T.C.
KOCAELİ İLİ, KARTEPE İLÇESİ, ATAEVLER MAHALLESİ, FELEK AYDIN ADINA KAYITLI G24D01B2A PAFTA, 1077 ADA, 5 PARSELDE YAPILMASI PLANLANAN YAPIYA AİT
JEOFİZİK – JEOLOJİK – JEOTEKNİK



ZEMİN ve TEMEL ETÜDÜ VERİ RAPORU

RAPOR NO: KP03101 **MART / 2026**

İÇİNDEKİLER

1.GENEL BİLGİLER 4
1.1.Etüdün Amacı ve Kapsamı 4
1.2.İnceleme Alanının Tanıtılması 4
1.2.1.Jeomorfolojik ve Çevresel Bilgiler 4
1.2.2.İmar Planı Durumu 5
1.2.3.İmar Adası İle İlgili Bilgiler 5
1.2.4.İklim Bilgileri 5
1.2.5.Doğal Afet Tehlikeleri 6
1.2.6.Yapı Hakkında Bilgiler 6
2.JEOLOJİ 9
2.1.Genel Jeoloji 9
3.ARAZİ ÇALIŞMALARI 14
3.1.Jeofizik Çalışmalar 14
3.1.1.Sismik Kırılma Çalışması 15
3.1.2.Rezistivite 21
3.2.Araştırma Çukurları 22
3.3.Sondaj Çalışmaları 22
3.4.Arazi Deneyleri 25
3.4.1.Standart Penetrasyon Deneyi (SPT) 25
4.HİDROJEOLOJİ 27
5.LABORATUVAR DENEYLERİ 27
5.1.Zeminlerin İndeks/Fiziksel Özelliklerinin Belirlenmesi 27
5.2.Kayaların Mekanik Özelliklerinin Belirlenmesi 28
6.İNCELEME ALANI MÜHENDİSLİK JEOLOJİSİ 28
6.1.Zemin ve Kaya Türlerinin Değerlendirilmesi 28
6.1.1.Zemin Türlerinin Değerlendirilmesi 28
6.1.2.Kaya Türlerinin Değerlendirilmesi 29
7.JEOLOJİK PROFİL 30
7.1.Zemin ve Kaya Türlerinin Değerlendirilmesi 30
7.1.1.Ayrışmış Kaya ve Zemin Türlerinin Sınıflandırılması 30
8.SONUÇ VE ÖNERİLER 31
9.YARARLANILAN KAYNAKLAR 33

EKLER LİSTESİ

Ek-1 : Araştırma Noktaları Vaziyet Planı
Ek-2: Araştırma Çukuru ve Sondaj Logları, Karot Sandığı Fotoğrafları, Araştırma Çukuru ve Çıkan Malzeme Fotoğrafları
Ek-3: Arazi Deneyleri Sonuç Föyleri
Ek-4 : Jeolojik Kesitler
Ek-5 : Laboratuvar Deney Sonuçları
Ek-6 : Jeofizik Ölçüm Kayıtları ve Düzeltilmemiş Saha Verileri
Ek-7 : Fotoğraflar
Ek-8 : Tapu, İmar Planı, İmar Çapı Sureti
Ek-9 : 1/1000 ya da 1/5000 Ölçekli Münhanili Mühendislik Jeolojisi Haritası
Ek-10: İlgili Tutanaklar
Ek-11: Türkiye Deprem Tehlike Haritaları Bilgileri
Ek-12: Video çekimi (CD/ sondajlar, jeofizik çalışmalar, araştırma çukuru kazımı ve çıkan malzemenin görüntüleri)

TABLO LİSTESİ SAYFA NO

Tablo 1.2.1 Kocaeli ili, Meteoroloji Genel Müdürlüğü İklim Bilgileri 5
Tablo 3.1.1 Sismik Çalışmalar Koordinatları 15
Tablo 3.1.2 P dalgası hızı ile zeminlerin yâda kayaçların sökülebilirlikleri (Bilgin, 1989) 15
Tablo 3.1.3 Zemin Birimlerinin Yoğunluk Sınıflaması: (Keçeli, 1990) 17
Tablo 3.1.4 Poisson oranı ve Vp/Vs oranına göre Zemin/Kaya ortamlarının sıkılığı (Ercan, 2001) 17
Tablo 3.1.5 Kayma modülü değerlerine göre zemin yâda kayaçların dayanımı (Keçeli, 1990) 18
Tablo 3.1.6 Elastisite modülü değerlerine göre zemin yâda kayaçların dayanımı. (Keçeli, 1990) 18
Tablo 3.1.7 Bulk modülü değerlerine göre zemin yâda kayaçların dayanımı (Keçeli, 1990) 19
Tablo 3.1.8 Rezistivite ile Korozyon İlişkisi 22
Tablo 3.3.1 Sondaj Kuyu Bilgileri 23
Tablo 3.4.1 SPT düzeltme katsayıları TBDY,2018 25
Tablo 3.4.2 Arazide Yapılan SPT Deneyi Sonuçları 26
Tablo 3.4.3 Daneli Kohezyonsuz Zeminlerde Darbe Sayısı ile Relatif Sıkılık Arasındaki Bağıntı (Terzaghi ve Peck) 26
Tablo 3.4.4 İnce Taneli Zeminlerde Zeminlerin N Değerlerine Göre Sınıflandırılması 26
Tablo 5.1.1 Zeminin İndeks-Fiziksel Parametreleri 27
Tablo 5.3.3 Nokta Yükleme Deney Bilgileri 28
Tablo 5.3.1 Zeminlerin Plastiklik Tanımları ve Kuru Mukavemetleri (Sowers,1979) 28
Tablo 5.3.2 Zeminlerin Sıkışabilirliği (Sowers.1979) 29
Tablo 5.3.3 Kil ve Kum Türü Zeminlerde SPT/N30- Sıkılık İlişkisi (Terzaghi ve Peck -1967) 29
Tablo 5.3.4 Zeminlerin Sıkışabilirliği (Sovvers 1979) 29
Tablo 5.3.5 Plastisite İndisine Göre Plastisite Derecesi (Leonards, 1962) 29
Tablo 7.1.1.1 Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği (2019)'ne göre Yerel Zemin Sınıfı 30

ŞEKİL LİSTESİ SAYFA NO

Şekil 1 İnceleme Alanı Yer Bulduru Haritası 5
Şekil 2 İnceleme alanının Türkiye Deprem Tehlike Haritasındaki Konumu 6
Şekil 3 Yapıya Ait Kesitler 7
Şekil 4 Sismik Çalışma Aplikasyonu 15
Şekil 5 DES Çalışma Aplikasyonu 21
Şekil 6 Sondaj Çalışma Aplikasyonu 23
Şekil 7 SK-1 nolu Karot Sandığı 23
Şekil 8 SK-2 nolu Karot Sandığı 24
Şekil 9 SK-3 nolu Karot Sandığı 24

1. GENEL BİLGİLER

1.1. Etüdün Amacı ve Kapsamı

Bu çalışma; Kocaeli ili, Kartepe İlçesi, Ataevler Mahallesi, G24D01B2A Pafta, 1077 Ada, 5 parselde yer alan Felek AYDIN adına kayıtlı parselde yapılması planlanan **zemin + 2 katlı** yapıya ait jeofizik-jeolojik-jeoteknik yer araştırması raporudur. İnceleme alanında yapılması planlanan yapı için statik hesaplamaya yönelik inceleme alanına ait zemin parametrelerini belirlemek amacıyla, sondaja dayalı Zemin ve Temel Etüdü hazırlanmıştır. Yaklaşık 312,15 m^2'lik yüz ölçümüne sahip arazi **40.746251° enlem, 30.038898° boylam** koordinatlarında yer almaktadır. Çalışmalarımız sahanın zeminine ait jeolojik özelliklerin, yer altı suyu koşullarının ve jeoteknik parametrelerin ortaya çıkarılması amacıyla yapılmıştır.

İnceleme alanımız içerisinde yapılan Sondaj Kuyusu (SK) çalışmaları ve numune alımı TS EN ISO 22475-1 standardına uygun, sismik ölçüm çalışmaları ise ASTM D5777-00 standardına uygun olarak yapılmıştır.

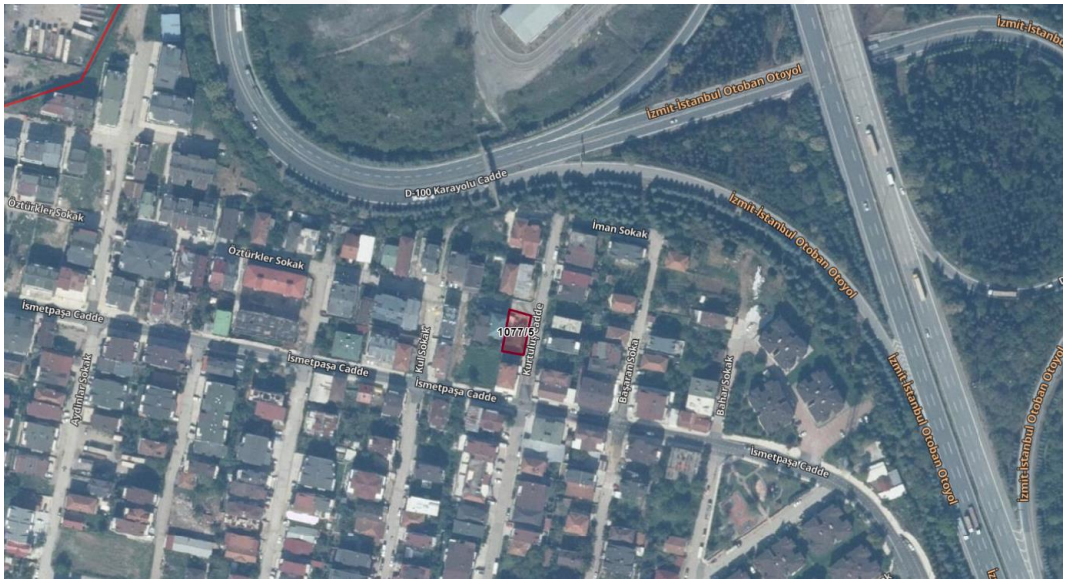
Jeoteknik incelemelerimiz saha, temel zemin sondajları, sismik kırılma ve yorumlama, düşey elektrik sondajı çalışması, laboratuvar çalışmaları, jeoteknik değerlendirme ve rapor hazırlanması aşamalarını kapsamaktadır. İnceleme alanında 3 adet sondaj çalışması, 1 adet sismik çalışma ve 1 adet düşey elektrik sondajı çalışması yapılmıştır.

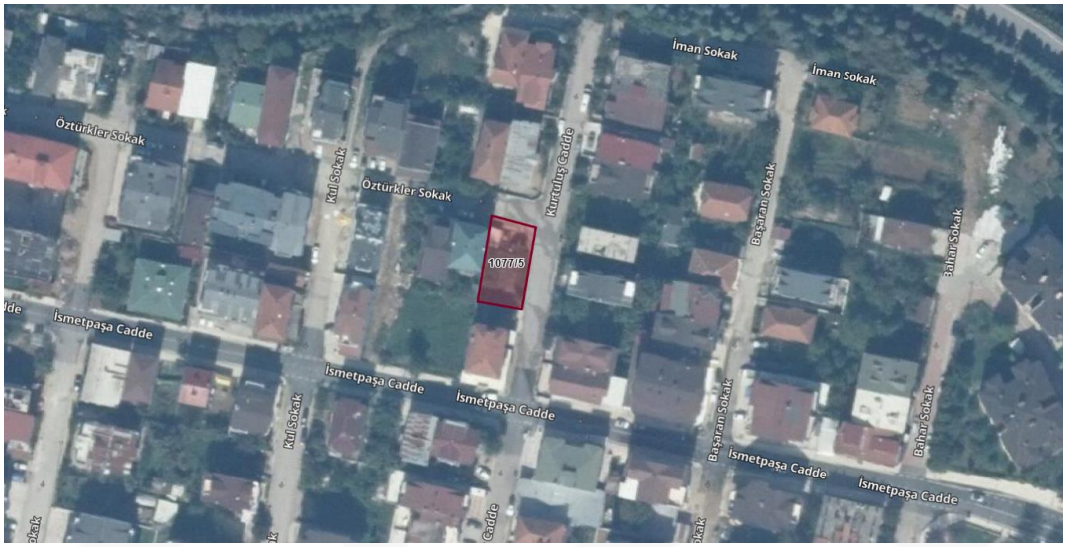
İnceleme alanımız yapı ve bileşenlerinin özellikleri, zemin birimlerinin özellikleri yönünden, civar yapılar yönünden, yer altı suyu durumu yönünden, Bölgesel Deprem özellikleri yönünden ve çevre koşulları yönünden incelenmiş olup, ***Etüt kategorisi "Kategori-2"*** olarak değerlendirilmiştir.

