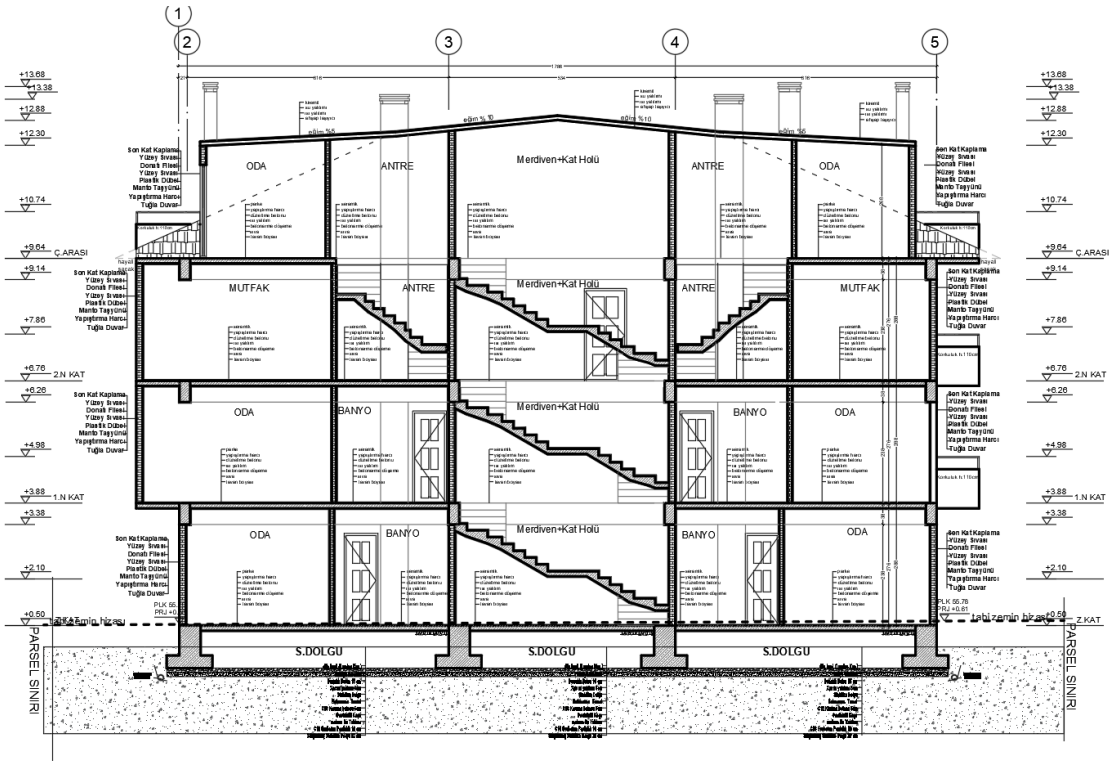
T.C.
KOCAELİ İLİ, KARTEPE İLÇESİ, ATAEVLER MAHALLESİ, FELEK AYDIN ADINA KAYITLI G24D01B2A PAFTA, 1077 ADA, 5 PARSELDE YAPILMASI PLANLANAN YAPIYA AİT ZEMİN VE TEMEL ETÜDÜ



GEOTEKNİK RAPORU

RAPOR NO: KP03101 **MART / 2026**

İçindekiler

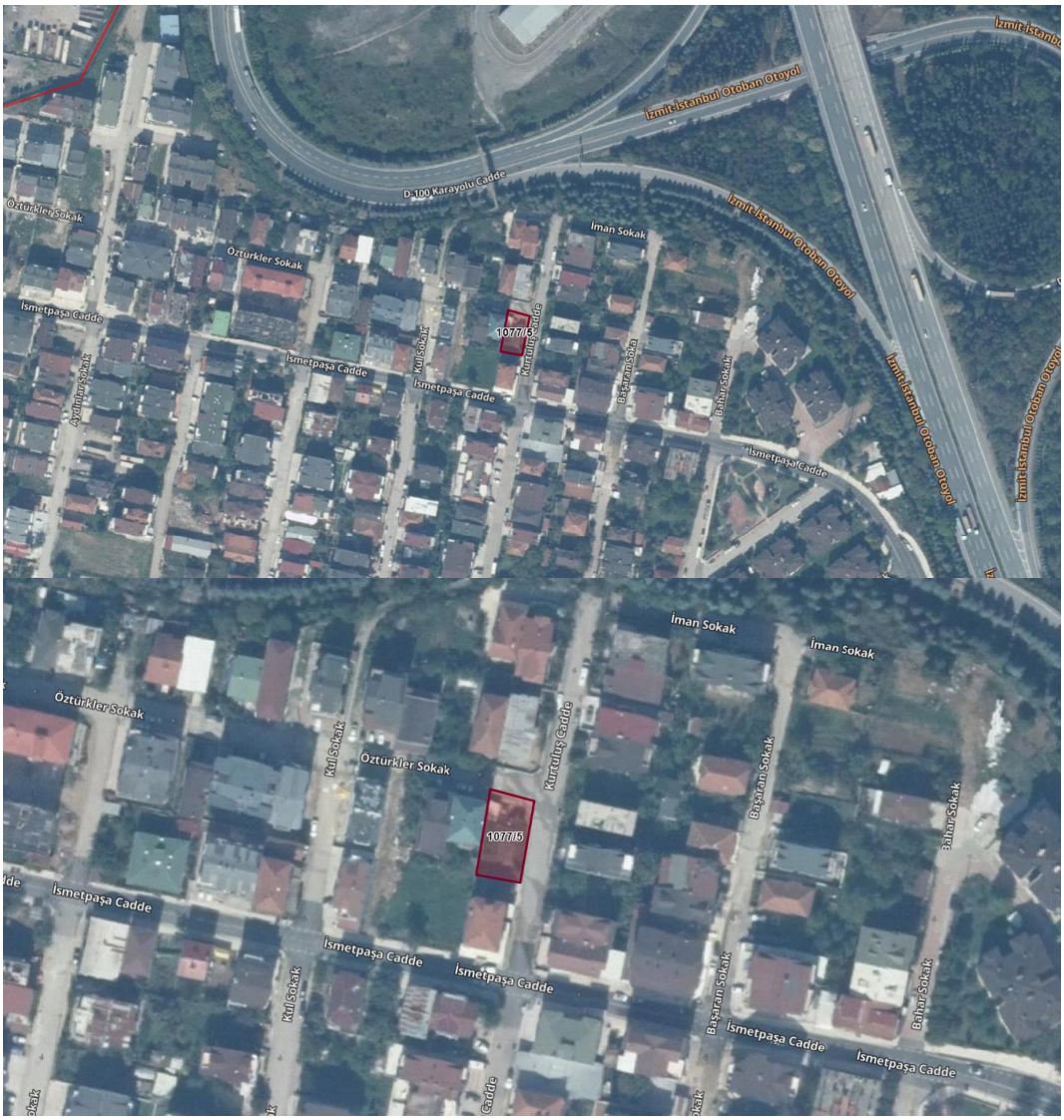
1.GİRİŞ....3
2.İNŞAAT SAHASI HAKKINDA BİLGİLER....4
3.YAPI HAKKINDA BİLGİLER....4
5.İLAVE ZEMİN ARAŞTIRMALARI....15
6.İDEALİZE ZEMİN PROFİLLERİ (ARAZİ ZEMİN MODELİ) VE YERALTI SUYU DURUMLARI....15
7.GEOTEKNİK TASARIM PARAMETRELERİNİN TESPİTİ....16
8.DEPREMSELLİK....16
9.YAPI ZEMİN ETKİLEŞİMİNİN İRDELENMESİ....18
9.1.Temel Sistemine İlişkin Geoteknik Analiz ve Değerlendirmeler....18
9.1.1.Yüzeysel Temeller....18
9.2.Zemin İyileştirme Alternatifleri....20
9.3.Yapı Temelleri İle İlgili Diğer Hususlar....20
10.İKSA SİSTEMİNE İLİŞKİN GEOTEKNİK ANALİZ VE DEĞERLENDİRMELER....20
11.SONUÇ VE ÖNERİLER....22
12.YARARLANILAN KAYNAKLAR....24

