

**T.C.  
İSTANBUL GELİŞİM ÜNİVERSİTESİ  
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

**1996-2019 YILLARI ARASINDA YÜRÜRLÜKTE OLAN TÜRKİYE  
DEPREM RİSK HARİTALARINA GÖRE KIRŞEHİR İLİ MERKEZ  
İLÇESİNDEKİ TİPİK BİR YAPININ MALİYET HESAPLARININ  
KARŞILAŞTIRILMASI**

**ULAŞ EMRE ERARSLAN**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ  
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**DANIŞMAN  
DR. ÖĞR. ÜYESİ AHMET YÜCEL ÜRÜŞAN**

**İSTANBUL, 2020**

Ulaş Emre ERARSLAN tarafından hazırlanan “1996-2019 yılları arasında yürürlükte olan Türkiye deprem risk haritalarına göre Kırşehir ili merkez ilçesindeki tipik bir yapının maliyet hesaplarının karşılaştırılması” adlı tez çalışması, aşağıdaki jüri tarafından OY BİRLİĞİ / OY ÇOKLUĞU ile İstanbul Gelişim Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalında YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

**Danışman:** Dr. Öğr. Üyesi Ahmet Yücel ÜRÜŞAN

İnşaat Mühendisliği, İstanbul Gelişim Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum/onaylamıyorum .....

**Başkan :** Prof. Dr. Mustafa KARAŞAHİN

İnşaat Mühendisliği, İstanbul Gelişim Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum/onaylamıyorum .....

**Üye :** Doç. Dr. Savaş ERDEM

İstanbul Üniversitesi- Cerrahpaşa, Mühendislik Fakültesi İnşaat Müh.

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum/onaylamıyorum .....

Tez Savunma Tarihi: ...../...../.....

Jüri tarafından kabul edilen bu tezin Yüksek Lisans Tezi olması için gerekli şartları yerine getirdiğini onaylıyorum.

.....

Prof. Dr. İzzet GÜMÜŞ

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdürü V.

## ETİK BEYAN

İstanbul Gelişim Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu,

bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

ULAŞ EMRE ERARSLAN

/ /

1996-2019 YILLARI ARASINDA YÜRÜRLÜKTE OLAN TÜRKİYE DEPREM RİSK  
HARİTALARINA GÖRE KIRŞEHİR İLİ MERKEZ İLÇESİNDEKİ TİPİK BİR  
YAPININ MALİYET HESAPLARININ KARŞILAŞTIRILMASI

(Yüksek Lisans Tezi)

ULAŞ EMRE ERARSLAN

GELİŞİM ÜNİVERSİTESİ

LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

Temmuz 2020

ÖZET

Türkiye deprem açısından oldukça aktif bir bölge olduğu için, tasarlanacak yapılarında depreme dayanıklı olması gerekmektedir. Aletsel değeri ve yıkıcılığı büyük olan depremlerin meydana gelmesi, bu alandaki çalışmaların artmasını ve Türkiye’de depreme dayanıklı bina tasarımındaki gelişmeleri tetiklemiştir. 1945 yılında Türkiye Deprem Haritalarının oluşturulmasıyla birlikte iller, ilçeler ve mahalleler deprem risk sınıflarına göre ayrılmaya başlamıştır. Deprem tehlike derecelerine göre bina tasarımı yapılırken maliyetin de bu sınıflandırmaya göre değişiklik göstereceği göz ardı edilmemelidir. Depreme dayanıklı bina tasarımında amaçlanan; binanın, depremden dolayı oluşacak ivmeye karşı dayanabilecek rijitlikte olmasıdır. Bu rijitlik beraberinde beton ve donatı miktarında artışı da getirmektedir. Bu değişiklikler maliyetin artmasına da sebep olmaktadır.

Kırşehir ili Merkez ilçesi 1996 yılında yürürlükte olan Türkiye Deprem Bölge Haritasında 1.derece deprem bölgesi olarak nitelendirilse de 2019 yılında yürürlüğe giren Türkiye Deprem Tehlike Haritasında 3.derece deprem bölgesi olarak değiştirilmiştir. 2018 yılı Türkiye Bina Deprem Yönetmeliğinde deprem tehlike sınıflarının spektral ivme katsayıları ile ifade edilmesiyle birlikte tasarımlar bu spektrumlara göre yapılmaya başlanmıştır. Bu çalışmada Kırşehir ilinin 1996 yılında 1.derece deprem bölgesi oluşu ve 2019 yılındaki spektral ivme katsayısı referans alınarak iki ayrı durum içinde bölgedeki bir binanın statik çözümlemesi ve maliyet hesabı yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler : Deprem, Kırşehir ili, maliyet hesabı

Sayfa Adedi : 58

Danışman : Dr. Öğr. Üyesi AHMET YÜCEL ÜRÜŞAN

COMPARISON OF COSTS OF A TYPICAL STRUCTRE IN KIRŞEHİR CITY  
CENTER, ACCORDING TO THE TURKEY EARTHQUAKE RISK MAPS BETWEEN  
THE YEARS 1996-2019

(M. Sc. Thesis)

Ulaş Emre ERARSLAN

GELİŞİM UNIVERSITY

GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES

July 2020

ABSTRACT

Turkey is a very active region for earthquakes. Therefore, the designed structures must also be earthquake resistant. Case of earthquakes with high acceleration and destructiveness, increasing the studies in this field and Turkey has triggered the design of earthquake-resistant buildings. In 1945, after the creation of the earthquake map of Turkey, all the provinces, districts, and neighborhoods were divided according to seismic risk class. While designing the buildings according to seismic risk class, it should not be ignored that the cost will vary according to these classes. What should be aimed at the process of the design of the earthquake-resistant buildings is that buildings should be rigid enough to withstand the acceleration caused by the earthquake. This rigidness also brings an increase in the used amount of concrete and reinforcement; therefore, it also increases the cost.

Even though Kırşehir district was classified as a 1st-degree earthquake zone in the Earthquake Hazard Map in 1996, later in 2019, it was amended in the Earthquake Risk Map that Kırşehir was a 3rd-degree earthquake zone. In 2018, the earthquake risk classes were stated in the Turkish Building Earthquake Code with spectral acceleration coefficients, with that the plannings were designed to be matched according to these spectra. Here, based on the fact that Kırşehir was the 1st-degree earthquake zone in 1996 and (Earthquake Ground Motion Level-2) spectral acceleration coefficient stated in 2019, static analysis and cost calculation of a building in the region was estimated in two different cases.

Key Words : Earthquake, Kırşehir, cost calculation

Page Number : 58

Supervisor : Dr. Öğr. Üyesi AHMET YÜCEL ÜRÜŞAN

## TEŞEKKÜR

Eđitimim boyunca madden ve manen desteğini hiğ esirgemeyen aileme, y¼ksek lisans eğitimim boyunca dersler ve bilgilendirmeler konusunda s¼rekli iletişim içinde olduğum danışman hocam Dr. Öğr. Üyesi Sayın Ahmet Y¼cel ÜRÜŞAN'a ve diğer hocalarıma, bilgilere ve programlara erişimimde destek sağlayan Aykut AYDOĞDU'ya, Ece Zeynep TURAN'a ve Emrah ŐEN'e, çalışma aşamasında motivasyonumu korumamı sağlayan arkadaşlarım Sultan ORMAN'a ve Onur AKIN'a teřekk¼r¼ bir borç bilirim.



**İÇİNDEKİLER**

	<b>Sayfa</b>
ÖZET .....	iv
ABSTRACT .....	v
TEŞEKKÜR .....	vi
İÇİNDEKİLER .....	vii
ŞEKİLLERİN LİSTESİ .....	ix
TABLoların LİSTESİ .....	x
SİMGELER VE KISALTMALAR .....	xi
1. GİRİŞ .....	1
2. GENEL BİLGİLER.....	3
2.1. Zemin Nedir?.....	3
2.2. Deprem Ve Zemin İlişkisi.....	3
2.3. Deprem Risk Haritaları .....	4
2.4. Türkiye Deprem Risk Haritalarının Tarihsel Gelişimi.....	4
2.5. Zemin Etüdü Raporları.....	6
2.6. Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği .....	10
2.7. Geoteknik Gelişmeler Ve Zemin İlişkisi .....	12
2.8. Kırşehir İli.....	13
2.9. Kırşehir İli Depremselliği .....	15
2.10. Kırşehir'de Yerleşim Ve Mimari.....	15
2.11. İdecad Programı.....	16
2.12. Tipik Bir Binanın Statik Hesabı .....	17
2.13. Yapı Maliyeti Ve Maliyeti Oluşturan Kalemler.....	24

3. GEREÇ VE YÖNTEMLER .....	27
3.1. Analiz Ve Hesap .....	27
4. BULGULAR .....	34
4.1. 1996 Yılı Türkiye Deprem Risk Haritası Ve 2007 Yılı Yönetmeliğine Binaen Yapılan Metraj Ve Maliyet Çalışması(4 Katlı Bina Tasarımı İçin) .....	34
4.2. 2019 Yılı Türkiye Deprem Risk Haritası Ve 2018 Yılı Yönetmeliğine Binaen Yapılan Metraj Ve Maliyet Çalışması (4 Katlı Bina Tasarımı İçin) .....	35
4.3. Karşılaştırmalı Yaklaşık Maliyet ve Metraj Tablosu (4 Katlı Bina Tasarımı İçin) .....	36
4.4 Tasarım 7 Katlı Yapılsaydı, Maliyeti Nasıl Olurdu?.....	37
4.5 Karşılaştırmalı Yaklaşık Maliyet Tablosu (7 Katlı Bina Tasarımı İçin).....	38
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER .....	40
KAYNAKLAR .....	42
ÖZGEÇMİŞ .....	44



## ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 2.1. Sieberg haritası.....	5
Şekil 2.2. 1945 Türkiye deprem haritası.....	5
Şekil 2.3. 1996 Türkiye deprem bölgeleri haritası.....	6
Şekil 2.4. 2019 Türkiye deprem risk haritası.....	6
Şekil 2.5. Zemin raporu çıktısı alınan bölgesinin harita üzerindeki yeri.....	8
Şekil 2.6. Kırşehir ili jeolojik haritası .....	14
Şekil 2.7. Kırşehir ili zemin dikey kesiti .....	14
Şekil 2.8. İdecad açılış ekranı .....	17
Şekil 2.9 Ankastre mesnetlenmiş bir çubuk.....	18
Şekil 2.10. İdealleştirilmiş bir çelik kafes sitem.....	20
Şekil 2.11. Boyutlandırılmış kolon .....	25
Şekil 2.12. Örnek kiriş açılımı .....	26
Şekil 3.1. Kat planı .....	27
Şekil 3.2. İdecad materyal özelliklerinin tahsisi .....	27
Şekil 3.3. İdecad aksların belirlenmesi.....	28
Şekil 3.4. İdecad taşıyıcı sistem çizimi örneği.....	28
Şekil 3.5. İdecad analiz ayarlarının yapılması .....	30
Şekil 3.6. İdecad donatı ayarları.....	31
Şekil 3.7. İdecad çizimin 3 boyutlu görüntüsü .....	31
Şekil 3.8. İdecad tamamlanmış statik sistem .....	32
Şekil 4.1. 7 Katlı Bina Modeli .....	37
Şekil 4.2. 7 Katlı Bina Analizi .....	37

**TABLULARIN LİSTESİ**

<b>Tablo</b>	<b>Sayfa</b>
Tablo 1.1. İller ve depremler.....	1
Tablo 2.1. Zemin sınıfları.....	7
Tablo 2.2. Bölgeye ait zemin özellikleri .....	8
Tablo 2.3. Bölgenin zemin parametreleri.....	9
Tablo 2.4. Bölgesel zemin etki katsayısı ( $S_s = 0.20$ için) .....	9
Tablo 2.5. Bölgesel zemin etki katsayısı ( $S_1 = 0.068$ için).....	9
Tablo 3.1. İdecad donatı çaplarının dağılımı.....	32
Tablo 4.1. 1996 ve 2007 yönetmelikleri metraj ve maliyet çalışması (4 Katlı Bina Tasarımı İçin) .....	34
Tablo 4.2. 2018 ve 2019 yönetmelikleri metraj ve maliyet çalışması (4 Katlı Bina Tasarımı İçin) .....	35
Tablo 4.3 Karşılaştırmalı maliyet tablosu (4 Katlı Bina Tasarımı İçin) .....	36
Tablo 4.4. Karşılaştırmalı maliyet tablosu (7 Katlı Bina Tasarımı İçin).....	38

## SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

<b>Simgeler</b>	<b>Açıklamalar</b>
<b>S<sub>s</sub></b>	Kısa periyod harita spektral ivme kat sayısı
<b>S<sub>1</sub></b>	1.0 saniye periyod için harita spektral ivme kat sayısı
<b>F<sub>s</sub></b>	Yerel zemin etki kat sayısı
<b>F<sub>1</sub></b>	1.0 saniye periyod için yerel zemin etki kat sayısı
<b>SDS</b>	Kısa periyod tasarım spektral ivme katsayısı
<b>SD1</b>	1.0 saniye için tasarım spektral ivme katsayısı
<b>DD-1</b>	50 yılda aşılma olasılığının %2 ve buna karşı gelen tekrarlanma periyodunun 2475 yıl olduğu çok seyrek deprem yer hareketini nitelemektedir.
<b>DD-2</b>	50 yılda aşılma olasılığının %10 ve buna karşı gelen tekrarlanma periyodunun 475 yıl olduğu seyrek deprem yer hareketini nitelemektedir.
<b>DD-3</b>	50 yılda aşılma olasılığının %50 ve buna karşı gelen tekrarlanma periyodunun 72 yıl olduğu sık deprem yer hareketini nitelemektedir.
<b>DD-4</b>	50 yılda aşılma olasılığının %68 (30 yılda aşılma olasılığı %50) ve buna karşı gelen tekrarlanma periyodunun 43 yıl olduğu çok sık deprem yer hareketini nitelemektedir.
<b>%</b>	Yüzde, oran birimi
<b>C<sub>m</sub></b>	Santimetre, uzunluk birimi
<b>C</b>	Beton sınıfı
<b>K<sub>m2</sub></b>	Kilometre kare, alan birimi
<b>°</b>	Derece, koordinat birimi

'	Dakika, koordinat birimi
<b>Ms</b>	Deprem yüzey dalgası büyüklüğü
<b>Mw</b>	Deprem moment büyüklüğü
<b>σ</b>	Gerilme değeri
<b>σ<sub>em</sub></b>	Emniyet gerilmesi değeri
≤	Küçük ve eşit
<b>M</b>	Moment
<b>N</b>	Normal Kuvvet
<b>T,V</b>	Kesme Kuvveti
<b>P</b>	Sabit yük
<b>Q</b>	Hareketli yük
<b>E</b>	Elastisite Modülü
<b>MPa</b>	Megapascal, basınç birimi
<b>N</b>	Newton
<b>mm<sup>2</sup></b>	Milimetrekare, alan birimi
<b>Σ</b>	Genel toplam
<b>Kg</b>	Kilogram, ağırlık birimi
<b>m</b>	Metre, uzunluk birimi
<b>Ø</b>	Donatı çapı
<b>ö<sub>min</sub></b>	Minimum donatı oranı
<b>f<sub>ctd</sub></b>	Beton tasarım aksenal çekme dayanımıdır.
<b>f<sub>yd</sub></b>	Boyuna donatı tasarım akma dayanımıdır.
<b>f<sub>ctk</sub></b>	Beton karakteristik aksenal çekme dayanımıdır.
<b>f<sub>yk</sub></b>	Boyuna donatı karakteristik akma dayanımıdır.
<b>γ<sub>mc</sub></b>	Malzeme katsayısı

<b>S420</b>	420MPa akma dayanıma sahip donatı çeliği
<b>m3</b>	Metreküp, hacim birimi
<b>m2</b>	Metrekare, alan birimi
<b>ton</b>	Ağırlık birimi
<b>mt</b>	Metretül, uzunluk birimi
<b>₺</b>	Türk Lirası

**Kısaltmalar****Açıklamalar**

<b>TS 500</b>	Türk Standartları 500
<b>AFAD</b>	Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı
<b>ŞGDT</b>	Şekil Değiştirmeye Göre Tasarım
<b>DGT</b>	Dayanıma Göre Tasarım
<b>TS498</b>	Türk Standartları 498
<b>DBYBHY</b>	Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkındaki Yönetmelik
<b>TBDY</b>	Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği
<b>ISO9194</b>	Uluslararası standartlar örgütü 9194
<b>KDV</b>	Katma Değer Vergisi
<b>MS Excel</b>	Microsoft Excel

## 1.GİRİŞ

Ülkemizin büyük bir bölümü deprem riski altındadır. Bilindiği üzere ülkemizde Kuzey Anadolu Fay Hattı, Doğu Anadolu Fay Hattı, Ege Grabeni mevcuttur ve bu fay hatlarının aktif olması sebebiyle tarihimizde de büyük acılarla sonuçlanmış depremler bulunmaktadır. (Tablo 1.1.) [1]

Tablo 1.1 İller ve depremler

TARİH	YER	Ms	TARİH	YER	Ms
1903	MUŞ	6,7	1988	KARS	6,9
1912	TEKİRDAĞ	7,3	1992	ERZİNCAN	6,8
1939	ERZİNCAN	7,9	1995	AFYON	6,1
1942	TOKAT	7,0	1998	ADANA	6,2
1943	SAMSUN	7,2	1999	GÖLCÜK	7,8
1944	BOLU	7,2	1999	DÜZCE	7,5
1953	ÇANAKKALE	7,2	2011	VAN	7,2
1957	MUĞLA	7,1	2014	GÖKÇEADA	6,8
1970	KÜTAHYA	7,2	2020	ELAZIĞ	6,8
1976	VAN	7,5			

Tarihleri ve şiddetleri ile verilmiş, tabloda sıralı illerde meydana gelen depremler ve benzerleri deprem haritalarının gelişmesine sebep olmuştur. Zemin ve yapı alanındaki çalışmalar deprem konusunun gündeme gelmesiyle daha fazla önem kazanmaktadır. Yapılan çalışmalarda amaçlanan en temel unsur pek tabii ki can ve mal güvenliğinin sağlanmasıdır. Bu alandaki çalışmaların büyük kısmının sorumluluğu inşaat/deprem mühendisliğine ve jeoloji mühendisliğine aittir.