1.2. İnceleme Alanının Tanıtılması

1.2.1. Jeomorfolojik ve Çevresel Bilgiler

İnceleme alanı ise **%0-5 eğimli** bir morfolojiye sahiptir. Etüt alanı ve yakın civarında morfolojik olarak kayma, kabarma ve göçme gibi hareketler gözlenmemektedir.





Şekil 1 İnceleme Alanı Yer Bulduru Haritası

1.2.2. İmar Planı Durumu

Kartepe Belediyesi tarafından hazırlanan İmar Durum Belgesinde; TAKS: 0,40-KAKS 1.20, kat adeti 3 kat olarak belirtilmiştir. Yerleşime Uygunluk Durumu Önlemli Alanlar 5-1, (Ö.A-5.1) olarak belirtilmiştir.

1.2.3. İmar Adası ile İlgili Bilgiler

Kartepe Belediyesi tarafından hazırlanan İmar Durum Belgesinde İnşaat Nizamı ***"Ayrık Nizam"*** ve Plandaki Plan Fonksiyonu ve Kullanım Amacı ***"Konut Alanı"*** olarak belirtilmiştir (EK-8).

İnceleme alanının bulunduğu parsel ve çevresinin eğimi; **%0-5** arasında değişen morfolojiye sahiptir.

1.2.4.İklim Bilgileri

Kocaeli ili ve çevresinde, Marmara bölgesi iklim özellikleri görülür. Yazları sıcak ve az yağışlı, kışları soğuk ve yağışlıdır. Yağışlar kış aylarında kar ve yağmur, diğer mevsimlerde yağmur şeklinde olmaktadır. Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nce yapılmış gözlem sonuçlarına göre iklim bilgileri aşağıdaki tabloda verilmiştir.

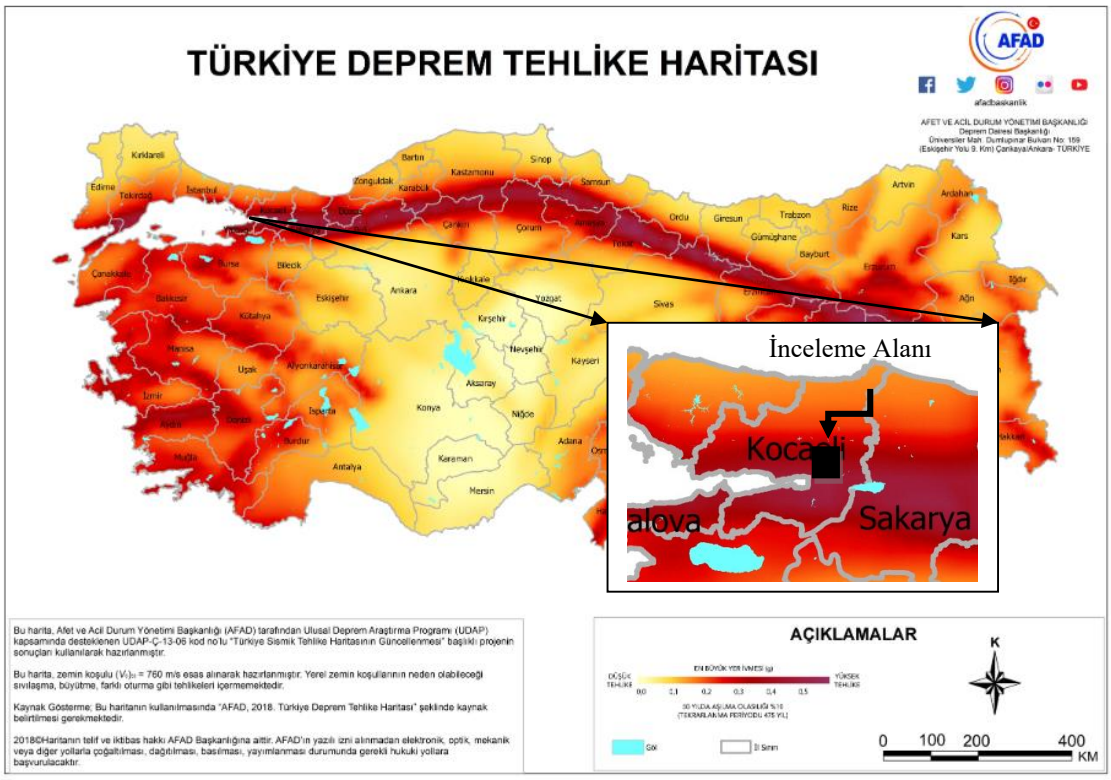
Tablo 1.2.1 Kocaeli ili, Meteoroloji Genel Müdürlüğü İklim Bilgileri

KOCAELI	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık
	Ölçüm Periyodu (1929 - 2025)												
Ortalama Sıcaklık (°C)	6,3	6,7	8,6	13,0	17,6	21,8	23,9	24,0	20,6	16,2	12,2	8,5	14.9
Ortalama En Yüksek Sıcaklık (°C)	9,8	10,7	13,3	18,6	23,3	27,6	29,7	29,9	26,3	21,1	16,6	12,0	19.9
Ortalama En Düşük Sıcaklık (°C)	3,3	3,5	4,9	8,5	12,8	16,7	19,1	19,3	16,2	12,5	8,8	5,5	10.9
Ortalama Güneşlenme Süresi (saat)	2,6	3,0	4,0	5,8	7,3	8,9	9,5	9,0	7,0	4,7	3,6	2,6	5.7
Ortalama Yağışlı Gün Sayısı	16,69	14,70	13,77	11,09	9,67	8,11	5,65	4,97	7,17	11,34	12,18	16,08	131.4
Aylık Toplam Yağış Miktarı Ortalaması (mm)	91,7	76,4	70,9	51,0	48,3	55,1	44,4	42,4	58,4	85,3	78,4	107,9	810.2
	Ölçüm Periyodu (1929 - 2025)												
En Yüksek Sıcaklık (°C)	24,9	26,7	30,8	35,0	37,2	40,7	44,1	42,9	40,2	36,2	30,0	27,4	44.1
En Düşük Sıcaklık (°C)	-13,1	-18,0	-6,5	-1,0	1,8	4,0	10,1	10,9	4,9	2,4	-3,4	-8,8	-18.0

1.2.5.Doğal Afet Tehlikeleri

Afet İşleri Genel Müdürlüğünün 7269 sayılı yasası kapsamına girebilecek heyelan, kaya düşmesi v.b. doğal afet riski beklenmemektedir.

İncelemesi yapılmış olan alan 'T.C. Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı (AFAD)'nın 22/01/2018 tarih ve 2018/11275 sayılı Bakanlar Kurulu kararı ile yürürlüğe giren Türkiye Deprem Tehlike Haritası (TDTH)'na göre, **Deprem Yer Hareketi Düzeyi-2 (DD2)** olarak değerlendirilmiştir (EK-1).

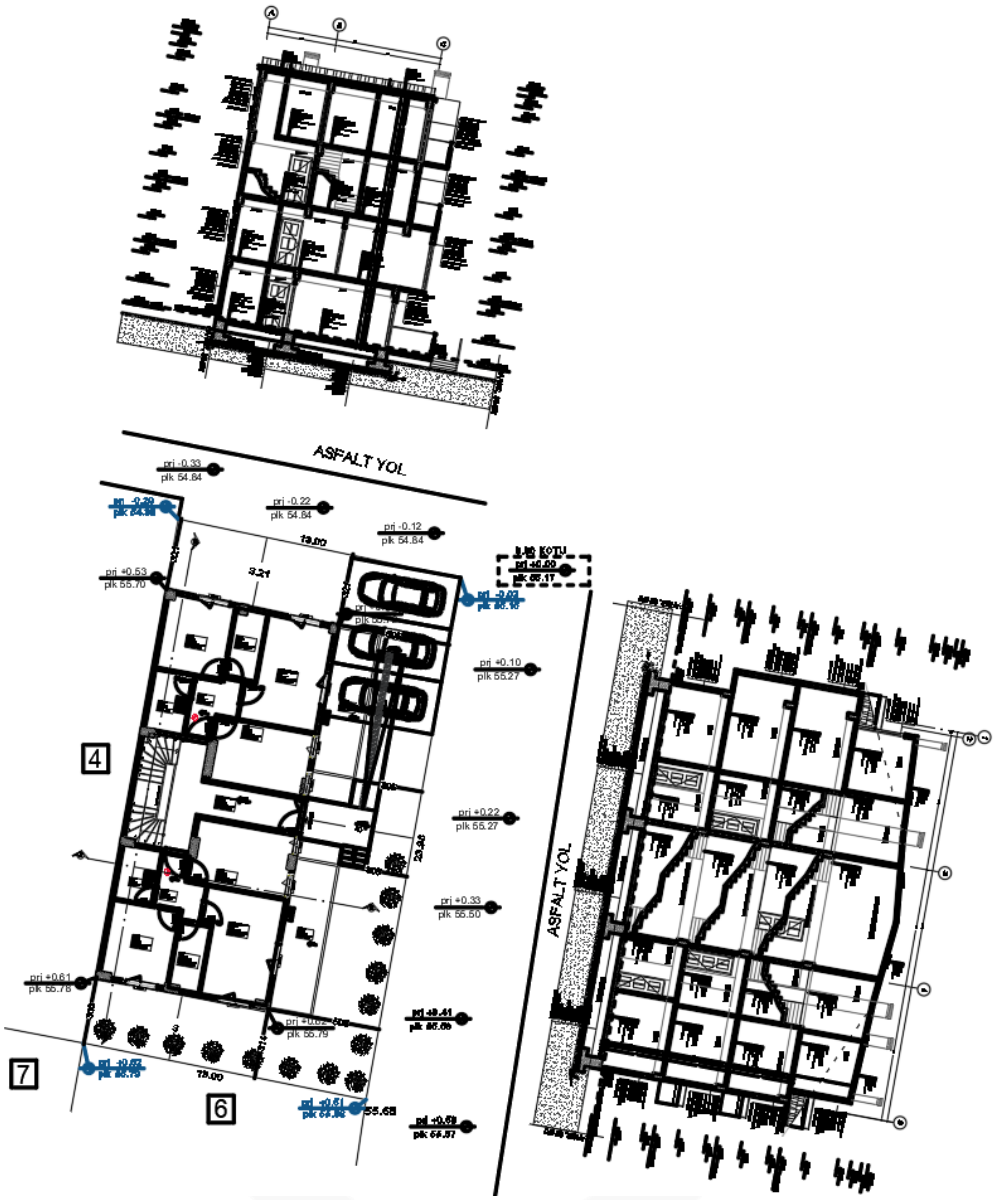


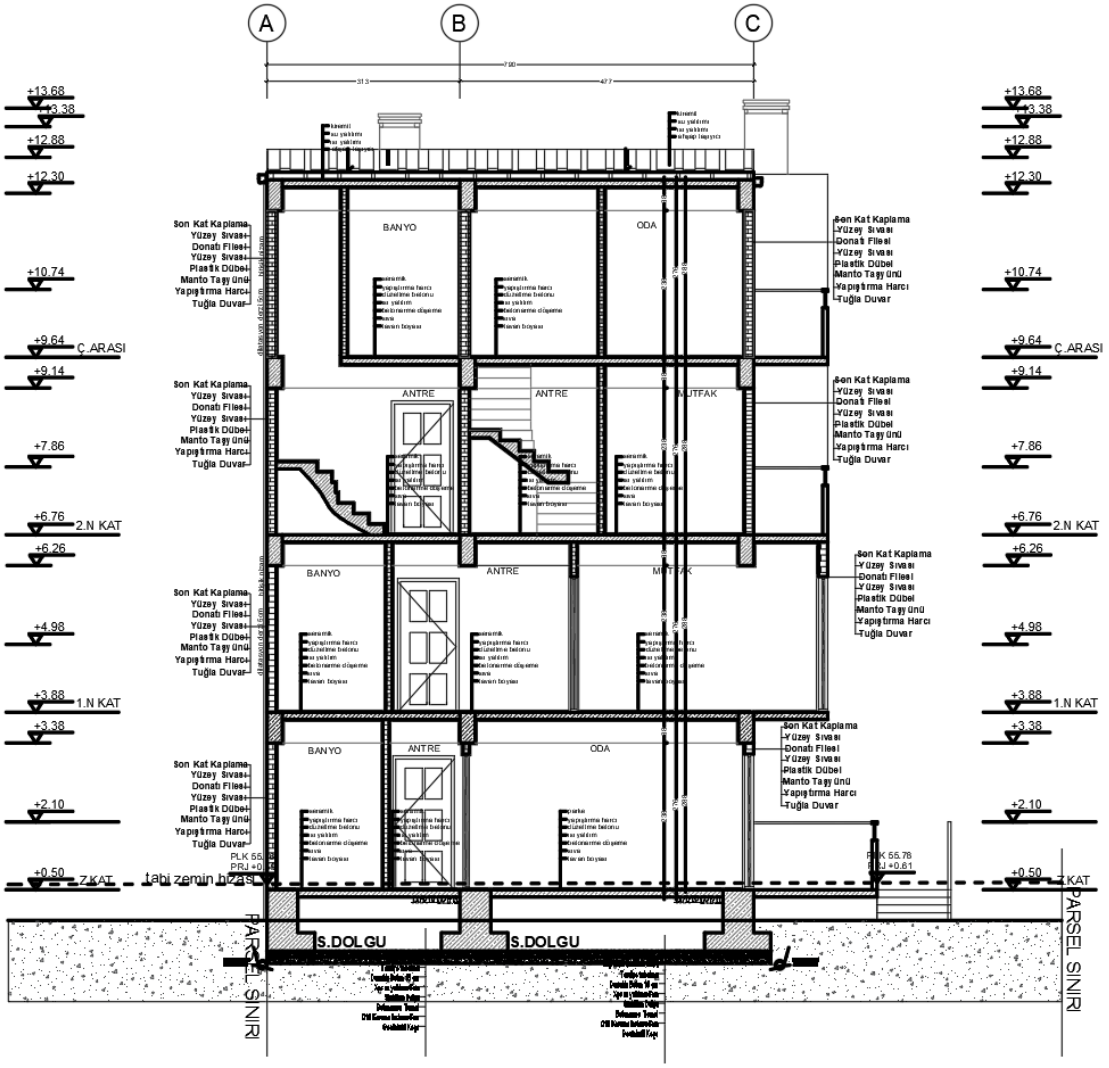
Şekil 2 İnceleme alanının Türkiye Deprem Tehlike Haritasındaki Konumu