1. GİRİŞ

Bu çalışma; Kocaeli ili, Kartepe İlçesi, Ataevler Mahallesi, G24D01B2A Pafta, 1077 Ada, 5 parsel, **40.746251° enlem, 30.038898° boylam** koordinatlarında bulunan, 523,13 m^2'lik yüz ölçümüne sahip alanda projelendirilmesi düşünülen **zemin + 2 katlı** yapının zeminine ait hesaplamalar ile ilgili ''Geoteknik Değerlendirme Raporu'' olarak hazırlanmıştır.

Söz konusu inceleme alanı için Keska Zemin Yapı Laboratuvarı ve Mühendislik tarafından hazırlanan veri raporundan ve **Elmas Mimarlık** tarafından hazırlanan mimari projeden yararlanılarak, zemin özelliklerini ve olası zemin problemlerini belirlemek buna bağlı olarak mühendislik önlemlerinin ve önerilerinin ortaya konulması amacıyla jeolojik-jeoteknik ve jeofizik çalışmalarla birlikte mimari ve statik projeleri incelenmiştir.

Bu rapor, TBDY 2018 ve Çevre ve Şehircilik Bakanlığı "Zemin ve Temel Etüdü Uygulama Esasları ve Rapor Formatı" dikkate alınarak hazırlanmıştır.



Şekil 1. İnceleme Alanı Hava Fotoğrafı

2. İNŞAAT SAHASI HAKKINDA BİLGİLER

İnceleme alanı Kocaeli ili, Kartepe İlçesi, Ataevler Mahallesi, G24D01B2A Pafta, 1077 Ada, 5 parsel içerisinde yer almaktadır. İnceleme alanı yüzölçümü 312,15 m^2 'dir.

İnceleme alanı ve çevresinin topografik eğim durumu %0-5 aralığında değişmektedir. İncelenen parsel içinde kot farkı bulunmamaktadır. İncelenen sahanın kotu: 54,88-55,68 m. dir. İnceleme alanı çevresinde genelde 2-3 katlı konut ve ticari tipi gibi yapılar bulunmaktadır.

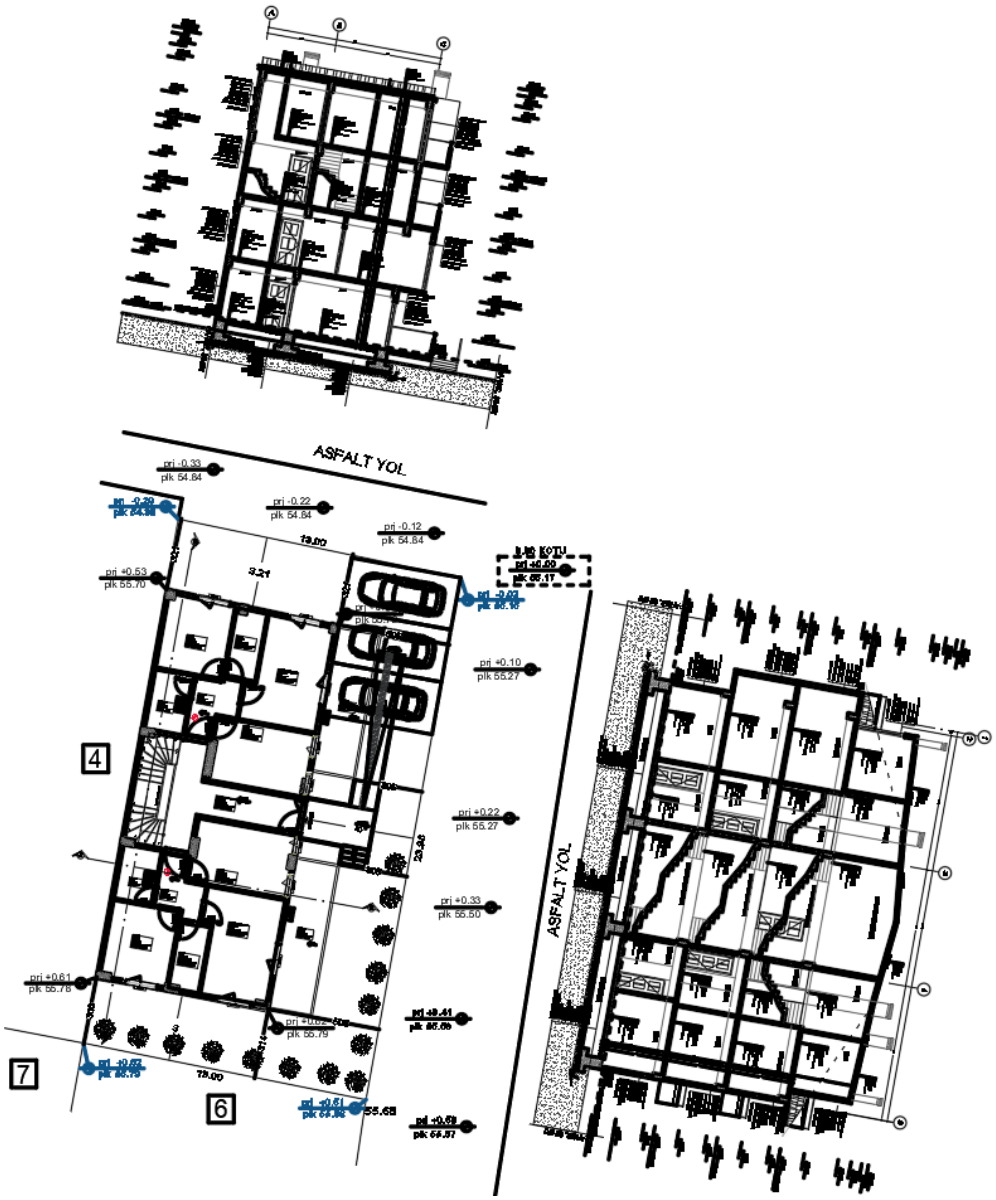
Deprem bölgelerinde yapılacak yapılar hakkındaki yönetmelik göz önüne alındığında Bina Önem Katsayısı 1.0 olarak alınabilir.

