

T.C.
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



DERİN KAZILARDA İKSA SİSTEMLERİNİN TASARIM
DEFORMASYONLARININ ALETSEL GÖZLEMLERLE
KARŞILAŞTIRILMASI

Yüksek Lisans Tezi

Ahmet İDİKURT

Danışman
Dr. Öğr. Üyesi Gökhan DEMİR

Samsun, 2019

T.C.
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Yüksek Lisans Tezi

DERİN KAZILARDA İKSA SİSTEMLERİNİN TASARIM
DEFORMASYONLARININ ALETSEL GÖZLEMLERLE
KARŞILAŞTIRILMASI

Ahmet İDİKURT

GEOTEKNİK ANABİLİM DALI

SAMSUN
2019

Her hakkı saklıdır.

ETİK BEYAN

Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kuralları doğrultusunda bu çalışma içerisinde eksiksiz , tarafsız ve doğru bilgiler verdiğimi , bilgilerin elde edilmesi esnasında bilimsel etiği gözetdiğimi , çalışmamın şekillenmesinde esinlendiğim kaynakları eksiksiz gösterdiğimi beyan ederim.

25 /09/ 2019

Ahmet İDİKURT

TEZ ONAYI

Ahmet İDİKURT tarafından hazırlanan “Derin Kazılarda İksa Sistemlerinin Tasarım Deformasyonlarının Aletsel Gözlemlerle Karşılaştırılması” adlı tez çalışması .../.../20.. tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Geoteknik Anabilim Dalı’nda **Yüksek Lisans Tezi** olarak kabul edilmiştir.

Danışman Dr. Öğr. Üyesi Gökhan DEMİR

Jüri Üyeleri

Başkan Prof. Dr.

Ondokuz Mayıs Üniversitesi

.....Anabilim Dalı

.....imza.....

Üye Prof. Dr.

Ondokuz Mayıs Üniversitesi

..... Anabilim Dalı

.....imza.....

Üye Prof. Dr.

Ondokuz Mayıs Üniversitesi

.....Anabilim Dalı

.....imza.....

Yukarıdaki sonucu onaylarım.../.../20..

.....imza.....

Prof. Dr.

Enstitü Müdürü

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

DERİN KAZILARDA İKSA SİSTEMLERİNİN TASARIM
DEFORMASYONLARININ ALETSEL GÖZLEMLERLE

KARŞILAŞTIRILMASI

Ahmet İDİKURT

Ondokuz Mayıs Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Gökhan DEMİR

Bu Tez kapsamında İstanbul İli Gaziosmanpaşa İlçesi 1942 Ada 1 Parselde yer alan Hükümet Konağı İnşaatı derin kazısı irdelenmiştir. Gaziosmanpaşa Hükümet Konağı inşaatı derin temel çukuru kazı sistemi(iksa) ile desteklenmiştir. Derin kazıda fore kazıklı, çok sıra ankraj destekli iksa sistemi uygulanmıştır. Tez çalışması kapsamında uygulaması yapılan iksa sistemi sırasında ölçülen deformasyonlar ile analiz aşamasında elde edilen deformasyonların karşılaştırılması amaçlanmıştır. Bu amaçla iksa sisteminin tasarım aşamalarına uygun şekilde inşası sırasında sahada yapılan inklinometre ölçümleri kaydedilmiş, yine tasarım aşamasındaki analizlerle elde edilen deformasyonlarla arasındaki ilişki incelenmiştir. Plaxis programı kullanılarak yapılan analiz neticesinde bulunan 6,97 mm büyüklüğündeki deformasyon değeri elde edilmiştir. Uygulama sırasında yapılan ölçüm neticesinde elde edilen deformasyon değeri ile analiz sonucunda elde edilen deformasyon değeri yakın olmakla birlikte uygulama aşamasındaki deformasyon, analiz aşamasındaki deformasyondan küçük çıkmıştır.

Eylül 2019, 92 sayfa

Anahtar Kelimeler: Derin Kazı, Kazı Sahası, İksa Sistemi

ABSTRACT

Master's Thesis

DESIGN DEFORMATIONS OF HUMAN EXCAVATION SYSTEMS WITH ALTRIAL OBSERVATIONSCOMPARISON

Ahmet İDİKURT

Ondokuz Mayıs University

Institute of Sciences

Supervisor: Asst. Prof. Dr. Gökhan DEMİR

Within the scope of this thesis, the deep excavation of the Government Building in Gaziosmanpaşa District of Istanbul in 1942 Island 1 Parcel was examined. The construction of Gaziosmanpaşa Government House was supported by a deep foundation pit excavation system (shoring). In deep excavation, bored piled, multi-row anchored shoring system was applied. The aim of this study is to compare the deformations measured during the shoring system and the deformations obtained during the analysis. For this purpose, inclinometer measurements made during the construction of the shoring system in accordance with the design stages were recorded and the relationship between the deformations obtained by the analysis at the design stage was examined. As a result of the analysis made using Plaxis program, the deformation value of 6.97 mm was obtained. Although the deformation value obtained from the measurement made during the application and the deformation value obtained as a result of the analysis were close, the deformation in the application stage was smaller than the deformation in the analysis stage.

September 2019, 92 pages

Keywords: Deep Excavation, Excavation Site, Retaining System

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

Çalışmanın tüm aşamalarında benden yardımını ve bilgisini esirgemeyen tez danışmanım Sn. Dr. Öğr. Üyesi Gökhan Demir, tezimde bana her türlü yardımı sunan Shem İnşaat Tic. Ltd. Şti. çalışanlarına ve yaşantım boyunca bana büyük destekleri bulunan aileme teşekkürü borç bilirim.

Eylül 2019, Samsun

Ahmet İdikurt



İÇİNDEKİLER DİZİNİ

ÖZET	i
ABSTRACT.....	ii
ÖN SÖZ	iii
İÇİNDEKİLER DİZİNİ.....	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ	vii
KISALTMALAR.....	viii
1. GİRİŞ	1
2. DERİN KAZI İKSA SİSTEMLERİ	2
2.1. Derin Kazı İksa Sistemi Tasarımı	2
2.1.1. Dayanıklılık Sorunları.....	2
2.1.2. Taban kabarması	3
2.1.3. Yüzeydeki yer değiştirmeler	3
2.1.4. Yüzeydeki gerilmelerin etkisi	4
2.1.5. Kazının büyüklüğü.....	6
2.1.6. Yüzeyin cinsi.....	6
2.1.7. Yeraltı suyu seviyesi	7
2.1.8. İksa sisteminin rijitliği	8
2.1.9. İmalat metotları ve işçiliği	9
2.2. Kayma Mukavemeti.....	9
2.2.1. Zeminlerin kayma mukavemeti.....	10
2.2.2. Mohr-Coulomb Kırılma Hipotezi	11
2.2.3. Efektif ve Toplam Gerilme Analizi.....	12
2.2.3.1. Efektif gerilme analizi.....	12
2.2.3.2. Toplam gerilme analizi	13
2.2.4. Hacim Değişimi ve İlave Boşluk Suyu Basıncı	14
2.2.5. Suya Doygun Zeminlerin Kayma Direnci.....	14
2.2.5.1. Suya doymuş kumların ve çakılların kayma direnci.....	14
2.2.5.2. Suya doymuş killerin ve siltlerin kayma direnci.....	15
2.2.5.3. Killerin kayma direnci	16
2.2.5.4. Suya doymuş ara zeminlerin kayma direnci	17
2.2.5.5. Suya doymuş olmayan yüzeylerin kayma direnci	18
2.3. Kazı Metotları	18
2.3.1. Serbest şevli kazı metodu.....	19
2.3.2. Kuyu tipi duvar metodu	19
2.3.3. Aç – kapa kazı metodu.....	20

2.3.4. Yukarıdan – aşağıya (top – down) inşaat metodu.....	20
2.3.5. Ada kazısı metodu.....	21
2.3.6. Anolu kazı metodu.....	22
2.3.7. Destekli kazı metodu.....	23
2.3.8. Zemin çivili (pasif ankrajlı) kazı metodu.....	23
2.3.9. Öngermeli Ankrajlı Kazı Yöntemi.....	24
2.4. İstinat Duvarı Tipleri.....	25
2.4.1. Diyafram Duvarlar.....	25
2.4.2. Bentonit bulamacının özellikleri.....	27
2.4.3. Palplanş Perdeler.....	28
2.4.4. Kazıklı İstinat Duvarı.....	30
2.4.4.1. Bağımsız dizilime sahip kazıklar.....	31
2.4.4.2. Teğet kazıklar.....	32
2.5. İksa Sisteminin Modellenmesi Sahada Uygulanması Ve Deplasmanların Karşılaştırılması.....	33
2.5.1. İnceleme Alanı.....	38
2.5.2. Zemin Durumu ve Geoteknik Parametreler.....	35
2.5.3. Standart Penetrasyon Deneyi (SPT).....	37
2.6. Model Oluşturulması.....	42
2.7. Zemin Modelleri.....	42
2.7.1. Mohr-Coulomb Model.....	42
2.7.2. Pekleşen Zemin Modeli (Hardening Soil Model).....	43
2.7.3. Hardening Soil Small Strain Model.....	43
2.8. İksa Kesitinin Modellenmesi.....	45
2.9. İnklinometre.....	56
2.9.1. İnklinometre Cihaz Özellikleri.....	57
2.9.2. İnklinometre Okuma Sonuçları.....	58
3. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	75
KAYNAKÇA.....	70
EKLER.....	72

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2. 1. Derin kazılarda stabilite problemleri	3
Şekil 2. 2. Boşluk suyu basıncı değişiminin yüzey elemanlarına etkisi.....	5
Şekil 2. 3. Bir derin kazıya komşu alanda zemin yüzeyindeki oturmaların tahmini.....	6
Şekil 2. 4. Yüzey kayma dayanımı, kazı derinliği ve istinat duvarının rijitliğine göre zemindeki yer değiştirmeler.....	8
Şekil 2. 5. Kayma direnci zarfı	12
Şekil 2. 6. (UU) Deney sonuçları için kayma mukavemeti zarfı.	17
Şekil 2. 7. Kuyu tipi istinat duvarı	20
Şekil 2. 8. Aç-kapa istinat duvarı.....	20
Şekil 2. 9. Ada kazısı yöntemiyle yapılan bir kazı.....	21
Şekil 2. 10. Destekli kazı (.....	23
Şekil 2. 11. Yüzey çivisine ait bileşenler	24
Şekil 2. 12. Panel geometrisi.....	26
Şekil 2. 13. Diyafram duvar imalatı safhaları	27
Şekil 2. 14. Ahşap palplanş perde	28
Şekil 2. 15. Z tipi palplanş(.....	28
Şekil 2. 16. U tipi palplanş.....	29
Şekil 2. 17. Soğukta şekil verilen palplanş bağlantı detayları.....	30
Şekil 2. 18. Palplanş bağlantı detayları	30
Şekil 2. 19. Kazıklı istinat duvarı.....	31
Şekil 2. 20. : Kazık dizilimleri: (a) Bağımsız dizilim, (b) ve (c)Teğet kazıklar, (d) Kesişen kazıklar, (e) Karışık dizilim	33
Şekil 2. 21. İnceleme alanının yerbulduru haritası.....	34
Şekil 2. 22. İksa planı.....	35
Şekil 2. 23. Zemin profili	46
Şekil 2. 24. Kazı tamamlandıktan sonra yatay efektif gerilme	48
Şekil 2. 25. Düşey deformasyon	48
Şekil 2. 26. Yatay deformasyon	49
Şekil 2. 27. Düşey Deformasyon Max: $10,98 \cdot 10^{-3}$ m.....	49
Şekil 2. 28. Yatay Deformasyon Max: $6,97 \cdot 10^{-3}$ m.....	50
Şekil 2. 29. Eksenel Kuvvet Max: -190,03 kN/m	50
Şekil 2. 30. Kesme Kuvveti Max: 89,65 kN/m.....	51
Şekil 2. 31. Eğilme Momenti Max: 124,53 kN/m/m.....	51
Şekil 2. 32. İksa Kesiti	52
Şekil 2. 33. Kazık çakılması.....	54
Şekil 2. 34. Başlık kirişi yapılması	54
Şekil 2. 35. Ankraj delgisi yapılması	55
Şekil 2. 36. Ankraj germe işlemi.....	55
Şekil 2. 37. İnklinometre okuma.....	57
Şekil 2. 38. Kümülatif İnklinometre Okumaları 1	58
Şekil 2. 39. İnklinometre A Yönü ve B Yönü Karşılaştırması 1	59
Şekil 2. 40. Kümülatif İnklinometre Okumaları 2	63
Şekil 2. 41. İnklinometre A Yönü ve B Yönü Karşılaştırması 2.....	64

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1. Yüzeydeki gerilme ve şekil değiştirmeler.....	5
Çizelge 2.2. Drenajsız kayma direnci değerleri	16
Çizelge 2.3. Bentonit Süspansiyon Özellikleri	27
Çizelge 2.4. Temel Sondaj Logu Kuyularına Ait Bilgiler	35
Çizelge 2.5. Geoteknik Parametreler	39
Çizelge 2.6. Sayısal Analizlerde Kullanılan Lineer Elastik Model Parametreleri ve Birimleri	44
Çizelge 2.7. Sayısal Analizlerde Kullanılan Mohr Coulomb Modeli Parametreleri ve Birimleri	44
Çizelge 2.8: Sayısal Analizlerde Kullanılan Pekleşme Zemin Modeli Parametreleri ve Birimleri	44
Çizelge 2.9. Sayısal Analizlerde Temel İçin Kullanılan Parametreleri ve Birimleri	45
Çizelge 2.10. Modellenen Kesitte Kullanılan Zemin Parametreleri	47
Çizelge 2.11. İksa Kesiti Ankraj Kuvvetleri	52
Çizelge 2.12. 1 No'lu Kuyu Inklinometre Okuma Sonuçları 1.....	60
Çizelge 2.13. 1 No'lu Kuyu Inklinometre Okuma Sonuçları 2.....	61
Çizelge 2.14. 2 No'lu Kuyu Inklinometre Okuma Sonuçları 1.....	65
Çizelge 2.15. 2 No'lu Kuyu Inklinometre Okuma Sonuçları 2.....	66

KISALTMALAR

YASS	Yeraltı Suyu Seviyesi
H	Destekler Arası Düşey Mesafe
E_w	Duvarın Elastisite modülü
I_w	Birim Uzaklıktaki Duvarın Atalet Momenti
C_u	Yüzeye Drene Olmamış Kayma Direnci
τ	Kayma direnci (kN/m ²)
c_1	Efektif kohezyon (kN/m ²)
σ_1	Kayma düzlemine etkiyen efektif gerilme (kN/m ²)
ϕ_1	Efektif kayma direnci açısıdır (°)
γ	Birim Hacim Ağırlık
ϕ'	Efektif İçsel Sürtünme Açısı
c'	Efektif Kohezyon
E	Elastisite Modülü
E'	Drenajlı Deformasyon Modülü
E_u	Drenajsız Deformasyon Modülü
Q_u	Tek Eksenli Basınç Dayanımı
RQD	Kaya Kalite İndeksi

1.GİRİŞ

Günümüzde şehirleşme nüfusunun sürekli artan ivmede olması nedeniyle betonarme yapılara ve bunların eklentileri olan otopark , alt yapı hizmetlerine ihtiyaç artmıştır. Şehirlerin işlek yerlerinde boş arazilerin azalması ve fiyatlarının yükselmesi mevcut arazileri daha verimli kullanılmasını zorunlu hale getirmiştir. Yukarıda sayılan bütün bu nedenlerden dolayı yapılan inşaatlarda derin kazıların yapılması gerekli hale gelmiştir.

Büyük ve derin inşaat kazıları yeraltı zeminini ve suyunun dengesini değiştirmekte ve etrafındaki yapıları ve çevreyi etkilemektedir. Bu nedenle kazıların yapıldığı inşaat şantiyelerinde geoteknik etütler yapılarak ; zeminin özellikleri , etrafındaki yapıların ve mevcut sistemlerin durumu ve iskan hakkında bilgi toplanmaktadır.

Temel çukurlarını destekleyen sistemlerin ölçümü, sistem üzerindeki yükleri, yani yanıl basınç diyagramlarını hareket ettirerek zemin basıncını belirleyerek gerçekleştirilir. Bu yükler neticesinde, sistem elemanlarının etkisi hesaplanır ve elemanlar bu etkilere göre ölçülür.

Yapılacak kazıların tasarımının ana şartı çevre emniyetinin alınmasıdır. Çevredeki komşu binaların emniyeti alınıp kazıya başlanmalıdır. Bu ana şarta göre yapılacak ilk eylem ebatları ve nitelikleri belli olan yapının yapılacağı alan ve yakınlarındaki zemin niteliklerinin geoteknik etütlerle belirlenmesi, yanındaki bina ve halihazırdaki sistemlerin durumu ve oturumu hakkında mümkün olduğu kadar detaylı bilgilerin elde edilmesi, elde edilen bu bilgiler neticesinde mali etkenler de dikkate alınarak amaca ve şartlara en uygun bir destekleme sistemi seçilmelidir.

2.DERİN KAZI İKSA SİSTEMLERİ

Destekli derin kazılarla birlikte bazı sorunlar meydana gelmektedir. Bu sorunların çözümlenmesi gerekmektedir. (Evirgen, 2015) Derin kazılarda potansiyel sorunlar aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- a. Dayanıklılık sorunları
- b. Zemin kabarması
- c. Yer değiştirmeler

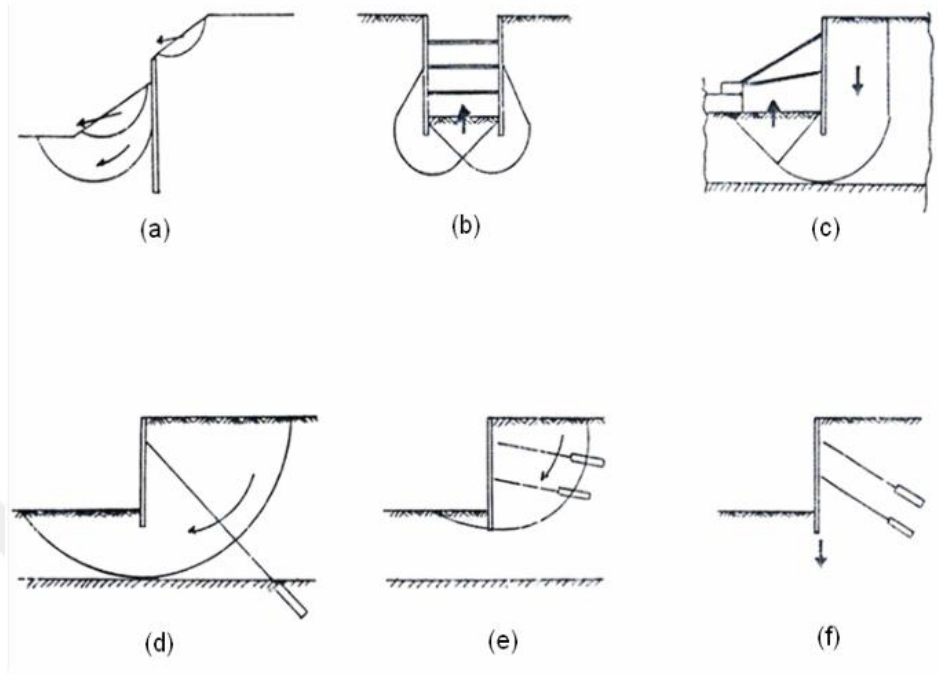
2.1. Derin Kazı İksa Sistemi Tasarımı

Hem geçici hem de kalıcı iksa sistemi, yıkılmaya karşı yeterli güvenlik katsayısı sağlamalıdır.

2.1.1. Dayanıklılık sorunları

Zeminin mühendislik parametrelerinin yanlış hesaplanması, mevcut yapıların ve inşaat sahası topografyasının eksik haritalanması, inşaat süresince hesap dışı iksaya etkileyen sürşarj yükleri (sisteme yakın yerde depolanan moloz, hafriyat, araç trafiği, vb.), yeraltı suyu seviyesinin değişmesi, kazıklar arası kemerlenme etkisinin oluşmamasıyla kazık aralarından malzeme akması gibi nedenlerden dolayı derin kazılarda aşağıdaki stabilite problemleri ortaya çıkabilir. (Dumlu, 1988)

- a. İksa sisteminin önündeki veya arkasındaki şevin kayması (Şekil 1.a)
- b. Toptan göçme (Şekil 1.c, 1.d, 1.e)
- c. Taban kabarması (Şekil 1.b)
- d. Düşey oturmalar (Şekil 1.f)



Şekil 2. 1. Derin kazılarda stabilite problemleri (Engin, 2008)

2.1.2. Taban kabarması

Derin kazılarda bir yandan kazı yapılırken diğer yandan da çukur tabanında jeolojik yükün kalkması sonucu çukur tabanındaki kayma gerilmeleri artmaktadır. Yanal desteklerin ve menteşelerin yeterince sağlam olduğunu varsayarsak, kesme gerilmesi zeminin kesme direncini aştığında zemin kabarma hareketi gerçekleşir. (Şekil 1.b).

Zemin kabarmasının önlemesi için kazı açıklığının kazı derinliğine oranı belli bir değeri aşmamalıdır. (Ük, 2009)

2.1.3. Yüzeydeki yer değiştirmeler

Kentlerdeki nüfusun artışıyla yapılaşma sınırlanmış ve bu sınırlı alanı en verimli şekilde kullanmak için komşu yapıların sınırlarına mümkün olduğu kadar yaklaşılmaktadır. Bu nedenle, çevreleyen yapılara zarar gelmemesi için, derin kazılar

sırasında meydana gelen yer değişikliğine belirli sınırlamalar getirilmelidir.

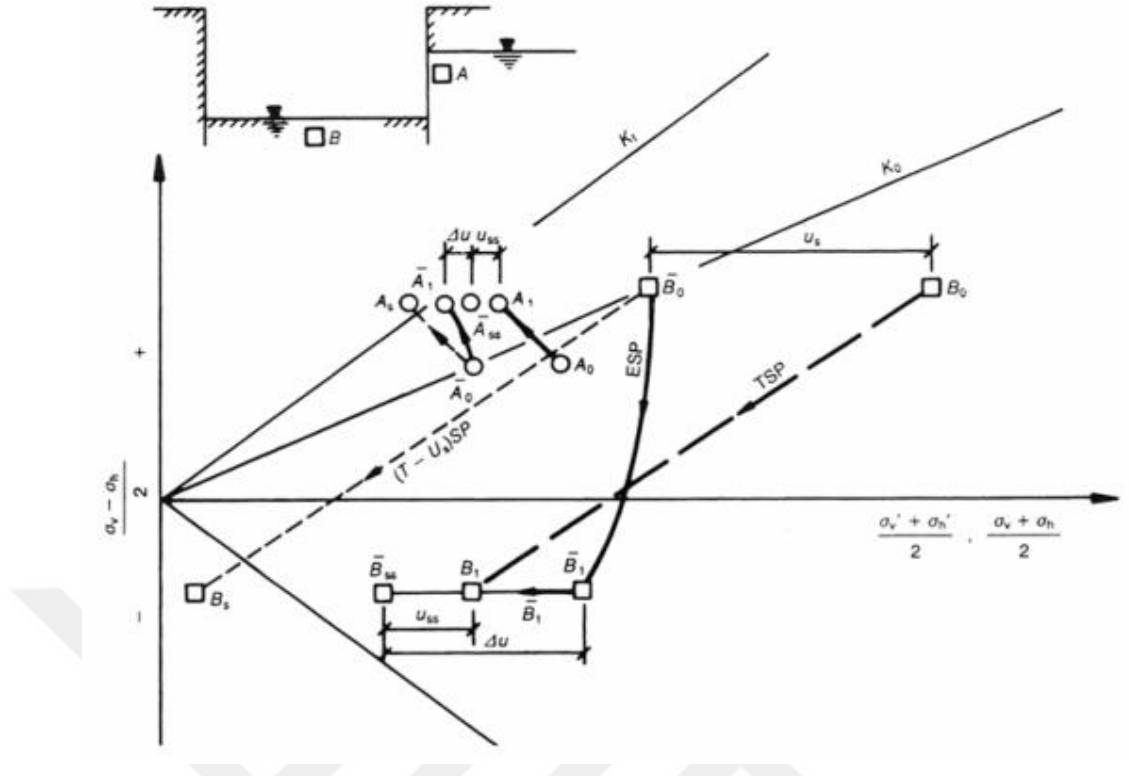
Derin kazı sırasında zeminde meydana gelen deformasyon derecesini etkileyen ana faktörler şunlardır:

- a. Yüzeydeki gerilmelerin etkisi
- b. Kazının büyüklüğü
- c. Arazi tipi
- d. Yeraltı suyu seviyesi
- e. İksa sisteminin sertliği
- f. Üretim yöntemleri ve işçilik

2.1.4. Yüzeydeki gerilmelerin etkisi

Kazı devam ettikçe yüzeydeki gerilmelerin değişiklikleri (yanal ve düşey gerilmelerde toplam düşüşler) ile boşluk suyu basıncındaki değişiklikler yüzeyin deformasyonuna neden olan temel etkenlerdendir. Konsolidasyon sırasında boşluk suyu basıncındaki azalma derecesi ise zeminin iletkenliğinden kaynaklanmaktadır. (Ural, 2015)

Boşluk suyu basıncının değişiminin, Şekil 2.2’de gösterilen kazı cephesinde ve kazı tabanının altında bulunan iki zemin parçası üzerindeki etkileri Çizelge 2.1’de gösterilmiştir.



