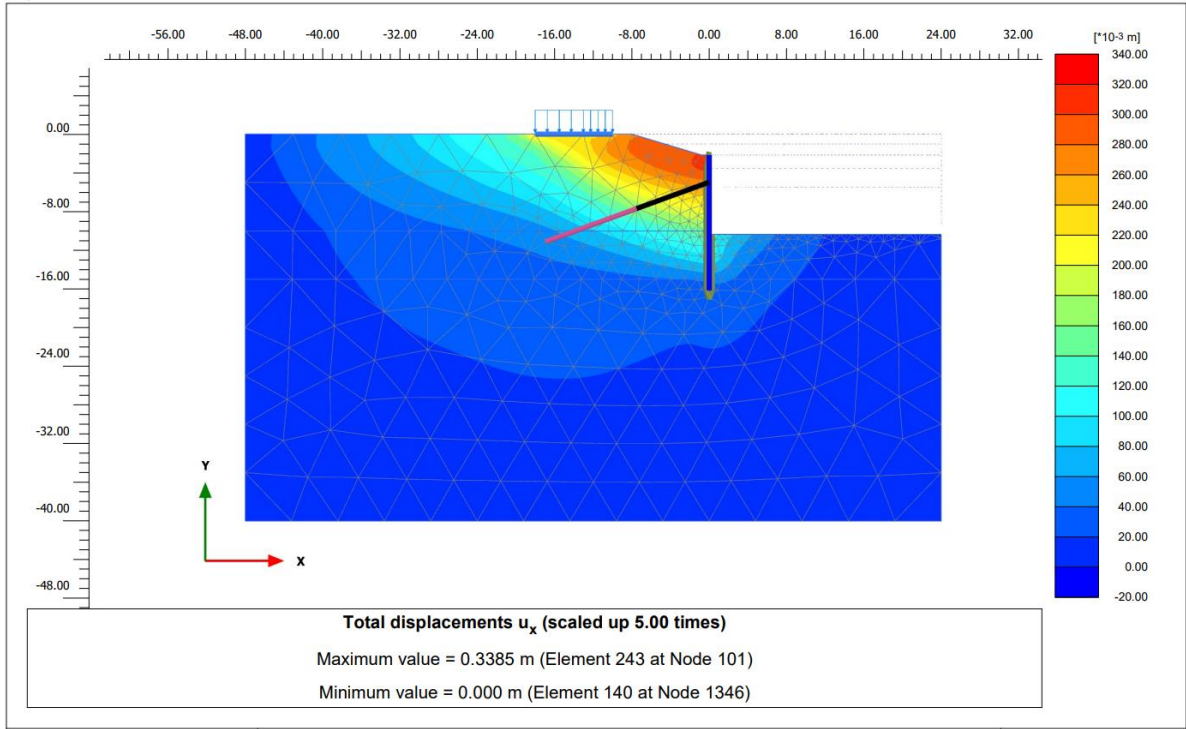
EK-23. KONUT PROJESİ : STATİK EŞDEĞER (DD-2) DURUM HESAP

ÇIKTILARI

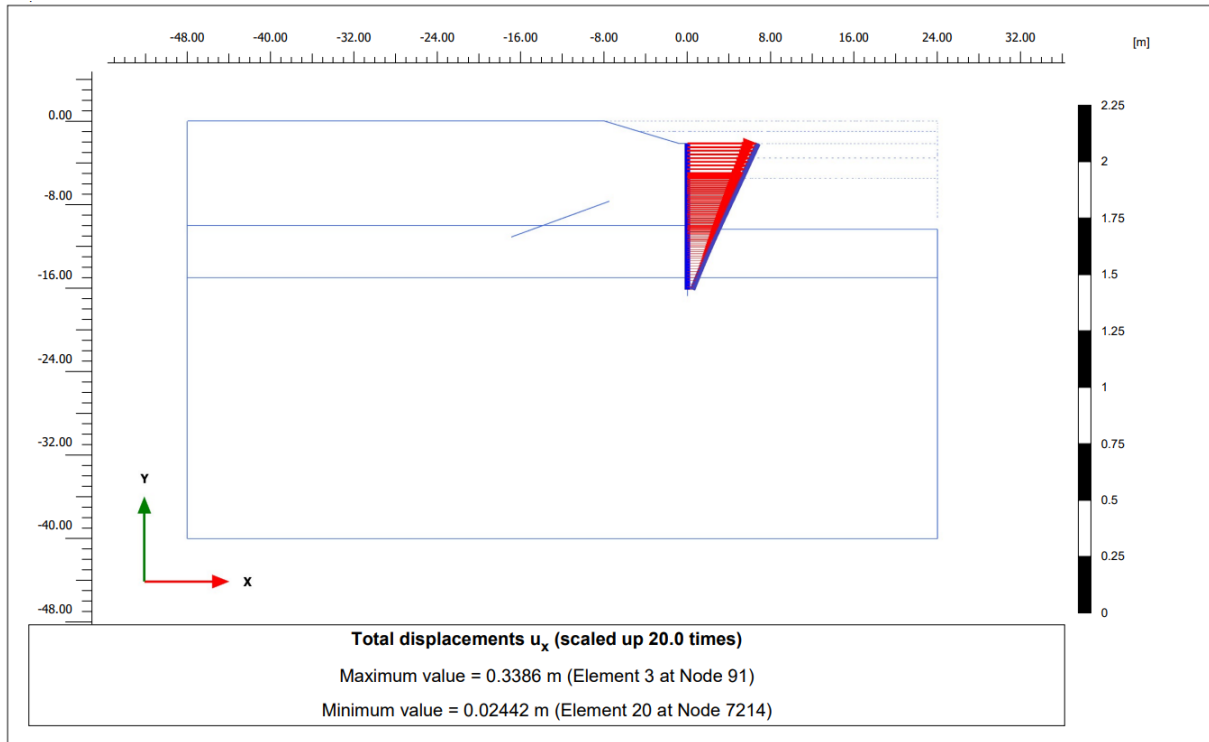
Toplam Yer Değiştirme – U



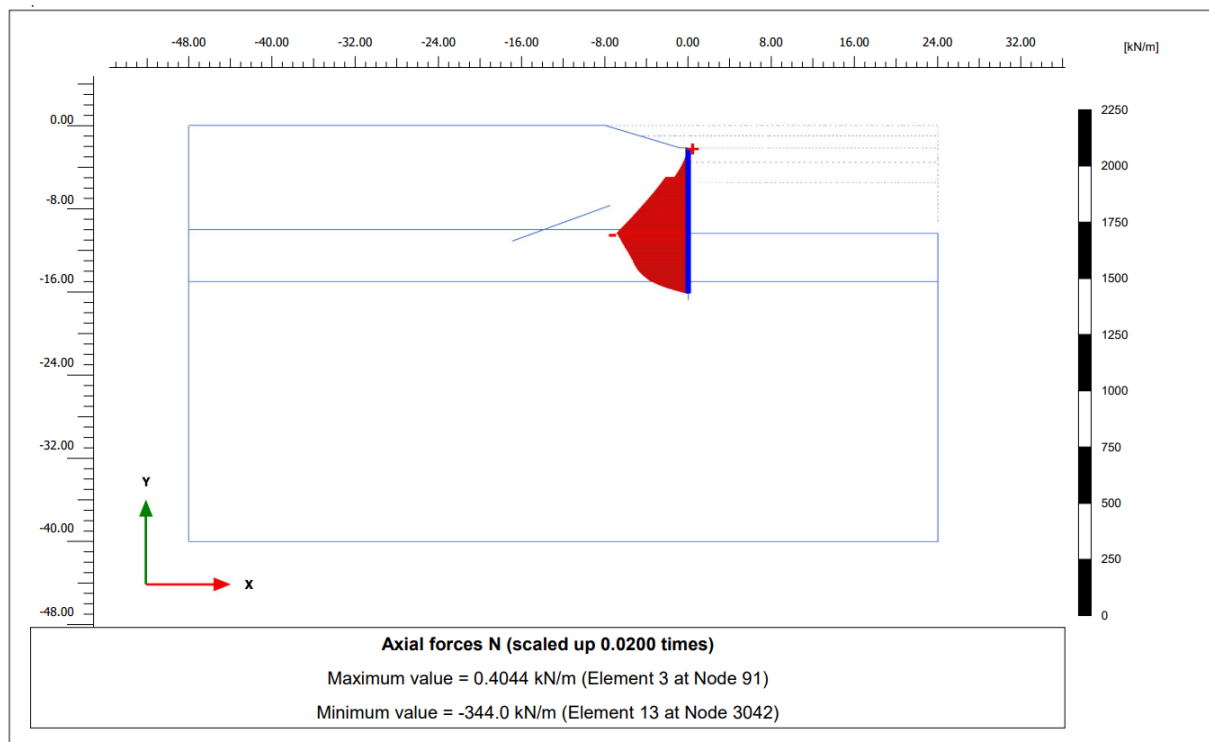
Yatay Yer Değiştirme – U_x



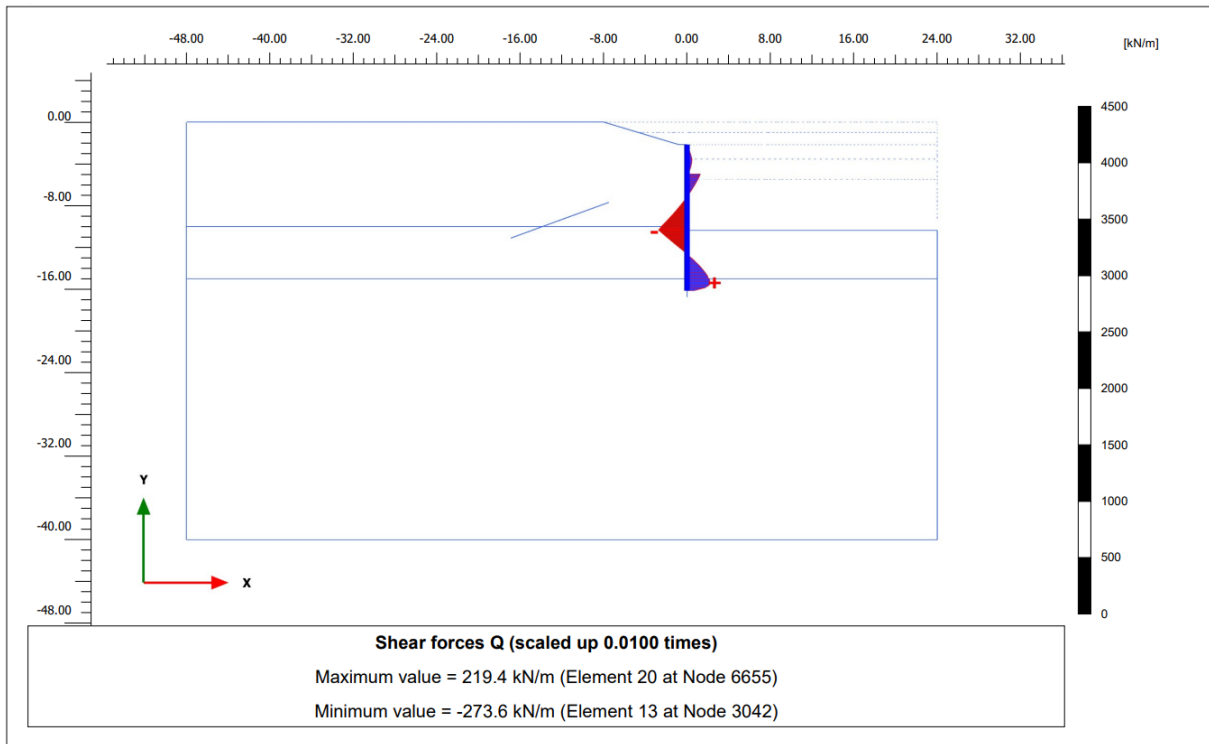
Kazık Yatay Yer Değişirme - U_x



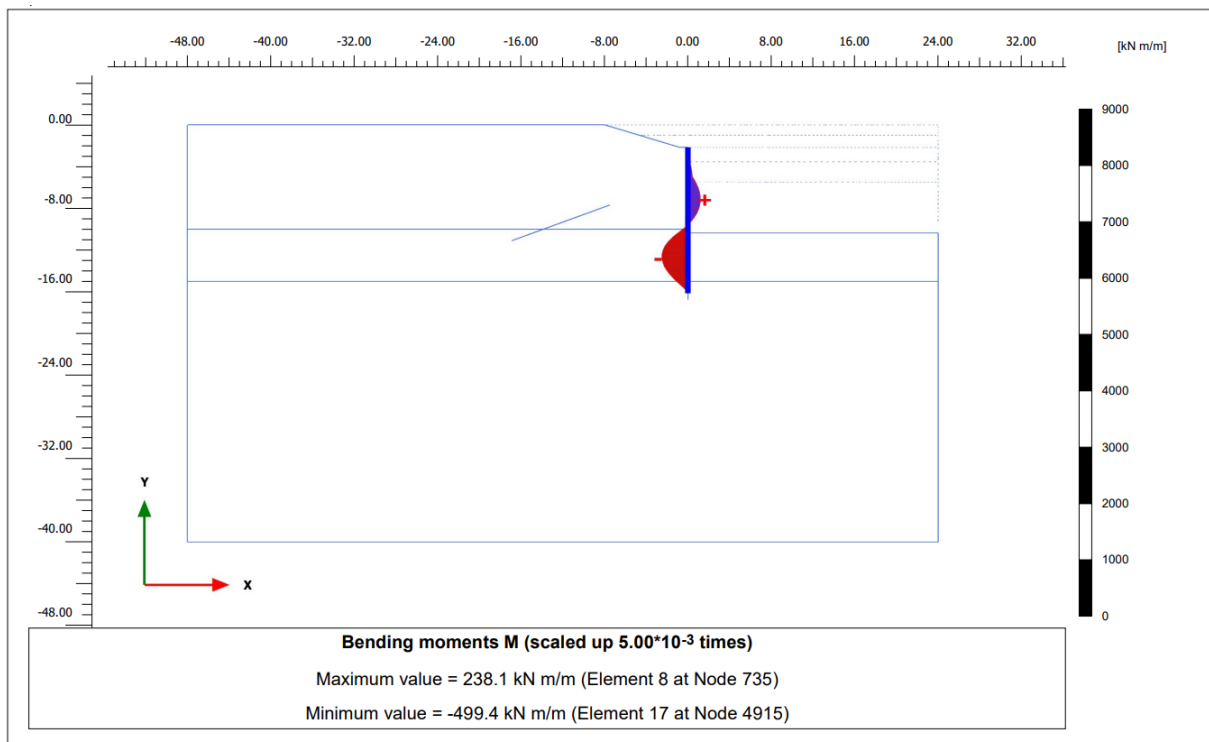
Kazık Normal Kuvvet - N



Kazık Kesme Kuvet – Q



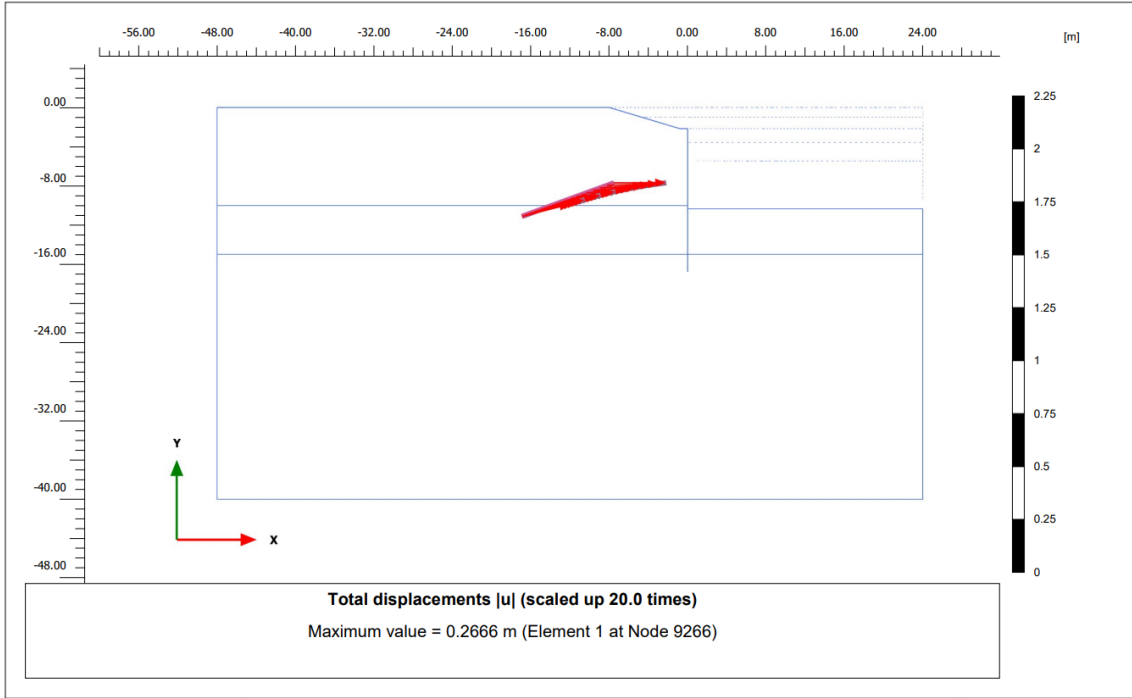
Kazık Eğilme Momenti - M



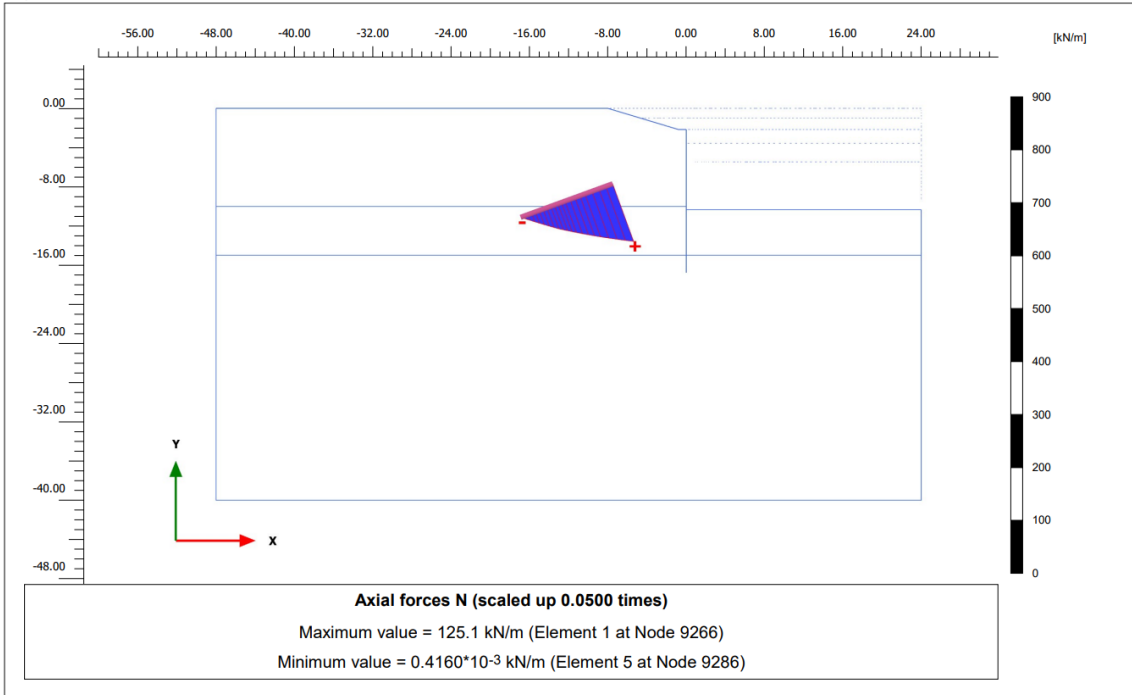
1.Sıra Ankraj Normal Kuvveti - N

| 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 Değişirme - U



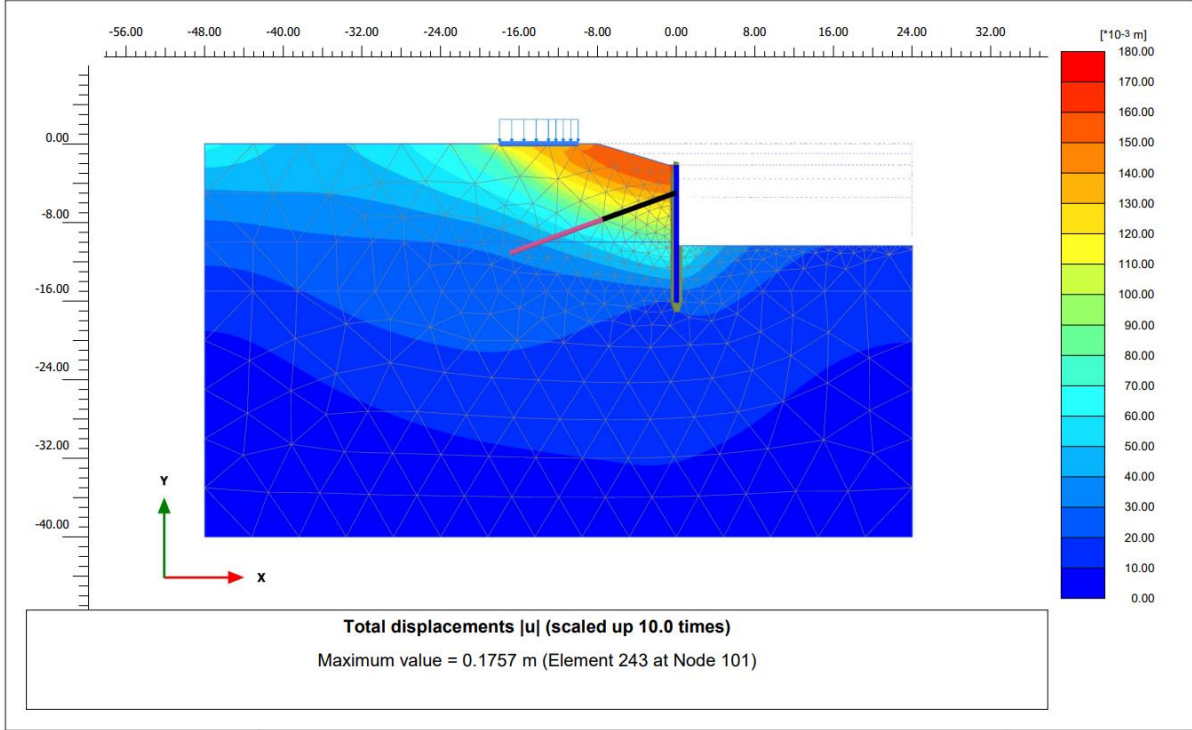
1.Sıra Ankraj Kökü Normal Kuvveti - N



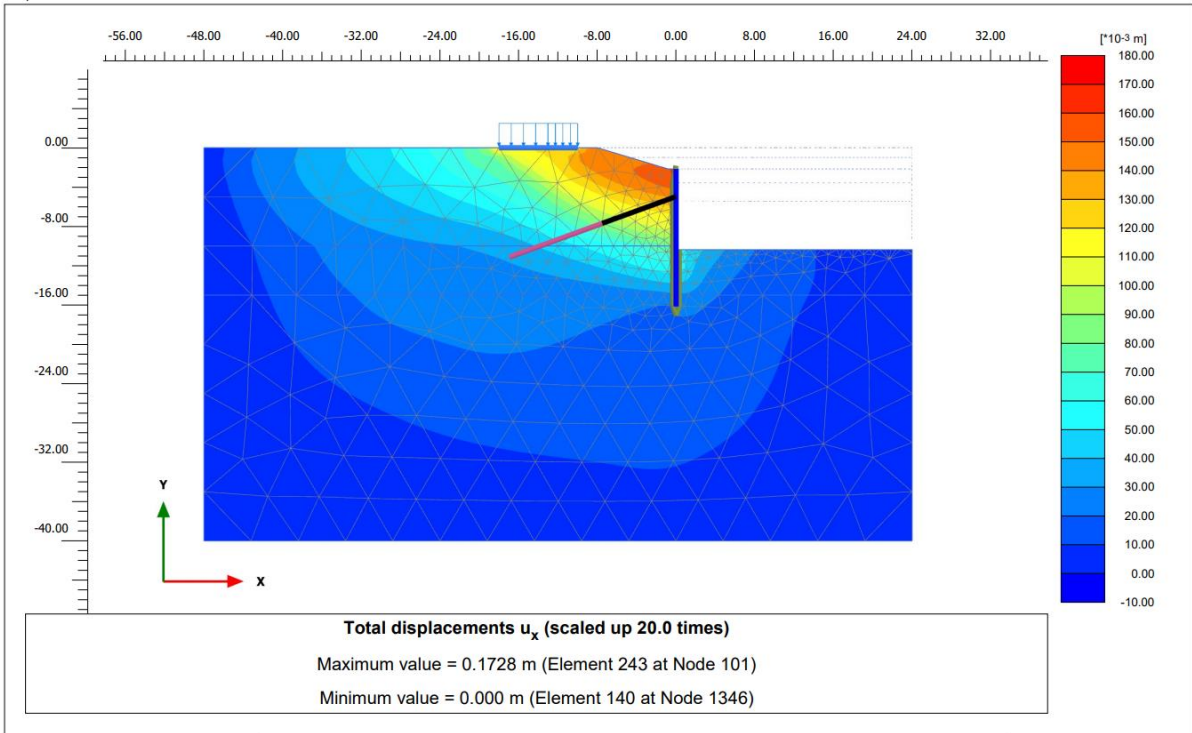
EK-24. KONUT PROJESİ : STATİK EŞDEĞER (DD-2A) DURUM HESAP

ÇIKTILARI

