



**T.C.
GÜMÜŞHANE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**



**ÇOK KATLI BİR YAPININ BETONARME ve ÇELİK TAŞIYICI SİSTEME SAHİP
OLARAK 2018 TÜRKİYE BİNA DEPREM YÖNETMELİĞİ'NDE TANIMLANAN
ZEMİN SINIFLARINA GÖRE ÇÖZÜMLENMESİ ve EKONOMİK AÇIDAN
KARŞILAŞTIRILMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İlker TEŞTEK

**Mayıs 2019
GÜMÜŞHANE**

**T.C.
GÜMÜŞHANE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**ÇOK KATLI BİR YAPININ BETONARME ve ÇELİK TAŞIYICI SİSTEME SAHİP
OLARAK 2018 TÜRKİYE BİNA DEPREM YÖNETMELİĞİ'NDE TANIMLANAN
ZEMİN SINIFLARINA GÖRE ÇÖZÜMLENMESİ ve EKONOMİK AÇIDAN
KARŞILAŞTIRILMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İlker TEŞTEK

**Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
’’İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı’’
Yüksek Lisans Programında Kabul Edilen Tezdir.**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 17.05.2019
Tezin Sözlü Savunma Tarihi : 12.06.2019**

MAYIS 2019



KABUL ve ONAY



Prof. Dr. Tufan ÇAKIR danışmanlığında İlker TEŞTEK tarafından hazırlanan “ÇOK KATLI BİR YAPININ BETONARME ve ÇELİK TAŞIYICI SİSTEME SAHİP OLARAK 2018 TÜRKİYE BİNA DEPREM YÖNETMELİĞİ’NDE TANIMLANAN ZEMİN SINIFLARINA GÖRE ÇÖZÜMLENMESİ ve EKONOMİK AÇIDAN KARŞILAŞTIRILMASI” isimli bu çalışma jürimiz tarafından Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans Tezi olarak Oy Birliği ile kabul edilmiştir.

Başkan : Doç. Dr. Erol ŞADOĞLU

Üye (Danışman) : Prof. Dr. Tufan ÇAKIR

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Onur ARAZ

ONAY

Bu tez 31/7/19 tarihinde Enstitü Yönetim Kurulunca kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Ferkan SİPAHİ

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

TEZ BEYANNAMESİ

Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı'nda tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlamış olduğum **“Çok Katlı Bir Yapının Betonarme ve Çelik Taşıyıcı Sisteme Sahip Olarak 2018 Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği'nde Tanımlanan Zemin Sınıflarına Göre Çözümlemesi ve Ekonomik Açıdan Karşılaştırılması”** isimli tez çalışmasında; bütün bilgi ve belgeleri genel akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi, görsel ve yazılı bütün bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak hazırlayıp sunduğumu, başka kaynaklardan yararlandığım bilgileri metin ve kaynaklarda eksiksiz olarak gösterdiğimi, çalışma süresince bilimsel araştırma ve etik kurallara uygun olarak davrandığımı ve aksi durumda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim. 17 /05/2019

İlker TEŞTEK

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ÇOK KATLI BİR YAPININ BETONARME ve ÇELİK TAŞIYICI SİSTEMLERİ SAHİP OLARAK 2018 TÜRKİYE BİNA DEPREM YÖNETMELİĞİ'NDE TANIMLANAN ZEMİN SINIFLARINA GÖRE ÇÖZÜMLENMESİ ve EKONOMİK AÇIDAN KARŞILAŞTIRILMASI

İlker TEŞTEK

Gümüşhane Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Tufan ÇAKIR

2019, 126 sayfa

Günümüzde yaygın bir şekilde kullanılan çok katlı betonarme yapıların avantajları yanında birçok dezavantajı da mevcuttur. Bu dezavantajlardan biri yapı ağırlığıdır. Betonarme çeliği ve hazır betonlarla kompozit bir şekilde üretimden oluşan betonarme yapılarda, yapı ağırlığı çok yüksek seviyelere çıkabilmektedir. Bu durum da yapının deprem davranışında ve zemin ile olan etkileşiminde büyük değişiklikler meydana getirebilmektedir. Özellikle yapı ağırlığının ve yüksekliğinin fazla olması durumunda

nispeten gevşek ve yumuşak temel zemini koşullarında yapı deprem davranışının problemli olabileceği ve yapısal hasarların meydana gelebileceği söylenebilir.

Çelik yapıların da betonarme yapılara nazaran birtakım dezavantajı bulunmakla birlikte, çelik taşıyıcı sistem kullanımı yapı ağırlığını azalttığından depremin yapıya olan etkisi de azalmaktadır. Ayrıca yapı ağırlığının düşmesi sonucu temel zeminine aktarılan yüklerde azalmalar olacağından zemin iyileştirme maliyetleri de düşmektedir.

Bu çalışmanın temel amacı, 2018 Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği'nde tanımlanan zemin sınıfları dikkate alınarak hem betonarme hem de çelik taşıyıcı sisteme sahip çok katlı bir yapının yapısal çözümlemelerini yapmak ve bu yapıları maliyet açısından karşılaştırmaktır. Bu amaç doğrultusunda çalışma dört ana bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde betonarme ve çelik yapıların tarihsel gelişimi ve bu tip yapılara etkiyen yükler hakkında genel bilgiler, literatür araştırması ve çalışmanın amacı ve kapsamı verilmektedir. İkinci bölümde, analizleri yapılacak olan betonarme ve çelik yapıların tasarım özelliklerinden ve yapısal modellemelerinden bahsedilmekte ve 2018 Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği'nde tanımlanan zemin sınıflarına göre spektrum değerleri hesaplanarak yapı analizleri gerçekleştirilmektedir. Ayrıca gerçekleştirilen analizlere bağlı olarak elde edilen yük ve metraj değerleri karşılaştırılmaktadır. Üçüncü bölümde analizi yapılan sistemler yük, maliyet ve zemin özelliklerinin değişimi açısından irdelenmektedir. Dördüncü bölümde ise çalışmadan elde edilen sonuçlar ve öneriler verilmektedir. Bu bölümü kaynaklar listesi ve özgeçmiş bölümleri izlemektedir.

Elde edilen sonuçlar, yapısal sistemlerin davranışının ve maliyetinin yapının ağırlığına, kullanılan yapı malzemesine, deprem yüklerine, yapının taşıyıcı sistemine, yerel zemin koşullarına, temel tipine bağlı olarak değişebileceğini göstermektedir. Bu bağlamda, doğru ve güvenilir bir tasarım için bu parametrelerin tasarım aşamasında göz önüne alınması büyük önem arz etmektedir.

Anahtar Kelimeler : Çok katlı betonarme yapı, Çok katlı çelik yapı, Maliyet analizi, TBDY-2018, Yerel zemin sınıfları

ABSTRACT

MS THESIS

ANALYSIS and ECONOMICAL COMPARISON of a MULTI-STORY STRUCTURE HAVING REINFORCED CONCRETE and STEEL BEARING SYSTEM CONSIDERING THE SOIL CLASSES DEFINED IN 2018 TURKEY BUILDING EARTQUAKE CODE

İlker TEŞTEK

Gümüşhane University
The Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Civil Engineering

Supervisor: Prof. Dr. Tufan ÇAKIR

2019, 126 pages

There are also many disadvantages besides the advantages of multi-story reinforced concrete structures, which are widely used today. One of these disadvantages is the weight of the structure. In reinforced concrete structures composed of ready-mixed concrete and steel, the structural weight can rise to very high levels. This situation may also cause great changes in both earthquake behavior of the structure and its interaction with soil. Especially in case the structural weight and height are high, it can be stated that earthquake behavior can be problematic and structural damage can occur in relatively loose and soft subsoil conditions.

Although there are some disadvantages of steel structures compared to reinforced concrete structures, since the use of steel bearing system reduces the weight of the structure, the effect of the earthquake on the structure also reduces. In addition, as the result of the decrease in the weight of the structure, since there will be reductions in the loads transferred to the foundation soil, the cost of soil improvement also reduces.

The main purpose of this study is to make structural analysis of a multi-story structure having reinforced concrete and steel bearing systems considering the soil classes defined in 2018 Turkey Building Earthquake Code, and to compare these structures in terms of cost. In line with this purpose, the study consists of four main parts. In the first chapter, general information about the historical development of reinforced concrete and steel structures and the loads acting on these types of structures, literature investigations, and the aim and scope of the study are given. In the second part, the design features and structural modellings of the reinforced concrete and steel structures to be analyzed are mentioned, and by calculating the spectrum values according to the soil classes defined in 2018 Turkey Building Earthquake Code, the structural analyses are performed. Furthermore, the estimations of the load and quantity obtained depending on the analyses carried out are compared. In the third section, the systems analyzed are examined in terms of the load, cost and variation of soil properties. In the fourth chapter, conclusions obtained from the study and suggestions are given. This chapter is followed by references list and autobiography.

The obtained results shows that the behavior and cost of the structural systems can vary depending on the weight of the structure, the construction material, the earthquake loads, the bearing system of the structure, the local soil conditions and the foundation type. In this context, it is of utmost importance that these parameters are taken into account in the design stage for an accurate and reliable design.

Keywords: Multi-storey reinforced concrete structure, Multi-storey steel structure, Cost analysis, TBDY-2018, Local soil classes

TEŞEKKÜR

“Çok Katlı Bir Yapının Betonarme ve Çelik Taşıyıcı Sisteme Sahip Olarak 2018 Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği’nde Tanımlanan Zemin Sınıflarına Göre Çözümlemesi ve Ekonomik Açıdan Karşılaştırılması” adlı bu çalışma, Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlanmıştır.

Çalışmalarım sırasında bana değerli zamanlarını ayıran, her türlü bilgi ve tecrübelerini paylaşan, her konuda destek olan, hoşgörülü ve kıymetli danışman hocam Prof. Dr. Tufan ÇAKIR’a saygı ve şükranlarımı sunarım.

Çalışmalarım süresince maddi-manevi desteklerini esirgemeyen hayat arkadaşım Tuba TEŞTEK’e ve annem Gülser TEŞTEK, babam Coşkun TEŞTEK ile kardeşim Ekrem TEŞTEK’e sonsuz sevgilerimi sunarım. Ayrıca çalışmalarım esnasında her türlü yardımlarını benden esirgemeyen Arş Gör. Kaşif Furkan ÖZTÜRK’e sevgi ve şükranlarımı sunarım.

İlker TEŞTEK
Gümüşhane, 2019

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖZET	IV
ABSTRACT	VI
TEŞEKKÜR.....	VIII
İÇİNDEKİLER.....	IX
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	XII
TABLolar DİZİNİ.....	XVI
SEMBOLLER ve KISALTMALAR DİZİNİ.....	XVII
1. GENEL BİLGİLER	1
1.1. Giriş.....	1
1.2. Betonarme ve Çelik Yapıların Gelişimi, Avantaj ve Dezavantajları	2
1.2.1. Betonarme Yapıların Tarihçesi	2
1.2.2. Çelik Yapıların Tarihçesi	5
1.2.3. Betonarme Yapıların Avantajları	7
1.2.4. Betonarme Yapıların Dezavantajları	7
1.2.5. Çelik Yapıların Avantajları.....	8
1.2.6. Çelik Yapıların Dezavantajları.....	9
1.2.7. Deprem ve Depremın Taşıyıcı Sistem Üzerindeki Etkileri	9
1.3. Çok Katlı Yapılarda Taşıyıcı Sistem Tasarımı ve Etkiyen Yükler	12
1.3.1. Taşıyıcı Sistem Tasarımı ve Malzeme Seçimi	12
1.3.1.1. Yapının Şekli ve Geometrisi	12
1.3.1.2. Zemin Koşulları	13
1.3.1.3. Fabrikasyon Sistemleri ve Kullanım Amacı	13
1.3.1.4. Makina ve Elektrik Donanım Sistemleri.....	13
1.3.1.5. Yangından Korunma	13
1.3.1.6. Yerel Koşullar ve Malzeme Fiyatları.....	13
1.3.2. Yapıya Etkiyen Yükler	14
1.3.2.1. Sabit Yükler	14
1.3.2.2. Hareketli Yükler.....	14
1.3.2.3. Isı Değişimi	15
1.3.2.4. Rüzgar Yükleri.....	15

1.3.2.5.	Deprem Yükleri	16
1.4.	Literatür Araştırması	16
1.5.	Çalışmanın Amacı ve Kapsamı	20
2.	YAPILAN ÇALIŞMALAR	21
2.1.	Yapının Tanımı	21
2.1.1.	Yapının Mimari Sistemi.....	21
2.1.2.	Yapının Betonarme Taşıyıcı Sistemi	24
2.1.3.	Yapının Betonarme-Çelik Taşıyıcı Sistemi	33
2.1.4.	Kullanılan Malzeme Karakteristikleri.....	34
2.1.4.1.	Beton	34
2.1.4.2.	Betonarme Çeliği (S420)	35
2.1.4.3.	Yapı Çeliği (S235)	35
2.2.	TBDY 2018 Zemin Sınıflarının İrdelenmesi	36
2.2.1.	Tasarım Spektrumu Periyotlarının Hesabı	38
2.2.1.1.	ZA Zemin Sınıfı İçin Periyot Hesabı	38
2.2.1.2.	ZB Zemin Sınıfı İçin Periyot Hesabı	40
2.2.1.3.	ZC Zemin Sınıfı İçin Periyot Hesabı	41
2.2.1.4.	ZD Zemin Sınıfı İçin Periyot Hesabı	43
2.2.1.5.	ZE Zemin Sınıfı İçin Periyot Hesabı	44
2.2.1.6.	ZF Zemin Sınıfı İçin Periyot Hesabı.....	46
2.2.2.	Yatak Katsayısı ve Zemin Emniyet Gerilmelerinin Seçimi.....	46
2.3.	Betonarme ve Çelik Yapının TBDY 2018 Zemin Sınıflarına Göre Çözümlemesi ve Ekonomik Karşılaştırmanın Yapılması	48
2.3.1.	TBDY 2018 ZA Zemin Sınıfına Göre Betonarme ve Çelik Yapının Karşılaştırılması..	49
2.3.1.1.	ZA Zemin Sınıfına Göre Betonarme Yapının Çözümü	50
2.3.1.2.	ZA Zemin Sınıfına Göre Çelik Yapının Çözümü	53
2.3.1.3.	ZA Zemin Sınıfına Göre Betonarme ve Çelik Yapının Analiz Sonuçlarının Karşılaştırılması	56
2.3.1.4.	ZA Zemin Sınıfına Göre Betonarme ve Çelik Yapının Metraj Değerlerinin Karşılaştırılması	59
2.3.2.	TBDY 2018 ZB Zemin Sınıfına Göre Betonarme ve Çelik Yapının Karşılaştırılması	61
2.3.2.1.	ZB Zemin Sınıfına Göre Betonarme Yapının Çözümü	62
2.3.2.2.	ZB Zemin Sınıfına Göre Çelik Yapının Çözümü	65

2.3.2.3.	ZB Zemin Sınıfına Göre Betonarme ve Çelik Yapının Analiz Sonuçlarının Karşılaştırılması	69
2.3.2.4.	ZB Zemin Sınıfına Göre Betonarme ve Çelik Yapının Metraj Değerlerinin Karşılaştırılması	72
2.3.3.	TBDY 2018 ZC Zemin Sınıfına Göre Betonarme ve Çelik Yapının Karşılaştırılması	74
2.3.3.1.	ZC Zemin Sınıfına Göre Betonarme Yapının Çözümü.....	75
2.3.3.2.	ZC Zemin Sınıfına Göre Çelik Yapının Çözümü.....	78
2.3.3.3.	ZC Zemin Sınıfına Göre Betonarme ve Çelik Yapının Analiz Sonuçlarının Karşılaştırılması	82
2.3.3.4.	ZC Zemin Sınıfına Göre Betonarme ve Çelik Yapının Metraj Değerlerinin Karşılaştırılması	85
2.3.4.	TBDY 2018 ZD Zemin Sınıfına Göre Betonarme ve Çelik Yapının Karşılaştırılması	87
2.3.4.1.	ZD Zemin Sınıfına Göre Betonarme Yapının Çözümü	88
2.3.4.2.	ZD Zemin Sınıfına Göre Çelik Yapının Çözümü	91
2.3.4.3.	ZD Zemin Sınıfına Göre Betonarme ve Çelik Yapının Analiz Sonuçlarının Karşılaştırılması	95
2.3.4.4.	ZD Zemin Sınıfına Göre Betonarme ve Çelik Yapının Metraj Değerlerinin Karşılaştırılması	98
2.3.5.	TBDY 2018 ZE Zemin Sınıfına Göre Betonarme ve Çelik Yapının Karşılaştırılması	100
2.3.5.1.	ZE Zemin Sınıfına Göre Betonarme Yapının Çözümü.....	101
2.3.5.2.	ZE Zemin Sınıfına Göre Çelik Yapının Çözümü	104
2.3.6.	Betonarme ve Çelik Yapıların Yapım Sürelerinin Karşılaştırılması.....	106
3.	BULGULAR ve İRDELEMELER.....	108
3.1.	Betonarme ve Çelik Yapıların Etkiyen Yükler Açısından İrdelenmesi.....	108
3.2.	Betonarme ve Çelik Yapının Maliyet Açısından İrdelenmesi.....	113
4.	SONUÇLAR ve ÖNERİLER.....	120
5.	KAYNAKLAR.....	123
	ÖZGEÇMİŞ	

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 1.1.	İmhotep tarafından Mısır'da yapılan ilk taş piramit (URL-1, 2019).....	4
Şekil 1.2.	2000 yıllık Pantheon ve delikli kubbesi (URL-2, 2019)	4
Şekil 1.3.	1913 yılında tamamlanan Woolworth Binası (URL-3, 2019).....	6
Şekil 1.4.	Betonarme yapıların dezavantajları (URL-4, 2019)	8
Şekil 1.5.	Çelik yapılar (URL-5, 2019).....	9
Şekil 1.6.	1999 Kocaeli-Gölcük depremine ait fotoğraflar (URL-6, 2019)	10
Şekil 1.7.	2011 Van depremine ait fotoğraf-1 (URL-7, 2019).....	11
Şekil 1.8.	2011 Van depremine ait fotoğraf-2 (URL-8, 2019)	11
Şekil 1.9.	Yapıya etkiyen sabit (zati) yükler (URL-9, 2019)	14
Şekil 1.10.	Yapıya etkiyen hareketli yükler (URL-10, 2019)	15
Şekil 2.1.	Mimari 3. bodrum kat planı.....	21
Şekil 2.2.	Mimari 2. bodrum kat planı.....	22
Şekil 2.3.	Mimari 1. bodrum kat planı.....	22
Şekil 2.4.	Mimari zemin kat planı	23
Şekil 2.5.	Mimari 1. kat planı	23
Şekil 2.6.	Diğer Mimari normal kat planları	24
Şekil 2.7.	Betonarme 3., 2. ve 1. bodrum kat planları	24
Şekil 2.8.	Betonarme zemin ve normal kat planları	25
Şekil 2.9.	3D betonarme yapı	34
Şekil 2.10.	Çelik yapı zemin ve normal kat planları	35
Şekil 2.11.	3D çelik yapı	36
Şekil 2.12.	AFAD İnteraktif Web Uygulaması (URL-11, 2019)	37
Şekil 2.13.	AFAD İnteraktif Web Uygulaması S_S ve S_1 değerleri hesabı (URL-12, 2019).....	38
Şekil 2.14.	AFAD - ZA zemin sınıfı için F_S ve F_1 değerleri hesabı (URL-12, 2019).....	39
Şekil 2.15.	AFAD - ZA zemin sınıfı için T_A ve T_B değerleri hesabı (URL-12, 2019).....	39
Şekil 2.16.	AFAD - ZB zemin sınıfı için F_S ve F_1 değerleri hesabı (URL-12, 2019)	40
Şekil 2.17.	AFAD - ZB zemin sınıfı için T_A ve T_B değerleri hesabı (URL-12, 2019).....	41
Şekil 2.18.	AFAD - ZC zemin sınıfı için F_S ve F_1 değerleri hesabı (URL-12, 2019)	42
Şekil 2.19.	AFAD - ZC zemin sınıfı için T_A ve T_B değerleri hesabı (URL-12, 2019).....	42

Şekil 2.20.	AFAD - ZD zemin sınıfı için F_S ve F_1 değerleri hesabı (URL-12, 2019).....	43
Şekil 2.21.	AFAD - ZD zemin sınıfı için T_A ve T_B değerleri hesabı (URL-12, 2019).....	44
Şekil 2.22.	AFAD - ZE zemin sınıfı için F_S ve F_1 değerleri hesabı (URL-12, 2019)	45
Şekil 2.23.	AFAD - ZE zemin sınıfı için T_A ve T_B değerleri hesabı (URL-12, 2019).....	45
Şekil 2.24.	Bütün zemin sınıfları için analiz ayarları	48
Şekil 2.25.	ZA zemin sınıfı için analiz ayarları.....	49
Şekil 2.26.	Betonarme yapı - ZA zemin sınıfı - tekil temel için temel aplikasyonu	50
Şekil 2.27.	Betonarme yapı-ZA zemin sınıfı - tekil temel için hatalar listesi (yetersiz).....	51
Şekil 2.28.	Betonarme yapı - ZA zemin sınıfı - sürekli temel için temel aplikasyonu	54
Şekil 2.29.	Betonarme yapı - ZA zemin sınıfı - sürekli temel için hatalar listesi (uygun)	53
Şekil 2.30.	Çelik yapı - ZA zemin sınıfı - sürekli temel için hatalar listesi (uygun).....	54
Şekil 2.31.	Çelik yapı - ZA zemin sınıfı - sürekli temel için temel aplikasyonu.	55
Şekil 2.32.	Çelik yapı - ZA zemin sınıfı - sürekli temel için hatalar listesi (uygun).....	56
Şekil 2.33.	Betonarme yapı - ZA zemin sınıfı 1 aksı moment diyagramı	57
Şekil 2.34.	Çelik yapı - ZA zemin sınıfı 1 aksı moment diyagramı	58
Şekil 2.35.	Betonarme yapı - ZA zemin sınıfı için metraj değerleri	59
Şekil 2.36.	Çelik yapı - ZA zemin sınıfı için metraj değerleri	60
Şekil 2.37.	ZB zemin sınıfı için analiz ayarları	61
Şekil 2.38.	Betonarme yapı - ZB zemin sınıfı - sürekli temel için temel aplikasyonu.....	62
Şekil 2.39.	Betonarme yapı - ZB zemin sınıfı - sürekli temel için hata listesi (yetersiz).....	63
Şekil 2.40.	Betonarme yapı - ZB zemin sınıfı - radye-sürekli temel için temel aplikasyonu.....	64
Şekil 2.41.	Betonarme yapı - ZB zemin sınıfı - radye-sürekli temel için hata listesi (uygun).	65
Şekil 2.42.	Çelik yapı - ZB zemin sınıfı - sürekli temel (1) için temel aplikasyonu.....	66
Şekil 2.43.	Çelik yapı - ZB zemin sınıfı - sürekli temel (1) için hata listesi (yetersiz).....	67
Şekil 2.44.	Çelik yapı - ZB zemin sınıfı - sürekli temel (2) için temel aplikasyonu.....	68
Şekil 2.45.	Çelik yapı - ZB zemin sınıfı - sürekli temel (2) için hata listesi (uygun)	69
Şekil 2.46.	Betonarme yapı - ZB zemin sınıfı 1 aksı moment diyagramı	70
Şekil 2.47.	Çelik yapı - ZB zemin sınıfı 1 aksı moment diyagramı	71
Şekil 2.48.	Betonarme yapı - ZB zemin sınıfı için metraj değerleri.....	72
Şekil 2.49.	Çelik yapı - ZB zemin sınıfı için metraj değerleri (yetersiz)	73

Şekil 2.50.	ZC zemin sınıfı için analiz ayarları	74
Şekil 2.51.	Betonarme yapı - ZC zemin sınıfı - radye-sürekli temel için temel aplikasyonu.....	75
Şekil 2.52.	Betonarme yapı - ZC zemin sınıfı - radye - sürekli temel için hata listesi (yetersiz).....	76
Şekil 2.53.	Betonarme yapı - ZC zemin sınıfı - radye temel için temel aplikasyonu.....	77
Şekil 2.54.	Betonarme yapı - ZC zemin sınıfı - radye temel için hata listesi (uygun)	78
Şekil 2.55.	Çelik yapı - ZC zemin sınıfı - sürekli temel için temel aplikasyonu.....	79
Şekil 2.56.	Çelik yapı - ZC zemin sınıfı - sürekli temel için hata listesi (yetersiz).....	80
Şekil 2.57.	Çelik yapı - ZC zemin sınıfı - radye-sürekli temel için temel aplikasyonu	81
Şekil 2.58.	Çelik yapı - ZC zemin sınıfı - radye-sürekli temel için hata listesi (uygun)....	82
Şekil 2.59.	Betonarme yapı - ZC zemin sınıfı 1 aksı moment diyagramı	83
Şekil 2.60.	Çelik yapı - ZC zemin sınıfı 1 aksı moment diyagramı	84
Şekil 2.61.	Betonarme yapı - ZC zemin sınıfı için metraj değerleri.....	85
Şekil 2.62.	Çelik yapı - ZC zemin sınıfı için metraj değerleri	86
Şekil 2.63.	ZD zemin sınıfı için analiz ayarları.....	87
Şekil 2.64.	Betonarme yapı - ZD zemin sınıfı - radye temel (1) için temel aplikasyonu.....	88
Şekil 2.65.	ZD zemin sınıfı radye temel (1) için hata listesi (yetersiz)	89
Şekil 2.66.	Betonarme yapı - ZD zemin sınıfı - radye temel (2) için temel aplikasyonu.....	90
Şekil 2.67.	Betonarme yapı - ZD zemin sınıfı - radye temel (2) için hata listesi (yeterli)	91
Şekil 2.68.	Çelik yapı - ZD zemin sınıfı - radye-sürekli temel için temel aplikasyonu	92
Şekil 2.69.	Çelik yapı- ZD zemin sınıfı - radye-sürekli temel için hata listesi (yetersiz).....	93
Şekil 2.70.	70. Çelik yapı - ZD zemin sınıfı - radye temel için temel aplikasyonu	94
Şekil 2.71.	Çelik yapı - ZD zemin - sınıfı radye temel için hata listesi (uygun).....	95
Şekil 2.72.	Betonarme yapı - ZD zemin sınıfı 1 aksı moment diyagramı	96
Şekil 2.73.	Çelik yapı - ZD zemin sınıfı 1 aksı moment diyagramı	97
Şekil 2.74.	Betonarme yapı - ZD zemin sınıfı için metraj değerleri	98
Şekil 2.75.	Çelik yapı - ZD zemin sınıfı için metraj değerleri	99
Şekil 2.76.	ZE zemin sınıfı için analiz ayarları	100
Şekil 2.77.	Betonarme yapı - ZE zemin sınıfı - radye temel (1) için temel aplikasyonu.....	101

Şekil 2.78.	Betonarme yapı- ZE zemin sınıfı - radye temel için hata listesi (yetersiz).....	102
Şekil 2.79.	Betonarme yapı - ZE zemin sınıfı - radye temel (2) için temel uygulaması.....	103
Şekil 2.80.	Betonarme yapı- ZE zemin sınıfı - radye temel için hata listesi (yetersiz).....	104
Şekil 2.81.	Çelik yapı - ZE zemin sınıfı - radye temel için temel uygulaması.....	105
Şekil 2.82.	Çelik yapı- ZE zemin sınıfı - radye temel için hata listesi (yetersiz).....	106
Şekil 3.1.	Betonarme yapıda zemine etki eden beton cinsinden ağırlık değerleri.....	110
Şekil 3.2.	Çelik yapıda zemine etki eden beton cinsinden ağırlık değerleri.....	111
Şekil 3.3.	Betonarme yapıda zemine etki eden demir cinsinden ağırlık değerleri	111
Şekil 3.4.	Çelik yapıda zemine etki eden demir cinsinden ağırlık değerleri	112
Şekil 3.5.	Çelik yapıda zemine etki eden çelik cinsinden ağırlık değerleri.....	112
Şekil 3.6.	Bazı konaklama tesisi fiyatları (Elazığ – Merkez)	113
Şekil 3.7.	Betonarme ve çelik yapı maliyet analiz grafiği.....	119

TABLORAR DİZİNİ

Sayfa No

Tablo 2.1.	Yapıdaki döşemelere ait ön bilgiler	26
Tablo 2.2.	Yapıdaki döşemelere ait çeşitli yük analizleri.....	27
Tablo 2.3.	Yapıdaki döşemelere ait döşeme kalınlık kontrolleri.....	28
Tablo 2.4.	Yapıdaki kirişlere ait ön bilgiler.....	29
Tablo 2.5.	Yapıdaki kirişlere ait çeşitli yük analizleri.....	30
Tablo 2.6.	Yapıdaki kirişlere etki eden yükler-1	31
Tablo 2.7.	Yapıdaki kirişlere etki eden yükler-2	32
Tablo 2.8.	Yapıdaki kirişlere etki eden yükler-3	33
Tablo 2.9.	TBDY 2018 Yerel Zemin Sınıfları.....	37
Tablo 2.10.	TBDY 2018 yerel zemin sınıfları için hesaplanan köşe periyotları	46
Tablo 2.11.	DBYBHY 2007 yerel zemin sınıfları köşe periyotları.....	46
Tablo 2.12.	Bazı zeminler için zemin yatak katsayıları (Bowles, 1996).....	47
Tablo 2.13.	Basit durumlar için zemin emniyet gerilmeleri (URL-13, 2018).....	47
Tablo 2.14.	Zemin yatak katsayıları ve zemin emniyet gerilmeleri tespiti	48
Tablo 3.1.	Zemin sınıflarına göre zemine etki eden yük değerleri.....	109
Tablo 3.2.	ZA zemin sınıfı için betonarme yapı maliyet cetveli	114
Tablo 3.3.	ZA zemin sınıfı için çelik yapı maliyet cetveli	114
Tablo 3.4.	ZB zemin sınıfı için betonarme yapı maliyet cetveli	115
Tablo 3.5.	ZB zemin sınıfı için çelik yapı maliyet cetveli	115
Tablo 3.6.	ZC Zemin Sınıfı İçin Betonarme Yapı Maliyet Cetveli	116
Tablo 3.7.	ZC zemin sınıfı için çelik yapı maliyet cetveli	116
Tablo 3.8.	ZD zemin sınıfı için betonarme yapı maliyet cetveli	117
Tablo 3.9.	ZD zemin sınıfı için çelik yapı maliyet cetveli	117
Tablo 3.10.	Zemin sınıfları için genel yapı maliyet cetveli.....	118

SEMBOLLER ve KISALTMALAR DİZİNİ

A_o	: Etkin yer ivme katsayısı
AFAD	: Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı
BÇ	: Betonarme çeliği
DBYBHY 2007	: Deprem Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik 2007
DD	: Deprem yer hareketi düzeyi
E_c	: Beton elastisite modülü
E_s	: Yapı çeliği elastisite modülü
f_{ck}	: Beton 28 günlük karakteristik silindir mukavemeti
f_{cd}	: Beton 28 günlük tasarım silindir mukavemeti
f_{ctd}	: Beton karakteristik eksenel çekme mukavemeti
f_{yk}	: Betonarme çeliği karakteristik akma mukavemeti
f_{yd}	: Betonarme çeliği tasarım akma mukavemeti
F_S	: Kısa periyod bölgesi için yerel zemin etki katsayısı
F_1	: 1.0 sn. periyod bölgesi için yerel zemin etki katsayısı
I	: Bina önem katsayısı
K_S	: Zemin yatak katsayısı
L_f	: Yapının fay hattına uzaklığı
S_S	: Kısa periyod harita spektral ivme katsayısı
S_1	: 1.0 sn. periyod için harita spektral ivme katsayısı
S_{DS}	: Kısa Periyod tasarım spektral ivme katsayısı
S_{D1}	: 1 sn. periyod tasarım spektral ivme katsayısı
T_A	: Yatay elastik tasarım ivme spektrumu köşe periyodu
T_B	: Yatay elastik tasarım ivme spektrumu köşe periyodu
TBDY 2018	: 2018 Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği
TS	: Türk Standardları
TS 498	: Yapı elemanlarının boyutlandırılmasında alınacak yüklerin hesap değerleri
q_{em}	: Zemin emniyet gerilmesi
$\sigma_{\text{çem}}$: Yapı çeliği çekme emniyet gerilmesi
τ_{em}	: Yapı çeliği kayma emniyet gerilmesi
γ_f	: Fay hattına uzaklık katsayısı
γ	: Zemin birim hacim ağırlığı
ρ	: Birim Hacim Ağırlığı

1. GENEL BİLGİLER

1.1. Giriş

Türkiye sahip olduğu jeolojik konum, topografik yapı ve tektonik özellikler bağlamında deprem gerçeğiyle ve depremin yıkıcı etkileriyle sıklıkla yüzleşmekte ve can kaybı ile birlikte önemli mertebelerde fiziksel, sosyal ve ekonomik kayıplara uğramaktadır. Bu nedenle yapı sistemlerinin, hangi taşıyıcı sistem kullanılırsa kullanılsın, depremi mümkün olabilecek en az hasar ile atlatalmaları ve deprem sonrasında işlevlerini devam ettirebilmeleri toplumlar için büyük önem taşımaktadır. (Öztürk ve Çakır, 2017).

Modern toplumlarda deprem tehlikesi gerçeği artık toplumun tüm bileşenleri tarafından anlaşılabilmekte, bu da deprem mühendisliği açısından karşılaşılan sorunların çözümünde oldukça yarar sağlamaktadır. Aktif deprem kuşağında bulunan ülkemizde yaşanan depremler, hızla artan nüfus, kentlere göç ve sürekli yeni yaşam alanlarının oluşturulması, var olan yerleşim alanlarının yenilenmesi ihtiyacı, mühendislik yapılarında yeni yöntem ve tasarım teknolojilerinin uygulanmasındaki hızlı gelişmeler ve artan yapı stoku deprem mühendisliği alanındaki sorunları hızla artırmaktadır. Deprem mühendisliği çalışmalarından beklenen sonuç ise geoteknik, sismik, jeofizik ve yapısal bilgilere dayalı depreme dayanıklı ve güvenli yapı tasarımı ve inşası olmaktadır.

Dünyanın birçok ülkesinde, mühendislik yapıları, bu yapıların etkisinde kalabileceği statik ve dinamik yükler öngörülerek tasarlanmaktadır. Statik yükler öncelikli olarak yapının kendi öz ağırlığını ve hizmet ettiği işe bağlı olarak yapıya etkiyecek statik yükleri taşıması sağlanacak şekilde hesaba katılırken dinamik yükler bölgedeki deprem geçmişine ve bulunduğu deprem bölgesine bağlı olarak güvenlik katsayılarının artırılmasıyla hesaba dahil edilmektedir. Statik yüklere nazaran deprem gibi sismik yüklerin büyüklüğü ve süresinin kestirilmesi neredeyse mümkün olmadığından özellikle yapılarda kuvvetlerin kesitleri zorlaması beklenen yerlerinde taşıma gücünün belirlenmesi ve sürekliliğin sağlanması büyük önem arz etmektedir (Celep, 2017).

Günümüzde çok katlı yüksek yapılar sosyal yaşamın ve iş hayatının vazgeçilmez bir parçası olmuşlardır. Bu sebeple inşaat mühendisliği alanında çok katlı yüksek yapılar sıklıkla karşılaşılan projeler arasında yer almaktadır. Özellikle bu yapıların projelendirilmesi aşamasında yapıya etkiyen yükler, yapım kriterleri ve yapının kullanışlılığı büyük önem kazanmaktadır. Bu nedenle taşıyıcı sistemin tespiti, taşıyıcı sistem elemanlarının tasarımı ve

birleşim şekilleri tespitinde maksimum ekonomi ve güvenilirlik sağlanmalı ve yapı bu kriterler göz önünde bulundurularak tasarlanmalıdır. Şüphesiz ki günümüz ekonomi şartlarında tasarımın ekonomikliği, yapının güvenilirliği ve kullanılabilirliği ile birlikte ön planda tutulmalı ve taşıyıcı sistem ekonomik, uygulanabilir ve fiyat performansı açısından seri imalata izin verecek standartlar göz önünde bulundurularak seçilmelidir. Taşıyıcı sistemin tasarımında inşaat süresinin de göz önüne alınması gerekmekte ve taşıyıcı sistemin ekonomik değeriyle birlikte değerlendirilmelidir. (Kırmızıtaş, 2008).

Hemen hemen her inşaat projesinde zemin-yapı ilişkisi karşımıza çıkmaktadır. Yapısal tasarımda temel amaç yapıya etkiyen yüklerin en kısa yoldan ve emniyetli bir şekilde zemin ortama iletilmesini sağlamaktır. Ayrıca yapıda oluşan şekil değiştirmelerin zemin gerilmelerini, zemin şekil değiştirmelerinin de yapı iç kuvvetlerini etkilemesi beklenir. Dolayısıyla bir mühendislik yapısının tasarımında zemin etkilerinin göz ardı edilemeyeceği açıktır. Yapısal tasarımın güvenilirliği zemin-yapı ilişkisinin doğru ve gerçekçi bir şekilde modellenebilmesiyle yakından ilişkilidir (Kılıçer, 2016).

Yukarıda ifade edilen bilgilere dayanarak, yapı tasarımında ve kullanılacak yapı malzemelerinin seçiminde; yapı ağırlığının, zemin etkisinin, deprem etkilerinin, inşaat süresinin ve ekonomik faktörlerin göz önüne alınması gerektiği söylenebilir. Ancak ülkemizde özellikle yap-sat tarzı yapılan müteahhitlik işlerinde ekonomi ön planda tutulduğundan, diğer etkenler çoğu zaman göz ardı edilmektedir. Bu şekilde yapılan yapılar da ekseriyetle betonarme yapılar olup, ekonomik sebepler ön planda tutulduğundan depremlerde büyük yıkımlara sebep olunabilmektedir. Öte yandan yapılacak yapıların avantaj ve dezavantajlarının irdelenerek ekonomik, çevresel ve dayanım açısından en uygun yapı taşıyıcı sistemine karar verilmesi gerektiği bir gerçeklik olarak karşımızda durmaktadır.

1.2. Betonarme ve Çelik Yapıların Gelişimi, Avantaj ve Dezavantajları

1.2.1. Betonarme Yapıların Tarihçesi

Buzul çağından sonraki zamanlarda insanlar evlerini, ağaç dalları ve kamış gibi malzemelerden yapmışlardır. Dış etkenlerden korunmak için ağaç dalı ve kamışların üzerine çamur (kil) kaplanmışlardır. Taş bloklar da kil kadar önemli bir yapı malzemesidir. Urfa yakınındaki Göbeklitepe’de keşfedilen ve mabet olduğu düşünülen dairesel tabanlı taş yapılarda bağlayıcı (harç) olarak çamur kullanılmıştır. Göbeklitepe’deki bu yapılar M.Ö. 9500’lere uzanmakta ve bu yapıların dünyanın en eski mabetleri olduğuna inanılmaktadır.

Mısır'da, Mastaba denilen ilk kral mezarları kerpiçten yapılmıştır. Mısırlı mimar İmhotep, M.Ö. 2630'da yaptığı kral mezarında (Şekil 1.1) ilk kez taş kullanmış ve o dönemde dünyanın en büyük taş yapısı olan 125 metre yüksekliğindeki basamaklı piramit hala sağlamlığını muhafaza etmektedir. Binlerce yıl önce, doğadaki malzemeleri etkin şekilde kullanan insanlar, özellikle ateşin bulunmasından sonra kil, kireç, alçı, kum, çakıl, volkanik kül, kiremit tozu gibi malzemeleri iyi değerlendirerek, hala ayakta kalan yapılar üretmişler ve modern harçların gelişmesini sağlamışlardır.

Romalılar *puzolan* dedikleri volkanik tuf, volkanik kül veya pomza taşının tozunu sönmüş kirece katarak çimento benzeri güçlü bir harç kullanmışlar, Colosseum ve Pantheon (Şekil 1.2) gibi önemli binaları yapmışlardır. Romalıların bazen bu harca kiremit tozu eklediği de biliniyor. Mimar Sinan, Romalıların kireç harcını geliştirmiş ve en büyük eseri olan Selimiye Camii'ni de 1575'te bu harçla yapmıştır. İngiltere'de J. Smeaton, 1793'te, içerisinde kil olan kireç taşlarını fırınlayarak farklı bir kireç elde etmiş ve bu kireçle yapılan harcın su altında sertleştiğini bularak modern çimentonun keşfinin yolunu açmıştır. İngiliz J. Aspdin, 1824'te öğütülmüş kireç taşı ve kili fırınlayarak *Portland Çimentosu* denilen modern çimentoyu keşfetmiş, Fransız J. Monier ise 1867'de tel iskelet ve çimentolu harç kullanarak dünyanın ilk beton çiçek saksılarını yapmış ve bu sayede çelik takviyeli betonarme yapı tekniğini kullanmıştır.

Çimento, İtalyanca *cemento* kelimesinden ve beton da Fransızca *le beton* sözcüğünden dilimize geçmiştir. Çimento, modern yapıların ortaya çıkmasını sağlamıştır. İlk betonarme ev İngiliz William B. Wilkinson tarafından 1854 yılında, ilk betonarme köprü 1889'da ve ilk betonarme gökdelen de 1904'te yapılmıştır.



Şekil 1.1. İmhotep tarafından Mısır’da yapılan ilk taş piramit (URL-1, 2019)



Şekil 1.2. 2000 yıllık Pantheon ve delikli kubbesi (URL-2, 2019)

1.2.2. Çelik Yapıların Tarihçesi

Endüstri devriminin başlangıcına kadar barınma ve korunma ihtiyaçları genellikle az katlı yapılar ile karşılanmasına rağmen endüstri devriminin gelişmesi ve bundan dolayı çeliğin yüksek fırınlarda üretimi ve yeni yapı malzemelerinin gelişmesi ile az katlı olarak yapılan yapılar, 18. yüzyıl başlangıcı itibari ile çok katlı olarak gelişme göstermeye başlamıştır. Genellikle 10 kattan başlayan çok katlı yüksek yapıların, günümüzde 100 katın üzerindeki örneklerine rastlamak mümkündür.

Çok katlı yüksek yapıların gelişme nedenleri hayli fazla olmakla birlikte bunlar arasında en önemlisi, 1900'li yıllardan sonra başlayan hızlı şehirleşme ve şehirlerin nüfus yoğunluğundaki hızlı artıştan dolayı şehirlerde ekonomik çözüm olarak çok katlı yüksek yapı uygulamasına gidilmesidir. Böylece şehirlerde alanların daha ekonomik kullanılması sağlanmış ve toplu konut düşüncesinin gelişmesi ile çok katlı yüksek yapı uygulamaları daha sık görülmeye başlanmıştır.

19. yüzyıl başlarında yapı malzemelerindeki gelişmeler ve inşaat malzemesi olarak dökme demir ve çeliğin seri üretiminin yapılması ile çelik çerçeve sistemli yapılarda büyük gelişme sağlanmış ve böylece yapı kat adetlerinde artış ve büyük açıklıkları geçme olanağı elde edilmiştir.

1851 yılında Londra'da inşa edilen Crystal Palace Binası, 1854 yılında New York şehrinde inşa edilen Harper&Bros. Basın Evi, 1883'te inşa edilen 11 katlı Home Insurance Binası, 1889'da inşa edilen II. Leiter Binası ve 1895'te Chicago'da inşa edilen Reliance Binası ilk çelik yapılara örnek olarak gösterilebilir.

19. yüzyıl sonlarında çelik yapı malzemesi, dökme demirden yapılmış kolon ve kirişlerin yerine geçmiştir. Çelik malzemenin tercih edilme nedeni, çelik çerçeve profillerinin dökme demirden yapılanlardan %15 daha ekonomik olmasından kaynaklanmıştır.

1920'lerin sonunda New York şehrinde çok katlı yapılar hızla artmıştır. Bu dönemde yapılan yapıların en önemli örneklerinden birisi, 1913 yılında tamamlanan 237 metre yüksekliğindeki 58 katlı, Vierendeel çerçeveleri kullanılarak yapılan *Woolworth Binası*'dır (Şekil 1.3).

Plastik hesap yönteminin 1950'li yıllarda geliştirilmesi, yapı davranışının daha iyi yorumlanmasını sağlamıştır. Plastik tasarım tekniğinin uygulanmasına örnek olarak Toronto'daki 8 katlı apartman binası verilebilir.

1972 yılında New York'ta inşa edilen World Trade Center ve iki yıl sonra Chicago'da gerçekleştirilen 442 metre yüksekliğindeki Sears Tower Binası diğer çok katlı çelik yapı örnekleridir.

Ülkemizde ise çok katlı çelik yapıların 1950'li yıllarda gündeme geldiği görülür. Bunun en önemli faktörlerinden birisi ülkemizin önemli bir deprem kuşağında yer almasıdır. Fakat zamanla artan ihtiyacı karşılamak ve arsa değerlerinin yükselmesi ile gelişen yapı teknolojisinin sonucu olarak ülkemizde de yüksek yapıların yapımı hızlanmıştır.



Şekil 1.3. 1913 yılında tamamlanan Woolworth Binası (URL-3, 2019)

Bunların başlıca örnekleri arasında Ankara'daki 13 katlı Ulus İşhanı, 24 katlı Kızılay Emek İşhanı, 20 katlı Stad Oteli ve 23 katlı Ceylan-Intercontinental Oteli gösterilebilir. 1975 ve sonraki yıllarda yüksek yapıların kat adetlerinde artış gözlenmiş olup bunlara, Ankara'daki 29 katlı Türkiye İş Bankası, İstanbul'daki 28 katlı Harbiye Orduevi, 26 katlı Maya-Akar İş Merkezi, 24 ve 36 katlı iki bloktan oluşan Sabancı İş Merkezi ile İstanbul'daki İş Bankası Binası örnek olarak gösterilebilir.

1.2.3. Betonarme Yapıların Avantajları

- Kolay işlenip şekil verilebilirler.
- Betonarmenin basınç dayanımı ahşap, tuğla, gaz beton gibi birçok yapı malzemesine göre yüksektir.
- Yaygın olarak inşa edildiklerinden işçi bulmak kolaydır.
- Ani göçme olmaz, betonarme yapılar göçme olacağını önceden belli eder.
- Betonun ana malzemesi olan agrega ve su doğada kolayca bulunabilir. Ham maddeyi bulmak için az enerji gerektirir.
- Çelik yapıya göre daha rijit bir yapısı vardır. Bu da uygun ve doğru projelendirilmesi koşuluyla büyük yer değiştirmeler olmaması anlamına gelir.
- Bakımı kolaydır.
- Korozyon (paslanma) ve yangın tehlikesi azdır.

1.2.4. Betonarme Yapıların Dezavantajları

- Homojen yapıda olmadığı için statik hesaplamalardaki sonuçlarda hata payı yüksek olabilir.
- Zarar görmüş yapı elemanı varsa bunun tadilatı çok daha zahmetlidir.
- Ağırlığı nedeniyle maliyeti yüksektir.
- İnşaat süresi uzundur ve her türlü hava koşullarında çalışmaya uygun değildir.
- Kullanım ömrünü tamamlayan binanın yıkımı pahalıdır.
- Yıkımdan çıkan malzeme tekrar değerlendirilemez, çevre kirliliği yapar.
- Yeterli dayanım kazanana kadar bakım yapılmalıdır.
- Çekme dayanımı düşüktür.
- Kusurların sonraki aşamalarda belirlenmesi zordur.
- Betonun çatlama riski vardır.
- Kalıp ve iskele konusunda dikkatli olmak gerekir (Şekil 1.4).



Şekil 1.4. Betonarme yapıların dezavantajları (URL-4, 2019)

1.2.5. Çelik Yapıların Avantajları

- Çeliğin elastisite modülü diğer yapı malzemelerine oranla çok yüksektir. Bu da dinamik yüklemelere, deprem yüküne ve titreşimlere karşı uygun bir davranış sergilemesine katkı sağlar.
- Taşıyabileceği ağırlık, kendi ağırlığının hayli üstündedir.
- Homojen bir yapısı olduğu için tam da kendinden beklenen davranışı sergiler. Diğer bir ifadeyle statik hesaplarındaki hata payları düşük mertebelerde gerçekleşir.
- Betonarmeye oranla çok daha hafif yapılar inşa edilir. Bu da maliyetin düşmesine sebep olur. Maliyetin düşmesindeki bir diğer faktör de, küçük kesitlerle ve kolonsuz geçiş imkânı sağlanması ve büyük mekânlarda istenilen tasarımın yapılmasına yardımcı olunmasıdır (Şekil 1.5).



Şekil 1.5. Çelik yapılar (URL-5, 2019)

1.2.6. Çelik Yapıların Dezavantajları

- Bu işi yapacak insanların kalifiye eleman olmaları gerekmektedir ve sektörde çelik alanındaki kalifiye eleman azlığı bir dezavantajdır.
- Yangına dayanımı düşüktür, bu da yapılar için büyük bir dezavantajdır. Bunun çözümü özel kürler ve bakımlardır. Fakat bu da maliyeti artırır.
- Korozyon (paslanma) sıkça karşılaşılan sorunlardan biridir. Bunu önlemek için bakımların yapılması gerekir. (Boyamak, betona gömmek, korozyona dayanıklı özel alaşımlı çelik kullanmak vb.)
- Betonarmeye oranla çeliğin malzemesi pahalıdır.

1.2.7. Deprem ve Deprem Taşıyıcı Sistem Üzerindeki Etkileri

Ülkemizdeki yapı stokunun yaklaşık % 95'i betonarme yapılardan oluşmaktadır. 1997 ve 2007 yıllarında yürürlüğe giren Deprem Yönetmeliği'nden sonra yapılan yapılarda, daha iyi bir kalite yakalanmakla birlikte, önceden yapılmış, kontrol sisteminden uzak, malzeme

kalitesi düşük, zemin etütleri doğru bir şekilde yapılmamış, çok büyük bir oranda yapı stokumuz bulunmaktadır.

Daha önce yaşadığımız, 1999 tarihinde ve merkez üssü Kocaeli-Gölcük olan, 7.4 şiddetindeki depremde (Şekil 1.6) resmi rakamlara göre 18373 vatandaşımız hayatını kaybetmiş, 23781 vatandaşımız yaralanmış ve 505 vatandaşımız da sakat kalmıştır. Yine resmi rakamlara göre 285211 konut ve 42902 işyeri hasar görürken 96796 konut ve 15939 işyeri yıkılmıştır. Bu depremin ülkemize maliyeti ise 15 milyar dolar (yaklaşık 80 milyar TL)'dir.

Hiroşima'ya atılan atom bombasının 33 katı bir enerjinin açığa çıktığı 7.2 büyüklüğündeki 23 Ekim 2011 Van-Erciş ve 5.6 büyüklüğündeki 9 Kasım 2011 Van-Edremit merkezli (Şekil 1.7 ve Şekil 1.8) depremlerde 644 vatandaşımız hayatını kaybetmiş, 1966 vatandaşımız yaralanmış, 252 vatandaşımız ise enkazlardan sağ olarak kurtarılmıştır. 50600 konut, işyeri ve ahırın yıkılmasına ya da ağır hasar görmesine, 22000 konutta ise orta derecede hasar oluşmasına sebep olmuştur. Depremlerde hasar gören 22 bin orta hasarlı konuttan bugün sadece 3 bini güçlendirilmiştir. Van depreminin yol açtığı ekonomik, sosyal ve toplumsal sorunlar ise hala devam etmektedir.



Şekil 1.6. 1999 Kocaeli-Gölcük depremine ait fotoğraflar (URL-6, 2019)



Şekil 1.7. 2011 Van depremine ait fotoğraf-1 (URL-7, 2019)



Şekil 1.8. 2011 Van depremine ait fotoğraf-2 (URL-8, 2019)

23 Ekim 2011 tarihinde yaşanan Van Depremi bir kez daha göstermiştir ki, kentleşme için yanlış yer seçimi kararları, yeterli mühendislik hizmeti almayan yapı üretimi ve özellikle denetimsizlik bir doğa olayını yine afete dönüştürmüştür.

Bu depremin ülkemize maliyetinin ise yıkım ve yeniden yapım olarak yaklaşık 5.5 milyar TL olduğu tespit edilmiştir. Ancak yıkımların taşınması, yaralıların tedavisi, barınma, gıda, giyim, 48 çevre ilden ve 30 kurumdan gelen 140 ekip ile 4418 teknik personel ve ekipman giderleri tüm Türkiye’den giden yardımları da dikkate aldığımızda bu depremin maliyetinin 10-12 milyar TL arasında olduğu tahmin edilmektedir.

Bu maddi ve manevi yıkıcı etkiler göz önüne alındığında ülkemizin betonarme yapı konusunda ne derece yetersiz durumda olduğu ve giderilmesi gereken birçok sorunun olduğu aşikârdır.

Bu konuda, “ülke olarak yapmamız gerekenler nelerdir?” gibi bir soru sormamız aslında yanlış olmaz. Bu soruyu sorduğumuzda da ülke olarak öncelikli yapmamız gerekenler yapılarımızda doğru taşıyıcı sisteme karar verip, seçtiğimiz taşıyıcı sistemi de kanun ve yönetmeliklere uygun bir şekilde imal etmektir.

1.3. Çok Katlı Yapılarda Taşıyıcı Sistem Tasarımı ve Etkiyen Yükler

1.3.1. Taşıyıcı Sistem Tasarımı ve Malzeme Seçimi

Yapı projelerinde en önemli husus taşıyıcı sistem tasarımıdır. Yapıya etkiyecek yükleri, maliyeti, dayanımı vb. hususları etkilediğinden taşıyıcı sistem tasarımında çok iyi araştırma yapmak gerekir. Taşıyıcı sistemin tasarımı yapılırken bir çok kriter göz önünde bulundurulmalıdır.

1.3.1.1. Yapının Şekli ve Geometrisi

Yapı şeklinin belirlenmesinde en önemli etken, yapının yapılacağı alanın sınırları ve topoğrafyası olsa da alan özelliklerine göre en uygun yapı geometrisi ve taşıyıcı sisteme birlikte karar vermek gerekir. Özellikle yapının deprem anındaki burulma etkilerine maruz kalmaması için yapı geometrisi önem arz etmektedir.

1.3.1.2. Zemin Koşulları

Yapının üzerine oturacağı zemin, taşıyıcı sistem tasarımı için en önemli etkenlerden biridir. Sistem, yükleri toplayarak zemine aktardığından, yapıdan gelen yüklerin etkisi ile zeminde oluşabilecek deformasyonların, üst yapıya da çok büyük zararlar verebileceği aşikârdır. Bu sebeple de özellikle çok katlı yapılarda taşıyıcı sisteminin tasarımı, zeminin jeolojik yapısına uygun seçilmelidir. Özellikle zayıf zeminlerde daha hafif taşıyıcı malzeme seçimi çok önemlidir.