Şekil 2. 2. Boşluk suyu basıncı değişiminin yüzey elemanlarına etkisi (Gökçek, 2014)

Çizelge 2.1. Yüzeydeki gerilme ve şekil değiştirmeler

Kazı çevresinde yüzeydeki gerilme ve şekil değiştirmeler	A yüzey elemanı	B yüzey elemanı
Tahliye anındaki su basıncı	Azalma	Azalma
Konsolidasyon anındaki su basıncı	Azalma	Artma
Tahliye anında biçim değiştirme	Düşey sıkışma (oturma)	Düşey genişleme (ferahlama)
Konsolidasyon anında biçim değiştirme	Düşey sıkışma (oturma)	Düşey genişleme (ferahlama)
Konsolidasyon anında drene olmamış kayma direnci	Artma	Azalma

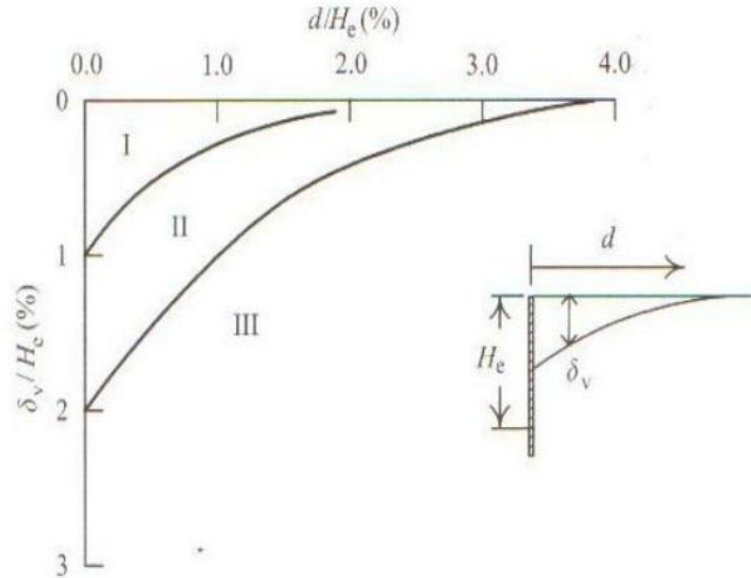
2.1.5. Kazının büyüklüğü

Kazının plandaki şekli, alanı ile kazı derinliği kazı civarındaki ve kazı tabanının altındaki yer değiştirmelerin nispetini etkileyen faktörlerdendir. Çelik destekli veya ankrajlı derin kazılarda , kazı içine doğru, kazı derinliğinin yumuşak killer için % 0,25, sıkı kaba daneli ya da sert killer için % 0,05 i derecesinde bir hareket kaçınılmazdır (Puller, 2103).

2.1.6. Yüzeyin cinsi

Derin kazıların yakınındaki alanlarda hareketlerin ve oturmaların oluşma ihtimali sert yüzeylerde gevşek zeminlere göre daha azdır. Bu durum Şekil 3'te gösterilmektedir.

Ayrıca, yüksek su muhtevasına sahip kohezyonsuz gevşek zeminlerde, kazık aralarından suyla beraber malzeme boşalmaları meydana gelerek zeminde çökmelerle karşılaşılabilir.



Şekil 2. 3. Bir derin kazıya komşu alanda zemin yüzeyindeki oturmaların tahmini (Gökçek, 2014)

Şekil 3'te Tür I, Tür II ve Tür III olarak gösterilen yüzeylerin tanımları aşağıdaki gibi yapılabilir;

Tür I: Yumuşak ile sert kum arasındaki kil , normal işçilik

Tür II: Gevşek ile çok gevşek arasındaki kil

1 Kazı tabanının altında sınırlı derinliğe sahip kil

2 Kazı tabanının altında önemli bir derinliğe sahip kil, $N_b < N_{cb}$.

Tür III: Gevşek ile çok gevşek kıvam arasındaki önemli bir derinliğe sahip kil ve $N_b \geq N_{cb}$.

Burada:

N_b : Yüzey stabilite değeri

N_{cb} : Zemin kabarması için kritik stabilite değeri

$$N_b = \gamma H / c_u$$

c_u : Yüzeyin drene olmamış haldeki kayma direnci H: Kazı derinliği

2.1.7. Yeraltı suyu seviyesi

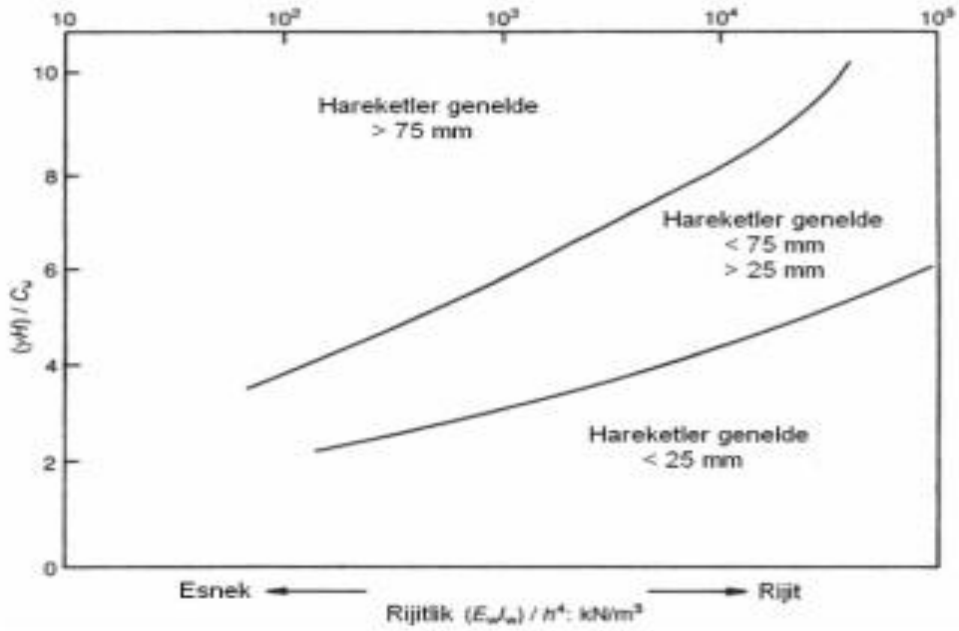
Kazıklı iksa sistemlerinde kazı devam ettikçe yer altı suyu kazıkların arasından sızarak kazı içine nüfus eder. Bu önlenemezse granüler yüzeylerde malzeme nakliyesi (borulanma) oluşarak kazının arkasında oturmalara oluşabilecek ve stabilite sorunlarına neden olabilecek ciddi yatay hareketler oluşabilecektir.

Ayrıca palplanş duvarların üretiminde geçirimli tabaka geçilemezse yer altı suyu palplanş duvarın altından geçecek ve kazı tabanına doğru ilerleyecektir. Sonuç olarak, yeraltı su seviyeleri yere şiddetli baskı yaparak zeminde oturmalara neden

olacaktır. Bununla birlikte, kazı alanında su miktarı arttıkça palplanş duvarın önündeki pasif direnç azalacak ve pasif direnç mobilize olduğunda kazı içine doğru daha fazla yanal hareket oluşacaktır.

2.1.8. İksa sisteminin rijitliği

Winkler yay modelinin bir sonucu olarak, sonlu elemanlar uygulamaları ve saha gözlemleri palplanş duvarların ve destekleyici taraflarının kalınlığı veya sertliği zemin deformasyonlarının büyüklüğü ile yakından bağlantılıdır.



Şekil 2. 4. Yüzey kayma dayanımı, kazı derinliği ve istinat duvarının rijitliğine göre zemindeki yer değiştirmeler (Engin, 2008)

Burada;

h: destekler arası düşey ara

E_w : duvarın elastisite modülü

I_w : birim uzunluktaki duvarın atalet momenti

γH : jeolojik yük

Cu: zeminin drene olmamış kayma direncidir

Goldberg ve diğerleri, iksa duvarı ve yanal desteklerin rijitliği ile yanal destekler arası düşey aranın yüzeyde oluşan deformasyonla ilintili olduğunu ortaya çıkarmışlardır. Bu ilişki Şekil 4’de görülmektedir.

2.1.9. İmalat metotları ve işçiliği

İksa sistemi inşasında seçilecek yöntemler zeminde deformasyonlar açısından önem teşkil eder. Örneğin kazıklı veya palplanş duvarlı bir istinat yapısına karşın top-down metoduyla imal edilmiş bir sistemde hareketler daha az olacaktır.(Ou, 2016)

Diğer yandan imalat metotlarının haricinde işçilik kalitesi de zeminde meydana gelecek deformasyonlar açısından önemlidir. Standartlara uyulmayan kalitesiz işçilik desteklerin hareket etmesine, lokal stabilite problemlerine ve nihayetinde iksa sisteminde göçmeye neden olabilir. Yine, fazla hafriyat alımı, yanal desteklerin imalatındaki gecikmeler, kazık boylarının projesinden daha az boyda imal edilmesi, kazık açıklıklarının fazla bırakılarak malzeme boşalmaları iksa sisteminin güvenliğini riske atan faktörlerdendir.

2.2. Kayma Mukavemeti

Tüm geoteknik problemlerinde olduğu gibi, iksa sistemlerinin sayısal analizinin doğru şekilde yapılabilmesi için çalışılan zeminin kayma mukavemeti parametrelerinin iyi bilinmesi gerekmektedir. Eğer analizlerde kullanılan parametreler programlara veri girişi yapılırken doğru giriş yapılmazsa veya hatalı giriş yapılırsa, elde edilen sonuçlar gerçek sonuçları yansıtmaz. (TS7994, 1990)

Zemin tabakaları içinde gerek kendi ağırlıklarından gerekse zemin yüzeyinde uygulanan yüklerden dolayı gerilmeler olduğu bilinmektedir. Uygulanan yükler altında zeminde ortaya çıkan gerilmelerin, zeminde şekil değiştirmeye yol açtığı bilinmektedir. Diğer birçok inşaat malzemesine oranla, zeminlerin gerilme-şekil

değiştirme davranışı genellikle çok daha karmaşık olmaktadır. Zeminin yük altında davranışı, zeminin başlangıç gerilme durumu, gerilme tarihçesi, yükleme hızı ve yükleme sırasında drenaj hızı gibi birçok faktöre bağlı olmaktadır. Uygulanan gerilmeler altında zeminlerde meydana gelen şekil değiştirmeler genellikle gerilme büyüklüğü ile doğrusal olarak artmadığı gibi, aynı zamanda yük kaldırıldığı zaman bu şekil değiştirmenin büyük kısmının kalıcı olduğu gözlenmektedir. Zemin davranışının bir diğer özelliğinin de şekil değiştirmelerin zaman bağlı olarak gelişmesidir. Tüm bunlar düşünüldüğünde, zeminlerin gerilme-şekil değiştirme davranışının genellikle, doğrusal olmayan elasto-plastik bir davranış biçimi olduğu söylenebilir. (Celep, 2008)

Bütün stabilite problemlerinde, kırılmaya yol açan kuvvetler ile kırılmaya karşı koyan kuvvetlerin karşılaştırmasını yapmak ve kırılmaya karşı bir güvenlik sayısı hesap etmek gerekir. Kırılmaya karşı koyan kuvveti, olası kırılma düzlemi boyunca oluşan kayma direnci oluşturmaktadır ve bunun hesaplanabilmesi için zeminin kayma mukavemetinin hesaplanması gerekmektedir.

2.2.1. Zeminlerin kayma mukavemeti

Zemindeki kayma mukavemetini kontrol eden fiziksel mekanizmalar çok farklıdır. Zemin ayrık malzeme topluluğu olup, daneler arasında gerilmeler bu danelerin birbiri üzerinde kayması veya yuvarlanmasını sağlayacak düzeyde olduğu zaman göçme oluşur. Danelerin kırılması gerekli değildir. Bu nedenle, kayma mukavemeti danelerin iç dayanımına değil de daneler arasındaki etkileşimlere bağlıdır. (Bowles, 1990)

Sürtünme, fizikteki klasik sürtünme problemine benzer. Kaymaya karşı koyan kuvvet, normal kuvvet ile sürtünme katsayısının çarpımına eşittir. Ancak geoteknik mühendisliğinde sürtünme katsayısı yerine efektif kayma mukavemeti açısını kullanarak sürtünme dayanımını tanımlamayı tercih etmektedirler . Bu tanımlamada; sürtünme katsayısının değeri danelerin ve bunlar arasındaki kenetlenmesinin sürtünme özelliklerinin ikisine de bağlıdır. Bu özellikler, aşağıda verilenlerde dahil olmak üzere pek çok faktörden etkilenir.

Mineraloji: Saf kuvarslardan oluşan kumların efektif sürtünme açısı tipik olarak 30 ile 36 derece arasındadır. Ancak diğer minerallerin varlığı sürtünme katsayısını değiştirebilir. Örnek olarak, kuvarstan daha pürüzsüz olan mika minerali içeren kumların sürtünme katsayısı değeri daha düşüktür. Bunlara mikalı kum denmektedir. Kil mineralleri tipik olarak çok daha zayıftır.

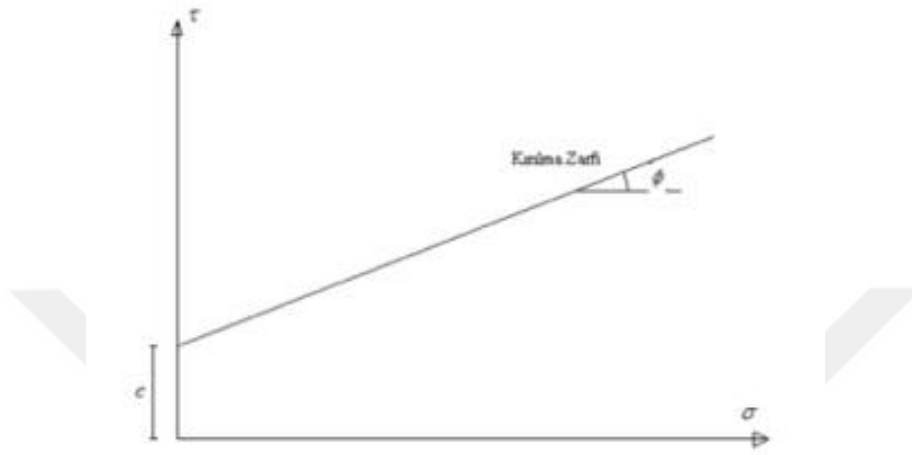
- Dane şekli: Köşeli partiküllerin sürtünme açısı yuvarlak olanlardan çok daha yüksektir.
- Dane çapı dağılımı: İyi derecelenmiş zeminlerde partiküller arasında kenetlenme daha fazla olup, zayıf derecelenmiş zeminlere kıyasla sürtünme açıları daha yüksektir. Örnek olarak iyi derecelenmiş çakıllı zeminlerin sürtünme katsayısı değeri, kötü derecelenmiş çakıllı zeminlerinkine kıyasla daha büyüktür.
- Boşluk oranı: Zeminin keçi ayaklı gibi bir silindire sıkıştırıldığı örnekteki gibi boşluk oranının azalması da kenetlenmeyi artırmakta ve bu da daha yüksek sürtünme katsayısı değerinin ortaya çıkmasını sağlamaktadır.
- Organik madde: Organik maddeler sürtünme açısında azalım dahil olmak üzere zeminlerde bir çok probleme neden olmaktadır.

Kohezyon: bazı zeminlerde efektif gerilme sıfır olduğu veya en azından sıfır gibi görüldüğü zaman bile kayma mukavemeti var olabilmektedir. Bu mukavemete kohezyon denir ve efektif kohezyoncu değişkeni olarak tanımlanır. İki çeşit kohezyon vardır: gerçek kohezyon ve görünür kohezyon. Çimentolanmış zeminlerde kohezyon gerçekte zemin daneleri arasındaki bağı yansıtmaktadır. Ancak, diğer durumlarda dayanımın bu kaynağını ihmal etmek daha akıllıca olur. Örnek olarak, çimentolayıcı maddenin suda çözülebilen bir madde olması halinde, projenin ömrü içerisinde zeminin ıslanması durumunda bu madde kaybolabilir .

2.2.2. Mohr-Coulomb kırılma hipotezi

Zeminler için kırılmaya yol açan normal ve kayma gerilmelerinin ortak etkisinin göz önüne alan bir çok hipotez geliştirilmiştir. Bunlar içinde en basit olanı ve uygulamada yaygın olarak kullanılanı Mohr-Coulomb kırılma hipotezidir. Buna göre zeminin kayma mukavemeti Şekil 4’de gösterilen doğru ile temsil edilmektedir. Bu şekilde normal gerilmeler yatay eksen, kayma gerilmeleri düşey eksen

gösterilmekte, kırılma zarfı olarak nitelendirilen doğrunun altında kalan gerilme durumları için kırılma ortaya çıkmazken, bu zarfa ulaşıldığı anda zeminde kırılma meydana gelmektedir. Bu zarfın üzerinde yer alan gerilme durumlarının mümkün olmadığı açıktır. Bu doğrunun düşey eksenini kestiği nokta c ve yatay ile yaptığı açı ϕ ile gösterilirse, kayma mukavemetini veren bağıntı;



Şekil 2. 5. Kayma direnci zarfı (Alkaya, 2011)

2.2.3. Efektif ve toplam gerilme analizi

Kayma direnci analizleri yapmanın iki temel usulü vardır. Efektif gerilme analizi ve toplam gerilme analizi. Temel tasarımda iki analiz usulü de kullanılmaktadır.

2.2.3.1. Efektif gerilme analizi

Bir yüzey tabakasının üzerine gelen toplam gerilmenin, daneler tarafından karşılanan kısmına efektif gerilme denir. Su ve hava fazlarının kayma direnci olmadığından, yüzeydeki kayma direnci sadece daneler tarafından karşılanır. Bu nedenle, danelerin taşıdığı toplam gerilmenin (σ) bir kısmını oluşturmasında dolayı, direnç sorunlarını neticesinde efektif gerilmenin (σ_1) kullanılması daha makul bir yöntem gibi görünmektedir. Efektif gerilme analizini kullanırken, kayma direnci tanımını “Mohr-Coulomb Kırılma Hipotezi” kullanılarak yapılır. (Özden, 2008)

$$\tau = c_1 + \sigma_1 \tan \phi_1 \quad (2)$$

Burada;

τ : Kayma direnci (kN/m²)

c_1 : Efektif kohezyon (kN/m²)

σ_1 : Kayma düzlemine etkiyen efektif gerilme (kN/m²)

ϕ_1 : Efektif kayma direnci açısıdır (°)

Efektif gerilme analizi; boşluk suyu basıncının etkili olmadığı, yeraltı suyunun olmadığı tabakalarda, boşluk suyu basıncının hesaplanabildiği tabakalarda veya drenajlı yüzey şartlarında kullanılabilir.

2.2.3.2. Toplam gerilme analizi

Efektif gerilmeye temel alan analizler sadece sahada efektif gerilmelerin bulunabildiği durumlarda kullanılabilir. Yani, sadece hidrostatik boşluk suyu basıncının olduğu durumlarda mümkündür. Bu işlem son derece kolaydır fakat aşırı boşluk suyu basıncı olduğu zaman karışık olabilir. Örnek olarak, doymuş kil üzerine bir temel inşa edildiğinde uygulanan yük, daha önce açıklandığı gibi yüzeyde aşırı boşluk suyu basıncı oluşturur. Ayrıca, bazı zeminde kayma etkisi olduğu zaman da aşırı boşluk suyu basıncı gelişmektedir. Bu aşırı boşluk suyu basınçlarının hesaplanması genel olarak zordur. Boşluk suyu basıncının hesaplanamadığı bu gibi durumlarda, efektif gerilmenin büyüklüğünün bilinmesi ve yukarıdaki eşitliğin çözülmesi olağan olmayabilir.

Geoteknik mühendisleri bu güçlüklerden dolayı boşluk suyu basıncının hesaplanamadığı problemleri efektif gerilme yerine toplam gerilmeye dayalı olarak çözmek durumunda kalmaktadırlar. (Bowles, 1990)

2.2.4. Hacim değişimi ve ilave boşluk suyu basıncı

Yapı yüklerinin zemine aktarılması sonucunda oluşan normal gerilme ve kayma gerilmesi, zemin boşluklarında hacim değişimi ve boşluk suyu basıncı artışına neden olur. Zeminin doygun olması durumunda bu hacim değişimi, daha önce açıklandığı gibi aşırı boşluk suyu basınçları oluşturur. Ancak, aşırı boşluk suyu basınçlarının bu şekilde oluşması, suyu daneler arasındaki boşluklardan dışarı atmaya zorlayan ve bu basınçların sönmelenmesine neden olan bir hidrolik eğim oluşturur.

Geoteknik mühendisliği bu iki süreci genellikle iki drenaj şartını göz önüne alarak hesaplamaktadır: drenajlı ve drenajsız şartlar. Drenaj hızının yükleme hızından büyük olması durumunda aşırı boşluk suyu basıncı düşük ve kısa süreli olur. Bu duruma “drenajlı şart” denir. Yükleme hızının çok düşük, drenaj hızının çok yüksek veya her ikisinin mevcut olduğu durumda gelişir.

Boşluk suyu basıncının her zaman drenaj koşullarının mevcut olduğu konumda hidrostatik basınca eşit olduğu varsayılır. Bu işlem hem çok elverişlidir hem de hesaplamaları sadeleştirmektedir. Yukarıdaki durumun aksine, drenaj hızının yükleme hızından düşük olması durumunda, zeminde önemli derecede aşırı boşluk suyu basıncı oluşur. Bu durumda “drenajsız şart” denir. Yükün çok hızlı uygulandığı veya zemin drenajının çok yavaş olduğu durumda gelişir. Aşırı boşluk suyu basınçlarının hesaba katılması gerekliliğinden dolayı “drenajsız şart”ın analizi daha zordur.