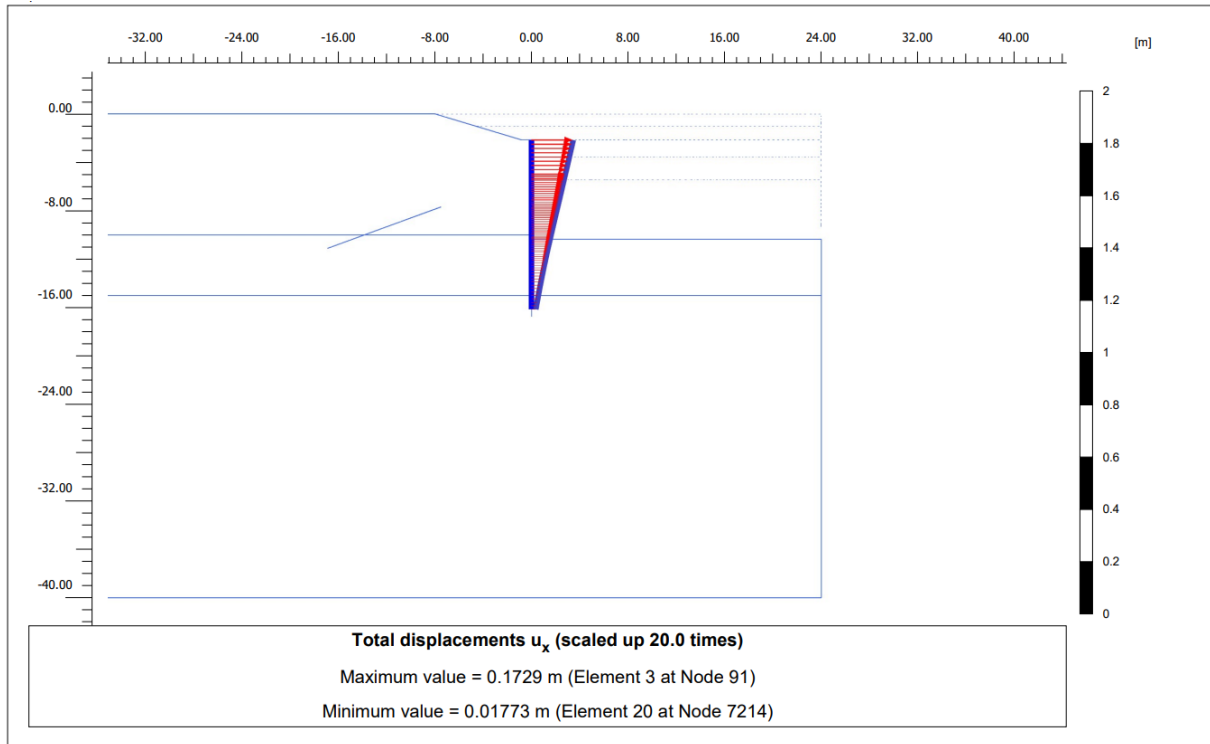
Toplam Yer Değiştirme – U



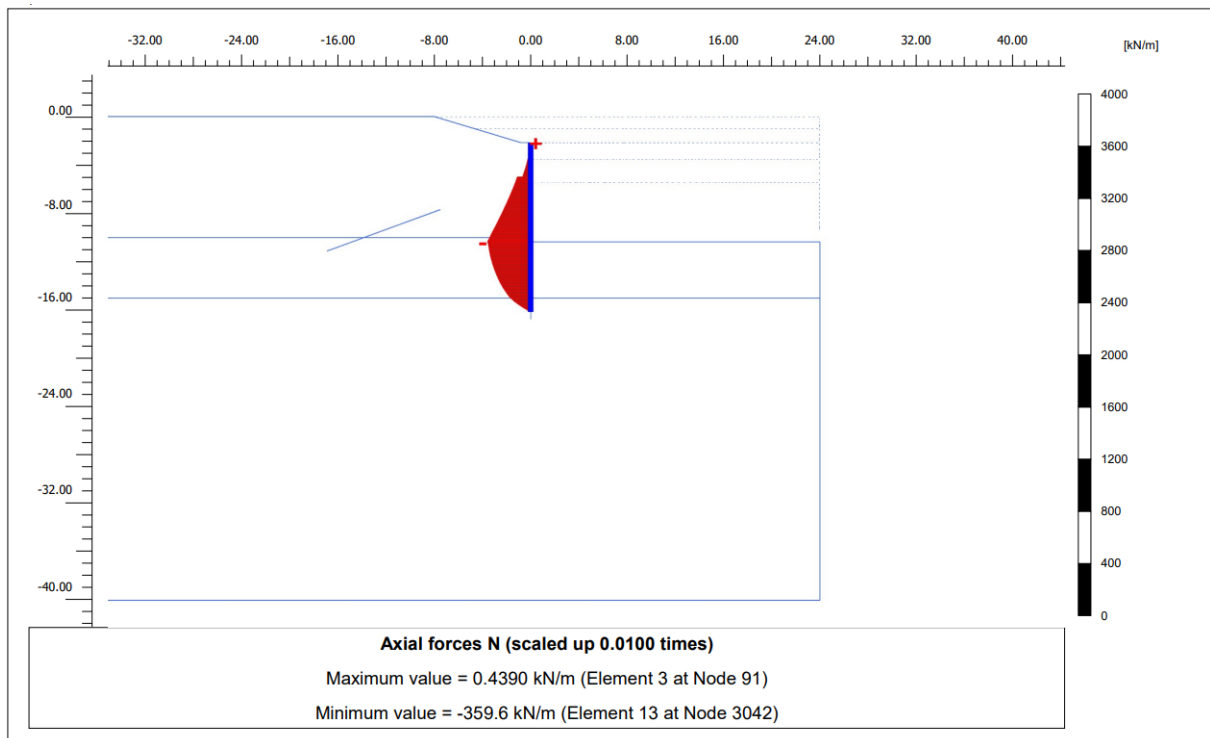
Yatay Yer Değiştirme – u_x



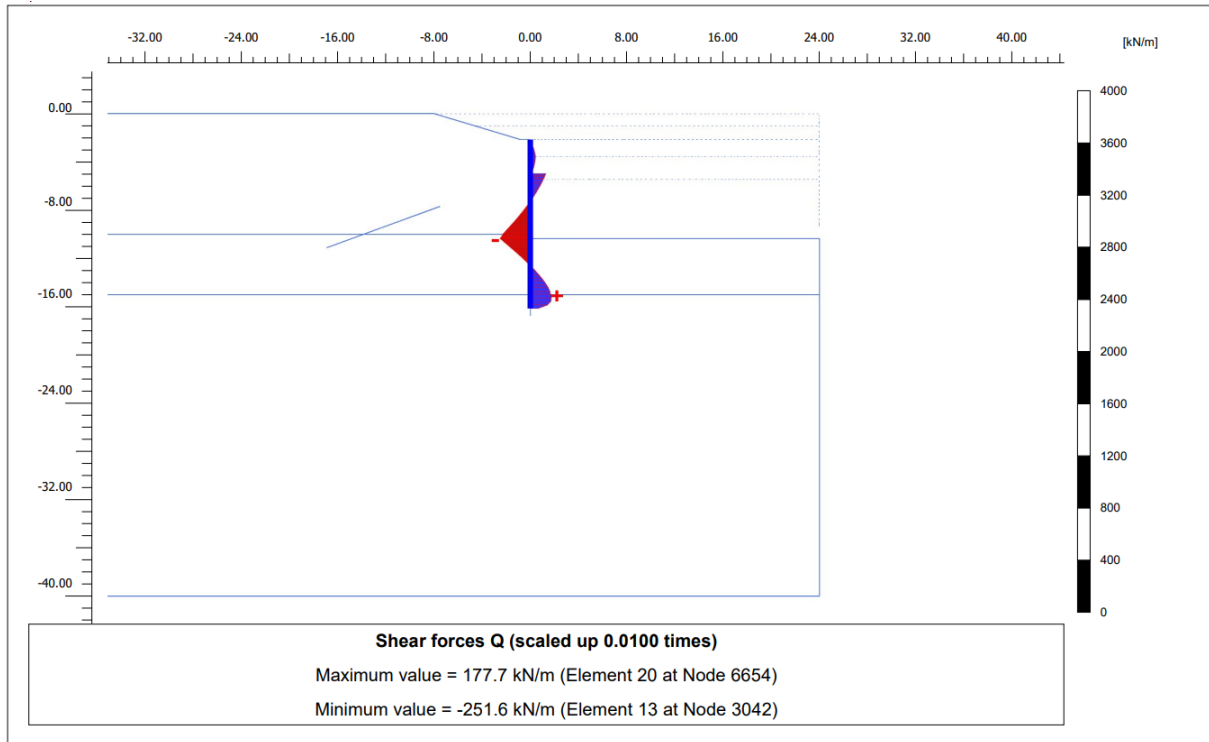
Kazık Yatay Yer Değişirme - U_x



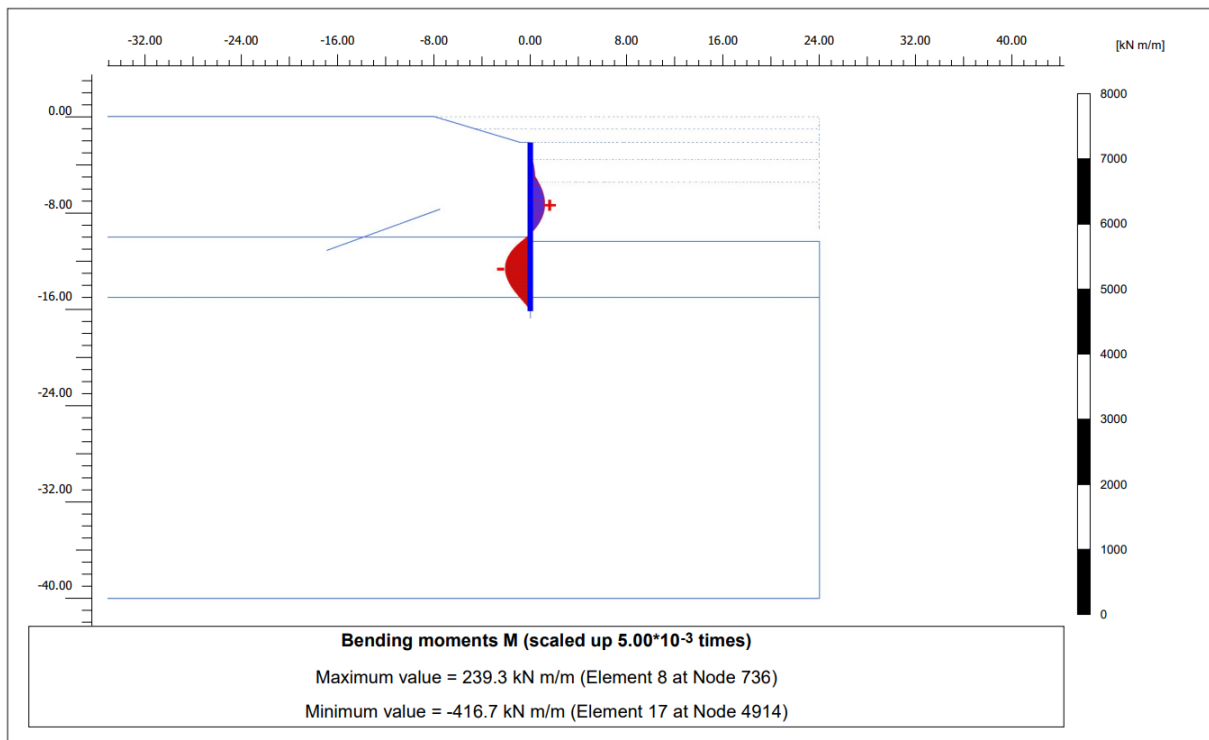
Kazık Normal Kuvvet - N



Kazık Kesme Kuvet – Q



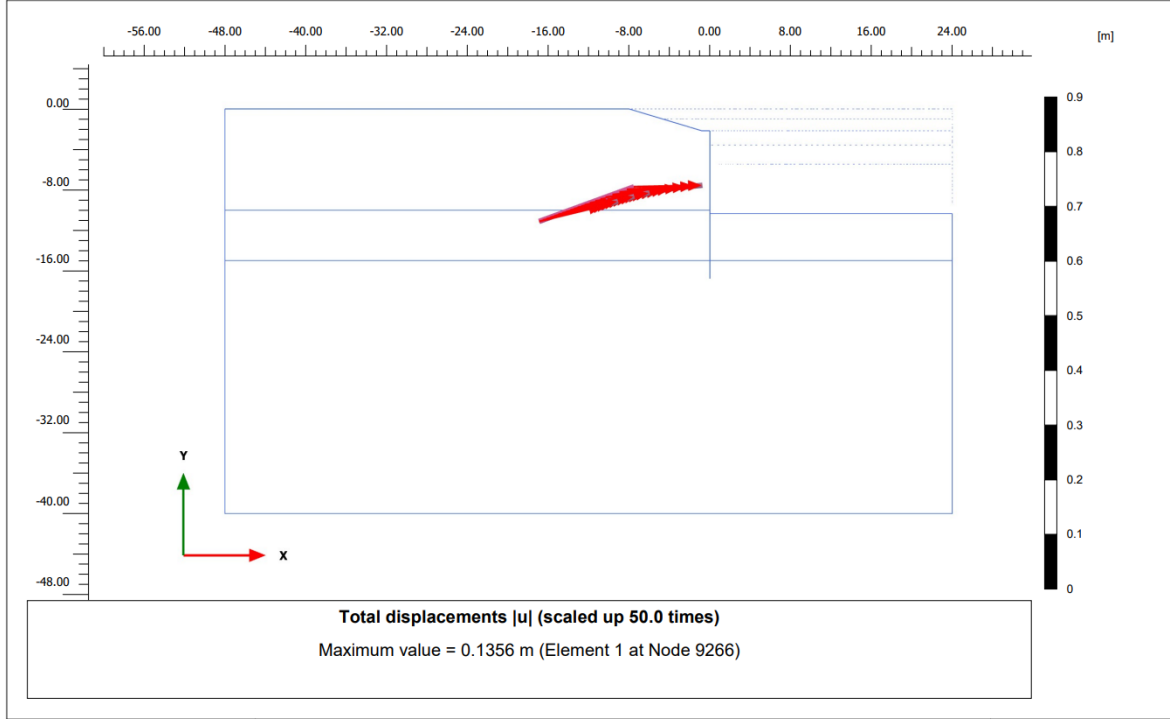
Kazık Eğilme Momenti - M



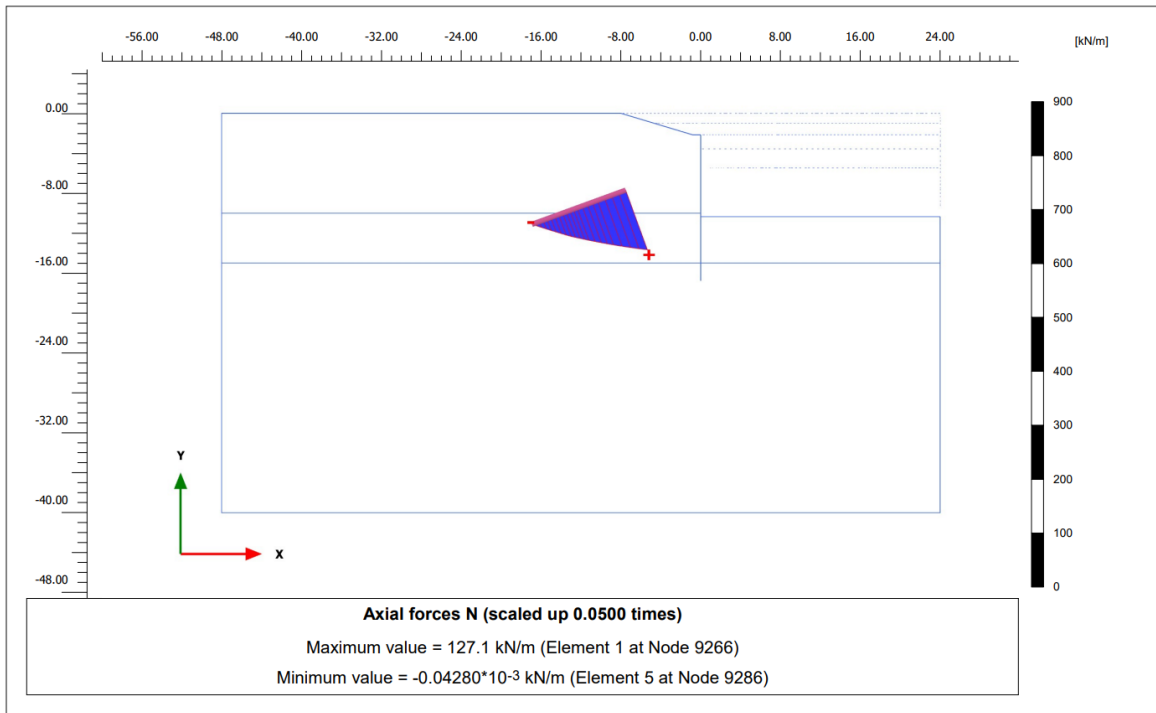
1.Sıra Ankraj Normal Kuvveti - N

| 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 Değişirme - U

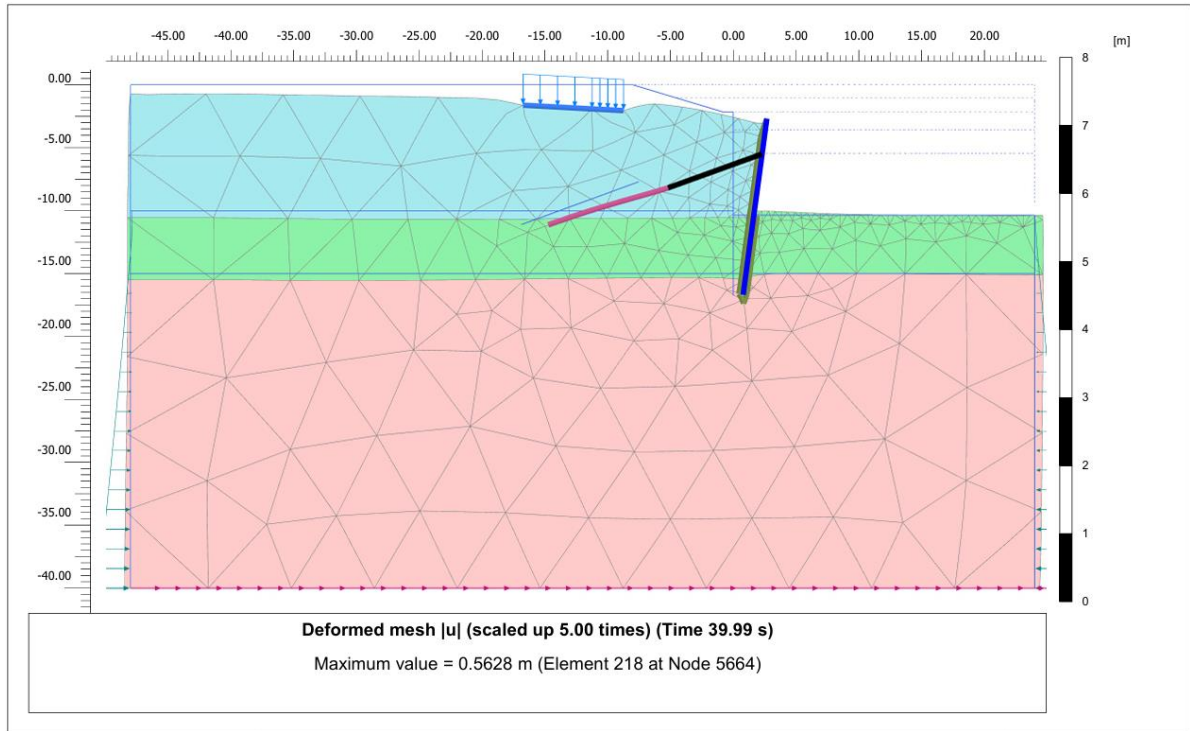


1.Sıra Ankraj Kökü Normal Kuvveti - N

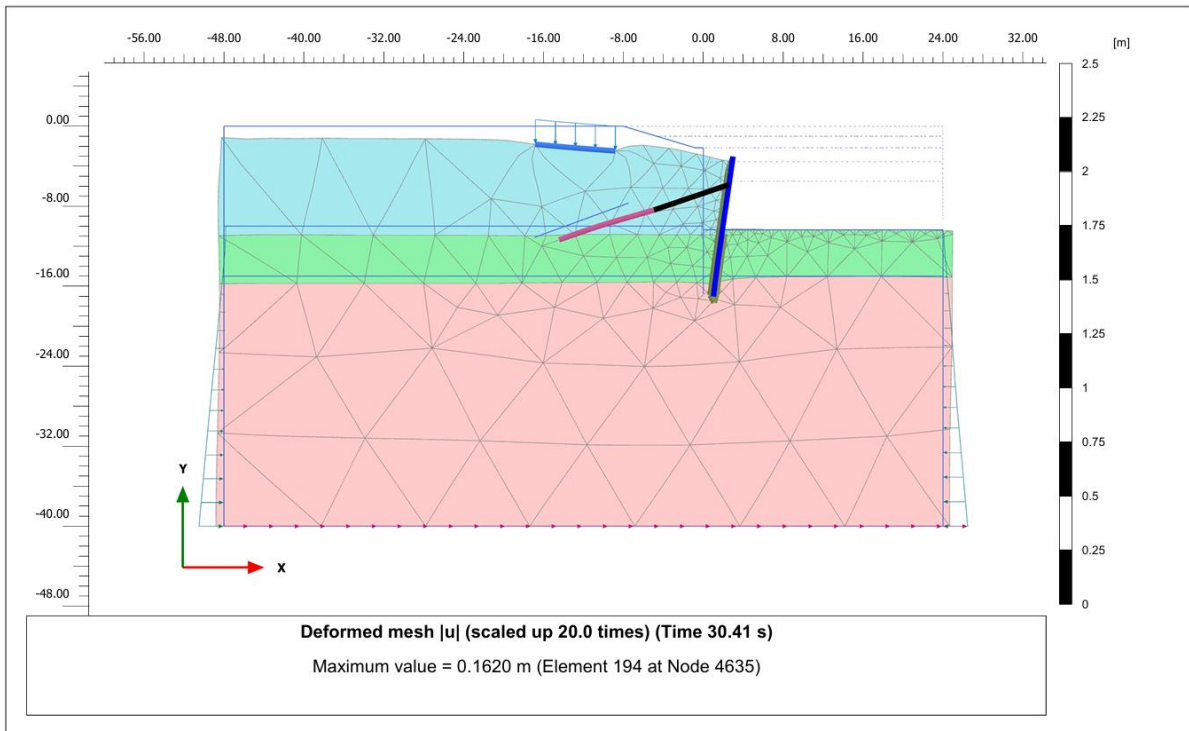


EK-25. KONUT PROJESİ : DİNAMİK DURUM HESAP ÇIKTILARI

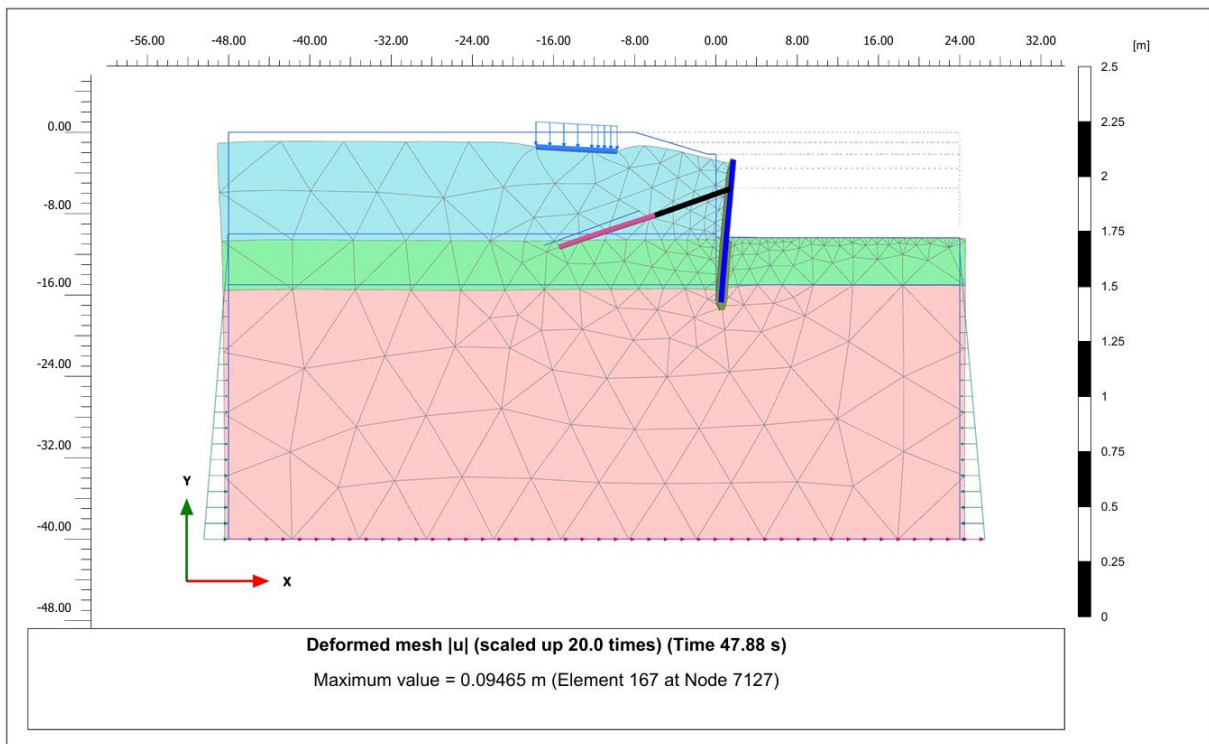
RSN-20



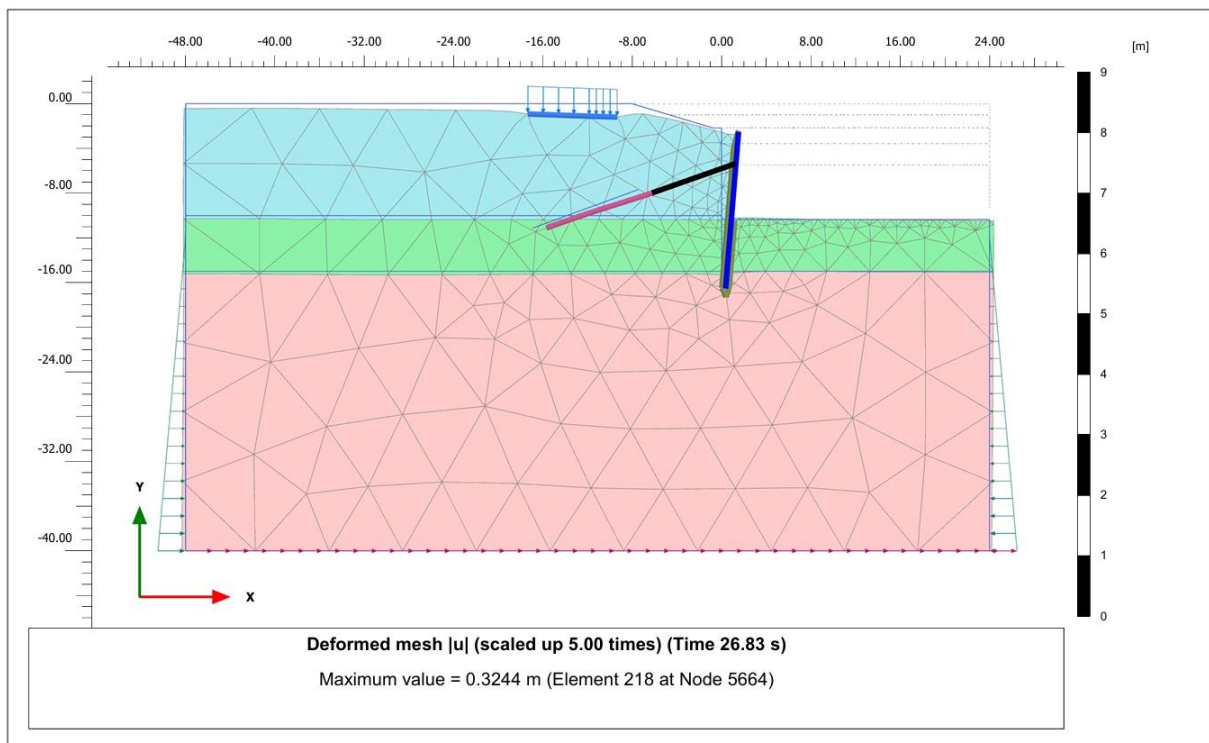
RSN-33



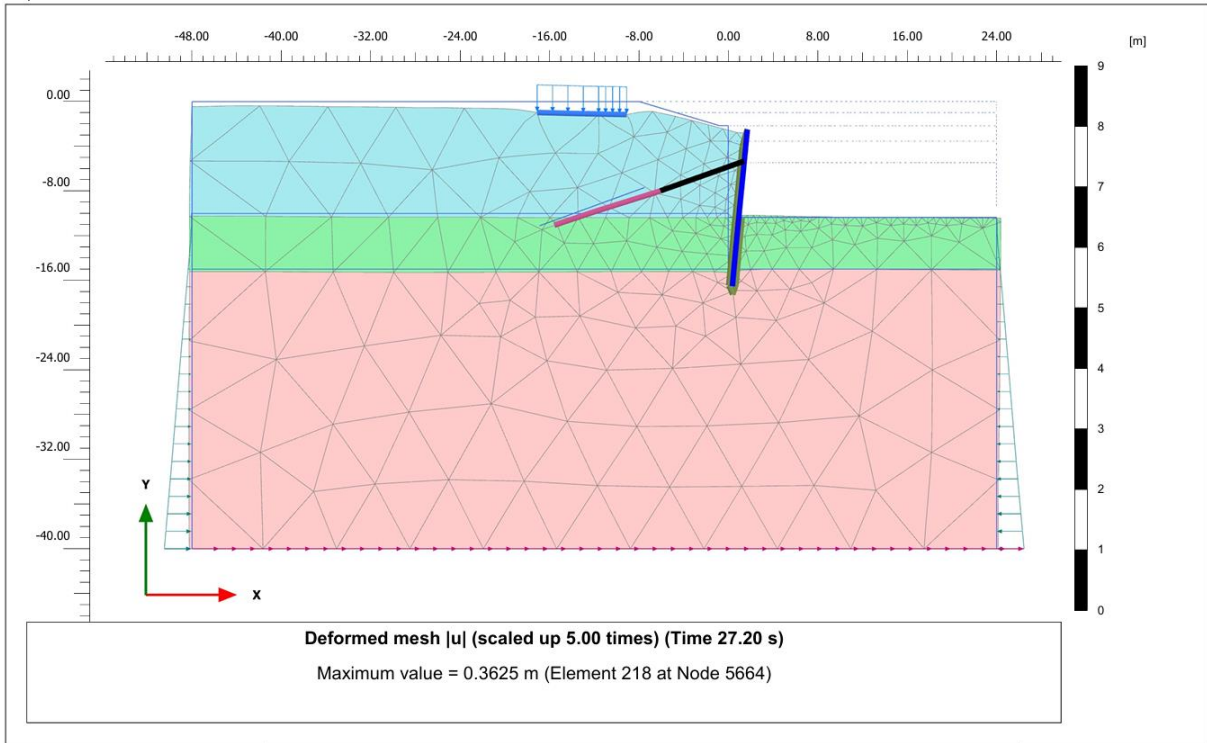