Bu sebeple yapı inşaatına başlanmadan evvel inşaatın yapılacağı zemin iyice incelenmeli ve elde edilen veriler iyi yorumlanmalıdır. Zeminin yapısı, yapının ömrünü ve deprem anındaki davranışını direk olarak etkilemektedir. Zeminin ve üzerine yapılacak betonarme yapının statik açısından iyi tasarlanmış ve çözümlenmiş olması gerekmektedir. İşte tüm bu sebeplerden ötürü betonarme yapıların tasarımı ve yapılması “TS 500- Betonarme Yapıların Hesap Ve Yapım Kuralları” adındaki şart name ile ve 2019 yılında yürürlüğe giren “Türkiye Deprem Risk Haritası” ile kısıtlanmıştır.

Bu çalışmada, 1996 - 2019 yılları arasında yürürlükte olan Türkiye Deprem Bölgeleri Haritası ve 2019 yılında yürürlüğe giren Türkiye Deprem Risk Haritası esas kabul edilerek Kırşehir ili Merkez İlçesi Kayabaşı Mahallesi göz önüne alınmıştır. Mahalle, 1996 yılında 1.derece deprem bölgesi olarak gösterilmiş olmasına rağmen 2019 yılında ilan edilen son haritaya göre 3.derece deprem bölgesinde yer almaktadır. Çözümlemede bu mahallede inşası yapılacak olan 4 katlı bir binanın statik hesabı için İdecad programı, TS500 şartnamesi ve 2020 İnşaat Birim Fiyatlarına Esas İşçilik-Araç Ve Gereç Rayiç Listeleri kullanılacak, 2 farklı haritada belirlenmiş risk sınıfı dikkate alınarak maliyetlerinin kıyaslanması ve deprem risk sınıfının maliyet üzerindeki etkileri incelenecektir. Bu inceleme sonucunda elde edilecek maliyetler karşılaştırılarak maliyetlerdeki artış ya da azalış üzerinde durulacaktır.

## 2.GENEL BİLGİLER

### 2.1.ZEMİN NEDİR?

Zemin, farklı oranlardaki ve biçimlerdeki; su, hava(boşluk) ve çeşitli minerallerden oluşan, temel kayası üzerindeki tabii tabakadır. [2]

İnşaat Mühendisliği açısından zemini basitçe tanımlamak gerekirse, yapının oturtulacağı alan denilebilir. İnşaat Mühendisliğinin tamamlayıcı bilim dallarından biri olan geoteknik ise yapı-zemin ilişkisinin kurulmasında önemli bir rol oynamaktadır.

Zeminin yapısını oluşturan mineraller, su ve hava bölgelere göre değişkenlik göstermekle birlikte yapının tasarımını, maliyetini ve dayanımını da etkilemektedir. Bu sebeple inşası yapılacak olan yapı her ne olursa olsun (bina, havaalanı, köprü, yol v.s.) öncelikle uygulanacağı bölgenin zemin etüdü yapılmalı ve elde edilen verilerin ışığında proje aşaması sonlandırılmalıdır.

### 2.2. DEPREM VE ZEMİN İLİŞKİSİ

Zemin özellikleri bölgenin depremselliği açısından da önemli bir faktördür. Zeminin sıklığındaki, içerisindeki su ve boşluk miktarındaki, sert yahut yumuşak oluşundaki farklılıklar deprem esnasındaki davranışında da değişikliğe sebebiyet vermektedir.

Deprem sırasında zeminde meydana gelebilecek değişimlere örnek olarak, aşağıdaki maddeleri saymak mümkündür.

- Deprem sırasında zeminin sıvılaşması,
- Deprem sırasında meydana gelen zemin oturmaları,
- Deprem yol açtığı toprak kayması ve şev stabilizesi. [3]

Su içeriği yüksek ve ince taneli, özellikle kumlu kohezyonsuz zeminlerde deprem sarsıntısı etkisi ile malzemenin mevcut boşluklara çökmesi ve bu boşluklarda var olan suyu yukarıya itirmesi sonucu oluşan boşluk suyu basıncı ile malzeme su içinde serbest hareket etmeye başlamasıyla tanımlanan sıvılaşma olayı sonuzu zemin mukavemeti düşmekte ve üzerindeki yükü taşıyamaz duruma gelmektedir. Böyle bir durum, depremin süresi, sıvılaşmanın derecesi ve bina kalitesine bağlı olarak zeminin üzerinde bulunan binada deplasmanların meydana gelmesi veya binanın çökmesiyle sonuçlanmaktadır.[4]



Bu nedenle yapıların inşasından önce yapılacak zemin iyileştirme çalışmaları önem kazanmaktadır. Yapı inşasından önce zeminin tarihsel geçmişi, jeolojik ve jeofizik özellikleri ve olası davranışları hakkında bilgilerin iyi analiz edilmesi, hesaplamaların özenli yapılması ve alınacak sonuçlara göre iyileştirme çalışmaları yapıldıktan sonra inşaata başlanması gerekmektedir.

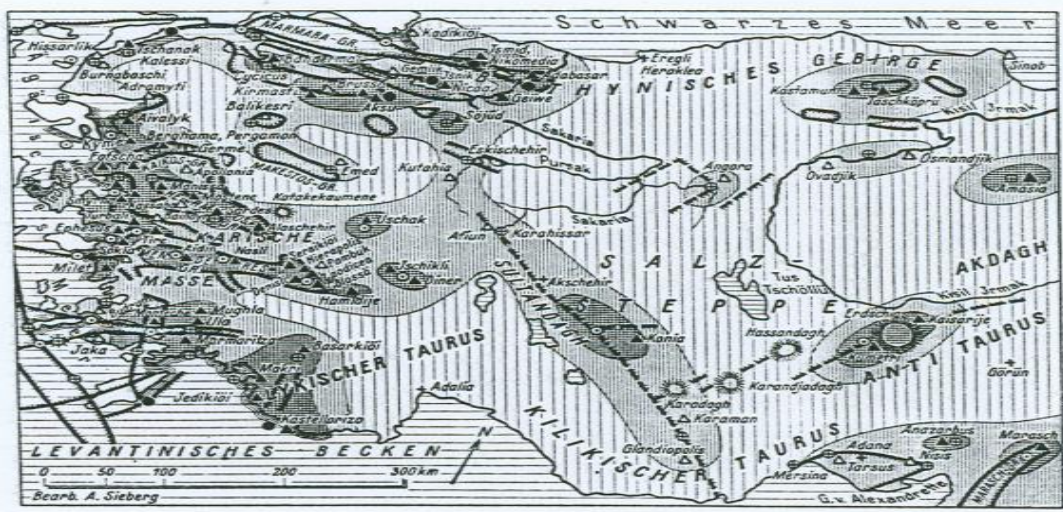
### **2.3. DEPREM RİSK HARİTALARI**

Deprem Risk Haritaları, sismotektonik haritalar ve bölgede meydana gelebilecek en büyük depremler esas alınarak hazırlanan haritalardır. Bu haritalar oluşturulurken depreme neden olan kuvvetli yer hareketi ivmeleri de göz önünde bulundurulur. Aynı zamanda bölgelerin jeolojik yapıları, fay dağılımları, heyelan riskleri ve yer altı su seviyeleri de bu haritaların oluşturulmasında önemli roller oynamaktadır. Bütün bu veriler doğrultusunda elde edilen bilgiler ile bölgeler, iller ve ilçeler deprem riskine göre sınıflandırılmaktadır. [5] Bahse konu haritaların oluşturulma sebebi deprem sonucu oluşabilecek hasarları belirlemeye çalışmaktır. İnşası yapılacak olan yapının statığının hesaplanmasında bölgenin deprem risk sınıfı önemli bir faktördür. Deprem riski yüksek bölgelerde statik hesaplar yapılırken, risk derecesindeki değişime göre kolon ve kiriş çapları, donatı sıklığı ve beton kalitesi gibi değerlerde de değişiklikler yapılmaktadır.(Sismotektonik harita ise, bir bölgedeki deprenselliği ve sismik hareketleri anlamak amacıyla potansiyel fay hatlarının gösterildiği haritalardır.)

### **2.4. TÜRKİYE DEPREM RİSK HARİTALARININ TARİHSEL GELİŞİMİ**

Resmi olmayan ilk deprem bölge çalışması 1932 yılında Sieberg (1932) tarafından kısıtlı veri ve çalışmalarla yapılmasına karşın (Şekil 2.1.) Türkiye’de resmi olarak ilk profesyonel anlamdaki risk haritası çalışması 1945 yılında yapılmıştır(Şekil 2.2.).

Bu çalışmanın başlamasına neden olan faktörler; 1939 Erzincan, 1942 Niksar-Erbaa, 1943 Adapazarı ve Tosya, 1944 Bolu yıl ve bölgelerinde meydana gelen depremlerin sıklığı ve bu depremler sonucu oluşan can ve mal kayıplarıdır. [6]



Şekil 2.1. Sieberg Haritası (Sieberg ,1932)

Mühendislik ve sismoloji alanlarındaki teknolojilerin ilerlemesi, tektonik hareketlere ait bilgilerin ve sismolojik verilerin artması, tarihsel depremlerin sebep olduğu hasarlara dair edindiğimiz tecrübelerle dayalı olarak deprem risk haritaları da zamanla gelişim göstermiştir. Bu gelişimler ve haritadaki değişiklikler tarihsel sıralama ile: 1945, 1947,1963, 1972 ve 1996 (Şekil 2.3.) ve 2019 (Şekil 2.4.) yıllarında Bakanlar Kurulu kararı ile yapılmıştır.



Şekil 2.2. 1945 Türkiye deprem haritası (Pampal ve Özmen,2007)



Şekil 2.3. 1996 Türkiye deprem bölgeleri haritası (AFAD)



Şekil 2.4. 2019 Türkiye deprem risk haritası (AFAD)

## 2.5. ZEMİN ETÜDÜ RAPORU

Fay hatları geçen bölgeler belirlendikten sonra deprem periyodları yani depremlerin ortalama oluş sıklıkları belirlenir. Bu sıklıklar ve sebep oldukları yıkımlar göz önünde bulundurularak risk derecelerine göre bölgeler sınıflandırılırlar. Projenin uygulanacağı bölgenin deprem risk sınıfı hesaplara katılmadan evvel ( bahse konu bölge bu tez için Kırşehir ilidir. (Şekil 2.5.)) zemin etüt raporlarından elde edilen veriler ve Türkiye Deprem

Risk Haritası kullanılarak yerel zemin sınıfı belirlenir.(bu tez için zemin sınıfı ZC) Zemin sınıfları Tablo 2.1.'deki maddeler ile ifade edilirler:

Tablo 2.1 Zemin sınıfları

Yerel Zemin Sınıfı	Zemin Cinsi	Üst 30 metre ortalama		
		(Vs) <sub>30</sub> [m/s]	(N <sub>60</sub> ) <sub>30</sub> [darbe/30cm]	(Cu) <sub>30</sub> [kPa]
ZA	Sağlam ve sert kayalar	> 1500	-	-
ZB	Orta sağlamlıkta, az ayrılmış kayalar	760 - 1500	-	-
ZC	Çakıl, çok sıkı kum, sert kil tabakaları veya ayrılmış-çok çatlaklı zayıf kayalar	360 - 760	> 50	> 250
ZD	Orta/sıkı kum, çakıl veya çok katı kil tabakaları	180 - 360	15 - 50	70 - 250
ZE	Çakıl, gevşek kum, yumuşak - katı kil tabakaları veya PI > 20 ve w > %40 koşullarını sağlayan toplamı 3 metreden daha kalın yumuşak kil tabakasına (Cu < 25 kPa) sahip 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 > 3m olan turba ve/veya organik içeriği yüksek killer 3) Toplam kalınlığı > 8 m olan yüksek plastisiteli (PI > 50) killer 4) Çok kalın (> 35m) yumuşak veya orta katı killer			

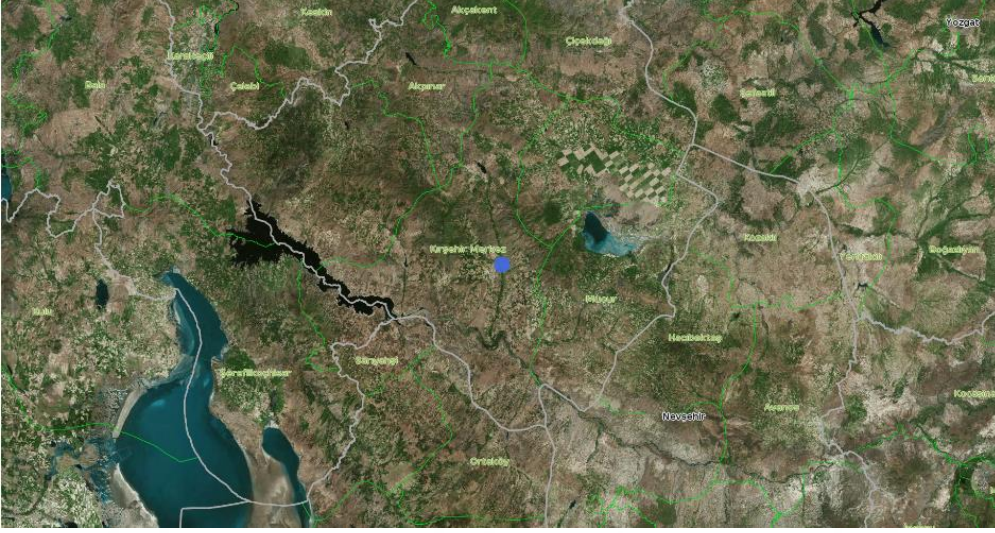
Hazırlanan rapor sayesinde elde ettiğimiz Ss değeri (kısa periyot harita spektral ivme katsayısı) ve S1 değeri (1.0 saniye periyot için harita spektral ivme kat sayısı) ile yerel zemin sınıfı aşağıdaki şekilde verilen tablolarda karşılaştırılarak Fs (yerel zemin etki kat sayısı) ve F1 ( 1.0 saniye periyot için ) değerlerine ulaşılır.[7] Tüm bu değerler tamamlandıktan sonra tasarım için spektral ivme kat sayılarını elde edebilmek için aşağıdaki formüller kullanılır.

$$SDS = Ss.Fs \text{ (Kısa periyot tasarım spektral ivme katsayısı)}$$

$$SD1 = S1.F1 \text{ (1.0 saniye için tasarım spektral ivme katsayısı)}$$

Buradan çıkarılacak sonuç, tasarımda kullanılacak ivme, zeminin etkisi ile çarpılarak bulunur. Zemin koşullarındaki olumsuzluğun, depremin etkisini de arttırdığı yönündeki kanaatlerin doğruluk payı olduğu görülmektedir.

