

## **ANKARA GAZİOSMANPAŞA'DA YAPILAN BİR DERİN KAZININ TASARIM VE PERFORMANSININ DEĞERLENDİRİLMESİ**

### **AN ASSESSMENT OF THE DESIGN AND PERFORMANCE OF A DEEP EXCAVATION IN GAZİOSMANPAŞA ANKARA**

**Oğuz ÇALIŞAN<sup>1</sup>**

**Ozan TURHAN<sup>2</sup>**

#### **ABSTRACT**

Deep excavations with depths up to ~17.5m had been made for the construction of foundations and basements of a housing project, consisting of a 43-story residence, 2 low-rise building blocks and underground parking. Shoring was found to be necessary owing to the facts that construction area was surrounded by roads with buildings behind, a 20-story residential building exists at southwest together with the schists dominating the soil profile. The risks associated with the excavations next to the corner near the 20 storey building led to planning two different foundation levels at architectural design stage for limiting the excavation depth near the corner. The upper level excavation height was planned as ~17.5m at the deepest section, the excavation depth for the second level being 9.5m. The horizontal distance (in plan) between two excavation levels is ~14m in the vicinity of 20 storey building and ~57m at the remaining section. Contiguous bored piles with 65cm and 80cm diameter supported by ground anchors were used at both excavation levels. Next to 20 storey building, 80cm diameter piles spaced 120cm center to center were utilized, and 65cm diameter piles spaced 100cm were used at the remaining parts. The most challenging part of the project due to geometry of the site was the corner formed by the two perpendicular excavation sides next to the 20 storey building. This situation necessitated a special design for anchors so that they don't intersect each other and a careful and controlled construction to attain this. The soil profile at the site consists of schists which are very common in Ankara GOP and Yıldız region overlain by 1.0-5.0m thick uncontrolled fill. These gray/black colored schists being very stable and strong in dry condition, lose their strength and lead to serious stability problems and landslides in case they get in contact with water. Another problem with this formation is the abrupt drop in anchor capacities in the presence of water.

In this study, the measured displacements via inclinometer readings are compared to the design values. The effect of unexpected displacements experienced at the second excavation level piled wall on the wall next to 20 storey building are assessed by analysis and measurements.

**Key Words:** bored pile, deep excavation, displacement, finite element, ground anchor, inclinometer

\*<sup>1</sup> Dr. İnş. Yük. Müh., ÇALIŞAN Geoteknik Hizmetler Ltd., ocalisan@calisangeo.com

\*<sup>2</sup> Mimar, MBA, MESA Mesken, oturhan@mesa.com.tr

## ÖZET

Ankara'nın Gaziosmanpaşa semtinde 43 katlı bir rezidans, 9'ar katlı iki adet yatay blok ve otoparklardan oluşan bir konut projesinin temel ve bodrumlarının inşası için derinliği 17.5 metreyi bulan kazılar yapılmıştır. Gerek inşaat alanını çevreleyen yollar, yolların arkasındaki yapılar ile alanın güneybatısında yer alan 20 katlı komşu yapı ve gerekse zemin etüdü ile belirlenen zemin yapısı (şist tabakalarının varlığı) nedeniyle temel ve bodrumların inşası için yapılacak kazılar sırasında iksa tedbirlerinin alınması gerekli görülmüştür. 20 katlı binaya komşu 2 cephenin oluşturduğu iç köşe kazısının içerdiği riskler nedeniyle mimari planlama sırasında yapılar kademeli olarak tasarlanmış ve temel kazıları iki ayrı kademede yapılmıştır. İlk kademe kazı en derin yerde ~17.5m, ikinci kademe kazı ise 9.5m derinliğinde planlanmış ve projelendirilmiştir. İki kazı kademesi arasındaki yatay mesafe 20 katlı bina cephesinde ~14m, diğer kesimde ~57 metredir. Her iki kademe kazı için de iksa sistemi, zemin ankrajlarıyla desteklenen 65cm ve 80cm çaplı aralıklı fore kazıklardan oluşmaktadır. Binaya komşu cephelerde eksenden eksene 1.2m aralıklı 80cm çaplı fore kazıklar, diğer cephelerde ve ikinci kademe kazıda ise eksenden eksene 1.0m aralıklı 65cm çaplı fore kazıklar kullanılmıştır. Kazı ile ilgili en önemli zorluklardan bir tanesi, parselin geometrisinden dolayı 20 katlı binaya komşu, birbirine dik iki cephenin bir iç köşe oluşturmasıdır. Bu durum söz konusu iki farklı cephedeki ankrajların birbirleriyle çakışmayacak şekilde projelendirilmesini ve imalatın çok dikkatli bir şekilde yapılmasını gerektirmiştir. Arazide mevcut zemin yapısı, kalınlığı 1.0-5.0m arasında değişen dolgu altında, Ankara'nın GOP ve Yıldız semtlerinde oldukça yaygın olarak bulunan şistlerden oluşmaktadır. Bu bölgede yer alan gri siyah renkli şistler kuru durumda oldukça stabil ve mukavim olmalarına karşın suya maruz kalmaları durumunda ciddi stabilite problemlerine ve büyük çaplı heyelanlara sebep olmaktadır. Bu zeminlerle ilgili diğer bir olumsuzluk ise, su ile temasta, ankraj kapasitelerinde ciddi düşümlere sebep olmalarıdır.