RSN-96



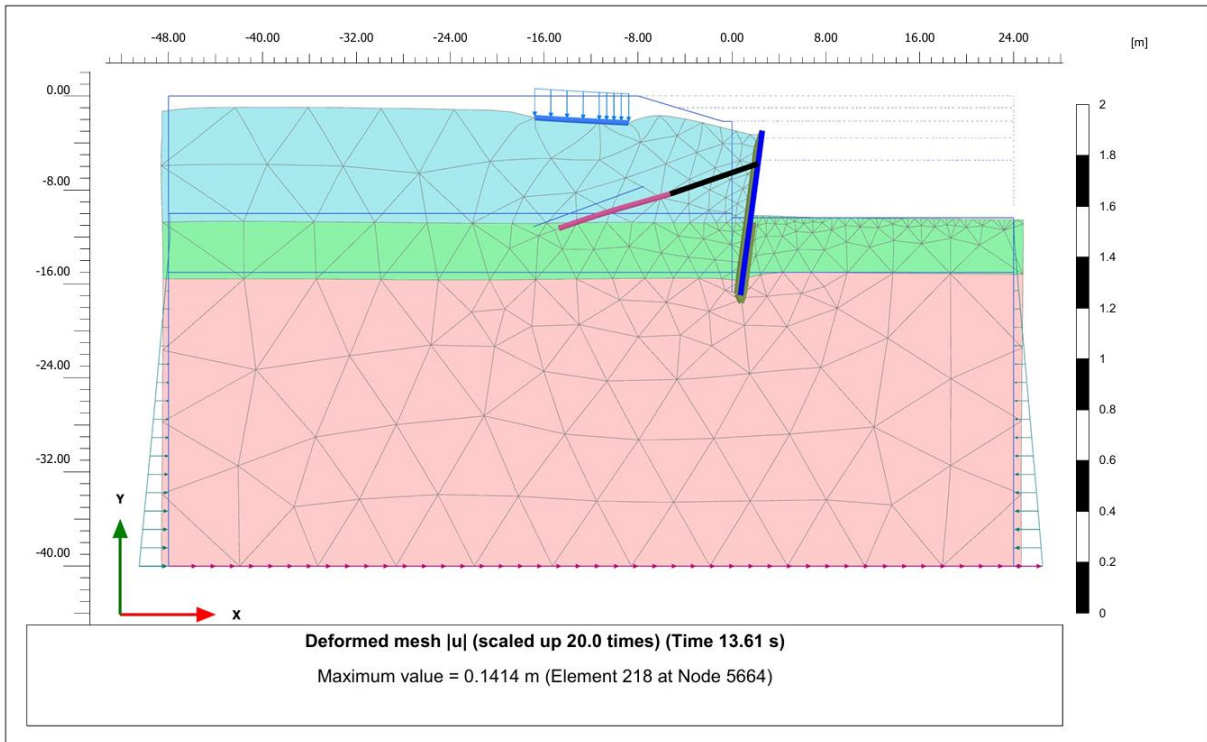
RSN-148



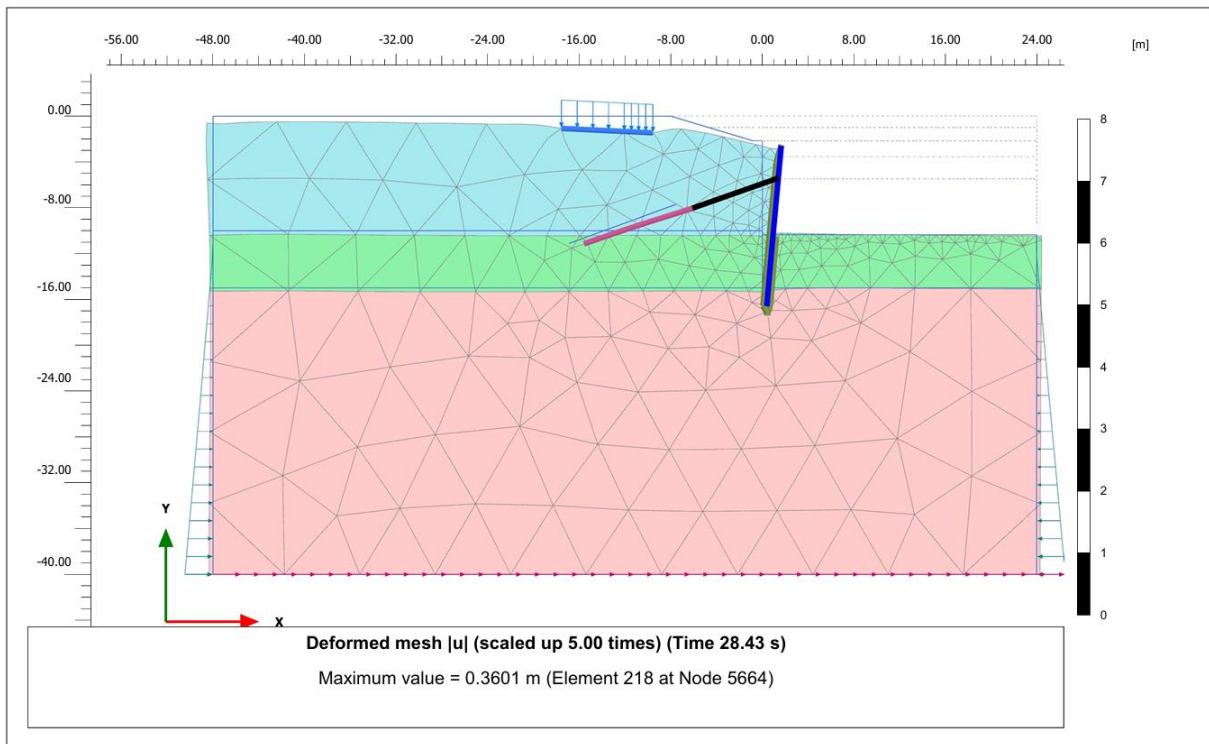
RSN-149



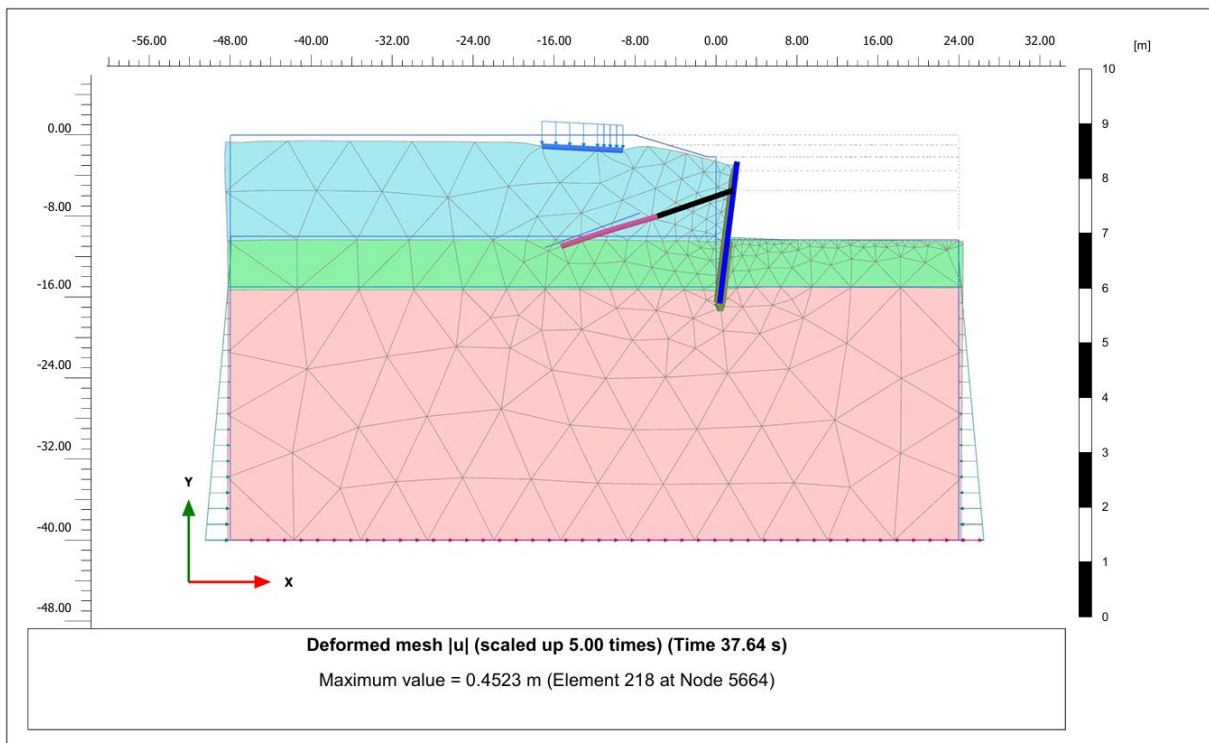
RSN-158



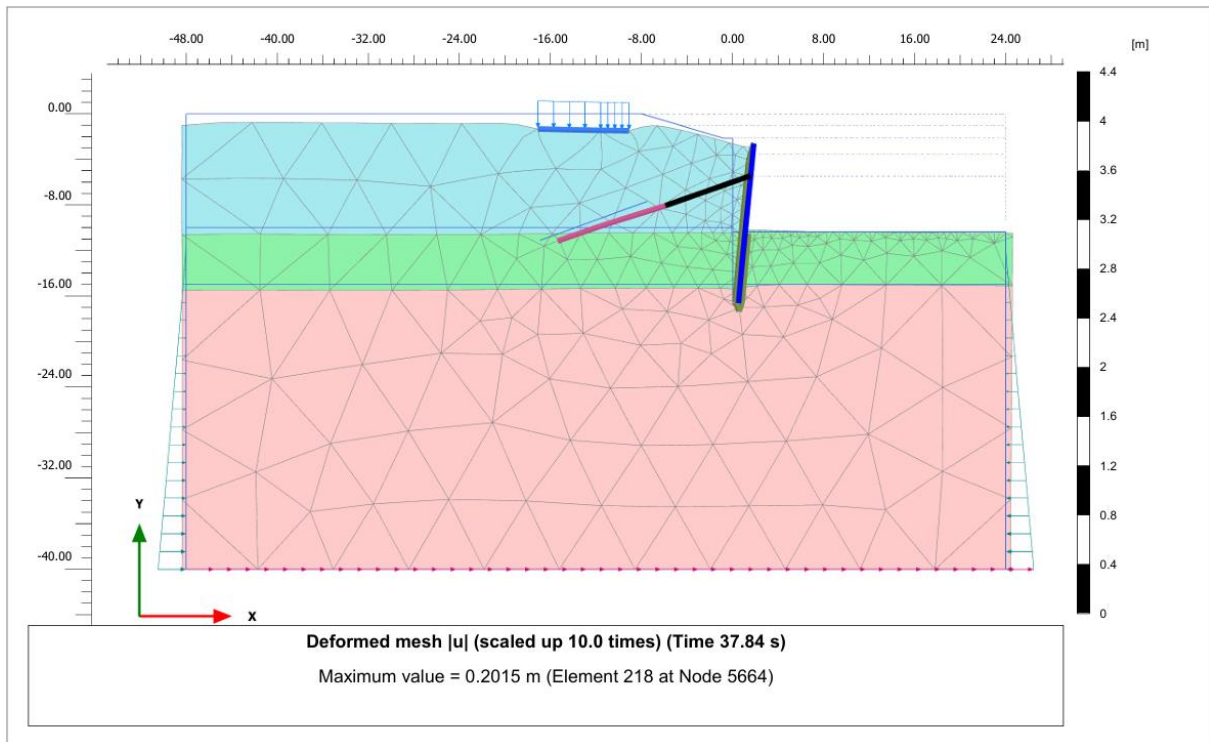
RSN-159



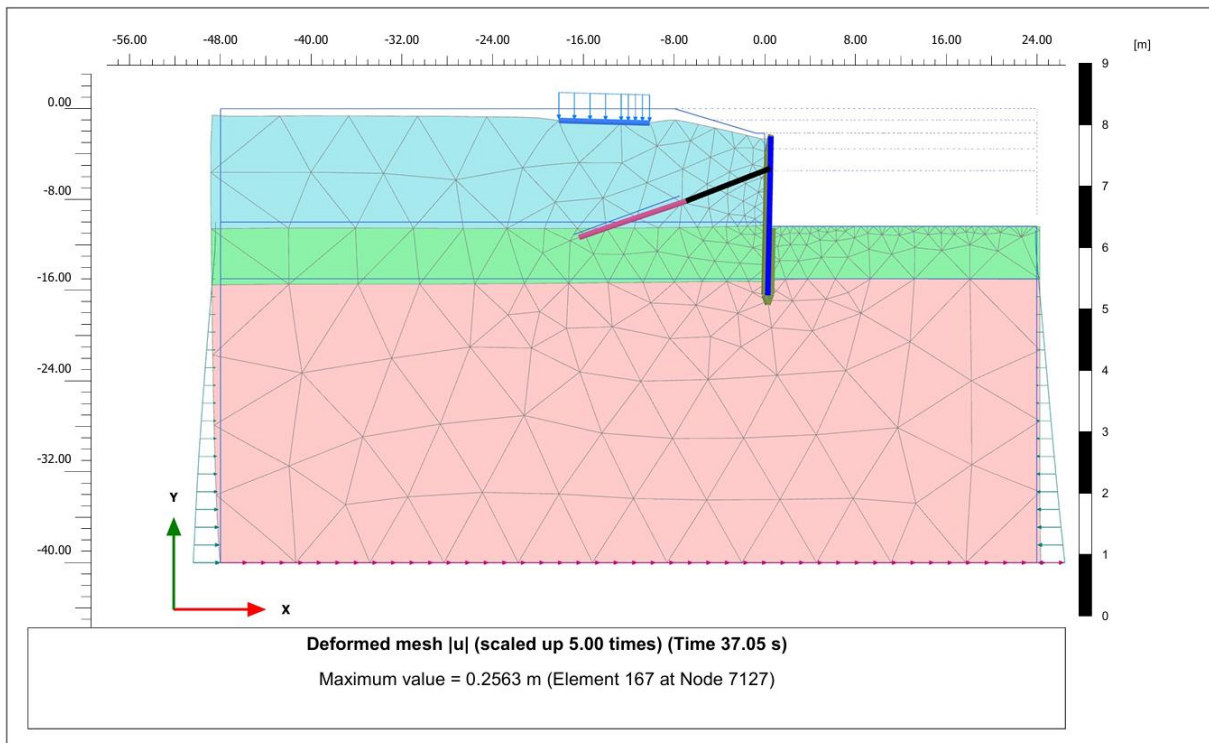
RSN-160



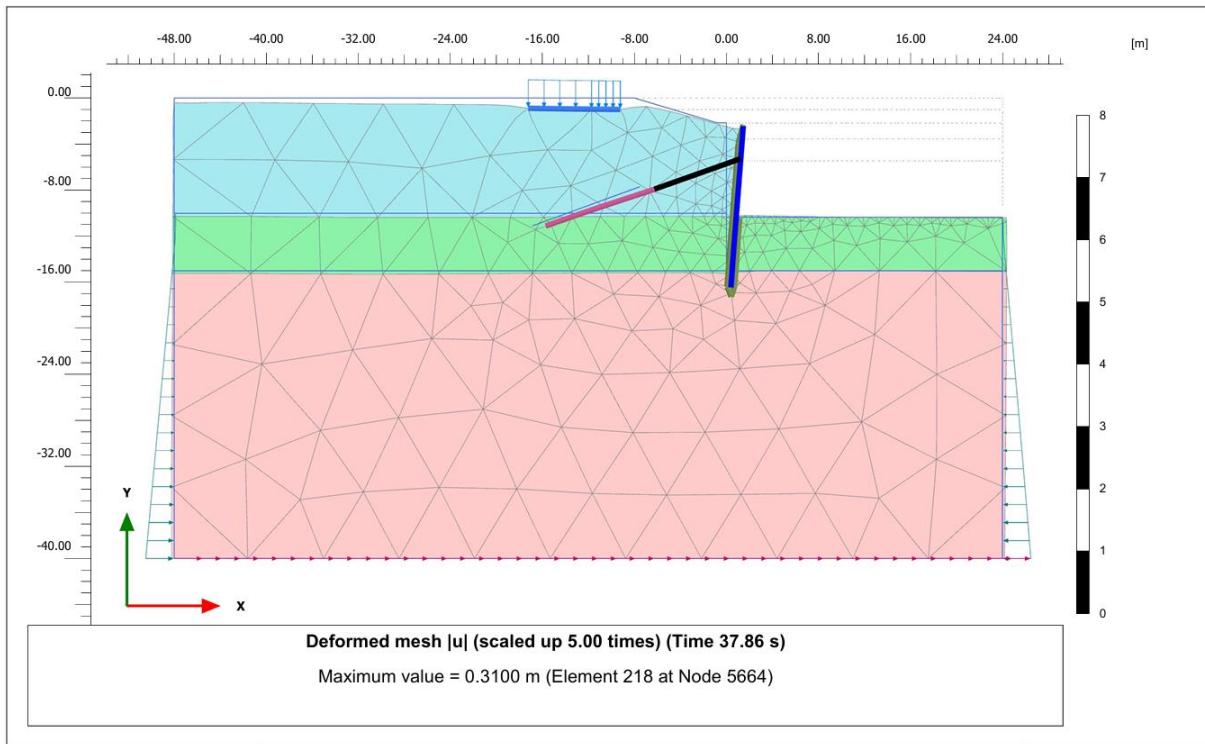
RSN-162



RSN-173

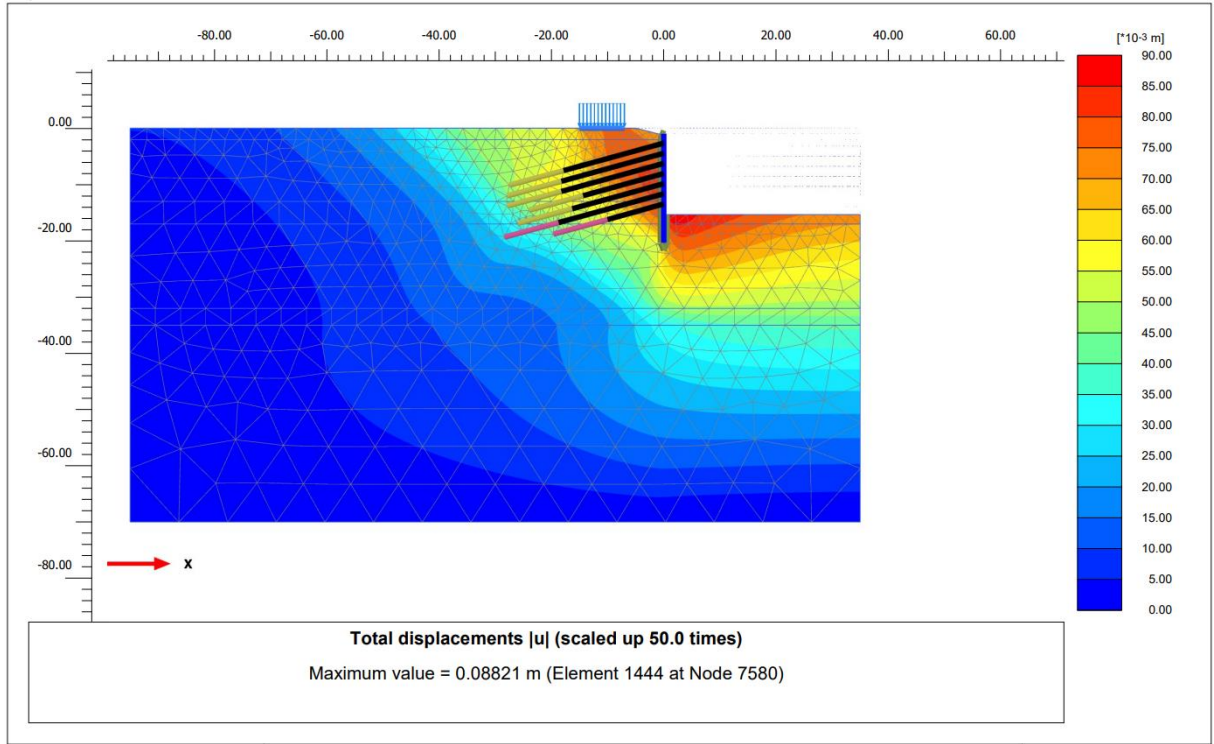


RSN-185

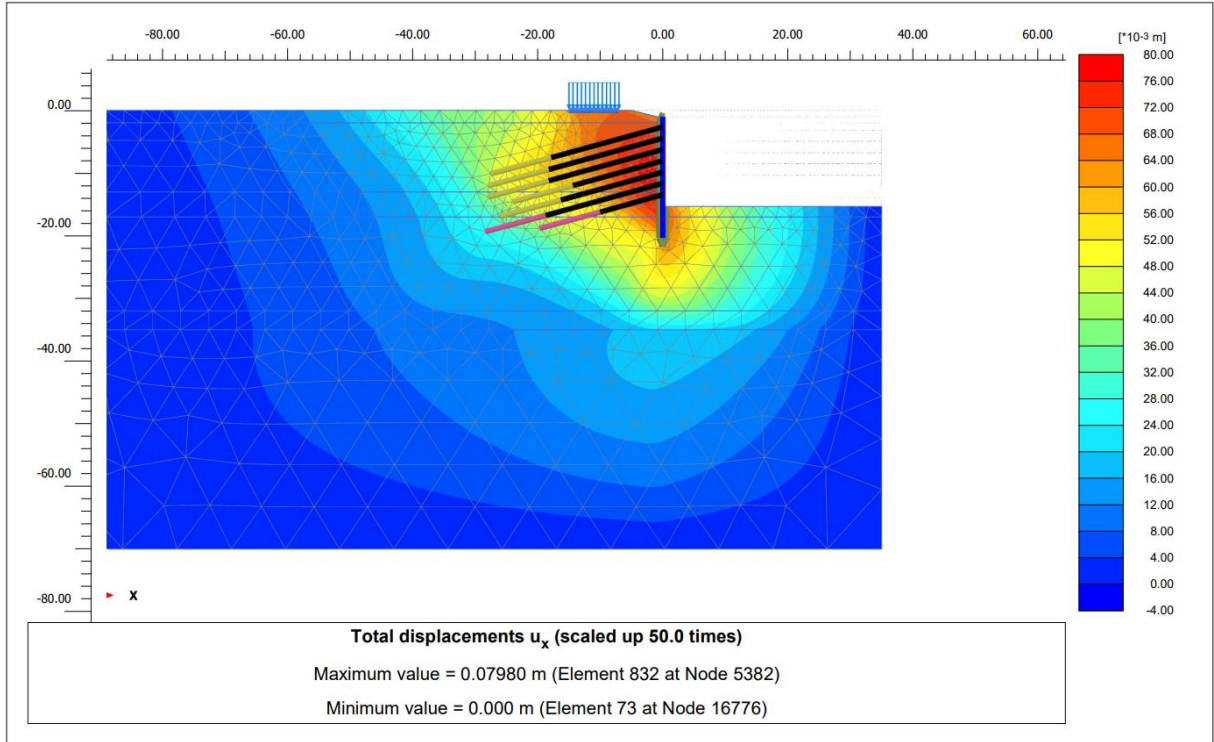


EK-26. SPOR SALONU PROJESİ : STATİK DURUM HESAP ÇIKTILARI

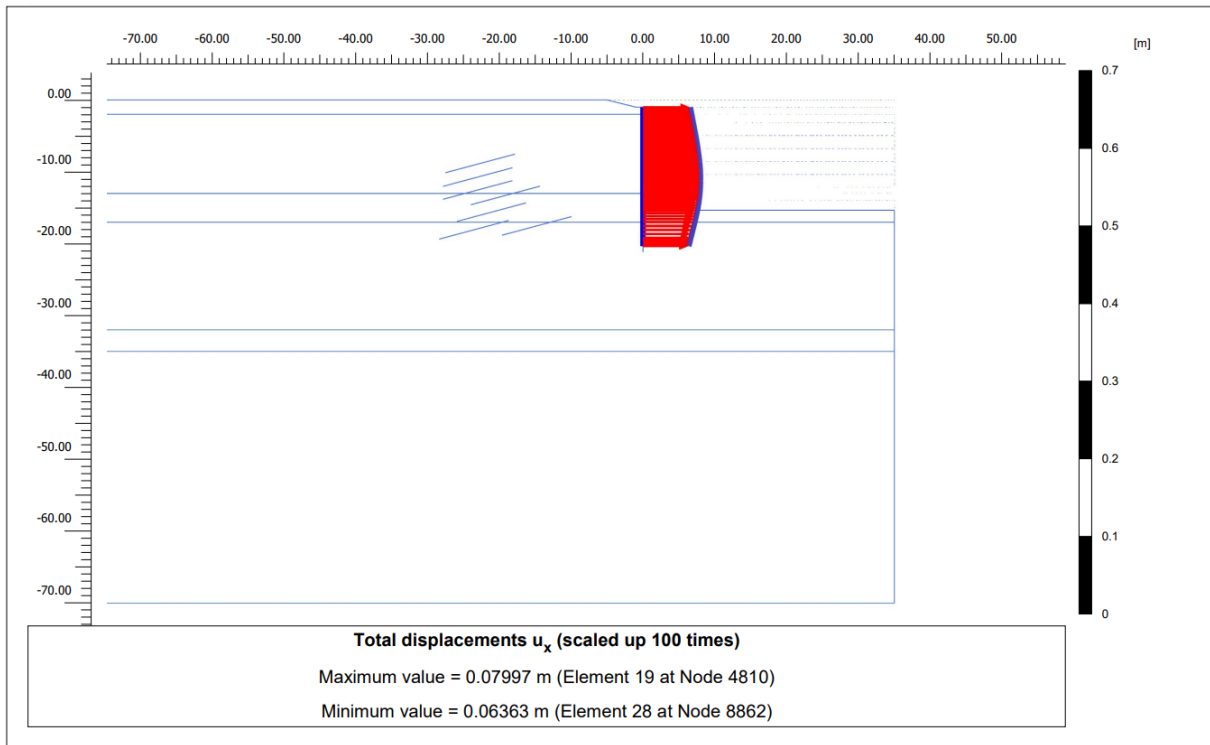
Toplam Yer Değişirme – U



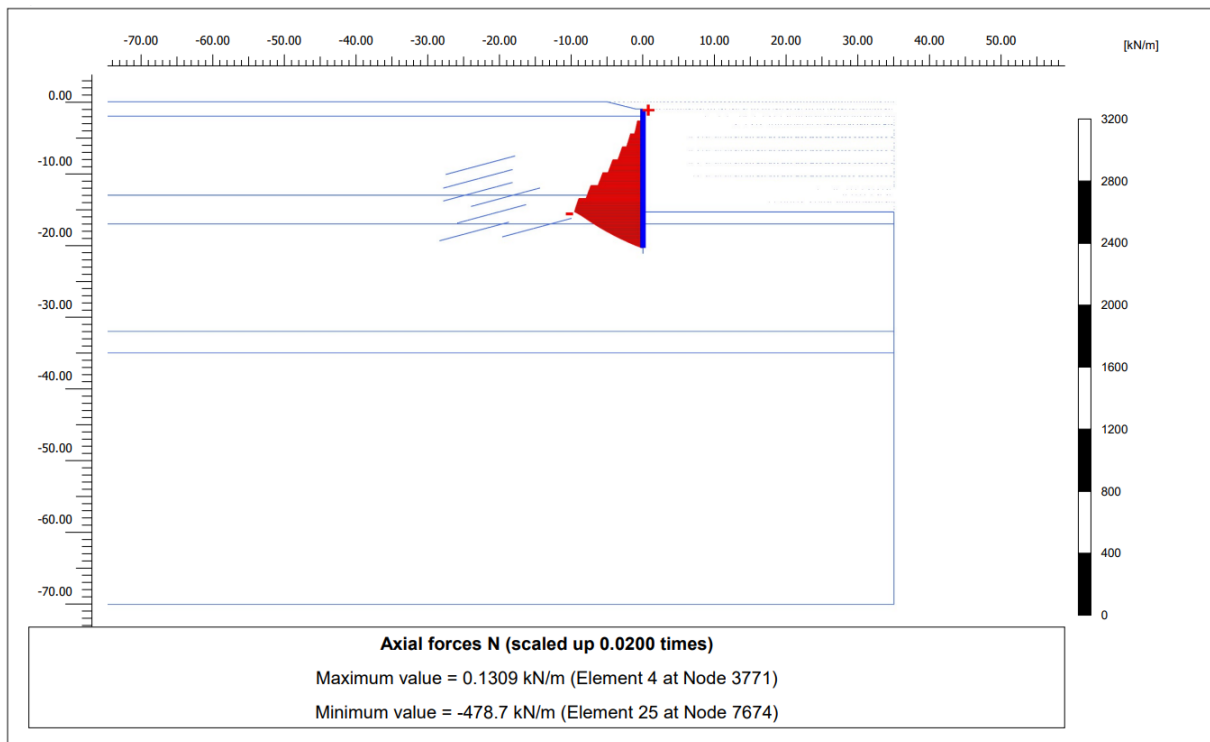
Yatay Yer Değişirme – u_x



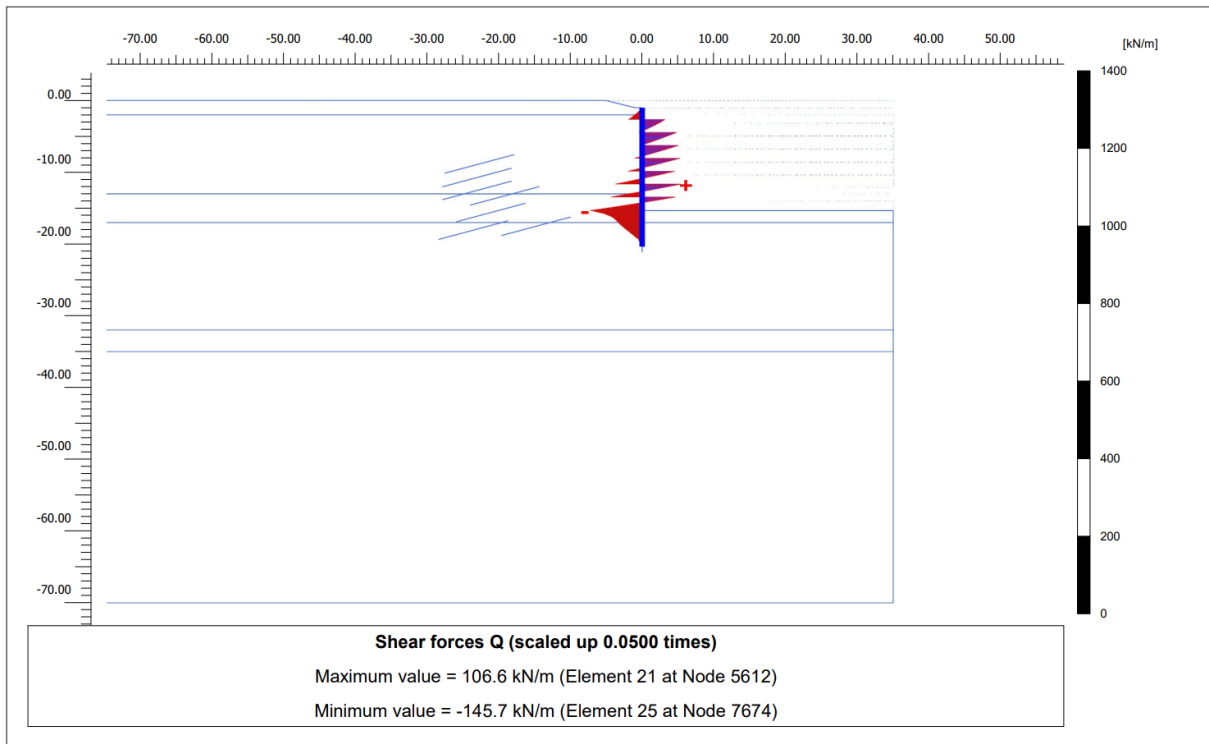
Kazık Yatay Yer Değişirme - U_x



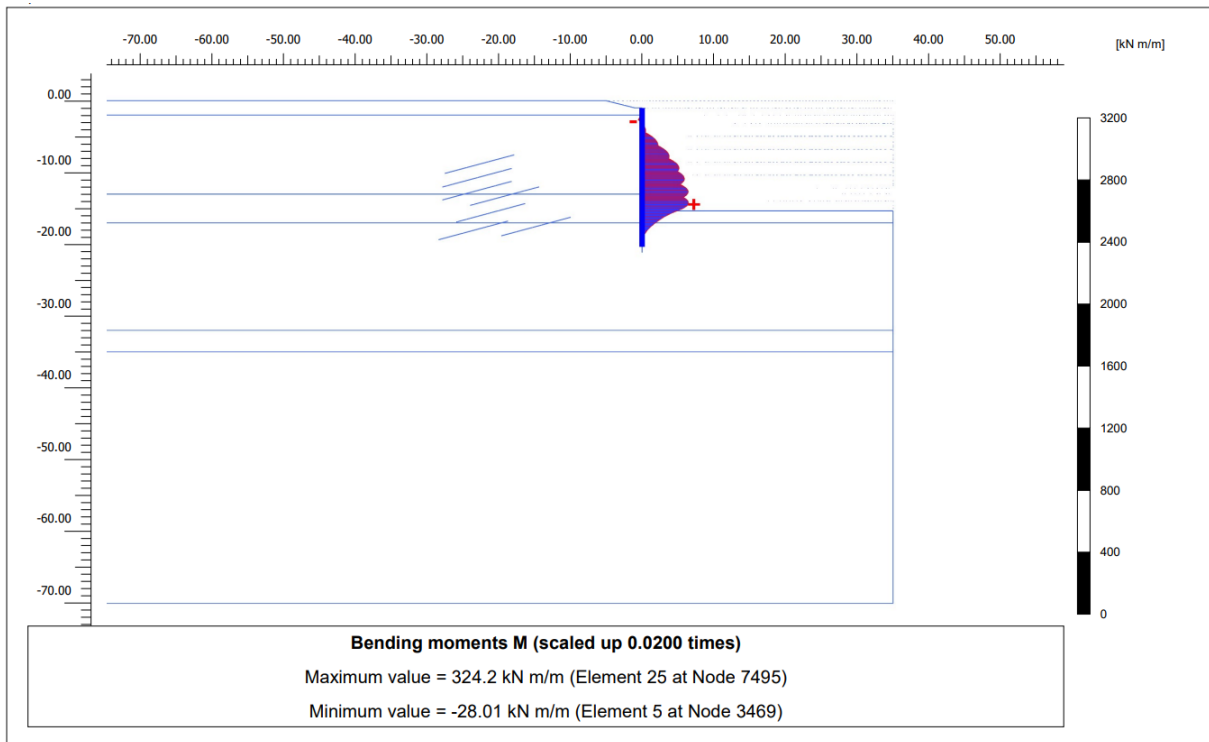
Kazık Normal Kuvvet - N



Kazık Kesme Kuvet – Q



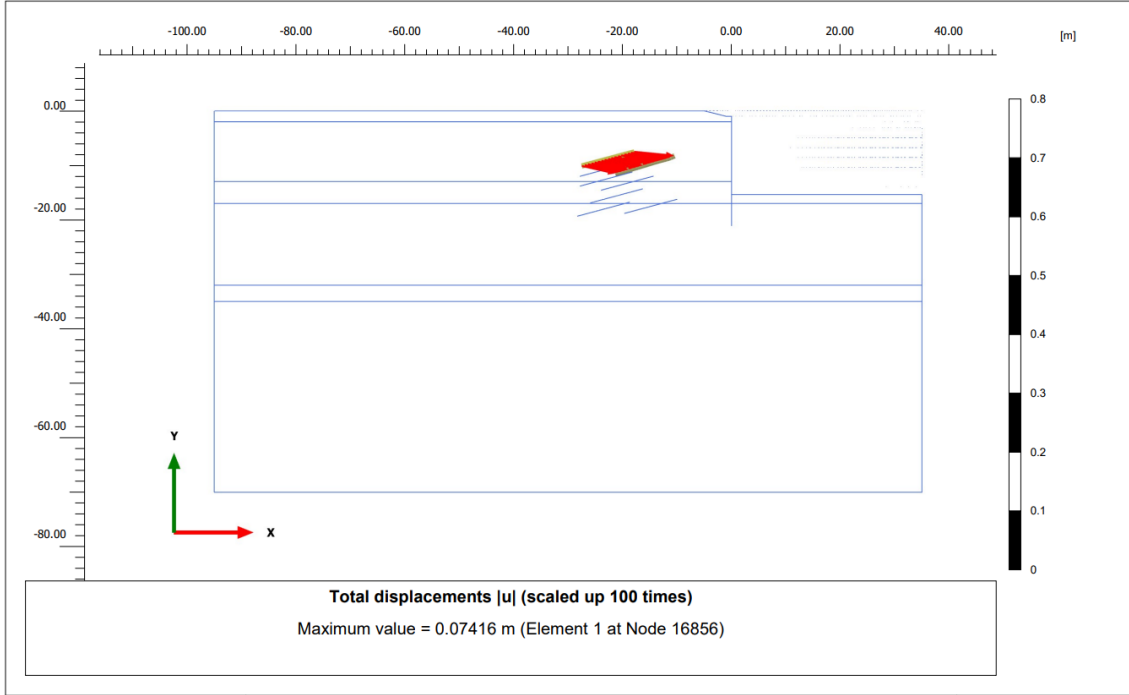
