T.C.
KONYA TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

06 Şubat 2023 Kahramanmaraş Depremi Sonrasında Betonarme Bir Yapıda Oluşan Hasarın, Performans Analizi Sonuçlarıyla Karşılaştırılması

Bekir KÜÇÜKSAYACI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Eylül-2025
KONYA
Her Hakkı Saklıdır

TEZ KABUL VE ONAYI

Bekir KÜÇÜKSAYACI tarafından hazırlanan "06 Şubat 2023 Kahramanmaraş Depremi Sonrasında Betonarme Bir Yapıda Oluşan Hasarın, Performans Analizi Sonuçlarıyla Karşılaştırılması" adlı tez çalışması 22/09/25 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği / oy çokluğu ile Konya Teknik Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı'nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri	**İmza**
Başkan Prof. Dr. Recep Tuğrul ERDEM (Manisa Celal Bayar Üniversitesi)	……..
Danışman Doç. Dr. Tolga YILMAZ (Konya Teknik Üniversitesi)	……..
Üye Dr. Öğr. Üyesi Mustafa KOÇER (Konya Teknik Üniversitesi)	……..

Yukarıdaki sonucu onaylarım.

Prof. Dr. Mevlüt UYAN
Enstitü Müdürü

TEZ BİLDİRİMİ

Bu tezdeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edildiğini ve tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

DECLARATION PAGE

I hereby declare that all information in this document has been obtained and presented in accordance with academic rules and ethical conduct. I also declare that, as required by these rules and conduct, I have fully cited and referenced all material and results that are not original to this work.

Bekir KÜÇÜKSAYACI

Tarih:

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

06 ŞUBAT 2023 KAHRAMANMARAŞ DEPREMİ SONRASINDA BETONARME BİR YAPIDA OLUŞAN HASARIN, PERFORMANS ANALİZİ SONUÇLARIYLA KARŞILAŞTIRILMASI

Bekir KÜÇÜKSAYACI

Konya Teknik Üniversitesi
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Tolga Yılmaz

2025, 217 Sayfa

Jüri
Prof. Dr. Recep Tuğrul ERDEM
Doç. Dr. Tolga YILMAZ
Dr. Öğr. Üyesi Mustafa KOÇER

Deprem sırasında can güvenliğini sağlayacak ve yalnızca onarılabilir düzeyde hasar oluşmasına izin verecek binaların ekonomik olarak tasarlanması hedeflenmektedir. Yönetmeliklere göre bu şekilde tasarlanan binalara etki edecek deprem yüklerinin belirlenmesinde, doğrusal ve doğrusal olmayan hesap yöntemleri ile gelişmiş yazılım teknolojilerinden yararlanılarak gerçeğe yakın sonuçlar elde edilebilmektedir.

Bu tez çalışmasında, OpenSees yazılımı ile entegre çalışan ProtaStructure programı kullanılarak 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş depreminde hasar gören bir binanın doğrusal olmayan yöntemlerle performans analizi yapılmış ve elde edilen sonuçlar ile gözlenen hasarlar karşılaştırılmıştır. Çalışmanın materyal ve yöntem bölümünde, bölgenin depremselliği tarihsel depremler ışığında incelenmiş; Kahramanmaraş depremleriyle birlikte tez konusu binaya yakın yedi istasyondan kaydedilen Mw=7.7 büyüklüğündeki yer hareketine ait ivme kayıtları ve tepki spektrumları değerlendirilmiştir. Ayrıca, zaman tanım alanı analizlerinde kullanılmak üzere bölgenin deprem özelliklerine uygun 11 yer hareketi, PEER veri tabanından seçilerek ölçeklendirilmiştir.

Araştırma sonuçları bölümünde, binanın tasarım aşamasındaki durumuna göre performans analizleri tek modlu itme, çok modlu itme ve ölçeklendirilmiş 11 yer hareketine dayalı zaman tanım alanı yöntemleriyle gerçekleştirilmiş ve olası eleman hasarları belirlenmiştir. Bunun yanında, Mw=7.7 büyüklüğündeki deprem sırasında bina yakınındaki istasyonlardan kaydedilen ölçeklendirilmemiş ivme kayıtlarıyla yapılan zaman tanım alanı analizlerinin sonuçları da sunulmuştur.

Sonuç olarak, binanın tasarım aşamasındaki performans analizleriyle tahmin edilen eleman hasarları ile deprem sonrasında meydana gelen hasarlar karşılaştırılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Kahramanmaraş depremi, Deprem yönetmelikleri, Performans analizi, Betonarme binalar, Zaman tanım alanında analiz, Hasar karşılaştırması

ABSTRACT

MS THESIS

COMPARISON OF DAMAGE OCCURRED IN A REINFORCED CONCRETE STRUCTURE AFTER FEBRUARY 6, 2023, KAHRAMANMARAŞ EARTHQUAKE WITH PERFORMANCE ANALYSIS RESULTS

Bekir KÜÇÜKSAYACI

Konya Technical University
Institute of Graduate Studies
Department of Civil Engineering

Advisor: Assoc. Prof. Tolga Yılmaz

2025, 217 Pages

Jury
Prof. Dr. Recep Tuğrul ERDEM
Assoc. Prof. Tolga YILMAZ
Asst. Prof. Dr. Mustafa KOÇER

The primary objective in seismic design is to ensure life safety during earthquakes and to allow only repairable levels of structural damage, while maintaining economic feasibility. According to current codes, the seismic demands acting on such structures can be determined using linear and nonlinear analysis methods supported by advanced software technologies, yielding realistic results.

In this thesis, the nonlinear performance analysis of a building damaged during the February 6, 2023 Kahramanmaraş earthquake was carried out using the ProtaStructure software integrated with OpenSees, and the results were compared with the observed damages. In the materials and methods section, the seismicity of the region was examined in the context of historical earthquakes, and the acceleration records and response spectra of the Mw=7.7 ground motion obtained from seven nearby stations were evaluated. In addition, eleven ground motion records, selected from the PEER database in accordance with the seismic characteristics of the region, were scaled for use in time-history analyses.

In the results and discussion section, the performance analyses of the building in its design state were conducted through single-mode pushover, multi-mode pushover, and time-history methods based on the scaled ground motions, and potential element damages were identified. Furthermore, the outcomes of time-history analyses using the unscaled acceleration records of the Mw=7.7 event obtained from nearby stations were also presented.

Finally, the predicted element damages from the performance analyses were compared with the actual damages observed after the earthquake.

Keywords: Kahramanmaras earthquake, Earthquake regulations, Performance analysis, Reinforced concrete buildings, Time history analysis, Damage comparison

ÖNSÖZ

Nasibindir gezdiren yer yer seni,
Arşa çıksan akıbetin: yer, yer seni.
Onun için, onun adı yer oldu,
Önce besler, sonra kendi yer seni

Kemal Paşazade

Bu tez çalışmasının hazırlanması sürecinde bana yol gösteren, bilgi ve tecrübesiyle çalışmama büyük katkılar sağlayan değerli danışmanım Doç. Dr. Tolga Yılmaz'a en içten teşekkürlerimi sunarım. Kendilerinin yönlendirmeleri, yapıcı eleştirileri ve desteği, bu çalışmanın bilimsel bir nitelik kazanmasında büyük rol oynamıştır.

Ayrıca, tez çalışmamda kullanılan bina verilerini sağlayarak çalışmanın uygulanabilirliğini artıran ve katkılarıyla süreci zenginleştiren Prof. Dr. Mustafa Tolga Çöğürcü'ye de teşekkür ederim.

Çalışmam boyunca bana moral ve destek veren aileme ve yakın çevreme de minnettarım. Onların sabrı ve teşviki olmasaydı bu süreci tamamlamak çok daha güç olurdu.

Bu tez çalışmasının, alanında yapılacak yeni araştırmalara katkı sağlamasını temenni ederim.

Bekir KÜÇÜKSAYACI
KONYA-2025

İÇİNDEKİLER

ÖZET ..... **vii**

ABSTRACT ..... **viii**

ÖNSÖZ ..... **ix**

İÇİNDEKİLER ..... **x**

SİMGELER VE KISALTMALAR ..... **xii**

ÇİZELGE LİSTESİ ..... **xvii**

ŞEKİL LİSTESİ ..... **xix**

1. GİRİŞ **1**

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI **4**

3. MATERYAL VE YÖNTEM **13**

3.1. Yer Hareketlerinin İncelenmesi 13
3.1.1. Doğu Anadolu Fay Hattı ve Pazarcık Segmenti Üzerinde Tarihsel Depremler 13
3.1.2. 06 Şubat 2023 Depremleri ve Pazarcık Segmentinin Rolü 17
3.1.3. İncelenen Bina Yakınındaki İstasyonlardan Ölçülen Mw=7.7 Deprem Kayıtları 21
3.1.4. Zaman Tanım Alanında Deprem Hesabında Kullanılacak Deprem Kayıtlarının Seçimi ve Ölçeklendirilmesi 29
3.2. Kullanılan Yazılımlar 38
3.2.1. ProtaStructure (v.2025) 38
3.2.2. OpenSees Entegrasyonu 38
3.2.3. SeismoSignal (v.2025) 43
3.2.4. SeismoMatch (v.2025) 44
3.3. İncelenen Yapı Özellikleri 44
3.4. Yapısal Modelleme ve Yükleme 52
3.5. TBDY 2018'e Göre Şekildeğiştirmeye Dayalı Hesap Esasları 71
3.5.1. Doğrusal Olmayan Davranış Modelleri 71
3.5.2. Doğrusal Olmayan Hesap Yönteminin Seçimi 73
3.5.3. Doğrusal Olmayan İtme Yöntemleri ile Deprem Hesabı 73
3.5.4. Zaman Tanım Alanında Doğrusal Olmayan Hesap Yöntemi 80
3.6. TBDY 2018'e Göre Şekil Değiştirmelerin ve İç Kuvvetlerin Değerlendirilmesi 81
3.6.1. Yapı Elemanlarında Hasar Sınırları ve Hasar Bölgeleri 81
3.6.2. Yeni Betonarme Bina Elemanları İçin İzin Verilen Şekil Değiştirme ve İç Kuvvet Sınırları 82
3.7. TBDY 2018'e Göre Mevcut Binaların Deprem Performansının Belirlenmesi 84

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA 87

4.1. Doğrusal Elastik Değerlendirme 87
4.1.1. Modal Periyotlar ve Kütle Katılım Oranları 87
4.1.2. Statik Eşdeğer Deprem Yükü ile Mod Birleştirme Toplamı Karşılaştırma 87
4.1.3. (B2) Komşu Katlar Arası Rijitlik Düzensizliği Kontrolu (Yumuşak Kat) 89
4.1.4. (B1) Katlar Arası Dayanım Düzensizliği Kontrolü (Zayıf Kat) 92
4.1.5. (A1) Burulma Düzensizliği Kontrolu 93
4.1.6. Perde/Çerçeve Sistemi Kontrolu 94
4.2. Tek Modlu İtme Yöntemiyle Analiz Sonuçları 97
4.2.1. Tek Modlu İtme Yöntemiyle X Yönlü Deprem Hesabıyla Değerlendirme 98
4.2.2. Tek Modlu İtme Yöntemiyle Y Yönlü Deprem Hesabıyla Değerlendirme 99
4.3. Çok Modlu İtme Yöntemiyle Analiz Sonuçları 100
4.3.1. Çok Modlu İtme Yöntemiyle X Yönlü Deprem Hesabıyla Değerlendirme 101
4.3.2. Çok Modlu İtme Yöntemiyle Y Yönlü Deprem Hesabıyla Değerlendirme 102
4.4. Zaman Tanım Alanında Hesap Yöntemiyle Analiz Sonuçları 103
4.5. Mw7.7 Yer Hareketine Göre Zaman Tanım Alanında Hesap 108
4.5.1. İstasyon No:4617 Kayıtlarına Göre Hesap Sonuçları 109
4.5.2. İstasyon No:4618 Kayıtlarına Göre Hesap Sonuçları 112
4.5.3. İstasyon No:4619 Kayıtlarına Göre Hesap Sonuçları 115
4.5.4. İstasyon No:4620 Kayıtlarına Göre Hesap Sonuçları 118
4.5.5. İstasyon No:4621 Kayıtlarına Göre Hesap Sonuçları 121
4.5.6. İstasyon No:4624 Kayıtlarına Göre Hesap Sonuçları 124
4.5.7. İstasyon No:4625 Kayıtlarına Göre Hesap Sonuçları 127
4.6. Gözlem Raporuna Göre Tespit Edilen Hasar Bölgeleri ile Analiz Sonuçlarının Kıyaslanması 131

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER 142

5.1 Sonuçlar 142
5.2 Öneriler 144

KAYNAKLAR 146

EKLER 155

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

A_{sh} = Enine donatı alanı (dikdörtgen kesit) [mm^2]

A_{os} = Enine donatının alanı (dairesel kesit) [mm^2]

a_i = Yatayda bir etriye kolu veya çiroz tarafından mesnetlenen boyuna donatıların eksenleri arasındaki uzaklık [mm]

a_{y1} = Birinci mod için *akma sözde-ivmesi* [m/s^2]

$a_1^{(X,k)}$ = (X) deprem doğrultusu için k'ıncı itme adımında birinci moda ait *modal tek serbestlik dereceli sistem*'in *modal sözde-ivmesi* [m/s^2]

$d_1^{(X,k)}$ = (X) deprem doğrultusu için k'ıncı itme adımında birinci moda ait *modal tek serbestlik dereceli sistem*'in *modal yerdeğiştirmesi* [m]

b_o = Göbek betonunu sargılayan etriyelerin eksenleri arasında kalan kesit boyutu [mm]

b_k = Çekirdek boyutu (en dıştaki enine donatı eksenleri arasındaki uzaklık) [mm]

BKS = Bina Kullanım Sınıfı

BYS = Bina Yükseklik Sınıfı

C_R = *Spektral yerdeğiştirme oranı*

C30 = 28 gün sonunda elde edilen silindir numune üzerindeki beton basınç dayanımı (MPa)

D = Dayanım Fazlalığı Katsayısı

D = Spiral/sargı donatısı eksenleri arasındaki uzaklık [mm]

DD-1 = 50 yılda aşılma olasılığı %2 (tekrarlanma periyodu 2475 yıl) olan deprem yer hareketi düzeyi

DD-2 = 50 yılda aşılma olasılığı %10 (tekrarlanma periyodu 475 yıl) olan deprem yer hareketi düzeyi

DD-3 = 50 yılda aşılma olasılığı %50 (tekrarlanma periyodu 72 yıl) olan deprem yer hareketi düzeyi

DD-4 = 50 yılda aşılma olasılığı %68 (tekrarlanma periyodu 43 yıl) olan deprem yer hareketi düzeyi

DTS = Deprem Tasarım Sınıfı

$E_d^{(H)}$ = Doğrultu birleştirmesi uygulanmış *tasarıma esas* yatay deprem etkisi

$E_d^{(X)}$ = (X) doğrultusundaki depremin etkisi altında *tasarıma esas* deprem etkisi

$E_d^{(Y)}$ = (Y) doğrultusundaki depremin etkisi altında *tasarıma esas* deprem etkisi

F_S = Kısa periyot bölgesi için yerel zemin etki katsayısı

F_1 = 1.0 saniye periyot için yerel zemin etki katsayısı

f_{ce} = Betonun ortalama (beklenen) basınç dayanımı [MPa]

f_{ck} = Betonun karakteristik basınç dayanımı [MPa]

$f_d(\mu,T)$ = Öngörülen süneklik kapasitesi ve periyoda bağlı olarak taşıyıcı sistemin sahip olması gereken *tasarım dayanımı*

f_e = Taşıyıcı sistem için hesaplanan *doğrusal (elastik) dayanım talebi*

f_y = Taşıyıcı sistemin *akma dayanımı*

f_{ye} = Çeliğin ortalama (beklenen) akma dayanımı [MPa]

f_{yk} = Çeliğin karakteristik akma dayanımı [MPa]

f_{ywe} = Enine donatının ortalama (beklenen) akma dayanımı [MPa]

$f_y(\mu_k, T)$ = Öngörülen süneklik kapasitesi ve periyoda bağlı *akma dayanımı*

G = Sabit yük etkisi

g = Yerçekimi ivmesi [g = 9.81 m/s^2]

GÖ = Göçmenin Önlenmesi Performans Düzeyi

h = Kesit yüksekliği [m]

h_i = Binanın i'inci katının kat yüksekliği [m]

H_N = Bina Toplam Yüksekliği [m]

I = Bina Önem Katsayısı

KH = Kontrollü Hasar Performans Düzeyi

KK = Kesintisiz Kullanım Performans Düzeyi

L_p = Plastik mafsal boyu [m]

M_{DEV} = Betonarme perdenin veya çaprazlı çerçevenin tabanında deprem yüklerinden meydana gelen devrilme momenti [kNm]

M_o = Binanın tümü için deprem yüklerinden tabanda meydana gelen toplam devrilme momenti [kNm]

$m_{txn}^{(X)}$ = (X) deprem doğrultusu için binanın x ekseni doğrultusunda n'inci titreşim moduna ait *taban kesme kuvveti modal etkin kütlesi* [t]

$m_{tyn}^{(Y)}$ = (Y) deprem doğrultusu için binanın y ekseni doğrultusunda n'inci titreşim moduna ait *taban kesme kuvveti modal etkin kütlesi* [t]

Mw = Moment Büyüklüğü

n = Hareketli yük katılım katsayısı

PI = Plastisite indisi

Q = Hareketli yük etkisi

R = *Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı*

$R_a(T)$ = Öngörülen süneklik kapasitesi ve periyoda bağlı *Deprem Yükü Azaltma Katsayısı*

R_y = Akma Dayanımı Azaltma Katsayısı

s = Sargı donatısı aralığı [m]

SH = Sınırlı Hasar Performans Düzeyi

S420 = 420 MPa akma dayanımına sahip donatı çeliği

$S_{ae}(T)$ = Yatay elastik tasarım spektral ivmesi [g]

$S_{ae}(T_1)$ = Birinci doğal titreşim periyodu T_1'e karşı gelen *doğrusal elastik spektral ivme* [g]

$S_{aeD}(T)$ = Düşey elastik tasarım spektral ivmesi [g]

$S_{de}(T)$ = Yatay elastik tasarım spektral yerdeğiştirmesi [m]

$S_{de}(T_1)$ = Birinci doğal titreşim periyodu T_1'e karşı gelen *doğrusal elastik spektral yerdeğiştirme* [m]

$S_{di}(T_1)$ = Birinci doğal titreşim periyodu T_1'e karşı gelen *doğrusal olmayan spektral yerdeğiştirme* [m]

S_{DS} = Kısa periyot tasarım spektral ivme katsayısı [boyutsuz]

S_{D1} = 1.0 saniye periyot için tasarım spektral ivme katsayısı [boyutsuz]

S_S = Kısa periyot harita spektral ivme katsayısı [boyutsuz]

S_1 = 1.0 saniye periyot için harita spektral ivme katsayısı [boyutsuz]

T = Doğal titreşim periyodu [s]

T_A = Yatay elastik tasarım ivme spektrumu köşe periyodu [s]

T_{AD} = Düşey elastik tasarım ivme spektrumu köşe periyodu [s]

T_B = Yatay elastik tasarım ivme spektrumu köşe periyodu [s]

T_{BD} = Düşey elastik tasarım ivme spektrumu köşe periyodu [s]

T_L = Yatay elastik tasarım spektrumunda sabit yerdeğiştirme bölgesine geçiş periyodu [s]

T_{LD} = Düşey elastik tasarım spektrumunda sabit yerdeğiştirme bölgesine geçiş periyodu [s]

T_p = Binanın hakim doğal titreşim periyodu [s]

T_1 = Birinci moda ait doğal titreşim periyodu [s]

$V_{tE}^{(X)}$ = (X) deprem doğrultusunda binanın tümüne etkiyen *toplam eşdeğer deprem yükü* (*taban kesme kuvveti*) [kN]

$V_{tx}^{(X)}$ = Modal hesap yöntemlerinden biri ile *x doğrultusu*'nda elde edilen en büyük *toplam deprem yükü* [kN]

ZA = Sağlam, sert kayalar

ZB = Az ayrışmış, orta sağlam kayalar

ZC = Çok sıkı kum, çakıl ve sert kil tabakaları veya ayrışmış, çok çatlaklı zayıf kayalar

ZD = Orta sıkı – sıkı kum, çakıl veya çok katı kil tabakaları

ZE = Gevşek kum, çakıl veya yumuşak – katı kil tabakaları veya $PI > 20$ ve $w > \%\,40$ koşullarını sağlayan toplamda 3 metreden daha kalın yumuşak kil tabakası $(c_u < 25\ \text{kPa})$ içeren profiller

ZF = Sahaya özel araştırma ve değerlendirme gerektiren zeminler

(P-Δ) = İkinci mertebe

c_u = Drenajsız kayma dayanımı [kPa]

$(c_u)_{30}$ = Üst 30 metredeki ortalama drenajsız kayma dayanımı [kPa]

$(V_S)_{30}$ = Üst 30 metredeki ortalama kayma dalgası hızı [m/s]

$(N_{60})_{30}$ = Üst 30 metredeki ortalama standart penetrasyon darbe sayısı

$\sum A_e$ = Herhangi bir katta, gözönüne alınan deprem doğrultusunda etkili kesme alanı[m^2]

$\sum A_g$ = Herhangi bir katta, gözönüne alınan deprem doğrultusuna paralel doğrultuda perde olarak çalışan taşıyıcı sistem elemanlarının enkesit alanlarının toplamı [m^2]

$\sum A_k$ = Herhangi bir katta, gözönüne alınan deprem doğrultusuna paralel kargir dolgu duvar alanlarının (kapı ve pencere boşlukları hariç) toplamı [m^2]

$\sum A_w$ = Herhangi bir katta, kolon enkesiti etkin gövde alanlarının toplamı [m^2]

$(\Delta_i^{(X)})_{ort}$ = Binanın i'inci katındaki ortalama azaltılmış göreli kat ötelemesi [m]

$(\Delta_i^{(X)})_{max}$ = Binanın i'inci katındaki maksimum azaltılmış göreli kat ötelemesi [m]

α_{se} = Sargı donatısı etkinlik katsayısı

$\beta_{tE}^{(X)}$ = Eşdeğer taban kesme kuvveti büyütme katsayısı

$\varepsilon_c^{(GÖ)}$ = *Göçmenin Önlenmesi* performans düzeyi için izin verilen sargılı beton birim kısalması sınırı

$\varepsilon_c^{(KH)}$ = *Kontrollü Hasar* performans düzeyi için izin verilen sargılı beton birim kısalması sınırı

$\varepsilon_c^{(SH)}$ = *Sınırlı Hasar* performans düzeyi için izin verilen sargılı beton birim kısalması sınırı

$\varepsilon_s^{(GÖ)}$ = *Göçmenin Önlenmesi* performans düzeyi için izin verilen donatı çeliği birim şekildeğiştirmesi sınırı

$\varepsilon_s^{(KH)}$ = *Kontrollü Hasar* performans düzeyi için izin verilen donatı çeliği birim şekildeğiştirmesi sınırı

$\varepsilon_s^{(SH)}$ = *Sınırlı Hasar* performans düzeyi için izin verilen donatı çeliği birim şekildeğiştirmesi sınırı

ε_{su} = Maksimum dayanıma karşı gelen donatı birim uzaması

ϕ_y = Akma eğriliği [m^{-1}]

ϕ_u = Göçme öncesi eğrilik [m^{-1}]

ω_{we} = Etkin sargı donatısının mekanik donatı oranı

ρ_{sh} = Gözönüne alınan doğrultuda enine donatının hacimsel oranı

$\rho_{sh,min}$ = İki yatay doğrultuda hacimsel enine donatı oranının küçük olanı

θ_y = Akma durumu için *yerdeğiştirmiş eksen dönmesi* [rad]

$\theta_p^{(KH)}$ = *Kontrollü Hasar* performans düzeyi için izin verilen plastik dönme sınırı [rad]

$\theta_p^{(GÖ)}$ = *Göçmenin Önlenmesi* performans düzeyi için izin verilen plastik dönme sınırı [rad]

$\theta_p^{(SH)}$ = *Sınırlı Hasar* performans düzeyi için izin verilen plastik dönme sınırı [rad]

γ_E = Eşdeğer taban kesme kuvveti büyütme katsayısının belirlenmesinde kullanılan ampirik katsayı

μ_k = Taşıyıcı sistem için öngörülen süneklik kapasitesi

$\mu(R_y,T_1)$ = Akma dayanımı ve doğal titreşim periyoduna bağlı olarak ifade edilen süneklik talebi

η_{bi} = i'inci katta tanımlanan Burulma Düzensizliği Katsayısı

η_{ci} = i'inci katta tanımlanan Dayanım Düzensizliği Katsayısı

η_{ki} = i'inci katta tanımlanan Rijitlik Düzensizliği Katsayısı

ω_n = n'inci titreşim moduna ait doğal titreşim açısal frekansı [rad/s]

$\omega_1^{(k)}$ = Her bir k'ıncı itme adımında yenilenen serbest titreşim hesabından bulunan birinci mod *doğal açısal frekansı* [rad/s]

w = Doğal su içeriği

Kısaltmalar

ABD	=Amerika Birleşik Devletleri
AFAD	=Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı
ASCE	=American Society of Civil Engineers
DBYBHY	=Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik
DGT	=Dayanıma Göre Tasarım
E-DVA	=Enhanced Direct Vectorial Addition
ETABS	=Extended Three-dimensional Analysis of Building Systems
Eurocode	=Avrupa Yapı Tasarım Kuralları
FEMA	=Federal Emergency Management Agency
KTP-89	=Arnavutluk'un 1989 tarihli deprem yönetmeliği
MADP	=Multi-Mode Adaptive Displacement-based Pushover
MMPD	=Modified Modal Pushover Design
MM-SBPA	=Multi-Modal Shear-Based Pushover Analysis
PEER	=Pacific Earthquake Engineering Research Center
SAP2000	=Structural Analysis Program 2000
ŞGDT	=Şekil Değiştirmeye Göre Tasarım
TBDY	=Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği
TDY	=Türkiye Deprem Yönetmeliği

ÇİZELGE LİSTESİ

Çizelge 3. 1 Mw=7.7 Kahramanmaraş-Pazarcık depremi özellikleri (ODTÜ, 2023) 20
Çizelge 3. 2 Moment tensör çözümlerini gösteren plaj topu grafikleriyle birlikte fay türleri (Yongliang vd. 2018) 20
Çizelge 3. 3 İncelenen bina yakınındaki istasyonlardan ölçülen Mw=7.7 deprem kayıtları 21
Çizelge 3. 4 PEER internet sayfasından seçilen yer hareketleri 30
Çizelge 3. 5 Statik Projede Kullanılan Parametreler 46
Çizelge 3. 6 Yerel Zemin Sınıfları (TBDY 2018) 56
Çizelge 3. 7 Deprem Tasarım Sınıfları (DTS) (TBDY 2018) 57
Çizelge 3. 8 Bina Kullanım Sınıfları ve Bina Önem Katsayıları (TBDY 2018) 57
Çizelge 3. 9 Bina Yükseklik Sınıfları ve Deprem Tasarım Sınıflarına Göre Tanımlanan Bina Yükseklik Aralıkları (TBDY 2018) 58
Çizelge 3. 10 Kısa periyot bölgesi için Yerel Zemin Etki Katsayıları (TBDY 2018) 59
Çizelge 3. 11 1.0 saniye periyot için Yerel Zemin Etki Katsayıları (TBDY 2018) 59
Çizelge 3. 12 Bina Taşıyıcı Sistemleri için Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı, Dayanım Fazlalığı Katsayısı ve İzin Verilen Bina Yükseklik Sınıfları (TBDY 2018) 63
Çizelge 3. 13 Betonarme Taşıyıcı Sistem Elemanlarının Etkin Kesit Rijitliği Çarpanları (TBDY 2018) . 67
Çizelge 3. 14 Düzensiz Binalar (TBDY 2018) 75

Çizelge 4. 1 Yeni Yapılacak Yerinde Dökme Betonarme, Önüretimli Betonarme ve Çelik Binalar 84
Çizelge 4. 2 Modal periyotlar ve kütle katılım oranları 87
Çizelge 4. 3 X yönü taban kesme kuvvetleri 88
Çizelge 4. 4 Y yönü taban kesme kuvvetleri 88
Çizelge 4. 5 Deprem etki yönü X için atalet merkezlerinin karşılaştırması 89
Çizelge 4. 6 Deprem etki yönü Y için atalet merkezlerinin karşılaştırması 90
Çizelge 4. 7 Deprem etki yönü X için kesme alanlarının karşılaştırması 92
Çizelge 4. 8 Deprem etki yönü Y için kesme alanlarının karşılaştırması 92
Çizelge 4. 9 Deprem etki yönü X için göreli kat ötelemelerinin karşılaştırması 93
Çizelge 4. 10 Deprem etki yönü X için göreli kat ötelemelerinin karşılaştırması 93
Çizelge 4. 11 Taban devrilme momenti (Mo) 94
Çizelge 4. 12 Deprem etki yönü X için perde oranları 95
Çizelge 4. 13 Deprem etki yönü Y için perde oranları 95
Çizelge 4. 14 Tek modlu itme yöntemine göre analiz sonucu elemanların hasar sınıfı dağılımı 97
Çizelge 4. 15 Çok modlu itme yöntemine göre analiz sonucu elemanların hasar sınıfı dağılımı 100
Çizelge 4. 16 Zaman tanım alanında hesap yöntemiyle analiz sonucu elemanların hasar sınıfı dağılımı 106
Çizelge 4. 17 4617 nolu istasyondan ölçülen ivme kayıtlarına göre zaman tanım alanında hesap yöntemiyle analiz sonucu elemanların hasar sınıfı dağılımı 110
Çizelge 4. 18 4618 nolu istasyondan ölçülen ivme kayıtlarına göre zaman tanım alanında hesap yöntemiyle analiz sonucu elemanların hasar sınıfı dağılımı 113
Çizelge 4. 19 4619 nolu istasyondan ölçülen ivme kayıtlarına göre zaman tanım alanında hesap yöntemiyle analiz sonucu elemanların hasar sınıfı dağılımı 116
Çizelge 4. 20 4620 nolu istasyondan ölçülen ivme kayıtlarına göre zaman tanım alanında hesap yöntemiyle analiz sonucu elemanların hasar sınıfı dağılımı 119
Çizelge 4. 21 4621 nolu istasyondan ölçülen ivme kayıtlarına göre zaman tanım alanında hesap yöntemiyle analiz sonucu elemanların hasar sınıfı dağılımı 122
Çizelge 4. 22 4624 nolu istasyondan ölçülen ivme kayıtlarına göre zaman tanım alanında hesap yöntemiyle analiz sonucu elemanların hasar sınıfı dağılımı 125
Çizelge 4. 23 4625 nolu istasyondan ölçülen ivme kayıtlarına göre zaman tanım alanında hesap yöntemiyle analiz sonucu elemanların hasar sınıfı dağılımı 128
Çizelge 4. 24 KX01 kirişleri için analiz sonuçları 156
Çizelge 4. 25 KX02 kirişleri için analiz sonuçları 157
Çizelge 4. 26 KX03 kirişleri için analiz sonuçları 158
Çizelge 4. 27 KX04 kirişleri için analiz sonuçları 160
Çizelge 4. 28 KX05 kirişleri için analiz sonuçları 161
Çizelge 4. 29 KX08 kirişleri için analiz sonuçları 163
Çizelge 4. 30 KX10 kirişleri için analiz sonuçları 164
Çizelge 4. 31 KX11 kirişleri için analiz sonuçları 166
Çizelge 4. 32 KX19 kirişleri için analiz sonuçları 167
Çizelge 4. 33 KX21 kirişleri için analiz sonuçları 169
Çizelge 4. 34 KX24 kirişleri için analiz sonuçları 170

Çizelge 4. 35 KX25 kirişleri için analiz sonuçları 172
Çizelge 4. 36 KX26 kirişleri için analiz sonuçları 173
Çizelge 4. 37 KX31 kirişleri için analiz sonuçları 175
Çizelge 4. 38 KX33 kirişleri için analiz sonuçları 176
Çizelge 4. 39 KX34 kirişleri için analiz sonuçları 177
Çizelge 4. 40 KX37 kirişleri için analiz sonuçları 178
Çizelge 4. 41 KX41 kirişleri için analiz sonuçları 180
Çizelge 4. 42 KX44 kirişleri için analiz sonuçları 181
Çizelge 4. 43 KX45 kirişleri için analiz sonuçları 183
Çizelge 4. 44 KX46 kirişleri için analiz sonuçları 184
Çizelge 4. 45 KX47 kirişleri için analiz sonuçları 186
Çizelge 4. 46 KX49 kirişleri için analiz sonuçları 187
Çizelge 4. 47 KX50 kirişleri için analiz sonuçları 188
Çizelge 4. 48 KX53 kirişleri için analiz sonuçları 190
Çizelge 4. 49 KX54 kirişleri için analiz sonuçları 191
Çizelge 4. 50 KX55 kirişleri için analiz sonuçları 193
Çizelge 4. 51 KX57 kirişleri için analiz sonuçları 194
Çizelge 4. 52 KX62 kirişleri için analiz sonuçları 196
Çizelge 4. 53 KX66 kirişleri için analiz sonuçları 197

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 3. 1 Doğu Anadolu Fayına ait fay parçalarını gösterir harita (AFAD, 2023) 14
Şekil 3. 2 Doğu Anadolu Fay Zonunda meydana gelen önemli depremler. Kırmızı yıldız semboller 6 Şubat 2023 tarihinde meydana gelen Mw7.7 ve Mw7.6 depremlerin episantırlarını göstermektedir (KRDAE, 2023). 16
Şekil 3. 3 Bölgenin tarihsel ve aletsel dönem deprem aktivitesi (AFAD, 2023) 17
Şekil 3. 4 1990'dan bu yana Türkiye'de yaşanan başlıca depremlerin yatay yer ivme kayıtlarının karşılaştırılması 18
Şekil 3. 5 Şubat 2023 04:17 depreminde kırılan Narlı fayı ile Pazarcık fay segmentleri (KRDAE, 2023) 19
Şekil 3. 6 İncelenen binanın konumu ve yakınındaki istasyonlar 21
Şekil 3. 7 d 4617 nolu istasyon için yatay tepki spektrumu ile tasarım spektrumları kıyaslaması 22
Şekil 3. 8 d 4618 nolu istasyon için yatay tepki spektrumu ile tasarım spektrumları kıyaslaması 23
Şekil 3. 9 d 4619 nolu istasyon için yatay tepki spektrumu ile tasarım spektrumları kıyaslaması 24
Şekil 3. 10 d 4620 nolu istasyon için yatay tepki spektrumu ile tasarım spektrumları kıyaslaması..... 25
Şekil 3. 11 d 4621 nolu istasyon için yatay tepki spektrumu ile tasarım spektrumları kıyaslaması..... 26
Şekil 3. 12 d 4624 nolu istasyon için yatay tepki spektrumu ile tasarım spektrumları kıyaslaması..... 27
Şekil 3. 13 d 4625 nolu istasyon için yatay tepki spektrumu ile tasarım spektrumları kıyaslaması..... 28
Şekil 3. 14 İncelenen bina yakınındaki istasyonlardan ölçülen Mw7.7 deprem kayıtlarına göre tepki spektrumlarının kıyaslaması..... 29
Şekil 3. 15 PEER internet sayfasında yer hareketi araması için kullanılan kriter girdileri 30
Şekil 3. 16 PEER internet sayfasından alınan ölçeksiz yatay tepki spektrumlarının bileşenleri..... 31
Şekil 3. 17 d RSN-187 "Imperial Valley-06" yer hareketinin Y doğrultusundaki tepki spektrumu ile hedef spektrum kıyaslaması 32
Şekil 3. 18 d RSN-313 "Corinth_Greece" yer hareketinin Y doğrultusundaki tepki spektrumu ile hedef spektrum kıyaslaması 32
Şekil 3. 19 d RSN-850 "Landers" yer hareketinin Y doğrultusundaki tepki spektrumu ile hedef spektrum kıyaslaması..... 33
Şekil 3. 20 d RSN-1107 "Kobe_Japan" yer hareketinin Y doğrultusundaki tepki spektrumu ile hedef spektrum kıyaslaması 33
Şekil 3. 21 d RSN-1161 "Kocaeli_Türkiye" yer hareketinin Y doğrultusundaki tepki spektrumu ile hedef spektrum kıyaslaması 34
Şekil 3. 22 d RSN-1615 "Düzce_Türkiye" yer hareketinin Y doğrultusundaki tepki spektrumu ile hedef spektrum kıyaslaması 34
Şekil 3. 23 d RSN-6059 "Big Bear-01" yer hareketinin Y doğrultusundaki tepki spektrumu ile hedef spektrum kıyaslaması 35
Şekil 3. 24 d RSN-457 "Morgan Hill" yer hareketinin Y doğrultusundaki tepki spektrumu ile hedef spektrum kıyaslaması 35
Şekil 3. 25 d RSN-549 "Chalfant Valley-02" yer hareketinin Y doğrultusundaki tepki spektrumu ile hedef spektrum kıyaslaması 36
Şekil 3. 26 d RSN-725 "Superstition Hills-02" yer hareketinin Y doğrultusundaki tepki spektrumu ile hedef spektrum kıyaslaması 36
Şekil 3. 27 d RSN-2888 "Chi-Chi_Taiwan-04" yer hareketinin Y doğrultusundaki tepki spektrumu ile hedef spektrum kıyaslaması 37
Şekil 3. 28 KZ21 Kirişi Hasarı 47
Şekil 3. 29 KZ31 Kirişi Hasarı 47
Şekil 3. 30 KZ44 Kirişi Hasarı 47
Şekil 3. 31 KZ45 Kirişi Hasarı 47
Şekil 3. 32 KZ46 Kirişi Hasarı 48
Şekil 3. 33 KZ55 Kirişi Hasarı 48
Şekil 3. 34 KZ33 Kirişi Hasarı 48
Şekil 3. 35 KZ34 Kirişi Hasarı 48
Şekil 3. 36 SZ28-KZ33 Birleşim Bölgesi Hasarı..... 49
Şekil 3. 37 SZ06-KZ65 Birleşim Bölgesi Hasarı..... 49
Şekil 3. 38 KZ03-SZ05 Birleşim Bölgesi Hasarı..... 49
Şekil 3. 39 SZ01-KZ41 Birleşim Bölgesi Hasarı..... 49
Şekil 3. 40 KZ29 Kirişi Hasarı 50
Şekil 3. 41 KZ35 Kirişi Hasarı 50
Şekil 3. 42 P2B09-K2B19 Birleşim Bölgesi Hasarı 50
Şekil 3. 43 K2B53-P2B11 Birleşim Bölgesi Hasarı 50
Şekil 3. 44 K2B25 Kirişi Hasarı 51

Şekil 3. 45 K2B49 Kirişi Hasarı 51
Şekil 3. 46 K2B05 Kirişi Hasarı 51
Şekil 3. 47 K2B08 Kirişi Hasarı 51
Şekil 3. 48 ProtaStructure Tercihler Kısmında Yönetmelik ve Şartnameler 52
Şekil 3. 49 Modelde Tipik Kat Planı ve Atanan Sabit Yükler 53
Şekil 3. 50 Standard Oda Döşemeleri İçin Atanan Yük Değeri 54
Şekil 3. 51 Bölme Duvarlar İçin Atanan Yük Değeri 54
Şekil 3. 52 Ön Analiz Formu ve Malzemelerin Düzenlenmesi 55
Şekil 3. 53 Yatay Elastik Deprem Spektrumu 60
Şekil 3. 54 Deprem Hesabında Kullanılacak Elastik ve Tasarım Tepki Spektrumları 64
Şekil 3. 55 ProtaStructure 2025 Yük Kombinasyonu Editörü 65
Şekil 3. 56 ProtaStructure 2025 Analiz Formu – Rijit Bölge etkileri Model Seçenekleri 65
Şekil 3. 57 ProtaStructure 2025 Analiz Formu – Zemin Yapı Etkileşimi Model Seçenekleri 66
Şekil 3. 58 ProtaStructure 2025 Analiz Formu – Perde Model Seçenekleri 66
Şekil 3. 59 ProtaStructure 2025 Analiz Formu – Kat Diyafram Model Seçenekleri 66
Şekil 3. 60 ProtaStructure 2025 Etkin Malzeme ve Kesit Rijitliği Katsayıları 68
Şekil 3. 61 ProtaStructure 2025 Analiz Formu – Bina Analizi 69
Şekil 3. 62 ProtaStructure 2025 – Kolon ve Perde Donatılarının Düzenlenmesi 70
Şekil 3. 63 ProtaStructure 2025 – Kiriş Donatılarının Düzenlenmesi 70
Şekil 3. 64 Elastik spektrum eğrisi ile kapasite eğrisinin kesiştirilerek elastik ve elasto-plastik yerdeğiştirmenin bulunması 78
Şekil 3. 65 Elastik spektrum eğrisi ile kapasite eğrisinin kesiştirilerek elastik ve elasto-plastik yerdeğiştirmenin bulunması 79
Şekil 3. 66 Kesit hasar bölgeleri 81

Şekil 4. 1 2.Bodrum kat (-3.00 kotu) için rijitlik merkezinin konumu 90
Şekil 4. 2 1.Bodrum kat (0.00 kotu) için rijitlik merkezinin konumu 91
Şekil 4. 3 Zemin,1,2,3,4,5,6,7,8. katlar için rijitlik merkezinin konumu 91
Şekil 4. 4 Deprem doğrultu X yönü için modal kapasite 98
Şekil 4. 5 Deprem doğrultu X yönü için mafsalların analitik modelde gösterimi 98
Şekil 4. 6 Deprem doğrultu Y yönü için modal kapasite 99
Şekil 4. 7 Deprem doğrultu Y yönü için mafsalların analitik modelde gösterimi 99
Şekil 4. 8 Deprem doğrultusu X yönlü 1.mod için mafsalların analitik modelde gösterimi 101
Şekil 4. 9 Deprem doğrultusu Y yönlü 3.mod için mafsalların analitik modelde gösterimi 102
Şekil 4. 10 Seçilen onbir yerhareketine ait ivme kayıtlarının ProtaStructure programına tanımlanması. 103
Şekil 4. 11 Seçilen onbir yerhareketine ait ölçeklendirilmemiş bileşke yatay spektrumlar 104
Şekil 4. 12 Seçilen onbir yerhareketine ait ölçeklendirilmiş bileşke yatay spektrumlar 104
Şekil 4. 13 Seçilen onbir yerhareketine ait ölçeklendirilmiş ve ölçeklendirilmemiş bileşke yatay spektrumların ortalaması 105
Şekil 4. 14 Seçilen onbir yerhareketine ait hesap parametreleri 105
Şekil 4. 15 "Imperial Valley-06" yer hareketine göre zaman tanım alanında analiz sonucu mafsalların analitik modelde gösterimi 107
Şekil 4. 16"Imperial Valley-06" yer hareketinin 90^{o} döndürülerek tekrarlanan zaman tanım alanında analiz sonucu mafsalların analitik modelde gösterimi 107
Şekil 4. 17 4617 nolu istasyondan ölçülen Mw7.7 yerhareketine ait bileşke yatay spektrum 109
Şekil 4. 18 4617 nolu istasyondan ölçülen Mw7.7 yerhareketine göre zaman tanım alanında analiz sonucu mafsalların analitik modelde gösterimi 109
Şekil 4. 19 d 4617 nolu istasyon ivme kayıtlarının 90^{o} döndürülerek oluşan kat ötelemeleri (mm)..... 111
Şekil 4. 20 4618 nolu istasyondan ölçülen Mw7.7 yerhareketine ait bileşke yatay spektrum 112
Şekil 4. 21 4618 nolu istasyondan ölçülen Mw7.7 yerhareketine göre zaman tanım alanında analiz sonucu mafsalların analitik modelde gösterimi 112
Şekil 4. 22 d 4618 nolu istasyon ivme kayıtlarının 90^{o} döndürülerek oluşan kat ötelemeleri (mm)..... 114
Şekil 4. 23 4619 nolu istasyondan ölçülen Mw7.7 yerhareketine ait bileşke yatay spektrum 115
Şekil 4. 24 4619 nolu istasyondan ölçülen Mw7.7 yerhareketine göre zaman tanım alanında analiz sonucu mafsalların analitik modelde gösterimi 115
Şekil 4. 25 d 4619 nolu istasyon ivme kayıtlarının 90^{o} döndürülerek oluşan kat ötelemeleri (mm)..... 117
Şekil 4. 26 4620 nolu istasyondan ölçülen Mw7.7 yerhareketine ait bileşke yatay spektrum 118
Şekil 4. 27 4620 nolu istasyondan ölçülen Mw7.7 yerhareketine göre zaman tanım alanında analiz sonucu mafsalların analitik modelde gösterimi 118
Şekil 4. 28 d 4620 nolu istasyon ivme kayıtlarının 90^{o} döndürülerek oluşan kat ötelemeleri (mm)..... 120

Şekil 4. 29 4621 nolu istasyondan ölçülen Mw7.7 yerhareketine ait bileşke yatay spektrum 121
Şekil 4. 30 4621 nolu istasyondan ölçülen Mw7.7 yerhareketine göre zaman tanım alanında analiz sonucu mafsalların analitik modelde gösterimi 121
Şekil 4. 31 d 4621 nolu istasyon ivme kayıtlarının 90º döndürülerek oluşan kat ötelemeleri (mm)..... 123
Şekil 4. 32 4624 nolu istasyondan ölçülen Mw7.7 yerhareketine ait bileşke yatay spektrum 124
Şekil 4. 33 4624 nolu istasyondan ölçülen Mw7.7 yerhareketine göre zaman tanım alanında analiz sonucu mafsalların analitik modelde gösterimi 124
Şekil 4. 34 d 4624 nolu istasyon ivme kayıtlarının 90º döndürülerek oluşan kat ötelemeleri (mm)..... 126
Şekil 4. 35 4625 nolu istasyondan ölçülen Mw7.7 yerhareketine ait bileşke yatay spektrum 127
Şekil 4. 36 4625 nolu istasyondan ölçülen Mw7.7 yerhareketine göre zaman tanım alanında analiz sonucu mafsalların analitik modelde gösterimi 127
Şekil 4. 37 d 4625 nolu istasyon ivme kayıtlarının 90º döndürülerek oluşan kat ötelemeleri (mm)..... 129
Şekil 4. 38 Bina yakınındaki istasyonlardan ölçülen ivme kayıtlarına göre zaman tanım alanında analiz sonucu hesaplanan göreli kat ötelemeleri 130
Şekil 4. 39 Bina yakınındaki istasyonlardan ölçülen ivme kayıtlarının 90º döndürülerek tekrarlanan zaman tanım alanında analiz sonucu hesaplanan göreli kat ötelemeleri 130
Şekil 4. 40 Hasar bölgeleri ve tanımları – 2.bodrumdan 5.kata kadar 131
Şekil 4. 41 Hasar bölgeleri ve tanımları – Zeminden 5.kata kadar 131
Şekil 4. 42 Tek modlu itme yöntemiyle hesap sonucu 1.bodrum kat taşıyıcı sistemlerin değerlendirmesi 132
Şekil 4. 43 Tek modlu itme yöntemiyle hesap sonucu 1.kat taşıyıcı sistemlerin değerlendirmesi 132
Şekil 4. 44 Çok modlu itme yöntemiyle hesap sonucu 1.bodrum kat taşıyıcı sistemlerin değerlendirmesi 133
Şekil 4. 45 Çok modlu itme yöntemiyle hesap sonucu 1.kat taşıyıcı sistemlerin değerlendirmesi 133
Şekil 4. 46 Zaman tanım alanında hesap sonucu 1.bodrum kat taşıyıcı sistemlerin değerlendirmesi 134
Şekil 4. 47 Zaman tanım alanında hesap sonucu 1.kat taşıyıcı sistemlerin değerlendirmesi 134

1. GİRİŞ

Türkiye, sahip olduğu aktif fay hatları nedeniyle dünyanın en sismik bölgelerinden biri konumundadır. Tarih boyunca yaşanan yıkıcı depremler, çok sayıda can kaybının yanı sıra ağır ekonomik ve sosyal tahribatlara yol açmıştır. Özellikle son yıllarda meydana gelen büyük depremler, yapı güvenliği konusundaki eksiklikleri ve mevcut yapıların büyük bölümünün depreme karşı yetersizliğini açıkça ortaya koymuştur. Bu durum, yalnızca yeni yapıların değil, aynı zamanda mevcut yapıların da sismik performanslarının güncel yönetmeliklere uygun biçimde değerlendirilmesini zorunlu kılmaktadır.

Cumhuriyet tarihi boyunca meydana gelen büyük depremler, bu tehlikenin boyutunu açıkça göstermektedir. 27 Aralık 1939 Erzincan Depremi (Mw 7.8), Türkiye'nin en yıkıcı depremlerinden biri olmuş; yaklaşık 33.000 kişinin hayatını kaybetmesine ve 100.000'den fazla binanın zarar görmesine yol açmıştır. 28 Mart 1970 Gediz Depremi (Mw 7.2) ise 1.100'ü aşkın can kaybı ve binlerce binanın yıkımıyla sonuçlanmıştır. 13 Mart 1992 Erzincan Depremi (Mw 6.8) 653 kişinin ölümüne neden olmuş, şehirde çok sayıda yapı kullanılamaz hale gelmiştir. 17 Ağustos 1999 Gölcük Depremi (Mw 7.4) ise Marmara Bölgesi'nde büyük bir yıkıma yol açmış; resmi rakamlara göre yaklaşık 18.000 kişi hayatını kaybetmiş, 300.000'den fazla bina hasar görmüş ve 20 milyar doları aşan ekonomik kayıp yaşanmıştır. 1 Kasım 2002 Bingöl, 23 Ekim 2011 Van ve 24 Ocak 2020 Elazığ depremleri de can kayıpları ve yapı hasarlarıyla Türkiye'nin deprem riskini somut olarak ortaya koymuştur. Bu denli yıkıcı etkiler, yalnızca yeni yapıların dayanımını değil, mevcut yapıların performansını da bilimsel olarak sorgulamayı zorunlu kılmaktadır.

Depremlerin yol açtığı yapısal ve toplumsal kayıpları azaltmak amacıyla, Türkiye'de yapı güvenliğine ilişkin düzenlemeler uzun bir geçmişe sahiptir. Özellikle büyük depremler sonrasında, mühendislik esaslarına dayalı yapı tasarımı giderek önem kazanmış ve bu doğrultuda çeşitli yönetmelik ve talimatnameler yayımlanmıştır. Türkiye'deki ilk resmi düzenleme niteliğindeki 1940 Deprem Talimatnamesi, 1939 Erzincan Depremi'nin ardından yürürlüğe girmiştir. Bunu sırasıyla 1947, 1953, 1962, 1968 ve özellikle uygulamada yaygın olarak kullanılan 1975 Deprem Yönetmeliği takip etmiştir. 1975 Yönetmeliği yaklaşık yirmi yıl yürürlükte kalmış, 1992 Erzincan ve 1995 Dinar depremleri sonrasında kapsamlı bir güncelleme ihtiyacı doğmuştur. Bu bağlamda

1997 Deprem Yönetmeliği hazırlanarak daha gelişmiş analiz esaslarını içeren yeni bir dönem başlatılmıştır.

Bu sürecin devamı olarak Türkiye Deprem Yönetmeliği (TDY 1998) yürürlüğe girmiş, ardından gelen DBYBHY 2007 ile mevcut yapıların değerlendirilmesine ilişkin doğrusal olmayan analiz yöntemleri daha sistematik hale getirilmiştir. Son olarak 2018 yılında yürürlüğe giren Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği (TBDY 2018), performans esaslı tasarım yaklaşımını merkezine alan kapsamlı bir mevzuat olarak hem yeni hem de mevcut binalar için ayrıntılı analiz yöntemleri, malzeme tanımları ve sınır koşulları içermektedir.

TBDY 2018, yalnızca Türkiye'nin deprem geçmişine ve yapısal ihtiyaçlarına yanıt vermekle kalmayıp, aynı zamanda uluslararası normlarla uyumlu olarak hazırlanmıştır. Yönetmelik, başta FEMA 356/440, ASCE 41-13/17 ve Eurocode 8 olmak üzere, Amerika Birleşik Devletleri ve Avrupa'da uygulanan modern sismik değerlendirme ve tasarım standartlarından etkilenmiştir. Ayrıca Japonya, Şili ve Yeni Zelanda gibi deprem riski yüksek ülkelerin analiz yaklaşımlarına da dolaylı olarak referans verilmiştir. Bu bağlamda, doğrusal olmayan analiz yöntemleri, süneklik düzeyi sınıflamaları, plastik mafsal limitleri ve kapasiteye göre değerlendirme ilkeleri bakımından TBDY 2018, küresel standartlarla büyük ölçüde uyumludur (TBDY Gerekçe, 2018; Yakut et al., 2019; Kaya, 2020).

Türkiye, bu yönetmelikle birlikte özellikle mevcut yapıların performans değerlendirme sistematiğinde birçok ülkeye kıyasla teknik açıdan güçlü bir çerçeveye ulaşmıştır. Gelişmiş analiz yöntemlerinin yönetmelik düzeyinde önerilir veya zorunlu hale getirilmiş olması, Avrupa ve ABD'deki bazı uygulamalardan daha kapsayıcı bir teknik altyapı sunmaktadır. Bununla birlikte, uygulamadaki disiplin, saha verisi doğruluğu ve denetim mekanizmalarının işlerliği açısından gelişmiş ülkelerle eşdeğer düzeyin sağlanabilmesi için daha fazla saha destekli akademik çalışmaya ihtiyaç vardır.

6 Şubat 2023 tarihinde Türkiye, tarihinin en yıkıcı depremlerinden biriyle karşı karşıya kalmıştır. Kahramanmaraş ili Pazarcık merkezli (Mw 7.7) ve yaklaşık dokuz saat sonra Elbistan merkezli (Mw 7.6) meydana gelen art arda iki büyük deprem, başta Kahramanmaraş, Hatay, Gaziantep, Malatya ve Adıyaman olmak üzere toplam 11 ilde yıkıma neden olmuştur. Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı (AFAD) verilerine göre, 50.000'i aşkın kişi hayatını kaybetmiş, yüz binlerce bina hasar görmüş veya tamamen yıkılmıştır. Deprem sonrasında elde edilen saha verileri, birçok yapının beklenenden daha düşük performans gösterdiğini, bazı binaların ise yönetmeliklere uygun

yapılmış olmasına rağmen ağır hasar aldığını ortaya koymuştur. Bu durum, yalnızca projelendirme değil, uygulama kalitesi ve denetim mekanizmalarının da sorgulanmasına neden olmuştur (AFAD, 2023).

Bu çalışma kapsamında, Kahramanmaraş ili Onikişubat ilçesinde yer alan ve 6 Şubat 2023 depremleri sırasında hasar görmüş onbir katlı bir betonarme konut yapısı ele alınmaktadır. Binanın çeşitli kiriş-kolon ve perde bağlantı bölgelerinde plastik mafsallaşma, çatlak oluşumu ve beton ezilmesi gibi ciddi hasarlar gözlemlenmiştir. Yapının deprem öncesi projeleri ve malzeme özellikleri esas alınarak güncel yönetmeliklere uygun biçimde yapısal modeli oluşturulmuş; analiz ve değerlendirme süreçlerinde Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği (TBDY 2018) esas alınmıştır.

Yapının tasarım aşamasındaki performansı, doğrusal olmayan analizler arasında yer alan ve TBDY 2018 tarafından önerilen Tek Modlu İtme, Çok Modlu İtme ve Zaman Tanım Alanında Analiz Yöntemleri ile değerlendirilmiştir. Çok Modlu İtme yöntemi, farklı titreşim modlarının ayrı ayrı modellenmesine ve birleştirilmesine imkân tanıyarak, özellikle yüksek mod etkisinin önemli olduğu düzensiz yapılarda daha güvenilir sonuçlar üretmektedir. Analizlerde yapı modellemesi ve hesaplamalar için OpeenSees ile entegre çalışan ProtaStructure (v2025) yazılımı tercih edilmiştir. Bu yazılım, üç boyutlu modelleme olanakları, mod şekli bazlı yük dağılımı uygulamaları ve TBDY uyumlu analiz modülleri ile çalışmanın kapsamına uygun bir çözüm ortamı sağlamaktadır.

Bu tez çalışmasında, analizlerden elde edilen tasarım performans değerleri ile saha gözlemleri karşılaştırılarak, yönetmeliğin ve kullanılan analiz yönteminin hasar öngörüleriyle uyumu değerlendirilmiştir. Elde edilen bulguların; mevcut yapıların değerlendirilmesinde, doğrusal olmayan analiz yöntemlerinin etkinliğini ortaya koymak açısından hem bilimsel hem de uygulamaya yönelik katkılar sunması beklenmektedir.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Depreme dayanıklı yapı tasarımı ve mevcut binaların performans değerlendirmesi, son yıllarda hem ulusal hem de uluslararası literatürde önem kazanmıştır. Özellikle 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş depremleri sonrasında yapıların tasarım ve uygulama açıkları tekrar gündeme gelmiş, AFAD tarafından yayınlanan raporlar sahanın gerçek durumu ile projelendirme arasındaki farklılıkları vurgulamıştır (AFAD, 2023).

TBDY 2018 gibi yürürlükteki mevzuatların uygulanabilirliği ve mevcut analiz yöntemlerinin (statik itme, çok modlu itme vb.) etkinliği akademik çevrelerde yoğun şekilde tartışmaya açılmıştır. Aydın (2012) ve Büyük (2023), Van ve Elazığ depremleri sonrasında hasar gören binaların eski ve yeni yönetmeliklere göre analizlerini sunarak mevzuat güncellemelerinin pratikteki etkisini irdelemiştir. Ekşi (2019) ve Kanas (2021), dolgu duvarlı çerçeve sistemlerin dinamik davranışlarını hem teorik hem de sayısal olarak incelemiştir. Velioğlu (2017) ise farklı yöntemlerin tutarlılığını sorguladığı çalışmasında özellikle saha verilerine dayalı analizlerin gerekliliğine dikkat çekmiştir.

Çağnan (2001) yüksek lisans tezinde, 12 Kasım 1999 Düzce depremi sırasında hasar gören ve 1980'li yıllarda beş katlı olarak inşa edilmiş Bayındırlık ve İskân Bakanlığı Bolu Müdürlüğü binasının elastik ötesi dinamik ve statik itme analizlerini yaparak deprem sonrası binada gözlenen kolon-kiriş hasarı ile analizlerden elde edilen hasarın uyumlu olup olmadığını incelemiştir. Çalışmanın sonunda, kısa kolon etkisiyle oluşan kolon hasarının hem elastik ötesi dinamik analiz hem de statik itme analizi ile gerçekçi bir şekilde elde edilebildiği, ayrıca gözlenen hasar ve elastik ötesi dinamik analizle hesaplanan kiriş-kolon hasarı arasındaki korelasyonun statik itme analiziyle elde edilenden daha iyi olduğu görülmüştür (Çağnan, 2001).

Bayhan ve Gülkan (2011), tekrarlayan depremlere maruz kalan şehirlerde yapı davranışını inceleyerek yorgunluğa bağlı hasar birikiminin yıkıcı etkilerini vurgulamıştır. Celep (2024) ve Dindar (2018), plastik mafsal ve şekil değiştirmeye odaklı modelleme ile taşıyıcı elemanların çökme sınırlarına dayalı çözümlerle literatüre teorik katkı sağlamıştır. Keyik (2019), ASCE 41-17 ile TBDY 2018'in farklı yapı tipleri için üretebileceği performans tahminlerindeki ayrışmayı detaylı biçimde ortaya koymuştur.

Kutaniş ve arkadaşları (2011), mevcut hesap yöntemlerinin saha gözlemleriyle ne derece tutarlı olduğunu tartışırken, yeni analiz tekniklerinin uygulamadaki yetersizliklerinden dolayı sınırlı kaldığını belirtmiştir. Kürkçü (2019) ve Özaydın (2019)

ise yüksek katlı betonarme yapıların TBDY 2018'e göre analizinde, beklenen performans seviyelerinin tahmininde farklılıklar gözlemlemiştir.

Agyemang (2019) tez çalışmasında, Ekşi'nin daha önce incelediği 15 yıllık bir binanın mevcut bilgisayar programları (SAP2000 ve SeismoStruct) ile sayısal analizini yapmış ve numunenin stabilite yükleri ile periyodunu belirlemek üzere bir algoritma içeren iki farklı analiz teorisi için yığılı plastisite yaklaşımını kullanarak çeşitli plastik deformasyon durumlarında bir itme algoritması uyarlamıştır.

Boonyapinyo ve ark. (2008), doğrusal olmayan statik itme analizi ile doğrusal olmayan dinamik zaman tanım alanında analiz yöntemlerini karşılaştırarak farklı yapı türleri üzerindeki etkilerini incelemiştir. Laissy (2021) ise Suudi Arabistan'ın Abha şehrindeki altı katlı betonarme bir binaın, farklı deprem şiddetlerine göre modellenen itme analizi yöntemiyle değerlendirerek sismik performansını araştırmıştır. Çalışmada, bu yapıdaki plastik mafsal oluşumları ve performans seviyeleri analiz edilmiştir. Sonuçlar, bölgedeki mevcut betonarme yapıların bazı tasarım zayıflıklarına rağmen belirli performans seviyelerini karşıladığını göstermiştir. Balıkçı (2019), TBDY 2018 ve DBYBHY 2007 yönetmelikleri arasındaki farklılıkları aynı yapı üzerinde analiz ederek performans seviyeleri üzerindeki etkilerini net bir şekilde ortaya koymuştur.

Severcan ve Sinani (2019), mevcut betonarme yapıların deprem performansını 2007 tarihli Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik (DBYBHY-2007) ile Avrupa standardı Eurocode 8'e göre karşılaştırmıştır. Sekiz katlı bir betonarme yapı örneğinde doğrusal olmayan statik itme (pushover) analizi uygulanarak, her iki yönetmeliğe göre eleman hasar düzeyleri ve genel yapı performans seviyeleri karşılaştırılmıştır.

Uçar (2019), betonarme bir hastane binasının deprem performansını DBYBHY-2007 ve TBDY-2018 kapsamında değerlendirmiştir. Statik itme (pushover) analiziyle yapılan bu değerlendirmede, her iki yönetmeliğin performans kriterleri karşılaştırılmıştır. Analiz sonuçları, yönetmelikler arasındaki farklılıkların yapı performansı üzerindeki etkilerini ortaya koymuştur.

Kulak (2013) yüksek lisans tezinde, mevcut bir betonarme konut yapısının deprem performansını değerlendirmiş ve çelik çaprazlarla güçlendirme yöntemini incelemiştir. Yapıyı öncelikle mevcut haliyle analiz etmiş, ardından çelik çapraz elemanlar ekleyerek yeniden değerlendirmiştir. Analiz sonuçları, çelik çaprazlarla yapılan güçlendirmenin yapının sismik performansını artırdığını ve hedeflenen performans seviyelerine ulaşılmasına katkı sağladığını göstermiştir.

Türker (2005) doktora tezinde, yapıların deprem davranışının belirlenmesinde kullanılan “Çok Modlu Uyarlamalı Yük Artırımı Yöntemi”ni geliştirmiş ve uygulamıştır. Bu yöntem, geleneksel itme analizlerine kıyasla daha hassas sonuçlar elde etmeyi hedeflemiştir. Farklı yapı tipleri üzerinde yapılan uygulamalarla yöntemin doğruluğu ve etkinliği test edilmiştir. Sonuçlar, bu yönteminin özellikle yüksek katlı ve düzensiz yapıların deprem performansı değerlendirmesinde daha güvenilir sonuçlar verdiğini göstermiştir.

Eldemir (2019) yüksek lisans tezinde, DBYBHY-2007 ve TBDY-2018 yönetmeliklerinin mevcut betonarme yapıların sismik davranış özellikleri üzerindeki etkilerini karşılaştırmıştır. Daha önce inşa edilmiş beş farklı betonarme bina bilgisayar ortamında modellenerek, her iki yönetmelik için doğrusal olmayan statik itme analizi uygulanmıştır. Analiz sonuçları, TBDY-2018’in daha sıkı performans kriterleri getirmesi nedeniyle DBYBHY-2007’ye göre yeterli bulunan yapıların TBDY-2018’e göre yetersiz kalabileceğini ortaya koymuştur.

Jalilkhani ve ark. (2020), betonarme moment taşıyıcı çerçevelerin deprem taleplerini daha doğru tahmin etmek amacıyla Çok Modlu Adaptif İtme Analizi (MADP) adını verdikleri yeni bir yöntem geliştirmiştir. Bu yöntem, geleneksel itme analizlerinin sınırlamalarını aşmak için çok modlu ve adaptif analiz yaklaşımlarının avantajlarını birleştirmektedir.

Türker ve İrtem (2007), binaların deprem davranışını daha doğru öngörmek amacıyla çok modlu adaptif itme analizi için etkili bir yük artış yöntemi geliştirmiştir. Bu yöntemde, plastik mafsal oluşumları ve ikinci mertebe (P-Δ) etkileri gibi doğrusal olmayan davranışlar dikkate alınarak yapıların sismik talepleri daha hassas bir şekilde belirlenmektedir.

Behnamfar ve Tavakoli (2021), betonarme moment taşıyıcı çerçevelerin deprem taleplerini daha doğru tahmin etmek amacıyla Çok Modlu Kesme Tabanlı İtme Analizi (MM-SBPA) adını verdikleri yeni bir yöntem geliştirmiştir. Bu yöntem, geleneksel itme analizlerinin sınırlamalarını aşmak için çok modlu ve adaptif analiz yaklaşımlarının avantajlarını birleştirmektedir.

Kumar, Yadav ve Ranjan (2023), betonarme çerçevelerin sismik performansının değerlendirilmesinde kullanılan dinamik itme analizi yöntemini kapsamlı bir biçimde irdeleyen bir derleme çalışması sunmuştur. Bu çalışma, doğrusal statik analizlere kıyasla dinamik itme analizinin avantaj ve sınırlamalarını tartışmakta, çeşitli sayısal modeller ile yazılım araçlarını ele almakta ve gerçek uygulamalara ilişkin örnekler sunmaktadır.

Campbell, Norda ve Meskouris (2010), binaların deprem davranışını daha doğru tahmin etmek amacıyla çok modlu adaptif itme analizi için etkili bir yük artış yöntemi geliştirmiştir. Bu yöntemde, plastik mafsal oluşumları ve ikinci mertebe (P-Δ) etkileri gibi doğrusal olmayan davranışlar dikkate alınarak yapının sismik talepleri daha hassas bir şekilde belirlenmektedir.

Ashwini ve ark. (2022), sekiz katlı bir betonarme yapının performansa dayalı sismik tasarımını doğrusal olmayan statik itme (pushover) analizi ile gerçekleştirmiştir. Geleneksel kuvvet esaslı tasarım yöntemlerinin yalnızca dayanım kriterini sağlaması, performansa dayalı tasarım gerekliliğini ortaya çıkarmıştır. Bu yaklaşımda, tasarım ve değerlendirme kriterleri performans hedefleri olarak ele alınmakta; hasar durumu ise akma sonrası doğrusal olmayan şekil değiştirme sınırlarıyla tanımlanmaktadır.

Patel ve Radke (2024), betonarme yapıların performansa dayalı sismik tasarımını ele alan çalışmasıyla; geleneksel yönetmelik tabanlı tasarım yöntemleri, yapıların sismik taleplerini karşılamak için kullanılsa da performansa dayalı sismik tasarımı yaklaşımı, yapıların gerçek deprem davranışını daha doğru öngörmeyi ve malzeme ile kesit düzeyinde optimizasyon sağlamayı hedeflemektedir.

Hassan ve Yasin (2023), altı katlı bir betonarme çerçeve yapının doğrusal olmayan statik itme (pushover) analizi ile sismik performansını değerlendirmiştir. Modelleme ve analizler ETABS yazılımı kullanılarak gerçekleştirilmiş; yapının yatay yük dağılımı ve plastik mafsal oluşumları incelenmiştir.

Zhulegu ve Bilgin (2012), 1990'ların sonunda Arnavutluk'ta inşa edilmiş sekiz katlı bir betonarme çerçeve yapının sismik performansını değerlendirmiştir. Bu yapı, Arnavutluk'un 1989 tarihli deprem yönetmeliği (KTP-89) esas alınarak tasarlanmıştır. Aynı plana ve yapısal konfigürasyona sahip, Eurocode 8 ve 2 standartlarına göre tasarlanmış hayali bir yapı ile karşılaştırma yapılmıştır. Her iki yapının sismik davranışı, SAP2000 yazılımı kullanılarak doğrusal olmayan statik itme (pushover) analizi ile incelenmiştir.

Seo ve ark. (2015), Kaliforniya'daki yüksek sismik riskli bir bölgede (Seismic Zone 4) yer alan on iki katlı betonarme moment taşıyıcı çerçeve yapının perde duvarlarla birlikte sismik performansını değerlendirmiştir. Yapının sismik davranışı, SAP2000 yazılımı ile oluşturulan üç boyutlu sonlu eleman modeliyle analiz edilmiştir. Analizlerde hem tepki spektrumu analizi hem de doğrusal olmayan zaman tanım alanında analiz yöntemleri kullanılmıştır.

Gattulli ve ark. (2015), karma yığma-betonarme bir yapının sismik performansını değerlendirmiştir. İncelenen yapı, İtalya'nın L'Aquila kentinde bulunan ve hem yığma hem de betonarme elemanlardan oluşan dört katlı bir binadır. Bu yapının sismik davranışı, doğrusal olmayan statik itme (pushover) yöntemi ile analiz edilmiştir.

Algamati ve ark. (2023), betonarme moment taşıyıcı çerçeveli yapıların sismik performansını, Kanada'nın Vancouver şehrinde bulunan altı ve on iki katlı örnek binalar üzerinde değerlendirmiştir. ETABS ve SAP2000 yazılımları kullanılarak oluşturulan üç boyutlu sonlu eleman modelleri üzerinde tepki spektrumu analizi ve doğrusal olmayan zaman tanım alanında analiz uygulanmıştır.

Yılmaz ve Öztürk (2022), mevcut itme yöntemleri ile analizlerin sismik performans tahminlerindeki sınırlamalarını ele almış ve bu eksiklikleri gidermek için yeni bir itme prosedürü geliştirmiştir. Geliştirilen bu prosedür, çok modlu etkileri ve yapının doğrusal olmayan davranışını dikkate alarak yükleme vektörlerini her adımda güncelleyerek özellikle yüksek katlı ve düzensiz yapıların sismik performans tahminlerinde daha güvenilir sonuçlar elde edilmesini sağlamaktadır.

Chopra ve Goel (2019), betonarme moment taşıyıcı çerçeve yapıların sismik taleplerini daha doğru tahmin etmek amacıyla çok modlu adaptif itme analizi yöntemi geliştirmiştir. Geleneksel itme analizleri genellikle yalnızca birinci mod şekline dayalı sabit yük dağılımları kullanırken, bu yeni yöntemde her mod için ayrı analizler yapılmakta ve her adımda yükleme vektörleri güncellenerek yapının doğrusal olmayan davranışı daha gerçekçi bir şekilde modellenmektedir. Böylece, özellikle yüksek katlı ve düzensiz yapıların sismik performans tahminlerinde daha güvenilir sonuçlar elde edilmektedir.

Daei ve Zarrin (2021), yapıların sismik değerlendirmesi için Çok Modlu Yer Değiştirme Esaslı İtme Analizi adını verdikleri yeni bir prosedür geliştirmiştir. Bu yöntemle, yapının birden fazla modunu dikkate alarak her mod için ayrı yer değiştirme hedefleri belirlemekte ve bu hedeflere ulaşmak için itme analizlerini gerçekleştirmektedir. Bu yaklaşım, yapının doğrusal olmayan davranışını daha gerçekçi bir şekilde modellemeyi amaçlamaktadır.

Zhang ve Tian (2019), çok katlı betonarme moment taşıyıcı çerçeve binaların sismik tasarımı için basitleştirilmiş performansa dayalı optimal bir yöntem geliştirmiştir. Bu yöntemin amacı, yapı elemanlarının plastik dönmeleri ve katlar arası ötelenmeleri gibi performans kriterlerini sağlayarak yapı maliyetini en aza indirmektir.

Zameeruddin ve Sangle (2020), betonarme moment taşıyıcı çerçeveli yapıların sismik performansını performansa dayalı sismik değerlendirme yaklaşımıyla incelemiştir. Çalışmada, doğrusal olmayan statik analiz yöntemleri kullanılarak farklı kat sayısına ve düzensizliklere sahip bu tür yapıların deprem davranışları değerlendirilmiştir.

Chopra ve Goel (2002), geleneksel itme analizlerinin sınırlamalarını vurgulayarak özellikle yüksek katlı ve düzensiz yapıların sismik davranışlarının değerlendirilmesinde yetersiz kaldığını belirtmiştir.

Zhou ve Lin (2020), yapıların hem yatay (deprem kaynaklı) hem de düşey (ağırlık, kullanım) yüklerin birleşik etkisi altındaki sismik performansını değerlendirmek amacıyla doğrusal olmayan statik itme (pushover) analizini genişletmiştir.

Zhou ve Lin (2021), eğimli arazilerde inşa edilen betonarme binaların sismik performans değerlendirmesinde, açık katların konumunun kritik bir faktör olduğunu ortaya koymaktadır. Tasarım sürecinde bu faktörün dikkate alınmasının, yapıların depreme karşı daha dayanıklı hale getirilmesine katkı sağlayacağını göstermiştir.

Han ve Jee (2005), sıradan ve orta düzey moment taşıyıcı betonarme çerçevelerdeki kolonların deprem davranışlarını deneysel olarak incelemiştir. Bu çalışmanın amacı, iki farklı çerçeve türündeki kolonların sismik performanslarını karşılaştırmak ve tasarım detaylarının etkilerini değerlendirmektir.

Yakut ve Yılmaz (2007), 1 Mayıs 2003 tarihinde Bingöl'de meydana gelen Mw 6.4 büyüklüğündeki depremin ardından betonarme binaların performansını değerlendirmiştir. Bu çalışma, hasar gören yapıların özelliklerini inceleyerek mevcut yapı stoğunun sismik davranışını analiz etmiştir.

Balic ve ark. (2017), orta yükseklikteki betonarme çerçeve yapıların sismik dayanımını değerlendirmek için basitleştirilmiş bir hedef ivme yöntemi araştırmıştır. Bu yöntem, çok modlu itme analizinin yeni bir uyarlaması olup yapıların minimum sismik dayanım düzeyini belirlemeyi hedeflemektedir.

Mwafy ve Elnashai (2001), doğrusal olmayan statik itme analizinin geçerliliğini ve uygulanabilirliğini artımlı dinamik analizlerle karşılaştırarak değerlendirmiştir. Bu çalışmanın amacı, betonarme binaların sismik performansını daha doğru tahmin edebilmek için statik ve dinamik analiz yöntemlerinin karşılaştırmalı bir incelemesini sunmaktır.

Zhu ve ark. (2004), yüksek betonarme binaların sismik performansını değerlendirmek amacıyla statik itme analizinin uygulanabilirliğini ve etkinliğini

incelemiştir. Bu çalışma, yüksek binaların karmaşık yapısal davranışlarını daha iyi anlayabilmek için uygun bir analiz yöntemi geliştirmeyi hedeflemektedir.

Naiel ve Hanna (2025), Mısır'ın Kahire kentindeki orta yükseklikteki betonarme konut binalarının sismik performansını değerlendirmeyi amaçlamıştır. Bu amaçla, kırılganlık eğrileri kullanılarak deprem etkisi altındaki yapıların hasar görme olasılıkları analiz edilmiştir.

Sung ve ark. (2013), betonarme çerçeve yapıların sismik kapasite değerlendirmelerinde genellikle göz ardı edilen kiriş-kolon birleşim bölgelerindeki kesme hasarlarını dikkate alan yeni bir doğrusal olmayan itme analizi yöntemini çalışmalarında, büyük depremler sırasında kiriş-kolon birleşim noktalarında meydana gelebilecek karmaşık kesme hasarlarını modelleyerek yapıların gerçek hasar durumlarını daha doğru tahmin etmeyi amaçlamışlardır.

