



T.C.
KIRIKKALE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**ANKARA GÜNEY ÇANKAYA BÖLGESİNDEKİ YAPILARIN
SOKAKTAN HIZLI TARAMA YÖNTEMİYLE DEPREM
PERFORMANSLARININ İNCELENMESİ VE MEVCUT
YAPILARIN TBDY-2018'E GÖRE DOĞRUSAL ANALİZLERİ**

**MUZAFFER EMRE ŞAHİNLİ
İNŞAAT ANABİLİM DALI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**DANIŞMAN
Dr. Öğr. Üyesi Şule BAKIRCI ER**

KIRIKKALE-2022



T.C.
KIRIKKALE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**ANKARA GÜNEY ÇANKAYA BÖLGESİNDEKİ YAPILARIN
SOKAKTAN HIZLI TARAMA YÖNTEMİYLE DEPREM
PERFORMANSLARININ İNCELENMESİ VE MEVCUT
YAPILARIN TBDY-2018'E GÖRE DOĞRUSAL ANALİZLERİ**

**MUZAFFER EMRE ŞAHİNLİ
İNŞAAT ANABİLİM DALI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**DANIŞMAN
Dr. Öğr. Üyesi Şule BAKIRCI ER**

KIRIKKALE-2022

Muzaffer Emre ŞAHİNLİ tarafından hazırlanan “ANKARA GÜNEY ÇANKAYA BÖLGESİNDEKİ YAPILARIN SOKAKTAN HIZLI TARAMA YÖNTEMİYLE DEPREM PERFORMANSLARININ İNCELENMESİ VE MEVCUT YAPILARIN TBDY-2018’E GÖRE DOĞRUSAL ANALİZLERİ ” adlı tez çalışması, aşağıdaki jüri tarafından OY BİRLİĞİ / OY ÇOKLUĞU ile Kırıkkale Üniversitesi Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalında YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Dr. Öğretim Üyesi Şule BAKIRCI ER

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Kırıkkale Üniversitesi

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

Başkan: Dr. Öğretim Üyesi Yasin ÇAĞLAR

İnşaat Mühendisliği Mühendisliği, Kırıkkale Üniversitesi

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

Üye : Yrd. Doç. Dr. Eda AVANOĞLU SICACIK

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Gazi Üniversitesi

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

Tez Savunma Tarihi: 08/03/2022

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

.....
Prof. Dr. Recep ÇALIN
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

Kırıkkale 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.

...../...../.....

Muzaffer Emre ŞAHİNLİ

ÖZET

ANKARA GÜNEY ÇANKAYA BÖLGESİNDEKİ YAPILARIN SOKAKTAN HIZLI TARAMA YÖNTEMİYLE DEPREM PERFORMANSLARININ İNCELENMESİ VE MEVCUT YAPILARIN TBDY-2018'E GÖRE DOĞRUSAL ANALİZLERİ

Kırıkkale Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
İnşaat Anabilim Dalı, Yüksek Lisans tezi
Danışman: Dr. Öğretim Üyesi Şule BAKIRCI ER,
MART 2022, 111 Sayfa

Ankara ili ilk çağlardan bu yana farklı medeniyetlerin yaşadığı sürekli yerleşimlerin olduğu bir alandır. Ülkemiz yüzölçümünün %3'ü kadarını kapsamaktadır. Kent ülke nüfusunun yaklaşık %7'sini barındırmaktadır. Ayrıca depremsellik bakımından güvenli bir bölge olarak görülmektedir. Ancak çevresinde bulunan Çankırı, Kırıkkale gibi yerleşimler de dikkate alındığında depremsellik bakımından hareketsiz bir bölge değildir. Kentte 29 Ekim 1923'te Cumhuriyetin ilanı ile imar çalışmaları başlamıştır. O tarihte kayıtlara geçen Kent nüfusu 21446 olarak karşımıza çıkmaktadır. Kent içinde planlı yerleşim alanlarının yanı sıra plansız düzensiz yapılaşmış alanlar da mevcuttur.

Son yıllarda kentsel dönüşüm projeleriyle bu alanlarda düzenli yapılaşma oluşturulmaya başlasa da şu an hala mühendislik hizmeti almadan oluşturulmuş yapılar bulunmaktadır. Depremler özellikle plansız yapılaşma alanlarında önemli yıkımlar meydana getirmektedirler. Bu nedenle olası bir deprem yaşanmadan önce mevcut yapıların sismik risk değerlendirmeleri hızlıca yapılarak mevcut durum tespit edilebilir.

Bu çalışmada Ankara ili Çankaya ilçesinin güney kısımlarında incelenen 1458 yapının sismik risk değerlendirmeleri yapılmıştır. Değerlendirmeler yapılırken Sucuoğlu ve Yazgan'ın kullandığı hızlı tespit yönteminden yararlanılmıştır. İncelenen parametreler yapının kat sayısı, ağır çıkma bulunup bulunmaması, yumuşak kat, topoğrafik durum gibi yapı dışından hızlıca değerlendirilecek unsurlardır. Bu unsurların bulunanlardan her biri ayrı ayrı olumsuzluk puanı olarak belirlenir. Başlangıç puanından eksiltilecek yapının sismik risk analizi yapılmış olur. Yapının incelenmesinde kullanılan PGV (en büyük yer hızı) değeri Türkiye Deprem Tehlike haritasından elde edilir. Deprem kayıtlarından elde edilen en büyük yer ivmesi ile en büyük yer hızının oranı (PGA/PGV) depremin şiddetini gösteren bir parametre olarak kullanılabilir.

Yapısal puan ne kadar düşükse sismik tehlike içeriğinin o kadar yüksek olduğu söylenebilir. İncelenen bina sayısı, binaların kat sayısı, kısa kolon varlığı gibi parametreler grafikler halinde sunulmuştur. Olası bir depremden önce böyle bir hızlı analizin yararlı olacağı düşünülmüştür.

Yapıların deprem performans skorları bulunduktan sonra bilgisayar programı yardımıyla mevcut 3 yapının TBDY-2018'e göre belirlemiş olan analiz yöntemleri

kullanılarak analizleri yapılmıştır. Bu analizler ETABS V15.0.0 bilgisayar yazılım programı yardımıyla gerçekleştirilmiştir. Zaman Tanım Alanında Analiz yönteminde kullanılan deprem ivmelerinin ölçeklendirilmesi SEISMOMATCH V22 bilgisayar programında yapılmıştır. incelenen bölgede yapıların 60 sınır performans değerine göre %21 oranında, 50 sınır performans değerine göre ise %12 oranında güvensiz olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Sokak Taraması, hızlı değerlendirme, yumuşak kat, kısa kolon, en büyük yer ivmesi, en büyük yer hızı, Ankara, Doğrusal Analiz Yöntemleri



ABSTRACT

INVESTIGATION OF EARTHQUAKE PERFORMANCES OF STRUCTURES IN THE SOUTH ÇANKAYA REGION OF ANKARA BY FAST STREET SCAN AND LINEAR ANALYSIS OF EXISTING BUILDINGS ACCORDING TO TBEC-2018

Kırıkkale University
Graduate School of Natural and Applied Science Civil Engineering
Division, Master's thesis Supervisor: Dr. Sule BAKIRCI ER
March 2022, 111 Pages

Ankara province is an area where there are permanent settlements where different civilizations have lived since the early ages. It covers 3% of our country's surface area. The city harbours about 7% of the country's population. It is also seen as a safe zone in terms of seismicity. However, considering the surrounding settlements such as Çankırı and Kırıkkale, it is not an inactive region in terms of seismicity. With the proclamation of the Republic on October 29, 1923, zoning works started in the city. The population of the city recorded at that time is 21446. In addition to planned settlement areas, there are also unplanned and irregularly building areas in the city.

Even though regular construction has started to be created in these areas with urban transformation projects in recent years, there are still structures created without engineering service. Earthquakes cause significant destruction especially in unplanned construction areas. For this reason, before a possible earthquake occurs, seismic risk assessments of existing structures can be obtained quickly and the current situation can be determined.

In this study, seismic risk assessments of 1458 buildings examined in the southern parts of Çankaya district of Ankara province were made. While making the evaluations, the rapid detection method used by Sucuoğlu and Yazgan was used. The parameters examined are the factors that will be evaluated quickly from outside the building, such as the number of floors of the building, the presence of heavy overhangs, soft floors, and topographic conditions. Each of these elements is determined separately as a negative score. The seismic risk analysis of the structure is made by subtracting it from the initial score. The PGV (maximum ground speed) value used in the examination of the structure is obtained from the Turkey Earthquake Hazard Map. The ratio of the maximum ground acceleration and the highest ground velocity (PGA/PGV) obtained from the earthquake records can be used as a parameter that shows the intensity of the earthquake.

It can be said that the lower the structural score, the higher the seismic hazard content. Parameters such as the number of buildings examined, the number of floors of the buildings, the presence of short columns are presented in graphics. It was thought that such a quick analysis before a possible earthquake would be useful.

After the earthquake performance scores of the buildings were found, the analyzes of the 3 existing structures were made using the analysis methods determined according to TBEC-2018 with the help of a computer program. These analyzes were carried out

with the help of ETABS V15.0.0 computer software program. The scaling of the earthquake accelerations used in the Time History Analysis method was made in the SEISMOMATCH V22 computer program. It has been determined that the buildings in the examined region are unsafe at the rate of 21% according to the limit performance value of 60 and at the rate of 12% according to the limit performance value of 50.

Key Words: Street survey, rapid evaluation, soft story, short column, Peak Ground Acceleration (PGA), Peak ground velocity (PGV), Ankara, Linear Analysing Methods



TEŞEKKÜR

Tezimin hazırlanması esnasında yardımını esirgemeyen ve katkılarıyla hep yanımda olan hocam Sayın Doktor Öğretim Üyesi Şule BAKIRCI ER'e sonsuz teşekkürler

Varlığıyla her daim yanımda bulunan ve çalışmalarımda bana destek veren değerli meslektaşım ve yol arkadaşım Mihriban AYDEMİR'e teşekkürler.

Çalışmalarına destek veren tez arkadaşım Sayın Caner YENİÇELİK'e teşekkürler.

Öğrenim hayatım süresince her türlü fedakarlıkla beni yetiştiren, bana inanan ve beni destekleyen anneme, babama, ablama ve abime minnettarım, hakkınız asla ödenmez iyiki varsınız.

İÇİNDEKİLER DİZİNİ

ÖZET	iv
ABSTRACT	vi
TEŞEKKÜR	viii
İÇİNDEKİLER DİZİNİ	ix
ÇİZELGELER DİZİNİ	xii
ŞEKİLLER DİZİNİ	xiv
SİMGELER DİZİNİ	xviii
KISALTMALAR DİZİNİ	xx
1. GİRİŞ	1
1.1. LİTERATÜR ÇALIŞMASI	3
2. MATERYAL VE YÖNTEM	8
2.1. Yapıların Sokaktan Hızlı Taranmasında Kullanılan Parametreler	9
3. SOKAKTAN HIZLI TARAMA YÖNTEMLERİ	11
3.1. Çalışmanın Kapsamı	11
3.2. Metodoloji	11
3.3. Çalışmanın Amacı.....	12
3.4. Sokaktan Hızlı Tarama Yöntemleri.....	12
3.4.1. Kanada Sismik Tarama Yöntemi.....	13
3.4.2. Japon Sismik İndeks Yöntemi	15
3.4.3. Fema-154 Hızlı Görsel Tarama Yöntemi	16
3.4.4. Yapıların Deprem Risklerinin Sokaktan Tarama Yöntemi ile Belirlenmesi.....	20
3.4.4.1. Toplam Kat Sayısı	22
3.4.4.2. Ağır Çıkmalar	24
3.4.4.3. Yumuşak Kat	26
3.4.4.4. Kısa Kolon.....	27
3.4.4.5. Görünen Yapı Kalitesi	27
3.4.4.6. Çekiçleme Etkisi.....	29
3.4.4.7. Tepe/Yamaç Etkisi	30
4. ANKARA İLİ COĞRAFİ VE NÜFUS ÖZELLİKLERİ	31

4.1. Coğrafi Özellikler.....	31
4.2. Nüfus.....	31
4.2.1. Nüfus Sayımlarına Göre Ankara	31
4.3. Ankara’da Gecekondulaşma.....	32
4.4. Ankara’nın Deprem Riski.....	33
4.4.1. Ankara’nın Depremselliği.....	33
5. ANALİZLERDE KULLANILAN HESAP YÖNTEMLERİ.....	35
5.1. Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi.....	35
5.1.2. Deprem Yüğü Azaltma Katsayısı	36
5.1.3. Katlara Etkiyen Eşdeğer Deprem Yüğülerinin Belirlenmesi.....	37
5.1.4. Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi ile Rijit Bodrumlu Binaların Hesabı.....	38
5.2. Mod Birleştirme Yöntemi.....	39
5.3. Zaman Tanım Alanında Analiz Yöntemi.....	40
5.3.1. Deprem Kayıtlarının Seçilmesi.....	40
5.3.2 Deprem Kayıtlarının Ölçeklendirilmesi.....	40
5.3.2.1 Deprem İvme Verileri.....	41
6. ANKARA’DA MEVCUT YAPILAR	47
7. SAHA ÇALIŞMASININ UYGULANMASI.....	53
7.1. Ankara Güney Çankaya Bölgesi için Deprem Riskinin Sokaktan Hızlı Tarama Yöntemi ile Belirlenmesi	53
7.1.1. Kat Sayılarına Göre Değerlendirme.....	54
7.1.2. Performans Skor Aralıklarına Göre Değerlendirme	57
7.1.3. Diğer Olumsuzluk Parametrelerine Göre Değerlendirme.....	57
8.YAPI MODELLERİNİN OLUŞTURULMASI VE ANALİZLERİN YAPILMASI	63
8.1. Model-1 Yapısının Tanıtılması ve Modellenmesi.....	63
8.1.1. Malzeme Modelleri.....	65
8.1.2. Kesit Modelleri	66
8.1.3. Model-1’ Etki Eden Yüğüler	69
8.1.4. Doğrusal Analiz Yöntemleri İle Analizin Yapılması Ve Sonuçların Karşılaştırılması	72
8.1.5. Yatay ve Düşey Spektrum Fonksiyonlarının Tanıtılması.....	75
8.1.6. Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi.....	76
8.1.7. Mod Birleştirme Yöntemi.....	76
8.1.8. Zaman Tanım Alanında Analiz	79
8.1.9. Yapıda Oluşan Kesme Kuvvetleri	80

8.1.10. A1 Burulma Düzensizliği Kontrolü.....	81
8.1.11. Görelî Kat Ötelenmelerinin Kontrolü	82
8.1.12. Kat Yer Değiştirmeleri.....	85
8.1.13. Devrilme Momentleri Tahkiki.....	85
8.1.14. Tepe Yer Değiştirmeler	86
8.2. Model-2.....	87
8.2.1 Yapıda Oluşan Kesme Kuvvetleri	89
8.2.2. A1 Burulma Düzensizliği Kontrolü.....	90
8.2.3. Görelî Kat Ötelenmelerinin Kontrolü	91
8.2.4. Kat Yer Değiştirmeleri.....	93
6.2.5. Devrilme Momentleri Tahkiki.....	93
8.2.6. Tepe Yer Değiştirmeler	96
8.3. Model-3.....	97
8.3.1. Yapıda Oluşan Kesme Kuvvetleri	99
8.3.2. A1 Burulma Düzensizliğinin Kontrolü.....	100
8.3.3. Görelî Kat Ötelenmelerinin Kontrolü	100
8.3.4. Kat Yer Değiştirmeleri.....	102
8.3.5. Tepe Yer Değiştirmeler	102
7. SONUÇLAR.....	105
8.KAYNAKÇA	107
ÖZGEÇMİŞ	111

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge	Sayfa
3.1. Kanada sismik tarama bölgesi puanlaması	13
3.2. Kanada sismik tarama bölgesi puanlaması	14
3.3. Kanada sismik taraması tehlike grupları	15
3.4. Fema-154 taşıyıcı sistem grupları.....	16
3.5. Fema-154 başlangıç puanları.....	17
3.6. Fema-154 puan türleri	17
3.7. Yapıların hızlı değerlendirilmesi yöntemi başlangıç puanları.....	21
4.1. Ankara’da yıllara göre nüfus	30
4.2. Ankara ve çevresinde meydana gelmiş önemli depremeler	34
5.1. Eşdeğer deprem yükü yönteminin kullanılabilirlik sınırları.....	35
5.2. Taşıyıcı sistem davranış katsayısı	37
5.3. Deprem ivmeleri	41
6.1. Yapı örnekleri alınan mahalleler	47
7.1. Yapıların hızlı değerlendirilmesinde başlangıç puanları	53
8.1. Model-1’in konumsal ve yapısal özellikleri	64
8.2. Model-1’in kat yüksekliği ve genişlikleri.....	64
8.3. Model-1’in zemine bağlı değerleri	64
8.4. Model-1’in kolon özellikleri.....	66
8.5. Model-1’in giriş özellikleri.....	67
8.6. Model-1’e etki eden yükler	69
8.7. Model-1’e ait kütle katılım oranları	73
8.9. Model-1’in eşdeğer deprem yükü yöntemi ile bulunan kat kesme kuvvetleri ...	76
8.10. Model-1’ait taban kesme kuvvetleri	80
8.11. Model-1’in mod birleştirme yöntemi ile burulma düzensizliğinin kontrol edilmesi	81
8.12. Model-1’in eşdeğer deprem yükü yöntemi ile burulma düzensizliğinin kontrol edilmesi	82

8.13. Model-1'in zaman tanım alanında analiz yöntemi ile burulma düzensizliğinin kontrol edilmesi	82
8.14. Model-1'in x yönünde mod birleştirme yöntemine göre görel kat ötelenmelerinin kontrolü.....	83
8.15. Model-1'in y yönünde mod birleştirme yöntemine göre görel kat ötelenmelerinin kontrolü.....	83
8.16. Model-1'in x eşdeğer deprem yükü yöntemine göre görel kat ötelenmelerinin kontrolü	84
8.17. Model-1'in y eşdeğer deprem yükü yöntemine göre görel kat ötelenmelerinin kontrolü	84
8.18. Model-2'ye ait dinamik ve konumsal değerler.....	88
8.19. Model-2'ye ait genel bilgiler.....	88
8.20. Model-2'ye ait genişlik ve kat yüksekliği değerleri	89
8.21. Model-2'ye ait kat kesme kuvveti değerleri.....	89
8.22. Model-2'nin mod birleştirme yöntemi ile x yönündeki burulma düzensizliği kontrolü	90
8.23. Model-2'nin eşdeğer deprem yükü yöntemi ile x yönündeki burulma düzensizliği kontrolü	91
8.24. Model-2'nin zaman tanım alanında analiz yöntemi ile x yönündeki burulma düzensizliği kontrolü.....	91
8.25. Model-2'nin mod birleştirme yöntemi ile x yönündeki görel kat ötelenmelerinin kontrolü	92
8.26. Model-2'nin eşdeğer deprem yükü yöntemi ile x yönündeki görel kat ötelenmelerinin kontrolü.....	92
8.27. Model-2'nin zaman tanım alanında analiz yöntemi ile x yönündeki görel kat ötelenmelerinin kontrolü	92
8.28. Model-3 ile ilgili genel bilgiler.....	97
8.29. Model-3'e ait genişlik ve kat yüksekliği bilgileri.....	97
8.30. Model-3'e ait dinamik ve konumsal bilgiler	98
8.31. Model-3'e ait kat kesme kuvvetleri	99
8.32. Model-3'e ait x yönü burulma düzensizliği kontrolü	100
8.33. Model-3'e ait x yönü için mod birleştirme yöntemine göre burulma düzensizliği kontrolü.....	100
8.34. Model-3'e ait x yönü için eşdeğer deprem yükü yöntemine göre burulma düzensizliği kontrolü.....	101
8.35. Model-3'e ait x yönü için zaman tanım alanında analiz yöntemine göre burulma düzensizliği kontrolü	101

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil	Sayfa
3.1. Çalışma Alanı	9
3.2. Fema-154 yöntemine göre yüksek depremsellik bölgelerinde kullanılacak form	18
3.3. Fema-154 yöntemine göre orta depremsellik bölgelerinde kullanılacak form	19
3.4. Fema-154 yöntemine göre düşük depremsellik bölgelerinde kullanılacak form	20
3.5. 4 serbest kata sahip mevcut bir yapı	22
3.6. 5 serbest kata sahip mevcut bir yapı	23
3.7. 3 serbest kata sahip mevcut bir yapı	23
3.8. 6 serbest kata sahip mevcut bir yapı	24
3.9. Ağır çıkmalı mevcut bir yapı	25
3.10. Yumuşak kata sahip mevcut bir yapı	26
3.11. Kısa kolonlu mevcut bir yapı	27
3.12. Görünen yapı kalitesi kötü mevcut bir yapı	28
3.13. Görünen yapı kalitesi kötü mevcut bir yapı	28
3.14. Görünen yapı kalitesi iyi mevcut bir yapı	29
3.15. Görünen yapı kalitesi iyi mevcut bir yapı	29
3.16. Eğim bulunan mevcut bir yapı	30
5.1. Deprem yükü azaltma katsayısı	36
5.2. TBDY-2018'e göre ölçeklenmiş deprem verileri	41
5.3. Chi-chi depreminin orijinal ve tbdy-2018'e göre ölçeklendirilmiş ivme kaydı ...	42
5.4. Düzce depreminin orijinal ve tbdy-2018'e göre ölçeklendirilmiş ivme kaydı .	42
5.5. El-centro depreminin orijinal ve tbdy-2018'e göre ölçeklendirilmiş ivme kaydı	42
5.6. Erzincan depreminin orijinal ve tbdy-2018'e göre ölçeklendirilmiş ivme kaydı	43
5.7. Friuli depreminin orijinal ve tbdy-2018'e göre ölçeklendirilmiş ivme kaydı	43

5.8. Hollister depreminin orijinal ve tbdy-2018'e göre ölçeklendirilmiş ivme kaydı.....	43
5.9. Kobe depreminin orijinal ve tbdy-2018'e göre ölçeklendirilmiş ivme kaydı ...	44
5.10. Kocaeli depreminin orijinal ve tbdy-2018'e göre ölçeklendirilmiş ivme kaydı.....	44
5.11. Landers depreminin orijinal ve tbdy-2018'e göre ölçeklendirilmiş ivme kaydı.....	44
5.12. Loma-prieta depreminin orijinal ve tbdy-2018'e göre ölçeklendirilmiş ivme kaydı.....	45
5.13. Northridge depreminin orijinal ve tbdy-2018'e göre ölçeklendirilmiş ivme kaydı.....	45
5.14. Deprem ivmelerinin orijinal ve tbdy-2018'e göre ölçeklendirilmiş ivme kaydı.....	45
6.1. Yapı örneği alınan mahalleler	48
6.2. Ankara'da mevcut yapılar	48
6.3. Ankara'da mevcut yapılar	49
6.4. Ankara'da mevcut yapılar	49
6.5. Ankara'da mevcut yapılar	50
6.6. Ankara'da mevcut yapılar	50
6.7. Ankara'da mevcut yapılar	51
6.8. Ankara'da mevcut yapılar	51
7.1. Yapıların katsayılarına göre dağılımı	54
7.2. Yapıların katsayılarına göre oranı	55
7.3. Sd=50'ye göre yapıların güvenli ve güvensiz oranları.....	55
7.4. Sd=60'a göre yapıların güvenli ve güvensiz oranları.....	56
7.5. Sd=50'ye göre yapıların katsayılarına göre risk durumları.....	56
7.6. Sd=60'a göre yapıların katsayılarına göre risk durumları.....	56
7.7. Performans puanlarına göre yapılar.....	57
7.8. Sd=50'ye göre ağır çıkmalı yapıların risk durumu.....	58
7.9. Sd=60'a göre ağır çıkmalı yapıların risk durumu	58
7.10. Sd=50'ye göre yumuşak katlı yapıların risk durumu	58
7.11. Sd=60'a göre yumuşak katlı yapıların risk durumu	59
7.12. Sd=50'ye göre kısa kolonlu yapıların risk durumu	59
7.13. Sd=60'a göre kısa kolonlu yapıların risk durumu	59
7.14. Sd=50'ye göre 4 katlı yapıların risk durumu.....	60
7.15. Sd=60'a göre 4 katlı yapıların risk durumu.....	60
7.16. Sd=50'ye göre 5 katlı yapıların risk durumu.....	60

7.17. Sd=60'a göre 5 katlı yapıların risk durumu.....	61
7.18. Sd=50'ye göre 6 katlı yapıların risk durumu.....	61
7.19. Sd=60'a göre 6 katlı yapıların risk durumu.....	61
7.20. Sd=50'ye göre 7 ve üzeri katlı yapıların risk durumu.....	62
7.21. Sd=60'a göre 7 ve üzeri katlı yapıların risk durumu.....	62
8.1. Model-1'in sokaktan çekilmiş görüntüsü.....	65
8.2. Model-1'in etabs programına C20 betonunun özelliklerinin girilmesi.....	65
8.3. Model-1'in etabs programına S420a donatı çeliğinin özelliklerinin girilmesi....	66
8.4. Model-1'in etabs programında 60/25 kolonunun modellenmesi.....	67
8.5. Model-1'in etabs programında perde taşıyıcı elemanın modellenmesi.....	67
8.6. Model-1'in etabs programında donatı özelliklerinin girilmesi.....	68
8.7. Model-1'in etabs programındaki 3 boyutlu görüntüsü.....	68
8.8. Model-1'in normal kat kalıp planı.....	69
8.9. Model-1'e etki eden yüklerin etabs programına tanıtılması.....	70
8.10. Model-1'e etki eden yüklerin etabs programına tanıtılması.....	70
8.11. Model-1'e etki eden yüklerin etabs programına girilmesi.....	71
8.12. Model-1'e ait yük kombinasyonlarının oluşturulması.....	71
6.13 Model-1'e ait yük kombinasyonlarının oluşturulması.....	72
8.14. Model-1'in analizi sonucu 1. periyodunun görüntülenmesi.....	73
8.15. Model-1'in analizi sonucu döşemelerde oluşan sehimin görüntülenmesi.....	74
8.16. Model-1'e ait load caselerin etabs programına girilmesi.....	75
8.17. Model-1'e düşey ve yatay spektrumların afad sitesinden alınması.....	77
8.19. Model-1'e ait yatay spektrumun etabs programına tanıtılması.....	78
8.21. Seismomatch programında ivme kayıtlarının ölçeklendirilmesi.....	79
8.22. Ölçeklendirilmiş deprem ivmelerinin etabs programına girilmesi.....	80
6.23 Kesme kuvvetlerinin grafikleri.....	81
8.24. Model-1' ait X yönü görelî kat ötelenmeleri.....	85
8.25. Model-1' ait X yönü kat yer değiştirmeleri.....	85
8.27. Model-1' ait devrilme momentlerinin oranı (%).....	86
8.28. Model-1'e ait x yönü tepe yer değiştirmeler (cm).....	87
8.29. Model-1'e ait y yönü tepe yer değiştirmeler (cm).....	87
8.30. Model-2'ye ait normal kat kalıp planı.....	89
8.31. Model-2'ye ait kesme kuvveti grafiği.....	90
8.32. Model-2'ye ait x yönü görelî kat ötelenmesi grafiği.....	93
8.33. Model-2'ye ait x yönü kat yer değiştirmeleri.....	93

8.34. Model-2'ye ait x yönü devrilme momentleri.....	94
8.35. Model-2'ye ait x yönü devrilme momentleri oranları	94
8.36. Model-2'ye ait y yönü devrilme momentleri (kN.m).....	95
8.37. Model-2'ye ait y yönü devrilme momentleri oranları (%).....	95
8.38. Model-2'ye ait x yönü tepe deplasmanları (cm).....	96
8.39. Model-2'ye ait y yönü tepe deplasmanları (cm).....	96
8.40. Model-3'e ait normal kat kalıp planı	98
8.41. Model-3'e ait etabs programından alınan 3d görüntü	99
8.42. Model-3'e ait kesme kuvveti grafiği (kN).....	99
8.43. Model-3'e ait görelî kat ötelenmesi grafiği	102
6.44 Model-3'e ait x yönü kat yer değiştirmeleri	102
8.45. Model-3'e ait x yönü için tepe yer değiştirmesi değerleri (cm)	103
8.46. Model-3'e ait y yönü için tepe yer değiştirmesi değerleri (cm)	103

SİMGELER DİZİNİ

R	Yapı Davranış Katsayısı
D	Dayanım Fazlalığı Katsayısı
I	Bina Önem Katsayısı
T	Doğal Titreşim Periyodu (s)
SDS	Kısa Periyot Tasarım Spektral İvme Katsayısı (boyutsuz)
SD1	1.0 Saniye Periyot için Tasarım Spektral İvme Katsayısı (Boyutsuz)
SS	Kısa Periyot Harita Spektral İvme Katsayısı (Boyutsuz)
S1	1.0 Saniye Periyot için Harita Spektral İvme Katsayısı (Boyutsuz)
TA	Yatay elastik tasarım ivme spektrumu köşe periyodu [s]
TB	Yatay elastik tasarım ivme spektrumu köşe periyodu [s]
Tp	Binanın hakim doğal titreşim periyodu [s]
SI	Yapısal İndeks
NSI	Yapısal Olmayan İndeks
SPI	Kanada Sismik Tarama Deprem Skoru
S	Kar yükü etkisi
Sae(T)	Yatay elastik tasarım spektral ivmesi [g]
SaR(T)	Azaltılmış tasarım spektral ivmesi [g]
Is	Performans İndeksi
Iso	Karşılaştırma İndeksi
Düst	Binanın üst bölümüne uygulanan Dayanım Fazlalığı Katsayısı
Rüst	Binanın üst bölümüne uygulanan Taşıyıcı Sistem Davranış katsayısı
mi	i'inci katın toplam kütlesi [t]
MDEV	Betonarme perdenin veya çaprazlı çerçevenin tabanında deprem yüklerinden meydana gelen devrilme momenti [kNm]
Hi	Binanın bodrum katlarının üstündeki üst bölüm'de i'inci katın üst bölümün tabanından itibaren ölçülen yüksekliği [m]
HN	Binanın bodrum katlarının üstündeki üst bölüm'ünün toplam yüksekliği [m]
h	i'inci katın yüksekliği [m]
g	Yerçekimi ivmesi [m/s ²]

m_t	Binanın bodrum katlarının üstündeki üst bölüm'ünün toplam kütlesi [t]
V_{tE}	X deprem doğrultusunda binanın tümüne etkiyen toplam eşdeğer deprem yükü (taban kesme kuvveti) [kN]
ΔF_{NE}	(X) deprem doğrultusunda binanın N'inci katına etkiyen ek eşdeğer deprem yükü [kN]
$\Delta i^{(X)}$	(X) deprem doğrultusunda herhangi bir kolon veya perde için, ardışık iki kat arasındaki yerdeğiştirme farkını ifade eden azaltılmış görelî kat ötelemesi[m]
$\delta i^{(X)}$	(X) deprem doğrultusu için, binanın i'inci katındaki kolon veya perdeler için etkin görelî kat ötelemesi [m]
η_{bi}	i'inci katta burulma düzensizliği katsayısı
κ	İzin verilen görelî kat ötelemelerinin tanımında betonarme ve çelik taşıyıcı sistemler için farklı olarak kullanılan katsayı
w_i	Binanın i'nci katının sabit yükü
$V_i^{(X)}$	(X) deprem doğrultusunda i'inci kattaki azaltılmış kat kesme kuvveti [kN]
η_{bi}	i'inci katta tanımlanan Burulma Düzensizliği Katsayısı
η_{ci}	i'inci katta tanımlanan Dayanım Düzensizliği Katsayısı
Q	Hareketli yük etkisi

KISALTMALAR DİZİNİ

AFAD	Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı
AÇ	Ağır Çıkma
RBTBİE	Riskli Binaların Tespit Edilmesine İlişkin Esaslar
PGA	En Büyük Yer İvmesi
PGV	EN Büyük Kayma Hızı
TBDY	Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği
DBYBHY	Deprem Bölgesinde Yapılan Binalar Hakkında Yönetmelik
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
DTS	Deprem Tasarım Sınıfı
BYS	Bina Yükseklik Sınıfı
BKS	Bina Kullanım Sınıfı
FEMA	Federal Emergency Management Agency
YK	Yumuşak Kat
GK	Görünen Kalite
KK	Kısa Kolon
ÇE	Çarpışma Etkisi
TE	Topografik Eğim
MBY	Mod Birleştirme Yöntemi
EDY	Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi
ZTA	Zaman Tanım Alanında Analiz Yöntemi
SD	Sınır Değer

1. GİRİŞ

Deprem, sel, tsunami gibi doğal afetler insanlık tarihi boyunca insanlara pek çok zorluklar yaşatmıştır. Bu zorluklar beraberinde yaralanmaları ve dahi ölümleri de beraberinde getirmiştir. Dünya Bankası'nın verilerine göre (1, 2012) son 30 yıl içerisinde Dünya'da doğal afetlerden kaynaklı 2.3 milyona yakın insan hayatını kaybetmiştir. Bu veri doğal afetlerin insanlık üzerindeki etkisini acı bir şekilde gözler önüne sermektedir.

Bu doğal afetlerden en çok can ve mal kaybı yaşayan ülkelerden biride Türkiye'dir. Ülkemizde en sık meydana gelen doğal afet depremlerdir (%67). Ülkemiz konumu gereği aktif fay hatlarına ev sahipliği yapmaktadır. Bu fay hatlarının meydana getirmiş olduğu depremler geçmişte olduğu gibi Cumhuriyet tarihi ve sonrasında da ülkemiz için can sıkıcı bir hal almış ve birçok insanımız vefat etmiştir. Ancak unutulmamalıdır ki insanlarımızı depremler değil kalitesiz malzemelerin kullanıldığı, işçiliklerin yeterli düzeyde olmadığı, mühendislik hizmetini almamış binalar öldürmektedir. Bu durumda yapılarımızın depreme dayanıklı olmasının gerekliliği açık bir şekilde anlaşılmaktadır.

Ülkemizdeki yapı stoğu mercek altına alındığında yapılarımızın büyük çoğunluğunun risk altında olduğu ve risk altındaki binaların ise yine büyük çoğunluğunun yeterli mühendislik hizmetini almadığını rahatlıkla söyleyebiliriz. Gerek malzeme ve işçiliklerden kaynaklı gerekse şartnamelerimizin yetersizliği yüzünden binalarımızın çoğu ciddi risk altındadır. Durum böyle olunca bu yapıların acil olarak risk durumlarının belirlenmesi gerekmekte ve yüksek riskte olan binaların ise güçlendirme veya yıkım işlemlerine başlanması gerekmektedir.

Yapıların deprem karşısında nasıl davranacağı kesin olarak belirlenemez ancak bu yapıların davranışları hakkında bilgi sahibi olmak mümkündür. Teknolojinin de gelişmesiyle birlikte yönetmeliklerimize performans kavramı dahil edilmiştir. Doğrusal ve doğrusal olmayan analiz yöntemleri kullanılarak yapıların deprem karşısında performansları belirlenebilmektedir. TBDY-2018 yönetmeliği ile birlikte performans kriteri yani şekil değiştirmeye göre tasarım mevcut yapıların bazılarında da zorunlu tutulmuştur. Ancak hem Türkiye'deki mevcut yapı stokunun fazlalığı hem

de analiz sürelerinin uzunluğu ve maliyeti göz önüne alındığında tüm yapı stokunun performans analizinin bilgisayar destekli programlar ile yapılmasının mümkün olmayacağı aşikârdır. Bu durum, yapılarda hızlı değerlendirme yöntemlerinin gerekliliğini göstermektedir. Bu konuya ilişkin 2013 yılında Bakanlık tarafından hazırlanan “*Riskli Binaların Tespit Edilmesine İlişkin Esaslar Yönetmeliği*” (RBTEİE) [38] yönetmelik yürürlüğe girmiştir. Bu yönetmelik sayesinde risk önceliği olan binalar tespit edilip gerekli çalışmaların başlatılması sağlanmaktadır.

Hızlı değerlendirme yöntemleri sokaktan göz ile tarama usulüne göre yapılacak olup binaya herhangi bir müdahale yapılmamaktadır. Eğitilmiş uzman kişilerin sokaktan tarama usulüne göre gerekli formları doldurduktan sonra binaların deprem performans puanlarını belirlenir.

Yapılarda incelemeye alınan parametreler aşağıda sıralanmış olup daha sonra detaylı açıklaması yapılacaktır.

- Yumuşak kat
- Ağır çıkma
- Kısa kolon
- Görünen yapı kalitesi
- Komşu katlar arası döşeme farkı
- Topografik eğim

Değerlendirmeler sonucu bulunan performans skoru, yapının deprem performans skoru olmaktadır. Bu parametrelerin varlığı evet veya hayır usulüne göre yapılmaktadır ve olumsuzluk parametrelerinin olup olmamasına göre yapı performans skoru belirlenmektedir.

Bu değerlendirme yöntemlerinden yaygın olarak kullanılanı Sucuoğlu ve Yazgan [1] tarafından kullanılan yöntemdir. Bu yöntemde yapıda hesaplanan en büyük kayma hızı değerine (PGV) göre yapı belirli bir hız bölgesine dahil edilmekte ve her bir yapı için bir başlangıç puanı verilmektedir. Hesaplamalarda kullanılan başlangıç puanı ve olumsuzluk parametreleri değeri çizelge halinde verilir. Hesaba göre başlangıç puanından yapıda var olan olumsuzluk parametrelerinin sayısal değerleri çıkartılmakta ve yapının nihai performans skoru belirlenmektedir. Elde edilen sayısal değerler incelendiğinde yapının performans skoru ne kadar düşük ise binanın risk derecesinin

de o kadar yüksek olacağı sonucuna varılmaktadır.

Tezin 1. Bölümünde binaların hızlı tarama yöntemlerinden bahsedilmiş ve Sucuoğlu tarafından kullanılan yöntem esas alınmıştır.

Tezin 2. Bölümünde çalışmanın yapılacağı Ankara bölgesinin coğrafi yapısı ve nüfusu hakkında bilgiler verilmiştir.

Tezin 3. Bölümde TBDY-2018'deki doğrusal analiz yöntemleri hakkında bilgiler verilmiştir.

Tezin 4. Bölümünde 1458 adet mevcut yapının deprem performans skorları belirlenmiş ve sonuçlar tablo halinde verilmiştir.

Tezin 5. Bölümünde Türkiye Depre Yönetmeliği 2018'e göre doğrusal analizleri yapılan binalar tanıtılmış ve binanın durumu, malzeme özellikleri hakkında bilgiler verilmiştir.

Tezin 6. Bölümünde tanıtılan yapıların ETABS programında modelleri oluşturulmuş ve malzeme özellikleri programa veri olarak girilmiştir.

Tezin 7. Bölümünde ise analiz sonuçları her durum için karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir.

Bu tez çalışmasının 'Riskli Binaların Güçlendirilmesi' esasına göre Ankara İlindeki yapıların değerlendirilmesinde önemli katkı sağlaması umulmaktadır.