2.2.5. Suya doygun zeminlerin kayma direnci

2.2.5.1. Suya doygun kumların ve çakılların kayma direnci

Kum ve çakıllarda hidrolik iletkenliğin çok yüksek olmasından dolayı drenaj hızı yüksektir. Başka bir deyişle, bu zeminlerde gelişebilecek herhangi aşırı boşluk suyu basıncı, suyun bu zeminlerde çabuk ve kolay akışı nedeniyle çok çabuk sönmelenir. Ayrıca, temeller üzerine yüklenen yüklerin çoğu genellikle birkaç gün veya haftalık süre içinde yüklenen ölü veya hareketli yüklerdir. Bu yükleme hızı kum ve çakıllardaki drenaj hızından çok daha yavaştır. Bu nedenle kumlar ve çakıllar

üzerinde temel tasarımı yaparken hemen her durumda drenajlı şartların olduğu varsayılır. Bundan dolayı, boşluk suyu basıncı hidrostatik basınca eşit olup, düşey efektif gerilmenin hesaplanması mümkündür. (Bowles, 1990)

Efektif kohezyon c_1 ve efektif kayma direnci açısı ϕ_1 laboratuvar veya arazi deneylerinden elde edilebilir. Temiz veya siltli kumlar ve çakıllar SM, SP, SW, GM, GP, GW için $c_1=0$ alınması en doğru yoldur. Killi kum ve çakıllarda SC, GC bir miktar kohezyon mevcut olabilir fakat, arazide mevcut olmayabileceği düşünülerek dikkatli bir şekilde kullanılmalıdır.

Son olarak, c_1 , σ_1 , ϕ_1 değerleri bulunduktan sonra kayma mukavemeti hesaplanabilir.

2.2.5.2. Suyu doymuş killerin ve siltlerin kayma direnci

Yeraltı suyunun, yeraltı suyu seviyesinin altındaki alanda suyla doyurulduğu bilinmektedir. Yeraltı suyu seviyesine duyarlı toprakların üzerinde belirli bir yüksekliğe kadar kılcal etkiye sahip suya doymuş olduğu bilinmektedir. Bu nedenle doymuş killi toprakların temel mühendislik problemlerinde davranışını belirlemek gerekir. (Yıldırım, 2014)

Killerin hidrolik iletkenliği, kumlarınkinin yaklaşık olarak milyonda biri kadardır. Bu nedenle bu zeminlerdeki drenaj hızı çok yavaş olup, yükleme hızına kıyasla çok düşüktür. Bu yüzden, bu tür zeminlerde tipik olarak drenajsız şartlar söz konusudur. Bunun anlamı, yükleme sırasında ve hemen sonrasında bu zeminlerde önemli derecede aşırı boşluk suyu basınçları oluşması demektir.

Siltlerin hidrolik iletkenliği killerinkinden büyüktür fakat, yine de kumlarınkinden çok küçüktür. Bir kez daha ifade etmek gerekir ki, aşırı boşluk suyu basıncının sönmelenmesi için daha kısa süre gerekli ise de, bu tür zeminlerde de drenajsız şartlar geçerlidir. Göçme için en muhtemel zaman, inşaattan hemen sonraki andır. Bu nedenle temeller normalde bu kritik an için belirli bir minimum emniyet faktörü ile tasarlanır. Bunu başarmak için, aşırı boşluk suyu basıncının ya doğrudan ya da dolaylı olarak göz önüne alınması gerekir.

Zeminin tamamen doymun ve drenajsız olduğu durumda yeni uygulanan yüklerin tamamı boşluk suyu tarafından karşılandığından $0 < \phi$ olsa bile $\phi=0$ 'dır. Bu işleme “ $\phi = 0$ ” analizi ve kayma mukavemetine de drenajsız kayma mukavemeti cu denir. cu 'nun tipik değerleri Çizelge 2.2'de verilmiştir. Bu değerler kesin olmayan analizlerde veya laboratuvar deney sonuçlarının karşılaştırılmasında kullanılabilir.

Çizelge 2.1. Drenajsız kayma direnci değerleri

Kıvam	Drenajsız kayma mukavemeti, cu (kPa)
Çok yumuşak	< 12
Yumuşak	12-25
Orta	25-50
Katı	50-100
Çok Katı	100-200
Sert	> 200

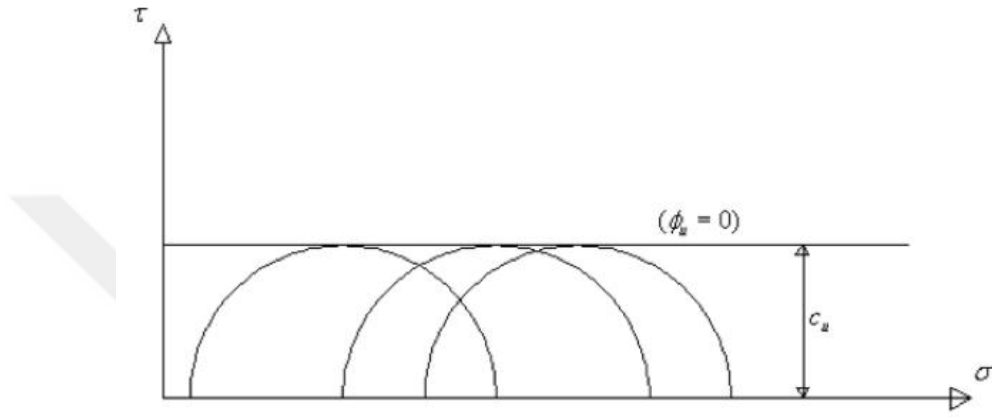
Laboratuvar ve arazi deney sonuçlarına dayalı olarak her drenajsız tabaka için genellikle uygun bir cu değeri tayin edilir. Geoteknik analiz yöntemlerinin çoğunda bu cu değeri doğrudan kullanılmaktadır. Diğer analiz yöntemleri kayma mukavemetinin tanımının c ve ϕ değerleri kullanılarak yapılması gerekir. Bir yüzey tabakası homojen bile olsa cu gerçekte o tabakanın tamamında büyük olasılıkla sabit değildir. Bir yüzey tabakasının alt kesimleri üzerine gelen daha büyük yüklerden dolayı konsolide olması ve bu şekilde kayma mukavemetinin yüksek olması nedeniyle cu genellikle derinlikle birlikte artmaktadır. Sığ kesimleri belirli bir zaman aralığında kurumuş ve kabuk oluşturmuş ise bu tabakaların kayma mukavemeti daha yüksek olabilir. Son olarak, yüzeylerde doğal olarak bulunan ve tekdüzeliği bozan unsurlar cu 'da değişimlere neden olur. Ya ortalama bir değer alınarak ya da zemini daha küçük tabakalara ayırarak bu değişiklikler dikkate alınmış olur. (Ou, 2006)

2.2.5.3. Killerin kayma direnci

Arazide bir kil tabakası uygulanan yük altında konsolidasyona uğramadan ve hızlı

olarak yüklenmesi durumunda kayma direnci, konsolidasyonsuz drenaj (UU) deneylerle bulunabilmektedir. Bu durumda kayama mukavemeti zarfı şekil 5’de görüldüğü gibi yatay bir doğru olmaktadır. ($\phi_u = 0$) Bu durumda, drenajsız kohezyon katsayısı c_u ile tanımlanmakta.

$$\tau = c_u \quad (3)$$



Şekil 2. 6. (UU) Deney sonuçları için kayma mukavemeti zarfı.
(Altun, 2013)

Arazideki kil tabakasının konsolide olduktan sonra, hızlı yüklemeye (veya drenajsız yüklemeye) tabi olacağı durumlarda, kayma mukavemetinin konsolidasyonlu- drenajsız deneylerle saptanması mümkün olmaktadır. (Macnab, 2002)

2.2.5.4. Suya doymun ara zeminlerin kayma direnci

Şimdiye kadar açıklanan konuların temelleri farklı kategorilere ayrılmıştır. Kum ve çakılda, statik yüklem sırasında aşırı gözenekli su basıncı gelişmez ve bu toprak değerlemesi etkili stres analizi ve hidrostatik gözenekli su basıncı için kullanılabilir. Aksine, erozyon ve çiller aşırı gözeneklilik baskısı yaratır ve bu alanların daha kapsamlı bir analizini gerektirir. Bu topraklarda duyarlılık ve verimlilik sorunları olabilir. “Gerçek” zeminlerin çoğu bu iki kategoriden birine uysa bile, diğer bazı zeminler bu iki uç arasında bir yerde davranış sergileyebilirler. Bunların davranışı tipik olarak drenajlı ile drenajsız arasında bir yerdedir. Yani bunlarda bir miktar boşluk suyu basıncı oluşsa bile killerdeki kadar değildir. Aralarında kesin sınırlar

olmasa da, bu ara zeminler birleşik sınıflamada tipik olarak SC, GC, SC-SM veya GC-GM ile birlikte bazı SM, GM ve ML türü zeminleri kapsamaktadır. (Xanthakos, 1994)

2.2.5.5. Suya doymun olmayan yüzeylerin kayma direnci

Şimdiye kadar açıklanan konularda doymun ($S = \%100$) olan yüzeyler üzerinde durulmuştur. Doymun olmayan ($S < \%100$) yüzeylerin kayma direnci daha büyük olmakla birlikte değerlendirilmesi daha zordur. Ne var ki, pek çok mühendislik projesinde bu tür yüzeyler ile karşılaşılmaktadır ve bunları değerlendirmek için geoteknik mühendislerinin bazı yöntemlere ihtiyacı vardır. Bu tür yüzeyler için doymun yüzeylerdeki gibi oturmuş uygulama standartları bulunmamaktadır'. (TS EN1538, 2001)

Doymun olmayan yüzeylerde ek direncin bir kısmı negatif boşluk suyu basıncından oluşmaktadır. Bu negatif boşluk suyu basınçları efektif gerilmeyi artırmakta ve böylece kayma direnci arttırmaktadır. Ancak, bu ek direnç çok küçük olup, yüzeyin ıslatılmasıyla kolayca giderilebilir.

Geoteknik mühendisleri genellikle nemli olmaları için kontrolsüz topraklarla aynı şeyi tasarlar. Bu ıslanma, yükselen bir yer altı su seviyesinden, kötü yüzey drenajından, kırılan boru hatlarından veya diğer nedenlerden kaynaklanabilir. Bu nedenle, laboratuvarında dayanım deneyleri yapılmadan önce yüzey numuneleri genellikle doyurulur veya suda bekletilir. Bunu yapmaktaki amaç, görünür kohezyonun ortadan kaldırılması ve böylece ve en kötü arazi şartlarını oluşturmaktadır. Bundan sonraki aşamada, Mümkün olan en yüksek yer altı suyu seviyesi mevcut duruma göre önemli ölçüde artırılabilir ve pozitif boşluk suyu basıncı buna göre hesaplanır. Son olarak, yer altı su seviyesinin üzerindeki yüzeyler için olduğu

$u = 0$ varsayılır.

2.3. Kazı Metotları

Yukarıda örneklendirildiği gibi birçok farklı metotla kazı yapılabilir. Bu metotlar aşağıda özetlenecek olup bunlardan bazıları şöyle sıralanabilir; (Macnab,

2002)

Serbest şevli kazı, kuyu tipi duvar, aç kapa, top down kazı, ada kazısı, anolu kazı, destekli kazı, zemin çivili kazı, öngermeli ankrajlı kazı.

2.3.1. Serbest şevli kazı metodu

Kazı sahasının büyük olduğu durumlarda yüzeyin mühendislik parametrelerine (Φ , c) göre belirlenen şev ve palyelerden oluşan kazı sistemidir.

Sistemin en büyük artısı herhangi bir iksa duvarı veya yanıl destek sistemine gerek olmaması, nedeniyle maliyetinin ucuz olmasıdır. Ancak kazı derinliği arttıkça ve/veya yüzey kendini tutamayan cinsten ise kazı miktarı ile kazılan yerin geri dolgu miktarı artacağından serbest şevli kazı yönteminde maliyet artmaktadır. Bu nedenle bu sistemde kazı derinliği ve yüzeyinin özelliği büyük rol oynar. Şekil 7’de serbest şevli kazıya ait bir resim görölmektedir. (BS 8081, 1989)

2.3.2. Kuyu tipi duvar metodu

Kuyu tipi istinat duvarları imalatı için yeter genişlikte ve desteksiz halde stabilitesini sağlayacak derinlikte kazı yapıldıktan sonra yatay desteklerle kuyu desteklenir. Bu işlem, projede belirtilen kuyu tabanına kadar devam ettirilir. Kuyu istenilen derinliğe indirildikten sonra betonarme perdenin kalıp ve donatısı hazırlanır. Beton dökümünde ise tremi borusu kullanılmalıdır.

Kuyu tipi betonarme perdeler kumtaşı, kıltaşı gibi kaya özelliği gösteren zeminlerde uygulanması iyi sonuçlar verirken yeraltı suyu seviyesinin kuyu derinliğinin altında olması gerekmektedir.

Kuyu tipi istinat duvarına örnek aşağıda Şekil 2.7’de verilmiştir.



Şekil 2. 7. Kuyu tipi istinat duvarı (Alkaya, 2011)

2.3.3. Aç – kapa kazı metodu

Aç – kapa kazı metodu, tünel gibi dar ve uzun yapıların inşasında kullanılmaktadır.



Şekil 2. 8. Aç-kapa istinat duvarı (Alkaya, 2011)

Bu yöntemde önce istinat yapısı inşa edildikten sonra kazı yapılır. Amaçlanan yapı yerleştirildikten / inşa edildikten sonra kazı alanı kapatılır.

2.3.4. Yukarıdan – aşağıya (top – down) inşaat metodu

Geleneksel yöntemlerde üst yapının yapısından aşağıya inerken, üst aşağı inşaat yönteminde üst yapı kazıya paralel olarak üretilir ve 1. kattan indirilir. Yukarıdan aşağıya inşa yöntemi ile yapılan derin kazılarda, her şeyden önce iksa duvar yapılır. Daha sonra ilk aşamada kazılır ve ilk olarak bodrum katı inşa edilir. İkinci katın zemini de aynı şekilde inşa edildikten sonra kazı istenen derinliğe kadar devam eder ve binanın temeli yapılır.

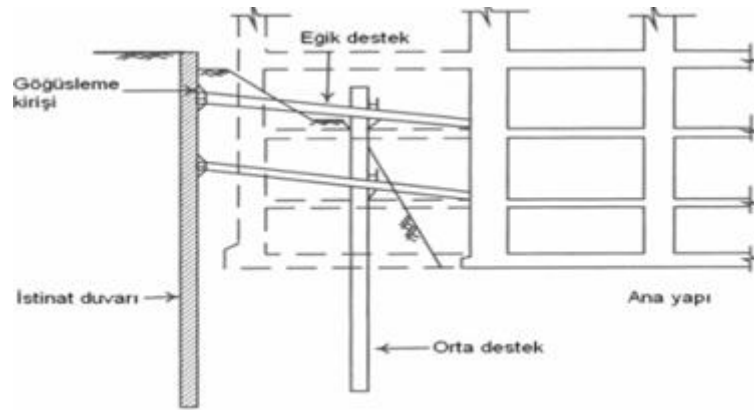
Bu sistemde, iksa duvarı üst yapının destek elemanı olarak görev yapar, ancak döşeme ve kirişler iksa sistemini destekleyen yanal bir destek görevi görür.

Top – down metodunun avantajları arasında üstyapı inşaatının iksaya paralel olarak inşası ile inşaat süresinin kısalması ile bina döşemeleri ve kirişlerinin kuşak kirişlerine nazaran daha rijit olması iksa sisteminin ve dolayısıyla kazının güvenliğini arttırmaktadır.

Diğer yandan, üstyapı bodrum katlarının kazıyla beraber inşa edilmesi hafriyatın çıkarılmasında birtakım engeller teşkil edebilmektedir. Ayrıca bodrum katlarının inşasında ortamda ışıklandırma ve havalandırmanın iyi yapılmaması halinde işçilik kalitesinin düşmesine neden olabilecektir.

2.3.5. Ada kazısı metodu

Bu şekilde, köprü duvarı yapıldıktan sonra, gölge duvarı yakınında kazı yapılmamaktadır. Bunun yerine, kazı alanı önce delinir ve üst yapı başlar. Yüksek yapı istenen yüksekliğe ulaştığında, toprağın sondajı başlar. Bu aşamada, kapak ve / veya yatay çelik destekler, ağırlık kaldırma ile desteklenmeyen iksa duvarının desteklenmesi için üst yapıya dayanan Şekil 2.10'da gösterildiği gibi monte edilir.



Şekil 2. 9. Ada kazısı yöntemiyle yapılan bir kazı (Altun, 2013)

Bu yöntemin en büyük avantajı, daha az derinliğe sahip kıyı kazılarının diğer yöntemlerden daha kısa sürede tamamlanmasıdır. Diğer bir avantaj ise , yanal çelik desteklerin veya sökme parçalarının desteğinin, desteklenen kazılara kıyasla nispeten küçük olması ve bu nedenle kurulum ve yıkım işleminin düşük olmasıdır. Ek olarak, yanal destek uzun olduğu için yük taşıma kapasitesi yüksek olacaktır. (Evirgen, 2015)

Bunun haricinde, ada kazısı yöntemiyle yüksek su basınçlarının söz konusu olduğu zeminlerde karşılaşılan ankraj imalatı zorluklarından kaçınılabilmektedir.

Bu yöntemi uygulamak için, şantiye, üst yapının yeterli bir bölümünü oluşturacak kadar büyük olmalıdır. Ancak, ada ve iksa duvarları arasındaki yamaçların genişliği ve yüksekliği ortada kalmalı, böylece stabilite soruna neden olmayacaktır. Bununla birlikte, yamaçlardaki stabilite eksikliğine rağmen, yamaçların sağladığı pasif direnç açıktan daha küçük olacaktır. Bu durumda, özellikle yumuşak topraklarda, kazı sistemi, kazı çukuru çevresinde geniş bir yanal yer değiştirme ile birlikte analiz edilmelidir.

Bu kazı yönteminin en büyük dezavantajı, su sızıntısı problemi ve üst yapının yapımında soğuk derz oluşumlarıdır.

2.3.6. Anolu kazı metodu

Geniş açıklıklı derin kazılarda küçük açıklıklı cephede meydana gelen deformasyonların büyük açıklıklı cephede meydana gelen deformasyonlara oranla daha küçük olduğu ve deformasyonların kemerlenme etkisinin az olduğu cephe ortasında pik yaptığı gerçeğinden yola çıkarak geniş açıklıklı cepheleri 2 veya daha fazla anoya bölerek yapılan kazıya anolu kazı denmektedir. Bu yöntemde, en fazla deformasyonun beklendiği bölgelerde oluşacak kemerlenme etkisiyle deformasyonlar büyük oranda azalacağından kazı güvenliği sağlanmış olacaktır. (Ural, 2015)

2.3.7. Destekli kazı metodu

Destekli kazılar; yatay ve diyagonal desteklerden, köşe desteklerinden, göğüsleme kirişinden ve merkez direklerinden meydana gelmektedirler.

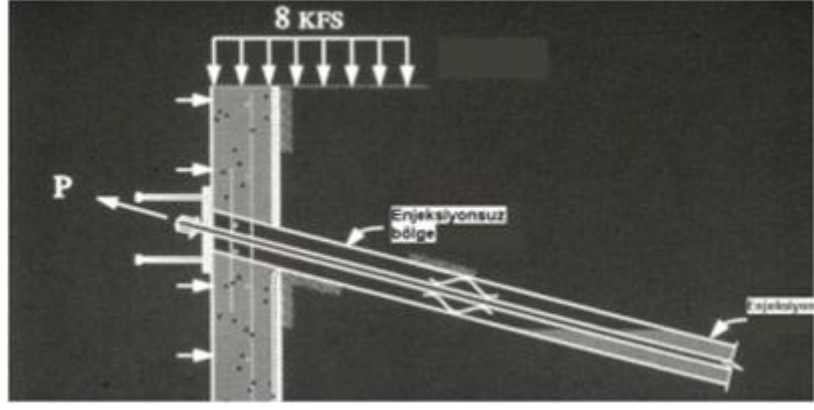
Yatay kümeler, çapraz blokların yükünü azaltmak için kullanılan yatay desteklerin üzerindeki yükü desteklemek üzere tasarlanmıştır. Köşe dirsekleri üretim için yer kazanmak için çapraz köşeye yerleştirilmiştir. Zemin ışınları, zemindeki basıncı yatay ve çapraz bantlara yaymak için kazı işine bakan depolama duvarının kenarına yerleştirilir. Merkez kutup pozisyonu, yatay desteklerin ağırlığından dolayı yere dikey yükleri iletmektir.



Şekil 2. 10. Destekli kazı (Altun, 2013)

2.3.8. Zemin çivili (pasif ankrajlı) kazı metodu

Herhangi bir germe işlemine tabi tutulmadıklarından pasif ankraj olarak da adlandırılan yüzey çivileri Şekil 11’de görüldüğü gibi zemin içine yerleştirilen ve foraj kuyusunun uç noktasından kuyu ağzına kadar enjeksiyonlanan çelik çubuklardan meydana gelmektedirler.



Şekil 2. 11. Yüzey çivisine ait bileşenler (Gökçek, 2014)

Yüzey çivisinin çalışma prensibi, bir yamaçta donatı gibi çalışarak yamacı güçlendirmek ve yamacın tek bir parça gibi çalışmasını sağlamaktır.

Yüzey çivisi olarak genelde BÇ III (420 MPa) beton çelikleri kullanıldığı gibi yüksek mukavemetli (1035 MPa) çelik çubuklar da kullanılmaktadır.

2.3.9. Öngermeli ankrajlı kazı yöntemi

Öngermeli ankrajlar, istinat duvarına gelen yükleri kayma kaması dışında kalan zemine veya kayaya taşıtarak kazının güvenliğini sağlarlar.

Destekli kazılarda olduğu gibi yanal destekler olmadığından ferah çalışma alanı sağlamaları, konsol istinat yapılarında olduğu gibi kalın en kesitlere ihtiyaç duyulmaması, kazının yataya dik yapılmasına olanak sağlayarak yerden kazanma, kısa sürede imal edilme ve düşük maliyetli olmaları ankrajların avantajları arasındadır.

Yer altı suyu basıncının yüksek olduğu yerlerde delgi yapmanın zorluğu, düşük taşıma gücüne sahip zeminlerde ankraj kapasitesinin düşük olması ise ankrajların dezavantajları arasındadır.

2.4. İstinat Duvarı Tipleri

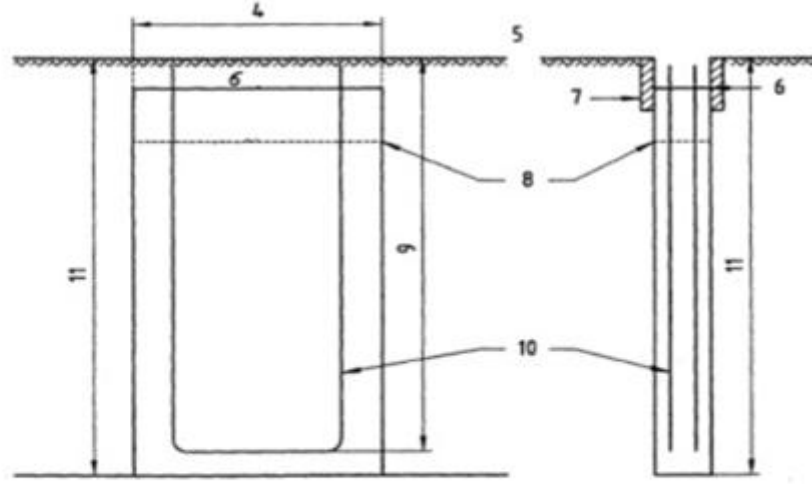
2.4.1. Diyafram duvarlar

Diyafram duvarlar çok katlı yüksek binalar, yer altı otoparkları, endüstriyel tesisler, hidroelektrik santraller, deniz veya nehir kenarı termoelektrik santraller, pompa istasyonları, atık su arıtma tesisleri, tanklar ve depolar ve derin şaftlar gibi birçok yapının inşasında kullanılmaktadırlar.

Diyafram duvarlar, yer altı suyu seviyesinin altında kalan, hidrolik geçirgenliği yüksek zeminlerde temiz veya kirli yer altı suyunu veya başka sıvı maddeleri kazı içine sızmasını engelleyerek sızdırmazlık perdesi işlevi görürler. Ayrıca sızdırmazlık işlevinin yanında, kalıcı yapının yük taşıyan yapı elemanı olarak da kullanılabilirler diyafram duvarlar.

