

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**ÖZEL BİR YAPI SİSTEMİNİN DEPREM GÜVENLİĞİNİN BELİRLENMESİ
VE ÖZAĞIRLIĞINI AZALTARAK DEPREM GÜVENLİĞİNİN ARTIRILMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Handan AYYILDIZ

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Yapı Mühendisliği Programı

HAZİRAN 2017

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**ÖZEL BİR YAPI SİSTEMİNİN DEPREM GÜVENLİĞİNİN BELİRLENMESİ
VE ÖZAĞIRLIĞINI AZALTARAK DEPREM GÜVENLİĞİNİN ARTIRILMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Handan AYYILDIZ

(501141020)

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Yapı Mühendisliği Programı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Konuralp GİRGIN

HAZİRAN 2017

İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü'nün 501141020 numaralı Yüksek Lisans Öğrencisi Handan AYYILDIZ, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı “ ÖZEL BİR YAPI SİSTEMİNİN DEPREM GÜVENLİĞİNİN BELİRLENMESİ VE ÖZAĞIRLIĞINI AZALTARAK DEPREM GÜVENLİĞİNİN ARTIRILMASI ” başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

Tez Danışmanı : **Prof. Dr. Konuralp GİRĞİN**

İstanbul Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri : **Doç. Dr. Ercan YÜKSEL**

İstanbul Teknik Üniversitesi

Prof. Dr. Güray ARSLAN

Yıldız Teknik Üniversitesi

Teslim Tarihi : 4 Mayıs 2017
Savunma Tarihi : 7 Haziran 2017





Aileme,



ÖNSÖZ

Lisans ve yüksek lisans hayatım boyunca bana destek olan ve yol gösteren, danışman hocam olmayı kabul eden, tez süresince anlayış ve yardımlarını esirgemeyen tez danışmanım Prof. Dr. Konuralp GİRĞİN'e, tez çalışmamın her adımıyla ilgilenen, bilgileriyle bana ışık tutan ve tezin olduğu hale gelmesini sağlayan, lisans ve yüksek lisans boyunca desteğini hissettiğim Doç. Dr. Ercan YÜKSEL'e yardım, anlayış ve sabırları için teşekkürü borç bilirim.

Lisansüstü eğitimim boyunca bilgi, deneyim ve zamanını benimle paylaşan bütün hocalarıma ve arkadaşlarıma ayrıca teşekkür ederim.

Yaşamım süresince bana en büyük desteği veren, her zaman anlayışlı olan ve bana inanan aileme, sevgi ve anlayışı ile tez boyunca bana destek olan eşime, son olarak tez boyunca tüm zorlukları beraber aştığımız değerli arkadaşım Ecmel Erkan'a teşekkür ederim.

Haziran 2017

Handan Ayyıldız
(İnşaat Mühendisi)



İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ.....	vii
İÇİNDEKİLER	ix
KISALTMALAR	xi
SEMBOLLER	xiii
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xv
ÖZET.....	xxiii
SUMMARY	xxv
1. GİRİŞ.....	1
2. MEVCUT YAPISAL ÖZELLİKLERİN BELİRLENMESİ	3
2.1 Mevcut Yapının Geometrisi.....	3
2.2 Malzeme Özellikleri.....	5
2.3 Mevcut Yapı Yükleri ve Kombinasyonlar	6
2.4 Deprem Karakteristikleri.....	9
2.5 Mevcut Taşıyıcı Sistemin Boyutları.....	9
2.6 Mevcut Yapının Modelinin Oluşturulmasında Yapılan Varsayımlar	11
3. HESAP YÖNTEMİ.....	13
3.1 Eşdeğer Deprem Yüğü Hesabı.....	13
3.1.1 1975 Deprem Yönetmeliği'ne göre eşdeğer deprem yüğü hesabı	13
3.1.2 DBYBHY-2007'ye göre eşdeğer deprem yüğü hesabı	16
3.2 Mod Birleştirme Yöntemi	18
3.2.1 İvme spektrumu.....	18
3.2.2 Etkin görelî kat ötelemelerinin hesaplanması ve sınırlandırılması	20
3.2.3 Kolonlar ve betonarme perdelerde kesme kuvveti kontrolü	23
3.3 Doğrusal Olmayan Analiz.....	26
3.3.1 Etkin eğilme rijitliklerinin belirlenmesi	27
3.3.2 Beton ve donatı çeliği için malzeme modelleri.....	28
3.3.3 Performans düzeyleri ve bina performans hedefi	32
3.3.4 Zaman tanım alanında hesap	35
3.3.4.1 Deprem ivme kayıtlarının DBYBHY-2007'ye göre benzeştirilebilmesi için sağlanması gereken şartlar	35
3.3.4.2 Rastgele seçilen deprem ivmesi kayıtları	37
3.3.4.3 Deprem ivme kayıtlarının benzeştirilmesi	42
4. MEVCUT MODELİN DEĞERLENDİRİLMESİ VE GÜÇLENDİRME YÖNTEMİ.....	47
4.1 Mevcut Modelin Değerlendirilmesi	47
4.2 Güçlendirme Yöntemi.....	50
4.3 Çelik Çatı Matematik Modelinin Oluşturulması.....	51
4.4 Çelik Çatı Hesabı	54
4.5 Güçlendirilmiş Modelde Kesme Kuvveti Kontrolü	56

5. DETAY VE METRAJ	59
5.1 XSteel Modelinin Hazırlanması	59
5.2 Metraj ve Maliyet Analizi	62
6. SONUÇLAR	67
6.1 Giriş.....	67
6.2 Genel Bazda Elde Edilen Sonuçlar	67
6.2.1 Tepe yerdeğiştirmesi sonuçları.....	67
6.2.2 Taban kesme kuvveti sonuçları.....	68
6.3 Kat Bazında Elde Edilen Sonuçlar	70
6.4 Eleman Bazında Elde Edilen Sonuçlar.....	72
6.5 Tez Çalışması Sonucunda Elde Edilen Genel Sonuçlar ve Öneriler.....	79
KAYNAKLAR.....	81
EKLER.....	83
ÖZGEÇMİŞ.....	189



KISALTMALAR

ABYBHY-1975	: Afet Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik 1975
ATC	: Applied Technology Council
BHB	: Belirgin Hasar Bölgesi
CG	: Can Güvenliği
CQC	: Tam Karesel Birleştirme
DBYBHY-2007	: Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik 2007
FEMA	: Federal Emergency Management Agency
GB	: Göçme Bölgesi
GÇ	: Göçme Sınırı
GÖ	: Göçmenin Önlenmesi
GV	: Güvenlik Sınırı
HK	: Hemen Kullanım
İHB	: İleri Hasar Bölgesi
MHB	: Minimum Hasar Bölgesi
MN	: Minimum Hasar Sınırı
PS-Acc	: Pseudo İvme
SAP2000	: Integrated Software for Structural Analysis and Design
TS-500	: Betonarme Yapıların Tasarım ve Yapım Kuralları
ZTADOA	: Zaman Tanım Alanında Doğrusal Olmayan Analiz



SEMBOLLER

A_o	: Etkin yer ivmesi katsayısı
A_w	: Kesme donatısının alanı
$A(T)$	: Spektral ivme katsayısı
b_w	: Kesitin gövde genişliği
C	: Deprem katsayısı
C_0	: Deprem bölge katsayısı
d	: Kesitin faydalı yüksekliği
d_i	: Yatay yerdeğiştirme
D	: Yapının deprem doğrultusuna paralel genişliği
E_c	: Betonun elastisite modülü
$(EI)_e$	: Çatlamış kesite ait eğilme rijitliği
$(EI)_o$	: Çatlamamış kesite ait eğilme rijitliği
f_{cd}	: Beton tasarım basınç dayanımı
f_{ck}	: Beton karakteristik basınç dayanımı
f_{ctd}	: Beton tasarım çekme dayanımı
f_{ctk}	: Beton karakteristik çekme dayanımı
f_{ctm}	: Mevcut betonun çekme dayanımı
f_{su}	: Donatının minimum kopma dayanımı
f_{yk}	: Donatının en küçük akma dayanımı
f_{ywd}	: Etriye donatısının tasarım akma gerilmesi
F	: Statik eşdeğer toplam yatay yük
F_t	: Yapının en üst kat düzeyine uygulanacak münferit kuvvet
G	: Sabit yükler
g	: Yerçekimi ivmesi
H	: Yapının temel üst kotundan ölçülen yüksekliği
I	: Bina önem katsayısı
K	: Yapı tipi katsayısı
L_p	: Plastik mafsalsal boyu
N_D	: Deprem hesabında esas alınan toplam kütlelerle uyumlu düşey yükler altında kolon veya perdede oluşan eksenel kuvvet
n	: Hareketli yük katılım katsayısı
Q	: Hareketli yükler
R	: Taşıyıcı sistem davranış katsayısı
$R_a(T_n)$	: Deprem yükü azaltma katsayısı
s	: Enine donatı aralığı, spiral donatı adımı
$S(T)$	: Spektrum katsayısı
S_a	: Spektral ivme
$S_{ae}(T_n)$	: Elastik spektral ivme
S_d	: Spektral yerdeğiştirme
T	: Periyot
T_o	: Zemin hakim periyodu

T_1	: Sistemin birinci periyodu
T_A, T_B	: Spektrum karakteristik periyotları
V_c	: Betonun kesme dayanımına katkısı
V_d	: Yük katsayıları ile çarpılmış düşey yükler ve deprem yüklerinin ortak etkisi altında hesaplanan kesme kuvveti
V_r	: Kolon, kiriş veya perde kesitinin kesme dayanımı
V_w	: Etriyenin (kesme donatısının) kesme dayanımına katkısı
W	: Binanın hareketli yük katılım katsayısı kullanılarak bulunan toplam ağırlığı
ϵ_{cu}	: Kesitin en dış lifindeki beton basınç birim şekildeğiştirilmesi
ϵ_s	: Donatı çeliği birim şekildeğiştirilmesi
ϵ_{su}	: Donatı çeliği minimum kopma uzaması
ϵ_{cg}	: Etriye içindeki bölgenin en dış lifindeki beton basınç birim şekildeğiştirilmesi
δ_i	: Etkin görelî kat ötelemesi
Δ_i	: Görelî kat ötelemesi
η_{bi}	: Burulma düzensizliği katsayısı

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 2.1: C18 Betonu mekanik özellikleri.	5
Çizelge 2.2: S420b Donatı çeliği mekanik özellikleri.	5
Çizelge 2.3: Betonarme kombinasyonları.	7
Çizelge 2.4: Deprem karakteristikleri.	9
Çizelge 2.5: Kolon kesit özellikleri.	10
Çizelge 2.6: Kiriş kesit özellikleri.	10
Çizelge 2.7: Kolon donatı bilgileri-1.	11
Çizelge 2.8: Kolon donatı bilgileri-2.	11
Çizelge 3.1 : Modal katılım oranları.	19
Çizelge 3.2 : X doğrultusu görelî kat ötelemeleri.	22
Çizelge 3.3 : X doğrultusu görelî kat ötelemeleri.	22
Çizelge 3.4 : Y doğrultusu görelî kat ötelemeleri.	23
Çizelge 3.5 : Y doğrultusu görelî kat ötelemeleri.	23
Çizelge 3.6 : $1G+1Q\pm 1EX\pm 0.3EY$ kolon kesme kapasitesi.	25
Çizelge 3.7 : $1G+1Q\pm 1EY\pm 0.3EX$ kolon kesme kapasitesi.	25
Çizelge 3.8 : $1G+1Q\pm 1EX\pm 0.3EY$ perde kesme kapasitesi.	26
Çizelge 3.9 : $1G+1Q\pm 1EY\pm 0.3EX$ perde kesme kapasitesi.	26
Çizelge 4.1 : Mevcut durum tepe yerdeğiştirmeleri.	48
Çizelge 4.2 : Çelik eleman kesitleri ve tonaj.	55
Çizelge 4.3 : Modal analiz sonuçları.	55
Çizelge 4.4 : Mevcut ve güçlendirilmiş model ağırlık karşılaştırması.	56
Çizelge 4.5 : $1G+1Q\pm 1EX\pm 0.3EY$ kolon kesme kapasitesi.	57
Çizelge 4.6 : $1G+1Q\pm 1EY\pm 0.3EX$ kolon kesme kapasitesi.	57
Çizelge 4.7 : Kiriş kesme kapasitesi.	58
Çizelge 5.1: TUBE244.5X5.4 metraj listesi.	62
Çizelge 5.2: TUBE355.6X6.3 metraj listesi.	62
Çizelge 5.3: HEB300 metraj listesi.	62
Çizelge 5.4: L50X5 metraj listesi.	62
Çizelge 5.5: L70X7 metraj listesi.	64
Çizelge 5.6: L100X10 metraj listesi.	65
Çizelge 5.7: L120X12 metraj listesi.	65
Çizelge 5.8: Toplam çelik metraj.	66
Çizelge 5.9: Maliyet tablosu.	66
Çizelge 6.1: X doğrultusu tepe yerdeğiştirmesi sonuçları.	67
Çizelge 6.2: Y doğrultusu tepe yerdeğiştirmesi sonuçları.	68
Çizelge 6.3: X doğrultusu taban kesme sonuçları.	69
Çizelge 6.4: Y doğrultusu taban kesme sonuçları.	69
Çizelge 6.5: 5-ERZINCAN-NLX-NLY noktaları görelî kat ötelemeleri.	71
Çizelge 6.6: 5-ERZINCAN-NLY-NLX görelî kat ötelemeleri.	71
Çizelge 6.7: 176 kolonu birim şekildeğiştirmeler.	72

Çizelge 6.8: 383 kolonu birim şekildeğiştirmeler.	73
Çizelge 6.9: 175 kolonu birim şekildeğiştirmeler.	74
Çizelge 6.10:382 kolonu birim şekildeğiştirmeler.	75
Çizelge E.1 : Mevcut model modal katılım oranları.	108
Çizelge F.1: Güçlendirilmiş model modal katılım oranları.	112
Çizelge G.1: Zaman tanım alanında tanımlanan analizler.	125
Çizelge H.1: Çelik tasarım sonuçları.....	126
Çizelge J.1 : 1-CHI CHI-NLX-NLY depremi görelî kat ötelemeleri.....	154
Çizelge J.2 : 1-CHI CHI-NLX-NLY depremi görelî kat ötelemeleri.....	154
Çizelge J.3 : 1-CHI CHI-NLX-NLY depremi görelî kat ötelemeleri.....	155
Çizelge J.4 : 1-CHI CHI-NLY-NLX depremi görelî kat ötelemeleri.....	156
Çizelge J.5 : 1-CHI CHI-NLY-NLX depremi görelî kat ötelemeleri.....	156
Çizelge J.6 : 1-CHI CHI-NLY-NLX depremi görelî kat ötelemeleri.....	157
Çizelge J.7 : 2-LOMA PRIETA-NLX-NLY depremi görelî kat ötelemeleri.....	158
Çizelge J.8 : 2-LOMA PRIETA-NLX-NLY depremi görelî kat ötelemeleri.....	158
Çizelge J.9 : 2-LOMA PRIETA-NLX-NLY depremi görelî kat ötelemeleri.....	159
Çizelge J.10 : 2-LOMA PRIETA-NLY-NLX depremi görelî kat ötelemeleri.....	160
Çizelge J.11 : 2-LOMA PRIETA-NLY-NLX depremi görelî kat ötelemeleri.....	160
Çizelge J.12 : 2-LOMA PRIETA-NLY-NLX depremi görelî kat ötelemeleri.....	161
Çizelge J.13 : 3-SUP. HILLS-NLX-NLY depremi görelî kat ötelemeleri.....	162
Çizelge J.14 : 3-SUP. HILLS-NLX-NLY depremi görelî kat ötelemeleri.....	162
Çizelge J.15 : 3-SUP. HILLS-NLX-NLY depremi görelî kat ötelemeleri.....	163
Çizelge J.16 : 3-SUP. HILLS-NLY-NLX depremi görelî kat ötelemeleri.....	164
Çizelge J.17 : 3-SUP. HILLS-NLY-NLX depremi görelî kat ötelemeleri.....	164
Çizelge J.18 : 3-SUP. HILLS-NLY-NLX depremi görelî kat ötelemeleri.....	165
Çizelge J.19 : 4-CHI CHI-NLX-NLY depremi görelî kat ötelemeleri.....	166
Çizelge J.20 : 4-CHI CHI-NLX-NLY depremi görelî kat ötelemeleri.....	166
Çizelge J.21 : 4-CHI CHI-NLX-NLY depremi görelî kat ötelemeleri.....	167
Çizelge J.22 : 4-CHI CHI-NLY-NLX depremi görelî kat ötelemeleri.....	168
Çizelge J.23 : 4-CHI CHI-NLY-NLX depremi görelî kat ötelemeleri.....	168
Çizelge J.24 : 4-CHI CHI-NLY-NLX depremi görelî kat ötelemeleri.....	169
Çizelge J.25 : 5-ERZINCAN-NLX-NLY depremi görelî kat ötelemeleri.	170
Çizelge J.26 : 5-ERZINCAN-NLX-NLY depremi görelî kat ötelemeleri.	170
Çizelge J.27 : 5-ERZINCAN-NLX-NLY depremi görelî kat ötelemeleri.	171
Çizelge J.28 : 5-ERZINCAN-NLY-NLX depremi görelî kat ötelemeleri.	172
Çizelge J.29 : 5-ERZINCAN-NLY-NLX depremi görelî kat ötelemeleri.	172
Çizelge J.30 : 5-ERZINCAN-NLY-NLX depremi görelî kat ötelemeleri.	173
Çizelge J.31 : 6-SUP. HILLS-NLX-NLY depremi görelî kat ötelemeleri.....	174
Çizelge J.32 : 6-SUP. HILLS-NLX-NLY depremi görelî kat ötelemeleri.....	174
Çizelge J.33 : 6-SUP. HILLS-NLX-NLY depremi görelî kat ötelemeleri.....	175
Çizelge J.34 : 6-SUP. HILLS-NLY-NLX depremi görelî kat ötelemeleri.....	176
Çizelge J.35 : 6-SUP. HILLS-NLY-NLX depremi görelî kat ötelemeleri.....	176
Çizelge J.36 : 6-SUP. HILLS-NLY-NLX depremi görelî kat ötelemeleri.....	177
Çizelge J.37 : 7-CEYHAN-NLX-NLY depremi görelî kat ötelemeleri.....	178
Çizelge J.38 : 7-CEYHAN-NLX-NLY depremi görelî kat ötelemeleri.....	178
Çizelge J.39 : 7-CEYHAN-NLX-NLY depremi görelî kat ötelemeleri.....	179
Çizelge J.40 : 7-CEYHAN-NLY-NLX depremi görelî kat ötelemeleri.....	180
Çizelge J.41 : 7-CEYHAN-NLY-NLX depremi görelî kat ötelemeleri.....	180
Çizelge J.42 : 7-CEYHAN-NLY-NLX depremi görelî kat ötelemeleri.....	181

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1 : L1 blok üç boyutlu görünüşü.	3
Şekil 2.2 : L1 blok kesit ve plan görünüşleri.	4
Şekil 2.3 : Kren görünüşü.	6
Şekil 2.4 : Kren boyutları.	7
Şekil 2.5 : Belli kolonlarda plastik mafsallı düzeltilmesi.	12
Şekil 3.1 : İvme spektrumu.	19
Şekil 3.2 : X doğrultusu etkin mod şekli.	20
Şekil 3.3 : Y doğrultusu etkin mod şekli.	20
Şekil 3.4 : Seçilen noktalar.	22
Şekil 3.5 : C18 malzemesinin SAP2000’de tanımlanması.	28
Şekil 3.6 : Mander model parametrik verileri.	28
Şekil 3.7 : SAP2000 sargısız Mander modeli gerilme-şekildeğiştirme.	29
Şekil 3.8 : Sargılı Mander modeli tanımı.	29
Şekil 3.9 : SAP2000 sargılı Mander modeli gerilme-şekildeğiştirme.	30
Şekil 3.10 : Sargılı ve sargısız beton modeli gerilme-şekildeğiştirme grafiği.	30
Şekil 3.11 : S420b malzemesinin SAP2000’de tanımlanması.	31
Şekil 3.12 : Kinematik model parametrik verileri.	31
Şekil 3.13 : SAP2000 kinematik model için gerilme-şekildeğiştirme.	32
Şekil 3.14 : Kesit hasar sınırları ve kesit hasar bölgeleri.	33
Şekil 3.15 : Binalar için öngörülen deprem performans seviyeleri.	34
Şekil 3.16 : Elastik spektral ivme spektrumu $S_{ae}(T)$	37
Şekil 3.17 : 1- Chi-Chi depremi ivme kaydı.	38
Şekil 3.18 : 1- Chi-Chi depremi diğer doğrultu ivme kaydı.	38
Şekil 3.19 : 2-Loma Prieta depremi ivme kaydı.	38
Şekil 3.20 : 2-Loma Prieta depremi diğer doğrultu ivme kaydı.	39
Şekil 3.21 : 3-Superstition Hills depremi ivme kaydı.	39
Şekil 3.22 : 3-Superstition Hills depremi diğer doğrultu ivme kaydı.	39
Şekil 3.23 : 4- Chi-Chi depremi ivme kaydı.	40
Şekil 3.24 : 4- Chi-Chi depremi diğer doğrultu ivme kaydı.	40
Şekil 3.25 : 5-Erzincan depremi ivme kaydı.	40
Şekil 3.26 : 5-Erzincan depremi diğer doğrultu ivme kaydı.	41
Şekil 3.27 : 6-Superstition Hills depremi ivme kaydı.	41
Şekil 3.28 : 6-Superstition Hills depremi diğer doğrultu ivme kaydı.	41
Şekil 3.29 : 7-Ceyhan depremi ivme kaydı.	42
Şekil 3.30 : 7-Ceyhan depremi diğer doğrultu ivme kaydı.	42
Şekil 3.31 : Chi-Chi Depremi (Uzak) depremi için elastik spektral ivme spektrumu eğrisi ile PS-Acc/periyot grafiğinin benzeştirilmesi.	43
Şekil 3.32 : 7 adet deprem kaydının çıkarılması.	44

Şekil 3.33 : İki bileşenli zaman tanım alanında analiz tanımlanması.	45
Şekil 4.1 : Kolon donatılarında korozyon.	49
Şekil 4.2 : Yapı dıştan görünüm.	49
Şekil 4.3 : Kalkan duvar etkin mod şekilleri.	50
Şekil 4.4 : Çatı görünüşü.	51
Şekil 4.5 : Güçlendirilmiş model 3D görünüş.	52
Şekil 4.6 : Makaslı çelik çatı.	52
Şekil 4.7 : Çatı plan görünüşü.	53
Şekil 4.8 : X doğrultusunda eklenen boru çaprazlar.	54
Şekil 4.9 : Y doğrultusunda eklenen boru çaprazlar.	54
Şekil 4.10 : Çelik malzeme özellikleri.	55
Şekil 5.1 : 3D görünüş.	59
Şekil 5.2 : X doğrultusu aks görünüşü.	60
Şekil 5.3 : Y doğrultusu aks görünüşü.	60
Şekil 5.4 : Çatı birleşimleri.	61
Şekil 5.5 : Boru çaprazı birleşim detayları.	61
Şekil 6.1 : 5-ERZINCAN-NLX-NLY depremi kat yerdeğiştirmeleri.	70
Şekil 6.2 : 5-ERZINCAN-NLY-NLX depremi kat yerdeğiştirmeleri.	71
Şekil 6.3 : 175 kolonu güçlü ve zayıf yön moment-eğrilik grafikleri.	75
Şekil 6.4 : 176 kolonu güçlü ve zayıf yön moment-eğrilik grafikleri.	76
Şekil 6.5 : 382 kolonu güçlü ve zayıf yön moment-eğrilik grafikleri.	76
Şekil 6.6 : 383 kolonu güçlü ve zayıf yön moment-eğrilik grafikleri.	76
Şekil 6.7 : 175 kolonu güçlü ve zayıf yön moment-normal kuvvet grafikleri.	77
Şekil 6.8 : 176 kolonu güçlü ve zayıf yön moment-normal kuvvet grafikleri.	77
Şekil 6.9 : 382 kolonu güçlü ve zayıf yön moment-normal kuvvet grafikleri.	77
Şekil 6.10 : 383 kolonu güçlü ve zayıf yön moment-normal kuvvet grafikleri.	78
Şekil A.1 : Seçili kolonlar.	84
Şekil A.2 : 173 numaralı kolon için M-N etkileşim eğrileri.	85
Şekil A.3 : 174 numaralı kolon için M-N etkileşim eğrileri.	85
Şekil A.4 : 175 numaralı kolon için M-N etkileşim eğrileri.	86
Şekil A.5 : 176 numaralı kolon için M-N etkileşim eğrileri.	86
Şekil A.6 : 181 numaralı kolon için M-N etkileşim eğrileri.	87
Şekil A.7 : 182 numaralı kolon için M-N etkileşim eğrileri.	87
Şekil A.8 : 313 numaralı kolon için M-N etkileşim eğrileri.	88
Şekil A.9 : 314 numaralı kolon için M-N etkileşim eğrileri.	88
Şekil A.10 : 315 numaralı kolon için M-N etkileşim eğrileri.	89
Şekil A.11 : 316 numaralı kolon için M-N etkileşim eğrileri.	89
Şekil A.12 : 380 numaralı kolon için M-N etkileşim eğrileri.	90
Şekil A.13 : 381 numaralı kolon için M-N etkileşim eğrileri.	90
Şekil A.14 : 382 numaralı kolon için M-N etkileşim eğrileri.	91
Şekil A.15 : 383 numaralı kolon için M-N etkileşim eğrileri.	91
Şekil A.16 : 173 numaralı kolon için moment eğrilik grafiği.	92
Şekil A.17 : 174 numaralı kolon için moment eğrilik grafiği.	92
Şekil A.18 : 175 numaralı kolon için moment eğrilik grafiği.	93
Şekil A.19 : 176 numaralı kolon için moment eğrilik grafiği.	93
Şekil A.20 : 181 numaralı kolon için moment eğrilik grafiği.	94
Şekil A.21 : 182 numaralı kolon için moment eğrilik grafiği.	94
Şekil A.22 : 313 numaralı kolon için moment eğrilik grafiği.	95
Şekil A.23 : 314 numaralı kolon için moment eğrilik grafiği.	95

Şekil A.24 : 315 numaralı kolon için moment eğrilik grafiği.....	96
Şekil A.25 : 316 numaralı kolon için moment eğrilik grafiği.....	96
Şekil A.26 : 380 numaralı kolon için moment eğrilik grafiği.....	97
Şekil A.27 : 381 numaralı kolon için moment eğrilik grafiği.....	97
Şekil A.28 : 382 numaralı kolon için moment eğrilik grafiği.....	98
Şekil A.29 : 383 numaralı kolon için moment eğrilik grafiği.....	98
Şekil B.1: Seçilen kirişler.	99
Şekil B.2: 233, 121 numaralı kirişler için moment-eğrilik diyagramı.....	100
Şekil B.3: 323, 325 numaralı kirişler için moment-eğrilik diyagramı.....	100
Şekil B.4: 118, 119, 120, 221, 225, 229 kirişleri moment-eğrilik diyagramı.....	101
Şekil B.5: 190, 186 numaralı kirişler için moment-eğrilik diyagramı.....	101
Şekil B.6: 319, 321 numaralı kirişler için moment-eğrilik diyagramı.....	101
Şekil C.1: RCC30X70-107 kolonu fiber düzeni.	102
Şekil C.2: Define Frame Hinge Properties diyalog kutusu.	103
Şekil C.3: Frame Hinge Property Data diyalog kutusu.	103
Şekil C.4: Frame Hinge Property Data diyalog kutusu.	104
Şekil C.5: Define Fibers for Hinge 315H1 diyalog kutusu.	104
Şekil D.1: “Define Frame Hinge Properties” diyalog kutusu.....	105
Şekil D.2: “Frame Hinge Property Data” diyalog kutusu.....	106
Şekil D.3: “Frame Hinge Property Data for 319H3 – Moment M3”.	106
Şekil G.1 : “Define Time History Functions” diyalog kutusu.....	118
Şekil G.2 : “Time History Function Defination” diyalog kutusu.	119
Şekil G.3 : “Load Case Data” diyalog kutusu.	121
Şekil G.4 : “Mass and Stiffness Proportional Damping” diyalog kutusu.....	123
Şekil G.5 : “Time Integration Parameters” diyalog kutusu.	124
Şekil I.1: 1-CHI CHI-NLX-NLY tepe yerdeğiştirmesi-zaman grafiği.	138
Şekil I.2: 1-CHI CHI-NLY-NLX tepe yerdeğiştirmesi-zaman grafiği.	139
Şekil I.3: 2-LOMA PRIETA-NLX-NLY tepe yerdeğiştirmesi-zaman grafiği.	139
Şekil I.4: 2-LOMA PRIETA-NLY-NLX tepe yerdeğiştirmesi-zaman grafiği.	140
Şekil I.5: 3-SUP. HILLS-NLX-NLY tepe yerdeğiştirmesi-zaman grafiği.....	140
Şekil I.6: 3-SUP. HILLS-NLY-NLX tepe yerdeğiştirmesi-zaman grafiği.....	141
Şekil I.7: 4-CHI CHI-NLX-NLY tepe yerdeğiştirmesi-zaman grafiği.	141
Şekil I.8: 4-CHI CHI-NLY-NLX tepe yerdeğiştirmesi-zaman grafiği.	142
Şekil I.9: 5-ERZINCAN-NLX-NLY tepe yerdeğiştirmesi-zaman grafiği.	142
Şekil I.10: 5-ERZINCAN-NLY-NLX tepe yerdeğiştirmesi-zaman grafiği.	143
Şekil I.11: 6-SUP. HILLS-NLX-NLY tepe yerdeğiştirmesi-zaman grafiği.....	143
Şekil I.12: 6-SUP. HILLS-NLY-NLX tepe yerdeğiştirmesi-zaman grafiği.....	144
Şekil I.13: 7-CEYHAN-NLX-NLY tepe yerdeğiştirmesi-zaman grafiği.....	144
Şekil I.14: 7-CEYHAN-NLY-NLX tepe yerdeğiştirmesi-zaman grafiği.....	145
Şekil I.15: 1-CHI CHI-NLX-NLY taban kesme-zaman grafiği.	145
Şekil I.16: 1-CHI CHI-NLY-NLX taban kesme-zaman grafiği.	146
Şekil I.17: 2-LOMA PRIETA-NLX-NLY taban kesme-zaman grafiği.	146
Şekil I.18: 2-LOMA PRIETA-NLY-NLX taban kesme-zaman grafiği.....	147
Şekil I.19: 3-SUP. HILLS-NLX-NLY taban kesme-zaman grafiği.	147
Şekil I.20: 3-SUP. HILLS-NLY-NLX taban kesme-zaman grafiği.	148
Şekil I.21: 4-CHI CHI-NLX-NLY taban kesme-zaman grafiği.	148
Şekil I.22: 4-CHI CHI-NLY-NLX taban kesme-zaman grafiği.	149
Şekil I.23: 5-ERZINCAN-NLX-NLY taban kesme-zaman grafiği.	149
Şekil I.24: 5-ERZINCAN-NLY-NLX taban kesme-zaman grafiği.	150

Şekil I.25: 6-SUP. HILLS-NLX-NLY taban kesme-zaman grafiği.	150
Şekil I.26: 6-SUP. HILLS-NLY-NLX taban kesme-zaman grafiği.	151
Şekil I.27: 7-CEYHAN-NLX-NLY taban kesme-zaman grafiği.	151
Şekil I.28: 7-CEYHAN-NLY-NLX taban kesme-zaman grafiği.	152
Şekil J.1 : 1-CHI CHI-NLX-NLY depremi kat yerdeğiştirmeleri.	153
Şekil J.2 : 1-CHI CHI-NLX-NLY depremi kat yerdeğiştirmeleri.	154
Şekil J.3 : 1-CHI CHI-NLX-NLY depremi kat yerdeğiştirmeleri.	155
Şekil J.4 : 1-CHI CHI-NLY-NLX depremi kat yerdeğiştirmeleri.	155
Şekil J.5 : 1-CHI CHI-NLY-NLX depremi kat yerdeğiştirmeleri.	156
Şekil J.6 : 1-CHI CHI-NLY-NLX depremi kat yerdeğiştirmeleri.	157
Şekil J.7 : 2-LOMA PRIETA-NLX-NLY depremi kat yerdeğiştirmeleri.	157
Şekil J.8 : 2-LOMA PRIETA-NLX-NLY depremi kat yerdeğiştirmeleri.	158
Şekil J.9 : 2-LOMA PRIETA-NLX-NLY depremi kat yerdeğiştirmeleri.	159
Şekil J.10 : 2-LOMA PRIETA-NLY-NLX depremi kat yerdeğiştirmeleri.	159
Şekil J.11 : 2-LOMA PRIETA-NLY-NLX depremi kat yerdeğiştirmeleri.	160
Şekil J.12 : 2-LOMA PRIETA-NLY-NLX depremi kat yerdeğiştirmeleri.	161
Şekil J.13 : 3-SUP. HILLS-NLX-NLY depremi kat yerdeğiştirmeleri.	161
Şekil J.14 : 3-SUP. HILLS-NLX-NLY depremi kat yerdeğiştirmeleri.	162
Şekil J.15 : 3-SUP. HILLS-NLX-NLY depremi kat yerdeğiştirmeleri.	163
Şekil J.16 : 3-SUP. HILLS-NLY-NLX depremi kat yerdeğiştirmeleri.	163
Şekil J.17 : 3-SUP. HILLS-NLY-NLX depremi kat yerdeğiştirmeleri.	164
Şekil J.18 : 3-SUP. HILLS-NLY-NLX depremi kat yerdeğiştirmeleri.	165
Şekil J.19 : 4-CHI CHI-NLX-NLY depremi kat yerdeğiştirmeleri.	165
Şekil J.20 : 4-CHI CHI-NLX-NLY depremi kat yerdeğiştirmeleri.	166
Şekil J.21 : 4-CHI CHI-NLX-NLY depremi kat yerdeğiştirmeleri.	167
Şekil J.22 : 4-CHI CHI-NLY-NLX depremi kat yerdeğiştirmeleri.	167
Şekil J.23 : 4-CHI CHI-NLY-NLX depremi kat yerdeğiştirmeleri.	168
Şekil J.24 : 4-CHI CHI-NLY-NLX depremi kat yerdeğiştirmeleri.	169
Şekil J.25 : 5-ERZINCAN-NLX-NLY depremi kat yerdeğiştirmeleri.	169
Şekil J.26 : 5-ERZINCAN-NLX-NLY depremi kat yerdeğiştirmeleri.	170
Şekil J.27 : 5-ERZINCAN-NLX-NLY depremi kat yerdeğiştirmeleri.	171
Şekil J.28 : 5-ERZINCAN-NLY-NLX depremi kat yerdeğiştirmeleri.	171
Şekil J.29 : 5-ERZINCAN-NLY-NLX depremi kat yerdeğiştirmeleri.	172
Şekil J.30 : 5-ERZINCAN-NLY-NLX depremi kat yerdeğiştirmeleri.	173
Şekil J.31 : 6-SUP. HILLS-NLX-NLY depremi kat yerdeğiştirmeleri.	173
Şekil J.32 : 6-SUP. HILLS-NLX-NLY depremi kat yerdeğiştirmeleri.	174
Şekil J.33 : 6-SUP. HILLS-NLX-NLY depremi kat yerdeğiştirmeleri.	175
Şekil J.34 : 6-SUP. HILLS-NLY-NLX depremi kat yerdeğiştirmeleri.	175
Şekil J.35 : 6-SUP. HILLS-NLY-NLX depremi kat yerdeğiştirmeleri.	176
Şekil J.36 : 6-SUP. HILLS-NLY-NLX depremi kat yerdeğiştirmeleri.	177
Şekil J.37 : 7-CEYHAN-NLX-NLY depremi kat yerdeğiştirmeleri.	177
Şekil J.38 : 7-CEYHAN-NLX-NLY depremi kat yerdeğiştirmeleri.	178
Şekil J.39 : 7-CEYHAN-NLX-NLY depremi kat yerdeğiştirmeleri.	179
Şekil J.40 : 7-CEYHAN-NLY-NLX depremi kat yerdeğiştirmeleri.	179
Şekil J.41 : 7-CEYHAN-NLY-NLX depremi kat yerdeğiştirmeleri.	180
Şekil J.42 : 7-CEYHAN-NLY-NLX depremi kat yerdeğiştirmeleri.	181
Şekil K.1 : 176 kolonu güçlü yön M-N eğrişi.	183
Şekil K.2 : 176 kolonu zayıf yön M-N eğrişi.	183
Şekil K.3 : 383 kolonu güçlü yön M-N eğrişi.	184

Şekil K.4 : 383 kolonu zayıf yön M-N eğrisi.	184
Şekil K.5 : 175 kolonu güçlü yön moment eğrilik grafiği.	185
Şekil K.6 : 175 kolonu zayıf yön moment eğrilik grafiği.	185
Şekil K.7 : 176 kolonu güçlü yön moment eğrilik grafiği.	186
Şekil K.8 : 176 kolonu zayıf yön moment eğrilik grafiği.	186
Şekil K.9 : 382 kolonu güçlü yön moment eğrilik grafiği.	187
Şekil K.10 : 382 kolonu zayıf yön moment eğrilik grafiği.	187
Şekil K.11 : 383 kolonu güçlü yön moment eğrilik grafiği.	188
Şekil K.12 : 383 kolonu zayıf yön moment eğrilik grafiği.	188





ÖZEL BİR YAPI SİSTEMİNİN DEPREM GÜVENLİĞİNİN BELİRLENMESİ VE ÖZAĞIRLIĞINI AZALTARAK DEPREM GÜVENLİĞİNİN ARTIRILMASI

ÖZET

Ülkemizin dünya üzerindeki etkin deprem kuşaklarının birinin üzerinde bulunması, meydana gelen depremlerde büyük can ve mal kayıplarına yol açmıştır. Bu kayıplar özellikle kentsel bölgelerde ciddi ekonomik kayıplara yol açmış ve binalarda deprem güvenliğinin sağlanması ihtiyacı ortaya çıkmıştır. Bu sebeple mevcut binalardaki hasarların belirlenmesi, onarılması veya güçlendirilmesi gerekmektedir. Onarımda amaç önceki durumu geri getirmek iken, güçlendirmede amaç yapıyı önceki durumun üzerine çıkarmaktır. Mevcut binaların güçlendirilmesinin yanı sıra, yeni yapılacak binalarda da deprem dayanıklılığının sağlanması ihtiyacı belirmiş ve depreme dayanıklı bina tasarımında hasar kontrolünün göz önüne alınması gerektiği ortaya çıkmıştır. Bu sebeple, kuvvete dayalı tasarımın yanında, performans dayalı tasarım ve değerlendirme zamanla önem kazanmaya başlamıştır.

Yapı tasarımında genel amaç, yapıda belirli etkilere karşı dayanımı sağlamaktır. Kuvvete dayalı tasarımda verilen dış kuvvetlerin etkisinden elde edilen iç kuvvetler hesaplanarak, yapı bu kuvvetleri karşılayacak şekilde tasarlanır. Depreme dayanıklı yapı tasarımı ise tasarıma esas olan deprem etkilerinin belirlenmesinin zor olması, deprem etkilerinin tahmin edilememesi veya hesaplanamaması gibi sebeplerle kuvvete dayalı yöntemle göre daha karmaşıktır.

Deprem mühendisliği ve performans konusunda bilgi ve gelişmelerin artması, bilgisayar teknolojisinin ilerlemesi ile depreme dayanıklı bina tasarımı ve mevcut binaların deprem davranışının daha ayrıntılı ve gerçekçi incelenmesi sağlanmıştır. Ülkemizde performans tasarımı kavramı 2007 deprem yönetmeliği ile ortaya çıkmıştır ve mevcut binaların deprem güvenliklerinin belirlenmesi ve güçlendirilmesinde DBYBHY-2007 (Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik) kullanılmaktadır. Bu yönetmeliğe göre depreme dayanıklı bina tasarımı için üç farklı deprem seviyesine göre belirli performans hedefleri belirlenmiştir. Bu hedefler için yapıda belirli kontrollerin yapılması gerekmektedir ve bu kontroller için de lineer olmayan yöntemlere ihtiyaç duyulmaktadır. Bu gereklilikler için ise büyük ölçüde bilgisayar programları kullanılmaktadır. Bu programlarda doğrusal ve doğrusal olmayan yöntemler ile analiz yapılmaktadır.

Bu çalışmada, İstanbul Teknik Üniversitesi Kampüsü İnşaat Fakültesi L1 - L2 - L3 - L4 Bloklarından Yapı ve Deprem Mühendisliği Laboratuvarı'nın bulunduğu L1 Blok'unun deprem güvenliği incelenmiş, belirlenmiş, güçlendirme ve iyileştirme olarak yapılabilecek çalışmalar araştırılmış ve karşılaştırılmıştır. Yapı 1976 yılında yapılmış olup hesap raporu ve bina paftaları mevcuttur. Elde olan verilerin yanında, yerinde gözlem ve ölçme ile projedeki veriler doğrulanarak ve ulaşılamayan veriler

için birtakım kabuller yapılarak binanın matematik modeli oluşturulmuştur. Matematik model oluşturulduktan sonra doğrusal ve doğrusal olmayan analizler yapılmıştır. Yapılacak olan analizler için önce birtakım ön çalışmalar yapılmıştır. Yapılan analizler sonucunda binanın mevcut deprem durumu ve güçlendirilme ihtiyacı belirlenmiş, daha sonra güçlendirme yöntemleri için iki ayrı model oluşturulmuş ve bu modellerde iki farklı tipte güçlendirme yapılarak en faydalı durumu oluşturacak güçlendirme yöntemi seçilmiştir. Güçlendirme aşamasına kadar olan çalışmalar ve analizler başka bir tez ile ortak yürütülmüş, güçlendirme metodlarına karar verilmesinden sonra karar verilen yöntem üzerinden teze devam edilmiştir. Göz önüne alınan tüm etkenler ve yapılan tüm analizler çerçevesinde mevcut durum ve güçlendirilmiş durumun karşılaştırılması yapılmıştır.

Bu tez çalışması 6 bölümden oluşmaktadır. Aşağıda her bölümün içeriklerinden kısaca bahsedilmiştir.

1. bölüm; giriş bölümüdür. Bu bölümde incelenen mevcut yapı ile ilgili ön bilgiler verilmiş, yapılan analizlerden ve bu analizler için kullanılan yazılımlardan bahsedilmiştir. Tez çalışmasının ana hatları belirlenmiştir.

2. bölüm; Bu bölümde mevcut yapının geometrisi, taşıyıcı sistem eleman boyutları, malzeme ve deprem özellikleri ile ilgili bilgiler verilmiştir. Modellemede yapılan varsayımlar anlatılmıştır.

3. bölüm; hesap yöntemlerinin anlatıldığı bölümdür. Bu bölümde 1975 ve 2007 yönetmeliklerine göre eşdeğer deprem yükü hesabı yöntemi analizleri anlatılmış, daha sonra mod birleştirme yöntemi ile hesap ve kontrol yapılmıştır. Göreli kat ötelemeleri ve kolon ve perde elemanlarında kesme kontrolü yapılmıştır.

Son olarak doğrusal olmayan analizlerden bahsedilmiştir. Doğrusal olmayan analizlerden zaman tanım alanında analiz, DBYBHY-2007'ye yapılmıştır. Bu analiz için gerekli olan etkin eğilme rijitlikleri belirlenmiş, non-lineer malzeme modelleri ve performans düzeyleri ile bina performans hedefi açıklanmıştır.

4. bölüm; mevcut modelin değerlendirilmesi ve güçlendirme yönteminin açıklandığı bölümdür. Bu bölümde mevcut model değerlendirilmiş, güçlendirme sebepleri belirlenmiş, daha sonra güçlendirilmiş modelin oluşturulmasına geçilmiştir. Çelik çatı matematik modeli oluşturulmuş, hesabı yapılmıştır. Güçlendirilmiş modelde yapılan analizler ve kontroller anlatılmıştır.

5. bölüm; detay ve metrajla ilgili bilgilerin bulunduğu bölümdür. Bu bölümde güçlendirilmiş modelin XSteel modelinin hazırlanması anlatılmış ve yeni eklenen elemanların metrajları belirlenmiştir ve maliyet analizi yapılmıştır.

6. bölüm; mevcut ve güçlendirilmiş modellerden elde edilen sonuçların karşılaştırıldığı bölümdür. Elde edilen sonuçlar genel bazda, kat bazında ve eleman bazında değerlendirilmiştir. Sonuçlar karşılaştırıldıktan sonra genel sonuçlar elde edilmiş ve anlatılmıştır. Son olarak öneriler sunulmuştur.

DETERMINATION OF THE EARTHQUAKE SAFETY OF A SPECIFIC STRUCTURE AND STRENGTHENING BY REDUCING ITS WEIGHT

SUMMARY

Turkey is located on one of the most active seismic zones on earth. Because of this reason, earthquakes that occurred in our country resulted in great loss of life and property. These losses affecting people's lives seriously led to serious economic losses, especially in urban areas. Thus, the need to provide earthquake safety of existing structures arose. To provide that, damages in existing buildings need to be identified, repaired or strengthened. The purpose of the repair is to bring back the previous situation, while in strengthening, the goal is to enhance the current situation. In other words, the structure gets better than the previous situation after strengthening. In addition to strengthening of existing buildings, the need for earthquake resistance has also emerged for new buildings, and the idea that the damage control has to be considered in the design of the earthquake resistant building has occurred. For these reasons, as well as design based on force, performance based design and evaluation of buildings according to earthquake have gained importance in time.

The general aim in design of structures is to provide the needed strength and durability against certain external effects in the structure. In design based on force, the structure is designed to meet the external forces. This is provided by calculating internal forces from the effects of some certain external forces. The earthquake-based design is more complicated than force-based design because it is difficult to determine the earthquake effects that are essential for designing, and earthquake effects can not be predicted or calculated properly. Predicting when or where the earthquake will occur exactly is not possible. So, it is hard to determine the earthquake behaviour of a structure.

Increased knowledge and developments in earthquake engineering and performance design, the progress of computer technology, give chance to examine the earthquake behaviour of existing buildings in more detailed and realistic ways and earthquake-resistant building design emerged. In our country, the concept of performance design has emerged with the 2007 Earthquake Specifications and DBYBHY (Specification for Buildings to be Built in Seismic Zones) is used in determining the earthquake safety and strengthening of the existing buildings. According to this specification, specific performance targets are determined according to three different earthquake levels for earthquake-resistant building design and these performance targets require many conditions to be met in the building. For these targets, certain controls need to be made in the building, and non-linear methods are needed for these controls. For these requirements, computer programs are used commonly. In these computer programs, linear and nonlinear methods are used for analysis.

In this study, the earthquake safety of the Istanbul Technical University Campus Civil Engineering Faculty, Structure and Earthquake Laboratory, L1 Block, was investigated and compared in terms of earthquake safety. The building was built in 1976 and has an structural design report and static drawings. Using this data, the mathematical model of the building was composed. Also on-site observations and experiments are done to verify the existing data. As well as observations, some assumptions are done for the inaccessible data and the model was formed. After the model formed, linear and nonlinear analyzes were performed for determination of earthquake safety. A number of preliminary studies have been done for the analysis. These preliminary studies were made on a frame of the model and then these analyzes were applied to the building model. As a result of the analyzes made, the existing earthquake condition and the need for strengthening of the building were determined. Then, two different models were prepared for the strengthening methods and two different types of strengthening were investigated. The studies and analyzes that are up to the strengthening stage were carried out in common with another thesis. After the strengthening methods were decided, the thesis continued by the method decided. With all of the factors considered and all analyzes made, the comparisons of the current situation and the strengthened situation of the building is done.

This thesis extent consist of six parts. Each section is briefly described below.

First part of six is entry section and in this section, preliminary information of the current structure has been given. The analyzes that is made and software used for these analyzes have been mentioned. So, the outline of this thesis has been determined.

Second part explains the geometry of existing building, the dimensions of the elements of structural system, material features and earthquake characteristics. Assumptions made in modeling are explained.

Third part is the part where calculation methods are described. In this section, equivalent seismic load calculation methods are explained according to 1975 and 2007 Regulations. Then mode superposition method calculations and controls are made. Relative storey drifts, shear safety of columns and shera walls are controlled in existing model.

Finally, non-linear analysis methods and calculations are mentioned. Non-linear Time History Analysis Method was performed according to DBYBHY-2007. For this analysis, active bending rigidities and nonlinear material models are determined, then performance levels and building performance targets are explained.

Fourth part explains the evaluation of the existing model and the strengthening method. In this section, the existing model was evaluated, the reasons of strengthening were determined, and then the strengthened model was formed. Steel roof mathematical model was created, steel calculations were made. Analyzes and controls made in the strengthened model are explained.

Fifth part consists of detail informations and calculations of the elements that is added to existing model and quantities of these elements. In this section, the preparation of the XSteel model of the strengthened model is described and the quantities of the newly added elements are determined. Cost analysis is performed.

Sixth part is the final part and in this part, the comparisons of the results which is obtained from existing model and strengthened model are done. The results were evaluated on global basis, floor basis and element basis. After the results were compared, general results were obtained and explained. Finally suggestions were presented.





1. GİRİŞ

Performansa dayalı tasarım ve binaların bu anlamda değerlendirilmesi özellikle son yıllarda gelişme gösteren ve önem kazanan bir kavramdır. İlk olarak Amerika’da meydana gelen ve büyük maddi kayıplara yol açan depremler sonrası mevcut binaların değerlendirilmesi ve güçlendirilmesi ile ilgili çalışmalar ortaya konulmuş ve geliştirilmiştir. Bu konu ile ilgili Amerika’da ATC 40, FEMA 350, FEMA 273, FEMA 356, FEMA 440 gibi projeler gerçekleştirilmiş ve yayınlanmıştır.

Ülkemizde yaşanan Kocaeli, Düzce depremleri gibi büyük depremlerin ardından Türk Deprem Yönetmeliği’ne çeşitli eklemeler ve yenilikler getirilmiştir. “Mevcut Binaların Değerlendirilmesi ve Güçlendirilmesi” bölümü de bu yeniliklerden biri olup, ülkemizde deprem güvenliğinin belirlenmesinde yönetmeliğin bu bölümü kullanılmaktadır.

Bu tez çalışmasında İstanbul Teknik Üniversitesi Kampüsü Maslak Yerleşkesi’nde bulunan İnşaat Fakültesi L1-L2-L3-L4 Bloklarından Yapı ve Deprem Mühendisliği Laboratuvarının yer aldığı L1 Blok’u deprem güvenliği açısından incelenmiş, deprem güvenliği belirlenmiş ve güçlendirilmesine karar verildikten sonra güçlendirme yöntemleri araştırılmıştır ve güçlendirilmesi yapılmıştır.

Laboratuvar binası betonarme olarak tasarlanmış ve inşa edilmiş olup, simetrik bir düzene sahiptir. L1 Blok’u bodrum kat, zemin kat ve 1. Normal kat ve en üstte betonarme çatıdan oluşmaktadır. Yapının çatısında 60 cm kalınlığında betonarme döşeme bulunmaktadır. Yapı taşıyıcı sistemi tekrarlı çerçevelerden oluşmaktadır. Binanın bodrum katında izostatik olarak çalışan deney döşemesi ve betonarme perdeler bulunmaktadır. Ayrıca 1997 yılında bodrum kat ve zemin kat boyunca devam eden ve yapının davranışını önemli ölçüde iyileştiren U kesitli ve planda simetrik olarak yapılmış perdeler bulunmaktadır. Bodrum katta ve zemin katta bulunan perdeler yapının rijitliğini arttırmaktadır. Yapıda kullanılan temel türü tekil temeldir.

Bu alışmada Sap2000 programı ile performans analizi yapılmış ve yapının neden güçlendirilmesi gerektiğine karar verilmiştir.

Bu yüksek lisans tez alışması Erkan (2017) tez çalışması ile paralel olarak yrtlmştir. İki tez çalışmasında da yapının mevcut deprem performansı incelenmiş, daha sonra güçlendirme yöntemi olarak farklı seçenekler üzerinde çalışılmıştır. Bu tez çalışmasında çatıdaki ağır çatı döşemesinin kaldırılarak yerine makaslı hafif bir elik çatı sistemi yapılarak yapının ağırlığının azaltılması ile güçlendirilmesi araştırılmış, diğer tez çalışmasında ise daha sonradan bodrum ve zemin kata eklenen U şeklindeki perdelerin 1. normal katta elik çaprazlar olarak devam ettirilerek yapının rijitliğinin arttırılması ile güçlendirilmesi araştırılmıştır.

Böylece yapının deprem güvenliği doğrusal ve doğrusal olmayan analizler kullanılarak belirlenmiş ve sonuçlar üç ana başlıkta incelenmiştir. Bunlar;

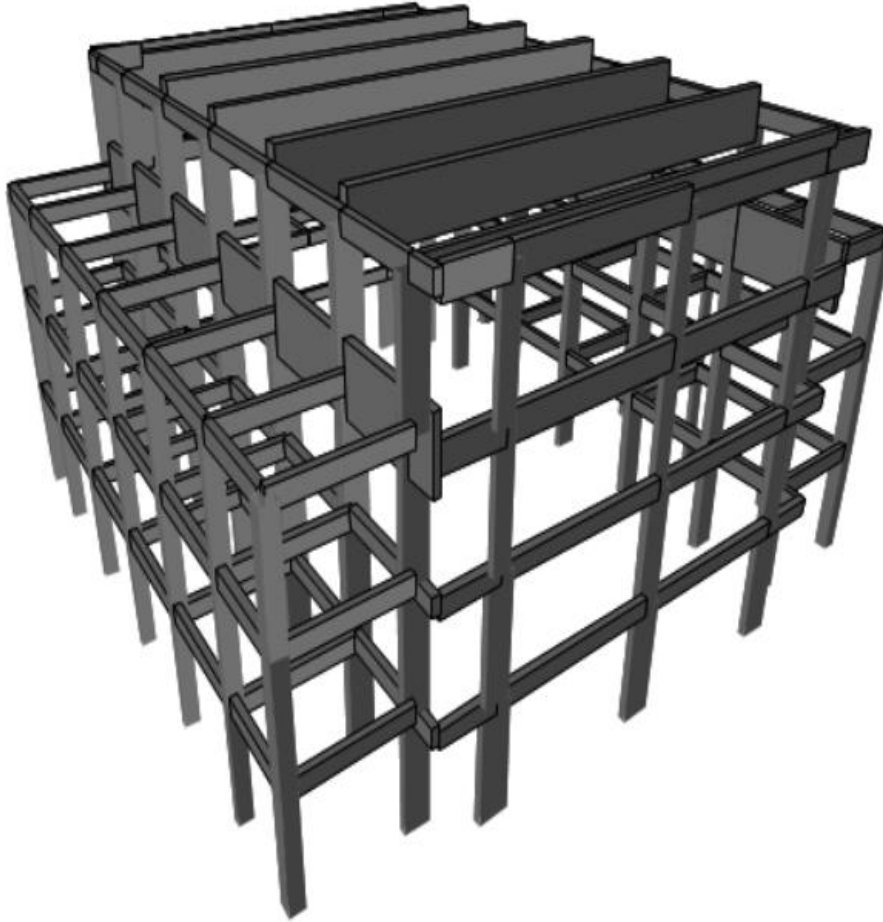
- Genel bazda elde edilen sonuçlar,
- Kat bazında elde edilen sonuçlar,
- Eleman bazında elde edilen sonuçlardır.

Elde edilen sonuçlara dayanarak mevcut ve güçlendirilmiş durum için değerlendirme ve karşılaştırmalar yapılmış, genel sonuçlar belirlenmiş ve öneriler sunulmuştur.

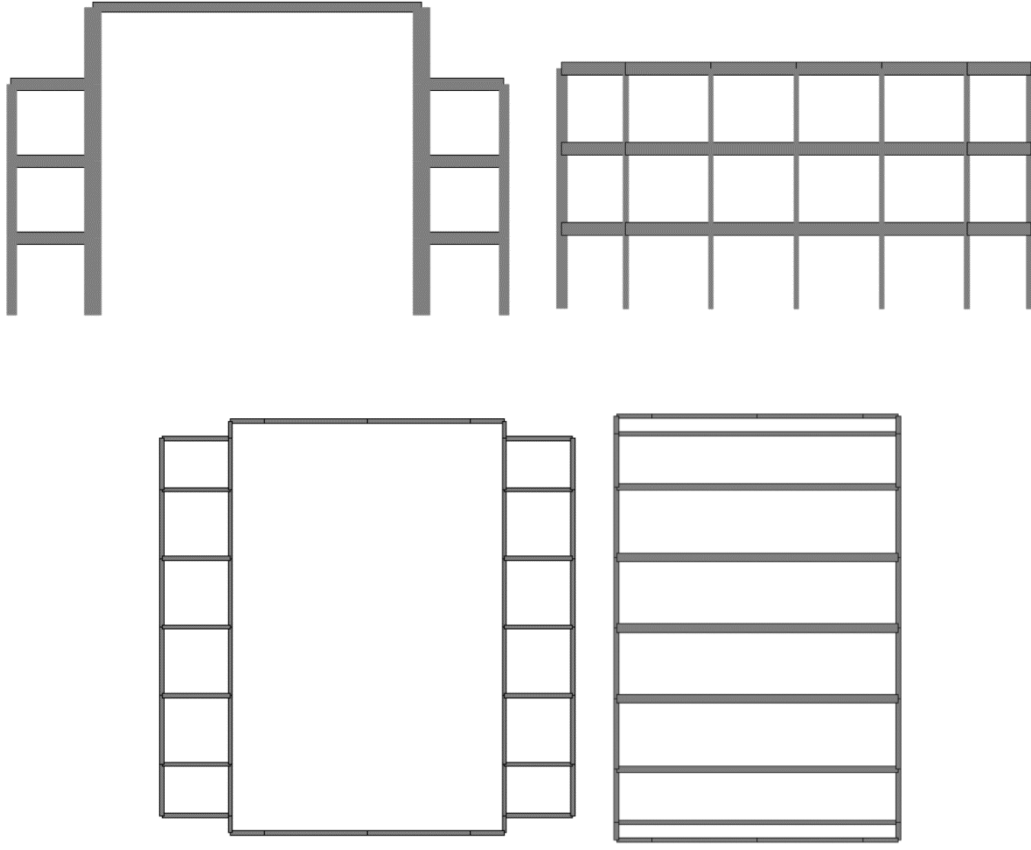
2. MEVCUT YAPISAL ÖZELLİKLERİN BELİRLENMESİ

2.1 Mevcut Yapının Geometrisi

Bu tez çalışmasında Yapı ve Deprem Mühendisliği Laboratuvarı'nın bulunduğu L1 Blok üzerinde çalışılacaktır. Aşağıdaki şekillerde yapının Sap2000 programında oluşturulan 3 boyutlu modeli, tipik kesit ve kat planları gösterilmektedir.



Şekil 2.1 : L1 blok üç boyutlu görünüşü.



Şekil 2.2 : L1 blok kesit ve plan görünüşleri.

Laboratuvar binası betonarme olarak tasarlanmış ve inşa edilmiş olup, simetrik bir düzene sahiptir. L1 Blok'u bodrum kat, zemin kat ve 1. Normal kat ve en üstte betonarme çatıdan oluşmaktadır. Yapının temel üst kotu (bodrum kat zemini) +93.50 m, zemin kat kotu +98.00 m, 1. kat kotu +102.50 m, kren kirişinin bulunduğu kot +108.80 m ve yapının üst kotu, +112.10 m'dir. Katlar arası 4.5 m'dir ve yapı bir x doğrultuda 9, diğer doğrultuda 7 ise akstan oluşmaktadır. En uzak iki aks arası mesafe iki doğrultu için de 28.80 m'dir. Yapı taşıyıcı sistemi tekrarlı çerçevelerden oluşmaktadır. Yapı kolonları genelde dikdörtgen kesitli olup, bina köşelerinde bulunan kolonlar L şeklindedir. Binanın kısa doğrultusunda dış akslarda kalkan duvarlar ve bu duvarları desteklemek için yapılmış olan değişken kesitli kolonlar bulunmaktadır. Binanın bodrum katında dilatasyonla yapıdan ayrılmış izostatik çalışan deney döşemesi ve bunları taşıyan 70 cm kalınlığında betonarme perdeler bulunmaktadır. Bodrum katında 30 cm kalınlığında betonarme perdeler bulunmaktadır. Ayrıca bodrum ve zemin katta güçlendirme amacı ile sonradan yapılmış olan U şeklinde perdeler bulunmaktadır. Yapıda tekil temel kullanılmıştır.

Yapı modellenirken kolonların ağırlık merkezlerinden geçen düşey eksenleri çakıştırılmıştır, bu sebeple kolonlarda eksenel dış merkezlik bulunmamaktadır. Kiriş-kolon birleşimlerinde de kirişlerin ağırlık merkezinden geçen eksen ile kolonların ağırlık merkezinden geçen eksen çakıştırılmıştır. Birlikte çalışan döşemeler rijit diyafram olarak modellenmiştir. Yapıda çatı katında olumsuz durum oluşturan 60 cm kalınlığında ağır bir çatı döşemesi bulunmaktadır. Yapıda döşemeler alan eleman olarak modele girilmemiş, kirişlere yük olarak etkilmiştir. Yapıda 15 ton yük taşıma kapasitesine sahip kren bulunmaktadır. Yapı kolonlarının temellerle birleştikleri noktalar ankastre mesnet olarak idealleştirilmiştir.

2.2 Malzeme Özellikleri

Taşıyıcı sistemin tasarlanmasında kullanılan malzeme özellikleri beton için B225 (C18), donatı çeliği için STIII B (S420b) ve etriye için St 1'dir. Kullanılan malzemeler yapının hesap raporundan belirlenmiş ve tez çalışmasında bu malzeme özellikleri kullanılmıştır. Bu malzemelerin mekanik özellikleri beton için Çizelge 2.1 ve çelik için Çizelge 2.2'de verilmiştir.

Çizelge 2.1: C18 Betonu mekanik özellikleri.

Beton Sınıfı	Silindir Basınç Dayanımı f_{ck} (MPa)	Eşdeğer Küp Dayanımı (MPa)	Eksenel Çekme Dayanımı f_{ctk} (MPa)	Elastisite Modülü E_{c28} (MPa)
C18	18	22	1.5	27500

Çizelge 2.2: S420b Donatı çeliği mekanik özellikleri.

Çelik sınıfı	Minimum akma dayanımı f_{yk} (MPa)	Minimum kopma dayanımı f_{su} (MPa)	$\emptyset \leq 32$ Minimum kopma uzaması ϵ_{su} (%)	$32 < \emptyset \leq 50$ Minimum kopma uzaması ϵ_{ssu} (%)
S420b	420	550	10	10

2.3 Mevcut Yapı Yükleri ve Kombinasyonlar

Mevcut yapının taşıyıcı sistemine etkiyen düşey yükler aşağıda belirtildiği gibidir.

Hareketli yükler (LIVE):

Çatı katı için: $2 \text{ kN} / \text{m}^2$

Ofis katı için: $2 \text{ kN} / \text{m}^2$

Laboratuvar katı için: $5 \text{ kN} / \text{m}^2$ dir.

Duvar yükleri (WALL):

Dış duvarlar için: 4.2 kN/m/m

İç duvarlar için: 2.5 kN/m/m

olarak alınmıştır.

Yukarıda belirtilen yüklere ekolarak, elemanların kendi ağırlıklarından gelen zati yükler programda otomatik olarak göz önüne alınmıştır. Döşemeler modele girilmemiş, ağırlıkları hesaplanarak kirişlere yük olarak dışarıdan etkitilmiştir. Döşeme yükleri modelde G yükü olarak tanımlanmıştır.

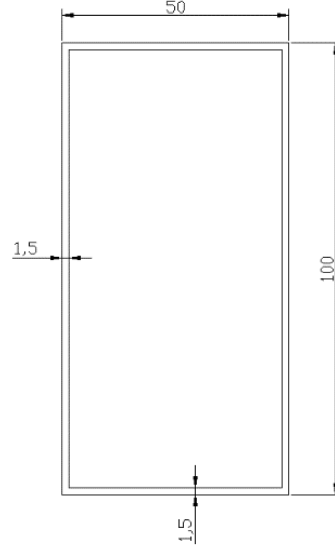
Kren Yüğü (M1):

Yapıda 15 ton yük kapasitesine sahip kren bulunmaktadır. Kren kirişı hesabı 19.2 m açıklık için yapılmıştır. Kren, 50 cm genişlik, 100 cm yükseklik ölçülerinde kutu kesitli bir profildir. Şekil 2.3'te görüldüğü gibi iki adet kren kirişı sistemde bulunmaktadır.



Şekil 2.3 : Kren görünüşü.

19.2 m için kren yükü toplamda 134.4 kN olarak hesaplanmıştır ve karşılıklı iki kolona eşit şekilde bölünerek tekil yük olarak etkilmiştir. Bir kolona etkiyen kren yükü 67.2 kN olarak bulunur. Kren boyutları Şekil 2.4'te görüldüğü gibidir.



Şekil 2.4 : Kren boyutları.

Modelde yüklemeler tanımlandıktan sonra kombinasyonlar oluşturulmuştur. Betonarme elemanlar için kullanılan kombinasyonlar Çizelge 2.3'te verildiği gibidir.

Çizelge 2.3: Betonarme kombinasyonları.

Kombinasyon Adı	Komb. Tipi	Yük Adı	Çarpan
1.4G+1.6Q	Doğrusal	DEAD	1.4
1.4G+1.6Q		G	1.4
1.4G+1.6Q		LIVE	1.6
1.4G+1.6Q		M1	1.4
1.4G+1.6Q		WALL	1.4
1G+1Q+1EX+0.3EY	Doğrusal	DEAD	1
1G+1Q+1EX+0.3EY		G	1
1G+1Q+1EX+0.3EY		LIVE	1
1G+1Q+1EX+0.3EY		M1	1
1G+1Q+1EX+0.3EY		WALL	1
1G+1Q+1EX+0.3EY		SPECX	1
1G+1Q+1EX+0.3EY		SPECY	0.3
1G+1Q+1EY+0.3EX	Doğrusal	DEAD	1
1G+1Q+1EY+0.3EX		G	1
1G+1Q+1EY+0.3EX		LIVE	1

Çizelge 2.3 (devam) : Betonarme kombinasyonları.

Kombinasyon Adı	Komb. Tipi	Yük Adı	Çarpan
1G+1Q+1EY+0.3EX		M1	1
1G+1Q+1EY+0.3EX		WALL	1
1G+1Q+1EY+0.3EX		SPECY	1
1G+1Q+1EY+0.3EX		SPECX	0.3
1G+1Q+1EX-0.3EY	Doğrusal	DEAD	1
1G+1Q+1EX-0.3EY		G	1
1G+1Q+1EX-0.3EY		LIVE	1
1G+1Q+1EX-0.3EY		M1	1
1G+1Q+1EX-0.3EY		WALL	1
1G+1Q+1EX-0.3EY		SPECX	1
1G+1Q+1EX-0.3EY		SPECY	-0.3
1G+1Q-1EX+0.3EY	Doğrusal	DEAD	1
1G+1Q-1EX+0.3EY		G	1
1G+1Q-1EX+0.3EY		LIVE	1
1G+1Q-1EX+0.3EY		M1	1
1G+1Q-1EX+0.3EY		WALL	1
1G+1Q-1EX+0.3EY		SPECX	-1
1G+1Q-1EX+0.3EY		SPECY	0.3
1G+1Q-1EX-0.3EY	Doğrusal	DEAD	1
1G+1Q-1EX-0.3EY		G	1
1G+1Q-1EX-0.3EY		LIVE	1
1G+1Q-1EX-0.3EY		M1	1
1G+1Q-1EX-0.3EY		WALL	1
1G+1Q-1EX-0.3EY		SPECX	-1
1G+1Q-1EX-0.3EY		SPECY	-0.3
1G+1Q+1EY-0.3EX	Doğrusal	DEAD	1
1G+1Q+1EY-0.3EX		G	1
1G+1Q+1EY-0.3EX		LIVE	1
1G+1Q+1EY-0.3EX		M1	1
1G+1Q+1EY-0.3EX		WALL	1
1G+1Q+1EY-0.3EX		SPECY	1
1G+1Q+1EY-0.3EX		SPECX	-0.3
1G+1Q-1EY+0.3EX	Doğrusal	DEAD	1
1G+1Q-1EY+0.3EX		G	1
1G+1Q-1EY+0.3EX		LIVE	1
1G+1Q-1EY+0.3EX		M1	1
1G+1Q-1EY+0.3EX		WALL	1
1G+1Q-1EY+0.3EX		SPECY	-1
1G+1Q-1EY+0.3EX		SPECX	0.3
1G+1Q-1EY-0.3EX	Doğrusal	DEAD	1

Çizelge 2.3 (devam) : Betonarme kombinasyonları.

Kombinasyon Adı	Komb. Tipi	Yük Adı	Çarpan
1G+1Q-1EY-0.3EX		G	1
1G+1Q-1EY-0.3EX		LIVE	1
1G+1Q-1EY-0.3EX		M1	1
1G+1Q-1EY-0.3EX		WALL	1
1G+1Q-1EY-0.3EX		SPECY	-1
1G+1Q-1EY-0.3EX		SPECX	-0.3

2.4 Deprem Karakteristikleri

Yapı İstanbul'da yer aldığından deprem bölgesi olarak 1. derece deprem bölgesidir. Esas alınan deprem karakteristikleri Çizelge 2.4'te verildiği gibidir.

Çizelge 2.4: Deprem karakteristikleri.

Bina önem katsayısı	: $I = 1.5$
Hareketli yük katılım katsayısı	: $n = 0.30$
Etkin yer ivmesi katsayısı	: $A_0 = 0.40$
Taşıyıcı sistem davranış katsayısı	: $R = 4$
Yerel zemin sınıfı	: Z2
Spektrum karakteristik periyotları	: $T_A = 0.15 \text{ s}$, $T_B = 0.40 \text{ s}$

2.5 Mevcut Taşıyıcı Sistemin Boyutları

Taşıyıcı sistemin SAP2000 paket programında oluşturulmuştur ve kolon ve kirişler çubuk eleman olarak modellenmiştir. Kolon kesitleri, kesit tasarımı sekmesinden oluşturulmuş ve donatı özellikleri program içerisine tanımlanmıştır. Yapı hesap raporundan elde edilen bilgiler ve yerinde yapılan gözlem ve ölçmelere göre 11 tip farklı kolon kesiti ve 12 tip farklı kiriş kesiti elde edilmiştir. Çizelge 2.5'te kolonların, Çizelge 2.6'da ise kirişlerin kesit özellikleri verilmektedir.

Çizelge 2.5: Kolon kesit özellikleri.

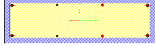
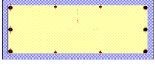
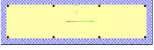
Kesit Adı	Kesit Sayısı	Kesit Geometrisi	Kesit Boyutları
RCC_L60X60	12	L Kesit	L60x60
RCC100X30-98	19	Dikdörtgen	100x30
RCC100X40-107.5	20	Dikdörtgen	100x40
RCC100X40-98	20	Dikdörtgen	100x40
RCC30X100-102-A	3	Dikdörtgen	100x30
RCC30X120-98-A	3	Dikdörtgen	120x30
RCC30X120-98-G	3	Dikdörtgen	120x30
RCC30X70-107	12	Dikdörtgen	30x70
RCC60X30-102	20	Dikdörtgen	60x30
RCC60X30-98/15	5	Dikdörtgen	60x30
RCC60X30-98/21	5	Dikdörtgen	60x30

Çizelge 2.6: Kiriş kesit özellikleri.

Kesit Adı	Kesit Sayısı	Kesit Geometrisi	Kesit Boyutları
RCB20/70	4	Dikdörtgen	20/70
RCB200/40	2	Dikdörtgen	40/200
RCB200/60	3	Dikdörtgen	60/200
RCB30/100	16	Dikdörtgen	30/100
RCB30/250	16	Dikdörtgen	30/250
RCB30/60	2	Dikdörtgen	30/60
RCB30/70-1	14	Dikdörtgen	30/70
RCB30/70-15&21	36	Dikdörtgen	30/70
RCB30/70-16&20	48	Dikdörtgen	30/70
RCB30/70-2	14	Dikdörtgen	30/70
RCB30/70-3	14	Dikdörtgen	30/70
RCB30/70-AG	19	Dikdörtgen	30/70

Çizelge 2.7 ve 2.8’de kolon donatı bilgileri ve kesit özellikleri görülmektedir.

Çizelge 2.7: Kolon donatı bilgileri-1.

Kesit adı	RCC_L60X60	RCC100X30-98	RCC100X40-107.5	RCC100X40-98	RCC30X100-102-A	RCC30X120-98-A
b (m)	0.6	1	1	1	1	1.2
h (m)	0.6	0.3	0.4	0.4	0.3	0.3
Donatı	10Φ20	4Φ20+4Φ14	6Φ26+4Φ14	4Φ24+4Φ14	8Φ14	8Φ14
Donatı oranı	1.16	0.62	0.95	0.61	0.4	0.34
Donatı yerleşim düzeni						

Çizelge 2.8: Kolon donatı bilgileri-2.

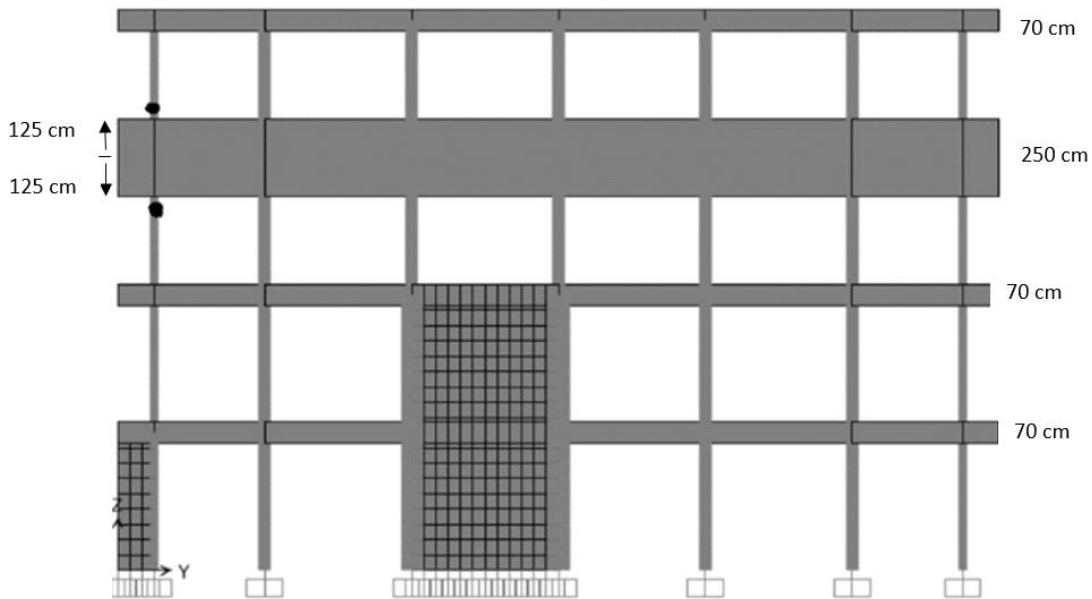
Kesit adı	RCC30X120-98-G	RCC30X70-107	RCC60X30-102	RCC60X30-98-/15	RCC60X30-98/21
b (m)	1.2	0.7	0.6	0.6	0.6
h (m)	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
Donatı	4Φ20+4Φ14	6Φ14	4Φ24+2Φ14	4Φ18+2Φ14	4Φ20+2Φ14
Donatı oranı	0.52	0.44	1.18	0.74	0.87
Donatı yerleşim düzeni					

2.6 Mevcut Yapının Modelinin Oluşturulmasında Yapılan Varsayımlar

Laboratuvar yapısının modellemesinde ve tasarımında birtakım varsayımlar ve kabuller yapılmıştır. Yapılan varsayımlar aşağıda belirtildiği gibidir.

- Kısa doğrultuda (x doğrultusunda) dış akslarda bulunan kalkan duvarı destekleyen değişken kesitli kolonlar yerine katlarda ortalama dikdörtgen kesitler kullanılmıştır.
- Kirişlerin mevcut durumda hasarsız olmalarından dolayı düşey yükler altında göçmediği kabulü yapılmış ve kirişlerin donatıları düşey yüklerden gelen maksimum kuvvetleri karşılayacak şekilde seçilmiştir.

- c) Büyük kesitli kirişlerin, yürüme yolundaki bazı küçük kesitli kirişlerin ve bodrum perdeleri ile U perdelerin elastik çalışacağı kabulü yapılmıştır.
- d) Betonarme perdelerle denk gelen kolon ve kirişlerin de perdelerle birlikte elastik çalıştığı kabul edilmiştir.
- e) Döşemeler bilgisayar modeline alan eleman olarak girilmemiş, kirişlere yük olarak dağıtılmıştır. Katlarda rijit diyaframlar kullanılarak katın birlikte çalışması sağlanmıştır.
- f) Kolonların eğilme rijitlikleri tüm kolonlarda $0.8EI$ olarak alınmıştır.
- g) Kolonlar temele ankastre olarak bağlanmıştır.
- h) SAP2000 programından elde edilen bina modlarının doğruluğu için ivme ölçer ile yerinde titreşim ölçümü yapılmıştır. Ancak kullanılan titreşim ölçerlerin binanın doğal frekansını yakalayamamasından ve yeterince hassas ölçüm yapamamasından dolayı modeldeki modlar kabul edilerek devam edilmiştir.
- i) Plastik mafsalların boyları çalışan kesitin uzunluğunun yarısı alınmıştır.
- j) Yüksek kirişlerin altındaki ve üstündeki kolonlarda plastik mafsallar Şekil 2.5'te gösterildiği gibi ötelenmiştir. Normalde program tarafından elemanların rölatif olarak 0 ve 1 konumlarına atılan mafsallar, yüksekliği 250 cm olan kirişlere bağlanan kolonlarda merkezden 125 cm ötelenerek atılmış ve daha gerçekçi bir davranış elde edilmiştir.



Şekil 2.5 : Belli kolonlarda plastik mafsal düzeltmesi.

3. HESAP YÖNTEMİ

3.1 Eşdeğer Deprem Yüğü Hesabı

3.1.1 1975 Deprem Yönetmeliğı'ne göre eşdeğer deprem yüğü hesabı

Yapı 1975 Deprem Yönetmeliğı'ne göre yapılmıştır ve günümüzde kullanılan 2007 Deprem yönetmeliğı ile aralarında farklar olmasından dolayı eşdeğer deprem yüğüne göre hesapta birtakım farklılıklar olacaktır. Yapının 1975 ve 2007 deprem yönetmeliklerine göre eşdeğer deprem yüğü hesabı yapılmış ve karşılaştırılmıştır. Yapının hesap raporundan elde edilen bilgilerden de yararlanarak yapının ağırlığı karşılaştırılmıştır.

1975 Deprem yönetmeliğı Bölüm 13 - Depreme Dayanıklı Yapılar için Hesap İlkeleri' ne göre depremden meydana gelen etkiler yatay statik yük olarak döşemelerin olduğı düzeylere etkir. Yatay yüklerin binada birbirine dik iki doğrultusunda ayrı ayrı etkidiğı varsayılır ve bulunan yükler düşey taşıyıcı elemanlara dağıtılır.

Yönetmeliğe göre statik eşdeğer yatay yükler toplamı

$$F = CW \quad (3.1)$$

F = Statik eşdeğer toplam yatay yük

C = Deprem katsayısı

W = Toplam yapı ağırlığı

denklemleri ile hesaplanacaktır. "C" deprem katsayısı denklem 3.2 ile bulunur.

$$C=C_0 K S I \quad (3.2)$$

C_0 = Deprem bölge katsayısı

K = Yapı tipi katsayısı

S=Yapı dinamik katsayısı (Spektrum katsayısı)

I=Yapı önem katsayısı

C₀ deprem bölge katsayısının bulunması yönetmeliğin 13. Bölüm Tablo 13.2’de deprem bölgesine göre katsayılar belirtilerek verilmiştir. Yapı İstanbul’da olduğundan dolayı 1. deprem bölgesindedir ve bu sebeple C₀ deprem bölge katsayısı ilgili tablodan 0.10 olarak alınmıştır.

K yapı tipi katsayısı yönetmelikte Tablo 13.3’te belirtildiği üzere betonarme düktil çerçeve ve donatısız yığma bölme duvarlı olduğundan dolayı 0.8 alınmıştır.

$$S = \frac{1}{|0.8+T-T_0|} \quad (3.3)$$

3.3 denklemi ile S Yapı dinamik katsayısı (Spektrum katsayısı) belirlenmektedir.

T = Saniye cinsinden yapının birinci normal moduna ait doğal periyodu

T₀ = zemin hakim periyodu

Hesap raporunda S yapı dinamik katsayısı maksimum değer olan 1 alınmıştır.

Yapı önem katsayısı I, yönetmeliğe göre 1.5 alınmıştır.

Toplam yatay yükün hesabında kullanılacak olan yapı ağırlığı için her katın ağırlığı bulunur.

Bir katın ağırlığını ifade eden W₁;

$$W_1 = G_1 + nP_1 \quad (3.4)$$

G₁=1'inci kattaki sabit yükler toplamı

P₁=1'inci kattaki hareketli yükler toplamı

n=Hareketli yük katsayısı

Hareketli yük katsayısı n yönetmelikte Tablo 13.6’ya göre 0.6 alınmıştır.

Statik eşdeğer yatay yükün yükseklik boyunca dağıtılması için F₁’in (bir kata gelecek olan yatay yük) hesabı denklem 3.5 ile sağlanır.

$$F_1 = (F - F_t) \frac{W_i h_i}{\sum W_i h_i} \quad (3.5)$$

h_i =i'inci katın temel üst katından ölçülen yüksekliği

F_t =Yapının en üst kat düzeyine uygulanacak münferit kuvvet

H = Yapının temel üst kotundan ölçülen yüksekliği (metre)

D = Yapının deprem doğrultusuna paralel genişliği (metre)

$$F_t=0.004F\left(\frac{H}{D}\right)^2 \quad (3.6)$$

F_t ise denklem 3.6'ya göre hesaplanır.

1975 yönetmeliğine göre yapılmış olan hesap raporunda C katsayısı 0.048 olarak alınmıştır.

Laboratuvar yapısı katlarının ağırlıkları yukarıdan aşağı doğru verilmiştir.

$$W_1 = 9700 \text{ kN}$$

$$W_2 = 6430 \text{ kN}$$

$$W_3 = 6730 \text{ kN}$$

$$W_4 = 7910 \text{ kN}$$

$$\sum W = 30770 \text{ kN}$$

$$F=0.048 \times 30770=1476 \text{ kN}$$

Hesaplanan toplam yatay deprem yükünün katlara dağılımı aşağıda gösterilmiştir.

$$W_1 h_1 = 9700 \times 18 = 174600 \text{ kNm}$$

$$W_2 h_2 = 6430 \times 13.5 = 86805 \text{ kNm}$$

$$W_3 h_3 = 6730 \times 9 = 60570 \text{ kNm}$$

$$W_4 h_4 = 7910 \times 4.5 = 35595 \text{ kNm}$$

$$\sum W_i h_i = 357570 \text{ kNm}$$

$$F_1 = 1476 \frac{174600}{357570} = 720 \text{ kN}$$

$$F_2 = 1476 \frac{86805}{357570} = 358 \text{ kN}$$

$$F_3 = 1476 \frac{60570}{357570} = 250 \text{ kN}$$

$$F_4 = 1476 \frac{35595}{357570} = 146 \text{ kN}$$

Binanın mevcut durumunda ise kat ağırlıkları programdan elde edilmiş ve en üst kattan aşağıya doğru olmak üzere aşağıdaki gibi belirlenmiştir.

$$W_1 = 12820 \text{ kN}$$

$$W_2 = 7430 \text{ kN}$$

$$W_3 = 7530 \text{ kN}$$

$$W_4 = 9710 \text{ kN}$$

$$\sum W = 37490 \text{ kN}$$

Yapıların bulunan ağırlıkları arasındaki farklar büyük ölçüde kullanılan yüklerin değerlerinden ve perdelerden kaynaklanmaktadır.

3.1.2 DBYBHY-2007'ye göre eşdeğer deprem yükü hesabı

Yapının 2007 Deprem Yönetmeliği'ne göre eşdeğer deprem yükü hesabı yapılarak mevcut yönetmeliğe uygunluğuna bakılmış, eksikleri ve uygunsuzlukları belirlenmiştir. 2007 Deprem Yönetmeliği'ne göre eşdeğer deprem yükü yönteminin uygulanabilirliği Tablo 2.6 Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi'nin Uygulanabileceği Binalar'da belirtilmiştir ve yapı bu kriterleri sağladığından dolayı hesap yöntemi uygulanmıştır.

Toplam eşdeğer deprem yükü (taban kesme kuvveti), V_t 'nin hesabı denklem 3.7'de gösterilmiştir. Toplam eşdeğer deprem yükü hesabı göze alınan deprem doğrultusu için binanın tümüne etkir.

$$V_t = \frac{W A(T_1)}{R_a(T_1)} \geq 0.10 A_0 I W \quad (3.7)$$

T_1 ; Binanın birinci doğal titreşim periyodu

W ; Binanın deprem yüklerinin hesaplanmasında kullanılacak toplam ağırlığı,

$$W = \sum_{i=1}^N w_i \quad (3.8)$$

w_i , kat ağırlıklarıdır. Hesabı aşağıdaki denklem 3.9'da gösterilmiştir.

$$w_i = g_i + n \cdot q w_i \quad (3.9)$$

n ; Hareketli yük katılım katsayısı

Hareketli yük katılım katsayısı n , binanın kullanım amacına göre değişiklik göstermektedir ve yönetmelikte ilgili tablodan belirlenir. Laboratuvar yapısı için $n=0.3$ alınmıştır.

Bina katlarına etkiyen eşdeğer deprem yüklerinin toplamı aşağıdaki denklem ile bulunmaktadır.

$$V_t = \Delta F_N + \sum_{i=1}^N F_i \quad (3.10)$$

2007 Deprem Yönetmeliği Tablo 2.5'ten R taşıyıcı sistem davranış katsayısı 4 seçilerek hesapta göz önüne alınmıştır.

$$\sum W = G + n \cdot Q = 37490 \text{ kN} \quad (3.11)$$

Deprem bölgesi 1

$$A_0 = 0.40$$

$$I = 1.5$$

$$R_{x,y} = 4$$

$$T_x = 0.65 \text{ sn}$$

$$T_y = 1.1 \text{ sn}$$

$$A_{(T)} = A_0 I S(T) \quad (3.12)$$

$$S(T_x) = 1.6953$$

$$S(T_y) = 1.1129$$

$$C(x) = 0.25$$

$$C(y) = 0.17$$

$$V_t = \frac{W A(T_1)}{R_a(T_1)} \quad (3.13)$$

$$V_{tx} = 9994 \text{ kN}$$

$$V_{ty} = 6796 \text{ kN}$$

Bu sonuçlara göre DBYBHY-2007 yönetmeliğine göre elde edilen eşdeğer deprem yükü ile 1975 yönetmeliğine göre elde edilen eşdeğer deprem yükü arasında önemli ölçüde fark olduğu görülmüştür. 1975 yönetmeliğinde yatay yük kapasitesinin % 4.8 alınması, güncel yönetmelikte ise bu katsayının % 20 civarında olması sebebi ile iki yöntem arasında büyük farklar ortaya çıkmıştır.

3.2 Mod Birleştirme Yöntemi

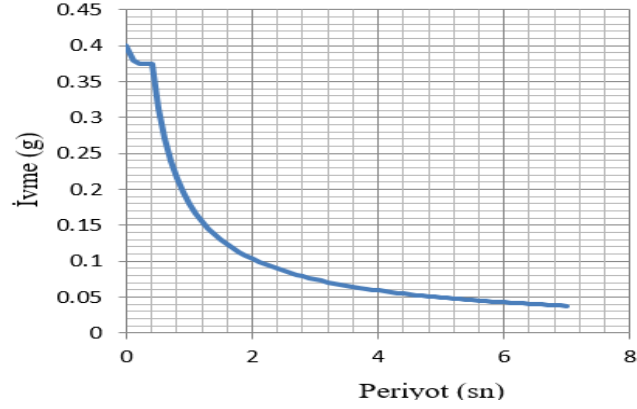
Eşdeğer deprem yükü yönteminin uygulanamayacağı binalarda mod birleştirme yöntemine göre hesap yapılır. Mod birleştirme yönteminde maksimum iç kuvvetler ve yerdeğiştirmeler, binada yeterli sayıda doğal titreşim modunun her biri için hesaplanan maksimum katkıların istatistiksel olarak birleştirilmesi ile elde edilir. Eşdeğer deprem yükü ile hesapta binanın birinci doğal periyodu göz önüne alınırken, mod birleştirme yönteminde esas alınan mod sayısına göre hesap yapılır ve elde edilen sonuçlar birleştirilir.

3.2.1 İvme spektrumu

Azaltılmış ivme spektrumu deprem yönetmeliğine göre aşağıdaki denklem ile belirlenir.

$$S_{aR}(T_n) = \frac{S_{ae}(T_n)}{R_a(T_n)} \quad (3.14)$$

Modelde kullanılacak olan ivme spektrumu deprem karakteristiklerine göre belirlenmiş ve model içerisine tanımlanmıştır. Yapı davranış katsayısı 4 olarak hesaba katılmıştır. Kullanılan ivme spektrumu ivme-periyot grafiği olarak Şekil 3.1’de gösterildiği gibidir.



Şekil 3.1 : İvme spektrumu.

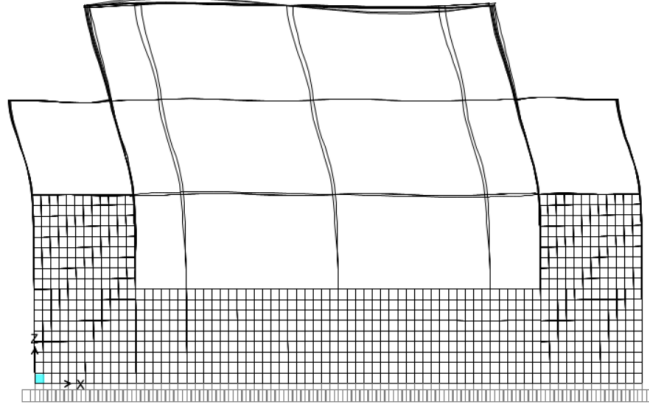
Tanımlanan spektrum eğrisi için x ve y doğrultusunda SPECX ve SPECY yük durumları programa tanımlanmış ve ayrı ayrı deprem olarak etkitilmek üzere 9.81 katsayısı ile çarpılarak yükleme oluşturulmuştur. DBYBHY-2007'ye göre maksimum mod katkılarının birleştirilmesi için Tam Karesel Birleştirme (CQC) Kuralı uygulanmıştır. Bu kuralın uygulanmasında kullanılacak çapraz korelasyon katsayılarının hesabında, modal sönüm oranları tüm titreşim modları için %5 alınmıştır. Hesaba katılacak yeterli titreşim modu sayısının belirlenmesinde, göz önüne alınan birbirine dik x ve y yatay deprem doğrultularının her birinde, her bir mod için hesaplanan etkin kütlelerin toplamının bina toplam kütlelerinin %90'ından daha az olmaması kuralı uygulanmış ve toplam 144 mod kullanılmıştır. Ek E'de binanın modal katılım oranları tablosu ayrıntılı olarak verilmiştir.

Modal katılım oranları özet olarak Çizelge 3.1'de gösterilmiştir.

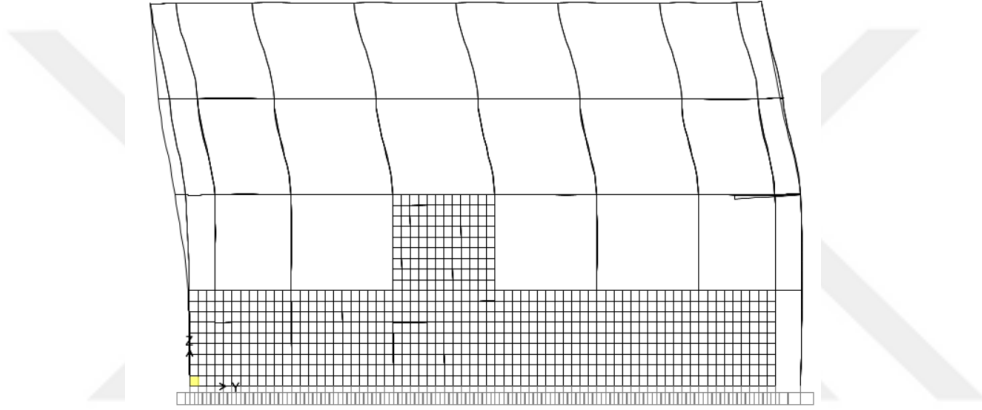
Çizelge 3.1 : Modal katılım oranları.

Mod Sayı	Period (sn)	UX	UY	ToplamUX	ToplamUY
1	1.091	0.000	0.482	0.000	0.482
3	0.653	0.495	0.000	0.496	0.482
21	0.163	0.089	0.000	0.586	0.578
26	0.094	0.093	0.000	0.688	0.578
27	0.088	0.000	0.132	0.688	0.710
33	0.078	0.072	0.000	0.800	0.749
138	0.020	0.000	0.109	0.935	0.960

Yapıdaki etkin modların x doğrultusunda 3. mod, y doğrultusunda 1. mod olduğu Çizelge 3.1'de görülmektedir. Etkin mod şekilleri x doğrultusu için Şekil 3.2'de, y doğrultusu için ise Şekil 3.3'te gösterilmiştir.