1.1. LİTERATÜR ÇALIŞMASI

Sucuoğlu ve Yazgan, Yaptıkları çalışmalarında deprem altındaki mevcut binaların depremde gösterecekleri performans seviyeleri için iki kademeli bir risk değerlendirme prosedürü önermişlerdir. Birinci kademe değerlendirmesinde binalar sadece sokaktan incelenir ve ilgili durumlar için yapılara bir puan verilir. İkinci kademe değerlendirilmesi ise yapıların içerisine girilerek incelenen parametrelerin olduğu değerlendirmedir. İncelenen durumlar binalar için olumsuzluk içeren durumlardır (Bina kat sayısı, Yumuşak kat, ağır çıkma vs.). Bu parametrelerin birçoğu sokaktan inceleme ile belirlenebilmektedir. 1999 Düzce ve İzmit depremlerinden sonra binalarda yapılan gözlemlerde kat sayısı ve hasar oranı arasında doğrusal bir ilişki olduğu ispatlanmıştır. Bunu gibi birçok parametre gözden geçirilmiş ve sokaktan incelenen parametrelerin depremde hasara yol açan durumlarla arasında doğrusal bir

ilişki olduğu sonucuna varılmıştır [1].

Sönmezer, yaptığı çalışmada Kırıkkale ilinin kentsel planlamaya yönelik olarak sismik mikrobölgelemesini yapmış ve mevcut yapı stoğunun deprem riskini araştırmıştır. Yapı stokunun çok olmasından dolayı hızlı değerlendirme yöntemlerinden, birinci kademe hızlı değerlendirme yöntemini kullanmıştır. Bu çalışmada ayrıca depremde yapı stoğunda yıkılabilecek ve ağır hasar görebilecek binaların %11 ila %25 arasında olabileceğini tespit etmiştir [2].

Damcı, Mevcut yapıların durum tespitinin hassas ve hızlı bir çalışma gerektirdiğini belirtmiş ve “DURTES” adlı bir algoritma kullanmıştır. Bu algoritmada kesin yöntemlerle analizi yapılsa da maruz kalacağı yüke karşılık binanın taşıma kapasitesi oranı çok hızlı ve gerçekçi olarak belirlenebilmektedir [3].

Alamehmet, yaptığı çalışmada Bursa Ulucami minaresinin doğrusal ve doğrusal olmayan analizlerini Sap2000 yazılım programını kullanarak gerçekleştirmiştir. Doğrusal olmayan analizler için zaman-tanım alanında analizler yapmıştır. Analizler sonucunda ise makro ve mikro modele ait zaman tanım alanında analiz sonuçlarını karşılaştırmıştır ve minareyi oluşturan elemanların periyod üzerindeki etkisini incelemiştir [4].

Temür, yaptığı çalışmada İstanbul deprem master planında önerilen yöntemlerden bahsetmiş ve kademe değerlendirmelerini ve bu değerlendirmelerin parametrelerinden bahsetmiştir. Hızlı durum tespit (DURTES) yöntemi adı altındaki bilgisayar yazılımını kullanarak yapıları FEMA-154'e göre ayrıntılı incelemiş ve bilgisayar destekli programların kullanılmasının gerekli olduğunu belirtmiştir [5].

Demir, yaptığı çalışmada farklı kat sayılarına sahip 6 betonarme binanın analizini gerçekleştirmiştir. Bu çalışmada farklı ivme kayıtları kullanılarak zaman-tanım alanında analiz yaparak yapıları incelemiş spektral eğimli ivme kaydı seçimi için dikkate alınacak durumların zaman tanım alanında doğrusal olmayan analiz ile elde edilecek yapısal tepkiler üzerindeki etkilerini incelemiştir [6].

Görgün, çalışmasında en kısa zamanda gerçeğe en yakın deprem performansının belirlenmesi amacıyla Smith yöntemini kullanarak hızlı bir değerlendirme yapmış ve bu hızın sonuçların gerçeğe yakınlığına etkisini araştırmış ve Smith yöntemiyle yapılan hızlandırmanın riskli yapıların tespit edilmesine olan uyumun arttığını ispatlamıştır [7].

Olbak, doğrusal olmayan analiz yöntemlerini kullanarak riskli yapıların deprem

performansını ve yeniden kullanılabilirliğini araştırmış ve her binanın yıkılmasına gerek kalmadan da güçlendirileceğini ve estetik açıdan da güzel binalar yapılabileceğini göstermiştir [8].

Karaşin vd, Diyarbakır'daki yığma yapılara birinci aşama değerlendirme yöntemini uygulamış ve bu yöntemin kullanılabilirliğini ortaya koymuştur. İncelenen yapıların deprem altındaki davranışı ile performans puanları karşılaştırıldığında her iki yöntemde sağlıklı sonuçlar verdiği sonucu ortaya çıkmıştır [9].

Ergun, Yaptığı çalışmasında Japon sismik indeks yöntemini kullanarak mevcut yapıları incelemiş ve artımsal mod birleştirme yöntemi ile elde edilen sonuçları karşılaştırmış ve Japon Sismik İndeks Yönteminin Birinci kademe çalışması için kullanılabilirliğini ancak ikinci kademe değerlendirme yöntemi için ise β m beton modifikasyon katsayısı ile düzenlenerek kullanılacağını ispatlamıştır [10].

Yeşilkaya, FEMA 154 hızlı görsel inceleme tekniği ile puanı hesaplanan yapılardan riskli bulunan 4 adet binayı riskli yapıların tespit esasları 2013 yöntemine göre de değerlendirmiş ve FEMA 154 ile RYTE 2013'ü karşılaştırmıştır [11].

Poyraz vd., Bilecik ili merkez mahallelerinden alınan 1391 adet bina için sokaktan tarama yöntemi olan 1. Kademe değerlendirmesi yöntemini kullanarak yapıların deprem performanslarını belirlemişlerdir [12].

Ebren, doğrusal elastik hesap yöntemleriyle elde edilen veriler ile hızlı değerlendirme yöntemlerinden elde edilen verilerin karşılaştırılmasını yapmış ve hızlı değerlendirme yöntemlerinin kullanılabilirliğini açıklamıştır. Bu çalışmada hızlı değerlendirme yöntemlerinin neden kullanılması gerektiğini de açıklamıştır [13].

Işık ve Tozlu, çalışmalarında 11 adet farklı değişken kullanarak birinci aşama değerlendirme yöntemini mevcut betonarme ve yığma yapılara uygulayarak deprem performans puanlarını hesaplamışlardır. Çalışma sonucunda ise düşük riskli binaların deprem yönetmeliğine uygun olup olmadığının kesin bir yöntemle bilinemeyeceğini bu durumun ancak ileri analiz yöntemleri sonucu ortaya çıkacağını belirtmiştir [14].

Bahşi, belirlenen bir alandaki tüm yapılara hızlı tarama yöntemini uygulamış ve 60 adet yapı seçip bu yapılara Riskli Yapıların Tespit Edilmesine İlişkin Esaslara göre riskli yapı tespitini yapmıştır. Bu taramayı yaparken birinci ve ikinci kademe yöntemlerini kullanmış ve betonarme ve yığma yapıların ortalama deprem performans puanlarını hesaplamıştır [15].

Özdemir, 2011 Van depreminde hasar gören 50 binanın deprem performanslarını 7 farklı hızlı değerlendirme yöntemine göre belirlemiş ve performans haritaları

oluşturmuştur. Sucuoğlu ve Yazgan seviye-1 yönteme göre ise belirli yapı setinin %28 'inin riskli %72 'sinin güvenli seviye-2 yöntemine göre ise yapıların %38'inin riskli %62'sinin güvenli olduğunu hesaplamıştır [16].

Vulaş, Kocaeli ili Başiskele ilçesinde yer alan 9 binayı PERA yöntemi ile değerlendirmiş ve sonuçları detaylı performans analizinin sonuçları ile karşılaştırmıştır. PERA'nın DBYBHY ile uyumlu olduğunu göstermiştir. PERA yönteminin Türkiye'de kullanılan yönetmeliklerden elde edilen performans sonuçları ile kıyaslandığında hep güvenli tarafta kaldığı sonucuna ulaşılmıştır [17].

Saraçoğlu, Taban yalıtımı uygulanmış bir binanın zaman tanım alanında analizini gerçekleştirmiştir ve sismik yalıtımın yapı performansına olumlu katkısını ispatlamıştır. Ayrıca binaların deprem etkileri karşı tasarımında yenilikçi bir yaklaşım olan sismik yalıtım tekniği tanıtılmıştır [18].

Bayraktargil, kat adetleri birbirinden farklılık gösteren 8 adet betonarme çerçeve ve 1 adet betonarme yapı incelemiştir. Mevcut yapı elemanlarının gerekli hesaplarında TS500 esas alınarak karşılaştırma yapılmıştır ve sonuçların birbiriyle uyumlu olduğu gösterilmiştir [19].

Karaduman vd, farklı geometrilere sahip binalar üzerinde Kocaeli depremi yer ivmesi kayıtlarını kullanarak sonuçlar elde etmişlerdir ve deprem bölgelerine yapılacak binalarda yapılar tasarlanırken burulma düzensizliğinin olmaması için daire veya kare düzene sahip binaların tasarlanması gerektiğini belirtmişlerdir [20].

Özdemir, Yaptığı çalışmasında Şebinkarahisar ilçe merkezindeki mevcut yapı stokunun deprem risklerini belirlemiş ve ilçenin risk haritasını çıkartmıştır. Bu çalışmasının güvenli olmayan ve güçlendirilmesi ekonomik olmayan yapıların yıkılması gerektiğini söylemiştir [21].

Özmen, hızlı değerlendirme yöntemlerinde kullanılan parametrelerin yapının performansı üzerindeki etkilerini incelemiştir. Bu etkileri araştırırken az ve orta katlı betonarme yapı stokunun sismik davranışının belirlenmesi için doğrusal olmayan analiz yöntemlerini kullanarak çalışmalar yapmıştır [22].

Önür, Türkiye'deki betonarme yapı stokunu temsil eden binalarda olması muhtemel depremlerde oluşabilecek deplasman taleplerini zaman tanım analizi ile elde etmiştir [23].

Maison, seçmiş olduğu binaların FEMA'ya göre artımsal itme analizini gerçekleştirerek bir değerlendirme sunmaktadır. Bu değerlendirmede artımsal itme

analizinin tartışmaya açık konularına da açıklık getirmeye çalışmıştır [24].

Şahin, mevcut bir betonarme yapının zaman tanım alanında doğrusal olmayan analizlerini yaparak bina performansı ve sonrası için güçlendirme hakkında çalışmalar yapmıştır. Ayrıca depremde zarar gören yapıların elemanlarında meydana gelen hasarların birçok farklı sebebi olduğunu söylemiş ve yönetmeliğimizin sürekli olarak kendini güncellemesi gerektiğini vurgulamıştır [25].

Saral, yüksek binaların deprem performansını değerlendirmiştir. Bu çalışma için doğrusal olmayan analiz yöntemlerini kullanmıştır. Statik artımsal itme analizi sonuçları ile 7 adet deprem kaydı ile yapılan zaman tanım alanında analiz sonuçlarını karşılaştırmıştır. Toplam yüksekliği 110 metre olan 31 katlı bir yapı bu tez kapsamında incelenmiş ve sonuçlar değerlendirilmiştir [26].

Tezcan vd. yapılarda hızlı tarama yöntemleri ile ilgili veriler elde edip “sıfır can kaybı” ve “P5” yöntemlerini açıklamışlardır ve bu yöntemi 289 hasarlı ve göçük binaya, 22 adet de 1998 Deprem Yönetmeliğine göre tasarlanmış binalarda uygulamışlardır. Bal P5 yöntemini geliştirerek P24 yöntemi adıyla başarılı sonuçlar elde etmişlerdir [27] .

Pardalopoulos vd, mevcut yapı stoğunun zayıf olduğunu, yüksek büyüklükteki depremlerde buna tanık olunduğunu ve deprem standartlarının bu konuda ne kadar eksik olduğunu anlatmıştır. Bunların sonucunda sismik tehlike karşısında performansa dayalı hasarsız bir yöntem geliştirmişlerdir.

Bu yöntem betonarme ve yığma yapılarda uygulanmaktadır [28].

Šipoš vd, Hırvatistan’da sismik tehlike olan bölgelerde sismik risk performans analizi yapmışlardır. Bu araştırma hangi şehirlerde ayrıntılı analize ihtiyaç duyulacağını belirlemesi, şehir planlamacılarının risk azaltma stratejilerine ışık tutması ve acil durumlar için bir envanterin oluşturulması amacıyla yapılmıştır [29].



2. MATERYAL VE YÖNTEM

Yapıların sokaktan hızlı taranması ile ilgili çalışmalar Resmi Gazete’de 2013 yılında 6306 sayılı Afet Altındaki Alanların Dönüştürülmesi Hakkında Kanunun Uygulama Yönetmeliğinin Riskli Yapıların Tespit Edilmesine İlişkin Esaslar [38] yönetmeliği altında yapıların deprem performansını belirlemek için kullanılan yöntemler adlı başlıkta bulunan birinci aşama değerlendirme yönteminden faydalanılarak yapılmıştır. Bu yöntemle Ankara’nın Çankaya bölgesindeki yapılar incelenmiş ve deprem performans skorları belirlenmiştir. Yapılan çalışma, kullanılan parametreler ve kullanılan yöntemler tezin 3. Bölümünde ayrıntılı olarak anlatılacaktır.

2.1. Yapıların Sokaktan Hızlı Taranmasında Kullanılan Parametreler

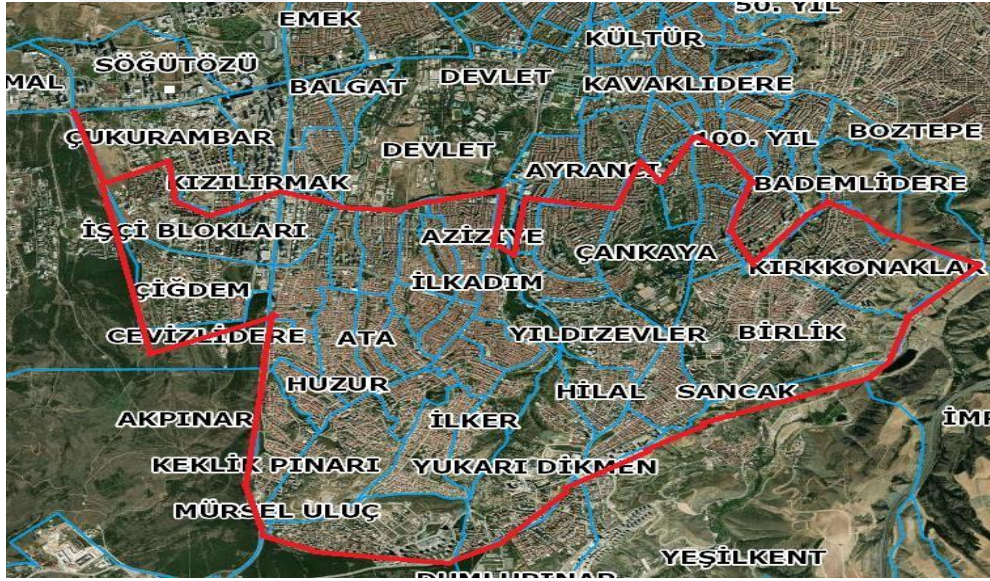
- Toplam Kat Sayısı
- Yumuşak Kat/Zayıf Kat
- Ağır Çıkma
- Kısa Kolon
- Görünen Yapı Kalitesi
- Çarpışma Etkisi
- Topografik Etki
- Yerel Zemin Koşulları



3. SOKAKTAN HIZLI TARAMA YÖNTEMLERİ

3.1. Çalışmanın Kapsamı

Bu çalışmanın kapsamı Ankara İli Çankaya ilçesinde bulunan güney mahallelerinden alınan yaklaşık 1458 adet betonarme binanın sokaktan hızlı değerlendirme yöntemi ile deprem performanslarının belirlenmesidir. Ayrıca bu yapılardan seçilen yapı stokunu temsil eden 3 adet betonarme binanın TBDY2018'e [39] göre doğrusal analizlerinin yapılp yapı bazında değerlendirmelerde bulunulmasıdır. Analizi yapılan binaların kesit ve malzeme bazında tahkiklerinin yapılması bu çalışmanın kapsamı dışındadır.



Şekil 3.1. Çalışma Alanı

3.2. Metodoloji

Çankaya'daki 1458 adet binanın sokaktan hızlı incelenmesinde Haluk Sucuoğlu tarafından geliştirilen 'Kentsel Yapı Stoklarında Deprem Risklerinin Sokaktan Tarama Yöntemi ile Belirlenmesi' yöntemi uygulanmıştır. Bu yöntemde öncelikle eğitilmiş gözlemciler tarafından binalar incelenmekte ve aşağıda sıralanmış olan parametrelerin olup olmadığına bakılmaktadır.

1. Toplam kat sayısı

2. Yumuşak kat
3. Ağır çıkmalar
4. Kısa kolon
5. Görünen yapı kalitesi
6. Çekişleme etkisi
7. Tepe-Yamaç etkisi

Binanın bulunduğu bölgede ortaya çıkacak en yüksek kayma hızı değeri (PGV) dikkate alınarak her binaya performans hesabı için bir başlangıç puanı verilmektedir. Daha sonra gözlenen her olumsuzluk parametresi için başlangıç puanları azaltılmaktadır. En son elde edilen deprem performans puanı ne kadar düşükse binanın risk derecesi de o kadar yüksektir.

3.3. Çalışmanın Amacı

Bu tezin amacı Ankara İli Çankaya İlçesinin güney kısmındaki 1458 adet betonarme yapıya Sucuoğlu ve Yazgan tarafından geliştirilen “Yapıların Sokaktan Hızlı Taramalarının Yapılması” adlı çalışmalarının uygulanması ve bu yapıların deprem performans skorlarının belirlenmesidir. Tezin bir diğer amacı ise skorları belirlenen 3 adet yapının ETABS V.15. programında 2018 Deprem Yönetmeliğine göre analizleri yapılarak sonuçların irdelenmesidir.

3.4. Sokaktan Hızlı Tarama Yöntemleri

Yapıların deprem sırasında hasar görebilirliğinin belirlenmesi amacıyla güncel yaklaşımlar, tarama yöntemleri ile ilgili pek çok çalışma yapılmıştır. Bu yöntemler indeks yöntemleri ve sokaktan hızlı tarama yöntemleri olarak ikiye ayrılmaktadır. Bu çalışmada indeks yöntemlerinden en önemli iki tane olan Japon sismik indeks yöntemi ve Kanada sismik indeks yöntemi anlatılacaktır.

Sokaktan hızlı tarama yöntemlerinden ise en önemlileri FEMA-154 [37] ve Sucuoğlu ve Yazgan [1] tarafından geliştirilen yöntemlerdir.

Sokaktan tarama yöntemleri 3 aşamadan oluşmaktadır. Birinci aşamada binalar sokaktan göz taraması yapılarak incelenmektedir ve en basit yöntemdir. Bina ile ilgili herhangi bir analiz yapılmamaktadır. Birinci aşama sonucu riskli görünen yapılarla birlikte ikinci aşamaya geçilmektedir.

Yapıların hızlı incelenmesinin ikinci aşamasında yapı basit modellerle modellenip basit analizi yapılmaktadır. Bu aşamanın kalibresi 1992 Erzincan depreminde hasar görmüş devlet binalarının verileri kullanılarak yapılmıştır.

Üçüncü aşama değerlendirilmesinde ise yapının rölevesi çıkartılır ve betonarme boyutları dikkate alınarak yapıların doğrusal ve doğrusal olmayan analizleri yapılır.

3.4.1. Kanada Sismik Tarama Yöntemi

Yapıların hızlı değerlendirme yöntemlerinden biri olan Kanada Sismik Tarama Yöntemi kullanılabilirliği ve uygulanabilirliği açısından oldukça kolay bir yöntemdir. Bu yöntem mevcut yapı stokunun sismik riskinin sayısal olarak belirlenebilmesine olanak sağlamaktadır [35]. Kanada’da Sismik Taramanın yapılma amacı deprem etkisi altındaki riskli yapıların belirlenmesidir. Yöntem için kullanılacak parametreler tabloda verilmektedir.

Çizelge 3.1. Kanada sismik tarama bölgesi puanlaması

AÇIKLAMA	SİMGE	PUAN ARALIĞI
Yapının Bulunduğu Bölgenin Depremselliği	A	[1-5]
Yerel Zemin Koşulları	B	[1-1.5]
Taşıyıcı Sistem Türü	C	[1-3.5]
Döşeme Sistemi	D	[1-2]
Binada Bulunan Düzensizlikler	E	[0.3-1]
Bina Önem Katsayısı	F	[0.7-3]
Binanın Genel Durumu	G	[1-4]
Yapısal Olmayan Bileşenler	H	[1]

A durumu yapının bulunduğu bölgenin depremselliğini ifade eden bir katsayıdır. Bir bölgede deprem riskinin yüksek olduğu deneysel çalışmalarla kanıtlanmış ise o zaman A değeri de o bölgede büyük katsayılarla ifade edilebilmektedir.

B parametresi ile çalışmanın yapılacağı bölgenin zemin durumunu ifade eden bir katsayıdır. Eğer bölgede zemin kayalık ve sağlam ise B katsayısı küçük, zemini kötü ve sıvılaşma potansiyeli olan bölgelerde ise B katsayısı büyük değerler almaktadır.

C parametresi yapının taşıyıcı sistem türü ile ilgilidir. Yapı sünek inşa edilmiş ise değer

düşük, diğer taşıyıcı sistem türleri için ise yüksek değer alınacaktır.

D parametresi yapıda bulunan döşeme sistemi hakkında bilgi vermek için kullanılmaktadır.

E parametresi bina tasarlanırken meydana gelen olumsuzlukları hesaba katmak için kullanılan parametredir. Yapının düşeyinde süreksizlik bulunması, kısa kolon oluşumu, yumuşak/zayıf kat, ağır çıkma vb. gibi olumsuzluk durumları yapıda mevcut ise her biri için ayrı ayrı puanlar verilmektedir. Bütün bu parametreler toplanıp E parametresini oluşturmaktadır.

F katsayısı bina önem katsayısı olarak adlandırılır ve binayı aktif olarak kullanan insan sayısına bağlı olarak değişmektedir. Yapıda bulunan insan ve önem durumu ile ilgili tablo aşağıda verilmiştir.

Çizelge 3.2. Kanada sismik tarama bölgesi puanlaması

ÖNEM DÜZEYİ	İNSAN SAYISI	PUAN
DÜŞÜK	<10	0.7
NORMAL	10-300	1.5
YÜKSEK	300-3000	2
ÇOK YÜKSEK	3000<	3

Yapının görsel kalitesini temsil eden parametre G parametresidir ve yapının görünen durumuna bağlı olarak 1-4 arası değer alır. G değeri, yapı kalitesi ne kadar düşük ise o kadar yüksek değer almaktadır.

Binada yapısal olmayan fakat yapıda varlığı ile yapının hasar almasını sağlayacak ve binadaki kaçış yollarını etkileyen ekipman durumlarını anlatan parametre H parametresidir. Parapetler, bacalar, duvarlar, elektrik ve mekanik ekipmanlar vb. bu gruba girmektedir. Her bir parametre için 1,0 puan verilmektedir.

Yöntem olarak harflerle temsil edilen durumlar sayısallaştırılır. Yapısal indeks (SI) ve yapısal olmayan indeks (NSI) aşağıda verilen formüller ile hesaplanmaktadır.

$$SI= A*B*C*D*E*F \quad (3.1)$$

$$NSI= B*F*G*H \quad (3.2)$$

Son aşamada toplam sismik puanın elde edilebilmesi için yapısal indeks (SI) ve yapısal olmayan indeks (NSI) toplanır ve yapının Kanada Sismik Tarama deprem skoru (SPI) belirlenmiş olur.

$$SPI = SI + NSI \quad (3.3)$$

Elde edilen puanlar ve veriler ışığında binaların tehlike gruplaması yapılmaktadır. Bu durum tabloda verilmiştir.

Çizelge 3.3. Kanada sismik taraması tehlike grupları

PUAN TÜRÜ	SINIR DEĞER	SONUÇ
SI/NSI	1.0-2.0	Yeterli Deprem Güvenliği
SPI	<10	Düşük Öncelikli Binalar
SPI	10.0-20.0	Orta Öncelikli Binalar
SPI	>20	Yüksek Öncelikli Binalar
SPI	>30	Çok Tehlikeli Binalar

3.4.2. Japon Sismik İndeks Yöntemi

Bu yöntem mevcut yapıların deprem davranışının belirlenmesinde kullanılan etkili bir yöntemdir.

Japon sismik indeks yöntemi deprem riskinin hızlı bir şekilde tahmin edilmesini sağlayan bir yöntemdir [36].

Bu yöntemde amaç depreme dayanıksız binaların tespiti ve güçlendirilmesinin yapılması değil aksine deprem karşısında davranışı olumlu olan ve kullanılmasının herhangi bir sıkıntı teşkil etmediği yapıların tespit edilmesidir. Japon Sismik İndeks Yöntemi 30 yaşın üstündeki binalar için kullanımı uygun görülmemektedir ve aşağıdaki taşıyıcı sistem özelliklerine sahip binalar için uygulanabilmektedir.

1. Betonarme çerçeve binalar
2. Perdeli ve çerçeve binalar
3. Sadece perdelerden oluşan binalar

Değerlendirmeler yapının her katında hem x hem de y doğrultusunda ayrı ayrı yapılmaktadır. Her durum için iki parametre I_s ve I_{so} (I_s : Performans indeksi; I_{so} : Karşılaştırma İndeksi) değerleri hesaplanmalıdır. $I_s > I_{so}$ olan binaların depreme karşı güvenli olduğu kabulü yapılmaktadır.

3.4.3. Fema-154 Hızlı Görsel Tarama Yöntemi

FEMA-154 Rapid Visual Screening of Buildings for Potential Seismic Hazards (Potansiyel Sismik Hasarlar için Binaların Hızlı Görsel İncelemesi) yöntemi yapıların sadece göz taraması ile sokaktan incelenmesi suretiyle herhangi bir hesaplama yapılmaksızın sadece form doldurarak deprem tehlike analizlerinin yapılması amacıyla hazırlanmıştır.

İlgili dokümanlar hazırlanırken binalar “güvenli” ve “daha detaylı bir incelemenin yapılması gerekli” gibi iki kategoriye ayrılmaktadır. Yapının taşıyıcı sistemi belirlendikten sonra ilgili parametrelere karşılık gelen değerler hesaplandıktan sonra nihai puan elde edilir.

FEMA taşıyıcı sistem grupları tablo halinde aşağıda verilmiştir.

Çizelge 3.4. Fema-154 taşıyıcı sistem grupları

SEMBOL	TAŞIYICI SİSTEM
W	AHŞAP ÇERÇEVE
S1	MOMENT AKTARAN ÇELİK ÇERÇEVE
S2	ÇELİK ÇAPRAZLI ÇERÇEVE
S3	HAFİF METAL ÇERÇEVE
S4	BETONARME PERDELİ ÇELİK ÇERÇEVE
C1	BETONARME ÇERÇEVE
C2	BETONARME PERDE
C3/S5	TAŞ DOLGU DUVARLI ÇELİK VEYA BETONARME ÇERÇEVE
PC1	KALDIRMA SİSTEM
PC2	PREFABRİK ÇERÇEVE
RM	DONATILI TAŞ DOLGU
URM	DONATISIZ TAŞ DOLGU

FEMA-154 içerisinde bu sistemlerden her biri için bir başlangıç puanı belirlenmiştir. Deprem risk puanını etkileyecek parametrelerin puanlamasına geçilmeden önce bu değer belirlenir ve diğer parametreler bu değerden eklenerek veya çıkartılarak nihai skor elde edilmiş olur.

Bu başlangıç puanları tabloda verilmiştir.

Çizelge 3.5. Fema-154 başlangıç puanları

SEMBOL	SİSMİK ALAN		
	DÜŞÜK	ORTA	YÜKSEK
W	8.5	6.0	4.5
S1	3.5	4.0	4.5
S2	2.5	3.0	3.0
S3	6.5	6.0	5.5
S4	4.5	4.0	3.5
C1	4.0	3.0	2.0
C2	4.0	3.5	3.0
C3/S5	3.0	2.0	1.5
PC1	3.5	3.5	2.0
PC2	2.5	2.0	1.5
RM	4.0	3.5	3.0
URM	2.5	2.0	1.0

FEMA-154 yöntemine göre yapı puanı ne kadar yüksek ise o kadar güvenli kabulü yapılmaktadır. Tüm işlemlerden sonra puanı 2.0 veya daha az olan yapılar yüksek riskli binalar olarak nitelendirilmekte ve uzman kişilerce detaylı çalışmaların yapılması gerekmektedir.

Aşağıdaki tabloda verilen yapı özellikleri dikkate alınarak binalar için her parametreye çeşitli puanlar verilmekte ve toplam deprem risk skoru elde edilmektedir [37].

Çizelge 3.6. Fema-154 puan türleri

PUAN TÜRÜ	AÇIKLAMA
Yumuşak Kat	İlk katın yüksek olması
Çarpışma	Döşeme seviyesinde farklılıklar
Yapım Yılı	Bina kalitesini etkileyen olayların olduğu tarihte yapılan binalar örneğin yönetmeliklerin değişmesi
Kat Sayısı	8 ve daha fazla katlı binalar
Kalite	Çatlak, oturma gibi hasar belirtileri
Düşeyde Düzensizlikler	Süreksizlikler, Eğimli Binalar
Burulma	Ağırlık ve rijitlik merkezinin farklı olması
Planda Süreksizlik	L, T, E, U vb. gibi planı olan binalar
Kısa Kolon	Net açıklığı kısaltılmış kolonlu binalar
Zemin Profili SL1	Kaya veya 60 m'den daha kalın set kil
Zemin Profili SL2	Kohezyonsuz zemin veya 60 m'den daha kalın sert kil
Zemin Profili SL3	Zemin türü bilinmiyorsa kullanılabilir

Yapılarda Potansiyel Zarar Değerlendirmesi için Hızlı Sokak Taraması																																																											
FEMA 154 Veri Toplama Formu					ORTA DEPREMSELLİK(2. ve 3. BÖLGE)																																																						
<table border="1"> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </table>																																																							Adres: _____				
PK: _____																																																											
Diğer Tanımlayıcı: _____																																																											
Kat Sayısı: _____ Yapım Yılı _____																																																											
Personelin Adı: _____ Tarih: _____																																																											
Toplam Kullanım Alanı (m ²): _____																																																											
Yapının Adı: _____																																																											
Yapının Kullanım Amacı: _____																																																											
FOTOĞRAF																																																											
Ölçek: _____																																																											
KULLANIM AMACI					ZEMİN TİPİ				KOPMA-DÜŞME HASARI																																																		
Topluluk	Endüstriyel	Ofis	Kişi Sayısı		Z1	Z2	Z3	Z4	Baca	Parapet	Kaplama																																																
Ticari	Yönetim	Konut	0-10	10-100	Çok sıkı	Sıkı	Orta sıkı	Gevşek	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																
Acil Hzm.	Tarihi	Okul	101-1000	1000+	zemin	zemin	zemin	zemin	Diğer: _____																																																		
BAŞLANGIÇ SKORU, FAKTÖRLER, NİHAİ SKOR,S																																																											
Yapı Tipi	S1	S2	S4	S5	C1	C2	C3	PC2	URM																																																		
	(MRF)	(BR)		(URMINF)	(MRF)	(SW)	(URM INF)																																																				
Başlangıç Skoru	3,6	3,6	3,6	3,6	3,0	3,6	3,2	3,2	3,4																																																		
Yükseklik(4-7)	+0,4	+0,4	+0,4	+0,4	+0,2	+0,4	+0,2	+0,4	+0,4																																																		
Yükseklik(>7)	+1,4	+1,4	+1,4	+0,8	+0,5	+0,8	+0,4	+0,6	+0,6																																																		
Düsey Düzensizlik	-2,0	-2,0	-2,0	-2,0	-2,0	-2,0	-2,0	-1,5	-1,5																																																		
Plan Düzensizliği	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5																																																		
Yönetmelik Öncesi	-0,4	-0,4	-0,4	-0,2	-1,0	-0,4	-1,0	-0,4	-0,4																																																		
Yönetmelik Sonrası	+1,4	+1,4	+1,2	+1,2	+1,2	+1,6	+1,2	+1,2	+1,8																																																		
Z2 Zemin Sınıfı	-0,6	-0,8	-0,8	-0,8	-0,6	-0,8	-0,6	-0,6	-0,4																																																		
Z3 Zemin Sınıfı	-1,0	-1,2	-1,2	-1,2	-1,0	-1,2	-1,0	-1,2	-0,8																																																		
Z4 Zemin Sınıfı	-1,6	-1,6	-1,6	-1,6	-1,6	-1,6	-1,6	-1,6	-1,6																																																		
NİHAİ SKOR,S																																																											
YORUMLAR:									Detaylı Değerlendirme																																																		
									Gerekli																																																		
									Evet			Hayır																																															

*: Tahmini veya güvenilir olmayan veri
B: Bilinmiyor

BR: Çaprazlı Çerçeve

MRF: Moment Aktaran Çerçeve
RC: Betonarme

SW: Perde Duvarlı
URM INF: Yığma Duvarlı

Şekil 3.3. Fema-154 yöntemine göre orta depremsellik bölgelerinde kullanılacak form [37]

Yapılarda Potansiyel Zarar Değerlendirmesi için Hızlı Sokak Taraması																																																											
FEMA 154 Veri Toplama Formu					DÜŞÜK DEPREMSELLİK(4. ve 5. BÖLGE)																																																						
<table border="1"> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </table>																																																							Adres: _____				
PK: _____																																																											
Diğer Tanımlayıcı: _____																																																											
Kat Sayısı: _____ Yapım Yılı _____																																																											
Personelin Adı: _____ Tarih: _____																																																											
Toplam Kullanım Alanı (m ²): _____																																																											
Yapının Adı: _____																																																											
Yapının Kullanım Amacı: _____																																																											
FOTOĞRAF																																																											
Ölçek: _____																																																											
KULLANIM AMACI				ZEMİN TİPİ				KOPMA-DÜŞME HASARI																																																			
Topluluk	Endüstriyel	Ofis	Kişi Sayısı	Z1	Z2	Z3	Z4	Baca	Parapet	Kaplama																																																	
Ticari	Yönetim	Konut		Çok sıkı	Sıkı	Orta sıkı	Gevşek	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																	
Acil Hzm.	Tarihi	Okul	0-10 101-1000	zemin	zemin	zemin	zemin	Diğer: _____																																																			
			10-100 1000+																																																								
BAŞLANGIÇ SKORU, FAKTÖRLER, NİHAİ SKOR, S																																																											
Yapı Tipi	S1	S2	S4	S5	C1	C2	C3	PC2	URM																																																		
(MRF)	(BR)			(URMINF)	(MRF)	(SW)	(URM INF)																																																				
Başlangıç Skoru	4,6	4,8	4,8	5,0	4,4	4,8	4,4	4,6	4,6																																																		
Yükseklik(4-7)	+0,2	+0,4	+0,2	-0,2	+0,4	-0,2	-0,4	-0,2	-0,2																																																		
Yükseklik(>7)	+1,0	+1,0	+1,0	+1,2	+1,0	0,0	-0,4	-1,2	0,0																																																		
Düşey Düzensizlik	-2,0	-2,0	-2,0	-2,0	-1,5	-2,0	-2,0	-1,5	-1,5																																																		
Plan Düzensizliği	-0,8	-0,8	-0,8	-0,8	-0,8	-0,8	-0,8	-0,8	-0,8																																																		
Yönetmelik Öncesi	-0,4	-0,4	-0,4	-0,2	-1,0	-0,4	-1,0	-0,4	-0,4																																																		
Yönetmelik Sonrası	+0,4	+0,6	+0,6	+0,6	+0,6	+0,4	+0,4	+0,4	+0,4																																																		

Z2 Zemin Sınıfı	-0,8	-0,4	-0,4	-0,4	-0,6	-0,4	-0,4	-0,2	-0,2																																																		
Z3 Zemin Sınıfı	-1,4	-1,2	-1,4	-0,8	-1,4	-0,8	-0,8	-1,0	-0,8																																																		
Z4 Zemin Sınıfı	-2,0	-2,0	-2,2	-2,0	-2,0	-2,0	-2,0	-2,0	-1,6																																																		
NİHAİ SKOR, S																																																											
YORUMLAR:								Detaylı Değerlendirme																																																			
								Gerekli																																																			
								Evet Hayır																																																			

Şekil 3.4. Fema-154 yöntemine göre düşük depremsellik bölgelerinde kullanılacak form [37]

3.4.4. Yapıların Deprem Risklerinin Sokaktan Tarama Yöntemi ile Belirlenmesi

Bu çalışma 1-7 kat arasındaki betonarme yapıların sokaktan tarama ile deprem risklerinin belirlenmesini amaçlamaktadır. Yapılarda sokaktan gözlemlenen bazı parametreler bulunmaktadır ve bu parametrelerin tespit edilmesi 10dk'yı

geçmemektedir.

Bu parametrelerden bazıları TBDY-2018 [39] de bulunan düzensizliklerdir (yumuşak/zayıf kat, ağır çıkma, kısa kolon, çekiçleme etkisi). Bazı parametreler ise binanın mevcut durumu ve özelliklerinden belirlenen parametrelerdir (görünen yapı kalitesi, yapıdaki serbest kat sayısı)

Çizelge 3.7. Yapıların hızlı değerlendirilmesi yöntemi başlangıç puanları

KAT	HB I 60<PGV<80	HB II 40<PGV<60	HB III 20<PGV<40	YK	AÇ	GK	KK	ÇE	TE
1	90	125	160	0	-5	-5	-5	0	0
2	90	125	160	0	-5	-5	-5	0	0
3	90	125	160	-10	-10	-10	-5	-2	0
4	80	100	130	-15	-10	-10	-5	-3	-2
5	80	90	115	-15	-15	-15	-5	-3	-2
6	70	80	95	-20	-15	-15	-5	-3	-2
7	70	80	95	-20	-15	-15	-5	-3	-2

YK: Yumuşak Kat

HB: Hız Bölgesi

PGV: Pik Yer Hızı

KK: Kısa Kolon

AÇ: Ağır Çıkma

GK: Görünen Kalite

ÇE: Çarpışma Etkisi

TE: Topoğrafik Etki

FEMA-154 yönteminde olduğu gibi bu yöntemde de yapıya bir başlangıç puanı verilir. Bu yöntemde en büyük zemin hızına (PGV) bağlı üç farklı sismik tehlike bölgesinden biri seçilerek her yapı için başlangıç puanı alınır. Gözlemciler bina incelemelerinde her bir parametreyi anket formuna var/yok şeklinde yazmaktadırlar ve her olumsuzluk puanından başlangıç puanı çıkartılarak nihai skor elde edilir.

Haluk Sucuoğlu tarafından yapılan bu çalışmanın veri tabanı 1999 Düzce depremi sonrasında yapılan saha çalışmalarıdır. Sucuoğlu yaptığı bu çalışmada binada en çok hasarın meydana geldiği durumların yukarıda bahsedilen parametreler olduğunu göstermiştir[1].