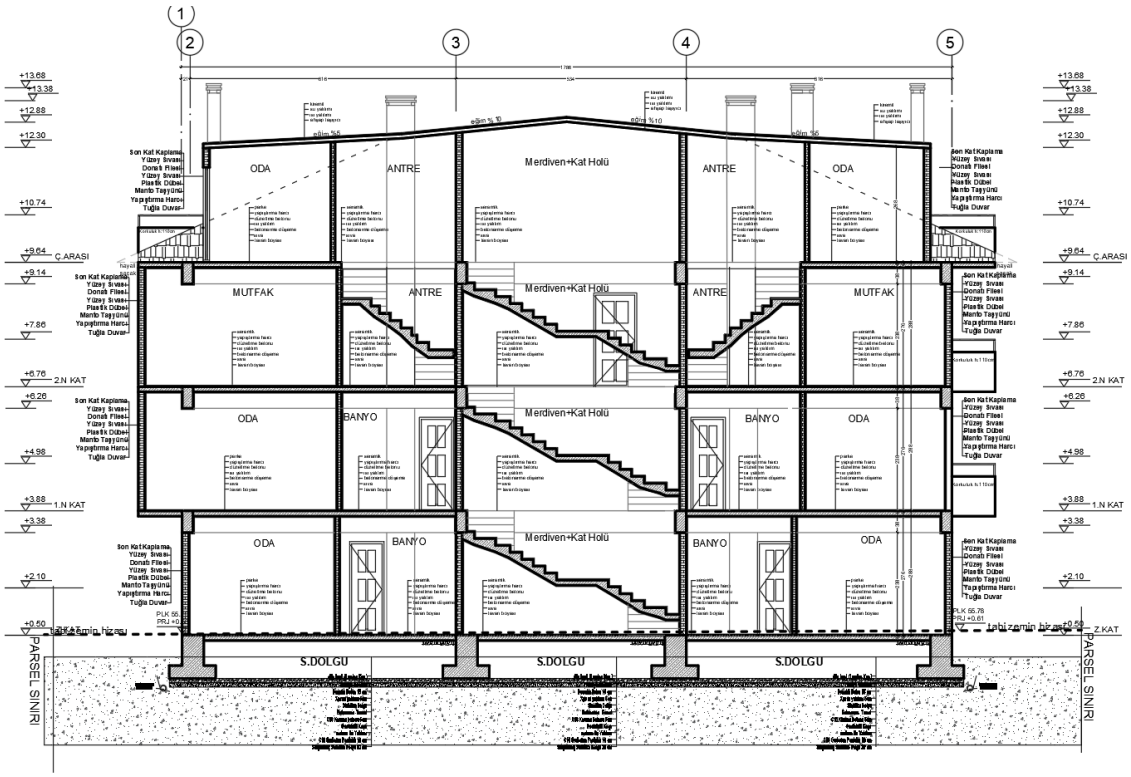
Bu durum göz önünde bulundurularak "Deprem Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik "hükümlerine uyulmalıdır. Buna göre **Deprem Yer hareketi Düzeyi-2 (DD2)** için **en büyük yer ivmesi (PGA); 0.718** hesaplanmıştır.

1.2.6. Yapı Hakkında Bilgiler

İnceleme alanın toplam alanı 312,15 m^2 dir. İnceleme alanında 163,43 m^2 oturum alanına sahip **zemin + 2 katlı** yapı yapılması planlanmaktadır.


ASFALT YOL
4
6
7
ASFALT YOL


A
B
C
+13.68
+13.38
+12.88
+12.30
+10.74
+9.64
Ç.ARASI
+9.14
+7.86
+6.76
2.N KAT
+6.26
+4.98
+3.88
1.N KAT
+3.38
+2.10
+0.50
Z.KAT
tabi zemin hizası
BANYO
ODA
ANTRE
MUTFAK
Son Kat Kaplama
Yüzey Sıvası
Donatı Filesi
Plastik Dübel
Manto Taşı ünü
Yapıştırma Harcı
Tuğla Duvar
S.DOLGU
PARSEL SINIRI



Şekil 3 Yapıya Ait Kesitler

2. JEOLOJİ

2.1. Genel Jeoloji

1800 lü yıllardan bu yana Kocaeli yarımadası pek çok jeoloğun incelemelerine konu olmuştur. Ancak ilk yıllarda bu eski incelemeler birer gezi şeklindedir.

TCHİNOATCHEFF (1848), Gebze batısından İzmit'e ve İzmit'in kuzeyine uzanan alanı Kretase olarak göstermiştir. İzmit'in 4 fersah batısındaki kumtaşının kavkılı kireçtaşına geçtiğini söyler. Hereke dolayında ise kırmızı renkli kumtaşının, açık renkli fosilli bir kireçtaşına geçtiğini kumtaşı ve kireçtaşının Kretase yaşında olduğunu belirtmektedir.

N. ARABU (1890), Kocaeli Kretasesinin Maestriştiyenden aşağı geçmediğini belirtmiştir FİTZNER (1903),

Bir gezi niteliğindeki araştırmasında Kandıra'nın beyaz kireçtaşlarında Echinocorys Vulgaris ve Echinoçonus Vulgaris fosillerini tespit ederek Üst Kretase yaşı vermiştir.

W. ENDRİSS (1910), Üstkretase ve Nummulitik arasındaki ilişkiyi Kandıra civarındaki araştırmalarında keşfetmiştir. İzmit-Kandıra ve Eyüp-Hisarkaya arasının jeoloji kesitini çıkarmıştır.

Kocaeli yöresine ait ayrıntılı çalışmalar 1940 yılında Prof. Dr. Fuat BAYKAL'ın Şile ve civarında yaptığı çalışma ile başlamıştır. Şile bölgesinde yapılmış olan bu çalışmalarda Paleozoik, Mezozoik ve Senozoik'e ait bütün seriler jeolojik sedimantolojik ve paleontolojik yönden ayrıntılı olarak incelemiştir. Bölgenin tektonik yapısı belirlenmiş ve ilk olarak fosillere dayanarak Troniyen'in varlığı tespit edilmiştir. Bu kat özellikle filiş fasiyesinde temsil olunmuştur. Bölgede Senoniyen iyi gelişmiştir. Bu katı temsil eden kalker ve marnlı kalkerler için de echinocorys vulgaris gibi fosiller bulunmuştur. Araştırmacı bölge de Paleosenin bulunmadığını, Eosenin ise karekteristik fosilleri ile İpresiyen ve Lütesiyen katlarının bulunduğunu belirtmiştir. İpresiyen'in Marn ve kumtaşlarından, Lütesiyen'in kaba kalkerlerden

oluştuğunu ve bol miktarda fosil içerdiğini belirtmektedir. Bölgede yazar Permo-Karbonifer ve Kretase zamanlarında iki volkanizma olduğunu, Üstkretase kireç taşlarının yer yer andezitlerle kesildiğini açıklar.

A.C. OKAY (1948), Gebze, Kartal, Şile civarında yaptığı çalışmalarda Mesozoik serilerinin kayaç yapılarını minerolojik ve petroğrafik bileşimlerini incelemiştir. Kretase'nin, Senoniyen yaşında filiş ile beyaz kalkerden oluştuğunu, filişin kalker ile uyumlu olduğunu, kalkerlerde bolca fosilin bulunduğunu belirtmiştir. Ayrıca volkaniklerden de andezit, dasit ve bazaltlardan bahsetmektedir.

İ. Enver ALTINLI (1968), Körfez-Şemsettin köyü kireçtaşlarında yaptığı incelemelerde bu formasyonun yaşının Üstkretase olduğunu belirtmiştir. Bu formasyonun içinde mercek şeklinde fosilsiz kırmızı kumtaşlarının da olduğuna, kırmızı kum taşlarının yer yer çimentosuz olduğunu ve çevre halkının inşaat kumu olarak kullandığını işaret etmiştir.

Yörenin Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü tarafından yayınlanan 1/500.000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritası İstanbul Paftalarında (EK-2) çıkartılan bu birimler:

1- Paleozoik Seri (P)
2- Paleocene Seri (pl)
3- Alüvyon

PALEOZOİK SERİ: Bu seri Gölcük İlçesine bağlı Halıdere' den başlayıp 7-8 km güneyden itibaren sahile parelel Yalova-Taşköprüye kadar devam etmektedir. Metemorfizma geçirmiştir. İçinde Şiştler, Gnays, Amfibol, Andezit, Bazalt, Tüfitler yüzlek vermektedir. Parsel bu birim ve üzerindeki bu birimin Çakıllı-bloklu yamaç molozu üzerindedir. Genel eğim doğrultuları DB/K 'dir.

PALEOCENE SERİ: Bu seri Saraylı-Örcün-Şirinköy Köyleri ile bu hattın kuzeyinde yüzlek vermektedir. Genellikle sarımsı tam taşlaşmamış kumtaşı ve silt taşından oluşmaktadır.

ALÜVYON: Bu birim Halıdere eski yerleşimi ve Değirmendere'nin sahil kısmında, Hisar Dere ve Beyoğlu Dere kıyılarında Seka Kavaklığı ve de Gölcük Kavaklı Mahallesinde görülmektedir. 17 Ağustos depreminde yıkılan binaların %90'ı bu birim üzerinde olanlardır. Holosen-güncel yaştadır.

Pamukova Metamorfitleri

Yukarıda da değinildiği gibi inceleme alanı içerisinde yer almamakla birlikte proje alanına çok yakın kesimlerde yüzeylendiğinden bu bölümde tanımlanmasında yarar görülmüştür.

Pamukova Metamorfikleri Gölcük ve yakın çevresindeki en yaşlı jeolojik birimlerden birisidir. İnceleme alanının güney kesiminde Su Deposu'nun yakınındaki bir alandan başlayarak doğu – batı yönünde sahada izlenmiş olan Pamukova metamorfikleri metakumtaşı – metakiltaşı ve metasilttaşı ile temsil edilmektedir. Tipik yüzeylenmeleri özellikle Su Deposu'ndan orman alanına giden yol üzerindedir.

Metakumtaşı bej – açık sarı renklidir. Az ayrışmıştır. Ayrışma yüzeyleri sarımsı yeşil renklidir. Az sert – ayrışmış yüzeyler boyunca kırılgan ve zayıf dayanımlıdır. Belirgin şekilde orta – kalın katmanlıdır. Orta derecede eklem ve çalak gibi süreksizlik içerir. Eklem aralıkları genelde 60 – 120 cm arasında değişir. Bu eklem yüzeyleri düzlemsel – düz, yer yer pürüzlü olup, genellikle 1 – 2 mm kil ile kaplıdır. Üste doğru tane boyutu azalarak metasilttaşına geçmektedir.

Metasilttaşı sarı – sarımsı bej – yeşil renklidir. Az – orta derecede ayrışmıştır. Ayrışma yüzeyleri açık kahve rengi – sarı renklidir. Az sert – ayrışmış kesimlerde dayanımsızdır. İnce – orta – kalın katmanlıdır. Bol miktarda fosil içerir. Sık – çok sık eklem ve çatlak gibi süreksizlik

içerir. Eklem aralıkları genellikle 60 – 90 cm arasındadır. Eklem yüzeyleri düzlemsel – düz olup, genellikle 1 – 3 mm kil ile kaplıdır. Üste doğru metakiltaşına geçiş gösterir.

Metakiltaşı açık yeşil renklidir. Az – orta derecede ayrışmıştır. Ayrışma yüzeyleri açık kahverengi – koyu yeşil renklidir. Az sert ayrışmış kesimlerde ise dayanımsızdır. İnce – orta katmanlıdır. Sık – çok sık eklem ve çatlak gibi süreksizlik içerir. Eklem aralıkları genellikle 10 – 30 cm arasında değişir. Eklem yüzeyleri düzlemsel – düz olup, genellikle açıktır. Genellikle sıkı kil çimentolu olup üst kesimlere doğru karbonat katkıları gözlenir.