Kazık Eğilme Momenti - M



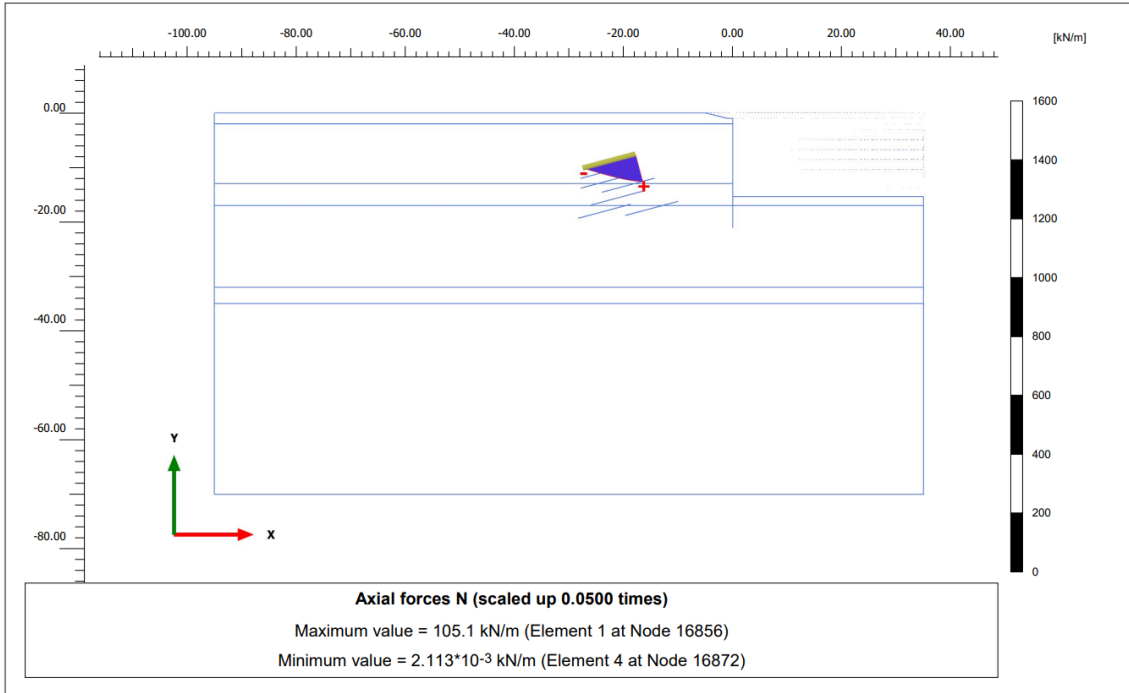
1.Sıra Ankraj Normal Kuvveti - N

| 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 Değişirme - U



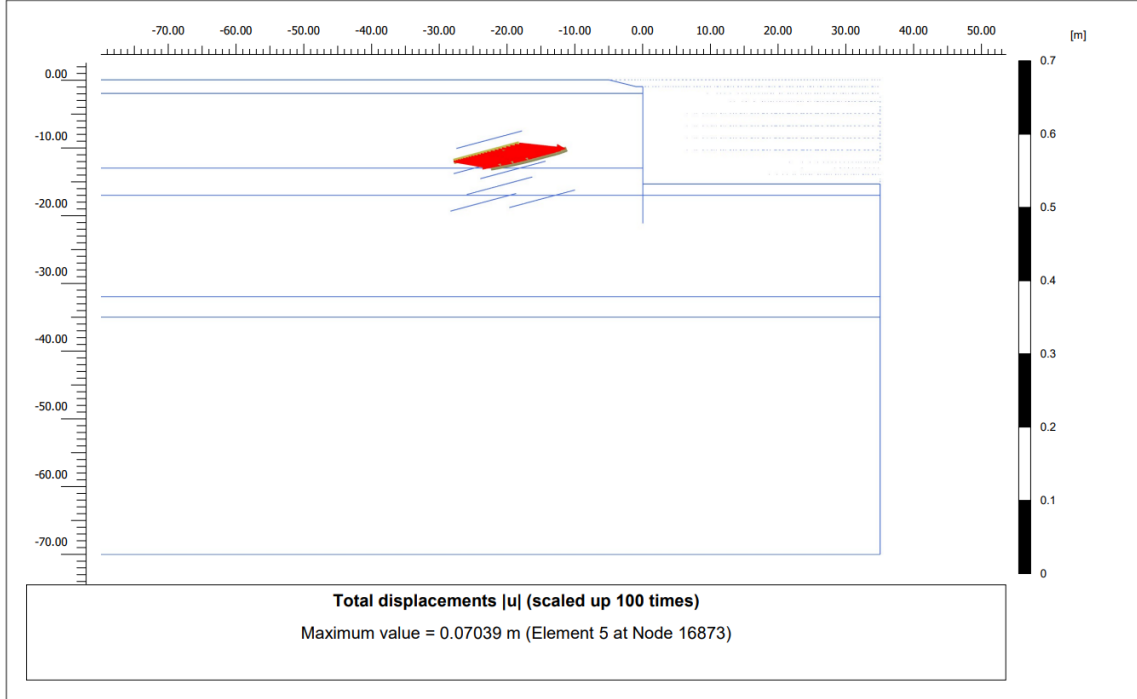
1.Sıra Ankraj Kökü Normal Kuvveti - N



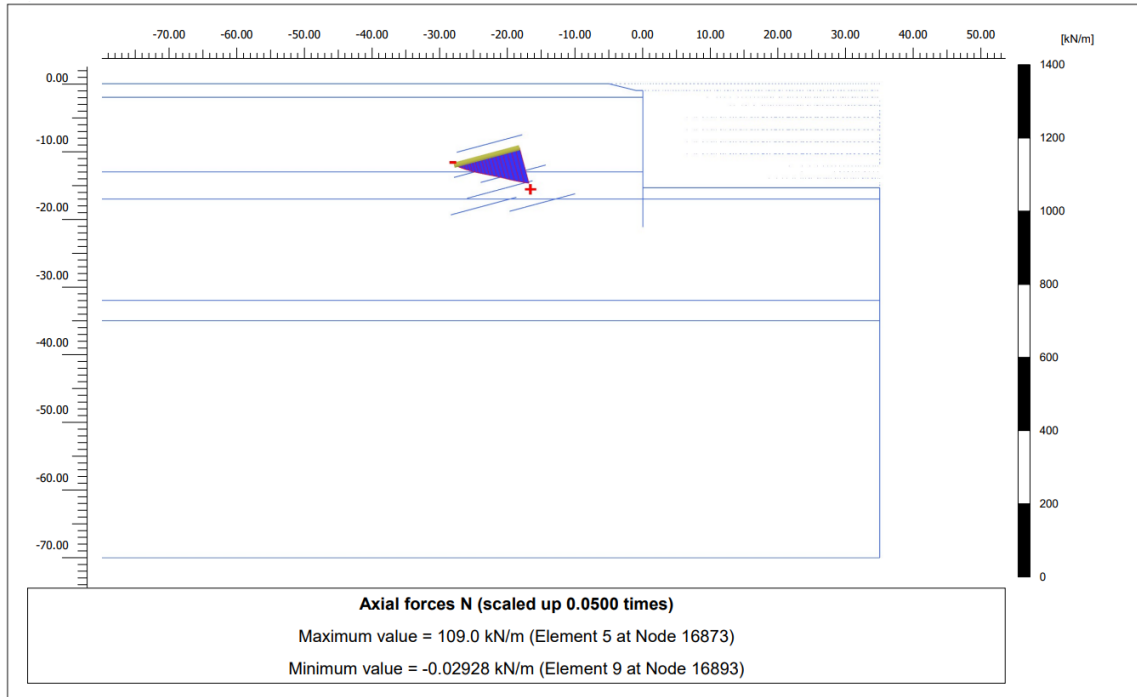
2.Sıra Ankraj Normal Kuvveti - N

| 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



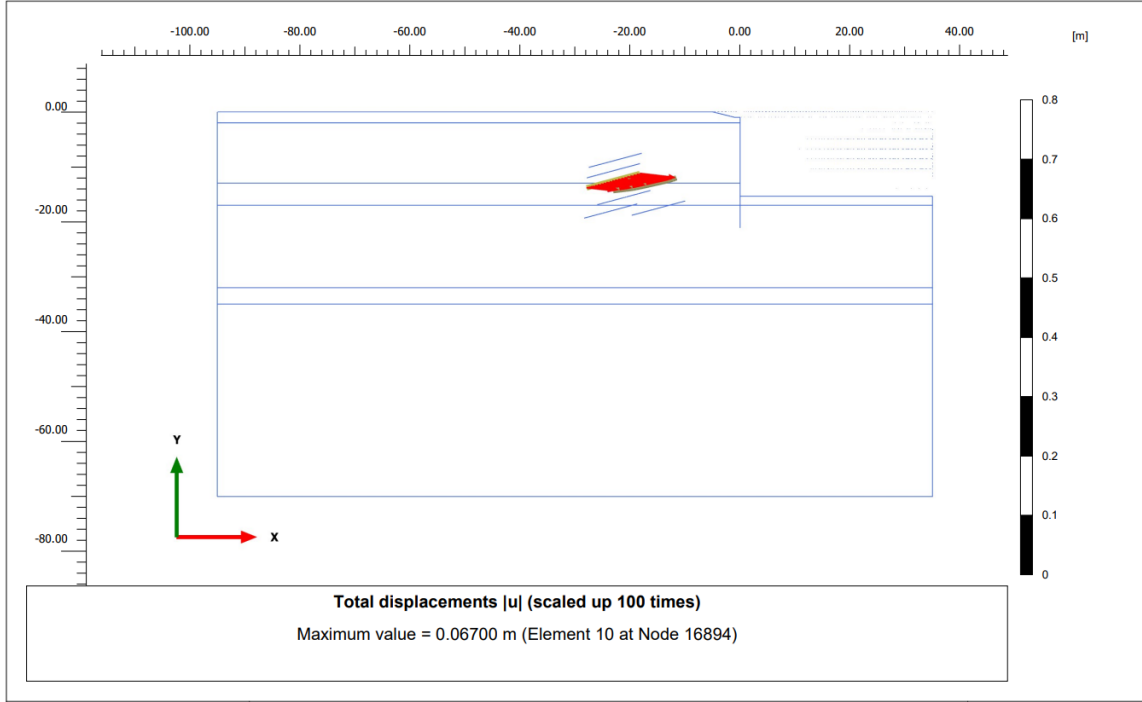
2.Sıra Ankraj Kökü Normal Kuvveti - N



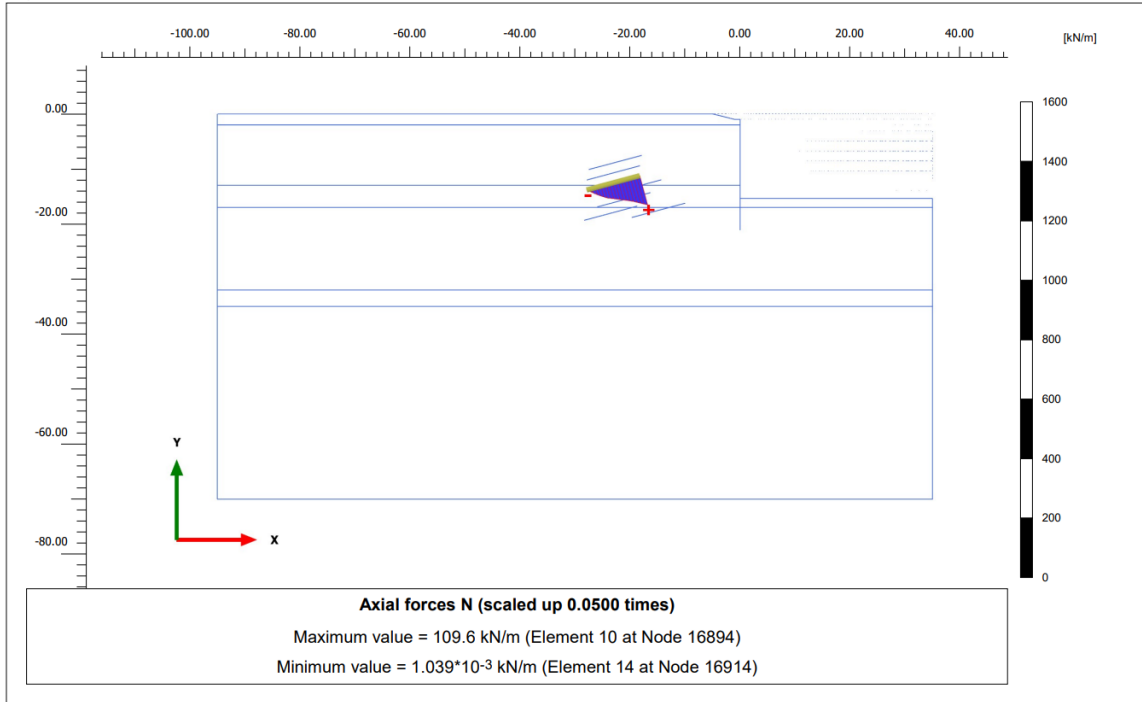
3.Sıra Ankraj Normal Kuvveti - N

| 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



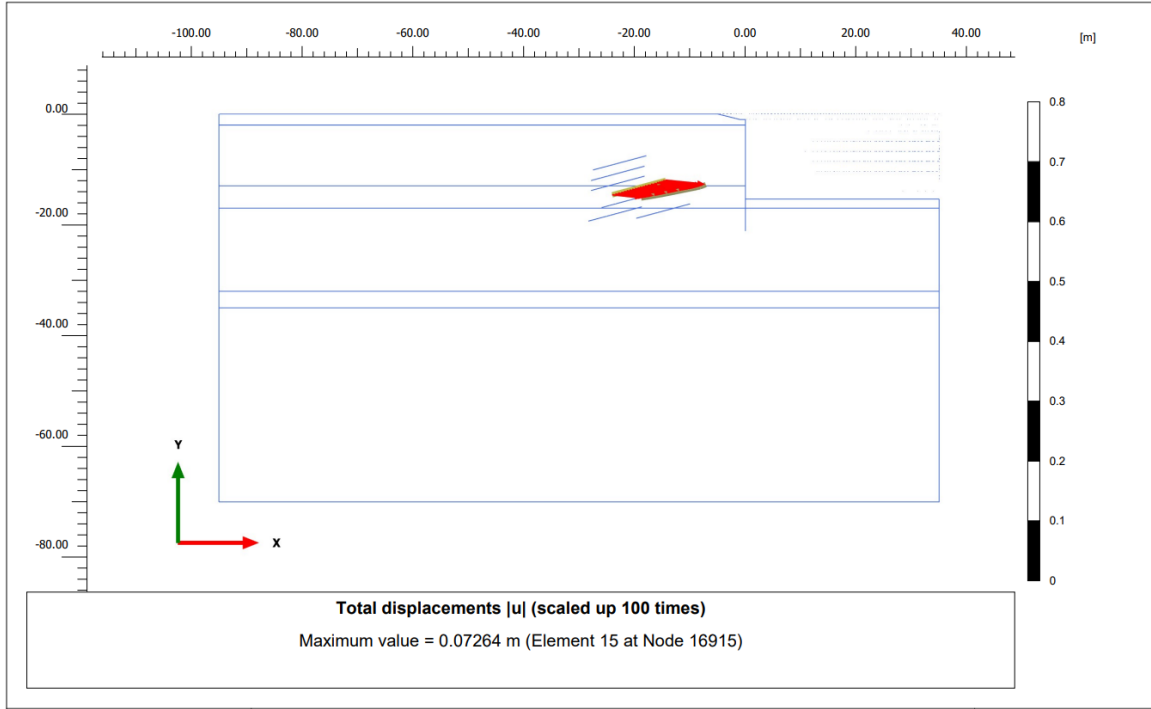
3.Sıra Ankraj Kökü Normal Kuvveti - N



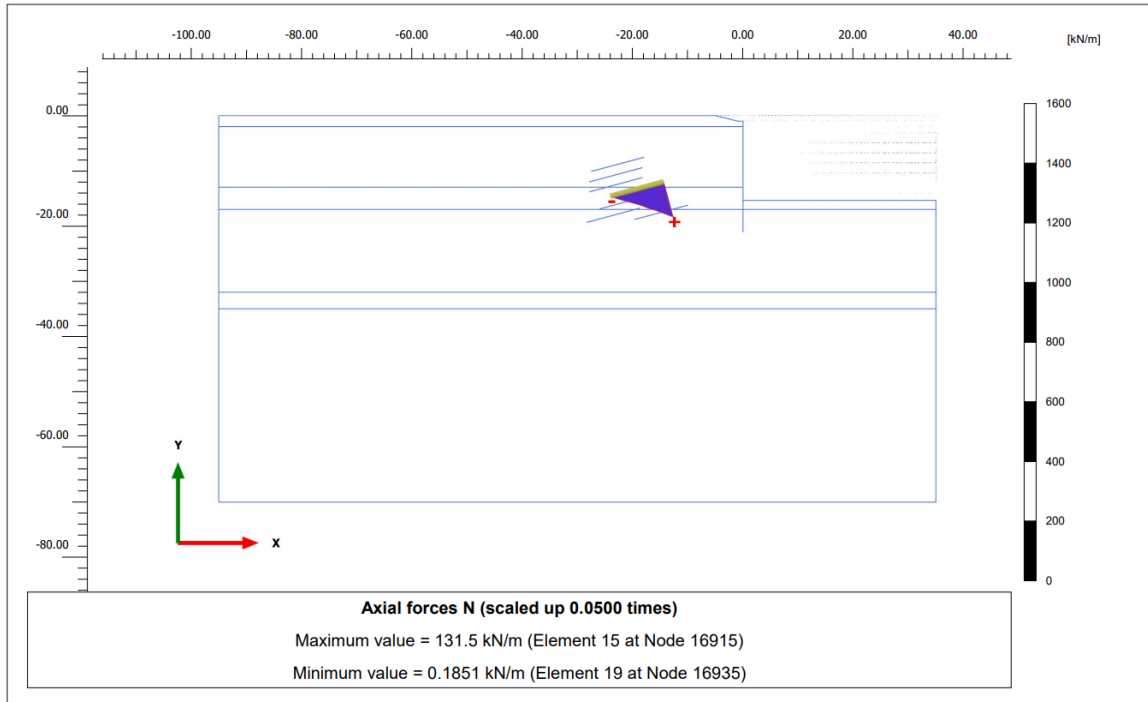
4.Sıra Ankraj Normal Kuvveti - N

| 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