Diyafram duvarların diğer bir özelliği ise oldukça rijit bir yapıya sahip olmalarıdır. Dolayısıyla kazı sonucu oluşacak yatay ve düşey yer değiştirmeler diğer istinat duvarlarına göre oldukça düşük olacaktır. Bununla beraber bu sistemde, duvar kesitleri artacak ve böylece maliyetler de yükselecektir. Bu sebeple diyafram duvara etkileyen momentleri azaltmak için ankrajlar kullanılmaktadır.

Diyafram duvarın kazısına başlamadan önce kazı makinesinin (freze) kazı esnasında doğrultusundan şaşmaması, kazı sürerken frezenin ve karışımın uyguladığı darbe ve yanal basınçlara karşı kuyunun yan cephelerini koruyarak göçmesini engellemek için kılavuz duvarlar inşa edilir. Kılavuz duvarların inşa edilmesiyle diyafram duvarın kazısına başlanır. Diyafram duvarlar Şekil 2.12' de gösterilen panellerden meydana gelmektedir.



Anahtar	
1	Duvar kalınlığı
2	Donatı kafesinin yatay uzunluğu
3	Kafesin genişliği
4	Panel uzunluğu
5	Platform seviyesi
6	Beton döküm seviyesi
7	Kılavuz duvar
8	Duvar üst seviyesi
9	Donatı kafesinin düşey uzunluğu
10	Donatı kafesi
11	Kazı derinliği

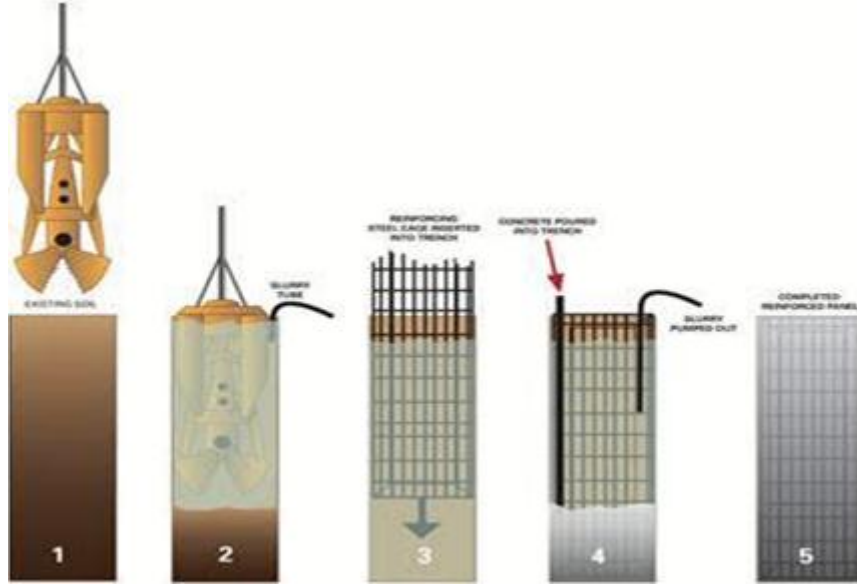
Şekil 2. 12. Panel geometrisi (Engin, 2008)

Panel uzunluğu ne kadar fazla olursa daha az birleşim noktası olacağından sızdırmazlık daha fazla olacaktır. Bununla birlikte, belirli bir uzunlukta daha uzun bir beton döküm uzunluğundan sonra, soğuk birleşme olasılığı ortaya çıkacaktır.. Bu nedenle panel genişlikleri genelde 3,5 ile 4,5 m olarak seçilirler .

Duvarın ankrajlarla desteklenmesi halinde ankraj aralığı ve kapasiteleri, panel uzunluğunu etkileyen diğer bir unsur olarak karşımıza çıkacaktır.

Diyafram duvar imalatında bir yandan freze ile panel kazılırken bir yandan da özellikleri Çizelge 2’de verilen bentonit bulamacı ile kuyu stabilitesi sağlanır. Kazı bittikten sonra iki komşu panelin birbirine kenetlenmesi için panel ucuna “uç tüpleri” yerleştirilir . Ardından önceden hazırlanmış donatı kafesi kuyuya indirilir. Son olarak, tremi boruları vasıtasıyla panele beton dökülür .

Diyafram duvar imalatı safhalarıyla birlikte Şekil 2.13’ de verilmiştir.



Şekil 2. 13. Diyafram duvar imalatı safhaları (Engin, 2008)

2.4.2. Bentonit bulamacının özellikleri

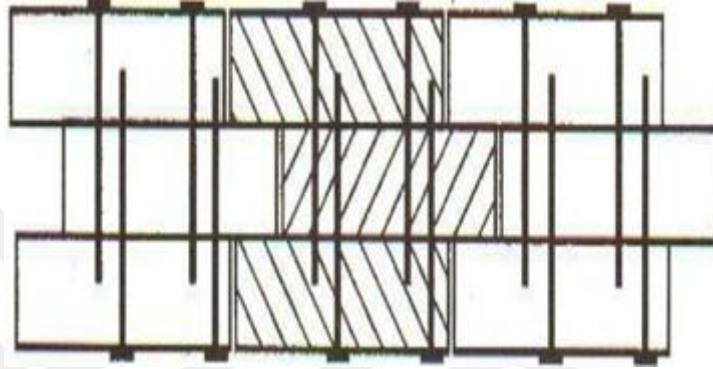
Bentonit bulamacının kullanım amacı yer altı suyu seviyesinin yukarıda olduğu zeminlerde istinat yapısı için yapılan kazı sırasında çıkarılan zeminin yerine kuyuyu doldurarak kuyu stabilitesini sağlamaktır. Bu sebeple, bentonit bulamacının özellikleri TS EN 1538 de tanımlandığı üzere, Çizelge 2.3’ deki gibi olmalıdır.

Çizelge 2.2. Bentonit Süspansiyon Özellikleri

Özellik	Kullanım Safhaları		
	Taze	Tekrar Kullanım İçin Hazır	Betonlamadan Önce
Birim Hacim Kütle (g/ml)	< 1,10	< 1,25	< 1,15
Marsh Değeri (s)	32-50	32-60	32-50
Akışkan Kaybı (ml)	< 30	< 50	-
pH	7_11	7_12	-
Kum Muhtevası (%)	-	-	< 4
Filtre Keki (mm)	<3	<6	-
Dikkate Alınmaz			

2.4.3. Palplanş perdeler

Diyafram duvarlarda olduğu gibi toprak y¼klerini karşılamann yanı sıra sızdırmazlık da sağlayan elik palplanş perdeler ¼nceden erkek – dişi uçlara sahip birbirine geçmeli ahşapların zemine çakılmasıyla yapılmaktaydı.



şekil 2. 14. Ahşap palplanş perde (Alkaya,2010)

Amerika'da 1890'larda yapılan ve 20. y¼zyılın başlarında en yaygın olarak kullanılan elik saclar, 6 ve 12 mm kalınlığındaki Z-tipi palplanşlardır. Yanal basıncın y¼ksek olmadığı durumlarda, U şeklindeki tabakalar daha az yaygın ayrıntılarla kullanılır, ¼nk¼ bunlar daha b¼y¼kt¼r. Z ve U tipi palplanşlara ¼rnek resimler şekil 2.15 ve şekil 2.16'da g¼r¼lmektedir.



şekil 2. 15. Z tipi palplanş (Alkaya, 2010)

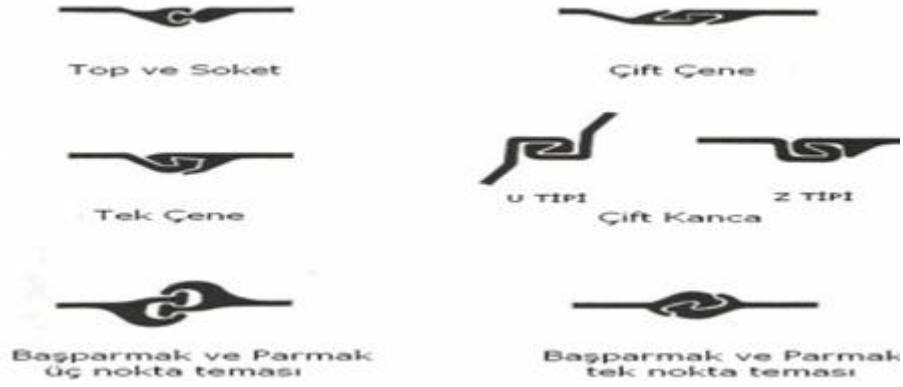


Şekil 2. 16. U tipi palplanş (Alkaya, 2010)

Palplanş perdeler sıcak ve soğuk işlem ile şekil verilmelerine göre farklı bağlantı detaylarına haizdirler. Sıcak işlem gören palplanşların bağlantı detayları Şekil 18'de; soğuk işlem gören palplanşların bağlantı detayları Şekil 2.17'de verilmektedir .Bunlardan sıcakta şekil verilen palplanşların su sızdırmazlığı daha fazladır.

Palplanş perdelerin diğer sızdırmazlık perdelerine karşı en büyük avantajı tekrar kullanılabilir olmalarıdır. Ayrıca diyafram duvarlarda olduğu gibi bentonit çamur tankı gibi inşaat için gerekli ek bir alan kaplayan ünitelere ihtiyaç yoktur.

Bununla beraber palplanş perdenin çakımı sırasında ortaya çıkan gürültü ve vibrasyonun çevreye karşı olumsuz etkileri palplanş perdelerin şehir içinde kullanımını sınırlayan faktörlerdendir. Ayrıca şehir içinde kullanıldıklarında etraftaki bina yoğunluğundan dolayı palplanş perdelerin geri çıkarılmasında kullanılan vinç ve gerekli ekipman için çalışma alanının kısıtlı olması, iyi planlanmadığı takdirde, palplanş perdelerin zeminden çıkarılmasına müsaade etmemektedir. Diğer bir dezavantajı ise zorlu zemin koşullarında palplanş perdenin sürülmesi sırasında hasar alarak yırtılma ihtimali olmasıdır. Ayrıca palplanş perdeler kazık ve diyafram duvarlardan daha az rijitliğe sahip olduklarından kazıda yatay yer değiştirmeler daha büyük olacaktır.



Şekil 2. 17. Soğukta şekil verilen palplanş bağlantı detayları (Altun, 2013)

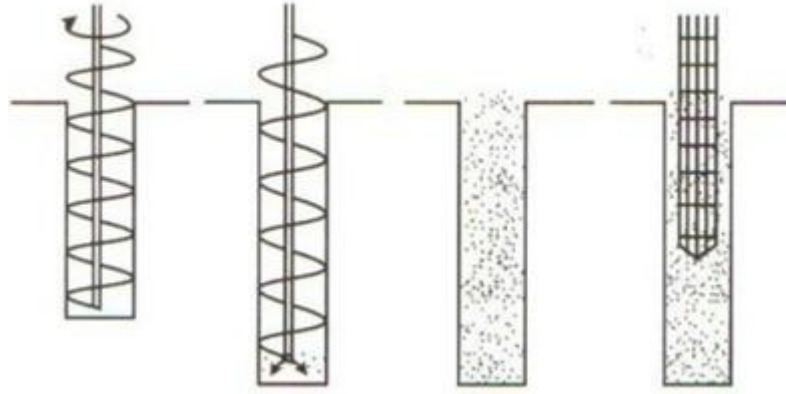


Şekil 2. 18. Palplanş bağlantı detayları (Altun, 2013)

2.4.4. Kazıklı istinat duvarı

Kazıklı istinat duvarları fore kazık ve çakma kazık olmak üzere 2'ye ayrılır. Çakma kazıklar, önceden imal edilen prekast betonarme kazıkların veya çelik profillerin zemine çakılması veya vibrasyonla sürülmesiyle inşa edilmektedirler.

Fore kazıklarda ise imalat, auger, karotiyer, rotary ile zeminde delgi yapıldıktan sonra donatı kafesi veya çelik profilin yerleştirilmesini takiben kuyuya beton dökülmesiyle yapılmaktadır. "Bu tip imal edilen fore kazıkların çapları 60 ile 200 cm arasında değişmektedir. Fore kazık imalatında izlenen diğer bir yöntemde ise oyuk gövdeli auger ile delgi sonrası augerin içinden verilen basınçlı enjeksiyonla kuyu içinde kalan artıkların dışarı atılıp kuyunun enjeksiyonla dolması sağlanır ve donatı kafesi veya çelik profil kuyuya indirilir". Bu tip kazıklarda çap 30 ile 60 cm arasında değişmektedir. Konuyla ilgili resim Şekil 2.19'da görülmektedir.



Şekil 2. 19. Kazıklı istinat duvarı (Gökçek, 2014)

Fore kazıklı istinat duvarlarının diğer istinat duvarlarına avantajları arasında imalat sırasında çakma kazıklar veya palplanş perdelerde olduğu gibi vibrasyon ve gürültü olmaması; kazık boylarının istenilen derinlikte imal edilebilmesi, karotiyerle kayalarda imalat yapılabilmesi ve palplanş perdelerden daha rijit olmaları gelmektedir. Dezavantajları arasında ise imalat süresinin palplanş perdelerden daha uzun olması, diyafram duvarlardan daha az rijitliğe sahip olması ve etkinliğinin büyük ölçüde işçiliğe bağlı olması gelmektedir.

Kazıklar imalat şekillerine göre sınıflandırılabilirler gibi zeminde dizilimlerine göre de bağımsız dizilim, teğet kazıklar, kesişen kazıklar ve karışık dizilime sahip kazıklar olmak üzere 4 e ayrılırlar. Söz konusu kazık dizilimleri Şekil 2.20 'da gösterilmektedir.

2.4.4.1. Bağımsız dizilime sahip kazıklar

Şekil 2.20.a'da gösterilen birbirinden bağımsız olarak imal edilen bu tip kazıklar yer altı suyu seviyesinin kazı seviyesinin altında olduğu durumlarda tercih edilmektedirler. Bu tip kazıkların en büyük avantajları arasında hızlı ve ekonomik olarak imal edilmeleri gelmektedir. Ayrıca imalat sırasında gürültü seviyesi fazla olmamaktadır.

Bağımsız dizilime sahip kazıklar granüler zeminler, kohezyonlu zeminler, kayalar (sağlam kayalarda karotiyer kullanma şartıyla) için uygundur. Bununla

beraber, yumuşak killer ($c_u < 10 \text{ kN/m}^2$) ve zayıf organik zeminler için uygun değildirler .

2.4.4.2. Teğet kazıklar

Teğet kazıklar, ilk başta birbirlerinden bağımsız olarak imal edilen kazıkların (birincil kazıklar) arasına birincil kazıklara teğet olacak şekilde imal edilen ikincil kazıklardan meydana gelmektedirler. şekil 2.20.b ve şekil 2.20.c de S şeklinde ve bir hat halinde dizilen teğet kazıklar grlmektedir.

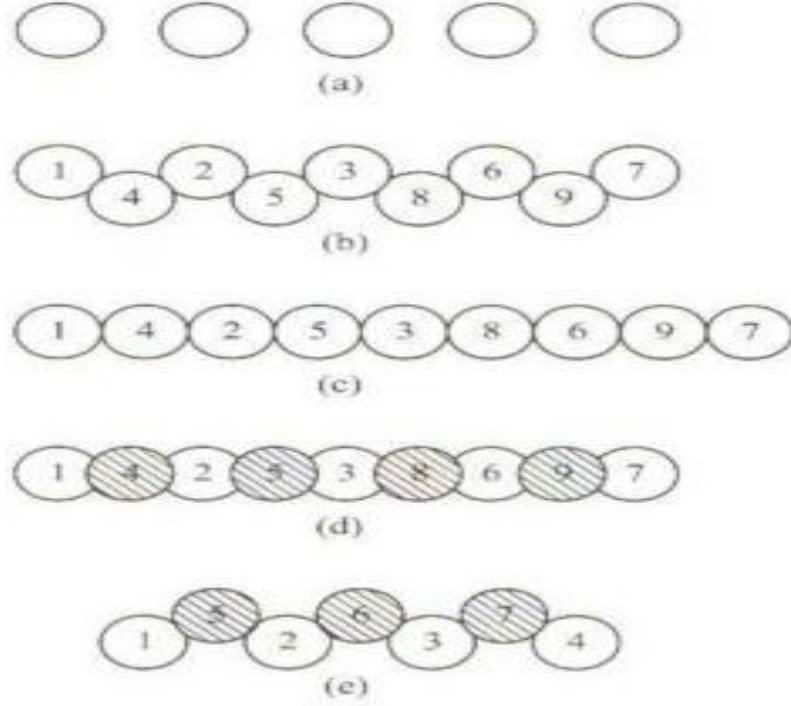
Teğet kazıklar, kazıda yer altı suyu söz konusu olduğunda, keşişen kazıklara göre imalatları daha kolay olduğundan tercih edilmektedirler. Fakat sızdırmazlıkları az olduğundan sızdırmazlığı sağlamak için kazıkların arasına ek olarak enjeksiyon uygulanabilmektedir. (Ural, 2015)

2.4.4.3. Keşişen kazıklar

Bu tip kazıklarda önce birincil (dişi) kazıklar, ardından ikincil (erkek) kazıklar imal edilir. İkincil kazıkların imalatına başlamak için birincil kazığın betonunun fazla mukavemet kazanması istenmez. Aksi takdirde ikincil kazığın imalatında birtakım güçlüklerle karşılaşılacaktır. şekil 2.20.d de keşişen kazıkların imalatında izlenebilecek sıralama gösterilmektedir. Keşişen kazıklarda dişi kazıklar donatısız, erkek kazıklar donatı kafesi veya elik profil yerleştirilerek imal edilirler. Keşişen kazık imalatı, sızdırmazlığı en iyi sağlayan kazık imalat şeklidir.

2.4.4.4. Karışık dizilime sahip kazıklar

Bu tip kazıklar önce bağımsız dizilime sahip kazıklar gibi imal edilirler. Sonra şekil 2.20.e'de gösterildiği gibi bağımsız dizilime sahip kazıkların arkasından sızdırmazlığı sağlamak maksadıyla jet grout kolonları imal edilir. Bu sistemde dikkat edilecek en önemli husus jet grout kolonlarının kalitesidir.



Şekil 2. 20. : Kazık dizilimleri: (a) Bağımsız dizilim, (b) ve (c) Teğet kazıklar, (d) Kesişen kazıklar, (e) Karışık dizilim (Gökçek, 2014)

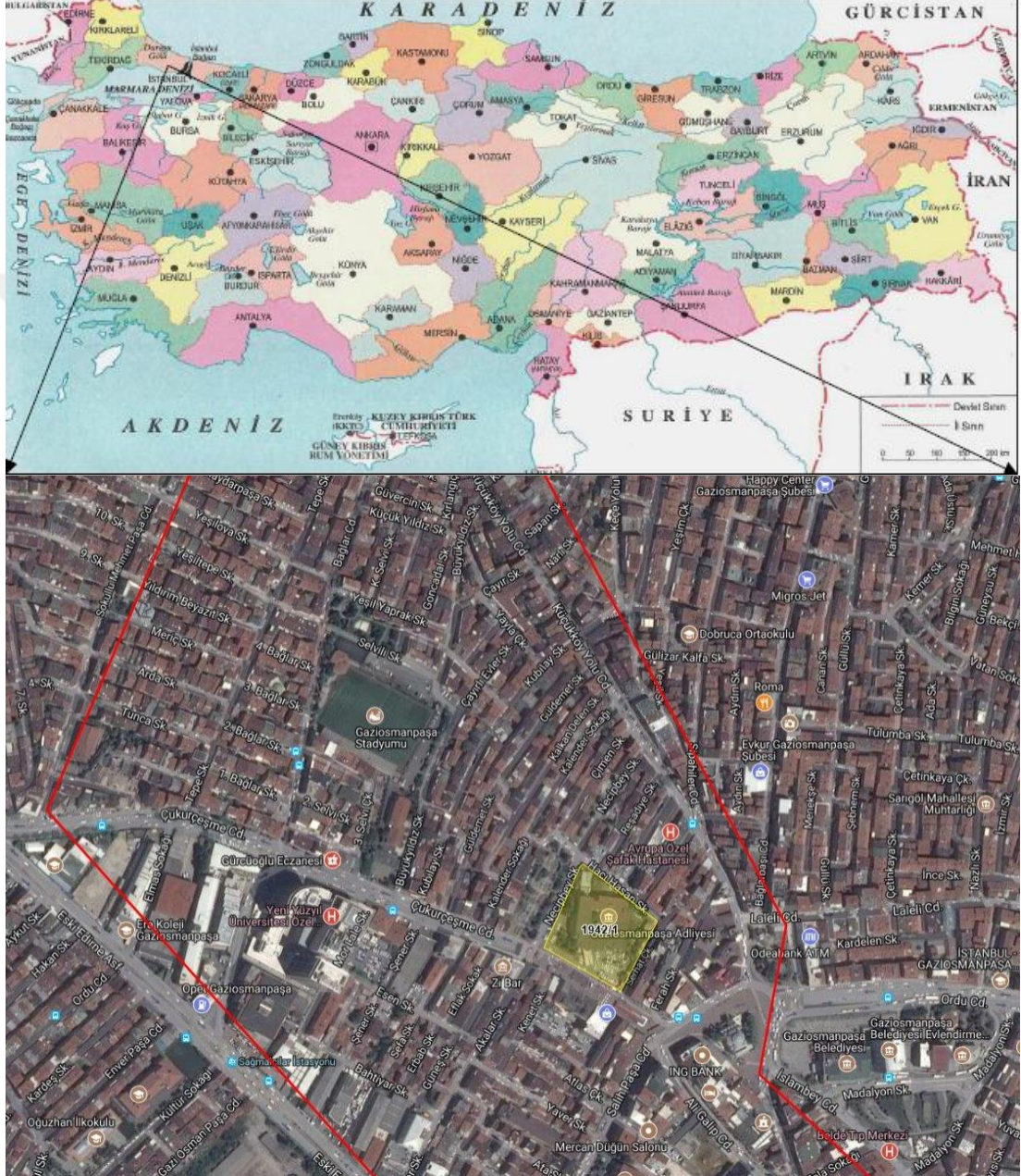
2.5. İksa Sisteminin Modellenmesi Sahada Uygulanması Ve Deplasmanların Karşılaştırılması

2.5.1. İnceleme alanı

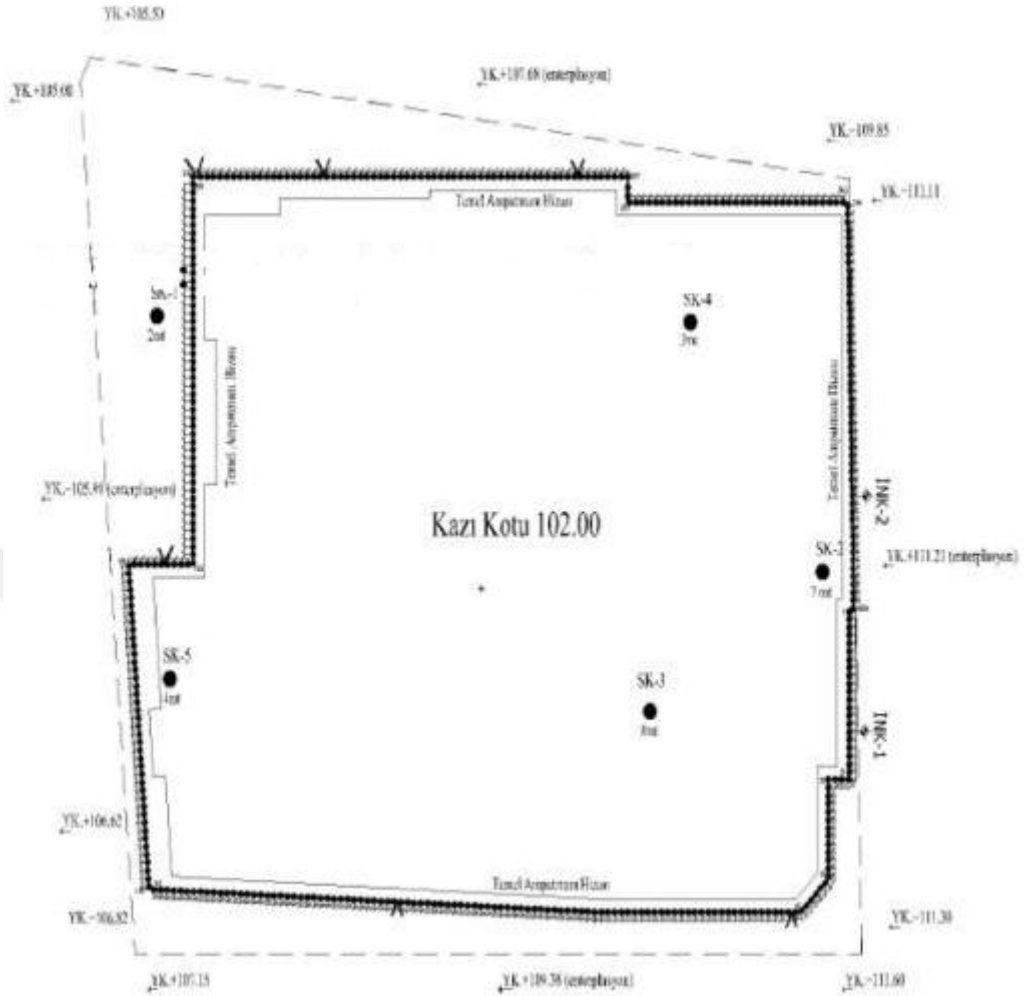
İnceleme alanı İstanbul İli Gaziosmanpaşa İlçesi 1942 Ada 1 Parselde yer almaktadır. Gaziosmanpaşa Hükümet Konağı inşaatı derin temel çukuru kazı sistemi(iksa) ile desteklenmiştir. Derin kazıda fore kazıklı, çok sıra ankraj destekli iksa sistemi uygulanmıştır. Tez çalışması kapsamında uygulaması yapılan iksa sistemi sırasında ölçülen deformasyonlar ile analiz aşamasında elde edilen deformasyonların karşılaştırılması amaçlanmıştır. Bu amaçla iksa sisteminin tasarım aşamalarına uygun şekilde inşası sırasında sahada yapılan inklinometre ölçümleri kaydedilmiş, yine tasarım aşamasındaki analizlerle elde edilen deformasyonlarla arasındaki ilişki incelenmiştir.

