

T.C.
İSTANBUL AYDIN ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ



SÜNEKLİK DÜZEYİ YÜKSEK BETONARME BİNALARIN
FAYA YAKIN PULS-TİPİ VE PULS-TİPİ-OLMAYAN YER
HAREKETLERİ İÇİN PERFORMANS DEĞERLENDİRMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ
Mohammad Qais FAZLI

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı
İnşaat Mühendisliği Programı

Ağustos, 2022

T.C.
İSTANBUL AYDIN ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ



SÜNEKLİK DÜZEYİ YÜKSEK BETONARME BİNALARIN
FAYA YAKIN PULS-TİPİ VE PULS-TİPİ-OLMAYAN YER
HAREKETLERİ İÇİN PERFORMANS DEĞERLENDİRMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ
Mohammad Qais FAZLI
(Y1813.090024)

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı
İnşaat Mühendisliği Programı

Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi. Kaveh DEGHANIAN

Ağustos, 2022

ONAY FORMU

ONUR SÖZÜ

Yüksek lisans tezi olarak sunduğum “Süneklik Düzeyi Yüksek Betorname Binaların Faya Yakın Puls-Tipi ve Puls-Tipi Olmayan Yer Hareketlerin için Performans Değerlendirmesi” adlı çalışmanın, tezin proje safhasından sonuçlanmasına kadarki bütün süreçlerde bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yardıma başvurulmaksızın yazıldığını ve yararlandığım eserlerin kaynakça’da gösterilenlerden oluştuğunu, bunlara atıf yapılarak yararlanılmış olduğunu belirtir ve onurumla beyan ederim. (09/08/2022)

Mohammad Qais FAZLI

ÖNSÖZ

Bu çalışmanın hazırlanmasında bana yol gösteren ve verdiği bilgiler doğrultusunda yoluma ışık tutan bilgi ve tecrübelerinden yararlandığım denetimleri için değerli danışmanlarım Dr. Öğr. Üyesi. Kaveh DEGHANIAN ve Dr. Öğr. Üyesi Saed MOGHIMI en büyük ve en içten teşekkürlerimi sunuyorum.

Ayrıca bu çalışma sırasında gösterdikleri yardım, sabır ve ilgi için anneme, babama ve aileme özel teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca bu süre boyunca beni her zaman destekleyen arkadaşlarıma da teşekkür ederim.

Ağustos, 2022

Mohammad Qais FAZLI

SÜNEKLİK DÜZEYİ YÜKSEK BETONARME BİNALARIN FAYA YAKIN PULS-TİPİ VE PULS-TİPİ-OLMAYAN YER HAREKETLERİ İÇİN PERFORMANS DEĞERLENDİRMESİ

ÖZET

Yapının Performans değerlendirme sürecinde deprem yer hareketi özellikleri önem taşımaktadır. Depremden kaynaklanan yer titreşimleri, dalgalarının yayılmasıyla oluşur. Deprem yer hareketinin özellikleri, fay mekanizması, deprem büyüklüğü, faydan uzaklık ve yerel zemin koşulları gibi çeşitli parametrelere bağlıdır. Bazı yer hareketlerinde puls sinyalleri gözlenmektedir. Direktivite etkisi olarak bilinen bu sinyaller genelde faya yakın yer hareketlerinde gözlenmektedir. Direktivite etkisi, özellikle yumuşak zeminlerde, fay kırılma yönü dalga yayılma yönü ile aynı olduğunda ve fay kırılma hızı yer hareketinin kayma dalgası hızına yakın olduğunda gözlenir. Bu tür yer hareketi bir darbe etkisi içerdiğinden, spektral periyodu puls periyoduna yakın yelpazede daha büyük spektral ivmeler yaratırlar. Bu yüksek spektral ivme değerleri, binaya yüksek talep uygulandığı anlamına gelir. Bu bakımdan faya yakın yer hareketlerinin etkisi özellikle doğal titreşim periyotlarının yüksek olduğu binalarda önemlidir. Diğer yandan deprem yer hareketinin farklı doğrultularda oluşturduğu farklı spektral ivmeler ise yönelim etkisi olarak bilinmektedir. Puls tipi yer hareketlerinin maksimum doğrultusunun (puls etkisini içerdiği için) binada daha yüksek taleplerin (istemlerin) oluşturacağı düşünülmektedir. Türkiye'nin deprem bölgesi olması ve yerleşimlerin çoğunun faylara yakın bir bölgede yer alması nedeniyle yakın-fay depremler bu gölgede önem kazanmaktadır. Bu nedenle gelecekte birçok şehir bu tür depremlere maruz kalabilir ve yapıların bu tür depremlere karşı davranışlarını incelemek önemlidir. Bu çalışmada yakın-fay depremlerin yöneliminin bina performansı üzerindeki etkisi değerlendiriliyor. Bu doğrultuda 21 set puls-tipi ve puls-tipi olmayan yakın fay yer hareketleri seçilerek maksimum doğrultularına göre döndürülmüştür. Bu çalışmanın amacının Türkiye Bina Deprem Yönetmeliğine (TBDY-2018) göre tasarlanan 18 katlı süneklik düzeyi yüksek binanın performans değerlendirilmesi gerçekleştirilmiştir. Performans değerlendirmede binanın kat ötelemesi değerlendirilme parametresi olarak baz alınmıştır. Sonuçlar kat öteleme

değerlerin ortalamasının binanın her iki doğrultuda da şartnamenin sınır değerlerinin altında kaldığını göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Kat Öteleme, Performans Değerlendirme, Puls-Tipi Yer Hareketi, Yönelim Etkisi.

PERFORMANCE EVALUATION OF SPECIAL MOMENT FRAME CONCRET STRUCTURES FOR PULSE-TYPE AND NON-PULSE-TYPE NEAR-FAULT GROUND MOTIONS

ABSTRACT

Earthquake ground motion characteristics are important in the performance evaluation process of the buildings. Ground shaking caused by an earthquake is due to the propagation of its waves. The characteristics of earthquake ground motion depend on several parameters such as fault mechanism, earthquake magnitude, fault distance and local ground conditions. In some of these ground motions pulse signals are observed. These signals, known as the directivity effect, are generally observed in ground motions close to the fault. The directivity effect is observed especially in soft soils when the fault rupture direction is the same as the wave propagation direction and the fault rupture velocity is close to the shear wave velocity of the ground motion. Because this type of ground motion involves a pulse effect, they create larger spectral accelerations in the spectral period range close to the pulse period. These high spectral acceleration values apply higher demands on the building. In this respect, the effect of near fault ground motions is especially important in buildings with high natural vibration periods. On the other hand, different spectral accelerations created by earthquake ground motion in different directions are known as directionality effect. It is thought that the maximum direction of pulse type ground motions will create higher demands on the building. Since Turkey is known as an earthquake zone and most of the settlements are located in a region close to faults, near-fault earthquakes gain more importance. Therefore, many cities may be exposed to such earthquakes in the future and it is important to examine the behavior of structures against such earthquakes. In this study, the effect of the directionality of near-fault earthquakes on building performance is evaluated. In this direction, 21 sets of pulse-type and no pulse-type near-fault ground motions were selected and rotated according to their maximum directions. The aim of this study was to evaluate the performance of an 18-story building with a high ductility level, designed according to the Turkish Building Earthquake Code (TBDY-2018). In the performance

evaluation, the floor drift of the building is taken as the evaluation parameter. The results show that the average of the story drift values of the building is below the limit values of the specification in both directions.

Keywords: Story Drift, Performance Evaluation, Pulse-Type, Ground Motion, Directionality Effect.

İÇİNDEKİLER

ONUR SÖZÜ	iii
ÖNSÖZ.....	iv
ÖZET.....	v
ABSTRACT	vii
İÇİNDEKİLER	ix
KISALTMALAR LİSTESİ.....	xi
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	xii
ÇİZELGELER LİSTESİ.....	xv
I. GİRİŞ.....	1
II. LİTERAÜR TARAMASI.....	3
A. Yakın Fay Yer Hareketlerinde Yönelim Etkisi	3
B. Yapıların Performansa Dayalı Deprem Mühendisliği Yöntemi ile Değerlendirilmesi	4
III. TBDY-2018'E GÖRE YAPININ MODELLEMESİ.....	6
A. Etabs Programında Yapının Modellemesi	6
1. Binanın yapısal özellikleri ve malzeme bilgileri.....	7
2. Deprem yükü hesaplamaları.....	7
3. Binanın ölü ve hareketli yüklemeler	8
4. Modal özelliklerin kontrolü	8
a. Modal hesap yöntemleri.....	8
b. Periyot kontrolü	9
c. Etkin görelî kat ötelemelerinin hesaplanması ve sınırlandırılması kontrolü	10
d. Deplasman kontrolü.....	17
e. İkinci mertebeye etkisi kontrolü	18
f. Azaltılmış iç kuvvetlerin ve yer değiştirmelerin eşdeğer taban kesme kuvvetine göre büyütülmesi.....	20
5. Yük kombinasyonları (deprem etkilerinin birleştirilmesi).....	23
B. Etabs Programında Yapının Betonarme Hesabı (Tasarım).....	26
1. Kolon betonarme hesabı.....	26

2. Eksenel basınç ve eğilme	26
3. Kolonlarda boyuna donatının düzenlenmesi	28
4. Kolonlarda enine donatı koşulları	29
5. Kolonların kirişlerden daha güçlü olması koşulu.....	31
6. Kiriş betonarme hesabı.....	32
7. Boyuna donatının düzenlenmesi	33
8. Kirişlerin kesme güvenliği	35
C. Seismostruct Programında Yapının Modellemesi	39
1. Kütle ve yük tanımlaması.....	48
2. Çatlak kesitlerin tanımlaması.....	50
3. Sönüm modellemesi	51
D. Kayıt Seçimi ve Kayıt Ölçeklendirme	53
E. Doğrusal Olmayan Analiz.....	67
IV . DOĞRUSAL OLMAYAN ANALİZİN SONUÇLARI	71
V . SONUÇ.....	77
VI . KAYNAKÇA.....	78
ÖZGEÇMİŞ.....	81

KISALTMALAR LİSTESİ

BKS	: Bina Kullanım Sınıfı
BYS	: Bina Yükseklik Sınıfı
DD-1	: 50 yılda aşılma olasılığı %2 (tekrarlanma periyodu 2475 yıl) olan
DD-2	: 50 yılda aşılma olasılığı %2 (tekrarlanma periyodu 2475 yıl) olan
DD-3	: 50 yılda aşılma olasılığı %50 (tekrarlanma periyodu 475 yıl) olan
DD-4	: 50 yılda aşılma olasılığı %68 (tekrarlanma periyodu 43 yıl) olan
DTS	: Deprem Tasarım Sınıfı
PGA	: En Büyük Yer İvme
PGV	: En Büyük Yer Hızı
S1	: 1.0 Saniye Periyot İçin Harita Spektral İvme Katsayısı
Sae (T)	: Yatay Elastik ivmesi [$g = 9.81 \text{ m/s}^2$]
Sae.R	: Azaltılmış Tasarım Spekturum
SDS	: Kısa Periyot Tasarım Spektral İvme Katsayısı
Ss	: Kısa Periyot Spektral İvme Katsayısı
TAD	: Yatay elastik tasarım ivme spektral köşe periyodu
TDY	: Türkiye Bina Deprem Yöneliği
TPA	: Ampirik Doğal Titreşim Periyodu

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1	Yapının Fiktif Konumu	6
Şekil 2	Modal Katılım Kitle Oranları	9
Şekil 3	Modal Katılım Kitle Oranları	9
Şekil 4	Binanın Doğal Titreşim Periyodu.....	10
Şekil 5	X Yönündeki Kat Öteleme Değerleri	12
Şekil 6	X Yönündeki Kat Öteleme Değerleri	12
Şekil 7	X Yönündeki Kat Öteleme Değerleri	13
Şekil 8	Y Yönündeki Kat Öteleme Değerleri	13
Şekil 9	Yönündeki Kat Öteleme Değerleri	14
Şekil 10	Y Yönündeki Kat Öteleme Değerleri	14
Şekil 11	X Yönündeki Binanın Deplasmanı.....	17
Şekil 12	Y Yönündeki Binanın Deplasmanı.....	18
Şekil 13	Z Yönündeki Binanın Deplasmanı	18
Şekil 14	Azaltılmış İç Kuvvetler Kontrolü	21
Şekil 15	Azaltılmış İç Kuvvetler Kontrolü	22
Şekil 16	Azaltılmış İç Kuvvetler Kontrolü	23
Şekil 17	Azaltılmış İç Kuvvetler Kontrolü	23
Şekil 18	Eşdeğer Yük Kombinasyon Örneği.....	24
Şekil 19	Modal Yük Kombinasyon Örneği	25
Şekil 20	1. Kattan - 18. Kata Kadar Kolonlar Tipleri.....	29
Şekil 21	Kolonların Kirişlerden Daha Güçlü Olması Koşulu.....	31
Şekil 22	Kolonların Kirişlerden Daha Güçlü Olması Koşulu.....	32
Şekil 23	Seçilen Donatı Alanı (mm ²).....	34
Şekil 24	Binanın 1. Kat Etabs Programında Modellenmesi	38
Şekil 25	Etabs Programında Binanın Genel Bakışı	39
Şekil 26	Chong-Mander (con-ma) Beton Malzemesi	40
Şekil 27	Chong-Mander (con-ma) Çelik Malzemesini.....	40
Şekil 28	Kolonun ve Kesitlerin Oluşturmak.....	41
Şekil 29	Kirişin Donatılarını.....	41

Şekil 30	Oluşturmuş Kirişlerin ve Kolonların Kesitleri	42
Şekil 31	Kolonlarda Integrasyon Kesiti ve Kesit Fiberi	42
Şekil 32	Kirişlerde Integrasyon Kesiti ve Kesit Fiberi	42
Şekil 33	Eleman Sınıfının Tanımlanması	43
Şekil 34	X, Y ve Z Yönlerindeki Düğümlerin Tanımı	43
Şekil 35	X, Y ve Z Yönündeki Tüm Düğümler.....	44
Şekil 36	Elemanların Bağlantısı (Kirişler).....	44
Şekil 37	Elemanların Bağlantısı (Kirişler)	45
Şekil 38	Elemanların Bağlantısı (Kolonlar)	45
Şekil 39	Rijit Diyaframların Oluşturulması.....	46
Şekil 40	Rijit Diyaframların Oluşturulması.....	46
Şekil 41	Kısıtlamalar Oluşturulması.....	47
Şekil 42	Binanın Kısıtlamaları.....	48
Şekil 43	Sismostruct Programında Kütle ve Yük Tanımlama Seçenekleri	49
Şekil 44	Doğrusal Analizde Kolonların ve Kirişlerin Çatlak Yüzdesi	50
Şekil 45	Doğrusal Olmayan Analizde Kolonların ve Kirişlerin Çatlak Yüzdesi	50
Şekil 46	Doğrusal Olmayan Analiz için Rayleigh Sönümlemesi	52
Şekil 47	Yapı'nın Sismostruct Programında Hazırlanan Analitik Modeli	53
Şekil 48	Ortalama Ölçekli Spektrumun 1,3 *Hedef Spektruma oranı -475 Yıl	56
Şekil 49	475 Yıl- Ortalama ve 1.3*Hedef Spektrum.....	56
Şekil 50	475 Yıl – Ortalama, Hedef ve Yer Hareketleri Spektrumu	57
Şekil 51	Ölçek Faktörlü RSN-159 (Orijinal Kayıt).....	57
Şekil 52	Ölçek Faktörlü RSN-161 (Orijinal Kayıt).....	58
Şekil 53	Ölçek Faktörlü RSN-170 (Orijinal Kayıt).....	58
Şekil 54	Ölçek Faktörlü RSN-173 (Orijinal Kayıt).....	59
Şekil 55	Ölçek Faktörlü RSN-182 (Orijinal Kayıt).....	59
Şekil 56	Ölçek Faktörlü RSN-722 (Orijinal Kayıt).....	60
Şekil 57	Ölçek Faktörlü RSN-723 (Orijinal Kayıt).....	60
Şekil 58	Ölçek Faktörlü RSN-764 (Orijinal Kayıt).....	61
Şekil 59	Ölçek Faktörlü RSN-766 (Orijinal Kayıt).....	61
Şekil 60	Ölçek Faktörlü RSN-767 (Orijinal Kayıt).....	62
Şekil 61	Ölçek Faktörlü RSN-1044 (Orijinal Kayıt).....	62
Şekil 62	Ölçek Faktörlü RSN-1045 (Orijinal Kayıt).....	63
Şekil 63	Ölçek Faktörlü RSN-1084 (Orijinal Kayıt).....	63

Şekil 64	Ölçek Faktörlü RSN-1106 (Orijinal Kayıt).....	64
Şekil 65	Ölçek Faktörlü RSN-1114 (Orijinal Kayıt).....	64
Şekil 66	Ölçek Faktörlü RSN-1119(Orijinal Kayıt).....	65
Şekil 67	Ölçek Faktörlü RSN-1120 (Orijinal Kayıt).....	65
Şekil 68	Ölçek Faktörlü RSN-4098 (Orijinal Kayıt).....	66
Şekil 69	Ölçek Faktörlü RSN-4102 (Orijinal Kayıt).....	66
Şekil 70	Ölçek Faktörlü RSN-4126 (Orijinal Kayıt).....	67
Şekil 71	Ölçek Faktörlü RSN-8119 (Orijinal Kayıt).....	67
Şekil 72	Puls Tipi Olmayan Analiz için Maksimum Döndürülmüş Orijinalleri Y Yönünde Uygulama.....	68
Şekil 73	Puls Tipi Olmayan Analiz için Minimum Döndürülmüş Orijinalleri X Yönünde Uygulama.....	69
Şekil 74	Puls Tipi Analiz için Maksimum Döndürülmüş Orijinalleri Y Yönünde Uygulama	69
Şekil 75	Puls Tipi Olmayan Analiz için Minimum Döndürülmüş Orijinalleri X Yönünde Uygulama.....	70
Şekil 76	X-Yönü Etkin Göreli Kat Öteleme (Puls Tıpi Olmayan)	71
Şekil 77	Y-Yönü Etkin Göreli Kat Öteleme (Puls Tıpi Olmayan)	72
Şekil 78	X-Yönü Etkin Göreli Kat Öteleme (Puls Tıpi).....	72
Şekil 79	Y-Yönü Etkin Göreli Kat Öteleme (Puls Tıpi).....	72
Şekil 80	Medyan Drift (Y -Yönü).....	75
Şekil 81	Medyan Drift Puls / Medyan Drift Puls Tıpi Olmayan Oranı (Y - Yön) ..	75
Şekil 82	Medyan Drift (X -Yönü).....	75
Şekil 83	Medyan Drift Puls / Medyan Drift Puls Tıpi Olmayan Oranı (X - Yön) ..	76

ÇİZELGELER LİSTESİ

Çizelge 1	Binanın Malzeme Bilgileri.....	7
Çizelge 2	Bina Kullanım Sınıfları, Bina Önem Katsayıları, Deprem Spektral Katsayıları ve Deprem Tasarım Periyotları.....	7
Çizelge 3	Düşey Yüklemeler.....	8
Çizelge 4	DD-2 ve DD-3 Yatay Elastik Tasarım Spektral İvmesi [g]	11
Çizelge 5	X Yönündeki Görelî Kat Öteleme Değerleri.....	15
Çizelge 6	Y Yönündeki Görelî Kat Öteleme Değerleri.....	16
Çizelge 7	X Yönündeki İkinci Mertebe Etkisi Hesabı	19
Çizelge 8	Y Yönündeki İkinci Mertebe İtkisi Hesabı	20
Çizelge 9	Eşdeğer Yük Kombinasyonları	25
Çizelge 10	Modal Yük Kombinasyonları.....	26
Çizelge 11	Kolonlarda Eksenel Basınç Kuvvetleri Kontrolü.....	27
Çizelge 12	Kolonlarda Eksenel Basınç Kuvvetleri Kontrolü.....	27
Çizelge 13	Kolonlarda Eksenel Basınç Kuvvetleri Kontrolü.....	27
Çizelge 14	Kolonlarda Eksenel Basınç Kuvvetleri Kontrolü.....	28
Çizelge 15	Süneklik Düzeyi Yüksek Kolonlar (Boyuna Donatı Koşullar).....	28
Çizelge 16	(C80X80)'de Enine Donatı Koşulları	30
Çizelge 17	(C70X70)'de Enine Donatı Koşulları	30
Çizelge 18	(C70X60)'de Enine Donatı Koşulları	30
Çizelge 19	(C60X50)'de Enine Donatı Koşulları	31
Çizelge 20	Kirişlerin Gerekli Donatılarının Alanı ve Seçilen Donatı.....	34
Çizelge 21	(B60cmX70cm)'da Mesnet ve Açıklıkta Kesme Güvenliğı Kontrolü....	36
Çizelge 22	(B50cmX60cm)'da Mesnet ve Açıklıkta Kesme Güvenliğı Kontrolü....	36
Çizelge 23	(B40cmX60cm)'da Mesnet ve Açıklıkta Kesme Güvenliğı Kontrolü....	37
Çizelge 24	(B40cmX50cm)'da Mesnet ve Açıklıkta Kesme Güvenliğı Kontrolü....	37
Çizelge 25	Dört Tıp Kirişlerin Dayanım Fazlalığı Dikkate Alınarak Mesnet ve Açıklık Kesme Güvenliğı Kontrolü	38
Çizelge 26	Beton ve Çelik Özellikleri.....	39
Çizelge 27	Yapı Üzerindeki Yüklerin Tanımı.....	49

Çizelge 28 Seçilen 21 Set Puls- Tipi Kayıtlar	54
Çizelge 29 Puls Tipi ve Puls Tipi Olmayan Analizler için Medyan Drifts Kontrolü (Y -Yönü)	73
Çizelge 30 Puls Tipi ve Puls Tipi Olmayan Analizler için Medyan Drifts Kontrolü (X -Yönü)	74

I. GİRİŞ

Performansa dayalı sismik tasarım son yıllarda daha güvenli bir yapı tasarımı yaklaşımı olarak gittikçe daha çok önem kazanmıştır. Bu doğrultuda yeni nesil deprem şartnamelerinin tasarım yaklaşımı son 20 yılda doğrusal analizden performansa dayalı doğrusal olmayan analizlere doğru yönelmiştir (TBDY-2018, FEMA-P58, ATC40). Performansa dayalı tasarım sürecinde yapının doğrusal olmayan modelini oluşturmak ve yapı üzerinde oluşacak istem (talep) tahmini doğru sonuçları elde etmek için iki kritik parametrelerdir. İstem tahmini için ise doğru hedef spektrumun belirlenmesi ve kayıt seçme ve ölçeklendirme aşamaları en önemli aşamalardır. Son yıllarda hedef spektrumunun seçilmesi ile birlikte kayıt seçimi ve özellikleri üzerinde birçok çalışma gerçekleştirilmiştir. Baker (2013) hedef spektrumu için deprem yönetmeliklerin kullandığı düzgün (üniform) tasarım spektrumunun konservatif (aşırı güvenli) olduğunu iddia ediyor. Bu çalışmada bütün spektral periyotların tek bir deprem senaryosunda aynı tehlike seviyesine hesaplanmış spektral ivmelerinin gerçekleşmesinin çok düşük olasılığa sahip olduğu gösterilmektedir. Bu sorunu çözmek için ise Baker (2011) koşullu spektrum kavramını öneriyor. Öte yandan, özellikle yakın fay yer hareketleri için kayıt seçimi ve ölçekleme ile ilgili hala birçok tartışmalı konu bulunmaktadır. Performans değerlendirme konusunda 3 boyutlu analizlerde yer hareketlerin hangi bileşeninin baz alınması tartışmaya açık bu önemli konulardan birisidir. Beyar ve Bommer (2006) çalışmalarında yönelim (directionality) olarak bilinen yer hareketlerinin farklı yönlerdeki yatay bileşenlerinin arasındaki ilişkileri göstermişlerdir. Boore (2010) çalışmasında yönelimden bağımsız geometrik olmayan ortalama (RotD50) ve maksimum (RotD100) parametrelerini önermiştir.

Yakın fay yer hareketlerinde yönelim etkisi daha çok önem kazanmaktadır. Bu tip yer hareketlerinde puls etkisi olarak bilinen sinyallerden dolayı maksimum doğrultuya çevrilmiş bileşenlerin bina üzerinde büyük bir talep oluşturması beklenmektedir. Baker (2007) çalışmasında Puls Göstergesi olarak tanımladığı parametreyi kullanarak yer hareketlerini puls-tipi ve puls-tipi olmayan 2 gruba ayırmıştır. Bu tezde öncelikle (1.4) periyodu olan 18 katlı bir bina seçilmiştir. Bina,

(TBDY-2018)'göre Etbas ve Seismostruct2000 programları ile modellenecek ve tasarım yapılacaktır. Ve yapının farklı koşullar altındaki davranışı incelenecektir. Ondan sonra Shai ve Baker (2014) tarafından hazırlanmış olan MATLAB yazılımı kullanılarak puls-tipi ve puls-tipi olmayan yer hareketleri maksimum doğrultuya çevrilmiş, puls-tipi ve puls-tipi olmayan sinyallerin etkisi yapı üzerinde incelenmiştir.

Bu tezin ikinci bölümünde literatür taraması olarak bir araştırma yapılacaktır. Ayrıca aşağıdaki konularda da bahs edilecektir.

- Yakın Fay Yer Hareketlerinde Yönelim Etkisi
- Yapıların Performansa Dayalı Deprem Mühendisliği Yöntemi ile Değerlendirilmesi.

II. LİTERAÜR TARAMASI

A. Yakın Fay Yer Hareketlerinde Yönelim Etkisi

Depremler, dünya çapında her yıl birçok insanı öldüren ve bir fay kırılmaya başladığında meydana gelen doğal bir olgudur. Bu durumda, kayalarda potansiyel olarak bulunan büyük miktarda elastik enerji deprem kaynağından salınır ve belirli bir kaymada faylanmaya başlar. Ambraseys - Douglas (2003) ve Rodriguez-Marek (2004) tarafından yapılan araştırmaya göre' bir deprem sırasında faylar kırılmaya devam ederken, yeniden canlanan enerji yerkabuğundan geçerek, üretilen elastik dalgaların insanların seçtiği alanlara seyahat etmesine neden olur. Ve bu alandaki araştırmalarına göre, bu alanların depremin kaynağına göreli uzaklığından dolayı, genellikle iki tür deprem meydana gelir. Faya yakın depremler (depremin merkez üssü bir bölgeden 15 ila 20 km uzaklıkta olduğunda) ve Faylara yakın depremler (merkez üssünden uzak alanlar olduğunda). Naeim (1995) çalışmalarında, genel olarak yakın fay depremlerinin uzak fay depremlerinden daha yıkıcı olduğunu çünkü saldırıya uğrayan yerlere daha yakın olduklarını ve enerjilerinin genellikle daha az boşa harcandığını belirtmiştir. Somerville (1997) çalışmasında yakın fay depremleri yaşayan bölgeler üç bölgeye ayrılmıştır.

- Yer hareketlerinin yönlendirilmeden etkilendiği bölgeler Yönlülük
- Yer hareketlerinin Geri Yönlülükten etkilendiği bölgeler
- Yer hareketlerinin Nötr Yönlülükten etkilendiği bölgeler

Yer hareketlerinin yönlendirme Yönlülüğünden etkilendiği Zonların ani depremler meydana getirdiğini ve yapıların ağır hasar görmesine neden olduğunu da söylemiş. İstanbul, İzmir, Ankara gibi yoğun nüfuslu şehirler ve diğer birçok bölge de dahil olmak üzere Türkiye'nin birçok bölgesi, faylara yakın depremlere eğilimlidir. Bu durumda, 1999 deprem öncesi verilerine göre, Türk yönetmeliğe göre tasarlanan yapılar, faylara yakın depremlere karşı ciddi bir şekilde savunmasızdır. Bu tür depremlerin etkilerini çözmek için önerilen iki yol vardır. Birinci yol, elastik ivme tepki spektrumunu değiştirmektir (Doğrusal tabanlı tasarım yöntemi). İkinci yol, bu tür depremlerin etkilerini dikkate almak için zaman tanım alanında doğrusal

olmayan analizi (NDTH) yapılmaktadır. (TBDY-2018)'göre zaman tanım alanın doğrusal olmayan analiz yapmak bu sorunu çözmek tavsiye edilecektir. Performansa dayalı sismik tasarım (PBD) değerlendirmesini kullanarak bu tür yakın fay yer hareketlerinin etkilerini bulmak bu tezin amacıdır.

B. Yapıların Performansa Dayalı Deprem Mühendisliği Yöntemi ile Değerlendirilmesi

Performansa dayalı tasarım olan yeni bir yapısal tasarım felsefesinin geliştirilmesiyle, mevcut sismik tasarım yöntemlerinden farklı olarak kritik durumlarda yapının performansını seçmek, belirlemek ve ayarlamak mümkündür. Mohsen (2021) çalışmalarında Kritik durumlarda önemli yapılar, geleneksel yapılardan daha yüksek performans düzeylerini sürdürebilmelidir. Bu sayede özel riskler kabul edilerek ve daha yüksek performans seviyelerine göre yapılar tasarlanarak deprem riskinden kaynaklanan ekonomik, insani ve çevresel zararların önüne geçilebilir. Amir (2021) bu konyu, fonksiyonel yaklaşıma sahip deprem mühendisliğinin son yıllarda karşılaştığı en önemli zorluklardan biri, yapıların sismik tahmini için basit ama güvenilir yöntemler sağlamaktır. Bu yöntemler kullanılarak, çok karmaşık doğrusal olmayan analizler yapılmadan, belirli bir risk seviyesinde yapı performans seviyesi belirlenebilir ve beklenen performans seviyesi ile karşılaştırılabilir. Genel olarak yapıları tasarlamak için iki tasarım yöntemi vardır (doğrusal veya elastik tasarım yöntemi ve doğrusal olmayan tasarım yöntemi). Doğrusal yöntemde yapı, iki eşdeğer statik yöntem ve dinamik (modal) bir yöntemle tasarlanabilir. Statik eşdeğer yönteminde önce birinci modun periyodunu hesaplamalı ve bu periyottan (S_a) elde etmeli, ardından sismik kuvvetleri hesaplayıp yapıya uygulanacaktır. Ancak dinamik yöntemde (modal), birinci ikinci modun periyodunu gerektiği kadar moda almalı ve modal kuvveti her modun periyoduna göre hesaplanacaktır. Daha sonra yapı üzerinde modal bir analiz yaparız, yapı her modun kuvvetini o modun kendisine girer ve her modun iç kuvvetlerini hesaplar ve son olarak bu kuvvetleri bir araya getirir. İç kuvvetlerin sonuçları elde edildiğinde yapı tasarım için hazırlanacaktır (TBDY-2018). Doğrusal olmayan tasarım yöntemde bir deprem sırasında yapı lineer olmaz ve yapıda hasar meydana gelir, bu da elastik durumun dışına çıktığı anlamına gelir ve analiz için yapının davranışını lineer olmayan bir şekilde modellememiz gerekmektedir. Bu tezde, dinamik yöntemi kullanacağımız doğrusal olmayan analizde iki önemli yöntem (statik ve dinamik) vardır. Bu yöntemi

yapmak için, aşağıdakiler de dahil olmak üzere en önemli gerekli noktaları gözlemlemeliyiz: Tehlike seviyesi tespiti, hangi seviyede deprem tasarlayacağımız anlamına gelir (475 yıl, 2500 yıl).

Yapının performans düzeyi de dikkate alınmalıdır ve ne tür bir bina için analiz yapacağız, çünkü örneğin, bir konut binası için genellikle can güvenliği bekleyeceğiz. TBDY-2018'e göre bu iki noktanın birleşiminin doğrusal olmayan tasarım performansının amacını ifade edilecektir. Doğrusal olmayan tasarım yönteminde istenilen sonuçları elde etmek için yapıyı mümkün olan en iyi şekilde modellememiz gerekmektedir. Yapıya çok fazla kuvvet uygulandığında, doğal olarak yapı çok fazla hasar görür ve hasarı onarmak zorunda kalırız. arızanın sebebi şu şekilde belirtilebilir.

- Yapıda kullanılan malzemelerin davranışı, beton ve çeliğin davranışı olan yapının doğrusal olmayan davranışını seçmemiz gerektiği anlamına gelir.
- Elemanların doğrusal olmayan davranışlarının incelenmesi gerekmektedir, örneğin bir kolonda farklı doğrusal olmayan davranış türleri olacaktır.

Doğrusal olmayan dinamik analizde çok önemli bir nokta, yapının başlangıçta bir periyodu var, ancak yapıda bir hasar olduğunda periyot sayısının artılacaktır. Bu tezde, üçüncü bölümde detaylı olarak tartışılacak olan dinamik bir doğrusal olmayan analiz gerçekleştirmektedir.

III. TBDY-2018'E GÖRE YAPININ MODELLEMESİ

A. Etabs Programında Yapının Modellemesi

Projenin Konumu Kuzey Anadolu Fay hattı Çınarcık Segmentine Yakın olacak şekilde Kocaeli İli, Gebze İlçesinde (Enlem:40.78, Boylem:29.39) Şekil (1)'de gösterildiği gibi seçilmiştir. Projenin İşlevi Konut, Kat Sayısı 18, Kat Yüksekliği 3 m olarak kabul edilmiştir.



Şekil 1 Yapının Fiktif Konumu

1. Binanın yapısal özellikleri ve malzeme bilgileri

Binanın Yapısal Sistemi betonarme ve Süneklik Düzeyi Yüksek Moment Taşıyan Çerçeve, Döşeme Tipi Plak Döşeme ve Zemin Tipi ZD olarak seçilmiştir (TBDY-2018). Binanın malzemelerinin özellikleri Çizelge (1)'de verilmektedir.

Çizelge 1 Binanın Malzeme Bilgileri

Beton		Çelik	
Sınıfı	C35	Sınıfı	S220a
Birim Ağırlığı	25 KN/m ³	Birim Ağırlığı	78 KN/m ³
Elastisite Modülü	27800 Mpa	Elastisite Modülü	210000Mpa
Çekme Dayanımı Karakteristik	25 Mpa	Akma Dayanımı (Fyk)	420 Mpa
Basınç Dayanımı, Fck	35 MPa	Fu	500 Mpa
		Beklenen Akma Dayanımı (Fye)	420 Mpa
		Fsu	500 Mpa

2. Deprem yükü hesaplamaları

Deprem Yük hesabı için kullanılan parametreler ve değerler (Bina Kullanım Sınıfları, Bina Önem Katsayıları, Deprem Spektral Katsayıları ve Deprem Tasarım Periyotları TBDY-2018'e göre boyutlandırılması) Çizelge (2)'de gösterilmektedir.