Anlatılan tüm hesaplamalara AFAD'ın internet sitesine kişisel e-devlet hesapları ile girilerek ulaşılabilir. Teze konu bölge için AFAD yardımı ile hesaplanmış değerler, aşağıdaki tablolarda gösterilmiştir.



Şekil 2.5. Zemin raporu çıktısı alınan bölgenin harita üzerindeki yeri

Rapor çıktısında ilk dikkat çeken bölüm, bölgenin özet olarak zemin özelliklerinden bahsedilen Tablo 2.2.'de yer almaktadır.

Tablo 2.2. Bölgeye ait zemin özellikleri

Rapor Başlığı :	<b>zemin raporu</b>	
Deprem Yer Hareketi Düzeyi :	<b>DD-2</b>	50 yılda aşılma olasılığı %10 (tekrarlanma periyodu 475 yıl) olan deprem yer hareketi düzeyi
Yerel Zemin Sınıfı :	<b>ZC</b>	Çok sıkı kum, çakıl ve sert kil tabakaları veya ayrılmış, çok çatlaklı zayıf kayalar
Enlem :	<b>39.1437°</b>	
Boylam :	<b>34.1553°</b>	

AFAD tarafından, aşağıdaki simgeler ile ifade edilen değerler (Tablo 2.3.) daha öncelerden saptanmıştır ve hesaplamalarda kullanılmaya hazırdır.

Tablo 2.3. Bölgenin zemin parametreleri

$S_s = 0.200$	$S_1 = 0.068$	$PGA = 0.087$	$PGD = 5.7533$
Ss : Kısa periyot harita spektral ivme katsayısı (boyutsuz)			
S1 : 1.0 saniye periyot için harita spektral ivme katsayısı (boyutsuz)			
PGA : En büyük yer ivmesi (g)			
PGV : En büyük yer hızı (cm/sn)			

Teze konu bölgedeki  $S_s$  değeri 0.20 ve zemin sınıfı ZC aşağıdaki tabloda karşılaştırılarak  $F_s$  değeri elde edilir. (Tablo 2.4.) Teze konu bölge için bu değer 1,3'tür.

Tablo 2.4. Bölgesel zemin etki katsayısı ( $S_s = 0.20$  için)

Yerel Zemin Sınıfı	Kısa periyot bölgesi için Yerel Zemin Etki Katsayısı $F_s$					
	$S_s \leq 0.25$	$S_s = 0.50$	$S_s \leq 0.75$	$S_s \leq 1.00$	$S_s \leq 1.25$	$S_s \geq 1.50$
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.					

1.0sn periyod için harita spektral ivme katsayısı  $S_1$  ile zemin sınıfı ZC tabloda karşılaştırılarak  $F_1$  değeri elde edilir. (Tablo 2.5.) Bu değer teze konu bölge için 1,5'tir.

Tablo 2.5. Bölgesel zemin etki katsayısı ( $S_1 = 0.068$  için)

Yerel Zemin Sınıfı	1.0 saniye periyot için Yerel Zemin Etki Katsayısı $F_1$					
	$S_1 \leq 0.10$	$S_1 = 0.20$	$S_1 \leq 0.30$	$S_1 \leq 0.40$	$S_1 \leq 0.50$	$S_1 \geq 0.60$
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.					

Son olarak, tasarıma yardımcı olacak değerlerin hesabı için aşağıdaki formüller kullanılarak SDS ve SD1 değerleri elde edilir.

$$SDS = S_s \times F_s = 0.200 \times 1.300 = 0.260$$

$$SD1 = S1 \times F1 = 0.068 \times 1.500 = 0.102$$

SDS: Kısa periyot tasarım spektral ivme katsayısı (boyutsuz)

SD1: 1.0 saniye periyot için tasarım spektral ivme katsayısı (boyutsuz)

Spektral ivme katsayısının hesaplanma amacını tanımlamak gerekirse: Deprem yer hareketinden kaynaklı bir ivmesi mevcuttur ve yer hareketi binada da bir ivme oluşturur yalnız bu iki ivme birbirine eş değildir. Deprem binada oluşturacağı kuvveti yapının ivmesi belirler. Spektral İvme Katsayısı ise temelde bir orandır ve yer hareketinden kaynaklı binada oluşan ivmenin tasarımda kullanılacak değerini hesaplamamıza olanak sağlar.

## 2.6. TÜRKİYE BİNA DEPREM YÖNETMELİĞİ

Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği (TBDY), deprem mühendisliğinde meydana gelen gelişmeler göz önüne alınarak AFAD tarafından oluşturulmuş komisyonlarca hazırlanan, Türkiye Deprem Risk Haritaları kullanılarak oluşturulmuş ve depreme dayanıklı bina tasarımını amaçlayan belgelerdir.[8]

TBDY’de binalar kullanım sınıfına göre ayrılarak tasarlanırlar. Bu tezde Bina Kullanım Sınıfı BKS=3 olan (konut, otel, işyeri vb. yapılar için) ve bina önem kat sayısı 1.0 olan bir binanın tasarımı idecad vasıtası ile yapılacaktır.[9]

Yönetmelikte tasarım yaklaşımları iki başlık altında toplanmıştır. Bunlar;

-Dayanıma Göre Tasarım Yaklaşımı (DGT),

-Şekil Değiştirmeye Göre Değerlendirme ve Tasarım Yaklaşımıdır (ŞGDT).

Bu iki tasarım yöntemini birbirinden ayıran en temel özellik, malzemenin kuvvet altında gösterdiği davranıştır. DGT yaklaşımında doğrusal hesaplamalar yapılırken ŞGDT yaklaşımında doğrusal olmayan hesaplamalar kullanılır.

Yani, DGT yaklaşımında malzemeye uygulanan kuvvet ortadan kalktığı zaman malzeme eski haline geri döner ilkesi kabul görürken ŞGDT yaklaşımında kuvvet ortadan kalktıktan sonra malzeme de yorulmalar ve deformasyonlar oluşmuştur ilkesi kabul edilerek tasarımlar yapılır.

Şu dönemde yaygın olan tasarım ilkesi DGT olsa da modernleşme ile birlikte ŞGDT yaklaşımının kullanılmasının yaygınlaşması bekleniyor.

Bu tez kapsamında yapılacak olan hesaplamalar, yaygın olarak kullanılan DGT yaklaşımına göre yapılacaktır. Tasarım ve çözümleme yapılırken, Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği 2007 ve 2018, TS500 ( Betonarme Yapıların Tasarım Ve Yapım Kuralları) ve TS498'de ( Yapı Elemanlarının Boyutlandırılmasında Alınacak Yüklerin Hesap Değerleri) bulunan ilkeler altlık olarak alınacaktır. Yeni Türkiye Deprem Risk Haritasının hazırlanması ve bilimsel gelişmeler sebebiyle 2007'den itibaren yürürlükte olan DBYBHY (Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkındaki Yönetmelik), 2018 yılında yerini TBDY'ye (Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği) bırakmıştır.[10] İki yönetmelik arasında en fazla dikkat çeken fark deprem sınıflarının hesaba katılması konusunda olmuştur.

2007 yönetmeliğinde bölgeler 1, 2, 3, 4 gibi risk sınıfına göre ayrılırken 2018 yılındaki yönetmelikte bu sınıflama DD1, DD2, DD3, DD4 ile belirtilen spektral büyüklüklere göre olacak şekilde değiştirilmiştir

DD-1: 50 yılda aşılma olasılığının %2 ve buna karşı gelen tekrarlanma periyodunun 2475 yıl olduğu çok seyrek deprem yer hareketini nitelemektedir.

DD-2: 50 yılda aşılma olasılığının %10 ve buna karşı gelen tekrarlanma periyodunun 475 yıl olduğu seyrek deprem yer hareketini nitelemektedir.

DD-3: 50 yılda aşılma olasılığının %50 ve buna karşı gelen tekrarlanma periyodunun 72 yıl olduğu sık deprem yer hareketini nitelemektedir.

DD-4: 50 yılda aşılma olasılığının %68 (30 yılda aşılma olasılığı %50) ve buna karşı gelen tekrarlanma periyodunun 43 yıl olduğu çok sık deprem yer hareketini nitelemektedir.

Yönetmelikler arasındaki bir başka fark ise kolon boyutlarında olmuştur. 2007 yönetmeliğine göre minimum kolon ölçüsü 25cm olabiliyorken 2018 yönetmeliğinde bu uzunluğun yeni değeri 30cm olmuştur. Bir başka değişim de beton sınıfı konusunda



yaşanmıştır. 2007 yönetmeliğine göre bir binada beton sınıfı olarak C20 kullanıla bilinirken, 2018 yönetmeliği ile C25 olarak güncellenmiştir. Yine 2018 yönetmeliğinde etriye ve çiroz sıklıkları da arttırılmıştır. Bu güncellemelerin sebepleri nihayetinde depreme dayanıklı yapılar oluşturabilmektir. İdecad gibi statik çözümleme yapan programlar sınır değerler olarak deprem yönetmeliklerini kullandıkları için, 2018 yılında yayımlanan yeni yönetmelik ile birlikte idecad programı da analizlerinde bu yönetmeliği esas kabul etmeye başlamıştır.

Bu tez kapsamında, 1996 yılındaki haritaya esas deprem yönetmeliğinde risk sınıfı 1. derece olarak ifade edilen Kırşehir'in 2019 yılındaki haritaya esas deprem yönetmeliğindeki sınıfı DD-2 olarak ifade edilmeye başlanmıştır.

Bu sebeple çözümleme de idecad'in 2007 yönetmeliği ile çalışan ve Kırşehir'in deprem sınıfının 1.derece olarak tanımlanabildiği sürümü idecad7 ve Kırşehir'in spektral ivme kat sayısının DD-2 olarak tanımlanabildiği, 2018 yönetmeliği ile çalışan idecad10 sürümü kullanılmıştır.

Maliyet hesabı yapılırken ise 2020 yılında yayımlanan İnşaat Birim Fiyatlarına Esas İşçilik-Araç Ve Gereç Rayiç Listelerinden yararlanılmıştır.

## **2.7. GEOTEKNİK GELİŞMELER VE ZEMİN İLİŞKİSİ**

Türkiye de haritaların gelişiminde rol oynayan diğer etken ise geoteknik alanında yaşanan ilerlemelerdir.

Öncelikle geotekniği tanımlamak gerekirse:

Bilimsel metotlar ve temel mühendislik prensipleri kullanılarak zemin tabakası ve özellikleri hakkında bilgi elde edilmesi ve bu bilgilerin mühendislik problemlerinde kullanılması yöntemidir. Zemin konusu genel olarak jeoloji ve jeofizik mühendisliğinin konusu olarak tanımlansa da geoteknik, inşaat mühendisliğinin anabilim dallarından biridir. Tüm yapılar temeller yardımıyla yüklerini zemine iletirler, zeminin tüm bina yükünü emniyetle taşıyabilmesi için mukavemetli bir yapıya sahip olması gerekir. Zeminin yeterli dayanıma sahip olmaması durumunda ise binanın uyguladığı basınçtan kaynaklı oturmalar ve ya kaymalar meydana gelebilir.[11]

Bu sebeple her tip binanın kendi yükleri çerçevesinde aplikasyonunun yapılacağı zeminin koşullarını ve taşıyıcılığını iyi anlamak için uygulama alanında zemin etütleri yapılır.

Zemin etüdü, yapının oturtulacağı zeminin taşıma kapasitesi, türü ve özellikleri hakkında bilgi edinmemizi sağlayan ve bunları raporlandıran çalışmaların genel adıdır.

Zemin etüdü çalışmaları saha araştırmaları ve büro çalışmaları olmak üzere 2 ana bölümden oluşur. Saha araştırmaları kısmında araştırılmak istenen zeminden sondaj yardımı ile numune toprak alınır ve belirli standartlara uyularak laboratuvar ortamına götürülür, tabi ki sondaj sırasında zeminin yer altı su seviyesi hakkında bilgi sahibi olmak da mümkündür.[12]

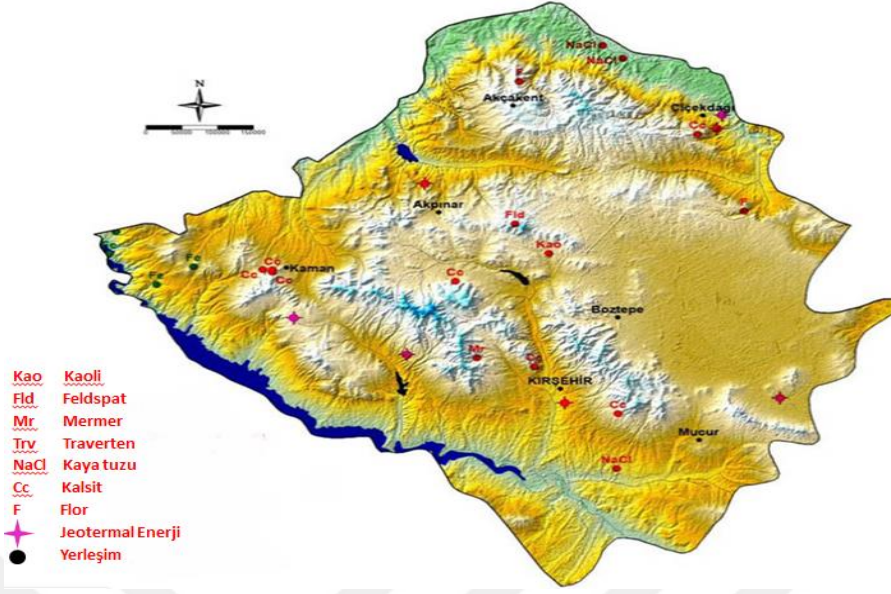
Laboratuvar ortamına götürülen örselenmemiş numune üzerinde yapılan testler sonucunda, zeminin içeriği (kuruluşu, su içeriği, mineral türleri), taşıyıcılığı hakkında bilgi sahibi olunur. Bina yükü ve zemin taşıyıcılığı karşılaştırılarak modelleme yapılır ve eğer ihtiyacı varsa zemine güçlendirme işlemleri de yapılabilir.

Zemin güçlendirme, taşıyıcılığı az ya da oturma beklenen zeminlerde temelden aktarılan yükleri emniyetle taşıyabilmesi için, inşaat yapılmadan önce zemine uygulanan kimyasal ya da dinamik işlemlerle zeminin taşıyıcılığını artırma çalışmalarıdır.

Bahsedilen zemin etüdü, sondaj, zemin iyileştirme gibi konular geoteknik anabilim dalının konularıdır. O halde bir yapının inşaatındaki öncelikli ve en önemli adımın geoteknik araştırmalar ve çalışmalar olduğunu söylemek yanlış olmaz.

## **2.8. KIRŞEHİR İLİ**

Türkiye'nin İç Anadolu bölgesinin orta Kızılırmak bölümünde yer alan Kırşehir, Orta Anadolu Fay Hattı üzerinde bulunur. 6665 km<sup>2</sup> yüz ölçümüne sahip Kırşehir 38° 50'-39° 50' kuzey enlemleri, 33° 30'-34° 50' doğu boylamları arasında yer alır. (Şekil 2.6.) Bölgeden geçen ikinci bir fay hattı ise ilin Ankara ile sınırını oluşturan kuzey yönünden geçer. Bu fay hattının derinliklerinden gelen sıcak su da bölgede Terme kaplıcalarını oluşturur.



Şekil 2.6. Kırşehir ili jeolojik haritası

İlin zemin özelliklerine bakıldığında zaman: Orta Anadolu Masifinin bir parçası olan, Kırşehir Masifi olarak adlandırılan bir jeolojik yapıya sahip olduğu görülmektedir. Kırşehir Masifinin stratigrafisinde ise mermer kuşaklarına, küçük taneli kuvarsitlere, kireçli ve yeşil şistlere, fil latalara, mikaşistlere rastlanır.(Şekil 2.7.) [13] (Stratigrafi: Yer kabuğunun kısımlarının, tabakalara ayrılarak gösterildiği dikey zemin kesitleri.