1.3.1.3. Fabrikasyon Sistemleri ve Kullanım Amacı

Yapının kullanım amacına bağlı olarak hızlı yapım, malzeme tedarik durumu, ham madde durumu vb. özellikler gerekiyorsa yapım tekniklerine uygun, fabrikasyon sistemi ile hızlı üretim yapılabilen taşıyıcı sistem tasarımı yapmak gerekir.

1.3.1.4. Makina ve Elektrik Donanım Sistemleri

Yapının işlevsel donanımları olan makina-tesisat ve elektrik-tesisat imalatları yapımı, çok katlı yapılarda büyük sorunlar teşkil edebilmektedir. Özellikle yapım esnasında tesisat imalatlarının merkezi olarak çekilmesi, yapımdan sonra da kolay müdahale edilebilir olması yapının taşıyıcı sistem tasarımında büyük önem arz etmektedir.

1.3.1.5. Yangından Korunma

Çok katlı yapılarda, yapının yangın güvenliği büyük önem teşkil etmektedir. Özellikle itfaiye merdiveninin yetişemeyeceği yüksekliklerde, yangının bertaraf edileceği süreye kadar taşıyıcı sistemin yangına dayanımının yüksek olması çok önemlidir.

1.3.1.6. Yerel Koşullar ve Malzeme Fiyatları

Yapının yapılacağı yerin hammadde kaynağı ve kaynağa olan yakınlığı, taşıma ve fiyat olanakları, taşıyıcı sistem tasarımında önemli olan bir diğer etkidir. Yerel bölgede hangi hammadde bulunuyorsa ekonomiklik, zaman ve işçilik açısından büyük avantajlar sağlayacaktır.

1.3.2. Yapıya Etkiyen Yükler

1.3.2.1. Sabit Yükler

Yapının kullanım ömrü boyunca taşıyıcı sisteme etki eden yüklerdir. Taşıyıcı elemanların ağırlığı, kaplama, döşeme, çatı örtüsü, yalıtım, duvar ağırlıkları vb. sabit yükler olup (Şekil 1.9), birim değerleri TS 498’de verilmiştir.



Şekil 1.9. Yapıya etkiyen sabit (zati) yükler (URL-9, 2019)

Yapıya etkiyecek olan deprem yüklerini etkileyen en önemli yük grubudur. Yapının hafif malzemeler ile inşa edilmesi bu açıdan çok önemlidir. Diğer bir konu ise zemin ile etkileşimidir. Hafif malzemeler ile inşa edilen bir yapı, özellikle dayanıksız zeminlerde yapı güvenliğini çok büyük oranlarda etkilemektedir.

1.3.2.2. Hareketli Yükler

Sabit yüklerden farklı olarak hareketli yükler değişken olduklarından tahmin edilmeleri zordur. Bu yükler insan, mobilya, hareketli bölme, mekanik aletler, kar ve araçlar (Şekil 1.10) gibi yapıya etkiyen fakat taşıyıcı sistemin bir parçası olmayan yüklerdir. Deneyim ve analitik

alışmalar sonucunda olabilecek maksimum yükleme koşulları için ampirik formüller geliştirilmiş ve böylece yapıya optimum şekilde aktarılmaları sağlanmıştır.



şekil 1.10. Yapıya etkiyen hareketli yükler (URL-10, 2019)

1.3.2.3. Isı Değişimi

Çok katlı yapılarda, yapılara etkiyecek en önemli dış etkenlerden biri de dış ortam ısı değişimleri sebebiyle yapının taşıyıcı sisteminde oluşabilecek genleşme ve bzlmelerdir. Özellikle elik yapılarda, ısı yalıtımı konusunda gerekli önlemlerin alınmaması durumunda yapıda büyük deplasmanlara yol açılabilir. Bu konuda da gerekli malzeme seçimi önemlidir.

1.3.2.4. Rüzgar Yükleri

ereve sistemlerin tasarlanması ve teknolojik gelişmelere paralel olarak yapı ağırlığındaki büyük azalmalar rüzgar etkisini özellikle çok katlı yapılarda önemli mertebelere ulaştırmıştır. Yapıdaki rüzgar etkisi dinamik etkili bir yük olup, yapı etrafındaki yeryüzü şekline, pürüzlülüğüne, taşıyıcı sistemin şekline ve komşu yapıların dizilme şekli gibi çevresel

faktörlere bağılı olarak değışmektedir. Bu gibi nedenler, yapıyı etkileyen rüzgar hızını ve doğrultusunu değıştirerek yapının davranışını etkilemektedir. Çok katlı yapılarda rüzgar nedeniyle oluşabilecek türbölans ve girdap etkilerini azaltacak önlemler alınmalı ve yapı, bu şekilde rüzgar etkilerine karşı güvenli hale getirilmelidir.

1.3.2.5. Deprem Yükları

Yeryüzü kabuğı erimiş iç çekirdek üzerinde yüzen kalın kaya tabakalar halindedir. Bu kayaların hareketleri sonucunda yeryüzüne şok dalgaları yayılır. Deprem de bu dalga hareketleri ile meydana gelir. Deprem, yapının temelinden başlayarak en üst noktaya kadar etkir. Yapı taşıyıcı sistem elemanları, bu harekete karşı koyacak şekilde tasarlanmalıdır.

Yeryüzü kabuğı derinliklerinde aktif fay denilen bölgelerde rölatif hareket ile biriken enerjinin aniden ortaya çıkması sonucu deprem meydana gelir. Bu noktaya deprem odağı adı verilir. Deprem odağının tam üstüne tekabül eden yer kabuğı üzerindeki noktaya ise deprem merkezi denir. Deprem odağında açığa çıkan büyük enerji, her yönde enerji dalgaları olarak yayılır. Bu enerji dalgaları yeryüzü kabuğına ulaşır ve taban kayasında hareketler oluştururlar. Bu dalga hareketi zamanla değıştiğı için genellikle deprem ölçüm aletleri tarafından zamana bağılı ivmeler olarak kaydedilir. Ancak bu ivmeler yerçekimi ivmesi olan $g=9,81 \text{ m/sn}^2$ 'nin bir oranı olarak verilmektedir.

Yayılan bu deprem dalgaları, *Eşdeğer Deprem Kuvveti Yöntemi*'nde yapıya, ağırlığına ve taşıyıcı sistem davranış katsayısına bağılı olarak kesme kuvveti şeklinde etki ettiğı varsayılmaktadır. Bu katsayı, binanın toplam ağırlığına, deprem bölgelerine göre değışen etkin yer ivmesi katsayısına, binanın birinci moddaki doğal titreşim periyoduna, ivme spektrum periyoduna ve süneklığe bağılıdır.

Yapıya etkileyen toplam kesme kuvveti, rijitlikleri oranında çerçevelere ve katlara dağılmaktadır. Bu yüklerin hesaplanması ile ilgili TBDY 2018'de detaylı bilgi mevcuttur.

1.4. Literatür Araştırması

Tez konusuyla doğrudan ve dolaylı ilişkili literatürde birçok çalışma bulunmaktadır. Günümüz tasarım teknolojilerini ortaya koymak maksadıyla aşağıda konu ile ilgili bazı yakın tarihli çalışmalara değıinilmektedir.

Demirel ve Özkan (2003) yaptıkları makale çalışmasında, çelik yapı bileşenlerinin yangın sırasındaki davranışları irdelemiş ve çelik yapılarda alınacak yangın önlemlerinden bahsetmişlerdir.

Türkmen vd. (2006) tarafından yapılan makale çalışmasında, 4, 6 ve 8 katlı betonarme yapılar Z1, Z2, Z3 ve Z4 zemin sınıflarına göre ayrı ayrı eşdeğer statik deprem yükü yöntemi kullanılarak analiz edilmiş ve yapı maliyetleri de çıkarılarak karşılaştırmalar yapılmıştır.

Doğangün ve Livaoglu (2006), betonarme yapılar için farklı yönetmeliklerde tanımlanan tasarım spektrumlarının karşılaştırmalı bir değerlendirmesini yapmışlar ve analizi yapılan binalar için periyot, taban kesme kuvveti ve yatay yer değiştirme değerlerinin karşılaştırmalı irdelemelerini sunmuşlardır.

Keçelioğlu (2008) tarafından yapılan çalışmada betonarme bir yapı olan İstanbul 4. Levent'teki İş Kule binasının çekirdek perdeleri sabit tutularak cephe kolon-kiriş sistemi ve döşemeleri çelik olarak tasarlanmış ve böylelikle betonarme ve çeliğin yüksek bir binada beraber kullanımı ile karma bir yapı elde edilmiştir. Yapıda 6 adet bodrum ve 48 adet normal kat olmak üzere toplam 54 kat mevcut olup toplam yapı yüksekliği 194.5 m'dir. Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmeliğe (DBYBHY, 2007) göre statik ve betonarme kontrolleri yapılan betonarme bina ile çelik olarak tasarımı yapılan binanın sistem davranışı, maliyet ve süre analizi, çevresel faktörler, yapım kolaylığı bakımlarından karşılaştırması, daha sonra da çelik yapının DBYBHY-2007 koşullarına göre kontrolleri yapılmıştır. Mevcut betonarme yapının ve tasarımı yapılan çelik yapının üç boyutlu statik modelleri ETABS 8.5.4. ve SAP2000 programları ile oluşturulmuş, bu programlardan alınan kesit tesirlerine göre yapı elemanları boyutlandırılmış ve birleşim hesapları yapılmıştır.

Işık (2008) tarafından yapılan çalışmada, betonarme perde ve çerçevelerden oluşan 20 katlı 61 m yükseklikli bir yapının farklı taşıyıcı sistemler ve farklı çözümler altında deprem yükleri etkisindeki davranışı incelenmiştir. Söz konusu yapının SAP2000 yapısal analiz programı ile çözümü yapıp, Mod Birleştirme Yöntemi ve Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi ile ayrı ayrı hesabı yapılmıştır.

Yemez (2009) tarafından yapılan makale çalışmasında, günümüz teknolojisi ile üretilen yüksek dayanımlı çelik elemanların, yapılarda kullanımı ve etkileri, depreme karşı dayanımı ve çelik ile ilgili teknolojik araştırmalar irdelenmiştir.

Civelek (2010) tarafından yapılan tez çalışmasında, 1959 yılında New York'da inşa edilmiş 97 m yüksekliğindeki Corning Glass yüksek çelik binanın, TS 498 ve günümüz

yönetmelikleri açısından analizleri yapılmış ve yapı özellikle rüzgar yükleri açısından irdelenmiştir.

Yemez ve Şendağ (2010) tarafından yapılan çalışmada, çok katlı otoparkların tarihsel gelişimi, çok katlı otoparklarda çelik taşıyıcı sistem kullanılması ve çelik imalatın maliyeti konuları hakkında bilgiler verilmiştir.

Tansel (2010) tarafından yapılan tez çalışmasında çok katlı üç farklı yapı; zemin koşulları, mimari plan, yapı ve kat yükseklikleri, döşeme şekli, düşey yükler ve rüzgar yükleri, deprem bölgesi ve yapı kullanım amacı aynı kalmak şartı ile TS 648 ve 2007 Deprem Yönetmeliği'ne göre SAP2000 paket programı ile analizleri yapılmış ve elde edilen sonuçlar karşılaştırılmıştır.

Aydın (2011) tarafından yapılan çalışmada, çelik yapıların; malzeme, dayanıklılık, istenilen formu verme, çevreye etkileri ve geri dönüşüm gibi özellikleri sürdürülebilir ekonomi açısından incelenmiştir.

Liu vd. (2012) farklı deprem kayıtlarını ve rüzgâr yüklerini dikkate alarak 117 katlı ve 597 m yükseklikli bir yapının zaman tanım alanında doğrusal ve doğrusal olmayan analizlerini gerçekleştirmişler ve bazı önerilerde bulunmuşlardır.

Urfalı (2012) tarafından yapılan tez çalışmasında, çelik taşıyıcı sistemlerinin mimari tasarım ve formlara uygulanması konusu irdelenmiştir.

Dağdeviren (2013) tarafından yapılan tez çalışmasında, 9 katlı, süneklik düzeyi yüksek, çelik çerçeveli yapı sistemi DBYBHY-2007 can güvenliği performans hedefine göre tasarlanıp ATC 40 ve FEMA 356'ya göre performans değerlendirilmesi yapılmıştır.

Uysal (2014) tarafından yapılan çalışmada, dünya genelinde yapımı tamamlanan veya devam eden yüksek katlı çelik ve kompozit yapılar, mahal, taşıyıcı sistem ve malzeme yönünden irdelenmiş, çelik imalatın avantaj ve dezavantajları ortaya konulmuştur.

Ünal (2015) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, iki farklı tipte çelik yapı örnek sistem olarak seçilmiş ve genel kabul görmüş standartlar dikkate alınarak bu yapıların analiz ve boyutlandırmaları yapılmıştır. Yapıların üç boyutlu analizleri ve boyutlandırmaları SAP 2000 programı kullanılarak oluşturulmuş ve yapıya etkiyen yüklerin analizinde TS 498 ve DBYBHY-2007 kullanılmıştır. Sonuç olarak, LRFD ve Eurocode 3'e göre yapı elemanlarının boyutlandırılması sonucu ihtiyaç olunan kesitlerde ve bu kesitlerin kapasite kullanımlarında birbirine yakın sonuçlar ortaya çıktığı, TS 648'e göre yapılan tahkiklerde ise kesit ihtiyacı ve kapasite kullanımlarında diğer yapı yönetmelerine göre artış olduğu ve bu durumun da maliyeti artıran bir unsur olarak dikkat çektiği vurgulanmıştır.

Özgan vd. (2016) tarafından yapılan makale çalışmasında, 8 katlı betonarme bir yapı, zemin açısından irdelenmiştir. Rijit yapı-zemin kabulü ile birlikte Winkler ve Geliştirilmiş Vlasov Modelleri de kullanılarak yapı SAP2000 programıyla modellenmiştir.

Keleşoğlu vd. (2017), 1975 Deprem Yönetmeliği'ne göre yapılmış 5 katlı çerçeve sistem betonarme bir binanın, 2007 Deprem Yönetmeliği can güvenli performans düzeyine göre analizlerini yapmışlardır.

Yardımcı ve Güreş (2017) yaptıkları makale çalışmasında, çelik yapıların uygulanabilirliği, kentsel dönüşüm açısından önemi, ekonomik, çevresel ve sosyal sürdürülebilirlik vasıfları ile avantaj ve dezavantajları anlatılarak, çelik yapıların günümüz açısından önemi vurgulanmıştır.

Güven (2018) tarafından yapılan çalışmada; 21 katlı, 84 m yükseklikli, taşıyıcı sistemi süneklik düzeyi yüksek perde + çerçevelerden oluşan bir yapıdaki perdelerin Türk ve Amerikan yönetmeliklerine göre doğrusal ve zaman tanım alanında doğrusal olmayan tasarımı gerçekleştirilmiştir. Türk yönetmelikleri kapsamında; Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği 2018 (TBDY), TS 500 Betonarme Yapıların Tasarım ve Hesap Kuralları ve TS 498 Yapı Elemanlarının Boyutlandırılmasında Alınacak Yüklerin Hesap Değerleri yönetmelikleri kullanılmıştır. Malzeme özellikleri, yük birleşimleri için TS 500, göz önüne alınacak yük değerleri için ise TS 498 kullanılmıştır. Türk yönetmeliklerinde yer almayan konular için yabancı kaynaklara başvurulmuştur. Amerikan yönetmeliklerine göre yapılan tasarım kapsamında; “ACI 318-14 Yapısal Beton İçin Bina Yönetmelik Koşulları ve Açıklamalar, ASCE 07-10 Binalar ve Diğer Yapılar İçin Minimum Tasarım Yükleri ve ASCE 41-13 Mevcut Binaların Sismik Değerlendirilmesi ve Güçlendirilmesi” yönetmelikleri kullanılmıştır. Betonarme elemanların kesit hesaplarının yapılmasında ACI 318-14, yapının doğrusal analizinin yapılmasında ASCE 07-10 yönetmelikleri kullanılmıştır. Doğrusal olmayan analiz için ise ASCE 41-13 yönetmeliği kullanılmıştır. Yapılan çalışmada perdeler detaylıca incelenmiş, kolon ve kirişlerin sadece gerekli dayanım şartlarını sağladığı gösterilmiştir.

Erdeğer (2018) tarafından yapılan çalışmada, çelik yapıların avantaj ve dezavantajları detaylı bir şekilde irdelenmiştir.

Keskin ve Bozdoğan (2018), DBYBHY-2007 ve TBDY-2018 koşullarını ayrı ayrı kullanarak Kırklareli ilinde bulunan dört katlı bir binanın deprem analizini farklı zemin sınıflarını dikkate alarak ETABS programı yardımıyla gerçekleştirmiştir. Analiz sonuçlarını

2007 ve 2018 deprem yönetmeliklerine göre ayrı ayrı değerlendirerek sonuçları karşılaştırmıştır.

Öztürk (2018), 1996 tarihli deprem tehlike haritasında sırasıyla 1., 2., 3. ve 4. bölgede yer alan Kırşehir-Merkez, Eskişehir-Merkez, Kayseri Merkez ve Konya-Selçuk Üniversitesi Kampüs bölgelerinde, tasarım depremi için iki farklı zemin cinsi ve iki farklı periyot değeri seçerek DBYBHY-2007 ve TBDY-2018 yönetmeliklerinin karşılaştırmalı analizini yapmış ve yeni yönetmeliğin köklü değişiklikler getirdiğini belirtmiştir.

1.5. Çalışmanın Amacı ve Kapsamı

Bu tez çalışmasının temel amacı; çok katlı betonarme ve çelik taşıyıcı sisteme sahip olarak modellenen yapısal bir sistemin yeni yürürlüğe giren TBDY-2018’de tanımlanan yerel zemin sınıflarına göre analizlerini yapmak ve her iki taşıyıcı sistemin avantaj ve dezavantajlarını ortaya koymaktır. Bu analizler sonucunda incelenen iki model için hedeflenen optimum özellikler tespit edilmekte ve sonuçlar karşılaştırmalı olarak verilmektedir.

Çalışma kapsamında, 3 bodrum, 1 zemin ve 9 normal kat olmak üzere toplam 13 kattan oluşan yapısal sistemlerin analizleri yapılmaktadır. Yapının betonarme formunda, bodrum katlar rijit bodrum perdeleri ile çevrili olacak olup zemin ve diğer katlar asansör perdeli çerçeve (karma) sistemdir. Çelik yapı formunda ise yine bodrum katlar rijit perdelerle çevrili olup, diğer katlar, asansör perdeli çelik çerçeve sistemdir. Yapının yüksekliği her iki formda da 39 m’dir. Analizlerden elde edilen kat momentleri bir doğrultuda birer aks için karşılaştırılmaktadır. Analiz sonucu elde edilen kaba inşaat metraj değerleri baz alınarak güncel birim fiyatlara göre maliyet analizleri yapılmaktadır. Modellenen betonarme ve çelik yapıların zemin sınıflarına göre çözümlemeleri İDECAD 8.62 (2018) paket programı kullanılarak karşılaştırmalı olarak yapılmaktadır. Elde edilen metrajlar da AMP paket programına (AMP, 2018) aktararak yapıların yaklaşık maliyetleri hesaplanmaktadır.

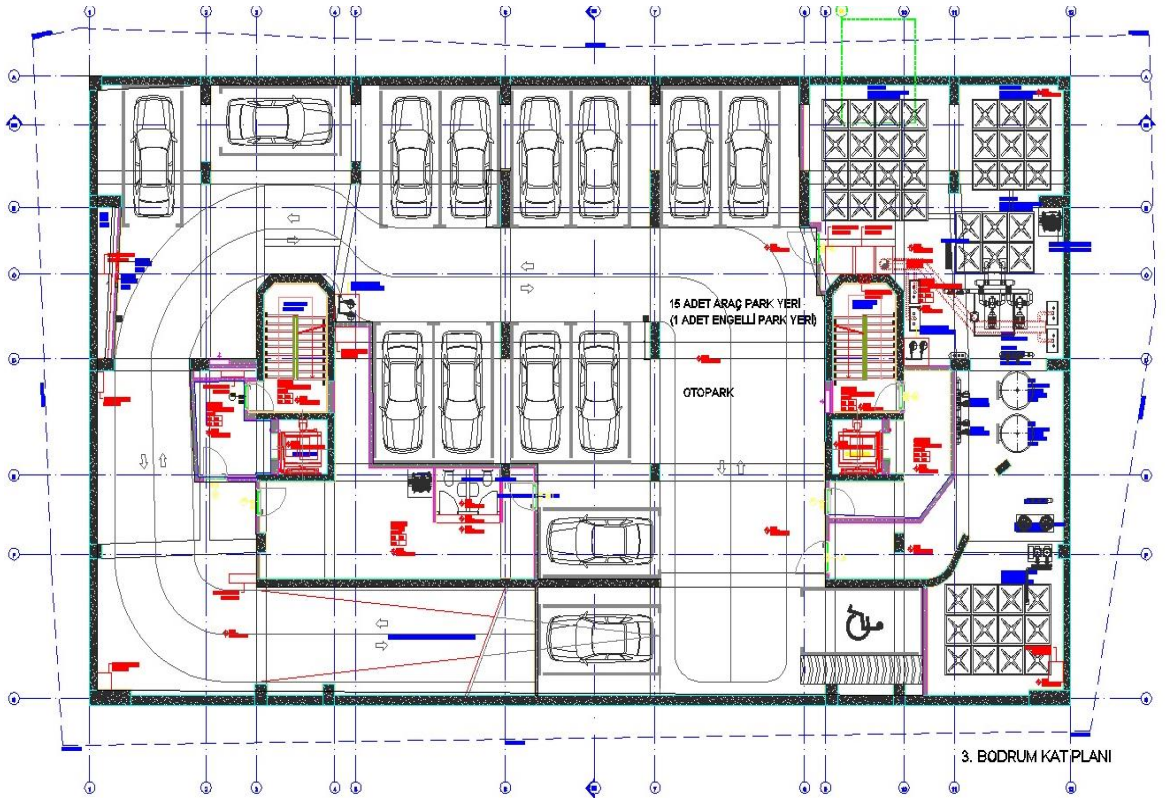
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

2.1. Yapının Tanımı

Çalışmanın bu bölümünde, yapının mimari, betonarme taşıyıcı ve çelik taşıyıcı sistemlerine ilişkin bilgiler sunulmaktadır.

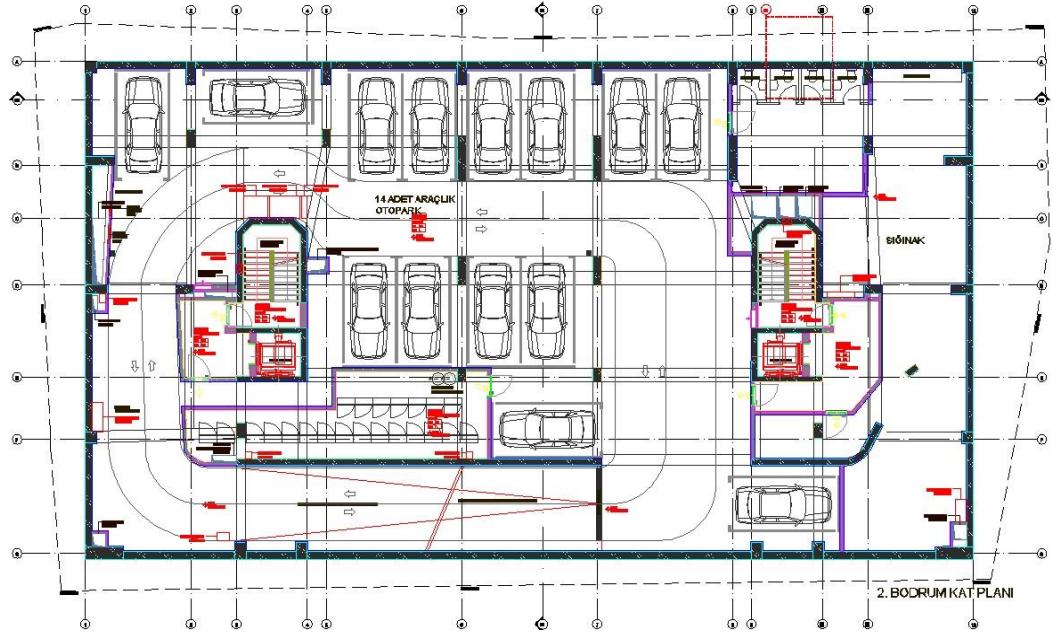
2.1.1. Yapının Mimari Sistemi

3. bodrum katlar Şekil 2.1'deki gibi 15 araçlık otopark ve mekanik-tesisat alanı, 2. bodrum kat Şekil 2.2'deki gibi 14 araçlık otopark ve sığınak alanı ve 1. bodrum kat da Şekil 2.3'deki gibi AVM depoları, yönetim ofisi ve lobi olarak tasarlanmıştır.

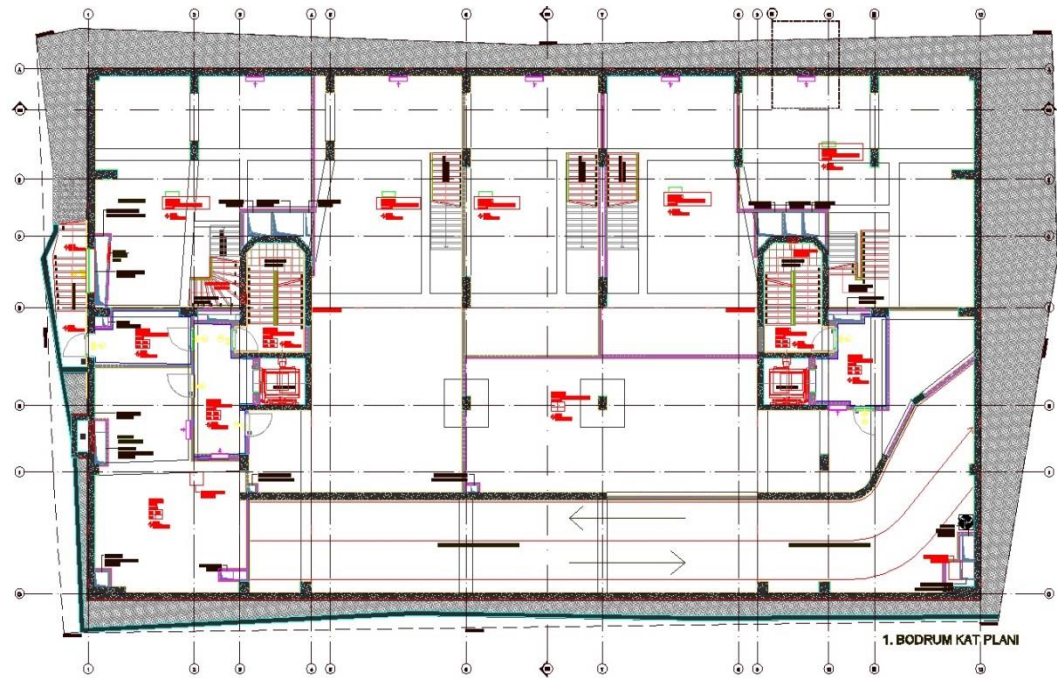


Şekil 2.1. Mimari 3. bodrum kat planı

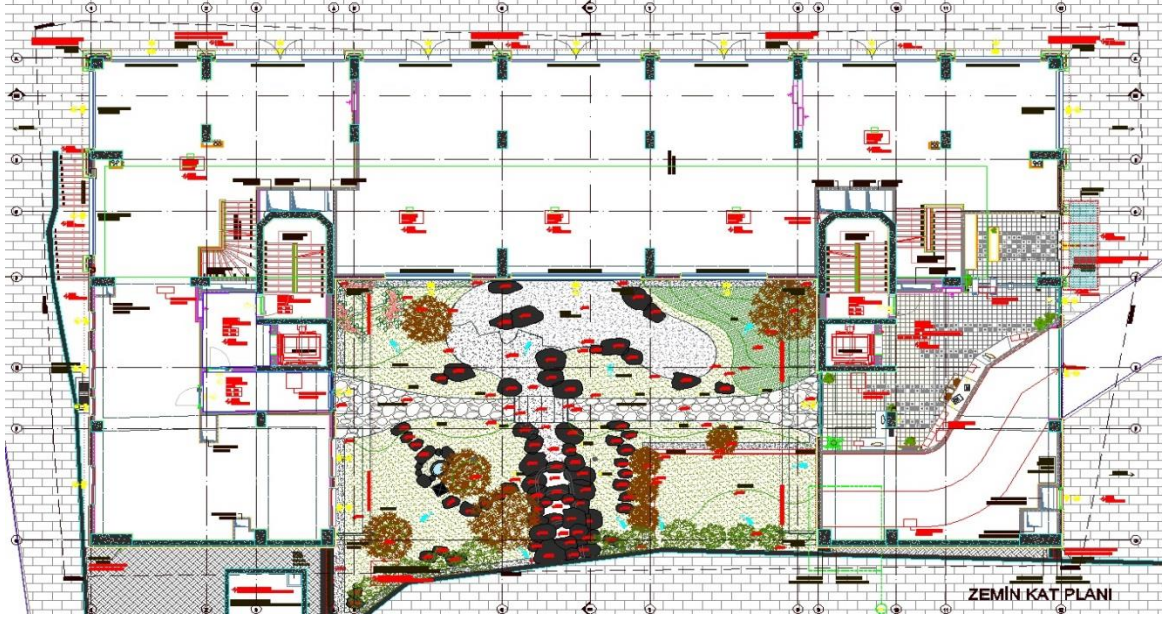
Zemin kat Şekil 2.4'deki gibi A.V.M. ve konaklama lobisi olarak tasarlanmıştır. Otopark ve lobi girişleri de bu kattadır.



Şekil 2.2. Mimari 2. bodrum kat planı

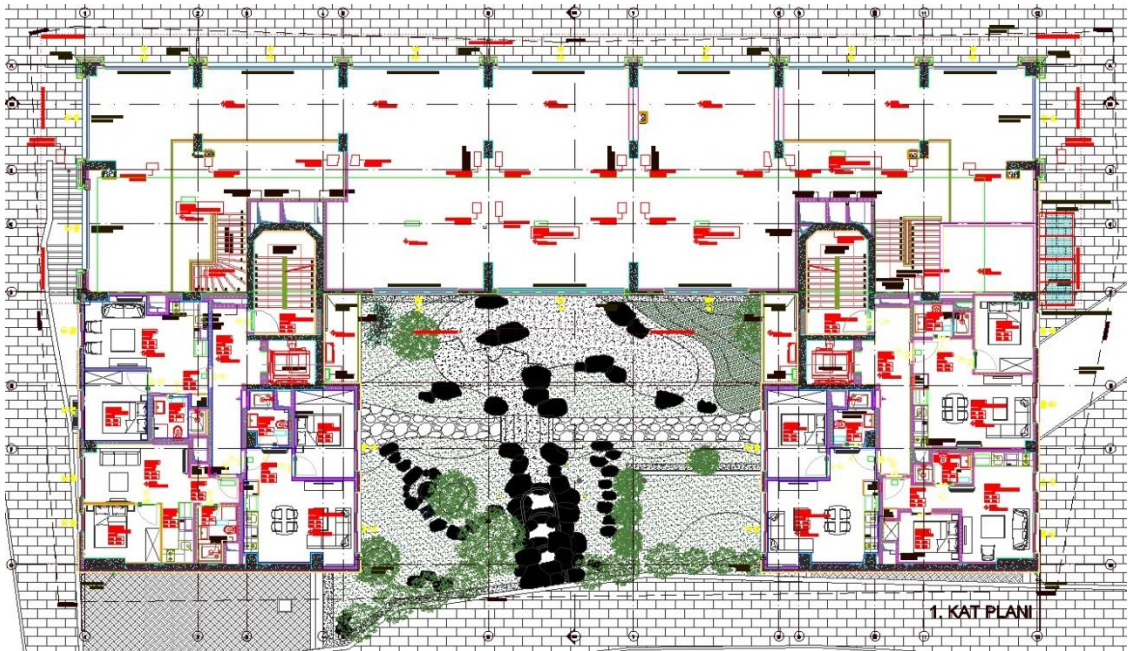


Şekil 2.3. Mimari 1. bodrum kat planı

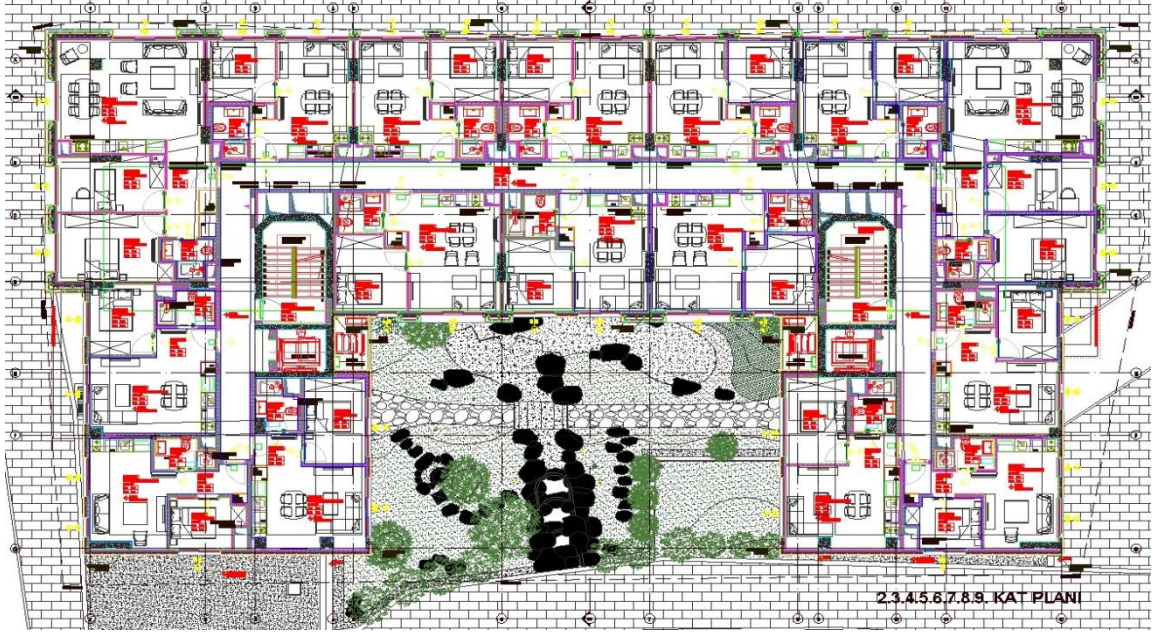


Şekil 2.4. Mimari zemin kat planı

1. kat Şekil 2.5'deki gibi kısmen A.V.M. kısmen konaklama, diğer normal katlar ise Şekil 2.6'daki gibi tamamen konaklama tesisi olarak tasarlanmıştır.



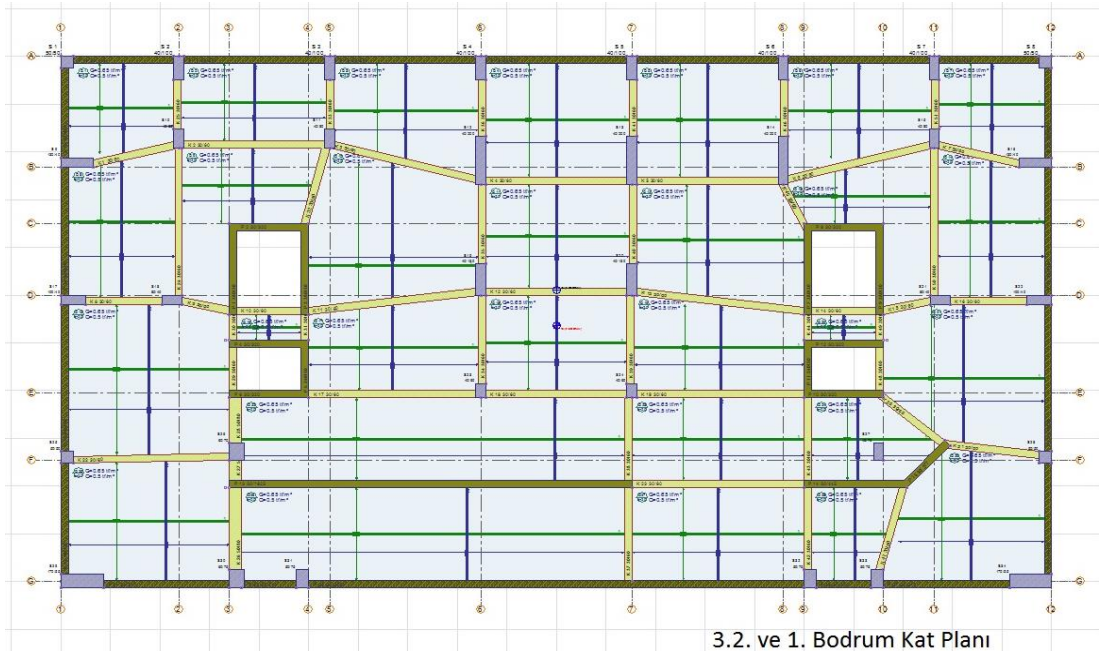
Şekil 2.5. Mimari 1. kat planı



Şekil 2.6. Diğer Mimari normal kat planları

2.1.2. Yapının Betonarme Taşıyıcı Sistemi

Yapının betonarme çözümü yapılırken 3., 2. ve 1. bodrum katlar tamamen rijit bodrum perdeleri ile çevrelenmiştir (Şekil 2.7).



Şekil 2.7. Betonarme 3., 2. ve 1. bodrum kat planları



Şekil 2.8. Betonarme zemin ve normal kat planları

Kat yükseklikleri 3 m olup, temel üst kotu -9.00, 3.bodrum kat döşeme kotu -6.00, 2. bodrum döşeme kotu -3.00, 1. bodrum döşeme kotu ± 0.00 ve zemin kat döşeme kotu +3.00'tür. Son kat döşeme kotu +30.00 olup, bina yüksekliği bodrum katlarla birlikte toplam 39 m'dir (Şekil 2.9).

Yapının döşeme ön bilgileri Tablo 2.1’de verilmiştir. Döşemeler için boyutlandırma, pirsantaj ve statik parametreler gibi ön bilgiler içermektedir.

Tablo 2.1. Yapıdaki döşemelere ait ön bilgiler

DÖŞEME ÖN BİLGİLERİ

l_{sn} : Döşemenin kısa doğrultudaki serbest açıklığı

A_s : Döşeme çekme donatısı alanı

a_s : Sürekli kenar uzunluklarının toplam kenar uzunluğuna oranı

l_n : Döşemenin serbest açıklığı

Döşeme Boyut Ve Donatılarına İlişkin Koşullar			
Büyüklik	Simge	≥ ≤	Açıklama
Tek Doğrultuda Çalışan Döşemeler			
Döşeme Kalınlığı	hf	≥	8 cm (Normal)
		≥	$l_{sn}/25$ (Normal)
		≥	$l_{sn}/30$ (Sürekli)
		≥	$l_{sn}/12$ (Konsol)
Net Beton Örtüsü	Cc	≥	15 mm
Çekme Donatısı	p	≥	0.001 (S220)
Pursantajı		≥	0.002 (S420)
Dağıtma Donatısı	pd	≥	0.2p
Pursantajı			
Burulma Donatısı	ss	≤	1.5 hf
Aralığı			20 cm
Dağıtma Donatısı		≤	30 cm
Aralığı			
Ana Betonarme Hesap		≥	0.6 A_s
Aksına Dik	Akm	≥	Ø8/200 (S220)
Donatı		≥	Ø8/300 (S420)
		≥	Ø5/150 (S500)

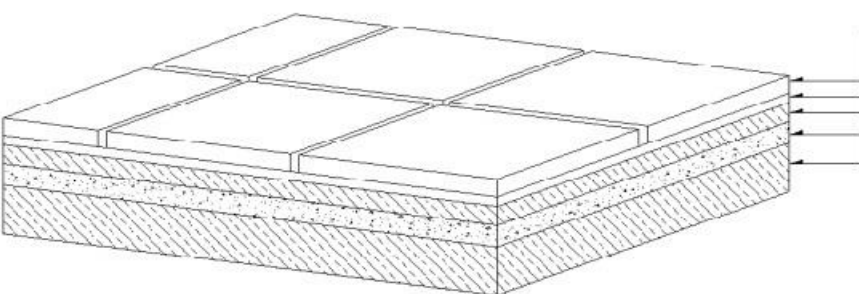
Döşeme Parametreleri	
Hesap Yöntemi	Taşıma gücü
Süneklik	Yüksek / Yüksek
Net Beton Örtüsü	2.5 cm
Min. Çekme Pursantajı	0.0020
Min. Diğer Çekme Pursantajı	0.0020
Min. Hurdî Döşeme Pursantajı	0.0020
Min. Hurdî Döşeme Diğer Pursantajı	0.0005
Min. Donatı Aralığı	10 cm
Maks. Donatı Aralığı	20 cm

Döşeme Boyut Ve Donatılarına İlişkin Koşullar			
Büyüklik	Simge	≥ ≤	Açıklama
Çift Doğrultuda Çalışan Döşemeler			
Döşeme Kalınlığı	hf	≥	80 mm
		≥	$l_{sn}/(15+20/m)(1-as/4)$
Net Beton Örtüsü	Cc	≥	15 mm
Her yönde	ps, pl	≥	0.0015
Donatı Pursantajı			
Her İki Yönde		≥	0.0040 (S220)
Toplam Donatı	ps + pl	≥	0.0035 (S420)
Pursantajı		≥	0.0035 (S500)
Kısa Yöndeki			1.5 hf
Donatı	ss	≤	20 cm
Aralığı			
Uzun Yöndeki			1.5 hf
Donatı	sl	≤	25 cm
Aralığı			
Kirişsiz Döşeme			
Döşeme Kalınlığı	hf	≥	180 mm (Tablasız)
		≥	$l_n/30$ (Tablasız)
		≥	140 mm (Tablalı)
		≥	$l_n/30$ (Tablalı)

Döşeme Parametreleri	
Maks. Donatı Aralığı (x^*d)	1.5
Min. Donatı Aralığı (İlave)	10 cm
Maks. Donatı Aralığı (İlave)	20 cm
Maks. Donatı Aralığı (İlave x^*d)	1.5
Poisson Oranı	0.20
Beton Çekme Hesap Dayanımı	130.322 tf/m ²
Beton Basınç Hesap Dayanımı	2039.432 tf/m ²
Çelik Çekme Hesap Dayanımı	37241.810 tf/m ²
Etriye Çekme Hesap Dayanımı	37241.810 tf/m ²

Tablo 2.2’de döşeme elemanlarının bazı kaplama ve mahal türlerine göre döşeme yük analizleri verilmiştir.

Tablo 2.2. Yapıdaki döşemelere ait çeşitli yük analizleri



- *Kaplama*
- *Kaplama Harcı*
- *Tesviye Betonu*
- *Sıva*
- *Döşeme Betonu*

Adlar	Katman					
Marley Kaplama						
Marley	0.05 [tf/m ²]	x	0.00 [m]	=	0.00 [tf/m]	
Harç	2.20 [tf/m ²]	x	0.02 [m]	=	0.04 [tf/m]	
Tesviye betonu	2.00 [tf/m ²]	x	0.03 [m]	=	0.06 [tf/m]	
Sıva	2.20 [tf/m ²]	x	0.02 [m]	=	0.04 [tf/m]	
Toplam				=	0.15 [tf/m]	
Fayans Kaplama						
Fayans	2.20 [tf/m ²]	x	0.01 [m]	=	0.02 [tf/m]	
Harç	2.20 [tf/m ²]	x	0.02 [m]	=	0.04 [tf/m]	
Tesviye betonu	2.00 [tf/m ²]	x	0.03 [m]	=	0.06 [tf/m]	
Sıva	2.20 [tf/m ²]	x	0.02 [m]	=	0.04 [tf/m]	
Toplam				=	0.17 [tf/m]	
Karo Kaplama						
Karo	2.20 [tf/m ²]	x	0.02 [m]	=	0.04 [tf/m]	
Harç	2.20 [tf/m ²]	x	0.02 [m]	=	0.04 [tf/m]	
Tesviye betonu	2.00 [tf/m ²]	x	0.04 [m]	=	0.08 [tf/m]	
Sıva	2.20 [tf/m ²]	x	0.02 [m]	=	0.04 [tf/m]	
Toplam				=	0.21 [tf/m]	
Düşük Döşeme						
Fayans	2.20 [tf/m ²]	x	0.01 [m]	=	0.02 [tf/m]	
Harç	2.20 [tf/m ²]	x	0.03 [m]	=	0.07 [tf/m]	
Tesviye betonu	2.00 [tf/m ²]	x	0.05 [m]	=	0.10 [tf/m]	
Sıva	2.20 [tf/m ²]	x	0.02 [m]	=	0.04 [tf/m]	
Dolgu	1.50 [tf/m ²]	x	0.20 [m]	=	0.30 [tf/m]	
Toplam				=	0.53 [tf/m]	
Çatı						
İzolasyon	0.10 [tf/m ²]	x	0.05 [m]	=	0.01 [tf/m]	
Tesviye betonu	2.00 [tf/m ²]	x	0.05 [m]	=	0.10 [tf/m]	
Sıva	2.20 [tf/m ²]	x	0.02 [m]	=	0.04 [tf/m]	
Toplam				=	0.15 [tf/m]	
Merdiven						
Mermer	2.20 [tf/m ²]	x	0.02 [m]	=	0.04 [tf/m]	
Harç	2.20 [tf/m ²]	x	0.02 [m]	=	0.04 [tf/m]	
Tesviye betonu	2.00 [tf/m ²]	x	0.03 [m]	=	0.06 [tf/m]	
Sıva	2.20 [tf/m ²]	x	0.02 [m]	=	0.04 [tf/m]	
Toplam				=	0.19 [tf/m]	

Tablo 2.3’de döşeme elemanlarının, döşeme çalışma şekillerine göre kalınlık kontrolleri yapılarak optimum değerler tespit edilmiştir.

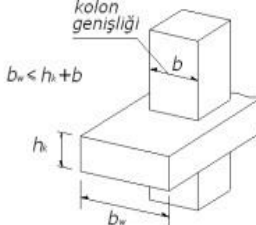
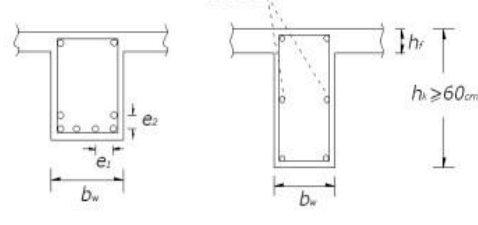
Tablo 2.3. Yapıdaki döşemelere ait döşeme kalınlık kontrolleri

DÖŞEME KALINLIK KONTROLÜ								
$h_f \geq l_{sn} (1 - a_s/4) / (15 + 20/m)$ <p> h_f : Döşeme kalınlığı h : Döşeme sınır kalınlığı l_{sn} : Döşemenin kısa doğrultudaki serbest açıklığı l_n : Döşemenin serbest açıklığı e : Nervürler arasındaki serbest açıklık </p>								
Açıklama						h (min) [cm]	Kontroller	
Döşeme	Tip	Aks	Mesnet Tipi	h [cm]	Hesap İçin Ana Değer [cm]		Kontrol 1 [cm]	Kontrol 2 [cm]
D 1	Çift Yönde Çalışan			15.0	$l_{sn} = 375.8$	10.07	$h > 10.1$ ✓	$h > 8.0$ ✓
D 2	Çift Yönde Çalışan			15.0	$l_{sn} = 325.0$	10.17	$h > 10.2$ ✓	$h > 8.0$ ✓
D 3	Çift Yönde Çalışan			15.0	$l_{sn} = 399.7$	11.37	$h > 11.4$ ✓	$h > 8.0$ ✓
D 4	Çift Yönde Çalışan			15.0	$l_{sn} = 475.0$	12.32	$h > 12.3$ ✓	$h > 8.0$ ✓
D 5	Çift Yönde Çalışan			15.0	$l_{sn} = 475.0$	12.32	$h > 12.3$ ✓	$h > 8.0$ ✓
D 6	Çift Yönde Çalışan			15.0	$l_{sn} = 397.9$	11.29	$h > 11.3$ ✓	$h > 8.0$ ✓
D 7	Çift Yönde Çalışan			15.0	$l_{sn} = 375.8$	10.07	$h > 10.1$ ✓	$h > 8.0$ ✓
D 8	Çift Yönde Çalışan			15.0	$l_{sn} = 430.0$	11.60	$h > 11.6$ ✓	$h > 8.0$ ✓
D 9	Çift Yönde Çalışan			15.0	$l_{sn} = 315.0$	8.59	$h > 8.6$ ✓	$h > 8.0$ ✓
D 10	Çift Yönde Çalışan			20.0	$l_{sn} = 522.9$	14.12	$h > 14.1$ ✓	$h > 8.0$ ✓
D 11	Çift Yönde Çalışan			15.0	$l_{sn} = 435.0$	11.81	$h > 11.8$ ✓	$h > 8.0$ ✓
D 12	Çift Yönde Çalışan			20.0	$l_{sn} = 435.0$	12.79	$h > 12.8$ ✓	$h > 8.0$ ✓
D 13	Tek Yönde Çalışan	1 Aksı	Sürekli	15.0	$l_{sn} = 227.3$	$l_{sn} / 30$	$h > 7.6$ ✓	$h > 8.0$ ✓
		2 Aksı	Sürekli			$l_{sn} / 30$	$h > 7.6$ ✓	
D 14	Çift Yönde Çalışan			15.0	$l_{sn} = 430.0$	11.62	$h > 11.6$ ✓	$h > 8.0$ ✓
D 15	Çift Yönde Çalışan			18.0	$l_{sn} = 630.1$	15.21	$h > 15.2$ ✓	$h > 8.0$ ✓
D 16	Tek Yönde Çalışan	1 Aksı	Sürekli	15.0	$l_{sn} = 110.0$	$l_{sn} / 30$	$h > 3.7$ ✓	$h > 8.0$ ✓
		2 Aksı	Basit Mesnet			$l_{sn} / 25$	$h > 4.4$ ✓	
D 17	Tek Yönde Çalışan	1 Aksı	Sürekli	15.0	$l_{sn} = 110.0$	$l_{sn} / 30$	$h > 3.7$ ✓	$h > 8.0$ ✓
		2 Aksı	Basit Mesnet			$l_{sn} / 25$	$h > 4.4$ ✓	
D 18	Çift Yönde Çalışan			18.0	$l_{sn} = 620.0$	15.09	$h > 15.1$ ✓	$h > 8.0$ ✓
D 19	Çift Yönde Çalışan			15.0	$l_{sn} = 498.9$	14.31	$h > 14.3$ ✓	$h > 8.0$ ✓
D 20	Tek Yönde Çalışan	1 Aksı	Sürekli	15.0	$l_{sn} = 260.0$	$l_{sn} / 30$	$h > 8.7$ ✓	$h > 8.0$ ✓
		2 Aksı	Basit Mesnet			$l_{sn} / 25$	$h > 10.4$ ✓	
D 21	Tek Yönde Çalışan	1 Aksı	Sürekli	15.0	$l_{sn} = 260.0$	$l_{sn} / 30$	$h > 8.7$ ✓	$h > 8.0$ ✓
		2 Aksı	Basit Mesnet			$l_{sn} / 25$	$h > 10.4$ ✓	
D 22	Çift Yönde Çalışan			15.0	$l_{sn} = 505.0$	14.38	$h > 14.4$ ✓	$h > 8.0$ ✓

Tablo 2.4’de kiriş elemanlarının boyutlandırmaya ilişkin koşulları ve statik parametrelere ait değerleri verilmiştir.

Tablo 2.4. Yapıdaki kirişlere ait ön bilgiler

Kiriş Ön Bilgisi			
h_f : Döşeme kalınlığı			
b_w : Kiriş genişliği			
ρ_b : Dengeli donatı oranı			
φ : Boyuna donatı çapı			
A_{sl} : Gövde donatısı alanı			
I_n : Kiriş temiz açıklığı			

Kiriş Boyut Ve Donatılarına İlişkin Koşullar			
Büyüklik	Simge	≥	Açıklama
Kiriş Yüksekliği	h _k	≥	30 cm
		≥	3h _f
		≤	3.5b _w
		≤	I _n / 4 (Gövde donatısı)
Kiriş Genişliği	b _w	≥	25 cm
		≤	Kolon Genişliği + Kiriş Yüksekliği
Çekme Donatısı Oranları	ρ	≥	0.8f _{ctd} / f _{yd}
		≤	0.85ρ _b
		≤	0.02
Net Beton Örtüsü	Cc	≥	25 mm (Dış kirişler)
		≥	20 mm (İç kirişler)
Boyuna donatılar arasındaki net aralık	e ₁	≥	25 mm
	e ₂	≥	q _{min}
			4D / 3 (D: En büyük agrega çapı)

Kiriş Boyut Ve Donatılarına İlişkin Koşullar			
Büyüklik	Simge	≥	Açıklama
Sanılma Bölgesi		≥	d / 4
Etriye Aralığı	s _k	≤	S _{gmin}
			150 mm
Orta Bölge	s _o	≤	d / 2 Vd ≤ 3Vcr
Etriye Aralığı			d / 4 Vd > 3Vcr
Sanılma bölgesi	l _k	≥	2h _k
Boyuna donatı çapı	φ	≥	12 mm
Etriye çapı	φ _w	≥	8 mm
	Asl	≥	0.001 bwd
Gövde donatısı (h _k > 60)	Asl	≥	0.30 A _s
	Çapı	≥	12 mm
	Açıklık	≤	30 cm
Çekme ve basıncı donatı oranı farkı	ρ - ρ'	≤	0.85 ρ _b

Kiriş Parametreleri	
Hesap Yöntemi	Taşıma gücü
Süneklik	Yüksek / Yüksek
Burulma Rijitliği	Alındı
Minimum Altta Kalan Piliye	1.00 [m]
Minimum donatı aralığı	2.50 [cm]
Net Beton Örtüsü	3.0 cm
Minimum Çekme Pürsantajı	0.0028
Maksimum Çekme Pürsantajı	0.0200

Kiriş Parametreleri	
Çift Etriye için Minimum B	40.00 [cm]
Gövde Donatısı için H	61.00 [cm]
Etriye Minimum Aralığı	5.00 [cm]
Etriye Maksimum Aralığı	10.00 [cm]
Maksimum Montaj Aralığı	25.00 [cm]
Gövde Donatısı Çapı	12 [mm]
En fazla kullanılan malzeme	C30 S420
Beton Çekme Hesap Dayanımı	130.32 [tf/m ²]
Beton Basıncı Hesap Dayanımı	2039.43 [tf/m ²]
Çelik Çekme Hesap Dayanımı	37241.81 [tf/m ²]

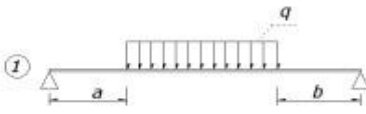
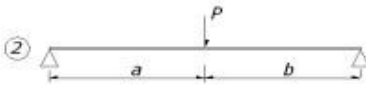
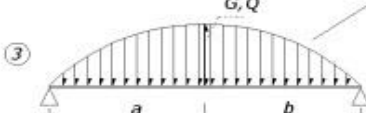
Tablo 2.5’de kirişlerin üzerindeki duvar cins ve kalınlıklarına göre tipik yük analizleri verilmiştir. Bu analizlerde 1 m kiriş uzunluğu için kiriş üzerine etki eden sabit yükler hesaplanmıştır.