Çizelge 2 Bina Kullanım Sınıfları, Bina Önem Katsayıları, Deprem Spektral Katsayıları ve Deprem Tasarım Periyotları

Bina Kullanım Sınıfı	BKS = 3 I = 1
Deprem Düzeyi	DD-2
Bina Yükseklik Sınıfı	BYS = 3 (3 x 18 = 54 m)
Boşluksuz Perde + Çerçeve	R = 8
Dayanım Fazlalığı Katsayısı	D = 3
Deprem Tasarım Sınıfı	DTS = 1 (SDS = 1.429)
Kısa Periyot Spektral İvme Katsayısı	Ss = 1.429
1.0 Saniye Periyot İçin Harita Spektral İvme Katsayısı	S1 = 0.387
Kısa Periyot Tasarım Spektral İvme Katsayısı	SDS = 1.429
1.0saniye Periyot Tasarım Spektral İvme Katsayısı	SD1 = 0.740
En Büyük Yer İvme	PGA = 0583g
En Büyük Yer Hızı	PGV = 43.605 cm/sn
TA = 0.103 s TB = 0,517 s TL = 6 s	
Ampirik Doğal Titreşim Periyodu	TPA = Ct H 0.75 = 2.0sn
Azaltılmış Tasarım Spekturum (Yatay) (Sa.R)	Sae.R = SD1 / TPA = 0.37
	Sa.R = Sae.R / R = 0.0462
TAD = 0.0343s TBD = 0,172 s TLD = 3 s	
Azaltılmış Tasarım Spekturum (Düşey) (Sa.R)	Sae.RD = 0,85 * SDS * TBD / TPA = 0.104
	Sa.RD = Sae.RD / R = 0.013
T > Ta	Ra(T) = R = 8

3. Binanın ölü ve hareketli yüklemeler

Yükler genellikle farklı fiziksel etkilerdir (düşey yükler, rüzgar yükleri, depremler vb. Yatay yükler, farklı çökme, sıcaklık değişiklikleri, sünme, büzülme vb.). Hareketli yükler, kullanım süresi boyunca yapı üzerinde uzun süre kalmayan, ancak sabit yükler (kalıcı yükler) yapının ömrü boyunca her zaman yapı üzerinde kalan yüklerdir (taşıyıcı elemanın ağırlığı, diğer yük taşımayan kalıcı elemanların ağırlıkları (TS 500-BETON). Lineer olmayan tüm yöntemlerde sismik olmayan yükler altında artımlı statik hesaplar ilk iç kuvvetlerdir ve bu hesaplamadan kaynaklanan deformasyonlar da başlangıç değerleri olarak kabul edilir hesaplama. TBDY-2018'e göre Ölü ve Hareketli Yükler hesabı için kullanılan parametreler ve değerler ise Çizelge (3)'de sunulmaktadır.

Çizelge 3 Düşey Yüklemeler

Ölü Yükler	Ölü Yükler	Hareketli Yükler	Hareketli Yükler
Betonarme Zati	25 kN/m ³	Konut	2 kN/m ²
Kaplama Konut	3.5 kN/m ²	Kaplama Çatı	2 kN/m ²
Kaplama Çatı	3.5 kN/m ²		
Bölme Duvar	1.5 kN/m ²		
Çevre Duvar	5.5 kN/m ²		

4. Modal özelliklerin kontrolü

a. Modal hesap yöntemleri

(X) ve (Y) deprem doğrultularında her bir mod için hesaplanan taban kesme kuvveti modal etkin kütleleri'nin toplamının bina toplam kütlelerinin %95'inden daha az olmaması kuralına göre belirlenecektir (TBDY-2018). TBDY-2018'e göre seçtiğimiz 54 Mode için X ve Y yönler Şekil (2) ve (3)'de %100'dür ve deprem doğrultular için taban kuvveti modal etkin kütleleri iki doğrultuda sağlandı (Denklem 1 ve 2) .

$$\sum_{n=1}^{YM} m(x) \geq 0.95mt$$

Denklem 1

$$\sum_{n=1}^{YM} m(Y) \geq 0.95mt$$

Denklem 2

Case	Mode	Period sec	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ	RX
Modal	1	2.491	0	0.6811	0	0	0.6811	0	0.3237
Modal	2	2.388	0.6843	0	0	0.6843	0.6811	0	0
Modal	3	1.983	0	0	0	0.6843	0.6811	0	0
Modal	4	0.901	0	0.1508	0	0.6843	0.8319	0	0.3075
Modal	5	0.872	0.1487	0	0	0.833	0.8319	0	0
Modal	6	0.745	0	0	0	0.833	0.8319	0	0
Modal	7	0.54	0	0.0624	0	0.833	0.8944	0	0.0916
Modal	8	0.525	0.0622	0	0	0.8952	0.8944	0	0
Modal	9	0.452	0	0	0	0.8952	0.8944	0	0
Modal	10	0.387	0	0.034	0	0.8952	0.9263	0	0.0854
Modal	11	0.377	0.0339	0	0	0.9291	0.9263	0	0
Modal	12	0.327	0	0	0	0.9291	0.9263	0	0
Modal	13	0.28	0	0.0139	0	0.9291	0.9423	0	0.0319
Modal	14	0.274	0.0137	0	0	0.9428	0.9423	0	0
Modal	15	0.238	0	0	0	0.9428	0.9423	0	0

Şekil 2 Modal Katılım Kitle Oranları

Case	Mode	Period sec	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ	RX
Modal	41	0.064	0	0	0	0.9913	0.9912	0	0
Modal	42	0.061	0	0.0024	0	0.9913	0.9936	0	0.0065
Modal	43	0.061	0.0024	0	0	0.9937	0.9936	0	0
Modal	44	0.058	0	0	0	0.9937	0.9936	0	0
Modal	45	0.054	0	0	0	0.9937	0.9936	0	0
Modal	46	0.052	0	0.0024	0	0.9937	0.996	0	0.0068
Modal	47	0.052	0.0023	0	0	0.996	0.996	0	0
Modal	48	0.047	0	0.0025	0	0.996	0.9985	0	0.0069
Modal	49	0.046	0.0025	0	0	0.9985	0.9985	0	0
Modal	50	0.046	0	0	0	0.9985	0.9985	0	0
Modal	51	0.041	0	0	0	0.9985	0.9985	0	0
Modal	52	0.038	0	0.0015	0	0.9985	1	0	0.0042
Modal	53	0.038	0.0015	0	0	1	1	0	0
Modal	54	0.034	0	0	0	1	1	0	0

Şekil 3 Modal Katılım Kitle Oranları

b. Periyot kontrolü

Binanın iki doğrultuda aynı özelliği sahip olduğu için X Ve Y doğrultudaki periyot aynıdır. TBDY-2018'e göre ($TPX \leq 1.4TPA$, $TPY \leq 1.4TPA$) taşıyıcı sistemi sadece betonarme çerçevelerden oluşan binalarda $Ct=0.1$, çelik çerçevelerden veya çaprazlı çelik çerçevelerden oluşan binalarda $Ct=0.08$, diğer tüm binalarda $Ct=0.07$ alınacaktır. Aşağıdaki hesaplama ve Şekil (4)'de göre periyot kontrolü sağlanacaktır.

$$TPA = Ct (HN)^{3/4}$$

$$Ct = 0.1 \quad (HN) = 54m$$

$$TPA = 0.1 (54)^{3/4}$$

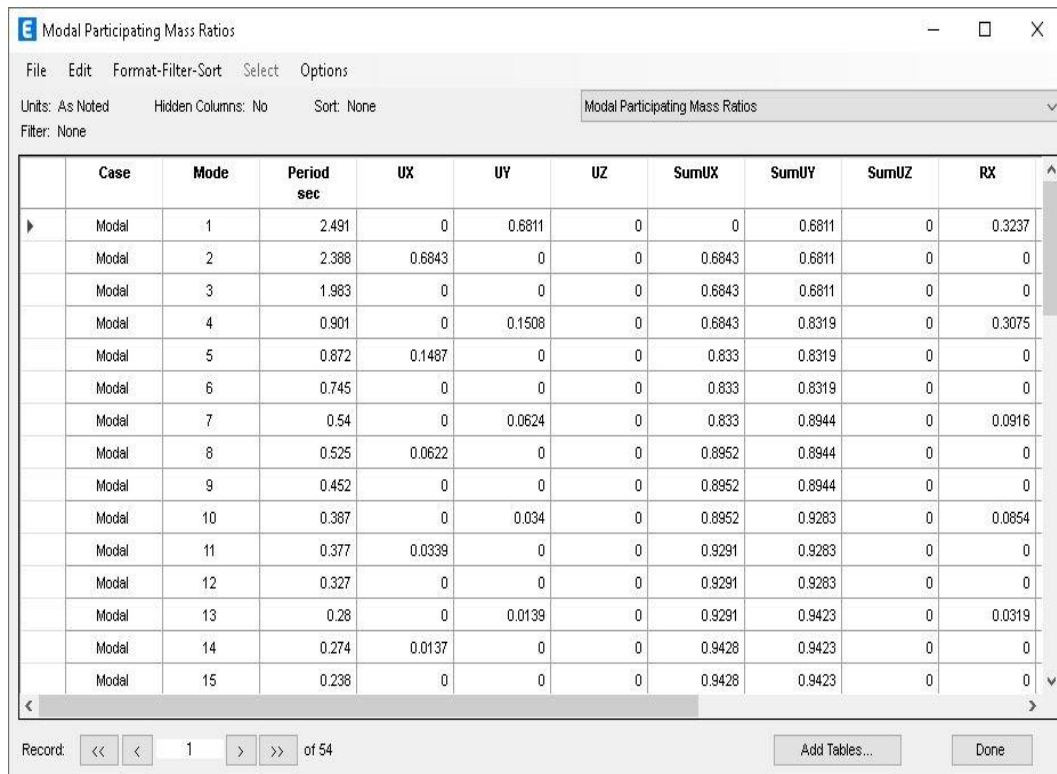
$$TPA = 1.992$$

TPX değeri ETABS'ten alındı.

$$2.491 \leq 1.4 * 1.992 = 2.788 \text{ sağlanıyor}$$

TPY değeri ETABS'ten alındı.

$$2.388 \leq 1.4 * 1.992 = 2.788 \text{ sağlanıyor.}$$



Case	Mode	Period sec	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ	RX
Modal	1	2.491	0	0.6811	0	0	0.6811	0	0.3237
Modal	2	2.388	0.6843	0	0	0.6843	0.6811	0	0
Modal	3	1.983	0	0	0	0.6843	0.6811	0	0
Modal	4	0.901	0	0.1508	0	0.6843	0.8319	0	0.3075
Modal	5	0.872	0.1487	0	0	0.833	0.8319	0	0
Modal	6	0.745	0	0	0	0.833	0.8319	0	0
Modal	7	0.54	0	0.0624	0	0.833	0.8944	0	0.0916
Modal	8	0.525	0.0622	0	0	0.8952	0.8944	0	0
Modal	9	0.452	0	0	0	0.8952	0.8944	0	0
Modal	10	0.387	0	0.034	0	0.8952	0.9263	0	0.0854
Modal	11	0.377	0.0339	0	0	0.9291	0.9263	0	0
Modal	12	0.327	0	0	0	0.9291	0.9263	0	0
Modal	13	0.28	0	0.0139	0	0.9291	0.9423	0	0.0319
Modal	14	0.274	0.0137	0	0	0.9428	0.9423	0	0
Modal	15	0.238	0	0	0	0.9428	0.9423	0	0

Şekil 4 Binanın Doğal Titreşim Periyodu

c. Etkin görelî kat ötelemelerinin hesaplanması ve sınırlandırılması kontrolü

Gevrek malzemedan yapılmış dolgu duvarlar ile çerçeve elemanları arasındaki esnek derzlerde, cephe elemanlarının dış çerçevelere esnek derzlerle bağlanması veya çerçevenin dolgu duvar elemanından bağımsız olması durumunda, TBDY-2018'e göre Denklem (3)'teki λ katsayısı Binada düşünülmüştür. DD-2 deprem yönünde baskın titreşim periyodu için tanımlanan DD-3 deprem yer hareketinin hesaplanan elastik tasarımının spektral ivme oranıdır. DD-2 Deprem hareketinin spektral elastik tasarımını hızlandırmak için betonarme binalarda denklem (3)'teki κ katsayısı $\kappa = 1$

olarak gösterilmektedir. Çizelge (4)'de dayalı DD-2 ve DD-3 yatay elastik tasarımının spektral ivmesini göstermektedir.

$$\lambda * \frac{\delta_{1\max}}{h_i} \leq 0.016 K$$

Denklem 3

Çizelge 4 DD-2 ve DD-3 Yatay Elastik Tasarım Spektral İvmesi [g]

DD-3		DD-2	
T(s)	Sae(g)	T(s)	Sae(g)
0	0.301	0	0.572
0.05	0.563	0.05	0.985
0.086316	0.753	0.1	1.399
0.1	0.753	0.103615	1.429
2.35	0.138	2.35	0.315
2.4	0.135	2.4	0.308
2.45	0.133	2.45	0.302
2.5	0.13	2.5	0.296
7.8	0.032	7.8	0.073
7.85	0.032	7.85	0.072
7.9	0.031	7.9	0.071
7.95	0.031	7.95	0.07
8	0.03	8	0.069

$$K = 1$$

$$R = 8$$

$$I = 1$$

$$\lambda_x = \frac{0.135}{0.308} = 0.4383$$

$$\lambda_y = \frac{0.13}{0.296} = 0.4391$$

X ve Y deprem doğrultular için Şekil 5'den Şekil 10'a kadar, Çizelge (5) ve Çizelge (6)'de TBDY-2018'e göre görel kat öteleme kontrolünü sağlanacaktır.

Story Drifts

File Edit Format-Filter-Sort Select Options

Units: As Noted Hidden Columns: No Sort: None Story Drifts

Filter: ((Output Case) = 'EX')

Story	Output Case	Case Type	Step Type	Direction	Drift	Drift/	Label
Story18	EX	LinStatic		X	0.002384	1/419	17
Story17	EX	LinStatic		X	0.003112	1/321	17
Story16	EX	LinStatic		X	0.003333	1/300	12
Story15	EX	LinStatic		X	0.003341	1/299	12
Story14	EX	LinStatic		X	0.0037	1/270	12
Story13	EX	LinStatic		X	0.00409	1/245	12
Story12	EX	LinStatic		X	0.004412	1/227	12
Story11	EX	LinStatic		X	0.004426	1/226	12
Story10	EX	LinStatic		X	0.003789	1/264	12
Story9	EX	LinStatic		X	0.003918	1/255	12
Story8	EX	LinStatic		X	0.004044	1/247	12
Story7	EX	LinStatic		X	0.004024	1/249	12
Story6	EX	LinStatic		X	0.003446	1/290	12
Story5	EX	LinStatic		X	0.002473	1/404	12
Story4	EX	LinStatic		X	0.002378	1/421	12
Story3	EX	LinStatic		X	0.002314	1/432	12

Record: << < 1 > >> of 18 Add Tables... Done

Şekil 5 X Yönündeki Kat Öteleme Değerleri

Story Drifts

File Edit Format-Filter-Sort Select Options

Units: As Noted Hidden Columns: No Sort: None Story Drifts

Filter: ((Output Case) = 'EPX')

Story	Output Case	Case Type	Step Type	Direction	Drift	Drift/	Label
Story18	EPX	LinStatic		X	0.002514	1/398	12
Story17	EPX	LinStatic		X	0.003289	1/304	12
Story16	EPX	LinStatic		X	0.003525	1/284	12
Story15	EPX	LinStatic		X	0.003536	1/283	12
Story14	EPX	LinStatic		X	0.003919	1/255	12
Story13	EPX	LinStatic		X	0.004336	1/231	12
Story12	EPX	LinStatic		X	0.00468	1/214	12
Story11	EPX	LinStatic		X	0.004694	1/213	12
Story10	EPX	LinStatic		X	0.004013	1/249	12
Story9	EPX	LinStatic		X	0.004151	1/241	12
Story8	EPX	LinStatic		X	0.004287	1/233	12
Story7	EPX	LinStatic		X	0.004268	1/234	12
Story6	EPX	LinStatic		X	0.003656	1/274	12
Story5	EPX	LinStatic		X	0.002622	1/381	12
Story4	EPX	LinStatic		X	0.002522	1/396	12
Story3	EPX	LinStatic		X	0.002456	1/407	12

Record: << < 1 > >> of 18 Add Tables... Done

Şekil 6 X Yönündeki Kat Öteleme Değerleri

Story Drifts

File Edit Format-Filter-Sort Select Options

Units: As Noted Hidden Columns: No Sort: None Story Drifts

Filter: ([Output Case] = 'ENX')

Story	Output Case	Case Type	Step Type	Direction	Drift	Drift/	Label
Story18	ENX	LinStatic		X	0.002514	1/398	17
Story17	ENX	LinStatic		X	0.003289	1/304	17
Story16	ENX	LinStatic		X	0.003525	1/284	15
Story15	ENX	LinStatic		X	0.003536	1/283	15
Story14	ENX	LinStatic		X	0.003919	1/255	15
Story13	ENX	LinStatic		X	0.004336	1/231	15
Story12	ENX	LinStatic		X	0.00468	1/214	15
Story11	ENX	LinStatic		X	0.004694	1/213	15
Story10	ENX	LinStatic		X	0.004013	1/249	15
Story9	ENX	LinStatic		X	0.004151	1/241	15
Story8	ENX	LinStatic		X	0.004287	1/233	15
Story7	ENX	LinStatic		X	0.004268	1/234	15
Story6	ENX	LinStatic		X	0.003656	1/274	15
Story5	ENX	LinStatic		X	0.002622	1/381	15
Story4	ENX	LinStatic		X	0.002522	1/396	15
Story3	ENX	LinStatic		X	0.002456	1/407	15

Record: << < 1 > >> of 18

Add Tables... Done

Şekil 7 X Yönündeki Kat Öteleme Değerleri

Story Drifts

File Edit Format-Filter-Sort Select Options

Units: As Noted Hidden Columns: No Sort: None Story Drifts

Filter: ([Output Case] = 'EY')

Story	Output Case	Case Type	Step Type	Direction	Drift	Drift/	Label
Story18	EY	LinStatic		Y	0.002708	1/369	4
Story17	EY	LinStatic		Y	0.003465	1/289	4
Story16	EY	LinStatic		Y	0.003697	1/270	4
Story15	EY	LinStatic		Y	0.003707	1/270	4
Story14	EY	LinStatic		Y	0.00408	1/245	4
Story13	EY	LinStatic		Y	0.004486	1/223	4
Story12	EY	LinStatic		Y	0.004817	1/208	4
Story11	EY	LinStatic		Y	0.00482	1/207	4
Story10	EY	LinStatic		Y	0.004162	1/240	4
Story9	EY	LinStatic		Y	0.004286	1/233	4
Story8	EY	LinStatic		Y	0.004404	1/227	4
Story7	EY	LinStatic		Y	0.004362	1/229	4
Story6	EY	LinStatic		Y	0.00373	1/268	4
Story5	EY	LinStatic		Y	0.002702	1/370	4
Story4	EY	LinStatic		Y	0.002581	1/387	4
Story3	EY	LinStatic		Y	0.002491	1/401	4

Record: << < 1 > >> of 18

Add Tables... Done

Şekil 8 Y Yönündeki Kat Öteleme Değerleri

Story Drifts

File Edit Format-Filter-Sort Select Options

Units: As Noted Hidden Columns: No Sort: None Story Drifts

Filter: ([Output Case] = 'EPY')

Story	Output Case	Case Type	Step Type	Direction	Drift	Drift/	Label
Story18	EPY	LinStatic		Y	0.002938	1/340	15
Story17	EPY	LinStatic		Y	0.00378	1/265	15
Story16	EPY	LinStatic		Y	0.00404	1/248	13
Story15	EPY	LinStatic		Y	0.004055	1/247	13
Story14	EPY	LinStatic		Y	0.004471	1/224	15
Story13	EPY	LinStatic		Y	0.004923	1/203	15
Story12	EPY	LinStatic		Y	0.005294	1/189	15
Story11	EPY	LinStatic		Y	0.005297	1/189	15
Story10	EPY	LinStatic		Y	0.004561	1/219	15
Story9	EPY	LinStatic		Y	0.004701	1/213	15
Story8	EPY	LinStatic		Y	0.004835	1/207	15
Story7	EPY	LinStatic		Y	0.004795	1/209	15
Story6	EPY	LinStatic		Y	0.004103	1/244	15
Story5	EPY	LinStatic		Y	0.002966	1/337	15
Story4	EPY	LinStatic		Y	0.002838	1/352	14
Story3	EPY	LinStatic		Y	0.002745	1/364	14

Record: << < 1 > >> of 18

Add Tables... Done

Şekil 9 Yönündeki Kat Öteleme Değerleri

Story Drifts

File Edit Format-Filter-Sort Select Options

Units: As Noted Hidden Columns: No Sort: None Story Drifts

Filter: ([Output Case] = 'ENY')

Story	Output Case	Case Type	Step Type	Direction	Drift	Drift/	Label
Story18	ENY	LinStatic		Y	0.002938	1/340	4
Story17	ENY	LinStatic		Y	0.00378	1/265	4
Story16	ENY	LinStatic		Y	0.00404	1/248	4
Story15	ENY	LinStatic		Y	0.004055	1/247	4
Story14	ENY	LinStatic		Y	0.004471	1/224	4
Story13	ENY	LinStatic		Y	0.004923	1/203	4
Story12	ENY	LinStatic		Y	0.005294	1/189	4
Story11	ENY	LinStatic		Y	0.005297	1/189	4
Story10	ENY	LinStatic		Y	0.004561	1/219	4
Story9	ENY	LinStatic		Y	0.004701	1/213	4
Story8	ENY	LinStatic		Y	0.004835	1/207	4
Story7	ENY	LinStatic		Y	0.004795	1/209	4
Story6	ENY	LinStatic		Y	0.004103	1/244	4
Story5	ENY	LinStatic		Y	0.002966	1/337	4
Story4	ENY	LinStatic		Y	0.002838	1/352	4
Story3	ENY	LinStatic		Y	0.002745	1/364	4

Record: << < 1 > >> of 18

Add Tables... Done

Şekil 10 Y Yönündeki Kat Öteleme Değerleri

Çizelge 5 X Yönündeki Görelî Kat Öteleme Değerleri

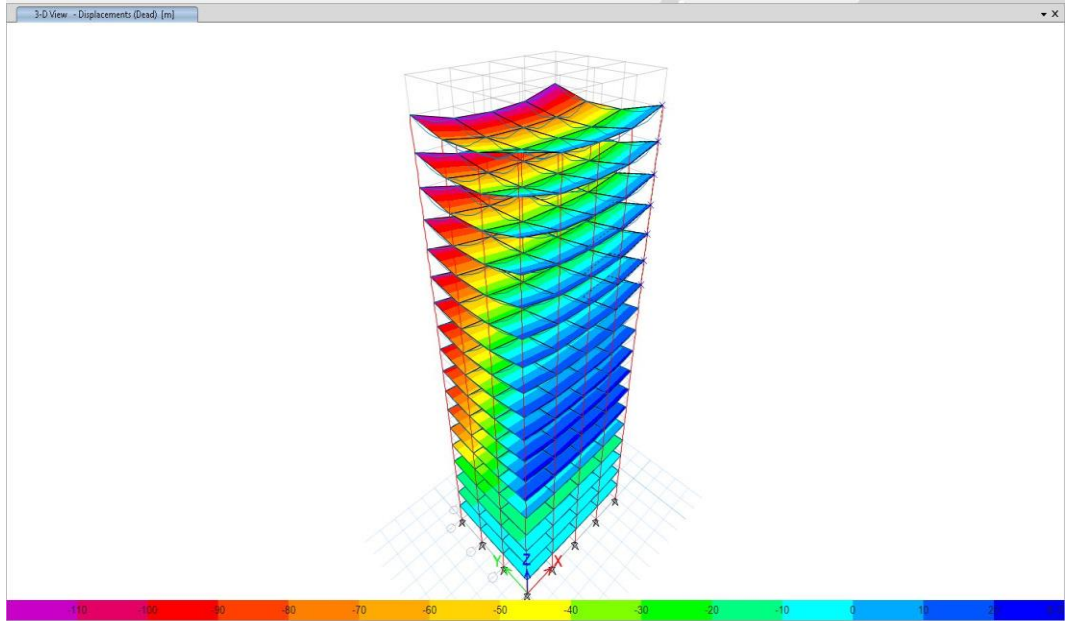
Story	Output Case	Direction	Story Drift	(R/I)*Drift	$\lambda*(R/I)*Drift$	0.016*K	0.016*K
Story18	EX	X	0.001035	0.0083	0.004	0.016	0
Story17	EX	X	0.001233	0.0099	0.004	0.016	0
Story16	EX	X	0.001269	0.0102	0.004	0.016	0
Story15	EX	X	0.001276	0.0102	0.004	0.016	0
Story14	EX	X	0.001358	0.0109	0.005	0.016	0
Story13	EX	X	0.001393	0.0111	0.005	0.016	0
Story12	EX	X	0.001319	0.0106	0.005	0.016	0
Story11	EX	X	0.001394	0.0112	0.005	0.016	0
Story10	EX	X	0.001482	0.0119	0.005	0.016	0
Story9	EX	X	0.001567	0.0125	0.006	0.016	0
Story8	EX	X	0.001647	0.0132	0.006	0.016	0
Story7	EX	X	0.001698	0.0136	0.006	0.016	0
Story6	EX	X	0.001562	0.0125	0.005	0.016	0
Story5	EX	X	0.001361	0.0109	0.005	0.016	0
Story4	EX	X	0.001349	0.0108	0.005	0.016	0
Story3	EX	X	0.001408	0.0113	0.005	0.016	0
Story2	EX	X	0.001506	0.0120	0.005	0.016	0
Story1	EX	X	0.001996	0.0160	0.007	0.016	0
Story18	EPX	X	0.001035	0.0083	0.004	0.016	0
Story17	EPX	X	0.001233	0.0099	0.004	0.016	0
Story16	EPX	X	0.001269	0.0102	0.004	0.016	0
Story15	EPX	X	0.001276	0.0102	0.004	0.016	0
Story14	EPX	X	0.001358	0.0109	0.005	0.016	0
Story13	EPX	X	0.001393	0.0111	0.005	0.016	0
Story12	EPX	X	0.001319	0.0106	0.005	0.016	0
Story11	EPX	X	0.001394	0.0112	0.005	0.016	0
Story10	EPX	X	0.001482	0.0119	0.005	0.016	0
Story9	EPX	X	0.001568	0.0125	0.006	0.016	0
Story8	EPX	X	0.001648	0.0132	0.006	0.016	0
Story7	EPX	X	0.001711	0.0137	0.006	0.016	0
Story6	EPX	X	0.001581	0.0126	0.006	0.016	0
Story5	EPX	X	0.001383	0.0111	0.005	0.016	0
Story4	EPX	X	0.001375	0.0110	0.005	0.016	0
Story3	EPX	X	0.001438	0.0115	0.005	0.016	0
Story2	EPX	X	0.00154	0.0123	0.005	0.016	0
Story1	EPX	X	0.002043	0.0163	0.007	0.016	0
Story18	ENX	X	0.001035	0.0083	0.004	0.016	0
Story17	ENX	X	0.001233	0.0099	0.004	0.016	0
Story16	ENX	X	0.001269	0.0102	0.004	0.016	0
Story15	ENX	X	0.001276	0.0102	0.004	0.016	0
Story14	ENX	X	0.001358	0.0109	0.005	0.016	0
Story13	ENX	X	0.001393	0.0111	0.005	0.016	0
Story12	ENX	X	0.001319	0.0106	0.005	0.016	0
Story11	ENX	X	0.001394	0.0112	0.005	0.016	0
Story10	ENX	X	0.001482	0.0119	0.005	0.016	0
Story9	ENX	X	0.001568	0.0125	0.006	0.016	0
Story8	ENX	X	0.001648	0.0132	0.006	0.016	0
Story7	ENX	X	0.001711	0.0137	0.006	0.016	0
Story6	ENX	X	0.001581	0.0126	0.006	0.016	0
Story5	ENX	X	0.001383	0.0111	0.005	0.016	0
Story4	ENX	X	0.001375	0.0110	0.005	0.016	0
Story3	ENX	X	0.001438	0.0115	0.005	0.016	0
Story2	ENX	X	0.00154	0.0123	0.005	0.016	0
Story1	ENX	X	0.002043	0.0163	0.007	0.016	0

Çizelge 6 Y Yönündeki Görelî Kat Öteleme Değerleri

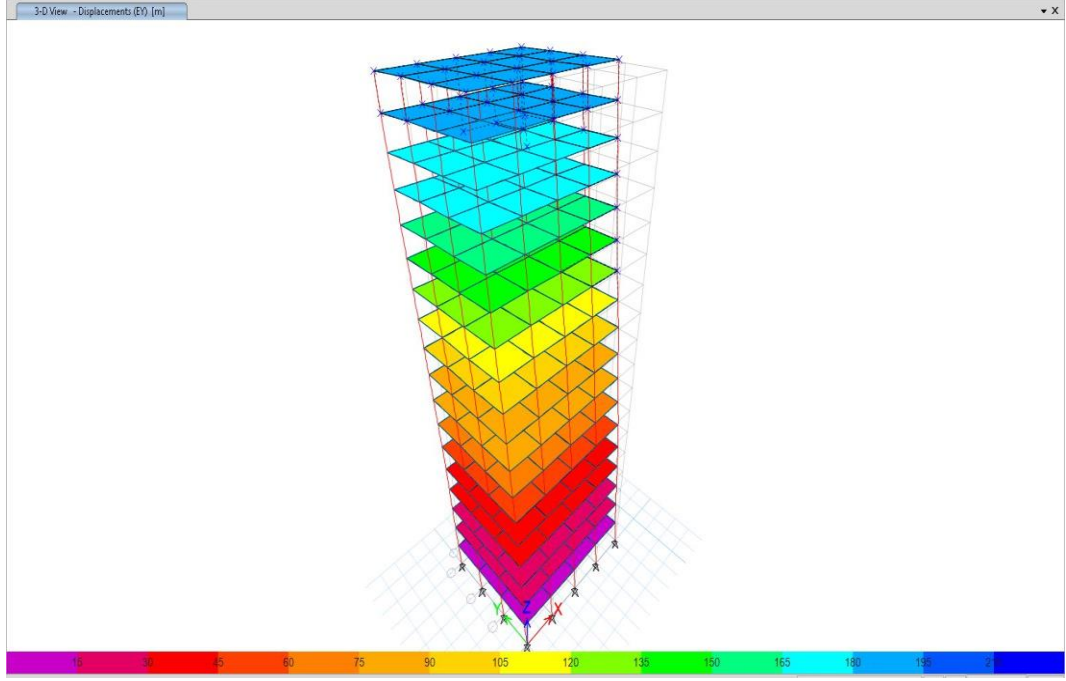
Story	Output Case	Direction	Story Drift	(R/I)* Drift	$\lambda*(R/I)*\text{Drift}$	0.016*K	0.016*K
Story18	EY	Y	0.00123	0.009824	0.004	0.016	0
Story17	EY	Y	0.00148	0.011832	0.005	0.016	0
Story16	EY	Y	0.00152	0.01216	0.005	0.016	0
Story15	EY	Y	0.00152	0.012176	0.005	0.016	0
Story14	EY	Y	0.00162	0.012992	0.006	0.016	0
Story13	EY	Y	0.00166	0.013288	0.006	0.016	0
Story12	EY	Y	0.00154	0.012296	0.005	0.016	0
Story11	EY	Y	0.00162	0.012992	0.006	0.016	0
Story10	EY	Y	0.00172	0.013784	0.006	0.016	0
Story9	EY	Y	0.00182	0.014552	0.006	0.016	0
Story8	EY	Y	0.00191	0.01528	0.007	0.016	0
Story7	EY	Y	0.00197	0.01576	0.007	0.016	0
Story6	EY	Y	0.00179	0.014328	0.006	0.016	0
Story5	EY	Y	0.00147	0.011784	0.005	0.016	0
Story4	EY	Y	0.00146	0.011648	0.005	0.016	0
Story3	EY	Y	0.00151	0.012104	0.005	0.016	0
Story2	EY	Y	0.00161	0.012904	0.006	0.016	0
Story1	EY	Y	0.00211	0.016848	0.007	0.016	0
Story18	EPY	Y	0.00123	0.009824	0.004	0.016	0
Story17	EPY	Y	0.00148	0.011832	0.005	0.016	0
Story16	EPY	Y	0.00152	0.01216	0.005	0.016	0
Story15	EPY	Y	0.00152	0.012176	0.005	0.016	0
Story14	EPY	Y	0.00162	0.012992	0.006	0.016	0
Story13	EPY	Y	0.00166	0.013288	0.006	0.016	0
Story12	EPY	Y	0.00154	0.012296	0.005	0.016	0
Story11	EPY	Y	0.00162	0.012992	0.006	0.016	0
Story10	EPY	Y	0.00172	0.013784	0.006	0.016	0
Story9	EPY	Y	0.00182	0.014552	0.006	0.016	0
Story8	EPY	Y	0.00191	0.015288	0.007	0.016	0
Story7	EPY	Y	0.00199	0.015936	0.007	0.016	0
Story6	EPY	Y	0.00182	0.014592	0.006	0.016	0
Story5	EPY	Y	0.00151	0.01208	0.005	0.016	0
Story4	EPY	Y	0.0015	0.012008	0.005	0.016	0
Story3	EPY	Y	0.00157	0.012528	0.005	0.016	0
Story2	EPY	Y	0.00167	0.013392	0.006	0.016	0
Story1	EPY	Y	0.00219	0.01752	0.008	0.016	0
Story18	ENY	Y	0.00123	0.009824	0.004	0.016	0
Story17	ENY	Y	0.00148	0.011832	0.005	0.016	0
Story16	ENY	Y	0.00152	0.01216	0.005	0.016	0
Story15	ENY	Y	0.00152	0.012176	0.005	0.016	0
Story14	ENY	Y	0.00162	0.012992	0.006	0.016	0
Story13	ENY	Y	0.00166	0.013288	0.006	0.016	0
Story12	ENY	Y	0.00154	0.012296	0.005	0.016	0
Story11	ENY	Y	0.00162	0.012992	0.006	0.016	0
Story10	ENY	Y	0.00172	0.013784	0.006	0.016	0
Story9	ENY	Y	0.00182	0.014552	0.006	0.016	0
Story8	ENY	Y	0.00191	0.015288	0.007	0.016	0
Story7	ENY	Y	0.00199	0.015936	0.007	0.016	0
Story6	ENY	Y	0.00182	0.014592	0.006	0.016	0
Story5	ENY	Y	0.00151	0.01208	0.005	0.016	0
Story4	ENY	Y	0.0015	0.012008	0.005	0.016	0
Story3	ENY	Y	0.00157	0.012528	0.005	0.016	0
Story2	ENY	Y	0.00167	0.013392	0.006	0.016	0
Story1	ENY	Y	0.00219	0.01752	0.008	0.016	0

d. Deplasman kontrolü

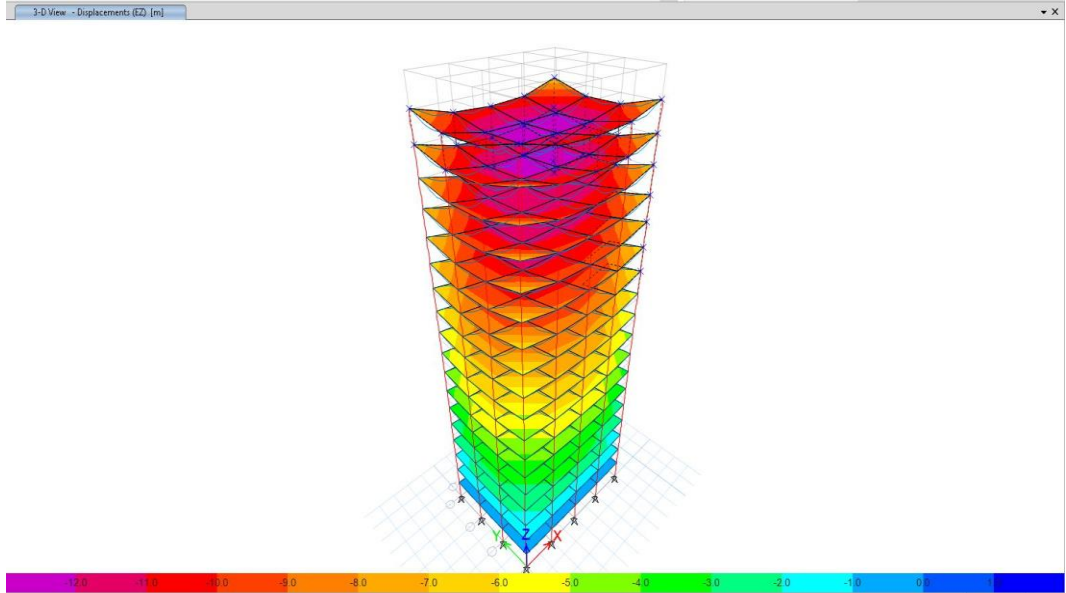
Etabs programında katların bağıl deplasmanını gözlemlemek için Edilmiş (ayarlar) menüsünden yapı analiz edildikten sonra EQx, EQy ana yönlerinde deprem yükü modu seçilerek ve yapının bitiş noktalarına sağ tıklayarak Etabs programında katların bağıl yer değiştirmesini gözlemlemek gerekir. Katlar için, katların Drift değerlerine alabiliriz. Bu değerlerin toplam yer değiştirme olduğunu ve sürüklenme sınıflarının göreceli yer değiştirmesini kontrol etmek için, her iki katın yer değiştirmesini aynı temelde azaltmamız ve topraksız modda hareket etmek için $0,7R$ ile çarpmamız gerekmektedir. Dönme süresi 0,7 saniyeden az olan binalar için, yazılımın hesaplanan yer değişikliği $R 0.7$ ile çarpılmalı ve izin verilen değer olan 0.02 veya 0.025 kat yüksekliği ile karşılaştırılmalıdır. Kütle merkezini ve sertlik merkezini yavaşlatarak, depreme dayanıklı elemanların kesitlerini büyüterek, daha sert sistemler kullanarak (perde duvar veya çaprazlama) Yapının yanal konumunu azaltabileceğimiz. Etabs Programında Şekil (11), (12) ve (13)'de deplasman kontrolü gösterilmektedir.