YAŞ	FORMASYON	ÜYE	KALINLIK(M)	SEMBOL	AÇIKLAMALAR	
KUVATERNER			30		Qtr: Taraça çakılları, çok tür bileşimli tutturulmamış çakıllar	Neoktonik Birimler
					Qal: Dere yataklarındaki çimentolanmamış çakıl, kum, silt ve kil Qaly: Alüvyon yelpazesi çimentolanmamış mermer ve şist kökenli çakıllarları	
GEÇ MİYOSEN - PLİYOSEN	KIZILIRMAK	KOZAKLI	3		Qtrv: Çatlak sarı traverten oluşumları	Neoktonik Birimler?
			7		Bk: Beyaz renkli gösel kireçtaşı	
			9		Bk: Bej renkli kireç oranı yüksek çamurtaşı	
			20		Bk: Beyaz renkli gösel kireçtaşı	
			78		Bk: Beyaz renkli tüf	Neoktonik Birimler?
					Bk: Kahverenkli çok tür bileşimli çakıllı, kaba kumtaşı ardalanması	
PALEZOYİK					M: Mermer şist, gnays, kalkışist	Temel Birimler

Şekil 2.7. Kırşehir ili zemin dikey kesiti (Temiz,2004)

## 2.9. KIRŞEHİR İLİ DEPREMSELLİĞİ

Anadolu mikro plakası içerisinde yer alan Kırşehir ili 1996 yılında yürürlüğe giren Türkiye Deprem Bölgeleri Haritasında 1.derece deprem bölgesi olarak addedilen Kırşehir, 2019 yılında yürürlüğe giren Türkiye Deprem Risk Haritasında 3.derece deprem bölgesi olarak kaydedilmiştir. Kırşehir de geçmişte meydana gelen depremlere bakıldığında zaman bunlar arasında en dikkat çekenleri, 1938'de kırılan Seyfe Fay Zonu'nda bulunan Akpınar Fay segmentidir. Bu fay kırıldığında  $M_s=6.8$  büyüklüğünde bir deprem oluşturmuştur. 2016 senesinde ise Hacıduraklı-Çiçekdağ bölgeleri arasında Manahözü Fayında meydana gelen kırılmada  $M_w=5.00$  büyüklüğünde bir deprem meydana gelmiştir. [14]

Kırşehirde bulunan fay zonlarını sıralayacak olursak;

- Akpınar Fayı,
- Manahözü Fayı,
- Tosunburnu ve Coğun Fayları,
- Boztepe Fayı,
- Gümüşkümbet, Kırşehir, Karıncalı ve Gülütarla Faylarıdır.

Bölge Anadolu bloğunun iç deformasyon alanında bulunduğu için, bölgede aktif tali kırıklar mevcuttur ve zaman zaman bu kırıklarda enerji birikmesi sonucu depremler meydana gelmiştir. Bu kırıklarda meydana gelen depremler arasında en dikkat çekici olanlar yukarıda anlatılmıştır.

Orta Anadolu'da bulunan fayların deprem üretme potansiyellerinin düşük olduğu fikri yaygın olmasına karşın 1938'de meydana gelen Akpınar depremi sonucunda fazlaca can ve mal kaybı olmuştur. Bölgede oluşan sarsıntıların sebebi tali fay zonlarına dayatılsa da konu ile ilgili kesinliğe varılmadan Kırşehir'in deprem risk sınıfının 1. Dereceden 3. Dereceye düşürülmesi tartışma konusu olma durumunu hala sürdürmektedir.

## 2.10 KIRŞEHİR'DE YERLEŞİM VE MİMARİ

2019 yılında 242.938 nüfusa sahip Kırşehir ilinde insan yoğunluğu %64,89 ile Merkez İlçesi'ndedir. Mevcut nüfusun %80 tarım ve hayvancılık ile geçimini sağlamakla birlikte ekonomik kaynağı oluşturan tarım ürünlerinin başında buğday, arpa, çavdar, şeker pancarı

gelmektedir. Yer altı madenleri açısından da zengin olan Kırşehir’de özellikle Oniks olarak adlandırılan mermer türü de bölge ekonomisine katkı sağlamaktadır.

Bölge de merkezi alanlarda giriş katı ticarethane olarak kullanılan 3-4 katlı yapılar görülmekle birlikte, merkeze uzak mahallelerde kat sayısının 9 a kadar çıktığı yapılar da görmek mümkün.

Mimari tarihine bakıldığında zaman Osmanlı’dan ve Türkiye Cumhuriyeti’nin kuruluş dönemlerinden günümüze kadar gelen, malzeme olarak ahşap, kerpiç ve taş kullanılmış tipik Türk Evleri de bölgede varlığını devam ettirmektedir.

Kırşehir’de bulunan tipik Türk Evleri’nde, su basman seviyesine kadar olan bölüm taş olup üzerine ahşap iskeletlerle yaşam alanları inşa edilmiştir. Kırşehir’de bulunan Ağalar Konağı bu tip mimariye örnek bir yapıdır.[15]

## 2.11 İDECAD PROGRAMI

İDECAD programı inşaat mühendisleri tarafından sıkça kullanılan ve yazılımı İdeyapı tarafından oluşturulmuş bir tasarım ve analiz programıdır.

Program kullanıcıya; sismik yüklerin, rüzgâr ve kar yüklerinin, statik ve betonarme analizlerinin yapılma olanağını sağlar.[16]

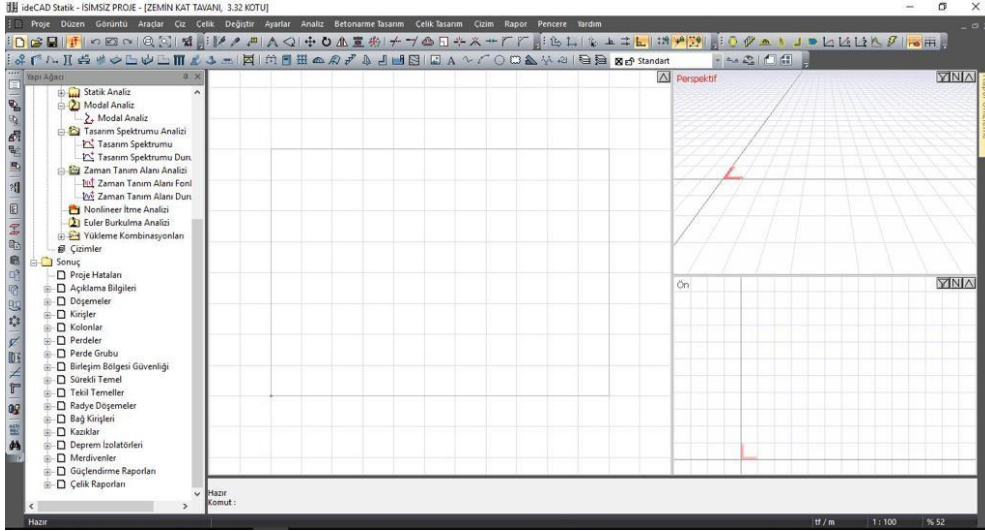
Aynı zamanda programa manuel olarak, boyutlar ve yönetmelikle alakalı bilgilerde girilebilir. Programda her türlü çelik ve betonarme eleman için; döşeme, kiriş, kolon, temel, perde ve duvar elemanlarının çözümlenmelerini yapmak mümkündür. Programın deprem yönetmeliği ile bütünleşmiş bir şekilde çalışması da analiz ve tasarım aşamasında büyük kolaylık sağlamaktadır. Programda modelleme yapılmaya başlanırken mimari ofis tarafında çalışılmış olan mimari plan altlık olarak alınır ve öncelikle bölgede yapılmış olan zemin etüdü raporlarından elde edilen sonuçlar neticesinde zemin sınıfı, gerilme değerleri gibi parametreler programa işlenir, temel alanı belirlendikten sonra temele kolon aplikasyonları yapılır ve kirişler de eklenerek üzerine döşeme oturtulur. (Şekil 2.8.)

Tüm katlar benzer ilerlemeyle tamamlandıktan sonra tasarımı sonuçlandırılan binanın analizi yapılır ve elde edilen rapor göz önünde bulundurularak demir sıklığının, kolon-kiriş çaplarının yeterliliği tartışılarak her hangi bir sorunla karşılaşılması durumunda

statik modelleme/analiz tamamlanır. Burada kolon-kiriş çaplarını ve donatı sıklığını etkileyen en önemli faktör deprem risk sınıfı ve ilgili yönetmeliktir. Tabii ki bu da doğrudan maliyeti etkilemektedir.

Bu araştırma kapsamında İdecad programı yardımı ile 1996 ve 2019 yılında yayınlanan Türkiye Deprem Risk Haritasına göre Kırşehir ili için belirlenen risk sınıfı değerleri ve belirtilen yıllara ait deprem yönetmelikleri kullanılarak Kırşehir İli Merkez İlçesi Kayabaşı Mahallesiinde yapılacak olan tipik bir 4 katlı binanın statik modellemesi yapılacaktır.

Bu modelleme sonrasında elde edilecek betonarme, demir, kalıp, yalıtım gibi kaba inşaatta imalatı yapılan tüm kalemlerin metrajları çıkarılacak, 2020 yılının birim fiyatlarına göre maliyet hesabı ve karşılaştırılması yapılacaktır.



Şekil 2.8. İdecad açılış ekranı

## 2.12. TİPİK BİR BİNANIN STATİK HESABI

İnşaat Mühendisliğinde, özellikle de Yapı Mühendisliğinde temel amaçlar 3E olarak tanımlanır: Emniyetli, Ekonomik ve Estetik bir yapı tasarlamak ve bunu boyutlandırmaktır.

**1.E Emniyet:** Yapının dayanıklı ve rijit olması gerekmektedir. Bu 2 koşulu sağlayabilmesi adına yapı da yükler sonucu meydana gelen gerilmelerin ( $\sigma$ ), saptanan emniyet gerilmesi ( $\sigma_{em}$ ) değerinin altında kalması gerekmektedir. Emniyet gerilmesi ise mekanik yük altındaki malzemenin dayanabileceği azami gerilme miktarıdır.

Formüle edilmiş hali ile  $\sigma \leq \sigma_{em}$  olmalıdır.

**2.E Ekonomik:** Buradaki temel unsur boyutların iyi seçilmesidir. Yapının taşıyıcılarının boyutlarının gereğinden daha büyük olması ve malzeme kalitesinin gerektirdiğinden fazla seçilmesi gibi sebepler maliyeti arttıracak gibi boyutların gereğinden daha küçük seçilmesi de yapının rijitliğini etkileyecektir.

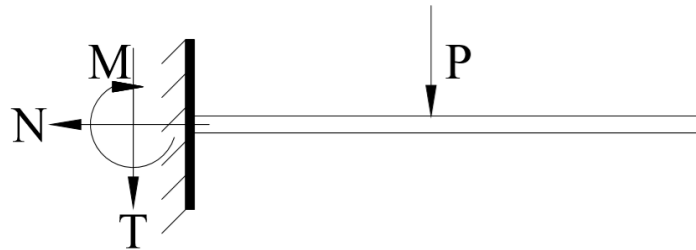
**3.E Estetik:** Yapı formunun çevreye ve bölgesine uygun olarak seçilmesi de tasarımın temel unsurlarındandır yani formun güzel olması gerekmektedir. Tasarım teorik olarak mühendislik ve fen bilimleri alanının dışında tutulsa inşası yapılan bina sosyal çevrenin bir parçası olacağı için bu unsur da göz ardı edilmemelidir.

Yapının tasarımı yapılırken bilinmesi gerekli olan iki konu vardır. Bunlar: Statik ve Mukavemettir. Statiğin temeli yapıya etki eden yüklerin kesitlere etkilerini araştırmak iken mukavemette temel konu malzemenin dayanıklılığı ve rijitliğidir.

Statik ve Mukavemet bilgilerine sahip olunması ile çözümlene işlemi aşağıda sıralanacak maddeler ile yapılır.[17]

1. **Kullanım amacına göre yapının tasarımının belirlenmesi:** Bu madde Mimarlar tarafından mimari projenin hazırlanması ile belirlenir. Bu proje sonrasında yapının taşıyıcı sistemleri belirlenmiş olur.
2. **İdealleştirilmiş sistem çizimi:** Mesnetlenme bölgelerinin ve taşıyıcı sistemin şematik gösterildiği çizimlerdir.

Mesnetlenme bölgeleri: Yapının taşıyıcı elemanlarının birbirine (kirişin-kolona ya da kolonların-temele) bağlandığı bölgelerdir. Kritik bölgelerin özellikle buralar olmasının sebebi eleman iç kuvvetlerinin ( Moment, normal kuvvet ve kesme kuvveti) kritik değerlerinin mesnetlenme bölgelerinde olmasıdır.(Şekil 2.9.)



Şekil 2.9. Ankastre mesnetlenmiş bir çubuk

**Moment (M)** : Bir noktaya belirli bir uzaklıktaki yükün o noktaya uyguladığı dönme kuvveti olarak tanımlanabilir.

**Normal Kuvvet (N)**: Kesitlere teğet olarak etkiyen kuvvetlerdir.

**Kesme Kuvveti (V ya da T)** : Kesite dikey olarak etkiyen kuvvetlerdir.

**Yük (P)** : Çubuğa etkiyen sabit yük.[18]

**3. Yapının kullanım amacına esas maruz kalacağı yüklerin belirlenmesi:**

Yapıya etki eden yükler temel de 2 gruba ayrılır, bunlar Hareketli (P) ve Sabit (Q) yüklerdir. Bunlara ek olarak rüzgâr, kar ve deprem yükleri olsa da bu yükler bölgelere göre değişiklik gösterirken, P ve Q yükleri kullanım amaçlarına göre ayrılırlar. Burada yapının cinsinin belirlenmesi (Hastane, havaalanı, apartmanlar, sanayii binaları vb.) gerekir. P ile belirtilen sabit yükler, binanın karkasını oluşturan betonarme kiriş, kolon, döşeme gibi yüklerken Q ile belirtilen hareketli yükler; insan trafiği ve eşyalardan kaynaklanan, sirkülasyonu olan yüklerdir. Bu bilgiler şartnamelere tabiidir ve değerler oralarından temin edilir.(TS498, ISO 9194)

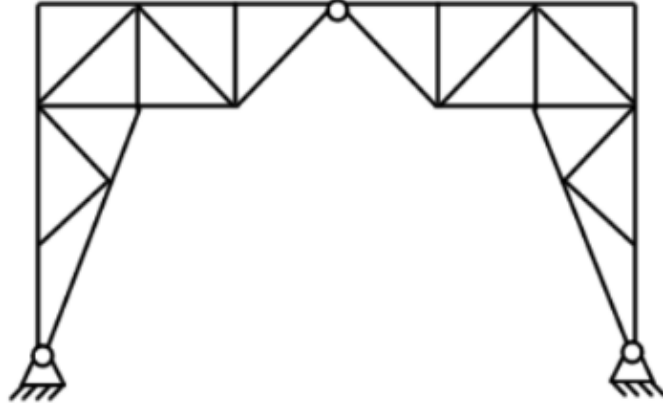
**4. Kullanılacak malzemelerin elastisite modülü ve emniyet gerilmeleri gibi değerlerinin belirlenmesi:**

**Elastisite modülü** : Bir malzemenin maruz kaldığı gerilme sebebiyle şekil değiştirmeye uğraması ve gerilmeye sebep olan yükün kaldırılması sonrasında eski şekline dönmesi özelliğinin birimidir. E simgesi ile ifade edilir ve birimi  $N/mm^2$  veya Mpa 'dır. Örnekle açıklamak gerekirse: Betonarme bir sistemde döşemeye gelen yükler kirişlere, kirişlerden kolonlara, kolonlardan temele ve nihayetinde temel vasıtası ile zemine aktarılır. Burada her bir eleman bir diğerine yük aktardığı için gerilme oluşturur ve betonarme+çelik birleşiminden oluşan elemanlar bu yükler sebebiyle şekil değiştirmeye maruz kalırlar. Fakat aktarılan bir yük olmadığı zamanlarda ise ilave bir gerilme oluşmaz ve eski şekillerine geri döndükleri varsayılır. İşte buradaki beton ve çelik sınıflarına göre malzemelerin eski şekillerine dönme oranları değişiklik göstermektedir. Elastisite modülü de bu malzemelerin sınıflarına göre değişmekle birlikte onların şekil değiştirme oranlarının belirlenmesinde kullanılır.

Emniyet gerilmesinin tanımı yukarı da verilmiştir.