Yapılacak bina planda 6 bloktan oluşmaktadır. Ön 3 blok; 2 Bodrumlu otopark Arka 3 blok B+Z+3NK+ÇA' dan oluşmaktadır. Toplam yapı yüksekliği 33,75 metredir. Bina yaklaşık olarak 25 606 m² kapalı alana sahip olup temel alanı 6719 m² dir. Kazı alanı siyah kotu ortalama 111.50 m'dir. Kazı taban kotu 102 m olup Şekil

2.22’de iksa planı görülmektedir. Yapımı düşünülen bina için Bina Önem Katsayısı 1.5 olup, yapı ve zemin koşulları bakımından yüksek katlı(3 kattan çok) yapılar 2. kategoride (orta riskli) grupta yer almaktadır.



Şekil 2. 21. İnceleme alanının yerbulduru haritası.



Şekil 2. 22. İksa planı

2.5.2. Zemin durumu ve geoteknik parametreler

İnceleme alanında yapılan etüt çalışmasında 5 adet derinlikleri 10 – 15 m arasında değişen sondaj kuyuları açılmış ve zemin kaya birimlerin mukavemet ve rijitlik parametreleri belirlenmiştir.

Çizelge 2.3. Temel Sondaj Logu Kuyularına Ait Bilgiler

Bina Adı	Kuyu No	Koordinatlar			Derinlik
		x	y	z	
Resmi Kurum Binası	SK-1	4547902.3	408510.4	104.00	10
	SK-2	4547835.4	408567.5	109.30	15
	SK-3	4547833.4	408545.7	110.40	15
	SK-4	4547869.9	408573.0	107.85	10
	SK-5	4547861.5	408491.2	106.80	10

EKLER (EK-1, EK-2, EK-3, EK-4, EK-5, EK-6) bölümünde detaylandırıldığı gibi aşağıdaki zemin profillerine rastlanmıştır.

SK-1 sondajında elde edilen Zemin Profili;

0,00-2,00 m Yapay Dolgu (Yd); Koyu gri-kahve renkli, ince çakıllı, killi, kumlu,

2,00-10,00 m Grovak; Sarımsı açık kahverengi, yeşilimsi koyu kahverengi renkli kırıklı – çatlaklı ayrıışmış grovak.

SK-2 sondajında elde edilen Zemin Profili;

0,00-0,50 m Yapay Dolgu (Yd); Koyu gri-kahve renkli, ince çakıllı, killi, kumlu,

0,50-6,40 m Killi Kum; Sarımsı yeşil, açık yeşil renkli yer yer ince çakıl içeren sıkı killi kum,

6,40-15,00 m Grovak; Grovak; Sarımsı açık kahverengi, yeşilimsi koyu kahverengi renkli kırıklı – çatlaklı ayrıışmış grovak,

SK-3 sondajında elde edilen Zemin Profili;

0,00-5,00 m Yapay Dolgu (Yd); Koyu gri-kahve renkli, ince çakıllı, killi, kumlu,

5,00-8,50 m Killi silt; Sarımsı yeşil, açık yeşil renkli yer yer ince çakıl içeren sıkı killi kum,

5,00-15,00 m Grovak; Grovak; Sarımsı açık kahverengi, yeşilimsi koyu kavrengi renkli kırıklı – çatlaklı ayrıışmış grovak,

SK-4 sondajında elde edilen Zemin Profili;

0,00-2,00 m Yapay Dolgu (Yd); Koyu gri-kahve renkli, ince çakıllı, killi, kumlu zemin tabakalarından oluşmaktadır.

Geoteknik parametrelerin bulunması için deneyler yapılmıştır. Bunlardan arazide yapılanı SPT deneyidir.

2.5.3. Standart penetrasyon deneyi (spt)

Sondaj kuyularında yapılan bu deneyde, deney yapılması istenen seviyeye gelindiğinde kuyu tabanına ağırlığı 6.8 kg olan bir örnek kaşığı indirilir ve 45 cm zemine girinceye kadar çakılır. Çakma için kullanılan tokmak 63.5 kg ağırlığındadır ve düşüş yüksekliği 76 cm dir. Deneyde her 15 cm giriş için gerekli darbe sayısı belirlenir. Son 30 cm giriş için uygulanan darbe sayısı SPT olarak adlandırılır. Çalışma alanında her 1.50 metre derinlik de bir SPT yapılmıştır. Elde edilen SPT N değerlerine ilişkin düzeltmeler aşağıda verilmiştir.

a) Yer altı suyu düzeltmesi: Yeraltı suyu tablası altında yer alan ince kum veya siltli kumlarda yapıldığı durumlarda, eğer $N > 15$ ise, N değeri için aşağıdaki eşitlik kullanılarak su düzeltmesi yapılır.

$$N_{su} = 15 + 0.5(N - 15) \quad (4)$$

b) Tij enerji oranı, ER: Enerji oranı dikkate alınarak, N değerleri aşağıdaki ifade kullanılıp normalize edilir ve normalize edilmiş darbe sayıları N_{60} hesaplanır.

$$N_{60} = N_{su}(ER/60) \quad (5)$$

Türkiye’de kullanılan donut tipi şahmerdan için enerji oranı (ER)45’dir.

c) Tij uzunluğu, iç tüp ve kuyu çapıyla ilgili düzeltmeler: Bu düzeltmeler, özellikle siltli kumlar ile temiz kumlar için yapılan sıvılaşma analizleri açısından önemlidir. Yukarıda hesaplanan N_{60} değeri aşağıdaki çizelgeden belirlenen katsayılarla çarpılır.

Tij uzunluğu Düzeltme faktörü(N_t)

>10 m 1.0

6-10 m 0.95

4-6 m 0.85

3-4 m 0.75

Standart (iç tüpü olan) örnekleyici kullanılmış ise ($N_ö$) 1.0

İç tüpü olmayan örnekleyici kullanılmış ise ($N_ö$) 1.2

Kuyu çapı ($N_ç$): 65-115 mm 1.0

150mm 1.05

200 mm 1.15

d) Örtü gerilimi düzeltmesi: (Tokimatsu ve Yoshimi (1983))

$C_n = 1.7 / (0.7 + \sigma'v)$ hesaplanarak çizelgeye işaretlenir. (6)

$\sigma'v = \gamma h$

(N_1) $60 = C_n N_{60}$ hesaplanarak çizelgeye işaretlenir.

$N_{60} = N(ER/60) \cdot N_t \cdot N_ö \cdot N_ç$ formülünden hesaplanarak aşağıdaki çizelgeye işaretlenmiştir.

$N_{60} = N(45/60) \cdot N_t \cdot 1.1$

$N_{60} = N \cdot 0.75 \cdot N_t$

Çizelge 2.4. Geoteknik Parametreler

Dolgu		
Birim hacim ağırlık	γ	18 kN/m ³
Efektif içsel sürtünme açısı	ϕ'	25°
Efektif kohezyon	c'	0 kPa
Elastisite modülü	E	5000 kPa

İnce taneli birim (ML, CH):

$$\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$$

$$\text{Ortalama SPT-N}_{60} = 15$$

$$\text{Ortalama plastisite indeksi, PI} = 33$$

Drenajlı durumda içsel sürtünme açısının belirlenmesinde Gibson (1953) yaklaşımı sıklıkla kullanılmaktadır. İnce taneli birim ortalama PI = 33 için $\phi' = 28^\circ$ 'dir. Buna rağmen güvenli tarafta kalınarak seçilen $\phi' = 25^\circ$ 'dir.

Katı/sert killer için SPT verileri kullanılarak Stroud (1974) yaklaşımı ile drenajsız kayma dayanımı aşağıdaki eşitlik yardımıyla bulunabilir:

$$c_u = (f_1)N \text{ [kN/m}^2\text{]} \quad (7)$$

Ortalama PI = 33 için $f_1 = 4.6 \text{ kN/m}^2$ 'dir. Drenajsız kayma dayanımı $c_u = 4.6 \times 15 = 69 \text{ kPa}$ 'dır. Seçilen drenajsız kayma dayanımı $c_u = 60 \text{ kPa}$ 'dır.

Kohezyonlu birimin uzun dönem efektif kohezyonu (c') için Sorensen ve

Okkels (2011) yaklaşımına göre:

$$c' = 0.1c_u \quad (8)$$

$c' = 6.9$ kPa'dır. Efektif kohezyon değerinin yapım esnasında örselenmelerden etkilenebileceğinden $c' = 3$ kPa seçilmiştir.

Kohezyonlu zeminlerde drenajsız deformasyon modülü (E_u) ile SPT- N_{60} arasında aşağıdaki bağıntı kullanılabilir :

$$E_u = (1 - 1.2) N_{60} \text{ (MN/m}^2\text{)} \quad (9)$$

$$E_u = 1 \times N_{60} \text{ seçilirse}$$

$$N_{60} = 15 \text{ için } E_u = 15 \text{ MPa'dir.}$$

Kohezyonlu zeminlerde (karı sert kil) drenajlı deformasyon modülü (E') ile drenajsız deformasyon modülü (E_u) arasında aşağıdaki bağıntı kullanılabilir (Butler, 1975)

$$E' = 0.6 E_u \quad (10)$$

$$E' = 9 \text{ MPa elde edilir.}$$

Grovak

ortalama birim hacim ağırlığı, $\gamma = 25 \text{ kN/m}^3$ 'dir.

Nokta yükleme deney sonuçlarına göre ortalama basınç dayanımı 50 mm çapındaki eşdeğer numune için:

$$I_{s(50)} = (12.1 + 11.4 + 11.6 + 11.1 + 11.4 + 10.6 + 10.3 + 10.1 + 11.7 + 11.3) / 10 = 11.16 \text{ kg.f/cm}^2 = 1.094 \text{ MPa} \quad (11)$$

olarak elde edilir. Nokta yükleme indisinin 2 MPa'dan küçük olması durumunda, tek eksenli basınç dayanımı (q_u) arasında sıkça kullanılan Palmstrom (1995) ilişkisi şöyledir:

$$q_u = 14 I_{s(50)} \quad (12)$$

Tek eksenli basınç dayanımı:

$$10) q_u = 14 (1.094) = 15.3 \text{ MPa}$$

Tek eksenli basınç dayanımı sonuçları, eşdeğer nokta yükleme deney sonuçlarından yüksektir. Güvenli tarafta kalınarak nokta yükleme deney sonuçları kullanılacaktır.

Kaya kalite indeksi (RQD) : 0 - 40

Karot yüzdesi (%) : 20 - 93

Grovak birim için güvenli tarafta kalınarak tek katmanlı idealizasyon kullanılabilir. Hoek Brown yenilme kriterine göre rijitlik parametreleri belirlenmiştir. Nokta yükleme deney sonuçlarına göre tek eksenli basınç dayanımı ortalaması 15.3 MPa, jeolojik dayanım indisi, GSI = 15, sağlam kaya parametresi, $m_i = 18$ alınabilir. Temel kotuna kadar birim üzerinde kazı yapılacaktır. Mekanik kazı için örselenme mevcuttur. Dolayısıyla bozulma faktörü, $D = 0.7$ 'dir. $MR = 350$ alınırsa, 8 m kazı derinliği için eşdeğer Mohr – Coulomb yenilme kriterinden yararlanarak deformasyon modülü, $E_{r_m} = 129.4 \text{ MPa}$ elde edilir. Güvenli tarafta kalarak grovak birimin elastisite modül 120 MPa seçilmiştir. Eşdeğer Mohr-Coulomb için kohezyon, $c = 24 \text{ kPa}$, içsel sürtünme açısı, $\phi = 36^\circ$ elde edilir. Güvenli tarafta kalarak grovak birim için $c = 22 \text{ kPa}$, $\phi = 35^\circ$ seçilmiştir

Yeraltı su seviyesi (YASS) her sondajda rapor edilmiştir. Zemin etüt raporu dikkate alınarak YASS olmadığı bildirilmiştir.

2.6. Model Oluşturulması

Model oluşturulması için çok bodrumlu bir yapının kazı destek sistemi projesi seçilmiştir. Projede kazı bilgilerinin yanı sıra zemin incelemesi ve inklinometre ölçümleri bulunmaktadır. Proje PLAXİS sonlu elemanlar programı kullanılarak ve Mohr-Coulomb Modeli ile hazırlanmıştır.

2.7. Zemin Modelleri

Literatürde nümerik analizler için birçok zemin modeli verilmesine rağmen bu çalışma kapsamında olan Hardening Soil (HS), Hardening Soil Small Strain (HS_ss) ile MohrCoulomb (MC) bünye modelleri kısaca şu şekilde açıklanmaktadır.

2.7.1. Mohr-Coulomb model

Mohr-Coulomb Modeli zeminin gerilme-şekil değiştirme eğrisinin birinci bölgesinde elastik, ikinci bölgesinde ise mükemmel plastik bir malzeme olduğu varsayımına dayanır. Bu modelde gerilme durumları zeminin göçme kriteri anındaki değerleriyle ifade edilmektedir. Bu sebeple sistemlerin ön analizlerinde kullanımları uygundur. Bu model zemin katmanlarının rijitliklerini derinlikle değişmediğini kabul edip, ortalama bir rijitlik parametresi kullandığından deformasyon değerleri gerçekçi olmamakta ancak nispeten hızlı analizler gerçekleştirilmektedir.

Mohr-Coulomb zemin modeli zeminlerin gerilme altında pekleşme ve yumuşama gibi özelliklerini modelleyemediği gibi, dilatansi içermeyen ve hacimsel artmadan ziyade hacimsel azalma gösteren gevşek kumlar ve aşırı konsolide kil davranışını da iyi modelleyemez. Ayrıca, yükleme-boşaltma durumları için bir ayırım yapılamaz. Bu sebeple kazı problemlerinde genelde önerilmemektedir. Daha çok limit analiz problemlerinde yani toprak dolgu barajların, dolguların, şevlerin, istinat duvarlarının stabilite özümlelerinde (güvenlik analizi) ve yüzeysel temel projelerinin taşıma gücü hesaplarında kullanılması daha uygundur. Mohr-Coulomb modelde zemin, Elastisite modülü , poisson oranı, elastik parametreleri ile içsel sürtünme açısı , kohezyon ve dilatasyon açısı, plastik parametreleriyle ifade edilir.

2.7.2. Pekleşen zemin modeli (Hardening Soil Model)

Pekleşen zemin (Hardening soil) modeli plastisite teorisi çerçevesinde oluşturulan gelişmiş bir zemin modelidir. Bu model hiperbolik modelin yerini alan çok daha gelişmiş bir versiyonudur. Bu model hiperbolik modelden farklı olarak elastik teori yerine plastik teoriyi kullanır. Bu teoriye bağlı olarak hesaplanan plastik şekil değiştirmeler çoklu yüzey (multi surface) akış kriterine göre hesaplanmaktadır. HS Model gerilmeye bağlı rijitlik değerlerini dikkate almaktadır ki bu durum artan basınçla birlikte tüm rijitliklerin de artması demektir. HS Model, Mohr-Coulomb parametrelerini kullanır.

2.7.3. Hardening Soil Small Strain model

Bu model küçük birim deformasyon rijitliğinde zeminin artan rijitliğini de dikkate almaktadır. Hardening soil model için belirlenen tüm parametreler, hardening soil small strain (pekleşen zemin küçük birim şekil deformasyon rijitliği) modelinde de kullanılmaktadır.

HS Model parametrelerine ek olarak HS_ss modelde başlangıç birim deformasyon geçmişi modülü, küçük birim deformasyon kayma modülü ve kayma modülünün küçük deformasyon kayma modülüne göre %70 azalması durumundaki birim deformasyon seviyesi olarak hesaplanır. Değerini kumlar için 1.10^{-4} 2.10^{-4} killer için 5.10^{-5} 1.10^{-4} aralığında olduğu tarafından ortaya konulmuştur. ise kum, kil ve yumuşak kaya gibi çeşitli zeminler üzerinde yaptıkları üç eksenli ve çevrimli testlerde bu değerleri 10^{-5} 10^{-3} aralığında hesaplamışlardır.

Bu modelin küçük deformasyon özelliği gösteren genellikle dolgu malzemesi

olarak kullanılan granüler zeminlerde ve aşırı konsolide olmuş killerde kullanılması daha uygundur. Sayısal analizlerde kullanılan zemin ve temele ait parametreler Çizelge 2.6,2.7,2.8, 2.9’da gösterilmiştir.

Çizelge 2.5. Sayısal Analizlerde Kullanılan Lineer Elastik Model Parametreleri ve Birimleri

Doğal birim hacim ağırlığı	γ_n	kN/m^3
Doygun birim hacim ağırlığı	γ_d	kN/m^3
Üç eksenli yükleme rijitliği	E_{ref}	kN/m^2
Poisson Oranı	ν	-

Çizelge 2.6. Sayısal Analizlerde Kullanılan Mohr Coulomb Modeli Parametreleri ve Birimleri

Doğal birim hacim ağırlığı	γ_n	kN/m^3
Doygun birim hacim ağırlığı	γ_d	kN/m^3
Üç eksenli yükleme rijitliği	E_{ref}	kN/m^2
Poisson Oranı	ν	-
Kohezyon	c	kN/m^2
Kayma mukavemet açısı	ϕ	($^{\circ}$)
Dilatasyon açısı	ω	($^{\circ}$)
Toprak basıncı katsayısı	K_0	-

Çizelge 2.7: Sayısal Analizlerde Kullanılan Pekleşme Zemin Modeli Parametreleri ve Birimleri

Doğal birim hacim ağırlığı	γ_n	kN/m^3
Doygun birim hacim ağırlığı	γ_d	kN/m^3
Üç eksenli yükleme rijitliği	$E_{ref} = E_{50}$	kN/m^2
Odometre yükleme rijitliği	E_{oed}	kN/m^2
Üç eksenli boşaltma- tekrar yükleme rijitliği	E_{ur}	kN/m^2

Kohezyon	c	kN/m ²
İçsel sürtünme açısı	ϕ	(°)
Dilatasyon açısı	ω	(°)
Toprak basıncı katsayısı	K_0	-

Çizelge 2.8. Sayısal Analizlerde Temel İçin Kullanılan Parametreleri ve Birimleri

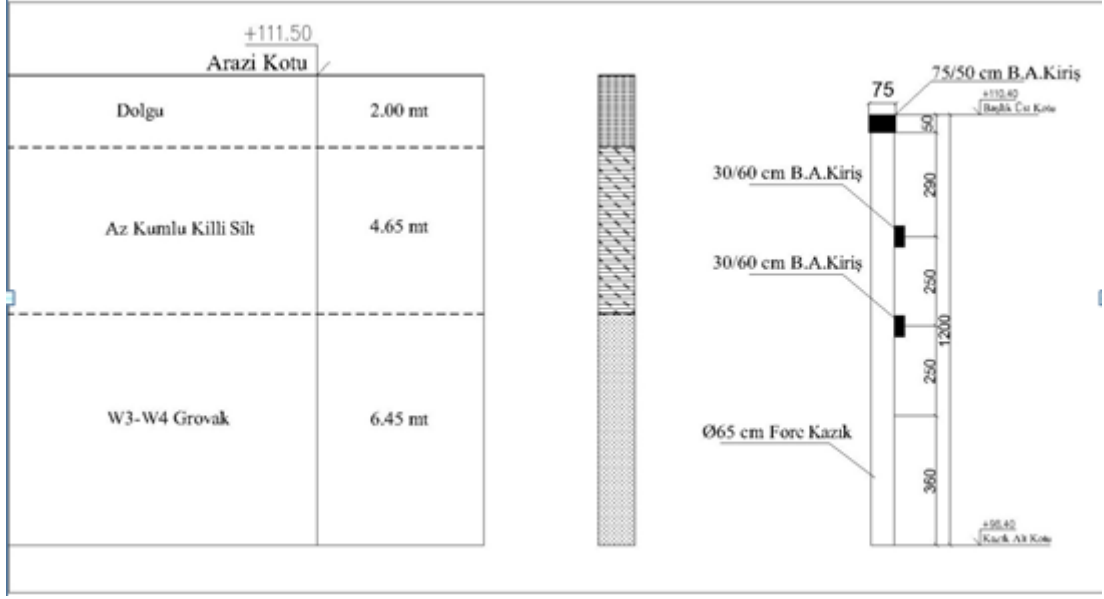
Eksenel Rijitlik	EA	kN/m
Eğilme Rijitliği	EI	kNm ² /m
Malzeme Türü	-	-

2.8. İksa Kesitinin Modellenmesi

İksa sisteminde sahada deformasyonlarının izleneceği kesit, Mohr-Columb yöntemi ile Plaxis programı kullanılarak modellenmiş ve analiz edilmiştir.

İksa sistemi 8 m kazı derinliği için 12 m boyunda $\phi 65$ cm çaplı fore kazık, merkezden merkeze 90 cm uzaklıkta, ankrajlı esnek tip iksa sistemi analiz edilmiştir. Kazık boyunca düşeyde 1.4 m'den başlayarak 3 m düşey aralıklarla 2 sıra öngermeli ankraj seçilmiştir. Ankraj yatay aralıkları 1.8 m, yatayla yaptığı açı 15°'dir. İksa sistemi proje detayları Şekil 2.23'de sunulmuştur. Yolun oluşturacağı sürşarj yükü yataydan 1 m mesafeden başlayarak 18 m boyunca 20 kPa olarak dikkate alınmıştır. Yapı yükü ise yataydan 18 – 30 m mesafede 105 kPa olarak kabul edilmiştir.

İksa sistemi için hesaplanan kesme kuvveti, eğilme momentleri ve deformasyon değerleri aşağıda verilmiştir.