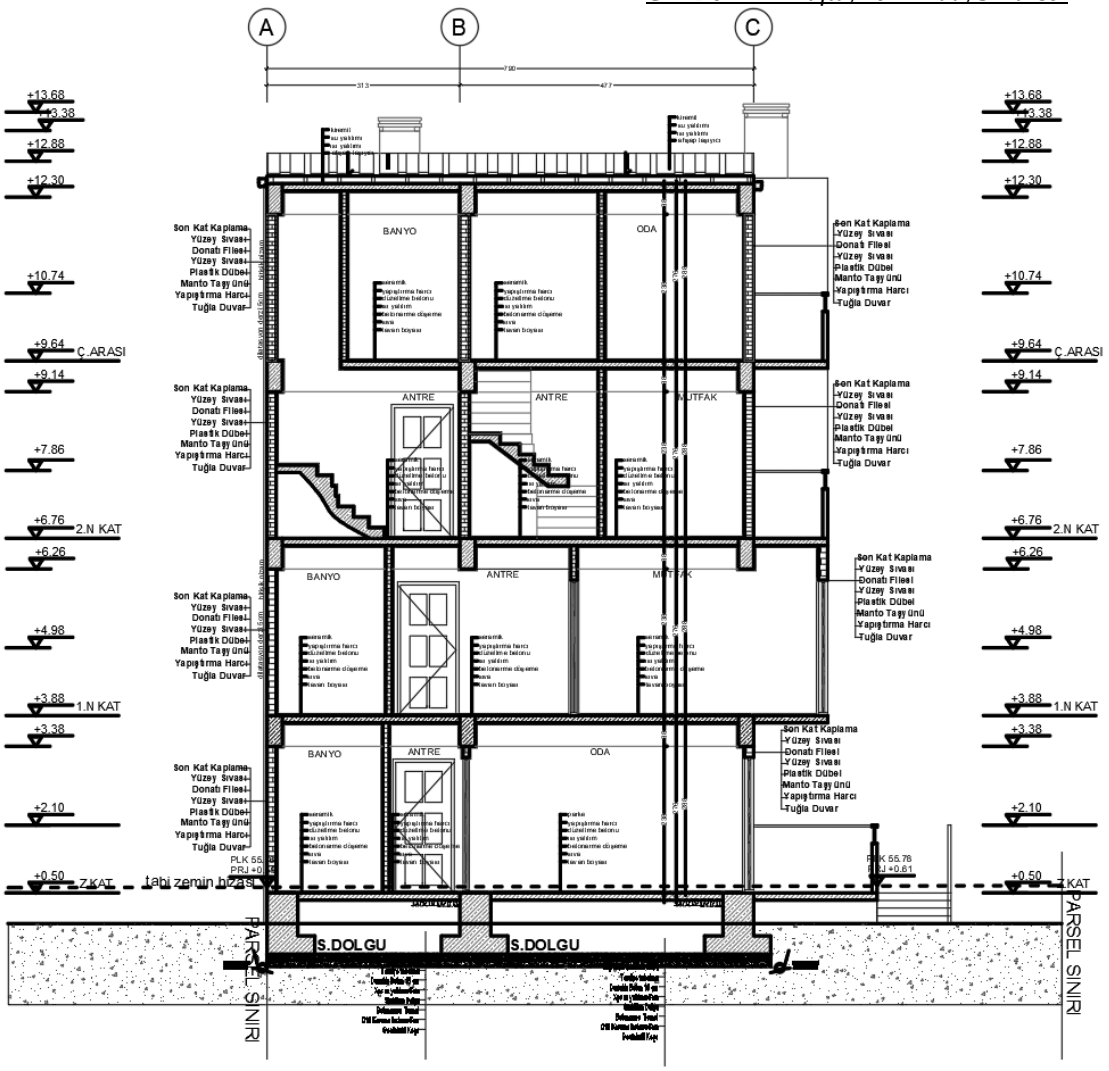
Bu katsayının geoteknik mühendisliği alanının dışında olup bu konuda nihai karar binanın statik proje müellifince verilmelidir. İnceleme alanı Deprem Bölgesi olduğundan hesaplarda ''Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği, 2019'' dikkate alınacaktır.

