

T.C.  
İSTANBUL AYDIN ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



**TEKRARLI YÜKLER ALTINDA KALICI DAYANMA YAPISININ TASARIM  
KRİTERLERİ VE KOMPOZİT ÇELİK YAPIYA ETKİSİ : KENTİN  
MERKEZİNDEKİ MARMARA FORUM OTOYOLU**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Süleyman Cem DİVRİK**

**İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı**

**İnşaat Mühendisliği Programı**

**Haziran, 2018**







T.C.  
İSTANBUL AYDIN ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



**TEKRARLI YÜKLER ALTINDA KALICI DAYANMA YAPISININ TASARIM  
KRİTERLERİ VE KOMPOZİT ÇELİK YAPIYA ETKİSİ : KENTİN  
MERKEZİNDEKİ MARMARA FORUM OTOYOLU**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Süleyman Cem DİVRİK  
(Y1513.090006)**

**İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı**

**İnşaat Mühendisliği Programı**

**Tez Danışmanı: Prof. Dr. Mehmet Fatih ALTAN**

**Haziran, 2018**



İAÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü'nün Y1513.090006 numaralı Yüksek Lisans Öğrencisi Süleyman Cem Divrik, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı “Tekrarlı Yükler Altında Kalıcı Dayanma Yapısının Tasarım Kriterleri ve Kompozit Çelik Yapıya Etkisi: Kentin Merkezindeki Marmara Forum Otoparkı” başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

**Tez Danışmanı :** **Prof. Dr. Mehmet Fatih ALTAN** .....  
İstanbul Aydın Üniversitesi

**Jüri Üyeleri :** **Yrd. Doç. Dr. Ahmet Emin KURTOĞLU** .....  
İstanbul Gedik Üniversitesi

**Dr. Sepanta NAİMİ** .....  
İstanbul Aydın Üniversitesi

**Teslim Tarihi** :06 Nisan 2018  
**Savunma Tarihi** :08 Haziran 2018





## YEMİN METNİ

Yüksek Lisans tezi olarak sunduğum “Tekrarlı Yükler Altında Kalıcı Dayanma Yapısının Tasarım Kriterleri ve Kompozit Çelik Yapıya Etkisi: Kentin Merkezindeki Marmara Forum Otoparkı” adlı çalışmanın, tezin proje safhasından sonuçlanmasına kadarki bütün süreçlerde bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yardıma başvurulmaksızın yazıldığını ve yararlandığım eserlerin Bibliyografya’da gösterilenlerden oluştuğunu, bunlara atıf yapılarak yararlanılmış olduğunu belirtir ve onurumla beyan ederim. (06/05/2018)

**Aday / İmza**

**Süleyman Cem Divrik**



**Tezi yazarken desteklerini hiçbir zaman üzerimden eksik etmeyen  
anneme ve babama sonsuz teŖekkürler ederim.**



## ÖNSÖZ

İnşaat Mühendisliği mesleğinin gelişmesinde önemli kademelerinden biri olan Yüksek Lisans eğitiminin sonuna gelmiş bulunuyorum. Mesleğimin ayrıntılarını öğrenmek, ülkemize ve insanlığa faydalı olmak için önümde aşmam gereken birçok engel olduğunun farkındayım.

‘‘Tekrarlı Yükler Altında Kalıcı Dayanma Yapısının Tasarım Kriterleri ve Kompozit Çelik Yapıya Etkisi: Kentin Merkezindeki Marmara Forum Otoparkı’’ adlı Yüksek Lisans tez çalışmamın her aşamasında hiçbir fedakarlıktan kaçınmayarak kişiliği ve akademisyenliği ile araştırmaya ışık tutan, çalışma süresince ilminden faydalandığım, insani ve ahlaki değerler ile de örnek edindiğim, yanında çalışmaktan onur duyduğum değerli hocam ve tez danışmanım Sayın Prof. Dr. Mehmet Fatih Altan’a, sonsuz şükranlarımı ve saygılarımı sunarım. Ayrıca tecrübelerinden yararlanırken göstermiş olduğu hoşgörü ve sabırdan dolayı çok teşekkür ederim.

Çalışmalarında gece gündüz demeden bana yardımlarını esirgemeyen sayın hocalarıma, arkadaşlarıma da en içten teşekkürlerimi sunarım.

Bu çalışmam sırasında aktif olarak çalıştığım FFK MÜHENDİSLİK SANAYİ TİCARET LTD.ŞTİ. bünyesinde çalışma arkadaşlarıma ve yöneticilerime bana yardımlarından dolayı en içten teşekkürlerimi ederim.

Bu çalışmayı, gerçekleştirmemde emeği geçen ve benden maddi manevi hiçbir desteği esirgemeyen aileme ithaf ederim.

**Haziran 2018**

**Süleyman Cem Divrik**  
**İnşaat Mühendisi**

---



## İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
<b>ÖNSÖZ</b> .....	<b>ix</b>
<b>İÇİNDEKİLER</b> .....	<b>xi</b>
<b>KISALTMALAR</b> .....	<b>xiii</b>
<b>ÇİZELGE LİSTESİ</b> .....	<b>xv</b>
<b>ŞEKİL LİSTESİ</b> .....	<b>xvii</b>
<b>ÖZET</b> .....	<b>xix</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>xxi</b>
<b>1. GİRİŞ</b> .....	<b>1</b>
1.1 Konu .....	1
1.2 Kullanılan Yönetmelikler, Yük kombinasyonları .....	1
1.3 Malzeme Değerleri.....	6
1.3.1 Beton.....	6
1.3.2 Donatı Çeliği.....	7
1.3.3 Çelik.....	8
1.3.4 Kompozit Kiriş ile Şekil Verilmiş Saç Kullanımı .....	8
<b>2. YÜK ANALİZİ</b> .....	<b>11</b>
2.1 Sabit Yükler .....	11
2.2 Hareketli Yükler.....	11
2.3 Rüzgar Yükleri .....	12
2.4 Kar Yükü.....	13
2.5 Sıcaklık Yükü .....	14
2.6 Deprem Yükü .....	14
<b>3. ZEMİN ETÜDÜ</b> .....	<b>21</b>
3.1 İnceleme Alanının Tanıtılması.....	21
3.1.1 Jeomorfolojik ve Çevresel Bilgiler.....	22
3.1.2 İmar Planı Durumu ve Jeolojik Çalışmalar .....	23
3.2 Jeoloji.....	24
3.2.1 Yapısal Jeoloji .....	24
3.2.2 Arazi Çalışmaları ve Deneyler .....	25
3.2.2.1 Arazi, Laboratuar ve Büro Araştırma Yöntemleri ve Kullanılan Ekipmanlar .....	25
3.2.2.2 Sondaj Çalışmaları .....	25
3.2.2.3 Yeraltı ve Yerüstü Suları .....	34
3.2.2.4 Arazi Deneyleri.....	35
3.2.2.4.1 Standart Penetrasyon Testi (SPT) .....	35
3.2.2.4.2 Jeofizik Çalışmalar .....	36
3.2.2.4.2.1 Masw Analizi.....	36
3.2.2.4.2.1.1 VP-VS Dalga Hızları .....	39
3.2.2.4.2.1.2 Sismik Hız Oranı ( $V_p/V_s$ ) .....	39
3.2.2.4.2.1.3 Dinamik Elastisite (Young) Modülü (E) .....	39

3.2.2.4.2.1.4 Kayma (Shear) Modülü (G) .....	40
3.2.2.4.2.1.5 Bulk Modülü .....	40
3.2.2.4.2.1.6 Sökülebilirlik .....	40
3.2.2.4.2.1.7 Poisson Oranı (Gözeneklilik).....	41
3.2.2.4.2.1.8 Zemin Hakim Periyodu (T).....	41
3.2.2.4.2.1.9 Ortalama Zemin Büyütmesi .....	42
3.2.3 Laboratuvar Deneyleri ve Analizleri .....	44
3.2.4 Mühendislik Analizleri ve Değerlendirilmesi.....	44
3.2.4.1 Yapı – Zemin İlişkisinin İncelenmesi .....	44
3.2.4.1.1 Zemin Emniyet Gerilmesi Hesabı .....	44
3.2.4.1.2 Düşey Yatay Katsayısı .....	46
3.2.4.2 Zemin ve Kaya Türlerinin Değerlendirilmesi .....	46
3.2.4.2.1 Zemin ve Kaya Türlerinin Sınıflandırılması .....	46
3.2.4.2.2 Zemin Profilinin Yorumlanması .....	48
3.2.4.2.3 Sıvılaşma Analizi .....	49
3.2.4.2.4 Oturma – Şişme Analizi .....	49
3.2.4.2.5 Temel Zemininin Yorumlanması .....	49
3.2.4.2.6 Şev Analizi .....	49
3.2.4.2.7 Kazı Güvenliği İçin Yapılması Gerekenler .....	50
3.2.4.2.8 Heyelan, Akma, Çökme, Sellenme Olasılığı.....	50
<b>4. İKSA SİSTEMİ .....</b>	<b>51</b>
<b>5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....</b>	<b>57</b>
<b>KAYNAKLAR.....</b>	<b>61</b>
<b>EKLER.....</b>	<b>63</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ.....</b>	<b>65</b>



## KISALTMALAR

<b>ETABS</b>	: Yapısal analiz programı
<b>PLAKXİS</b>	: Yapı Zemin analizi yapan program
<b>TEKLA</b>	: Çelik yapı çizim programı
<b>TS</b>	: Türk Standartları
<b>IMO</b>	: Insaat Muhendisleri Odası
<b>EY</b>	: Esas Yükleme
<b>EIY</b>	: Esas ve İlave Yükleme
<b>H</b>	: Esas Yükleme
<b>HZ</b>	: Esas ve İlave Yükleme
<b>D</b>	: Elemanların öz ağırlığı
<b>G</b>	: Ölü yükler
<b>P</b>	: Hareketli yükler
<b>P<sub>r</sub></b>	: Hesaba katılacak ilave yükler
<b>SNW</b>	: Kar yükü
<b>WIND</b>	: Rüzgar yükü
<b>T</b>	: Sıcaklık etkisi
<b>E</b>	: Deprem yükü
<b>H</b>	: Yanal Kuvvet etkisi
<b>h<sub>r</sub></b>	: Hadve yüksekliği
<b>w<sub>r</sub></b>	: Hadve genişliği
<b>F<sub>y</sub></b>	: Akma gerilmesi
<b>F<sub>u</sub></b>	: Çekme dayanımı
<b>S(T)</b>	: Spektrum fonksiyonu, karakteritik periyotları
<b>Ra</b>	: Taşıyıcı sistem davranış katsayısı
<b>n</b>	: Hareketli yük katılım katsayısı (n)
<b>SPT</b>	: Standart Penetrasyon Testi
<b>UBC</b>	: Uniform Building Code
<b>T</b>	: Hakim titreşim periyodu
<b>E</b>	: Dinamik Elastisite Modülü
<b>G</b>	: Kayma Modülü
<b>d</b>	: Yoğunluk
<b>V<sub>s</sub></b>	: Enine Dalga Hızı
<b>K</b>	: Bulk Modülü
<b>H</b>	: Tabaka kalınlığı
<b>V<sub>s</sub></b>	: S – dalga hızı
<b>C</b>	: Temel altındaki zeminin kohezyonu
<b>N<sub>c</sub>, N<sub>q</sub>, N<sub>y</sub></b>	: Taşıma kapasitesi faktörleri
<b>K<sub>v</sub></b>	: Düşey Yatay Katsayısı
<b>C<sub>c</sub></b>	: Sıkışma indeksi
<b>LL</b>	: Likit limit
<b>KV</b>	: Düşey Yatak Katsayısı
<b>GS</b>	: Güvenlik sayısı



## ÇİZELGE LİSTESİ

	<b><u>Sayfa</u></b>
Çizelge 1.1 : Beton sınıfı ve dayanımları .....	7
Çizelge 1.2 : Donatı çeliğinin mekanik özellikleri .....	7
Çizelge 1.3 : Çelik sac için konstrüktif esaslar .....	8
Çizelge 2.1 : Zati Karyüğü Değerleri (kN/m <sup>2</sup> ) .....	13
Çizelge 2.2 : Etkin yer ivmesi katsayısı .....	16
Çizelge 2.3 : Zemin grupları .....	16
Çizelge 2.4 : Hareketli yük katılım katsayısı (n) .....	17
Çizelge 2.5 : Spektrum karakteristik periyotları (TA, TB) .....	17
Çizelge 2.6 : Bina önem katsayısı (I) .....	18
Çizelge 2.7 : Taşıyıcı sistem davranış katsayısı (R) .....	19
Çizelge 3.1 : İnceleme alanında yapılan sondajlara ait, derinlik, kot ve litoloji özellikleri .....	26
Çizelge 3.2 : Sondaj Kuyularına Ait SPT ve SPT-N30 Değerleri .....	35
Çizelge 3.3 : NEHRP Hükümlerine ve Uniform Building Code'a (UBC) Göre Zemin Sınıflanması .....	36
Çizelge 3.4 : Masw 1 ve Kırılma Hızlardan elde edilen Dinamik Parametreler .....	37
Çizelge 3.5 : Kohezyonlu Zeminlerin Vs Hızlarına Göre Sınıflandırılması (Özaydın, 1982) .....	39
Çizelge 3.6 : Kohezyonsuz Zeminlerin Vs Hızlarına Göre Sınıflandırılması (Özaydın, 1982) .....	39
Çizelge 3.7 : Vp/Vs oranına göre Zemin/Kaya Ortamlarının Sıklığı (Ercan, 2001) .....	39
Çizelge 3.8 : Ağır güçteki araçlar için sökülebilirlik sınıflandırılması (Bailey, 1975) .....	41
Çizelge 3.9 : Poisson oranlarına göre sıklık (Ercan vd. 2001, Özçep 2005, Tezcan vd. 2006) .....	41
Çizelge 3.10: S dalga hızı ve göreceli büyütme faktörü arasındaki ilişkiler .....	42
Çizelge 3.11: Ortalama Zemin Büyütmesine Göre Zemin Sınıflaması .....	43
Çizelge 3.12: İndeks Deneyleri Sınıflaması .....	44
Çizelge 3.13: SK 5 – 6.0 m laboratuvar verilerine göre hesaplanan taşıma gücü .....	45
Çizelge 3.14 : Kireçtaşı Derinliği TCR, SCR, RQD % Değerleri ve RQD Değerlerine göre Kayaların Sınıflandırılması (DEERE, 1964) ..	46
Çizelge 3.15 : Plastisite Indisi, Plastisite Derecesi ve Kuru Dayanım Arasındaki İlişki (Leonards, 1962) .....	47
Çizelge 3.16 : Zeminlerin birim hacim ağırlık sınıfları (Yılmaz, I, 2000) .....	47
Çizelge 3.17 : Sıkışma İndeksi ve likit limit değerleri .....	48
Çizelge 3.18 : Zeminlerin sıkışabilirliği (Sovvers, 1979) .....	48
Çizelge 4.1 : Zemin Parametreleri .....	54
Çizelge 4.2 : İksa Perdesi Kesit Özellikleri .....	54
Çizelge 4.3 : Ankraj Kesit Özellikleri .....	54



## ŞEKİL LİSTESİ

	<b>Sayfa</b>
Şekil 1.1 : Çapraz Sistem Tipleri.....	2
Şekil 1.2 : A Blok Perspektif Görünüş .....	3
Şekil 1.3 : B Blok Perspektif Görünüş.....	3
Şekil 1.4 : C Blok Perspektif Görünüş.....	4
Şekil 1.5 : A,B,C Blok 3 Boyutlu TEKLA Modeli. ....	4
Şekil 1.6 : Çelik sac için konstrüktif esaslar.....	8
Şekil 1.7 : ETABS programında kat döşemelerine tanımlanan kompozit kesit. ....	10
Şekil 2.1 : C Blok Rüzgar Yükleri.....	12
Şekil 2.2 : B Blok Rüzgar Yükleri.....	12
Şekil 2.3 : A Blok Rüzgar Yükleri.....	12
Şekil 2.4 : Isı etkisi altında çeliğin gerilme şekildeğiştirme bağıntısındaki değişim	14
Şekil 2.5 : Tasarım spektrum diyagramı.....	15
Şekil 2.6 : İnceleme Alanı Deprem Bölgeleri Haritası.....	17
Şekil 3.1 : Vaziyet Planı .....	21
Şekil 3.2 : Türkiye’de Yağışın Yıllık Ortalama Dağılışı Haritası .....	22
Şekil 3.3 : Zemin Etüd Çalışmalarının Konumları .....	23
Şekil 3.4 : SK 1 sondaj çalışması ve karot sandığından bir görünüm .....	27
Şekil 3.5: SK 2 sondaj çalışması ve karot sandığından bir görünüm .....	28
Şekil 3.6 : SK 3 sondaj çalışması ve karot sandığından bir görünüm .....	29
Şekil 3.7 : SK 4 sondaj çalışması ve karot sandığından bir görünüm .....	30
Şekil 3.8 : SK 5 sondaj çalışması ve karot sandığından bir görünüm .....	31
Şekil 3.9 : SK 6 sondaj çalışması ve karot sandığından bir görünüm .....	32
Şekil 3.10 : SK 7 sondaj çalışması ve karot sandığından bir görünüm .....	33
Şekil 3.11 : SK 8 sondaj çalışması ve karot sandığından bir görünüm .....	34
Şekil 3.12 : Masw 1 jeofizik çalışmasından bir görünüm .....	43
Şekil 3.13 : Atterberg Limitleri deneyi sonuçlarına göre Çekmece Formasyonuna ait birimlere ait numunelerin plastisite kartındaki yerleri .....	47
Şekil 4.1 : SK-2 ile SK-5 Doğrultusu Zemin Profili .....	52
Şekil 4.2 : SK-6 ile SK-8 Doğrultusu Zemin Profili .....	53
Şekil 4.3 : SK-7, SK-8 ile SK-6 Doğrultusu Zemin Profili .....	53
Şekil 4.4 : İksa Uygulama Projesi .....	55



## TEKRARLI YÜKLER ALTINDA KALICI DAYANMA YAPISININ TASARIM KRİTERLERİ VE KOMPOZİT ÇELİK YAPIYA ETKİSİ: KENTİN MERKEZİNDEKİ MARMARA FORUM OTOPARKI

### ÖZET

Yapılan bu tez çalışmasında 3 katlı çelik bir otoparkın kalıcı yükler altında tasarımı gerçekleştirilmiştir. Yapının günümüz yönetmeliklerine uygun olarak boyutlandırılması üzerinde çalışılmıştır.