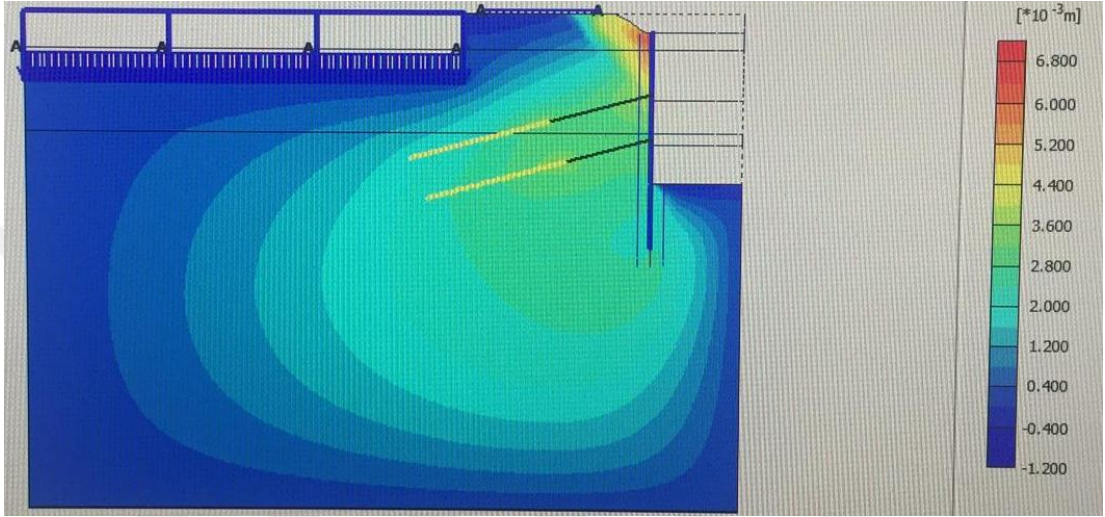
Şekil 2. 23. Zemin profili

Şekil 2.23’de görüldüğü gibi; Kesitin modellendiği zemin profilinde üstten 2mt sinde dolgu sonraki 4.65 mt de az kumlu killi silt sonraki 6.45 mt kotunda grovak olarak alınmıştır. Çizelge 2.10’ da modellenen zeminde kullanılan parametreler görülmektedir.

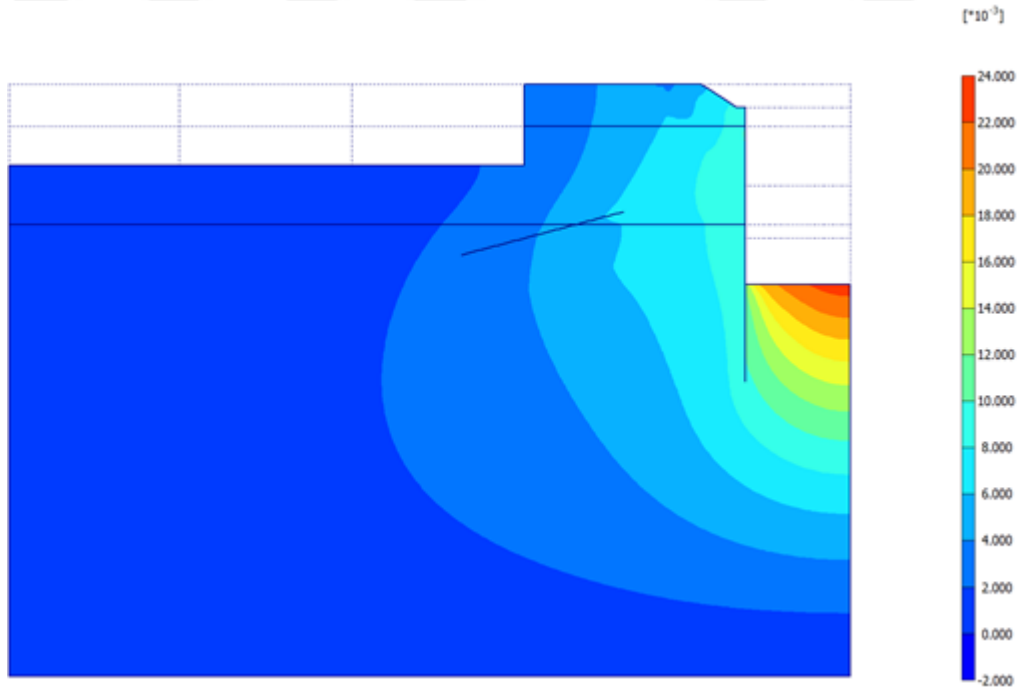
Çizelge 2.9. Modellenen Kesitte Kullanılan Zemin Parametreleri

İsim	Tip	γ_{unsat} [kN/m ³]	γ_{sat} [kN/m ³]	k_x [m/s]	k_y [m/s]	ν [-]	E_{ref} [kN/m ²]	C_{ref} [kN/m ²]	\emptyset [o]	φ [o]	E_{incr} [kN/m ³]	C_{incr} [kN/m ³]	γ_{ref} [m]	T- Strength [kN/m ²]	R_{inter} [-]
1 1- Dolgu	Drenaj	18	18	9,2593E- 06	9,26E-06	0, 4	1200 0	1	25	0	0	0	0	0	0,7
2 2-Kil	Drenaj	19	19	9,2593E- 07	9,26E-07	0, 3	2500 0	5	25	0	0	0	0	0	0,9
3 3- Grovak W3	Drenaj	25	25	9,2593E- 07	9,26E-07	0, 25	8000 0	10	35	0	0	0	0	0	0,9

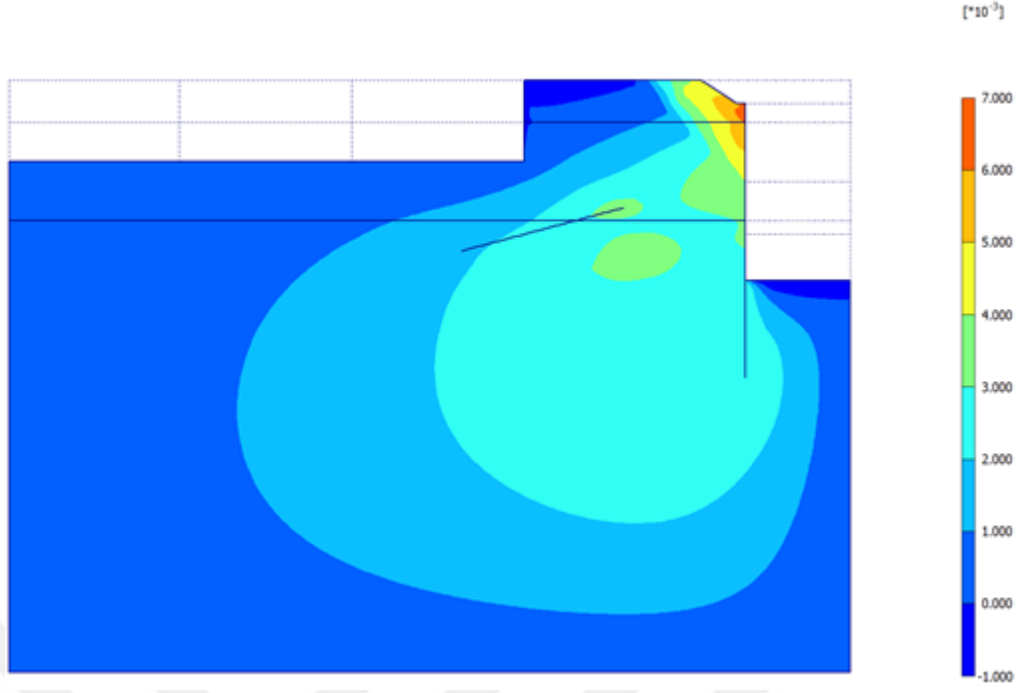
Aşağıdaki şekillerde Efektif Gerilme, Deformasyon ve Kesit Tesirleri verilmiştir. Şekil 2.24 'de Düşey Deformasyon Değeri $10,98 \cdot 10^{-3}$ m , Şekil 2.25'de Yatay Deformasyon Değeri $6,97 \cdot 10^{-3}$ m, Şekil 2.26'da Eksenel Kuvvet **190,03 kN/m**, Şekil 2.27'de Kesme Kuvveti **89,65 kN/m**, Şekil 2.28'de Eğilme Momenti **124,53 kN/m/m** bulunmuştur.



Şekil 2. 24. Kazı tamamlandıktan sonra yatay efektif gerilme



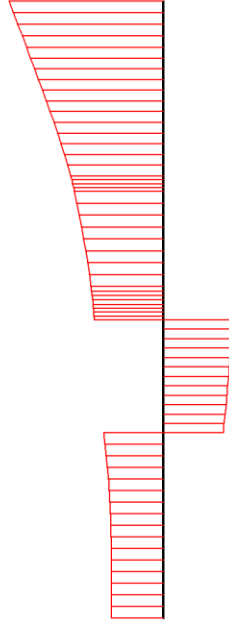
Şekil 2. 25. Düşey deformasyon



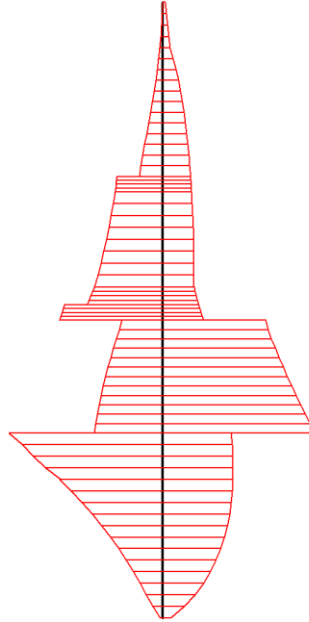
Şekil 2. 26. Yatay deformasyon



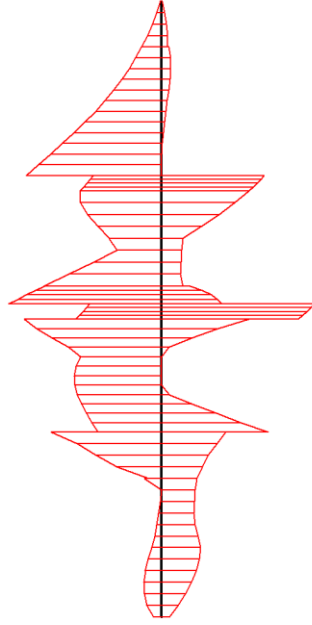
Şekil 2. 27. Düşey Deformasyon Max: 10.98×10^{-3} m



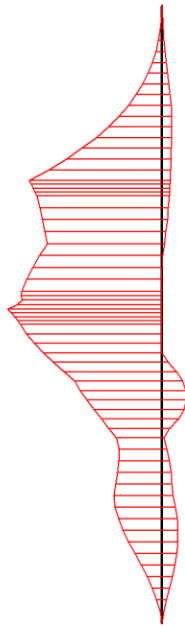
Şekil 2. 28. Yatay Deformasyon Max: $6,97 \cdot 10^{-3}$ m



Şekil 2. 29. Eksenel Kuvvet Max: -190,03 kN/m



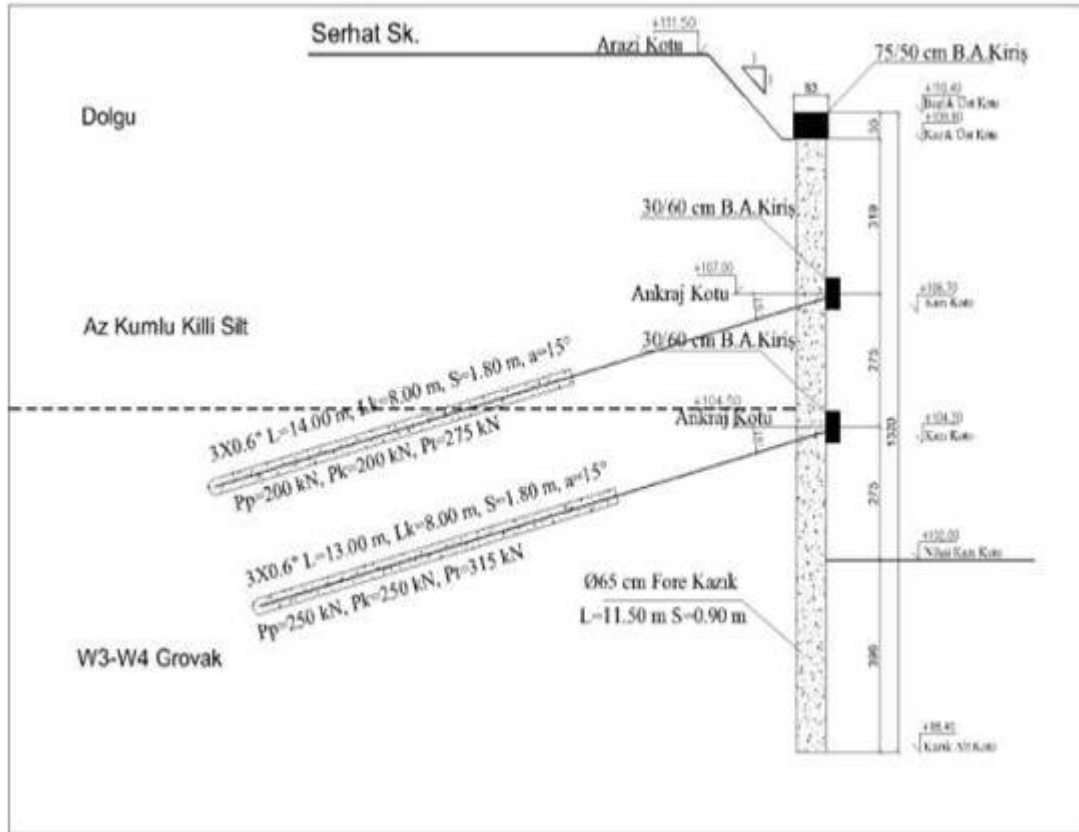
Şekil 2. 30. Kesme Kuvveti Max: 89,65 kN/m



Şekil 2. 31. Eğilme Momenti Max: 124,53 kN/m/m

Çizelge 2.10. İksa Kesiti Ankraj Kuvvetleri

Kesit no.	Ankraj j	x-koordinat [m]	y-koordinat [m]	F [kN]	Fmax,comp [kN]	Fmax,tens [kN]	EA [kN]	Dönme [°]	Le [m]
1	1157	0,000	6,100	267,6	1E15	1E15	84000,	N/A	5,021
	3981	-4,850	4,800	84			00		
2	1667	0,000	8,600	216,5	1E15	1E15	84000,	N/A	6,004
	4547	-5,800	7,050	64			00		



Şekil 2. 32. İksa Kesiti

2.8.1. İksa sisteminin sahada uygulanması

1.Aşama :Arazi başlık kirişi alt kotuna kadar tesviye edildi. Harita ekibinin verdiği kazık noktaları bir dolu bir boş olacak şekilde kazık soket boyunun alt kotuna kadar foraj yapıldı. Forajı yapılan kuyulara donatı kafesi yerleştirildikten sonra tremi borusu ile betonu döküldü. Bu işlem ertesi gün arada kalan kazıklar içinde devam edildi.

2.Aşama : Betonu dökülen iksa kazıklarının üzerine başlık kirişi yapıldı.

3.Aşama :1. Sıra ankraj delgileri delik çapı 133 mm olacak şekilde proje eğim açısı ile delindi.

4.Aşama :Hazırlanan ankraj demetleri delgisi yapılan kuyulara yerleştirilip su/çimento oranı 1/1 oranında ki su çimento karışımı ile enjeksiyonu yapıldı.

5.Aşama :Enjeksiyon işlemi tamamlanan ankrajlar hazırlanan kuşak kirişi içinden geçirilip betonu döküldü.

6. Aşama : Enjeksiyon işleminden en az 6 gün sonra germe işlemi yapılabilir. Enjeksiyonda katkı malzemesi kullanıldıysa germe süresi öne çekilebilir. Hazırlanan çelik plaka ve başlık halatların üzerine yerleştirildi. Halatlar germe krikosuna sabitlenerek germe işlemine başlandı.

Her yük kademesinde son yük kademesi hariç uzama durana kadar 1dk da en son yük kademesinde 5 dk. beklenip okumalar alındı. En son kademedede 0, ½, 1, 3 ve 5 dk. okumaları kayıt edildi.

7.Aşama :2. Sıra ankraj delgileri 1. Kademe imalat sırası ile yapıldı.

8.Aşama :2. Sıra ankraj demetleri 1. Kademe imalat sırası ile yerleştirildi ve enjeksiyonu yapıldı.

9.Aşama : 2. Sıra kuşak kirişi yapıldı.

10. Aşama : 2. Sıra germe işlemi 1. Kademe imalat sırası ile yapıldı.

11. Aşama : İksa imalatı tamamlanan bölgelerde kazı taban kotuna inildi.



Şekil 2. 33. Kazık çakılması



Şekil 2. 34. Başlık kirişi yapılması



Şekil 2. 35. Ankraj delgisi yapılması



Şekil 2. 36. Ankraj germe işlemi

2.9. İnklinometre

İnklinometre heyelan ve İksa Sistemlerinin eksenlerindeki düşey sapmalarının ölçümlerini yapabildiğimiz ve Dünya’da yoğun şekilde kullanılan ölçümleme ve analiz sistemidir. İnklinometre, sahada açılmış sondaj deliklerinin eksenlerinden düşey sapmalarını ölçmek için kullanılmaktadır. Ölçülen sapmalar, trigonometrik fonksiyonlarla ifade edilebilecek hale dönüştürülebilmektedir. Art arda yapılacak olan ölçümler, stabil olmayan eğimlerin, derinliğin ve yanal hareket oranlarının belirlenmesine olanak sağlamaktadır.

2.9.1. İnklinometre cihaz özellikleri

İnklinometre cihazı “bluetooth” özelliklidir ve “Probe Tipi İnklinometre” (Probe Type Inclinometer) dir. Biaxial Probe, Kablosu, Kablo Makarası, Kablo Bağlantı Kutusu, PDA, PDA Bataryası, Bağlantı Kabloları ve Batarya Şarj Cihazından oluşmaktadır. Probe, içerisine 90° lik arayla yerleştirilmiş 4 adet yiv bulunduran esnek dairesel bir boru ile kullanılmaktadır.

Probe’ daki bluetooth vericisi PDA (el tipi bilgisayar) bağlı bulunmaktadır ve yapılan ölçümleri görsel verilere, grafik formlara dönüştürebilmektedir.

2.6.2. İnklinometre boruları

İnklinometre boruları genel itibari ile PVC malzemelerden imal edilmektedir. İnklinometre borusu, hareket beklenen bölge ile kesişen dike yakın bir deliğe yerleştirilir. Açılan delik, hareket beklenmeyen bölge içerisinde (zemin veya kaya ortamı olabilir) hareket beklenen bölgenin 4.5 m ilerisine kadar uzatılmalıdır. Sedimanter yığılmanın olabileceği delik diplerinde 1.5 m lik kayıplara müsaade edilmelidir.

Boru, kum dolgu veya zayıf çimento enjeksiyonu içerisinde tutulmaktadır. İnklinometre boruları, 3.0 m uzunluğundadır ve plastiktir. Yivlerin dipten tepeye kadar aynı düşeyde kalmaları için kullanılan kılavuz sağa ve sola döndürülerek kurma işlemi tamamlanır. İnklinometre Borusunun kurulduğu andaki pozisyonuna göre, bütün deplasmanların hesaplanmasına kadar, en az iki ayrı set halinde

yapılacak olan ölçümlere göre borunun ilk konumunun doğruluğu kanıtlanmalıdır. İlk ölçümler yapıldığında borunun tepesi, zemin yüzünde, hareket beklenen bölgenin dışında bir noktaya yönelmiş olmalıdır. Ölçümlerin sıklığı çeşitli nedenlere bağlıdır, en önemli neden hareketin oranıdır.

Genel prosedür, inklinometreyi delik dibine indirdikten sonra okumalara başlamaktır. Her seferinde inklinometrenin ilk yapılan okumayla aynı derinliğe indirildiğinden emin olunmalıdır. Belirli aralıklarla okumalar alınarak inklinometre deliğin tepesine kadar yükseltilir. Daha sonra inklinometre borudan çıkartılır, kılavuz bu kez karşı yive denk gelecek şekilde 180° döndürülerek, inklinometre borusunun dibine indirilir.

Delik tepesine kadar okumalar aynı şekilde alınır. Bu prosedür, okumaları elde etmek için, karşılıklı bir yiv çifti için + ve – yönlerde 2 kez okuma alınmak üzere tekrar edilir.

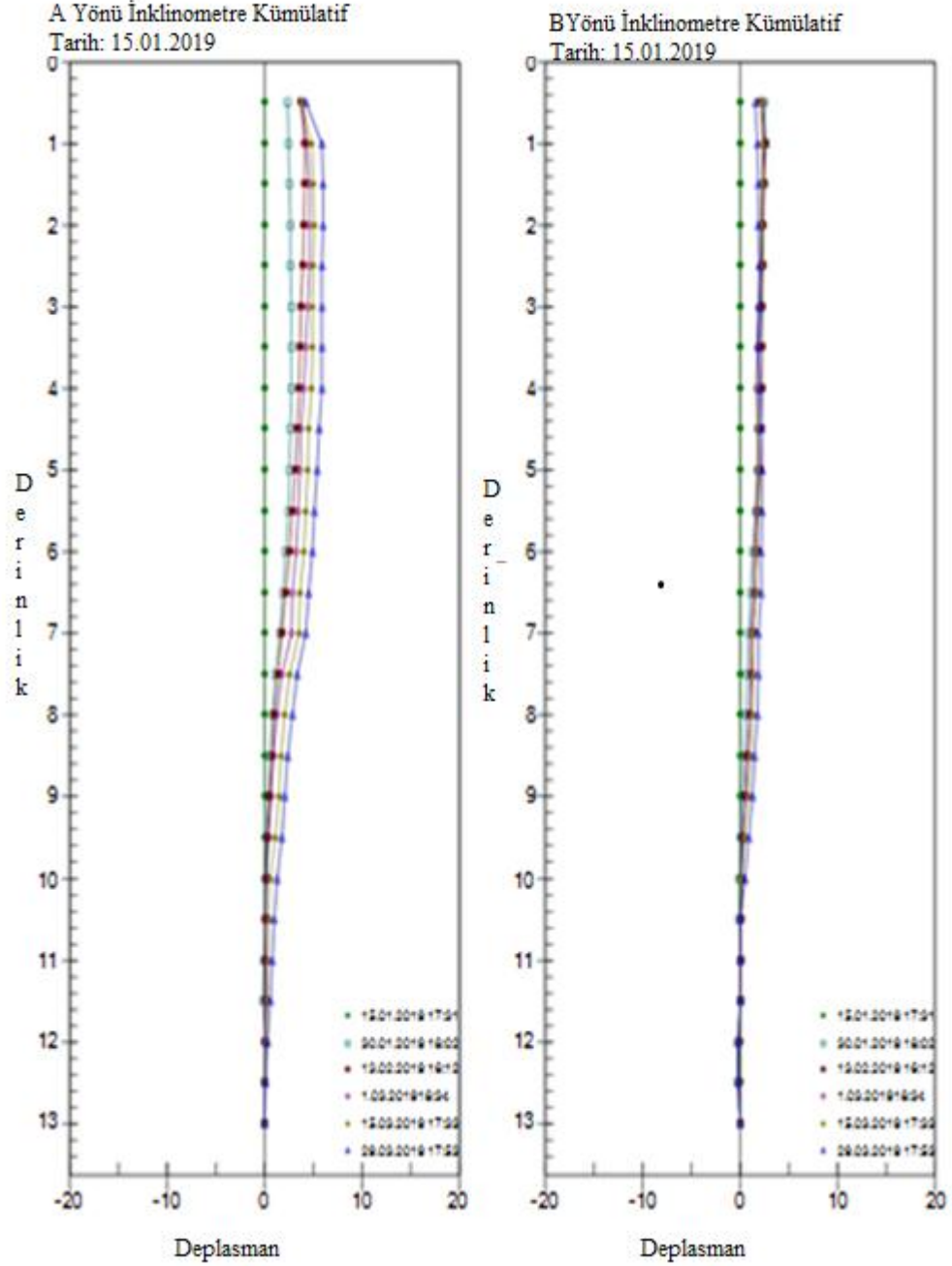
Her set okumasının toplamları karşılaştırılarak ve boru uzunluğu boyunca tüm setlerin aritmetik ortalaması alınarak bir alan oluşturulur. Tekrar alınan okumaların aynı derinliklerde alınmasına dikkat edilmelidir.