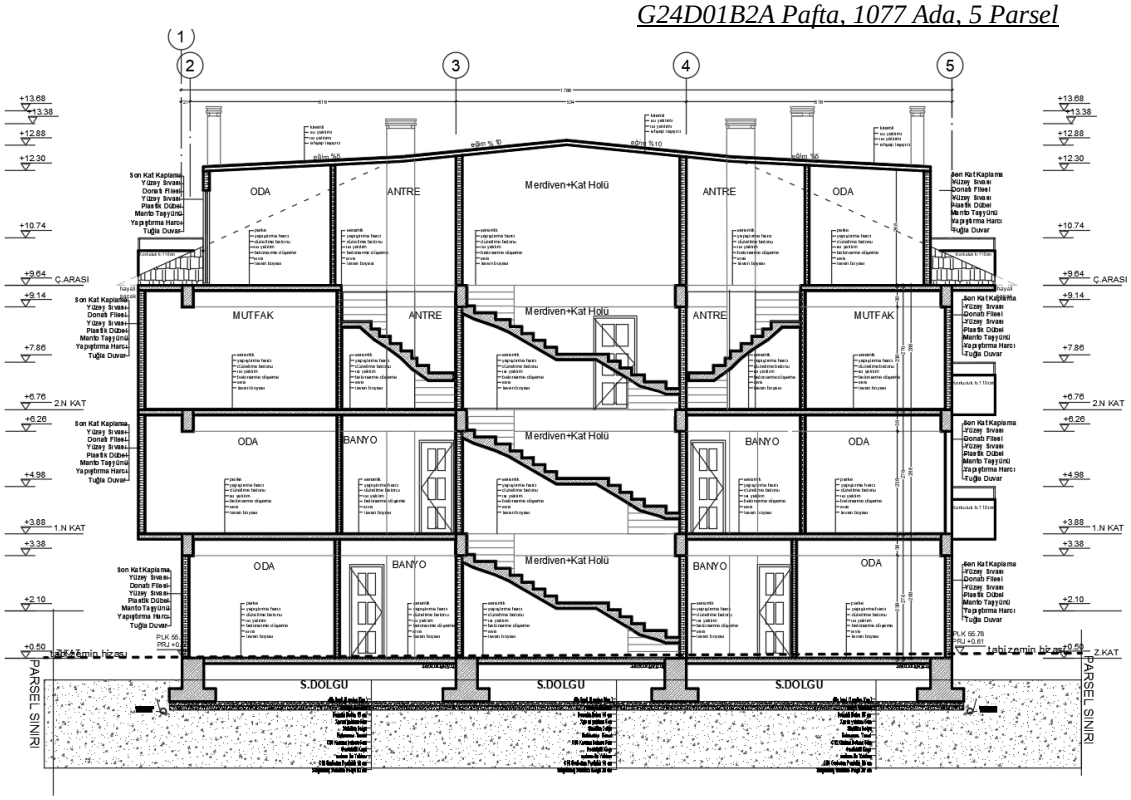
3. YAPI HAKKINDA BİLGİLER

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

Bina Kullanım Sınıfı: 3
BinaÖnemKatsayısı: 1.0
Bina Yükseklik Sınıfı ise: 6 dır.


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 Taşıyıcı
Yapıştırma Harcı
Tuğla Duvar
S.DOLGU
PARSEL SINIRI



Şekil 3.1. Yapıya ait görünüşler

Tablo 3.1: Bina Yükseklik Sınıfları ve Deprem Tasarım Sınıflarına Göre Tanımlanan Bina Yükseklik Aralıkları

Bina Yükseklik Sınıfı	**Bina Yükseklik Sınıfları ve Deprem Tasarım Sınıflarına Göre Tanımlanan Bina Yükseklik Aralıkları [m]**		
	DTS= 1, 1a, 2, 2a	**DTS**= 3, 3a	DTS = 4, 4a
BYS=1	HN>70	HN>91.0	HN>105
BYS=2	56<HN<=70	70<HN<=91.0	91<HN<=105
BYS=3	42<HN<=56	56<HN<=70	56<HN<=91
BYS=4	28<HN<=42	42<HN<=56	
BYS=5	17.5<HN<=28	28<HN<=42	
BYS=6	**10.5<HN<=17.5**	**17.5<HN<=28**	
BYS=7	7<HN<=10.5	10.5<HN<=17.5	
BYS=8	HN<=7	HN<=10.5	

Tablo 3.2: Bina Kullanım Sınıfları ve Bina Önem Katsayısı

Bina Kullanım Sınıfı	Bina Kullanım Amacı	Bina Önem Katsayısı (I)
BKS=1	**Deprem sonrası kullanımı gereken binalar, insanların uzun süreli ve yoğun olarak bulunduğu binalar, değerli eşyanın saklandığı binalar ve tehlikeli madde içeren binalar** a) Deprem sonrasında hemen kullanılması gerekli binalar (Hastaneler, dispanserler, sağlık ocakları, itfaiye bina ve tesisleri, PTT ve diğer haberleşme tesisleri, ulaşım istasyonları ve terminalleri, enerji üretim ve dağıtım tesisleri, vilayet, kaymakamlık ve belediye yönetim binaları. İlk yardım ve afet planlama istasyonları) b) Okullar, diğer eğitim bina ve tesisleri, yurt ve yatakhaneler, askeri kışlalar, cezaevleri vb. c) Müzeler d) Toksik, patlayıcı, parlayıcı vb. özellikleri olan maddelerin bulunduğu veya depolandığı binalar	1.5
BKS=2	**İnsanların kısa süreli ve yoğun olarak bulunduğu binalar** Alışveriş merkezleri, spor tesisleri, sinema, tiyatro, konser salonları, ibadethaneler vb.	1.2
BKS=3	**Diğer binalar** BKS=1 ve BKS=2 için verilen tanımlara girmeyen diğer binalar (Konutlar, işyerleri, oteller, bina türü endüstri yapıları vb.)	**1.0**

Deprem Tasarım Sınıfları

Bina Kullanım Sınıfları'na **ve DD-2** deprem yer hareketi düzeyi için tanımlanan Kısa Periyot Tasarım Spektral İvme Katsayısı'na bağlı olarak, Yönetmelik'te deprem etkisi altında tasarımda esas alınacak Deprem Tasarım Sınıfları (DTS)'e göre belirlenecektir. **(S_{DS}=1.756)**

Tablo 3.3: Deprem Tasarım Sınıfları (DTS)

DD-2 Deprem Yer Hareketi Düzeyinde Kısa Periyot Tasarım Spektral İvme Katsayısı (S_{DS})	Bina Kullanım Sınıfı	
	BKS=1	**BKS=2,3**
S_{DS}<0.33	DTS=4a	DTS=4
0.33≤ S_{DS}<0.50	DTS=3a	DTS=3
0.50≤ S_{DS}<0.75	DTS=2a	DTS=2
0.75≤ S_{DS}	DTS=1a	**DTS=1**

4. MEVCUT ZEMİN ARAŞTIRMALARI

İnceleme alanında yapılacak olan iskele yapımı için Keska Zemin Yapı Laboratuvarı ve Mühendislik tarafından veri raporu hazırlanmıştır.