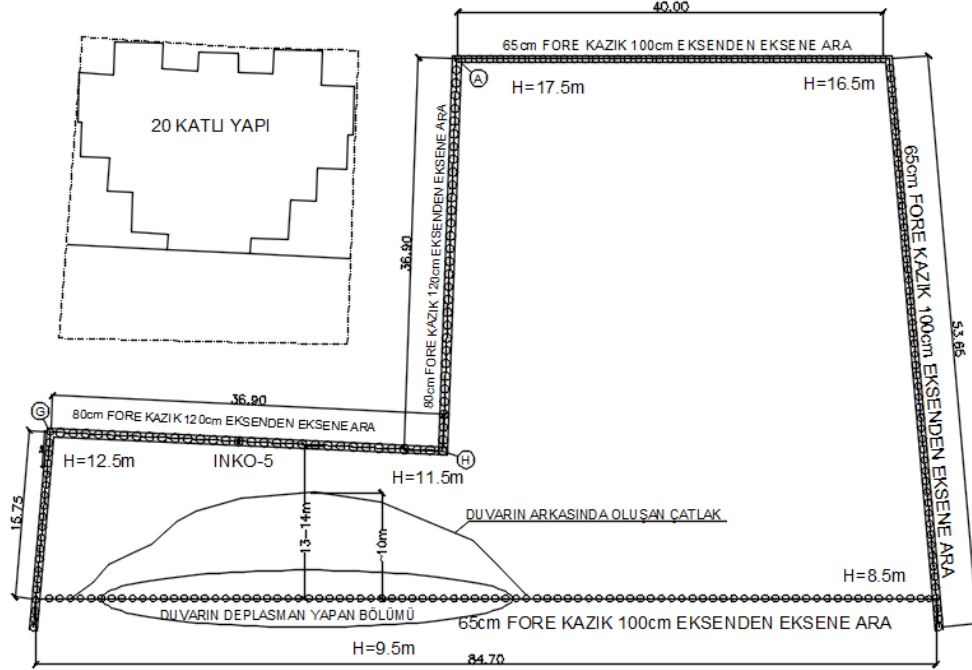
Bu çalışmada, 20 katlı bina cephesinde tasarım sırasında analizlerle belirlenen deplasmanlar, inklinometre ölçümleri ile karşılaştırılmıştır. 2. kademe kazı sırasında alt duvarda meydana gelen beklenmeyen deplasmanların üst kademe duvara etkileri de sonlu elemanlar analizleri ve yerinde ölçümlerle irdelenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** ankraj, deplasman, derin kazı, fore kazık, inklinometre, sonlu elemanlar