Patel ve Shah (2014), simetrik ve asimetrik betonarme binaların sismik performanslarını doğrusal olmayan statik itme analizi ile karşılaştırarak, plan düzensizliklerinin yapıların deprem davranışına etkilerini değerlendirmişlerdir.

Umwi ve Alex (2024), betonarme çerçeve yapıların sismik performansını doğrusal olmayan statik itme analizi ile değerlendirdikleri çalışmada, farklı yapı konfigürasyonlarının deprem etkisi altındaki davranışları analiz edilerek yapıların dayanıklılık ve güvenlik seviyeleri belirlenmiştir.

Lherminier ve ark. (2023), geleneksel doğrusal olmayan statik itme yöntemlerinin sınırlamalarını aşmak amacıyla çok modlu ve çok bileşenli depremler altında yapıların sismik performansını değerlendirmek üzere genelleştirilmiş bir E-DVA (Enhanced Direct Vectorial Addition) yöntemi önermiştir.

Pinho (2007), doğrusal olmayan statik analiz yöntemi olan itme analizinin, binaların ve köprülerin sismik performans değerlendirmelerinde nasıl kullanılabileceğini kapsamlı bir şekilde incelemiştir. Bu çalışma, itme analizinin temel ilkelerini, uygulama adımlarını ve yapı mühendisliğine sağladığı avantajları detaylı şekilde açıklamaktadır.

Rahman, Khan ve Qureshi (2019), yüksek katlı betonarme perde duvarlı yapıların sismik değerlendirilmesinde kullanılan basitleştirilmiş analiz yöntemlerini incelemiştir. Araştırmada, 40 katlı betonarme perde duvar sistemine sahip bir yapı üzerinde doğrusal olmayan statik itme analizleri ve doğrusal modal analiz gibi farklı basitleştirilmiş yöntemlerin doğruluğu ve geçerliliği, referans kabul edilen doğrusal olmayan zaman tanım alanında analiz sonuçlarıyla karşılaştırılmıştır.

Sucuoglu ve Günay (2011), çok modlu itme analizi için genelleştirilmiş kuvvet vektörleri geliştirmeyi amaçlamıştır. Geleneksel tek modlu itme analizlerinin yüksek mod etkilerini ihmal etmesi özellikle düzensiz veya yüksek yapılarda yetersiz sonuçlara yol açmaktadır. Bu sorunu çözmek için, birden fazla mod şeklinin etkisini dikkate alan yeni bir yükleme deseni önerilmiş ve daha doğru yer değiştirme ile iç kuvvet tahminleri elde edilmesi hedeflenmiştir.

Birzhandi ve Mirzakhani (2023), planda asimetrik betonarme perde duvarlı yapıların sismik tasarımında kullanılan modifiye edilmiş modal itme tasarımı (MMPD) yöntemini geliştirmiştir. Asimetrik planlı yapılar, burulma etkileri ve düzensizlikler nedeniyle klasik itme analizi yöntemleriyle doğru şekilde değerlendirilememektedir.

Kumar ve Reddy (2022), ileri düzey betonarme yapıların sismik performansını değerlendirmek için itme analizi yöntemini kullanmıştır. Bu çalışmanın amacı, modern tasarım ilkelerine göre inşa edilen betonarme yapıların deprem etkilerine karşı davranışlarını analiz ederek yapısal zayıflıkları ve performans kapasitelerini ortaya koymaktır.

Magenes ve Della Corte (2021), dolgu duvarlı çerçeve sistemlerin sismik davranışını değerlendirmek amacıyla basitleştirilmiş modelleme ve itme analizi yöntemlerini incelemiştir. Dolgu duvarlar her ne kadar yapısal olmayan elemanlar olarak görülse de deprem sırasında taşıyıcı sisteme önemli düzeyde katkı sağlayabilmektedir.

Reyes ve Chopra (2011), üç boyutlu modal itme analizi yöntemini iki bileşenli yer hareketine maruz kalan binalar için geliştirmiş ve özellikle yüksek katlı binalar üzerindeki etkinliğini değerlendirmiştir. Geleneksel itme yöntemlerinin genellikle tek yönlü yer hareketine ve iki boyutlu modellere dayandığı, bu nedenle karmaşık dinamik davranışları yeterince yansıtamadığı vurgulanmıştır.

Kolak (2018) yüksek lisans tezinde, çok katlı betonarme yapıların deprem performanslarını farklı yapısal analiz yazılımları kullanarak karşılaştırmalı olarak incelemiştir. Çalışmada aynı yapının modeli, farklı paket programlar (örneğin SAP2000, ProtaStructure) kullanılarak oluşturulmuş ve her bir yazılımda performansa dayalı analizler gerçekleştirilmiştir.

AFAD (2023) tarafından yayınlanan Pazarcık ve Elbistan merkezli depremlere ilişkin ön, arazi ve değerlendirme raporları, binlerce yapının maruz kaldığı hasar düzeylerini analiz etmiş ve özellikle yeni yapıların da şartnameye uygun olsa dahi ağır hasar alabildiğini göstermiştir. Bu durum, yalnızca analiz yöntemlerinin değil, aynı

zamanda uygulama kalitesi ve denetim yetersizliklerinin de sorgulanmasına neden olmuştur.

Papazafeiropoulos ve Plevris (2023), hazırladıkları ön raporda zemin ivmelerinin yerel koşullar nedeniyle beklenenden yüksek olduğunu ve özellikle perde duvarı içermeyen binalarda performans kaybının daha belirgin hale geldiğini belirtmiştir. Gabriel ve ark. (2023) ise üç boyutlu dinamik kırılma modellemesiyle yüzey faylanması ve yer hareketine dayanarak Kahramanmaraş depremi senaryosu oluşturmuş ve bunun bölgedeki yapı stoğu için ne denli yıkıcı olabileceğini sayısal olarak ortaya koymuştur.

Quiroga ve Tanner (2024), afetzedelerin davranışlarını analiz ederek yapı performansının yanı sıra risk algısının da tasarım kararlarında etkili olması gerektiğini vurgulamıştır. Biswas (2023) ise genel bir değerlendirme ile hasarın yaygınlığını ve mevcut yapı stokunun büyük çoğunluğunun performans açısından yetersiz olduğunu vurgulamıştır. AFAD'ın arazi çalışmalarından elde edilen verilere dayanarak, TBDY 2018'in saha gerçekleriyle uyumunun da sorgulandığı belirtilmiştir.

Bu tez çalışması, mevcut literatürdeki bilgi birikimini saha gerçekleriyle karşılaştırmalı bir şekilde değerlendirmekte ve TBDY 2018 ile analiz yaklaşımlarının etkilerini tek modlu itme, çok modlu itme ve zaman tanım alanında analizler bağlamında sentezlemektedir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışmanın temel amacı, çok katlı betonarme bir yapının tasarım aşamasındaki durumuna göre deprem etkisi altındaki performansını doğrusal olmayan hesap yöntemleri ile değerlendirmek ve bu analiz sonuçlarını, 6 Şubat 2023 tarihinde meydana gelen Kahramanmaraş merkezli depremler sırasında gözlemlenen hasarlarla karşılaştırmaktır. Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği 2018 (TBDY 2018) esas alınarak ve doğrusal olmayan analiz yöntemlerinden faydalanılarak yapıdaki potansiyel göçme mekanizmaları, plastik mafsal oluşumları ve hedef yer değiştirme düzeyleri belirlenmiştir.

İncelenen yapı, taşıyıcı sistemi betonarme çerçeve ve perdelerden oluşan, 11 katlı ve konut amaçlı tasarlanmış bir binadır. Her katın yüksekliği 3.00 m olup, toplam yapı yüksekliği 33.00 m'dir. Döşemeler kabuk (shell) elemanlarla modellenmiş, böylece yapı sisteminin yatay düzlemdeki rijitlik dağılımı ve yük aktarımı daha gerçekçi biçimde temsil edilmiştir. Yapının modellenmesi ve analizleri, TBDY 2018 ile uyumlu analiz yeteneklerine sahip ProtaStructure 2025 yazılımı kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

Yapıya ait sabit ve hareketli yükler, ilgili Türk standartlarına uygun şekilde tanımlanmış; deprem etkisi ise TBDY 2018'e uygun spektral ivme değerleri ile modellenmiştir. Yapının kapasite eğrisi, tek yönlü yatay yük etkisi altında artan yükleme ile yapılan artımsal itme yöntemi kullanılarak elde edilmiştir.

Ancak performans değerlendirmesi, klasik tek modlu değerlendirme ile sınırlı kalmayıp, çok modlu itme analizine ve zaman tanım alanında analizlere de dayalı olarak gerçekleştirilmiştir. Analizler sonucunda öngörülen hasar durumları, depremde oluşan hasarlarla karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırma ile analiz yöntemlerinin pratikteki gerçeklik düzeyi test edilmiştir.

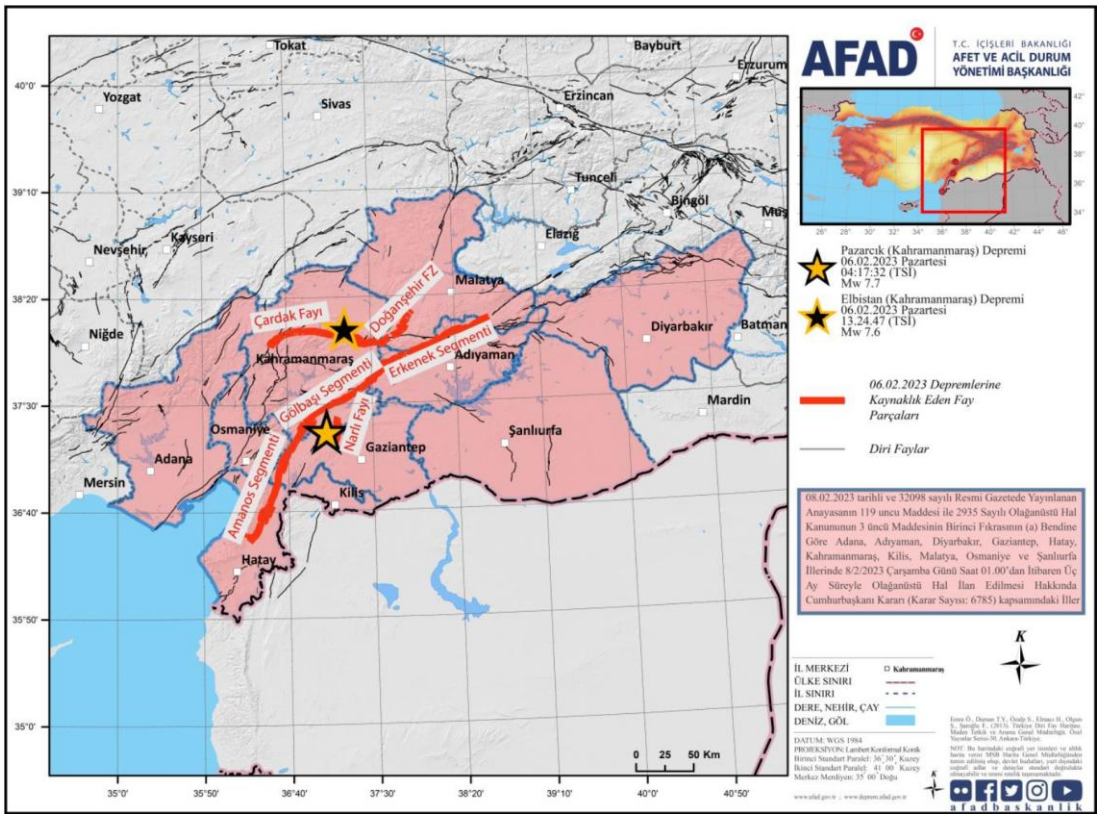
3.1. Yer Hareketlerinin İncelenmesi

3.1.1. Doğu Anadolu Fay Hattı ve Pazarcık Segmenti Üzerinde Tarihsel Depremler

Doğu Anadolu Fayı, kuzeye doğru hareket eden Arap Plakası ile batıya doğru hareket eden Anadolu Bloğu arasında, Karlıova ve Hatay arasında ortalama 30 km genişlikte, 580 km uzunluğunda KD-GB sol yanal doğrultu atımlı bir transform sınırı oluşturur (Arpat ve Şaroğlu, 1972; Jackson ve McKenzie, 1984; Şengör vd. 1985; Lyberis vd. 1992; Şaroğlu vd. 1992; Nalbant vd.,2002; Westaway, 2003; Aksoy vd., 2007; AFAD , 2023).

Türkiye'nin en etkin diri fay sistemlerinden birisi olan Doğu Anadolu Fayı, Anadolu levhasının kendine göre yaklaşık 10-11 mm/yıl hızla kuzeydoğuya doğru hareket eden Arap levhası ile sınırını oluşturmaktadır (Çetin vd., 2003; Reilinger vd., 2006) ve toplam atımı yaklaşık 15-30 km'dir (Şaroğlu vd., 1992; Westaway, 1994; 2003; Rojay vd. 2001; Moreno vd., 2011).

Kuzeydoğuda Karlıova birleşim noktasından (Kargapazarı) başlar ve Çelikhan'ın batısına kadar tek bir zon halinde uzanır. Burada iki kola ayrılan fayın güney kolu Gölbaşı Havzası ve Pazarcık kuzeyinden güneybatıda Türkoğlu kavşağına kadar devam eder. Türkoğlu'nun güneyinde sağa sıçrayan fay, Sağlık, Kocagöl ve Amik ovalarını batıdan sınırlayarak devam eder ve Kırıkhan'ın güneyinde saçılarak sonlanır. Doğu Anadolu Fayı'ın bu bölgesinde Sağlık ve Narlı ovalarını içine alan çöküntü havzasını doğudan Ölü Deniz Fay Zonu'nun Sakçagöz ve Narlı parçaları sınırlamaktadır. Narlı parçası KKD yönünde 30-40 km boyunca Pazarcık'ın kuzeyinden Doğu Anadolu Fayı'na kadar uzanmaktadır. Çelikhan'ın batısında ayrılan kuzey kol ise Güneydoğu Toros Dağ Kuşağı'nın morfolojisine uyarak kuzeye dışbükey büklüm oluşturmaktadır. Bu kol Sürgü Fayı, Çardak Fayı ile Göksun'dan GB'ya dönerek Savrun, Çokak ve Toprakkale faylarından Şekil 3.1'deki gibi oluşmaktadır (AFAD, 2023).



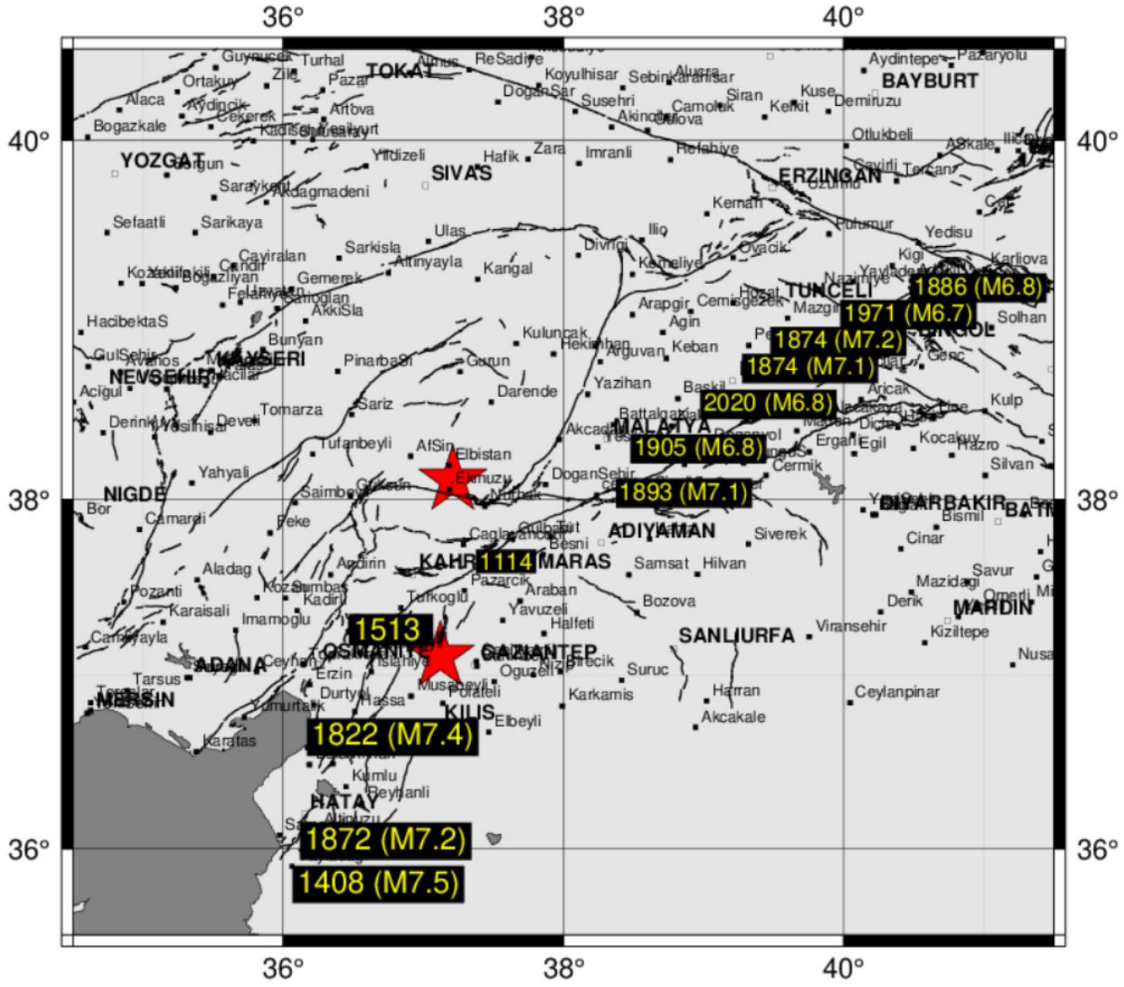
Şekil 3. 1 Doğu Anadolu Fayına ait fay parçalarını gösterir harita (AFAD, 2023)

Bölgede 1900 yılından 06.02.2023 depremlerine kadar en büyüğü 6.8 olmak üzere 224 adet M ≥ 4.0 deprem meydana gelmiştir. Ayrıca bahsi geçen bölgeye ait, 1900 yılı öncesi için, 75 adet tarihsel dönem depremi kaydı mevcuttur (AFAD, 2023).

Bölgenin aletsel ve tarihsel dönem deprem etkinliği Altunel ve diğ. (2009) ve Yönlü ve diğ. (2017) tarafından derlenmiştir. Fay boyunca orta ve büyük ölçekte (M ≥7) depremler meydana gelmekte ve bunların faylanma mekanizması çözümleri sol-yönlü doğrultu-atımlı faylanma mekanizması göstermektedir. Bunlara örnek olarak gösterilebilecek bazı depremler; 1905, Mw6.8 Malatya; 1971, Mw6.7 Bingöl; 1986, Mw6.0 Sürgü; 2003 Mw6.4 Bingöl; 2010, Mw6.0 Karakoçan–Elazığ; 24 Ocak 2020, Mw6.8 Elazığ (Tan ve diğ., 2008). Doğu Anadolu Fayı boyunca yüzey faylanması oluşturan bazı depremler 19. yüzyılda meydan gelmiştir (örneğin; 1866 M:6.8, 1874 M:7.2, 1874 M:7.1, 1893 M:7.1). Ambraseys (1989)'e göre fayın 2/3'ü 19. yüzyılda kırılmıştır. Tarihsel depremler olan 1114 ve 1513 depremleri fayın güneybatı kısmında meydana gelerek Doğu Anadolu ve Suriye'de büyük hasara neden olmuştur (Calvi, 1941; Soysal ve diğ., 1981; Ambraseys, 1989).

Adana havzasında da aletsel ve tarihsel dönemlerde büyük depremler meydana gelmiştir (Arvanitakis, 1903; Sieberg, 1932; Calvi, 1941; Ergin ve diğ., 2004; Soysal ve diğ., 1981; Ambraseys, 1989; Guidoboni ve Comastri, 2005). Bölgede çok sayıda orta ve büyük ölçekte depremler meydana geldiği bilinmektedir; örneğin, M.S. 526 ve M.S. 561 depremleri Anazarbus ve Castabala antik kentlerde büyük hasara neden olmuştur ve bu büyük yerleşim yerleri depremlerden sonra terk edilmiştir (Jörg, 1986). Adana havzasında 1269 yılında meydana gelen yıkıcı depremde 60,000 kişi hayatını kaybetmiştir (Arvanitakis, 1903; Calvi, 1941; Guidoboni ve Comastri, 2005). Bu depremin hangi fayda meydana geldiğini gösteren yeterli bilgi bulunmaktadır (Şekil 3.2).

Ölü Deniz Fay Zonu'nun kuzey ucunda 1408 yılında meydana gelen depremde 20 km uzunluğunda yüzey faylanması meydana gelmiştir (Ambraseys ve Melville 1995; Sbeinati ve diğ. 2005). Karasu Vadisinde 13 Ağustos 1822 yılında büyük bir deprem (M7.4) meydana gelmiştir (Ambraseys 1989). Ayrıca, 3 Nisan 1872 tarihinde Amik havzasında meydana gelen depremde (M7.2) ağır hasar meydana gelmiştir (Şekil 3.2).

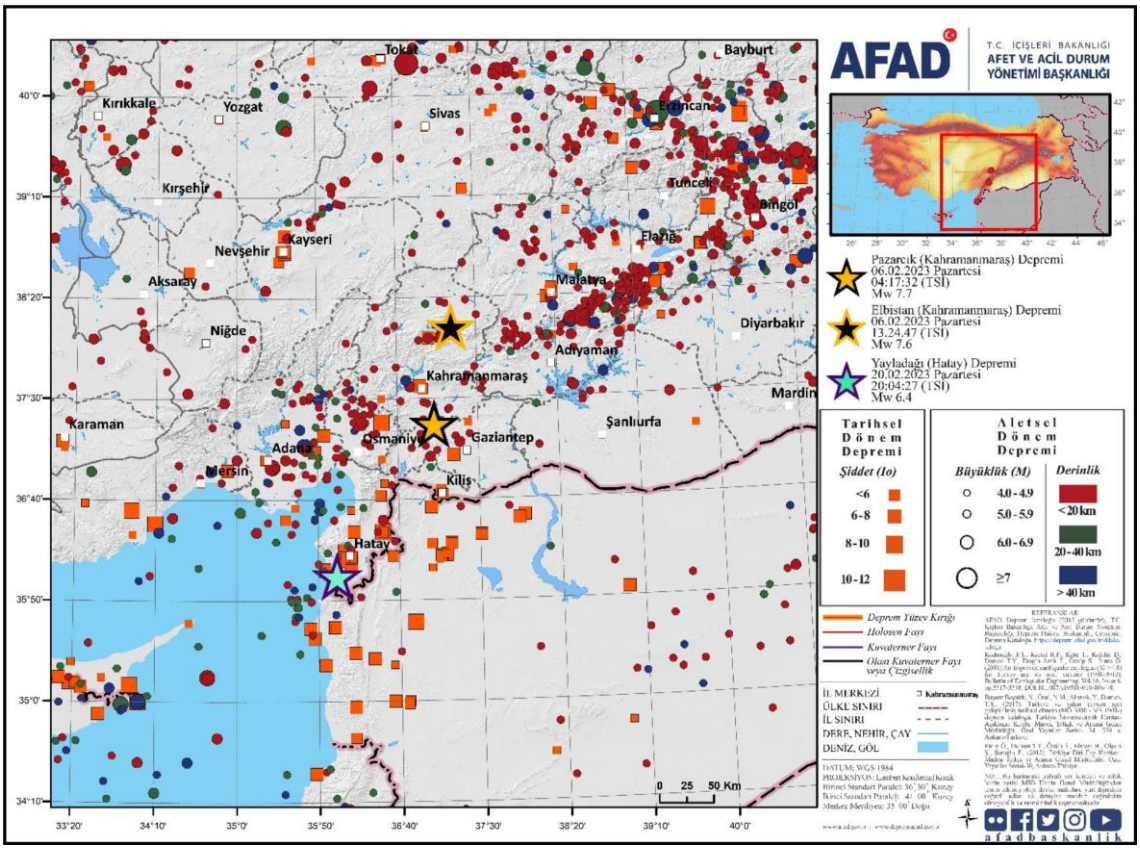


Şekil 3. 2 Doğu Anadolu Fay Zonunda meydana gelen önemli depremler. Kırmızı yıldız semboller 6 Şubat 2023 tarihinde meydana gelen Mw7.7 ve Mw7.6 depremlerin episantırlarını göstermektedir (KRDAE, 2023).

Aletsel dönemde, Adana havzasında 27 Haziran 1998 tarihinde (Mw6.3) en büyük deprem meydana gelmiştir. Bu deprem, Misis-Ceyhan fayında meydana gelmiştir (Aktar ve diğ., 2000; Ergin ve diğ., 2004). Benzer şekilde, Yumurtalık fayı yakınlarında meydana gelen 3 Ocak 1994 Kurtkulağı depremi (Mw5.0) doğrultu-atımlı faylanma mekanizmasına sahiptir (Aktar ve diğ., 1994; Ergin ve diğ., 2004).

Doğu Anadolu Fayı ve civarında 1900 yılından günümüze kadar meydana gelen aletsel büyüklüğü M>4.0 olan depremlerin dağılımı Şekil 3.3'de gösterilmektedir. Deprem dağılımlarında dikkat çeken en önemli özelliklerden biri 6 Şubat 2023 tarihinde 04:17 ve 13:24'te meydana gelen Mw7.7 ve Mw7.6 depremleriyle kırılan fay segmentleri üzerinde deprem etkinliği çok düşük veya hiç deprem olmadığı görülmektedir. Türkoğlu-Çelikhan ve Türkoğlu-Hatay arasında gösterilen MTA diri faylarında çok az sayıda M>4.0 deprem meydana geldiği görülmektedir. Özellikle, 13:24 Ekinözü Mw7.6

depremiyle kırılan Göksun-Çardak fayının doğu ve orta kesiminde hiç deprem olmadığı görülmektedir (KRDAE, 2023).



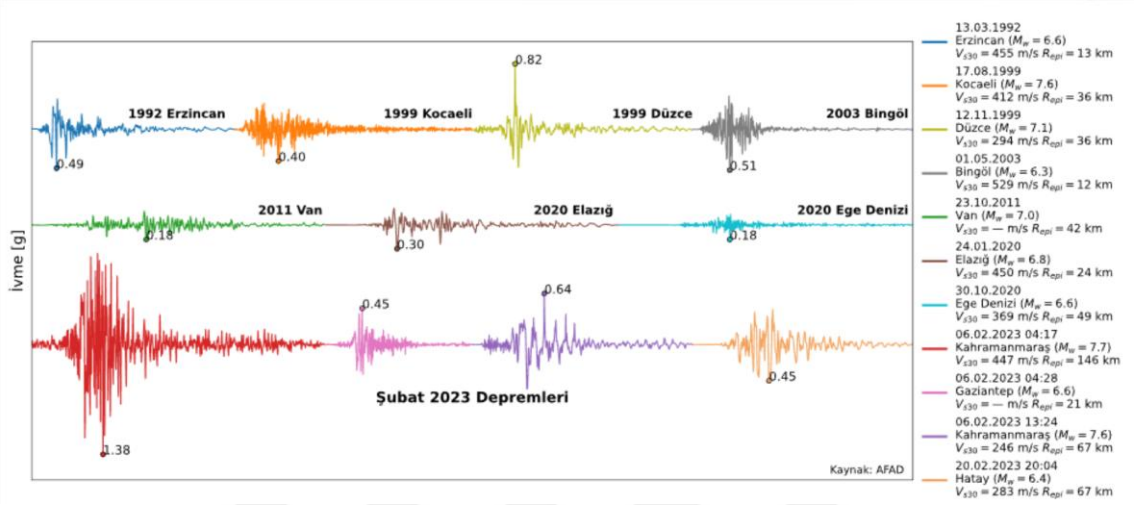
Şekil 3. 3 Bölgenin tarihsel ve aletsel dönem deprem aktivitesi (AFAD, 2023)

3.1.2. 06 Şubat 2023 Depremleri ve Pazarcık Segmentinin Rolü

06.02.2023 günü, Türkiye saati ile 04:17'de ve 13:24'de merkez üssü Pazarcık (Kahramanmaraş) ve Elbistan (Kahramanmaraş) olan Mw: 7.7 ve Mw: 7.6 büyüklüğünde iki deprem meydana gelmiştir. 7.7 büyüklüğündeki deprem yerin 8.6 km derinliğinde meydana gelirken, 7.6 büyüklüğündeki deprem yerin 7 km derinliğinde meydana gelmiştir. Söz konusu depremlerin artçı şok aktivitesi devam ederken 20 Şubat 2023 tarihinde Yayladağı'nda (Hatay) Mw: 6.4 büyüklüğünde "tetiklenmiş" bir deprem daha meydana gelmiştir. Depremler; Kahramanmaraş, Hatay, Adıyaman, Gaziantep, Malatya, Kilis, Diyarbakır, Adana, Osmaniye, Şanlıurfa ve Elazığ'da çok şiddetli hissedilmiş can kaybı ve ağır hasara neden olmuştur. (AFAD, 2023)

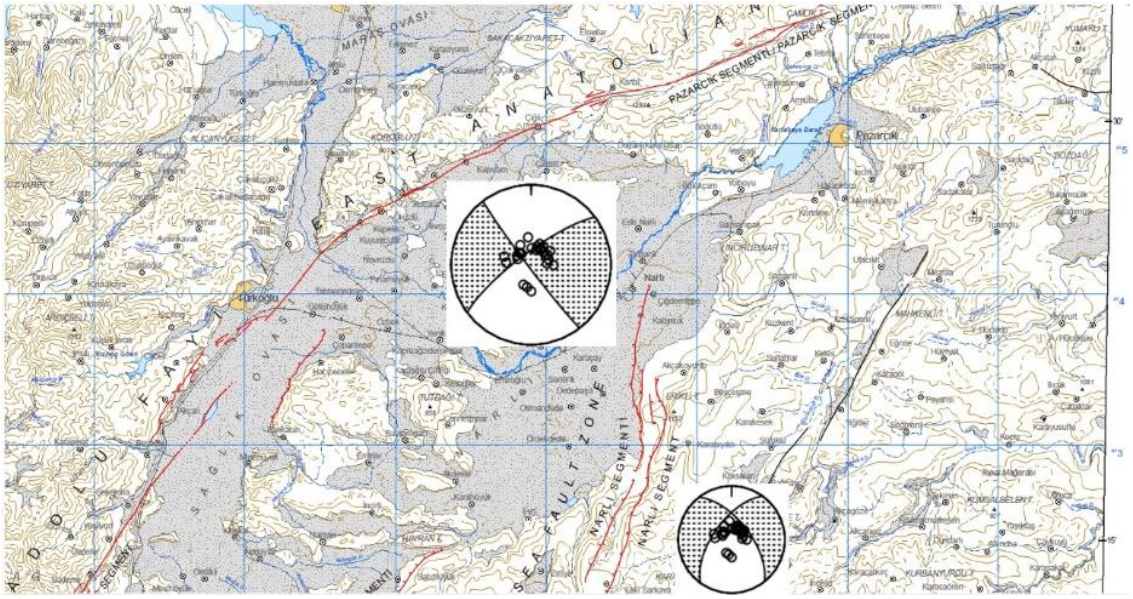
6 Şubat 2023 tarihinde 04:17'de merkez üssü Pazarcık (Kahramanmaraş) Mw 7.7 olan, 04:28'de merkez üssü Nurdağı (Gaziantep) Mw 6.6 olan, 13:24'de merkez üssü Elbistan (Kahramanmaraş) Mw 7.6 olan ve 20 Şubat 2023 tarihinde 20:04'de merkez üssü

Defne (Hatay) Mw 6.4 olan depremler ile 1990 yılından bugüne kadar ülkemizde meydana gelen bazı depremlerin yatay yer ivme-zaman ilişkileri Şekil 3.4'de karşılaştırılmıştır. Şekillerden, Şubat 2023'de meydana gelen depremlerin en büyük yer ivme değerlerinin 1990'dan bugüne kadar meydana gelen başlıca depremlerin en büyük yer ivme değerlerinden önemli oranda büyük olduğu görülmektedir. (İTÜ, 2023)



Şekil 3. 4 1990'dan bu yana Türkiye'de yaşanan başlıca depremlerin yatay yer ivme kayıtlarının karşılaştırılması

6 Şubat 2023 04:17 depremi (Mw7.7) toplamda 3 farklı fay segmentin kırılmasıyla meydana gelmiştir. Deprem, Narlı segmentinde başlamıştır. Narlı fay segmentinde meydana gelen deprem Mw6.8 büyüklüğündedir. Bu depremin faylanma mekanizması çözümüne göre kırılan Narlı fayı normal faylanma bileşeni olan, oblik sol-yönlü doğrultu-atımlı bir faydır. Doğu Anadolu Fayı ana segmentin oldukça doğusunda yer almaktadır (Şekil 3.5). Narlı fayında meydana gelen Mw6.8 büyüklüğündeki depremden yaklaşık 5-6 saniye sonra Doğu Anadolu Fayı ana segmentlerindeki tetiklenme sonucunda kuzeydoğu yönünde Çelikhan'a kadar ve güneybatı yönünde kırılma Hatay'a kadar uzanmıştır (Şekil 3.5) (KRDAE, 2023).



Şekil 3. 5 Şubat 2023 04:17 depreminde kırılan Narlı fayı ile Pazarcık fay segmentleri (KRDAE, 2023)

Narlı fayında olan depremin merkez üssünün Doğu Anadolu Fayı'nı oluşturan segmentlere olan uzaklığı yaklaşık 30-35 km kadardır. Doğu Anadolu Fayı segmetlerinde kırılmanın Narlı fayındaki kırılmanın başlamasından 5-6 saniye sonra olması oldukça ilginç bir olaydır. Normalde, kırılmanın ilerleme hızı S-dalga hızının (3.5 km/s) yaklaşık %80'i olan 2.8 km/s civarında olması gerekirdi. Ancak, Doğu Anadolu Fayı'ndaki kırılmanın 5-6 saniye sonra meydana gelmesi kırılma hızının normalin iki katı hızla ilerlediğini göstermektedir.

Narlı fayı dışında, Türkoğlu-Çelikhan ve Türkoğlu-Hatay segmenlerinin kırılmasıyla toplamda 3 fay segmentindeki depremlerin toplam büyüklüğü Mw7.7 olmuştur (KRDAE, 2023).

Çizelge 3. 1 Mw=7.7 Kahramanmaraş-Pazarcık depremi özellikleri (ODTÜ, 2023)

Kurum	Moment tensör çözümü	Derinlik (km)	M_W
AFAD[1]		8.6	7.7
KRDAE[2]		10	7.7
USGS[3]		17.9	7.8
EMSC[4]		10	7.7

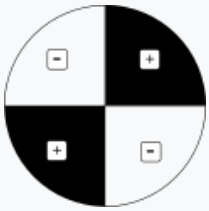
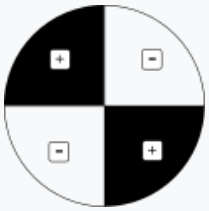
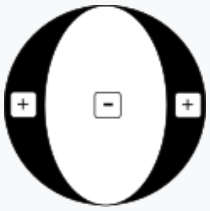
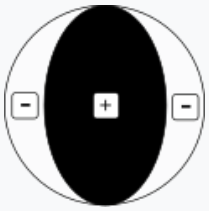
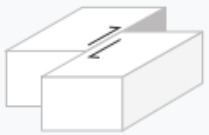
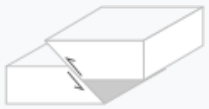
[1]TC Başbakanlık-Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı

[2]Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü

[3]Amerika Birleşik Devletleri Jeolojik Araştırmaları

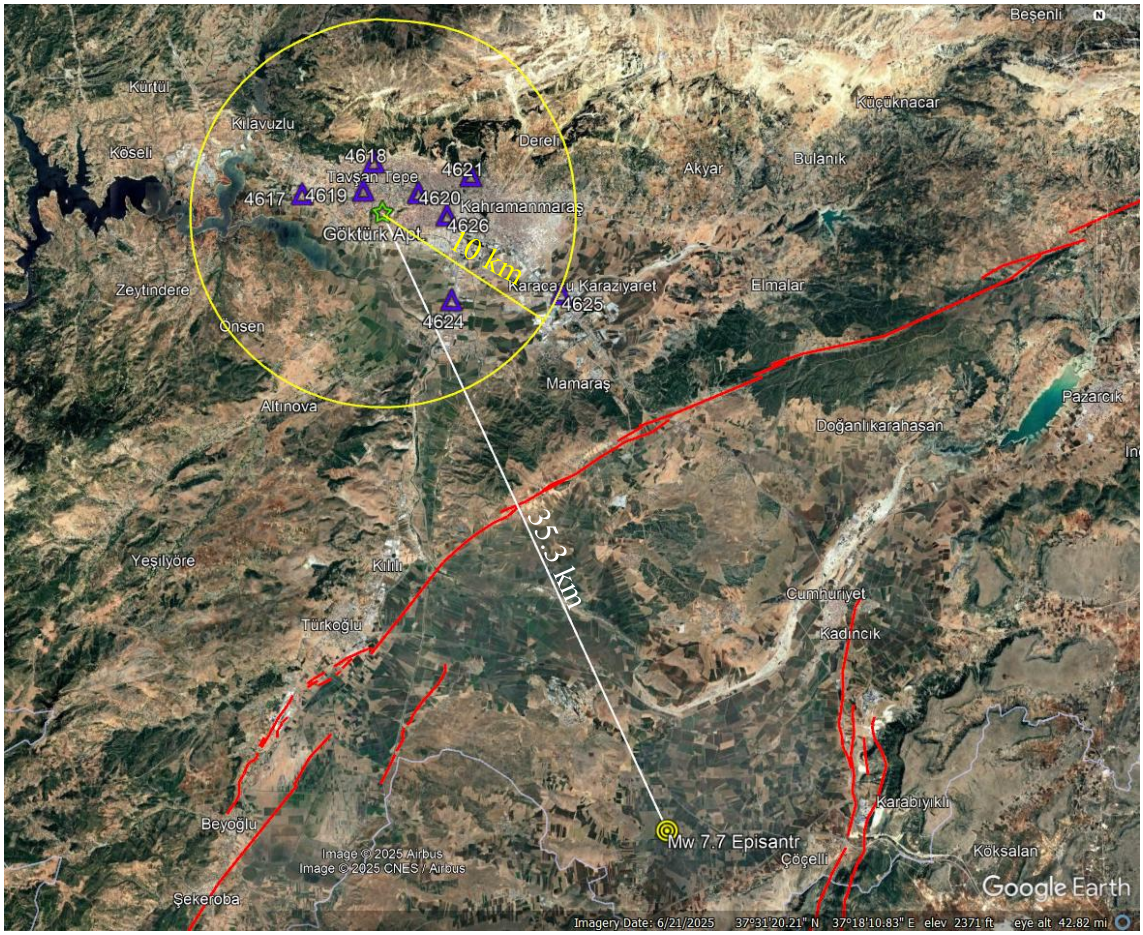
[4]Avrupa Akdeniz Sismoloji Merkezi

Çizelge 3. 2 Moment tensör çözümlerini gösteren plaj topu grafikleriyle birlikte fay türleri (Yongliang vd. 2018)

Sol-yanal doğrultu atımlı	**Sağ-yanal doğrultu atımlı**	**Normal eğim atımlı**	**İtme/geri gelme eğim atımlı**
			
			

3.1.3. İncelenen Bina Yakınındaki İstasyonlardan Ölçülen Mw=7.7 Deprem Kayıtları

İncelenen bina (Göktürk Apartmanı)'nın 10km çevresinde AFAD istasyonlarından 10 adet olduğu tespit edilmiş olup; bu istasyonların 8 tanesinden Mw7.7 şiddetindeki her hareketinin ivme ölçüm değerlerine ulaşılmıştır.



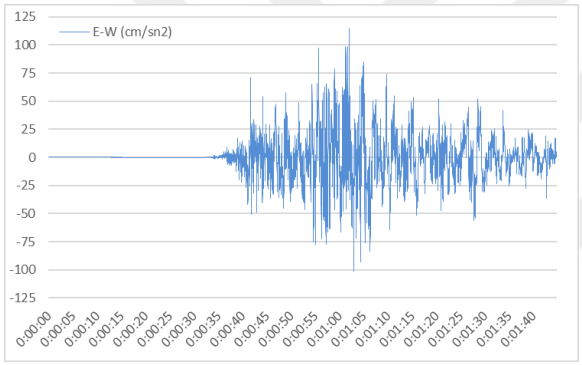
Şekil 3. 6 İncelenen binanın konumu ve yakınındaki istasyonlar

Çizelge 3. 3 İncelenen bina yakınındaki istasyonlardan ölçülen Mw=7.7 deprem kayıtları

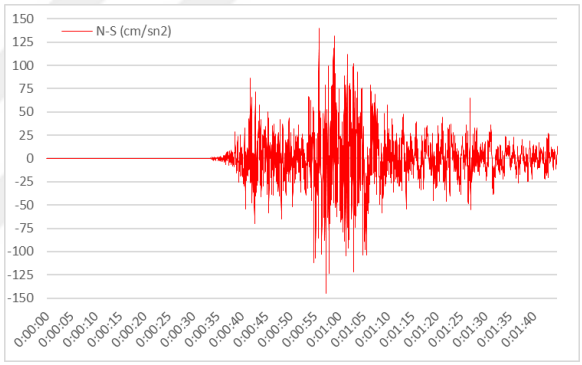
İstasyon	Enlem	Boylam	İlçe	PGA (cm/sn2)			Rjb	Rrup	Repi	Rhyp
				N-S	E-W	UD	(km)	(km)	(km)	(km)
4617	37.58551	36.83030	Onikişubat	145.33	115.16	110.59	33.05	40.70	38.04	39.00
4618	37.60011	36.87231	Onikişubat	125.66	159.42	134.42	32.10	39.79	37.84	38.80
4619	37.58702	36.86616	Onikişubat	302.03	194.74	175.51	31.27	38.99	36.73	37.73
4620	37.58568	36.89845	Onikişubat	300.40	320.93	185.34	29.43	37.23	35.48	36.50
4621	37.59347	36.92909	Dulkadiroğlu	359.65	276.85	202.95	28.49	36.32	35.42	36.45
4624	37.53610	36.91765	Onikişubat	362.64	320.69	164.59	24.02	32.02	29.73	30.95
4625	37.53872	36.98187	Dulkadiroğlu	448.82	486.75	367.89	20.83	28.96	28.40	29.67

4617 - Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi İstasyonu Deprem kaydı Değerlendirilmesi

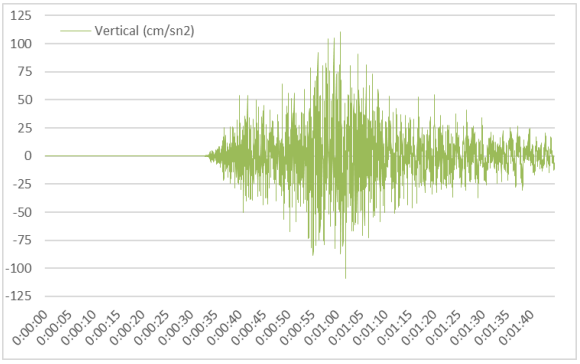
Merkez üssüne 38,04 km mesafede yer alan 4617 nolu Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi istasyonu için üst 30 metredeki ortalama kayma dalgası hızı (Vs30) 574 m/s olarak verilmiştir ve TBDY 2018'e göre yerel zemin sınıfı ZC olarak sınıflandırılmıştır. 4617 nolu istasyon kaydının yerel saat ile 04:17 (GMT+3)'de gerçekleşen depremin ivme-zaman grafikleri Şekil 3.7 a,b ve c'de verilmiştir. En yüksek yer ivme (PGA) değeri 0.15g olarak ölçülmüştür. Mw=7.7 Depremi sonucu elde edilen tepki spektrumlarının, TBDY 2018'de verilen sahaya özel deprem yer hareketi düzeyi-2 (DD-2) tasarım spektrumu ile kıyaslanması Şekil 3.7 d'de verilmiştir. İki yatay doğrultuda ölçülen ivme değerlerine göre oluşturulmuş tepki spektrumunun, DD2 tasarım spektrumu altında kaldığı görülmektedir.



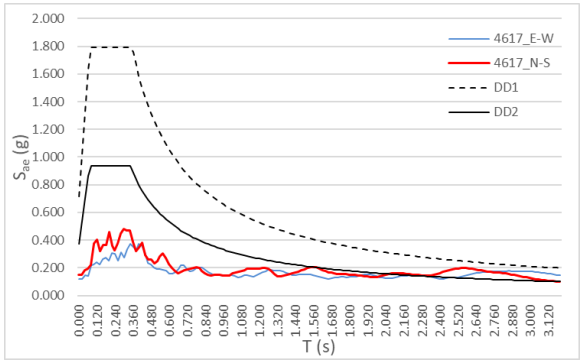
Şekil 3.7 a 4617 nolu istasyon Doğu-Batı doğrultusunda ölçülen ivme kaydı



Şekil 3.7 b 4617 nolu istasyon Kuzey-Güney doğrultusunda ölçülen ivme kaydı



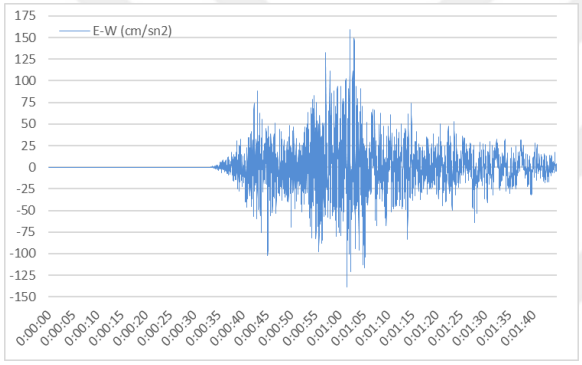
Şekil 3.7 c 4617 nolu istasyon Düşey doğrultuda ölçülen ivme kaydı



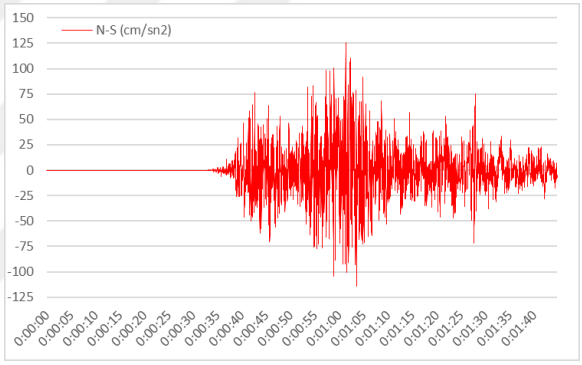
Şekil 3. 7 d 4617 nolu istasyon için yatay tepki spektrumu ile tasarım spektrumları kıyaslaması

4618 - Binevler İlköğretim Okulu İstasyonu Deprem kaydı Değerlendirilmesi

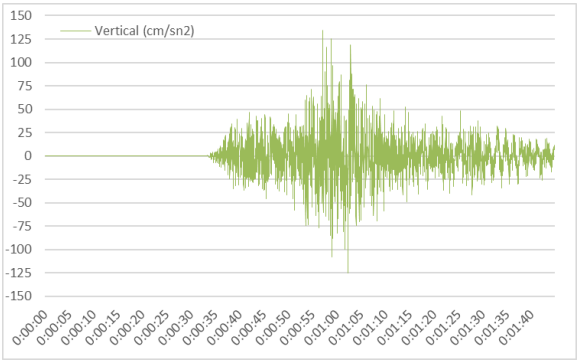
Merkez üssüne 37,84 km mesafede yer alan 4618 nolu Binevler İlköğretim Okulu istasyonu için üst 30 metredeki ortalama kayma dalgası hızı (Vs30) 715 m/s olarak verilmiştir ve TBDY 2018'e göre yerel zemin sınıfı ZC olarak sınıflandırılmıştır. 4618 nolu istasyon kaydının yerel saat ile 04:17 (GMT+3)'de gerçekleşen depremin ivme-zaman grafikleri Şekil 3.8 a,b ve c'de verilmiştir. En yüksek yer ivme (PGA) değeri 0.16g olarak ölçülmüştür. Mw=7.7 Depremi sonucu elde edilen tepki spektrumlarının, TBDY 2018'de verilen sahaya özel deprem yer hareketi düzeyi-2 (DD-2) tasarım spektrumu ile kıyaslanması Şekil 3.8 d'de verilmiştir. İki yatay doğrultuda ölçülen ivme değerlerine göre oluşturulmuş tepki spektrumunun, DD2 tasarım spektrumu altında kaldığı görülmektedir.



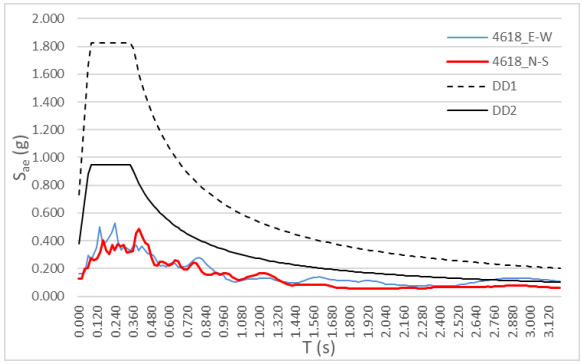
Şekil 3.8 a 4618 nolu istasyon Doğu-Batı doğrultusunda ölçülen ivme kaydı



Şekil 3.8 b 4618 nolu istasyon Kuzey-Güney doğrultusunda ölçülen ivme kaydı



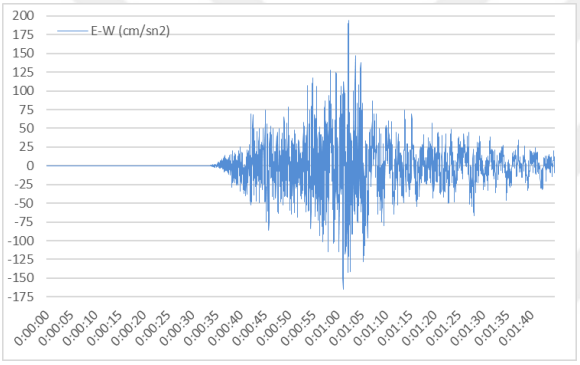
Şekil 3.8 c 4618 nolu istasyon Düşey doğrultuda ölçülen ivme kaydı



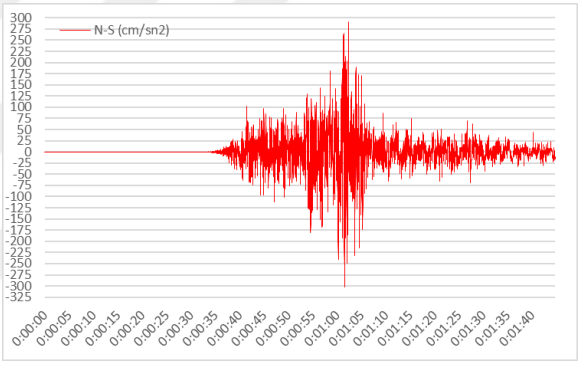
Şekil 3. 8 d 4618 nolu istasyon için yatay tepki spektrumu ile tasarım spektrumları kıyaslaması

4619 Ayfer Çalık Ortaokulu İstasyonu Deprem kaydı Değerlendirilmesi

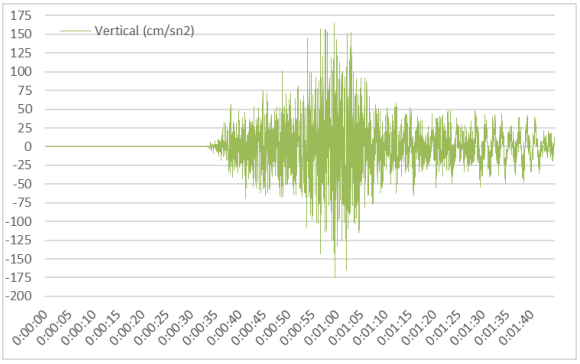
Merkez üssüne 36,73 km mesafede yer alan 4619 nolu Ayfer Çalık Ortaokulu istasyonu için üst 30 metredeki ortalama kayma dalgası hızı (Vs30) 545 m/s olarak verilmiştir ve TBDY 2018'e göre yerel zemin sınıfı ZC olarak sınıflandırılmıştır. 4619 nolu istasyon kaydının yerel saat ile 04:17 (GMT+3)'de gerçekleşen depremin ivme-zaman grafikleri Şekil 3.9 a,b ve c'de verilmiştir. En yüksek yer ivme (PGA) değeri 0.31g olarak ölçülmüştür. Mw=7.7 Depremi sonucu elde edilen tepki spektrumlarının, TBDY 2018'de verilen sahaya özel deprem yer hareketi düzeyi-2 (DD-2) tasarım spektrumu ile kıyaslanması Şekil 3.9 d'de verilmiştir. İki yatay doğrultuda ölçülen ivme değerlerine göre oluşturulmuş tepki spektrumunun, DD2 tasarım spektrumuna yakın olduğu görülmektedir.



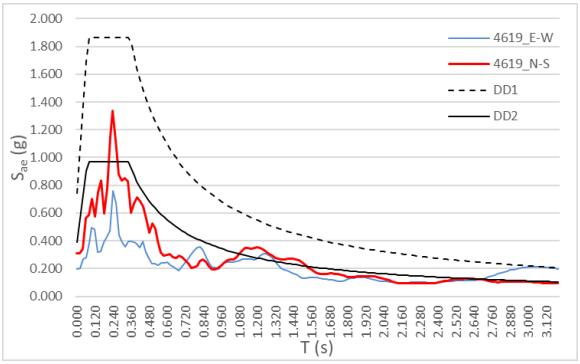
Şekil 3.9 a 4619 nolu istasyon Doğu-Batı doğrultusunda ölçülen ivme kaydı



Şekil 3.9 b 4619 nolu istasyon Kuzey-Güney doğrultusunda ölçülen ivme kaydı



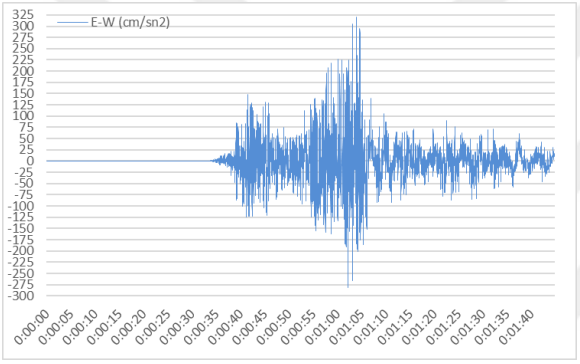
Şekil 3.9 c 4619 nolu istasyon Düşey doğrultuda ölçülen ivme kaydı



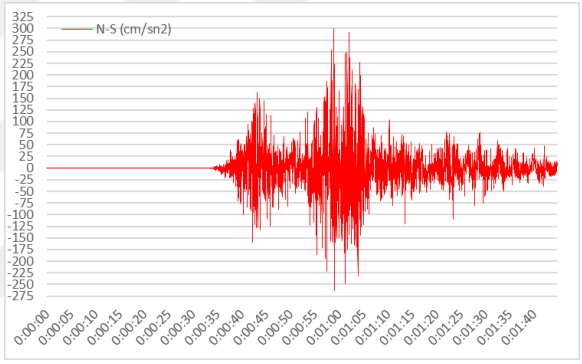
Şekil 3. 9 d 4619 nolu istasyon için yatay tepki spektrumu ile tasarım spektrumları kıyaslaması

4620 Necip Fazıl Kültür Merkezi İstasyonu Deprem kaydı Değerlendirilmesi

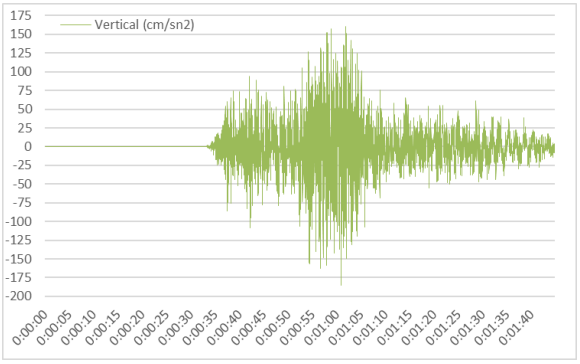
Merkez üssüne 35,48 km mesafede yer alan 4620 nolu Necip Fazıl Kültür Merkezi istasyonu için üst 30 metredeki ortalama kayma dalgası hızı (Vs30) 484 m/s olarak verilmiştir ve TBDY 2018'e göre yerel zemin sınıfı ZC olarak sınıflandırılmıştır. 4620 nolu istasyon kaydının yerel saat ile 04:17 (GMT+3)'de gerçekleşen depremin ivme-zaman grafikleri Şekil 3.10 a,b ve c'de verilmiştir. En yüksek yer ivme (PGA) değeri 0.33g olarak ölçülmüştür. Mw=7.7 Depremi sonucu elde edilen tepki spektrumlarının, TBDY 2018'de verilen sahaya özel deprem yer hareketi düzeyi-2 (DD-2) tasarım spektrumu ile kıyaslanması Şekil 3.10 d'de verilmiştir. İki yatay doğrultuda ölçülen ivme değerlerine göre oluşturulmuş tepki spektrumunun, DD2 tasarım spektrumuna yakın olduğu görülmektedir.



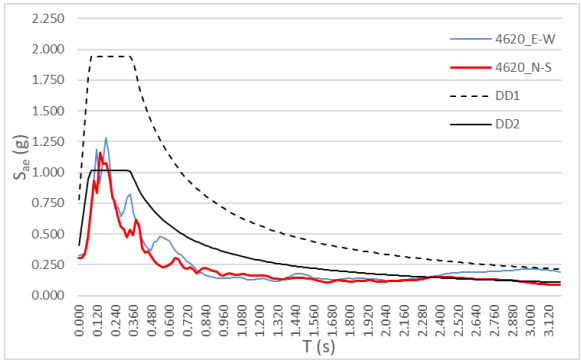
Şekil 3.10 a 4620 nolu istasyon Doğu-Batı doğrultusunda ölçülen ivme kaydı



Şekil 3.10 b 4620 nolu istasyon Kuzey-Güney doğrultusunda ölçülen ivme kaydı



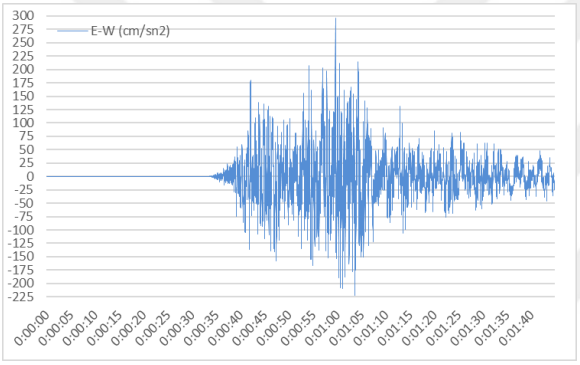
Şekil 3.10 c 4620 nolu istasyon Düşey doğrultuda ölçülen ivme kaydı



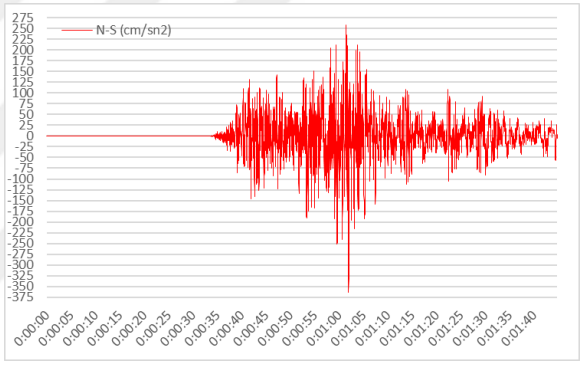
Şekil 3. 10 d 4620 nolu istasyon için yatay tepki spektrumu ile tasarım spektrumları kıyaslaması

4621 Ticaret Meslek Lisesi İstasyonu Deprem kaydı Değerlendirilmesi

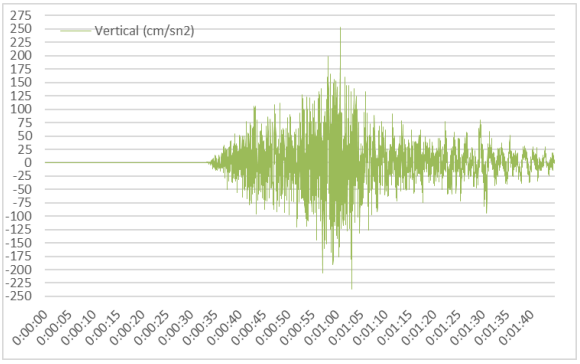
Merkez üssüne 35,42 km mesafede yer alan 4621 nolu Ticaret Meslek Lisesi istasyonu için üst 30 metredeki ortalama kayma dalgası hızı (Vs30) 714 m/s olarak verilmiştir ve TBDY 2018'e göre yerel zemin sınıfı ZC olarak sınıflandırılmıştır. 4621 nolu istasyon kaydının yerel saat ile 04:17 (GMT+3)'de gerçekleşen depremin ivme-zaman grafikleri Şekil 3.11 a,b ve c'de verilmiştir. En yüksek yer ivme (PGA) değeri 0.37g olarak ölçülmüştür. Mw=7.7 Depremi sonucu elde edilen tepki spektrumlarının, TBDY 2018'de verilen sahaya özel deprem yer hareketi düzeyi-2 (DD-2) tasarım spektrumu ile kıyaslanması Şekil 3.11 d'de verilmiştir. İki yatay doğrultuda ölçülen ivme değerlerine göre oluşturulmuş tepki spektrumunun, DD2 tasarım spektrumuna yakın olduğu görülmektedir.



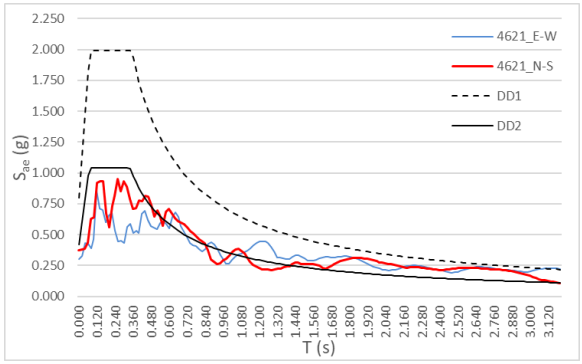
Şekil 3.11 a 4621 nolu istasyon Doğu-Batı doğrultusunda ölçülen ivme kaydı



Şekil 3.11 b 4621 nolu istasyon Kuzey-Güney doğrultusunda ölçülen ivme kaydı



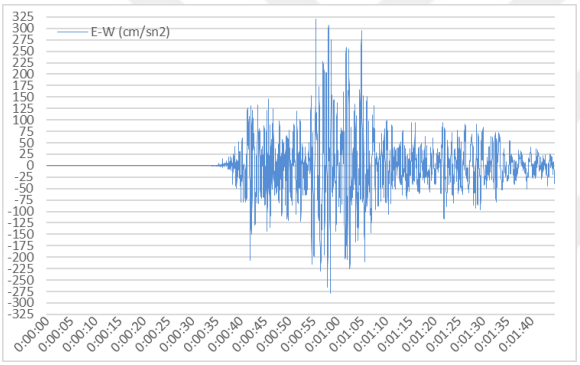
Şekil 3.11 c 4621 nolu istasyon Düşey doğrultuda ölçülen ivme kaydı



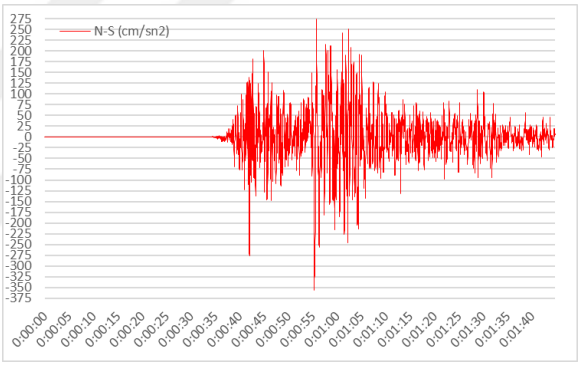
Şekil 3. 11 d 4621 nolu istasyon için yatay tepki spektrumu ile tasarım spektrumları kıyaslaması

4624 Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü İstasyonu Deprem kaydı Değerlendirilmesi

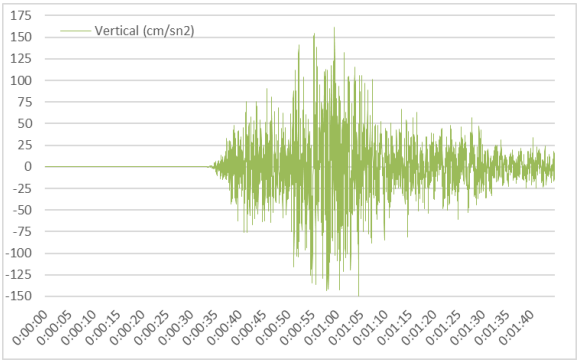
Merkez üssüne 29,73 km mesafede yer alan 4624 nolu Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü istasyonu için üst 30 metredeki ortalama kayma dalgası hızı (Vs30) 280 m/s olarak verilmiştir ve TBDY 2018'e göre yerel zemin sınıfı ZD olarak sınıflandırılmıştır. 4624 nolu istasyon kaydının yerel saat ile 04:17 (GMT+3)'de gerçekleşen depremin ivme-zaman grafikleri Şekil 3.12 a,b ve c'de verilmiştir. En yüksek yer ivme (PGA) değeri 0.37g olarak ölçülmüştür. Mw=7.7 Depremi sonucu elde edilen tepki spektrumlarının, TBDY 2018'de verilen sahaya özel deprem yer hareketi düzeyi-2 (DD-2) tasarım spektrumu ile kıyaslanması Şekil 3.12 d'de verilmiştir. İki yatay doğrultuda ölçülen ivme değerlerine göre oluşturulmuş tepki spektrumunun, T=0.44 sn period üstünde DD2 tasarım spektrumundan fazla olduğu görülmektedir.



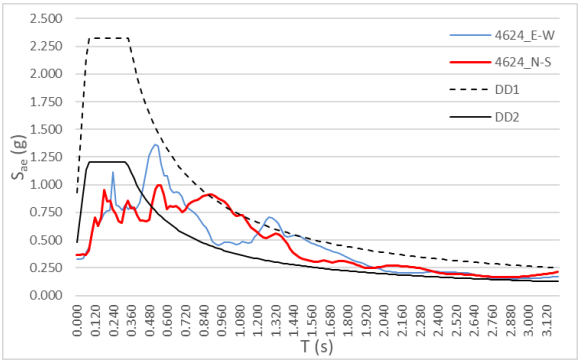
Şekil 3.12 a 4624 nolu istasyon Doğu-Batı doğrultusunda ölçülen ivme kaydı



Şekil 3.12 b 4624 nolu istasyon Kuzey-Güney doğrultusunda ölçülen ivme kaydı



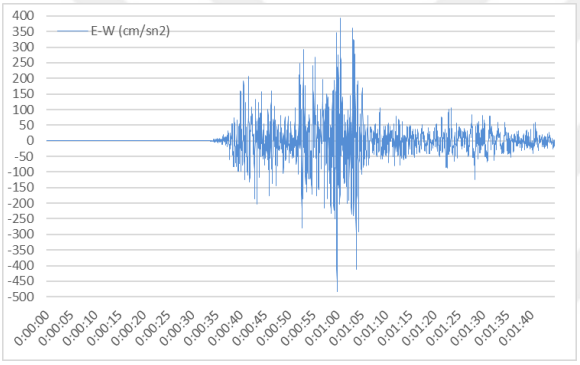
Şekil 3.12 c 4624 nolu istasyon Düşey doğrultuda ölçülen ivme kaydı



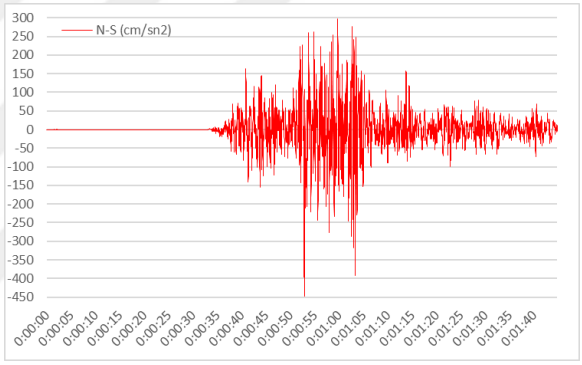
Şekil 3. 12 d 4624 nolu istasyon için yatay tepki spektrumu ile tasarım spektrumları kıyaslaması

4625 Devlet Su İşleri İstasyonu Deprem kaydı Değerlendirilmesi

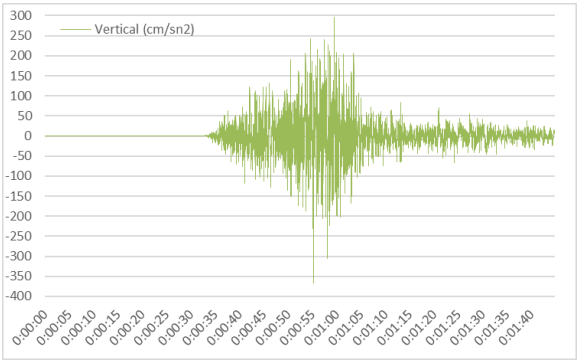
Merkez üssüne 28,40 km mesafede yer alan 4625 nolu Devlet Su İşleri istasyonu için üst 30 metredeki ortalama kayma dalgası hızı (Vs30) 345 m/s olarak verilmiştir ve TBDY 2018'e göre yerel zemin sınıfı ZD olarak sınıflandırılmıştır. 4625 nolu istasyon kaydının yerel saat ile 04:17 (GMT+3)'de gerçekleşen depremin ivme-zaman grafikleri Şekil 3.13 a,b ve c'de verilmiştir. En yüksek yer ivme (PGA) değeri 0.50g olarak ölçülmüştür. Mw=7.7 Depremi sonucu elde edilen tepki spektrumlarının, TBDY 2018'de verilen sahaya özel deprem yer hareketi düzeyi-2 (DD-2) tasarım spektrumu ile kıyaslanması Şekil 3.13 d'de verilmiştir. İki yatay doğrultuda ölçülen ivme değerlerine göre oluşturulmuş tepki spektrumunun, T=0.44 sn period üstünde DD2 tasarım spektrumundan fazla olduğu görülmektedir.



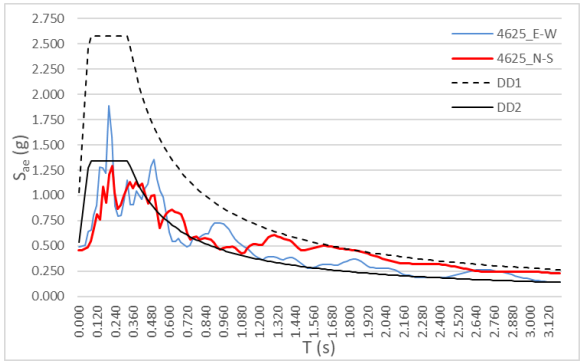
Şekil 3.13 a 4625 nolu istasyon Doğu-Batı doğrultusunda ölçülen ivme kaydı



Şekil 3.13 b 4625 nolu istasyon Kuzey-Güney doğrultusunda ölçülen ivme kaydı

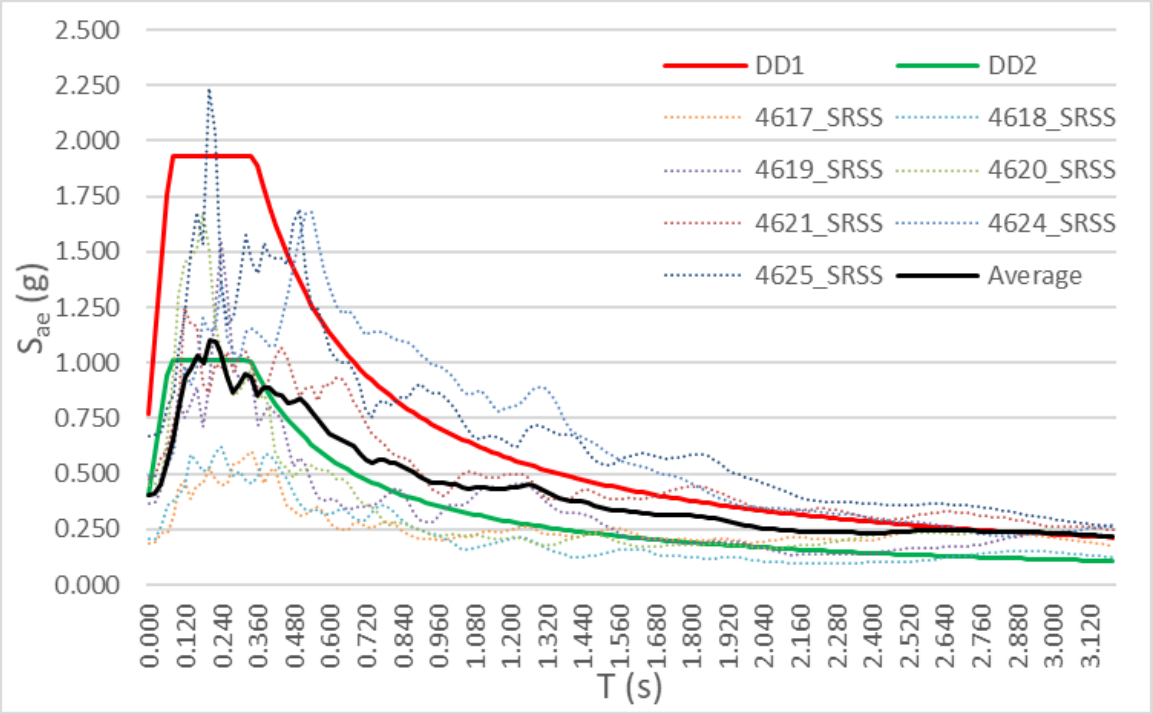


Şekil 3.13 c 4625 nolu istasyon Düşey doğrultuda ölçülen ivme kaydı



Şekil 3. 13 d 4625 nolu istasyon için yatay tepki spektrumu ile tasarım spektrumları kıyaslaması

İncelenen bina (Göktürk Apartmanı)'nın çevresindeki toplam 7 istasyonun Mw7.7 yer hareketi esnasındaki ivme ölçüm değerleri AFAD internet sayfasından elde edilerek yatay doğrultudaki tepki spektrumları herbiri için SeismoMatch yazılımı kullanılarak oluşturulmuştur. Daha sonra, her bir deprem kaydı takımının iki yatay bileşenine ait spektrumların kareleri toplamının karekökü alınarak bileşke yatay spektrumlar elde edilmiş ve Şekil 3.15'te bu bileşke spektrumların ortalaması ile DD-1 ve DD-2 yerhareketi düzeyine göre tasarım spektrumları ile kıyaslaması gösterilmiştir.