Bu parametreler sırası ile aşağıda açıklanmaktadır.

1. Toplam kat sayısı
2. Yumuşak kat
3. Ağır çıkmalar

4. Kısa kolon
5. Görünen yapı kalitesi
6. Çekiçleme etkisi
7. Tepe-Yamaç etkisi

3.4.4.1. Toplam Kat Sayısı

Binaların deprem performansını etkileyen en önemli parametrelerden birisi kat sayısıdır. Kat sayısı arttıkça binanın salınımı ve kütlesi artacağından dolayı yapıların süneklik kapasitesinde zorlanmalar meydana gelmektedir. Yapının aldığı hasar ile kat adedi arasında doğrusal bir ilişki bulunmaktadır.



Şekil 3.5. 4 serbest kata sahip mevcut bir yapı



Şekil 3.6. 5 serbest kata sahip mevcut bir yapı



Şekil 3.7. 3 serbest kata sahip mevcut bir yapı



Şekil 3.8. 6 serbest kata sahip mevcut bir yapı

3.4.4.2. Ağır Çıkmalar

Binaların bodrum ve giriş katları hariç dış çerçeve akslarında çıkıntılıların oluşması yapıda ağır çıkmalara sebebiyet vermektedir. Ağır çıkmalar yapılar üzerinde ciddi düzensizliklere sebebiyet vermektedirler (kütle merkezinin kayması, giriş düzensizlikleri). Geçmiş depremler incelendiğinde ağır çıkmalı binaların ağır çıkmasız normal binalara oranla daha fazla hasar aldıkları gözlenmiştir. Ülke yapı stokunda fazlasıyla kullanılan ağır çıkmalar binalarda kütle merkezini kaydırmakta ve deprem sonucu oluşan yükleri artırmaktadır.



Şekil 3.9. Ağır çıkmalı mevcut bir yapı

3.4.4.3. Yumuşak Kat

TBDY-2018 [39] binada düzensizlik durumlarına göre betonarme binalarda, birbirine dik iki deprem doğrultusunun herhangi birinde, herhangi bir kattaki etkili kesme alanının, bir üst kattaki etkili kesme alanına oranı olarak tanımlanan dayanım düzensizliği katsayısı η_{ci} 'nin 0.80'den küçük olması durumudur. Kısaca anlatmak gerekirse yumuşak kat yapıdaki herhangi bir katın rijitliğinin diğer katlara kıyasla daha az olması durumudur. Katlar arası farklı döşeme sistemi kullanımı da yumuşak kata sebebiyet vermektedir.

Döşeme sistemleri gibi kat yükseklikleri de yumuşak kata sebebiyet vermektedir. Ülkemizde sıkça görülen bir durum olan giriş katlarının ticarileştirilmesi yüzünden kat yükseklikleri normal katlardan biraz daha fazla olmakta ve yapıda yumuşak kat düzensizlikleri meydana gelmektedir.

Geçmiş deprem verileri incelendiğinde deprem sırasında hasar alan binaların büyük çoğunluğunda yumuşak kata bağlı hasarlar meydana geldiği gözlenmiştir.



Şekil 3.10. Yumuşak kata sahip mevcut bir yapı

4.4.4.4. Kısa Kolon

Deprem etkileri altında tasarlanan bir kolonun boyunun tasarlandığı yükseklikten daha az bir yükseklikte çalışması durumuna kısa kolon oluşumu denilmektedir. Kısa kolon tabiri ile anlatılmak istenen durum, boyu aynı kattaki kolonların boylarından daha kısa olması halidir. Böyle durumlarda kısa kolonlar büyük kesme kuvvetleri etkisinde olduklarından gevrek kırılma gösterirler. Genellikle bodrum katlarında bant pencereler açmak ve ışıktan yararlanmak amacıyla dış duvarlarda boşluklar bırakılabilmektedir. Bu duvarlar yapıda kolon boyu kadar devam etmediği durumlarda o kolonlar ağır hasarlar almaktadır. Bu olumsuzluğun oluşmasındaki en temel neden duvarda düşey yönde bırakılan boşluklardır. O kolondaki yetersiz kesme donatısı da nedenlerden birisidir.



Şekil 3.11. Kısa kolonlu mevcut bir yapı

3.4.4.5. Görünen Yapı Kalitesi

Deprem sırasında yapıda meydana gelen hasarlar ile yapının görünen kalitesi hakkında bir ilişki olduğu genel olarak söylenebilmektedir. Yapılar inşa edilirken işçilik ve malzeme yönünden birçok hatalı imalatlar oluşmaktadır. Bu hatalı ve yanlış imalatların bazıları dışarıdan görülebilmektedir. İyi denilebilecek kalitede bir yapının inşaat sırasında doğru malzeme kullanımının ve kaliteli işçiliğinin sağlandığı söylenebilir. Aynı şekilde işçiliği kötü olan bir yapının kalitesi de kötü olmaktadır.



Şekil 3.12. Görünen yapı kalitesi kötü mevcut bir yapı



Şekil 3.13. Görünen yapı kalitesi kötü mevcut bir yapı



Şekil 3.14. Görünen yapı kalitesi iyi mevcut bir yapı



Şekil 3.15. Görünen yapı kalitesi iyi mevcut bir yapı

3.4.4.6. Çekişleme Etkisi

Çekişleme etkisi aralarında dilatasyon boşluğu bırakılmamış iki binanın deprem sırasında salınım yaparken rijitliği fazla olanın düşük olana yaptığı etkiyi anlatmak için kullanılan bir tabirdir. Çekişleme etkisi bitişik iki yapının döşeme seviyelerinin aynı olmaması durumunun yanında yüksekliklerinin de aynı olmaması sonucu oluşabilmektedir. Bu yapılarda deprem esnasında çarpışma meydana gelmekte ve iki

binada da ağır hasarlar oluşmaktadır.

3.4.4.7. Tepe/Yamaç Etkisi

Yapılar eğimli bir araziye (30° 'den fazla) inşa edildikleri zaman maruz kalacakları deprem yükleri bir miktar artacaktır. Bu durum sokaktan göz taraması ile rahatça gözlemlenmektedir.



Şekil 3.16. Eğim bulunan mevcut bir yapı

4. ANKARA İLİ COĞRAFI VE NÜFUS ÖZELLİKLERİ

4.1. Coğrafi Özellikler

Ankara Türkiye'nin İç Anadolu Bölgesinde, doğusunda Kırşehir ve Kırıkkale, güneyinde Aksaray ve Konya batısında Eskişehir, kuzeyinde Bolu ve Çankırı illeri arasında yer alan Türkiye'nin Başkent ilidir[30]. Son yapılan nüfus sayımına göre (2020) Ankara'nın toplam nüfusu 5 milyonu geçmektedir. Bu il 25.938 km²'lik alan üzerinde bulunmaktadır ve Türkiye topraklarının yaklaşık %3,4'ünü kapsamaktadır.

4.2. Nüfus

Osmanlı Devleti zamanında bir vilayet olan Ankara'ya 1982 yılında şehre ilk kez demiryolu gelmiş, bununla beraber kentin geliri ve İstanbul ile olan ilişkileri güçlenmiştir. Cumhuriyet döneminden itibaren özellikle idari organların ve sanayi kollarının gelişmesi sonucu Ankara nüfusunda ciddi bir artış yaşanmıştır. Bu artışlar genellikle çevre illerden gelen iç göçler nedeniyle yaşanmıştır. Bu göçlerin sonucunda da Cumhuriyet'ten önce bir kasaba olan şehir bugün Türkiye'nin Başkenti ve en kalabalık ikinci şehri gibi unvanlara sahip olmuştur [31].

4.2.1. Nüfus Sayımlarına Göre Ankara

Ankara'nın nüfusu özellikle çevresinde bulunan nispeten gelişmişliği az olan illerden gelen göçlerden dolayı sürekli artış içerisinde. Başkent Ankara özellikle sosyal, ekonomik ve beşerî altyapısı ile güçlü kamu ve özel sektör kümelenmelerine ev sahipliği yapmaktadır. Bu sebeplerde Ankara'yı İç Anadolu'nun en güzide şehri haline getirmektedir.

Nüfus sayımına göre Ankara'nın yıllar içerisindeki nüfusu tabloda verilmiştir.

[32] Türkiye İstatistik Kurumu [TÜİK], 2021

Çizelge 4.1. Ankara’da yıllara göre nüfus

TÜİK 2021 VERİLERİ	
YIL	NÜFUS
1927	404.581
1935	534.025
1940	602.965
1945	695.526
1950	819.693
1955	1.120.864
1960	1.321.380
1965	1.644.302
1970	2.041.658
1975	2.585.293
1980	2.854.689
1985	3.306.327
1990	3.236.626
2000	4.007.860
2007	4.466.756
2008	4.548.939
2009	4.650.802
2010	4.771.716
2011	4.890.893
2012	4.965.542
2013	5.045.083
2014	5.150.072
2015	5.270.575
2016	5.346.518
2017	5.445.026
2018	5.503.985

4.3. Ankara’da Gecekondulaşma

Ankara’daki bu nüfus artışının sosyo-kültürel ve ekonomik yönlerden olumlu katkıları yadsınamazken çarpık kentleşme ve gecekondulaşmayı da ciddi oranda arttıracaktır. Özellikle iş arama umuduyla gelen Anadolu halkı için büyük şehirlerde yaşam kolay olmamakta ve halk mecburiyetten kendi evlerini derme çatma şeklinde

kendileri oluşturmaktadır.

Gecekondu sorunu gelişmekte olan büyük şehirlerin en büyük sorunlarından biri haline gelmiştir.” İlk olarak, Türk toplumu, demokrasiye ve çok partili döneme geçişin başlangıcı olan 1950’li yıllardan bugüne dek sürekli göçmekte ve göçün en önemli sonucu olan gecekondu sorununu yaratmıştır” [33].

Gecekondu, binaların alelacele, ruhsatsız ve yasalara aykırı yapılması gibi durumları tanımlayan bir kavramdır. Bu tür binalar herhangi bir mühendislik hizmeti almadığı için anında tespit edilmeleri gereklidir.

Hükümetin kalkınma planları, imar ve gecekondu affı gibi birçok önlem alınmış olsa da hala günümüzde birçok gecekondu tarzı yapı ve yapılaşma bulunmaktadır.

Bu tip yapılar yapı stokumuzun önemli bir parçasını oluşturmaktadır. Bu yapıların tespit edilip derhal kentsel dönüşüm kapsamında yıkım işlemlerinin yapılması gerekmektedir.

4.4. Ankara’nın Deprem Riski

1945, 1947, 1963 ve 1972 tarihlerinde hazırlanan deprem bölgeleri haritalarında Ankara risksiz ve az riskli deprem riskinin bulunduğu bölgeler arasına girmiştir[30].

Ankara jeopolitik konumu, nüfusu ve Türkiye Cumhuriyeti’nin başkenti ve ikinci büyük ili olmasının yanında çok az sayıda deprem tehlikeleri ile ilgili çalışmalar yapılmıştır. Buradan hareketle Ankara için deprem tehlikesi bakımından “riski az bölge” tanımı yapılmaktadır.

Can ve Özmen’in çalışmalarına göre Ankara ilini etkileyebilecek depremlere kaynaklık etmesi muhtemel 14 fay bölgesi belirlenmiştir. Bu bölgeler Akşehir fayı, Bala, Çankırı, Eskişehir, Elmadağ-Eldivan, Kızılırmak, Seyfe, Tuz gölü, Cihanbeyli-Yenice oba, Dodurga, Karabük-Kastamonu, Ezine pazarı fay zonlarıdır. Bu bölgeler aletsel dönem (1900 sonrası) ve aletsel dönem öncesi (1900 öncesi) dönemlerinden Ankara’da meydana gelen $M > 3$ olan depremlerin kaynak bölgeleri olmaktadır [30].

4.4.1. Ankara’nın Depremselliği

Aletsel ölçümlerin 1900’lü yılların başında yapılmaya başlandığı düşünülürse Ankara bölgesinde 1900 yılından önce meydana gelmiş depremlerin verileri çok az sayıdadır.

Tarihte yaşanan ölümlere ve olaylara bakılarak o dönemlerdeki depremlerin şiddeti hakkında yorum yapılabilirken depremlerin büyüklüğü hakkında sağlıklı yorumlar yapmak ise neredeyse imkansızdır [34].

Ankara bölgesinde meydana gelen yıkıcı depremler tablo halinde verilmektedir.

Çizelge 4.2. Ankara ve çevresinde meydana gelmiş önemli depremler

TARİH	KONUM	BÜYÜKLÜĞÜ	YER	ŞİDDETİ
19 MART 1902	40.65 K-33.60 D	5.6	ÇANKIRI	4 ÖLÜ 100 YARALI
19 NİSAN 1938	39.44K-33.79D	6.6	KİRŞEHİR- KESKİN	149 ÖLÜ 211 YARALI
26 KASIM 1943	41.05K-33.72D	7.2	SAMSUN	4.000 ÖLÜ 5.000 YARALI
1 ŞUBAT 1944	40.80K-32.20D	7.2	BOLU- GEREDE	ÖLÜ DURUMU VERİ YOK 3958 YARALI
13AĞUSTOS 1951	40.88K-32.87D	6.9	ÇANKIRI- KURŞUNLU	50 ÖLÜ YARALI VERİ YOK
7 EYLÜL 1953	41.09K-33.01D	6	ÇANKIRI- ÇERKEŞ	VERİ YOK
21 NİSAN 1983	39.31K-33.06D	4.1	KÖŞKER	ÜÇ KÖYDE HASAR OLUŞMUŞTUR.

Ankara aktif faylarla çevrili bir bölgedir nitekim de fay kırıklarından meydana gelen yıkıcı depremler de bunu doğrulamaktadır. $M > 6$ büyüklüğündeki depremler Ankara bölgesi için yıkıcı bir deprem olma olasılığı yüksektir.

Ankara'da 80'li ve 90'lı yıllarda ruhsatsız, malzeme kalitesi düşük, denetimsiz binalar inşa edilmiştir. Gecekondu olarak adlandırılan bu yapıların, büyüklüğü yüksek bir deprem karşısında yıkılacakları kaçınılmaz bir gerçektir. Bu sebepten Ankara'yı etkileyebilecek bir depremin şiddetinin de fazla olması kaçınılmazdır. Bu yüzden Ankara'nın deprem tehlikesine "düşük" demek doğru bir yaklaşım değildir. İnsanlarımızı bilinçlendirerek toplum olarak depreme heran hazır bireyler inşa edilmelidir.

Pampal ve Kozlu'ya [34] göre Ankara'daki zeminlere uygun yapılaşma yapılmamış ve zemin-yapı etkileşimi neredeyse ihmal edilmiştir. Bahsi geçen zeminlerden zayıf olan zeminlere çok katlı yapılar inşa edilmiştir. Bu yapılar zamanla kötü zeminlerde oturmalara sebebiyet verebilmektedir.

Görüldüğü gibi Ankara'daki deprem riski üzerinde durulması ve araştırılması gereken bir konudur. Riskli yapıların tespiti ve o yapılarda gerekli çalışmaların yapılmasının önemi aşikardır.

5. ANALİZLERDE KULLANILAN HESAP YÖNTEMLERİ

5.1. Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi

Yapıların eşdeğer deprem yükü yöntemine göre hesabı TBDY-2018'e [39] göre yapılmaktadır. Ayrıntılı açıklamalar ilgili yönetmeliğin 4. Bölümünde verilmiştir.

Yönetmelik gereği eşdeğer deprem yükü yönteminin yapılarda kullanılabilmesi için bazı şartların yerine getirilmesi gerekmektedir. Bu şartlar bölüm 4.6'da verilmiştir.

Çizelge 5.1. Eşdeğer deprem yükü yönteminin kullanılabilirlik sınırları

Bina Türü	İzin Verilen Bina Yükseklik Sınıfı	
	DTS = 1, 1a, 2, 2a	DTS = 3, 3a, 4, 4a
Her bir katta burulma düzensizliği katsayısının $\eta_{bi} \leq 2.0$ koşulunu sağladığı ve ayrıca B2 türü düzensizliğinin olmadığı binalar	BYS ≥ 4	BYS ≥ 5
Diğer tüm binalar	BYS ≥ 5	BYS ≥ 6

Binalarda; BYS (Bina Yükseklik Sınıfı), DTS (Deprem Tasarım Sınıfı) ile ilgili hükümler Bölüm-3'de verilmiştir. TBDY-2018 Bölüm-3'te Bina Önem Sınıfları tablosu verilmiştir. Bu tablo kullanılarak binaların kullanım sınıfı (BKS) belirlenebilmektedir.

Yapılan incelemeler doğrultusunda yapıların analizinde eşdeğer deprem yükü yönteminin kullanılabilirliği belirlenebilmektedir.

Yapılara etki eden eşdeğer deprem yükünün belirlenmesi için aşağıdaki formül kullanılmaktadır.

$$V_{tE}^{(X)} = m_t S_{aR} (T_p^{(X)}) \geq 0.04m_t I S_{DS} g \quad (5.1)$$

Bu denklemde $S_{aR} (T_p^{(X)})$ Azaltılmış Tasarım Spektral İvmesini temsil etmektedir.

Azaltılmış Tasarım Spektral İvmesi yapının doğal titreşim periyoduna ($T_p^{(X)}$) bakılarak aşağıdaki denklem kullanılarak bulunmaktadır.

$$S_{aR}(T) = \frac{S_{ae}(T)}{Ra(T)} \quad (5.2)$$

$S_{ae}(T)$ = DD-2 deprem yer hareketi için belirlenen yatay elastik tasarım spektral ivmesi

$Ra(T)$ = Deprem yükü azaltma katsayısı

5.1.2. Deprem Yükü Azaltma Katsayısı

Deprem etkisi altında bir bina tasarlanırken hiç hasar almaması sağlanabilir fakat bu yapı ekonomik bir yapı olmaz. Hiç hasar almayan yapı tasarlamak yerine deprem esnasında sünek davranış gösteren yapılar yapmak yapı mühendisleri tarafından tercih edilmektedir ki bu durumda yapılar ekonomik bir şekilde çözümlenmektedir. Yapıların deprem altında analizi yapılırken bir azaltma katsayısı kullanılır böylece deprem yükünün bir kısmının süneklik ile karşılandığı kabulü yapılır. Deprem yükü azaltma katsayısı taşıyıcı sistemin türüne göre değişmektedir çünkü yapılar tasarlanırken süneklik düzeyi yüksek veya süneklik düzeyi düşük yapılar olarak tasarlanır. Bu durumda da deprem yükünü karşılayacak olan sünek davranış değişkenlik gösterecektir.

TBDY-2018' e göre deprem yükü azaltma katsayısı aşağıdaki formüllerle bulunmaktadır.

$$R_a(T) = \frac{R}{I} \quad T > T_B \quad (5.3)$$

$$R_a(T) = D + \left(\frac{R}{I} - D \right) \frac{T}{T_B} \quad T \leq T_B \quad (5.4)$$

Şekil 5.1. Deprem yükü azaltma katsayısı

Burada;

R: Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı

D: Dayanım Fazlalığı Katsayısı

I: Bina Önem Katsayısı

T_B : Spektrum Köşe Periyodu' nu göstermektedir.

TBDY-2018 Bölüm-4 Tablo 4.1'de bina taşıyıcı sistemlerine ilişkin davranış katsayıları, Dayanım fazlalığı katsayıları ve kullanılabilir Bina Yükseklik Sınıfları

tablosu verilmektedir.

Çizelge 5.2. Taşıyıcı sistem davranış katsayısı

Bina Taşıyıcı Sistemi	Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı R	Dayanım Fazlalığı Katsayısı D	İzin Verilen Bina Yükseklik Sınıfları BYS
A. YERİNDE DÖKME BETONARME BİNA TAŞIYICI SİSTEMLERİ			
A1. Süneklik Düzeyi Yüksek Taşıyıcı Sistemler			
A11. Deprem etkilerinin tamamının moment aktaran <i>süneklik düzeyi yüksek</i> betonarme çerçevelerle karşılandığı binalar	8	3	$BYS \geq 3$
A12. Deprem etkilerinin tamamının <i>süneklik düzeyi yüksek</i> bağ kirişli (boşluklu) betonarme perdelerle karşılandığı binalar	7	2.5	$BYS \geq 2$
A13. Deprem etkilerinin tamamının <i>süneklik düzeyi yüksek</i> boşluksuz betonarme perdelerle karşılandığı binalar	6	2.5	$BYS \geq 2$
A14. Deprem etkilerinin moment aktaran <i>süneklik düzeyi yüksek</i> betonarme çerçeveler ile <i>süneklik düzeyi yüksek</i> bağ kirişli (boşluklu) betonarme perdeler tarafından birlikte karşılandığı binalar (Bkz.4.3.4.5)	8	2.5	$BYS \geq 2$
A15. Deprem etkilerinin moment aktaran <i>süneklik düzeyi yüksek</i> betonarme çerçeveler ile <i>süneklik düzeyi yüksek</i> boşluksuz betonarme perdeler tarafından birlikte karşılandığı binalar (Bkz.4.3.4.5)	7	2.5	$BYS \geq 2$
A16. Deprem etkilerinin tamamının çatı düzeyindeki bağlantıları mafsallı olan ve yüksekliği 12 m'yi geçmeyen <i>süneklik düzeyi yüksek</i> betonarme kolonlar tarafından karşılandığı tek katlı binalar	3	2	-
A2. Süneklik Düzeyi Karma Taşıyıcı Sistemler (Bkz. 4.3.4.1, 4.3.4.6)			
A21. Deprem etkilerinin moment aktaran <i>süneklik düzeyi sınırlı</i> betonarme çerçeveler ile <i>süneklik düzeyi yüksek</i> bağ kirişli (boşluklu) betonarme perdeler tarafından birlikte karşılandığı binalar (Bkz.4.3.1.2)	6	2.5	$BYS \geq 4$
A22. Deprem etkilerinin moment aktaran <i>süneklik düzeyi sınırlı</i> betonarme çerçeveler ile <i>süneklik düzeyi yüksek</i> boşluksuz betonarme perdeler tarafından birlikte karşılandığı binalar (Bkz.4.3.1.2)	5	2.5	$BYS \geq 4$
A23. Deprem etkilerinin moment aktaran <i>süneklik düzeyi sınırlı dolgulu (asmolen) veya dolgusuz tek doğrultulu dışlı döşemeli</i> betonarme çerçeveler ile <i>süneklik düzeyi yüksek</i> bağ kirişli (boşluklu) betonarme perdeler tarafından birlikte karşılandığı binalar	6	2.5	$BYS \geq 6$
A24. Deprem etkilerinin moment aktaran <i>süneklik düzeyi sınırlı dolgulu (asmolen) veya dolgusuz tek doğrultulu dışlı döşemeli</i> betonarme çerçeveler ile <i>süneklik düzeyi yüksek</i> boşluksuz betonarme perdeler tarafından birlikte karşılandığı binalar	5	2.5	$BYS \geq 6$
A3. Süneklik Düzeyi Sınırlı Taşıyıcı Sistemler (Bkz. 4.3.4.1, 4.3.4.3, 4.3.4.7)			
A31. Deprem etkilerinin tamamının moment aktaran <i>süneklik düzeyi sınırlı</i> betonarme çerçevelerle karşılandığı binalar	4	2.5	$BYS \geq 7$
A32. Deprem etkilerinin tamamının <i>süneklik düzeyi sınırlı</i> boşluksuz betonarme perdelerle karşılandığı binalar	4	2	$BYS \geq 6$
A33. Deprem etkilerinin moment aktaran <i>süneklik düzeyi sınırlı</i> betonarme çerçeveler ile <i>süneklik düzeyi sınırlı</i> boşluksuz betonarme perdeler tarafından birlikte karşılandığı binalar	4	2	$BYS \geq 6$

5.1.3. Katlara Etkiyen Eşdeğer Deprem Yüklerinin Belirlenmesi

Denklem 3.5 ile belirlenen toplam eşdeğer deprem yükünün bina katlarına etkimesi aşağıdaki denklem ile yapılmaktadır.

$$V_{te}^{(x)} = \Delta F_{NE}^{(x)} + \sum_{i=1}^N F_{ie}(X) \quad (5.5)$$

Binanın N. Katına (en üst kat) etki eden eşdeğer deprem yükü $\Delta F_{NE}^{(x)}$ 'in değeri aşağıdaki denklem ile bulunmaktadır.

$$\Delta F_{NE}^{(x)} = 0.0075 * N * V_{TE}^{(X)} \quad (5.6)$$

Toplam eşdeğer deprem yükünün $\Delta F_{NE}^{(x)}$ dışında kalan kısmı aşağıdaki denklem ile bulunmaktadır.

$$F_{IE}^{(X)} = (V_{TE}^{(X)} - \Delta F_{NE}^{(x)}) * \frac{m_i * H_i}{\sum_{j=1}^N m_j * H_j} \quad (5.7)$$

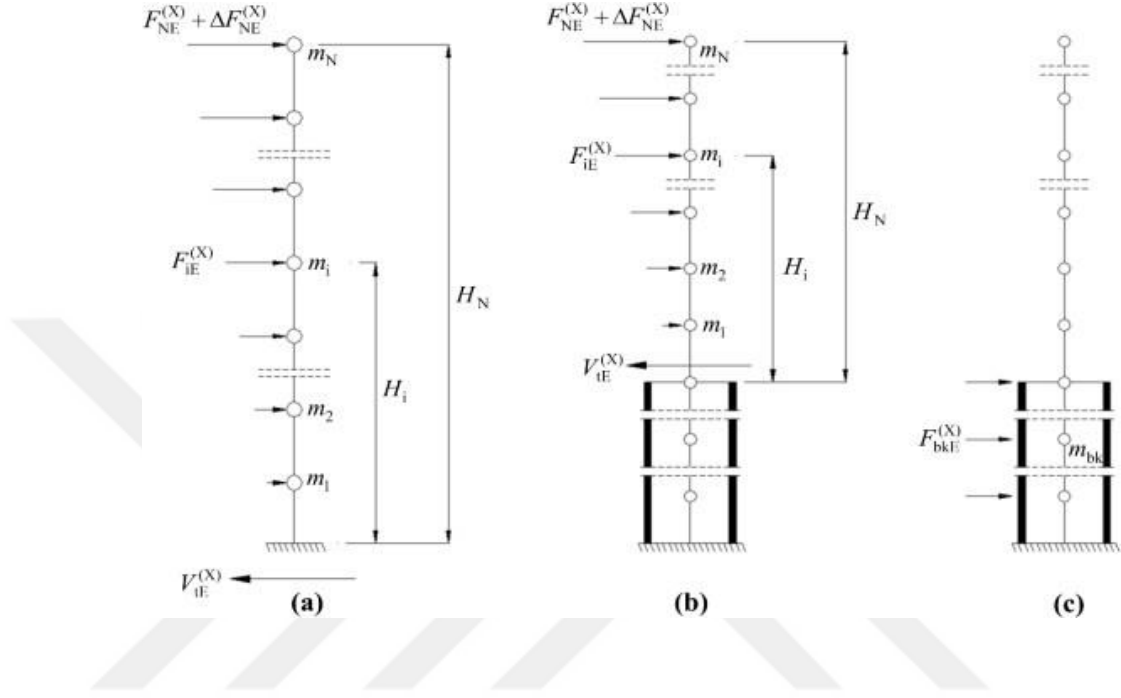
Denklemden de görüldüğü gibi eşdeğer deprem yükünün katlara dağıtılması katların yükseklikleri ve kütleleri oranında yapılmaktadır.

Kat döşemelerinin TBDY-2018 4.5.6.4'e göre rijit diyafram olarak modellenmesi durumunda denklem 3.7 ile hesaplanan $F_{IE}^{(X)}$ eşdeğer deprem yükü i. kattaki düğüm noktalarına göz önüne alınan deprem yönü doğrultusunda etki ettirilecektir.

5.1.4. Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi ile Rijit Bodrumlu Binaların Hesabı

Bir yapının rijit bodrumlu olma şartı bir katın 3 veya 4 tarafının betonarme perdelerle çevrili olması şartının sağlanmasıdır. Rijit bodrumlu binalarda yapının bodrum katı ile normal katı aynı davranışı (yatay rijitlik) sergilemeyeceğinden hesaplamalar da farklı olmaktadır. Bu tür binaların deprem hesabında binaların üst ve alt kısımlarında farklı R ve D katsayıları kullanılmaktadır. Bu tür binaların modal hesap yöntemli deprem hesabında iki yükleme durumu hesap yaklaşımı kullanılır. Binanın üst ve alt tarafı tek taşıyıcı sistem halinde modellenir fakat deprem hesabı iki durum için ayrı ayrı yapılır. Birinci yükleme durumunda $R_{üst}$ ve $D_{üst}$ katsayıları kullanılarak binanın üst kısmına etki eden eşdeğer deprem yükü binanın tepesine etkiyen ek eşdeğer yük hariç olarak hesaplanır.

İkinci durumda ise ortak sistem modelinde bodrum kata ait elemanların kütleleri hesaplanarak bu katlara etki eden eşdeğer deprem yükleri hesaplanır. Bu hesapta alt bölüm için hesaplanan deprem yükü azaltma katsayısı $(R_a)_{alt}=1.5$ kullanılır. İki yükleme durumunu sonucunda ise azaltılmış iç kuvvetler elde edilir.



Şekil 5.3. Eşdeğer deprem yükü yöntemi

5.2. Mod Birleştirme Yöntemi

Mod birleştirme yöntemi deprem etkisindeki tüm binaların analizinde kullanılan dinamik bir yöntemdir. Bu yöntemde herhangi bir kısıtlama yapılmaksızın bütün bina ve bina türü yapıların analizi yapılabilmektedir. Mod birleştirme yöntemi tıpkı eşdeğer deprem yükü yönteminde olduğu gibi bazı kabuller dikkate alınmaktadır. Deprem yüklerinin belirlenmesinde farklı zemin sınıflarına göre değişkenlik gösteren ivme spektrumları kullanılmaktadır. Bu ivme spektrumları çeşitli deneyler yapılarak idealleştirilmiş ve standart hale getirilmiştir. Bu yöntemdeki bir diğer kabul ise kütlelerin yapının düğüm noktalarında toplandığı kabulüdür. Mod birleştirme yöntemi özünde mod katkılarının uygun bir istatiktiksel yöntemle birleşip yapıdaki yer değiştirmelerin bulunması olarak tanımlanmaktadır. Bu yöntemde Spektral Analiz de denilmektedir. Mod birleştirme yönteminde analiz için her katta birbirine dik doğrultuda iki yatay serbetlik derecesi ile kütle merkezinden geçen dönme serbetlik

derecesi göz önüne alınır. Her katta modal deprem yüklerinin her serbestlik derecesi için ek dış merkezlilik (+%5,-%5) hesaba katılarak kat kütle merkezine uygulanır.

Mod birleştirme yönteminde uygulanacak mod sayısı yapının hem X hem de Y yönlerindeki depreme katılan etkin kütlelerine göre belirlenmektedir.

$$\sum_{i=1}^N m(x) \geq 0,95 mt \quad \sum_{i=1}^N m(y) \geq 0,95 mt \quad (5.8)$$

Formüldeki N değeri göz önüne alınan mod sayısıdır.

5.3. Zaman Tanım Alanında Analiz Yöntemi

Zaman tanım alanında analiz yönteminde daha önce meydana gelmiş deprem verileri kullanılabildiği gibi yapay yollarla elde edilmiş depremler de kullanılmaktadır. Doğrusal veya doğrusal olmayan yöntemler kullanılarak yapılardaki deprem yükleri belirlenebilmektedir.

5.3.1. Deprem Kayıtlarının Seçilmesi

TBDY-2018 Bölüm 2.5.1.1'e göre uygun deprem kayıtlarının seçilmesi tasarım esas deprem yer hareketi düzeyi ile uyumlu deprem büyüklükleri, fay uzaklıkları ve yerel zemin koşulları dikkate alınarak belirlenmektedir. Bölgede tasarım deprem yer hareketi ile uyumlu geçmiş devrem ivme kayıtları mevcut ise öncelikle bu veriler kullanılacaktır.

TBDY 2018 **Bölüm 2.5.1.3**' [39] e göre hesaplar için seçilecek deprem takımlarının sayısı en az on bir olmalıdır.

5.3.2 Deprem Kayıtlarının Ölçeklendirilmesi

Zaman tanım analizinde kullanılacak deprem ivme kayıtlarının basit ölçeklendirme işlemi yapılmalıdır. Bu işlem 3 boyutlu hesap için seçilen her bir deprem kayıttakımının iki yatay bileşenine ait spektrumların kareleri toplamının karekökü alınarak bileşke yatay spektrumunun elde edilmesi işlemidir. TBDY 2018'e [39] göre seçilen tüm kayıtlara ait bileşke spektrumların ortalaması $0.2T_p$ ile $1.5T_p$ periyotları arasındaki genliklerinin yatay elastik tasarım spektrumunun aynı periyot aralığındaki genliklerine oranının 1.3'ten küçük olup olmamasına bakılır.

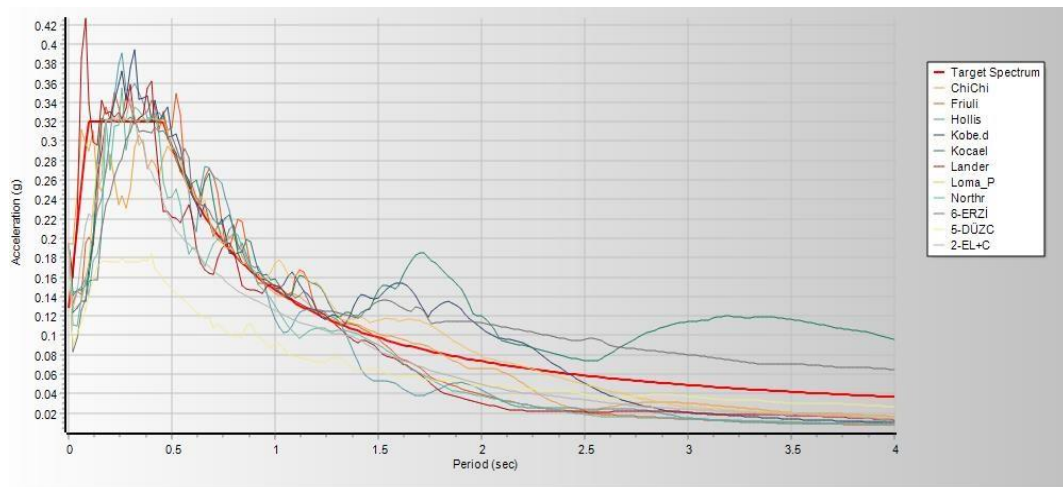
5.3.2.1 Deprem İvme Verileri

TBDY-2018'e [39] göre yapıların zaman tanım analizlerinde en az 11 adet deprem ivme kaydının kullanılması gerekmektedir. Bu işlem için uygun ivme verileri PEER Ground Motion Database web sitesinden [40] seçilmiş olup tablo halinde verilmiştir.

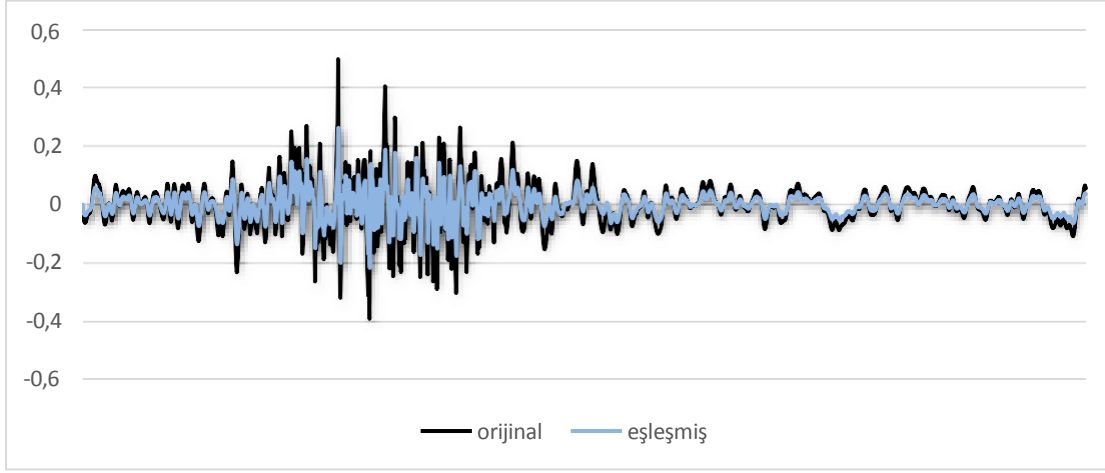
Çizelge 5.3. Deprem ivmeleri

Deprem	Büyüklik	İstasyon	Faya Mesafe	Kayıt Süresi (sn.)	Anlamlı Süre	Yıl
Düzce	7.14	LAMONT-1061	11.46	39.97	15.5	1999
Chi-Chi	7.62	CHY010	19.93	39.97	29.8	1999
Landers	7.28	Joshua Tree	11.03	48.09	27.1	1992
Loma Prieta	6.93	Anderson Dam (L Abut)	19.9	39.9	15.6	1989
Northridge	6.05	Castaic - Old Ridge Route	29.29	39.88	15	1994
Hollister	5.14	Hollister City Hall	8.85	39.88	10.9	1974
Kocaeli	7.51	Ambarlı	10.56	48.09	9.8	1999
Kobe	6.9	Amagasaki	11.34	48.09	12	1995
Friuli	6.5	Barcis	49.13	36.32	10.4	1976
El-Centro	6.9	El Centro Array	18.2	39	19.1	1940
Erzincan	7.9	Kuzey Anadolu Fayı	20	39.7	17.5	1939

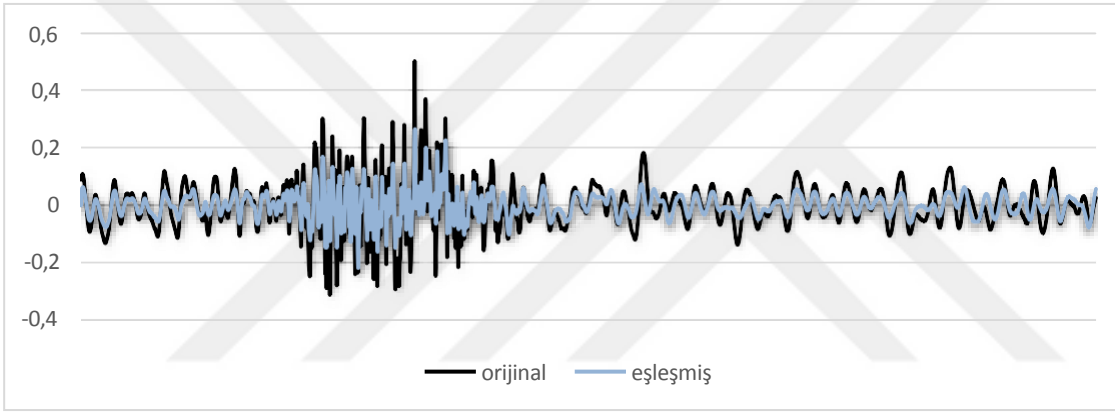
Bu ivme verileri Seismomatch V.22 bilgisayar tabanlı programa girilmiş ve uygun hedef spektrumu altında ölçeklendirilmiştir. Ölçeklendirmeye ait veriler ve ölçeklenmiş ivme kayıtları aşağıda gösterilmektedir.