Şekil 3.2 : X doğrultusu etkin mod şekli.



Şekil 3.3 : Y doğrultusu etkin mod şekli.

Mod birleştirme yöntemi ile elde edilen deprem kuvvetleri altında, katlar boyunca seçilen noktalarda göreceli kat ötelemeleri, seçilen kolon kesitlerinde ve betonarme perdelerde kesme kapasiteleri kontrol edilmiştir. Mod birleştirme yöntemine göre bulunan toplam deprem yükünün, eşdeğer deprem yükü yöntemine göre bulunan deprem yüküne oranının 0.8'den küçük olması sebebi ile, mod birleştirme yöntemine göre bulunan tüm iç kuvvet ve yerdeğiştirme büyüklükleri x yönü için 1.315 katsayısı ile, y yönünde ise 1.114 katsayısı ile çarpılarak büyütülmüştür. Kesme kuvveti ve göreceli kat ötelemeleri kontrolleri bu katsayı ile çarpılarak yapılmıştır.

3.2.2 Etkin göreceli kat ötelemelerinin hesaplanması ve sınırlandırılması

Herhangi bir kolon veya perde için, ardışık iki kat arasındaki yerdeğiştirme farkını ifade eden azaltılmış göreceli kat ötelemesi, Δ_i denklem 3.15 ile elde edilir.

$$\Delta_i = d_i - d_{i-1} \quad (3.15)$$

d_i ve d_{i-1} , her bir deprem doğrultusu için binanın i 'inci ve $(i-1)$ 'inci katlarındaki herhangi bir kolon veya perdenin uçlarında azaltılmış deprem yüklerine göre hesaplanan yatay yerdeğiştirmeleri göstermektedir.

Her bir deprem doğrultusu için, binanın i 'inci katındaki kolon veya perdeler için etkin göreceli kat ötelemesi, δ_i denklem 3.16 ile elde edilir.

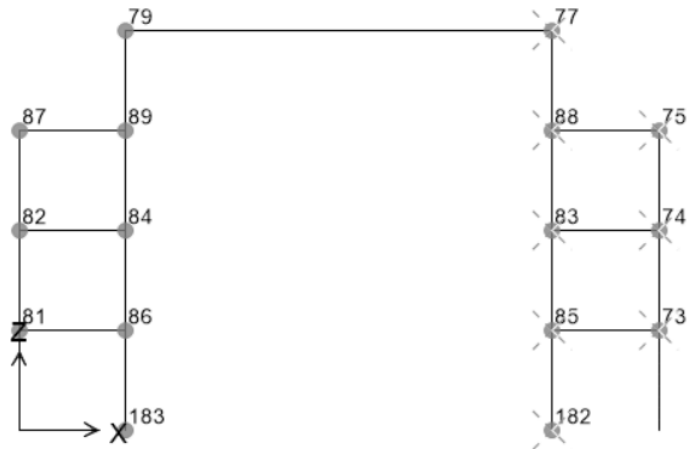
$$\delta_i = R \Delta_i \quad (3.16)$$

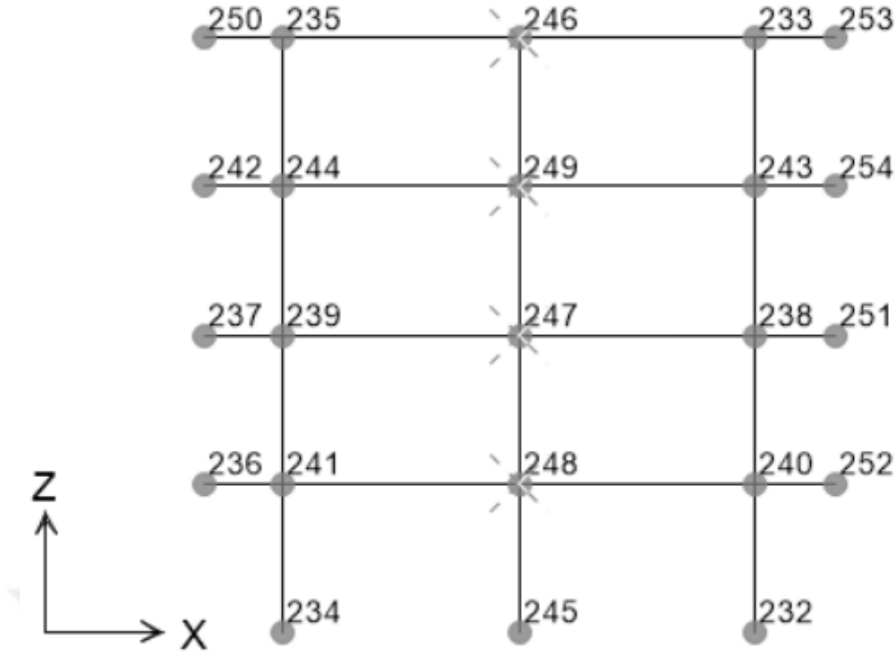
Her bir deprem doğrultusu için, binanın herhangi bir i 'inci katındaki kolon veya perdelerde yukarıdaki denkleme göre hesaplanan δ_i etkin göreceli kat ötelemelerinin kat içindeki en büyük değeri $(\delta_i)_{\max}$ denklem 3.17'yi sağlamalıdır.

$$\frac{(\delta_i)_{\max}}{h_i} \leq 0.02 \quad (3.17)$$

Bu koşulun binanın herhangi bir katında sağlanamaması durumunda, taşıyıcı sistemin rijitliği artırılarak deprem hesabı tekrarlanmalıdır. Ancak verilen koşul sağlansa bile, yapısal olmayan gevrek elemanların (cephe elemanları vb) etkin göreceli kat ötelemeleri altında kullanılabilirliği hesapla doğrulanmalıdır.

Şekil 3.4'te göreceli kat ötelemesi kontrolü yapılacak seçili noktalar gösterilmiştir.





Şekil 3.4 : Seçilen noktalar.

1G+1Q±1EX±0.3EY kombinasyonu seçili noktalar için görelî kat ötelemeleri Çizelge 3.2 ve Çizelge 3.3'te gösterilmiştir.

Çizelge 3.2 : X doğrultusu görelî kat ötelemeleri.

Nokta	Kombinasyon	dx(mm)	dy(mm)	Δx	δx	Δy	δy		
245	1G+1Q±1EX±0.3EY	0.000	0.000						
248	1G+1Q±1EX±0.3EY	-2.176	-2.299						
247	1G+1Q±1EX±0.3EY	-2.802	-0.375	-0.6259	-0.0006	< 0.02	1.9238	0.0017	< 0.02
249	1G+1Q±1EX±0.3EY	-21.728	-18.687	-18.9255	-0.0168	< 0.02	-18.3127	-0.0163	< 0.02
246	1G+1Q±1EX±0.3EY	-39.834	-22.969	-18.1062	-0.0161	< 0.02	-4.2816	-0.0038	< 0.02

Çizelge 3.3 : X doğrultusu görelî kat ötelemeleri.

Nokta	Kombinasyon	dx(mm)	dy(mm)	Δx	δx	Δy	δy		
185	1G+1Q±1EX±0.3EY	0.000	0.000						
73	1G+1Q±1EX±0.3EY	-0.911	-0.139						
74	1G+1Q±1EX±0.3EY	-2.450	-0.995	-1.5386	-0.0014	< 0.02	-0.8561	-0.0008	< 0.02
75	1G+1Q±1EX±0.3EY	-16.978	-11.642	-14.5281	-0.0129	< 0.02	-10.6462	-0.0095	< 0.02

1G+1Q±1EY±0.3EX kombinasyonu seçili noktalar için görelî kat ötelemeleri Çizelge 3.4 ve Çizelge 3.5'te gösterilmiştir.

Çizelge 3.4 : Y doğrultusu göreli kat ötelemeleri.

Nokta	Kombinasyon	dx(mm)	dy(mm)	Δx	δx	Δy	δy		
245	1G+1Q±1EY±0.3EX	0.000	0.000						
248	1G+1Q±1EY±0.3EX	-0.565	-13.926						
247	1G+1Q±1EY±0.3EX	-0.725	-1.023	-0.1604	-0.0001	< 0.02	12.9035	0.0115	< 0.02
249	1G+1Q±1EY±0.3EX	-5.756	-40.355	-5.0308	-0.0045	< 0.02	-39.3320	-0.0350	> 0.02
246	1G+1Q±1EY±0.3EX	-10.513	-63.232	-4.7568	-0.0042	< 0.02	-22.8771	-0.0203	> 0.02

Çizelge 3.5 : Y doğrultusu göreli kat ötelemeleri.

Nokta	Kombinasyon	dx(mm)	dy(mm)	Δx	δx	Δy	δy		
185	1G+1Q±1EY±0.3EX	0.000	0.000						
73	1G+1Q±1EY±0.3EX	0.400	0.150						
74	1G+1Q±1EY±0.3EX	0.636	1.183	0.2362	0.0002	< 0.02	1.0327	0.0009	< 0.02
75	1G+1Q±1EY±0.3EX	9.645	29.474	9.0089	0.0080	< 0.02	28.2911	0.0251	> 0.02

Elde edilen sonuçlar doğrultusunda, genellikle y doğrultusunda etkin olan deprem kombinasyonlarında (1G+1Q±1EY±0.3EX) göreli kat ötelemesi sınırlarının aşıldığı görülmüştür.

3.2.3 Kolonlar ve betonarme perdelerde kesme kuvveti kontrolü

Kolonlar ve betonarme perdelerde maksimum kesme kuvveti hesabı aşağıda anlatılmıştır.

Kesme kuvvetine karşı güvenlik için $V_r \geq V_d$ koşulu sağlanmalıdır.

$$V_r = V_c + V_w \quad (3.18)$$

V_r ; Kolon, kiriş veya perde kesitinin kesme dayanımı

V_d ; Yük katsayıları ile çarpılmış düşey yükler ve deprem yüklerinin ortak etkisi altında hesaplanan kesme kuvveti

V_c ; Betonun kesme dayanımına katkısı

V_w ; Etriyenin (kesme donatısının) kesme dayanımına katkısı

$$V_c = 0.8 V_{cr} \quad (3.19)$$

$$V_w = \frac{A_{sw}}{s} f_{ywd} d \quad (3.20)$$

$$V_{cr} = 0.65 f_{ctd} b_w d \quad (3.21)$$

f_{ywd} ; etriye donatısının tasarım akma gerilmesi

f_{ctd} ; beton tasarım çekme dayanımı

b_w ; kesitin gövde genişliği

d ; kesitin faydalı yüksekliği

s ; Enine donatı aralığı, spiral donatı adımı

$$A_{sw} = n A_0 \quad (3.22)$$

A_0 ; etriye kesit alanı

n ; etriye kol sayısı

Eğer hesaba esas olan kesme kuvveti eğik çatlama dayanımına eşit veya ondan az ise ($V_d \leq V_{cr}$) minimum etriye, kesme kapasitesi için yeterlidir ve kesme kuvvetinin karşılanması esas olarak beton kesiti ile sağlanır.

TS500'de yüksek asal basınç gerilmeleri nedeni ile gövde betonunun ezilmesini önlemek amacıyla kesme kuvveti üst sınırı aşağıda gösterildiği şekilde sınırlandırılmıştır. Bu değer in üstünde gelen kesme kuvveti değerlerinde kesitin kesme dayanımı yetersizdir. Bu durumda kesitin büyütülmesi gerekmektedir.

$$V_d \leq 0.22 f_{cd} b_w d \quad (3.23)$$

$$V_{rmaks} = 0.22 f_{cd} b_w d \quad (3.24)$$

f_{cd} ; Beton tasarım basınç dayanımı

Aşağıda $1G+1Q \pm 1EX \pm 0.3EY$ ve $1G+1Q \pm 1EY \pm 0.3EX$ kombinasyonlarına göre elemanların kapasitelerinde aşma durumlarının olup olmadığı incelenmiştir.

Kolonlar için

$$f_{ywd} = 191 \text{ kPa}$$

$$f_{cd} = 12000 \text{ kPa}$$

$$f_{ctd} = 1000 \text{ kPa}$$

değerleri alınmıştır.

1G+1Q±1EX±0.3EY kombinasyon durumu için seçili kolonlardaki kesme kapasitesi durumu Çizelge 3.6’da verilmiştir.

Çizelge 3.6 : 1G+1Q±1EX±0.3EY kolon kesme kapasitesi.

KOLON ADI	bw(m)	h(m)	Vcr(kN)	Vrmaks(kN)	Vc	Vw(kN)	Vr(kN)	Vd(kN)	Vr≥Vd	Vd≤Vrmaks
173	0.4	1	247	1056	197.6	73.34	270.94	15.95	SÜNEK	<
174	0.4	1	247	1056	197.6	73.34	270.94	213.08	SÜNEK	<
175	0.4	1	247	1056	197.6	73.34	270.94	-419.18	GEVREK	<
176	0.4	1	247	1056	197.6	73.34	270.94	-704.83	GEVREK	<
181	0.3	0.6	111.15	475.2	88.92	42.78	131.70	21.72	SÜNEK	<
182	0.3	0.6	111.15	475.2	88.92	42.78	131.70	156.73	GEVREK	<
313	0.3	1.2	222.3	950.4	177.84	132.94	310.78	93.69	SÜNEK	<
314	0.3	1	185.25	792	148.2	110.02	258.22	-47.15	SÜNEK	<
315	0.3	0.7	129.675	554.4	103.74	50.42	154.16	-145.85	SÜNEK	<
316	0.3	0.7	129.675	554.4	103.74	50.42	154.16	148.90	SÜNEK	<
380	0.4	1	247	1056	197.6	73.34	270.94	-26.05	SÜNEK	<
381	0.4	1	247	1056	197.6	73.34	270.94	-201.03	SÜNEK	<
382	0.4	1	247	1056	197.6	73.34	270.94	401.31	GEVREK	<
383	0.4	1	247	1056	197.6	73.34	270.94	712.82	GEVREK	<

1G+1Q±1EY±0.3EX kombinasyon durumu için seçili kolonlardaki kesme kapasitesi durumu Çizelge 3.7’de verilmiştir.

Çizelge 3.7 : 1G+1Q±1EY±0.3EX kolon kesme kapasitesi.

KOLON ADI	bw(m)	h(m)	Vcr(kN)	Vrmaks(kN)	Vc	Vw(kN)	Vr(kN)	Vd(kN)	Vr≥Vd	Vd≤Vrmaks
173	1	0.4	247	1056	197.6	27.5	225.1	15.32	SÜNEK	<
174	1	0.4	247	1056	197.6	27.5	225.1	89.83	SÜNEK	<
175	1	0.4	247	1056	197.6	27.5	225.1	-200.78	SÜNEK	<
176	1	0.4	247	1056	197.6	27.5	225.1	-394.13	GEVREK	<
181	0.6	0.3	111.15	475.2	88.92	19.86	108.78	11.44	SÜNEK	<

Çizelge 3.7 (devam) : 1G+1Q±1EY±0.3EX kolon kesme kapasitesi.

KOLON	ADI	bw(m)	h(m)	V _{cr} (kN)	V _{rmaks} (kN)	V _c	V _w (kN)	V _r (kN)	V _d (kN)	V _r ≥V _d	V _d ≤V _{rmaks}
182	0.6	0.3	111.15	475.2	88.92	19.86	108.78	73.64	SÜNEK	<	
313	1.2	0.3	222.3	950.4	177.84	29.8	207.64	65.99	SÜNEK	<	
314	1	0.3	185.25	792	148.2	29.8	178	52.9	SÜNEK	<	
315	0.7	0.3	129.675	554.4	103.74	19.86	123.6	38.94	SÜNEK	<	
316	0.7	0.3	129.675	554.4	103.74	19.86	123.6	39.11	SÜNEK	<	
380	1	0.4	247	1056	197.6	27.5	225.1	-22	SÜNEK	<	
381	1	0.4	247	1056	197.6	27.5	225.1	-89.17	SÜNEK	<	
382	1	0.4	247	1056	197.6	27.5	225.1	193.77	SÜNEK	<	
383	1	0.4	247	1056	197.6	27.5	225.1	391.1	GEVREK	<	

1G+1Q±1EY±0.3EX kombinasyon durumu için perdelerdeki kesme kapasitesi durumu Çizelge 3.8’de verilmiştir.

Çizelge 3.8 : 1G+1Q±1EY±0.3EX perde kesme kapasitesi.

PERDE ADI	bw(m)	h(m)	V _{cr} (kN)	V _{rmaks} (kN)	V _c	V _w (kN)	V _r (kN)	V _d (kN)	V _r ≥V _d	V _d ≤V _{rmaks}
P1	0.3	4.1	759.525	3247.2	607.62	1170.70	1778.32	1258.02	SÜNEK	<
P2	4.8	0.7	2074.8	8870.4	1659.84	190.31	1850.15	-531.52	SÜNEK	<
P3	0.3	4.1	759.525	3247.2	607.62	1170.70	1778.32	1000.61	SÜNEK	<
P4	0.3	4.1	759.525	3247.2	607.62	1170.70	1778.32	-1244.66	SÜNEK	<
P5	4.8	0.7	2074.8	8870.4	1659.84	190.31	1850.15	532.17	SÜNEK	<
P6	0.3	4.1	759.525	3247.2	607.62	1170.70	1778.32	-1006.05	SÜNEK	<

1G+1Q±1EY±0.3EX kombinasyon durumu için perdelerdeki kesme kapasitesi durumu Çizelge 3.9’da verilmiştir.

Çizelge 3.9 : 1G+1Q±1EY±0.3EX perde kesme kapasitesi.

PERDE ADI	bw(m)	h(m)	V _{cr} (kN)	V _{rmaks} (kN)	V _c	V _w (kN)	V _r (kN)	V _d (kN)	V _r ≥V _d	V _d ≤V _{rmaks}
P1	4.1	0.3	759.525	3247.2	607.62	74.97	682.59	-19.97	SÜNEK	<
P2	0.7	4.8	2074.8	8870.4	1659.84	1372.55	3032.39	-616.21	SÜNEK	<
P3	4.1	0.3	759.525	3247.2	607.62	74.97	682.59	14.69	SÜNEK	<
P4	4.1	0.3	759.525	3247.2	607.62	74.97	682.59	-20.06	SÜNEK	<
P5	0.7	4.8	2074.8	8870.4	1659.84	1372.55	3032.39	-606.42	SÜNEK	<
P6	4.1	0.3	759.525	3247.2	607.62	74.97	682.59	14.99	SÜNEK	<

3.3 Doğrusal Olmayan Analiz

Deprem yönetmeliğinde deprem performansının belirlenmesi için doğrusal ve doğrusal olmayan analizler önerilmiştir. Bu tez çalışmasında doğrusal olmayan

analizler kullanılarak performans değerlendirmesi yapılmıştır. Doğrusal elastik olmayan hesap yöntemlerinin amacı, verilmiş bir deprem etkisi altında şekildeğiştirme ile iç kuvvet kapasitelerinin hesaplanması, daha sonra bu büyüklüklerin yönetmelikte verilen değerler ile karşılaştırılması ve bu karşılaştırma sonucunda kesit bazında ve yapısal bazda bina performansının değerlendirilmesidir. Bu kapsamda artımsal eşdeğer deprem yükü yöntemi, artımsal mod birleştirme yöntemi ve zaman tanım alanında hesap yöntemi kullanılabilir.

Bu çalışmada, deprem performansının değerlendirilmesi için doğrusal olmayan elastik yöntemlerinden zaman tanım alanında hesap yöntemi kullanılmıştır. İtme analizi program tarafından atanan mafsal özelliklerinin kullanılabilirliğinin araştırılması amacı ile yapılmıştır. Örnek itme analizinin yapılışı Erkan (2017) tez çalışmasında ayrıntılı olarak gösterilmiştir.

3.3.1 Etkin eğilme rijitliklerinin belirlenmesi

Doğrusal olmayan analiz yapılabilmesi için eğilme etkisindeki betonarme elemanların etkin eğilme rijitliklerinin kullanılması gerekmektedir. 2007 deprem yönetmeliğine göre etkin eğilme rijitlikleri hesabı aşağıdaki gibi hesaplanır.

(a) Kirişlerde: $(EI)_e = 0.40 (EI)_o$

(b) Kolon ve perdelerde,

$N_D / (A_c f_{cm}) \leq 0.10$ olması durumunda: $(EI)_e = 0.40 (EI)_o$

$N_D / (A_c f_{cm}) \geq 0.40$ olması durumunda: $(EI)_e = 0.80 (EI)_o$

N_D ; Eksenel basınç kuvveti

$(EI)_o$; Çatlamamış kesitlere ait eğilme rijitliği

$(EI)_e$; Etkin eğilme rijitliği

Eksenel basınç kuvvetini ifade eden N_D ’nin ara değerleri için doğrusal enterpolasyon yapılabilir. N_D , deprem hesabında esas alınan toplam kütlelerle uyumlu yüklerin göz önüne alındığı ve çatlamamış kesitlere ait $(EI)_o$ eğilme rijitliklerinin kullanıldığı bir ön düşey yük hesabı ile belirlenir. Deprem hesabında da aynı rijitlikler kullanılır.

3.3.2 Beton ve donatı çeliği için malzeme modelleri

Bu tez çalışmasında, güçlendirme yapılacak olan binanın beton ve donatı çeliği malzemeleri SAP2000 programında modellenmiştir. C18 betonunun malzeme özellikleri Şekil 3.5'te gösterildiği gibi SAP2000 programına girilmiştir.

Şekil 3.5 : C18 malzemesinin SAP2000'de tanımlanması.

C18 malzemenin nonlinear olarak tanımlanmasında Mander model kullanılmıştır. Mander model için parametrik veriler aşağıda gösterilen Şekil 3.6'da olduğu gibi;

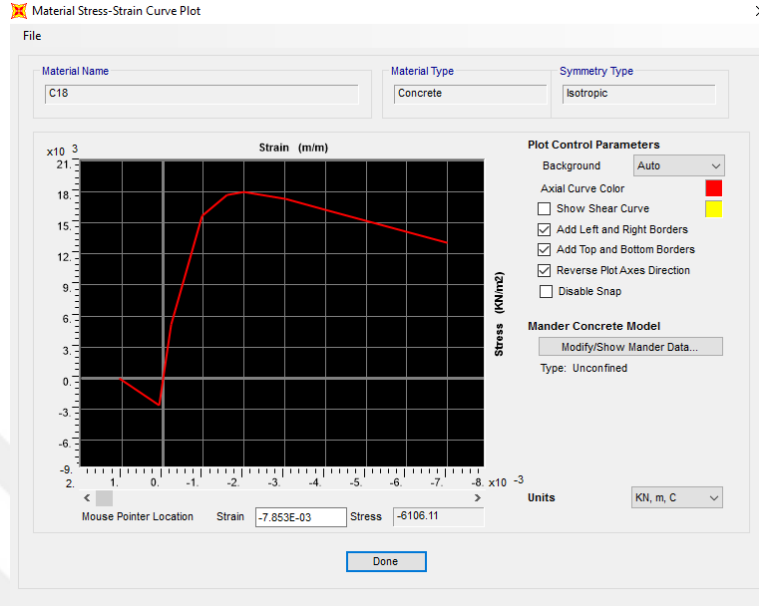
Sargısız betonda basınç kuvvetinde şekildeğiştirme ; 0.002

Sargısız en büyük şekilde değiştirme kapasitesi ; 0.01

Son basınç eğimi ; -0.1 olarak alınmıştır.

Şekil 3.6 : Mander model parametrik verileri.

Mander modeli sargılı ve sargısız olarak modellenmektedir. Sargısız Mander modelinin gerilme – şekildeğiştirme grafiğinin SAP2000 programında gösterimi Şekil 3.7’de gösterilmiştir.

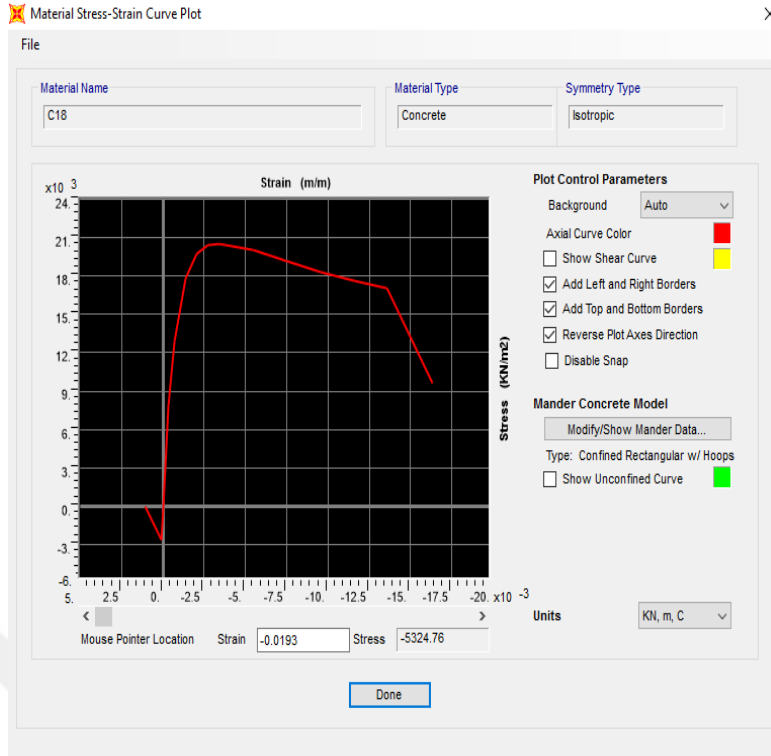


Şekil 3.7 : SAP2000 sargısız Mander modeli gerilme-şekildeğiştirme.

Φ6 dikkörge sargı donatılı beton için SAP2000 programında yapılan Mander modelinin tanımlaması Şekil 3.8’de gösterilmiştir.

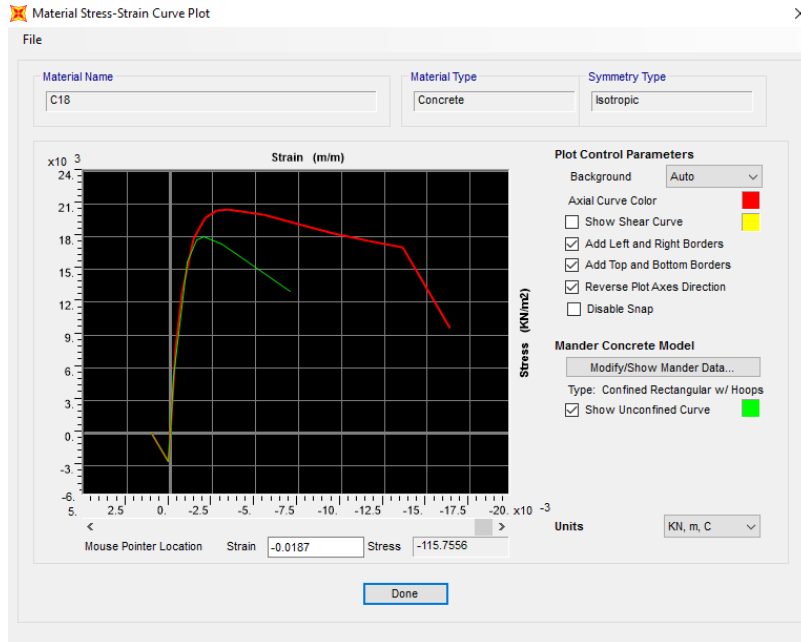
Şekil 3.8 : Sargılı Mander modeli tanımı.

Sargılı Mander modelinin gerilme – şekildeğiştirme grafiğinin SAP2000 programında gösterimi aşağıda Şekil 3.9’da gösterildiği gibidir.



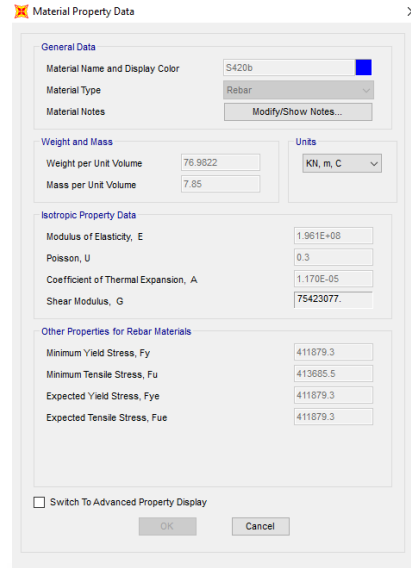
Şekil 3.9 : SAP2000 sargılı Mander modeli gerilme-şekildeğiştirme.

Sargılı ve sargısız model aralarındaki farkı gösteren, sargılı model için gerilme-şekildeğiştirme grafiği ile sargısız model için gerilme-şekildeğiştirme grafiği Şekil 3.10’da gösterilmiştir.



Şekil 3.10 : Sargılı ve sargısız beton modeli gerilme-şekildeğiştirme grafiği.

S420b çelik donatı malzeme özellikleri aşağıda gösterilen Şekil 3.11’de gösterildiği gibi SAP2000 programına girilmiştir.



Şekil 3.11 : S420b malzemesinin SAP2000’de tanımlanması.

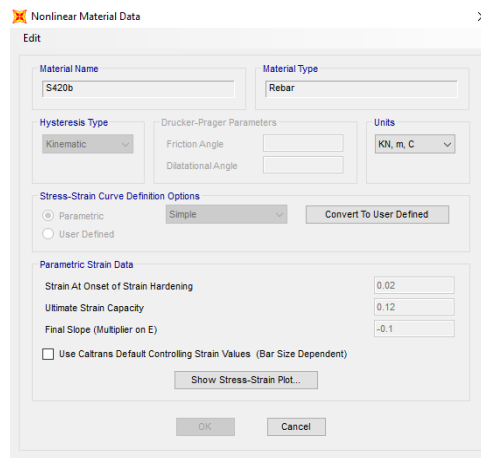
S420b çelik donatı malzemesi nonlineer olarak kinematik olarak tanımlanmıştır. Doğrusal olmayan modelleme için parametreler aşağıda belirtildiği gibidir.

Pekleşme şekildeğiştirme ; 0.02

En büyükşekildeğiştirme kapasitesi ; 0.12

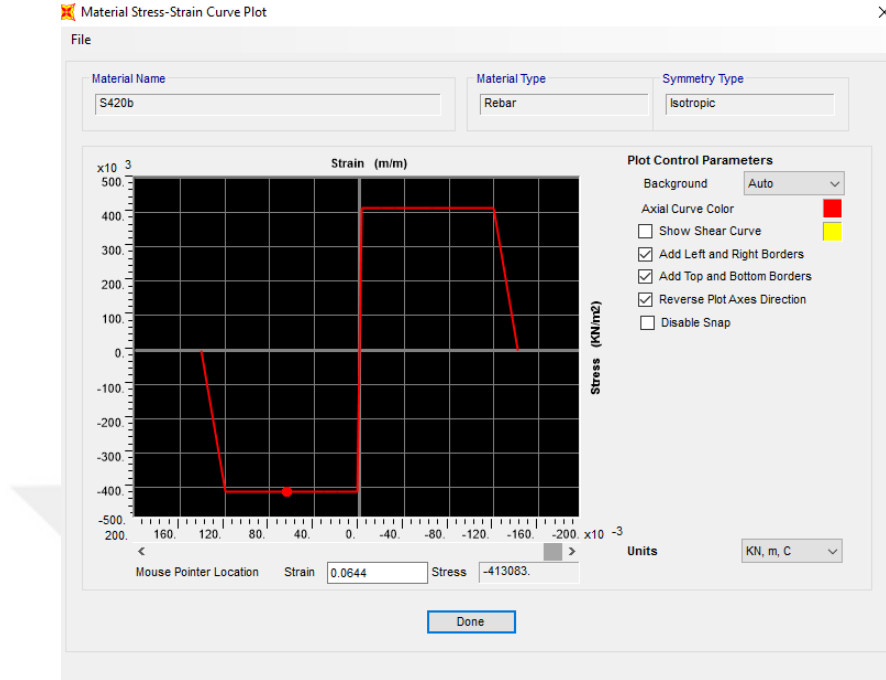
Son eğim ; -0.1

Şekil 3.12’de gösterildiği şekilde bu parametreler SAP2000 programına tanımlanmıştır.



Şekil 3.12 : Kinematik model parametrik verileri.

S420b çelik donatı malzemesinin kinematik modelinin gerilme-şekildeğiştirme grafiğinin SAP2000 programında gösterimi Şekil 3.13'te gösterildiği gibidir.



Şekil 3.13 : SAP2000 kinematik model için gerilme-şekildeğiştirme.

3.3.3 Performans düzeyleri ve bina performans hedefi

Binaların hasar durumu için kesit hasar durumu, eleman hasar durumu, kat hasar durumu ve taşıyıcı sistem performans düzeyi sıralamasıyla belirlenir. Değerlendirme binanın her iki doğrultusu için yapılır. DBYBHY-2007’de binalar için 4 farklı hasar durumu üzerinden performans düzeyi tanımlanmaktadır. Bunlar sırası ile;

- Hemen Kullanım (HK) Performans Düzeyi,
- Can Güvenliği (CG) Performans Düzeyi,
- Göçme Öncesi (GÖ) Performans Düzeyi,
- Göçme Durumudur.

Betonarme kesitler hem beton hem de donatı çeliğinden oluştuğundan betonarme yapı elemanlarının kesit birim şekildeğiştirme kapasiteleri belirlenirken hem beton hem de donatının kapasiteleri ayrı ayrı belirlenir. Daha sonra bu kapasite değerleri, kesitte oluşacak hasarın sınırlarını belirleyecektir.

Laboratuvar binası için Can Güvenliği Performans Düzeyi öngörülmüştür ve bu performans düzeyi Deprem Yönetmeliği’nde aşağıdaki şekilde tanımlanmıştır:

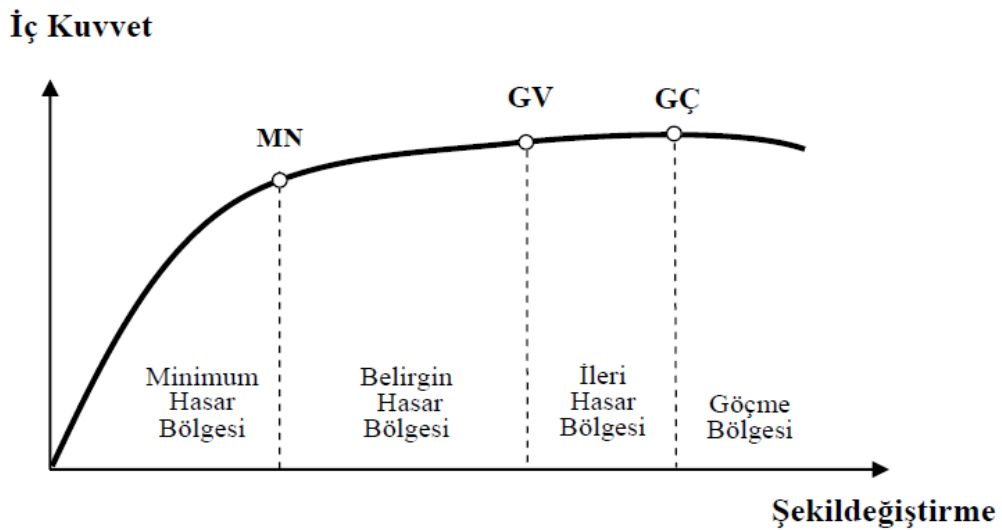
Gevrek olarak hasar gören elemanlar varsa, güçlendirilmeleri kaydı ile, aşağıdaki koşulları sağlayan binaların Can Güvenliği Performans Düzeyi'nde olduğu kabul edilir:

(a) Herhangi bir katta, uygulanan her bir deprem doğrultusu için yapılan hesap sonucunda, ikincil (yatay yük taşıyıcı sisteminde yer almayan) kirişler hariç olmak üzere, kirişlerin en fazla %30'u ve kolonların aşağıdaki (b) paragrafında tanımlanan kadarı İleri Hasar Bölgesi'ne geçebilir.

(b) İleri Hasar Bölgesi'ndeki kolonların, her bir katta kolonlar tarafından taşınan kesme kuvvetine toplam katkısı %20'nin altında olmalıdır. En üst katta İleri Hasar Bölgesi'ndeki kolonların kesme kuvvetleri toplamının, o kattaki tüm kolonların kesme kuvvetlerinin toplamına oranı en fazla %40 olabilir.

(c) Diğer taşıyıcı elemanların tümü Minimum Hasar Bölgesi veya Belirgin Hasar Bölgesi'ndedir. Ancak, herhangi bir katta alt ve üst kesitlerinin ikisinde birden Minimum Hasar Sınırı aşılmış olan kolonlar tarafından taşınan kesme kuvvetlerinin, o kattaki tüm kolonlar tarafından taşınan kesme kuvvetine oranı %30'u aşmamalıdır.

DBYBHY-2007'de kesit hasar sınırları, Minimum Hasar Sınırı (MN), Güvenlik Sınırı (GV) ve Kesit Göçme Sınırı (GÇ) olarak tanımlanmıştır. Bu hasar sınırlarının arasında kalan bölgeler ise Minimum Hasar Bölgesi, Belirgin Hasar Bölgesi, İleri Hasar Bölgesi ve Göçme Bölgesi olarak tanımlanmıştır. Bu hasar sınırları ve bölgeleri Şekil 3.14'te gösterilmektedir (DBYBHY, 2007).



Şekil 3.14 : Kesit hasar sınırları ve kesit hasar bölgeleri.

Hem beton hem de donatı çeliği için birim şekildeğiştirme büyüklüklerinin izin verilen üst sınırları aşağıda gösterilmiştir.

(a) Kesit Minimum Hasar Sınırı (MN) için kesitin en dış lifindeki beton basınç birim şekildeğiştirmesi ile donatı çeliği birim şekildeğiştirmesi üst sınırları;

$$(\epsilon_{cu})_{MN} = 0.0035 \quad ; \quad (\epsilon_s)_{MN} = 0.010 \quad (3.25)$$

(b) Kesit Güvenlik Sınırı (GV) için etriye içindeki bölgenin en dış lifindeki beton basınç birim şekildeğiştirmesi ile donatı çeliği birim şekildeğiştirmesi üst sınırları;

$$(\epsilon_{cg})_{GV} = 0.0035 + 0.01 (\rho_s/\rho_{sm}) \leq 0.0135 \quad ; \quad (\epsilon_s)_{GV} = 0.040 \quad (3.26)$$

(c) Kesit Göçme Sınırı (GÇ) için etriye içindeki bölgenin en dış lifindeki beton basınç birim şekildeğiştirmesi ile donatı çeliği birim şekildeğiştirmesi üst sınırları;

$$(\epsilon_{cg})_{GC} = 0.004 + 0.014 (\rho_s/\rho_{sm}) \leq 0.018 \quad ; \quad (\epsilon_s)_{GC} = 0.060 \quad (3.27)$$

Göz önüne alınan enine donatıların TDY07'ye göre “özel deprem etriyeleri ve çirozları” olarak düzenlenmiş olması zorunludur.

Deprem Yönetmeliği'nde binanın değerlendirilmesinde, değişik deprem etkilerinde değişik performans seviyeleri göz önüne alınır. Mevcut veya güçlendirilecek binaların deprem performanslarının belirlenmesinde esas alınacak deprem düzeyleri ve bu deprem düzeylerinde binalar için öngörülen minimum performans hedefleri Şekil 3.15'te verilmiştir (DBYBHY, 2007).

<i>Binanın Kullanım Amacı ve Türü</i>	<i>Deprem Aşılma Olasılığı</i>		
	<i>50 yılda %50</i>	<i>50 yılda %10</i>	<i>50 yılda %2</i>
Deprem Sonrası Kullanımı Gereken Binalar: Hastaneler, sağlık tesisleri, itfaiye binaları, haberleşme ve enerji tesisleri, ulaşım istasyonları, vilayet, kaymakamlık ve belediye yönetim binaları, afet yönetim merkezleri, vb.	–	HK	CG
İnsanların Uzun Süreli ve Yoğun Olarak Bulunduğu Binalar: Okullar, yatakhaneler, yurtlar, pansiyonlar, askeri kışlalar, cezaevleri, mützeler, vb.	–	HK	CG
İnsanların Kısa Süreli ve Yoğun Olarak Bulunduğu Binalar: Sinema, tiyatro, konser salonları, kültür merkezleri, spor tesisleri	HK	CG	–
Tehlikeli Madde İçeren Binalar: Toksik, parlayıcı ve patlayıcı özellikleri olan maddelerin bulunduğu ve depolandığı binalar	–	HK	GÖ
Diğer Binalar: Yukarıdaki tanımlara girmeyen diğer binalar (konutlar, işyerleri, oteller, turistik tesisler, endüstri yapıları, vb.)	–	CG	–

HK: Hemen Kullanım; **CG:** Can Güvenliği; **GÖ:** Göçme Öncesi (Bkz. 7.7)

Şekil 3.15 : Binalar için öngörülen deprem performans seviyeleri.

3.3.4 Zaman tanım alanında hesap

Zaman tanım alanında hesap yönteminde amaç belirli bir deprem etkisi altında taşıyıcı sisteminin doğrusal olmayan davranışı göz önüne alınarak sistemin adım adım çözülmesidir. Bu analizlerde yapay, kaydedilmiş veya benzeştirilmiş deprem yer hareketleri kullanılabilir.

En kapsamlı çözüm olan zaman tanım alanında artımsal hesap yönteminde, taşıyıcı sistemdeki doğrusal olmayan davranış göz önüne alınarak kabul edilen bir deprem yer hareketi etkisi altındaki taşıyıcı sistemin hareket denklemi sayısal olarak çözülür. Analiz sırasında sistemin bütün elastik ve plastik şekildeğiştirmeleri ve kesit iç etkileri zamana bağlı olarak bulunur ve maksimum değerleri hesaplanır. Daha sonra sistemde herhangi bir kesitteki beton ve donatının birim şekildeğiştirme değerleri ve plastik mafsallarda dönmeleri belirlenir. Analizlerde kullanılacak deprem kaydının DBYBHY-2007’de belirtilen spektrum eğrisi ile uyuşması ve olabildiğince çok sayıda deprem kaydı ile çözüm yapılması önerilmektedir. DBYBHY-2007’ye göre hesapta üç yer hareketi kullanılması durumunda sonuçların maksimumu, en az yedi yer hareketi kullanılması durumunda ise sonuçların ortalaması esas alınır.

Zaman tanım alanında analizler üç boyutlu laboratuvar modelinde yapılmıştır ve 7 adet deprem kaydı kullanılmış, bunların ortalaması alınmıştır. Ek G’de SAP2000’de ZTADOA tanımlanması ayrıntılı biçimde anlatılmıştır.

3.3.4.1 Deprem ivme kayıtlarının DBYBHY-2007’ye göre benzeştirilebilmesi için sağlanması gereken şartlar

Bu çalışmada doğrusal olmayan analizlerde kullanılmak üzere rastgele 7 adet deprem ivme kaydı seçilmiştir ve bu ivme kayıtları DBYBHY-2007’ye göre benzeştirilmiştir. Bu benzeştirme işleminin gerçekleştirilebilmesi için DBYBHY-2007’de bahsedilen üç şartı sağlayan en az 3 ivme kaydı gerekmektedir. Bu şartlar;

- (a) Kuvvetli yer hareketi kısmının süresi, binanın birinci doğal titreşim periyodunun 5 katından ve 15 saniyeden daha kısa olmayacaktır.
- (b) Benzeştirilen deprem yer hareketinin sıfır periyoda karşı gelen spektral ivme değerlerinin ortalaması $A_0 g$ ’den daha küçük olmayacaktır.

(c) Benzeştirilen her bir ivme kaydına göre %5 sönüm oranı için yeniden bulunacak spektral ivme değerlerinin ortalaması, gözönüne alınan deprem doğrultusundaki birinci (hakim) periyot T_1 'e göre $0.2T_1$ ile $2T_1$ arasındaki periyotlar için, $S_{ae}(T)$ elastik spektral ivmelerinin %90'ından daha az olmayacaktır.

Laboratuvar binasının deprem parametreleri aşağıda verilmiştir. Bu şartlar altında hesaplanan $S_{ae}(T)$ elastik spektral ivme grafiği Şekil 3.30'da verilmiştir,

Bina Önem Katsayısı : $I = 1.5$

Hareketli Yük Katılım Katsayısı : $n = 0.30$

Etkin Yer İvmesi Katsayısı : $A_0 = 0.40$

Yerel Zemin Sınıfı : Z_2

Spektrum Karakteristik Periyotları : $T_A = 0.15 \text{ s}$, $T_B = 0.40 \text{ s}$

$$A(T) = A_0 \cdot I \cdot S(T) \quad (3.28)$$

$$S_{ae}(T) = A(T) \cdot g \quad (3.29)$$

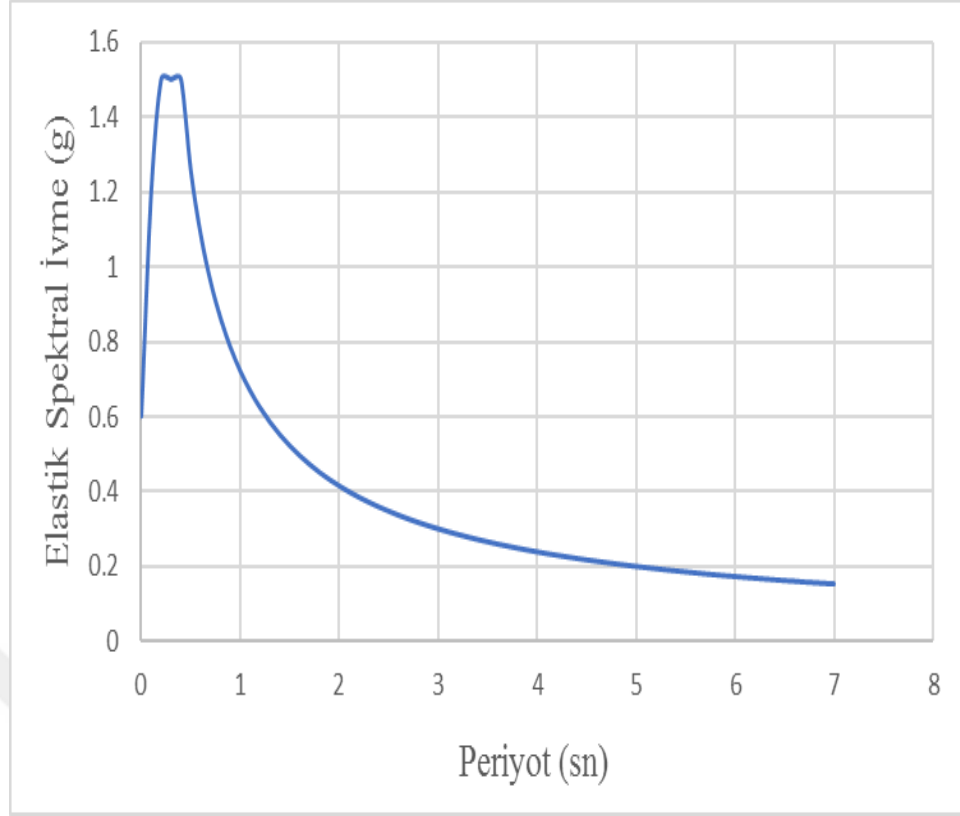
Spektrum Katsayısı, $S(T)$, yerel zemin koşullarına ve bina doğal periyodu T 'ye bağlı olarak denklem 3.30, 3.31 ve 3.32 ile hesaplanır;

$$S(T) = 1 + 1.5 \cdot \frac{T}{T_A} \quad (0 \leq T \leq T_A) \quad (3.30)$$

$$S(T) = 2.5 \quad (T_A < T \leq T_B) \quad (3.31)$$

$$S(T) = 2.5 \cdot \frac{T_B}{T} \quad (T_B < T) \quad (3.32)$$

Yukarıda bahsedilen parametreler göz önünde bulundurularak elastik spektral ivme spektrumu hesaplanmış ve Şekil 3.16'da verilmiştir. Rastgele seçilen ivme kayıtlarının benzeştirilmesi hesaplanan elastik spektral ivme spektrumu eğrisine göre yapılacaktır.



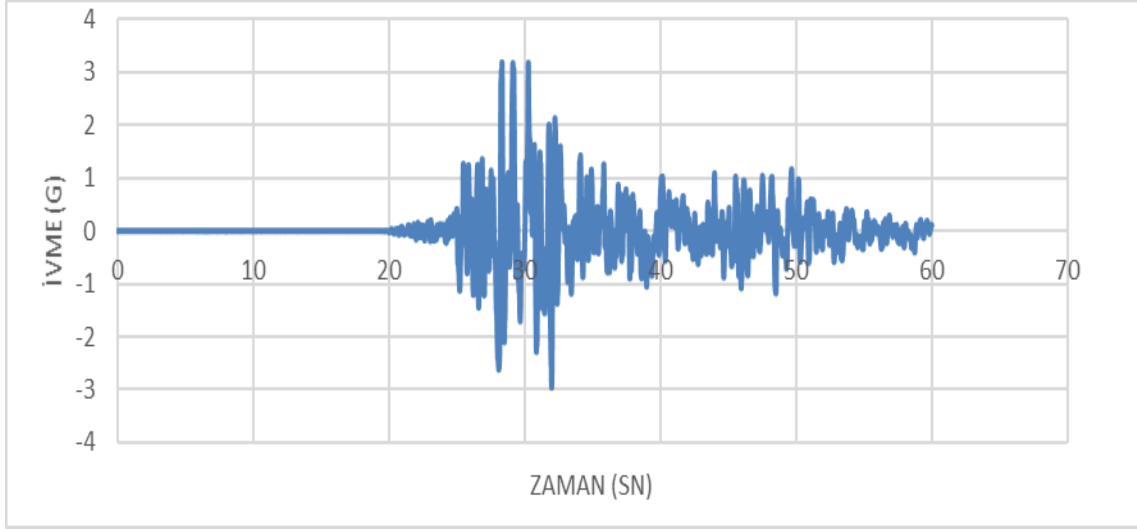
Şekil 3.16 : Elastik spektral ivme spektrumu $S_{ae}(T)$.

3.3.4.2 Rastgele seçilen deprem ivmesi kayıtları

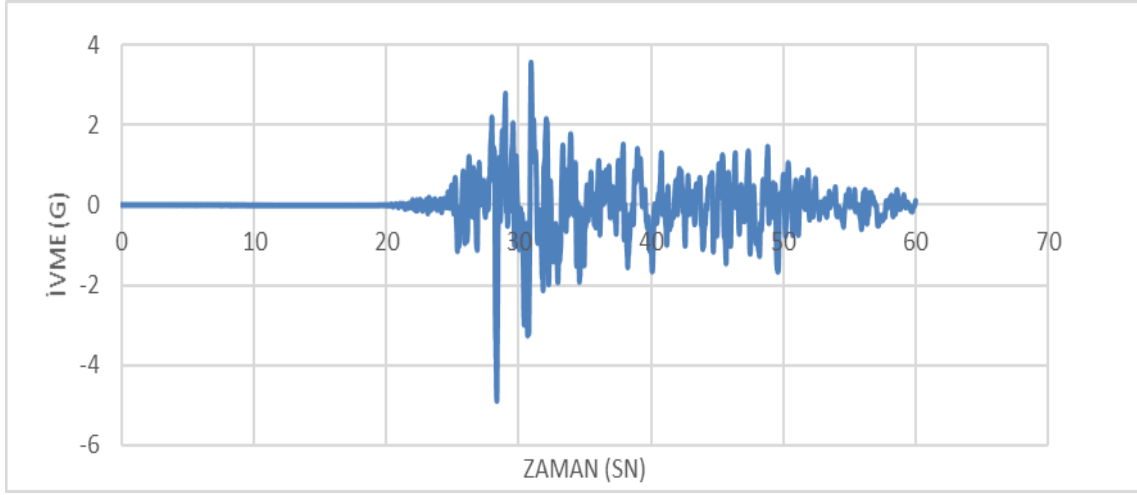
Bu tez çalışmasında kullanılan ve rastgele seçilmiş 7 adet deprem ivme kaydının isimleri aşağıda verilmektedir;

1. Chi-Chi Depremi (Uzak) (20 Eylül 1999)
2. Loma Prieta Depremi (Uzak) (18 Ekim 1989)
3. Superstition Hills Depremi (Uzak) (24 Kasım 1987)
4. Chi-Chi Depremi (Yakın) (20 Eylül 1999)
5. Erzincan Depremi (Yakın) (13 Mart 1992)
6. Superstition Hills Depremi (Yakın) (24 Kasım 1987)
7. Ceyhan Depremi (27 Haziran 1998)

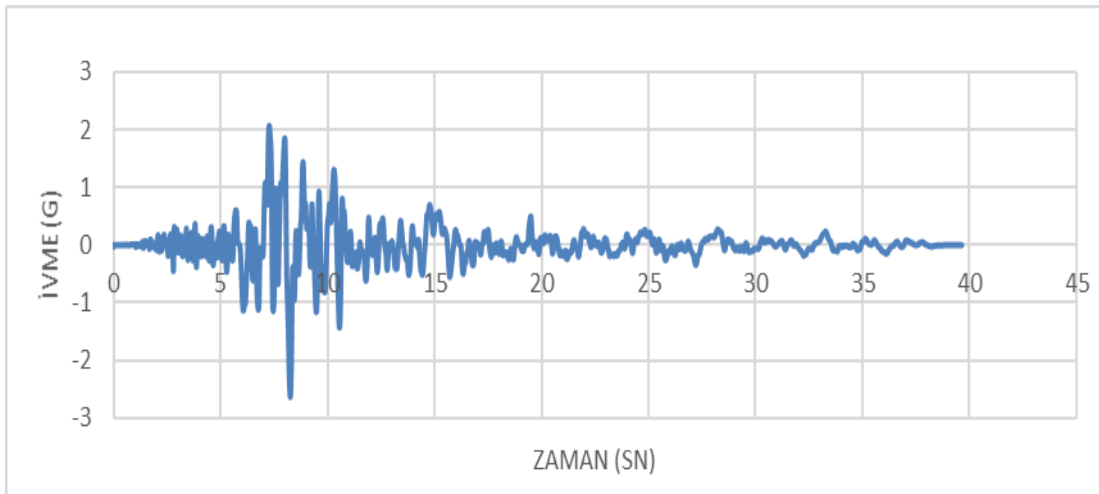
Bu tez kapsamında yukarıda belirtilen deprem kayıtlar iki bileşenli olarak binaya etkitilerek çözüm yapılmıştır. Kullanılan deprem kayıtlarının her iki doğrultuları için ivme zaman grafikleri aşağıdaki şekillerde gösterilmiştir.



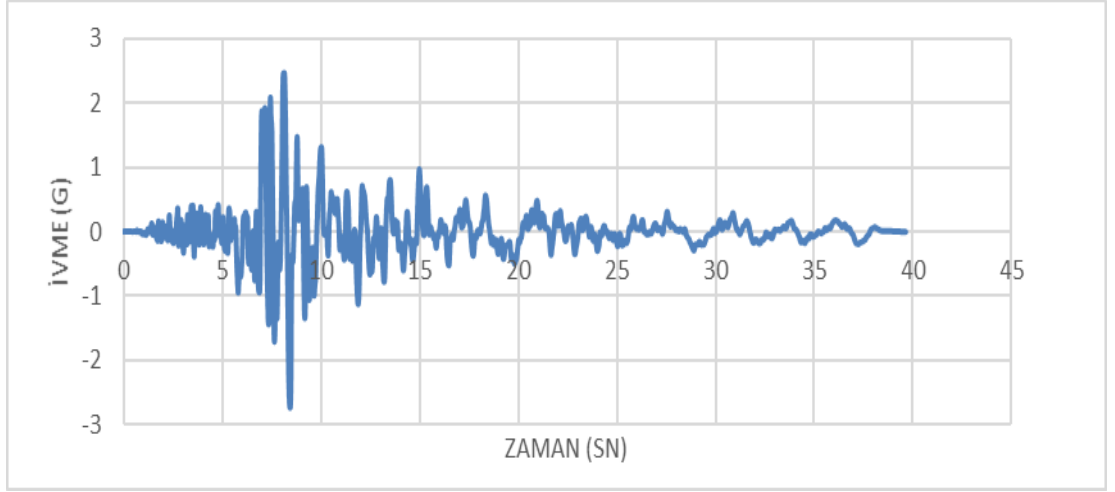
Şekil 3.17 : 1- Chi-Chi depremi ivme kaydı.



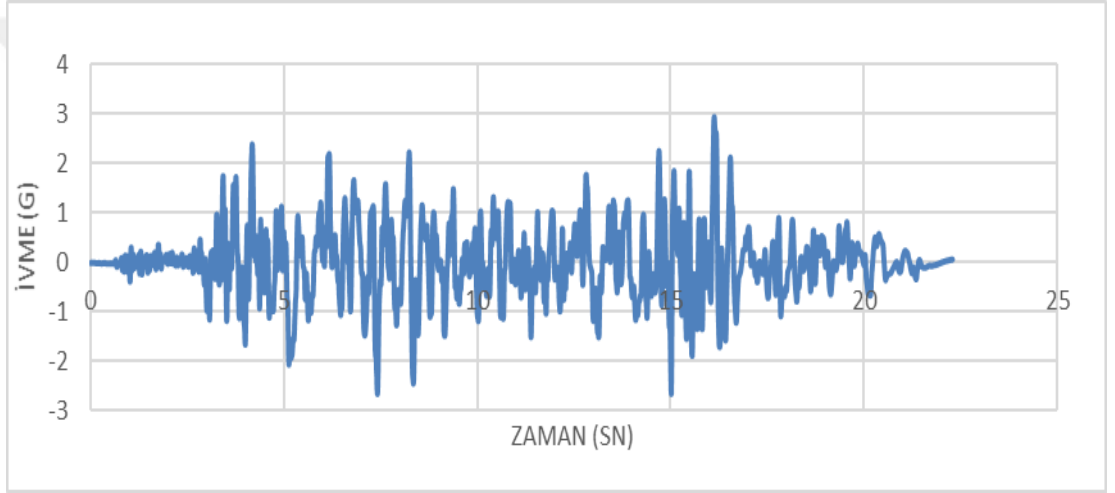
Şekil 3.18 : 1- Chi-Chi depremi diğer doğrultu ivme kaydı.



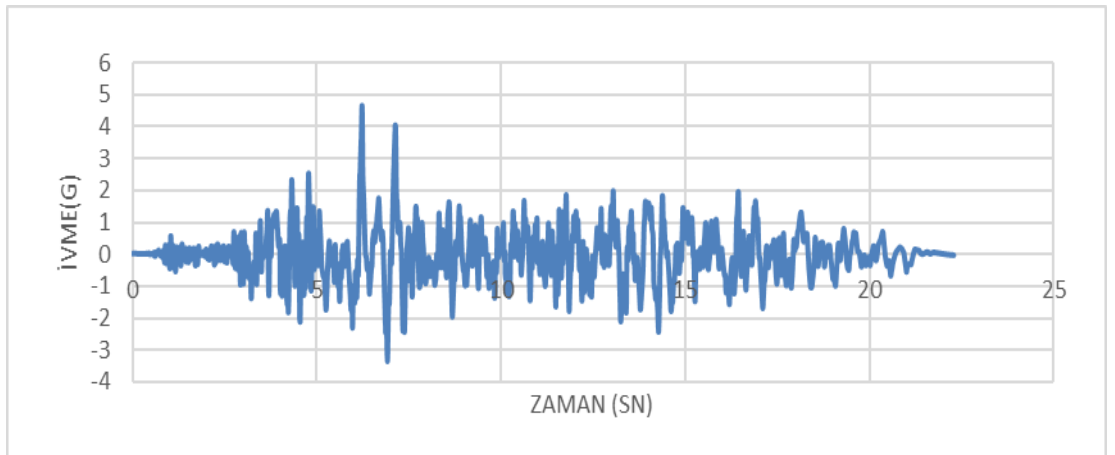
Şekil 3.19 : 2-Loma Prieta depremi ivme kaydı.



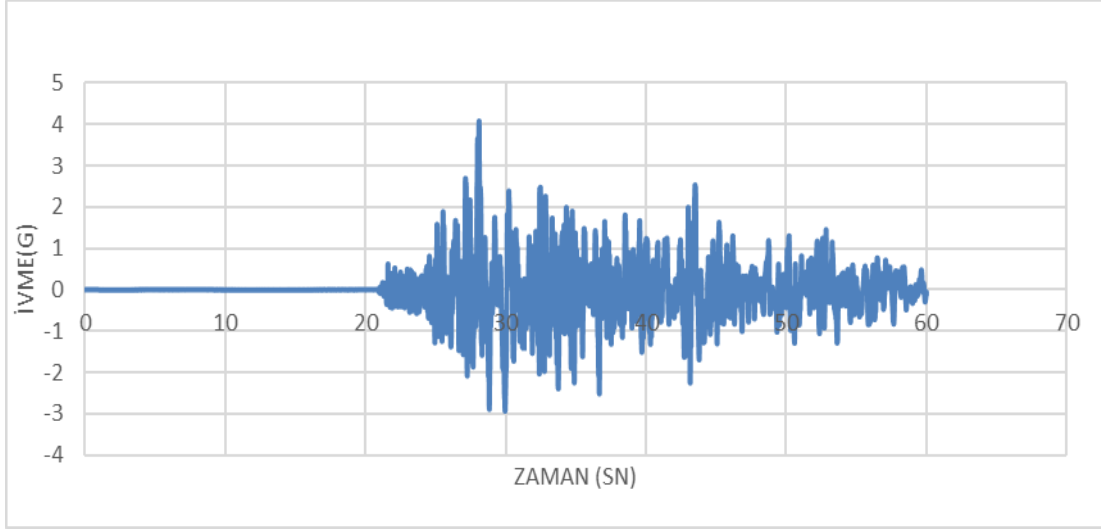
Şekil 3.20 : 2-Loma Prieta depremi diğer doğrultu ivme kaydı.



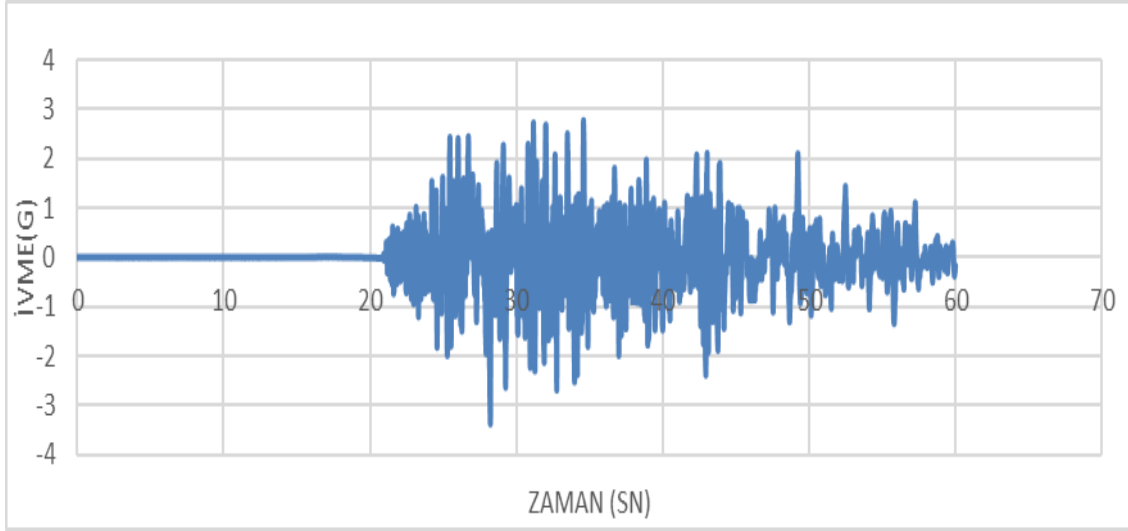
Şekil 3.21 : 3-Superstition Hills depremi ivme kaydı.



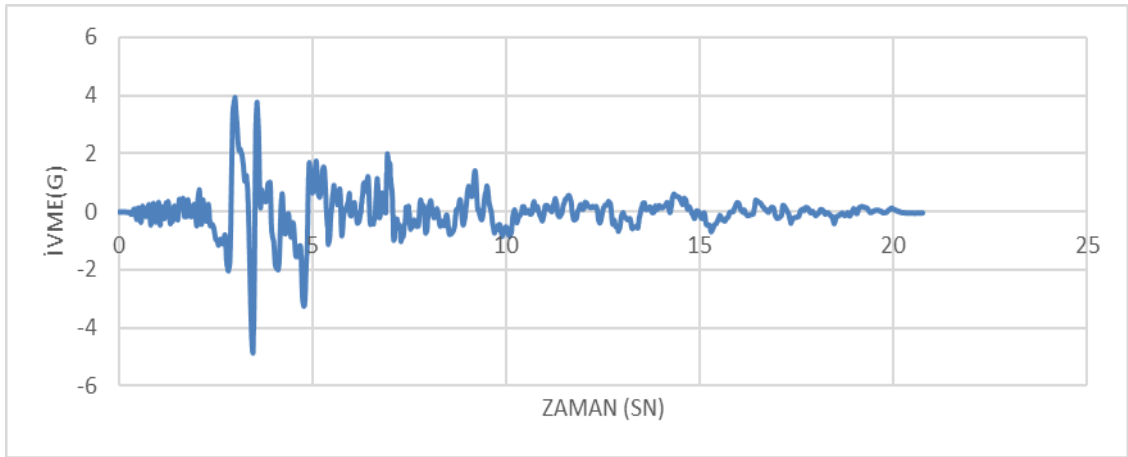
Şekil 3.22 : 3-Superstition Hills depremi diğer doğrultu ivme kaydı.



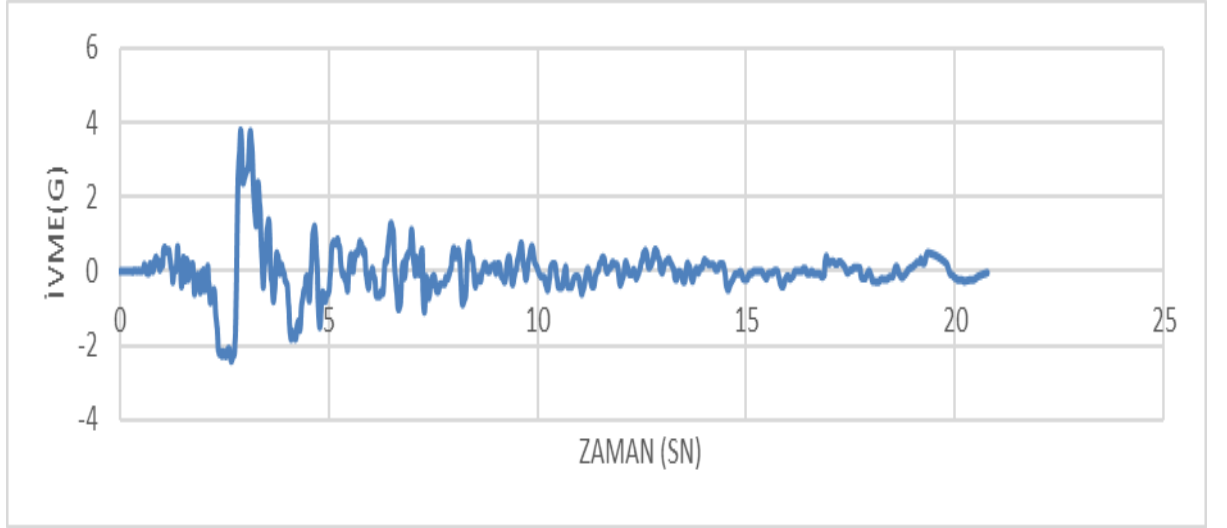
Şekil 3.23 : 4- Chi-Chi depremi ivme kaydı.



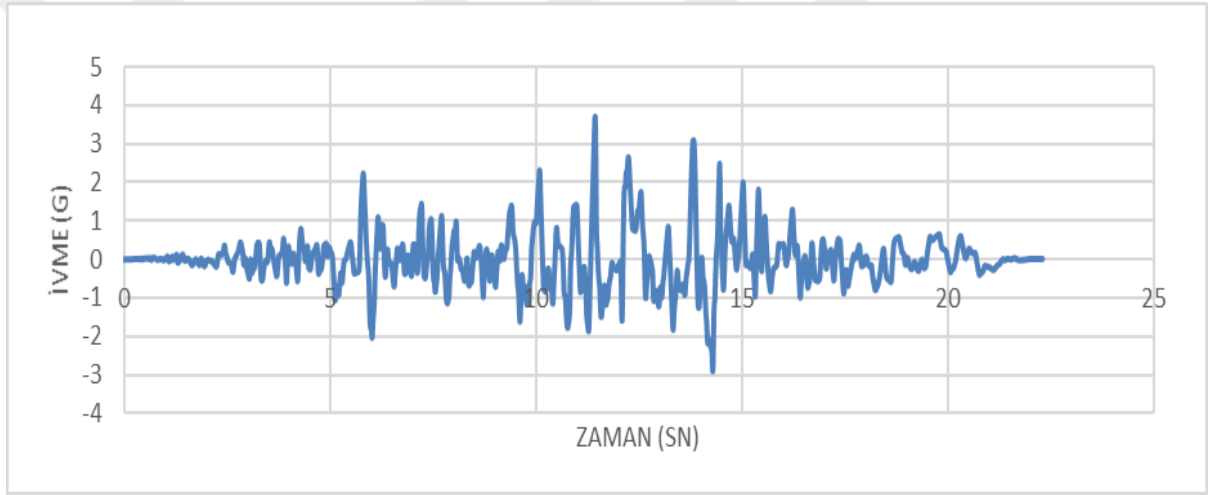
Şekil 3.24 : 4- Chi-Chi depremi diğer doğrultu ivme kaydı..



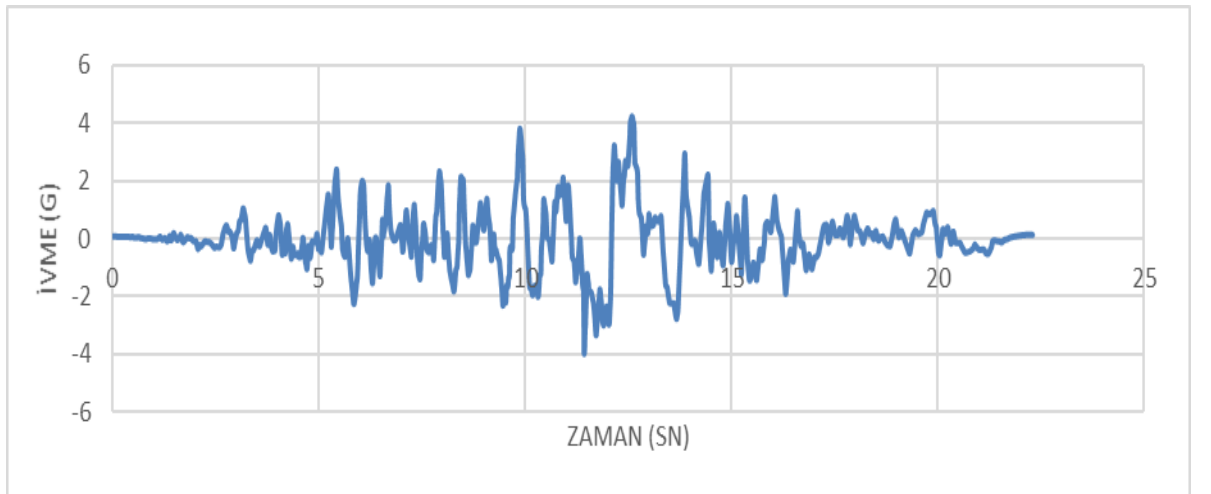
Şekil 3.25 : 5-Erzincan depremi ivme kaydı.



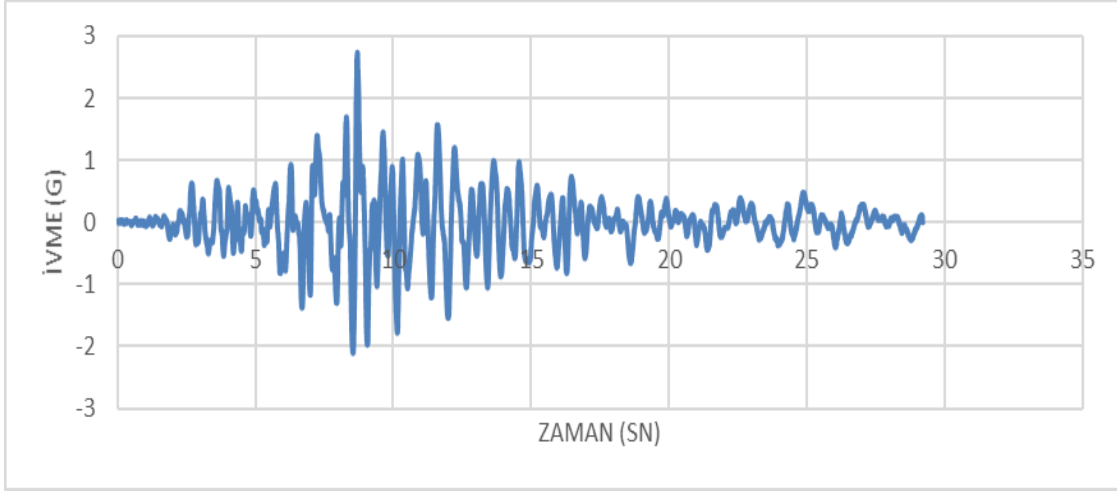
Şekil 3.26 : 5-Erzincan depremi diğer doğrultu ivme kaydı.



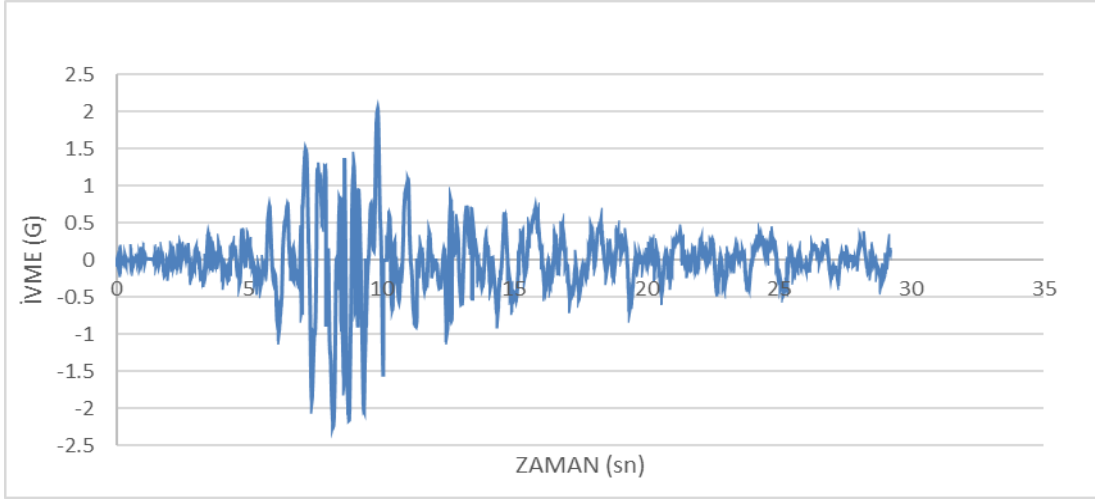
Şekil 3.27 : 6-Superstition Hills depremi ivme kaydı.



Şekil 3.28 : 6-Superstition Hills depremi diğer doğrultu ivme kaydı.



Şekil 3.29 : 7-Ceyhan depremi ivme kaydı.



Şekil 3.30 : 7-Ceyhan depremi diğer doğrultu ivme kaydı.

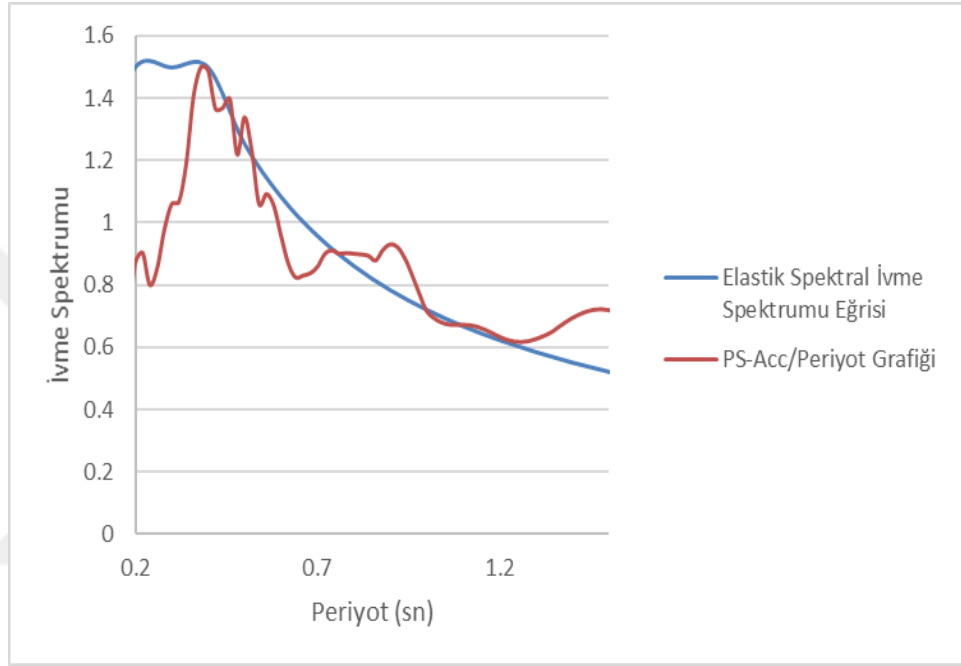
3.3.4.3 Deprem ivme kayıtlarının benzeştirilmesi

Deprem kayıtlarının benzeştirilmesi işleminde SeismoSignal yazılımı kullanılmıştır. SeismoSignal yazılımında deprem ivme kayıtlarının benzeştirilmesi yapılırken aşağıdaki adımlar izlenmektedir:

- Ham ivme kayıtları uygun birimlerde SeismoSignal içine aktarılır.
- %5 sönüm oranı için veriler alınır ve excel programına aktarılır.
- Elastik spektral ivme spektrumu eğrisi ile SeismoSignal programından elde edilen PS-Acc/periyot grafiği binanın hakim periyotlarının 0.2 ile 2 katı arasında (0.2 - 1.2 sn arasında) benzeşecek şekilde çakıştırılır. Benzeştirmede elde edilen katsayı 2~3 ü geçmemelidir.

- Ham ivme kaydı ölçeklendirme ile elde edilen katsayı ile çarpılarak SAP2000 modelinde tanımlanır ve çözüm yapılır.

Şekil 3.31’de 1-Chi-Chi Depremi (Uzak) depremi için ivme spektrumu eğrisi ile ölçeklendirme ile SeismoSignal programından elde edilen PS-Acc/periyot grafiği karşılaştırılmış ve gösterilmiştir. Ölçeklendirme katsayısı bu deprem kaydı için 1.2 olarak elde edilmiştir. Diğer deprem kayıtları için de aynı işlemler tekrarlanarak katsayılar elde edilmiştir.



Şekil 3.31 : Chi-Chi Depremi (Uzak) depremi için elastik spektral ivme spektrumu eğrisi ile PS-Acc/periyot grafiğinin benzeştirilmesi.

Ölçeklendirme sonucunda elde edilen katsayılar aşağıda gösterilmektedir.

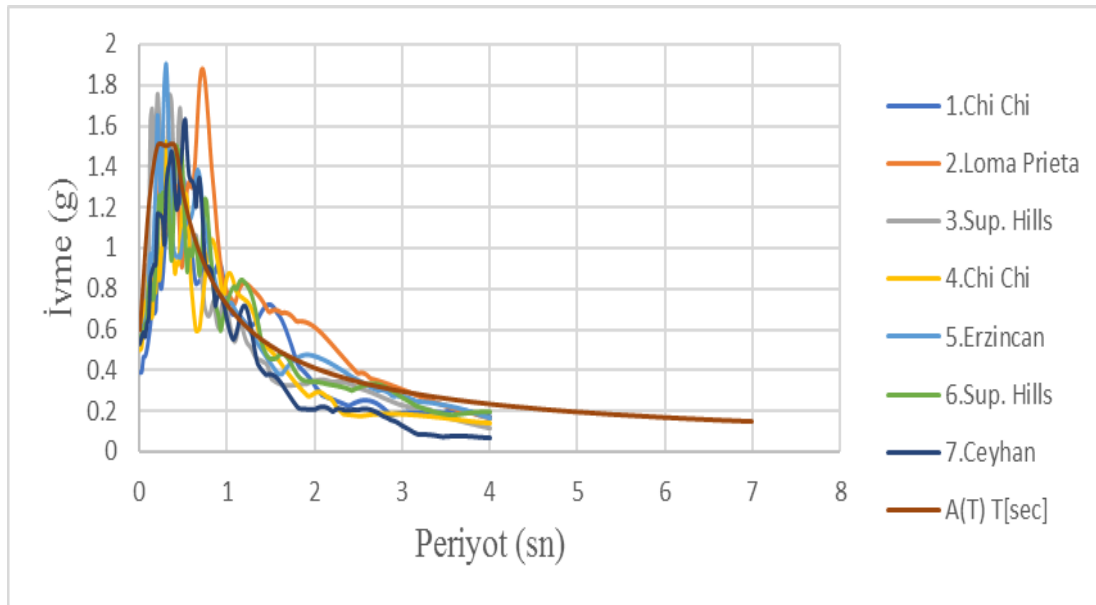
1. Chi-Chi Depremi (Uzak) : 1.2
2. Loma Prieta Depremi (Uzak) : 2.25
3. Superstition Hills Depremi (Uzak) : 2
4. Chi-Chi Depremi (Yakın) : 1.2
5. Erzincan Depremi (Yakın) : 1.25
6. Superstition Hills Depremi (Yakın) : 1.5
7. Ceyhan Depremi : 1.9

Deprem kayıtları deprem yönetmeliğinde önerildiği üzere iki bileşenli olarak yapıya eşzamanlı olarak x ve y doğrultusunda etkililerek analiz yapılmıştır. Seçilen depremlerin diğer doğrultuları için ivme zaman grafikleri elde edilmiş ve ölçeklendirme işlemi aynı şekilde tekrarlanmıştır.

Diğer bileşeni oluşturan deprem kayıtları için ölçeklendirme sonucunda elde edilen katsayılar aşağıda gösterilmektedir.

1. Chi-Chi Depremi (Uzak) : 1.2
2. Loma Prieta Depremi (Uzak) : 1.5
3. Superstition Hills Depremi (Uzak) : 2.1
4. Chi-Chi Depremi (Yakın) : 2
5. Erzincan Depremi (Yakın) : 1.8
6. Superstition Hills Depremi (Yakın) : 1.2
7. Ceyhan Depremi : 2.25

Tüm deprem kayıtları için alınan kayıtlar için ölçeklendirme yapıldıktan sonra kayıtlar üst üste çakıştırılarak spektrum eğrisi ile karşılaştırılmıştır. Aşağıdaki Şekil 3.32’de kullanılan 7 adet deprem kaydının çakıştırılmasından elde edilen grafik görülmektedir.



Şekil 3.32 : 7 adet deprem kaydının çakıştırılması.

Analizler programa tanımlanırken DBYBHY-2007’de önerildiği şekilde güçlü doğrultu 1 katsayısı ile, zayıf deprem doğrultusu ise 0.3 katsayısı ile yapıya etkitilmiş ve tüm zaman tanım alanında analizler bu şekilde iki bileşenli olarak yapılmıştır. Şekil 3.33’te analizin programda tanımlanması gösterilmiştir.

Load Case Data - Nonlinear Direct Integration History

Load Case Name
 7-CEYHAN-NLX-NLY [Set Def Name] [Modify/Show...]

Initial Conditions
☐ Zero Initial Conditions - Start from Unstressed State
☒ Continue from State at End of Nonlinear Case [DUSEY_PO] [v]
 Important Note: Loads from this previous case are included in the current case

Modal Load Case
 Use Modes from Case [MODAL] [v]

Loads Applied

Load Type	Load Name	Function	Scale Factor
Accel	U1	7-CEYHAN	0.019
Accel	U2	7-CEYHAN-DIGE	0.0225

[Add] [Modify] [Delete]

☐ Show Advanced Load Parameters

Time Step Data
 Number of Output Time Steps: 5843
 Output Time Step Size: 5.000E-03

Other Parameters
 Damping: [Proportional Damping] [Modify/Show...]
 Time Integration: [Hilber-Hughes-Taylor] [Modify/Show...]
 Nonlinear Parameters: [Default] [Modify/Show...]

Load Case Type
 Time History [v] [Design...]

Analysis Type
☐ Linear
☒ Nonlinear

Solution Type
☐ Modal
☒ Direct Integration

Geometric Nonlinearity Parameters
☐ None
☒ P-Delta
☐ P-Delta plus Large Displacements

History Type
☒ Transient
☐ Periodic

Mass Source
 Previous [v]

[OK] [Cancel]

Şekil 3.33 : İki bileşenli zaman tanım alanında analiz tanımlanması.



4. MEVCUT MODELİN DEĞERLENDİRİLMESİ VE GÜÇLENDİRME YÖNTEMİ

4.1 Mevcut Modelin Değerlendirilmesi

Laboratuvar binasında yapılan doğrusal ve doğrusal olmayan analizler sonucu elde edilen bilgiler doğrultusunda binanın değerlendirilmesi yapılmış ve güçlendirilmesine karar verilmiştir. Karar vermede etkili olan parametreler aşağıda sıralanmıştır:

- Laboratuvar binasının incelenen kolon kesitlerinde kesme kapasitelerinin yetersizliği ve gevrek kırılma,
- Tepe yerdeğiştirmelerinin büyük olması,
- Göreli kat ötelemelerinin DBYBHY-2007'ye göre ileri hasar bölgesi ve göçme bölgesine geçmesi,
- Kolon donatı ve beton birim şekil değiştirmelerinin DBYBHY-2007'ye göre ileri hasar bölgesi ve göçme bölgesine geçmesi,
- Sonradan eklenen iki adet U şeklinde betonarme perdelerin en üst kata kadar çıkmamasından dolayı perde üstünde ani rijitlik değişimi meydana gelmesi,
- Kalkan duvarda büyük yerdeğiştirmelerin gözlenmesi,
- Yapıda yapılmış olan deney ve gözlemler sonucu belirlenen dış kolonlarda pas payının kaybı ve donatıların korozyonu ve onarıma ihtiyaç duyulması.

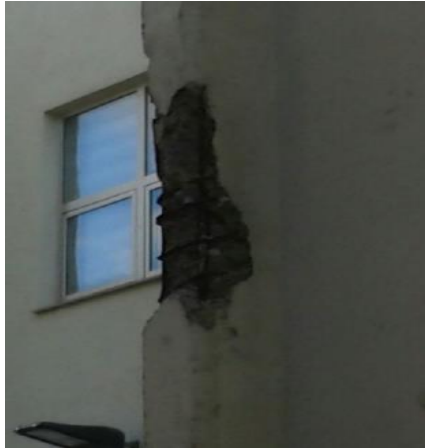
Mevcut durumun zaman tanım alanında analiz sonuçları Ek K, Ek L, Ek M'de detaylı olarak genel bazda, kat bazında ve eleman bazında olmak üzere gösterilmiştir. Bu sonuçlarla ilgili örnek olması açısından aşağıda bahsedilecektir. Bölüm 3'te anlatılmış olduğu gibi ara kolon olan 175, 176, 382, 383 kolonlarında kesme kuvveti kapasitesi aşılmaktadır. Ağır betonarme çatının altındaki kolonların önemli bir kısmında büyük kesme kuvvetleri meydana gelmekte ve sünek kırılma şartı sağlanmamaktadır.

Çizelge 4.1’de iki doğrultu için yapılan deprem kayıtları için tepe yerdeğiştirmesi sonuçları verilmiştir. $u(maks)_{mev.}$, mevcut durumdaki tepe yerdeğiştirmesini ifade etmektedir. Çizelgeye göre yapıda 60 cm’ye ulaşan tepe yerdeğiştirmeleri mevcuttur. Bu yerdeğiştirmeler yapı için güvensiz durum oluşturmaktadır.

Çizelge 4.1 : Mevcut durum tepe yerdeğiştirmeleri.

Deprem Kaydı	$u(maks)_{mev.}$ (m)
1-CHI CHI-NLX-NLY	0.1750
2-LOMA PRIETA-NLX-NLY	0.4096
3-SUPERSTITION HILLS-NLX-NLY	0.1099
4-CHI CHI-NLX-NLY	0.4108
5-ERZINCAN-NLX-NLY	0.7540
6-SUPERSTITION HILLS-NLX-NLY	0.3896
7-CEYHAN-NLX-NLY	0.3487
Ortalama	0.3711
Standart Sapma	0.1917
Ortalama+Standart Sapma	0.5628
1-CHI CHI-NLY-NLX	0.5445
2-LOMA PRIETA-NLY-NLX	0.1964
3-SUPERSTITION HILLS-NLY-NLX	0.2534
4-CHI CHI-NLY-NLX	0.2890
5-ERZINCAN-NLY-NLX	0.6813
6-SUPERSTITION HILLS-NLY-NLX	0.6650
7-CEYHAN-NLY-NLX	0.1785
Ortalama	0.4012
Standart Sapma	0.2051
Ortalama+Standart Sapma	0.6063

Şekil 4.1 ve 4.2’de yapılan gözlemler sonucu elde edilen fotoğraflardan örnekler gösterilmiştir.



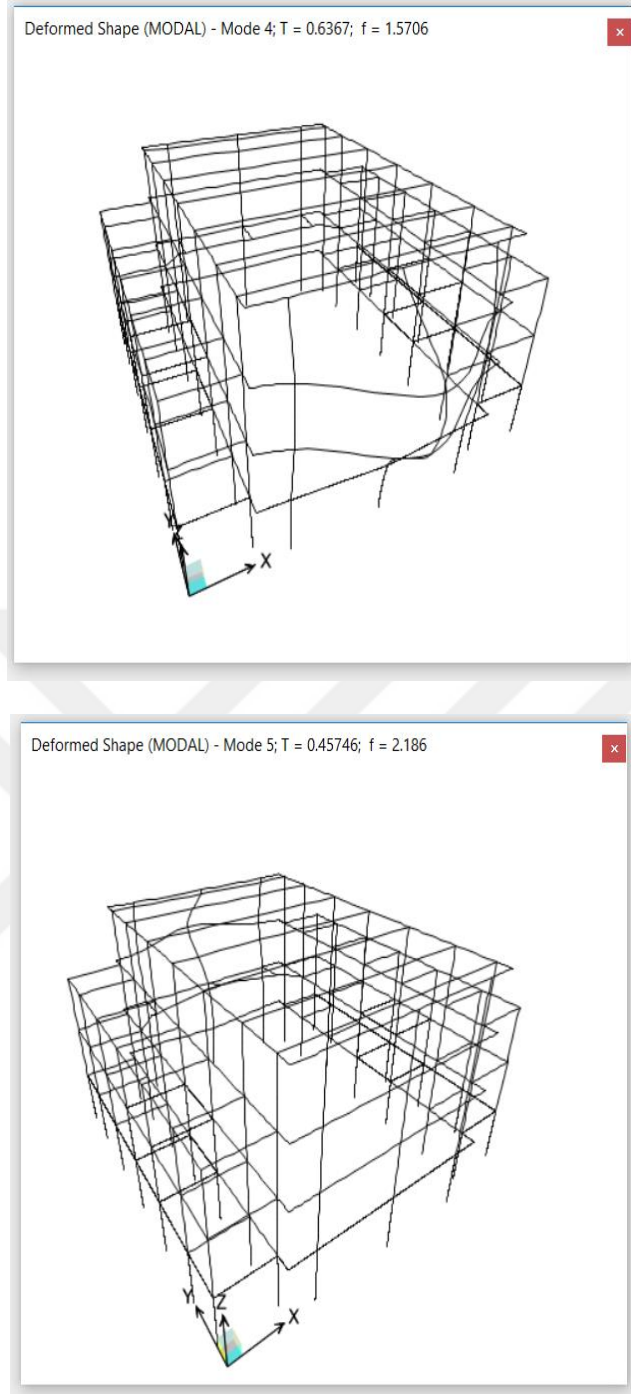


Şekil 4.1 : Kolon donatılarında korozyon.



Şekil 4.2 : Yapı dıştan görünüm.

Yapıda x doğrultusunda dış akslarda kalkan duvar bulunmaktadır. Kalkan duvarların varlığı yapıyı güçsüzleştirmekte ve yerdeğiştirmeleri artırmaktadır. Bu duvarın bulunduğu akslarda yapı genelinden bağımsız mod şekilleri görülmektedir. Güçlendirme sonrasında bu duvarın hareketi bir miktar engellenmiştir ancak kalkan duvarın halen güçlendirilmesi ihtiyacı vardır. Bu tez kapsamında kalkan duvarın güçlendirilmesi yapılmamıştır ancak bu duvarın yıkılıp tekrar yapılması ya da payanda ile desteklenmesi gerekmektedir. Şekil 4.3'te kalkan duvarın hareketi görülmektedir.



Şekil 4.3 : Kalkan duvar etkin mod şekilleri.

4.2 Güçlendirme Yöntemi

Tez kapsamında laboratuvar binasının güçlendirilmesi için çatıdaki 60 cm kalınlığındaki ağır döşemenin kaldırılması ve yerine aynı açıklıkları paylaşan alüminyum sandviç panelli bir çelik çatı yerleştirilmesi seçeneği değerlendirilmiştir.