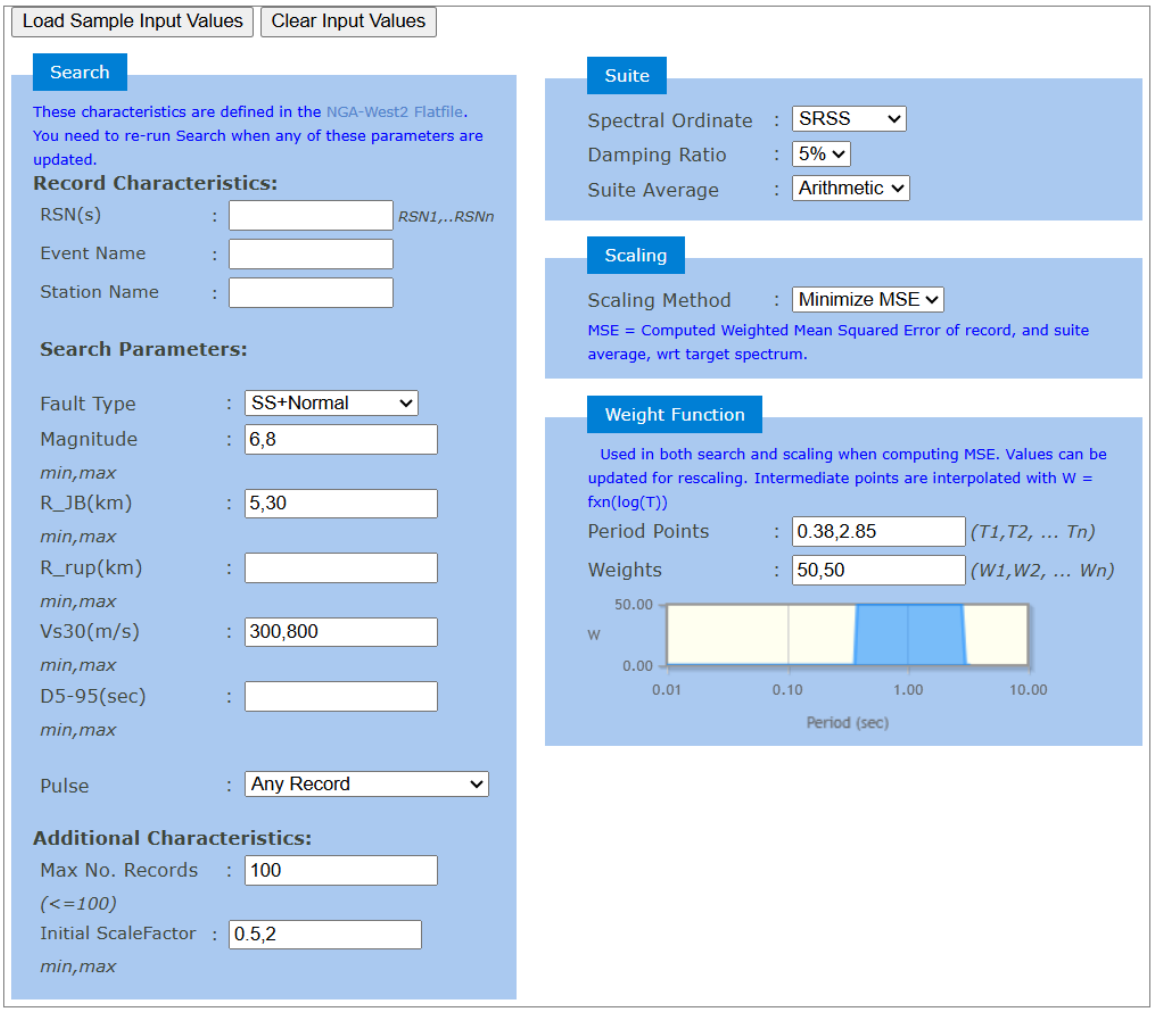


Şekil 3. 14 İncelenen bina yakınındaki istasyonlardan ölçülen Mw7.7 deprem kayıtlarına göre tepki spektrumlarının kıyaslaması

3.1.4. Zaman Tanım Alanında Deprem Hesabında Kullanılacak Deprem Kayıtlarının Seçimi ve Ölçeklendirilmesi

Zaman tanım alanında deprem hesabında kullanılacak deprem kayıtlarının seçimi, tasarıma esas deprem yer hareketi düzeyi ile uyumlu deprem büyüklükleri, fay uzaklıkları, kaynak mekanizmaları ve yerel zemin koşulları dikkate alınarak PEER internet sayfası üzerinden yapılmıştır (Şekil 3. 15 PEER internet sayfasında yer hareketi araması için kullanılan kriter girdileri).

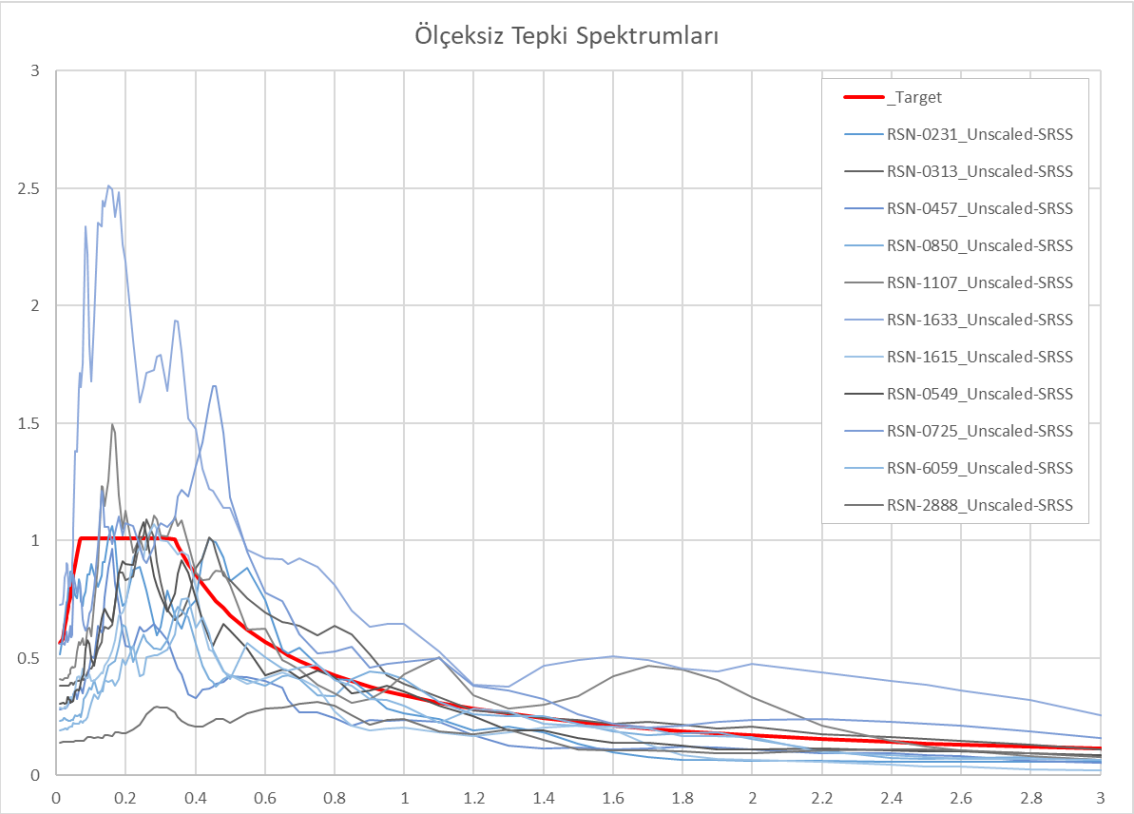
İki boyutlu hesap yapılacağından, deprem kaydı takım sayısı en az onbir olarak ve aynı depremden seçilecek kayıt takımı sayısı üçü geçmeyecek şekilde seçimler yapılmıştır (Çizelge 3. 4 PEER internet sayfasından seçilen yer hareketleri).



Şekil 3. 15 PEER internet sayfasında yer hareketi araması için kullanılan kriter girdileri

Çizelge 3. 4 PEER internet sayfasından seçilen yer hareketleri

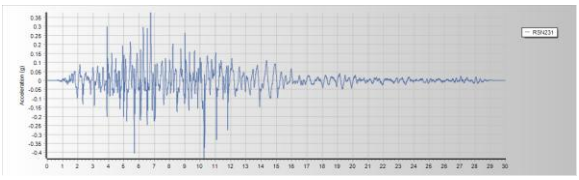
S.N.	Record Sequence Number	Earthquake Name	Year	Mw	Mechanism	Rjb (km)	Rrup (km)	Vs30 (m/sec)
1	RSN-0231	Mammoth Lakes-01	1980	6.06	Normal Oblique	12.56	15.46	537
2	RSN-0313	Corinth_ Greece	1981	6.60	Normal Oblique	10.27	10.27	361
3	RSN-0457	Morgan Hill	1984	6.19	strike slip	13.01	13.02	350
4	RSN-0549	Chalfant Valley-02	1986	6.19	strike slip	14.38	17.17	303
5	RSN-0725	Superstition Hills-02	1987	6.54	strike slip	11.16	11.16	316
6	RSN-0850	Landers	1992	7.28	strike slip	21.78	21.78	359
7	RSN-1107	Kobe_ Japan	1995	6.90	strike slip	22.50	22.50	312
8	RSN-1615	Duzce_ Turkey	1999	7.14	strike slip	9.14	9.14	338
9	RSN-1633	Manjil_ Iran	1990	7.37	strike slip	12.55	12.55	724
10	RSN-2888	Chi-Chi_ Taiwan-04	1999	6.20	strike slip	28.72	28.76	493
11	RSN-6059	Big Bear-01	1992	6.46	strike slip	27.96	29.06	396



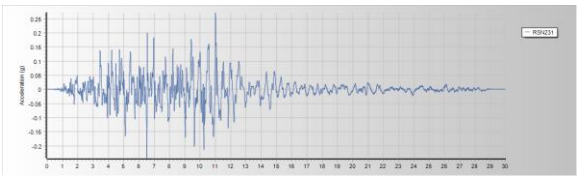
Şekil 3. 16 PEER internet sayfasından alınan ölçeksiz yatay tepki spektrumlarının bileşenleri

İki boyutlu hesap için seçilen tüm kayıtlara ait spektrumların ortalamasının $0.2T_p$ ve $1.5T_p$ periyotları arasındaki genliklerinin, tasarım spektrumunun aynı periyot aralığındaki genliklerinden büyük olarak ölçeklendirilmesi gerekmektedir. İncelenen binanın hakim periyodu 1.90 sn olup, bu kurala göre 0.38 sn ile 2.85 sn periyotları arasında ölçekleme kriteri konulmuştur. Şeçilen 11 yer hareketi ProtaStructure yazılımına yüklenerek, zaman tanım alanında analiz öncesi yeniden ölçeklendirilecektir.

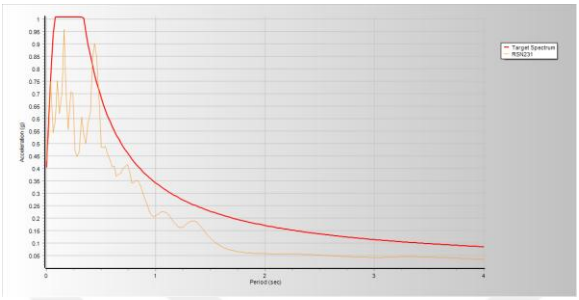
PEER veritabanından elde edilen yerhareketlerine ait yatay ivme ölçüm değerlerinin herbirine ait dosyaları, ProtaStructure tarafından okunabilecek tek sütünlu veri dosyaları haline getirmek için SeismoMatch yazılımı kullanılmıştır.



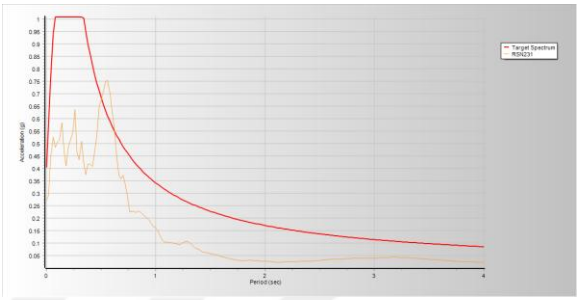
Şekil 3.17 a RSN-231 "Mammoth Lakes-01" yer hareketinin X doğrultusundaki ivme kaydı (g)



Şekil 3.17 c RSN-231 "Mammoth Lakes-01" yer hareketinin Y doğrultusundaki ivme kaydı (g)

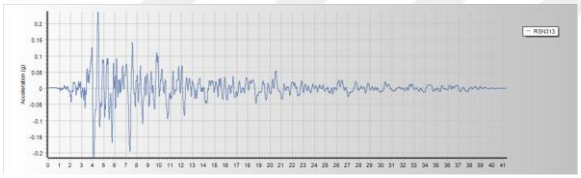


Şekil 3.17 b RSN-231 "Mammoth Lakes-01" yer hareketinin X doğrultusundaki tepki spektrumu ile hedef spektrum kıyaslaması

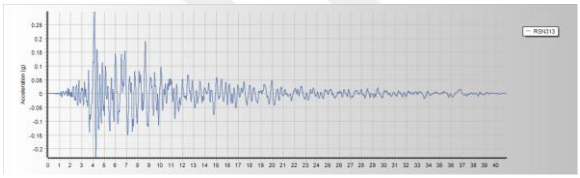


Şekil 3. 17 d RSN-231 "Mammoth Lakes-01" yer hareketinin Y doğrultusundaki tepki spektrumu ile hedef spektrum kıyaslaması

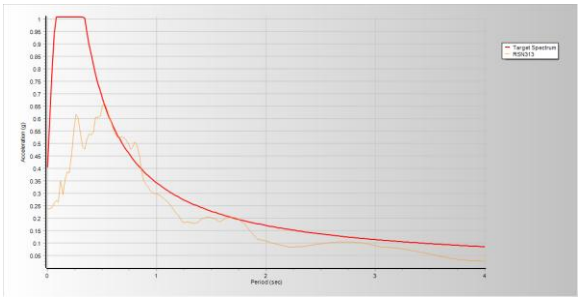
" Mammoth Lakes-01" yer hareketi için 29.99 sn süresince, en büyük ivme değeri X doğrultusunda 0.43g ve Y doğrultusunda 0.27g değerinde gösterilmektedir.



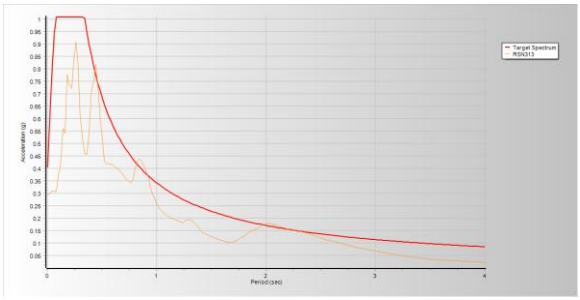
Şekil 3.18 a RSN-313 "Corinth_Greece" yer hareketinin X doğrultusundaki ivme kaydı (g)



Şekil 3.18 c RSN-313 "Corinth_Greece" yer hareketinin Y doğrultusundaki ivme kaydı (g)

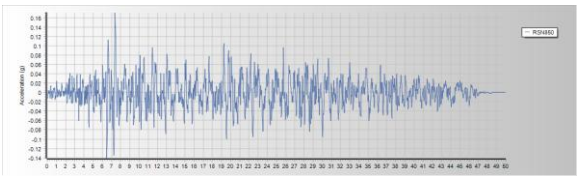


Şekil 3.18 b RSN-313 "Corinth_Greece" yer hareketinin X doğrultusundaki tepki spektrumu ile hedef spektrum kıyaslaması

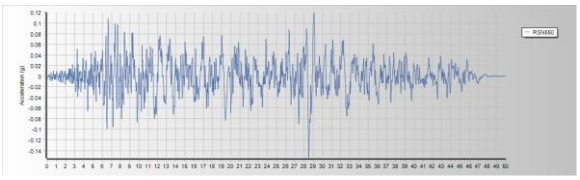


Şekil 3. 18 d RSN-313 "Corinth_Greece" yer hareketinin Y doğrultusundaki tepki spektrumu ile hedef spektrum kıyaslaması

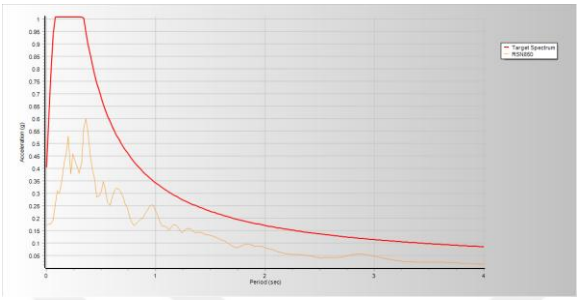
"Corinth_Greece" yer hareketi için 41.30 sn süresince, en büyük ivme değeri X doğrultusunda 0.24g ve Y doğrultusunda 0.30g değerinde gösterilmektedir.



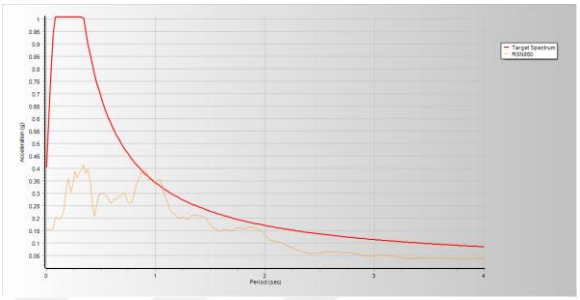
Şekil 3.19 a RSN-850 "Landers" yer hareketinin X doğrultusundaki ivme kaydı (g)



Şekil 3.19 c RSN-850 "Landers" yer hareketinin Y doğrultusundaki ivme kaydı (g)

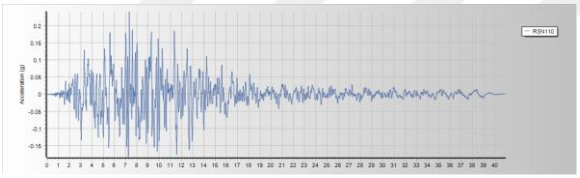


Şekil 3.19 b RSN-850 "Landers" yer hareketinin X doğrultusundaki tepki spektrumu ile hedef spektrum kıyaslaması

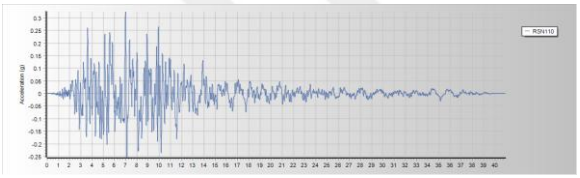


Şekil 3. 19 d RSN-850 "Landers" yer hareketinin Y doğrultusundaki tepki spektrumu ile hedef spektrum kıyaslaması

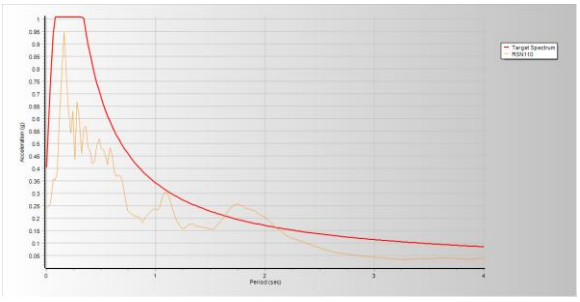
"Landers" yer hareketi için 49.96 sn süresince, en büyük ivme değeri X doğrultusunda 0.17g ve Y doğrultusunda 0.15g değerinde gösterilmektedir.



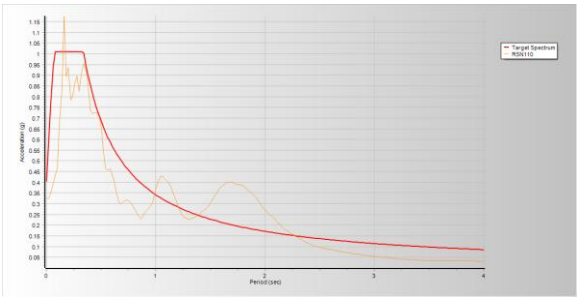
Şekil 3.20 a RSN-1107 "Kobe_Japan" yer hareketinin X doğrultusundaki ivme kaydı (g)



Şekil 3.20 c RSN-1107 "Kobe_Japan" yer hareketinin Y doğrultusundaki ivme kaydı (g)

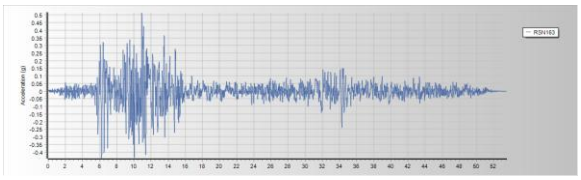


Şekil 3.20 b RSN-1107 "Kobe_Japan" yer hareketinin X doğrultusundaki tepki spektrumu ile hedef spektrum kıyaslaması

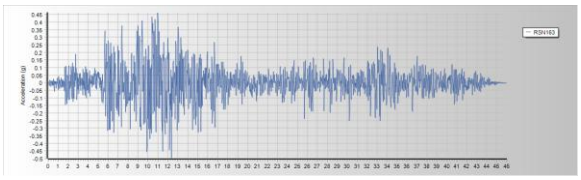


Şekil 3. 20 d RSN-1107 "Kobe_Japan" yer hareketinin Y doğrultusundaki tepki spektrumu ile hedef spektrum kıyaslaması

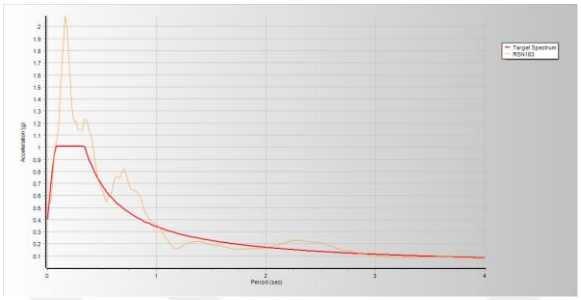
"Kobe_Japan" yer hareketi için 40.94 sn süresince, en büyük ivme değeri X doğrultusunda 0.24g ve Y doğrultusunda 0.32g değerinde gösterilmektedir.



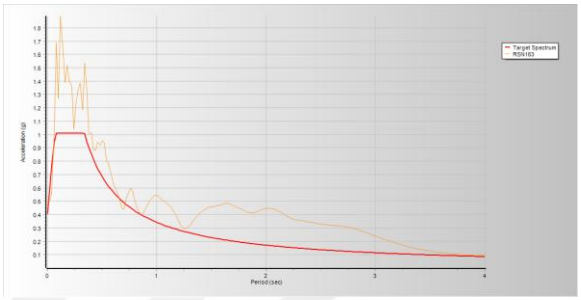
Şekil 3.21 a RSN-1633 "Manjil_ Iran" yer hareketinin X doğrultusundaki ivme kaydı (g)



Şekil 3.21 c RSN-1633 "Manjil_ Iran" yer hareketinin Y doğrultusundaki ivme kaydı (g)

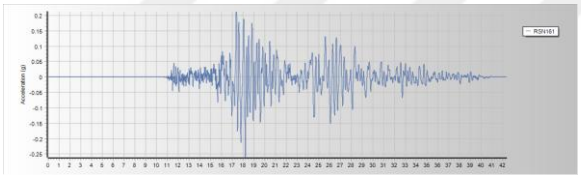


Şekil 3.21 b RSN-1633 "Manjil_ Iran" yer hareketinin X doğrultusundaki tepki spektrumu ile hedef spektrum kıyaslaması

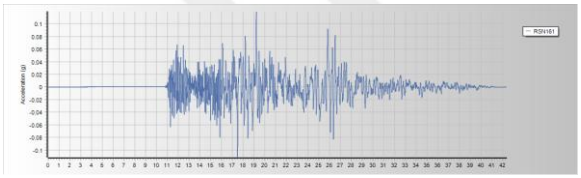


Şekil 3. 21 d RSN-1633 "Manjil_ Iran" yer hareketinin Y doğrultusundaki tepki spektrumu ile hedef spektrum kıyaslaması

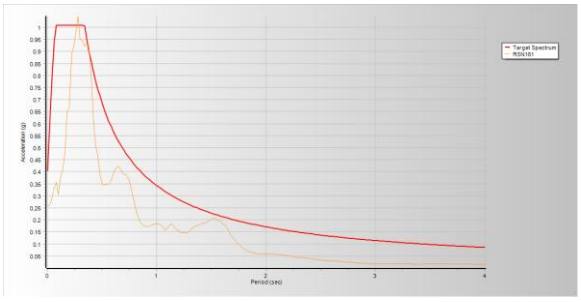
"Manjil_Iran" yer hareketi için 53.48 sn süresince, en büyük ivme değeri X doğrultusunda 0.51g ve Y doğrultusunda 0.49g değerinde gösterilmektedir.



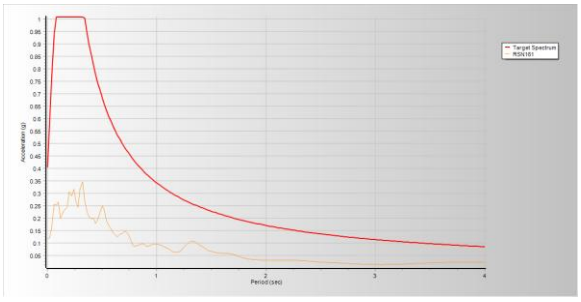
Şekil 3.22 a RSN-1615 "Düzce_Türkiye" yer hareketinin X doğrultusundaki ivme kaydı (g)



Şekil 3.22 c RSN-1615 "Düzce_Türkiye" yer hareketinin Y doğrultusundaki ivme kaydı (g)

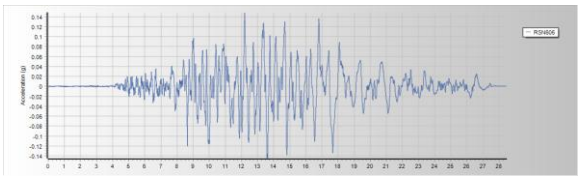


Şekil 3.22 b RSN-1615 "Düzce_Türkiye" yer hareketinin X doğrultusundaki tepki spektrumu ile hedef spektrum kıyaslaması

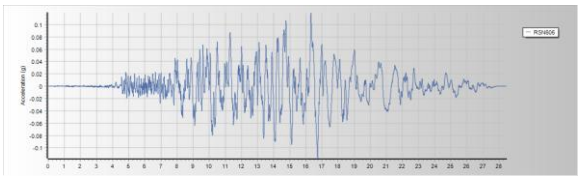


Şekil 3. 22 d RSN-1615 "Düzce_Türkiye" yer hareketinin Y doğrultusundaki tepki spektrumu ile hedef spektrum kıyaslaması

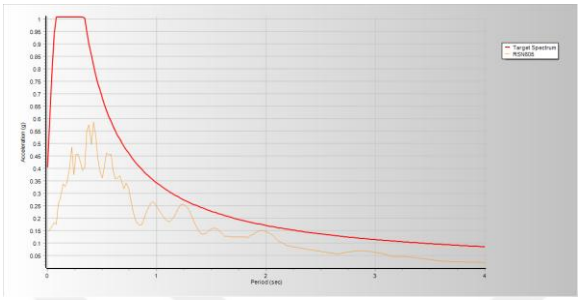
"Düzce_Türkiye" yer hareketi için 42.31 sn süresince, en büyük ivme değeri X doğrultusunda 0.26g ve Y doğrultusunda 0.12g değerinde gösterilmektedir.



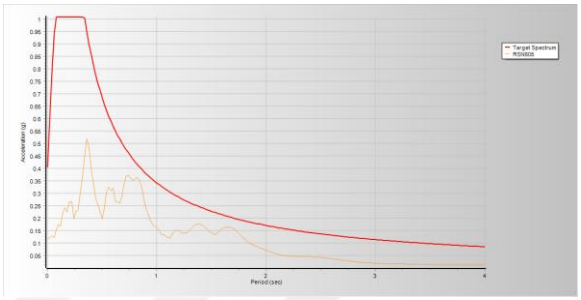
Şekil 3.23 a RSN-6059 "Big Bear-01" yer hareketinin X doğrultusundaki ivme kaydı (g)



Şekil 3.23 c RSN-6059 "Big Bear-01" yer hareketinin Y doğrultusundaki ivme kaydı (g)

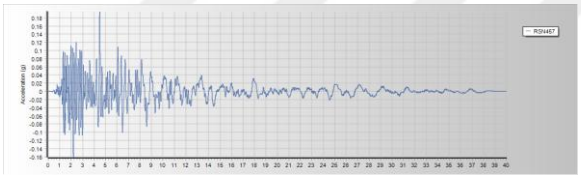


Şekil 3.23 b RSN-6059 "Big Bear-01" yer hareketinin X doğrultusundaki tepki spektrumu ile hedef spektrum kıyaslaması

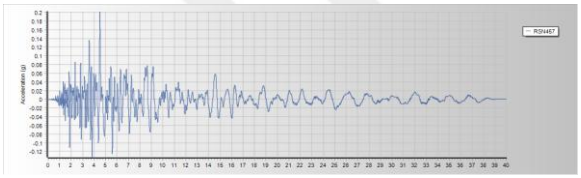


Şekil 3. 23 d RSN-6059 "Big Bear-01" yer hareketinin Y doğrultusundaki tepki spektrumu ile hedef spektrum kıyaslaması

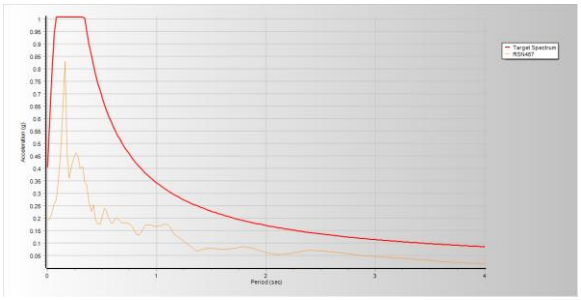
"Big Bear-01" yer hareketi için 28.45 sn süresince, en büyük ivme değeri X doğrultusunda 0.15g ve Y doğrultusunda 0.12g değerinde gösterilmektedir.



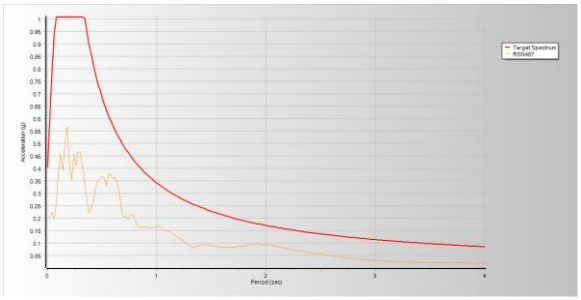
Şekil 3.24 a RSN-457 "Morgan Hill" yer hareketinin X doğrultusundaki ivme kaydı (g)



Şekil 3.24 c RSN-457 "Morgan Hill" yer hareketinin Y doğrultusundaki ivme kaydı (g)

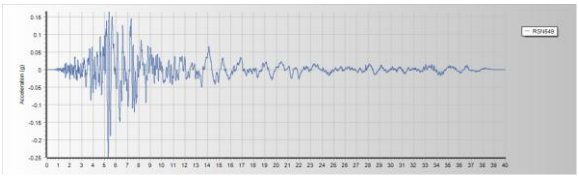


Şekil 3.24 b RSN-457 "Morgan Hill" yer hareketinin X doğrultusundaki tepki spektrumu ile hedef spektrum kıyaslaması

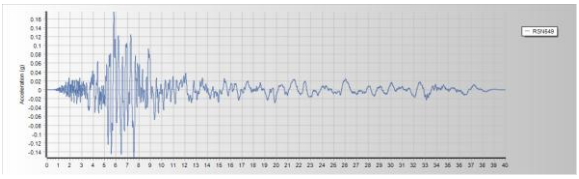


Şekil 3. 24 d RSN-457 "Morgan Hill" yer hareketinin Y doğrultusundaki tepki spektrumu ile hedef spektrum kıyaslaması

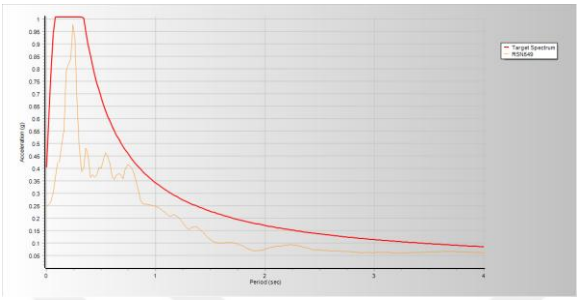
"Morgan Hill" yer hareketi için 39.99 sn süresince, en büyük ivme değeri X doğrultusunda 0.19g ve Y doğrultusunda 0.20g değerinde gösterilmektedir.



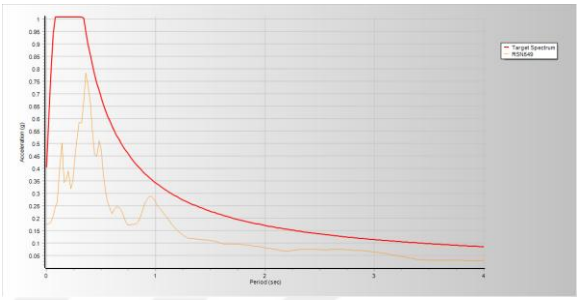
Şekil 3.25 a RSN-549 "Chalfant Valley-02" yer hareketinin X doğrultusundaki ivme kaydı (g)



Şekil 3.25 c RSN-549 "Chalfant Valley-02" yer hareketinin Y doğrultusundaki ivme kaydı (g)

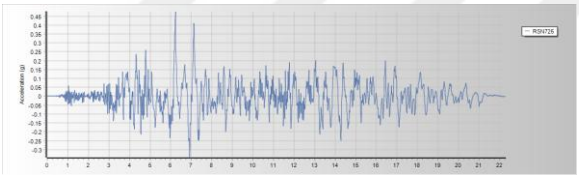


Şekil 3.25 b RSN-549 "Chalfant Valley-02" yer hareketinin X doğrultusundaki tepki spektrumu ile hedef spektrum kıyaslaması

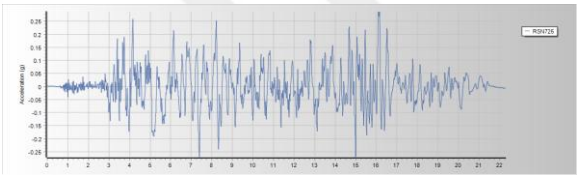


Şekil 3. 25 d RSN-549 "Chalfant Valley-02" yer hareketinin Y doğrultusundaki tepki spektrumu ile hedef spektrum kıyaslaması

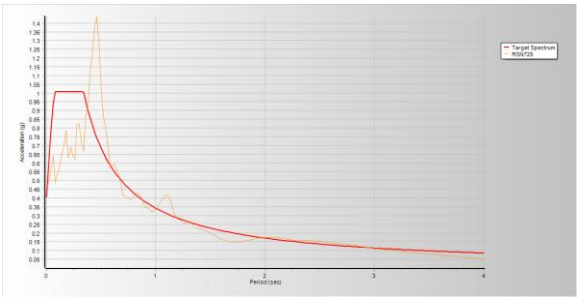
"Chalfant Valley-02" yer hareketi için 39.99 sn süresince, en büyük ivme değeri X doğrultusunda 0.25g ve Y doğrultusunda 0.18g değerinde gösterilmektedir.



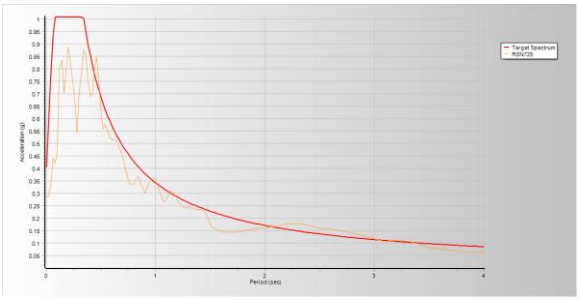
Şekil 3.26 a RSN-725 "Superstition Hills-02" yer hareketinin X doğrultusundaki ivme kaydı (g)



Şekil 3.26 c RSN-725 "Superstition Hills-02" yer hareketinin Y doğrultusundaki ivme kaydı (g)

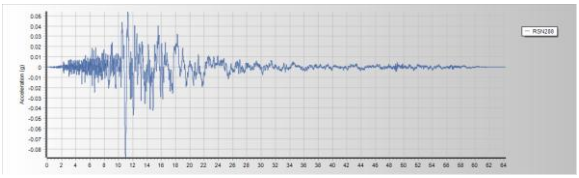


Şekil 3.26 b RSN-725 "Superstition Hills-02" yer hareketinin X doğrultusundaki tepki spektrumu ile hedef spektrum kıyaslaması

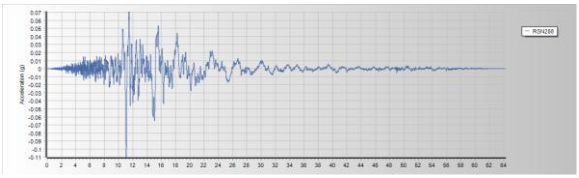


Şekil 3. 26 d RSN-725 "Superstition Hills-02" yer hareketinin Y doğrultusundaki tepki spektrumu ile hedef spektrum kıyaslaması

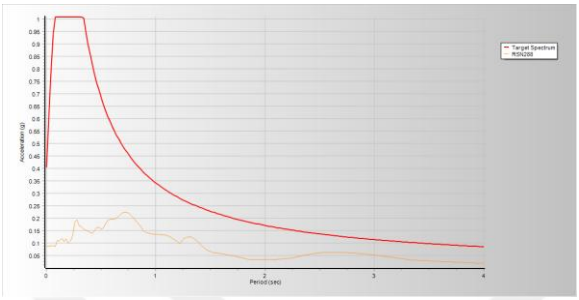
"Superstition Hills-02" yer hareketi için 22.28 sn süresince, en büyük ivme değeri X doğrultusunda 0.48g ve Y doğrultusunda 0.29g değerinde gösterilmektedir.



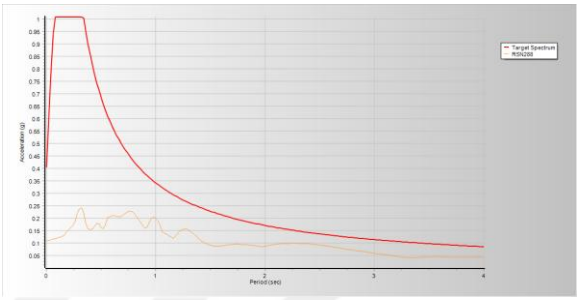
Şekil 3.27 a RSN-2888 "Chi-Chi_Taiwan-04" yer hareketinin X doğrultusundaki ivme kaydı (g)



Şekil 3.27 c RSN-2888 "Chi-Chi_Taiwan-04" yer hareketinin Y doğrultusundaki ivme kaydı (g)



Şekil 3.27 b RSN-2888 "Chi-Chi_Taiwan-04" yer hareketinin X doğrultusundaki tepki spektrumu ile hedef spektrum kıyaslaması



Şekil 3. 27 d RSN-2888 "Chi-Chi_Taiwan-04" yer hareketinin Y doğrultusundaki tepki spektrumu ile hedef spektrum kıyaslaması

"Chi-Chi_Taiwan-04" yer hareketi için 64.24 sn süresince, en büyük ivme değeri X doğrultusunda 0.09g ve Y doğrultusunda 0.11g değerinde gösterilmektedir.

3.2. Kullanılan Yazılımlar

Bu çalışmada, yapı modellemesi, doğrusal olmayan analizlerin gerçekleştirilmesi ve performans değerlendirmelerinin yapılması amacıyla ProtaStructure 2025 yapısal analiz ve tasarım yazılımı kullanılmıştır. ProtaStructure, özellikle betonarme ve çelik yapıların üç boyutlu modellenmesi ve analizinde mühendislik projelerine entegre çözümler sunan gelişmiş bir platformdur (Prota Software, 2024). ProtaStructure, doğrusal olmayan analizlerde OpeenSees yazılımı ile entegre çalışmakla beraber; seçilmiş yer hareketlerine ait ivme kayıtlarının işlenmesi ve tepki spektrumlarının oluşturulması için de SeismoSignal ve SeismoMatch gibi yazılımlardan da faydalanılmıştır.

3.2.1. ProtaStructure (v.2026)

ProtaStructure 2025, Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği 2018 (TBDY 2018) ile tam uyumlu olarak geliştirilmiş, özellikle deprem etkisi altındaki yapısal davranışların belirlenmesi amacıyla doğrusal ve doğrusal olmayan analiz yöntemlerini destekleyen bir mühendislik yazılımıdır. Program, yapıların üç boyutlu modellenmesine olanak tanıyan kullanıcı dostu bir arayüz sunmakta; modelleme, yük tanımlama, analiz ve tasarım süreçlerini bütünleşik bir şekilde yürütmektedir.

Yapı modeli kapsamında;

- Taşıyıcı sistem, betonarme kolon, kiriş ve perde elemanlarıyla tanımlanmıştır.
- Döşemeler, yapının yatay rijitliğini ve yük dağılımını doğru yansıtmak amacıyla kabuk (shell) elemanlar ile modellenmiştir.
- Malzeme özellikleri olarak C30 beton ve S420 donatı çeliği tanımlanmıştır.
- Yüklemeler, TS 498 ve TBDY 2018 esas alınarak modellenmiş; sabit ve hareketli yüklerin yanı sıra deprem yükleri de yönetmelikte tanımlı elastik tasarım spektrumu üzerinden uygulanmıştır.

Yapının kapasite eğrisi, artan yatay yük altında yapılan artımsal itme analizi (pushover) ile elde edilmiştir. Plastik mafsal oluşumu, göreli kat ötelemeleri ve yapıdaki enerji tüketim bölgeleri bu yöntemle belirlenmiştir. Performans değerlendirmesi ise TBDY 2018 Madde 5.6.4 esas alınarak, çok modlu itme analizi kapsamında gerçekleştirilmiştir. Bu analiz sürecinde birden fazla mod şekli dikkate alınmış ve mod birleştirme yöntemiyle yapı sisteminin birleşik davranışı değerlendirilmiştir (Prota Software, 2024).

3.2.2. OpenSees Entegrasyonu

ProtaStructure'ın sunduğu doğrusal olmayan analiz motoru, arka planda OpenSees (Open System for Earthquake Engineering Simulation) yazılım altyapısını

kullanmaktadır. Kullanıcı müdahalesi gerektirmeksizin çalışan bu sistem, fiber tabanlı plastik mafsal modelleri ve gelişmiş çözüm algoritmaları sayesinde analiz doğruluğunu artırmaktadır (Fenves et al., 2022).

OpenSees, Pacific Earthquake Engineering Research Center (PEER) tarafından geliştirilen açık kaynaklı bir yazılım olup, özellikle doğrusal olmayan statik ve dinamik analizlerde yaygın olarak kullanılmaktadır (Mazzoni et al., 2006). Bu çalışmada, analizlerin tamamı ProtaStructure arayüzü üzerinden yürütülmüş, OpenSees yalnızca hesaplama çekirdeği olarak görev yapmıştır. Böylece kullanıcı, gelişmiş analizleri sezgisel bir grafik arayüz üzerinden gerçekleştirme olanağına sahip olmuştur.

"AnalyticalModel" klasörü altında oluşturulan OpenSees TCL türü kodlama dosyaları;

❖ **Constraints.tcl:** Modeldeki düğüm noktalarına uygulanan sınır koşulları (mesnetler).

```
fix 16 0 0 1 1 1 0
rigidDiaphragm 3 16 0 1 2 3
```

fix komutu: Bir düğüm noktasının serbestlik derecelerini (DOF) sabitler. Örneğin:

`fix 4 1 1 1 1 1 1`: Düğüm 4'ün tüm serbestlik derecelerini (x, y, z öteleme ve dönmeler) sabitler.

`fix 16 0 0 1 1 1 0`: Düğüm 16'nın z ötelemesini ve x, y dönmelerini sabitler, diğerleri serbesttir.

rigidDiaphragm komutu: Rijit diyafram tanımlar. Örneğin:

`rigidDiaphragm 3 16 0 1 2 3`: Düğüm 16'yı ana düğüm olarak kullanarak, düğümler 0, 1, 2, 3'ü bir rijit diyaframa bağlar (3, z eksenindeki dönmeyi ifade eder).

❖ **ElasticSections.tcl:** Elastik kesit özellikleri.

```
section Elastic 1 3.0250000000E+007 1.2500000000E-001 9.1145831781E-004
2.2786457945E-004 1.2604100000E+007 1.7881266542E-004
```

section Elastic komutu: Elastik kesit özelliklerini belirtir. Örneğin:

`section Elastic 0 3.025E+007 ...`: Kesit ID'si 0 olan bir elastik kesit tanımlar. Parametreler sırasıyla: E (elastisite modülü), A (alan), Iz (z eksenine göre atalet momenti), Iy (y eksenine göre atalet momenti), G (kayma modülü), J (burulma atalet momenti).

❖ **Elements.tcl:** Modeldeki elemanlar.

```
element forceBeamColumn 3 1 7 3 "HingeRadau 8 2.5000000000E-001 9
2.5000000000E-001 0"
```

element forceBeamColumn komutu: Kiriş-kolon elemanlarını tanımlar. Örneğin:

`element forceBeamColumn 0 3 4 0 "HingeRadau ..."`: Eleman ID'si 0, düğüm 3 ve 4 arasında, kesit 0 kullanılarak ve "HingeRadau" plastik mafsal modeli ile tanımlanır.

❖ **GeometricTransformation.tcl:** Elemanların geometrik dönüşümleri

```
geomTransf Linear 4 1.0000000000E+000 0.0000000000E+000 0.0000000000E+000
```

geomTransf Linear komutu: Lineer dönüşümü belirtir. Örneğin:

`geomTransf Linear 0 0 -1 0`: Dönüşüm ID'si 0, yön vektörü (0, -1, 0) ile tanımlanır (y eksenine göre dönüşüm).

❖ **InelasticSections.tcl:** Elastik olmayan (plastik) kesit özellikleri

```
section Aggregator 18 102 My 101 Mz 0 T
```

section Aggregator komutu: Farklı malzeme davranışlarını birleştirir. Örneğin:

`section Aggregator 2 6 My 5 Mz 0 T`: Kesit ID'si 2, My için malzeme 6, Mz için malzeme 5, burulma (T) için malzeme 0 kullanır.

❖ **Masses.tcl:** Düğüm noktalarına atanan kütleler

```
mass 16 2.3614499588E+001 2.3614499588E+001 2.3614499588E+001
0.0000000000E+000 0.0000000000E+000 1.4759062243E+002
```

mass komutu: Bir düğüm noktasına kütle atar. Örneğin:

`mass 16 2.361E+001 ...`: Düğüm 16'ya x, y, z öteleme ve dönme kütleleri atanır.

❖ **Materials.tcl:** Malzeme modelleri

```
uniaxialMaterial Elastic 4 3.5510423300E+001
uniaxialMaterial Hysteretic 5 7.5389816000E+001 1.0585083146E-002
8.1105424000E+001 9.5000003057E-002 8.1105505105E+001 1.4250000459E-001 -
7.5389816000E+001 -1.0585083146E-002 -8.1105424000E+001 -9.5000003057E-002 -
8.1105505105E+001 -1.4250000459E-001 1.0000000000E+000 1.0000000000E+000
0.0000000000E+000 0.0000000000E+000
```

uniaxialMaterial Elastic komutu: Elastik malzeme tanımlar. Örneğin:

`uniaxialMaterial Elastic 0 1.0E+010`: Malzeme ID'si 0, elastisite modülü 1.0E+010.

uniaxialMaterial Hysteretic komutu: Histeretik (plastik) malzeme tanımlar. Örneğin:

`uniaxialMaterial Hysteretic 5 ...`: Malzeme ID'si 5, histeretik davranış parametreleri ile tanımlanır.

❖ **Nodes.tcl:** Modeldeki düğüm noktalarının koordinatları

```
node 15 5.0000000000E+000 9.0000000000E+000 9.0000000000E+000
node 16 6.5001379677E+000 7.0001951967E+000 3.0000000000E+000
```

node komutu: Düğüm noktası oluşturur. Örneğin:

`node 0 5.0 5.0 3.0`: Düğüm ID'si 0, koordinatları (5, 5, 3).

❖ **VerticalLoads.tcl:** Düşey yükler

```
pattern Plain 0 Linear {
eleLoad -ele 0 -type -beamUniform 0.0000000000E+000 0.0000000000E+000
3.7500000000E+000;
}
pattern Plain 1 Linear {
eleLoad -ele 4 -type -beamUniform -8.8374993160E+000 0.0000000000E+000;
}
```

pattern Plain komutu: Yük deseni oluşturur.

eleLoad komutu: Elemanlara yük uygular. Örneğin:

`eleLoad -ele 0 -type -beamUniform 0 0 3.75`: Eleman 0'a düşey yük (3.75) uygular.

"Recorders" klasörü altında oluşturulan OpenSees OUT türü analiz sonuç dosyaları;

❖ **ElementGlobalForces.out:** Elemanların global koordinat sistemindeki iç kuvvetlerini ve momentlerini içerir. Her satır bir elemana ait verileri temsil eder.

Format:

`Fx1 Fy1 Fz1 Mx1 My1 Mz1 Fx2 Fy2 Fz2 Mx2 My2 Mz2`

Fx, Fy, Fz: Eleman uç noktalarındaki kuvvetler (x, y, z yönlerinde).

Mx, My, Mz: Eleman uç noktalarındaki momentler.

Örnek:

`-1.31871 3.33596 -163.627 ...` → Elemanın birinci ucundaki kuvvetler ve momentler.

❖ **ElementLocalForces.out:** Elemanların lokal (yerel) koordinat sistemindeki iç kuvvetlerini ve momentlerini içerir.

Format:

`Fx1 Fy1 Fz1 Mx1 My1 Mz1 Fx2 Fy2 Fz2 Mx2 My2 Mz2`

Lokal sistem, elemanın eksenine göre tanımlanır (örneğin, kirişin uzun ekseni x olarak alınır).

Örnek:

`163.627 -1.31871 -3.33596 ...` → Elemanın birinci ucundaki lokal kuvvetler ve momentler.

❖ **ElementPlasticRotations.out:** Elemanların plastik mafsallarındaki plastik dönme (rotasyon) değerlerini içerir.

Format:

`θp1 θp2 ...`

θp: Plastik dönme açıları (radyan cinsinden).

Örnek:

`8.47033e-22 -1.69407e-21 ...` → Çok küçük değerler, plastikleşmenin ihmal edilebilir olduğunu gösterir.

❖ **EnvElementGlobalForces.out:** zaman içinde elemanların global kuvvetlerinin envelope (maksimum/minimum) değerlerini içerir.

Format:

`Fx_min Fy_min Fz_min Mx_min My_min Mz_min Fx_max Fy_max Fz_max Mx_max My_max Mz_max`

min/max: Analiz boyunca elde edilen en küçük ve en büyük değerler.

Örnek:

`-46.9927 -43.7604 -309.134 ...` → Elemanın minimum ve maksimum kuvvet/moment değerleri.

❖ **EnvElementLocalForces.out:** Lokal koordinat sistemindeki envelope kuvvet ve moment değerlerini içerir.

Format:

`Fx_min Fy_min Fz_min Mx_min My_min Mz_min Fx_max Fy_max Fz_max Mx_max My_max Mz_max`

Örnek:

`-7.87938 -46.9927 -53.596 ...` → Lokal sistemdeki min/max değerler.

❖ **EnvElementPlasticRotations.out:** Plastik dönmelerin envelope değerlerini içerir.

Format:

`θp_min θp_max`

Örnek:

`-5.33631e-20 -5.96311e-19 ...` → Plastik dönmelerin sınır değerleri.

❖ **EnvNodalDisplacements.out:** Düğüm noktalarının yer değiştirmelerinin envelope değerlerini içerir.

Format:

`Dx_min Dy_min Dz_min Rx_min Ry_min Rz_min Dx_max Dy_max Dz_max Rx_max Ry_max Rz_max`

Dx, Dy, Dz: Öteleme (x, y, z).

Rx, Ry, Rz: Dönme (radyan).

Örnek:

`-0.0535469 -0.0132818 -0.000178684 ...` → Düğüm noktasının min/max yer değiştirmeleri.

❖ **NodalDisplacements.out:** Düğüm noktalarının global yer değiştirme ve dönme değerlerini içerir.

Format:

`Dx Dy Dz Rx Ry Rz`

Örnek:

`5.09466e-06 8.71902e-07 -9.32493e-05 ...` → Düğüm noktasının son yer değiştirmeleri.

3.2.3. SeismoSignal (v.2025)

SeismoSignal, yer hareketi kayıtlarının işlenmesi ve analiz edilmesi amacıyla geliştirilmiş, kullanıcı dostu bir mühendislik yazılımıdır. Bu yazılım, özellikle deprem mühendisliği çalışmalarında yaygın olarak kullanılmakta olup, zaman tanım alanı analizleri için gerekli olan ivme, hız ve deplasman zaman serilerinin elde edilmesini ve bu veriler üzerinden çeşitli mühendislik parametrelerinin hesaplanmasını mümkün kılar. SeismoSignal, Seismosoft tarafından geliştirilmiş olup, deprem yer hareketi verilerinin entegrasyonu, filtrelenmesi ve spektral analizlerinin gerçekleştirilmesinde etkin bir şekilde kullanılmaktadır.

Yazılımın başlıca özellikleri arasında şunlar yer almaktadır:

Yer hareketi entegrasyonu: İvme kayıtlarından hız ve yer değiştirme zaman serilerinin doğru bir şekilde elde edilmesini sağlar.

Filtreleme seçenekleri: Kullanıcı, frekans bandını tanımlayarak yüksek geçiren (high-pass) ve alçak geçiren (low-pass) filtreler uygulayabilir.

Spektral analiz: Elastik tepki spektrumları, spektral ivme, hız ve yer değiştirme grafikleri kolaylıkla üretilebilir.

Arias İvmesi, CAV, PSV gibi parametrelerin hesaplanması: Deprem mühendisliğinde yaygın olarak kullanılan mühendislik parametreleri yazılım tarafından otomatik olarak hesaplanır.

Birden fazla yer hareketinin toplu analizi: Kullanıcı, aynı anda birden fazla kayıt üzerinde işlem yapabilir ve istatistiksel ortalamalarını alabilir.

SeismoSignal yazılımı, TBDY 2018 ve diğer uluslararası yönetmeliklere uyumlu analizlerin hazırlanmasında, özellikle zaman tanım alanı yöntemi ile yapılan çalışmalarda ön işleme aşamasında tercih edilmektedir. Ayrıca PEER NGA gibi veri tabanlarından elde

edilen ivme kayıtlarının mühendislik analizine hazır hale getirilmesi açısından da etkin bir araçtır (Seismosoft, 2025)

3.2.4. SeismoMatch (v.2025)

SeismoMatch, ivme zaman serilerinin belirli bir hedef tepki spektrumuna uygun hale getirilmesi amacıyla geliştirilmiş güçlü bir mühendislik yazılımıdır. Seismosoft tarafından geliştirilen bu yazılım, özellikle zaman tanım alanı (time history) analizleri öncesinde, kayıtların elastik tepki spektrumuna göre ölçeklenmesi ve şekilsel olarak eşleştirilmesi (matching) işlemlerinde kullanılmaktadır. Bu sayede, yer hareketi kayıtları analizlerde kullanılmadan önce belirli bir tasarım spektrumuna uygun hale getirilmiş olur.

SeismoMatch'in başlıca özellikleri şunlardır:

Tepki spektrumuna göre kayıt eşleştirme: Yazılım, ivme zaman serisini, kullanıcının belirlediği hedef elastik spektruma iteratif algoritmalarla yaklaştırır.

Modifiye edilmiş kayıt üretimi: Giriş ivme kaydı, yapay olarak değil, gerçek veriye sadık kalınarak modifiye edilir ve mühendislik anlamda geçerliliği korunur.

Çoklu kayıt işleme: Aynı anda birden fazla yer hareketi kaydının eşleştirilmesi ve karşılaştırılması mümkündür.

Kullanıcı tanımlı hedef spektrum: TBDY 2018, Eurocode 8, ASCE 7 gibi yönetmeliklere göre spektrumlar tanımlanabildiği gibi, kullanıcı da özel spektrum eğrileri girebilir.

SeismoSignal ile entegrasyon: SeismoSignal yazılımından elde edilen spektral veriler, doğrudan SeismoMatch'e aktarılabilir.

SeismoMatch, deprem mühendisliği çalışmalarında zaman tanım alanı analizlerinin doğruluğunu ve yönetmeliklerle uyumunu artırmak amacıyla, kayıt seçimi ve ölçekleme aşamalarında yaygın olarak kullanılmaktadır. Özellikle performansa dayalı tasarım yöntemlerinde ve araştırma amaçlı analizlerde tercih edilmektedir (Seismosoft, 2025).

3.3. İncelenen Yapı Özellikleri

Bu çalışmada analiz edilen yapı, Kahramanmaraş İli, Onikişubat İlçesi, Karamanlı Mahallesi, 5759 ada 3 parsel üzerinde yer almaktadır. Bina, 37.57689° enlem ve 36.8773° boylam koordinatlarında konumlanmakta olup, 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş merkezli depremlerden etkilenen bölgede yer almaktadır.

Yapı, betonarme taşıyıcı sisteme sahip, toplam 11 katlı bir konut yapısıdır. Modelleme kapsamında, asansör makine dairesine ait küçük alanlı çatı katı, taşıyıcı

sisteme etkisi sınırlı olduğundan dolayı doğrudan modellenmemiştir. Ancak bu kata ait kolon ve perde uçlarından gelen düşey yükler, alt katlardaki taşıyıcılara noktasal yükler olarak aktarılmış; böylece bu katın deprem etkisine dolaylı katkısı analizlere dahil edilmiştir.

Kat Sayısı ve Geometrik Özellikler

Yapı şu şekilde katmanlaşmaktadır:

- 2 bodrum kat
- 1 zemin kat
- 8 normal kat

Her katın yüksekliği 3.00 metre olup, toplam bina yüksekliği 33.00 metre olarak modellenmiştir. Kat yüksekliklerinin eşit olması, düşeyde rijitlik sürekliliği sağlayarak daha kararlı bir yapısal davranış elde edilmesine katkı sağlamaktadır.

Taşıyıcı Sistem Özellikleri

Yapının taşıyıcı sistemi, betonarme kolon, kiriş ve perde elemanlarından oluşmaktadır. Perdeler, özellikle asansör ve merdiven boşlukları etrafında konumlandırılmış ve yatay yük taşıma kapasitesine katkı sağlamıştır. Taşıyıcı sistem, sünek davranış gösterecek şekilde düzenlenmiş ve yönetmeliklere uygun şekilde modellenmiştir.

Malzeme Özellikleri

Modellemede kullanılan malzeme özellikleri şu şekildedir:

- Beton sınıfı: C30
- Donatı çeliği: S420
- Beton birim hacim ağırlığı: 25 kN/m³

Yapısal elemanların plastikleşme ve hasar sınırları, Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği 2018 (TBDY 2018) esas alınarak modellenmiştir. Plastik mafsal davranışı, moment-eğrilik bağıntıları üzerinden tanımlanmıştır.

Deprem Parametreleri

Yapının deprem davranışı aşağıdaki parametreler doğrultusunda değerlendirilmiştir:

- Deprem Yer Hareketi Düzeyi (DD): DD-2
- Deprem Tasarım Sınıfı (DTS): DTS = 1
- Bina Kullanım Sınıfı (BKS): BKS = 3
- Bina Önem Katsayısı (I): 1.0

- Bina Yükseklik Sınıfı (BYS): BYS = 4
- Yapı Davranış Katsayısı (R): Rx = 5.6 Ry = 7.0
- Dayanım Fazlalığı Katsayısı (D): Dx = 2.5 Dy = 2.5
- Hareketli Yük Azaltma Katsayısı (n): 0.30

Bu parametreler doğrultusunda yapı modeli oluşturulmuş, deprem etkileri altında performansı TBDY 2018'e uygun olarak değerlendirilmiştir.

Çizelge 3. 5 Statik Projede Kullanılan Parametreler

MALZEME PARAMETRELERİ	
Beton Sınıfı C30	Donatı Çeliği S420 Rm/Re<1.35 ve Eşdeğer karbon o.<%0.55
Çevresel Etki Sınıfı XC3	Yapısal Çelik
Çevresel Etki Sınıfı Açıklaması Orta derecede rutubetli	
ZEMİN PARAMETRELERİ	
Yerel Zemin Sınıfı ZC	Zemin Yatak Katsayısı K = 2200 tf/m³
Zemin Taşıma Gücü 24 tf/m²	Yerel Zemin Parametreleri Ss=0.841 S1=0.228
DEPREM PARAMETRELERİ	
Bina Kullanım Sınıfı (BKS) BKS = 3	Bina Önem Katsayısı I = 1.0
Bina Yükseklik Sınıfı (BYS) BYS = 4	Deprem Tasarım Sınıfı (DTS) DTS = 1
Yapı Davranış Katsayısı Rx = 5.6 Ry = 7.0	Dayanım Fazlalığı Katsayısı Dx = 2.5 Dy = 2.5
Hareketli Yük Azaltma Katsayısı n = 0.30	Deprem Yer Hareket Düzeyi DD-2

Deprem Sonrası Gözlemlenen Hasarlar

6 Şubat 2023 Kahramanmaraş merkezli depremler sonrasında yapılan yerinde incelemelerde, analiz kapsamında incelenen yapının çeşitli taşıyıcı ve birleşim bölgelerinde gözle görülür düzeyde yapısal hasarlar tespit edilmiştir. Bu hasarlar ağırlıklı olarak kiriş-perde birleşim noktaları, kolon-kiriş bağlantıları ve merdiven bölgelerinde yoğunlaşmaktadır.

Tespit edilen hasar türleri aşağıda gruplandırılmıştır:

Kiriş Elemanlarında Gözlenen Hasarlar:

- Çok sayıda kirişte kılcal çatlaklar (ör. KZ21, KZ31, KZ44, KZ45, KZ46, KZ55)

Şekil 3. 28 KZ21 Kirişi Hasarı

Şekil 3. 29 KZ31 Kirişi Hasarı

Şekil 3. 30 KZ44 Kirişi Hasarı

Şekil 3. 31 KZ45 Kirişi Hasarı

Şekil 3. 32 KZ46 Kirişi Hasarı

Şekil 3. 33 KZ55 Kirişi Hasarı

- Bazı kirişlerde ciddi çatlaklar ve çatlakların tabliyeye devam etmesi (ör. KZ33, KZ34)

Şekil 3. 34 KZ33 Kirişi Hasarı

Şekil 3. 35 KZ34 Kirişi Hasarı

- Mafsallaşma belirtileri (ör. SZ28-KZ33, SZ06-KZ65, SZ02-KZ01)

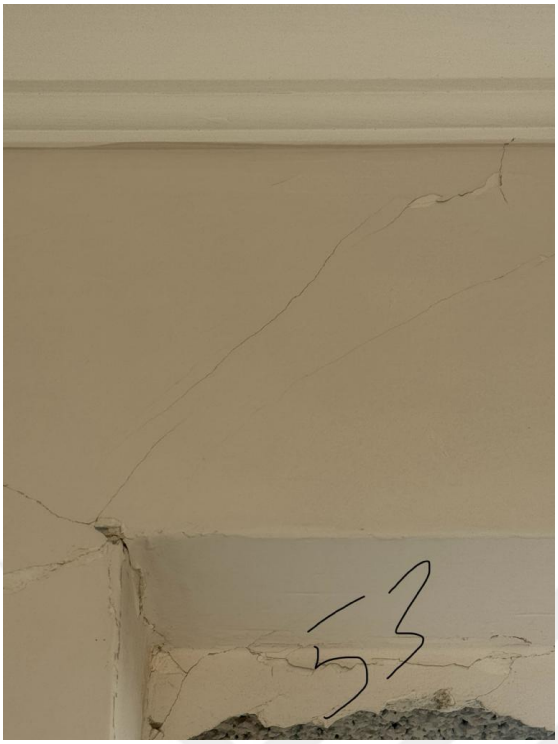
Şekil 3. 36 SZ28-KZ33 Birleşim Bölgesi Hasarı

Şekil 3. 37 SZ06-KZ65 Birleşim Bölgesi Hasarı

Şekil 3. 38 KZ03-SZ05 Birleşim Bölgesi Hasarı

Şekil 3. 39 SZ01-KZ41 Birleşim Bölgesi Hasarı

- Konsol kirişlerde çatlaklar (ör. KZ29, KZ35, KZ23)



Şekil 3. 40 KZ29 Kirişi Hasarı

Şekil 3. 41 KZ35 Kirişi Hasarı

Çok sayıda kiriş-perde birleşim yerinde iki yönlü çatlak ve saplama bölgesi sarımları

- Kiriş-kolon-perde birleşim bölgelerinde çatlaklar (ör. P2B09-K2B19, K2B28, K2B53-P2B11)

Şekil 3. 42 P2B09-K2B19 Birleşim Bölgesi Hasarı

Şekil 3. 43 K2B53-P2B11 Birleşim Bölgesi Hasarı

- Özellikle perde uç bölgelerinde yoğunlaşmış kılcal çatlaklar ve ciddi çatlak kümeleri (ör. K2B25, K2B49, K2B05, K2B08)

Şekil 3. 44 K2B25 Kirişi Hasarı

Şekil 3. 45 K2B49 Kirişi Hasarı

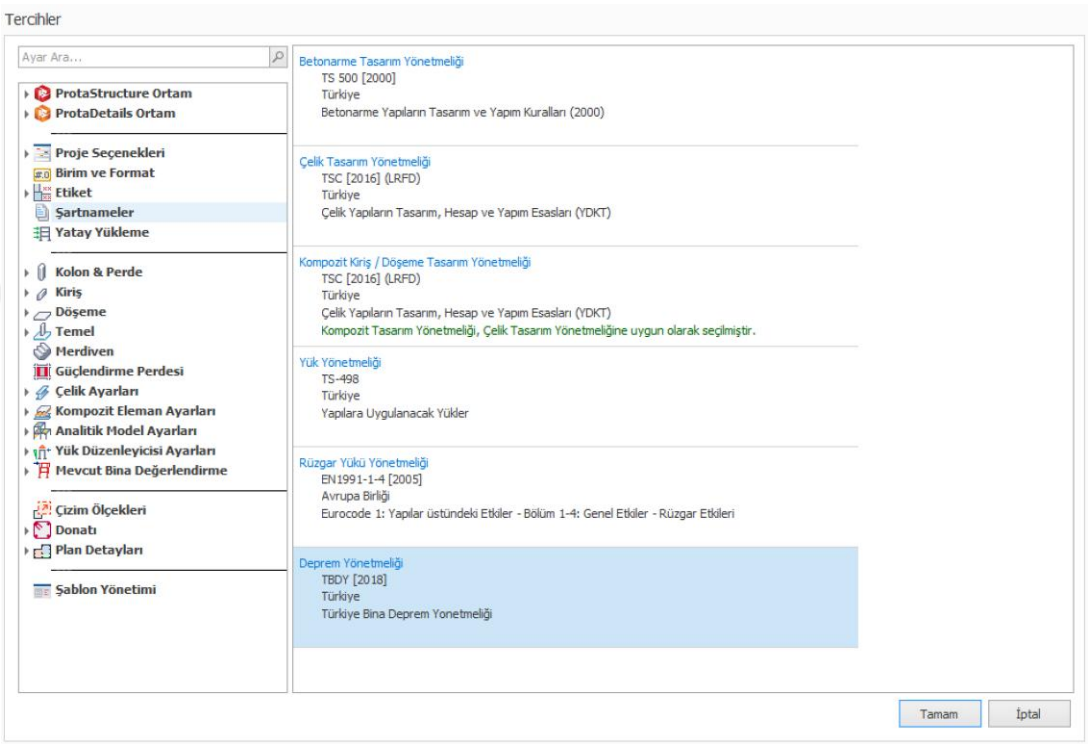
Şekil 3. 46 K2B05 Kirişi Hasarı

Şekil 3. 47 K2B08 Kirişi Hasarı

Bu hasar gözlemleri, yapının özellikle kiriş düzlemlerinde yaygın çatlaklar, birleşim bölgelerinde gerilme birikimi ve yer yer plastiğe yakın davranış sergilediğini ortaya koymaktadır. Bu saha verileri, analizle elde edilen plastik mafsal bölgeleri ve göreli kat ötelemeleri ile karşılaştırmalı olarak değerlendirilecektir.

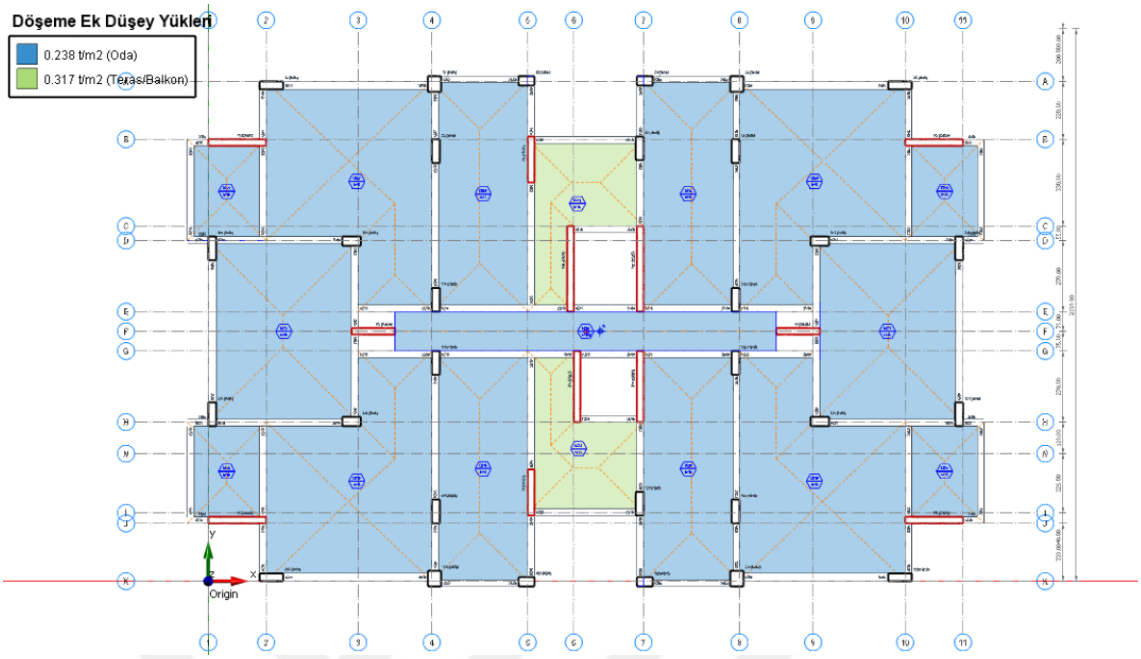
3.4. Yapısal Modelleme ve Yükleme

Bu çalışmada yapının üç boyutlu analizi ve taşıyıcı sistemin modellenmesi, ProtaStructure 2025 yazılımı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Modelleme ve yükleme süreci, yazılımın sunduğu modüler araçlar ve Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği 2018 (TBDY 2018) esas alınarak yürütülmüştür. Aşağıda bu sürece ilişkin temel başlıklar açıklanmıştır:



Şekil 3. 48 ProtaStructure Tercihler Kısmında Yönetmelik ve Şartnameler

Döşemelerin Tanımlanması



Şekil 3. 49 Modelde Tipik Kat Planı ve Atanan Sabit Yükler

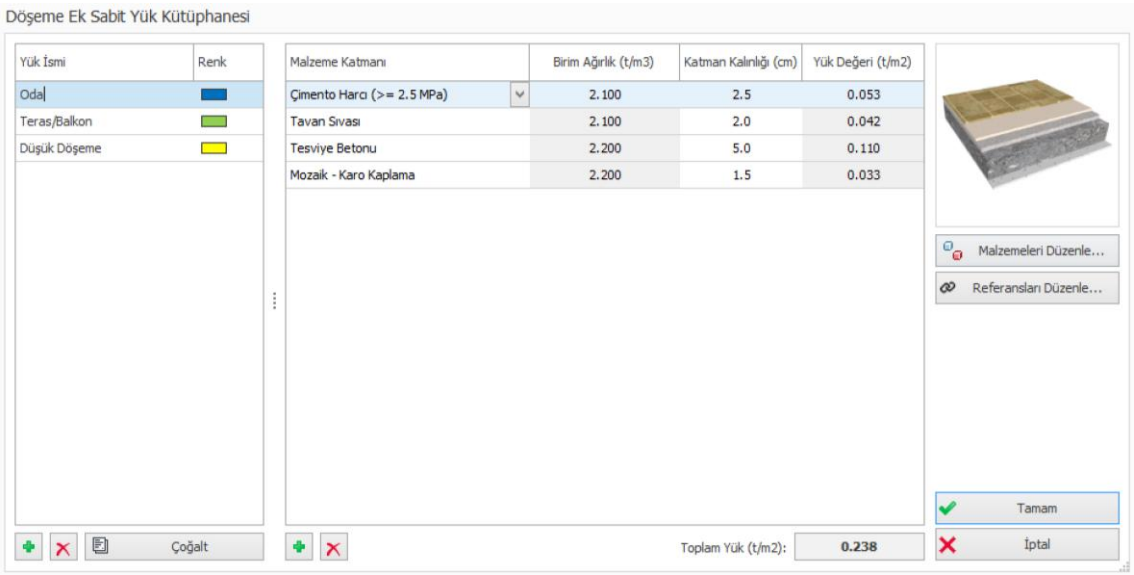
Yapının tüm kat döşemeleri kabuk (shell) eleman olarak modellenmiştir. Bu sayede hem rijitlik hem de kütle etkileri doğrudan modele aktarılmış, rijit diyafram varsayımı yapılmamıştır. Döşeme tipi, kalınlık ve beton örtüsü "Döşeme Özellikleri" ekranı üzerinden tanımlanmış, 15 cm döşeme kalınlığı kullanılmıştır. Ek düşey yükler ise "Döşeme Ek Düşey Yük Kütüphanesi" kullanılarak farklı katlarda farklı yük dağılımları tanımlanmıştır.

Standard oda döşemeleri için sabit yük: 0.238 t/m2

Merdiven döşemeleri için sabit yük: 0.318 t/m2

Standard oda döşemeleri için hareketli yük: 0.200 t/m2

Merdiven döşemeleri için hareketli yük: 0.400 t/m2



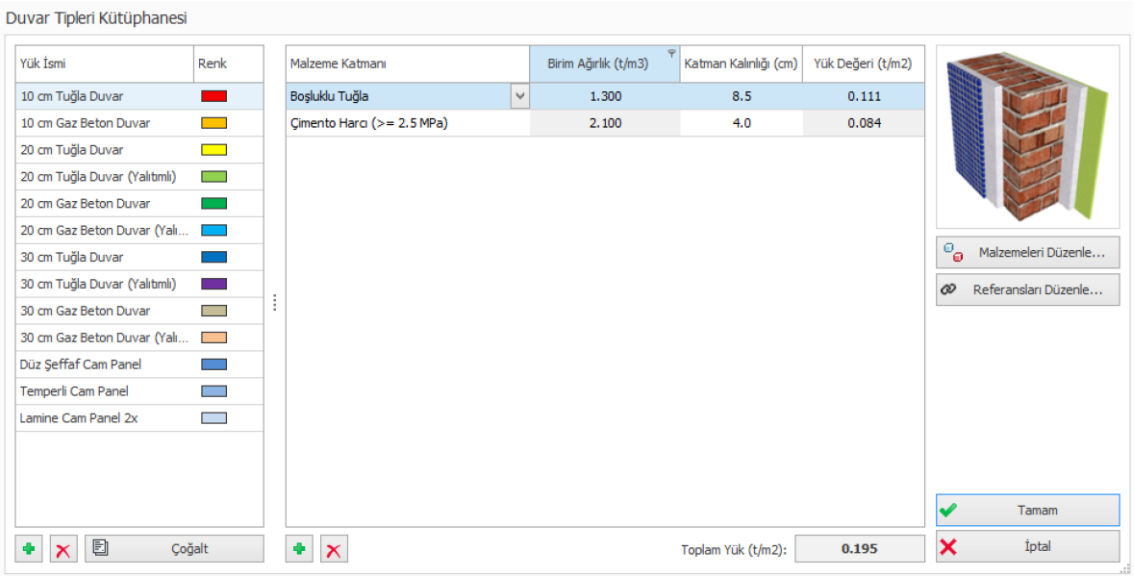
Şekil 3. 50 Standard Oda Döşemeleri İçin Atanan Yük Değeri

Kiriş Duvar Yüklerinin Tanımlanması

Taşınabilir duvar yükleri, özellikle iç mekân bölme duvarlarının modellenmesi amacıyla "Bölme Duvarı Yükleri" menüsü aracılığıyla tanımlanmıştır. Duvar yüksekliği, kalınlığı ve malzeme yoğunluğuna bağlı olarak elde edilen yükler, kirişlere çizgisel yayılı yük şeklinde atanmıştır.