Gerekli destek yapısının geoteknik mühendisliği değerlendirilmelerinin yapılması, kazı sırasında karşılaşılabilecek birimlerin dayanım ve deformasyon özelliklerine uygun kazı ve destek sistemlerinin belirlenmesi gerekmektedir. Bu bağlamda gerekli iksa sisteminin yapılarak, birim deplasman değerleri sınır koşullarında kalacak şekilde tasarım gerçekleştirilmiştir. İksa sistemi PLAKXIS programı yardımıyla yapılmıştır. İlgili saha üzerinde temel zeminin ve kazı esnasında karşılaşılabilecek olan zemin birimlerinin mekanik ve dinamik parametrelerini belirleme amaçlı zemin etüd raporu hazırlanmış ve tasarım parametreleri bu rapora bağlı kalınarak belirlenmiştir. Bu bilgiler ışığında yük değerleri ETABS yapısal analiz programında tanımlanmıştır. Hesap modelleri oluşturulmuştur.

Bu yapıda en çok dikkat edilmesi gereken husus zeminin yapı davranışına etkisi, dinamik ve statik yükler altında yapı davranışının sınır değerler altında kalıp kalmadığının tayin edilmesidir. Bu nedenle bütün olumsuz koşullara göre çözüm yapılmış olup uygulama projesi bunlara göre hazırlanmıştır.

Üç farklı modelde de yapıya etki edecek yükler TS-498'e uygun olarak yüklenmiştir. Temel ve dış betonarme perdelerin tasarımında, TS-500 kullanılmıştır. Deprem yüklemesi için 2007 yılında hazırlanan "Deprem Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik" kullanılmıştır. "Çelik Yapılar, Emniyet Gerilmesi Esasına Göre Hesap ve Proje Esasları" IMO-02 olarak geçen yönetmelik doğrultusunda çelik konstrüksiyon tasarlanmıştır. IMO-01.R-01-2005'de geçen kriterlere uygun olacak şekilde tasarlanmıştır. Proje paftalarına detaylı şekilde kaynak detayları işlenmiştir.

Yapıda kullanılacak olan çelik profillerin tasarımında S235 ve S275 çelik sınıfındaki malzemelerden yararlanılmıştır. IPE ve boru profiller S235 çelik sınıfı düşünülerek tasarlanmıştır. Yapma profiller, kutu profiller, UNP profiller ve plaklar S275 çelik sınıfındadır. Donatı çeliği TS 708 'e uygun olarak yapılacaktır. Çelik profiller ise TS-EN 10025-2 yönetmeliğine göre tasarlanmıştır.

Bu tez kapsamında yapı zemin etkileşimi birlikte incelenmiştir. Zemin parametreleri açıklanmıştır. Statik ve dinamik etkilere bakılmıştır. Zemin karşısında yapı davranışını incelenmiş, yapılması gerekenler detaylı bir şekilde açıklanmıştır.

**Anahtar Kelimeler :** *Çelik Yapı, Kompozit, Zemin Mekanik*





**DESIGN CRITERIAS OF PERMENANT RESISTANCE  
STRUCTURE UNDER REPETITIVE LOADINGS AND ITS  
EFFECT TO THE COMPOSITE STEEL CONSTRUCTION:  
MARMARA FORUM PARKING LOT IN THE URBAN CENTER**

**ABSTRACT**

The design of a three storey steel parking lot under permanent loadings is implemented on the context of the thesis. Suitable sizing of the construction in terms of current regulations is effort.

It is a necessity that making evaluation of geotechnical and engineering of necessary support structure and definition of suitable excavation and support systems in terms of deformation and strength specialities of the units that can be emerged on excavation phase. In this regard, design is realised on the parallel of remaining on limitation conditions of unit displacement values within the executing of necessary braced system. The solution of the braced system is done with the support of PLAKXIS. Ground studies report which is scoped to definition of mechanical and dynamical parameters of ground layers which is going to be confronted on excavation phase and the base ground layer are prepared and the design criterias are specified in terms of this report. Loading values are defined on ETABS structural analysis programs with the highlight of these informations. On this context calculation models are constituted. The most important issues on this construction are the effect of the ground to the structural behaviour and instituting of the relation between structural behaviour and limitation values under the dynamical and statical loadings. Because of this, the solution is done in terms of all negative conditions and the application project is prepared in terms of these rules.

The loads which effect to the structure for three models are loaded in the context. TS500 is used for the design of external reinforced concrete wall and base. The Regulations About Siesmic Zone Constructions-2007 is used for the criterias about seismic loads. Steel construction is designed on the direction of IMO-02 'Steel Constructions, Calculation and Project Bases In Terms Of Allowable Stress Notion'. Structure is designed for welded joints on the direction of the criterias on IMO-01.R-01-2005. Weld details are processed on project sheets.

On the design of steel profiles which are used on the structure S275 and S235 classes steels are utilized. IPE and pipe profiles are designed on the basis of S235 steel calss. Built up sections, box profiles, UNP profiles and plates are on the steel class of S275. Rienforcement steel is applied suitable to TS708. And steel profiles are designed on the limitations of TS-EN10025-2.

On the context of this thesis, structural geotechnical interaction is investigated together. Statical and dynamical affects are examined. Structural behaviour in contrast to soil is viewed and the necessities are expressed with detail.

**Keywords :** *Steel Construction, Compozite, Ground Mechanics.*



## 1. GİRİŞ

### 1.1 Konu

Tez çalışmasında üç katlı çelik bir otoparkın kalıcı yükler altında tasarımı yapılmıştır. Yapının günümüz yönetmeliklerine uygun olarak boyutlandırılması üzerinde çalışılmıştır.

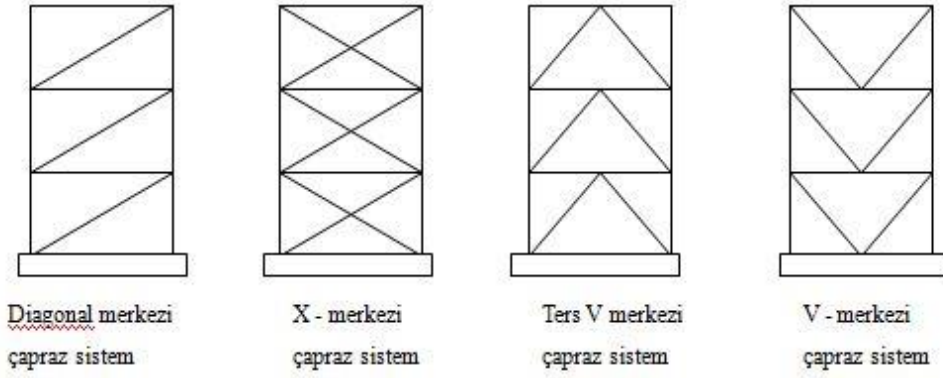
Yapı İstanbul ili, Bakırköy ilçesi sınırları içerisinde inşaatına başlanılacak olan “İBB Ek Hizmet Binası Bakım Onarım İşi” kapsamında temel kazısından etkilenecek yol ve yapılar mevcuttur. Bu yapıların inşaat süresince kazıdan zarar görmemesi için geçici nitelikte kazı destek yapısına ihtiyaç duyulmuştur.

Gerekli destek yapısının geoteknik mühendisliği değerlendirilmelerinin yapılması, kazı sırasında karşılaşılabilecek birimlerin dayanım ve deformasyon özelliklerine uygun kazı ve destek sistemlerinin belirlenmesi gerekmektedir.

### 1.2 Kullanılan Yönetmelikler, Yük Kombinasyonları

Betonarme yapıların tasarım ve yapım kuralları, TS-500 den faydalanılarak perde ve temellerin tasarımı yapılmıştır. Deprem hesapları “Deprem Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik 2007” şartnamesi kullanılarak yapılmıştır. Çelik birleşim hesapları için IMO-01 ve IMO-02 ilgili çelik yönetmeliklerinden faydalanılmıştır. Yapıda çerçeveler x doğrultusunda çapraz elemanlarla güçlendirilerek yapıya yanal deplasmanlara karşı mukavemet kazandırılmıştır. Şekil 1.1’de gösterilen çapraz sistem tiplerine göre yapıda alt cephe elemanlarında X-merkezi çapraz sistemi kullanılmıştır. Diğer doğrultuda ve bina iç bölgesinde deprem yüklerinin tamamen çerçevelerle taşınan bir tasarım gerçekleştirilmiştir.

Yapı elemanlarının boyutlandırılmasında alınacak yüklerin hesap değerleri, TS-498’den faydalanılarak yapının çelik konstrüksiyonuna etkilmiştir.



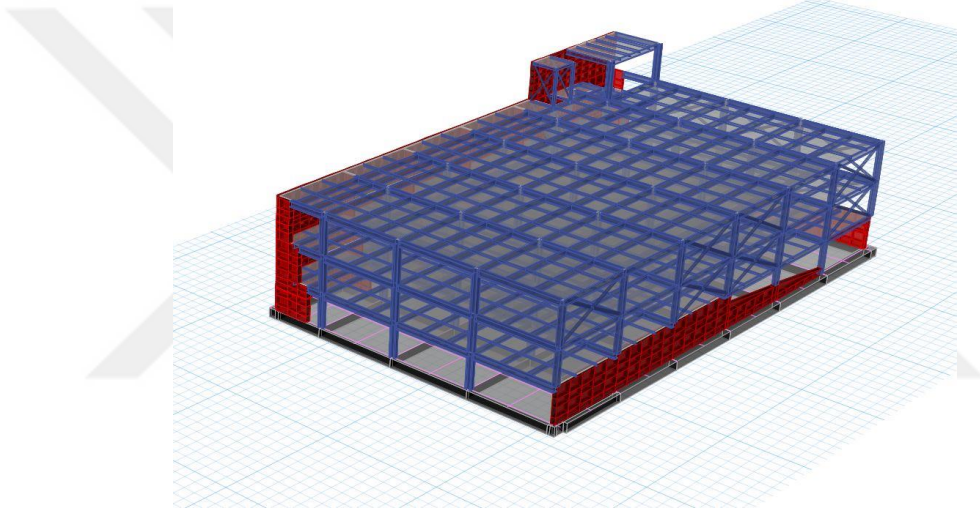
**Şekil 1.1 : Çapraz Sistem Tipleri.**

Çelik otoparkımız 3 katlı olup, kat yükseklikleri 3,6 metre, 3,2 metre, 3,1 metredir. Yapıda kullanılacak olan çelik profillerin tasarımında S235 ve S275 çelik sınıfındaki malzemelerden yararlanılmıştır. IPE ve boru profiller S235 çelik sınıfı düşünülerek tasarlanmıştır. Yapma profiller, kutu profiller, UNP profiller ve plaklar S275 çelik sınıfındadır. Donatı çeliği TS 708 'e uygun olarak yapılacaktır. Çelik profiller ise TS-EN 10025-2 yönetmeliğine göre tasarlanmıştır.

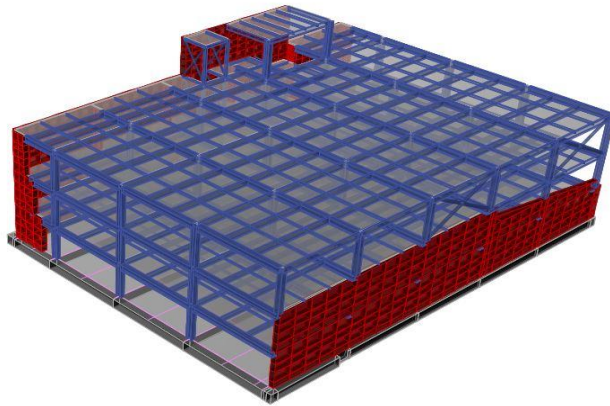
Merdiven üstleri ve asansör çukurları üstü en üst döşemeden itibaren 3,5 metre yüksekliğe çıkarılarak kapatılmıştır. Yapı 2 dilatasyonla birbirinden ayrılarak, 3 model şeklinde tasarımı yapılmıştır.

Bütün bloklarda kompozit döşeme sistemi kullanılmıştır. Kompozit döşeme sistemini kullanarak birçok avantaj elde edilmiştir. Trapez sac kullanıldığında kalıp kullanılmasına gerek yoktur. Montajı kolaydır. İskele montajına gerek yoktur. Kompozit sistem inşaat yapım süresini kısaltır. Emniyetli bir sistem oluşturulur. Çelik sac çelik kirişe mesnetlenmesinden dolayı yatay deplasmanları tutar. Bu birleşimde faydalı bir tesir oluşturur. Beton altı trapez sac yüksekliğinden dolayı beton ekonomisi sağlar. Döşeme yükündeki bu azalmadan kaynaklı temele etkiyen aksel kuvvetlerde de azalma görülür. Sistem açısından bir rahatlama oluşturur. Kolonların birleştiği temel tesirlerinde azalmalar görülür. Trapez çelik sac kullandığında ayrıca taşıma kolaylığı sağlar. Dikkat edilmesi önemli bir nokta ise çelik sacın çelik kirişlere stud çivilerle bağlantıdır. Bu birleşimler kaynak makinesi ve tabancasıyla kaynaklanarak yapılmalıdır. Stud sayısı hesap doğrultusunda belirlenmektedir. Hesaplar doğrultusunda çelik paftalarına adetleri yazılmıştır. Stud çivilerinin kaynaklanmasından sonra son işlem olarak beonarme döşeme donatısının serilmesi işlemidir. Çelik sacın özelliklerinden dolayı döşeme donatısında azalmalar görülür.

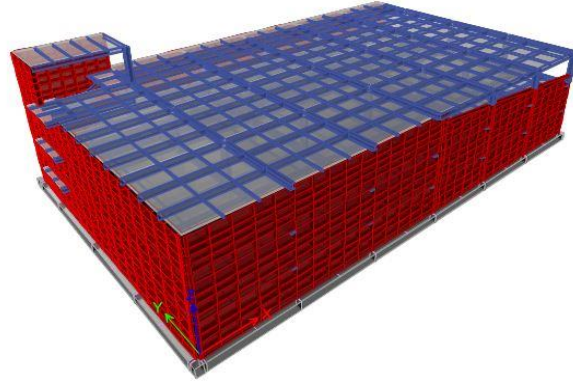
3 Bloğa ait bilgiler ışığında, yapısal analiz programların olan ETABS kullanılarak perspektif görünüşleri Şekil 1.2, Şekil 1.3 ve Şekil 1.4 gibi olan hesap modelleri oluşturulmuştur. Malzeme bilgisi,kesit özellikleri modellerde tanımlanmıştır. Şarnamelere uygun olarak şekilde yapıya etkitilecek yük değerleri ve yük kombinasyonları tanımlanmıştır. Yapının statik çözümlenmeleri program yardımıyla yapılmıştır. Hesaplar bittikten sonra TEKLA programı yardımıyla üç boyutlu modeli oluşturulmuş ve iki boyutlu çizimleri alınmıştır. (Şekil 1.5)



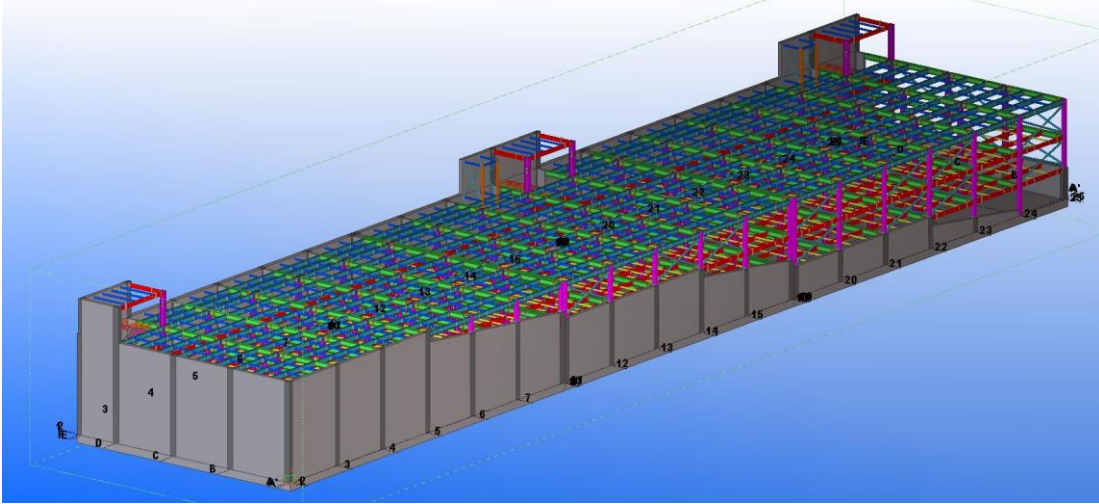
**Şekil 1.2 : A Blok Perspektif Görünüş**



**Şekil 1.3 : B Blok Perspektif Görünüş**



**Şekil 1.4 : C Blok Perspektif Görünüş**



**Şekil 1.5 : A,B,C Blok 3 Boyutlu TEKLA Modeli**

Üç farklı modelde de yapıya etki edecek yükler TS-498'e uygun olarak yüklenmiştir. Temel ve dış betonarme perdelerin tasarımında, TS-500 kullanılmıştır. Deprem yüklemesi için 2007 yılında hazırlanan "Deprem Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik" kullanılmıştır. IMO-02 ve IMO-01'de geçen kriterlere uygun olacak şekilde çelik tasarımı gerçekleştirilmiştir. Proje paftalarına detaylı şekilde kaynak detayları işlenmiştir. IMO-02'de bahsedildiği üzere Çelik elemanların boyutlandırılmasında kullanılan yükleme kombinasyonları aşağıda gösterilmiştir. Ayrıca eksen durumuna göre ilave yüklemelerde yapılmıştır.

1.	G	(EY)
2.	G + P + Pr	(EİY)
3.	G + P + SNW	(EİY)
4.	G + P + Pr + T	(EİY)
5.	G + P + SNW + (W / 2)	(EİY)
6.	G + P + (SNW / 2) + W	(EİY)
7.	0,9D + (E / 1,4)	(EİY)*
8.	0,9D – (E / 1,4)	(EİY)*
9.	G + P + SNW + (E / 1,4)	(EİY) *
10.	G + WIND	(EİY) veya (EİY)
11.	G + (E / 1,4)	(EİY) veya (EİY)*
12.	G + P + WIND	(EİY) veya (EİY)
13.	G + P + (E / 1,4)	(EİY) veya (EİY)*
14.	G + P + WIND + T	(EİY) veya (EİY)
15.	G + P + E / 1,4 + T	(EİY) veya (EİY)*

TS-500'de beton elemanların boyutlandırılmasında kullanılan yükleme kombinasyonları bahsediliği üzere aşağıda verildiği gibidir. Bu yüklemelere ilaveten en olumsuz durumlar oluşması adına ek kombinasyonlar oluşturulmuştur. \* ile işaretlenmiş kombinasyonlarda deprem etkisi mevcuttur.