Tablo 2.5. Yapıdaki kirişlere ait çeşitli yük analizleri

KİRİŞ YÜK ANALİZİ

Adlar	Katman				
19 cm tuğla					
Delikli tuğla	0.3200 [tf/m ²]	x	2.5000 [m]	=	0.8000 [tf/m]
Toplam				=	320.00 [tf/m]
13 cm tuğla					
13 cm tuğla	0.2500 [tf/m ²]	x	2.5000 [m]	=	0.6250 [tf/m]
Toplam				=	250.00 [tf/m]
12 cm gazbeton duvar (sıva dahil)					
Alçı sıva	0.0100 [tf/m ²]	x	2.5000 [m]	=	0.0250 [tf/m]
Gazbeton	0.0550 [tf/m ²]	x	2.5000 [m]	=	0.1375 [tf/m]
Alçı sıva	0.0100 [tf/m ²]	x	2.5000 [m]	=	0.0250 [tf/m]
Gazbeton tutkalı	0.0013 [tf/m ²]	x	2.5000 [m]	=	0.0032 [tf/m]
Toplam				=	76.30 [tf/m]
18 cm gaz beton duvar (sıva dahil)					
Klasik sıva	0.0360 [tf/m ²]	x	2.5000 [m]	=	0.0900 [tf/m]
Gazbeton	0.0825 [tf/m ²]	x	2.5000 [m]	=	0.2063 [tf/m]
Alçı sıva	0.0100 [tf/m ²]	x	2.5000 [m]	=	0.0250 [tf/m]
Gazbeton tutkalı	0.0019 [tf/m ²]	x	2.5000 [m]	=	0.0049 [tf/m]
Toplam				=	130.45 [tf/m]
23 cm gaz beton duvar (sıva dahil)					
Klasik sıva	0.0360 [tf/m ²]	x	2.5000 [m]	=	0.0900 [tf/m]
Gazbeton	0.1100 [tf/m ²]	x	2.5000 [m]	=	0.2750 [tf/m]
Alçı sıva	0.0100 [tf/m ²]	x	2.5000 [m]	=	0.0250 [tf/m]
Gazbeton tutkalı	0.0026 [tf/m ²]	x	2.5000 [m]	=	0.0065 [tf/m]
Toplam				=	158.60 [tf/m]
28 cm gaz beton duvar (sıva dahil)					
Klasik sıva	0.0360 [tf/m ²]	x	2.5000 [m]	=	0.0900 [tf/m]
Gazbeton	0.1375 [tf/m ²]	x	2.5000 [m]	=	0.3438 [tf/m]
Alçı sıva	0.0100 [tf/m ²]	x	2.5000 [m]	=	0.0250 [tf/m]
Gazbeton tutkalı	0.0032 [tf/m ²]	x	2.5000 [m]	=	0.0081 [tf/m]
Toplam				=	186.75 [tf/m]
13 cm zenon duvar (sıva dahil)					
Sıva	0.0600 [tf/m ²]	x	2.5000 [m]	=	0.1500 [tf/m]
Zenon panel	0.0045 [tf/m ²]	x	2.5000 [m]	=	0.0112 [tf/m]
Sıva	0.0600 [tf/m ²]	x	2.5000 [m]	=	0.1500 [tf/m]
Toplam				=	124.50 [tf/m]

Tablo 2.6. Yapıdaki kirişlere etki eden yükler-1

KIRIŞ YÜKLERİ											
<p>G : Döşemeden gelen sabit yük</p> <p>Q : Döşemeden gelen hareketli yük</p> <p>P : Kiriş tekil yükü</p> <p>q : Kiriş çizgisel yayılı yükü</p> <p>a : Yükün kiriş sol mesnetine olan mesafesi</p> <p>b : Yükün kiriş sağ mesnetine olan mesafesi</p> <p>Yük Tipi : Kiriş üzerinde bulunan yükün nereden alındığı</p> <p>Yük Değeri : Yükün yayılı yük, veya tekil yük olarak değeri</p>						   <p>Döşeme yükleri sonlu elemanlar yöntemi ile aktarılmaktadır</p>					
Kirişler	Yük	#	Değer	a [m]	b [m]	Kirişler	Yük	#	Değer	a [m]	b [m]
K1	Sabit yük	1	0.450 ttf/m	0	0	K2	Sabit yük	1	0.450 ttf/m	0	0
	Duvar yükleri	1	0.625 ttf/m	0	0		Duvar yükleri	1	0.625 ttf/m	0	0
	Döşemeler (D 1 - G)	3	0.86 ttf/m	2.03	2.02		Döşemeler (D 2 - G)	3	0.87 ttf/m	2.85	2.85
	Döşemeler (D 1 - Q)	3	0.81 ttf/m	2.03	2.02		Döşemeler (D 2 - Q)	3	0.83 ttf/m	2.85	2.85
K3	Sabit yük	1	0.450 ttf/m	0	0	K4	Sabit yük	1	0.450 ttf/m	0	0
	Duvar yükleri	1	0.625 ttf/m	0	0		Duvar yükleri	1	0.625 ttf/m	0	0
	Döşemeler (D 3 - G)	3	1.04 ttf/m	2.85	2.85		Döşemeler (D 4 - G)	3	1.17 ttf/m	2.85	2.85
	Döşemeler (D 3 - Q)	3	0.99 ttf/m	2.85	2.85		Döşemeler (D 4 - Q)	3	1.12 ttf/m	2.85	2.85
K5	Sabit yük	1	0.450 ttf/m	0	0	K6	Sabit yük	1	0.450 ttf/m	0	0
	Duvar yükleri	1	0.625 ttf/m	0	0		Duvar yükleri	1	0.625 ttf/m	0	0
	Döşemeler (D 5 - G)	3	1.17 ttf/m	2.85	2.85		Döşemeler (D 6 - G)	3	1.03 ttf/m	2.85	2.85
	Döşemeler (D 5 - Q)	3	1.12 ttf/m	2.85	2.85		Döşemeler (D 6 - Q)	3	0.98 ttf/m	2.85	2.85
K7	Sabit yük	1	0.450 ttf/m	0	0	K8	Sabit yük	1	0.450 ttf/m	0	0
	Duvar yükleri	1	0.625 ttf/m	0	0		Duvar yükleri	1	0.625 ttf/m	0	0
	Döşemeler (D 7 - G)	3	0.86 ttf/m	2.03	2.02		Döşemeler (D 8 - G)	3	1.04 ttf/m	0.03	3.30
	Döşemeler (D 7 - Q)	3	0.82 ttf/m	2.03	2.02		Döşemeler (D 8 - Q)	3	0.89 ttf/m	1.70	1.63
K9	Sabit yük	1	0.450 ttf/m	0	0	K10	Sabit yük	1	0.450 ttf/m	0	0
	Duvar yükleri	1	0.625 ttf/m	0	0		Duvar yükleri	1	0.625 ttf/m	0	0
	Döşemeler (D 9 - G)	3	0.86 ttf/m	2.77	2.93		Döşemeler (D 3 - G)	3	1.03 ttf/m	2.31	3.56
	Döşemeler (D 9 - Q)	3	0.82 ttf/m	2.77	2.93		Döşemeler (D 10 - G)	3	1.61 ttf/m	2.87	3.00
K11	Sabit yük	1	0.450 ttf/m	0	0	K12	Sabit yük	1	0.450 ttf/m	0	0
	Duvar yükleri	1	0.625 ttf/m	0	0		Duvar yükleri	1	0.625 ttf/m	0	0
	Döşemeler (D 11 - G)	3	1.10 ttf/m	2.90	2.80		Döşemeler (D 5 - G)	3	1.16 ttf/m	2.85	2.85
	Döşemeler (D 11 - Q)	3	1.05 ttf/m	2.90	2.80		Döşemeler (D 12 - G)	3	1.46 ttf/m	3.41	2.29
K13	Sabit yük	1	0.450 ttf/m	0	0	K14	Sabit yük	1	0.450 ttf/m	0	0
	Duvar yükleri	1	0.625 ttf/m	0	0		Duvar yükleri	1	0.625 ttf/m	0	0
	Döşemeler (D 13 - G)	3	0.68 ttf/m	3.52	2.35		Döşemeler (D 14 - G)	3	0.96 ttf/m	3.34	0
	Döşemeler (D 13 - Q)	3	0.65 ttf/m	3.52	2.35		Döşemeler (D 7 - G)	3	0.89 ttf/m	1.63	1.70
K15	Sabit yük	1	0.450 ttf/m	0	0	K16	Sabit yük	1	0.450 ttf/m	0	0
	Duvar yükleri	1	0.625 ttf/m	0	0		Duvar yükleri	1	0.625 ttf/m	0	0
	Döşemeler (D 15 - G)	3	1.63 ttf/m	2.75	0.35		Döşemeler (D 15 - Q)	3	0.88 ttf/m	0.03	1.91
	Döşemeler (D 15 - Q)	3	1.36 ttf/m	2.75	0.35		Döşemeler (D 15 - G)	3	1.62 ttf/m	3.38	3.37
K17	Sabit yük	1	0.450 ttf/m	0	0	K18	Sabit yük	1	0.450 ttf/m	0	0
	Duvar yükleri	1	0.625 ttf/m	0	0		Duvar yükleri	1	0.625 ttf/m	0	0
	Döşemeler (D 16 - G)	3	0.29 ttf/m	1.30	1.30		Döşemeler (D 10 - G)	3	1.62 ttf/m	3.38	3.37
	Döşemeler (D 16 - Q)	3	0.29 ttf/m	1.30	1.30		Döşemeler (D 10 - Q)	3	0.85 ttf/m	1.63	1.70

Tablo 2.6, Tablo 2.7 ve Tablo 2.8’de ise kirişlerin normal kuvvet, kesme kuvveti ve moment değerlerinin hesaplamalarında kullanılacak olan, kiriş sabit yükleri, duvar ve döşeme yükleri hesaplanmıştır.

Tablo 2.7. Yapıdaki kirişlere etki eden yükler-2

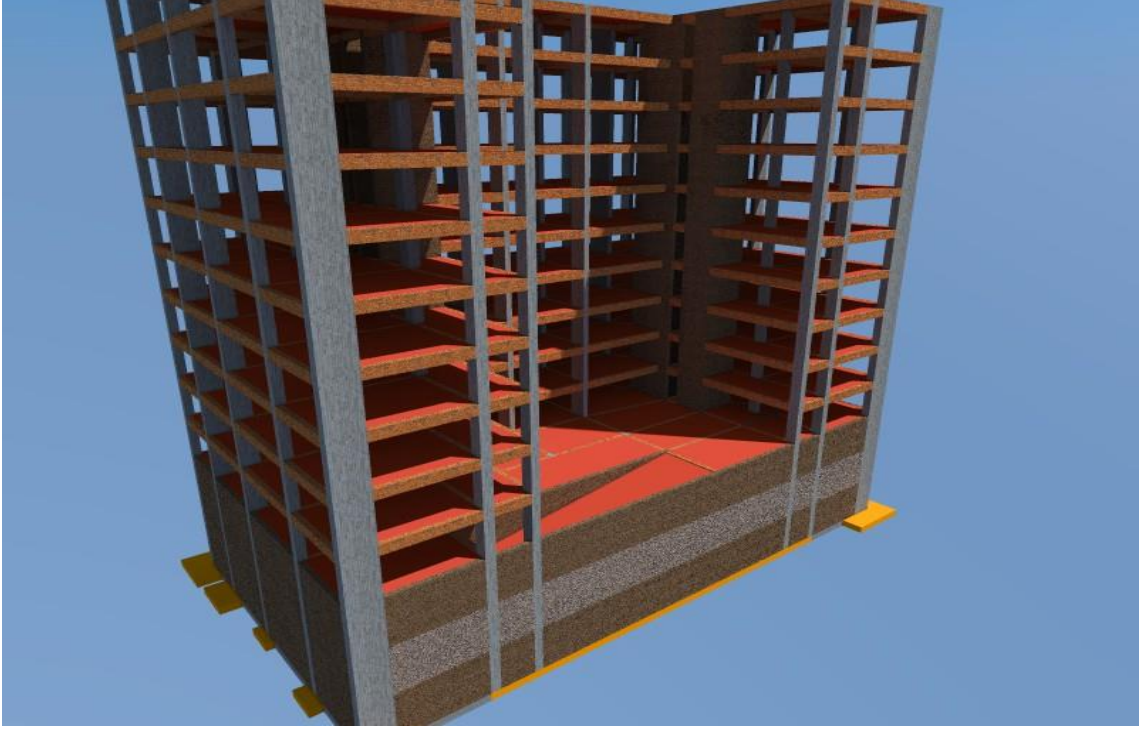
KIRIŞ YÜKLERİ											
Kirişler	Yük	#	Değer	a [m]	b [m]	Kirişler	Yük	#	Değer	a [m]	b [m]
	Döğemeler (D 16 - Q)	3	0.27 ttf/m	1.30	1.30		Döğemeler (D 10 - Q)	3	1.25 ttf/m	3.38	3.37
K19	Sabit yük	1	0.490 ttf/m	0	0	K20	Sabit yük	1	0.490 ttf/m	0	0
	Duvar yükleri	1	0.625 ttf/m	0	0		Duvar yükleri	1	0.625 ttf/m	0	0
	Döğemeler (D 11 - G)	3	1.10 ttf/m	2.85	2.85		Döğemeler (D 12 - G)	3	1.42 ttf/m	3.38	3.38
	Döğemeler (D 11 - Q)	3	1.05 ttf/m	2.85	2.85		Döğemeler (D 12 - Q)	3	1.09 ttf/m	3.38	3.38
K21	Sabit yük	1	0.490 ttf/m	0	0	K22	Sabit yük	1	0.490 ttf/m	0	0
	Duvar yükleri	1	0.625 ttf/m	0	0		Duvar yükleri	1	0.625 ttf/m	0	0
	Döğemeler (D 17 - G)	3	0.29 ttf/m	1.30	1.30		Döğemeler (D 18 - G)	3	1.08 ttf/m	1.91	0.03
	Döğemeler (D 17 - Q)	3	0.27 ttf/m	1.30	1.30		Döğemeler (D 13 - G)	3	0.31 ttf/m	1.00	0.94
K23	Sabit yük	1	0.490 ttf/m	0	0	K24	Sabit yük	1	0.490 ttf/m	0	0
	Duvar yükleri	1	0.625 ttf/m	0	0		Duvar yükleri	1	0.625 ttf/m	0	0
	Döğemeler (D 18 - G)	3	1.62 ttf/m	0.35	2.75		Döğemeler (D 19 - G)	3	1.26 ttf/m	3.15	3.15
	Döğemeler (D 14 - G)	3	0.92 ttf/m	1.55	1.55		Döğemeler (D 15 - G)	3	1.60 ttf/m	3.15	3.15
	Döğemeler (D 18 - Q)	3	1.35 ttf/m	0.35	2.75		Döğemeler (D 19 - Q)	3	1.20 ttf/m	3.15	3.15
	Döğemeler (D 14 - Q)	3	0.88 ttf/m	1.55	1.55		Döğemeler (D 15 - Q)	3	1.33 ttf/m	3.15	3.15
K25	Sabit yük	1	0.490 ttf/m	0	0	K26	Sabit yük	1	0.490 ttf/m	0	0
	Duvar yükleri	1	0.625 ttf/m	0	0		Duvar yükleri	1	0.625 ttf/m	0	0
	Döğemeler (D 18 - G)	3	1.99 ttf/m	3.15	3.15		Döğemeler (D 19 - G)	3	1.25 ttf/m	1.91	3.19
	Döğemeler (D 22 - G)	3	1.27 ttf/m	3.15	3.15		Döğemeler (D 19 - Q)	3	1.19 ttf/m	1.91	3.19
	Döğemeler (D 18 - Q)	3	1.32 ttf/m	3.15	3.15						
Döğemeler (D 22 - Q)	3	1.21 ttf/m	3.15	3.15							
K27	Sabit yük	1	0.490 ttf/m	0	0	K28	Sabit yük	1	0.490 ttf/m	0	0
	Duvar yükleri	1	0.625 ttf/m	0	0		Duvar yükleri	1	0.625 ttf/m	0	0
	Döğemeler (D 20 - G)	3	0.44 ttf/m	1.05	1.05		Döğemeler (D 21 - G)	3	0.47 ttf/m	1.10	1.10
	Döğemeler (D 20 - Q)	3	0.42 ttf/m	1.05	1.05		Döğemeler (D 21 - Q)	3	0.45 ttf/m	1.10	1.10
K29	Sabit yük	1	0.490 ttf/m	0	0	K30	Sabit yük	1	0.490 ttf/m	0	0
	Duvar yükleri	1	0.625 ttf/m	0	0		Duvar yükleri	1	0.625 ttf/m	0	0
	Döğemeler (D 22 - G)	3	1.26 ttf/m	3.19	1.91		Döğemeler (D 19 - G)	3	1.07 ttf/m	2.33	2.32
	Döğemeler (D 22 - Q)	3	1.20 ttf/m	3.19	1.91		Döğemeler (D 19 - Q)	3	1.02 ttf/m	2.33	2.32
K31	Sabit yük	1	0.490 ttf/m	0	0	K32	Sabit yük	1	0.490 ttf/m	0	0
	Duvar yükleri	1	0.625 ttf/m	0	0		Duvar yükleri	1	0.625 ttf/m	0	0
	Döğemeler (D 15 - G)	3	1.57 ttf/m	3.08	3.07		Döğemeler (D 8 - G)	3	1.13 ttf/m	2.67	2.68
	Döğemeler (D 15 - Q)	3	1.31 ttf/m	3.08	3.07		Döğemeler (D 8 - Q)	3	1.08 ttf/m	2.67	2.68
K33	Sabit yük	1	0.490 ttf/m	0	0	K34	Sabit yük	1	0.490 ttf/m	0	0
	Duvar yükleri	1	0.625 ttf/m	0	0		Duvar yükleri	1	0.625 ttf/m	0	0
	Döğemeler (D 1 - G)	3	0.76 ttf/m	1.88	1.88		Döğemeler (D 9 - G)	3	0.66 ttf/m	4.28	1.87
	Döğemeler (D 1 - Q)	3	0.75 ttf/m	1.88	1.88		Döğemeler (D 8 - G)	3	1.10 ttf/m	2.45	3.70
						Döğemeler (D 9 - Q)	3	0.63 ttf/m	4.28	1.87	
						Döğemeler (D 8 - Q)	3	1.05 ttf/m	2.45	3.70	
K35	Sabit yük	1	0.490 ttf/m	0	0	K36	Sabit yük	1	0.490 ttf/m	0	0
	Duvar yükleri	1	0.625 ttf/m	0	0		Duvar yükleri	1	0.625 ttf/m	0	0
	Döğemeler (D 2 - G)	3	0.62 ttf/m	1.02	1.03		Döğemeler (D 19 - G)	3	1.08 ttf/m	2.08	2.52
	Döğemeler (D 1 - G)	3	0.74 ttf/m	1.11	0.94		Döğemeler (D 20 - G)	3	0.73 ttf/m	1.73	2.87
	Döğemeler (D 2 - Q)	3	0.59 ttf/m	1.02	1.03		Döğemeler (D 19 - Q)	3	1.03 ttf/m	2.08	2.52
	Döğemeler (D 1 - Q)	3	0.70 ttf/m	1.11	0.94		Döğemeler (D 20 - Q)	3	0.69 ttf/m	1.73	2.87
K37	Sabit yük	1	0.490 ttf/m	0	0	K38	Sabit yük	1	0.490 ttf/m	0	0
	Duvar yükleri	1	0.625 ttf/m	0	0		Duvar yükleri	1	0.625 ttf/m	0	0
	Döğemeler (D 15 - G)	3	0.97 ttf/m	1.34	0.96		Döğemeler (D 15 - G)	3	1.99 ttf/m	0.30	1.50
	Döğemeler (D 20 - G)	3	0.37 ttf/m	0.95	0.95		Döğemeler (D 15 - Q)	3	1.33 ttf/m	0.30	1.50
	Döğemeler (D 15 - Q)	3	0.81 ttf/m	1.34	0.96						
	Döğemeler (D 20 - Q)	3	0.35 ttf/m	0.95	0.95						
K39	Sabit yük	1	0.490 ttf/m	0	0	K40	Sabit yük	1	0.490 ttf/m	0	0
	Duvar yükleri	1	0.625 ttf/m	0	0		Duvar yükleri	1	0.625 ttf/m	0	0
	Döğemeler (D 16 - G)	3	0.10 ttf/m	0	1.10		Döğemeler (D 20 - G)	3	0.74 ttf/m	3.60	3.60
	Döğemeler (D 15 - G)	3	0.21 ttf/m	0.52	0.58		Döğemeler (D 20 - Q)	3	0.70 ttf/m	3.60	3.60
	Döğemeler (D 16 - Q)	3	0.10 ttf/m	0	1.10						
	Döğemeler (D 15 - Q)	3	0.17 ttf/m	0.52	0.58						
K41	Sabit yük	1	0.490 ttf/m	0	0	K42	Sabit yük	1	0.490 ttf/m	0	0
	Duvar yükleri	1	0.625 ttf/m	0	0		Duvar yükleri	1	0.625 ttf/m	0	0
	Döğemeler (D 16 - G)	3	0.10 ttf/m	0	1.10		Döğemeler (D 9 - G)	3	0.62 ttf/m	1.59	1.67
	Döğemeler (D 16 - Q)	3	0.10 ttf/m	0	1.10		Döğemeler (D 10 - G)	3	1.37 ttf/m	1.13	2.13
						Döğemeler (D 9 - Q)	3	0.59 ttf/m	1.59	1.67	
						Döğemeler (D 10 - Q)	3	1.05 ttf/m	1.13	2.13	
K43	Sabit yük	1	0.490 ttf/m	0	0	K44	Sabit yük	1	0.490 ttf/m	0	0
	Duvar yükleri	1	0.625 ttf/m	0	0		Duvar yükleri	1	0.625 ttf/m	0	0

Tablo 2.8. Yapıdaki kirişlere etki eden yükler-3

KIRIŞ YÜKLERİ											
Kirişler	Yük	#	Değer	a [m]	b [m]	Kirişler	Yük	#	Değer	a [m]	b [m]
	Döğemeler (D 2 - G)	3	0.66 ttf/m	1.02	1.03		Döğemeler (D 11 - G)	3	0.95 ttf/m	1.17	2.18
	Döğemeler (D 3 - G)	3	0.71 ttf/m	1.02	1.03		Döğemeler (D 10 - G)	3	1.25 ttf/m	1.67	1.68
	Döğemeler (D 2 - Q)	3	0.63 ttf/m	1.02	1.03		Döğemeler (D 11 - Q)	3	0.91 ttf/m	1.17	2.18
	Döğemeler (D 3 - Q)	3	0.68 ttf/m	1.02	1.03		Döğemeler (D 10 - Q)	3	0.96 ttf/m	1.67	1.68
K45	Sabit yük	1	0.450 ttf/m	0	0	K46	Sabit yük	1	0.450 ttf/m	0	0
	Duvar yükleri	1	0.625 ttf/m	0	0		Duvar yükleri	1	0.625 ttf/m	0	0
	Döğemeler (D 4 - G)	3	1.04 ttf/m	0.08	2.27		Döğemeler (D 11 - G)	3	0.92 ttf/m	1.12	2.23
	Döğemeler (D 3 - G)	3	0.77 ttf/m	1.17	1.18		Döğemeler (D 12 - G)	3	1.17 ttf/m	1.17	2.18
	Döğemeler (D 4 - Q)	3	0.99 ttf/m	0.08	2.27		Döğemeler (D 11 - Q)	3	0.88 ttf/m	1.12	2.23
	Döğemeler (D 3 - Q)	3	0.73 ttf/m	1.17	1.18		Döğemeler (D 12 - Q)	3	0.90 ttf/m	1.17	2.18
K47	Sabit yük	1	0.450 ttf/m	0	0	K48	Sabit yük	1	0.450 ttf/m	0	0
	Duvar yükleri	1	0.625 ttf/m	0	0		Duvar yükleri	1	0.625 ttf/m	0	0
	Döğemeler (D 5 - G)	3	1.04 ttf/m	0.08	2.27		Döğemeler (D 21 - G)	3	0.73 ttf/m	3.60	3.60
	Döğemeler (D 4 - G)	3	0.87 ttf/m	1.17	1.18		Döğemeler (D 21 - Q)	3	0.69 ttf/m	3.60	3.60
	Döğemeler (D 5 - Q)	3	0.99 ttf/m	0.08	2.27						
	Döğemeler (D 4 - Q)	3	0.83 ttf/m	1.17	1.18						
K49	Sabit yük	1	0.450 ttf/m	0	0	K50	Sabit yük	1	0.600 ttf/m	0	0
	Duvar yükleri	1	0.625 ttf/m	0	0		Duvar yükleri	1	0.625 ttf/m	0	0
	Döğemeler (D 17 - G)	3	0.10 ttf/m	0	1.10		Döğemeler (D 13 - G)	3	0.31 ttf/m	1.00	1.10
	Döğemeler (D 17 - Q)	3	0.10 ttf/m	0	1.10		Döğemeler (D 12 - G)	3	2.24 ttf/m	1.86	0.25
							Döğemeler (D 13 - Q)	3	0.30 ttf/m	1.00	1.10
							Döğemeler (D 12 - Q)	3	1.72 ttf/m	1.86	0.25
K51	Sabit yük	1	0.450 ttf/m	0	0	K52	Sabit yük	1	0.450 ttf/m	0	0
	Duvar yükleri	1	0.625 ttf/m	0	0		Duvar yükleri	1	0.625 ttf/m	0	0
	Döğemeler (D 5 - G)	3	0.87 ttf/m	1.17	1.18		Döğemeler (D 21 - G)	3	0.74 ttf/m	2.30	2.30
	Döğemeler (D 6 - G)	3	0.91 ttf/m	0.70	1.65		Döğemeler (D 22 - G)	3	1.10 ttf/m	2.08	2.52
	Döğemeler (D 5 - Q)	3	0.83 ttf/m	1.17	1.18		Döğemeler (D 21 - Q)	3	0.70 ttf/m	2.30	2.30
	Döğemeler (D 6 - Q)	3	0.87 ttf/m	0.70	1.65		Döğemeler (D 22 - Q)	3	1.04 ttf/m	2.08	2.52
K53	Sabit yük	1	0.450 ttf/m	0	0	K54	Sabit yük	1	0.450 ttf/m	0	0
	Duvar yükleri	1	0.625 ttf/m	0	0		Duvar yükleri	1	0.625 ttf/m	0	0
	Döğemeler (D 18 - G)	3	0.95 ttf/m	1.34	0.56		Döğemeler (D 18 - G)	3	1.57 ttf/m	0.30	1.50
	Döğemeler (D 21 - G)	3	0.40 ttf/m	0.95	0.95		Döğemeler (D 18 - Q)	3	1.31 ttf/m	0.30	1.50
	Döğemeler (D 18 - Q)	3	0.79 ttf/m	1.34	0.56						
	Döğemeler (D 21 - Q)	3	0.38 ttf/m	0.95	0.95						
K55	Sabit yük	1	0.450 ttf/m	0	0	K56	Sabit yük	1	0.450 ttf/m	0	0
	Duvar yükleri	1	0.625 ttf/m	0	0		Duvar yükleri	1	0.625 ttf/m	0	0
	Döğemeler (D 18 - G)	3	0.19 ttf/m	0.52	0.58		Döğemeler (D 14 - G)	3	1.11 ttf/m	2.45	3.70
	Döğemeler (D 17 - G)	3	0.10 ttf/m	0	1.10		Döğemeler (D 13 - G)	3	0.60 ttf/m	3.63	2.52
	Döğemeler (D 18 - Q)	3	0.16 ttf/m	0.52	0.58		Döğemeler (D 14 - Q)	3	1.06 ttf/m	2.45	3.70
	Döğemeler (D 17 - Q)	3	0.10 ttf/m	0	1.10		Döğemeler (D 13 - Q)	3	0.57 ttf/m	3.63	2.52
K57	Sabit yük	1	0.450 ttf/m	0	0	K58	Sabit yük	1	0.450 ttf/m	0	0
	Duvar yükleri	1	0.625 ttf/m	0	0		Duvar yükleri	1	0.625 ttf/m	0	0
	Döğemeler (D 7 - G)	3	0.74 ttf/m	1.11	0.94		Döğemeler (D 22 - G)	3	1.08 ttf/m	2.33	2.32
	Döğemeler (D 6 - G)	3	0.70 ttf/m	1.02	1.03		Döğemeler (D 22 - Q)	3	1.03 ttf/m	2.33	2.32
	Döğemeler (D 7 - Q)	3	0.70 ttf/m	1.11	0.94						
	Döğemeler (D 6 - Q)	3	0.67 ttf/m	1.02	1.03						
K59	Sabit yük	1	0.450 ttf/m	0	0	K60	Sabit yük	1	0.450 ttf/m	0	0
	Duvar yükleri	1	0.625 ttf/m	0	0		Duvar yükleri	1	0.625 ttf/m	0	0
	Döğemeler (D 18 - G)	3	1.55 ttf/m	3.08	3.07		Döğemeler (D 14 - G)	3	1.14 ttf/m	2.67	2.68
	Döğemeler (D 18 - Q)	3	1.29 ttf/m	3.08	3.07		Döğemeler (D 14 - Q)	3	1.08 ttf/m	2.67	2.68
K61	Sabit yük	1	0.450 ttf/m	0	0						
	Duvar yükleri	1	0.625 ttf/m	0	0						
	Döğemeler (D 7 - G)	3	0.78 ttf/m	1.88	1.88						
	Döğemeler (D 7 - Q)	3	0.74 ttf/m	1.88	1.88						

2.1.3. Yapının Betonarme-Çelik Taşıyıcı Sistemi

Bu kısımda yapı 3., 2. ve 1. bodrum katları rijit bodrum perdeli olarak alınmış fakat üst katlar çelik yapı olarak tasarlanmıştır. Bodrum kat planları betonarme yapı ile aynı olup (Şekil 2.7), zemin ve normal katların planları (Şekil 2.10 ve Şekil 2.11) çelik yapı şeklindedir. Betonarme kısım için C30/37 hazır beton, S420 donatı çeliği ve çelik yapı kısmı için S235 yapı çeliği kullanılmıştır.



Şekil 2.9. 3D betonarme yapı

2.1.4. Kullanılan Malzeme Karakteristikleri

Çalışmanın bu bölümünde, kullanılan malzemelerin fiziksel ve mekanik özellikleri tanımlanmaktadır.

2.1.4.1. Beton (C30/37)

Aşağıda betona ait özellikler verilmektedir.

28 günlük karakteristik silindir mukavemeti	$f_{ck} = 3.000 \text{ kN/cm}^2$
28 günlük tasarım silindir mukavemeti	$f_{cd} = 2.000 \text{ kN/cm}^2$
Karakteristik Eksenel Çekme Mukavemeti	$f_{ctd} = 0.128 \text{ kN/cm}^2$
Elastisite Modülü	$E_c = 3200 \text{ kN/cm}^2$
Birim Hacim Ağırlığı	$\rho = 25.00 \text{ kN/m}^3$

2.1.4.2. Betonarme Çeliği (S420)

Aşağıda betonarme çeliğine ait özellikler verilmektedir.

Karakteristik Akma Mukavemeti

$$f_{yk} = 42.00 \text{ kN/cm}^2$$

Tasarım Akma Mukavemeti

$$f_{yd} = 36.50 \text{ kN/cm}^2$$

2.1.4.3. Yapı Çeliği (S235)

Aşağıda yapı çeliğine ait özellikler verilmektedir.

Elastisite Modülü

$$E_s = 21000 \text{ kN/cm}^2$$

Çekme Emniyet Gerilmesi (HS Yüklemesi)

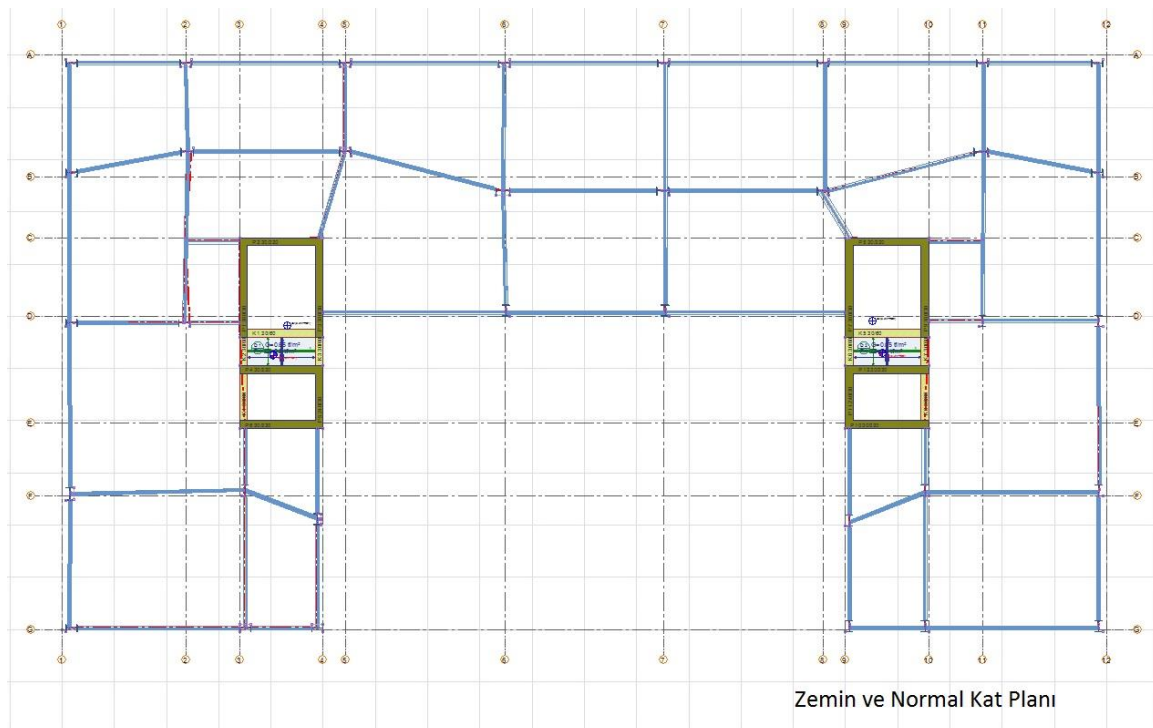
$$\sigma_{\text{cem}} = 28.73 \text{ kN/cm}^2$$

Kayma Emniyet Gerilmesi (HS Yüklemesi)

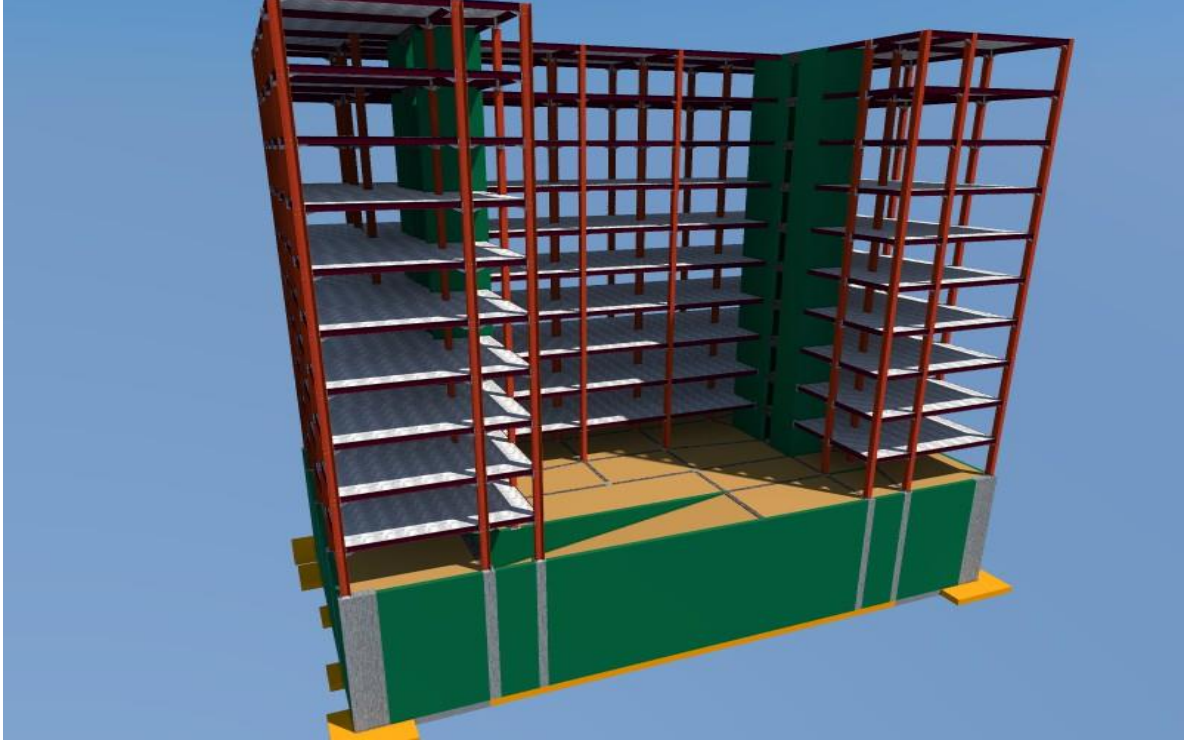
$$\tau_{em} = 16.58 \text{ kN/cm}^2$$

Birim Hacim Ağırlığı

$$\rho = 75.00 \text{ kN/m}^3$$



Şekil 2.10. Çelik yapı zemin ve normal kat planları



Şekil 2.11. 3D çelik yapı

2.2. TBDY 2018 Zemin Sınıflarının İrdelenmesi

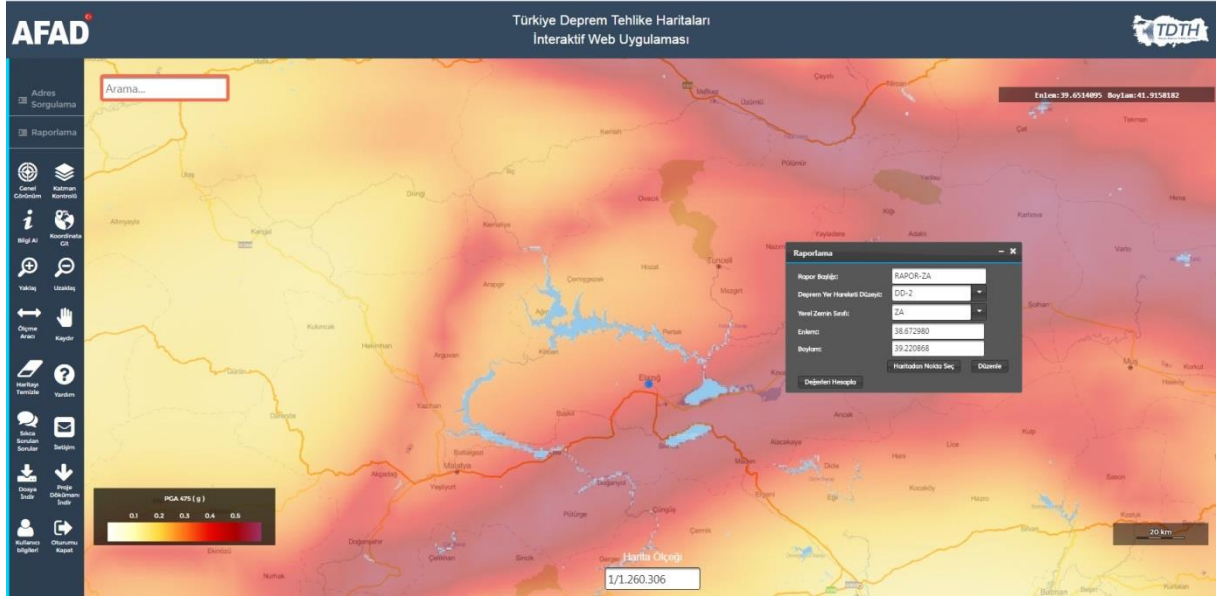
TBDY 2018 Bölüm 2.3 (Standart Deprem Yer Hareketi Spektrumları)’e göre;

- Kısa periyot *harita spektral ivme katsayısı* S_s
- 1.0 saniye periyot için *harita spektral ivme katsayısı* S_1 olmak üzere,

$$S_{DS} = S_s \times F_s \quad \text{ve} \quad S_{D1} = S_1 \times F_1 \quad (2.1)$$

tasarım spektral ivme katsayıları belirlenir.

Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı (AFAD) interaktif web sitesi uygulama sayfası üzerinden deprem yer hareketi düzeyi (DD), yerel zemin sınıfı ve yapının yapılacağı yere ait koordinatların veri girişi Şekil 2.12’deki gibi girilerek bütün spektral değerlerin hesabı yapıp köşe periyot değerleri (T_A ve T_B) tespit edilmiştir.



Şekil 2.12. AFAD İnteraktif Web Uygulaması (URL-11, 2019)

Tablo 2.9. TBDY 2018 Yerel Zemin Sınıfları

Yerel Zemin Sınıfı	Zemin Cinsi	Üst 30 metrede ortalama		
		$(V_s)_{30}$	$(N_{60})_{30}$	$(c_u)_{30}$
ZA	Sağlam, sert kayalar	> 1500	—	—
ZB	Az ayrılmış, orta sağlam kayalar	760 – 1500	—	—
ZC	Çok sıkı kum, çakıl ve sert kil tabakaları veya ayrılmış, 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 $PI \geq 20$ ve $w \geq 40$ koşullarını sağlayan toplamda 3 metreden daha kalın yumuşak kil tabakası $c_u \geq 25$ Pa 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.			

TBDY 2018 Bölüm 16.4’te tanımlanan yerel zemin sınıfları (Tablo 2.9) ile kısa periyot harita spektral ivme katsayısı ve 1.0 saniye periyot için harita spektral ivme katsayısına bağlı olarak F_S ve F_I değerleri tespit edilip, bu değerler doğrultusunda analizler yapılmıştır.

2.2.1. Tasarım Spektrumu Periyotlarının Hesabı

Deprem yer hareketi düzeyi, yerel zemin sınıfı ve yapının yapılacağı yere ait koordinatların veri girişi yapıldıktan sonra, S_S ve S_I değerleri AFAD interaktif web sitesi uygulama sayfası tarafından Şekil 2.13’deki gibi hesaplanmaktadır.

AFAD Türkiye Deprem Tehlike Haritaları İnteraktif Web Uygulaması

[Özet Raporu Göster](#) [Yazdır](#)

Kullanıcı Girdileri

Rapor Başlığı:	RAPOR-ZA	
Deprem Yer Hareketi Düzeyi	DD-2	50 yılda aşılma olasılığı %10 (tekrarlama periyodu 475 yılı) olan deprem yer hareketi düzeyi
Yerel Zemin Sınıfı	ZA	Sağlam, sert kayalar
Enlem:	38.67298°	
Boylam	39.220868°	

Çıktılar

$S_S = 0.925$	$S_I = 0.261$	$PGA = 0.388$	$PGV = 24.305$
---------------	---------------	---------------	----------------

S_S : Kısa periyot harita spektral ivme katsayısı [boyutsuz]
 S_I : 1.0 saniye periyot için harita spektral ivme katsayısı [boyutsuz]
 PGA : En büyük yer ivmesi [g]
 PGV : En büyük yer hızı [cm/sn]

Şekil 2.13. AFAD İnteraktif Web Uygulaması S_S ve S_I değerleri hesabı (URL-12, 2019)

2.2.1.1. ZA Zemin Sınıfı İçin Periyot Hesabı

Burada hesaplanan değerler, ZA zemin sınıfı için $S_S=0.925$ ve $S_I=0.261$ ’dir. Hesaplanan bu değerlere bağlı olarak, yine uygulama tarafından Şekil 2.14’deki gibi F_S ve F_I değerleri ile Şekil 2.15’deki gibi T_A ve T_B değerleri hesaplanmıştır.

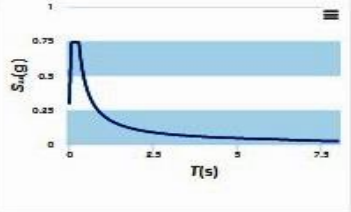
Yerel Zemin Etki Katsayıları						
Yerel Zemin Sınıfı	Kısa periyot bölgesi için Yerel Zemin Etki Katsayısı F_S					
	$S_S \leq 0.25$	$S_S = 0.50$	$S_S = 0.75$	$S_S = 1.00$	$S_S = 1.25$	$S_S \geq 1.50$
ZA	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
ZB	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
ZC	1.3	1.3	1.2	1.2	1.2	1.2
ZD	1.6	1.4	1.2	1.1	1.0	1.0
ZE	2.4	1.7	1.3	1.1	0.9	0.8
ZF	Sahaya özel zemin davranış analizi yapılacaktır.					

Yerel Zemin Sınıfı ZA ve $S_S = 0.925$ için $F_S = 0.800$						
---	--	--	--	--	--	--

Yerel Zemin Sınıfı	1.0 saniye periyot için Yerel Zemin Etki Katsayısı F_1					
	$S_1 \leq 0.10$	$S_1 = 0.20$	$S_1 = 0.30$	$S_1 = 0.40$	$S_1 = 0.50$	$S_1 \geq 0.60$
ZA	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
ZB	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
ZC	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.4
ZD	2.4	2.2	2.0	1.9	1.8	1.7
ZE	4.2	3.3	2.8	2.4	2.2	2.0
ZF	Sahaya özel zemin davranış analizi yapılacaktır.					

Yerel Zemin Sınıfı ZA ve $S_1 = 0.261$ için $F_1 = 0.800$						
---	--	--	--	--	--	--

Şekil 2.14. AFAD - ZA zemin sınıfı için F_S ve F_1 değerleri hesabı (URL-12, 2019)

Tasarım Spektral İvme Katsayıları	
$S_{DS} = S_S F_S = 0.925 \times 0.800 = \underline{0.740}$ $S_{D1} = S_1 F_1 = 0.261 \times 0.800 = \underline{0.209}$	
S_{DS} : Kısa periyot tasarım spektral ivme katsayısı [boyutsuz] S_{D1} : 1.0 saniye periyot için tasarım spektral ivme katsayısı [boyutsuz]	
Yatay Elastik Tasarım Spektrumu	
	$S_w(T) = \left(0.4 + 0.6 \frac{T}{T_A}\right) S_{DS} \quad (0 \leq T \leq T_A)$ $S_w(T) = S_{DS} \quad (T_A \leq T \leq T_B)$ $S_w(T) = \frac{S_{D1}}{T} \quad (T_B \leq T \leq T_L)$ $S_w(T) = \frac{S_{D1} T_L}{T^2} \quad (T_L \leq T)$ $T_A = 0.2 \frac{S_{D1}}{S_{DS}} \quad T_B = \frac{S_{D1}}{S_{DS}} \quad T_L = 6s$
$T_A = 0.056 (s) \quad T_B = 0.282 (s) \quad T_L = 6.000 (s)$	

Şekil 2.15. AFAD - ZA zemin sınıfı için T_A ve T_B değerleri hesabı (URL-12, 2019)

AFAD İnteraktif Web Uygulaması tarafından, ZA zemin sınıfı için $T_A=0.056$ ve $T_B=0.282$ olarak hesaplanmıştır (Şekil 2.15).

2.2.1.2. ZB Zemin Sınıfı İçin Periyot Hesabı

Deprem yer hareketi düzeyi, yerel zemin sınıfı ve yapının yapılacağı yere ait koordinatların veri girişi yapıldıktan sonra ZB zemin sınıfı için, uygulama tarafından Şekil 2.16'daki gibi F_S ve F_1 değerleri ile Şekil 2.17'deki gibi T_A ve T_B değerleri hesaplanmıştır. S_S ve S_1 değerleri bütün zemin sınıfları için aynıdır (Şekil 2.13).

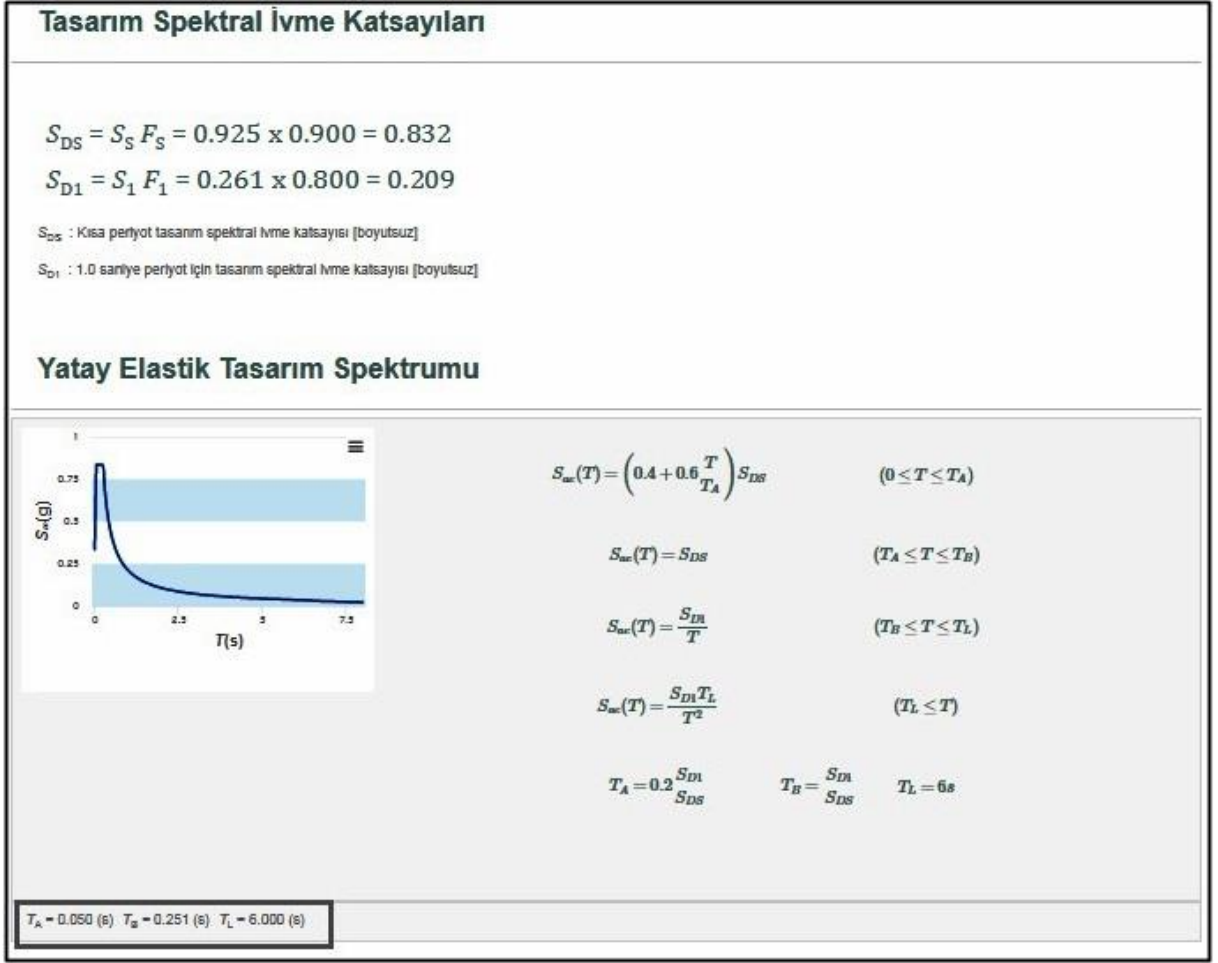
Yerel Zemin Etki Katsayıları						
Yerel Zemin Sınıfı	Kısa periyot bölgesi için Yerel Zemin Etki Katsayısı F_S					
	$S_g \leq 0.25$	$S_g = 0.50$	$S_g = 0.75$	$S_g = 1.00$	$S_g = 1.25$	$S_g \geq 1.50$
ZA	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
ZB	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
ZC	1.3	1.3	1.2	1.2	1.2	1.2
ZD	1.6	1.4	1.2	1.1	1.0	1.0
ZE	2.4	1.7	1.3	1.1	0.9	0.8
ZF	Sahaya özel zemin davranış analizi yapılacaktır.					

Yerel Zemin Sınıfı ZB ve $S_g=0.925$ için $F_S=0.900$						
---	--	--	--	--	--	--

Yerel Zemin Sınıfı	1.0 saniye periyot için Yerel Zemin Etki Katsayısı F_1					
	$S_1 \leq 0.10$	$S_1 = 0.20$	$S_1 = 0.30$	$S_1 = 0.40$	$S_1 = 0.50$	$S_1 \geq 0.60$
ZA	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
ZB	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
ZC	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.4
ZD	2.4	2.2	2.0	1.9	1.8	1.7
ZE	4.2	3.3	2.8	2.4	2.2	2.0
ZF	Sahaya özel zemin davranış analizi yapılacaktır.					

Yerel Zemin Sınıfı ZB ve $S_1=0.261$ için $F_1=0.800$						
---	--	--	--	--	--	--

Şekil 2.16. AFAD - ZB zemin sınıfı için F_S ve F_1 değerleri hesabı (URL-12, 2019)



Şekil 2.17 AFAD - ZB zemin sınıfı için T_A ve T_B değerleri hesabı (URL-12, 2019)

AFAD İnteraktif Web Uygulaması tarafından, ZB zemin sınıfı için $T_A=0.050$ ve $T_B=0.251$ olarak hesaplanmıştır (Şekil 2.17).