**5. İdealleştirilmiş sistem üzerinden kesitlerin alınması:** Mesnetlenme bölgeleri ve taşıyıcı sistemin şematik gösterildiği (Şekil 2.10.) idealleştirilmiş sistemde kritik bölgelerden kesitler alınır. Burada kritik bölgeden kasıt, gerilmenin fazla olabileceği ya da kesit alanından tam anlamıyla emin olunamayan bölgelerdir.





Şekil 2.10. İdealleştirilmiş bir çelik kafes sistem

6. **Alınan bu kesitlere etki eden yüklerin oluşturacağı gerilmelerin hesaplanması ve emniyet gerilmesi ile karşılaştırılması:** Kritik bölgelerden alınan kesitlerdeki gerilmeler hesaplanır ve emniyet gerilmesi ile karşılaştırılarak güvenli bölgede kalınacak şekilde önemler alınır.
7. **Taşıyıcı sistem kesitlerinin emniyetli olma durumu ve yeterliliğinin tartışılması:** Gerilmenin emniyet değerinden daha büyük olduğu durumlarda, kesit alanı büyütmesi, donatı atırılması gibi önlemler alınabilir.

Bir bina çözümlemesi yapılırken kabullenilecek temel mantık yapıya etki eden yüklerin ve taşıyıcı sistemlerin bu yüklere uyguladığı kuvvetlerin birbirlerini karşılama gereğidir. Yani yüklerin yapıda oluşturduğu iç kuvvetlerin 0 olması gerekmektedir. Özetle sistemin dengede olması ilk şarttır.

Formülize şekilde ifade edilirse;

$$\Sigma M = 0, \Sigma N = 0, \Sigma V = 0 \text{ olmalıdır.}$$

İdealleştirilmiş modelden alınan kesitlerin, yük altındaki davranışlarını hesaplamak için bu yöntem kullanılır. Böylece sabit ve hareketli yükler altındaki yapının yük etkisi altındaki şekil değiştirmelerine, moment-kesme kuvveti-normal kuvvet diyagramlarına ulaşılabilir. Bu diyagramlar hesaplanan M, N, V kuvvetlerinin ve uygulanan P kuvvetinin eleman boyunca etkisini anlamamıza yardımcı olurlar. Bu diyagramlar vasıtası ile en büyük moment değeri, en büyük normal kuvvet ve en büyük kesme kuvvetinin eleman üzerindeki yeri yani kritik bölgesi saptanabilir.

Yapının malzemesine karar verdikten sonra bu malzemeye odaklı olarak gerilme değerleri de hesaplanmalıdır. Bu tezde projelendirilecek yapı betonarme olduğu için açıklamalar betonarme yapı odaklı olacaktır.

Betonarme, kompozit bir malzemedir ve beton+çelik birleşimi ile oluşturulmuştur. Bu iki malzemenin seçilme amacı, betonun basınç dayanımının yeterli olması ancak çekmeye karşı herhangi bir dayanım sergileyememesidir. Çelik burada çekme kuvvetini karşılayarak yapıya destek olmaktadır. Betonun basınç dayanımı kübik ve silindirik numunelerden elde edilen örneklere göre sınıflandırılmıştır ve ön ek olarak C (Eng: concrete) kullanılması ile simgelenirler.

Örneğin; C20 betonun silindirik basınç dayanımı 20 MPa ve kübik basınç dayanımı 25 MPa'dır.[19] Bu değerler, kübik ne silindirik olarak alınan numunelere kademeli olarak uygulanan basınç ve bu basınç altındaki kırılma şekillerine göre belirlenmiştir.

Betonun kalitesi (sınıfı) kesit alanıyla doğrudan ilişkilidir. C30 beton ile ön boyutlandırılması yapılmış bir binanın taşıyıcı elemanlarının kesitlerinde C20'ye kıyasla %50, C25'e kıyasla %25 azaltma yapılabilir. Ancak burada elde edilecek sonuç beton sınıfı ne kadar büyükse kesit o kadar küçük olabilir mantığı ile sınırlandırılmamalıdır. Çünkü beton sınıfı arttıkça betonun kırılma dayanımı artar ve sünekliği azalır. Bu da yük altındaki şekil değiştirmesini olumsuz yönde etkileyerek, ani kırılmalara sebep olabilir. Bu istenmeyen bir durumdur. Betonarme mümkün olduğunca sünek ve yüke dayanacak kadar da rijit olmalıdır. Bu sebeple ikamet amaçlı yapılacak 4-5 katlı yapılarda beton sınıfı olarak genellikle C25 sınıfı beton kullanılır.

Donatı çelikleri ise çaplarına ve akma-kopma değerlerine göre sınıflandırılırlar. Örneğin Ø10 S220a, 10mm çapındaki ve 220 MPa akma dayanımına sahip bir donatıyı temsil eder. Bu çaptaki bir donatının birim ağırlığı ise 0.617 kg/m'dir. Donatılar binaya ilave sabit yükler ve maliyeti direkt etkileyen malzemeler oldukları için birim ağırlıklarını da belirtmek önemlidir. Betonarme bir yapıda donatı sınıfı seçilirken, beton alanına, mevcut akma dayanımına ve şartnamelere göre bu alana düşen donatı miktarına bakmak önemlidir. (TS500)

**Donatı akma dayanımı:** Malzemenin kalıcı olarak şekil değiştirmeye başladığı gerilme değeridir.

Beton ve çelik sınıfları seçilirken; döşemeler, kirişler ve kolonlar ayrı ayrı hesaplanırlar. Çünkü her elemanda oluşacak gerilme ayrı bir değerdir. Kolonlar üzerinden donatı türleri ve oranları örneklenecek olursa;

Kolonlar da donatı türleri 3 grup altında toplanır;

**-Boyuna Donatılar:** Normal kuvvet (N) ve eğilme momentini karşılarlar (M).

**-Etriyeler (Fretler):** Kesme kuvvetini ( T ve ya V) ve burulma momentini karşılarlar. Burulma momenti: bir ucu tutulu mesnetlenme gösteren kolonlarda üzerine uygulanan yük sonucu iki ucun farklı yönlere dönme eğilimi göstermesidir.

Etriyeler, betonun şişmesini önlemek ve boyuna donatıların yanıl yer değiştirmelerini engellemek amacıyla kullanılırlar. Ayrıca betonun taşıma gücünü de arttırlar.

**-Çirozlar:** Çapraz bağlantılar ile montajı gerçekleştirilen çirozlar ise etriyelerde meydana gelebilecek deformasyonları engellemek amacıyla kullanılırlar.

Tüm elemanlarda kullanılacak donatı oranları TS500'de belirtilen aşağıdaki formül ile hesaplanır.

$$\delta_{min} = 0,8 \text{ fctd/fyd}$$

fctd: Beton tasarım aksene çekme dayanımıdır.

fyd: Boyuna donatı tasarım akma dayanımıdır.

**Donatı çekme dayanımı:** Donatının her iki ucundan uygulanan çekme kuvveti karşısında, kalıcı olarak şekil değiştirmeye başladığı noktadaki değerdir.

Dizayn çekme ve akma dayanımlarının hesaplanması için öncelikle karakteristik çekme ve akma dayanımları bilinmelidir.

fctk: Beton karakteristik aksene çekme dayanımıdır.

fyk: Boyuna donatı karakteristik akma dayanımıdır.

Beton tasarım aksenal çekme dayanımı, beton karakteristik aksenal çekme dayanımının malzeme kat sayısına ( $\gamma_{mc}$ ) bölünmesi ile elde edilir. Beton için malzeme kat sayısı :

- Yerinde dökme betonlar için 1.5
- Prefabrike elemanlar için 1.4
- Betonda kalite denetimi olmadığı zaman 1.7 veya daha büyük alınabilir.[20]

Örneğin,

C20 kaliteye sahip ve yerine dökme bir beton için;

$f_{ctk}$ : 1,6 MPa ,  $\gamma_{mc} = 1,5$  olmak üzere,

$f_{ctd} = 1,6/1,5 = 1,06$  MPa kabul edilir.

S420 çeliği için ;

$f_{yk}$ : 420 MPa dır ve  $f_{yd}$  hesaplanırken 1,15 sabitine bölünerek bulunur.

Bu durumda;

$f_{yd} := 420/1,15 = 365$  MPa olarak kabul edilir.

Sonuç olarak C20 yerinde döküm beton ve S420 çeliği kullanılarak yapılacak bir bina da

$\delta_{min} = 0,8 \times 1,06/365 = 0,02$  dir.

Yani kullanılacak donatının alanı beton alanının 0,02 sinden küçük olamaz.

Benzer şekilde Türk Standartları 500'de, statik çözümlene yapılırken kullanılacak sınır değerlerin formülleri ve tanımları verilmiştir. Bu standartlar kullanılarak, betonarme yapı elemanlarının kullanım amacına uygun ve güvenilir şekilde boyutlandırılması ve donatılması amaçlanmıştır.

## 2.13.YAPI MALİYETİ VE MALİYETİ OLUŞTURAN KALEMLER

Maliyet: Bir ürünü oluşturabilmek için yapılan harcamaların tümüne verilen addır.[21] Bu tezde işlenecek maliyet ise, bir binanın kaba inşaatında yapılan harcamaları içerecektir. İnşaatın yapılacağı arazinin seçilmesinden, anahtar teslim diye tabir edilen yani sonlandırma aşamasına gelene kadarki süreçte maliyete konu olabilecek birçok iş kalemi vardır.

Noter masraflarından zemin etüdüne, temel atılmasından kalıp çakılmasına ve zemin kaplamasından doğramaların montajına kadar hem inşaat evresinden önce hem de kaba inşaat bittikten sonra ince işler kısmına gelene kadar, inşai-mekanik-elektrik bütün iş kalemleri maliyeti oluşturur. [22]

Bu tezin temel amacı deprem sınıfının yapı maliyetine etkisi olacağı için, maliyet olarak yalnızca beton, demir, kalıp ve bu kalemlerin doğrudan etkilediği imalatlar işlenecektir. Çünkü deprem sınıfı ince işlerde ya da mekanik ve elektrik işlerinde herhangi ilave değişikliğe sebep olmamaktadır. Araştırmada özellikle vurgulanmak istenen nokta, deprem sınıfına göre beton miktarındaki değişimler, donatı sıklıkları ve çaplarındaki farklılıklar sebebiyle donatı ağırlığındaki farklılıklar olduğu için, maliyeti oluşturan kalemler bu çerçevede hesaplanacaktır.[23]

Maliyet hesabında bulunacak iş kalemleri:

### **-Hafriyat Hesabı (m3)**

Hafriyat: Temel imalatlarının yapılabilmesi için tabii zemin kotundan sağlam zemin kotuna kadar olacak şekilde yapıla kazı işlemlerinden çıkan toprak, taş, kaya, kum gibi malzemelerin tümü.

### **-Blokaj Hesabı (m2)**

Blokaj: Grobetonun toprak zeminden su almasını engellemek, toprak zeminin şişmesi durumunda temeli korumak amacıyla doğal zemin üzerine serilen, mıcır ve kırılmış moloz parçalarından oluşan ve genellikle 15cm derinliğinde olan malzemedir.

### -Grobeton Metrajı (m2)

Grobeton: Kendinden sonra yapılacak imalatlara zemin hazırlamak amacıyla kullanılan ve düşük dozlu-demirsiz beton içeren tesviye malzemesidir.

### -Bohçalama / İzolasyon Metrajı (m2)

Bohçalama / İzolasyon: Bina zeminini sudan korumak amacıyla temel üzerine uygulanan yalıttır.

### -Temel Betonu, Kalıbı ve Donatısı (m3,m2,ton)

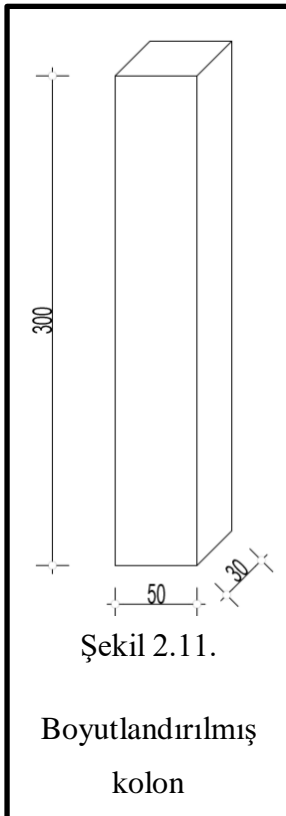
### -Betonarme Kalıp Metrajı (m2)

### -Kolon, Kiriş ve Döşeme Betonu Metrajı (m3)

### -Donatı Metrajı (ton)

Yukarı da sıralanmış bütün kalemler iki ayrı deprem sınıfına göre ayrı olarak MS Excel kullanılarak listelenecektir ve maliyetlerin karşılaştırıldığı bir tablo ile birleştirilecektir. Metrajlar çıkarıldıktan sonra her bir iş kalemi Çevre ve Şehircilik Bakanlığının 2020 yılında yayımladığı 2020 İnşaat Birim Fiyatlarına Esas İşçilik-Araç Ve Gereç Rayiç Listeleri 'nde yer alan birim fiyatlar ile çarpılacak ve maliyetler hesaplanacaktır.

Beton, kalıp ve donatı metrajı hesaplanırken izlenen yol şu şekildedir:



Taban ölçüleri 30 cm / 50 cm ve yüksekliği 300 cm olan (Şekil 2.11.) bir kolonda kullanılan beton miktarı:

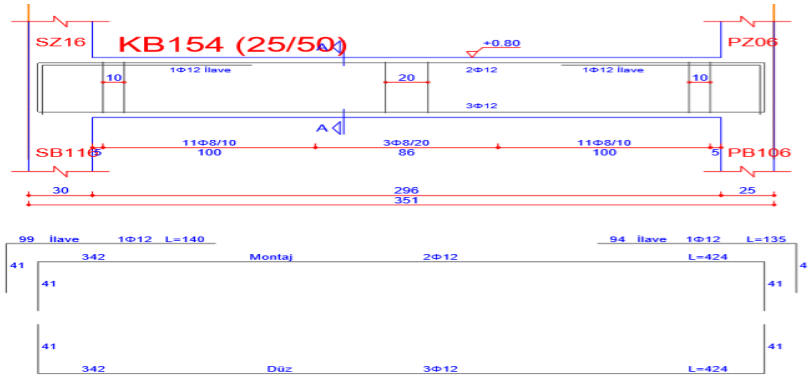
$$= 0,3 \times 0,5 \times 3 = 0,45 \text{ m}^3$$

Aynı ölçülerdeki bir kolona dökülecek beton için yapılacak kalıbın metrajı

$$= (0,3 + 0,5) \times 2 \times 3 = 4,8 \text{ m}^2, \text{ olacaktır.}$$

Yukarıda tarif edilen biçimde beton içeren her bir eleman için aynı işlemler uygulanarak toplam beton metrajı elde edilmiş olunur. Burada dikkat edilmesi gereken nokta, kiriş ile kesişim bölgeleridir. Bu bölgelerde beton hesaplanırken, kesişimde kalan alan ya kolona ya da kirişe dahil edilir. gerekir.

Döşeme ve kirişler için metrajlar hesaplanırken benzer işlemler uygulanacaktır. Donatı metrajı çıkarılırken ise kolon, kiriş ve döşemeler için idecad programı vasıtasıyla elde edilecek donatı açılımları kullanılacaktır. Bu açılımlar beton hesabında anlatıldığı gibi eleman numaralarına göre ayrılmış olarak verilirler. Açılım çizimlerine kolon, kiriş ve döşemelerin içerisinde bulunan boyuna donatılar, etriyeler ve çirozlar uzunluk ölçüleri ve çapları ile birlikte verilirler. (Şekil 2.12.)



Şekil 2.12. Örnek kiriş açılımı

Donatı çapları genellikle tek ölçüden ibaret olmaz. Bu sebeple eleman bazında donatıların metrajlarının (ki bu metrajlar mt ile ifade edilirler) tablo haline getirilmesinin ardından genel toplam olarak, çaplara göre ayrılmış ve toplamı alınmış metrajlarda verilir. Uzunluk cinsinden (mt) ifade edilen donatı metrajlarında her grup donatının kendi birim ağırlığı ile çarpılması sonucunda kilogram cinsinden donatı ağırlığı elde edilir. [24]

Ø8 donatı için birim ağırlık = 0,395 mt/kg

Ø10 donatı için birim ağırlık = 0,617 mt/kg

Ø12 donatı için birim ağırlık = 0,888 mt/kg

Ø14 donatı için birim ağırlık = 1,208 mt/kg

Ø16 donatı için birim ağırlık = 1,578 mt/kg, olarak belirlenmiştir.