Şekil 2. 37. İnklinometre okuma

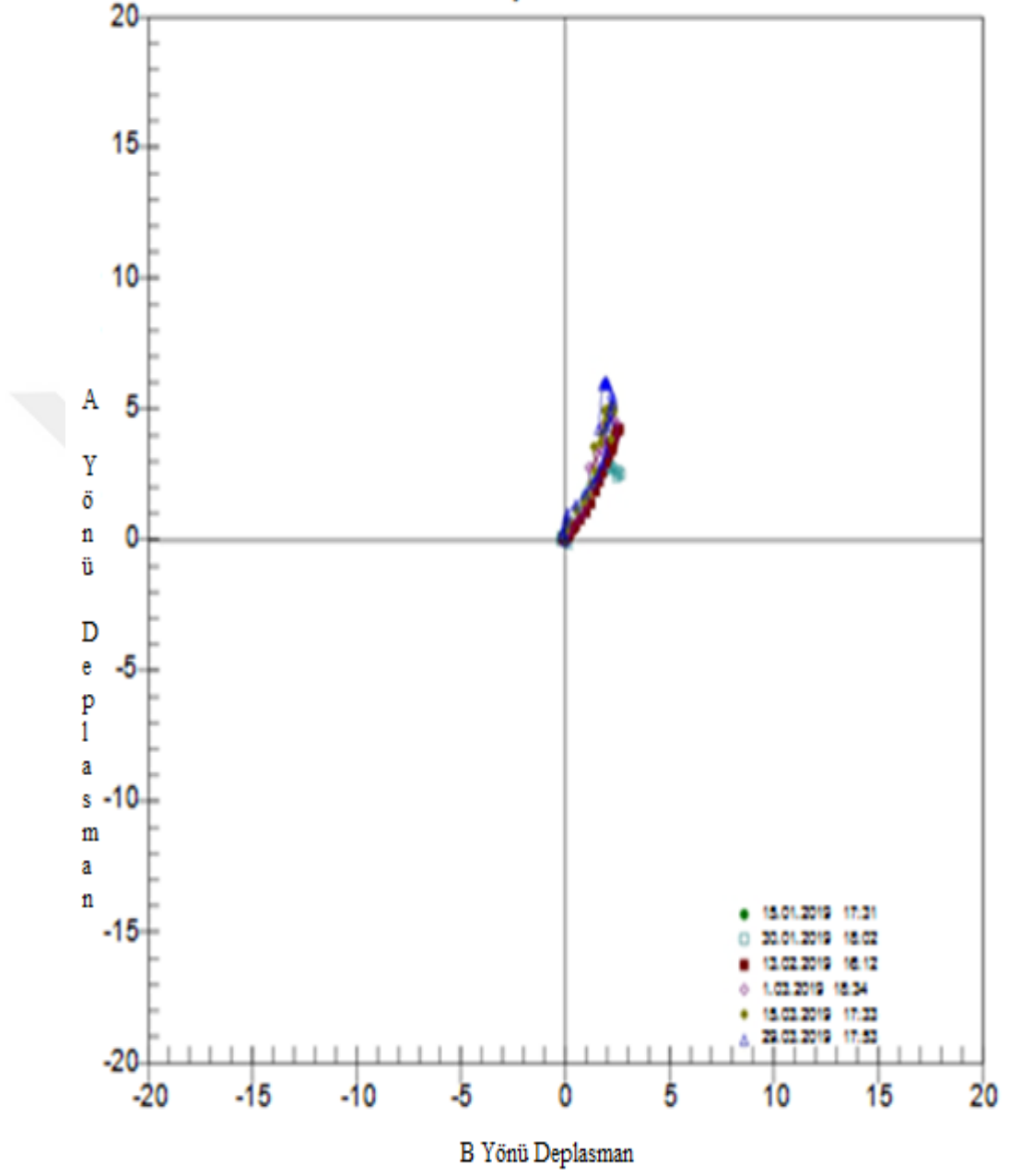
2.9.2. İnklinometre okuma sonuçları

İNC-1 ve İNC-2 okumaları 15.01.2019-29.03.2019 tarihleri arasında her bir kuyuda toplam da 6 okuma alınarak yapılmıştır. Bunlardan birincisi orjin okunması olarak adlandırılır. Orjin okumasında amaç inklinometre borularının beton içindeki konumunu belirlemektir. Sonraki alımlarda sıfır konumun yer değiştirmeleri karşılaştırılmıştır.



Şekil 2. 38. Kümülatif İnklinometre Okumaları 1

İnclinometre A Yönü ve B Yönü Karşılaştırması



Şekil 2. 39. İnclinometre A Yönü ve B Yönü Karşılaştırması 1

Çizelge 2.11. 1 No'lu Kuyu Inklinometre Okuma Sonuçları 1

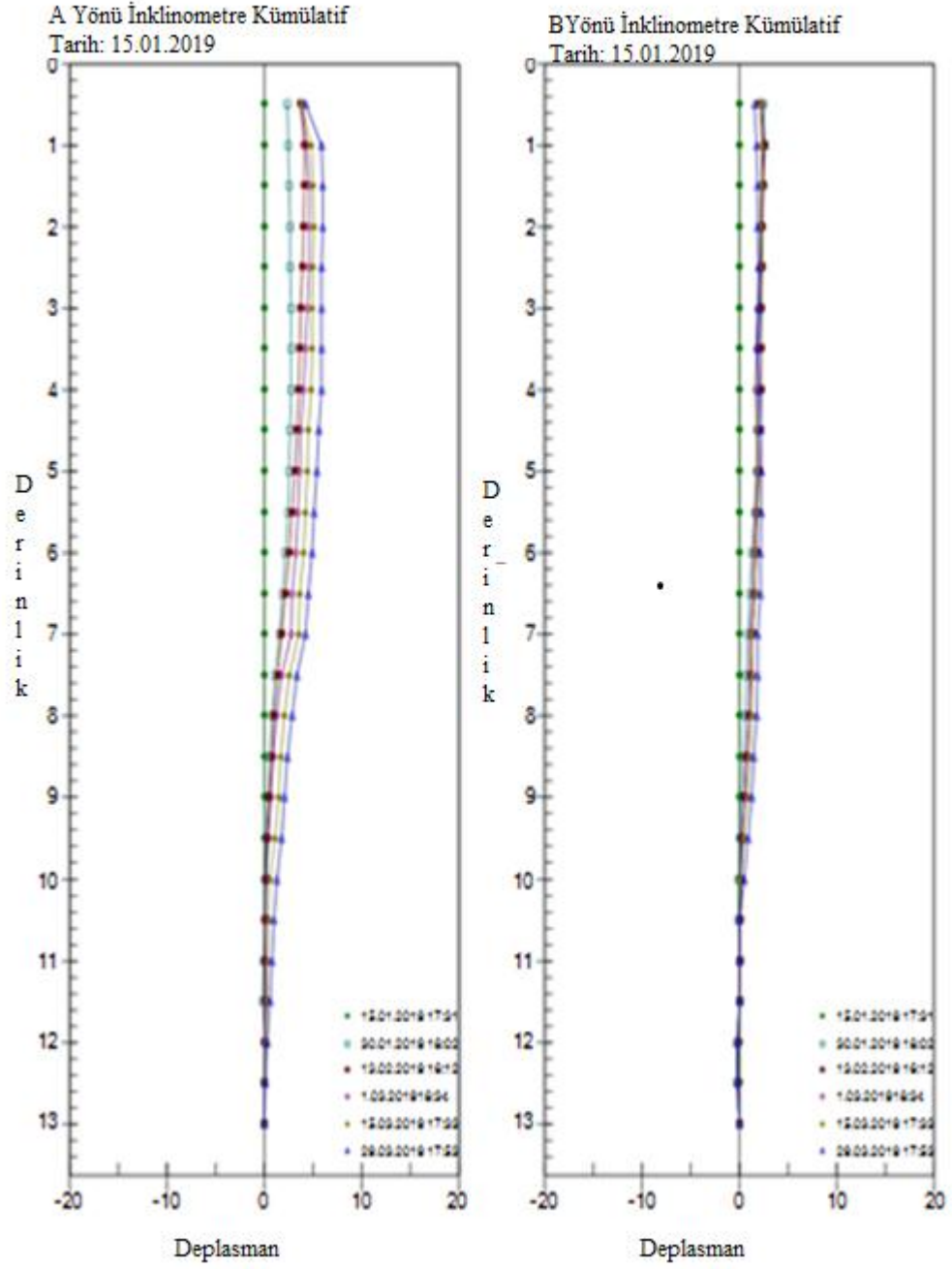
Derinlik(m)	15.01.20 19(mm)	30.01.20 19(mm)	13.02.20 19(mm)	01.03.20 19(mm)	15.03.20 19(mm)	29.03.20 19(mm)
0,5	0	2,44	3,75	3,89	3,86	4,22
1	0	2,53	4,21	4,4	4,87	5,91
1,5	0	2,61	4,18	4,62	5,08	6,03
2	0	2,69	4,06	4,67	5,11	6,04
2,5	0	2,72	3,93	4,81	5,02	5,97
3	0	2,79	3,82	4,47	4,99	5,98
3,5	0	2,82	3,7	4,29	4,99	5,96
4	0	2,82	3,57	4,07	4,86	5,9
4,5	0	2,71	3,41	3,81	4,58	5,6
5	0	2,63	3,22	3,68	4,46	5,44
5,5	0	2,46	2,94	3,48	4,25	5,19
6	0	2,24	2,59	3,27	4,04	4,92
6,5	0	1,94	2,23	2,91	3,7	4,54
7	0	1,62	1,85	2,75	3,55	4,3
7,5	0	1,15	1,39	1,8	2,61	3,38
8	0	0,82	1,06	1,33	2,14	2,88
8,5	0	0,56	0,8	0,95	1,74	2,45
9	0	0,41	0,56	0,71	1,48	2,14
9,5	0	0,29	0,38	0,41	1,14	1,79
10	0	0,19	0,24	0,27	0,67	1,34
10,5	0	0,14	0,15	0,17	0,57	1,01
11	0	-0,04	0,1	0,12	0,42	0,82

11,5	0	-0,12	0,11	0,13	0,33	0,63
12	0	0,11	0,01	0,02	0,12	0,32
12,5	0	0	0,05	0,06	0,06	0,16
13	0	0	0	0	0	0

Çizelge 2.12. 1 No'lu Kuyu Inklinometre Okuma Sonuçları 2

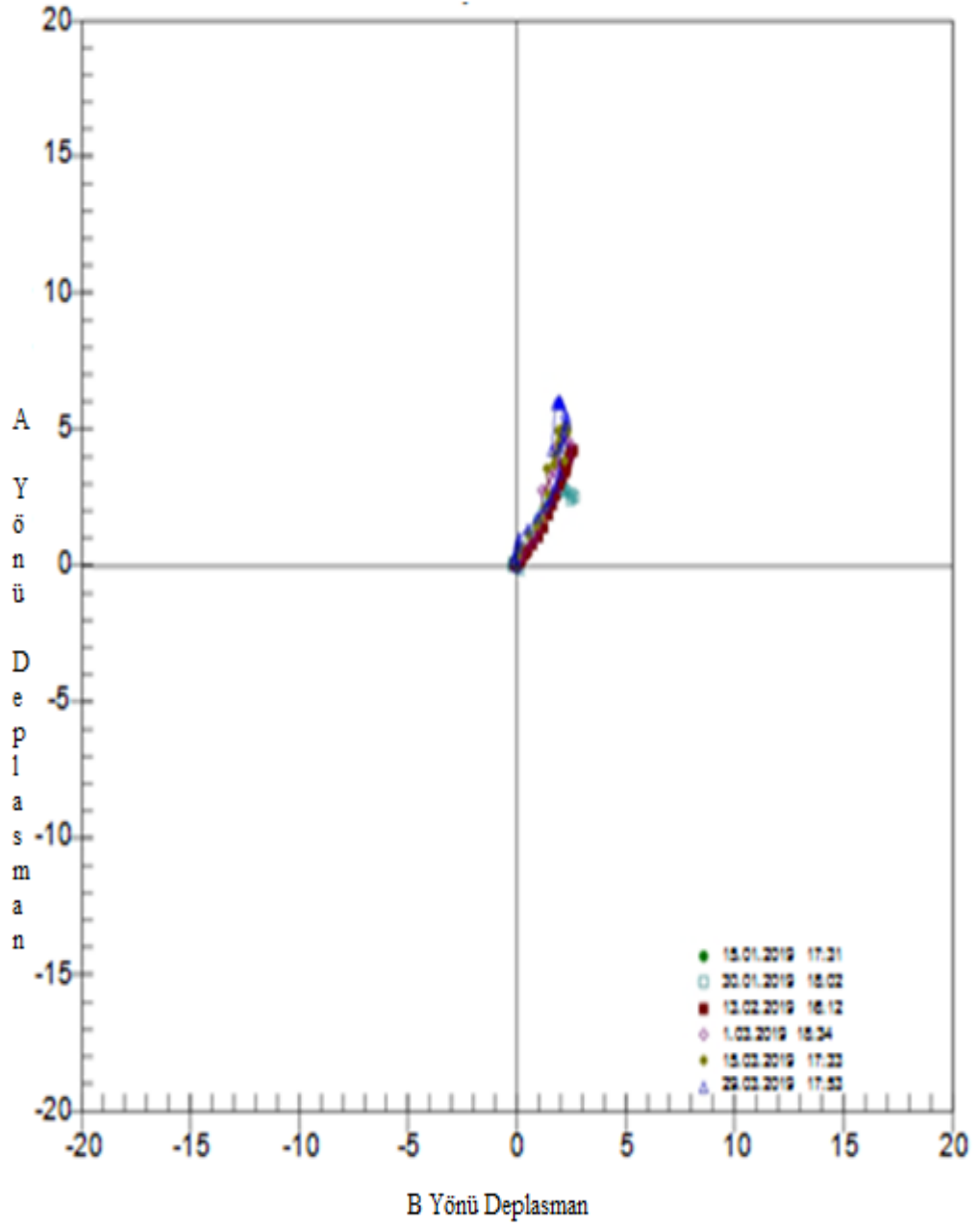
Deri nlük (m)	15.01.201 9(mm)	30.01.201 9(mm)	13.02.201 9(mm)	01.03.201 9(mm)	15.03.201 9(mm)	29.03.201 9(mm)
0,5	0	2,48	2,13	2,43	2,2	1,53
1	0	2,65	2,59	2,49	2,33	1,8
1,5	0	2,52	2,53	2,34	2,31	1,88
2	0	2,3	2,41	2,18	2,21	1,95
2,5	0	2,26	2,36	2,07	2,18	1,99
3	0	2,16	2,32	1,92	2,04	2
3,5	0	2,05	2,28	1,77	1,91	1,96
4	0	1,99	2,29	1,79	1,92	2,06
4,5	0	1,9	2,22	1,79	1,94	2,17
5	0	1,77	2,12	1,76	1,95	2,27
5,5	0	1,57	1,96	1,72	1,92	2,27
6	0	1,34	1,8	1,51	1,74	2,16
6,5	0	1,17	1,65	1,46	1,68	2,16

7	0	0,95	1,46	1,13	1,35	1,96
7,5	0	0,74	1,23	1,14	1,4	1,95
8	0	0,6	0,99	1,02	1,29	1,78
8,5	0	0,44	0,73	0,86	1,11	1,56
9	0	0,28	0,52	0,61	0,9	1,3
9,5	0	0,12	0,36	0,27	0,55	0,94
10	0	-0,01	0,23	0,14	0,14	0,52
10,5	0	-0,07	0,15	0,09	0,09	0,09
11	0	0,01	0,12	0,06	0,06	0,06
11,5	0	0,12	0,05	0,02	0,02	0,02
12	0	-0,2	-0,09	-0,11	-0,11	-0,11
12,5	0	-0,22	-0,08	-0,1	-0,1	-0,1
13	0	0	0	0	0	0



Şekil 2. 40. Kümülatif İnklinometre Okumaları 2

İnclinometre A Yönü ve B Yönü Karşılaştırması



Şekil 2. 41. İnclinometre A Yönü ve B Yönü Karşılaştırması 2

Çizelge 2.13. 2 No'lu Kuyu Inklinometre Okuma Sonuçları 1

Deri nlük (m)	15.01.201 9(mm)	30.01.201 9(mm)	13.02.201 9(mm)	01.03.201 9(mm)	15.03.201 9(mm)	29.03.201 9(mm)
0,5	0	0,76	1,81	2,29	2,17	2,25
1	0	0,83	1,82	2,18	2,05	2,13
1,5	0	0,92	1,82	2,08	1,95	2,05
2	0	1	1,81	2,04	1,9	1,97
2,5	0	1,07	1,82	2,02	1,85	1,92
3	0	1,11	1,82	1,93	1,73	1,71
3,5	0	1,21	1,83	2	1,78	1,67
4	0	1,29	1,8	1,89	1,58	1,66
4,5	0	1,26	1,71	1,81	1,5	1,59
5	0	1,14	1,58	1,61	1,3	1,4
5,5	0	0,98	1,38	1,4	1,1	1,23
6	0	0,79	1,15	1,18	0,9	1,01
6,5	0	0,53	0,92	0,88	0,61	0,68
7	0	0,3	0,68	0,69	0,4	0,42
7,5	0	0,13	0,44	0,58	0,18	0,26
8	0	0,02	0,27	0,32	-0,04	0
8,5	0	-0,04	0,19	0,11	-0,16	-0,15
9	0	-0,03	0,13	-0,03	-0,2	-0,22
9,5	0	-0,02	0,08	-0,12	-0,18	-0,25
10	0	-0,02	0,04	-0,16	-0,21	-0,18

10,5	0	0,02	0,02	0,02	0	-0,01
11	0	0	0	0,01	0	-0,01
11,5	0	0	0	0	0	0

Çizelge 2.14. 2 No'lu Kuyu Inklinometre Okuma Sonuçları 2

Deri nlük (m)	15.01.201 9(mm)	30.01.201 9(mm)	13.02.201 9(mm)	01.03.201 9(mm)	15.03.201 9(mm)	29.03.201 9(mm)
0,5	0	0,93	1,35	1,1	1,28	1,29
1	0	1,05	1,37	1,12	1,22	1,14
1,5	0	1,12	1,36	1,13	1,19	1,09
2	0	1,14	1,32	1,18	1,2	1,09
2,5	0	1,14	1,24	1,16	1,18	1,06
3	0	1,09	1,24	1,1	1,08	0,91
3,5	0	1,12	1,29	1,11	1,09	0,86
4	0	1,17	1,27	1,18	1,17	0,92
4,5	0	1,16	1,25	1,15	1,16	0,93
5	0	1,14	1,23	1,05	1,04	0,84
5,5	0	1,12	1,1	0,63	0,9	0,56
6	0	1,11	1,06	0,87	0,75	0,63
6,5	0	1,03	0,95	0,87	0,74	0,63
7	0	0,93	0,77	0,91	0,8	0,74
7,5	0	0,80	0,63	0,86	0,76	0,71
8	0	0,68	0,55	0,75	0,64	0,47

8,5	0	0,59	0,45	0,58	0,61	0,36
9	0	0,55	0,33	0,75	0,68	0,33
9,5	0	0,45	0,22	0,66	0,62	0,33
10	0	0,32	0,09	0,42	0,39	0,16
10,5	0	0,24	-0,01	0,43	0,41	0,27
11	0	0,13	0	0,24	0,24	0,16
11,5	0	0	0	0	0	0

İNC-1 ve İNC-2 okumalarında en fazla yer değiştirme İNC-1 kuyusunda 29.03.2019 tarihinde 6.04 mm olarak ölçülmüştür. Bu tarihten sonra ölçüm yapılmamasının nedeni betonarme yapının yükselmesi ve iksa sisteminin önünün kapanması iksa sisteminin görevini tamamlamasıdır.

3. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu tez kapsamında İstanbul İli Gaziosmanpaşa İlçesi 1942 Ada 1 Parselde yapılan iksa sistemlerinin uygulamadaki deformasyonları ile tasarım aşamasındaki deformasyonları aletsel gözlemlerle karşılaştırılarak irdelenmiştir.

Proje alanında kazı taban kotuna ulaşılmış ve kazı süresi boyunca inklinometreler ile yatay deformasyonlar ölçülmüş ve en fazla yer değiştirme (deformasyon) inklinometre okumalarında 6,04 mm. olarak belirlenmiştir.

Plaxis programı kullanılarak yapılan analiz neticesinde 6,97 mm büyüklüğünde yer değiştirme (deformasyon) değeri elde edilmiştir. Uygulama sırasında yapılan ölçüm neticesinde elde edilen deformasyon değeri ile analiz sonucunda elde edilen deformasyon değeri yakın olmakla birlikte uygulama aşamasındaki deformasyon, analiz aşamasındaki deformasyondan küçük çıkmıştır.

Yatay deplasmanın kazı derinliğine oranı göz önüne alındığında;

$$d / H = 6,04 / 8000 = \%0,075 \text{ dir.}$$

$$d / H = \%0,075 < \%0,3$$

olması itibariyle sistemin kabul edilebilir limitler arasında kaldığı aktif hale geçmediği görülmektedir.

Vaka analizinde ve yapılan literatür taramalarından şu sonuçlar elde edilmiştir:

Literatür kaydına geçmiş her bir vaka için destekleme sistemi, iksa duvarının tipi, yer altı suyu koşulları, zemin yapısı ve kazı yüksekliği birbirinden farklı ve çeşitli olduğundan buradaki verilerden hareketle yapılması planlanan kazı ile ilgili bir deformasyon tahmininde bulunmak çok güçtür. Ancak literatürdeki ampirik veya yarı ampirik çalışmalardan derin kazıda oluşabilecek deformasyon miktarının alt ve üst limitlerini belirleyebilmek mümkündür.

Sonlu eleman programları ile yapılan analizler sonucu iksa sistemlerinde meydana gelecek deformasyonlar kabul edilebilir bir doğrulukla tahmin

edilebilmektedir.

Üçüncü boyut etkisi nedeniyle kazı kenarlarına doğru deformasyonlar azalmaktadır. Daha gerçekçi tahminler için üç boyutlu analiz yapılmalıdır.

Bu çalışma kapsamında yapılan sonlu elemanlar analizi sonucunda, iksa sistemi en alt desteği ile nihai kazı kotu arasındaki mesafenin düşürülmesi ile deformasyonlar bir miktar azalmaktadır. Aynı zamanda ankraj yüklerinin artırılması yada başlık kirişi ile kazık çapı kesitlerinin de büyütülmesiyle de deformasyonların azalacağı düşünülmektedir.

Deformasyonların doğru tahmini ancak seçilen zemin modeli, zemin modeline ait deformasyon parametreleri ve zemin dayanım parametrelerinin doğru seçimi ile mümkündür.

Kazı nedeniyle iksa yapılarında ve çevresinde meydana gelen deformasyonlar; yer altı suyu, zemin dayanım ve deformasyon parametreleri, iksa sisteminin rijitliği ve tipi, destekleme yapısı, zemin sınıfı ve çevrede sürşarj yükü bulunup bulunmaması gibi birçok faktöre bağlıdır.

KAYNAKÇA

Alkaya, D. 2010, Zemin Mekanîği ve Temel Mühendislik, İstanbul Kültür Üniversitesi, İstanbul.

Altun G. 2013, Ankrajlı ve Ankrajsız Derin Kazı İksa Sistemlerinin Sayısal Yöntemler İle Analizi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Eskişehir.

Bowles, J.E. 1990. Foundation Engineerin and Design, John Wiley and Sons, New York.

BS 8081, 1989. Code of Practice for Ground Anchorages, British Standards, London.

Cemal ÖZDEN – İlhan EREN – Turgut ÖZTÜR. 2008, Betonarme İstinat Duvarları ve Perdeleri, İTÜ Yapı Anabilim Dalı, İstanbul.

Dumlu, M. 1988. Derin Kazılar ve Destekleme Yöntemleri, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ, İstanbul.