## 1. GİRİŞ

Ankara Gaziosmanpaşa'da bir konut projesi için derinliği ~17.5 metreyi bulan kazıların yapılması gerekmiştir. Bu kazılar sırasında 65cm ve 80cm çaplı, aralıklı fore kazıklar ve zemin ankrajlarından oluşan iksa sistemi kullanılmıştır. Kazı geometrisi ve sisteme ait detaylar ile kazı derinlikleri Şekil 1'de gösterilmektedir. Şekil 2'de ise kazının tamamlanmaya yakın durumundaki görüntüsü verilmektedir. Projenin geneli düşünüldüğünde günümüzde tasarım ve uygulaması rutinleşmiş diğer bölümlerinin aksine 20 katlı bina yanındaki köşe kısmı oldukça risklidir. Köşe ile ilgili en önemli riskler, birbirine dik iki kenarda teşkil edilecek iksa sistemine ait ankrajların birbirleri ile çakışma olasılığı ve iç köşenin şekli nedeniyle fazla deplasman yapma potansiyelidir. İmalat sırasında

ankrajların birbirleri ile çakışmalarının engellenmesi için tasarımın kolay uygulanacak şekilde yapılması önem taşımıştır.



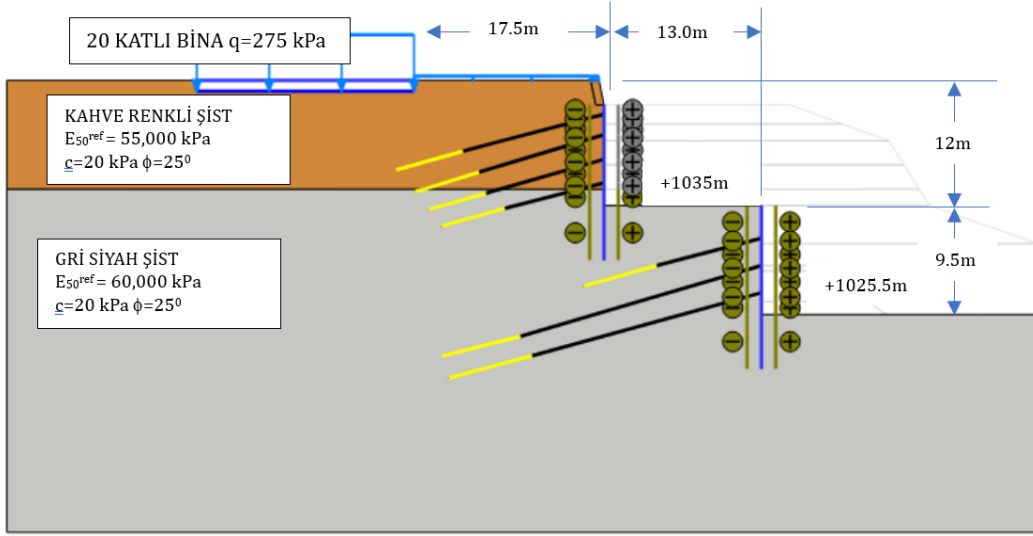
Şekil 1. Kazı Geometrisi ve İksa Sistemi Detayları



Şekil 2. Kazının Tamamlanmaya Yakın Durumdaki Görünümü

## 2.KÖŞEYE KOMŞU CEPHELERDEKİ ZEMİN YAPISI VE TASARIM

Köşeye komşu iki cephedeki zemin yapısı iksa üst seviyesinden başlayarak kahve renkli çok/tamamen ayrılmış kil dolgulu şist ve altında koyu gri/siyah grafitik şistten meydana gelmektedir. Kahve renkli şist 2.3-16.6m arasında değişen kalınlıklarda rapor edilmiştir. Tamamen-çok ayrılmış olarak tanımlanan formasyonda RQD değerleri %0-19 (genellikle 0-10 arasında), karot yüzdeleri ise %10-36 aralığındadır. Kahverengi şist altında yer alan koyu gri/siyah şist ince yapraklanmalı ve kil dolgulu olup bünyesinde kalker blokları barındırmaktadır. RQD değerleri %0-19, karot yüzdeleri ise %23-55 aralığındadır. Ankara'nın Gaziosmanpaşa ve Yıldız semtlerinde yer alan grafitik şistler kuru durumda çok mukavim ve stabil olmalarına rağmen suyla temasta hemen dağılmakta ve kayma mukavemetindeki düşüşe bağlı olarak ciddi stabilite problemlerine sebep olmaktadır. Sahadaki su içeren bölümlere istinaden şist tabakalarına ait zemin parametreleri presiyometre deney sonuçlarından elde edilen değerlerin azaltılması ve bölgede şimdiye kadar yapılan kazılardan elde edilen tecrübelerle göre belirlenmiştir. Köşe tasarımı için yapılan hesaplarda Şekil 3'te verilen geometri, zemin profili ve parametreleri kullanılmıştır [1,2].