2.2.1.3. ZC Zemin Sınıfı İçin Periyot Hesabı

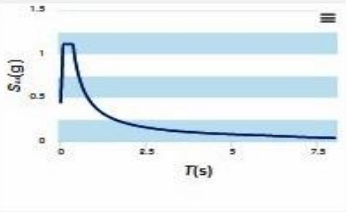
Deprem yer hareketi düzeyi, yerel zemin sınıfı ve yapının yapılacağı yere ait koordinatların veri girişi yapıldıktan sonra ZC zemin sınıfı için, uygulama tarafından Şekil 2.18'deki gibi F_S ve F_1 değerleri ile Şekil 2.19'deki gibi T_A ve T_B değerleri hesaplanmıştır.

Yerel Zemin Etki Katsayıları						
Yerel Zemin Sınıfı	Kısa periyot bölgesi için Yerel Zemin Etki Katsayısı F_S					
	$S_B \leq 0.25$	$S_B = 0.50$	$S_B = 0.75$	$S_B = 1.00$	$S_B = 1.25$	$S_B \geq 1.50$
ZA	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
ZB	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
ZC	1.3	1.3	1.2	1.2	1.2	1.2
ZD	1.6	1.4	1.2	1.1	1.0	1.0
ZE	2.4	1.7	1.3	1.1	0.9	0.8
ZF	Sahaya özel zemin davranış analizi yapılacaktır.					

Yerel Zemin Sınıfı ZC ve $S_S = 0.925$ için $F_S = 1.200$						
Yerel Zemin Sınıfı	1.0 saniye periyot için Yerel Zemin Etki Katsayısı F_1					
	$S_1 \leq 0.10$	$S_1 = 0.20$	$S_1 = 0.30$	$S_1 = 0.40$	$S_1 = 0.50$	$S_1 \geq 0.60$
ZA	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
ZB	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
ZC	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.4
ZD	2.4	2.2	2.0	1.9	1.8	1.7
ZE	4.2	3.3	2.8	2.4	2.2	2.0
ZF	Sahaya özel zemin davranış analizi yapılacaktır.					

Yerel Zemin Sınıfı ZC ve $S_1 = 0.261$ için $F_1 = 1.500$						
---	--	--	--	--	--	--

Şekil 2.18. AFAD - ZC zemin sınıfı için F_S ve F_1 değerleri hesabı (URL-12, 2019)

Tasarım Spektral İvme Katsayıları	
$S_{DS} = S_S F_S = 0.925 \times 1.200 = 1.110$ $S_{D1} = S_1 F_1 = 0.261 \times 1.500 = 0.391$	
S_{DS} : Kısa periyot tasarım spektral ivme katsayısı [boyutsuz] S_{D1} : 1.0 saniye periyot için tasarım spektral ivme katsayısı [boyutsuz]	
Yatay Elastik Tasarım Spektrumu	
	$S_{ae}(T) = \left(0.4 + 0.6 \frac{T}{T_A}\right) S_{DS} \quad (0 \leq T \leq T_A)$ $S_{ae}(T) = S_{DS} \quad (T_A \leq T \leq T_B)$ $S_{ae}(T) = \frac{S_{D1}}{T} \quad (T_B \leq T \leq T_L)$ $S_{ae}(T) = \frac{S_{D1} T_L}{T^2} \quad (T_L \leq T)$ $T_A = 0.2 \frac{S_{D1}}{S_{DS}} \quad T_B = \frac{S_{D1}}{S_{DS}} \quad T_L = 6s$
$T_A = 0.071 (s) \quad T_B = 0.353 (s) \quad T_L = 6.000 (s)$	

Şekil 2.19. AFAD - ZC zemin sınıfı için T_A ve T_B değerleri hesabı (URL-12, 2019)

AFAD İnteraktif Web Uygulaması tarafından, ZC zemin sınıfı için $T_A=0.071$ ve $T_B=0.353$ olarak hesaplanmıştır (Şekil 2.19).

2.2.1.4. ZD Zemin Sınıfı İçin Periyot Hesabı

Deprem yer hareketi düzeyi, yerel zemin sınıfı ve yapının yapılacağı yere ait koordinatların veri girişi yapıldıktan sonra ZD zemin sınıfı için, uygulama tarafından Şekil 2.20'deki gibi F_S ve F_1 değerleri ile Şekil 2.21'deki gibi T_A ve T_B değerleri hesaplanmıştır.

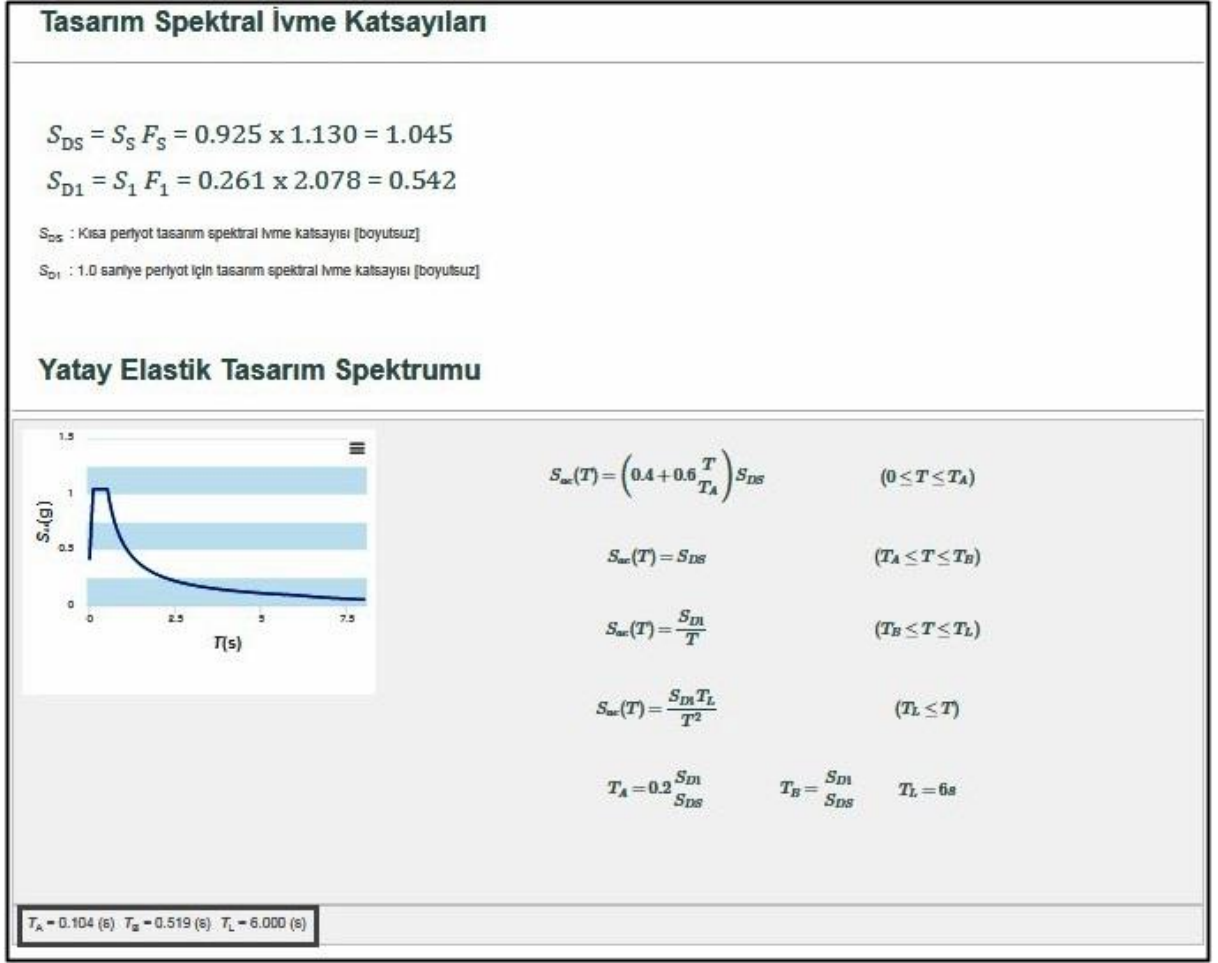
Yerel Zemin Etki Katsayıları						
Yerel Zemin Sınıfı	Kısa periyot bölgesi için Yerel Zemin Etki Katsayısı F_g					
	$S_g \leq 0.25$	$S_g = 0.50$	$S_g = 0.75$	$S_g = 1.00$	$S_g = 1.25$	$S_g \geq 1.50$
ZA	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
ZB	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
ZC	1.3	1.3	1.2	1.2	1.2	1.2
ZD	1.6	1.4	1.2	1.1	1.0	1.0
ZE	2.4	1.7	1.3	1.1	0.9	0.8
ZF	Sahaya özel zemin davranış analizi yapılacaktır.					

Yerel Zemin Sınıfı ZD ve $S_g = 0.925$ için $F_g = 1.130$

Yerel Zemin Sınıfı	1.0 saniye periyot için Yerel Zemin Etki Katsayısı F_1					
	$S_1 \leq 0.10$	$S_1 = 0.20$	$S_1 = 0.30$	$S_1 = 0.40$	$S_1 = 0.50$	$S_1 \geq 0.60$
ZA	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
ZB	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
ZC	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.4
ZD	2.4	2.2	2.0	1.9	1.8	1.7
ZE	4.2	3.3	2.8	2.4	2.2	2.0
ZF	Sahaya özel zemin davranış analizi yapılacaktır.					

Yerel Zemin Sınıfı ZD ve $S_1 = 0.261$ için $F_1 = 2.078$

Şekil 2.20. AFAD - ZD zemin sınıfı için F_S ve F_1 değerleri hesabı (URL-12, 2019)



Şekil 2.21. AFAD - ZD zemin sınıfı için T_A ve T_B değerleri hesabı (URL-12, 2019)

AFAD İnteraktif Web Uygulaması tarafından, ZD zemin sınıfı için $T_A=0.104$ ve $T_B=0.519$ olarak hesaplanmıştır (Şekil 2.21).

2.2.1.5. ZE Zemin Sınıfı İçin Periyot Hesabı

Deprem yer hareketi düzeyi, yerel zemin sınıfı ve yapının yapılacağı yere ait koordinatların veri girişi yapıldıktan sonra ZE zemin sınıfı için, uygulama tarafından Şekil 2.22'deki gibi F_S ve F_1 değerleri ile Şekil 2.23'deki gibi T_A ve T_B değerleri hesaplanmıştır.

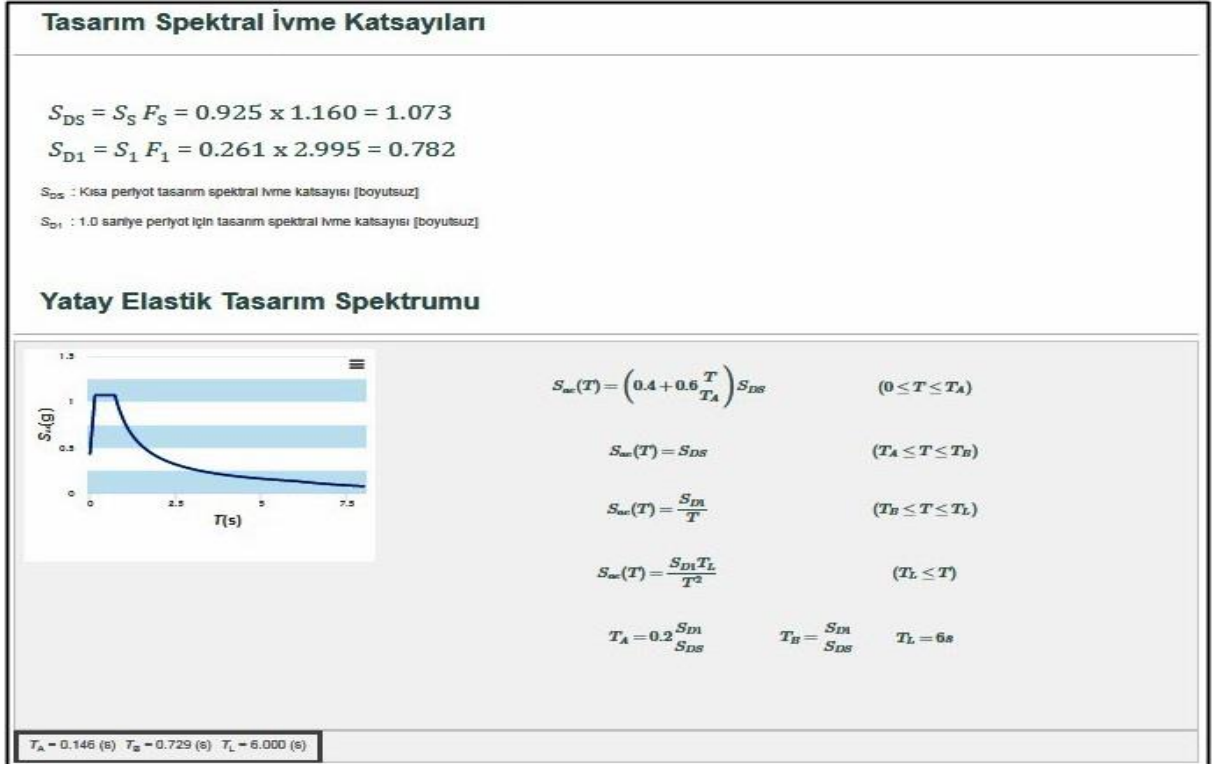
Yerel Zemin Etki Katsayıları						
Yerel Zemin Sınıfı	Kısa periyot bölgesi için Yerel Zemin Etki Katsayısı F_S					
	$S_S \leq 0.25$	$S_S = 0.50$	$S_S = 0.75$	$S_S = 1.00$	$S_S = 1.25$	$S_S \geq 1.50$
ZA	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
ZB	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
ZC	1.3	1.3	1.2	1.2	1.2	1.2
ZD	1.6	1.4	1.2	1.1	1.0	1.0
ZE	2.4	1.7	1.3	1.1	0.9	0.8
ZF	Sahaya özel zemin davranış analizi yapılacaktır.					

Yerel Zemin Sınıfı ZE ve $S_S = 0.925$ için $F_S = 1.160$						
---	--	--	--	--	--	--

Yerel Zemin Sınıfı	1.0 saniye periyot için Yerel Zemin Etki Katsayısı F_1					
	$S_1 \leq 0.10$	$S_1 = 0.20$	$S_1 = 0.30$	$S_1 = 0.40$	$S_1 = 0.50$	$S_1 \geq 0.60$
ZA	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
ZB	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
ZC	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.4
ZD	2.4	2.2	2.0	1.9	1.8	1.7
ZE	4.2	3.3	2.8	2.4	2.2	2.0
ZF	Sahaya özel zemin davranış analizi yapılacaktır.					

Yerel Zemin Sınıfı ZE ve $S_1 = 0.261$ için $F_1 = 2.995$						
---	--	--	--	--	--	--

Şekil 2.22. AFAD - ZE zemin sınıfı için F_S ve F_1 değerleri hesabı (URL-12, 2019)



Şekil 2.23. AFAD - ZE zemin sınıfı için T_A ve T_B değerleri hesabı (URL-12, 2019)

AFAD İnteraktif Web Uygulaması tarafından, ZE zemin sınıfı için $T_A=0.146$ ve $T_B=0.729$ olarak hesaplanmıştır (Şekil 2.23).

2.2.1.6. ZF Zemin Sınıfı İçin Periyot Hesabı

ZF yerel zemin sınıfı için yerel zemin etki katsayıları ampirik olarak tanımlanamayacağından ve bu tür zeminlerde sahaya özel, zemin davranış analizleri gerekeceğinden köşe periyot değerleri (T_A ve T_B) hesaplanmamıştır. Bu bağlamda ZF zemin sınıfına ilişkin değerlendirmeler tez kapsamı dışında tutulmuştur.

Tüm bu değerlendirmeler ışığı altında, TBDY 2018’de tanımlanan yerel zemin sınıfları için tespit edilen köşe periyot değerleri Tablo 2.10’da, bu değerlerin karşılaştırılabilmesi amacıyla, DBYBHY 2007’de tanımlanan yerel zemin sınıfları ve köşe periyot değerleri de Tablo 2.11’de verilmektedir.

Tablo 2.10. TBDY 2018 yerel zemin sınıfları için hesaplanan köşe periyotları

ZEMİN SINIFLARI	ZA	ZB	ZC	ZD	ZE
T_A	0.056	0.050	0.071	0.104	0.146
T_B	0.282	0.251	0.353	0.519	0.729

Tablo 2.11. DBYBHY 2007 yerel zemin sınıfları köşe periyotları

ZEMİN SINIFLARI	Z1	Z2	Z3	Z4
T_A	0.1	0.15	0.15	0.2
T_B	0.3	0.4	0.6	0.9

2.2.2. Yatak Katsayısı ve Zemin Emniyet Gerilmelerinin Seçimi

Basit durumlar için Tablo 2.12’de verilen zemin yatak katsayıları ve Tablo 2.13’de verilen zemin emniyet gerilmesi değerleri göz önüne alınarak, Tablo 2.14 oluşturulmuş ve bu değerler ışığında İDECAD analiz programına veri girişi yapılarak betonarme ve çelik yapılar ayrı ayrı analiz edilmiştir.

Tablo 2.12. Bazı zeminler için zemin yatak katsayıları (Bowles, 1996)

Zemin Cinsi	K_s (kN/m³)
Gevşek kum	4800-16000
Orta sıkılıkta kum	9600-80000
Sıkı kum	64000-128000
Killi orta sıkılıkta kum	32000-80000
Siltli orta sıkılıkta kum	24000-48000
Killi zeminler	
q _a ≤ 200 kPa	12000-24000
200 < q _a ≤ 800 kPa	24000-48000
q _a > 800 kPa	>48000

Tablo 2.13. Basit durumlar için zemin emniyet gerilmeleri (URL-13, 2018)

A) DOLMA ZEMİNLER: (Sunî olarak sıkıştırılmamış zeminler)	
Temel tabakalarının özellik ve kalınlığına, sıkılık ve intizamına göre	
1. Tabii dolgu zeminler	0.1 -0.6 kg/cm ²
2. Sıkıştırılmış stabilize dolgu zeminler.....	0.7 -1.0 kg/cm ²
3. Vibrasyonlu silindire sıkıştırılmış dolgu zeminler	1.0-1.5 kg/cm ²
B) TABİİ ZEMİNLER:	
1. ÇAMUR ZEMİNLER: Turba, bataklık, organik zeminler.....	
2. KOHEZYONSUZ ZEMİNLER: (Kum, çakıl) Ayrık taneli yeterli sıkılıkta” zemin.	
a) Tane çapı 1 mm den küçük ince kum	(2) kg/cm ²
b) Tane çapı 1 mm den küçük orta kum	(2) kg/cm ²
c) Tane çapı (1-3) mm olan kaba kum	(3) kg/cm ²
3. KOHEZYONLU ZEMİNLER: (Balçık, kil, marn)	
a) Cıvık: “Avuçta sıkılınca parmaklar arasından dışarı kaçar”	(0) kg/cm ²
b) Yumuşak Hamur: “Kolayca yoğrulabilen kıvamda”	(0.4) kg/cm ²
c) Katı Hamur: Zor yoğrulabilen kıvamda, elde kopmadan kırılmadan 3 mm çapa kadar yuvarlanıp inceltilen kıvamda	(0.8) kg/cm ²
d) Yarı Sert: “Yoğrulunca çatlar, parçalanır, çok az nemli zeminler”	
• Yumuşak kil ve gevşek kum zeminler	1.0-1.5 kg/cm ²
• Sıkı kil ve sıkı kumlu	1.5 - 2.0 kg/cm ²
• Sıkışmış kaba kum ve çakıl	2.0 - 2.5 kg/cm ²
e) Sert Zeminler “Kuru zeminler” Tortul taşlar	2.5 - 3.5 kg/cm ²
4. KAYA ZEMİNLER: ”Hava tesiriyle bozulmamış, az çatlaklı, sağlam, tabaka durumu elverişli zeminler”	
Sert Kayalar	3.5 - 5.0 kg/cm ²
a) Kapalı Tabakalar Halinde Oluşmuş Kaya Zemin (Kalker, kumtaşı, mermer, şist, arduvaz v.s)	
1. Az dayanıklı kapalı tabakalar halinde oluşan	(10) kg/cm ²
2. Sağlam (Basınç mukavemeti 50 kg/cm ² den büyük) kapalı tabakalar halinde oluşan zeminler	(15) kg/cm ²
b) Masif Kütleler veya Sütunlar Halinde Oluşmuş Kaya Zemin	
(Granit, Siyanit, bazalt v.s.)	(30) kg/cm ²

Tablo 2.14. Zemin yatak katsayıları ve zemin emniyet gerilmeleri tespiti

				İDE CAD birim değişikliği	Basit durumlar için		İDE CAD birim değişikliği
Yerel Zemin Sınıfı		Zemin Yatak Katsayısı (kN/m ³)	Seçilen Zemin Yatak Katsayısı (kN/m ³)	Seçilen Zemin Yatak Katsayısı (t/m ³)	Zemin Emniyet Gerilmesi (kg/cm ²)	Seçilen Zemin Emniyet Gerilmesi (kg/cm ²)	Zemin Emniyet Gerilmesi (t/m ²)
ZA	Sert Kaya Zemin (sıkı kum üzeri zemin)	128000 ve üzeri	300000	30000	3.5 - 5	4	40
ZB	Yumuşak Kaya Zemin (sıkı kum üzeri zemin)	128000 ve üzeri	210000	21000	2.5 – 3.5	3	30
ZC	Sıkı Kum	64000- 128000	100000	10000	2 – 2.5	2.25	22.5
ZD	Orta Sıklıkta Kum	9600 -80000	80000	8000	1.5 - 2	1.75	17.5
ZE	Gevşek Kum	4800 - 16000	10000	1000	1 – 1.5	1.25	12.5

2.3. Betonarme ve Çelik Yapının TBDY 2018 Zemin Sınıflarına Göre Çözümlemesi ve Ekonomik Karşılaştırmanın Yapılması

Bir önceki bölümde hesapları yapılan zemin sınıflarına ait parametreler ışığında, betonarme ve çelik yapıların İDECAD 8.62 programı kullanılarak ayrı ayrı analizleri yapıp, temel sistemi, 1 aksı moment değerleri ve metraj hesapları doğrultusunda zemin-yapı etkileşimi ve ekonomik durum irdelenmiştir. Yapı analizlerinde kullanılan ayarlar Şekil 2.24'deki gibi alınmıştır.

Şekil 2.24. Bütün zemin sınıfları için analiz ayarları

2.3.1. TBDY 2018 ZA Zemin Sınıfına Göre Betonarme ve Çelik Yapının Karşılaştırılması

Analizlerde ZA zemin sınıfı için, zemin yatak katsayısı 30000 t/m^3 , zemin emniyet gerilmesi 40 t/m^2 , zemin birim hacim ağırlığı 2.7 t/m^3 ve deprem yönetmeliği ile ilgili diğer analiz ayarları Şekil 2.25'deki gibi alınmıştır.

Analiz Ayarları

Genel Ayarlar
TDY Seçenekleri
Aşamalı İnşaat Hesabı
Isı Yükleri
Rüzgar Yükü
Temel - Zemin
Yük - Güvenlik
Güçlendirme
Diğer

Zemin birim ağırlığı : 2.7 [t/m³]
Yatak katsayısı : 30000 [t/m³]
Zemin emniyet gerilmesi : 40 [t/m²]
Büyütme oranı : 50 %

☒ Deprem yüklemeleri kullanıldığında zemin emniyet gerilmesini artır :

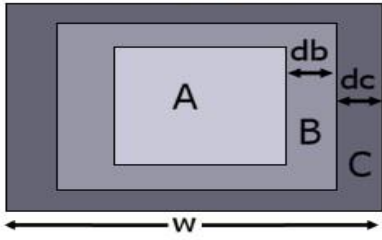
☒ Temellerin zemin em. kontrolünü ortalama gerilmeye göre yap
☐ Temellerin zemin em. kontrolünde deprem yük. kullan
☒ Temellerde negatif zemin gerilmesi kontrolü yap

☒ Radye temellerin zemin em. kontrolünü ortalama gerilmeye göre yap
☐ Kirişsiz radyelerin zemin em. kontrolünde deprem yüklemelerini kullan
☒ Radye temellerde negatif zemin gerilmesi kontrolü yap

☒ Üst yapı etkileşimli çözüm

☐ Radye temellerde Çoklu Eşlenik Winkler Yay yöntemini kullan :

Zemin Tipini & Tepki Spektrumunu Düzenle



B Bölgesi uzunluk oranı (db/w) : 0.125
C Bölgesi uzunluk oranı (dc/w) : 0.125
B bölgesi faktörü $k_s(b)/k_s(a)$: 1.5
C bölgesi faktörü $k_s(c)/k_s(a)$: 2

Radye temel - üst yapı etkileşim :

☒ Direkt bağlantı
☐ Bağlantı bölgesini büyüt

Oran : 0.5 h

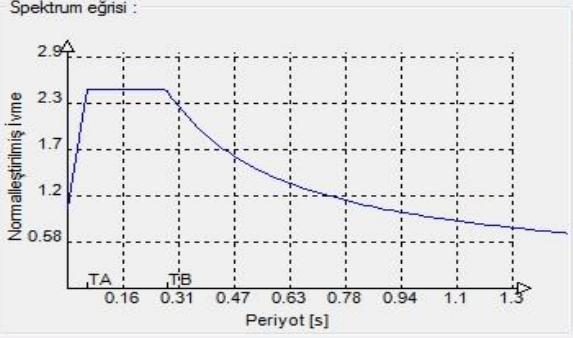
Kolon ve perdenin altında kalan kabuk elemanları için kalınlık çarpanı : 1

Tasarım Spektrum Fonksiyonu

Fonksiyon adı : RSF1
Spektrum çarpanı : 1

Zemin sınıfı	TA	TB
Z1	0.10	0.30
Z2	0.15	0.40
Z3	0.15	0.60
Z4	0.20	0.90
<input checked="" type="radio"/> Tanımlı	0.056	0.282
<input type="radio"/> Tanımlı :	Tanımla	

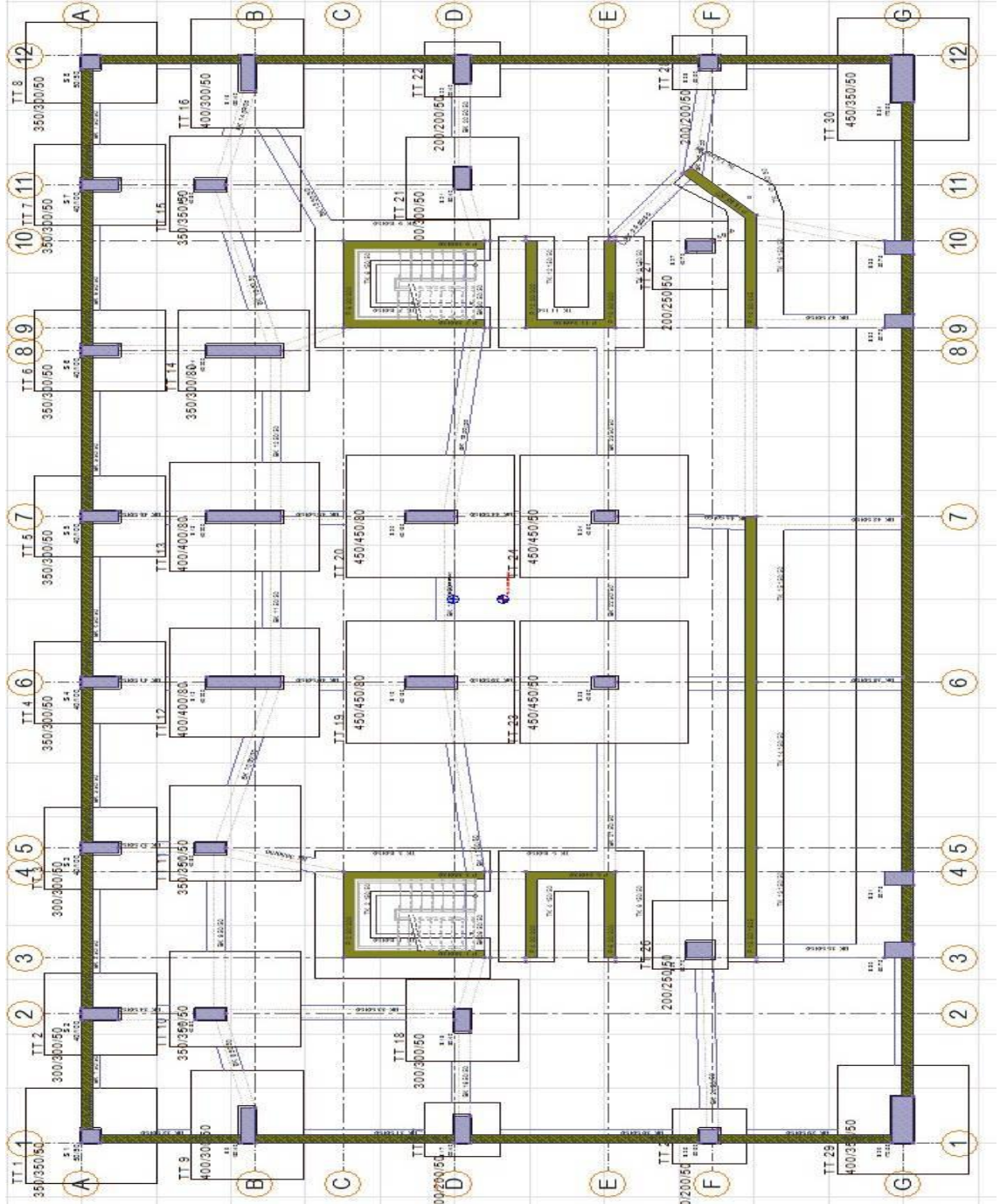
Spektrum eğrisi :




Şekil 2.25. ZA zemin sınıfı için analiz ayarları

2.3.1.1. ZA Zemin Sınıfına Göre Betonarme Yapının Çözümü

Betonarme yapının ZA zemin sınıfı için yapılan çözümünde, ilk hesap olarak yapı, tekil temeller ile çözülmüş ancak en büyük ebatlara ulaşılmasına (Şekil 2.26) rağmen zemin emniyet gerilmeleri ve kesit boyutları yönünden yetersiz kalmıştır (Şekil 2.27).



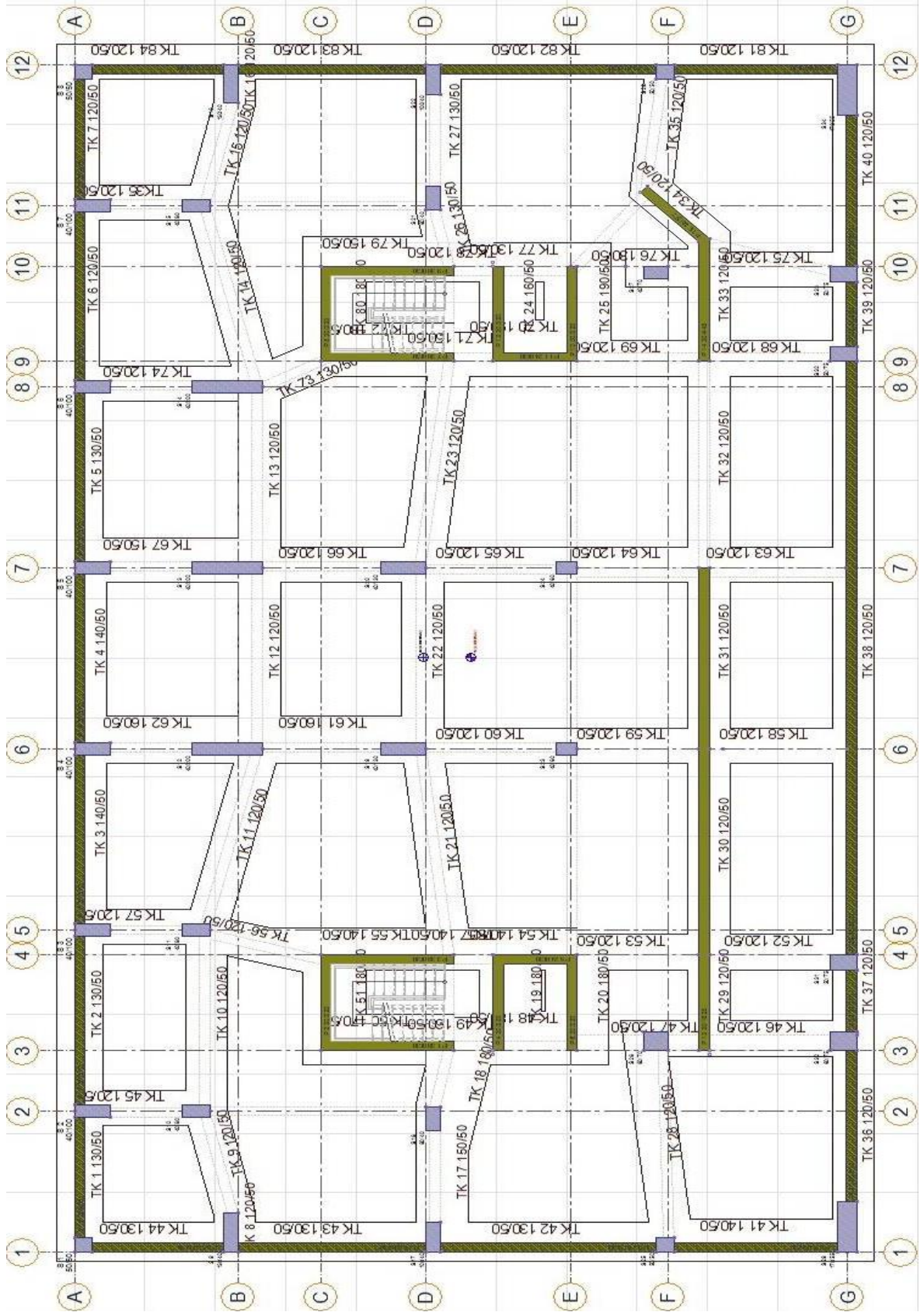
Şekil 2.26. Betonarme yapı - ZA zemin sınıfı - tekil temel için temel aplikasyonu

ideCAD®	YAPAN: İLKER TEŞTEK	
	PROJE: GÜMÜŞHANE ÜN. YÜKSEK LİSANS TEZ PROJESİ - ZA1-T.TEMEL	
	TARİH: 01.07.2019 REVİZYON: BETONARME YAPI	
YAPI ÖZET RAPORU		
Malzeme ve Kesit Kontrolleri		
Kullanılan Beton Sınıfı	Projede C20 veya üzeri beton sınıfı kullanılmıştır	✓
Kesit Kontrolü	Projede kesiti yetersiz elemanlar var K53 - K555 - K453 - K143 - TT 18 - TT 21 - TT 23 - TT 24 - TT 12 - TT 13 TT 14 - TT 27 - TK 1 - TK 2 - TK 3 - TK 4 - TK 5 - TK 6 - TK 7 - TK 8 TK 9 - TK 12 - TK 11 - TK 10 - TT 10 - TT 11 - TT 15 - TT 26 - K544 - K546	✗
Öteleme ve Düzensizlik Kontrolleri		
Görelî Öteleme	Görelî kat öteleme koşulu sağlanmıştır	✓
İkinci Mertebe Etkileri	$\bar{g}(max) / h = 0.006 \leq 0.02$ - (4. KAT) Bütün katlarda 2. mertebe etkileri koşulu sağlanmıştır	✓
A1 Düzensizliği	$\bar{g}(max) = 0.010 \leq 0.12$ - (2. KAT) Bütün katlarda A1 düzensizliği koşulu sağlanamamıştır $\eta_i(max) = 1.68 > 1.2$ - (1. BODRUM) Dinamik analiz yapılmıştır	✓
A2 Düzensizliği	Bütün katlarda A2 düzensizliği koşulu sağlanmıştır	✓
A3 Düzensizliği	Bütün katlarda A3 düzensizliği koşulu sağlanmıştır	✓
B1 Düzensizliği	Bütün katlarda B1 düzensizliği koşulu sağlanmıştır $\eta_{ci}(min) = 0.95 > 0.8$ - (ZEMİN KAT)	✓
B2 Düzensizliği	Bütün katlarda B2 düzensizliği koşulu sağlanmıştır $\eta_{ki}(max) = 1.25 \leq 2.0$ - (1. KAT)	✓
B3 Düzensizliği	Bütün katlarda B3 düzensizliği koşulu sağlanmıştır	✓


Şekil 2.27. Betonarme yapı - ZA zemin sınıfı - tekil temel için hatalar listesi (yetersiz)

İDECAD 8.62 programında rapor alınınca, eğer projede hatalı yapı elemanı varsa, hatalar, Şekil 2.27'deki gibi özet raporunda gösterilir. Ancak hatalı yapı elemanı yoksa, Şekil 2.29'daki gibi özet raporunda yetersizlik olmadığı belirtilir.

Yapı, tekil temeller yönünden yetersiz kalınca bütün temeller, sürekli temel olarak tasarlanmış ve bu şekilde çözüm yapılmıştır. Yapılan çözüm sonucunda sürekli temel ebatları, asansör perdeleri altında 140/50, 150/50, 160/50, 170/50, 180/50 cm olarak, diğer kısımlar ise 120/50 cm olarak (Şekil 2.28), olabilecek minimum boyutlarda temel tasarımı yapılabilmiş ve çözülebilecek minimum sürekli temel boyutları üzerinden yapılan çözüm sonucunda projenin, zemin emniyet gerilmeleri ve kesit boyutları yönünden uygun olduğu (Şekil 2.29) tespit edilmiştir.




Şekil 2.28. Betonarme yapı - ZA zemin sınıfı - sürekli temel için temel uygulaması

ideCAD®	YAPAN: İLKER TEŞTEK		
	PROJE: GÜMÜŞHANE ÜN. YÜKSEK LİSANS TEZ PROJESİ - ZA2 - S.TEMEL		
	TARİH: 01.07.2019	REVİZYON: BETONARME YAPI	
YAPI ÖZET RAPORU			
Malzeme ve Kesit Kontrolleri			
Kullanılan Beton Sınıfı		Projede C20 veya üzeri beton sınıfı kullanılmıştır	✓
Kesit Kontrolü		Projede tüm elemanların kesitleri yeterlidir	✓
Öteleme ve Düzensizlik Kontrolleri			
Görelî Öteleme	Görelî kat öteleme koşulu sağlanmıştır		✓
	$g_i(\max) / h = 0.006 \leq 0.02$ - (5. KAT)		
İkinci Mertebe Etkileri	Bütün katlarda 2. mertebe etkileri koşulu sağlanmıştır		✓
	$g_i(\max) = 0.010 \leq 0.12$ - (2. KAT)		
A1 Düzensizliği	Bütün katlarda A1 düzensizliği koşulu sağlanamamıştır		✓
	$\eta_l(\max) = 1.56 > 1.2$ - (1. BODRUM)		
	Dinamik analiz yapılmıştır		
A2 Düzensizliği	Bütün katlarda A2 düzensizliği koşulu sağlanmıştır		✓
A3 Düzensizliği	Bütün katlarda A3 düzensizliği koşulu sağlanmıştır		✓
B1 Düzensizliği	Bütün katlarda B1 düzensizliği koşulu sağlanmıştır		✓
	$\eta_{cl}(\min) = 0.95 > 0.8$ - (ZEMİN KAT)		
B2 Düzensizliği	Bütün katlarda B2 düzensizliği koşulu sağlanmıştır		✓
	$\eta_{kl}(\max) = 1.24 \leq 2.0$ - (1. KAT)		
B3 Düzensizliği	Bütün katlarda B3 düzensizliği koşulu sağlanmıştır		✓

Şekil 2.29. Betonarme yapı - ZA zemin sınıfı - sürekli temel için hatalar listesi (uygun)

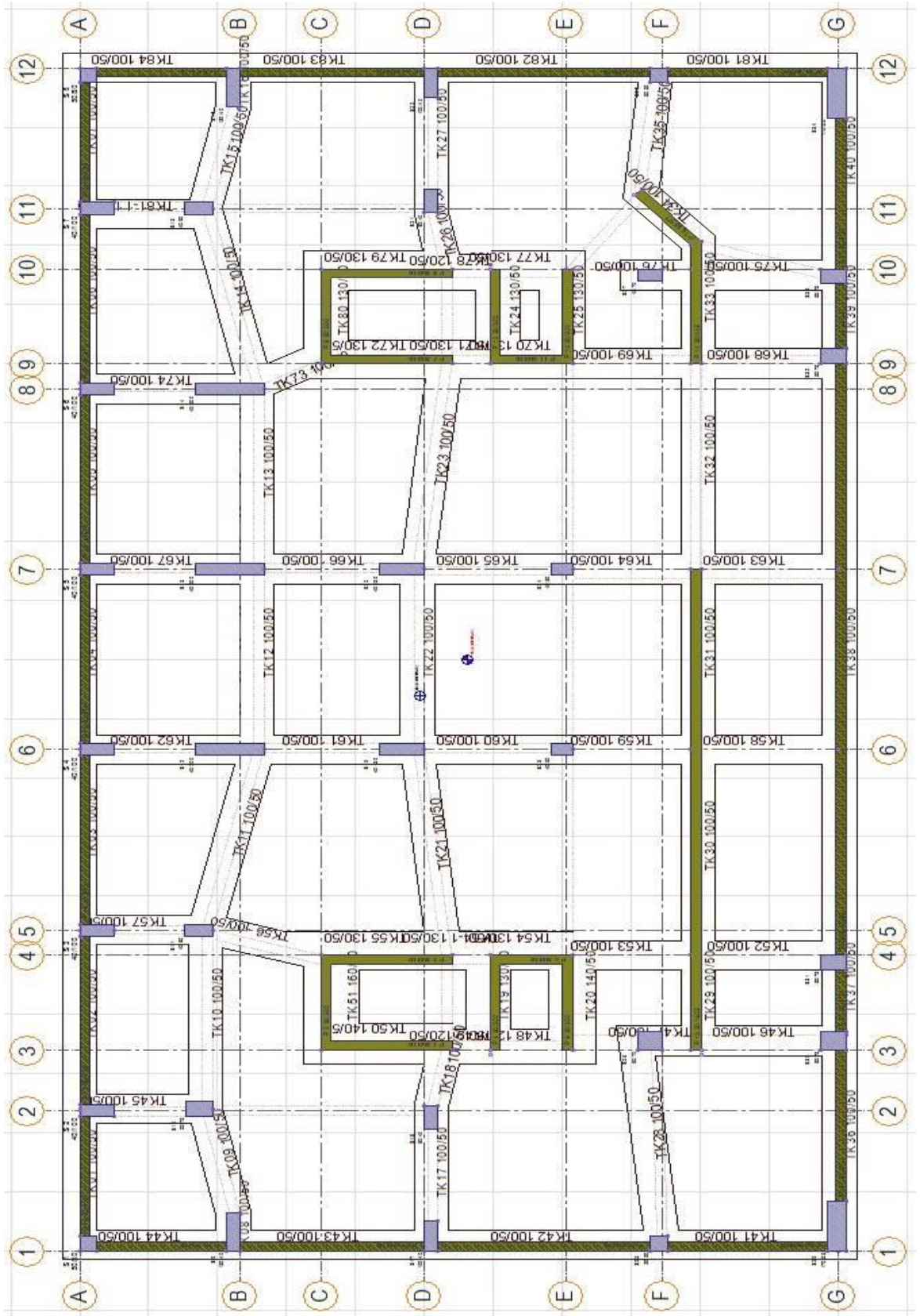
2.3.1.2. ZA Zemin Sınıfına Göre Çelik Yapının Çözümü

Yapı, Şekil 2.28'deki gibi tasarlanan minimum sürekli temel boyutları esas alınarak, ZA zemin sınıfı için çelik yapı 1. çözümü yapılmış ve bu boyutların, çelik yapı için uygun olduğu Şekil 2.30'daki gibi tespit edilmiştir.

ideCAD®	YAPAN: İLKER TEŞTEK		
	PROJE: GÜMÜŞHANE ÜN.YÜKSEK LİSANS TEZ PROJESİ - ZA1 ÇELİK YAPI		
	TARİH: 08.07.2019	REVİZYON: ÇELİK YAPI	
YAPI ÖZET RAPORU			
Malzeme ve Kesit Kontrolleri			
Kullanılan Beton Sınıfı	Projede C20 veya üzeri beton sınıfı kullanılmıştır	✓	
Kullanılan Çelik Sınıfı	S235		
Kesit Kontrolü	Projede tüm elemanların kesitleri yeterlidir	✓	
Öteleme ve Düzensizlik Kontrolleri			
Görelî Öteleme	Görelî kat öteleme koşulu sağlanmıştır $\delta_i(\max) / h = 0.004 \leq 0.02$ - (7. KAT-RD1)	✓	
İkinci Mertebe Etkileri	Bütün katlarda 2. mertebe etkileri koşulu sağlanmıştır $\rho_i(\max) = 0.015 \leq 0.12$ - (4. KAT-RD2)	✓	
A1 Düzensizliği	Bütün katlarda A1 düzensizliği koşulu sağlanamamıştır $\eta^v(\max) = 1.99 > 1.2$ - (1. BODRUM) Dinamik analiz yapılmıştır	✓	
A2 Düzensizliği	Bütün katlarda A2 düzensizliği koşulu sağlanmıştır	✓	
A3 Düzensizliği	Bütün katlarda A3 düzensizliği koşulu sağlanmıştır	✓	
B1 Düzensizliği	Bütün katlarda B1 düzensizliği koşulu sağlanmıştır $\eta^c(\min) = 1.00 > 0.8$ - (1. KAT-RD2)	✓	
B2 Düzensizliği	Bütün katlarda B2 düzensizliği koşulu sağlanmıştır $\eta^k(\max) = 1.40 \leq 2.0$ - (1. KAT-RD2)	✓	
B3 Düzensizliği	Bütün katlarda B3 düzensizliği koşulu sağlanmıştır	✓	


Şekil 2.30. Çelik yapı - ZA zemin sınıfı - sürekli temel için hatalar listesi (uygun)

Çelik yapının 1. çözümünde, yapı elemanlarında hata veya yetersizlik çıkmayınca sürekli temel boyutları küçültülerek, yapı, tekrar analiz edilmiş ve minimum sürekli temel boyutları Şekil 2.31'deki gibi tasarlanmıştır. Asansör altı sürekli temeller 130/50, 140/50, 150/50, 160/50 cm ebatlarında, diğer alanlardaki sürekli temeller ise 100/50 cm ebatlarında tasarım yapılmıştır.



Şekil 2.31. Çelik yapı - ZA zemin sınıfı - sürekli temel için temel aplikasyonu

Sürekli temel ebatları küçültülerek yapılan yeni analiz sonucunda Şekil 2.32'deki gibi yapı elemanlarında herhangi bir hata ve yetersizlik çıkmamış ve ZA zemin sınıfı için betonarme ve çelik yapı hesapları tamamlanmıştır.

ideCAD®	YAPAN: İLKER TEŞTEK PROJE: GÜMÜŞHANE ÜNİVERSİTESİ YÜKSEK LİSANS TEZ PROJESİ ZA2 SÜREKLİ TEMEL TARİH: 08.07.2019 REVİZYON: ÇELİK YAPI	
YAPI ÖZET RAPORU		
Malzeme ve Kesit Kontrolleri		
Kullanılan Beton Sınıfı	Projede C20 veya üzeri beton sınıfı kullanılmıştır	✓
Kullanılan Çelik Sınıfı	S235	
Kesit Kontrolü	Projede tüm elemanların kesitleri yeterlidir	✓
Öteleme ve Düzensizlik Kontrolleri		
Görelî Öteleme	Görelî kat öteleme koşulu sağlanmıştır $\delta_i(\max) / h = 0.005 \leq 0.02$ - (7. KAT-RD1)	✓
İkinci Mertebe Etkileri	Bütün katlarda 2. mertebe etkileri koşulu sağlanmıştır $\phi_i(\max) = 0.015 \leq 0.12$ - (4. KAT-RD2)	✓
A1 Düzensizliği	Bütün katlarda A1 düzensizliği koşulu sağlanamamıştır $\eta_i^l(\max) = 1.99 > 1.2$ - (1. BODRUM) Dinamik analiz yapılmıştır	✓
A2 Düzensizliği	Bütün katlarda A2 düzensizliği koşulu sağlanmıştır	✓
A3 Düzensizliği	Bütün katlarda A3 düzensizliği koşulu sağlanmıştır	✓
B1 Düzensizliği	Bütün katlarda B1 düzensizliği koşulu sağlanmıştır $\eta_{ci}(\min) = 1.00 > 0.8$ - (1. KAT-RD2)	✓
B2 Düzensizliği	Bütün katlarda B2 düzensizliği koşulu sağlanmıştır $\eta_{ki}(\max) = 1.40 \leq 2.0$ - (1. KAT-RD2)	✓
B3 Düzensizliği	Bütün katlarda B3 düzensizliği koşulu sağlanmıştır	✓

Şekil 2.32. Çelik yapı - ZA zemin sınıfı - sürekli temel için hatalar listesi (uygun)

2.3.1.3. ZA Zemin Sınıfına Göre Betonarme ve Çelik Yapının Analiz Sonuçlarının Karşılaştırılması

Yapının betonarme ve çelik olarak ayrı ayrı analizleri yapılmış ve ZA zemin sınıfına göre zemin emniyet gerilmesi ve kesit yeterliliği yönünden en küçük temel boyutları belirlenerek optimum yapı özellikleri tespit edilmiştir. Bu özellikleri sağlayan temel yapılarına göre betonarme ve çelik yapının 1 aksı (6, 7, 8 ve 9. katlar için) moment diyagramı Şekil 2.33 ve Şekil 2.34'de verilmiştir.

Şekil 2.33’de görüldüğü gibi betonarme yapı için kiriş açıklık ortası momentleri maksimum yaklaşık 9 tm, kiriş mesnet momentleri de -23.9 tm’dir. Şekil 2.34’de ise çelik yapı için kiriş açıklık ortası momentleri maksimum 4.2 tm, kiriş mesnet momentleri de maksimum -8 tm’dir. Her iki taşıyıcı sistem incelendiğinde aynı aks ve katlarda, betonarme yapı taşıyıcı sistemin, çelik yapı taşıyıcı sisteme oranla 2.5 ~ 3 kat daha fazla moment değerlerine maruz kaldığı görülmektedir.

2.3.1.4. ZA Zemin Sınıfına Göre Betonarme ve Çelik Yapının Metraj Değerlerinin Karşılaştırılması

Betonarme ve çelik yapının analizleri sonucunda elde edilen metraj değerleri Şekil 2.35 ve Şekil 2.36’da verilmiştir.

ideCAD®	YAPAN: İLKER TEŞTEK	
	PROJE: GÜMÜŞHANE ÜNİVERSİTESİ YÜKSEK LİSANS TEZ PROJESİ ZA-2 S.TEMEL	
	TARİH: 12.07.2019	REVİZYON:
TOPLAM METRAJ		
1-	BS30 BETON	3466.64
2-	BETON KALIP	20281.34
3-	S420 DONATI (İNCE)	216517.85
	S420 DONATI (KALIN)	139891.22
	S420 DONATI (TOPLAM)	356409.07

Şekil 2.35. Betonarme yapı - ZA zemin sınıfı için metraj değerleri

Şekil 2.35’deki metraj verilerine bakıldığında, betonarme yapıda, 3466.6 m³ beton, 356.4 t da demir metraj değerleri hesaplanmıştır.

Beton : 3466.6 m³ x 2,5 t/m³ : 8666.5 t

İnşaat demiri : 356.4 t

Temel alanı : 23 m x 40.8 m : 938.4 m²

Bu bilgiler ışığında, yapı temeline etkileyen toplam yük, 8666.5 t beton ve 356.4 t demir olmak üzere toplam 9022.9 t’dur. Etkileyen toplam yükün 938.4 m² temel alanına etki ettiği göz önüne alınacak olursa, m²’ye isabet eden yük miktarı da 9.62 t olmaktadır.

ideCAD®

YAPAN: İLKER TEŞTEK

PROJE: GÜMÜŞHANE ÜNİVERSİTESİ YÜKSEK LİSANS TEZ PROJESİ ZA2 SÜREKLİ TEMEL

TARİH: 08.07.2019

REVİZYON: ÇELİK YAPI

TOPLAM METRAJ

1-	BS30 BETON	1734.51
2-	BETON KALIP	9667.42
3-	S420 DONATI (İNCE)	100216.17
	S420 DONATI (KALIN)	58647.30
	S420 DONATI (TOPLAM)	158863.47

Genel Profil Listesi

Tip	Profil	Materyal	Toplam Uzunluk [m]	Toplam Ağırlık [t]	Toplam alan [m²]
	HE 450 A	S235	858.00	120.14	1724.54
	HE 500 A	S235	90.00	13.98	189.81
	HE 550 A	S235	66.00	10.99	145.72
	HE 650 A	S235	6.00	1.14	14.44
	IPN 340	S235	2293.29	155.92	2628.54
	IPN 300	S235	96.08	5.20	98.64
	HE 240 M	S235	97.71	15.32	142.59
	IPN 380	S235	110.94	9.31	140.40
	IPN 320	S235	51.71	3.15	56.19
	HE 300 M	S235	10.71	2.55	19.61
	HE 260 M	S235	2.08	0.36	3.27
	IPN 360	S235	2.07	0.16	2.50

Genel Levha Listesi

Tip	Boyutlar	Materyal	Toplam Ağırlık [t]	Toplam alan [m²]
	t:12	S235	0.04	0.79
	t:17	S235	0.12	1.75
	t:11	S235	0.03	0.74
	t:16	S235	0.11	1.75
	t:15	S235	21.89	371.86
	t:10	S235	3.86	98.40
	t:30	S235	2.62	22.27

Toplam ağırlık : 28.669 t

Toplam alan : 497.57 m²

Toplam ağırlık : 338.229 t

Toplam alan : 5166.24 m²

Şekil 2.36'daki metraj verilerine bakıldığında, çelik yapıda, 1734.5 m³ beton, 158.9 t demir, 338.2 t yapı çeliği ve 28.7 t da birleştirme levhası metraj değerleri hesaplanmıştır.

İnşaat demiri : 158.9 t

Temel alanı : 23 m x 40.8 m : 938.4 m²

2.3.2. TBDY 2018 ZB Zemin Sınıfına Göre Betonarme ve Çelik Yapının Karşılaştırılması

Analizlerde, ZB zemin sınıfı için, zemin yatak katsayısı 21000 t/m^3 , zemin emniyet gerilmesi 30 t/m^2 ve zemin birim hacim ağırlığı 2.5 t/m^3 verileri Şekil 2.37'deki gibi alınmıştır.