Dış çerçeve 20 cm Tuğla Duvar (Yalıtımlı) için sabit yük: 0.354 t/m2

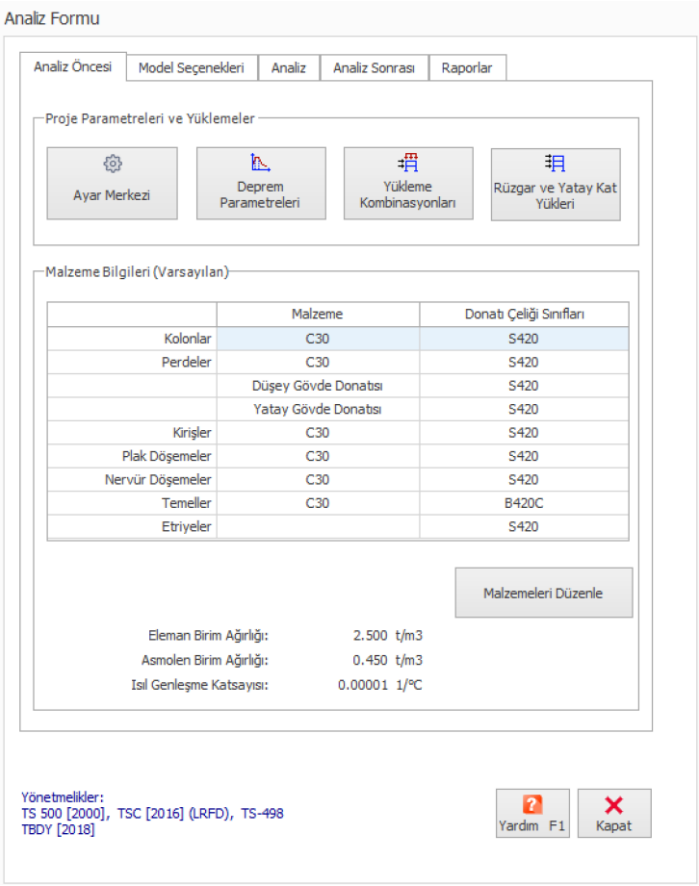
İç çerçeve 10 cm Tuğla Duvar için sabit yük: 0.195 t/m2



Şekil 3. 51 Bölme Duvarlar İçin Atanan Yük Değeri

Bina Analizi

Yapı, TBDY 2018'e uygun olarak modal analiz yöntemi ile analiz edilmiştir. Ön analizde tüm taşıyıcı sistemin modellenmesi tamamlandıktan sonra performans analiz süreci başlatılacaktır. Gerekli kontrol listeleri analiz öncesi tamamlanmıştır.



Şekil 3. 52 Ön Analiz Formu ve Malzemelerin Düzenlenmesi

Deprem Parametreleri

Deprem yükleri, Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği 2018 (TBDY 2018) esas alınarak tanımlanmıştır. Bu kapsamda, yapı için Deprem Yer Hareketi Düzeyi olarak DD-2 kabul edilmiştir (TBDY 2018, Md. 2.2).

DD-1 Deprem Yer Hareketi, spektral büyüklüklerin 50 yılda aşılma olasılığının %2 ve buna karşı gelen tekrarlanma periyodunun 2475 yıl olduğu çok seyrek deprem yer hareketini nitelemektedir. Bu deprem yer hareketi, göz önüne alınan en büyük deprem yer hareketi olarak da adlandırılmaktadır.

DD-2 Deprem Yer Hareketi, spektral büyüklüklerin 50 yılda aşılma olasılığının %10 ve buna karşı gelen tekrarlanma periyodunun 475 yıl olduğu seyrek deprem yer

hareketini nitelemektedir. Bu deprem yer hareketi, standart tasarım deprem yer hareketi olarak da adlandırılmaktadır.

DD-3 Deprem Yer Hareketi, spektral büyüklüklerin 50 yılda aşılma olasılığının %50 ve buna karşı gelen tekrarlanma periyodunun 72 yıl olduğu sık deprem yer hareketini nitelemektedir.

DD-4 Deprem Yer Hareketi, spektral büyüklüklerin 50 yılda aşılma olasılığının %68 (30 yılda aşılma olasılığı %50) ve buna karşı gelen tekrarlanma periyodunun 43 yıl olduğu çok sık deprem yer hareketini nitelemektedir. Bu deprem yer hareketi, servis deprem yer hareketi olarak da adlandırılmaktadır.

Yerel zemin sınıfı, ZC olarak belirlenmiş olup, bu sınıf "orta sert zemin" olarak tanımlanmıştır (Çizelge 3.2);

Çizelge 3. 6 Yerel Zemin Sınıfları (TBDY 2018)

Yerel Zemin Sınıfı	Zemin Cinsi	Üst 30 metrede ortalama		
		$(V_S)_{30}$ [m/s]	$(N_{60})_{30}$ [darbe /30 cm]	$(c_u)_{30}$ [kPa]
ZA	Sağlam, sert kayalar	> 1500	–	–
ZB	Az ayrışmış, orta sağlam kayalar	760 – 1500	–	–
ZC	Çok sıkı kum, çakıl ve sert kil tabakaları veya ayrışmış, çok çatlaklı zayıf kayalar	360 – 760	> 50	> 250
ZD	Orta sıkı – sıkı kum, çakıl veya çok katı kil tabakaları	180 – 360	15 – 50	70 – 250
ZE	Gevşek kum, çakıl veya yumuşak – katı kil tabakaları veya $PI > 20$ ve $w > \%\ 40$ koşullarını sağlayan toplamda 3 metreden daha kalın yumuşak kil tabakası $(c_u < 25\ \text{kPa})$ içeren profiller	< 180	< 15	< 70
ZF	Sahaya özel araştırma ve değerlendirme gerektiren zeminler: 1) Deprem etkisi altında çökme ve potansiyel göçme riskine sahip zeminler (sıvılaşabilir zeminler, yüksek derecede hassas killer, göçebilir zayıf çimentolu zeminler vb.), 2) Toplam kalınlığı 3 metreden fazla turba ve/veya organik içeriği yüksek killer, 3) Toplam kalınlığı 8 metreden fazla olan yüksek plastisiteli (PI >50) killer, 4) Çok kalın (> 35 m) yumuşak veya orta katı killer.			

Bu zemine ve konuma karşılık gelen spektral ivme katsayıları, tasarım projesinde de kullanıldığı gibi AFAD Türkiye Deprem Tehlike Haritası verilerine göre $S_s = 0.841$ ve $S_1 = 0.228$ olarak alınmıştır (TBDY 2018, Md. 2.3.2.1, Ek 2B).

Yapının kullanım amacı doğrultusunda Bina Kullanım Sınıfı (BKS), insan yoğunluğunun yüksek olduğu konut yapıları için BKS = 3 olarak tanımlanmıştır (Çizelge 3.2). Bu kullanım sınıfına bağlı olarak önem katsayısı I = 1.0 kabul edilmiştir. Yapının

yüksekliği ve taşıyıcı sistem özellikleri dikkate alınarak Bina Yükseklik Sınıfı (BYS), BYS = 4 olarak belirlenmiştir (Çizelge 3.5). Tüm bu bilgiler ışığında yapı, Deprem Tasarım Sınıfı (DTS) = 1 kapsamında değerlendirilmiş ve bu sınıfa uygun elastik tasarım spektrumu kullanılarak analizler gerçekleştirilmiştir (Çizelge 3.6).

Çizelge 3. 7 Deprem Tasarım Sınıfları (DTS) (TBDY 2018)

DD-2 Deprem Yer Hareketi Düzeyinde Kısa Periyot Tasarım Spektral İvme Katsayısı (S_{DS})	Bina Kullanım Sınıfı	
	BKS = 1	BKS = 2, 3
$S_{DS} < 0.33$	DTS = 4a	DTS = 4
$0.33 \le S_{DS} < 0.50$	DTS = 3a	DTS = 3
$0.50 \le S_{DS} < 0.75$	DTS = 2a	DTS = 2
$0.75 \le S_{DS}$	DTS = 1a	DTS = 1

Çizelge 3. 8 Bina Kullanım Sınıfları ve Bina Önem Katsayıları (TBDY 2018)

Bina Kullanım Sınıfı	Binanın Kullanım Amacı	Bina Önem Katsayısı (I)
BKS = 1	**Deprem sonrası kullanımı gereken binalar, insanların uzun süreli ve yoğun olarak bulunduğu binalar, değerli eşyanın saklandığı binalar ve tehlikeli madde içeren binalar** **a)** Deprem sonrasında hemen kullanılması gerekli binalar (Hastaneler, dispanserler, sağlık ocakları, itfaiye bina ve tesisleri, PTT ve diğer haberleşme tesisleri, ulaşım istasyonları ve terminalleri, enerji üretim ve dağıtım tesisleri, vilayet, kaymakamlık ve belediye yönetim binaları, ilk yardım ve afet planlama istasyonları) **b)** Okullar, diğer eğitim bina ve tesisleri, yurt ve yatakhaneler, askeri kışlalar, cezaevleri, vb. **c)** Müzeler **d)** Toksik, patlayıcı, parlayıcı, vb. özellikleri olan maddelerin bulunduğu veya depolandığı binalar	1.5
BKS = 2	**İnsanların kısa süreli ve yoğun olarak bulunduğu binalar** Alışveriş merkezleri, spor tesisleri, sinema, tiyatro, konser salonları, ibadethaneler, vb.	1.2
BKS = 3	**Diğer binalar** BKS=1 ve BKS=2 için verilen tanımlara girmeyen diğer binalar (Konutlar, işyerleri, oteller, bina türü endüstri yapıları, vb.)	1.0

Çizelge 3. 9 Bina Yükseklik Sınıfları ve Deprem Tasarım Sınıflarına Göre Tanımlanan Bina Yükseklik Aralıkları (TBDY 2018)

Bina Yükseklik Sınıfı	Bina Yükseklik Sınıfları ve Deprem Tasarım Sınıflarına Göre Tanımlanan Bina Yükseklik Aralıkları [m]		
	DTS = 1, 1a, 2, 2a	DTS = 3, 3a	DTS = 4, 4a
BYS = 1	$H_N > 70$	$H_N > 91$	$H_N > 105$
BYS = 2	$56 < H_N \leq 70$	$70 < H_N \leq 91$	$91 < H_N \leq 105$
BYS = 3	$42 < H_N \leq 56$	$56 < H_N \leq 70$	$56 < H_N \leq 91$
BYS = 4	$28 < H_N \leq 42$	$42 < H_N \leq 56$	
BYS = 5	$17.5 < H_N \leq 28$	$28 < H_N \leq 42$	
BYS = 6	$10.5 < H_N \leq 17.5$	$17.5 < H_N \leq 28$	
BYS = 7	$7 < H_N \leq 10.5$	$10.5 < H_N \leq 17.5$	
BYS = 8	$H_N \leq 7$	$H_N \leq 10.5$	

Deprem yer hareketi spektrumları, belirli bir deprem yer hareketi düzeyi esas alınarak %5 sönüm oranı için, harita spektral ivme katsayılarına ve yerel zemin etki katsayılarına bağlı olarak standart biçimde veya göre sahaya özel deprem tehlikesi analizleri ile özel olarak tanımlanırlar.

Boyutsuz harita spektral ivme katsayıları, dört farklı deprem yer hareketi düzeyi için Türkiye Deprem Tehlike Haritaları kapsamında tanımlanmıştır:

(a) Kısa periyot harita spektral ivme katsayısı S_S

(b) 1.0 saniye periyot için harita spektral ivme katsayısı S_1

Birbirine dik iki yatay doğrultudaki deprem etkilerinin geometrik ortalamasına karşı gelen harita spektral ivme katsayıları, belirli bir deprem yer hareketi düzeyi için referans zemin koşulu [$(V_S)_{30}$=760 m/s] esas alınarak %5 sönüm oranı için harita spektral ivmelerinin yerçekimi ivmesine bölünmesi ile boyutsuz katsayılar olarak tanımlanmıştır.

Harita spektral ivme katsayıları S_S ve S_1, aşağıdaki şekilde tasarım spektral ivme katsayıları S_{DS} ve S_{D1}'e dönüştürülür:

$$S_{DS} = S_S F_S$$
$$S_{D1} = S_1 F_1 \quad \textbf{(3.1)}$$

Yerel zemin etki katsayıları F_S ve F_1, sırasıyla Çizelge 3.6 ve Çizelge 3.7'de verilmiştir. Tablolarda harita spektral ivme katsayılarının ara değerleri için doğrusal enterpolasyon yapılabilir.

Çizelge 3. 10 Kısa periyot bölgesi için Yerel Zemin Etki Katsayıları (TBDY 2018)

Yerel Zemin Sınıfı	Kısa periyot bölgesi için *Yerel Zemin Etki Katsayısı* F_S					
	$S_S \le 0.25$	$S_S = 0.50$	$S_S = 0.75$	$S_S = 1.00$	$S_S = 1.25$	$S_S \ge 1.50$
ZA	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
ZB	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
ZC	1.3	1.3	1.2	1.2	1.2	1.2
ZD	1.6	1.4	1.2	1.1	1.0	1.0
ZE	2.4	1.7	1.3	1.1	0.9	0.8
ZF	*Sahaya özel zemin davranış analizi yapılacaktır* (**Bkz.16.5**).					

Çizelge 3. 11 1.0 saniye periyot için Yerel Zemin Etki Katsayıları (TBDY 2018)

Yerel Zemin Sınıfı	1.0 saniye periyot için *Yerel Zemin Etki Katsayısı* F_1					
	$S_1 \le 0.10$	$S_1 = 0.20$	$S_1 = 0.30$	$S_1 = 0.40$	$S_1 = 0.50$	$S_1 \ge 0.60$
ZA	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
ZB	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
ZC	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.4
ZD	2.4	2.2	2.0	1.9	1.8	1.7
ZE	4.2	3.3	2.8	2.4	2.2	2.0
ZF	*Sahaya özel zemin davranış analizi yapılacaktır* (**Bkz.16.5**).					

ZF yerel zemin sınıfına giren zeminler için sahaya özel zemin davranış analizleri TBDY 2018 kısım 16.5'e göre yapılacaktır.

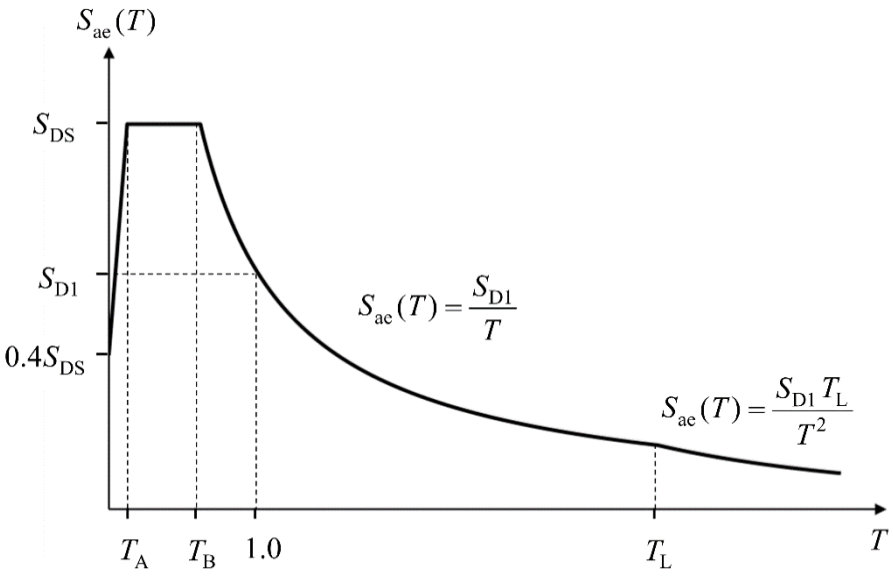
Gözönüne alınan herhangi bir deprem yer hareketi düzeyi için yatay elastik tasarım ivme spektrumu'nun ordinatları olan yatay elastik tasarım spektral ivmeleri $S_{ae}(T)$, doğal titreşim periyoduna bağlı olarak yerçekimi ivmesi [g] cinsinden Denklem(3.2)'de tanımlanmıştır (Şekil 3.26):

$$
\begin{aligned}
S_{ae}(T) &= \left(0.4 + 0.6\frac{T}{T_A}\right) S_{DS} && (0 \le T \le T_A) \\
S_{ae}(T) &= S_{DS} && (T_A \le T \le T_B) \\
S_{ae}(T) &= \frac{S_{D1}}{T} && (T_B \le T \le T_L) \\
S_{ae}(T) &= \frac{S_{D1} T_L}{T^2} && (T_L \le T)
\end{aligned}
\qquad \textbf{(3.2)}
$$

Burada S_{DS} ve S_{D1} Denklem(3.1)'de tanımlanan tasarım spektral ivme katsayıları'nı, T ise doğal titreşim periyodunu göstermektedir. Yatay tasarım spektrumu köşe periyotları T_A ve T_B Denklem(3.3) ile S_{DS} ve S_{D1} 'e bağlı olarak tanımlanır:

$$T_A = 0.2\frac{S_{D1}}{S_{DS}} \qquad ; \qquad T_B = \frac{S_{D1}}{S_{DS}} \tag{3.3}$$

Sabit yerdeğiştirme bölgesine geçiş periyodu T_L = 6 s alınacaktır.



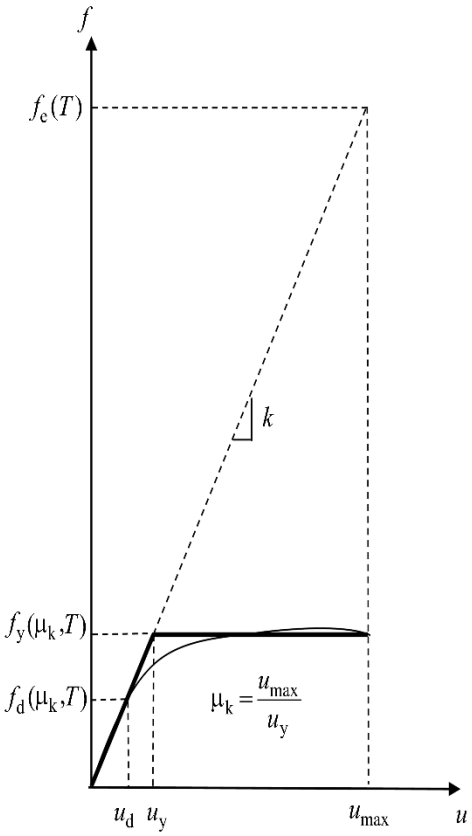
Şekil 3. 53 Yatay Elastik Deprem Spektrumu

Dayanım Fazlalığı Katsayısı

Dayanıma Göre Tasarım'da, öngörülen süneklik kapasitesi'ne bağlı olarak, taşıma gücü yaklaşımı ile kesit tasarımı için, taşıyıcı sistemin sahip olması gereken tasarım dayanım $f_d(\mu_k, T)$ Denklem(3.4) ile tanımlanır:

$$f_d(\mu_k, T) = \frac{f_y(\mu_k, T)}{D} \tag{3.4}$$

Denklem(3.4)'de D, Dayanım Fazlalığı Katsayısı'nı göstermektedir. Bu katsayı ile, akma dayanımının tasarım dayanımına göre fazlalığı ifade edilmektedir.



Deprem Yükü Azaltma Katsayısı

Deprem yükü azaltma katsayısı, yapıların deprem etkisi altındaki davranışlarını doğrusal olmayan (nonlineer) şekilde temsil eden, yapıların enerji tüketme (sönümleme) kapasitesini ve sünekliğini hesaba katan temel bir parametredir. Bu katsayı, yapıların elastik davranışla değil, plastik şekil değiştirme kabiliyetiyle deprem enerjisini sönümleyeceği varsayımına dayanır. Böylece yapıların tasarımında, gerçekçi ancak güvenli bir şekilde daha düşük deprem kuvvetleri dikkate alınır.

Deprem yükü azaltma katsayısı (genellikle R katsayısı olarak adlandırılır), bir yapının elastik deprem kuvvetine karşılık gelen maksimum kuvvet ile bu kuvvetin tasarımda kullanılmasına izin verilen azaltılmış değer arasındaki orandır. Yönetmelik'te, doğrusal elastik deprem yüklerinin azaltılmasında esas alınacak Deprem Yükü Azaltma Katsayısı $R_a(T)$ aşağıdaki Denklem(3.5) ve Denklem(3.6) ile ifade edilir:

$$R_a(T) = \frac{R}{I} \qquad T > T_B \tag{3.5}$$

$$R_a(T) = D + \left(\frac{R}{I} - D\right)\frac{T}{T_B} \qquad T \le T_B \tag{3.6}$$

Çizelge 3.8'deki R Taşıyıcı sistem Davranış Katsayısı, I Bina Önem Katsayısı, T Doğal titreşim periyodu [s] ve T_B Yatay elastik tasarım ivme spektrumu köşe periyodu [s] na bağlı olarak verilmiştir. Titreşim periyodu çok küçük yapılar, relatif olarak daha rijit ve gevrek oldukları için bu katsayı daha küçük tutulmuştur. Buna karşılık, periyodun artmasıyla daha kolay şekil değiştiren sünek yapılarda azaltma öngörülmüştür. Denklem(3.5) ve Denklem(3.6), Çizelge 3.8'de de görüldüğü gibi, betonarme taşıyıcı sistemler boyutlamada uyulan kurallara bağlı olarak süneklik düzeyine göre gruplara ayrılmıştır. Tablonun incelenmesinden, süneklik düzeyi yüksek olan yapılarda, elastik ötesi davranış önemli olduğu için taşıyıcı sistem davranış katsayısı, dolayısıyla deprem yükü azaltma katsayısının büyük olduğu görülmektedir.

Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı R, öngörülen süneklik kapasitesi μ_k'ya, Denklem(3.4)'de tanımlanan Dayanım Fazlalığı Katsayısı D'ye ve Çizelge 3.4'de tanımlanan Bina Önem Katsayısı I'ya bağlı olarak Denklem(3.7) ile tanımlanır:

$$\frac{R}{I} = \mu_k D \tag{3.7}$$

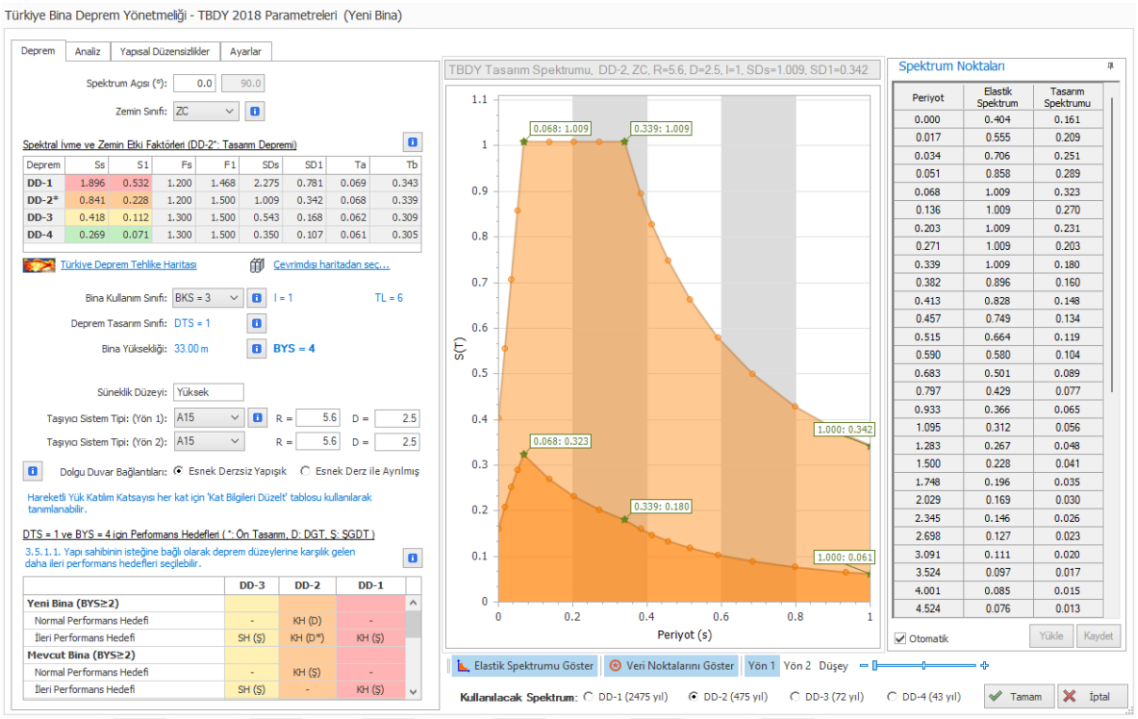
Yapılar, deprem sırasında elastik sınırın ötesine geçerek plastik şekil değiştirme yapar ve bu süreçte önemli miktarda enerji sönümler. Yapı sisteminin bu doğrusal olmayan davranışı, her ne kadar lineer analiz yöntemleriyle modellenemese de, R katsayısı sayesinde bu etki yaklaşık olarak temsil edilebilir. Bu nedenle R katsayısı, aslında bir tür lineerleştirme aracıdır (linearization device) ve deprem mühendisliğinde doğrusal analiz yöntemleriyle doğrusal olmayan davranışın sonuçlarını tahmin etmeyi sağlar (Chopra, 2017).

R katsayısı, sadece sünekliğe değil, aynı zamanda yapının rijitliğine, düzensizliklerine ve enerji tüketme kabiliyetine de bağlıdır. Yüksek sünekliğe sahip sistemler (örneğin özel moment aktaran çerçeveler), daha yüksek R katsayısı ile tasarlanabilirken; gevrek veya daha az sünek sistemler (örneğin dolgu duvarlı sistemler) için daha düşük R katsayısı kullanılır. Bu katsayı, yapı türüne göre değişkenlik gösterir ve deprem yönetmelikleri tarafından tanımlanmış aralıklarda kullanılır.

TBDY (2018)'ye göre, R katsayısı yapı sistemine göre tanımlanmış ve Tablo 4.1'de sistematik olarak sınıflandırılmıştır.

Çizelge 3. 12 Bina Taşıyıcı Sistemleri için Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı, Dayanım Fazlalığı Katsayısı ve İzin Verilen Bina Yükseklik Sınıfları (TBDY 2018)

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



Şekil 3. 54 Deprem Hesabında Kullanılacak Elastik ve Tasarım Tepki Spektrumları

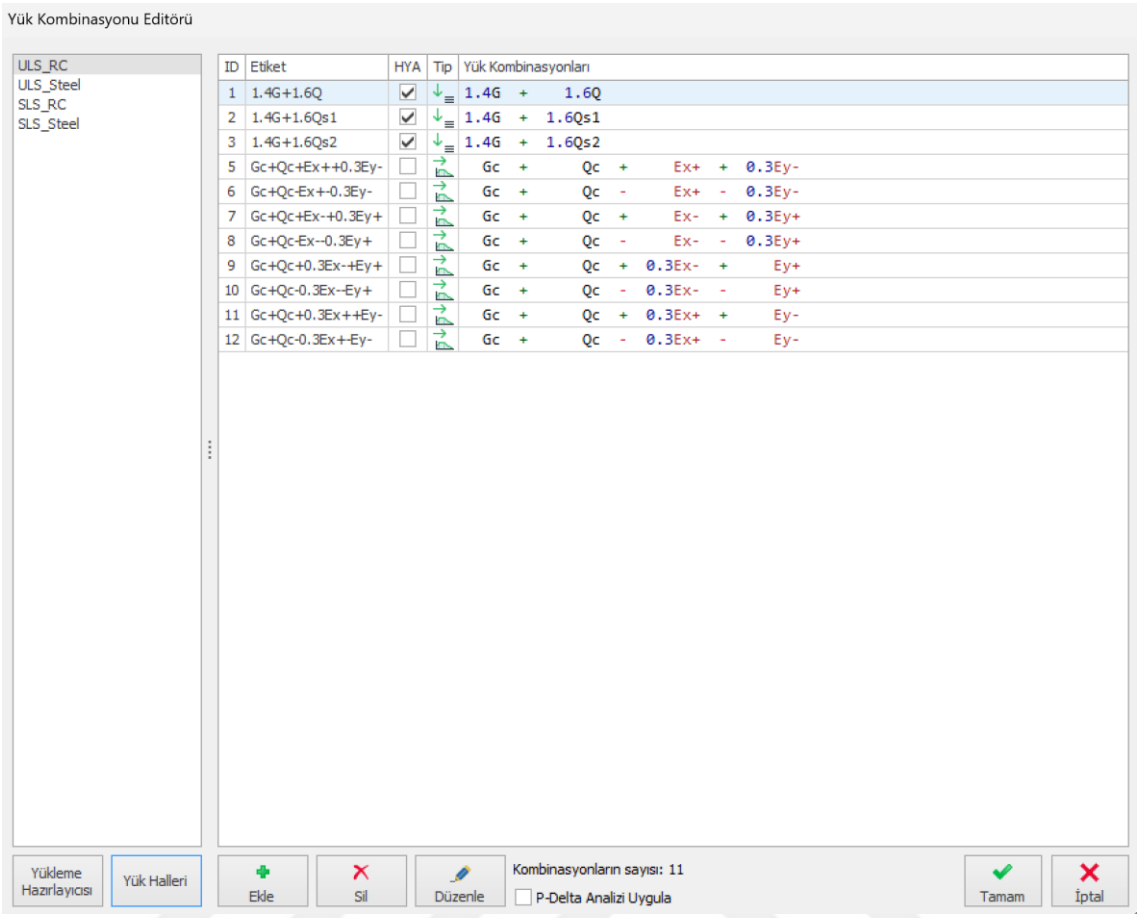
Yük Halleri ve Yük Kombinasyonları

TBDY 2018 kısım 4.4.2 ye göre, yatay deprem etkisi altında taşıyıcı sistemin deprem hesabının Eşdeğer Deprem Yükü veya Mod Birleştirme yöntemlerden biri ile yapılması durumunda, yatayda birbirine dik (X) ve (Y) doğrultularında tanımlanan depremlerden oluşan deprem etkileri Denklem(3.8)'de tanımlandığı şekilde birleştirilecektir:

$$E_d^{(H)} = \pm E_d^{(X)} \pm 0.3 E_d^{(Y)}$$
$$E_d^{(H)} = \pm 0.3 E_d^{(X)} \pm E_d^{(Y)} \quad \textbf{(3.8)}$$

Burada $E_d^{(X)}$ ve $E_d^{(Y)}$, herhangi bir kesitte birbirine dik (X) ve (Y) ayrı ayrı hesaplanan deprem etkilerini, $E_d^{(H)}$ ise doğrultu birleştirmesi uygulanmış tasarıma esas yatay deprem etkisini simgelemektedir.

Yatay deprem etkisi altında taşıyıcı sistemin deprem hesabının zaman tanım alanında yapılması durumunda, yatayda birbirine dik (X) ve (Y) doğrultularındaki deprem bileşenleri TBDY 2018 kısım 2.5'e göre birlikte eş zamanlı olarak tanımlandığından, birleştirilmiş yatay deprem etkisi $E_d^{(H)}$, bu hesap sonucunda doğrudan elde edilmektedir.

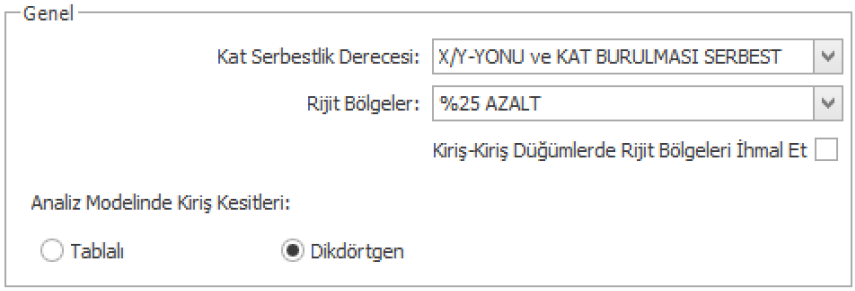


Şekil 3. 55 ProtaStructure 2025 Yük Kombinasyonu Editörü

Yapıya etki eden tüm yük türleri için yük halleri oluşturulmuş ve TBDY 2018'e uygun otomatik yük kombinasyonları ProtaStructure tarafından hesaplanmıştır.

Rijit Bölgeler

Kolon ve kiriş uçlarında bulunan rijit bölge etkileri, ProtaStructure tarafından otomatik olarak modellenmiştir. Eleman bağlantı noktalarında moment aktarımının daha gerçekçi olabilmesi için rijit bölge uzunlukları sistem tarafından dikkate alınmıştır.

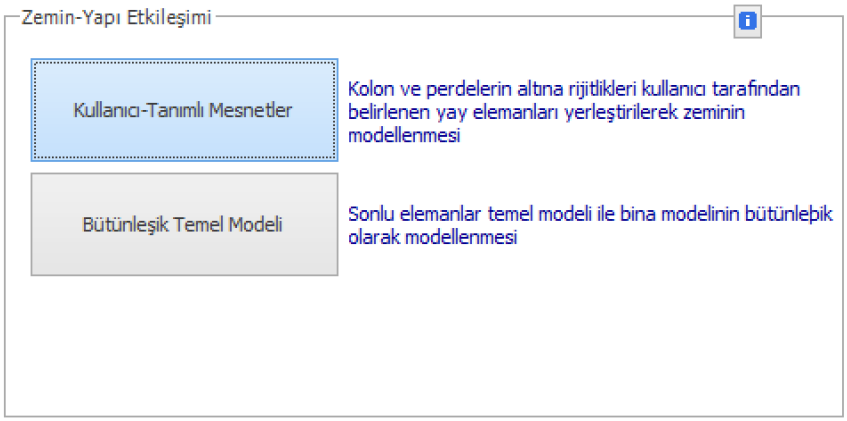


Şekil 3. 56 ProtaStructure 2025 Analiz Formu – Rijit Bölge etkileri Model Seçenekleri

Yapı-Zemin Etkileşimi

Zemin etkileşimi için analiz modeline kullanıcı tanımlı mesnetler eklenebilmekte; ancak bu çalışmada temel sistemi rijit kabul edilerek kolon ve perdelerin alt uçlarına

ankastre mesnetler tanımlanmıştır. Alternatif olarak yaylı mesnet tanımı mümkün olmakla birlikte, zemin-yapı etkileşimi ihmal edilmiştir.



Şekil 3. 57 ProtaStructure 2025 Analiz Formu – Zemin Yapı Etkileşimi Model Seçenekleri

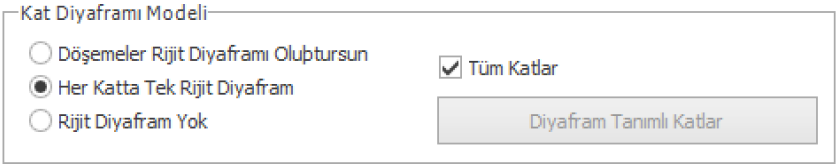
Perde Duvar Modeli

Tüm perde duvarlar kabuk elemanlarla modellenmiş, "Sonlu Elemanlar Kabuk Modeli" tipi perde modeli tercih edilmemiştir. Bu sayede perdelerin düzlem içi ve dışı davranışları sonlu elemanlarla detaylı biçimde simüle edilmiştir. Fakat, zaman tanım alanında perfomans analizi sırasında model verileri OpeenSees ile entegre edileceğinde bu ayar "Orta Kolon Modeli" olarak program tarafından değiştirişmiş ve veriler OpeenSees programında bu şekilde aktarılmıştır.

Şekil 3. 58 ProtaStructure 2025 Analiz Formu – Perde Model Seçenekleri

Kat Diyaframları

Modelde rijit diyafram tanımlaması yapılmamış, her kat döşemesi ayrı ayrı kabuk olarak modellenmiştir. Kat düzlemi içi deformasyonlar göz önüne alınarak daha gerçekçi bir yapı davranışı elde edilmiştir.



Şekil 3. 59 ProtaStructure 2025 Analiz Formu – Kat Diyafram Model Seçenekleri

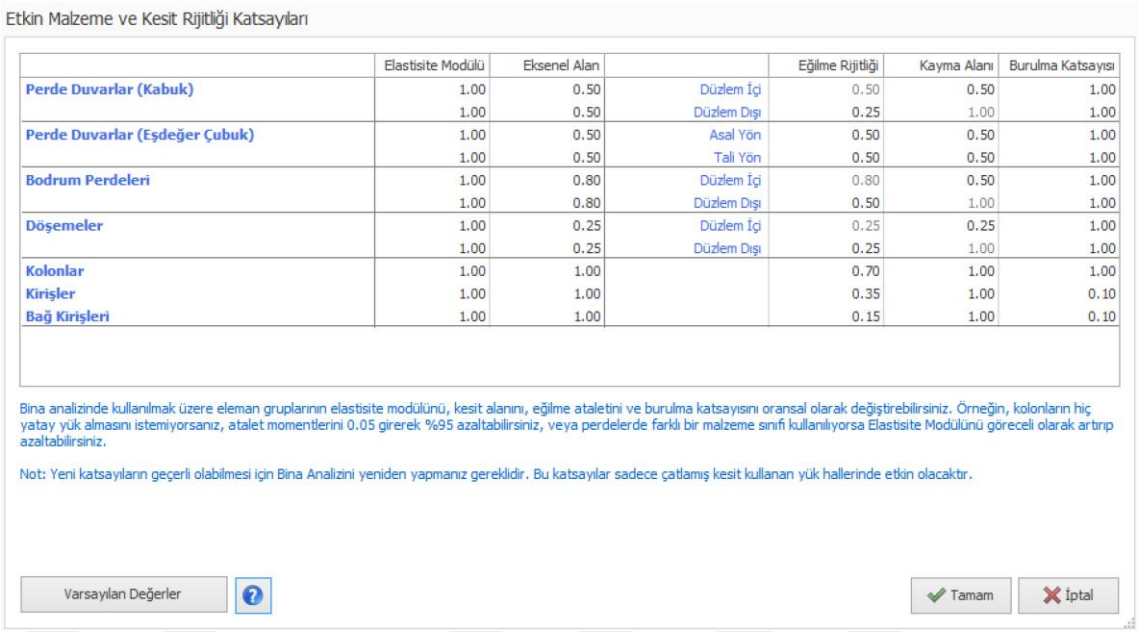
Malzeme ve Kesit Etkin Rijitlik Katsayıları

Etkin kesit rijitliği çarpanları, yapı elemanlarının gerçek davranışını elastik analizlerde daha doğru temsil edebilmek amacıyla uygulanan azaltma katsayılarıdır. Betonarme elemanlar, özellikle deprem etkisi altında çatlama, süreksizlikler ve ikinci mertebe etkiler nedeniyle başlangıçtaki elastik rijitliklerini kaybeder. Bu durum, yapı sisteminin yer değiştirme ve iç kuvvet dağılımını etkilediğinden, elastik analizlerde kesit rijitliklerinin düşürülmesi yoluyla modellenmesi gerekir. Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği (TBDY 2018) bu amaçla farklı eleman türleri için önerilen etkin eğilme rijitliği çarpanlarını tanımlamaktadır;

Çizelge 3. 13 Betonarme Taşıyıcı Sistem Elemanlarının Etkin Kesit Rijitliği Çarpanları (TBDY 2018)

Betonarme Taşıyıcı Sistem Elemanı	Etkin Kesit Rijitliği Çarpanı	
Perde – Döşeme (Düzlem İçi)	***Eksenel***	***Kayma***
Perde	0.50	0.50
Bodrum perdesi	0.80	0.50
Döşeme	0.25	0.25
Perde – Döşeme (Düzlem Dışı)	***Eğilme***	***Kesme***
Perde	0.25	1.00
Bodrum perdesi	0.50	1.00
Döşeme	0.25	1.00
Çubuk eleman	***Eğilme***	***Kesme***
Bağ kirişi	0.15	1.00
Çerçeve kirişi	0.35	1.00
Çerçeve kolonu	0.70	1.00
Perde (eşdeğer çubuk)	0.50	0.50

TBDY 2018'de Dayanıma Göre Tasarım kapsamında betonarme taşıyıcı sistem elemanlarının kesit özelliklerinin modellenmesinde Çizelge 3.5'de verilen etkin kesit rijitliği çarpanları kullanılacaktır. Burada verilen her iki çarpan da hesap modelinde gözönüne alınacaktır. Etkin kesit rijitlikleri çarpanları, sadece deprem etkili yük birleşimleri içinde yer alan ve bu birleşimlere giren yükler altındaki hesaplarda uygulanacaktır.



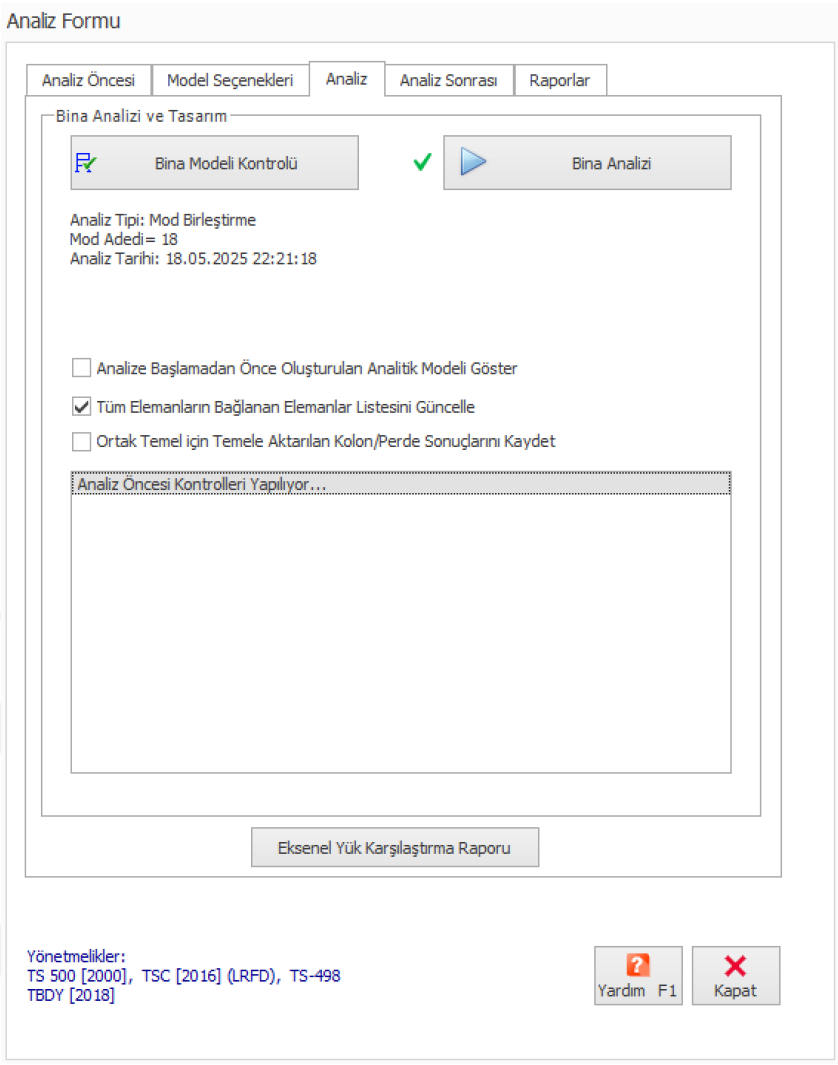
Şekil 3. 60 ProtaStructure 2025 Etkin Malzeme ve Kesit Rijitliği Katsayıları

Bu çarpanlar yalnızca doğrusal analizlerde kullanılırken, doğrusal olmayan analizlerde kesit zayıflamaları doğrudan modellenir. Böylece analiz sonuçları, yapının gerçek sismik performansına daha yakın bir şekilde elde edilir.

Analiz İşleminin Başlatılması

Analiz öncesi "Bina Modeli Kontrolü" sekmesi üzerinden: Rijitlik sürekliliği, Kat düzenlilikleri, Eleman sürekliliği, Yük aktarımı gibi kontroller gerçekleştirilmiştir. Herhangi bir modelleme hatası tespit edilmemiştir.

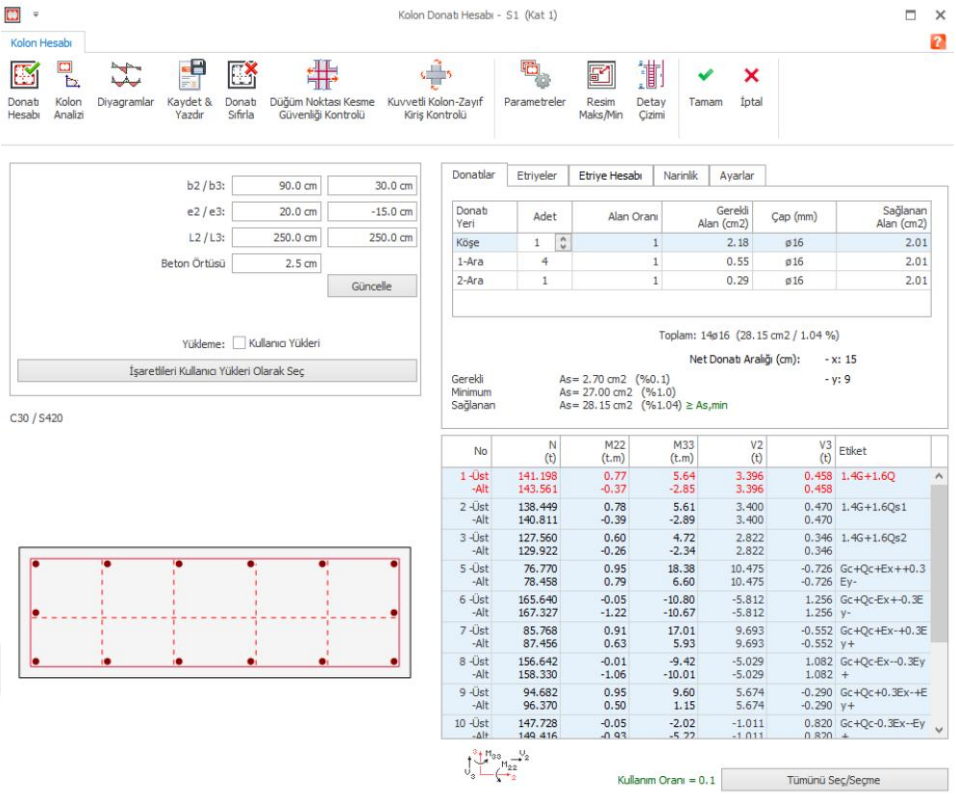
Tüm tanımlar tamamlandıktan sonra analiz, "Yapısal Analiz" sekmesinden başlatılmıştır.



Şekil 3. 61 ProtaStructure 2025 Analiz Formu – Bina Analizi

Kolon ve Perde Donatı Seçimi

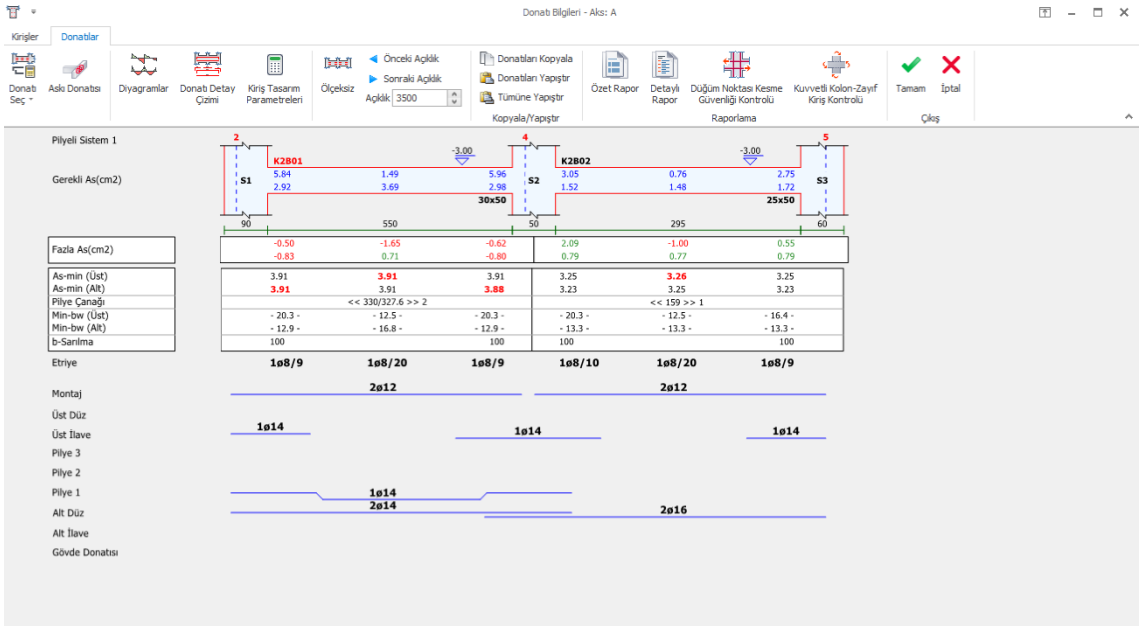
Analiz sonrası kolon ve perde elemanlarının donatı ve etriye detayları, betonarme tasarım sekmesinden mevcut projesine göre her eleman için oluşturulmuştur.



Şekil 3. 62 ProtaStructure 2025 – Kolon ve Perde Donatılarının Düzenlenmesi

Kiriş Donatı Seçimi

Analiz sonrası kiriş donatı ve etriye detayları, betonarme tasarım sekmesinden mevcut projesine göre her eleman için oluşturulmuştur.



Şekil 3. 63 ProtaStructure 2025 – Kiriş Donatılarının Düzenlenmesi

3.5. TBDY 2018'e Göre Şekildeğiştirmeye Dayalı Hesap Esasları

Deprem etkisi altında bina taşıyıcı sistemlerinin tasarımı için iki ana yaklaşımdan biri olan Şekildeğiştirmeye Göre Değerlendirme ve Tasarım (ŞGDT) yaklaşımında:

(a) Mevcut veya daha önce ön tasarımı yapılmış taşıyıcı sistem elemanlarının doğrusal olmayan modelleme yaklaşımları ile uyumlu iç kuvvet – şekildeğiştirme bağıntıları belirlenir.

(b) Öngörülen performans hedef(ler)i ile uyumlu olarak seçilen deprem yer hareket(ler)i altında, taşıyıcı sistemin statik veya zaman tanım alanında dinamik artımsal yöntemlerle hesabı yapılır, doğrusal olmayan sünek davranışa ilişkin şekildeğiştirme talepleri ile gevrek davranışa ilişkin dayanım talepleri elde edilir.

(c) Elde edilen şekildeğiştirme ve iç kuvvet talepleri, öngörülen performans hedef(ler)i ile uyumlu olarak tanımlanan şekildeğiştirme ve dayanım kapasiteleri ile karşılaştırılır.

(d) Mevcut binalar için, şekildeğiştirme ve dayanım taleplerinin bunlara karşı gelen şekildeğiştirme ve dayanım kapasitelerinin altında olduğu veya onları aştığı gösterilerek şekildeğiştirmeye göre değerlendirme tamamlanır.

(e) Yeni yapılacak veya güçlendirilecek mevcut binalar için şekildeğiştirme ve dayanım talepleri, bunlara karşı gelen şekildeğiştirme ve dayanım kapasitelerinin altında ise şekildeğiştirmeye göre tasarım tamamlanır. Aksi durumda eleman kesitleri değiştirilir ve hesap tekrarlanarak yeniden değerlendirme yapılır ve bu şekilde şekildeğiştirmeye göre tasarım sonuçlandırılır.

3.5.1. Doğrusal Olmayan Davranış Modelleri

Yığılı Plastik Davranış Modeli

Çerçeve (çubuk) sonlu elemanları olarak modellenebilen kolon, kiriş ve TBDY kısım 4.5.3.8'de verilen geometrik koşulu sağlayan betonarme perdelerde, doğrusal olmayan davranış modeli olarak Yığılı Plastik Davranış (Plastik Mafsal) Modeli kullanılabilir.

Yığılı Plastik Davranış Modeli'nde iç kuvvetlerin plastik kapasitelerine eriştiği sonlu uzunluktaki bölgeler boyunca, plastik şekildeğiştirmelerin düzgün yayılı biçimde oluştuğu varsayılmaktadır. Plastik mafsal boyu olarak adlandırılan plastik şekildeğiştirme

bölgesi'nin uzunluğu (L_p) , çalışan doğrultudaki kesit boyutu (h)'nin yarısına eşit alınacaktır.

$$L_p = 0.5h \quad \textbf{(3.9)}$$

Sadece eksenel kuvvet altında plastik şekildeğiştirme yapan elemanların plastik şekildeğiştirme bölgelerinin uzunluğu, ilgili elemanın serbest boyuna eşit alınacaktır.

Yığılı plastik şekildeğiştirmeyi temsil eden plastik mafsal'ın, teorik olarak Denklem(3.9)'da belirtilen plastik şekildeğiştirme bölgesi'nin ortasına yerleştirilmesi gerekir.

TBDY'nde, sınır birim kısalma beton için ε_{cu}=0.0035 ve donatı için birim uzama ve kısalma ε_{su} =0.010 değerlerini ve beton için beklenen (ortalama) dayanım f_{ce} =1.3 f_{ck} ve donatı için beklen (ortalama) akma gerilmesi f_{ye} =1.2 f_{yk} olarak öngörülmüştür (Celep, 2024)

Betonarme ve çelik kesitlerin iki doğrulu iç kuvvet-plastik şekildeğiştirme bağıntılarında pekleşme etkisi (plastik dönme artışına bağlı olarak plastik momentin artışı) terk edilebilir.

Zaman tanım alanında yapılacak doğrusal olmayan deprem hesabında çevrimsel davranış modeli olarak, çelik taşıyıcı sistemler için elasto-plastik standart çevrim modeli, betonarme taşıyıcı sistemler için ise önceki maksimuma yönelimli model veya, çevrim içi rijitlik azalmasına olanak sağlamak üzere, ondan türetilmiş modeller kullanılabilir.

Yayılı Plastik Davranış Modelleri

Binanın taşıyıcı sistemini oluşturan kolon, kiriş ve betonarme perdelerde doğrusal olmayan davranış modeli olarak yayılı plastik davranış modelleri de kullanılabilir.

Yayılı plastik davranış modelleri, sonlu uzunluktaki uç bölgeleri (plastik şekildeğiştirme bölgeleri) veya elemanın tüm uzunluğu boyunca doğrusal olmayan şekildeğiştirmeleri sürekli (yayılı) biçimde gözönüne almak üzere kullanılabilir.

Kesit içinde betonun veya yapısal çeliğin yeteri kadar küçük hücrelerle, çelik donatı çubuklarının ise tekil olarak modellendiği ve her bir hücrede doğrusal olmayan eksenel gerilme-birim şekildeğiştirme bağıntılarının çevrimsel olarak gözönüne alınabildiği kesit hücresi (lif) modeli, uygulamada özellikle betonarme perdelerin doğrusal olmayan modellemesi için kullanılabilir. Bu modelle, karmaşık kesitli (T, L, U veya C şeklinde) betonarme perdelerde planda enkesit çeşitli bölgelere ayrılabilir, düşey doğrultuda da perde boyunca sonlu uzunlukta parçalar gözönüne alınarak her bir perde kolunda iki boyutlu bir sonlu eleman ağı oluşturulabilir.

Betonarme perdelerin eğilme ve eksenel kuvvet etkisi altında doğrusal olmayan davranışının modellenmesi için kullanılan kesit hücresi (lif) modeline paralel olarak perdedeki kayma şekildeğiştirmeleri de, sonlu eleman ağı'na paralel bağlı doğrusal bir kayma modeli ile yaklaşık olarak hesaba katılabilir. Bu modelde kullanılacak kayma modülü Çizelge 3.9'dan alınabilir.

Zaman tanım alanında yapılacak doğrusal olmayan deprem hesabında beton ve çelik lifleri için çevrimsel davranış modeli olarak, genel kabul görmüş modeller kullanılacaktır.

3.5.2. Doğrusal Olmayan Hesap Yönteminin Seçimi

Doğrusal Olmayan Hesap Yöntemleri

Şekildeğiştirmeye Göre Değerlendirme ve Tasarım kapsamında kullanılacak doğrusal olmayan hesap yöntemleri, İtme Yöntemleri ile Zaman Tanım Alanında Doğrusal Olmayan Hesap Yöntemi'dir.

Hesap Yönteminin Seçilmesi

Tek Modlu İtme Yöntemleri; Çizelge 3.5'e göre Bina Yükseklik Sınıfı $\mathrm{BYS} \geq 5$, burulma düzensizliği katsayısı $\eta_{bi} < 1.4$ ve birinci titreşim moduna ait taban kesme kuvveti etkin kütlesi'nin toplam bina kütlesine oranının en az 0.70 olması koşulunu sağlayan binalar için kullanılabilir. Çok Modlu İtme Yöntemleri ise $\mathrm{BYS} \geq 2$ olan tüm binalar için kullanılabilir.

Zaman Tanım Alanında Doğrusal Olmayan Hesap Yöntemi, tüm binaların deprem hesabında kullanılabilir. Bu yöntemin yüksek binalar (Çizelge 3.5'te $\mathrm{BYS} = 1$ olan binalar) için kullanımı zorunludur.

3.5.3. Doğrusal Olmayan İtme Yöntemleri ile Deprem Hesabı

İtme Yöntemleri

TBDY 2018 kapsamında, Tek Modlu İtme Yöntemleri ve Çok Modlu İtme Yöntemleri doğrusal olmayan deprem hesabında kullanılabilir.

Tüm doğrusal olmayan yöntemlerde olduğu üzere hesabın başlangıç adımında (0'ıncı adımında), deprem dışı yüklemeler altında doğrusal olmayan artımsal statik hesap yapılır. Bu hesaptan elde edilen iç kuvvetler ve şekildeğiştirmeler, deprem hesabında başlangıç değerleri olarak gözönüne alınacaktır. Yeni yapılan binalarda düşey yüklerden meydana gelen doğrusal olmayan şekildeğiştirmelere izin verilmez.

İtme Yöntemleri ile yapılan hesap sonucunda elde edilen sünek davranışa karşı gelen değerlendirmeye esas plastik şekildeğiştirmeler (örneğin plastik dönmeler) ile sünek olmayan (gevrek) davranışa karşı gelen iç kuvvetler, seçilen performans düzeyi için izin verilen sınır değerlerle karşılaştırılarak şekildeğiştirmeye göre değerlendirme tamamlanır.

Tek Modlu İtme Yöntemleri

Tek Modlu İtme Yöntemleri, doğrusal Mod Birleştirme Yöntemi'nin tek modlu uygulamasının doğrusal olmayan artımsal karşılığıdır.

Tek Modlu İtme Yöntemleri'nin uygulanabilmesi için aşağıda (a) ve (b)'de verilen koşulların her ikisinin de sağlanması zorunludur:

(a) Herhangi bir katta ek dışmerkezlik gözönüne alınmaksızın doğrusal elastik davranış esas alınarak Çizelge 3.10'a göre hesaplanan burulma düzensizliği katsayısı'nın $\eta_{bi} < 1.4$ koşulunu sağlaması gereklidir.

(b) Gözönüne alınan deprem doğrultusunda, doğrusal elastik davranış esas alınarak hesaplanan birinci (hakim) titreşim moduna ait taban kesme kuvveti etkin kütlesi'nin toplam bina kütlesine (rijit perdelerle çevrelenen bodrum katlarının kütleleri hariç) oranının en az 0.70 olması zorunludur.

Tek Modlu İtme Yöntemleri'nde, gözönüne alınan deprem doğrultusunda hakim titreşim mod şekli ile orantılı olacak şekilde deprem yerdeğiştirme talebi sınırına kadar monotonik olarak adım adım uygulanan deprem yükü artımlarının etkisi altında, taşıyıcı sistemde meydana gelen yerdeğiştirme, plastik şekildeğiştirme (plastik dönme, uzama, vb) ve iç kuvvet artımları ile bunların birikimli (kümülatif) değerleri hesaplanır. Son adımda, deprem talebine karşı gelen birikimli değerler, şekildeğiştirmeye değerlendirmeye esas büyüklükler olarak elde edilir.

Bu Bölüm'de Tek Modlu İtme Yöntemleri, her katta döşemeler için rijit diyafram varsayımının yapıldığı ve serbestlik derecelerinin kat kütle merkezinde birbirine dik iki doğrultudaki yatay yerdeğiştirme bileşenleri ile düşey eksen etrafındaki dönme olarak tanımlandığı durum için açıklanmıştır. Kat döşemelerinde düzlem içi şekildeğiştirmelere karşı gelen serbestlik derecelerinin gözönüne alınması durumunda da tek modlu itme yöntemleri aynı esaslar çerçevesinde uyarlanabilir.

Çizelge 3. 14 Düzensiz Binalar (TBDY 2018)

A – PLANDA DÜZENSİZLİK DURUMLARI	İlgili Maddeler
A1 – Burulma Düzensizliği: Birbirine dik iki deprem doğrultusunun herhangi biri için, herhangi bir katta en büyük göreli kat ötelemesinin o katta aynı doğrultudaki ortalama göreli ötelemeye oranını ifade eden *Burulma Düzensizliği Katsayısı* η_{bi} 'nin 1.2'den büyük olması durumu (**Şekil 3.1**). $[\eta_{bi} = (\Delta_i^{(X)})_{max} / (\Delta_i^{(X)})_{ort} > 1.2]$. *Göreli kat ötelemelerinin hesabı,* ± %5 *ek dışmerkezlik etkileri de gözönüne alınarak,* **4.7***'ye göre yapılacaktır.*	**3.6.2.1**
A2 – Döşeme Süreksizlikleri: Herhangi bir kattaki döşemede **(Şekil 3.2)**; I – Merdiven ve asansör boşlukları dahil, boşluk alanları toplamının kat brüt alanının 1/3'ünden fazla olması durumu, II – Deprem yüklerinin düşey taşıyıcı sistem elemanlarına güvenle aktarılabilmesini güçleştiren yerel döşeme boşluklarının bulunması durumu, III – Döşemenin düzlem içi rijitlik ve dayanımında ani azalmaların olması durumu	**3.6.2.2**
A3 – Planda Çıkıntılar Bulunması: Bina kat planlarında çıkıntı yapan kısımların birbirine dik iki doğrultudaki boyutlarının her ikisinin de, binanın o katının aynı doğrultulardaki toplam plan boyutlarının %20'sinden daha büyük olması durumu **(Şekil 3.3)**.	**3.6.2.2**
B – DÜŞEYDE DÜZENSİZLİK DURUMLARI	İlgili Maddeler
B1 – Komşu Katlar Arası Dayanım Düzensizliği (Zayıf Kat): Betonarme binalarda, birbirine dik iki deprem doğrultusunun herhangi birinde, herhangi bir kattaki *toplam etkili kesme alanı*'nın, bir üst kattaki *toplam etkili kesme alanı*'na oranı olarak tanımlanan *Dayanım Düzensizliği Katsayısı* η_{ci} 'nin 0.80'den küçük olması durumu. $[\eta_{ci} = (\sum A_e)_i / (\sum A_e)_{i+1} < 0.80]$ *Herhangi bir katta etkili kesme alanının tanımı*: $(\sum A_e)_i = (\sum A_w)_i + (\sum A_g)_i + (0.15 \sum A_k)_i$ Not: **4.9.1.3(b)**'de tanımlanan duvarlar için $A_k = 0$ alınacaktır.	**3.6.2.3**
B2 – Komşu Katlar Arası Rijitlik Düzensizliği (Yumuşak Kat): Birbirine dik iki deprem doğrultusunun herhangi biri için, bodrum katlar dışında, herhangi bir i'inci kattaki ortalama göreli kat ötelemesi oranının bir üst veya bir alt kattaki ortalama göreli kat ötelemesi oranına bölünmesi ile tanımlanan *Rijitlik Düzensizliği Katsayısı* η_{ki} 'nin 2.0'den fazla olması durumu. $[\eta_{ki} = (\Delta_i^{(X)}/h_i)_{ort} / (\Delta_{i+1}^{(X)}/h_{i+1})_{ort} > 2.0$ veya $\eta_{ki} = (\Delta_i^{(X)}/h_i)_{ort} / (\Delta_{i-1}^{(X)}/h_{i-1})_{ort} > 2.0]$ *Göreli kat ötelemelerinin hesabı,* ± %5 *ek dışmerkezlik etkileri de gözönüne alınarak* **4.7***'ye göre yapılacaktır.*	**3.6.2.1**
B3 – Taşıyıcı Sistemin Düşey Elemanlarının Süreksizliği: Taşıyıcı sistemin düşey elemanlarının (kolon veya perdelerin) bazı katlarda kaldırılarak kirişlerin veya guseli kolonların üstüne veya ucuna oturtulması, ya da üst kattaki perdelerin altta kolonlara oturtulması durumu **(Şekil 3.4**).	**3.6.2.4**

Sabit Tek Modlu İtme Yöntemi

Sabit Tek Modlu İtme Yöntemi'nde, gözönüne alınan deprem doğrultusunda her bir itme adımında katlara etkiyen deprem yükü artımları, deprem dışı yüklemelerden sonraki birinci adımda belirlenen ve itme hesabı boyunca hiç değiştirilmeyen sabit mod

şekli ile orantılı olarak tanımlanırlar. İtme hesabı sonucunda koordinatları tepe yerdeğiştirmesi – taban kesme kuvveti olan itme eğrisi elde edilir. Daha sonra bu eğriye uygulanan koordinat dönüşümü ile koordinatları modal yerdeğiştirme – modal sözde-ivme olan modal kapasite diyagramı elde edilir. Hesabın son aşamasında bu diyagram, tanımlanan deprem etkisi altında modal yerdeğiştirme talebinin ve buna bağlı olarak taşıyıcı sistemde meydana gelen iç kuvvet ve plastik şekildeğiştirme taleplerinin hesaplanmasında esas alınır.

Değişken Tek Modlu İtme Yöntemi

Değişken Tek Modlu İtme Yöntemi'nde, gözönüne alınan deprem doğrultusunda katlara etkiyen deprem yükü artımları ile bunlarla uyumlu kat yerdeğiştirme artımları, deprem dışı yüklemelerden sonraki her bir itme adımında, daha önce oluşan plastik mafsallar gözönüne alınarak yenilenen serbest titreşim hesabı'ndan elde edilen değişken mod şekli ile orantılı olarak tanımlanırlar. Bu yöntemde itme eğrisi'nin çizimine gerek kalmaksızın modal kapasite diyagramı doğrudan elde edilir.

Tek Modlu İtme Yöntemlerinde Modal Yer Değiştirme Talebi

Depremin modal yerdeğiştirme talebi'nin elde edilmesi, verilen deprem etkisi altında modal kapasite diyagramı tarafından temsil edilen modal tek serbestlik dereceli sistemin enbüyük yerdeğiştirmesi'nin hesabına karşı gelmektedir.

Modal tek serbestlik dereceli sistemde enbüyük yerdeğiştirme, doğrusal olmayan spektral yerdeğiştirme olarak tanımlanır:

$$d_{1,\max}^{(\mathrm{X})} = S_{\mathrm{di}}(T_1) \tag{3.10}$$

Burada $d_{1,\max}^{(\mathrm{X})}$ modal tek serbestlik dereceli sistemin enbüyük yerdeğiştirmesi'ni, $S_{\mathrm{di}}(T_1)$ ise taşıyıcı sistemin birinci doğal titreşim periyodu T_1'e karşı gelen ve Denklem(3.11) ile tanımlanan doğrusal olmayan spektral yerdeğiştirme'yi göstermektedir.

$$S_{\mathrm{di}}(T_1) = C_{\mathrm{R}} S_{\mathrm{de}}(T_1) \tag{3.11}$$

Burada $S_{\mathrm{de}}(T_1)$, elastik tasarım spektral yerdeğiştirmesi'ni, C_{R} ise Denklem(3.12)'te tanımlanan spektral yerdeğiştirme oranı'nı göstemektedir.

$$C_{\mathrm{R}} = \frac{\mu(R_{\mathrm{y}}, T_1)}{R_{\mathrm{y}}} \tag{3.12}$$

Burada akma dayanımı azaltma katsayısı'nı gösteren R_y, öngörülen süneklik kapasitesine bağlı olarak tanımlanan bir büyüklüğü değil, itme hesabından doğrudan elde edilen akma dayanımı'na bağlı bir büyüklüğü ifade etmektedir:

$$R_y = \frac{f_e}{f_y} = \frac{S_{ae}(T_1)}{a_{y1}} \qquad \textbf{(3.13)}$$

Bu bağıntıda f_e ve $S_{ae}(T_1)$ elastik dayanım talebi'ni ve ona karşı gelen elastik spektral ivme'yi, f_y ve a_{y1} ise akma dayanımı'nı ve ona karşı gelen akma sözde-ivmesi'ni temsil etmektedir (Şekil 3.39).

Denklem(3.12)'te yer alan $\mu(R_y,T_1)$, akma dayanımı'na ve doğal titreşim periyoduna bağlı olarak ifade edilen süneklik talebi'dir. Bu büyüklüğün hesabı için aşağıdaki bağıntılarla elde edilir:

(a) Depremin süneklik talebi $\mu(R_y,T_1)$, eşit yerdeğiştirme kuralı uyarınca rijitliği fazla olmayan taşıyıcı sistemler için Akma Dayanımı Azaltma Katsayısı R_y 'a eşit alınır:

$$\mu(R_y,T_1) = R_y \qquad T_1 > T_B \qquad \textbf{(3.14a)}$$

(b) Rijitliği fazla taşıyıcı sistemler için ise Denklem(3.14b)'deki bağıntı elde edilir:

$$\mu(R_y,T_1) = 1 + (R_y - 1)\,\frac{T_B}{T_1} \qquad T_1 \le T_B \qquad \textbf{(3.14b)}$$

Denklem(3.12)'te tanımlanan spektral yerdeğiştirme oranı C_R, Denklem(3.14a)'dan yararlanılarak Denklem(3.15)'deki şekilde ifade edilir:

$$C_R = 1 \qquad T_1 > T_B \qquad \textbf{(3.15a)}$$

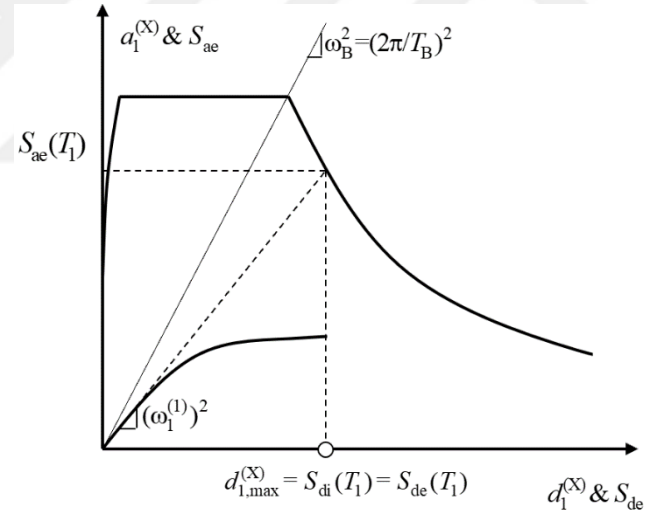
$$C_R = \frac{1 + (R_y - 1)\,\dfrac{T_B}{T_1}}{R_y} \ge 1 \qquad T_1 \le T_B \qquad \textbf{(3.15b)}$$

Şekil 3.37 ve Şekil 3.38'da birinci (hakim) titreşim moduna ait ve koordinatları modal yerdeğiştirme - modal sözde-ivme (d_1, a_1) olan modal kapasite diyagramı ile koordinatları spektral yerdeğiştirme–spektral ivme (S_{de}, S_{ae}) olan doğrusal deprem spektrumu birarada çizilmiştir.

(a) Şekil 3.37'de gösterilen durum, Denklem(3.11) ile birlikte Denklem(3.15a)'nın uygulanmasına karşı gelmektedir. Bu durumda, modal kapasite

diyagramı üzerinde hiçbir işlem yapmaksızın, sadece birinci itme adımındaki doğal titreşim periyodunun $T_1 > T_B$ veya $(\omega_1^{(1)})^2 \le \omega_B^2$ koşulunu sağlandığının gösterilmesi yeterlidir.

(b) Öte yandan Şekil 3.38'da gösterilen durum, Denklem(3.11) ile birlikte Denklem(3.15b)'nin uygulanmasına karşı gelmektedir. Bu durumda spektral yerdeğiştirme oranı C_R, ardışık yaklaşımla hesaplanacaktır. Bu amaçla modal kapasite diyagramı, Şekil 3.39a'da gösterildiği üzere, önce $C_R = 1$ alınarak iki doğrulu elasto-plastik bir diyagrama dönüştürülür. Dönüşüm işleminde diyagramların altında kalan alanların eşitliği esas alınır. Bu şekilde bulunan yaklaşık akma sözde-ivmesi a_{y1}^{o} kullanılarak Denklem(3.13)'den R_y ve buna bağlı olarak Denklem(3.15b)'den C_R ve Denklem(3.11)'ten $S_{di}(T_1)$ hesaplanır. Buna göre elasto-plastik diyagram tekrar oluşturulur (Şekil 3.39b) ve yeniden bulunan a_{y1} esas alınarak aynı işlemler tekrarlanır. Sonuçların yeterince yaklaştıkları adımda ardışık yaklaşıma son verilir.

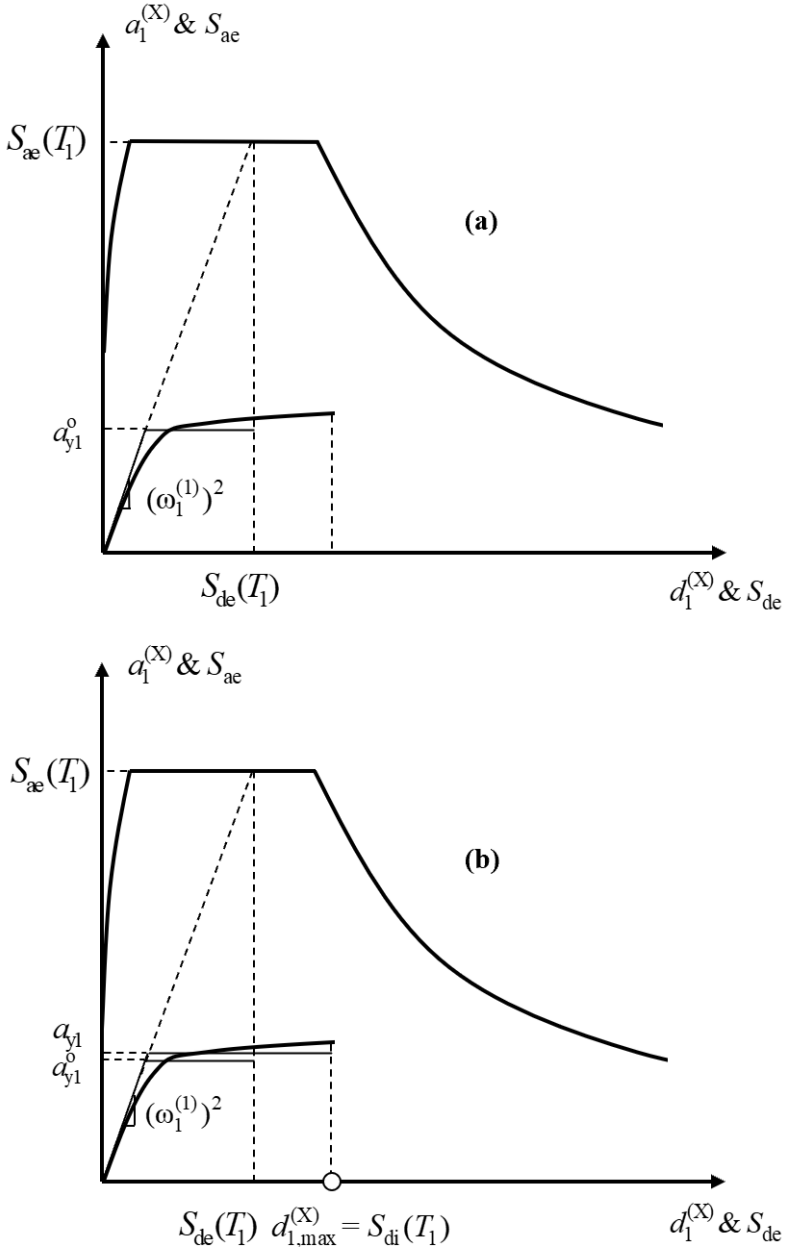


Şekil 3. 64 Elastik spektrum eğrisi ile kapasite eğrisinin kesiştirilerek elastik ve elasto-plastik yerdeğiştirmenin bulunması

Depremin modal yerdeğiştirme talebi'nin Denklem(3.11) ve Denklem(3.15)'den yararlanılarak Denklem(3.10)'ye göre hesabı aşağıda (a) ve (b)'de tanımlanan durumlarda geçerli değildir.