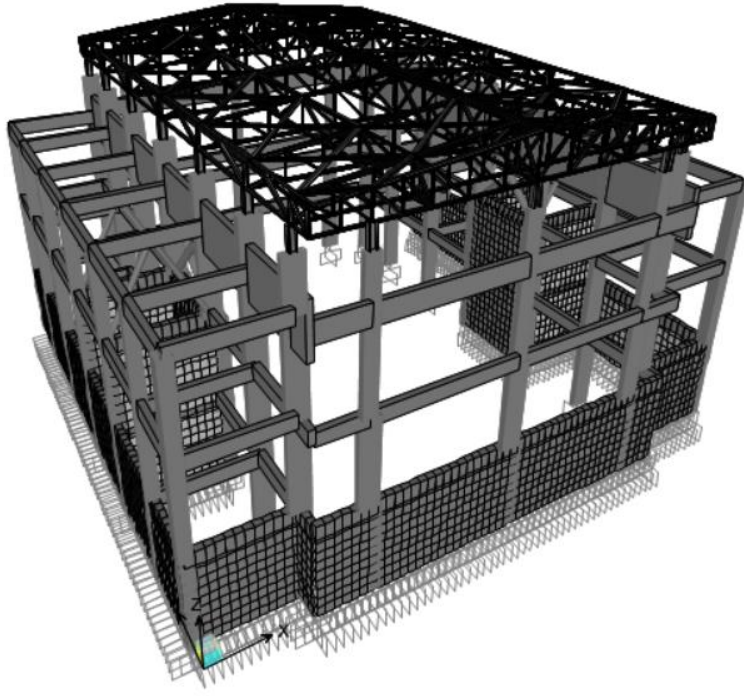
4.3 Çelik Çatı Matematik Modelinin Oluşturulması

Laboratuvar çatısı 60 cm'lik kalın bir döşeme ve yüksekliği 2 m'yi bulan kirişlerden oluşmuştur. Güçlendirme felsefesi, çatıdaki bu ağır döşemeyi ve ağır yükleri kaldırarak yapıyı hafifletmektir. Şekil 4.4'te yapıya ait çatı döşemesi ve ağır kirişler görülmektedir.

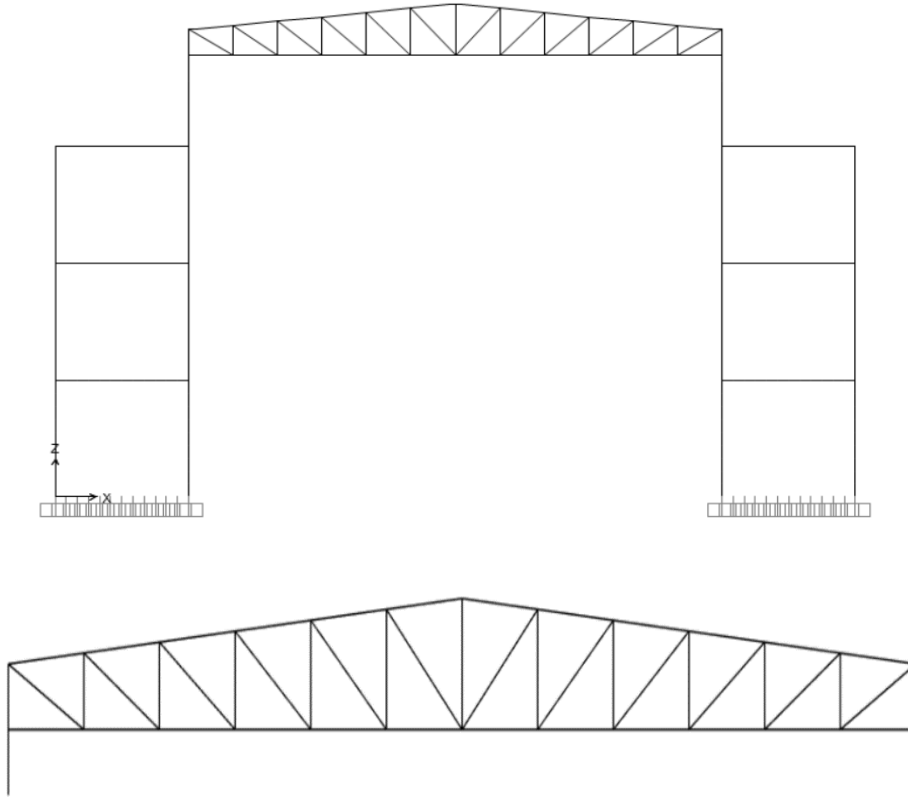


Şekil 4.4 : Çatı görünüşü.

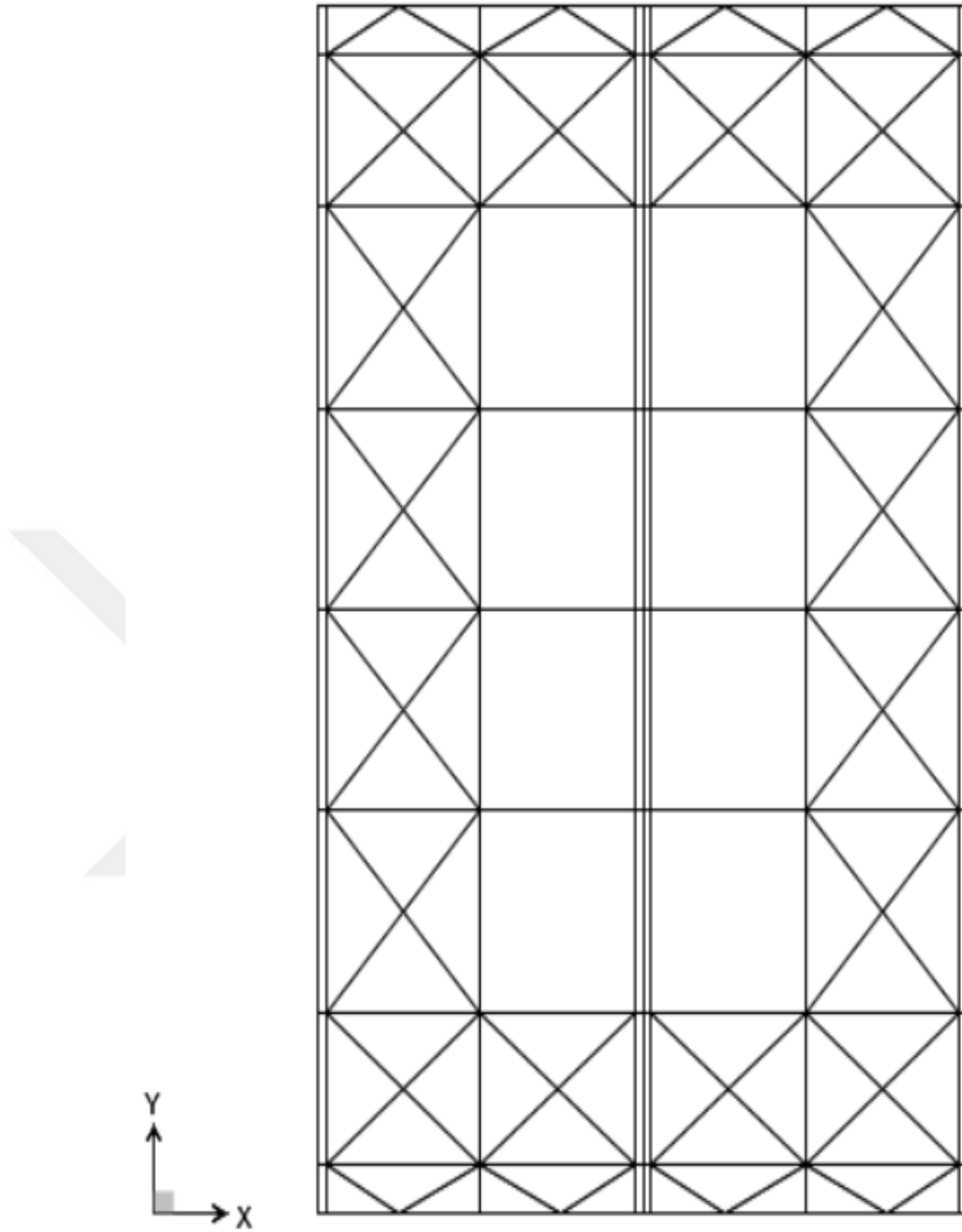
Kirişlerin alt kotundan itibaren betonarme ağırlık kaldırılacak, kot betonarme kolonların üzerine ankre edilecek çelik kolonlar ile 1 m yükseltilecek ve üzerine makaslı çelik çatı oturtulacaktır. Şekil 4.5'te güçlendirilmiş modelin 3D görünüşü, Şekil 4.6'da tipik bir makasın bulunduğu kesit ve Şekil 4.7'de makas planı görülmektedir.



Şekil 4.5 : Güçlendirilmiş model 3D görünüş.

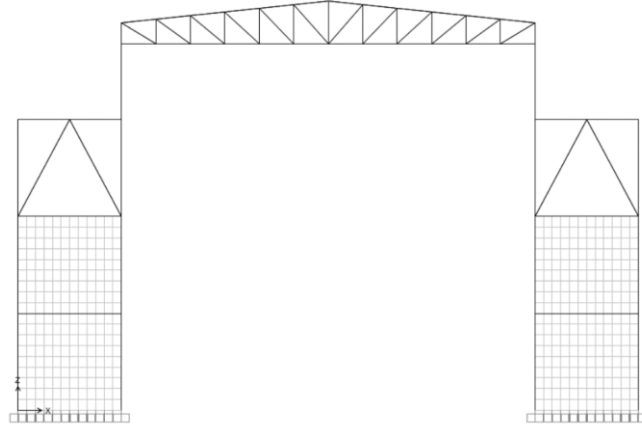


Şekil 4.6 : Makaslı çelik çatı.

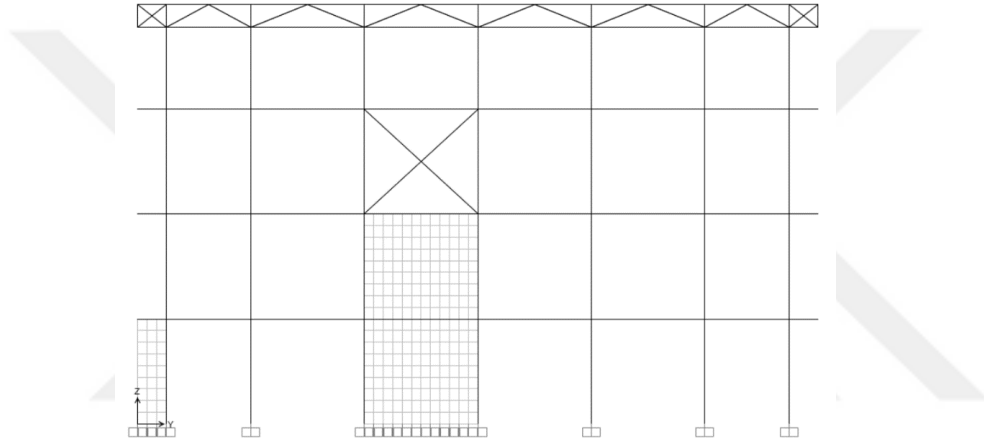


Şekil 4.7 : Çatı plan görünüşü.

Makaslı çelik çatı oluşturulduktan sonra yapılan çalışmalar sonucu sadece çatının hafifletilmesinin yerdeğiştirmeler açısından yeterli olmadığı görülmüş ve U perdenin üzerindeki katta x ve y doğrultusunda boru çaprazlar eklenmiştir. Şekil 4.8’de x doğrultusunda eklenen TUBO-D244.5X5.4 boru kesitli çaprazlar, Şekil 4.9’da ise y doğrultusunda eklenen TUBO-D355.6X6.3 boru kesitli X çaprazlar görülmektedir.



Şekil 4.8 : X doğrultusunda eklenen boru çaprazlar.



Şekil 4.9 : Y doğrultusunda eklenen boru çaprazlar.

4.4 Çelik Çatı Hesabı

Çelik çatı sistemi alt başlık elemanları, üst başlık elemanları, dikme ve diyagonellerden oluşturulmuştur. Makas elemanları ve stabilite elemanları korniyer kesitlerden seçilmiştir. Çatı örtüsü alüminyum sandviç paneldir.

Çatı açıklığı 19.2 m ve makas aralıkları ise betonarme kolonlar arası mesafe olan 4.8 m'dir. Çatı örtüsü yükleri ilgili yönetmeliklerden alınmıştır ve aşağıda verildiği gibidir:

Çatı örtüsü yükü: 0.35 kN/m^2

Rüzgar yükü: 0.8 kN/m^2

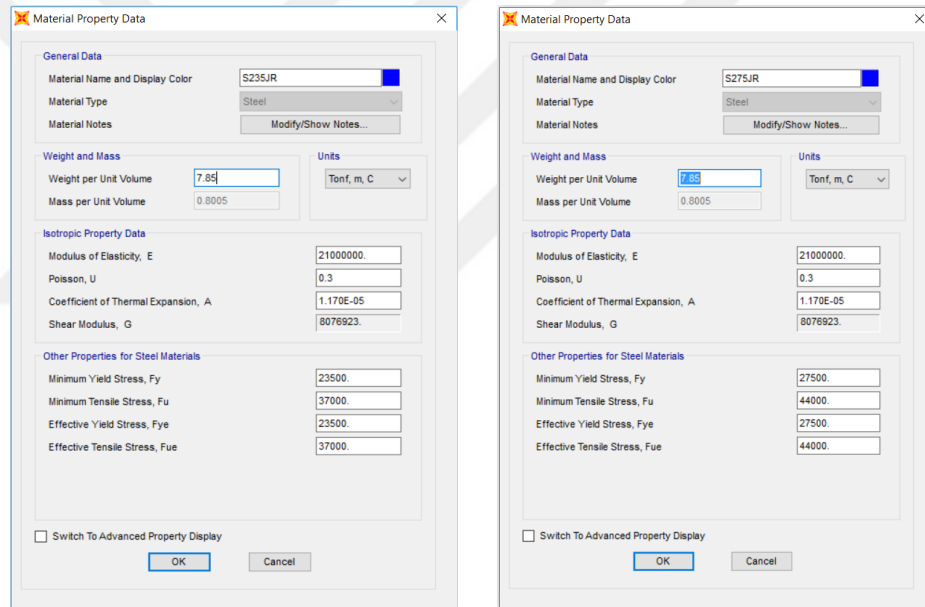
Kar yükü: 0.75 kN/m^2

Kullanılan çelik eleman kesitleri ve tonajları Çizelge 4.2’de görüldüğü gibidir.

Çizelge 4.2 : Çelik eleman kesitleri ve tonaj.

Kesit tipi	Adet	Toplam Uzunluk m	Toplam Ağırlık KN
2L100/10/10	93	586.21223	171.486
2L120/12/10	36	191.73497	80.768
2L50/5/10	215	393.21835	28.757
2L70/7/10	150	413.10133	59.214
HE300B	20	20	22.941
TUBO-D244.5X5.4	8	40.8	12.739
TUBO-D355.6X6.3	4	26.31805	14.006

Çelik çatı ağırlığı 389.911 kN olarak belirlenmiştir. Çelik elemanlar için kullanılan malzemeler S235JR ve S275JR’dir ve Şekil 4.10’da görülmektedir.



Şekil 4.10 : Çelik malzeme özellikleri.

Modal analiz sonuçları özet olarak Çizelge 4.3’te verildiği gibidir. Detaylı olarak modal analiz sonuçları Ek F’de verilmiştir.

Çizelge 4.3 : Modal analiz sonuçları.

Mod Sayı	Period (sn)	UX	UY	UZ	ToplamUX	ToplamUY	ToplamUZ
1	0.628	0	0.036	0	0	0.036	0
6	0.274	0.26	0.009	0	0.286	0.089	0
7	0.272	0.007	0.287	0	0.293	0.376	0
8	0.263	0.097	0	0	0.39	0.376	0

Çizelge 4.3 (devam) : Modal analiz sonuçları.

Mod Sayı	Period (sn)	UX	UY	UZ	ToplamUX	ToplamUY	ToplamUZ
31	0.097	0.084	0	0	0.519	0.456	0.022
36	0.093	0.069	0	0	0.591	0.456	0.022
51	0.081	0	0.053	0	0.635	0.512	0.022
58	0.078	0	0.141	0	0.636	0.663	0.025
68	0.071	0.099	0	0	0.779	0.663	0.026

Çelik elemanların tasarım sonuçları Ek H’de ayrıntılı olarak verilmiştir. Elemanlar düşey yükler, rüzgar ve deprem yükleri kombinasyonlarına göre tasarlanmış ve boyutlandırılmıştır.

Çizelge 4.4’te mevcut ve güçlendirilmiş model için ağırlık karşılaştırılması yapılmıştır. Mevcut modelde döşeme ağırlıkları kirişlere G yükü olarak etkilmişti. Güçlendirilmiş modelde ağır çatı döşemesinin kaldırılması ile G yükü 12957.31 kN’dan 4258.42 kN’a azalmıştır. Bu azalma yaklaşık 8700 kN’a karşılık gelmektedir. Yapıda toplamda 11832.16 kN ağırlık azalması sağlanmıştır.

Çizelge 4.4 : Mevcut ve güçlendirilmiş model ağırlık karşılaştırması.

Yük Adı	Güçlendirilmiş			Mevcut		
	Mesnet Reaksiyonu (kN)	n	W=G+nQ (kN)	Mesnet Reaksiyonu (kN)	n	W=G+nQ (kN)
LIVE	3168.56	0.3	950.57	4255.92	0.3	1276.78
DEAD	14322.16	1	14322.16	17445.18	1	17445.18
G	4258.42	1	4258.42	12957.31	1	12957.31
WALL	8153.09	1	8153.09	8153.09	1	8153.09
M1	131.80	1	131.80	131.80	1	131.80
COVER	192.34	1	192.34	0.00	1	0.00
SNOW	412.09	0.3	123.63	0.00	0.3	0.00
			28132.00			39964.16

4.5 Güçlendirilmiş Modelde Kesme Kuvveti Kontrolü

Güçlendirmeden önceki mevcut modelde seçili kolonların bir kısmının kesme kuvvetleri kesme kapasitesini aşmakta ve bu elemanlar gevrek olarak hasar görmekteydi. Güçlendirmeden sonra aynı elemanlarda kesme kuvveti kontrolü yapılmış ve bu elemanların sünek bölgeye geçtikleri gösterilmiştir.

Çizelgelerde içi boyalı olanlar önceden gevrek olup güçlendirildikten sonra sünek durumuna geçen kolonları ifade etmektedir. Çizelgelere göre kontrol yapılan tüm elemanların kesme kuvvetlerinde azalma olduğu görülmüş ve bu kolonlarda sünek kırılma durumu olduğu görülmüştür.

1G+1Q±1EX±0.3EY kombinasyon durumu için seçili kolonlardaki kesme kapasitesi durumu Çizelge 4.5'te verilmiştir.

Çizelge 4.5 : 1G+1Q±1EX±0.3EY kolon kesme kapasitesi.

KOLON ADI	bw(m)	h(m)	Vcr(kN)	Vrmaks(kN)	Vc	Vw(kN)	Vr(kN)	Vd(kN)	Vr≥Vd	Vd≤Vrmaks
173	0.4	1	247	1056	197.6	73.34	270.94	24.98	SÜNEK	<
174	0.4	1	247	1056	197.6	73.34	270.94	86.39	SÜNEK	<
175	0.4	1	247	1056	197.6	73.34	270.94	170.62	SÜNEK	<
176	0.4	1	247	1056	197.6	73.34	270.94	82.01	SÜNEK	<
181	0.3	0.6	111.15	475.2	88.92	42.78	131.7	16.84	SÜNEK	<
182	0.3	0.6	111.15	475.2	88.92	42.78	131.7	76.19	SÜNEK	<
313	0.3	1.2	222.3	950.4	177.84	132.94	310.78	104.09	SÜNEK	<
314	0.3	1	185.25	792	148.2	110.02	258.22	47.7	SÜNEK	<
315	0.3	0.7	129.675	554.4	103.74	50.42	154.16	-83.61	SÜNEK	<
316	0.3	0.7	129.675	554.4	103.74	50.42	154.16	-48.6	SÜNEK	<
380	0.4	1	247	1056	197.6	73.34	270.94	-38.78	SÜNEK	<
381	0.4	1	247	1056	197.6	73.34	270.94	-87.29	SÜNEK	<
382	0.4	1	247	1056	197.6	73.34	270.94	-144.94	SÜNEK	<
383	0.4	1	247	1056	197.6	73.34	270.94	-74.55	SÜNEK	<

Önceden gevrek türünde kırılan 175, 176, 182, 382, 383 kolon elemanları sünek davranış göstermektedir.

1G+1Q±1EX±0.3EY kombinasyon durumu için seçili kolonlardaki kesme kapasitesi durumu Çizelge 4.6'da verilmiştir.

Çizelge 4.6 : 1G+1Q±1EY±0.3EX kolon kesme kapasitesi.

KOLON ADI	bw(m)	h(m)	Vcr(kN)	Vrmaks(kN)	Vc	Vw(kN)	Vr(kN)	Vd(kN)	Vr≥Vd	Vd≤Vrmaks
173	1	0.4	247	1056	197.6	27.5	225.1	28.77	SÜNEK	<
174	1	0.4	247	1056	197.6	27.5	225.1	52.57	SÜNEK	<
175	1	0.4	247	1056	197.6	27.5	225.1	112.15	SÜNEK	<
176	1	0.4	247	1056	197.6	27.5	225.1	93.06	SÜNEK	<
181	0.6	0.3	111.15	475.2	88.92	19.86	108.78	16.99	SÜNEK	<
182	0.6	0.3	111.15	475.2	88.92	19.86	108.78	42.81	SÜNEK	<

Çizelge 4.6 (devam) : 1G+1Q±1EY±0.3EX kolon kesme kapasitesi.

KOLON ADI	bw(m)	h(m)	V _{cr} (kN)	V _{rmaks} (kN)	V _c	V _w (kN)	V _r (kN)	V _d (kN)	V _r ≥V _d	V _d ≤V _{rmaks}
313	1.2	0.3	222.3	950.4	177.84	29.8	207.64	141.08	SÜNEK	<
314	1	0.3	185.25	792	148.2	29.8	178	113.92	SÜNEK	<
315	0.7	0.3	129.675	554.4	103.74	19.86	123.6	122.4	SÜNEK	<
316	0.7	0.3	129.675	554.4	103.74	19.86	123.6	119.37	SÜNEK	<
380	1	0.4	247	1056	197.6	27.5	225.1	-41.41	SÜNEK	<
381	1	0.4	247	1056	197.6	27.5	225.1	-55.61	SÜNEK	<
382	1	0.4	247	1056	197.6	27.5	225.1	-84.36	SÜNEK	<
383	1	0.4	247	1056	197.6	27.5	225.1	-96.58	SÜNEK	<

Önceden gevrek türünde kırılan 176 ve 383 kolon elemanları sünek davranış göstermektedir.

Boru çaprazların modelde betonarme kirişlere düğüm noktalarından direk bağlanması sebebi ile bu betonarme kirişlerde de kesme kontrolü yapılmıştır. Bu betonarme kirişlerde en elverişsiz yüklemelerden gelen kesme kuvvetleri belirlenmiş ve kesme kapasitesi için hesap yapılmıştır. Çizelge 4.7'ye göre boru çaprazların bağlandığı betonarme kirişler gelen kesme kuvvetlerini taşıyabilmektedir.

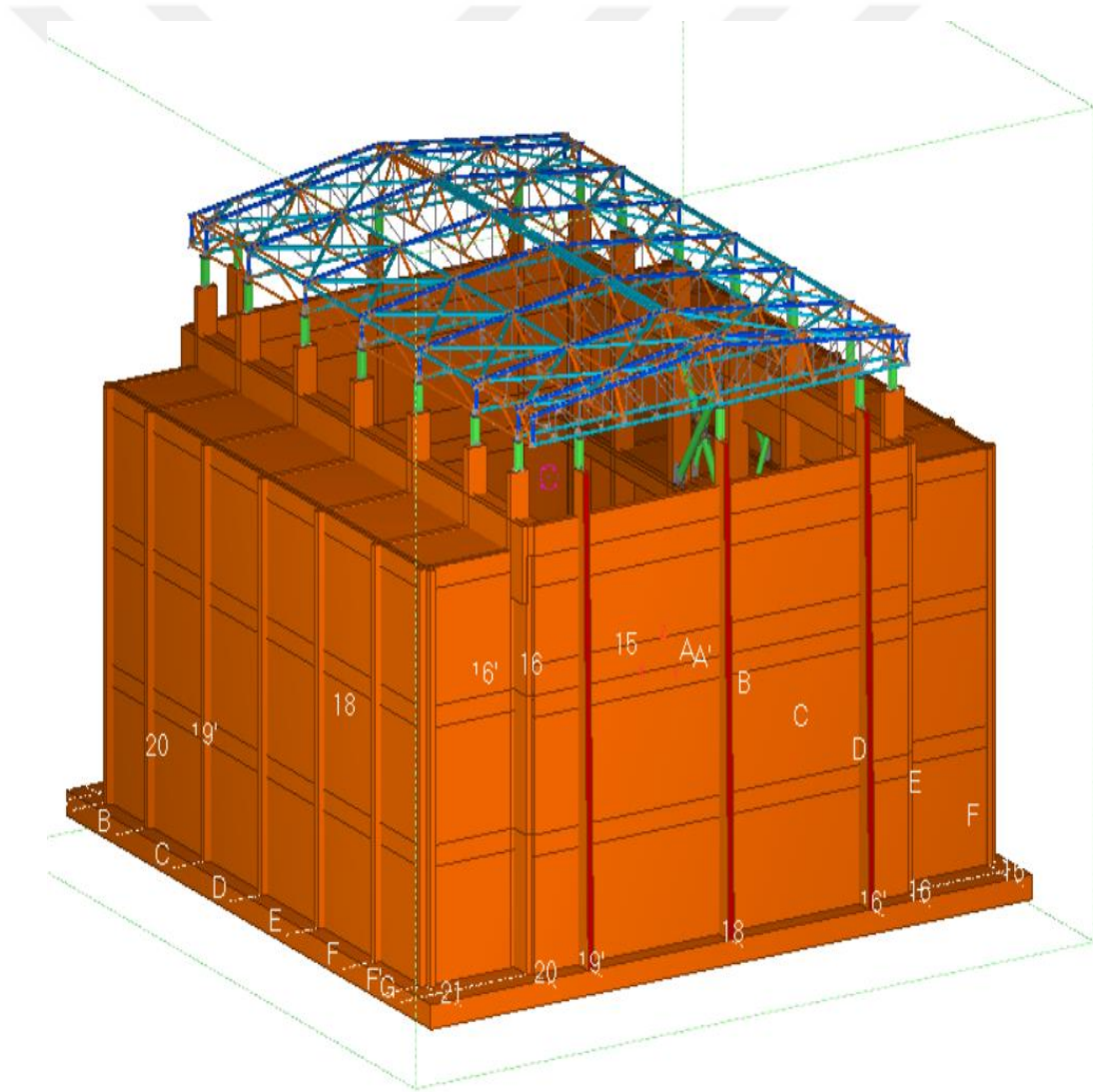
Çizelge 4.7 : Kiriş kesme kapasitesi.

Kiriş Adı	bw(m)	h(m)	V _{cr} (kN)	V _{rmaks} (kN)	V _c	V _w (kN)	V _r (kN)	V _d (kN)	V _r ≥V _d	V _d ≤V _{rmaks}
RCB30/70	0.3	0.7	129.675	554.4	103.74	62.08	165.82	-194.00	SÜNEK	<
RCB30/250	0.3	2.5	463.125	1980	370.5	233.98	604.48	-458.00	SÜNEK	<

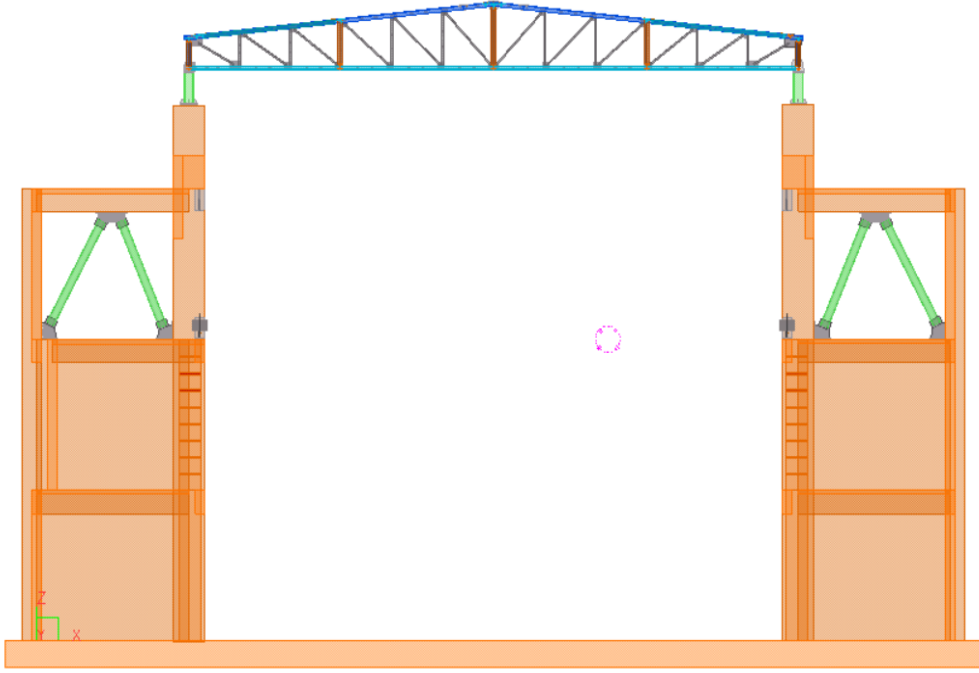
5. DETAY VE METRAJ

5.1 XSteel Modelinin Hazırlanması

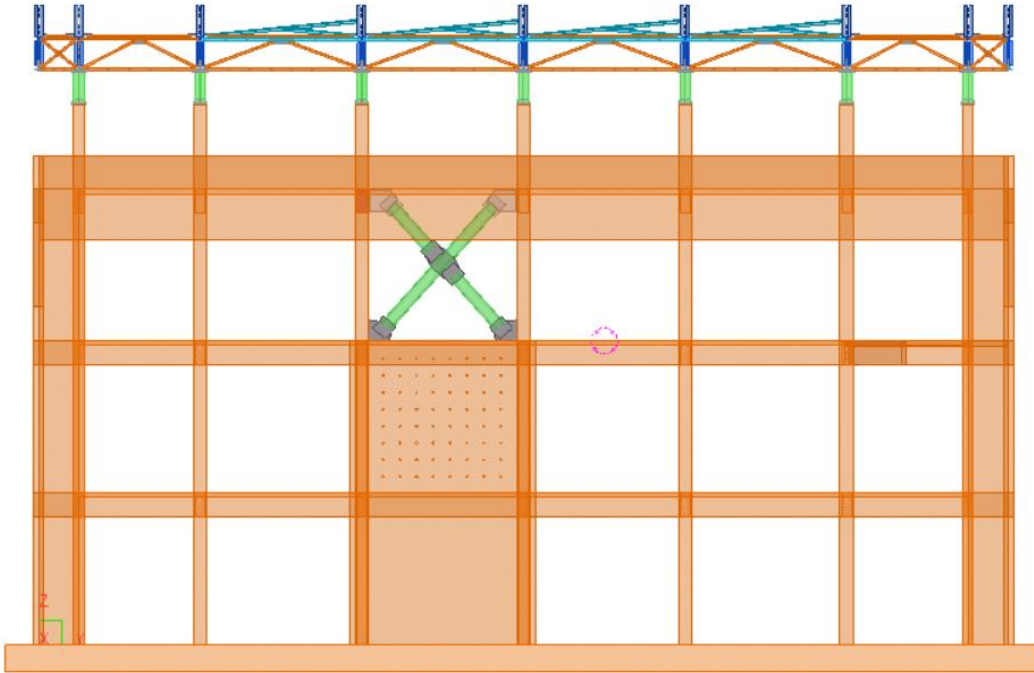
Çelik çatı matematik modeli oluşturulup elemanların boyutlandırılması yapıldıktan sonra Tekla Structures programında yapının XSteel modeli hazırlanmıştır ve çatı birleşimleri ile U perde üzerine eklenen boru çaprazların birleşimleri girilmiştir. Şekil 5.1’de tekla modele ait 3D görünüş, Şekil 5.2’de x doğrultusundan aks görünüşü, Şekil 5.3’te ise y doğrultusundan aks görünüşü bulunmaktadır.



Şekil 5.1 : 3D görünüş.

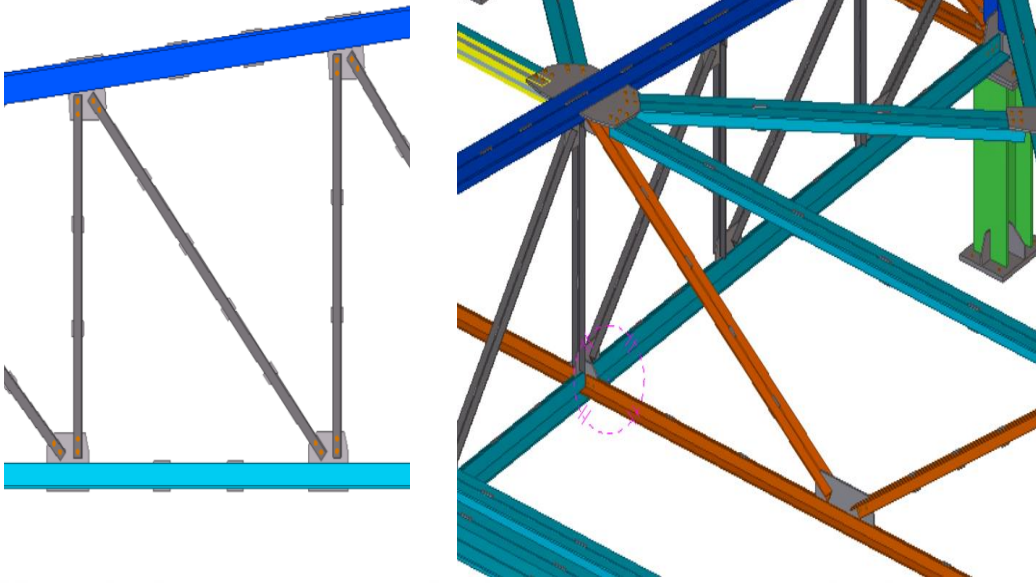


Şekil 5.2 : X doğrultusu aks görünüşü.



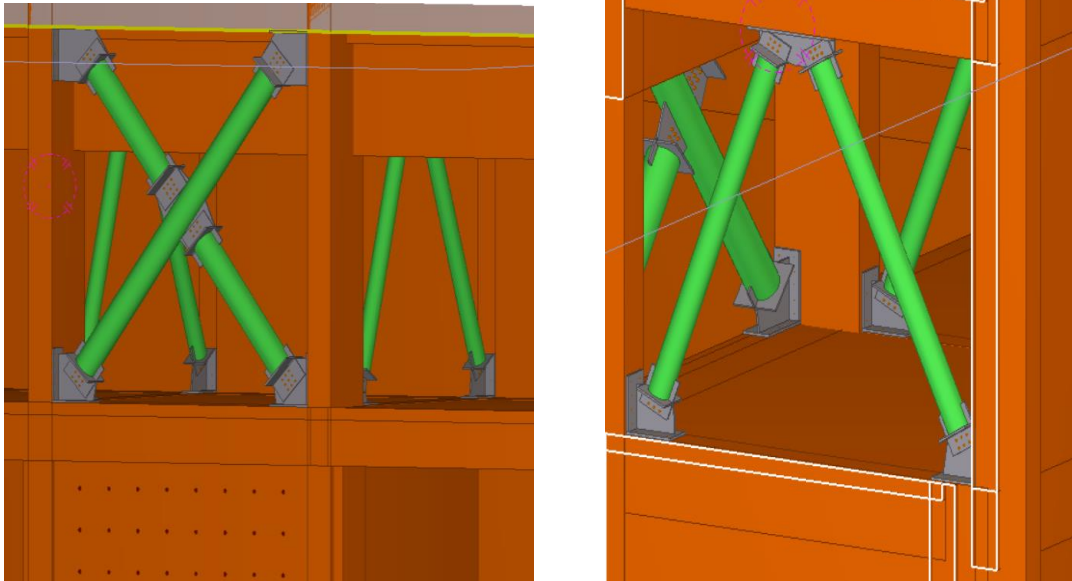
Şekil 5.3 : Y doğrultusu aks görünüşü.

Çatıdaki tüm birleşimler gelen kuvvetlere göre bulonlu yapılmıştır. Şekil 5.4'te çatı birleşimlerinden örnekler görülmektedir.



Şekil 5.4 : Çatı birleşimleri.

U perde üzerine eklenen boru çaprazlar düğüm noktalarından doğrudan betonarmeye bağlanacakları için bulonlu birleşim plakaları alın plakalarına kaynaklanmış, bu alın plakaları ise betonarmeye ankre edilmiştir. Şekil 5.5'te boru çaprazlara ait birleşim detayı görülmektedir. TUBE244.5X5.4 çaprazlarda 6M20, TUBE355.6X6.3 çaprazlarda 9M22 bulonlarla birleşim yapılmıştır. Alın plakaları ise 20'lik bulonlarla betonarmeye ankre edilmiştir.



Şekil 5.5 : Boru çaprazı birleşim detayları.

5.2 Metraj ve Maliyet Analizi

Teklada oluşturan modelden her profil çeşidi ve plakalar için toplam adet, uzunluk ve ağırlık gibi özellikleri içeren listeler alınmıştır.

TUBE244.5X5.4 metraj listesi Çizelge 5.1’de gösterilmiştir.

Çizelge 5.1: TUBE244.5X5.4 metraj listesi.

Profil	Malzeme	Adet	Uzunluk(mm)	Alan(m ²)	Ağırlık(kg)
TUBE244.5X5.4	S275JR	4	3499	2.7	109.8
TUBE244.5X5.4	S275JR	4	3436	2.6	107.8
Toplam			27739	21.2	870.4

TUBE355.6X6.3 metraj listesi Çizelge 5.2’de gösterilmiştir.

Çizelge 5.2: TUBE355.6X6.3 metraj listesi.

Profil	Malzeme	Adet	Uzunluk(mm)	Alan(m ²)	Ağırlık(kg)
TUBE355.6X6.3	S275JR	2	4798	5.3	256.5
TUBE355.6X6.3	S275JR	1	2053	2.3	109.9
TUBE355.6X6.3	S275JR	1	2053	2.3	109.9
TUBE355.6X6.3	S275JR	2	1754	2	93.8
Toplam			17210	19.1	920.4

HEB300 metraj listesi Çizelge 5.3’te gösterilmiştir.

Çizelge 5.3: HEB300 metraj listesi.

Profil	Malzeme	Adet	Uzunluk(mm)	Alan(m ²)	Ağırlık(kg)
HEB300	S275JR	6	985	1.7	115.3
HEB300	S275JR	14	935	1.6	109.4
Toplam			19000	32.9	2223.8

L50X5 metraj listesi Çizelge 5.4’te gösterilmiştir.

Çizelge 5.4: L50X5 metraj listesi.

Profil	Malzeme	Adet	Uzunluk(mm)	Alan(m ²)	Ağırlık(kg)
L50X5	S235JR	28	2016	0.4	7.6
L50X5	S235JR	28	1618	0.3	6.1
L50X5	S235JR	22	1288	0.2	4.9
L50X5	S235JR	21	1752	0.3	6.6
L50X5	S235JR	18	1409	0.3	5.3
L50X5	S235JR	16	1884	0.4	7.1

Çizelge 5.4 (devam) : L50X5 metraj listesi.

Profil	Malzeme	Adet	Uzunluk(mm)	Alan(m ²)	Ağırlık(kg)
L50X5	S235JR	16	1423	0.3	5.4
L50X5	S235JR	14	1258	0.2	4.7
L50X5	S235JR	14	1243	0.2	4.7
L50X5	S235JR	14	1095	0.2	4.1
L50X5	S235JR	14	1078	0.2	4.1
L50X5	S235JR	14	934	0.2	3.5
L50X5	S235JR	14	913	0.2	3.4
L50X5	S235JR	12	1884	0.4	7.1
L50X5	S235JR	12	1696	0.3	6.4
L50X5	S235JR	10	1582	0.3	6
L50X5	S235JR	10	1570	0.3	5.9
L50X5	S235JR	8	2016	0.4	7.6
L50X5	S235JR	8	1884	0.4	7.1
L50X5	S235JR	8	1582	0.3	6
L50X5	S235JR	8	1570	0.3	5.9
L50X5	S235JR	8	1465	0.3	5.5
L50X5	S235JR	8	1436	0.3	5.4
L50X5	S235JR	8	1233	0.2	4.6
L50X5	S235JR	8	1143	0.2	4.3
L50X5	S235JR	7	1752	0.3	6.6
L50X5	S235JR	6	2143	0.4	8.1
L50X5	S235JR	6	2143	0.4	8.1
L50X5	S235JR	6	2133	0.4	8
L50X5	S235JR	6	2133	0.4	8
L50X5	S235JR	6	2079	0.4	7.8
L50X5	S235JR	6	1349	0.3	5.1
L50X5	S235JR	5	1655	0.3	6.2
L50X5	S235JR	4	2089	0.4	7.9
L50X5	S235JR	4	1188	0.2	4.5
L50X5	S235JR	4	1125	0.2	4.2
L50X5	S235JR	4	1112	0.2	4.2
L50X5	S235JR	4	1005	0.2	3.8
L50X5	S235JR	4	991	0.2	3.7
L50X5	S235JR	4	891	0.2	3.4
L50X5	S235JR	2	2089	0.4	7.9
L50X5	S235JR	2	1423	0.3	5.4
L50X5	S235JR	2	1203	0.2	4.5
L50X5	S235JR	2	1203	0.2	4.5
L50X5	S235JR	1	1693	0.3	6.4
L50X5	S235JR	4	864	0.2	3.3
Toplam			652552	126.6	2458.8

L70X7 metraj listesi Çizelge 5.5'te gösterilmiştir.

Çizelge 5.5: L70X7 metraj listesi.

Profil	Malzeme	Adet	Uzunluk(mm)	Alan(m ²)	Ağırlık(kg)
L70X7	S235JR	32	2579	0.7	19
L70X7	S235JR	24	4750	1.3	35.1
L70X7	S235JR	18	3083	0.8	22.8
L70X7	S235JR	16	4500	1.2	33.2
L70X7	S235JR	16	2136	0.6	15.8
L70X7	S235JR	16	2136	0.6	15.8
L70X7	S235JR	14	2102	0.6	15.5
L70X7	S235JR	12	3550	1	26.2
L70X7	S235JR	12	1150	0.3	8.5
L70X7	S235JR	8	4298	1.2	31.7
L70X7	S235JR	8	3546	1	26.2
L70X7	S235JR	8	3350	0.9	24.7
L70X7	S235JR	8	2783	0.8	20.5
L70X7	S235JR	8	1701	0.5	12.6
L70X7	S235JR	8	1701	0.5	12.5
L70X7	S235JR	8	1694	0.5	12.5
L70X7	S235JR	8	1259	0.3	9.3
L70X7	S235JR	8	1086	0.3	8
L70X7	S235JR	8	795	0.2	5.9
L70X7	S235JR	8	795	0.2	5.9
L70X7	S235JR	8	795	0.2	5.9
L70X7	S235JR	8	604	0.2	4.5
L70X7	S235JR	4	2993	0.8	22.1
L70X7	S235JR	4	2779	0.8	20.5
L70X7	S235JR	4	2779	0.8	20.5
L70X7	S235JR	4	2393	0.7	17.7
L70X7	S235JR	4	2392	0.7	17.7
L70X7	S235JR	4	2057	0.6	15.2
L70X7	S235JR	4	1050	0.3	7.7
L70X7	S235JR	4	1050	0.3	7.7
L70X7	S235JR	4	1040	0.3	7.7
L70X7	S235JR	2	3470	0.9	25.6
L70X7	S235JR	2	3340	0.9	24.6
L70X7	S235JR	2	3086	0.8	22.8
L70X7	S235JR	1	2098	0.6	15.5
L70X7	S235JR	1	2096	0.6	15.5
L70X7	S235JR	8	546	0.1	4
Toplam			775961	211.1	5725.8

L100X10 metraj listesi Çizelge 5.6'da gösterilmiştir.

Çizelge 5.6: L100X10 metraj listesi.

Profil	Malzeme	Adet	Uzunluk(mm)	Alan(m ²)	Ağırlık(kg)
L100X10	S235JR	32	2909	1.1	43.8
L100X10	S235JR	26	2416	0.9	36.4
L100X10	S235JR	24	4246	1.7	64
L100X10	S235JR	18	19080	7.4	287.6
L100X10	S235JR	16	6058	2.4	91.3
L100X10	S235JR	16	4746	1.9	71.5
L100X10	S235JR	16	1660	0.6	25
L100X10	S235JR	14	4510	1.8	68
L100X10	S235JR	10	5119	2	77.1
L100X10	S235JR	8	4540	1.8	68.4
L100X10	S235JR	6	2270	0.9	34.2
L100X10	S235JR	4	5119	2	77.1
L100X10	S235JR	2	5123	2	77.2
L100X10	S235JR	2	4514	1.8	68
L100X10	S235JR	16	1545	0.6	23.3
Toplam			1029412	401.5	15515.3

L120X12 metraj listesi Çizelge 5.7'de gösterilmiştir.

Çizelge 5.7: L120X12 metraj listesi.

Profil	Malzeme	Adet	Uzunluk(mm)	Alan(m ²)	Ağırlık(kg)
L120X12	S235JR	36	8847	4.1	191
L120X12	S235JR	36	946	0.4	20.4
L120X12	S235JR	8	713	0.3	15.4
L120X12	S235JR	4	743	0.3	16
L120X12	S235JR	4	741	0.3	16
L120X12	S235JR	4	714	0.3	15.4
L120X12	S235JR	2	713	0.3	15.4
L120X12	S235JR	2	707	0.3	15.3
L120X12	S235JR	12	671	0.3	14.5
Toplam			377947	177.3	8158.9

Yukarıdaki listelerden elde verilere göre mevcut modele 35.9 ton çelik profil eklenmiş, 10.6 ton plaka ise birleşimler için kullanılmış, toplamda 46.5 ton çelik eleman tonajı ortaya çıkmıştır. Eklenen çelik elemanlar için maliyet analizi yapılmıştır. Çizelge 5.8'de çelik elemanlar için toplam metraj ve Çizelge 5.9'da ise çelik elemanlar için maliyet kalemleri gösterilmiştir.

Çizelge 5.8: Toplam çelik metraj.

Profil	Uzunluk(mm)	Alan(m ²)	Ağırlık(kg)
TUBE244.5X5.4	27739	21.2	870.4
TUBE355.6X6.3	17210	19.1	920.4
HEB300	19000	32.9	2223.8
L50X5	652552	126.6	2458.8
L70X7	775961	211.1	5725.8
L100X10	1029412	401.5	15515.3
L120X12	377947	177.3	8158.9
Toplam	2899821	989.7	35873.4

Çizelge 5.9: Maliyet tablosu.

Maliyet ücreti (TL/kg)	Maliyet Tipi
2.3	Profil (malzeme)
0.1	Boya
1	İmalat
0.4	Yerinde montaj

Çizelge 5.9'a göre bir çelik eleman için kilogram başına 3.8 TL maliyet hesaplanmıştır. Bu çalışmada, güçlendirme amaçlı 35900 kg çelik profil kullanılmıştır. Tabloya göre bu güçlendirmenin yapılması için 136420 TL maliyet ortaya çıkmaktadır. Çelik maliyetinin yanında, çatıdaki döşemenin kaldırılması da ekstra bir maliyete neden olacaktır.

6. SONUÇLAR

6.1 Giriş

Tez çalışmasında elde edilen sonuçlar üç ana başlık olarak ele alınmıştır.

1. Genel bazda sonuçlar
2. Kat bazında sonuçlar
3. Eleman bazında sonuçlar

Elde edilen sonuçlar bu üç ana başlık göz önüne alınarak mevcut ve güçlendirilmiş durumlar için karşılaştırma yapılarak değerlendirilmiştir.

6.2 Genel Bazda Elde Edilen Sonuçlar

6.2.1 Tepe yerdeğiştirmesi sonuçları

Yapılan zaman tanım alanında analizleri sonucu mevcut ve güçlendirilmiş durum için tepe yerdeğiştirmesi değerleri elde edilmiş ve her deprem kaydı için tepe yerdeğiştirmesi-zaman grafikleri üst üste çakıştırılarak çizdirilmiştir. Grafiklerin detaylı gösterimi Ek K'da detaylı olarak verilmiştir.

Çizelge 6.1'de x doğrultusundaki deprem kayıtları için, Çizelge 6.2'de ise y doğrultusundaki deprem kayıtları için tepe yerdeğiştirmesi sonuçları özet olarak görülmektedir. $u(maks)_{mev.}$ mevcut durum maksimum tepe yerdeğiştirmesini, $u(maks)_{güç.}$ ise güçlendirilmiş durum maksimum tepe yerdeğiştirmesini ifade etmektedir.

Çizelge 6.1: X doğrultusu tepe yerdeğiştirmesi sonuçları.

Deprem Kaydı	$u(maks)_{mev.}$ (m)	$u(maks)_{güç.}$ (m)
1-CHI CHI-NLX-NLY	0.17501	0.03819
2-LOMA PRIETA-NLX-NLY	0.40961	0.02675
3-SUPERSTITION HILLS-NLX-NLY	0.10992	0.07351

Çizelge 6.1 (devam) : X doğrultusu tepe yerdeğiştirmesi sonuçları.

Deprem Kaydı	u(maks)mev. (m)	u(maks)güç. (m)
4-CHI CHI-NLX-NLY	0.41083	0.03585
5-ERZINCAN-NLX-NLY	0.75399	0.05988
6-SUPERSTITION HILLS-NLX-NLY	0.38958	0.03504
7-CEYHAN-NLX-NLY	0.34867	0.04341
Ortalama	0.37109	0.04467
Standart Sapma	0.19168	0.01511
Ortalama+Standart Sapma	0.56276	0.05977

Çizelge 6.2: Y doğrultusu tepe yerdeğiştirmesi sonuçları.

Deprem Kaydı	u(maks)mev. (m)	u(maks)güç. (m)
1-CHI CHI-NLY-NLX	0.54447	0.04459
2-LOMA PRIETA-NLY-NLX	0.19635	0.03235
3-SUPERSTITION HILLS-NLY-NLX	0.25393	0.06593
4-CHI CHI-NLY-NLX	0.28896	0.03711
5-ERZINCAN-NLY-NLX	0.68131	0.06289
6-SUPERSTITION HILLS-NLY-NLX	0.66494	0.03291
7-CEYHAN-NLY-NLX	0.17849	0.04112
Ortalama	0.40121	0.04527
Standart Sapma	0.20507	0.01277
Ortalama+Standart Sapma	0.60628	0.058044

Tepe yerdeğiştirmesıları ile elde edilen sonuçlar aşağıdaki gibidir:

- Mevcut durumda her iki doğrultu için elde edilen tepe yerdeğiştirmesi değerleri standart sapma ile birlikte 60 cm civarındadır.
- Güçlendirilmiş durumda her iki doğrultu için elde edilen tepe yerdeğiştirmesi değerleri standart sapma ile birlikte 6 cm civarındadır.
- Güçlendirilmeden sonra elde edilen tepe yerdeğiştirmesi değerleri mevcut durum değerlerine göre %90'ı kadar azalmıştır.

6.2.2 Taban kesme kuvveti sonuçları

Yapılan zaman tanım alanında analizleri sonucu mevcut ve güçlendirilmiş durum için taban kesme değerleri elde edilmiş ve her deprem kaydı için taban kesme-zaman

grafikleri üst üste çakıştırılarak çizdirilmiştir. Grafiklerin detaylı gösterimi Ek K'da detaylı olarak verilmiştir.

Çizelge 6.3 ve Çizelge 6.4'te mevcut ve güçlendirilmiş durumlar için elde edilen taban kesme kuvveti sonuçları verilmiştir. Bu çizelgelerde her deprem kaydı için yapılan zaman tanım alanında analizlerinin maksimum değerleri gösterilmiştir. $F_1(\text{maks})_{\text{mev.}}$ x doğrultusu mevcut durum maksimum taban kesme değerini, $F_1(\text{maks})_{\text{güç.}}$ x doğrultusu güçlendirilmiş durum maksimum taban kesme değerini, $F_2(\text{maks})_{\text{m}}$ y doğrultusu mevcut durum maksimum taban kesme değerini, $F_2(\text{maks})_{\text{g}}$ ise y doğrultusu güçlendirilmiş durum maksimum taban kesme değerini ifade etmektedir.

Çizelge 6.3: X doğrultusu taban kesme sonuçları.

Deprem Kaydı	$F_1(\text{maks})_{\text{mev.}}$ (kN)	$F_1(\text{maks})_{\text{güç.}}$ (kN)
1-CHI CHI-NLX-NLY	14657.751	19733.958
2-LOMA PRIETA-NLX-NLY	11324.594	13981.256
3-SUPERSTITION HILLS-NLX-NLY	17563.978	25063.459
4-CHI CHI-NLX-NLY	13691.610	17341.108
5-ERZINCAN-NLX-NLY	12157.072	22556.707
6-SUPERSTITION HILLS-NLX-NLY	16186.751	16664.248
7-CEYHAN-NLX-NLY	12410.278	16973.142
Ortalama	13998.862	18901.983
Standart Sapma	2107.570	3533.326
Ortalama+Standart Sapma	16106.432	22435.309

Çizelge 6.4: Y doğrultusu taban kesme sonuçları.

Deprem Kaydı	$F_2(\text{maks})_{\text{mev.}}$ (kN)	$F_2(\text{maks})_{\text{güç.}}$ (kN)
1-CHI CHI-NLY-NLX	11916.872	18445.319
2-LOMA PRIETA-NLY-NLX	9759.736	12540.507
3-SUPERSTITION HILLS-NLY-NLX	16477.550	25846.185
4-CHI CHI-NLY-NLX	11664.175	15258.002
5-ERZINCAN-NLY-NLX	10857.024	22511.655
6-SUPERSTITION HILLS-NLY-NLX	13017.819	14776.800
7-CEYHAN-NLY-NLX	8776.219	15694.257
Ortalama	11781.342	17867.532
Standart Sapma	2317.245	4391.928
Ortalama+Standart Sapma	14098.587	22259.460

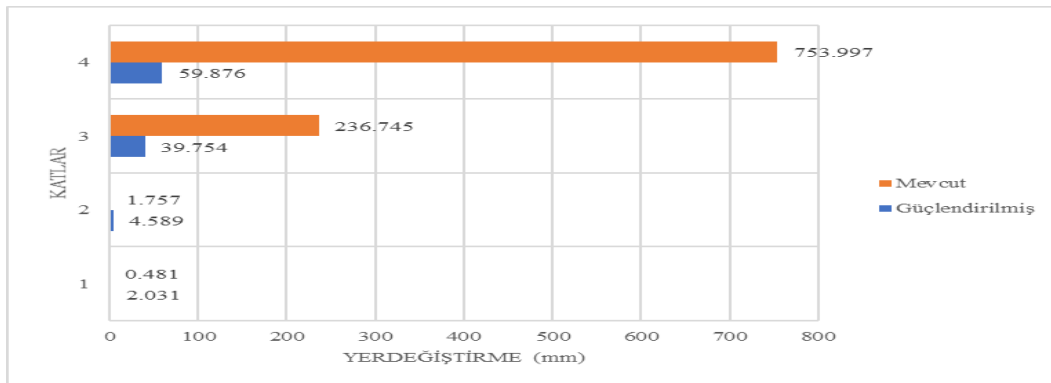
Taban kesme kuvveti ile ilgili elde edilen sonuçlar aşağıdaki gibidir:

- Mevcut durumda x doğrultusunda elde edilen taban kesme kuvveti 16106 kN, y doğrultusunda ise 14100 kN değerindedir.
- Mevcut durumda x doğrultusunda elde edilen taban kesme kuvveti 22435 kN, y doğrultusunda ise 22560 kN değerindedir.
- Güçlendirilmeden sonra elde edilen taban kesme kuvveti değerleri mevcut durum değerlerine göre x doğrultusunda %40, y doğrultusunda ise %60 artmıştır. Ancak yapı güçlendirildiğinden bu taban kesme kuvvetini taşıyacak kapasitededir.

6.3 Kat Bazında Elde Edilen Sonuçlar

Kat yerdeğiştirmesi sonuçları kat yerdeğiştirmesi ve görelî kat ötelemeleri bazında değerlendirilmiştir. Modelde önceden seçilmiş olan noktalar olan 77, 88, 83, 85 noktaları aksı, 75, 74 ,73 aksı ve kalkan duvar aksından seçilmiş olan 246, 249, 247, 248 noktaları üzerinden değerlendirilmiştir. Bu noktalar modelde rastgele akslardan en alt kattan en üst kata kadar devam ettirilerek seçilen noktalardır. Her bir deprem kaydı için yapılan analizler sonucunda bu noktalardaki kat yerdeğiştirmeleri elde edilmiş ve görelî kat ötelemeleri hesaplanmıştır.

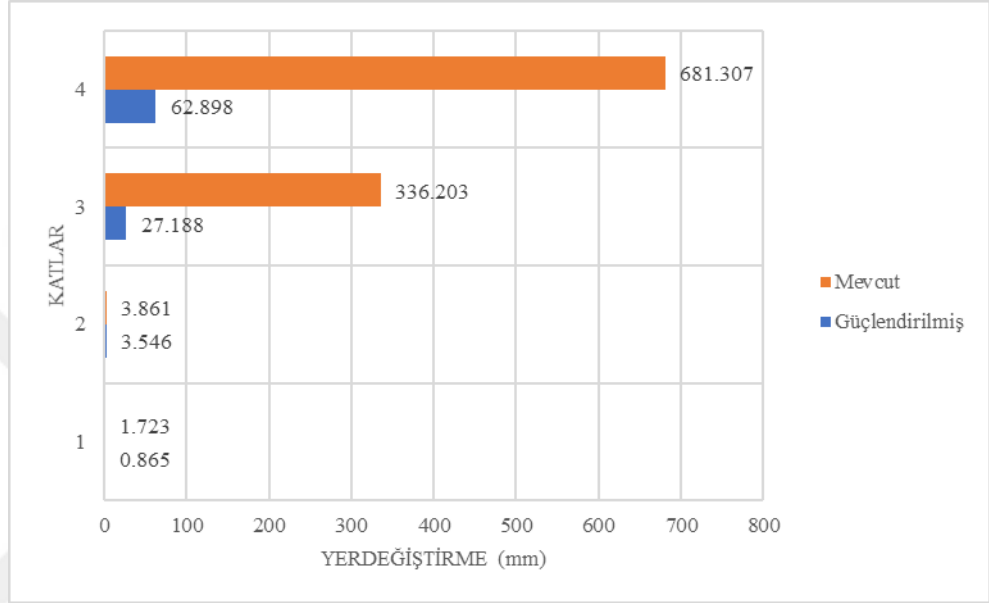
Ek L’de kat yerdeğiştirmesi sonuçları detaylı olarak gösterilmiştir. Örnek oluşturması açısından Erzincan depremi için 77, 88, 83, 85 noktalarına ait kat yerdeğiştirmeleri Şekil 6.1, 6.2’de ve görelî kat ötelemeleri, Çizelge 6.5 ve 6.6’da verilmiştir.



Şekil 6.1 : 5-ERZINCAN-NLX-NLY depremi kat yerdeğiştirmeleri.

Çizelge 6.5: 5-ERZINCAN-NLX-NLY noktaları görelî kat ötelemeleri.

Nokta	Mevcut				Güçlendirilmiş			
	d(mm)	Δ	δ	Hasar Bölgesi	d(mm)	Δ	δ	Hasar Bölgesi
182	0.00				0.00			
85	0.48	0.48	0.0001	MHB	2.03	2.03	0.0005	MHB
83	1.76	1.28	0.0003	MHB	4.59	2.56	0.0006	MHB
88	236.75	234.99	0.0522	GB	39.75	35.17	0.0078	MHB
77	754.00	517.25	0.1149	GB	59.88	20.12	0.0080	MHB



Şekil 6.2 : 5-ERZINCAN-NLY-NLX depremi kat yerdeğıştirmeleri.

Çizelge 6.6: 5-ERZINCAN-NLY-NLX görelî kat ötelemeleri.

Nokta	Mevcut				Güçlendirilmiş			
	d(mm)	Δ	δ	Hasar Bölgesi	d(mm)	Δ	δ	Hasar Bölgesi
182	0.00				0.00			
85	1.72	1.72	0.0004	MHB	0.87	0.87	0.0002	MHB
83	3.86	2.14	0.0005	MHB	3.55	2.68	0.0006	MHB
88	336.20	332.34	0.0739	GB	27.19	23.64	0.0053	MHB
77	681.31	345.10	0.0767	GB	62.90	35.71	0.0143	BHB

Örnek şekil ve çizelgeler ile Ek L'den elde edilen sonuçlar aşağıdaki gibidir:

- Yapıda bulunan U perdeler sebebiyle kat yerdeğıştirmeleri ilk iki katta genellikle sınırlar içerisinde kalırken, perdenin üzerinden itibaren oldukça büyük kat yerdeğıştirmeleri gözlenmekte ve bu farklılık katlar arasında yer değıştirmenin perdeden itibaren aniden büyümesine sebep olmaktadır.

- Üst iki kattaki görelî kat ötelemeleri tüm deprem kayıtlarında belirgin hasar bölgesi, ileri hasar bölgesi ve hatta göçme bölgesine ulaşmaktadır. Bu durum yapıda can güvenliği performans seviyesinin sağlanamamasına yol açmaktadır.
- Güçlendirmeden sonra kat yerdeğıştirmeleri büyük ölçüde azalmış, U perdenin üzerine eklenen boru çaprazlar sayesinde perdenin üzerindeki ani yerdeğıştirmeler önlenmiştir.
- Güçlendirme sonrasında yerdeğıştirmelerin katlarda orantılı dağılması ile görelî kat ötelemeleri minimum hasar bölgesine çekilmiştir.
- Tez kapsamında kalkan duvarın güçlendirilmemesi sebebiyle bu duvarın bulunduğu noktalarda halen büyük yerdeğıştirmeler mevcuttur. Bu duvarın desteklenmesi ile bu yerdeğıştirmeleri daha olumlu değerlere çekilebilecektir.

6.4 Eleman Bazında Elde Edilen Sonuçlar

Eleman bazında elde edilen sonuçlar Ek M’de detaylı olarak verilmiştir. Yapıda çok sayıda eleman bulunması sebebiyle eleman bazında değerlendirmeler seçili kolonlar üzerinden yapılmıştır. Seçili kolonlar rastgele akslardan en alt katta en üst kata kadar seçilmiş olan kolonlardır. Seçili kolon eleman numaraları 173, 174, 175, 176, 181, 182, 313, 314, 315, 316, 380, 381, 382 383’tür.

Genelde perdenin üstündeki kolonlarda olumsuz sonuçlar olması sebebi ile üst kolon olan 176, 383 ve bir alt kattaki 175, 382 kolonlarındaki donatı ve çeliğe ait birim şekildeğıştirme tabloları Çizelge 6.7, 6.8, 6.9, 6.10’da verilmiştir.

Çizelge 6.7: 176 kolonu birim şekildeğıştirmeler.

Deprem Kaydı	Ecu (maks)	Mevcut			Ecu(maks)	Güçlendirilmiş		
		Hasar Bölgesi	Es(maks)	Hasar Bölgesi		Hasar Bölgesi	Es(maks)	Hasar Bölgesi
1-CHI CHI-NLX-NLY	0.01276	BHB	0.01276	BHB	0.002766	MHB	0.002479	MHB
2-LOMA PRIETA-NLX-NLY	0.009979	BHB	0.00939	MHB	0.002799	MHB	0.002509	MHB
3-SUPERSTITION HILLS-NLX-NLY	0.009458	BHB	0.009458	MHB	0.003469	MHB	0.003161	MHB
4-CHI CHI-NLX-NLY	0.010912	BHB	0.010524	BHB	0.00397	BHB	0.003591	MHB
5-ERZINCAN-NLX-NLY	0.017487	İHB	0.015673	BHB	0.002923	MHB	0.002627	MHB

Çizelge 6.7 (devam) : 176 kolonu birim şekildeğiştirmeler.

Deprem Kaydı	Ecu (maks)	Mevcut		Hasar Bölgesi	Ecu(maks)	Güçlendirilmiş		Hasar Bölgesi
		Hasar Bölgesi	Es(maks)			Hasar Bölgesi	Es(maks)	
6-SUPERSTITION HILLS-NLX-NLY	0.016328	İHB	0.015611	BHB	0.002202	MHB	0.001966	MHB
7-CEYHAN-NLX-NLY	0.007798	BHB	0.007372	MHB	0.003428	MHB	0.003087	MHB
Ortalama	0.012103		0.011541		0.00308		0.002774	
Standart Sapma	0.003354		0.002988		0.00054		0.0005	
Ortalama+Standart Sapma	0.015457	İHB	0.014529	BHB	0.003619	BHB	0.003274	MHB
1-CHI CHI-NLY-NLX	0.01276	BHB	0.010639	BHB	0.003469	MHB	0.0031	MHB
2-LOMA PRIETA-NLY-NLX	0.01194	BHB	0.011466	BHB	0.003232	MHB	0.002951	MHB
3-SUPERSTITION HILLS-NLY-NLX	0.006592	BHB	0.006341	MHB	0.003807	BHB	0.003394	MHB
4-CHI CHI-NLY-NLX	0.013865	İHB	0.013136	BHB	0.003024	MHB	0.002693	MHB
5-ERZINCAN-NLY-NLX	0.025459	GB	0.024575	BHB	0.004385	BHB	0.003939	MHB
6-SUPERSTITION HILLS-NLY-NLX	0.017694	İHB	0.016066	BHB	0.002486	MHB	0.002213	MHB
7-CEYHAN-NLY-NLX	0.010463	BHB	0.010026	BHB	0.00339	MHB	0.003057	MHB
Ortalama	0.01411		0.013178		0.003399		0.00305	
Standart Sapma	0.005581		0.005402		0.000554		0.0005	
Ortalama+Standart Sapma	0.019692	GB	0.018581	BHB	0.003953	BHB	0.003549	MHB

Çizelge 6.8: 383 kolonu birim şekildeğiştirmeler.

Deprem Kaydı	Ecu(maks)	Mevcut		Hasar Bölgesi	Ecu(maks)	Güçlendirilmiş		Hasar Bölgesi
		Hasar Bölgesi	Es(maks)			Hasar Bölgesi	Es(maks)	
1-CHI CHI-NLX-NLY	0.009751	BHB	0.009371	MHB	0.002236	MHB	0.002009	MHB
2-LOMA PRIETA-NLX-NLY	0.008681	BHB	0.008172	MHB	0.002416	MHB	0.002155	MHB
3-SUPERSTITION HILLS-NLX-NLY	0.008739	BHB	0.008231	MHB	0.003654	BHB	0.003288	MHB
4-CHI CHI-NLX-NLY	0.012239	BHB	0.011538	BHB	0.003819	BHB	0.003452	MHB
5-ERZINCAN-NLX-NLY	0.017269	İHB	0.015248	BHB	0.003394	MHB	0.003072	MHB
6-SUPERSTITION HILLS-NLX-NLY	0.018313	GB	0.017545	BHB	0.001892	MHB	0.001714	MHB
7-CEYHAN-NLX-NLY	0.008012	BHB	0.007462	MHB	0.002852	MHB	0.002564	MHB
Ortalama	0.011858		0.011081		0.002895		0.002608	
Standart Sapma	0.003967		0.003625		0.000692		0.000627	
Ortalama+Standart Sapma	0.015824	İHB	0.014706	BHB	0.003587	BHB	0.003235	MHB
1-CHI CHI-NLY-NLX	0.012108	BHB	0.011484	BHB	0.00252	MHB	0.00227	MHB
2-LOMA PRIETA-NLY-NLX	0.011298	BHB	0.010824	BHB	0.002502	MHB	0.00225	MHB
3-SUPERSTITION HILLS-NLY-NLX	0.007903	BHB	0.007613	MHB	0.003317	MHB	0.002961	MHB
4-CHI CHI-NLY-NLX	0.009063	BHB	0.008376	MHB	0.002782	MHB	0.002489	MHB
5-ERZINCAN-NLY-NLX	0.029913	GB	0.028741	BHB	0.004165	BHB	0.003712	MHB

Çizelge 6.8 (devam) : 383 kolonu birim şekildeğiştirmeler.

Deprem Kaydı	Mevcut				Güçlendirilmiş			
	Ëcu(maks)	Hasar Bölgesi	Ës(maks)	Hasar Bölgesi	Ëcu(maks)	Hasar Bölgesi	Ës(maks)	Hasar Bölgesi
6-SUPERSTITION HILLS-NLY-NLX	0.016546	İHB	0.014974	BHB	0.002449	MHB	0.002184	MHB
7-CEYHAN-NLY-NLX	0.007514	BHB	0.007218	MHB	0.003887	BHB	0.003487	MHB
Ortalama	0.013478		0.012747		0.003089		0.002765	
Standart Sapma	0.007293		0.006991		0.000657		0.000583	
Ortalama+Standart Sapma	0.020771	GB	0.019738	BHB	0.003746	BHB	0.003348	MHB

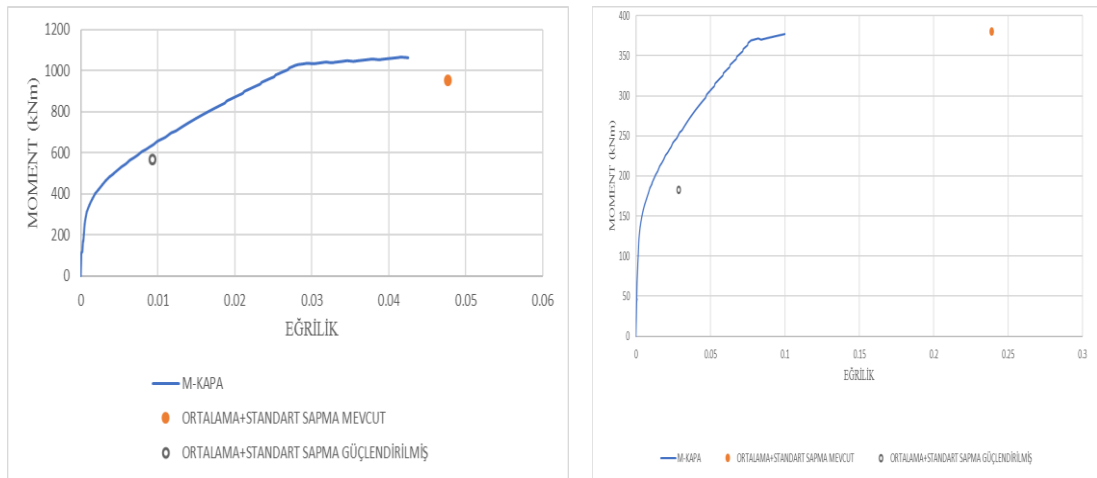
Çizelge 6.9: 175 kolonu birim şekildeğiştirmeler.

Deprem Kaydı	Mevcut				Güçlendirilmiş			
	Ëcu(maks)	Hasar Bölgesi	Ës(maks)	Hasar Bölgesi	Ëcu(maks)	Hasar Bölgesi	Ës(maks)	Hasar Bölgesi
1-CHI CHI-NLX-NLY	0.005513	BHB	0.005181	MHB	0.000670	MHB	0.000635	MHB
2-LOMA PRIETA-NLX-NLY	0.005170	BHB	0.004602	MHB	0.000758	MHB	0.000726	MHB
3-SUPERSTITION HILLS-NLX-NLY	0.003272	MHB	0.003035	MHB	0.001848	MHB	0.001760	MHB
4-CHI CHI-NLX-NLY	0.007504	BHB	0.006963	MHB	0.000912	MHB	0.000834	MHB
5-ERZINCAN-NLX-NLY	0.008959	BHB	0.008334	MHB	0.001437	MHB	0.001369	MHB
6-SUPERSTITION HILLS-NLX-NLY	0.013530	İHB	0.012986	BHB	0.000692	MHB	0.000653	MHB
7-CEYHAN-NLX-NLY	0.005049	BHB	0.005049	MHB	0.001238	MHB	0.001188	MHB
Ortalama	0.007000		0.006593		0.001079		0.001024	
Standart Sapma	0.003162		0.003048		0.000413		0.000397	
Ortalama+Standart Sapma	0.010162	BHB	0.009641	MHB	0.001492	MHB	0.001420	MHB
1-CHI CHI-NLY-NLX	0.013324	BHB	0.008478	MHB	0.000679	MHB	0.000631	MHB
2-LOMA PRIETA-NLY-NLX	0.009246	BHB	0.005122	MHB	0.000623	MHB	0.000594	MHB
3-SUPERSTITION HILLS-NLY-NLX	0.005312	BHB	0.003054	MHB	0.001644	MHB	0.001582	MHB
4-CHI CHI-NLY-NLX	0.003239	MHB	0.005184	MHB	0.001474	MHB	0.001408	MHB
5-ERZINCAN-NLY-NLX	0.005508	BHB	0.021659	BHB	0.001401	MHB	0.001346	MHB
6-SUPERSTITION HILLS-NLY-NLX	0.022603	GB	0.006372	MHB	0.000592	MHB	0.000557	MHB
7-CEYHAN-NLY-NLX	0.007230	BHB	0.004244	MHB	0.001022	MHB	0.000977	MHB
Ortalama	0.004435		0.007730		0.001062		0.001014	
Standart Sapma	0.006144		0.005901		0.000411		0.000400	
Ortalama+Standart Sapma	0.010579	BHB	0.013631	BHB	0.001474	MHB	0.001414	MHB

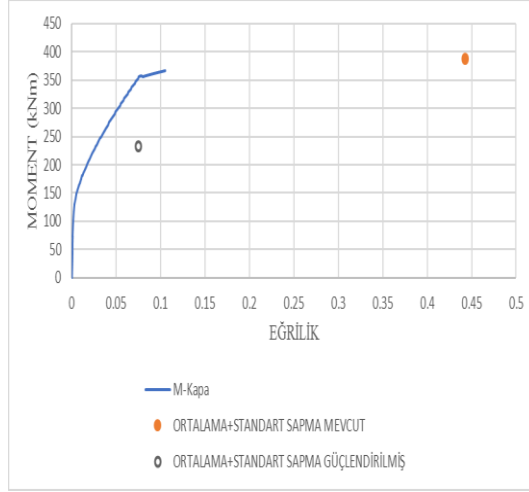
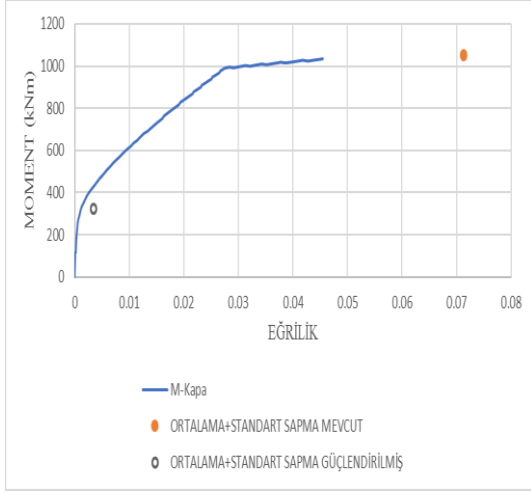
Çizelge 6.10: 382 kolonu birim şekildeğiştirmeler.

Deprem Kaydı	Mevcut				Güçlendirilmiş			
	Ɛ _{cu} (maks)	Hasar Bölgesi	Ɛ _s (maks)	Hasar Bölgesi	Ɛ _{cu} (maks)	Hasar Bölgesi	Ɛ _s (maks)	Hasar Bölgesi
1-CHI CHI-NLX-NLY	0.005102	BHB	0.004795	MHB	0.000991	MHB	0.000946	MHB
2-LOMA PRIETA-NLX-NLY	0.004892	BHB	0.004329	MHB	0.000590	MHB	0.000560	MHB
3-SUPERSTITION HILLS-NLX-NLY	0.003093	MHB	0.002867	MHB	0.001941	MHB	0.001848	MHB
4-CHI CHI-NLX-NLY	0.006919	BHB	0.006396	MHB	0.000961	MHB	0.000913	MHB
5-ERZINCAN-NLX-NLY	0.008552	BHB	0.007943	MHB	0.001949	MHB	0.001879	MHB
6-SUPERSTITION HILLS-NLX-NLY	0.011885	BHB	0.011374	BHB	0.000820	MHB	0.000775	MHB
7-CEYHAN-NLX-NLY	0.004799	BHB	0.004322	MHB	0.001249	MHB	0.001196	MHB
Ortalama	0.006463		0.006004		0.001214		0.001160	
Standart Sapma	0.002736		0.002664		0.000497		0.000479	
Ortalama+Standart Sapma	0.009200	BHB	0.008668	MHB	0.001711		0.001639	MHB
1-CHI CHI-NLY-NLX	0.008926	BHB	0.008162	MHB	0.000759	MHB	0.000707	MHB
2-LOMA PRIETA-NLY-NLX	0.004943	BHB	0.004747	MHB	0.000629	MHB	0.000594	MHB
3-SUPERSTITION HILLS-NLY-NLX	0.003196	MHB	0.002916	MHB	0.001488	MHB	0.001429	MHB
4-CHI CHI-NLY-NLX	0.005327	BHB	0.004999	MHB	0.001347	MHB	0.001286	MHB
5-ERZINCAN-NLY-NLX	0.020544	GB	0.019619	BHB	0.001467	MHB	0.001404	MHB
6-SUPERSTITION HILLS-NLY-NLX	0.007181	BHB	0.006342	MHB	0.000551	MHB	0.000522	MHB
7-CEYHAN-NLY-NLX	0.004012	BHB	0.003815	MHB	0.000899	MHB	0.000859	MHB
Ortalama	0.007733		0.007229		0.001020		0.000972	
Standart Sapma	0.005527		0.005299		0.000374		0.000363	
Ortalama+Standart Sapma	0.013260	BHB	0.012528	BHB	0.001394	MHB	0.001335	MHB

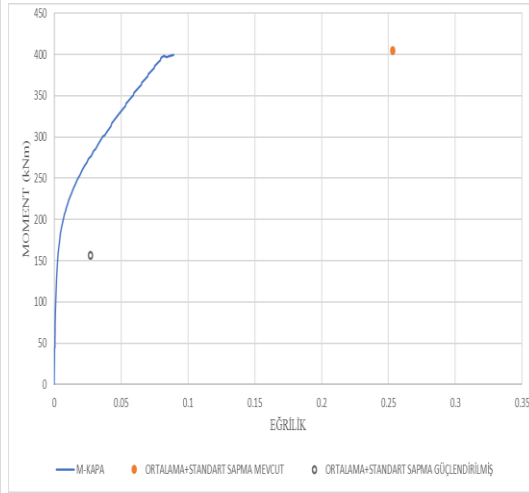
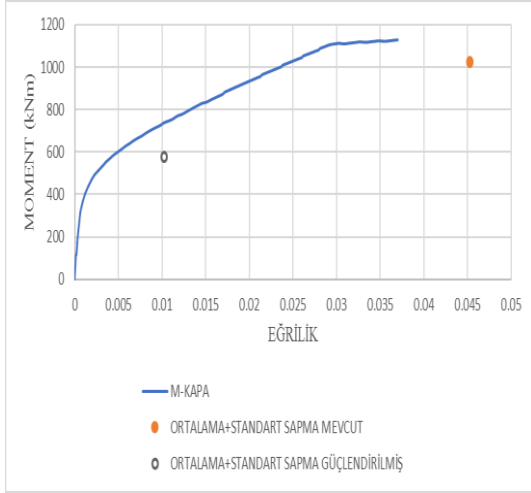
175, 176, 382, 383 kolonlarının M-Kapa eğrilerinde mevcut ve güçlendirilmiş durumdaki değerlerinin ortalama+standart sapma olarak yerleştirilmiş ve karşılaştırılmış grafikleri Şekil 6.3, 6.4, 6.5, 6.6’da verilmiştir.



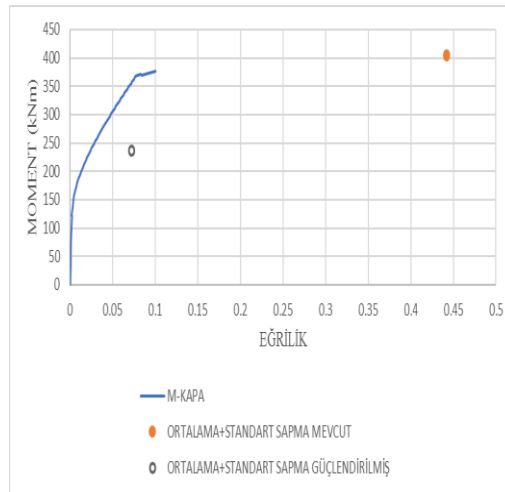
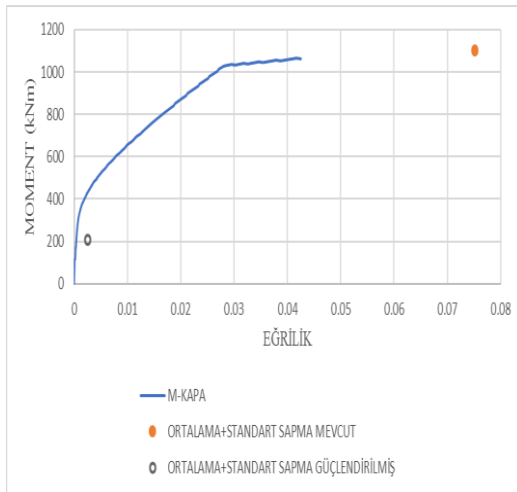
Şekil 6.3 : 175 kolonu güçlü ve zayıf yön moment-eğrilik grafikleri.



Şekil 6.4 : 176 kolonu güçlü ve zayıf yön moment-eğrilik grafikleri.

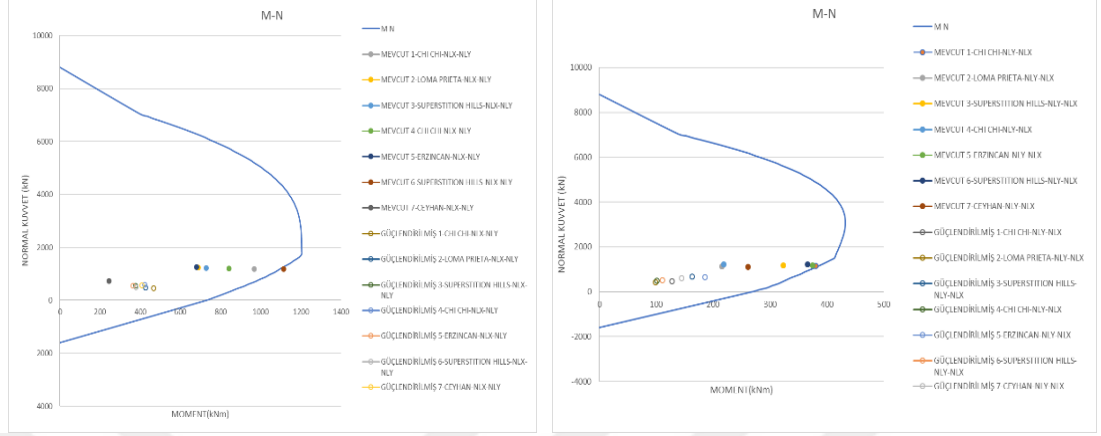


Şekil 6.5 : 382 kolonu güçlü ve zayıf yön moment-eğrilik grafikleri.

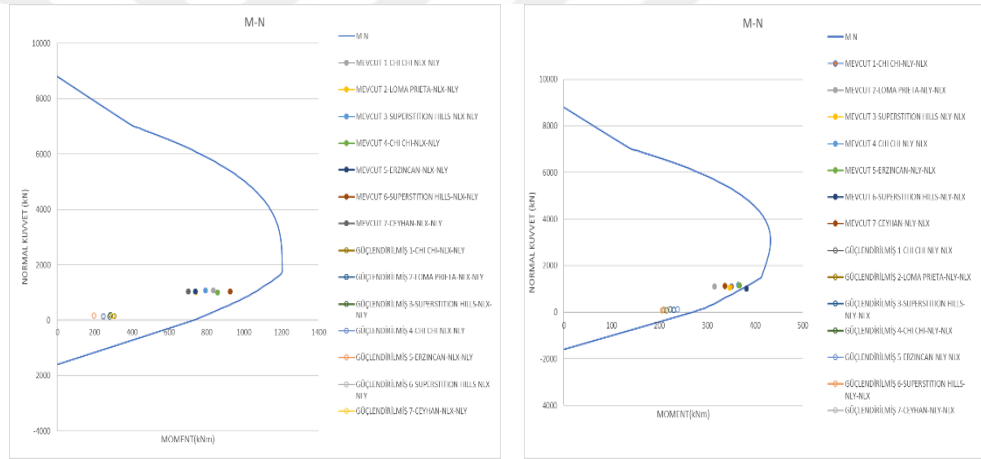


Şekil 6.6 : 383 kolonu güçlü ve zayıf yön moment-eğrilik grafikleri.

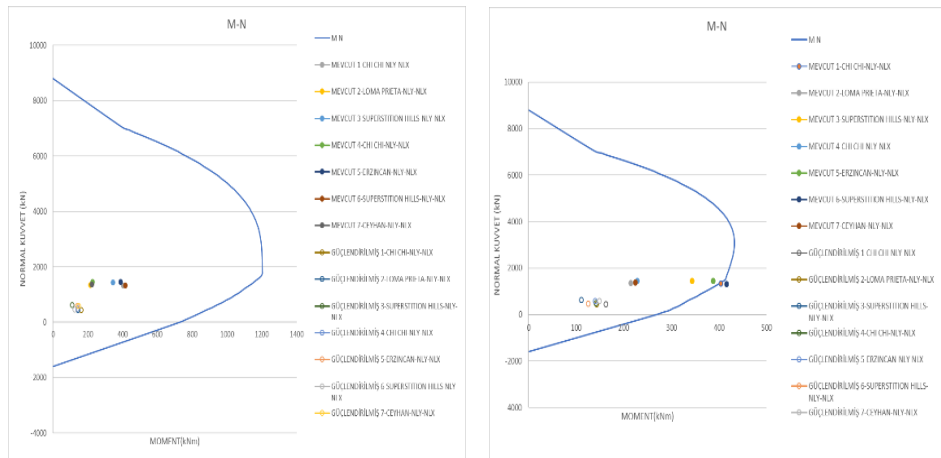
175, 176, 382, 383 kolonlarının M-N eğrilerinde mevcut ve güçlendirilmiş durumdaki değerlerinin yerleştirilmiş ve karşılaştırılmış grafikleri Şekil 6.7, 6.8, 6.9, 6.10’da verilmiştir.



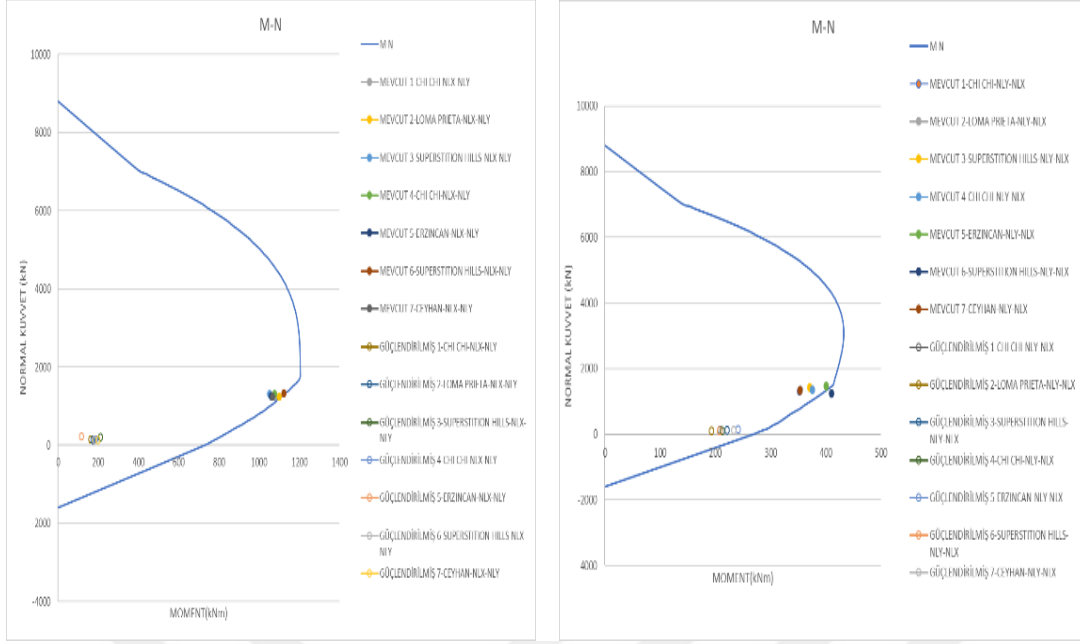
Şekil 6.7 : 175 kolonu güçlü ve zayıf yön moment-normal kuvvet grafikleri.



Şekil 6.8 : 176 kolonu güçlü ve zayıf yön moment-normal kuvvet grafikleri.



Şekil 6.9 : 382 kolonu güçlü ve zayıf yön moment-normal kuvvet grafikleri.



Şekil 6.10 : 383 kolonu güçlü ve zayıf yön moment-normal kuvvet grafikleri.

Örnek şekil ve çizelgeler ile Ek M'den eleman bazında değerlendirmeler ile ilgili elde edilen sonuçlar aşağıdaki gibidir:

- Mevcut durumda kolonlarda donatı şekildeğişimleri genellikle minimum hasar bölgesinde kalmakta, bazı kolonlarda belirgin hasar bölgesine geçmektedir. Güçlendirme sonrası incelenen tüm kolonlarda bu değerler minimum hasar bölgesine çekilmiştir.
- Mevcut durumda kolonlarda beton şekildeğişimleri genellikle belirgin hasar bölgesi, ileri hasar bölgesinde kalmakta, bazı kolonlarda belirgin hasar bölgesine geçmektedir. Güçlendirme sonrası incelenen tüm kolonlarda bu değerler belirgin hasar ve minimum hasar bölgesine çekilmiştir.
- Mevcut durumda kolon moment-normal kuvvet değerleri M-N eğrisinin sınır bölgelerinde yer almakta ya da eğrinin dışına çıkmaktadır. Güçlendirme sonrası bu değerler eğrinin içinde kalmıştır.
- Mevcut durumda kolonların maksimum momentlerine karşılık gelen eğrilik değerleri hesaplanmış ve bu değerlerin güçlendirme sonrası oldukça küçüldüğü görülmüştür.

6.5 Tez Çalışması Sonucunda Elde Edilen Genel Sonuçlar ve Öneriler

Bu tez çalışmasında, önce Erkan (2017) ile birlikte mevcut deprem laboratuvarının deprem performansı araştırılmıştır. Çeşitli güçlendirme teknikleri incelendikten sonra, bu çalışmada binanın ağırlığı azaltılarak deprem performansının artırılması üzerinde çalışılmıştır. Elde edilen genel sonuçlar aşağıda sıralanmıştır;

- Yapı 1975 deprem yönetmeliğine göre yapılmıştır ancak 2007 deprem yönetmeliğine göre incelendiğinde birçok kolon ve kiriş kesitinde kesme kapasitesi, donatı ve konstrüktif olarak yetersizlikler tespit edilmiştir.
- Güçlendirme sonrası çatının kaldırılması ile sistemden büyük bir ağırlık kaldırılmış olduğundan sistemin modlarında ve genel davranışında düzelme olmuştur. Yapıda toplamda 11832.16 kN ağırlık azalması sağlanmıştır.
- Sadece makaslı çatı eklenmesi ile yapı istenilen duruma getirilememiş, bu durumda U perdenin üzerindeki katta boru kesitli çaprazlar devam ettirilmiş ve büyük yerdeğiştirmeler bu şekilde önlenmiştir. Ayrıca çaprazların da eklenmesi ile yapı davranışının daha düzgün olduğu gözlenmiştir.
- Zaman tanım analizleri sonucu mevcut modelden elde edilen ortalama tepe yerdeğiştirmesi değerleri, güçlendirme sonrasında % 90 kadar azaltılmış ve istenilen değerlere getirilmiştir.
- Güçlendirme sonrası taban kesme kuvvetlerinde bir miktar artış olmuş, ancak mevcut yapı güçlendirilmiş olduğundan bu kuvvetleri taşıyabilmektedir.
- Güçlendirme öncesinde göçme bölgesi hasar durumuna kadar gelen görelî kat ötelemeleri güçlendirme sonrasında minimum hasar bölgesine getirilmiş ve can güvenliği performans hedefi sağlanmıştır.
- Güçlendirme öncesi özellikle beton birim şekildeğiştirme değerleri sınır durumlarını aşmaktadır ancak güçlendirme sonrası bu değerler oldukça küçülmüştür.
- Özellikle üst iki kattaki kolonlarda meydana gelen büyük eğrilik değerleri, güçlendirme sonrasında büyük ölçülerde azalmış ve güvenli tarafta kalmıştır.

Yapılan tez çalışmasına göre İT Deprem Laboratuvarı L1 Blok güçlendirmesi kapsamında çatıdaki ağır betonarme döşemenin kaldırılması ve yerine makaslı hafif bir çatı yapılması, buna ek olarak da sonradan yapılmış olan 2 adet U perdenin üzerine yapının kısa ve uzun doğrultularında olmak üzere boru kesitli çaprazlar yerleştirilmesi incelenmiştir. Elde edilen sonuçlar yapının güçlendirilmesinde bu yöntemin etkili olduğunu göstermekle birlikte, yapıdaki kalkan duvarın güçlendirilmesi ile yapının davranışı daha fazla iyileştirilebilmesi mümkündür.