1.	1,4G + 1,6P	(EİY)
2.	G + 1,2P + 1,2 T	(EİY)
3.	G + 1,3 P + 1,3 WIND	(EİY) veya (EİY)
4.	0,9 G + 1,3 WIND	(EİY) veya (EİY)
5.	G + P + E	(EİY)*
6.	0,9 G + E	(EİY)*
7.	1,4G + 1,6 P + 1,6 H	(EİY) veya (EİY)
8.	0,9G + 1,6 H	(EİY) veya (EİY)

Bu yük kombinasyonlarında;

D : Elemanların öz ağırlığı

WIND : Rüzgar yükü

G : Ölü yükler

T : Sıcaklık etkisi

P : Hareketli yükler

E : Deprem yükü

H : Yanal Kuvvet etkisi

SNW : Kar yükü

Pr : Hesaba katılacak ilave hareketli yükler

Yukarda bahsedilen kombinasyonlar ve öngörülen ilave kombinasyonlara göre en olumsuz kesitler tespit edilmiştir. Bu kesitlerin, kesit tesirlerini diğer elemanlara doğru aktarıp aktarmadığı kontrol edilerek edilmiştir. Yapı analizinden sonar yapı deplasman değerleri sınır koşullarda kalıp kalmadığı kontrol edilmiştir.

Bu bilgiler ışığında her eleman için kesit tesirleri oluşturulmuştur. Bu kesit tesirlerin birbirleriyle etkileşimleri kontrol edilerek sınır değerlerin içinde kalmaları sağlanmıştır. Bu kesit tesirlere göre de birleşim detayları (kanaklı ve bulonlu birleşim) oluşturulmuştur.

Çelik yapıda bu yüklemelere ilaveten mühendislik öngörümüne göre ilave yüklemeler de yapılmıştır. Emniyet gerilmeleri hesabına göre kesit tesirleri %15 artırılır. Deprem durumunda ise en fazla %33 artırılarak hesaplar yapılır.

### **1.3 Malzeme Değerleri**

#### **1.3.1 Beton**

Beton sınıfının belirlenmesinde basınç dayanımı kullanılır. Yüksekliği 300 mm ve çapı 150 mm olan standard deney silindirleri oluşturulur. Bu numuneler 28 gün bekletilir. Sonunda basınç dayanımları ölçülür. TS-3068’de de bu şekil tanımlanmıştır. Silindir numunelerden elde edilecek karakteristik basınç değeri küp numuneleri karakteristik basınç değerine yaklaşık %10 daha küçük olduğu tespit edilmiştir. Bu yüzden, küp numunelerin karakteristik basınç değerleri kullanılır. Karakteristik basınç dayanımı fak, geçerliliği deneylerle kanıtlanmış katsayılarla dönüştürülür.



Çizelge 1.1’de dayanım değerleri ve beton sınıfları verilmiştir. Bu yapıımızdaki betonarme kesitlerin hepsinde beton sınıfı C40 olacak şekilde tasarım yapılmıştır. Sadece temel altına uygulanacak grobetonun beton sınıfı C16 olacaktır.

**Çizelge 1.1 : Beton sınıfı ve dayanımları**

Tip	Beton Sınıfı	Karakteristik Basınç Dayanımı $f_{ck}$ (MPa)	Hesap Basınç Dayanımı $f_{cd}$ (MPa)	Karakteristik Çekme Dayanımı $f_{ctk}$ (MPa)	Hesap Çekme Dayanımı $f_{ctd}$ (MPa)	Elastisite Modülü (MPa)
1	C16	16	10,67	1,40	0,87	27000
2	C18	18	12,00	1,50	0,90	27500
3	C20	20	13,33	1,60	1,00	28000
4	C25	25	16,67	1,80	1,15	30000
5	C30	30	20,00	1,90	1,25	32000
6	C35	35	23,33	2,10	1,35	33000
7	C40	40	26,67	2,20	1,45	34000
8	C45	45	30,00	2,30	1,55	36000
9	C50	50	33,33	2,50	1,65	37000

### 1.3.2 Donatı Çeliği

Donatı çeliğinin mekanik özellikleri TS-708 şartnamesine uygun olarak yapılmıştır. Çizelge 1.2 de çeşitli donatı sınıflarının mekanik özellikleri verilmiştir. 3 Blok içinde betonarme kesitlerin hepsinde beton donatı çeliğinin mekanik özellikleri S420a kullanılmıştır.

**Çizelge 1.2 : Donatı çeliğinin mekanik özellikleri**

Mekanik Özellikler	Donatı Çubukları			Hasır Donatı		
	Doğal Sertlikte			Soğukta işlem Görmüş		
	S220a	S420a	S500a	S420b	S500bs	S500bk
Minimum Akma Dayanımı $f_{yk}$ (MPa)	220	420	500	420	500	500
Minimum Kopma Dayanımı $f_{su}$ (MPa)	340	500	550	550	550	550
Ø≤32 Minimum Kopma Uzaması $\sum su$ (%)	18	12	12	10	8	5
32<Ø≤50 Minimum Kopma Uzaması $\sum su$ (%)	18	10	10	10	8	5

### 1.3.3 Çelik

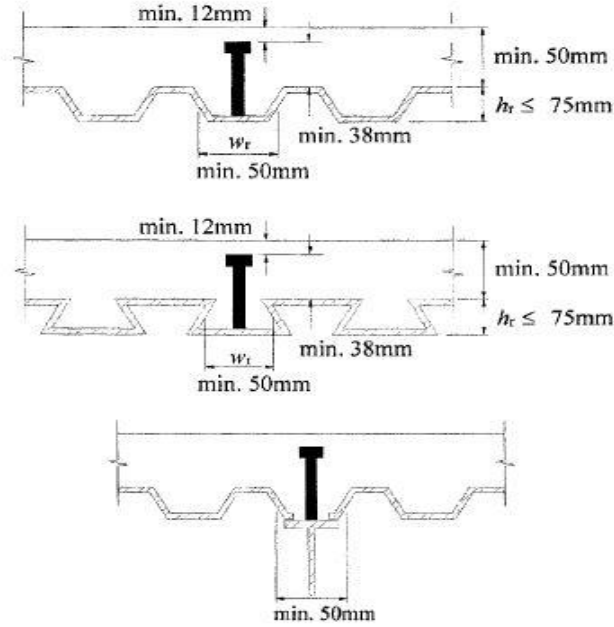
Çelik yapımalzemesinin (çelik profiller, levhalar, borular ve kutu en kesitli elemanlar) özellikleri, ilgili TS EN standartlarına uygun olacaktır.

Yapısal çelik sınıflarının  $F_y$  akma gerilmesi ve  $F_u$  çekme dayanımı değerleri aşağıdaki Çizelge 1.3 verilmiştir. Yapıda kullanılacak olan çelik profillerin tasarımında S235 ve S275 çelik sınıfındaki malzemelerden yararlanılmıştır. IPE ve boru profiller S235 çelik sınıfı düşünülerek tasarlanmıştır. Yapma profiller, kutu profiller, UNP profiller ve plaklar S275 çelik sınıfındadır.

**Çizelge 1.3** : Yapısal çeliğin mekanik özellikleri

Standart ve Çelik Sınıfı	Karakteristik Kalınlık, t (mm)			
	$t \leq 40$ mm		$40$ mm < t ≤ 80mm	
	$F_y$ (MPa)	$F_u$ (MPa)	$F_y$ (MPa)	$F_u$ (MPa)
EN 10025-2				
S235	235	360	215	360
S275	275	430	255	410
S355	355	510	335	470
S450	440	550	410	550

### 1.3.4 Kompozit kirişte çelik sac tasarımı ve kullanım esasları



**Şekil 1.6** : Çelik sac için konstrüktif esaslar

Çelik sac için konstrüktif esaslar Şekil 1.6 da gösterilmiştir.

Çelik sac tasarımında hadve yüksekliği,  $h_r$ , en fazla 60 mm olarak alınmıştır. Ortalama hadve genişliği,  $w_r$ , en az 40 mm olacak şekilde hesaplar yapılmıştır.

Betonarme döşeme çelik sacın üzerine konulacaktır. Çelik sacın betonarmetle bağlantısı çelik ankrajlarla olacaktır. Stud çivileri olarak adlandırdığımız bu çelik ankrajlarımızın hadve üst kotu üzerinde kalan kısmı en az 38 mm olacaktır. Studların üst noktasıyla betonarme üst kotu arasındaki mesafe minimum 12 mm olacaktır. Kat döşemelerinde %1 lik bir eğim olduğu düşünülerek beton yüksekliği minimum 10 cm olacak şekilde eğim doğrultusunda artırılmıştır ve bu yüzden yük değerleri değiştiğinden hesap programına ilave yükler alınarak hesap tekrardan kontrol edilmiştir.

Çelik sacın, çelik kiriş başlığına boyuna mesnetlenmesi maksimum 450 mm olacaktır. Bu bağlantılar punta kaynakla çelik ankrajla düzgün kaynaklanmasıyla sağlanacaktır.

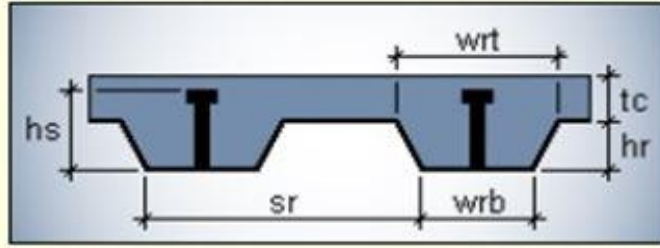
Çelik sac yerleştirildikten sonar beton döküldüğünde hadve içinde kalan ve çelik sacın altında kalarak az miktarda oluşan beton kesiti hesaplarda dikkate alınmayacaktır.

Kirişlerin ankraj uygulandığı noktalarda hadve genişliği ,  $w_r$ , 50 mm den az olmayacaktır.

Yer yer çelik kiriş aralıkları ve ankraj aralıkları yerine göre farklılıklar göstermektedir. Çünkü aks sitemi yer yer farklılıklar göstermektedir. Bu durumlarda minimum ve maksimum koşullar içinde kalacak şekilde ankrajlar yapılacaktır.

Katların hepsinde betonaltı trapez sac kullanılacaktır. Trapez sacın cinsi Aldeck 70/915 seçilmiştir. Et kalınlığı 1 mm olacaktır. Bir metrekarede trapez sacın birim ağırlığı yaklaşık 10,74 kg/m<sup>2</sup>'dir. Kompozit döşeme ağırlığı (10 cm kalınlık için) bir metrekarede yaklaşık olarak 200 kg/m<sup>2</sup>'dir.

Yukarıda verilen öncelikler ışığında ETABS programına tanımlanan kesit Şekil 1.7'de verilmiştir.



**General Data**

Property Name: KOM1

Type: Filled

Slab Material: S420A

Deck Material: S235

Modeling Type: Membrane

Modifiers (Currently Default): Modify/Show...

Display Color: ■ Change...

Property Notes: Modify/Show...

---

**Property Data**

Slab Depth, tc	40	mm
Rib Depth, hr	60	mm
Rib Width Top, wrt	174	mm
Rib Width Bottom, wrb	107	mm
Rib Spacing, sr	306	mm
Deck Shear Thickness	0.9	mm
Deck Unit Weight	10	kgf/m <sup>2</sup>
Shear Stud Diameter	19	mm
Shear Stud Height, hs	8	mm
Shear Stud Tensile Strength, Fu	40.79	kgf/mm <sup>2</sup>

Şekil 1.7 : ETABS programında kat döşemelerine tanımlanan kompozit kesit

## 2. YÜK ANALİZİ

ETABS programı yardımıyla kesitlerin ölü yükleri hesaplanmıştır. Ayrıca elamanlar ölü yük tanımlamamıza gerek yoktur. Yapıya etkiyecek diğer yükler dış yük olarak ayrı ayrı tanımlanmıştır. Bu yükler yapıya etkitilmiştir.

### 2.1 Sabit Yükler

TS498’de bahsedildiği üzere yapıda değişmeyen yükler sabit yüklerdir. Sabit yüklerin içinde eleman ağırlıkları (Tali kirişler, ana kirişler vb.) ile birlikte kaplama yüklerini de içermektedir.

Bütün bloklar için hesapta kullanılan sabit yükler aşağıdaki gibidir.

Katların hepsinde betonaltı trapez sac kullanılacaktır. Trapez sacın cinsi Aldeck 70/915 seçilmiştir. Et kalınlığı 1 mm olacaktır. Bir metrekarede trapez sacın birim ağırlığı yaklaşık 10,74 kg/m<sup>2</sup>’dir. Kompozit döşeme ağırlığı (10 cm kalınlık için) bir metrekarede yaklaşık olarak 200 kg/m<sup>2</sup>’dir. Temel ve ara katların bütün sabit yükü yaklaşık olarak metrekarede 250 kg/m<sup>2</sup> olarak tasarım yapılmıştır. En üst kat döşemesinde ise ofis binaları ve daha farklı mahaller olduğundan dolayı kaplama , sıva ağırlıkları, duvar ağırlıkları da vb. ağırlıklar eklenerek. Metrekarede 1000 kg/m<sup>2</sup> düşünülerek hesap yapılmıştır. Bu sabit yüklerin hepsi Etabs programında döşemelerin üzerine yüklenmiştir.

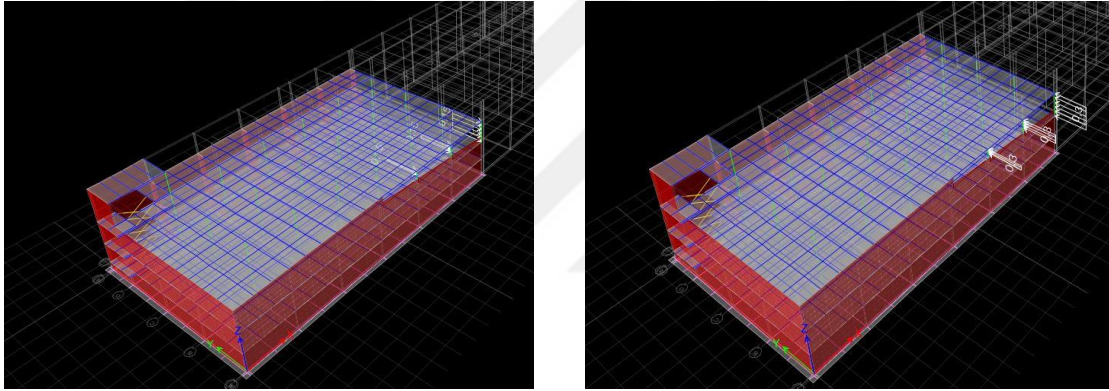
### 2.2 Hareketli Yükler

A,B ve C blok için hepsi otopark olarak kullanılacağı için yük değerleri TS 498’de belirtildiği gibi garajlar için hareketli yük metrekare ağırlığı 500 kg/m<sup>2</sup>’dir. Temel de dahil bütün katlara bu yük etkitilmiştir.

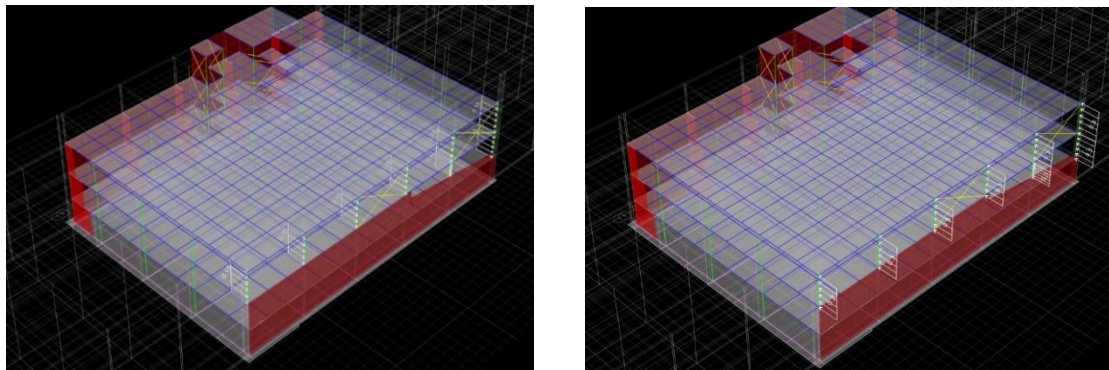
### 2.3 Rüzgar Yükleri

Rüzgar yükü de meteorolojik araştırmalar ışığında elde edilmiştir. Ölçümlere göre en hızlı rüzgar şiddetinin 102 km/h olduğu ölçülmüştür. Bu değer 28,4 m/s 'ye eşittir.  $q=V^2/1600$  ile hesaplandığında bulunan değer  $q=28,22/1600=0,497$  kN/m<sup>2</sup> olmaktadır.

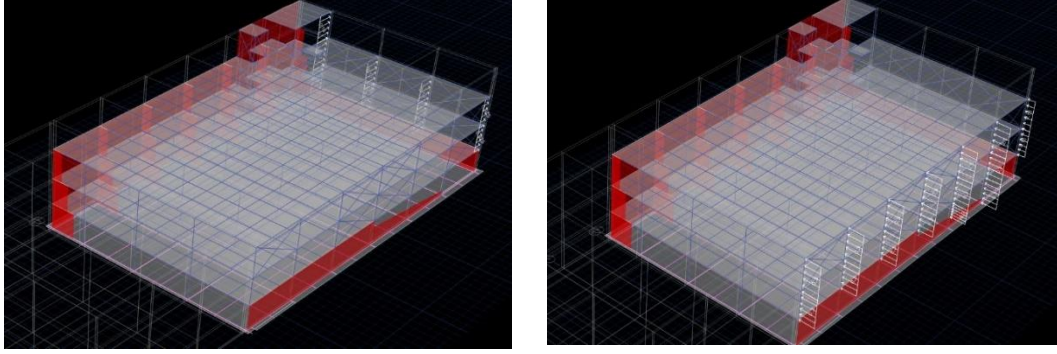
Yapımızın yüksekliği 9,9 metredir. Rüzgar yükü TS-498 de belirtildiği gibi 9-20 m yüksekliğindeki yapılar için önerdiği 0,8 kN/m<sup>2</sup> değerini rüzgar yükü olarak alınmıştır. +WINDX, -WINDX, +WINDY, -WINDY rüzgar yüklemeleri yapılarak bu yüklemeler ilgili kombinasyonlarda kullanılmıştır. Etabsta çubuk elemanlara 0,8 kN/m<sup>2</sup> açıklık genişlikleriyle çarpılarak çucuk elemanlara rüzgar yükü olarak etkitilmiştir. şekil 2.1, şekil 2.2, şekil 2.3'de bu yüklenme halleri gösterilmiştir.



şekil 2.1 : C Blok Rüzgar Yükleri



şekil 2.2 : B Blok Rüzgar Yükleri



**Şekil 2.3 : A Blok Rüzgar Yükleri**

## 2.4 Kar Yüğü

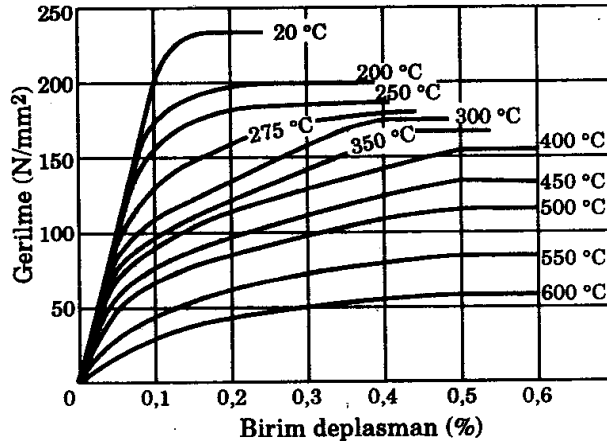
Kar yükü TS 498'e göre tasarlanmıştır. Kar yükü değeri, TS498 de Ek-A'de verilen haritada kar yağışlarına göre bölgeler belirlenmiştir. Bu bölgelere göre de Çizelge 2.1 oluşturulmuştur. Yapımızın rakımı yaklaşık 45 metredir. İl ve ilçelere göre zati kar yükü bölgelerinde, Bakırköy II numaralı bölge olarak geçmektedir. Zati karyükü  $0,75 \text{ kN/m}^2$  olarak alınmıştır. Etabs modellerinde en üst katlara yüklenmiştir. Merdiven üstü döşemelere bu yük yüklenmiştir.