İnceleme alanı içerisinde yapılan çalışmalar sırasında, çalışma alanının genel jeolojik yapısını tespit etmek, zemin jeolojik ve jeoteknik yapısını ortaya koymak, zemin parametreleri hakkında bilgiler vermek amacıyla, 3 lokasyonda 9,00-12.00 m. derinliğinde, zemin araştırma sondaj çalışmaları, 1 Profil boyunca Sismik ölçüsü, 1 noktada DES ölçüsü ve laboratuvar deneyleri yapılmıştır. Yapılan çalışmalarda SPT deneyi yapılmış olup, örselenmiş ve örselenmemiş numuneler alınmıştır.

4.1.Jeofizik Çalışmalar

01.01.2019 tarihinde yürürlüğe giren Deprem Yönetmeliği' ne göre Vs30 hızı ve Jeofizik bulgular istenmektedir. Bu nedenle inceleme alanında Vs30 hızını tespit etmeye yönelik olarak 1 adet MASW ölçümü; Vp, Vp' hızlarını ve dinamik parametreleri tespit edebilmek için 1 adet Sismik Kırılma, Vs hızını tespit edebilmek için MASW çalışması ve 1 noktada DES ölçüsü yapılmıştır.

Jeofizik Rapor

Sismik Çalışma

Sahada gerçekleştirilen, Veri Raporu kapsamında yapılan jeofizik çalışmalardan elde edilen parametreler aşağıda sunulmuştur.



Şekil 4.1: Sismik Çalışma Aplikasyonu

Tablo 3.1. Sismik Çalışmalar Koordinatları

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

ÖLÇÜ NO: 1

SİSMİK DİNAMİK PARAMETRELER	1.Tabaka	2.Tabaka
Vp (m/s)	321	870
Vs (m/s)	207	356
Poisson Oranı	0,144	0,399
Yoğunluk (gr/cm^3)	1,31	1,68
Kayma Modülü (kg/ cm^2)	562	2134
Elastisite Modülü (kg/ cm^2)	1286	5972
Bulk Modülü (kg/cm^2)	602	9898
Zemin Hâkim Titreşim Periyodu (sn)	0,54	
Vs (30) m/sn	**281**	

Rezistivite-DES

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



Şekil 4.2: Des Çalışma Aplikasyonu

DES koordinatları

NO	KOORDİNAT	
	Enlem	Boylam
1	40.746208°	30.038842°

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

4.2. Sondajlar

Zemin etüdü incelendiğinde çalışma alanında 3 adet sondaj çalışması yapıldığı görülmüştür.



Şekil 4.3 Sondaj Çalışma Aplikasyonu

Tablo 3.3.1: Sondaj Kuyuları 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 1 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 2 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, 2,50-12,00 m arasında kum matriksli irili ufaklı köşeli çakıl parçaları,



Şekil 3 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, 2,00-12,00 m arasında kum matriksli irili ufaklı köşeli çakıl parçaları,birimlerine rastlanmıştır.

4.3. 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.

4.3.1 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 4.3.1 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 4.3.2 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 4.3.3 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 4.3.4 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**

5. İLAVE ZEMİN ARAŞTIRMALARI

İnceleme alanında ilave zemin araştırmasına gerek duyulmamıştır.

6. İDEALİZE ZEMİN PROFİLLERİ (ARAZİ ZEMİN MODELİ) VE YERALTI SUYU DURUMLARI

İnceleme alanı içerisinde 3 noktada zemin araştırma sondajı yapılmıştır. İnceleme alanımız **Alüvyon (Qal)**'na ait birimlerin egemen olduğu bir litolojiye sahiptir. Alanın jeolojisini genel olarak kahve renkli yüksek plastisiteli az kumlu çakıllı kil vekum matriksli irili ufaklı köşeli çakıl parçaları birimleri oluşturmaktadır.

Yer Altı ve Yer Üstü Suları

İnceleme alanında açılan sondajlar için Kes-Ka Zemin Yapı Laboratuvarı ve Mühendislik tarafından hazırlanmış olan raporda; yeraltı suyuna 4,00 derinliklerde rastlanıldığı belirtilmiştir. İnceleme alanında zeminlerin kumlu kil olması sebebiyle yer altı ve yüzey sularını bünyesinde tutması olası durumdur. Her türlü yapılaşmalarda mevcut yer altı sularının, olası yüzey sularının ve atık suların temeli etkilememesi için uygun drenaj sistemleri seçilerek temelden ve kazı alanından mevcut suların uzaklaştırılması gerekmektedir.

Yapı ömrü boyunca yaşanacak yağışlarla zemine sızacak suların üst kotlardan gelerek temel altına girmesinin önlenmesi için, temel inşaatı sırasında uygun bir çevre drenaj sistemi tesis edilmeli ve temeller sudan uzaklaştırılmalıdır. Bodrum kat perdeleri dış yüzeylerinde de gerekli drenaj ve izolasyon tedbirleri alınmalıdır. Bu sayede bina taşıyıcı sistem elemanları yeraltı suyu içinde bulunması veya zaman içinde karışması muhtemel asit ve alkalilerin zararlı etkilerinden de korunmuş olacaktır.

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

7. GEOTEKNİK TASARIM PARAMETRELERİNİN TESPİTİ

İnceleme alanında bulunan **birimlerin özelliklerini belirlemek** amacıyla yapılan laboratuvar deney sonuçları aşağıda verilmiştir.