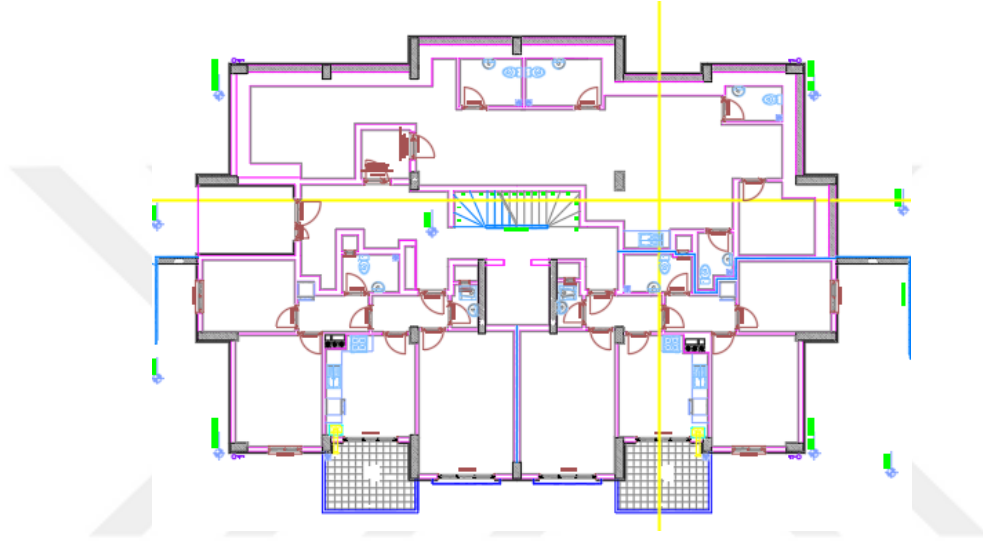
Örneğin, Boylar toplamı 410 mt olan Ø8'lik donatı için toplam ağırlık:

410 mt x 0,395 mt/kg = 161,95 kg dır.

### 3.GEREÇ VE YÖNTEMLER

#### 3.1. ANALİZ VE HESAP

Mimari ofis tarafından statik çözümleme yapıla bilinmesi için statiklere projeler iletilir. Mimari proje de (Şekil 3.1.) kullanılacak programa aktarılır. (Bu tez için kullanılacak program İdecad).



Şekil 3.1 Kat planı

-Proje çizimine başlanırken beton sınıfı seçilir.(Şekil 3.2.) Burada işlenecek proje için beton sınıfı C25 olarak belirlemiştir.

Statik Materyal Özellikleri

Materyal Tanımı :

Materyal adı : C25 B420C

Materyal tipi : Beton

Beton karakteristik basınç dayanımı : 20 MPa

Beton karakteristik çekme dayanımı : 159.611 [tf/m<sup>2</sup>]

Beton güvenlik katsayısı : 1.5

k1 sabiti : 0.85

Eğilme donatısı akma dayanımı : 420

Etriye donatısı akma dayanımı : 420

Çelik güvenlik katsayısı : 1.15

Materyal Değerleri :

Elastisite modülü : 2909703.299 [tf/m<sup>2</sup>]

Kayma modülü : 1212376.375 [tf/m<sup>2</sup>]

Poisson oranı : 0.2

Birim hacim ağırlığı : 2.5 [tf/m<sup>3</sup>]

Isıl genleşme katsayısı : 1E-05

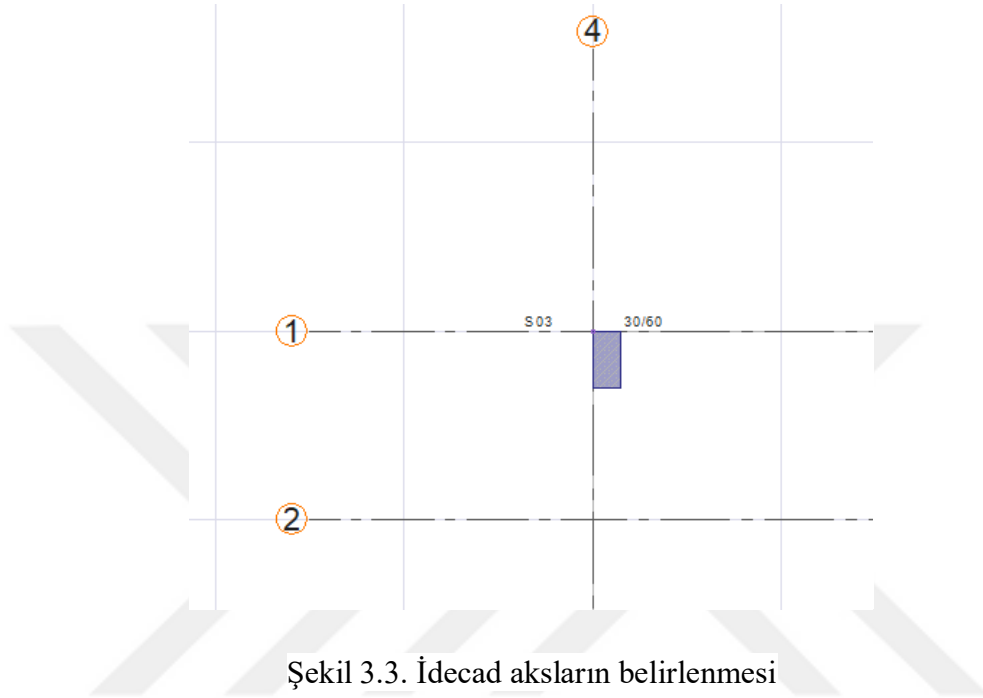
Tamam

İptal

Şekil 3.2. İdecad materyal özelliklerin tahsisi

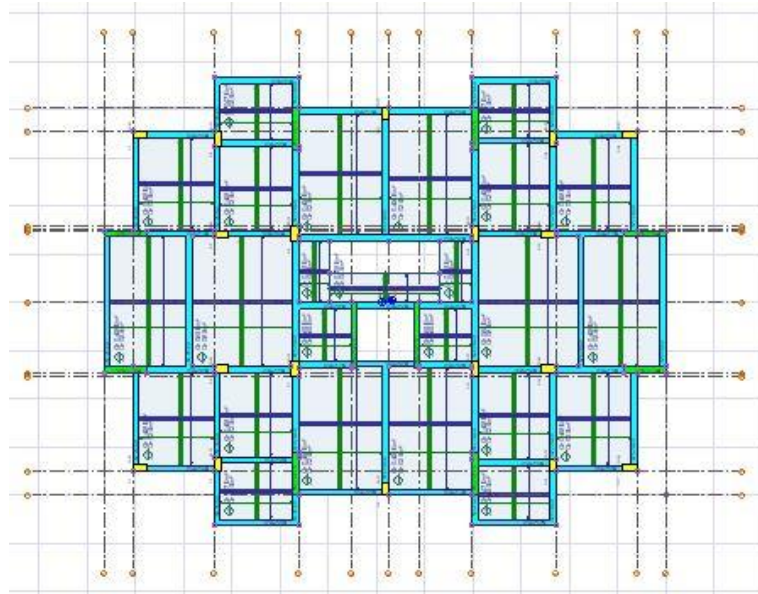


-Mimari projede yerleri belirlenmiş olan kolonlardan geçecek şekilde akslar yerleştirilir (Şekil 3.3.) ve akslar ile kolonlar isimlendirilir.



Şekil 3.3. İdecad aksların belirlenmesi

-Yapı karkası oluşturulacak şekilde kirişler çizilir ve kolonlara bağlanarak kirişlere de numaralandırma yapılır.



Şekil 3.4. İdecad taşıyıcı sistem çizimi örneği

- Eğer kirişlerin üzerinde duvarlar var ise numaralandırmadan sonra üzerinde duvar olan kolon seçilerek açılan sekmede üzerine duvar ölçülerine ve malzemesine göre yük bindirilir.

-Kirişlerin tümüne benzer uygulamalar yapıldıktan sonra üzerine döşeme tabliyesi oturtulur. Aynı şekilde döşemeler de belirttikleri alanlara göre isimlendirilirler ve üzerine yapılacak kaplama hangi türde ise (parke, seramik, doğal taş vb.) bu kaplamaya özgü ağırlıklar döşemeye işlenerek yükleme yapılır. Yapı içerisinde kalan ve kirişlere değil de döşemelere oturan duvarlar varsa bunlar da ilgili alanlardaki döşemeye girilerek yükleri belirtilir.

-Asansör, merdiven gibi döşemede yırtıklar oluşturacak yapılar var ise bu alanlarda döşemeler kaldırılır ve yırtık etrafına kirişler eklenerek çerçeve oluşturacak şekilde statik sistem tamamlanır.

-Bir kat için yukarıda anlatılan işlemler tamamlandıktan sonra, kat ayarları bölümünden kat yüksekliği atanır ve yapı kaç katlı ise sisteme bu bilginin girişi yapılır.

-Aynı özellikteki planlar üst ya da alt katlara eklenir.

-Eğer katlar arasında farklılıklar var ise yine kat bazında bu düzeltmeler yapılır. Örneğin hareketli yüklerdeki değişiklikler ya da kaplamalardaki değişiklikler bu şekilde düzeltilebilir.

-Plankote den proje kotları okunarak temel kotu programa işlenir.

-Yüklerin taşıyabileceği ölçüde temel yüksekliği belirlenir. Bu teze konu proje bodrum, zemin, 1. ve 2.katlardan yani toplam 4 kattan oluştuğu için radye temel yüksekliği 40cm olarak belirlenmiştir.

-Temelin etrafına perdeler çizilerek bu alan içerisine dolgu yapılacaksa temele ilave toprak yükü eklenir.

-Eğer projede otopark var ise temele ilave hareketli yük girilir. Fakat depo, bodrum ya da sığınak gibi alanlar mevcutsa ilave duvar yükleri girilebilir.

-Temelin projelendirilmesi tamamlandıktan sonra çatı katı projelendirilmesine geçilerek bina saçakları çizilir.

-Katlar kopyalanırken çatı katına da aynı plan işlendiği için burada bulunmayan duvar yükleri kaldırılarak çatı katı planına uygun şekilde (gezilebilir teras ya da çatı arası odaları olabilir) yükler tanımlanır.

-Asansör, makine dairesi ve merdivenkovalarının çatı katında bulunan kısımları için perdeler ya da duvarlar oluşturulur.

-Bütün yüklemeler ve eleman çizimleri tamamlandıktan sonra analiz kısmına geçilir ve zemin etüt raporları sayesinde elde edilen zemin sınıfı, taşıma gücü, deprem tasarım spektrumları gibi değerler girilir.(Şekil 3.5.)

TBDY 2018 Analiz Ayarları Sihirbazı

Bina Kullanım Sınıfı / Bina Önem Katsayısı (BKS / I) :

Eksantriste oranı :

Tağıyıcı sistem davranış katsayısı (R) X:   (4/5)R Uygula

Tağıyıcı sistem davranış katsayısı (R) Y:   (4/5)R Uygula

Dayanım fazlalığı Katsayısı (D) X:

Dayanım fazlalığı Katsayısı (D) Y:

Deprem yer hareketi düzeyi :  
 DD-1  
 DD-2  
 DD-3  
 DD-4

Bina sistemi :  
 Betonarme  
 Çelik  
 Çelik+Betonarme

Süneklik düzeyi :  
 Yüksek  
 Sınırlı  
 Kama

Gevrek malzemeden yapılmış dolgu duvarların veya çerçeve elemanlarının yapıya bağlantısı :  
 Esnek derz veya bağlantı yok, tamamen bitişik (4.9.1.3.a)  
 Cephe elemanları esnek bağlantılarla bağlı veya dolgu duvarlar bağımsız (4.9.1.3.b)

Kolon kiriş kesme güvenliğinde konsol ve basit kirişleri dikkate al  
 (TBDY 2018 7.5.2. vb.) sünek yapı maddelerini rijit bodruma uygula  
 4.3.2.4 maddesini tüm perdeli sistemlere uygula  
 Perde devrilme momenti hesabında 1/3 şartını sağlamayan bağ kirişlerinin de (Nv) katkısını dikkate al

Şekil 3.5. İdecad analiz ayarlarının yapılması

-Betonarme sekmesinden kullanılması istenen donatıların çap aralıkları girilir. Çap seçimleri deneyim ve ön görüşle ilişkili olarak 3-4 katları binalarda genellikle Ø8-Ø14 aralığındadır. (Şekil 3.6) Binada kat sayısı ve buna bağlı yükler arttıkça çaplarda da artış olabilir.

Donatı Seçimi

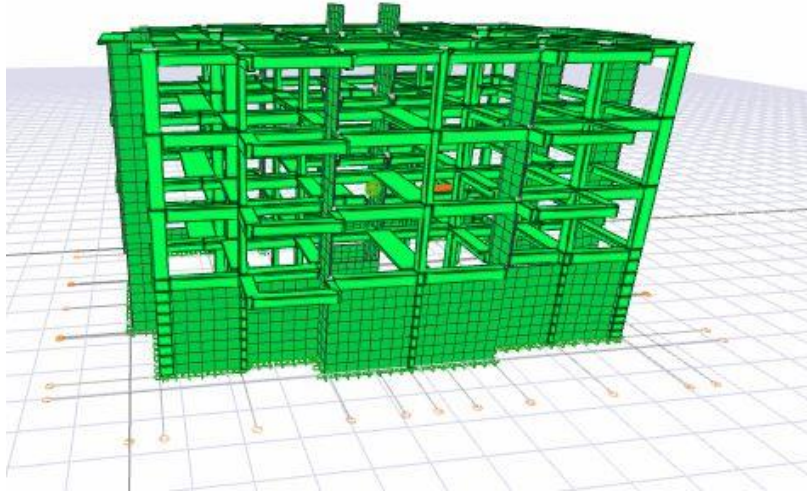
Nervür-Kaset Kiriş-Bağ Kirişi	İstinat Duvar		Kuyu Temel		Merdiven		Kazık		Kabuk										
	Kolon	Perde	Döşeme-Radye	Döşeme	Tekil Temel	Sürekli Temel	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32
Montaj :	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Düz :	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Pilve :	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
İlave :	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Etriye :	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Çapraz :			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Çapraz Etriye :	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Kiriş  
 Bağ Kirişi

Tamam İptal

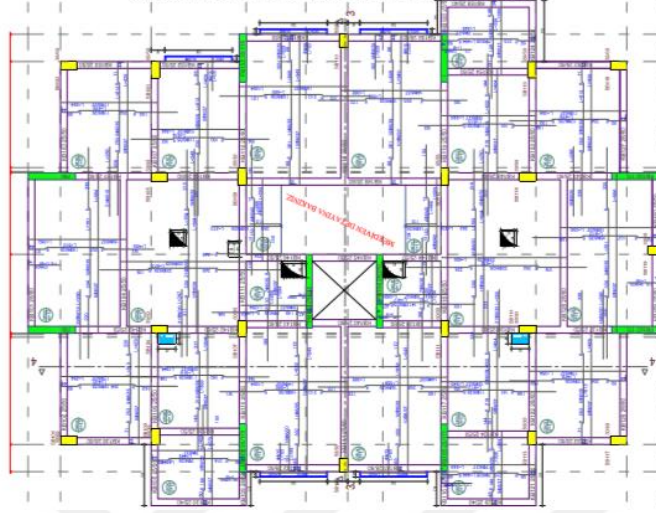
Şekil 3.6. İdecad donatı ayarları

- Analiz butonuna basılarak statik analiz yapılır.
- Analiz tamamlandıktan sorunlu olan bölgeler program tarafından noktasal belirtilmiştir.
- Belirtilen elemanlardaki soruna çözüm olacak düzeltmeler yapılır, bunlar kesitlerdeki yetersizlikleri gidermek adına boyutlarda büyüme ya da donatı çaplarını değiştirme olabilir.
- Sorunsuz bir sistemle (Şekil 3.7.) karşılaşılan kadar analiz tekrarlanır.



Şekil 3.7. İdecad çizimin 3 boyutlu görüntüsü

-Statik açıdan yeterli sisteme ulaşıldıktan sonra projeye ait raporların ve metrajların çıktısı alınarak statik proje (Şekil 3.8.) autocad programına aktarılır.