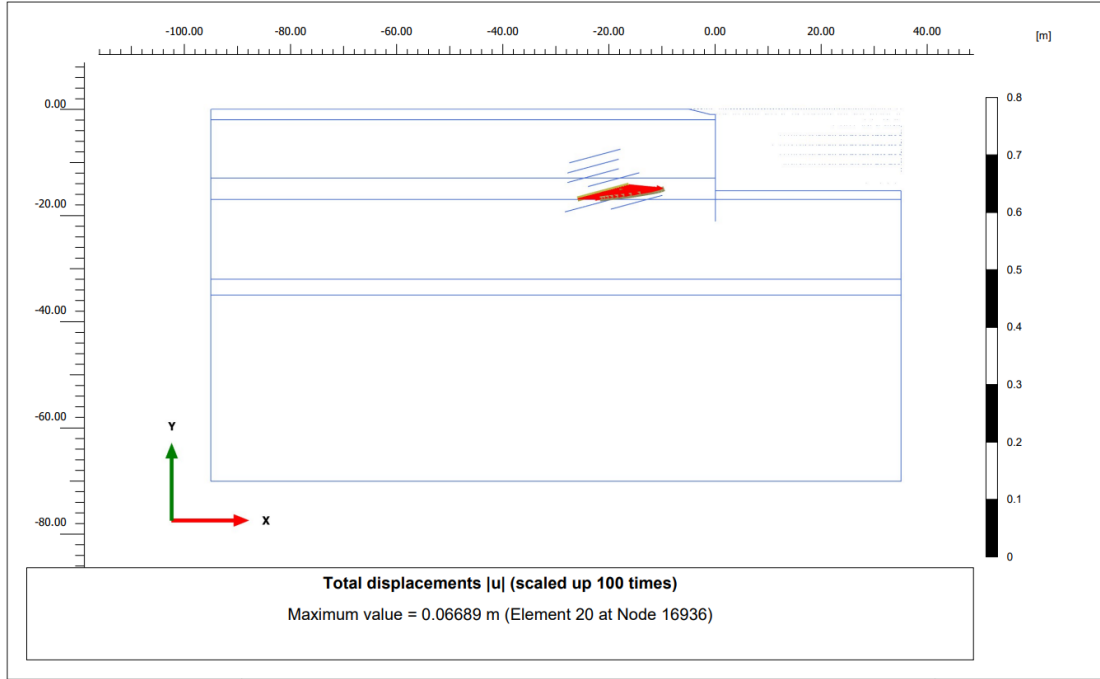
4.Sıra Ankraj Kökü Normal Kuvveti - N



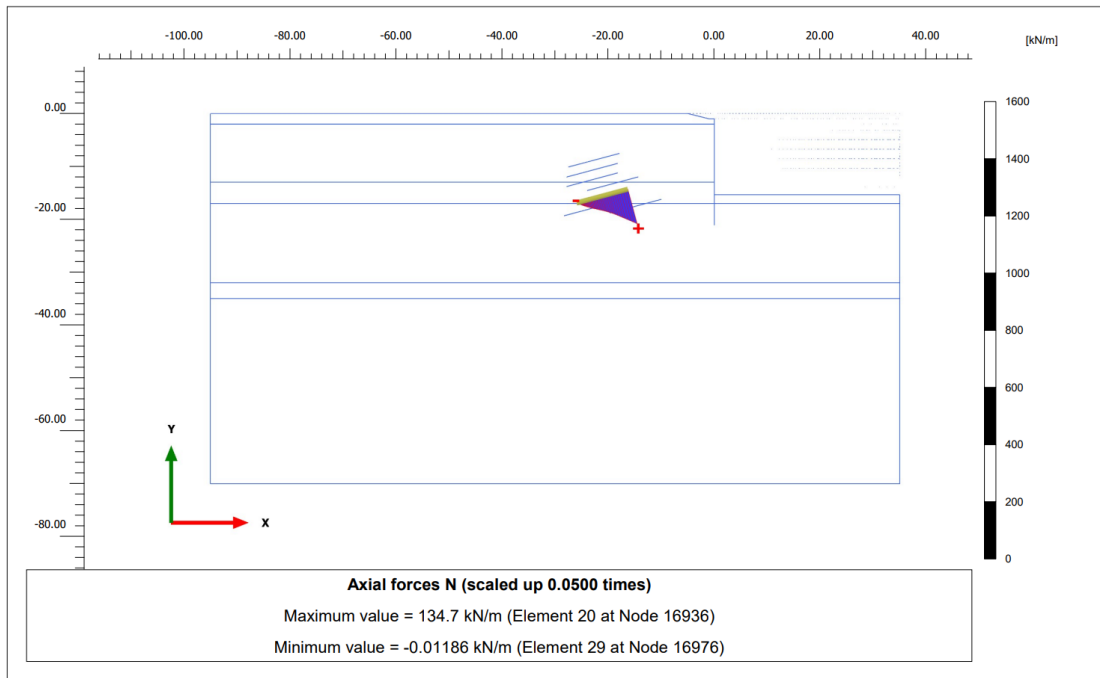
5.Sıra Ankraj Normal Kuvveti - N

| 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 Değişirme - U



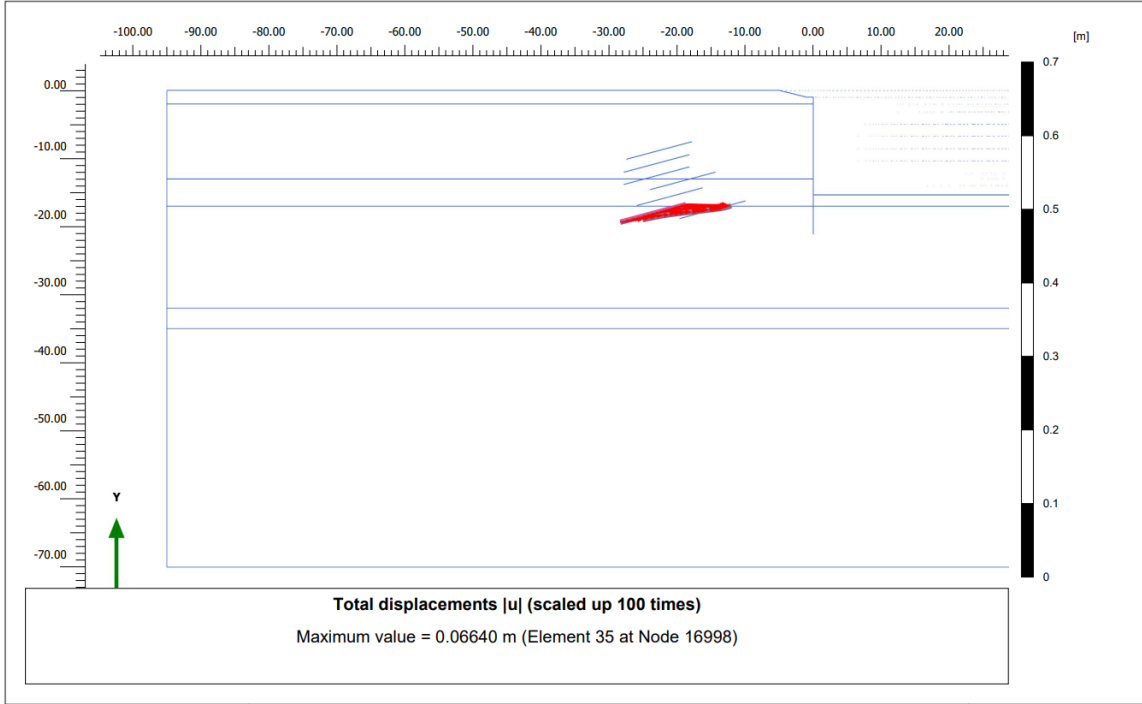
5.Sıra Ankraj Kökü Normal Kuvveti - N



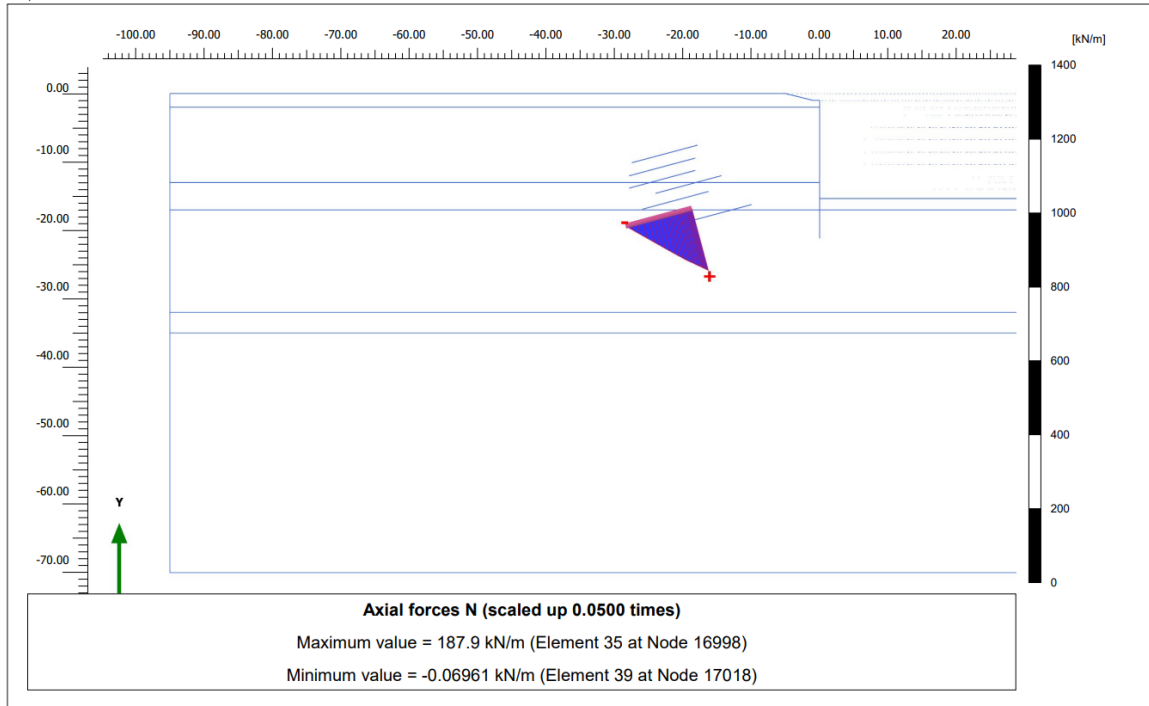
6.Sıra Ankraj Normal Kuvveti - N

| 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 Değişirme - U



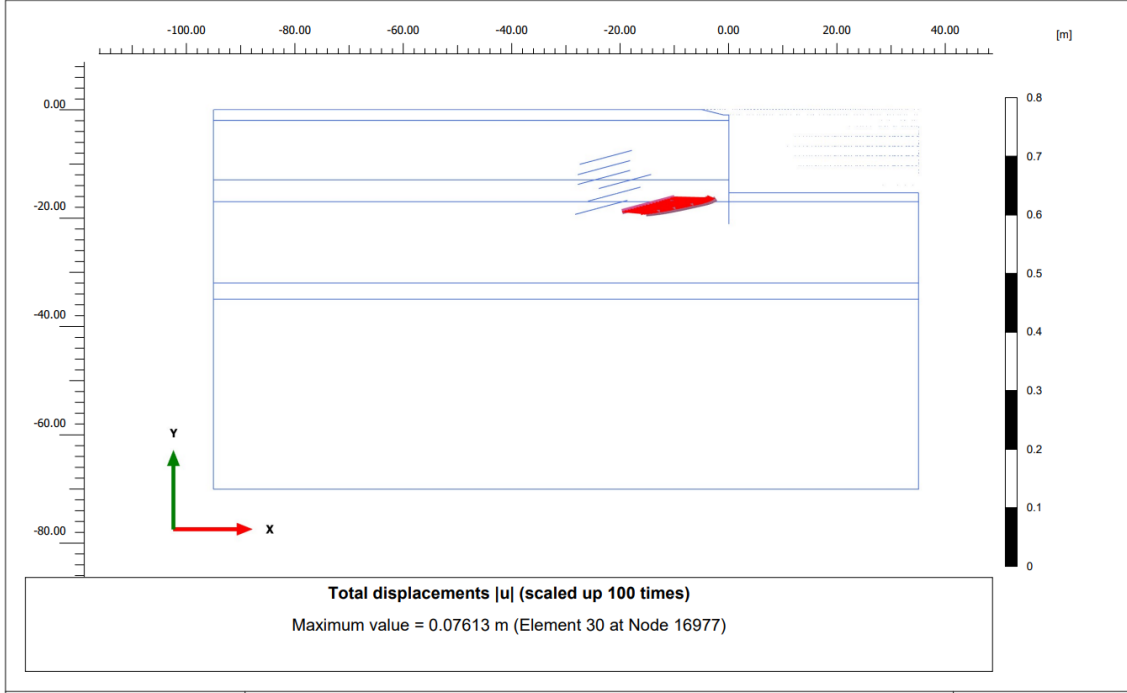
6.Sıra Ankraj Kökü Normal Kuvveti - N



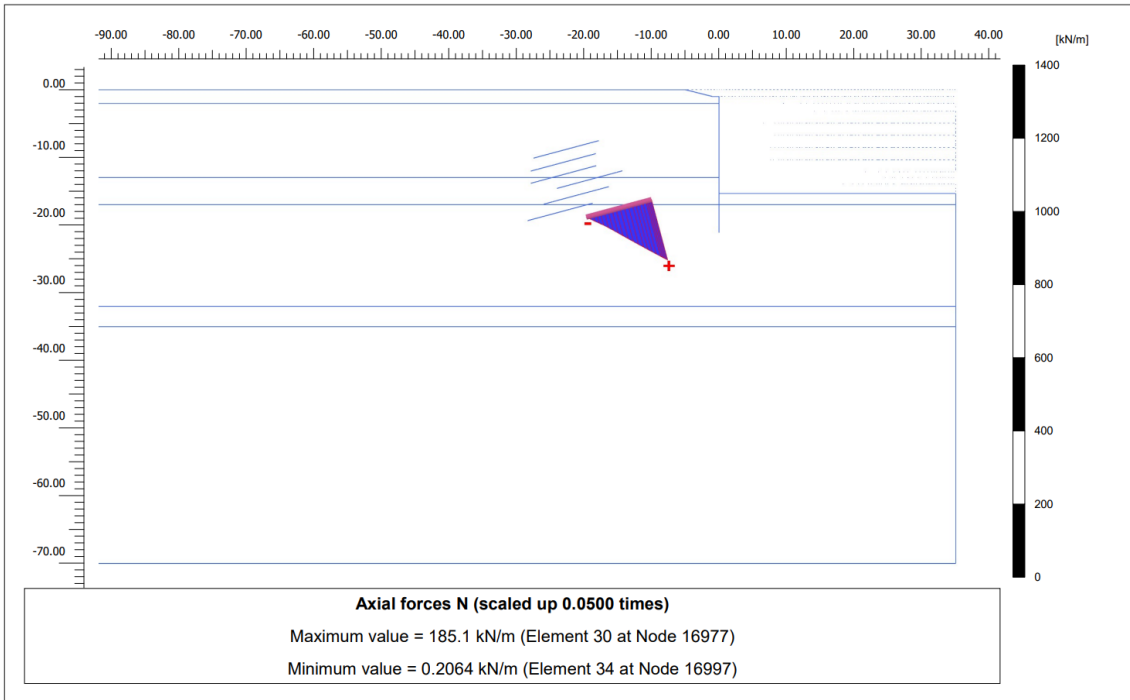
7.Sıra Ankraj Normal Kuvveti - N

| 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



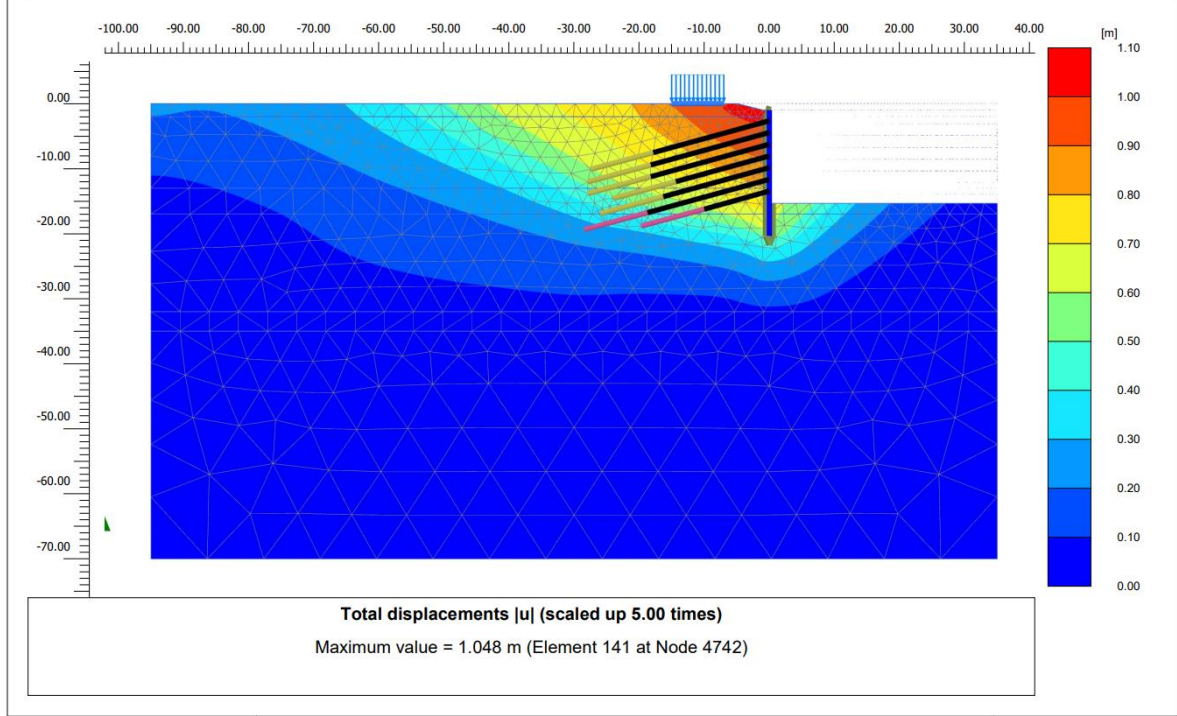
7.Sıra Ankraj Kökü Normal Kuvveti - N



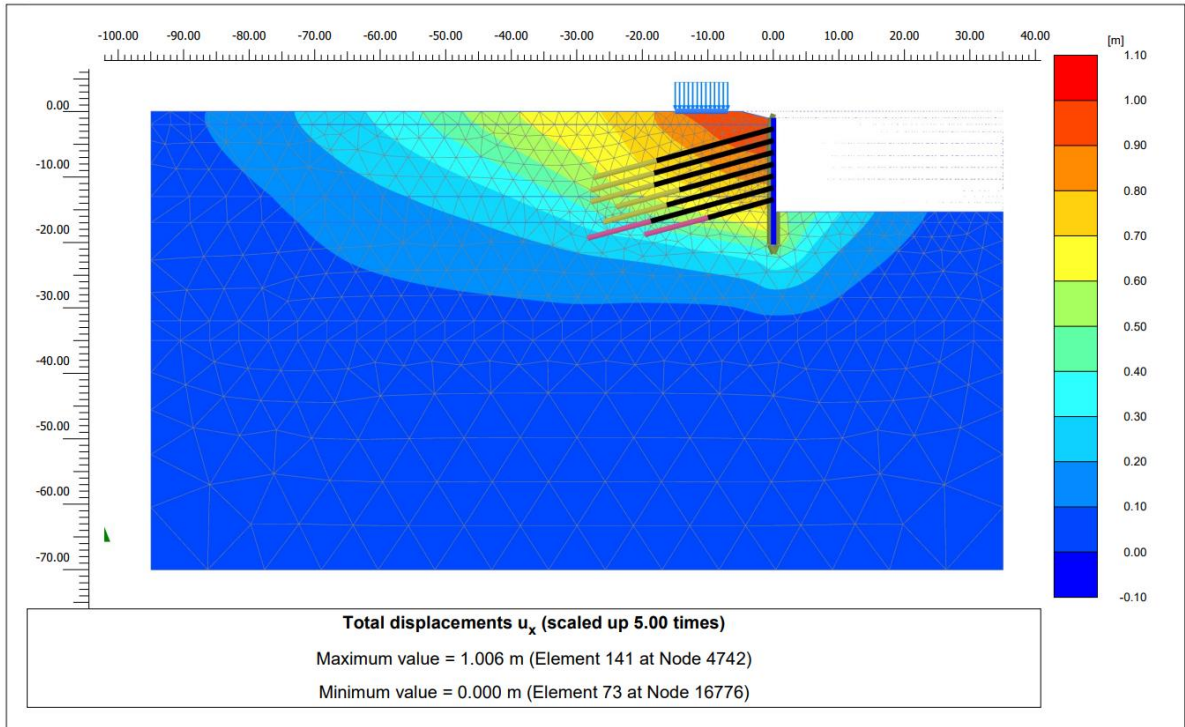
EK-27. SPOR SALONU PROJESİ : STATİK EŞDEĞER (DD-2A) DURUM