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

Tablo 7.1 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

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

8. DEPREMSELLİK

Deprem yer hareketi düzeylerine karşı gelen deprem etkileri, 22/01/2018 tarihi ve 2018/11275 sayılı Bakanlar Kurulu kararı ile yürürlüğe konulan Türkiye Deprem Tehlike Haritaları ile tanımlanmıştır.

İnceleme alanı depremselliği https://tdth.afad.gov.tr'den alınmıştır. Deprem yer hareketi düzeyi standart deprem hesabı seçilmiştir. Bu değer statik proje müellifince belirlenecektir. Deprem Yer Hareketi Düzeyi değişirse raporun sonuç ve öneriler kısmında verilen değerlerin değişeceği unutulmamalıdır.

Yerel zemin sınıfı **ZD** olarak belirlenmiştir. Deprem yer hareketi düzeyi ise Türkiye Deprem yönetmeliği kapsamında standart tasarım deprem yer hareketi olarak da adlandırılan **DD-2** olarak seçilmiştir.

Tablo 8.1. Yerel Zemin Sınıfları

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.			

Tasarım Spektral ivme katsayıları AFAD'ın sitesinden alınan deprem tehlike Haritaları ile enterpolasyonu yapılmıştır.

$$SDS = SS\ FS = 1{,}756 \times 1.000 = 1.756$$
$$SD1 = S1\ F1 = 0.477 \times 1.823 = 0.870$$

Deprem Yer Hareketi Düzeyi	DD-2
Yerel Zemin Sınıfı	ZD
En büyük yer ivmesi (PGA)	0.718
En büyük yer hızı (PGV)	61.110
Bina Kullanım Sınıfı	BKS-3
Bina Önem Katsayısı	1,0
Harita Spektral İvme Katsayı	S_S = 1,756 S_1 = 0.477
Yerel Zemin Etki Katsayıları	F_S =1.000 F_1 = 1,823
Tasarım Spektral İvme Katsayıları	SDS=1,756 SD1=0,870
Bina Yükseklik Sınıfı	BYS – 6
Deprem Tasarım Sınıfı	DTS-1

Yatay Elastik Tasarım İvme Spektrumu Köşe Periyotları(s)	T_A=0.099	T_B=0.495
Düşey Elastik Tasarım İvme Spektrumu Köşe Periyotları(s)	T_{AD}=0.033	T_{BD}=0.165

8.1 Sıvılaşma Analizi

TBDY 2019 Madde 16.6.2 – Zemin sıvılaşması, yeraltı su seviyesinin altında yer alan ve yüzeyden 20 m derinliğe kadar olan kohezyonsuz ya da düşük kohezyonlu (PL<%12) zeminlerin deprem sarsıntısı altında, boşluk suyu basıncındaki artışa paralel kayma mukavemeti ve rijitliğindeki önemli oranda azalış olarak tanımlanacaktır.

TBDY 2019 Madde 16.6.4 – Potansiyel olarak sıvılaşabilir zeminler, yeraltı su tablasının altında yer alan kumi çakıllı kum, siltli killi kum, plastik olmayan silt ve silt- kum karışımları olarak tanımlanacaktır.

TBDY 2019 Madde 16.6.5 – Temel altı zeminlerinin potansiyel olarak sıvılaşabilir zeminlerden oluştuğu ve bu zemin tabakalarında düzeltilmiş SPT vuruş sayısının N1,60, 30 darbe / 30cm değerinden küçük olduğu durumlarda zemin sıvılaşması tetiklenme değerlendirmesi yapılacaktır.

TBDY 2019 Madde 16.6.6 – Deprem Tasarım Sınıfı'nın DTS=4 olduğu ve aynı zamanda aşağıdakilerden en az birinin sağlandığı durumlarda sıvılaşma tetiklenme analizi yapılmayabilir:

9. YAPI ZEMİN ETKİLEŞİMİNİN İRDELENMESİ

9.1. Temel Sistemine İlişkin Geoteknik Analiz ve Değerlendirmeler

İnceleme alanındaki yapılan sondaj çalışmalarında kesilen birimler; kumlu kil ve irili ufaklı köşeli çakıl parçaları birimleri gözlemlenmektedir.

Raporun daha önceki kısımlarında değinildiği üzere bina temelinin oturacağı zeminde **taşıma gücü, oturma, sıvılaşma, kaldırma kuvveti** açısından herhangi bir problem gözükmemektedir. Değerlendirme, ilgili veri raporu göz önüne alınarak yapılmıştır.

9.1.1. Yüzeysel Temeller

Yapılması planlanan yapı kumlu çakıllı kil birim üzerine oturacak olup aşağıdaki maddelerde taşıma gücü, oturma, şişme değerleri kontrol edilecektir.

Taşıma Gücü Hesabı:

Taşıma Gücü hesabı Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği-2018 (TBDY-2018) denklem 16-8a ve Denklem 16.8b dikkate alınarak yapılmıştır. Güvenlik Katsayısı ise TBDY-2018 Yüzeysel Temeller için Dayanım Katsayıları Tablosundan seçilmiştir.

Tablo 9.1. Yüzeysel Temeller için Dayanım Katsayıları (TBDY-2018)

Dayanımın Türü	Dayanım Katsayısı Simgesi	Dayanım Katsayısı Değeri
Temel Taşıma Gücü	γ_{Rv}	1.4
Sürtünme Direnci	γ_{Rh}	1.1
Pasif Direnç	γ_{Rp}	1.4

Nokta Yükleme Deneyine Göre Taşıma Gücü:

SK-1 6,00-7,50 m'den alınan numuneler üzerinde yapılan Nokta Yükleme Deneyine göre;

İnceleme alanından alınan karot örnekleri üzerinde 6,00-7,50 m'de yapılan Laboratuvar deneyi sonuçlarına göre nokta yükleme indeksi (Is) = 22,73 kg/cm^2 dir.
Tek Eksenli Basınç Dayanımı (δc) ile Nokta Yükü Dayanımı (Is) arasındaki bağıntıdan,

δc =Is X 12 Güvenli tarafta kalmak için Is = 22,73 kg/cm^2 kabulü ile δc= 22,73 X 12 = 272,76 kg/cm^2 bulunmuştur.