Şekil 3. Köşe Bölümünün Hesaplarında Kullanılan Zemin Profili ve Parametreleri

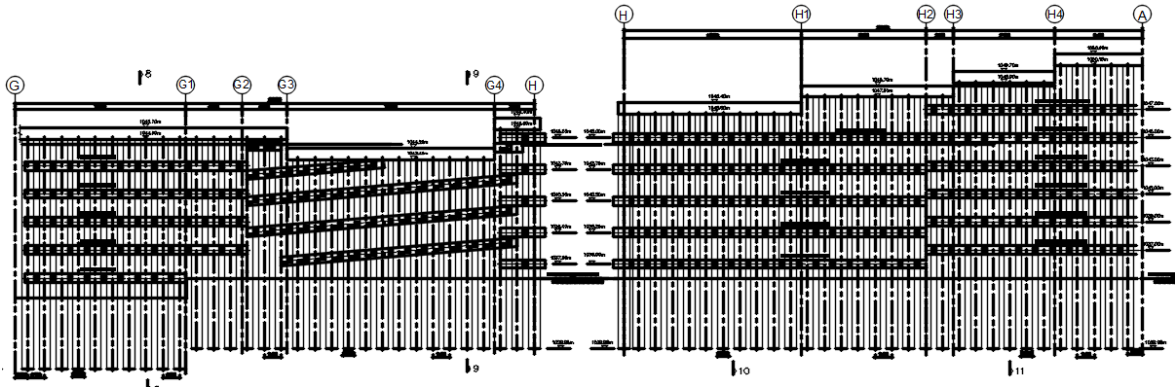
Birbirine dik iki cephenin oluşturduğu köşenin tasarımı sırasında değişik alternatifler değerlendirilmiştir. Alternatiflerden bir tanesi, her iki cephede de ankrajları, planda cephelere 45° açı yapacak şekilde projelendirmek ve imal etmektir. Bu alternatifin ciddi bir dezavantajı, ankraj eksenel yüklerini yüzde 41 artırmasıdır. Bu durumda köşeyi oluşturan cephelerde oluşacak yatay yükleri karşılamak için ankraj sayısı ciddi olarak artacaktır. Değerlendirilen ve uygulanan alternatif, her iki cephedeki ankrajları da planda duvara dik olarak imal etmek, bir cephede aynı sıradaki ankrajları aynı kotta yapmak, diğer cephede ise aynı sıradaki (aynı kuşak kirişi ile bağlanan ankraj sırası) aynı kotta yapmak yerine eğimli tasarlamaktır. Bu tasarımda imalat sırasında ankraj çakışmalarının engellenmesi çok daha kolay olmakta ve ankraj eksenel yüklerinde ek bir artış meydana gelmemektedir. Bu şekilde tasarlanan her iki cephenin karşıdan görünüşü Şekil 4'te verilmektedir.



Sistemin tasarımı, ReWard ve Plaxis programları kullanılarak yapılmış, ankraj yükleri ayrıca Terzaghi-Peck(1967) tarafından sert killere için verilen dağılım kullanılarak bulunmuştur. Analizler sırasında bulunan deplasmanlar ve inlinometre ölçümleri ilerideki bölümlerde irdelenmiştir.

### 3.ALT KADEME DUVARDA MEYDANA GELEN HAREKETLER

Şekil 3'te verilen kesitte alt kademede yer alan duvar, ilk tasarımda tek sıra ankrajlı olarak projelendirilmiştir. İksa perdesinin yüksek katlı bina önündeki yaklaşık 28m'lik bölümünün ankrajlarının tamamlanıp gerdirilmesini takiben 26.11.2014 tarihinde hafriyatı yapılmış, 27.11.2014 tarihi sabah saatlerinde duvar deplasman yapmaya başlamış, duvar arkasında çatlaklar oluşmuştur (Bkz. Şekil 1). Kazıklı ankrajlı duvarda meydana gelen deplasmanların incelenmesinden, çatlakların önce hemen duvar başlık kirişinin arkasında başladığı, daha sonra geriye giderek duvar arkasında 10m genişliğinde bir yay çizdiği görülmüştür. Deplasman yapan bölümün önü kısa sürede doldurulmuştur. Bu hareketler uzun bir süre problemsiz olarak açıkta kalan diğer kesimi de zorlamış, bu bölümde de ankraj köklerinin arkasında ince bir çatlak gelişmiştir. Bu bölümün önü beton pompalarına yer sağlamak gerekçesiyle doldurulmamıştır.