Analiz Ayarları

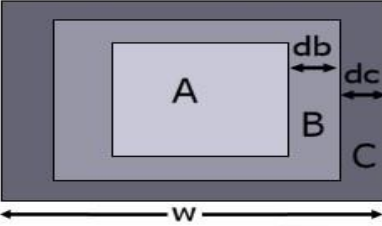
Genel Ayarlar
TDY Seçenekleri
Aşamalı İnşaat Hesabı
Isı Yükleri
Rüzgar Yükü
Temel - Zemin
Yük - Güvenlik
Güçlendirme
Diğer

Zemin birim ağırlığı : [t/m³]
Yatak katsayısı : [t/m²]
Zemin emniyet gerilmesi : [t/m²]
Deprem yüklemeleri kullanıldığında zemin emniyet gerilmesini artır : ☐
Büyütme oranı : %

☒ Temellerin zemin em. kontrolünü ortalama gerilmeye göre yap
☐ Temellerin zemin em. kontrolünde deprem yük. kullan
☒ Temellerde negatif zemin gerilmesi kontrolü yap
☒ Radye temellerin zemin em. kontrolünü ortalama gerilmeye göre yap
☐ Kirişsiz radyelerin zemin em. kontrolünde deprem yüklemelerini kullan
☒ Radye temellerde negatif zemin gerilmesi kontrolü yap
☒ Üst yapı etkileşimli çözüm

☐ Radye temellerde Çoklu Eşlenik Winkler Yay yöntemini kullan :

Zemin Tipini & Tepki Spektrumunu Düzenle



B Bölgesi uzunluk oranı (db/w) :
B bölgesi faktörü ks(b)/ks(a) :
C Bölgesi uzunluk oranı (dc/w) :
C bölgesi faktörü ks(c)/ks(a) :

Radye temel - üst yapı etkileşim :

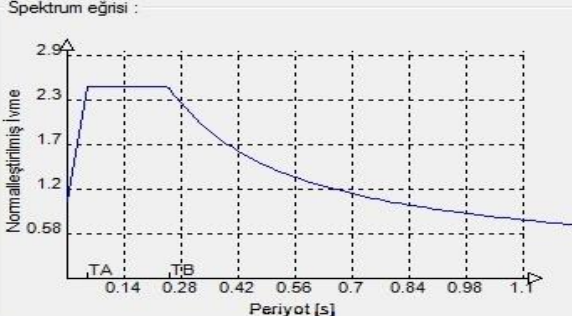
☒ Direkt bağlantı
☐ Bağlantı bölgesini büyüt
Oran : h
Kolon ve perdenin altında kalan kabuk elemanları için kalınlık çarpanı :

Tasarım Spektrum Fonksiyonu

Fonksiyon adı :
Spektrum çarpanı :

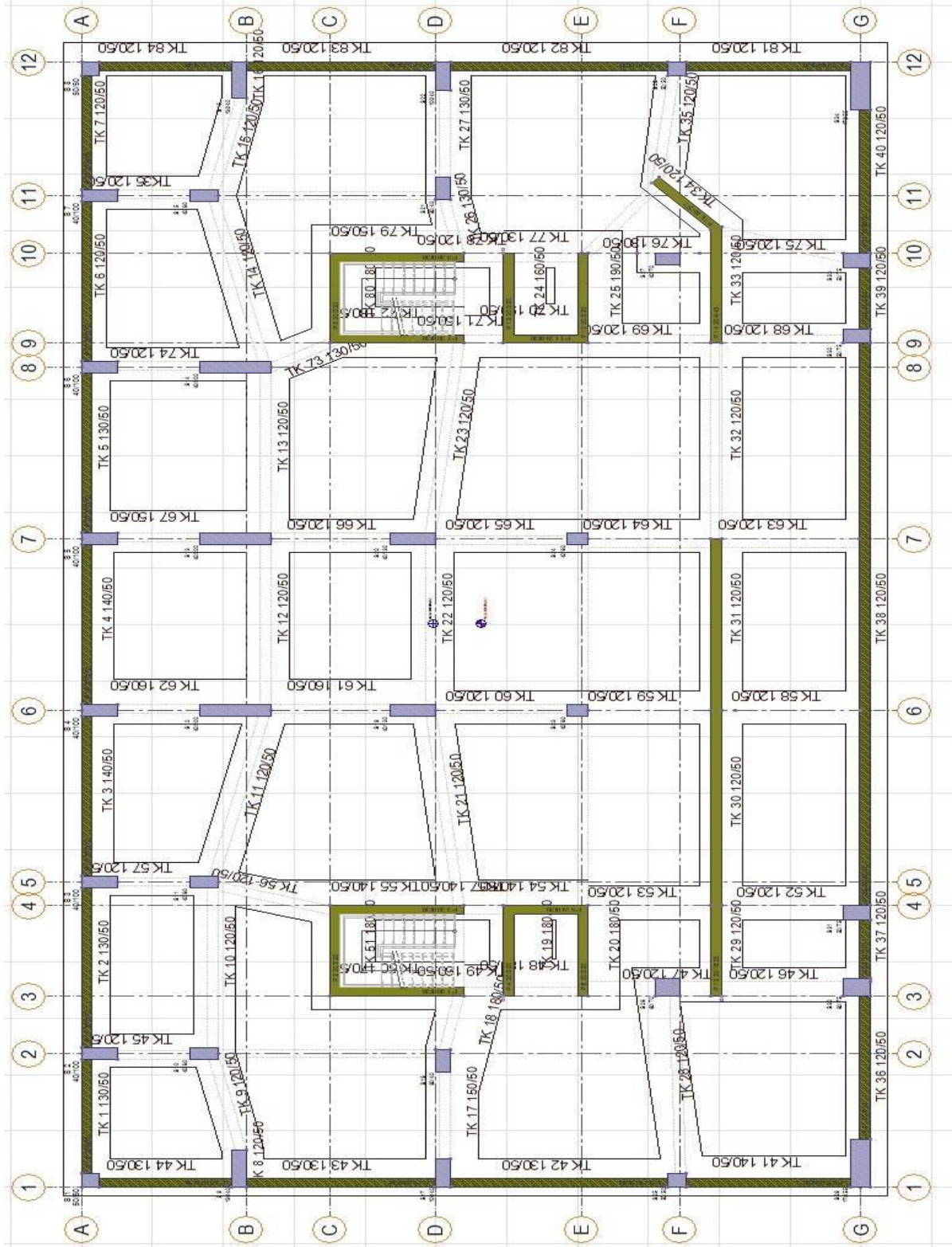
Zemin sınıfı	TA	TB
<input type="radio"/> Z1	0.10	0.30
<input type="radio"/> Z2	0.15	0.40
<input type="radio"/> Z3	0.15	0.60
<input type="radio"/> Z4	0.20	0.90
<input checked="" type="radio"/> Tanımlı	<input type="text" value="0.050"/>	<input type="text" value="0.251"/>
<input type="radio"/> Tanımlı :	<input type="button" value="Tanımla"/>	

Spektrum eğrisi :



Şekil 2.37. ZB zemin sınıfı için analiz ayarları


2.3.2.1. ZB Zemin Sınıfına Göre Betonarme Yapının Çözümü



Şekil 2.38. Betonarme yapı - ZB zemin sınıfı - sürekli temel için temel aplikasyonu

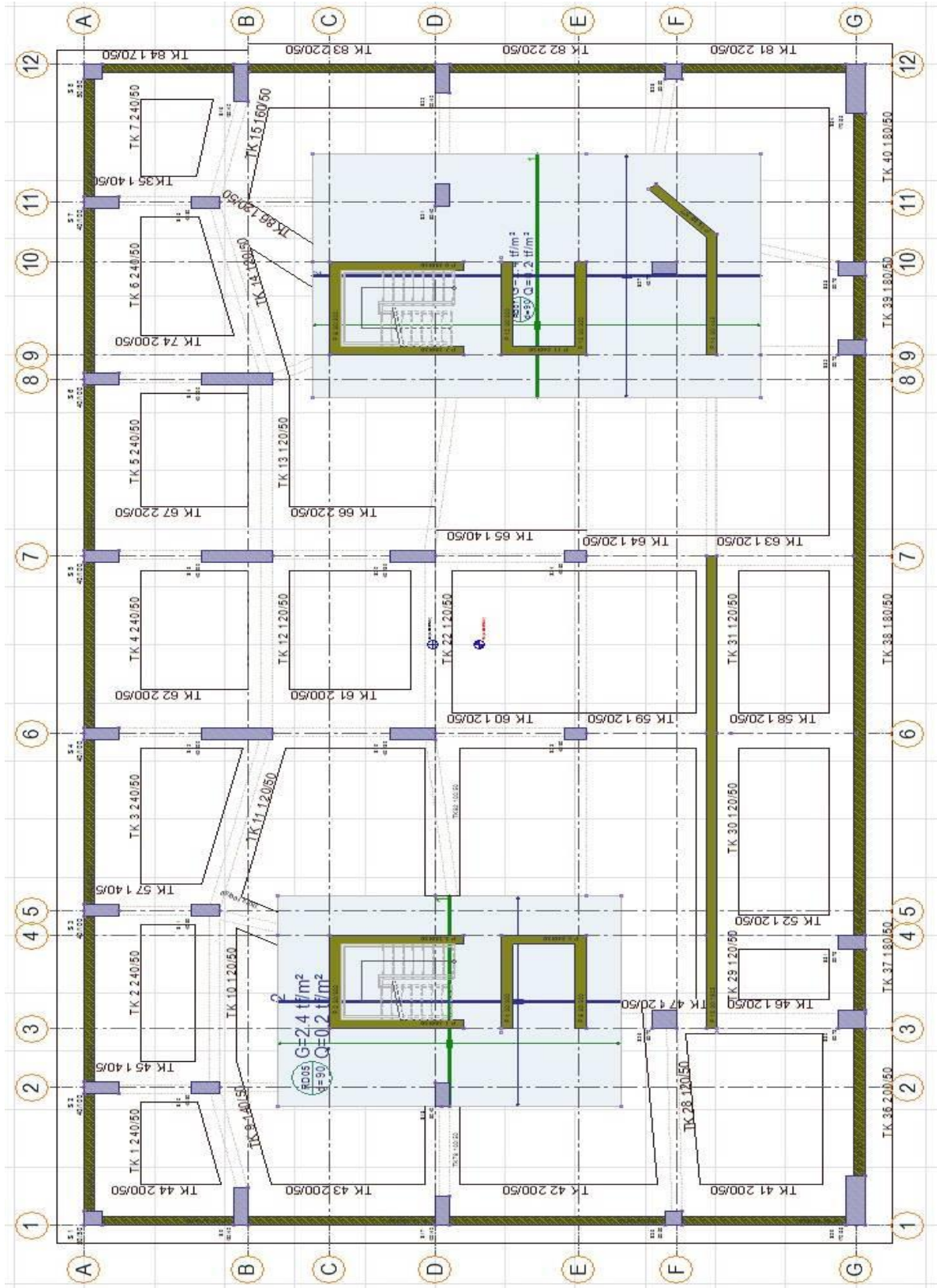
Betonarme yapının ZA zemin sınıfı için yapılan çözümünde, en son hatasız olarak tasarlanan proje (Şekil 2.38), ZB zemin sınıfı değerleri (Şekil 2.37) programa girilerek tekrar analiz edilmiş ve Şekil 2.39'daki gibi yapı elemanlarında hatalar tespit edilmiştir.

Yapılan analiz sonucunda, yapı elemanlarında hatalar çıkmasından dolayı asansör altındaki sürekli temellerin ebatları çok büyüdüğünden sürekli temeller yerine radye temel atılmış ve diğer hatalı olan sürekli temellerin ebatları da büyütülmüştür (Şekil 2.40).


ideCAD®	YAPAN: İLKER TEŞTEK PROJE: GÜMÜŞHANE ÜNİVERSİTESİ YÜKSEK LİSANS TEZ PROJESİ - ZB1 S.TEMEL TARİH: 01.07.2019 REVİZYON: BETONARME YAPI	
YAPI ÖZET RAPORU		
Malzeme ve Kesit Kontrolleri		
Kullanılan Beton Sınıfı	Projede C20 veya üzeri beton sınıfı kullanılmıştır	✓
Kesit Kontrolü	Projede kesiti yetersiz elemanlar var TK 1 - TK 2 - TK 3 - TK 4 - TK 5 - TK 6 - TK 7 - TK 84 - TK 83 - TK 82 TK 81 - TK 40 - TK 39 - TK 37 - TK 36 - TK 41 - TK 42 - TK 43 - TK 44 - TK 8 TK 16 - TK 45 - TK 57 - TK 62 - TK 67 - TK 74 - TK 35 - TK 61 - TK 66 - TK 48 TK 49 - TK 50 - TK 51 - TK 55 - TK 57 - TK 54 - TK 20 - TK 19 - TK 70 - TK 71 TK 72 - TK 80 - TK 79 - TK 78 - TK 77 - TK 25 - TK 24 - TK 18 - TK 26 - TK 27 TK 73 - TK 76 - K516 - K522 - K422 - K453 - KZ55	✗
Öteleme ve Düzensizlik Kontrolleri		
Görelî Öteleme	Görelî kat öteleme koşulu sağlanmıştır $\delta_i(\max) / h = 0.005 \leq 0.02$ - (3. KAT)	✓
İkinci Mertebe Etkileri	Bütün katlarda 2. mertebe etkileri koşulu sağlanmıştır $\phi_i(\max) = 0.010 \leq 0.12$ - (2. KAT)	✓
A1 Düzensizliği	Bütün katlarda A1 düzensizliği koşulu sağlanamamıştır $\eta_i(\max) = 1.53 > 1.2$ - (1. BODRUM) Dinamik analiz yapılmıştır	✓
A2 Düzensizliği	Bütün katlarda A2 düzensizliği koşulu sağlanmıştır	✓
A3 Düzensizliği	Bütün katlarda A3 düzensizliği koşulu sağlanmıştır	✓
B1 Düzensizliği	Bütün katlarda B1 düzensizliği koşulu sağlanmıştır $\eta_{ci}(\min) = 0.95 > 0.8$ - (ZEMİN KAT)	✓
B2 Düzensizliği	Bütün katlarda B2 düzensizliği koşulu sağlanmıştır $\eta_{ki}(\max) = 1.23 \leq 2.0$ - (1. KAT)	✓
B3 Düzensizliği	Bütün katlarda B3 düzensizliği koşulu sağlanmıştır	✓

Şekil 2.39. Betonarme yapı - ZB zemin sınıfı - sürekli temel için hata listesi (yetersiz)

Yapı, ZA zemin sınıfı sürekli temel tasarımı, ZB zemin sınıfında çözülüp yetersiz kalınca karma şekilde radye-sürekli temel tasarımı (Şekil 2.40) ile yeniden analiz edilmiş ve zemin emniyet gerilmeleri ile kesit boyutları yönünden uygun olduğu (Şekil 2.41) tespit edilmiştir.



Şekil 2.40. Betonarme yapı - ZB zemin sınıfı - radye-sürekli temel için temel aplikasyonu

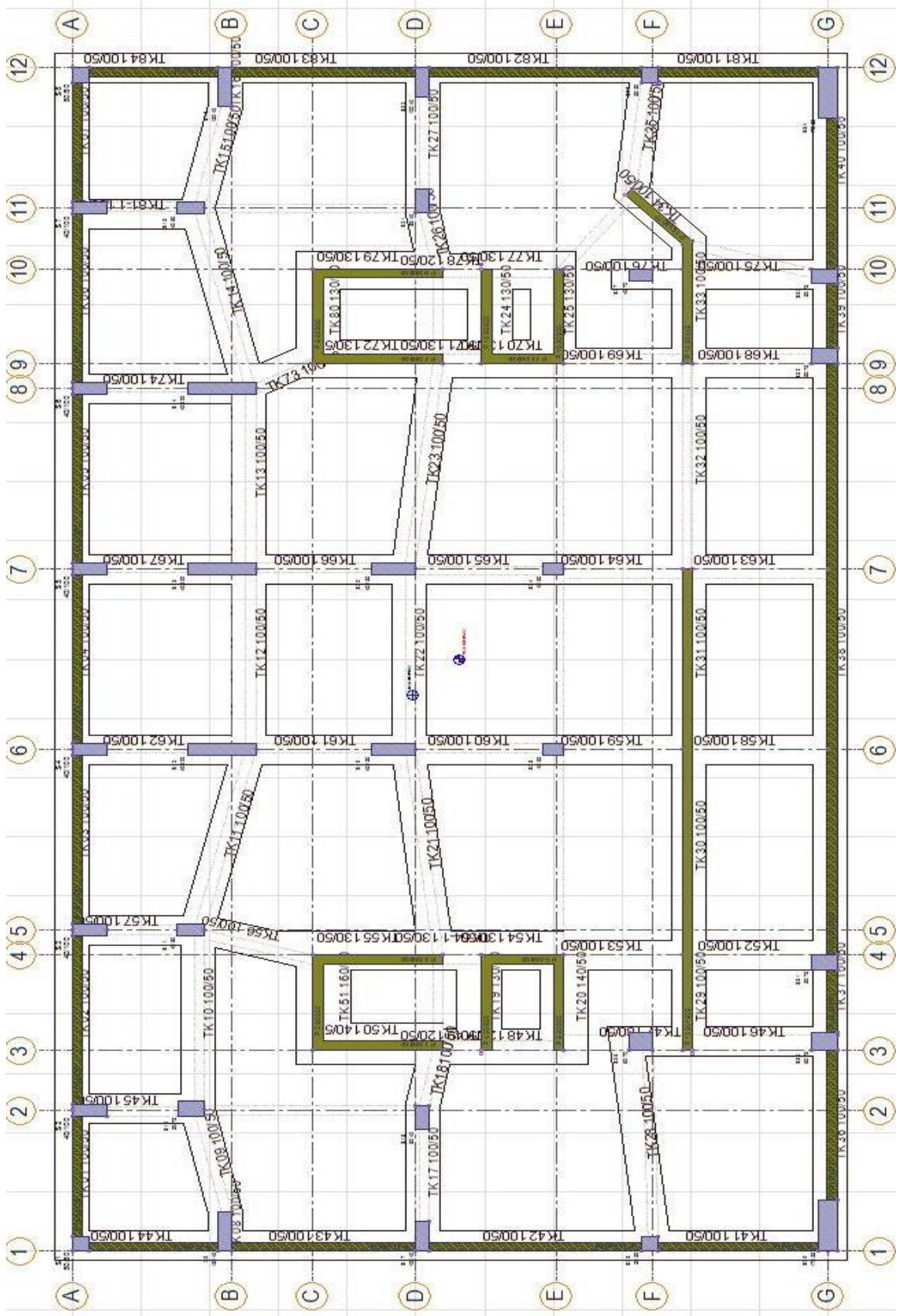
ideCAD®	YAPAN: İLKER TEŞTEK		
	PROJE: GÜMÜŞHANE ÜN.YÜKSEK LİSANS TEZ PROJESİ-ZB2-SÜR.-RADYE TEMEL		
	TARİH: 01.07.2019	REVİZYON: BETONARME YAPI	
YAPI ÖZET RAPORU			
Malzeme ve Kesit Kontrolleri			
Kullanılan Beton Sınıfı		Projede C20 veya üzeri beton sınıfı kullanılmıştır	✓
Kesit Kontrolü		Projede tüm elemanların kesitleri yeterlidir	✓
Öteleme ve Düzensizlik Kontrolleri			
Görelî Öteleme		Görelî kat öteleme koşulu sağlanmıştır $\delta_i(\max) / h = 0.005 \leq 0.02$ - (3. KAT)	✓
İkinci Mertebe Etkileri		Bütün katlarda 2. mertebe etkileri koşulu sağlanmıştır $\phi_i(\max) = 0.010 \leq 0.12$ - (2. KAT)	✓
A1 Düzensizliği		Bütün katlarda A1 düzensizliği koşulu sağlanamamıştır $\eta_i(\max) = 1.56 > 1.2$ - (1. BODRUM)	✓
		Dinamik analiz yapılmıştır	
A2 Düzensizliği		Bütün katlarda A2 düzensizliği koşulu sağlanmıştır	✓
A3 Düzensizliği		Bütün katlarda A3 düzensizliği koşulu sağlanmıştır	✓
B1 Düzensizliği		Bütün katlarda B1 düzensizliği koşulu sağlanmıştır $\eta_{ci}(\min) = 0.95 > 0.8$ - (ZEMİN KAT)	✓
B2 Düzensizliği		Bütün katlarda B2 düzensizliği koşulu sağlanmıştır $\eta_{ki}(\max) = 1.23 \leq 2.0$ - (1. KAT)	✓
B3 Düzensizliği		Bütün katlarda B3 düzensizliği koşulu sağlanmıştır	✓

Şekil 2.41. Betonarme yapı - ZB zemin sınıfı - radye-sürekli temel için hata listesi (uygun)

2.3.2.2. ZB Zemin Sınıfına Göre Çelik Yapının Çözümü

Yapının, Şekil 2.42'deki gibi bir önceki çelik yapı bölümü için tasarlanan (ZA zemin sınıfı için) minimum sürekli temel boyutları esas alınarak, ZB zemin sınıfı ayarları ile 1. çözümü yapılmış ve bu boyutların, çelik yapı için uygun olmadığı Şekil 2.43'deki gibi tespit edilmiştir.

Çelik yapının 1. çözümünde, yapı elemanlarında hata veya yetersizlikler çıkınca sürekli temel boyutları büyütülerek yapı tekrar analiz edilmiş ve sürekli temel boyutları Şekil 2.44'deki gibi tasarlanmıştır. Asansör altı sürekli temeller 130/50, 140/50, 180/50, 200/50 cm ebatlarında, diğer alanlardaki sürekli temeller ise 110/50 cm ebatlarında tasarım yapılmıştır.



Şekil 2.42. Çelik yapı - ZB zemin sınıfı - sürekli temel (1) için temel aplikasyonu


ideCAD®

YAPAN: İLKER TEŞTEK

PROJE: GÜMÜŞHANE ÜN. YÜKSEK LİSANS TEZ PROJESİ ZB1- SÜREKLİ TEMEL

TARİH: 08.07.2019

REVİZYON: ÇELİK YAPI

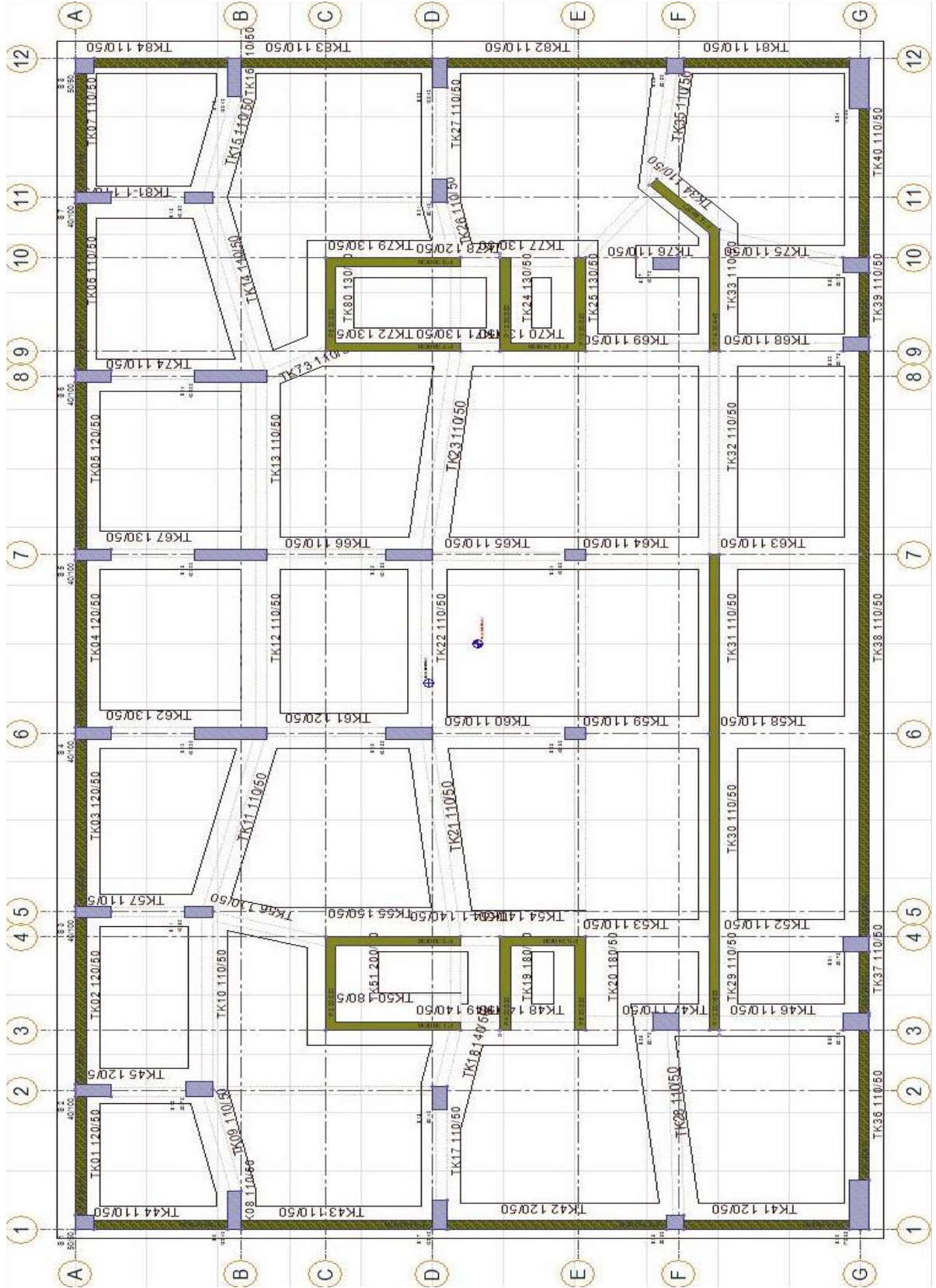


YAPI ÖZET RAPORU

Malzeme ve Kesit Kontrolleri		
Kullanılan Beton Sınıfı	Projede C20 veya üzeri beton sınıfı kullanılmıştır	✓
Kullanılan Çelik Sınıfı	S235	
Kesit Kontrolü	Projede kesiti yetersiz elemanlar var BE075 - BE080 - BE083 - BE075 - BE076 - BE080 - BE084 - BE032 - BE075 - BE080 BE084 - BE032 - BE080 - BE083 - BE084 - BE5032 - BE5079 - BE5084 - BE4032 - K 4102 BE3032 - K 3102 - BE3085 - BE2032 - K 2102 - BE2081 - BE2085 - CEZ014 - TK01 - TK02 TK03 - TK04 - TK05 - TK06 - TK07 - TK18 - TK19 - TK20 - TK41 - TK42 TK43 - TK44 - TK45 - TK48 - TK49 - TK50 - TK51 - TK54 - TK55 - TK57 TK54-1 - TK61 - TK62 - TK66 - TK67 - TK81-1 - TK81 - TK82	X

Öteleme ve Düzensizlik Kontrolleri		
Görelî Öteleme	Görelî kat öteleme koşulu sağlanmıştır $\delta_i(\max) / h = 0.006 \leq 0.02$ - (7. KAT-RD1)	✓
İkinci Mertebe Etkileri	Bütün katlarda 2. mertebe etkileri koşulu sağlanmıştır $\rho_i(\max) = 0.015 \leq 0.12$ - (4. KAT-RD2)	✓
A1 Düzensizliği	Bütün katlarda A1 düzensizliği koşulu sağlanamamıştır $\eta_i(\max) = 2.00 > 1.2$ - (1. BODRUM) Dinamik analiz yapılmıştır	✓
A2 Düzensizliği	Bütün katlarda A2 düzensizliği koşulu sağlanmıştır	✓
A3 Düzensizliği	Bütün katlarda A3 düzensizliği koşulu sağlanmıştır	✓
B1 Düzensizliği	Bütün katlarda B1 düzensizliği koşulu sağlanmıştır $\eta_{ci}(\min) = 1.00 > 0.8$ - (1. KAT-RD2)	✓
B2 Düzensizliği	Bütün katlarda B2 düzensizliği koşulu sağlanmıştır $\eta_{ki}(\max) = 1.39 \leq 2.0$ - (1. KAT-RD2)	✓
B3 Düzensizliği	Bütün katlarda B3 düzensizliği koşulu sağlanmıştır	✓

Şekil 2.43. Çelik yapı - ZB zemin sınıfı - sürekli temel (1) için hata listesi (yetersiz)



Şekil 2.44. Çelik yapı - ZB zemin sınıfı - sürekli temel (2) için temel aplikasyonu

Sürekli temel ebatları büyütülerek yapılan yeni analiz sonucunda Şekil 2.45'deki gibi yapı elemanlarında herhangi bir hata ve yetersizlik çıkmamış ve ZB zemin sınıfı için betonarme ve çelik yapı hesapları tamamlanmıştır.


ideCAD®

YAPAN: İLKER TEŞTEK

PROJE: GÜMÜŞHANE ÜN. YÜKSEK LİSANS TEZ PROJESİ ZB-2 S.TEMEL

TARİH: 08.07.2019

REVİZYON: ÇELİK YAPI



YAPI ÖZET RAPORU

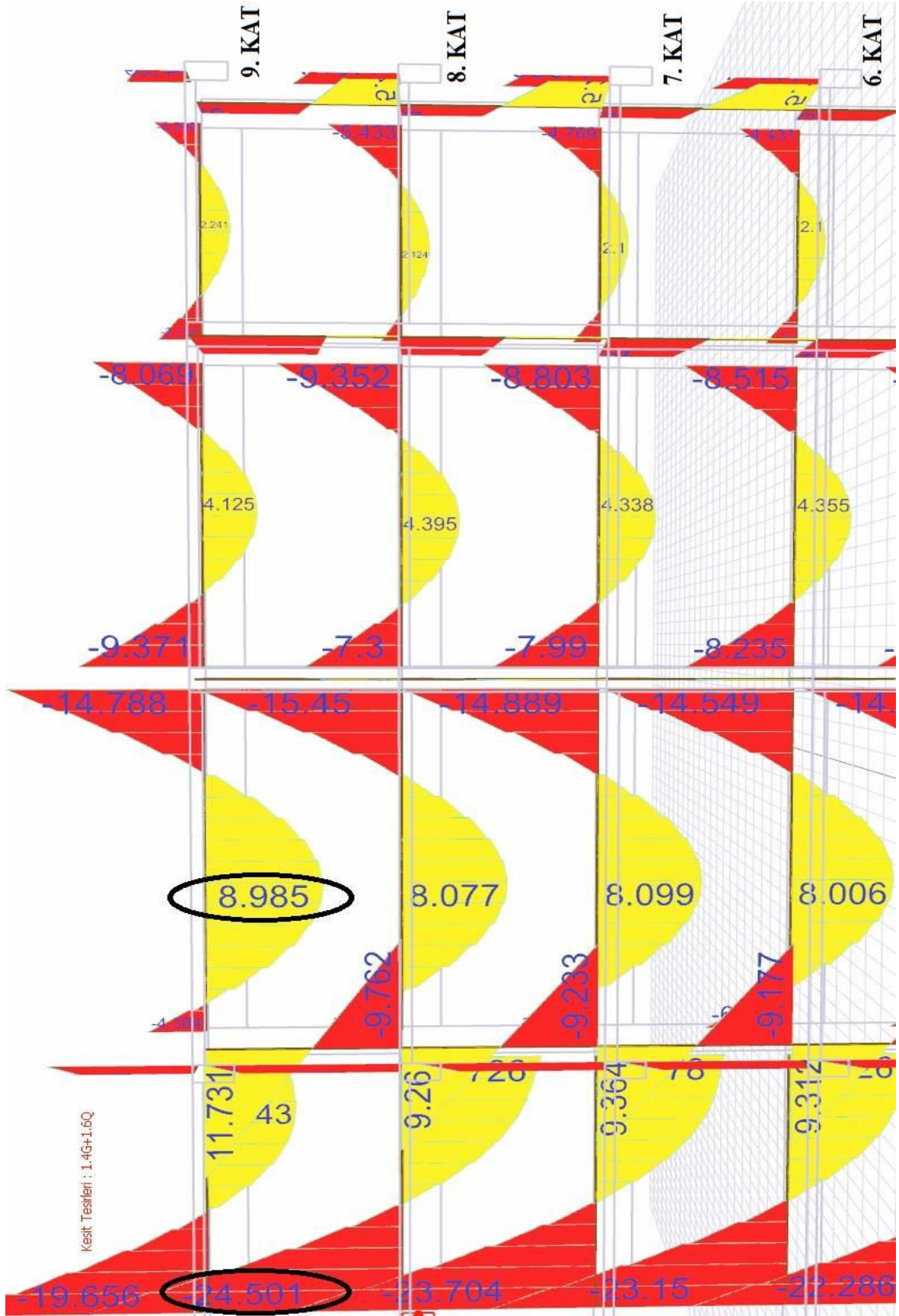
Malzeme ve Kesit Kontrolleri		
Kullanılan Beton Sınıfı	Projede C20 veya üzeri beton sınıfı kullanılmıştır	
Kullanılan Çelik Sınıfı	S235	
Kesit Kontrolü	Projede tüm elemanların kesitleri yeterlidir	

Öteleme ve Düzensizlik Kontrolleri		
Görelî Öteleme	Görelî kat öteleme koşulu sağlanmıştır $\delta_i(\max) / h = 0.004 \leq 0.02$ - (8. KAT-RD1)	
İkinci Mertebe Etkileri	Bütün katlarda 2. mertebe etkileri koşulu sağlanmıştır $\theta_i(\max) = 0.015 \leq 0.12$ - (4. KAT-RD2)	
A1 Düzensizliği	Bütün katlarda A1 düzensizliği koşulu sağlanamamıştır $\eta_i(\max) = 2.00 > 1.2$ - (1. BODRUM) Dinamik analiz yapılmıştır	
A2 Düzensizliği	Bütün katlarda A2 düzensizliği koşulu sağlanmıştır	
A3 Düzensizliği	Bütün katlarda A3 düzensizliği koşulu sağlanmıştır	
B1 Düzensizliği	Bütün katlarda B1 düzensizliği koşulu sağlanmıştır $\eta_{ci}(\min) = 1.00 > 0.8$ - (1. KAT-RD2)	
B2 Düzensizliği	Bütün katlarda B2 düzensizliği koşulu sağlanmıştır $\eta_{ki}(\max) = 1.38 \leq 2.0$ - (1. KAT-RD2)	
B3 Düzensizliği	Bütün katlarda B3 düzensizliği koşulu sağlanmıştır	

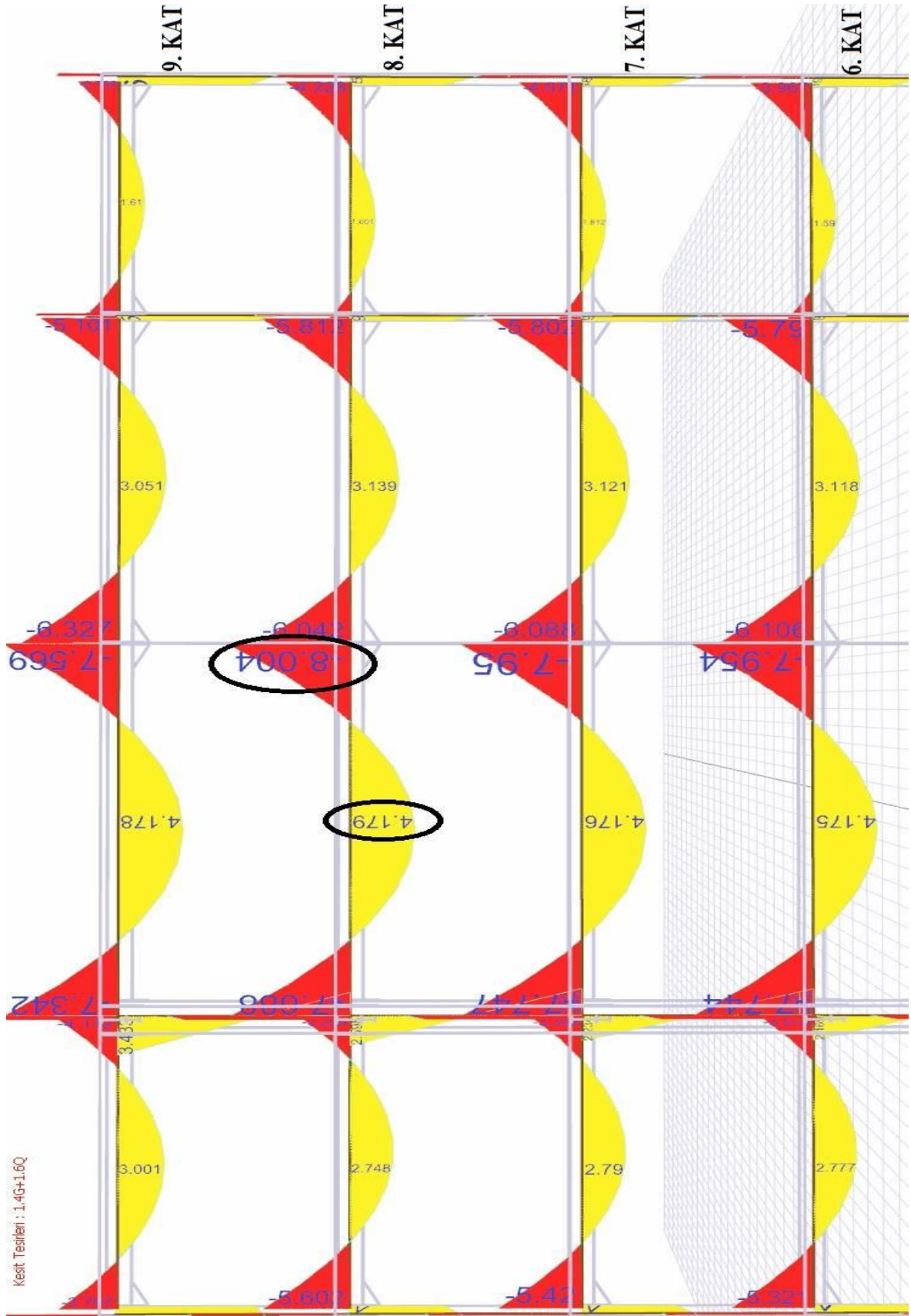
Şekil 2.45. Çelik yapı - ZB zemin sınıfı - sürekli temel (2) için hata listesi (uygun)

2.3.2.3. ZB Zemin Sınıfına Göre Betonarme ve Çelik Yapının Analiz Sonuçlarının Karşılaştırılması

Yapının betonarme ve çelik olarak ayrı ayrı analizleri yapılmış ve ZB zemin sınıfına göre zemin emniyet gerilmesi ve kesit yeterliliği yönünden en küçük temel boyutları belirlenerek optimum yapı özellikleri tespit edilmiştir. Bu özellikleri sağlayan temel yapılarına göre betonarme ve çelik yapının 1 aksı (6., 7., 8. ve 9. katlar için) moment diyagramı Şekil 2.46 ve Şekil 2.47'de verilmiştir.



Şekil 2.46. Betonarme yapı - ZB zemin sınıfı 1 aksı moment diyagramı



Şekil 2.47. Çelik yapı - ZB zemin sınıfı 1 aksı moment diyagramı

Şekil 2.46’de görüldüğü gibi betonarme yapı için kiriş açıklık ortası momentleri maksimum 9 tm, kiriş mesnet momentleri de -24.5 tm’dir. Şekil 2.47’de ise çelik yapı için kiriş açıklık ortası momentleri maksimum 4.18 tm, kiriş mesnet momentleri de -8 tm’dir. Her iki taşıyıcı sistem incelendiğinde aynı aks ve katlarda, betonarme yapı taşıyıcı sistemin, çelik yapı taşıyıcı sisteme oranla 2.5 ~ 3 kat arasında daha fazla moment değerlerine maruz kaldığı görülmektedir.

2.3.2.4. ZB Zemin Sınıfına Göre Betonarme ve Çelik Yapının Metraj Değerlerinin Karşılaştırılması

Betonarme ve çelik yapının analizleri sonucunda elde edilen metraj değerleri Şekil 2.48 ve Şekil 2.49’da verilmiştir.

ideCAD®

YAPAN: İLKER TEŞTEK

PROJE: GÜMÜŞHANE ÜN.YÜKSEK LİSANS TEZ PROJESİ-ZB2-SÜR.-RADYE TEMEL

TARİH: 01.07.2019

REVİZYON: BETONARME YAPI

TOPLAM METRAJ

1-	BS25 BETON	160.71
	BS30 BETON	3453.28
2-	BETON KALIP	20250.57
3-	S420 DONATI (İNCE)	216155.25
	S420 DONATI (KALIN)	146041.73
	S420 DONATI (TOPLAM)	362196.98

Şekil 2.48. Betonarme yapı - ZB zemin sınıfı için metraj değerleri

Şekil 2.35’deki metraj verilerine bakıldığında betonarme yapıda, 3453.8 m³ beton, 362 t da demir metraj değerleri hesaplanmıştır.

Beton : 3453.8 m³ x 2,5 t/m³ : 8634.5 t

İnşaat demiri : 362 t

Temel alanı : 23 m x 40.8 m : 938.4 m²

Bu bilgiler ışığında, yapı temeline etkiyen toplam yük, 8634.5 t beton ve 362 t demir olmak üzere toplam 8996.5 t'dur. Etkiyen toplam yükün 938.4 m^2 temel alanına etki ettiği göz önüne alınacak olursa, m^2 'ye isabet eden yük miktarı da 9.59 t olmaktadır.

ideCAD®

YAPAN: İLKER TEŞTEK

PROJE: GÜMÜŞHANE ÜN. YÜKSEK LİSANS TEZ PROJESİ ZB-2 S.TEMEL

TARİH: 08.07.2019

REVİZYON: ÇELİK YAPI

TOPLAM METRAJ

1-	BS30 BETON	1758.83
2-	BETON KALIP	9667.42
3-	S420 DONATI (İNCE)	101126.03
	S420 DONATI (KALIN)	59114.97
	S420 DONATI (TOPLAM)	160241.00

Genel Profil Listesi

Tip	Profil	Materyal	Toplam Uzunluk [m]	Toplam Ağırlık [t]	Toplam alan [m²]
	HE 450 A	S235	858.00	120.14	1724.54
	HE 500 A	S235	90.00	13.98	189.81
	HE 550 A	S235	66.00	10.99	145.72
	HE 650 A	S235	6.00	1.14	14.44
	IPN 340	S235	2293.29	155.92	2628.54
	IPN 300	S235	94.02	5.09	96.53
	HE 240 M	S235	97.71	15.32	142.59
	IPN 380	S235	110.94	9.31	140.40
	IPN 320	S235	51.71	3.15	56.19
	HE 300 M	S235	10.71	2.55	19.61
	IPN 360	S235	4.12	0.31	4.97
	HE 260 M	S235	2.08	0.36	3.27

Toplam ağırlık : 338.274 t

Toplam alan : 5166.61 m²

Genel Levha Listesi

Tip	Boyutlar	Materyal	Toplam Ağırlık [t]	Toplam alan [m²]
	t:12	S235	0.04	0.79
	t:17	S235	0.12	1.75
	t:11	S235	0.03	0.74
	t:16	S235	0.11	1.75
	t:15	S235	21.89	371.86
	t:10	S235	3.86	98.40
	t:30	S235	2.62	22.27

Toplam ağırlık : 28.669 t

Toplam alan : 497.57 m²

Şekil 2.49. Çelik yapı - ZB zemin sınıfı için metraj değerleri

Şekil 2.36'daki metraj verilerine bakıldığında, çelik yapıda, 1758.8 m^3 beton, 160.2 t demir, 338.2 t yapı çeliği ve 28.7 t da birleştirme levhası metraj değerleri hesaplanmıştır.

Beton : $1758.8 \text{ m}^3 \times 2,5 \text{ t/m}^3 : 4397 \text{ t}$

İnşaat demiri : 160.2 t

Yapı çeliği : $338.2 + 28.7 : 366.9 \text{ t}$

Temel alanı : $23 \text{ m} \times 40.8 \text{ m} : 938.4 \text{ m}^2$

Bu bilgiler ışığında, yapı temeline etkiyen toplam yük, 4397 t beton, 160.2 t demir ve 366.9 t yapı çeliği olmak üzere toplam 4924.1 t'dur. Etkiyen toplam yükün 938.4 m^2 temel alanına etki ettiği göz önüne alınacak olursa, m^2 'ye isabet eden yük miktarı da 5.25 t olmaktadır.

2.3.3. TBDY 2018 ZC Zemin Sınıfına Göre Betonarme ve Çelik Yapının Karşılaştırılması

Analizlerde, ZC zemin sınıfı için, zemin yatak katsayısı 10000 t/m^3 , zemin emniyet gerilmesi 22.5 t/m^2 ve zemin birim hacim ağırlığı 1.76 t/m^3 ayarları Şekil 2.50'deki gibi alınmıştır.

Analiz Ayarları

Genel Ayarlar
TDY Seçenekleri
Aşamalı İnşaat Hesabı
Isı Yükleri
Rüzgar Yükü
Temel - Zemin
Yük - Güvenlik
Güçlendirme
Diğer

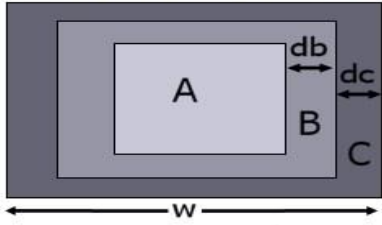
Zemin birim ağırlığı : 1.76 [t/m³]
Yatak katsayısı : 10000 [t/m²]
Zemin emniyet gerilmesi : 22.5 [t/m²]
Büyütme oranı : 50 %

☒ Temellerin zemin em. kontrolünü ortalama gerilmeye göre yap
☐ Temellerin zemin em. kontrolünde deprem yük. kullan
☒ Temellerde negatif zemin gerilmesi kontrolü yap

☒ Radye temellerin zemin em. kontrolünü ortalama gerilmeye göre yap
☐ Kirişsiz radyelerin zemin em. kontrolünde deprem yüklemelerini kullan
☒ Radye temellerde negatif zemin gerilmesi kontrolü yap
☒ Üst yapı etkileşimli çözüm

☐ Radye temellerde Çoklu Eşlenik Winkler Yay yöntemini kullan :

Zemin Tipini & Tepki Spektrumunu Düzenle



B Bölgesi uzunluk oranı (db/w) : 0.125
B bölgesi faktörü $k_s(b)/k_s(a)$: 1.5
C Bölgesi uzunluk oranı (dc/w) : 0.125
C bölgesi faktörü $k_s(c)/k_s(a)$: 2

Radye temel - üst yapı etkileşim :

☒ Direkt bağlantı
☐ Bağlantı bölgesini büyüt

Oran : 0.5 h

Kolon ve perdenin altında kalan kabuk elemanlar için kalınlık çarpanı : 1

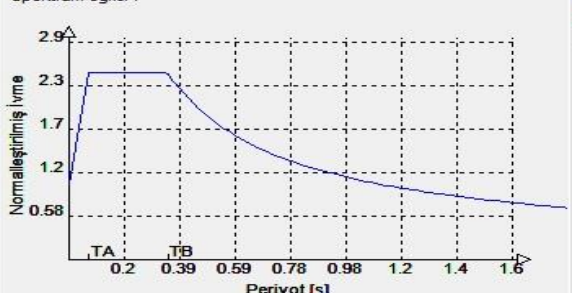
Tamam İptal

Tasarım Spektrum Fonksiyonu

Fonksiyon adı : RSF1
Spektrum çarpanı : 1

Zemin sınıfı	TA	TB
Z1	0.10	0.30
Z2	0.15	0.40
Z3	0.15	0.60
Z4	0.20	0.90
<input checked="" type="radio"/> Tanımlı	0.071	0.353
<input type="radio"/> Tanımlı :	Tanımla	

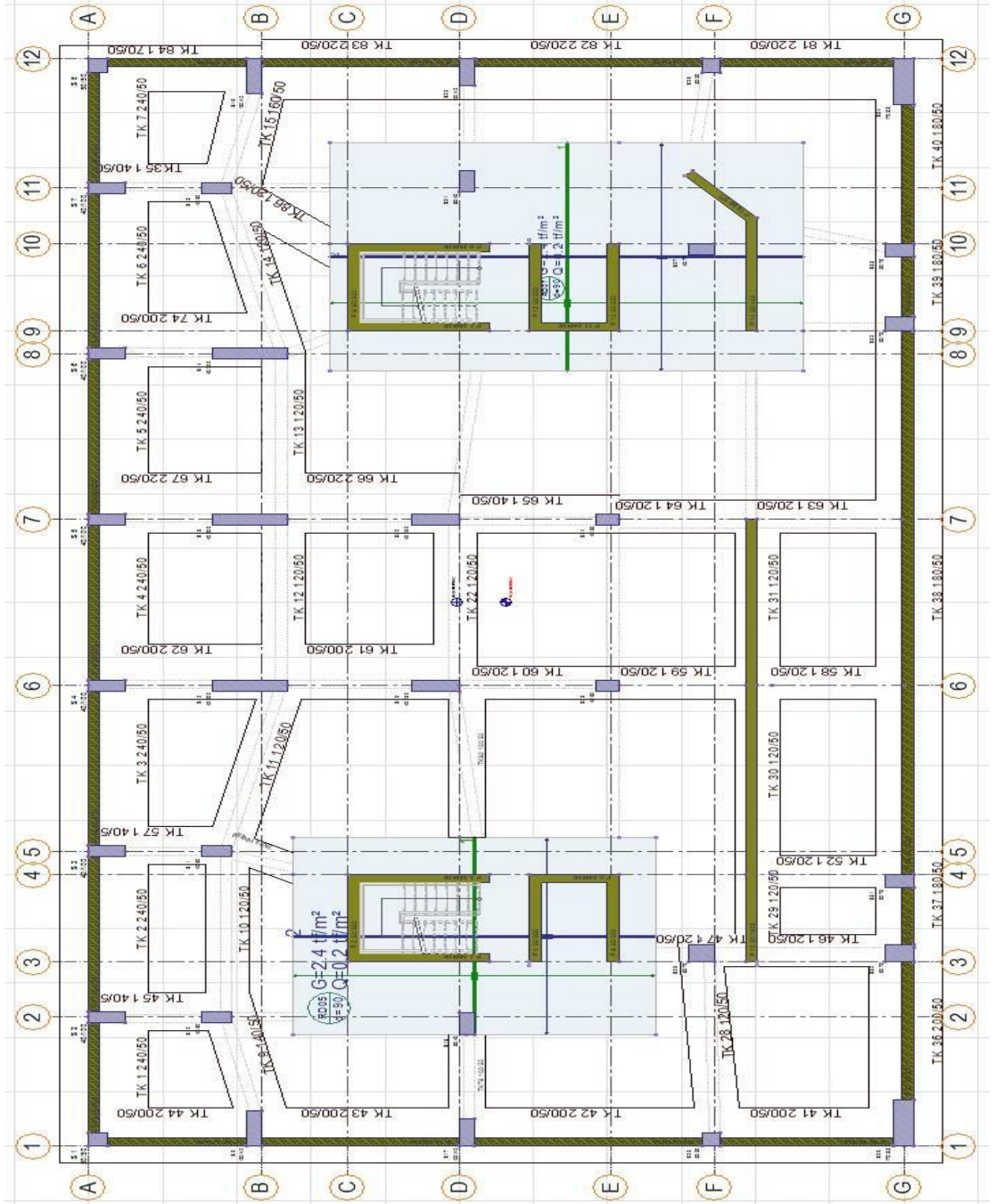
Spektrum eğrisi :



Şekil 2.50. ZC zemin sınıfı için analiz ayarları

2.3.3.1. ZC Zemin Sınıfına Göre Betonarme Yapının Çözümü

Betonarme yapının ZB zemin sınıfı için yapılan çözümünde, en son hatasız olarak tasarlanan proje (Şekil 2.51), ZC zemin sınıfı değerleri (Şekil 2.50) programa girilerek tekrar analiz edilmiş ve Şekil 2.52'deki yapı elemanlarında hatalar tespit edilmiştir.