Şekil 3.8. İdecad tamamlanmış statik sistem

Statik ve mimari projelerin tamamlanmasının ardından belediyenin ilgili komisyonuna sunularak onay alındıktan ve uygulama projesi kesinleştikten sonra yapı maliyetinin hesaplaması yapılır. Yapı maliyetini oluşturan kalemler kısmında bu konuyla ilgili detaylı bilgiler verilmiştir. Yapının ince ve kaba işleri ile ilgili metraj formları (Tablo 3.1.), malzemelere ilişkin teklifler ve işçiliklerle ilgili birim fiyatlar toplandıktan sonra yapı maliyeti hesaplanabilir.

Tablo 3.1. İdecad donatı çaplarının dağılımı

**DONATI METRAJI**

Açıklama	Ø8	Ø10	Ø12	Ø14	Ø16	Ø18	Ø20	Ø22	Ø24	Ø26	Ø28	Ø30	Ø32	(Ø8-Ø12)	(≥Ø14)
<b>2. KAT</b>															
Döşemeler	2333.40													2333.40	
KİRİŞLER	905.07		1235.75	45.07										2140.81	45.07
PERDELER	565.20		325.44	326.42										890.64	326.42
KOLONLAR	871.15			802.11										871.15	802.11
<b>KAT TOPLAM</b>	<b>4674.81</b>		<b>1561.19</b>	<b>1173.60</b>										<b>6236.00</b>	<b>1173.60</b>
<b>1. KAT</b>															
Döşemeler	2315.54													2315.54	
KİRİŞLER	905.07		1376.32	96.73										2281.38	96.73
PERDELER	509.84		348.02	365.42										857.87	365.42
KOLONLAR	860.56			930.96										860.56	930.96
<b>KAT TOPLAM</b>	<b>4591.01</b>		<b>1724.34</b>	<b>1393.12</b>										<b>6315.35</b>	<b>1393.12</b>
<b>ZEMİN KAT</b>															
Döşemeler	2303.78													2303.78	
KİRİŞLER	905.07		1359.40	135.95										2264.47	135.95
PERDELER	509.84		348.02	365.42										857.87	365.42
KOLONLAR	860.75			930.96										860.75	930.96
<b>KAT TOPLAM</b>	<b>4579.44</b>		<b>1707.43</b>	<b>1432.33</b>										<b>6286.87</b>	<b>1432.33</b>
<b>1. BODRUM</b>															
Döşemeler	2264.12													2264.12	
KİRİŞLER	884.74		1327.32	132.32										2212.05	132.32
PERDELER	2827.47		2592.45	1316.16										5419.93	1316.16
KOLONLAR	1429.88			1792.46										1429.88	1792.46
RADYE TEMELLER	336.47			11788.05										336.47	11788.05
<b>KAT TOPLAM</b>	<b>7742.68</b>		<b>3919.77</b>	<b>15028.99</b>										<b>11662.45</b>	<b>15028.99</b>
<b>GENEL TOPLAM</b>	<b>21587.95</b>		<b>8912.72</b>	<b>19028.04</b>										<b>30500.67</b>	<b>19028.04</b>

İdecad programının sunduğu metraj formlarında merdivenlere ait kalıp, demir ve beton metrajları hesaplanmadığı için bu alanlar manuel olarak elle hesaplanmış ve maliyet cetveline eklenmiştir. Bu tez kapsamında yapılacak maliyet hesabında KDV tutarları, yüklenici kar oranları, işçilik giderleri gibi kalemler maliyete dâhil edilmeyecektir. Asıl amaç depremin maliyete etkisinin araştırılması olduğu için bu kalemler karşılaştırmada etkin bir fark yaratmayacaktır. Maliyet analizine başlanırken, MS Excel programında bir tablo oluşturuldu ve Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından yayımlanan 2020 İnşaat Birim Fiyatlarına Esas İşçilik-Araç Ve Gereç Rayiç Listelerinden bu tezde kullanılacak poz numaraları, poz tarifleri ve birim fiyatları bu tabloya aktarıldı. Aktarılan her bir iş kaleminin birimleri, miktarları ve tutarları da sütun başlıkları olarak eklendi. İdecad programının sunmuş olduğu metraj cetvellerinden toparlanan miktarlar her bir kalem için ayrı ayrı bu sütunlara eklenerek birim fiyatlarla çarpılarak toplam maliyet hesaplandı. Daha sonra bütün kalemlerin maliyetlerinin genel toplamı alınarak tablonun sağ alt köşesine işlenmiştir.

## 4. BULGULAR

### 4.1. 1996 YILI TÜRKİYE DEPREM RİSK HARİTASI VE 2007 YILI YÖNETMELİĞİNE BİNAEN YAPILAN METRAJ ÇALIŞMASI (4 KATLI BİNA TASARIMI İÇİN)

1996 Yılındaki Türkiye Deprem Bölgeleri Haritası ve 2007 Yılı Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkındaki Yönetmelik esas kabul edildiği zaman 2020 yılı birim fiyatları ile bodrum dâhil 4 katlı bir binanın kaba inşaatının maliyeti 705.929,03₺ olarak hesaplanmıştır (Tablo 4.1.).

Tablo 4.1. 1996 ve 2007 yönetmelikleri metraj ve maliyet çalışması

1996 Yılı Türkiye Deprem Risk Haritası ve 2007 Yılı Deprem Yönetmeliğine Göre YAKLAŞIK MALİYET TABLOSU Not: Birim Fiyat ve Poz Tarifleri 2020 yılına aittir						
İşin Adı:		Kırşehir İli Merkez İlçesi Kayabaşı Mahallesi 4 Katlı Bina İnşaatı (Bodrum Dahil)				
Sıra No	Poz No	Tanımı	Birimi	Miktarı	Birim Fiyatı	Tutarı
1	151201101	Makine ile her derinlikte ve her genişlikte yumuşak ve sert toprak kazılması (derin kazı)	m3	339,42	6,29 ₺	2.134,95 ₺
2	152501101	2,5cm kalınlığında 450kg çimento dozlu şap yapılması	m2	437,41	30,43 ₺	13.310,39 ₺
3	152101004	Ocak taşı ile blokaj yapılması	m3	65,61	102,69 ₺	6.737,59 ₺
4	152451002	250 gr/m2 ağırlıkta geotekstil keçe serilmesi	m2	454,00	4,79 ₺	2.174,66 ₺
5	152101003	Ocaktan çaplanmış moloz taşı ile 200 dozlu çimento harçlı kargir inşaat yapılması	m3	374,00	260,73 ₺	97.513,02 ₺
6	151501005	Beton santralinde üretilen veya satın alınan ve beton pompasıyla basılan C25/30 basınç dayanım sınıfında, gri renkte normal hazır beton dökülmesi (beton nakli dahil)	m3	550,32	253,63 ₺	139.578,42 ₺
7	151601003	Ø8-Ø12 mm nervürlü beton çelik çubuğu, çubukların kesilmesi, bükülmesi ve yerine konulması	ton	30,71	4.444,21 ₺	136.490,58 ₺
8	151601004	Ø14-Ø28 mm nervürlü beton çelik çubuğu, çubukların kesilmesi, bükülmesi ve yerine konulması	ton	19,03	4.362,90 ₺	83.017,26 ₺
9	151801003	Plywood ile düz yüzeyli betonarme kalıp yapılması	m2	3347,80	67,20 ₺	224.972,16 ₺
<b>Genel Toplam</b>						<b>705.929,03 ₺</b>

## 4.2. 2019 YILI TÜRKİYE DEPREM RİSK HARİTASI VE 2018 YILI YÖNETMELİĞİNE BİNAEN YAPILAN METRAJ ÇALIŞMASI (4 KATLI BİNA TASARIMI İÇİN)

1996 Yılındaki Türkiye Deprem Risk Haritası ve 2007 Yılı Deprem Yönetmeliği esas kabul edildiği zaman 2020 yılı birim fiyatları ile, bodrum dahil 4 katlı bir binanın kaba inşaatının maliyeti 710.779,74₺ olarak hesaplanmıştır (Tablo 4.2.).

Tablo 4.2. 2018 ve 2019 yönetmelikleri metraj ve maliyet çalışması

2019 Yılı Türkiye Deprem Risk Haritası ve 2018 Yılı Deprem Yönetmeliğine Göre YAKLAŞIK MALİYET TABLOSU Not: Birim Fiyat ve Poz Tarifleri 2020 yılına aittir						
İşin Adı:		Kırşehir İli Merkez İlçesi Kayabaşı Mahallesi 4 Katlı Bina İnşaatı (Bodrum dahil)				
Sıra No	Poz No	Tanım	Birimi	Miktarı	Birim Fiyatı	Tutarı
1	151201101	Makine ile her derinlikte ve her genişlikte yumuşak ve sert toprak kazılması (derin kazı)	m3	339,42	6,29 ₺	2.134,95 ₺
2	152501101	2,5cm kalınlığında 450kg çimento dozlu şap yapılması	m2	437,41	30,43 ₺	13.310,39 ₺
3	152101004	Ocak taşı ile blokaj yapılması	m3	65,61	102,69 ₺	6.737,64 ₺
4	152451002	250 gr/m2 ağırlıkta geotekstil keçe serilmesi	m2	454,00	4,79 ₺	2.174,66 ₺
5	152101003	Ocaktan çaplanmış moloz taşı ile 200 dozlu çimento harçlı kargir inşaat yapılması	m3	374,00	260,73 ₺	97.513,02 ₺
6	151501005	Beton santralinde üretilen veya satın alınan ve beton pompasıyla basılan C25/30 basınç dayanım sınıfında, gri renkte normal hazır beton dökülmesi (beton nakli dahil)	m3	549,83	253,63 ₺	139.453,38 ₺
7	151601003	Ø8-Ø12 mm nervürlü beton çelik çubuğu, çubukların kesilmesi, bükülmesi ve yerine konulması	ton	31,88	4.444,21 ₺	141.672,53 ₺
8	151601004	Ø14-Ø28 mm nervürlü beton çelik çubuğu, çubukların kesilmesi, bükülmesi ve yerine konulması	ton	18,89	4.362,90 ₺	82.397,73 ₺
9	151801003	Plywood ile düz yüzeyli betonarme kalıp yapılması	m2	3353,95	67,20 ₺	225.385,44 ₺
<b>Genel Toplam</b>						<b>710.779,74 ₺</b>



### 4.3 KARŞILAŞTIRMALI YAKLAŞIK MALİYET TABLOSU (4 KATLI BİNA TASARIMI İÇİN)

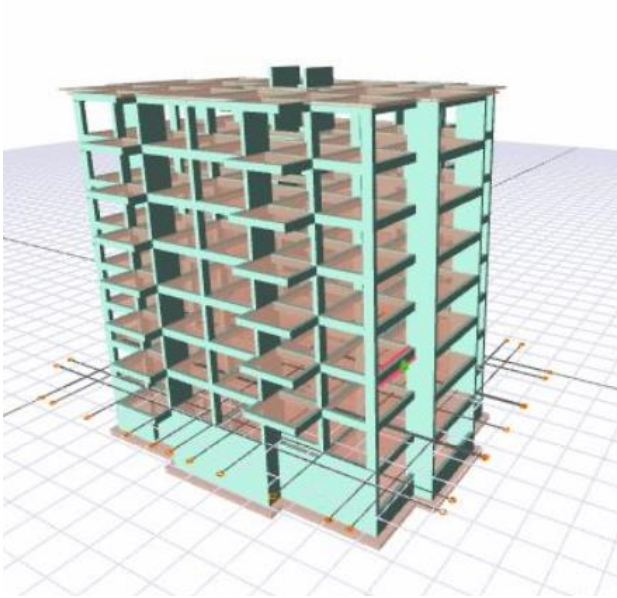
Karşılaştırmalı olarak iki ayrı çalışmanın genel tablosunda, farklı maliyetler kırmızı renkle belirtilmiştir. Bu fiyat farkına sebep olan neden metrajlardaki farklılıklardır.(Tablo 4.3.) Metrajlardaki farklılıklar ise yönetmeliklerde meydana gelen değişikliklerden kaynaklanmaktadır. Etriye aralıklarının sıklaşması sonucu toplam donatı ağırlığındaki artış, maliyetinde artışı ile sonuçlanmıştır. Beton miktarı, taşıyıcıların kesitlerinde büyük bir değişiklik olmadığından neredeyse aynı kalmıştır.

Tablo 4.3. Karşılaştırmalı maliyet tablosu

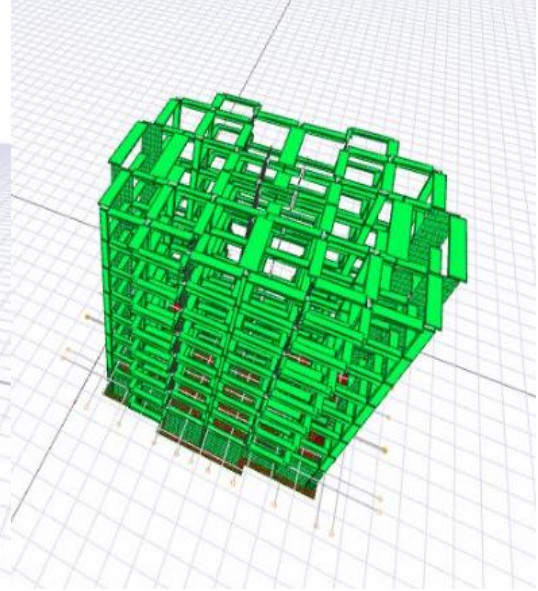
YAKLAŞIK MALİYET TABLOSU (KARŞILAŞTIRMALI)								
Not: Birim Fiyat ve Poz Tarifleri 2020 yılına aittir								
İşin Adı:		Kırşehir İli Merkez İlçesi Kayabaşı Mahallesi 4 Katlı Bina İnşaatı (Bodrum dahil)						
Sıra No	Poz No	Tanımı	Birimi	1996 TDRH & 2007 DY MİKTARLARI	2019 TDRH & 2018 DY MİKTARLARI	Birim Fiyatı	1996 TDRH & 2007 DY TUTARI	2019 TDRH & 2018 DY TUTARI
1	151201101	Makine ile her derinlikte ve her genişlikte yumuşak ve sert toprak kazılması (derin kazı)	m3	339,42	339,42	6,29 ₺	2.134,95 ₺	2.134,95 ₺
2	152501101	2,5cm kalınlığında 450kg çimento dozlu şap yapılması	m2	437,41	437,41	30,43 ₺	13.310,39 ₺	13.310,39 ₺
3	152101004	Ocak taşı ile blokaj yapılması	m3	65,61	65,61	102,69 ₺	6.737,59 ₺	6.737,64 ₺
4	152451002	250 gr/m2 ağırlıkta geotekstil keçe serilmesi	m2	454,00	454,00	4,79 ₺	2.174,66 ₺	2.174,66 ₺
5	152101003	Ocaktan çaplanmış moloz taşı ile 200 dozlu çimento harçlı kargir inşaat yapılması	m3	374,00	374,00	260,73 ₺	97.513,02 ₺	97.513,02 ₺
6	151501005	Beton santralinde üretilen veya satın alınan ve beton pompasıyla basılan C25/30 basınç dayanım sınıfında, gri renkte normal hazır beton dökülmesi (beton nakli dahil)	m3	550,32	549,83	253,63 ₺	139.578,42 ₺	139.453,38 ₺
7	151601003	Ø8-Ø12 mm nervürlü beton çelik çubuğu, çubukların kesilmesi, bükülmesi ve yerine konulması	ton	30,71	31,88	4.444,21 ₺	136.490,58 ₺	141.672,53 ₺
8	151601004	Ø14-Ø28 mm nervürlü beton çelik çubuğu, çubukların kesilmesi, bükülmesi ve yerine konulması	ton	19,03	18,89	4.362,90 ₺	83.017,26 ₺	82.397,73 ₺
9	151801003	Plywood ile düz yüzeyli betonarme kalıp yapılması	m2	3347,80	3353,95	67,20 ₺	224.972,16 ₺	225.385,44 ₺
<b>Genel Toplam</b>							<b>705.929,03 ₺</b>	<b>710.779,74 ₺</b>

#### 4.4 TASARIM 7 KATLI YAPILSAYDI, MALİYETİ NASIL OLURDU?

- Eğer taşıma gücü değerinde ve koordinatlarda herhangi bir değişiklik yapılmadan bina tasarımında kat adedi arttırılır ve 7'ye çıkarılsaydı metrajlarda nasıl bir değişiklik söz konusu olurdu?
  - Binanın hem sabit hem de hareketli yükleri artacağı için; donatı, beton ve kalıp metrajlarında herhangi bir artış söz konusu olacak mıydı?
- Yukarıda sıralanmış sorulara cevap verebilmek adına, tüm veriler aynı kabul edilerek sadece kat adedi arttırılmış haliyle yeniden statik hesap yapılmış ve metrajlar karşılaştırmalı olarak tablo haline getirilmiştir.