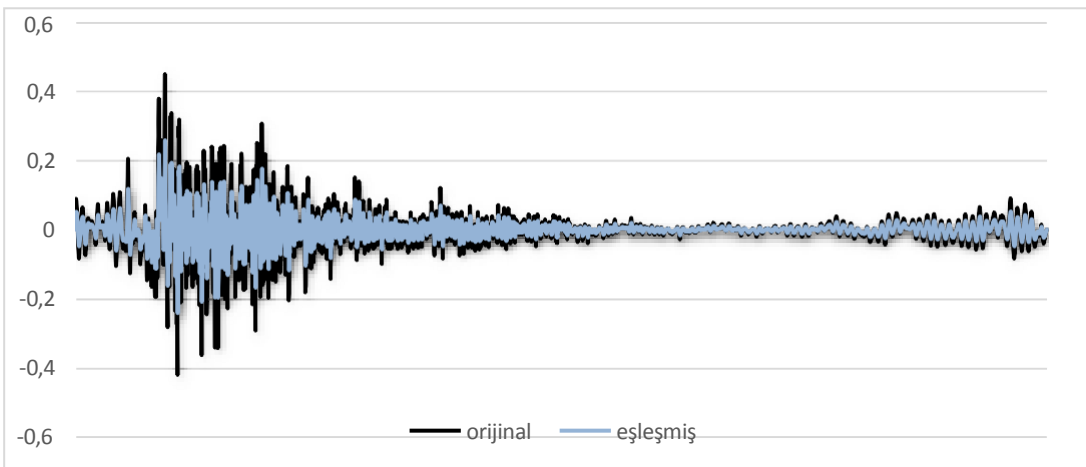
Şekil 5.2. TBDY-2018'e göre ölçeklenmiş deprem verileri



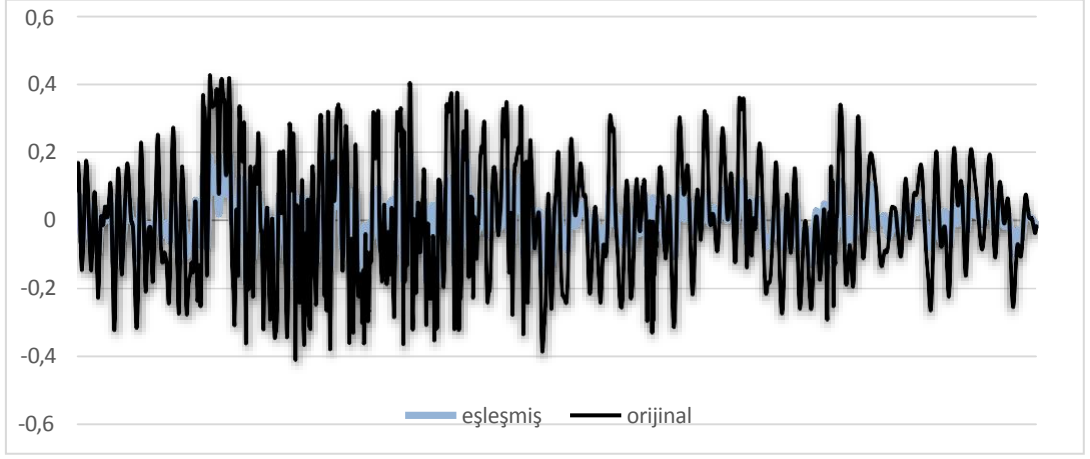
Şekil 5.3. Chi-chi depreminin orijinal ve tbdy-2018'e göre lçeklendirilmiş ivme kaydı



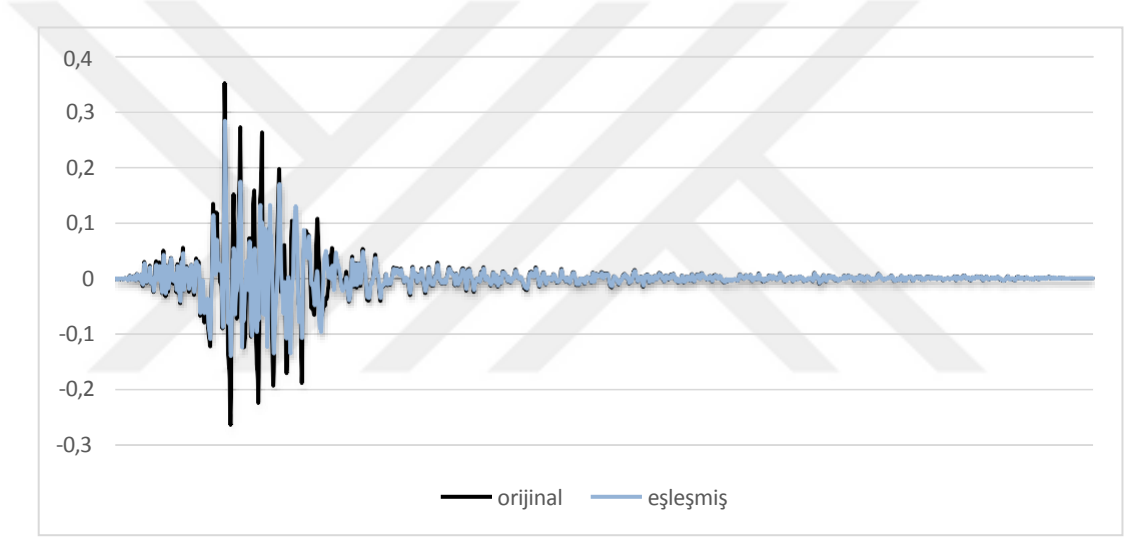
Şekil 5.4. Düzce depreminin orijinal ve tbdy-2018'e göre ölçeklendirilmiş ivme kaydı



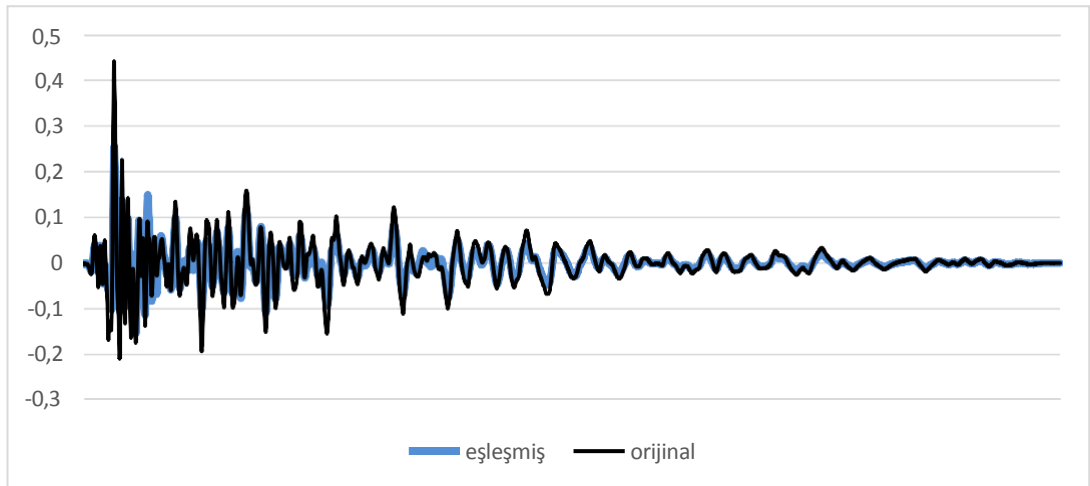
Şekil 5.5. El-centro depreminin orijinal ve tbdy-2018'e göre ölçeklendirilmiş ivme kaydı



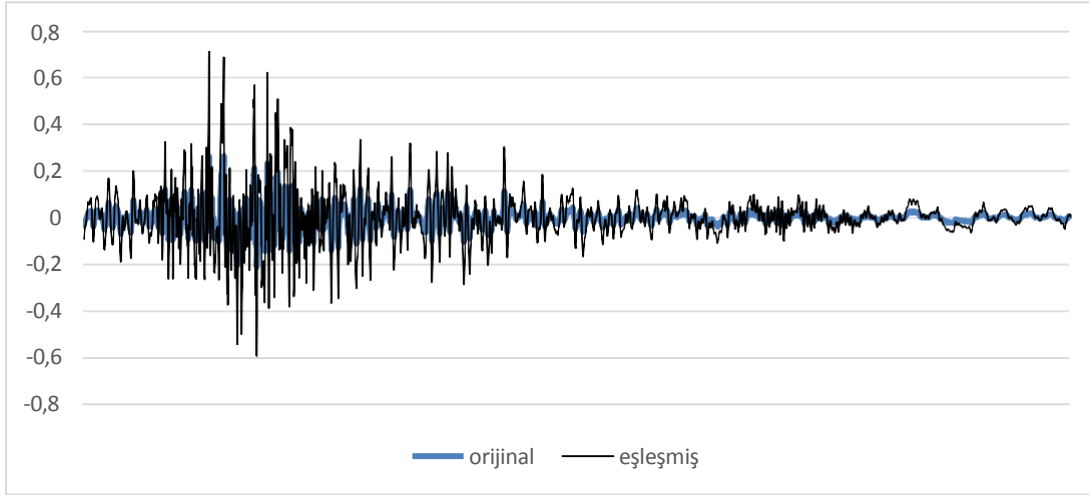
Şekil 5.6. Erzincan depreminin orijinal ve tbdy-2018'e göre ölçeklendirilmiş ivme kaydı



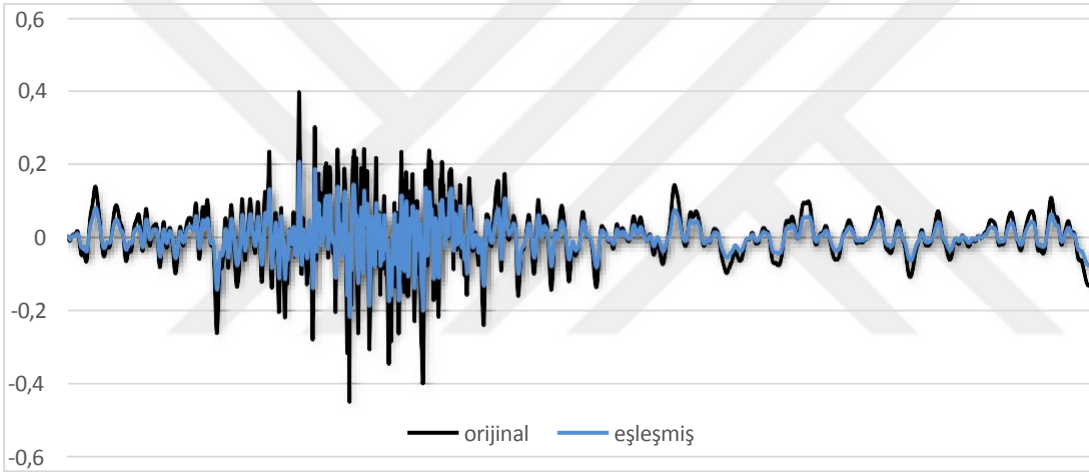
Şekil 5.7. Friuli depreminin orijinal ve tbdy-2018'e göre ölçeklendirilmiş ivme kaydı



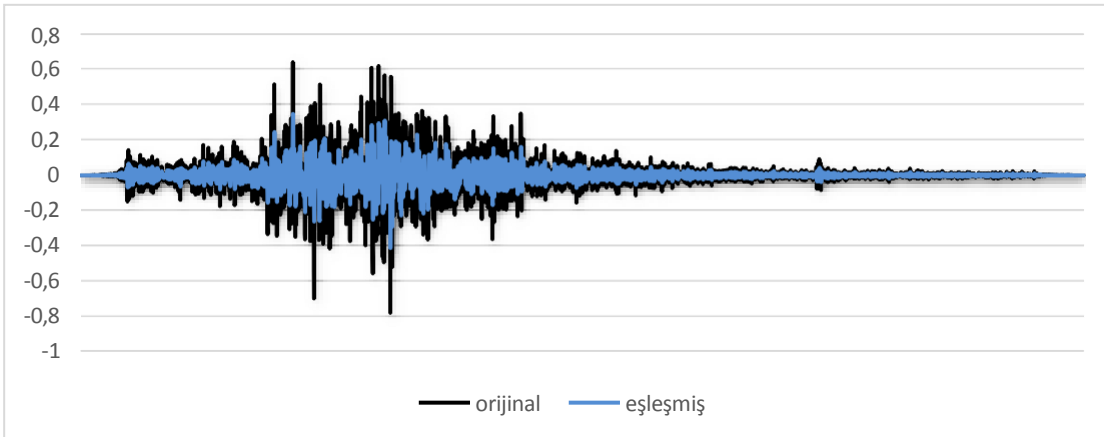
Şekil 5.8. Hollister depreminin orijinal ve tbdy-2018'e göre ölçeklendirilmiş ivme kaydı



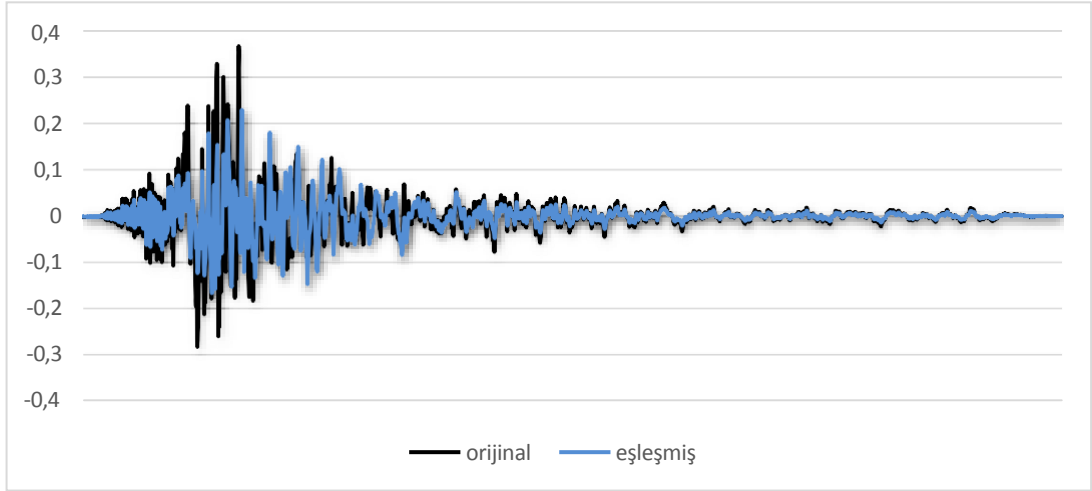
Şekil 5.9. Kobe depreminin orijinal ve tbdy-2018'e göre ölçeklendirilmiş ivme kaydı



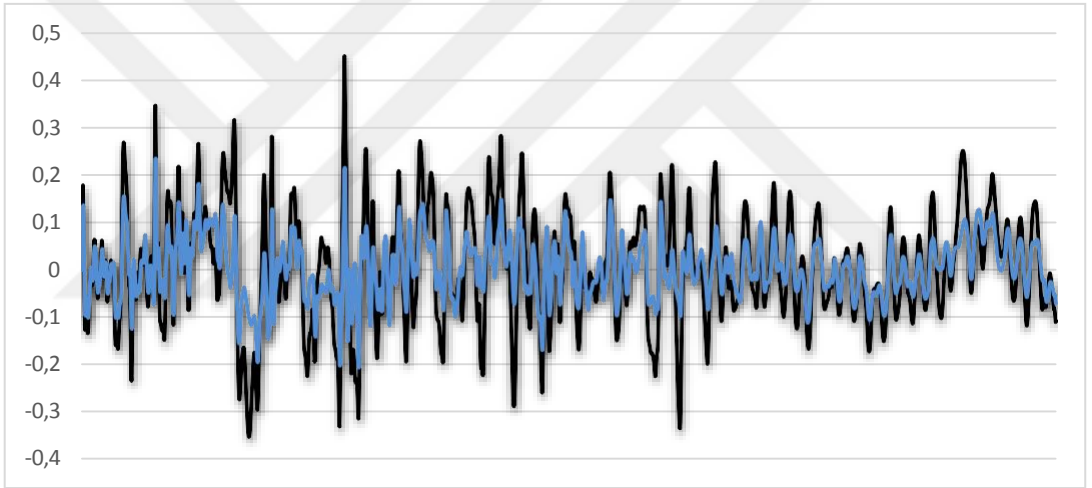
Şekil 5.10. Kocaeli depreminin orijinal ve tbdy-2018'e göre ölçeklendirilmiş ivme kaydı



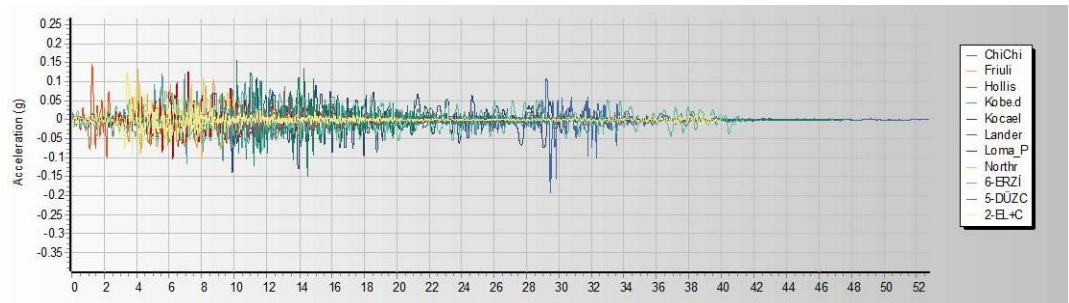
Şekil 5.11. Landers depreminin orijinal ve tbdy-2018'e göre ölçeklendirilmiş ivme kaydı



Şekil 5.12. Loma-prieta depreminin orijinal ve tbdy-2018'e göre ölçeklendirilmiş ivme kaydı



Şekil 5.13. Northridge depreminin orijinal ve tbdy-2018'e göre ölçeklendirilmiş ivme kaydı



Şekil 5.14. Deprem ivmelerinin orijinal ve tbdy-2018'e göre ölçeklendirilmiş ivme kaydı

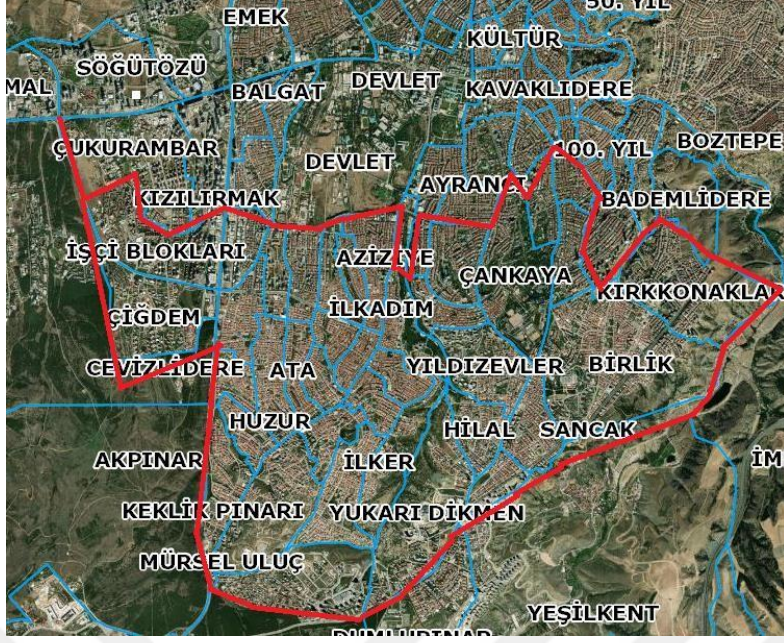


6. ANKARA’DA MEVCUT YAPILAR

Özellikle Ankara’nın başkent olmasından sonra 1960’lı yıllara kadar konut sayısında ciddi bir artış yaşanmıştır. Bu artışın en büyük nedenlerinden birisi ve en önemlisi artan nüfusa çözüm bulabilmektir. Yapılaşma öncelikle Ankara’nın merkezi olarak tabir edilen ve Türkiye Cumhuriyeti’nin ilk meclisinin de sınırlarında bulunduğu Ulus bölgesi ve çalışmamıza konu olan Çankaya bölgelerinde başlamıştır. Özellikle 2000’li yıllardan sonra konutlardaki talep devam etmiş ve şehir, merkezin güneyine kaymaya başlamıştır. Özetle Çankaya ilçesinde sokaktan hızlı tarama yapıldığında performans skoru düşük çıkan binaların büyük çoğunluğu merkeze yakın binalar oluşturmaktadır. Mahalle bazında incelendiğinde çalışma yapılan mahalleler ve nüfuslarına ilişkin veriler tabloda verilmektedir.

Çizelge 6.1. Yapı örnekleri alınan mahalleler

MAHALLE/SEMT	SAYIM YILI	YÜZÖLÇÜM (km ²)	NÜFUS	MAHALLE/SEMT	SAYIM YILI	NÜFUS	YÜZÖLÇÜM (km ²)
AZİZİYE	2019	0.807	11.415	GÖKKUŞAĞI	2014	8.538	0.426
HARBİYE	2019	1.049	20.728	HUZUR	2019	17.148	0.765
MURAT	2019	0.131	3.661	KARAPINAR	2019	9.334	0.402
ÖVEÇLER	2019	0.415	8.172	KEKLİKPINARI	2019	14.273	1.746
SÖĞÜTÖZÜ	2019	1.909	5.759	AKPINAR	2019	12.313	0.941
İLKADIM	2019	2.071	13.066	SANCAK	2019	11.327	0.966
EHLİBEYT	2019	0.578	2.964	MALAZGİRT	2019	6.151	0.382
GAZİOSMANPAŞA	2019	0.496	3.77	ATA	2019	11.818	0.471
DİKMEN	2019	2.188	8.377	MÜRSEL ULUÇ	2019	17.86	1.137
CEVİZLİDERE	2019	0.651	13.047	KIRKKONAKLAR	2019	19.185	1.723



Şekil 6.1. Yapı örneği alınan mahalleler



Şekil 6.2. Ankara'da mevcut yapılar



Şekil 6.3. Ankara'da mevcut yapılar



Şekil 6.4. Ankara'da mevcut yapılar



Şekil 6.5. Ankara'da mevcut yapılar



Şekil 6.6. Ankara'da mevcut yapılar



Şekil 6.7. Ankara'da mevcut yapılar



Şekil 6.8. Ankara'da mevcut yapılar



7. SAHA ÇALIŞMASININ UYGULANMASI

Bu bölümde Ankara'nın Çankaya ilçesinde güney yer alan mahallelerden alınan 1458 adet betonarme yapıların sokaktan hızlı değerlendirme yöntemleri ile analizleri yapıp deprem performans değerleri belirlenmiştir. Değerlendirme yapılırken Sucuoğlu ve Yazgan tarafından geliştirilen yöntem kullanılmıştır. Hesaplamalarda AFAD TDTH (Türkiye Deprem Tehlike Haritası) ara yüzünden alınan PGV değerleri dikkate alınarak bir başlangıç puanı kullanılmaktadır. Başlangıç puanları ve diğer parametrelerin sayısal değerleri tabloda verilmiştir.

Çizelge 7.1. Yapıların hızlı değerlendirilmesinde başlangıç puanları

KAT	HB I 60<PGV<80	HB II 40<PGV<60	HB III 20<PGV<40	YK	AÇ	GK	KK	ÇE	TE
1	90	125	160	0	-5	-5	-5	0	0
2	90	125	160	0	-5	-5	-5	0	0
3	90	125	160	-10	-10	-10	-5	-2	0
4	80	100	130	-15	-10	-10	-5	-3	-2
5	80	90	115	-15	-15	-15	-5	-3	-2
6	70	80	95	-20	-15	-15	-5	-3	-2
7	70	80	95	-20	-15	-15	-5	-3	-2

YK: Yumuşak Kat
KK: Kısa Kolon

HB: Hız Bölgesi
AÇ: Ağır Çıkma

ÇE: Çarpışma Etkisi

PGV: Pik Yer Hızı
GK: Görünen Kalite
TE: TopoğrafikEtki

7.1. Ankara Güney Çankaya Bölgesi için Deprem Riskinin Sokaktan Hızlı Tarama Yöntemi ile Belirlenmesi

Ankara İl'inin Güney bölgesinde yer alan 1458 bina deprem performanslarının belirlenmesi için risk analizine tabi tutulmuştur. Bina örnekleri Çankaya güney kısmındaki mahallelerinden alınmıştır bu mahalleler ile ilgili bilgiler 4. Bölümde anlatılmıştır.

Bu mahallelerden alınan örnekler ışığında Sucuoğlu ve Yazgan tarafından geliştirilen

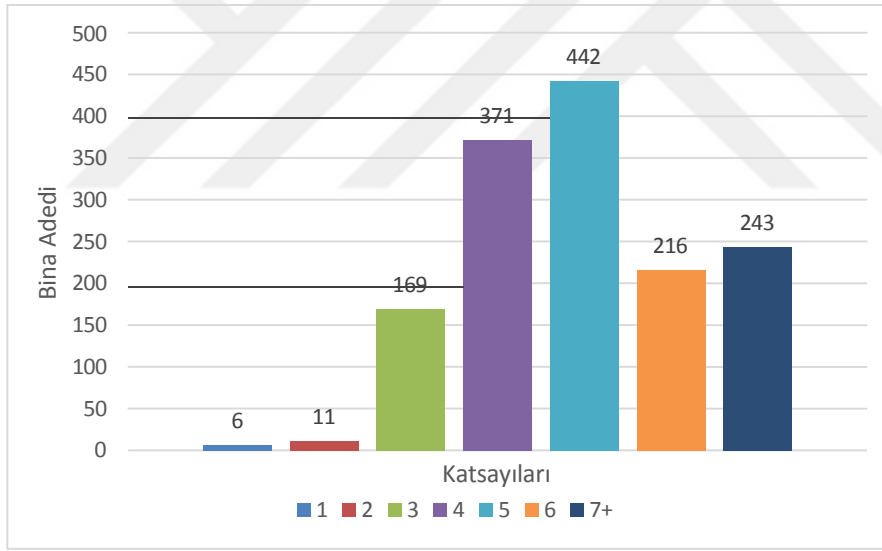
yöntem kullanılarak binaların risk analizi yapılmış ve sonuçlar irdelenmiştir.

Gerekli çalışmalar yapıldığında Ankara İli için elde edilen pik yer hızı değeri 9,5 cm/s ile 11 cm/s arasında değiştiği belirlenmiştir. Değerlerin (PGV) değişen aralıklarının çalışmanın sağlıklı sonuçlar vermesinde herhangi bir sıkıntı oluşturmayacağından bu çalışmada pik yer hızı değeri her bina için 10 cm/s alınmıştır.

Çalışmada Ankara bölgesi için analizlerden elde edilen PGV değerlerine göre hız bölgesi seçiminde 3. Bölgenin kullanılmasının daha uygun olduğu söylenebilir. Ankara'da mevcut yapıların pik kayma hızı değerleri HBIII grubuna daha yakın olduğu için 3. Bölge esas alınmıştır.

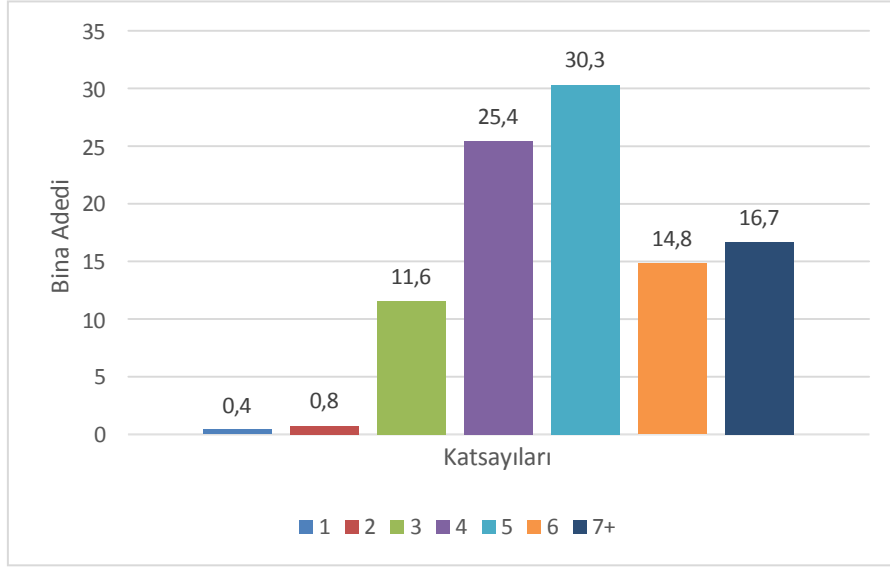
7.1.1. Kat Sayılarına Göre Değerlendirme

İncelenen binaların katsayılarına göre dağılımı belirlenmiştir. Bu verilere göre çalışmada incelenen binaların ağırlıklı olarak 4 ve 5 katlı oldukları görülmektedir.



Şekil 7.1.Yapıların katsayılarına göre dağılımı

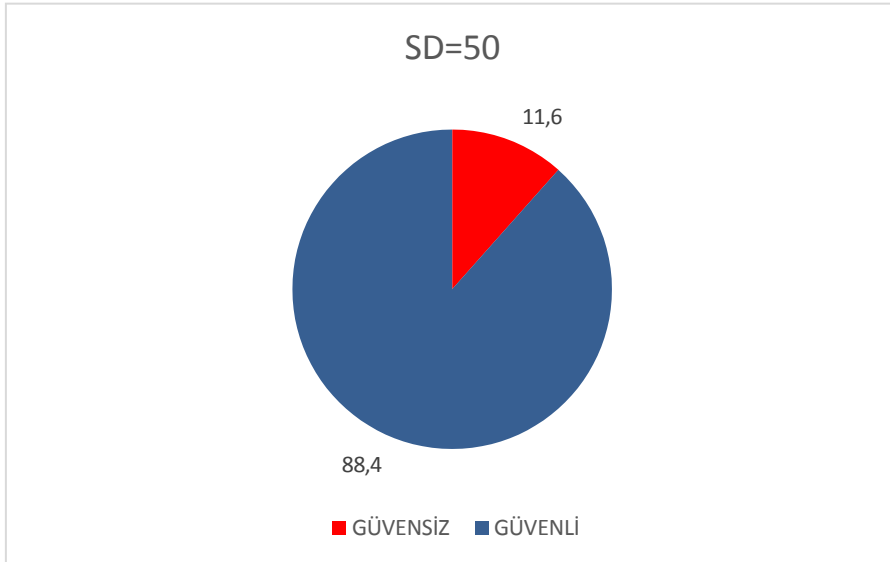
İncelenen binaların yüzdesel olarak dağılımları aşağıdaki tabloda verilmektedir.



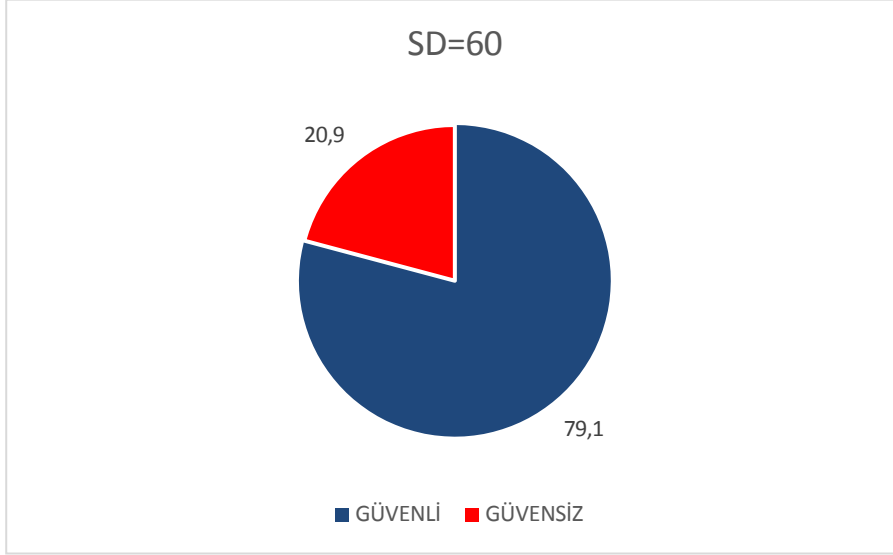
Şekil 7.2. Yapıların katsayılarına göre oranı

Güvenli ve güvensiz binaların belirlenmesinde kullanılacak olan sınır değer puanları bu tez için SD=50 ve SD=60 olarak belirlenmiştir. Bu değer aralıklarının üstündeki binalar güvenli kabul edilirken altında kalan binalar güvensiz kabul edilmiştir.

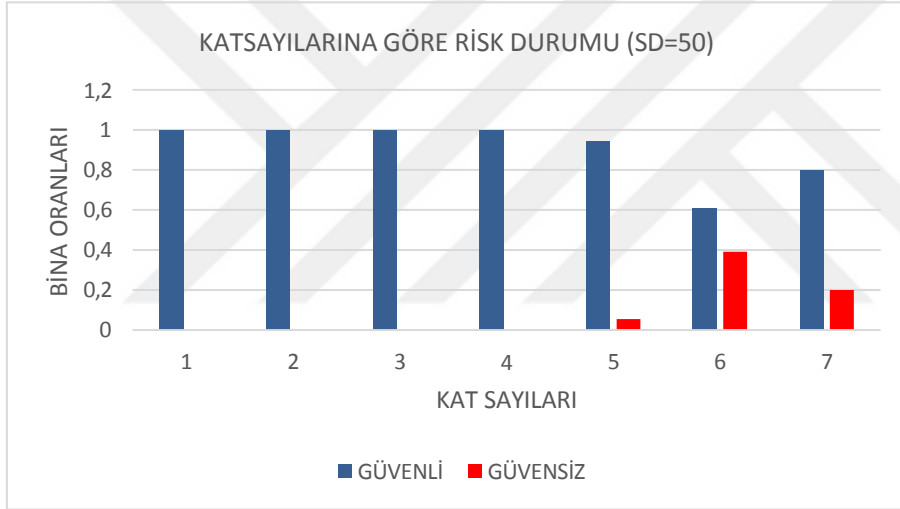
Buna göre güvenli ve güvensiz binaların katsayılarına göre dağılımları tabloda verilmiştir.



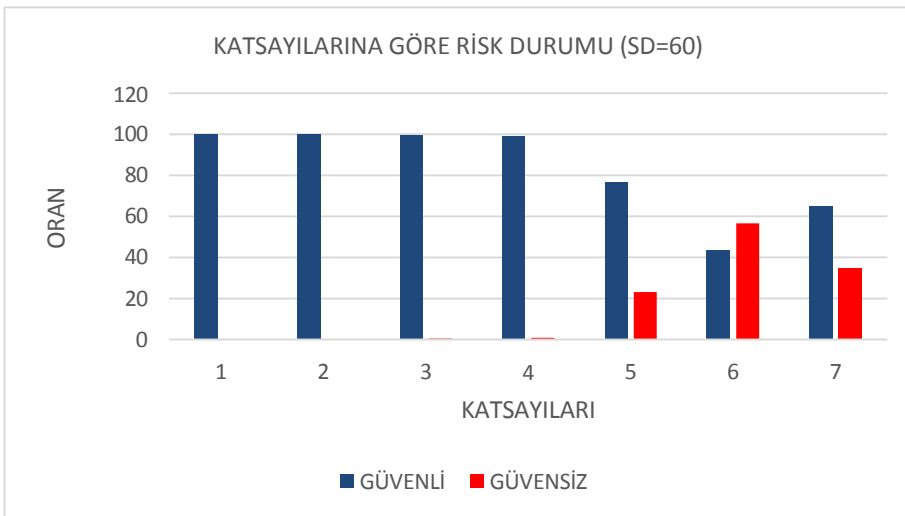
Şekil 7.3. Sd=50'ye göre yapıların güvenli ve güvensiz oranları



Şekil 7.4. Sd=60'a göre yapıların güvenli ve güvensiz oranları



Şekil 7.5. Sd=50'ye göre yapıların katsayılarına göre risk durumları



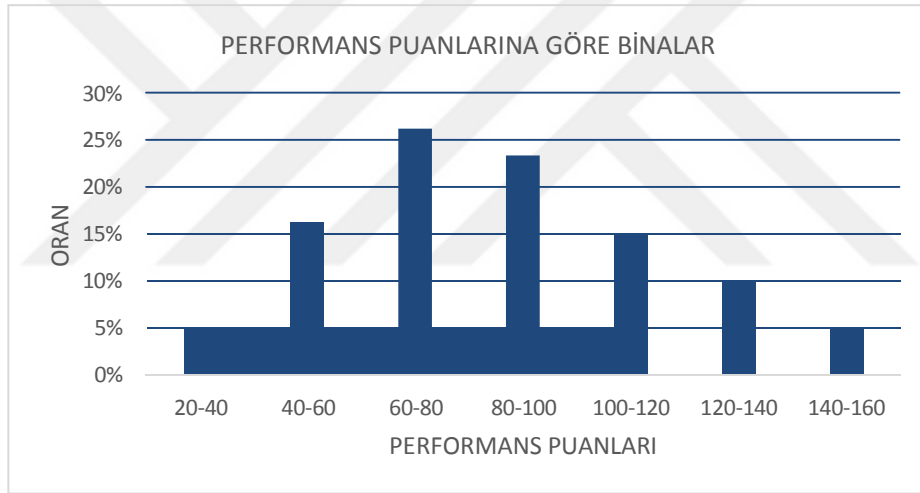
Şekil 7.6. Sd=60'a göre yapıların katsayılarına göre risk durumları

Tablolardaki verilerden anlaşılacağı üzere sınır değeri 50'ye göre incelenen binalardan yaklaşık %12'sinin güvensiz olduğu görülmektedir. Sınır değeri 60'a göre ise bu değer %21 çıkmıştır.

Kat bazında inceleme yapıldığında her iki sınır değeri için de 4 kat ve altında serbest kata sahip 541 adet yapının neredeyse hepsinin güvenli sonuçlar verdiği görülmüştür.

7.1.2. Performans Skor Aralıklarına Göre Değerlendirme

Performans puanının aralıkları bakımından risk durumunu gösteren tablo aşağıda verilmektedir.