Şekil 2.51. Betonarme yapı - ZC zemin sınıfı - radye-sürekli temel için temel aplikasyonu

Yapılan analiz sonucunda, yapı elemanlarında hata çıkmasından dolayı temel sistemi değiştirilmiş ve yapı temeli tamamen radye temele çevrilerek analiz yapılmıştır (Şekil 2.53).

ideCAD®

YAPAN: İLKER TEŞTEK

PROJE: GÜMÜŞHANE ÜN. YÜKSEK LİSANS TEZ PROJESİ - ZC1 -SÜR.-RADYE TEMEL

TARİH: 01.07.2019

REVİZYON: BETONARME YAPI

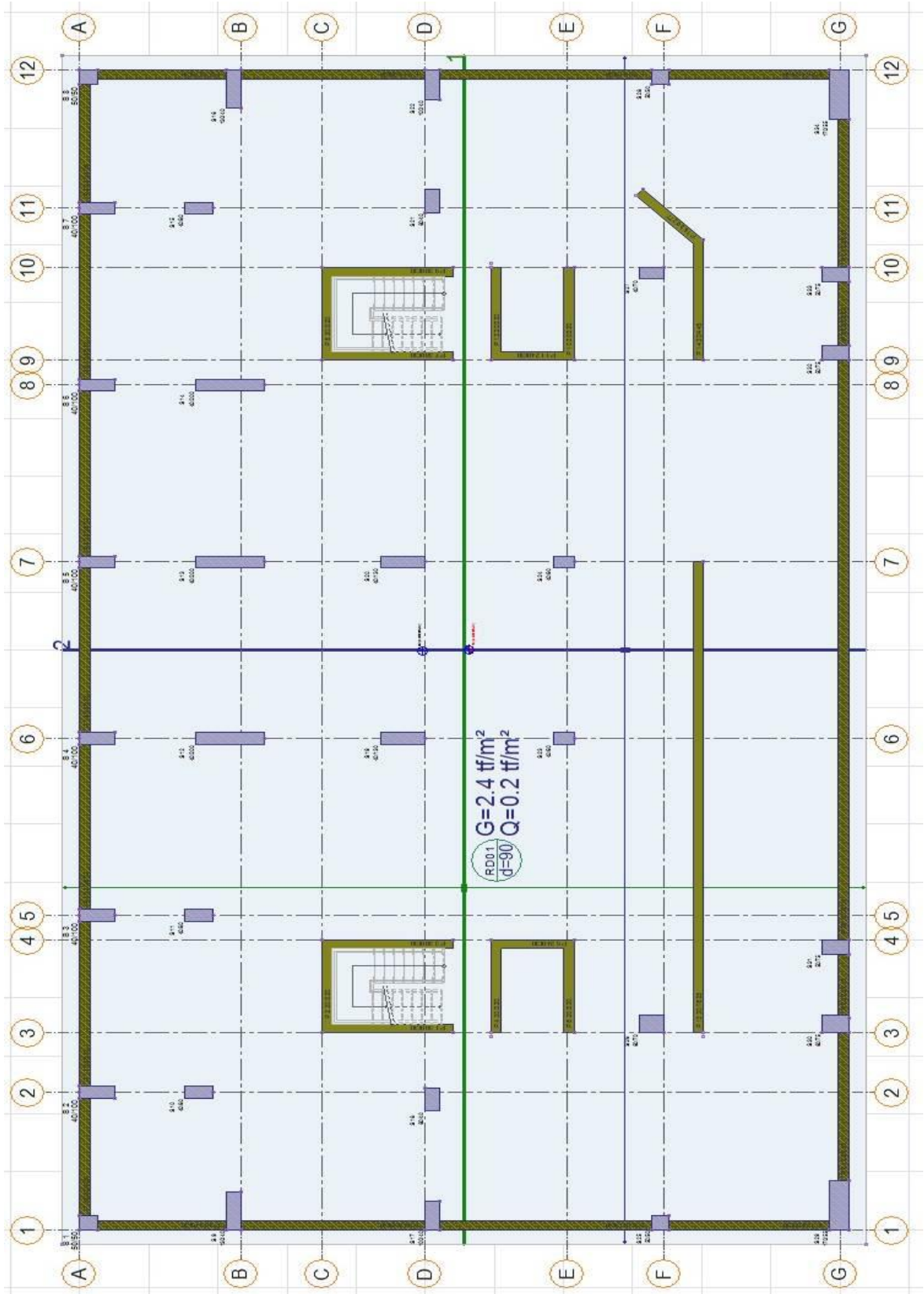
YAPI ÖZET RAPORU

Malzeme ve Kesit Kontrolleri		
Kullanılan Beton Sınıfı	Projede C20 veya üzeri beton sınıfı kullanılmıştır	✓
Kesit Kontrolü	Projede kesiti yetersiz elemanlar var K16 - K16 - K22 - K39 - K16 - K37 - K55 - K22 - K53 - K549 K516 - K537 - K522 - K449 - K416 - K437 - K422 - K349 - K341 - K316 K337 - K322 - K241 - K143 - K145 - K147 - K151 - K141 - K249 - K237 TK 1 - TK 2 - TK 3 - TK 4 - TK 5 - TK 6 - TK 7 - TK 84 - TK 83 - TK 82 TK 81 - TK 40 - TK 39 - TK 37 - TK 36 - TK 41 - TK 42 - TK 43 - TK 44 - TK 9 TK 45 - TK 57 - TK 62 - TK 67 - TK 74 - TK35 - TK 47 - TK 61 - TK 60 - TK 66 TK 65 - TK 29 - TK 22 - TK79 - RD01 - RD02	✗

Öteleme ve Düzensizlik Kontrolleri		
Görelî Öteleme	Görelî kat öteleme koşulu sağlanmıştır $\delta_i(\max) / h = 0.007 \leq 0.02$ - (4. KAT)	✓
İkinci Mertebe Etkileri	Bütün katlarda 2. mertebe etkileri koşulu sağlanmıştır $\theta_i(\max) = 0.010 \leq 0.12$ - (2. KAT)	✓
A1 Düzensizliği	Bütün katlarda A1 düzensizliği koşulu sağlanamamıştır $\eta^i(\max) = 1.49 > 1.2$ - (1. BODRUM) Dinamik analiz yapılmıştır	✓
A2 Düzensizliği	Bütün katlarda A2 düzensizliği koşulu sağlanmıştır	✓
A3 Düzensizliği	Bütün katlarda A3 düzensizliği koşulu sağlanmıştır	✓
B1 Düzensizliği	Bütün katlarda B1 düzensizliği koşulu sağlanmıştır $\eta_{ci}(\min) = 0.95 > 0.8$ - (ZEMİN KAT)	✓
B2 Düzensizliği	Bütün katlarda B2 düzensizliği koşulu sağlanmıştır $\eta_{ki}(\max) = 1.23 \leq 2.0$ - (1. KAT)	✓
B3 Düzensizliği	Bütün katlarda B3 düzensizliği koşulu sağlanmıştır	✓

Şekil 2.52. Betonarme yapı - ZC zemin sınıfı - radye - sürekli temel için hata listesi (yetersiz)

Yapı, ZB zemin sınıfı radye-sürekli temel tasarımı, ZC zemin sınıfında çözülüp yetersiz kalınca radye temel tasarımı (Şekil 2.53) ile yeniden analiz edilmiş, zemin emniyet gerilmeleri ile kesit boyutları yönünden uygun olduğu (Şekil 2.54) tespit edilmiştir.



Şekil 2.53. Betonarme yapı - ZC zemin sınıfı - radye temel için temel uygulasyonu

YAPAN: İLKER TEŞTEK

PROJE: GÜMÜŞHANE ÜN. YÜKSEK LİSANS TEZ PROJESİ - ZC2 -RADYE TEMEL

TARİH: 01.07.2019

REVİZYON: BETONARME YAPI

YAPI ÖZET RAPORU

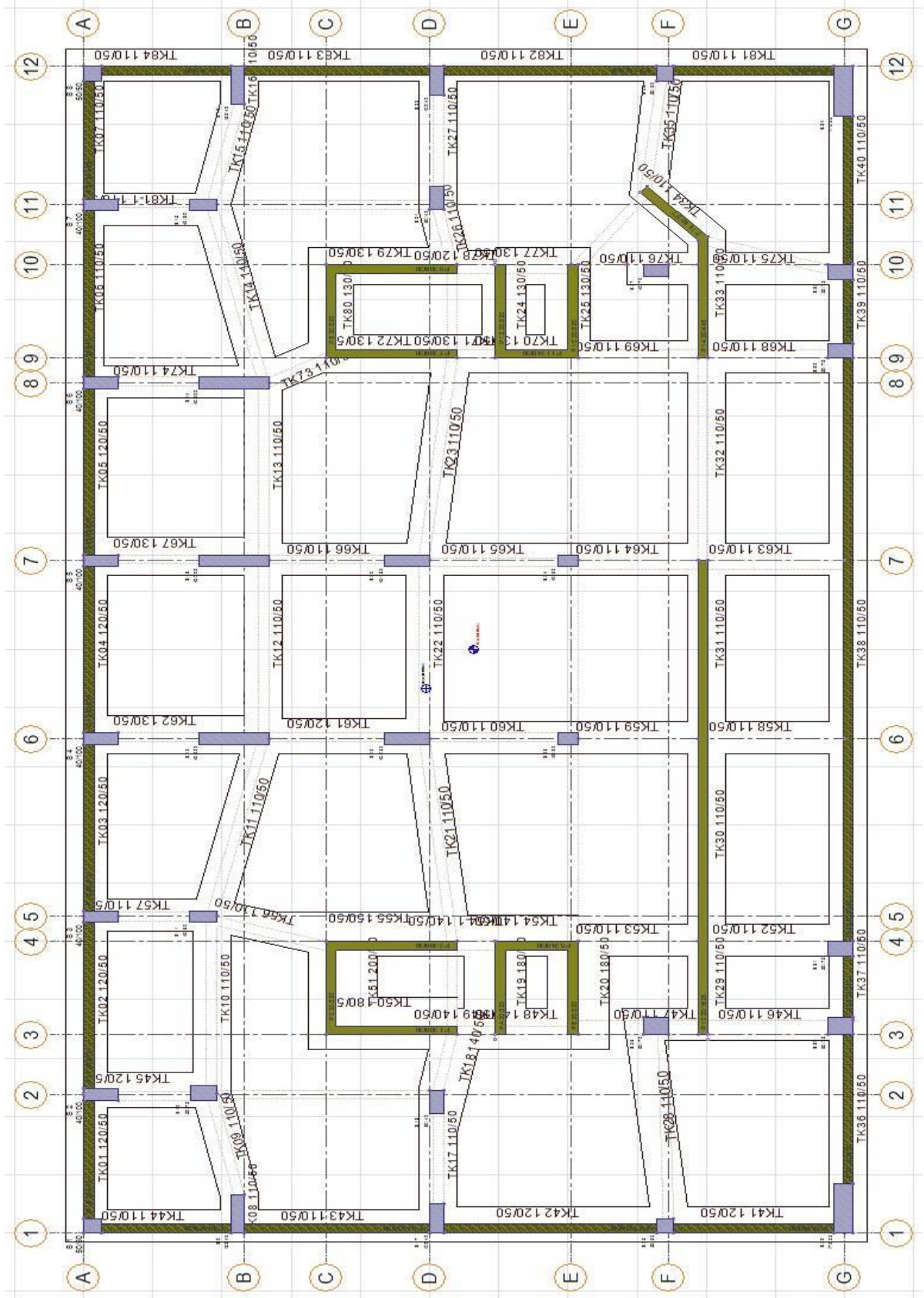
Malzeme ve Kesit Kontrolleri		
Kullanılan Beton Sınıfı	Projede C20 veya üzeri beton sınıfı kullanılmıştır	✓
Kesit Kontrolü	Projede tüm elemanların kesitleri yeterlidir	✓

Öteleme ve Düzensizlik Kontrolleri		
Görelî Öteleme	Görelî kat öteleme koşulu sağlanmıştır $\delta_i(\max) / h = 0.007 \leq 0.02$ - (5. KAT)	✓
İkinci Mertebe Etkileri	Bütün katlarda 2. mertebe etkileri koşulu sağlanmıştır $\phi_i(\max) = 0.010 \leq 0.12$ - (2. KAT)	✓
A1 Düzensizliği	Bütün katlarda A1 düzensizliği koşulu sağlanamamıştır $\eta_i^i(\max) = 1.51 > 1.2$ - (1. BODRUM) Dinamik analiz yapılmıştır	✓
A2 Düzensizliği	Bütün katlarda A2 düzensizliği koşulu sağlanmıştır	✓
A3 Düzensizliği	Bütün katlarda A3 düzensizliği koşulu sağlanmıştır	✓
B1 Düzensizliği	Bütün katlarda B1 düzensizliği koşulu sağlanmıştır $\eta_{ci}(\min) = 0.95 > 0.8$ - (ZEMİN KAT)	✓
B2 Düzensizliği	Bütün katlarda B2 düzensizliği koşulu sağlanmıştır $\eta_{ki}(\max) = 1.24 \leq 2.0$ - (1. KAT)	✓
B3 Düzensizliği	Bütün katlarda B3 düzensizliği koşulu sağlanmıştır	✓

Şekil 2.54. Betonarme yapı - ZC zemin sınıfı - radye temel için hata listesi (uygun)

2.3.3.2. ZC Zemin Sınıfına Göre Çelik Yapının Çözümü

Yapının, Şekil 2.55'deki gibi bir önceki çelik yapı bölümü için tasarlanan (ZB zemin sınıfı için) minimum sürekli temel boyutları esas alınarak ZC zemin sınıfı ile 1. çözümü yapılmış ve bu boyutların çelik yapı için uygun olmadığı Şekil 2.56'daki gibi tespit edilmiştir.



Şekil 2.55. Çelik yapı - ZC zemin sınıfı - sürekli temel için temel uygulaması


ideCAD®

YAPAN: İLKER TEŞTEK

PROJE: GÜMÜŞHANE ÜN. YÜKSEK LİSANS TEZ PROJESİ ZC1 - S.TEMEL

TARİH: 08.07.2019

REVİZYON: ÇELİK YAPI



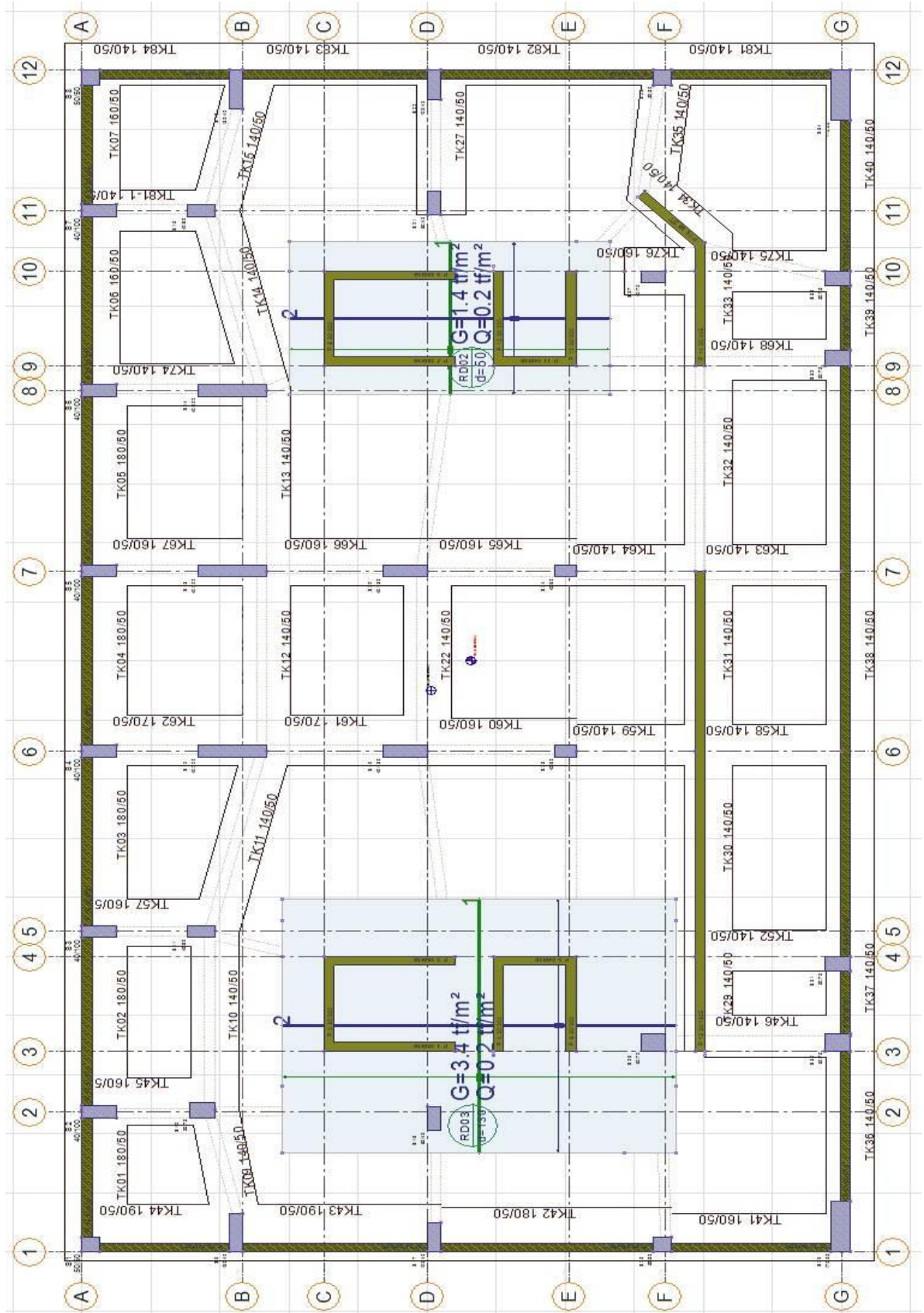
YAPI ÖZET RAPORU

Malzeme ve Kesit Kontrolleri		
Kullanılan Beton Sınıfı	Projede C20 veya üzeri beton sınıfı kullanılmıştır	✓
Kullanılan Çelik Sınıfı	S235	
Kesit Kontrolü	Projede kesiti yetersiz elemanlar var TK01 - TK02 - TK03 - TK04 - TK05 - TK06 - TK07 - TK08 - TK09 - TK15 TK16 - TK17 - TK18 - TK19 - TK20 - TK27 - TK29 - TK34 - TK36 - TK37 TK39 - TK40 - TK41 - TK42 - TK43 - TK44 - TK45 - TK47 - TK48 - TK49 TK50 - TK51 - TK54 - TK55 - TK56 - TK57 - TK54-1 - TK60 - TK61 - TK62 TK65 - TK66 - TK67 - TK74 - TK76 - TK81-1 - TK81 - TK82 - TK83 - TK84	✗

Öteleme ve Düzensizlik Kontrolleri		
Görelî Öteleme	Görelî kat öteleme koşulu sağlanmıştır $\delta_i(\max) / h = 0.005 \leq 0.02$ - (7. KAT-RD1)	✓
İkinci Mertebe Etkileri	Bütün katlarda 2. mertebe etkileri koşulu sağlanmıştır $\theta_i(\max) = 0.016 \leq 0.12$ - (3. KAT-RD2)	✓
A1 Düzensizliği	Bütün katlarda A1 düzensizliği koşulu sağlanamamıştır $\eta_i(\max) = 1.80 > 1.2$ - (1. BODRUM) Dinamik analiz yapılmıştır	✓
A2 Düzensizliği	Bütün katlarda A2 düzensizliği koşulu sağlanmıştır	✓
A3 Düzensizliği	Bütün katlarda A3 düzensizliği koşulu sağlanmıştır	✓
B1 Düzensizliği	Bütün katlarda B1 düzensizliği koşulu sağlanmıştır $\eta_{ci}(\min) = 1.00 > 0.8$ - (1. KAT-RD2)	✓
B2 Düzensizliği	Bütün katlarda B2 düzensizliği koşulu sağlanmıştır $\eta_{ki}(\max) = 1.56 \leq 2.0$ - (1. KAT-RD2)	✓
B3 Düzensizliği	Bütün katlarda B3 düzensizliği koşulu sağlanmıştır	✓

Şekil 2.56. Çelik yapı - ZC zemin sınıfı - sürekli temel için hata listesi (yetersiz)

Çelik yapının 1. çözümünde, yapı elemanlarında hata ve yetersizlikler çıkınca sürekli temel boyutları büyütülerek yapı tekrar analiz edilmiş ve sürekli temel boyutları Şekil 2.57'deki gibi tasarlanmıştır. Asansör altı sürekli temel ebatları çok büyük olduğundan bu alanlar için radye temel tasarımı yapılmış, diğer alanlarda ise sürekli temeller 140/50, 160/50, 170/50, 180/50 cm ebatlarında tasarlanmıştır.



Şekil 2.57. Çelik yapı - ZC zemin sınıfı - radye-sürekli temel için temel aplikasyonu


ideCAD®

YAPAN: İLKER TEŞTEK

PROJE: GÜMÜŞHANE ÜNİVERSİTESİ YÜKSEK LİSANS TEZ PROJESİ ZC2 RADYE-S.TEMEL

TARİH: 20.04.2019

REVİZYON: ÇELİK YAPI



YAPI ÖZET RAPORU

Malzeme ve Kesit Kontrolleri

Kullanılan Beton Sınıfı	Projede C20 veya üzeri beton sınıfı kullanılmıştır	✓
Kullanılan Çelik Sınıfı	S235	
Kesit Kontrolü	Projede tüm elemanların kesitleri yeterlidir	✓

Öteleme ve Düzensizlik Kontrolleri

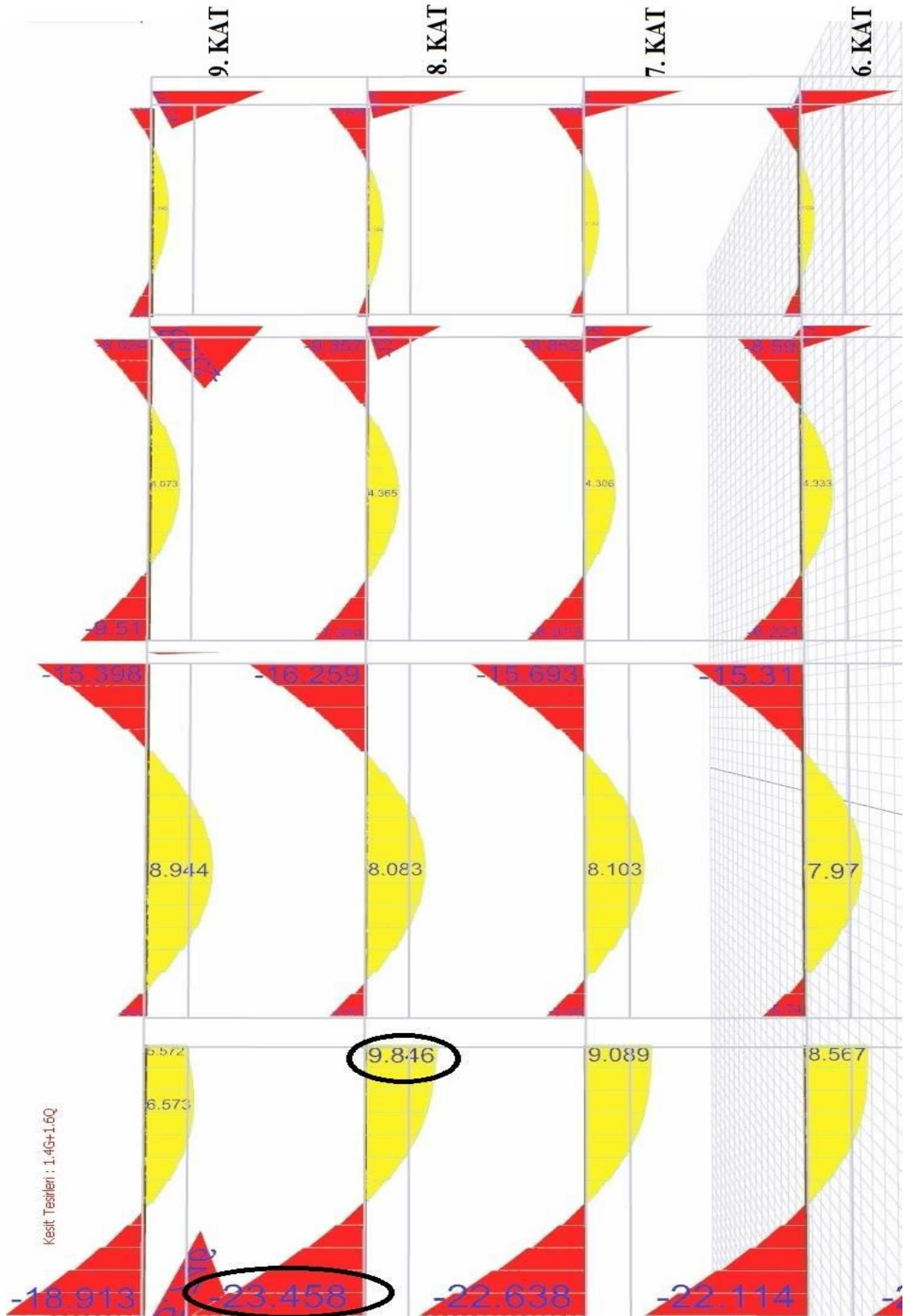
Görelî Öteleme	Görelî kat öteleme koşulu sağlanmıştır $\delta_l(max) / h = 0.005 \leq 0.02$ - (7. KAT-RD1)	✓
İkinci Mertebe Etkileri	Bütün katlarda 2. mertebe etkileri koşulu sağlanmıştır $\phi_l(max) = 0.015 \leq 0.12$ - (3. KAT-RD2)	✓
A1 Düzensizliği	Bütün katlarda A1 düzensizliği koşulu sağlanamamıştır $\eta_l(max) = 1.79 > 1.2$ - (1. BODRUM) Dinamik analiz yapılmıştır	✓
A2 Düzensizliği	Bütün katlarda A2 düzensizliği koşulu sağlanmıştır	✓
A3 Düzensizliği	Bütün katlarda A3 düzensizliği koşulu sağlanmıştır	✓
B1 Düzensizliği	Bütün katlarda B1 düzensizliği koşulu sağlanmıştır $\eta_{cl}(min) = 1.00 > 0.8$ - (4. KAT-RD1)	✓
B2 Düzensizliği	Bütün katlarda B2 düzensizliği koşulu sağlanmıştır $\eta_{kl}(max) = 1.56 \leq 2.0$ - (1. KAT-RD2)	✓
B3 Düzensizliği	Bütün katlarda B3 düzensizliği koşulu sağlanmıştır	✓

Şekil 2.58. Çelik yapı - ZC zemin sınıfı - radye-sürekli temel için hata listesi (uygun)

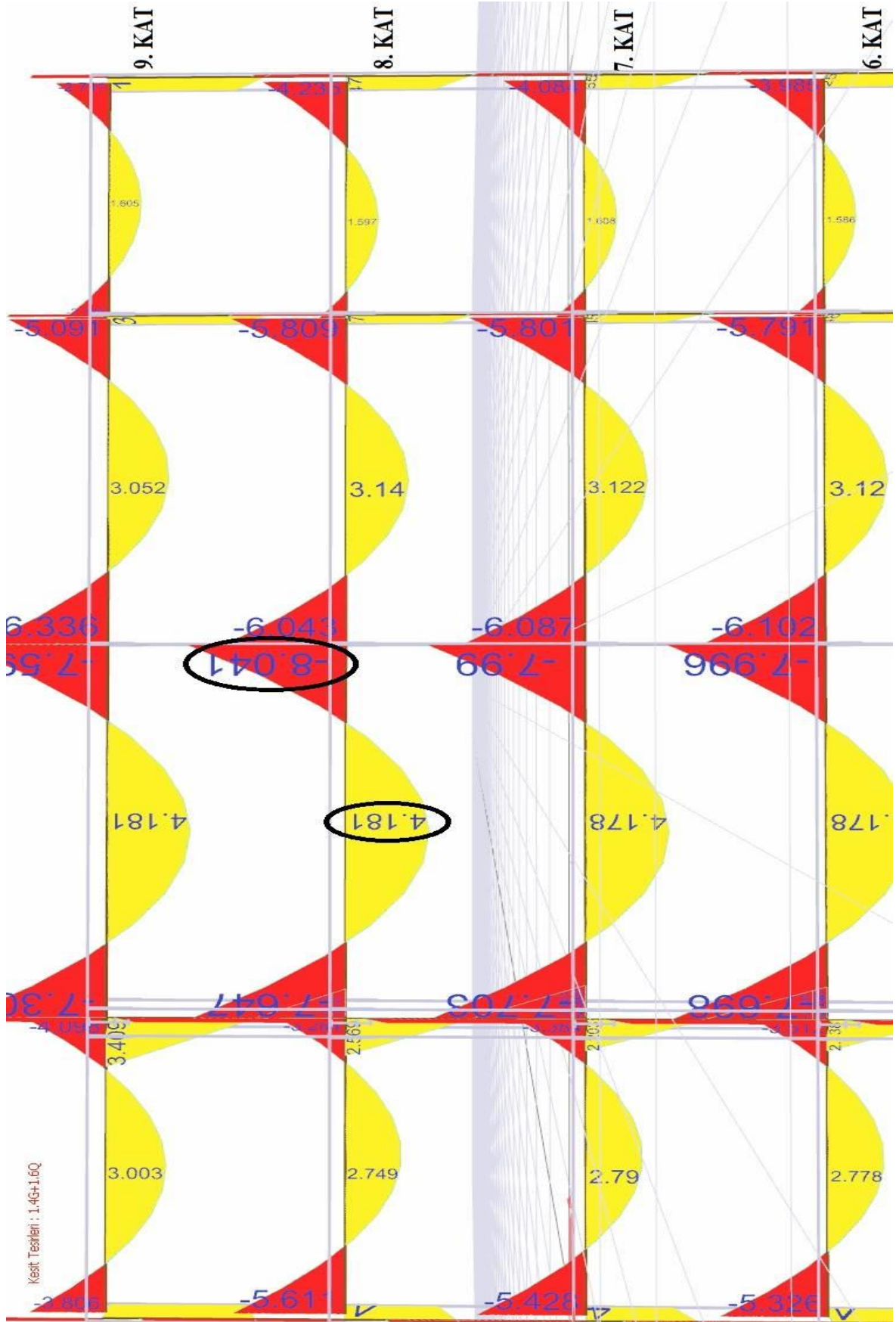
Sürekli temel ebatları büyütülerek yapılan yeni analiz sonucunda Şekil 2.58'deki gibi yapı elemanlarında herhangi bir hata ve yetersizlik çıkmamış, ZC zemin sınıfı için betonarme ve çelik yapı hesapları tamamlanmıştır.

2.3.3.3. ZC Zemin Sınıfına Göre Betonarme ve Çelik Yapının Analiz Sonuçlarının Karşılaştırılması

Yapının betonarme ve çelik olarak ayrı ayrı analizleri yapılmış ve ZC zemin sınıfına göre zemin emniyet gerilmesi ve kesit yeterliliği yönünden en küçük temel boyutları belirlenerek optimum yapı özellikleri tespit edilmiştir. Bu özellikleri sağlayan temel yapılarına göre betonarme ve çelik yapının 1 aksı (6., 7., 8. ve 9. katlar için) moment diyagramı Şekil 2.59 ve Şekil 2.60'da verilmiştir.



Şekil 2.59. Betonarme yapı - ZC zemin sınıfı 1 aksı moment diyagramı



Şekil 2.60. Çelik yapı - ZC zemin sınıfı 1 aksı moment diyagramı

Şekil 2.59’da görüldüğü gibi betonarme yapı için kiriş açıklık ortası momentleri maksimum 9.8 tm, kiriş mesnet momentleri de maksimum -23.5 tm’dir. Şekil 2.60’de ise çelik yapı için kiriş açıklık ortası momentleri maksimum 4.18 tm ,kiriş mesnet momentleri de maksimum -8 tm’dir. Her iki taşıyıcı sistem incelendiğinde aynı aks ve katlarda, betonarme yapı taşıyıcı sistemin, çelik yapı taşıyıcı sisteme oranla yaklaşık 2.5 ~ 3 kat daha fazla moment değerlerine maruz kaldığı görülmektedir.

2.3.3.4. ZC Zemin Sınıfına Göre Betonarme ve Çelik Yapının Metraj Değerlerinin Karşılaştırılması

Betonarme ve çelik yapının analizleri sonucunda elde edilen metraj değerleri Şekil 2.61 ve Şekil 2.62’de verilmiştir.

ideCAD®	YAPAN: İLKER TEŞTEK	
	PROJE: GÜMÜŞHANE ÜN. YÜKSEK LİSANS TEZ PROJESİ - ZC2 -RADYE TEMEL	
	TARİH: 13.07.2019	REVİZYON: BETONARME YAPI
TOPLAM METRAJ		
1-	BS30 BETON	4079.73
2-	BETON KALIP	20023.52
3-	S420 DONATI (İNCE)	207394.72
	S420 DONATI (KALIN)	167803.80
	S420 DONATI (TOPLAM)	375198.52

Şekil 2.61. Betonarme yapı - ZC zemin sınıfı için metraj değerleri

Şekil 2.61’deki metraj verilerine bakıldığında betonarme yapıda, 4079 m³ beton, 375 t da demir metraj değerleri hesaplanmıştır.

Beton : 4079 m³ x 2,5 t/m³ : 10179,5 t

İnşaat demiri : 375 t

Temel alanı : 23 m x 40.8 m : 938.4 m²

Bu bilgiler ışığında yapı temeline etkiyen toplam yük, 10179.5 t beton ve 375 t demir olmak üzere toplam 10554.5 t’dur. Etkiyen toplam yükün 938.4 m² temel alanına etki ettiği göz önüne alınacak olursa, m²’ye isabet eden yük miktarı da 11.25 t olmaktadır.

ideCAD®

YAPAN: İLKER TEŞTEK

PROJE: GÜMÜŞHANE ÜN. YÜKSEK LİSANS TEZ PROJESİ ZC2 - RADYE-S.TEMEL

TARİH: 09.07.2019REVİZYON: ÇELİK YAPI

TOPLAM METRAJ

1-	BS25 BETON	151.63
	BS30 BETON	1754.53
2-	BETON KALIP	9645.95
3-	S420 DONATI (İNCE)	101912.12
	S420 DONATI (KALIN)	68215.72
	S420 DONATI (TOPLAM)	170127.84

Genel Profil Listesi

Tip	Profil	Materyal	Toplam Uzunluk [m]	Toplam Ağırlık [t]	Toplam alan [m²]
	HE 450 A	S235	858.00	120.14	1724.54
	HE 500 A	S235	90.00	13.98	189.81
	HE 550 A	S235	66.00	10.99	145.72
	HE 650 A	S235	6.00	1.14	14.44
	IPN 340	S235	2267.20	154.15	2598.64
	IPN 300	S235	90.09	4.88	92.49
	HE 240 M	S235	95.63	15.00	139.56
	IPN 380	S235	119.04	9.99	150.65
	IPN 320	S235	47.56	2.90	51.68
	HE 300 M	S235	10.71	2.55	19.61
	IPN 360	S235	7.38	0.56	8.89
	IPN 400	S235	20.74	1.92	27.48
	HE 600x337	S235	2.08	0.70	5.00
	HE 260 M	S235	2.08	0.36	3.27
	IPN 500	S235	2.08	0.29	3.38

Toplam ağırlık :339.544 t

Toplam alan :5175.16 m²

Genel Levha Listesi

Tip	Boyutlar	Materyal	Toplam Ağırlık [t]	Toplam alan [m²]
	t:12	S235	0.04	0.79
	t:17	S235	0.12	1.75
	t:11	S235	0.03	0.74
	t:16	S235	0.11	1.75
	t:15	S235	21.89	371.86
	t:10	S235	3.86	98.40
	t:30	S235	2.62	22.27

Toplam ağırlık :28.669 t

Toplam alan :497.57 m²

Şekil 2.62. Çelik yapı - ZC zemin sınıfı için metraj değerleri

Şekil 2.62'deki metraj verilerine bakıldığında, çelik yapıda, 1906.1 m³ beton, 170.1 t demir, 339.5 t yapı çeliği ve 28.7 t da birleştirme levhası metraj değerleri hesaplanmıştır.

Beton : 1906.1m³ x 2,5 t/m³ : 4765 t

İnşaat demiri : 170.1 t

Yapı çeliği : 339.5 + 28.7 : 368.2 t

Temel alanı : 23 m x 40.8 m : 938.4 m²

Bu bilgiler ışığında yapı temeline etkiyen toplam yük, 4765 t beton, 170.1 t demir ve 368.2 t yapı çeliği olmak üzere toplam 5303.3 t'dur. Etkiyen toplam yükün 938.4 m² temel alanına etki ettiği göz önüne alınacak olursa, m²'ye isabet eden yük miktarı da 5.65 t olmaktadır.

2.3.4. TBDY 2018 ZD Zemin Sınıfına Göre Betonarme ve Çelik Yapının Karşılaştırılması

Analizlerde, ZD zemin sınıfı için, zemin yatak katsayısı 8000 t/m^3 , zemin emniyet gerilmesi 17.5 t/m^2 ve zemin birim hacim ağırlığı 1.6 t/m^3 ayarları, Şekil 2.50'deki gibi alınmıştır.

Analiz Ayarları

Genel Ayarlar
TDY Seçenekleri
Aşamalı İnşaat Hesabı
Isı Yükleri
Rüzgar Yükü
Temel - Zemin
Yük - Güvenlik
Güçlendirme
Diğer

Zemin birim ağırlığı : 1.6 tf/m^3
Yatak katsayısı : 8000 tf/m^3
Zemin emniyet gerilmesi : 17.5 tf/m^2

☐ Deprem yüklemeleri kullanıldığında zemin emniyet gerilmesini artır :

Büyütme oranı : 50 %

☒ Temellerin zemin em. kontrolünü ortalama gerilmeye göre yap
☐ Temellerin zemin em. kontrolünde deprem yük. kullan
☒ Temellerde negatif zemin gerilmesi kontrolü yap

☒ Radye temellerin zemin em. kontrolünü ortalama gerilmeye göre yap
☐ Kirişsiz radyelerin zemin em. kontrolünde deprem yüklemelerini kullan
☒ Radye temellerde negatif zemin gerilmesi kontrolü yap

☒ Üst yapı etkileşimli çözüm

☐ Radye temellerde Çoklu Eşlenik Winkler Yay yöntemini kullan :

Zemin Tipini & Tepki Spektrumunu Düzenle

B Bölgesi uzunluk oranı (db/w) : 0.125
B bölgesi faktörü $k_s(b)/k_s(a)$: 1.5
C Bölgesi uzunluk oranı (dc/w) : 0.125
C bölgesi faktörü $k_s(c)/k_s(a)$: 2

Radye temel - üst yapı etkileşim :

☒ Direkt bağlantı
☐ Bağlantı bölgesini büyüt

Oran : 0.5 h

Kolon ve perdenin altında kalan kabuk elemanlar için kalınlık çarpanı : 1

Tasarım Spektrum Fonksiyonu

Fonksiyon adı : RSF1
Spektrum çarpanı : 1

Zemin sınıfı	TA	TB
<input type="radio"/> Z1	0.10	0.30
<input type="radio"/> Z2	0.15	0.40
<input type="radio"/> Z3	0.15	0.60
<input type="radio"/> Z4	0.20	0.90
<input checked="" type="radio"/> Tanımlı	0.104	0.519
<input type="radio"/> Tanımlı :	Tanımla	

Spektrum eğrisi :

Normalleştirilmiş ivme

Periyot [s]

TA 0.29 TB 0.58

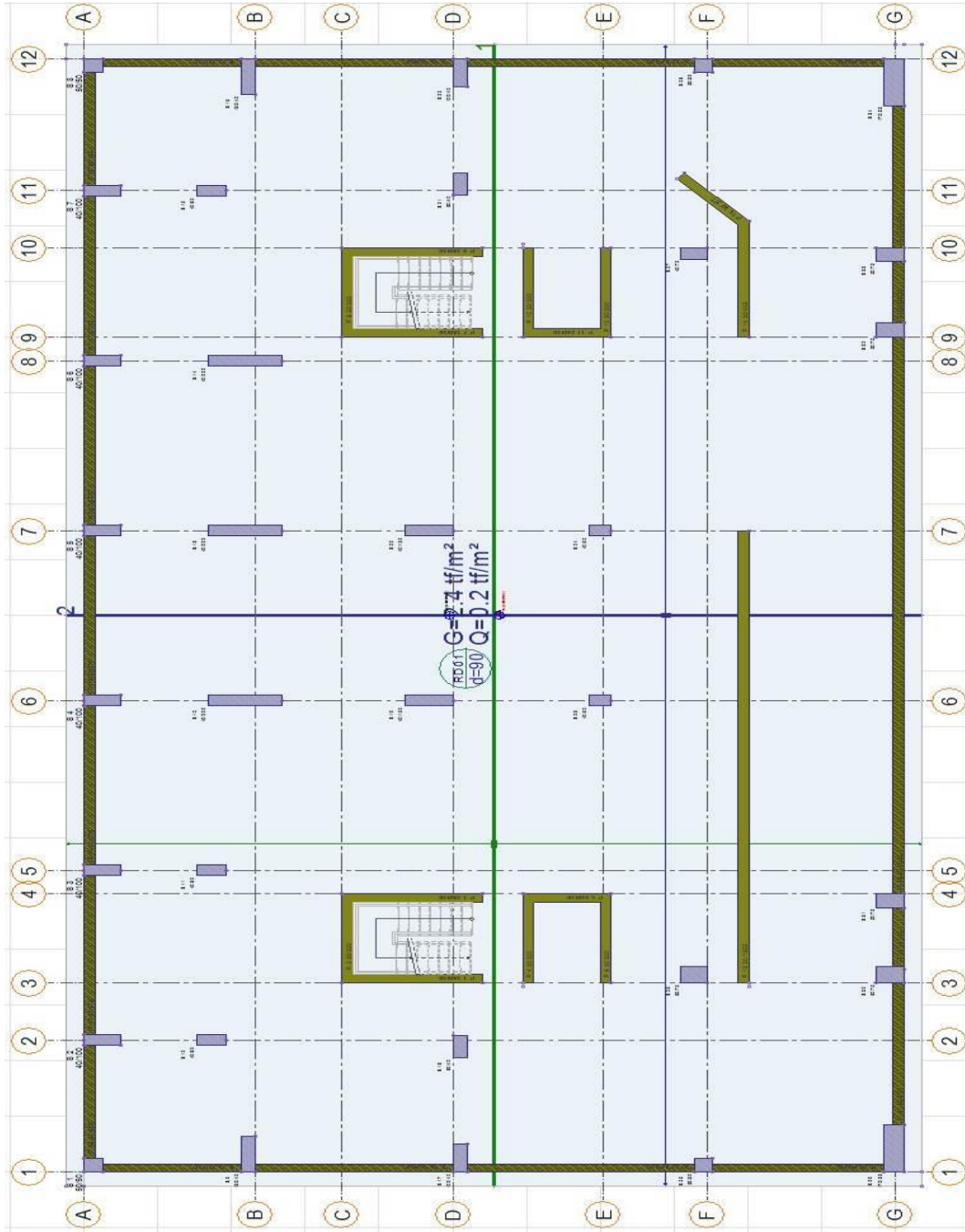
2.9
2.3
1.7
1.2
0.58

0.29 0.58 0.86 1.2 1.4 1.7 2 2.3

Şekil 2.63. ZD zemin sınıfı için analiz ayarları

2.3.4.1. ZD Zemin Sınıfına Göre Betonarme Yapının Çözümü

Betonarme yapının ZC zemin sınıfı için yapılan çözümünde, en son hatasız olarak tasarlanan proje (Şekil 2.64) ZD zemin sınıfı değerleri (Şekil 2.63) programa girilerek tekrar analiz edilmiş ve yapı elemanlarında hatalar tespit edilmiştir (Şekil 2.65).



Şekil 2.64. Betonarme yapı - ZD zemin sınıfı - radye temel (1) için temel aplikasyonu

Yapılan analiz sonucunda, yapı elemanlarında hata çıkmasından dolayı radye temel kalınlığı arttırılarak tekrar analiz yapılmıştır (Şekil 2.66).

ide

CAD®

YAPAN: İLKER TEŞTEK

PROJE: GÜMÜŞHANE ÜN. YÜKSEK LİSANS TEZ PROJESİ - ZD1 -RADYE TEMEL

TARİH: 01.07.2019

REVİZYON: BETONARME YAPI

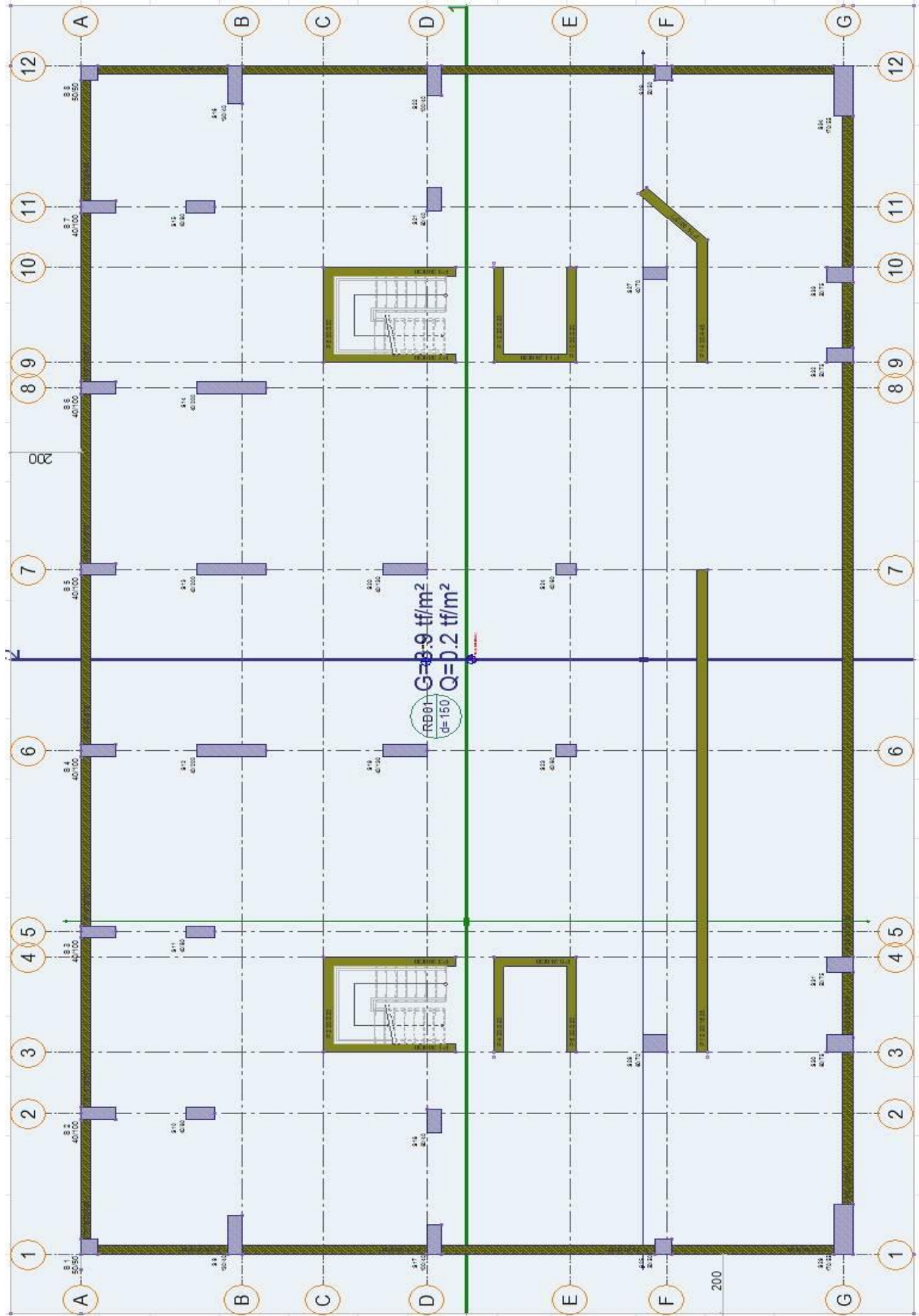
YAPI ÖZET RAPORU

Malzeme ve Kesit Kontrolleri		
Kullanılan Beton Sınıfı	Projede C20 veya üzeri beton sınıfı kullanılmıştır	✓
Kesit Kontrolü	Projede kesiti yetersiz elemanlar var K42 - K37 - K53 - K42 - K39 - K37 - K55 - K53 - K49 - K42 K549 - K541 - K542 - K544 - P 411 - P 405 - K441 - K442 - K451 - K438 K427 - K454 - P 311 - P 305 - K342 - K351 - K338 - K327 - K354 - K328 P 211 - P 205 - K242 - P 202 - P 208 - K235 - K251 - K257 - P 204 - P 201 K238 - K216 - K227 - K237 - P 209 - K254 - K228 - K153 - K127 - K128 K151 - K138 - K137 - K122 - P 108 - P 109 - K116 - P 101 - P 102 - P 105 P 111 - KZ49 - KZ41 - P Z01 - KZ38 - KZ27 - P Z09 - KZ28 - RD01	✗


Öteleme ve Düzensizlik Kontrolleri		
Görelî Öteleme	Görelî kat öteleme koşulu sağlanmıştır $\delta_i(\max) / h = 0.010 \leq 0.02$ - (4. KAT)	✓
İkinci Mertebe Etkileri	Bütün katlarda 2. mertebe etkileri koşulu sağlanmıştır $\theta_i(\max) = 0.011 \leq 0.12$ - (2. KAT)	✓
A1 Düzensizliği	Bütün katlarda A1 düzensizliği koşulu sağlanamamıştır $\eta_i^l(\max) = 1.49 > 1.2$ - (1. BODRUM) Dinamik analiz yapılmıştır	✓
A2 Düzensizliği	Bütün katlarda A2 düzensizliği koşulu sağlanmıştır	✓
A3 Düzensizliği	Bütün katlarda A3 düzensizliği koşulu sağlanmıştır	✓
B1 Düzensizliği	Bütün katlarda B1 düzensizliği koşulu sağlanmıştır $\eta_{ci}(\min) = 0.95 > 0.8$ - (ZEMİN KAT)	✓
B2 Düzensizliği	Bütün katlarda B2 düzensizliği koşulu sağlanmıştır $\eta_{ki}(\max) = 1.24 \leq 2.0$ - (1. KAT)	✓
B3 Düzensizliği	Bütün katlarda B3 düzensizliği koşulu sağlanmıştır	✓

Şekil 2.65. ZD zemin sınıfı radye temel (1) için hata listesi (yetersiz)

Yapı, ZC zemin sınıfı radye temel (1) tasarımı, ZD zemin sınıfında çözülüp yetersiz kalınca, radye temel tasarımlı yapı, her 20 cm’de bir kalınlık artışı yapılacak şekilde, her defasında yeniden analiz edilmiş ve en uygun temel kalınlığı 150 cm’de (Şekil 2.66), zemin emniyet gerilmeleri ile kesit boyutları yönünden uygun olduğu (Şekil 2.67) tespit edilmiştir.



Şekil 2.66. Betonarme yapı - ZD zemin sınıfı - radye temel (2) için temel aplikasyonu

ideCAD®	YAPAN: İLKER TEŞTEK		
	PROJE: GÜMÜŞHANE ÜN. YÜKSEK LİSANS TEZ PROJESİ - ZD2 -RADYE TEMEL		
	TARİH: 05.07.2019	REVİZYON: BETONARME YAPI	

YAPI ÖZET RAPORU

Malzeme ve Kesit Kontrolleri		
Kullanılan Beton Sınıfı	Projede C20 veya üzeri beton sınıfı kullanılmıştır	✓
Kesit Kontrolü	Projede tüm elemanların kesitleri yeterlidir	✓

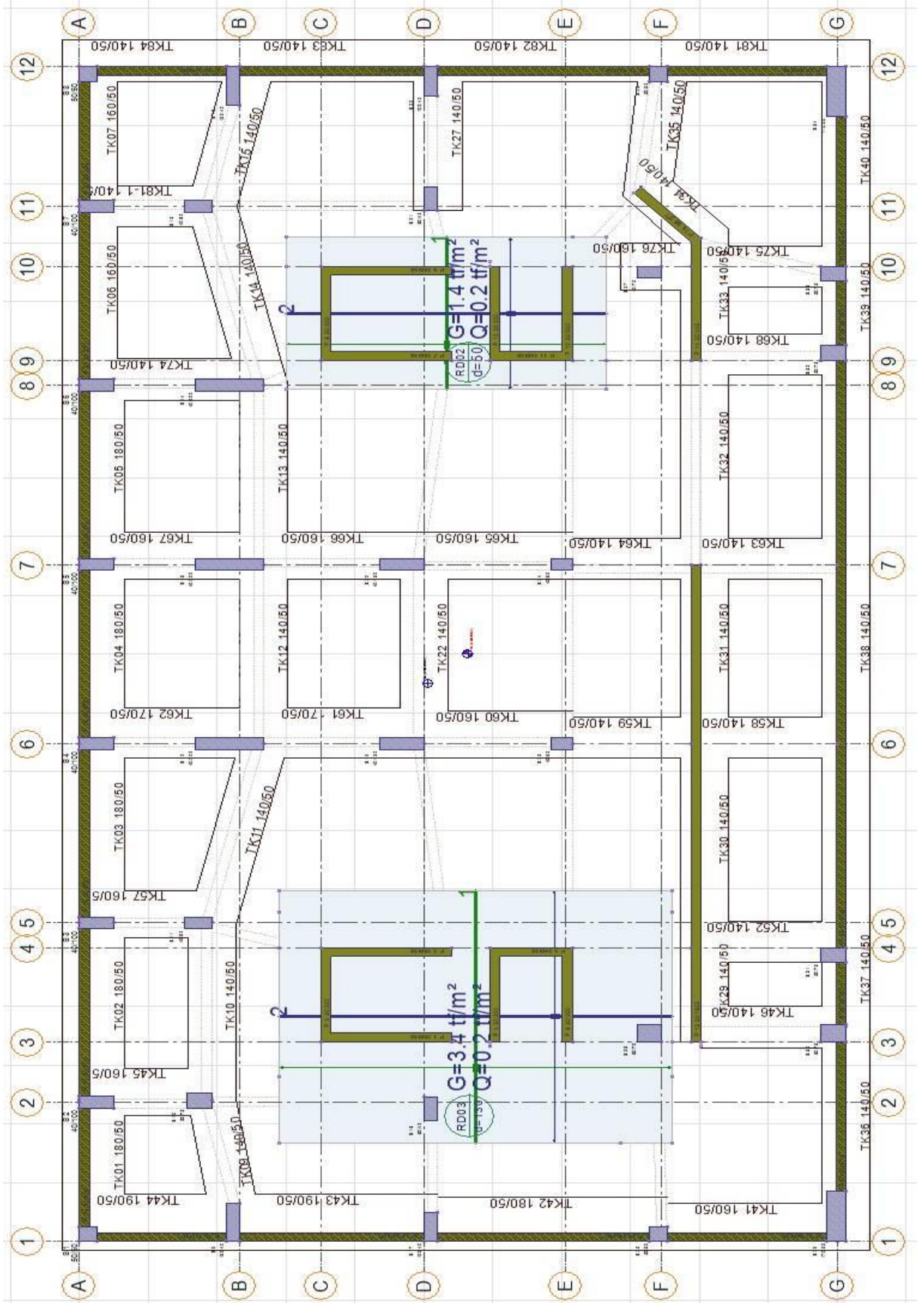
Öteleme ve Düzensizlik Kontrolleri		
Görelî Öteleme	Görelî kat öteleme koşulu sağlanmıştır $\delta_i(\max) / h = 0.010 \leq 0.02$ - (4. KAT)	✓
İkinci Mertebe Etkileri	Bütün katlarda 2. mertebe etkileri koşulu sağlanmıştır $\phi_i(\max) = 0.010 \leq 0.12$ - (3. KAT)	✓
A1 Düzensizliği	Bütün katlarda A1 düzensizliği koşulu sağlanamamıştır $\eta_i(\max) = 1.55 > 1.2$ - (1. BODRUM) Dinamik analiz yapılmıştır	✓
A2 Düzensizliği	Bütün katlarda A2 düzensizliği koşulu sağlanmıştır	✓
A3 Düzensizliği	Bütün katlarda A3 düzensizliği koşulu sağlanmıştır	✓
B1 Düzensizliği	Bütün katlarda B1 düzensizliği koşulu sağlanmıştır $\eta_{ci}(\min) = 0.90 > 0.8$ - (ZEMİN KAT)	✓
B2 Düzensizliği	Bütün katlarda B2 düzensizliği koşulu sağlanmıştır $\eta_{ki}(\max) = 1.23 \leq 2.0$ - (1. KAT)	✓
B3 Düzensizliği	Bütün katlarda B3 düzensizliği koşulu sağlanmıştır	✓

Şekil 2.67. Betonarme yapı - ZD zemin sınıfı - radye temel (2) için hata listesi (yeterli)

2.3.4.2. ZD Zemin Sınıfına Göre Çelik Yapının Çözümü

Yapının, Şekil 2.68'deki gibi bir önceki çelik yapı bölümü için tasarlanan (ZC zemin sınıfı için) minimum temel boyutları esas alınarak ZD zemin sınıfı ayarları ile 1. çözümü yapılmış ve bu boyutların çelik yapı için uygun olmadığı Şekil 2.69'daki gibi tespit edilmiştir.