Şekil 4. Dik Köşeyi Oluşturan Cephelerin Karşıdan Görünüşü

Duvarın deplasman yapan kısmını takviye etmek ve olası genel stabilite problemlerinin önüne geçmek amacıyla deplasman yapan bölüme iki sıra daha ankraj tasarlanmış ve uygulanmıştır.

### 3.HESAPLANAN VE GERÇEKLEŞEN DEPLASMANLAR

Plaxis ile modellenen köşe kesit projelendirme ve revizyon sırasında her kazı kademesi için ayrı ayrı analiz edilmiştir. Şekil 3'te verilen parametreler kullanılarak yapılan sonlu elemanlar analizlerinde ilk kademe kazı alt kotu olan +1035m kotuna inildiğinde üst duvarda meydana gelen deplasmanlar, alt sıra duvarın ilk kademe ankraj kazısı sonrası üst duvarda meydana gelen hareketler ve ek ankrajlar sonrasında, +1025.4m kotu kazısı sonrası üst duvarda meydana gelen deplasmanlar Tablo 1'de belirtilmiştir. Öte yandan üst duvarda değişik tarihlerde yapılan inklinometre ölçümleri de Tablo 1'de verilmiştir. Yapılan

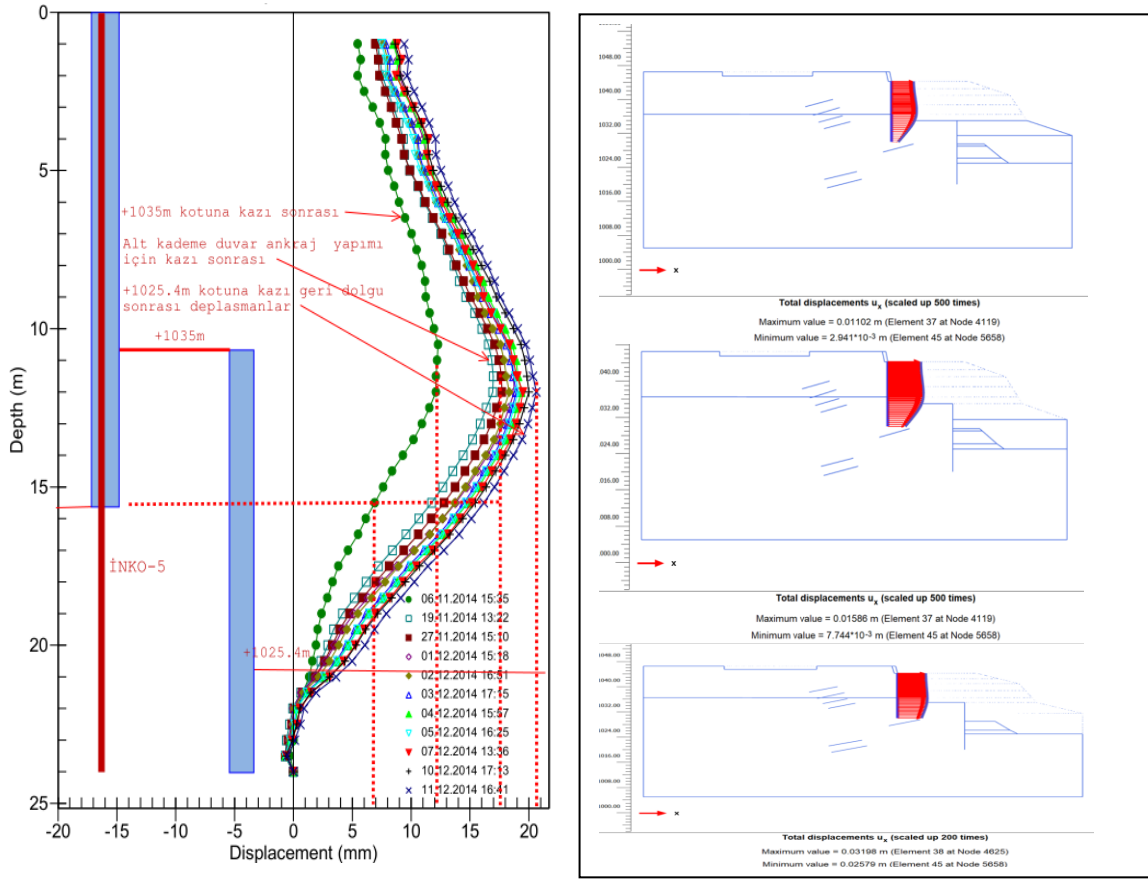
inklinometre ölçümlerine ait sonuçları ve duvar deplasmanlarının görünümü Şekil 5'te sunulmaktadır.