**Çizelge 2.1: “Zati Karyükü Değerleri ( $\text{kN/m}^2$ )”**

	1	2	3	4	5
1	Rakım	BÖLGELER			
	m	I	II	III	IV
	$\leq 200$	0,75	0,75	0,75	0,75
2	300	0,75	0,75	0,75	0,80
	400	0,75	0,75	0,75	0,80
	500	0,75	0,75	0,75	0,85
3	600	0,75	0,75	0,80	0,90
	700	0,75	0,75	0,85	0,95
	800	0,80	0,85	1,25	1,40
4	900	0,80	0,95	1,30	1,50
	1000	0,80	1,05	1,35	1,60
5	$> 1000$	1000 m'ye tekabül eden değerler, 1500 m'ye kadar %10, 1500 m'den yukarı yüksekliklerde %15 artırılır.			

## 2.5 Sıcaklık Yüğü

Çelik yapılarda dikkat edilmesi en önemli konulardan biri de sıcaklık etkisidir. Önceden yapılan araştırmalarda yüksek ısı altında çelik ciddi deformasyon gösterip, mukavemet değerlerinde ciddi azalmalara neden olmuştur. Sıcaklık artıkça çeliğın elastisite modülü düşer. Şekil 2.4 de birim deplasman gerilme grafiğı gösterilmiştir. Bu grafikte farklı sıcaklıklar altında çelik davranışı gözlenmiştir. 3 blok içinde sıcaklık etkisi göz önüne alınmıştır. 40 derecelik sıcaklık farkı uygulanarak sisteme etkilmiştir. 40 derecelik sıcaklık farkı +20 ve -20 derece aralığında oluştuğı düşünölmüştür.



Şekil 2.4 : Isı etkisi altında çeliğın gerilme şekildeğıştirme bağıntısındaki değışim

## 2.6 Deprem Yüğü

Bütün bloklarda deprem hesabı, Deprem Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik (2007) uygun olacak şekilde tasarlanmıştır. Yapımız iki dilatasyonla birbirinden ayrıldığı için üç farklı bloktan oluşmaktadır. Her bir blok için gerekli olan deprem parametreleri deprem şartnamesine uygun olarak yapılmıştır. Şartnamede iki farklı deprem hesabı bulunmaktadır.

Birincisi ‘‘Mod Birleştirme Yöntemi’’, ikincisi ‘‘Eşdeğır Deprem Yüğü Yöntemi’’ ‘dir. Bütün bloklarda her iki deprem hesabı yapılmıştır. En elverişsiz durum ise eşdeğır deprem yüğü yöntemiyle oluşan değırlerdir. Bu yüzden mod birleştirme yöntemiyle bulunan deprem hesabında katsayılar artırılarak eşdeğır

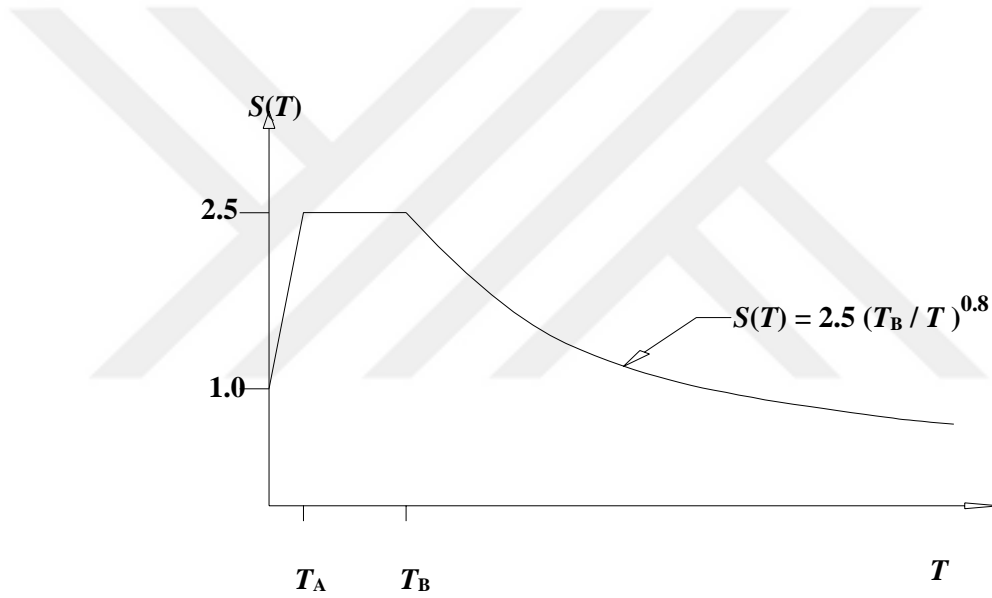


deprem yükü hesabına ulaşılacak şekilde, hesap yeniden revize edilmiştir. Böylece iki hesap birbiriyle çelişmeden doğru sonuçlara ulaşılmıştır.

Binanın tümüne etkiyen toplam taban kesme kuvveti  $V_t$ , denklem (2.1) ve denklem (2.2) kullanılarak hesaplanacaktır.

$$V_t = \frac{W \times A(T_1)}{R_a(T_1)} \geq 0.10 \times A_0 \times I \times W \quad (2.1)$$

$$A(T) = A_0 \times I \times S(T) \quad (2.2)$$



Şekil 2.5: Tasarım spektrum diyagramı

**Çizelge 2.2:** Etkin yer ivmesi katsayısı

Deprem Bölgesi	A <sub>0</sub>
1	0.40
2	0.30
3	0.20
4	0.10

**Çizelge 2.3:** Zemin grupları

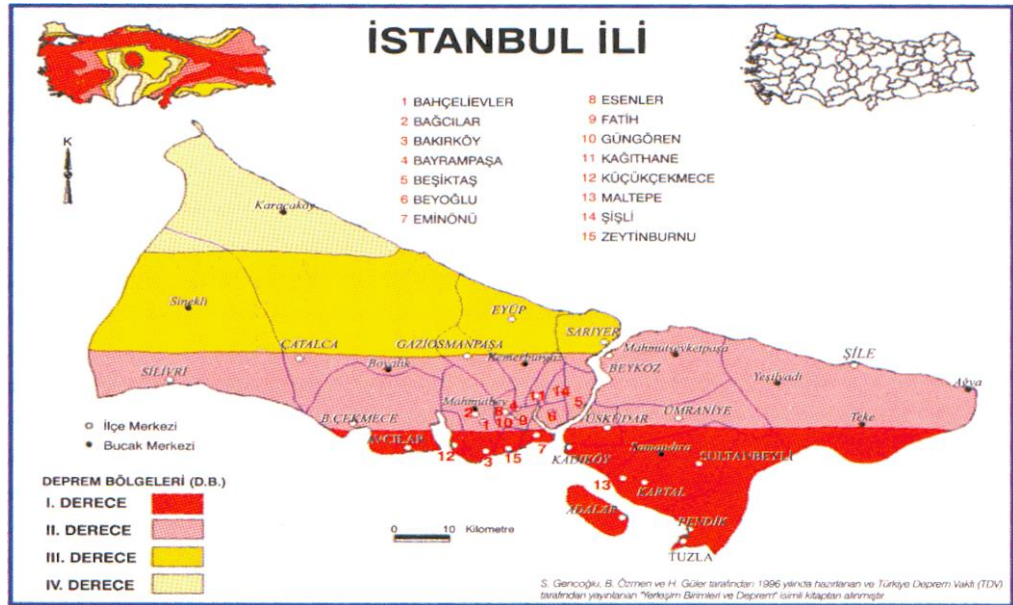
Zemin Grubu	Zemin Grubu Tanımı	Stand. Penetr. (N/30)	Relatif Sıklık (%)	Serbest Basınç Direnci (kPa)	Kayma Dalgası Hızı (m/s)
(A)	1. Masif volkanik kayalar ve ayrışmamış sağlam metamorfik kayalar, sert çimentolu tortul kayalar....	—	—	> 1000	> 1000
	2. Çok sıkı kum, çakıl.....	> 50	85–100	—	> 700
	3. Sert kil ve siltli kil.....	> 47	—	> 400	> 700
(B)	1. Tüf ve aglomera gibi gevşek volkanik kayalar, süreksizlik düzlemleri bulunan ayrışmış çimentolu tortul kayalar....	—	—	500–1000	700–1000
	2. Sıkı kum, çakıl.....	30–50	65–85	—	400–700
	3. Çok katı kil ve siltli kil...	16–47	—	200–400	300–700
(C)	1. Yumuşak süreksizlik düzlemleri bulunan çok ayrışmış metamorfik kayalar ve çimentolu tortul kayalar.....	—	—	< 500	400–700
	2. Orta sıkı kum, çakıl.....	10–30	35–65	—	200–400
	3. Katı kil ve siltli kil.....	8–16	—	100–200	200–300
	4.				
(D)	1. Yeraltı su seviyesinin yüksek olduğu yumuşak, kalın alüvyon tabakaları.....	—	—	—	< 200
	2. Gevşek kum.....	< 10	< 35	—	< 200
	3. Yumuşak kil, siltli kil.....	< 8	—	< 100	< 200

**Çizelge 2.4 : Hareketli yük katılım katsayısı (n)**

Binanın kullanım amacı	n
Depo, antrepo, vb.	0.80
Okul, öğrenci yurdu, spor tesisi, sinema, tiyatro, konser salonu, garaj, vb.	0.60
Konut, işyeri, otel, hastane, vb.	0.30

**Çizelge 2.5 : Spektrum karakteristik periyotları (T<sub>A</sub>, T<sub>B</sub>)**

Yerel zemin sınıfı	T <sub>A</sub> (s)	T <sub>B</sub> (s)
Z1	0.10	0.30
Z2	0.15	0.40
Z3	0.15	0.60
Z4	0.20	0.90



**Şekil 2.6 : İnceleme Alanı Deprem Bölgeleri Haritası**

**Çizelge 2.6 : Bina önem katsayısı (I)**

<b>Binanın kullanım amacı veya türü</b>	<b>Bina önem katsayısı (I)</b>
1. Deprem sonrası kullanımı gereken 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, ilk yardım ve afet planlama istasyonları)	1.5
b)Toksik, patlayıcı, parlayıcı, vb özellikleri olan maddelerin bulunduğu veya depolandığı binalar	
2. İnsanların uzun süreli ve yoğun olarak bulunduğu ve değerli eşyanın saklandığı binalar	
a)Okullar, diğer eğitim bina ve tesisleri, yurt ve yatakhaneler, askeri kışlalar, cezaevleri, vb.	1.4
b)Müzeler	
3. İnsanların kısa süreli ve yoğun olarak bulunduğu binalar	
Spor tesisleri, sinema, tiyatro ve konser salonları, vb.	1.2
4. Diğer binalar	
Yukarıdaki tanımlara girmeyen diğer binalar	1.0
(Konutlar, işyerleri, oteller, bina türü endüstri yapıları, vb)	

**Çizelge 2.7 : Taşıyıcı sistem davranış katsayısı (R)**

Çelik Binalar	Süneklik düzeyi normal sistemler	Süneklik düzeyi yüksek sistemler
(1) Deprem yüklerinin tamamının çerçevelerle taşındığı binalar	5	8
(2) Deprem yüklerinin tamamının, üstteki bağlantıları mafsallı olan kolonlar tarafından taşındığı tek katlı binalar	-	4
(3) Deprem yüklerinin tamamının çaprazlı perdeler veya yerinde dökme betonarme perdeler tarafından taşındığı binalar		
(a) Çaprazların merkezi olması durumu	4	5
(b) Çaprazların dışmerkez olması durumu	- 4	7
(c) Betonarme perdelerin kullanılması durumu		6
(4) Deprem yüklerinin çerçeveler ile birlikte çaprazlı çelik perdeler veya yerinde dökme betonarme perdeler tarafından birlikte taşındığı binalar	5	
	- 4	6
(a) Çaprazların merkezi olması durumu		7
(b) Çaprazların dışmerkez olması durumu		8
(c) Betonarme perdelerin kullanılması durumu		

Denklem (2.2)'de yer alan spektrum katsayısı,  $S(T)$ , yerel zemin koşullarına ve bina doğal periyodu  $T$ 'ye bağlı olarak denklem (2.3), (2.4) ve (2.5) ile hesaplanmıştır.

$$S(T) = 1 + 1.5 T / T_A \quad (0 \leq T \leq T_A) \quad (2.3)$$

$$S(T) = 2.5 \quad (T_A < T \leq T_B) \quad (2.4)$$

$$S(T) = 2.5 (T_B / T)^{0.8} \quad (T > T_B) \quad (2.5)$$

3 Blok içinde kullanılan veriler:

- Binanın temellerinin oturtulacağı killi silt ve az siltli kil birimlerinin zemin grubu C grubudur. Çizelge 2.3'de Zemin parametrelerin değerleri gösterilmiştir.
- 3 blok içinde bulunan bütün ölü yükler deprem hesabına dahil edilmiştir. Kar yükü ve yapılardaki diğer hareketli yükler hareketli yük azaltma katsayısı ( $n$ ) ile hesabına katılmıştır. Hareketli yük azaltma katsayısı Çizelge 2.4'de olduğu gibi otopark tarzı yapılarda  $n=0,60$  olarak alınmıştır.
- Zemin etüdünde zemin grunun Z3 kabul edilmiştir. Böylece Çizelge 2.5'de görüldüğü gibi karakteristik periyotlar  $T_A = 0.15$  ve  $T_B = 0.60$  alınmıştır.
- Sahada 3 bodrum +1.00 zemin kat şeklinde Otopark binası inşa edilecektir. Otopark tarzı yapılarda bina önem katsayısı ( $I$ ): 1,0'dir. Çizelge 2.6'da bina önem katsayılarının değerlerini gösterilmiştir.
- İnceleme Alanı Deprem Bölgeleri Haritası Şekil 2.6 verilmiştir. Görüleceği üzere yapı 1. derece deprem bölgesindedir. Çizelge 2.2'de 1. Derece deprem bölgesinde olan yapılarda  $A_0=0,40$  olarak alınmıştır.
- Taşıyıcı sistem davranış katsayısı ( $R$ ) Çizelge 2.7' de gösterilmiştir. Deprem yüklerinin tamamının çaprazlı perdeler veya yerinde dökme betonarme perdeler tarafından taşındığı binalarda X ekseninde  $R = 6$ , Y ekseninde  $R = 6$  alınmıştır.

### 3.ZEMİN ETÜDÜ

#### 3.1 İnceleme Alanının Tanıtılması

Tasarlanan yapı 3 bodrum kat, zemin kattan oluşan otopark yapısı olup temel üst kotu +8.50 m olarak tasarlanmıştır. Şekil 3.1’de yapının vaziyet planını görülmektedir. 120 cm kalınlığında radye temel kabulü ve temel altında yapılacak drenaj ve yalıtımlar için fazladan 40 cm kazı dikkate alınarak nihai kazı kotu; +6.90 m olarak belirlenmiştir. Şekil 3.1’da görülen vaziyet planı incelendiğinde eğimli olmayan bir araziye sahip olan bu alanda en kritik kesit tramvay yolu cephesinde oluşacaktır. Diğer üç cephede ise yollar mevcuttur. Yollara ve tramvaya ait sürşarj etkileri iksa sistemin analizinde dikkate alınmıştır.



Şekil 3.1: Vaziyet Planı

İlgili saha üzerinde temel zeminin ve kazı esnasında karşılaşılabilecek olan zemin birimlerinin mekanik ve dinamik parametrelerini belirleme amaçlı zemin etüd raporu hazırlanmış ve tasarım parametreleri bu rapora bağlı kalınarak belirlenmiştir.

### 3.1.1 Jeomorfolojik ve Çevresel Bilgiler

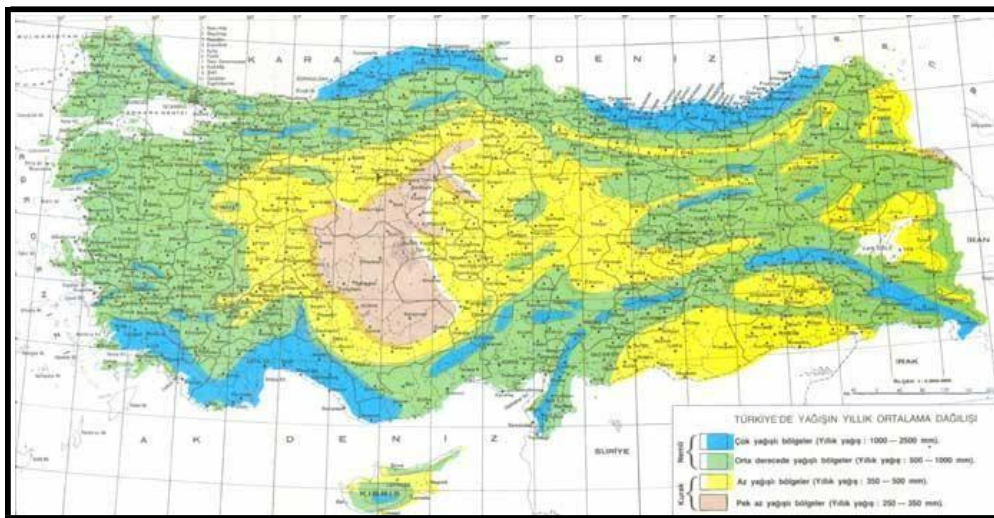
İnceleme alanında topoğrafik eğim % 0 – 5 arasındadır. İnceleme alanı Marmara bölgesinin tipik iklim kuşağı altındadır. Kar yağışlı gün sayısı maksimum 10 gündür. İstanbul'un ortalama bağıl nemi % 76'dır.

Türkiye'de yağışın yıllık ortalama dağılışı Şekil 3.2'de gösterilmiştir.

Bölgedeki yağışlara paralel olarak; yüzey sularında zenginlik gözlenir. Çalışma alanı bitki örtüsü bakımından fakir bir görüntüye sahiptir. Çalışma alanı ve civarında yer alan bitki türünün yeraltısuyu beslenmesi üzerinde olumsuz bir etkisi yoktur.