HESAP ÇIKTILARI

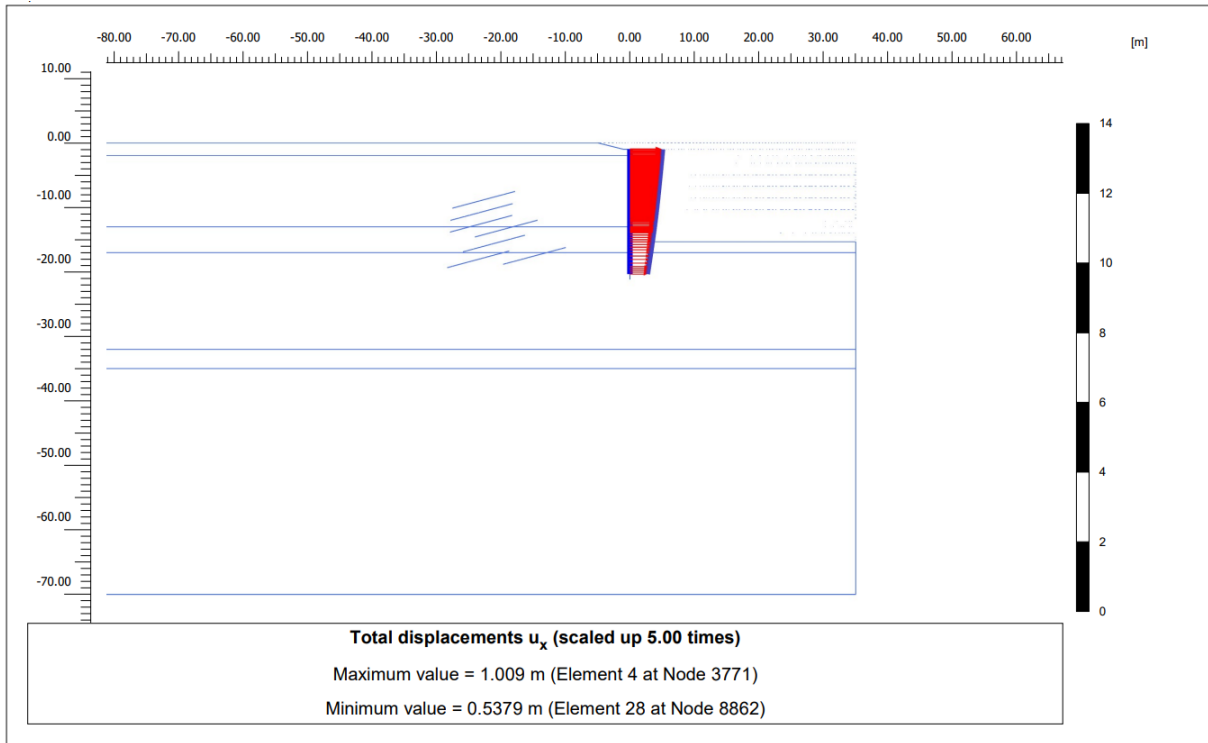
Toplam Yer Değiştirme – U



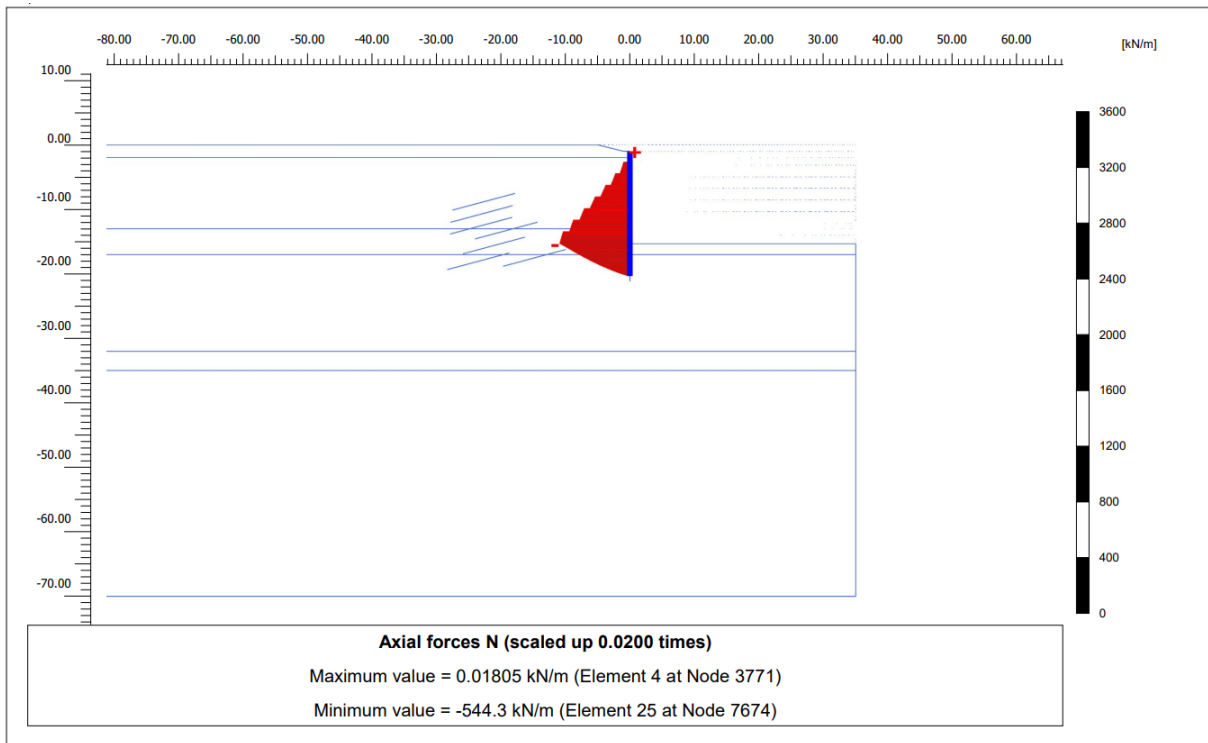
Yatay Yer Değiştirme – u_x



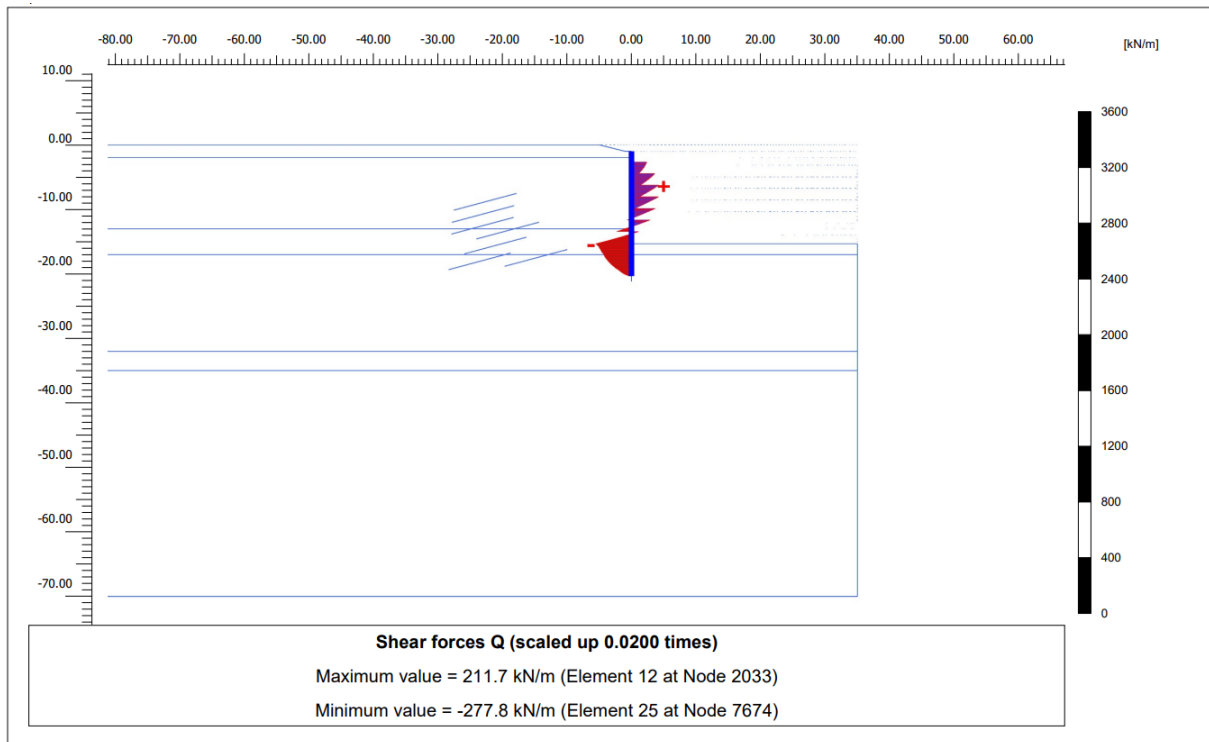
Kazık Yatay Yer Değişirme - U_x



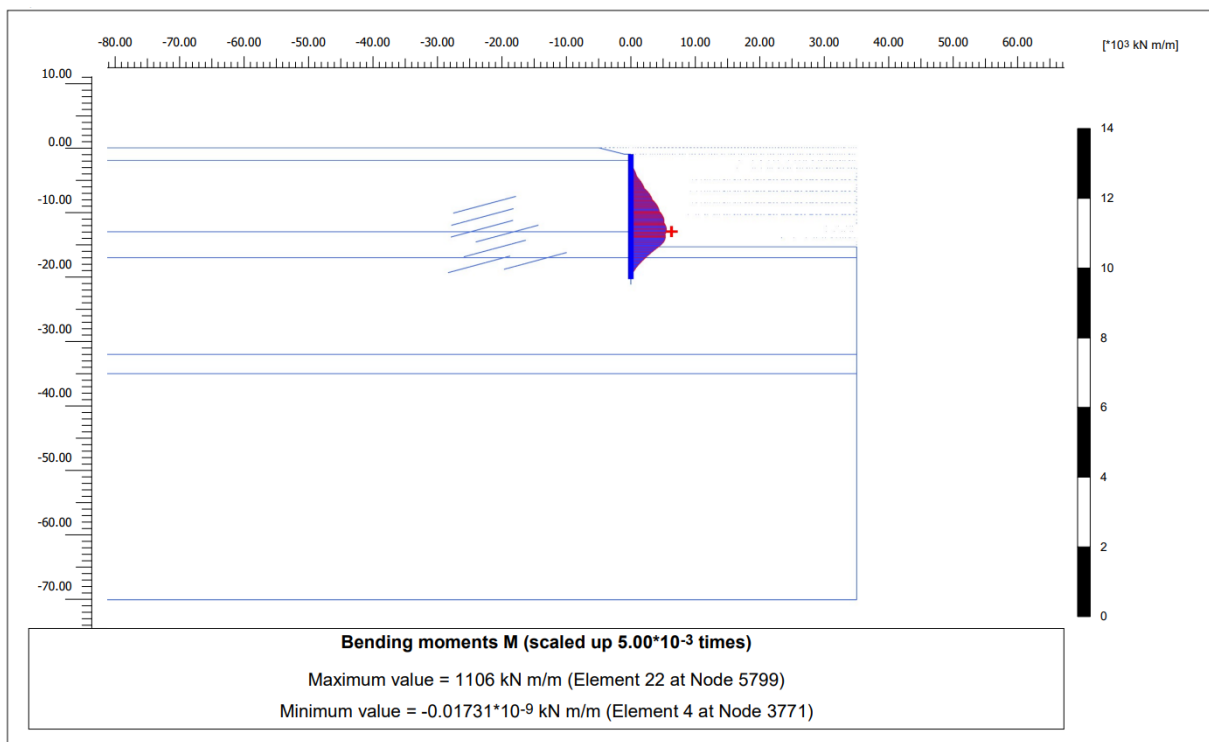
Kazık Normal Kuvvet - N



Kazık Kesme Kuvet – Q



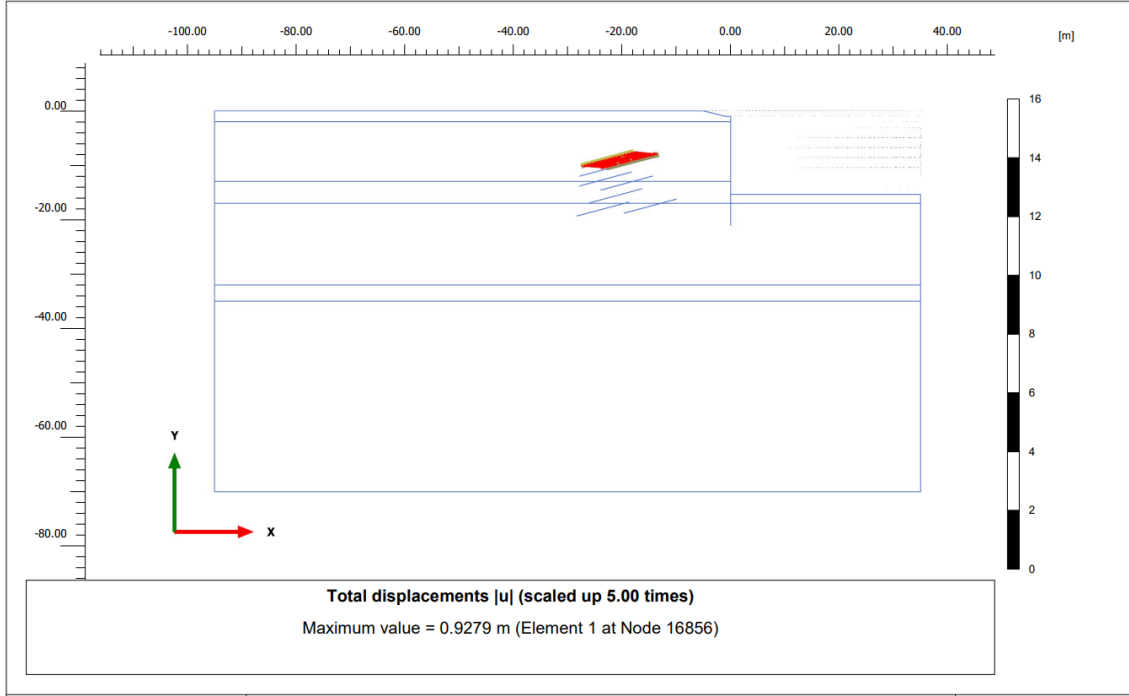
Kazık Eğilme Momenti - M



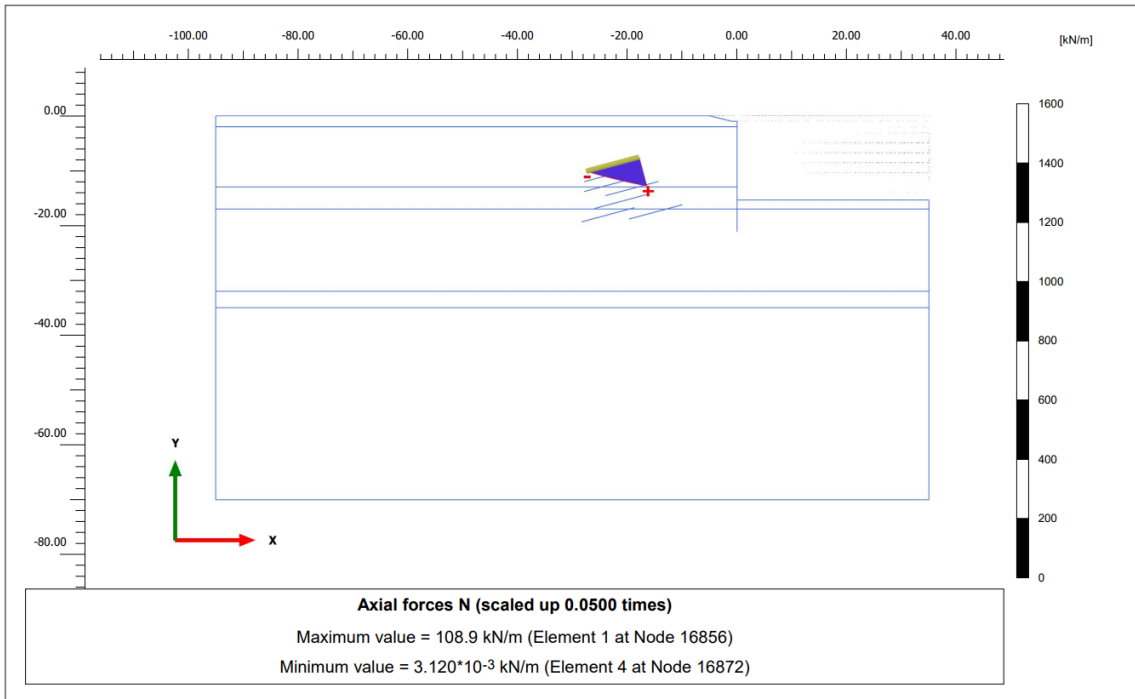
1.Sıra Ankraj Normal Kuvveti - N

| 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 Değişirme - U



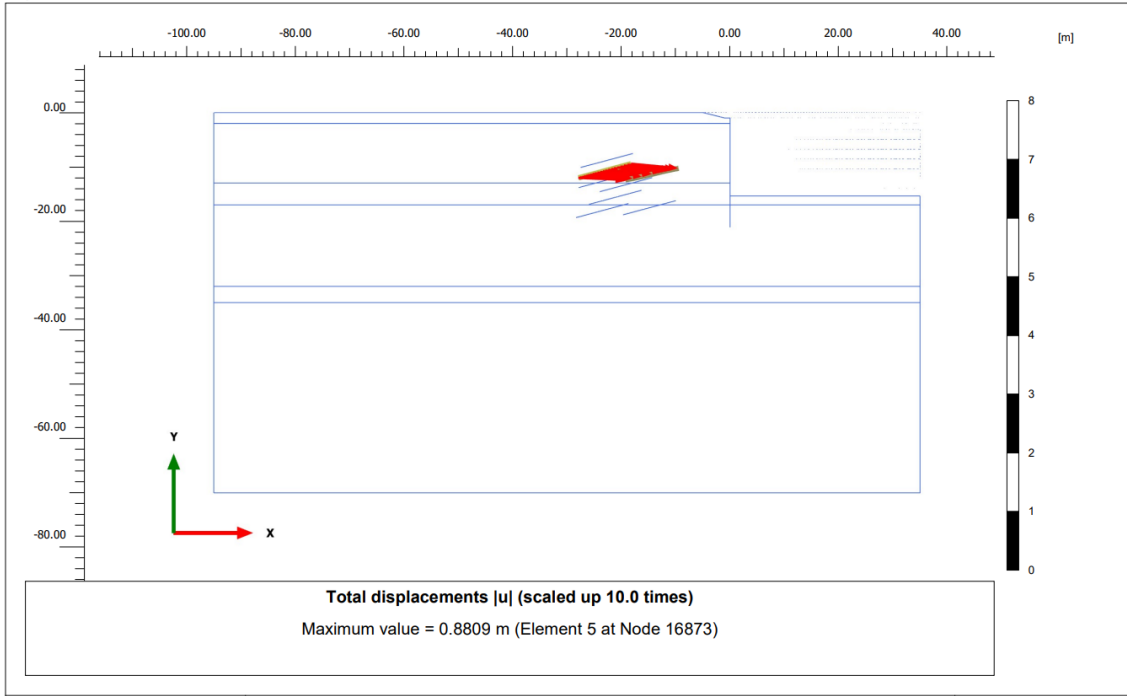
1.Sıra Ankraj Kökü Normal Kuvveti - N



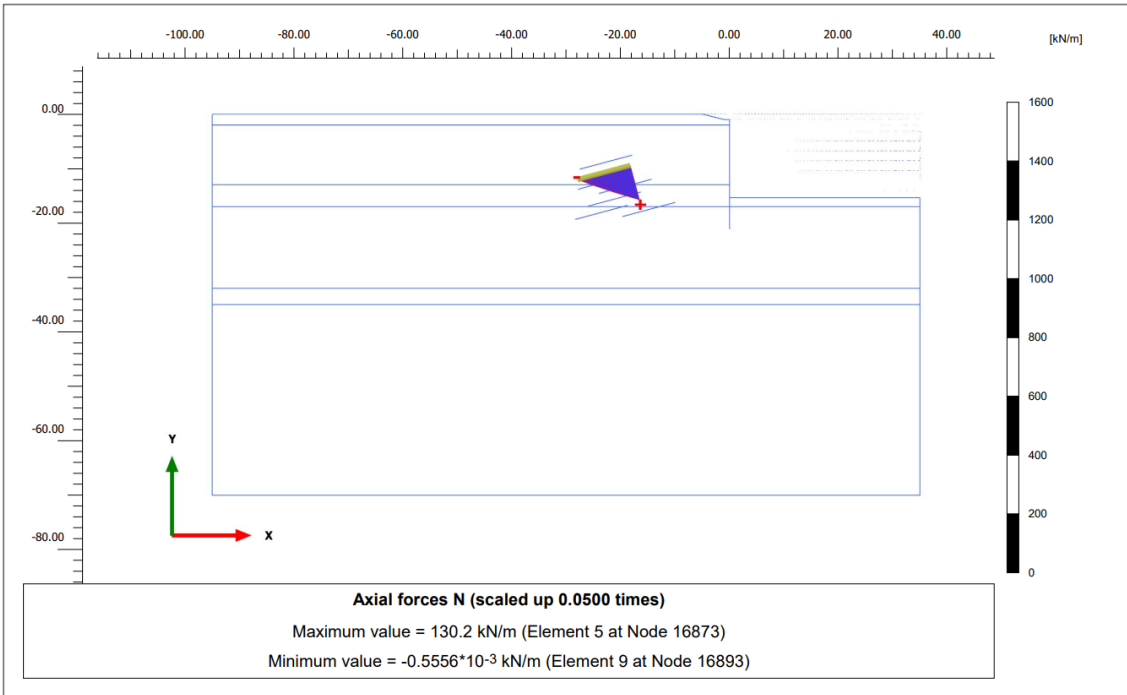
2.Sıra Ankraj Normal Kuvveti - N

| 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 Değişirme - U



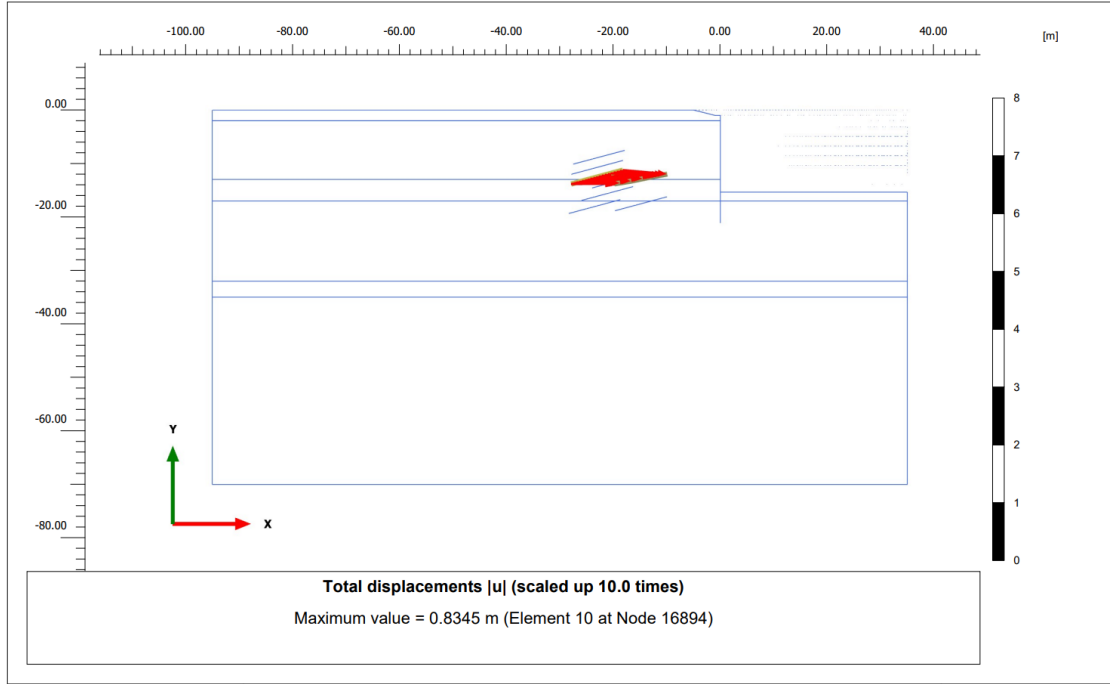