Şekil 4.1. 7 Katlı Bina Modeli



Şekil 4.2. 7 Katlı Bina Analizi

## 4.5 KARŞILAŞTIRMALI YAKLAŞIK MALİYET TABLOSU (7 KATLI BİNA TASARIMI İÇİN)

Yukarıda 4 katlı bina için yapılan hesaplamalar, 7 katlı bir bina için tekrar ele alınmıştır ve Tablo 4.4’de gösterilen sonuçlar elde edilmiştir.

Tablo 4.4. Karşılaştırmalı maliyet tablosu (7 Katlı Bina Tasarımı İçin)

YAKLAŞIK MALİYET TABLOSU (KARŞILAŞTIRMALI)								
Not: Birim Fiyat ve Poz Tarifleri 2020 yılına aittir								
İşin Adı:		Kırşehir İli Merkez İlçesi Kayabaşı Mahallesi 7 Katlı Bina İnşaatı (Bodrum dahil)						
Sıra No	Poz No	Tanım	Birimi	1996 TDRH & 2007 DY MİKTARLARI 7 KATLI BİNA	2019 TDRH & 2018 DY MİKTARLARI 7 KATLI BİNA	Birim Fiyatı	1996 TDRH & 2007 DY TUTARI	2019 TDRH & 2018 DY TUTARI
1	151201101	Makine ile her derinlikte ve her genişlikte yumuşak ve sert toprak kazılması (derin kazı)	m3	339,42	339,42	6,29 ₺	2.134,95 ₺	2.134,95 ₺
2	152501101	2,5cm kalınlığında 450kg çimento dozlu şap yapılması	m2	437,41	437,41	30,43 ₺	13.310,39 ₺	13.310,39 ₺
3	152101004	Ocak taşı ile blokaj yapılması	m3	65,61	65,61	102,69 ₺	6.737,59 ₺	6.737,64 ₺
4	152451002	250 gr/m2 ağırlıkta geotekstil keçe serilmesi	m2	454,00	454,00	4,79 ₺	2.174,66 ₺	2.174,66 ₺
5	152101003	Ocaktan çaplanmış moloz taşı ile 200 dozlu çimento harçlı kargir inşaat yapılması	m3	374,00	374,00	260,73 ₺	97.513,02 ₺	97.513,02 ₺
6	151501005	Beton santralinde üretilen veya satın alınan ve beton pompasıyla basılan C25/30 basınç dayanım sınıfında, gri renkte normal hazır beton dökülmesi (beton nakli dahil)	m3	970,80	971,82	253,63 ₺	246.224,00 ₺	246.482,71 ₺
7	151601003	Ø8-Ø12 mm nervürlü beton çelik çubuğu, çubukların kesilmesi, bükülmesi ve yerine konulması	ton	57,74	58,97	4.444,21 ₺	256.595,35 ₺	262.052,84 ₺
8	151601004	Ø14-Ø28 mm nervürlü beton çelik çubuğu, çubukların kesilmesi, bükülmesi ve yerine konulması	ton	28,08	35,24	4.362,90 ₺	122.527,68 ₺	153.739,87 ₺
9	151801003	Plywood ile düz yüzeyli betonarme kalıp yapılması	m2	6019,39	6015,97	67,20 ₺	404.503,01 ₺	404.273,18 ₺
<b>Genel Toplam</b>							<b>1.151.720,66 ₺</b>	<b>1.188.419,27 ₺</b>

7 katlı tasarım için yapılan statik hesap ve maliyet analizi sonucunda, 1996 Deprem Risk Haritası ve 2007 Yılı Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkındaki Yönetmelik esaslarına göre kaba inşaat maliyeti 1.151.720,66 TL, 2019 yılı Türkiye Deprem Risk Haritası ve 2018 yılında değişen Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği esaslarına göre kaba inşaat maliyeti 1.188.419,27 TL olarak belirlenmiştir.

Burada yapılan tüm analiz ve çalışmalarda Bina Önem Katsayısı 1,0 alınmıştır. Yani tasarımlar ikamet alanları için yapılmıştır. Eğer bu katsayısı 1,50'ye çıkarılacak olursa ve tasarım, deprem sonrası kullanılması gereken binalar statüsündeki bir yapı için yapılacak olursa metrajlarda artış kaçınılmaz olacaktır. Bunun sebebi de doğal afetler sonrasında bu alanlarda oluşacak yoğun insan trafiğinden dolayı yapının rijitliğini arttırmak adına tasarımda kullanılacak; demir miktarındaki, beton kalitesindeki ve kesit çaplarındaki değişikliklerdendir.

## 5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, 1996 Deprem Risk Haritasına göre 1.derece deprem bölgesi iken 2019 yılında güncellenen Türkiye Deprem Risk Haritası'nda 3.derece deprem bölgesi olarak düzeltilmiş Kırşehir ilinde, 2007 Yılı Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkındaki Yönetmeliği ve 2018 yılında değişen Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği ile yapılacak bir bina inşaatının maliyetlerindeki farklılıkların hesaplanması amaçlanmıştır.

Bu amaç doğrultusunda, AFAD üzerinden Kırşehir İli Merkez İlçesi Kayabaşı Mahallesiindeki bir parselden zemin etüt raporu alınarak Autocad programında mimari tasarımı yapılmış bir binanın İdecad programında statik çözümlenmesi yapılmıştır. Bu çözümlenme sonrasında elde edilen metrajlar MS Excel programında tablo haline getirilerek 2020 İnşaat Birim Fiyatlarına Esas İşçilik-Araç Ve Gereç Rayiç Listeleri'nden alınan birim fiyatlar ile çarpılarak maliyetlere ulaşılmıştır.

Güncel harita ile deprem risk sınıfı 1'den 3'e düşürülen Kırşehir ilinde maliyetin de aynı şekilde düşeceği beklenirken, bina deprem yönetmeliklerinin de değişmesi sonucunda maliyetin arttığı gözlemlenmiştir. Buna sebep olarak 2007 yönetmeliğinden farklı olarak 2018 yönetmeliğinde minimum kolon kesitlerinin ve etriye-çiroz sıklıklarının artırılması gösterilebilir. Bu sebeple hesaplamalarda hem kolonlar için dökülen beton metrajında artış ve buna bağlı olarak kalıp metrajlarında artış hem de donatı ağırlıklarında artış gözlemlenmiştir. Hesaplanan iki maliyet arasındaki fark %0,68 olarak belirlenmiştir.

Maliyet hesabı yapılan binanın 2019'daki haritada 3.derece deprem bölgesinde olmasına rağmen 1996'daki haritada 1.derece deprem bölgesindeki haliyle maliyetinin ortalama aynı değerlere sahip olması, yönetmeliklerin değişmesi ile artan kesit ve sıklaşan donatılar vasıtasıyla depreme daha dayanıklı binaların inşa edilmesindeki yaklaşımı ortaya koyuyor. Yani 1996'dan bu yana depreme bakış açısı olumlu yönde değişen Türkiye'de depremin binalara verdiği hasarları azaltmak için artık daha rijit yapılar yapılması adına gelişmeler olduğu aşikârdır. Deprem risk sınıflarının yerini 2018 yılında yayımlanan TBDY'de spektral ivme katsayılarına bırakması ile bina tasarımı da artık risk sınıflarına göre değil spektral ivme katsayılarına göre yapılmaya başlanmıştır. Bu teze konu projenin çözümlenmesinde kullanılan İdecad programı da Çevre ve Şehircilik Bakanlığının izin

verdiği DD-2 ve DD-3 spektral büyüklüklerin ortak çözümlenmesini kullanarak statik hesap yapmaktadır.

DD-1 ve DD-4 spektral büyüklük sınıfları ülkemizde kullanılmadığı için bina maliyetinin değişmesindeki en büyük etken zemin etüt raporları ile belirlenen taşıma gücü değerindeki farklıklar olacaktır. Bilgisayar destekli bina tasarımında (İdecad için) koordinata göre zemin raporu kullanıldığı için, program statik çözümlenmeyi yaparken de koordinatı girilen bölgenin zemin taşıma gücünü ve spektral büyüklük değerlerini referans almaktadır. Bu nedenle bu teze konu bina için kullanılan koordinatlar değiştirilmediği sürece spektral ivme katsayısı da değişmeyecektir. Şayet değişse bile, taşıma gücü değerinde bir farklılık olmadığı takdirde, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı yalnızca DD-2 ve DD-3 spektral ivme büyüklüklerinin kullanılmasına müsaade ettiği için elde diledik sonuçlar aynı olacaktır.

Maliyetler arasındaki fark 4 Katlı bina için %0,68 iken 7 Katlı bina için %3,18 olarak belirlenmiştir. Bu yüzdeler dilim ise 36.698,61 TL'ye tekabül etmektedir. Yüzdeler dilimdeki artış ince demir metrajındaki artıştan gelmektedir ve bunun sebebi etriye sıklıklarından kaynaklanmaktadır. Güncel yönetmelik ve harita esas alınarak hesaplanan maliyet, önceki yönetmelik ve harita esas alınarak yapılan hesaplanan maliyetten fazla olsa da 4 Katlı bina tasarımı için elde edilen bütün sonuçları ve değerlendirmeleri 7 Katlı bina tasarımı için de söylemek mümkündür. Türkiye'de artık deprem anlayışının olumlu yönde değiştiğinin ve yeni yönetmelikler/haritalar ile daha dayanımlı/dayanıklı binaların tasarımının yapılacağını söylemek kaçınılmazdır. Bina önem katsayısının 1,0 ya da 1,50 olması konusunda ise, bu katsayı tasarımda kullanılan deprem parametresini direk olarak etkilediği için tasarım emiyet gerilmesi değerinin küçülmesine neden olacaktır. Emniyet gerilmesi değerinin küçülmesiyle de yapının taşıyacağı gerilmenin güvenli bölgede kalması adına taşıyıcılığının artması gerekecektir. Bu artış da yalnızca kesitlerin, donatı sıklıklarının ve donatı miktarının artmasıyla mümkün olacaktır. Metrajlardaki artış maliyete de yansıtacağı için, maliyette de azımsanmayacak boyutlarda yükselmeler gözlemlenecektir.

## KAYNAKLAR

1. Bıkçe M. (2015), Türkiye’de Hasara Ve Can Kaybına Neden Olan Deprem Listesi (1900-2014), İzmir.
2. Önal M. Mustafa (2017), Bina Kalitesi-Zemin İlişkisi Kırşehir Örneği, Ahi Evran Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, 40100, Kırşehir/Türkiye.
3. Özaydın K. (1978), Deprem Mühendisliğinde Zemin İle İlgili Problemlere Genel Bakış, Türkiye İnşaat Mühendisliği 7.Teknik Kongresi 25-27 Ekim, Ankara/Türkiye.
4. Gülmez Ö. (2010), Depremde Hasar Gören Betonarme Yapıların Güçlendirilmesi Ve Mimariye Olan Etkisi, İstanbul.
5. Kaynak U. (2011), Deprem Öngörü Aracı Olarak Türkiye’nin Sismotektoniği, Van Depremi ve Deprem Özel Sayısı.
6. Pampal S. ve Özmen B. (2007), Türkiye Deprem Bölgeleri Haritalarının Tarihsel Gelişimi.
7. Koçer M., Nakipoğlu A., Öztürk B., Al-Hagrı M.G., Arslan M.H. (2018), Deprem Kuvvetine Esas Spektral İvme Değerlerinin TBDY 2018 Ve TDY 2007’ye Göre Karşılaştırılması, Konya.
8. Aydınoglu M. Nuray (2018), TBDY – 2018’E Göre Deprem Etkisi Altında Binaların Tasarım Esasları.
9. Tatlıdere D. (2005), Deprem Bölgelerinde Betonarme Taşıyıcı Sistem Tasarımı Ve Marmara Depremi Sonrası Yapılan Kalıcı Konutların Değerlendirilmesi.
10. Keskin E., Bozdoğan K.B. (2018), 2007 Ve 2018 Deprem Yönetmeliklerinin Kırklareli İli Özelinde Değerlendirilmesi, Çanakkale.
11. Uzundurukan S. ve Göksan T. Selçuk (2013), Geoteknik Mühendisliği ve Eğitimi, Süleyman Demirel Üniversitesi 4. Geoteknik Sempozyumu.
12. Çokça E. (2004), Geoteknik Mühendisliği Lisans Eğitimi Üzerine Bazı Düşünceler, Ankara.
13. Çağlayan A. (2010), Savcılı Fay Zonunun (Kırşehir) Yapısal Analizi, Ankara.
14. Temiz U. (2004), Kırşehir Dolayının Neotektoniği Ve Depremselliği, Ankara.
15. Çellek S. ve Önal M. M. (2016), İç Anadolu’da Geleneksel Türk Evleri, Yapısal Özellikleri, Yozgat Ve Kırşehir Örneği, Kırşehir.

16. Karayer A. (2018), Severcan M.H., Farklı Tip Betonarme Yapıların Paket Programlar İle Analizi Ve Karşılaştırılması, Niğde.
17. Akköse M., Ateş Ş., Adanur S. (2008), Yapı Statiği-I, Karadeniz Teknik Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümü.
18. Aydemirc., Zorbozan M., Alacalı S. (2009), Dikdörtgen Kesitli Betonarme Kolonların Mp Moment Kapasitelerinin Belirlenmesi.
19. Özkan Ö. (2014), Çeşitli Sınıflardaki Beton Dayanımlarının Yapı Maliyetine Etkisi, Zonguldak.
20. Yanık A. (2013), Yüksek Dayanım Ve Şekil Değiştirme Özellikli Çeliklerin Kolon Kesitinde Donatı Olarak Kullanımı, Manisa.
21. Karagöz E.M. (2019), BIM İle Yapı Yaklaşık Maliyeti Hesaplama Önerisi,.
22. Bostancıoğlu E. (2006), Konut Binalarının Ön Tasarımında Bir Maliyet Tahmin Modeli.
23. Türkmen M. ve Tekeli H. (2005), Deprem Bölgesi ve Yerel Zemin Sınıflarının Bina Maliyetine Etkileri.
24. Elçi H. (2012), Betonarme Kolonlarda Donatı Oranlarının Belirlenmesi.
25. T.C. Çevre Ve Şehircilik Bakanlığı Yüksek Fen Kurulu Başkanlığı İnşaat Birim Fiyatlarına Esas İşçilik-Araç Ve Gereç Rayiç Listeleri (2020).
26. T.C. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Esaslar (2007).
27. T.C. Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı, Deprem Etkisi Altında Binaların Tasarımı İçin Esaslar, (2018).
28. T.C. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, Betonarme Yapıların Tasarım Ve Yapım Kuralları,(2000).
29. Türk Standartları Enstitüsü, Yapı Elemanlarının Boyutlandırılmasında Alınacak Yüklerin Hesap Değerleri, (1987).
30. Türk Standartları Enstitüsü, Yapıların Projelendirilme Esasları-Taşıyıcı Olan Ve Olmayan Elemanlar Depolanmış Malzemeler-Yoğunluk, (1997).



## ÖZGEÇMİŞ

### Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : ULAŞ EMRE ERARSLAN

Uyruğu : TC

### Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet tarihi
Yüksek lisans	İstanbul Gelişim Üniversitesi	2018 - 2020
Lisans	Gaziosmanpaşa Üniversitesi	2012 - 2016
Lise	Sabancı 50.Yıl Lisesi	2008 - 2012

### İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2018-2019	MSGSÜ Resim Ve Heykel Müzesi	İnşaat Mühendisi (Saha Mühendisi)
2019-2020	Proje Mühendislik Ve Planlama A.Ş.	İnşaat Mühendisi (Teknik Ofis Mühendisi)
2020-	Ercan İnşaat San. Tic. Ltd. Şti.	İnşaat Mühendisi (Alt Yapı Mühendisi)

### Yabancı Dil

İngilizce

### Hobiler

Müzik, şiir, kitap.



*GELİŞİM GELİŞMEKTİR..*