Penman Çözümlemesi: Penman yöntemine göre çıkarılan nemlilik,

- Ekim ayında yağışın, gizil buharlaşma-terlemeyi geçmesi sonucu toprakta yedek su oluşmaktadır. Artık suyun oluştuğu bu ay, Kasım 15'e dek sürer.
- Nisan ortalarında, bu kez gizil buharlaşma-terleme yağışlı geçmektedir. Bunun sonucu olarak, topraktaki yedek su kullanıma geçer.
- Haziranda başlamak üzere toprakta su azalmaya başlar ve eksik durum oluşur. Bu durum ekim ayına sürer.



Şekil 3.2 : Türkiye'de Yağışın Yıllık Ortalama Dağılışı Haritası



### 3.1.2 İmar Planı Durumu ve Jeolojik Çalışmalar

İstanbul İli, Bakırköy ilçesi, Osmaniye Mahallesi, 1223 Ada, 6 parselde bulunmaktadır. Sahada 3 bodrum + 1 zemin kattan oluşacak olan Otopark binası inşa edilecektir.

Bu arazi için gerekli dinamik parametrelerinin tespiti, yeraltı tabakalarının belirlenmesi ve statik hesaplamalarda kullanılmak üzere sahada 8 noktada mekanik sondaj ve 1 adet masw çalışması yapılarak bir Jeoloji – Jeoteknik rapor hazırlanmıştır. Şekil 3.3’de yapılan çalışmaların konumları gösterilmektedir.



Şekil 3.3 : Zemin Etüd Çalışmalarının Konumları

## 3.2 Jeoloji

### 3.2.1 Yapısal Jeoloji

Çeşitli araştırmacılar tarafından yapılan tespitlerde Trakya havzasında Hersinyen ve Alp Orojenezleri etkili olduğu belirtilmektedir. Her iki Orojenezin birbiri ile ilgileri henüz belirlenmemiştir. Bölgesel olarak Trakya havzasında Kuzey şelf, Merkez çukuru ve Kıvrımlı kuşak olmak üzere yapısal olarak üç yapısal kuşağa ayırılmıştır. (Italccnsult,7.197.10) Çalışılan alanın yakın bölgesi; Oligosenden, pliyosene kadar muhtelif yaştaki birimlerden oluşmaktadır. Zaman zaman orojenik fazların etkisi ile su üstüne çıkmış ve bunun neticesinde yeni regresyonlar ve çökelmezlikler meydana gelmiştir. Oligosen- orta miyosen arasındaki zaman boşluğu çökelmezliğe örnek olarak göstermek mümkündür. Miyosene ait Formasyonlar yatay tabakalı olup ve hafif kıvrımlar arz etmektedir. Bu Formasyonlar özellikle Alp orojenezinin etkisi ile zaman içerisinde su üstüne çıkarak transgresyonları ve çökelmezlikleri oluşturmaktadır. Belde alanında sadece Oligosen yaşlı Danişment Formasyonu görülmüştür. Çalışma alanı genellikle düz bir topoğrafya veya hafif tatlı eğimli olduğundan çok az sayıda doğrultu ve eğim ölçülmüştür. Tabakalanma ince – ortadır. Genel tabakalanma yatay ve yatay yakın olup ölçülen eğimler ise 30 – 7.150 arasında K, KD ve KB yönündedir. Alp Orojenezini' nin muhtelif fazlarından etkilenen Danişment Formasyonu içerisinde çok sayıda kıvrımlanma gelişmiştir. Oligosen kumtaşları kıvrımlı ve katmanlıdır. GD-KB doğrultulu, birbirine birçok antiklinal ve senklinal kıvrımlar gözlenmiştir. Kıvrımlar geniştir. Belde alanında kırık ve kıvrım izleri gözlenmemiştir. Bunların oluşturduğu doğu – batı doğrultulu çanakta pliyosen yaşlı kırıntılar çökelmiştir. Pliyosen yaşlı birimlerin bölgede genellikle az çok yüksek yerlerde tespit edilmiş olması da bölgenin Pliyosen'de bir yükselim geçirdiğinin belirtisidir. Alüvyonlar, akarsular ve deniz kıyısı boyunca birikimlerini sürdürmektedir.

### **3.2.2 Arazi Çalışmaları ve Deneyler**

#### **3.2.2.1 Arazi, Laboratuar ve Büro Araştırma Yöntemleri ve Kullanılan Ekipmanlar**

- Arazi Çalışmalarında inceleme alanında 8 adet zemin araştırma sondaj çalışmaları yapılmıştır. Jeofizik Çalışmalarda iş kapsamında 1 adet masw yöntemi ile ölçüm yapılmıştır. Arazi deneylerin de sondaj kuyularında SPT ve kaya kalitesi hesaplaması yapılmıştır.
- Laboratuar Çalışmalarında inceleme alanında yer alan kil birimler üzerinde 7 adet direkt kesme deneyi ve 2 adet atterberg deneyleri yapılmıştır.
- Büro çalışmalarının ilk aşamasında arazi ve laboratuar deney çalışmaları değerlendirilerek rapor kısmı oluşturulmuştur. Rapor yazımı ve bazı hesaplamaların yapılması aşamalarında ise Microsoft Office programlarından yararlanılmıştır.

#### **3.2.2.2 Sondaj Çalışmaları**

İnceleme alanında zemin özelliklerini belirlemek için 8 adet zemin araştırma sondajı çalışması yapılmıştır. Aşağıdaki Çizelge 3.1 de sondaj çalışmalarına ait kotlar, derinlikleri ve litolojileri ile verilmiştir. Sondaj çalışması ve karot sandığının görünümleri Şekil 3.4-3.5-3.6-3.7-3.8-3.9-3.10-3.11’de verilmiştir.

**Çizelge 3.1 : İnceleme alanında yapılan sondajlara ait, derinlik, kot ve litoloji özellikleri**

SONDAJ NO	SONDAJ KOTU	DERİNLİK (m)	LİTO LOJİ
SK 1	+18,43	0,0 – 2,50	<b>Beton Dolgu</b>
		2,50 – 4,0	<b>Dolgu</b> (çakıl, kum, silt ve kil)
		4,0 – 13,50	Yeşilimsi Kahve Renkli Çok Katı – Sert Killi Silt
		13,50 – 19,50	Yeşil Renkli Çok Sert Az Siltli Kil
SK 2	+22,73	0,0 – 1,50	<b>Beton Dolgu</b>
		1,50 – 9,0	Beyaz Renkli Kil Arabantlı, Orta Derecede Bozunmuş Kireçtaşı
		9,0 – 15,0	Yeşilimsi Kahve Renkli Çok Katı – Sert Killi Silt
		15,0 – 19,50	Yeşil Renkli Çok Sert Az Siltli Kil
SK 3	+18,10	0,0 – 1,50	<b>Beton Dolgu</b>
		1,50 – 7,50	<b>Dolgu</b> (çakıl, kum, silt ve bol killi)
		7,50 – 10,0	<b>Dolgu</b> (kum, silt, kil ve bol çakıllı)
		10,0 – 18,0	Yeşilimsi Kahve Renkli Çok Katı – Sert Killi Silt
		18,0 – 19,50	Yeşil Renkli Çok Sert Az Siltli Kil
SK 4	+18,42	0,0 – 1,50	<b>Beton Dolgu</b>
		1,50 – 9,0	Yeşilimsi Kahve Renkli Çok Katı – Sert Killi Silt
		9,0 – 19,50	Yeşil Renkli Çok Sert Az Siltli Kil
SK 5	+14,0	0,0 – 4,0	<b>Dolgu</b> (çakıl, kum, silt ve bol killi)
		4,0 – 15,0	Yeşil Renkli Çok Sert Az Siltli Kil
SK 6	+11,5	0,0 – 1,50	<b>Dolgu</b> (çakıl, kum, silt ve bol killi)
		1,50 – 15,0	Yeşil Renkli Çok Sert Az Siltli Kil
SK 7	+18,02	0,0 – 0,50	<b>Beton Dolgu</b>
		0,50 – 3,0	<b>Dolgu</b> (çakıl, kum, silt ve bol killi)
		3,0 – 15,0	Yeşilimsi Kahve Renkli Çok Katı – Sert Killi Silt
SK 8	+15,98	0,0 – 1,50	<b>Beton Dolgu</b>
		1,50 – 7,50	<b>Dolgu</b> (çakıl, kum, silt ve bol killi)
		2,0 – 7,0	Yeşilimsi Kahve Renkli Çok Katı – Sert Killi Silt
		7,0 – 15,0	Yeşil Renkli Çok Sert Az Siltli Kil



Şekil 3.4: SK 1 sondaj çalışması ve karot sandığından bir görünüm



Şekil 3.5: SK 2 sondaj çalışması ve karot sandığından bir görünüm



Şekil 3.6: SK 3 sondaj çalışması ve karot sandığından bir görünüm



Şekil 3.7: SK 4 sondaj çalışması ve karot sandığından bir görünüm





Şekil 3.8: SK 5 sondaj çalışması ve karot sandığından bir görünüm



Şekil 3.9: SK 6 sondaj çalışması ve karot sandığından bir görünüm



Şekil 3.10: SK 7 sondaj çalışması ve karot sandığından bir görünüm



Şekil 3.11: SK 8 sondaj çalışması ve karot sandığından bir görünüm

### 3.2.2.3 Yeraltı ve Yerüstü Suları

Çalışma alanında yüzeyden itibaren derine doğru kesilen birimlerde kil arabantlı orta derecede bozunmuş kireçtaşı, killi silt ve az siltli kil birimlerinden oluşan bir istif bulunmaktadır. İnceleme alanında açılan kuyularda dolgu birim ile geçirimsiz siltli kil birimleri arasında yeraltısuyu gözlenmiştir. Sızma sularının ve yeraltısularının yapı temellerine olumsuz etkilerinden korumak için çevre ve temel dranejı yapılması uygun görülmüştür.

### 3.2.2.4 Arazi Deneyleri

#### 3.2.2.4.1 Standart Penetrasyon Testi (SPT)

İnceleme alanında 8 kuyuda SPT deneyi yapılmış sonuçları tabloda verilmiştir.

**Çizelge 3.2 : Sondaj Kuyularına Ait SPT ve SPT-N<sub>30</sub> Değerleri**

Sondaj No	Derinlik	SPT - N	SPT N30	LİTOLOJİ
SK 1	4,50	11-13-15	28	Killi Silt
	7,50	12-19-25	44	Killi Silt
	10,50	17-25-31	56	Killi Silt
	15,0	22-30-50/10	Refü	Az Siltli Kil
SK 2	10,50	17-22-29	51	Killi Silt
	15,0	21-30-32	62	Az Siltli Kil
SK 3	12,0	11-13-18	31	Killi Silt
	15,0	15-21-26	47	Killi Silt
	18,0	21-25-33	58	Az Siltli Kil
SK 4	3,0	9-12-18	30	Killi Silt
	6,0	12-17-21	38	Killi Silt
	9,0	19-22-28	50	Az Siltli Kil
	12,0	21-29-35	64	Az Siltli Kil
SK 5	3,0	2-3-3	6	Dolgu
	6,0	4-6-7	13	Az Siltli Kil
	7,50	5-9-10	19	Az Siltli Kil
	9,0	7-10-10	20	Az Siltli Kil
	12,0	12-15-20	35	Az Siltli Kil
SK 6	3,0	3-5-7	12	Az Siltli Kil
	6,0	6-9-14	23	Az Siltli Kil
	9,0	12-15-18	33	Az Siltli Kil
	12,0	17-22-32	54	Az Siltli Kil
SK 7	4,50	10-14-15	29	Killi Silt
	7,50	15-20-22	42	Killi Silt
	10,50	26-30-31	61	Killi Silt
SK 8	4,50	18-19-24	43	Killi Silt
	7,50	18-18-20	38	Az Siltli Kil
	10,50	21-24-26	60	Az Siltli Kil

### 3.2.2.4.2 Jeofizik Çalışmalar

#### 3.2.2.4.2.1 Masw Analizi

Çalışma alanında yapılan 1 adet Masw çalışmasında jeofon aralıkları 1,0 m ve ofset 6,0 m olarak alınmıştır.

İnceleme alanında alınan Masw ölçümü neticesinde elde edilen sonuçların değerlendirilmesi, serime ait tabaka yapıları ve ilgili parametreler hesaplanmıştır.

Kayıtlardan yapılan hesaplamalar sonucunda 10 tabaka tespit edilmiştir. Ölçü kotundan itibaren çevresel şartlar, açılım ve güç kaynağı gibi olumsuz sebeplerden dolayı

-20 metreye kadar P-S hız logu tayin edilmiş, Vs30 hesaplanmış bu değer 325 m/sn olarak tespit edilmiştir. İnceleme sahasının aktif faylara olan yakınlığı, jeolojik yapı ve Vs30 hızı dikkate alındığında zemin grubunun C zemin sınıfının Z3 alınması uygun olacaktır. Çizelge 3.3'de verilmiştir.

Masw 1 ve kırılma hızlarından elde edilen dinamik parametreler Çizelge 3.4'de verilmiştir.

**Çizelge 3.3 : NEHRP Hükümlerine ve Uniform Building Code'a (UBC) Göre Zemin Sınıflandırması**

Zemin Sınıfı	Tanım	Özellikler(m/sn)
A	Kaya Yada Diğer Benzeri Formasyonlar	$V_s > 800$
B	Çok sıkı kum çakıl yada çok sert killer	$180 < V_s < 800$
C	Sıkı yada orta sıkı kum, çakıl veya sert kil	$180 < V_s < 36$
D	Gevşekten orta sıkıya kadar kohezyonsuz zemin	$180 > V_s$

**Çizelge 3.4 : Masw 1 ve Kırılma Hızlardan Elde Edilen Dinamik Parametreler**

Dinamik Parametreler Tablosu										
Katman no	Vp (m/sn)	Vs (m/sn)	Vp/Vs	Katman Kalınlığı (m)	İnceleme Derinliği (m)	Yoğunluk (gr/cm <sup>3</sup> )	Poisson Oranı Birimsiz	Kayma Modülü (kg/cm <sup>2</sup> )	Elastisite Modülü (kg/cm <sup>2</sup> )	Bulk Modülü (kg/cm <sup>2</sup> )
1	827	281	2,9	1,0	-1,0	1,66	0,434	1,317	3,779	9,614
2	858	310	2,8	1,3	-2,3	1,68	0,425	1,612	4,594	10,202
3	927	181	5,1	1,6	-3,9	1,71	0,480	561	1,661	13,951
4	966	221	4,4	2,0	-5,9	1,73	0,472	841	2,476	15,006
5	1002	326	3,1	2,5	-8,4	1,74	0,441	1,852	5,337	15,042
6	1171	328	3,6	3,1	-11,5	1,81	0,457	1,950	5,684	22,266
7	1210	263	4,6	3,9	-15,4	1,83	0,475	1,264	3,730	25,083
8	1299	337	3,9	4,9	-20,2	1,86	0,464	2,113	6,187	28,586
9	1369	427	3,2	6,1	-26,3	1,89	0,446	3,437	9,941	30,757
10	1407	610	2,3	--	?	1,90	0,384	7,076	19,586	28,152
Dinamik Parametreler Tablosu										
Katman no	Düşey Yatak katsayısı (t/m <sup>3</sup> )	Zemin Taşıma Gücü (kg/cm <sup>2</sup> )	Güvenli Taşıma Gücü (kg/cm <sup>2</sup> )	Kayma Modülüne Göre Zemin Sınıflaması	Elastik Modüle Göre Zemin Sınıflaması	Ak Büyütme	Vs30 (kg/cm <sup>2</sup> )	Ta	Tb	Hakim Titreşim Periyodu (sn)
1	2,032	5,08	1,7	Orta Sağlam	Orta Gevşek	2,11	325,000	0,330	0,600	0,500
2	2,246	5,61	1,9	Orta Sağlam	Orta Gevşek					
3	1,323	3,31	1,1	Gevşek	Gevşek					
4	1,618	4,04	1,4	Orta Sağlam	Orta Gevşek					
5	2,399	6	2,0	Orta Sağlam	Orta Gevşek					
6	2,46	6,15	2,1	Orta Sağlam	Orta Gevşek					
7	1,981	4,95	1,7	Orta Sağlam	Orta Gevşek					
8	2,563	6,41	2,1	Orta Sağlam	Orta Gevşek					
9	3,272	8,18	2,7	Sağlam	Orta Gevşek					
10	4,697	11,74	3,9	Sağlam	Sağlam					

### 3.2.2.4.2.1.1 VP-VS Dalga Hızları

Yapılan Masw ölçümlerinde çeşitli tabakalar tespit edilmiş olup ortalama -20 metre derinliğe kadar değerler okunmuş ve Dinamik Paremetreler adı altında yukarıda verilmiştir.

**Çizelge 3.5:** Kohezyonlu Zeminlerin Vs Hızlarına Göre Sınıflandırılması (Özaydın, 1982)

S Dalga Hızı (m/sn)	Zemin Durumu
<200	Yumuşak – Orta Katı
200 – 300	Katı
300 – 500	Çok Katı
500 – 750	Sert

**Çizelge 3.6 :** Kohezyonsuz Zeminlerin Vs Hızlarına Göre Sınıflandırılması (Özaydın, 1982)

S Dalga Hızı (m/sn)	Zemin Durumu
<300	Gevşek
300 – 600	Orta Sıkı
600 – 800	Sıkı
800 – 1000	Çok Sıkı

### 3.2.2.4.2.1.2 Sismik Hız Oranı (Vp/Vs)

Zeminin sıklığını ve zeminin sıvılaşmasını belirler. Vp/Vs oranı yükseldikçe zeminin sıklığı azalır, cıvıklığı – gevşekliği artar.

**Çizelge 3.7 :** Vp/Vs oranına göre Zemin/Kaya Ortamlarının Sıklığı (Ercan, 2001)

Vp/Vs Oranı	Zemin/Kaya Sıklığı
Sonsuz	Cıvık – Sıvı
Sonsuz – 2,49	Çok Gevşek
2,49 – 1,87	Gevşek
1,87 – 1,71	Sıkı – Katı
1,71 – 1,5	Katı
1,5 – 1,41	Sağlam

### 3.2.2.4.2.1.3 Dinamik Elastisite (Young) Modülü (E)

Zeminin sertlik ve çimentolaşma derecesinin bir göstergesidir. Mühendislik özelliklerinin belirlenmesinde önemlidir.



$$E = G (( 3 (Vp)^2 - 4 (Vs)^2 ) / ((Vp)^2 - (Vs)^2)) \quad (\text{kg/cm}^2)$$

Elastisite Modülü; zeminin dayanıklılığını, sertliğini gösterir. 0-1700 kg/cm<sup>2</sup> gevşek, 2000-10000 kg/cm<sup>2</sup> arası orta sağlam (bozmuş), 10000-30000 kg/cm<sup>2</sup> arası sağlam, ve 30000 kg/cm<sup>2</sup> üzeri çok sağlam olduğunu gösterir (Ercan vd. 2001, Özçep 2005, Tezcan vd. 2006).