2.Sıra Ankraj Kökü Normal Kuvveti - N



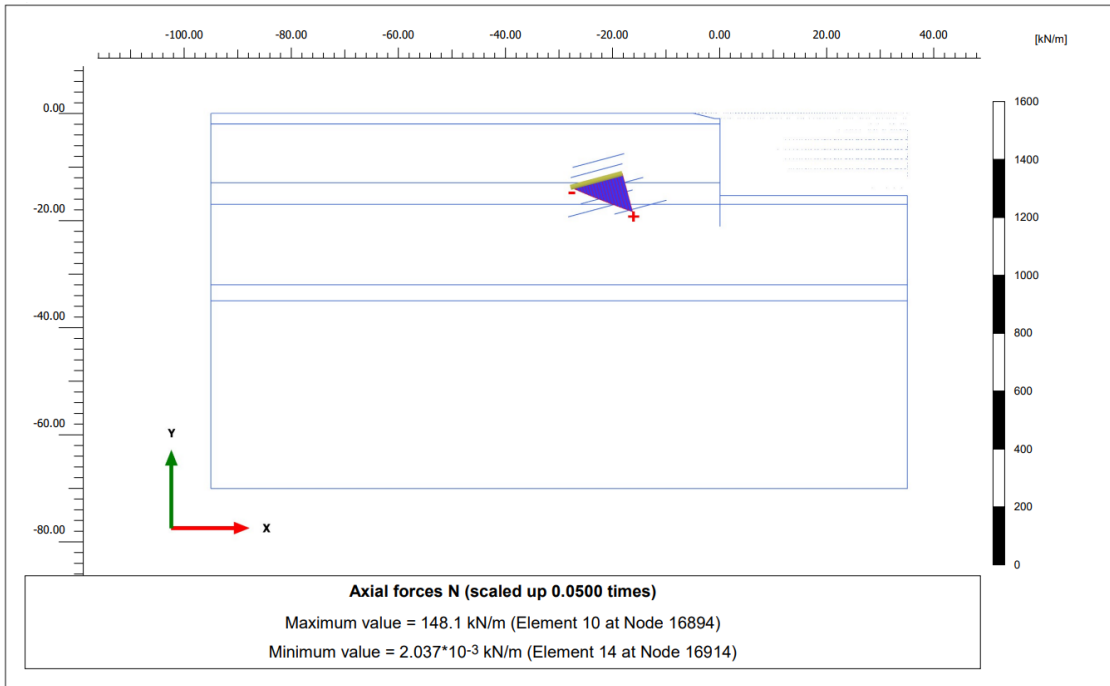
3.Sıra Ankraj Normal Kuvveti - N

| 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



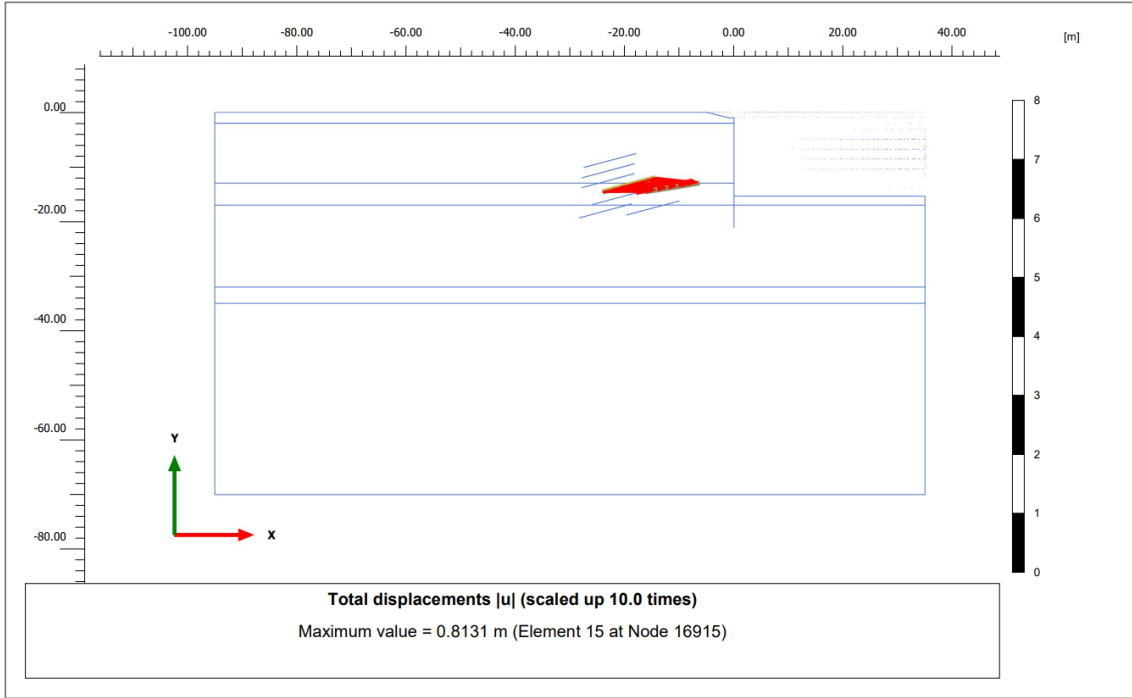
3.Sıra Ankraj Kökü Normal Kuvveti - N



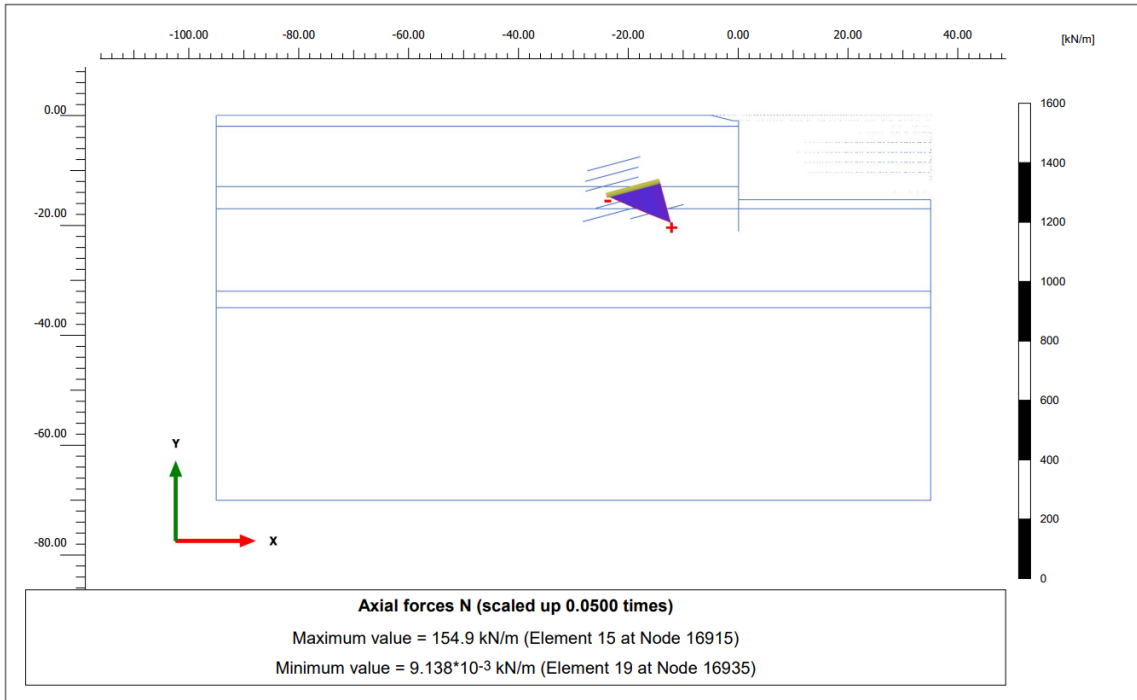
4.Sıra Ankraj Normal Kuvveti - N

| 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 Değişirme - U



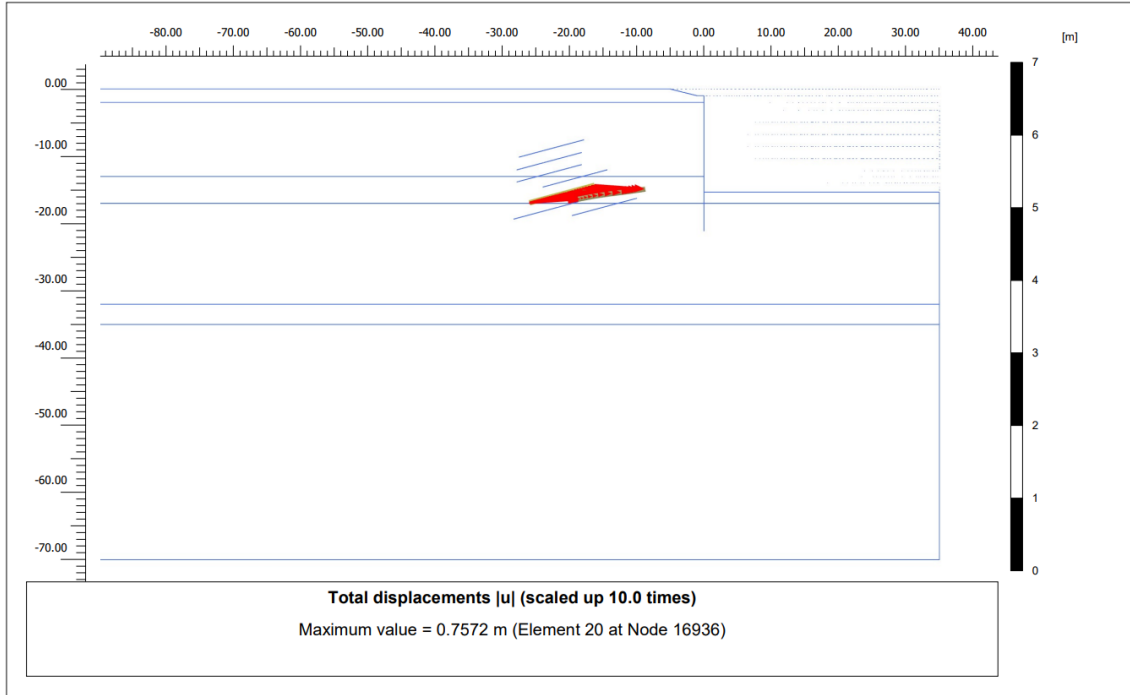
4.Sıra Ankraj Kökü Normal Kuvveti - N



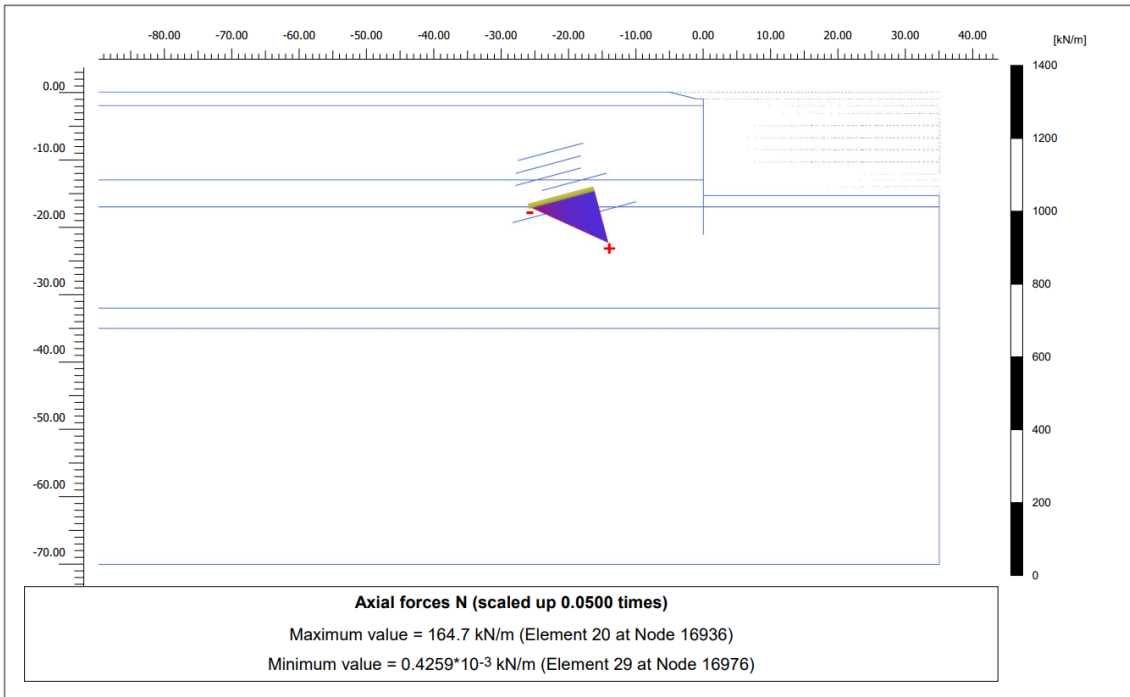
5.Sıra Ankraj Normal Kuvveti - N

| 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 Değişirme - U



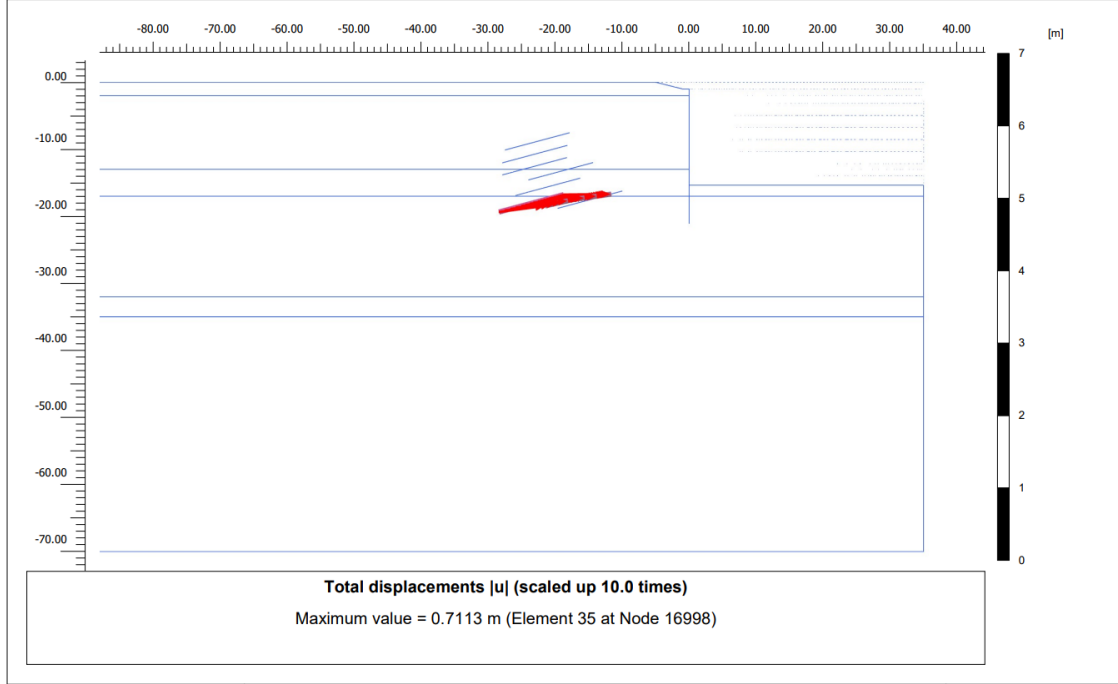
5.Sıra Ankraj Kökü Normal Kuvveti - N



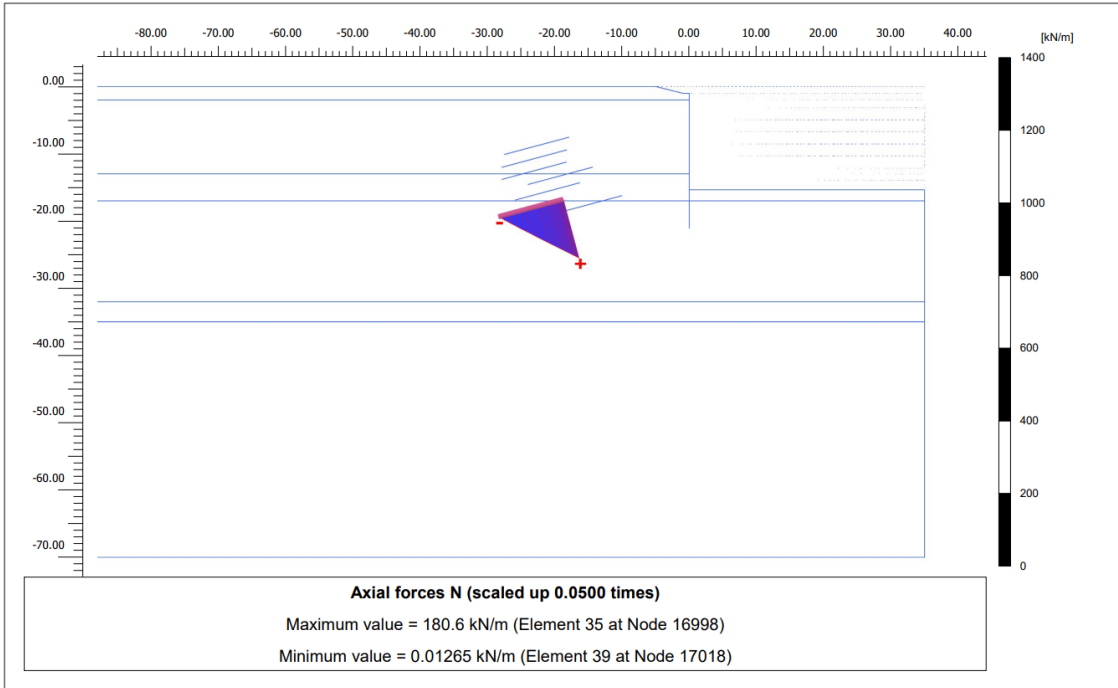
6.Sıra Ankraj Normal Kuvveti - N

| 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