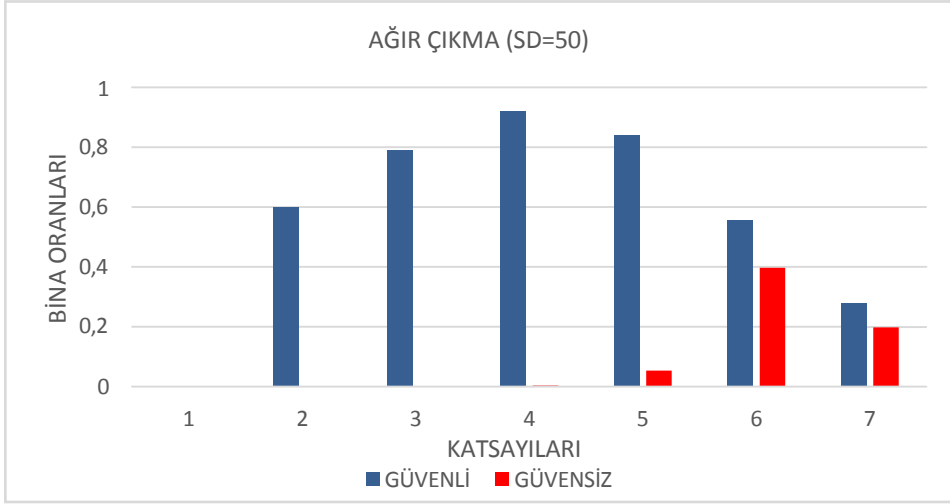


Şekil 7.7. Performans puanlarına göre yapılar

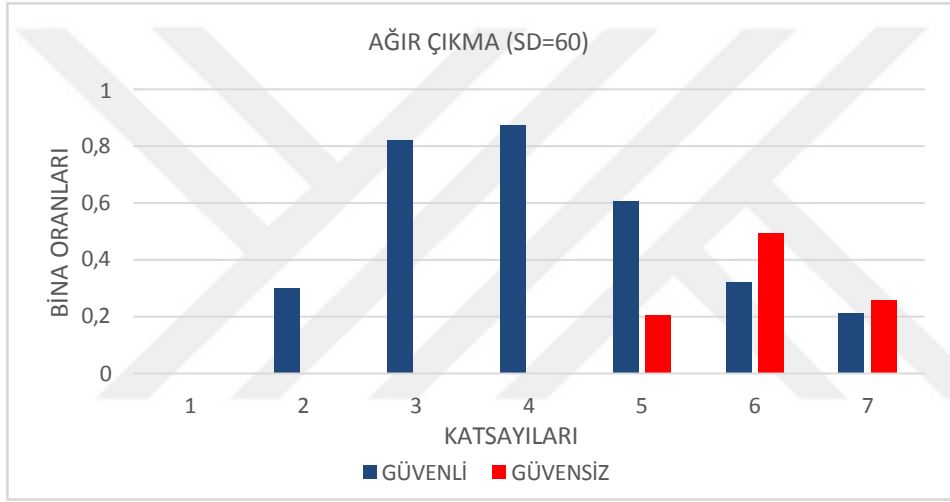
Yapıların performans skorları en çok 60-80 bandı aralığında kalmıştır. Yapılar için sınır değeri 60 değil de 80 yapılmış olsaydı bu çalışmada güvensiz binaların oranı %25 artışla %46 olmuş olacaktı.

7.1.3. Diğer Olumsuzluk Parametrelerine Göre Değerlendirme

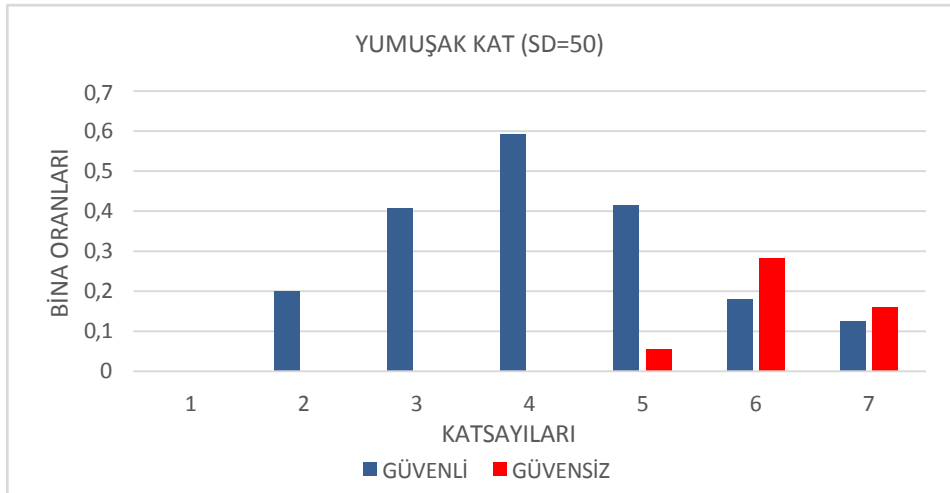
Olumsuzluk parametreleri deprem performans skor puanını etkileyen etkenlerdendir. Aşağıdaki tablolarda verilen oranlı sonuçlar olumsuzluk durumlarının bulunduğu binaların performans değerlendirme sonuçları ile tüm binaların performans değerlendirilmesi sonuçlarının oranlarıdır.



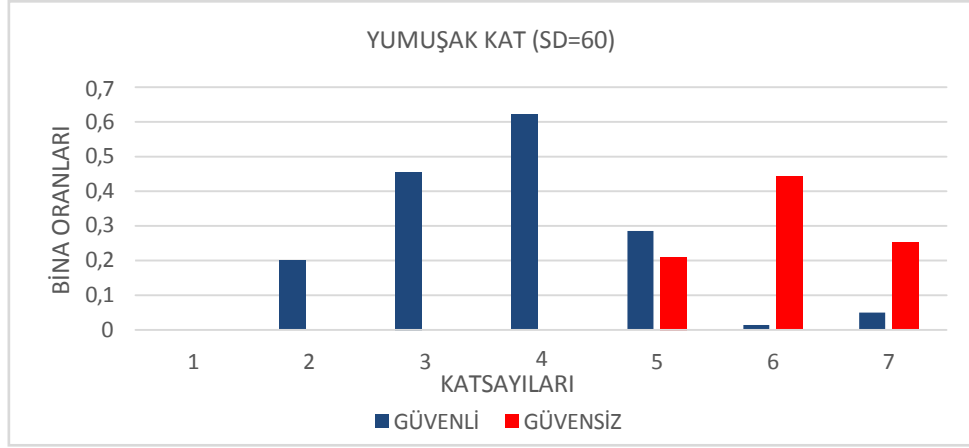
Şekil 7.8. Sd=50'ye göre ağır çıkmalı yapıların risk durumu



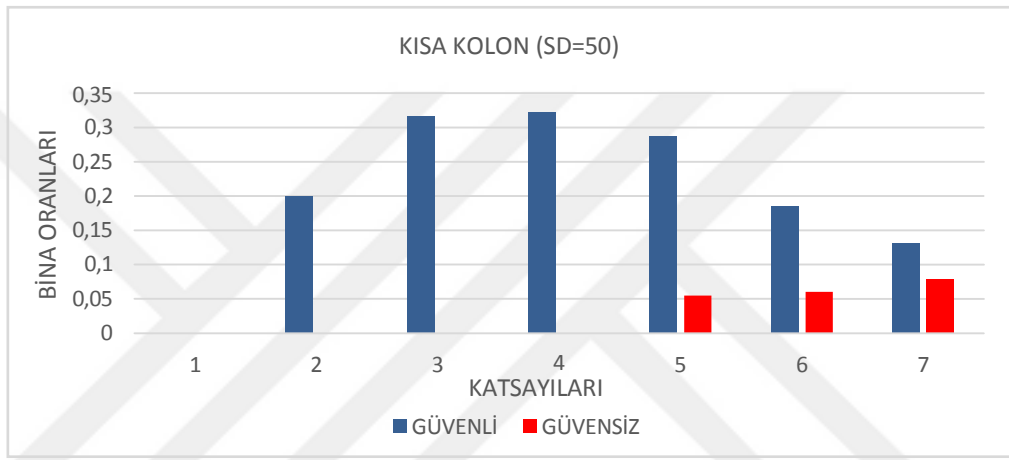
Şekil 7.9. Sd=60'a göre ağır çıkmalı yapıların risk durumu



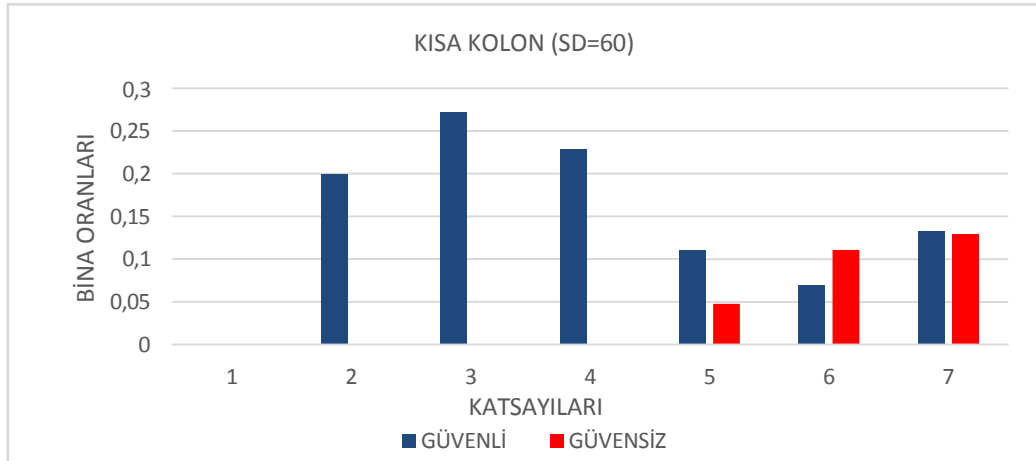
Şekil 7.10. Sd=50'ye göre yumuşak katlı yapıların risk durumu



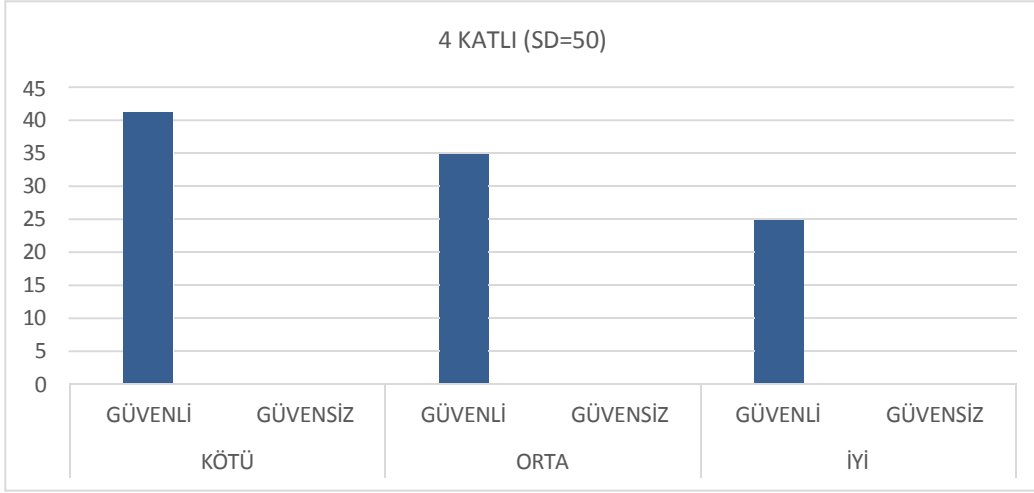
Şekil 7.11. Sd=60'a göre yumuşak katlı yapıların risk durumu



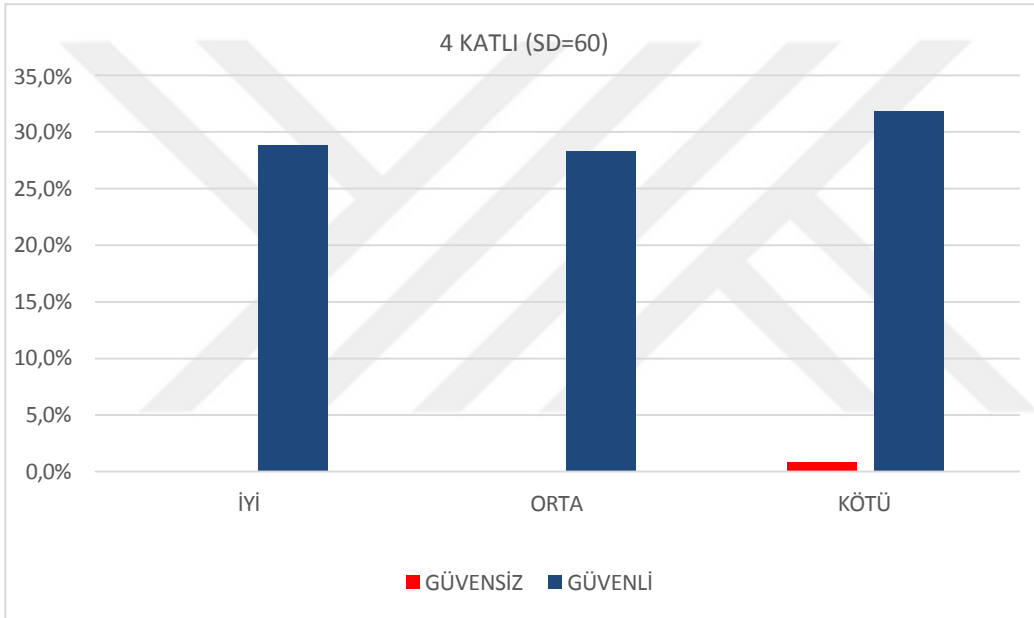
Şekil 7.12. Sd=50'ye göre kısa kolonlu yapıların risk durumu



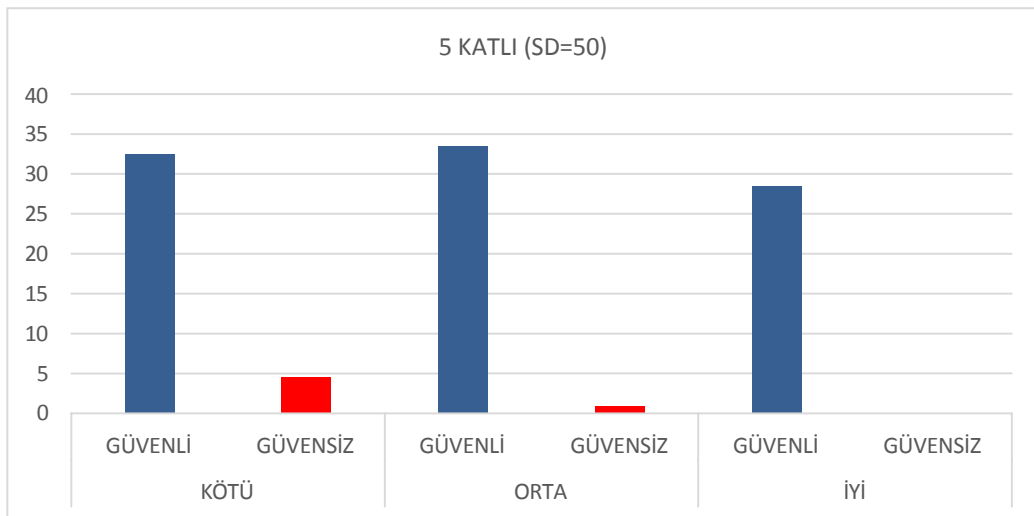
Şekil 7.13. Sd=60'a göre kısa kolonlu yapıların risk durumu



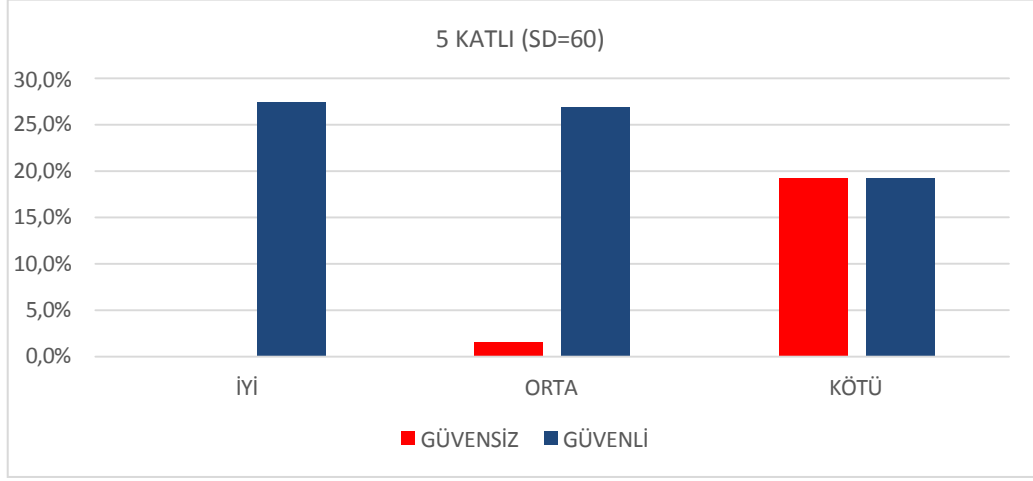
Şekil 7.14. Sd=50'ye göre 4 katlı yapıların risk durumu



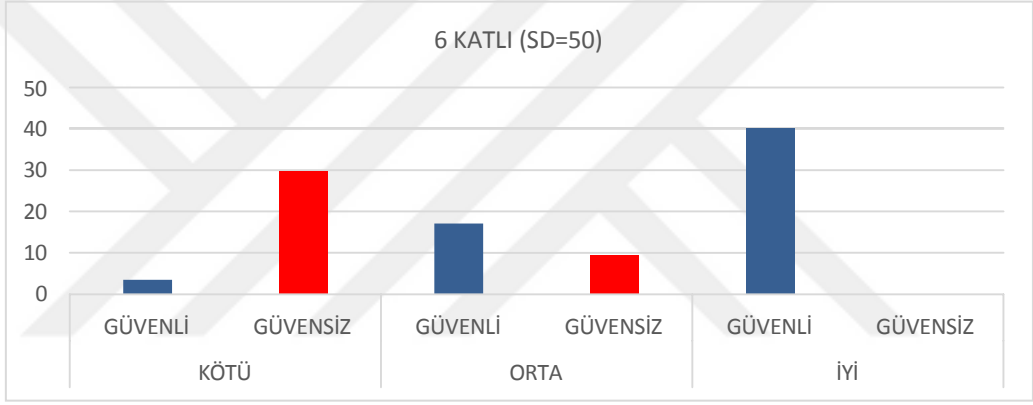
Şekil 7.15. Sd=60'a göre 4 katlı yapıların risk durumu



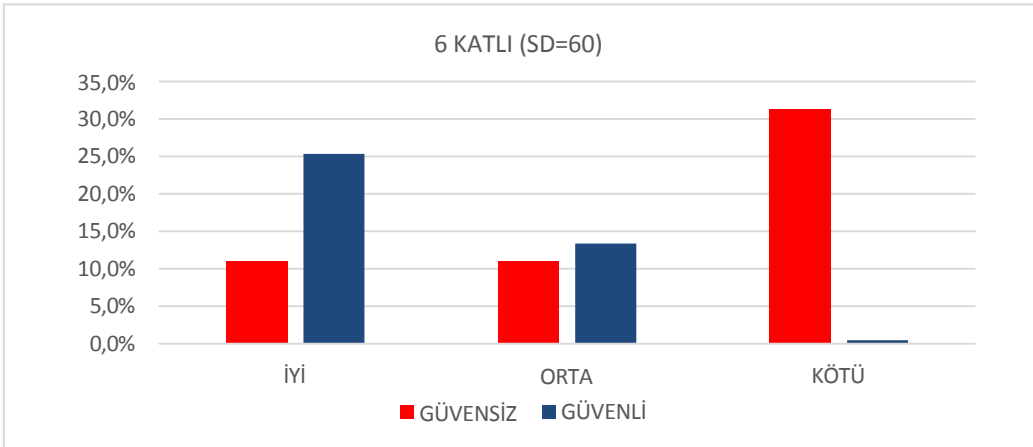
Şekil 7.16. Sd=50'ye göre 5 katlı yapıların risk durumu



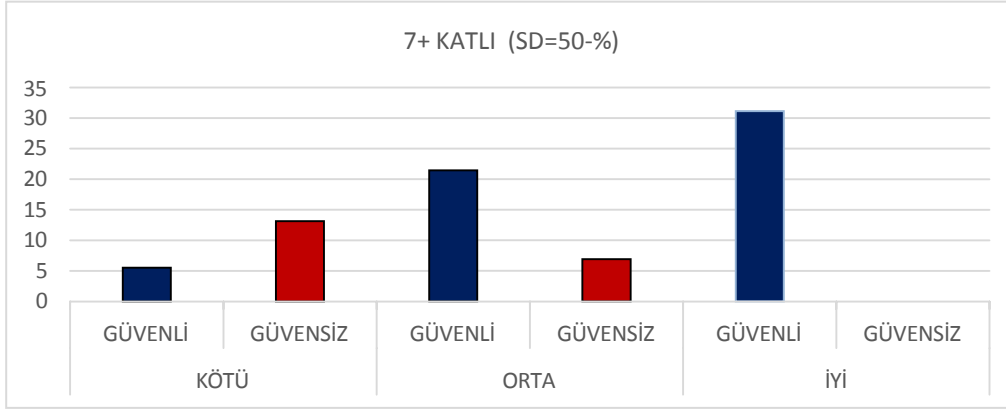
Şekil 7.17. Sd=60'a göre 5 katlı yapıların risk durumu



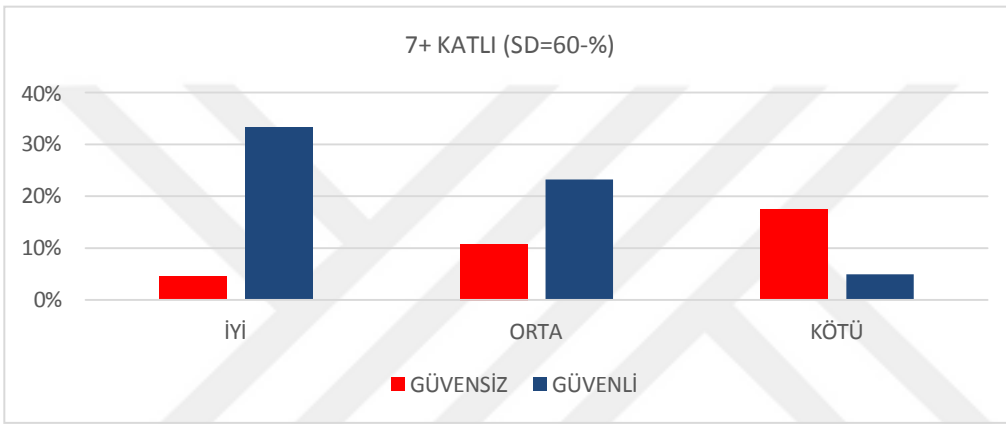
Şekil 7.18. Sd=50'ye göre 6 katlı yapıların risk durumu



Şekil 7.19. Sd=60'a göre 6 katlı yapıların risk durumu



Şekil 7.20. Sd=50'ye göre 7 ve üzeri katlı yapıların risk durumu



Şekil 7.21. Sd=60'a göre 7 ve üzeri katlı yapıların risk durumu

Grafikler incelendiğinde kat sayısı arttıkça güvensiz (riskli) binaların sayısının da arttığı gözlenmektedir. Katsayısı ve riskli binalar arasında azımsanamayacak şekilde ciddi bir korelasyonun olduğu söylenebilir. Yapının kalitesi incelendiğinde görülmektedir ki 6 serbest katı bulunan yapılar deprem performansı bakımından oldukça düşük sonuçlar vermektedir. Bu durum diğer tüm olumsuzluk parametreleri içinde aynı olmaktadır. Bu çalışmada 6 katlı yapılar en riskli kat sınıfındadır.

8.YAPI MODELLERİNİN OLUŞTURULMASI VE ANALİZLERİN YAPILMASI

8.1. Model-1 Yapısının Tanıtılması ve Modellenmesi

İncelenen yapı, Ankara İli Çankaya İlçesinde bulunmaktadır. Taşıyıcı sistemi betonarme kolon, perde, kiriş ve döşemelerden oluşmaktadır. Yapıda 1 adet rijit bodrum kat bulunmaktadır. Yapı TBY-2007 yönetmeliğine göre tasarlanmıştır. Yapının bulunduğu bölgede eğim bulunmamaktadır. Yapının ne zaman yapıldığı hakkında herhangi bir veri yoktur.

Yapının onaylı Betonarme-Statik projesine ulaşılmıştır. Binada ticari bir faaliyet söz konusu olmayıp konut olarak kullanılmaktadır. Yapıya ait diğer bilgiler aşağıda tablo halinde verilmiştir.

Yapıların analizi ETABS ULTIMATE V15.0.0 bilgisayar programı kullanılarak modellenmiş ve TBDY-2018'e [39] göre doğrusal analizleri yapılmıştır. Yapı ile ilgili programa girilen veriler aşağıda listelenmiştir. Model-1'e ait bilgiler ayrıntılı şekilde bu tezde verilmiş olup Model-2 ve Model-3 yapılarının sadece sonuçları paylaşılmıştır.

Binanın deprem yer hareketi düzeyini TBDY-2018'e [39] göre 50 yılda aşılma olasılığının %2 ve buna karşı gelen tekrarlanma periyodunun 2475 yıl olduğu seyrek deprem olan *Deprem Yer Hareketi Düzeyi-2* karşılamaktadır [1]. Bu yapı için AFAD sitesinden diğer deprem parametreleri alınmış olup veriler tabloya işlenmiştir. Yapının TBDY-2018'e [39] göre BKS=3, DTS=3 ve BYS=7 olmaktadır.

Çizelge 8.1. Model-1'in konumsal ve yapısal özellikleri

İL	ANKARA	TAŞIYICI SİSTEM TÜRÜ	KARMA SİSTEM
İLÇE	ÇANKAYA	SERBEST KAT SAYISI	5
MAHALLE	HARBİYE	BODRUM KAT SAYISI	1
PARSEL	2845-8	AĞIR ÇIKMA	VAR
SOKAK	KARŞIYAKA SK.	YUMUŞAK KAT	YOK
YÖNETMELİK	TDY2007	KISA KOLON	YOK
ZEMİN SINIFI	ZC	EĞİM	YOK
DONATI TÜRÜ	S420	KOMŞU BİNA İLE DÖŞEME FARKI	VAR
BETON SINIFI	C20	BİNA DAVRANI KATSAYISI (R)	4
TOPLAM BİNA ALANI	1540 m ²	BİNA ÖNEM KATSAYISI (I)	1

Çizelge 8.2. Model-1'in kat yüksekliği ve genişlikleri

YÜKSEKLİK		GENİŞLİK	
BODRUM KAT	2,75 m	X YÖNÜ GENİŞLİK	21 m
1. NORMAL KAT	2,6 m		
2. NORMAL KAT	2,6 m	Y YÖNÜ GENİŞLİK	12,3 m
3. NORMAL KAT	2,65 m		
4. NORMAL KAT	2,65 m		
5. NORMAL KAT	2,75 m		

Çizelge 8.3. Model-1'in zemine bağlı değerleri

DEPREM DÜZEYİ	DD2
SDS	0.448
SD1	0.178
Ss	0.351
S1	0.121
ENLEM	39.890186°
BOYLAM	32.840026°
PGV	10.05
PGA	0.149



Şekil 8.1. Model-1'in sokaktan çekilmiş görüntüsü

8.1.1. Malzeme Modelleri

Model-1 tasarlanırken beton basınç dayanımı standart silindirik beton dayanımı 20 N/mm² olan beton sınıfı ve çelik sınıfı S420a malzeme sınıfları seçilmiştir. Malzeme modelleri ETABS programı içerisinde bulunan Define-Material Properties kısmında yapılmaktadır.

Section	Property	Value	Unit
General Data	Material Name	C20	
	Material Type	Concrete	
	Directional Symmetry Type	Isotropic	
	Material Display Color	Green	
Material Weight and Mass	Specify Weight Density	<input checked="" type="radio"/>	
	Specify Mass Density	<input type="radio"/>	
	Weight per Unit Volume	24.9926	kN/m³
	Mass per Unit Volume	2.548538	kN-s³/m⁴
Mechanical Property Data	Modulus of Elasticity, E	28000000	kN/m²
	Poisson's Ratio, U	0.2	
	Coefficient of Thermal Expansion, A	0.00001	1/C
	Shear Modulus, G	11666666.67	kN/m²
Design Property Data	Modify/Show Material Property Design Data...		
Advanced Material Property Data	Nonlinear Material Data...		
	Material Damping Properties...		
	Time Dependent Properties...		

Şekil 8.2. Model-1'in etabs programına C20 betonunun özelliklerinin girilmesi

Şekil 8.3. Model-1'in etabs programına S420a donatı çeliğinin özelliklerinin girilmesi

8.1.2. Kesit Modelleri

Statik projede kolon kiriş ve perdelerin donatılandırılması verilmektedir. Bu donatı verilerini bilgisayar programında uygun yerlere aktararak yapının donatılandırılması amaçlandırılmaktadır. Mevcut yapıda düşük döşemeler mevcuttur. Ancak gerekli idealleştirmelerin yapılması gerektiğinden normal döşeme olarak programa tanıtılması gerekmektedir.

Analizi yapılacak projenin kolon-perde elemanları tablo şeklinde aşağıda gösterilmektedir.

Çizelge 8.4. Model-1'in kolon özellikleri

KESİT ADI	X YÖNÜ MESAFE (cm)	Y YÖNÜ MESAFE (cm)	KESİT TÜRÜ	BOYUNA DONATI	ETRİYE
C60/25	600	250	KOLON	10Φ14	Φ8/8
C25/125	250	1250	PERDE	22Φ14	Φ8/15/10
C25/180	250	1800	PERDE	22Φ14	Φ8/15/10
C25/240	250	2400	PERDE	28Φ14	Φ8/15/10
C60/25	250	600	KOLON	10Φ14	Φ8/8

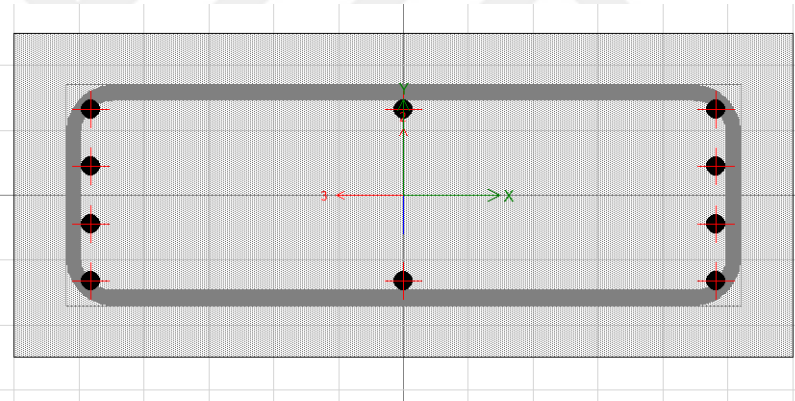
Analizi yapılacak projenin kiriş elemanları tablo şeklinde aşağıda gösterilmektedir. Projede plak döşeme kalınlığı ise 12 cm'dir.

Çizelge 8.5. Model-1'in kiriş özellikleri

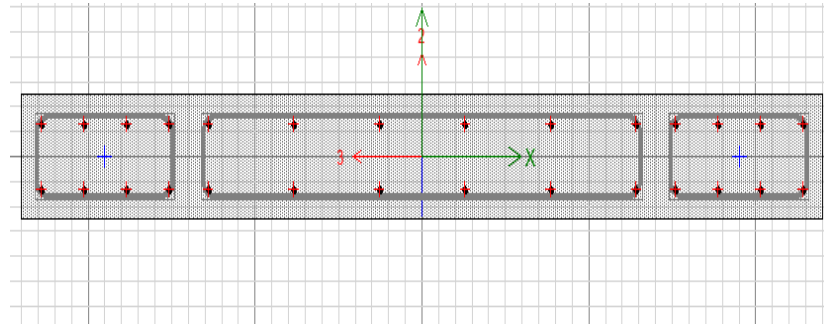
KESİT ADI	DERİNLİK	GENİŞLİK	ALT DONATI	ÜST DONATI	ETRİYE
K25/60	600	250	3Φ12	2Φ12	Φ8/20/10
K25/60	600	250	3Φ12	2Φ16	Φ8/20/10
K25/60	600	250	3Φ14	2Φ14	Φ8/20/10
K25/60	600	250	3Φ12	4Φ12	Φ8/20/10
K25/50	500	250	3Φ12	2Φ12	Φ8/20/10
K50/32	320	500	4Φ12	4Φ12	Φ8/20/10
K25/80	800	250	4Φ12	4Φ12	Φ8/10
K60/32	320	500	4Φ12	4Φ12	Φ8/20/10
K40/32	320	400	3Φ12	4Φ14	Φ8/20/10

Kesitlerin programa tanıtılması section designer ile yapılmaktadır. Tabloda her bir kesit teker teker programa aktarıldıktan sonra kesit atama işlemi tamamlanmıştır.

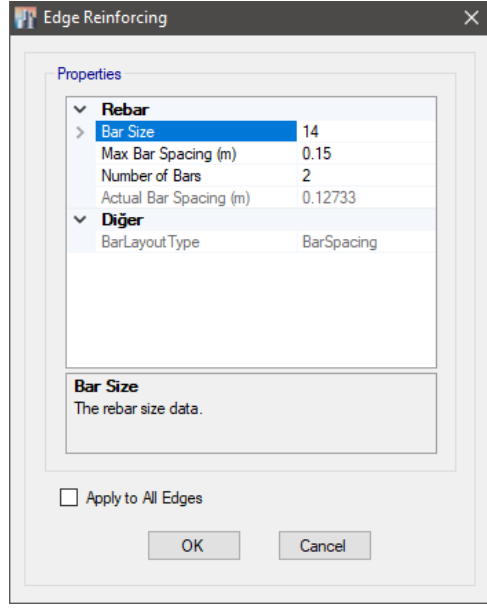
Aşağıda bir kolon ve bir perde elemanının section designer ile oluşturulmuş hali gösterilmektedir.



Şekil 8.4. Model-1'in etabs programında 60/25 kolonunun modellenmesi



Şekil 8.5. Model-1'in etabs programında perde taşıyıcı elemanın modellenmesi

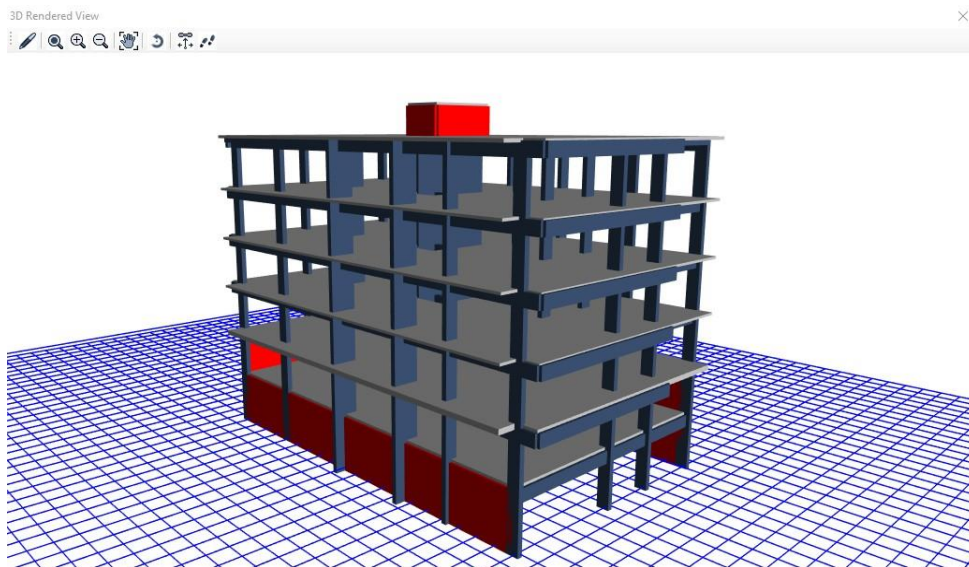


Şekil 8.6. Model-1'in etabs programında donatı özelliklerinin girilmesi

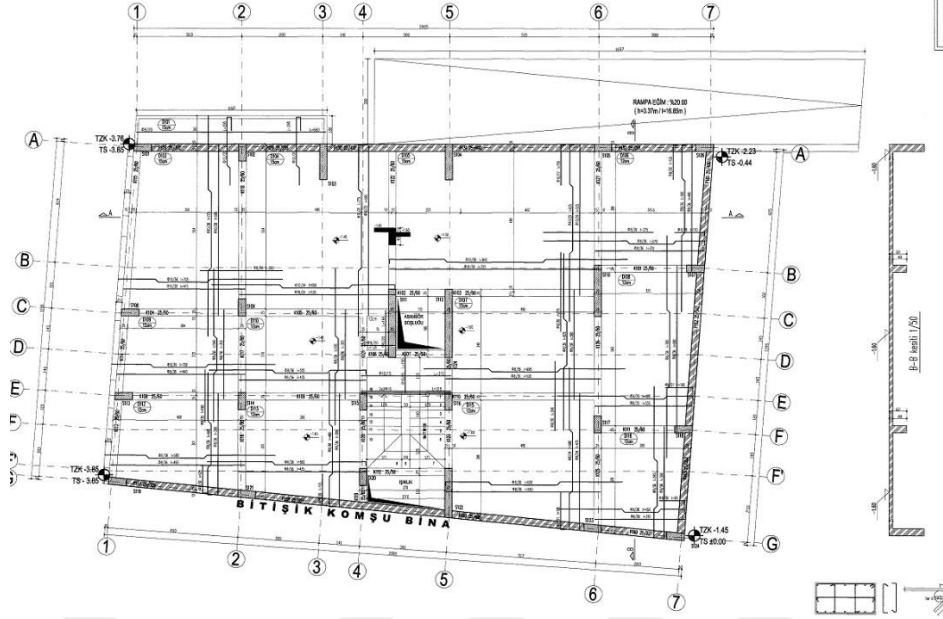
İlgili kestiler atandıktan sonra şekilde gösterildiği gibi kesitlerin donatılandırma işlemi statik projeden alınarak yine section designerden şekilde gösterildiği gibi yapılmıştır.

Bütün kesitler atandıktan sonra Etabs bilgisayar programında yapı modeli oluşturulmuştur.

Model-1'deki kat planı Etabs modeli görüntüsü ve binanın mevcut hali aşağıda gösterilmektedir.



Şekil 8.7. Model-1'in etabs programındaki 3 boyutlu görüntüsü



Şekil 8.8. Model-1'in normal kat kalıp planı

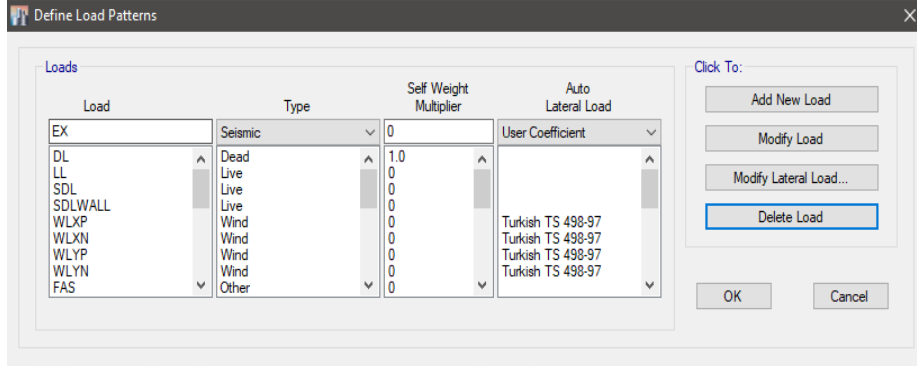
8.1.3. Model-1' Etki Eden Yükler

Model-1 yapısı bir konut olduğu için TS-498'e göre hareketli yükü 2 kN/m^2 alınmıştır. Yapıda 10 cm şap bulunduğu düşünülürse döşemeye etki edecek olan SüperDead Load mekanik yükler ile birlikte yaklaşık 2.75 kN/m^2 olmaktadır. Binaya etki eden diğer yükler TS-498 VE TS-500 yardımı ile hesaplanarak modele aktarılmıştır. Yükler tablo halinde aşağıda verilmektedir.