#### **3.2.2.4.2.1.4 Kayma (Shear) Modülü (G)**

Zeminin katılık ve makaslanmaya karşı direncinin bir göstergesidir. Zeminin kayma mukavemeti dayanabileceği en büyük makaslama (kayma) gerilmesi olarak tanımlanır ve zeminin neden olabileceği deprem hasarlarını tahmin etmede önemli bir elastik parametredir.

$$G = (d) (Vs)^2 / 100 \quad (\text{kg/cm}^2)$$

d : Yoğunluk    Vs : Enine Dalga Hızı

Kayma modülü; zeminin yatay kuvvetlere karşı direncini belirler. Yapılan araştırmalar 0-600 kg/cm<sup>2</sup> gevşek zemin, 600-3000 kg/cm<sup>2</sup> arası orta sağlam zemin, 3000-10000 kg/cm<sup>2</sup> arası sağlam zemin ve 10000 kg/cm<sup>2</sup> üzeri ise çok sağlam zemin olduğunu göstermiştir. (Ercan vd. 2001, Özçep 2005, Tezcan vd. 2006).

#### **3.2.2.4.2.1.5 Bulk Modülü**

$$K = \rho (Vp^2 - 4/3Vs^2) / g \quad (\text{kg/cm}^3)$$

Sıkışmazlık modülü olarak ta bilinir ve ortamın sıkışmazlığını gösterir. Sertlik artıka taşıma gücü değeri de artar. Basit bir hidrostatik basınç altındaki gerilmede formasyon oranının bir ölçüsüdür. Burada gerilme basınç, formasyon ise hacimce değişme miktarıdır.

#### **3.2.2.4.2.1.6 Sökülebilirlik**

İnceleme alanında alınan sismik ölçülerde İnceleme alanında yer alan Bakırköy Üyesi birimleri için VP = 927 - 1407 m/s arasında olduğundan “Kolay – Orta” özelliktedir. Artan derinliğe bağlı olarak zeminin sökülebilirlik özelliği düşmektedir. Çizelge 3.7 de ağır güçteki araçlar için sökülebilirlik sınıflandırılması belirtilmiştir.

**Çizelge 3.8** : Ağır güçteki araçlar için sökülebilirlik sınıflandırılması

(Bailey, 1975)

P Dalga Hızı (m/s)	Sökülebilirlik
305 – 610	Çok Kolay
610 – 915	Kolay
915 – 1525	Orta
1525 – 2135	Zor
2135 – 2440	Çok Zor
2440 >	Son Derece Zor

#### 3.2.2.4.2.1.7 Poisson Oranı (Gözeneklilik)

Poisson oranı, çok sert metamorfik birimlerin dışındaki genç birimlerde, kırıklı, gevşek çimentolu bozuşmuş birimlerde hiçbir zaman negatif elde edilemez. Çizelge 3.8 de Poisson oranına göre sıklık belirtilmiştir.

$$Q = (V_p^2 - 2V_s^2) / 2 (V_p^2 - V_s^2) \quad (\text{birimsiz})$$

**Çizelge 3.9** : Poisson oranlarına göre sıklık  
(Ercan vd. 2001, Özçep 2005, Tezcan vd. 2006)

Poisson Oranı	Tanımlama
0,35-0,5	Çok gevşek
0,25-0,35	Sıkı
0-0,25	Çok Sıkı

#### 3.2.2.4.2.1.8 Zemin Hakim Periyodu (T)

Gevşek yerlerde zemin ortamlarında titreşim yavaş, sıkı ve kayalıklı ortamlarda titreşim hızlıdır. İvmenin büyük olduğu yerlerde çok katlı yapılar, küçük olduğu yerlerde az katlı yapılar etkilenir. Yapı ağırlıklarının zemin hareketine doğrudan etkisi vardır.

Gevşek zeminlerde ivme büyük, kaya ortamlarda ise küçüktür. Hakim titreşim periyodu (T) sağlam kaya tabakası üzerinde bulunan yumuşak bir zemin tabakasının küçük sönümsüz titreşimleri için bulunur ve aşağıdaki bağıntı ile hesaplanır.

$$T = \sum \frac{4H_i}{V_s}$$

H: Tabaka kalınlığı

Vs: S – dalga hızı

$T_0 = (4*H_1/ VS_1) + (4*H_2)/ VS_2) + \dots(4*(50 - (H_1+H_2\dots)/V_{Son})$  olarak hesaplanır.

Zemin hakim titreşim periyodunun üst sınır değeri ortalama T: 0,50 sn olarak hesaplanmıştır. Bu değer sahanın teknik girişim öncesi halinin değeridir. Sarsıntıya çok duyarlı yerlerde az katlı yapılaşma, sarsıntıya az duyarlı yerlerde çok katlı yapılaşma önerilir.

### 3.2.2.4.2.1.9 Ortalama Zemin Büyütmesi

Gevşek ve genç zeminler kayaç zeminlere oranla yer hareketleri büyütme faktörleri. Bu durum ortalama zemin büyütmesi olarak da tanımlanmaktadır. Zemin üstü yapının spektruma etkisini gözleyebilmek adına önemli bir parametredir.

**Çizelge 3.10** : S dalga hızı ve göreceli büyütme faktörü arasındaki ilişkiler

ARAŞTIRICILAR	İLİŞKİ
<b>Midorikawa (1987)</b>	$A = 68(V_s30)^{-0.6}$ ( $V_1 < 1100$ m/sn) $A = 1$ ( $V_1 > 1100$ m/sn)
<b>Joyner and Fumal (1984)</b>	$A = 23(V_s30)^{-0.45}$
<b>Borcherdt ve diğ. (1991)</b>	$AHSA = 700/(V_s30)$ (zayıf hareket için) $AHSA = 600/(V_s30)$ (kuvvetli hareket için)

A : Maksimum yer hızı için göreceli büyütme faktörleri

AHSA : 0,4-0,2 sn periyot aralığı içinde ortalama yatay spectral büyütme

V<sub>1</sub> : 30 m bir derinlik için ortalama S dalga hızı

V<sub>2</sub> : Bir saniyelik bir dalga için çeyrek dalga uzunluğu bir derinliğe karşılık gelen ortalama S dalga hızı

$$(V_{s, 30} = 30 / \sum_{i=1, N} (h_i / V_{si}))$$

Zemin Büyütmeleri  $A= 68V_{s(30)}^{-0.6}$  (Midorikowa1987) bağıntısıyla hesaplanmıştır. 20 metreye kadar olan  $V_s$  hızlarının ortalamaları alınarak bu hesap yapılır.

**Çizelge 3.11** : Ortalama Zemin Büyütmesine Göre Zemin Sınıflaması

Yer hakim titreşim periyotlarına göre mikro bölgeleme ölçütleri		Spektral büyütmelere göre mikrobölgeleme ölçütleri	
Zemin hakim titreşim periyodu aralığı	Ölçüt tanımı	Spektral Büyütme	Tehlike Düzeyi
0.10 – 0.30 sn	A	0.0 – 2.5	A (Düşük)
0.30 – 0.50 sn	B	2.5 – 4.0	B (Orta)
0.50 – 0.70 sn	C	4.0 – 6.5	C (Yüksek)
0.70 – 1.00 sn	D		

Burada Ansal'ın 2004 spektral büyütmeye sınıflamasına göre değerlendirme yapacak olursak Spektral büyütmesi 2,11 olan zeminimiz A düşük, yer hakim titreşim periyotlarına göre ise B orta tehlike sınıfına girmektedir. Şekil 3.12 de jeofizik çalışmalarından bir görünüm gösterilmiştir.



**Şekil 3.12** Masw 1 jeofizik çalışmasından bir görünüm

### 3.2.3 Laboratuvar Deneyleri ve Analizleri

İnceleme alanından alınan numuneler üzerinde Standart Geoteknik laboratuvarında 7 adet direkt kesme ve 2 adet atterberg deneyleri yapılmıştır.

Zemin ortamlarda, zeminin fiziksel özelliklerini belirlemek üzere temsili numuneler üzerinde laboratuvar ortamında yapılan indeks deneyleri ile bu deney sonucunda elde edilen değerler aşağıda çizelge halinde verilmiştir. Çizelge 3.11’de indeks deney sonuçları verilmiştir.

**Çizelge 3.12 : İndeks Deneyleri**

Sondaj No	Derinlik (m)	Direkt Kesme Deneyi	
		Kohezyon (C) (kg/cm <sup>2</sup> )	İçsel Sürtünme Açısı (°)
SK 1	12,0	0,652	11
SK 2	15,0	0,831	13
SK 3	11,0	0,714	11
SK 4	4,50	0,771	10
SK 5	6,0	0,447	10
SK 5	10,0	0,742	9
SK 6	6,0	0,654	10
SK 7	10,50	0,904	11
SK 8	10,0	0,546	9

### 3.2.4 Mühendislik Analizleri ve Değerlendirilmesi

#### 3.2.4.1 Yapı – Zemin İlişkisinin İncelenmesi

Yapılan çalışmalarda beyaz renkli, kil arabantlı, boşluklu, orta derecede bozunmuş (W3) kireçtaşı, yeşilimsi kahve renkli, çok katı – sert killi silt ve yeşil renkli çok sert az siltli kil birimleri belirlenmiştir.

##### 3.2.4.1.1 Zemin Emniyet Gerilmesi Hesabı

Yapının bulunduğu zemin Çekmece Formasyonu – Güngören Üyesi – Killi Silt – Az Siltli Kil biriminden oluşmaktadır.

Qall :Nihai Taşıma Gücü  
 B :Sürekli temelin genişliği (m)  
 $\gamma$  :Zeminin birim hacim ağırlığı (kN/m<sup>3</sup>, t/m<sup>3</sup>)  
 Df :Temel çevresindeki zemin yüzeyinden temelin alt taban kotuna düşey uzaklık(m)

c :Temel altındaki zeminin kohezyonu (kN/m<sup>2</sup>, t/m<sup>2</sup>)

Nc, Nq, N $\gamma$  :Taşıma kapasitesi faktörleri (boyutsuz)

Taşıma gücü förmülünde yer alan üç terimin anlamı şu şekildedir:

c.Nc :Temel zeminindeki kohezyonun taşıma gücüne katkısı. Eğer c = 0 olursa, bu terim yok olur.

$\frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot B \cdot N\gamma$  :Temel zemininin içsel sürtünmesinin taşıma gücüne katkısı. Bu terimde yer alan N $\gamma$  içsel sürtünme açısı  $\phi$ .nin fonksiyonudur.  $\gamma$  değeri temel tabanı altındaki zeminin birim hacim ağırlığıdır.

$\gamma \cdot Df, Nq$  :Temel tabanı üzerinde yer alan ve temeli çevreleyen sürşarj yükünün taşıma gücüne katkısı.

Bu terimde yer alan  $\gamma$  değeri zemin taban seviyesi üzerinde yer alan zeminin birim hacim ağırlığıdır. Temel tabanı altındaki zeminle temel tabanı üzerindeki zeminin  $\gamma$  değerleri farklı olabilir. Böyle bir durumda ikinci ve üçüncü terimlerde farklı  $\gamma$  değerleri kullanılacaktır.

Terzaghi taşıma gücü denklemi kare şeklindeki temeller için aşağıdaki gibidir.

$$Q_{all} = K_1 \cdot c \cdot N_c + \gamma_n \cdot D_f \cdot N_q + K_2 \cdot N_\gamma \cdot B \cdot \gamma_n$$

**Çizelge 3.13** : SK 5 – 6.0 m laboratuar verilerine göre hesaplanan taşıma gücü

TERZAGHİNİN TAŞIMA GÜCÜ HESABI			
VERİ GİRİŞİ		Gs 4 alınmıştır.	
		HESAPLAMALAR	
Temel Tipi=	dikdörtgen	$\alpha_e$	1,49
K1=	1,01	Nq=	2,69
K2=	0,50	Nc=	9,60
C=	0,447 kg/cm <sup>2</sup>	N $\gamma$ =	1,04
$\phi$ =	10°	Zem Sın Taşıma (qs)	71,0 t/m <sup>2</sup>
$\gamma_1$ =	1,7 t/m <sup>3</sup>	Zemin Emniyetli Taşıma Gücü(Q <sub>em</sub> )=	18,0 t/m <sup>2</sup>
$\gamma_2$ =	1,7 t/m <sup>3</sup>	Zemin Emniyetli Taşıma Gücü(q <sub>em</sub> )=	1,8 kg/cm <sup>2</sup>
Df=	6,0 m		

İnceleme alanında dolgu biriminden sonar belirlenen Çekmece Formasyonu – Güngören Üyesine ait killi sit ve az siltli kil birimleri için Zemin emniyet gerilmesi  $1,8 \text{ kg /cm}^2$  dir.

#### 3.2.4.1.2 Düşey Yatay Katsayısı

Sismik hızlardan yapılan değerlendirmeye göre;  $VP= 927 \text{ m/sn}$  olarak alınmıştır. Çizelge 3.4’de değerler gösterilmiştir.

$$K_v \approx (\log V_p - 1.875 / 0.398) * 1000 \text{ ( Ercan A. )}$$

$$K_v \approx (\log 927 - 1.875 / 0.398) * 1000$$

$$K_v \approx 2740 \text{ t/m}^3$$

Düşey yatak katsayısı değeri  $2740 \text{ t/m}^3$  olarak hesaplanmıştır. Yapı statüğünde temel altına gelecek yaylarda bu değerler kullanılmıştır.

#### 3.2.4.2 Zemin ve Kaya Türlerinin Değerlendirilmesi

##### 3.2.4.2.1 Kayaların Sınıflandırılması

Kil birimler zemin; orta derecede bozunmuş (W3) kireçtaşı birimleri de kaya sınıfına girmektedir.

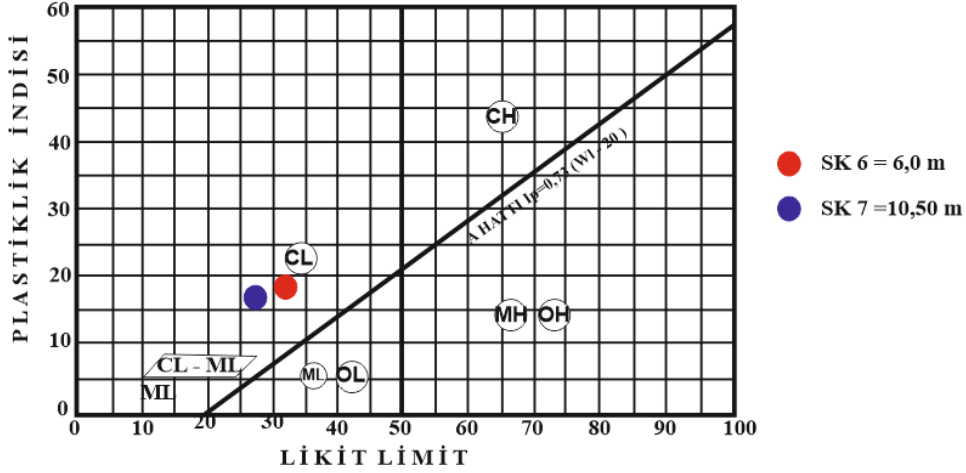
Çalışma alanında yapılan araştırma sondajında gözlenen bu kil arabantlı kireçtaşı, killi silt ve az siltli kil olarak belirlenmiştir.

Sahada yapılan sondajlarda SK2 sondajında  $1,50 - 9,0 \text{ m}$  derinlikleri arasında kil arabantlı orta derecede bozunmuş kireçtaşı birimleri belirlenmiştir. Çizelge 3.14’de ve sondaj derinliği ve TCR, SCR ve RQD yüzdeleri verilmiştir.

**Çizelge 3.14 :** Kireçtaşı Derinliği TCR, SCR, RQD % Değerleri ve RQD Değerlerine göre Kayaların Sınıflandırılması (DEERE, 1964).

Sondaj No	Tabaka Erişim Derinliği (m)	TC R %	SCR %	RQD %	Kayaç Tanımı
SK 2	1,50 – 3,0	8,6	0	0	Çok zayıf kaliteli
	3,0 – 4,50	44,6	44	16	Çok zayıf kaliteli
	4,50 – 6,0	16,6	10	10	Çok zayıf kaliteli
	6,0 – 7,50	18,6	6	0	Çok zayıf kaliteli
	7,50 – 9,0	0	0	0	

Zemin mekaniği özelliklerini incelerken saha genelinde dolgu birimden sonar killi silt ve az siltli kil birimleri belirlenmiştir.



**Şekil 3.13** Atterberg Limitleri deneyi sonuçlarına göre Çekmece Formasyonuna ait birimlere ait numunelerin plastisite kartındaki yerleri

**Çizelge 3.15 :** Plastisite İndisi, Plastisite Derecesi ve Kuru Dayanım Arasındaki İlişki (Leonards, 1962)

Plastisite İndisi PI (%)	Plastisite Derecesi Tanımı	Kuru Dayanım Tanımı
0-5	Plastik değil	Çok düşük
5-15	Az Plastik	Düşük
15-40	Plastik	Orta
>40	Çok Plastik	Yüksek

Çizelge 3.15 de laboratuvar sonuçlarında elde edilen plastisite indislerine göre Çekmece Formasyonuna ait birimlerin kuru dayanım aralığı "Düşük", plastisite derecesi "Az Plastik" olarak tanımlanmıştır.

**Çizelge 3.16 :** Zeminlerin birim hacim ağırlık sınıfları (Yılmaz,I,2000)

Zemin	Birim Hacim Ağırlık (g/cm <sup>3</sup> )	TANIMLAM A
1	<1.40	Çok düşük
2	1.40-1.70	Düşük
3	1.70-1.90	Orta
4	1.90-2.20	Yüksek
5	>2.20	Çok yüksek



Yapı alanında Çekmece Formasyonuna ait birimlerin birim hacim ağırlığı %1,868 – 1,672 gr/cm<sup>3</sup> olup Çizelge 3.16'e göre orta birim hacim ağırlık değerlerine sahiptir.

Zeminlerin sıkışabilirlik özellikleri standart laboratuvar deneyleriyle doğrudan ölçülebildiği gibi, likit limit ve tabii boşluk oranı değerlerine bağlı olarak amprik yaklaşımlarla da tahmin edilebilmektedir.

(Sover,1979) sıkışma indisi (Cc) nin sıkışabilirlik özelliğini yansıtan bir parametre olduğu kabulü ve zeminlerin sıkışabilirlik karakterlerini tanımlamıştır. Çizelge 3.18'de gösterilmiştir

Normal konsolide olmuş killerde, sıkışma indeksi (Cc) ile likit limit (LL) arasında aşağıdaki ilişki vardır.  $Cc = 0,009 (LL-0,1)$  formülü ile bulunur. Çizelge 3.17'da gösterilmiştir.