Şekil 11 X Yönündeki Binanın Deplasmanı



Şekil 12 Y Yönündeki Binanın Deplasmanı



Şekil 13 Z Yönündeki Binanın Deplasmanı

e. İkinci mertebeye etkisi kontrolü

(TBDY-2018)'göre depremdoğrultusunda (X) her i sınıfı için ikinci mertebeden $\theta_{II,i}(X)$ Denklem (4) ile değeri hesaplanacaktır.

$$\theta_{II,i}(X) = \frac{(\Delta(x))_{i,ort}}{V_i(x)} \frac{\sum_{k=i}^N w_k}{h_i}$$

Denklem 4

Tüm katlar için hesaplanan $\theta_{II,i}(X)$ 'lerin maksimum değeri ($\theta_{II,i}(X)$) max'ın denklem (5)'de verilen koşulu sağlaması durumunda, ikinci merteye etkilerinin tasarıma esas iç kuvvetlerin hesabında gözönüne alınması gerekli değildir.

$$\theta_{II, \max}(X) \leq (0.12) * D / Ch * R$$

Denklem 5

Bu durumda yerel ikinci merteye etkileri, yürürlükteki betonarme ve çelik yönetmeliklerine göre elman tasarımında gözönüne alınabilir. Denklem (5)'de R ve D, bina taşıyıcı sistemi için davranış katsayısı ve dayanım fazlalığı katsayısı'nı , Ch ise taşıyıcı sistemin doğrusal olmayan histeretik davranışına bağlı olarak tanımlanan bir katsayıyı göstermektedir. Betonarme binalarda Ch=0.5, R=8, D=2.5 alınacaktır (TBDY-2018). Çizelge (7) ve (8)'de TBDY-2018'e göre ikinci merteye etkisi kontrolünü sağlanacaktır.

Çizelge 7 X Yönündeki İkinci Merteye Etkisi Hesabı

Kat No.	h(mm)	Ort. Gör. Kat. ö (mm)	Wi(kN)	X Yönü			θ_{II}	$\theta_{II, \max}$	0.12*D/(ch*R)
				$\sum Wi(kN)$	Vi(kN)	Vi*hi(kNmm)			
18	3000	0.6813	4013.4688	4013.5	1011.94	3035825.70	0.0009007	0.0073821	0.09
17	3000	0.8955	4153.7188	8167.2	1389.36	4168079.70	0.0017547		
16	3000	0.9552	4153.7188	12320.9	1744.58	5233730.40	0.0022487		
15	3000	0.9822	4295.1188	16616.0	2088.93	6266787.30	0.0026042		
14	3000	1.0938	4295.1188	20911.1	2410.32	7230974.10	0.0031631		
13	3000	1.2084	4295.1188	25206.3	2708.76	8126289.90	0.0037482		
12	3000	1.3038	4295.1188	29501.4	2984.25	8952735.60	0.0042963		
11	3000	1.3053	4295.1188	33796.5	3236.77	9710310.90	0.0045431		
10	3000	1.0494	4555.9688	38352.5	3480.28	10440841.80	0.0038548		
9	3000	1.0854	4627.9688	42980.4	3702.90	11108709.90	0.0041995		
8	3000	1.1199	4627.9688	47608.4	3900.79	11702370.60	0.0045561		
7	3000	1.1163	4627.9688	52236.4	4073.94	12221823.60	0.0047711		
6	3000	0.9522	4627.9688	56864.3	4222.36	12667069.20	0.0042746		
5	3000	0.6747	5097.3188	61961.7	4358.58	13075736.10	0.0031972		
4	3000	0.6612	5184.3188	67146.0	4469.42	13408249.80	0.0033112		
3	3000	0.6783	5184.3188	72330.3	4552.55	13657635.00	0.0035923		
2	3000	0.7758	5184.3188	77514.6	4607.96	13823892.00	0.0043501		
1	3000	1.2414	5184.3188	82698.9	4635.67	13907020.50	0.0073821		

Çizelge 8 Y Yönündeki İkinci Mertebe İtkisi Hesabı

Kat No.	h(mm)	Ort. Gör. Kat. ö (mm)	Wi(kN)	Y Yönü			ΘII	ΘII,max	0.12*D/(ch*R)
				∑Wi(kN)	Vi(kN)	Vi*hi(kNmm)			
18	3000	0.7779	4013.469	4013.5	1011.94	3035825.70	0.0010284	0.0077014	0.09
17	3000	0.9999	4153.719	8167.2	1389.36	4168079.70	0.0019593		
16	3000	1.0605	4153.719	12320.9	1744.58	5233730.40	0.0024966		
15	3000	1.0866	4295.119	16616.0	2088.93	6266787.30	0.0028811		
14	3000	1.2006	4295.119	20911.1	2410.32	7230974.10	0.0034720		
13	3000	1.3176	4295.119	25206.3	2708.76	8126289.90	0.0040870		
12	3000	1.413	4295.119	29501.4	2984.25	8952735.60	0.0046562		
11	3000	1.4109	4295.119	33796.5	3236.77	9710310.90	0.0049106		
10	3000	1.1508	4555.969	38352.5	3480.28	10440841.80	0.0042272		
9	3000	1.1853	4627.969	42980.4	3702.90	11108709.90	0.0045860		
8	3000	1.2168	4627.969	47608.4	3900.79	11702370.60	0.0049503		
7	3000	1.2057	4627.969	52236.4	4073.94	12221823.60	0.0051532		
6	3000	1.0269	4627.969	56864.3	4222.36	12667069.20	0.0046099		
5	3000	0.7356	5097.319	61961.7	4358.58	13075736.10	0.0034858		
4	3000	0.7167	5184.319	67146.0	4469.42	13408249.80	0.0035891		
3	3000	0.7299	5184.319	72330.3	4552.55	13657635.00	0.0038655		
2	3000	0.8271	5184.319	77514.6	4607.96	13823892.00	0.0046378		
1	3000	1.2951	5184.319	82698.9	4635.67	13907020.50	0.0077014		

f. Azaltılmış iç kuvvetlerin ve yer değiştirmelerin eşdeğer taban kesme kuvvetine göre büyütülmesi

Herhangi bir (X) deprem doğrultusu için $V_{tx}^{(x)} < \gamma_E v_{tE}^{(x)}$ olması durumunda, TBDY-2018'e göre uygulanan modal hesap yöntemi ile elde edilen tüm azaltılmış iç kuvvet ve yerdeğiştirme büyüklükleri, Denklem (6) ile verilen eşdeğer taban kesme kuvveti büyütme katsayısı $\beta_{tE}(X)$ ile çarpılarak büyütülecektir.

$$\beta_{tE}^{(x)} = \frac{\gamma_E V_{tE}^{(x)}}{v_{tx}^{(x)}} \geq 1$$

Denklem 6

Mod birleşmesinden bulunan taban kesme kuvveti eşdeğer bulunan taban kesme kuvveti %80 , %90 az olmayacaktır. Burada $V_{tx}^{(x)}$ Dinamik taban kesimi (Ex ve Ey) ve $v_{tE}^{(x)}$ Statik taban kesimi (Sx ve Sy) göstermektedir (TBDY-2018). Aşağıdaki hesaplama ve Şekil 14'den 17'e göre Sx max ve Sy max değerleri yaklaşık olarak 3785.0719 ve 3784.3991 değiştirdi, yani istediğimiz %80'e ulaştırmış. Böylelikle tüm düzenlemeler ve kontroller TBDY-2018'e göre sağlanacaktır.

Output Case	Case Type	Step Type	FX kN	FY kN	FZ kN	MX kN-m	MY kN-m	MZ kN-m	X m
Dead	LinStatic		0	0	60978.8998	457341.7483	-609788.9978	0	0
Live	LinStatic		0	0	10800	81000	-108000	0	0
SDead	LinStatic		0	0	18900	141750	-189000	0	0
EX	LinStatic		-4730.4762	0	0	0	-189672.3801	35478.5713	0
EPX	LinStatic		-4730.4762	0	0	0	-189672.3801	39026.4284	0
ENX	LinStatic		-4730.4762	0	0	0	-189672.3801	31930.7141	0
EY	LinStatic		0	-4730.4762	0	190314.6004	0	-47304.7617	0
EPY	LinStatic		0	-4730.4762	0	190314.6004	0	-52035.2378	0
ENY	LinStatic		0	-4730.4762	0	190314.6004	0	-42574.2855	0
SX	LinRespSpec	Max	3749.4474	0.0007	0	0.0009	114805.8438	30932.9423	0
SPX	LinRespSpec	Max	3749.5698	0.0007	0	0.0009	114809.5901	30933.9517	0
SNX	LinRespSpec	Max	3749.5698	0.0007	0	0.0009	114809.5901	30933.9517	0
SY	LinRespSpec	Max	0.0014	3748.0181	0	113571.2955	0.0013	41228.1713	0
SPY	LinRespSpec	Max	0.0014	3748.1385	0	113575.0015	0.0013	41229.5167	0
SNY	LinRespSpec	Max	0.0014	3748.1385	0	113575.0015	0.0013	41229.5167	0

Şekil 14 Azaltılmış İç Kuvvetler Kontrolü

X doğrultusu için

$$\gamma_E = 0.8$$

ETABS'ten EX = 4730.4762 KN

SX max = 3748.4474 kN

$$V_{tx}^{(x)} < \gamma_E v_{tE}^{(x)}$$

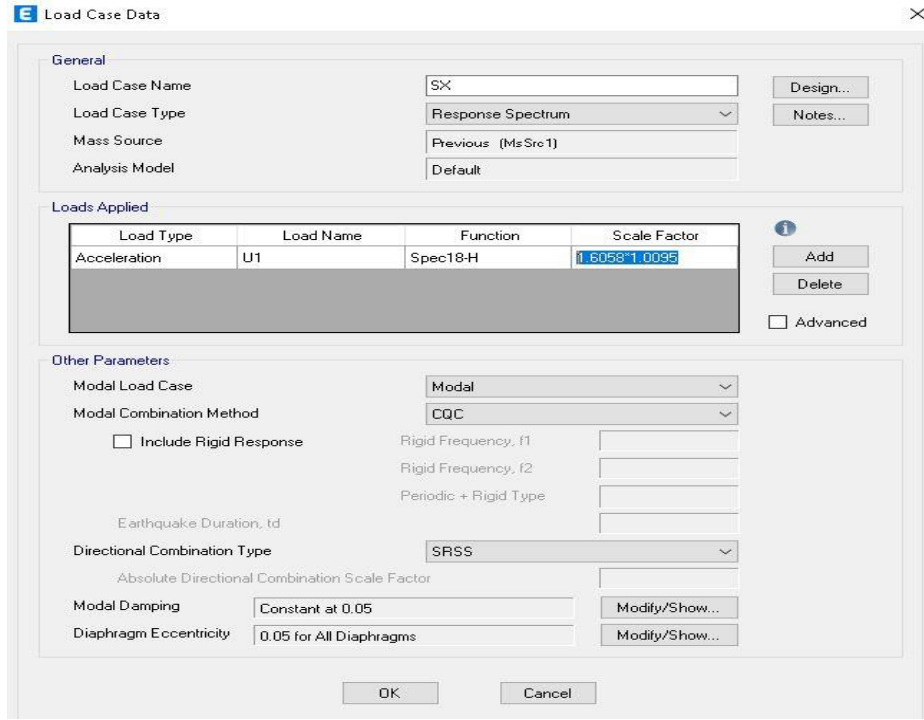
$$3748.4474 < 0.8 * 4730.4762$$

$$2812.8446 < 3784.38096$$

Dinamik taban kesimini yoğunlaştırmamız gerekiyor.

$$\beta_{tE}^{(x)} = \frac{\gamma_E V_{tE}^{(x)}}{V_{tx}^{(x)}} \geq 1$$

$$\beta_{tE}^{(x)} = \frac{0.8 * 4730.4762}{3748.4474} = 1.0095$$



Şekil 15 Azaltılmış İç Kuvvetler Kontrolü

doğrultusu için

$$\gamma_E = 0.8$$

$$ETABS'ten EY = 4730.4762KN$$

$$SY \text{ max} = 3748.0161KN$$

$$V_{tx}^{(x)} < \gamma_E v_{tE}^{(x)}$$

$$3748.0161KN < 0.8 * 4730.4762$$

$$3748.0161 < 3784.38096$$

Dinamik taban kesimini yoğunlaştırmamız gerekiyor.

$$\beta_{tE}^{(x)} = \frac{\gamma_E V_{tE}^{(x)}}{v_{tx}^{(x)}} \geq 1$$

$$\beta_{tE}^{(x)} = \frac{0.8 * 4730.4762}{3748.0161} = 1.0097$$

E Load Case Data

General

Load Case Name: SY [Design...]

Load Case Type: Response Spectrum [Notes...]

Mass Source: Previous (MsSrc1)

Analysis Model: Default

Loads Applied

Load Type	Load Name	Function	Scale Factor
Acceleration	U2	Spec18-H	1.667110097

[Add] [Delete] [Advanced]

Other Parameters

Modal Load Case: Modal

Modal Combination Method: CQC

Include Rigid Response

Rigid Frequency, f1: []

Rigid Frequency, f2: []

Periodic + Rigid Type: []

Earthquake Duration, td: []

Directional Combination Type: SRSS

Absolute Directional Combination Scale Factor: []

Modal Damping: Constant at 0.05 [Modify/Show...]

Diaphragm Eccentricity: 0.05 for All Diaphragms [Modify/Show...]

[OK] [Cancel]

Şekil 16 Azaltılmış İç Kuvvetler Kontrolü

E Base Reactions

File Edit Format-Filter-Sort Select Options

Units: As Noted Hidden Columns: No Sort: None Base Reactions

Filter: None

Output Case	Case Type	Step Type	FX kN	FY kN	FZ kN	MX kN-m	MY kN-m	MZ kN-m	X m
Dead	LinStatic		0	0	60978.8998	457341.7483	-609788.9978	0	0
Live	LinStatic		0	0	10800	81000	-108000	0	0
SDead	LinStatic		0	0	18900	141750	-189000	0	0
EX	LinStatic		-4730.4762	0	0	0	-189672.3801	35478.5713	0
EPX	LinStatic		-4730.4762	0	0	0	-189672.3801	39026.4284	0
ENX	LinStatic		-4730.4762	0	0	0	-189672.3801	31930.7141	0
EY	LinStatic		0	-4730.4762	0	190314.6004	0	-47304.7617	0
EPY	LinStatic		0	-4730.4762	0	190314.6004	0	-52035.2378	0
ENY	LinStatic		0	-4730.4762	0	190314.6004	0	-42574.2855	0
SX	LinRespSpec	Max	3785.0719	0.0007	0	0.0009	115886.6437	28388.0402	0
SPX	LinRespSpec	Max	3749.5698	0.0007	0	0.0009	114809.5901	30933.9517	0
SNX	LinRespSpec	Max	3749.5698	0.0007	0	0.0009	114809.5901	30933.9517	0
SY	LinRespSpec	Max	0.0014	3784.3991	0	114673.7625	0.0013	37843.9851	0
SPY	LinRespSpec	Max	0.0014	3748.1385	0	113575.0015	0.0013	41229.5167	0
SNY	LinRespSpec	Max	0.0014	3748.1385	0	113575.0015	0.0013	41229.5167	0

Record: << < 13 > >> of 184 [Add Tables...] [Done]

Şekil 17 Azaltılmış İç Kuvvetler Kontrolü

5. Yük kombinasyonları (deprem etkilerinin birleştirilmesi)

Taşıyıcı sistem elemanlarının tasarımında esas alınmak üzere, deprem etkisini içeren yük birleşimleri denklem (7) ve denklem (8) ile tanımlanmıştır (TBDY-2018).

$$G + Q + 0.2S + Ed(H) + 0.3Ed (Z)$$

Denklem 7

$$0.9 G + H + Ed(H) - 0.3Ed (Z)$$

Denklem 8

Burada Q hareketli yük etkisini, S kar yükü etkisini ve H yatay zemin kaymasını temsil etmektedir. Ed (H) yatay depreminin etkisi TBDY-2018'e göre belirlenir ve Ed (Z) düşey depreminin etkisi belirlenir. Yük bileşimleri, sismik yük etkisi, sabit yük etkisi, hareketli yük etkisi, birbirine tanımlanan deprem yüklerinin düşey etkileri ve yük katsayıları ile düşey deprem yüklerinin etkisi ile tanımlanır (TBDY-2018. Örneğin, Etabs programında yük kombinasyonları Şekil (18) ve (19)'da gösterildiği gibi tanımlanır. Projede kullanılan tüm yükler Çizelge (9) ve (10)'de gösterilmiştir.

Load Name	Scale Factor
G	0.9
EX	-1
EY	-0.3
EZ	-0.3

Şekil 18 Eşdeğer Yük Kombinasyon Örneği

E Load Combination Data

General Data

Load Combination Name: 0,9G+SX-0,3SY

Combination Type: Linear Add

Notes: Modify/Show Notes...

Auto Combination: No

Define Combination of Load Case/Combo Results

Load Name	Scale Factor
G	0.9
SX	1
SY	-0.3

Buttons: Add, Delete, OK, Cancel

Şekil 19 Modal Yük Kombinasyon Örneği

Çizelge 9 Eşdeğer Yük Kombinasyonları

G+Q	G+Q+EPX+0,3EY+0,3EZ	(+ %5 DIŞ MERKEZLİK)
1,4G+1,6Q	G+Q+ENX+0,3EY+0,3EZ	(- %5 DIŞ MERKEZLİK)
1,4G+1,6Q+1,6SOIL	G+Q+EPX-0,3EY+0,3EZ	(+ %5 DIŞ MERKEZLİK)
0,9G+1,6SOIL	G+Q+ENX-0,3EY+0,3EZ	(- %5 DIŞ MERKEZLİK)
G+Q+EX+0,3EY+0,3EZ	G+Q-EPX+0,3EY+0,3EZ	(+ %5 DIŞ MERKEZLİK)
G+Q+EX-0,3EY+0,3EZ	G+Q-ENX+0,3EY+0,3EZ	(- %5 DIŞ MERKEZLİK)
G+Q-EX+0,3EY+0,3EZ	G+Q-EPX-0,3EY+0,3EZ	(+ %5 DIŞ MERKEZLİK)
G+Q-EX-0,3EY+0,3EZ	G+Q-ENX-0,3EY+0,3EZ	(- %5 DIŞ MERKEZLİK)
G+Q+EY+0,3EX+0,3EZ	G+Q+EPY+0,3EX+0,3EZ	(+ %5 DIŞ MERKEZLİK)
G+Q+EY-0,3EX+0,3EZ	G+Q+ENY+0,3EX+0,3EZ	(- %5 DIŞ MERKEZLİK)
G+Q-EY+0,3EX+0,3EZ	G+Q+EPY-0,3EX+0,3EZ	(+ %5 DIŞ MERKEZLİK)
G+Q-EY-0,3EX+0,3EZ	G+Q+ENY-0,3EX+0,3EZ	(- %5 DIŞ MERKEZLİK)
0,9G+SOIL+EX+0,3EY-0,3EZ	G+Q-EPY+0,3EX+0,3EZ	(+ %5 DIŞ MERKEZLİK)
0,9G+SOIL+EX-0,3EY-0,3EZ	G+Q-ENY+0,3EX+0,3EZ	(- %5 DIŞ MERKEZLİK)
0,9G+SOIL-EX+0,3EY-0,3EZ	G+Q-EPY-0,3EX+0,3EZ	(+ %5 DIŞ MERKEZLİK)
0,9G+SOIL-EX-0,3EY-0,3EZ	G+Q-ENY-0,3EX+0,3EZ	(- %5 DIŞ MERKEZLİK)
0,9G+SOIL+EY+0,3EX-0,3EZ	0,9G+EPX+0,3EY-0,3EZ	(+ %5 DIŞ MERKEZLİK)
0,9G+SOIL+EY-0,3EX-0,3EZ	0,9G+ENX+0,3EY-0,3EZ	(- %5 DIŞ MERKEZLİK)
0,9G+SOIL-EY+0,3EX-0,3EZ	0,9G+EPX-0,3EY-0,3EZ	(+ %5 DIŞ MERKEZLİK)
0,9G+SOIL-EY-0,3EX-0,3EZ	0,9G+ENX-0,3EY-0,3EZ	(- %5 DIŞ MERKEZLİK)
	0,9G-EPX+0,3EY-0,3EZ	(+ %5 DIŞ MERKEZLİK)
	0,9G-ENX+0,3EY-0,3EZ	(- %5 DIŞ MERKEZLİK)
	0,9G-EPX-0,3EY-0,3EZ	(+ %5 DIŞ MERKEZLİK)
	0,9G-ENX-0,3EY-0,3EZ	(- %5 DIŞ MERKEZLİK)
	0,9G+EPY+0,3EX-0,3EZ	(+ %5 DIŞ MERKEZLİK)
	0,9G+ENY+0,3EX-0,3EZ	(- %5 DIŞ MERKEZLİK)
	0,9G+EPY-0,3EX-0,3EZ	(+ %5 DIŞ MERKEZLİK)
	0,9G+ENY-0,3EX-0,3EZ	(- %5 DIŞ MERKEZLİK)

Çizelge 10 Modal Yük Kombinasyonları

G+Q+SX+0,3SY+0,3SZ	G+Q+SPX+0,3SY+0,3SZ	(+ %5 DIŞ MERKEZLİK)
G+Q+SX-0,3SY+0,3SZ	G+Q+SNX+0,3SY+0,3SZ	(- %5 DIŞ MERKEZLİK)
G+Q-SX+0,3SY+0,3SZ	G+Q+SPX-0,3SY+0,3SZ	(+ %5 DIŞ MERKEZLİK)
G+Q-SX-0,3SY+0,3SZ	G+Q+SNX-0,3SY+0,3SZ	(- %5 DIŞ MERKEZLİK)
G+Q+SY+0,3SX+0,3SZ	G+Q-SPX+0,3SY+0,3SZ	(+ %5 DIŞ MERKEZLİK)
G+Q+SY-0,3SX+0,3SZ	G+Q-SNX+0,3SY+0,3SZ	(- %5 DIŞ MERKEZLİK)
G+Q-SY+0,3SX+0,3SZ	G+Q-SPX-0,3SY+0,3SZ	(+ %5 DIŞ MERKEZLİK)
G+Q-SY-0,3SX+0,3SZ	G+Q-SNX-0,3SY+0,3SZ	(- %5 DIŞ MERKEZLİK)
0,9G+SOIL+SX+0,3SY-0,3SZ	G+Q+SPY+0,3SX+0,3SZ	(+ %5 DIŞ MERKEZLİK)
0,9G+SOIL+SX-0,3SY-0,3SZ	G+Q+SNY+0,3SX+0,3SZ	(- %5 DIŞ MERKEZLİK)
0,9G+SOIL-SX+0,3SY-0,3SZ	G+Q+SPY-0,3SX+0,3SZ	(+ %5 DIŞ MERKEZLİK)
0,9G+SOIL-SX-0,3SY-0,3SZ	G+Q+SNY-0,3SX+0,3SZ	(- %5 DIŞ MERKEZLİK)
0,9G+SOIL+SY+0,3SX-0,3SZ	G+Q-SPY+0,3SX+0,3SZ	(+ %5 DIŞ MERKEZLİK)
0,9G+SOIL+SY-0,3SX-0,3SZ	G+Q-SNY+0,3SX+0,3SZ	(- %5 DIŞ MERKEZLİK)
0,9G+SOIL-SY+0,3SX-0,3SZ	G+Q-SPY-0,3SX+0,3SZ	(+ %5 DIŞ MERKEZLİK)
0,9G+SOIL-SY-0,3SX-0,3SZ	G+Q-SNY-0,3SX+0,3SZ	(- %5 DIŞ MERKEZLİK)
	0,9G+SPX+0,3SY-0,3SZ	(+ %5 DIŞ MERKEZLİK)
	0,9G+SNX+0,3SY-0,3SZ	(- %5 DIŞ MERKEZLİK)
	0,9G+SPX-0,3SY-0,3SZ	(+ %5 DIŞ MERKEZLİK)
	0,9G+SNX-0,3SY-0,3SZ	(- %5 DIŞ MERKEZLİK)
	0,9G-SPX+0,3SY-0,3SZ	(+ %5 DIŞ MERKEZLİK)
	0,9G-SNX+0,3SY-0,3SZ	(- %5 DIŞ MERKEZLİK)
	0,9G-SPX-0,3SY-0,3SZ	(+ %5 DIŞ MERKEZLİK)
	0,9G-SNX-0,3SY-0,3SZ	(- %5 DIŞ MERKEZLİK)
	0,9G+SPY+0,3SX-0,3SZ	(+ %5 DIŞ MERKEZLİK)
	0,9G+SNY+0,3SX-0,3SZ	(- %5 DIŞ MERKEZLİK)
	0,9G+SPY-0,3SX-0,3SZ	(+ %5 DIŞ MERKEZLİK)
	0,9G+SNY-0,3SX-0,3SZ	(- %5 DIŞ MERKEZLİK)
	0,9G-SPY+0,3SX-0,3SZ	(+ %5 DIŞ MERKEZLİK)
	0,9G-SNY+0,3SX-0,3SZ	(- %5 DIŞ MERKEZLİK)

B. Etabs Programında Yapının Betonarme Hesabı (Tasarım)

1. Kolon betonarme hesabı

Dikdörtgen kesitli kolonların en küçük enkesit boyutu 300mm'den küçük olmayacaktır. Kolonun brüt enkesit alanı, N_{dm} (TS 500)'de hareketli yükler için tanımlanmış olan hareketli yük azaltma katsayıları da k_{şkkate} alınarak, G ve Q düşey yükler ve E deprem etkisinin ortak etkisi G + Q + E altında hesaplanan eksenel basınç kuvvetlerinin en büyüğü olmak üzere, $A_c \geq N_{dm} / (0.40f_{ck} A_c)$ koşulunu sağlayacaktır (TBDY-2018).

2. Eksenel basınç ve eğilme

Dikdörtgen kesitli kolonlarda kesit genişliği 250mm' den az olamaz. Ancak, I, T ve L kesitli kolonlarda en küçük kalınlık 200mm, kutu kesitli kolonlarda ise en küçük et kalınlığı 120mm olabilir. G ve Q düşey yükler etkisinin ortak 1.4G + 1.6Q altında hesaplanan eksenel basınç kuvvetlerinin en büyüğü olmak üzere, $N_d \leq 0,9 *$

$f_{cd} * A_c$ koşulunu sağlayacaktır. Kolonlarda Eksenel Basınç Kuvvetleri Kontrolü için $f_{ck} = 35$ MPa, $\gamma_{mc} = 1.5$ ve $f_{cd} = 23.33333$ MPa kullanılmaktadır (TS500 BETONARME). Çizelge (11)'den (14)'e kolonların eksenel basınç kuvvetleri kontrolü TBDY-2018'e göre salanacaktır.

Çizelge 11 Kolonlarda Eksenel Basınç Kuvvetleri Kontrolü

1. KAT-2.KAT	(800X800)	
b	800	mm
h	800	mm
A_c	640000	mm ²
Nd	5700	KN
$(0.9 * f_{cd} * A_c) / 1000$	13440	KN
$N_d < 0.9 * f_{cd} * A_c$	Sağlandı	
Ndm	3700	KN
$(0.4 * f_{ck} * A_c)$	5973	KN
$N_{dm} < (0.4 * f_{ck} * A_c)$	Sağlandı	

Çizelge 12 Kolonlarda Eksenel Basınç Kuvvetleri Kontrolü

3. KAT-5.KAT	(700X700)	
b	700	mm
h	700	mm
A_c	490000	mm ²
Nd	4500	KN
$(0.9 * f_{cd} * A_c) / 1000$	10290	KN
$N_d < 0.9 * f_{cd} * A_c$	Sağlandı	
Ndm	3000	KN
$(0.4 * f_{ck} * A_c)$	6860	KN
$N_{dm} < (0.4 * f_{ck} * A_c)$	Sağlandı	

Çizelge 13 Kolonlarda Eksenel Basınç Kuvvetleri Kontrolü

6. KAT-12.KAT	(700X600)	
b	700	mm
h	600	mm
A_c	420000	mm ²
Nd	3000	KN
$(0.9 * f_{cd} * A_c) / 1000$	8820	KN
$N_d < 0.9 * f_{cd} * A_c$	Sağlandı	
Ndm	2000	KN
$(0.4 * f_{ck} * A_c)$	5880	KN
$N_{dm} < (0.4 * f_{ck} * A_c)$	Sağlandı	

Çizelge 14 Kolonlarda Eksenel Basınç Kuvvetleri Kontrolü

13.KAT-18.KAT	(600X500)	
b	600	mm
h	500	mm
AC	300000	mm ²
Nd	2300	KN
(0.9xfcdxAc)/1000	6300	KN
Nd<0.9xfcdxAc	Sağlandı	
Ndm	1500	KN
(0.4*fck*Ac)	4200	KN
Ndm<(0.4*fck*Ac)	Sağlandı	

3. Kolonlarda boyuna donatının düzenlenmesi

Kolon boyuna donatılarının bindirmeli ekleri, kolonun serbest yüksekliğinin orta üçte birlik bölgesinde yapılacaktır. Bindirmeli ekinin boyu L_b 'den küçük olmayacaktır. Bindirmeli ek boyunca yerleştirilecek enine donatıların aralığı kolonun en küçük boyutunun 1/3'ünden ve 150mm'den büyük olmayacaktır (TBDY-2018). Katlar arasında kolon kesitinin değişmesi durumunda, boyuna donatının kolon-kiriş birleşim bölesi içinde düşeye göre eğimi 1/6'dan daha büyük olmayacaktır. TBDY-2018'e göre 90 derecelik yatay kancanın veya aşağıya kıvrılan düşey kancanın boyu en az 120Φ olacaktır. Yanyana boyuna donatılarda yapılan manşonlu veya kaynaklı eklerin arasındaki boyuna mesafe 600mm'den az olmayacaktır (TBDY-2018). Çizelge (15)'de TBDY-2018'e göre kolonlarda boyuna donatının düzenlenmesini ve şekil (20)'de Kolonların Tipleri gösterilmiştir.