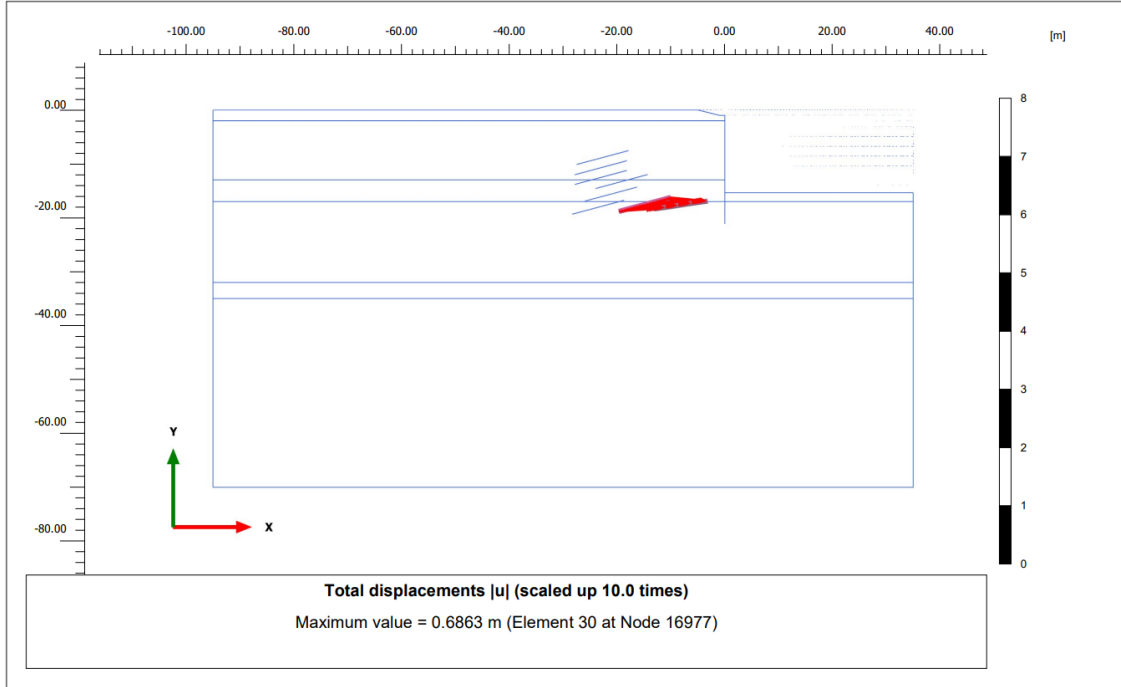
6.Sıra Ankraj Kökü Normal Kuvveti - N



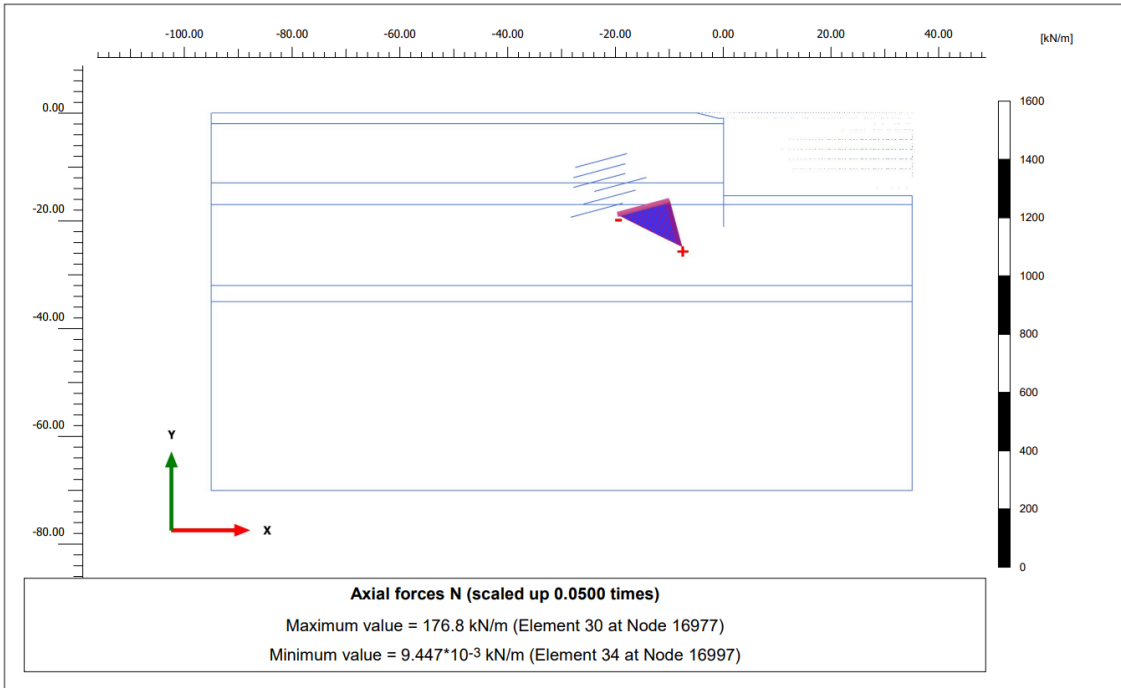
7.Sıra Ankraj Normal Kuvveti - N

| 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

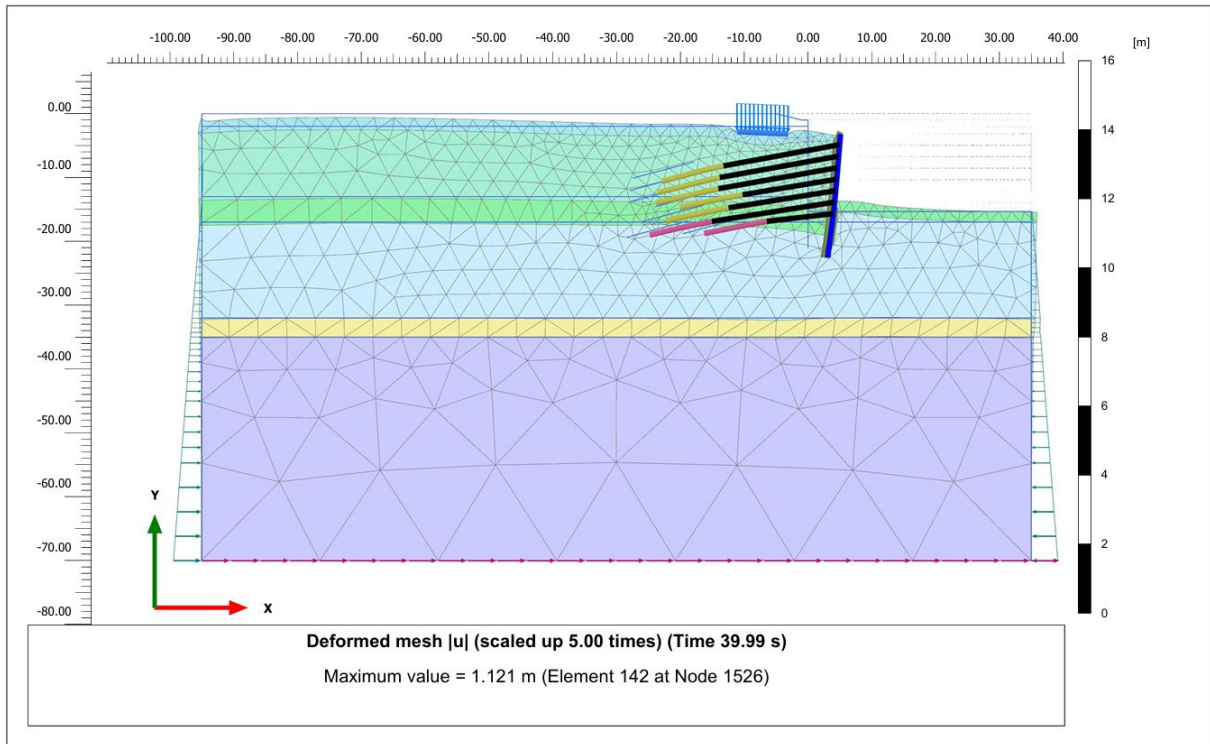


7.Sıra Ankraj Kökü Normal Kuvveti - N

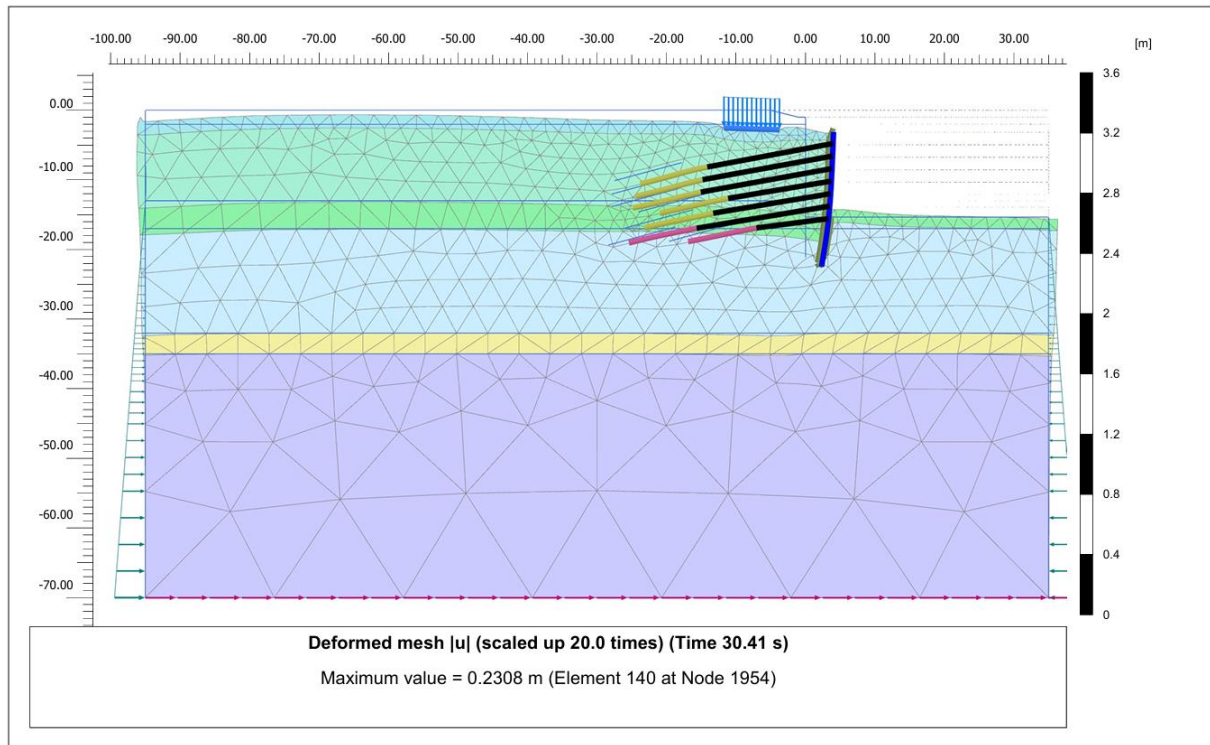


EK-28. SPOR SALONU PROJESİ : DİNAMİK DURUM HESAP ÇIKTILARI

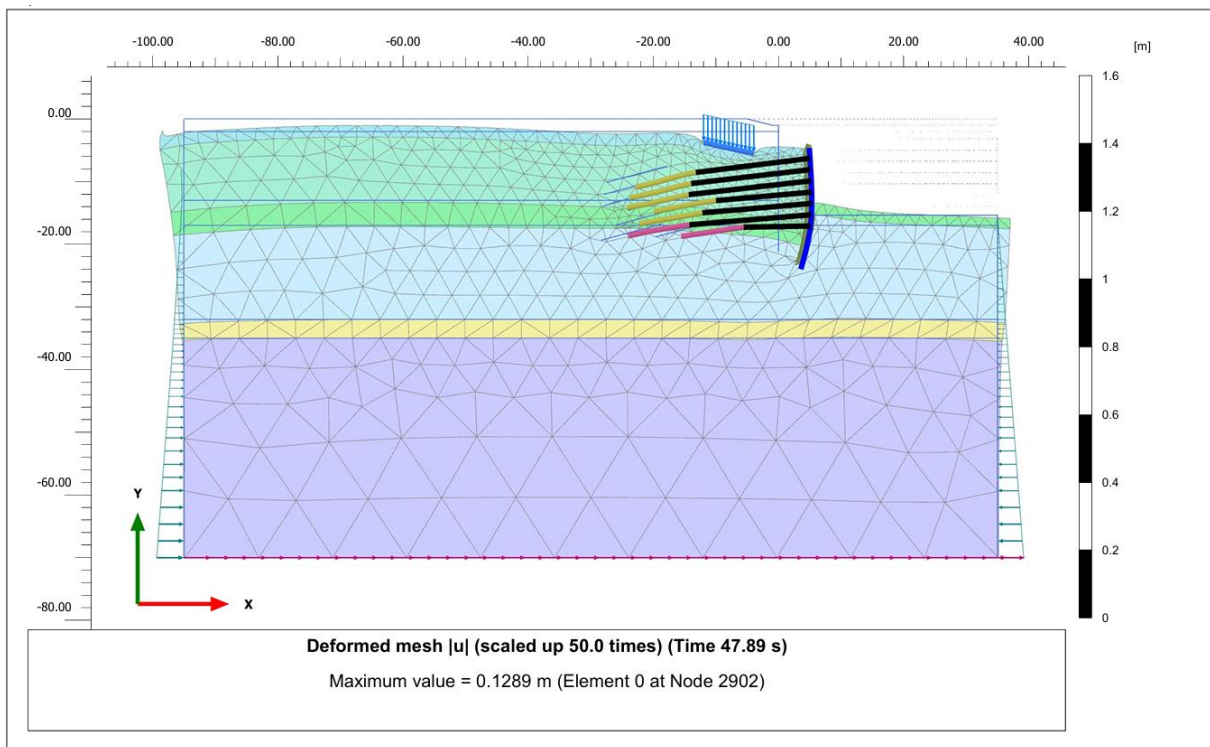
RSN-20



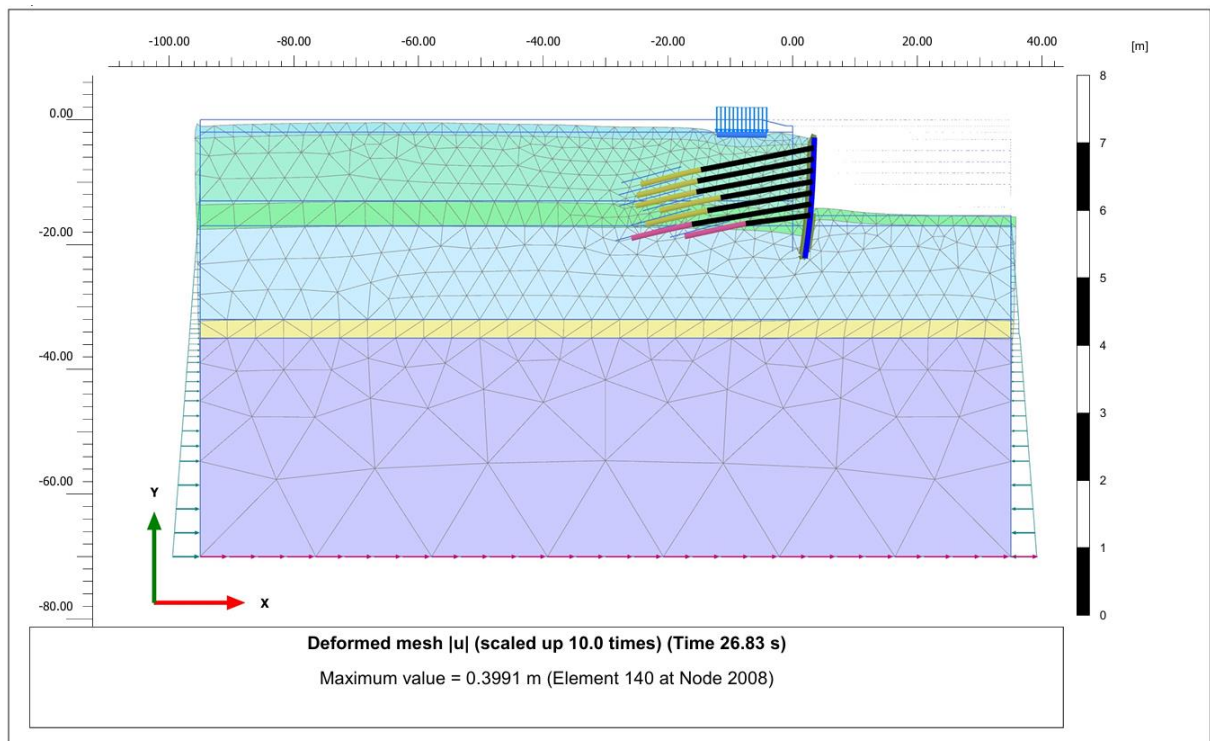
RSN-33



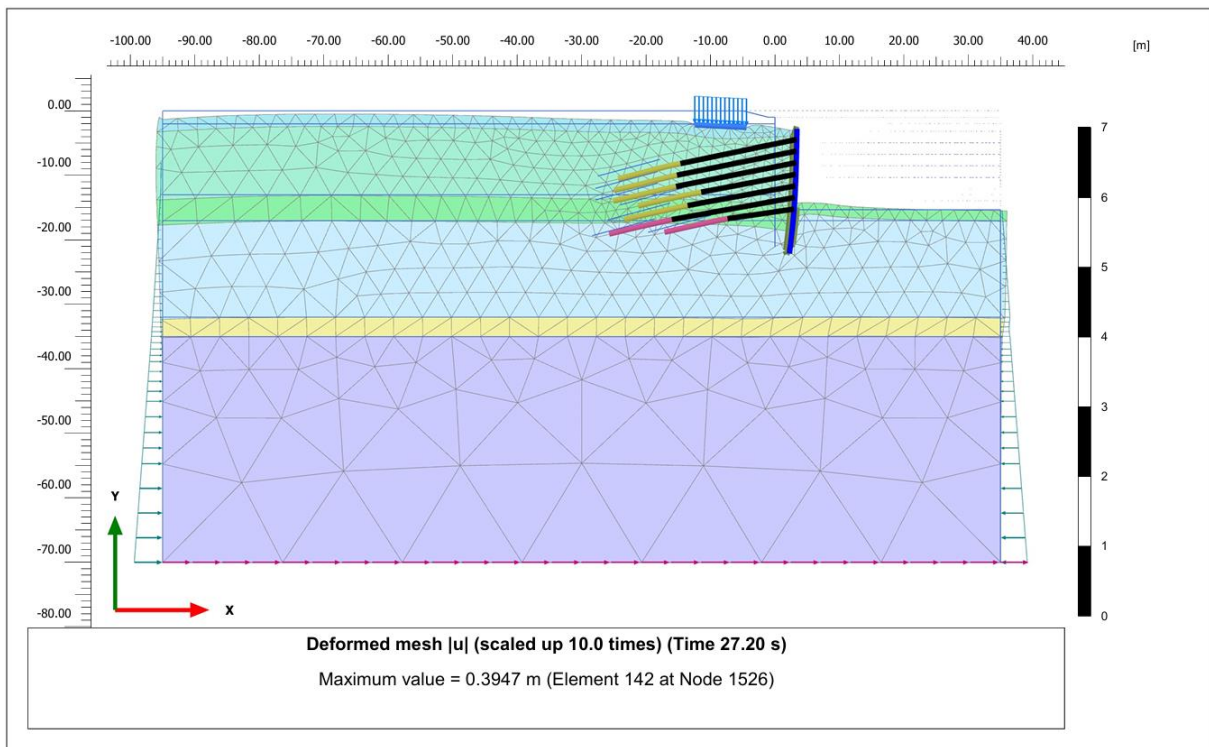
RSN-96



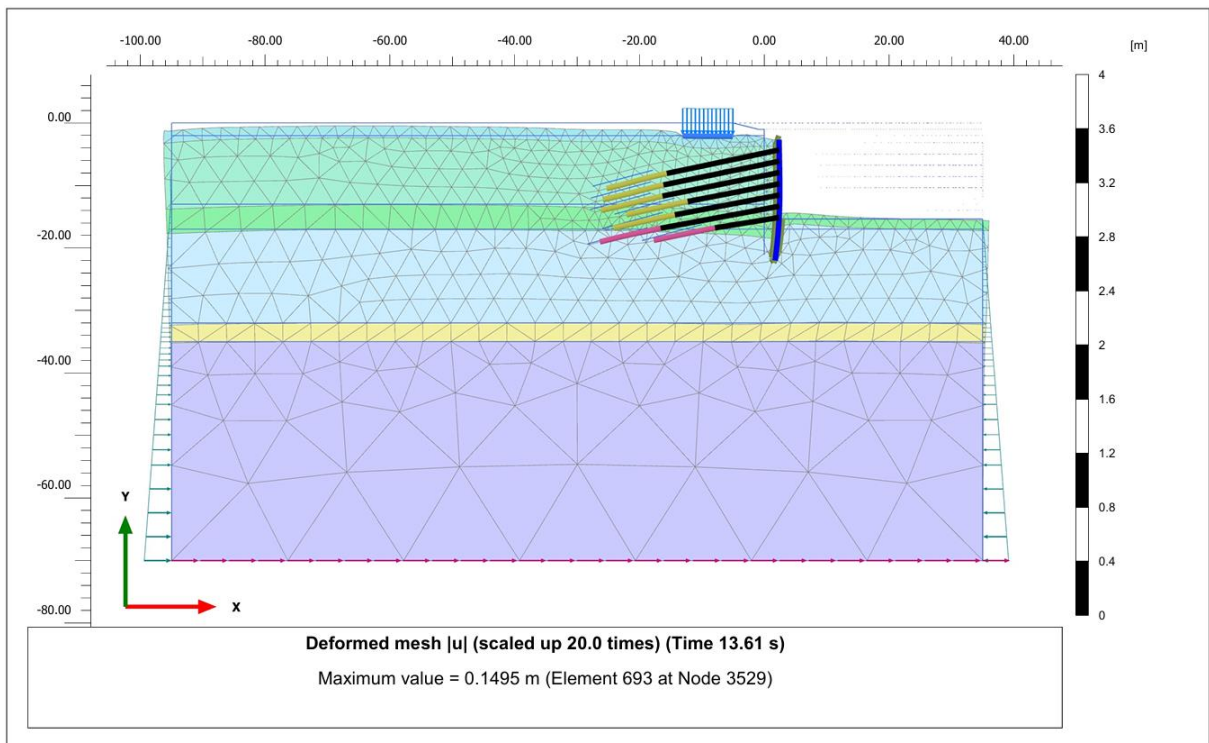
RSN-148



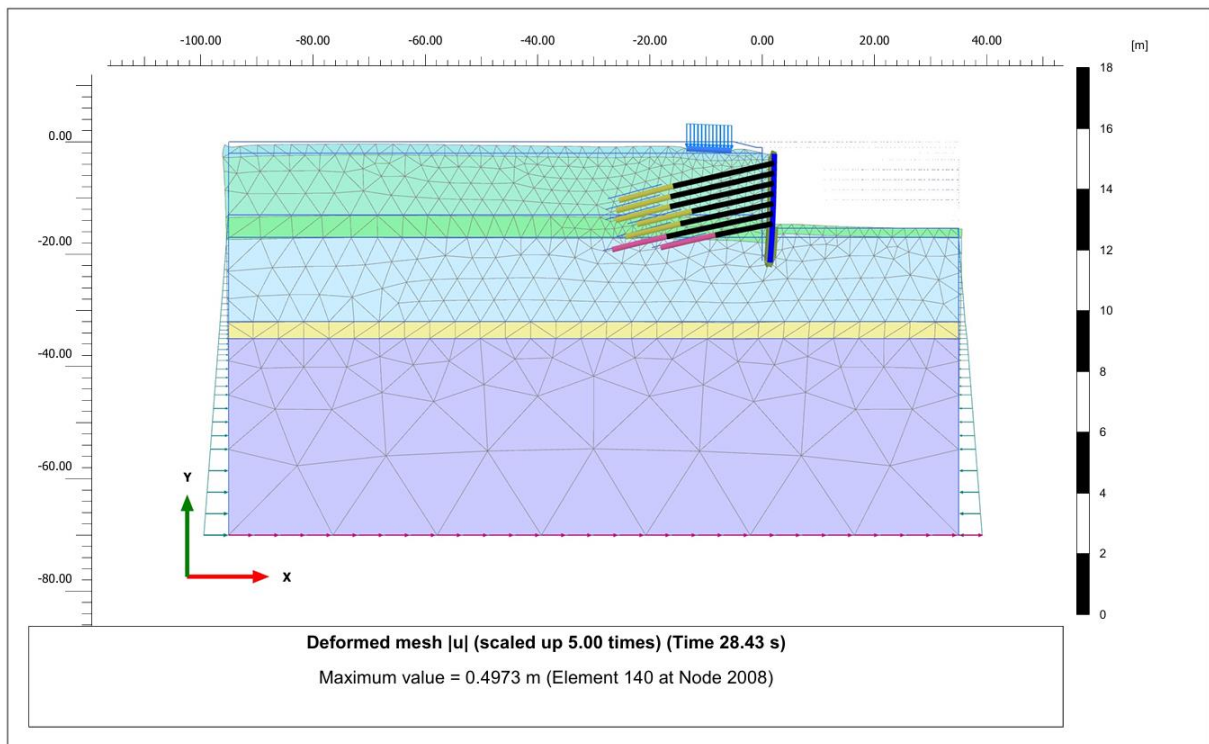
RSN-149



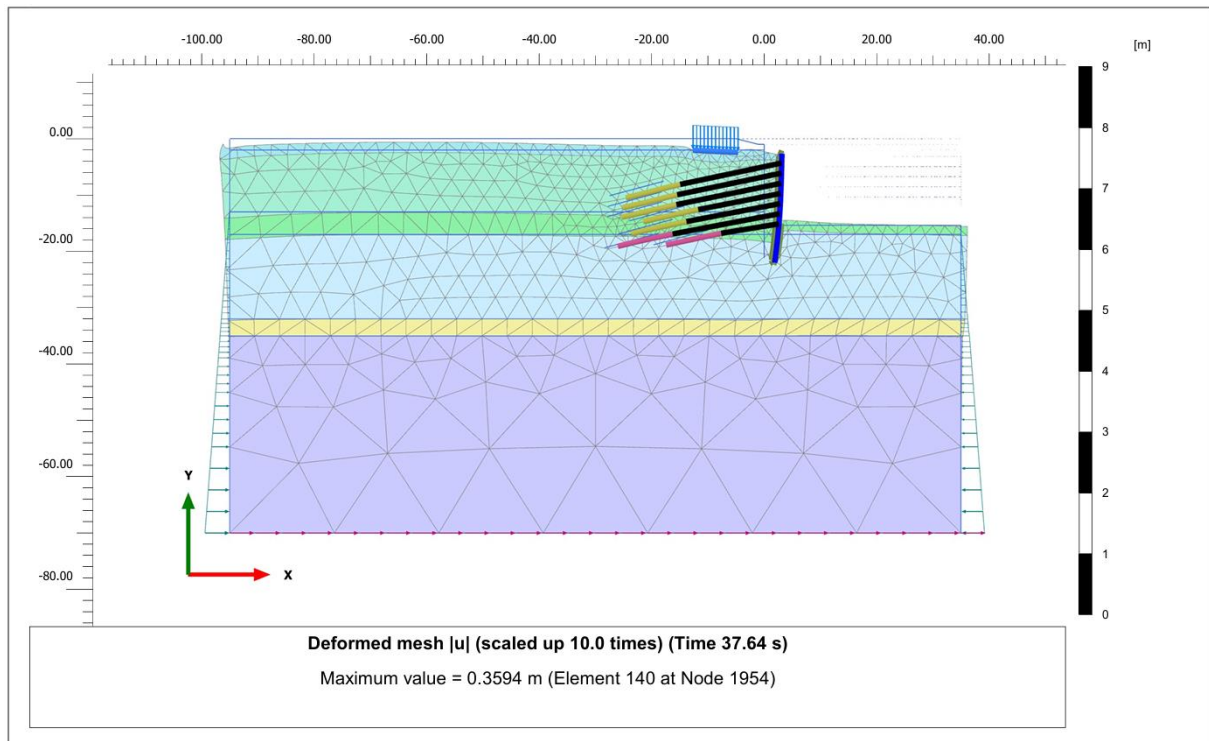
RSN-158



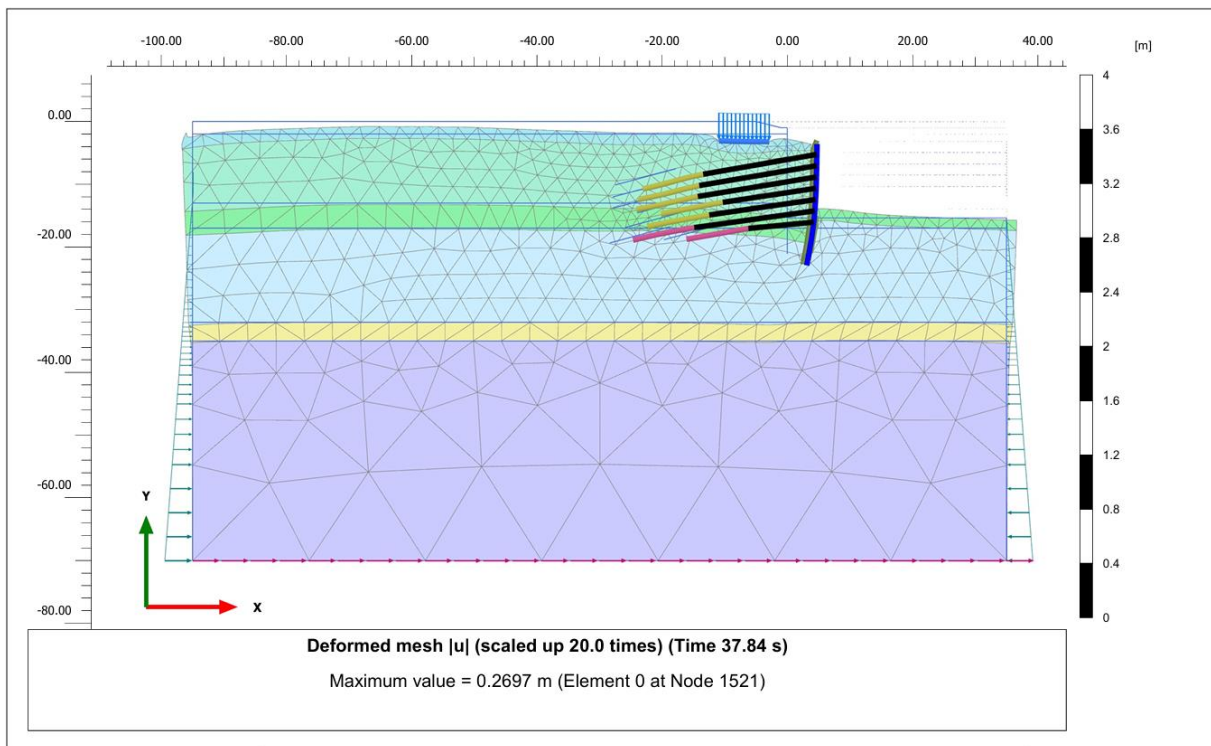
RSN-159



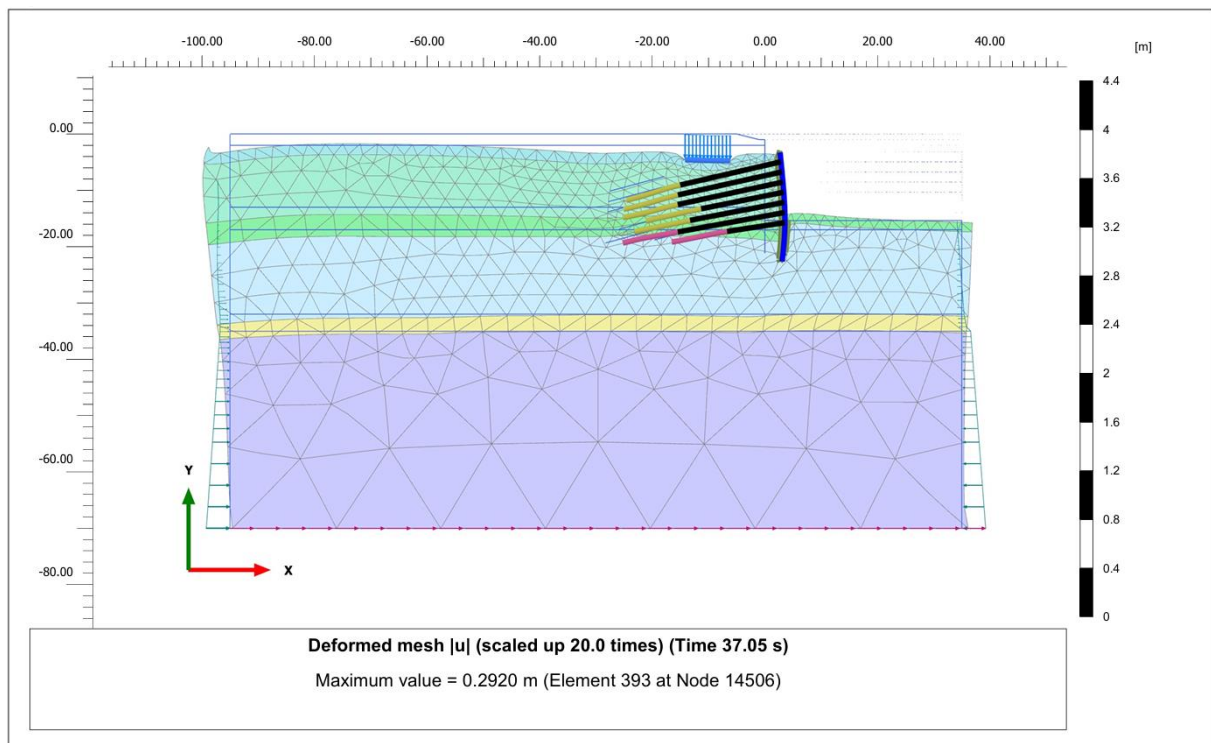
RSN-160



RSN-162



RSN-173



RSN-185