Formasyonu oluşturan söz konusu litolojiler sahanın bazı kesimlerinde 1 –5 m arasında değişen kalınlıklarda ayrışma zonu altındadır. Bu gibi alanlarda birimlerde ileri derecede ayrışma belirgindir.

Formasyon için kesin bir kalınlık verilememekle birlikte incele alanında saha gözlemlerinin ışığında 100 m'den kalın olduğu görülmüştür. Ancak, daha önce yapılmış olan tüm çalışmalarda minimum 1500 m kalınlık verilmiştir.

Aslanbey Formasyonu

Formasyonun tipik yüzeylenmeleri; Gölcük ilçesinin doğu – batı yönünde geçen D-130 karayolu boyunca, Gözlemen Tepe'de, 1 Mart Şehitliği alanında, Anafrtalar Caddesi'nde ve bölgedeki tüm yükselim alanlarında izlenmektedir.

İncelemeye konu alanda ise Saraylı yerleşim alanının batı kesimlerinde açılmış tüm kazı yüzeylerinde, Saraylı'nın hemen kuzeyinde ve proje alanının sınırını oluşturan yeni yol yarmalarında Aslanbey Formasyonu'nun yüzeylenmeleri izlenmektedir. Bu çalışma Aslanbey Formasyonu içerisinde yer almakla birlikte bu formasyon türeme malzeme olan rezidüel örtü ve ayrışma zonu da ayrıca haritalanmıştır.

Birim inceleme alanı içerisinde ve özellikle Saraylı yerleşim alanında rezidüel örtü altındadır. Bazı kesimlerde ise özellikle dere vadileri içerisinde sel malzemesi altında bulunmaktadır.

Formasyon kumtaşı – silttaşı – kiltaşı ve çakıltaşından oluşur. Genellikle az tutturulmuş – gevşektir. Bağlayıcı madde genellikle kildir.

Bazı seviyelerde çok düzenli ve ince – orta katmanlıdır. Bazı seviyelerde ise katmanlanma düzensiz ve belirsizdir. Ayrışma ve bozuşma nedeniyle sıkça zemin davranışı gösterir ve/veya zemin görünümündedir.

Kumtaşı bej – açık kahverengi renklidir. İnce – orta danelidir. Sıkı yer yer gevşek tutturulmuştur. Belirgin ancak devamlı olmayan şekilde ince – orta katmanlıdır. Sistematik süreksizlik içermez hidrojeolojik anlamda az – orta derecede geçirgendir.

Silttaşı yeşil – kahverengi renklidir. Az ayrışma gözlenir. Ayrışmış kesimleri açık khve renkli – koyu yeşil renklidir. Sert, ayrışmış kesimlerde az serttir. Katmanlanma gözlenmez. Sistematik süreksizlik içermez. Hidrojeolojik anlamda az geçirgendir.

Kiltaşı açık yeşil – sarımsı kahverengi renklidir. Hafif bir çimento ile tutturulmuştur. Bir çok yerde çakıllı kil görünümündedir ve sahada bu özellikte görünümü ile kolayca tanınır. Hidrojeolojik anlamda geçirimsizdir.

Çakıltaşı ise kırmızı – kahverengi – açık yeşil renklidir. Orta – iri danelidir. Çimento kildir. Çakıllar genelde volkanik kökenli olup bazen de karbonat kökenlidir. Derecelenmesi iyi, boylanması ise kötüdür. Az sert – serttir. Belirgin ancak devamlı olmayan şekilde ince – orta katmanlıdır. Sistematik süreksizlik içermez. Hidrojeolojik anlamda orta derecede geçirgendir.

Alanın büyük kesiminde izlenen rezidüel toprak örtü ise ayrışma zonlarına oranla daha sıkı ve çimentolu vasfını kaybetmiş olmakla birlikte dayanımsızdır ve yer yer bölgedeki tarımsal faaliyetlere de bağlı olarak bitkisel malzemede içerirler. Bu seviyeler genellikle yer altı suyu barındırmaktadır. Kalınlığı da topoğrafik koşullara bağlı olarak 1 – 8 m arasında değişmektedir.

Yukarıda tanımlamaları yapılan Aslanbey Formasyonu'nun litolijileri birbirleri ile yanal ve düşey yönde tedrici geçişlidir. Söz konusu litolojiler gevşek bir çimento ile tutturulmuştur ve sahanın birçok kesiminde ayrışma ve bozuşma nedeniyle ve açılan sondajlarda kil – kum – silt – çakıl olarak izlenmiştir.

Formasyon için kesin bir kalınlık verilmemekle birlikte inceleme alanında gerek yapılmış sondajlar ve gerekse saha gözlemlerinin ışığında 100 m'den kalın olduğu görülmüştür.

Ancak, Aslanbey Formasyonu Sapanca Gölü ile Yalova arasında çok geniş bir alanda yayılım gösterir ve bu alan içinde yapılmış çalışmalarda minimum 700 m kalınlık verilmiştir.

İnceleme alanında Aslanbey Formasyonu'nun tüm Saraylı yerleşim alanı ve çevresinde yanal ve düşey yöndeki değişimlerini belirleyebilmek amacıyla sondaj kuyuları açılmış, ayrıca yine bu alan içerisinde uygun ve gerek duyulan konumlarda sismik kırılma ölçümleri alınmıştır. Söz konusu çalışmalar ilgili bölümlerde açıklanacaktır.

Sarısu formasyonu –Eosen Volkanikleri Serisi (Ts)

Sarısu formasyonu, volkanik ve volkano sedimentlerden oluşmuştur. Ancak inceleme alanında Volkano sedimentlerden meydana gelmektedir.

Doğuda Döngel beldesinin yüksek kesimlerinden itibaren başlayan Eosen volkanitleri morumsu tonları ile tanınan ayrışmış andezit ve tüfler ile koyu renkli-siyahımsı yeşil ve kahve renklerde batı (Bahçecik yerleşim alanına doğru) ve güney yönünde yükselen topografyayı oluşturur.

Yer yer bitkisel toprak veya lokal alüvyonlarla örtülü olmasına rağmen Ayazma Mahallesinde, aglomera, aglomeratik tüf, tüfit, ve ince lav katmanları (3-4m'lik bazalt seviyeleri) şeklinde görülür. Yaygın olarak aglomera ve tüfitlerle temsil edilmektedir.

Daha batıya doğru yol yarmalarında ve vadilerde üst seviyeleri ayrışarak killeşmiş olarak geniş alanlarda yüzlek verir.

Dik yamaçları lav serileri oluştururken daha yumuşak olan tüfitler düzlükleri, aglomeralar ise vadilerle parçalanmış orta eğimli yamaçları oluşturmuştur. Yamaç eğimlerinin kırıldığı kesimlerde yer yer yamaç molozları ile temsil edilmektedir.

Sarısu formasyonu daha çok yüksek topografyanın hakim olduğu yerleşim alanı güneyinde izlenmektedir.

Şehit Ekrem Mahallesinin güneydoğusunda yer alan Bahçekent villalarının kuzey kesiminde yüzeyleyen birim inceleme alanının batısına doğru Bahçecik merkezini de içine alarak Kılıçaslan Mahallesinin güneybatısındaki Beykoz Villalarına doğru bir hat oluşturacak şekilde görülür.

Ayrışmanın tüm birime hâkim olduğu bu formasyonda volkanitler tamamıyla ayrışmış ve sedimanter bir istif özelliği kazanmıştır. Formasyonun daha az ayrıştığı lav özelliğindeki kısımlarını ise inceleme alanının Güney sınırında ki Soğuksu mevkiinde görmek mümkündür.

TEKTONİZMA:

Dünyanın en büyük faylarından biri olan Kuzey Anadolu Fayı İzmit Körfezinden geçmekte (Sapanca Gölü-Adapazarı-Hendek-Düzce-Abant-Bolu-Gerede-Ulusu-Çerkeş-Kurşunlu-Ilgaz-Tosya-Kargı- Vezirköprü-Ladik- Erbaa -Niksar- Su şehri-Kelkit Çayı–Erzincan– Çayırlı – Tercan – Aşkale – Erzurum – Pasinler - Horasan Aras Nehrinden yurdu terkeder) ve fayın kuzeyi tektono-sedimanter fasiyesli güneyi ise melanj oluşuklardır. Bu bölge tektonik olarak kıtaların çarpışma zonudur. Marmara Denizi'nde meydana gelen depremler hep Kuzey Anadolu Fay'ındaki enerji birikiminin boşalmasından meydana gelmektedir. Bu fayın hareketini Konveksiyonel akımlarla kuzeye hareket eden Afrika kıtası ve kuzeye hareket ederken Anadolu'yu batıya kaydıran Arap Yarımadası sağlamaktadır. 17 Agustos 1999 yılında gece saat

3.05'de Kandilli Deprem Araştırması Rasathanesince önceleri 6,8 şiddetinde, daha sonraları gelişmiş ülkelerin 7,8 şiddetinde olarak açıklamaları üzerine 7,4 şiddeti olarak açıklamak zorunda kaldıkları deprem Kuzey Anadolu Fay'ının harekete geçmesiyle oluşmuş ve 45 saniye sürerek büyük can ve mal kaybına neden olmuştur. Bu fay çalışma alanının 1-1,5 kilometre kuzeyinden (İzmit Körfezinin güneyinden) geçmektedir.

Bu fayın Bolu Kaynaşlı- Gölcük-Değirmendere arası kırılmış olup Değirmendere'nin batısı kırıldı denmesine rağmen henüz kırılmamıştır. Çünkü kırılan fay Değirmendere de denize girmekte ve de Yalova ili Altınova ilçesi ile Altınova İlçesinin yaklaşık 2 kilometre kuzeyinde Hersek Köyü arasından (muhtemelen Hersek Gölü'nden geçmesi gereken) karadan geçmesi gereken kırık henüz gözükmemektedir. Bu hatta kırılırsa 8 büyüklüğünde deprem olma ihtimali yüksektir. 17.8.1999 depreminde de bölge zarar görmüştür. Bölgedeki Jeolojik birimler Kaledonien ve Hersinien Orojenezi ile kıvrılmışlar, kırılmışlar, düşey ve yatay kuvvetler etkisinde kalmışlar. Çalışma alanında Kuzey Anadolu Fay Hattı hariç yapılaşmayı etkileyecek kayda değer tektonik hareketler mevcut değildir. Çalışma alanı Bayındırlık Bakanlığı'nın 1996 Türkiye Deprem Haritası'nda 1. derece deprem bölgesine girmektedir (EK-12).

Yapısal Jeoloji ve Aktif Tektonik

Kocaeli ili iki tektonik birliği bir arada bulundurmaktadır. Bunun yanında bu iki birlik oldukça genç ve aktif fay zonu tarafından ikiye bölünmektedir.

Bölge, İntra-Pontid sütur zonu adı verilen Neotetis'in kapanması sırasında çarpışan Sakarya zonu ile İstanbul zonuna ait birimlerin birbirine girdiği bir zonda yer almaktadır. Bu sütur zonunu sonraki dönemlerde Kuzey Anadolu Fay Zonu'nu (KAFZ) izlemiştir. Kocaeli ili'nin güneyindeki zon Sakarya Zonu'nun bir bölümüdür.

Bu zon metamorfik bir temel (Pamukova – İznik Metamorfitleri) ile bu temeli örten ve metamorfizma göstermeyen örtü kayaçlarından oluşur.

Bu temel birimler ve örtü kayaçları KAF güneyindeki Armutlu Yarımadasında izlenir. KAF kuzeyindeki İstanbul zonu (KocaeliYarımadasında), Paleozoik, Mesozoik ve Senozoik birimlerinden oluşmakta ve metamorfizma göstermemektedir. İzmit–Adapazarı–Düzce kuzeyinde kalan Ordovisiyen –Tersiyer yaşlı birimlerin tümü İstanbul zonuna aittir.

Doğu Marmara bölgesinin jeolojik yapısı Eosen-Oligosen sırasında İntra-Pontid okyanusunun kapanmasıyla meydana gelmiştir. Bu esnada oluşan yaygın kıtasal volkanizma yörede geniş alanlar kaplayan Yığılca ve Armutlu yarımadasında Sarısu volkanitleri olarak adlandırılan birimlerin oluşmasını sağlamıştır. Eosen–Oligosen döneminden sonra Paleotektonik dönem sona ermiş ve Neotektonik dönem başlamıştır (Şengör ve Yılmaz 1981). Bölgenin günümüz jeolojisi neotektonik dönemde şekillenmiştir. Miyosen ve Kuvaterner yaşlı birimler neotektonik dönem çökellerini oluştururlar. Bölgenin en önemli yapısal unsuru olan KAF günümüz tektoniğini denetler. Fay Armutlu Yarımadası'nda kuzey ve güney olmak üzere iki kola ayrılır. Kuzey kol İzmit-Adapazarı koridorunu izler, Marmara Denizi'ne doğru uzanır. D-B doğrultusunda Marmara Denizi çukurlarını izler. Diğer kol ise Geyve-Gemlik hattı boyunca Armutlu Yarımadası yükselimini güneyden sınırlandırır.