Çizelge 15 Süneklik Düzeyi Yüksek Kolonlar (Boyuna Donatı Koşulları)

N0	Kat	Uzunluk ve Genişlik	Boyuna Donatı	Donatı Alanı (cm ²)	Tıp
1	1.den - 2. kadar	800×800	24φ22	91.2	C1
2	3. den - 5. kadar	700×700	20 φ 20	62.8	C2
3	6. den - 12. kadar	700×600	16 φ 18	45.72	C3
4	13. den - 18. kadar	600×500	14 φ 19	46.72	C4



Şekil 20 1. Kattan - 18. Kata Kadar Kolonlar Tipleri

4. Kolonlarda enine donatı koşulları

Her kolonun alt ve üst kısmında özel paketleme alanları oluşturulur. Her kapalı alanın uzunluğu, kolonun serbest yüksekliğinin 1/6'sından, kolonun maksimum kesit boyutlarının 1,5 katından ve levhanın en üst katından itibaren ölçülen veya ölçülen 500 mm'den azdır. Aşağıya doğru, en büyük kirişin alt seviyesinden kolona bağlanan yükseklik olmayacaktır. Konsol kolonlarında kapalı alan kolonun alt ucunda oluşmalı ve uzunluğu büyük kolonun iki katından az olmamalıdır. TBDY-2018'e göre aşağıdaki iki olan maddelerde kapalı alanlarda enine donatı kullanma şartları aşağıda verilmiştir. Bu takviyeler, kolonun minimum boyutlarından daha az olmayan bir yükseklik boyunca temel içinde devam edecektir.

- Kapalı alanlarda çapı $\phi 8$ 'den küçük enine donatı kullanılmamalıdır. Bu alanda, boyuna doğrultuda etriyeler ile enine demirler arasındaki mesafe, en küçük kesit boyutunun 1/3'ünden, 150 mm'den, boyuna donatı çapının altı katından büyük ve 50 mm'den az olmamalıdır. Çapraz kollar arasındaki yatay mesafe, a, pedalların çapının 25 katından fazla olmamalıdır.

- Etriyeli kolonlarında $N_d > 0.20 A_c f_{ck}$ (basınç) olması durumunda, sınırlı alanlardaki enine donatının minimum toplam seviyesi, (9) ve (10)'da verilen koşullara göre hesaplanmalıdır. Bu hesaplamada kolon çekirdek boyutu, b_k , her iki yön için ayrı ayrı dikkate alınacaktır.

$$A_{sh} \geq 0.30 s b_k [(A_c/A_{ck}) - 1] (f_{ck} / f_{ywk})$$

Denklem 9

$$A_{sh} \geq 0.075 s b_k \left(\frac{f_{ck}}{f_{ywk}} \right)$$

Denklem 10

TBDY-2018'e göre Çizelge (16)'dan (19)'a kadar olan Denklemler (9) ve (10) kullanılarak, enine donatı koşullarının tüm Kolonlarda doğru olduğuna dikkat edilmelidir.

Çizelge 16 (C80X80)'de Enine Donatı Koşulları

Uzun doğrultu Enine donatı kol sayısı 6, kesit alanı 1.1309, Enine donatı çapı 12mm ve paspayı 40mm									
Ash (cm ²)	≥	Sonuç 9	Sonuç 10	s (cm)	b _k (cm)	A _c (cm ²)	A _{ck} (cm ²)	f _{ck} (Mpa)	f _{ywk} (Mpa)
6.785840132	≥	4.16	4.44	10	71	6400	5184	35	420
Kısa doğrultu Enine donatı kol sayısı 6, kesit alanı 1.1309, Enine donatı çapı 12mm ve paspayı 40mm									
Ash (cm ²)	≥	Sonuç 9	Sonuç 10	s (cm)	b _k (cm)	A _c (cm ²)	A _{ck} (cm ²)	f _{ck} (Mpa)	f _{ywk} (Mpa)
6.785840132	≥	4.16	4.44	10	71	6400	5184	35	420

Çizelge 17 (C70X70)'de Enine Donatı Koşulları

Uzun doğrultu Enine donatı kol sayısı 6, kesit alanı 1.131, Enine donatı çapı 12mm ve paspayı 40mm									
Ash (cm ²)	≥	Sonuç 9	Sonuç 10	s (cm)	b _k (cm)	A _c (cm ²)	A _{ck} (cm ²)	f _{ck} (Mpa)	f _{ywk} (Mpa)
6.7858401	≥	4.19	3.81	10	61	4900	3844	35	420
Kısa doğrultu Enine donatı kol sayısı 6, kesit alanı 1.131, Enine donatı çapı 12mm ve paspayı 40mm									
Ash (cm ²)	≥	Sonuç 9	Sonuç 10	s (cm)	b _k (cm)	A _c (cm ²)	A _{ck} (cm ²)	f _{ck} (Mpa)	f _{ywk} (Mpa)
6.7858401	≥	4.19	3.81	10	61	4900	3844	35	420

Çizelge 18 (C70X60)'de Enine Donatı Koşulları

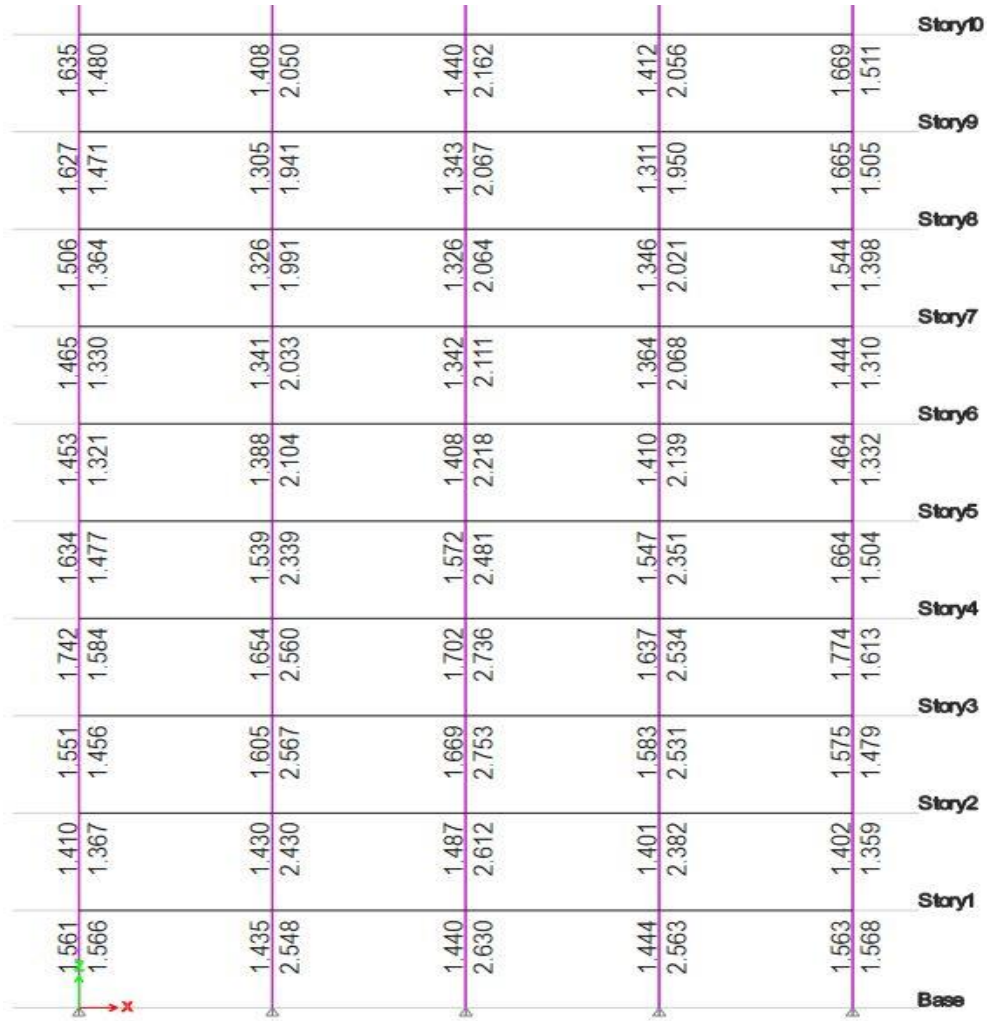
Uzun doğrultu Enine donatı kol sayısı 6, kesit alanı 1.1309, Enine donatı çapı 12mm ve paspayı 40mm									
Ash (cm ²)	≥	Sonuç 9	Sonuç 10	s (cm)	b _k (cm)	A _c (cm ²)	A _{ck} (cm ²)	f _{ck} (Mpa)	f _{ywk} (Mpa)
4.523893421	≥	3.10	2.56	10	41	4200	3224	35	420
Kısa doğrultu Enine donatı kol sayısı 6, kesit alanı 1.1309, Enine donatı çapı 12mm ve paspayı 40mm									
Ash (cm ²)	≥	Sonuç 9	Sonuç 10	s (cm)	b _k (cm)	A _c (cm ²)	A _{ck} (cm ²)	f _{ck} (Mpa)	f _{ywk} (Mpa)
4.523893421	≥	3.10	2.56	10	41	4200	3224	35	420

Çizelge 19 (C60X50)'de Enine Donatı Koşulları

Uzun doğrultu Enine donatı kol sayısı 6, kesit alanı 1.1309, Enine donatı çapı 12mm ve paspayı 40mm									
Ash (cm ²)	≥	Sonuç 9	Sonuç 10	s (cm)	bk (cm)	Ac (cm ²)	Ack (cm ²)	fck (Mpa)	fywk (Mpa)
4.523893	≥	3.83	2.56	10	41	3000	2184	35	420
Kısa doğrultu Enine donatı kol sayısı 6, kesit alanı 1.1309, Enine donatı çapı 12mm ve paspayı 40mm									
Ash (cm ²)	≥	Sonuç 9	Sonuç 10	s (cm)	bk (cm)	Ac (cm ²)	Ack (cm ²)	fck (Mpa)	fywk (Mpa)
4.523893	≥	3.83	2.56	10	41	3000	2184	35	420

5. Kolonların kirişlerden daha güçlü olması koşulu

Sadece çerçevelerden veya perde duvar ve çerçeve kombinasyonundan oluşan taşıyıcı sistemlerde, kolon-kiriş düğümünün her noktasını birleştiren kolonların toplam taşıma momentleri, çaprazdaki taşıyıcı ankrajların toplamından en az %20 daha büyüktür. TBDY-2018'e göre şekil (21) ve şekil (22)'de, kolonların kirişlerden daha güçlü olması koşulu gösterilmiştir.



Şekil 21 Kolonların Kirişlerden Daha Güçlü Olması Koşulu

	(1) A	(1) B	(1) C	(1) D	(1) E	
	1.702	1.388	1.388	1.393	1.703	Story8
	1.558	1.687	1.645	1.693	1.558	Story7
	2.509	1.784	1.819	1.795	2.512	Story6
	2.342	2.024	2.065	2.036	2.344	Story6
	2.190	1.566	1.628	1.580	2.201	Story6
	2.143	1.992	2.053	2.010	2.153	Story6
	1.522	1.431	1.355	1.440	1.537	Story4
	1.499	1.969	1.851	1.981	1.513	Story4
	1.447	1.403	1.342	1.413	1.467	Story3
	1.398	1.960	1.878	1.974	1.418	Story3
	1.419	1.377	1.383	1.387	1.429	Story2
	1.338	1.930	1.958	1.944	1.346	Story2
	1.499	1.353	1.361	1.363	1.491	Story1
	1.379	1.906	1.954	1.920	1.372	Story1
	1.520	1.348	1.344	1.356	1.523	
	1.383	1.913	1.962	1.924	1.385	

Şekil 22 Kolonların Kirişlerden Daha Güçlü Olması Koşulu

6. Kiriş betonarme hesabı

Kolonlarla çerçeve oluşturan veya kendi düzlemlerinde duvarlara bağlanan kirişlerin kesit boyutlarına ilişkin koşullar aşağıdaki maddelerine göre verilmiştir (TBDY-2018).

- Kirişin genişliği en az 250 mm olmalı ve kirişin genişliği kirişin toplam yüksekliğini ve kirişin kirişe çarptığı kolon veya duvarın düşey genişliğini geçmemelidir.

- Kiriş yüksekliği zemin kalınlığının 3 katından ve 300 mm'den az olmamalıdır. Bu gereksinimi karşılamayan elemanlar, döşeme elemanları ile modellenir ve analizde kiriş olarak donatılır, ancak çerçeve kirişi olarak kabul edilmez. Ayrıca kirişin yüksekliği kiriş gövdesinin genişliğinin 3,5 katından fazla olmayacaktır.
- Kiriş yüksekliği serbest açıklığın 1/4'ünden fazla ise, kiriş yüksekliği boyunca kiriş gövdesinin her iki yanında gövde boyuna donatıları yapılmalıdır. Ağın boyuna donatısının toplam alanı, sağ veya sol destek bölümlerindeki boyuna ve alt boyuna donatıların toplam alanının %30'undan az olmamalıdır. Gövde donatısının çapı 12 mm'den az ve mesafesi 300 mm'den fazla olmamalıdır. Yatay kesişen çizgiler, kirişin yüksekliği boyunca 600 mm'den ve kirişin eksenini boyunca 400 mm'den fazla aralıklarla yerleştirilmelidir.
- Boyutlar ve yapısal elemanların kiriş olarak donatılması için, tasarım aksenal basınç kuvveti $N_d \leq 0.10 A_c f_{ck}$ koşulları karşılanmalıdır.

7. Boyuna donatının düzenlenmesi

Boyuna donatıların yerleştirilmesi ve kapatılmasına ilişkin şartlar aşağıda verilmiştir (TS 500).

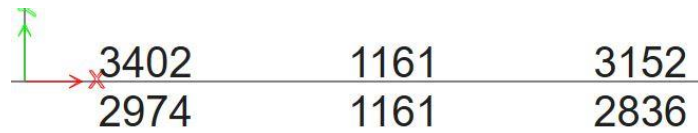
- Kirişin her iki ucundaki daha büyük payandanın üst takviyesinin en az 1/4'ü, kirişin tüm uzunluğu boyunca sürekli olarak devam edecektir. Desteğin üst armatürünün geri kalanı, kiriş boyunca hiçbir telafi edilmiş moment kalmayacak şekilde TS 500'e göre düzenlenmiştir. Kolona bağlanan kirişlerin kolonun diğer tarafında devam etmediği durumlarda, kirişler üzerindeki üst ve alt donatılar etriyelerle çevrili kolon çekirdeğinin karşı yüzeyine çekilerek bükülmelidir.
- Düz kelepçe uzunluğu L_b olan ve 50ϕ 'den büyük olan perde duvarlarda ve kolonlarda, boyuna takviye kelepçesi doğrudan 90 derecede kanca olmadan yapılabilir. Kirişler kolonlara her iki taraftan birleştirilirse, kiriş alt donatıları açıklığın yanına yerleştirilmelidir. Kolondan itibaren TS 500'de verilen minimum kelepçe boyu 50ϕ 'den az olmamak üzere L_b arttırılır.

- Kirişlerdeki yükseklik farklılıklarından dolayı bunun mümkün olmadığı durumlarda, kirişin kolonun diğer tarafında devam etmediği durumlarda yukarıdaki (b) paragrafına göre kilitleme yapılmalıdır. Çizelge (20) 'ta TS 500'e göre Kirişlerin Gerekli Donatılarının Alanı Ve Seçilen Donatılar gösterilmiştir.

Çizelge 20 Kirişlerin Gerekli Donatılarının Alanı ve Seçilen Donatı

No	Tıp	Kiriş	Üst Ve Alt	Sol Mesnet + (ilave)	Açıklık	Sağ Mesnet	Gövde
1	B1	B600×700	Üst	3402+2241	1161	3152	2Ø22
				9Ø22+6Ø22	2Ø22	8Ø22	
			Alt	2974+1813	1161	2836	
				8Ø22+5Ø22	3Ø22	7Ø22	
2	B2	B500×600	Üst	2562+1746	816	2050	2Ø22
				7Ø22+6Ø22	2Ø22	5Ø22	
			Alt	1776+960	816	1994	
				3Ø22+1Ø22	2Ø22	5Ø22	
3	B3	B400×600	Üst	2167+1514	653	1649	2Ø20
				7Ø20+5Ø20	2Ø20	5Ø20	
			Alt	1407+754	653	1583	
				4Ø20+2Ø20	2Ø20	5Ø20	
4	B4	B400×500	Üst	1595+1063	532	939	
				5Ø20+3Ø20	2Ø20	3Ø20	
			Alt	761+220	541	641	
				2Ø20+1Ø20	2Ø20	3Ø20	

Aşadaki hesaplamaya göre örneğin olarak kirişlerden birini donatılandırmaktadır .



Şekil 23 Seçilen Donatı Alanı (mm²)

B600X700

Açıklık 1161 mm² Ø22 $A(\text{Ø}20) = \frac{\pi}{4} d^2 = 3.8\text{mm}^2$

1161/3.8 = 3.05 ~ 3 3Ø 22

Sol Mesnet EK 2144mm² Ø22

3402/3.8= 8.9 ~ 9 9Ø 22

Sağ Mesnet EK 2314	Ø22
3152/3.8=8.2 ~ 8	8Ø 22
İlave 3402-1161=2241	
2241/3.8=5.8	6Ø 22

8. Kirişlerin kesme güvenliği

TBDY-2018'e göre Kirişlerde enine donatıların hesabında esas alınan kesme kuvveti V_e , depremin soldan sağa veya sağdan sola hareket ettiği durumlar için ayrı ayrı olumsuz sonuçlar vermekte Denklem (11)'de verilmiştir.

$$V_e = V_{dy} \pm (M_{pi} + M_{pj}) / l_n$$

Denklem 11

TBDY-2018'e göre (11) denklemde, V_{dy} düşey bir yükten oluşan kesme kuvveti miktarıdır, V sadece sismik yüklerden oluşan kesme kuvveti miktarıdır, kesme kuvvetinin miktarı V_e esas alınır enine donatının hesaplanması olur. Kirişler, V_{max} , kesme kuvvetinin geçmemesi gereken bir değerdir ve V_r , enine kesit kesme kuvveti olarak tanımlanmalıdır.

Kirişin ucundaki moment kapasitesi ($M_{pi} \approx 1.4M_{ri}$) ve ($M_{pj} \approx 1.4M_{rj}$) olarak kabul edilebilir. Düşey yüklerin toplamı artı depremden hesaplanan artan kesme kuvveti D , Denklem (11)'de hesaplanan yüksek V_e 'den küçükse, V_e yerine bu kesme kuvveti kullanılır. Kirişlerin kesme güvenliği esas alınarak hesaplanan kesme kuvveti V_e , Denklem (11)'de verilen (a) ve (b) koşullarını karşılamaktadır. Denklem (11)'deki ikinci koşul sağlanmazsa, gerekirse kesit boyutları büyütülerek deprem hesabı tekrarlanır (TBDY-2018).

$$V_e \leq V_r$$

Denklem 11a

$$V_e \leq 0.85 b w d \sqrt{f_{ck}}$$

Denklem 11b

Kiriş enine donatısının hesabında, betonun kesme dayanımına katkısı, V_c , TS 500'e göre belirlenecektir. Kiriş sarılma bölgelerindeki enine donatının hesabında, sadece deprem yüklerinden oluşan kesme kuvvetinin depremli durumdaki toplam kesme kuvvetinin yarısından daha büyük olması halinde, betonun kesme dayanımına katkısı $V_c=0$ alınacaktır.

Çizelge (21)'den (24)'e kadar olan TBDY-2018'e göre, hesaplamalarda $f_{ck} = 35\text{Mpa}$, $f_{yk} = 420\text{Mpa}$ ve $d = 4\text{cm}$ kullanılacak olup, dört tip kirişin kesme güvenliği dayanım fazlalığı dikkate alınmadan hesaplanacaktır.

Çizelge 21 (B60cmX70cm)'da Mesnet ve Açıklıkta Kesme Güvenliği Kontrolü

ÜST MESNET											
				As (cm ²)		Mr (kNm)		Mp (kNm) [1.4*Mr]			
bw (cm)	h (cm)	Lc (cm)	Vdy (kN)	SOL	SAĞ	SOL	SAĞ	SOL	SAĞ	V (kN)	Ve (kN)
60	70	500	61	57	30.4	1291	688	1807	964	554	615
ÜST Açıklık											
				As (cm ²)		Mr (kNm)		Mp (kNm) [1.4*Mr]			
bw (cm)	h (cm)	Lc (cm)	Vdy (kN)	11.4		258		361		V (kN)	Ve (kN)
60	70	500	44							72	116
ALT MESNET											
				As (cm ²)		Mr (kNm)		Mp (kNm) [1.4*Mr]			
bw (cm)	h (cm)	Lc (cm)	Vdy (kN)	SOL	SAĞ	SOL	SAĞ	SOL	SAĞ	V (kN)	Ve (kN)
60	70	500	61	49.4	26.6	1119	602	1566	843	482	543
ALT Açıklık											
				As (cm ²)		Mr (kNm)		Mp (kNm) [1.4*Mr]			
bw (cm)	h (cm)	Lc (cm)	Vdy (kN)	11.4		258		361		V (kN)	Ve (kN)
60	70	500	16							72	88

Çizelge 22 (B50cmX60cm)'da Mesnet ve Açıklıkta Kesme Güvenliği Kontrolü

ÜST MESNE											
				As (cm ²)		Mr (kNm)		Mp (kNm) [1.4*Mr]			
bw (cm)	h (cm)	Lc (cm)	Vdy (kN)	SOL	SAĞ	SOL	SAĞ	SOL	SAĞ	V (kN)	Ve (kN)
50	60	500	68	49.4	19	938	361	1313	505	364	432
ÜST Açıklık											
				As (cm ²)		Mr (kNm)		Mp (kNm) [1.4*Mr]			
bw (cm)	h (cm)	Lc (cm)	Vdy (kN)	7.6		144		202		V (kN)	Ve (kN)
50	60	500	54							40	94
ALT MESNET											
				As (cm ²)		Mr (kNm)		Mp (kNm) [1.4*Mr]			
bw (cm)	h (cm)	Lc (cm)	Vdy (kN)	SOL	SAĞ	SOL	SAĞ	SOL	SAĞ	V (kN)	Ve (kN)
50	60	500	112	15.2	19	289	361	404	505	182	294
ALT Açıklık											
				As (cm ²)		Mr (kNm)		Mp (kNm) [1.4*Mr]			
bw (cm)	h (cm)	Lc (cm)	Vdy (kN)	7.6		76		106		V (kN)	Ve (kN)
50	60	500	87							21	108

Çizelge 23 (B40cmX60cm)'da Mesnet ve Açıklıkta Kesme Güvenliği Kontrolü

ÜST MESNET											
bw (cm)	h (cm)	Lc (cm)	Vdy (kN)	As (cm ²)		Mr (kNm)		Mp (kNm) [1.4*Mr]		V (kN)	Ve (kN)
				SOL	SAĞ	SOL	SAĞ	SOL	SAĞ		
40	60	500	64	37.2	15.5	706	294	989	412	280	344
Açıklık											
bw (cm)	h (cm)	Lc (cm)	Vdy (kN)	As (cm ²)		Mr (kNm)		Mp (kNm) [1.4*Mr]		V (kN)	Ve (kN)
				SOL	SAĞ	SOL	SAĞ	SOL	SAĞ		
40	60	500	50	6.2		118		165		33	83
ALT MESNET											
bw (cm)	h (cm)	Lc (cm)	Vdy (kN)	As (cm ²)		Mr (kNm)		Mp (kNm) [1.4*Mr]		V (kN)	Ve (kN)
				SOL	SAĞ	SOL	SAĞ	SOL	SAĞ		
40	60	500	175	18.6	15.5	353	294	495	412	181	356
Açıklık											
bw (cm)	h (cm)	Lc (cm)	Vdy (kN)	As (cm ²)		Mr (kNm)		Mp (kNm) [1.4*Mr]		V (kN)	Ve (kN)
				SOL	SAĞ	SOL	SAĞ	SOL	SAĞ		
40	60	500	140	6.2		76		106		21	161

Çizelge 24 (B40cmX50cm)'da Mesnet ve Açıklıkta Kesme Güvenliği Kontrolü

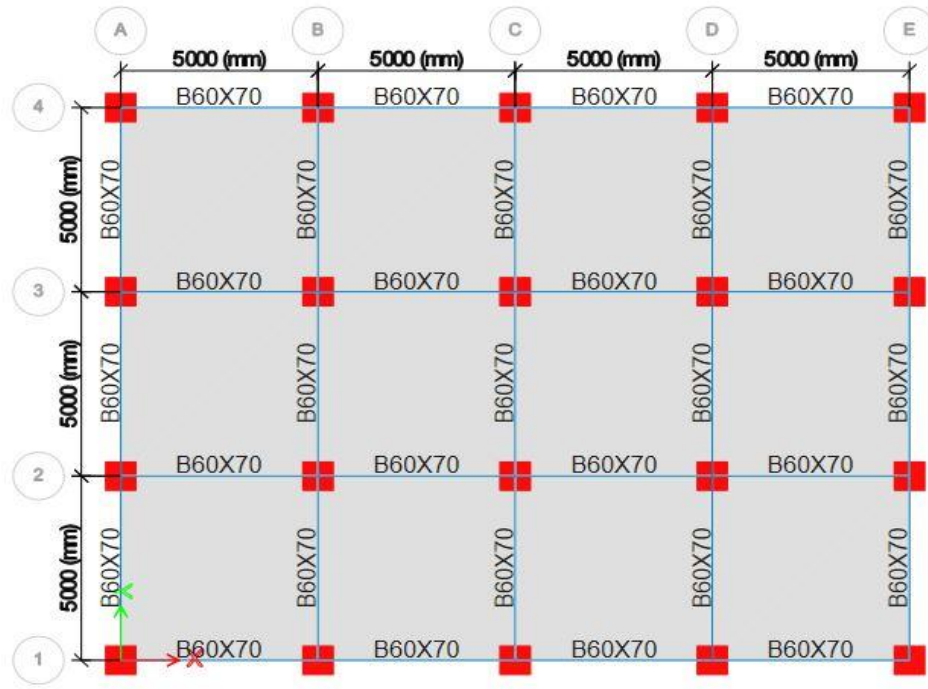
ÜST MESNET											
bw (cm)	h (cm)	Lc (cm)	Vdy (kN)	As (cm ²)		Mr (kNm)		Mp (kNm) [1.4*Mr]		V (kN)	Ve (kN)
				SOL	SAĞ	SOL	SAĞ	SOL	SAĞ		
40	50	500	103	24.8	9.3	380	143	533	200	146	249
Açıklık											
bw (cm)	h (cm)	Lc (cm)	Vdy (kN)	As (cm ²)		Mr (kNm)		Mp (kNm) [1.4*Mr]		V (kN)	Ve (kN)
				SOL	SAĞ	SOL	SAĞ	SOL	SAĞ		
40	50	500	82	6.2		95		133		27	109
ALT MESNET											
bw (cm)	h (cm)	Lc (cm)	Vdy (kN)	As (cm ²)		Mr (kNm)		Mp (kNm) [1.4*Mr]		V (kN)	Ve (kN)
				SOL	SAĞ	SOL	SAĞ	SOL	SAĞ		
40	50	500	175	9.3	9.3	143	143	200	200	80	255
Açıklık											
bw (cm)	h (cm)	Lc (cm)	Vdy (kN)	As (cm ²)		Mr (kNm)		Mp (kNm) [1.4*Mr]		V (kN)	Ve (kN)
				SOL	SAĞ	SOL	SAĞ	SOL	SAĞ		
40	50	500	140	6.2		95		133		27	167

Çizelge (25)'de TBDY-2018'e göre, hesaplamalarda $f_{ck}=35\text{Mpa}$, $f_{yk}=420\text{Mpa}$ ve $d=4\text{cm}$ kullanılacak olup, dört tip kirişin kesme güvenliği dayanım fazlalığı dikkate alınarak hesaplanmıştır.

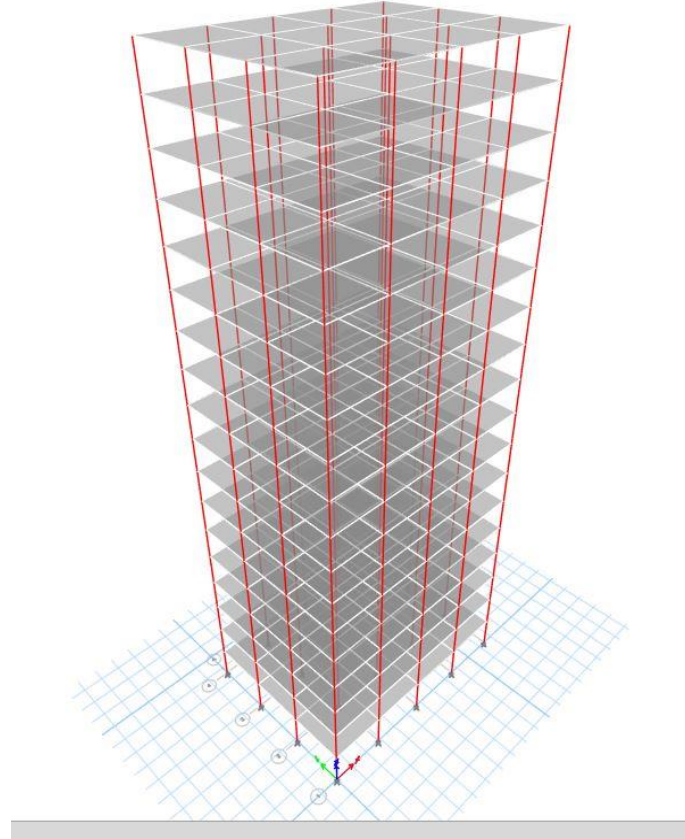
Çizelge 25 Dört Tıp Kirişlerin Dayanım Fazlalığı Dikkate Alınarak Mesnet ve Açıklık Kesme Güvenliği Kontrolü

No	Tıp	Fck (Mpa)	Ve(KN) Mesnet	Ve(KN) Açıklık	Vdy-D(KN) Mesnet	Vdy-D(KN) Açıklık	Mesnet $0.85*bw*d*\sqrt{fck}$	Açıklık $0.85*bw*d*\sqrt{fck}$	Kontrol
1	B1	35	615	116	834	817	1204	1204	Sağlandı
2	B 2	35	432	94	535	419	1003	1003	Sağlandı
3	B 3	35	344	83	320	305	802	802	Sağlandı
4	B 4	35	249	109	199	72	802	802	Sağlandı

Aşağıdaki şekil (24) ve şekil (25)'deki ETABS programında Türk yönetmeliklerine (TS500 ve TBDY-2018) göre 18 katlı betonarme bir bina modellenmiştir. Kiriş ve kolonlarda gerekli tüm kontroller, boyuna ve enine donatı hesapları yapılmıştır.



Şekil 24 Binanın 1. Kat Etabs Programında Modellenmesi



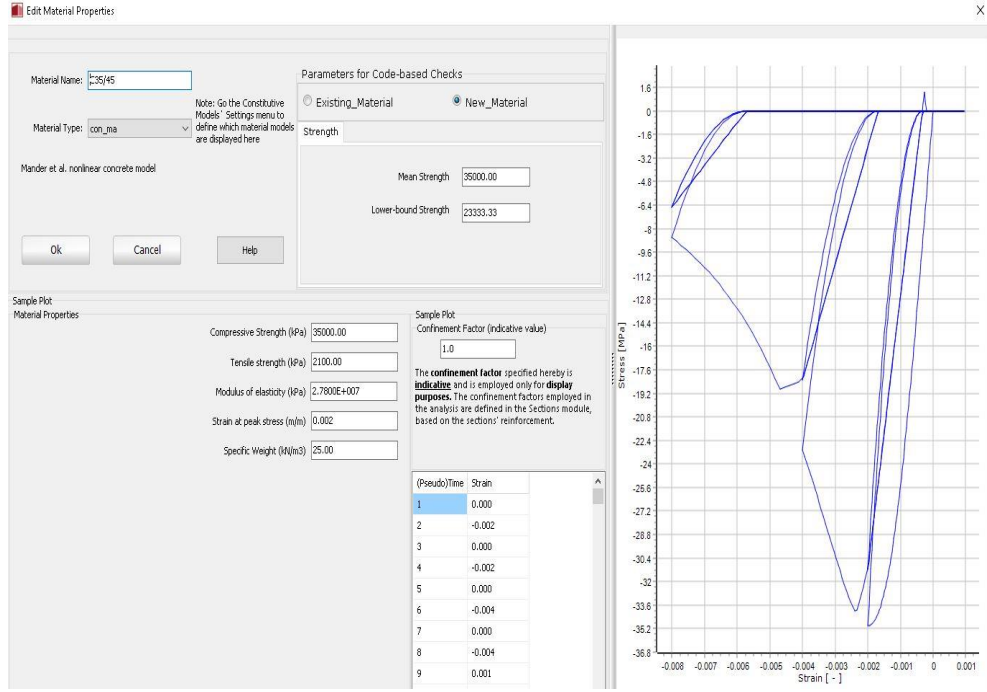
Şekil 25 Etabs Programında Binanın Genel Bakışı

C. Seismostruct Programında Yapının Modellemesi

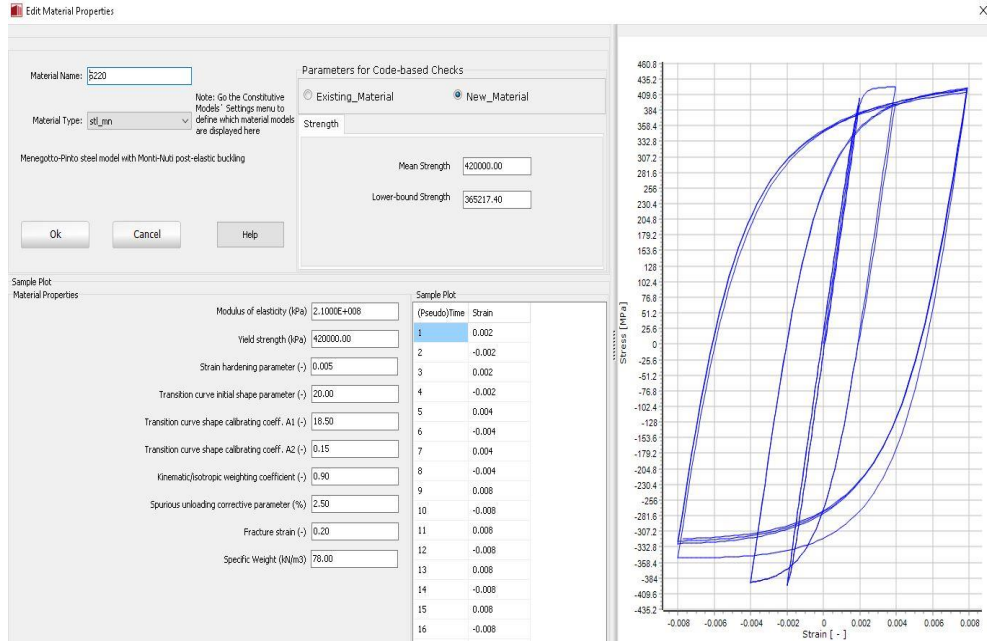
TBDY-2018'e göre 18 katlı binanın yapısal modellemesi için öncelikle beton ve çelik malzemeleri tanımlamamız gerekiyor. Bu programda, beton ve çeliği tanımlamak için doğrusal olmayan Chong-Mander (con-ma) malzemesini kullanılmaktadır. Çizelge (26), Şekil (26) ve Şekil (27)'de binanın malzemelerini gösterilmektedir.