KAYNAKLAR

- Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik**, (1975). *İmar ve İskan Bakanlığı*, Ankara.
- Celep, Z.**, (2007). Betonarme Taşıyıcı Sistemlerde Doğrusal Olmayan Davranış ve Çözümleme, *Beta Yayıncılık*, İstanbul.
- Celep, Z.**, (2011). Betonarme Yapılar, *Beta Yayıncılık*, İstanbul.
- Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik**, (2007). *Bayındırlık ve İskan Bakanlığı*, Ankara.
- Erkan, E.**, (2017). *Özel bir yapı sisteminin deprem güvenliğinin belirlenmesi ve çelik elemanlarla güçlendirilmesi*, (Yüksek Lisans Tezi), İ.T.Ü. Yapı Mühendisliği Yüksek Lisans Programı, İstanbul.
- Karabulut, A.**, (2010). *Mevcut betonarme binalar için TDY07 ve FEMA 440'ta tanımlanan doğrusal olmayan analiz yöntemlerinin karşılaştırılması*, (Yüksek Lisans Tezi), İ.T.Ü. Deprem Mühendisliği Yüksek Lisans Programı, İstanbul.
- Karadoğan, F., Pala, S., Yüksel, E., Durgun, Y.**, (2015). Yapısal Çözümleme Cilt II Hiperstatik Sistemler-Kuvvet Yöntemi Doğrusal ve Doğrusal Olmayan Davranış, *Birsan Yayınevi*, İstanbul.
- SAP2000 Ultimate 18.2.0**, 2016. Structural Analysis Program, Computers and Structures Inc., Berkeley, California.
- Tekla Structures 19.0**, 2013. Modeling, Model Sharing, Rebar Modeling, Steel Detailing, Precast Concrete Detailing Analysis & Design, Links, CIS/2, Project Management Program, Trimble Solutions Corporation, Espoo.
- TS-498**, (1987). Yapı Elemanlarının Boyutlandırılmasında Alınacak Yüklerin Hesap Değerleri, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara.
- TS-500**, (2000). Betonarme Yapıların Tasarım ve Yapım Kuralları, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara.
- Yeter, E.**, (2013). *DBYBHY-07 ve ASCE 41-06'da tanımlanan doğrusal olmayan performans değerlendirme yöntemlerinin perde-çerçeve sistemlerde karşılaştırılması*, (Yüksek Lisans Tezi), İ.T.Ü. Deprem Mühendisliği Yüksek Lisans Programı, İstanbul.

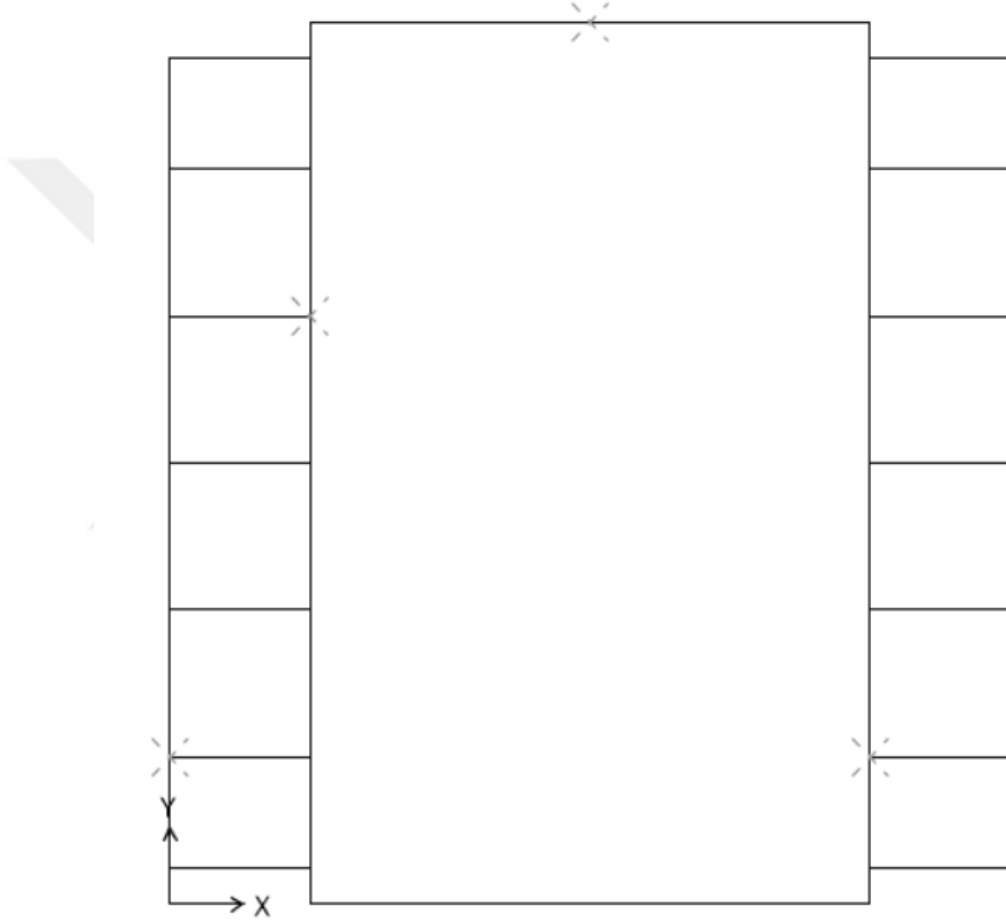


EKLER

- Ek A** : Kolonların plastik mafsallık özellikleri.
- Ek B** : Kirişlerin plastik mafsallık özellikleri.
- Ek C** : SAP2000’de kolon plastik mafsallarının tanımlanması.
- Ek D** : SAP2000’de kiriş plastik mafsallarının tanımlanması.
- Ek E** : Mevcut model modal analiz tablosu.
- Ek F** : Güçlendirilmiş model modal analiz tablosu.
- Ek G** : SAP2000’de ZTADOA tanımlanması.
- Ek H** : Çelik tasarım sonuçları.
- Ek I** : Genel sonuçların detaylı gösterimi.
- Ek J** : Kat sonuçlarının detaylı gösterimi.
- Ek K** : Eleman sonuçlarının detaylı gösterimi.

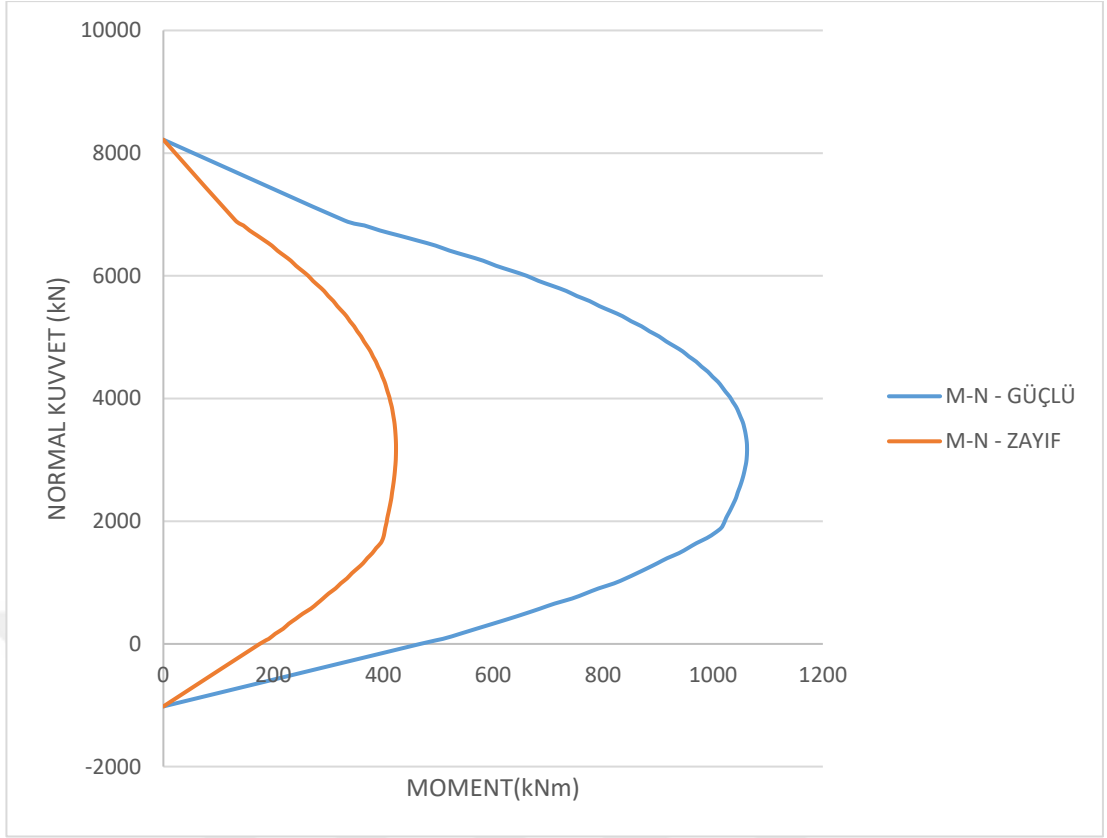
EK A - KOLONLARIN PLASTİK MAFSAL ÖZELLİKLERİ

Modelde yapılan ön çalışmalar sonucu tüm kolonlar fiber olarak tanımlanmasına karar verilmiştir. Yapıda çok sayıda eleman bulunması sebebi ile işlem kolaylığı açısından analizler seçilen kolonlar üzerinden devam ettirilmiştir. Seçili kolonlar, Şekil A.1’de görünen noktalar yapı yüksekliği boyunca olmak üzere seçilmiştir. Buna göre seçili kolonlar 173, 174, 175, 176, 181, 182, 313, 314, 315, 316, 380, 381, 382, 383 numaralı kolonlar olarak belirlenmiştir.

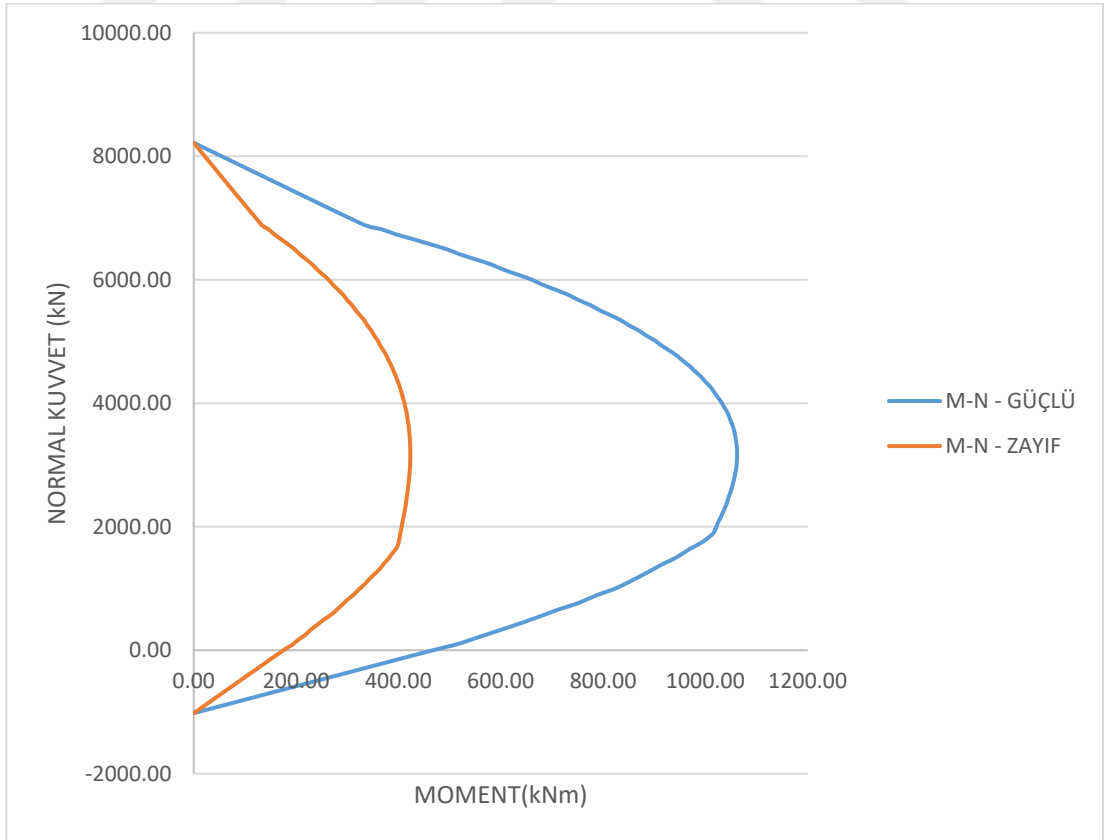


Şekil A.1 : Seçili kolonlar.

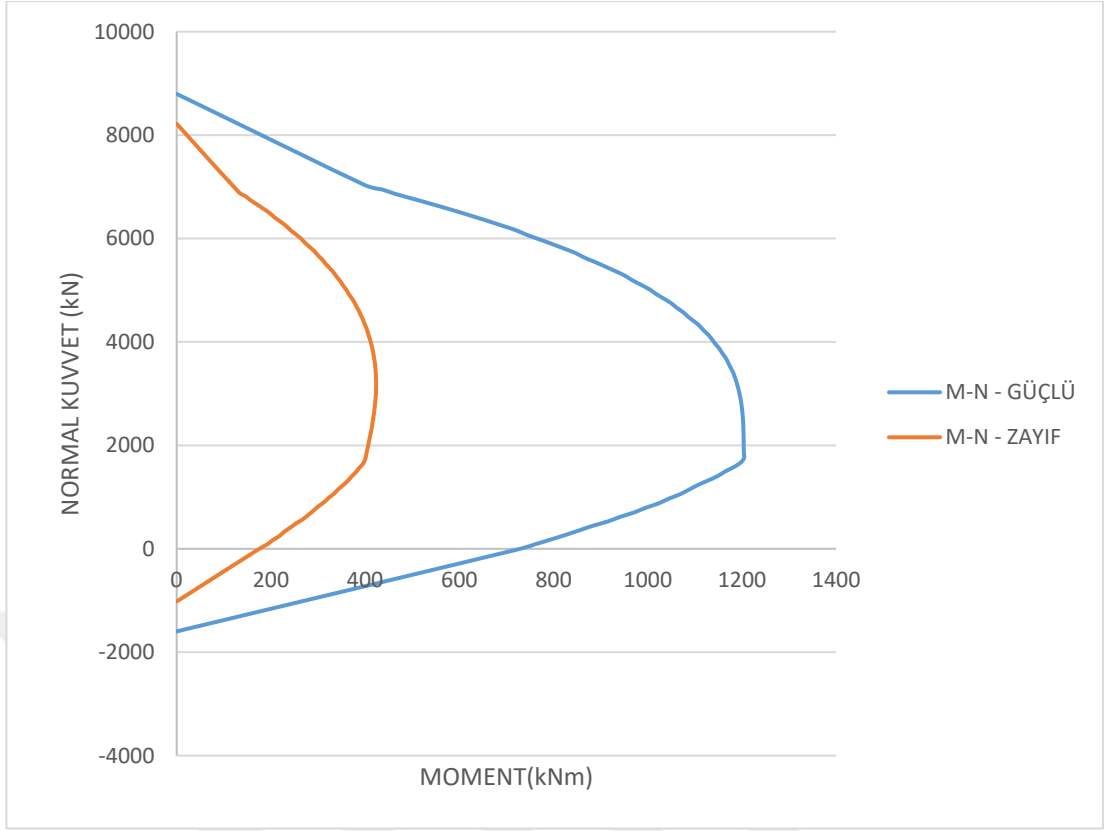
M- χ eğilme momenti-eğrilik diyagramı ve (M-N) eğilme momenti-normal kuvvet karşılıklı etkileşim diyagramları özgün bir yazılım ile hesaplanmış ve Sap2000 programı tarafından verilen eğrilerle kontrol edilerek doğrulanmıştır. Eğriler seçili kolonların güçlü ve zayıf doğrultuları için ayrı ayrı oluşturulmuştur. Modelde kolonların güçlü yönleri 90°, zayıf yönleri ise 0° olarak kabul edilmiştir. Bu hesaplarda, eksenel yükün basınç olması durumunda pozitif, çekme olması durumunda negatif işaretli olduğu kabul edilmiştir.



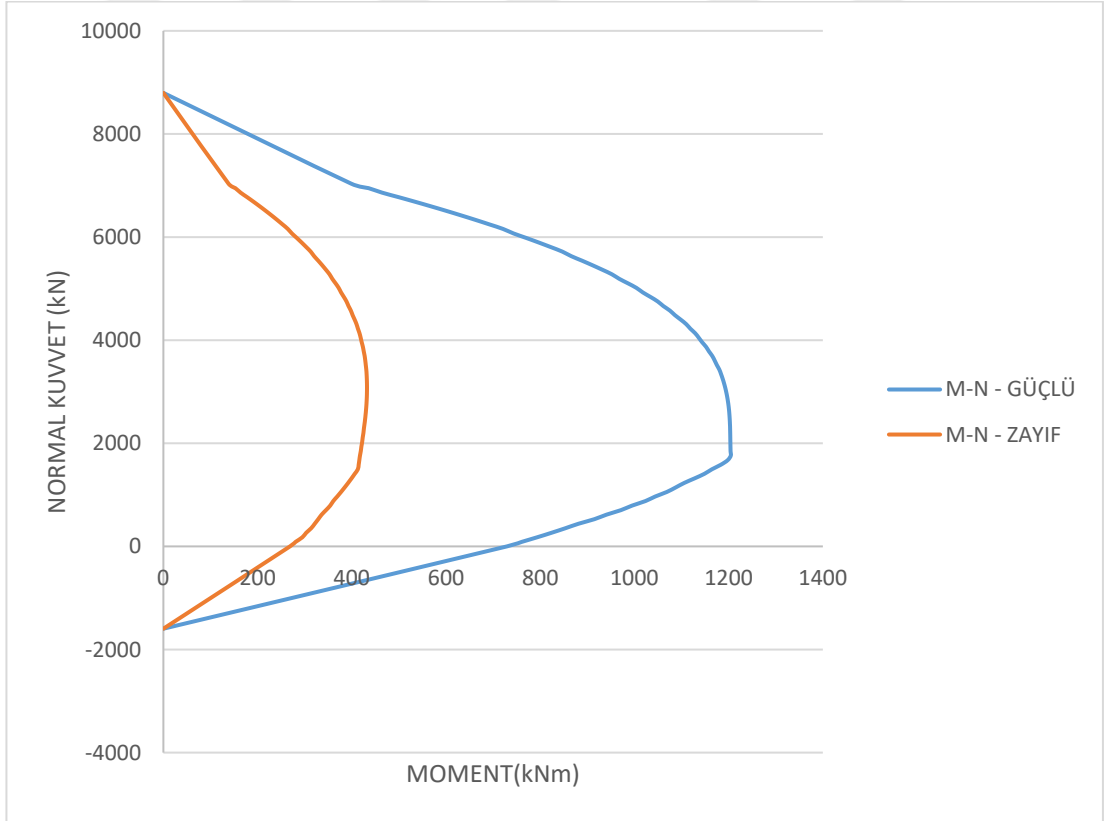
Şekil A.2 : 173 numaralı kolon için M-N etkileşim eğrileri.



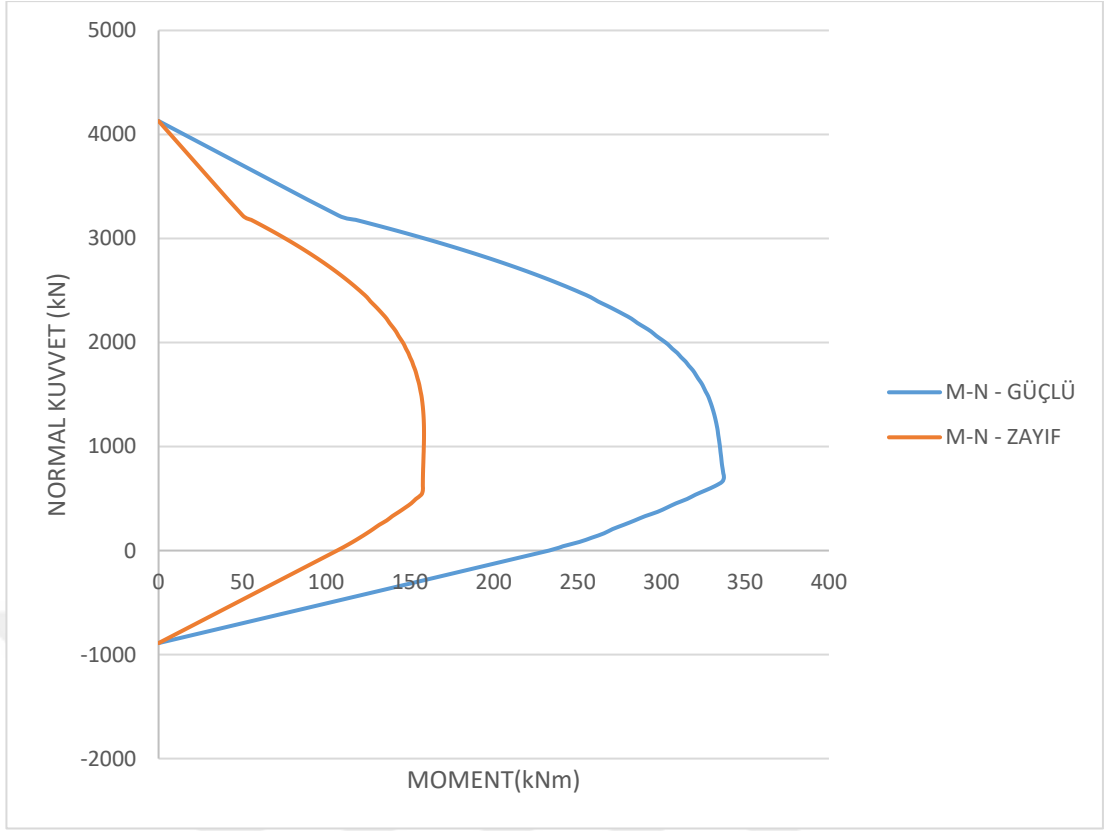
Şekil A.3 : 174 numaralı kolon için M-N etkileşim eğrileri.



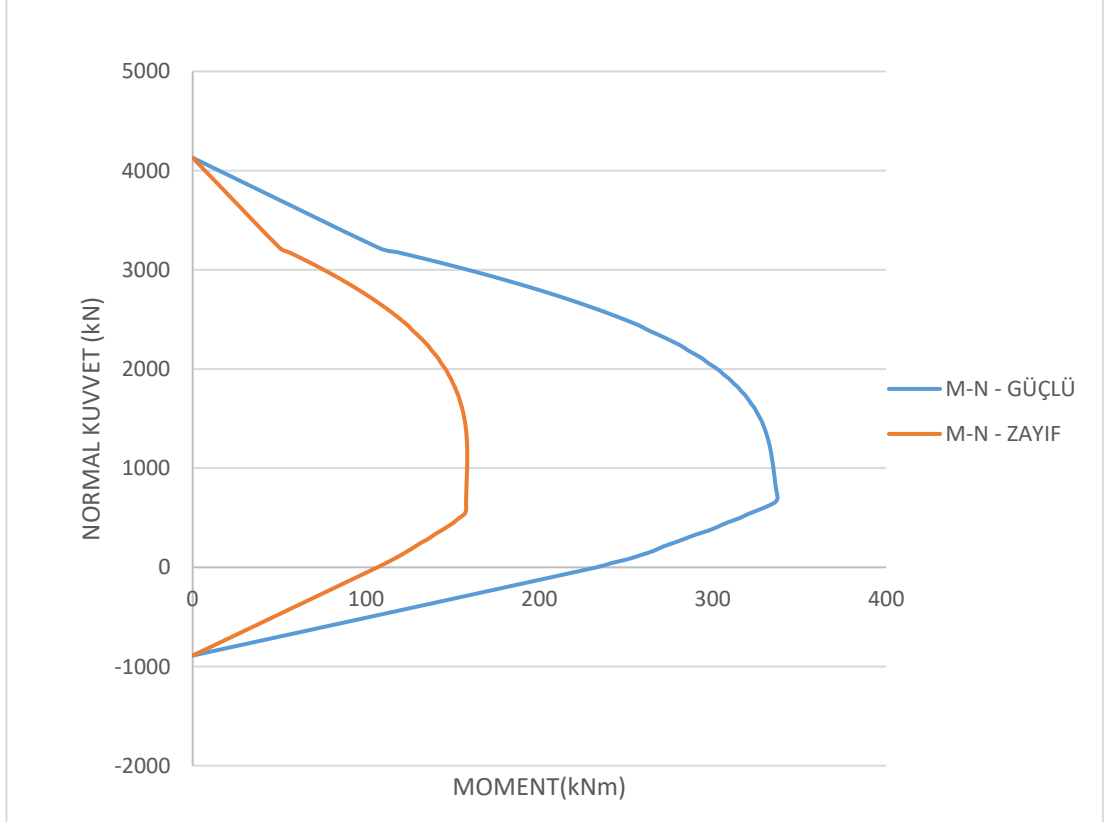
Şekil A.4 : 175 numaralı kolon için M-N etkileşim eğrileri.



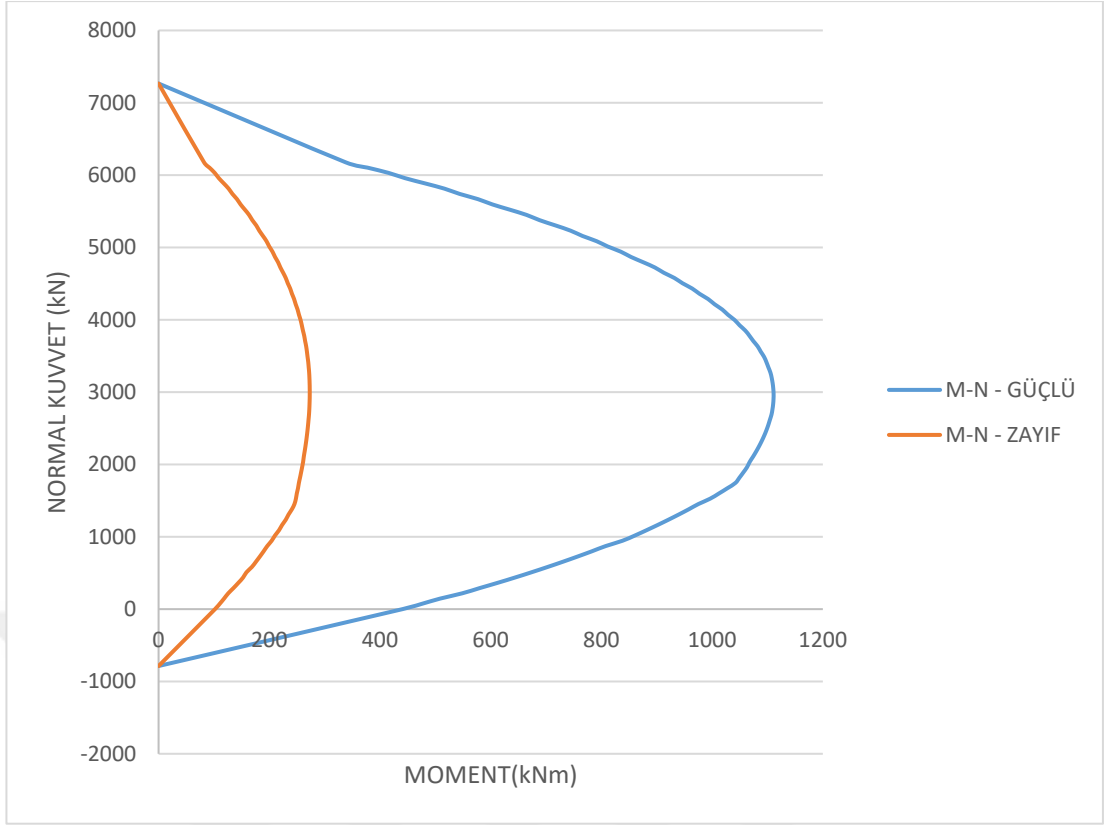
Şekil A.5 : 176 numaralı kolon için M-N etkileşim eğrileri.



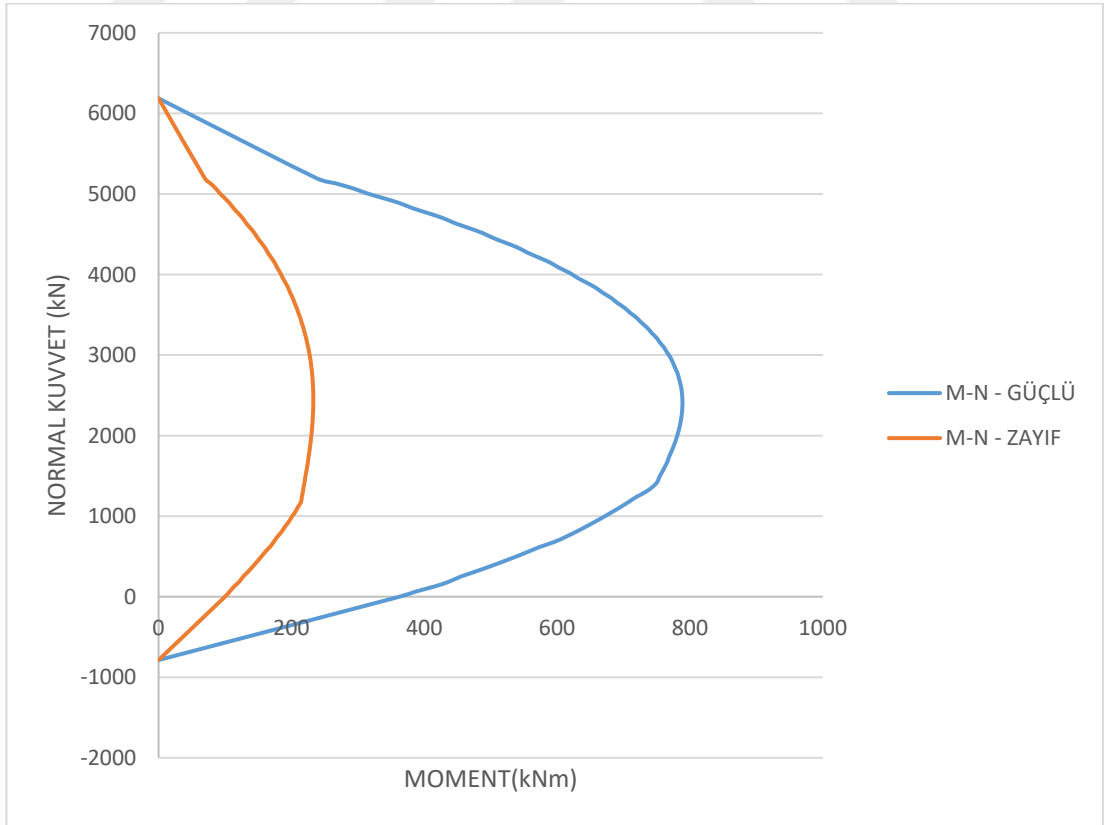
Şekil A.6 : 181 numaralı kolon için M-N etkileşim eğrileri.



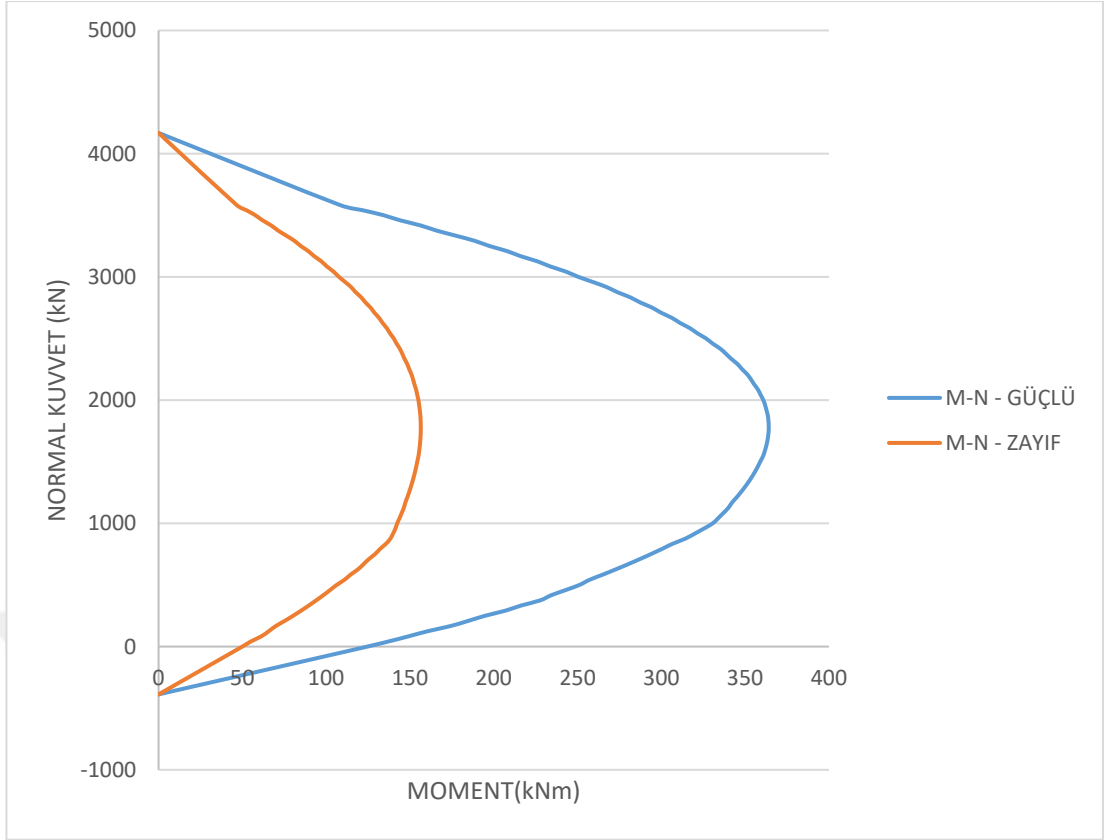
Şekil A.7 : 182 numaralı kolon için M-N etkileşim eğrileri.



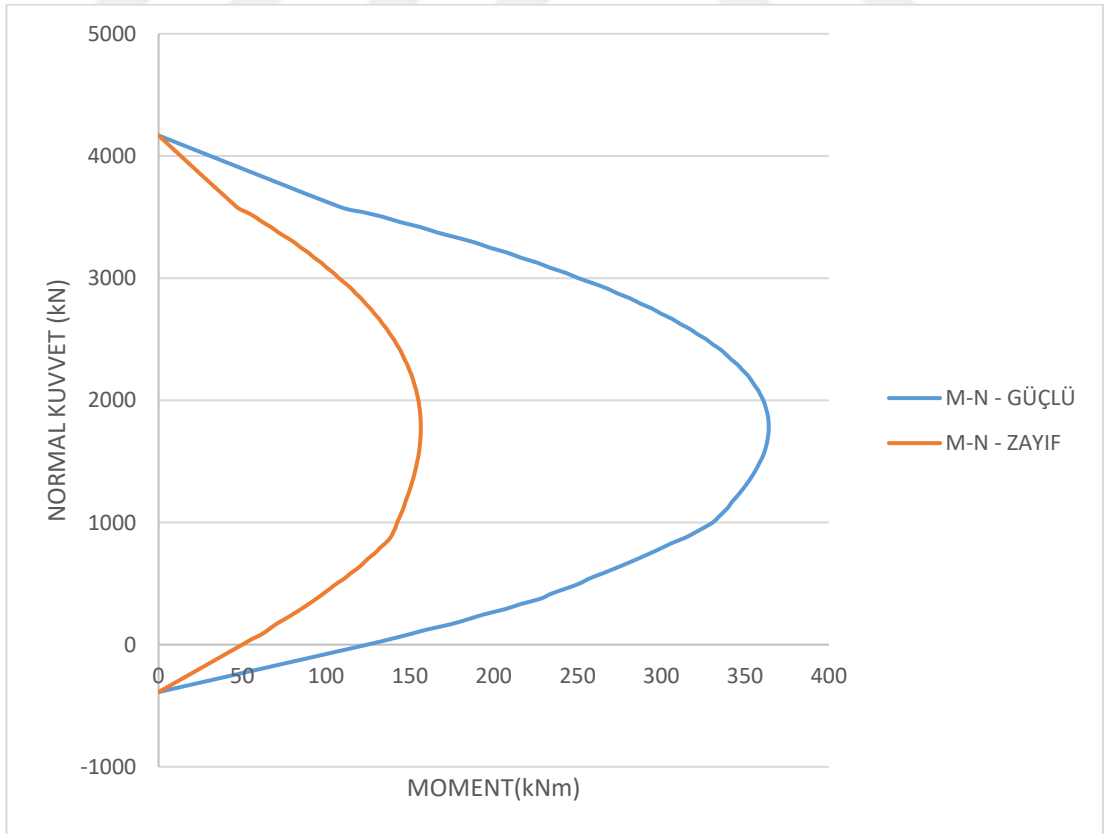
Şekil A.8 : 313 numaralı kolon için M-N etkileşim eğrileri.



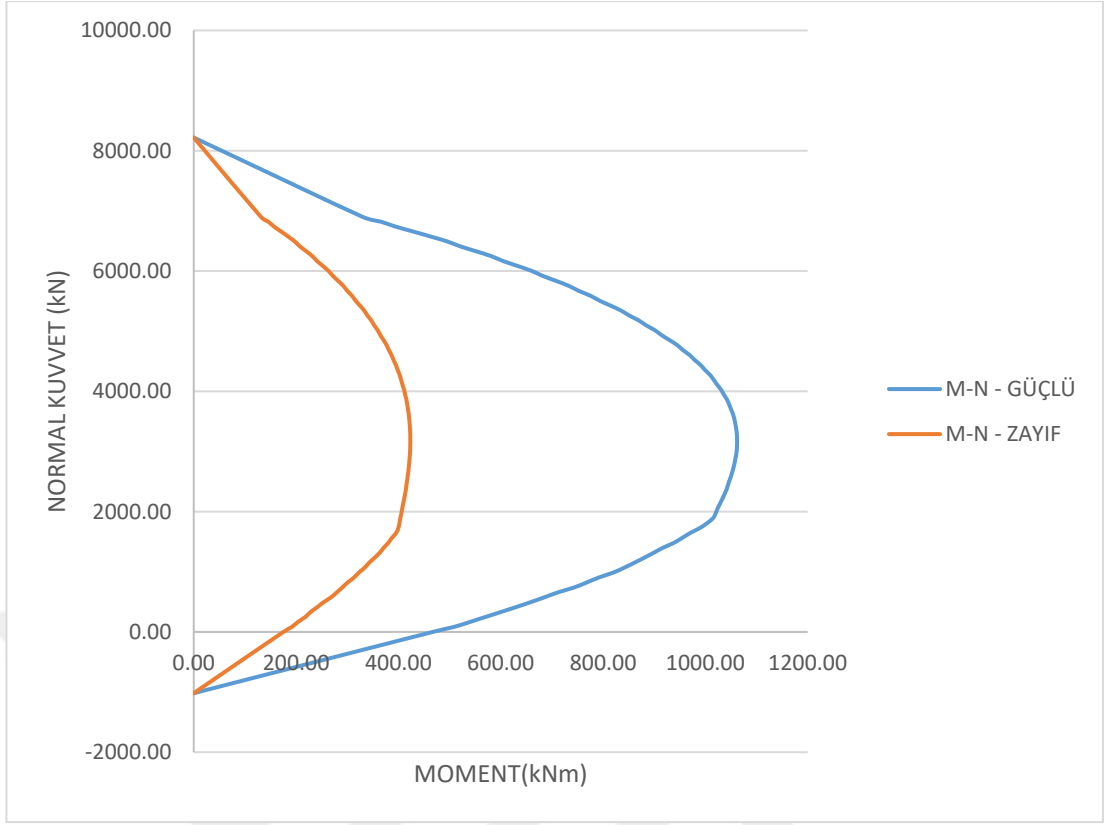
Şekil A.9 : 314 numaralı kolon için M-N etkileşim eğrileri.



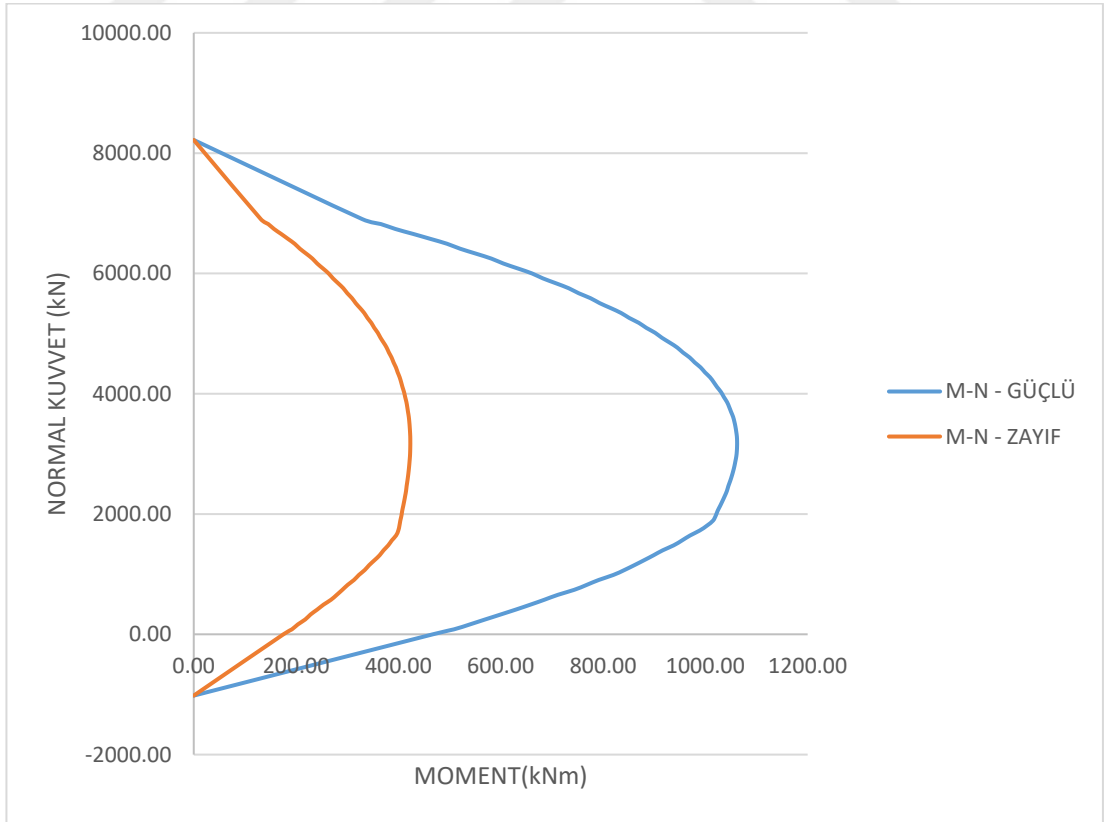
Şekil A.10 : 315 numaralı kolon için M-N etkileşim eğrileri.



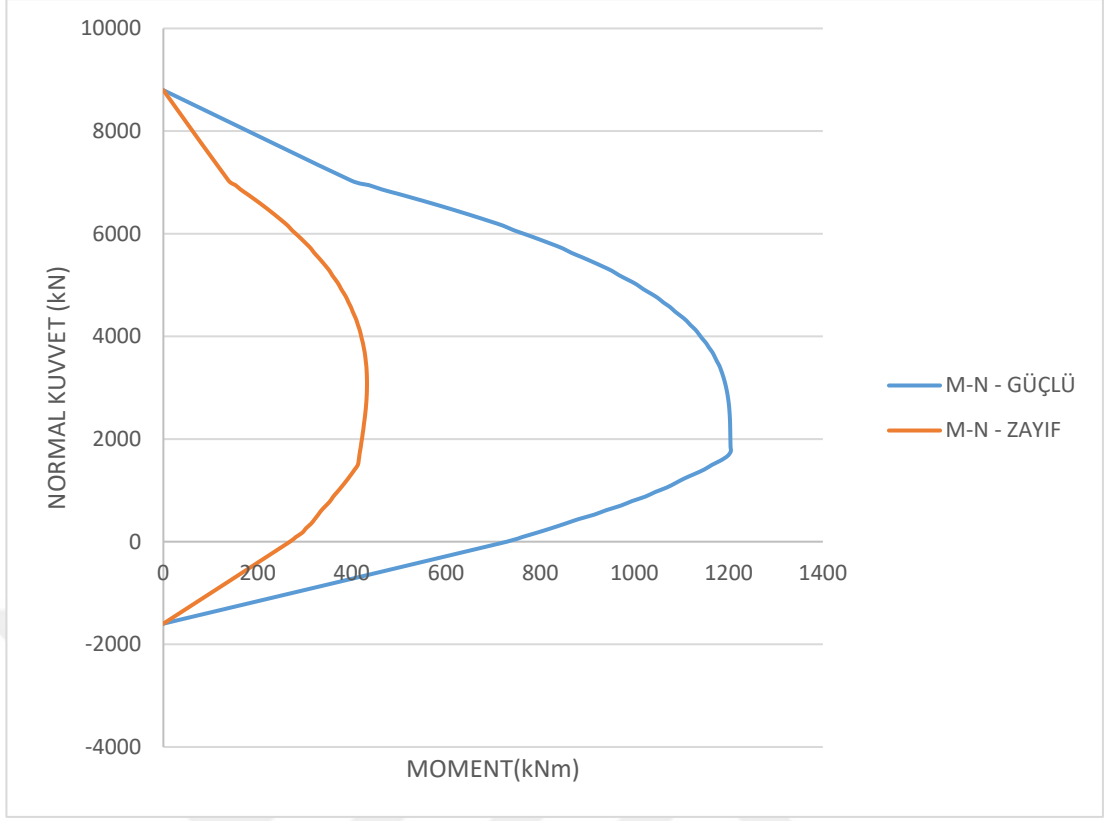
Şekil A.11 : 316 numaralı kolon için M-N etkileşim eğrileri.



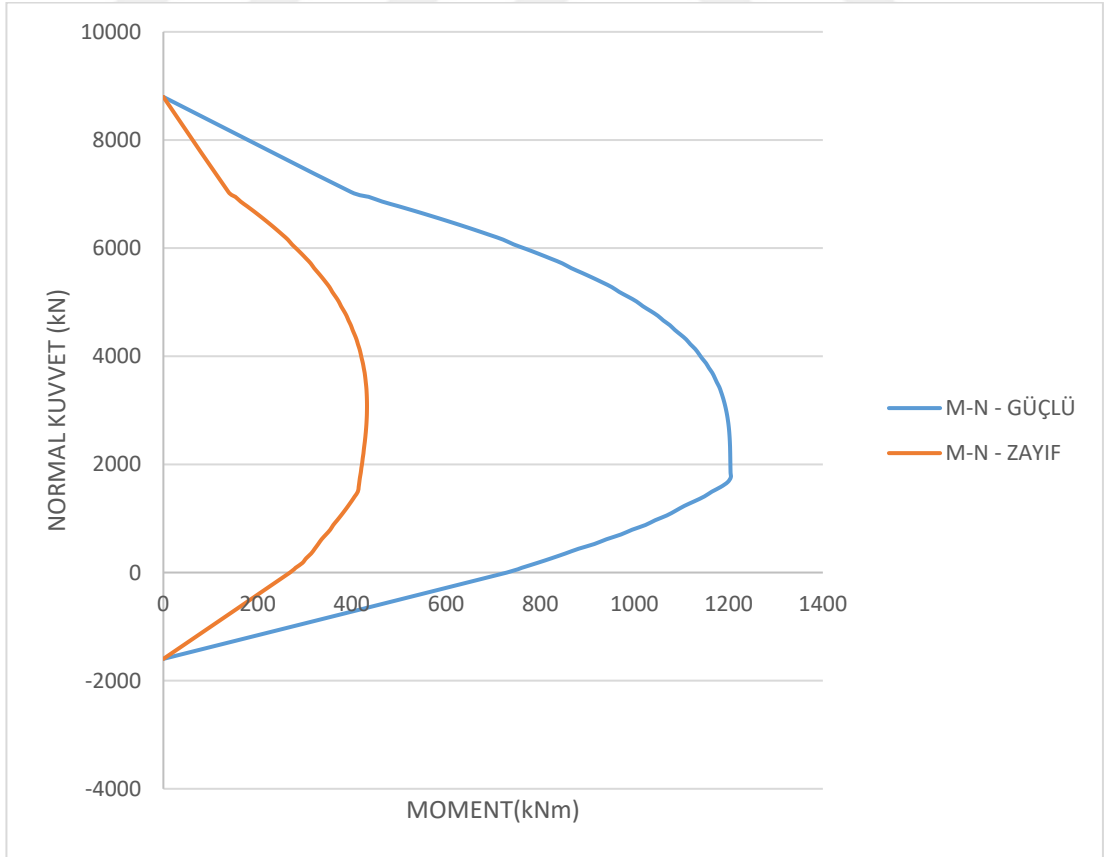
Şekil A.12 : 380 numaralı kolon için M-N etkileşim eğrileri.



Şekil A.13 : 381 numaralı kolon için M-N etkileşim eğrileri.

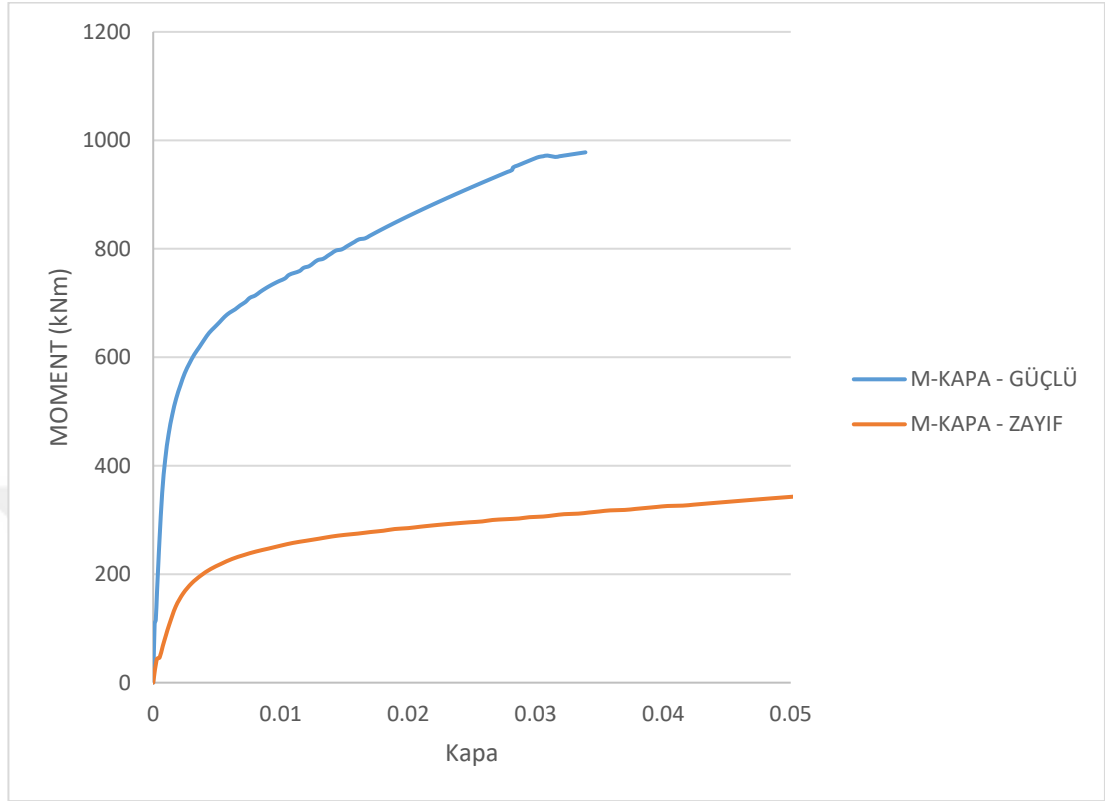


Şekil A.14 : 382 numaralı kolon için M-N etkileşim eğrileri.

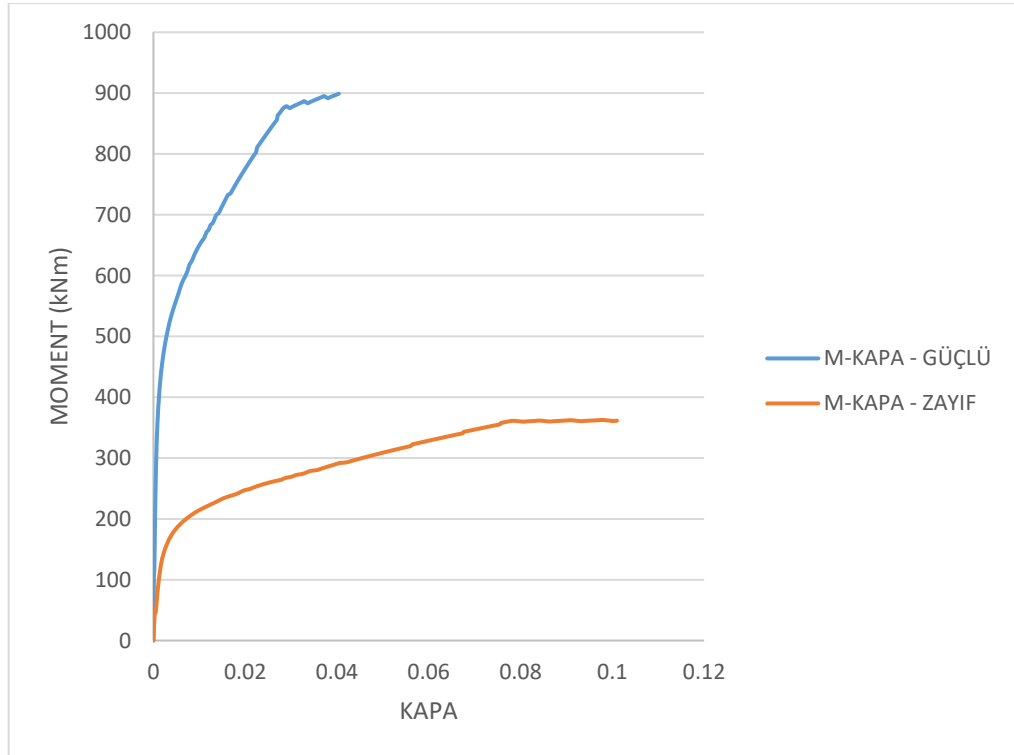


Şekil A.15 : 383 numaralı kolon için M-N etkileşim eğrileri.

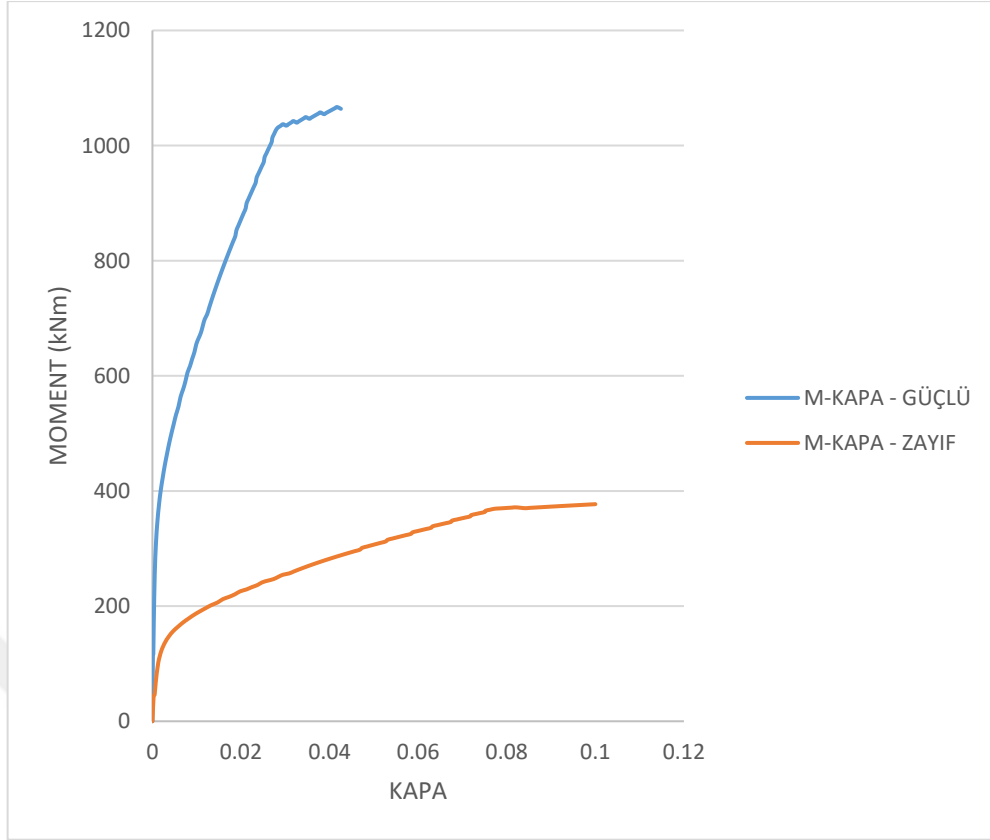
Moment-eğrilik datalarının grafik gösterimleri aşağıdaki şekillerde seçili kolonların hepsi için verilmiştir.



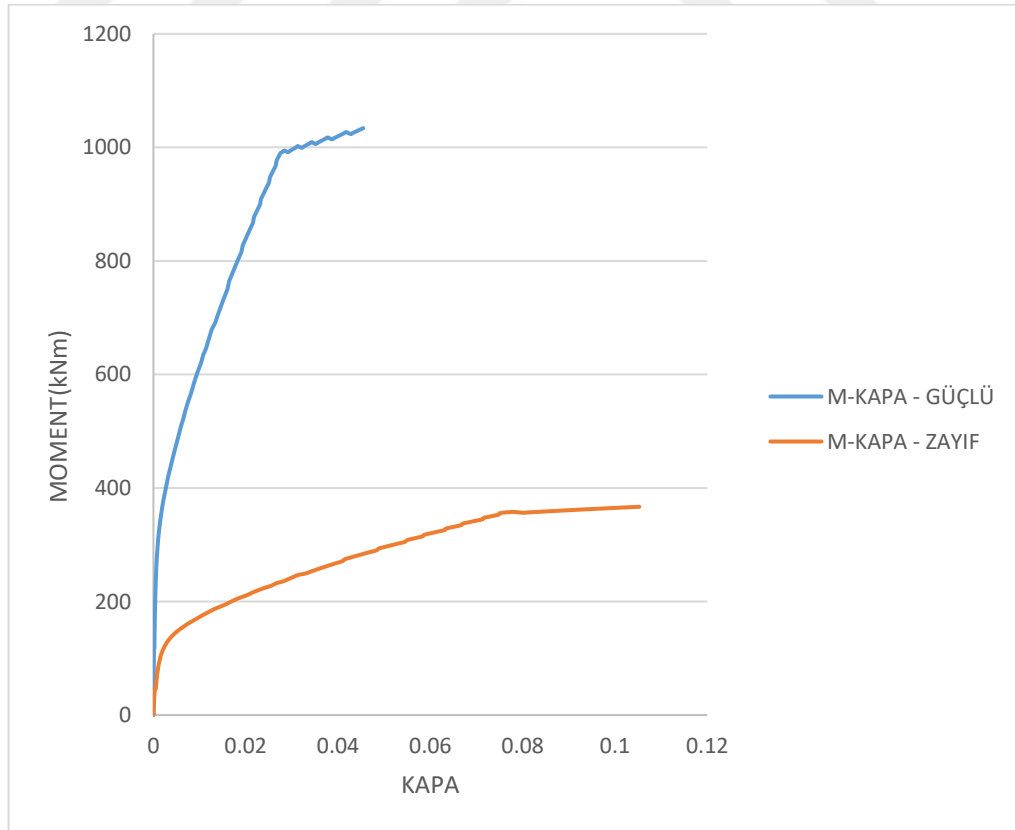
Şekil A.16 : 173 numaralı kolon için moment eğrilik grafiği.



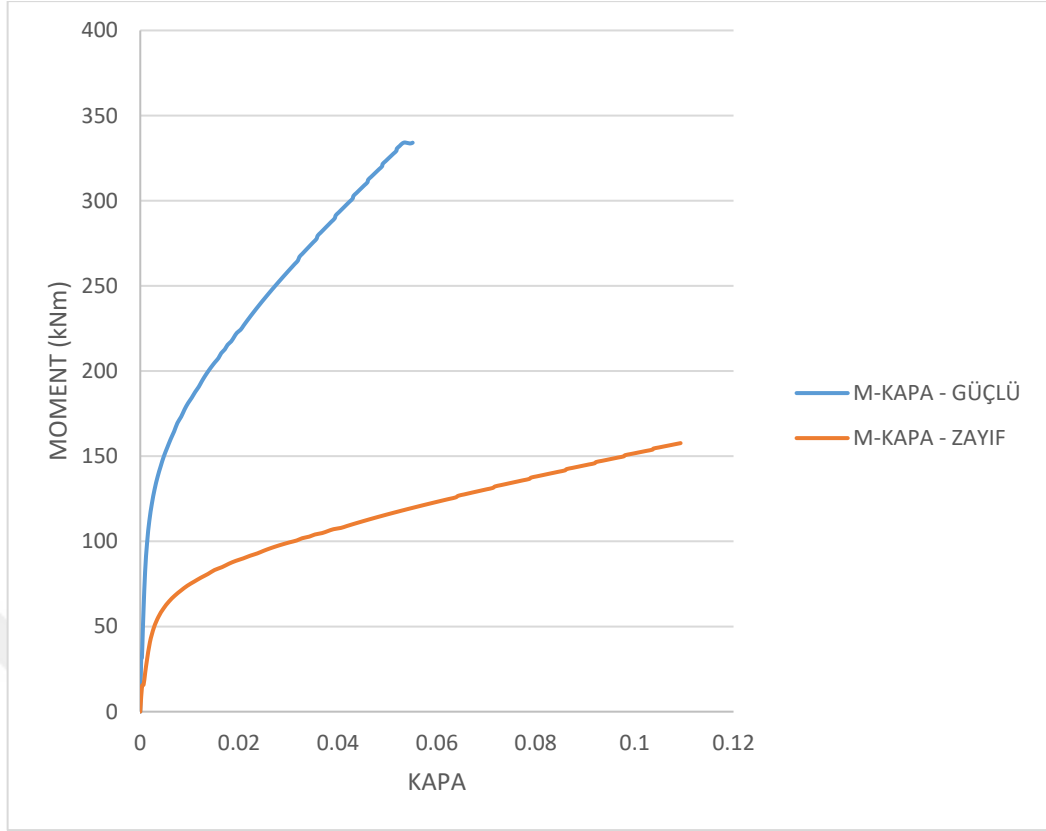
Şekil A.17 : 174 numaralı kolon için moment eğrilik grafiği.



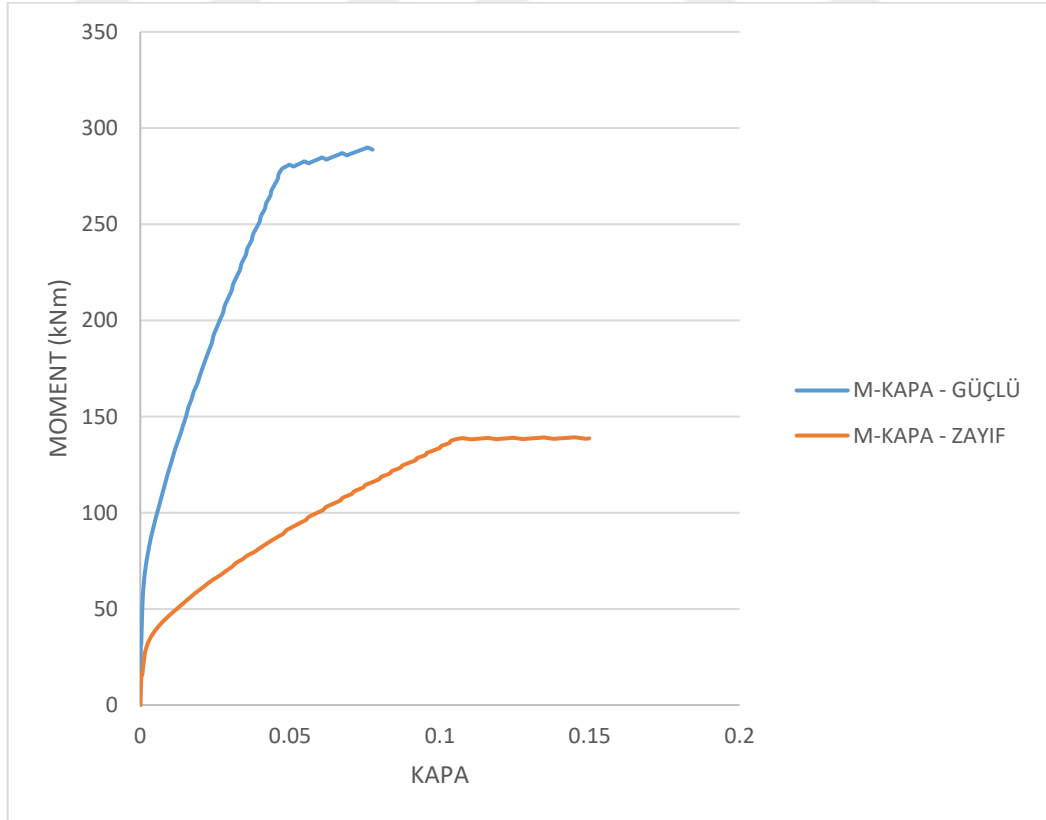
Şekil A.18 : 175 numaralı kolon için moment eğrilik grafiği.



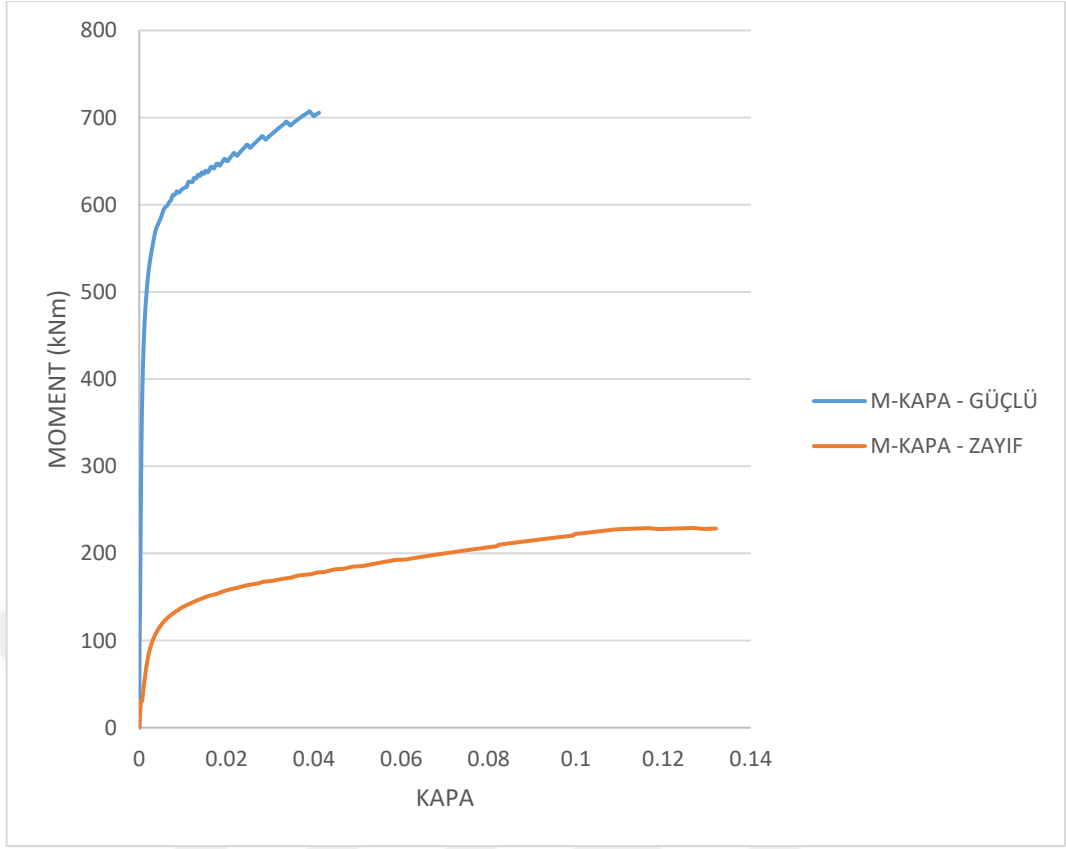
Şekil A.19 : 176 numaralı kolon için moment eğrilik grafiği.



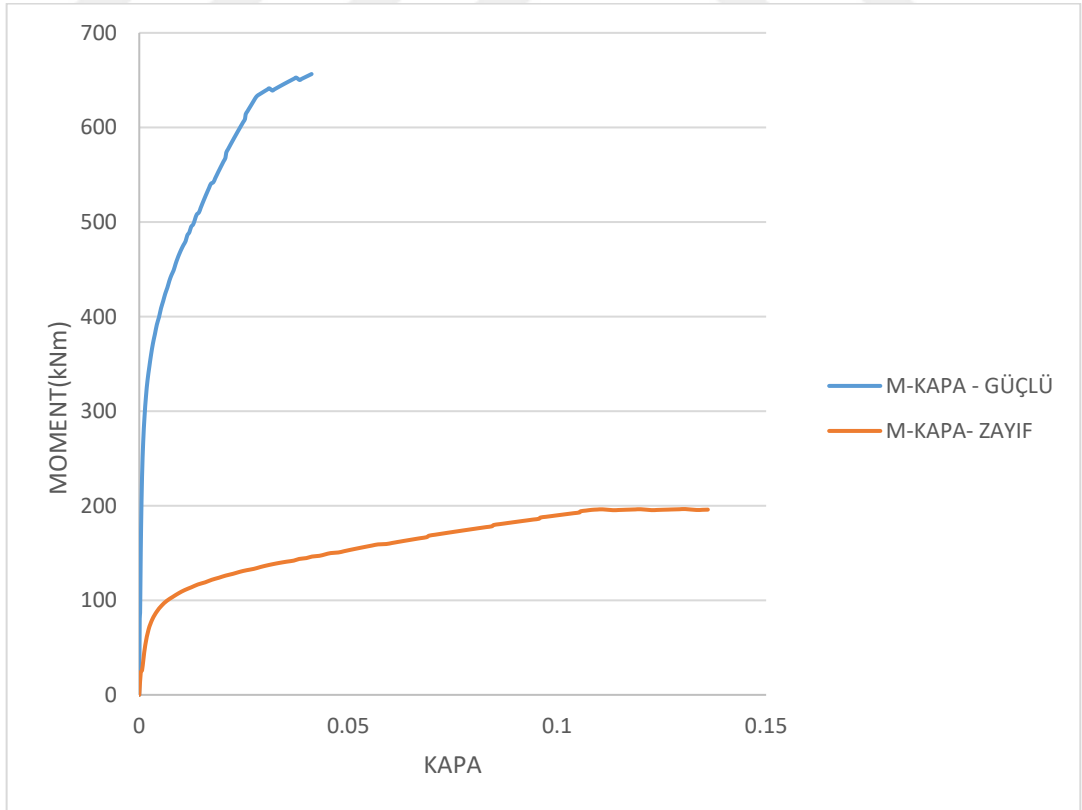
Şekil A.20 : 181 numaralı kolon için moment eğrilik grafiği.



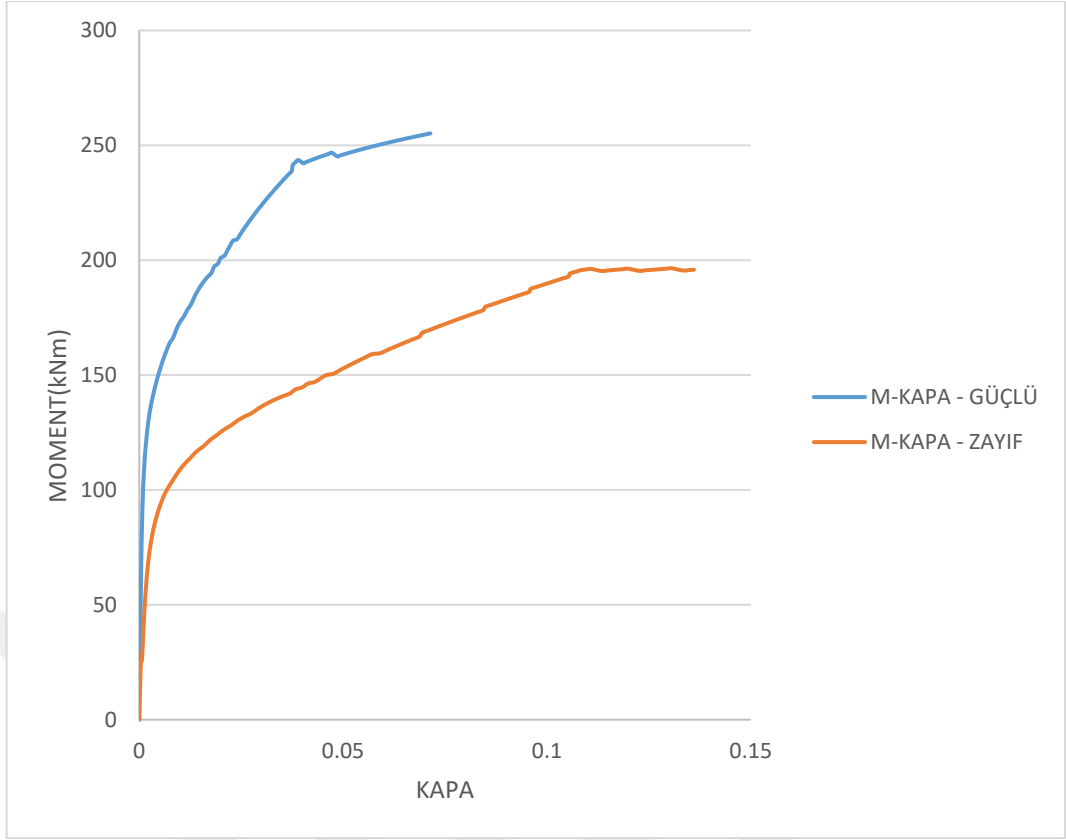
Şekil A.21 : 182 numaralı kolon için moment eğrilik grafiği.



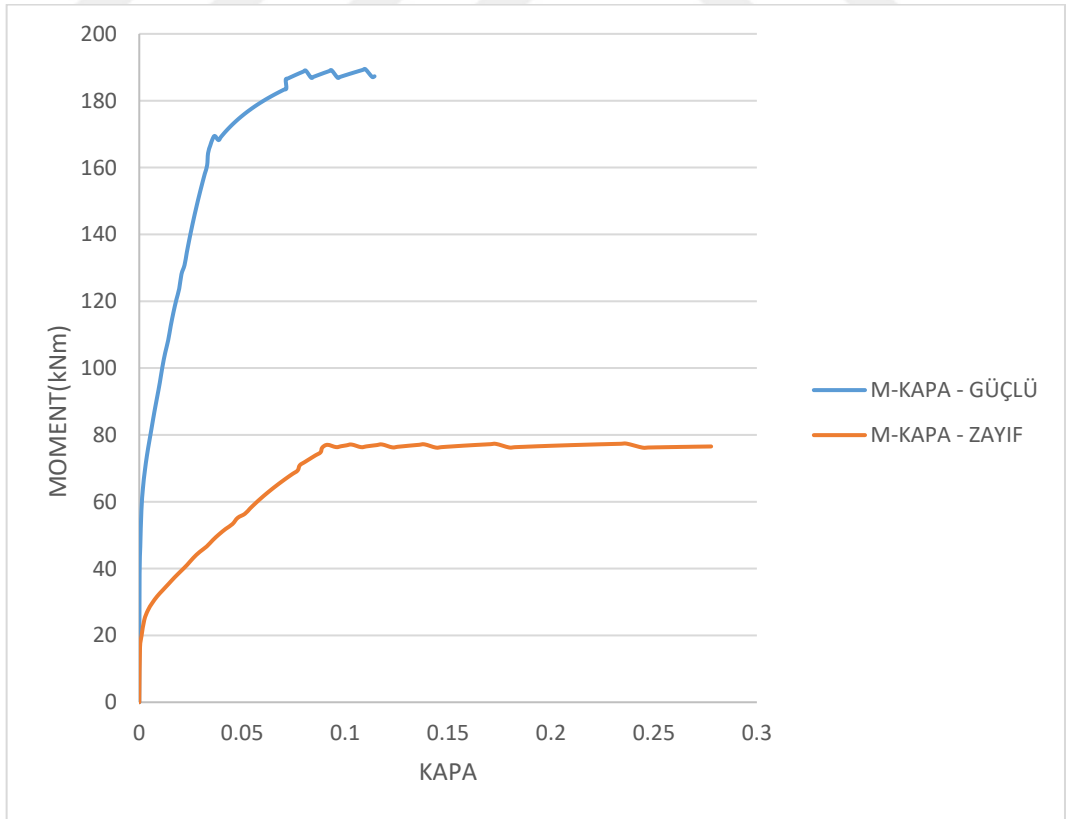
Şekil A.22 : 313 numaralı kolon için moment eğrilik grafiği.



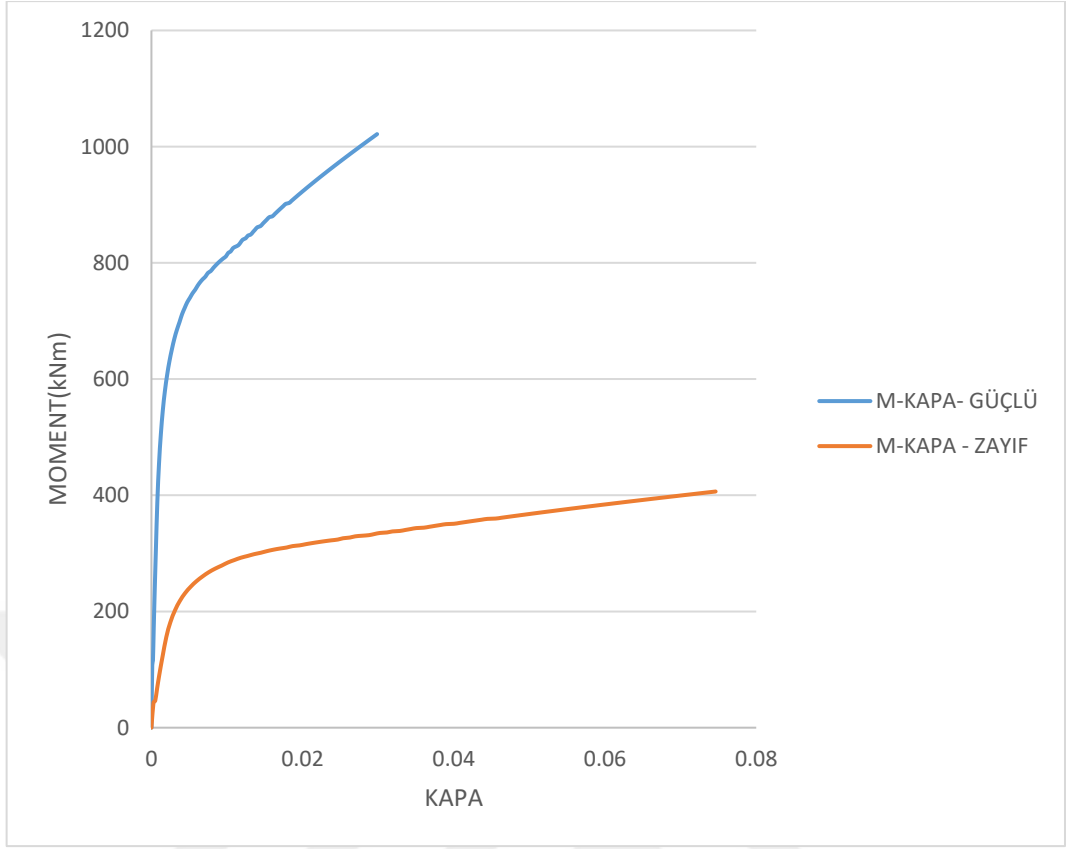
Şekil A.23 : 314 numaralı kolon için moment eğrilik grafiği.



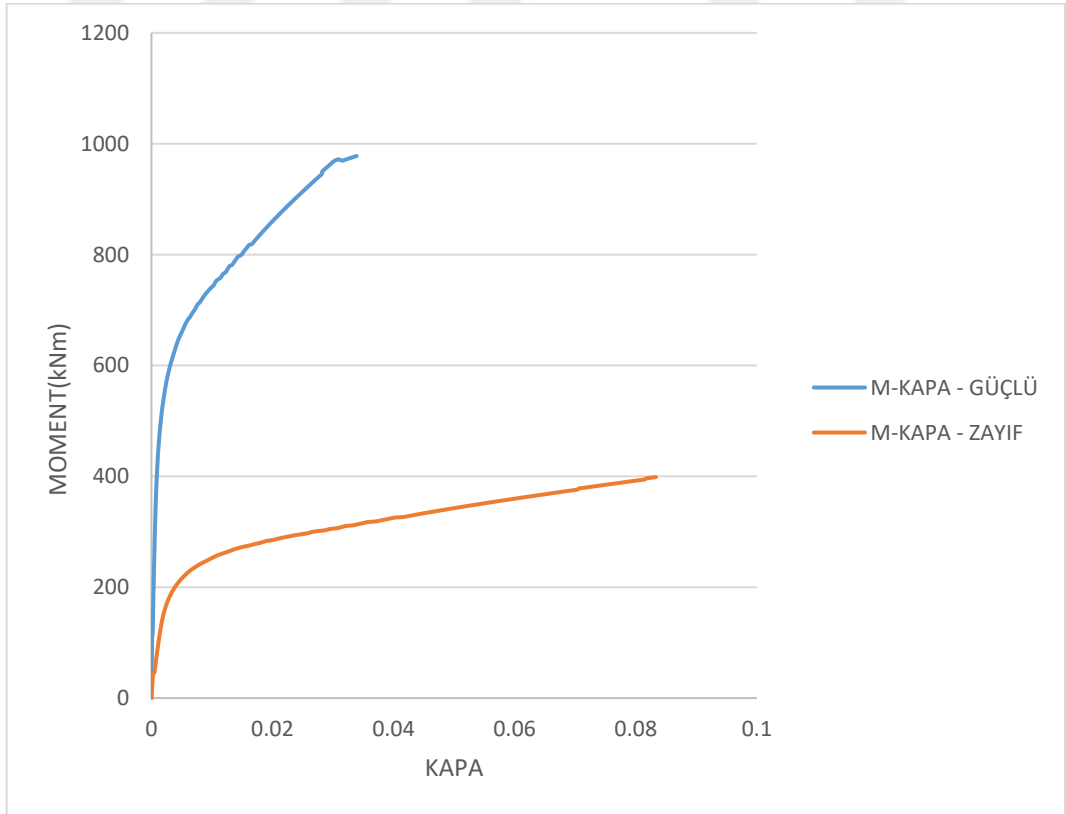
Şekil A.24 : 315 numaralı kolon için moment eğrilik grafiği.



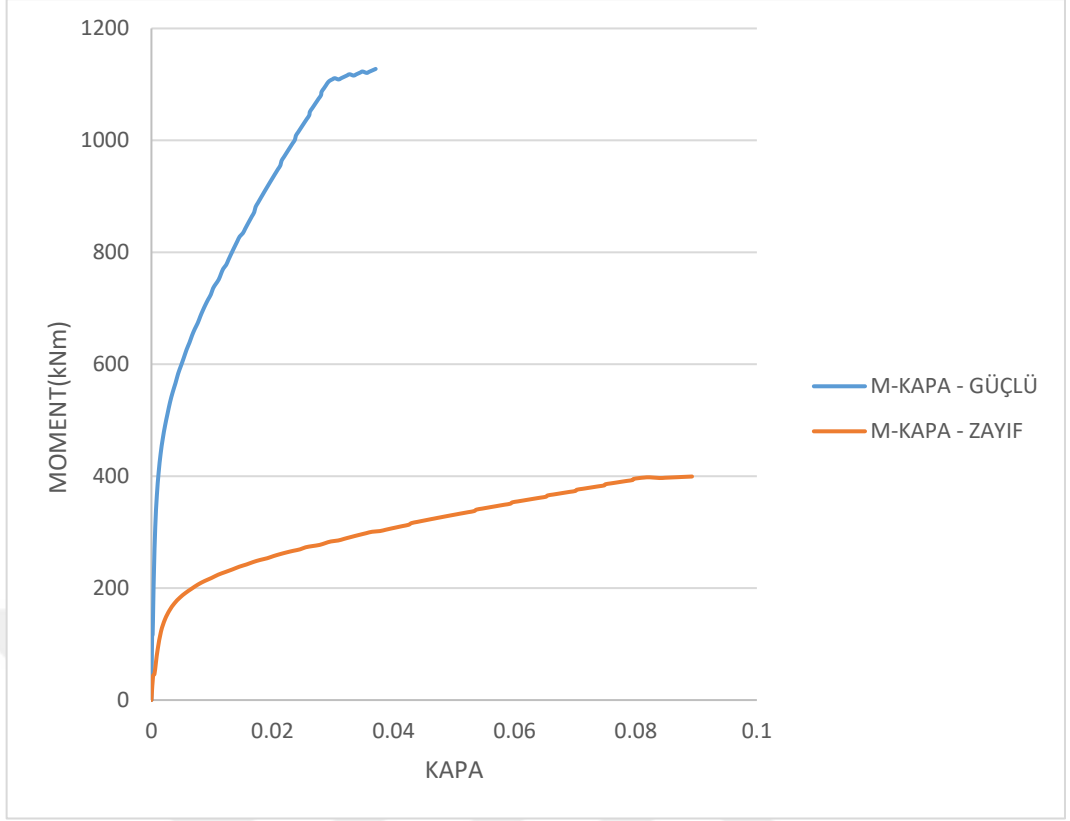
Şekil A.25 : 316 numaralı kolon için moment eğrilik grafiği.



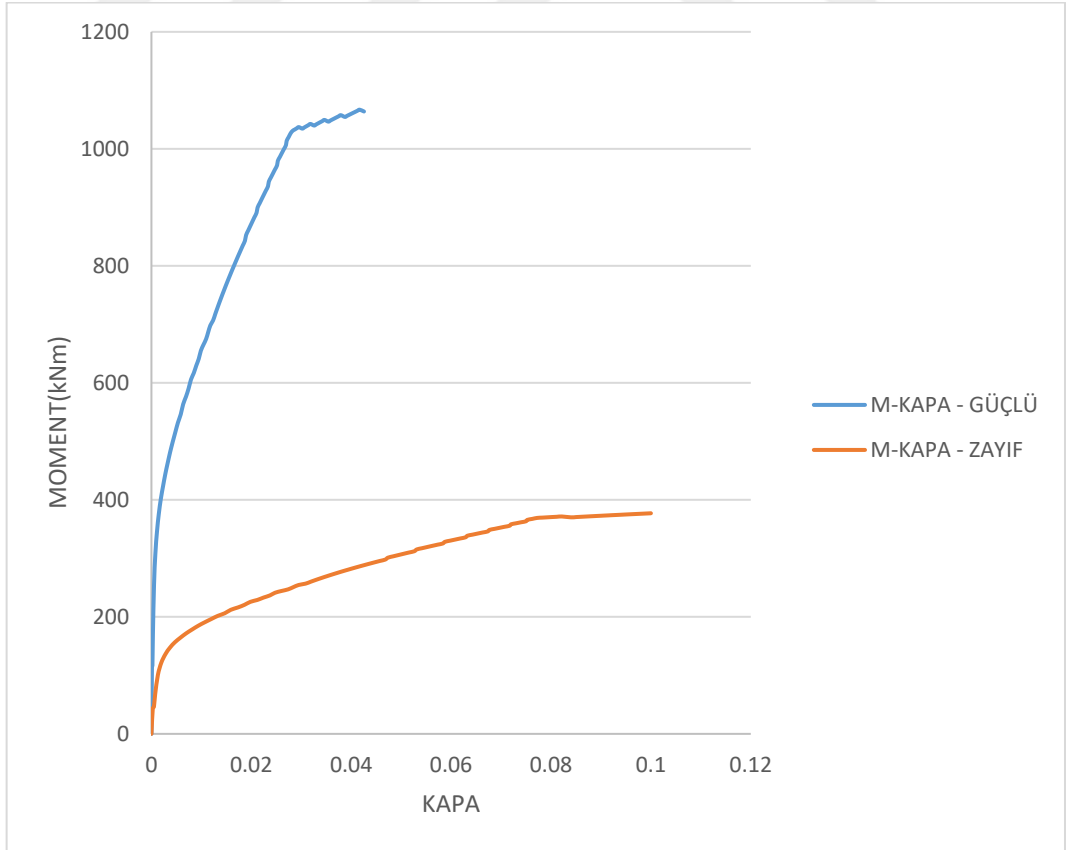
Şekil A.26 : 380 numaralı kolon için moment eğrilik grafiği.



Şekil A.27 : 381 numaralı kolon için moment eğrilik grafiği.



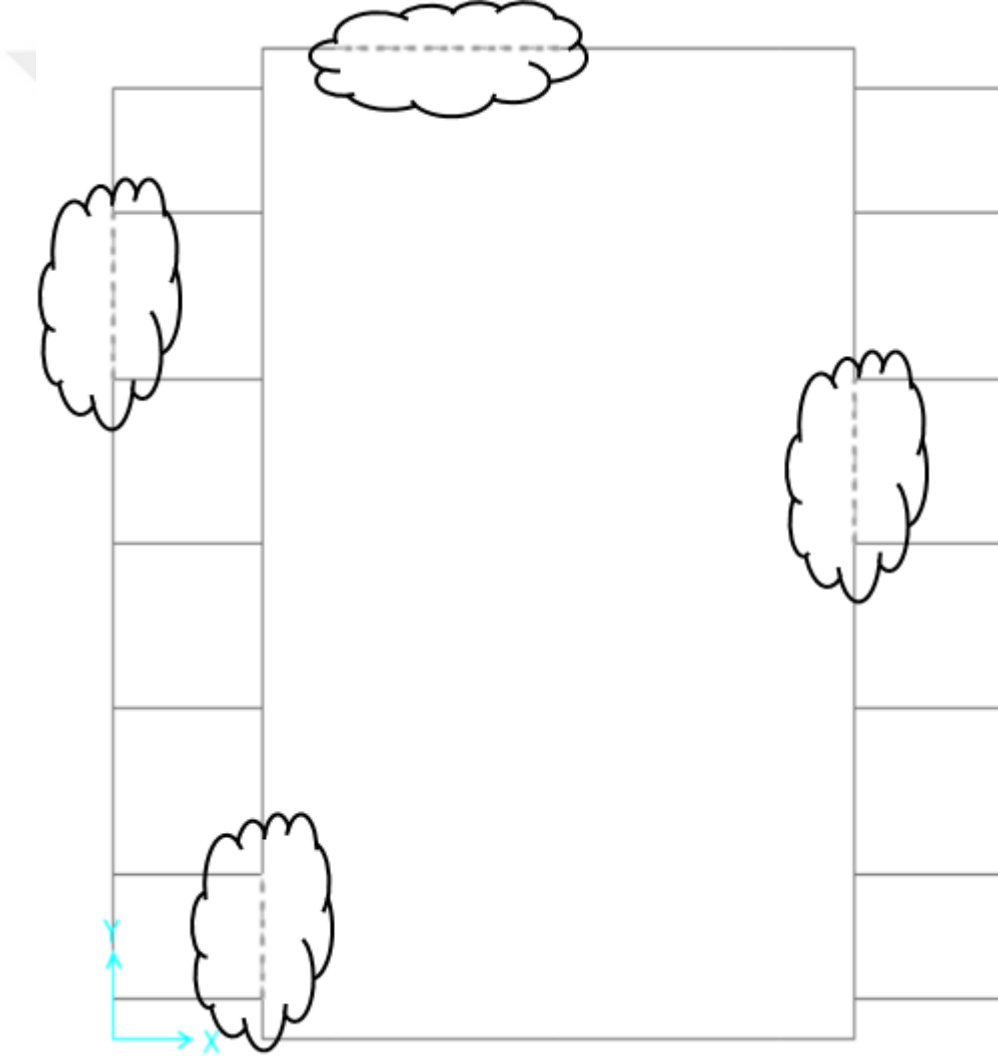
Şekil A.28 : 382 numaralı kolon için moment eğrilik grafiği.