(a) En yakın fayın binaya uzaklığının 15 km'den az olduğu durumlarda, seçilerek ölçeklendirilen yakın-saha deprem kayıtları kullanılarak zaman tanım alanında hesap yapılacaktır.

(b) İkinci mertebe etkileri nedeni ile modal kapasite diyagramının akma sonrasındaki eğimlerinin negatif olması durumunda, seçilerek ölçeklendirilen deprem kayıtları kullanılarak zaman tanım alanında hesap yapılacaktır.



Şekil 3. 65 Elastik spektrum eğrisi ile kapasite eğrisinin kesiştirilerek elastik ve elasto-plastik yerdeğiştirmenin bulunması

Çok Modlu İtme Yöntemleri

Doğrusal olmayan deprem hesabında, aşağıda tanımlanan koşulları sağlamak kaydı ile, uluslararası uygulama literatüründe yer almış bulunan Çok Modlu İtme Yöntemleri de kullanılabilir.

Çok Modlu İtme Yöntemi'nin, verilen tasarım spektrumuna göre özel durumda başlangıç (elastik) rijitlikleri kullanılarak doğrusal hesap için uygulanması sonucunda elde edilen tüm iç kuvvetlerin ve yerdeğiştirmelerin, aynı tasarım spektrumu esas alınarak mod birleştirme yöntemine göre elde edilen büyüklüklerle birebir aynı olduğu hesap raporunda gösterilecektir.

Kullanılan Çok Modlu İtme Yöntemi'nde binanın farklı titreşim modları için tanımlanan bağımsız sabit modal yük vektörlerinin yapıya artımsal olarak ayrı ayrı uygulanması durumunda, elde edilen modal iç kuvvetler istatistiksel olarak birleştirilmeyecek, TBDY kısım 4B.2.4'e göre birleştirilmiş modal eleman uç yerdeğiştirmeleri ve akma dönmeleri ile uyumlu olarak hesaplanacaktır.

3.5.4. Zaman Tanım Alanında Doğrusal Olmayan Hesap Yöntemi

Zaman tanım alanında doğrusal olmayan hesap, deprem yer hareketinin etkisi altında taşıyıcı sistemin hareket denklemlerini ifade eden differansiyel denklem takımının zaman artımları ile adım adım doğrudan integrasyonu'na karşı gelir. Bu işlem sırasında, doğrusal olmayan davranış nedeni ile sistem rijitlik matrisinin zamanla değişimi gözönüne alınır.

Zaman tanım alanında yapılacak doğrusal olmayan hesaplarda en az onbir deprem yer hareketi takımı kullanılacaktır. Birbirine dik yatay iki doğrultudaki ivme kayıtları taşıyıcı sistemin (X) ve (Y) asal eksenleri doğrultusunda aynı anda birlikte etki ettirilecektir. Daha sonra ivme kayıtlarının eksenleri 90^o döndürülerek hesap tekrarlanacaktır.

Taşıyıcı sistem elemanlarında doğrusal olmayan davranışa ilişkin enerji tüketimi dışında, doğrusal çalışan yapısal ve yapısal olmayan elemanlarda oluşan dinamik enerji kaybı, hareket denklemlerinde viskoz sönüm matrisi ile temsil edilecektir. Viskoz sönüm matrisi, Rayleigh Orantılı Sönüm Matrisi veya Modal Sönüm Matrisi olarak oluşturulacaktır.

Tüm doğrusal olmayan yöntemlerde olduğu üzere hesabın başlangıç adımında, deprem dışı yüklemeler altında doğrusal olmayan artımsal statik hesap yapılır. Bu hesaptan elde edilen iç kuvvetler ve doğrusal olmayan şekildeğiştirmeler (yeni yapılan binalarda izin verilmez), deprem hesabında başlangıç değerleri olarak gözönüne alınacaktır.

Hesapta kullanılacak zaman artımı, dinamik davranışa katkıda bulunan tüm titreşim modlarının yeterince temsil edilmesine olanak sağlayacak şekilde seçilecektir.

Sünek davranışa sahip elemanlarda değerlendirmeye esas şekildeğiştirme talepleri ile sünek davranışa sahip olmayan elemanlarda değerlendirmeye esas iç kuvvet talepleri, yapılan analizlerin (en az $2 \times 11 = 22$ analiz) her birinden elde edilen sonuçların enbüyük mutlak değerlerinin ortalaması olarak hesaplanacaktır.

3.6. TBDY 2018'e Göre Şekil Değiştirmelerin ve İç Kuvvetlerin Değerlendirilmesi

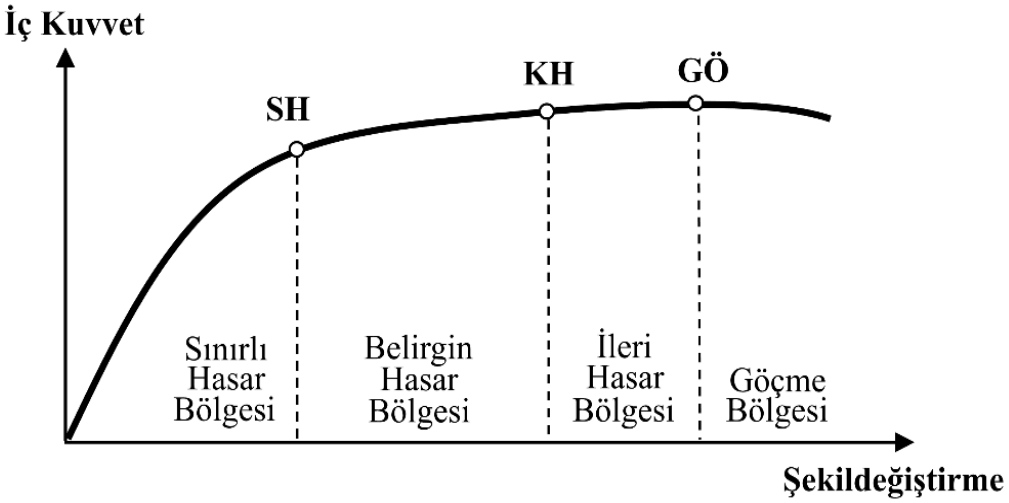
3.6.1. Yapı Elemanlarında Hasar Sınırları ve Hasar Bölgeleri

Kesit Hasar Durumları

Sünek elemanlar için kesit düzeyinde üç hasar durumu ve hasar sınırı tanımlanmıştır. Bunlar Sınırlı Hasar (SH), Kontrollü Hasar (KH) ve Göçme Öncesi Hasar (GÖ) durumları ve bunların sınır değerleridir. Sınırlı hasar ilgili kesitte sınırlı miktarda elastik ötesi davranışı, kontrollü hasar kesit dayanımının güvenli olarak sağlanabileceği elastik ötesi davranışı, göçme öncesi hasar durumu ise kesitte ileri düzeyde elastik ötesi davranışı tanımlamaktadır. Gevrek olarak hasar gören elemanlarda bu sınıflandırma geçerli değildir.

Kesit Hasar Bölgeleri

Kritik kesitlerinin hasarı SH'ya ulaşmayan elemanlar Sınırlı Hasar Bölgesi'nde, SH ile KH arasında kalan elemanlar Belirgin Hasar Bölgesi'nde, KH ile GÖ arasında kalan elemanlar İleri Hasar Bölgesi'nde, GÖ'yü aşan elemanlar ise Göçme Bölgesi'nde yer alırlar (Şekil 3.39).



Şekil 3. 66 Kesit hasar bölgeleri

3.6.2. Yeni Betonarme Bina Elemanları İçin İzin Verilen Şekil Değiştirme ve İç Kuvvet Sınırları

Göçmenin Önlenmesi (GÖ) Performans Düzeyi için yapılacak performans değerlendirmesinde kullanılmak üzere, Bölüm 13'te verilen Yüksek Binalar da dahil olmak üzere, yeni betonarme bina elemanlarında bu bölümde verilen yayılı plastik davranış modeline göre hesaplanan beton ve donatı çeliği toplam birim şekil değiştirmeleri $\varepsilon_c^{(GÖ)}$ ve $\varepsilon_s^{(GÖ)}$ için izin verilen sınırlar aşağıda (a) ve (b)'de tanımlanmıştır:

(a) Göçmenin Önlenmesi performans düzeyi için beton birim kısalması:

Dikdörtgen kesitli kolon, kiriş ve perdelerde:

$$\varepsilon_c^{(GÖ)} = 0.0035 + 0.04\sqrt{\omega_{we}} \le 0.018 \qquad \textbf{(3.16a)}$$

Dairesel kesitlerde:

$$\varepsilon_c^{(GÖ)} = 0.0035 + 0.07\sqrt{\omega_{we}} \le 0.018 \qquad \textbf{(3.16b)}$$

Bu bağıntılardaki ilk terim sargısız betonun (kabuk betonu) birim kısalmasına karşı gelmektedir. ω_{we} etkin sargı donatısının mekanik donatı oranı'nı göstermektedir:

$$\omega_{we} = \alpha_{se}\,\rho_{sh,min}\,\frac{f_{ywe}}{f_{ce}} \qquad \textbf{(3.16c)}$$

Denklem(3.16c)'de yer alan α_{se} sargı donatısı etkinlik katsayısı'nı, $\rho_{sh,min}$ dikdörtgen kesitte iki yatay doğrultuda hacimsel enine donatı oranının küçük olanını, f_{ywe} enine donatının ortalama (beklenen) akma dayanımını göstermektedir:

$$\alpha_{se} = \left(1 - \frac{\sum a_i^2}{6 b_o h_o}\right)\left(1 - \frac{s}{2b_o}\right)\left(1 - \frac{s}{2h_o}\right) \quad ; \quad \rho_{sh} = \frac{A_{sh}}{b_k s} \qquad \textbf{(3.16d)}$$

Denklem(3.16d)'de A_{sh} ve ρ_{sh} gözönüne alınan doğrultuda enine donatının alanını ve hacimsel oranını, b_k dik doğrultudaki çekirdek boyutunu (en dıştaki enine donatı eksenleri arasındaki uzaklık), s enine donatı aralığını, a_o ve b_o sargı donatısı eksenlerinden ölçülen sargılı beton boyutlarını, a_i bir etriye kolu veya çiroz tarafından mesnetlenen boyuna donatıların eksenleri arasındaki uzaklığı göstermektedir. Dairesel sargı donatısının etkinlik katsayısı Denklem(3.16e)'de verilmiştir:

$$\alpha_{se} = \left(1 - \frac{s}{2D}\right)^n \quad ; \quad \rho_{sh} = \frac{2A_{os}}{D\,s} \qquad \textbf{(3.16e)}$$

Burada A_{os} spiral/sargı donatısının alanı, s enine donatı aralığı veya spiralin adımı, D ise spiral/sargı donatısı eksenleri arasındaki uzaklıktır. Dairesel etriye için $n = 2$, spiral donatı için $n = 1$ alınacaktır.

(b) Göçmenin Önlenmesi performans düzeyi için donatı çeliği birim şekildeğiştirmesi:

$$\varepsilon_s^{(GÖ)} = 0.4\varepsilon_{su} \quad \textbf{(3.17)}$$

Burada ε_{su} çekme dayanımına karşı gelen birim uzamayı göstermektedir (Bkz. TBDY EK5A).

Göçmenin Önlenmesi (GÖ) Performans Düzeyi için yapılacak performans değerlendirmesinde kullanılmak üzere, TBDY Bölüm 13'te verilen Yüksek Binalar da dahil olmak üzere, yeni betonarme bina elemanlarında bu Bölüm'de verilen yığılı plastik davranış modeline göre hesaplanan plastik dönmeler için izin verilen sınır, kesite etkiyen eksenel kuvvet ve TBDY EK 5A'da verilen beton ve donatı çeliği modelleri dikkate alınarak yapılacak eğrilik analizi sonucunda Denklem(3.18) ile hesaplanacaktır.

$$\theta_p^{(GÖ)} = \frac{2}{3}\left[(\phi_u - \phi_y)\, L_p \left(1 - 0.5\,\frac{L_p}{L_s}\right) + 4.5\,\phi_u\, d_b\right] \quad \textbf{(3.18)}$$

Burada ϕ_u, TBDY kısım 5.8.1.1'de verilen beton ve donatı çeliği birim şekildeğiştirmeleri ile TBDY EK 5A'da verilen beton ve donatı çeliği modellerinden yararlanılarak ve kesite etkiyen eksenel kuvvet dikkate alınarak yapılan analizden elde edilen göçme öncesi toplam eğriliği'ni göstermektedir. Denklem(3.18)'daki son terim, akma sonrası (göçme öncesine kadar) durum için akma uzaması penetrasyonuna bağlı donatı sıyrılması dönmesi'ne karşı gelmektedir.

Kontrollü Hasar (KH) Performans Düzeyi için yapılacak performans değerlendirmesinde kullanılmak üzere, yeni betonarme bina elemanlarında bu Bölüm'de verilen hesap yöntemleri ile hesaplanan beton ve donatı çeliği için izin verilen toplam birim şekildeğiştirmeler $\varepsilon_c^{(KH)}$ ve $\varepsilon_s^{(KH)}$ ile plastik dönme $\theta_p^{(KH)}$ sınırları, Göçmenin Önlenmesi performans düzeyi için TBDY kısım 5.8.1.1 ve 5.8.1.2'de tanımlanan değerlere bağlı olarak Denklem(3.19)'da tanımlanmıştır:

$$\varepsilon_c^{(KH)} = 0.75\,\varepsilon_c^{(GÖ)} \quad ; \quad \varepsilon_s^{(KH)} = 0.75\,\varepsilon_s^{(GÖ)} \quad \textbf{(3.19a)}$$

$$\theta_p^{(KH)} = 0.75\,\theta_p^{(GÖ)} \quad \textbf{(3.19b)}$$

Sınırlı Hasar (SH) Performans Düzeyi için yapılacak performans değerlendirmesinde kullanılmak üzere, yeni betonarme bina elemanlarında bu Bölüm'de verilen hesap yöntemleri ile hesaplanan beton ve donatı çeliği izin verilen toplam birim şekildeğiştirmeler $\varepsilon_c^{(SH)}$ ve $\varepsilon_s^{(SH)}$ Denklem(3.20a)'da tanımlanmıştır:

$$\varepsilon_c^{(SH)} = 0.0025 \quad ; \quad \varepsilon_s^{(SH)} = 0.0075 \tag{3.20a}$$

Etkin kesit rijitlikleri kullanılarak yapılan hesapta SH performans düzeyi için taşıyıcı sistemde plastik mafsal oluşumuna izin verilmeyecektir:

$$\theta_p^{(SH)} = 0 \tag{3.20b}$$

Yeni betonarme bina elemanları için bu Bölüm'de verilen hesap yöntemleri ile Göçmenin Önlenmesi performans durumu için hesaplanan iç kuvvet taleplerinin, ilgili elemanlar için TBDY kısım 7'de tanımlanan iç kuvvet kapasitelerinden daha küçük olduğu gösterilecektir. Ancak, iç kuvvet kapasitelerinin hesabında karakteristik malzeme dayanımları yerine TBDY Tablo 5.1'de verilen ortalama (beklenen) malzeme dayanımları esas alınacaktır. Betonarme yüksek binalar için ilgili kurallar TBDY Bölüm 13'te verilmiştir.

3.7. TBDY 2018'e Göre Mevcut Binaların Deprem Performansının Belirlenmesi

Mevcut veya güçlendirilecek binaların deprem performanslarının belirlenmesinde esas alınacak deprem yer hareketi düzeyleri ve bu deprem yer hareketi düzeylerinde binalar için öngörülen minimum performans hedefleri Çizelge 4.13'de verilmiştir.

Çizelge 4. 1 Yeni Yapılacak Yerinde Dökme Betonarme, Önüretimli Betonarme ve Çelik Binalar (Yüksek Binalar Dışında – $BYS \geq 2$) (TBDY, 2018)

Deprem Yer H. Düzeyi	$DTS = 1,1a^{(1)}, 2, 2a^{(1)}, 3, 3a, 4, 4a$		$DTS = 1a^{(2)}, 2a^{(2)})$	
	Normal Performans Hedefi	Değerlendirme/Tasarım Yaklaşımı	İleri Performans Hedefi	Değerlendirme/Tasarım Yaklaşımı
DD-3	—	—	SH	ŞGDT
DD-2	KH	DGT[5]	KH	DGT[3,4]
DD-1	—	—	KH	ŞGDT

[1] $BYS > 3$ olan binalarda uygulanacaktır.

[2] $BYS = 2,3$ olan binalarda uygulanacaktır.

[3] Ön tasarım olarak yapılacaktır.

[4] $I = 1.5$ alınarak uygulanacaktır.

[5] Tam ard-germeli önüretimli binaların ön tasarımı

Mevcut binaların deprem performansı, uygulanan deprem etkisi altında binada oluşması beklenen hasarların durumu ile ilişkili olup dört farklı hasar durumu esas alınarak tanımlanmıştır. Doğrusal ve doğrusal olmayan hesap yöntemlerinin uygulanması ve şekildeğiştirme sınırlarına göre eleman performanslarına karar verilmesi ile bina deprem performans düzeyi belirlenir. Tez konusu bina için deprem performansının belirlenmesi için uygulanacak kurallar aşağıda verilmiştir.

Mevcut Binalarda Sınırlı Hasar Performans Düzeyi

Betonarme binaların herhangi bir katında, uygulanan her bir deprem doğrultusu için yapılan hesap sonucunda kirişlerin en fazla %20'si Belirgin Hasar Bölgesi'ne geçebilir, ancak diğer taşıyıcı elemanlarının tümü Sınırlı Hasar Bölgesi'ndedir. Eğer varsa, gevrek olarak hasar gören elemanların güçlendirilmeleri kaydı ile, bu durumdaki binaların Sınırlı Hasar Performans Düzeyi'nde olduğu kabul edilir.

Mevcut Binalarda Kontrollü Hasar Performans Düzeyi

Eğer varsa, gevrek olarak hasar gören elemanların güçlendirilmeleri kaydı ile, aşağıdaki koşulları sağlayan binaların Kontrollü Hasar Performans Düzeyi'nde olduğu kabul edilir:

(a) Betonarme binaların herhangi bir katında, uygulanan her bir deprem doğrultusu için yapılan hesap sonucunda, ikincil (yatay yük taşıyıcı sisteminde yer almayan) kirişler hariç olmak üzere, kirişlerin en fazla %35'i ve düşey elemanların (kolonlar, perdeler ve güçlendirilmiş bölme duvarlar) aşağıdaki (b) paragrafında tanımlanan kadarı İleri Hasar Bölgesi'ne geçebilir. Çelik ve prefabrike betonarme binalarda bu istisnalar geçerli değildir.

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

(c) Diğer taşıyıcı elemanların tümü Sınırlı Hasar Bölgesi veya Belirgin Hasar Bölgesi'ndedir. Ancak, herhangi bir katta alt ve üst kesitlerinin ikisinde birden Belirgin Hasar Sınırı aşılmış olan düşey elemanlar tarafından taşınan kesme kuvvetlerinin, o kattaki tüm düşey elemanlar tarafından taşınan kesme kuvvetine oranının %30'u aşmaması gerekir (Doğrusal yöntemle hesapta, alt ve üst düğüm noktalarının ikisinde birden taşıma gücü momentlerinin toplamı, o düğüm noktasına birleşen kirişlerin kolon yüzündeki kesitlerindeki taşıma gücü momentleri toplamından en az %20 daha büyük olan kolonlar bu hesaba dahil edilmezler).

Mevcut Binalarda Göçmenin Önlenmesi Performans Düzeyi

Gevrek olarak hasar gören tüm elemanların Göçme Bölgesi'nde olduğunun gözönüne alınması kaydı ile, aşağıdaki koşulları sağlayan binaların Göçmenin Önlenmesi Performans Düzeyi'nde olduğu kabul edilir:

(a) Betonarme binaların herhangi bir katında, uygulanan her bir deprem doğrultusu için yapılan hesap sonucunda, ikincil (yatay yük taşıyıcı sisteminde yer almayan) kirişler hariç olmak üzere, kirişlerin en fazla %20'si Göçme Bölgesi'ne geçebilir. Çelik ve prefabrike betonarme binalarda bu istisnalar geçerli değildir.

(b) Diğer taşıyıcı elemanların tümü Sınırlı Hasar Bölgesi, Belirgin Hasar Bölgesi veya İleri Hasar Bölgesi'ndedir. Ancak, herhangi bir katta alt ve üst kesitlerinin ikisinde birden Belirgin Hasar Sınırı aşılmış olan düşey elemanlar tarafından taşınan kesme kuvvetlerinin, o kattaki tüm düşey elemanlar tarafından taşınan kesme kuvvetine oranının %30'u aşmaması gerekir (Doğrusal yöntemle hesapta, alt ve üst düğüm noktalarının ikisinde birden taşıma gücü momentlerinin toplamı, o düğüm noktasına birleşen kirişlerin kolon yüzündeki kesitlerindeki taşıma gücü momentleri toplamından en az %20 daha büyük olan kolonlar bu hesaba dahil edilmezler).

(c) Binanın mevcut durumunda kullanımı can güvenliği bakımından sakıncalıdır.

Göçme Durumu

Bina Göçmenin Önlenmesi Performans Düzeyi'ni sağlayamıyorsa Göçme Durumu'ndadır. Binanın kullanımı can güvenliği bakımından sakıncalıdır.

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

4.1. Doğrusal Elastik Değerlendirme

4.1.1. Modal Periyotlar ve Kütle Katılım Oranları

TBDY 2018'e göre Modal hesap yöntemlerinde, hesaba katılması gereken yeterli titreşim modu sayısı, (X) ve (Y) deprem doğrultularında her bir mod için hesaplanan taban kesme kuvveti modal etkin kütleleri'nin toplamının bina toplam kütlesinin %95'inden daha az olmaması kuralına göre belirlenecektir.

$$\sum_{n=1}^{YM} m_{txn}^{(X)} \geq 0.95\, m_t \quad ; \quad \sum_{n=1}^{YM} m_{tyn}^{(Y)} \geq 0.95\, m_t \tag{4.1}$$

Çizelge 4. 2 Modal periyotlar ve kütle katılım oranları

Mod	Periyot (sn)	X Yönü	X-Toplam	Y Yönü	Y-Toplam
1	1.90855	56.86497	56.86497	0.07669	0.07669
2	1.62650	8.65436	65.51933	3.69646	3.77315
3	1.51361	0.19793	65.71725	64.32494	68.09808
4	0.54937	9.57088	75.28814	0.02056	68.11865
5	0.46579	2.36195	77.65008	0.23078	68.34942
6	0.41257	0.00611	77.65619	13.85093	82.20035
7	0.26904	3.67097	81.32716	0.01423	82.21458
8	0.22778	2.27104	83.59819	0.03440	82.24898
9	0.19416	0.00034	83.59854	6.23880	88.48778
10	0.16135	1.85354	85.45208	0.00500	88.49279
11	0.13536	2.34295	87.79503	0.00860	88.50139
12	0.11567	0.00001	87.79504	3.94336	92.44475
13	0.10802	0.95801	88.75305	0.00148	92.44623
14	0.09157	2.66790	91.42095	0.00244	92.44866
15	0.07832	0.00651	91.42746	2.45185	94.90052
16	0.07775	0.35834	91.78580	0.08673	94.98725
17	0.06862	3.23413	95.01993	0.00052	94.98777
18	0.05939	0.01111	95.03104	0.01475	95.00252

4.1.2. Statik Eşdeğer Deprem Yükü ile Mod Birleştirme Toplamı Karşılaştırma

Herhangi bir (X) deprem doğrultusu için $V_{tx}^{(X)} < \gamma_E\, V_{tE}^{(X)}$ olması durumunda, modal hesap yöntemi ile elde edilen tüm azaltılmış iç kuvvet ve yerdeğiştirme büyüklükleri, Denklem(4.2) ile verilen eşdeğer taban kesme kuvveti büyütme katsayısı $\beta_{tE}^{(X)}$ ile çarpılarak büyütülecektir.

$$\beta_{tE}^{(X)} = \frac{\gamma_E V_{tE}^{(X)}}{V_{tx}^{(X)}} \geq 1 \quad \textbf{(4.2)}$$

Burada $V_{tE}^{(X)}$ toplam eşdeğer deprem yükünü (taban kesme kuvvetini), $V_{tx}^{(X)}$ ise x doğrultusu'nda elde edilen toplam deprem yükünü göstermektedir. γ_E çarpanı aşağıdaki şekilde alınacaktır:

(a) Çizelge 3.10'da tanımlanan A1, B2 veya B3 türü düzensizliklerden en az birinin binada bulunması durumunda $\gamma_E = 0.90$ alınacaktır.

(b) Çizelge 3.10'da tanımlanan düzensizliklerden hiçbirinin binada bulunmaması durumunda $\gamma_E = 0.80$ alınacaktır.

Deprem Etki Yönü: 1 (X-Ekseni ile 0.00 derece)

Bu yönde kontrolü etkileyecek B2 düzensizliği saptanmıştır. γ = 0.90 kullanılacaktır.

Çizelge 4. 3 X yönü taban kesme kuvvetleri

	Vtx-X (t)	Vtx-Y (t)	Vtx (t)
Ex-	219.285	14.118	219.739
Ex+	219.285	14.118	219.739
Vt-Statik	319.228	0.000	319.228

Bina Toplam Deprem Yükü:

• Mod Birleştirme Yöntemi: Vtx = 219.739 t

• Eşdeğer Statik Deprem Yükü Yöntemi: Vε = 319.228 t

Vtx < γVε (287.31 t)

Dinamik analiz sonuçları arttırılacaktır.

Katsayı: βε = γE × Vε / Vtx = 1.307

Deprem Etki Yönü: 2 (X-Ekseni ile 90.00 derece)

Bu yönde kontrolü etkileyecek B2 düzensizliği saptanmıştır. γ = 0.90 kullanılacaktır.

Çizelge 4. 4 Y yönü taban kesme kuvvetleri

	Vtx-X (t)	Vtx-Y (t)	Vtx (t)
Ey-	14.118	280.983	281.337
Ey+	14.118	280.983	281.337
Vt-Statik	0.000	319.228	319.228

Bina Toplam Deprem Yükü:

• Mod Birleştirme Yöntemi: Vtx = 281.337 t

• Eşdeğer Statik Deprem Yükü Yöntemi: Vε = 319.228 t

Vtx < γVε (287.31 t)

Dinamik analiz sonuçları arttırılacaktır.

Katsayı: βε = γE × Vε / Vtx = 1.021

Mod birleştirme analizi kullanıldığından dolayı A1 ve B2 düzensizliğinin sonuçlara bir etkisi bulunmamaktadır.

4.1.3. (B2) Komşu Katlar Arası Rijitlik Düzensizliği Kontrolu (Yumuşak Kat)

Birbirine dik iki deprem doğrultusunun herhangi biri için, bodrum katlar dışında, herhangi bir i'inci kattaki ortalama göreli kat ötelemesi oranının bir üst veya bir alt kattaki ortalama göreli kat ötelemesi oranına bölünmesi ile tanımlanan Rijitlik Düzensizliği Katsayısı η_{ki} 'nin 2.0'den fazla olması durumu.

$[\eta_{ki} = (\Delta_i^{(X)}/h_i)_{ort} / (\Delta_{i+1}^{(X)}/h_{i+1})_{ort} > 2.0$ veya

$\eta_{ki} = (\Delta_i^{(X)}/h_i)_{ort} / (\Delta_{i-1}^{(X)}/h_{i-1})_{ort} > 2.0]$

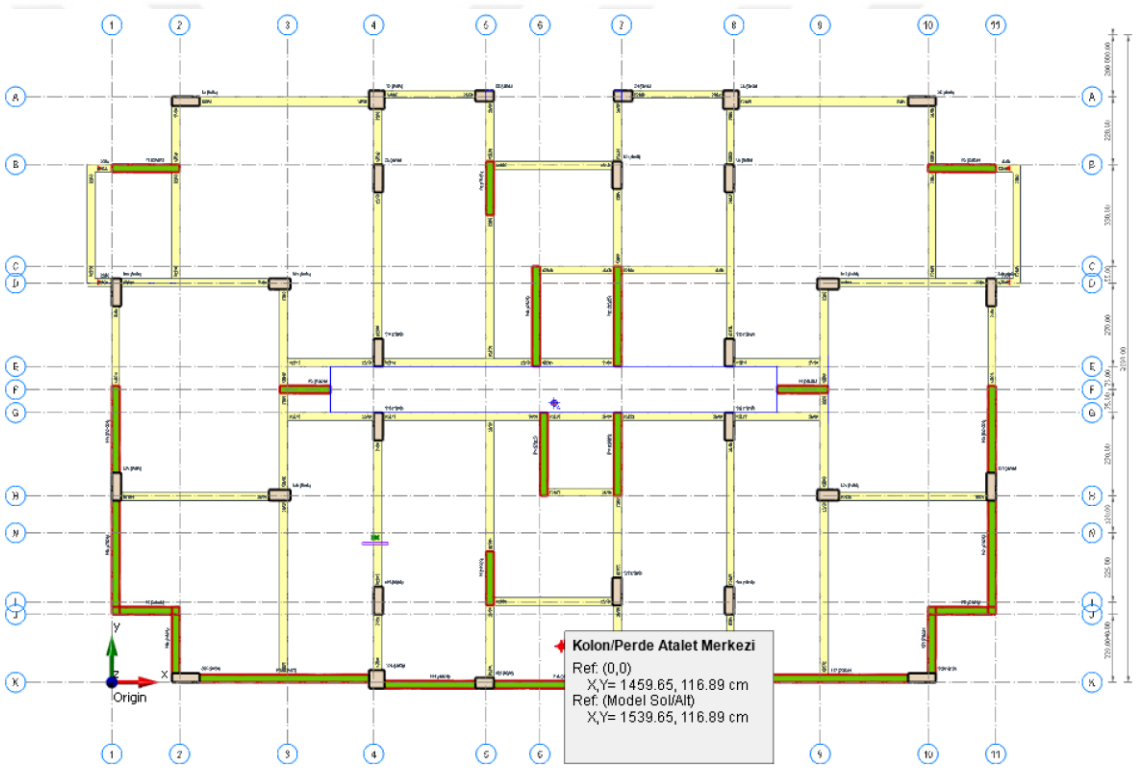
Göreli kat ötelemelerinin hesabı, eşdeğer deprem yükü ile doğrusal deprem hesabın da ± %5 ek dışmerkezlik etkileri de gözönüne alınarak yapılacaktır.

Çizelge 4. 5 Deprem etki yönü X için atalet merkezlerinin karşılaştırması

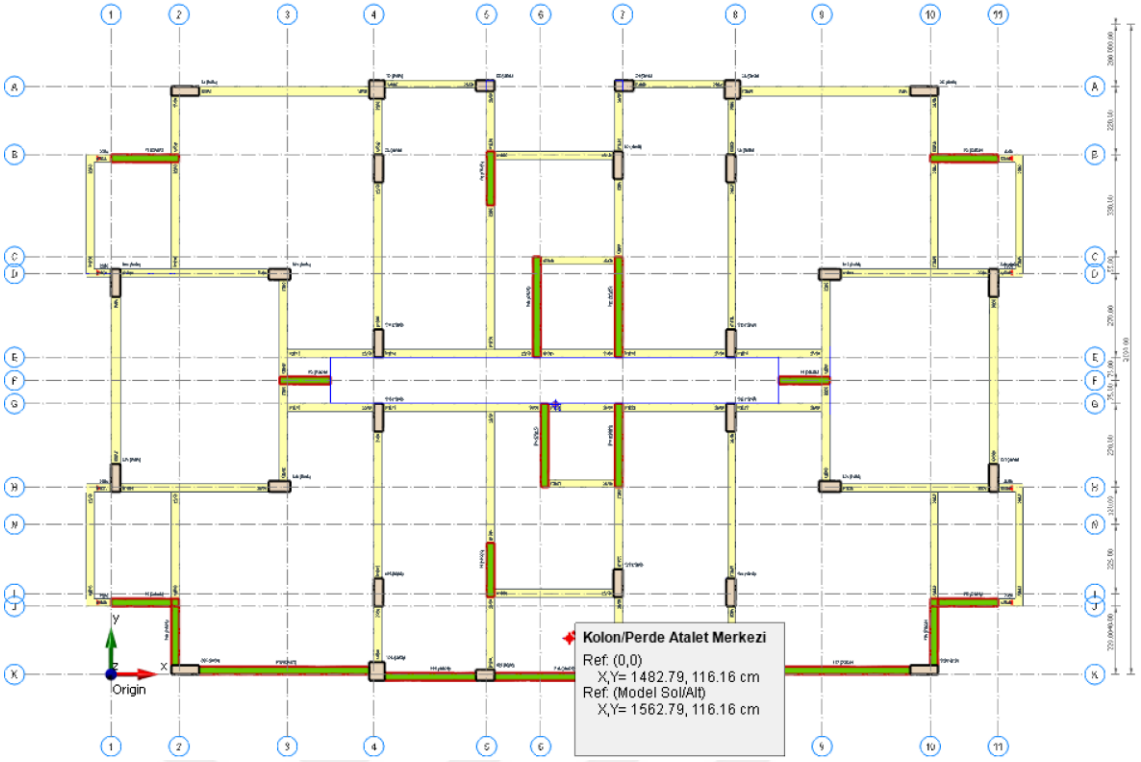
Kat	Δ_{Min} (mm)	Δ_{Max} (mm)	Δ_{ort} (mm)	Δ/h_i	η_k (Üst)	η_k (Alt)
Kat: 11	2.325	3.353	2.839	0.946	---	0.88 ≤ 2.00 √
Kat: 10	2.621	3.841	3.231	1.077	1.14 ≤ 2.00 √	0.87 ≤ 2.00 √
Kat: 9	2.987	4.413	3.700	1.233	1.15 ≤ 2.00 √	0.89 ≤ 2.00 √
Kat: 8	3.358	4.990	4.174	1.391	1.13 ≤ 2.00 √	0.91 ≤ 2.00 √
Kat: 7	3.665	5.500	4.582	1.527	1.10 ≤ 2.00 √	0.94 ≤ 2.00 √
Kat: 6	3.839	5.875	4.857	1.619	1.06 ≤ 2.00 √	0.99 ≤ 2.00 √
Kat: 5	3.782	6.029	4.905	1.635	1.01 ≤ 2.00 √	1.07 ≤ 2.00 √
Kat: 4	3.335	5.817	4.576	1.525	0.93 ≤ 2.00 √	1.31 ≤ 2.00 √
Kat: 3	2.053	4.959	3.506	1.169	0.77 ≤ 2.00 √	2.09 > 2.00 **X**
Kat: 2	0.324	3.033	1.678	0.559	0.48 ≤ 2.00 √	2.98 > 2.00 **X**
Kat: 1	0.267	0.859	0.563	0.188	0.34 ≤ 2.00 √	---

Çizelge 4. 6 Deprem etki yönü Y için atalet merkezlerinin karşılaştırması

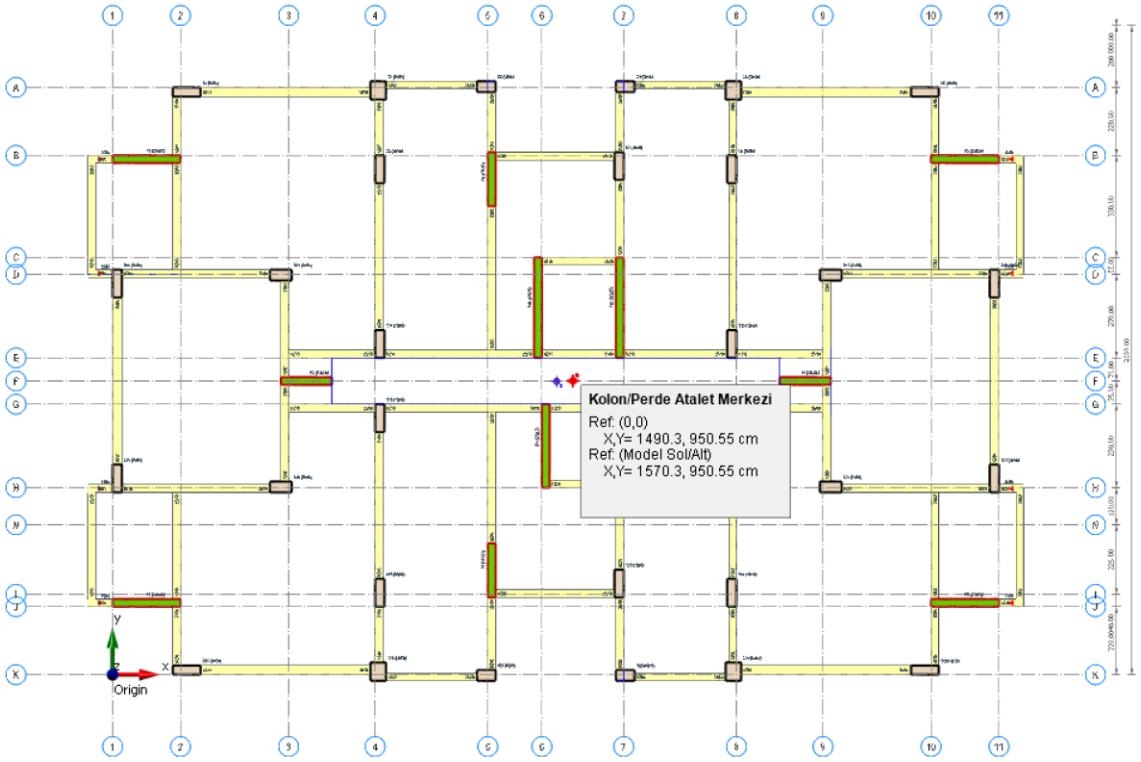
Kat	Δ_{Min} (mm)	Δ_{Max} (mm)	Δ_{ort} (mm)	Δ/h_i	η_k (Üst)	η_k (Alt)
Kat: 11	2.137	3.453	2.795	0.932	---	$0.92 \leq 2.00$ √
Kat: 10	2.276	3.814	3.045	1.015	$1.09 \leq 2.00$ √	$0.92 \leq 2.00$ √
Kat: 9	2.420	4.206	3.313	1.104	$1.09 \leq 2.00$ √	$0.93 \leq 2.00$ √
Kat: 8	2.553	4.583	3.568	1.189	$1.08 \leq 2.00$ √	$0.94 \leq 2.00$ √
Kat: 7	2.650	4.906	3.778	1.259	$1.06 \leq 2.00$ √	$0.97 \leq 2.00$ √
Kat: 6	2.688	5.134	3.911	1.304	$1.04 \leq 2.00$ √	$1.00 \leq 2.00$ √
Kat: 5	2.635	5.188	3.912	1.304	$1.00 \leq 2.00$ √	$1.06 \leq 2.00$ √
Kat: 4	2.454	4.918	3.686	1.229	$0.94 \leq 2.00$ √	$1.20 \leq 2.00$ √
Kat: 3	2.118	4.027	3.073	1.024	$0.83 \leq 2.00$ √	$1.63 \leq 2.00$ √
Kat: 2	1.471	2.300	1.885	0.628	$0.61 \leq 2.00$ √	$3.36 > 2.00$ **X**
Kat: 1	0.462	0.661	0.561	0.187	$0.30 \leq 2.00$ √	---



Şekil 4. 1 2.Bodrum kat (-3.00 kotu) için rijitlik merkezinin konumu



Şekil 4. 2 1.Bodrum kat (0.00 kotu) için rijitlik merkezinin konumu



Şekil 4. 3 Zemin,1,2,3,4,5,6,7,8. katlar için rijitlik merkezinin konumu

Mod birleştirme analizi kullanıldığından dolayı A1 ve B2 düzensizliğinin sonuçlara bir etkisi bulunmamaktadır.

4.1.4. (B1) Katlar Arası Dayanım Düzensizliği Kontrolü (Zayıf Kat)

Betonarme binalarda, birbirine dik iki deprem doğrultusunun herhangi birinde, herhangi bir kattaki toplam etkili kesme alanı'nın, bir üst kattaki toplam etkili kesme alanı'na oranı olarak tanımlanan Dayanım Düzensizliği Katsayısı η_{ci}'nin 0.80'den küçük olması durumu.

$[\eta_{ci} = (\sum A_e)_i / (\sum A_e)_{i+1} < 0.80]$

Herhangi bir katta etkili kesme alanının tanımı:

$(\sum A_e)_i = (\sum A_w)_i + (\sum A_g)_i + (0.15 \sum A_k)_i$

Çizelge 4. 7 Deprem etki yönü X için kesme alanlarının karşılaştırması

Kat No	A-Kolon (m2)	A-Perde (m2)	A-Toplam (m2)	A-Duvar (m2)	η_C
Kat: 11	7.8800	3.0250	10.9050	0.0000	
Kat: 10	7.8800	3.0250	10.9050	0.0000	1.000 > 0.80
Kat: 9	7.8800	3.0250	10.9050	0.0000	1.000 > 0.80
Kat: 8	7.8800	3.0250	10.9050	0.0000	1.000 > 0.80
Kat: 7	7.8800	3.0250	10.9050	0.0000	1.000 > 0.80
Kat: 6	7.8800	3.0250	10.9050	0.0000	1.000 > 0.80
Kat: 5	7.8800	3.0250	10.9050	0.0000	1.000 > 0.80
Kat: 4	7.8800	3.0250	10.9050	0.0000	1.000 > 0.80
Kat: 3	7.8800	3.0250	10.9050	0.0000	1.000 > 0.80
Kat: 2	7.8800	8.2250	16.1050	0.0000	1.477 > 0.80
Kat: 1	7.8800	8.2250	16.1050	0.0000	1.000 > 0.80

Çizelge 4. 8 Deprem etki yönü Y için kesme alanlarının karşılaştırması

Kat No	A-Kolon (m2)	A-Perde (m2)	A-Toplam (m2)	A-Duvar (m2)	η_C
Kat: 11	7.8800	3.8500	11.7300	0.0000	
Kat: 10	7.8800	3.8500	11.7300	0.0000	1.000 > 0.80
Kat: 9	7.8800	3.8500	11.7300	0.0000	1.000 > 0.80
Kat: 8	7.8800	3.8500	11.7300	0.0000	1.000 > 0.80
Kat: 7	7.8800	3.8500	11.7300	0.0000	1.000 > 0.80
Kat: 6	7.8800	3.8500	11.7300	0.0000	1.000 > 0.80
Kat: 5	7.8800	3.8500	11.7300	0.0000	1.000 > 0.80
Kat: 4	7.8800	3.8500	11.7300	0.0000	1.000 > 0.80
Kat: 3	7.8800	3.8500	11.7300	0.0000	1.000 > 0.80
Kat: 2	7.8800	4.9250	12.8050	0.0000	1.092 > 0.80
Kat: 1	7.8800	8.1875	16.0675	0.0000	1.255 > 0.80

(B1) Düzensizliği saptanmamıştır. √

4.1.5. (A1) Burulma Düzensizliği Kontrolu

Birbirine dik iki deprem doğrultusunun herhangi biri için, herhangi bir katta en büyük göreli kat ötelemesinin o katta aynı doğrultudaki ortalama göreli ötelemeye oranını ifade eden Burulma Düzensizliği Katsayısı η_{bi} 'nin 1.2'den büyük olması durumu

$[\eta_{bi} = (\Delta_i^{(X)})_{max} / (\Delta_i^{(X)})_{ort} > 1.2]$.

Göreli kat ötelemelerinin hesabı, eşdeğer deprem yükü ile doğrusal deprem hesabın da ± %5 ek dışmerkezlik etkileri de gözönüne alınarak yapılacaktır.

Çizelge 4. 9 Deprem etki yönü X için göreli kat ötelemelerinin karşılaştırması

Kat	δ_{Min} (mm)	δ_{Max} (mm)	Δ_{Min} (mm)	Δ_{Max} (mm)	Δ_{ort} (mm)	η_b	Durum
Kat: 11	28.556	48.668	2.325	3.353	2.839	1.181 ≤ 1.20	---
Kat: 10	26.231	45.315	2.621	3.841	3.231	1.189 ≤ 1.20	---
Kat: 9	23.610	41.474	2.987	4.413	3.700	1.193 ≤ 1.20	---
Kat: 8	20.623	37.061	3.358	4.990	4.174	1.195 ≤ 1.20	---
Kat: 7	17.265	32.071	3.665	5.500	4.582	1.200 > 1.20	Mevcut
Kat: 6	13.600	26.571	3.839	5.875	4.857	1.210 > 1.20	Mevcut
Kat: 5	9.761	20.696	3.782	6.029	4.905	1.229 > 1.20	Mevcut
Kat: 4	5.978	14.668	3.335	5.817	4.576	1.271 > 1.20	Mevcut
Kat: 3	2.643	8.851	2.053	4.959	3.506	1.414 > 1.20	Mevcut
Kat: 2	0.591	3.892	0.324	3.033	1.678	1.807 > 1.20	Mevcut
Kat: 1	0.267	0.859	0.267	0.859	0.563	1.526 > 1.20	Mevcut

Çizelge 4. 10 Deprem etki yönü X için göreli kat ötelemelerinin karşılaştırması

Kat	δ_{Min} (mm)	δ_{Max} (mm)	Δ_{Min} (mm)	Δ_{Max} (mm)	Δ_{ort} (mm)	η_b	Durum
Kat: 11	32.417	43.762	2.621	3.057	2.839	1.077 ≤ 1.20	---
Kat: 10	29.795	40.705	2.973	3.490	3.231	1.080 ≤ 1.20	---
Kat: 9	26.822	37.215	3.398	3.998	3.698	1.081 ≤ 1.20	---
Kat: 8	23.424	33.217	3.825	4.510	4.168	1.082 ≤ 1.20	---
Kat: 7	19.598	28.707	4.178	4.959	4.569	1.086 ≤ 1.20	---
Kat: 6	15.420	23.747	4.379	5.283	4.831	1.094 ≤ 1.20	---
Kat: 5	11.041	18.465	4.316	5.400	4.858	1.112 ≤ 1.20	---
Kat: 4	6.725	13.065	3.804	5.190	4.497	1.154 ≤ 1.20	---
Kat: 3	2.920	7.875	2.332	4.412	3.372	1.308 > 1.20	Mevcut
Kat: 2	0.588	3.463	0.331	2.695	1.513	1.781 > 1.20	Mevcut
Kat: 1	0.258	0.768	0.258	0.768	0.513	1.498 > 1.20	Mevcut

Mod birleştirme analizi kullanıldığından dolayı A1 ve B2 düzensizliğinin sonuçlara bir etkisi bulunmamaktadır.

4.1.6. Perde/Çerçeve Sistemi Kontrolu

Süneklik düzeyi yüksek bağ kirişli (boşluklu) veya boşluksuz yerinde dökme veya önüretimli betonarme perdeler ile merkezi, dışmerkez veya burkulması önlenmiş çelik çaprazlı çerçevelerin moment aktaran süneklik düzeyi yüksek çerçevelerle birlikte kullanıldığı binalarda, perdelerin veya çaprazlı çerçevelerin tabanında deprem yüklerinden meydana gelen devrilme momentlerinin toplamı, binanın tümü için deprem yüklerinden tabanda meydana gelen toplam devrilme momentinin %40'ından az, %75'inden fazla olmayacaktır:

$$0.40 M_o < \sum M_{DEV} < 0.75 M_o \quad \textbf{(4.3)}$$

Bu bağıntıdaki üst sınır koşulunun sağlanamaması durumunda, Çizelge 3.8'de deprem etkilerinin tamamının süneklik düzeyi yüksek perdelerle veya çaprazlı çerçevelerle karşılandığı durumlar için tanımlanan R ve D katsayıları ile izin verilen en üst BYS dikkate alınacaktır. Alt sınır koşulunun sağlanamaması durumunda ise Çizelge 3.8'de verilen R ve D katsayılarında değişiklik yapılmayacak, ancak izin verilen en üst BYS'nin bir fazlası dikkate alınacaktır.

Çizelge 4. 11 Taban devrilme momenti (Mo)

Kat	**h (m)**	**F_1 (t)**	**M_{a1} (t.m)**	**F_2 (t)**	**M_{a2} (t.m)**
Kat: 11	33.000	22.024	726.78	31.713	1046.52
Kat: 10	30.000	17.100	513.00	20.385	611.54
Kat: 9	27.000	18.155	490.20	25.443	686.97
Kat: 8	24.000	19.230	461.52	23.595	566.29
Kat: 7	21.000	18.433	387.09	26.378	553.94
Kat: 6	18.000	19.789	356.20	25.593	460.67
Kat: 5	15.000	19.240	288.60	27.607	414.11
Kat: 4	12.000	21.191	254.30	27.715	332.58
Kat: 3	9.000	22.119	199.07	29.001	261.01
Kat: 2	6.000	25.848	155.09	31.224	187.34
Kat: 1	3.000	16.671	50.01	12.698	38.09
Mo			3881.86		5159.07

Çizelge 4. 12 Deprem etki yönü X için perde oranları

Eleman	M_{33} (+) (t.m)	M_{dev} (+) (t.m)	M_{33} (-) (t.m)	M_{dev} (-) (t.m)	M_{dev} / M_o
P1	61.01	61.01	54.77	54.77	0.016 ≤ 1/3
P2	61.01	61.01	54.77	54.77	0.016 ≤ 1/3
P5	26.13	26.13	24.86	24.86	0.007 ≤ 1/3
P6	26.28	26.28	25.00	25.00	0.007 ≤ 1/3
P3	18.92	18.92	17.33	17.33	0.005 ≤ 1/3
P4	18.91	18.91	17.32	17.32	0.005 ≤ 1/3
P13	133.34	133.34	126.45	126.45	0.03 ≤ 1/3 √
P14	40.47	40.47	39.04	39.04	0.010 ≤ 1/3
P15	62.04	62.04	59.73	59.73	0.016 ≤ 1/3
P16	40.45	40.45	39.02	39.02	0.010 ≤ 1/3
P17	132.00	132.00	125.18	125.18	0.03 ≤ 1/3 √
MDev		620.56		583.48	
Mo		3881.86		3881.86	

$\alpha_M = M_{Dev} / M_o = 0.16 < 0.75$

Yön 1... Perde Oranı Limitin altındadır. Limit Oran (%): 40. Ancak, bina yükseklik sınıfı izin verilen değeri sağlamaktadır. Mevcut: BYS = 4, İzin verilen: BYS = 3 Bina Taşıyıcı Sistemi seçimi uygundur. Mevcut Sistem: A15 √

Yön 1... Tasarım sonuçlarının hesabında: R = 5.60 ve D = 2.50 kullanılmıştır.

Çizelge 4. 13 Deprem etki yönü Y için perde oranları

Eleman	M_{33} (+) (t.m)	M_{dev} (+) (t.m)	M_{33} (-) (t.m)	M_{dev} (-) (t.m)	M_{dev} / M_o
P9	81.25	81.25	82.06	82.06	0.016 ≤ 1/3
P10	143.83	143.83	145.44	145.44	0.03 ≤ 1/3 √
P11	83.82	83.82	80.90	80.90	0.016 ≤ 1/3
P12	148.00	148.00	142.62	142.62	0.03 ≤ 1/3 √
P7	21.20	21.20	21.94	21.94	0.004 ≤ 1/3
P8	21.21	21.21	21.95	21.95	0.004 ≤ 1/3
P19	65.55	65.55	84.68	84.68	0.016 ≤ 1/3
P18	99.60	99.60	128.54	128.54	0.02 ≤ 1/3 √
P20	37.79	37.79	46.26	46.26	0.009 ≤ 1/3
P21	50.39	50.39	42.05	42.05	0.010 ≤ 1/3
P22	142.25	142.25	113.73	113.73	0.03 ≤ 1/3 √
P23	93.75	93.75	74.92	74.92	0.018 ≤ 1/3
MDev		988.64		985.08	
Mo		5159.07		5159.07	

$\alpha_M = M_{Dev} / M_o = 0.19 < 0.75$

Yön 2... Perde Oranı Limitin altındadır. Limit Oran (%): 40. Ancak, bina yükseklik sınıfı izin verilen değeri sağlamaktadır. Mevcut: BYS = 4, İzin verilen: BYS = 3 Bina Taşıyıcı Sistemi seçimi uygundur. Mevcut Sistem: A15 √

Yön 2... Tasarım sonuçlarının hesabında: R = 5.60 ve D = 2.50 kullanılmıştır.

4.2. Tek Modlu İtme Yöntemiyle Analiz Sonuçları

Doğrusal elastik değerlendirmeden sonra; ŞGDT esaslarından biri olan doğrusal olmayan artımsal itme yöntemiyle deprem hesabı yapılarak performans analizi gerçekleştirilmiştir. Artımsal tek modlu itme yöntemiyle yapılan hesap sonucunda elde edilen sünek davranışa karşı gelen değerlendirmeye esas plastik plastik dönmeler, kontrollü hasar performans düzeyi için izin verilen sınır değerlerle karşılaştırılarak değerlendirme tamamlanmıştır.

X yönündeki deprem doğrultusuna göre hesap sonucu; sınırlı hasar bölgesindeki kiriş oranı %30.94 - düşey elemanların oranı %98.03, belirgin hasar bölgesindeki kiriş oranı %69.06 - düşey elemanların oranı %1.97, ileri hasar bölgesindeki kiriş oranı %0.00 - düşey elemanların oranı %0.00 olarak değerlendirilmiştir.

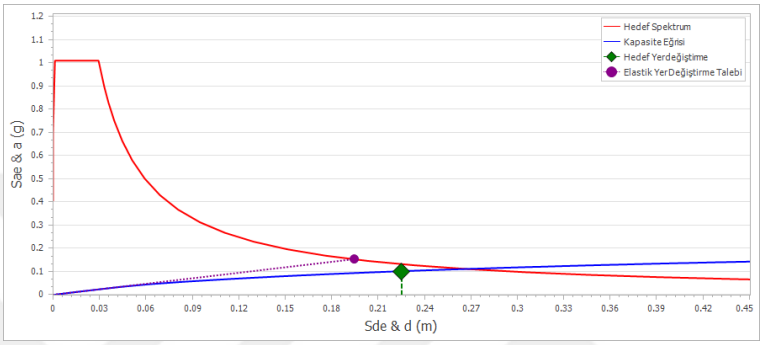
Y yönündeki deprem doğrultusuna göre hesap sonucu; sınırlı hasar bölgesindeki kiriş oranı %29.45 - düşey elemanların oranı %95.54, belirgin hasar bölgesindeki kiriş oranı %67.48 - düşey elemanların oranı %4.46, ileri hasar bölgesindeki kiriş oranı %3.07 - düşey elemanların oranı %0.00 olarak değerlendirilmiştir.

Çizelge 4. 14 Tek modlu itme yöntemine göre analiz sonucu elemanların hasar sınıfı dağılımı

Kat	Eleman	Deprem Doğrultusu X Yönü				Deprem Doğrultusu Y Yönü			
		Sınırlı Hasar Bölgesi	Belirgin Hasar Bölgesi	İleri Hasar Bölgesi	Göçme Bölgesi	Sınırlı Hasar Bölgesi	Belirgin Hasar Bölgesi	İleri Hasar Bölgesi	Göçme Bölgesi
2.Bodrum	Kolonlar:	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%	95.24%	4.76%	0.00%	0.00%
	Kirişler:	36.36%	63.64%	0.00%	0.00%	28.57%	71.43%	0.00%	0.00%
1.Bodrum	Kolonlar:	90.24%	9.76%	0.00%	0.00%	76.32%	23.68%	0.00%	0.00%
	Kirişler:	31.82%	68.18%	0.00%	0.00%	32.14%	67.86%	0.00%	0.00%
Zemin	Kolonlar:	88.89%	11.11%	0.00%	0.00%	80.56%	19.44%	0.00%	0.00%
	Kirişler:	23.08%	76.92%	0.00%	0.00%	26.67%	66.67%	6.67%	0.00%
1.Kat	Kolonlar:	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%
	Kirişler:	26.92%	73.08%	0.00%	0.00%	26.67%	63.33%	10.00%	0.00%
2.Kat	Kolonlar:	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%
	Kirişler:	26.92%	73.08%	0.00%	0.00%	26.67%	63.33%	10.00%	0.00%
3.Kat	Kolonlar:	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%
	Kirişler:	26.92%	73.08%	0.00%	0.00%	26.67%	70.00%	3.33%	0.00%
4.Kat	Kolonlar:	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%
	Kirişler:	23.08%	76.92%	0.00%	0.00%	26.67%	70.00%	3.33%	0.00%
5.Kat	Kolonlar:	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%
	Kirişler:	23.08%	76.92%	0.00%	0.00%	30.00%	70.00%	0.00%	0.00%
6.Kat	Kolonlar:	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%
	Kirişler:	34.62%	65.38%	0.00%	0.00%	33.33%	66.67%	0.00%	0.00%
7.Kat	Kolonlar:	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%
	Kirişler:	34.62%	65.38%	0.00%	0.00%	33.33%	66.67%	0.00%	0.00%
8.Kat	Kolonlar:	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%
	Kirişler:	53.85%	46.15%	0.00%	0.00%	33.33%	66.67%	0.00%	0.00%
TOPLAM	**Kolonlar:**	**98.03%**	**1.97%**	**0.00%**	**0.00%**	**95.54%**	**4.46%**	**0.00%**	**0.00%**
	Kirişler:	**30.94%**	**69.06%**	**0.00%**	**0.00%**	**29.45%**	**67.48%**	**3.07%**	**0.00%**

4.2.1. Tek Modlu İtme Yöntemiyle X Yönlü Deprem Hesabıyla Değerlendirme

X yönündeki deprem hesabıyla analiz sonucu, her bir kattaki kirişlerin ileri hasar bölgesindeki oranı %35'den az olduğu görülmektedir. Ayrıca; kesme kuvveti olarak en kritik olan 2.bodrum katındaki, ileri hasar bölgesindeki düşey elemanların toplam kesme kuvvetine Katkısı %0<%20'den küçük olduğundan; alt ve üst kesitlerinin ikisinde birden belirgin hasar sınırı aşılmış düşey elemanların toplam kesme kuvvetine katkısı %0<%30'dan küçük olduğu için, kontrollü hasar performans düzeyini sağlamaktadır.

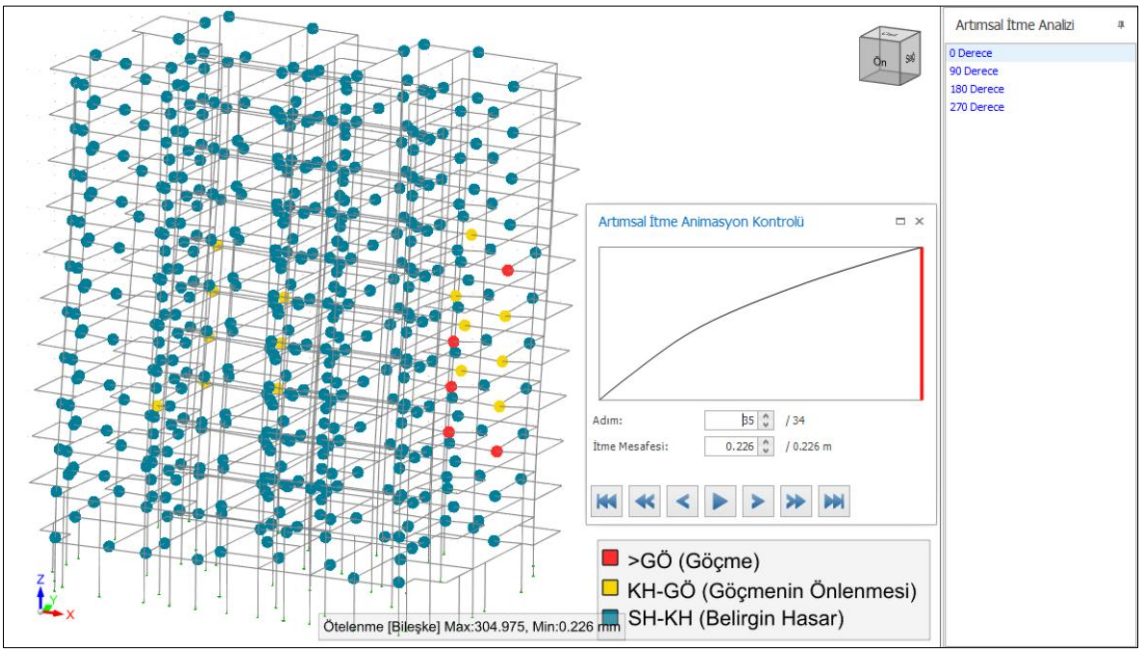


Şekil 4. 4 Deprem doğrultu X yönü için modal kapasite

Tek serbestlik dereceli sistemin hedef yer değiştirmesi, SD_E(m) : 0.18

T_1 (s):1.909 ≥ T_b (s): 0.339, C_R: 1.00, R_y: 1.00, φ_n: 0.01835, Γ_1: 63.1659

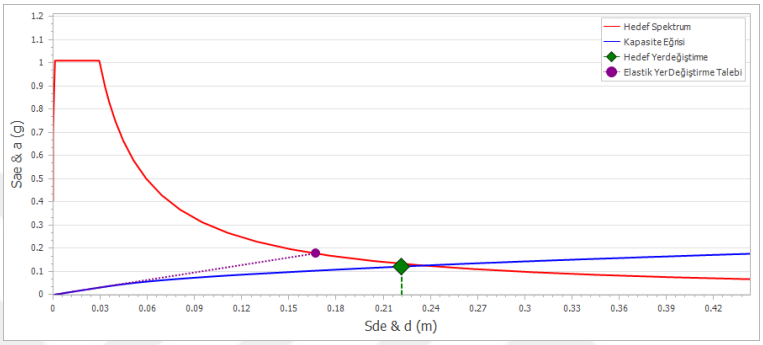
Hedef Yerdeğiştirme = C_R * SD_E * φ_n *Γ_1 = 0.225m



Şekil 4. 5 Deprem doğrultu X yönü için mafsalların analitik modelde gösterimi

4.2.2. Tek Modlu İtme Yöntemiyle Y Yönlü Deprem Hesabıyla Değerlendirme

Y yönündeki deprem hesabıyla analiz sonucu, her bir kattaki kirişlerin ileri hasar bölgesindeki oranı %35'den az olduğu görülmektedir. Ayrıca; kesme kuvveti olarak en kritik olan 2.bodrum katındaki, ileri hasar bölgesindeki düşey elemanların toplam kesme kuvvetine Katkısı %0<%20'den küçük olduğundan; alt ve üst kesitlerinin ikisinde birden belirgin hasar sınırı aşılmış düşey elemanların toplam kesme kuvvetine katkısı %0<%30'dan küçük olduğu için, kontrollü hasar performans düzeyini sağlamaktadır.

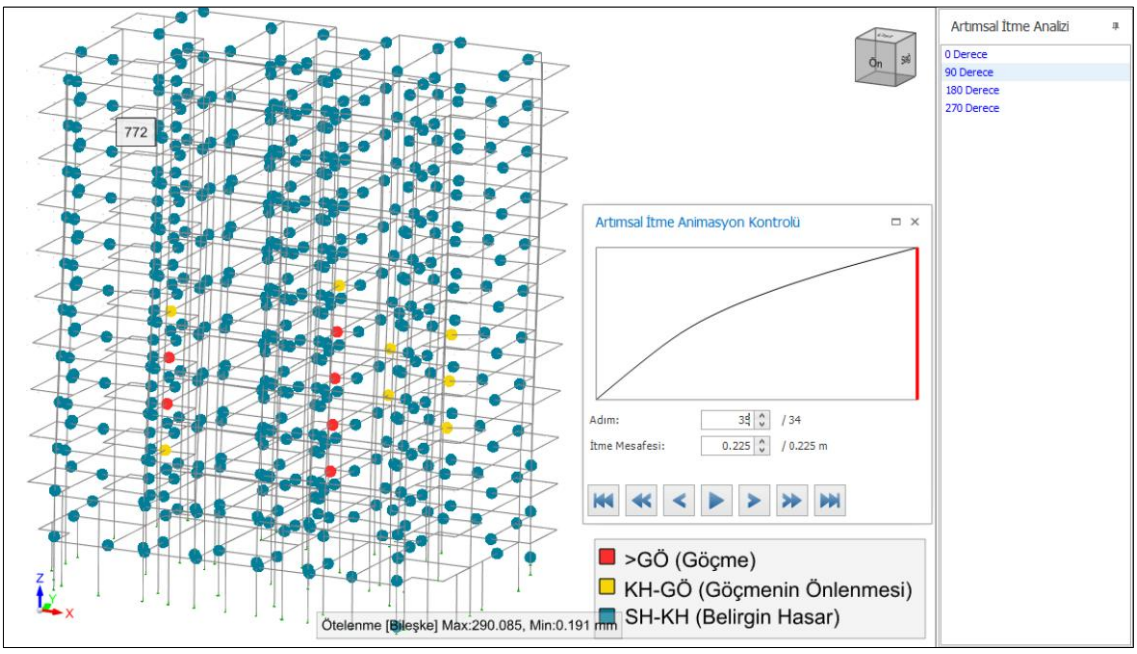


Şekil 4. 6 Deprem doğrultu Y yönü için modal kapasite

Tek serbestlik dereceli sistemin hedef yer değiştirmesi, SD_E(m) : 0.167

T_1 (s):1.514 ≥ T_b (s): 0.339, C_R: 1.00, R_y: 1.00, φ_n: 0.01977, Γ_1: 67.1816

Hedef Yerdeğiştirme = C_R * SD_E * φ_n *Γ_1 = 0.222m



Şekil 4. 7 Deprem doğrultu Y yönü için mafsalların analitik modelde gösterimi

4.3. Çok Modlu İtme Yöntemiyle Analiz Sonuçları

Çalışmanın bu aşamasında; ŞGDT esaslarından bir diğeri, doğrusal olmayan çok modlu itme yöntemiyle binanın farklı titreşim modları için tanımlanan bağımsız sabit modal yük vektörlerinin yapıya artımsal olarak ayrı ayrı uygulanması durumunda, elde edilen birleştirilmiş modal eleman akma dönmeleri kontrollü hasar performans düzeyi için izin verilen sınır değerlerle karşılaştırılarak değerlendirme tamamlanmıştır.

X yönündeki deprem doğrultusuna göre hesap sonucu; sınırlı hasar bölgesindeki kiriş oranı %28.42 - düşey elemanların oranı %99.01, belirgin hasar bölgesindeki kiriş oranı %71.58 - düşey elemanların oranı %0.99, ileri hasar bölgesindeki kiriş oranı %0.00 - düşey elemanların oranı %0.00 olarak değerlendirilmiştir.

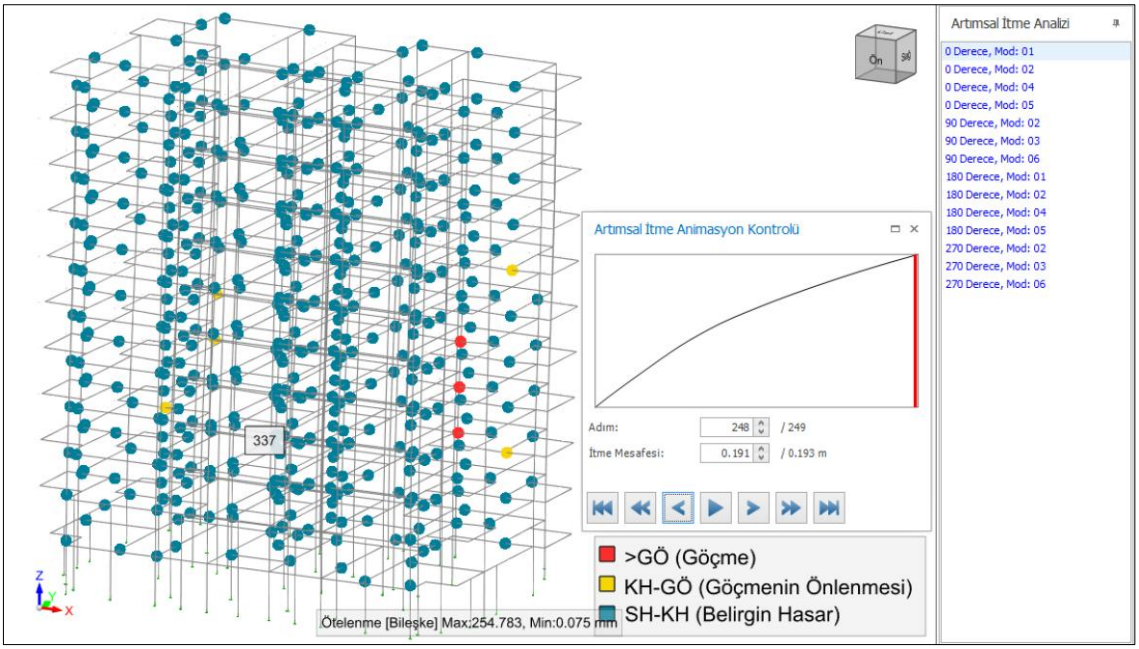
Y yönündeki deprem doğrultusuna göre hesap sonucu; sınırlı hasar bölgesindeki kiriş oranı %31.29 - düşey elemanların oranı %96.53, belirgin hasar bölgesindeki kiriş oranı %66.56 - düşey elemanların oranı %3.47, ileri hasar bölgesindeki kiriş oranı %2.15 - düşey elemanların oranı %0.00 olarak değerlendirilmiştir.

Çizelge 4. 15 Çok modlu itme yöntemine göre analiz sonucu elemanların hasar sınıfı dağılımı

Kat	Eleman	Deprem Doğrultusu X Yönü				Deprem Doğrultusu Y Yönü			
		Sınırlı Hasar Bölgesi	Belirgin Hasar Bölgesi	İleri Hasar Bölgesi	Göçme Bölgesi	Sınırlı Hasar Bölgesi	Belirgin Hasar Bölgesi	İleri Hasar Bölgesi	Göçme Bölgesi
2.Bodrum	Kolonlar:	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%	97.62%	2.38%	0.00%	0.00%
	Kirişler:	36.36%	63.64%	0.00%	0.00%	28.57%	71.43%	0.00%	0.00%
1.Bodrum	Kolonlar:	95.12%	4.88%	0.00%	0.00%	84.21%	15.79%	0.00%	0.00%
	Kirişler:	31.82%	68.18%	0.00%	0.00%	35.71%	64.29%	0.00%	0.00%
Zemin	Kolonlar:	94.44%	5.56%	0.00%	0.00%	80.56%	19.44%	0.00%	0.00%
	Kirişler:	23.08%	76.92%	0.00%	0.00%	30.00%	63.33%	6.67%	0.00%
1.Kat	Kolonlar:	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%
	Kirişler:	26.92%	73.08%	0.00%	0.00%	26.67%	66.67%	6.67%	0.00%
2.Kat	Kolonlar:	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%
	Kirişler:	26.92%	73.08%	0.00%	0.00%	26.67%	70.00%	3.33%	0.00%
3.Kat	Kolonlar:	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%
	Kirişler:	26.92%	73.08%	0.00%	0.00%	30.00%	66.67%	3.33%	0.00%
4.Kat	Kolonlar:	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%
	Kirişler:	23.08%	76.92%	0.00%	0.00%	33.33%	63.33%	3.33%	0.00%
5.Kat	Kolonlar:	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%
	Kirişler:	19.23%	80.77%	0.00%	0.00%	33.33%	66.67%	0.00%	0.00%
6.Kat	Kolonlar:	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%
	Kirişler:	26.92%	73.08%	0.00%	0.00%	33.33%	66.67%	0.00%	0.00%
7.Kat	Kolonlar:	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%
	Kirişler:	30.77%	69.23%	0.00%	0.00%	33.33%	66.67%	0.00%	0.00%
8.Kat	Kolonlar:	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%
	Kirişler:	42.31%	57.69%	0.00%	0.00%	33.33%	66.67%	0.00%	0.00%
TOPLAM	**Kolonlar:**	**99.01%**	**0.99%**	**0.00%**	**0.00%**	**96.53%**	**3.47%**	**0.00%**	**0.00%**
	Kirişler:	**28.42%**	**71.58%**	**0.00%**	**0.00%**	**31.29%**	**66.56%**	**2.15%**	**0.00%**

4.3.1. Çok Modlu İtme Yöntemiyle X Yönlü Deprem Hesabıyla Değerlendirme

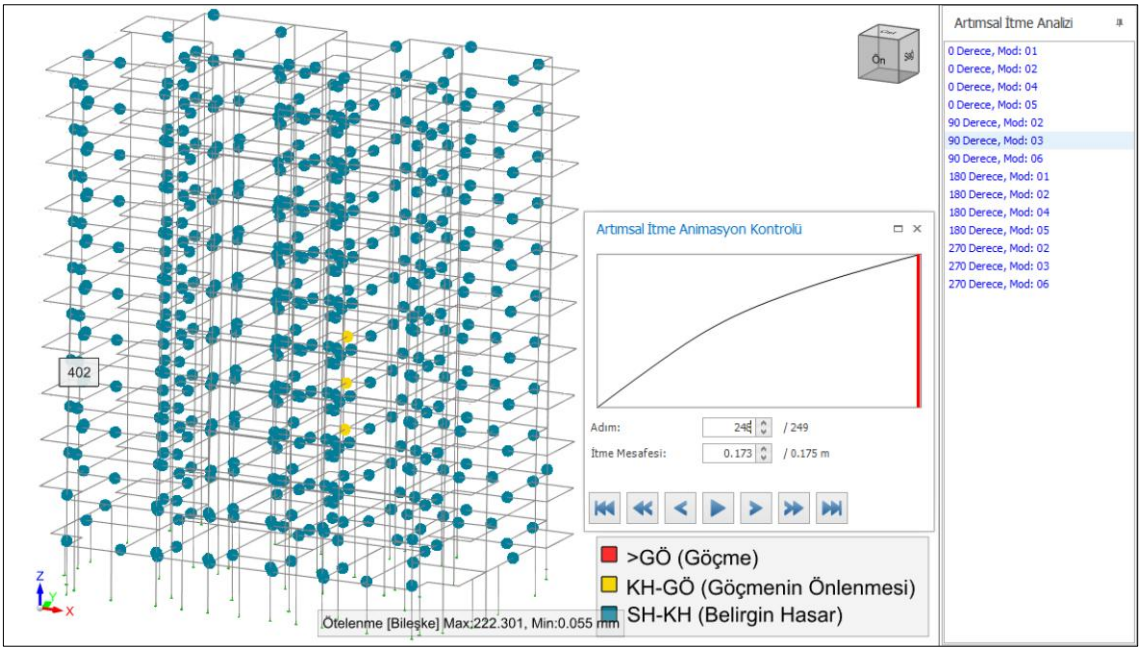
X yönündeki deprem hesabıyla analiz sonucu, her bir kattaki kirişlerin ileri hasar bölgesindeki oranı %35'den az olduğu görülmektedir. Ayrıca; kesme kuvveti olarak en kritik olan 2.bodrum katındaki, ileri hasar bölgesindeki düşey elemanların toplam kesme kuvvetine Katkısı %0<%20'den küçük olduğundan; alt ve üst kesitlerinin ikisinde birden belirgin hasar sınırı aşılmış düşey elemanların toplam kesme kuvvetine katkısı %0<%30'dan küçük olduğu için, kontrollü hasar performans düzeyini sağlamaktadır.