Dünyanın en büyük faylarından biri olan Kuzey Anadolu Fayı İzmit Körfezinden geçmekte (Sapanca Gölü-Adapazarı-Hendek-Düzce-Abant-Bolu-Gerede-Ulusu-Çerkeş-Kurşunlu-Ilgaz-Tosya-Kargı- Vezirköprü-Ladik- Erbaa -Niksar- Su şehri-Kelkit Çayı–Erzincan–Çayırlı – Tercan – Aşkale – Erzurum – Pasinler - Horasan Aras Nehrinden yurdu terkeder) ve fayın kuzeyi tektono-sedimanter fasiyesli güneyi ise melanj oluşuklardır. Bu bölge tektonik olarak kıtaların çarpışma zonudur. Marmara Denizi'nde meydana gelen depremler hep Kuzey Anadolu Fay'ındaki enerji birikiminin boşalmasından meydana gelmektedir. Bu fayın hareketini

Konveksiyonel akımlarla kuzeye hareket eden Afrika kıtası ve kuzeye hareket ederken Anadolu'yu batıya kaydıran Arap Yarımadası sağlamaktadır.

17 Agustos 1999 yılında gece saat 3.05'de Kandilli Deprem Araştırması Rasathanesince önceleri 6,8 şiddetinde, daha sonraları gelişmiş ülkelerin 7,8 şiddetinde olarak açıklamaları üzerine 7,4 şiddeti olarak açıklamak zorunda kaldıkları deprem Kuzey Anadolu Fay'ının harekete geçmesiyle oluşmuş ve 45 saniye sürerek büyük can ve mal kaybına neden olmuştur. Bu fay çalışma alanının 1-1,5 kilometre kuzeyinden (İzmit Körfezinin güneyinden) geçmektedir. Bu fayın Bolu Kaynaşlı- Gölcük-Değirmendere arası kırılmış olup Değirmendere'nin batısı kırıldı denmesine rağmen henüz kırılmamıştır. Çünkü kırılan fay Değirmendere de denize girmekte ve de Yalova ili Altınova ilçesi ile Altınova İlçesinin yaklaşık 2 kilometre kuzeyinde Hersek Köyü arasından (muhtemelen Hersek Gölü'nden geçmesi gereken) karadan geçmesi gereken kırık henüz gözükmemektedir. Bu hatta kırılırsa 8 büyüklüğünde deprem olma ihtimali yüksektir. 17.8.1999 depreminde de bölge zarar görmüştür. Bölgedeki Jeolojik birimler Kaledonien ve Hersinien Orojenezi ile kıvrılmışlar kırılmışlar, düşey ve yatay kuvvetler etkisinde kalmışlar. Çalışma alanında Kuzey Anadolu Fay Hattı hariç yapılaşmayı etkileyecek kayda değer tektonik hareketler mevcut değildir. Çalışma alanı Bayındırlık Bakanlığı'nın 1996 Türkiye Deprem Haritası'nda 1. derece deprem bölgesine girmektedir.

3. ARAZİ ÇALIŞMALARI

Deneysel çalışmalar kapsamında söz konusu parselde, Zemin Elastik ve Dinamik parametrelerinin ve tabaka kalınlıklarının doğal koşullarda tespiti için; **23/01/2026** tarihinde **1 profil** Sismik Yüzey Dalgası Analizi çalışması**, 1 adet** rezistivite çalışması, **24/01/2026** tarihinde **9,00-12,00 metre** derinliğinde toplam 3 adet Sondaj Kuyusu (SK) ve arazi deneyi olarak **SPT** deneyleri yapılmıştır *(EK-2).*

İnceleme alanında yapılan sondaj çalışmaları hidrolik sondaj makinası ile ve rotary-sulu sondaj olarak yapılmıştır.

İnceleme alanımız içerisinde Sismik ölçüm çalışmaları ise sırası ile ASTM D5777-00 standardına uygun olarak yapılmıştır.

3.1. Jeofizik Çalışmalar

İnceleme alanında jeofizik çalışmalar kapsamında Jeofon aralığı **2 metre** ve ofset aralığı **4 metre** olan **1 profil** Sismik kırılma ve yüzey dalgası analizi çalışması ölçümü ve **1 adet** düşey elektrik sondajı yapılmıştır.



Şekil 4 Sismik Çalışma Aplikasyonu

Tablo 3.1.1 Sismik Çalışmalar Koordinatları

Sismik No:	Koordinatlar Başlangıç		Koordinatlar Bitiş	
	Enlem	**Boylam**	**Enlem**	**Boylam**
Serim 1	40.746147°	30.038928°	40.746277°	30.038834°

3.1.1. Sismik Kırılma Çalışması

Sismik refraction metodu ile yapılan ölçümlere göre sismik hızlar ve elastik parametreler tespit edilmeye çalışılmıştır.

Dinamik elastisite parametrelerine yönelik bir serim travers boyunca ölçüm değeri alınmış, P ve S dalgası hızlarını tespit etmek için düz atışlar yapılmış ve bu parametrelerden faydalanarak hız eğrisi çizilip derinlik hesaplaması yapılmıştır. Profil boyunca ofset aralığı ve jeofon aralığı seçilip değer okumaları yapılmıştır. Arazide 1 çalışma yapılmıştır (şekil:1). Sismik serim yerleşimi için; Jeofon aralığı **2 metre** ve ofset aralığı **4 metre** olarak alınmıştır.

3.1.1.1. Sismik Kırılma Uygulamasının Değerlendirilmesi

Arazide ölçülen P ve S dalgası hızları ve bunlara bağlı olarak hesaplanan zemin dinamik elastisite parametreleri ekte verilmiştir.

a) Sismik P dalgası (Boyuna Dalga Hızı (V_P))

Bu tür dalgalar, sıkışma veya ilk dalgalar olarak adlandırılırlar. Bu dalgaların yayınımı sırasında sıkışmadan dolayı kubik genleşme veya hacim değişikliği olur. Boyuna dalgalarda sıkışma ve genleşmeyi temsil eden titreşim doğrultusu dalga yayınım doğrultusuyla aynıdır. Dolayısıyla sıkışabilir (gevşek) zeminlerde P dalgası hızı düşük, sıkışması zor zeminlerde (kaya) P dalgası hızı yüksek çıkacaktır.

Tablo 3.1.2 P dalgası hızı ile zeminlerin yâda kayaçların sökülebilirlikleri (Bilgin, 1989)

P dalgası hızı (m/sn)	Sökülebilirlik
300–600	**Çok Kolay**
600–900	**Kolay**
900–1500	Orta
1500–2100	Zor
2100–2400	Çok zor
2400–2700	Son derece zor

Arazide elde edilen P dalgası hızları ve zeminlerin her tabaka için sökülebilirlikleri aşağıdaki gibidir.

HATLAR	TABAKALAR	KALINLIK	P DALGA HIZI	SÖKÜLEBİLİRLİK
1. Hat	1. Tabaka	3.70	321	Çok Kolay
	2. Tabaka	-	870	Kolay

b) Sismik S Dalgası (Kayma veya Kesme Dalgası (V_s))

Kayma dalgalarının yayınımı sırasında elamanlarda şekil bozulmaları, yani açılarda değişim gözlenir. Bunun nedeni de dalga yayınımında parçacıkların titreşim doğrultusunun, dalga yayınım doğrultusuna dik olmasındandır. Doğal olarak kayma dalgası hızları malzemenin şekil bozunumuna veya burulmaya karşı direnci varsa meydana gelmektedir. Suda S dalgası hızının 0 olmasının nedeni de suyun burulmaya ve şekil değiştirmeye karşı direncinin olmaması ve kesilebilmesi özelliğindendir. Normalde P dalgası ile S dalgası birlikte artıp birlikte azalım eğilim gösterirler, ancak suda P dalgası yaklaşık olarak 1500 m/sn civarında bir değer alırken S dalgası hızı 0 dır. Çünkü suyun sıkışma özelliği olmadığından P dalga hızı yüksektir. Suda S dalgası hızının 0 olmasının nedeni ise suyun burulmaya ve şekil değiştirmeye karşı direncinin olmaması ve kesilebilmesi özelliğindendir.

Arazide elde edilen S dalgası hızları ve zeminlerin her tabaka için zemin grubu aşağıdaki gibidir.

HATLAR	TABAKALAR	KALINLIK	S DALGA HIZI
1.HAT	1. TABAKA	3,70	207
	2.TABAKA	-	356

HATLAR	V_{S30} DALGA HIZI
1.HAT	281

c) Yoğunluk: ρ (gr/cm^3)

Boyuna dalga hızına göre ampirik olarak Gardner (1974) tarafından verilen yoğunluk aşağıdaki formülden hesaplanır.

$\rho = d=0.31*V_p^{0.25}$ **(gr/cm³)** (Gardner, 1974)

Tablo 3.1.3 Zemin Birimlerinin Yoğunluk Sınıflaması: (Keçeli, 1990)

Yoğunluk: ρ (gr/cm³)	**Tanımlama**
<1.20	Çok düşük
1.20-1.40	**Düşük**
1.40-1.90	**Orta**
1.90-2.20	Yüksek
>2.20	Çok Yüksek

Arazide elde edilen 1 hat'a ait zeminlerin her bir tabaka için yoğunluk tanımlama özellikleri aşağıdaki gibidir.

HATLAR	TABAKALAR	KALINLIK	YOĞUNLUK	TANIMLAMA
1. Hat	1. Tabaka	3.70	1.31	Düşük
	2. Tabaka	-	1.68	Orta

d) Poisson Oranı;(σ)

Formasyonun enine birim değişmesinin boyuna birim değişmesine oranı olarak tanımlanır. Mühendislik jeofiziğinde poisson oranı, etüt sahasındaki zemin ve kayacın suya doygunluk derecelerini aydınlatma açısından önemlidir. V_p ve V_s dalga hızları yardımıyla bulunur. *Poisson oranı kesinlikle 0.5 değerini geçemez*. Bu oran 0.5'e yaklaştıkça suya doygunluk artar. Bu oran, gözeneksiz ortamlarda 0-0.25 arası, orta dereceli gözenekli ortamlarda 0.25-0.35 arası ve gözenekli ortamlarda ise 0.35-0.50 arasında değişmektedir. Poisson oranı birimlerin katılığını bir başka ifadeyle gözenekliliğini ifade etmektedir. Birimsizdir.

$P= (V_p^2-2*V_s^2)/(2* V_p^2-2*V_s^2)$ (Bowles, 1988)

Tablo 3.1.4 Poisson oranı ve Vp/Vs oranına göre Zemin/Kaya ortamlarının sıkılığı (Ercan, 2001)

Poisson Oranı;(σ)	**Sıkılık**	**V_p/V_s**
0.5	Cıvık- Sıvı	∞
0.4-0.49	**Çok Gevşek**	∞-**2.49**
0.3-0.39	Gevşek	2.49-1.87
0.20-0.29	Sıkı Katı	1.87-1.71
0.1-0.19	**Katı**	**1.71-1.5**
0-0.09	Sağlam Kaya	1.5-1.41

Arazide elde edilen 1 hat'a ait poisson oranları ve zeminlerin her bir tabaka için sıkılık özellikleri aşağıdaki gibidir.

HATLAR	TABAKALAR	KALINLIK	POİSSON ORANI	SIKILIK
1. Hat	1. Tabaka	3.70	0.144	Katı
	2. Tabaka	-	0.399	Çok Gevşek

e) Kayma (Shear) Modülü (μ, kg/cm²)

Cismin şekil değiştirmeye karşı gösterdiği dirençten Kayma modülü, S dalga hızı ve yoğunluğun yardımıyla bulunur. Kayma modülü elastisite modülünde bulunması için gereken parametrelerden biridir. Birimi kg/cm^2 dir.
Kayma modülü özellikle heyelan sahalarında yamaç aşağı etkenden kuvvetin hesaplanmasında, büyük makinelerin çalışmaları sonucu ortaya çıkan yüksek miktardaki titreşimlerin etkilerinin, patlatma ve depremin etkisi altında kalan bölgelerdeki yapıların stabilitesi ve güvenliği için bilinmesi gereken önemli bir parametredir.

Makaslama gerilmelerine yani yatay kuvvetlere karşı formasyonun direncini gösterir. Sıvıların makaslamaya karşı direnci olmadığından bu parametre sıfırdır. Kayma modülü ne kadar yüksekse, formasyonun makaslama gerilmelerine yani yatay kuvvetlere (yatay deprem yükü) karşı direnci o kadar fazla demektir.

$$\mu = (d * V_s^2)/100 \text{ (kg/cm}^2\text{)} \qquad \text{(Kramer, 1996)}$$

Yukarıdaki modele göre Kayma Modülü aşağıdaki şekilde hesaplanır.