Buna göre Deer' in kayalar için taşıma gücü formülünü kullanılarak;

$q_a = K_s$ X δc , K_s= Kitle sabiti, δc= Kayanın tek eksenli basınç dayanımı
(K_s =0,1-0,3) ve δc = 272,76 kg/cm^2 alınarak)
q_a = 27,27/1,4 kg/cm^2 bulunmuştur. Güvenlik katsayısı 1,4 alınarak emniyetli taşıma gücü
qem= 19,48 kg/cm^2 olmaktadır.

SK No	Derinlik (m)	Nokta Yükleme Deneyi Is50 (kg/cm^2)	Nokta Yükleme Deneyi q_{em}
SK-1	**6.00-7.50**	**22.73**	19,48
SK-2	**7.50-9.00**	**26.71**	22,89
SK-3	**3.00-4.50**	**25.28**	21,66

İnceleme alanında**;**

Taşıma Gücü Karakteristik Dayanımı (q_k) **: 4,00 kg/cm^2 (40,0 T/m^2)**
Tasarım Dayanımı (q_t) **: 2,85 kg/cm^2 (28,5 T/m^2)**

olarak alınması önerilir.

Bowles (1998) Yaklaşımı ile Yataklanma katsayısı Hesabı (Ks);
q_a (Önerilen Zemin emniyet gerilmesi), GK (Güvenlik katsayısı; 1.4 TBDY-2018)

$K_S = q_a$ xGKx400 ton/m^3
K_S = 2,85 x 1.4 x 400 ton/m^3
K_S = 1600 ton/m^3 olarak bulunur.
Yataklanma Katsayısı Değeri **1600 T/m^3** tür.

Oturma

SPT N30 değeri ile Oturma Hesabı

Meyerhof, Terzaghi – Peck tarafından verilen formüller esas alındığında;

$\Delta H = 31.2\ qnet / N$

qnet = bina (kolon) yükü olup, bina toplam yükünün birim alana tekabül eden miktarıdır.

SK-1 Derinlik 1,50 m için;

N = SPT değeri ortalama 30 olarak alınmıştır

$$\Delta H = 31.2 \frac{1.0}{30}$$

ΔH = 1,04 cm

SPT NO	DERİNLİK	N (0-15)	N (15-30)	N (30-45)	N (30)	Oturma Hesabı(ΔH)
SK-1	1,50	9	12	18	30	1,04
SK-1	3,00	50/8	RF	RF	RF	0,62
SK-2	1,50	50/11	RF	RF	RF	0,62
SK-3	1,50	50/10	RF	RF	RF	0,62

Arazi deneylerine göre çalışma alanında oturma miktarları mütemadi temeller için **0,62-1,04 cm** olup **kabul edilebilir sınırlarda kalmaktadır**.

İzin verilebilir maksimum oturma miktarları (Köseoğlu, S., Temeller, Sf 28, 1971, İstanbul).

TEMEL TİPİ	TOPLAM OTURMA MİKTARI	FARKLI OTURMALAR
Münferit temellerde		
Killer	**7.5 cm.**	4.5 cm.
Kumlar	**5.0 cm.**	3.2 cm.
Radye temellerde		
Killer	12.5 cm.	4.5 cm.
Kumlar	7.5 cm.	3.2 cm.

9.2. Zemin İyileştirme Alternatifleri

İnceleme alanında sıvılaşma beklenmemektedir.

9.3. Yapı Temelleri ile İlgili Diğer Hususlar

İnceleme alanında şişme, sıvılaşma, oturma, göçme, karstik boşluk vb. gibi sorunlar bulunmamaktadır.

10. İKSA SİSTEMİNE İLİŞKİN GEOTEKNİK ANALİZ VE DEĞERLENDİRMELER

Söz konusu sahada inşa edilmesi planlanan yapı temelleri için yapılacak kazılar esnasında çevre-yapılaşma / yollar, mevcut binalar, komşu temeller mutlak suretle göz önünde bulundurulmalıdır. Yapı inşası sırasında çevre yapılara hasar verilmemesi bakımından, konusunda uzman inşaat mühendislerince iksa yöntemleri belirlenmesi önerilir.

Şev Duraylılığı Analizi ve Değerlendirilmesi

İnceleme alanı ve çevresinin topografik eğimi %0-5 arasında değişmektedir. İnceleme alanında kaya düşmesi gözlemlenmemiştir. İnceleme alanında derin ve kontrolsüz kazılarda stabilite sorunları ile ilgili önlemler mutlaka alınmalıdır.

11. SONUÇ VE ÖNERİLER

1. Bu çalışma; Kocaeli ili, Kartepe İlçesi, Ataevler Mahallesi, G24D01B2A Pafta, 1077 Ada, 5 parsel, **40.746251° enlem, 30.038898° boylam** koordinatlarında bulunan, 523,13 m^2'lik yüz ölçümüne sahip alanda projelendirilmesi düşünülen **zemin + 2 katlı** yapının zeminine ait hesaplamalar ile ilgili ''Geoteknik Değerlendirme Raporu'' olarak hazırlanmıştır.

2. Geoteknik hesaplamalar için idealize zemin profili hazırlanan etüt raporuna göre, temele aktarılan gerilmeler ise yapı tipine bağlı statik hesaplardan elde edilen sonuçlar dikkate alınarak belirlenmiştir. Raporun daha önceki kısımlarında değinildiği üzere bina temelinin oturacağı zeminde **taşıma gücü, oturma, sıvılaşma, kaldırma kuvveti** açısından herhangi bir problem gözükmemektedir. İnceleme alanında oturma miktarı **0,62-1,04 cm** olup mütemadi temeller için kabul edilebilir sınırlar içinde kalmaktadır. İnceleme alanında sıvılaşma belirlenmemiştir. Değerlendirme, ilgili zemin etüt dosyası göz önüne alınarak yapılmıştır.

3. İmalatlardan önce mimari ve statik uygunluk kontrol edilmeli ve imalatlara engel olan herhangi bir durum olmadığından emin olunmalıdır, farklı bir durumla karşılaşılmasında tarafımıza haber edilmeli ve revize için görüş istenmelidir.