Şekil 4. 8 Deprem doğrultusu X yönlü 1.mod için mafsalların analitik modelde gösterimi

4.3.2. Çok Modlu İtme Yöntemiyle Y Yönlü Deprem Hesabıyla Değerlendirme

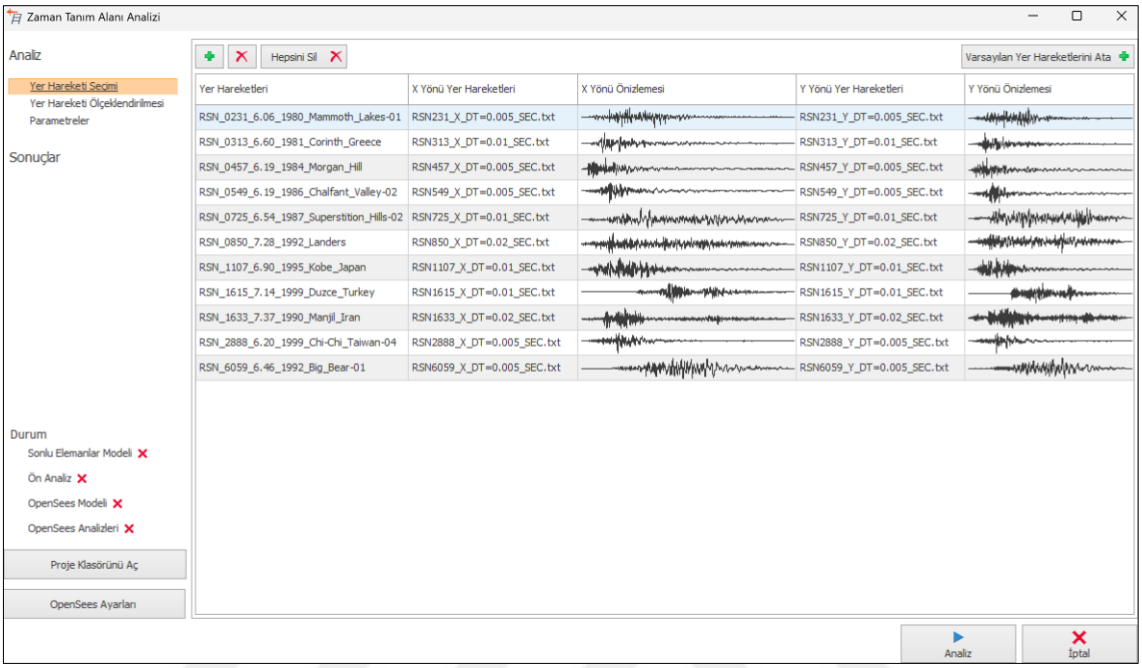
Y yönündeki deprem hesabıyla analiz sonucu, her bir kattaki kirişlerin ileri hasar bölgesindeki oranı %35'den az olduğu görülmektedir. Ayrıca; kesme kuvveti olarak en kritik olan 2.bodrum katındaki, ileri hasar bölgesindeki düşey elemanların toplam kesme kuvvetine Katkısı %0<%20'den küçük olduğundan; alt ve üst kesitlerinin ikisinde birden belirgin hasar sınırı aşılmış düşey elemanların toplam kesme kuvvetine katkısı %0<%30'dan küçük olduğu için, kontrollü hasar performans düzeyini sağlamaktadır.



Şekil 4. 9 Deprem doğrultusu Y yönlü 3.mod için mafsalların analitik modelde gösterimi

4.4. Zaman Tanım Alanında Hesap Yöntemiyle Analiz Sonuçları

Tezin bir diğer aşaması olarak; daha önce kısım 3.1.4'de verilen onbir kayıta göre zaman tanım alanında deprem hesabı yapılarak performans analizi gerçekleştirilmiştir.

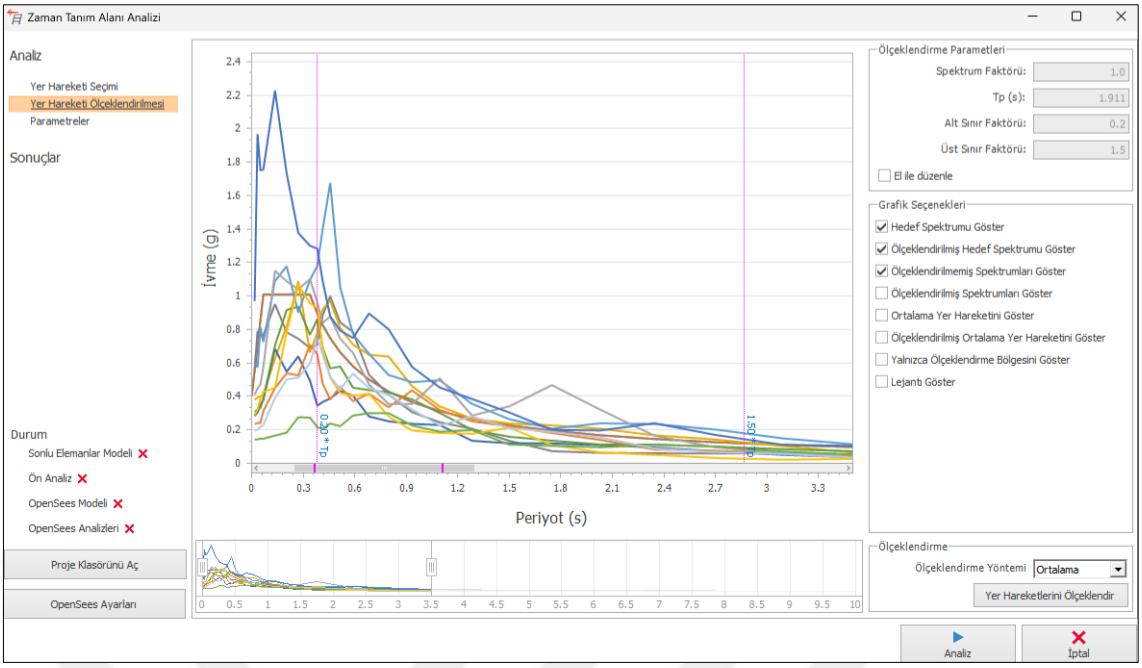


Şekil 4. 10 Seçilen onbir yerhareketine ait ivme kayıtlarının ProtaStructure programına tanımlanması

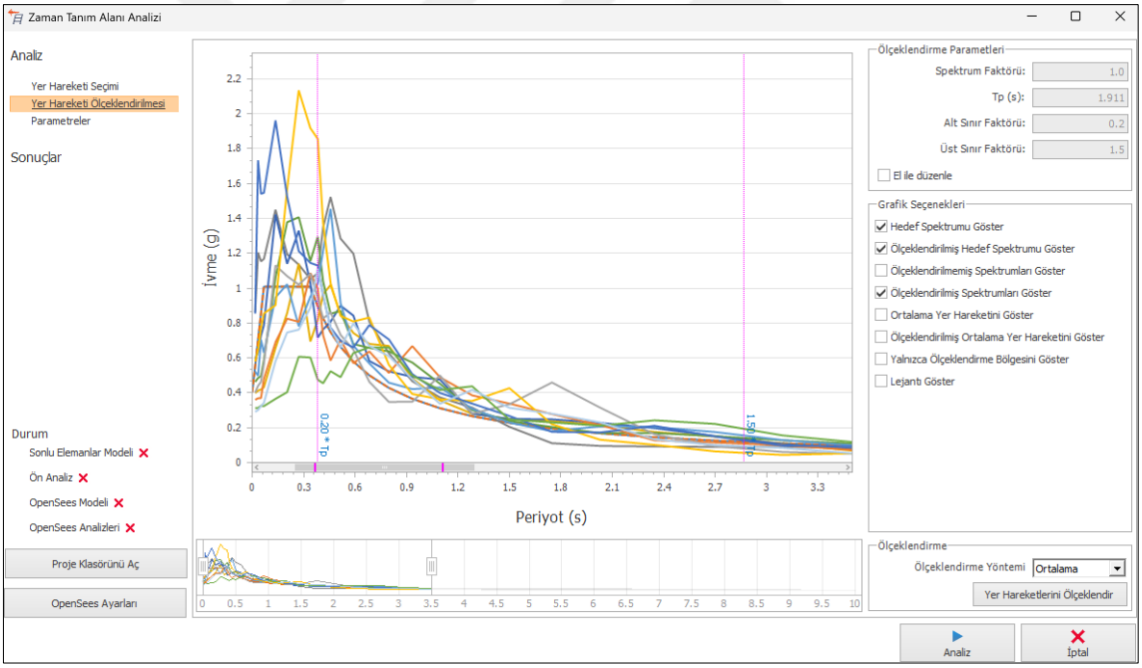
Seçilen her bir deprem kaydı takımının iki yatay bileşenine ait spektrumların kareleri toplamının karekökü alınarak bileşke yatay spektrumlar elde edilmiştir.

İki boyutlu hesap için seçilen tüm kayıtlara ait spektrumların ortalamasının $0.2T_p$ ve $1.5T_p$ periyotları arasındaki genliklerinin, tasarım spektrumunun aynı periyot aralığındaki genliklerinden büyük olarak ölçeklendirilmesi gerekmektedir. İncelenen binanın hakim periyodu 1.90 sn olup, bu kurala göre 0.38 sn ile 2.85 sn periyotları arasında ölçekleme kriteri konulmuştur.

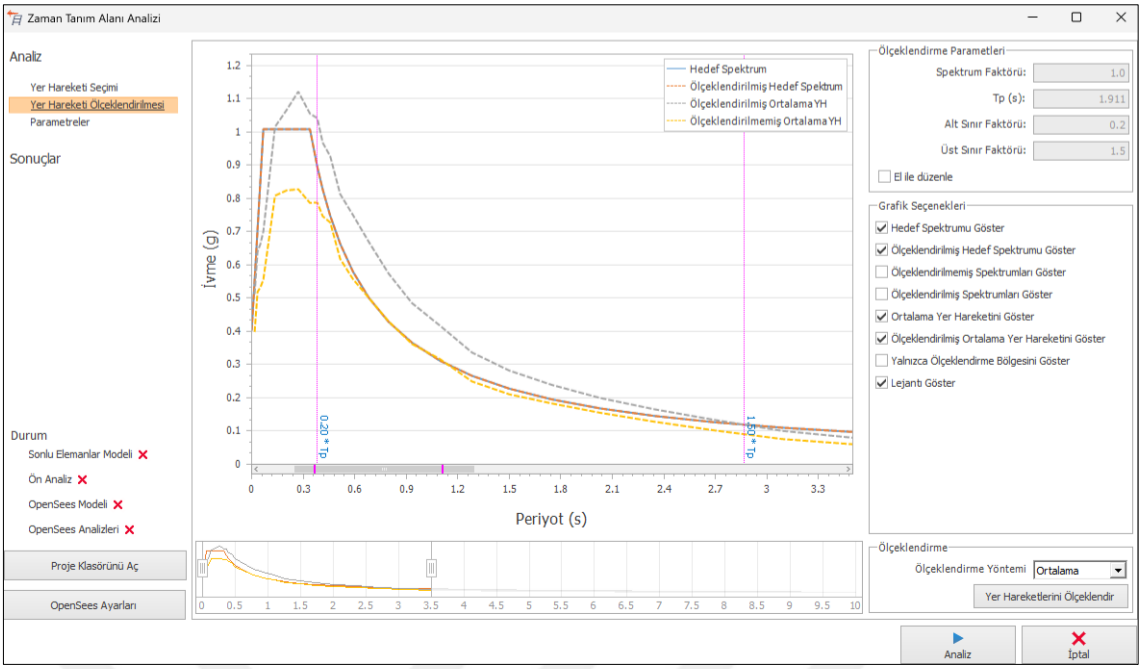
Ölçeklemesi yapılan onbir yer hareketi takımının, birbirine dik yatay iki doğrultudaki ivme kayıtları taşıyıcı sistemin (X) ve (Y) asal eksenleri doğrultusunda aynı anda birlikte etki ettirmiştir. Daha sonra ivme kayıtlarının eksenleri 90^o döndürülerek hesap tekrarlanmıştır.



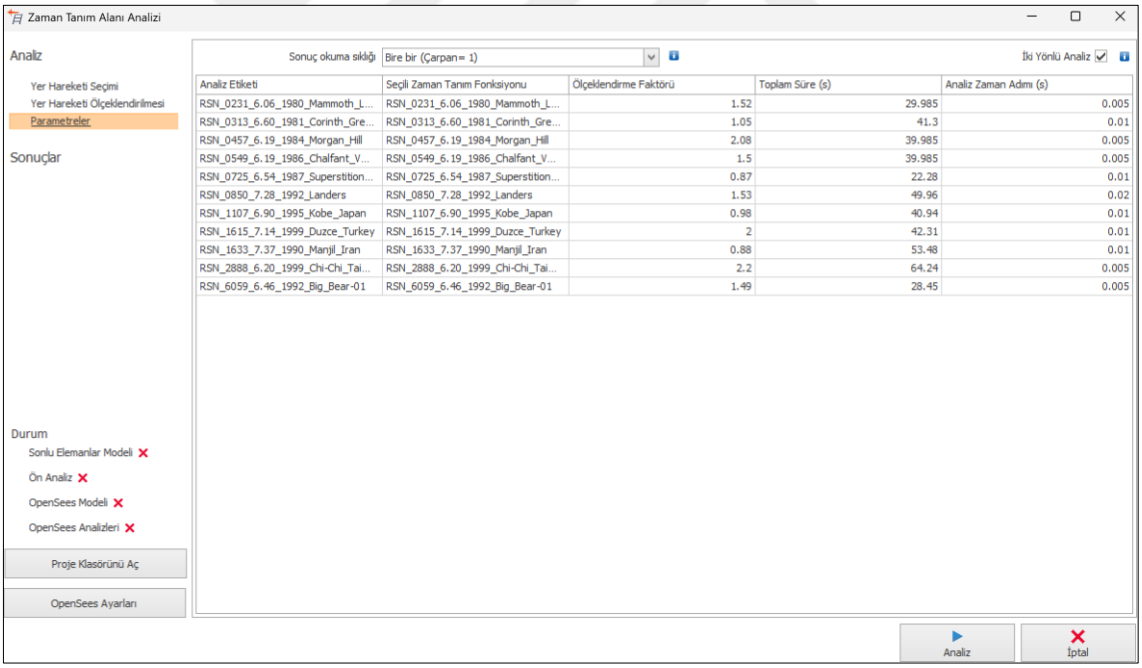
Şekil 4. 11 Seçilen onbir yerhareketine ait ölçeklendirilmemiş bileşke yatay spektrumlar



Şekil 4. 12 Seçilen onbir yerhareketine ait ölçeklendirilmiş bileşke yatay spektrumlar



Şekil 4. 13 Seçilen onbir yerhareketine ait ölçeklendirilmiş ve ölçeklendirilmemiş bileşke yatay spektrumların ortalaması



Şekil 4. 14 Seçilen onbir yerhareketine ait hesap parametreleri

ProtaStructure yazılımında; 0.38 sn ile 2.85 sn periyotları arasında ölçekleme TBDY 2018'e uygun olarak yapıldığından, kısım 3.1.4'de verilen PEER internet sayfasındaki faktörler ile farklılık göstermektedir.

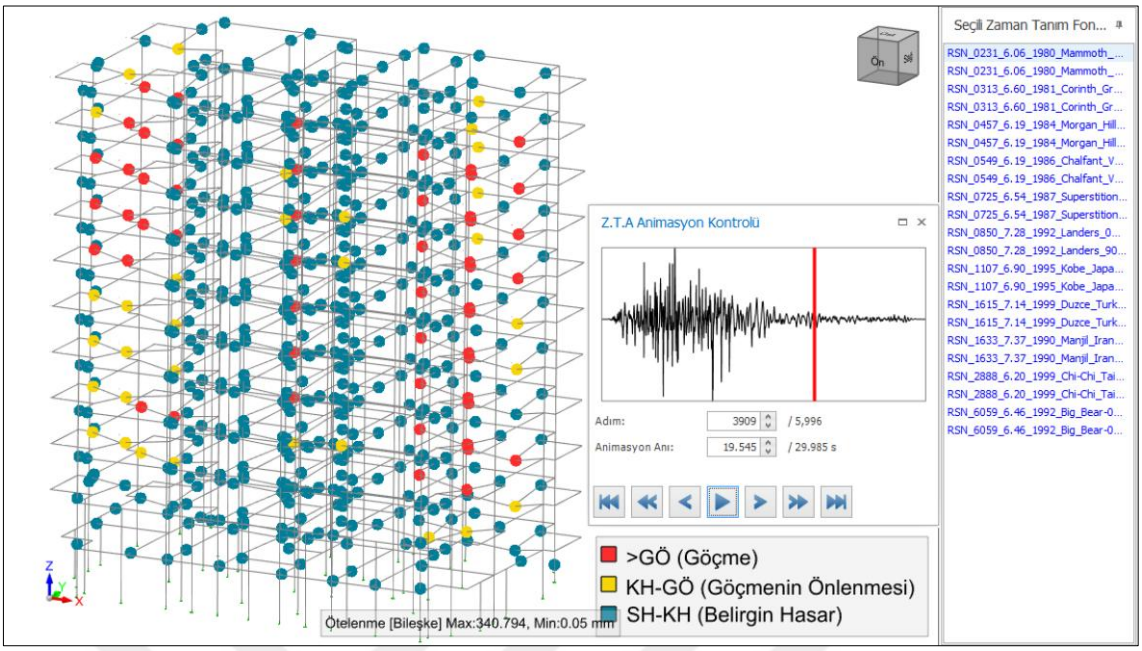
Seçilen onbir yerhareketiyle zaman tanım alanında hesap yöntemiyle analiz sonucu; sınırlı hasar bölgesindeki kiriş oranı %16.19 - düşey elemanların oranı %84.73, belirgin hasar bölgesindeki kiriş oranı %59.71 - düşey elemanların oranı %13.79, ileri hasar bölgesindeki kiriş oranı %9.71 - düşey elemanların oranı %0.49 ve göçme bölgesindeki kiriş oranı %14.39 - düşey elemanların oranı %0.99 olarak değerlendirilmiştir.

Seçilen onbir yerhareketinin 90º döndürülerek tekrarlanan zaman tanım alanında hesap yöntemiyle analiz sonucu; sınırlı hasar bölgesindeki kiriş oranı %29.45 - düşey elemanların oranı %84.65, belirgin hasar bölgesindeki kiriş oranı %62.27 - düşey elemanların oranı %13.86, ileri hasar bölgesindeki kiriş oranı %3.37 - düşey elemanların oranı %0.50 ve göçme bölgesindeki kiriş oranı %4.91 - düşey elemanların oranı %0.99 olarak değerlendirilmiştir.

Çizelge 4. 16 Zaman tanım alanında hesap yöntemiyle analiz sonucu elemanların hasar sınıfı dağılımı

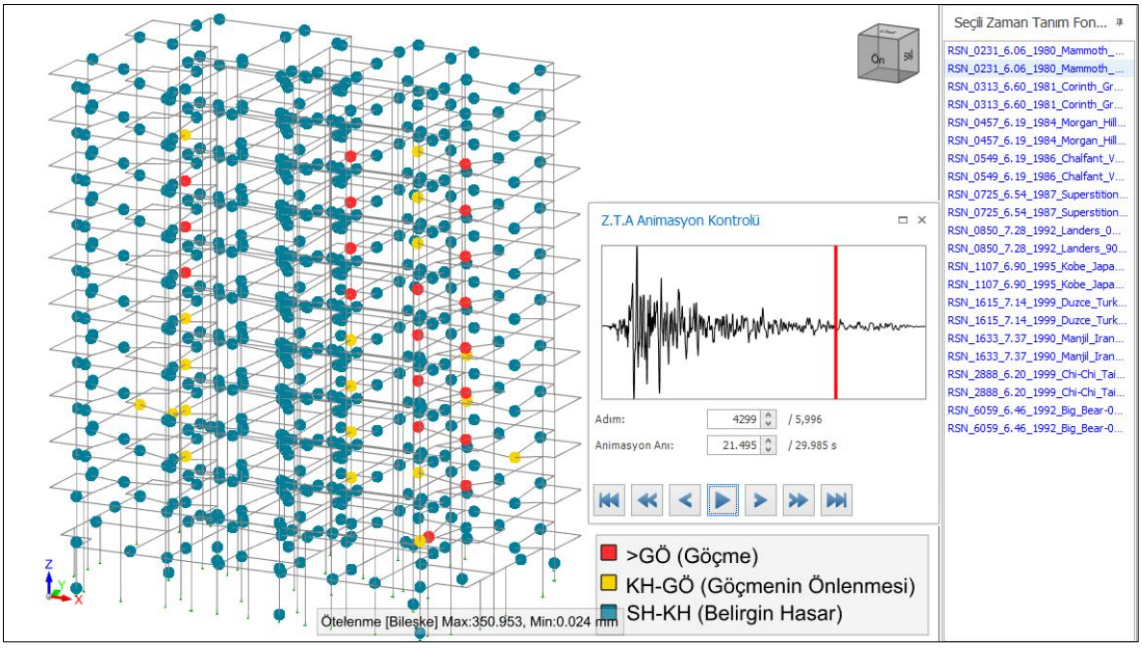
Kat	Eleman	Deprem Doğrultusu 0º				Deprem Doğrultusu 90º			
		Sınırlı Hasar Bölgesi	Belirgin Hasar Bölgesi	İleri Hasar Bölgesi	Göçme Bölgesi	Sınırlı Hasar Bölgesi	Belirgin Hasar Bölgesi	İleri Hasar Bölgesi	Göçme Bölgesi
2.Bodrum	Kolonlar:	39.02%	58.54%	2.44%	0.00%	40.48%	57.14%	2.38%	0.00%
	Kirişler:	22.73%	68.18%	4.55%	4.55%	28.57%	67.86%	3.57%	0.00%
1.Bodrum	Kolonlar:	70.73%	26.83%	2.44%	0.00%	68.42%	28.95%	2.63%	0.00%
	Kirişler:	18.18%	59.09%	4.55%	18.18%	32.14%	60.71%	3.57%	3.57%
Zemin	Kolonlar:	55.56%	33.33%	0.00%	11.11%	55.56%	33.33%	0.00%	11.11%
	Kirişler:	15.38%	53.85%	15.38%	15.38%	26.67%	66.67%	0.00%	6.67%
1.Kat	Kolonlar:	91.67%	8.33%	0.00%	0.00%	91.67%	8.33%	0.00%	0.00%
	Kirişler:	15.38%	46.15%	19.23%	19.23%	26.67%	56.67%	6.67%	10.00%
2.Kat	Kolonlar:	97.22%	2.78%	0.00%	0.00%	97.22%	2.78%	0.00%	0.00%
	Kirişler:	15.38%	46.15%	19.23%	19.23%	26.67%	53.33%	6.67%	13.33%
3.Kat	Kolonlar:	88.89%	11.11%	0.00%	0.00%	88.89%	11.11%	0.00%	0.00%
	Kirişler:	15.38%	53.85%	11.54%	19.23%	26.67%	63.33%	3.33%	6.67%
4.Kat	Kolonlar:	97.22%	2.78%	0.00%	0.00%	97.22%	2.78%	0.00%	0.00%
	Kirişler:	15.38%	53.85%	15.38%	15.38%	30.00%	63.33%	0.00%	6.67%
5.Kat	Kolonlar:	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%
	Kirişler:	15.38%	61.54%	7.69%	15.38%	30.00%	63.33%	0.00%	6.67%
6.Kat	Kolonlar:	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%
	Kirişler:	15.38%	65.38%	3.85%	15.38%	30.00%	63.33%	6.67%	0.00%
7.Kat	Kolonlar:	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%
	Kirişler:	15.38%	69.23%	0.00%	15.38%	33.33%	60.00%	6.67%	0.00%
8.Kat	Kolonlar:	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%
	Kirişler:	15.38%	80.77%	3.85%	0.00%	33.33%	66.67%	0.00%	0.00%
TOPLAM	**Kolonlar:**	**84.73%**	**13.79%**	**0.49%**	**0.99%**	**84.65%**	**13.86%**	**0.50%**	**0.99%**
	Kirişler:	**16.19%**	**59.71%**	**9.71%**	**14.39%**	**29.45%**	**62.27%**	**3.37%**	**4.91%**

Seçilen onbir yerhareketiyle zaman tanım alanında hesap yöntemiyle analiz sonucu; göçme bölgesinde elemanlar bulunduğu için kontrollü hasar performans düzeyini sağlamamaktadır.



Şekil 4. 15 "Mammoth Lakes-01" yer hareketine göre zaman tanım alanında analiz sonucu mafsalların analitik modelde gösterimi

Seçilen onbir yerhareketinin 90º döndürülerek tekrarlanan zaman tanım alanında hesap yöntemiyle analiz sonucu; göçme bölgesinde elemanlar bulunduğu için kontrollü hasar performans düzeyini sağlamamaktadır.



Şekil 4. 16 "Mammoth Lakes-01" yer hareketinin 90º döndürülerek tekrarlanan zaman tanım alanında analiz sonucu mafsalların analitik modelde gösterimi

4.5. Mw7.7 Yer Hareketine Göre Zaman Tanım Alanında Hesap

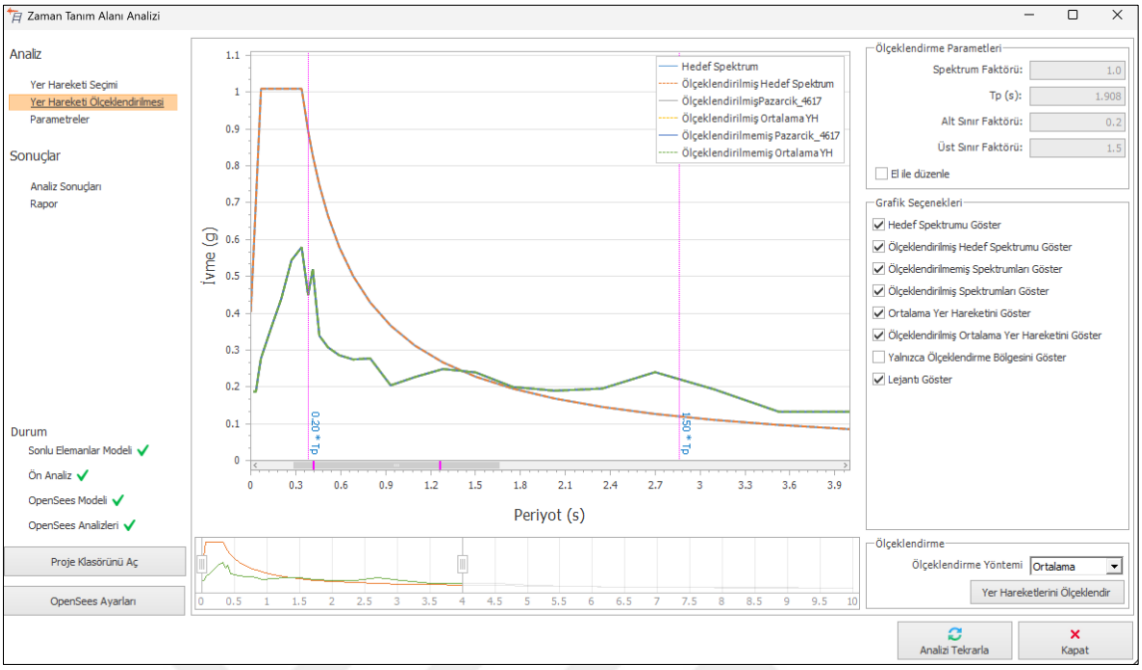
Tez çalışmasının son aşaması olarak; daha önce kısım 3.1.3'de verilen, incelenen bina yakınındaki yedi istasyonun her birinden ölçülen Mw=7.7 deprem kayıtlarıyla zaman tanım alanında deprem hesabı yapılarak performans analizi gerçekleştirilmiştir.

Bu istasyonlardan ölçülen Mw7.7 yer hareketinin ivme kayıt süreleri 105 sn ve kayıt aralığı 0.01 sn iken, analiz işleminin ve analiz sonucu oluşan veriyi incelemeyi kolaylaştırmak için ivme kayıtlarının sıfıra yakın olan ilk 35 sn göz önüne alınmamış ve zaman aralıkları da 0.02 saniyeye düşürülmüştür. Bu işlemi yaparken SeismoSignal yazılımı kullanılmış ve yönetmelikte belirtildiği gibi "zaman artımı, dinamik davranışa katkıda bulunan tüm titreşim modlarının yeterince temsil edilmesine olanak sağlayacak şekilde seçilmesi" ilkesine uyulmuştur.

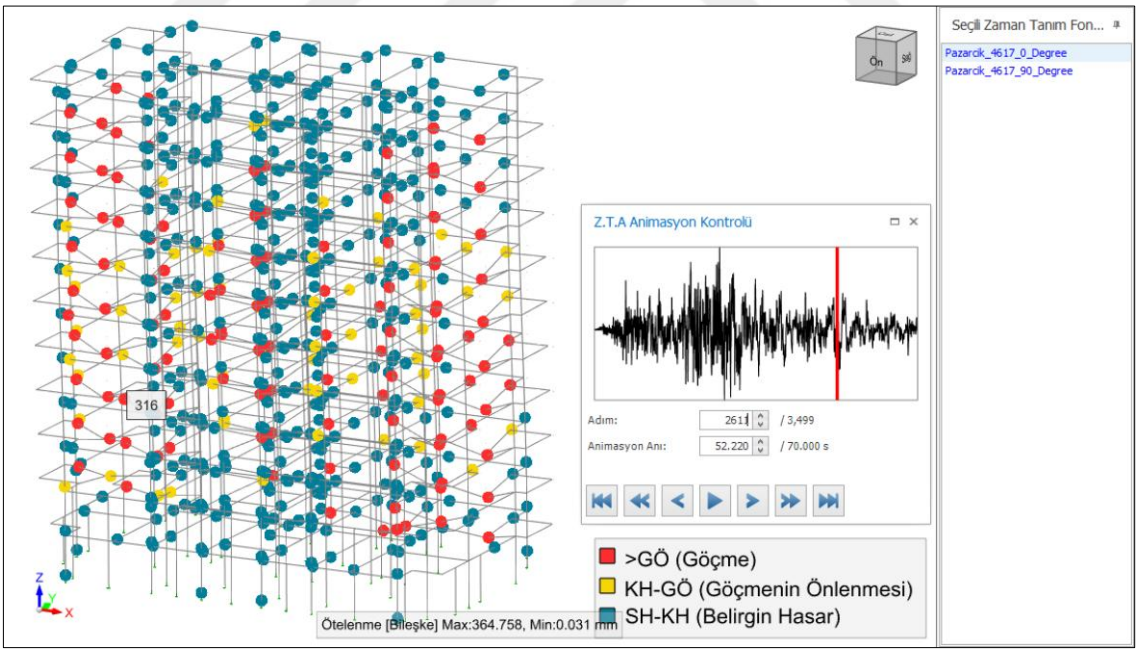
Ölçümleri bu şekilde ölçeksiz olarak dönüştürülen her bir deprem kaydı ayrı modellerde ProtaStructure yazılımına tanıtılarak, ivme kayıtlarının iki yatay bileşenine ait spektrumların kareleri toplamının karekökü alınarak bileşke yatay spektrumlar elde edilmiştir.

Ölçeklendirilmemiş yer hareketleri, birbirine dik yatay iki doğrultudaki ivme kayıtları taşıyıcı sistemin (X) ve (Y) asal eksenleri doğrultusunda aynı anda birlikte etki ettirmiştir. Daha sonra ivme kayıtlarının eksenleri 90^{o} döndürülerek hesap tekrarlanmıştır.

4.5.1. İstasyon No:4617 Kayıtlarına Göre Hesap Sonuçları



Şekil 4. 17 4617 nolu istasyondan ölçülen Mw7.7 yerhareketine ait bileşke yatay spektrum



Şekil 4. 18 4617 nolu istasyondan ölçülen Mw7.7 yerhareketine göre zaman tanım alanında analiz sonucu mafsalların analitik modelde gösterimi

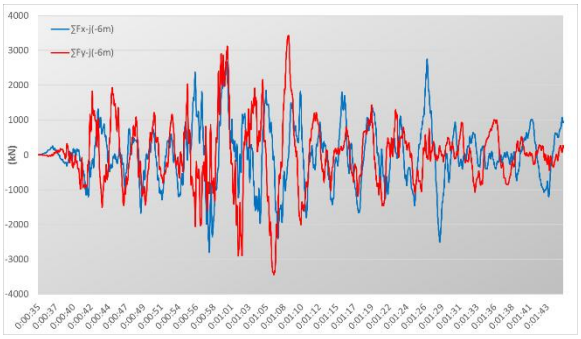
Çizelge 4. 17 4617 nolu istasyondan ölçülen ivme kayıtlarına göre zaman tanım alanında hesap yöntemiyle analiz sonucu elemanların hasar sınıfı dağılımı

Kat	Eleman	Deprem Doğrultusu 0°				Deprem Doğrultusu 90°			
		Sınırlı Hasar Bölgesi	Belirgin Hasar Bölgesi	İleri Hasar Bölgesi	Göçme Bölgesi	Sınırlı Hasar Bölgesi	Belirgin Hasar Bölgesi	İleri Hasar Bölgesi	Göçme Bölgesi
2.Bodrum	Kolonlar:	76.47%	17.65%	0.00%	0.00%	80.56%	19.44%	0.00%	0.00%
	Kirişler:	22.73%	68.18%	4.55%	4.55%	25.00%	75.00%	0.00%	0.00%
1.Bodrum	Kolonlar:	70.59%	23.53%	0.00%	0.00%	72.22%	27.78%	0.00%	0.00%
	Kirişler:	18.18%	63.64%	0.00%	18.18%	28.57%	64.29%	7.14%	0.00%
Zemin	Kolonlar:	55.56%	38.89%	2.78%	2.78%	55.56%	38.89%	2.78%	2.78%
	Kirişler:	15.38%	61.54%	7.69%	15.38%	26.67%	53.33%	13.33%	6.67%
1.Kat	Kolonlar:	80.56%	19.44%	0.00%	0.00%	80.56%	19.44%	0.00%	0.00%
	Kirişler:	15.38%	42.31%	23.08%	19.23%	26.67%	53.33%	3.33%	16.67%
2.Kat	Kolonlar:	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%
	Kirişler:	15.38%	34.62%	30.77%	19.23%	26.67%	53.33%	3.33%	16.67%
3.Kat	Kolonlar:	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%
	Kirişler:	15.38%	38.46%	30.77%	15.38%	26.67%	53.33%	6.67%	13.33%
4.Kat	Kolonlar:	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%
	Kirişler:	15.38%	46.15%	15.38%	23.08%	26.67%	56.67%	13.33%	3.33%
5.Kat	Kolonlar:	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%
	Kirişler:	15.38%	57.69%	11.54%	15.38%	26.67%	60.00%	13.33%	0.00%
6.Kat	Kolonlar:	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%
	Kirişler:	15.38%	69.23%	0.00%	15.38%	26.67%	73.33%	0.00%	0.00%
7.Kat	Kolonlar:	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%
	Kirişler:	15.38%	69.23%	0.00%	15.38%	30.00%	70.00%	0.00%	0.00%
8.Kat	Kolonlar:	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%
	Kirişler:	26.92%	73.08%	0.00%	0.00%	30.00%	70.00%	0.00%	0.00%
TOPLAM	**Kolonlar:**	**89.54%**	**8.93%**	**0.26%**	**0.26%**	**89.90%**	**9.60%**	**0.25%**	**0.25%**
	Kirişler:	**17.27%**	**56.47%**	**11.51%**	**14.75%**	**27.30%**	**61.96%**	**5.52%**	**5.21%**

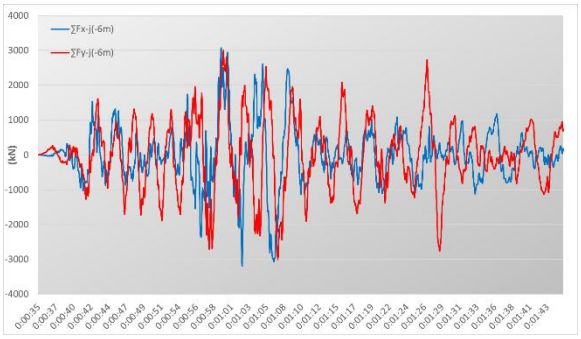
4617 nolu istasyondan ölçülen ivme kayıtları kullanılarak zaman tanım alanında hesap yöntemiyle analiz sonucu; sınırlı hasar bölgesindeki kiriş oranı %17.27 - düşey elemanların oranı %89.54, belirgin hasar bölgesindeki kiriş oranı %56.47 - düşey elemanların oranı %8.93, ileri hasar bölgesindeki kiriş oranı %11.51 - düşey elemanların oranı %0.26 ve göçme bölgesindeki kiriş oranı %14.75 - düşey elemanların oranı %0.26 olarak değerlendirilmiştir.

90° döndürülerek tekrarlanan zaman tanım alanında hesap yöntemiyle analiz sonucu; sınırlı hasar bölgesindeki kiriş oranı %27.30 - düşey elemanların oranı %89.90, belirgin hasar bölgesindeki kiriş oranı %61.96 - düşey elemanların oranı %9.60, ileri hasar bölgesindeki kiriş oranı %5.52 - düşey elemanların oranı %0.25 ve göçme bölgesindeki kiriş oranı %5.21 - düşey elemanların oranı %0.52 olarak değerlendirilmiştir.

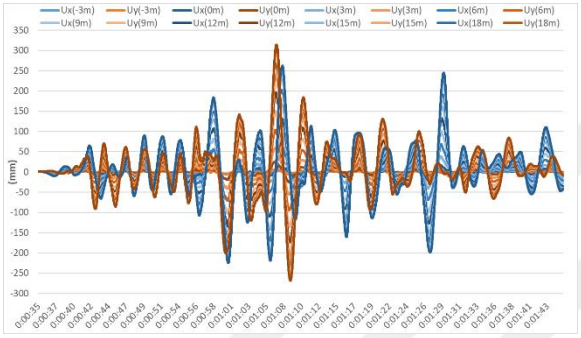
Bu analize göre, göçme bölgesinde elemanlar bulunduğu için kontrollü hasar performans düzeyini sağlamamaktadır.



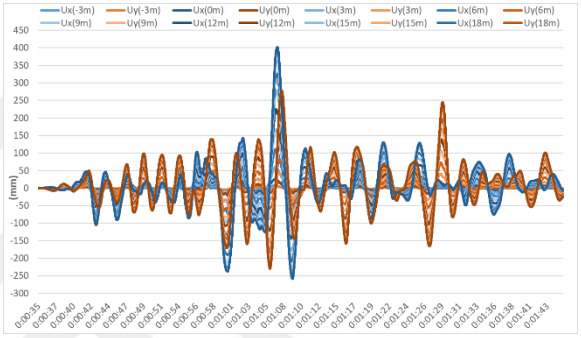
Şekil 4.19 a 4617 nolu istasyon ivme kayıtlarının etkisi sonucu oluşan taban kesme kuvveti (kN)



Şekil 4.19 b 4617 nolu istasyon ivme kayıtlarının 90º döndürülerek oluşan taban kesme kuvveti (kN)



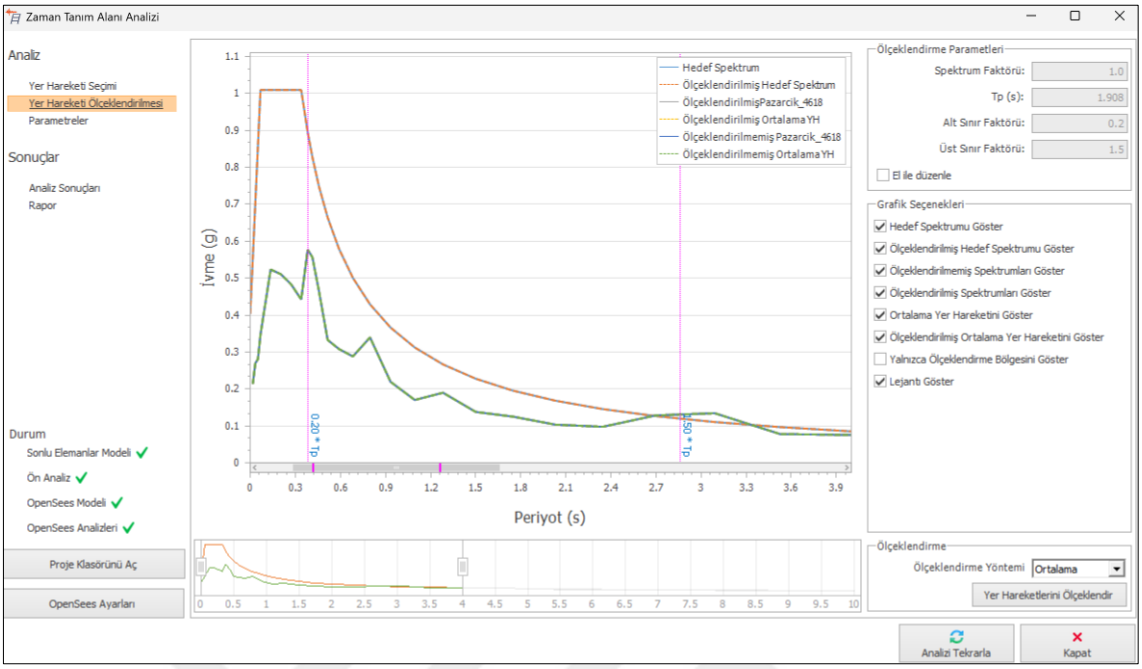
Şekil 4.19 c 4617 nolu istasyon ivme kayıtlarının etkisi sonucu oluşan kat ötelemeleri (mm)



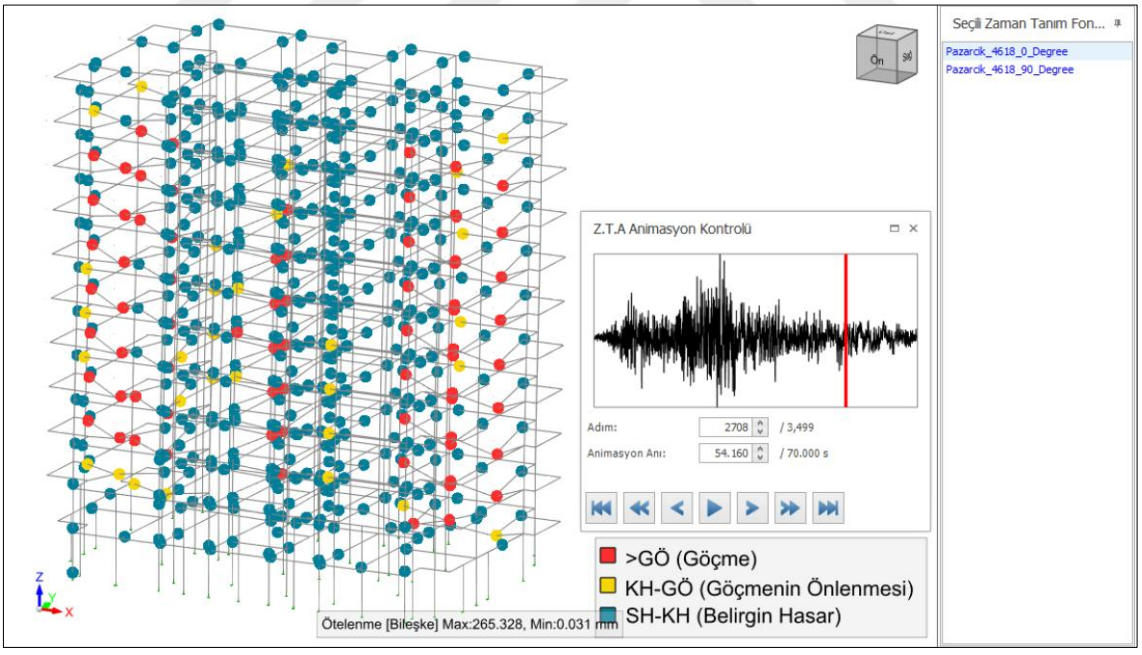
Şekil 4. 19 d 4617 nolu istasyon ivme kayıtlarının 90º döndürülerek oluşan kat ötelemeleri (mm)

4617 nolu istasyonda ölçülen Mw7.7 şiddetindeki her hareketine ait ivme kayıtlarının taşıyıcı sisteme X ve Y eksenleri doğrultusunda aynı anda etkisi sonucu en büyük taban kesme kuvveti 66.38 saniyesinde 350 ton (3438 kN), en büyük kat ötelemesi ise 66.74 saniyesinde 0.31 m olarak hesap edilmiştir. İvme kayıtlarının eksenleri 90º döndürülerek etkilettirildiğinde ise; en büyük taban kesme kuvveti 62.12 saniyesinde 326 ton (3193 kN), en büyük kat ötelemesi ise 66.88 saniyesinde 0.40 m olarak hesap edilmiştir.

4.5.2. İstasyon No:4618 Kayıtlarına Göre Hesap Sonuçları



Şekil 4. 20 4618 nolu istasyondan ölçülen Mw7.7 yerhareketine ait bileşke yatay spektrum



Şekil 4. 21 4618 nolu istasyondan ölçülen Mw7.7 yerhareketine göre zaman tanım alanında analiz sonucu mafsalların analitik modelde gösterimi

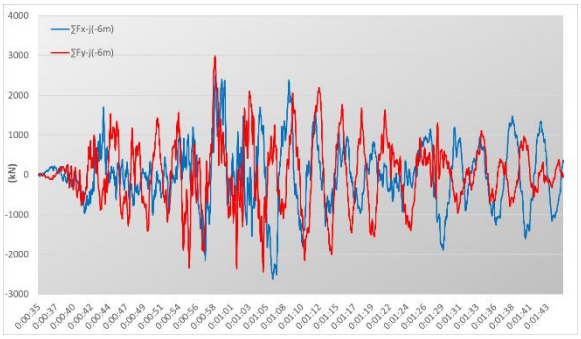
Çizelge 4. 18 4618 nolu istasyondan ölçülen ivme kayıtlarına göre zaman tanım alanında hesap yöntemiyle analiz sonucu elemanların hasar sınıfı dağılımı

Kat	Eleman	Deprem Doğrultusu 0°				Deprem Doğrultusu 90°			
		Sınırlı Hasar Bölgesi	Belirgin Hasar Bölgesi	İleri Hasar Bölgesi	Göçme Bölgesi	Sınırlı Hasar Bölgesi	Belirgin Hasar Bölgesi	İleri Hasar Bölgesi	Göçme Bölgesi
2.Bodrum	Kolonlar:	85.37%	9.76%	0.00%	0.00%	90.48%	9.52%	0.00%	0.00%
	Kirişler:	27.27%	68.18%	0.00%	4.55%	28.57%	71.43%	0.00%	0.00%
1.Bodrum	Kolonlar:	75.61%	24.39%	0.00%	0.00%	73.68%	26.32%	0.00%	0.00%
	Kirişler:	18.18%	63.64%	0.00%	18.18%	28.57%	71.43%	0.00%	0.00%
Zemin	Kolonlar:	77.78%	22.22%	0.00%	0.00%	77.78%	22.22%	0.00%	0.00%
	Kirişler:	15.38%	69.23%	0.00%	15.38%	26.67%	63.33%	10.00%	0.00%
1.Kat	Kolonlar:	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%
	Kirişler:	15.38%	73.08%	0.00%	11.54%	26.67%	56.67%	16.67%	0.00%
2.Kat	Kolonlar:	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%
	Kirişler:	15.38%	69.23%	3.85%	11.54%	26.67%	56.67%	13.33%	3.33%
3.Kat	Kolonlar:	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%
	Kirişler:	15.38%	73.08%	0.00%	11.54%	26.67%	66.67%	6.67%	0.00%
4.Kat	Kolonlar:	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%
	Kirişler:	15.38%	69.23%	0.00%	15.38%	30.00%	63.33%	6.67%	0.00%
5.Kat	Kolonlar:	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%
	Kirişler:	15.38%	69.23%	0.00%	15.38%	30.00%	70.00%	0.00%	0.00%
6.Kat	Kolonlar:	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%
	Kirişler:	23.08%	61.54%	0.00%	15.38%	33.33%	66.67%	0.00%	0.00%
7.Kat	Kolonlar:	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%
	Kirişler:	23.08%	65.38%	7.69%	3.85%	33.33%	66.67%	0.00%	0.00%
8.Kat	Kolonlar:	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%
	Kirişler:	38.46%	61.54%	0.00%	0.00%	33.33%	66.67%	0.00%	0.00%
TOPLAM	**Kolonlar:**	**94.09%**	**5.42%**	**0.00%**	**0.00%**	**94.55%**	**5.45%**	**0.00%**	**0.00%**
	Kirişler:	**20.14%**	**67.63%**	**1.08%**	**11.15%**	**29.45%**	**65.34%**	**4.91%**	**0.31%**

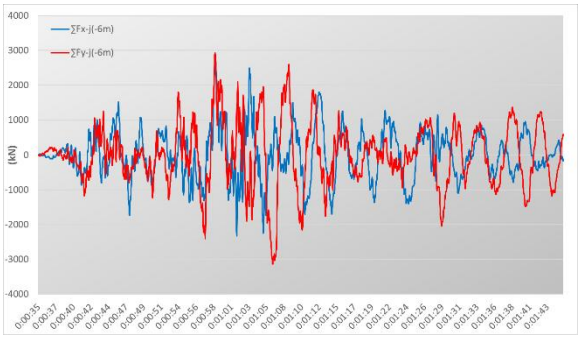
4618 nolu istasyondan ölçülen ivme kayıtları kullanılarak zaman tanım alanında hesap yöntemiyle analiz sonucu; sınırlı hasar bölgesindeki kiriş oranı %20.14 - düşey elemanların oranı %94.09, belirgin hasar bölgesindeki kiriş oranı %67.63 - düşey elemanların oranı %5.42, ileri hasar bölgesindeki kiriş oranı %1.08 - düşey elemanların oranı %0 ve göçme bölgesindeki kiriş oranı %11.15 - düşey elemanların oranı %0 olarak değerlendirilmiştir.

90° döndürülerek tekrarlanan zaman tanım alanında hesap yöntemiyle analiz sonucu; sınırlı hasar bölgesindeki kiriş oranı %29.45 - düşey elemanların oranı %94.55, belirgin hasar bölgesindeki kiriş oranı %65.34 - düşey elemanların oranı %5.45, ileri hasar bölgesindeki kiriş oranı %4.91 - düşey elemanların oranı %0 ve göçme bölgesindeki kiriş oranı %0.31 - düşey elemanların oranı %0 olarak değerlendirilmiştir.

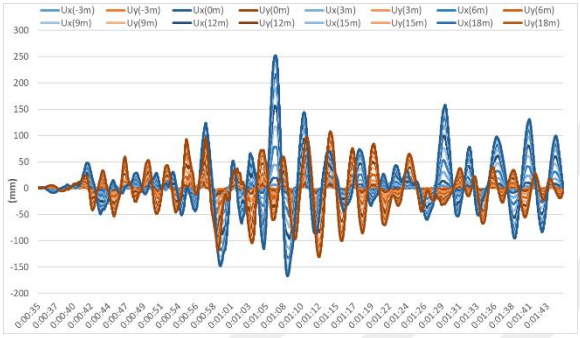
Bu analize göre, göçme bölgesinde elemanlar bulunduğu için kontrollü hasar performans düzeyini sağlamamaktadır.



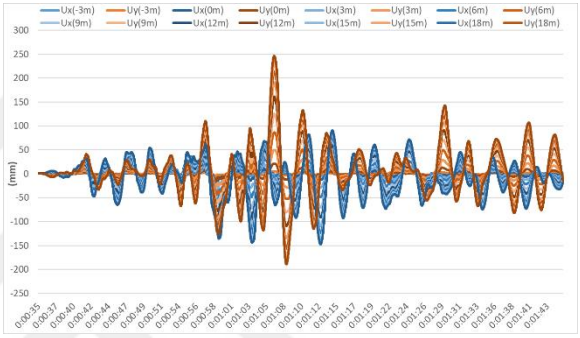
Şekil 4.22 a 4618 nolu istasyon ivme kayıtlarının etkisi sonucu oluşan taban kesme kuvveti (kN)



Şekil 4.22 b 4618 nolu istasyon ivme kayıtlarının 90^{o} döndürülerek oluşan taban kesme kuvveti (kN)



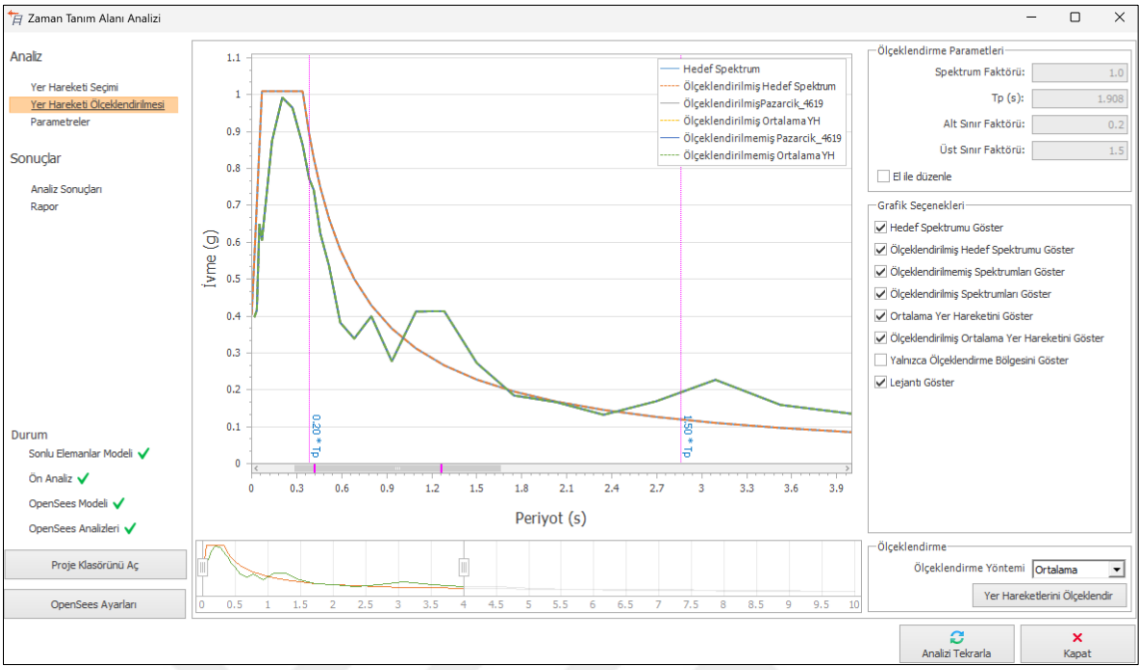
Şekil 4.22 c 4618 nolu istasyon ivme kayıtlarının etkisi sonucu oluşan kat ötelemeleri (mm)



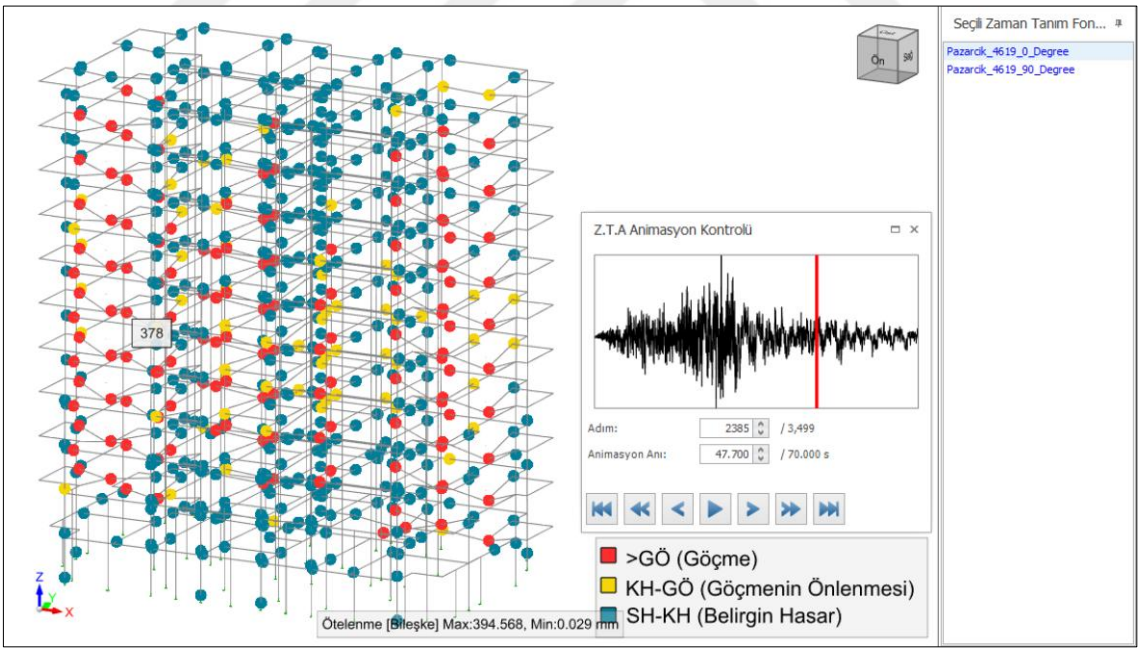
Şekil 4. 22 d 4618 nolu istasyon ivme kayıtlarının 90^{o} döndürülerek oluşan kat ötelemeleri (mm)

4618 nolu istasyonda ölçülen Mw7.7 şiddetindeki her hareketine ait ivme kayıtlarının taşıyıcı sisteme X ve Y eksenleri doğrultusunda aynı anda etkisi sonucu en büyük taban kesme kuvveti 58.56 saniyesinde 304 ton (2987 kN), en büyük kat ötelemesi ise 66.60 saniyesinde 0.25 m olarak hesap edilmiştir. İvme kayıtlarının eksenleri 90^{o} döndürülerek etkilettirildiğinde ise; en büyük taban kesme kuvveti 66.26 saniyesinde 319 ton (3128 kN), en büyük kat ötelemesi ise 66.44 saniyesinde 0.25 m olarak hesap edilmiştir.

4.5.3. İstasyon No:4619 Kayıtlarına Göre Hesap Sonuçları



Şekil 4. 23 4619 nolu istasyondan ölçülen Mw7.7 yerhareketine ait bileşke yatay spektrum



Şekil 4. 24 4619 nolu istasyondan ölçülen Mw7.7 yerhareketine göre zaman tanım alanında analiz sonucu mafsalların analitik modelde gösterimi

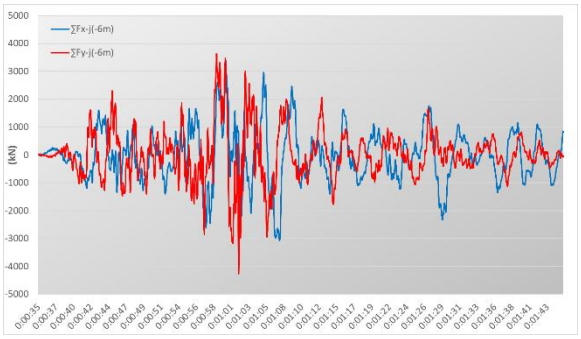
Çizelge 4. 19 4619 nolu istasyondan ölçülen ivme kayıtlarına göre zaman tanım alanında hesap yöntemiyle analiz sonucu elemanların hasar sınıfı dağılımı

Kat	Eleman	Deprem Doğrultusu 0°				Deprem Doğrultusu 90°			
		Sınırlı Hasar Bölgesi	Belirgin Hasar Bölgesi	İleri Hasar Bölgesi	Göçme Bölgesi	Sınırlı Hasar Bölgesi	Belirgin Hasar Bölgesi	İleri Hasar Bölgesi	Göçme Bölgesi
2.Bodrum	Kolonlar:	50.00%	43.33%	0.00%	0.00%	53.33%	46.67%	0.00%	0.00%
	Kirişler:	22.73%	68.18%	4.55%	4.55%	25.00%	75.00%	0.00%	0.00%
1.Bodrum	Kolonlar:	60.00%	30.00%	3.33%	0.00%	60.00%	36.67%	3.33%	0.00%
	Kirişler:	18.18%	63.64%	0.00%	18.18%	28.57%	60.71%	7.14%	3.57%
Zemin	Kolonlar:	33.33%	56.67%	0.00%	10.00%	33.33%	56.67%	0.00%	10.00%
	Kirişler:	15.38%	61.54%	7.69%	15.38%	26.67%	46.67%	13.33%	13.33%
1.Kat	Kolonlar:	83.33%	16.67%	0.00%	0.00%	83.33%	16.67%	0.00%	0.00%
	Kirişler:	15.38%	38.46%	23.08%	23.08%	26.67%	40.00%	16.67%	16.67%
2.Kat	Kolonlar:	93.33%	6.67%	0.00%	0.00%	93.33%	6.67%	0.00%	0.00%
	Kirişler:	15.38%	46.15%	19.23%	19.23%	26.67%	50.00%	6.67%	16.67%
3.Kat	Kolonlar:	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%
	Kirişler:	15.38%	50.00%	15.38%	19.23%	26.67%	56.67%	6.67%	10.00%
4.Kat	Kolonlar:	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%
	Kirişler:	15.38%	61.54%	7.69%	15.38%	26.67%	56.67%	10.00%	6.67%
5.Kat	Kolonlar:	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%
	Kirişler:	15.38%	57.69%	11.54%	15.38%	26.67%	63.33%	10.00%	0.00%
6.Kat	Kolonlar:	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%
	Kirişler:	15.38%	69.23%	0.00%	15.38%	26.67%	70.00%	3.33%	0.00%
7.Kat	Kolonlar:	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%
	Kirişler:	15.38%	69.23%	0.00%	15.38%	26.67%	73.33%	0.00%	0.00%
8.Kat	Kolonlar:	93.33%	6.67%	0.00%	0.00%	93.33%	6.67%	0.00%	0.00%
	Kirişler:	23.08%	76.92%	0.00%	0.00%	26.67%	73.33%	0.00%	0.00%
TOPLAM	**Kolonlar:**	**83.03%**	**14.55%**	**0.30%**	**0.91%**	**83.33%**	**15.45%**	**0.30%**	**0.91%**
	Kirişler:	**16.91%**	**60.07%**	**8.27%**	**14.75%**	**26.69%**	**60.43%**	**6.75%**	**6.13%**

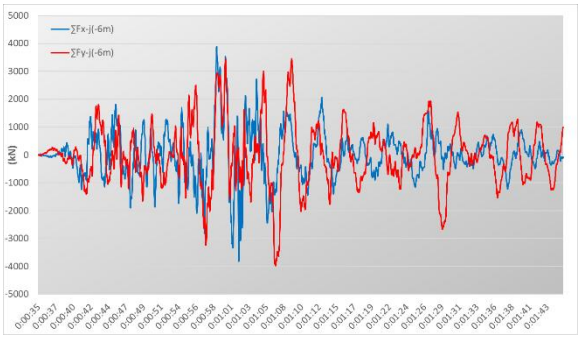
4619 nolu istasyondan ölçülen ivme kayıtları kullanılarak zaman tanım alanında hesap yöntemiyle analiz sonucu; sınırlı hasar bölgesindeki kiriş oranı %16.91 - düşey elemanların oranı %83.03, belirgin hasar bölgesindeki kiriş oranı %60.07 - düşey elemanların oranı %14.55, ileri hasar bölgesindeki kiriş oranı %8.27 - düşey elemanların oranı %0.30 ve göçme bölgesindeki kiriş oranı %14.75 - düşey elemanların oranı %0.91 olarak değerlendirilmiştir.

90° döndürülerek tekrarlanan zaman tanım alanında hesap yöntemiyle analiz sonucu; sınırlı hasar bölgesindeki kiriş oranı %26.69 - düşey elemanların oranı %83.33, belirgin hasar bölgesindeki kiriş oranı %60.43 - düşey elemanların oranı %15.45, ileri hasar bölgesindeki kiriş oranı %6.75 - düşey elemanların oranı %0.30 ve göçme bölgesindeki kiriş oranı %6.13 - düşey elemanların oranı %0.91 olarak değerlendirilmiştir.

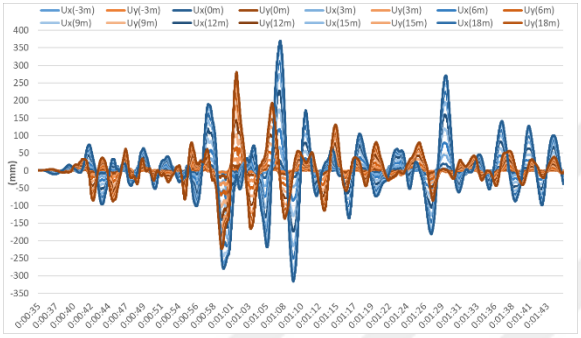
Bu analize göre, göçme bölgesinde elemanlar bulunduğu için kontrollü hasar performans düzeyini sağlamamaktadır.



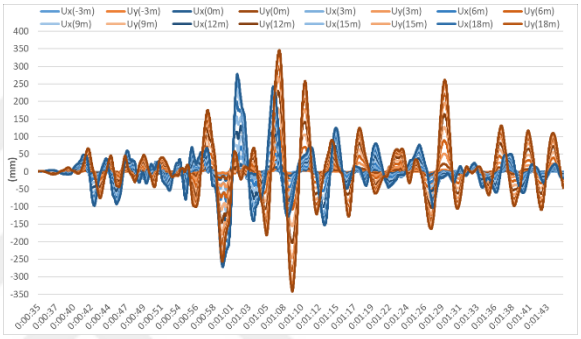
Şekil 4.25 a 4619 nolu istasyon ivme kayıtlarının etkisi sonucu oluşan taban kesme kuvveti (kN)



Şekil 4.25 b 4619 nolu istasyon ivme kayıtlarının 90º döndürülerek oluşan taban kesme kuvveti (kN)



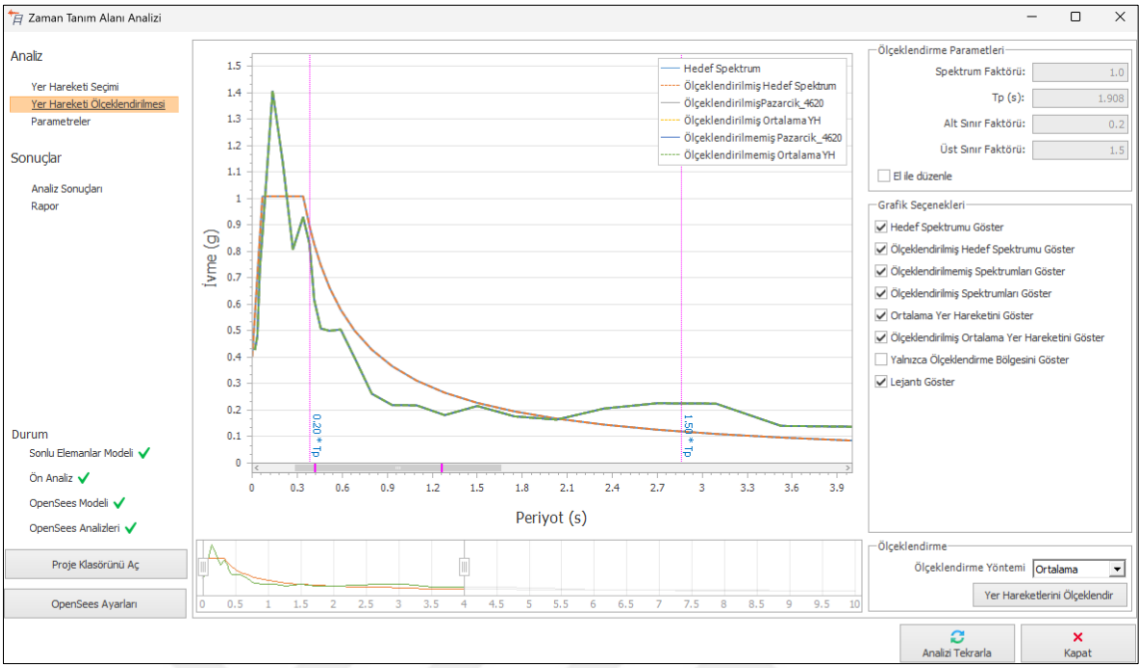
Şekil 4.25 c 4619 nolu istasyon ivme kayıtlarının etkisi sonucu oluşan kat ötelemeleri (mm)



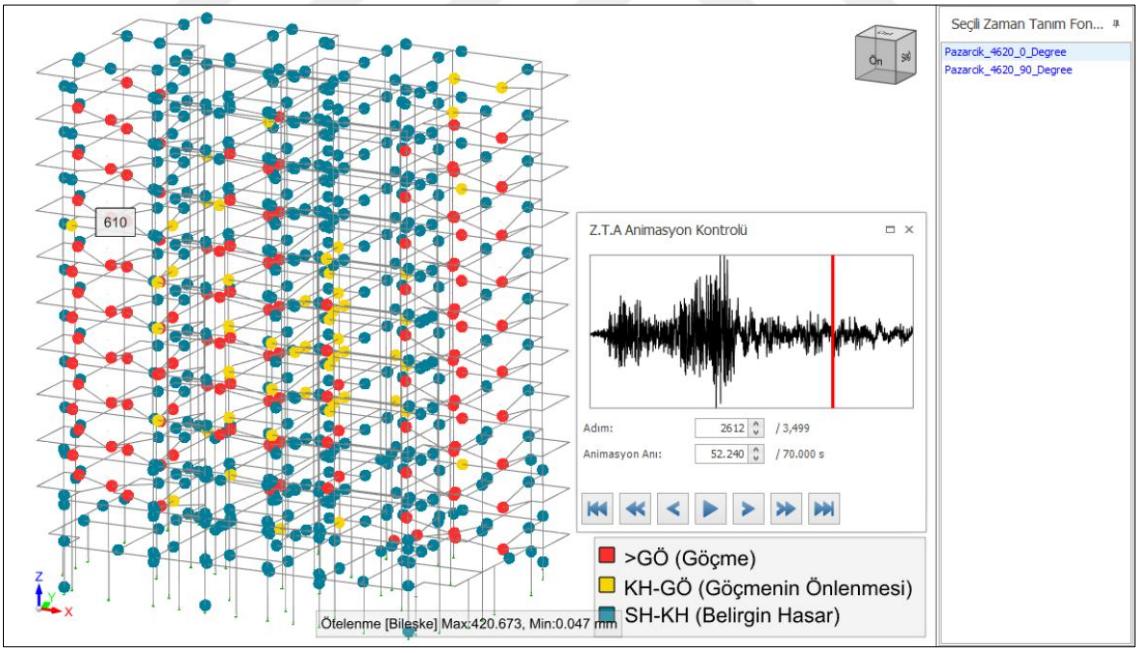
Şekil 4. 25 d 4619 nolu istasyon ivme kayıtlarının 90º döndürülerek oluşan kat ötelemeleri (mm)

4619 nolu istasyonda ölçülen Mw7.7 şiddetindeki her hareketine ait ivme kayıtlarının taşıyıcı sisteme X ve Y eksenleri doğrultusunda aynı anda etkisi sonucu en büyük taban kesme kuvveti 61.72 saniyesinde 435 ton (4272 kN), en büyük kat ötelemesi ise 67.26 saniyesinde 0.37 m olarak hesap edilmiştir. İvme kayıtlarının eksenleri 90º döndürülerek etkilettirildiğinde ise; en büyük taban kesme kuvveti 66.62 saniyesinde 405 ton (3976 kN), en büyük kat ötelemesi ise 67.14 saniyesinde 0.35 m olarak hesap edilmiştir.

4.5.4. İstasyon No:4620 Kayıtlarına Göre Hesap Sonuçları



Şekil 4. 26 4620 nolu istasyondan ölçülen Mw7.7 yerhareketine ait bileşke yatay spektrum



Şekil 4. 27 4620 nolu istasyondan ölçülen Mw7.7 yerhareketine göre zaman tanım alanında analiz sonucu mafsalların analitik modelde gösterimi

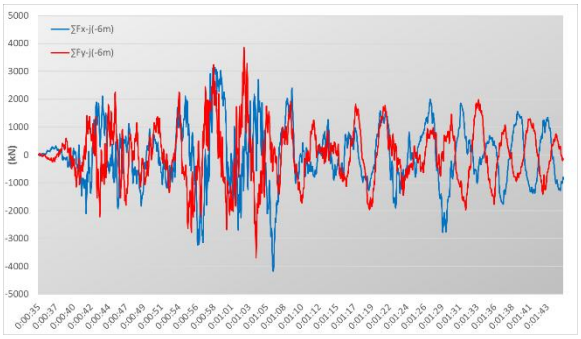
Çizelge 4. 20 4620 nolu istasyondan ölçülen ivme kayıtlarına göre zaman tanım alanında hesap yöntemiyle analiz sonucu elemanların hasar sınıfı dağılımı

Kat	Eleman	Deprem Doğrultusu 0°				Deprem Doğrultusu 90°			
		Sınırlı Hasar Bölgesi	Belirgin Hasar Bölgesi	İleri Hasar Bölgesi	Göçme Bölgesi	Sınırlı Hasar Bölgesi	Belirgin Hasar Bölgesi	İleri Hasar Bölgesi	Göçme Bölgesi
2.Bodrum	Kolonlar:	20.00%	73.33%	0.00%	0.00%	20.00%	80.00%	0.00%	0.00%
	Kirişler:	22.73%	68.18%	0.00%	9.09%	25.00%	71.43%	3.57%	0.00%
1.Bodrum	Kolonlar:	63.33%	26.67%	3.33%	0.00%	63.33%	33.33%	3.33%	0.00%
	Kirişler:	18.18%	63.64%	0.00%	18.18%	28.57%	64.29%	7.14%	0.00%
Zemin	Kolonlar:	36.67%	53.33%	3.33%	6.67%	36.67%	53.33%	3.33%	6.67%
	Kirişler:	15.38%	61.54%	3.85%	19.23%	26.67%	53.33%	13.33%	6.67%
1.Kat	Kolonlar:	86.67%	13.33%	0.00%	0.00%	86.67%	13.33%	0.00%	0.00%
	Kirişler:	15.38%	38.46%	23.08%	23.08%	26.67%	40.00%	16.67%	16.67%
2.Kat	Kolonlar:	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%
	Kirişler:	15.38%	30.77%	30.77%	23.08%	23.33%	46.67%	16.67%	13.33%
3.Kat	Kolonlar:	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%
	Kirişler:	15.38%	38.46%	23.08%	23.08%	23.33%	56.67%	13.33%	6.67%
4.Kat	Kolonlar:	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%
	Kirişler:	15.38%	50.00%	15.38%	19.23%	26.67%	63.33%	6.67%	3.33%
5.Kat	Kolonlar:	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%
	Kirişler:	15.38%	61.54%	7.69%	15.38%	26.67%	66.67%	6.67%	0.00%
6.Kat	Kolonlar:	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%
	Kirişler:	15.38%	69.23%	0.00%	15.38%	26.67%	73.33%	0.00%	0.00%
7.Kat	Kolonlar:	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%
	Kirişler:	15.38%	69.23%	0.00%	15.38%	26.67%	73.33%	0.00%	0.00%
8.Kat	Kolonlar:	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%
	Kirişler:	23.08%	76.92%	0.00%	0.00%	26.67%	73.33%	0.00%	0.00%
TOPLAM	**Kolonlar:**	**82.42%**	**15.15%**	**0.61%**	**0.61%**	**82.42%**	**16.36%**	**0.61%**	**0.61%**
	Kirişler:	**16.91%**	**56.83%**	**9.71%**	**16.55%**	**26.07%**	**61.96%**	**7.67%**	**4.29%**

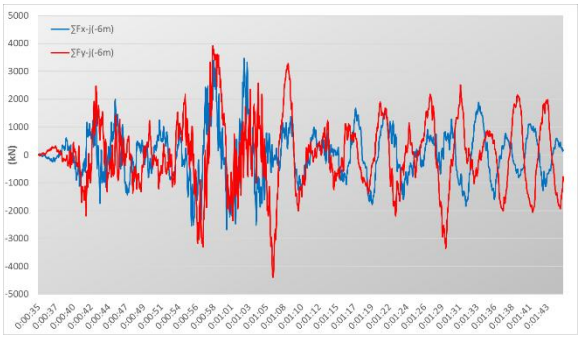
4620 nolu istasyondan ölçülen ivme kayıtları kullanılarak zaman tanım alanında hesap yöntemiyle analiz sonucu; sınırlı hasar bölgesindeki kiriş oranı %16.91 - düşey elemanların oranı %82.42, belirgin hasar bölgesindeki kiriş oranı %56.83 - düşey elemanların oranı %15.15, ileri hasar bölgesindeki kiriş oranı %9.71 - düşey elemanların oranı %0.61 ve göçme bölgesindeki kiriş oranı %16.55 - düşey elemanların oranı %0.61 olarak değerlendirilmiştir.