Tablo 3.1.5 Kayma modülü değerlerine göre zemin yâda kayaçların dayanımı (Keçeli, 1990)

Kayma Modülü *(μ, kg/cm²)*	**Dayanım**
<400	Çok zayıf
400–1500	**Zayıf**
1500–3000	**Orta**
3000–10000	Sağlam
>10000	Çok sağlam

Arazide elde edilen 1 hat'a ait kayma modülleri ve zeminlerin her tabaka için dayanımları aşağıdaki gibidir.

HATLAR	TABAKALAR	KALINLIK	KAYMA MODÜLÜ	DAYANIM
1. Hat	1. Tabaka	3.70	562	Zayıf
	2. Tabaka	-	2134	Orta

f) Elastisite Modülü (E, kg/cm²);

Bir malzemeye kuvvet uygulandığında, malzemede meydana gelen uzamalar elastik sınırlar içerisinde gerilmelerle orantılıdır. Buna Hook Kanunu denir. Cisme bir kuvvet uygulandığında meydana gelen gerilmenin boyuna uzama miktarına Young Modülü (Elatisite Modülü) denir. Başka bir deyişle uygulanan düşey basınç yönünde yerin düşey yamulmasını tanımlar. Mühendislik Jeofiziğinde dinamik elastisite modülü P-S dalgalarının hızlarının yanı sıra birde yoğunluğun bilinmesi ile bulunabilir. Bu modülün birimi kg/cm^2 dir.

$$E = 2\mu(1+\sigma) \text{ kg/cm}^2 \qquad \text{(Bowles, 1988)}$$

(μ= Kayma (Shear) Modülü, σ= Poisson Oranı)

Tablo 3.1.6 Elastisite modülü değerlerine göre zemin yâda kayaçların dayanımı. (Keçeli, 1990)

Elastisite Modülü – E- kg/cm²	DAYANIM
<1000	Çok zayıf
1000–5000	**Zayıf**
5000–10000	**Orta**
10000–30000	Sağlam
>30000	Çok Sağlam

Yukarıdaki Modele göre her bir tabaka için Elastisite Modülünü çözecek olursak,

$$E = G*(3*V_p^2-4*V_s^2)/(V_p^2-V_s^2)$$ (G: Kayma modülü)

Arazide elde edilen 1 hat'a ait elastisite modülleri ve zeminlerin her tabaka için dayanımları aşağıdaki gibidir.

HATLAR	TABAKALAR	KALINLIK	ELASTİSİTE MODÜLÜ	DAYANIM
1. Hat	1. Tabaka	3.70	1286	Zayıf
	2. Tabaka	-	5972	Orta

g) Bulk (Sıkışmazlık) Modülü- (K kg/cm²)

Bulk Modülü, bir çepeçevre saran basınç altında sıkışmasının ölçüsüdür. Dalga teorisinden elde edilen bulk modülü,

$$K=(E/3(1-2\sigma)\ kg/cm^2$$ (Bowles, 1988)

$$K=((d(V_p^2-4/3V_s^2)/100)\ kg/cm^2$$

Tablo 3.1.7 Bulk modülü değerlerine göre zemin yâda kayaçların dayanımı (Keçeli, 1990)

Bulk Modülü (μ, kg/cm²)	Sıkışma
<400	Çok Az
400–10000	**Az**
10000–40000	Orta
40000–100000	Yüksek
>1000000	Çok Yüksek

Arazide elde edilen 1 hat'a ait Bulk modülleri ve zeminlerin her tabaka için sıkışma özellikleri aşağıdaki gibidir.

HATLAR	TABAKALAR	KALINLIK	BULK MODÜLÜ	SIKIŞMA
1. Hat	1. Tabaka	3.70	602	Az
	2. Tabaka	-	9898	Az

h) Zemin Hâkim Titreşim Periyodu (T_0, sn)

Zeminin doğal olarak titreştiği periyodudur. Periyot, doğal ya da yapay etkenlerden oluşmuş, periyodu 0.05-2 saniye arasında olan yer titreşimleridir.
Belli bir alanda, belli bir periyodun tekrarlanma sayısı maksimum olmaktadır. Maksimum tekrarlı olan periyot, hâkim periyot olarak tanımlanmaktadır.

$$T_0 = \Sigma 4H_i/V_{si} \text{ (sn)} \qquad \text{(Kanai, 1983)}$$

ve

$$T_a = 0{,}67T_0 \quad \text{ve} \quad T_b = 1{,}5T_0 \qquad \text{(Aytun,A. 2001)}$$

Arazide elde edilen 1 hat'a ait Zemin Hâkim Titreşim Periyotları aşağıdaki gibidir.

HATLAR	*Zemin Hâkim Titreşim Periyodları*
1.HAT	0.54

Çalışma yapılan bölgede Zemin hâkim Titreşim periyodu **0,54 sn** olarak belirlenmiştir. Zemin hâkim titreşim periyotuna bağlı olarak; bölgenin alt titreşim periyot T_A=0,67*T_0 ve üst titreşim periyotu T_B=1,5*T_0 formüllerinden hesaplanır. Bu durumda rezonans hali;

$$T_A = 0{,}67*0{,}54 = 0{,}36 \text{ sn}$$
$$T_B = 1{,}50*0{,}56 = 0{,}81 \text{ sn}$$

0,36<T<0,81 aralığındadır.

ı) Taşıma Gücü – q_a (kg/cm^2)

Zeminin 1 cm^2 sinin taşıyabileceği nihai taşıma gücünü gösterir.

$$q_a = 0.024 \cdot \gamma \; V_s . s_v . \alpha \leq 30.6\,\gamma \qquad \text{(Tezcan, Keçeli, Özdemir, 2006)}$$

q_a = Temel altı toprağın güvenli taşıma gücü (KN/m^2)
γ = Birim ağırlık (KN/m^3)
V_s = Kesme dalgası tezliği (m/sn)
s_v = Katı toprak için indirgeme çarpanı (m/sn)
α = Temelin genişliği(B) için indirgeme çarpanı (m)
B = Temelin genişliği (m)

$V_s \leq 500$ m/sn ise $s_V = 1$
$V_s > 500$ m/sn ise $s_V = 1 - 3 \cdot 10^{-6} (V_s - 500)^{1.6}$
Temel ayak genişliği B için α 'nın belirlenmesi,
0. < B <1.20 m ise α = 1 m.
1.2 ≤ B ≤ 3.0 m ise $\alpha = 1.13 - 0.11$ B
3.0 ≤ B ≤ 12 m. ise $\alpha = 0.83 - 0.01$ B alınır.

(1 kN/m^2 = 1 kPa = 10.197 10^{-3} kgf/cm^2)

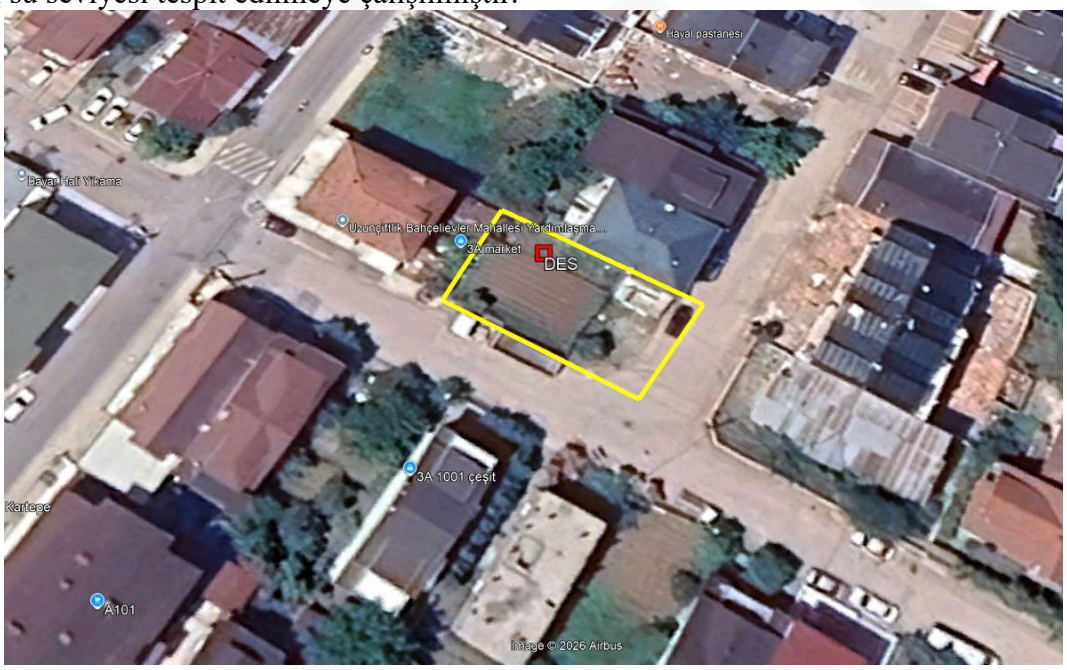
Arazide elde edilen 1 hat'a ait taşıma güçleri aşağıdaki gibidir.

HATLAR	TABAKALAR	DERİNLİK	Taşıma Gücü
1.HAT	1. TABAKA	3,70	2,72
	2. TABAKA	-	5,99

3.1.2. Rezistivite

Rezistivite uygulamasında; besleme voltajı 12 volt akü, 0-500 mA çıkış akımı, 0-500 volt DC çıkış voltajı,100 watt çıkış gücü ve 0,5 Hz çıkış frekansı olan bir transmitter (verici),2,2 Mega oh giriş empedansı, Maximum hassasiyeti 0,1 mV tam skala, 0,5 Hz çalışma frekansı ve oktav başına -12 Db frekans cevabı olan, 15 sn okuma zamanı, kalibrasyon direnci 0,5 ohm olan bir receiver (alıcı) kullanılmıştır.

Uygulama 10 metre olacak şekilde 1 noktada yapılmıştır. Yapı temelini etkileyebilecek yeraltı su seviyesi tespit edilmeye çalışılmıştır.



Şekil 5 DES Çalışma Aplikasyonu

NO	KOORDİNAT	
	Enlem	Boylam
1	40.746208°	30.038842°

Elde edilen veriler önce elle çizilmiş, iki tabaka yardımcı tagg abakları ile değerlendirilmiştir.

3.1.2.1.Rezistivite Uygulamasının Değerlendirilmesi

Rezistivite uygulamasının değerlendirilmesinde parsel zemininin jeolojik yapısına bakmaksızın özdirenç değerlerinin geçirimlilik özelliklerine göre zeminin yapısı çıkarılmış ve daha sonra jeolojik modellemesi yapılmıştır.

DES-1

SIRA NO	GEÇİRİMLİLİK	KALINLIK (metre)	ÖZDİRENÇ (Ohm-metre)	KOROZİF
1	Az Geçirimli	0-0.5	51.8	Orta Korozif
2	Az Geçirimli	0.5-1.0	4.9	Çok Korozif
3	Az Geçirimli	1.0-3.2	16.0	Korozif
4	Az Geçirimli	3.2-…	11.7	Korozif

Rezistivite eğrisinin değerlendirilmesi sonucu 4 tabaka belirlenmiştir. Tedbir olarak temel izolasyonu ve temel çevresi drenajı önerilebilir.

Tablo 3.1.8 Rezistivite ile Korozyon İlişkisi

REZİSTİVİTE (ohm.m)	**KOROZYON ETKİSİ**
ρa<10	ÇOK KOROZİF
10<ρa<30	KOROZİF
30<ρa<100	ORTA KOROZİF
100<ρa	KOROZİF DEĞİL

3.2. Araştırma Çukurları

İnceleme alanında araştırma çukuru açılmamıştır.

3.3. Sondaj Çalışmaları

Bölge ve inceleme alanının jeolojisi ışığında, birimlerin yanal ve düşey yöndeki değişimleri, mühendislik özellikleri, yer altı suyu durumu ve jeoteknik parametreleri saptamak amacıyla, inceleme alanında derinlikleri 9,00-12,00 m olan toplam 3 adet araştırma temel sondajı açılmıştır. Sondajlar D-750 Dizel Rotary marka sondaj makinesi ile gerçekleştirilmiştir. Sondaj kuyusunda, zemin profilleri gözlenmiş ve jeolojik tanımlamalar yapılmıştır. Alınan zemin numune örneklerinden jeolojik tanımlama, sınıflama, renk, vb. özellikleri belirlenmiştir.

İnceleme alanında yapılan **3 adet Sondaj Kuyusu (SK)** çalışmasından elde edilen bilgilere göre İnceleme alanında "**Alüvyon (Qal)**"na ait birimler gözlenmiştir.