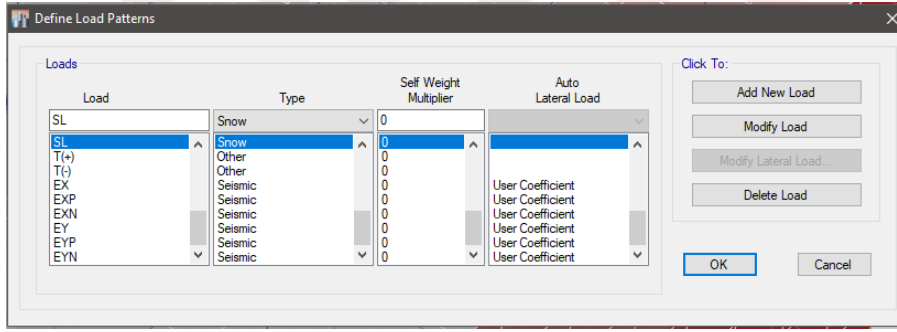
Çizelge 8.6. Model-1'e etki eden yükler

SÜPER DEAD LOAD (SDL)	3 kN/m^2
SÜPER DEADL LOAD WALL (SDLWALL)	1 kN/m^2
HAREKETLİ YÜK (Q)	2 kN/m^2
KAR YÜKÜ (SL)	1.05 kN/m^2
TOPRAK YÜKÜ (FAS)	15 kN/m^2
SICAKLIK YÜKÜ (T+)	$25 \text{ }^\circ\text{C}$
SICAKLIK YÜKÜ (T-)	$-25 \text{ }^\circ\text{C}$

Yüklerin Etabs programına girilmesi Define-Load Patterns sekmesi altında yapılmıştır. Yapıya etki eden ölü yükler program tarafından otomatik olarak hesaplayacağı için ölü yüklerin (DL) kendi ağırlıkları 1 olarak programa girilir. Dolayısıyla Self Weight Multiplier kutucuğu '1' olacaktır.

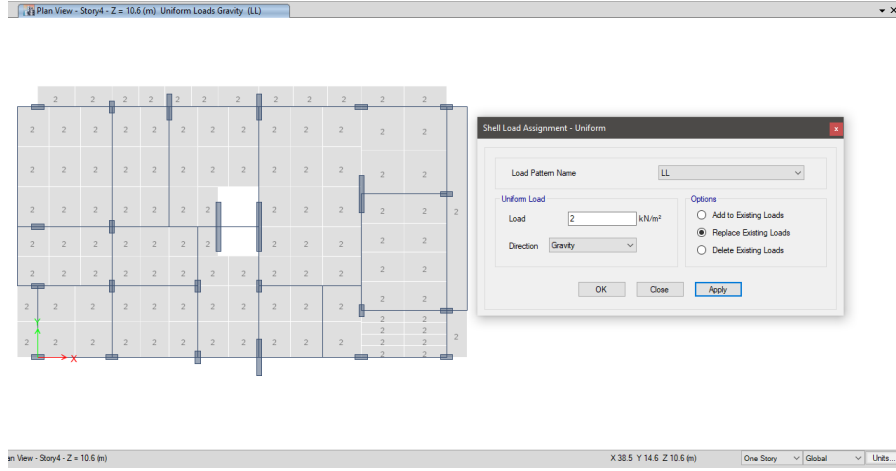


Şekil 8.9. Model-1'e etki eden yüklerin etabs programına tanıtılması



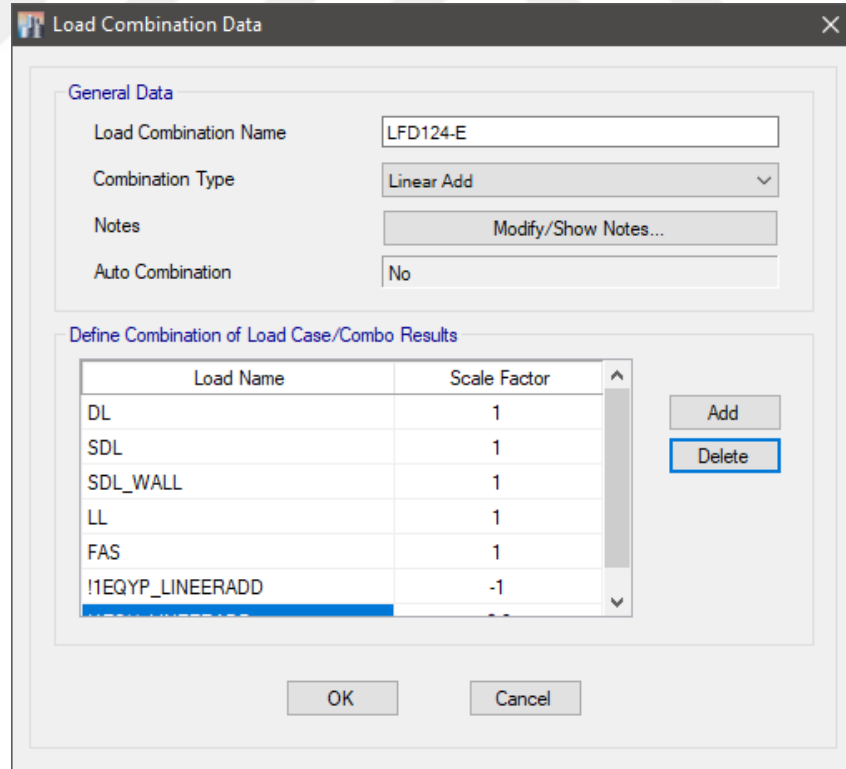
Şekil 8.10. Model-1'e etki eden yüklerin etabs programına tanıtılması

Girilen yüklerin yapıya etki ettirilmesi Assign menüsünden yapılmaktadır. Yükler döşeme üzerine verilmektedir. Bunun için Assign-Shell Load açılır sekmesinde bulunan kutucuğa yükün değeri girildikten sonra yükler yapıya etki ettirilmiş olmaktadır.

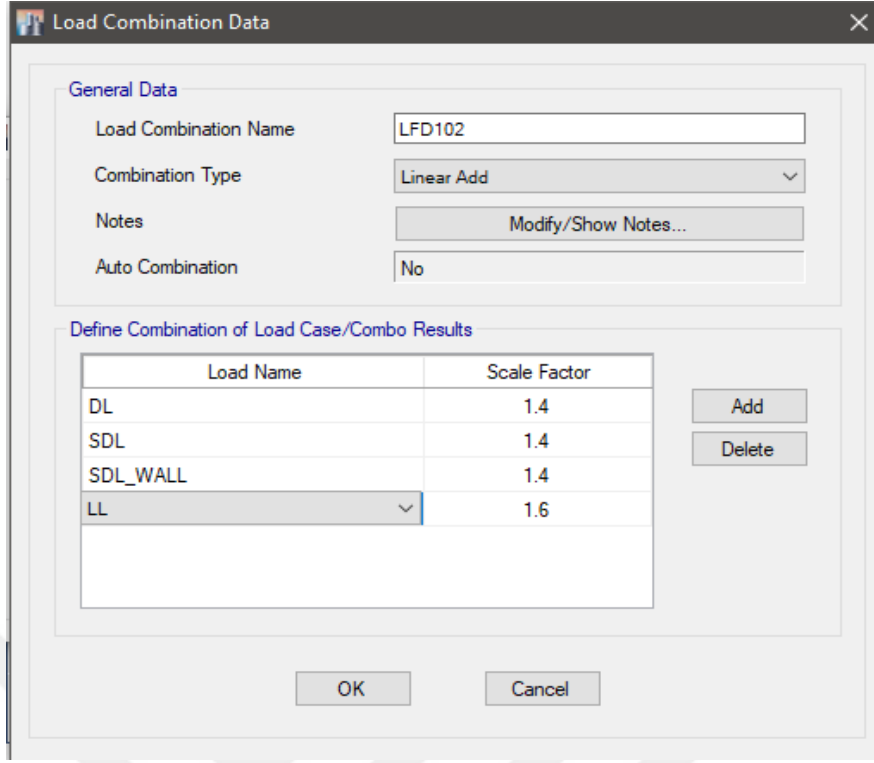


Şekil 8.11. Model-1'e etki eden yüklerin etabs programına girilmesi

Yük değerleri de yapıya girildikten sonra bundan sonrası için sırayla mesnet atanması, rijit diyafram atanması işlemleri yapılmalıdır. Ardından yönetmeliklerde belirtilen yük kombinasyonları Define-Load Combinations açılır sekmesinden yapılmaktadır. Depremlı ve depremsiz durumlar için oluşturulan kombinasyonlar şekilde gösterilmektedir.



Şekil 8.12. Model-1'e ait yük kombinasyonlarının oluşturulması



Şekil 6.1 Model-1'e ait yük kombinasyonlarının oluşturulması

8.1.4. Doğrusal Analiz Yöntemleri İle Analizin Yapılması ve Sonuçların Karşılaştırılması

Matematiksel modeli ETABS V.15.0.0 programında oluşturulan ve Ankara Harbiye Mahallesi 2845/8 parselinde bulunan 6 katlı betonarme yapının (MODEL-1) modal analizi yine aynı programda yapılmıştır. Sonuçları incelemede kullanılan ve TBDY-2018'de [39] tanıtilan doğrusal analiz yöntemleri aşağıda sıralanmaktadır.

- EŞDEĞER DEPREM YÜKÜ YÖNTEMİ
- MOD BİRLEŞTİRME YÖNTEMİ
- ZAMAN TANIM ALANINDA DOĞRUSAL ANALİZ

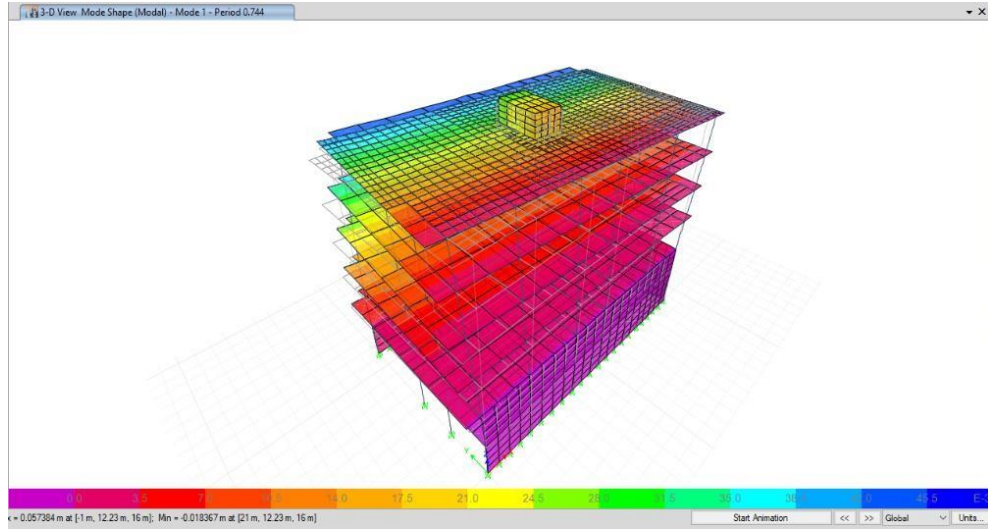
Model-1'e ait modal sonuçlar ve periyodlar tabloda verilmiştir. Modal analiz için yapı 30 mod sayısı altında çözülmüştür. TBDY-2018'e [39] göre kütle katılım oranlarının %95'in altında kalmaması durumunun 15. Modda sağlandığı görülmüştür.

Çizelge 8.7. Model-1'e ait kütle katılım oranları

Mod sayısı	Mod	Period	UX	UY	UZ	Toplam UX	Toplam UY	Toplam UZ	Toplam RX	Toplam RY	Toplam RZ
		saniye									
Modal	1	0.74	0.2486	0.1841	0	0.2486	0.1841	0	0.04	0.0778	0.3415
Modal	2	0.601	0.4479	0.0669	0	0.6965	0.251	0	0.0613	0.3011	0.5112
Modal	3	0.577	1.55E-06	0.5044	0	0.6965	0.7555	0	0.2312	0.3046	0.6929
Modal	4	0.222	0.0495	0.0014	0	0.7461	0.7569	0	0.3039	0.4683	0.7499
Modal	5	0.187	0.042	0.0025	0	0.7881	0.7594	0	0.323	0.5789	0.8021
Modal	6	0.151	0.0032	0.1258	0	0.7913	0.8852	0	0.7196	0.5871	0.8023
Modal	7	0.113	0.0288	0.0144	0	0.8201	0.8996	0	0.7392	0.6183	0.8077
Modal	8	0.095	0.003	0.0015	0	0.823	0.9012	0	0.7395	0.6202	0.8458
Modal	9	0.078	0.0169	0.0007	0	0.84	0.9018	0	0.7475	0.6544	0.8495
Modal	10	0.07	0.0003	0.0174	0	0.8403	0.9192	0	0.81	0.6559	0.8572
Modal	11	0.061	0.002	0.0056	0	0.8423	0.9248	0	0.8228	0.6598	0.8619
Modal	12	0.044	0.0283	0.0068	0	0.8706	0.9316	0	0.8256	0.718	0.8807
Modal	13	0.034	0.0764	0.0396	0	0.9471	0.9712	0	0.9162	0.8708	0.8818
Modal	14	0.03	0.0005	0.0002	0	0.9475	0.9713	0	0.9167	0.8718	0.8818
Modal	15	0.028	0.0147	0.0033	0	0.9622	0.9746	0	0.9288	0.901	0.8873
Modal	16	0.025	3.98E-05	1.51E-06	0	0.9623	0.9746	0	0.9288	0.9011	0.8873

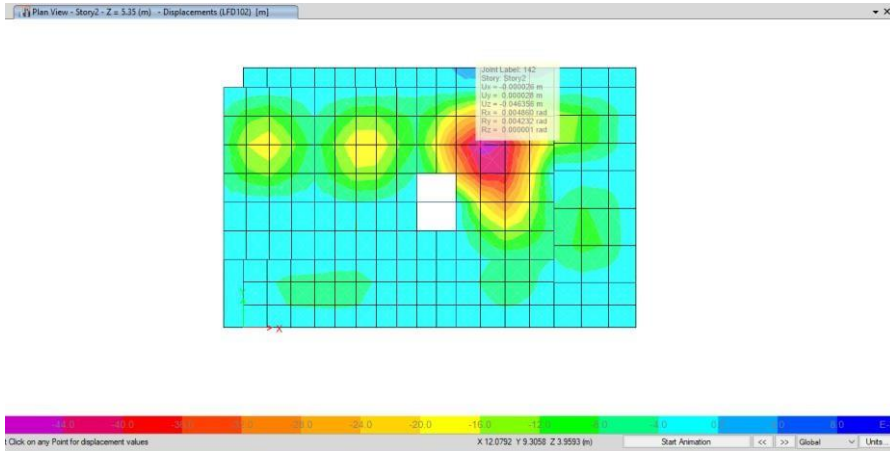
Modların kütle katılım toplamalarına (UX, UY) bakıldığında 1. Mod X yönünde hâkim olurken 2. Mod ise Y yönünde hâkim olmaktadır.

Model-1'in 1. modda 3 boyutlu görünümü şekilde gösterilmektedir.



Şekil 8.14. Model-1'in analizi sonucu 1. periyodunun görüntülenmesi

Model-1'in ölü yükler altında (1.4G+1.6Q) davranışı incelendiğinde Z yönünde en büyük yer değiştirmenin 2. katta 4,6 cm olduğu görülmektedir.



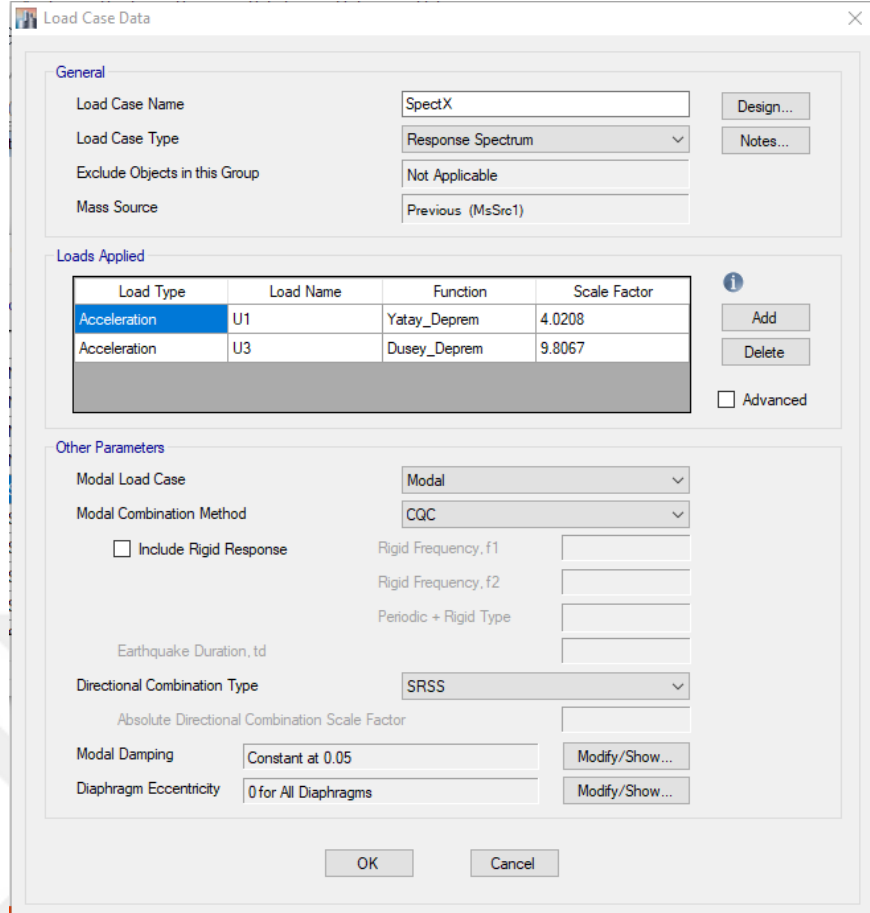
Şekil 8.15. Model-1'in analizi sonucu döşemelerde oluşan sehimin görüntülenmesi

Define-Load Cases açılır sekmesinden oluşturulan ve yönetmelikte tanımlanan doğrusal analizleri temsil eden yükleme durumlarına ilişkin tablolar aşağıda verilmektedir.

Çizelge 8.8. Etabs programına girilecek load caseler için kullanılacak kısaltmalar

YÜKLEME DURUMLARI	EŞDEĞER DEPREM YÜKÜ	MOD BİRLEŞTİRME	ZAMAN TANIM ALANI
YÜK DURUMLARI	E	SPECT	ZTA-U
X YÖNÜ	EX	SPECTX	ZTA-U1
Y YÖNÜ	EY	SPECTY	ZTA-U2
X YÖNÜ %5 EKSANTRİTE (-)	EXN	SPECTXN	ZTA-U1N
Y YÖNÜ %5 EKSANTRİTE (-)	EYN	SPECTYN	ZTA-U2N
X YÖNÜ %5 EKSANTRİTE (+)	EXP	SPECTXP	ZTA-U1P
Y YÖNÜ %5 EKSANTRİTE (+)	EYP	SPECTYP	ZTA-U2P

Yükleme durumlarının programa tanıtılması Define-Load Cases sekmesinden yapılmaktadır. Bu işlem şekilde gösterilmektedir. Düşey deprem durumu da yapıya etkittirilmiştir.



Şekil 8.16. Model-1'e ait load caselerin etabs programına girilmesi

8.1.5. Yatay ve Düşey Spektrum Fonksiyonlarının Tanıtılması

Bilindiği üzere TBDY-2018'e [39] göre yapıların doğrusal analizinde 3 yöntem bulunmaktadır. Bunlardan eşdeğer deprem yükü yönteminin yapıda kullanılabilmesi için bölüm de bazı sınırlandırmalar getirilmiştir. Bu konu bölüm- de anlatılmıştır. Binada B2 türü düzensizliği bulunmamaktadır. Yapıda DTS=3 VE BYS=7 olduğu için ilgili bölüm gereği bu yapıda eşdeğer deprem yükünün kullanılmasında bir sıkıntı oluşmamaktadır. Genellikle yapıların analizi mod birleştirme yöntemine göre yapılmaktadır fakat yönetmelik gereği yapıların eşdeğer deprem yöntemine göre kontrol edilmesi gerekmektedir.

Bu tezde 3. Analiz yöntemi olan zaman tanım alanında analiz de kullanılmıştır. Sonuçlar kontroller ve düzensizlikler tablolar halinde verilmiştir.

8.1.6. Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi

TBDY 2018 [39] bölüm 4.7.1.1'e göre ve yapının eşdeğer kuvvet fonksiyonu aşağıdaki denklemde verilmiştir.

$$V_{IE}^{(x)} = m_t S_{AR} (T_P^{(X)}) \geq 0.04 m_t I S_{DS} g \quad (8.1)$$

formülüne göre bulunmaktadır.

Excel tablolarına [5] göre hesap yapıldığında eşdeğer deprem yüküne göre taban kesme kuvveti 1692.32 kN bulunmuştur. Gerekli hesaplamalar yapılmış ve katlara etkiyen eşdeğer deprem yükü kuvvetleri bulunmuştur. Eşdeğer deprem yükleri katlara kat ağırlığı ve yüksekliği boyunca dağıtılmaktadır. Katların X ve Y yönlerine etkiyen eşdeğer deprem yükleri tabloda verilmektedir. Sonuçlar tablo halinde aşağıda verilmiştir.

Çizelge 8.9. Model-1'in eşdeğer deprem yükü yöntemi ile bulunan kat kesme kuvvetleri

KAT YÜKLERİ HESABI											
Wi = kat ağırlıkları ; hi = kat yükseklikleri ; Vi = kat kesme kuvvetleri ; Wi = kat ağırlıkları.											
kat	hi	Hi	Wi	Wi * Hi	x-x yönü			y-y yönü			
					(Vi-ΔFn)	Fi = (Vi-ΔFn) * (Wi * Hi) / (Σ Wi * Hi)	vi	(Vi-ΔFn)	Fi = (Vi-ΔFn) * (Wi * Hi) / (Σ Wi * Hi)	vi	
					(KN)	(KN)	(KN)	(KN)	(KN)	(KN)	
5	2.65	13.15	2728.64	35882	1071.391	303.725	303.725	1071.391	303.725	303.725	
4	2.65	10.50	3488	36414	1071.390981	308.232	611.9569488	1071.390981	308.232	611.9569488	
3	2.65	7.85	3488	27224	1071.390981	230.440	842.3968359	1071.390981	230.440	842.3968359	
2	2.60	5.20	3488	18034	1071.390981	152.648	995.0449139	1071.390981	152.648	995.0449139	
1	2.60	2.60	3489	9019.4	1071.390981	78.346	1071.390981	1071.390981	78.346	1071.390981	
	13.15		16601.64	126572		1071.391			1071.391		

Bu yükler bilgisayar programına aktarılmıştır. Sonuçlar ve karşılaştırmalar sonraki bölümlerde yapılmıştır.

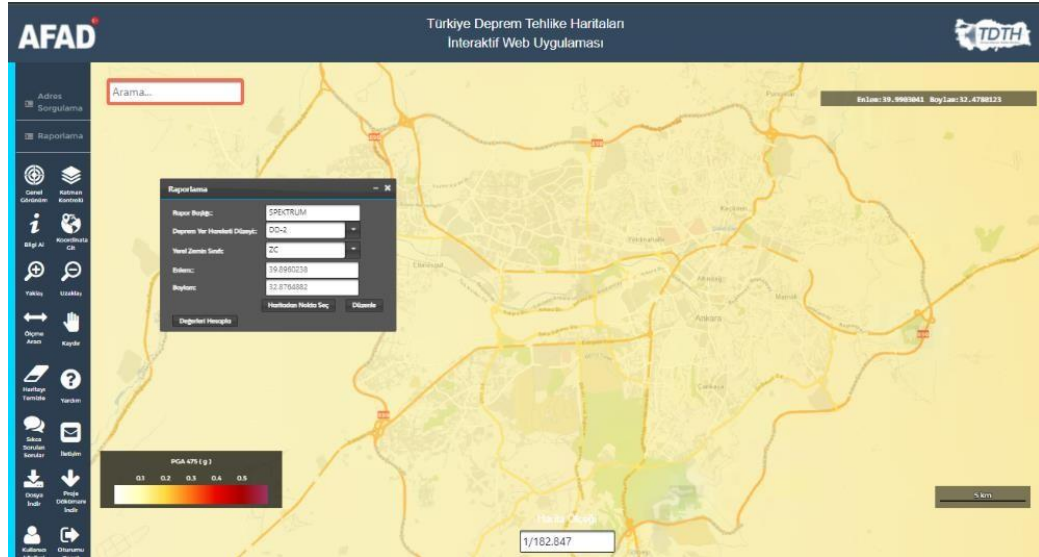
8.1.7. Mod Birleştirme Yöntemi

Eşdeğer deprem yükü yönteminin kullanılabilmesi için TBDY-2018'de [39] bazı kısıtlamalar bulunmaktadır. Detaylı inceleme yapıldığında eşdeğer deprem yükü yönteminin uygulanabilirliği ispatlamış ve katlara etki eden yükler bulunmuştur fakat aynı durum mod birleştirme ve zaman tanım alanında analiz yöntemlerinde geçerliliğini kaybetmektedir. Zira Mod Birleştirme Yöntemi ve Zaman Tanım

Alanında Hesap Yöntemi tüm deprem bölgelerindeki bina ve bina türü yapıların deprem hesabında herhangi bir yapısal düzensizlik ve yükseklik sınırı gibi belirli kısıtlamalar dikkate alınmaksızın kullanılabilir. [Türkiye Deprem Mühendisliği ve Sismoloji Konferansı]

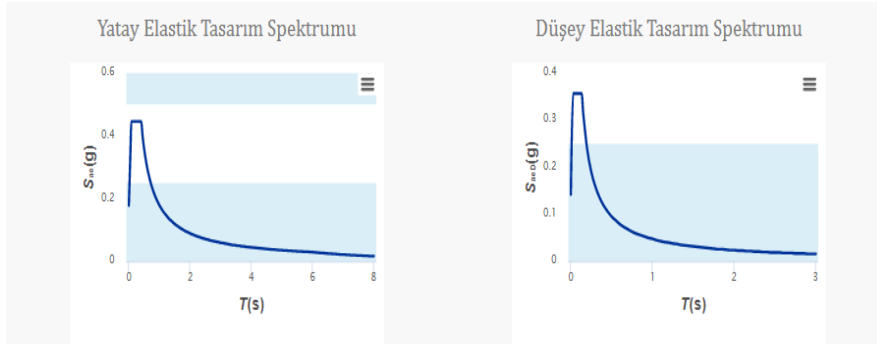
Mod birleştirme yöntemi Spektrum Analizi olarak da adlandırılan doğrusal analiz yöntemidir. Bu yönteme göre deprem ivmesi altında yapı sistemlerinin dinamik hareketi modal deplasmanlar cinsinden ifade edilerek çözümlenmektedir. Modal analiz yapılırken uygulanacak olan ilk adım rijitlik matrislerinin ve kütlelerin elde edilmesini sağlamaktır. Kısaca açıklamak gerekirse spektrum analizi yapının yer hareketlerinden bağımsız olarak dinamik karakterlerinin belirlendiği doğrusal analiz yöntemidir. Eşdeğer deprem yüküne ait sadece 1. mod ve 1. Modun periyodu dikkate alınırken mod birleştirme yönteminde ise birden fazla mod sayısı hesaplarda dikkate alınmaktadır. Mod birleştirme yönteminde etkin kütle katılımının %95'in altına düşmemesine dikkat edilir.

Mod birleştirme yönteminin yapıya etki ettirilmesi yatay ve düşey spektrumlar sayesinde yapılmaktadır. Bu spektrum eğrilerini Türkiye Deprem Tehlike Haritaları yardımıyla bulunmaktadır. Bu hizmet AFAD tarafından sağlanmaktadır ve raporlama açılır menüsü kullanılarak yapılır.

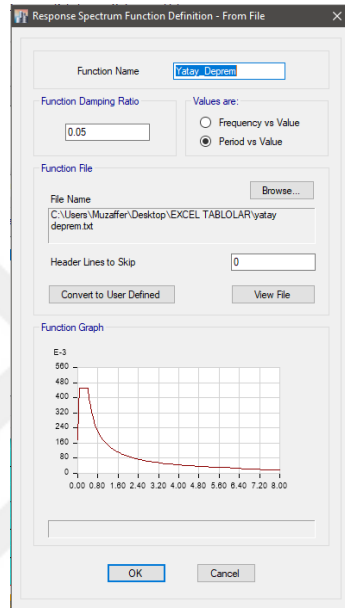


Şekil 8.17. Model-1'e düşey ve yatay spektrumların afad sitesinden alınması

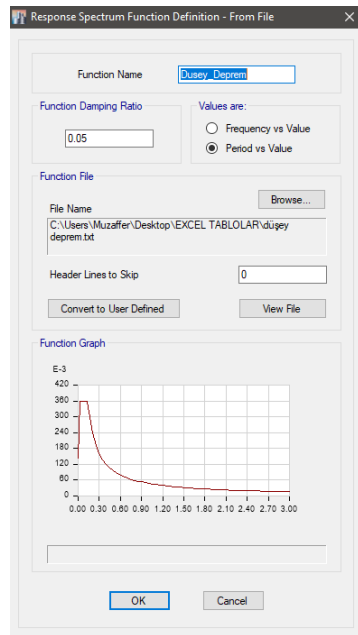
AFAD sitesinden alınan ivme verilerinin ETABS programına aktarılması Define-Functions-Response Spectrum açılır sekmesinden yapılmaktadır.



Şekil 8.18. Model-1'e ait sitesinden alınan düşey ve yatay spektrumlar



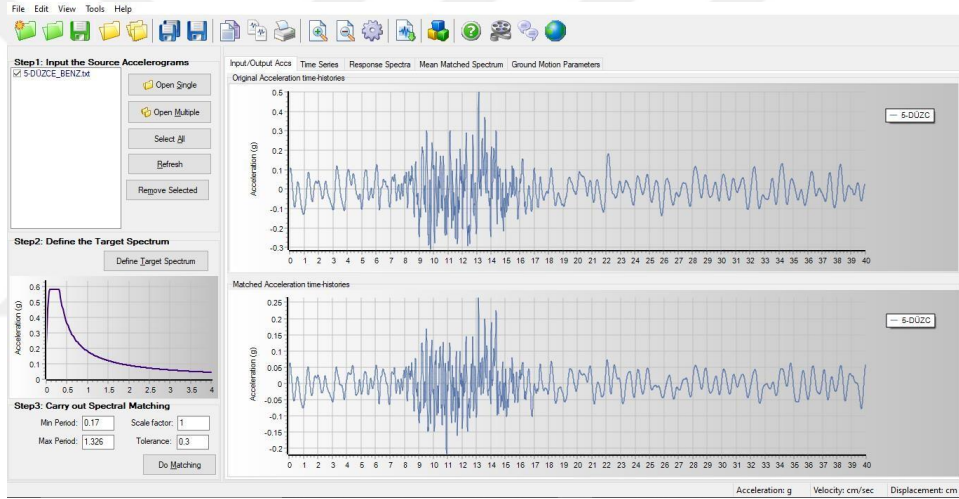
Şekil 8.19. Model-1'e ait yatay spektrumun etabs programına tanıtılması



Şekil 8.20. Model-1'e ait düşey spektrumun etabs programına tanıtılması

8.1.8. Zaman Tanım Alanında Analiz

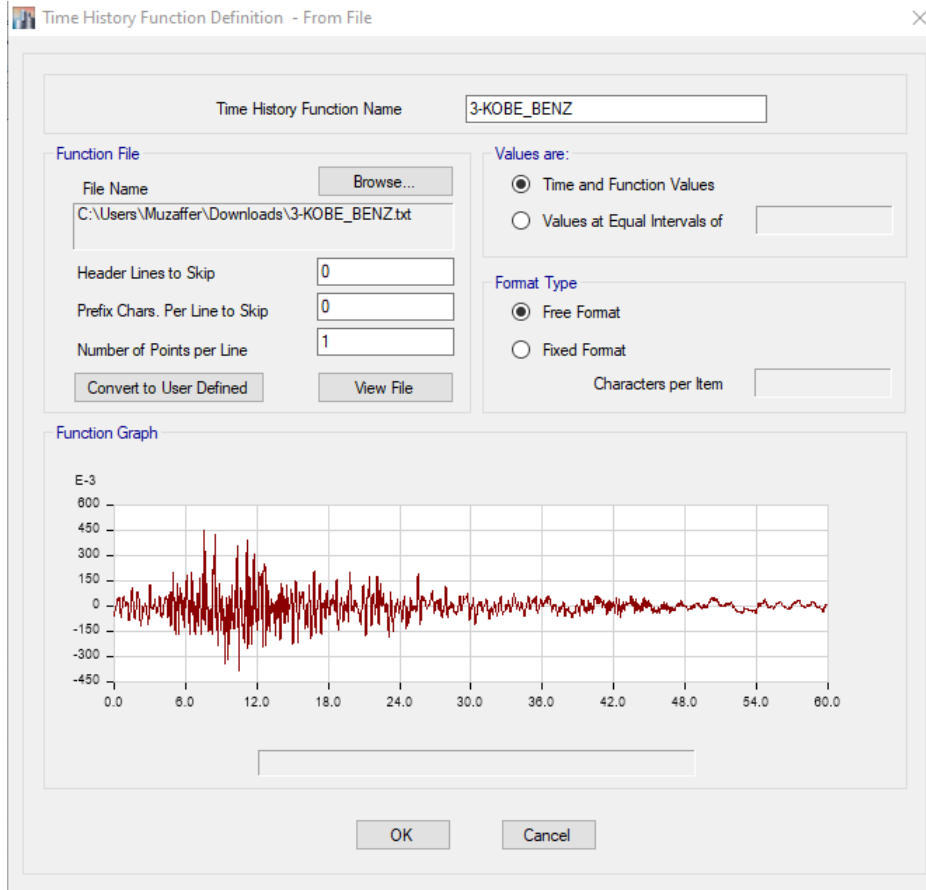
Zaman Tanım Alanında Analiz yapıyı deprem ivmeleri altında çözümlenmektedir. Bu yöntem yatay yükleri hesaplamak için kullanılan bir analiz yöntemidir. Deprem yüklerinin hesabında doğruya en yakın yöntem Zaman Tanım Alanında Analiz yöntemidir. TBDY-2018'e [39] göre Zaman Tanım Alanında Analiz yapılabilmesi için en az 11 adet deprem ivmesine gereksinim duyulmaktadır. Yapıya etkettirilecek olan ivme kayıtları gerçek deprem kayıtları olduğu gibi yapay kayıtlar da olabilir. Dünya'nın herhangi bir yerinde gerçekleşen depremler ham ivme değerleri olduğu için direk olarak yapıya etki ettirmek yanlış olmaktadır. Bunun için ölçeklendirme işlemi yapılmaktadır. Ölçeklendirme işlemi SeismoMatch v22 programı vasıtasıyla yapılmıştır.



Şekil 8.21. Seismomatch programında ivme kayıtlarının ölçeklendirilmesi

Bu işlem yapılırken seçilen tüm kayıtlara ait bileşke spektrumların ortalamasının $0.2T$ ve $1.5T$ periyotları arasındaki genliklerinin, TBDY-2018'e [39] göre tanımlanan tasarım spektrumunun aynı periyot aralığındaki genliklerine oranının 1.3'ten daha küçük olmaması kuralına göre deprem yer hareketi bileşenlerinin genlikleri ölçeklendirilir ve text dosyası halinde ETABS programından çağırılır.

Ölçeklendirilmiş ivme verileri Define-Time History açılır sekmesinden yapılmaktadır. Kobe depremine ait ivme kaydının programa tanıtılması şekildeki gibi olmakta olup diğer ivme kaydı verileri de aynı şekilde programa tanıtılmıştır.



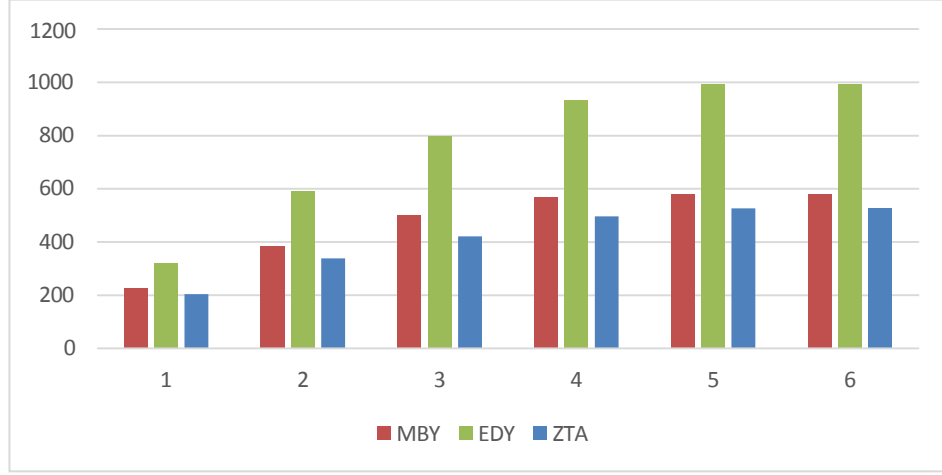
Şekil 8.22. Ölçeklendirilmiş deprem ivmelerinin etabs programına girilmesi

8.1.9. Yapıda Oluşan Kesme Kuvvetleri

Yapıya etki eden yükler ve analiz yöntemlerine bakıldığında yapı tabanında oluşan kesme kuvvetleri her 3 yöntem için de tablo halinde verilmektedir.

Çizelge 8.10. Model-1' ait taban kesme kuvvetleri

TABAN KESME KUVVETLERİ			
	MBY (kN)	EDY (kN)	ZTA (kN)
KAT-6	227	322	204
KAT-5	387	593	338
KAT-4	502	797	422
KAT-3	568	931	497
KAT-2	580	992	527
KAT-1	580	992	527



Şekil 6.2 Kesme kuvvetlerinin grafikleri

Tablo ve grafik incelendiğinde Mod Birleştirme yöntemi ve Eşdeğer Deprem Yüğü yöntemlerinden hesaplanan kesme değeri zaman tanım alanında analizden elde edilen kesme değeriyle daha fazla çıktığı görülmektedir.