Çelik yapının 1. çözümünde, yapı elemanlarında hata ve yetersizlikler çıkınca radye temel sistemi esas alınarak yapı tekrar analiz edilmiş ve minimum radye temel kalınlığı ile Şekil 2.70'deki gibi olacak şekilde tasarlanmıştır.




Şekil 2.68. Çelik yapı - ZD zemin sınıfı - radye-sürekli temel için temel aplikasyonu

ideCAD®

YAPAN: İLKER TEŞTEK

PROJE: GÜMÜŞHANE ÜN. YÜKSEK LİSANS TEZ PROJESİ ZD1- RADYE-S.TEMEL

TARİH: 09.07.2019REVİZYON: ÇELİK YAPI

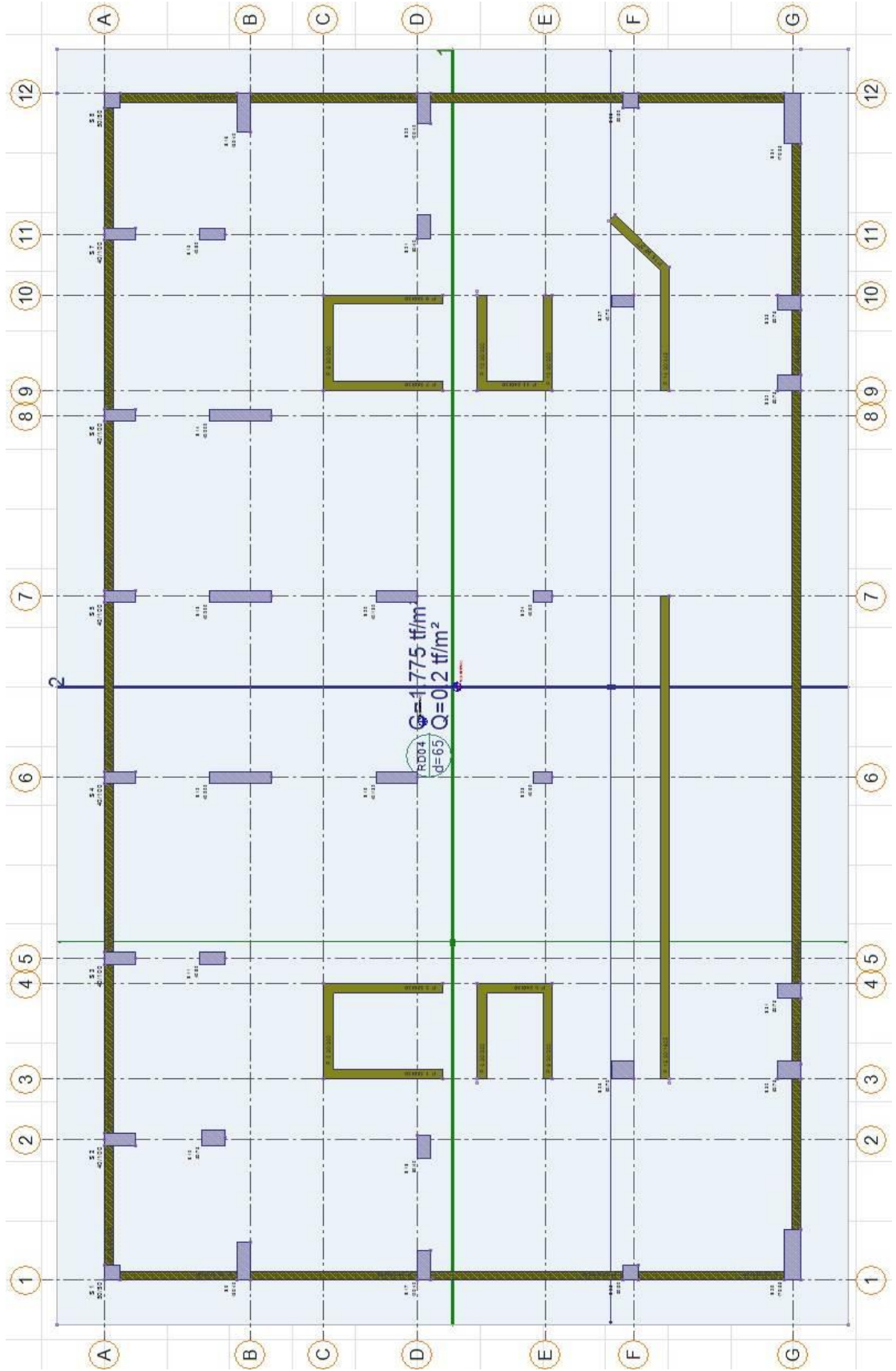


YAPI ÖZET RAPORU

Malzeme ve Kesit Kontrolleri		
Kullanılan Beton Sınıfı	Projede C20 veya üzeri beton sınıfı kullanılmıştır	✓
Kullanılan Çelik Sınıfı	S235	
Kesit Kontrolü	Projede kesiti yetersiz elemanlar var BE010 - BE032 - BE033 - BE057 - BE061 - BE075 - BE076 - BE080 - BE081 - BE083 BE084 - BE085 - BE010 - BE032 - BE054 - BE074 - BE075 - BE076 - BE080 - BE081 BE084 - BE085 - BE010 - BE032 - BE033 - BE053 - BE054 - K 7 - BE075 - BE076 BE080 - BE081 - BE084 - BE085 - BE005 - BE010 - BE053 - BE054 - K 2 - BE075 BE076 - BE080 - BE083 - BE084 - BE5005 - BE5010 - BE5053 - BE5054 - K 5102 - BE5079 BE5080 - BE5083 - BE5084 - BE4054 - K 4102 - BE4079 - BE4080 - BE4083 - BE4084 - BE3054 K 3206 - BE3074 - BE3079 - BE3084 - BE3085 - BE2032 - BE2054 - K 2206 - BE2074 - BE2081 BE2084 - BE2085 - CE1021 - BE1032 - K 1102 - BE1084 - P Z207 - CEZ013 - CEZ014 - CEZ021 CEZ022 - CEZ032 - CEZ033 - TK01 - TK02 - TK03 - TK04 - TK05 - TK06 - TK07 TK09 - TK11 - TK15 - TK27 - TK29 - TK33 - TK34 - TK36 - TK37 - TK39 TK40 - TK41 - TK42 - TK43 - TK44 - TK45 - TK57 - TK60 - TK61 - TK62 TK65 - TK66 - TK67 - TK74 - TK76 - TK81-1 - TK81 - TK82 - TK83 - TK84 RD03	X

Şekil 2.69. Çelik yapı- ZD zemin sınıfı - radye-sürekli temel için hata listesi (yetersiz)

Radye temel ile yapılan yeni analiz (Şekil 2.70) sonucunda, Şekil 2.71'deki gibi yapı elemanlarında herhangi bir hata ve yetersizlik çıkmamış, ZD zemin sınıfı için betonarme ve çelik yapı hesapları tamamlanmıştır.



Şekil 2.70. Çelik yapı - ZD zemin sınıfı - radye temel için temel uygulaması


ideCAD®

YAPAN: İLKER TEŞTEK

PROJE: GÜMÜŞHANE ÜNİVERSİTESİ YÜKSEK LİSANS TEZ PROJESİ ZD2- RADYE TEMEL

TARİH: 09.07.2019

REVİZYON: ÇELİK YAPI


2009

YAPI ÖZET RAPORU

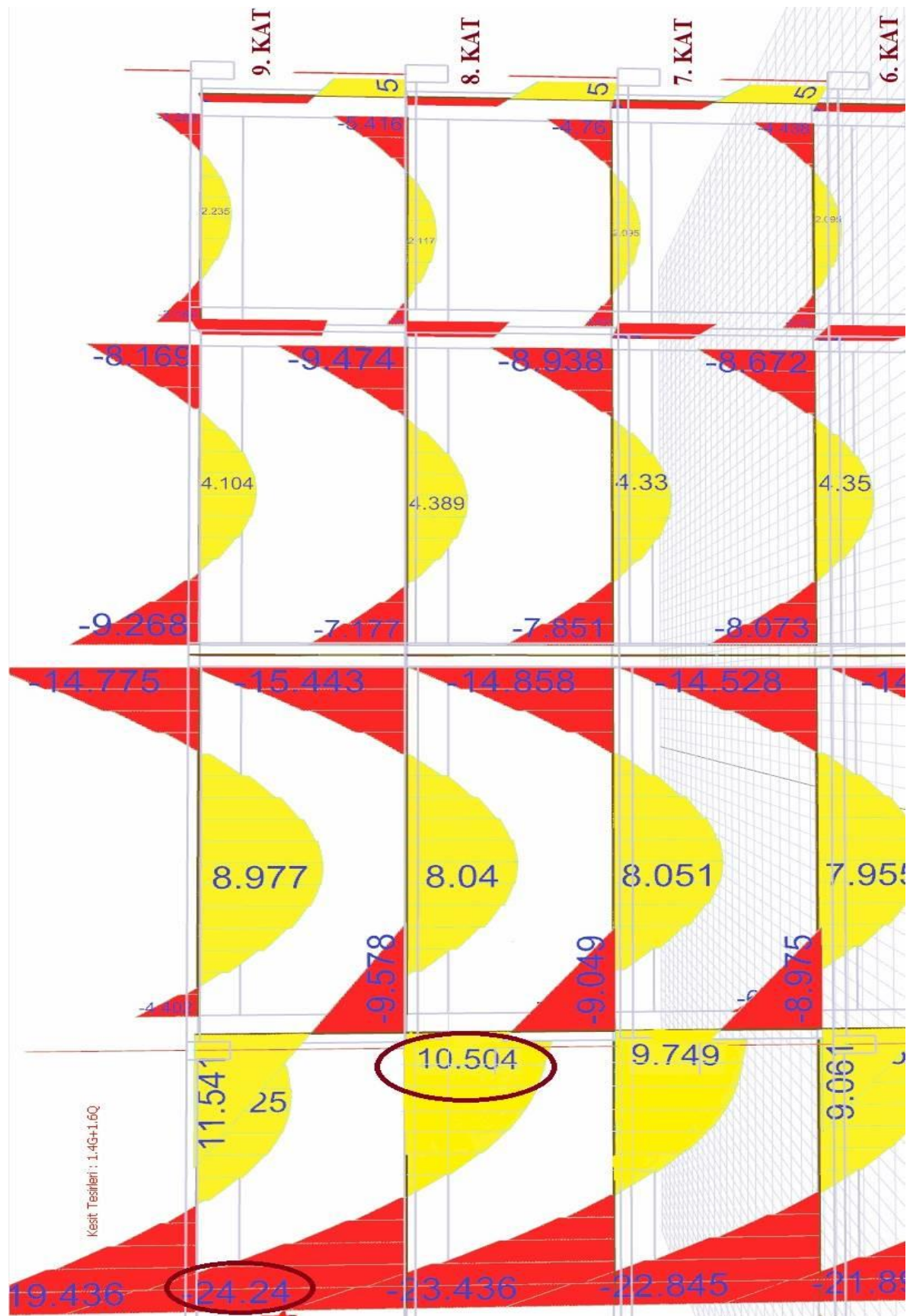
Malzeme ve Kesit Kontrolleri			
	Kullanılan Beton Sınıfı	Projede C20 veya üzeri beton sınıfı kullanılmıştır	✓
	Kullanılan Çelik Sınıfı	S235	
	Kesit Kontrolü	Projede tüm elemanların kesitleri yeterlidir	✓

Öteleme ve Düzensizlik Kontrolleri			
	Görelî Öteleme	Görelî kat öteleme koşulu sağlanmıştır $\delta_i(\max) / h = 0.007 \leq 0.02$ - (6. KAT-RD1)	✓
	İkinci Mertebe Etkileri	Bütün katlarda 2. mertebe etkileri koşulu sağlanmıştır $\theta_i(\max) = 0.016 \leq 0.12$ - (3. KAT-RD1)	✓
	A1 Düzensizliği	Bütün katlarda A1 düzensizliği koşulu sağlanamamıştır $\eta_i(\max) = 1.86 > 1.2$ - (1. BODRUM) Dinamik analiz yapılmıştır	✓
	A2 Düzensizliği	Bütün katlarda A2 düzensizliği koşulu sağlanmıştır	✓
	A3 Düzensizliği	Bütün katlarda A3 düzensizliği koşulu sağlanmıştır	✓
	B1 Düzensizliği	Bütün katlarda B1 düzensizliği koşulu sağlanamamıştır $\eta_{ci}(\min) = 0.76 < 0.8$ - (3. KAT-RD2)-R Katsayısı 1.25 $\eta_{ci}(\min)$ ile çarpılmıştır.	✓
	B2 Düzensizliği	Bütün katlarda B2 düzensizliği koşulu sağlanmıştır $\eta_{ki}(\max) = 1.46 \leq 2.0$ - (1. KAT-RD2)	✓
	B3 Düzensizliği	Bütün katlarda B3 düzensizliği koşulu sağlanmıştır	✓

Şekil 2.71. Çelik yapı - ZD zemin - sınıfı radye temel için hata listesi (uygun)

2.3.4.3. ZD Zemin Sınıfına Göre Betonarme ve Çelik Yapının Analiz Sonuçlarının Karşılaştırılması

Yapının betonarme ve çelik olarak ayrı ayrı analizleri yapılmış ve ZD zemin sınıfına göre betonarme yapı 150 cm radye kalınlığına ulaşınca zemin emniyet gerilmesi ve kesit yönünden yeterli duruma gelmiştir. Çelik yapıda ise 65 cm radye temel kalınlığı ile optimum yapı özellikleri tespit edilmiştir. Bu özellikteki temel yapılarına göre betonarme ve çelik yapının 1 aksı (6., 7., 8. ve 9. katlar için) moment diyagramı Şekil 2.72 ve Şekil 2.73’de verilmiştir.



Şekil 2.72’de görüldüğü gibi betonarme yapı için kiriş açıklık ortası momentleri maksimum 10.5 tm, kiriş mesnet momentleri de maksimum -24.24 tm’dir. Şekil 2.60’da ise çelik yapı için kiriş açıklık ortası momentleri maksimum 4.18 tm, kiriş mesnet momentleri de maksimum -8 tm olarak hesaplanmıştır (Şekil 2.73). Her iki taşıyıcı sistem incelendiğinde aynı aks ve katlarda, betonarme yapı taşıyıcı sistemin, çelik yapı taşıyıcı sisteme oranla 2.5 ~ 3 kat daha fazla moment değerlerine maruz kaldığı görülmektedir.

2.3.4.4. ZD Zemin Sınıfına Göre Betonarme ve Çelik Yapının Metraj Değerlerinin Karşılaştırılması

Betonarme ve çelik yapının analizleri sonucunda elde edilen metraj değerleri Şekil 2.74 ve Şekil 2.75’de verilmiştir.

ideCAD®

YAPAN: İLKER TEŞTEK

PROJE: GÜMÜŞHANE ÜN. YÜKSEK LİSANS TEZ PROJESİ - ZD2 -RADYE TEMEL

TARİH: 14.07.2019

REVİZYON: BETONARME YAPI

TOPLAM METRAJ

1-	BS30 BETON	4973.79
2-	BETON KALIP	20119.24
3-	S420 DONATI (İNCE)	215627.34
	S420 DONATI (KALIN)	240729.62
	S420 DONATI (TOPLAM)	456356.96

Şekil 2.74. Betonarme yapı - ZD zemin sınıfı için metraj değerleri

Şekil 2.74’deki metraj verilerine bakıldığında betonarme yapıda, 4973.8 m³ beton, 456.4 t da demir metraj değerleri hesaplanmıştır.

Beton : 4973.8 m³ x 2,5 t/m³ : 12434.5 t

İnşaat demiri : 456.4 t

Temel alanı : 23 m x 40.8 m : 938.4 m²

Bu bilgiler ışığında yapı temeline etkiyen toplam yük, 12434.5 t beton ve 456.4 t demir olmak üzere toplam 12890.9 t’dur. Etkiyen toplam yükün 938.4 m² temel alanına etki ettiği göz önüne alınacak olursa, m²’ye isabet eden yük miktarı da 13.74 t olmaktadır.

ideCAD®

YAPAN: İLKER TEŞTEK

PROJE: GÜMÜŞHANE ÜNİVERSİTESİ YÜKSEK LİSANS TEZ PROJESİ ZD2- RADYE TEMEL

TARİH: 09.07.2019REVİZYON: ÇELİK YAPI

TOPLAM METRAJ

1-	BS30 BETON	2247.38
2-	BETON KALIP	9382.73
3-	S420 DONATI (İNCE)	96122.44
	S420 DONATI (KALIN)	83744.01
	S420 DONATI (TOPLAM)	179866.45

Genel Profil Listesi

Tip	Profil	Materyal	Toplam Uzunluk [m]	Toplam Ağırlık [t]	Toplam alan [m²]
	HE 450 A	S235	840.00	117.62	1688.36
	HE 500 A	S235	101.08	15.70	213.17
	HE 550 A	S235	75.00	12.49	165.60
	HE 700 A	S235	6.00	1.23	15.02
	IPN 340	S235	2125.34	144.50	2436.05
	IPN 400	S235	45.97	4.25	60.91
	IPN 380	S235	192.16	16.13	243.19
	IPN 300	S235	72.46	3.92	74.39
	HE 240 M	S235	72.69	11.40	106.08
	HE 260 M	S235	8.32	1.44	13.10
	IPN 450	S235	44.73	5.16	65.95
	HE 280 M	S235	8.27	1.56	14.01
	IPN 320	S235	45.50	2.77	49.44
	HE 300 M	S235	16.95	4.04	31.03
	IPN 500	S235	9.03	1.27	14.66
	HE 600 M	S235	2.08	0.59	4.93
	IPN 360	S235	16.35	1.24	19.71
	HE 400 M	S235	2.08	0.53	4.17

Toplam ağırlık :345.843 t

Toplam alan :5219.79 m²

Genel Levha Listesi

Tip	Boyutlar	Materyal	Toplam Ağırlık [t]	Toplam alan [m²]
	t:12	S235	0.04	0.79
	t:17	S235	0.12	1.75
	t:11	S235	0.03	0.74
	t:16	S235	0.11	1.75
	t:15	S235	21.89	371.86
	t:10	S235	3.86	98.25
	t:30	S235	2.62	22.27

Toplam ağırlık :28.663 t

Toplam alan :497.42 m²

Şekil 2.75. Çelik yapı - ZD zemin sınıfı için metraj değerleri

Şekil 2.75'deki metraj verilerine bakıldığında, çelik yapıda, 2247 m³ beton, 180 t demir, 345.8 t yapı çeliği ve 28.7 t da birleştirme levhası metraj değerleri hesaplanmıştır.

Beton : 2247 m³ x 2,5 t/m³ : 5617.5 t

İnşaat demiri : 180 t

Yapı çeliği : 345.8 + 28.7 : 374.5 t

Temel alanı : 23 m x 40.8 m : 938.4 m²

Bu bilgiler ışığında yapı temeline etkiyen toplam yük, 5617.5 t beton, 180 t demir ve 374.5 t yapı çeliği olmak üzere toplam 6172 t'dur. Etkiyen toplam yükün 938.4 m² temel alanına etki ettiği göz önüne alınacak olursa, m²'ye isabet eden yük miktarı da 6.58 t olmaktadır.

2.3.5. TBDY 2018 ZE Zemin Sınıfına Göre Betonarme ve Çelik Yapının Karşılaştırılması

Analizlerde, ZE zemin sınıfı için, zemin yatak katsayısı 1000 t/m^3 , zemin emniyet gerilmesi 12.5 t/m^2 ve zemin birim hacim ağırlığı 1.4 t/m^3 ayarları, Şekil 2.76'deki gibi alınmıştır.

Analiz Ayarları

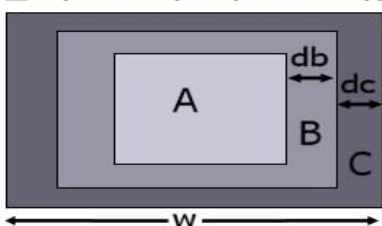
Genel Ayarlar
TDY Seçenekleri
Aşamalı İnşaat Hesabı
Isı Yükleri
Rüzgar Yükü
Temel - Zemin
Yük - Güvenlik
Güçlendirme
Diğer

Zemin birim ağırlığı : 1.4 [tf/m³]
Yatak katsayısı : 1000 [tf/m³]
Zemin emniyet gerilmesi : 12.5 [tf/m²]
Deprem yüklemeleri kullanıldığında zemin emniyet gerilmesini artır : ☐
Büyütme oranı : 50 %

☒ Temellerin zemin em. kontrolünü ortalama gerilmeye göre yap
☐ Temellerin zemin em. kontrolünde deprem yük. kullan
☒ Temellerde negatif zemin gerilmesi kontrolü yap
☒ Radye temellerin zemin em. kontrolünü ortalama gerilmeye göre yap
☐ Kırıksız radyelerin zemin em. kontrolünde deprem yüklemelerini kullan
☒ Radye temellerde negatif zemin gerilmesi kontrolü yap
☒ Üst yapı etkileşimli çözüm

☐ Radye temellerde Çoklu Eşlenik Winkler Yay yöntemini kullan :

Zemin Tipi & Tepki Spektrumunu Düzenle


B Bölgesi uzunluk oranı (db/w) : 0.125
B bölgesi faktörü ks(b)/ks(a) : 1.5
C Bölgesi uzunluk oranı (dc/w) : 0.125
C bölgesi faktörü ks(c)/ks(a) : 2

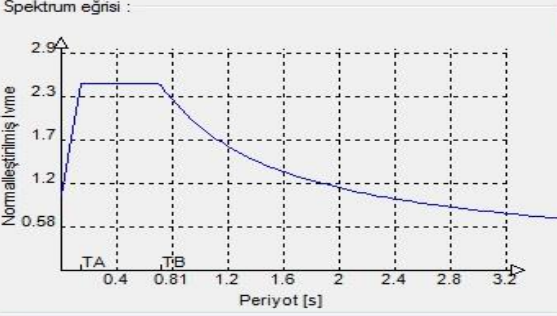
Radye temel - üst yapı etkileşim :
☒ Direkt bağlantı
☐ Bağlantı bölgesini büyüt
Oran : 0.5 h
Kolon ve perdenin altında kalan kabuk elemanlar için kalınlık çarpanı : 1

Tasarım Spektrum Fonksiyonu

Fonksiyon adı : RSF1
Spektrum çarpanı : 1

Zemin sınıfı	TA	TB
Z1	0.10	0.30
Z2	0.15	0.40
Z3	0.15	0.60
Z4	0.20	0.90
<input checked="" type="radio"/> Tanımlı	0.146	0.729
<input type="radio"/> Tanımlı :	Tanımla	

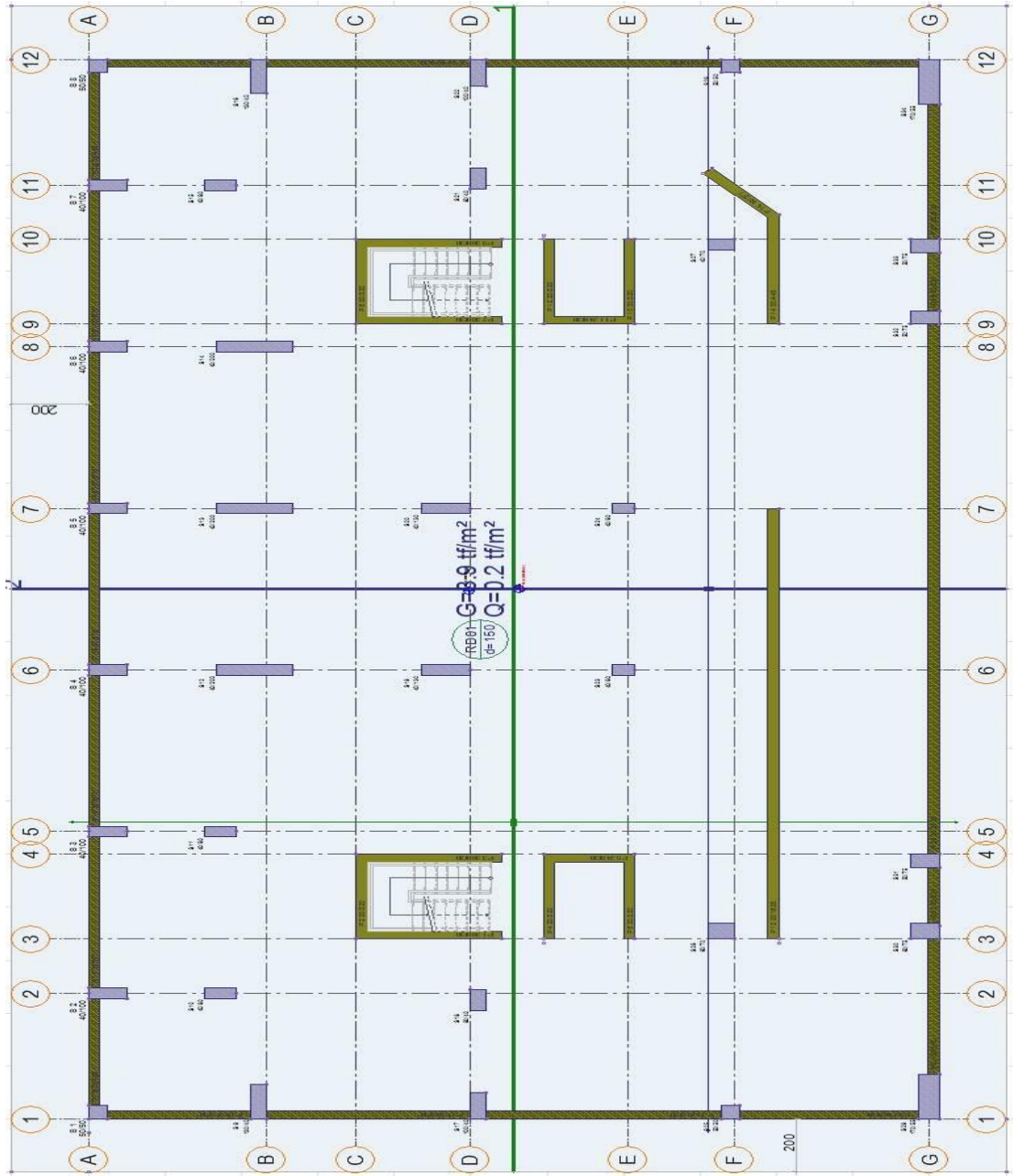
Spektrum eğrisi :
Normalleştirilmiş İvme
Periyot [s]



Şekil 2.76. ZE zemin sınıfı için analiz ayarları

2.3.5.1. ZE Zemin Sınıfına Göre Betonarme Yapının Çözümü

ZD zemin grubu için analizi yapılan, zemin gerilmeleri ve kesit boyutları yönünde yeterli olan, 150 cm yüksekliğe sahip (200 cm. temel konsollu) betonarme taşıyıcı sistemli yapının (Şekil 2.77), ZE grubu zemin ayarları ile yapılan analiz sonucunda, zemin gerilmeleri ve kesit boyutları yönünde yetersiz olduğu Şekil 2.78’de tespit edilmiştir

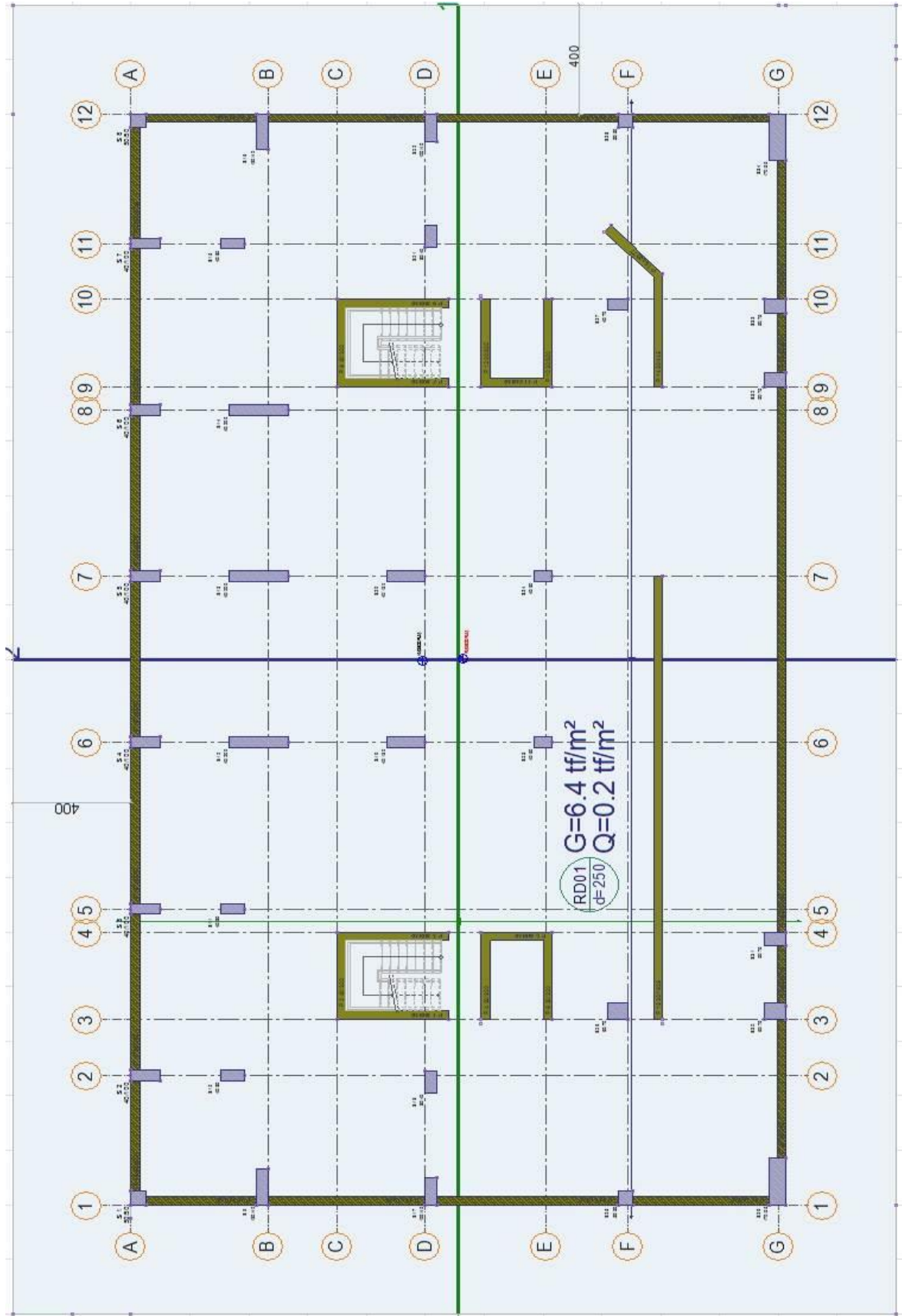


ideCAD®	YAPAN: İLKER TEŞTEK	
	PROJE: GÜMÜŞHANE ÜN. YÜKSEK LİSANS TEZ PROJESİ - ZE1 -RADYE TEMEL	
	TARİH: 14.07.2019	REVİZYON: BETONARME YAPI
YAPI ÖZET RAPORU		
Malzeme ve Kesit Kontrolleri		
Kullanılan Beton Sınıfı	Projede C20 veya üzeri beton sınıfı kullanılmıştır	✓
Kesit Kontrolü	Projede kesiti yetersiz elemanlar var K39 - K28 - P 505 - K538 - K515 - K527 - K523 - K528 - P 402 - P 408 P 404 - K415 - K423 - K428 - P 302 - P 308 - K335 - P 304 - P 301 - K315 P 306 - P 312 - K355 - K323 - K250 - P 201 - P 212 - K150 - P 102 - P 104 P Z11 - P Z05 - KZ51 - KZ39 - P Z09 - K B223 - RD01 - K44 - K339 - K239 K139	✗
Öteleme ve Düzensizlik Kontrolleri		
Görelî Öteleme	Görelî kat öteleme koşulu sağlanmıştır $\bar{g}_i(\max) / h = 0.013 \leq 0.02$ - (4. KAT)	✓
İkinci Mertebe Etkileri	Bütün katlarda 2. mertebe etkileri koşulu sağlanmıştır $\bar{g}_i(\max) = 0.012 \leq 0.12$ - (ZEMİN KAT)	✓
A1 Düzensizliği	Bütün katlarda A1 düzensizliği koşulu sağlanamamıştır $\eta_i(\max) = 1.36 > 1.2$ - (1. BODRUM) Dinamik analiz yapılmıştır	✓
A2 Düzensizliği	Bütün katlarda A2 düzensizliği koşulu sağlanmıştır	✓
A3 Düzensizliği	Bütün katlarda A3 düzensizliği koşulu sağlanmıştır	✓
B1 Düzensizliği	Bütün katlarda B1 düzensizliği koşulu sağlanmıştır $\eta_{ci}(\min) = 0.92 > 0.8$ - (ZEMİN KAT)	✓
B2 Düzensizliği	Bütün katlarda B2 düzensizliği koşulu sağlanmıştır $\eta_{ki}(\max) = 1.16 \leq 2.0$ - (1. KAT)	✓
B3 Düzensizliği	Bütün katlarda B3 düzensizliği koşulu sağlanmıştır	✓

Şekil 2.78. Betonarme yapı- ZE zemin sınıfı - radye temel için hata listesi (yetersiz)

Yapılan analiz sonucunda 200 cm temel döşeme konsoluna ve 150 cm yüksekliğinde temeli olan betonarme taşıyıcı sistemli yapı, zemin emniyet gerilmeleri ve kesit boyutları yönünden yetersiz kalınca Şekil 2.79'daki gibi 400 cm konsol döşeme ve 250 cm temel yüksekliğine kadar artırılarak analiz yapılmıştır.

Yapılan analiz sonucunda Şekil 2.80'de görüldüğü gibi yapı, zemin emniyet gerilmeleri ve kesit boyutları yönünden yetersiz kalmıştır.



Şekil 2.79. Betonarme yapı - ZE zemin sınıfı - radye temel (2) için temel aplikasyonu


ideCAD®

YAPAN: İLKER TEŞTEK

PROJE: GÜMÜŞHANE ÜN. YÜKSEK LİSANS TEZ PROJESİ - ZE2 -RADYE TEMEL

TARİH: 09.07.2019

REVİZYON: BETONARME YAPI



YAPI ÖZET RAPORU

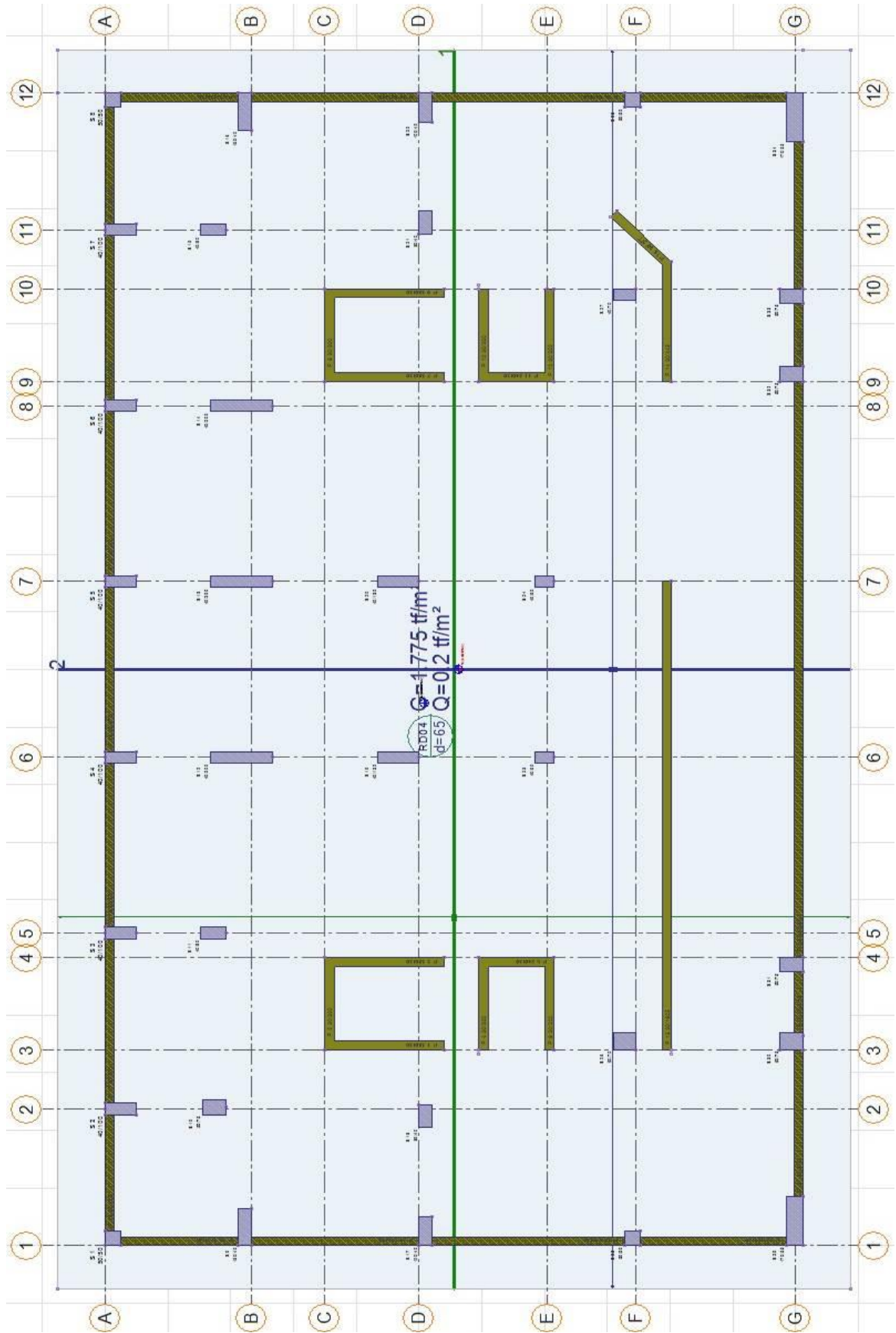
Malzeme ve Kesit Kontrolleri		
Kullanılan Beton Sınıfı	Projede C20 veya üzeri beton sınıfı kullanılmıştır	✓
Kesit Kontrolü	Projede kesiti yetersiz elemanlar var K39 - K15 - K27 - K23 - K28 - P 505 - K543 - P 504 - K538 - K515 K526 - K527 - K523 - K528 - P 402 - P 408 - K435 - K445 - P 404 - P 401 K439 - K415 - K426 - P 406 - K423 - K428 - P 302 - P 308 - K335 - K345 K347 - P 304 - P 301 - K339 - K315 - K326 - P 306 - P 312 - K355 - K323 K250 - P 201 - P 206 - P 212 - K150 - P 102 - P 104 - K155 - P 211 - P 205 S Z24 - KZ35 - KZ43 - KZ45 - KZ47 - KZ51 - KZ39 - P Z09 - K B223 - K B249 K B227 - RD01 - K44 - K239 - K255 - K139	✗

Öteleme ve Düzensizlik Kontrolleri		
Görelî Öteleme	Görelî kat öteleme koşulu sağlanmıştır $\delta_i(\max) / h = 0.013 \leq 0.02$ - (5. KAT)	✓
İkinci Mertebe Etkileri	Bütün katlarda 2. mertebe etkileri koşulu sağlanmıştır $\theta_i(\max) = 0.010 \leq 0.12$ - (2. KAT)	✓
A1 Düzensizliği	Bütün katlarda A1 düzensizliği koşulu sağlanamamıştır $\eta_i^l(\max) = 1.44 > 1.2$ - (1. BODRUM) Dinamik analiz yapılmıştır	✓
A2 Düzensizliği	Bütün katlarda A2 düzensizliği koşulu sağlanmıştır	✓
A3 Düzensizliği	Bütün katlarda A3 düzensizliği koşulu sağlanmıştır	✓
B1 Düzensizliği	Bütün katlarda B1 düzensizliği koşulu sağlanmıştır $\eta_{ci}(\min) = 0.92 > 0.8$ - (ZEMİN KAT)	✓
B2 Düzensizliği	Bütün katlarda B2 düzensizliği koşulu sağlanmıştır $\eta_{ki}(\max) = 1.19 \leq 2.0$ - (1. KAT)	✓
B3 Düzensizliği	Bütün katlarda B3 düzensizliği koşulu sağlanmıştır	✓

Şekil 2.80. Betonarme yapı- ZE zemin sınıfı - radye temel için hata listesi (yetersiz)

2.3.5.2. ZE Zemin Sınıfına Göre Çelik Yapının Çözümü

Yapının, Şekil 2.81'deki gibi bir önceki çelik yapı bölümü için tasarlanan (ZD zemin sınıfı için) minimum temel boyutları esas alınarak, ZE zemin sınıfı ayarları ile 1. çözümü yapılmış ve bu boyutların, çelik yapı için uygun olmadığı Şekil 2.82'deki gibi tespit edilmiştir.



Şekil 2.81. Çelik yapı - ZE zemin sınıfı - radye temel için temel uygulaması

ideCAD®	YAPAN: İLKER TEŞTEK	
	PROJE: GÜMÜŞHANE ÜNİVERSİTESİ YÜKSEK LİSANS TEZ PROJESİ ZE RADYE TEMEL	
	TARİH: 09.07.2019	REVİZYON: ÇELİK YAPI
YAPI ÖZET RAPORU		
Malzeme ve Kesit Kontrolleri		
Kullanılan Beton Sınıfı	Projede C20 veya üzeri beton sınıfı kullanılmıştır	✓
Kullanılan Çelik Sınıfı	S235	
Kesit Kontrolü	<p>Projede kesiti yetersiz elemanlar var</p> <p>CE005 - BE005 - BE008 - BE010 - BE012 - BE017 - BE021 - BE025 - BE026 - BE029 BE032 - BE051 - BE053 - BE054 - BE056 - BE057 - BE061 - BE074 - BE076 - BE080 BE083 - BE084 - BE085 - BE003 - BE005 - BE006 - BE008 - BE010 - BE012 - BE017 BE018 - BE019 - BE021 - BE025 - BE026 - BE029 - BE033 - BE044 - BE046 - BE050 BE051 - BE053 - BE056 - BE057 - BE061 - BE074 - BE081 - BE083 - BE084 - BE085 BE001 - BE002 - BE003 - BE004 - BE005 - BE006 - BE007 - BE008 - BE010 - BE011 BE012 - BE017 - BE019 - BE021 - BE025 - BE026 - BE028 - BE029 - BE032 - BE033 BE036 - BE044 - BE046 - BE050 - BE051 - BE053 - BE054 - BE056 - BE057 - BE061 BE062 - K 2 - K 7 - BE074 - BE075 - BE080 - BE081 - BE083 - BE084 - BE085 BE001 - BE002 - BE003 - BE004 - BE006 - BE007 - BE008 - BE010 - BE011 - BE012 BE019 - BE020 - BE021 - BE025 - BE026 - BE028 - BE029 - BE032 - BE033 - BE036 BE044 - BE046 - BE050 - BE051 - BE053 - BE054 - BE056 - BE057 - BE062 - BE075 BE080 - BE081 - BE083 - BE084 - BE085 - BE5001 - BE5002 - BE5003 - BE5004 - BE5006 BE5007 - BE5010 - BE5011 - BE5012 - BE5019 - BE5020 - BE5021 - BE5025 - BE5026 - BE5028 BE5030 - BE5032 - BE5033 - BE5036 - BE5044 - BE5050 - BE5053 - BE5057 - BE5062 - K 5206 BE5075 - BE5079 - BE5080 - BE5081 - BE5083 - BE5084 - BE5085 - BE4001 - BE4002 - BE4003 BE4004 - BE4005 - BE4006 - BE4007 - BE4010 - BE4011 - BE4012 - BE4019 - BE4030 - BE4032 BE4033 - BE4036 - BE4044 - BE4046 - BE4050 - BE4053 - BE4054 - BE4062 - K 4206 - BE4075 BE4079 - BE4080 - BE4083 - BE4084 - BE4085 - CE3020 - CE3033 - BE3001 - BE3002 - BE3003 BE3004 - BE3005 - BE3006 - BE3007 - BE3010 - BE3011 - BE3012 - BE3030 - BE3032 - BE3036 BE3044 - BE3046 - BE3050 - BE3053 - BE3062 - K 3207 - BE3079 - BE3080 - BE3083 - BE3084 BE3085 - CE2020 - CE2021 - CE2022 - CE2027 - CE2033 - BE2001 - BE2002 - BE2003 - BE2004 BE2005 - BE2006 - BE2010 - BE2012 - BE2030 - BE2036 - BE2044 - BE2046 - BE2050 - BE2053 BE2054 - BE2062 - K 2207 - BE2079 - BE2080 - BE2081 - BE2083 - BE2084 - BE2085 - P 108 CE1021 - CE1022 - CE1032 - CE1033 - BE1010 - BE1030 - BE1036 - BE1044 - BE1046 - BE1053 BE1054 - BE1062 - K 1206 - K 1207 - BE1083 - BE1084 - BE1085 - P Z11 - P Z08 - CE2001 CE2004 - CE2005 - CE2006 - CE2008 - CE2013 - CE2014 - CE2021 - CE2022 - CE2023 - CE2027 CE2032 - CE2033 - CE2037 - BE2003 - BE2005 - BE2010 - BE2030 - BE2044 - BE2046 - BE2054 K Z102 - K Z206 - K Z205 - BE2084 - K B245 - K B246 - P B208 - K B346 - K B345 - K 46 S 19 - D 7202</p>	X

Şekil 2.82. Çelik yapı- ZE zemin sınıfı - radye temel için hata listesi (yetersiz)

Şekil 2.82’de görüldüğü gibi zemin emniyet gerilmeleri açısından bir problem olmayıp yapısal olarak çok fazla yapı elemanında yetersizlikler ortaya çıkmıştır.

Önceki bölümde, betonarme taşıyıcı sistemli yapı temelini, kenar konsolu ve temel kalınlığı yönünden büyük boyutlara ulaşması (400 cm konsol, 250 cm temel kalınlığı) ve bu yapı sisteminin ZE zemin grubu için yetersiz kalması, çelik taşıyıcı sistemli yapıda da çok fazla yapı elemanında yetersizlikler çıkması sebebiyle ZE zemin grubunda her iki yapı için karşılaştırma mümkün olamamıştır.

2.3.6. Betonarme ve Çelik Yapıların Yapım Sürelerinin Karşılaştırılması

Betonarme yapıların kaba inşaat kısmı, kalıp kurulumu, donatı bağlanması ve beton dökümü aşamalarından oluşmaktadır. Analizleri yapılan yapının hem betonarme hem de çelik

yapı için bodrum katları aynı olduğundan inşa süresi hesabında bu katlar dikkate alınmadan ekonomik karşılaştırma yapılmıştır.

Çelik yapı inşa süresinde de yapı elemanı olan yapı çelikleri, her kat için fabrikasyon süreci olup, daha sonraki aşamada sadece yerinde malzeme montajı yapılacağı öngörülebilir.

Bu değerlendirmeler ışığında, betonarme yapının kalıp alma süresi ve donatı yerleştirme ile beton döküm işlemlerinin her kat için yaklaşık 20 gün sürebileceği öngörülebilir. Çelik yapı için ise çelik kolon, kiriş ve döşeme elemanlarının atölyede hazırlanması, inşaat alanına nakli ve montajı göz önüne alınacak olursa her kat için yaklaşık 10 gün sürebileceği öngörülebilir. Çelik yapıda, alt kat imalatlarının montajı yapılırken üst kat çelik elemanlarının fabrikasyon imalatının yapılmasına ve nakline imkan vermesi sebebiyle kat imalat sürecinde sadece montaj aşamasının dikkate alınabileceği düşünülebilir.

3. BULGULAR ve İRDELEMELER

3.1. Betonarme ve Çelik Yapıların Etkiyen Yükler Açısından İrdelenmesi

Yapılan analizler neticesinde ZA zemin sınıfı için elde edilen bulgular aynı aks ve katlarda, betonarme yapı taşıyıcı sistemin, çelik yapı taşıyıcı sisteme oranla 2.5 ~ 3 kat daha fazla moment değerlerine maruz kaldığı şeklinde ortaya çıkmaktadır. Yine diğer zemin grupları için yapılan analizlerde de hemen hemen aynı oranlarda değerlerin elde edilmesi, betonarme yapıların, çelik yapılara oranla 2.5 ~ 3 kat daha fazla yük (moment) etkilerine maruz kaldığını göstermektedir.

Söz konusu çözümler, yapıdan zemine aktarılan düşey kuvvetler açısından incelendiğinde de betonarme yapının çok büyük oranlarda yük etki ettirdiği görülmektedir. Bu durumda da bu yüklere göre tasarlanan yapısal elemanların boyutlarının artacağı ve yapının hem ekonomik olmaktan uzaklaşabileceği hem de ağırlığının artmasından dolayı daha büyük deprem yüklerinin etkisinde kalabileceği ifade edilebilir.

Zemine etki eden düşey kuvvetler açısından Tablo 3.1 incelendiğinde, zemin sınıfları ve periyotlara bağlı olarak temel ağırlığı ve üst yapı ağırlığının değiştiği görülmektedir. Ancak ZE zemin sınıfında betonarme yapı temeli, büyük boyutlara (400 cm konsol, 250 cm temel kalınlığı) ulaşmış ve bu boyutlarda dahi zemin emniyet gerilmesi/zemin dayanımı yönünden yetersiz kalmıştır. Çelik yapıda ise ZE zemin grubunda yapılan analiz sonucunda, temel sistemi açısından herhangi bir yetersizlik olmamakla birlikte, üst yapı grubunda, çok sayıdaki yapı elemanında yetersizlikler oluştuğundan ZE zemin sınıfı için herhangi bir karşılaştırma yapılamamıştır.

Her zemin grubu için (ZF zemin grubu hariç) hesaplanan tasarım spektrum köşe periyotlarına bağlı olarak yapıda, bazı elemanlarda kesit yetersizlikleri oluşmuştur. Çelik yapı metrajlarına bakıldığında nispeten daha kötü zemin sınıflarında (ZD), zemin özellikleri ve periyotlara bağlı olarak daha fazla zorlanma meydana gelmiş ve kesit yetersizliklerinden dolayı kesitler artırıldığından, yapı çeliği miktarı da o oranda artış göstermiştir. Betonarme yapı metrajlarına bakıldığında ise yine aynı zemin sınıfında (ZD), zemin özellikleri ve periyotlara bağlı olarak zorlanmalar meydana gelmiş ve kesit yetersizliklerinden dolayı kesitler arttırılmış, buna bağlı olarak da beton ağırlığı bir miktar artış göstermiştir.

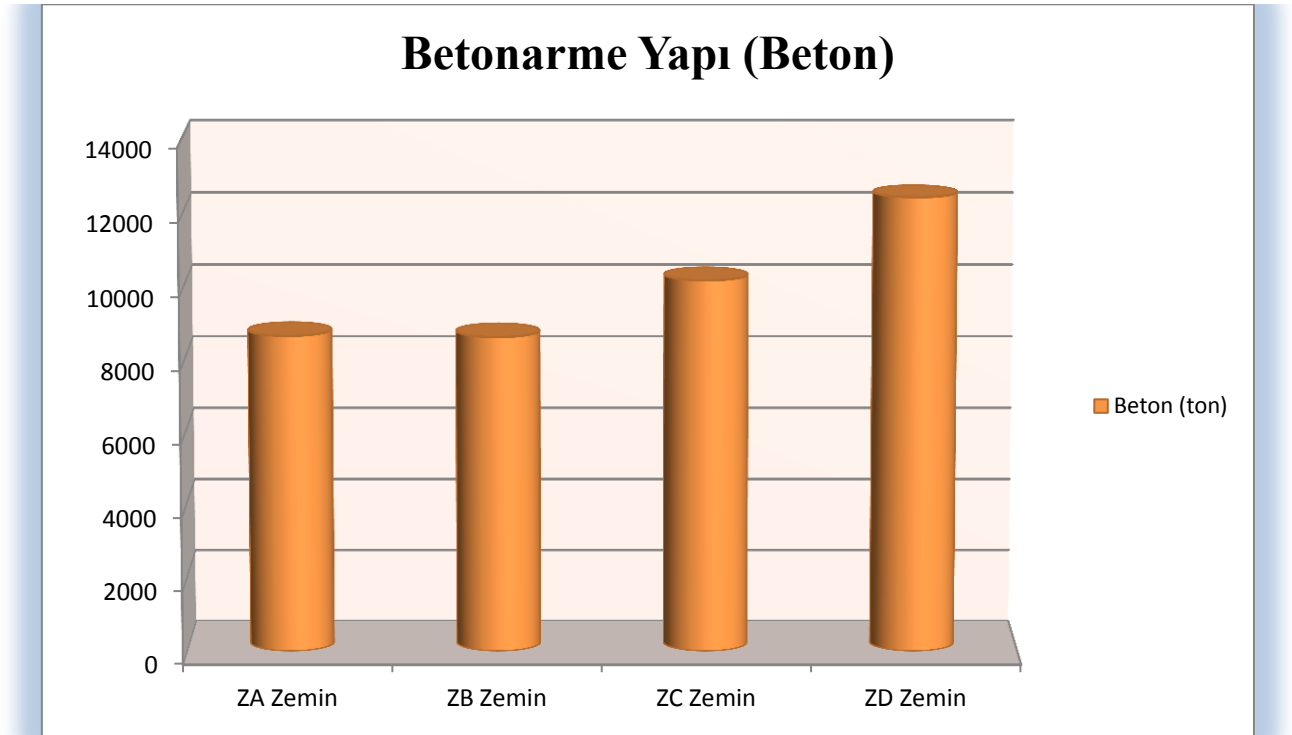
Tablo 3.1. Zemin sınıflarına göre zemine etki eden yük değerleri

ZEMİN SINIFI	YAPI TİPİ	YAPI AĞIRLIĞI (İnşaat Demiri) (t)	YAPI AĞIRLIĞI (Beton) (t)	YAPI AĞIRLIĞI (Yapı Çeliği) (t)	ZEMİNE ETKİ EDEN TOPLAM YÜK (t)	938.4 m ² TEMEL ALANI İÇİN BİRİM YÜK (t/m ²)
ZA	Betonarme Yapı	356,4	8666,5		9022,9	9,62
	Çelik Yapı	158,9	4336	366,9	4861,8	5,18
ZB	Betonarme Yapı	362	8634,5		8996,5	9,59
	Çelik Yapı	160,2	4397	366,9	4924,1	5,25
ZC	Betonarme Yapı	375	10179,5		10554,5	11,25
	Çelik Yapı	170,1	4765	368,2	5303,3	5,65
ZD	Betonarme Yapı	456,4	12434,5		12890,9	13,74
	Çelik Yapı	180	5617,5	374,5	6172	6,58
ZE	Betonarme Yapı				-	-
	Çelik Yapı				-	-

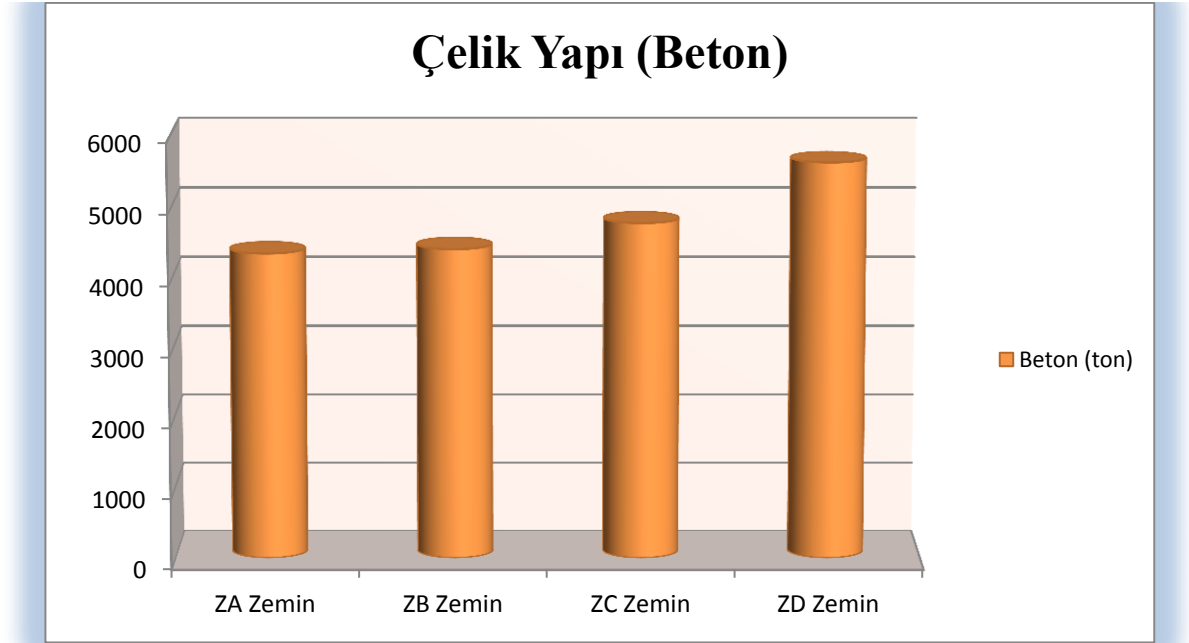
Tablo 3.1’de betonarme ve çelik taşıyıcı sisteme sahip yapılar için ayrı ayrı zemin gruplarına göre zemine etki eden toplam ağırlıklar yönünden oranlar verilmektedir. Bu tablo incelendiğinde, zemindeki yumuşamaya bağlı olarak, güvenli bir tasarımı tesis edebilmek için kesit boyutları büyütüldüğünden, yapı ağırlığı ve dolayısıyla zemine etki eden toplam yükün her iki yapısal sistemde de arttığı görülebilir. Örneğin; ZA zemin sınıfında betonarme yapı için zemine etki eden toplam yük 9022.9 t olarak elde edilirken, aynı nicelik ZD zemin sınıfında %43 oranında bir artışla 12890.9 t olarak elde edilmektedir. Benzer karşılaştırma çelik taşıyıcı sisteme sahip yapı üzerinden de yapılabilir. Bu yapı sisteminde de ZA zemin sınıfında zemine etki eden toplam yük 4861.8 t mertebesinde iken, bu değer ZD zemin sınıfında yaklaşık %27’lik bir artışla 6172 t olarak hesaplanmaktadır.