Çizelge 26 Beton ve Çelik Özellikleri

Beton Sınıfı	C35	Çelik Sınıfı	S220a
Birim Ağırlığı	25 KN/m ³	Birim Ağırlığı	78 KN/m ³
Elastisite Modülü	27800 Mpa	Elastisite Modülü	210000Mpa
Çekme Dayanımı	25Mpa	Akma Dayanımı (Fyk)	420 Mpa
Karakteristik Basınç Dayanımı, Fck	35 MPa	Fu	500 Mpa
		Beklenen Akma Dayanımı (Fye)	420 Mpa
		Fsu	500 Mpa

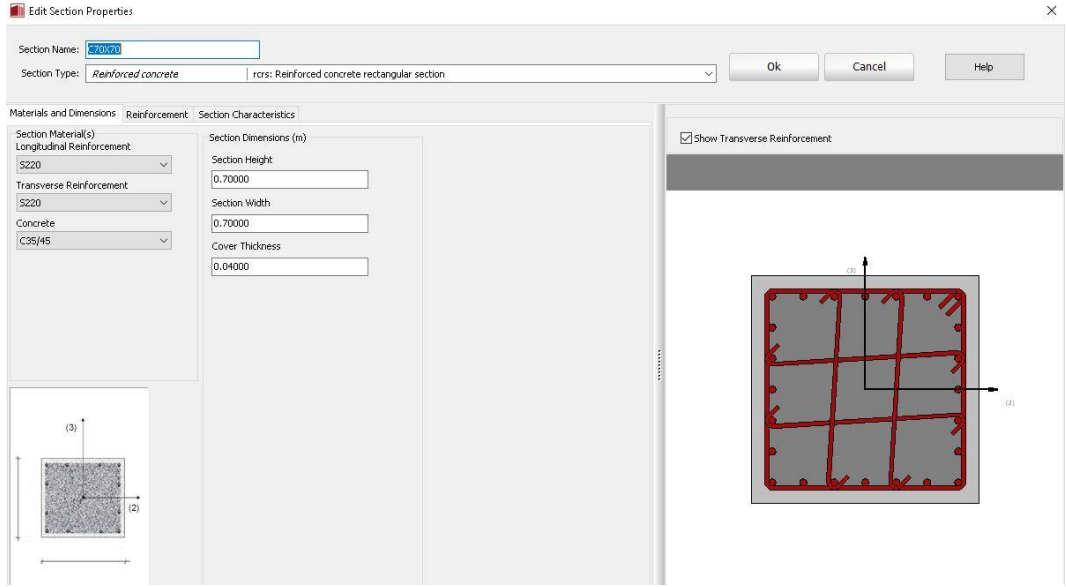


Şekil 26 Chong-Mander (con-ma) Beton Malzemesi

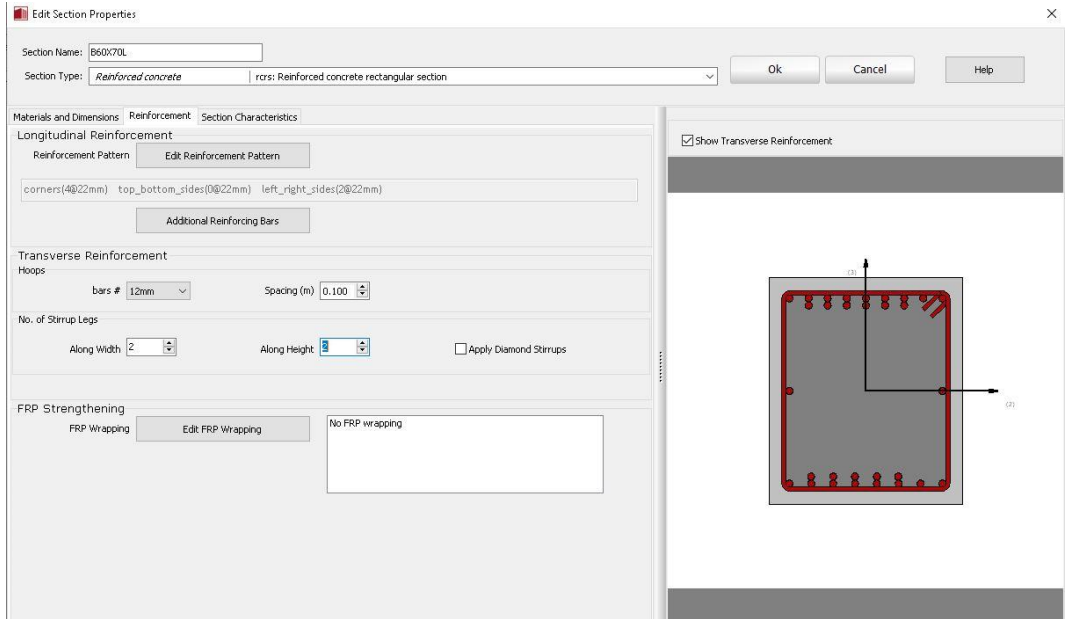


Şekil 27 Chong-Mander (con-ma) Çelik Malzemesini

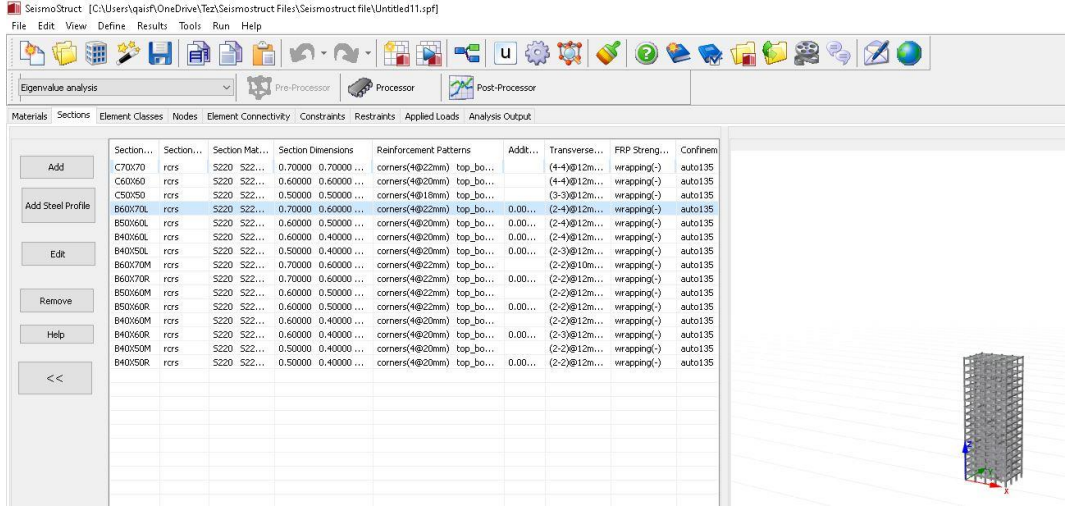
Bu programda, Etabs programında tanımladığımız gibi kolon ve kiriş kesitleri oluşturmak için dikdörtgen donatı kesiti kullanılmaktadır. Kolon ve kiriş kesitlerini tanımlamak ve oluşturmak için TBDY-2018'e göre integrasyon kesiti 5 ve kesit fiberi 150 olmalıdır. Seismostruct programında, kolon ve kirişin kesitleri ve donatıları oluşturmak için Şekil (28)'den (33)'e kadar gösterilen adımlar gerçekleştirilmektedir.



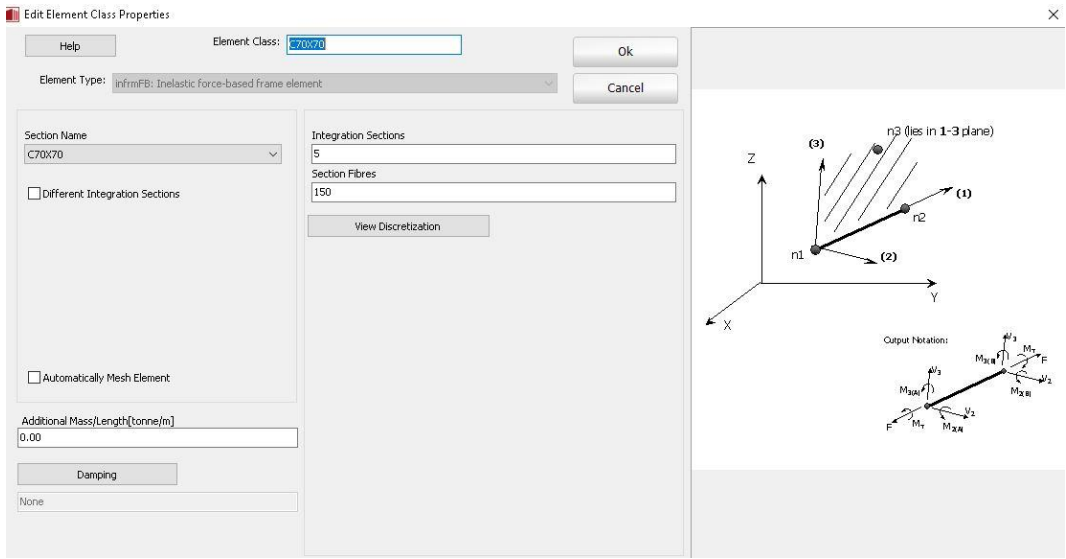
Şekil 28 Kolonun ve Kesitlerin Oluşturmak



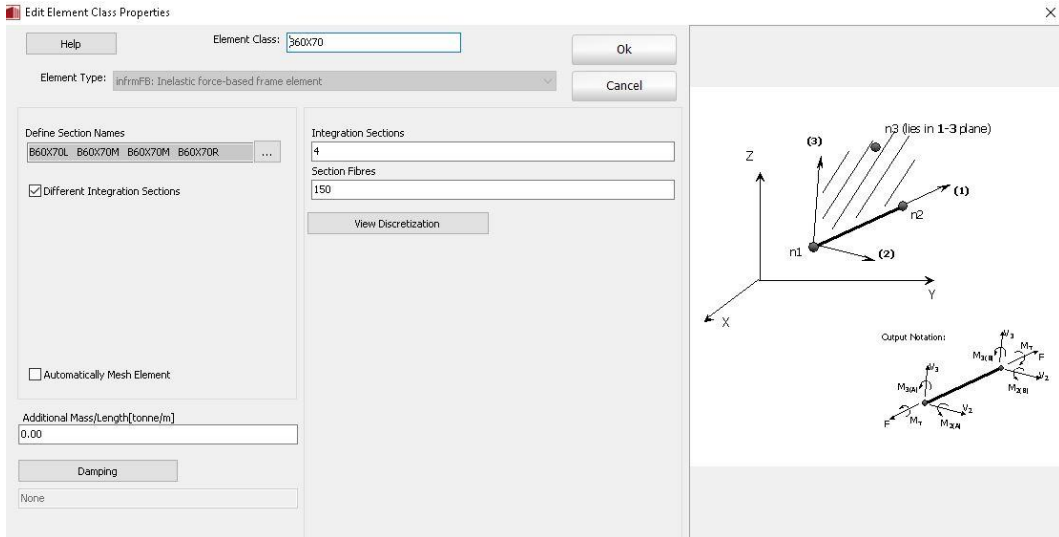
Şekil 29 Kirişin Donatılarını



Şekil 30 Oluşturmuş Kirişlerin ve Kolonların Kesitleri



Şekil 31 Kolonlarda Integrasyon Kesiti ve Kesit Fibri



Şekil 32 Kirişlerde Integrasyon Kesiti ve Kesit Fibri

Elemanları tanımlamak için esnek olmayan kuvvet tabanlı çerçeve elemanını kullanırız Vesna (2011) çalışmalarında olarak bu elemanları kullanmanın avantajı, elemanın tüm uzunluğunun doğrusal olmayan bir faza girebilmesidir, yani dağıtıcı bir plastisite görevi görür. Seismostruct programında, elastik olmayan kuvvet tabanlı çerçeve elemanı kullandığımız için, plastisitenin elemanın tüm uzunluğu boyunca yayılabileceğine dikkat edilmektedir. Şekil (34)'de elemanların sınıfının tanımını gösterilmiştir.

Element Class	Section Name	Integration Sec...	Section Fibres	Damping	Additional Mass
C70X70	C70X70	5	150	None	0.00
C60X60	C60X60	5	150	None	0.00
C50X50	C50X50	5	150	None	0.00
B60X70	B60X70L B60X70M B60...	4	150	None	0.00
B50X60	B50X60L B50X60M B50...	4	150	None	0.00
B40X60	B40X60L B40X60M B40...	4	150	None	0.00
B40X50	B40X50L B40X50M B40...	4	150	None	0.00

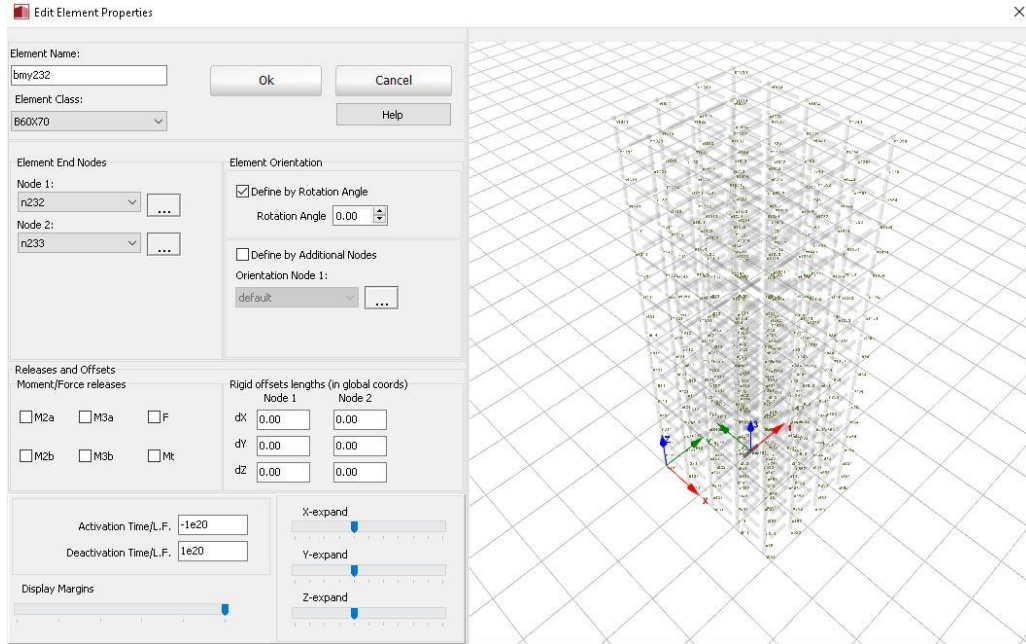
Şekil 33 Eleman Sınıfının Tanımlanması

Bu programda yapıyı modellemek için öncelikle yapının noktalarını programda X, Y, Z yönlerinde tanımlamalı ve ardından noktaları birbirine bağlamalıyız. Şekil (34)'den (38)'e kadar nodlerin ve eleman bağlantılarının tanımı göstermektedir.

Şekil 34 X, Y ve Z Yönlerindeki Düğümlerin Tanımı

Node Name	X	Y	Z	Type
n011	0.00000	0.00000	0.00000	structural
n012	0.00000	5.00000	0.00000	structural
n013	0.00000	10.00000	0.00000	structural
n014	0.00000	15.00000	0.00000	structural
n021	5.00000	0.00000	0.00000	structural
n022	5.00000	5.00000	0.00000	structural
n023	5.00000	10.00000	0.00000	structural
n024	5.00000	15.00000	0.00000	structural
n031	10.00000	0.00000	0.00000	structural
n032	10.00000	5.00000	0.00000	structural
n033	10.00000	10.00000	0.00000	structural
n034	10.00000	15.00000	0.00000	structural
n041	15.00000	0.00000	0.00000	structural
n042	15.00000	5.00000	0.00000	structural
n043	15.00000	10.00000	0.00000	structural
n044	15.00000	15.00000	0.00000	structural
n051	20.00000	0.00000	0.00000	structural
n052	20.00000	5.00000	0.00000	structural
n053	20.00000	10.00000	0.00000	structural
n054	20.00000	15.00000	0.00000	structural
n111	0.00000	0.00000	3.00000	structural
n112	0.00000	5.00000	3.00000	structural
n113	0.00000	10.00000	3.00000	structural
n114	0.00000	15.00000	3.00000	structural
n121	5.00000	0.00000	3.00000	structural
n122	5.00000	5.00000	3.00000	structural
n123	5.00000	10.00000	3.00000	structural
n124	5.00000	15.00000	3.00000	structural
n131	10.00000	0.00000	3.00000	structural
n132	10.00000	5.00000	3.00000	structural
n133	10.00000	10.00000	3.00000	structural
n134	10.00000	15.00000	3.00000	structural
n141	15.00000	0.00000	3.00000	structural
n142	15.00000	5.00000	3.00000	structural
n143	15.00000	10.00000	3.00000	structural
n144	15.00000	15.00000	3.00000	structural
n151	20.00000	0.00000	3.00000	structural

Şekil 35 X, Y ve Z Yönündeki Tüm Düğümler



Şekil 36 Elemanların Bağlantısı (Kırşler)

Element Name	Element Class	Node name(s)	Rigid Offsets	Force/Moment Releases	Activation Time/L.F.
bmy1341	B40X60	n1341 n1342 deg=0.00	0.00 0.00...		-1e20 1e20
bmX1341	B40X60	n1341 n1351 deg=0.00	0.00 0.00...		-1e20 1e20
bmX1342	B40X60	n1342 n1352 deg=0.00	0.00 0.00...		-1e20 1e20
bmX1343	B40X60	n1343 n1353 deg=0.00	0.00 0.00...		-1e20 1e20
bmX1344	B40X60	n1344 n1354 deg=0.00	0.00 0.00...		-1e20 1e20
bmy1351	B40X60	n1351 n1352 deg=0.00	0.00 0.00...		-1e20 1e20
bmX1041	B50X60	n1041 n1051 deg=0.00	0.00 0.00...		-1e20 1e20
bmX1042	B50X60	n1042 n1052 deg=0.00	0.00 0.00...		-1e20 1e20
bmy1042	B50X60	n1042 n1043 deg=0.00	0.00 0.00...		-1e20 1e20
bmy1342	B40X60	n1342 n1343 deg=0.00	0.00 0.00...		-1e20 1e20
bmy1221	B40X60	n1221 n1222 deg=0.00	0.00 0.00...		-1e20 1e20
bmy1041	B50X60	n1041 n1042 deg=0.00	0.00 0.00...		-1e20 1e20
bmX1332	B40X60	n1332 n1342 deg=0.00	0.00 0.00...		-1e20 1e20
bmX1333	B40X60	n1333 n1334 deg=0.00	0.00 0.00...		-1e20 1e20
bmX1333	B40X60	n1333 n1343 deg=0.00	0.00 0.00...		-1e20 1e20
bmy1422	B40X60	n1422 n1423 deg=0.00	0.00 0.00...		-1e20 1e20
bmX1422	B40X60	n1422 n1432 deg=0.00	0.00 0.00...		-1e20 1e20
bmy1332	B40X60	n1332 n1333 deg=0.00	0.00 0.00...		-1e20 1e20
bmy1331	B40X60	n1331 n1332 deg=0.00	0.00 0.00...		-1e20 1e20
bmX1334	B40X60	n1334 n1344 deg=0.00	0.00 0.00...		-1e20 1e20
bmX1343	B40X60	n1343 n1344 deg=0.00	0.00 0.00...		-1e20 1e20
bmy1323	B40X60	n1323 n1324 deg=0.00	0.00 0.00...		-1e20 1e20
bmX1324	B40X60	n1324 n1334 deg=0.00	0.00 0.00...		-1e20 1e20
bmX1331	B40X60	n1331 n1341 deg=0.00	0.00 0.00...		-1e20 1e20
bmX1032	B50X60	n1032 n1042 deg=0.00	0.00 0.00...		-1e20 1e20
bmy1021	B50X60	n1021 n1022 deg=0.00	0.00 0.00...		-1e20 1e20
bmy1011	B50X60	n1011 n1012 deg=0.00	0.00 0.00...		-1e20 1e20
bmX1011	B50X60	n1011 n1021 deg=0.00	0.00 0.00...		-1e20 1e20
bmy1013	B50X60	n1013 n1014 deg=0.00	0.00 0.00...		-1e20 1e20
bmX1013	B50X60	n1013 n1023 deg=0.00	0.00 0.00...		-1e20 1e20
bmX1014	B50X60	n1014 n1024 deg=0.00	0.00 0.00...		-1e20 1e20
bmX1024	B50X60	n1024 n1034 deg=0.00	0.00 0.00...		-1e20 1e20
bmX1031	B50X60	n1031 n1041 deg=0.00	0.00 0.00...		-1e20 1e20
bmy1031	B50X60	n1031 n1032 deg=0.00	0.00 0.00...		-1e20 1e20
bmX1012	B50X60	n1012 n1022 deg=0.00	0.00 0.00...		-1e20 1e20
bmy1012	B50X60	n1012 n1013 deg=0.00	0.00 0.00...		-1e20 1e20
bmX1021	B50X60	n1021 n1031 deg=0.00	0.00 0.00...		-1e20 1e20

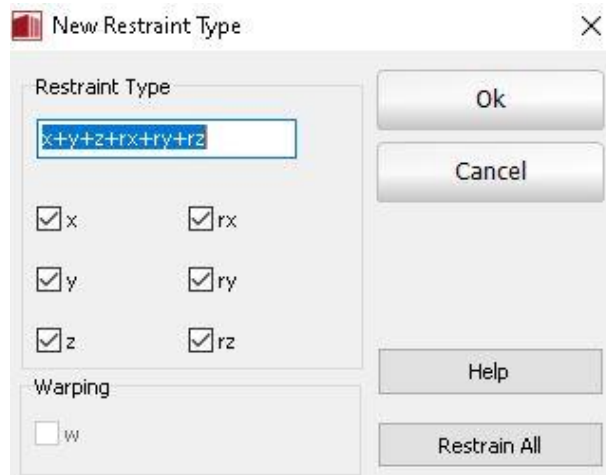
Şekil 37 Elemanların Bağlantısı (Kirişler)

Element Name	Element Class	Node name(s)	Rigid Offsets	Force/Moment Releases	Activation Time/L.F.
coll1154	C50X50	n1054 n1154 deg=0.00	0.00 0.00...		-1e20 1e20
coll1211	C50X50	n1111 n1211 deg=0.00	0.00 0.00...		-1e20 1e20
coll1212	C50X50	n1112 n1212 deg=0.00	0.00 0.00...		-1e20 1e20
coll1213	C50X50	n1113 n1213 deg=0.00	0.00 0.00...		-1e20 1e20
coll1214	C50X50	n1114 n1214 deg=0.00	0.00 0.00...		-1e20 1e20
coll1221	C50X50	n1121 n1221 deg=0.00	0.00 0.00...		-1e20 1e20
coll1222	C50X50	n1122 n1222 deg=0.00	0.00 0.00...		-1e20 1e20
coll1223	C50X50	n1123 n1223 deg=0.00	0.00 0.00...		-1e20 1e20
coll1224	C50X50	n1124 n1224 deg=0.00	0.00 0.00...		-1e20 1e20
coll1231	C50X50	n1131 n1231 deg=0.00	0.00 0.00...		-1e20 1e20
coll1232	C50X50	n1132 n1232 deg=0.00	0.00 0.00...		-1e20 1e20
coll1233	C50X50	n1133 n1233 deg=0.00	0.00 0.00...		-1e20 1e20
coll1234	C50X50	n1134 n1234 deg=0.00	0.00 0.00...		-1e20 1e20
coll1241	C50X50	n1141 n1241 deg=0.00	0.00 0.00...		-1e20 1e20
coll1242	C50X50	n1142 n1242 deg=0.00	0.00 0.00...		-1e20 1e20
coll1243	C50X50	n1143 n1243 deg=0.00	0.00 0.00...		-1e20 1e20
coll1244	C50X50	n1144 n1244 deg=0.00	0.00 0.00...		-1e20 1e20
coll1251	C50X50	n1151 n1251 deg=0.00	0.00 0.00...		-1e20 1e20
coll1252	C50X50	n1152 n1252 deg=0.00	0.00 0.00...		-1e20 1e20
coll1253	C50X50	n1153 n1253 deg=0.00	0.00 0.00...		-1e20 1e20
coll1254	C50X50	n1154 n1254 deg=0.00	0.00 0.00...		-1e20 1e20
coll1311	C50X50	n1211 n1311 deg=0.00	0.00 0.00...		-1e20 1e20
coll1312	C50X50	n1212 n1312 deg=0.00	0.00 0.00...		-1e20 1e20
coll1313	C50X50	n1213 n1313 deg=0.00	0.00 0.00...		-1e20 1e20
coll1314	C50X50	n1214 n1314 deg=0.00	0.00 0.00...		-1e20 1e20
coll1321	C50X50	n1221 n1321 deg=0.00	0.00 0.00...		-1e20 1e20
coll1322	C50X50	n1222 n1322 deg=0.00	0.00 0.00...		-1e20 1e20
coll1323	C50X50	n1223 n1323 deg=0.00	0.00 0.00...		-1e20 1e20
coll1324	C50X50	n1224 n1324 deg=0.00	0.00 0.00...		-1e20 1e20
coll1331	C50X50	n1231 n1331 deg=0.00	0.00 0.00...		-1e20 1e20
coll1332	C50X50	n1232 n1332 deg=0.00	0.00 0.00...		-1e20 1e20
coll1333	C50X50	n1233 n1333 deg=0.00	0.00 0.00...		-1e20 1e20
coll1334	C50X50	n1234 n1334 deg=0.00	0.00 0.00...		-1e20 1e20
coll1341	C50X50	n1241 n1341 deg=0.00	0.00 0.00...		-1e20 1e20
coll1342	C50X50	n1242 n1342 deg=0.00	0.00 0.00...		-1e20 1e20
coll1343	C50X50	n1243 n1343 deg=0.00	0.00 0.00...		-1e20 1e20
coll1344	C50X50	n1244 n1344 deg=0.00	0.00 0.00...		-1e20 1e20

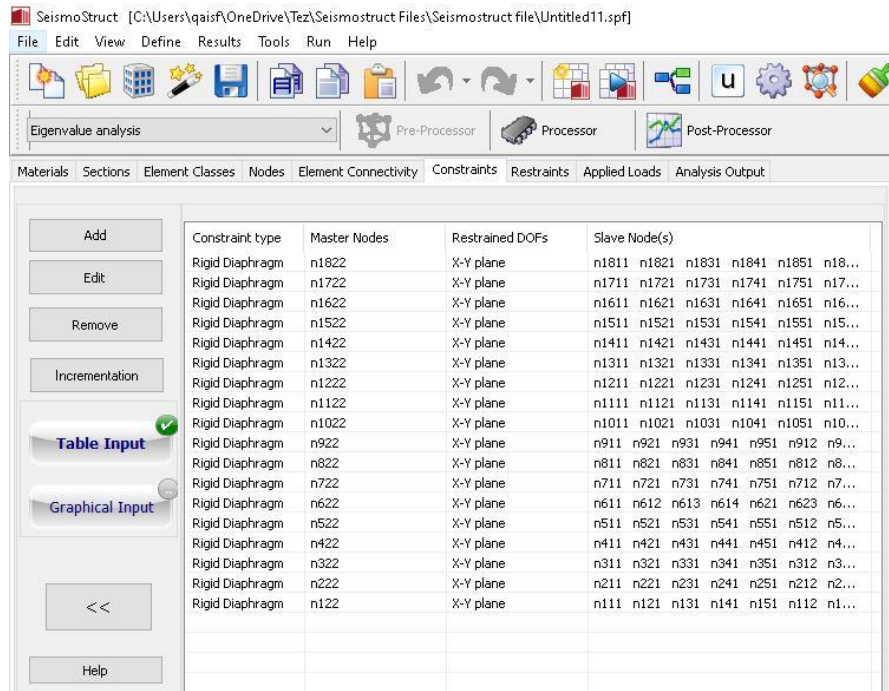
Şekil 38 Elemanların Bağlantısı (Kolonlar)

Bir binanın bir katının ağırlığının çoğunun o katın çatısında yoğunlaştığını biliyoruz, bu nedenle sismik kuvvet yapının çatısına girer ve çatının işi onu dikey yanal yük taşıyan elemanlar arasında bölmektedir. Herhangi bir depreme dayanıklı yanal yük taşıma sisteminin yük taşıma payının, çerçevenin rijitlik oranı veya sismik

ağırlık oranı (yerçekimi yükünün payı) ile ilgili olarak yapısal çatının rijitliğine bağlı olduğuna dikkat edilmelidir. Nikorush'un (2020) çalışmalarında binanın çatısı çok rijit ise yanal yük taşıyan elemanlar arasındaki deprem dağılımı her bir elemanın rijitliği ile orantılı olacaktır. Ve çatı yeterli rijitliğe sahip değilse veya başka bir deyişle esnek ise, her bir yanal destek çerçevesindeki depremin dağılımı, o çatının sismik ağırlığı (sabit yük ve hareketli yük yüzdesi) ile orantılı olacaktır. Son olarak, diyafram yarı rijit ise (rijit ve esnek orta hal) deprem dağılımı yukarıdaki iki durum için belirtilen iki oranda yapılacaktır. Sismostruct programında rijit diyaframları şekil'40 ve 41'de gösterildiği gibi tanımlayabiliriz.

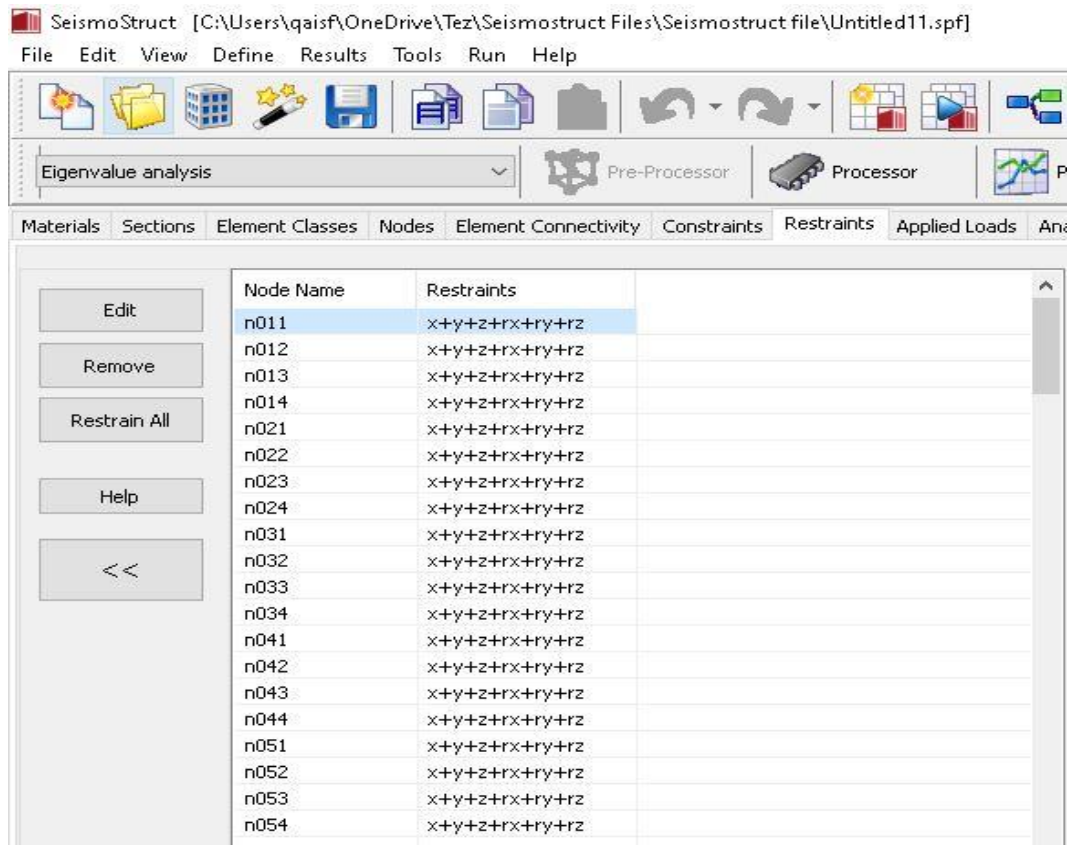


Şekil 39 Rijit Diyaframların Oluşturulması

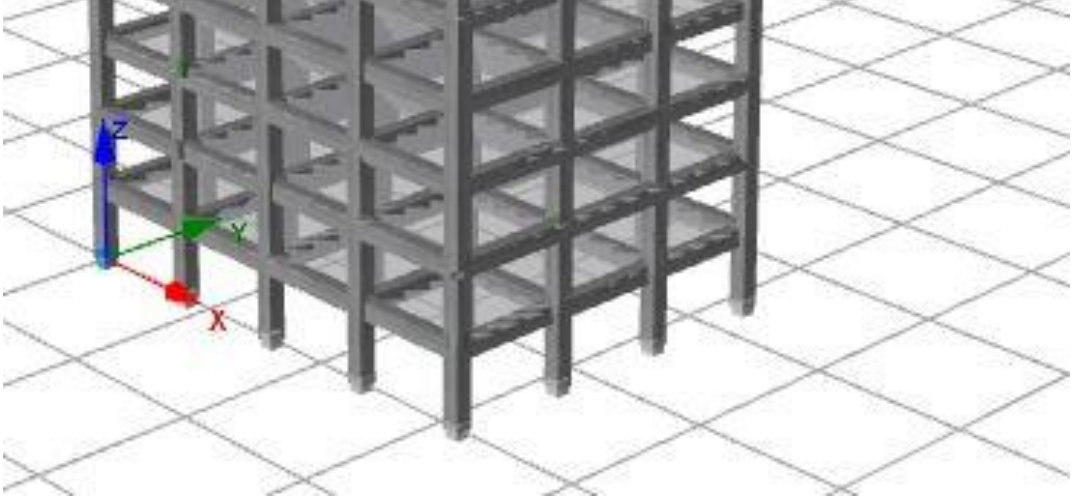


Şekil 40 Rijit Diyaframların Oluşturulması

Bir modelde sınır koşullarının tanımlanması, analizde model hazırlamanın en önemli kısımlarından biridir. Sınırlamalar, model oluşturmanın önemli bir parçasıdır ve bunların doğru tanımlanmasıyla doğru ve beklenen sonuçlar elde edilir. Fatemah (2018) çalışmasında da fark ettiği gibi, farklı dayanak koşulları beklenmeyen yapısal davranışlara yol açabileceğinden, dayanakları göz ardı edemeyiz veya varsayımlara dayalı olarak belirleyemiyoruz. Beton yapılarda mesnetleri tanımlayabilmek için detayları bilmemiz gerekir. Örneğin, beton yapılarda bir kolonun desteği, dikkate alınan detaylara bağlı olarak basit veya kenetli olabilir. Seismostruct (2022) programında kısıtlamalar şekil (41) ve (42)'de gösterildiği gibi tanımlanacaktır.