8.1.10. A1 Burulma Düzensizliği Kontrolü

Bir yapıda burulma düzensizliğinin bulunması için $n_{bi(i)max} / (i)_{ort} > 1.2$ şartı sağlanmalıdır. Programdan alınan veriler incelendiğinde yapının bazı katlarında burulma düzensizliğine rastlanmıştır.

Çizelge 8.11. Model-1'in mod birleştirme yöntemi ile burulma düzensizliğinin kontrol edilmesi

	MBY		
	A1 BURULMA DÜZENSİZLİĞİ X YÖNÜ		
	MAKSİMUM	ORTALAMA	ORAN
KAT6	0.015118	0.013908	1.087
KAT5	0.012285	0.011215	1.09543
KAT4	0.008753	0.007825	1.1186
KAT3	0.004642	0.003868	1.20002
KAT2	0.002245	0.001175	1.91027
KAT1	-0.00078	-0.00157	1.69789

Çizelge 8.1. Model-1'in eşdeğer deprem yükü yöntemi ile burulma düzensizliğinin kontrol edilmesi

	EDY		
	A1 BURULMA DÜZENSİZLİĞİ X YÖNÜ		
	MAKSİMUM	ORTALAMA	ORAN
KAT6	0.015905	0.014219	1.118564
KAT5	0.012746	0.011336	1.124429
KAT4	0.008817	0.007728	1.140902
KAT3	0.004343	0.003621	2.099294
KAT2	0.000993	0.000481	2.062419
KAT1	7.10E-05	4.80E-05	1.489002

Çizelge 8.13. Model-1'in zaman tanım alanında analiz yöntemi ile burulma düzensizliğinin kontrol edilmesi

	ZTA		
	A1 BURULMA DÜZENSİZLİĞİ X YÖNÜ		
	MAKSİMUM	ORTALAMA	ORAN
KAT6	0.015245	0.013615	1.119778
KAT5	0.012442	0.011056	1.125329
KAT4	0.008919	0.007857	1.135111
KAT3	0.004647	0.003848	1.207622
KAT2	0.001918	0.000998	1.920842
KAT1	0.000236	0.000152	1.554871

Yer değiştirme değeri en çok 6. katta görülürken burulma en çok 2. katta görülmüştür, buradan katların yer değiştirme değerlerinin doğrudan burulma düzensizliğini arttırdığını söylemek doğru değildir. Önemli olan etkin kat görelî ötelemeleri içerisindeki en büyük yer değiştirme değerleri ve bu değerlerin mertebeleridir.

Her üç yöntem incelendiğinde X yönünde yapıda 1. 2. ve 3. katlarda burulma düzensizliği bulunmaktadır.

8.1.11. Görelî Kat Ötelenmelerinin Kontrolü

Görelî kat ötelenmesi bir düşey elemanın bir üst ve bir alt katlara göre yer değiştirmesi anlamına gelmektedir. Mod Birleştirme Yöntemine göre Görelî kat ötelenmelerinin kontrolü yapılmış olup sonuçlar tablo halinde verilmiştir.

Çizelge 8.14. Model-1'in x yönünde mod birleştirme yöntemine göre görel kat ötelenmelerinin kontrolü

X YÖNÜ				
Kat	Görel Kat Oranı	(R/I)*Oran	Δ*(R/I) *Oran	0,016*κ
6	0.001182	0.004728	0.002	0.016
5	0.001404	0.005616	0.002	0.016
4	0.0016	0.0064	0.003	0.016
3	0.001391	0.005564	0.002	0.016
2	0.000472	0.001888	0.001	0.016
1	2.40E-05	0.000096	0.000041	0.016

Çizelge 8.15. Model-1'in y yönünde mod birleştirme yöntemine göre görel kat ötelenmelerinin kontrolü

Y YÖNÜ				
Kat	Kat Ötelenmesi	(R/I) *Kat Ötelenmesi	Δ*(R/I) *Kat Ötelenmesi	0,016*κ
6	0.001002	0.004008	0.002	0.016
5	0.001187	0.004748	0.002	0.016
4	0.001305	0.00522	0.002	0.016
3	0.001029	0.004116	0.002	0.016
2	0.000579	0.002316	0.001	0.016
1	2.70E-05	0.000108	0.000046	0.016

Mod Birleştirme Yöntemine göre görel kat ötelenmeleri incelendiğinde yapıdaki ötelemelerin deprem yönetmeliğinin öngördüğü sınırın altında kalmaktadır.

Eşdeğer deprem yükü yöntemine göre Görel kat ötelenmelerinin kontrolü yapılmış olup sonuçlar tablo halinde verilmektedir.

Çizelge 8.16. Model-1'in x eşdeğer deprem yükü yöntemine göre görelî kat ötelenmelerinin kontrolü

X YÖNÜ				
Kat	Kat Ötelenmesi	(R/I)*Kat Ötelenmesi	$\lambda^*(R/I)*Kat$ Ötelenmesi	0,016*κ
7	0.00067	0.00268	0.001	0.016
6	0.00115	0.00461	0.002	0.016
5	0.00147	0.00589	0.003	0.016
4	0.00168	0.00672	0.003	0.016
3	0.00139	0.00557	0.002	0.016
2	0.00026	0.00102	0.00004	0.016
1	0.00002	0.00006	0.000026	0.016

Çizelge 8.17. Model-1'in y eşdeğer deprem yükü yöntemine göre görelî kat ötelenmelerinin kontrolü

Y YÖNÜ				
Kat	Kat Ötelenmesi	(R/I) *Kat Ötelenmesi	$\Lambda^*(R/I) *Kat$ Ötelenmesi	0,016*κ
7	0.001004	0.004016	0.00173	0.016
6	0.001201	0.004804	0.00207	0.016
5	0.001306	0.005224	0.00225	0.016
4	0.001209	0.004836	0.00208	0.016
3	0.001039	0.004156	0.00179	0.016
2	0.000991	0.003964	0.0017	0.016
1	0.000129	0.000516	0.00022	0.016

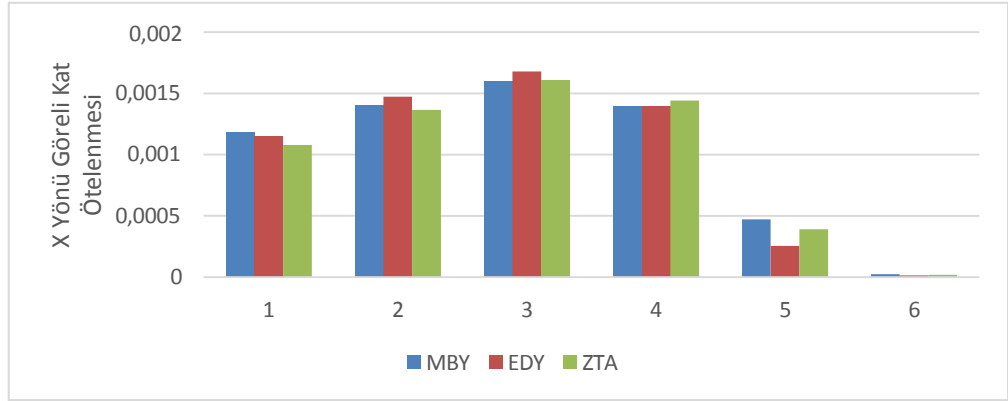
Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemine göre de görelî kat ötelenmeleri incelendiğinde yapıdaki ötelemelerin deprem yönetmeliğinin öngördüğü sınırın altında kalmaktadır.

Zaman Tanım Alanında Analiz yöntemine göre Görelî kat ötelenmelerinin kontrolü yapılmış olup sonuçlar tablo halinde verilmiştir.

Zaman Tanım Alanında Analiz yöntemine göre görelî kat ötelenmeleri incelendiğinde yapıdaki ötelemelerin deprem yönetmeliğinin öngördüğü sınırın altında kalmaktadır.

Analiz yöntemi içinde görelî kat ötelemeleri incelenmiştir ve yapıdaki görelî kat ötelenmeleri yönetmeliğin belirttiği şartlar altında kaldığı görülmektedir.

X yönünde katlardan elde edilen azaltılmış görelî kat ötelemesi değerleri 3 analiz yöntemlerine göre hesaplanmıştır, sonuçlar tablo halinde verilmiştir.



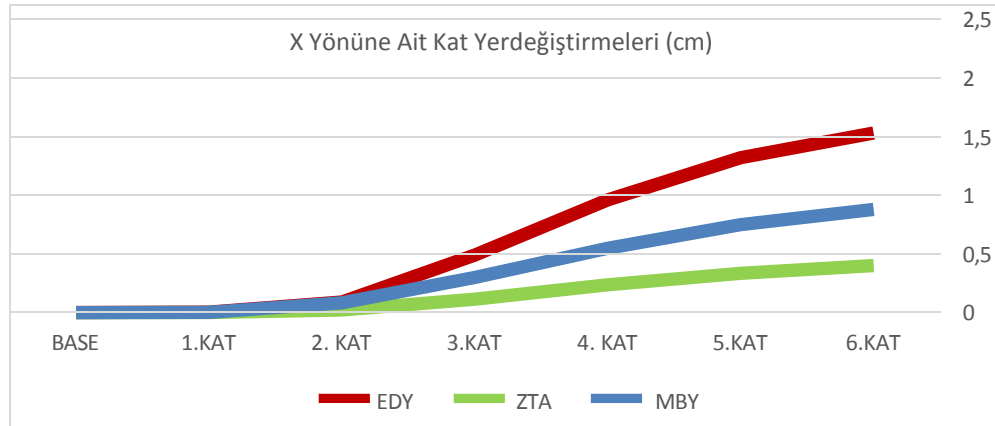
Şekil 8.24. Model-1' ait X yönü göreli kat ötelenmeleri

Tablo incelendiğinde sonuçların birbirine yakın olduğu gözlenmiştir.

Analiz yöntemleri ile belirlenen azaltılmış göreli kat ötelenmesi kontrollerinde belirli bir korelasyon gözlenmemiştir. Yapıda en fazla ötelenmenin 3. Katta olduğu gözlenmiştir.

8.1.12. Kat Yer Değiştirmeleri

İlgili modelin katların oluşan yer değiştirmeler program tarafından alınmış olup değerler aşağıdaki grafikte verilmiştir.



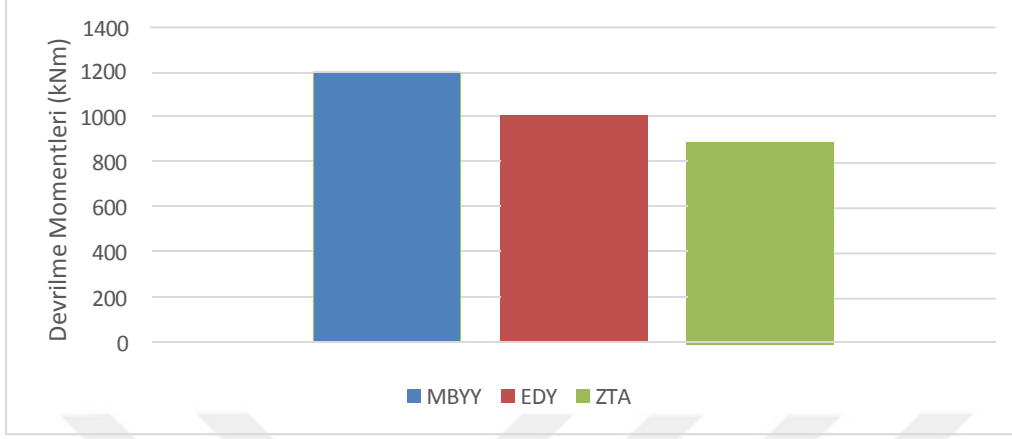
Şekil 8.25. Model-1' ait X yönü kat yer değiştirmeleri

8.1.13. Devrilme Momentleri Tahkiki

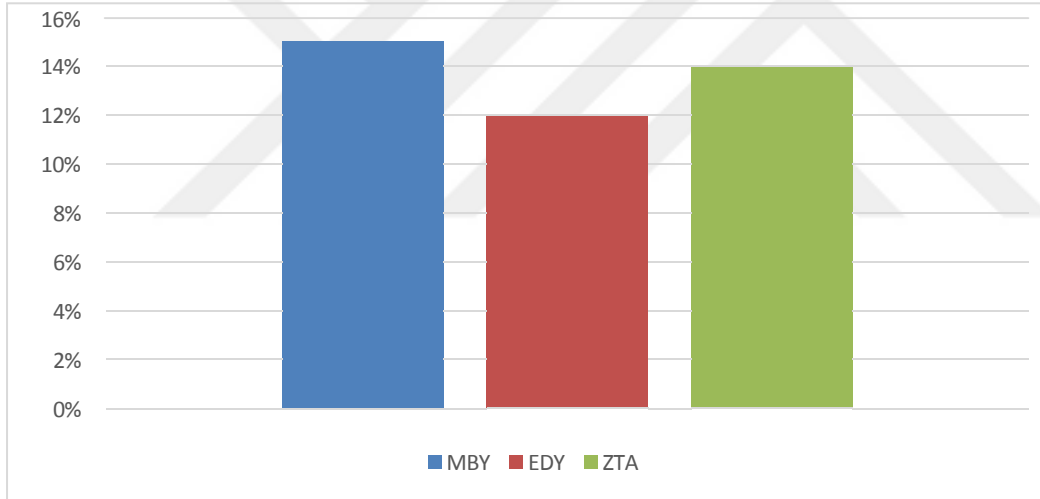
Yapıdaki perdelerin konumu ve bulunduğu eksenler incelendiğinde bu perdelerin Y ekseninde çalıştığı görülmüştür o yüzden devrilme momenti tahkiki yalnız Y yönünde

yapılmış olup X yönünde herhangi bir durum değerlendirilmesi yapılmamıştır.

Yapıda oluşan devrilme momenti değerleri (kN.m) ve yüzdeleri aşağıdaki tabloda verilmiştir.



Şekil 8.26. Model-1' ait devrilme momentleri (kN.m)



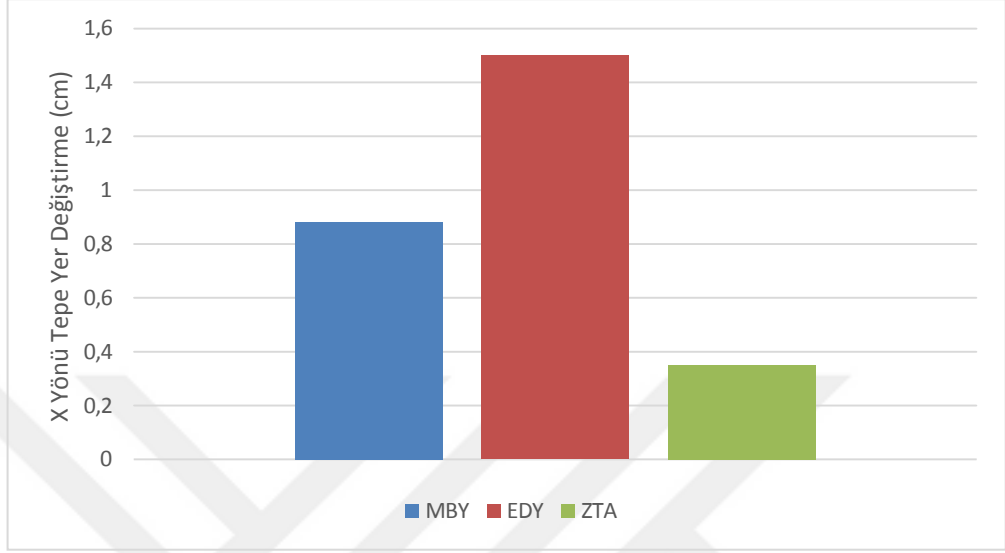
Şekil 8.27. Model-1' ait devrilme momentlerinin oranı (%)

Mod birleştime yöntemine göre yapıda bulunan perdelerin deprem yüklerinden meydana gelen devrilme momentlerinin toplamı, binanın tümü için deprem yüklerinden meydana gelen toplam devrilme momentinin %15'i kadar eşdeğer deprem yüküne göre %12'si kadar zaman tanım alanında analize göre ise %14'ü kadar olmaktadır. Buradan anlaşılmaktadır ki binaya gelen deprem yüklerinin büyük çoğunluğunu kolonlar karşılamaktadır.

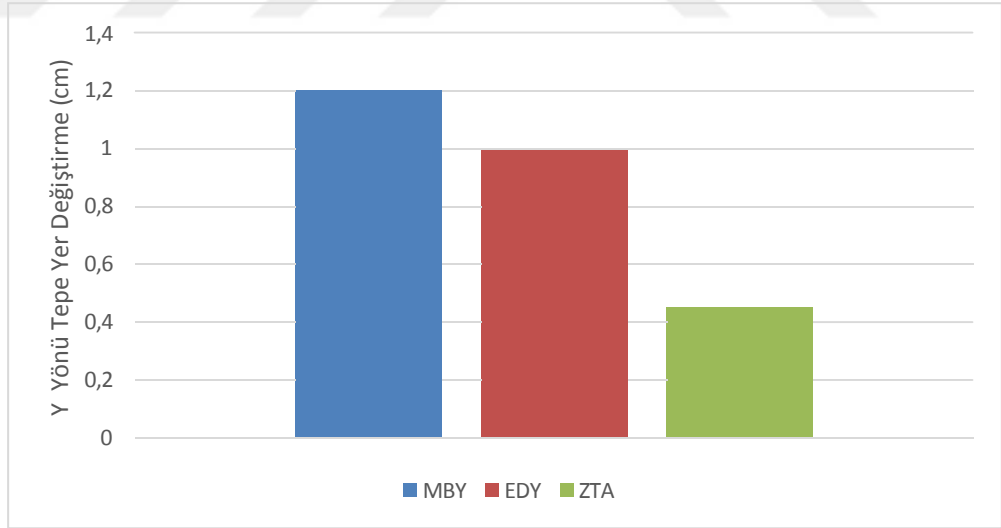
8.1.14. Tepe Yer Değiştirmeler

Yapının en üst katında 3 farklı analiz yöntemi ile elde edilen maksimum yer değiştirme

miktarları tablo halinde aşağıda verilmektedir. Tabloya göre X yönünde yapıdaki en büyük yer değiştirme eşdeğer deprem yükü yöntemi ile 1,5 cm, Y yönündeki en büyük yer değiştirme değeri ise mod birleştirme yöntemi ile 1.21cm hesaplanmıştır sonuçlar aşağıdaki gibidir.



Şekil 8.28. Model-1'e ait x yönü tepe yer değiştirmeler (cm)



Şekil 8.29. Model-1'e ait y yönü tepe yer değiştirmeler (cm)

8.2. Model-2

Ankara'da bulunan mevcut yapıların analizinde 2. Model olarak 2018 deprem yönetmeliği ile analizleri yapılan 3 katlı bir yapı seçilmiştir. Yapının taşıyıcı sistem

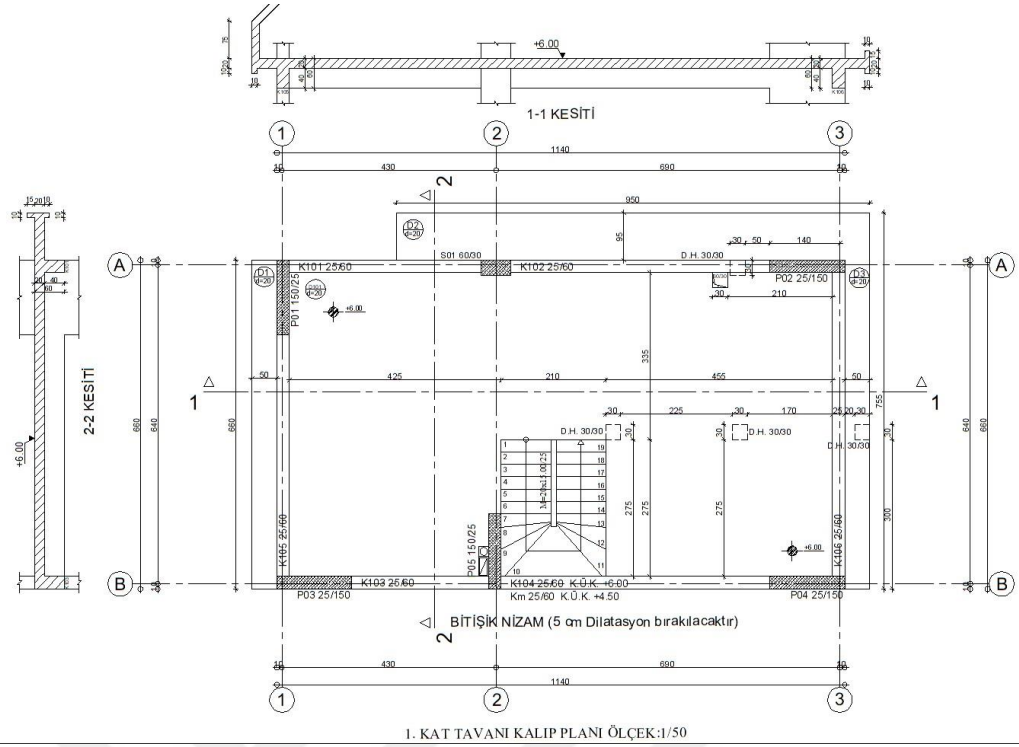
türü **TBDY-2018 Tablo 4.1'** de tanımlana 'Deprem etkilerinin tamamının süreklilik düzeyi yüksek boşluksuz betonarme perdelerle karşılandığı binalar' olan **A13**. Taşıyıcı sistem türüdür. Yapının performans hedefi Kontrollü Hasar performans düzeyidir. Yapıda herhangi bir ticari faaliyet söz konusu değildir. Bu yapıya ait diğer bilgiler aşağıda verilmektedir.

Çizelge 8.18. Model-2'ye ait dinamik ve konumsal değerler

DEPREM DÜZEYİ	DD2
SDS	0.43
SD1	0.178
S _s	0.337
S ₁	0.119
ENLEM	39.887740°
BOYLAM	32.796870°
PGV	9.98
PGA	0.146

Çizelge 8.19. Model-2'ye ait genel bilgiler

İL	ANKARA	TAŞIYICI SİSTEM TÜRÜ	PERDELİ SİSTEM
İLÇE	ÇANKAYA	SERBEST KAT SAYISI	2
MAHALLE	ÇİĞDEM	BODRUM KAT SAYISI	1
PARSEL	26985-4	AĞIR ÇIKMA	YOK
SOKAK	1594. SK	YUMUŞAK KAT	YOK
YÖNETMELİK	TBDY-2018	KISA KOLON	YOK
ZEMİN SINIFI	ZC	EĞİM	YOK
DONATI TÜRÜ	S420	KOMŞU BİNA İLE DÖŞEME FARKI	YOK
BETON SINIFI	C25	BİNA DAVRANI KATSAYISI (R)	6
TOPLAM BİNA ALANI	278 m ²	BİNA ÖNEM KATSAYISI (I)	1



Şekil 8.30. Model-2'ye ait normal kat kalıp planı

Çizelge 8.20. Model-2'ye ait genişlik ve kat yüksekliği değerleri

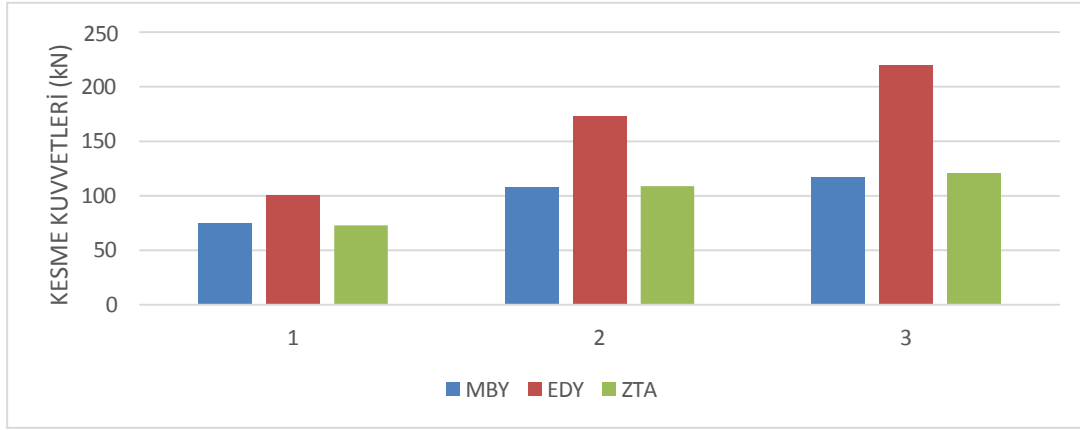
YÜKSEKLİK		GENİŞLİK	
BODRUM KAT	3 m	X YÖNÜ GENİŞLİK	11,3 m
1. NORMAL KAT	3 m		
2. NORMAL KAT	3 m	Y YÖNÜ GENİŞLİK	6 m

8.2.1 Yapıda Oluşan Kesme Kuvvetleri

Yapıya etki eden yükler ve analiz yöntemlerine bakıldığında X yönünde katlarda oluşan kesme kuvvetleri her 3 yöntem için de tablo halinde verilmektedir.

Çizelge 8.21. Model-2'ye ait kat kesme kuvveti değerleri

KAT KESME KUVVETLERİ			
	MBY (kN)	EDY (kN)	ZTA (kN)
KAT-3	74.6	100.07	72.9
KAT-2	107.6	172.4	108.8
KAT-1	117.1	219.9	120.6



Şekil 8.31. Model-2'ye ait kesme kuvveti grafiği

Tablo ve grafik incelendiğinde Mod Birleştirme yöntemi ve Zaman tanım alanında analiz yöntemlerinden hesaplanan kesme değerlerinin birbirine yakın çıktığı eşdeğer deprem yükü yönteminden elde edilen kesme değerlerinin ise diğerlerinden daha fazla çıktığı görülmektedir.

8.2.2. A1 Burulma Düzensizliği Kontrolü

Bir yapıda burulma düzensizliğinin bulunması için $n_{bi(i)max} / (i)_{ort} > 1.2$ şartı sağlanmalıdır. Programdan alınan veriler incelendiğinde yapının bazı katlarında burulma düzensizliğine rastlanmıştır.

Çizelge 8.22. Model-2'nin mod birleştirme yöntemi ile x yönündeki burulma düzensizliği kontrolü

MBY			
A1 BURULMA DÜZENSİZLİĞİ X YÖNÜ			
	MAKSİMUM	ORTALAMA	ORAN
KAT3	0.001553	0.001342	1.15742
KAT2	0.000637	0.000547	1.16287
KAT1	2.50E-05	1.80E-05	1.34354

Çizelge 8.23. Model-2'nin eşdeğer deprem yükü yöntemi ile x yönündeki burulma düzensizliği kontrolü

EDY			
A1 BURULMA DÜZENSİZLİĞİ X YÖNÜ			
	MAKSİMUM	ORTALAMA	ORAN
KAT3	0.002167	0.001859	1.166137
KAT2	0.000916	0.000776	1.180199
KAT1	2.20E-05	2.10E-05	1.066612

Çizelge 8.24. Model-2'nin zaman tanım alanında analiz yöntemi ile x yönündeki burulma düzensizliği kontrolü

ZTA			
A1 BURULMA DÜZENSİZLİĞİ X YÖNÜ			
	MAKSİMUM	ORTALAMA	ORAN
KAT3	0.001430909	0.00128536	1.12047391
KAT2	0.000586455	0.00052591	1.121116
KAT1	0.00002	1.5727E-05	1.25583164

Yer değiştirme değeri en çok 3. katta görülürken burulma sadece 1. katta görülmüştür, buradan çıkarılacak sonuç katların yer değiştirme değerlerinin doğrudan burulma düzensizliğini arttırdığını söylemenin doğru bir çıkarım olmadığıdır. Önemli olan etkin kat görelî ötelemeleri içerisindeki en büyük yer değiştirme değerleri ve bu değerlerin mertebeleridir.

Her üç yöntem incelendiğinde mod birleştirme ve zaman tanım alanında analiz yöntemlerinde 1. Katta burulma düzensizliği görülmüştür.

8.2.3. Görelî Kat Ötelenmelerinin Kontrolü

Görelî kat ötelenmesi bir düşey elemanın bir üst ve bir alt katlara göre yer değiştirmesi anlamına gelmektedir. 3 analiz yöntemine göre de görelî kat ötelenmelerinin kontrolü yapılmış olup sonuçlar tablo halinde verilmektedir.

Çizelge 8.25. Model-2'nin mod birleştirme yöntemi ile x yönündeki görelî kat ötelenmelerinin kontrolü

MBY				
KAT	Görelî Kat Ötelenmesi Oranı	(R/I)*Oran	λ*(R/I)*Oran	0,016*κ
3	0.000289	0.001734	0.001	0.016
2	0.000196	0.001176	0.001	0.016
1	5.00E-06	0.00003	0.000013	0.016

Çizelge 8.26. Model-2'nin eşdeğer deprem yükü yöntemi ile x yönündeki görelî kat ötelenmelerinin kontrolü

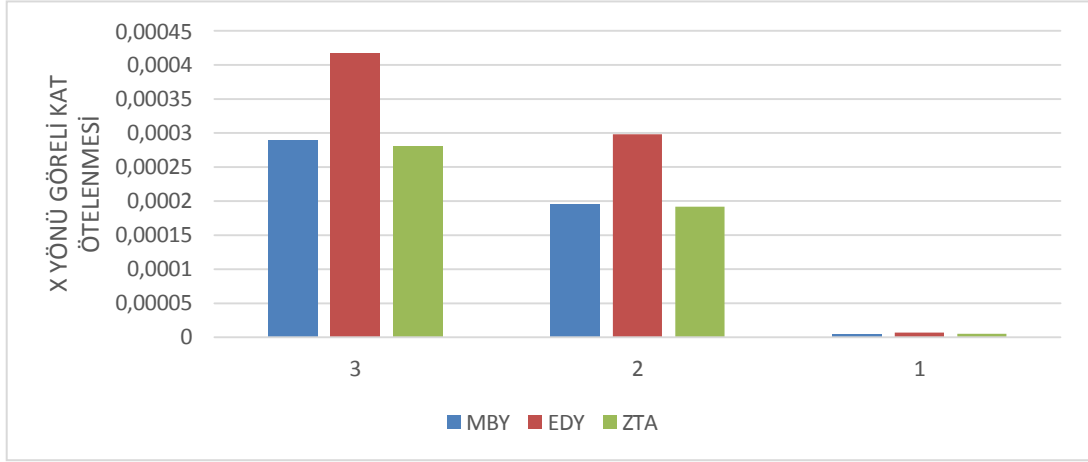
EDY				
KAT	Görelî Kat Ötelenmesi Oranı	(R/I)*Oran	λ*(R/I)*Oran	0,016*κ
3	0.000417	0.002502	0.001	0.016
2	0.000298	0.001788	0.001	0.016
1	7.00E-06	0.000042	0.000018	0.016

Çizelge 8.27. Model-2'nin zaman tanım alanında analiz yöntemi ile x yönündeki görelî kat ötelenmelerinin kontrolü

ZTA				
KAT	Görelî Kat Ötelenmesi Oranı	(R/I)*Oran	Λ*(R/I) *Oran	0,016*κ
3	0.000281273	0.001688	0.001	0.016
2	0.000191909	0.001151	0.0005	0.016
1	5.18E-06	0.000031	0.000013	0.016

3 analiz durumu ayrı ayrı incelendiğinde görelî kat ötelenmeleri deprem yönetmeliğinin öngördüğü sınırın altında kalmaktadır. Tablo sadece X yönünde oluşan görelî kat ötelemeleri göstermektedir. Y yönü için de durum farklı olmadığından tablo halinde verilmemiştir.

X yönünde katlardan elde edilen azaltılmış görelî kat ötelemesi değerleri 3 analiz yöntemlerine göre hesaplanmıştır, sonuçlar tablo halinde verilmiştir.

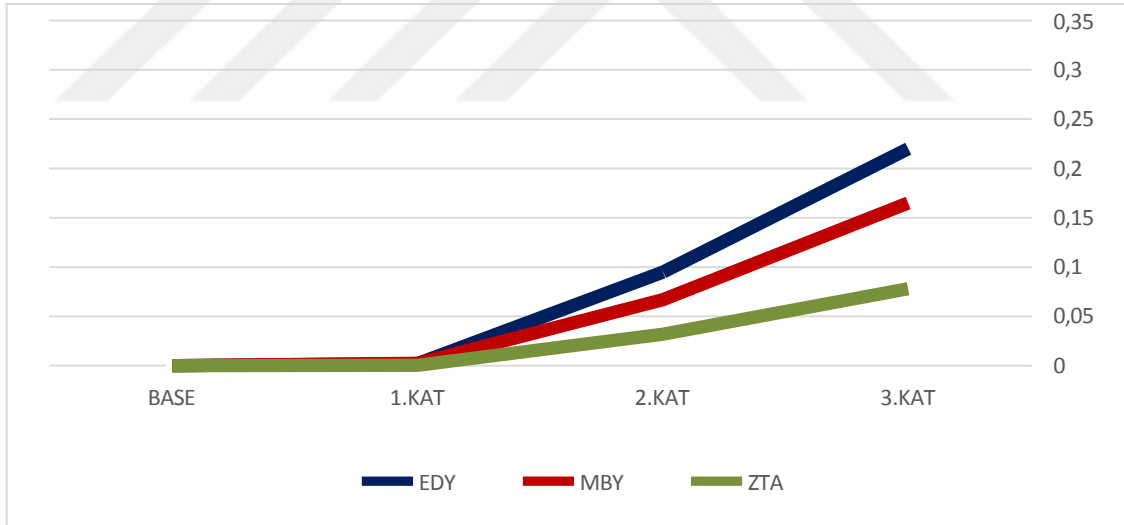


Şekil 8.32. Model-2'ye ait x yönü göreli kat ötelenmesi grafiği

Yapıda en fazla göreli ötelenmenin 3. Katta olduğu gözlenmiştir.

8.2.4. Kat Yer Değişimleri

İlgili grafikte verilmiştir. Modelin katların oluşan yer değişimleri program tarafından alınmış olup değerler şekil 6.31'de verilmiştir.

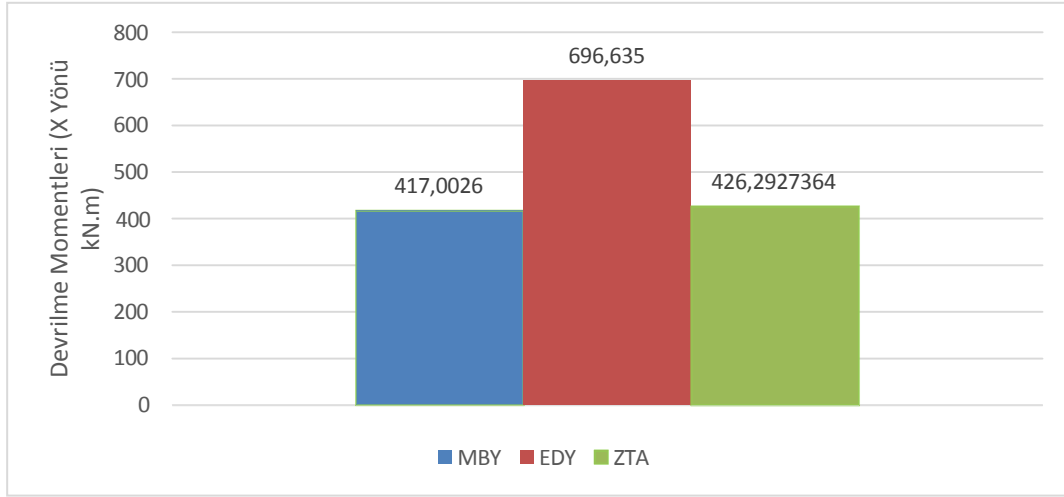


Şekil 8.33. Model-2'ye ait x yönü kat yer değişimleri

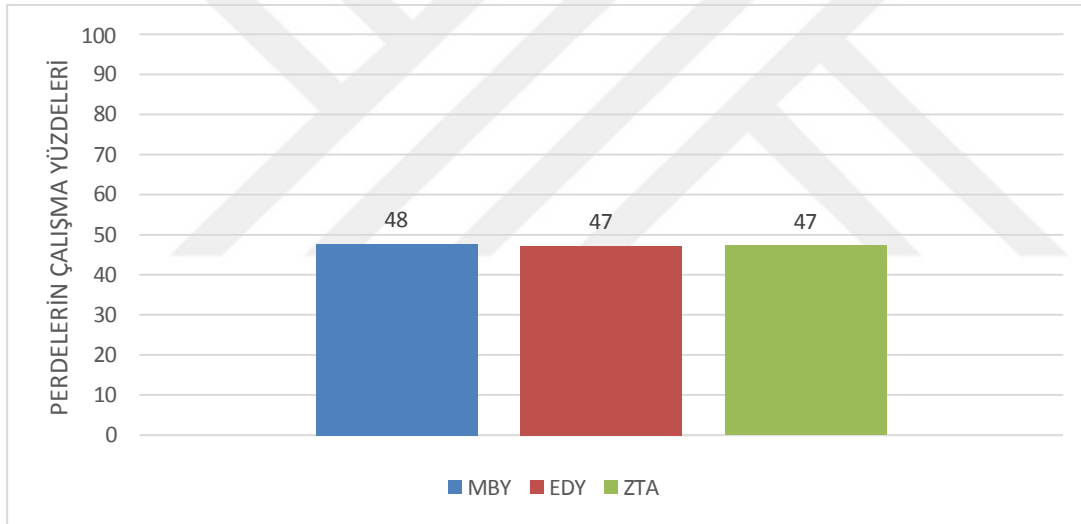
6.2.5. Devrilme Momentleri Tahkiki

Yapıdaki perdelerin konumu ve bulunduğu eksenler incelendiğinde bu perdelerin X ekseninde daha fazla çalıştığı görülmüştür

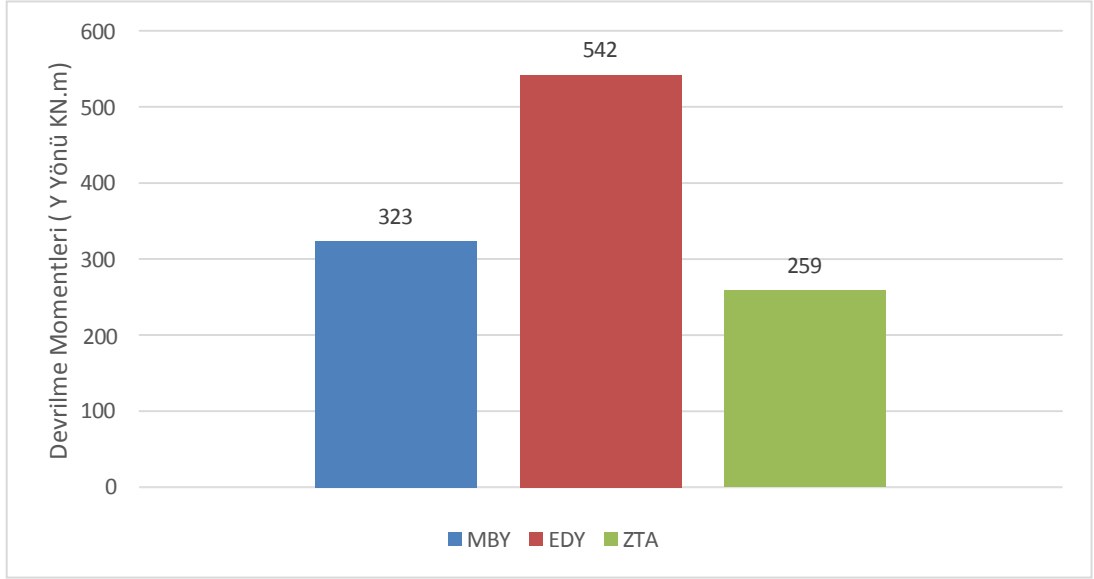
Yapıda oluşan devrilme momenti değerleri (kN.m) X ve Y yönleri için yüzdeleri ile beraber aşağıdaki tablolarda verilmiştir.