Şekil 6 Sondaj Çalışma Aplikasyonu

Tablo 3.3.1 Sondaj Kuyu Bilgileri

SK NO	KOT(m)	DERİNLİK(m)	ENLEM	BOYLAM
SK-1	55,71	12,00	40.746309°	30.038899°
SK-2	55,72	9,00	40.746245°	30.038928°
SK-3	55,79	9,00	40.746172°	30.038908°



Şekil 7 SK-1 nolu Karot Sandığı

SK-1 nolu araştırma sondajında; 0-0,50 m arası bitkisel toprak, 0,50-4,00 m arası çok katı- sert kahve renkli yüksek plastisiteli az kumlu çakıllı kil, 4,00-12,00 m arasında kum matriksli irili ufaklı köşeli çakıl parçaları,



Şekil 8 SK-2 nolu Karot Sandığı

SK-2 nolu araştırma sondajında; 0-0,50 m arası bitkisel toprak, 0,50-2,50 m arası sert kahve renkli yüksek plastisiteli az kumlu çakıllı kil, 2,50-9,00 m arasında kum matriksli irili ufaklı köşeli çakıl parçaları,



Şekil 9 SK-3 nolu Karot Sandığı

SK-3 nolu araştırma sondajında; 0-0,50 m arası bitkisel toprak, 0,50-2,00 m arası sert kahve renkli yüksek plastisiteli az kumlu çakıllı kil, 2,00-9,00 m arasında kum matriksli irili ufaklı köşeli çakıl parçaları,birimlerine rastlanmıştır.

Sondaj çalışmalarında **SPT** ve **CR** numuneleri alınmıştır.

3.4. Arazi Deneyleri

İnceleme alanımız içerisinde yapılan sondaj çalışmalarında farklı fiziksel özelliklere sahip zemin birimlerinin olduğu tespit edilmiş olup, deneysel çalışmalar kapsamında yerinde deney olarak Standart Penetrasyon Deneyi (SPT) yapılmıştır.

3.4.1. Standart Penetrasyon Deneyi (SPT)

Sondajlarda ilerleme sırasında zemin tabakasının kıvamlılık ve sıkılığını kontrol etmek amacıyla Standart Penetrasyon Deneyi (SPT) yapılmıştır. Açılan kuyularda SPT testi yerinde yapılan bir deneydir. 45 cm uzunluğunda ve 2" çaplı bir borunun 76 cm yükseklikten düşen 63.5 kg ağırlığında ki şahmerdanın çakma başlığı üzerine serbestçe düşürülmesi ve numune alıcının zemine 45 cm çakılması için gerekli darbe adetlerinin belirlenmesi esasına dayanır.

SPT deneyi yerinde (in-situ) yapılan bir dinamik kesme deneyidir. Bu deney, penetrometre adı verilen çelikten yapılmış özel bir numune alıcı tüpün standart enerji kullanılarak darbe ile zemine çakılması sırasında oluşan direncin saptanması prensibine dayanır.

Dış çapı 50.0 mm, iç çapı 34.9 mm olan standart yarık tüp 63.5 kg ağırlığında bir tokmak ile 76.2 cm yükseklikten serbest olarak düşürülerek, zemine 15'er cm' lik 3 giriş (=45 cm) için vurulması gereken darbe sayıları saptanır. Son iki 15 cm lik ilerleme için darbe sayısının toplamı N_{30} şeklinde veya SPT–N olarak gösterilir. SPT–N deney sonuçlarının killi (kohezif) zeminlerin kıvamlılık ve serbest basınç dayanım değerlerinin korelatif ilişkisi aşağıda verildiği şekildedir.

Standart Penetrasyon deneylerinin bulguları genelde, daneli zeminlerin relatif sıkılık ve taşıma gücü değerlerini belirlemek için kullanılmaktadır. Daneli zeminler için önerilen SPT-N ve relatif sıkılık ilişkisi aşağıdaki gibidir.

SPT-N sayılarının temel dizayn çalışmalarında kullanılmasında derinlik ve yeraltı suyunun etkilerine karşı düzeltmelerin yapılması söz konusudur.
Son yıllarda SPT-N sayılarına yeraltı suyu düzeltmesi uygulanmamaktadır. SPT-N değerlerine C_N kohezyonsuz zeminlerde uygulanan jeolojik gerilme (derinlik) düzeltme katsayısı, C_R tij boyu düzeltme katsayısı, C_S numune alıcı tipi düzeltme katsayısı, C_B sondaj delgi çapı düzeltme katsayısı, C_E enerji oranı düzeltme katsayısı düzeltmesi uygulanmamıştır.

Araziden elde edilmiş ham SPT verileri N, $N_{1,60} = N.C_N.C_R.C_S.C_B.C_E$ denklemi kullanılarak $N_{1,60}$ değerine düzeltilecektir.

$$N_{1,60} = N.C_N.C_R.C_S.C_B.C_E$$

Burada C_N kohezyonsuz zeminlerde uygulanan jeolojik gerilme (derinlik) düzeltme katsayısını, C_R tij boyu düzeltme katsayısını, C_S numune alıcı tipi düzeltme katsayısını, C_B sondaj delgi çapı düzeltme katsayısını, C_E enerji oranı düzeltme katsayısını göstermektedir.

Tablo 3.4.1 SPT düzeltme katsayıları TBDY,2018

Düzeltme Katsayısı	Değişken	Değer
C_R	3m ile 4m aralığında	0,75
	4m ile 6m aralığında	0,85
	6m ile 10m aralığında	0,95
	10m den derin	1,00
C_S	Standart Numune alıcı (iç tüpü olan)	1,00

	İç tüpü olmayan numune alıcı	1,10-1,30
C_B	Çapı 65mm-115mm arasında	1,00
	Çap 150mm	1,05
	Çap 200mm	1,15
C_E	Güvenli tokmak	0,60-1,17
	Halkalı tokmak	0,45-1,00
	Otomatik darbeli tokmak	0,90-1,60

C_N derinlik düzeltme katsayısı $C_N = 9.78\sqrt{\frac{1}{\sigma'_{vo}}} \leq 1.70$ bağıntısı ile hesaplanacaktır. Burada σ'_{vo} (Kn/m^2) deney derinliğindeki efektif düşey gerilme miktarı olup SPT deneyi yapıldığı arazi koşullarına bağlı olarak hesaplanmaktadır.

SPT verilerinin ince dane içeriğine (İDİ) göre düzeltmesi ise $N_{1,60f}$ ile hesaplanacaktır.

$N_{1,60f} = \alpha + \beta . N_{1,60}$

$\alpha = 0, \beta = 1.0$ (İDD≤%5)
$\alpha = \exp(1.76 - (190 / İDİ^2)), \beta = 0.99 + İDİ^{1,5} / 1000$ (%5≤İDD≤%35)
$\alpha = 5.0, \beta = 1.2$ (İDD≥%35)

$N_{1,60Düz} = N.C_N.C_R.C_S.C_B.C_E$
$N_{30Düz} = 15 + (N30-15)/2$
$C_N = 2,53$
$C_R = 0,75$
$C_S = 1$
$C_B = 1$
$C_E = 1$

Tablo 3.4.2 Arazide Yapılan SPT Deneyi Sonuçları

SPT NO	DERİNLİK	N (0-15)	N (15-30)	N (30-45)	N (30)	N (30) DÜZ.	N1 (60) DÜZ.	KIVAMLILIK
SK-1	1,50	9	12	18	30	22.5	23	**Çok Katı**
SK-1	3,00	50/8	RF	RF	RF	32.5	38	**Sert**
SK-2	1,50	50/11	RF	RF	RF	32.5	38	**Sert**
SK-3	1,50	50/10	RF	RF	RF	32.5	38	**Sert**

Tablo 3.4.3 Daneli Kohezyonsuz Zeminlerde Darbe Sayısı ile Relatif Sıkılık Arasındaki Bağıntı (Terzaghi ve Peck)

SPT-N	Relatif Sıkılık	Kuru Birim Hacim Ağırlığı (KN/m^3)	İçsel Sürtünme Açısı (Φ)
0 – 4	Çok gevşek	>14	<30
5 – 10	Gevşek	14-16	30-32
11 – 30	Orta	16-18	32-35
31 – 50	Sıkı	18-20	35-38
50<	Çok sıkı	20<	38<

Tablo 3.4.4 İnce Taneli Zeminlerde Zeminlerin N Değerlerine Göre Sınıflandırılması

SPT-N (darbe/30 cm)	Serbest Basınç Direnci (qu) (kg/cm^2)	KIVAM
<2	< 0.25	Çok yumuşak
2-4	0.25 – 0.50	Yumuşak
5-8	0.50 – 1.00	Orta

9-15	1.00 – 2.00	Katı
16-30	**2.00 – 4.00**	**Çok Katı**
>30	**> 4.00**	**Sert**

4. HİDROJEOLOJİ

İnceleme alanımızın içerisinde ve çevresinde devamlı akışı olan akarsu bulunmamaktadır. İnceleme alanımız içerisinde yapılan sondaj kuyularında yeraltı suyuna 4,00 m derinliklerde rastlanılmıştır.

Yeraltı, yağmur ve yüzey sularının zemine olabilecek etkilerine karşı mutlaka önlem alınmalı, drenaj sistemi kurulmalı ve temel izolasyonu sağlanmalıdır.

SONDAJ NO	ÖLÇÜM TARİHİ	Y.A.S.S (METRE)
SK-1	24/01/2026	4,50
	31/01/2026	4,00
SK-2	24/01/2026	4,00
	31/01/2026	4,00
SK-3	24/01/2026	4,50
	31/01/2026	4,00

5. LABORATUVAR DENEYLERİ

Yapılan sondajlardan alınan örselenmiş ve örselenmemiş numune üzerinde birimlerin indeks/fiziksel özelliklerini belirlemek amacıyla "ASTM" ve TS–1500"Standartlarına uygun olarak aşağıdaki deneyler **Arter Zemin Laboratuvarı'na** yaptırılmıştır. Laboratuvar sonuçları Tablo 5.1.1'de ve ek olarak verilmiştir.

5.1. Zeminlerin İndeks/Fiziksel Özelliklerinin Belirlenmesi

Çalışma alanından alınan örselenmiş numune üzerinde aşağıdaki deneyler yaptırılmıştır.

- Su İçeriği (Wn)
- Elek Analizi
- Atterberg Limitleri

Tablo 5.1.1 Zeminin İndeks-Fiziksel Parametreleri

Kuyu No	NU TİPİ	Derinlik (m)	Elek Analizi			Atterberg Limitleri %			Zemin Sınıfı	Su Muhtevası W_n (%)
			Çakıl (%)	Kum (%)	Kil-Silt (%)	LL	PL	PI		
SK-1	**SPT**	**1.50-1.95**	**38.64**	**4.03**	**57.33**		**67.3**	**23.9**	**grCIH**	**34.0**
SK-1	**SPT**	**3.00-3.45**	**39.69**	**4.65**	**55.66**		**61.5**	**25.2**	**grCIH**	**35.7**
SK-2	**SPT**	**1.50-1.95**	**41.60**	**27.56**	**30.84**		**31.1**	**18.8**	**sasiclGr**	**24.6**
SK-3	**SPT**	**1.50-1.95**	**19.12**	**4.78**	**76.10**		**27.0**	**17.1**	**grCIH**	**22.8**

Çalışma alanından alınan örselenmemiş numuneler (**CR**) üzerinde aşağıdaki deney yaptırılmıştır. Laboratuvar deneyleri ile inceleme alanında bulunan birimlere ait kohezyon değerleri (**C**) belirlenmiştir.

5.2. Kayaların Mekanik Özelliklerinin Belirlenmesi

İnceleme alanında zemin birim olan irili ufaklı köşeli çakıl parçaları birimlerine rastlanılmıştır. Bu birimlere Kayada Nokta Yükleme Deneyi yaptırılmıştır.

- Nokta Yükleme Deneyi

Tablo 5.2.3 Nokta Yükleme Deney Bilgileri

SK No	Derinlik (m)	Nokta Yükleme Deneyi	Nokta Yükleme Deneyi
		MPa	**Is50 (kg/cm^2)**
SK-1	**6.00-7.50**	**2.23**	**22.73**
SK-2	**7.50-9.00**	**2.62**	**26.71**
SK-3	**3.00-4.50**	**2.48**	**25.28**

6. İNCELEME ALANI MÜHENDİSLİK JEOLOJİSİ

İncelemesi yapılan parselin bulunduğu bölgenin jeolojik yapısı sondaj verilerine göre **Alüvyon (Qal)** birimleridir.

5.3. Zemin ve Kaya Türlerinin Değerlendirilmesi

SK-1 nolu araştırma sondajında; 0-0,50 m arası bitkisel toprak, 0,50-4,00 m arası çok katı- sert kahve renkli yüksek plastisiteli az kumlu çakıllı kil, 4,00-12,00 m arasında kum matriksli irili ufaklı köşeli çakıl parçaları,

SK-2 nolu araştırma sondajında; 0-0,50 m arası bitkisel toprak, 0,50-2,50 m arası sert kahve renkli yüksek plastisiteli az kumlu çakıllı kil, 2,50-12,00 m arasında kum matriksli irili ufaklı köşeli çakıl parçaları,

SK-3 nolu araştırma sondajında; 0-0,50 m arası bitkisel toprak, 0,50-2,00 m arası sert kahve renkli yüksek plastisiteli az kumlu çakıllı kil, 2,00-12,00 m arasında kum matriksli irili ufaklı köşeli çakıl parçaları,birimlerine rastlanmıştır.