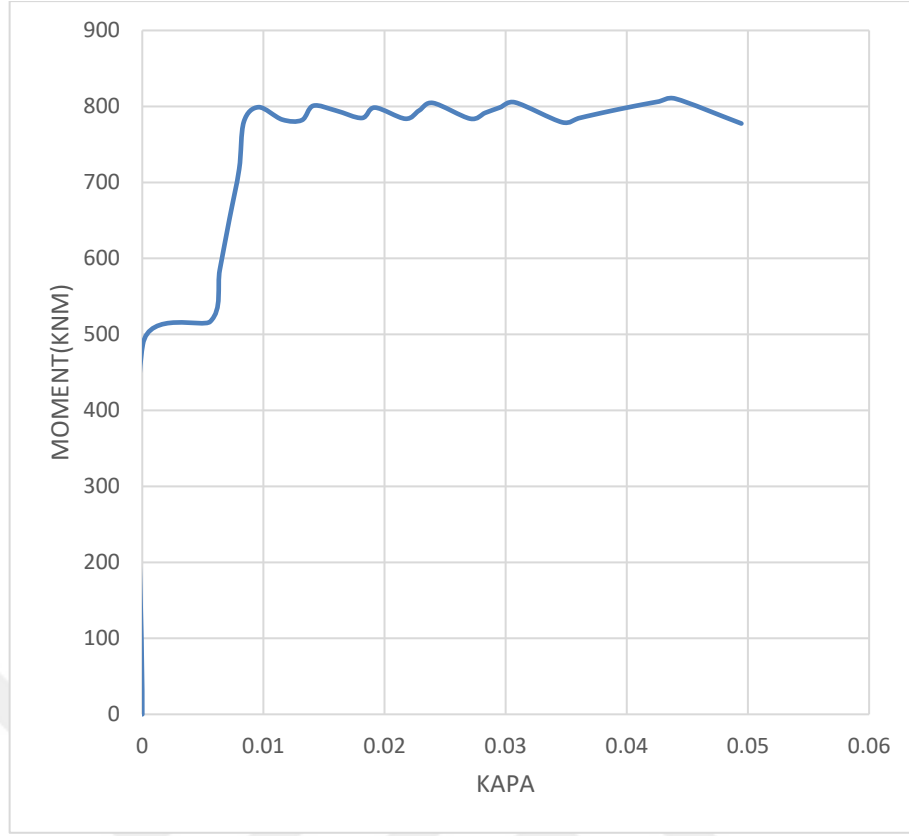
Şekil A.29 : 383 numaralı kolon için moment eğrilik grafiği.

EK B - KİRİŞLERİN PLASTİK MAFSAL ÖZELLİKLERİ

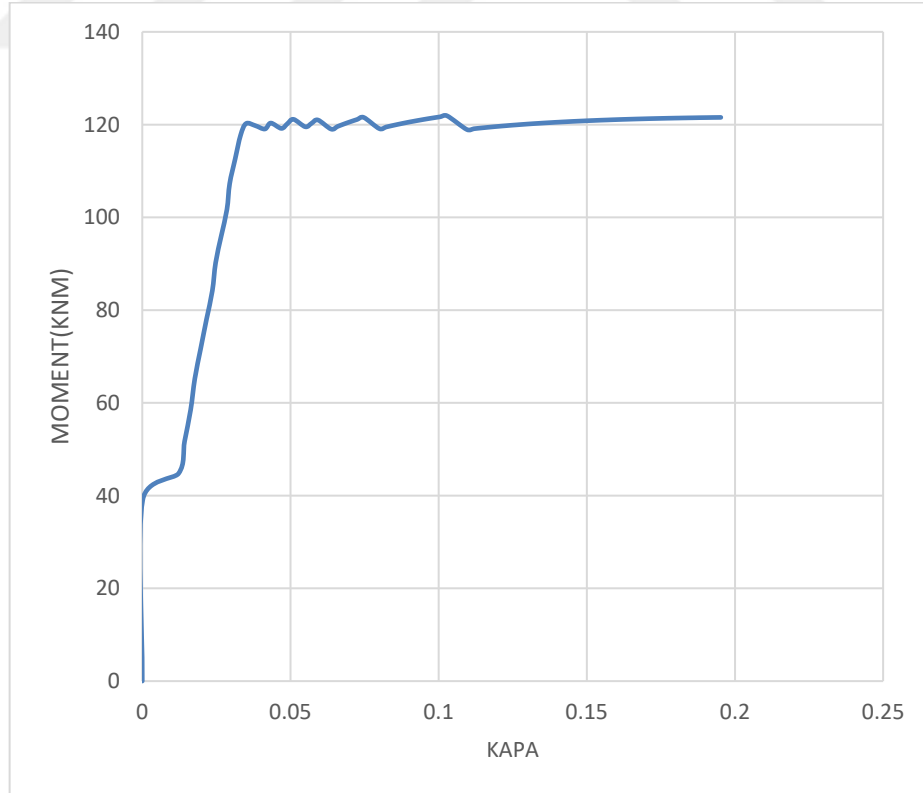
Kiriş mafsallarının tanımlanmasında, yapılan ön çalışmalar sonucunda programın otomatik mafsal tanımlama seçeneği kullanılmasına karar verilmiştir. Çok sayıda eleman bulunması sebebi ile işlem kolaylığı açısından analizler seçili kirişler üzerinden devam ettirilmiştir. Seçili kirişler, Şekil B.1’de görünen kirişlerin yapı yüksekliği boyunca seçilmesi ile oluşturulmuştur. Buna göre seçili kirişler 319, 321, 323, 325, 118, 119, 120, 121, 186, 190, 221, 225, 229, 233 numaralı kirişler olarak belirlenmiştir. Seçilen kirişlerin moment-eğrilik bağıntıları ayrı bir yazılımla elde edilmiş ve aşağıdaki şekillerde verilmiştir.



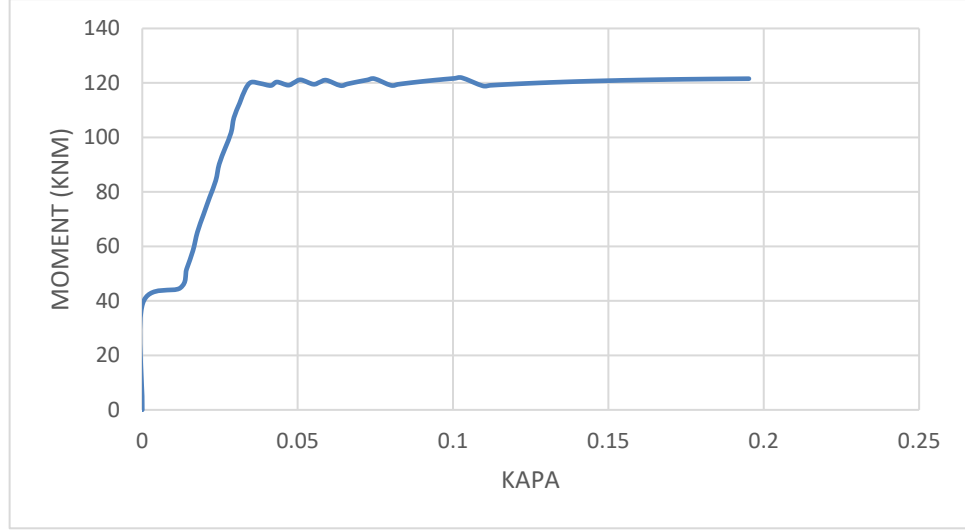
Şekil B.1: Seçilen kirişler.



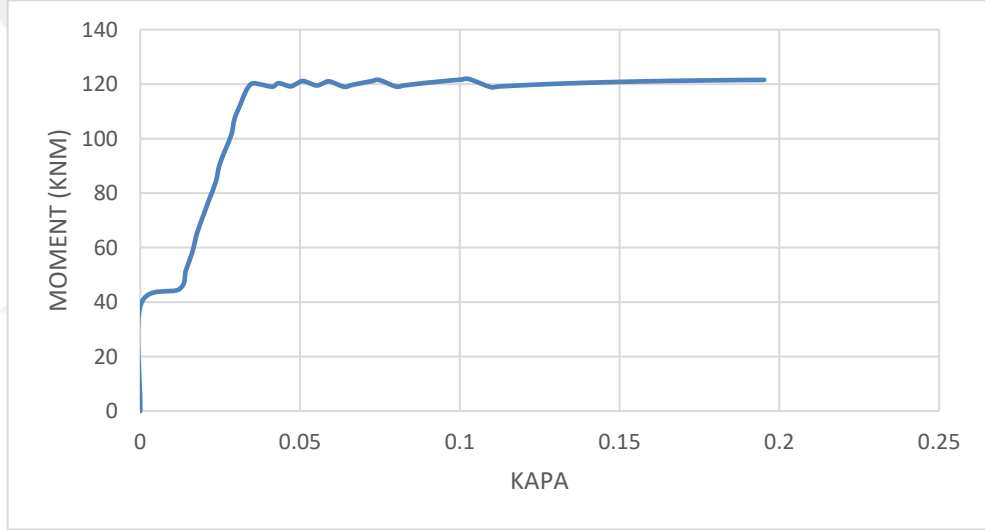
Şekil B.2: 233, 121 numaralı kirişler için moment-eğrilik diyagramı.



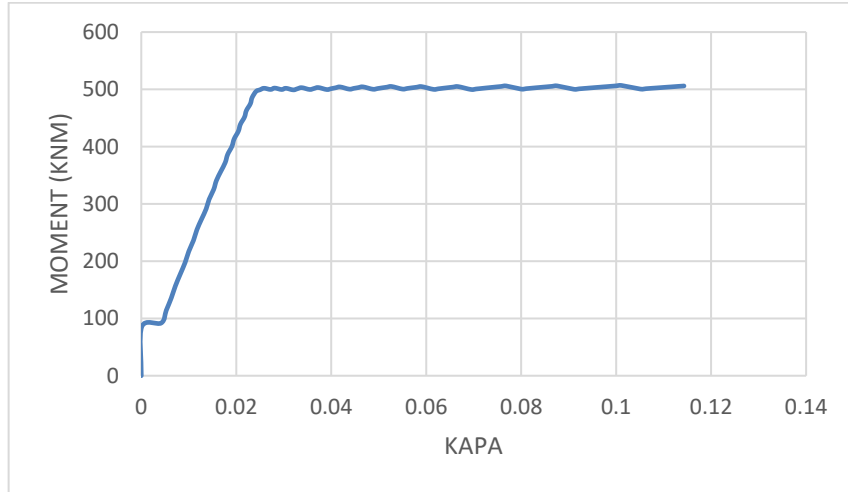
Şekil B.3: 323, 325 numaralı kirişler için moment-eğrilik diyagramı.



Şekil B.4: 118, 119, 120, 221, 225, 229 kirişleri moment-eğrilik diyagramı.

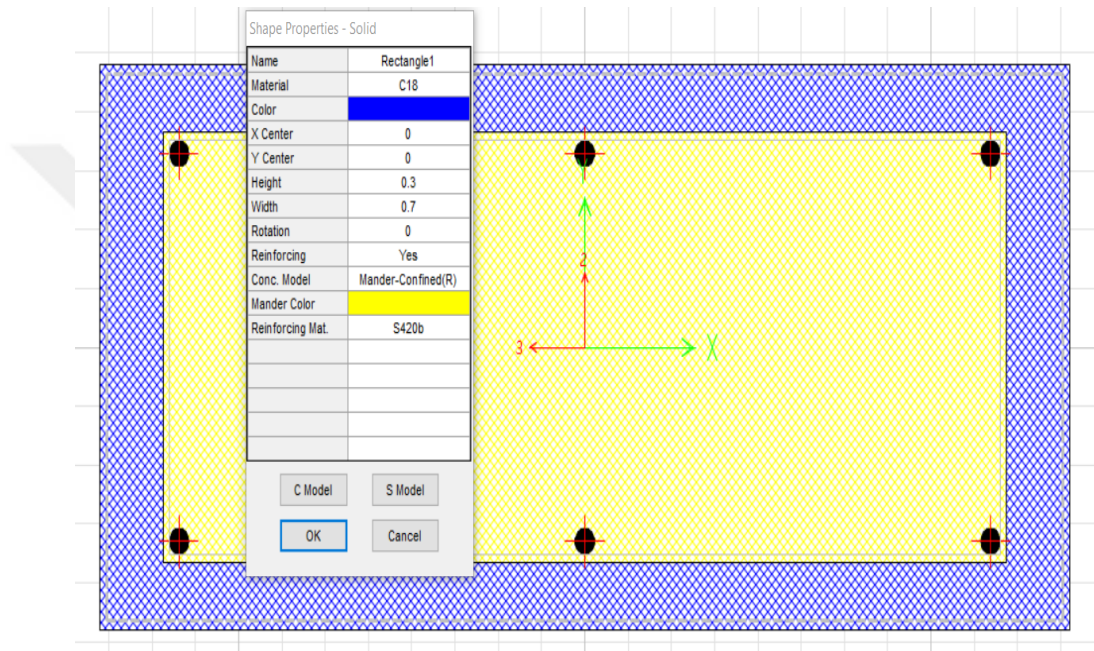


Şekil B.5: 190, 186 numaralı kirişler için moment-eğrilik diyagramı.



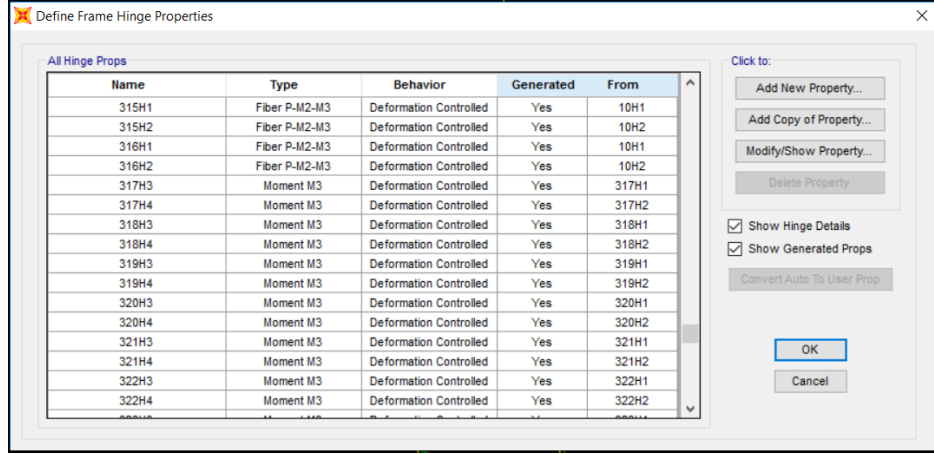
Şekil B.6: 319, 321 numaralı kirişler için moment-eğrilik diyagramı.

SAP2000’de kolonlar için mafsalları tanımlamasında Fiber P-M2-M3 seçeneği kullanılmıştır. Bu plastik mafsalları tipi, ‘Section Designer’ menüsünden kolon kesitleri donatılar ile beraber tanımlanabilmektedir. Kesit 10’luk dilimlere bölünmüş, her bir dilime fiber ataması yapılmıştır. Mafsalları boyu kesit yüksekliğinin yarısı olacak şekilde alınmıştır. Şekil C.1’de bu şekilde tanımlanmış örnek kolon kesiti görülmektedir. Kesit tanımlandıktan sonra M- χ ve M-N eğrileri SAP2000 programı tarafından otomatik olarak hesaplanmıştır.



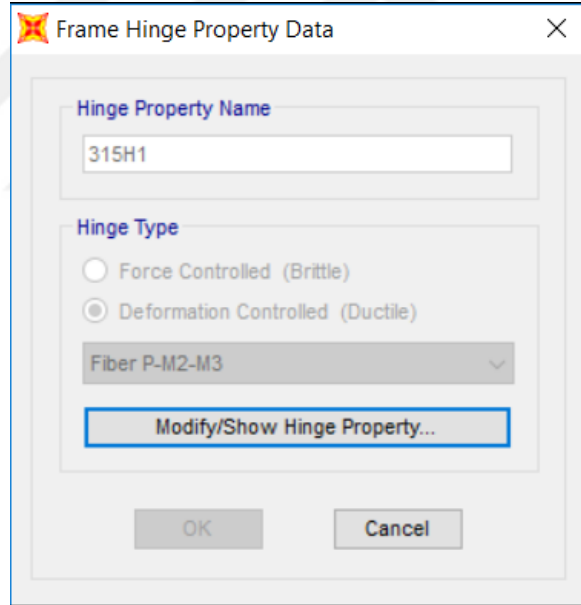
Kesitin oluşturulması esnasında beton malzeme modeli olarak Mander-Confined (R) seçilir. Bu şekilde doğrusal olmayan malzemenin tanımlanması yapılmış olur. Kesit tanımlandıktan sonra SAP2000’de kolonlar için fiber mafsals tanımlamasının yapılması aşağıda anlatılmıştır.

- 102



Şekil C.2: Define Frame Hinge Properties diyalog kutusu.

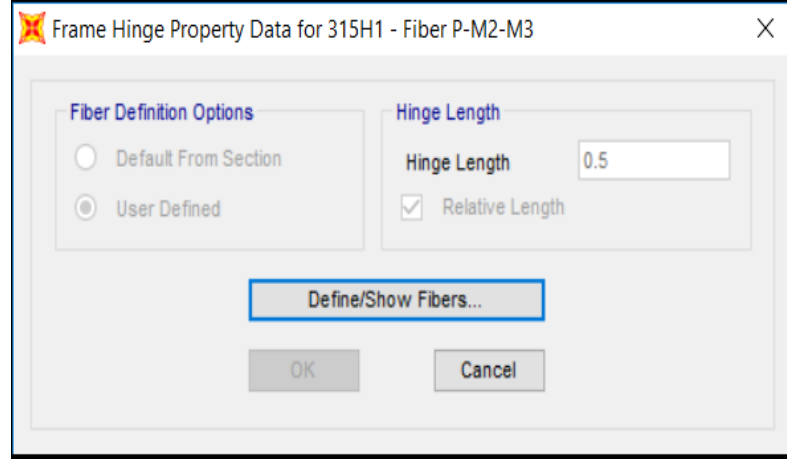
2. Bu diyalog kutusu içindeki *Add New Property* butonuna basılarak yeni bir plastik mafsalları tanımlamasının yapılabileceği Şekil C.3’de gösterilen *Frame Hinge Property Data* diyalog kutusunun ekrana gelmesi sağlanır. Bu diyalog kutusu aracılığı ile plastik mafsalları adı ve tipi belirlenir.



Şekil C.3: Frame Hinge Property Data diyalog kutusu.

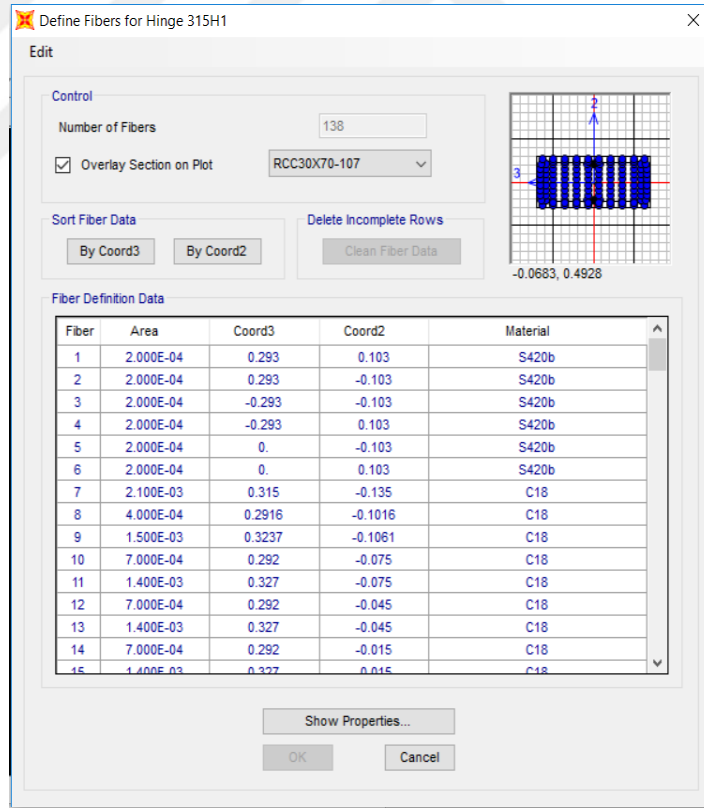
Mafsalları tipi olarak *Deformation Controlled (Ductile)* yani sünek seçeneği işaretlenmiş ve açılır listeden *Fiber P-M2-M3* mafsalları tip seçilmiştir.

3. Bu özelliklerin tanımlanabilmesi için *Modify/Show Hinge Property* butonuna basılır ve Şekil C.4’te gösterilen *Frame Hinge Property Data for 315H1- FiberP-M2-M3* diyalog kutusunun açılması sağlanır. Burada plastik mafsalları boyu rölatif olarak 0.5 seçilmiştir.



Şekil C.4: Frame Hinge Property Data diyalog kutusu.

4. Bu diyalog kutusu içindeki *Define/Show Fibers* butonuna basılarak fiber özelliklerinin girildiği Şekil C.5'te gösterilen *Define Fibers for Hinge 315H1* diyalog kutusunun ekrana gelmesi sağlanır. Bu diyalog kutusu aracılığı ile fiber dataları girilir.



Şekil C.5: Define Fibers for Hinge 315H1 diyalog kutusu.

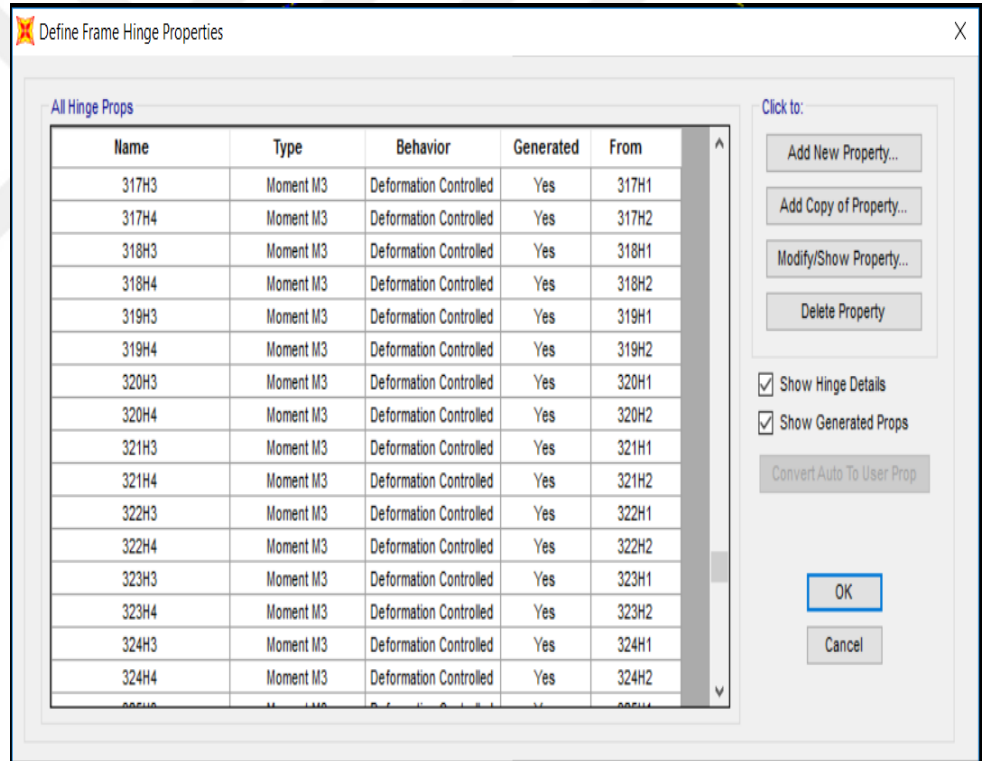
5. Yukarıda bahsedilen işlemler gerçekleştirildikten sonra örnek kolon için fiber P-M2-M3 tipi mafsalsın tanımlaması yapılmış olunur.

EK D - SAP2000 DE KİRİŞ PLASTİK MAFSALI TANIMLANMASI

SAP2000’de kirişler için plastik mafsal tanımlamasında M3 plastik mafsal tipi kullanılmıştır. Kirişlerde M3 momenti eğilme momentine karşı gelmektedir. Bu plastik mafsal tipi program tarafından otomatik atanmıştır.

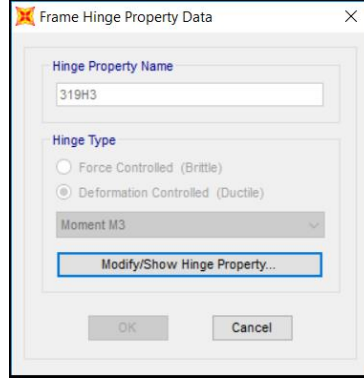
SAP2000’de kirişler için M3 tipi plastik mafsal tanımlamasının yapılışı aşağıda anlatılmıştır.

1. SAP2000 içinde plastik mafsal tanımlamak için *Define > Section Properties > Hinge Properties* yolu izlenerek Şekil D.1’de gösterilen *Define Frame Hinge Properties* diyalog kutusunun açılması sağlanır. Bu diyalog kutusu aracılığı ile yeni plastik mafsal tanımlaması yapılabilir, mevcut plastik mafsal özellikleri izlenebilir veya değişiklik yapılabilir. Örnek olarak RCB30/100 kesitinde 319 numaralı kiriş ele alınmıştır.



Şekil D.1: “Define Frame Hinge Properties” diyalog kutusu.

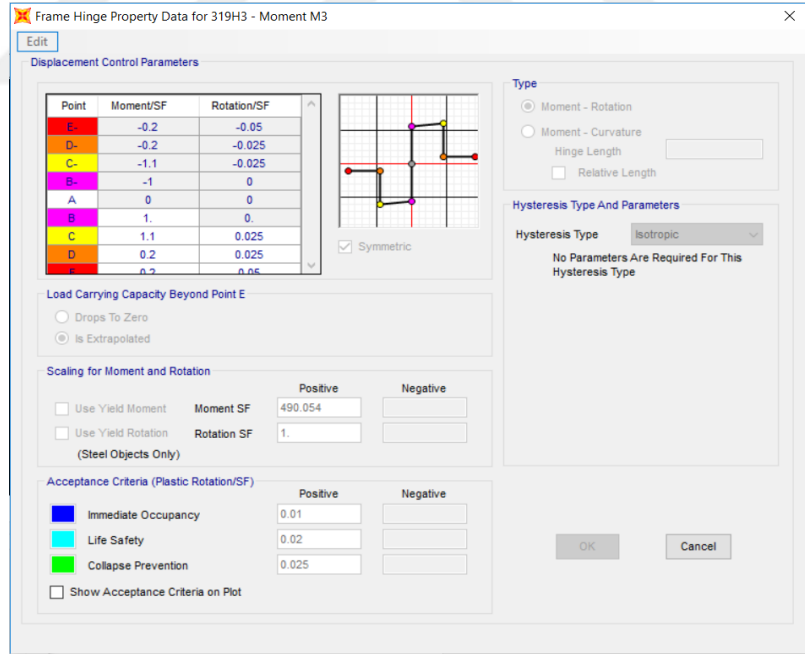
2. Bu diyalog kutusu içindeki *Add New Property* butonuna basılarak yeni bir plastik mafsal tanımlamasının yapılabileceği Şekil D.2’de gösterilen *Frame Hinge Property Data* diyalog kutusu açılır. Bu diyalog kutusu aracılığı ile plastik mafsalın adı ve tipi belirlenir.



Şekil D.2: “Frame Hinge Property Data” diyalog kutusu.

Örnek olarak 319H3 plastik mafsalsal tipi için sünük seçeneği işaretlenmiştir. Kirişler için plastik mafsalsal tanımlaması yapmak için *Moment M3* mafsalsal tip seçilir.

3. *Frame Hinge Property Data* diyalog kutusundaki *Modify/Show Hinge Property* butonuna basılarak Şekil D.3’de gösterilen *Frame Hinge Property Data for 319H3 – Moment M3* diyalog kutusunun ekrana gelmesi sağlanır. Bu diyalog kutusunda, kiriş mesnedindeki kesit özelliklerine bağlı olarak program tarafından hesaplanan plastik mafsalsal özellikleri gösterilmiştir.



Şekil D.3: “Frame Hinge Property Data for 319H3 – Moment M3”.

Type; kiriş plastik mafsalsal tanımlamasında moment-dönme veya moment-eğrilik ilişkisi kullanılabilir. Örnek durumda moment-dönme ilişkisi aracılığı ile tanımlama yapılmıştır.

Hysteresis Type and Parameters; Kiriş plastik mafsalının histeretik davranış tipinin seçildiği kısımdır. En basit ve hızlı çözüm seçeneği olan *Isotropic* seçeneği seçilmiştir.

Scaling for Moment and Rotation; Kirişin akma momenti ve dönme değerlerini katsayı olarak içerir.

Displacement Control Parameters; Kiriş mesnedindeki kesit özelliklerine bağlı olarak elde edilen moment-dönme ilişkisinin hesaplandığı kısımdır. Eğer kiriş kesiti altta ve üstte çekme durumları için aynı özellikleri gösteriyorsa, örneğin çelik I kesit vb., *Symmetric* seçeneği seçili duruma getirilir. Tablo içindeki A,B,C,D,E noktaları yan taraftaki grafik ekranda gösterilmektedir.

A noktası sıfır noktasıdır ve giriş yapılamaz.

B noktası ise akma sınırını temsil eder ve bu noktaya kadar plastik mafsalda hiçbir plastik şekildeğiştirme oluşamaz. Bunun nedeni, B noktasının *Rotation/SF* hücrendeki değerin sıfır olmasıdır. B noktasının *Moment/SF* hücreğine 1 girilmesi ile; $1 * (\text{Positive Moment SF} = 490.054 \text{ kNm}) = 490.054 \text{ kNm}$ çarpımı sonucunda bulunan moment değeri B noktasına verilmiş olunur.

Aynı şekilde C noktasının *Moment/SF* hücreğine 1.1 girilmesi ile; $1.1 * (\text{Pozitif Moment SF} = 490.054 \text{ kNm}) = 539.0594 \text{ kNm}$ çarpımı sonucunda bulunan moment değeri C noktasına verilmiş olunur. C noktası; kiriş plastik mafsalının güç tükenimi noktasıdır ve bu noktadan sonra kapasite sıfırlanabilir veya kapasite belli oranda azaltılarak bir miktar daha yük taşınabilmesi sağlanabilir.

Load Carrying Capacity Beyond Point E; kiriş plastik mafsalının yük taşıma kapasitesinin E noktasından sonra nasıl devam edeceğine karar verilen kısımdır. Bu noktadan sonra mafsalın yük taşıyamaz hale geldiği kabul ediliyorsa *Drop to Zero* seçeneği seçilmelidir.

Acceptance Criteria (Plastic Rotation/SF); doğrusal olmayan analizler sonucunda kiriş performans değerlendirmesi için tanımlanan sınır deformasyon değerlerinin girildiği kısımdır.

4. Yukarıda bahsedilen işlemler gerçekleştirildikten sonra örnek kiriş için M3 tipi plastik mafsalın tanımlaması yapılmış olunur.

EK E – MEVCUT MODEL MODAL ANALİZ TABLOSU

Çizelge E.1 : Mevcut model modal katılım oranları.

Mode Sayı	Periyot (sn)	UX	UY	UZ	Toplam UX	Toplam UY	Toplam UZ
1	1.091	0.000	0.482	0.000	0.000	0.482	0.000
2	0.734	0.001	0.000	0.000	0.001	0.482	0.000
3	0.653	0.495	0.000	0.000	0.496	0.482	0.000
4	0.637	0.000	0.004	0.000	0.496	0.486	0.000
5	0.457	0.000	0.001	0.000	0.496	0.487	0.000
6	0.362	0.000	0.000	0.000	0.496	0.487	0.000
7	0.359	0.000	0.013	0.000	0.496	0.500	0.000
8	0.353	0.000	0.000	0.000	0.496	0.500	0.000
9	0.350	0.000	0.052	0.000	0.496	0.552	0.000
10	0.255	0.000	0.000	0.000	0.496	0.552	0.000
11	0.225	0.000	0.004	0.000	0.496	0.556	0.000
12	0.210	0.000	0.000	0.000	0.496	0.556	0.000
13	0.206	0.000	0.000	0.000	0.497	0.556	0.000
14	0.201	0.000	0.006	0.000	0.497	0.562	0.000
15	0.195	0.000	0.000	0.000	0.497	0.562	0.000
16	0.193	0.000	0.001	0.000	0.497	0.563	0.000
17	0.187	0.000	0.000	0.002	0.497	0.563	0.002
18	0.185	0.000	0.005	0.000	0.497	0.568	0.002
19	0.176	0.000	0.000	0.000	0.497	0.568	0.002
20	0.169	0.000	0.010	0.000	0.497	0.578	0.002
21	0.163	0.089	0.000	0.000	0.586	0.578	0.002
22	0.127	0.000	0.000	0.000	0.586	0.578	0.003
23	0.120	0.000	0.000	0.000	0.586	0.578	0.003
24	0.106	0.009	0.000	0.000	0.595	0.578	0.003
25	0.105	0.000	0.000	0.000	0.595	0.578	0.003
26	0.094	0.093	0.000	0.000	0.688	0.578	0.003
27	0.088	0.000	0.132	0.020	0.688	0.710	0.023
28	0.087	0.036	0.000	0.000	0.724	0.710	0.023
29	0.085	0.000	0.008	0.001	0.724	0.717	0.024
30	0.085	0.003	0.000	0.000	0.727	0.717	0.024
31	0.083	0.000	0.032	0.173	0.727	0.749	0.196
32	0.082	0.000	0.000	0.000	0.728	0.749	0.196
33	0.078	0.072	0.000	0.000	0.800	0.749	0.196
34	0.078	0.000	0.002	0.002	0.800	0.751	0.198
35	0.075	0.031	0.000	0.000	0.831	0.751	0.198
36	0.074	0.000	0.003	0.152	0.831	0.755	0.349
37	0.073	0.004	0.000	0.000	0.834	0.755	0.349

Çizelge E.1 (devam) : Mevcut model modal katılım oranları.

Mode Sayı	Periyot (sn)	UX	UY	UZ	Toplam UX	Toplam UY	Toplam UZ
38	0.073	0.008	0.000	0.001	0.842	0.755	0.350
39	0.073	0.000	0.002	0.025	0.842	0.757	0.375
40	0.069	0.001	0.000	0.000	0.843	0.757	0.375
41	0.065	0.000	0.000	0.071	0.843	0.757	0.445
42	0.064	0.011	0.000	0.000	0.854	0.757	0.445
43	0.062	0.000	0.005	0.010	0.854	0.762	0.456
44	0.062	0.000	0.000	0.000	0.854	0.762	0.456
45	0.060	0.001	0.000	0.000	0.855	0.762	0.456
46	0.060	0.000	0.003	0.040	0.855	0.764	0.496
47	0.060	0.001	0.000	0.000	0.855	0.764	0.496
48	0.056	0.000	0.003	0.000	0.855	0.767	0.496
49	0.056	0.000	0.000	0.000	0.856	0.767	0.496
50	0.055	0.000	0.000	0.023	0.856	0.767	0.519
51	0.052	0.000	0.015	0.003	0.856	0.782	0.522
52	0.049	0.000	0.000	0.000	0.856	0.782	0.522
53	0.048	0.000	0.000	0.018	0.856	0.782	0.540
54	0.046	0.000	0.000	0.000	0.856	0.782	0.540
55	0.046	0.001	0.000	0.000	0.856	0.782	0.540
56	0.046	0.000	0.003	0.000	0.856	0.785	0.540
57	0.045	0.002	0.000	0.000	0.858	0.785	0.540
58	0.045	0.000	0.000	0.000	0.858	0.786	0.540
59	0.044	0.000	0.000	0.000	0.858	0.786	0.540
60	0.044	0.000	0.006	0.000	0.858	0.792	0.540
61	0.044	0.000	0.000	0.017	0.858	0.792	0.557
62	0.044	0.000	0.000	0.017	0.858	0.792	0.574
63	0.044	0.000	0.001	0.000	0.858	0.793	0.574
64	0.044	0.008	0.000	0.000	0.866	0.793	0.574
65	0.044	0.002	0.000	0.000	0.868	0.793	0.574
66	0.043	0.000	0.000	0.009	0.868	0.793	0.583
67	0.042	0.000	0.000	0.011	0.868	0.793	0.594
68	0.042	0.000	0.000	0.007	0.868	0.793	0.601
69	0.042	0.000	0.000	0.012	0.868	0.793	0.613
70	0.041	0.000	0.000	0.009	0.868	0.793	0.621
71	0.041	0.000	0.000	0.001	0.868	0.793	0.622
72	0.041	0.000	0.000	0.000	0.868	0.793	0.623
73	0.041	0.000	0.000	0.000	0.868	0.793	0.623
74	0.041	0.000	0.000	0.000	0.868	0.793	0.623
75	0.040	0.000	0.000	0.001	0.868	0.793	0.623
76	0.040	0.000	0.000	0.000	0.868	0.793	0.623

Çizelge E.1 (devam) : Mevcut model modal katılım oranları.

Mode Sayı	Periyot (sn)	UX	UY	UZ	Toplam UX	Toplam UY	Toplam UZ
77	0.039	0.000	0.002	0.002	0.868	0.795	0.625
78	0.039	0.001	0.000	0.000	0.869	0.795	0.625
79	0.039	0.000	0.000	0.000	0.869	0.795	0.625
80	0.038	0.000	0.000	0.005	0.869	0.795	0.630
81	0.038	0.000	0.000	0.000	0.869	0.795	0.630
82	0.038	0.000	0.000	0.000	0.869	0.795	0.630
83	0.036	0.000	0.000	0.000	0.869	0.795	0.630
84	0.036	0.000	0.001	0.000	0.869	0.796	0.630
85	0.034	0.000	0.000	0.006	0.869	0.796	0.636
86	0.034	0.000	0.000	0.007	0.869	0.796	0.644
87	0.033	0.007	0.000	0.001	0.876	0.796	0.644
88	0.033	0.004	0.000	0.002	0.880	0.797	0.647
89	0.033	0.000	0.000	0.000	0.880	0.797	0.647
90	0.033	0.000	0.000	0.004	0.880	0.797	0.651
91	0.032	0.001	0.000	0.002	0.881	0.797	0.653
92	0.032	0.000	0.000	0.047	0.881	0.797	0.700
93	0.032	0.007	0.000	0.000	0.887	0.797	0.700
94	0.032	0.000	0.000	0.000	0.888	0.797	0.700
95	0.032	0.000	0.001	0.000	0.888	0.798	0.701
96	0.031	0.000	0.030	0.000	0.888	0.828	0.701
97	0.031	0.000	0.000	0.000	0.888	0.828	0.701
98	0.030	0.000	0.000	0.001	0.888	0.828	0.701
99	0.030	0.000	0.000	0.000	0.888	0.828	0.701
100	0.030	0.000	0.000	0.000	0.888	0.828	0.701
101	0.030	0.000	0.000	0.000	0.888	0.828	0.701
102	0.029	0.000	0.000	0.002	0.888	0.828	0.704
103	0.029	0.000	0.000	0.000	0.888	0.828	0.704
104	0.029	0.000	0.000	0.000	0.888	0.828	0.704
105	0.029	0.011	0.000	0.000	0.898	0.828	0.704
106	0.026	0.000	0.000	0.000	0.898	0.828	0.704
107	0.025	0.000	0.000	0.000	0.898	0.828	0.704
108	0.025	0.001	0.000	0.000	0.899	0.828	0.704
109	0.025	0.000	0.005	0.000	0.899	0.833	0.704
110	0.025	0.000	0.000	0.000	0.899	0.833	0.704
111	0.025	0.000	0.000	0.000	0.899	0.833	0.704
112	0.023	0.000	0.000	0.000	0.899	0.833	0.704
113	0.023	0.000	0.000	0.000	0.899	0.833	0.704
114	0.023	0.000	0.004	0.000	0.899	0.837	0.704
115	0.023	0.000	0.000	0.000	0.899	0.837	0.704
116	0.023	0.000	0.000	0.000	0.899	0.837	0.704

Çizelge E.1 (devam) : Mevcut model modal katılım oranları.

Mode Sayı	Periyot (sn)	UX	UY	UZ	Toplam UX	Toplam UY	Toplam UZ
117	0.022	0.000	0.001	0.004	0.899	0.837	0.708
118	0.022	0.005	0.000	0.000	0.904	0.837	0.708
119	0.022	0.000	0.000	0.005	0.905	0.837	0.713
120	0.022	0.003	0.000	0.000	0.907	0.837	0.713
121	0.022	0.000	0.004	0.000	0.907	0.841	0.713
122	0.022	0.000	0.000	0.004	0.907	0.841	0.717
123	0.022	0.000	0.000	0.003	0.907	0.841	0.720
124	0.022	0.000	0.000	0.000	0.907	0.841	0.720
125	0.021	0.024	0.000	0.000	0.932	0.841	0.720
126	0.021	0.000	0.000	0.006	0.932	0.841	0.726
127	0.021	0.000	0.000	0.000	0.932	0.841	0.726
128	0.021	0.000	0.001	0.000	0.932	0.842	0.727
129	0.021	0.000	0.000	0.000	0.932	0.842	0.727
130	0.021	0.000	0.000	0.001	0.932	0.842	0.728
131	0.020	0.000	0.003	0.000	0.932	0.845	0.728
132	0.020	0.000	0.000	0.000	0.932	0.846	0.728
133	0.020	0.000	0.000	0.000	0.932	0.846	0.728
134	0.020	0.000	0.001	0.000	0.932	0.846	0.728
135	0.020	0.000	0.000	0.000	0.932	0.846	0.728
136	0.020	0.000	0.005	0.002	0.932	0.851	0.730
137	0.020	0.003	0.000	0.000	0.935	0.851	0.730
138	0.020	0.000	0.109	0.000	0.935	0.960	0.730
139	0.019	0.004	0.000	0.000	0.939	0.960	0.730
140	0.018	0.000	0.000	0.000	0.939	0.960	0.730
141	0.018	0.000	0.000	0.000	0.939	0.960	0.730
142	0.018	0.000	0.000	0.003	0.939	0.960	0.733
143	0.018	0.000	0.000	0.000	0.939	0.960	0.733
144	0.018	0.000	0.000	0.000	0.939	0.960	0.733

EK F – GÜÇLENDİRİLMİŞ MODEL MODAL ANALİZ TABLOSU

Çizelge F.1: Güçlendirilmiş model modal katılım oranları.

Mode Sayı	Periyot (sn)	UX	UY	UZ	Toplam UX	Toplam UY	Toplam UZ
1	0.628	0.000	0.036	0.000	0.000	0.036	0.000
2	0.424	0.000	0.019	0.000	0.000	0.055	0.000
3	0.358	0.000	0.023	0.000	0.000	0.078	0.000
4	0.345	0.000	0.002	0.000	0.000	0.080	0.000
5	0.329	0.026	0.000	0.000	0.026	0.080	0.000
6	0.274	0.260	0.009	0.000	0.286	0.089	0.000
7	0.272	0.007	0.287	0.000	0.293	0.376	0.000
8	0.263	0.097	0.000	0.000	0.390	0.376	0.000
9	0.225	0.000	0.001	0.000	0.390	0.377	0.000
10	0.213	0.005	0.000	0.000	0.395	0.377	0.000
11	0.208	0.000	0.000	0.000	0.395	0.377	0.000
12	0.201	0.000	0.011	0.000	0.395	0.388	0.000
13	0.196	0.000	0.000	0.000	0.395	0.388	0.000
14	0.188	0.000	0.000	0.001	0.395	0.388	0.001
15	0.186	0.000	0.001	0.002	0.395	0.388	0.003
16	0.180	0.000	0.020	0.000	0.395	0.408	0.003
17	0.175	0.002	0.000	0.000	0.397	0.408	0.003
18	0.169	0.000	0.010	0.000	0.397	0.418	0.003
19	0.162	0.000	0.037	0.000	0.397	0.455	0.003
20	0.120	0.001	0.000	0.000	0.397	0.455	0.003
21	0.119	0.000	0.000	0.000	0.397	0.455	0.003
22	0.119	0.000	0.000	0.000	0.397	0.455	0.003
23	0.114	0.000	0.000	0.000	0.397	0.455	0.003
24	0.111	0.000	0.000	0.012	0.397	0.455	0.016
25	0.107	0.027	0.000	0.000	0.424	0.455	0.016
26	0.104	0.000	0.000	0.006	0.424	0.455	0.022
27	0.103	0.000	0.000	0.000	0.424	0.455	0.022
28	0.101	0.000	0.002	0.000	0.424	0.456	0.022
29	0.100	0.000	0.000	0.000	0.424	0.456	0.022
30	0.097	0.011	0.000	0.000	0.435	0.456	0.022
31	0.097	0.084	0.000	0.000	0.519	0.456	0.022
32	0.096	0.000	0.000	0.000	0.519	0.456	0.022
33	0.096	0.000	0.000	0.000	0.519	0.456	0.022
34	0.094	0.000	0.000	0.000	0.519	0.456	0.022
35	0.094	0.004	0.000	0.000	0.522	0.456	0.022
36	0.093	0.069	0.000	0.000	0.591	0.456	0.022
37	0.088	0.021	0.000	0.000	0.613	0.456	0.022
38	0.086	0.000	0.003	0.000	0.613	0.459	0.022

Çizelge F.1 (devam) : Güçlendirilmiş model modal katılım oranları.

Mode Sayı	Periyot (sn)	UX	UY	UZ	Toplam UX	Toplam UY	Toplam UZ
39	0.085	0.000	0.000	0.000	0.613	0.459	0.022
40	0.085	0.000	0.000	0.000	0.613	0.459	0.022
41	0.085	0.000	0.000	0.000	0.613	0.459	0.022
42	0.085	0.000	0.000	0.000	0.613	0.459	0.022
43	0.085	0.000	0.000	0.000	0.613	0.459	0.022
44	0.085	0.000	0.000	0.000	0.613	0.459	0.022
45	0.085	0.000	0.000	0.000	0.613	0.459	0.022
46	0.084	0.000	0.000	0.000	0.613	0.459	0.022
47	0.082	0.000	0.000	0.000	0.613	0.459	0.022
48	0.082	0.022	0.000	0.000	0.635	0.459	0.022
49	0.081	0.000	0.000	0.000	0.635	0.459	0.022
50	0.081	0.000	0.000	0.000	0.635	0.459	0.022
51	0.081	0.000	0.053	0.000	0.635	0.512	0.022
52	0.080	0.000	0.000	0.000	0.635	0.512	0.022
53	0.080	0.000	0.000	0.000	0.635	0.512	0.022
54	0.080	0.001	0.000	0.000	0.635	0.512	0.022
55	0.079	0.001	0.000	0.000	0.636	0.512	0.022
56	0.079	0.000	0.000	0.000	0.636	0.512	0.022
57	0.078	0.000	0.010	0.003	0.636	0.522	0.025
58	0.078	0.000	0.141	0.000	0.636	0.663	0.025
59	0.077	0.030	0.000	0.000	0.666	0.663	0.025
60	0.076	0.013	0.000	0.000	0.679	0.663	0.025
61	0.076	0.000	0.000	0.000	0.679	0.663	0.025
62	0.076	0.000	0.000	0.000	0.679	0.663	0.025
63	0.076	0.001	0.000	0.000	0.680	0.663	0.025
64	0.075	0.000	0.000	0.000	0.680	0.663	0.026
65	0.074	0.000	0.000	0.000	0.680	0.663	0.026
66	0.072	0.000	0.000	0.000	0.680	0.663	0.026
67	0.072	0.000	0.000	0.000	0.680	0.663	0.026
68	0.071	0.099	0.000	0.000	0.779	0.663	0.026
69	0.070	0.000	0.000	0.000	0.779	0.663	0.026
70	0.068	0.000	0.000	0.000	0.779	0.663	0.026
71	0.068	0.002	0.000	0.000	0.782	0.663	0.026
72	0.068	0.000	0.000	0.000	0.782	0.663	0.026
73	0.068	0.014	0.000	0.000	0.795	0.663	0.026
74	0.067	0.000	0.000	0.000	0.795	0.663	0.026
75	0.066	0.000	0.000	0.000	0.795	0.663	0.026
76	0.064	0.000	0.000	0.000	0.795	0.663	0.026
77	0.060	0.000	0.000	0.000	0.796	0.663	0.026
78	0.058	0.000	0.000	0.000	0.796	0.663	0.026

Çizelge F.1 (devam) : Güçlendirilmiş model modal katılım oranları.

Mode Sayı	Periyot (sn)	UX	UY	UZ	Toplam UX	Toplam UY	Toplam UZ
79	0.057	0.000	0.000	0.003	0.796	0.663	0.029
80	0.056	0.000	0.000	0.000	0.796	0.663	0.029
81	0.055	0.000	0.000	0.000	0.796	0.663	0.029
82	0.054	0.000	0.000	0.031	0.796	0.663	0.060
83	0.053	0.000	0.000	0.001	0.796	0.663	0.061
84	0.052	0.000	0.017	0.000	0.796	0.680	0.062
85	0.051	0.000	0.000	0.000	0.796	0.680	0.062
86	0.050	0.000	0.000	0.048	0.796	0.680	0.110
87	0.049	0.000	0.000	0.000	0.796	0.680	0.110
88	0.049	0.000	0.000	0.000	0.796	0.680	0.110
89	0.047	0.000	0.000	0.000	0.796	0.680	0.110
90	0.046	0.000	0.000	0.000	0.796	0.680	0.110
91	0.046	0.001	0.000	0.000	0.796	0.680	0.110
92	0.046	0.000	0.004	0.000	0.796	0.685	0.110
93	0.045	0.003	0.000	0.000	0.799	0.685	0.110
94	0.045	0.000	0.001	0.001	0.799	0.685	0.111
95	0.044	0.000	0.000	0.000	0.799	0.685	0.111
96	0.044	0.000	0.001	0.031	0.799	0.686	0.142
97	0.044	0.000	0.000	0.000	0.799	0.686	0.142
98	0.044	0.000	0.009	0.009	0.799	0.695	0.151
99	0.044	0.000	0.000	0.032	0.799	0.695	0.183
100	0.044	0.000	0.000	0.033	0.799	0.695	0.216
101	0.044	0.000	0.001	0.008	0.799	0.696	0.223
102	0.043	0.013	0.000	0.000	0.812	0.696	0.223
103	0.043	0.000	0.000	0.000	0.812	0.697	0.224
104	0.043	0.000	0.000	0.000	0.812	0.697	0.224
105	0.042	0.000	0.000	0.016	0.812	0.697	0.239
106	0.042	0.000	0.000	0.070	0.812	0.697	0.309
107	0.042	0.000	0.000	0.015	0.812	0.697	0.324
108	0.042	0.000	0.000	0.019	0.812	0.697	0.343
109	0.041	0.000	0.000	0.011	0.812	0.697	0.354
110	0.041	0.000	0.000	0.000	0.812	0.697	0.354
111	0.040	0.000	0.000	0.001	0.812	0.697	0.355
112	0.040	0.000	0.000	0.000	0.812	0.697	0.355
113	0.040	0.000	0.000	0.001	0.812	0.697	0.357
114	0.039	0.000	0.001	0.000	0.812	0.697	0.357
115	0.039	0.001	0.000	0.000	0.813	0.697	0.357
116	0.039	0.000	0.001	0.001	0.813	0.699	0.357
117	0.039	0.000	0.000	0.000	0.813	0.699	0.357
118	0.038	0.000	0.000	0.000	0.813	0.699	0.357

Çizelge F.1 (devam) : Güçlendirilmiş model modal katılım oranları.

Mode Sayı	Periyot (sn)	UX	UY	UZ	Toplam UX	Toplam UY	Toplam UZ
119	0.038	0.000	0.000	0.000	0.813	0.699	0.357
120	0.038	0.000	0.000	0.000	0.813	0.699	0.357
121	0.038	0.000	0.001	0.062	0.813	0.700	0.420
122	0.038	0.000	0.000	0.003	0.813	0.700	0.422
123	0.037	0.000	0.000	0.000	0.813	0.700	0.422
124	0.037	0.000	0.000	0.000	0.813	0.700	0.422
125	0.037	0.000	0.000	0.001	0.813	0.700	0.424
126	0.036	0.000	0.000	0.000	0.813	0.700	0.424
127	0.036	0.000	0.000	0.000	0.813	0.700	0.424
128	0.036	0.000	0.000	0.013	0.813	0.701	0.437
129	0.036	0.000	0.000	0.000	0.813	0.701	0.437
130	0.036	0.000	0.001	0.000	0.813	0.702	0.437
131	0.035	0.000	0.000	0.000	0.813	0.702	0.437
132	0.035	0.000	0.000	0.003	0.813	0.702	0.440
133	0.034	0.000	0.000	0.014	0.813	0.702	0.453
134	0.034	0.000	0.000	0.000	0.813	0.702	0.453
135	0.034	0.000	0.001	0.010	0.813	0.703	0.463
136	0.034	0.000	0.000	0.000	0.813	0.703	0.464
137	0.034	0.000	0.000	0.001	0.813	0.703	0.464
138	0.034	0.000	0.000	0.000	0.813	0.703	0.464
139	0.033	0.000	0.000	0.000	0.813	0.703	0.464
140	0.033	0.003	0.001	0.002	0.816	0.703	0.466
141	0.033	0.000	0.000	0.000	0.816	0.703	0.466
142	0.033	0.004	0.001	0.002	0.820	0.704	0.468
143	0.033	0.000	0.000	0.006	0.820	0.704	0.474
144	0.032	0.000	0.000	0.000	0.820	0.704	0.474
145	0.032	0.000	0.000	0.000	0.820	0.704	0.474
146	0.032	0.000	0.000	0.000	0.820	0.704	0.474
147	0.032	0.000	0.000	0.003	0.820	0.704	0.477
148	0.032	0.000	0.000	0.000	0.820	0.704	0.477
149	0.032	0.000	0.000	0.000	0.820	0.704	0.477
150	0.032	0.000	0.001	0.003	0.820	0.705	0.480
151	0.032	0.006	0.000	0.024	0.826	0.705	0.504
152	0.032	0.001	0.000	0.046	0.827	0.705	0.550
153	0.031	0.013	0.000	0.003	0.840	0.705	0.553
154	0.031	0.000	0.000	0.000	0.840	0.705	0.553
155	0.031	0.000	0.000	0.000	0.840	0.705	0.553
156	0.031	0.000	0.019	0.003	0.840	0.724	0.556
157	0.031	0.000	0.026	0.000	0.840	0.750	0.556
158	0.031	0.000	0.000	0.000	0.841	0.750	0.556

Çizelge F.1 (devam) : Güçlendirilmiş model modal katılım oranları.

Mode Sayı	Periyot (sn)	UX	UY	UZ	Toplam UX	Toplam UY	Toplam UZ
159	0.031	0.000	0.000	0.000	0.841	0.750	0.556
160	0.030	0.000	0.000	0.000	0.841	0.750	0.556
161	0.030	0.000	0.000	0.000	0.841	0.750	0.556
162	0.030	0.000	0.000	0.000	0.841	0.750	0.557
163	0.030	0.000	0.000	0.000	0.841	0.750	0.557
164	0.030	0.000	0.000	0.002	0.841	0.750	0.558
165	0.030	0.000	0.000	0.000	0.841	0.750	0.558
166	0.030	0.000	0.000	0.021	0.841	0.750	0.579
167	0.030	0.000	0.000	0.000	0.841	0.750	0.580
168	0.030	0.000	0.000	0.000	0.841	0.750	0.580
169	0.030	0.000	0.000	0.000	0.841	0.750	0.580
170	0.029	0.000	0.000	0.000	0.841	0.750	0.580
171	0.029	0.000	0.000	0.004	0.841	0.750	0.584
172	0.029	0.000	0.000	0.000	0.842	0.750	0.584
173	0.029	0.000	0.000	0.004	0.842	0.750	0.588
174	0.029	0.000	0.000	0.000	0.842	0.750	0.588
175	0.029	0.000	0.000	0.000	0.842	0.750	0.588
176	0.029	0.013	0.000	0.000	0.855	0.750	0.588
177	0.029	0.000	0.000	0.000	0.855	0.750	0.588
178	0.029	0.000	0.000	0.000	0.855	0.750	0.588
179	0.029	0.000	0.000	0.000	0.855	0.750	0.588
180	0.029	0.000	0.000	0.000	0.855	0.750	0.588
181	0.027	0.000	0.000	0.000	0.855	0.750	0.588
182	0.027	0.000	0.000	0.000	0.855	0.750	0.588
183	0.027	0.000	0.000	0.000	0.855	0.750	0.588
184	0.027	0.000	0.000	0.000	0.855	0.750	0.588
185	0.027	0.000	0.000	0.000	0.855	0.750	0.589
186	0.026	0.000	0.000	0.000	0.855	0.750	0.589
187	0.026	0.000	0.000	0.000	0.855	0.750	0.589
188	0.026	0.000	0.000	0.001	0.855	0.750	0.589
189	0.026	0.000	0.000	0.012	0.855	0.751	0.601
190	0.026	0.000	0.000	0.000	0.855	0.751	0.601
191	0.026	0.000	0.000	0.000	0.855	0.751	0.601
192	0.025	0.000	0.000	0.000	0.855	0.751	0.601
193	0.025	0.000	0.000	0.000	0.856	0.751	0.601
194	0.025	0.000	0.000	0.000	0.856	0.751	0.601
195	0.025	0.001	0.000	0.000	0.857	0.751	0.601
196	0.025	0.000	0.000	0.001	0.857	0.751	0.602
197	0.025	0.000	0.000	0.000	0.857	0.751	0.602
198	0.025	0.000	0.007	0.000	0.857	0.757	0.602

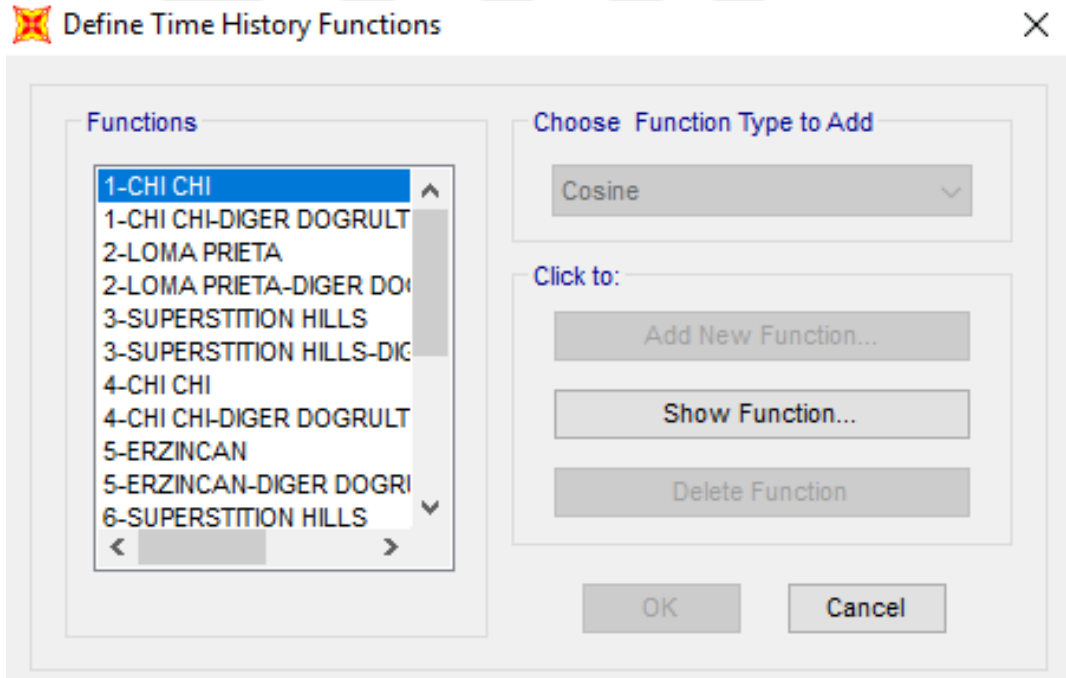
Çizelge F.1 (devam) : Güçlendirilmiş model modal katılım oranları.

Mode Sayı	Periyot (sn)	UX	UY	UZ	Toplam UX	Toplam UY	Toplam UZ
199	0.025	0.000	0.000	0.000	0.857	0.757	0.602
200	0.025	0.000	0.000	0.000	0.857	0.757	0.602
201	0.025	0.000	0.000	0.000	0.857	0.757	0.602
202	0.025	0.000	0.000	0.000	0.857	0.757	0.602
203	0.025	0.000	0.000	0.000	0.857	0.757	0.602
204	0.025	0.000	0.000	0.000	0.857	0.757	0.602

EK G – SAP2000 PROGRAMINDA ZAMAN TANIM ALANINDA DOĞRUSAL VE DOĞRUSAL OLMAYAN ANALİZİNİN TANIMLANMASI

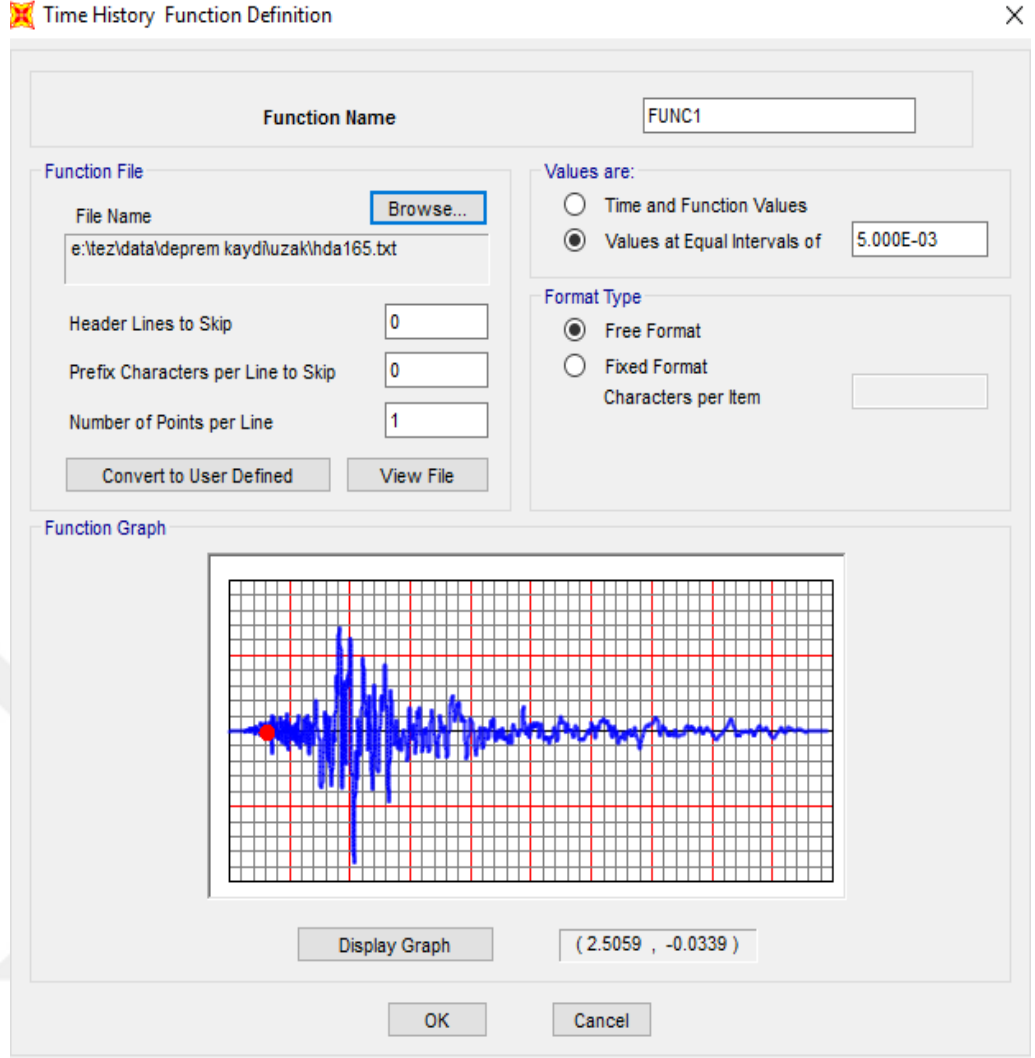
SAP2000 programında zaman tanım alanında analizin tanımlanması için öncelikle kullanılacak ivme kayıtlarının tanımlanması gereklidir. Aşağıda sırası ile deprem ivme kayıtlarının SAP2000 programında tanımlanması ve bu ivme kayıtları kullanılarak zaman tanım alanında analizin oluşturulması anlatılmıştır.

1. Zaman tanım alanında analiz için kullanılmak istenilen deprem kayıtlarını SAP2000 programına tanımlamak için “.txt” uzantılı *Notepad* dosyasında kayıtlar hazırlanır. Bu kayıtları tanımlayabilmek için önce SAP2000 içinde geçerli olan büyüklük birimleri, ivme datasının birimi ile aynı birimlere getirilmelidir.
2. SAP2000 ana menüsünde *Define > Function > Time History* yolu izlenerek Şekil G.1’de gösterilen *Define Time History Functions* diyalog kutusunun ekrana gelmesi sağlanır.



Şekil G.1 : “Define Time History Functions” diyalog kutusu.

3. *Time History Functions* diyalog kutusundaki *Choose Function Type to Add* listesinden *From File* seçeneği seçilir ve *Add New Function* sekmesine tıklanarak Şekil G.2’de gösterilen *Time History Function Defination* diyalog kutu açılır. “.txt” uzantılı *Notepad* dosyasındaki deprem ivme kayıtları programa bu diyalog kutusu ile tanımlanır.



Şekil G.2 : “Time History Function Defination” diyalog kutusu.

Function Name; bu kısımda ivme kaydına isim verilir.

Function File; bu kısım SAP2000 programına tanımlanacak ivme kaydı datasının tanımlandığı kısımdır. *Browse* sekmesine tıklanarak daha önceden hazırlanmış “.txt.” formatındaki *Notepad* dosyası seçilir.

Header Lines to Skip; analiz programına aktarılabak ivme datasında sayısal değerkler içermeyen ve atlanması gereken datanın bulunduğu satır sayısının girildiğı kısımdır.

Prefix Charecters per Line; SAP2000 içine aktarılabak ivme datasının satır başlarında atlanması gereken karakter sayısının girildiğı kısımdır.

Number of Points per Line; ivme datasındaki her satırda, ivme-zaman grafiğinin çizilmesinde kullanılacak nokta sayısının girildiğı kısımdır.

Convert to User Defined; SAP2000 içine aktarılan “.txt” uzantılı dosya ile olan bağlantının kaldırılmasını sağlayan sekmedir. Bu sekme ile kullanıcı tarafından ivme datası üzerinde elle değişiklik yapılabilir.

View File; Browse butonuna basılarak bilgisayarın dosya dizininde seçilen “.txt” uzantılı dosyanın *Notepad* ortamında izlenmesini sağlar.

Values are; bu kısım SAP2000 içine aktarılabilecek ivme datasının, aktarım tipinin belirlendiği kısımdır.

Time and Function Values seçeneği seçildiğinde, aktarılabilecek datanın her satırında ilk önce zaman daha sonra ivme değerinin olduğu belirtilir. *Values at Equal Intervals* seçeneği seçili duruma getirildiğinde ise, içe aktarılabilecek datanın her satırında sadece ivme değerlerinin olduğu ve zaman aralığının *Values at Equal Intervals* seçeneğinin yanında bulunan boşluğa yazılacak eşit aralığa karşılık geldiği tanımlanır.

Format Type; içe aktarılabilecek datanın sayısal formatının belirtildiği kısımdır. *Free Format* seçeneğinde kullanılması tavsiye edilmektedir.

Display Graph; SAP2000 programına tanımlanan ivme datasına ait grafik gösterilmektedir ve bu grafik üzerinde gezinerek zaman ve ivme değerleri okunabilmektedir.

Time History Function Definition ekranındaki *OK* butonuna basılarak deprem ivme datasının tanımlanması bitirilir.

Performans analizi için zaman tanım alanında doğrusal ve doğrusal olmayan analiz durumlarının tanımlanması için aşağıdaki adımlar izlenir;

1. SAP2000 programı ana menüsünde *Define > Load Cases* yolu izlenerek *Define Load Cases* diyalog kutusu ekrana getirilir. Bu diyalog kutusundaki *Add New Load Case* sekmesine tıklanarak Şekil G.3'te gösterilen *Load Case Data* diyalog kutusu ekrana gelir.
2. Daha sonra Şekil G.3'te gösterildiği gibi ayarlamalar yapılır ve *OK* butonuna basılarak ZTADOA durumunun tanımlanması bitirilir. Şekil G.3'te gösterilen ayarların nasıl yapıldığı ve bu diyalog kutusundaki kısımların açıklamaları aşağıda verilmiştir.

Load Case Data - Nonlinear Direct Integration History

Load Case Name
1-CHI CHI-NLX Set Def Name

Notes
Modify/Show...

Load Case Type
Time History Design...

Initial Conditions
☐ Zero Initial Conditions - Start from Unstressed State
☒ Continue from State at End of Nonlinear Case DUSEY_PO
 Important Note: Loads from this previous case are included in the current case

Modal Load Case
Use Modes from Case MODAL

Loads Applied

Load Type	Load Name	Function	Scale Factor
Accel	U1	1-CHI CHI	1.2
Accel	U1	1-CHI CHI	1.2

Add Modify Delete

☐ Show Advanced Load Parameters

Time Step Data
 Number of Output Time Steps: 12001
 Output Time Step Size: 5.000E-03

Other Parameters
 Damping: Proportional Damping Modify/Show...
 Time Integration: Hilber-Hughes-Taylor Modify/Show...
 Nonlinear Parameters: Default Modify/Show...

Analysis Type
☐ Linear
☒ Nonlinear

Solution Type
☐ Modal
☒ Direct Integration

Geometric Nonlinearity Parameters
☐ None
☒ P-Delta
☐ P-Delta plus Large Displacements

History Type
☒ Transient
☐ Periodic

Mass Source
Previous

OK Cancel

Şekil G.3 : “Load Case Data” diyalog kutusu.

Load Case Name; analiz isminin verildiği kısımdır.

Notes;Analiz ile ilgili bazı notların yazılabildiği ekranın açılması sağlanır.

Load Case Type; analiz tipinin seçildiği kısımdır. Zaman tanım alanında analiz için listeden *Time History* seçeneği seçilir. Diyalog kutusunun geri kalanı otomatik olarak güncellenir ve zaman tanım alanında analizin tanımlamasına uygun hale gelir.

Analysis Type; analiz tipinin belirlendiği kısımdır. *Linear* seçeneği seçili duruma getirilirse, analiz doğrusal kabuller altında yapılır ve modelde herhangi bir plastik mafsall oluşmaz. *Nonlinear* seçeneği seçili duruma getirildiğinde ise doğrusal olmayan analizin yapılacağı ve daha önce tanımlanan plastik mafsall özelliklerinin de bu analizde göz önüne alınacağı SAP2000 programına tanımlanmış olunur. Doğrusal olan zaman tanım alanındaki analizler için *Linear* seçeneği, doğrusal olmayan analizler için *Nonlinear* seçeneği seçilmiştir.

Solution Type ; *Analysis Type*’ da *Nonlinear* seçeneği seçildiğinde ekrana gelir. Analiz sırasında davranışın ne şekilde göz önünde bulundurulacağına karar verilen kısımdır. *Direct Integration* seçeneği seçilir ve böylelikle SAP2000 modelinde tanımlanmış bütün doğrusal olmayan davranışa sahip elemanlar hesaba dahil edilir.

Geometric Nonlinearty Parameters; malzeme ve kesit özelliklerinden kaynaklanan doğrusal olmayan davranışın yanı sıra geometrik şartlardan kaynaklanan doğrusal olmayan davranışın göz önünde bulundurulması istenildiği için, *P-Delta* seçeneği seçili duruma getirilmiştir.

Initial Conditions; sıfırcı adımında başlangıç koşullarının alınacağı analizin seçildiği kısımdır. *Initial Conditions* kısmından *Zero Initial Conditions – Start from Unstressed State* durumu seçilir. Bu şekilde düşey yüklerden önce herhangi bir etki olmadığı sıfır başlangıç koşulu kabul edilir. Zaman tanım alanında doğrusal analiz için bu seçenek seçilmiştir. *Continue from State at end of Nonlinear Case* seçeneği ise başka bir doğrusal olmayan analizin son adımında elde edilen durumun başlangıç koşulları olarak alınmasını ifade eder. Zaman tanım alanında doğrusal olmayan analiz için bu seçenek seçilir.

Loads Applied; zaman tanım alanında analizin gerçekleştirilmesinde kullanılacak ve zamana bağlı olan etkinin tanımlandığı bölümdür. *Load Type* sekmesinden bu etkinin tipi belirlenir. İki tip etki vardır, bunlar ivme veya yüklemedir. Analiz sırasında bir deprem ivme kaydı binaya etkitileceğinden *Accel* seçeneği seçilir. *Load Name* kısmından binaya hangi doğrultuda etkitme yapılacağı seçilir. $U1 = X$ doğrultusu, $U2 = Y$ doğrultusudur. *Function* kısmından etkitme fonksiyonu seçilir. *Scale Factor* kısmına ise, *Function* kısmında tanımlanan fonksiyonun ölçekleme katsayısı girilir. *Loads Applied* kısmındaki bütün ayarlamalar yapıldıktan sonra *Add* butonuna basılır.

Time Step Data; zaman tanım alanında analizin çıktı aralığı bu kısımda belirlenir. *Number of Output Time Steps* kısmına girilen sayı, zaman tanım alanında analiz sonuçlarının elde edileceği adım sayısıdır. *Output Time Step Size* kısmına girilen sayı ile çıktıların kaçar saniyelik adımlara göre verileceği tanımlanır. *Time Step Data* kısmına girilen değerler genelde tanımlanan ivme datasının satır sayısına ve kayıt aralığına eşit olarak girilir.

Other Parameters; zaman tanım alanında analiz sırasında hesaplamalarda kullanılacak önemli parametrelerin tanımlandığı kısımdır. Bunlar aşağıda sırası ile anlatılmıştır.

1. Şekil G.3'te gösterilen *Load Case Data* diyalog kutusundaki *Damping* kısmından sönüm ile alakalı tanımlamalar yapılır. Şekil G.3'te gösterilen *Load*

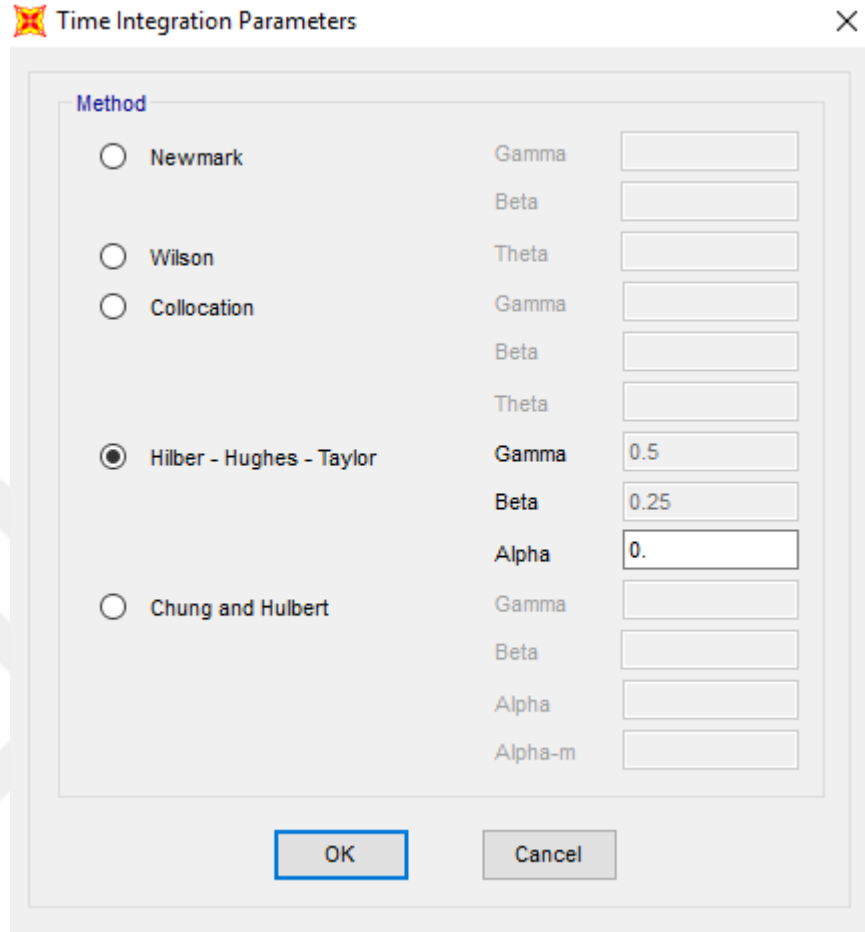
Case Data diyalog kutusundaki *Damping* kısmının yanında bulunan *Modify/Show* butonuna basılarak Şekil G.4'te gösterilen *Mass and Stiffness Proportional Damping* diyalog kutusunun ekrana getirilir. Bu diyalog kutusunda analiz için gerekli katsayıların hesaplanmasında kullanılabilecek üç tip hesap seçeneği bulunmaktadır. Bu üç tip seçenektan *Specify Damping by Period*; seçeneği seçilerek uygulama yapılmıştır. Bu seçenekte ölçekleme katsayıları boşluklara girilecek periyot ve sönüm değerlerine göre otomatik hesaplanır.

Şekil G.4 : “Mass and Stiffness Proportional Damping” diyalog kutusu.

Örnek durumda periyot ve buna karşı gelen sönüm değerlerine göre otomatik hesaplama seçeneği seçilmiştir. *Period* sütunun *First* ve *Second* yazan kısımlarına sırası ile X doğrultusunda etkitilecek zaman tanım alanında analiz olduğundan binanın X doğrultusundaki etkin iki modunun periyotları yazılmıştır ve karşı gelen *Damping* sütunlarına %5 (0.05) girilmiştir. Bu değerlerin girilmesinden sonra *Recalculate Coefficients* butonuna basılarak *Mass Proportional Coefficient* ve *Stiffness Proportional Coefficient* değerleri hesaplanmış olur.

2. Şekil G.3'te gösterilen *Load Case Data* diyalog kutusundaki *Time Integration* kısmından hesaplama sırasında kullanılacak integral alım tipi ayarlanır. *Time Integration* kısmının yanında bulunan *Modify/Show* butonuna basılarak Şekil

G.5'te gösterilen *Time Integration Parameters* diyalog kutusunun ekrana gelmesi sağlanır. Aşağıda Şekil G.5'te gösterildiği gibi uygulama yapılır.



Şekil G.5 : “Time Integration Parameters” diyalog kutusu.

3. Şekil G.4’de gösterilen *Load Case Data* diyalog kutusundaki *Nonlinear Parameters* kısmının yanında bulunan *Modify/Show* butonuna basılarak *Nonlinear Parameters* diyalog kutusunun açılması sağlanır. Bu diyalog kutusu aracılığı ile SAP2000’in ZTADOA’i gerçekleştirmesi sırasında kullanacağı bazı iterasyon sayıları ve toleranslar tanımlanır. Buradaki değerler *Default* olarak bırakılmıştır.

Böylece zaman tanım alanında analiz tanımlaması yapılmış olunur. Bu çalışmada 7 adet deprem ivme kaydına göre zaman tanım alanında doğrusal olmayan analiz yapılmıştır. Bu analizler X ve Y doğrultularının beraber düşünüldüğü durumlar için yapılmış ve bu durumların her biri için zaman tanım alanında analizler tanımlanmıştır. Çizelge G.1 de tanımlanan tüm analizler gösterilmiştir.

Çizelge G.1: Zaman tanım alanında tanımlanan analizler.

1-CHI CHI-NLX-NLY
1-CHI CHI-NLY-NLX
2-LOMA PRIETA-NLX-NLY
2-LOMA PRIETA-NLY-NLX
3-SUPERSTITION HILLS-NLX-NLY
3-SUPERSTITION HILLS-NLY-NLX
4-CHI CHI-NLX-NLY
4-CHI CHI-NLY-NLX
5-ERZINCAN-NLX-NLY
5-ERZINCAN-NLY-NLX
6-SUPERSTITION HILLS-NLX-NLY
6-SUPERSTITION HILLS-NLY-NLX
7-CEYHAN-NLX-NLY
7-CEYHAN-NLY-NLX

EK H - ÇELİK TASARIM SONUÇLARI

Çizelge H.1: Çelik tasarım sonuçları.

Frame	DesignSect	DesignType	Status	Ratio	RatioType	Combo	Location
Text	Text	Text	Text	Unitless	Text	Text	m
1-1	2L120/12/10	Column	No Messages	0.186451	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	0
2-1	2L120/12/10	Column	No Messages	0.186907	PMM	1G+1Q-1EX-0.3EY	0
3-1	2L70/7/10	Beam	No Messages	0.036501	PMM	1G+1Q+1EY+0.3EX	1.8
4-1	2L70/7/10	Beam	No Messages	0.044106	PMM	1G+1Q+1EY+0.3EX	2.4
5-1	2L100/10/10	Beam	No Messages	0.073766	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	19.2
6	2L50/5/10	Column	No Messages	0.189272	PMM	1G+1Q+1EY+0.3EX	0
7	2L50/5/10	Column	No Messages	0.088889	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	1.83333
8	2L70/7/10	Beam	No Messages	0.041327	PMM	1G+1Q+1EY+0.3EX	2.4
9-1	2L50/5/10	Column	No Messages	0.052859	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	1.66667
10-1	2L50/5/10	Column	No Messages	0.041194	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	0
11-1	2L50/5/10	Column	No Messages	0.098241	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	0
12	2L50/5/10	Column	No Messages	0.166322	PMM	1G+1Q-1EX-0.3EY	0
13-1	2L50/5/10	Brace	No Messages	0.449067	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	1.21667
14-1	2L50/5/10	Brace	No Messages	0.329871	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	1.15518
15-1	2L50/5/10	Brace	No Messages	0.185003	PMM	1G+1Q-1EX-0.3EY	1.09659
16	2L50/5/10	Brace	No Messages	0.088102	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	1.04137
17-1	2L50/5/10	Brace	No Messages	0.164702	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	0.99009
18-1	2L50/5/10	Brace	No Messages	0.279198	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	0.9434
19	2L70/7/10	Beam	No Messages	0.041293	PMM	CS1	2.4
20-1	2L70/7/10	Beam	No Messages	0.044056	PMM	1G+1Q+1EY+0.3EX	2.4
21-1	2L70/7/10	Beam	No Messages	0.03635	PMM	1G+1Q+1EY+0.3EX	1.8
24-1	2L70/7/10	Brace	No Messages	0.422085	PMM	1G+1Q+1EY+0.3EX	1.34536
25-1	2L70/7/10	Brace	No Messages	0.217517	PMM	1G+1Q+1EY-0.3EX	1.34536
26-1	2L70/7/10	Brace	No Messages	0.164142	PMM	1G+1Q+1EY+0.3EX	1.56205
27-1	2L70/7/10	Brace	No Messages	0.359727	PMM	1G+1Q+1EY+0.3EX	1.56205
28-1	2L70/7/10	Brace	No Messages	0.088575	PMM	1G+1Q+1EY+0.3EX	1.56205
29-1	2L70/7/10	Brace	No Messages	0.130628	PMM	1G+1Q+1EY+0.3EX	1.56205
30-1	2L50/5/10	Column	No Messages	0.088839	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	1.83333
31-1	2L50/5/10	Column	No Messages	0.05281	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	1.66667
32-1	2L50/5/10	Column	No Messages	0.041151	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	0
33-1	2L50/5/10	Column	No Messages	0.098182	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	0
34-1	2L50/5/10	Column	No Messages	0.166241	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	0
35-1	2L50/5/10	Brace	No Messages	0.448871	PMM	1G+1Q-1EX-0.3EY	1.21667
36-1	2L50/5/10	Brace	No Messages	0.329702	PMM	1G+1Q-1EX-0.3EY	1.15518
37-1	2L50/5/10	Brace	No Messages	0.18485	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	1.09659
38-1	2L50/5/10	Brace	No Messages	0.088063	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	1.04137
39-1	2L50/5/10	Brace	No Messages	0.164622	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	0.99009
40-1	2L50/5/10	Brace	No Messages	0.279083	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	0.9434
41-1	2L70/7/10	Brace	No Messages	0.131349	PMM	1G+1Q+1EY+0.3EX	1.56205

42-1	2L70/7/10	Brace	No Messages	0.088813	PMM	1G+1Q+1EY+0.3EX	1.56205
43-1	2L70/7/10	Brace	No Messages	0.347725	PMM	1G+1Q+1EY+0.3EX	1.56205
44-1	2L70/7/10	Brace	No Messages	0.160174	PMM	1G+1Q+1EY+0.3EX	1.56205
45-1	2L70/7/10	Brace	No Messages	0.423079	PMM	1G+1Q+1EY-0.3EX	1.34536
46-1	2L70/7/10	Brace	No Messages	0.217969	PMM	1G+1Q+1EY+0.3EX	1.34536
47-1	2L70/7/10	Brace	No Messages	0.086421	PMM	1G+1Q+1EY+0.3EX	1.3
48-1	2L70/7/10	Brace	No Messages	0.148797	PMM	1G+1Q+1EY+0.3EX	1.3
49-1	2L70/7/10	Brace	No Messages	0.085053	PMM	1G+1Q+1EY+0.3EX	1.3
50-1	2L70/7/10	Brace	No Messages	0.065776	PMM	1G+1Q+1EY+0.3EX	1.3
51-1	2L70/7/10	Brace	No Messages	0.086556	PMM	1G+1Q+1EY+0.3EX	1.3
52-1	2L70/7/10	Brace	No Messages	0.149061	PMM	1G+1Q+1EY+0.3EX	1.3
53-1	2L70/7/10	Brace	No Messages	0.084991	PMM	1G+1Q+1EY+0.3EX	1.3
54-1	2L70/7/10	Brace	No Messages	0.065783	PMM	1G+1Q+1EY+0.3EX	1.3
56	2L70/7/10	Beam	No Messages	0.02212	PMM	1G+1Q+1EY+0.3EX	1.8
57-1	2L70/7/10	Beam	No Messages	0.02212	PMM	1G+1Q+1EY-0.3EX	1.8
58	2L70/7/10	Beam	No Messages	0.037695	PMM	CS1	2.4
59-1	2L70/7/10	Beam	No Messages	0.037695	PMM	CS1	2.4
70-1	2L70/7/10	Beam	No Messages	0.036967	PMM	CS1	2.4
71-1	2L70/7/10	Beam	No Messages	0.036967	PMM	CS1	2.4
73-1	2L70/7/10	Beam	No Messages	0.037038	PMM	CS1	2.4
74-1	2L70/7/10	Beam	No Messages	0.037038	PMM	CS1	2.4
76	2L70/7/10	Beam	No Messages	0.037787	PMM	CS1	2.4
77-1	2L70/7/10	Beam	No Messages	0.037787	PMM	CS1	2.4
79-1	2L70/7/10	Beam	No Messages	0.021954	PMM	1G+1Q+1EY+0.3EX	1.8
80-1	2L70/7/10	Beam	No Messages	0.021957	PMM	1G+1Q+1EY+0.3EX	1.8
113-1	2L120/12/10	Brace	No Messages	0.306926	PMM	1G+1Q+1EY+0.3EX	9.40194
125-1	2L120/12/10	Brace	No Messages	0.306959	PMM	1G+1Q+1EY+0.3EX	9.40194
129-1	2L120/12/10	Column	No Messages	0.383278	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	0
130-1	2L120/12/10	Column	No Messages	0.383424	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	0
131-1	2L100/10/10	Beam	No Messages	0.141843	PMM	1G+1Q-1EX-0.3EY	19.2
132-1	2L50/5/10	Column	No Messages	0.165542	PMM	1G+1Q+1EY+0.3EX	0
133-1	2L50/5/10	Column	No Messages	0.058992	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	1.83333
134-1	2L50/5/10	Column	No Messages	0.122085	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	0
135-1	2L50/5/10	Column	No Messages	0.14196	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	0
136-1	2L50/5/10	Column	No Messages	0.233022	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	0
137-1	2L50/5/10	Column	No Messages	0.345704	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	0
138-1	2L50/5/10	Brace	No Messages	0.437878	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	1.21667
139-1	2L50/5/10	Brace	No Messages	0.224818	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	1.15518
140-1	2L50/5/10	Brace	No Messages	0.158088	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	1.09659
141-1	2L50/5/10	Brace	No Messages	0.198338	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	1.04137
142-1	2L50/5/10	Brace	No Messages	0.334815	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	0.99009
143-1	2L50/5/10	Brace	No Messages	0.538423	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	0.9434
144-1	2L50/5/10	Column	No Messages	0.058953	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	1.83333
145-1	2L50/5/10	Column	No Messages	0.122093	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	0
146-1	2L50/5/10	Column	No Messages	0.14183	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	0

147-1	2L50/5/10	Column	No Messages	0.232883	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	0
148-1	2L50/5/10	Column	No Messages	0.345558	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	0
149-1	2L50/5/10	Brace	No Messages	0.437697	PMM	1G+1Q-1EX-0.3EY	1.21667
150-1	2L50/5/10	Brace	No Messages	0.22469	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	1.15518
151-1	2L50/5/10	Brace	No Messages	0.158096	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	1.09659
152-1	2L50/5/10	Brace	No Messages	0.198199	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	1.04137
153-1	2L50/5/10	Brace	No Messages	0.334637	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	0.99009
154-1	2L50/5/10	Brace	No Messages	0.538212	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	0.9434
155-1	2L120/12/10	Brace	No Messages	0.451073	PMM	1G+1Q+1EY+0.3EX	4.82597
158-1	2L120/12/10	Brace	No Messages	0.450918	PMM	1G+1Q+1EY+0.3EX	4.82597
161-1	2L120/12/10	Column	No Messages	0.549558	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	0
162-1	2L120/12/10	Column	No Messages	0.549632	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	0
163-1	2L100/10/10	Beam	No Messages	0.195917	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	19.2
164-1	2L50/5/10	Column	No Messages	0.153815	PMM	1G+1Q+1EY+0.3EX	0
165-1	2L50/5/10	Column	No Messages	0.049949	PMM	1G+1Q-1EX-0.3EY	1.83333
166-1	2L50/5/10	Column	No Messages	0.159216	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	0
167-1	2L50/5/10	Column	No Messages	0.2484	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	0
168-1	2L50/5/10	Column	No Messages	0.356022	PMM	1G+1Q-1EX-0.3EY	0
169-1	2L50/5/10	Column	No Messages	0.490505	PMM	1G+1Q-1EX-0.3EY	0
170-1	2L50/5/10	Brace	No Messages	0.43644	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	1.21667
171-1	2L50/5/10	Brace	No Messages	0.192442	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	1.15518
172-1	2L50/5/10	Brace	No Messages	0.193076	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	1.09659
173-1	2L50/5/10	Brace	No Messages	0.31324	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	1.04137
174-1	2L50/5/10	Brace	No Messages	0.490953	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	0.99009
175-1	2L50/5/10	Brace	No Messages	0.747738	PMM	1G+1Q-1EX-0.3EY	0.9434
176-1	2L50/5/10	Column	No Messages	0.049923	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	1.83333
177	2L50/5/10	Column	No Messages	0.159208	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	0
178-1	2L50/5/10	Column	No Messages	0.248342	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	0
179-1	2L50/5/10	Column	No Messages	0.355962	PMM	1G+1Q-1EX-0.3EY	0
180	2L50/5/10	Column	No Messages	0.490442	PMM	1G+1Q-1EX-0.3EY	0
181-1	2L50/5/10	Brace	No Messages	0.436277	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	1.21667
182-1	2L50/5/10	Brace	No Messages	0.19236	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	1.15518
183-1	2L50/5/10	Brace	No Messages	0.193069	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	1.09659
184-1	2L50/5/10	Brace	No Messages	0.313177	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	1.04137
185-1	2L50/5/10	Brace	No Messages	0.490876	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	0.99009
186-1	2L50/5/10	Brace	No Messages	0.747646	PMM	1G+1Q-1EX-0.3EY	0.9434
187-1	2L120/12/10	Brace	No Messages	0.595635	PMM	1G+1Q+1EY+0.3EX	4.82597
190-1	2L120/12/10	Brace	No Messages	0.595419	PMM	1G+1Q+1EY+0.3EX	4.82597
196-1	2L120/12/10	Column	No Messages	0.584846	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	0
197-1	2L120/12/10	Column	No Messages	0.584661	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	0
198-1	2L100/10/10	Beam	No Messages	0.206779	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	0
199-1	2L50/5/10	Column	No Messages	0.143878	PMM	1G+1Q+1EY+0.3EX	0
200-1	2L50/5/10	Column	No Messages	0.05607	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	0
201-1	2L50/5/10	Column	No Messages	0.167216	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	0
202-1	2L50/5/10	Column	No Messages	0.272172	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	0