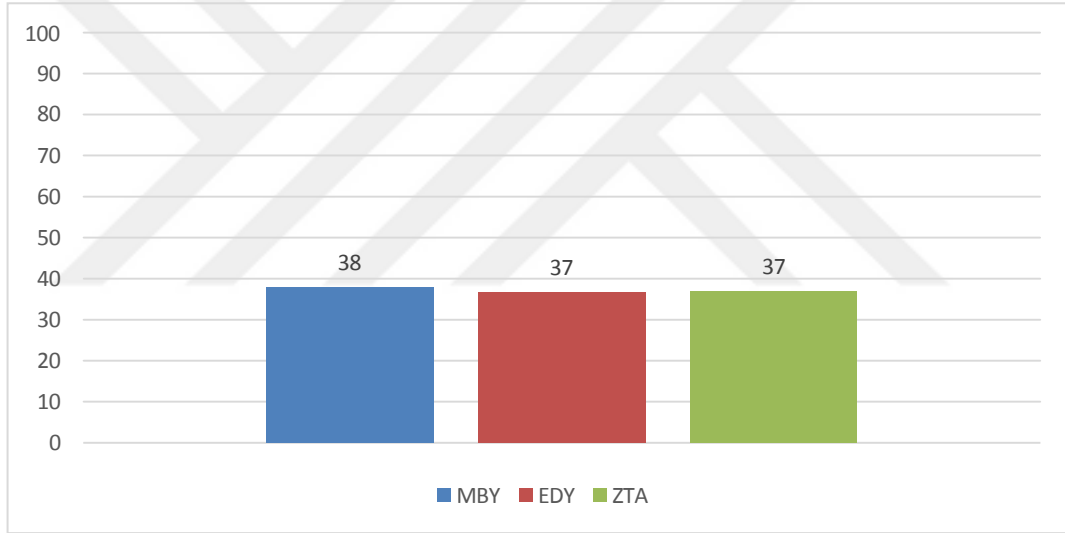
Şekil 8.34. Model-2'ye ait x yönü devrilme momentleri



Şekil 8.35. Model-2'ye ait x yönü devrilme momentleri oranları



Şekil 8.36. Model-2'ye ait y yönü devrilme momentleri (kN.m)



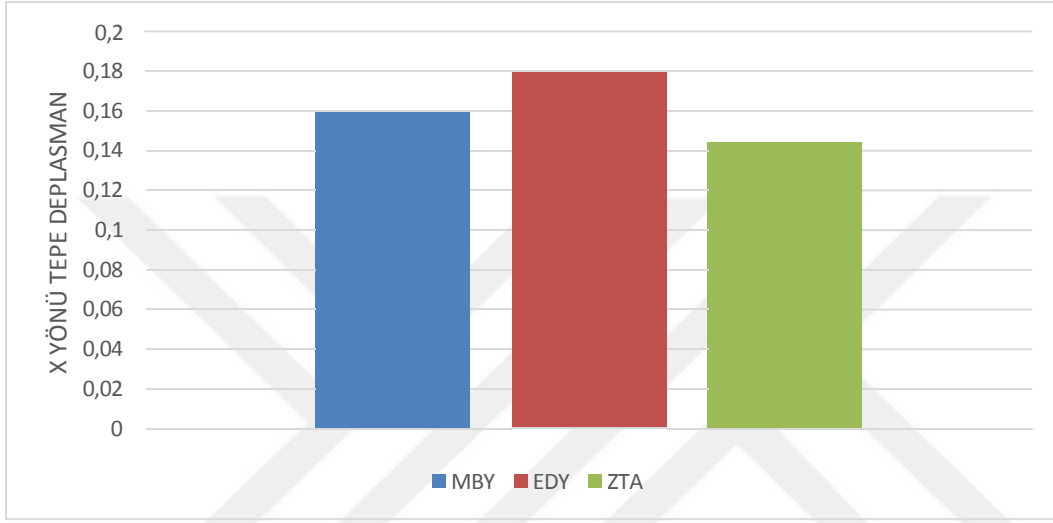
Şekil 8.37. Model-2'ye ait y yönü devrilme momentleri oranları (%)

Bütün analiz yöntemlerine göre X yönü için yapıda bulunan perdelerin deprem yüklerinden meydana gelen devrilme momentlerinin toplamı, binanın tümü için deprem yüklerinden meydana gelen toplam devrilme momentinin yaklaşık %47'si kadar olmaktadır. Buradan anlaşılmaktadır X yönünde binaya gelen deprem yüklerinin %47'si perdeler tarafından karşılanmaktadır.

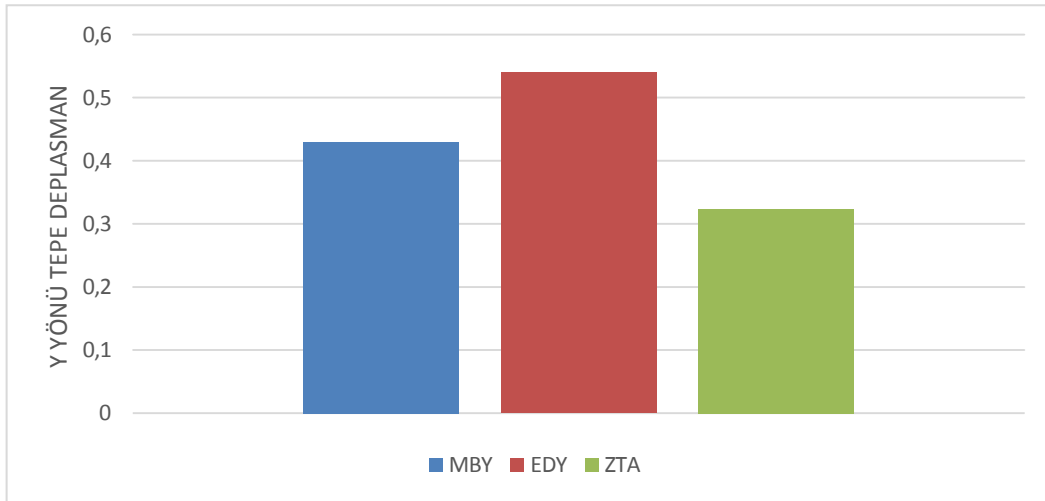
Y yönü içinde aynı oran %37'dir. Yapıda perdeler daha fazla X yönünde çalışmaktadır.

8.2.6. Tepe Yer Değiştirmeler

Yapının en üst katında 3 farklı analiz yöntemi ile elde edilen maksimum yer değiştirme miktarları tablo halinde aşağıda verilmektedir. Tabloya göre X yönünde yapıdaki en büyük yer değiştirme eşdeğer deprem yükü yöntemi ile 0.18 cm, Y yönündeki en büyük yer değiştirme değeri ise eşdeğer deprem yükü yöntemi ile 0,5 cm hesaplanmıştır sonuçlar aşağıdaki gibidir.



Şekil 8.38. Model-2'ye ait x yönü tepe deplasmanları (cm)



Şekil 8.39. Model-2'ye ait y yönü tepe deplasmanları (cm)

8.3. Model-3

Ankara’da bulunan mevcut yapıların analizinde 3. Model olarak 2018 deprem yönetmeliği ile analizleri yapılan 4 katlı bir yapı seçilmiştir. Yapının taşıyıcı sistem türü **TBDY-2018 Tablo 4.1’** de tanımlana ‘Deprem etkilerinin tamamının moment aktaran süneklilik düzeyi sınırlı betonarme çerçevelerle karşılandığı binalar’ olan **A31**. Taşıyıcı sistem türüdür. Yapının performans hedefi Kontrollü Hasar performans düzeyidir. Yapıda herhangi bir ticari faaliyet söz konusu değildir. Bu yapıya ait diğer bilgiler aşağıda verilmektedir. Bu yapıda bodrum kata güneş ışığı girişi için kuranglez yapılmış olup bu oluşum kısa kolona sebebiyet vermiştir yani yapıda kısa kolon bulunmaktadır.

Çizelge 8.28. Model-3 ile ilgili genel bilgiler

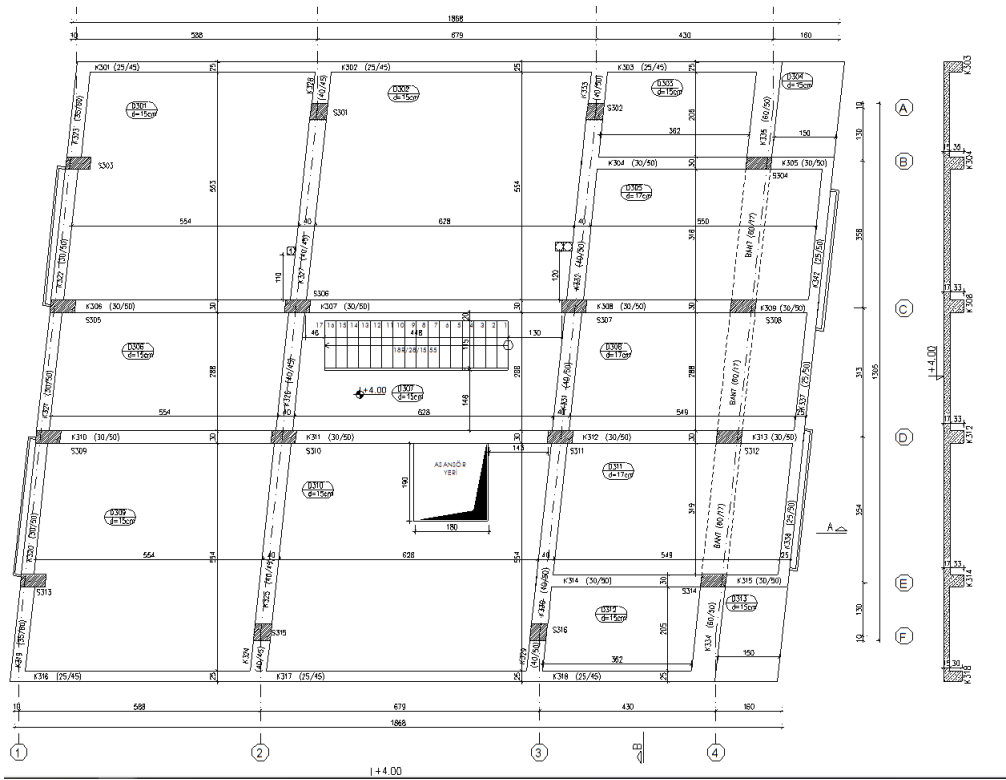
İL	ANKARA	TAŞIYICI SİSTEM TÜRÜ	ÇERÇEVE SİSTEM
İLÇE	ÇANKAYA	SERBEST KAT SAYISI	4
MAHALLE	YAŞAMKENT	BODRUM KAT SAYISI	YOK
PARSEL	42599-22	AĞIR ÇIKMA	VAR
SOKAK	3187. SK	YUMUŞAK KAT	YOK
YÖNETMELİK	TBDY-2018	KISA KOLON	VAR
ZEMİN SINIFI	ZD	EĞİM	YOK
DONATI TÜRÜ	S420	KOMŞU BİNA İLE DÖŞEME FARKI	YOK
BETON SINIFI	C25	BİNA DAVRANI KATSAYISI (R)	4
KAT ALANI	197 m ²	BİNA ÖNEM KATSAYISI (I)	1

Çizelge 8.29. Model-3’e ait genişlik ve kat yüksekliği bilgileri

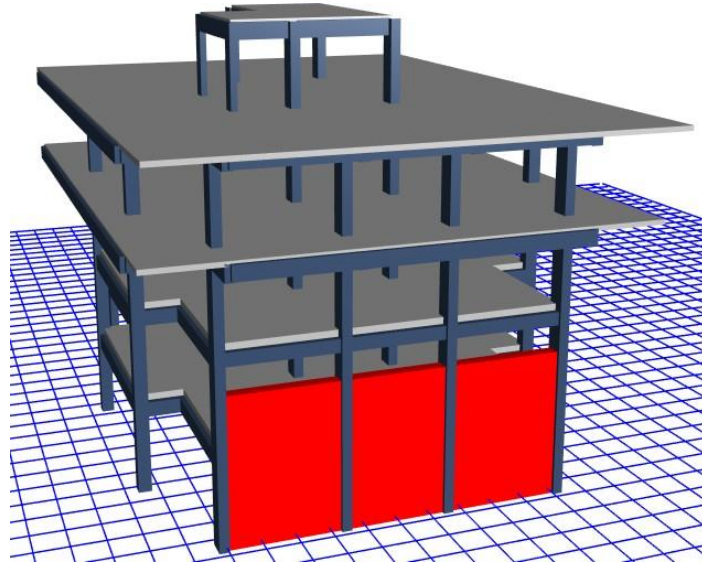
YÜKSEKLİK		GENİŞLİK	
BODRUM KAT	2,84 m	X YÖNÜ GENİŞLİK	17.18 m
ZEMİN KAT	2,84 m		
1. NORMAL KAT	2,84 m		
2. NORMAL KAT	2,84 m	Y YÖNÜ GENİŞLİK	13 m

Çizelge 8.30. Model-3'e ait dinamik ve konumsal bilgiler

DEPREM DÜZEYİ	DD2
SDS	0.497
SD1	0.277
S _s	0.322
S1	0.117
ENLEM	39.887740°
BOYLAM	32.796870°
PGV	9.791
PGA	0.140



Şekil 8.40. Model-3'e ait normal kat kalıp planı



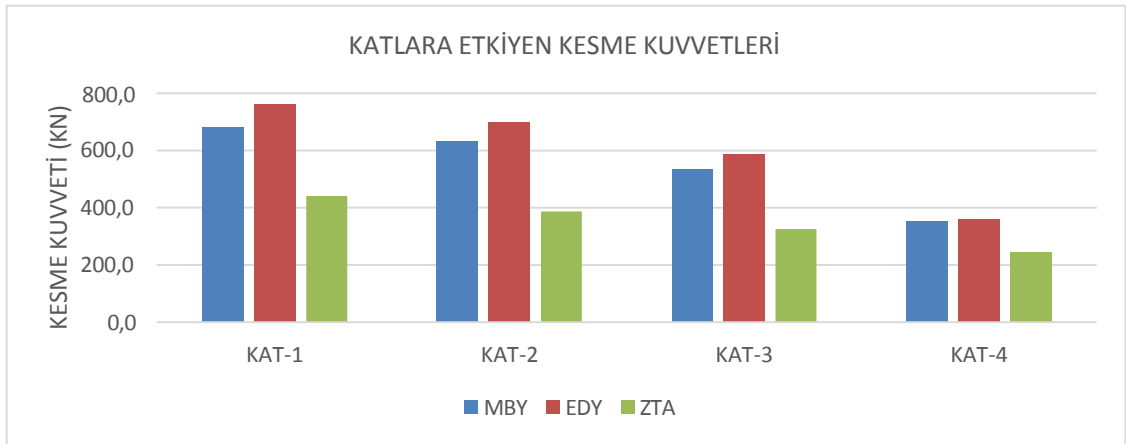
Şekil 8.41. Model-3'e ait etabs programından alınan 3d görüntü

8.3.1. Yapıda Oluşan Kesme Kuvvetleri

Yapıya etki eden yükler ve analiz yöntemlerine bakıldığında X yönünde katlarda oluşan kesme kuvvetleri her 3 yöntem için de tablo halinde verilmektedir.

Çizelge 8.31. Model-3'e ait kat kesme kuvvetleri

KATLARA ETKİYEN KESME KUVVETLERİ			
	MBY (KN)	EDY (KN)	ZTA (KN)
KAT-4	351	360	246
KAT-3	535	587	325
KAT-2	631	700	386
KAT-1	680	761	441



Şekil 8.42. Model-3'e ait kesme kuvveti grafiği (kN)

Tablo ve grafik incelendiğinde Mod Birleştirme yöntemi ve Zaman tanım alanında analiz yöntemlerinden hesaplanan kesme değerlerinin birbirine yakın çıktığı eşdeğer deprem yükü yönteminden elde edilen kesme değerlerinin ise diğerlerinden daha fazla çıktığı görülmektedir.

8.3.2. A1 Burulma Düzensizliğinin Kontrolü

Bir yapıda burulma düzensizliğinin bulunması için $n_{bi(i)max} / (i)_{ort} > 1.2$ şartı sağlanmalıdır. Programdan alınan veriler incelendiğinde X ve Y yönünde yapıda burulma düzensizliğine rastlanmamıştır. Aşağıdaki tablo X yönündeki verileri içermektedir.

Çizelge 8.32. Model-3'e ait x yönü burulma düzensizliği kontrolü

	MBY	EDY	ZTA
KAT-1	1.022606	1.004564	1.004007
KAT-2	1.021184	1.004431	1.003293
KAT-3	1.021975	1.002485	1.002249
KAT-4	1.025385	1.001067	1.004312

8.3.3. Görelî Kat Ötelenmelerinin Kontrolü

Görelî kat ötelenmesi bir düşey elemanın bir üst ve bir alt katlara göre yer değiştirmesi anlamına gelmektedir. 3 analiz yöntemine göre de görelî kat ötelenmelerinin kontrolü yapılmış olup sonuçlar tablo halinde verilmektedir.

Çizelge 8.33. Model-3'e ait x yönü için mod birleştirme yöntemine göre burulma düzensizliği kontrolü

MBY				
KAT	Görelî Kat Ötelenmesi Oranı	(R/I) *Oran	Λ *(R/I) *Oran	0,016* κ
4	0.001842	0.007368	0.003	0.016
3	0.00229	0.00916	0.004	0.016
2	0.002159	0.008636	0.004	0.016
1	0.001143	0.004572	0.001966	0.016

Çizelge 8.34. Model-3'e ait x yönü için eşdeğer deprem yükü yöntemine göre burulma düzensizliği kontrolü

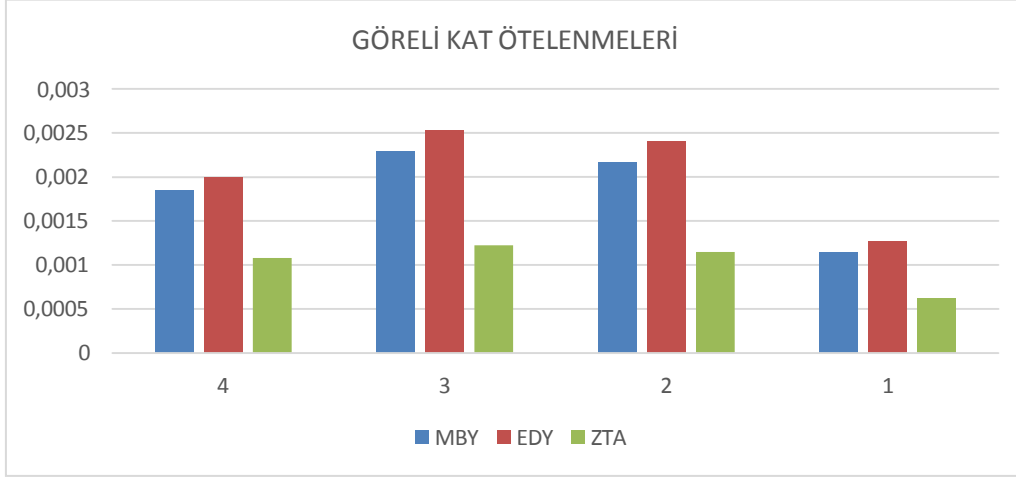
EDY				
KAT	Görelî Kat Ötelenmesi Oranı	(R/I) *Oran	$\Lambda^*(R/I)$ *Oran	0,016*κ
4	0.001992	0.007968	0.003	0.016
3	0.002533	0.010132	0.004	0.016
2	0.002399	0.009596	0.004	0.016
1	0.001272	0.005088	0.002188	0.016

Çizelge 8.35. Model-3'e ait x yönü için zaman tanım alanında analiz yöntemine göre burulma düzensizliği kontrolü

ZTA				
KAT	Görelî Kat Ötelenmesi Oranı	(R/I) *Oran	$\Lambda^*(R/I)$ *Oran	0,016*κ
4	0.001078	0.004312	0.002	0.016
3	0.001223	0.004892	0.002	0.016
2	0.001146	0.004584	0.002	0.016
1	0.00062	0.00248	0.001066	0.016

3 analiz durumu ayrı ayrı incelendiğinde görelî kat ötelenmeleri deprem yönetmeliğinin öngördüğü sınırın altında kalmaktadır. Tablo sadece X yönünde oluşan görelî kat ötelemeleri göstermektedir. Y yönü için de durum farklı olmadığından tablo halinde verilmemiştir.

X yönünde katlardan elde edilen azaltılmış görelî kat öteleme değeri 3 analiz yöntemlerine göre hesaplanmıştır, sonuçlar tablo halinde verilmiştir.

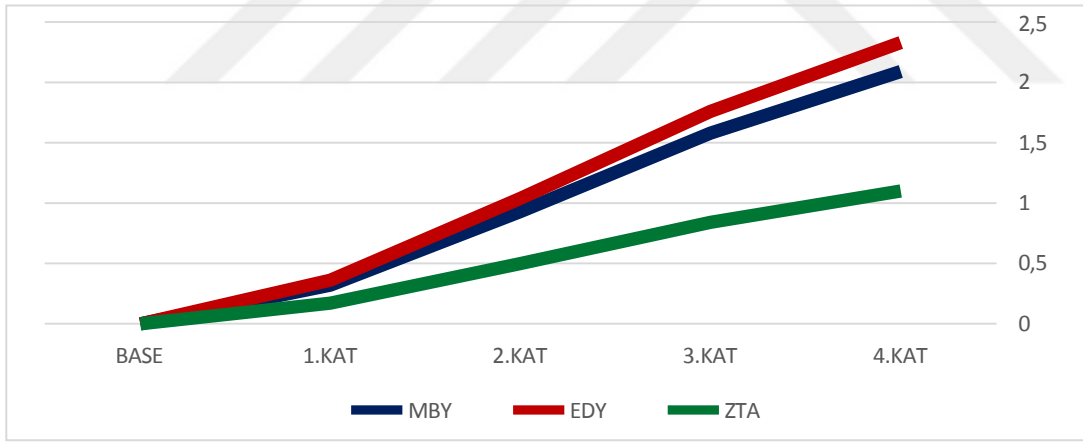


Şekil 8.43. Model-3'e ait görelî kat ötelenmesi grafiği

Yapıda en fazla görelî ötelenmenin 3. Katta olduğu gözlenmiştir.

8.3.4. Kat Yer Değiştirmeleri

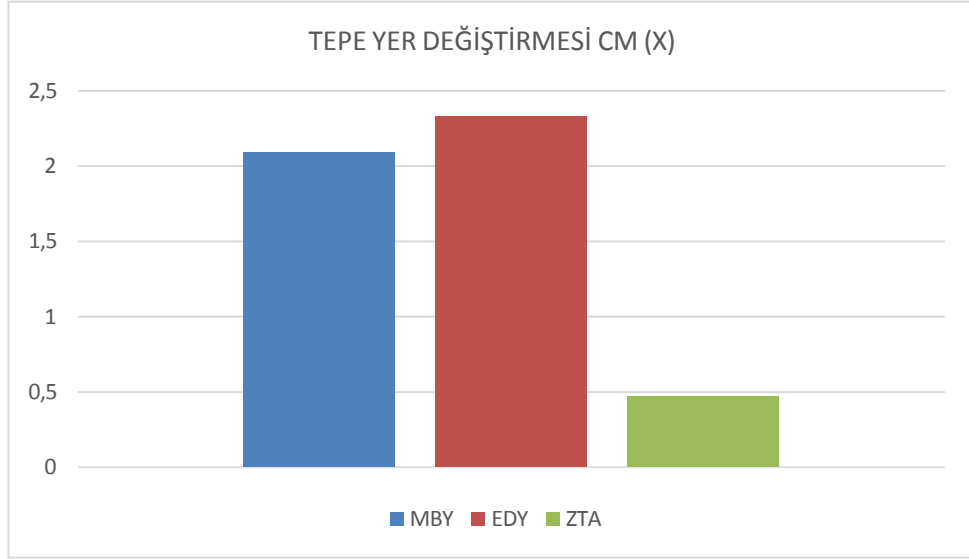
İlgili grafikte verilmiştir. Modelin katların oluşun yer değiştirmeler program tarafından alınmış olup değerler aşağıdaki gibidir.



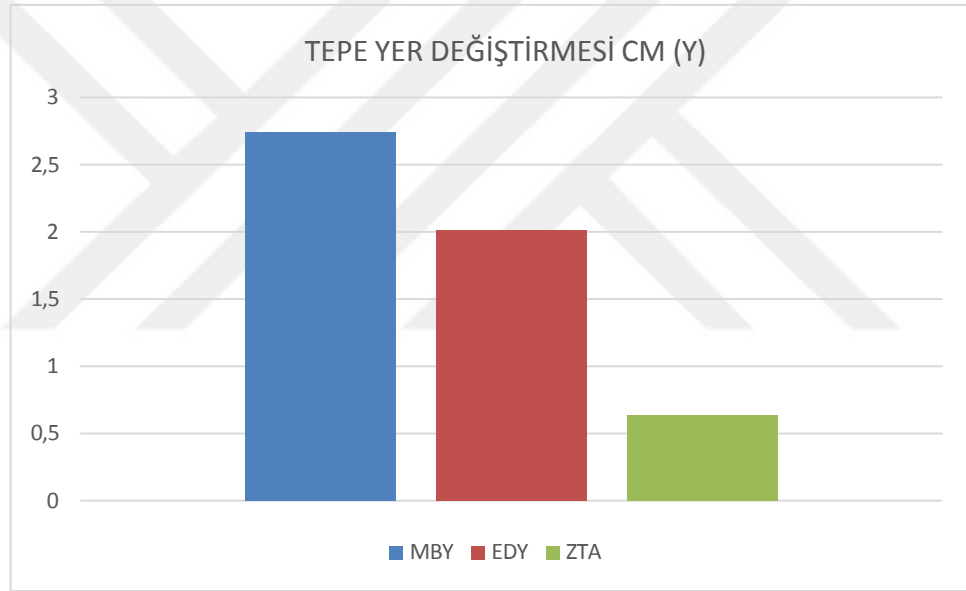
Şekil 6.3 Model-3'e ait x yönü kat yer değiştirmeleri

8.3.5. Tepe Yer Değiştirmeler

Yapının en üst katında 3 farklı analiz yöntemi ile elde edilen maksimum yer değiştirme miktarları tablo halinde aşağıda verilmektedir. Tabloya göre X yönünde yapıdaki en büyük yer değiştirme eşdeğer deprem yükü yöntemi ile 2,33 cm, Y yönündeki en büyük yer değiştirme değerî ise mod birleştirme yöntemi ile 2,74 cm hesaplanmıştır sonuçlar aşağıdaki gibidir.



Şekil 8.45. Model-3'e ait x yönü için tepe yer değıştirmesi değeri (cm)



Şekil 8.46. Model-3'e ait y yönü için tepe yer değıştirmesi değeri (cm)



9. SONUÇLAR

Çalışmada Ankara İli Çankaya ilçesi güney kısımlarını kapsayan 1458 adet yapı Sucuoğlu ve Yazgan tarafından geliştirilen sokaktan hızlı tarama yöntemi ile incelenmiş ve yapıların ne kadarının güvenli olduğu belirlenmiştir. Çalışmanın bir diğer bölümünde incelenen bölgeden alınan 3 örnek yapının Eşdeğer Deprem Yüğü, Mod Birleştirme ve Zaman Tanım Alanında doğrusal analizleri yapılmıştır. Aşağıda elde edilen sonuçlar verilmiştir.

- İncelenen yapıların 60 sınır değer durumuna göre yaklaşık %21'inin, 50 sınır değer durumuna göre ise %12'sinin güvensiz yapılar olduğu elde edilmiştir.
- 4 kata kadar güvensiz durumların oluşmadığı, 4 kattan sonra güvensizliklerin gözlemlendiği belirlenmiştir.
- Yapısal analizlerde kat kesme kuvvetlerinin Mod Birleştirme ve Zaman Tanım Alanında Analizlerinde birbirine yakın olduğu, Eşdeğer Deprem Yüğü yönteminde ise daha fazla olduğu elde edilmiştir.
- Kat ötelenmelerinin Mod Birleştirme ve Zaman Tanım Alanında Analizlerinde birbirine yakın olduğu, Eşdeğer Deprem Yüğü yönteminde ise daha fazla olduğu belirlenmiştir.
- Tepe yer değiştirmelerinin Eşdeğer Deprem Yüğü ve Mod Birleştirme yöntemlerinde birbirine yakın oldukları, Zaman Tanım Alanında Analizlerinde ise daha az olduğu belirlenmiştir.
- Yapılan çalışmanın Ankara Çankaya Güney Bölgesindeki yapıların risk değerlendirmesi hakkında genel bir fikir verdiği ve bundan sonra yapılacak çalışmalarda yol gösterici olacağı düşünülmektedir.

İncelenen yöntemde 7 kat ve üzeri yapılar 7 kat olarak değerlendirilmiştir. Bundan sonra yapılacak çalışmalarda 7 kat üzerindeki yapıları da dikkate alan, kayma hızı değeri için daha farklı aralıkları da göz önünde bulunduran bir kod yazılarak değerlendirmeler yapılabilir.



KAYNAKÇA

- [1] Sucuoglu H., Yazgan U., 2003. Simple Survey Procedures for Seismic Risk Assessment In Urban Building Stocks, Work. Seism. Assess. Rehabil. Exist. Build. 29, 97-118.
- [2] Sönmezer, B. (2016). “Kırıkkale Şehir Merkezinin Deprem Risk Analizi ve Sismik Mikrobölgelemesi” Doktora Tezi, *Kırıkkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*. Kırıkkale.
- [3] Damcı, E. Yıldızlar, B. Gürsoy, G. Öztorun, N. Çelik, T. (2003). Bakırköy Özelinde Türkiye Geneline Yapı Durum Tespiti için Bir Algoritma. 5. *Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı*. İstanbul, Türkiye, 26-30 Mayıs.
- [4] A, Alamehmet. (2019).Bursa Ulucami Doğu Minaresinin Davranışının Doğrusal ve Doğrusal Olmayan Analizler ile İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi. *İstanbul Teknik Üniversitesi Deprem Mühendisliği ve Afet Yönetimi Enstitüsü*, İstanbul.
- [5] R, Temür. (2019).Hızlı Durum Tespit (DURTES) Yöntemi ve Bilgisayar Programının Geliştirilmesi. Yüksek Lisans Tezi. *İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul.
- [6] A, Demir. (2019).Farklı İvme Kaydı Seçim Stratejilerinin Zaman Tanım Alanında Doğrusal Olmayan Analiz ile Elde Edilen Ötelenme Taleplerine Etkisi. Doktora Tezi. *Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Denizli.
- [7] Görgün, H. Kaya, D. (2017), Hızlı Sismik Performans Değerlendirme Yöntemi, *Dicle Üniversitesi Mühendislik Dergisi*. Diyarbakır, Türkiye, 21 Şubat..
- [8] M, Olbak. (2016).Kentsel Dönüşümün Deneysel Verileri Işığında Doğrusal Olmayan Analiz Yöntemleri ile Riskli Yapıların Yeniden Kullanılabilirliği ve Yararları. Yüksek Lisans Tezi. *İstanbul Aydın Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul.

- [9] Karaşin, İ. Eren, B. ve Işık, E. (2017). Mevcut Bir Yığma Yapının Farklı Hızlı Değerlendirme Yöntemleri ile Değerlendirilmesi. *Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 2016.
- [10] M, Ergun. (2007) Binaların Deprem Performanslarının Belirlenmesinde Japon Sismik İndeks Yöntemi ile Doğrusal Olmayan Artımsal İtme Analizi Sonuçlarının Karşılaştırılması. Yüksek Lisans Tezi. *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul.
- [11] K, Yeşilkaya. (2015) Hızlı Gözlem Teknikleri ile Belirlenmiş Betonarme Yapıların “Riskli Yapıların tespit edilmesi esasları 2013” Yönetmeliği ile Analizi. Yüksek Lisans Tezi. *On Dokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Samsun.
- [12] Poyraz, S. Ateş, A. ve Çoban, Ö. (2017). Sokaktan Tarama Yöntemi ile Binaların Bölgesel Deprem Risk Dağılımının Belirlenmesi: Bilecik İli Örneği. *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 2021.
- [13] Ö, Ebrin. (2015) Mevcut Betonarme Binaların Performanslarının Belirlenmesinde Hızlı Değerlendirme Yöntemlerinin Kullanılabilirliği. Yüksek Lisans Tezi. *Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Erzurum
- [14] Işık, E. Tozlu, Z. (2015). Farklı Değişkenler Kullanılarak Yapı Performans Puanının Hesaplanması. *Bitlis Eren Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 2015.
- [15] E, Bahşi. (2017) Riskli Yapıların Tespit Edilmesine İlişkin Esaslar ile Birinci ve İkinci Aşama Değerlendirme Yöntemlerinin Karşılaştırılması. Yüksek Lisans Tezi. *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara
- [16] M, Özdemir. (2019) Sokak Taraması ve Ön Değerlendirme Yöntemleri Kullanılarak Binaların Deprem Performansının Bilgisayar Destekli Hızlı Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. *Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Van
- [17] Y, Vulaş. (2014) Mevcut Betonarme Binaların Pera ile Performans Analizinin Yapılması. Yüksek Lisans Tezi. *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul
- [18] G, Saraçoğlu. (2013) Sismik Yalıtım Kavramı ve Taban Yalıtımı Uygulanmış

Betonarme Bir Yapının Zaman Tanım Alanında Analizi. Yüksek Lisans Tezi. *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul

[19] Bayraktargil, B. (2015). “Riskli Yapıların Tespit Edilmesine İlişkin Esaslar Ve Türk Deprem Yönetmeliğinin Karşılaştırılması” Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*. İstanbul

[20] Karaduman, A. ve Döndüren, S. (2004). Çok Katlı Betonarme Yapıların Dinamik Analizi. *Türkiye Mühendislik Haberleri*.

[21] Özdemir, M. (2015). “Binaların Deprem Risklerinin Birinci Kademe Değerlendirme Yöntemiyle Belirlenmesi Üzerine Bir Saha Çalışması: Giresun İli Şebinkarahisar Örneği” Yüksek Lisans Tezi, *Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*. Trabzon.

[22] Özmen, H.B. (2011). “Düşük ve Orta Yükseklikteki Betonarme Yapıların Deprem Performanslarına Etkileyen Faktörlerin İncelenmesi” Yüksek Lisans Tezi, *Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*. Denizli.

[23] Önür, Ö. (2011). “Düşük ve Orta Yükseklikteki Betonarme Yapıların Deplasman Taleplerinin Doğrusal Elastik Zaman Tanım Alanında Analizle Belirlenmesi” Yüksek Lisans Tezi, *Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*. Denizli.

[24] Maison, B. F. (2005). Discussion of: “Evaluation of Modal and FEMA Pushover Analyses: SAC Buildings”. *Earthquake Spectra*, 21(1), 275-275.

[25] Şahin, Y. (2019). “Mevcut Bir Betonarme Binanın 2019 Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği’ne Göre Zaman Tanım Alanında Analizinin Yapılarak Performansının Belirlenmesi ve Çelik Güçlendirme Önerileri” Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*. İstanbul.

[26] E, Saral. (2015). Betonarme Yüksek Binaların Doğrusal Olmayan Analiz Yöntemleri ile Deprem Performanslarının Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. *Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İzmir.

[27] Bal, E. Tezcan, S. ve Gülay, G. (2007). Betonarme binaların göçme riskinin belirlenmesi için P25 hızlı değerlendirme yöntemi. 7. *Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı*. İstanbul, Türkiye, 16-20 Ekim.

- [28] Pardalağoulos, I. Pantazopoulou, J. Lekidis, A. (2017). “Simplified method for rapid seismic assessment of older R.C. buildings” *Engineering Structures Dergisi*.
- [29] Šipoš, K. Hadzima-Nyarko, M. (2017). “Rapid seismic risk assessment” *International Journal of Disaster Risk Reduction Dergisi*.
- [30] Can, H. Özmen, B. (2016) “ Ankara İçin Deterministik Deprem Tehlike Analizi” *Gazi Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Dergisi* (syf 9-18).
- [31] T.C. İçişleri Bakanlığı. “T.C. Ankara Valiliği.” Erişim : 25 Ocak 2022 <https://ankara.gov.tr>
- [32] Türkiye İstatistik Kurumu [TÜİK], 2021
- [33] Çakır, S. (2011) “ Türkiye’de Göç, Kentleşme/Gecekondu Sorunu ve Üretilen Politikalar” *SDÜ Fen Edebiyat Fakültesi Sosyal Bilimler Dergisi* (syf209).
- [34] Pampal, S. ve Kozlu, B.“Ankara’nın Depremselliği”, *Türkiye Mühendislik Haberleri*, Cilt 45, No 409, 25-31, 2000
- [35] Kahraman, D. (2019). “Hızlı Tarama Yöntemlerinde Kullanılan Psrsmetrelerin Yapı Deprem Performansı İle Karşılaştırılması” Yüksek Lisans Tezi, *Bitlis Eren Üniversitesi ve Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*. Bitlis.
- [36] Kudak, E. (2005). “Yapıların Japon Sismik İndeks Yöntemi İle İncelenip Yapısal Çözümleme Sonuçlarının Karşılaştırılması” Yüksek Lisans Tezi, *Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*. İstanbul.
- [37] Rapid Visual Screening of Buildings for Potential Seismic Hazards: A Handbook. FEMA154 ATC-21 Applied Technology Council, 3 Twin Dolphin Drive, Redwood City, California 94065, USA, April, 2002
- [38] Çevre ve Şehircilik Bakanlığı. Riskli Yapıların Tespit Edilmesine İlişkin Esaslar, 2013
- [39] Çevre ve Şehircilik Bakanlığı. Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği(TBDY), 2018.
- [40] Peer Ground Motion Database- PEER CENTER.” Erişim: 25 Ocak 2022, <https://ngawest2.berkeley.edu>

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Muzaffer Emre ŞAHİNLİ

Doğum Tarihi :

Yabancı Dil : İngilizce

Eğitim Durumu : Kırıkkale Üniversitesi 2015-2019

Lisans : Kırıkkale Üniversitesi

Yüksek Lisans : Kırıkkale Üniversitesi

Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl/Yıllar : SDG Mühendislik 2021, Önalın İnşaat 2022

Araştırma Alanları : Yapı