90° döndürülerek tekrarlanan zaman tanım alanında hesap yöntemiyle analiz sonucu; sınırlı hasar bölgesindeki kiriş oranı %26.07 - düşey elemanların oranı %82.42, belirgin hasar bölgesindeki kiriş oranı %61.96 - düşey elemanların oranı %16.36, ileri hasar bölgesindeki kiriş oranı %7.67 - düşey elemanların oranı %0.61 ve göçme bölgesindeki kiriş oranı %4.29 - düşey elemanların oranı %0.61 olarak değerlendirilmiştir.

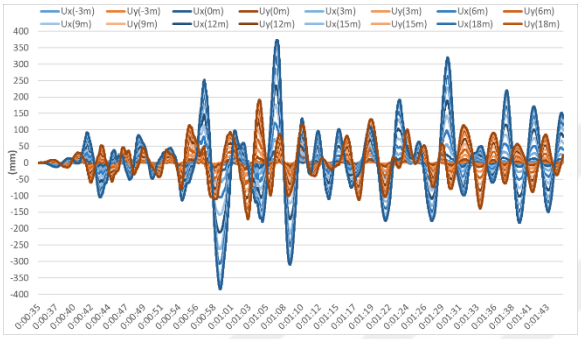
Bu analize göre, göçme bölgesinde elemanlar bulunduğu için kontrollü hasar performans düzeyini sağlamamaktadır.



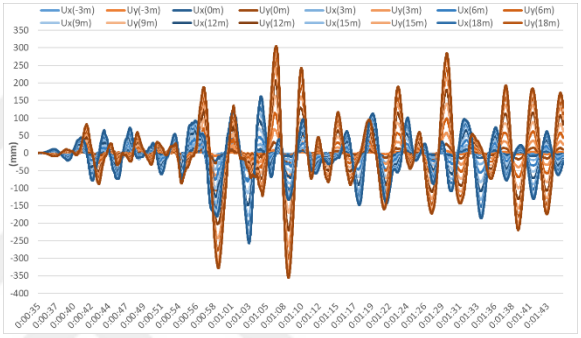
Şekil 4.28 a 4620 nolu istasyon ivme kayıtlarının etkisi sonucu oluşan taban kesme kuvveti (kN)



Şekil 4.28 b 4620 nolu istasyon ivme kayıtlarının 90º döndürülerek oluşan taban kesme kuvveti (kN)



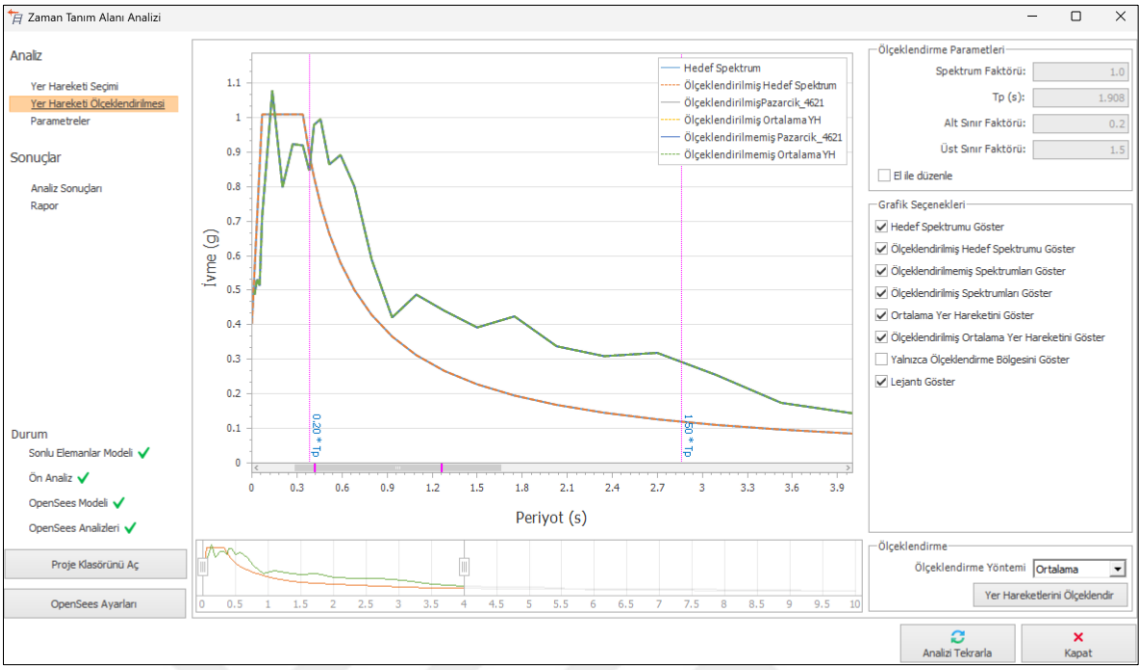
Şekil 4.28 c 4620 nolu istasyon ivme kayıtlarının etkisi sonucu oluşan kat ötelemeleri (mm)



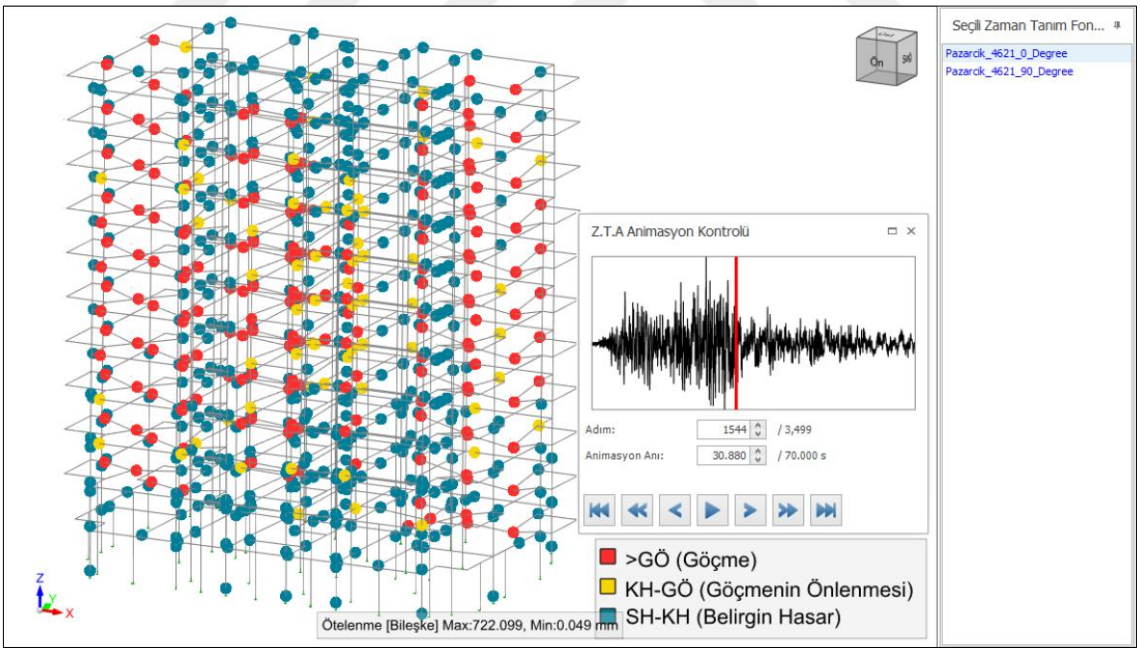
Şekil 4. 28 d 4620 nolu istasyon ivme kayıtlarının 90º döndürülerek oluşan kat ötelemeleri (mm)

4620 nolu istasyonda ölçülen Mw7.7 şiddetindeki her hareketine ait ivme kayıtlarının taşıyıcı sisteme X ve Y eksenleri doğrultusunda aynı anda etkisi sonucu en büyük taban kesme kuvveti 66.32 saniyesinde 426 ton (4181 kN), en büyük kat ötelemesi ise 59.26 saniyesinde 0.38 m olarak hesap edilmiştir. İvme kayıtlarının eksenleri 90º döndürülerek etkilettirildiğinde ise; en büyük taban kesme kuvveti 66.30 saniyesinde 448 ton (4395 kN), en büyük kat ötelemesi ise 68.36 saniyesinde 0.36 m olarak hesap edilmiştir.

4.5.5. İstasyon No:4621 Kayıtlarına Göre Hesap Sonuçları



Şekil 4. 29 4621 nolu istasyondan ölçülen Mw7.7 yerhareketine ait bileşke yatay spektrum



Şekil 4. 30 4621 nolu istasyondan ölçülen Mw7.7 yerhareketine göre zaman tanım alanında analiz sonucu mafsalların analitik modelde gösterimi

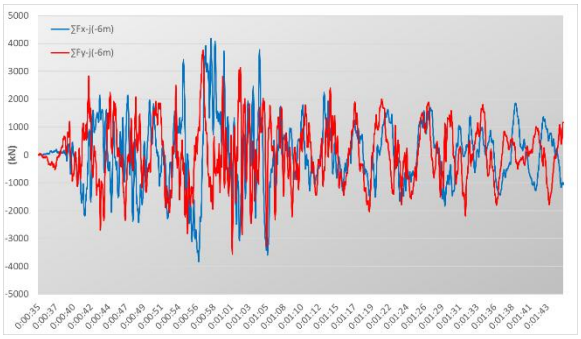
Çizelge 4. 21 4621 nolu istasyondan ölçülen ivme kayıtlarına göre zaman tanım alanında hesap yöntemiyle analiz sonucu elemanların hasar sınıfı dağılımı

Kat	Eleman	Deprem Doğrultusu 0°				Deprem Doğrultusu 90°			
		Sınırlı Hasar Bölgesi	Belirgin Hasar Bölgesi	İleri Hasar Bölgesi	Göçme Bölgesi	Sınırlı Hasar Bölgesi	Belirgin Hasar Bölgesi	İleri Hasar Bölgesi	Göçme Bölgesi
2.Bodrum	Kolonlar:	10.00%	83.33%	0.00%	0.00%	10.00%	90.00%	0.00%	0.00%
	Kirişler:	22.73%	68.18%	0.00%	9.09%	25.00%	71.43%	0.00%	3.57%
1.Bodrum	Kolonlar:	30.00%	50.00%	10.00%	3.33%	30.00%	56.67%	6.67%	6.67%
	Kirişler:	18.18%	63.64%	0.00%	18.18%	28.57%	64.29%	7.14%	0.00%
Zemin	Kolonlar:	0.00%	80.00%	10.00%	10.00%	0.00%	80.00%	10.00%	10.00%
	Kirişler:	15.38%	46.15%	19.23%	19.23%	26.67%	26.67%	26.67%	20.00%
1.Kat	Kolonlar:	40.00%	60.00%	0.00%	0.00%	40.00%	60.00%	0.00%	0.00%
	Kirişler:	15.38%	30.77%	26.92%	26.92%	23.33%	30.00%	16.67%	30.00%
2.Kat	Kolonlar:	93.33%	6.67%	0.00%	0.00%	93.33%	6.67%	0.00%	0.00%
	Kirişler:	15.38%	26.92%	19.23%	38.46%	23.33%	30.00%	13.33%	33.33%
3.Kat	Kolonlar:	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%
	Kirişler:	15.38%	26.92%	19.23%	38.46%	23.33%	30.00%	16.67%	30.00%
4.Kat	Kolonlar:	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%
	Kirişler:	15.38%	30.77%	15.38%	38.46%	23.33%	30.00%	13.33%	33.33%
5.Kat	Kolonlar:	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%
	Kirişler:	15.38%	30.77%	11.54%	42.31%	23.33%	30.00%	26.67%	20.00%
6.Kat	Kolonlar:	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%
	Kirişler:	15.38%	38.46%	30.77%	15.38%	23.33%	53.33%	23.33%	0.00%
7.Kat	Kolonlar:	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%
	Kirişler:	15.38%	53.85%	15.38%	15.38%	23.33%	73.33%	3.33%	0.00%
8.Kat	Kolonlar:	93.33%	6.67%	0.00%	0.00%	93.33%	6.67%	0.00%	0.00%
	Kirişler:	15.38%	76.92%	0.00%	7.69%	20.00%	80.00%	0.00%	0.00%
TOPLAM	**Kolonlar:**	**69.70%**	**26.06%**	**1.82%**	**1.21%**	**69.70%**	**27.27%**	**1.52%**	**1.52%**
	Kirişler:	**16.19%**	**44.24%**	**14.75%**	**24.82%**	**23.93%**	**46.93%**	**13.50%**	**15.64%**

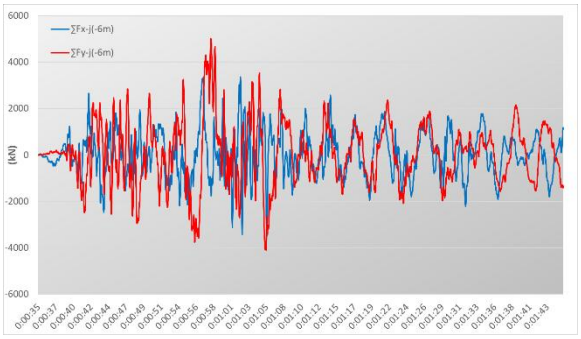
4621 nolu istasyondan ölçülen ivme kayıtları kullanılarak zaman tanım alanında hesap yöntemiyle analiz sonucu; sınırlı hasar bölgesindeki kiriş oranı %16.19 - düşey elemanların oranı %69.70, belirgin hasar bölgesindeki kiriş oranı %44.24 - düşey elemanların oranı %26.06, ileri hasar bölgesindeki kiriş oranı %14.75 - düşey elemanların oranı %1.82 ve göçme bölgesindeki kiriş oranı %24.82 - düşey elemanların oranı %1.21 olarak değerlendirilmiştir.

90° döndürülerek tekrarlanan zaman tanım alanında hesap yöntemiyle analiz sonucu; sınırlı hasar bölgesindeki kiriş oranı %23.93 - düşey elemanların oranı %69.70, belirgin hasar bölgesindeki kiriş oranı %46.93 - düşey elemanların oranı %27.27, ileri hasar bölgesindeki kiriş oranı %13.50 - düşey elemanların oranı %1.52 ve göçme bölgesindeki kiriş oranı %15.64 - düşey elemanların oranı %1.52 olarak değerlendirilmiştir.

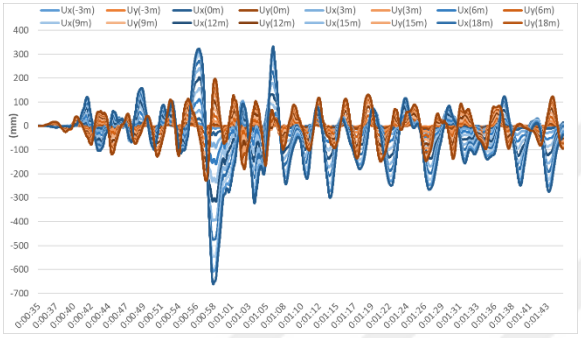
Bu analize göre, göçme bölgesinde elemanlar bulunduğu için kontrollü hasar performans düzeyini sağlamamaktadır.



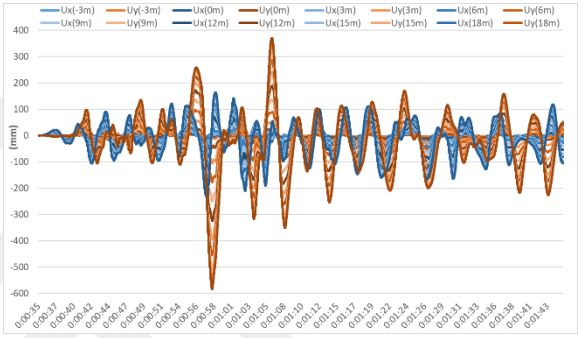
Şekil 4.31 a 4621 nolu istasyon ivme kayıtlarının etkisi sonucu oluşan taban kesme kuvveti (kN)



Şekil 4.31 b 4621 nolu istasyon ivme kayıtlarının 90º döndürülerek oluşan taban kesme kuvveti (kN)



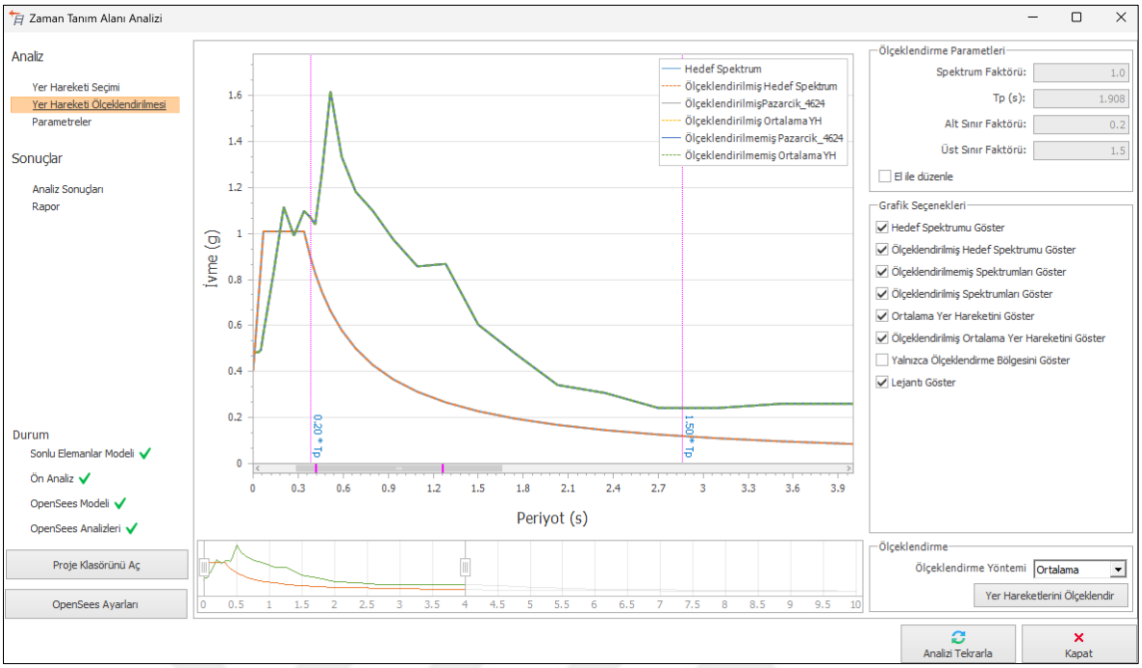
Şekil 4.31 c 4621 nolu istasyon ivme kayıtlarının etkisi sonucu oluşan kat ötelemeleri (mm)



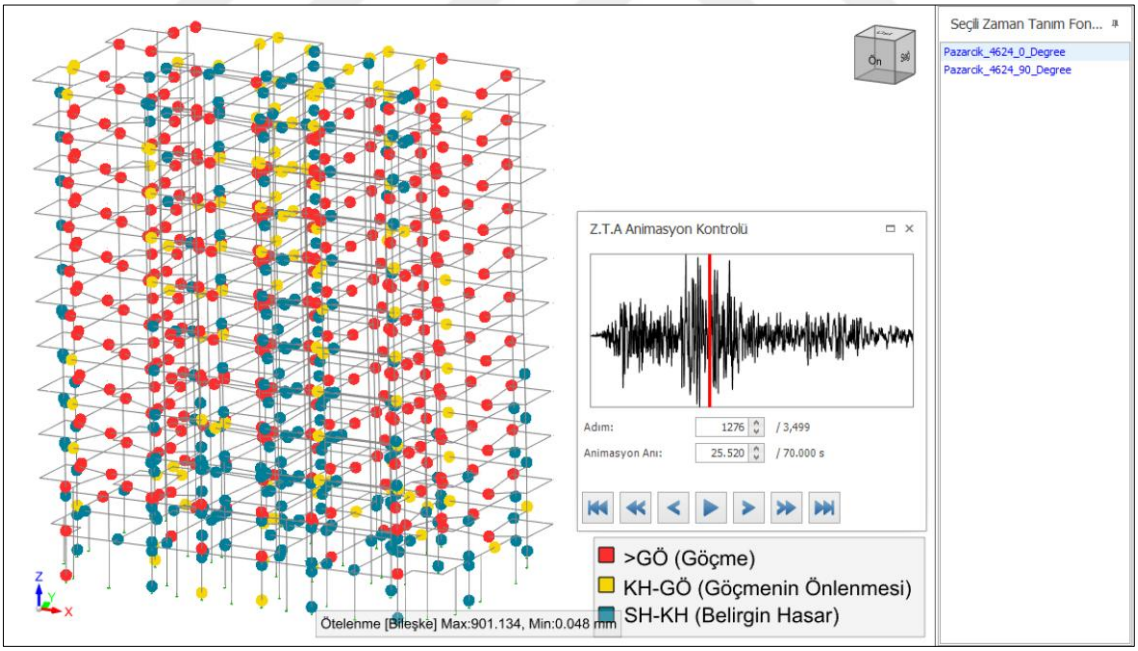
Şekil 4. 31 d 4621 nolu istasyon ivme kayıtlarının 90º döndürülerek oluşan kat ötelemeleri (mm)

4621 nolu istasyonda ölçülen Mw7.7 şiddetindeki her hareketine ait ivme kayıtlarının taşıyıcı sisteme X ve Y eksenleri doğrultusunda aynı anda etkisi sonucu en büyük taban kesme kuvveti 58.00 saniyesinde 426 ton (4183 kN), en büyük kat ötelemesi ise 58.32 saniyesinde 0.66 m olarak hesap edilmiştir. İvme kayıtlarının eksenleri 90º döndürülerek etkilettirildiğinde ise; en büyük taban kesme kuvveti 57.98 saniyesinde 510 ton (5007 kN), en büyük kat ötelemesi ise 58.18 saniyesinde 0.58 m olarak hesap edilmiştir.

4.5.6. İstasyon No:4624 Kayıtlarına Göre Hesap Sonuçları



Şekil 4. 32 4624 nolu istasyondan ölçülen Mw7.7 yerhareketine ait bileşke yatay spektrum



Şekil 4. 33 4624 nolu istasyondan ölçülen Mw7.7 yerhareketine göre zaman tanım alanında analiz sonucu mafsalların analitik modelde gösterimi

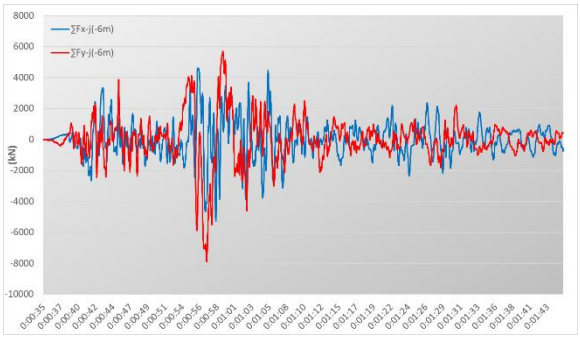
Çizelge 4. 22 4624 nolu istasyondan ölçülen ivme kayıtlarına göre zaman tanım alanında hesap yöntemiyle analiz sonucu elemanların hasar sınıfı dağılımı

Kat	Eleman	Deprem Doğrultusu 0°				Deprem Doğrultusu 90°			
		Sınırlı Hasar Bölgesi	Belirgin Hasar Bölgesi	İleri Hasar Bölgesi	Göçme Bölgesi	Sınırlı Hasar Bölgesi	Belirgin Hasar Bölgesi	İleri Hasar Bölgesi	Göçme Bölgesi
2.Bodrum	Kolonlar:	0.00%	76.67%	10.00%	6.67%	0.00%	83.33%	10.00%	3.33%
	Kirişler:	22.73%	50.00%	13.64%	13.64%	21.43%	35.71%	28.57%	14.29%
1.Bodrum	Kolonlar:	0.00%	60.00%	16.67%	16.67%	0.00%	63.33%	20.00%	16.67%
	Kirişler:	18.18%	27.27%	9.09%	45.45%	28.57%	17.86%	3.57%	50.00%
Zemin	Kolonlar:	0.00%	60.00%	16.67%	23.33%	0.00%	60.00%	16.67%	23.33%
	Kirişler:	15.38%	7.69%	19.23%	57.69%	26.67%	16.67%	10.00%	46.67%
1.Kat	Kolonlar:	16.67%	83.33%	0.00%	0.00%	16.67%	83.33%	0.00%	0.00%
	Kirişler:	15.38%	3.85%	15.38%	65.38%	20.00%	20.00%	13.33%	46.67%
2.Kat	Kolonlar:	76.67%	23.33%	0.00%	0.00%	76.67%	23.33%	0.00%	0.00%
	Kirişler:	15.38%	3.85%	15.38%	65.38%	20.00%	20.00%	10.00%	50.00%
3.Kat	Kolonlar:	63.33%	36.67%	0.00%	0.00%	63.33%	36.67%	0.00%	0.00%
	Kirişler:	15.38%	3.85%	19.23%	61.54%	20.00%	20.00%	10.00%	50.00%
4.Kat	Kolonlar:	76.67%	23.33%	0.00%	0.00%	76.67%	23.33%	0.00%	0.00%
	Kirişler:	15.38%	3.85%	23.08%	57.69%	20.00%	20.00%	10.00%	50.00%
5.Kat	Kolonlar:	70.00%	30.00%	0.00%	0.00%	70.00%	30.00%	0.00%	0.00%
	Kirişler:	15.38%	11.54%	7.69%	65.38%	20.00%	23.33%	6.67%	50.00%
6.Kat	Kolonlar:	73.33%	26.67%	0.00%	0.00%	73.33%	26.67%	0.00%	0.00%
	Kirişler:	15.38%	19.23%	0.00%	65.38%	20.00%	26.67%	6.67%	46.67%
7.Kat	Kolonlar:	90.00%	10.00%	0.00%	0.00%	90.00%	10.00%	0.00%	0.00%
	Kirişler:	15.38%	19.23%	7.69%	57.69%	20.00%	30.00%	26.67%	23.33%
8.Kat	Kolonlar:	93.33%	6.67%	0.00%	0.00%	93.33%	6.67%	0.00%	0.00%
	Kirişler:	15.38%	34.62%	7.69%	42.31%	20.00%	43.33%	23.33%	13.33%
TOPLAM	**Kolonlar:**	**50.91%**	**39.70%**	**3.94%**	**4.24%**	**50.91%**	**40.61%**	**4.24%**	**3.94%**
	Kirişler:	**16.19%**	**16.19%**	**12.59%**	**55.04%**	**21.47%**	**24.85%**	**13.50%**	**40.18%**

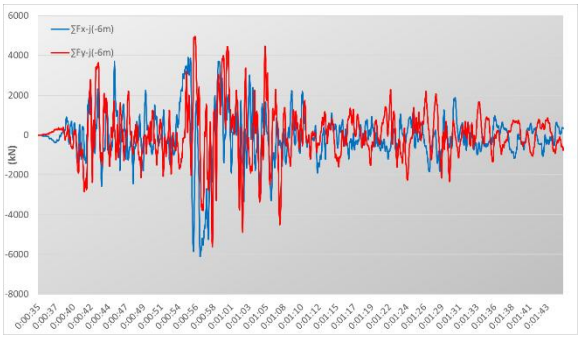
4624 nolu istasyondan ölçülen ivme kayıtları kullanılarak zaman tanım alanında hesap yöntemiyle analiz sonucu; sınırlı hasar bölgesindeki kiriş oranı %16.19 - düşey elemanların oranı %50.91, belirgin hasar bölgesindeki kiriş oranı %16.19 - düşey elemanların oranı %39.70, ileri hasar bölgesindeki kiriş oranı %12.59 - düşey elemanların oranı %3.94 ve göçme bölgesindeki kiriş oranı %55.04 - düşey elemanların oranı %4.24 olarak değerlendirilmiştir.

90° döndürülerek tekrarlanan zaman tanım alanında hesap yöntemiyle analiz sonucu; sınırlı hasar bölgesindeki kiriş oranı %21.47 - düşey elemanların oranı %50.91, belirgin hasar bölgesindeki kiriş oranı %24.85 - düşey elemanların oranı %40.61, ileri hasar bölgesindeki kiriş oranı %13.50 - düşey elemanların oranı %4.24 ve göçme bölgesindeki kiriş oranı %40.18 - düşey elemanların oranı %3.94 olarak değerlendirilmiştir.

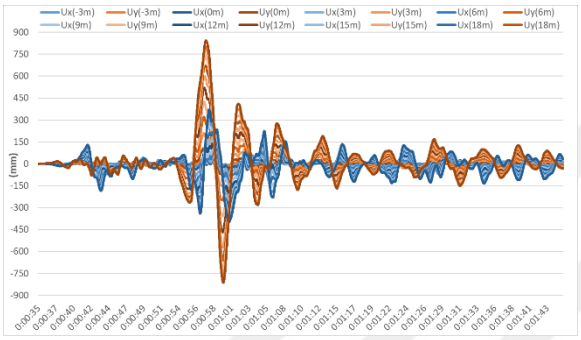
Bu analize göre, göçme bölgesinde elemanlar bulunduğu için kontrollü hasar performans düzeyini sağlamamaktadır.



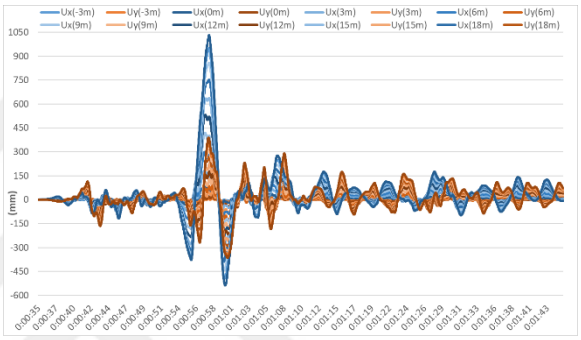
Şekil 4.34 a 4624 nolu istasyon ivme kayıtlarının etkisi sonucu oluşan taban kesme kuvveti (kN)



Şekil 4.34 b 4624 nolu istasyon ivme kayıtlarının 90º döndürülerek oluşan taban kesme kuvveti (kN)



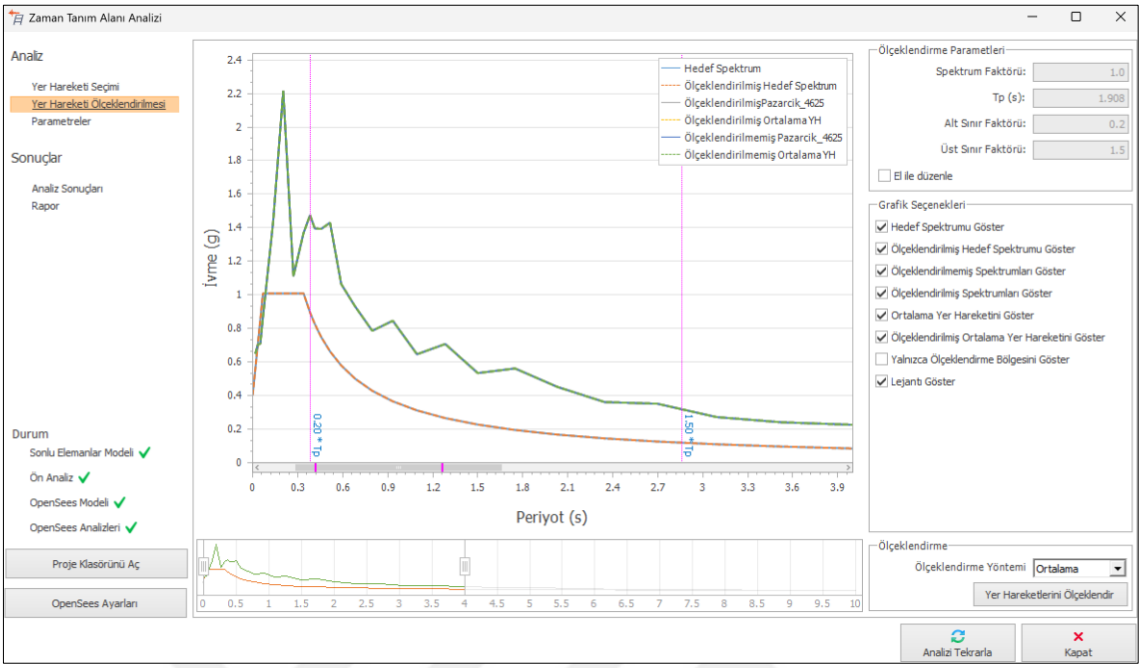
Şekil 4.34 c 4624 nolu istasyon ivme kayıtlarının etkisi sonucu oluşan kat ötelemeleri (mm)



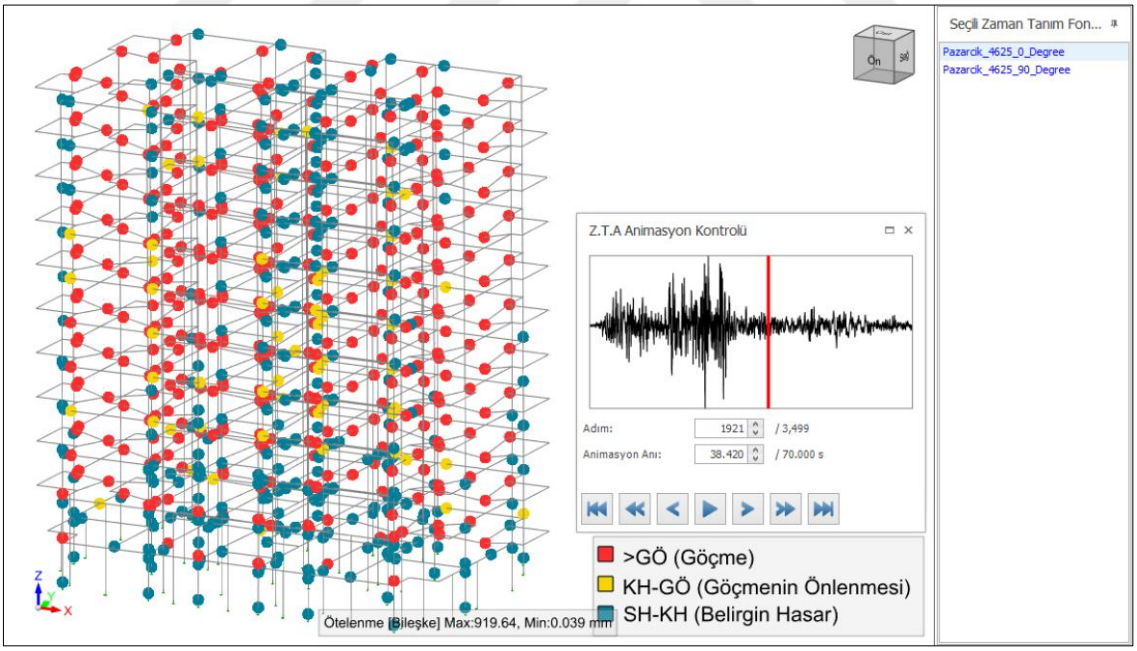
Şekil 4. 34 d 4624 nolu istasyon ivme kayıtlarının 90º döndürülerek oluşan kat ötelemeleri (mm)

4624 nolu istasyonda ölçülen Mw7.7 şiddetindeki her hareketine ait ivme kayıtlarının taşıyıcı sisteme X ve Y eksenleri doğrultusunda aynı anda etkisi sonucu en büyük taban kesme kuvveti 56.98 saniyesinde 806 ton (7907 kN), en büyük kat ötelemesi ise 57.36 saniyesinde 0.85 m olarak hesap edilmiştir. İvme kayıtlarının eksenleri 90º döndürülerek etkilettirildiğinde ise; en büyük taban kesme kuvveti 56.56 saniyesinde 622 ton (6101 kN), en büyük kat ötelemesi ise 57.76 saniyesinde 1.03 m olarak hesap edilmiştir.

4.5.7. İstasyon No:4625 Kayıtlarına Göre Hesap Sonuçları



Şekil 4. 35 4625 nolu istasyondan ölçülen Mw7.7 yerhareketine ait bileşke yatay spektrum



Şekil 4. 36 4625 nolu istasyondan ölçülen Mw7.7 yerhareketine göre zaman tanım alanında analiz sonucu mafsalların analitik modelde gösterimi

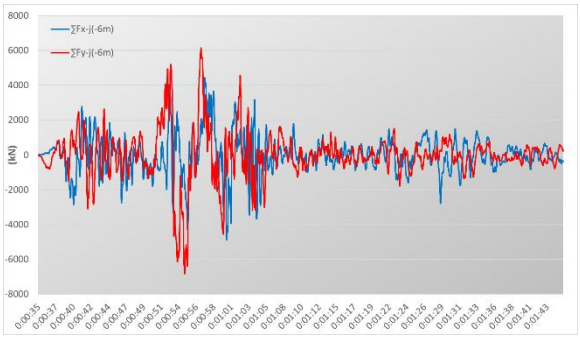
Çizelge 4. 23 4625 nolu istasyondan ölçülen ivme kayıtlarına göre zaman tanım alanında hesap yöntemiyle analiz sonucu elemanların hasar sınıfı dağılımı

Kat	Eleman	Deprem Doğrultusu 0°				Deprem Doğrultusu 90°			
		Sınırlı Hasar Bölgesi	Belirgin Hasar Bölgesi	İleri Hasar Bölgesi	Göçme Bölgesi	Sınırlı Hasar Bölgesi	Belirgin Hasar Bölgesi	İleri Hasar Bölgesi	Göçme Bölgesi
2.Bodrum	Kolonlar:	0.00%	93.33%	0.00%	0.00%	0.00%	96.67%	3.33%	0.00%
	Kirişler:	22.73%	59.09%	9.09%	9.09%	21.43%	64.29%	3.57%	10.71%
1.Bodrum	Kolonlar:	3.33%	70.00%	6.67%	13.33%	3.33%	76.67%	6.67%	13.33%
	Kirişler:	18.18%	36.36%	4.55%	40.91%	28.57%	21.43%	7.14%	42.86%
Zemin	Kolonlar:	0.00%	60.00%	16.67%	23.33%	0.00%	60.00%	16.67%	23.33%
	Kirişler:	15.38%	19.23%	7.69%	57.69%	26.67%	20.00%	6.67%	46.67%
1.Kat	Kolonlar:	6.67%	93.33%	0.00%	0.00%	6.67%	93.33%	0.00%	0.00%
	Kirişler:	15.38%	3.85%	19.23%	61.54%	20.00%	23.33%	10.00%	46.67%
2.Kat	Kolonlar:	53.33%	46.67%	0.00%	0.00%	53.33%	46.67%	0.00%	0.00%
	Kirişler:	15.38%	3.85%	19.23%	61.54%	20.00%	16.67%	16.67%	46.67%
3.Kat	Kolonlar:	83.33%	16.67%	0.00%	0.00%	83.33%	16.67%	0.00%	0.00%
	Kirişler:	15.38%	3.85%	23.08%	57.69%	20.00%	20.00%	13.33%	46.67%
4.Kat	Kolonlar:	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%
	Kirişler:	15.38%	3.85%	26.92%	53.85%	20.00%	20.00%	13.33%	46.67%
5.Kat	Kolonlar:	66.67%	33.33%	0.00%	0.00%	66.67%	33.33%	0.00%	0.00%
	Kirişler:	15.38%	3.85%	19.23%	61.54%	20.00%	20.00%	6.67%	53.33%
6.Kat	Kolonlar:	63.33%	36.67%	0.00%	0.00%	63.33%	36.67%	0.00%	0.00%
	Kirişler:	15.38%	3.85%	19.23%	61.54%	20.00%	26.67%	3.33%	50.00%
7.Kat	Kolonlar:	86.67%	13.33%	0.00%	0.00%	86.67%	13.33%	0.00%	0.00%
	Kirişler:	15.38%	3.85%	19.23%	61.54%	20.00%	26.67%	3.33%	50.00%
8.Kat	Kolonlar:	93.33%	3.33%	3.33%	0.00%	93.33%	3.33%	3.33%	0.00%
	Kirişler:	15.38%	34.62%	7.69%	42.31%	20.00%	26.67%	10.00%	43.33%
TOPLAM	**Kolonlar:**	**50.61%**	**42.42%**	**2.42%**	**3.33%**	**50.61%**	**43.33%**	**2.73%**	**3.33%**
	Kirişler:	**16.19%**	**15.11%**	**16.19%**	**52.52%**	**21.47%**	**25.77%**	**8.59%**	**44.17%**

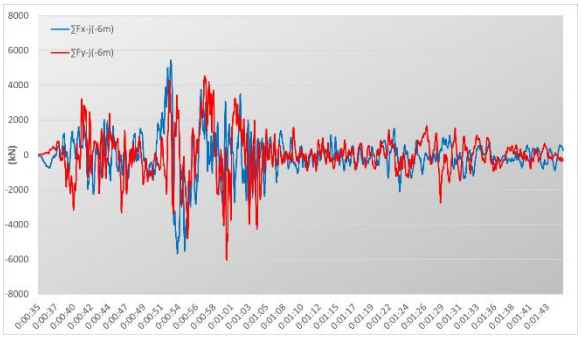
4625 nolu istasyondan ölçülen ivme kayıtları kullanılarak zaman tanım alanında hesap yöntemiyle analiz sonucu; sınırlı hasar bölgesindeki kiriş oranı %16.19 - düşey elemanların oranı %50.61, belirgin hasar bölgesindeki kiriş oranı %15.11 - düşey elemanların oranı %42.42, ileri hasar bölgesindeki kiriş oranı %16.19 - düşey elemanların oranı %2.42 ve göçme bölgesindeki kiriş oranı %52.52 - düşey elemanların oranı %3.33 olarak değerlendirilmiştir.

90° döndürülerek tekrarlanan zaman tanım alanında hesap yöntemiyle analiz sonucu; sınırlı hasar bölgesindeki kiriş oranı %21.47 - düşey elemanların oranı %50.61, belirgin hasar bölgesindeki kiriş oranı %25.77 - düşey elemanların oranı %43.33, ileri hasar bölgesindeki kiriş oranı %8.59 - düşey elemanların oranı %2.73 ve göçme bölgesindeki kiriş oranı %44.17 - düşey elemanların oranı %3.33 olarak değerlendirilmiştir.

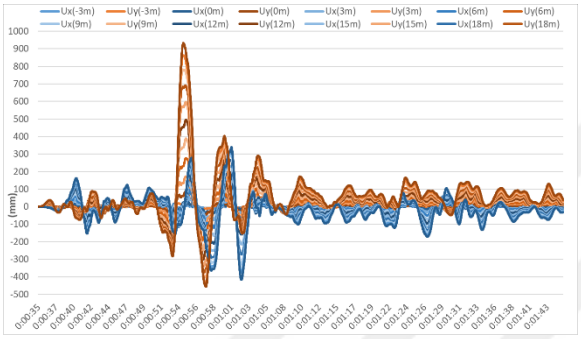
Bu analize göre, göçme bölgesinde elemanlar bulunduğu için kontrollü hasar performans düzeyini sağlamamaktadır.



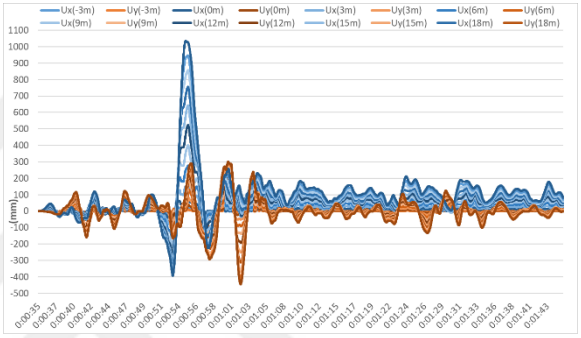
Şekil 4.37 a 4625 nolu istasyon ivme kayıtlarının etkisi sonucu oluşan taban kesme kuvveti (kN)



Şekil 4.37 b 4625 nolu istasyon ivme kayıtlarının 90º döndürülerek oluşan taban kesme kuvveti (kN)

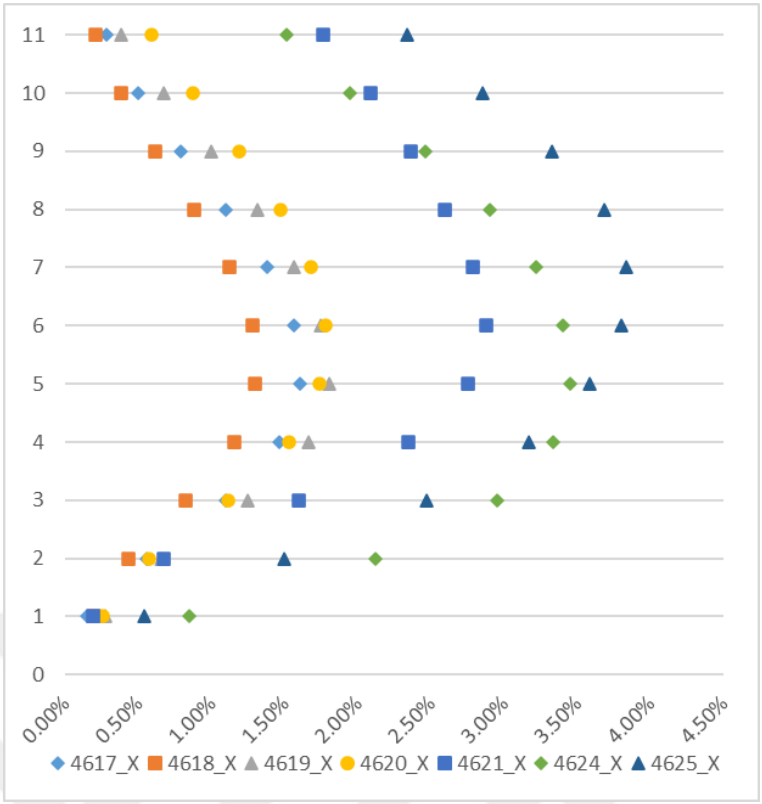


Şekil 4.37 c 4625 nolu istasyon ivme kayıtlarının etkisi sonucu oluşan kat ötelemeleri (mm)

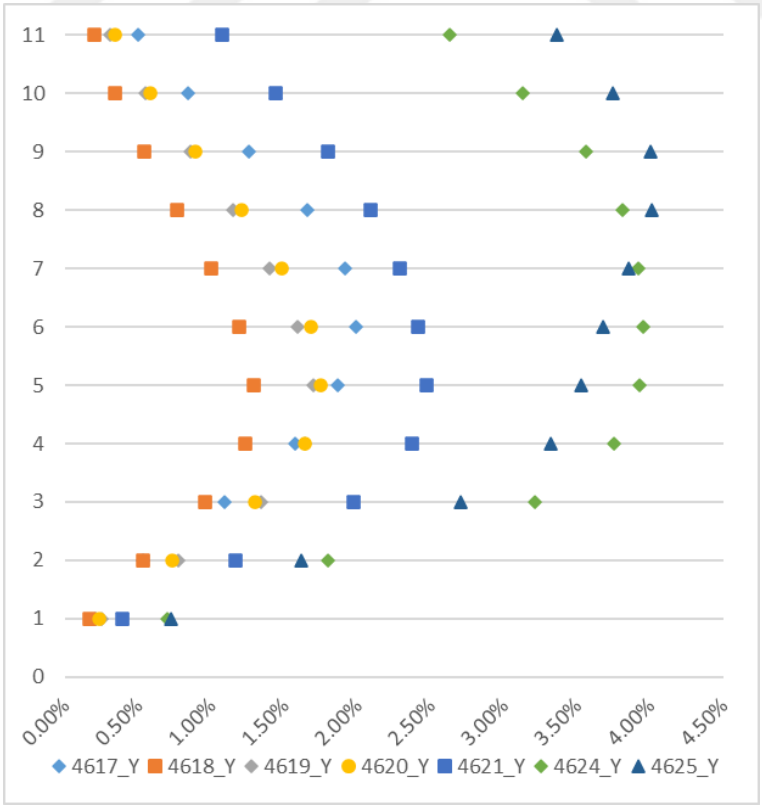


Şekil 4. 37 d 4625 nolu istasyon ivme kayıtlarının 90º döndürülerek oluşan kat ötelemeleri (mm)

4625 nolu istasyonda ölçülen Mw7.7 şiddetindeki her hareketine ait ivme kayıtlarının taşıyıcı sisteme X ve Y eksenleri doğrultusunda aynı anda etkisi sonucu en büyük taban kesme kuvveti 54.50 saniyesinde 694 ton (6811 kN), en büyük kat ötelemesi ise 54.34 saniyesinde 0.93 m olarak hesap edilmiştir. İvme kayıtlarının eksenleri 90º döndürülerek etkilettirildiğinde ise; en büyük taban kesme kuvveti 60.08 saniyesinde 614 ton (6020 kN), en büyük kat ötelemesi ise 54.66 saniyesinde 1.04 m olarak hesap edilmiştir.

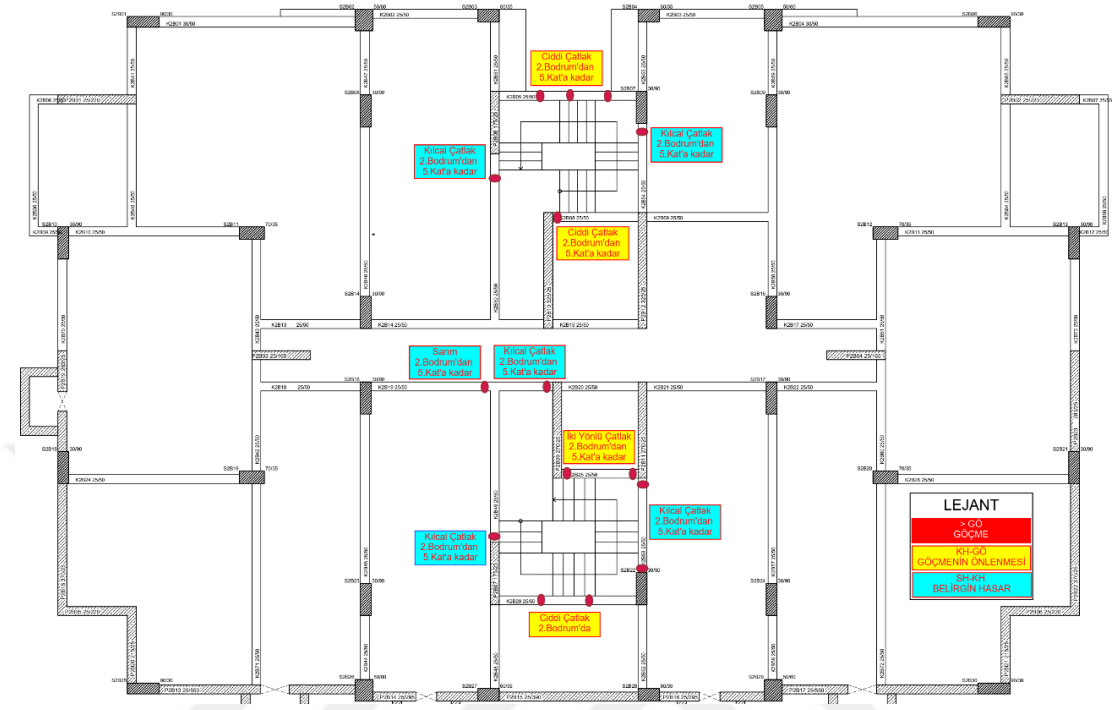


Şekil 4. 38 Bina yakınındaki istasyonlardan ölçülen ivme kayıtlarına göre zaman tanım alanında analiz sonucu hesaplanan göreli kat ötelemeleri

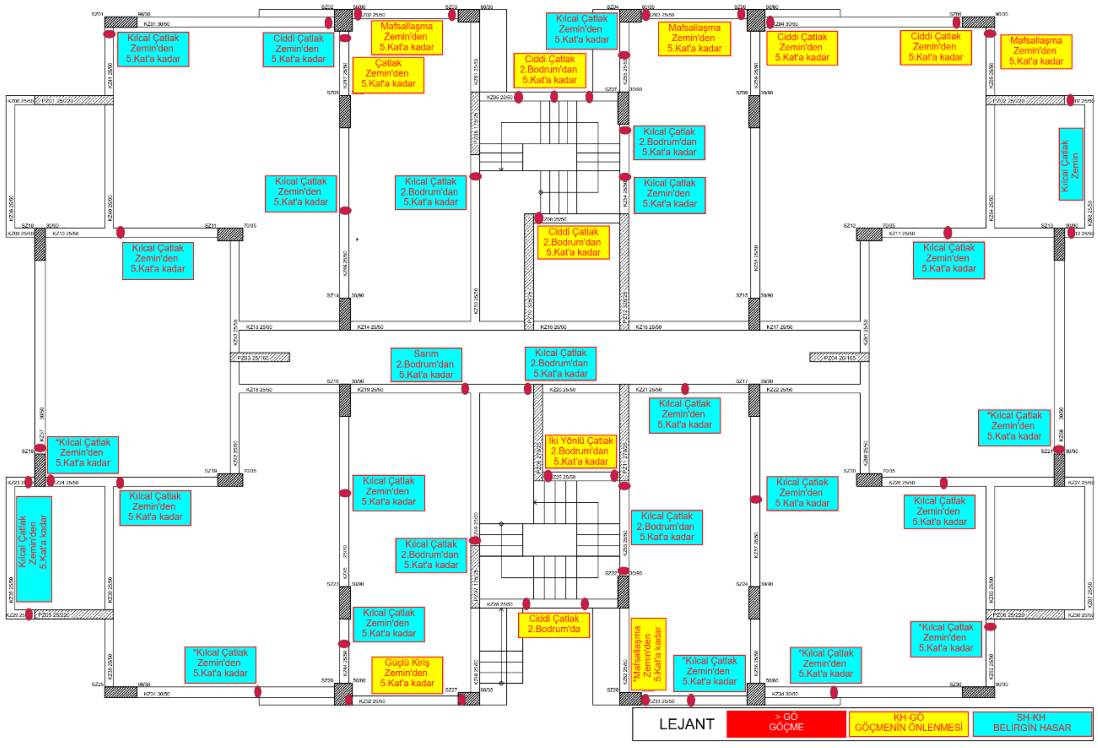


Şekil 4. 39 Bina yakınındaki istasyonlardan ölçülen ivme kayıtlarının 90º döndürülerek tekrarlanan zaman tanım alanında analiz sonucu hesaplanan göreli kat ötelemeleri

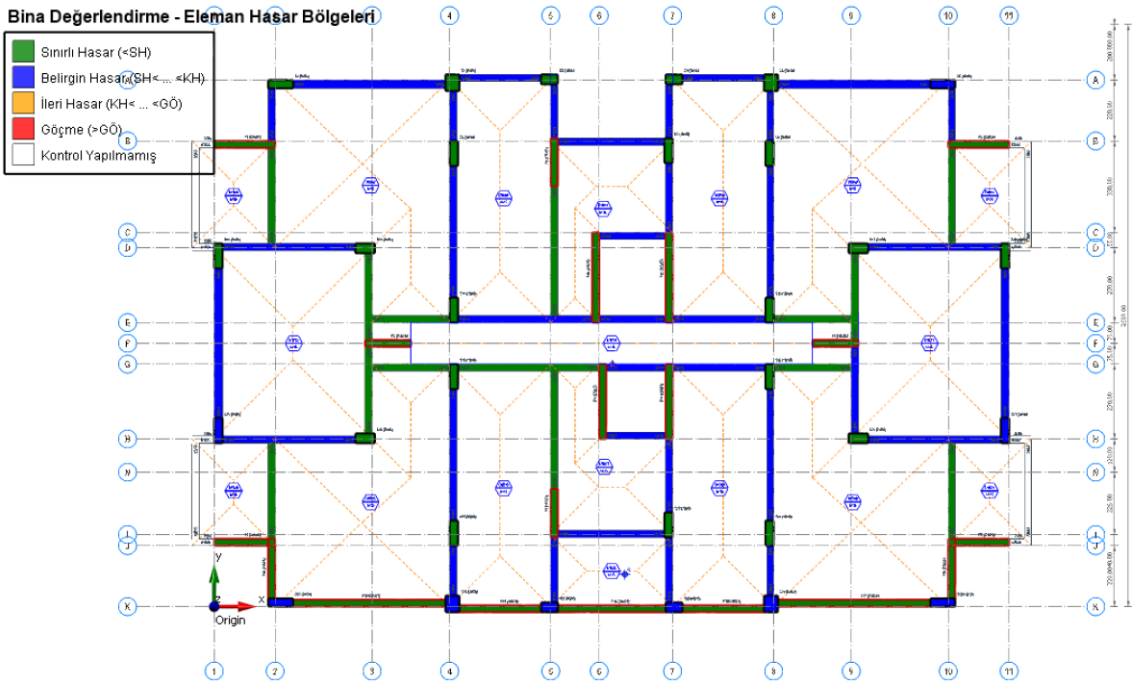
4.6. Gözlem Raporuna Göre Tespit Edilen Hasar Bölgeleri ile Analiz Sonuçlarının Kıyaslanması



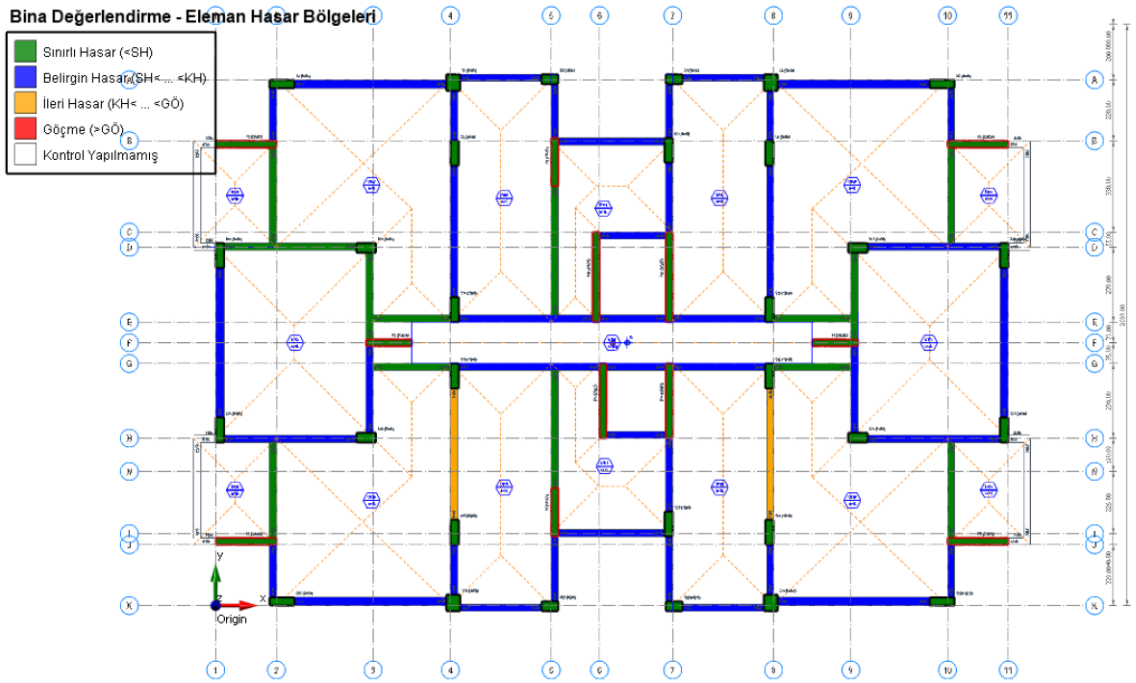
Şekil 4. 40 Hasar bölgeleri ve tanımları – 2.bodrumdan 5.kata kadar



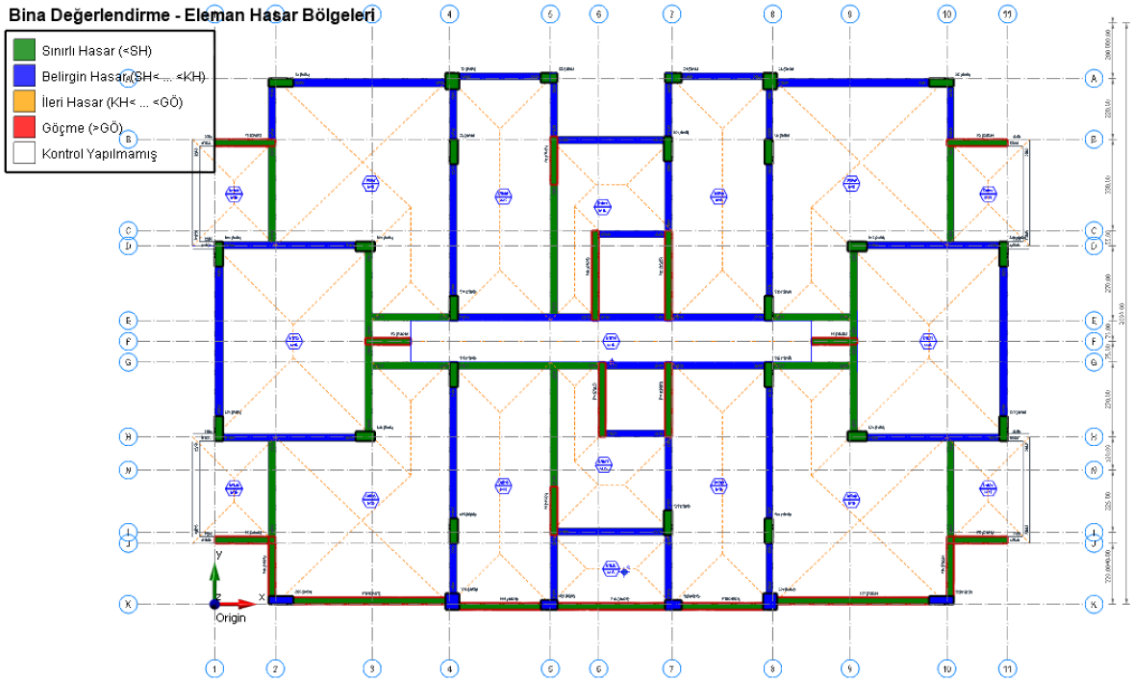
Şekil 4. 41 Hasar bölgeleri ve tanımları – Zeminden 5.kata kadar



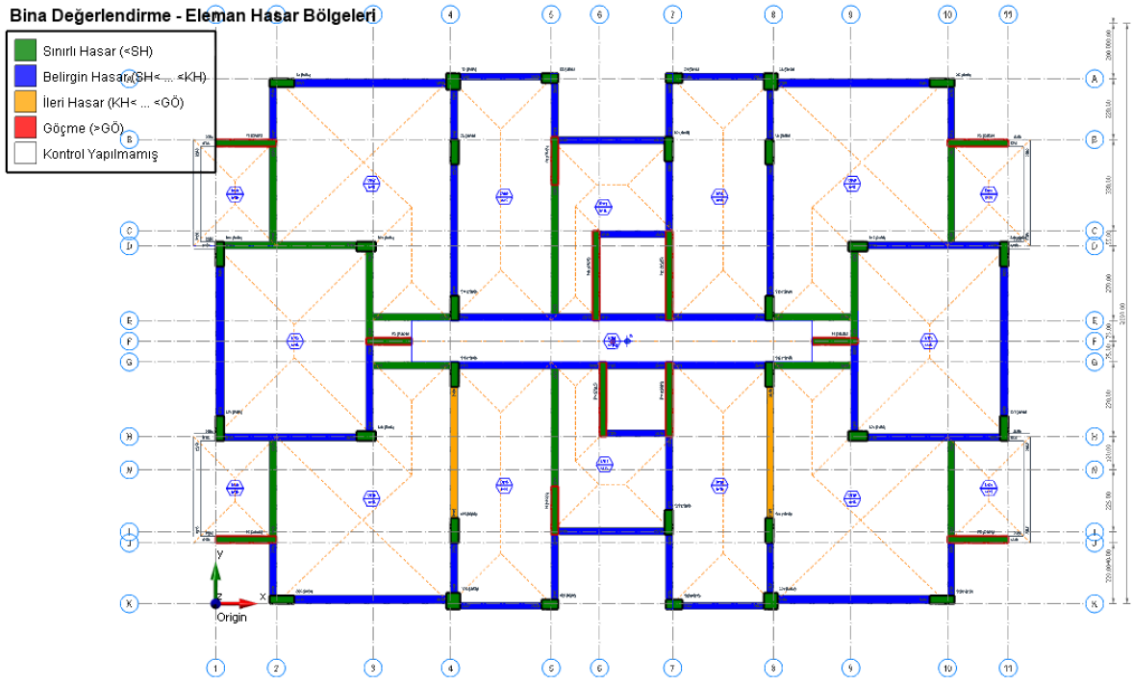
Şekil 4. 42 Tek modlu itme yöntemiyle hesap sonucu 1.bodrum kat taşıyıcı sistemlerin değerlendirmesi



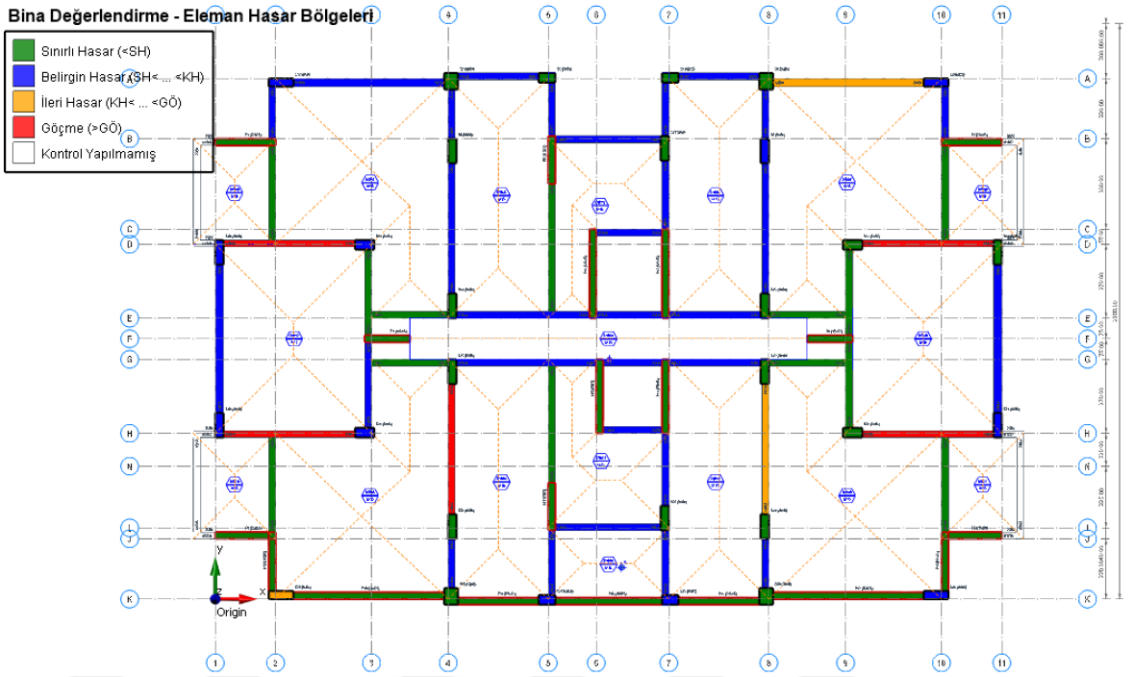
Şekil 4. 43 Tek modlu itme yöntemiyle hesap sonucu 1.kat taşıyıcı sistemlerin değerlendirmesi



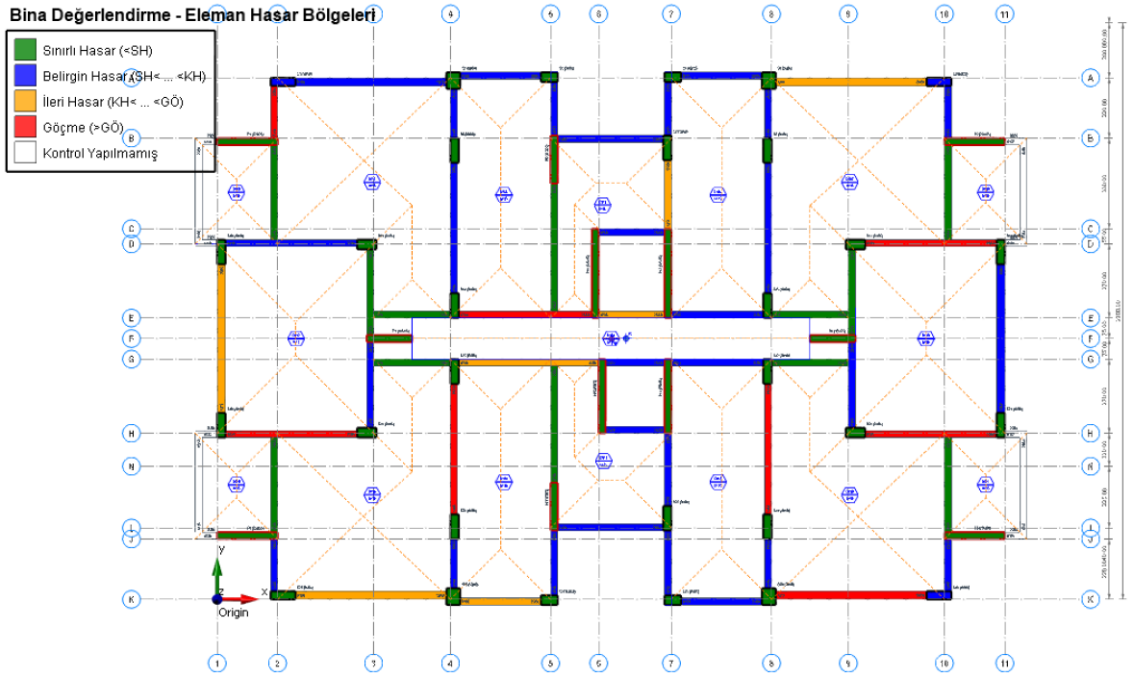
Şekil 4. 44 Çok modlu itme yöntemiyle hesap sonucu 1.bodrum kat taşıyıcı sistemlerin değerlendirmesi



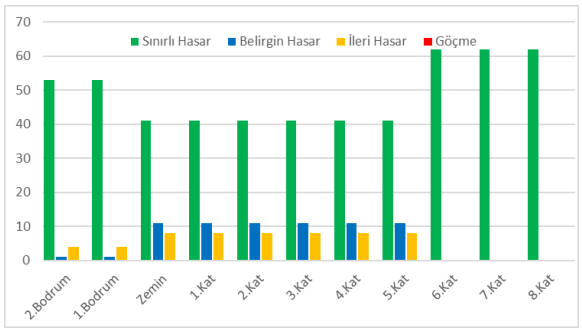
Şekil 4. 45 Çok modlu itme yöntemiyle hesap sonucu 1.kat taşıyıcı sistemlerin değerlendirmesi



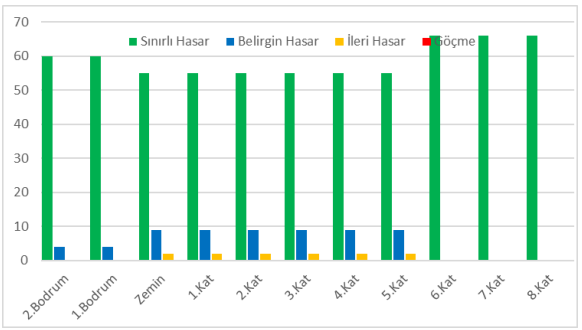
Şekil 4. 46 Zaman tanım alanında hesap sonucu 1.bodrum kat taşıyıcı sistemlerin değerlendirmesi



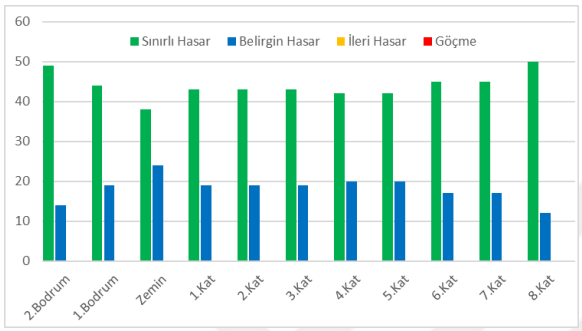
Şekil 4. 47 Zaman tanım alanında hesap sonucu 1.kat taşıyıcı sistemlerin değerlendirmesi



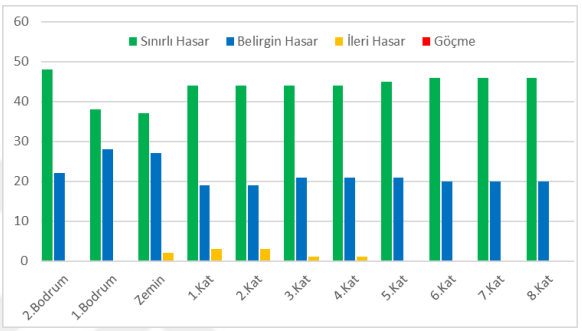
Şekil 4.48 a Gözlem raporuna göre X doğrultusundaki taşıyıcı elemanların hasar dağılımı



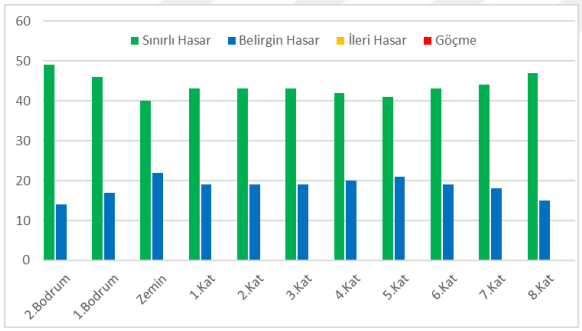
Şekil 4.48 b Gözlem raporuna göre Y doğrultusundaki taşıyıcı elemanların hasar dağılımı



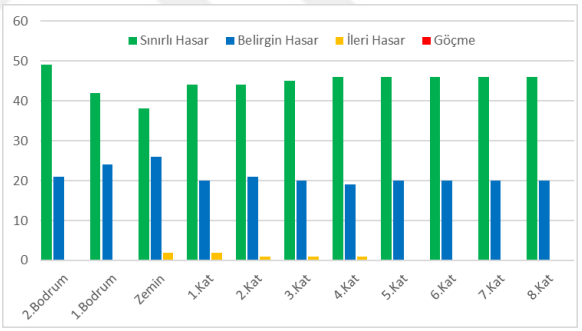
Şekil 4.48 c Tek modlu itme yöntemiyle X doğrultusundaki elemanların hasar değerlendirmesi



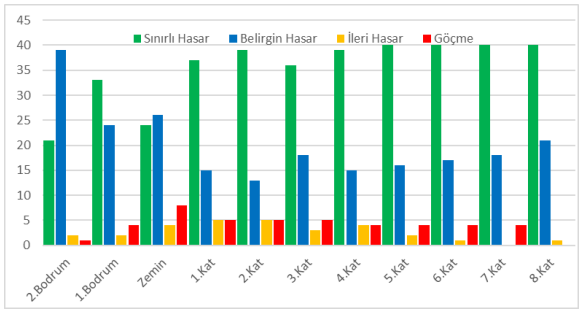
Şekil 4.48 d Tek modlu itme yöntemiyle Y doğrultusundaki elemanların hasar değerlendirmesi



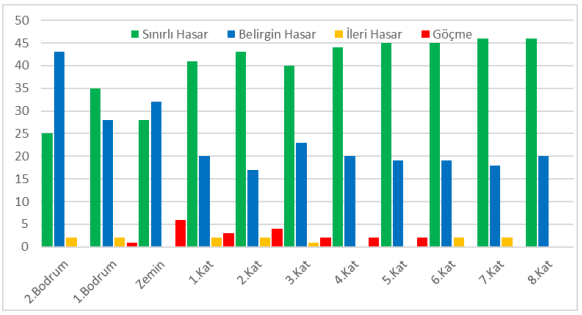
Şekil 4.48 e Çok modlu itme yöntemiyle X doğrultusundaki elemanların hasar değerlendirmesi



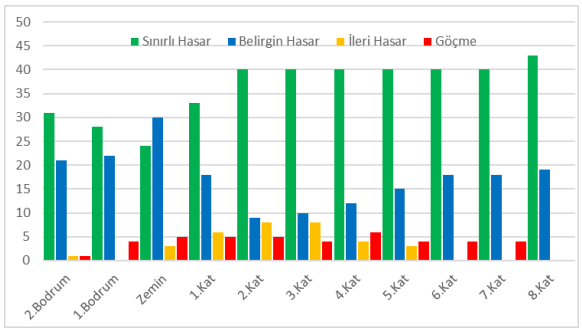
Şekil 4.48 f Çok modlu itme yöntemiyle Y doğrultusundaki elemanların hasar değerlendirmesi