Şekil 41 Kısıtlamalar Oluşturması

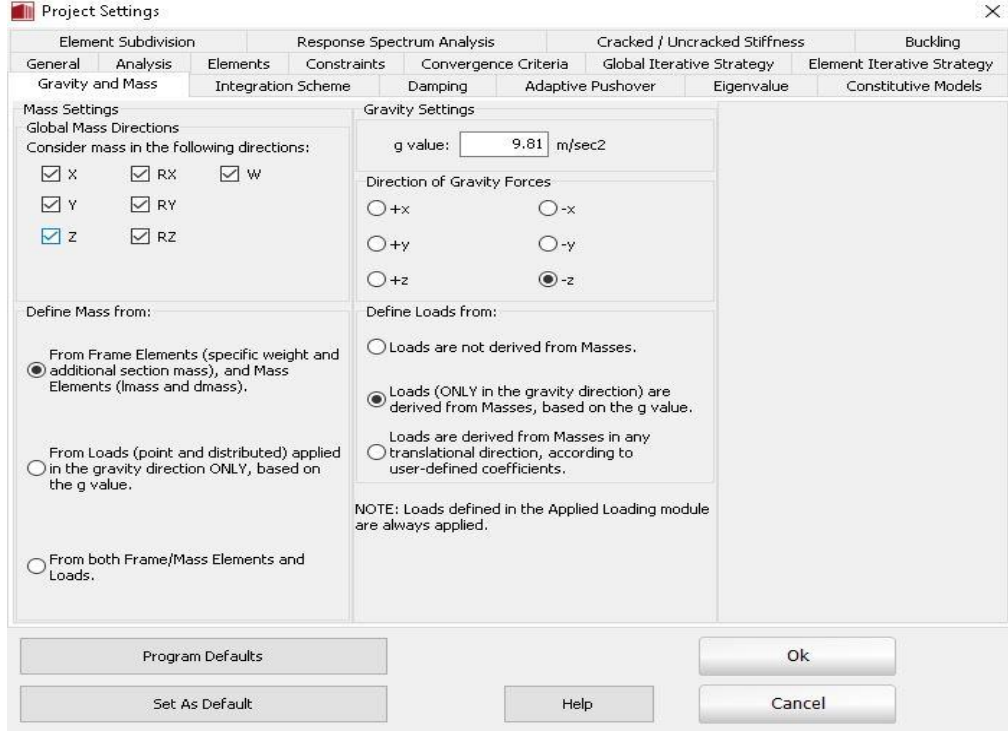


Şekil 42 Binanın Kısıtlamaları

Yorum: Malzemelerin, kısıtları, elemanların, rijit diyaframların ve kısıtlamalar tanımını modelleyi bitirdikten sonra, program ayarlarında bazı önemli noktaları göz önünde bulundurarak ve modeli doğrusal olmayan analiz için hazırlanması gerekmektedir.

1. Kütle ve yük tanımlaması

Yapı üzerindeki kütle ve yükü belirlemek için ölü yük, hareketli yük ve deprem yükünü hesaplamak gerekmektedir. Daha önce Etbas programında yapıya binen yükleri tanımlanmıştır. Bu programında yapının kütlelerini ve yapıya binen yükleri çok doğru bir şekilde uygulanacaktır. Yapının kütlelerini kendi içinde hesaplaması ve kütleleri tanımladığımız elemanlardan alması dikkat çekicidir. TBDY-2018'e göre binanın kütleleri ve Yükü tanımlaması Şekil (43)'de ve Çizelge (27)'de gösterilmiştir.



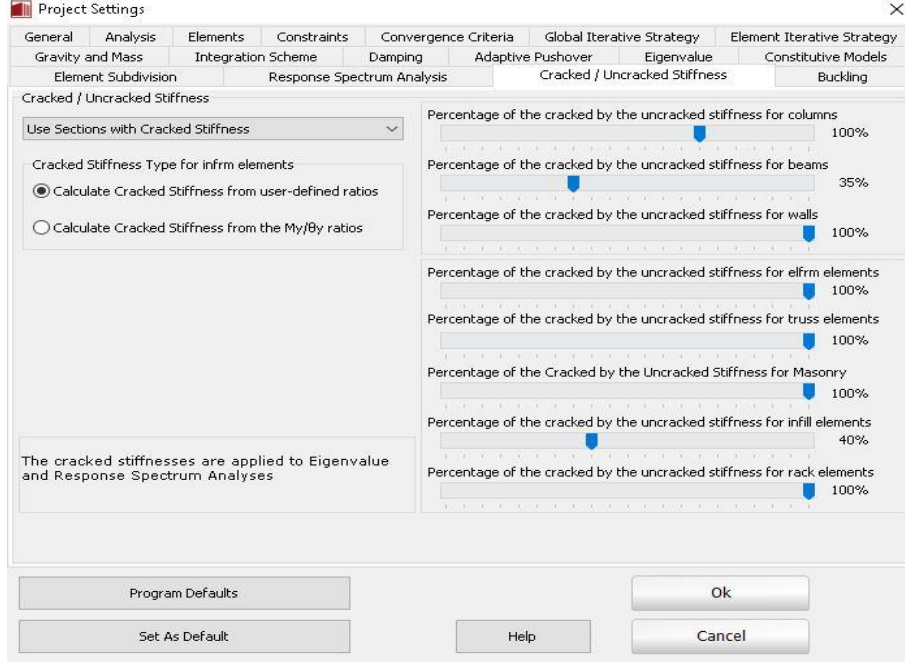
Şekil 43 Sismostruct Programında Kütle ve Yük Tanımlama Seçenekleri

Çizelge 27 Yapı Üzerindeki Yüklerin Tanımı

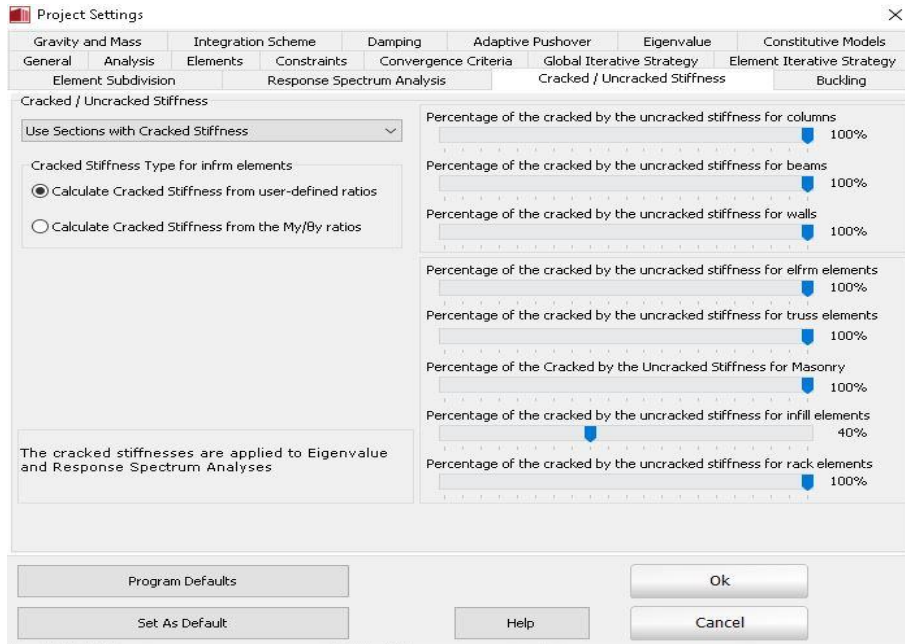
Mass	2650	Kg/m3
Story Height	3	m
Panel_x_dir	5	m
Panel_y_dir	5	m
Column_xdir	0.7	m
Column Height	3	m
Slab_depth	0.25	m
Slab_xdir	5	m
Slab_ydir	5	m
Slab_net_xdir	3.8	m
Slab_net_ydir	3.8	m
Sdead	3.5	KN/m2
Sdead	356.7788	Kg/m2
Live	2	KN/m2
Live	203.8736	Kg/m2
DL_coef	1	
LL_coef	0.3	
Column Mass	3895.5	Kg
Node_Mass_Column	1947.75	Kg
Beam Mass	4006.8	Kg
Node_Mass_Column	2003.4	Kg
Slab Mass	9566.5	Kg
Node Mass_Per Panel	2391.625	Kg
Sdead	8919.47	Kg
Node_Mass_Sdead Per Panel	2229.867	Kg
Live	1529.052	Kg
Node_Mass_Live Per Panel	382.263	Kg
Node Mass (Slab + Sdead + Live_Mass) Per Panel	5003.755	5.003755
Node Mass (Slab + Sdead + Live_Mass) 2 Panel	10007.51	10.00751
Node Mass (Slab + Sdead + Live_Mass) 4 Panel	20015.02	20.01502

2. Çatlak kesitlerin tanımlaması

Seismostruct (2022) Programda çatlak kesitleri tanımlamak için doğrusal analizde kolonlardaki çatlak yüzdesi %70, kirişlerdeki çatlak yüzdesi %35 olarak kabul edilecektir. Ancak bu tanımlamaların doğrusal olmayan analizler için kolonların ve kirişlerin çatlaklı kesitleri %100 dikkate alınması gerektiği unutulmamalıdır. TBDY-2018'e göre Şekil (44) ve Şekil (45)'de kiriş ve kolonların çatlak yüzdesi gösterilmiştir.



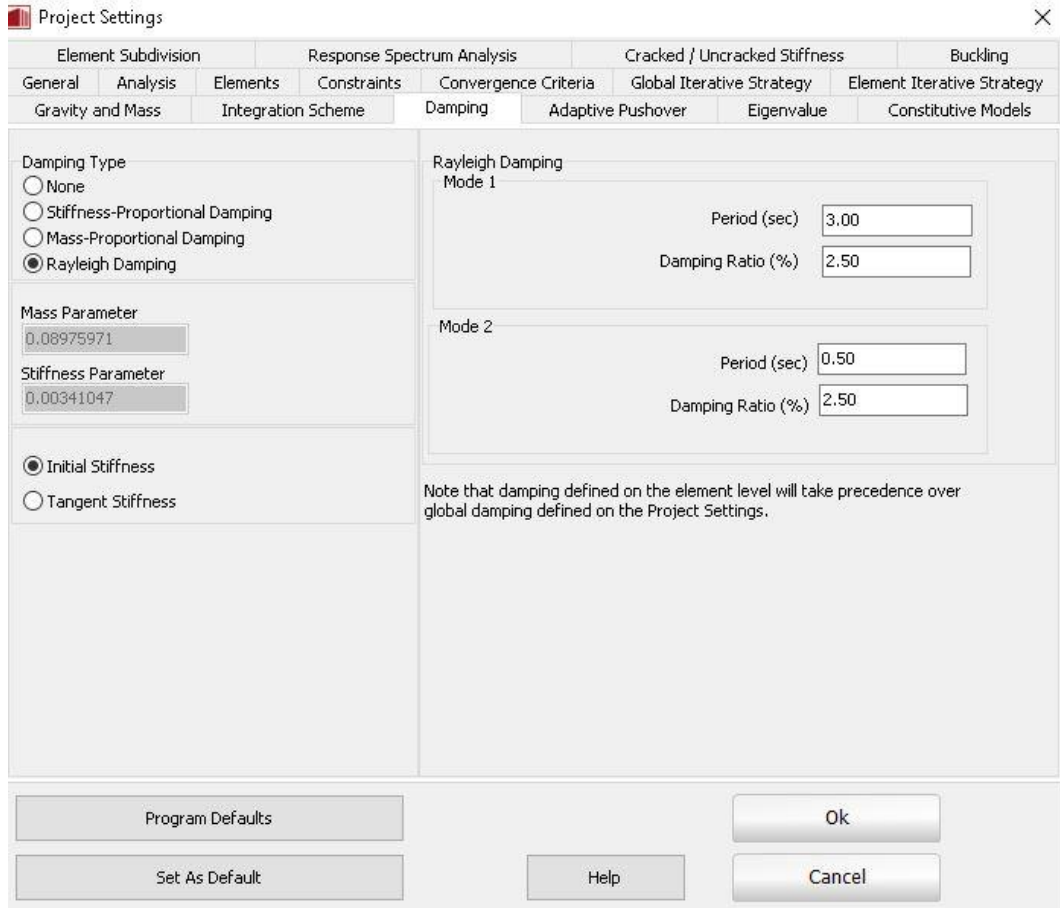
Şekil 44 Doğrusal Analizde Kolonların ve Kirişlerin Çatlak Yüzdesi



Şekil 45 Doğrusal Olmayan Analizde Kolonların ve Kirişlerin Çatlak Yüzdesi

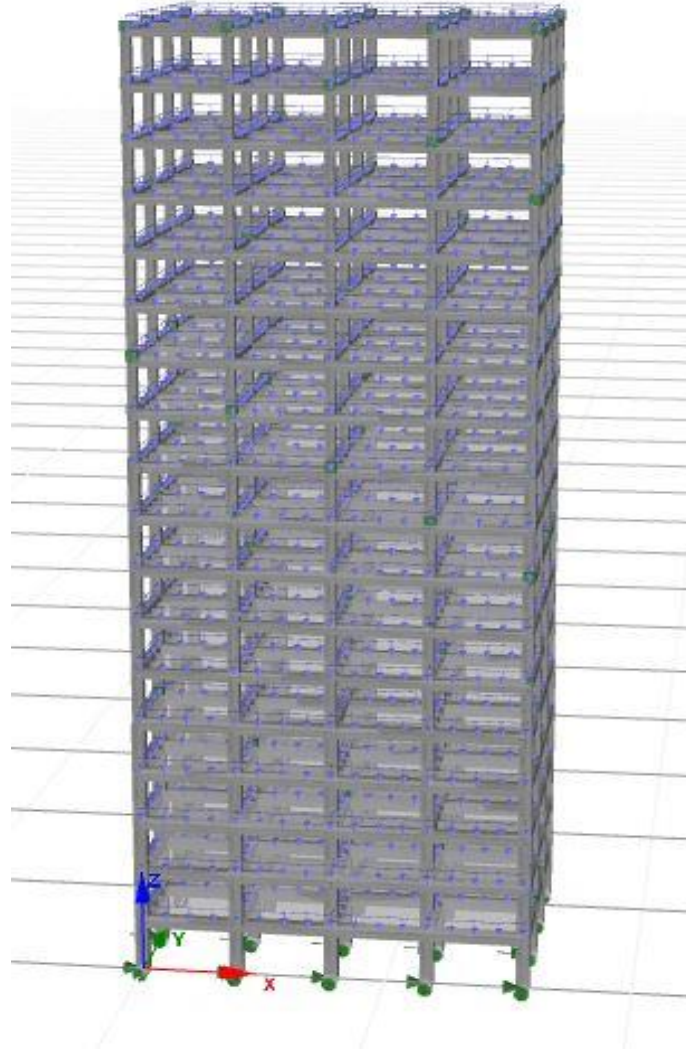
3. Sönüm modellemesi

Dinamik yüklere tepki olarak enerji kaybı, genellikle sistem malzemelerinin iç sürtünmesinden, eklemlerdeki enerji absorpsiyonundan ve yapısal olmayan bileşenlerinden kaynaklanan yapısal sistemlerin doğal özelliklerinden biridir, bu enerji kaybı sönümleme ile ifade edilir. Sondipon (2000) çalışmasında Orantılı sönüm ve orantısız sönüm olarak bilinen yapısal sistemlerde sönümü modellemek için iki genel yöntem vardır. Orantılı sönümde kütle ve rijitlikle orantılı sönüm dikkate alınır. Elastik yapıların analizinde orantısız sönüm kullanımı çok yaygındır ve bu analizlerde yapının rijitliğinde değişiklik olmaması nedeniyle her zaman sabittir ve kolaylıkla kabul edilebilir. Steven (2010) yaptığı çalışmalarda bu konuyu fark etmiş ki Lifli bir yapıdaki sönümleme kuvvetlerinin tanımı, yapısal dinamiklerde uzun süredir aktif bir araştırma alanı olmuştur ki Lord Riley'nin klasik monografisinin yayınlanmasından bu yana zayıflama üzerine kapsamlı literatür bulunabilir. Sönümleme çok eski bir problem olmasına rağmen, modern mühendisliğin talepleri son yıllarda ilginin sürekli artmasına neden olmuştur. Robotik ve aktif yapılardaki son gelişmeler, yapısal dinamikler alanında enerji tüketen genel kuvvetlerle başa çıkmak için yöntemlerin geliştirilmesine ivme kazandırdı. Ayrıca, son yıllarda modern tasarım yöntemlerinin gelişmesiyle birlikte gelişmiş kompozit yapı malzemelerinin geliştirilmesi, daha hafif yapılara doğru bir eğilime yol açmıştır. Tüm bu sorunlardan kurtulmanın iyi bilinen bir yolu, "yapışkan sönümleme" denen şeyi kullanmaktır. Bu yaklaşım ilk olarak Rayleigh (1877) tarafından simetrik bir katsayılar matrisi olan "sönümleme matrisi" ve enerji kaybı oranları için ikinci dereceden bir ifade olan ünlü "dağıtım fonksiyonu" aracılığıyla tanıtıldı. Riley'nin işaret ettiği bir başka idealleştirme, sönümleme matrisinin kütle ve sertlik matrislerinin doğrusal bir kombinasyonu olduğunu varsaymaktır. Bu model piyasaya sunulduğundan beri yaygın olarak kullanılmaktadır ve şu anda yaygın olarak 'Riley sönümleme', 'Oransal sönümleme' veya 'Klasik sönümleme' olarak bilinmektedir. Böyle bir zayıflama modeli ile, orijinal olarak zayıflatılmamış sistemler için geliştirilen modal analiz yöntemi, zayıflama sistemlerini çok benzer bir şekilde analiz etmek için kullanılabilir. Rayleigh sönümü (1877), Seismostruc programında doğrusal olmayan analiz için kullanılır ancak Alfa ve beta katsayıları, temel durumun ilk periyoduna eşit olan 1.5 ve 0.25 eşit periyotlardaki sönüm oranı %2.5 olacak şekilde seçilir. Bu, genellikle bir beton yapı için sağlanan doğal sönümlemeyi gösterir. Şekil (46)'da doğrusal olmayan analiz için Rayleigh sönümlemesi seçilerek yapının modellenmesini gösterilmiştir.



Şekil 46 Doğrusal Olmayan Analiz için Rayleigh Sönümlemesi

18 katlı betonarme bina TBDY-2018'e göre modüle edilmiş olup, binanın dış cephesi şekil (47)'de gösterilmiştir.



Şekil 47 Yapı'nın Seismostruct Programında Hazırlanan Analitik Modeli

D. Kayıt Seçimi ve Kayıt Ölçeklendirme

Geleneksel olarak yapıların deprem yüklerinin hesaplanması "eşdeğer statik deprem yükü yöntemi" ve "birleştirme yöntemi" ile yapılır. Yapısal analizlerde ve teknolojiye son gelişmelerle birlikte, zaman tanım alanında doğrusal olmayan analiz hesaplamalar yöntemi, yapıların tasarımında ve analizinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu bağlamda Abrahamson (1993) zaman tanım alanında doğrusal olmayan analizlerde en kritik konuyu uygun sismik kayıtları seçmek ve ölçeklendirmek ele almıştır. Boore (2000) araştırmasında deprem kayıtlarının seçilmesi için farklı yöntemler üzerinde durmuştur. Onun araştırmaları sonucunda, kayıt seçiminin en önemli ve doğru yöntemine (deprem sırasında kaydedilen gerçek deprem kayıtlarının seçilmesi ve iletim teknolojisinin gelişmesiyle bunlara kolayca erişilmesi) işaret edebiliriz. Belirli

bir alanda gerçek bir kayıt seçmek için kullanılan en önemli kriterlerin jeolojik ve sismik koşullar, sismik büyüklük, fay tipi, Yerel arazi koşulları, yırtılma ve spektral içerik ve alanından fay uzaklığı, Boorenin çalışmasında dikkat edilmiştir. Boomer (2003) çalışmalarında, gerçek deprem kayıtlarının genellikle, en azından büyüklük, mesafe ve zemin kat gibi parametrelerin sağlandığı tasarım spektrumu veya deprem senaryosuna dayalı olarak, yer hareketinin belirli özelliklerini gösterecek şekilde seçildiğini bulmuştur. Bu nedenle kayıtlar, maksimum yer ivmesi gibi kuvvetli yer hareketi parametrelerine uygun olarak tasarım tepki spektrumuna uyacak şekilde seçilir. Belirli bir alan için seçilen kayıtlar, sismik tehlike analizinin tepki aralığının yanı sıra jeolojik ve sismik koşullarla eşleşmelidir. Bina performansını değerlendirmek için TBDY-2018'e göre en az 11 set kayıt seçilmelidir. Bu 11 set deprem kayıtları $R_{rup}=15\text{km}$ 'den az ve $M_w=6.5$ 'dan büyük ve $180\text{m/s}<V_{s30}<360\text{m/s}$ olacak kriterleri dikkate alınarak NGA Deprem Veri Tabanında [NGA-West2] puls tipi yer hareketi kayıtları arasından seçiliyor. TBDY-2018 (5.7.2 maddesinde)' göre bu çalışmada 21 set kayıt seçilmiştir (Çizelge 28).

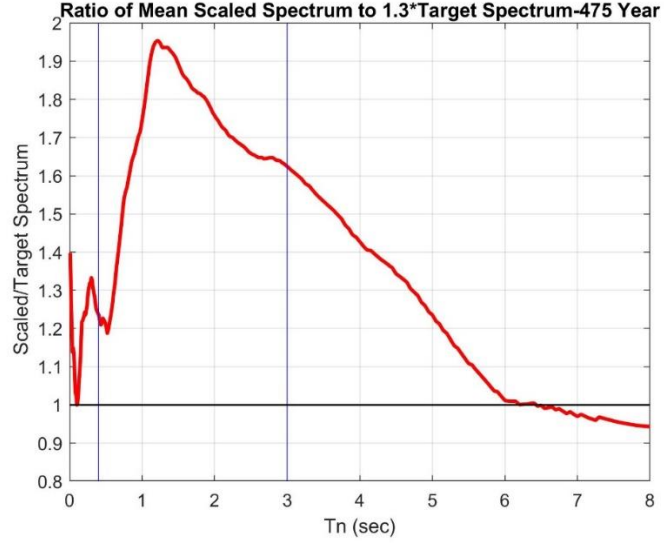
Çizelge 28 Seçilen 21 Set Puls- Tipi Kayıtlar

No	Record Sequence No	Tp-Pulse Period	Earthquake Name	Magnitüde	Mechanism	Rjb (km)	Rrup (km)	Vs30 (m/sec)
1	159	2.338	"Imperial Valley-06"	6.53	strike slip	0	0.65	242.05
2	161	4.396	"Imperial Valley-06"	6.53	strike slip	8.54	10.42	208.71
3	170	4.417	"Imperial Valley-06"	6.53	strike slip	7.31	7.31	192.05
4	173	4.515	"Imperial Valley-06"	6.53	strike slip	8.6	8.6	202.85
5	182	4.375	"Imperial Valley-06"	6.53	strike slip	0.56	0.56	210.51
6	722	2.128	"Superstition Hills-02"	6.54	strike slip	18.48	18.48	266.01
7	723	2.394	"Superstition Hills-02"	6.54	strike slip	0.95	0.95	348.69
8	764	1.638	"Loma Prieta"	6.93	Reverse	10.27	10.97	308.55
9	766	1.729	"Loma Prieta"	6.93	Reverse Oblique	10.38	11.07	270.84
10	767	2.639	"Loma Prieta"	6.93	Reverse Oblique	12.23	12.82	349.85
11	1044	1.372	"Northridge-01"	6.69	Reverse	3.16	5.92	269.14
12	1045	2.982	"Northridge-01"	6.69	Reverse	2.11	5.48	285.93
13	1084	2.982	"Northridge-01"	6.69	Reverse	0	5.35	251.24
14	1106	1.092	"Kobe_ Japan"	6.9	strike slip	0.94	0.96	312
15	1114	2.828	"Kobe_ Japan"	6.9	strike slip	3.31	3.31	198
16	1119	1.806	"Kobe_ Japan"	6.9	strike slip	0	0.27	312
17	1120	1.554	"Kobe_ Japan"	6.9	strike slip	1.46	1.47	256
18	4098	1.33	"Parkfield-02_ CA"	6	strike slip	1.66	3	326.64
19	4102	1.022	"Parkfield-02_ CA"	6	strike slip	2.55	3.63	230.57
20	4126	0.574	"Parkfield-02_ CA"	6	strike slip	2.85	3.79	260.63
21	8119	4.823	"Christchurch_ New Zealand"	6.2	Reverse Oblique	1.92	1.98	206

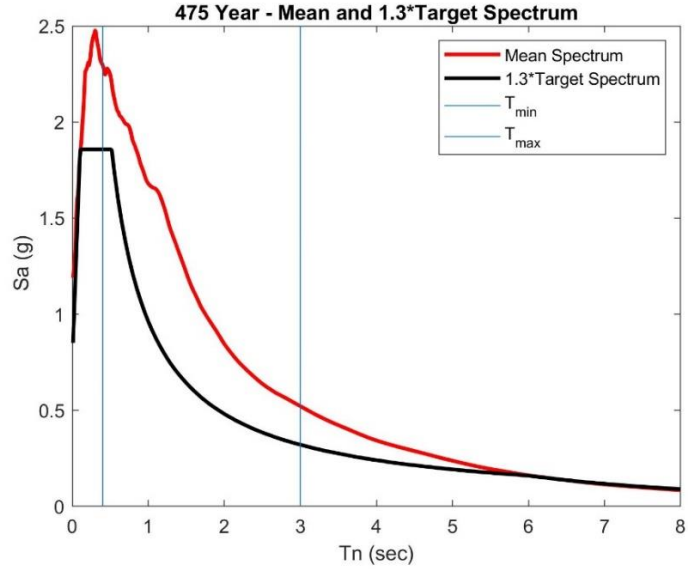
Yasin Fahjan (2007) bu konuyu açıklamış ve kullanılan deprem belgelerinin şu özellikleri taşıması gerektiğini söylemiştir:

- Deprem kaydındaki şiddetli yer hareketinin süresi, binanın ilk doğal titreşim periyodunun 5 katından ve 15 saniyeden az olmamalıdır.
- Kullanılan deprem hareketinin sıfır periyoduna ilişkin spektral ivmenin ortalama değerleri Aog'dan az olmamalıdır.
- Kullanılan ivme kaydına göre, elastik spektral ivme değerlerinin %90'dan daha az olduğu periyotlar için %5 sönüm oranı için tekrar bulunması gereken spektral ivmenin ortalama değerleri belirtilir.

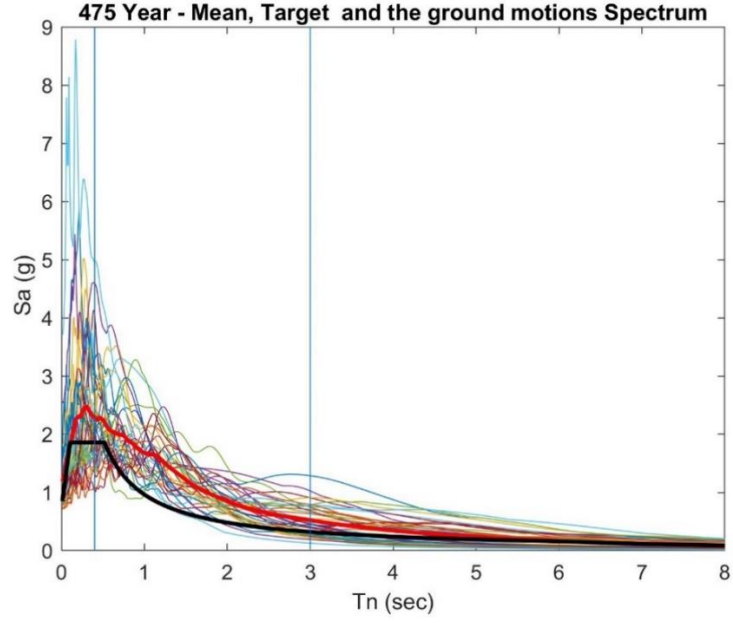
Kercher (2009)'e göre, bir eksen boyunca uygulanan kayıtların bir yapıyı bir eksene göre yıkma olasılığı yaklaşık %20 daha azdır. Genel olarak aynı sabitlerin aksel kullanımı, gerçek yapıları herhangi bir yönde yenebilir. Böylece Kercher, daha güçlü bir bileşenin parçalanmayı yönettiğini ve yapıyı yürütme açısından alt ettiğini, böylece yer hareketinin en büyük bileşenini sağlamak için yer hareketi tanımını değiştirdiğini belirtti. Bu tezde 21 puls tipi kayıt seçilmiştir, bir sonraki adımda seçilen kayıtlar maksimum yönlerinde döndürüldü (Puls tipi olmayan türe dönüştürüldü). Bu amaçla Baker (2013) tarafından hazırlanan Matlab fonksiyonları kullanılmıştır. Puls sinyalleri, maksimum döndürülen kayıtlar Baker (2007) tarafından geliştirilen Matlab fonksiyonları ile çıkarıldı, yani aslında iki tür kayıt elde edilmiştir (Puls tipi olmayan ve artıklar). Bu şekilde, doğrusal olmayan analiz için her iki bileşenin maksimum dönüş yönünde Puls tipi olmayan kayıtları hazırlanmıştır. Son aşamada kayıtlar TBDY-2.5 2.5.2.4 (b)'ye göre hedef spektruma ölçeklendi. Şekil (48) ile Şekil (50), ölçeklenen kayıtların ortalamasının $1,3 \cdot Sa_{Target}$ 'tan yüksek olduğunu göstermektedir. Katların bağıl yer değiştirmesini hesaplamak için, Puls tipi olmayan kayıt cihazlarının doğrusal olmayan analizi için yapıdaki Y yönündeki maksimum kalıntı dönüş ve X yönündeki minimum başlangıç dönüş kayıtları kullanılmıştır. Ayrıca Puls tipi olmayan kayıtların lineer olmayan analizi için yapıda Y yönünde maksimum döndürülmüş orijinal kayıtlar ve X yönünde minimum döndürülmüş orijinal kayıtlar kullanılmıştır. Son olarak, her iki kayıt türünün de yapı üzerindeki etkisini belirlenecektir ve sonuçlar dördüncü bölümde ayrıntılı olarak açıklanacaktır.



Şekil 48 Ortalama Ölçekli Spektrumun 1,3 *Hedef Spektruma oranı -475 Yıl

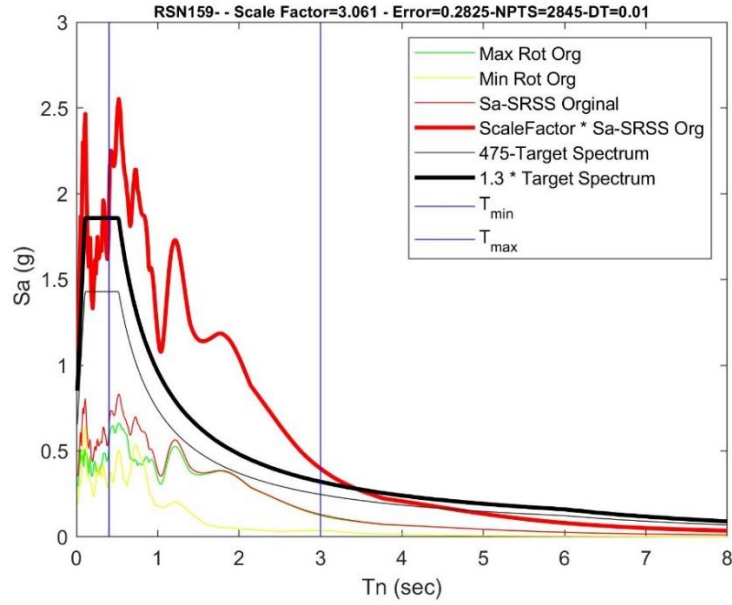


Şekil 49 475 Yıl- Ortalama ve 1.3*Hedef Spektrum

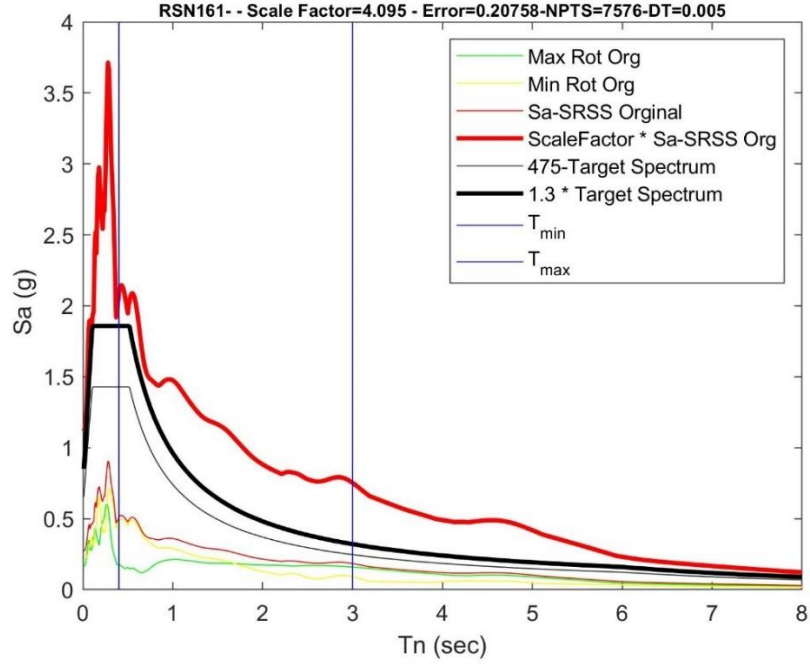


Şekil 50 475 Yıl – Ortalama, Hedef ve Yer Hareketleri Spektrumu

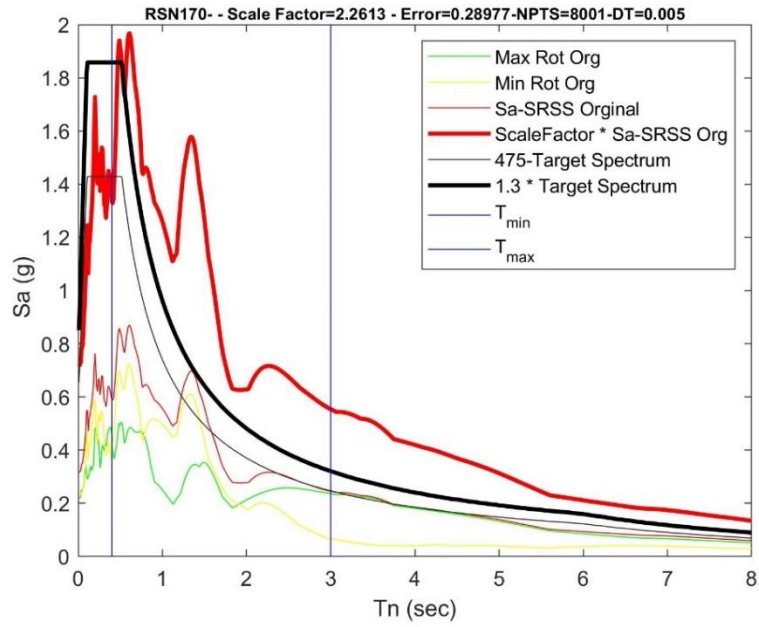
TDBY-2018'e göre, Şekil (51)'den Şekil (71)'e kadar, 475 Yıllık Spektrum Orijinal kayıtlarını göstermektedir.