**Çizelge 3.17 : Sıkışma İndeksi ve likit limit değerleri**

LL	Cc = 0,009 (LL-0.1)	Cc	Tanım
LL= 30,2 için	Cc = 0,009 (30,2-0,1)	Cc = 0,27	Orta sıkışabilirlik
LL= 27,9 için	Cc = 0,009 (27,9 -0,1)	Cc = 0,25	Orta sıkışabilirlik

**Çizelge 3.18 : Zeminlerin sıkışabilirliği (Sovvers, 1979)**

Tanım	Sıkışma İndisi (Cc)
Düşük sıkışabilirlik	0 – 0,19
<b>Orta sıkışabilirlik</b>	<b>0,20 – 0,39</b>
Yüksek sıkışabilirlik	>0,40

İncelenen bölgedeki zeminlerin sıkışabilirlik özellikleri ve likit limitleri arasındaki amprik yaklaşıma göre Çekmece Formasyonuna ait birimlerin sıkışabilirliği orta sıkışabilirlikte olduğunu göstermektedir.

#### **3.2.4.2.2 Zemin Profiline Yorumlanması**

İnceleme alanında 8 adet sondaj çalışması yapılmıştır. Sahada dolgu biriminden sonra Çekmece Formasyonuna ait birimler belirlenmiştir.

İnceleme alanında dolgu biriminden sonra gözlenen bu formasyon, beyaz renkli, kil arabantlı, boşluklu, orta derecede kireçtaşı, yeşilimsi kahve renkli çok katı – sert killi silt ve yeşil renkli çok sert az siltli kil birimlerinden oluşmaktadır.

#### **3.2.4.2.3 Sıvılaşma Analizi**

İnceleme alanında ince taneli ve suya doygun gevşek – orta sıkı zemin seviyelerinin bulunmamasından dolayı sıvılaşma tehlikesi bulunmamaktadır.

#### **3.2.4.2.4 Oturma – Şişme Analizi**

İnceleme alanında inşa edilecek olan binanın temeli Çekmece Formasyonuna ait killi silt ve az siltli kil birimi üzerine oturtulacaktır. Bu birimler için oturma beklenmemektedir.

#### **3.2.4.2.5 Temel Zemininin Yorumlanması**

İnceleme alanında yapılan çalışmalardan elde edilen verilere göre, dolgu birimden sonra, sadece Sk2 sondajında 1,50 – 9,0 m derinlikleri arasında Bakırköy Üyesine ait beyaz renkli, kil arabantlı, boşluklu orta derecede bozunmuş Kireçtaşı (W3) birimine rastlanmış olup, diğer sondajlarda dolgu birimden sonra Güngören Üyesine ait yeşilimsi kahve renkli çok katı – sert killi silt ve yeşil renkli çok sert az siltli kil birimleri gözlenmiştir.

İnceleme alanında inşa edilecek olan binanın temelleri yaklaşık olarak +8,50 kotunda planlanmaktadır. ( SK3 – 18.10 kotundan aşağı yaklaşık 10,50 m inilecektir.)

#### **3.2.4.2.6 Şev Analizi**

İnceleme alanında topoğrafik eğim % 0 – 5 arasındadır.

#### **3.2.4.2.7 Kazı Güvenliği İçin Yapılması Gerekenler**

İnceleme alanında kazı çalışmaları kontrollü yapılmalı; metro güzergahı ve evre yollar için kademeli istinat perdesi ve zemin hareketlerine karşı iksa tedbirleri alınmalıdır. Yapı yüklerinin farklı oturmaları karşı homojen zeminlere taşıttırılması gerekmektedir. Kazı esnasında, uygun projelendirilmiş istinat yapılarıyla desteklenmesi gerektiği için iksa sistemi yapılmasına karar kılınmıştır.

#### **3.2.4.2.8 Heyelan, Akma, ökme, Sellenme Olasılığı**

Yapının yapılacağı alanda yükseltilere bakılacak olursak, çalışma alanının sellenme olasılığı açısından riskli bir konumda değildir. Ayrıca sahaya yakın bir alanda sellenmeye sebep olabilecek yüksek debili bir akarsu ağı mevcut değildir. İnceleme alanı ve civarında heyelan riski bulunmamaktadır. Herhangi bir nedenden dolayı yapının üzerine kaya kütleleri veya blok düşme riski yoktur.



#### 4. İKSA SİSTEMİ

Söz konusu çalışmalar kapsamında inceleme alanında mevcut birimlerin dayanım ve deformasyon özellikleri kazı derinliği, çevre yük ve yapı etkileşimi gibi kısıtlarla birlikte zemin mekaniği ve temel mühendisliği güncel kriter ve kabulleri çerçevesinde incelenmiş, bu kesimde yapımı planlanan kalıcı ve geçici kazıların, kazılardaki ilerlemelerde karşılaşılabilecek birimlerin dayanım özelliklerine ve çevre yapı etkileşimlerine bağlı olarak seçilecek iksa perdeleri ve şevli kazılarda güvenli şev eğimi belirlenecektir.

Tasarlanan yapı 3 bodrum kat, zemin kattan oluşan otopark yapısı olup temel üst kotu +8.50 m olarak tasarlanmıştır. 120 cm kalınlığında radye temel kabulü ve temel altında yapılacak drenaj ve yalıtımlar için fazladan 40 cm kazı dikkate alınarak nihai kazı kotu; +6.90 m olarak belirlenmiştir. Vaziyet planı incelemesinde eğimli olmayan bir araziye sahip olan bu alanda en kritik kesit tramvay yolu cephesinde oluşacaktır. Diğer üç cephede ise yollar mevcuttur. Yollara ve tramvaya ait sürşarj etkileri iksa sistemin analizinde dikkate alınmıştır.

Alanda yapılan 8 adet derin sondaj ve sismik serimden elde edilen bilgiler doğrultusunda kazı anında karşılaşılabilecek olan zemin birimleri aşağıda özetlendiği şekilde sıralanmaktadır.

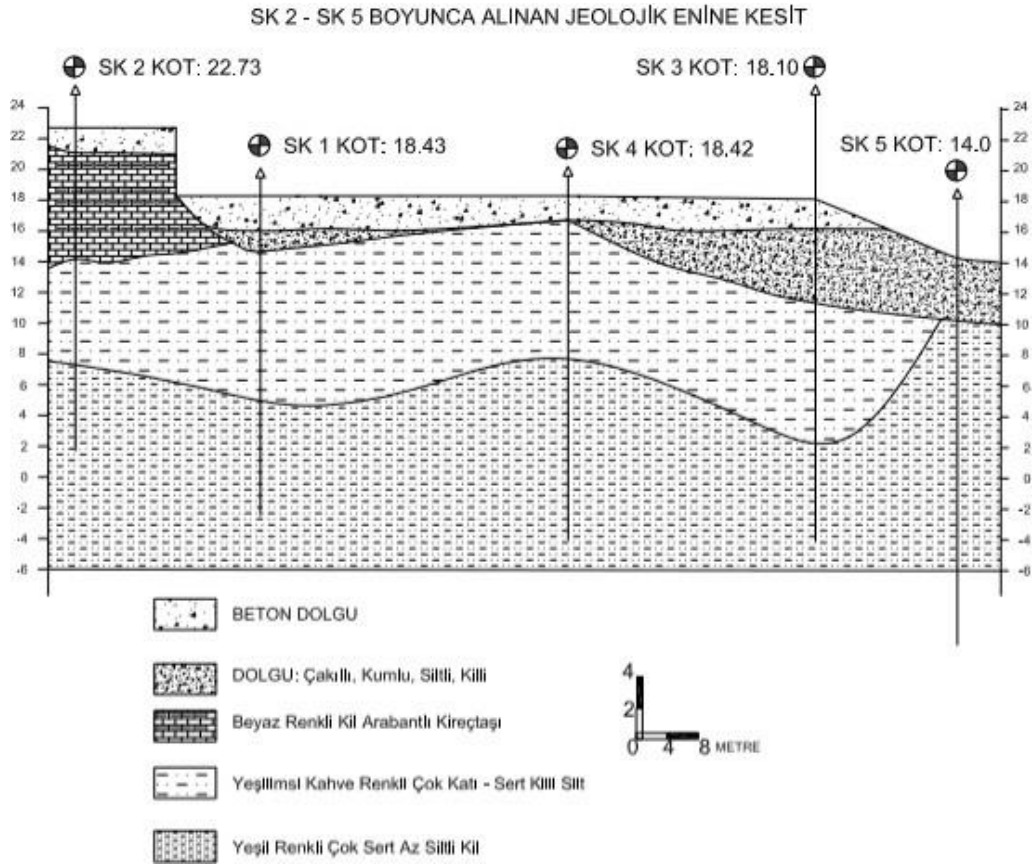
- Dolgu Birim: Sahada üst katmanda yer alan birim olup sondajlarda farklı derinliklerde tespit edilmiştir. Sahada her sondaj çalışmasında dolgu birime rastlanılmamıştır. Dolgu kalınlığı yüzeyden itibaren 1.5 m ile 10 m derinliğe kadar inmektedir. Dolgu birimi çakıllı, kumlu, siltli ve yer yer yoğun killi olarak belirlenmiştir.
- Killi Silt: Dolgu birimin devamında tespit edilen Güngören Formasyonuna ait çok katı-sert kıvamda killi silt birimi geçilmiştir. Bu birim yüzeyden itibaren 15 m derinliğe kadar gözlenmiştir. Bu birim içerisinde yapılan SPT deneyleri sonucunda darbe sayıları N=29 ile 61 arasında değişmektedir.

Siltli Kil: İnceleme sahasında en alt birim olarak çok sert kıvamda siltli kil birim gözlenmiştir. SPT deneyleri sonucunda darbe sayıları N=12-64 arasında değişmektedir.

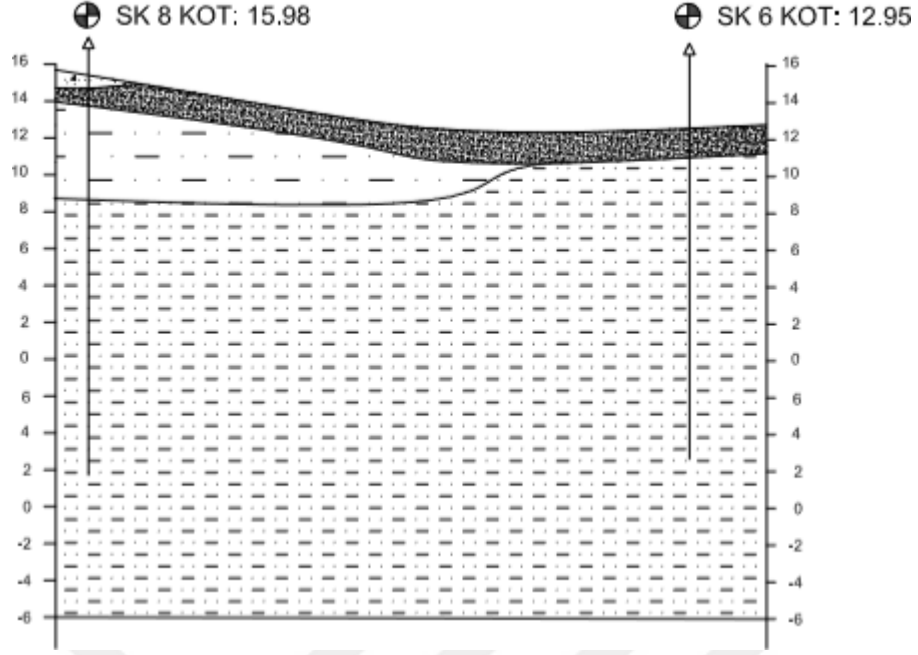
• Kireç Taşı: Sahada yer yer gözlenen bu birim sondaj çalışmaları sonucu elde edilen RQD değerlerine göre çok kırıklı çatlaklı ve zayıf dayanımlı bir özelliğe sahiptir.

• Yeraltı Su Seviyesi: Sondajlarda değişen derinliklerde YASS tespit edilmiştir.

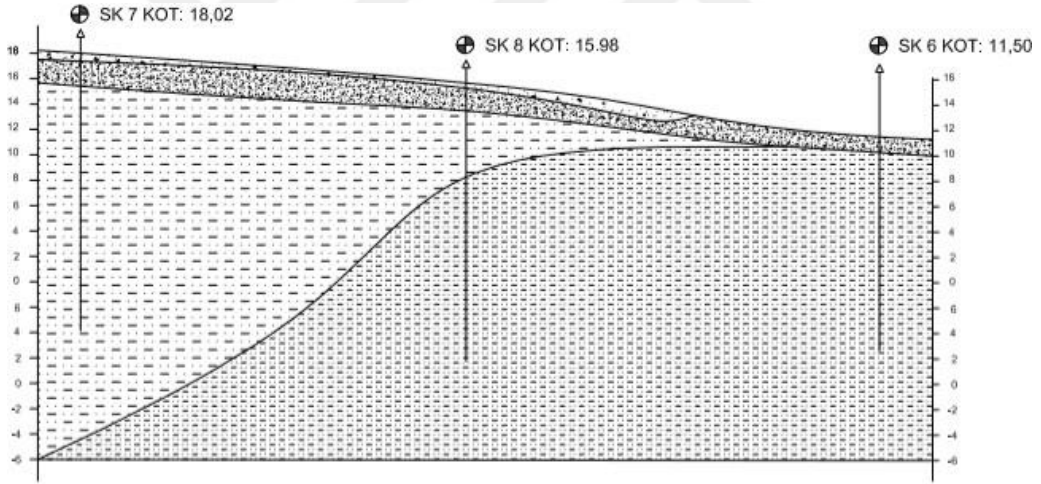
Sahada yapılan etüd çalışmaları sonucunda elde edilen zemin profillerinin boy kesitleri çizilmiş Şekil 4.1, Şekil 4.2, Şekil 4.3 gösterilmiştir.



**Şekil 4.1 : SK-2 ile SK-5 Doğrultusu Zemin Profili**



**Şekil 4.2 : SK-6 ile SK-8 Doğrultusu Zemin Profili**



**Şekil 4.3 : SK-7, SK-8 ile SK-6 Doğrultusu Zemin Profili**

Saha ve zemin koşulları dikkate alınarak oluşturulacak iksa sisteminde iksa perdesinin Q120 cm ve Q80 cm çaplı fore kazıklar ile oluşturulması hızlı, ekonomik ve güvenli çözüm olarak değerlendirilmiştir.

Drenaja imkân veren ve malzeme akışına müsaade etmeyen bu sistem için analizler drenajlı olarak yapılacaktır. İksa sisteminin yatay stabilitesinin sağlanması ve deplasmanların sınırlandırılması yatay öngermeli ankrajlar ile sağlanacaktır.

Projelendirme kapsamında iksa elemanlarını oluşturan kesitlere ait eksenel ve eğilme rijitlikleri aşağıdaki Çizelge 4.1 - 4.2- 4.3 tablo ile özetlenmiştir.

**Çizelge 4.1 : Zemin Parametreleri**

Zemin Birimi	Malzeme Türü	Malzeme Modeli	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	E (kPa)	E <sub>50</sub> /E <sub>oed</sub> (kPa)	E <sub>ur</sub> (kPa)	C (kPa)	$\phi$ (°)	$\nu$ (-)
Dolgu	Drenajlı	Mohr-Coulomb	17.0	10,000	---	---	3	25	0.40
Killi Silt	Drenajlı	Hardening Soil	18.0	---	34,500	103,500	5	30	---
Siltli Kil	Drenajlı	Hardening Soil	19.0	---	41,500	124,500	10	30	---
Kireçtaşı	Drenajlı	Mohr-Coulomb	21.0	125,000	---	---	30	35	0.25

**Çizelge 4.2 : İksa Perdesi Kesit Özellikleri**

Kazık Çapı	Kazık Aralığı	Eksenel Rijitlik	Eğilme Rijitliği, EI
D (m)	S (m)	EA, (kN/m)	EI, (kNm <sup>2</sup> /m)
1.20	1.40	2,094x10 <sup>7</sup>	1,309x10 <sup>6</sup>
0.80	2.80	4,444 x10 <sup>6</sup>	1,787x10 <sup>5</sup>

**Çizelge 4.3 : Ankraj Kesit Özellikleri**

Ankraj Aralığı	Eksenel Rijitlik	Toplam Eksenel Rijitlik
S (m)	EA, (kN/m)	EA, (kN)
1.40	60000	84000

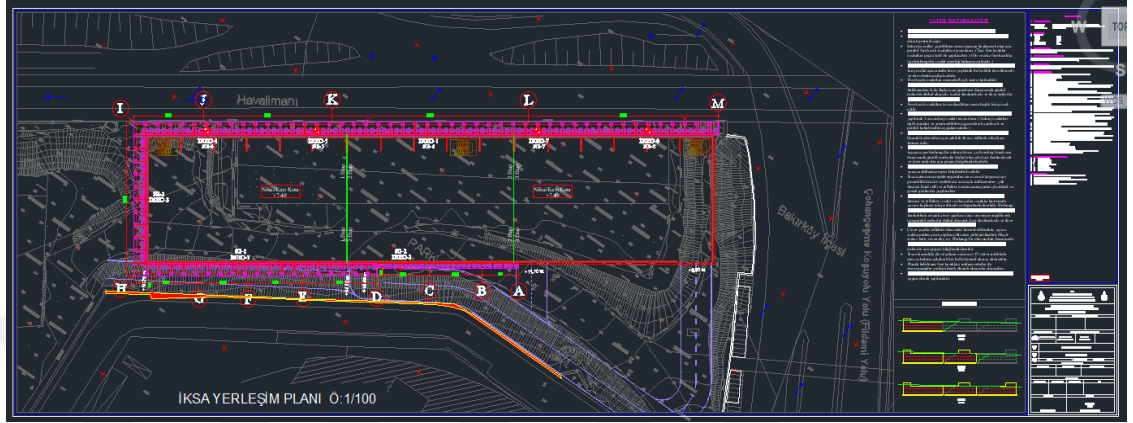
Alan ve saha koşulları irdelenerek alan için dört adet kritik kesit belirlenmiş ve bu kesit sonlu elaman programı olan Plaxis programı altında analiz edilmiştir. Yapılan analizlerde saha, zemin koşulları, yeraltı suyu durumu ve çevre yapı etkileri dikkate alınarak analizler inşaat adımlarını dikkate alarak tekrarlanmıştır.

Hesaplar aşağıdaki sıralamada yapılacaktır;

- Her kesit için tasarım hesapları Plaxis programı yardımıyla yapılacaktır. İnşaat adımlarını dikkate alan analizde kazı sonuna kadar ilerleme durumları analiz edilecek ve elverişsiz durumlar tespit edilmeye çalışılacaktır.
- Kalıcı iksa cephelerinde güvenlik sayısı GS=1.50 ve üstü değerler için iksa sisteminin güvenli olduğu kabul edilmiştir.
- İksa sisteminde deplasman limiti %0.2H<sub>max</sub> olarak dikkate alınacak ve deplasmanların bu seviyenin altında kalması için gerekli ve yeterli elemanlar tasarımı yapılacaktır.



- Güvenliği ve deplasman kriterlerini sağlayan kesitler için betonarme tasarım hesapları yapılacaktır.
- Gerekli uygulama projeleri çizilerek iksa uygulama projeleri tamamlanmıştır. Şekil 4.4 de iksa uygulama projesi görölmektedir.