203-1	2L50/5/10	Column	No Messages	0.381801	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	0
204-1	2L50/5/10	Column	No Messages	0.51941	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	0
205-1	2L50/5/10	Brace	No Messages	0.421444	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	1.21667
206-1	2L50/5/10	Brace	No Messages	0.177327	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	1.15518
207-1	2L50/5/10	Brace	No Messages	0.200602	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	1.09659
208-1	2L50/5/10	Brace	No Messages	0.338865	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	1.04137
209-1	2L50/5/10	Brace	No Messages	0.523757	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	0.99009
210-1	2L50/5/10	Brace	No Messages	0.789637	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	0.9434
211-1	2L50/5/10	Column	No Messages	0.056071	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	0
212-1	2L50/5/10	Column	No Messages	0.167227	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	0
213-1	2L50/5/10	Column	No Messages	0.272299	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	0
214-1	2L50/5/10	Column	No Messages	0.381938	PMM	1G+1Q-1EX-0.3EY	0
215-1	2L50/5/10	Column	No Messages	0.519561	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	0
216-1	2L50/5/10	Brace	No Messages	0.421484	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	1.21667
217-1	2L50/5/10	Brace	No Messages	0.177377	PMM	1G+1Q-1EX-0.3EY	1.15518
218-1	2L50/5/10	Brace	No Messages	0.200613	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	1.09659
219-1	2L50/5/10	Brace	No Messages	0.339	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	1.04137
220-1	2L50/5/10	Brace	No Messages	0.523932	PMM	1G+1Q-1EX-0.3EY	0.99009
221-1	2L50/5/10	Brace	No Messages	0.789856	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	0.9434
222-1	2L120/12/10	Brace	No Messages	0.639127	PMM	1G+1Q+1EY+0.3EX	4.82597
225-1	2L120/12/10	Brace	No Messages	0.638949	PMM	1G+1Q+1EY+0.3EX	4.82597
228-1	2L120/12/10	Column	No Messages	0.516758	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	0
229-1	2L120/12/10	Column	No Messages	0.516858	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	0
230-1	2L100/10/10	Beam	No Messages	0.18523	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	19.2
231-1	2L50/5/10	Column	No Messages	0.153975	PMM	1G+1Q+1EY+0.3EX	0
232-1	2L50/5/10	Column	No Messages	0.049337	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	1.83333
233-1	2L50/5/10	Column	No Messages	0.156618	PMM	1G+1Q-1EX-0.3EY	0
234-1	2L50/5/10	Column	No Messages	0.221598	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	0
235-1	2L50/5/10	Column	No Messages	0.328179	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	0
236-1	2L50/5/10	Column	No Messages	0.461352	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	0
237-1	2L50/5/10	Brace	No Messages	0.433347	PMM	1G+1Q-1EX-0.3EY	1.21667
238-1	2L50/5/10	Brace	No Messages	0.19049	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	1.15518
239-1	2L50/5/10	Brace	No Messages	0.190571	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	1.09659
240-1	2L50/5/10	Brace	No Messages	0.284675	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	1.04137
241-1	2L50/5/10	Brace	No Messages	0.455572	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	0.99009
242-1	2L50/5/10	Brace	No Messages	0.705662	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	0.9434
243	2L50/5/10	Column	No Messages	0.049355	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	1.83333
244	2L50/5/10	Column	No Messages	0.15662	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	0
245	2L50/5/10	Column	No Messages	0.221541	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	0
246	2L50/5/10	Column	No Messages	0.328112	PMM	1G+1Q-1EX-0.3EY	0
247-1	2L50/5/10	Column	No Messages	0.46127	PMM	1G+1Q-1EX-0.3EY	0
248-1	2L50/5/10	Brace	No Messages	0.433462	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	1.21667
249-1	2L50/5/10	Brace	No Messages	0.190548	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	1.15518
250-1	2L50/5/10	Brace	No Messages	0.19057	PMM	1G+1Q-1EX-0.3EY	1.09659
251-1	2L50/5/10	Brace	No Messages	0.284613	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	1.04137

252-1	2L50/5/10	Brace	No Messages	0.455486	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	0.99009
253-1	2L50/5/10	Brace	No Messages	0.705541	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	0.9434
254-1	2L120/12/10	Brace	No Messages	0.581389	PMM	1G+1Q+1EY-0.3EX	4.82597
257-1	2L120/12/10	Brace	No Messages	0.581264	PMM	1G+1Q+1EY+0.3EX	4.82597
260-1	2L120/12/10	Column	No Messages	0.386373	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	0
261-1	2L120/12/10	Column	No Messages	0.386425	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	0
262-1	2L100/10/10	Beam	No Messages	0.142885	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	19.2
263-1	2L50/5/10	Column	No Messages	0.163978	PMM	1G+1Q+1EY+0.3EX	0
264-1	2L50/5/10	Column	No Messages	0.056219	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	1.83333
265-1	2L50/5/10	Column	No Messages	0.11908	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	0
266-1	2L50/5/10	Column	No Messages	0.143048	PMM	1G+1Q-1EX-0.3EY	0
267-1	2L50/5/10	Column	No Messages	0.235025	PMM	1G+1Q-1EX-0.3EY	0
268-1	2L50/5/10	Column	No Messages	0.348574	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	0
269-1	2L50/5/10	Brace	No Messages	0.427168	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	1.21667
270-1	2L50/5/10	Brace	No Messages	0.215173	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	1.15518
271-1	2L50/5/10	Brace	No Messages	0.155298	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	1.09659
272-1	2L50/5/10	Brace	No Messages	0.199537	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	1.04137
273-1	2L50/5/10	Brace	No Messages	0.337457	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	0.99009
274-1	2L50/5/10	Brace	No Messages	0.542575	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	0.9434
275-1	2L50/5/10	Column	No Messages	0.056254	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	1.83333
276-1	2L50/5/10	Column	No Messages	0.119041	PMM	1G+1Q-1EX-0.3EY	0
277-1	2L50/5/10	Column	No Messages	0.143016	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	0
278-1	2L50/5/10	Column	No Messages	0.234984	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	0
279-1	2L50/5/10	Column	No Messages	0.348526	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	0
280-1	2L50/5/10	Brace	No Messages	0.427308	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	1.21667
281-1	2L50/5/10	Brace	No Messages	0.215291	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	1.15518
282-1	2L50/5/10	Brace	No Messages	0.155261	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	1.09659
283-1	2L50/5/10	Brace	No Messages	0.199501	PMM	1G+1Q-1EX-0.3EY	1.04137
284-1	2L50/5/10	Brace	No Messages	0.337405	PMM	1G+1Q-1EX-0.3EY	0.99009
285-1	2L50/5/10	Brace	No Messages	0.542505	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	0.9434
286-1	2L120/12/10	Brace	No Messages	0.453606	PMM	1G+1Q-1EY-0.3EX	4.82597
289-1	2L120/12/10	Brace	No Messages	0.453601	PMM	1G+1Q+1EY+0.3EX	4.82597
324-1	2L120/12/10	Column	No Messages	0.188514	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	0
325-1	2L120/12/10	Column	No Messages	0.188413	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	0
326-1	2L100/10/10	Beam	No Messages	0.074293	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	0
327-1	2L50/5/10	Column	No Messages	0.185665	PMM	1G+1Q+1EY+0.3EX	0
328-1	2L50/5/10	Column	No Messages	0.083714	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	1.83333
329-1	2L50/5/10	Column	No Messages	0.047437	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	1.66667
330-1	2L50/5/10	Column	No Messages	0.041494	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	0
331-1	2L50/5/10	Column	No Messages	0.098829	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	0
332-1	2L50/5/10	Column	No Messages	0.167585	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	0
333-1	2L50/5/10	Brace	No Messages	0.430683	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	1.21667
334	2L50/5/10	Brace	No Messages	0.311549	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	1.15518
335	2L50/5/10	Brace	No Messages	0.168023	PMM	1G+1Q-1EX-0.3EY	1.09659
336	2L50/5/10	Brace	No Messages	0.088478	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	1.04137

337	2L50/5/10	Brace	No Messages	0.165478	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	0.99009
338-1	2L50/5/10	Brace	No Messages	0.281101	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	0.9434
339-1	2L50/5/10	Column	No Messages	0.083762	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	1.83333
340-1	2L50/5/10	Column	No Messages	0.047485	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	1.66667
341-1	2L50/5/10	Column	No Messages	0.041526	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	0
342-1	2L50/5/10	Column	No Messages	0.098864	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	0
343-1	2L50/5/10	Column	No Messages	0.167662	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	0
344-1	2L50/5/10	Brace	No Messages	0.430858	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	1.21667
345-1	2L50/5/10	Brace	No Messages	0.311714	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	1.15518
346-1	2L50/5/10	Brace	No Messages	0.168173	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	1.09659
347-1	2L50/5/10	Brace	No Messages	0.08849	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	1.04137
348-1	2L50/5/10	Brace	No Messages	0.165542	PMM	1G+1Q-1EX-0.3EY	0.99009
349-1	2L50/5/10	Brace	No Messages	0.281213	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	0.9434
350-1	2L120/12/10	Brace	No Messages	0.306144	PMM	1G+1Q+1EY+0.3EX	9.40194
353-1	2L120/12/10	Brace	No Messages	0.306157	PMM	1G+1Q+1EY+0.3EX	9.40194
356	2L70/7/10	Beam	No Messages	0.509686	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	1.8
358	2L70/7/10	Beam	No Messages	0.38798	PMM	1G+1Q+1EY+0.3EX	1.8
359-1	2L70/7/10	Beam	No Messages	0.417402	PMM	1G+1Q+1EY+0.3EX	1.8
360-1	2L70/7/10	Beam	No Messages	0.387936	PMM	1G+1Q+1EY+0.3EX	1.8
361-1	2L70/7/10	Beam	No Messages	0.508847	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	1.8
363-1	2L100/10/10	Beam	No Messages	0.45941	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	2.4
364-1	2L100/10/10	Beam	No Messages	0.171054	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	2.4
365-1	2L100/10/10	Beam	No Messages	0.437234	PMM	1G+1Q+1EY-0.3EX	2.4
366-1	2L100/10/10	Beam	No Messages	0.405498	PMM	1G+1Q-1EY-0.3EX	2.4
367-1	2L100/10/10	Beam	No Messages	0.437398	PMM	1G+1Q+1EY+0.3EX	2.4
368-1	2L100/10/10	Beam	No Messages	0.459793	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	2.4
369-1	2L100/10/10	Beam	No Messages	0.171046	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	2.4
370-1	2L100/10/10	Beam	No Messages	0.457341	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	2.4
371-1	2L100/10/10	Beam	No Messages	0.211458	PMM	1G+1Q-1EX-0.3EY	2.4
372-1	2L100/10/10	Beam	No Messages	0.428723	PMM	1G+1Q+1EY+0.3EX	2.4
373-1	2L100/10/10	Beam	No Messages	0.470166	PMM	CS2SNOWL	2.4
374-1	2L100/10/10	Beam	No Messages	0.428855	PMM	1G+1Q+1EY+0.3EX	2.4
375-1	2L100/10/10	Beam	No Messages	0.457404	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	2.4
376-1	2L100/10/10	Beam	No Messages	0.211468	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	2.4
377-1	2L100/10/10	Beam	No Messages	0.456674	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	2.4
378-1	2L100/10/10	Beam	No Messages	0.210889	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	2.4
379-1	2L100/10/10	Beam	No Messages	0.429866	PMM	1G+1Q+1EY-0.3EX	2.4
380-1	2L100/10/10	Beam	No Messages	0.471105	PMM	CS2SNOWL	2.4
381-1	2L100/10/10	Beam	No Messages	0.429711	PMM	1G+1Q+1EY+0.3EX	2.4
382-1	2L100/10/10	Beam	No Messages	0.456545	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	2.4
383-1	2L100/10/10	Beam	No Messages	0.210858	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	2.4
384-1	2L100/10/10	Beam	No Messages	0.461548	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	2.4
385-1	2L100/10/10	Beam	No Messages	0.173823	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	2.4
386-1	2L100/10/10	Beam	No Messages	0.435001	PMM	1G+1Q+1EY-0.3EX	2.4
387-1	2L100/10/10	Beam	No Messages	0.40804	PMM	1G+1Q+1EY+0.3EX	2.4

388	2L100/10/10	Beam	No Messages	0.434827	PMM	1G+1Q+1EY+0.3EX	2.4
389-1	2L100/10/10	Beam	No Messages	0.461522	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	2.4
390-1	2L100/10/10	Beam	No Messages	0.173895	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	2.4
398-1	2L70/7/10	Beam	No Messages	0.50242	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	1.8
400-1	2L70/7/10	Beam	No Messages	0.383393	PMM	1G+1Q+1EY+0.3EX	1.8
401-1	2L70/7/10	Beam	No Messages	0.421722	PMM	1G+1Q+1EY+0.3EX	1.8
402-1	2L70/7/10	Beam	No Messages	0.383405	PMM	1G+1Q+1EY+0.3EX	1.8
403-1	2L70/7/10	Beam	No Messages	0.502801	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	1.8
405-1	2L70/7/10	Beam	No Messages	0.21129	PMM	1G+1Q+1EY-0.3EX	1.8
406-1	2L100/10/10	Beam	No Messages	0.27971	PMM	1G+1Q+1EY+0.3EX	2.4
407-1	2L70/7/10	Beam	No Messages	0.211325	PMM	1G+1Q+1EY+0.3EX	1.8
408-1	2L100/10/10	Beam	No Messages	0.279682	PMM	1G+1Q+1EY+0.3EX	2.4
409	2L100/10/10	Beam	No Messages	0.275648	PMM	CS2SNOWR	2.4
410-1	2L100/10/10	Beam	No Messages	0.27556	PMM	CS2SNOWL	2.4
411-1	2L100/10/10	Beam	No Messages	0.285937	PMM	1G+1Q-1EY-0.3EX	2.4
412	2L100/10/10	Beam	No Messages	0.286061	PMM	1G+1Q+1EY+0.3EX	2.4
413-1	2L100/10/10	Beam	No Messages	0.292282	PMM	1G+1Q+1EY+0.3EX	2.4
414-1	2L100/10/10	Beam	No Messages	0.292179	PMM	1G+1Q+1EY+0.3EX	2.4
415-1	2L70/7/10	Beam	No Messages	0.215287	PMM	1G+1Q+1EY+0.3EX	1.8
416-1	2L70/7/10	Beam	No Messages	0.215372	PMM	1G+1Q+1EY+0.3EX	1.8
417-1	2L100/10/10	Brace	No Messages	0.46358	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	2.91116
418-1	2L100/10/10	Brace	No Messages	0.188467	PMM	1G+1Q+1EY+0.3EX	2.91116
419-1	2L100/10/10	Brace	No Messages	0.489706	PMM	1G+1Q+1EY+0.3EX	2.91116
420-1	2L100/10/10	Brace	No Messages	0.417953	PMM	1G+1Q+1EY+0.3EX	2.91116
421-1	2L100/10/10	Brace	No Messages	0.783717	PMM	1G+1Q+1EY+0.3EX	3.31585
422-1	2L100/10/10	Brace	No Messages	0.363225	PMM	1G+1Q+1EY+0.3EX	3.31585
423-1	2L100/10/10	Brace	No Messages	0.417777	PMM	1G+1Q+1EY+0.3EX	2.91116
424-1	2L100/10/10	Brace	No Messages	0.489444	PMM	1G+1Q+1EY+0.3EX	2.91116
425-1	2L100/10/10	Brace	No Messages	0.463695	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	2.91116
426-1	2L100/10/10	Brace	No Messages	0.188706	PMM	1G+1Q+1EY+0.3EX	2.91116
427-1	2L100/10/10	Brace	No Messages	0.198845	PMM	1G+1Q+1EY+0.3EX	2.91116
428-1	2L100/10/10	Brace	No Messages	0.472616	PMM	1G+1Q+1EY-0.3EX	2.91116
429-1	2L100/10/10	Brace	No Messages	0.411485	PMM	1G+1Q+1EY+0.3EX	2.91116
430-1	2L100/10/10	Brace	No Messages	0.490415	PMM	1G+1Q+1EY-0.3EX	2.91116
431-1	2L100/10/10	Brace	No Messages	0.490894	PMM	1G+1Q+1EY+0.3EX	2.91116
432-1	2L100/10/10	Brace	No Messages	0.411764	PMM	1G+1Q+1EY+0.3EX	2.91116
433-1	2L100/10/10	Brace	No Messages	0.198547	PMM	1G+1Q+1EY+0.3EX	2.91116
434-1	2L100/10/10	Brace	No Messages	0.471949	PMM	1G+1Q+1EY+0.3EX	2.91116
435-1	2L100/10/10	Brace	No Messages	0.363204	PMM	1G+1Q+1EY+0.3EX	3.31585
436	2L100/10/10	Brace	No Messages	0.783862	PMM	1G+1Q+1EY+0.3EX	3.31585
439	2L100/10/10	Brace	No Messages	0.794339	PMM	1G+1Q+1EY+0.3EX	3.31585
440-1	2L100/10/10	Brace	No Messages	0.65442	PMM	1G+1Q+1EY+0.3EX	3.31585
441-1	2L100/10/10	Brace	No Messages	0.654132	PMM	1G+1Q+1EY+0.3EX	3.31585
442-1	2L100/10/10	Brace	No Messages	0.794232	PMM	1G+1Q+1EY+0.3EX	3.31585
443-1	2L100/10/10	Brace	No Messages	0.585218	PMM	1G+1Q+1EY+0.3EX	3.31585

444-1	2L100/10/10	Brace	No Messages	0.749257	PMM	1G+1Q+1EY+0.3EX	3.31585
445-1	2L100/10/10	Brace	No Messages	0.749655	PMM	1G+1Q+1EY+0.3EX	3.31585
446-1	2L100/10/10	Brace	No Messages	0.585171	PMM	1G+1Q+1EY+0.3EX	3.31585
447-1	2L100/10/10	Brace	No Messages	0.379583	PMM	1G+1Q+1EY+0.3EX	3.31585
448-1	2L100/10/10	Brace	No Messages	0.774621	PMM	1G+1Q+1EY+0.3EX	3.31585
449-1	2L100/10/10	Brace	No Messages	0.774042	PMM	1G+1Q+1EY+0.3EX	3.31585
450-1	2L100/10/10	Brace	No Messages	0.379445	PMM	1G+1Q+1EY+0.3EX	3.31585
1	2L120/12/10	Column	No Messages	0.009873	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	0
62	2L120/12/10	Column	No Messages	0.009898	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	0
80	2L100/10/10	Beam	No Messages	0.145315	PMM	1G+1Q+1EY-0.3EX	2.4
82	2L50/5/10	Column	No Messages	0.056748	PMM	1G+1Q+1EY+0.3EX	2
83	2L50/5/10	Column	No Messages	0.12856	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	1.83333
88	2L50/5/10	Column	No Messages	0.118827	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	1.66667
89	2L50/5/10	Column	No Messages	0.111434	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	1.5
114	2L50/5/10	Brace	No Messages	0.531182	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	1.21667
117	2L50/5/10	Brace	No Messages	0.477806	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	1.15518
120	2L50/5/10	Brace	No Messages	0.392629	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	1.09659
123	2L50/5/10	Brace	No Messages	0.247749	PMM	1G+1Q-1EX-0.3EY	0.9125
124	2L50/5/10	Brace	No Messages	0.284594	PMM	1G+1Q-1EX-0.3EY	0.86639
128	2L50/5/10	Brace	No Messages	0.122376	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	0.82244
129	2L50/5/10	Column	No Messages	0.128535	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	1.83333
162	2L50/5/10	Column	No Messages	0.118799	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	1.66667
191	2L50/5/10	Column	No Messages	0.111399	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	1.5
194	2L50/5/10	Brace	No Messages	0.531084	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	1.21667
211	2L50/5/10	Brace	No Messages	0.477733	PMM	1G+1Q-1EX-0.3EY	1.15518
212	2L50/5/10	Brace	No Messages	0.392508	PMM	1G+1Q-1EX-0.3EY	1.09659
213	2L50/5/10	Brace	No Messages	0.247936	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	0.9125
214	2L50/5/10	Brace	No Messages	0.284782	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	0.86639
227	2L50/5/10	Brace	No Messages	0.116894	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	0.78102
230	HE300B	Column	No Messages	0.267204	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	0
281	HE300B	Column	No Messages	0.596023	PMM	1G+1Q+1EY+0.3EX	0
296	HE300B	Column	No Messages	0.26506	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	0
299	HE300B	Column	No Messages	0.291189	PMM	1G+1Q+1EY+0.3EX	0
317	HE300B	Column	No Messages	0.289476	PMM	1G+1Q+1EY+0.3EX	0
318	HE300B	Column	No Messages	0.478723	PMM	1G+1Q+1EY+0.3EX	0
319	HE300B	Column	No Messages	0.481629	PMM	1G+1Q+1EY+0.3EX	0
329	HE300B	Column	No Messages	0.430143	PMM	1G+1Q+1EY+0.3EX	0
331	HE300B	Column	No Messages	0.432145	PMM	1G+1Q+1EY+0.3EX	0
352	HE300B	Column	No Messages	0.416761	PMM	1G+1Q+1EY+0.3EX	0
355	HE300B	Column	No Messages	0.413982	PMM	1G+1Q+1EY+0.3EX	0
373	HE300B	Column	No Messages	0.470996	PMM	1G+1Q+1EY+0.3EX	0
391	HE300B	Column	No Messages	0.467464	PMM	1G+1Q+1EY-0.3EX	0
394	HE300B	Column	No Messages	0.466035	PMM	1G+1Q+1EY+0.3EX	0
416	HE300B	Column	No Messages	0.462656	PMM	1G+1Q+1EY+0.3EX	0
424	HE300B	Column	No Messages	0.273236	PMM	1G+1Q+1EY+0.3EX	0

428	HE300B	Column	No Messages	0.273336	PMM	1G+1Q+1EY+0.3EX	0
432	2L120/12/10	Column	No Messages	0.010894	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	0
921	2L120/12/10	Column	No Messages	0.011096	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	0
922	2L100/10/10	Beam	No Messages	0.151323	PMM	1G+1Q+1EY+0.3EX	16.8
923	2L50/5/10	Column	No Messages	0.052784	PMM	1G+1Q+1EY+0.3EX	2
924	2L50/5/10	Column	No Messages	0.122542	PMM	1G+1Q-1EX-0.3EY	1.83333
925	2L50/5/10	Column	No Messages	0.112185	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	1.66667
926	2L50/5/10	Column	No Messages	0.10415	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	1.5
927	2L50/5/10	Column	No Messages	0.267796	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	0
929	2L50/5/10	Brace	No Messages	0.508858	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	1.21667
930	2L50/5/10	Brace	No Messages	0.455735	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	1.15518
931	2L50/5/10	Brace	No Messages	0.370369	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	1.09659
932	2L50/5/10	Brace	No Messages	0.255992	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	0.9125
933	2L50/5/10	Brace	No Messages	0.293373	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	0.86639
934	2L50/5/10	Brace	No Messages	0.130126	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	0.78102
935	2L50/5/10	Column	No Messages	0.122585	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	1.83333
936	2L50/5/10	Column	No Messages	0.112236	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	1.66667
937	2L50/5/10	Column	No Messages	0.104211	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	1.5
938	2L50/5/10	Column	No Messages	0.26745	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	0
940	2L50/5/10	Brace	No Messages	0.509013	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	1.21667
941	2L50/5/10	Brace	No Messages	0.455881	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	1.15518
942	2L50/5/10	Brace	No Messages	0.370556	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	1.09659
943	2L50/5/10	Brace	No Messages	0.255657	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	0.9125
944	2L50/5/10	Brace	No Messages	0.293046	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	0.86639
945	2L50/5/10	Brace	No Messages	0.128776	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	0.78102
948	HE300B	Column	No Messages	0.232255	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	0
949	HE300B	Column	No Messages	0.58038	PMM	1G+1Q+1EY+0.3EX	0
950	HE300B	Column	No Messages	0.231446	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	0
959	2L120/12/10	Brace	No Messages	0.303725	PMM	1G+1Q+1EY+0.3EX	9.40194
961	2L120/12/10	Brace	No Messages	0.303925	PMM	1G+1Q+1EY+0.3EX	9.40194
963	2L100/10/10	Brace	No Messages	0.058719	PMM	1G+1Q+1EY+0.3EX	1.23678
964	2L100/10/10	Brace	No Messages	0.055412	PMM	1G+1Q+1EY+0.3EX	1.34745
965	2L100/10/10	Brace	No Messages	0.053749	PMM	1G+1Q+1EY+0.3EX	1.34745
966	2L100/10/10	Brace	No Messages	0.038205	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	1.23678
967	2L100/10/10	Brace	No Messages	0.038196	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	1.23678
968	2L100/10/10	Brace	No Messages	0.053752	PMM	1G+1Q+1EY+0.3EX	1.34745
969	2L100/10/10	Brace	No Messages	0.055375	PMM	1G+1Q+1EY-0.3EX	1.34745
970	2L100/10/10	Brace	No Messages	0.05877	PMM	1G+1Q-1EY-0.3EX	1.23678
979	2L120/12/10	Brace	No Messages	0.303895	PMM	1G+1Q-1EY-0.3EX	9.40194
981	2L120/12/10	Brace	No Messages	0.303525	PMM	1G+1Q+1EY+0.3EX	9.40194
983	2L100/10/10	Brace	No Messages	0.057175	PMM	1G+1Q+1EY+0.3EX	1.23678
984	2L100/10/10	Brace	No Messages	0.055677	PMM	1G+1Q+1EY+0.3EX	1.34745
985	2L100/10/10	Brace	No Messages	0.053497	PMM	1G+1Q+1EY+0.3EX	1.34745
986	2L100/10/10	Brace	No Messages	0.037728	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	1.23678
987	2L100/10/10	Brace	No Messages	0.037751	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	1.23678

988	2L100/10/10	Brace	No Messages	0.053472	PMM	1G+1Q+1EY+0.3EX	1.34745
989	2L100/10/10	Brace	No Messages	0.055748	PMM	1G+1Q+1EY+0.3EX	1.34745
990	2L100/10/10	Brace	No Messages	0.057132	PMM	1G+1Q+1EY+0.3EX	1.23678
991	2L70/7/10	Beam	No Messages	0.057655	PMM	1G+1Q+1EY+0.3EX	0.4
992	2L70/7/10	Beam	No Messages	0.054244	PMM	1G+1Q+1EY-0.3EX	0.4
993	2L70/7/10	Beam	No Messages	0.053854	PMM	1G+1Q+1EY+0.3EX	0.8
994	2L70/7/10	Beam	No Messages	0.04802	PMM	1G+1Q+1EY-0.3EX	0.4
995	2L70/7/10	Beam	No Messages	0.054545	PMM	1G+1Q+1EY+0.3EX	0.4
996	2L70/7/10	Beam	No Messages	0.057745	PMM	1G+1Q+1EY+0.3EX	0.4
997	2L70/7/10	Beam	No Messages	0.047796	PMM	1G+1Q+1EY+0.3EX	0.4
998	2L70/7/10	Beam	No Messages	0.05381	PMM	1G+1Q+1EY+0.3EX	0.4
999	2L70/7/10	Beam	No Messages	0.014754	PMM	1G+1Q+1EY+0.3EX	0.8
1000	2L70/7/10	Beam	No Messages	0.148039	PMM	1G+1Q+1EY+0.3EX	0.4
1001	2L70/7/10	Beam	No Messages	0.014744	PMM	1G+1Q+1EY+0.3EX	0.8
1002	2L70/7/10	Beam	No Messages	0.014679	PMM	1G+1Q+1EY+0.3EX	0.4
1003	2L70/7/10	Beam	No Messages	0.148473	PMM	1G+1Q+1EY+0.3EX	0.4
1004	2L70/7/10	Beam	No Messages	0.014674	PMM	1G+1Q+1EY+0.3EX	0.4
1005	2L70/7/10	Beam	No Messages	0.105215	PMM	1G+1Q+1EY+0.3EX	0.4
1006	2L70/7/10	Beam	No Messages	0.105144	PMM	1G+1Q+1EY+0.3EX	0.4
1007	2L70/7/10	Beam	No Messages	0.105221	PMM	1G+1Q+1EY+0.3EX	0.4
1008	2L70/7/10	Beam	No Messages	0.105359	PMM	1G+1Q+1EY+0.3EX	0.4
1009	2L70/7/10	Brace	No Messages	0.052124	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	1.02956
1010	2L70/7/10	Brace	No Messages	0.072643	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	1.02956
1011	2L70/7/10	Brace	No Messages	0.154979	PMM	1G+1Q+1EY+0.3EX	1.3
1012	2L70/7/10	Brace	No Messages	0.178811	PMM	1G+1Q+1EY+0.3EX	1.3
1013	2L70/7/10	Brace	No Messages	0.144144	PMM	1G+1Q+1EY+0.3EX	1.3
1014	2L70/7/10	Brace	No Messages	0.084051	PMM	1G+1Q+1EY+0.3EX	1.3
1015	2L70/7/10	Brace	No Messages	0.06843	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	1.02956
1016	2L70/7/10	Brace	No Messages	0.049354	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	1.02956
1017	2L70/7/10	Brace	No Messages	0.034065	PMM	1G+1Q+1EY+0.3EX	0.78102
1019	2L70/7/10	Brace	No Messages	0.030719	PMM	1G+1Q+1EY+0.3EX	0.78102
1020	2L70/7/10	Brace	No Messages	0.051715	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	1.02956
1021	2L70/7/10	Brace	No Messages	0.072018	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	1.02956
1022	2L70/7/10	Brace	No Messages	0.15439	PMM	1G+1Q+1EY-0.3EX	1.3
1023	2L70/7/10	Brace	No Messages	0.178668	PMM	1G+1Q+1EY+0.3EX	1.3
1024	2L70/7/10	Brace	No Messages	0.14402	PMM	1G+1Q+1EY+0.3EX	1.3
1025	2L70/7/10	Brace	No Messages	0.083989	PMM	1G+1Q+1EY+0.3EX	1.3
1026	2L70/7/10	Brace	No Messages	0.067824	PMM	1G+1Q-1EX-0.3EY	1.02956
1027	2L70/7/10	Brace	No Messages	0.048959	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	1.02956
1028	2L70/7/10	Brace	No Messages	0.033778	PMM	1G+1Q+1EY+0.3EX	0.78102
1029	2L70/7/10	Brace	No Messages	0.030887	PMM	1G+1Q+1EY+0.3EX	0.78102
1030	2L70/7/10	Beam	No Messages	0.009579	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	0.8
1031	2L70/7/10	Brace	No Messages	0.531295	PMM	1G+1Q+1EY+0.3EX	1.16619
1032	2L70/7/10	Beam	No Messages	0.009579	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	0.4
1033	2L70/7/10	Brace	No Messages	0.538507	PMM	1G+1Q+1EY-0.3EX	1.16619

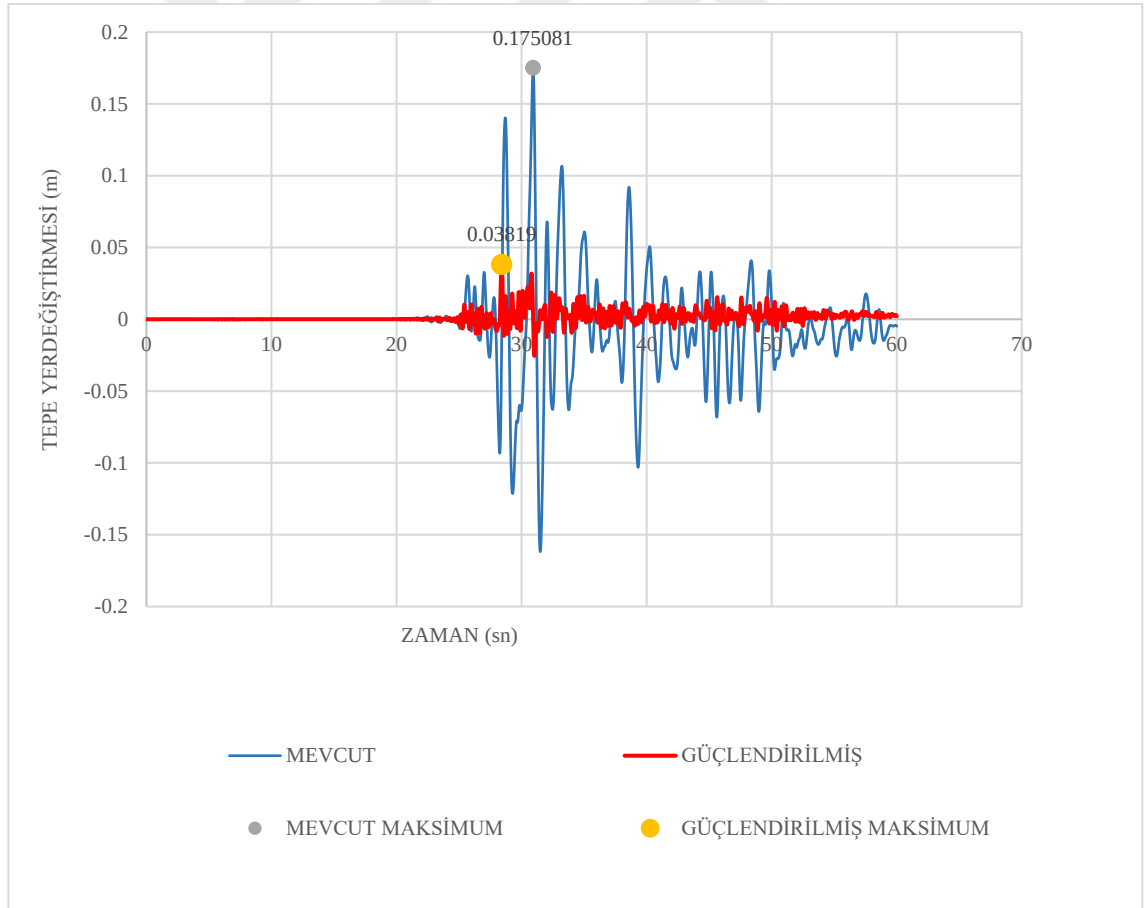
1034	2L70/7/10	Beam	No Messages	0.009579	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	0.4
1035	2L70/7/10	Beam	No Messages	0.009579	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	0.4
1036	2L70/7/10	Beam	No Messages	0.009579	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	0.8
1037	2L70/7/10	Beam	No Messages	0.009579	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	0.8
1038	2L70/7/10	Brace	No Messages	0.129982	PMM	1G+1Q+1EY+0.3EX	1.4151
1039	2L70/7/10	Brace	No Messages	0.225606	PMM	1G+1Q+1EY+0.3EX	1.4151
1040	2L70/7/10	Brace	No Messages	0.240823	PMM	1G+1Q+1EY+0.3EX	1.4151
1041	2L70/7/10	Brace	No Messages	0.15843	PMM	1G+1Q+1EY+0.3EX	1.4151
1042	2L70/7/10	Brace	No Messages	0.396156	PMM	1G+1Q+1EY+0.3EX	1.4151
1043	2L70/7/10	Brace	No Messages	0.199547	PMM	1G+1Q+1EY+0.3EX	1.4151
1044	2L70/7/10	Brace	No Messages	0.359385	PMM	1G+1Q+1EY-0.3EX	1.17154
1045	2L70/7/10	Brace	No Messages	0.218946	PMM	1G+1Q+1EY-0.3EX	1.17154
1046	2L70/7/10	Brace	No Messages	0.268494	PMM	1G+1Q+1EY+0.3EX	0.96047
1047	2L70/7/10	Brace	No Messages	0.385956	PMM	1G+1Q+1EY-0.3EX	1.4151
1048	2L70/7/10	Brace	No Messages	0.195481	PMM	1G+1Q+1EY+0.3EX	1.4151
1049	2L70/7/10	Brace	No Messages	0.362408	PMM	1G+1Q+1EY+0.3EX	1.17154
1050	2L70/7/10	Brace	No Messages	0.220618	PMM	1G+1Q+1EY+0.3EX	1.17154
1051	2L70/7/10	Brace	No Messages	0.265954	PMM	1G+1Q+1EY+0.3EX	0.96047
1052	2L70/7/10	Brace	No Messages	0.220648	PMM	1G+1Q+1EY+0.3EX	1.17154
1053	2L70/7/10	Brace	No Messages	0.362463	PMM	1G+1Q+1EY+0.3EX	1.17154
1054	2L70/7/10	Brace	No Messages	0.195513	PMM	1G+1Q+1EY+0.3EX	1.4151
1055	2L70/7/10	Brace	No Messages	0.386038	PMM	1G+1Q+1EY+0.3EX	1.4151
1056	2L70/7/10	Brace	No Messages	0.130017	PMM	1G+1Q+1EY+0.3EX	1.4151
1057	2L70/7/10	Brace	No Messages	0.22569	PMM	1G+1Q+1EY+0.3EX	1.4151
1058	2L70/7/10	Brace	No Messages	0.241045	PMM	1G+1Q+1EY+0.3EX	1.4151
1059	2L70/7/10	Brace	No Messages	0.158493	PMM	1G+1Q+1EY+0.3EX	1.4151
1060	2L70/7/10	Brace	No Messages	0.396075	PMM	1G+1Q+1EY+0.3EX	1.4151
1061	2L70/7/10	Brace	No Messages	0.199514	PMM	1G+1Q+1EY+0.3EX	1.4151
1062	2L70/7/10	Brace	No Messages	0.359272	PMM	1G+1Q+1EY+0.3EX	1.17154
1063	2L70/7/10	Brace	No Messages	0.218884	PMM	1G+1Q+1EY+0.3EX	1.17154
1064	2L70/7/10	Brace	No Messages	0.268871	PMM	1G+1Q+1EY+0.3EX	0.96047
1065	2L70/7/10	Brace	No Messages	0.265649	PMM	1G+1Q+1EY+0.3EX	0.96047
1073	2L50/5/10	Column	No Messages	0.313902	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	0
1075	2L50/5/10	Column	No Messages	0.313699	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	0
1077	2L50/5/10	Column	No Messages	0.323791	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	0
1079	2L50/5/10	Column	No Messages	0.323411	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	0
1081	2L70/7/10	Brace	No Messages	0.045296	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	0.78102
1082	2L70/7/10	Brace	No Messages	0.045306	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	0.78102
1083	2L70/7/10	Brace	No Messages	0.045139	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	0.78102
1084	2L70/7/10	Brace	No Messages	0.044924	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	0.78102
104	2L70/7/10	Beam	No Messages	0.009579	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	0.8
947	2L70/7/10	Beam	No Messages	0.009579	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	0.4
951	2L70/7/10	Beam	No Messages	0.009579	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	0.8
958	2L70/7/10	Beam	No Messages	0.009579	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	0.4
971	TUBO-D244.5X5.4	Brace	No Messages	0.781543	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	2.55

972	TUBO-D244.5X5.4	Brace	No Messages	0.743385	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	2.55
973	TUBO-D244.5X5.4	Brace	No Messages	0.742714	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	2.55
974	TUBO-D244.5X5.4	Brace	No Messages	0.782081	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	2.55
980	TUBO-D355.6X6.3	Brace	No Messages	0.824661	PMM	1G+1Q+1EY+0.3EX	3.28976
982	TUBO-D355.6X6.3	Brace	No Messages	0.823853	PMM	1G+1Q+1EY+0.3EX	3.28976
1018	TUBO-D355.6X6.3	Brace	No Messages	0.826177	PMM	1G+1Q+1EY-0.3EX	3.28976
1066	TUBO-D355.6X6.3	Brace	No Messages	0.819719	PMM	1G+1Q+1EY+0.3EX	3.28976
1067	TUBO-D244.5X5.4	Brace	No Messages	0.806784	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	2.55
1068	TUBO-D244.5X5.4	Brace	No Messages	0.771757	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	2.55
1069	TUBO-D244.5X5.4	Brace	No Messages	0.771607	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	2.55
1070	TUBO-D244.5X5.4	Brace	No Messages	0.806166	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	2.55
975	2L50/5/10	Column	No Messages	0.040306	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	1.125
977	2L50/5/10	Column	No Messages	0.040281	PMM	1G+1Q-1EX-0.3EY	1.125
1071	2L50/5/10	Brace	No Messages	0.122418	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	0.82244
1072	2L50/5/10	Brace	No Messages	0.116818	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	0.78102
1074	2L50/5/10	Column	No Messages	0.259064	PMM	1G+1Q-1EX-0.3EY	0
1078	2L50/5/10	Column	No Messages	0.258867	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	0
1085	2L50/5/10	Column	No Messages	0.045194	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	1.125
1086	2L50/5/10	Column	No Messages	0.045776	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	1.125
1087	2L50/5/10	Brace	No Messages	0.133233	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	0.82244
1088	2L50/5/10	Brace	No Messages	0.132063	PMM	1G+1Q+1EX+0.3EY	0.82244

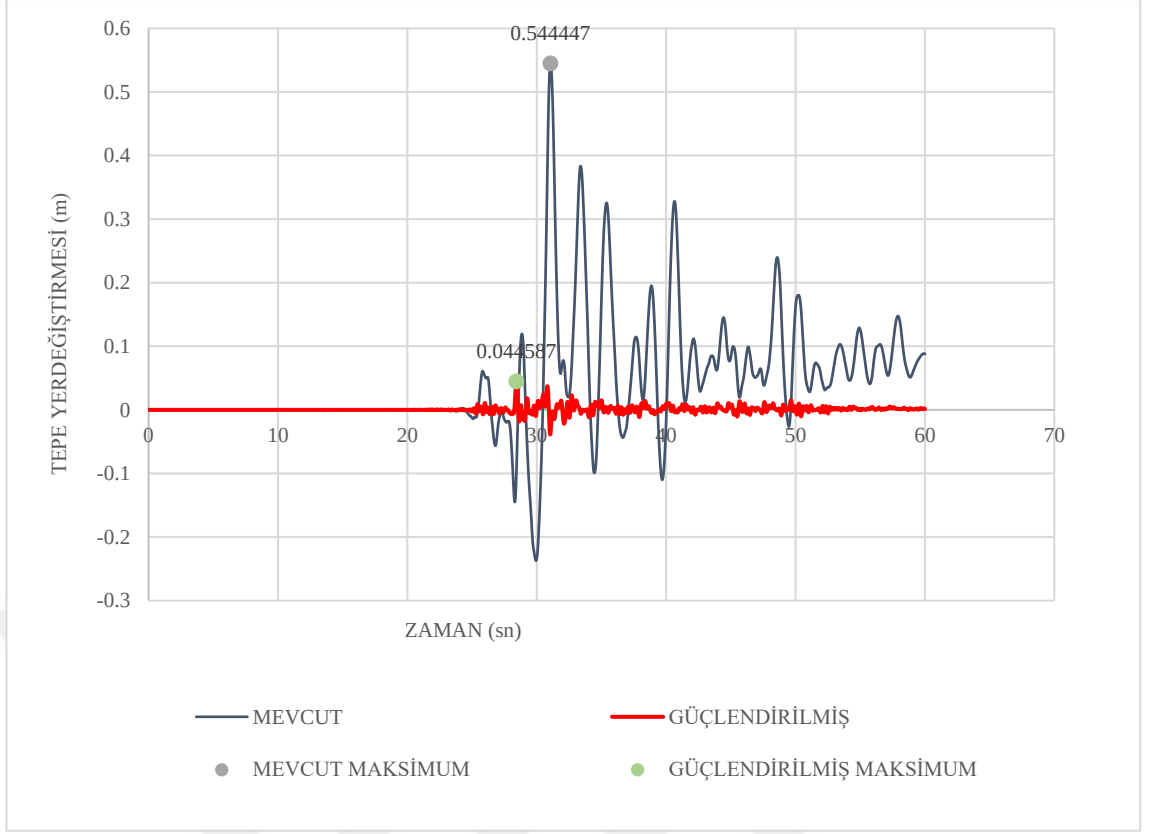
EK I - GENEL SONUÇLARIN DETAYLI GÖSTERİMİ

Şekil I.1~I.14'te zaman tanım analizi ile elde edilen tepe yerdeğiştirmesi-zaman grafikleri detaylı olarak gösterilmiştir. Yapılan analizlerde ölçeklendirilmiş iki bileşenli depremler kullanılmış ve verilen grafiklerde de tepe yerdeğiştirmeleri her iki doğru için ayrı olarak verilmiştir. Grafiklerde mevcut durum koyu mavi, güçlendirilmiş durum ise kırmızı renkteki çizgilerle gösterilmiştir. Ayrıca tüm grafiklerde mevcut ve güçlendirilmiş durum için belirlenen maksimum tepe yerdeğiştirmeleri işaretlenerek gösterilmiştir.

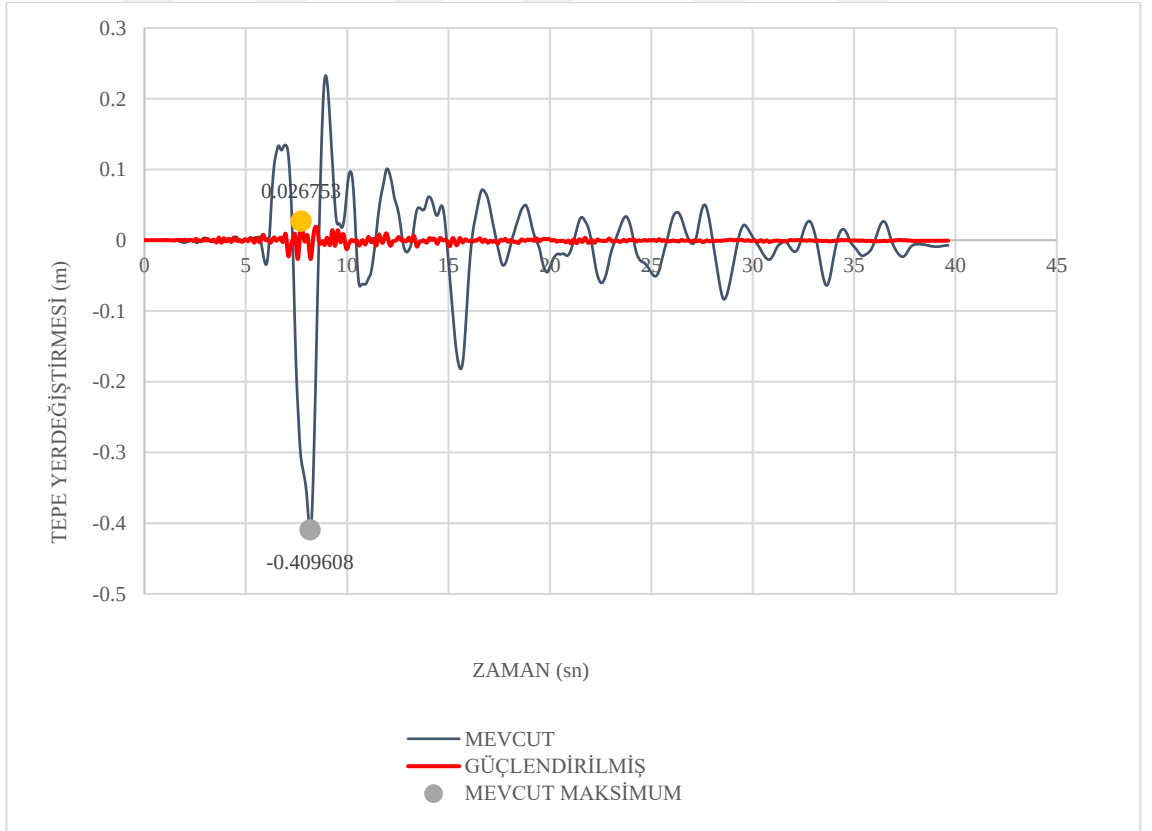
Şekil I.15~I.28'de ise zaman tanım analizi ile elde edilen taban kesme-zaman grafikleri detaylı olarak gösterilmiştir. Grafiklerde mevcut durum koyu mavi, güçlendirilmiş durum ise kırmızı renkteki çizgilerle gösterilmiştir. Ayrıca tüm grafiklerde mevcut ve güçlendirilmiş durum için belirlenen maksimum taban kesme değerleri işaretlenerek gösterilmiştir.



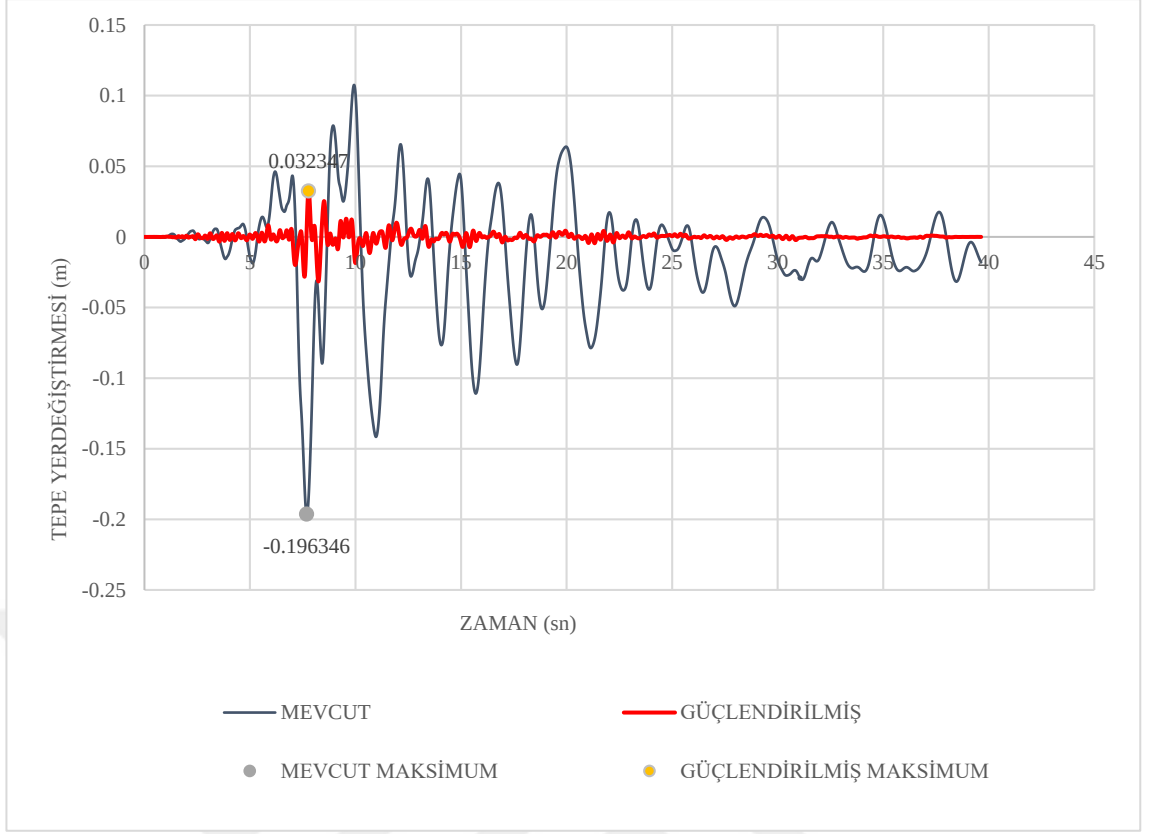
Şekil I.1: 1-CHI CHI-NLX-NLY tepe yerdeğiştirmesi-zaman grafiğı.



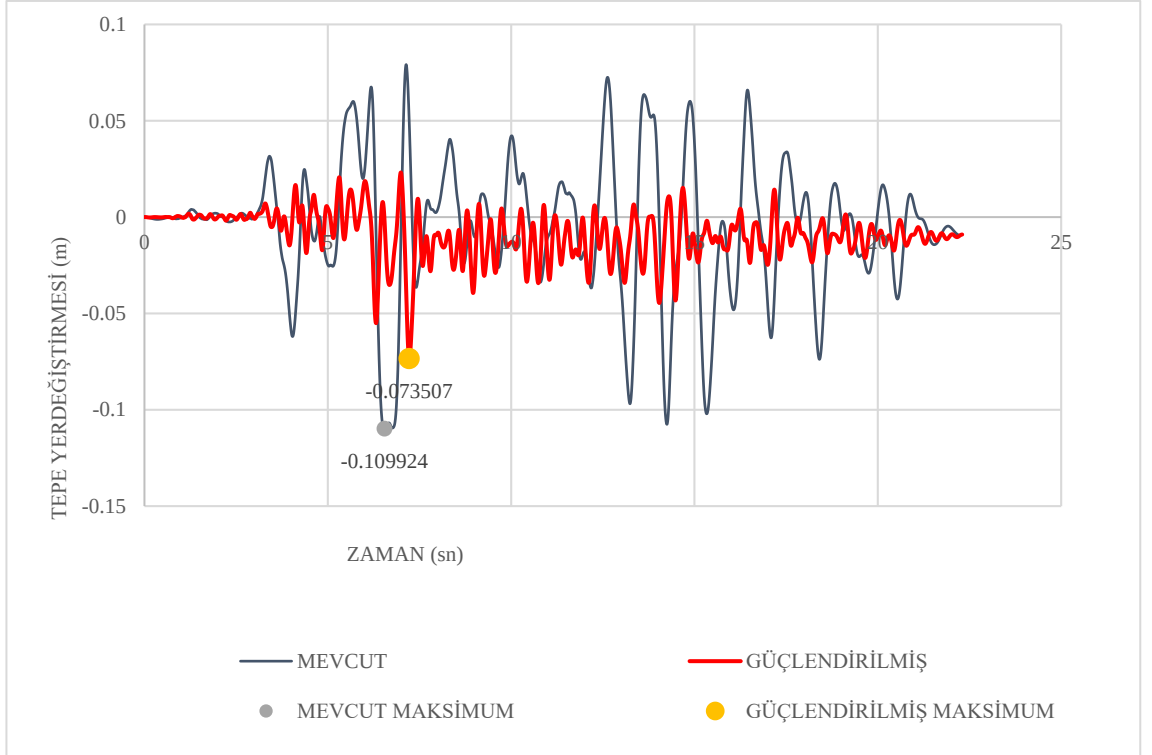
Şekil I.2: 1-CHI CHI-NLY-NLX tepe yerdeğiştirmesi-zaman grafiği.



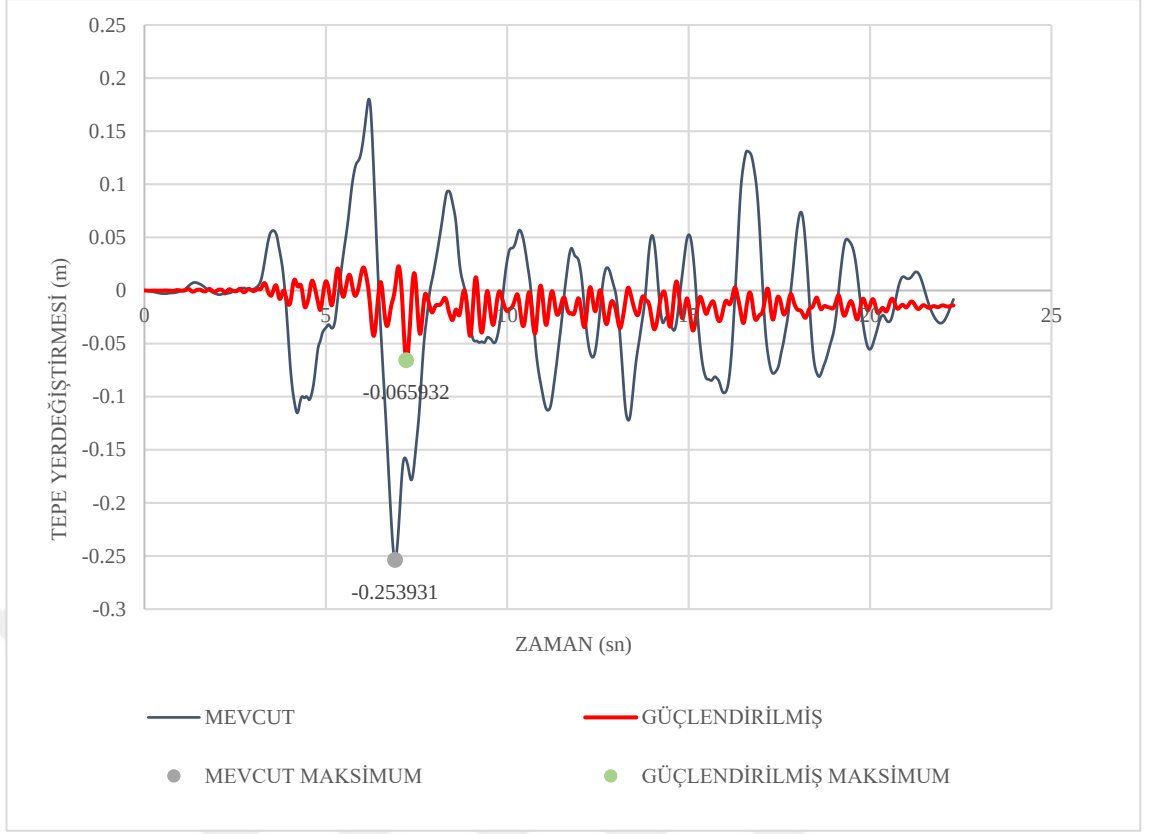
Şekil I.3: 2-LOMA PRIETA-NLX-NLY tepe yerdeğiştirmesi-zaman grafiği.



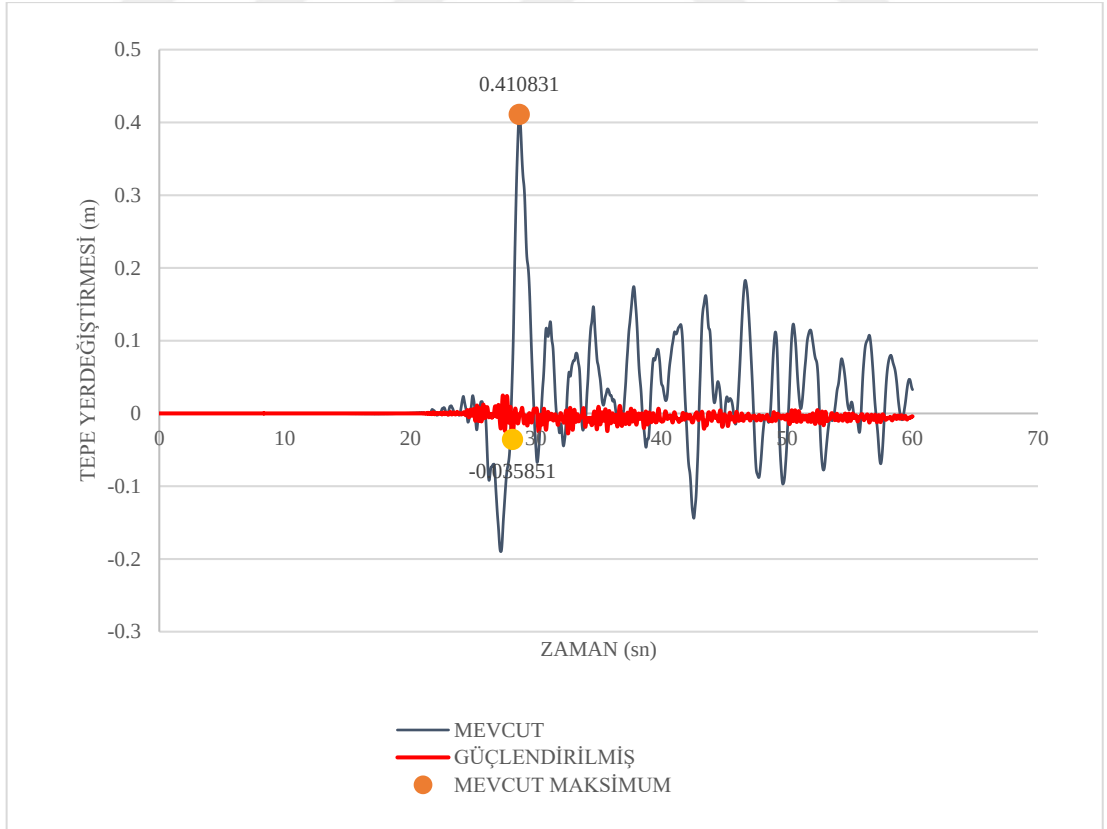
Şekil I.4: 2-LOMA PRIETA-NLY-NLX tepe yerdeğiştirmesi-zaman grafiği.



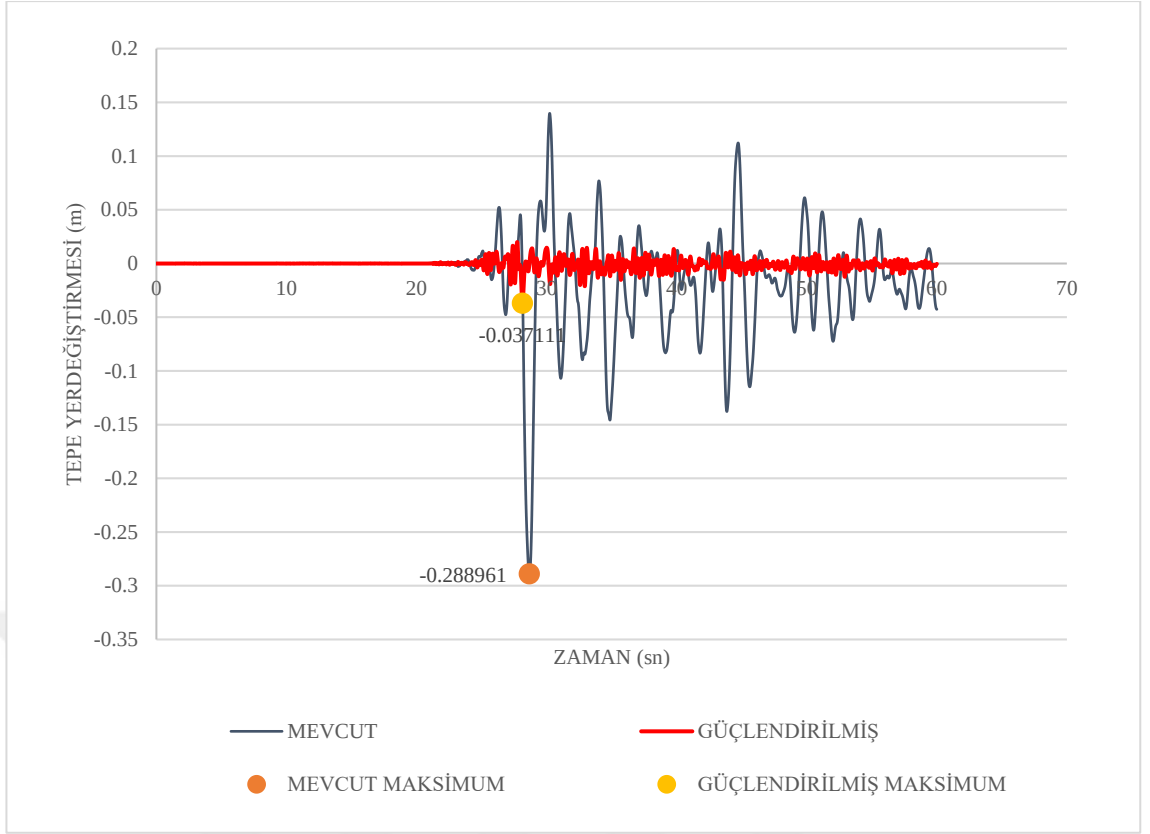
Şekil I.5: 3-SUP. HILLS-NLX-NLY tepe yerdeğiştirmesi-zaman grafiği.



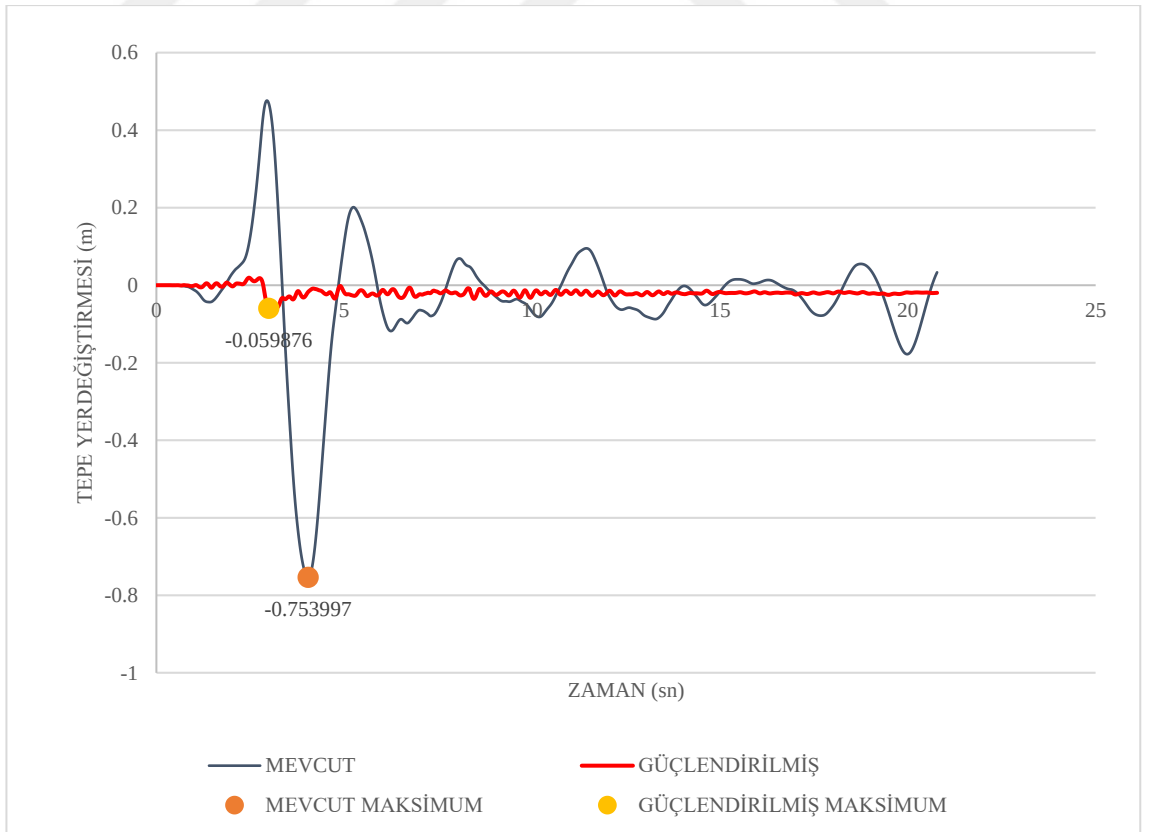
Şekil I.6: 3-SUP. HILLS-NLY-NLX tepe yerdeğiştirmesi-zaman grafiği.



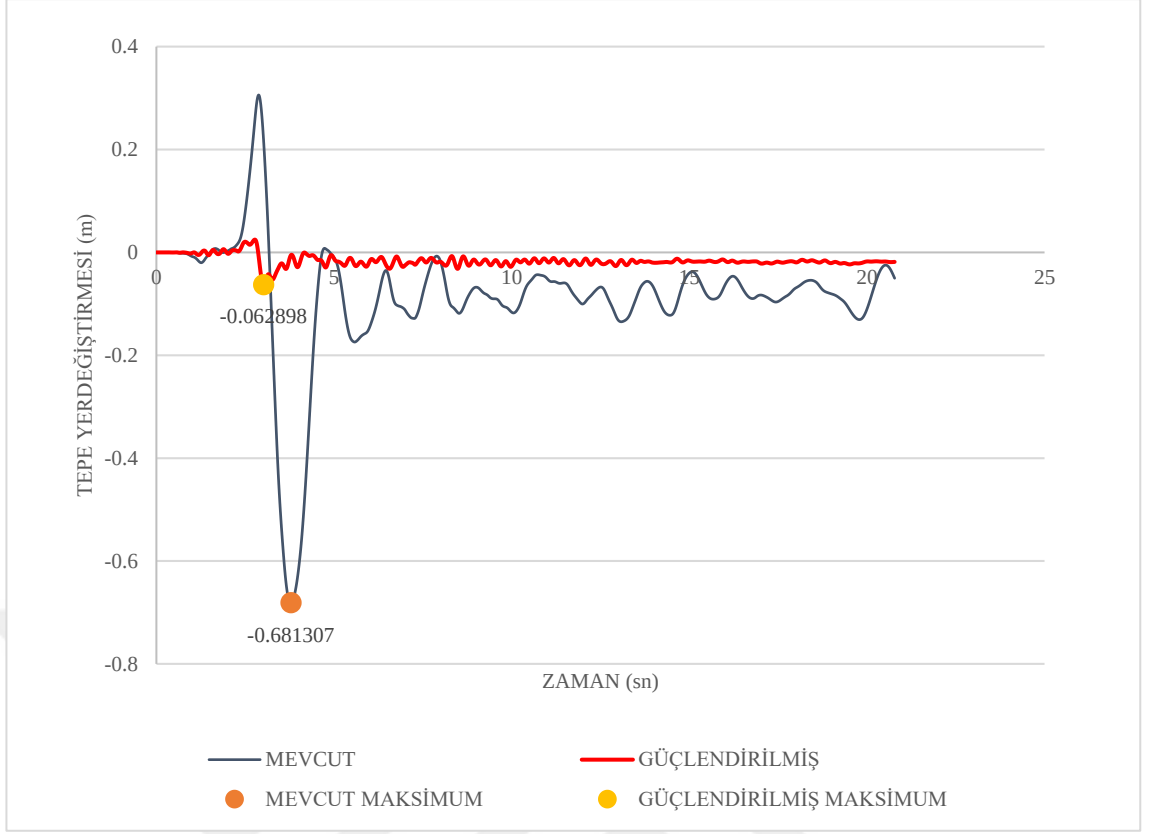
Şekil I.7: 4-CHI CHI-NLX-NLY tepe yerdeğiştirmesi-zaman grafiği.



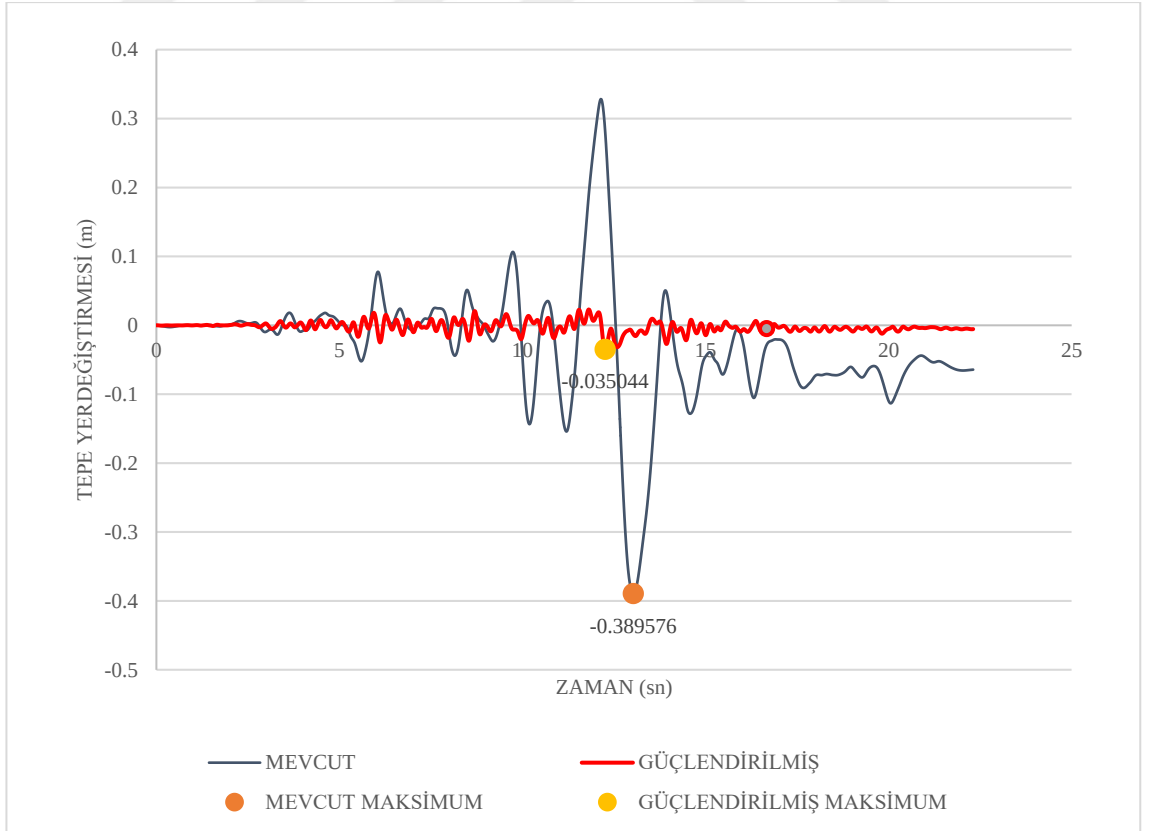
Şekil I.8: 4-CHI CHI-NLY-NLX tepe yerdeğiştirmesi-zaman grafiği.



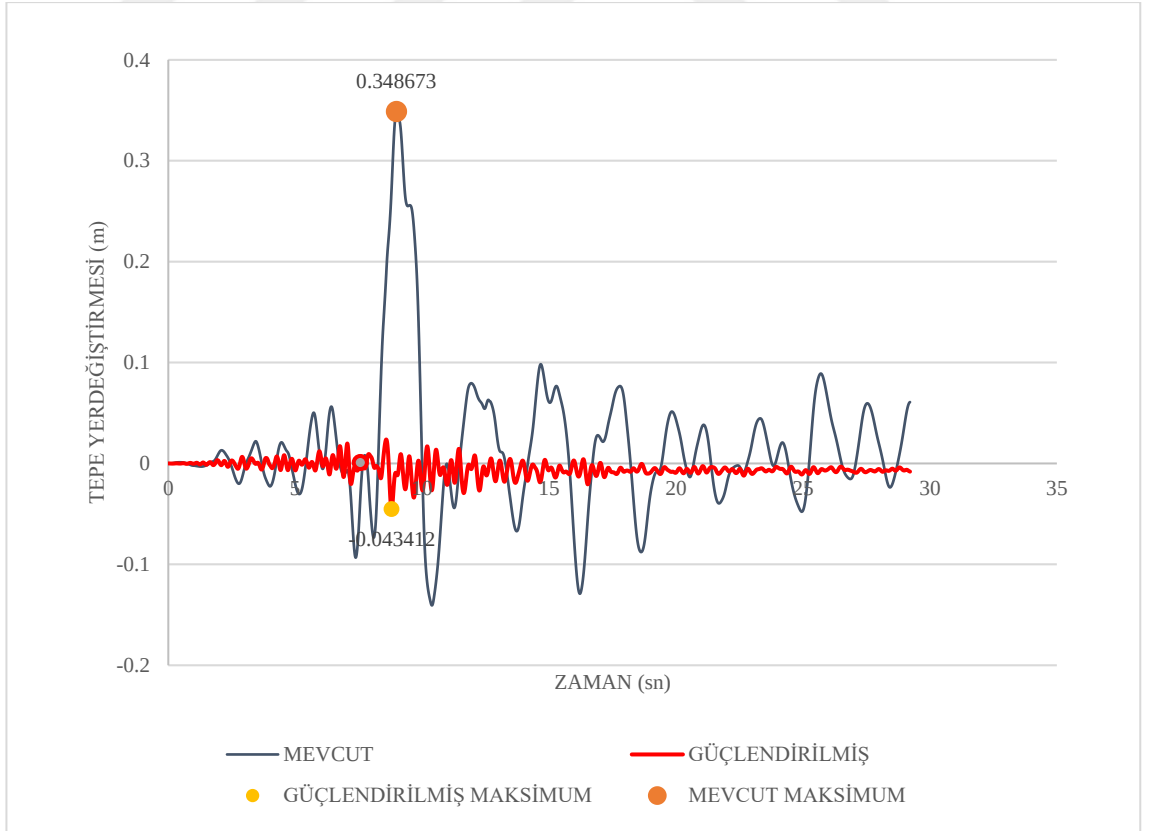
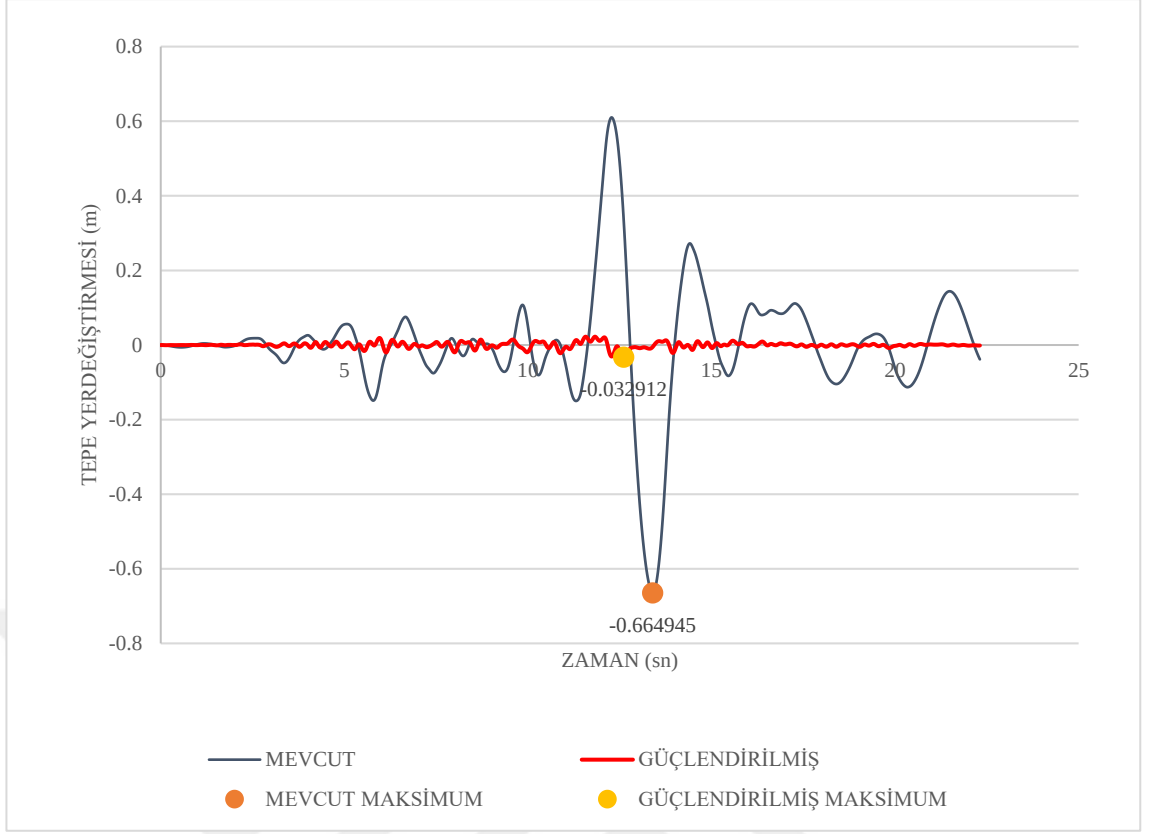
Şekil I.9: 5-ERZINCAN-NLX-NLY tepe yerdeğiştirmesi-zaman grafiği.

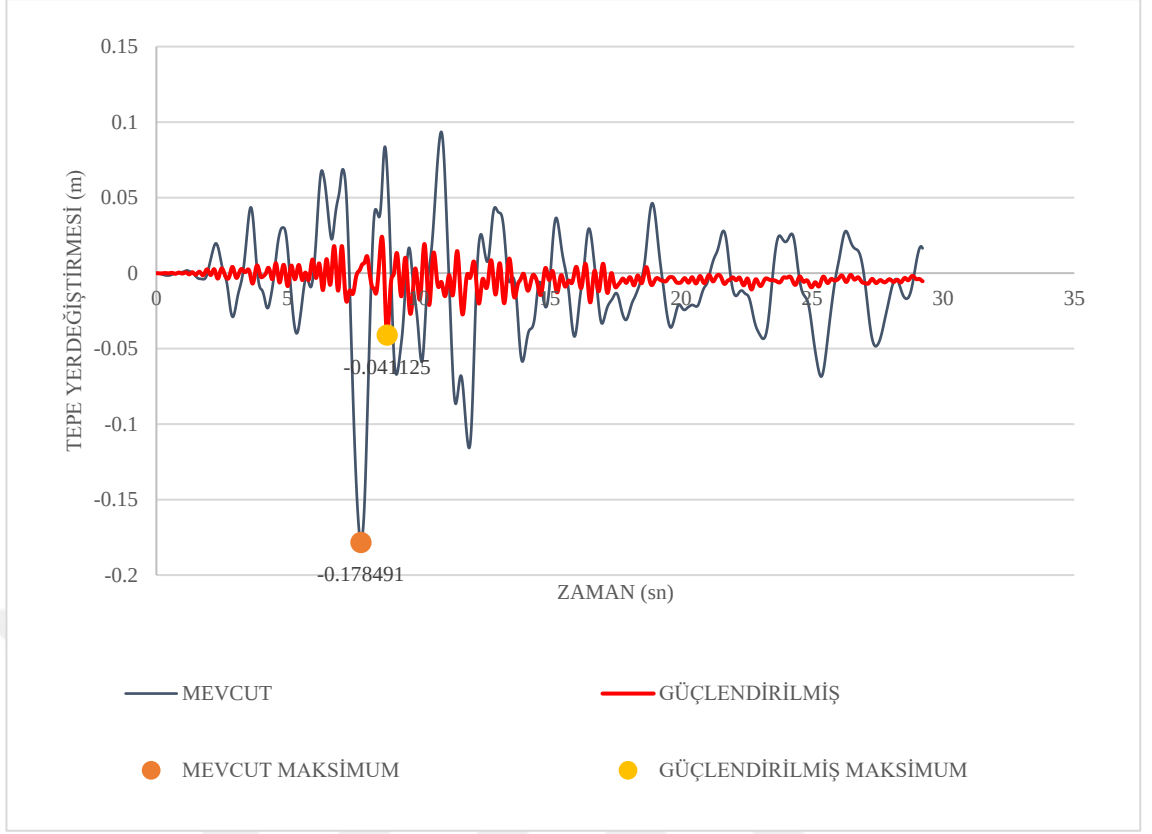


Şekil I.10: 5-ERZINCAN-NLY-NLX tepe yerdeğiştirmesi-zaman grafiği.

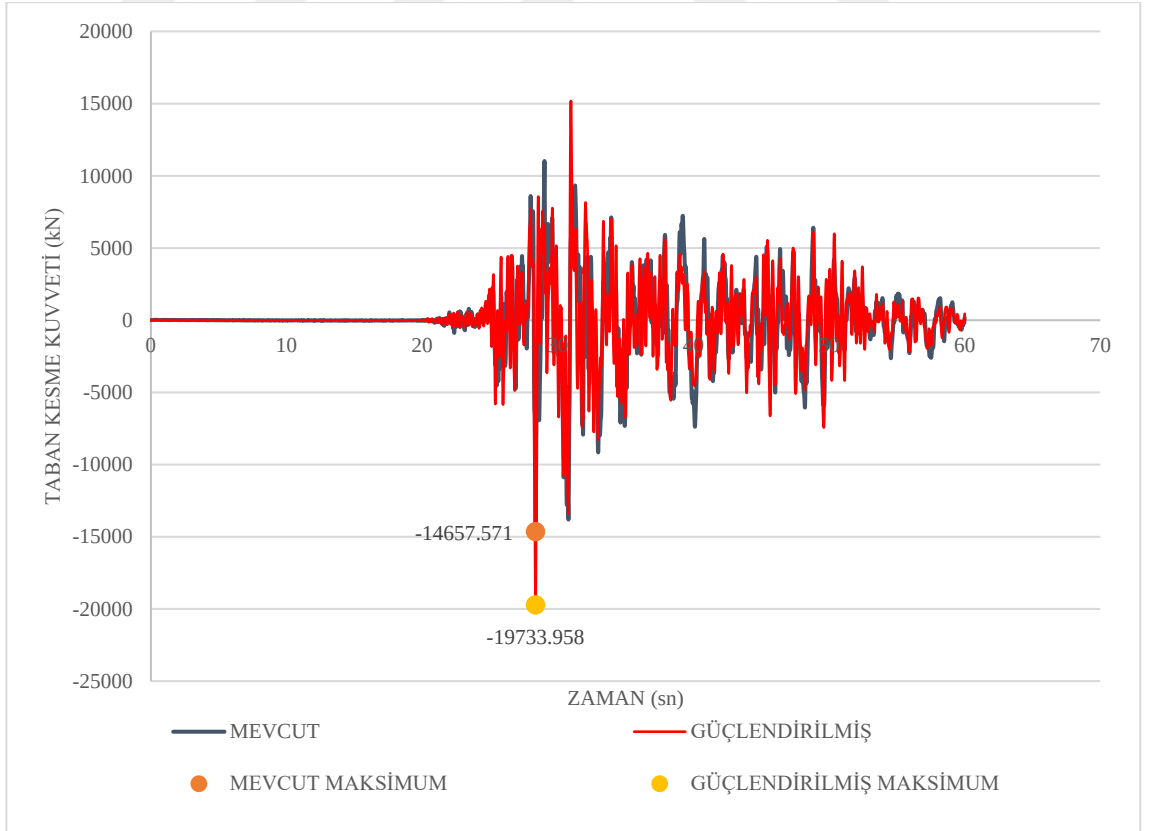


Şekil I.11: 6-SUP. HILLS-NLX-NLY tepe yerdeğiştirmesi-zaman grafiği.

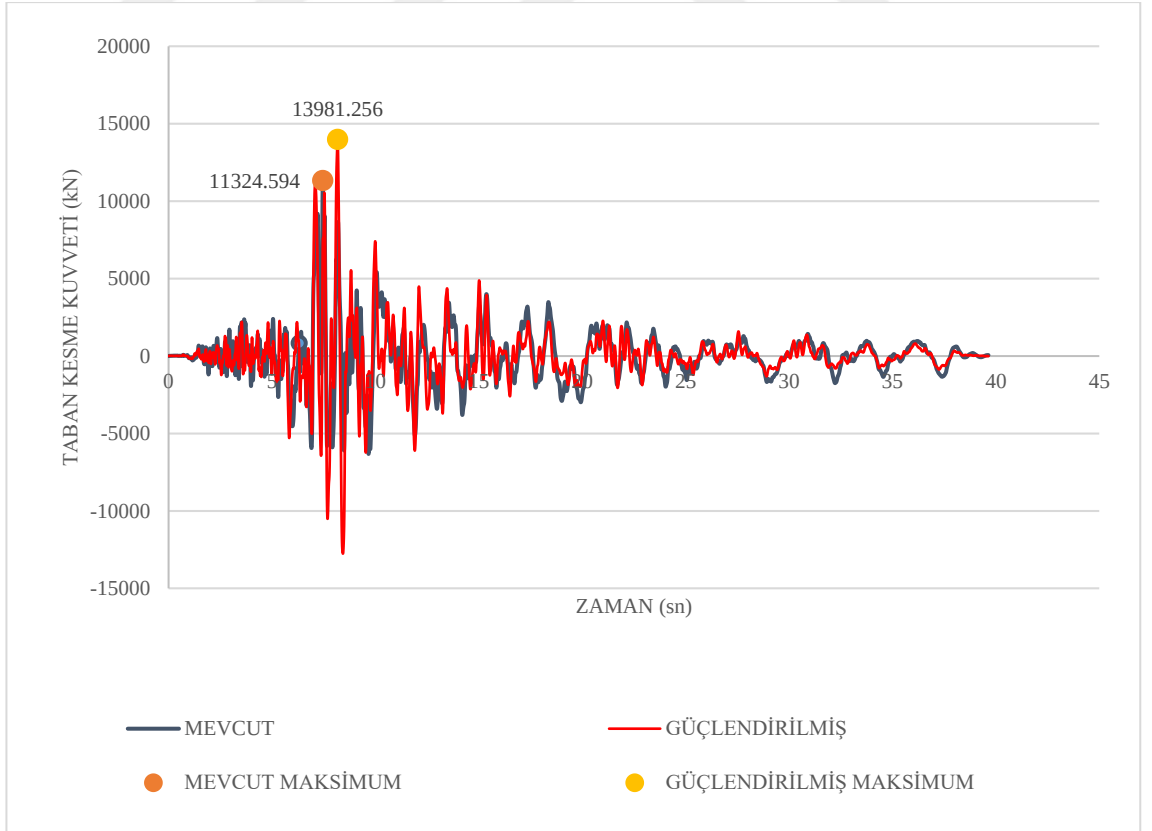
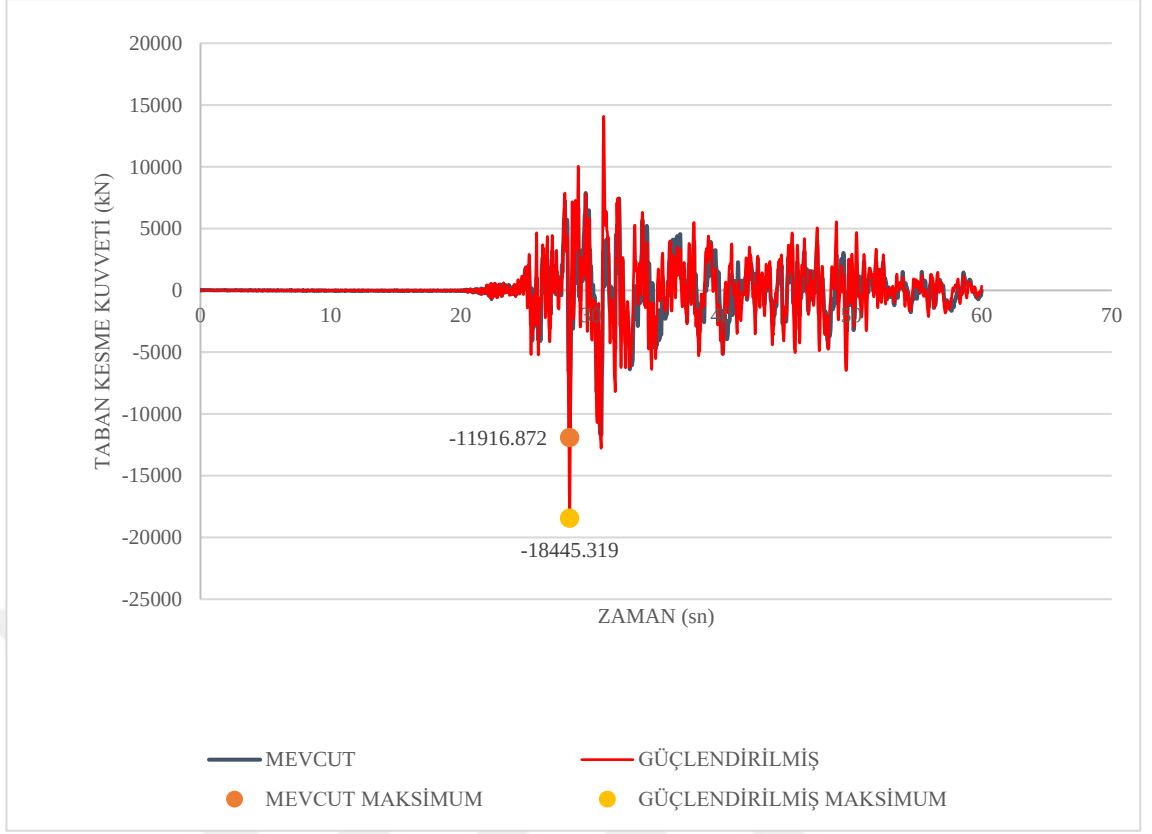


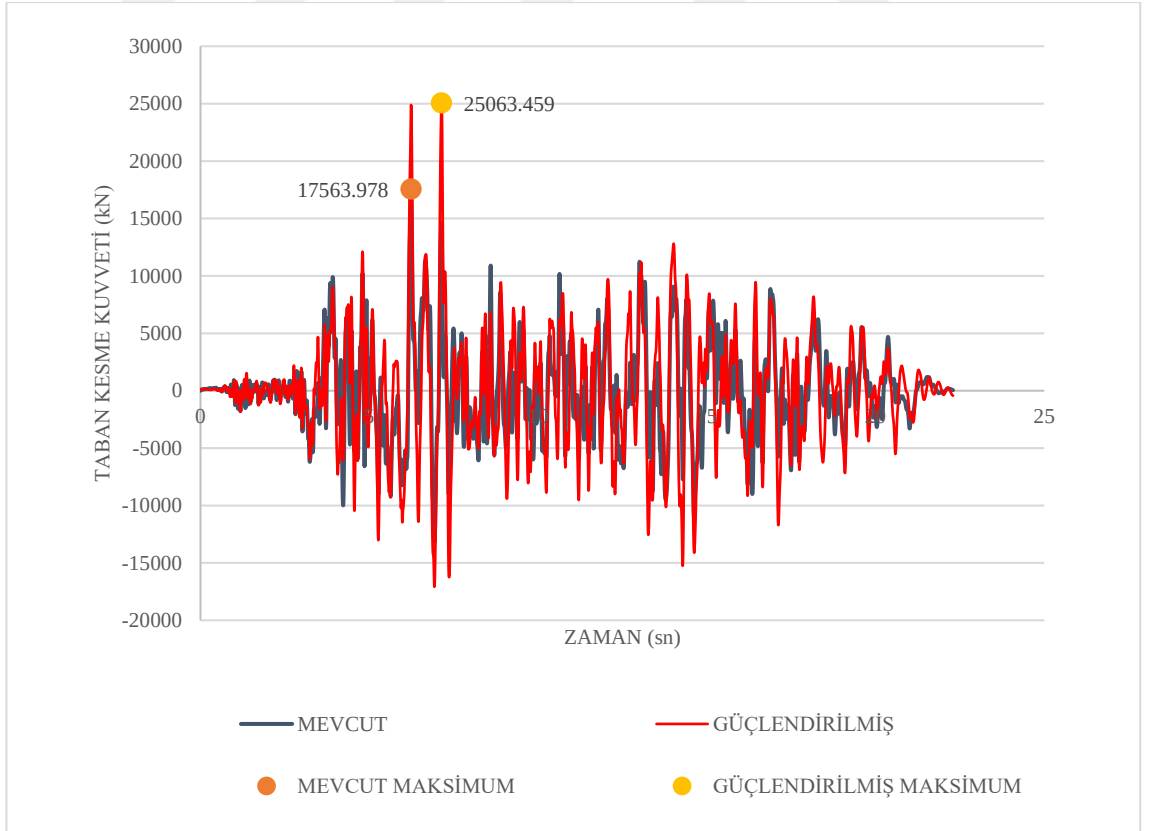
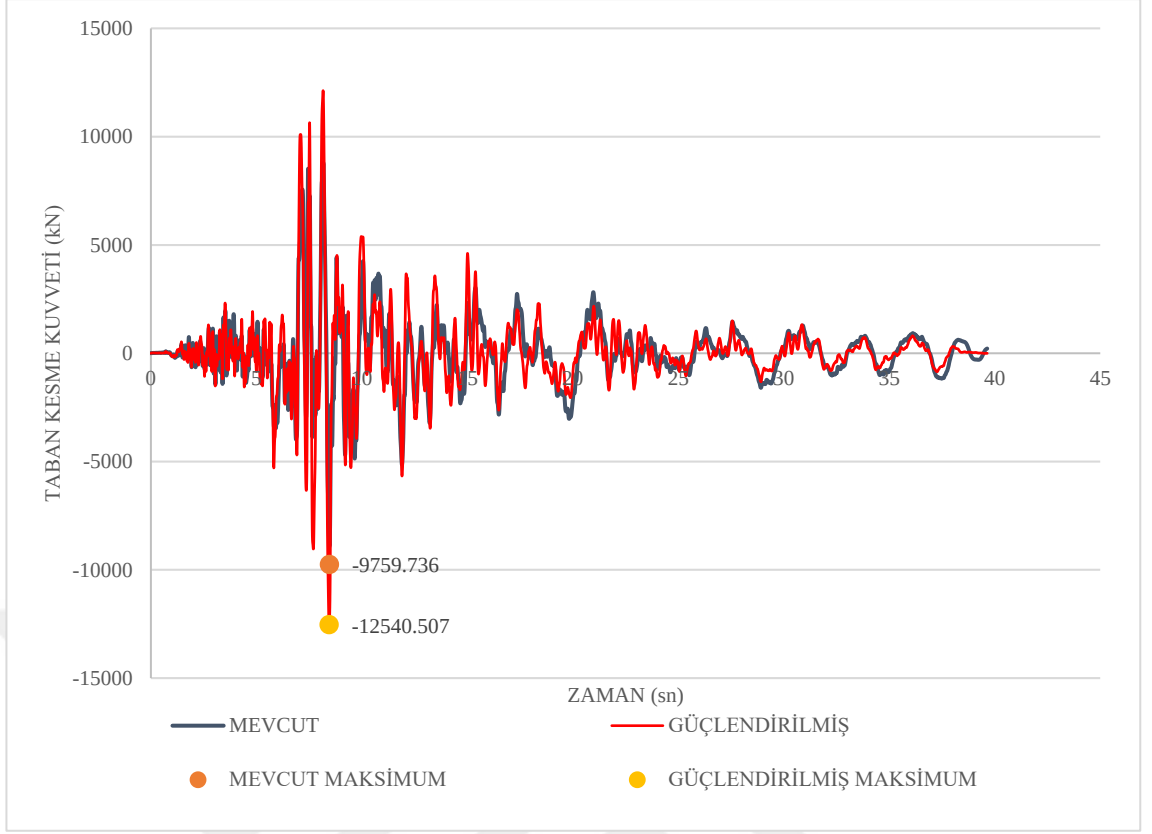


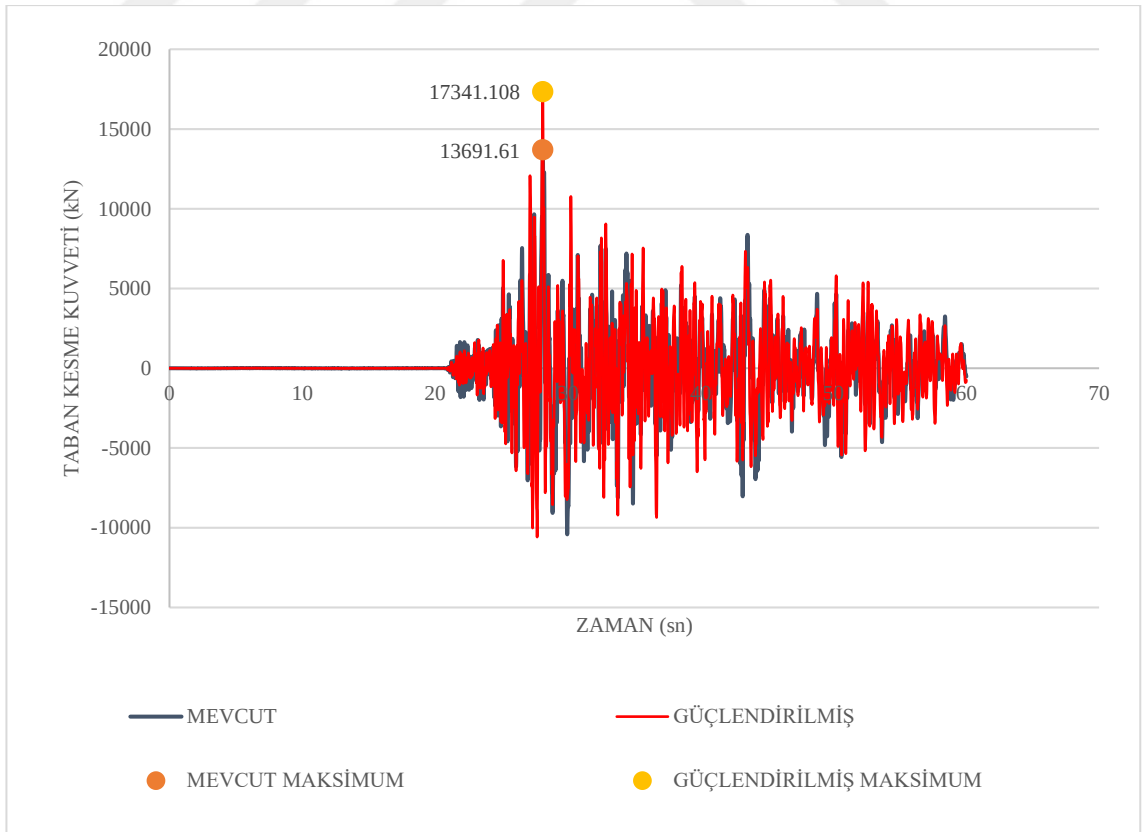
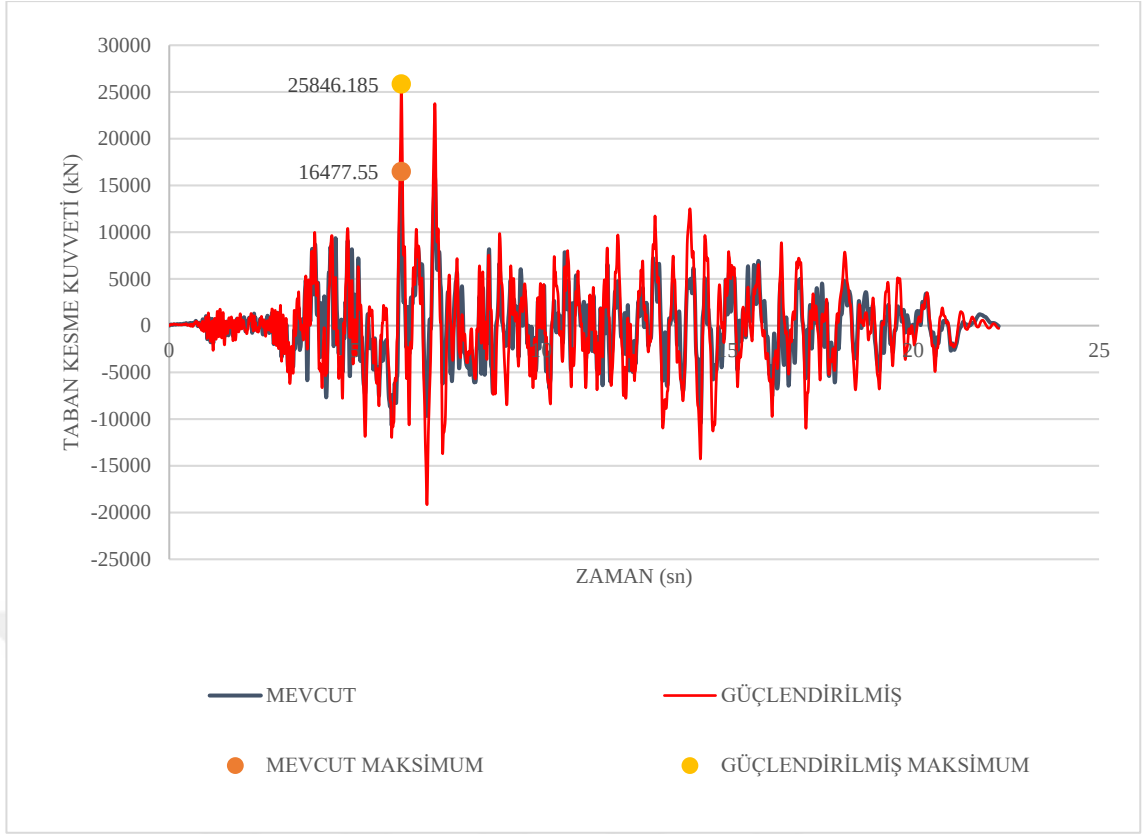
Şekil I.14: 7-CEYHAN-NLY-NLX tepe yerdeğiştirmesi-zaman grafiği.