Yapı tipi değişiminin yapı ağırlığı üzerindeki etkilerini ortaya koyabilmek için Tablo 3.1’deki değerler karşılaştırılabilir. Adı geçen tablodan yapı tipinin, zemine etki eden toplam ağırlığı, incelenen tüm zemin sınıfları için, önemli mertebelerde değiştirdiği açıkça görülebilir. Örneğin; ZA sınıfı zemin koşullarında çelik yapı için zemine etki eden toplam yük 4861.8 t iken, bu yük değeri betonarme yapı için %86 oranında artarak 9022.9 t olarak gerçekleşmektedir. Benzer bir karşılaştırma ZD sınıfı zemin koşullarında yapılırsa söz konusu yük artışının %109 düzeylerinde olduğu görülebilir.

Şekil 3.1 ve Şekil 3.2’de betonarme ve çelik yapıların zemine etki eden toplam beton ağırlıkları grafiği verilmiştir. Her iki grafik incelendiğinde ZA ve ZB grubu zemin için etki eden beton ağırlıklarının birbirine çok yakın olduğu, fakat ZC ve ZD zemin grupları için farklılığın önemli mertebelerde arttığı görülmektedir. Örneğin; Şekil 3.1’de betonarme yapı için ZB zemin sınıfında toplam beton ağırlığı 8634.5 t düzeylerinde iken, bu değer ZD zemin sınıfında yaklaşık %44 oranında bir artışla 12434.5 t olarak elde edilmektedir. Bir diğer karşılaştırma Şekil 3.2 dikkate alınarak çelik yapı için yapıldığında aynı eğilimin olduğu görülebilir. Örneğin; ZA zemin sınıfı için toplam beton ağırlığı 4336 t hesaplanırken, bu değer ZD zemin sınıfı için yaklaşık %30 artarak 5617.5 t olarak hesaplanmaktadır. Bu belirgin farklılığın nedeninin ZC grubu zeminden itibaren zeminin dayanımının daha fazla düşmesi ve buna bağlı olarak da temel ebatlarında yaşanan büyük değişiklikler olduğu söylenebilir. Ayrıca ZB grubu zemin için yapı ağırlığının, ZA grubu zemine oranla daha az çıkması, bu zemin grubundaki köşe periyot değerlerinin azalması ile ilişkilendirilebilir.

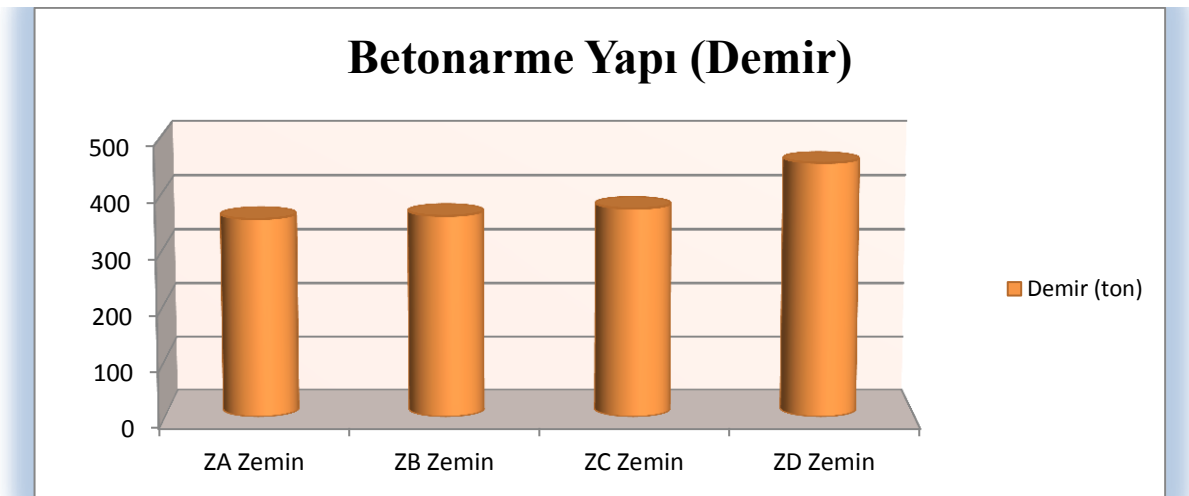


Şekil 3.1. Betonarme yapıda zemine etki eden beton cinsinden ağırlık değerleri

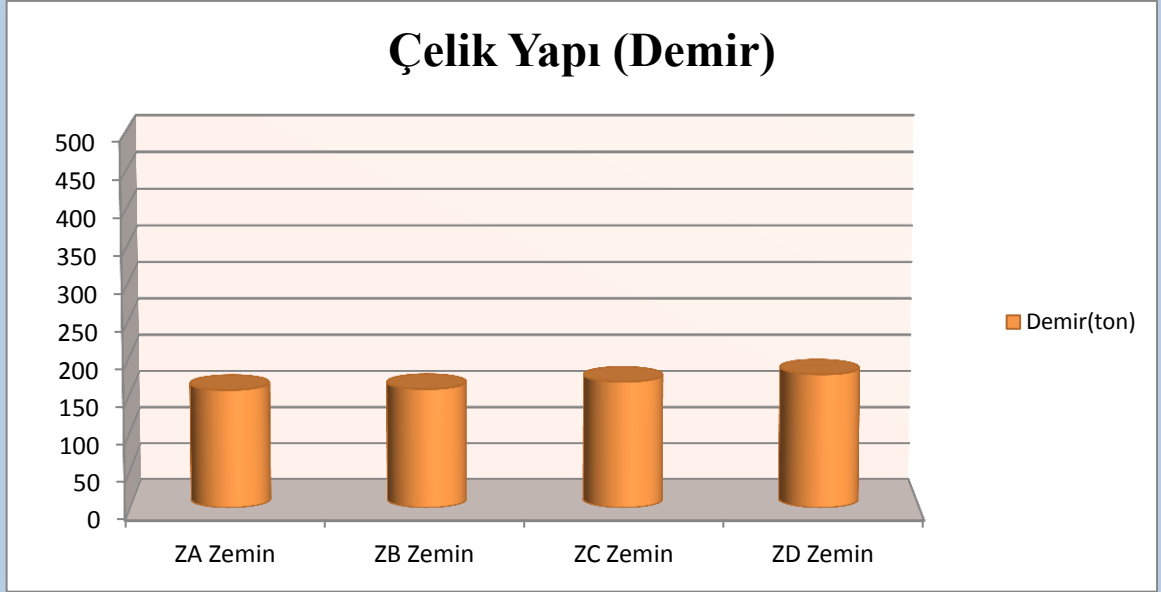


Şekil 3.2. Çelik yapıda zemine etki eden beton cinsinden ağırlık değerleri

Şekil 3.3 ve Şekil 3.4’de betonarme ve çelik yapıların zemine etki eden toplam demir ağırlıklarını gösteren grafikler verilmiştir. Her iki grafik incelendiğinde, daha önceki beton ağırlık değerlerine paralel olarak, ZA ve ZB grubu zemin için etki eden demir ağırlıklarının da birbirine çok yakın olduğu, fakat ZC ve ZD zemin grupları için farklılığın daha belirgin olduğu görülmektedir. Bu farklılığın sebebinin de yine zemin dayanımının daha çok kötüleşmesi ve buna bağlı olarak da temel ebatlarında yaşanan büyük değişiklikler olduğu söylenebilir.

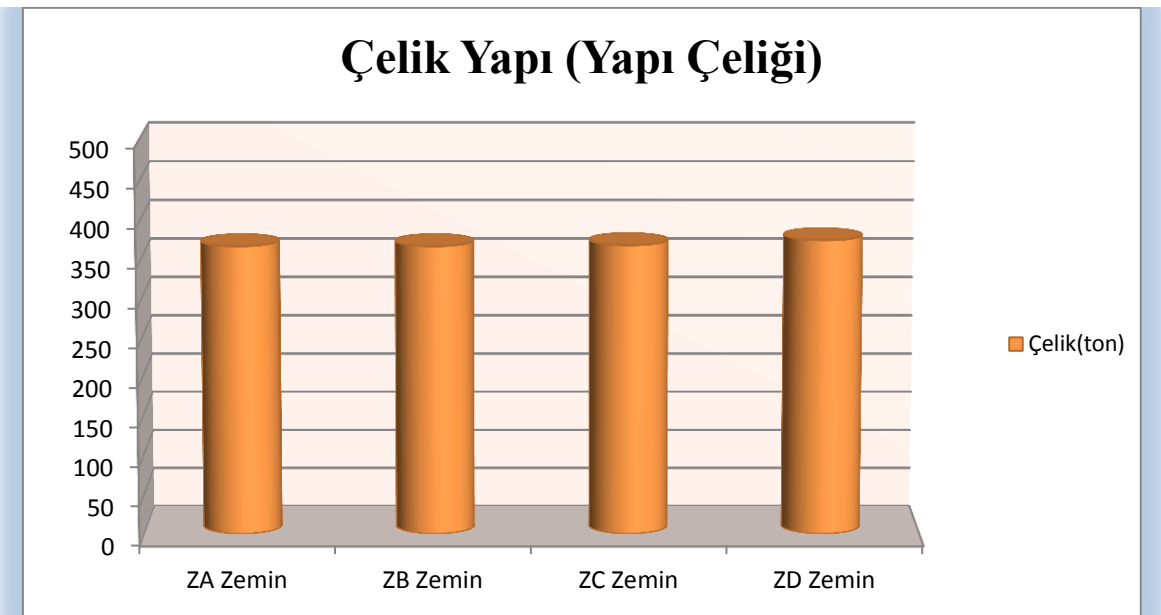


Şekil 3.3. Betonarme yapıda zemine etki eden demir cinsinden ağırlık değerleri



Şekil 3.4. Çelik yapıda zemine etki eden demir cinsinden ağırlık değerleri

Şekil 3.5’de çelik yapıların zemine etki eden toplam yapısal çelik ağırlıkları zemin sınıflarına bağlı olarak verilmektedir. Bu şekilden, değişimin daha önce beton ve inşaat demirleri için verilen değişimlerle aynı düzeyde olmadığı, zemin sınıflarına bağlı olarak yapısal çelik ağırlık değişiminin sınırlı düzeyde kaldığı söylenebilir. Örneğin; ZA zemin sınıfında yapı çeliği ağırlığı 366.9 t iken aynı değer ZD zemin sınıfı için sadece %2 oranında bir artışla 374.5 t olarak elde edilmektedir.

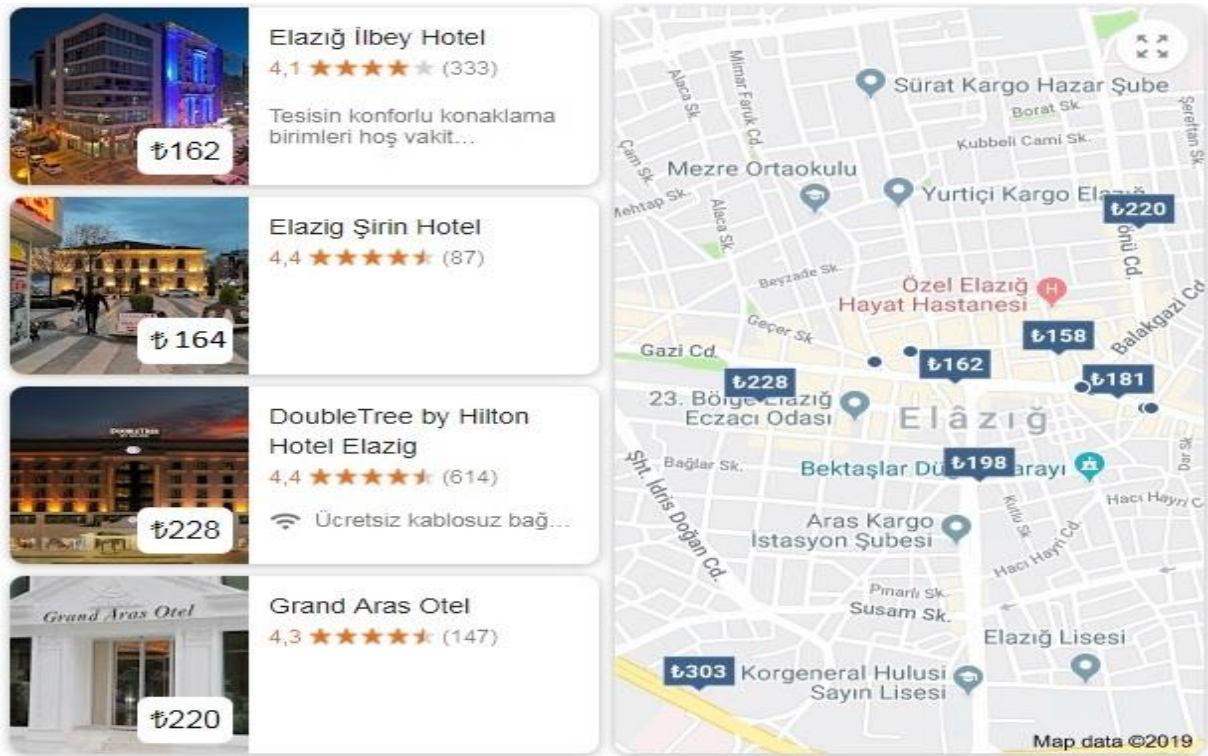


Şekil 3.5. Çelik yapıda zemine etki eden çelik cinsinden ağırlık değerleri

3.2. Betonarme ve Çelik Yapının Maliyet Açısından İrdelenmesi

Analizleri yapılan yapı; zemin ve 1. kat 5 adet A.V.M., 6 adet konaklama odası, diğer 8 normal kat ise 16 adet konaklama odası olmak üzere toplam 5 adet A.V.M. ve 134 adet konaklama odasından oluşmaktadır.

Elazığ-Merkez için konaklama fiyatları Şekil 3.6'daki gibi göz önüne alınacak olursa, ortalama günlük fiyat 193,4 TL ve %60 doluluk oranına göre aylık oda geliri 3481,8 TL'dir. Toplamda 134 oda için aylık konaklama geliri 466560 TL olmaktadır. Bu tutarın da yarısının personel ve otel gideri olduğu düşünülürse konaklama tesisinin aylık gelirinin 233280 TL olduğu hesaplanabilir. A.V.M. için ise aylık 15000 TL (5x3000) kira getirisi ile toplamda aylık kira getirinin 248280 TL olacağı hesaplanabilir.



Şekil 3.6. Bazı konaklama tesisi fiyatları (Elazığ – Merkez)

Betonarme ve çelik yapının kaba inşaat süreleri dikkate alındığında (bodrum katlar hariç) toplam 10 kat olmak üzere 100 gün ($100/30=3.33$) inşa süresi farkı ortaya çıkmaktadır. Bu süre farkı da dikkate alınacak olursa yaklaşık 826772 TL (248280×3.33) kira getirisi çelik yapı lehine olacaktır.

TBDY 2018 zemin sınıfları değerleri ile yapılan analiz sonucunda betonarme ve çelik yapı için elde edilen kaba yapı metrajları AMP 2019 yaklaşık maliyet programından elde edilen 2019 yılı güncel birim fiyatları ile çarpılarak toplam kaba yapı maliyeti hesaplanmıştır. Bu bağlamda yapı maliyet cetvelleri Tablo 3.2 ~ Tablo 3.10 arasında sunulmaktadır.

Tablo 3.2. ZA zemin sınıfı için betonarme yapı maliyet cetveli

A					B	
Sıra No	İş Kalemi No	İş Kaleminin Adı ve Kısa Açıklaması	Ölçü Birimi	Miktarı	Teklif Edilen Birim Fiyat TL	Tutar TL
1	15.150.1106	Beton santralinde üretilen veya satın alınan ve beton pompasıyla basılan, C 30/37 basınç dayanım sınıfında, beyaz renkte, normal hazır beton	M3	3466,3	337,61	1.170.257,54
2	15.160.1003	Ø 8- Ø 12 mm nervürlü beton çelik çubuğu, çubukların kesilmesi, bükülmesi ve yerine konulması	TON	216,5	4.029,78	872.447,37
3	15.160.1004	Ø 14- Ø 28 mm nervürlü beton çelik çubuğu, çubukların kesilmesi, bükülmesi ve yerine konulması	TON	139,9	3.965,28	554.742,67
4	15.180.1003	Plywood ile düz yüzeyli betonarme kalıbı yapılması	M2	20281	57,48	1.165.751,88
5	15.185.1001	Çelik borudan kalıp iskelesi yapılması (0,00-4,00 m arası)	M3	25494	7,89	201.147,66
TOPLAM TUTAR (K.D.V Hariç)						3.964.347,12

Tablo 3.3. ZA zemin sınıfı için çelik yapı maliyet cetveli

A					B	
Sıra No	İş Kalemi No	İş Kaleminin Adı ve Kısa Açıklaması	Ölçü Birimi	Miktarı	Teklif Edilen Birim Fiyat TL	Tutar TL
1	15.150.1106	Beton santralinde üretilen veya satın alınan ve beton pompasıyla basılan, C 30/37 basınç dayanım sınıfında, beyaz renkte, normal hazır beton	M3	1734,5	337,61	585.584,55
2	15.160.1003	Ø 8- Ø 12 mm nervürlü beton çelik çubuğu, çubukların kesilmesi, bükülmesi ve yerine konulması	TON	100,2	4.029,78	403.783,96
3	15.160.1004	Ø 14- Ø 28 mm nervürlü beton çelik çubuğu, çubukların kesilmesi, bükülmesi ve yerine konulması	TON	58,7	3.965,28	232.761,94
4	15.165.1003	Her çeşit profil, çelik çubuk ve çelik saçlarla karkas, (çerçeve) inşaat yapılması, yerine tespiti	TON	366,9	7.131,60	2.616.584,04
5	15.180.1003	Plywood ile düz yüzeyli betonarme kalıbı yapılması	M2	9667,4	57,48	555.682,15
6	15.185.1001	Çelik borudan kalıp iskelesi yapılması (0,00-4,00 m arası)	M3	7434	7,89	58.654,26
7	15.185.1012	Ön yapımlı bileşenlerden oluşan tam güvenlikli, tavanlar için iş iskelesi yapılması. (0,00-21,50 m arası)	M3	9675	10,48	101.394,00
8	15.540.1102	Demir yüzeylere iki kat antipas, iki kat sentetik boya yapılması	M2	5663	27,88	157.884,44
9	ÖZEL	İNŞAAT SÜRESİNE BAĞLI OLARAK ÇELİK YAPININ AYLIK GELİR KAYBI	M2	1	-826.772,00	-826.772,00
TOPLAM TUTAR (K.D.V Hariç)						3.885.557,34

Tablo 3.4. ZB zemin sınıfı için betonarme yapı maliyet cetveli

A					B	
Sıra No	İş Kalemi No	İş Kaleminin Adı ve Kısa Açıklaması	Ölçü Birimi	Miktarı	Teklif Edilen Birim Fiyat TL	Tutar TL
1	15.150.1106	Beton santralinde üretilen veya satın alınan ve beton pompasıyla basılan, C 30/37 basınç dayanım sınıfında, beyaz renkte, normal hazır beton	M3	3453,8	337,61	1.166.037,42
2	15.160.1003	Ø 8- Ø 12 mm nervürlü beton çelik çubuğu, çubukların kesilmesi, bükülmesi ve yerine konulması	TON	216,2	4.029,78	871.238,44
3	15.160.1004	Ø 14- Ø 28 mm nervürlü beton çelik çubuğu, çubukların kesilmesi, bükülmesi ve yerine konulması.	TON	146	3.965,28	578.930,88
4	15.180.1003	Plywood ile düz yüzeyli betonarme kalıbı yapılması	M2	20250,6	57,48	1.164.004,49
5	15.185.1001	Çelik borudan kalıp iskelesi yapılması (0,00-4,00 m arası)	M3	25494	7,89	201.147,66
TOPLAM TUTAR (K.D.V Hariç)						3.981.358,89

Tablo 3.5. ZB zemin sınıfı için çelik yapı maliyet cetveli

A					B	
Sıra No	İş Kalemi No	İş Kaleminin Adı ve Kısa Açıklaması	Ölçü Birimi	Miktarı	Teklif Edilen Birim Fiyat TL	Tutar TL
1	15.150.1106	Beton santralinde üretilen veya satın alınan ve beton pompasıyla basılan, C 30/37 basınç dayanım sınıfında, beyaz renkte, normal hazır beton	M3	1758,8	337,61	593.788,47
2	15.160.1003	Ø 8- Ø 12 mm nervürlü beton çelik çubuğu, çubukların kesilmesi, bükülmesi ve yerine konulması	TON	101,1	4.029,78	407.410,76
3	15.160.1004	Ø 14- Ø 28 mm nervürlü beton çelik çubuğu, çubukların kesilmesi, bükülmesi ve yerine konulması.	TON	59,1	3.965,28	234.348,05
4	15.165.1003	Her çeşit profil, çelik çubuk ve çelik saçlarla karkas, (çerçeve) inşaat yapılması, yerine tespiti	TON	366,9	7.131,60	2.616.584,04
5	15.180.1003	Plywood ile düz yüzeyli betonarme kalıbı yapılması	M2	9667	57,48	555.659,16
6	15.185.1001	Çelik borudan kalıp iskelesi yapılması (0,00-4,00 m arası)	M3	7434	7,89	58.654,26
7	15.185.1012	Ön yapımlı bileşenlerden oluşan tam güvenli, tavanlar için iş iskelesi yapılması. (0,00-21,50 m arası)	M3	9675	10,48	101.394,00
8	15.540.1102	Demir yüzeylere iki kat antipas, iki kat sentetik boya yapılması	M2	5663	27,88	157.884,44
9	ÖZEL	İNŞAAT SÜRESİNE BAĞLI OLARAK ÇELİK YAPININ AYLIK GELİR KAYBI	M2	1	-826.772,00	-826.772,00
TOPLAM TUTAR (K.D.V Hariç)						3.898.951,18

Tablo 3.6. ZC Zemin Sınıfı İçin Betonarme Yapı Maliyet Cetveli

A					B	
Sıra No	İş Kalemi No	İş Kaleminin Adı ve Kısa Açıklaması	Ölçü Birimi	Miktarı	Teklif Edilen Birim Fiyat TL	Tutar TL
1	15.150.1106	Beton santralinde üretilen veya satın alınan ve beton pompasıyla basılan, C 30/37 basınç dayanım sınıfında, beyaz renkte, normal hazır beton	M3	4079	337,61	1.377.111,19
2	15.160.1003	Ø 8- Ø 12 mm nervürlü beton çelik çubuğu, çubukların kesilmesi, bükülmesi ve yerine konulması	TON	207,4	4.029,78	835.776,37
3	15.160.1004	Ø 14- Ø 28 mm nervürlü beton çelik çubuğu, çubukların kesilmesi, bükülmesi ve yerine konulması.	TON	167,8	3.965,28	665.373,98
4	15.180.1003	Plywood ile düz yüzeyli betonarme kalıbı yapılması	M2	20023	57,48	1.150.922,04
5	15.185.1001	Çelik borudan kalıp iskelesi yapılması (0,00-4,00 m arası)	M3	25494	7,89	201.147,66
TOPLAM TUTAR (K.D.V Hariç)						4.230.331,24

Tablo 3.7. ZC zemin sınıfı için çelik yapı maliyet cetveli

A					B	
Sıra No	İş Kalemi No	İş Kaleminin Adı ve Kısa Açıklaması	Ölçü Birimi	Miktarı	Teklif Edilen Birim Fiyat TL	Tutar TL
1	15.150.1106	Beton santralinde üretilen veya satın alınan ve beton pompasıyla basılan, C 30/37 basınç dayanım sınıfında, beyaz renkte, normal hazır beton	M3	1906,1	337,61	643.518,42
2	15.160.1003	Ø 8- Ø 12 mm nervürlü beton çelik çubuğu, çubukların kesilmesi, bükülmesi ve yerine konulması	TON	101,9	4.029,78	410.634,58
3	15.160.1004	Ø 14- Ø 28 mm nervürlü beton çelik çubuğu, çubukların kesilmesi, bükülmesi ve yerine konulması.	TON	68,2	3.965,28	270.432,10
4	15.165.1003	Her çeşit profil, çelik çubuk ve çelik saçlarla karkas, (çerçeve) inşaat yapılması, yerine tespiti	TON	368,2	7.131,60	2.625.855,12
5	15.180.1003	Plywood ile düz yüzeyli betonarme kalıbı yapılması	M2	9646	57,48	554.452,08
6	15.185.1001	Çelik borudan kalıp iskelesi yapılması (0,00-4,00 m arası)	M3	7434	7,89	58.654,26
7	15.185.1012	Ön yapımlı bileşenlerden oluşan tam güvenlikli, tavanlar için iş iskelesi yapılması. (0,00-21,50 m arası)	M3	9675	10,48	101.394,00
8	15.540.1102	Demir yüzeylere iki kat antipas, iki kat sentetik boya yapılması	M2	5672	27,88	158.135,36
9	ÖZEL	İNŞAAT SÜRESİNE BAĞLI OLARAK ÇELİK YAPININ AYLIK GELİR KAYBI	M2	1	-826.772,00	-826.772,00
TOPLAM TUTAR (K.D.V Hariç)						3.996.303,92

Tablo 3.8. ZD zemin sınıfı için betonarme yapı maliyet cetveli

A					B	
Sıra No	İş Kalemi No	İş Kaleminin Adı ve Kısa Açıklaması	Ölçü Birimi	Miktarı	Teklif Edilen Birim Fiyat TL	Tutar TL
1	15.150.1106	Beton santralinde üretilen veya satın alınan ve beton pompasıyla basılan, C 30/37 basınç dayanım sınıfında, beyaz renkte, normal hazır beton	M3	4973,8	337,61	1.679.204,62
2	15.160.1003	Ø 8- Ø 12 mm nervürlü beton çelik çubuğu, çubukların kesilmesi, bükülmesi ve yerine konulması	TON	215,6	4.029,78	868.820,57
3	15.160.1004	Ø 14- Ø 28 mm nervürlü beton çelik çubuğu, çubukların kesilmesi, bükülmesi ve yerine konulması	TON	240,7	3.965,28	954.442,90
4	15.180.1003	Plywood ile düz yüzeyli betonarme kalıbı yapılması	M2	20119	57,48	1.156.440,12
5	15.185.1001	Çelik borudan kalıp iskelesi yapılması (0,00-4,00 m arası)	M3	25494	7,89	201.147,66
TOPLAM TUTAR (K.D.V Hariç)						4.860.055,87

Tablo 3.9. ZD zemin sınıfı için çelik yapı maliyet cetveli

A					B	
Sıra No	İş Kalemi No	İş Kaleminin Adı ve Kısa Açıklaması	Ölçü Birimi	Miktarı	Teklif Edilen Birim Fiyat TL	Tutar TL
1	15.150.1106	Beton santralinde üretilen veya satın alınan ve beton pompasıyla basılan, C 30/37 basınç dayanım sınıfında, beyaz renkte, normal hazır beton	M3	2247	337,61	758.609,67
2	15.160.1003	Ø 8- Ø 12 mm nervürlü beton çelik çubuğu, çubukların kesilmesi, bükülmesi ve yerine konulması	TON	96,2	4.029,78	387.664,84
3	15.160.1004	Ø 14- Ø 28 mm nervürlü beton çelik çubuğu, çubukların kesilmesi, bükülmesi ve yerine konulması	TON	83,8	3.965,28	332.290,46
4	15.165.1003	Her çeşit profil, çelik çubuk ve çelik saçlarla karkas, (çerçeve) inşaat yapılması, yerine tespiti	TON	374,5	7.131,60	2.670.784,20
5	15.180.1003	Plywood ile düz yüzeyli betonarme kalıbı yapılması	M2	9382,7	57,48	539.317,60
6	15.185.1001	Çelik borudan kalıp iskelesi yapılması (0,00-4,00 m arası)	M3	7434	7,89	58.654,26
7	15.185.1012	Ön yapımlı bileşenlerden oluşan tam güvenli, tavanlar için iş iskelesi yapılması. (0,00-21,50 m arası)	M3	9675	10,48	101.394,00
8	15.540.1102	Demir yüzeylere iki kat antipas, iki kat sentetik boya yapılması	M2	5717	27,88	159.389,96
9	ÖZEL	İNŞAAT SÜRESİNE BAĞLI OLARAK ÇELİK YAPININ AYLIK GELİR KAYBI	M2	1	-826.772,00	-826.772,00
TOPLAM TUTAR (K.D.V Hariç)						4.181.332,99

Tablo 3.10. Zemin sınıfları için genel yapı maliyet cetveli

01 - ZA

Sıra No	Grup Kodu	Tanımı	Tutarı
1	01.01	Betonarme Yapı	3.964.347,12
2	01.02	Çelik Yapı	3.885.557,34

02 - ZB

Sıra No	Grup Kodu	Tanımı	Tutarı
1	02.01	Betonarme Yapı	3.981.358,89
2	02.02	Çelik Yapı	3.898.951,18

03 - ZC

Sıra No	Grup Kodu	Tanımı	Tutarı
1	03.01	Betonarme Yapı	4.230.331,24
2	03.02	Çelik Yapı	3.996.303,92

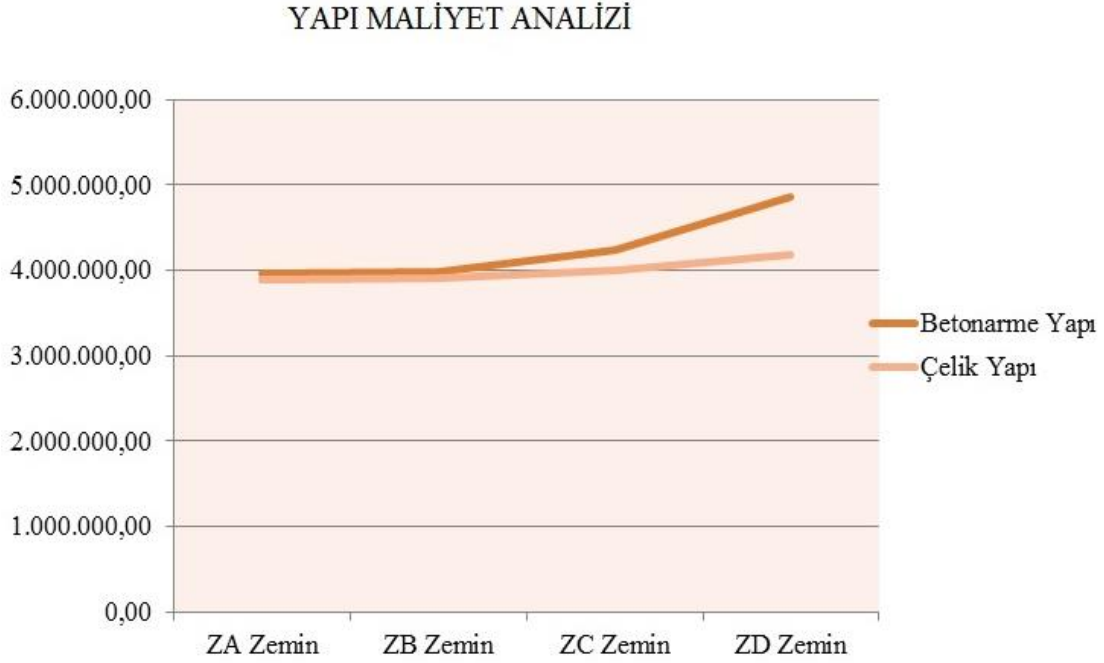
04 - ZD

Sıra No	Grup Kodu	Tanımı	Tutarı
1	04.01	Betonarme Yapı	4.860.055,87
2	04.02	Çelik Yapı	4.181.332,99

Tablo 3.10’da incelenen tüm zemin sınıfları için toplu olarak verilen yapı maliyet cetvelleri incelendiğinde yapı tipi değişiminin maliyet üzerindeki etkileri açıkça görülebilir. Nispeten rijit zemin koşullarında maliyet farkının çok belirgin olmadığı ancak temel zemini rijitliğinin azalmasına bağlı olarak maliyet farkının belirgin düzeyde ortaya çıktığı görülmektedir. Örneğin; zemin dayanımı en yüksek olan ZA sınıfı zemin koşullarında çelik yapı maliyeti yaklaşık 3.89 milyon TL iken, bu değer betonarme yapı için yaklaşık sadece %2 oranında bir artışla 3.96 milyon TL olmaktadır. Aynı karşılaştırma ZD sınıfı zemin koşullarında yapıldığında söz konusu maliyet artışının yaklaşık %16 düzeylerinde olduğu görülmektedir. Zira bu zemin sınıfında çelik yapı maliyeti yaklaşık 4.18 milyon TL, betonarme yapı maliyeti yaklaşık 4.86 milyon TL olarak elde edilmektedir.

Tablo 3.10 temel alınarak yapı grubu zemin sınıflarına nazaran kendi içerisinde karşılaştırıldığında, yine zemin rijitliğinin/dayanımının azalmasına bağlı olarak yapı maliyetinin arttığı görülmektedir. Örneğin ZA zemin koşullarında betonarme yapı maliyeti 3.96 milyon TL iken, bu değer yaklaşık %23 artarak ZD zemin koşullarında 4.86 milyon TL olarak hesaplanmaktadır. Benzer karşılaştırma çelik yapı için yapıldığında, ZA zemin koşullarında çelik yapı maliyeti 3.89 milyon TL iken, bu değer yaklaşık %7 oranında artarak

ZD zemin koşullarında 4.18 milyon TL olarak hesaplanmaktadır. Şekil 3.7’de zemin sınıfının değişimine bağlı olarak belirginleşen maliyet durumu grafiksel olarak verilmektedir.



Şekil 3.7. Betonarme ve çelik yapı maliyet analiz grafiği

Yapılan tüm bu karşılaştırmalar, gerek yerel zemin koşullarındaki değişimin gerekse yapı taşıyıcı sistem ve malzeme değişiminin yapı maliyeti üzerindeki etkilerini açıkça ortaya koymaktadır. Dolayısıyla ekonomik ve güvenli bir tasarımı tesis edebilmek için zemin tabakalarını oluşturan zeminlerin fiziksel, mekanik ve sismik özelliklerinin saha ve laboratuvar deneyleri ışığında belirlenmesi büyük önem arz etmektedir. Ayrıca yapı taşıyıcı sisteminin seçimi, yapısal performansı etkileyen en önemli unsurlardan biri olduğundan, taşıyıcı sistemin üzerine etkileyen yükleri ve kendi ağırlığını güvenli bir şekilde zemin ortamına aktarabilmesi hususunda özel dikkat gerekmektedir.

4. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Yapı sistemlerinin amacına uygun bir şekilde tasarlanabilmesi için proje ömrü süresince etkisinde kalacağı yüklerin doğru ve gerçekçi bir şekilde belirlenmesi büyük önem arz etmektedir. Zira taşıma gücü ve kullanılabilirlik sınır durumları için, yapılar kendilerine etkileyen yüklere karşı yeterli dayanıma sahip olmalı ve kullanılabilir kalmalıdır. Ayrıca yapının göstereceği performans, üzerine inşa edildiği zeminin karakterinden ve taşıyıcı sistem özelliklerinden önemli mertebelerde etkilenebilmektedir. Bu bağlamda mimari sınırlamaların, saha ve zemin koşullarının, yapım süresinin, yapım teknolojisinin, yapı maliyetinin ve depremselliğin taşıyıcı sistem seçimine etki eden en önemli unsurlar olduğu söylenebilir.

Bu tez çalışmasında, toplam 13 katlı olmak üzere betonarme ve çelik olarak modellenen yapısal sistemler (her ikisinde de bodrum katlar betonarme), 2018 Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği'nde tanımlanan zemin sınıfları dikkate alınarak İDECAD 8.62 analiz programı yardımı ile analiz edilmiş ve her iki yapı grubunun da 1 numaralı aksına ait moment değerleri ile yapıların oturduğu zemine aktarılan yükler tespit edilerek karşılaştırmalar yapılmıştır. Ayrıca adı geçen zemin sınıflarına bağlı olarak farklı taşıyıcı sisteme sahip bu yapıların maliyet karşılaştırmaları yapılmıştır. Çalışmanın bütününden çıkarılabilecek sonuçlar aşağıda verilmektedir.

- ✓ Her iki taşıyıcı sistem analizinde, incelenen aynı aks ve katlarda, betonarme yapı taşıyıcı sistemin çelik yapı taşıyıcı sisteme oranla genel olarak yaklaşık 2.5 ~ 3 kat daha fazla moment değerlerine maruz kaldığı görülmektedir.
- ✓ Yapı taşıyıcı sistem değişimine bağlı olarak zemine etki eden toplam ağırlıklar değerlendirildiğinde, yapı taşıyıcı sistem değişiminin zemine etki eden toplam ağırlığı, incelenen tüm zemin sınıfları için, önemli mertebelerde değiştirdiği açıkça görülmektedir. Burada ZB yerel zemin sınıfı için betonarme yapı çelik yapıya oranla yaklaşık %83 daha ağır olmakta, ZD yerel zemin sınıfı için bu oran %109 düzeyine çıkmaktadır.
- ✓ Zemin rijitliğinin/dayanımının azalmasına bağlı olarak her iki yapısal sistemde de güvenli bir tasarımı tesis edebilmek için kesit boyutları büyütüldüğünden, yapı ağırlığı ve dolayısıyla zemine etki eden toplam yük artma eğilimindedir. Betonarme taşıyıcı sisteme sahip yapı için zemine etki eden toplam yük, ZD yerel zemin sınıfında ZA yerel zemin sınıfına göre %43 oranında artarken, bu oran çelik taşıyıcı sisteme sahip yapı için

yaklaşık %27 düzeyinde hesaplanmaktadır. Bu durum, betonarme taşıyıcı sistem için farklılığın daha belirgin olduğunu göstermektedir.

- ✓ İncelenen tüm yerel zemin sınıfları için yapı maliyetleri değerlendirildiğinde, taşıyıcı sistem değişiminin maliyet üzerindeki etkileri açıkça görülmektedir. Nispeten rijit zemin koşullarında maliyet farkının çok belirgin olmadığı ancak temel zemini rijitliğinin azalmasına bağlı olarak maliyet farkının belirgin düzeyde ortaya çıktığı görülmektedir.
- ✓ Yapı grubu yerel zemin sınıflarına göre kendi içerisinde karşılaştırıldığında, zemin rijitliğinin/dayanımının azalmasına bağlı olarak yapı maliyetinin arttığı açıkça görülmektedir.
- ✓ Betonarme taşıyıcı sisteme sahip yapının ZE zemin sınıfı için yapılan analizi sonucunda büyük temel boyutları ile zemin dayanımı açısından olumsuzluklar ortaya çıkmıştır. Çelik taşıyıcı sisteme sahip yapı için ise ZD zemin sınıfı için boyutlandırılan temel sistemine göre yapı, ZE zemin sınıfı ayarları ile analiz edilmiş, temel sisteminde zemin emniyet gerilmeleri açısından herhangi bir problem çıkmamasına rağmen birçok yapı elemanında yetersizlik meydana gelmiştir. Bu veriler ışığında ZE zemin grubu için etki eden yükler ve maliyet açısından herhangi bir karşılaştırma yapılamamıştır.
- ✓ 2018 Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği'nde ZF yerel zemin sınıfı için yerel zemin etki katsayıları ampirik olarak tanımlanamayacağı ve bu tür zeminlerde sahaya özel zemin davranış analizleri yapılması gerektiği ifade edilmektedir. Bu nedenle bu zemin sınıfı için yerel zemin etki katsayıları ve köşe periyot değerleri hesaplanmamış ve ZF yerel zemin sınıfına ilişkin değerlendirmeler tez kapsamı dışında tutulmuştur.

Yapılan literatür araştırması, gerçekleştirilen analizler ve tez çalışmasından elde edilen sonuçlar dikkate alınarak aşağıdaki öneriler getirilebilir.

- ✓ Bir malzemeyi veya taşıyıcı sistemi ön plana çıkararak tüm yönleriyle üstün ve eksiksiz göstermek gerçekçi ve uygun bir davranış olmamaktadır. Betonarme yapıların çelik yapılara nazaran üstün yanları olduğu gibi, çelik yapıların da betonarmeye göre üstün yanları bulunmaktadır. Bu bağlamda tüm yapısal sistemlerin gerek statik gerek dinamik davranışlarını ön yargısız ve bilimsel bir yaklaşımla irdelemek bir zorunluluk olmaktadır.
- ✓ Deprem sonrasında yapılan yapısal hasar incelemeleri ve aletsel ölçümler, deprem esnasında yerel zemin davranışı ile yapı davranışı arasında yakın ilişki olduğunu

göstermektedir. Buna benzer bir bulgu bu çalışma kapsamında zemin özellikleri ile yapı kesit tesirleri, yapı ağırlığı ve yapı maliyeti arasında bulunmuştur. Bu bağlamda yapısal tasarımda, yerel zemin davranışının etkilerinin dikkate alınması bir zorunluluk olarak karşımıza çıkmaktadır. Sahaya özel incelemelerde zemin sınıfı, zemin tabakalarının cins ve kalınlıkları, kayma dalgası hızları, zeminin gerilme-şekil değiştirme özellikleri, standart penetrasyon sayıları, drenajsız kayma mukavemeti, zeminin sönüm özellikleri, yeraltı su seviyesinin konumu, konsolidasyon özellikleri ve sıvılaşma durumu gibi zemin özelliklerinin tespiti büyük önem arz etmektedir.

- ✓ Burada yapılan analizlere ek olarak, farklı taşıyıcı sistemlere sahip yapıların farklı zemin gruplarına göre oturma analizleri, yeraltı su seviyesi değişiminin yapı davranışı üzerindeki etkileri, temel gömme derinliklerinin yapı davranışı üzerindeki etkileri, donatı çeliği ve beton sınıfı değişiminin yapı davranışı ve yapı maliyetleri üzerindeki etkileri incelenebilir.

5. KAYNAKLAR

- Akbulut, U., 2012. Çimento ve Betonun Tarih İçinde Gelişimi, <http://www.uralakbulut.com.tr/wp-content/uploads/2012/12/cimeto.pdf>.
- AMP, 2019. Hakediş ve Yaklaşık Maliyet Paket Programı, Ankara.
- Aydın, B., 2011. Sürdürülebilir Çelik Yapı Uygulama Olanakları, Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Celep, Z., 2017. Deprem Mühendisliğine Giriş, Beta Basım Yayım Dağıtım A.Ş., İstanbul, 739s.
- Civelek, O., 2010. Süneklik Düzeyi Yüksek Çok Katlı Bir Çelik Yapının Tasarımı, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Dağdeviren, A., 2013. Çok Katlı Çelik Yapılarda Performansa Dayalı Tasarım Esasları ve Doğrusal Olmayan Davranışın İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- DBYBHY, 2007. Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik, Bayındırlık ve İskân Bakanlığı, Ankara.
- Demirel, F. ve Özkan E., 2003. Çelik Yapı Bileşenleri ve Yangın Güvenlik Önlemleri, Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 18 (4), 89-107.
- Doğangün, A. 2018. Betonarme Yapıların Hesap ve Tasarımı, Birsan Yayınevi, İstanbul, 758s.
- Doğangün, A. ve Livaoğlu, R., 2006. A comparative study of the design spectra defined by Eurocode 8, UBC, IBC and Turkish Earthquake Code, Journal of Seismology, 10, 335-351.
- Erdeğer, İ.E., (2018, 27 Şubat). Çelik Yapıların Avantaj ve Dezavantajları, İnşaport <https://www.insaport.com/haberler/sektorel/celik-yapilarin-avantaj-ve-dezavantajlari>.
- Güven M., 2018. Türk ve Amerikan Yönetmeliklerine Göre Yüksek Bir Binadaki Perdelerin Doğrusal ve Doğrusal Olmayan Tasarımı, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- İşık, M., 2008. Çok Katlı Betonarme Yapılarda Taşıyıcı Sistem Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- İDE CAD 8.62, 2018. Betonarme ve Çelik Yapılar İçin Statik ve Dinamik Hesap Paket Programı.

- Keçelioğlu, Ö., 2008. Çok Katlı Betonarme ve Çelik Yapıların 2007 Türk Deprem Yönetmeliği Esaslarına Göre Karşılaştırılması, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Keleşoğlu, Ö., Çakar, H. ve Polat A., 2017. Mevcut Betonarme Bir Yapının 2007 Deprem Yönetmeliğine Göre Performansının Belirlenmesi ve Güçlendirme Önerisi, Int. J. Pure Appl. Sci., IJPAS, 3 (2), 58-67.
- Keskin, E. ve Bozdoğan, K. B., 2018. 2007 ve 2018 Deprem Yönetmeliklerinin Kırklareli İli Özelinde Değerlendirilmesi, Kırklareli University Journal of Engineering and Science, 4-1, 74-90.
- Kılıçer, S., 2016. Yapı - Zemin Etkileşiminin Betonarme Yapıların Tasarımına Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Kırmızıtaş, M., 2008. Çok Katlı Yapılarda Betonarme. Çelik ve Kompozit Taşıyıcı Sistemli Yapıların Ekonomik Yönden Karşılaştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Liu, P., Ho, G., Lee, A., Yin, C., Lee, K. ve Liu, G., Huang, X., 2012. The structural design of Tianjin Goldin Finance 117 Tower, International Journal of High-Rise Buildings, 1(4), 271-281.
- Özgan, K., Kılıçer, S., Daloğlu, A.T. ve Karakaş A.İ., 2016. Yapı-Zemin Etkileşiminin Betonarme Yapıların Tasarımına Etkisi, Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Fen ve Mühendislik Dergisi, 18, 139-152.
- Öztürk, K.F. ve Çakır, T., 2017. Farklı Temel Zemini Özelliklerine Bağlı Olarak Konsol Bir İstinat Duvarının Deprem Davranışının İrdelenmesi”, Third International Soil-Structure Interaction Symposium, 18-19 October 2017, İzmir, Türkiye, 487-497.
- Öztürk, M., 2018. 2018 Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği ve Türkiye Deprem Tehlike Haritası İle İlgili İç Anadolu Bölgesi Bazında Bir Değerlendirme, Selçuk-Teknik Dergisi, 17(2), 31-42, Konya.
- Tansel, M., 2010. Çok Katlı Çelik Yapıların 2007 Deprem Yönetmeliği’ne Göre Analizi ve Tasarımı, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası, 2018. 23 Ekim 2013 Van depremi, https://www.jmo.org.tr/genel/bizden_detay.php?kod=6674&tipi=2&sube=9.
- TBDY 2018. Türk Bina Deprem Yönetmeliği, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Ankara.
- TS-498, 1987. Yapı Elemanlarının Boyutlandırılmasında Alınacak Yüklerin Hesap Değerleri, TSE, Ankara.
- TS-500, 2000. Betonarme Yapıların Hesap ve Yapım Kuralları, TSE, Ankara.

- TS-648, 1980. Çelik Yapıların Hesap ve Yapım Kuralları, TSE, Ankara.
- Türkmen, M., Tekeli, H. ve Kuyucular, A., 2006. Betonarme Bina Maliyetlerinin Zemin Sınıfı-Kat Adedi ve Düzensizlik İle Değişimi, Süleyman Demirel Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 21:1-2, 57-65.
- Urfalı, F.K., 2012. Güncel Çelik Yapı Sistemlerinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- URL-1, <http://informadik.blogspot.com/2014/07/dunyann-ilk-muhendisi-imhotep.html>, 2019.
- URL-2, <https://tr.redsearch.org/images/5911362>, 2019.
- URL-3, <https://m.yeniakit.com.tr/foto-galeri/dunyanin-en-yuksek-binasi-unvanini-almis-14-bina-3969/5>, 2019.
- URL-4, https://www.youtube.com/watch?v=_oxQSuKMIhE, 2019
- URL-5, <https://www.celikerler.com/agir-celik-yapilar> 2019.
- URL-6, <https://www.ntv.com.tr/galeri/turkiye/17-agustos-1999-depreminin-19-yili-golcuk-depremi,NH4B5VENSkaSxNKqErAedQ> , 2019.
- URL-7, <https://www.haberler.com/van-depreminin-nedeni-aciklandi-3090281-haberi/> 2019.
- URL-8, <https://www.ensonhaber.com/galeri/kare-kare-van-depremi> 2019.
- URL-9, https://abs.mehmetakif.edu.tr/upload/0420_1740_dosya.pdf 2019.
- URL-10, https://abs.mehmetakif.edu.tr/upload/0420_1740_dosya.pdf 2019.
- URL-11, <https://tdth.afad.gov.tr/TDTH/main.xhtml> 2019.
- URL-12, <https://tdth.afad.gov.tr/TDTH/detayliRapor.xhtml> 2019.
- URL-13, <http://www.ffkmuhendislik.com/resimler/basit-durumlarda-zemin-emniyet-gerilmeleri-19-kb.pdf>, 2019.
- Uysal, D., 2014. Geçmişten Günümüze Çok Katlı Çelik Yapı Taşıyıcı Sistemlerindeki Gelişmelerin Uygulama Örnekleriyle Analizi, Yüksek Lisans Tezi, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Ünal, M.Ç., 2015. Çelik Yapıların Farklı Standartlara Göre Karşılaştırmalı Tasarımı, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Yardımcı, N. ve Güreş, Y.H., 2017. Deprem ve Kentsel Dönüşümde Çelik Yapılar Etüdü, Türk Yapısal Çelik Derneği, İstanbul.

- Yemez, K., 2009, Çelik Yapı Tasarımını Etkileyen Son Dönemlerdeki Araştırma ve Gelişmeler, TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası 3. Ulusal Çelik Yapılar Sempozyumu, İstanbul, 1-10.
- Yemez, K. ve Şendağ, E., 2010. Çok Katlı Çelik Otopark Yapıları, YAPISTANBUL Dergisi, İstanbul, 1-11.

ÖZGEÇMİŞ

İlker TEŞTEK, 1981 yılında Elazığ'da doğdu. İlköğrenimini 1988-1992 yılları arasında İstiklal İlkokulu'nda, ortaöğrenimini 1993-1995 yılları arasında Atatürk Ortaokulu'nda ve lise öğrenimini de 1996-1998 yılları arasında Balakgazi Lisesi'nde yaptı. 2000 yılında ise Fırat Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü'nde lisans eğitimini almaya hak kazandı. 2005 yılında da bu bölümden mezun oldu. 2006-2007 yıllarında askerlik görevini yaptıktan sonra 2009 yılına kadar yurt içi özel sektör inşaat firmaları ve yapı denetim firmalarında görev aldı. 2009 yılında ise Gümüşhane Üniversitesi Yapı İşleri ve Teknik Daire Başkanlığı'na İnşaat Mühendisi olarak atandı. 3 yıl boyunca bu kurumda Kontrol Mühendisi,vekaleten Yapım Şube Müdürü ve Proje Şube Müdürü olarak çalıştı. 2012 yılında Elazığ'da bir inşaat firmasında Şantiye Şefi olarak görev yaptı. 2014 yılından beri Fırat Üniversitesi Yapı İşleri ve Teknik Daire Başkanlığı'nda Kontrol Mühendisi olarak görev yapmaktadır.