4. Raporda sunulan öneri ve değerlendirmeler, söz konusu sahada yapılan verilere dayanılarak hazırlanmıştır. Uygulama esnasında karşılaşılan zemin koşulları etüt noktaları aralarında farklılıklar gösterebilir ve bu farklılık inşaat aşamasına kadar belirlenemeyebilir. Bu nedenle temel etüdünde karşılaşılan zemin şartlarından farklı bir durumla uygulama esnasında karşılaşılması halinde, geoteknik çözümü yapan firma haberdar edilerek mutlaka eş zamanlı görüş alınmalıdır. Değerlendirme ve hesaplar sonucunda aşağıdaki statik hesaplarda kullanılması önerilmektedir.

5. Temel hesaplarında üstyapı proje müellifinin özellikle dikkat etmesi gereken husus, yataklanma katsayısı değerleri ile yapılan hesaplar sonucunda tarafımızca hesaplanmış olan temel deplasmanı ile uyumlu deplasmanlar elde edilmelidir.

6. İnceleme alanında yeraltı suyuna aşağıdaki derinliklerde rastlanılmıştır.

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

7. İnceleme alanı için statik verilere bakılarak mütemadi temel tipi ve temel derinliği en düşük kottan 55,70 (+0,53) den itibaren 0,53 m seçilmelidir. Temel kazısı yapıldıktan sonra, üniform bir yüzey elde etmek adına Geotekstil (Çekme Yükü 35 kN/m x 35 kN/m) serilmeli daha sonra minimum 50 cm kalınlığında Modifier proktor ile %98 oranında sıkıştırılmış capping malzemesi ile granüller yastık yapılmalı ve 10 cm grobeton dökülerek gerekli izolasyon ve 150 mm drenaj borusu uygulanmalıdır.
8. Temel derinliğinden itibaren 0.50 cm dolgu yapılmalı bu dolgu her 20-25 cm de sıkıştırılmalıdır.

9. Değerlendirme ve hesaplar sonucunda aşağıdaki değerlerin statik hesaplarda kullanılması önerilmektedir.

   ✓ İnceleme alanı Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı tarafından hazırlanan 2018 tarihinde yayınlanan "Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği" uyarınca deprem yer hareketi düzeyi *(standart tasarım deprem yer hareketi)* DD-2 ve yerel zemin sınıfı tablosuna göre yerel zemin sınıfı **ZD** olarak belirlenmiştir. Bunlara bağlı olarak Afet ve Acil Durum Yönetimi tarafından hazırlanan "Türkiye Deprem Tehlike Haritaları İnteraktif Web Uygulamalarından elde edilen verilere göre sonuç olarak; inceleme konusu konut için yapılacak deprem analizinde, tasarım depremi özellikleri mütemadi temel için olarak aşağıdaki değerler seçilmelidir.

Deprem Yer Hareketi Düzeyi	DD-2
Yerel Zemin Sınıfı	ZD
En büyük yer ivmesi (PGA)	0.718
En büyük yer hızı (PGV)	61.110
Bina Kullanım Sınıfı	BKS-3
Bina Önem Katsayısı	1,0
Harita Spektral İvme Katsayı	S_S = 1,756 S_1 = 0.477
Yerel Zemin Etki Katsayıları	F_S =1.000 F_1 = 1,823
Tasarım Spektral İvme Katsayıları	SDS=1,756 SD1=0,870
Bina Yükseklik Sınıfı	BYS – 6
Deprem Tasarım Sınıfı	DTS-1
Yatay Elastik Tasarım İvme Spektrumu Köşe Periyotları(s)	T_A=0.099 T_B=0.495
Düşey Elastik Tasarım İvme Spektrumu Köşe Periyotları(s)	T_{AD}=0.033 T_{BD}=0.165

8.Yataklanma Katsayısı Değeri **1600 T/m^3** tür.

9. İnceleme alanında
   Taşıma Gücü Karakteristik Dayanımı (q_k) **: 4,00 kg/cm^2 (40,0 T/m^2)**
   Tasarım Dayanımı (q_t) **: 2,85 kg/cm^2 (28,5 T/m^2)**
   olarak alınması önerilir.

12. YARARLANILAN KAYNAKLAR

1. Kumbasar, V. ve Kip, F., Zemin Mekaniği Problemleri, 1999
2. Foundation Analysis and Design (5th Edition) -Bowles, Joseph E. © 1996 McGraw- Hill. s:317.
3. Terzaghi K., "Theoretical Soil Mechanics", John Wiley and Sons, Inc., 1943.
4. Sivrikaya, O., Toğrol, E., "Relations between SPT-N and q_u", 5th International Congress on Advances in Civil Engineering, p. 943-952, Istanbul, Turkey, 2002.
5. Skempton, A., W., "The bearing capacity of clays", Building research congress, London, 1, s:180-189., 1951.
6. Menard, L. (1963). "Calcul de la force portante des fondations sur la base desresultats des essais pressiometriques." Sols Soils nos. 5 & 6.
7. Skempton W. A., MacDonald D. H., "The Aloowable Settlements Of Buildings", Structural and Building Division Meeting, 10 May 1956.
8. Önalp A., "Geoteknik Bilgisi I Çözümlü Problemlerle Zeminler ve Mekaniği", Birsen Yayınevi, İstanbul, 2007.
9. Ladd, C.C., Foott, R., New design procedure for stability of soft clays. Journal of the Geotechnical Engineering Division, 100(7), 763-786, 1974.
10. Akram M., Bakar M. Z. A., Correlation between Uniaxial Compressive Strength and Point Load Index for Salt-Range Rocks, Pak. J. Engg. & Appl. Sci. Vol. 1 July 2007.
11. Gazetas, G., Tassoulas, J. L., Dobry, R., and O'Rourke, M. J., "Elastic settlement of arbitrarily shaped foundations embedded in half-space." Geotechnique, 35(2), 339-346, 1985.
12. Skempton, A., W., ve Bjerrum, L., "A contribution to the settlement analysis of foundation on clay.", Geotechnique, 7(4), 168-178, 1957.
13. Meyerhof, G.G. (1963) Some Recent Research on the Bearing Capacity of Foundations. Canadian Geotechnical Journal,1, 16-26