**Tablo 1. Üst Duvarda Ölçülen ve Hesaplanan Deplasmanlar**

YER	ÜST DUVAR DEPLASMANLARI (mm)					
	+1035m KOTUNA KAZI SONRASI		ALT DUVAR İLK ANKRAJ KADEMESİ İÇİN KAZI SONRASI		+1025.4m KOTUNA KAZI ve GERİ DOLGU SONRASI	
	PLAXIS	ÖLÇÜLEN	PLAXIS	ÖLÇÜLEN	PLAXIS	ÖLÇÜLEN
MAKS.	11	12	15	17.5	32	21
KAZIK ALTI	3	7	8	12	26	16

#### 4. SONUÇ

Tablo 1 ve Şekil 5'ten hesaplanan ve ölçülen deplasmanların hem dağılım hem de mertebe olarak +1035m kotu kazısı ve alt duvar ilk kademe ankraj kazısı durumlarında uyum içerisinde olduğu görülmektedir. Bu iki kademede ölçülen ve hesaplanan deplasman değerleri arasında sadece birkaç milimetre fark olmuştur. Öte yandan alt sıra duvar arkasında meydana gelen hareketlerden dolayı iki duvar arasındaki zeminde meydana gelen örselenme ve mukavemet kaybı dikkate alınmadan yapılan hesaplarda, +1025.4m kotuna tam kazı durumu için sonlu elemanlar yöntemi üst duvar deplasmanlarını abartılı bulmuş, ölçülen deplasmanlar hesaplanan değerlerin yüzde 35-38 altında kalmıştır. Öte yandan, alt kademe duvarda meydana gelen hareketler sonrasında üst duvarın 2.5-3.0m önüne kadar gelen zemin örselenmesi de dikkate alınarak (elastisite modülünün %30 azaldığı kabulüyle) yapılan Plaxis hesap sonuçlarına göre üst duvardaki maksimum deplasman 5cm mertebelerine olup gerçekleşen değer 2.5 katıdır. Plaxis sonuçları ile ölçümler arasındaki diğer önemli bir fark da hareketler öncesi ölçülen değerlerin çok altında olan üst duvar altı deplasmanlarının hareketler sonrasında ölçülen değerlerin %60 fazlası olarak hesaplanmış olmasıdır.



Şekil 5. Üst Duvarda Ölçülen ve Hesaplanan Deplasmanlar

Alt kademe duvarda meydana gelen hareketler sonrasında üst duvarın 2.5-3.0m önüne kadar gelen zemin örselenmesi ve çatlaklar üst duvarı minimal düzeyde etkilemiş, kazı ve bodrumlar çevre yapı ve yollarda herhangi bir olumsuzluğa sebep olmadan tamamlanmıştır.

## KAYNAKLAR

- [1] Çalışan, O., “Ankara İli Çankaya İlçesi BüyükEsat Mahallesi Konut Projesi Geoteknik Raporu”, ÇALIŞAN Geoteknik Hizmetler İnş. Ltd., Mayıs 2014
- [2] Çalışan, O., “Ankara İli Çankaya İlçesi BüyükEsat Mahallesinde İnşa Edilecek Konut Projesi Kazısı Geçici İksa Projesi Hesap Raporu”, ÇALIŞAN Geoteknik Hizmetler İnş. Ltd., Mayıs 2014