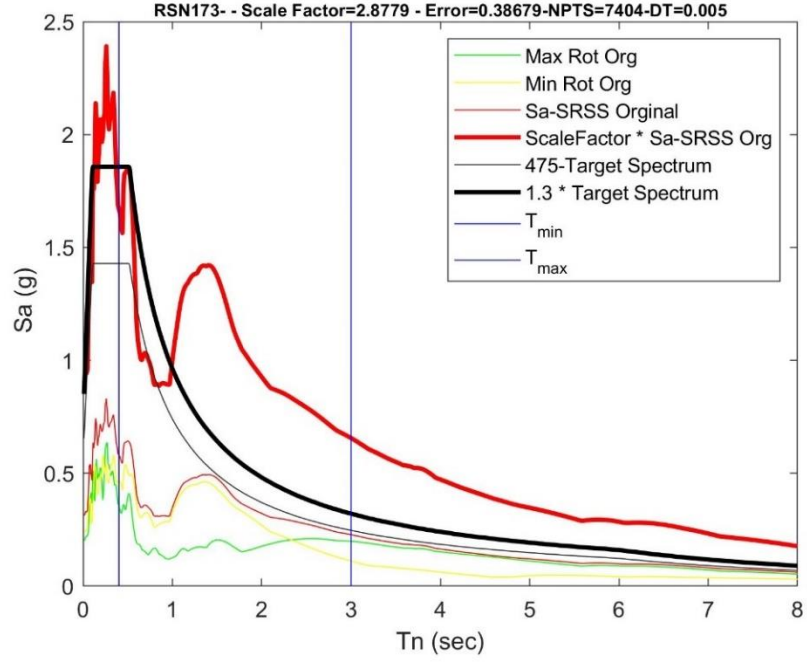
Şekil 51 Ölçek Faktörlü RSN-159 (Orijinal Kayıt)



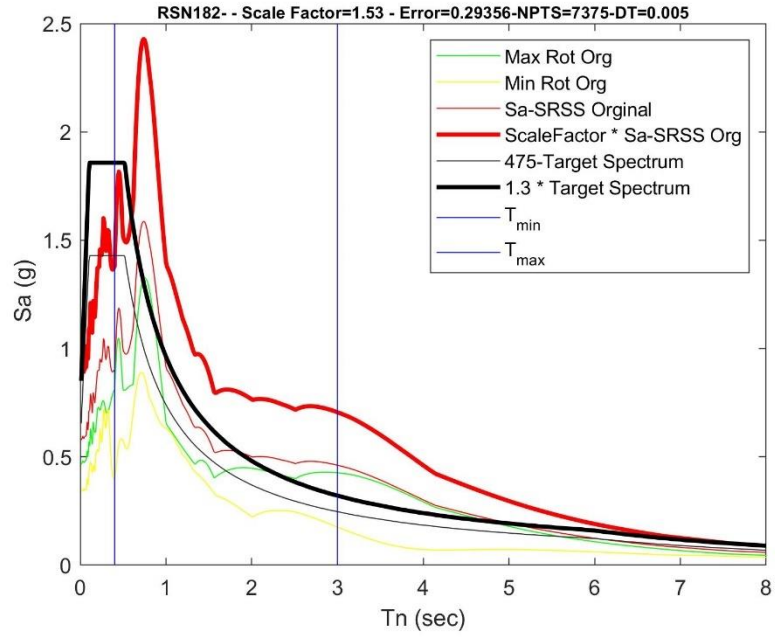
Şekil 52 Ölçek Faktörlü RSN-161 (Orijinal Kayıt)



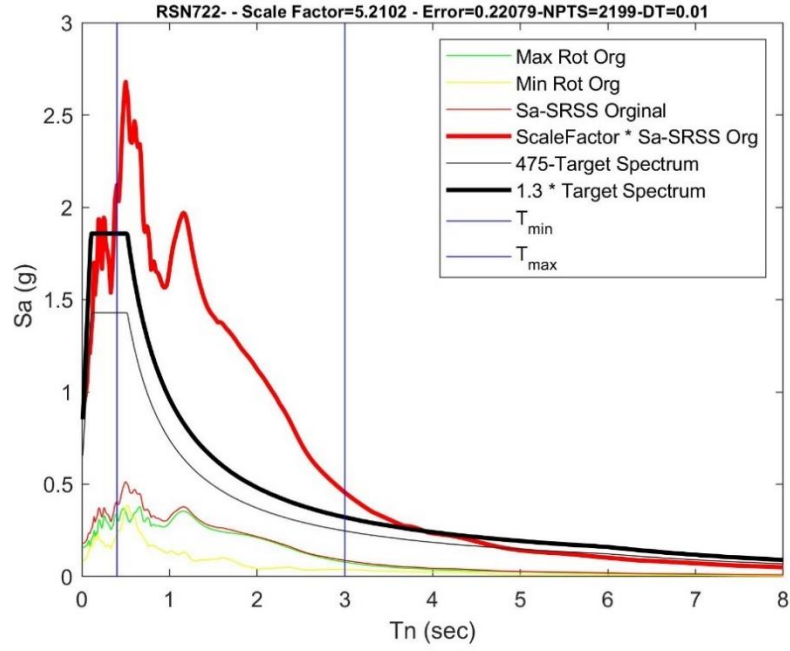
Şekil 53 Ölçek Faktörlü RSN-170 (Orijinal Kayıt)



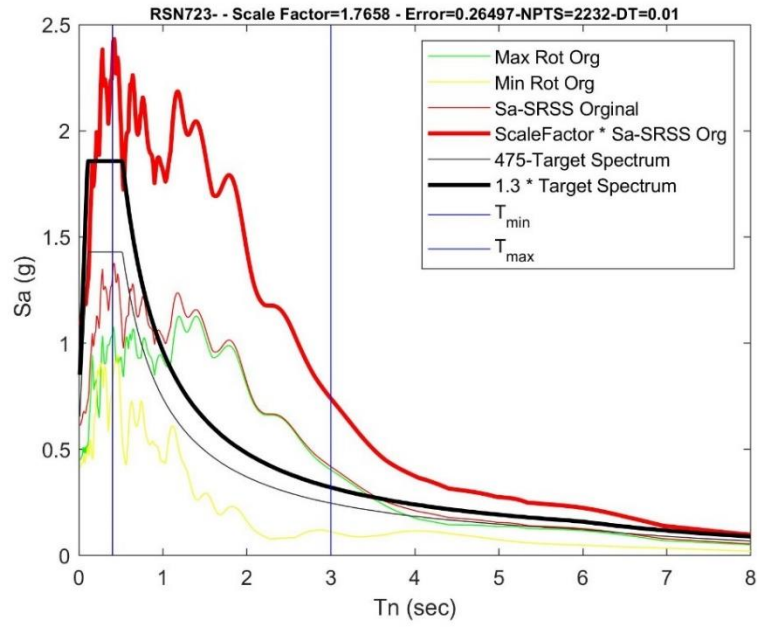
Şekil 54 Ölçek Faktörlü RSN-173 (Orijinal Kayıt)



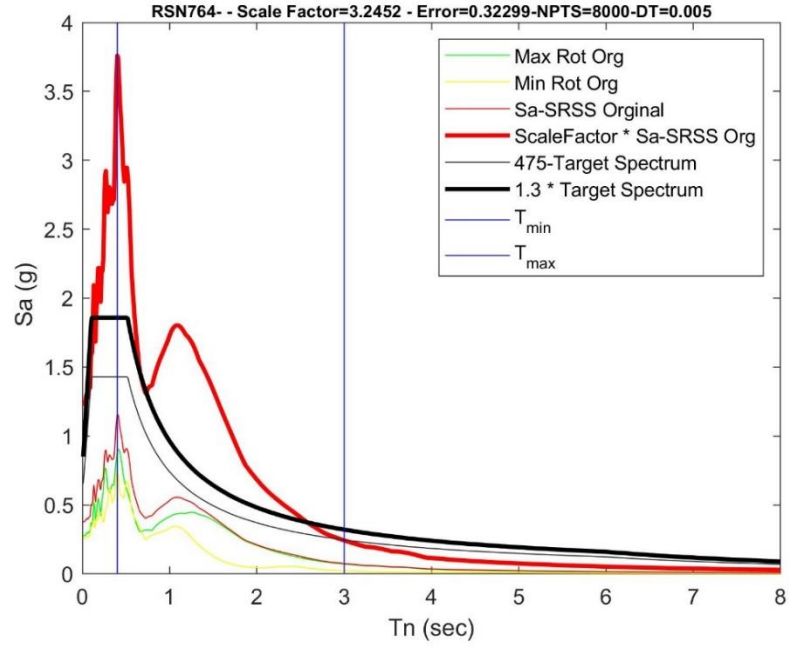
Şekil 55 Ölçek Faktörlü RSN-182 (Orijinal Kayıt)



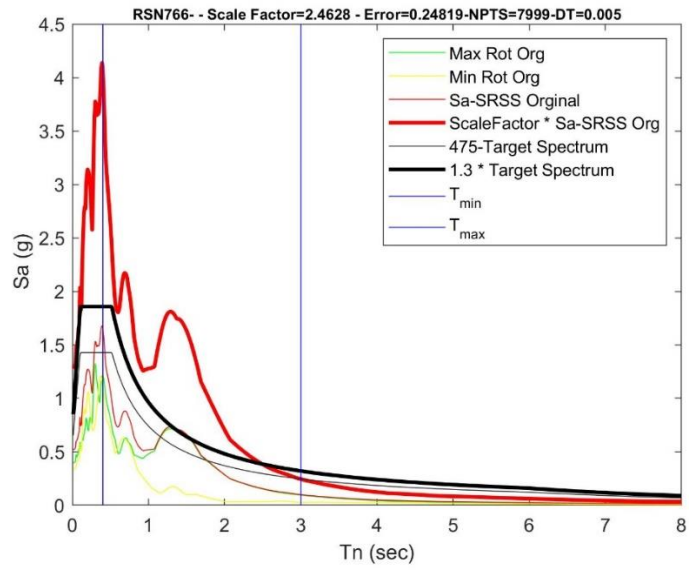
Şekil 56 Ölçek Faktörlü RSN-722 (Orijinal Kayıt)



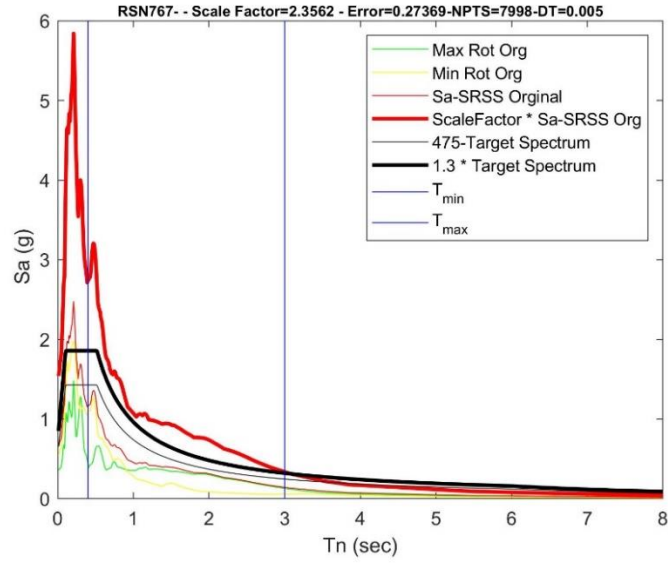
Şekil 57 Ölçek Faktörlü RSN-723 (Orijinal Kayıt)



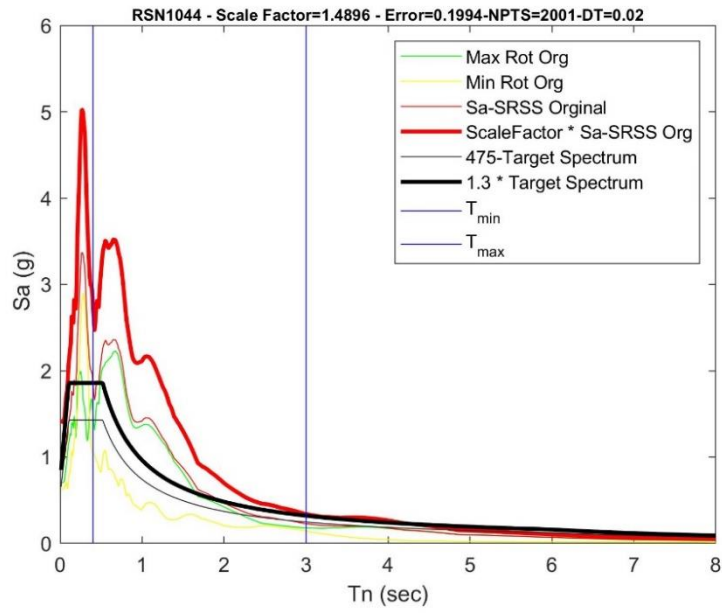
Şekil 58 Ölçek Faktörlü RSN-764 (Orijinal Kayıt)



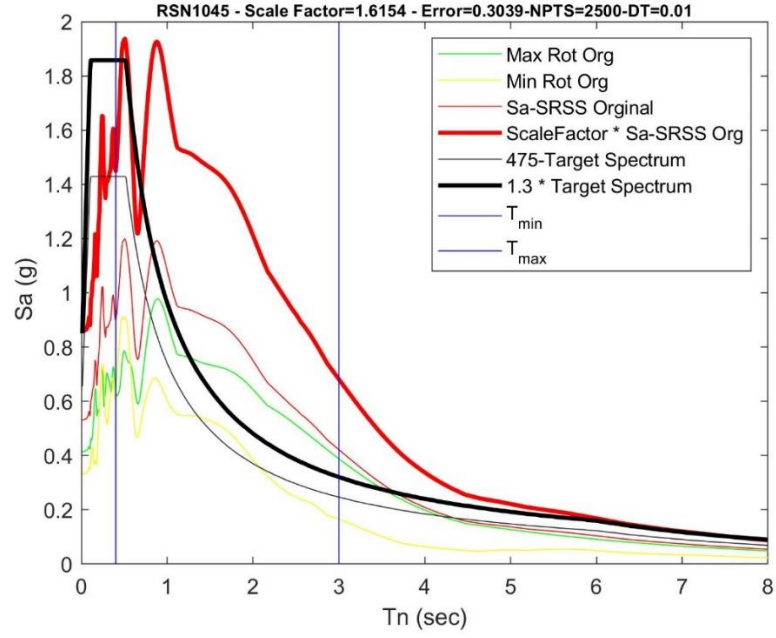
Şekil 59 Ölçek Faktörlü RSN-766 (Orijinal Kayıt)



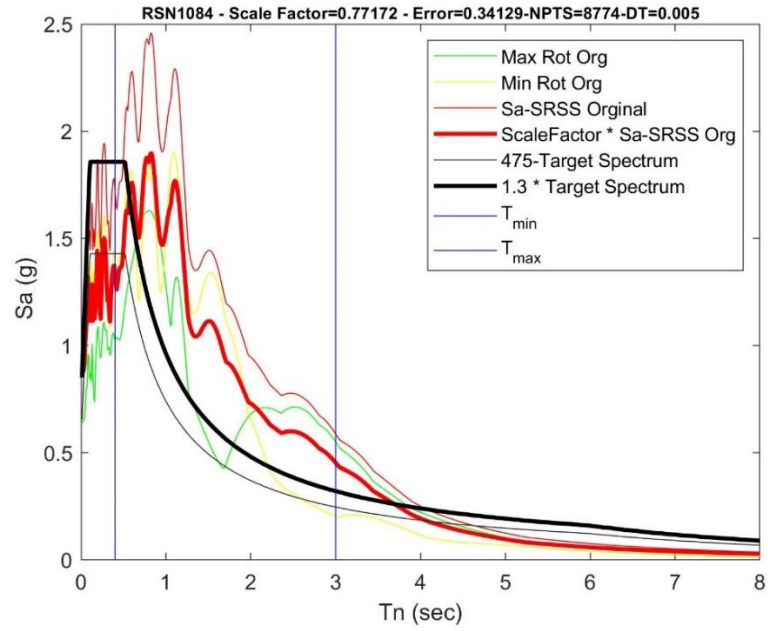
Şekil 60 Ölçek Faktörlü RSN-767 (Orijinal Kayıt)



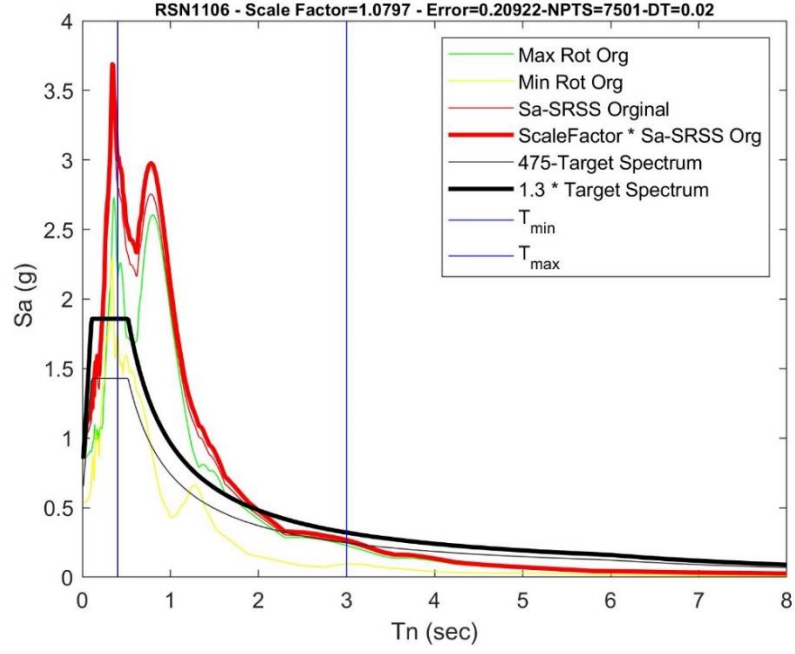
Şekil 61 Ölçek Faktörlü RSN-1044 (Orijinal Kayıt)



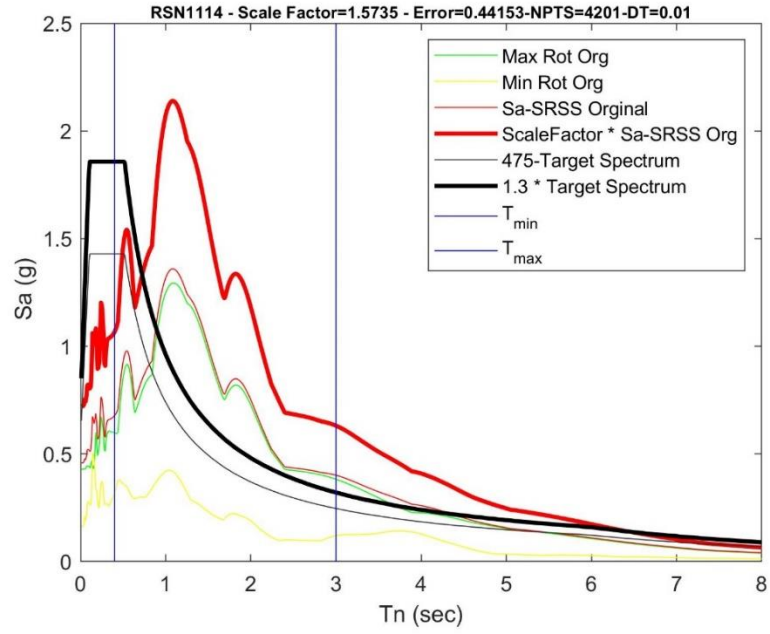
Şekil 62 Ölçek Faktörlü RSN-1045 (Orijinal Kayıt)



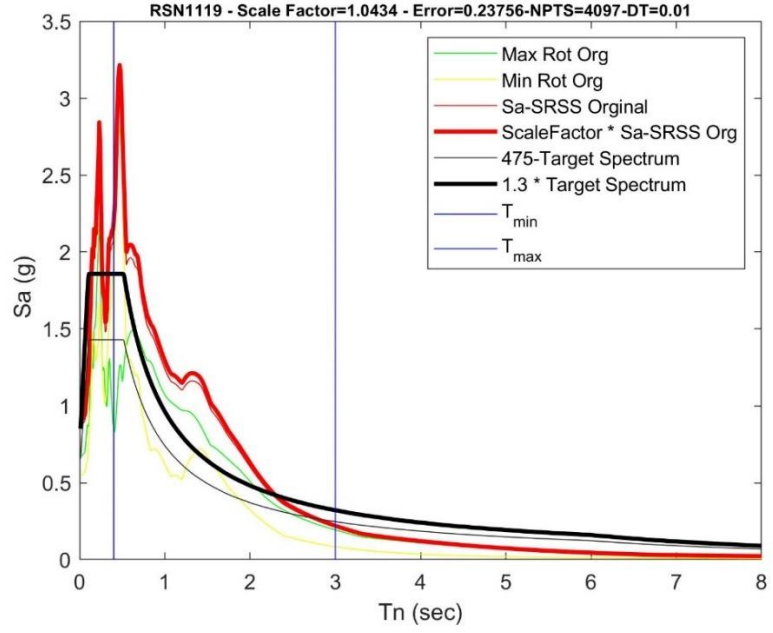
Şekil 63 Ölçek Faktörlü RSN-1084 (Orijinal Kayıt)



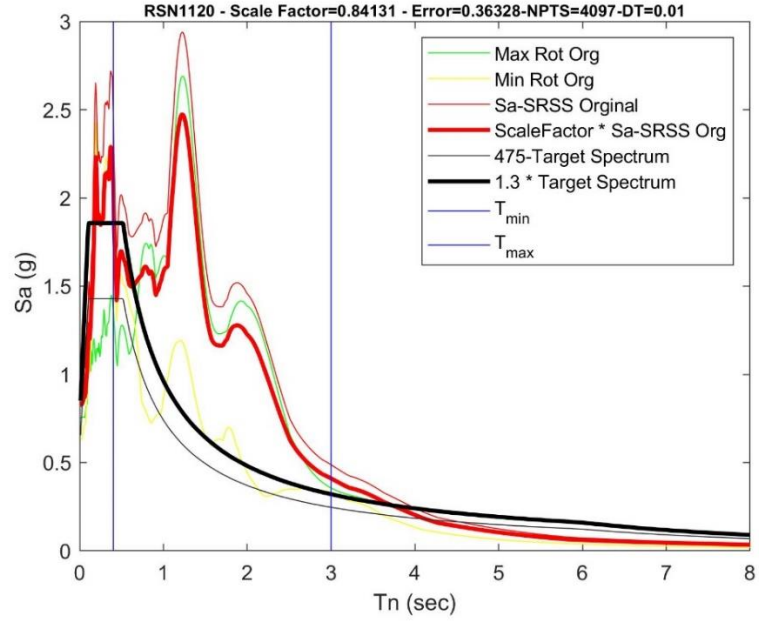
Şekil 64 Ölçek Faktörlü RSN-1106 (Orijinal Kayıt)



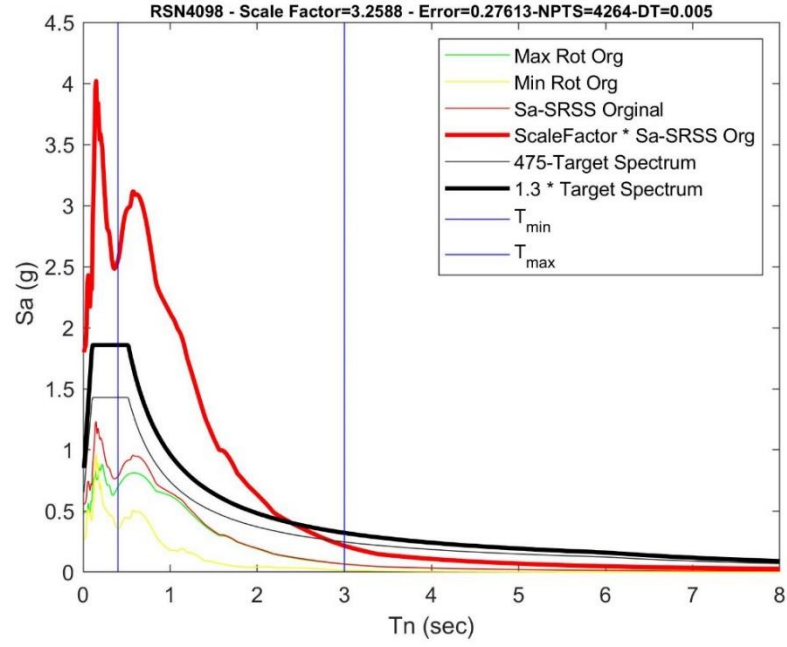
Şekil 65 Ölçek Faktörlü RSN-1114 (Orijinal Kayıt)



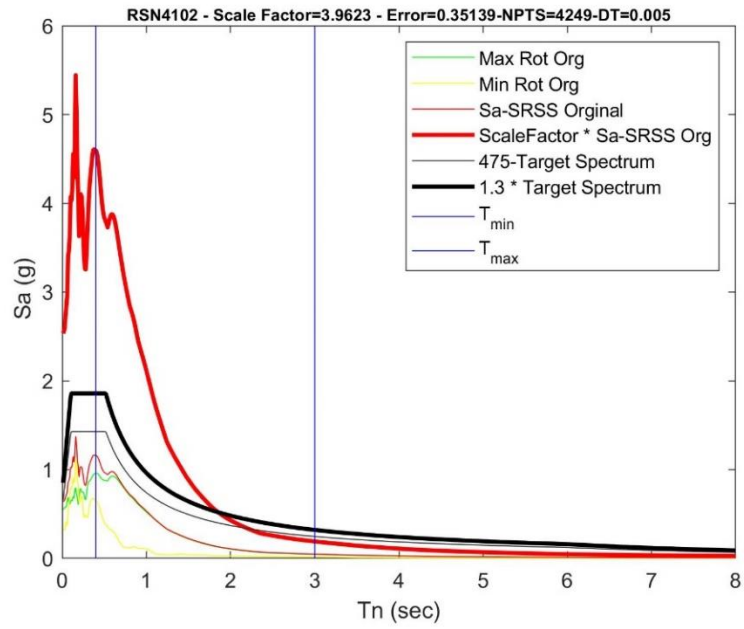
Şekil 66 Ölçek Faktörlü RSN-1119(Orijinal Kayıt)



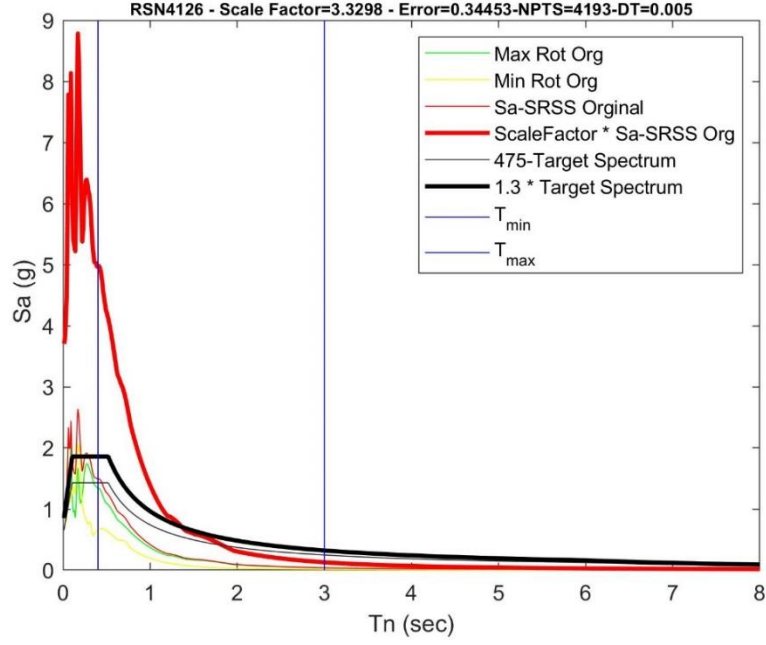
Şekil 67 Ölçek Faktörlü RSN-1120 (Orijinal Kayıt)



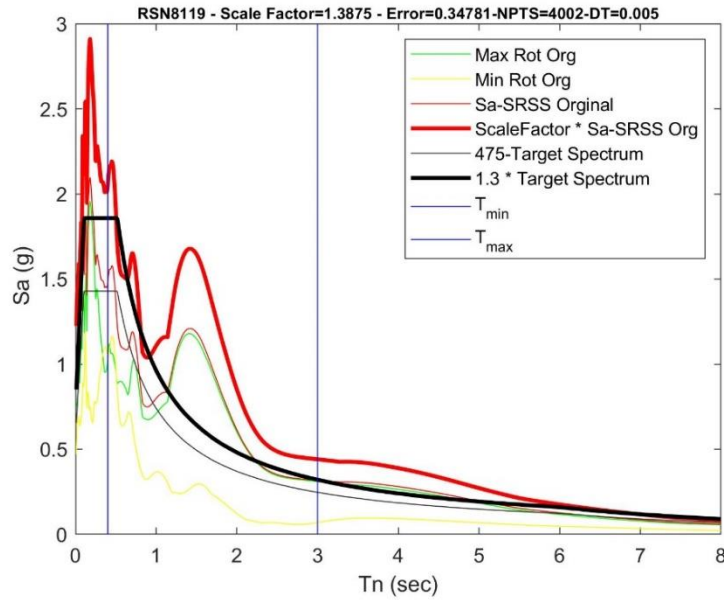
Şekil 68 Ölçek Faktörlü RSN-4098 (Orijinal Kayıt)



Şekil 69 Ölçek Faktörlü RSN-4102 (Orijinal Kayıt)



Şekil 70 Ölçek Faktörlü RSN-4126 (Orijinal Kayıt)

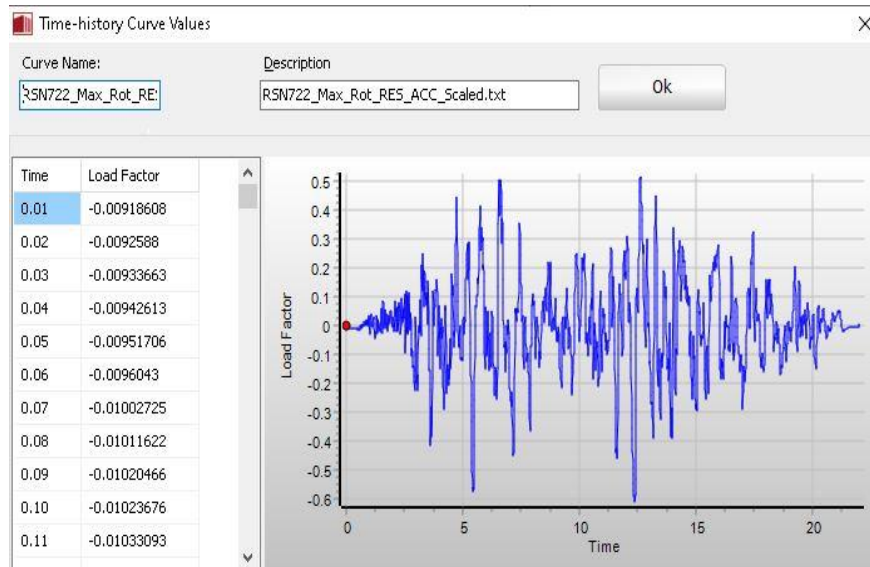


Şekil 71 Ölçek Faktörlü RSN-8119 (Orijinal Kayıt)