Engin E. 2008, Destekli Derin Kazılarda Yapılan İnklinometrik Ölçümler İle Sonlu Elemanlar Analizlerinin Karşılaştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü

Evirgen, B. 2015. Yapay Zemin Dondurma Yöntemleri, 6. Geoteknik Sempozyumu, Çukurova Üniversitesi, Adana

Gökçek H. 2014, DERİN KAZILAR NEDENİ İLE OLUŞAN DEPLASMANLARIN İLERİYE VE GERİYE DOĞRU ANALİZİ, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, İstanbul.

Hatipoğlu, B. 1992. Desteklenmiş Derin Kazılarda Oluşan Hareketlerin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ, İstanbul.

Macnab, A. 2002. Earth Retention Systems Handbook, New York.

Ou, C.Y, 2006. Deep Excavation: Theory and Practice, London.

Puller, M, 2003. Deep Excavations: A Practical Manual, London.

TS 7994 / Şubat 1990; Zemin Dayanma Yapıları Sınıflandırma – Özellikleri ve Projelendirme Esasları

TS EN 1538, 2001. Özel Jeoteknik Uygulamalar: Diyafram Duvarlar, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

Ural, N. 2015. Deprem Sırasında Boşluk Suyu Basıncı Oluşumu Üzerine İnceleme, Geoteknik Sempozyumu, Sakarya Üniversitesi, Sakarya.

Ük, M, 2009. Derin Kazılar Ve Derin Kazılara Bir Örnek: Flame Towers Projesi İksa Sistemi, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ, İstanbul.

Yıldırım, S. 2004. Zemin İncelemesi ve Temel Tasarımı, Birsen Yayınevi, İstanbul.

Celep, Z. Ve Umbasar, N. BETONARME YAPILAR, İstanbul Teknik Üniversitesi İnşaat Fakültesi, İstanbul.

Xanthakos, P.P, 1994. Slurry Walls as Structural Systems, New York.



EKLER

EK 1: GAZİOSMANPAŞA HÜKÜMET KONAĞI PROJESİ DENEY SONUÇ RAPORU

EK 2: GAZİOSMANPAŞA HÜKÜMET KONAĞI PROJESİ TEMEL SONDAJ LOGU KUYU 1

EK 3: GAZİOSMANPAŞA HÜKÜMET KONAĞI PROJESİ TEMEL SONDAJ LOGU KUYU 2

EK 4: GAZİOSMANPAŞA HÜKÜMET KONAĞI PROJESİ TEMEL SONDAJ LOGU KUYU 3

EK 5: GAZİOSMANPAŞA HÜKÜMET KONAĞI PROJESİ TEMEL SONDAJ LOGU KUYU 4

EK 6: GAZİOSMANPAŞA HÜKÜMET KONAĞI PROJESİ TEMEL SONDAJ LOGU KUYU 5

EK 1: GAZİOSMANPAŞA HÜKÜMET KONAĞI PROJESİ DENEY SONUÇ RAPORU



ADA - Z ZEMİN VE KAYA MEKANİĞİ LABORATUVARI

DENEY SONUÇ RAPORU



FİRMA ADI : ÇİMTAŞ MÜHENDİSLİK

FİRMA ADRESİ : Ragıp Tüzün Mah. Taşkın Sok. No:18 Kat:1 - Yenimahalle / ANKARA

PROJE ADI : 1942 Ada, 1 Parsel - Gaziosmanpaşa / İSTANBUL

LAB. RAPOR KAYIT NO : E-2167

RAPOR TARİHİ : 21.11.2017

TOPLAM RAPOR SAYFASI : 24

NUM. GEL. TARİHİ : 11.11.2017

BAKANLIK RAPOR NO : 14051761

DENEY STANDARDI	Çukur No (SK / AÇ)	Numune No	Derinlik (m)	DENEYLER															
				TS EN ISO 17892-1	TS EN ISO 17892-2	TS 1900-1	TS 1900-1					USCS	TS 699	TS EN 1926	TS 699	TS 1900-2	TS 1900-2	TS 1900-2	
							(*) Elek Analizi		(*) Atterberg Limitleri										(*) Kayada Tek Eksenli Basınc
No: 10 Kalan (%)	No: 200 Geçen (%)	LL (%)	PL (%)	PI (%)	ZEMİN SINIFI	q _s (kgf/cm ²)	c (kgf/cm ²)	φ (°)	c (kgf/cm ²)	φ (°)	q _u (kgf/cm ²)	c (kgf/cm ²)	φ (°)	Şişme Yüzdesi (%)	Şişme Basıncı (kgf/cm ²)				
SK-1	CR-1	2,00-4,00		2,53								12,1							
*	CR-2	4,00-6,00		2,50								11,4							
*	CR-3	6,00-8,00		2,55								11,6							
*	CR-4	8,00-10,00		2,59								11,1							
SK-2	UD-1	2,50-3,00	24,3	1,93			0,0	99,0	68,4	32,5	35,9	CH					0,82	5	
*	SPT-1	3,00-3,45	25,4				3,1	90,4		NP		ML							
*	UD-2	5,50-6,00	25,3	1,91			0,0	99,9	63,6	30,5	33,1	CH					0,84	4	1,73
*	CR-1	7,00-9,00		2,51								11,4							
*	CR-2	9,00-10,50		2,73										25	21				
*	CR-3	10,50-12,00		2,78										21	18				
*	CR-4	12,00-13,50		2,57									174,1						
*	CR-5	13,50-15,00		2,52								10,6							

*NP-Non-Plastik

*Laboratuvarımız 4007 nolu kamu yararı T.C Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Yapı İşleri Genel Müdürlüğü tarafından verilen 15.11.2007 tarih ve 562 no'lu laboratuvar izin belgesine sahiptir.

**Deney sonuçları sadece test edilen deney numunelerine aittir.

***Deney sonuçları laboratuvarımızın izni olmadan kameran veya tamamen kopyalanamaz, değiştirilemez.

****Deney sonuçlarındaki bilgiler müteahhid beyandır. Numunelerin usulüne uygun şekilde alınıp alınmadığı, numunelerin alınıldığı yerin kısmen veya tamamen değiştirilmesi,

değiştirilmesi nedeni ile meydana gelebilecek herhangi değişikliklerden laboratuvarımız sorumlu değildir.

*****(*) İşareti deneyden önce, akredite olunan deney tesisleri göstermektedir. Ölçüm belirsizliği, deney süresindeki belirsizlikleri kapsamaktadır.

ve %95 (x=2) güven aralığında hesaplanmıştır.

Dok. No: RP-02 Yayın Tarihi: 12.12.2015 Rev. No: 00 Rev. Tarihi: -

Ada-Z. Jeoteknik Proje Danışmanlık Madencilik Turizm İnşaat Madencilik İç ve Dış Ticaret Ltd. Şti.
Bahçekapı Mah. 2527 Cad. No:38 - Etimesgut / ANKARA
Tel: 0 312 336 88 84 Fax: 0 312 336 88 83
www.ada-z.com.tr

Deney Sorumlusu:
Jeolojik Müh. Ali KABAKLI

Lab. Deneyi Mühendisi:
Jeolojik Müh. SİBİRCAN TEKİNİK
Proje Danışmanlık Madencilik Turizm İnş.
Madenlik İç ve Dış Ticaret Ltd. Şti.
Bahçekapı Mah. 2527 Cad. No: 38 Etimesgut
Tel: 0312 336 88 84 Fax: 336 88 83 ANKARA
www.ada-z.com.tr

EK 3: GAZİOSMANPAŞA HÜKÜMET KONAĞI PROJESİ TEMEL SONDAJ LOGU KUYU 2

TEMEL SONDAJ LOGU																			
ÇİMTAŞ Çev.İnş.Müh.Mim. San.ve Tic.Ltd.Şti.		PROJE ADI: GAZİOSMANPAŞA HÜKÜMET KONAĞI								Sondaj No: SK-2									
		PROJE YERİ: İSTANBUL - GAZİOSMANPAŞA - 1942 ADA 1 PARSEL								Sayfa : 1/1									
YÜKLENİCİ: ÇİMTAŞ ÇEV. MÜH. MİM. TİC. LTD. ŞTİ.						Zemin Kotu (z): 109.30 m				Yeraltısuyu Durumu: YOK									
SONDAJ YERİ: 1942 ADA 1 PARSEL						Koor. N-S (y): 408567.5				Derinlik (m)		Tarih		Saat		Açıklama			
MAKİNA TİPİ: D-500 ULTRA HİDROLİK						Koor. E-W(x): 4547835.4													
SONDAJ ŞEKLİ: ROTARY						İstasyon (Km):													
BAŞLAMA TARİHİ: 11.11.2017						Sapma (m):													
BİTİŞ TARİHİ: 11.11.2017						Derinlik (m): 15.00													
Sondaj Derinliği (m)	Örnek No	Örnek Derinliği (m)	Örnek Türü	Zemin Sınıfı	STD. PEN. Deneyi			STANDART PENETRASYON GRAFİĞİ					Zemin Profili	Karot çapı	Karot %	RQD %	Ayrışma Derecesi	BİRİM TANIMLAMASI	Birim Derinliği
					15	30	45	0	10	20	30	40							
0.00		0.00																BİTKİSEL TOPRAK VEYA DOLGU MALZEME	0.50 m
1.00		1.50																AÇIK KAHRERENGLİ - KREM RENKLİ AZ KUMLU SİLTİLİ KİL	
2.00	1	1.95	SPT	CH	8	8	11		19										
3.00		2.50																AÇIK KAHRERENGLİ - KREM RENKLİ AZ KUMLU KİLLİ SİLT	
3.00	1	3.00	UD	ML	11	15	19		34										
4.00		4.50																YEŞİLİMSİ - AÇIK KAHRERENGLİ SİLTİLİ KİL	
4.00	2	3.45	SPT	CH	10	14	21		35										
5.00		4.95																YEŞİLİMSİ - AÇIK KAHRERENGLİ SİLTİLİ KİL	
5.00	3	4.95	SPT	CH	10	14	21		35										
6.00		5.50																YEŞİLİMSİ - AÇIK KAHRERENGLİ SİLTİLİ KİL	
6.00	2	6.00	UD	CH	10	17	50/10		R										
7.00		6.45																YEŞİLİMSİ - AÇIK KAHRERENGLİ SİLTİLİ KİL	
7.00	4	6.45	SPT	CH	10	17	50/10		R										
8.00		7.00																YEŞİLİMSİ - AÇIK KAHRERENGLİ SİLTİLİ KİL	
8.00	1	7.00	CR	CH	10	17	50/10		R										
9.00		9.00																YEŞİLİMSİ - AÇIK KAHRERENGLİ SİLTİLİ KİL	
9.00	2	9.00	CR	CH	10	17	50/10		R										
10.00		10.50																YEŞİLİMSİ - AÇIK KAHRERENGLİ SİLTİLİ KİL	
10.00	3	10.50	CR	CH	10	17	50/10		R										
11.00		12.00																YEŞİLİMSİ - AÇIK KAHRERENGLİ SİLTİLİ KİL	
11.00	4	12.00	CR	CH	10	17	50/10		R										
12.00		13.50																YEŞİLİMSİ - AÇIK KAHRERENGLİ SİLTİLİ KİL	
12.00	5	13.50	CR	CH	10	17	50/10		R										
13.00		15.00																YEŞİLİMSİ - AÇIK KAHRERENGLİ SİLTİLİ KİL	
13.00	5	15.00	CR	CH	10	17	50/10		R										
14.00																		YEŞİLİMSİ - AÇIK KAHRERENGLİ SİLTİLİ KİL	
14.00	5		CR	CH	10	17	50/10		R										
15.00																		YEŞİLİMSİ - AÇIK KAHRERENGLİ SİLTİLİ KİL	
15.00	5		CR	CH	10	17	50/10		R										
16.00																		YEŞİLİMSİ - AÇIK KAHRERENGLİ SİLTİLİ KİL	
16.00																			
17.00																		YEŞİLİMSİ - AÇIK KAHRERENGLİ SİLTİLİ KİL	
17.00																			
18.00																		YEŞİLİMSİ - AÇIK KAHRERENGLİ SİLTİLİ KİL	
18.00																			
19.00																		YEŞİLİMSİ - AÇIK KAHRERENGLİ SİLTİLİ KİL	
19.00																			
20.00																		YEŞİLİMSİ - AÇIK KAHRERENGLİ SİLTİLİ KİL	
20.00																			
NUMUNE TİPİ					ZEMİN - KAYA DEĞERLENDİRMESİ														
SPT: STANDART PENETRASYON DEN.					İNCE TANELİ					İRİ TANELİ					KAYA KALİTESİ TANIMI				
UD : ŞELBY TUPÜ					N: 0-2 Çok Yumuşak					N: 0-4 Çok Gevşek					0-25 % Çok Zayıf				
CR : KAROT NUMUNE					N: 3-4 Yumuşak					N: 5-10 Gevşek					25-50 % Zayıf				
Log Yapan					N: 5-8 Orta Katı					N: 11-30 Orta Sıkı					50-75 % Orta				
VOLKAN KILIÇ					N: 9-15 Katı					N: 31-50 Sıkı					75-90 % İyi				
					N: 16-30 Çok Katı					N: 50 Çok Sıkı					90-100 % Çok İyi				
					N: 30 Sert														

EK 4: GAZİOSMANPAŞA HÜKÜMET KONAĞI PROJESİ TEMEL SONDAJ LOGU KUYU 3

TEMEL SONDAJ LOGU																			
ÇİMTAŞ Çev. İnş. Müh. Mim. San. ve Tic. Ltd. Şti.		PROJE ADI: GAZİOSMANPAŞA HÜKÜMET KONAĞI										Sondaj No: SK-3							
		PROJE YERİ: İSTANBUL - GAZİOSMANPAŞA - 1942 ADA 1 PARSEL										Sayfa : 1/1							
YÜKLENİCİ: ÇİMTAŞ ÇEV. MÜH. MİM. TIC. LTD. ŞTİ.					Zemin Kotu (z): 110.40					Yeraltısuyu Durumu: YOK									
SONDAJ YERİ: 1942 ADA 1 PARSEL					Koor. N-S (y): 408545.7					Derinlik (m)	Tarih	Saat	Açıklama						
MAKİNA TİPİ: D-500 ULTRA HİDROLİK					Koor. E-W(x): 4547833.4														
SONDAJ ŞEKLİ: ROTARY					İstasyon (Km):														
BAŞLAMA TARİHİ: 12.11.2017					Sapma (m):														
BİTİŞ TARİHİ: 12.11.2017					Derinlik (m): 15.00														
Sondaj Derinliği (m)	Örnek No	Örnek Derinliği (m)	Örnek Türü	Zemin Sınıfı	STD. PEN. Deneyi			STANDART PENETRASYON GRAFIĞI					Zemin Profili	Kerol çapı	Kerol %	RQD %	Ayrışma Derecesi	BİRİM TANIMLAMASI	Birim Derinliği
					15	30	45	0	10	20	30	40							
0.00		0.00																	
1.00																			
2.00																			
3.00																			
4.00																			
5.00																			
6.00	1	6.00	UD	CH															
6.50	1	6.50																	
7.00		6.95	SPT	CH	5	9	11			20									
8.00																			
8.50		8.50																	
9.00	1		CR									76	54	6	W3				
10.00		10.50																	
11.00	2		CR									76	67	0	W3				
12.00		12.00																	
13.00	3		CR									76	47	0	W3				
14.00		13.50																	
15.00	4	15.00	CR									76	17	0	W3				
16.00																			
17.00																			
18.00																			
19.00																			
20.00																			
NUMUNE TİPİ					ZEMİN - KAYA DEĞERLENDİRMESİ														
SPT: STANDART PENETRASYON DEN.					İNCE TANELİ					İRİ TANELİ					KAYA KALİTESİ TANIMI				
UD : SHELBY TUPU					N: 0-2 Çok Yumuşak					N: 0-4 Çok Gevşek					0-25 % Çok Zayıf				
CR : KAROT NUMUNE					N: 3-4 Yumuşak					N: 5-10 Gevşek					25-50 % Zayıf				
Log Yapan					N: 5-8 Orta Katı					N: 11-30 Orta Sıkı					50-75 % Orta				
VOLKAN KILIÇ					N: 9-15 Katı					N: 31-50 Sıkı					75-90 % İyi				
					N: 16-30 Çok Katı					N: 50 Çok Sıkı					90-100 % Çok İyi				
					N: 30 Sert														

EK 5: GAZİOSMANPAŞA HÜKÜMET KONAĞI PROJESİ TEMEL SONDAJ LOGU KUYU 4

TEMEL SONDAJ LOGU																			
ÇİMTAŞ Çev.İnş.Müh.Mim. San.ve Tic.Ltd.Şti.		PROJE ADI: GAZİOSMANPAŞA HÜKÜMET KONAĞI								Sondaj No: SK-4									
		PROJE YERİ: İSTANBUL - GAZİOSMANPAŞA - 1942 ADA 1 PARSEL								Sayfa : 1/1									
YÜKLENİCİ: ÇİMTAŞ ÇEV. MÜH. MİM. TİC. LTD. ŞTİ.						Zemin Kotu (z): 107.85				Yeraltısuyu Durumu: YOK									
SONDAJ YERİ: 1942 ADA 1 PARSEL						Koor. N-S (y): 408573.0				Derinlik (m)		Tarih	Saat	Açıklama					
MAKİNA TİPİ: D-500 ULTRA HİDROLİK						Koor. E-W(x): 4547869.9													
SONDAJ ŞEKLİ: ROTARY						İstasyon (Km):													
BAŞLAMA TARİHİ: 12.11.2017						Sapma (m):													
BİTİŞ TARİHİ: 12.11.2017						Derinlik (m): 10.00													
Sondaj Derinliği (m)	Örnek No	Örnek Derinliği (m)	Örnek Türü	Zemin Sınıfı	STD. PEN. Deneyi			STANDART PENETRASYON GRAFİĞİ					Zemin Profili	Korot çapı	Korot %	RQD %	Ayrışma Derecesi	BİRİM TANIMLAMASI	Birim Derinliği
					15	30	45	0	10	20	30	40							
0.00		0.00																	
1.00																			
2.00		2.50																	
3.00	1	3.00	UD	MH															
4.00	1		CR																
5.00		4.50																	
6.00		6.00	CR																
7.00	2																		
8.00		7.50	CR																
9.00																			
10.00	4	10.00	CR																
11.00																			
12.00																			
13.00																			
14.00																			
15.00																			
16.00																			
17.00																			
18.00																			
19.00																			
20.00																			
NUMUNE TİPİ					ZEMİN - KAYA DEĞERLENDİRMESİ														
SPT:STANDART PENETRASYON DEN.					İNCE TANELİ					İRİ TANELİ					KAYA KALİTESİ TANIMI				
UD : ŞELBY TUPÜ					N: 0-2 Çok Yumuşak					N: 0-4 Çok Gevşek					0-25 % Çok Zayıf				
CR : KAROT NUMUNE					N: 3-4 Yumuşak					N: 5-10 Gevşek					25-50 % Zayıf				
Log Yapan					N: 5-8 Orta Katı					N: 11-30 Orta Sıkı					50-75 % Orta				
VOLKAN KILIÇ					N: 9-15 Katı					N: 31-50 Sıkı					75-90 % İyi				
					N: 16-30 Çok Katı					N: 50 Çok Sıkı					90-100 % Çok İyi				
					N: 30 Sert														

EK 6: GAZİOSMANPAŞA HÜKÜMET KONAĞI PROJESİ TEMEL SONDAJ LOGU KUYU 5

TEMEL SONDAJ LOGU																			
ÇİMTAŞ Çev.İnş.Müh.Mim. San.ve Tic.Ltd.Şti.		PROJE ADI: GAZİOSMANPAŞA HÜKÜMET KONAĞI										Sondaj No: SK-5							
		PROJE YERİ: İSTANBUL - GAZİOSMANPAŞA - 1942 ADA 1 PARSEL										Sayfa : 1/1							
YÜKLENİCİ: ÇİMTAŞ ÇEV. MÜH. MİM. TİC. LTD. ŞTİ.					Zemin Kotu (z): 106.80					Yeraltısuyu Durumu: YOK									
SONDAJ YERİ: 1942 ADA 1 PARSEL					Koor. N-S (y): 408491.2					Derinlik (m)									
MAKİNA TİPİ: D-500 ULTRA HİDROLİK					Koor. E-W(x): 4547861.5					Tarih									
SONDAJ ŞEKLİ: ROTARY					İstasyon (Km):					Saat									
BAŞLAMA TARİHİ: 13.11.2017					Sapma (m):					Açıklama									
BİTİŞ TARİHİ: 13.11.2017					Derinlik (m): 10.00														
Sondaj Derinliği (m)	Örnek No	Örnek Derinliği (m)	Örnek Türü	Zemin Sınıfı	STD. PEN. Deneyi			STANDART PENETRASYON GRAFİĞİ					Zemin Profili	Karat çapı	Karat %	RQD %	Ayrışma Derecesi	BİRİM TANIMLAMASI	Birim Derinliği
					15	30	45	0	10	20	30	40							
0.00		0.00																BİTKİSEL TOPRAK - DOLGU	0.50 m
1.00		1.50																AÇIK KAHRERENĞİ RENKLİ KİLLİ SİLT	
2.00	1	1.95	SPT		4	6	6		12										
3.00		2.50																KAHRERENĞİ - KOYU YEŞİL ZEMİNLEŞMİŞ KAYAÇ PARÇALARI İÇEREN GROVAK	
4.00		3.00	UD	MH															
5.00		3.45	SPT	MH	5	8	10		18									YEŞİLİMSİ AÇIK KAHRERENĞİ ÇOK KIRIKLI ÇATLAKLI GROVAK	
6.00	1		CR											76	37	7	W4		
7.00		4.50																YEŞİLİMSİ AÇIK KAHRERENĞİ ÇOK KIRIKLI ÇATLAKLI GROVAK	
8.00		6.00	CR																
9.00		8.00																YEŞİLİMSİ AÇIK KAHRERENĞİ ÇOK KIRIKLI ÇATLAKLI GROVAK	
10.00	2		CR											76	63	17	W3		
11.00		10.00																YEŞİLİMSİ AÇIK KAHRERENĞİ ÇOK KIRIKLI ÇATLAKLI GROVAK	
12.00			CR											76	58	5	W3		
13.00																			
14.00																			
15.00																			
16.00																			
17.00																			
18.00																			
19.00																			
20.00																			
NUMUNE TİPİ					ZEMİN - KAYA DEĞERLENDİRMESİ														
SPT-STANDART PENETRASYON DEN.					İNCE TANELİ					İRİ TANELİ					KAYA KALİTESİ TANIMI				
UD : ŞELBY TÜPÜ					N: 0-2 Çok Yumuşak					N: 0-4 Çok Gevşek					0-25 % Çok Zayıf				
CR : KAROT NUMUNE					N: 3-4 Yumuşak					N: 5-10 Gevşek					25-50 % Zayıf				
Log Yapan					N: 5-8 Orta Katı					N: 11-30 Orta Sıkı					50-75 % Orta				
VOLKAN KILIÇ					N: 9-15 Katı					N: 31-50 Sıkı					75-90 % İyi				
					N: 16-30 Çok Katı					N: 50 Çok Sıkı					90-100 % Çok İyi				
					N: 30 Sert														

ÖZGEÇMİŞ

Adı ve Soyadı : Ahmet İDİKURT

Doğum Yeri :Sivas

Doğum Tarihi : 12.08.1987

Yabancı Dili : İngilizce

Eğitim Durumu

Lise :Sivas Kongre Lisesi (2004)

Lisans :Cumhuriyet Üniversitesi İnşaat Mühendisliği (2012)

Çalıştığı Kurumlar

2008 - 2009 Mir Yapı Tasarım-Sivas / Ofis Elamanı

2012 -2013 Yücel Yapı Denetim-Sivas/Kontrol Mühendisi

01/2013 Akaydo İnşaat-Sivas/Şantiye Şefi

2013-2016 Can&Kahraman İş Ortaklığı Stadyum İnşaatı/Saha Şefi

2016-2018 SHEM Yapı İnşaat