5.3.1. Zemin Türlerinin Değerlendirilmesi

Plastiklik indeksi (PI) topraktaki kil minerallerinin türü ve miktarı, danelerin oritasyonu ve dane boyu ile doğrudan ilişkilidir.

Tablo 5.3.1 Zeminlerin Plastiklik Tanımları ve Kuru Mukavemetleri (Sowers,1979)

Tanım	**Plastisite İndisi %**	**Dayanım**
Plastik değil	0-3	Çok Düşük
Düşük Plastik	**3-15**	**Düşük**
Orta plastik	**15-30**	**Orta**
Yüksek plastik	**31+**	**Yüksek**

Tablo 5.3.2 Zeminlerin Sıkışabilirliği (Sowers.1979)

Tanım	Sıkışma İndisi	Likit Limit %
Düşük Sıkışabilirlik	**0-0,19**	**0-30**
Orta Sıkışabilirlik	**0,20-0,40**	**31-50**
Yüksek Sıkışabilirlik	**0,40+**	**51+**

Tablo 5.3.3 Kil ve Kum Türü Zeminlerde SPT/N30- Sıkılık İlişkisi (Terzaghi ve Peck -1967)

Kil Türü Kohezif Zeminlerde N (darbe/30 cm)	q_u(kg/cm^2)	KIVAM
<2	<0.25	Çok Yumuşak
2-4	0.25-0.50	Yumuşak
4-8	0.50-1.00	Orta
8-15	1.00-2.00	Katı
15-30	**2.00-4.00**	**Çok Katı**
>30	**>4.00**	**Sert**

İnceleme alanındaki ince taneli zeminler Birleştirilmiş (TS EN ISO 14688-2) zemin sınıflamasına göre; sasiclGr (Siltli kumlu çakıl),grCIH(Çakıllı Kil), sınıfına girmektedir. Atterberg deneyleri sonucu; Likit Limit (LL) %27,0-67,3, Plastik Limit (PL) %17,1-25,2, Plastisite İndisi (PI) %9,9-43,4 olarak bulunmuştur. (Sover, 1979) sıkışma indisi (Cc) nin sıkışabilirlik özelliğini yansıtan bir parametre kabulü ve zeminlerin sıkışabilirlik karakterlerini tanımlamıştır. Sıkışma indisi Cc= 0,009 (LL-10) formülü dikkate alınarak 0,15-0,51 olarak hesaplanmış, aşağıda görülen tabloda **düşük-orta-yüksek sıkışabilirlik** sınıfına girdiği görülmüştür.

Tablo 5.3.4 Zeminlerin Sıkışabilirliği (Sovvers 1979)

Tanım	Sıkışabilirlik İndisi (Cc)	Likit Limit (LL) %
Düşük Sıkışabilirlik	**0 - 0.19**	**0 - 30**
Orta	**0.20 - 0.39**	**31 - 51**
Yüksek	**> 0.40**	**> 51**

Zeminlerin plastik davranışı; gösterdiği su muhtevası değer aralığı olan Platisite İndisi (PI) ile kuru dayanım özellikleri Leonards (1962) aşağıdaki gibi tanımlamıştır.

Tablo 5.3.5 Plastisite İndisine Göre Plastisite Derecesi (Leonards, 1962)

Plastisite İndisi (%)	Plastisite Derecesi	Kuru Dayanım
0 – 5	Plastik değil	Çok Düşük
5 – 15	**Az Plastik**	**Düşük**
15 – 40	**Plastik**	**Orta**
> 40	**Çok plastik**	**Yüksek**

Yapılan Atterberg Limitleri deneyi sonuçlarına göre inceleme alanındaki zemin; **plastik, az plastik-çok plastik**, kuru dayanımı ise **düşük-orta-yüksek** olduğu belirlenmiştir.

6.1.2. Kaya Türlerinin Değerlendirilmesi

İnceleme alanında kaya birimlerine rastlanılmamıştır.

7. JEOLOJİK PROFİL

7.1. Zemin ve Kaya Türlerinin Değerlendirilmesi

7.1.1. Ayrışmış Kaya ve Zemin Türlerinin Sınıflandırılması

İnceleme alanında yapılan sondaj çalışmasına göre kahverenkli çok katı-sert kumlu çakıllı kil birimleri ve irili ufaklı köşeli çakıl parçaları gözlenmiş olup, bu birimler zemin olarak, değerlendirilmiştir. Bu birimler ile ilgili ayrıntılı bilgiler aşağıda sunulmuştur.

Tablo 7.1.1.1 Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği (2019)'ne göre Yerel Zemin Sınıfı

Yerel Zemin Sınıfı	Zemin Cinsi	Üst 30 metrede ortalama		
		$V_{S(30)}$ (m/Sn)	$(N_{60})_{30}$ (darbe/30 cm)	$C_{u(30)}$ (kPa)
ZA	Sağlam, sert kayalar	>1500	-	-
ZB	Az ayrışmış, orta sağlam kayalar	760-1500	-	-
ZC	Çok sıkı kum, çakıl ve sert kil tabakaları veya ayrışmış, çok çatlaklı zayıf kayalar	360-760	>50	>250
ZD	**Orta sıkı-sıkı kum, çakıl veya çok katı kil tabakaları**	**180-360**	**15-50**	**70-250**
ZE	Gevşek kum, çakıl veya yumuşak-katı kil tabakaları veya PI>20 ve w>%40 koşullarını sağlayan toplamda 3 metreden daha kalın yumuşak kil tabakası (c_u <25 kPa) içeren profiller	<180	<15	<70
ZF	Sahaya özel araştırma ve değerlendirme gerektiren zeminler: 1- Deprem etkisi altında çökme ve potansiyel göçme riskine sahip zeminler (sıvılaşabilir zeminler, yüksek derecede hassas killer, göçebilir zayıf çimentolu zeminler vb.), 2- toplam kalınlığı 3 metreden fazla turba ve/veya organik içeriği yüksek killer, 3- Toplam kalınlığı 8 metreden fazla olan yüksek plastisiteli (PI>50) killer, 4- Çok kalın (>35 m) yumuşak veya orta katı killer.			

8.SONUÇ VE ÖNERİLER

a. Bu çalışma; Kocaeli ili, Kartepe İlçesi, Ataevler Mahallesi, G24D01B2A Pafta, 1077 Ada, 5 parselde yer alan Felek AYDIN adına kayıtlı parselde yapılması planlanan **zemin + 2 katlı** yapıya ait jeofizik-jeolojik-jeoteknik yer araştırması raporudur. İnceleme alanında yapılması planlanan yapı için statik hesaplamaya yönelik inceleme alanına ait zemin parametrelerini belirlemek amacıyla, sondaja dayalı Zemin ve Temel Etüdü hazırlanmıştır. Yaklaşık 312,15 m^2'lik yüz ölçümüne sahip arazi **40.746251° enlem, 30.038898° boylam** koordinatlarında yer almaktadır. Çalışmalarımız sahanın zeminine ait jeolojik özelliklerin, yer altı suyu koşullarının ve jeoteknik parametrelerin ortaya çıkarılması amacıyla yapılmıştır.

b. İncelemesi yapılan parselin bulunduğu bölgenin jeolojik yapısı sondaj verilerine göre **Alüvyon (Qal)** birimleridir.

SK-1 nolu araştırma sondajında; 0-0,50 m arası bitkisel toprak, 0,50-4,00 m arası çok katı- sert kahve renkli yüksek plastisiteli az kumlu çakıllı kil, 4,00-12,00 m arasında kum matriksli irili ufaklı köşeli çakıl parçaları,
SK-2 nolu araştırma sondajında; 0-0,50 m arası bitkisel toprak, 0,50-2,50 m arası sert kahve renkli yüksek plastisiteli az kumlu çakıllı kil, 2,50-12,00 m arasında kum matriksli irili ufaklı köşeli çakıl parçaları,
SK-3 nolu araştırma sondajında; 0-0,50 m arası bitkisel toprak, 0,50-2,00 m arası sert kahve renkli yüksek plastisiteli az kumlu çakıllı kil, 2,00-12,00 m arasında kum matriksli irili ufaklı köşeli çakıl parçaları,birimlerine rastlanmıştır.

c. Zemin hâkim titreşim periyodu parselde etkin olarak **0,54 saniye** olarak hesaplanmıştır.

d. İnceleme alanında yüzey dalgası yöntemiyle **(MASW) VS_{30}-hızı değeri 281 m/s** olarak bulunmuştur.

e. Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği (2019)'ne göre Deprem Yer Hareketi Düzeyi-2 (DD-2) olarak alınmalıdır. Yerel Zemin Sınıfı ise **ZD** olarak kullanılabilir.

f. İnceleme alanında yeraltı suyuna 4,00 m derinlikte rastlanılmıştır. Yağmur ve yüzey sularının zemine olabilecek etkilerine karşı mutlaka önlem alınmalı ve temel izolasyonu sağlanmalıdır.

SONDAJ NO	ÖLÇÜM TARİHİ	Y.A.S.S (METRE)
SK-1	24/01/2026	4,50
	31/01/2026	4,00
SK-2	24/01/2026	4,00
	31/01/2026	4,00
SK-3	24/01/2026	4,50
	31/01/2026	4,00

g. Temeller homojen birimler üzerine taşıttırılmalıdır. Farklı birimlere oturacak temeller için uygun projeler geliştirilmelidir.

h. Her türlü kazı mevcut stabiliteyi bozmayacak şekilde kontrollü yapılmalıdır. Yapılacak kazılarda şevlerdeki yenilmelere karşı çevre, yol ve binaların da güvenliğini sağlayacak şekilde gerekli iksa önlemleri mutlaka alınmalı, tüm kazı şevi ve/veya yamaçların duraylılığı sağlanmalıdır. Şevler uzun süre açıkta bırakılmamalı, istinat yapılarıyla desteklenmelidir

ı. İnceleme alanı Türkiye Deprem Tehlike Haritasına göre, Birinci Derece Deprem Bölgeleri içinde yer almaktadır.

i. İnceleme alanında yapılacak tüm yapılarda "Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği (2019)" hükümleri uygulanması gerekmektedir.

j. Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği (TBDY,2018) e göre Bina önem katsayısı Bina kullanım sınıfı ve kullanım amacına göre ilgili inşaat mühendisi tarafından tablodan seçilerek alınmalıdır.

9.YARARLANILAN KAYNAKLAR

1.Ercan, A.,2001, Yeraraştırma Yöntemleri Kitabı, Elastisite Modülü Formülü, s.152.
2.Ercan, A.,2001, Yeraraştırma Yöntemleri Kitabı, Bulk Modülü Formülü, s.152-153.
3.Ercan, A.,2001, Yeraraştırma Yöntemleri Kitabı, Kayma Modülü Formülü, s.155.
4.Ercan, A.,2001, Yeraraştırma Yöntemleri Kitabı, Sıkışırlık Formülü, s.153.
5.Ercan, A.,2001, Yeraraştırma Yöntemleri Kitabı, Zemin Hâkim Periyodu Formülü, s.158.
6.Ercan, A.,2001, Yöntemleri Kitabı, Zemin Büyütmesi Formülü, s.179.
7.Ercan, A.,2001, Yeraraştırma Yöntemleri Kitabı, Sıvılaştırma Oluşturabilecek En Küçük Deprem Formülü, s.128.
8. Ercan, A.,2001, Yeraraştırma Yöntemleri Kitabı, Beklenen En Büyük İvme Formülü, s.130.
9. Ercan, A.,2001, Yeraraştırma Yöntemleri Kitabı, Şiddet Formülü, s.238.
10. Keçeli, A.2000, Sismik Yöntemlerle Kabul Edilebilir veya Güvenli Taşıma Kapasitesi Saptanması, JFMO Jeofizik Dergisi. 14-1,2, Ankara.
11. Kumbasar Vahit, Kip Fazıl Zemin Mekaniği Problemleri, 1969.
12. Tezcan, S, S.2001, Sıvılaşma Ders Notları, Eşik İvme Formülü, s.16.JFMO Kocaeli Şubesi Sıvılaşma Toplantısı, 24/02/2001, İZMİT.
13. T.C. Bayındırlık ve İskân Bakanlığı Afet İşleri Genel Müdürlüğü.1996, Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik, Ankara.
14. Telford, W. M., Geldart, L. P., Sherff,R.E.& Keys, D. A. 1976, Yoğunluk formülleri, Applied Geophysics, Cambridge University Press.
15. Ternek, Z. Erentöz, C. Pamir, N. Akyürek, B. 1987, Türkiye Jeoloji Haritası, İstanbul Paftası, Deprem Bölgeleri Haritası, M.T.A, Ankara.
16. Us, E.A. 1993, Sismik Yöntemler ve Yorumlamaya Giriş, Kalınlık Formülü, JFMO Eğitim Yayınları No:2, s.24, Ankara.