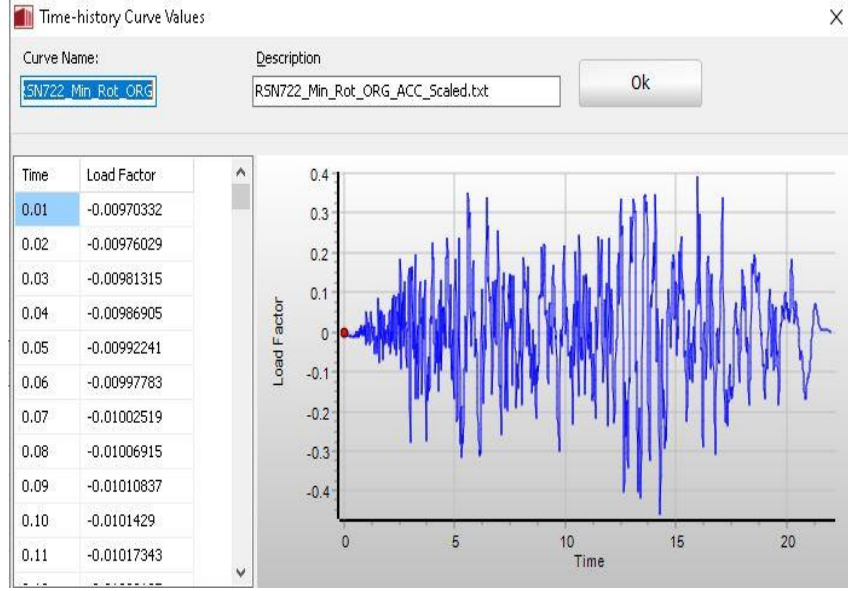
E. Doğrusal Olmayan Analiz

Yapılarını analiz etmek için Zaman tanım alanın doğrusal olmayan analizi kullanılan bir yöntemdir. TBDY-2018'e göre bu amaçla fay yakınında 475 yıllık geri dönüş periyoduna sahip depremler kullanılmak üzere seçilmiştir. Bu depremleri seçmek için, genellikle deprem ivme tepki spektrumunu önceden tanımlanmış spektrumlarla eşleştirmek için ölçekleme yöntemleri kullanılır. Ayrıca depremler bu

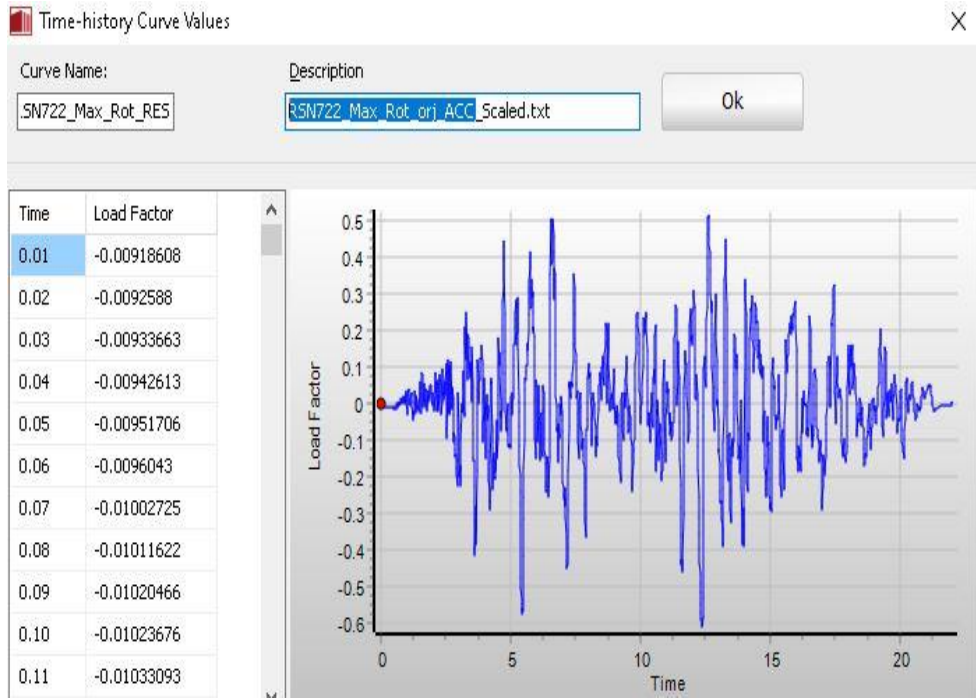
yaklaşım ile seçilecekse, önceden tanımlanmış spektrum olarak Tasarım Deprem Tepki Spektrumu veya Tasarım Deprem Spektrumu kullanılabilir. Bu yöntemde, Ambraseys, J. Douglas (2003) çalışmasında uygun ölçek faktörleri kullanılarak yer hareketi kayıtlarının yoğunluğuna dayalı ölçeklendirme gereklidir, böylece ölçeklendirilmiş kayıtlar için %5'lik ortalama sönüm tepki spektrumu önceden tanımlanmış tepki spektrumundan daha az olmayacaktır. Kiriş ve kolonlardaki fiber elemanlar, doğrusal olmayan davranışı modellemek için kullanılır. Hazırlanan deprem kayıtları binaya X ve Y doğrultusunda uygulanarak doğrusal olmayan analizler yapılmıştır. Analiz sonunda 21 kayıt seti için binanın maksimum bağıl kat ötelenmesi elde edilmiş ve ortalaması hesaplanmıştır. Bu analizde Puls-tipi ve puls-tipi olmayan kayıtlar için analizler yapılmıştır. Puls-tipi için, Y yönünde maksimum döndürülmüş orijinal ivmeyi ve X yönünde minimum döndürülmüş orijinal ivmeyi ve için, Y yönünde maksimum döndürülmüş residual ve X yönünde minimum döndürülmüş orijinal uygulayacağımıza dikkat edilmelidir. Şekil (72), (73), (74) ve (75)'de, Seismostruct programı ile Puls-tipi ve puls-tipi olmayan analizde (X ve Y yönleri) uygulanan kayıtları gösterilmektedir.



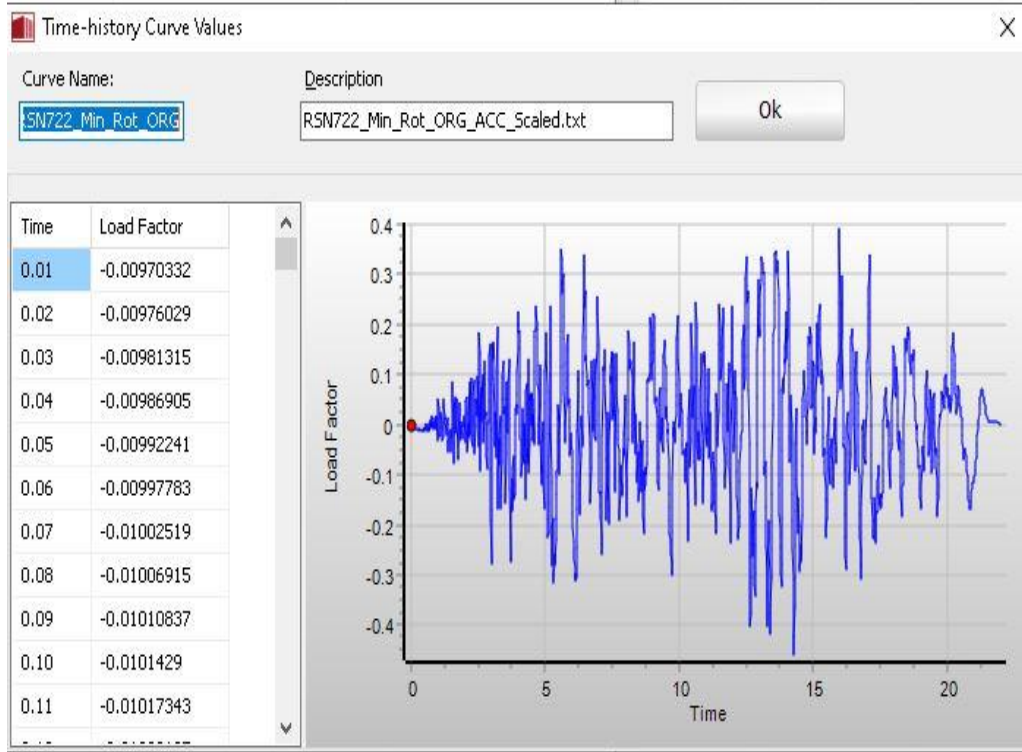
Şekil 72 Puls Tipi Olmayan Analiz için Maksimum Döndürülmüş Orijinalleri Y Yönünde Uygulama



Şekil 73 Puls Tipi Olmayan Analiz için Minimum Döndürülmüş Orijinalleri X Yönünde Uygulama



Şekil 74 Puls Tipi Analiz için Maksimum Döndürülmüş Orijinalleri Y Yönünde Uygulama



Şekil 75 Puls Tipi Olmayan Analiz için Minimum Döndürülmüş Orijinalleri X Yönünde Uygulama

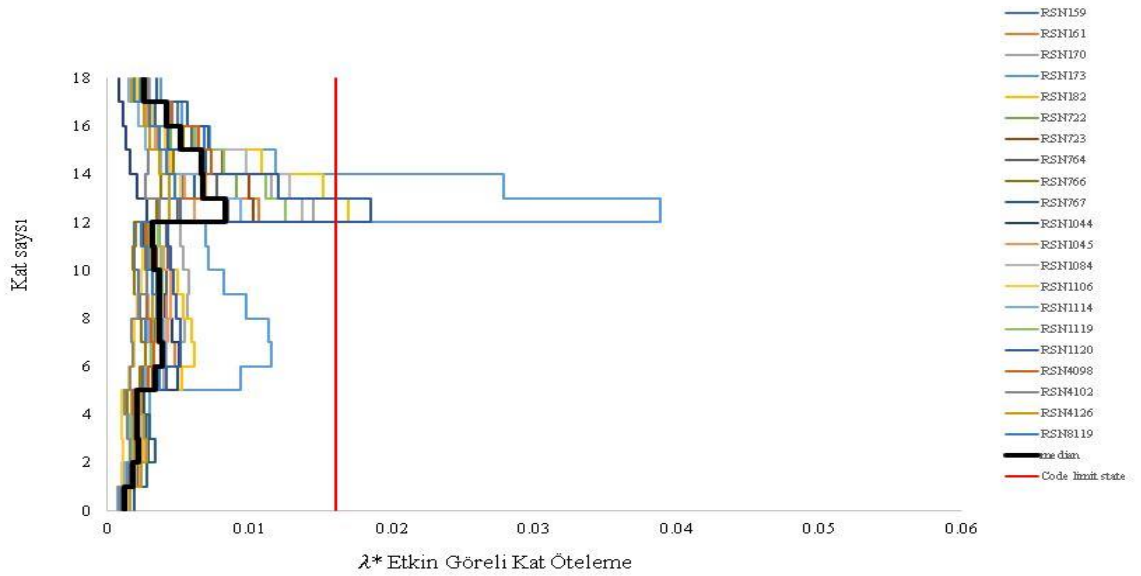
IV . DOĞRUSAL OLMAYAN ANALİZİN SONUÇLARI

Doğrusal olmayan analizlerde 21 set puls tipi ve puls tipi olmayan kayıt kullanılmıştır. Bu kayıtlar X ve Y yönlerinde binaya uygulanarak maksimum görelî kat ötelemeler hesaplanmıştır. Her iki yön için hesaplanan kat ötelemeler λ değerine çarpılarak TBDY-2018'in 4.9.1.3.b maddesinde belirlediği Etkin Görelî Kat Ötelemelerinin Sınırlandırılması koşulu ile kıyaslanmıştır. TBDY-2018'e göre 21 set kayıtların sonuçlarının ortalaması şartnamenin sınır değerinin ($0.016 \times \kappa$) altında kalması gerekmektedir (Denklem 12).

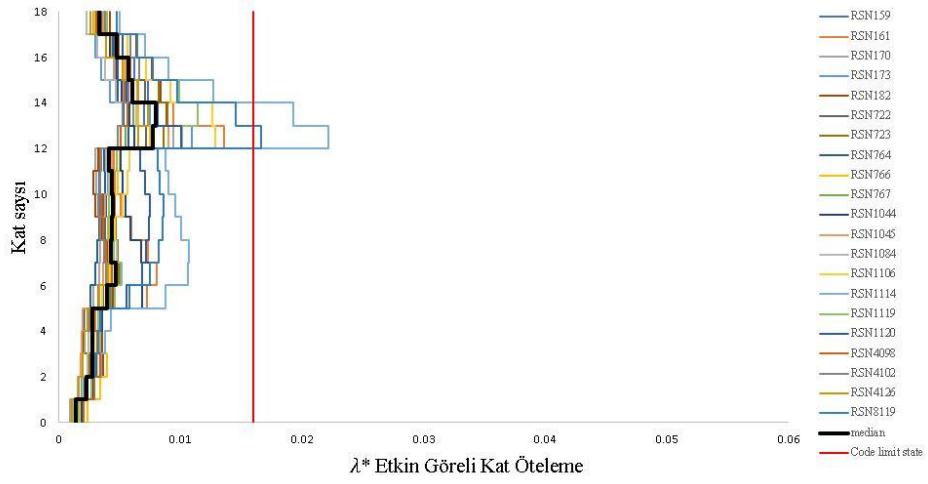
$$\lambda \frac{\delta(x)}{h_i} \leq 0.016K$$

Denklem 12

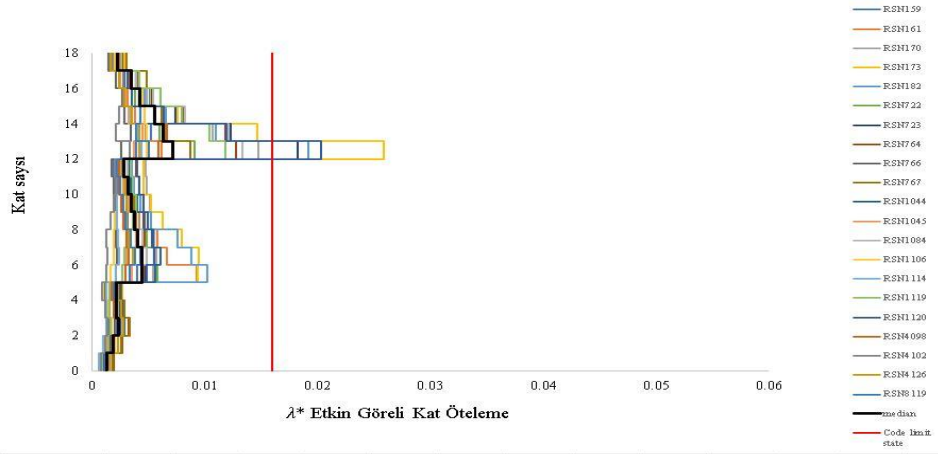
Şekil (76), (77), (78) ve Şekil (79)'da görüldüğü gibi kat ötelemelerin ortalaması her iki yönde (Puls tipi ve Puls tipi olmayan) şartnamenin belirlediği sınır değerinin altında kalmaktadır.



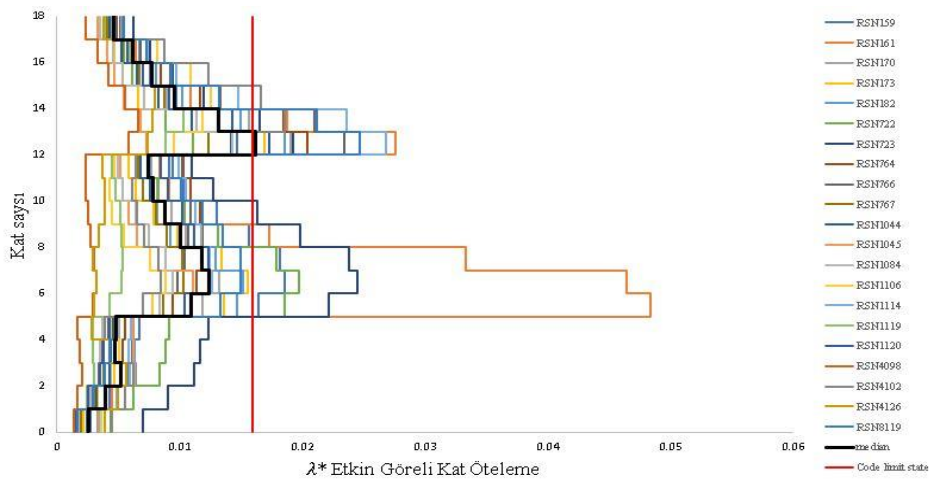
Şekil 76 X-Yönü Etkin Görelî Kat Öteleme (Puls Tıptı Olmayan)



Şekil 77 Y-Yönü Etkin Görelî Kat Öteleme (Puls Tıptı Olmayan)



Şekil 78 X-Yönü Etkin Görelî Kat Öteleme (Puls Tıptı)



Şekil 79 Y-Yönü Etkin Görelî Kat Öteleme (Puls Tıptı)

Çizelge (29) ve Çizelge (30)'da ve Şekil (80)'den Şekil (83)'e kadara göre, Puls tipi olmayan sürüklenmelere kıyasla Puls tipi sürüklenmeler artmıştır. Maksimum Puls sürüklenmelerde sürüklenmeler bir tepeye sahipken, Puls tipi

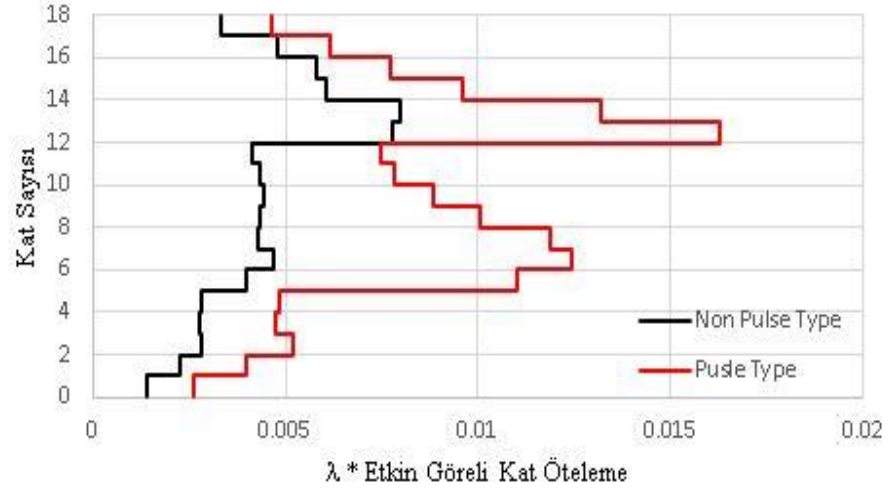
olmayan sürüklenmelerde maksimum sürüklenmeler iki tepeye sahiptir ve bunun nedeni daha yüksek modların etkilerini tehdit etmesidir. Puls tipi ve Puls tipi olmayan analizin iki tipinde kullanılan X kayıtları aynıdır (minimum döndürülmüş orijinal kayıtlar), ancak sonuçlar farklıdır. Yani, Y-yönü kayıtları, Puls tipi ve Puls tipi olmayan analizde X yönündeki kaymaların sonuçlarını da etkiler, ancak bu etki minimum olabilir. Puls tipi olmayan tiplerin üst sınıf kaymalarda daha fazla etkisi vardır, ancak Puls tipini Y yönünde uyguladığımızda, X yönünde Puls tipinin medyanı, 5. 6. ve 7 katlarda Puls tipi olmayan tipin medyanından daha büyüktür. Ayrıca X yönünde de nabız kayıtları kullanılmamasına rağmen etkisini göstermeye devam etmektedir (1,3 kez bile).

Çizelge 29 Puls Tipi ve Puls Tipi Olmayan Analizler için Medyan Drifts Kontrolü (Y -Yönü)

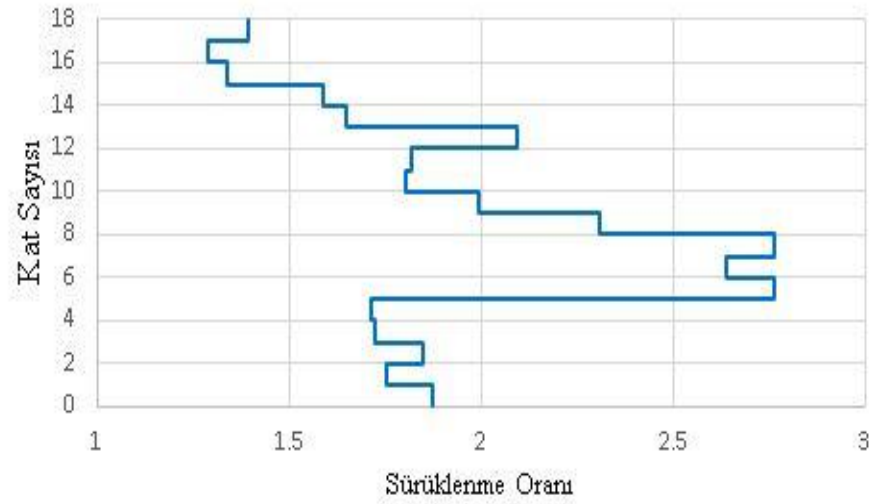
Y -Yönü Puls Tipi Olmayan Y -Yönü Puls Tipi	Sürüklenme Oranı	Kat Sayısı	
Medyan	Medyan Puls Tipi/ Medyan Puls Tipi Olmayan		
0.001396749	0.002618521	1.874725016	0
0.001396749	0.002618521	1.874725016	1
0.002283075	0.004005206	1.754303173	1
0.002283075	0.004005206	1.754303173	2
0.002815471	0.005203125	1.848047992	2
0.002815471	0.005203125	1.848047992	3
0.002756239	0.004750024	1.723371614	3
0.002756239	0.004750024	1.723371614	4
0.002813222	0.004820599	1.713550763	4
0.002813222	0.004820599	1.713550763	5
0.003977078	0.011000103	2.765875609	5
0.003977078	0.011000103	2.765875609	6
0.004705944	0.012425137	2.640307075	6
0.004705944	0.012425137	2.640307075	7
0.004284988	0.011847942	2.764988022	7
0.004284988	0.011847942	2.764988022	8
0.004347781	0.010042689	2.309842545	8
0.004347781	0.010042689	2.309842545	9
0.004433172	0.008834662	1.992853544	9
0.004433172	0.008834662	1.992853544	10
0.004344522	0.007825338	1.801196689	10
0.004344522	0.007825338	1.801196689	11
0.004115644	0.007486672	1.819076583	11
0.004115644	0.007486672	1.819076583	12
0.00775534	0.016248396	2.09512358	12
0.00775534	0.016248396	2.09512358	13
0.007999553	0.013191773	1.649063729	13
0.007999553	0.013191773	1.649063729	14
0.006046583	0.009603604	1.588269738	14
0.006046583	0.009603604	1.588269738	15
0.005780922	0.0077484	1.340339735	15
0.005780922	0.0077484	1.340339735	16
0.00479489	0.00617772	1.288396733	16
0.00479489	0.00617772	1.288396733	17
0.003312021	0.004618533	1.394475945	17
0.003312021	0.004618533	1.394475945	18

Çizelge 30 Puls Tipi ve Puls Tipi Olmayan Analizler için Medyan Drifts Kontrolü (X -Yönü)

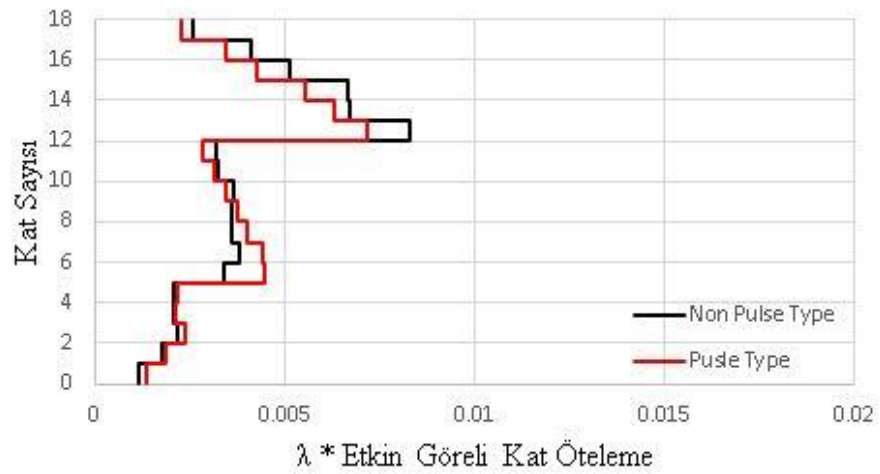
X -Yönü Puls Tipi Olmayan X -Yönü Puls Tipi		Sürüklenme Oranı	
Medyan	Medyan	Medyan Puls Tipi/ Medyan Puls Tipi Olmayan	Kat Sayısı
0.001158243	0.001349503	1.165130029	0
0.001158243	0.001349503	1.165130029	1
0.001785332	0.001863789	1.043944985	1
0.001785332	0.001863789	1.043944985	2
0.002178439	0.002359977	1.083334063	2
0.002178439	0.002359977	1.083334063	3
0.002091429	0.00213093	1.018887441	3
0.002091429	0.00213093	1.018887441	4
0.00205132	0.002162349	1.054125939	4
0.00205132	0.002162349	1.054125939	5
0.0033836	0.004450775	1.315396186	5
0.0033836	0.004450775	1.315396186	6
0.00382953	0.00440109	1.149250702	6
0.00382953	0.00440109	1.149250702	7
0.003605911	0.004019583	1.114720472	7
0.003605911	0.004019583	1.114720472	8
0.003619207	0.003734281	1.031795549	8
0.003619207	0.003734281	1.031795549	9
0.00366081	0.003473526	0.948840688	9
0.00366081	0.003473526	0.948840688	10
0.003242347	0.003165671	0.976351738	10
0.003242347	0.003165671	0.976351738	11
0.003189799	0.002857178	0.895723547	11
0.003189799	0.002857178	0.895723547	12
0.008286325	0.007146985	0.862503533	12
0.008286325	0.007146985	0.862503533	13
0.006708979	0.006310282	0.940572599	13
0.006708979	0.006310282	0.940572599	14
0.006636294	0.005536959	0.834344955	14
0.006636294	0.005536959	0.834344955	15
0.005122807	0.004248285	0.829288515	15
0.005122807	0.004248285	0.829288515	16
0.004135714	0.003457831	0.836090439	16
0.004135714	0.003457831	0.836090439	17
0.002577932	0.002274062	0.882126506	17
0.002577932	0.002274062	0.882126506	18



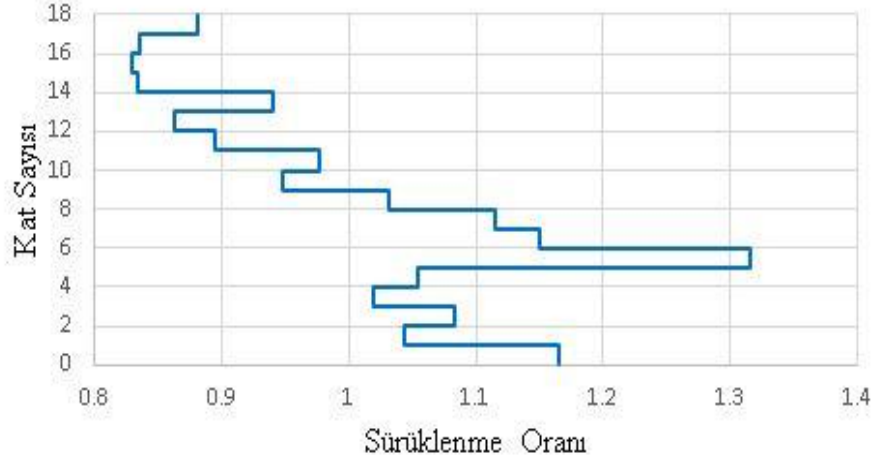
Şekil 80 Medyan Drift (Y -Yönü)



Şekil 81 Medyan Drift Puls / Medyan Drift Puls Tıptı Olmayan Oranı (Y - Yön)



Şekil 82 Medyan Drift (X -Yönü)



Şekil 83 Medyan Drift Puls / Medyan Drift Puls Tıpy Olmayan Oranı (X - Yön)

V . SONUÇ

Bu tez çalışmasında, Yapıyı Etbas ve Seismostruct programında modelleyip analiz ettikten sonra kiriş ve kolonlar için gerekli kontrolleri yaptım. kuvvetli yer hareketinin kaydedildiği kaynaklardan yola çıkılarak, deprem yönetmeliğinde tanımlanan tasarım ivme spektrumlarına uygun olarak seçilen kayıtların özellikleri ve ölçekleme yöntemlerinden bahsedilmiştir. $T=(1.94\text{Saniye})$ periyodunda bu sınıflandırılmış kayıtlara zaman geçişi ölçekleme yöntemi uygulandı. (ZD) zemin tipi için tanımlanan tasarım ivme spektrumuna en iyi uyumu sağlayan 21 gerçek kayıt seçilmiştir. Puls tipi ve Puls tipi olmayan kayıtlar için zaman tanım alanında analizini tamamladıktan sonra, sonuçlarını elde edilmiştir ve her iki kayıt türünün medyanını karşılaştırmış ve dördüncü bölümde bahsedilen kısım kabul edilebilir sonuçlara sahiptir. Elde edilen en önemli sonuçlar aşağıdaki gibi açıklanabilir.

1. Puls tipi periyodu uzarsa, yapı daha doğrusal olmayan hale gelir, bu da yapıyı daha güçlü hale getirmemiz gerekir.

2. Dördüncü bölümde elde ettiğimiz sonuçlara göre katların Y yönündeki kaymasının çok daha fazla olduğu görülmektedir.

3. Üst katların drifti artarak birinci katlara taşınıyor.

4. X yönünde tüm kayıtların aynı olmasına rağmen, altıncı katta Puls tipindeki maksimum kaymalar hala geçerli. Puls olmayan tipte iken, 12. ve 13. katlarda daha fazla drift vardır. Son olarak elde ettiğimiz kesin sonuçlar ışığında ileride yapılacak çalışmalar için birkaç öneriden bahsedebiliriz.

- Bu tür analizleri ikili sistemler ve perde duvar sistemleri üzerinde test edebilir ve etkilerini gözlemleyebiliriz.
- Katların ötelenmesi ile ilgili daha fazla kayıt seçerek (T/T_p) etkilerini çok daha yakından inceleyebiliriz.

VI. KAYNAKÇA

KİTAPLAR

APPLIED TECHNOLOGY COUNCIL, ATC-40 (1996) **Seismic Evaluation and Retrofit of Concrete Buildings**, Vols. 1 and 2, California.

AMBRASEYS, J. DOULGAS (2003). “**Near-field horizontal and vertical earthquake ground motions**”. Soil Dynamics and Earthquake Engineering 23 (2003) 1-18.

BAKER, J.W. (2007). Quantitative classification of near-fault ground motions using wavelet analysis. Bulletin of the Seismological Society of America, 97 (5), 1486-1501.

CHOPRA, A., & CHINTANAPAKDEE, C. (2001). “**Comparing response of SDF systems to near fault and far- fault earthquake motions in the context of spectral regions.**” Earthquake engineering and structural Dynamics, 30, 1769-1789.

NAEIM, F. (1995). “**On Seismic design implication of the 1994 Northridge earthquake record**”. Earthquake spectra 11:1, 91-109.

SHAHI, S.K. & BAKER, J.W. (2014). **An efficient algorithm to identify strong velocity pulses in multi-component ground motions.** Bulletin of the Seismological Society of America, 104(5), 2456–2466.

MAKALELER

ABRAHAMSON, N.A. (2000). “Effects of rupture directivity on probabilistic seismic hazard analysis”, Proceedings of the sixth International conference on seismic zonation, **Earthquake Engineering Research Inst.**, Oakland California.

- BOMMER, J.J., ACEVEDO, A.B., DOUGLAS, J., (2003). The selection and Scaling of Real Earthquake Accelerograms for Use in seismic Design and Assessment, Proceedings of ACI international Conference on seismic Bridge Design and Retrofit, **American Concrete Institute**.
- BAKER, J.W. (2011). Conditional Mean Spectrum: Tool for ground motion selection, **Journal of Structural Engineering**. 137(3), 322-331.
- SONDIPON, A. (2000). A dissertation submitted to the University of Cambridge for the Degree of Doctor of Philosophy. **Cambridge University Engineering Department**.
- FAHJAN, Yasin M. (2008). Türkiye Deprem Yönetmeliği (DBYBHY) Tasarım İvme Spektrumuna Uygun Gerçek Deprem Kayıtlarının Seçilmesi ve Ölçeklenmesi, **Teknik Dergi**, 19(93), 4423-4444.
- FEDERAL EMERGENCY MANAGEMENT AGENCY (2012) FEMA P-58: Seismic Performance Assessment of Buildings. Washington, DC: **Federal Emergency Management Agency**.
- FATEMAH, A.B. (2018). Condition Mean Restriats: Types of structural abutments/boudary conditions and how they react to earthquakes. **Tehran Shahid Baheshti University**
- MOHSEN, K., & AMIRTEH, N., (2021). Design based on performance and assessment of earthquake risk levels”. **Iran University of Science and Technology**
- NIKORUSH, (2020). Fundamentals of Earthquake Engineering. Important points in aperture modeling (What is a rigid diaphragm?). **Iran, Islamic Azad University 31 April**;, 23 (80).
- TBDY, (2018). Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği, **Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı**, Ankara.
- VESNA, Terzic, (2011). Force-based Element vs. Displacement-based Element. Pacific earthquak **Engineering Research Center**.

ELEKTRONİK KAYNAKLAR

- BEYER, K. & BOMMER, J.J. (2006). Relationships between Median Values and between Aleatory Variabilities for Different Definitions of the Horizontal Component of Motion. *Bulletin of the Seismological Society of America* 2006;; 96 (4A): 1512–1522. doi: <https://doi.org/10.1785/0120050210>
- BOORE, D.M. (2010). Orientation-Independent, Nongeometric-Mean Measures of Seismic Intensity from Two Horizontal Components of Motion. *Bulletin of the Seismological Society of America* (2010), 100(4):1830 <http://dx.doi.org/10.1785/0120090400>
- Pacific Earthquake Engineering Research Center (PEER) ground motion database (<https://ngawest2.berkeley.edu/>)
- SeismoStruct v2022. (2022). A computer program for static and dynamic nonlinear analyses of framed structures. Available from <http://www.seismosoft.com>
- STEVEN, L.M., HARRIS, Jay & SIAMAK, Sattar. (2010). *Guidelines for Nonlinear Structural Analysis for Design of Buildings*. Department of Commerce Engineering Laboratory National Institute of Standard and Technology Gaithersburg MD 20899-8600, America, NIST.GCR 17-917-46v1. Available from <https://doi.org.10.6028/>.

ÖZGEÇMİŞ

Ad-Soyad : : Mohammad Qais FZLI

Öğrenim Durumu

Yüksek Lisans: : İstanbul Aydın Üniversitesi
: İnşaat Mühendisliği 2021- 2022

Lisans: : Herat Üniversitesi
: İnşaat Mühendisliği 2014- 2019

Lise: : Hiwad Private high school
2011-2013