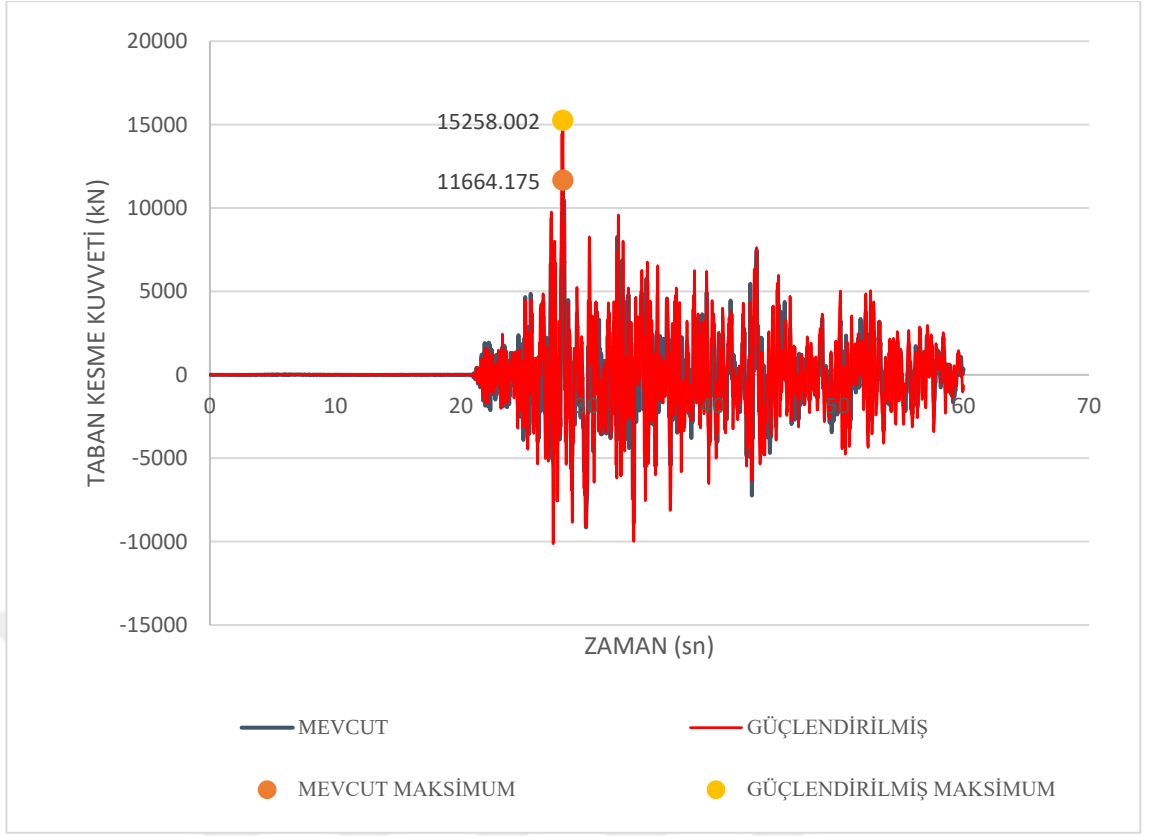


Şekil I.15: 1-CHI CHI-NLX-NLY taban kesme-zaman grafiği.

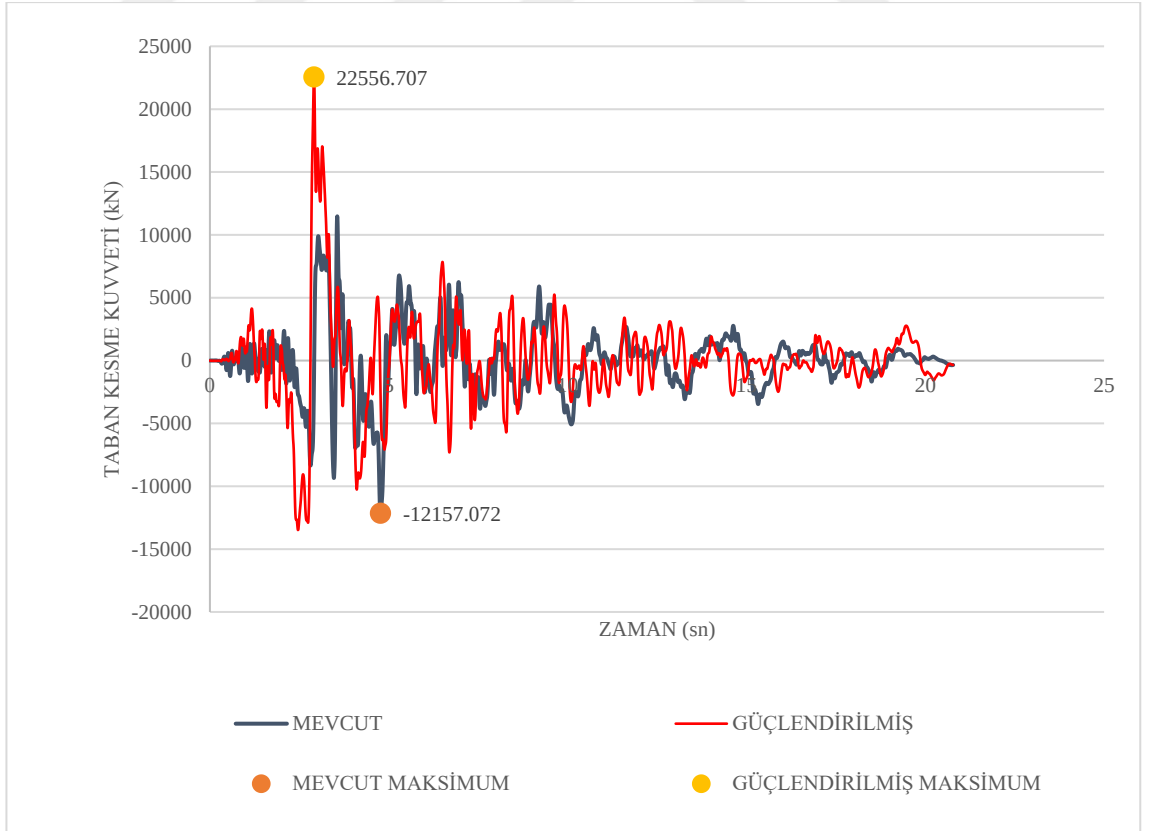




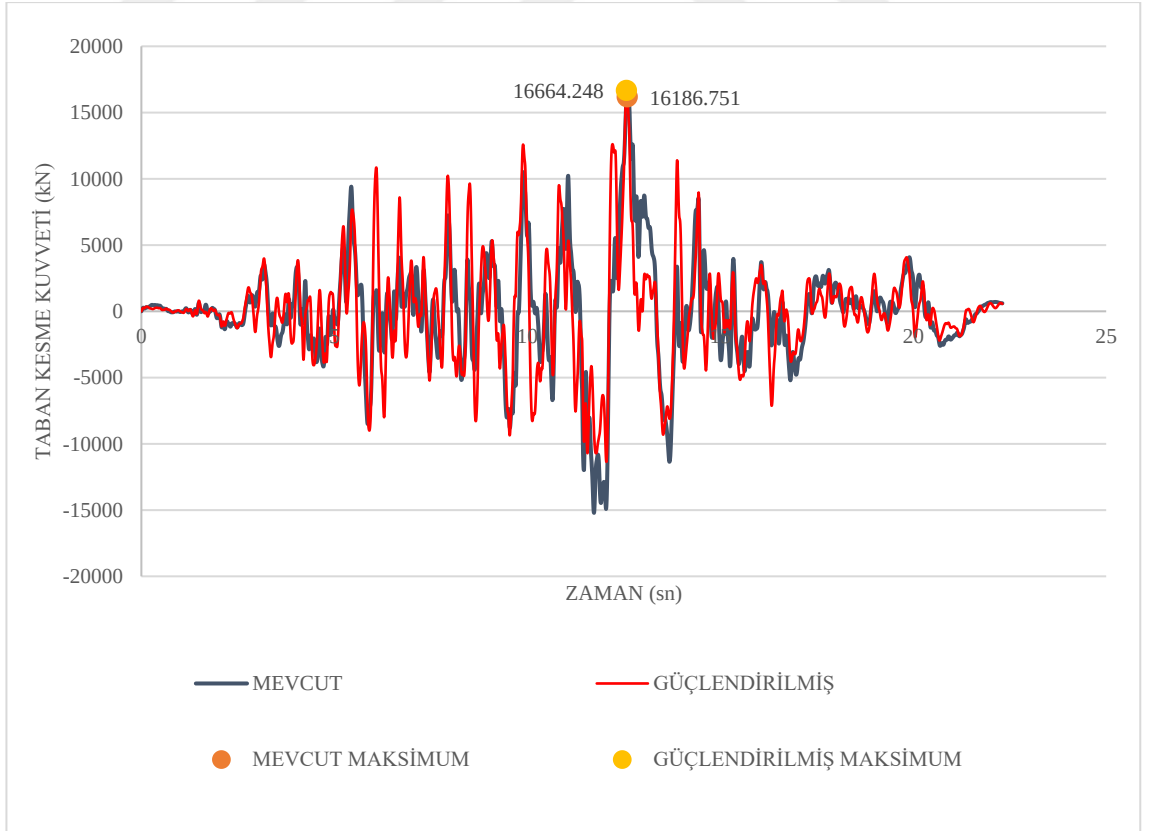


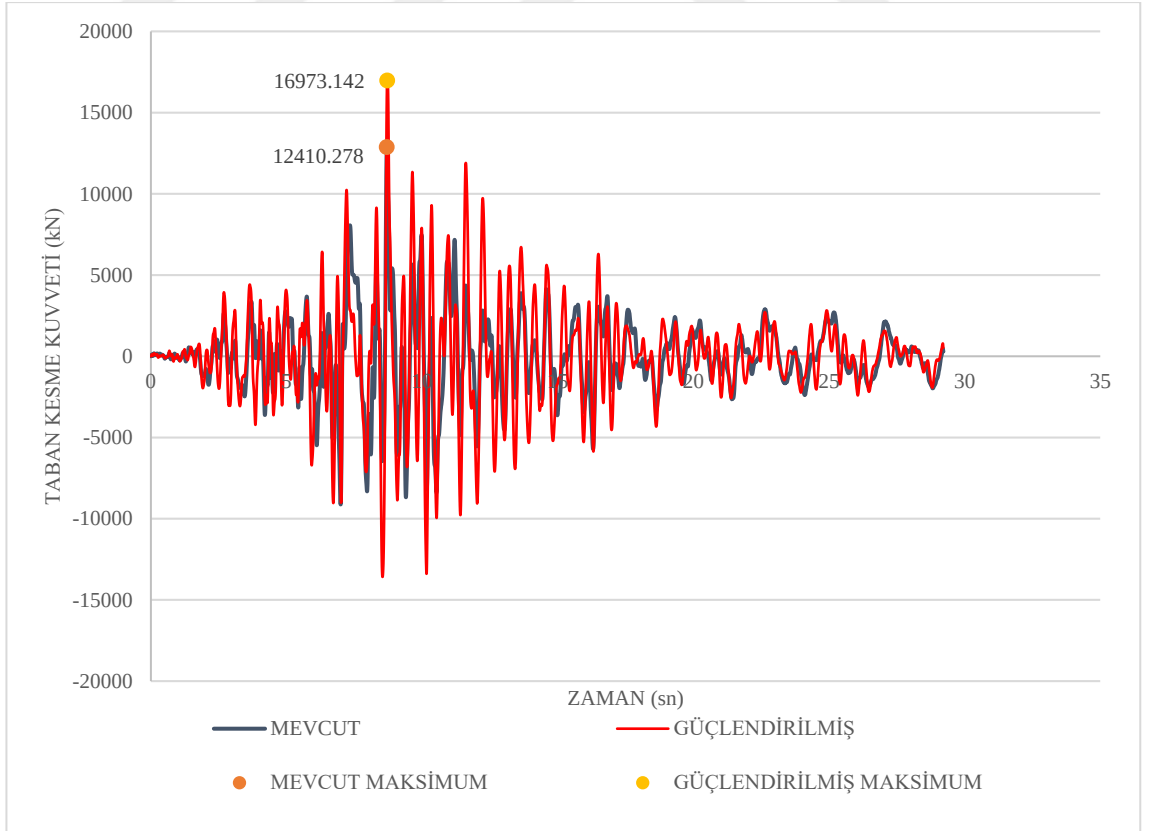
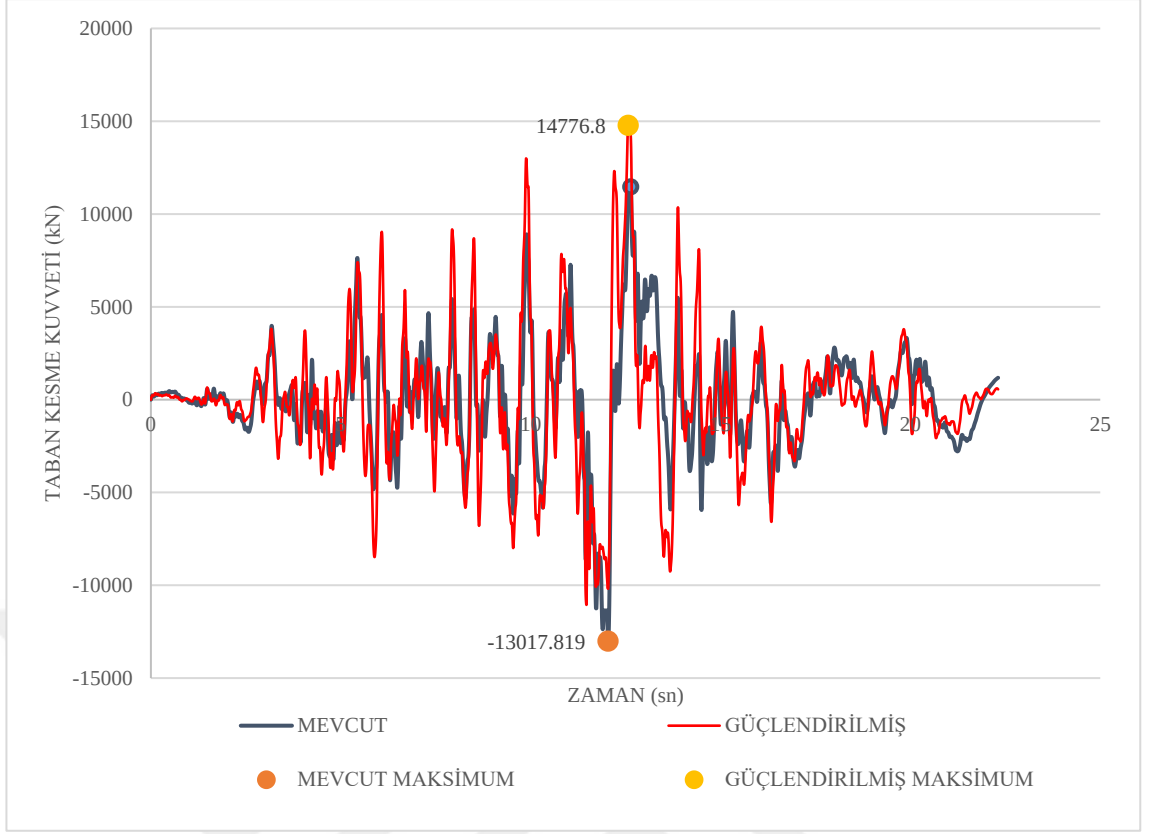


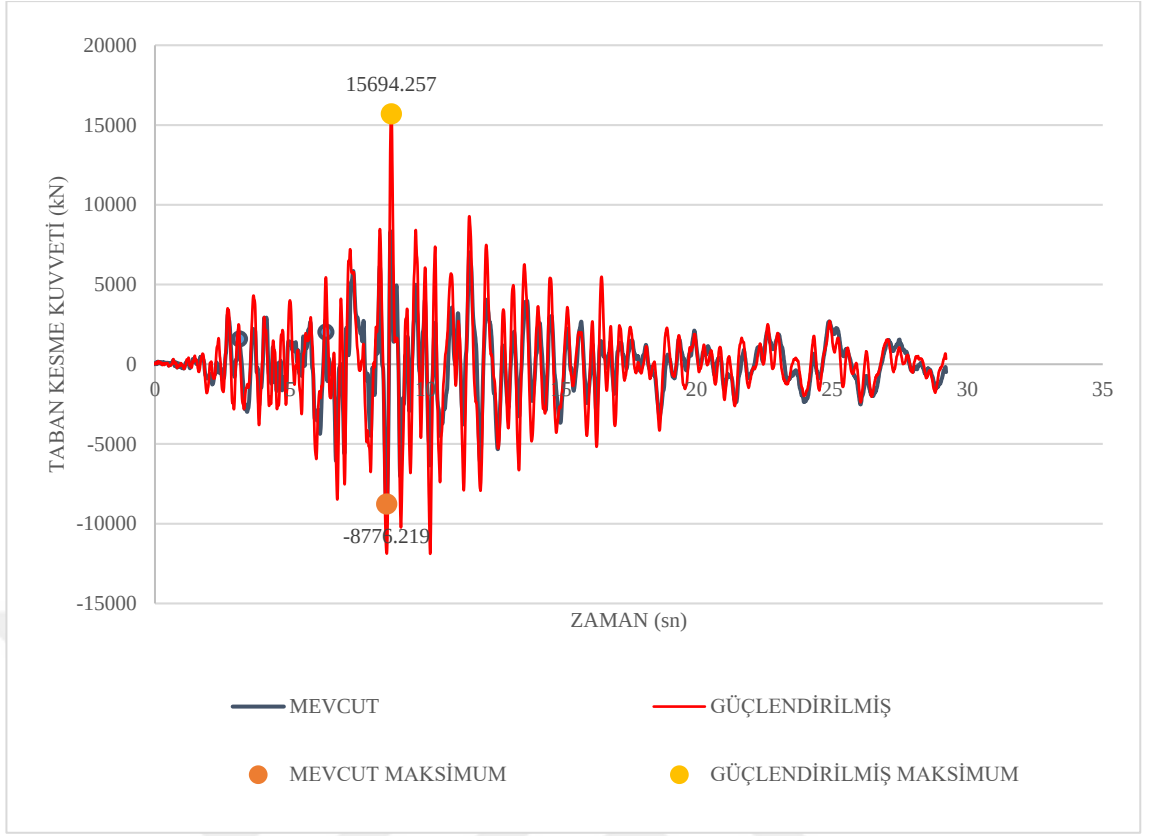
Şekil I.22: 4-CHI CHI-NLY-NLX taban kesme-zaman grafiği.



Şekil I.23: 5-ERZINCAN-NLX-NLY taban kesme-zaman grafiği.







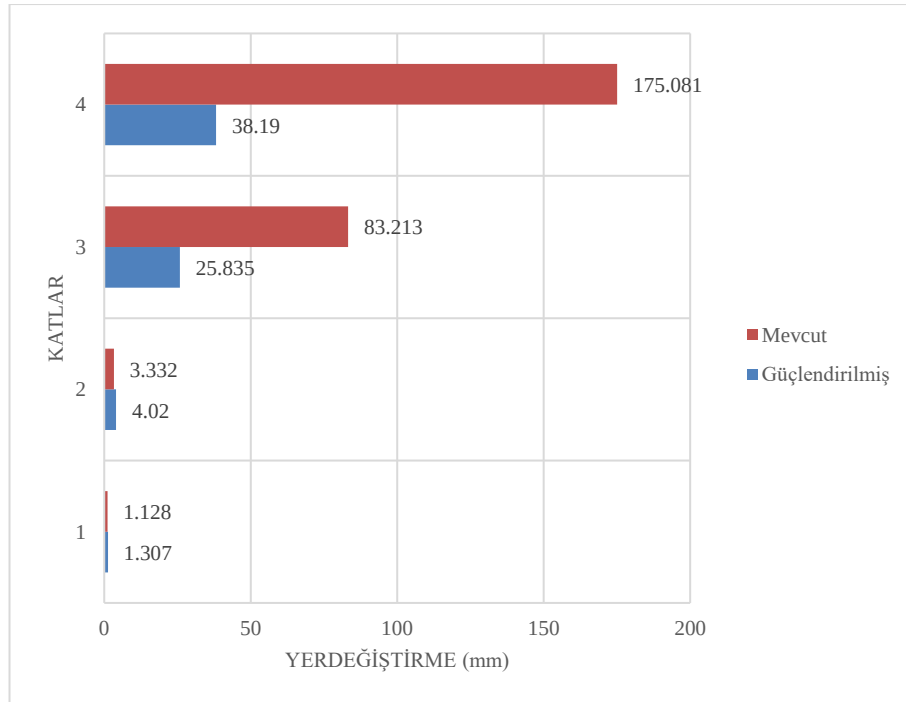
Şekil I.28: 7-CEYHAN-NLY-NLX taban kesme-zaman grafiği.

EK J - KAT SONUÇLARININ DETAYLI GÖSTERİMİ

Şekil J.1~J.42’de zaman tanım analizi ile elde edilen kat yerdeğiştirmesi sonuçları detaylı olarak gösterilmiştir. Bu şekillerde her iki bileşenli ivme kaydı için yapılan analizler sonucu elde edilen kat yerdeğiştirmelerinin en büyük değeri mevcut ve güçlendirilmiş model için yer almaktadır. Mevcut durumdaki kat yerdeğiştirmeleri kırmızı bar ile, güçlendirilmiş durumdaki yer değıştirmesi değeri ise mavi bar ile gösterilmiştir. Referans alınan noktalar modelde daha önceden belirlenmiş olan seçili noktalardır. Bu noktalar farklı akslardan kat boyunca seçilmiştir ve karşılaştırmalar bu noktalar üzerinden yapılmıştır.

Çizelge J.1~J.42’de görelî kat ötelemesi sonuçları detaylı olarak gösterilmiştir. Bu çizelgelerde her iki bileşenli ivme kaydı için yapılan zaman tanım alanında analizler sonucu elde edilen görelî kat ötelemeleri mevcut ve güçlendirilmiş model için yer almaktadır. Görelî kat ötelemeleri seçili noktalar için hesaplanmıştır. Ayrıca elde edilen görelî kat ötelemelerinin hangi hasar bölgesinde yer aldığı mevcut ve güçlendirilmiş durumlar için elde edilmiş ve karşılaştırma yapılmıştır.

77-88-83-83 noktaları kat yerdeğiştirmeleri Şekil J.1’de, bu noktalardan elde edilen görelî kat ötelemeleri ve hasar bölgeleri Çizelge J.1’de 1-CHI CHI-NLX-NLY depremi için mevcut ve güçlendirilmiş durumlar için gösterilmiştir.

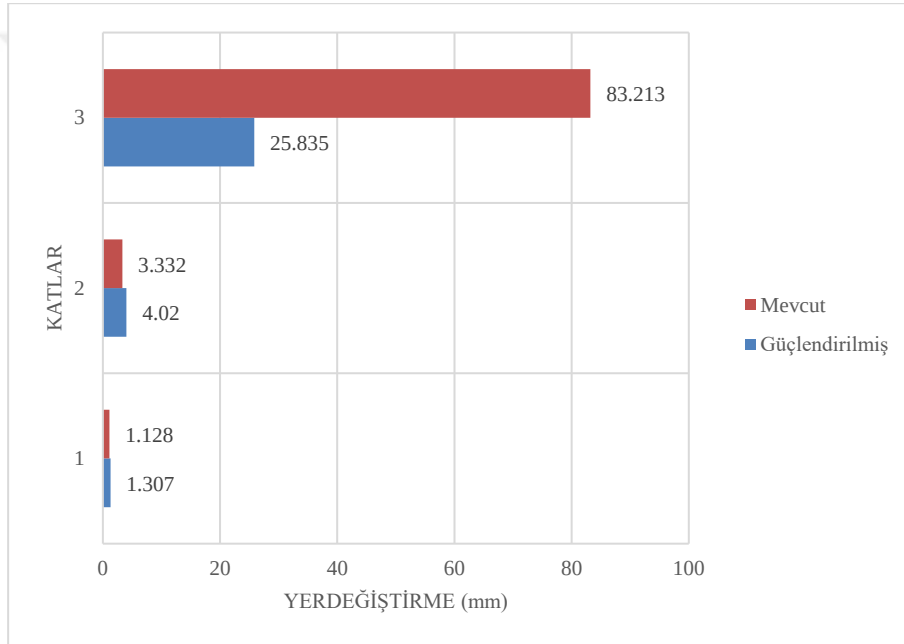


Şekil J.1 : 1-CHI CHI-NLX-NLY depremi kat yerdeğiştirmeleri.

Çizelge J.1 : 1-CHI CHI-NLX-NLY depremi görelî kat ötelemeleri.

Nokta	Mevcut				Güçlendirilmiş			
	d(mm)	Δ	δ	Hasar Bölgesi	d(mm)	Δ	δ	Hasar Bölgesi
182	0.00				0.00			
85	1.13	1.13	0.0003	MHB	1.31	1.31	0.0003	MHB
83	3.33	2.20	0.0005	MHB	4.02	2.71	0.0006	MHB
88	83.21	79.88	0.0178	BHB	25.84	21.82	0.0048	MHB
77	175.08	91.87	0.0204	BHB	38.19	12.36	0.0049	MHB

75-74-73 noktaları kat yerdeğıştirmeleri Şekil J.2’de, bu noktalardan elde edilen görelî kat ötelemeleri ve hasar bölgeleri Çizelge J.2’de 1-CHI CHI-NLX-NLY depremi için mevcut ve güçlendirilmiş durumlar için gösterilmiştir.

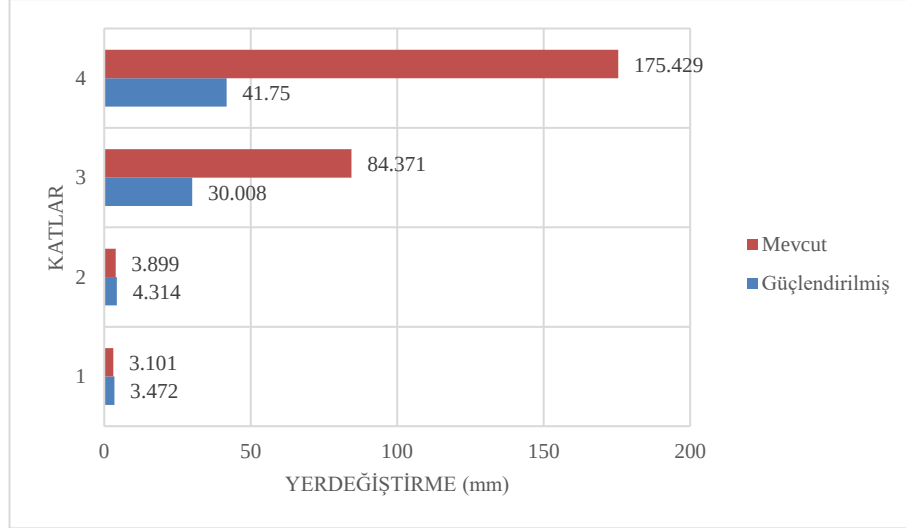


Şekil J.2 : 1-CHI CHI-NLX-NLY depremi kat yerdeğıştirmeleri.

Çizelge J.2 : 1-CHI CHI-NLX-NLY depremi görelî kat ötelemeleri.

Nokta	Mevcut				Güçlendirilmiş			
	d(mm)	Δ	δ	Hasar Bölgesi	d(mm)	Δ	δ	Hasar Bölgesi
185	0.00				0.00			
73	1.13	1.13	0.0003	MHB	1.31	1.31	0.0003	MHB
74	3.33	2.20	0.0005	MHB	4.02	2.71	0.0006	MHB
75	83.21	79.88	0.0178	BHB	25.84	21.82	0.0048	MHB

246-249-247-248 noktaları kat yerdeğıştirmeleri Şekil J.3’te, bu noktalardan elde edilen görelî kat ötelemeleri ve hasar bölgeleri Çizelge J.3’te 1-CHI CHI-NLX-NLY depremi için mevcut ve güçlendirilmiş durumlar için gösterilmiştir.

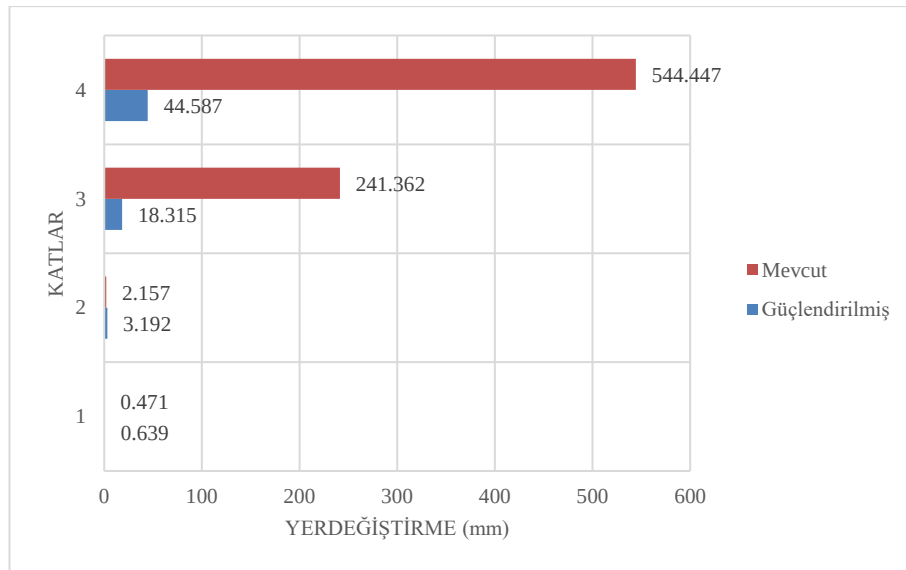


Şekil J.3 : 1-CHI CHI-NLX-NLY depremi kat yerdeğıştirmeleri.

Çizelge J.3 : 1-CHI CHI-NLX-NLY depremi görelî kat ötelemeleri.

Nokta	Mevcut				Güçlendirilmiş			
	d(mm)	Δ	δ	Hasar Bölgesi	d(mm)	Δ	δ	Hasar Bölgesi
245	0.00				0.00			
248	3.10	3.10	0.0007	MHB	3.47	3.47	0.0008	MHB
247	3.90	0.80	0.0002	MHB	4.31	0.84	0.0002	MHB
249	84.37	80.47	0.0179	BHB	30.01	25.69	0.0057	MHB
246	175.43	91.06	0.0202	BHB	41.75	11.74	0.0047	MHB

77-88-83-83 noktaları kat yerdeğıştirmeleri Şekil J.4'te, bu noktalardan elde edilen görelî kat ötelemeleri ve hasar bölgeleri Çizelge J.4'te 1-CHI CHI-NLY-NLX depremi için mevcut ve güçlendirilmiş durumlar için gösterilmiştir.

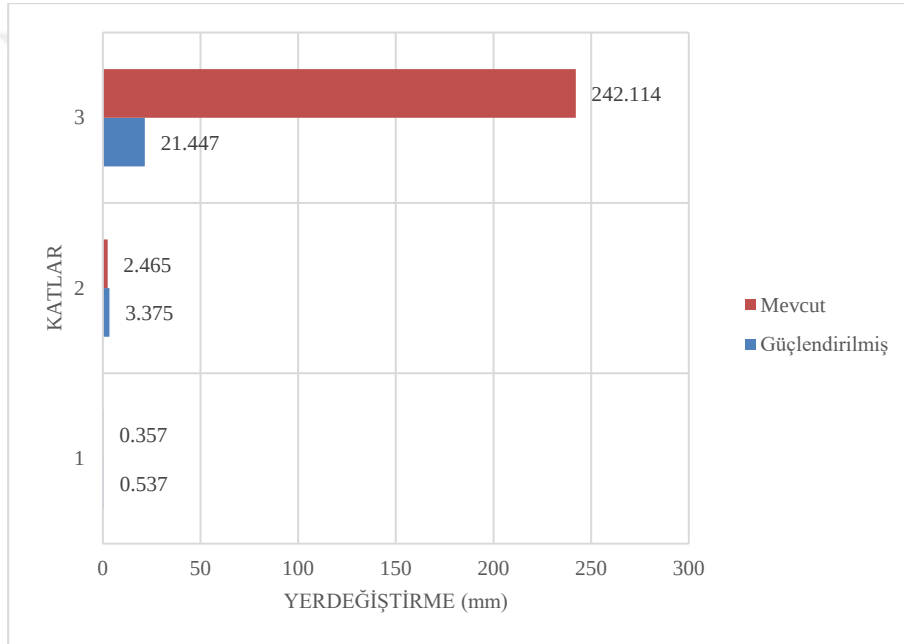


Şekil J.4 : 1-CHI CHI-NLY-NLX depremi kat yerdeğıştirmeleri.

Çizelge J.4 : 1-CHI CHI-NLY-NLX depremi görelî kat ötelemeleri.

Nokta	Mevcut				Güçlendirilmiş			
	d(mm)	Δ	δ	Hasar Bölgesi	d(mm)	Δ	δ	Hasar Bölgesi
182	0.00				0.00			
85	0.47	0.47	0.0001	MHB	0.64	0.64	0.0001	MHB
83	2.16	1.69	0.0004	MHB	3.19	2.55	0.0006	MHB
88	241.36	239.21	0.0532	GB	18.32	15.12	0.0034	MHB
77	544.45	303.09	0.0674	GB	44.59	26.27	0.0105	BHB

75-74-73 noktaları kat yerdeğıştirmeleri Şekil J.5'te, bu noktalardan elde edilen görelî kat ötelemeleri ve hasar bölgeleri Çizelge J.5'te 1-CHI CHI-NLY-NLX depremi için mevcut ve güçlendirilmiş durumlar için gösterilmiştir.

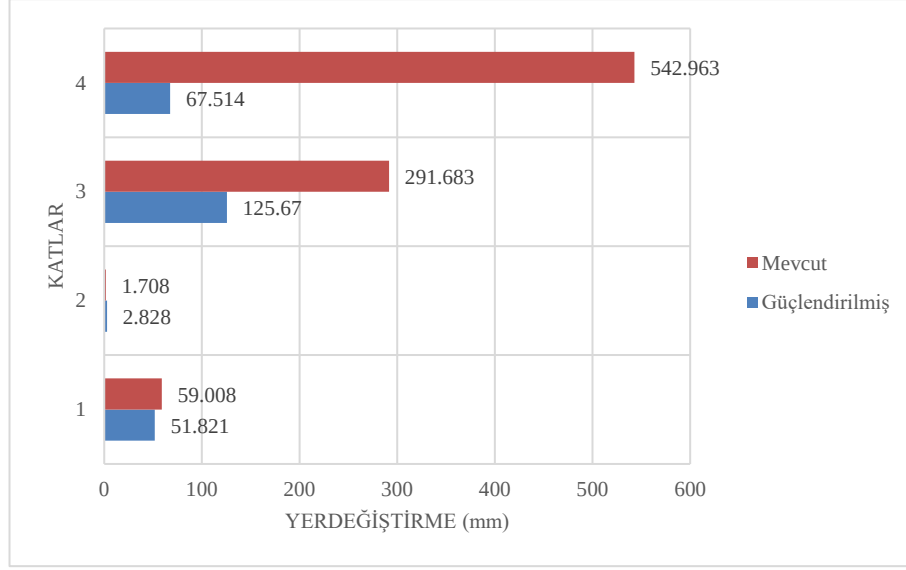


Şekil J.5 : 1-CHI CHI-NLY-NLX depremi kat yerdeğıştirmeleri.

Çizelge J.5 : 1-CHI CHI-NLY-NLX depremi görelî kat ötelemeleri.

Nokta	Mevcut				Güçlendirilmiş			
	d(mm)	Δ	δ	Hasar Bölgesi	d(mm)	Δ	δ	Hasar Bölgesi
185	0.00				0.00			
73	0.36	0.36	0.0001	MHB	0.54	0.54	0.0001	MHB
74	2.47	2.11	0.0005	MHB	3.38	2.84	0.0006	MHB
75	242.11	239.65	0.0533	GB	21.45	18.07	0.0040	MHB

246-249-247-248 noktaları kat yerdeğıştirmeleri Şekil J.6'da, bu noktalardan elde edilen görelî kat ötelemeleri ve hasar bölgeleri Çizelge J.6'da 1-CHI CHI-NLY-NLX depremi için mevcut ve güçlendirilmiş durumlar için gösterilmiştir.

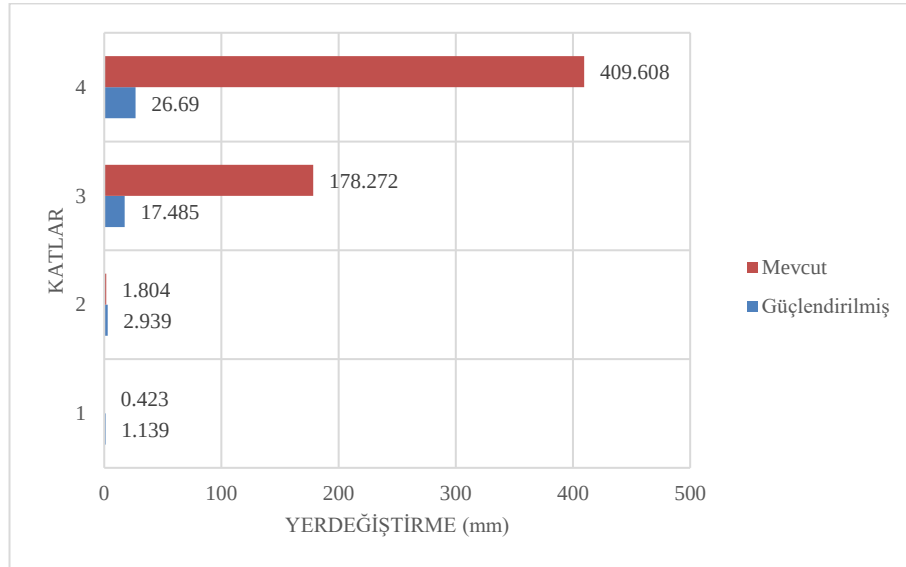


Şekil J.6 : 1-CHI CHI-NLY-NLX depremi kat yerdeğıştirmeleri.

Çizelge J.6 : 1-CHI CHI-NLY-NLX depremi görelî kat ötelemeleri.

Nokta	Mevcut				Güçlendirilmiş			
	d(mm)	Δ	δ	Hasar Bölgesi	d(mm)	Δ	δ	Hasar Bölgesi
245	0.00				0.00			
248	59.01	59.01	0.0131	BHB	51.82	51.82	0.0115	BHB
247	1.71	-57.30	-0.0127	BHB	2.83	-48.99	-0.0109	BHB
249	291.68	289.98	0.0644	GB	125.67	122.84	0.0273	BHB
246	542.96	251.28	0.0558	GB	67.51	-58.16	-0.0233	BHB

77-88-83-83 noktaları kat yerdeğıştirmeleri Şekil J.7’de, bu noktalardan elde edilen görelî kat ötelemeleri ve hasar bölgeleri Çizelge J.7’de 2-LOMA PRIETA-NLX-NLY depremi için mevcut ve güçlendirilmiş durumlar için gösterilmiştir.

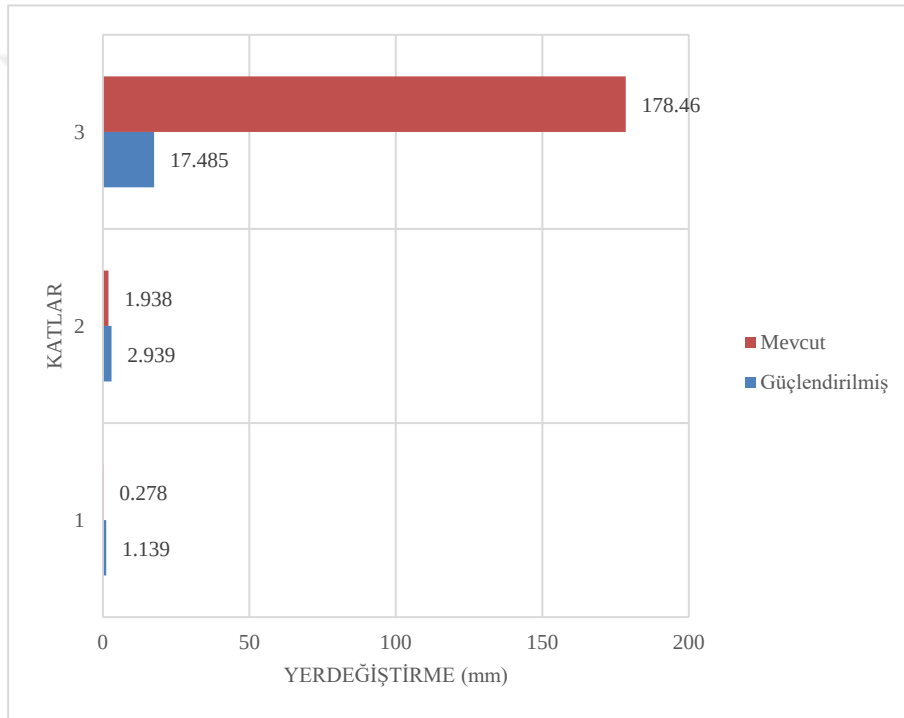


Şekil J.7 : 2-LOMA PRIETA-NLX-NLY depremi kat yerdeğıştirmeleri.

Çizelge J.7 : 2-LOMA PRIETA-NLX-NLY depremi görelî kat ötelemeleri.

Nokta	Mevcut				Güçlendirilmiş			
	d(mm)	Δ	δ	Hasar Bölgesi	d(mm)	Δ	δ	Hasar Bölgesi
182	0.00				0.00			
85	0.42	0.42	0.0001	MHB	1.14	1.14	0.0003	MHB
83	1.80	1.38	0.0003	MHB	2.94	1.80	0.0004	MHB
88	178.27	176.47	0.0392	İHB	17.49	14.55	0.0032	MHB
77	409.61	231.34	0.0514	GB	26.69	9.21	0.0037	MHB

75-74-73 noktaları kat yerdeğıştirmeleri Şekil J.8’de, bu noktalardan elde edilen görelî kat ötelemeleri ve hasar bölgeleri Çizelge J.8’de 2-LOMA PRIETA-NLX-NLY depremi için mevcut ve güçlendirilmiş durumlar için gösterilmiştir.

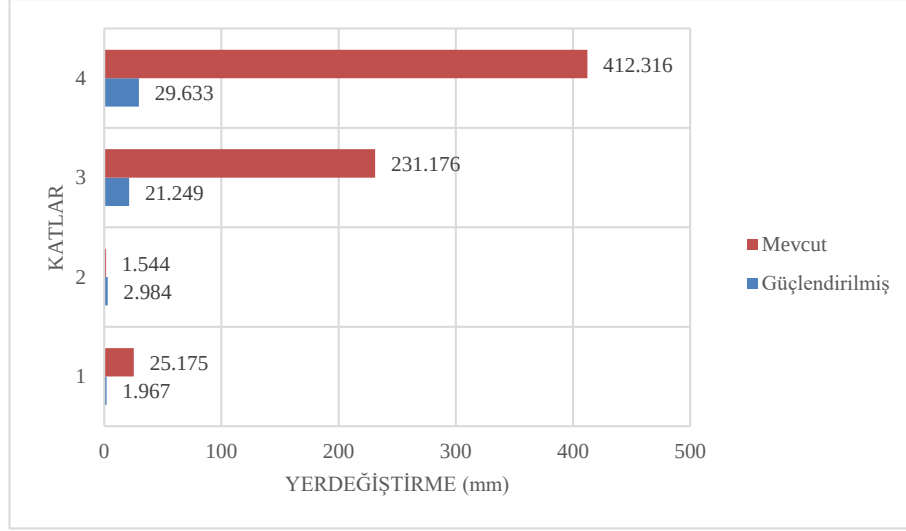


Şekil J.8 : 2-LOMA PRIETA-NLX-NLY depremi kat yerdeğıştirmeleri.

Çizelge J.8 : 2-LOMA PRIETA-NLX-NLY depremi görelî kat ötelemeleri.

Nokta	Mevcut				Güçlendirilmiş			
	d(mm)	Δ	δ	Hasar Bölgesi	d(mm)	Δ	δ	Hasar Bölgesi
185	0.00				0.00			
73	0.28	0.28	0.0001	MHB	2.94	2.94	0.0007	MHB
74	1.94	1.66	0.0004	MHB	17.49	14.55	0.0032	MHB
75	178.46	176.52	0.0392	İHB	0.00	-17.49	-0.0039	MHB

246-249-247-248 noktaları kat yerdeğıştirmeleri Şekil J.9’da, bu noktalardan elde edilen görelî kat ötelemeleri ve hasar bölgeleri Çizelge J.9’da 2-LOMA PRIETA-NLX-NLY depremi için mevcut ve güçlendirilmiş durumlar için gösterilmiştir.

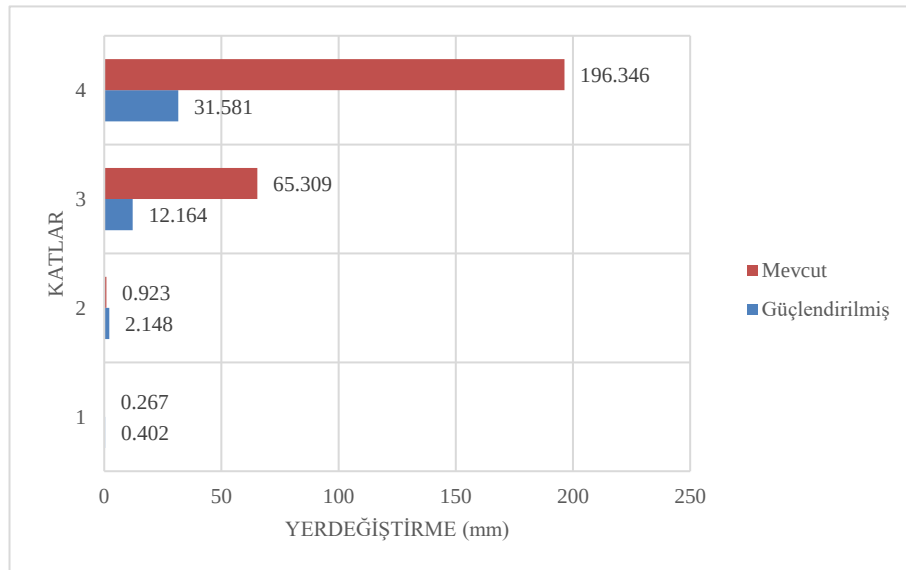


Şekil J.9 : 2-LOMA PRIETA-NLX-NLY depremi kat yerdeğıştirmeleri.

Çizelge J.9 : 2-LOMA PRIETA-NLX-NLY depremi görel kat ötelemeleri.

Nokta	Mevcut				Güçlendirilmiş			
	d(mm)	Δ	δ	Hasar Bölgesi	d(mm)	Δ	δ	Hasar Bölgesi
245	0.00				0.00			
248	25.18	25.18	0.0056	MHB	1.97	1.97	0.0004	MHB
247	1.54	-23.63	-0.0053	MHB	2.98	1.02	0.0002	MHB
249	231.18	229.63	0.0510	GB	21.25	18.27	0.0041	MHB
246	412.32	181.14	0.0403	GB	29.63	8.38	0.0034	MHB

77-88-83-83 noktaları kat yerdeğıştirmeleri Şekil J.10’da, bu noktalardan elde edilen görel kat ötelemeleri ve hasar bölgeleri Çizelge J.10’da 2-LOMA PRIETA-NLY-NLX depremi için mevcut ve güçlendirilmiş durumlar için gösterilmiştir.

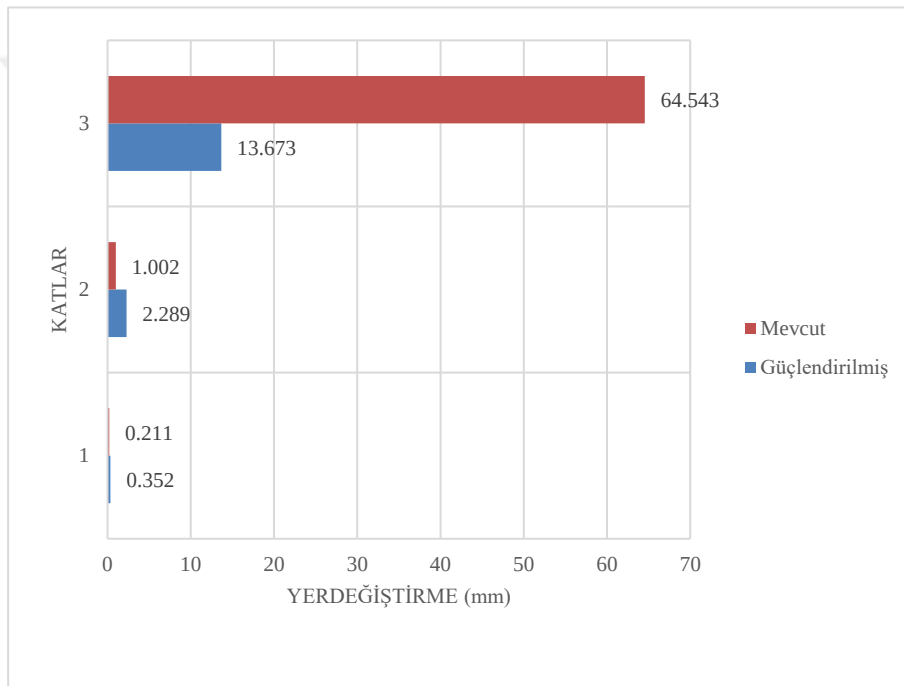


Şekil J.10 : 2-LOMA PRIETA-NLY-NLX depremi kat yerdeğıştirmeleri.

Çizelge J.10 : 2-LOMA PRIETA-NLY-NLX depremi görel kat ötelemeleri.

Nokta	Mevcut				Güçlendirilmiş			
	d(mm)	Δ	δ	Hasar Bölgesi	d(mm)	Δ	δ	Hasar Bölgesi
182	0.00				0.00			
85	0.27	0.27	0.0001	MHB	0.40	0.40	0.0001	MHB
83	0.92	0.66	0.0001	MHB	2.15	1.75	0.0004	MHB
88	65.31	64.39	0.0143	BHB	12.16	10.02	0.0022	MHB
77	196.35	131.04	0.0291	BHB	31.58	19.42	0.0078	MHB

75-74-73 noktaları kat yerdeğiştirmeleri Şekil J.11’de, bu noktalardan elde edilen görel kat ötelemeleri ve hasar bölgeleri Çizelge J.11’de 2-LOMA PRIETA-NLY-NLX depremi için mevcut ve güçlendirilmiş durumlar için gösterilmiştir.

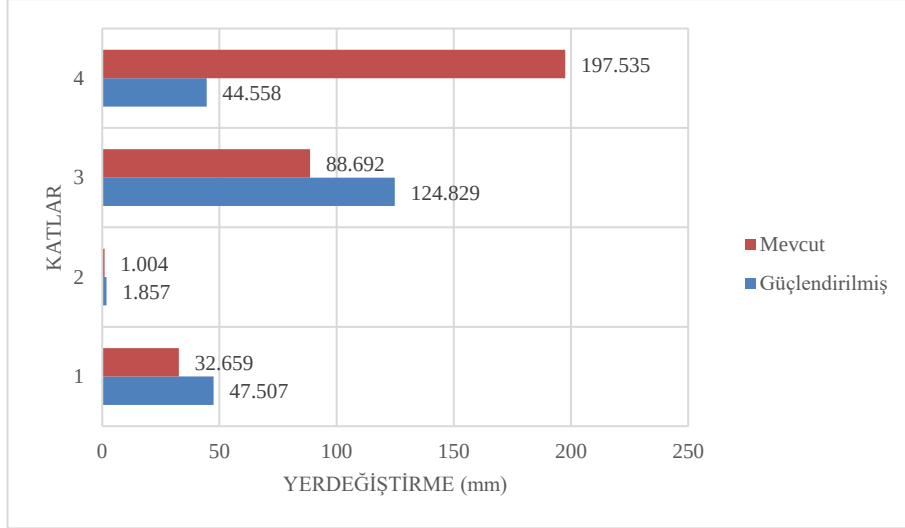


Şekil J.11 : 2-LOMA PRIETA-NLY-NLX depremi kat yerdeğiştirmeleri.

Çizelge J.11 : 2-LOMA PRIETA-NLY-NLX depremi görel kat ötelemeleri.

Nokta	Mevcut				Güçlendirilmiş			
	d(mm)	Δ	δ	Hasar Bölgesi	d(mm)	Δ	δ	Hasar Bölgesi
185	0.00				0.00			
73	0.21	0.21	0.0000	MHB	0.35	0.35	0.0001	MHB
74	1.00	0.79	0.0002	MHB	2.29	1.94	0.0004	MHB
75	64.54	63.54	0.0141	BHB	13.67	11.38	0.0025	MHB

246-249-247-248 noktaları kat yerdeğiştirmeleri Şekil J.12’de, bu noktalardan elde edilen görel kat ötelemeleri ve hasar bölgeleri Çizelge J.12’de 2-LOMA PRIETA-NLY-NLX depremi için mevcut ve güçlendirilmiş durumlar için gösterilmiştir.

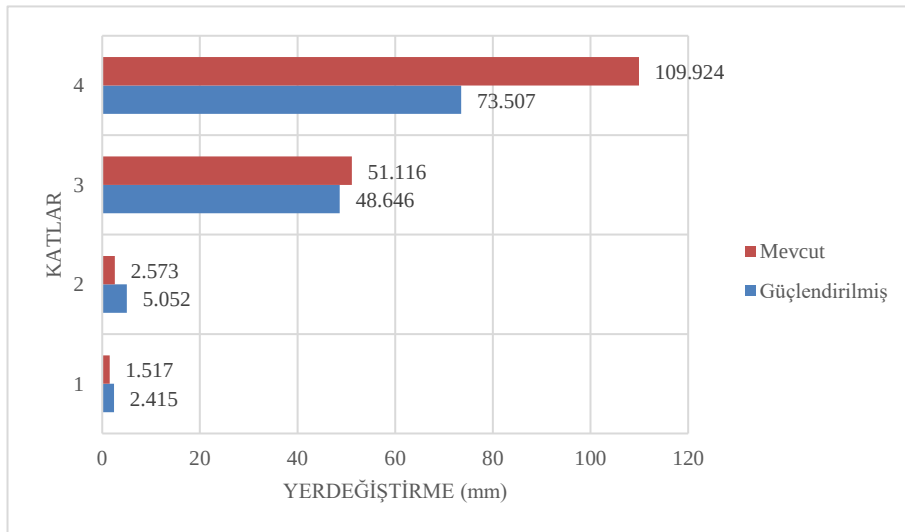


Şekil J.12 : 2-LOMA PRIETA-NLY-NLX depremi kat yerdeğıştirmeleri.

Çizelge J.12 : 2-LOMA PRIETA-NLY-NLX depremi görelî kat ötelemeleri.

Nokta	Mevcut				Güçlendirilmiş			
	d(mm)	Δ	δ	Hasar Bölgesi	d(mm)	Δ	δ	Hasar Bölgesi
245	0.00				0.00			
248	32.66	32.66	0.0073	MHB	47.51	47.51	0.0106	BHB
247	1.00	-31.66	-0.0070	MHB	1.86	-45.65	-0.0101	BHB
249	88.69	87.69	0.0195	BHB	124.83	122.97	0.0273	BHB
246	197.54	108.84	0.0242	BHB	44.56	-80.27	-0.0321	İHB

77-88-83-83 noktaları kat yerdeğıştirmeleri Şekil J.13'te, bu noktalardan elde edilen görelî kat ötelemeleri ve hasar bölgeleri Çizelge J.13'te 3-SUPERSTITION HILLS-NLX-NLY depremi için mevcut ve güçlendirilmiş durumlar için gösterilmiştir.

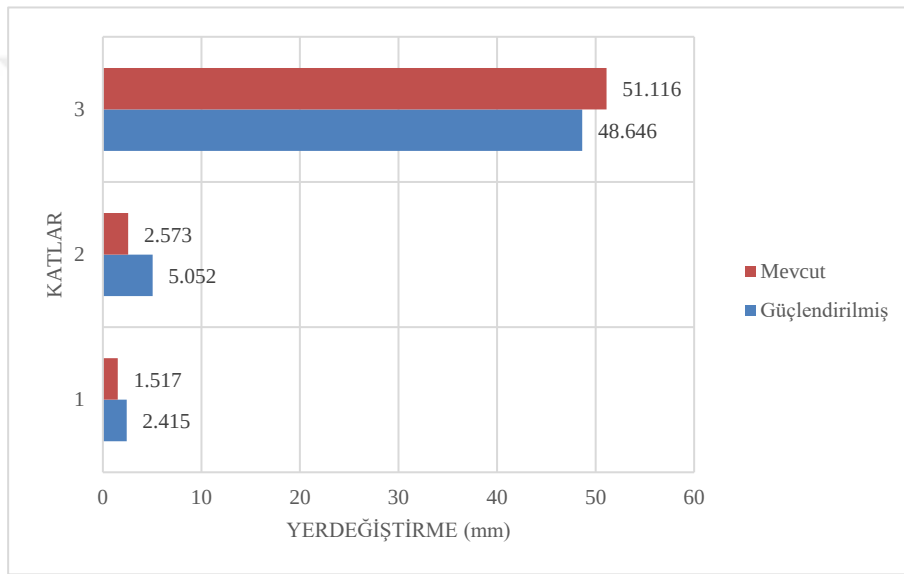


Şekil J.13 : 3-SUP. HILLS-NLX-NLY depremi kat yerdeğıştirmeleri.

Çizelge J.13 : 3-SUP. HILLS-NLX-NLYdepremi görel kat ötelemeleri.

Nokta	Mevcut				Güçlendirilmiş			
	d(mm)	Δ	δ	Hasar Bölgesi	d(mm)	Δ	δ	Hasar Bölgesi
182	0.00				0.00			
85	1.52	1.52	0.0003	MHB	2.42	2.42	0.0005	MHB
83	2.57	1.06	0.0002	MHB	5.05	2.64	0.0006	MHB
88	51.12	48.54	0.0108	BHB	48.65	43.59	0.0097	MHB
77	109.92	58.81	0.0131	BHB	73.51	24.86	0.0099	MHB

75-74-73 noktaları kat yerdeğıştirmeleri Şekil J.14'te, bu noktalardan elde edilen görel kat ötelemeleri ve hasar bölgeleri Çizelge J.14'te 3-SUPERSTITION HILLS-NLX-NLY depremi için mevcut ve güçlendirilmiş durumlar için gösterilmiştir.

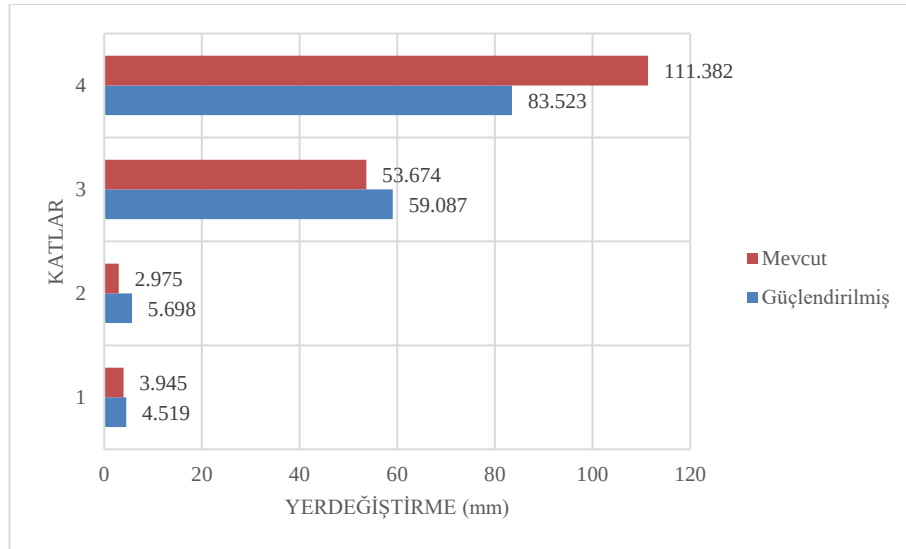


Şekil J.14 : 3-SUP. HILLS-NLX-NLY depremi kat yerdeğıştirmeleri.

Çizelge J.14 : 3-SUP. HILLS-NLX-NLYdepremi görel kat ötelemeleri.

Nokta	Mevcut				Güçlendirilmiş			
	d(mm)	Δ	δ	Hasar Bölgesi	d(mm)	Δ	δ	Hasar Bölgesi
185	0.00				0.00			
73	1.52	1.52	0.0003	MHB	2.42	2.42	0.0005	MHB
74	2.57	1.06	0.0002	MHB	5.05	2.64	0.0006	MHB
75	51.12	48.54	0.0108	BHB	48.65	43.59	0.0097	MHB

246-249-247-248 noktaları kat yerdeğıştirmeleri Şekil J.15'te, bu noktalardan elde edilen görel kat ötelemeleri ve hasar bölgeleri Çizelge J.15'te 3-SUPERSTITION HILLS-NLX-NLY depremi için mevcut ve güçlendirilmiş durumlar için gösterilmiştir.

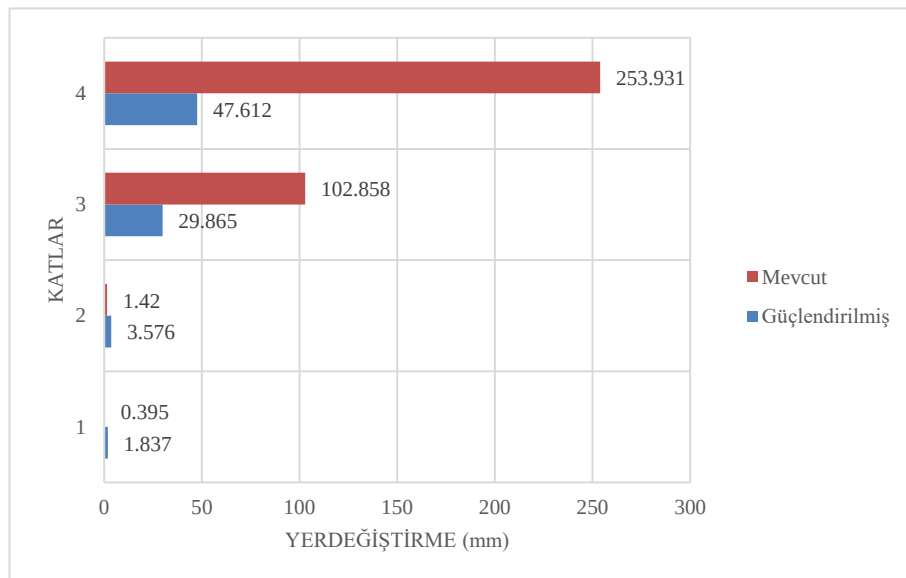


Şekil J.15 : 3-SUP. HILLS-NLX-NLY depremi kat yerdeğıştirmeleri.

Çizelge J.15 : 3-SUP. HILLS-NLX-NLY depremi görelî kat ötelemeleri.

Nokta	Mevcut				Güçlendirilmiş			
	d(mm)	Δ	δ	Hasar Bölgesi	d(mm)	Δ	δ	Hasar Bölgesi
245	0.00				0.00			
248	3.95	3.95	0.0009	MHB	4.52	4.52	0.0010	MHB
247	2.98	-0.97	-0.0002	MHB	5.70	1.18	0.0003	MHB
249	53.67	50.70	0.0113	BHB	59.09	53.39	0.0119	BHB
246	111.38	57.71	0.0128	BHB	83.52	24.44	0.0098	MHB

77-88-83-83 noktaları kat yerdeğıştirmeleri Şekil J.16’da, bu noktalardan elde edilen görelî kat ötelemeleri ve hasar bölgeleri Çizelge J.16’da 3-SUPERSTITION HILLS-NLY-NLX depremi için mevcut ve güçlendirilmiş durumlar için gösterilmiştir.

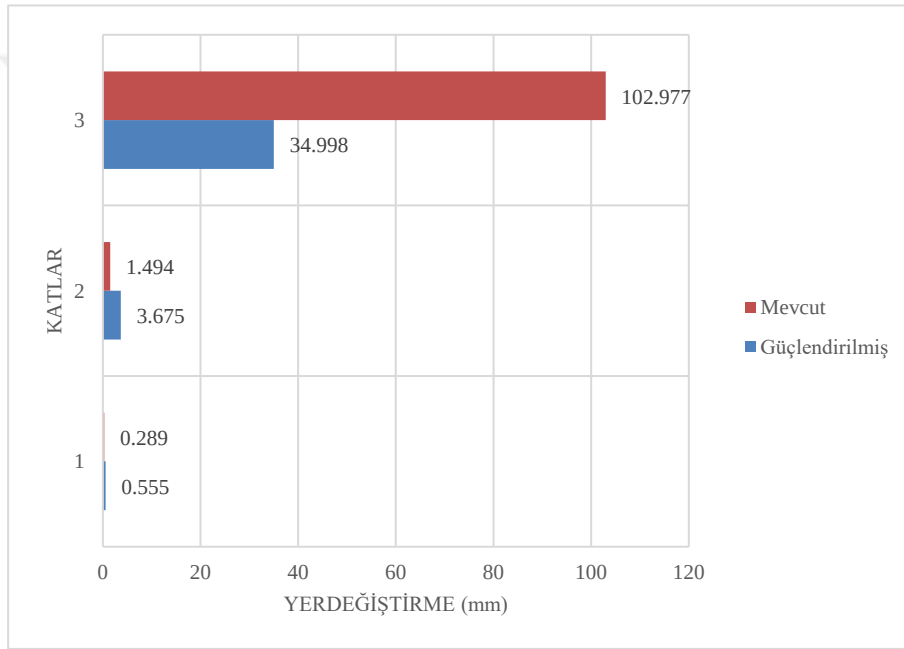


Şekil J.16 : 3-SUP. HILLS-NLY-NLX depremi kat yerdeğıştirmeleri.

Çizelge J.16 : 3-SUP. HILLS-NLY-NLX depremi görel kat ötelemeleri.

Nokta	Mevcut				Güçlendirilmiş			
	d(mm)	Δ	δ	Hasar Bölgesi	d(mm)	Δ	δ	Hasar Bölgesi
182	0.00				0.00			
85	0.40	0.40	0.0001	MHB	1.84	1.84	0.0004	MHB
83	1.42	1.03	0.0002	MHB	3.58	1.74	0.0004	MHB
88	102.86	101.44	0.0225	BHB	29.87	26.29	0.0058	MHB
77	253.93	151.07	0.0336	İHB	47.61	17.75	0.0071	MHB

75-74-73 noktaları kat yerdeğiştirmeleri Şekil J.17’de, bu noktalardan elde edilen görel kat ötelemeleri ve hasar bölgeleri Çizelge J.17’de 3-SUPERSTITION HILLS-NLY-NLX depremi için mevcut ve güçlendirilmiş durumlar için gösterilmiştir.

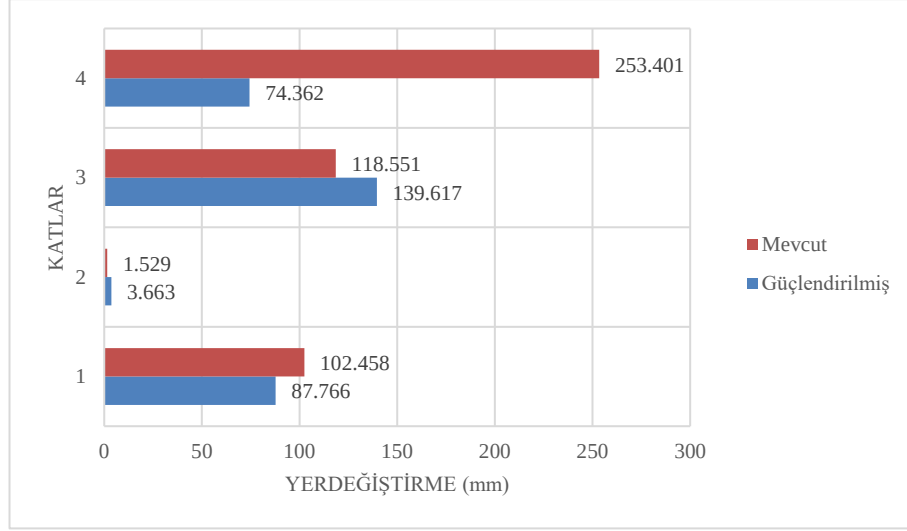


Şekil J.17 : 3-SUP. HILLS-NLY-NLX depremi kat yerdeğiştirmeleri.

Çizelge J.17 : 3-SUP. HILLS-NLY-NLX depremi görel kat ötelemeleri.

Nokta	Mevcut				Güçlendirilmiş			
	d(mm)	Δ	δ	Hasar Bölgesi	d(mm)	Δ	δ	Hasar Bölgesi
185	0.00				0.00			
73	0.29	0.29	0.0001	MHB	0.56	0.56	0.0001	MHB
74	1.49	1.21	0.0003	MHB	3.68	3.12	0.0007	MHB
75	102.98	101.48	0.0226	BHB	35.00	31.32	0.0070	MHB

246-249-247-248 noktaları kat yerdeğiştirmeleri Şekil J.18’de, bu noktalardan elde edilen görel kat ötelemeleri ve hasar bölgeleri Çizelge J.18’de 3-SUPERSTITION HILLS-NLY-NLX depremi için mevcut ve güçlendirilmiş durumlar için gösterilmiştir.

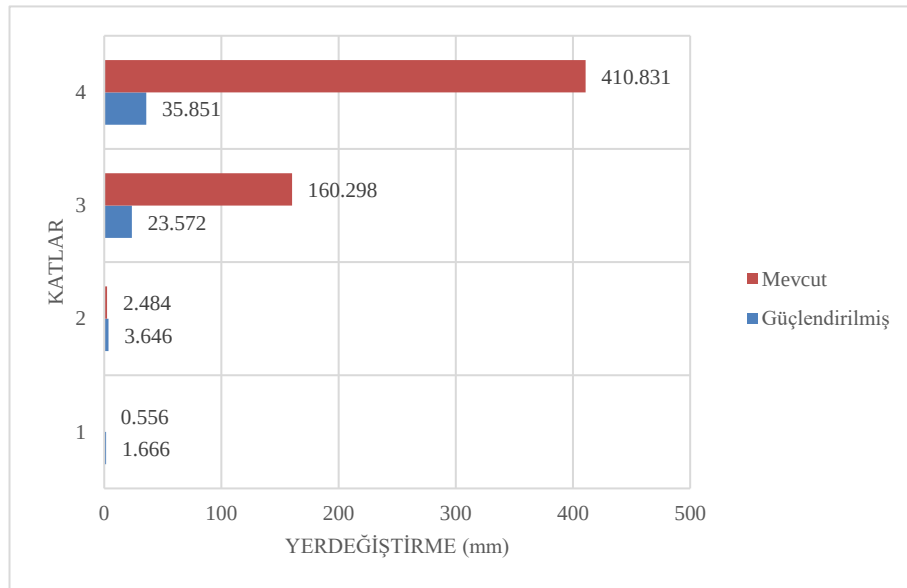


Şekil J.18 : 3-SUP. HILLS-NLY-NLX depremi kat yerdeğıştirmeleri.

Çizelge J.18 : 3-SUP. HILLS-NLY-NLX depremi görelî kat ötelemeleri.

Nokta	Mevcut				Güçlendirilmiş			
	d(mm)	Δ	δ	Hasar Bölgesi	d(mm)	Δ	δ	Hasar Bölgesi
245	0.00				0.00			
248	102.46	102.46	0.0228	BHB	87.77	87.77	0.0195	BHB
247	1.53	-100.93	-0.0224	BHB	3.66	-84.10	-0.0187	BHB
249	118.55	117.02	0.0260	BHB	139.62	135.95	0.0302	İHB
246	253.40	134.85	0.0300	BHB	74.36	-65.26	-0.0261	BHB

77-88-83-83 noktaları kat yerdeğıştirmeleri Şekil J.19’da, bu noktalardan elde edilen görelî kat ötelemeleri ve hasar bölgeleri Çizelge J.19’da 4-CHI CHI-NLX-NLY depremi için mevcut ve güçlendirilmiş durumlar için gösterilmiştir.

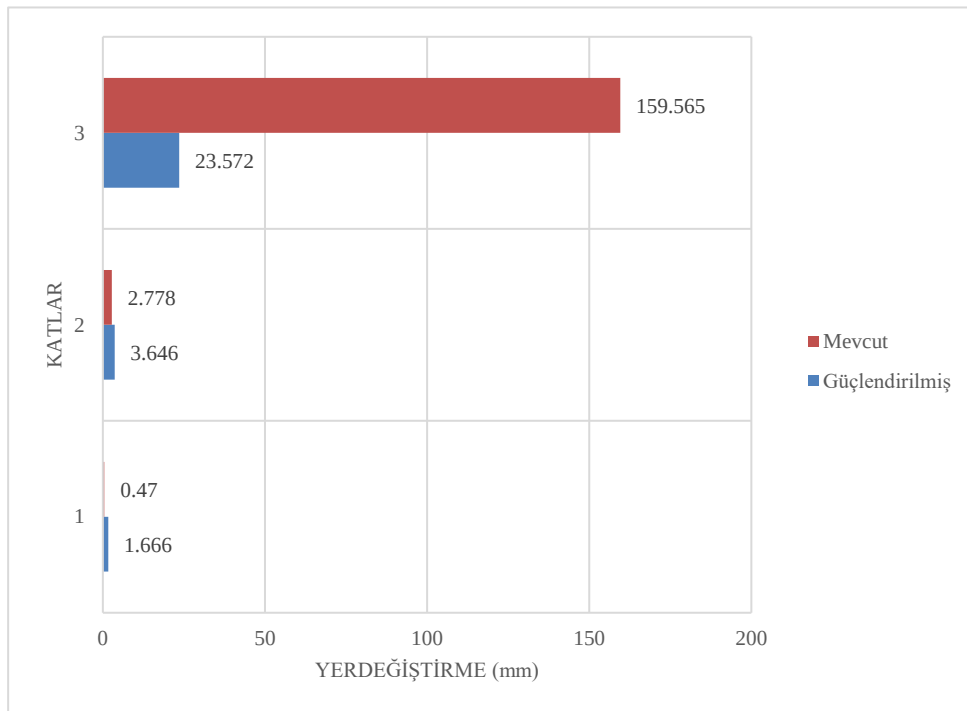


Şekil J.19 : 4-CHI CHI-NLX-NLY depremi kat yerdeğıştirmeleri.

Çizelge J.19 : 4-CHI CHI-NLX-NLY depremi görelî kat ötelemeleri.

Nokta	Mevcut				Güçlendirilmiş			
	d(mm)	Δ	δ	Hasar Bölgesi	d(mm)	Δ	δ	Hasar Bölgesi
182	0.00				0.00			
85	0.56	0.56	0.0001	MHB	1.67	1.67	0.0004	MHB
83	2.48	1.93	0.0004	MHB	3.65	1.98	0.0004	MHB
88	160.30	157.81	0.0351	İHB	23.57	19.93	0.0044	MHB
77	410.83	250.53	0.0557	GB	35.85	12.28	0.0049	MHB

75-74-73 noktaları kat yerdeğıştirmeleri Şekil J.20’de, bu noktalardan elde edilen görelî kat ötelemeleri ve hasar bölgeleri Çizelge J.20’de 4-CHI CHI-NLX-NLY depremi için mevcut ve güçlendirilmiş durumlar için gösterilmiştir.

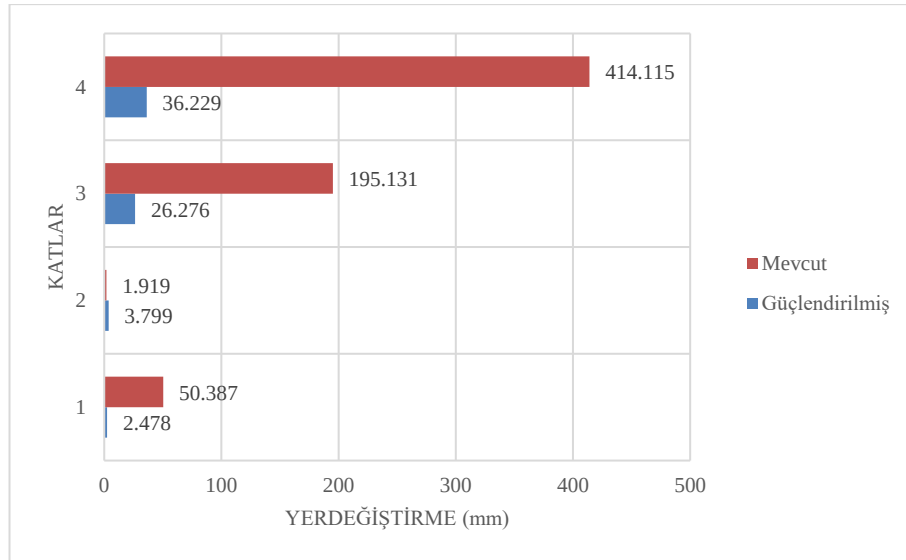


Şekil J.20 : 4-CHI CHI-NLX-NLY depremi kat yerdeğıştirmeleri.

Çizelge J.20 : 4-CHI CHI-NLX-NLY depremi görelî kat ötelemeleri.

Nokta	Mevcut				Güçlendirilmiş			
	d(mm)	Δ	δ	Hasar Bölgesi	d(mm)	Δ	δ	Hasar Bölgesi
185	0.00				0.00			
73	0.47	0.47	0.0001	MHB	1.67	1.67	0.0004	MHB
74	2.78	2.31	0.0005	MHB	3.65	1.98	0.0004	MHB
75	159.57	156.79	0.0348	İHB	23.57	19.93	0.0044	MHB

246-249-247-248 noktaları kat yerdeğıştirmeleri Şekil J.21’de, bu noktalardan elde edilen görelî kat ötelemeleri ve hasar bölgeleri Çizelge J.21’de 4-CHI CHI-NLX-NLY depremi için mevcut ve güçlendirilmiş durumlar için gösterilmiştir.

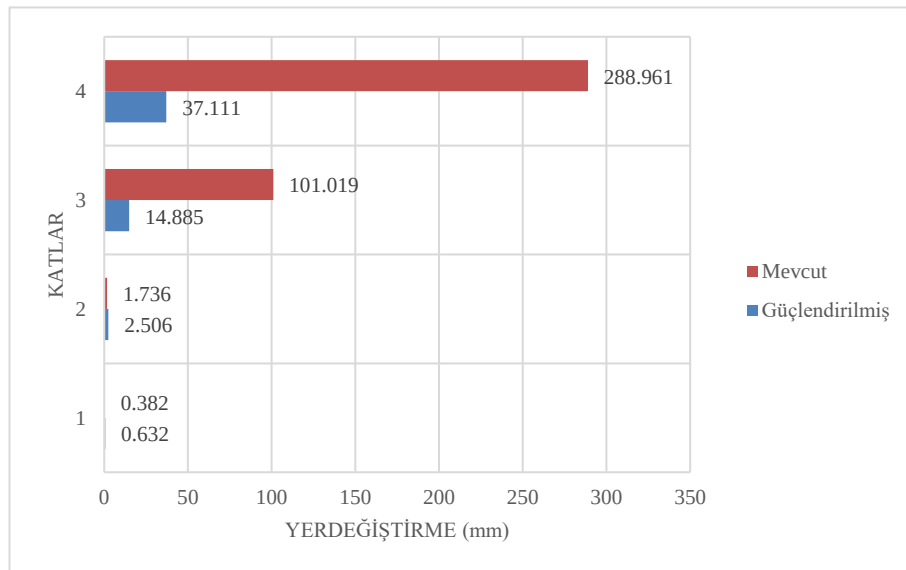


Şekil J.21 : 4-CHI CHI-NLX-NLY depremi kat yerdeğıştirmeleri.

Çizelge J.21 : 4-CHI CHI-NLX-NLY depremi görelî kat ötelemeleri.

Nokta	Mevcut				Güçlendirilmiş			
	d(mm)	Δ	δ	Hasar Bölgesi	d(mm)	Δ	δ	Hasar Bölgesi
245	0.00				0.00			
248	50.39	50.39	0.0112	BHB	2.48	2.48	0.0006	MHB
247	1.92	-48.47	-0.0108	BHB	3.80	1.32	0.0003	MHB
249	195.13	193.21	0.0429	GB	26.28	22.48	0.0050	MHB
246	414.12	218.98	0.0487	GB	36.23	9.95	0.0040	MHB

77-88-83-83 noktaları kat yerdeğıştirmeleri Şekil J.22’de, bu noktalardan elde edilen görelî kat ötelemeleri ve hasar bölgeleri Çizelge J.22’de 4-CHI CHI-NLY-NLX depremi için mevcut ve güçlendirilmiş durumlar için gösterilmiştir.

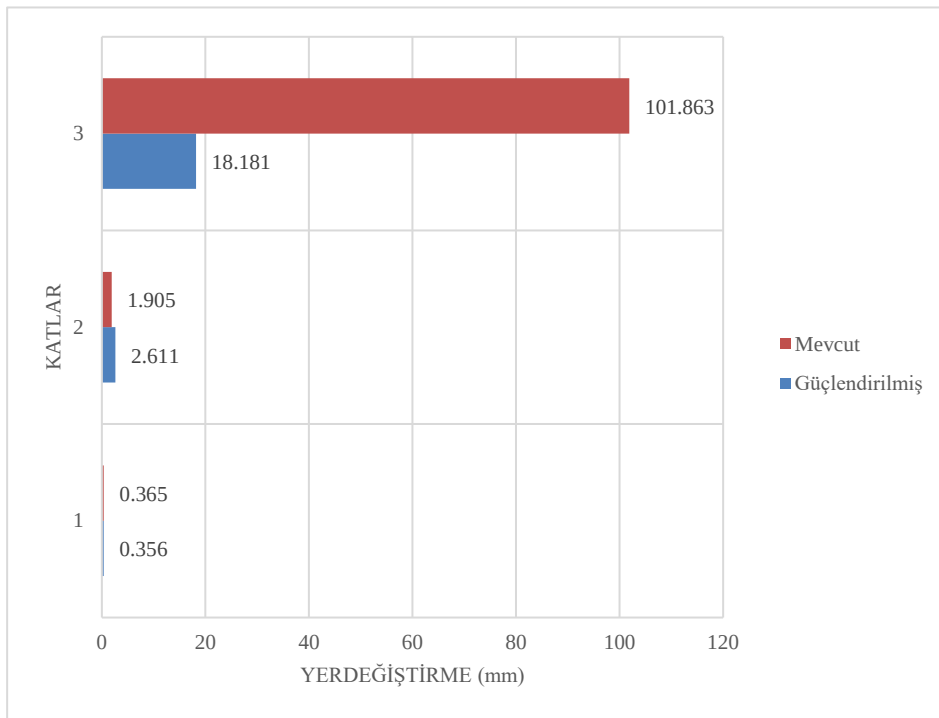


Şekil J.22 : 4-CHI CHI-NLY-NLX depremi kat yerdeğıştirmeleri.

Çizelge J.22 : 4-CHI CHI-NLY-NLX depremi görelî kat ötelemeleri.

Nokta	Mevcut				Güçlendirilmiş			
	d(mm)	Δ	δ	Hasar Bölgesi	d(mm)	Δ	δ	Hasar Bölgesi
182	0.00				0.00			
85	0.38	0.38	0.0001	MHB	0.63	0.63	0.0001	MHB
83	1.74	1.35	0.0003	MHB	2.51	1.87	0.0004	MHB
88	101.02	99.28	0.0221	BHB	14.89	12.38	0.0028	MHB
77	288.96	187.94	0.0418	GB	37.11	22.23	0.0089	MHB

75-74-73 noktaları kat yerdeğıştirmeleri Şekil J.23'te, bu noktalardan elde edilen görelî kat ötelemeleri ve hasar bölgeleri Çizelge J.23'te 4-CHI CHI-NLY-NLX depremi için mevcut ve güçlendirilmiş durumlar için gösterilmiştir.

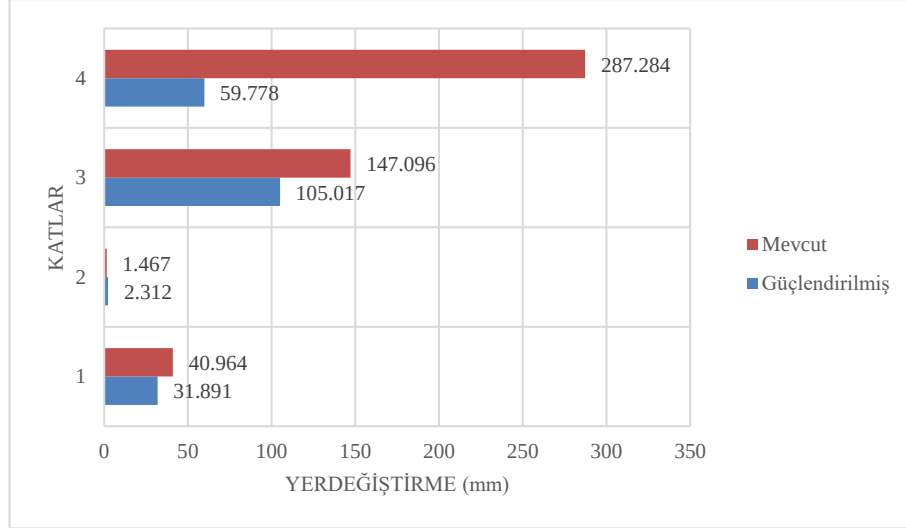


Şekil J.23 : 4-CHI CHI-NLY-NLX depremi kat yerdeğıştirmeleri.