Şekil 4.4 : İksa Uygulama Projesi



## 5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu çalışmada tekrarlı yükler altında kalıcı dayanma yapısının tasarım kriterleri ve kompozit çelik yapıya etkisi üzerinde çalışılmıştır. Öngörülen yükler altında yapı davranışı incelenmiştir. Mevcut olan yönetmelikler ışığında yapı boyutlandırılmıştır.

İstanbul İli, Bakırköy İlçesi, Osmaniye Mahallesi, 1223 ada, 6 Parsel içerisinde yapılacak olan İBB – Ek Hizmet Binası yapısına ait sondaja dayalı zemin ve temel etütünden bahsedilmiştir. Yapı alanını oluşturan birimlerin kalınlıkları, litolojik, yapısal, mekanik ve fiziksel özelliklerini, yapılaşmaya ilişkin alınması gereken önlemler ve öneriler, uygulamaya esas zemin parametrelerini; emniyetli taşıma gücü, düşey yatak katsayısı, yerel zemin sınıfı ve zemin grubunu belirlemek amacıyla sondaja dayalı zemin ve temel etütü hazırlanmıştır. Yapı iki yönde süneklik düzeyi normal çerçevelerden oluşmaktadır. Çapraz elemanlar sadece ön cephede bulunmaktadır. Arka cephede betonarme perlerimiz olduğundan dolayı bu kısımda çelik çerçeveler betonarme sisteme mafsallı bağlanmıştır.

ETABS programı yardımıyla kesitlerin ölü yükleri hesaplanmıştır. Ayrıca elamanlar ölü yük tanımlamamıza gerek yoktur. Yapıya etkiyecek diğer yükler dış yük olarak ayrı ayrı tanımlanmıştır. Bu yükler yapıya etkitilmiştir.

Çelik otoparkımız 3 katlı olup, kat yükseklikleri 3,6 metre, 3,2 metre, 3,1 metredir. Yapıda kullanılacak olan çelik profillerin tasarımında S235 ve S275 çelik sınıfındaki malzemelerden yararlanılmıştır. IPE ve boru profiller S235 çelik sınıfı düşünülerek tasarlanmıştır. Yapma profiller, kutu profiller, UNP profiller ve plaklar S275 çelik sınıfındadır. Donatı çeliği TS 708 'e uygun olarak yapılacaktır. Çelik profiller ise TS-EN 10025-2 yönetmeliğine göre tasarlanmıştır. Yapının tamamında kullanılan çelik miktarı 1039626,1 kg'dır. 3 katlı olduğundan dolayı tek kata gelen çelik miktarını buluruz. Buradan da taban alanına böleriz. Yapı taban alanı 3628.8 metrekaredir. 1 metrekareye gelen çelik miktarı 95,49 kg olarak hesaplanmıştır.

İnceleme alanında yapılan çalışmalardan elde edilen verilere göre, dolgu birimden sonra, sadece Sk2 sondajında 1,50 – 9,0 m derinlikleri arasında Bakırköy Üyesine ait beyaz renkli, kil arabantlı, boşluklu, orta derecede bozunmuş Kireçtaşı (W3) birimine rastlanmış olup, diğer sondajlarda dolgu birimden sonra Güngören Üyesine ait yeşilimsi kahve renkli çok katı – sert killi silt ve yeşil renkli çok sert az siltli kil birimleri gözlenmiştir.

İnceleme alanında inşa edilecek olan binanın temelleri yaklaşık olarak +8,50 kotunda planlanmaktadır. ( SK3 +18.10 kotundan aşağı yaklaşık 10,50 m inilecektir.) bu burumda bina temelleri Çekmece Formasyonu – Güngören Üyesine ait Sert killi silt ve az siltli kil birimleri üzerine oturacaktır. Bu birimler için Zemin Emniyet Gerilmesi 1,8 kg/cm<sup>2</sup>, Düşey Yatak Katsayısı ise (KV): 2740 ton/m<sup>3</sup> olarak hesaplanmıştır. Bu değerler doğrultusunda bina modellerin altına yaylar atanarak sınır değerlerde kalıp kalmadığı kontrol edilmiştir. Bina deplasmanları açısından 3 blok içinde herhangi bir sorun teşkil etmediği sonucuna ulaşılmıştır.

İnceleme alanında yapılacak kazı öncesi yol, alt yapı ve komşu parsellerin güvenliği sağlanmalı; Metro güzergahı ve çevre yollar için kademeli istinat perdesi ve zemin hareketlerine karşı iksa tedbirleri alınmalıdır. Yapı yüklerinin farklı oturmalarla karşı homojen zeminlere taşıtılması gerekmektedir. İksa hesaplamalarında kullanılmak üzere Çekmece Formasyonuna ait birimler için C:0,447 – 0,904 kg/cm<sup>2</sup> , Ø : 9 – 13 arasında alınmıştır.

Zemin değerlerine göre yeraltı suyu, yüzey suyu ve atık suların yapı temellerine ulaşmasını engelleyecek drenaj sistemleri uygulanması kararı alınmıştır. Temel altına su yalıtımı için ilave önlemler alınmıştır.

Gerekli destek yapısının zemin mekaniği ve geoteknik mühendisliği değerlendirilmelerinin yapılması, kazı sırasında karşılaşılabilecek birimlerin dayanım ve deformasyon özelliklerine uygun kazı ve destek sistemlerinin belirlenip iksa uygulama projeleri yapılmıştır.

Saha genelinde dolgu birim ile geçirimsiz killi siltlerin dokanağında yeraltı suyunun rastlanması.

Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkındaki Yönetmelik'e göre; bina temellerinin oturtulacağı killi silt ve az siltli kil birimlerinin zemin grubu C – zemin sınıfı Z3 için, Spektrum karakteristik periyotları; TA: 0,15 saniye, TB: 0.60 saniyedir. 1. derecede deprem bölgelerinde afet işleri yönetmeliğinde alınacak parametreler aşağıdaki gibi olacaktır. Etkin Yer İvmesi Katsayısı (A0): 0,40 alınarak tasarım yapılmıştır.

Statik tasarım aşamasında zemin değerlerine göre; iksa siteminden gelen toprak yükü ve metro güzergahı yanından geçmesi nedeniyle oluşacak kalıcı yükler altında bina davranışı incelenmiştir. Statik açıdan herhangi bir sorun teşkil etmediği sonucuna ulaşılmıştır.

Statik tasarım aşamasında iksa sisteminden gelen toprak yükleri dikkate alınarak tasarım gerçekleştirilmiştir.



## KAYNAKLAR

- A. Keçeli** (1990). Sismik Yöntemlerle Mücadele Edilebilir Dinamik Zemin Taşıma Kapasitesi ve Oturmasının Hesaplanması, Jeofizik cilt 4, Sayı 2/Eylül,.
- C.J.Padfield PhD MA Ceng MICE** (1983).Settlement of structure on clay soils, 1983 PSA Property Service Agency.
- Deprem Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik,** (2007) , Türk Standartları Enstitüsü, Ankara
- DEREN ve diğerleri,** (2008). Çelik Yapılar, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul
- Etabs Structural Software for Building Analysis and Design** (2015). Computers and Structures Inc. Berkeley, California
- Ketin, İ., Güner, G.** (1989). Mühendislik Jeolojisi Bülteni, sayı: 11 13 – 18 İstanbul.
- ODABAŞI** (1997). Ahşap ve Çelik Yapı Elemanları, İstanbul
- ÖZTÜRK,** (2002). Çelik Yapılar Kısa Bilgi ve Problemler, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul
- P.Leonard Capper, W.Fisher Cassie,** (1969). İnşaat Mühendisliğinde Zemin Mekaniği.
- S.GENCOĞLU, E. İNAN, H. GÜLER,**(1998). Türkiyenin Deprem Tehlikesi, TMMOB Jeofizik Mühendisleri Odası.
- Şekercioğlu, E.,** (1998).Yapıları projelendirilmesinde Mühendislik Jeolojisi, Ankara.
- Tarhan, F.,** (1989). Mühendislik Jeolojisi, Trabzon.
- TS498,** (1997). Yapı Elemanlarının Boyutlandırılmasında Alınacak Hesap Değerleri , Türk Standartları Enstitüsü, Ankara
- TS500,** (2002) Betonarme yapıların tasarım ve kuralları
- TS648,** (1980). Çelik Yapıların Hesap ve Yapım Kuralları, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara

- TS-3357,** (1979). Çelik Yapılarda Kaynaklı Birleşimlerin Hesap ve Yapım Kuralları, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara
- Ulusay, R.,** (2001). Uygulamalı jeoteknik bilgiler (Genelleştirilmiş 4. baskı), IMO, Ankara.
- Ulusay, R., Sönmez, H.,** (2002). Kaya kütlelerinin mühendislik özellikleri. IMO, Ankara.
- Uzgider ve diğerleri,** (2005). IMO-02, Çelik Yapılar, Emniyet Gerilmesi Esasına Göre Hesap ve Proje Esasları, IMO İstanbul Harbiye Şubesi, İstanbul

**Url-1** <<http://www.ibb.gov.tr>>, alındığı tarih 03.12.2018



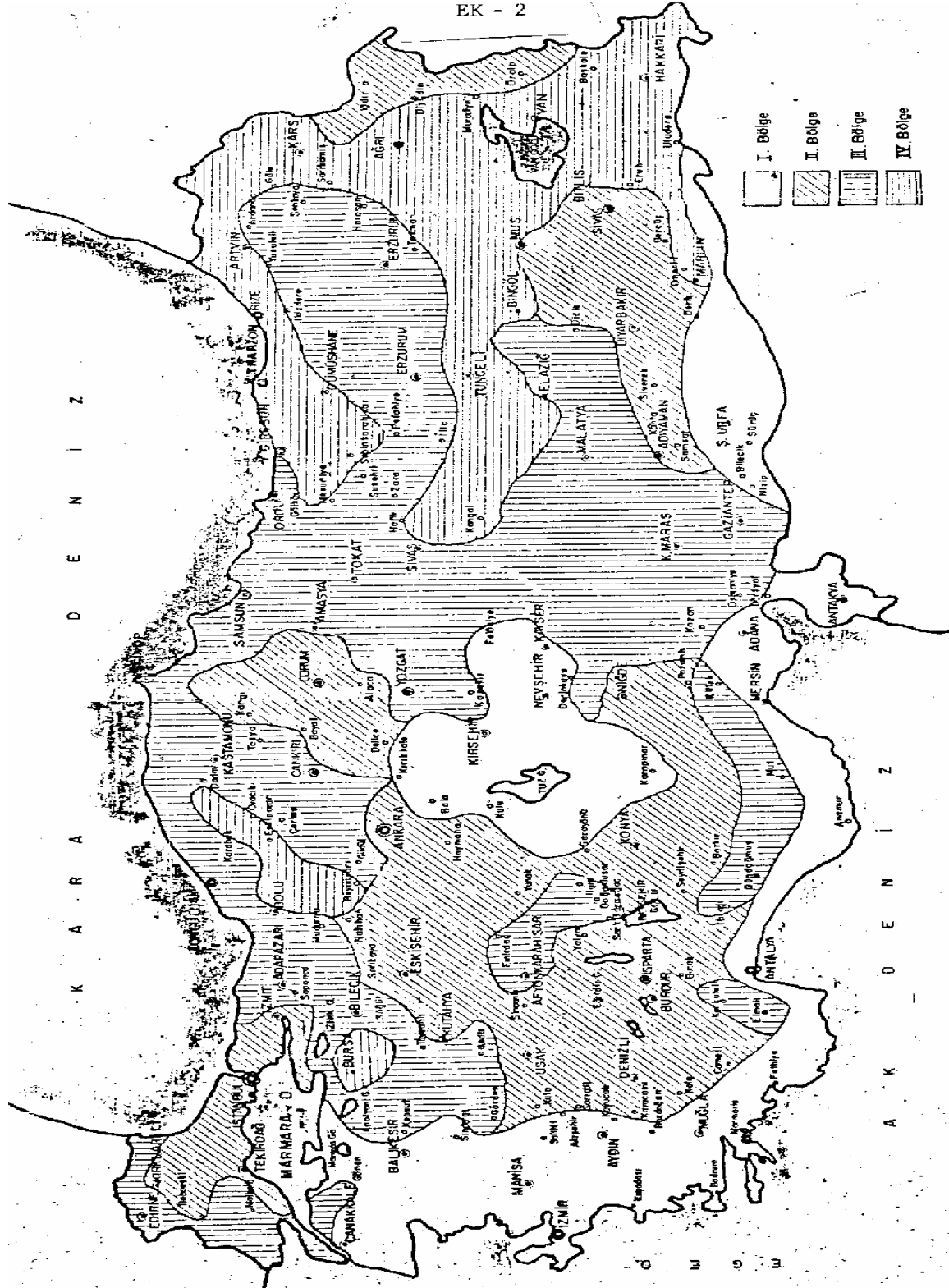


## **EKLER**

**Ek A:** Kar Yağışı Yükseklik Haritası



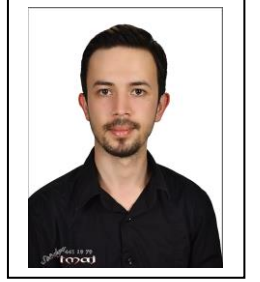






## ÖZGEÇMİŞ

Süleyman Cem Divrik  
Talat Paşa Cad. Udi Nevrez Sok. No:16 Daire: 2  
Bahçelievler, İstanbul  
0507 310 8253  
E-mail : divrikcem@gmail.com



### KİŞİSEL BİLGİLER

Doğum Tarihi 06.05. 1989  
Medeni Durum Bekar  
Askerlik Durumu Tecilli

### İŞ TECRÜBESİ

01.09.2011- 01.10.2011 İstanbul Asfalt Fab. San. ve Tic. A.Ş. – Stajer Öğrenci  
01.09.2012- 01.10.2012 Akdeniz İnşaat ve Eğitim hizmetleri A.Ş– Stajer Öğrenci  
10.07.2013- 05.08.2014 PROBİ AŞ.

-Vadi İstanbul projesinin hesap raporlarının çıkartılması,  
-Gulan Towers AVM yapısının hesaplarının yapılması ve çelik detaylarının verilmesi,  
-Sultanbeyli Cami'nin betonarme detaylarının çizilmesi,  
-Evyap projelerindeki çelik detaylarının hesaplanması, hesap raporlarının çıkartılması, metrajının hazırlanması,  
-Coca Cola Duşanbe projesindeki çelik detaylarının hesaplanması, hesap raporlarının çıkartılması,  
-Alibeyköy toplu konut projesinin hesaplarının yapılması, detaylarının verilmesi, hesap raporlarının çıkartılması  
-Kozyatağı Anadolu Plaza betonarme detaylarının çizilmesi  
-Evyap Projelerinde çok fazla sayıda tek katlı çelik binaların hesabı, bağlantı detaylarının verilmesi, hesap raporlarının çıkartılması

Çalışmakta olduğum şirketten, firmanın yüksek lisansla işin beraber yürüyemeyeceğini düşündüklerinden dolayı ayrıldım.

05.09.2014-06.04.2015 ATA ÇELİK YAPI ÜRETİM A.Ş

-Türkmenistan Mary Askabat Cakmak Tası Tesisi çelik konstrüksiyon hesaplarının yapılması, detaylarının hesaplanması ve çizimlerinin yapılması

- Zorlu Alaşehir Powehouse Access Steel projesinin çelik konstrüksiyon hesaplarının yapılması, montaj ve imalat paftalarının hazırlanması
- Zorlu Alaşehir Tas çeliklerinin detayları ve çizimleri.

Çalışmakta olduğum şirketten, firmanın küçülme politikası nedeniyle ayrıldım.

15.06.2014-30.12.2015 OPAL İNŞAAT TURİZM ÇELİK  
KONSTRÜKSİYON SANAYİ VE TİC A.Ş.

- Lüleburgaz Otogarının imalat ve montaj paftalarının hazırlanması
  - Döhler Meyve Suyu Aroması Fabrikasının 1 aylık bir süreç içerisinde montajın takibinin yapılması, saha içindeki imalatların takibinin sağlanması, saha içi ekiplerin kordinasyonunun sağlanması,
  - Çeşitli projelerin keşif, metraj çalışmalarının yapılması,
  - Çok sayıda projenin teklif çalışmalarının hazırlanması,
  - Balkaya projesinin hesabı, tekla modeli, imalat ve montaj paftalarının hazırlanması
  - Akçalı Köyü ve Balkaya Projesinin tonoz çatı hesabının yapılması, tekla modelinin hazırlanması, imalat ve montaj paftalarının hazırlanması.
- Çalışmakta olduğum şirketten, işlerin iyi gitmemesi nedeniyle ayrıldım.

14.06.2016- F. FIRAT KARAYILANOĞLU İNŞAAT VE  
MÜHENDİSLİK SANAYİ TİCARET LTD. ŞTİ.

- Beşiktaş ilçesi, rumelihisar mah, 1400 ada, 270 parsel, ortaokul ve zeminaltı otopark projesinin statik hesaplarının yapılması hesap raporlarının çıkartılması
- Antalya zeminaltı otopark projesinin statik hesaplarının yapılması hesap raporlarının hazırlanması, yaklaşık maliyet hesaplarının yapılması, ihale dosyasının hazırlanması bütün metrajlarının yapılması
- Şirinevler yan yolunun zemin altı otopark projesinin statik hesaplarının yapılması
- Üsküdar Mimar Sinan zemin altı otopark projesinin statik hesaplarının yapılması hesap raporlarının hazırlanması
- İstanbul Belediyesinin birçok ihalesinin ihale dosyası çalışmalarının yapılması tekliflerinin hazırlanması.
- Marmara forum Otopark projesinin statik hesaplarının yapılması
- Arnavutköy Sosyal Tesisinin statik hesaplarının yapılması ve uygulamasının takip edilmesi

Bu şirkette çalışmaya devam etmekteyim.

ÖZET: İş hayatına başladığımdan bu yana, x-steel, etabs, sap2000 gibi programlarla çeşitli proje hesaplamaları ve detay çözümlerinde bulundum.

#### TEZ VE MAKALE ÇALIŞMALARI

Tez Konusu : “Tekrarlı Yükler Altında Kalıcı Dayanma Yapısının Tasarım Kriterleri ve Kompozit Çelik Yapıya Etkisi: Kentin Merkezindeki Marmara Forum Otoparkı”

#### EĞİTİM BİLGİLERİ

2015-2018	İstanbul Aydın Üniversitesi Yüksek Lisans
2008-2013	Yıldız Teknik Üniversitesi İnşaat Mühendisliği
2003-2007	İlgın Anadolu Lisesi , Konya/İlgın
1995-2003	Fatih İlköğretim Okulu , Konya/İlgın

#### PROGRAMLAR

SAFE, ETABS, AutoCAD , Sta4-CAD, SAP 2000, Microsoft Office Excel  
,Microsoft Office World , X-STEEL, AMP, Limcon