Çizelge J.23 : 4-CHI CHI-NLY-NLX depremi görelî kat ötelemeleri.

Nokta	Mevcut				Güçlendirilmiş			
	d(mm)	Δ	δ	Hasar Bölgesi	d(mm)	Δ	δ	Hasar Bölgesi
185	0.00				0.00			
73	0.37	0.37	0.0001	MHB	0.36	0.36	0.0001	MHB
74	1.91	1.54	0.0003	MHB	2.61	2.26	0.0005	MHB
75	101.86	99.96	0.0222	BHB	18.18	15.57	0.0035	MHB

246-249-247-248 noktaları kat yerdeğıştirmeleri Şekil J.24'te, bu noktalardan elde edilen görelî kat ötelemeleri ve hasar bölgeleri Çizelge J.24'te 4-CHI CHI-NLY-NLX depremi için mevcut ve güçlendirilmiş durumlar için gösterilmiştir.

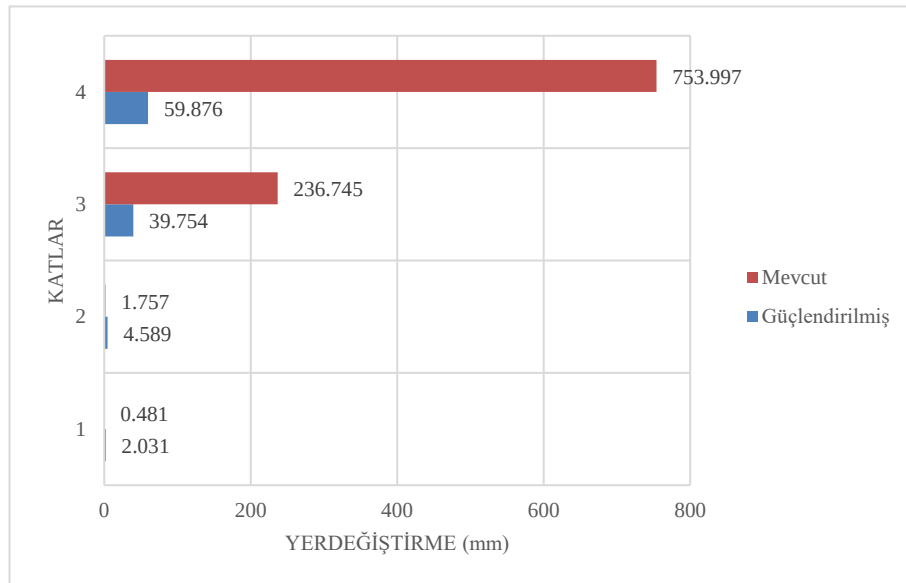


Şekil J.24 : 4-CHI CHI-NLY-NLX depremi kat yerdeğıştirmeleri.

Çizelge J.24 : 4-CHI CHI-NLY-NLX depremi görelî kat ötelemeleri.

Nokta	Mevcut				Güçlendirilmiş			
	d(mm)	Δ	δ	Hasar Bölgesi	d(mm)	Δ	δ	Hasar Bölgesi
245	0.00				0.00			
248	40.96	40.96	0.0091	MHB	31.89	31.89	0.0071	MHB
247	1.47	-39.50	-0.0088	MHB	2.31	-29.58	-0.0066	MHB
249	147.10	145.63	0.0324	İHB	105.02	102.71	0.0228	BHB
246	287.28	140.19	0.0312	İHB	59.78	-45.24	-0.0181	BHB

77-88-83-83 noktaları kat yerdeğıştirmeleri Şekil J.25'te, bu noktalardan elde edilen görelî kat ötelemeleri ve hasar bölgeleri Çizelge J.25'te 5-ERZINCAN-NLX-NLY depremi için mevcut ve güçlendirilmiş durumlar için gösterilmiştir.

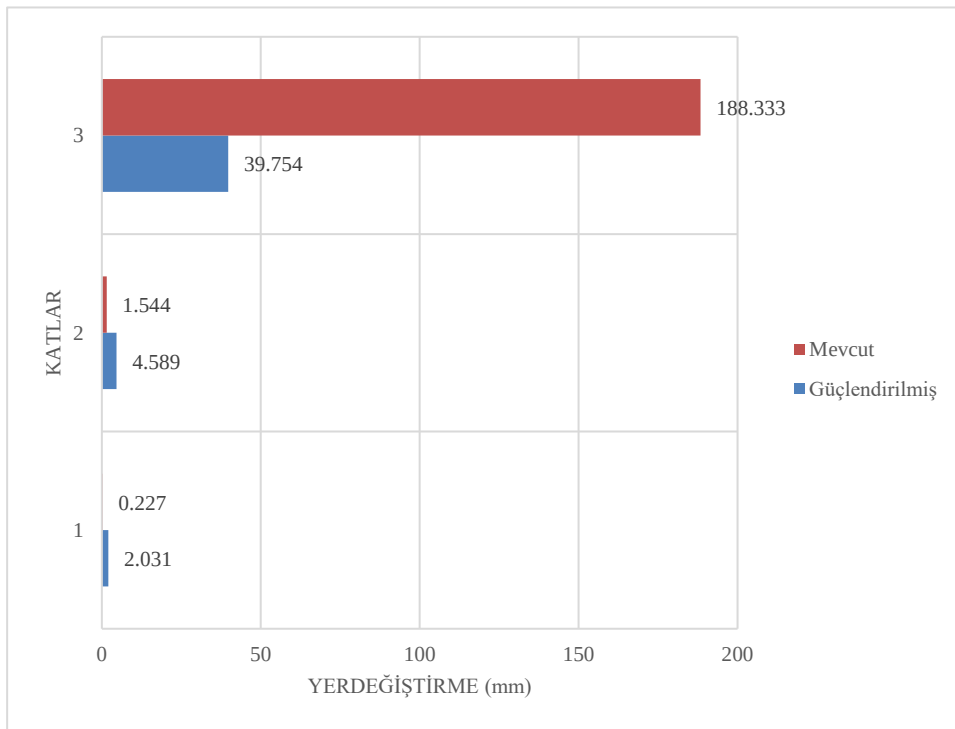


Şekil J.25 : 5-ERZINCAN-NLX-NLY depremi kat yerdeğıştirmeleri.

Çizelge J.25 : 5-ERZINCAN-NLX-NLY depremi görel kat ötelemeleri.

Nokta	Mevcut				Güçlendirilmiş			
	d(mm)	Δ	δ	Hasar Bölgesi	d(mm)	Δ	δ	Hasar Bölgesi
182	0.00				0.00			
85	0.48	0.48	0.0001	MHB	2.03	2.03	0.0005	MHB
83	1.76	1.28	0.0003	MHB	4.59	2.56	0.0006	MHB
88	236.75	234.99	0.0522	GB	39.75	35.17	0.0078	MHB
77	754.00	517.25	0.1149	GB	59.88	20.12	0.0080	MHB

75-74-73 noktaları kat yerdeğiştirmeleri Şekil J.26’da, bu noktalardan elde edilen görel kat ötelemeleri ve hasar bölgeleri Çizelge J.26’da 5-ERZINCAN-NLX-NLY depremi için mevcut ve güçlendirilmiş durumlar için gösterilmiştir.

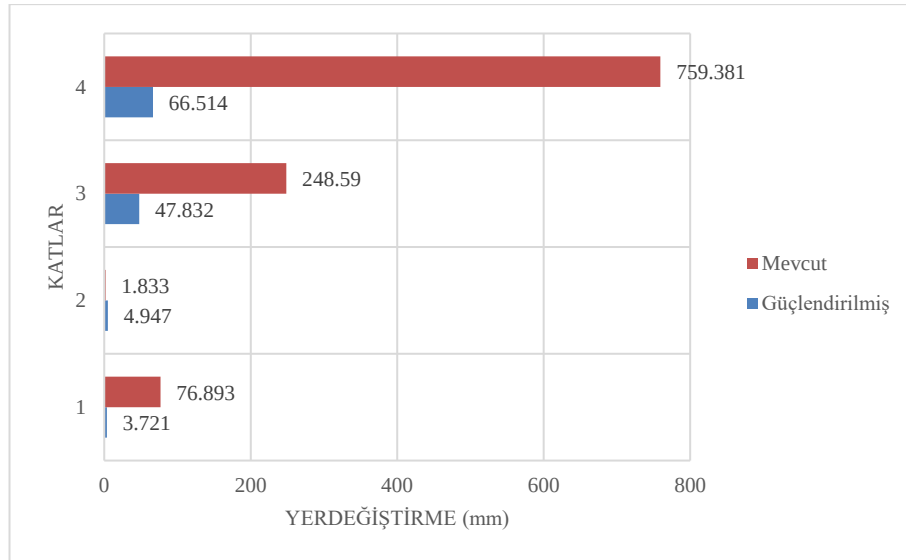


Şekil J.26 : 5-ERZINCAN-NLX-NLY depremi kat yerdeğiştirmeleri.

Çizelge J.26 : 5-ERZINCAN-NLX-NLY depremi görel kat ötelemeleri.

Nokta	Mevcut				Güçlendirilmiş			
	d(mm)	Δ	δ	Hasar Bölgesi	d(mm)	Δ	δ	Hasar Bölgesi
185	0.00				0.00			
73	0.23	0.23	0.0001	MHB	2.03	2.03	0.0005	MHB
74	1.54	1.32	0.0003	MHB	4.59	2.56	0.0006	MHB
75	188.33	186.79	0.0415	GB	39.75	35.17	0.0078	MHB

246-249-247-248 noktaları kat yerdeğiştirmeleri Şekil J.27’de, bu noktalardan elde edilen görel kat ötelemeleri ve hasar bölgeleri Çizelge J.27’de 5-ERZINCAN-NLX-NLY depremi için mevcut ve güçlendirilmiş durumlar için gösterilmiştir.

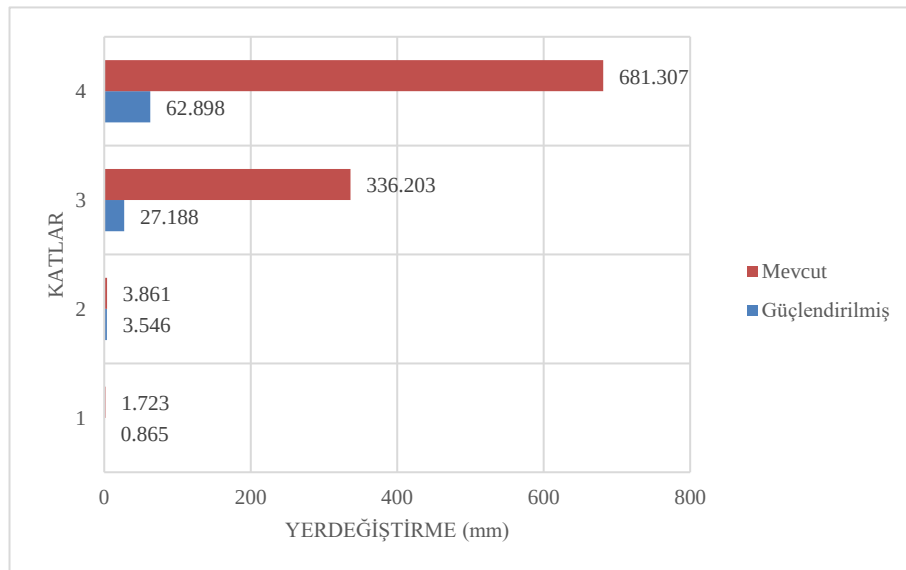


Şekil J.27 : 5-ERZINCAN-NLX-NLY depremi kat yerdeğıştirmeleri.

Çizelge J.27 : 5-ERZINCAN-NLX-NLY depremi görelî kat ötelemeleri.

Nokta	Mevcut				Güçlendirilmiş			
	d(mm)	Δ	δ	Hasar Bölgesi	d(mm)	Δ	δ	Hasar Bölgesi
245	0.00				0.00			
248	76.89	76.89	0.0171	BHB	3.72	3.72	0.0008	MHB
247	1.83	-75.06	-0.0167	BHB	4.95	1.23	0.0003	MHB
249	248.59	246.76	0.0548	GB	47.83	42.89	0.0095	MHB
246	759.38	510.79	0.1135	GB	66.51	18.68	0.0075	MHB

77-88-83-83 noktaları kat yerdeğıştirmeleri Şekil J.28’de, bu noktalardan elde edilen görelî kat ötelemeleri ve hasar bölgeleri Çizelge J.28’de 5-ERZINCAN-NLY-NLX depremi için mevcut ve güçlendirilmiş durumlar için gösterilmiştir.

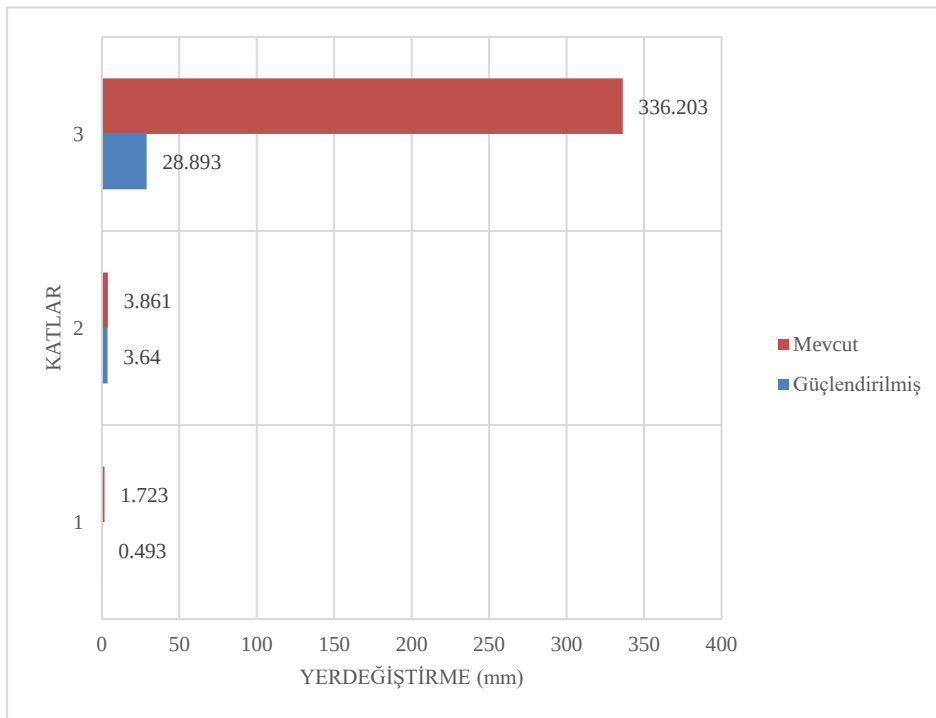


Şekil J.28 : 5-ERZINCAN-NLY-NLX depremi kat yerdeğıştirmeleri.

Çizelge J.28 : 5-ERZINCAN-NLY-NLX depremi görel kat ötelemeleri.

Nokta	Mevcut				Güçlendirilmiş			
	d(mm)	Δ	δ	Hasar Bölgesi	d(mm)	Δ	δ	Hasar Bölgesi
182	0.00				0.00			
85	1.72	1.72	0.0004	MHB	0.87	0.87	0.0002	MHB
83	3.86	2.14	0.0005	MHB	3.55	2.68	0.0006	MHB
88	336.20	332.34	0.0739	GB	27.19	23.64	0.0053	MHB
77	681.31	345.10	0.0767	GB	62.90	35.71	0.0143	BHB

75-74-73 noktaları kat yerdeğiştirmeleri Şekil J.29’da, bu noktalardan elde edilen görel kat ötelemeleri ve hasar bölgeleri Çizelge J.29’da 5-ERZINCAN-NLY-NLX depremi için mevcut ve güçlendirilmiş durumlar için gösterilmiştir.

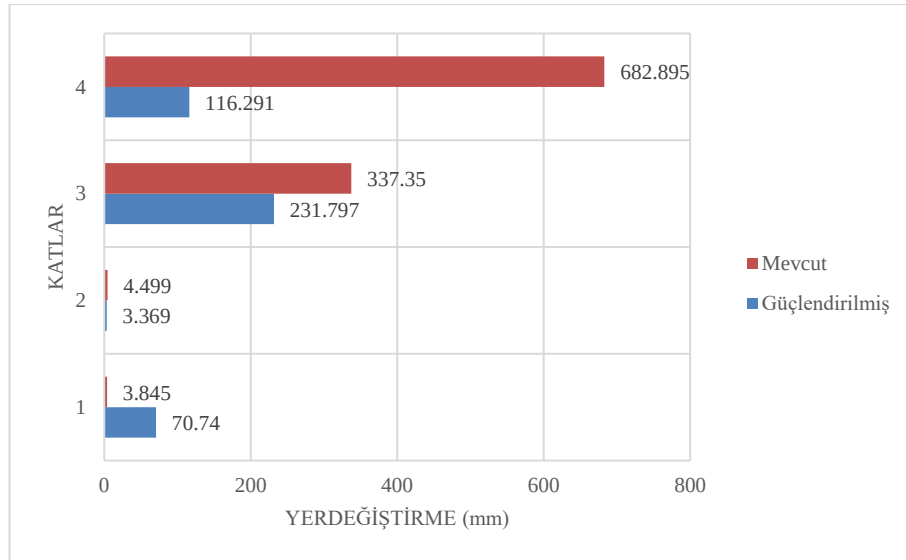


Şekil J.29 : 5-ERZINCAN-NLY-NLX depremi kat yerdeğiştirmeleri.

Çizelge J.29 : 5-ERZINCAN-NLY-NLX depremi görel kat ötelemeleri.

Nokta	Mevcut				Güçlendirilmiş			
	d(mm)	Δ	δ	Hasar Bölgesi	d(mm)	Δ	δ	Hasar Bölgesi
185	0.00				0.00			
73	1.72	1.72	0.0004	MHB	0.49	0.49	0.0001	MHB
74	3.86	2.14	0.0005	MHB	3.64	3.15	0.0007	MHB
75	336.20	332.34	0.0739	GB	28.89	25.25	0.0056	MHB

246-249-247-248 noktaları kat yerdeğiştirmeleri Şekil J.30’da, bu noktalardan elde edilen görel kat ötelemeleri ve hasar bölgeleri Çizelge J.30’da 5-ERZINCAN-NLY-NLX depremi için mevcut ve güçlendirilmiş durumlar için gösterilmiştir.

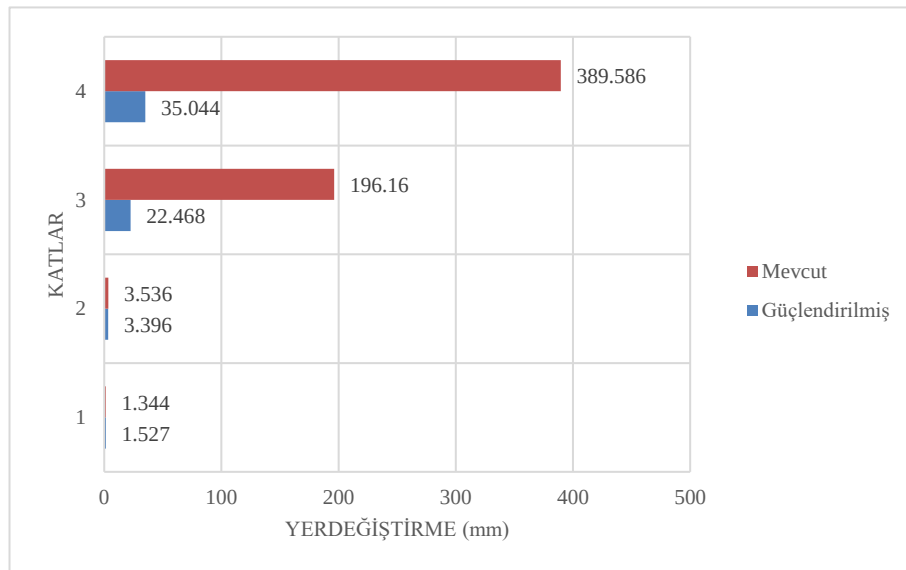


Şekil J.30 : 5-ERZINCAN-NLY-NLX depremi kat yerdeğiştirmeleri.

Çizelge J.30 : 5-ERZINCAN-NLY-NLX depremi görel kat ötelemeleri.

Nokta	Mevcut				Güçlendirilmiş			
	d(mm)	Δ	δ	Hasar Bölgesi	d(mm)	Δ	δ	Hasar Bölgesi
245	0.00				0.00			
248	3.85	3.85	0.0009	MHB	70.74	70.74	0.0157	BHB
247	4.50	0.65	0.0001	MHB	3.37	-67.37	-0.0150	BHB
249	337.35	332.85	0.0740	GB	231.80	228.43	0.0508	GB
246	682.90	345.55	0.0768	GB	116.29	-115.51	-0.0462	GB

77-88-83-83 noktaları kat yerdeğiştirmeleri Şekil J.31’de, bu noktalardan elde edilen görel kat ötelemeleri ve hasar bölgeleri Çizelge J.31’de 6-SUPERSTITION HILLS-NLX-NLY depremi için mevcut ve güçlendirilmiş durumlar için gösterilmiştir.

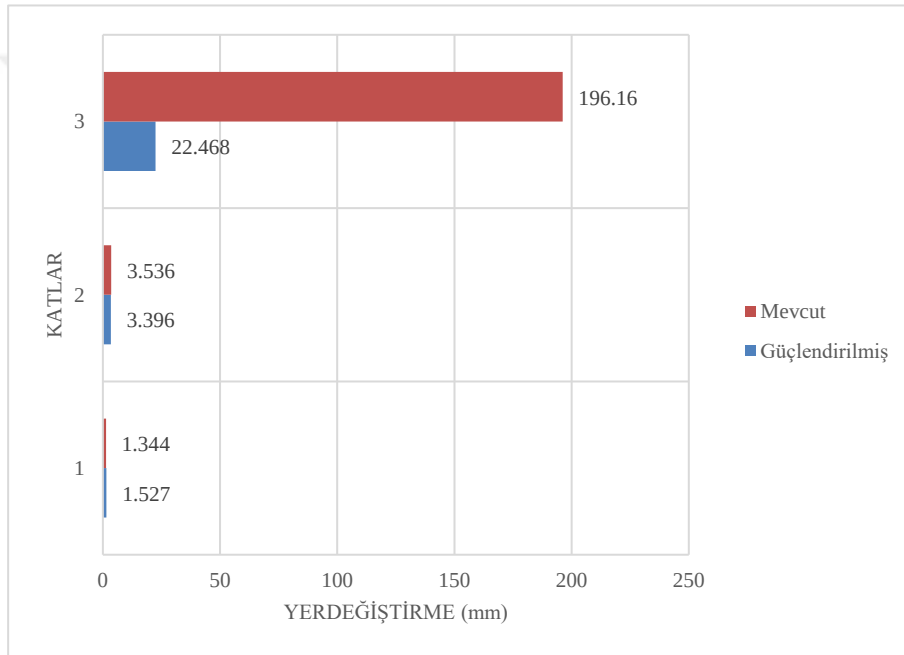


Şekil J.31 : 6-SUP. HILLS-NLX-NLY depremi kat yerdeğiştirmeleri.

Çizelge J.31 : 6-SUP. HILLS-NLX-NLY depremi görel kat ötelemeleri.

Nokta	Mevcut				Güçlendirilmiş			
	d(mm)	Δ	δ	Hasar Bölgesi	d(mm)	Δ	δ	Hasar Bölgesi
182	0.00				0.00			
85	1.34	1.34	0.0003	MHB	1.53	1.53	0.0003	MHB
83	3.54	2.19	0.0005	MHB	3.40	1.87	0.0004	MHB
88	196.16	192.62	0.0428	GB	22.47	19.07	0.0042	MHB
77	389.59	193.43	0.0430	GB	35.04	12.58	0.0050	MHB

75-74-73 noktaları kat yerdeğiştirmeleri Şekil J.32’de, bu noktalardan elde edilen görel kat ötelemeleri ve hasar bölgeleri Çizelge J.32’de 6-SUPERSTITION HILLS-NLX-NLY depremi için mevcut ve güçlendirilmiş durumlar için gösterilmiştir.

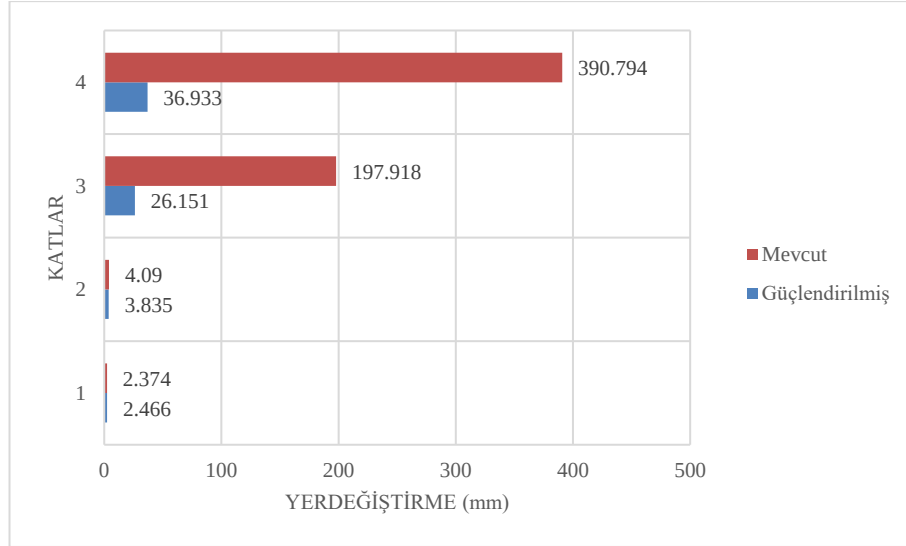


Şekil J.32 : 6-SUP. HILLS-NLX-NLY depremi kat yerdeğiştirmeleri.

Çizelge J.32 : 6-SUP. HILLS-NLX-NLY depremi görel kat ötelemeleri.

Nokta	Mevcut				Güçlendirilmiş			
	d(mm)	Δ	δ	Hasar Bölgesi	d(mm)	Δ	δ	Hasar Bölgesi
185	0.00				0.00			
73	1.34	1.34	0.0003	MHB	1.53	1.53	0.0003	MHB
74	3.54	2.19	0.0005	MHB	3.40	1.87	0.0004	MHB
75	196.16	192.62	0.0428	GB	22.47	19.07	0.0042	MHB

246-249-247-248 noktaları kat yerdeğiştirmeleri Şekil J.33’te, bu noktalardan elde edilen görel kat ötelemeleri ve hasar bölgeleri Çizelge J.33’te 6-SUPERSTITION HILLS-NLX-NLY depremi için mevcut ve güçlendirilmiş durumlar için gösterilmiştir.

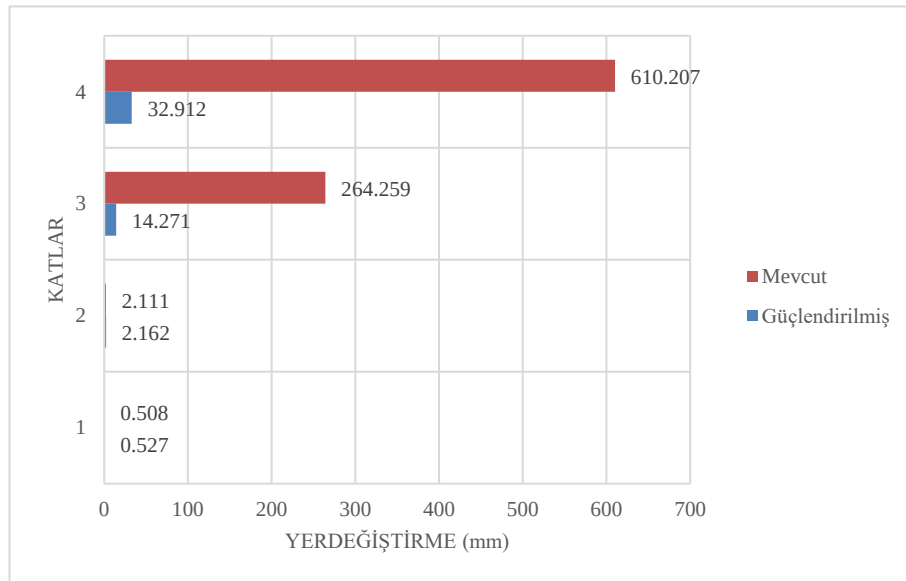


Şekil J.33 : 6-SUP. HILLS-NLX-NLY depremi kat yerdeğıştirmeleri.

Çizelge J.33 : 6-SUP. HILLS-NLX-NLY depremi görelî kat ötelemeleri.

Nokta	Mevcut				Güçlendirilmiş			
	d(mm)	Δ	δ	Hasar Bölgesi	d(mm)	Δ	δ	Hasar Bölgesi
245	0.00				0.00			
248	2.37	2.37	0.0005	MHB	2.47	2.47	0.0005	MHB
247	4.09	1.72	0.0004	MHB	3.84	1.37	0.0003	MHB
249	197.92	193.83	0.0431	GB	26.15	22.32	0.0050	MHB
246	390.79	192.88	0.0429	GB	36.93	10.78	0.0043	MHB

77-88-83-83 noktaları kat yerdeğıştirmeleri Şekil J.34'te, bu noktalardan elde edilen görelî kat ötelemeleri ve hasar bölgeleri Çizelge J.34'te 6-SUPERSTITION HILLS-NLY-NLX depremi için mevcut ve güçlendirilmiş durumlar için gösterilmiştir.

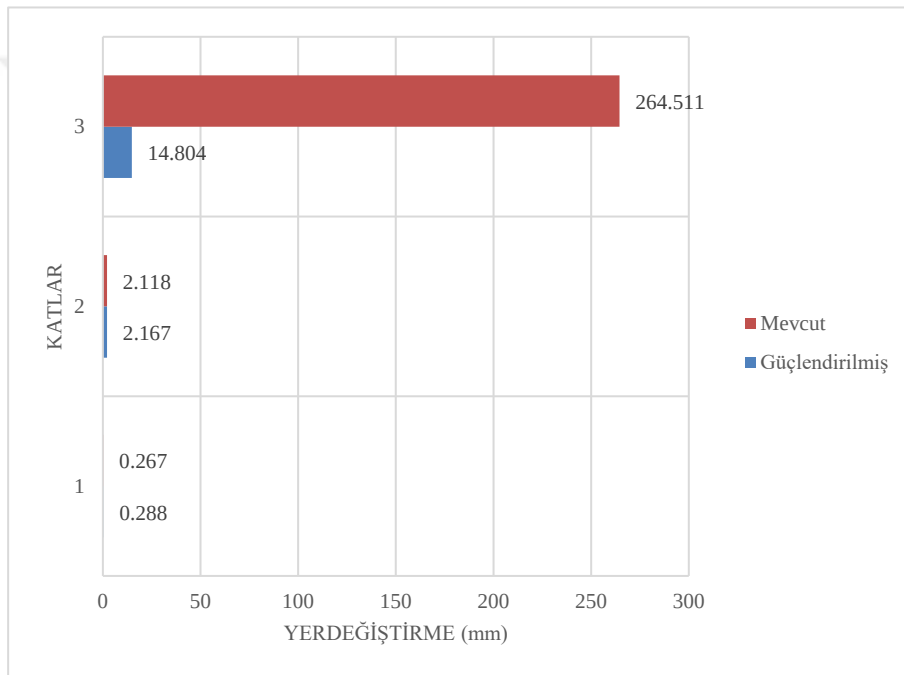


Şekil J.34 : 6-SUP. HILLS-NLY-NLX depremi kat yerdeğıştirmeleri.

Çizelge J.34 : 6-SUP. HILLS-NLY-NLX depremi görel kat ötelemeleri.

Nokta	Mevcut				Güçlendirilmiş			
	d(mm)	Δ	δ	Hasar Bölgesi	d(mm)	Δ	δ	Hasar Bölgesi
182	0.00				0.00			
85	0.51	0.51	0.0001	MHB	0.53	0.53	0.0001	MHB
83	2.11	1.60	0.0004	MHB	2.16	1.64	0.0004	MHB
88	264.26	262.15	0.0583	GB	14.27	12.11	0.0027	MHB
77	610.21	345.95	0.0769	GB	32.91	18.64	0.0075	MHB

75-74-73 noktaları kat yerdeğıştirmeleri Şekil J.35'te, bu noktalardan elde edilen görel kat ötelemeleri ve hasar bölgeleri Çizelge J.35'te 6-SUPERSTITION HILLS-NLY-NLX depremi için mevcut ve güçlendirilmiş durumlar için gösterilmiştir.

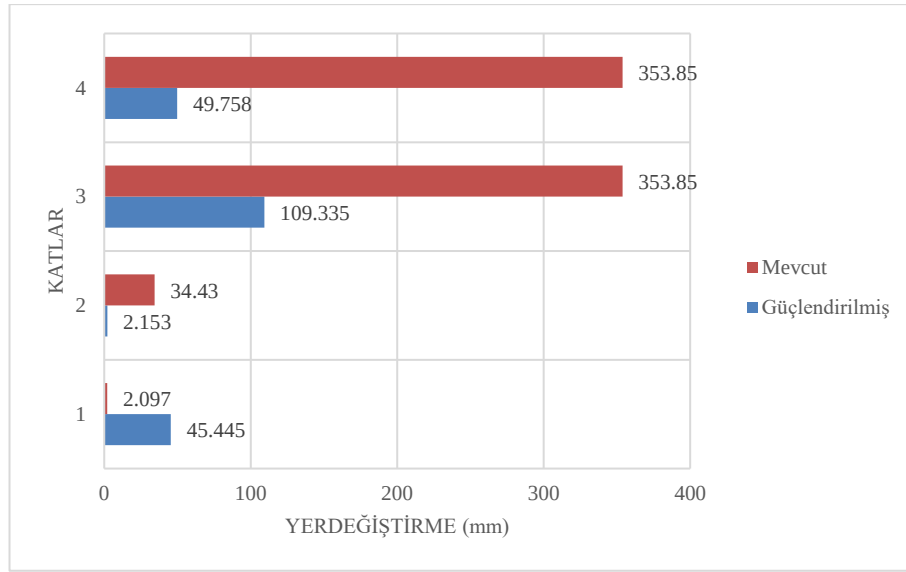


Şekil J.35 : 6-SUP. HILLS-NLY-NLX depremi kat yerdeğıştirmeleri.

Çizelge J.35 : 6-SUP. HILLS-NLY-NLX depremi görel kat ötelemeleri.

Nokta	Mevcut				Güçlendirilmiş			
	d(mm)	Δ	δ	Hasar Bölgesi	d(mm)	Δ	δ	Hasar Bölgesi
185	0.00				0.00			
73	0.27	0.27	0.0001	MHB	0.29	0.29	0.0001	MHB
74	2.12	1.85	0.0004	MHB	2.17	1.88	0.0004	MHB
75	264.51	262.39	0.0583	GB	14.80	12.64	0.0028	MHB

246-249-247-248 noktaları kat yerdeğıştirmeleri Şekil J.36'da, bu noktalardan elde edilen görel kat ötelemeleri ve hasar bölgeleri Çizelge J.36'da 6-SUPERSTITION HILLS-NLY-NLX depremi için mevcut ve güçlendirilmiş durumlar için gösterilmiştir.

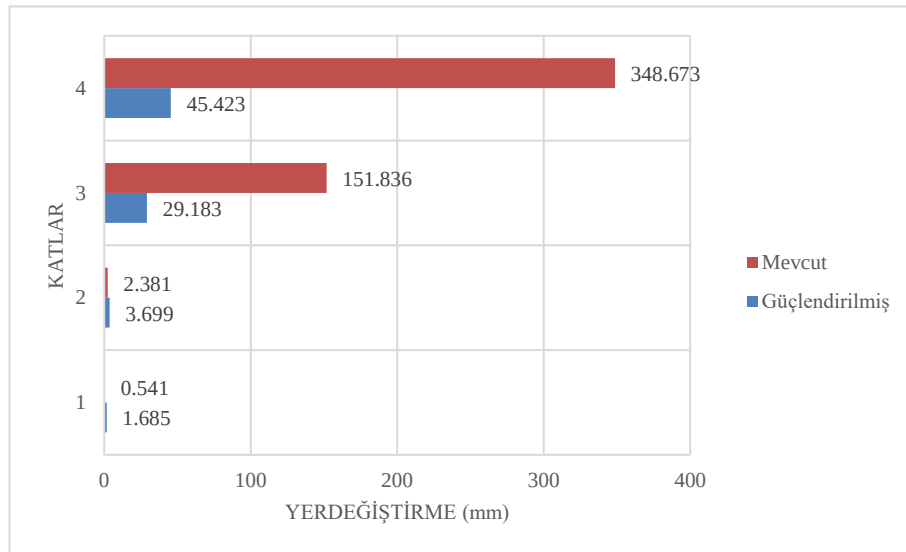


Şekil J.36 : 6-SUP. HILLS-NLY-NLX depremi kat yerdeğıştirmeleri.

Çizelge J.36 : 6-SUP. HILLS-NLY-NLX depremi görelî kat ötelemeleri.

Nokta	Mevcut				Güçlendirilmiş			
	d(mm)	Δ	δ	Hasar Bölgesi	d(mm)	Δ	δ	Hasar Bölgesi
245	0.00				0.00			
248	2.10	2.10	0.0005	MHB	45.45	45.45	0.0101	BHB
247	34.43	32.33	0.0072	MHB	2.15	-43.29	-0.0096	MHB
249	353.85	319.42	0.0710	GB	109.34	107.18	0.0238	BHB
246	353.85	0.00	0.0000	MHB	49.76	-59.58	-0.0238	BHB

77-88-83-83 noktaları kat yerdeğıştirmeleri Şekil J.37’de, bu noktalardan elde edilen görelî kat ötelemeleri ve hasar bölgeleri Çizelge J.37’de 7-CEYHAN-NLX-NLY depremi için mevcut ve güçlendirilmiş durumlar için gösterilmiştir.

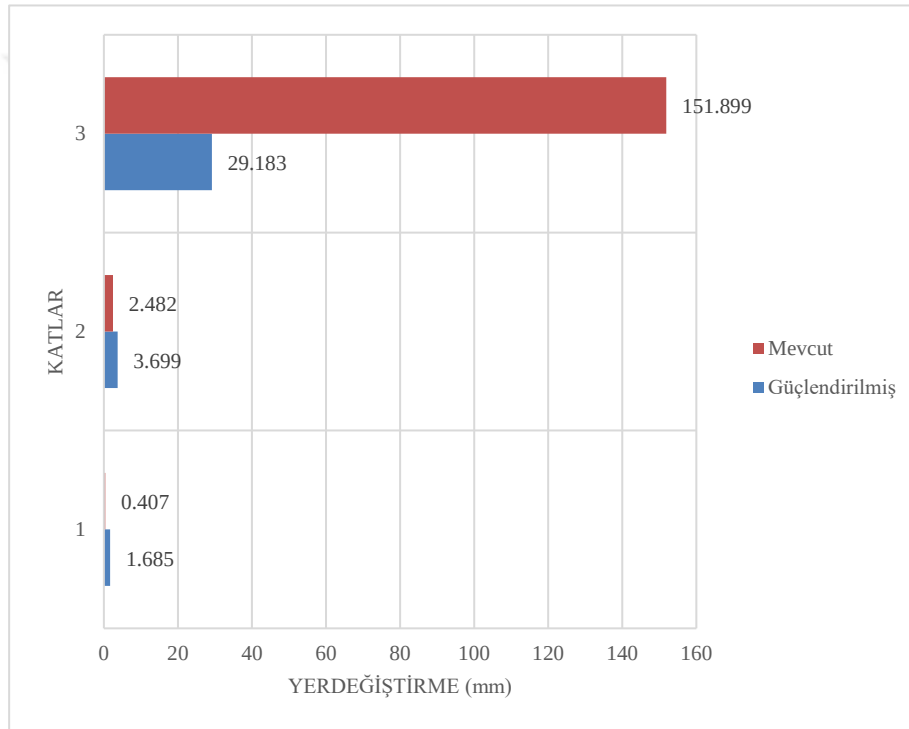


Şekil J.37 : 7-CEYHAN-NLX-NLY depremi kat yerdeğıştirmeleri.

Çizelge J.37 : 7-CEYHAN-NLX-NLY depremi görelî kat ötelemeleri.

Nokta	Mevcut				Güçlendirilmiş			
	d(mm)	Δ	δ		d(mm)	Δ	δ	
182	0.00				0.00			
85	0.54	0.54	0.0001	MHB	1.69	1.69	0.0004	MHB
83	2.38	1.84	0.0004	MHB	3.70	2.01	0.0004	MHB
88	151.84	149.46	0.0332	İHB	29.18	25.48	0.0057	MHB
77	348.67	196.84	0.0437	GB	45.42	16.24	0.0065	MHB

75-74-73 noktaları kat yerdeğıştirmeleri Şekil J.38’de, bu noktalardan elde edilen görelî kat ötelemeleri ve hasar bölgeleri Çizelge J.38’de 7-CEYHAN-NLX-NLY depremi için mevcut ve güçlendirilmiş durumlar için gösterilmiştir.

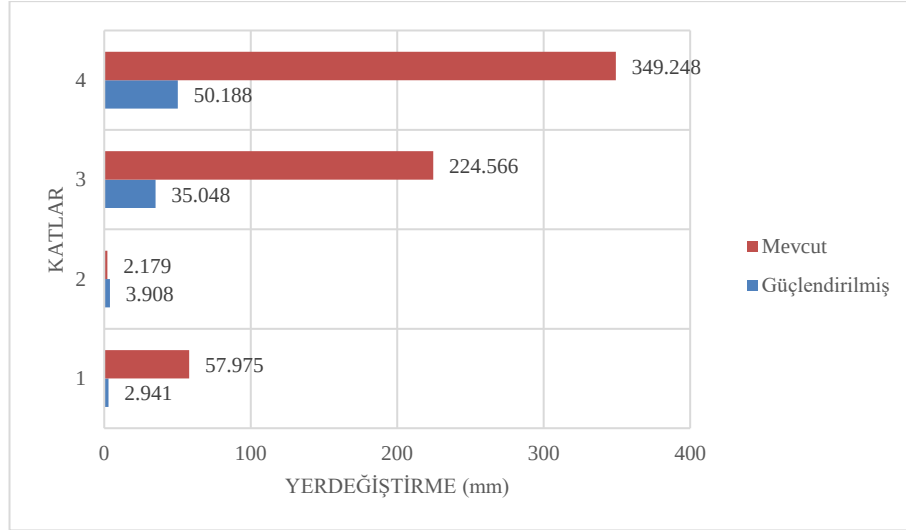


Şekil J.38 : 7-CEYHAN-NLX-NLY depremi kat yerdeğıştirmeleri.

Çizelge J.38 : 7-CEYHAN-NLX-NLY depremi görelî kat ötelemeleri.

Nokta	Mevcut				Güçlendirilmiş			
	d(mm)	Δ	δ	Hasar Bölgesi	d(mm)	Δ	δ	Hasar Bölgesi
185	0.00				0.00			
73	0.41	0.41	0.0001	MHB	1.69	1.69	0.0004	MHB
74	2.48	2.08	0.0005	MHB	3.70	2.01	0.0004	MHB
75	151.90	149.42	0.0332	İHB	29.18	25.48	0.0057	MHB

246-249-247-248 noktaları kat yerdeğıştirmeleri Şekil J.39’da, bu noktalardan elde edilen görelî kat ötelemeleri ve hasar bölgeleri Çizelge J.39’da 7-CEYHAN-NLX-NLY depremi için mevcut ve güçlendirilmiş durumlar için gösterilmiştir.

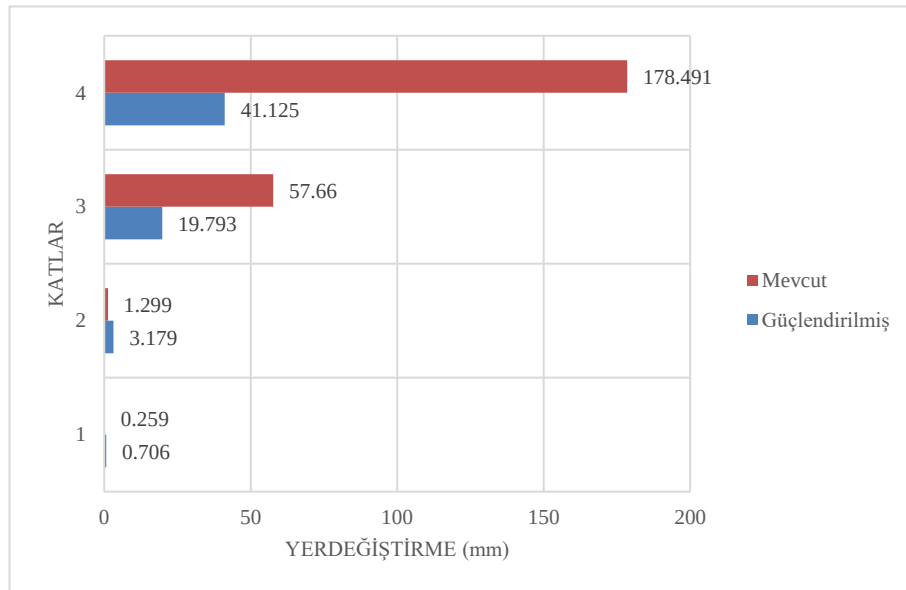


Şekil J.39 : 7-CEYHAN-NLX-NLY depremi kat yerdeğıştirmeleri.

Çizelge J.39 : 7-CEYHAN-NLX-NLY depremi görel kat ötelemeleri.

Nokta	Mevcut				Güçlendirilmiş			
	d(mm)	Δ	δ	Hasar Bölgesi	d(mm)	Δ	δ	Hasar Bölgesi
245	0.00				0.00			
248	57.98	57.98	0.0129	BHB	2.94	2.94	0.0007	MHB
247	2.18	-55.80	-0.0124	BHB	3.91	0.97	0.0002	MHB
249	224.57	222.39	0.0494	GB	35.05	31.14	0.0069	MHB
246	349.25	124.68	0.0277	BHB	50.19	15.14	0.0061	MHB

77-88-83-83 noktaları kat yerdeğıştirmeleri Şekil J.40'ta, bu noktalardan elde edilen görel kat ötelemeleri ve hasar bölgeleri Çizelge J.40'ta 7-CEYHAN-NLY-NLX depremi için mevcut ve güçlendirilmiş durumlar için gösterilmiştir.

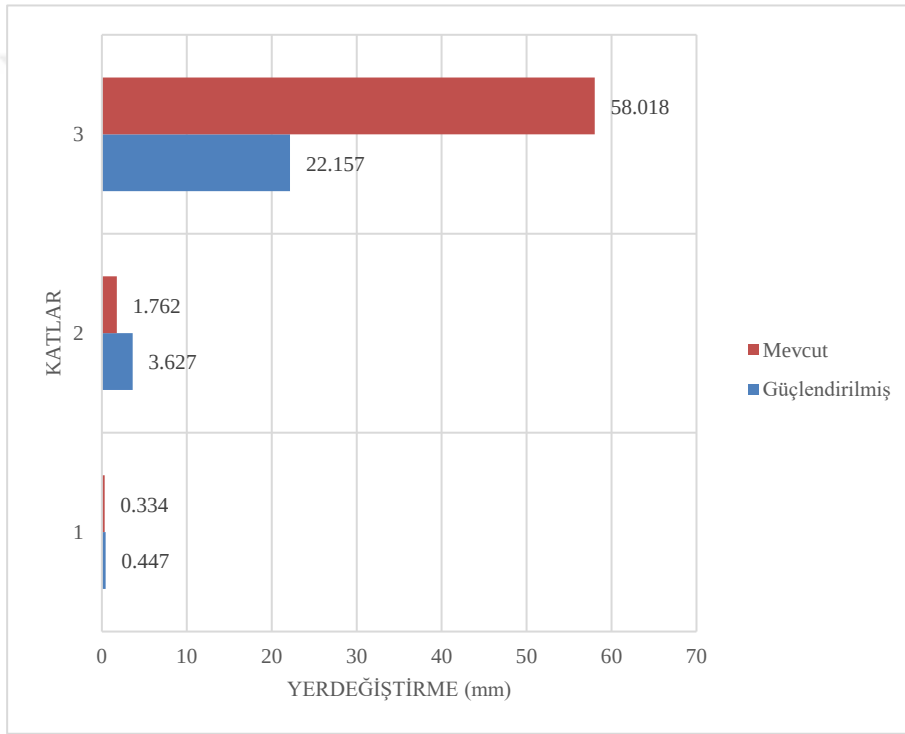


Şekil J.40 : 7-CEYHAN-NLY-NLX depremi kat yerdeğıştirmeleri.

Çizelge J.40 : 7-CEYHAN-NLY-NLX depremi görel kat ötelemeleri.

Nokta	Mevcut				Güçlendirilmiş			
	d(mm)	Δ	δ	Hasar Bölgesi	d(mm)	Δ	δ	Hasar Bölgesi
182	0.00				0.00			
85	0.26	0.26	0.0001	MHB	0.71	0.71	0.0002	MHB
83	1.30	1.04	0.0002	MHB	3.18	2.47	0.0005	MHB
88	57.66	56.36	0.0125	BHB	19.79	16.61	0.0037	MHB
77	178.49	120.83	0.0269	BHB	41.13	21.33	0.0085	MHB

75-74-73 noktaları kat yerdeğıştirmeleri Şekil J.41’de, bu noktalardan elde edilen görel kat ötelemeleri ve hasar bölgeleri Çizelge J.41’de 7-CEYHAN-NLY-NLX depremi için mevcut ve güçlendirilmiş durumlar için gösterilmiştir.

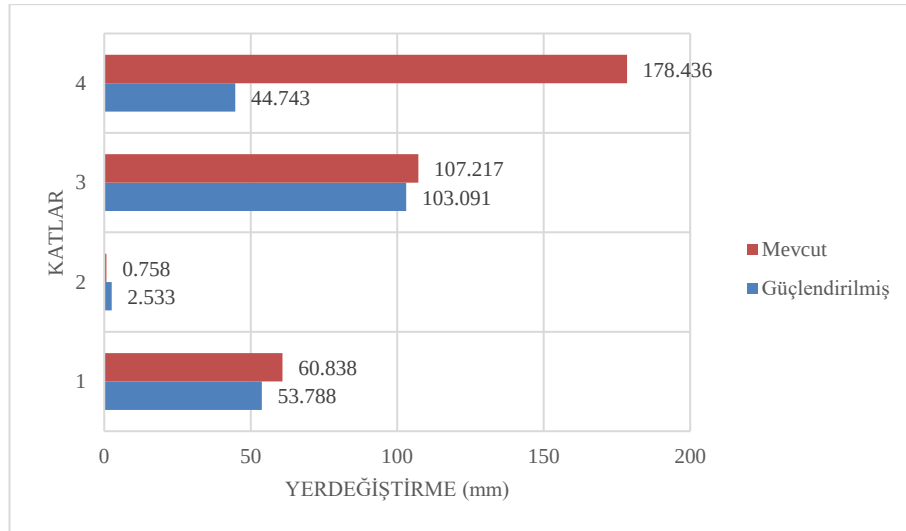


Şekil J.41 : 7-CEYHAN-NLY-NLX depremi kat yerdeğıştirmeleri.

Çizelge J.41 : 7-CEYHAN-NLY-NLX depremi görel kat ötelemeleri.

Nokta	Mevcut				Güçlendirilmiş			
	d(mm)	Δ	δ	Hasar Bölgesi	d(mm)	Δ	δ	Hasar Bölgesi
185	0.00				0.00			
73	0.33	0.33	0.0001	MHB	0.45	0.45	0.0001	MHB
74	1.76	1.43	0.0003	MHB	3.63	3.18	0.0007	MHB
75	58.02	56.26	0.0125	BHB	22.16	18.53	0.0041	MHB

246-249-247-248 noktaları kat yerdeğıştirmeleri Şekil J.42’de, bu noktalardan elde edilen görel kat ötelemeleri ve hasar bölgeleri Çizelge J.42’de 7-CEYHAN-NLY-NLX depremi için mevcut ve güçlendirilmiş durumlar için gösterilmiştir.



Şekil J.42 : 7-CEYHAN-NLY-NLX depremi kat yerdeğıştirmeleri.

Çizelge J.42 : 7-CEYHAN-NLY-NLX depremi görelî kat ötelemeleri.

Nokta	Mevcut				Güçlendirilmiş			
	d(mm)	Δ	δ	Hasar Bölgesi	d(mm)	Δ	δ	Hasar Bölgesi
245	0.00				0.00			
248	60.84	60.84	0.0135	BHB	53.79	53.79	0.0120	BHB
247	0.76	-60.08	-0.0134	BHB	2.53	-51.26	-0.0114	BHB
249	107.22	106.46	0.0237	BHB	103.09	100.56	0.0223	BHB
246	178.44	71.22	0.0158	BHB	44.74	-58.35	-0.0233	BHB

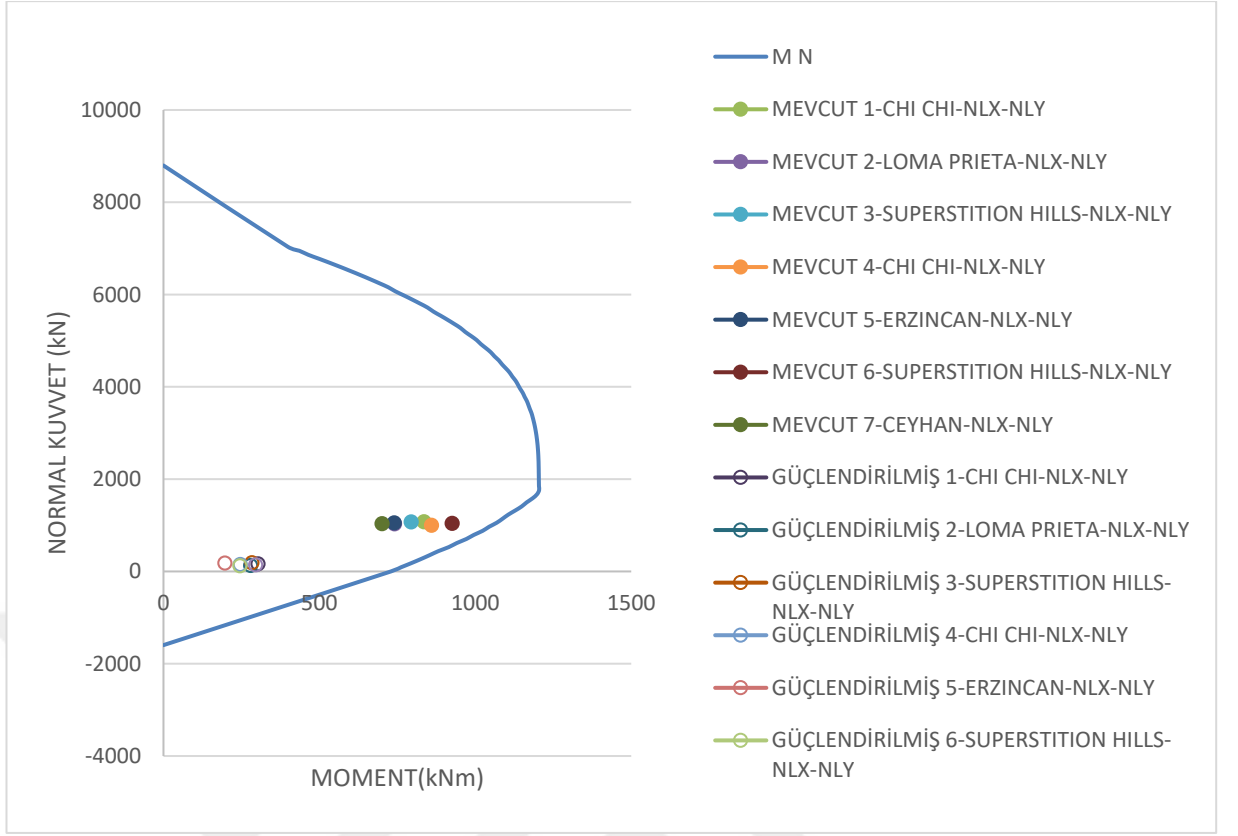
EK K - ELEMAN SONUÇLARININ DETAYLI GÖSTERİMİ

Eleman sonuçlarının gösterimleri kolonların M-N eğrileri ve M-Kapa eğrileri üzerinden yapılmıştır. Değerlendirmeler seçilen kolonlar üzerinden yapılmış ve özellikle üst kolonlarda hasar meydana gelmesi sebebi ile üst kolonlar için bu eğriler çizdirilmiş ve karşılaştırma yapılmıştır.

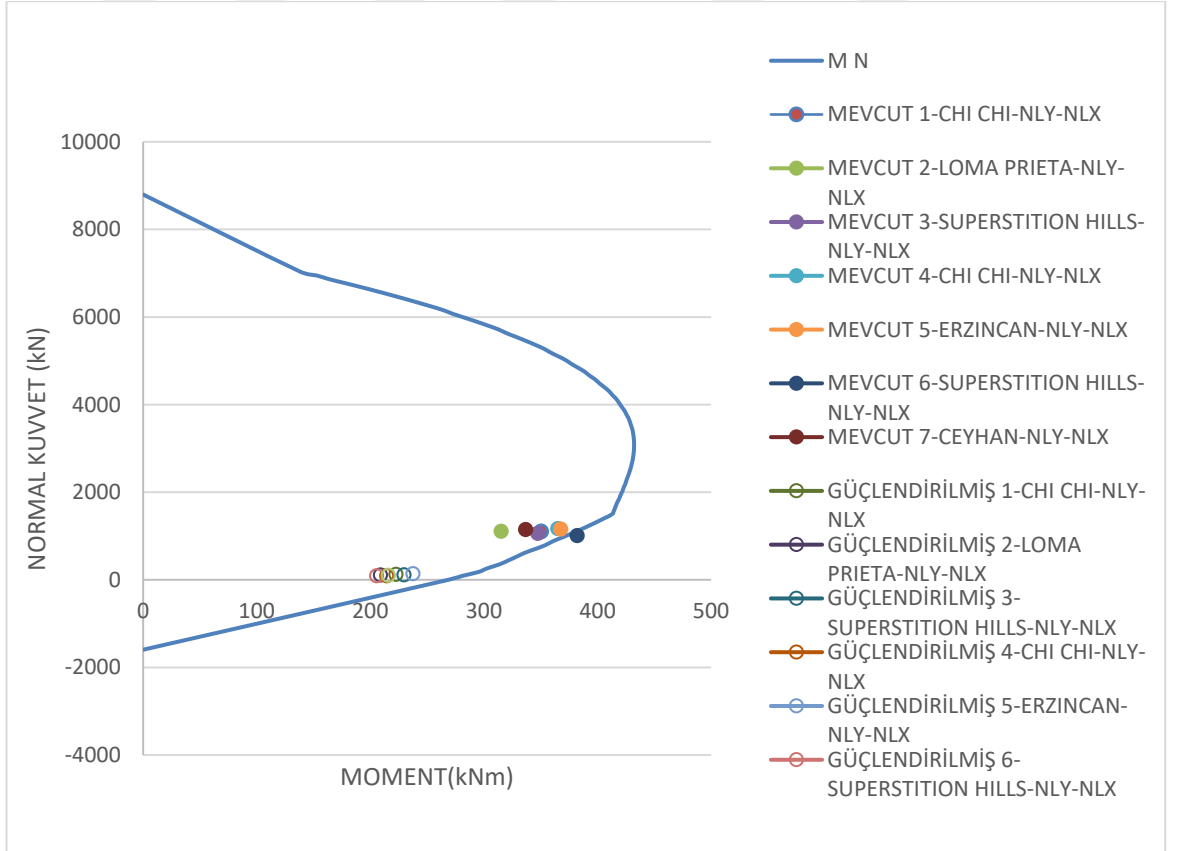
Şekil K.1~K.4'te moment-normal kuvvet ilişkileri seçilen kolonlar için detaylı olarak gösterilmiştir. Bu şekillerde her iki bileşenli ivme kaydı için yapılan analizler sonucu elde edilen değerler mevcut ve güçlendirilmiş model için yer almaktadır. Mevcut durumdaki moment-normal kuvvet değerleri içi dolu olarak, güçlendirilmiş durumdaki moment-normal kuvvet değerleri ise içi boş olarak gösterilmiştir. Kolonların M-N eğrileri zayıf ve güçlü yönleri için ayrı olarak bir programda çizdirilmiş ve grafiklerde M N olarak gösterilmiştir. 7 adet deprem kaydının analizleri sonucunda bulunan değerler de bu eğrilerde mevcut ve güçlendirilmiş durumlar için ayrı ayrı işaretlenmiştir. Bu şekilde mevcut ve güçlendirilmiş durumun karşılaştırılması yapılmıştır.

Şekil K.5~K.12'de moment-eğrilik ilişkileri seçilen kolonlar için detaylı olarak gösterilmiştir. Bu şekillerde her iki bileşenli ivme kaydı için yapılan analizler sonucu elde edilen değerler mevcut ve güçlendirilmiş model için yer almaktadır. Mevcut durumdaki moment-eğrilik değerleri içi dolu olarak, güçlendirilmiş durumdaki moment-eğrilik değerleri ise içi boş olarak gösterilmiştir. Kolonların M-Kapa eğrileri zayıf ve güçlü yönleri için ayrı olarak bir programda çizdirilmiş ve grafiklerde M N olarak gösterilmiştir. 7 adet deprem kaydının analizleri sonucunda bulunan değerler de bu eğrilerde mevcut ve güçlendirilmiş durumlar için ayrı ayrı işaretlenmiştir. Bu şekilde mevcut ve güçlendirilmiş durumun karşılaştırılması yapılmıştır.

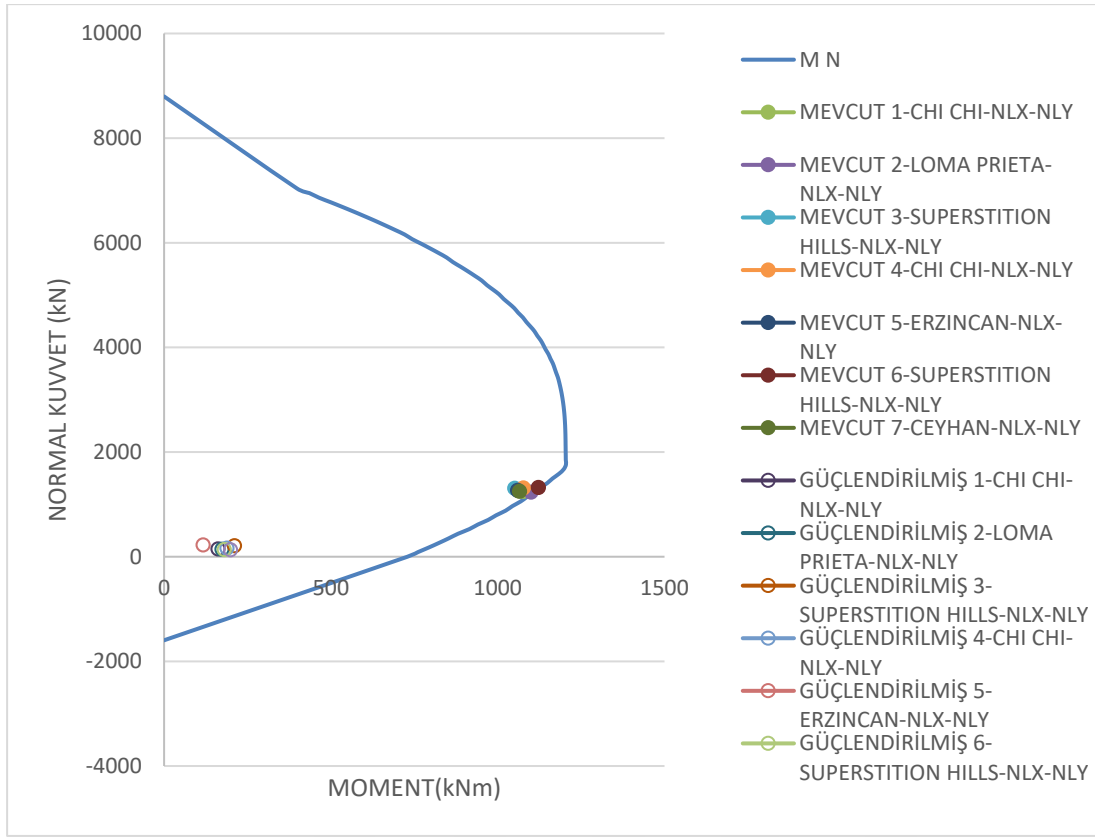
Değerlendirmeler sonucu üst kolonlarda meydana gelen büyük eğrilik değerlerinin güçlendirme sonrasında büyük ölçülerde azaldığı ve güvenli tarafta kaldığı gözlenmiştir. Aynı şekilde M-N eğrilerinde mevcut durumda sınırda kalan değerlerin güçlendirilmiş durumda güvenli bölgelerde olduğu gözlenmiştir.



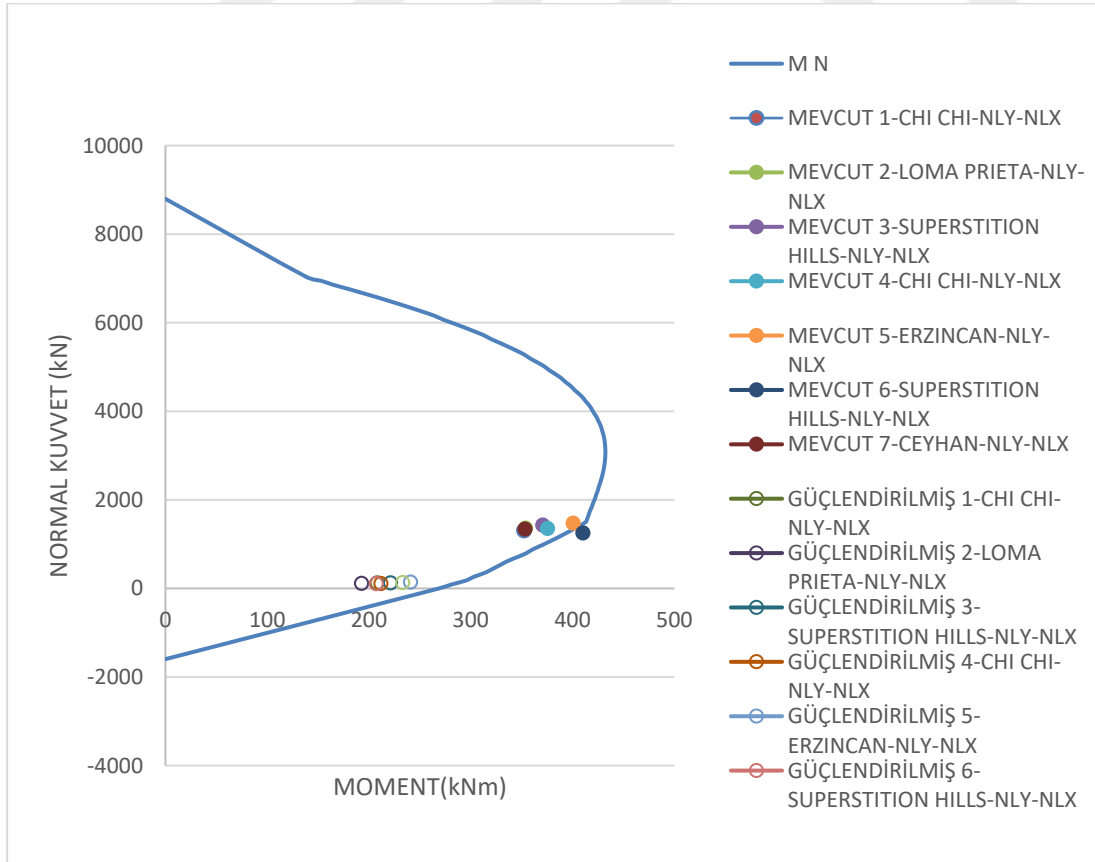
Şekil K.1 : 176 kolonu güçlü yön M-N eğrisi.



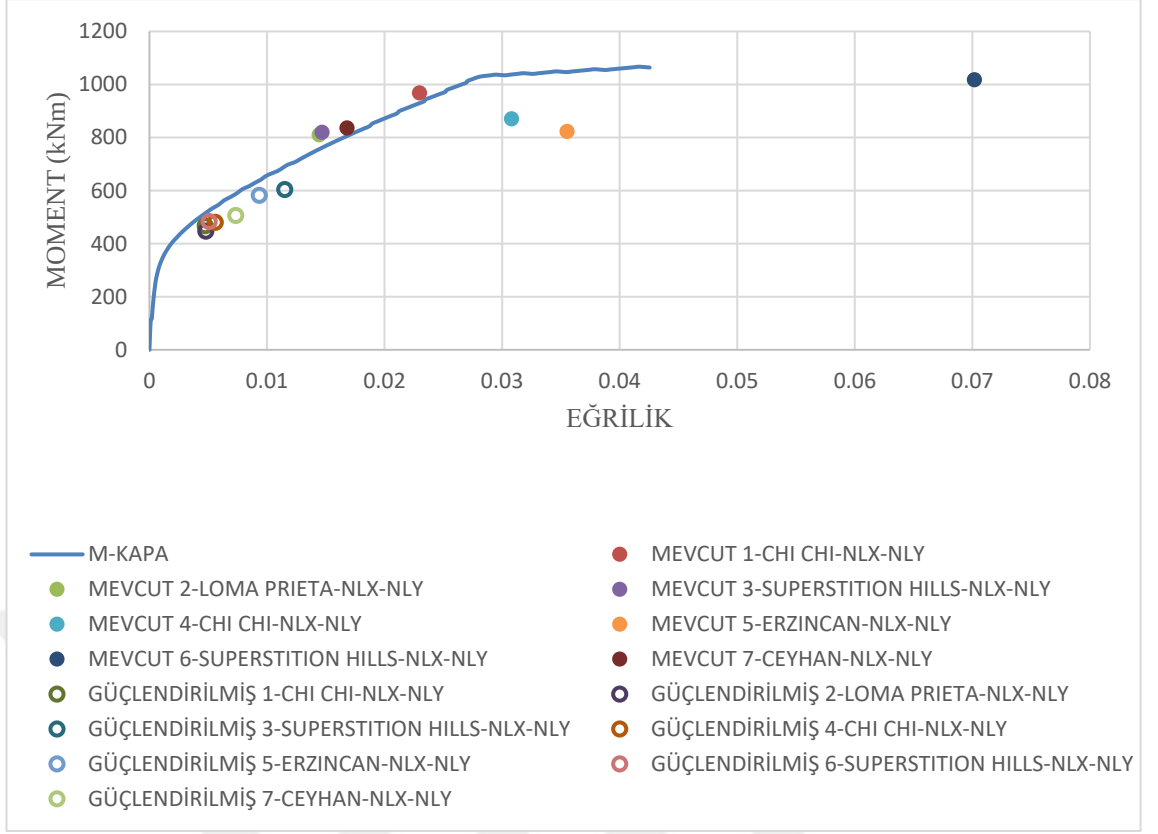
Şekil K.2 : 176 kolonu zayıf yön M-N eğrisi.



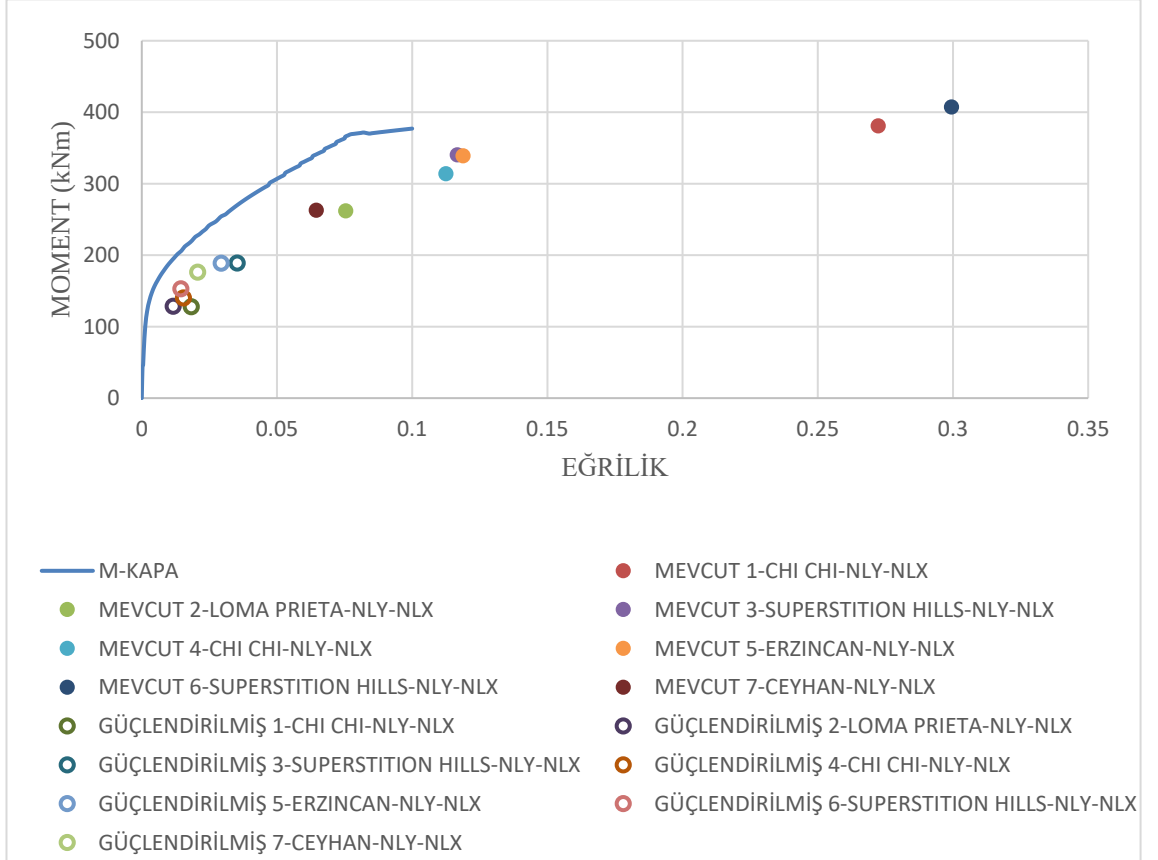
Şekil K.3 : 383 kolonu güçlü yön M-N eğrisi.



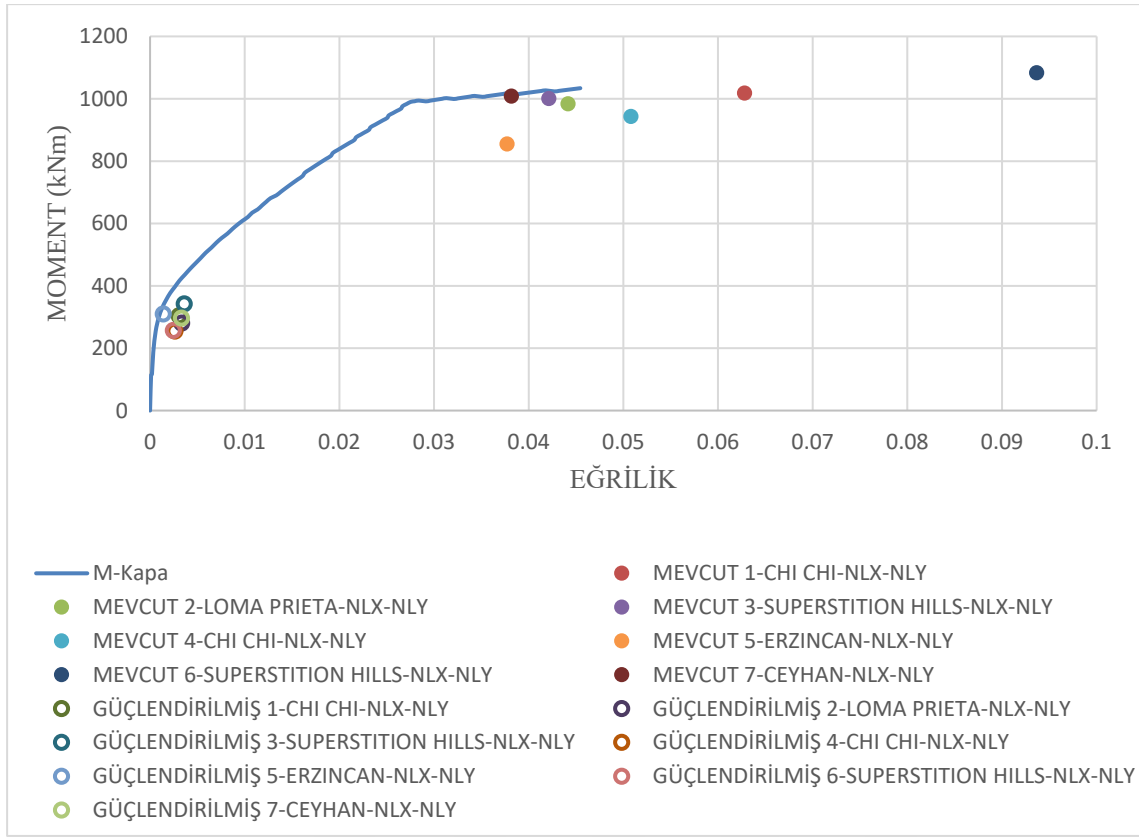
Şekil K.4 : 383 kolonu zayıf yön M-N eğrisi.



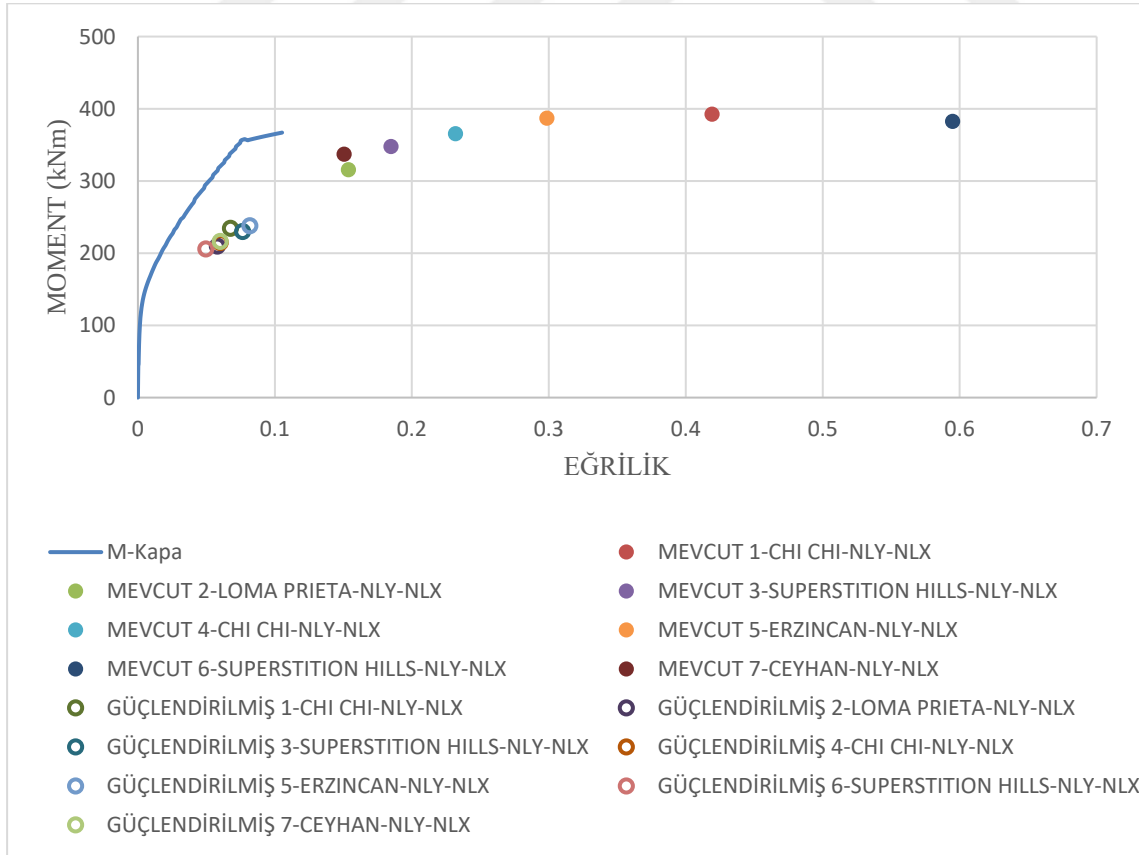
Şekil K.5 : 175 kolonu güçlü yön moment eğrilik grafiği.



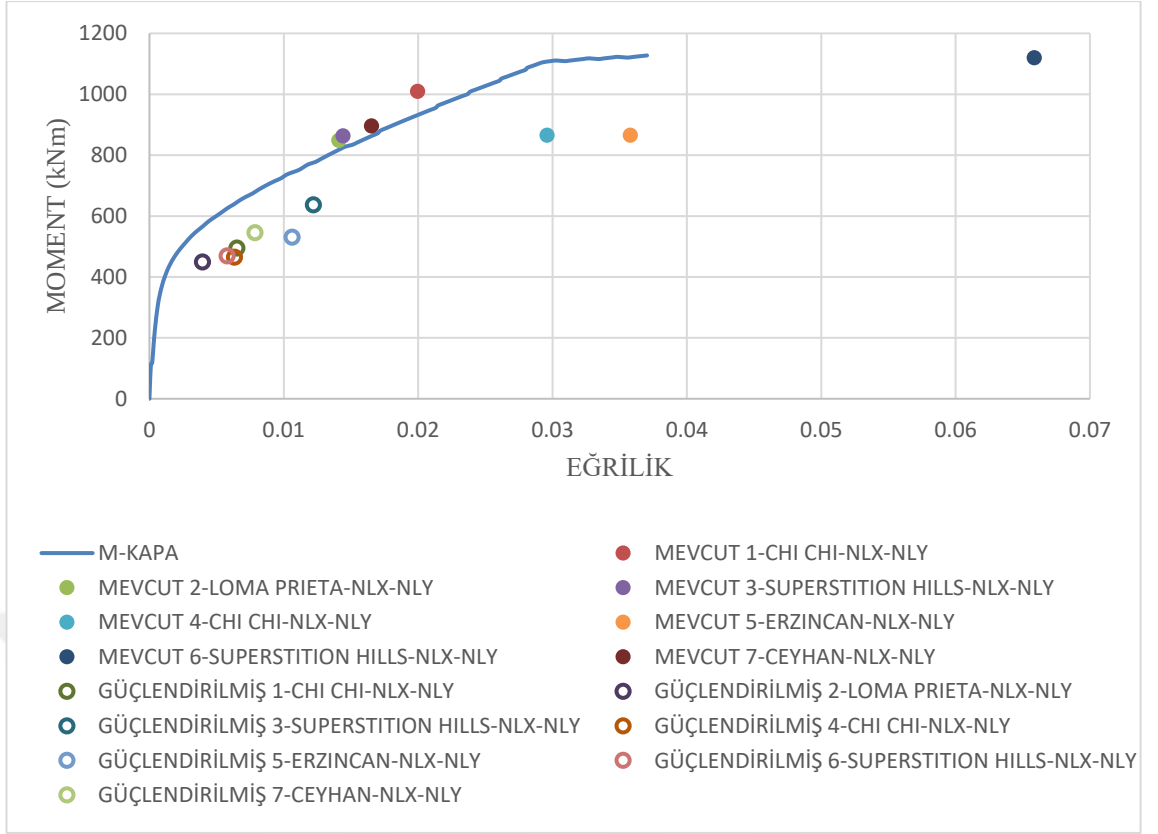
Şekil K.6 : 175 kolonu zayıf yön moment eğrilik grafiği.



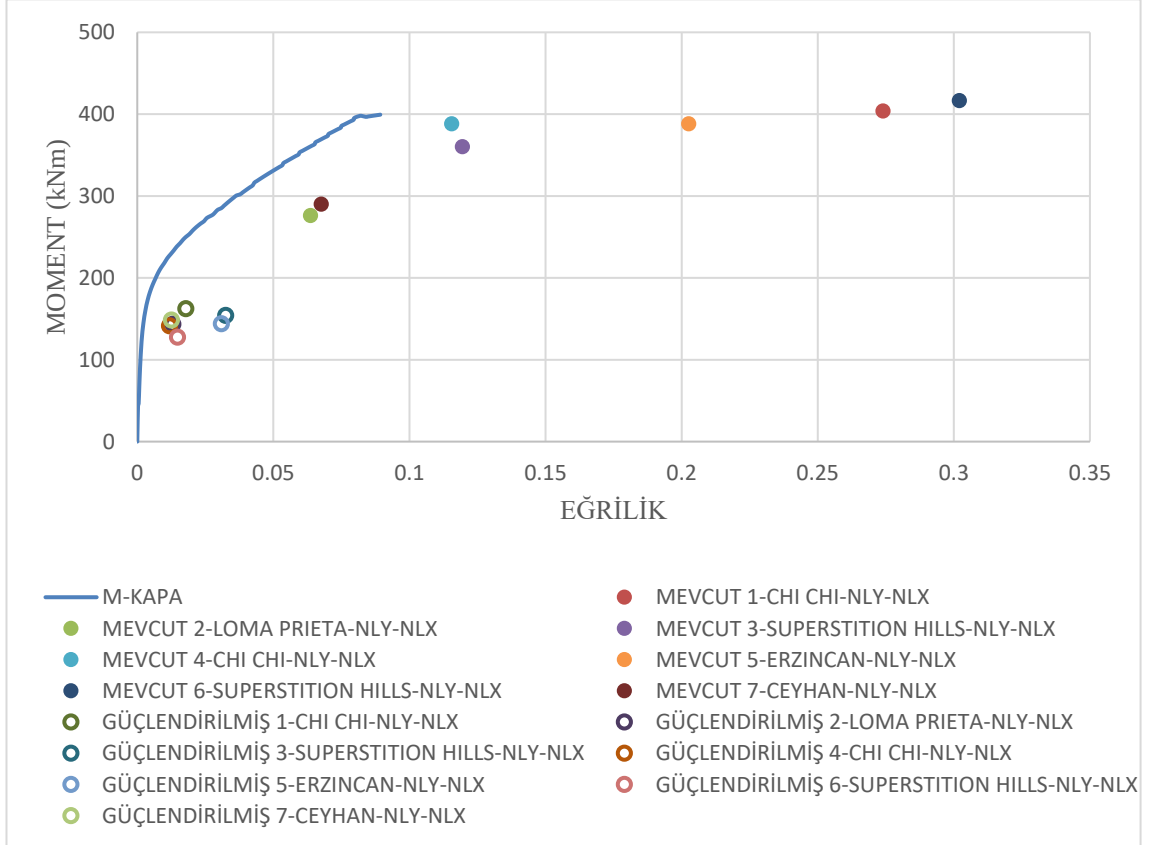
Şekil K.7 : 176 kolonu güçlü yön moment eğrilik grafiği.



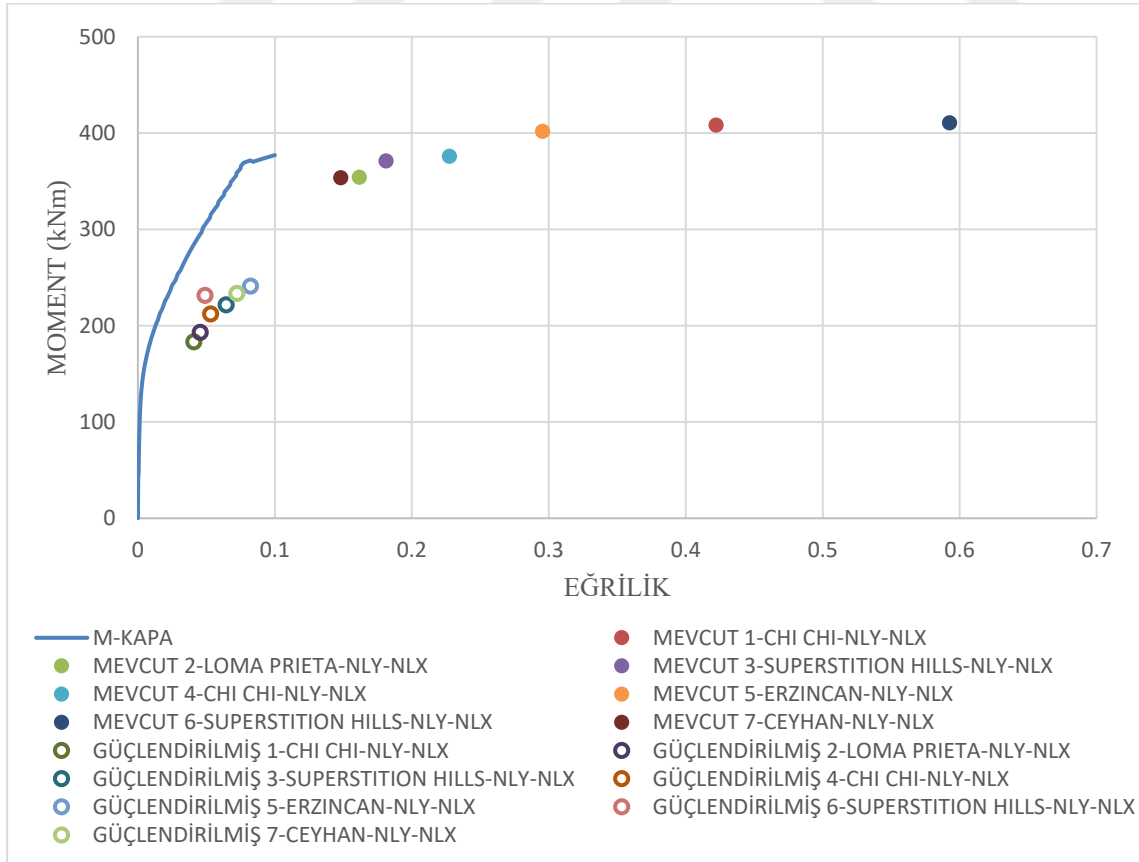
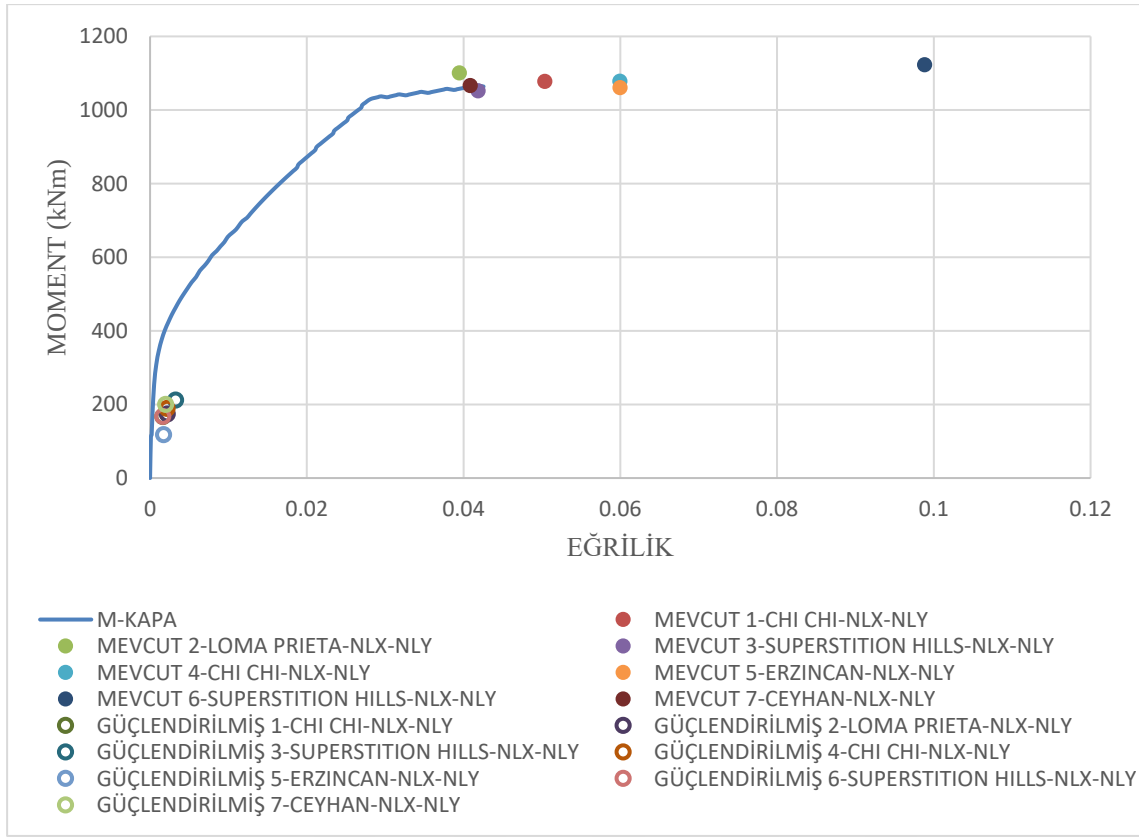
Şekil K.8 : 176 kolonu zayıf yön moment eğrilik grafiği.



Şekil K.9 : 382 kolonu güçlü yön moment eğrilik grafiği.



Şekil K.10 : 382 kolonu zayıf yön moment eğrilik grafiği.



ÖZGEÇMİŞ



Ad-Soyad : Handan Ayyıldız
Doğum Tarihi ve Yeri : Çorlu/Tekirdağ 13.03.1991
E-posta : handantaka@gmail.com

ÖĞRENİM DURUMU:

- **Lisans** : 2014, İstanbul Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi, İnşaat Mühendisliği
- **Yükseklisans** : 2017, İstanbul Teknik Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği, Yapı Mühendisliği

MESLEKİ DENEYİM VE ÖDÜLLER:

- 2014-2017 yılları arasında STAS Mühendislik Mimarlık ve Müşavirlik Ltd. Şti'nde İnşaat Mühendisliği yaptı.