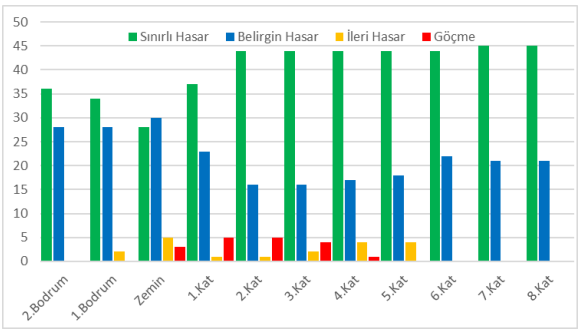
Şekil 4.48 g Zaman tanım alanında analizle X doğrultusundaki elemanların hasar değerlendirmesi



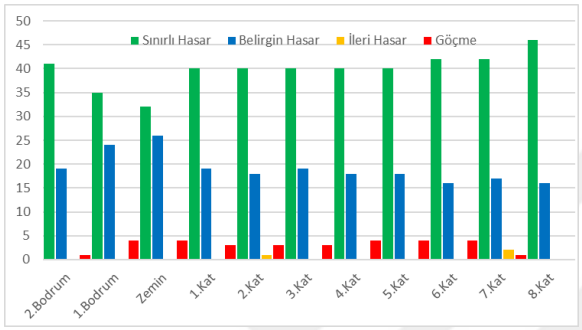
Şekil 4.48 h Zaman tanım alanında analizle Y doğrultusundaki elemanların hasar değerlendirmesi



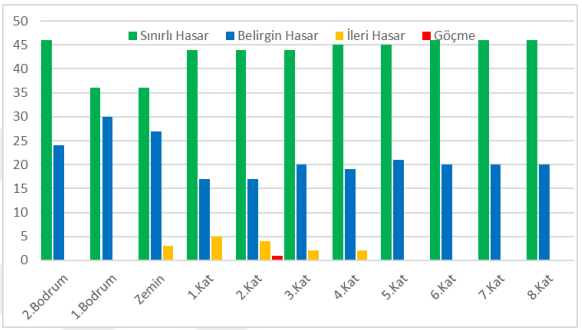
Şekil 4.48 i 4617 nolu istasyon ivme kayıtları kullanılarak zaman tanım alanında analizle X doğrultusundaki elemanların hasar değerlendirmesi



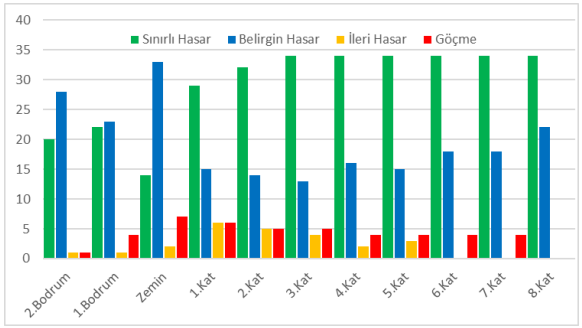
Şekil 4.48 j 4617 nolu istasyon ivme kayıtları kullanılarak zaman tanım alanında analizle Y doğrultusundaki elemanların hasar değerlendirmesi



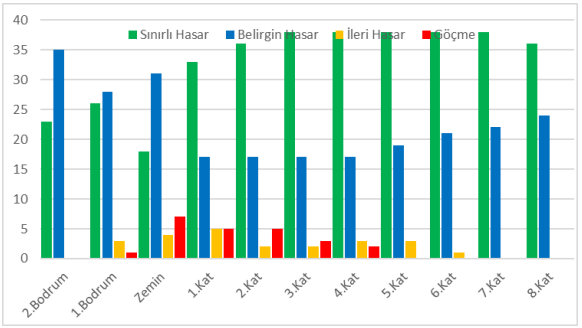
Şekil 4.48 k 4618 nolu istasyon ivme kayıtları kullanılarak zaman tanım alanında analizle X doğrultusundaki elemanların hasar değerlendirmesi



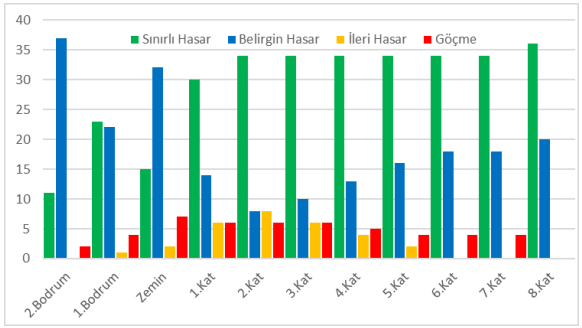
Şekil 4.48 l 4618 nolu istasyon ivme kayıtları kullanılarak zaman tanım alanında analizle Y doğrultusundaki elemanların hasar değerlendirmesi



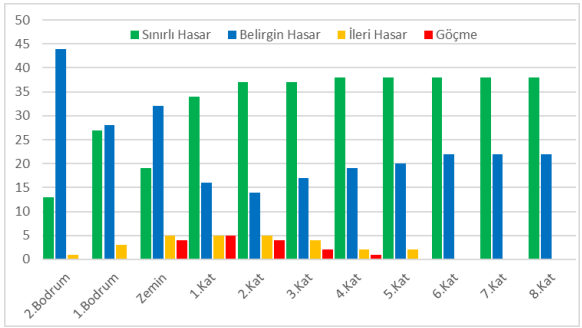
Şekil 4.48 m 4619 nolu istasyon ivme kayıtları kullanılarak zaman tanım alanında analizle X doğrultusundaki elemanların hasar değerlendirmesi



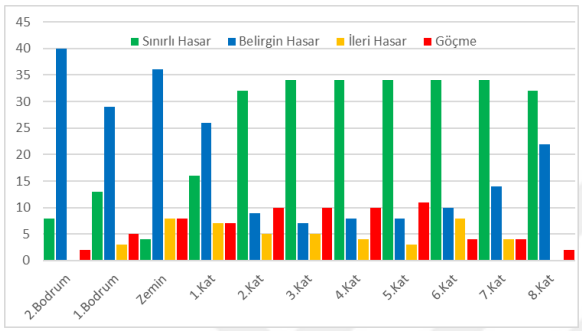
Şekil 4.48 n 4619 nolu istasyon ivme kayıtları kullanılarak zaman tanım alanında analizle Y doğrultusundaki elemanların hasar değerlendirmesi



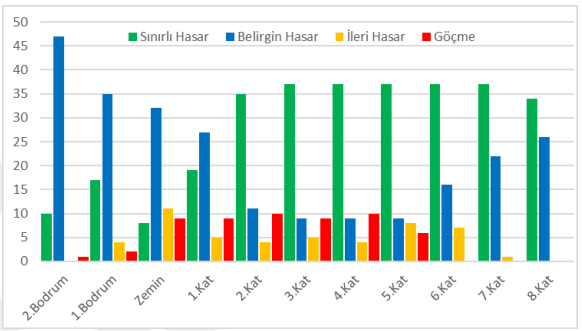
Şekil 4.48 o 4620 nolu istasyon ivme kayıtları kullanılarak zaman tanım alanında analizle X doğrultusundaki elemanların hasar değerlendirmesi



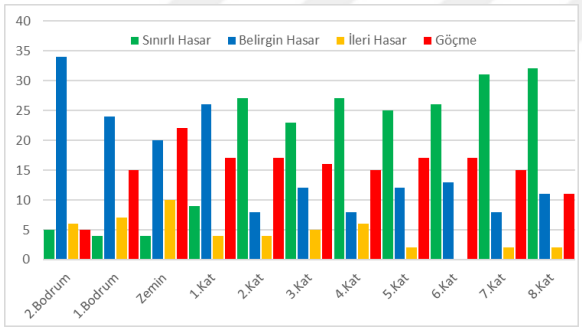
Şekil 4.48 p 4620 nolu istasyon ivme kayıtları kullanılarak zaman tanım alanında analizle Y doğrultusundaki elemanların hasar değerlendirmesi



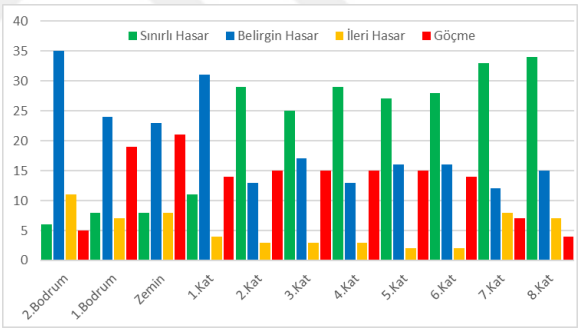
Şekil 4.48 q 4621 nolu istasyon ivme kayıtları kullanılarak zaman tanım alanında analizle X doğrultusundaki elemanların hasar değerlendirmesi



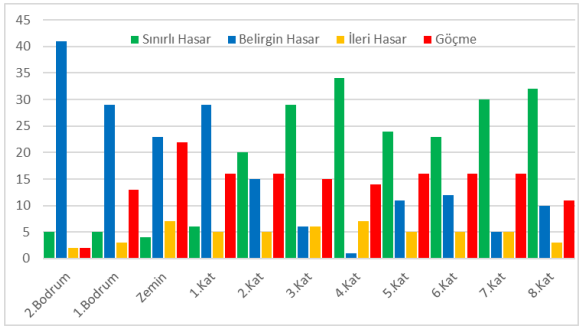
Şekil 4.48 r 4621 nolu istasyon ivme kayıtları kullanılarak zaman tanım alanında analizle Y doğrultusundaki elemanların hasar değerlendirmesi



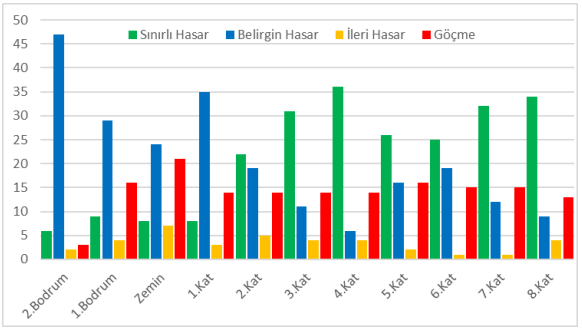
Şekil 4.48 s 4624 nolu istasyon ivme kayıtları kullanılarak zaman tanım alanında analizle X doğrultusundaki elemanların hasar değerlendirmesi



Şekil 4.48 t 4624 nolu istasyon ivme kayıtları kullanılarak zaman tanım alanında analizle Y doğrultusundaki elemanların hasar değerlendirmesi



Şekil 4.48 u 4625 nolu istasyon ivme kayıtları kullanılarak zaman tanım alanında analizle X doğrultusundaki elemanların hasar değerlendirmesi



Şekil 4.48 v 4625 nolu istasyon ivme kayıtları kullanılarak zaman tanım alanında analizle X doğrultusundaki elemanların hasar değerlendirmesi

6 Şubat 2023 Kahramanmaraş merkezli depremler sonrasında yapılan yerinde incelemelerde, yapının çeşitli taşıyıcı ve birleşim bölgelerinde gözle görülür düzeyde yapısal hasarlar tespit edilmiştir. Bu hasarlar ağırlıklı olarak kiriş-perde birleşim noktaları, kolon-kiriş bağlantıları ve merdiven bölgelerinde yoğunlaşmaktadır. Gözlem raporuna göre hasar tespit edilen elemanlar çoğunlukla zeminden 5. kata kadar ve yapısal süreksizliklerin yoğunlaştığı bölgelerde yer almaktadır (Şekil 4.40 ve Şekil 4.41). X doğrultusunda kolonların 12 tanesinde belirgin hasar görülürken ileri hasar veya göçme durumu oluşmamıştır, kirişlerin ise 56 tanesinede belirgin hasar görülürken 56 tanesinde de ileri hasar gözlemlenmişitir (Şekil 4.48 a). Y doğrultusunda kolonlarda herhangibir hasar oluşmamıştır, kirişlerin ise 62 tanesinede belirgin hasar görülürken 12 tanesinde de ileri hasar gözlemlenmiştir. Toplamda belirgin hasarlı eleman sayısı 130 ve ileri hasarlı eleman sayısının 68 olduğu görülmektedir. Oluşan depren sonrası, göçme öncesi sınıra ulaşan eleman sayısı azdır ve yerel zayıflıklarla sınırlıdır (Şekil 4.48 b). Yapı genelinde kontrollü hasar düzeyinde performans sağlanmıştır.

Tek modlu itme yöntemiyle analiz sonucunda, yapının tasarım durumuna göre kontrollü hasar performans düzeyini sağladığı hesaplanmıştır. X doğrultusunda kolonların 8 tanesinde belirgin hasar tahmin edilirken ileri hasar veya göçme oluşmayacağı hesaplanmıştır, kirişlerin ise 192 tanesinede belirgin hasar tahmin edilirken ileri hasar veya göçme durumu oluşmayacağı hesaplanmıştır (Şekil 4.48 c). Y doğrultusunda kolonların 18 tanesinde belirgin hasar tahmin edilirken ileri hasar veya göçme durumu oluşmayacağı hesaplanmıştır, kirişlerin ise 220 tanesinede belirgin hasar tahmin edilirken 10 tanesinde de ileri hasar oluşacağı hesaplanmıştır (Şekil 4.48 d). Toplamda belirgin hasar oluşacak eleman sayısı 438 ve ileri hasar oluşacak eleman sayısı 10 olarak hesaplanmıştır.

Çok modlu itme yöntemiyle analiz sonucunda, yapının tasarım durumuna göre kontrollü hasar performans düzeyini sağladığı hesaplanmıştır. X doğrultusunda kolonların 4 tanesinde belirgin hasar tahmin edilirken ileri hasar veya göçme durumu oluşmayacağı hesaplanmıştır, kirişlerin ise 199 tanesinede belirgin hasar tahmin edilirken ileri hasar veya göçme durumu oluşmayacağı hesaplanmıştır (Şekil 4.48 e). Y doğrultusunda kolonların 14 tanesinde belirgin hasar tahmin edilirken ileri hasar veya göçme durumu oluşmayacağı hesaplanmıştır, kirişlerin ise 217 tanesinede belirgin hasar tahmin edilirken 7 tanesinde de ileri hasar oluşacağı hesaplanmıştır (Şekil 4.48 f). Toplamda belirgin hasar oluşacak eleman sayısı 434 ve ileri hasar oluşacak eleman sayısı 7 olarak hesaplanmıştır.

Zaman tanım alanında hesap yöntemiyle analiz sonucunda, yapının tasarım durumuna göre kontrollü hasar performans düzeyini sağlamadığı hesaplanmıştır. X doğrultusunda kolonların 56 tanesinde belirgin hasar tahmin edilirken 2 tanesinde ileri hasar ve 4 tanesinde göçme durumu oluşacağı hesaplanmıştır, kirişlerin ise 166 tanesinede belirgin hasar tahmin edilirken 27 tanesinde ileri hasar ve 40 tanesinde göçme durumu oluşacağı hesaplanmıştır (Şekil 4.48 g). Y doğrultusunda kolonların 56 tanesinde belirgin hasar tahmin edilirken 2 tanesinde ileri hasar ve 4 tanesinde göçme durumu oluşacağı hesaplanmıştır, kirişlerin ise 203 tanesinede belirgin hasar tahmin edilirken 11 tanesinde ileri hasar ve 16 tanesinde göçme durumu oluşacağı hesaplanmıştır (Şekil 4.48 h). Toplamda belirgin hasar oluşacak eleman sayısı 481, ileri hasar oluşacak eleman sayısı 42 ve göçme durumundaki eleman sayısı 64 olarak hesaplanmıştır.

4617 nolu istasyondan elde edilen Mw=7.7 yer hareketinin ivme kayıtlarına göre zaman tanım alanında hesap yöntemiyle analiz sonucunda, yapının tasarım durumuna göre kontrollü hasar performans düzeyini sağlamadığı hesaplanmıştır. X doğrultusunda kolonların 35 tanesinde belirgin hasar tahmin edilirken 1 tanesinde ileri hasar ve 1 tanesinde göçme durumu oluşacağı hesaplanmıştır, kirişlerin ise 157 tanesinede belirgin hasar tahmin edilirken 32 tanesinde ileri hasar ve 41 tanesinde göçme durumu oluşacağı hesaplanmıştır (Şekil 4.48 i). Y doğrultusunda kolonların 38 tanesinde belirgin hasar tahmin edilirken 1 tanesinde ileri hasar ve 1 tanesinde göçme durumu oluşacağı hesaplanmıştır, kirişlerin ise 202 tanesinede belirgin hasar tahmin edilirken 18 tanesinde ileri hasar ve 17 tanesinde göçme durumu oluşacağı hesaplanmıştır (Şekil 4.48 j). Toplamda belirgin hasar oluşacak eleman sayısı 432, ileri hasar oluşacak eleman sayısı 52 ve göçme durumundaki eleman sayısı 60 olarak hesaplanmıştır.

4618 nolu istasyondan elde edilen Mw=7.7 yer hareketinin ivme kayıtlarına göre zaman tanım alanında hesap yöntemiyle analiz sonucunda, yapının tasarım durumuna göre kontrollü hasar performans düzeyini sağlamadığı hesaplanmıştır. X doğrultusunda kolonların 22 tanesinde belirgin hasar tahmin edilirken ileri hasar veya göçme durumu oluşmayacağı hesaplanmıştır, kirişlerin ise 188 tanesinede belirgin hasar tahmin edilirken 3 tanesinde ileri hasar ve 31 tanesinde göçme durumu oluşacağı hesaplanmıştır (Şekil 4.48 k). Y doğrultusunda kolonların 22 tanesinde belirgin hasar tahmin edilirken ileri hasar veya göçme durumu oluşmayacağı hesaplanmıştır, kirişlerin ise 213 tanesinede belirgin hasar tahmin edilirken 16 tanesinde ileri hasar ve 1 tanesinde göçme durumu oluşacağı hesaplanmıştır (Şekil 4.48 l). Toplamda belirgin hasar oluşacak eleman sayısı

445, ileri hasar oluşacak eleman sayısı 19 ve göçme durumundaki eleman sayısı 32 olarak hesaplanmıştır.

4619 nolu istasyondan elde edilen Mw=7.7 yer hareketinin ivme kayıtlarına göre zaman tanım alanında hesap yöntemiyle analiz sonucunda, yapının tasarım durumuna göre kontrollü hasar performans düzeyini sağlamadığı hesaplanmıştır. X doğrultusunda kolonların 48 tanesinde belirgin hasar tahmin edilirken 1 tanesinde ileri hasar ve 3 tanesinde göçme durumu oluşacağı hesaplanmıştır, kirişlerin ise 167 tanesinede belirgin hasar tahmin edilirken 23 tanesinde ileri hasar ve 41 tanesinde göçme durumu oluşacağı hesaplanmıştır (Şekil 4.48 m). Y doğrultusunda kolonların 51 tanesinde belirgin hasar tahmin edilirken 1 tanesinde ileri hasar ve 3 tanesinde göçme durumu oluşacağı hesaplanmıştır, kirişlerin ise 197 tanesinede belirgin hasar tahmin edilirken 22 tanesinde ileri hasar ve 20 tanesinde göçme durumu oluşacağı hesaplanmıştır (Şekil 4.48 n). Toplamda belirgin hasar oluşacak eleman sayısı 463, ileri hasar oluşacak eleman sayısı 47 ve göçme durumundaki eleman sayısı 67 olarak hesaplanmıştır.

4620 nolu istasyondan elde edilen Mw=7.7 yer hareketinin ivme kayıtlarına göre zaman tanım alanında hesap yöntemiyle analiz sonucunda, yapının tasarım durumuna göre kontrollü hasar performans düzeyini sağlamadığı hesaplanmıştır. X doğrultusunda kolonların 50 tanesinde belirgin hasar tahmin edilirken 2 tanesinde ileri hasar ve 2 tanesinde göçme durumu oluşacağı hesaplanmıştır, kirişlerin ise 158 tanesinede belirgin hasar tahmin edilirken 27 tanesinde ileri hasar ve 46 tanesinde göçme durumu oluşacağı hesaplanmıştır (Şekil 4.48 o). Y doğrultusunda kolonların 54 tanesinde belirgin hasar tahmin edilirken 2 tanesinde ileri hasar ve 2 tanesinde göçme durumu oluşacağı hesaplanmıştır, kirişlerin ise 202 tanesinede belirgin hasar tahmin edilirken 25 tanesinde ileri hasar ve 14 tanesinde göçme durumu oluşacağı hesaplanmıştır (Şekil 4.48 p). Toplamda belirgin hasar oluşacak eleman sayısı 464, ileri hasar oluşacak eleman sayısı 56 ve göçme durumundaki eleman sayısı 64 olarak hesaplanmıştır.

4621 nolu istasyondan elde edilen Mw=7.7 yer hareketinin ivme kayıtlarına göre zaman tanım alanında hesap yöntemiyle analiz sonucunda, yapının tasarım durumuna göre kontrollü hasar performans düzeyini sağlamadığı hesaplanmıştır. X doğrultusunda kolonların 86 tanesinde belirgin hasar tahmin edilirken 6 tanesinde ileri hasar ve 4 tanesinde göçme durumu oluşacağı hesaplanmıştır, kirişlerin ise 123 tanesinede belirgin hasar tahmin edilirken 41 tanesinde ileri hasar ve 69 tanesinde göçme durumu oluşacağı hesaplanmıştır (Şekil 4.48 q). Y doğrultusunda kolonların 90 tanesinde belirgin hasar tahmin edilirken 5 tanesinde ileri hasar ve 5 tanesinde göçme durumu oluşacağı

hesaplanmıştır, kirişlerin ise 153 tanesinede belirgin hasar tahmin edilirken 44 tanesinde ileri hasar ve 51 tanesinde göçme durumu oluşacağı hesaplanmıştır (Şekil 4.48 r). Toplamda belirgin hasar oluşacak eleman sayısı 452, ileri hasar oluşacak eleman sayısı 96 ve göçme durumundaki eleman sayısı 129 olarak hesaplanmıştır.

4624 nolu istasyondan elde edilen Mw=7.7 yer hareketinin ivme kayıtlarına göre zaman tanım alanında hesap yöntemiyle analiz sonucunda, yapının tasarım durumuna göre kontrollü hasar performans düzeyini sağlamadığı hesaplanmıştır. X doğrultusunda kolonların 131 tanesinde belirgin hasar tahmin edilirken 13 tanesinde ileri hasar ve 14 tanesinde göçme durumu oluşacağı hesaplanmıştır, kirişlerin ise 45 tanesinede belirgin hasar tahmin edilirken 35 tanesinde ileri hasar ve 153 tanesinde göçme durumu oluşacağı hesaplanmıştır (Şekil 4.48 s). Y doğrultusunda kolonların 134 tanesinde belirgin hasar tahmin edilirken 14 tanesinde ileri hasar ve 13 tanesinde göçme durumu oluşacağı hesaplanmıştır, kirişlerin ise 81 tanesinede belirgin hasar tahmin edilirken 44 tanesinde ileri hasar ve 131 tanesinde göçme durumu oluşacağı hesaplanmıştır (Şekil 4.48 t). Toplamda belirgin hasar oluşacak eleman sayısı 391, ileri hasar oluşacak eleman sayısı 106 ve göçme durumundaki eleman sayısı 311 olarak hesaplanmıştır.

4625 nolu istasyondan elde edilen Mw=7.7 yer hareketinin ivme kayıtlarına göre zaman tanım alanında hesap yöntemiyle analiz sonucunda, yapının tasarım durumuna göre kontrollü hasar performans düzeyini sağlamadığı hesaplanmıştır. X doğrultusunda kolonların 140 tanesinde belirgin hasar tahmin edilirken 8 tanesinde ileri hasar ve 11 tanesinde göçme durumu oluşacağı hesaplanmıştır, kirişlerin ise 42 tanesinede belirgin hasar tahmin edilirken 45 tanesinde ileri hasar ve 146 tanesinde göçme durumu oluşacağı hesaplanmıştır (Şekil 4.48 u). Y doğrultusunda kolonların 143 tanesinde belirgin hasar tahmin edilirken 9 tanesinde ileri hasar ve 11 tanesinde göçme durumu oluşacağı hesaplanmıştır, kirişlerin ise 84 tanesinede belirgin hasar tahmin edilirken 28 tanesinde ileri hasar ve 144 tanesinde göçme durumu oluşacağı hesaplanmıştır (Şekil 4.48 v). Toplamda belirgin hasar oluşacak eleman sayısı 409, ileri hasar oluşacak eleman sayısı 90 ve göçme durumundaki eleman sayısı 312 olarak hesaplanmıştır.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

5.1 Sonuçlar

Bu tez çalışmasında, 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş merkezli depremlerden etkilenmiş bir betonarme yapının tasarım durumuna ilişkin performans değerlendirmesi yapılmıştır. Yapının taşıyıcı sistem özellikleri ve deprem etkisindeki davranışı, TBDY 2018 esaslarına uygun olarak; tek modlu itme, çok modlu doğrusal olmayan statik itme, zaman tanım alanında dinamik hesap yöntemleriyle analiz edilmiştir. Çalışma, analiz sonuçlarının sahadaki hasar gözlemleri ile karşılaştırılması yoluyla da bütüncül bir değerlendirme sunmaktadır.

Tek modlu ve çok modlu doğrusal olamayan statik itme yöntemleriyle yapının genel performans düzeyi incelendiğinde, büyük oranda “Kontrollü Hasar” seviyesinde kaldığı ve sadece sınırlı sayıda yapısal elemanın “İleri Hasar” sınırına yaklaştığı belirlenmiştir. Yapının önemli bir kısmı, TBDY 2018’de belirtilen plastik dönme sınırlarının altında kalarak taşıyıcılığını korumuştur.

Gözlem raporuna göre hasar tespit edilen elemanlar çoğunlukla zeminden 5. kata kadar ve yapısal süreksizliklerin yoğunlaştığı bölgelerde yer almaktadır. 2. bodrum ve 1. bodrum katlarda, yapının yamaca oturmasından dolayı perde duvarların yalnızca bir cephede sürekli olduğu, diğer cephelerin ise açık kaldığı gözlenmiştir. Bu durum, yapıda "açık kat" davranışına neden olmakta ve rijitlik dağılımında önemli dengesizlikler yaratmaktadır. Özellikle bu bodrum katlarda atalet merkezi ile kütle merkezi arasındaki fark, deprem etkisi altında belirgin bir burulma davranışı oluşturmuş ve bu etki, yapının belirli bölgelerinde hasar konsantrasyonuna yol açmıştır.

Söz konusu burulma etkisinin, özellikle merkezdeki boşluk alanları ve merdiven çekirdeği çevresindeki kirişlerde yoğun hasarlara neden olduğu yerinde gözlemlerde tespit edilmiştir. Bu durum, hem kütle-rijitlik uyumsuzluğu hem de simetrik olmayan taşıyıcı sistem düzenlemesinin bir sonucu olarak değerlendirilmiştir.

Ayrıca, doğrusal olmayan itme hesap yöntemleriyle yapılan analizlerde kullanılan DD2 (50 yılda %10 aşılma olasılığına sahip deprem) düzeyindeki yer hareketi parametrelerinin, 6 Şubat 2023 tarihli depremin bu yapı üzerindeki etkileriyle büyük ölçüde örtüştüğü belirlenmiştir. Bu durum, söz konusu depremin incelenen yapı özelinde DD2 düzeyinde yer hareketine karşılık geldiğini ve yapı davranışının yönetmeliğin öngördüğü sınırlar dahilinde kaldığını göstermektedir.

Zaman tanım alanında hesap yöntemiyle; hem tez konusu binanın tasarımına ve bulunduğu bölgenin özelliklerine göre seçilen ölçeklendirilmiş 11 yer hareketiyle analizle, hem de bina yakınında bulunan 7 istasyondan elde edilen ölçeklendirilmemiş Mw7.7 depreminin ivme kayıtlarıyla ayrı ayrı yapılan analiz sonuçlarına göre yapının performans düzeyinin "Göçme" seviyesine geçtiği belirlenmiştir. Ölçeklendirilmiş 11 yer hareketine göre yapılan analizin sahadaki durumdan farklı olması göstermiştirki; gerçek kayıtların, hedef spektruma uyarlanarak ölçeklenme yöntemi, zaman tanım alanında talepleri çok değiştirebilir; özellikle tekil yüksek şiddetli ölçekleme, yapıyı aşırı zorlayabilir (Luco v. Bazzurro, 2005; Kalkan v. Chopra, 2010).

Bina yakınındaki istasyonlardan alınan ölçümlere göre yapılan analizin ise sahadaki durumdan farklı olması; yakın fay darbelerinin veya spektral enerjinin yapı periyotuna yakın yoğunlaşması, beklenenden çok daha büyük tepkilerin oluşması olarak izah edilebilir. Eğer kayıtlarda darbe bileşeni varsa bu zaman tanım alanında aşırı plastikleşme verir (Kenawy ve ark., 2023). Ayrıca, ölçülen istasyondaki ivme ile yapıya uygulanması gereken serbest-alan girişi farklı olabilir. Temel seviyesinde kaydedilen hareket doğrudan yer hareketi olarak modele uygulanırsa, zemin–yapı etkileşimi ve dalga geçirgenlik farkları nedeniyle yapısal tepki olduğundan analizde farklı tahmin edilebilir (Cavalieri ve ark., 2021).

Mw7.7 yer hareketinin 7 istasyondan alınan birebir ölçümlere göre ayrı ayrı yapılan analiz sonucunda ise; X ve Y doğrultusundaki göreli kat ötelemelerinin 4 analiz için %2'nin altında kaldığı, 3 analiz için epey üstünde olduğu görülmektedir. Bunun nedeni ise; bu 3 istasyonun binadan uzak ve episentıra yakın olması, ölçülen ivme kayıtlarının DD1 yer hareketi düzeyine yakın olması olarak izah edilebilir.Sonuç olarak, bu çalışma kapsamında gerçekleştirilen analiz ve gözlemler, aşağıdaki temel sonuçları ortaya koymuştur:

- Oluşan depren sonrası, yapı genelinde kontrollü hasar düzeyinde performans sağlanmıştır.
- Göçme öncesi sınıra ulaşan eleman sayısı azdır ve yerel zayıflıklarla sınırlıdır.
- Bodrum katlarda perde süreksizliği ve asimetrik rijitlik dağılımı nedeniyle burulma etkisi oluşmuş, merkezdeki boşluk ve merdiven çevresinde hasar yoğunlaşmıştır.
- 2023 depremi, incelenen yapı için DD2 düzeyinde etkili olmuş ve analizler bu gerçeği doğrulamıştır.

- Tek modlu ve çok modlu itme yöntemleriyle analiz sonucu bulunan hasar bölgeleri benzer olamsına rağmen, sahada gözlenen hasarlardan farklılık göstermektedir.
- Zaman tanım alanında hesap yöntemiyle analiz sonucu yapıyı "Göçme" seviyesinde ve aşırı zorlayabileceğini göstermiştir.

Bu bulgular, itme yöntemiyle performans analizinin doğruluğunu ve mevcut yapıların güvenliğinin sağlanması için kullanılabilirliğini destekler niteliktedir.

5.2 Öneriler

Bu çalışmada elde edilen bulgular doğrultusunda, benzer yapıların deprem performanslarının değerlendirilmesi, risk azaltma stratejilerinin geliştirilmesi ve yapısal güvenliğin artırılması amacıyla aşağıdaki öneriler sunulmaktadır:

Yamaca oturan yapılarda açık kat riskine karşı tasarım ve güçlendirme önlemleri alınmalıdır: yapının bodrum katlarında perde sürekliliğinin yalnızca bazı cephelerde sağlanmış olması ve diğer cephelerin açık kalması, önemli bir rijitlik dengesizliği yaratmış ve burulma etkilerini artırmıştır. Bu tür yapıların tasarımında tüm cephelerde yeterli rijitlik sağlanmalı; mevcut yapılarda ise açık kat davranışı gösteren bölgelerde perdelerin tamamlanması, çerçeve elemanların güçlendirilmesi veya FRP uygulamaları gibi yöntemlerle dengeleme yapılmalıdır.

Burulma etkileri dikkate alınarak merkezdeki boşluklar ve merdiven çevreleri güçlendirilmelidir: kütle ve rijitlik merkezlerinin çakışmaması nedeniyle oluşan burulma etkileri, özellikle yapı merkezinde yer alan merdiven boşlukları ve çekirdek çevresindeki kirişlerde hasara yol açmıştır. Bu bölgelerdeki taşıyıcı elemanlara yönelik özel güçlendirme çözümleri (örneğin kiriş mantolama, çerçeve takviyesi veya yeni perde ilaveleri) planlanmalıdır.

Çok modlu doğrusal olmayan analiz yöntemleri yaygınlaştırılmalıdır: Bu çalışmada elde edilen saha-analiz uyumu, çok modlu itme analizinin özellikle asimetrik ve karmaşık yapı davranışlarını yansıtma konusunda etkili olduğunu göstermiştir. Bu nedenle yapı envanterlerinin değerlendirilmesinde, özellikle kamu yapıları ve eğitim yapıları gibi öncelikli sınıflarda bu tür gelişmiş analiz yöntemlerinin kullanımı desteklenmelidir.

Afet sonrası hasar gözlemleri ile performans analizleri entegre edilmelidir: Bu çalışmada olduğu gibi, saha verileri ve analiz sonuçlarının birlikte değerlendirilmesi yapıların gerçek davranışını anlama açısından büyük önem taşımaktadır. AFAD,

belediyeler ve üniversiteler iş birliğiyle yapı hasar verilerinin analiz platformlarına entegre edildiği bir sistem kurulmalıdır.

Sonuç olarak, yapı performansı değerlendirmelerinin hem akademik hem de uygulamalı yönüyle yaygınlaştırılması, deprem güvenliğinin sağlanması açısından büyük önem arz etmektedir. Özellikle mevcut yapı stokunun hızlı tarama ve seçici güçlendirme stratejileriyle iyileştirilmesi, Türkiye gibi yüksek deprem riski taşıyan ülkelerde afet risklerini önemli ölçüde azaltacaktır.

KAYNAKLAR

AFAD (2023). 06 Şubat 2023 Pazarcık-Elbistan (Kahramanmaraş) Mw: 7.7 Depremi Değerlendirme Raporu.

Afet ve Acil Durum Yönetim Başkanlığı (2018). *Türkiye bina deprem yönetmeliği (TBDY)*. 30364 Sayılı Resmî Gazete, Ankara.

Agyemang, C. (2019). An experimental and theoretical work on the seismic behavior of a reinforced concrete frame, M.S. Thesis, Işık University, Graduate School of Science and Engineering, İstanbul, Türkiye.

Aksoy, E. (2023). Rijitlik merkezinin analitik, deneysel ve gözlemsel değerlendirilmesi, Yüksek lisans tezi, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi.

Aksoy, E., İnceöz, M., Koçyiğit, A., (2007). Lake Hazar Basin: a Negative Flower Structure on the East Anatolian Fault System (EAFS), SE Turkey. Turkish Journal of Earth Sciences Vol.16, 2007, pp. 1- TÜBİTAK.

Aktar, M., Ergin, M., Özalaybey, S., Tapirdamaz, C., 2000. A lower-crustal event in the northeastern Mediterranean: the 1998 Adana Earthquake (Mw:6.2) and its aftershocks. Geophys. Res. Lett.27, 2361–2364.

Algamati, M., Al-Sakkaf, A., Abdelkader, E. M., & Bagchi, A. (2023). Studying and analyzing the seismic performance of concrete moment-resisting frame buildings. *CivilEng*, 4(1), 34–54. https://doi.org/10.3390/civileng4010003

Altunel, E., Meghraoui, M., Karabacak, V., Akyüz, S., Ferry, M., Yalçıner, Ç., Munschy, M., 2009. Archaeological sites (Tell and Road) offset by the Dead Sea Fault in the Amik Basin, Southern Turkey. Geophys. J. Int.179, 1313–1329. http://dx.doi.org/10.1111/j.1365- 246X.2009.04388.x

Ambraseys, N.N., 1989. Temporary seismic, quiescence: SE Turkey. Geophys. J.96, 311–331

Ambraseys, N.N. & Melville, C.P., 1995. Historical evidence of faulting in eastern Anatolia and northern Syria, Ann. Geophys. 38(3–4), 337–343.

Arvanitakis, G.L., 1903. Essai d'une statistique des templements de terre en Palestineet Syrie. Bull. Inst. Egypte4 (4), 178–183.

Arpat, E. ve Şaroğlu, F., (1972). Doğu Anadolu Fayı ile ilgili bazı gözlemler ve düşünceler. Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü. Ankara ss:44-50

Ashwini, L. K., Keshavamurthy, M., & Ravikumar, C. M. (2022). Performance-based seismic design of reinforced concrete structure using inelastic static pushover analysis. *i-manager's Journal on Civil Engineering*, 12(2), 31–38. https://doi.org/10.26634/jce.12.2.18839

Aydın, A. (2012). *Van depreminde hasar gören mevcut betonarme bir binadaki hasarın, DBYBHY 2007'ye göre yapılan performans analiz sonuçları ile karşılaştırılması*, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye.

Balıkçı, İ. (2019). Mevcut binaların deprem performanslarının 2007 ve 2018 deprem yönetmeliklerine göre değerlendirilmesi (Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi).

Balic, I., Trogrlic, B., & Mihanovic, A. (2017). Simplified multimodal pushover target acceleration method for seismic resistance analysis of medium-rise RC structures. *KSCE Journal of Civil Engineering*, 21(2), 378–388. https://doi.org/10.1007/s12205-016-0738-4

Bayhan, B., & Gülkan, P. (2011). Buildings Subjected to Recurring Earthquakes: A Tale of Three Cities, *Earthquake Spectra*, 27(3), 635–659.

Behnamfar, F., & Tavakoli, B. (2021). Developing a method for multi-modal shear-based pushover analysis. *Asian Journal of Civil Engineering*, 22(4), 217–228. https://doi.org/10.1007/s42107-020-00308-1

Birzhandi, M. S., & Mirzakhani, D. (2023). Modified modal pushover design for asymmetric-plan RC shear wall structures. *Advances in Civil Engineering*, 2023, Article ID 5627191. https://doi.org/10.1155/2023/5627191

Biswas, R. (2023). A Brief Overview of Turkey Earthquake: Insight into the Building Damage.

Boonyapinyo, V., Choopool, N., & Warnitchai, P. (2008). Seismic performance evaluation of reinforced-concrete buildings by static pushover and nonlinear dynamic analyses. 14th World Conference on Earthquake Engineering, Beijing, China.

Büyük, E. (2023). *24 Ocak 2020 Sivrice (Elazığ) depreminde kısa kolon hasarı gözlenmiş betonarme bir binanın yapısal hasar değerlendirmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir Teknik Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Eskişehir, Türkiye.

Calvi, S., 1941. Türkiye ve bazı komşu ülkelerin deprem kataloğu, Çeviren: Erdoğan Kumcu, 1979. İstanbul.

Campbell, J., Norda, H., & Meskouris, K. (2010, August). Improved methods for multimodal pushover analysis. In *Proceedings of the 14th European Conference on Earthquake Engineering*.

Cavalieri, F., Correia, A. A. S., & Pinho, R. (2021). *Variations between foundation-level recordings and free-field earthquake ground motions: Numerical study at soft-soil sites*. *Soil Dynamics and Earthquake Engineering, 141*, Article 106511. https://doi.org/10.1016/j.soildyn.2020.106511

Celep, Z. (2024). *Betonarme taşıyıcı sistemlerde doğrusal olmayan davranış ve çözümleme*, Seçkin Yayıncılık A.Ş., İstanbul, Türkiye.

Chopra, A. K., & Goel, R. K. (2002). Pushover analysis in seismic design of buildings: A review. *Earthquake Spectra*, 18(3), 403–423. https://doi.org/10.1193/1.1503300

Chopra, A. K. (2017). *Dynamics of Structures: Theory and Applications to Earthquake Engineering* (5th ed.). Pearson.

Chopra, A. K., & Goel, R. K. (2019). A multi-mode adaptive pushover analysis procedure for estimating seismic demand. *Engineering Structures*, 197, 109374. https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2019.109374

Çağnan, Z. (2001). *Three dimensional nonlinear dynamic analysis of a reinforced concrete frame building in Bolu*, Yüksek Lisans Tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, Türkiye.

Çetin, H., Güneyli, H. &Mayer, L. (2003) Paleoseismology of the Palu-Lake Hazar segment of the East Anatolian Fault Zone,Turkey.Tectonophysics, 374, 163-197.

Daei, A., & Zarrin, M. (2021). A multi-mode displacement-based pushover (MDP) procedure for seismic assessment of buildings. *Soil Dynamics and Earthquake Engineering*, 150, 106950. https://doi.org/10.1016/j.soildyn.2021.106950

Dindar, A. A. (2018). Şekil değiştirmeye göre değerlendirme ve tasarım. Ders Notu, Gebze Teknik Üniversitesi, Kocaeli.

Ekşi, H. (2019). *Seismic behavior of fifteen years old RC frame*, M.S. Thesis, Işık University, Graduate School of Science and Engineering, İstanbul, Türkiye.

Ergin, M., Aktar, M., Eyidoˇgan, H., 2004. Present-day seismicity and seismotectonic of the Cilician Basin: Eastern Mediterranean Region of Turkey. Bull. Seismol. Soc. Am.94, 930–939. http://dx.doi.org/10.1785/0120020153.

Fenves, G. L., Filippou, F. C., Scott, M. H., & McKenna, F. (2022). *Open System for Earthquake Engineering Simulation (OpenSees)* [Software]. Pacific Earthquake Engineering Research Center. https://opensees.berkeley.edu

Gabriel, A.-A., et al. (2023). Rapid 3D Dynamic Rupture Modeling of the February 6, 2023, Kahramanmaraş, Turkey, Mw 7.8 and Mw 7.7 Earthquake Doublet.

Gattulli, V., Potenza, F., & Paolone, A. (2015). Seismic performance of a mixed masonry-reinforced concrete building. In G. M. Carlomagno & C. Meola (Eds.), *Proceedings of the 6th International Conference on Structural Analysis of Historical Constructions (SAHC 2015)* (pp. 1–8).

Guidoboni, E., Comastri, A., 2005. Catalogue of Earthquakes and Tsunamis in the Mediterranean Area from the 11th to the 15th Century. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia.

Han, S. W., & Jee, N. Y. (2005). Seismic behaviors of columns in ordinary and intermediate moment resisting concrete frames. *Engineering Structures*, 27(7), 951–962. https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2005.01.012

Hassan, A. A., & Yasin, A. A. (2023). Pushover analysis of multi-story reinforced concrete frame structure. *Journal of Economics & Management Research*, 4(2), 2–8. https://doi.org/10.47363/JESMR/2023(4)175

İTÜ (2023). 6 Şubat 2023 04.17 Mw 7,8 Kahramanmaraş (Pazarcık,Türkoğlu), Hatay (Kırıkhan) ve 13.24 Mw 7.7 Kahramanmaraş (Elbistan / Nurhak-Çardak) Depremleri Nihai Rapor

Jackson, J. and McKenzie, D. P., (1984). Active tectonics of the Alpine-Himalayan Belt between western Turkey and Pakistan. Geophysics J. R. Ast. Soc. 1984. 77, 185-264.

Jalilkhani, M., Ghasemi, S. H., & Danesh, M. (2020). A multi-mode adaptive pushover analysis procedure for estimating the seismic demands of RC moment-resisting frames. *Engineering Structures*, 213, 110528. https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2020.110528

Jörg, W., 1986. Türkei: Die Südküste von Kaunos bis Issos. München Artemis-Verlag, Zürih. ISBN3-7608-0791-7.

Keyik, T. (2019). ASCE 41-17 ve Türk Deprem Yönetmelikleri kapsamında mevcut betonarme bir binanın performans analizi ve sonuçlarının karşılaştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, Türkiye.

Kalkan, E., & Chopra, A. K. (2010). *Practical guidelines to select and scale earthquake records for nonlinear response history analysis of structures* (U.S. Geological Survey Open-File Report No. 2010-1068). U.S. Geological Survey. https://pubs.usgs.gov/of/2010/1068/of2010-1068.pdf

Kanas, E. (2021). Seismic Collapse Capacity Of Brick Infilled Reinforced Concrete Frames With Open Ground Story. Yüksek Lisans Tezi, Aydın Adnan Menderes Üniversitesi.

Kaya, Y. (2020). Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği'nin Uluslararası Yönetmeliklerle Karşılaştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi.

Kenawy, M., McCallen, D., & Pitarka, A. (2023). *Characteristics and selection of near-fault simulated earthquake ground motions for nonlinear analysis of buildings*. *Earthquake Engineering & Structural Dynamics, 39*(4), 2281–2322. https://doi.org/10.1177/87552930231182164

Kolak, M. N. (2018). Çok katlı yapıların farklı paket programlar ile deprem performanslarının incelenmesi, Yüksek lisans tezi, Fırat Üniversitesi.

KRDAE (2023). 6 Şubat 2023 Mw7.7 Gaziantep 6 Şubat 2023 Mw.7.6 Kahramanmaraş 20 Şubat 2023 Mw6.4 Hatay Depremleri Ön Değerlendirme Raporu.

Kumar, A., & Reddy, B. R. (2022). Seismic evaluation of advanced reinforced concrete structures using pushover analysis. *Advances in Civil Engineering*, 2022, Article ID 4518848. https://doi.org/10.1155/2022/4518848

Kutanış, M., Beyen, K., & Bal, İ. E. (2011). Binaların Gözlenen Deprem Performanslarının Hesaplanmasında Mevcut Yöntemlerin Tutarlılığı. Yedinci Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı, 30 Mayıs–3 Haziran 2011, İstanbul.

Kürkçü, F. (2019). 20 katlı betonarme bir yapının Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği'ne göre tasarımı ve deprem performansının belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye.

Laissy, M. (2021). Evaluation of seismic performance of 6-storeys RC buildings in Abha City – KSA, by using pushover analysis method. Academia.edu.

Lherminier, O., Erlicher, S., Huguet, M., Civera, M., Ceravolo, R., & Barakat, M. (2023). The generalized E-DVA method: A new approach for multi-modal pushover analysis under multi-component earthquakes with local variables maximization. *Bulletin of Earthquake Engineering*, 22, 133–158. https://doi.org/10.1007/s10518-023-01790-z

Luco, N., & Bazzurro, P. (2005). *Effects of earthquake record scaling on nonlinear structural response* (Report on PEER-LL Program Task 1G00 Addendum [Sub-Task 1 of 3]). AIR Worldwide Corporation.

Magenes, G., & Della Corte, G. (2021). Simplified modelling and pushover analysis of infilled frame structures. *Earthquake Engineering & Structural Dynamics*, 50(3), 585–602. https://doi.org/10.1002/eqe.3620

Mazzoni, S., McKenna, F., Scott, M. H., & Fenves, G. L. (2006). *OpenSees Command Language Manual* (Version 2.2.0). Pacific Earthquake Engineering Research Center, University of California, Berkeley. https://opensees.berkeley.edu/OpenSees/manuals/usermanual/

Moreno, D.G., Hubert-Ferrari, A., Moernaut, J., Fraser, J.G., Boes, X., Van Daele, M., Avsar, U., Çağatay, N. and De Batist, M. (2011). Structure and recent evolution of the Hazar Basin: a strikeslip basin on the East Anatolian Fault, EasternTurkey. Basin Research 23, 191-207.

Mwafy, A. M., & Elnashai, A. S. (2001). Static pushover versus dynamic collapse analysis of RC buildings. *Engineering Structures*, 23(5), 407–424. https://doi.org/10.1016/S0141-0296(00)00068-7

Naiel, M. A., & Hanna, M. S. (2025). Assessing seismic performance of mid-rise reinforced concrete buildings using fragility curves. *Innovative Infrastructure Solutions*, 10(9), Article 9. https://doi.org/10.1007/s41062-024-01750-9

Nalbant, S. S., McCloskey, J., Steacy, S. and Barka, A. A., 2002. Stress accumulation and increased seismic risk in eastern Turkey. Earth and Planetary Science Letters 195 (2002) 291- 298. Elsevier P.

ODTÜ (2023). 06 Şubat 2023 Kahramanmaraş-Pazarcık Mw: 7.7 ve Elbistan Mw: 7.6 Depremleri Ön Değerlendirme Raporu.

Papazafeiropoulos, G., & Plevris, V. (2023). Kahramanmaraş-Gaziantep, Turkey Mw 7.8 Earthquake on February 6, 2023: Preliminary Report on Strong Ground Motion and Building Response Estimations.

Patel, C. K., & Shah, K. D. (2014). Pushover analysis of symmetric and asymmetric reinforced concrete buildings. In *Proceedings of the International Conference on Advances in Civil Engineering* (pp. 167–173). Springer. https://doi.org/10.1007/978-81-322-2187-6_167

Patel, V. T., & Radke, A. (2024). Performance-based seismic design of reinforced concrete structure – A review. *International Research Journal on Advanced Engineering Hub*, 2(3), 555–558. https://doi.org/10.47392/IRJAEH.2024.0080

Pinho, R. (2007). Using pushover analysis for assessment of buildings and bridges. In A. Pecker (Ed.), *Advanced Earthquake Engineering Analysis* (pp. 91–120). Springer Vienna. https://doi.org/10.1007/978-3-211-74214-3_6

Prota Software. (2024). *ProtaStructure Suite 2025 - User Manual*. Ankara: Prota Yazılım Mühendislik A.Ş. https://www.protasoftware.com/products/protastructure-suite/

Quiroga, E., & Tanner, M. (2024). Revealing Risk Preferences: Evidence from Turkey's 2023 Earthquake.

Rahman, A., Khan, Q. U. Z., & Qureshi, M. I. (2019). Evaluation of simplified analysis procedures for a high-rise reinforced concrete core wall structure. *Advances in Civil Engineering*, 2019, Article ID 1035015. https://doi.org/10.1155/2019/1035015

Reilinger, R., McClusky, S., Vernant, P., Lawrence, S., Ergintav, S., Cakmak, R. et al. (2006) GPS constraints on continental deformation in the Africa-Arabia-Eurasia continental collisional zone and implications for the dynamics of plate interactions. Journal of Geophysical Research: Solid Earth, 111(B5), B05411.

Rojay, B., Heimann, A., and Toprak, V., 2001. Neotectonic and volcanic characteristics of the Karasu fault zone (Anatolia, Turkey): the transition zone between the Dead Sea transform and the East Anatolian fault zone. Geodinamica Acta, 14, 197–212.

Reyes, J. C., & Chopra, A. K. (2011). Three-dimensional modal pushover analysis of buildings subjected to two components of ground motion, including its evaluation for tall buildings. *Earthquake Engineering & Structural Dynamics*, 40(7), 789–806. https://doi.org/10.1002/eqe.1060

Sbeinati, M.R., Darawcheh, R. & Mouty, M., 2005. The historical earthquakes of Syria; an analysis of large and moderate earthquakes from 1365 B.C. to 1900 A.D., Ann. Geophys., 48(3), 347–435.

Seismosoft, (2025). SeismoSignal – A software package for strong-motion data analysis (Version 2025) [Computer software]. https://www.seismosoft.com

Seismosoft, (2025). SeismoMatch – Yer hareketi kayıtlarının spektral eşleştirilmesi için yazılım (Sürüm 2025) [Bilgisayar yazılımı]. https://www.seismosoft.com

Severcan, M. H., & Sinani, B. (2019). Mevcut betonarme yapıların deprem performansının değerlendirilmesi. *Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 8(2), 936–947.

Seo, J., Hu, J. W., & Davaajamts, B. (2015). Seismic performance evaluation of multistory reinforced concrete moment resisting frame structure with shear walls. *Sustainability*, 7(10), 14287–14308. https://doi.org/10.3390/su71014287

Soysal, H., Sipahioğlu, S., Kolçak, D., Altınok, Y., 1981. Türkiye ve Çevresinin Deprem Kataloğu, MÖ 2100-MS 1900 (Earthquake Catalogue of Turkey and Surroundings, BC 2100-AD 1900). TÜB˙ITAK Project (No. TBAG 341), 99 s.

Sucuoglu, H., & Gunay, M. S. (2011). Generalized force vectors for multi-mode pushover analysis. *Earthquake Engineering & Structural Dynamics*, 40(1), 55–74. https://doi.org/10.1002/eqe.1020

Sung, Y.-C., Lin, T.-K., Hsiao, C.-C., & Lai, M.-C. (2013). Pushover analysis of reinforced concrete frames considering shear failure at beam–column joints. *Earthquake Engineering and Engineering Vibration*, 12(3), 373–383. https://doi.org/10.1007/s11803-013-0179-8

Şaroğlu, F., Emre, Ö. ve Kuşçu, i., (1992). The East Anatolian fault zone of Turkey. Annales Tectonicae, Special Issue-Supplement to volume VI, 99-125.

Şengör, A.M.C.,Görür, N., Şaroğlu, F., (1985). Strike-slip faulting and related basin formation in zones of tectonic escape; Turkey as a case study, in; Biddle K.T., Christie –Blick N.(Eds.), Strike-slip Faulting and Basin Formation, Soc. Econ.Paleontol. Mineral.Sp. Pub., 37,227-264.

Tan, O., Tapırdamaz, M.C., Yörük, A., 2008. The Earthquake Catalogues for Turkey. Turk. J. Earth Sci.17, 405–418

TBDY 2018 Gerekçe ve Açıklamalar, T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2018.

TBDY 2018, Ek 4B.2.4; ayrıca bkz. Yakut, A., ve ark. (2019). "Comparison of Seismic Assessment Procedures for Existing RC Buildings: Turkish and International Codes".

Türker, K. (2005). Çok modlu adaptif yük artışları yöntemi ile yapıların deprem davranışının belirlenmesi (Doktora Tezi, Balıkesir Üniversitesi).

Türker, K., & İrtem, E. (2007). An effective load increment method for multi modal adaptive pushover analysis of buildings. *Structural Engineering and Mechanics*, 25(1), 53–73. https://doi.org/10.12989/sem.2007.25.1.053

Türkiye Mühendislik Haberleri Dergisi (2023). “Kahramanmaraş Depremleri ve Yapısal Performans Üzerine Gözlemler”, sayı 226.

Uçar, B. (2019). Betonarme bir hastane binasının DBYBHY 2007 ve TBDY 2018 kapsamında deprem performansının değerlendirilmesi. *Kırklareli Üniversitesi Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi*, 4(1), 74–90.

Umwi, D., & Alex, J. (2024). Seismic performance assessment of reinforced concrete frames: Insights from pushover analysis. In *Proceedings of SECON’24* (pp. 979–987). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-031-70431-4_72

Velioğlu, E. (2017). Mevcut betonarme yapılarda kullanılan değerlendirme yöntemlerinin tutarlılığı, Yüksek Lisans Tezi, Bitlis Eren Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitlis, Türkiye.

Westaway, R. (1994). Present-day kinematics of the Middle East and eastern Mediterranean. J. Geophys. Res., 99, 12071-12090.

Westaway, R., (2003). Kinematics of the Middle East and Eastern Mediterranean Updated. Turkish Journal of Earth Sciences. Vol.12, 2003, pp. 5-46. TÜBİTAK.

Yakut, A., & Yılmaz, M. T. (2007). Performance of reinforced concrete buildings during the May 1, 2003 Bingöl earthquake in Turkey. *Engineering Structures*, 29(8), 1761–1774. https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2006.09.004

Yakut, A. et al. (2019). Comparison of Seismic Assessment Procedures for Existing RC Buildings: Turkish and International Codes. Bulletin of Earthquake Engineering.

Yılmaz, M., & Öztürk, H. (2022). A comparative analysis of existing models and a new pushover procedure. *Engineering Structures*, 261, 114984. https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2022.114984

Yönlü, Ö., Altunel, E. and Karabacak, V., 2017. Geological and geomorphological evidence for the southwestern extension of the East Anatolian Fault Zone, Turkey. Earth and Planetary Science Letters, 469, 1-14.

Zameeruddin, M., & Sangle, K. K. (2020). Performance-based seismic assessment of reinforced concrete moment resisting frames using nonlinear static procedures. *Journal of King Saud University – Engineering Sciences*, 32(8), 507–516. https://doi.org/10.1016/j.jksues.2020.04.010

Zhang, C., & Tian, Y. (2019). Simplified performance-based optimal seismic design of reinforced concrete frame buildings. *Engineering Structures*, 185, 15–25. https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2019.01.108

Zhou, Y., & Lin, Y. (2020). Pushover analysis of structures subjected to combined actions of lateral loads and vertical loads. *Engineering Structures*, 207, 110222. https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2019.110222

Zhou, Y., & Lin, Y. (2021). Seismic performance assessment of reinforced concrete hilly buildings with open stories. *Case Studies in Construction Materials*, 15, e00686. https://doi.org/10.1016/j.cscm.2021.e00686

EKLER

EK-1 Gözlem Raporuna Göre Tespit Edilen Hasarlı Elamanlar için Çok Modlu İtme Yöntemiyle Hesap Sonrası Analiz Sonuçları

Çizelge 4. 24 KX01 kirişleri için analiz sonuçları

Yön	Kiriş	L-Net (cm)	bw(cm) h(cm)	V_i(t) V_j(t)	M_i(t.m) M_j(t.m)	My_i(t.m) My_j(t.m)	Mp_i(t.m) Mp_j(t.m)	KapasiteDüşürme Faktörü	Ve(t) Vr(t)	Kırılma Türü	θ_p (rad)	$\theta_{p\ (SH)}$ (rad)	$\theta_{p\ (KH)}$ (rad)	$\theta_{p\ (GÖ)}$ (rad)	Kesit Hasar
0°	K2B01-I	550	30	15.57	14.68	5.87	6.90	1	15.74	Sünek	0.0014	0.0000	0.0121	0.0162	Belirgin
0°	K2B01-J	550	50	15.74	15.15	5.87	6.90		38.43		0.0000	0.0000	0.0121	0.0162	Sınırlı
0°	K1B01-I	550	30	15.46	14.37	5.87	6.90	1	16.89	Sünek	0.0017	0.0000	0.0121	0.0162	Belirgin
0°	K1B01-J	550	50	16.89	18.53	5.87	6.90		38.43		0.0000	0.0000	0.0121	0.0162	Sınırlı
0°	KZ01-I	550	30	15.55	14.64	5.87	6.90	1	18.03	Sünek	0.0082	0.0000	0.0121	0.0162	Belirgin
0°	KZ01-J	550	50	18.03	19.64	5.87	6.90		38.43		0.0000	0.0000	0.0121	0.0162	Sınırlı
0°	K101-I	550	30	15.56	14.67	5.87	6.90	1	18.06	Sünek	0.0111	0.0000	0.0121	0.0162	Belirgin
0°	K101-J	550	50	18.06	19.98	5.87	6.90		38.43		0.0000	0.0000	0.0121	0.0162	Sınırlı
0°	K201-I	550	30	15.53	14.57	5.87	6.90	1	17.69	Sünek	0.0119	0.0000	0.0121	0.0162	Belirgin
0°	K201-J	550	50	17.69	19.00	5.87	6.90		38.43		0.0000	0.0000	0.0121	0.0162	Sınırlı
0°	K301-I	550	30	16.08	16.37	5.87	6.90	1	17.55	Sünek	0.0114	0.0000	0.0121	0.0162	Belirgin
0°	K301-J	550	50	17.55	18.56	5.87	6.90		38.43		0.0000	0.0000	0.0121	0.0162	Sınırlı
0°	K401-I	550	30	16.40	16.88	5.87	6.90	1	17.51	Sünek	0.0100	0.0000	0.0121	0.0162	Belirgin
0°	K401-J	550	50	17.51	18.39	5.87	6.90		38.43		0.0000	0.0000	0.0121	0.0162	Sınırlı
0°	K501-I	550	30	16.56	16.93	5.87	6.90	1	17.40	Sünek	0.0080	0.0000	0.0121	0.0162	Belirgin
0°	K501-J	550	50	17.40	18.00	5.87	6.90		38.43		0.0000	0.0000	0.0121	0.0162	Sınırlı
0°	K601-I	550	30	16.58	16.90	5.87	6.90	1	17.02	Sünek	0.0051	0.0000	0.0121	0.0162	Belirgin
0°	K601-J	550	50	17.02	17.48	5.87	6.90		38.43		0.0000	0.0000	0.0121	0.0162	Sınırlı
0°	K701-I	550	30	16.54	17.07	5.87	6.90	1	16.54	Sünek	0.0020	0.0000	0.0121	0.0162	Belirgin
0°	K701-J	550	50	16.54	16.87	5.87	6.90		38.43		0.0000	0.0000	0.0121	0.0162	Sınırlı
0°	K801-I	550	30	10.20	11.81	5.87	6.90	1	10.20	Sünek	0.0011	0.0000	0.0121	0.0162	Belirgin
0°	K801-J	550	50	10.11	11.51	5.87	6.90		38.43		0.0000	0.0000	0.0121	0.0162	Sınırlı
180°	K2B01-I	550	30	15.38	14.02	5.87	6.90	1	15.92	Sünek	0.0014	0.0000	0.0121	0.0162	Belirgin
180°	K2B01-J	550	50	15.92	15.65	5.87	6.90		38.43		0.0000	0.0000	0.0121	0.0162	Sınırlı
180°	K1B01-I	550	30	16.67	17.81	5.87	6.90	1	16.67	Sünek	0.0014	0.0000	0.0121	0.0162	Belirgin
180°	K1B01-J	550	50	15.72	15.21	5.87	6.90		38.43		0.0000	0.0000	0.0121	0.0162	Sınırlı
180°	KZ01-I	550	30	17.78	19.13	5.87	6.90	1	17.78	Sünek	0.0015	0.0000	0.0121	0.0162	Belirgin
180°	KZ01-J	550	50	15.92	15.80	5.87	6.90		38.43		0.0000	0.0000	0.0121	0.0162	Sınırlı
180°	K101-I	550	30	17.80	19.39	5.87	6.90	1	17.80	Sünek	0.0042	0.0000	0.0121	0.0162	Belirgin
180°	K101-J	550	50	15.95	15.92	5.87	6.90		38.43		0.0000	0.0000	0.0121	0.0162	Sınırlı
180°	K201-I	550	30	17.38	18.08	5.87	6.90	1	17.38	Sünek	0.0051	0.0000	0.0121	0.0162	Belirgin
180°	K201-J	550	50	15.94	15.85	5.87	6.90		38.43		0.0000	0.0000	0.0121	0.0162	Sınırlı
180°	K301-I	550	30	17.25	17.67	5.87	6.90	1	17.25	Sünek	0.0046	0.0000	0.0121	0.0162	Belirgin

Yön	Kiriş	L-Net (cm)	bw(cm) h(cm)	V_i(t) V_j(t)	M_i(t.m) M_j(t.m)	My_i(t.m) My_j(t.m)	Mp_i(t.m) Mp_j(t.m)	KapasiteDüşürme Faktörü	Ve(t) Vr(t)	Kırılma Türü	θ_p (rad)	$\theta_{p\ (SH)}$ (rad)	$\theta_{p\ (KH)}$ (rad)	$\theta_{p\ (GÖ)}$ (rad)	Kesit Hasar
180°	K301-J	550	50	16.43	17.42	5.87	6.90		38.43		0.0000	0.0000	0.0121	0.0162	Sınırlı
180°	K401-I	550	30	17.24	17.60	5.87	6.90	1	17.24	Sünek	0.0032	0.0000	0.0121	0.0162	Belirgin
180°	K401-J	550	50	16.67	17.61	5.87	6.90		38.43		0.0000	0.0000	0.0121	0.0162	Sınırlı
180°	K501-I	550	30	17.19	17.38	5.87	6.90	1	17.19	Sünek	0.0022	0.0000	0.0121	0.0162	Belirgin
180°	K501-J	550	50	16.77	17.51	5.87	6.90		38.43		0.0000	0.0000	0.0121	0.0162	Sınırlı
180°	K601-I	550	30	16.84	17.04	5.87	6.90	1	16.84	Sünek	0.0023	0.0000	0.0121	0.0162	Belirgin
180°	K601-J	550	50	16.73	17.31	5.87	6.90		38.43		0.0000	0.0000	0.0121	0.0162	Sınırlı
180°	K701-I	550	30	16.59	17.06	5.87	6.90	1	16.59	Sünek	0.0015	0.0000	0.0121	0.0162	Belirgin
180°	K701-J	550	50	16.45	16.85	5.87	6.90		38.43		0.0000	0.0000	0.0121	0.0162	Sınırlı
180°	K801-I	550	30	10.21	11.83	5.87	6.90	1	10.21	Sünek	0.0010	0.0000	0.0121	0.0162	Belirgin
180°	K801-J	550	50	10.01	11.12	5.87	6.90		38.43		0.0000	0.0000	0.0121	0.0162	Sınırlı

Çizelge 4. 25 KX02 kirişleri için analiz sonuçları

Yön	Kiriş	L-Net (cm)	bw(cm) h(cm)	V_i(t) V_j(t)	M_i(t.m) M_j(t.m)	My_i(t.m) My_j(t.m)	Mp_i(t.m) Mp_j(t.m)	KapasiteDüşürme Faktörü	Ve(t) Vr(t)	Kırılma Türü	θ_p (rad)	$\theta_{p\ (SH)}$ (rad)	$\theta_{p\ (KH)}$ (rad)	$\theta_{p\ (GÖ)}$ (rad)	Kesit Hasar
0°	K2B02-I	295	25	5.02	3.38	7.74	8.83	1	5.02	Sünek	0.0000	0.0000	0.0142	0.0189	Belirgin
0°	K2B02-J	295	50	4.41	2.30	7.74	8.83		33.59		0.0000	0.0000	0.0142	0.0189	Sınırlı
0°	K1B02-I	295	25	4.45	6.28	7.74	8.83	1	8.07	Sünek	0.0004	0.0000	0.0142	0.0189	Belirgin
0°	K1B02-J	295	50	8.07	9.05	7.74	8.83		33.59		0.0000	0.0000	0.0142	0.0189	Sınırlı
0°	KZ02-I	295	25	4.54	9.75	7.74	8.83	1	9.77	Sünek	0.0072	0.0000	0.0142	0.0189	Belirgin
0°	KZ02-J	295	50	9.77	11.40	7.74	8.83		33.59		0.0000	0.0000	0.0142	0.0189	Sınırlı
0°	K102-I	295	25	4.42	9.40	7.74	8.83	1	9.75	Sünek	0.0100	0.0000	0.0142	0.0189	Belirgin
0°	K102-J	295	50	9.75	11.48	7.74	8.83		33.59		0.0000	0.0000	0.0142	0.0189	Sınırlı
0°	K202-I	295	25	4.24	8.12	7.74	8.83	1	8.78	Sünek	0.0109	0.0000	0.0142	0.0189	Belirgin
0°	K202-J	295	50	8.78	9.66	7.74	8.83		33.59		0.0000	0.0000	0.0142	0.0189	Sınırlı
0°	K302-I	295	25	5.25	8.07	7.74	8.83	1	8.57	Sünek	0.0104	0.0000	0.0142	0.0189	Belirgin
0°	K302-J	295	50	8.57	9.35	7.74	8.83		33.59		0.0000	0.0000	0.0142	0.0189	Sınırlı
0°	K402-I	295	25	6.95	8.01	7.74	8.83	1	8.57	Sünek	0.0090	0.0000	0.0142	0.0189	Belirgin
0°	K402-J	295	50	8.57	9.34	7.74	8.83		33.59		0.0000	0.0000	0.0142	0.0189	Sınırlı
0°	K502-I	295	25	7.37	7.89	7.74	8.83	1	8.44	Sünek	0.0069	0.0000	0.0142	0.0189	Belirgin
0°	K502-J	295	50	8.44	9.14	7.74	8.83		33.59		0.0000	0.0000	0.0142	0.0189	Sınırlı
0°	K602-I	295	25	7.35	7.75	7.74	8.83	1	8.25	Sünek	0.0045	0.0000	0.0142	0.0189	Belirgin

Yön	Kiriş	L-Net (cm)	bw(cm) h(cm)	V_i(t) V_j(t)	M_i(t.m) M_j(t.m)	My_i(t.m) My_j(t.m)	Mp_i(t.m) Mp_j(t.m)	KapasiteDüşürme Faktörü	Ve(t) Vr(t)	Kırılma Türü	θ_p (rad)	$\theta_{p\ (SH)}$ (rad)	$\theta_{p\ (KH)}$ (rad)	$\theta_{p\ (GÖ)}$ (rad)	Kesit Hasar
0°	K602-J	295	50	8.25	8.85	7.74	8.83		33.59		0.0000	0.0000	0.0142	0.0189	Sınırlı
0°	K702-I	295	25	7.10	7.71	7.74	8.83	1	8.04	Sünek	0.0021	0.0000	0.0142	0.0189	Belirgin
0°	K702-J	295	50	8.04	8.54	7.74	8.83		33.59		0.0000	0.0000	0.0142	0.0189	Sınırlı
0°	K802-I	295	25	5.56	6.08	7.74	8.83	1	6.20	Sünek	0.0001	0.0000	0.0142	0.0189	Belirgin
0°	K802-J	295	50	6.20	7.08	7.74	8.83		33.59		0.0000	0.0000	0.0142	0.0189	Sınırlı
180°	K2B02-I	295	25	4.66	2.75	7.74	8.83	1	4.79	Sünek	0.0000	0.0000	0.0142	0.0189	Belirgin
180°	K2B02-J	295	50	4.79	3.12	7.74	8.83		33.59		0.0000	0.0000	0.0142	0.0189	Sınırlı
180°	K1B02-I	295	25	7.66	8.69	7.74	8.83	1	7.66	Sünek	0.0000	0.0000	0.0142	0.0189	Belirgin
180°	K1B02-J	295	50	4.79	5.48	7.74	8.83		33.59		0.0000	0.0000	0.0142	0.0189	Sınırlı
180°	KZ02-I	295	25	9.31	10.86	7.74	8.83	1	9.31	Sünek	0.0051	0.0000	0.0142	0.0189	Belirgin
180°	KZ02-J	295	50	5.36	9.17	7.74	8.83		33.59		0.0000	0.0000	0.0142	0.0189	Sınırlı
180°	K102-I	295	25	8.86	10.00	7.74	8.83	1	8.86	Sünek	0.0079	0.0000	0.0142	0.0189	Belirgin
180°	K102-J	295	50	5.61	8.54	7.74	8.83		33.59		0.0000	0.0000	0.0142	0.0189	Sınırlı
180°	K202-I	295	25	7.88	8.35	7.74	8.83	1	7.88	Sünek	0.0087	0.0000	0.0142	0.0189	Belirgin
180°	K202-J	295	50	5.71	7.88	7.74	8.83		33.59		0.0000	0.0000	0.0142	0.0189	Sınırlı
180°	K302-I	295	25	7.63	8.09	7.74	8.83	1	7.63	Sünek	0.0082	0.0000	0.0142	0.0189	Belirgin
180°	K302-J	295	50	6.77	8.04	7.74	8.83		33.59		0.0000	0.0000	0.0142	0.0189	Sınırlı
180°	K402-I	295	25	7.58	8.01	7.74	8.83	1	8.06	Sünek	0.0065	0.0000	0.0142	0.0189	Belirgin
180°	K402-J	295	50	8.06	8.92	7.74	8.83		33.59		0.0000	0.0000	0.0142	0.0189	Sınırlı
180°	K502-I	295	25	7.48	7.87	7.74	8.83	1	8.31	Sünek	0.0043	0.0000	0.0142	0.0189	Belirgin
180°	K502-J	295	50	8.31	8.91	7.74	8.83		33.59		0.0000	0.0000	0.0142	0.0189	Sınırlı
180°	K602-I	295	25	7.38	7.74	7.74	8.83	1	8.23	Sünek	0.0024	0.0000	0.0142	0.0189	Belirgin
180°	K602-J	295	50	8.23	8.81	7.74	8.83		33.59		0.0000	0.0000	0.0142	0.0189	Sınırlı
180°	K702-I	295	25	7.19	7.71	7.74	8.83	1	7.84	Sünek	0.0013	0.0000	0.0142	0.0189	Belirgin
180°	K702-J	295	50	7.84	8.55	7.74	8.83		33.59		0.0000	0.0000	0.0142	0.0189	Sınırlı
180°	K802-I	295	25	5.50	5.99	7.74	8.83	1	6.00	Sünek	0.0001	0.0000	0.0142	0.0189	Belirgin
180°	K802-J	295	50	6.00	6.68	7.74	8.83		33.59		0.0000	0.0000	0.0142	0.0189	Sınırlı

Çizelge 4. 26 KX03 kirişleri için analiz sonuçları

Yön	Kiriş	L-Net (cm)	bw(cm) h(cm)	V_i(t) V_j(t)	M_i(t.m) M_j(t.m)	My_i(t.m) My_j(t.m)	Mp_i(t.m) Mp_j(t.m)	KapasiteDüşürme Faktörü	Ve(t) Vr(t)	Kırılma Türü	θ_p (rad)	$\theta_{p\ (SH)}$ (rad)	$\theta_{p\ (KH)}$ (rad)	$\theta_{p\ (GÖ)}$ (rad)	Kesit Hasar
0°	K2B03-I	295	25	4.67	2.91	7.74	8.83	1	4.79	Sünek	0.0000	0.0000	0.0142	0.0189	Belirgin

Yön	Kiriş	L-Net (cm)	bw(cm) h(cm)	V_i(t) V_j(t)	M_i(t.m) M_j(t.m)	My_i(t.m) My_j(t.m)	Mp_i(t.m) Mp_j(t.m)	KapasiteDüşürme Faktörü	Ve(t) Vr(t)	Kırılma Türü	θ_p (rad)	$\theta_{p\ (SH)}$ (rad)	$\theta_{p\ (KH)}$ (rad)	$\theta_{p\ (GÖ)}$ (rad)	Kesit Hasar
0°	K2B03-J	295	50	4.79	2.97	7.74	8.83		35.94		0.0000	0.0000	0.0142	0.0189	Sınırlı
0°	K1B03-I	295	25	4.45	5.71	7.74	8.83	1	7.95	Sünek	0.0005	0.0000	0.0142	0.0189	Belirgin
0°	K1B03-J	295	50	7.95	9.08	7.74	8.83		35.94		0.0000	0.0000	0.0142	0.0189	Sınırlı
0°	KZ03-I	295	25	4.73	9.68	7.74	8.83	1	9.69	Sünek	0.0067	0.0000	0.0142	0.0189	Belirgin
0°	KZ03-J	295	50	9.69	11.29	7.74	8.83		35.94		0.0000	0.0000	0.0142	0.0189	Sınırlı
0°	K103-I	295	25	4.79	9.13	7.74	8.83	1	9.50	Sünek	0.0097	0.0000	0.0142	0.0189	Belirgin
0°	K103-J	295	50	9.50	11.08	7.74	8.83		35.94		0.0000	0.0000	0.0142	0.0189	Sınırlı
0°	K203-I	295	25	4.75	7.95	7.74	8.83	1	8.46	Sünek	0.0105	0.0000	0.0142	0.0189	Belirgin
0°	K203-J	295	50	8.46	9.16	7.74	8.83		35.94		0.0000	0.0000	0.0142	0.0189	Sınırlı
0°	K303-I	295	25	5.85	7.94	7.74	8.83	1	8.21	Sünek	0.0100	0.0000	0.0142	0.0189	Belirgin
0°	K303-J	295	50	8.21	8.81	7.74	8.83		35.94		0.0000	0.0000	0.0142	0.0189	Sınırlı
0°	K403-I	295	25	7.41	8.09	7.74	8.83	1	8.16	Sünek	0.0085	0.0000	0.0142	0.0189	Belirgin
0°	K403-J	295	50	8.16	8.74	7.74	8.83		35.94		0.0000	0.0000	0.0142	0.0189	Sınırlı
0°	K503-I	295	25	7.73	8.11	7.74	8.83	1	8.03	Sünek	0.0064	0.0000	0.0142	0.0189	Belirgin
0°	K503-J	295	50	8.03	8.53	7.74	8.83		35.94		0.0000	0.0000	0.0142	0.0189	Sınırlı
0°	K603-I	295	25	7.71	8.08	7.74	8.83	1	7.85	Sünek	0.0040	0.0000	0.0142	0.0189	Belirgin
0°	K603-J	295	50	7.85	8.28	7.74	8.83		35.94		0.0000	0.0000	0.0142	0.0189	Sınırlı
0°	K703-I	295	25	7.55	8.12	7.74	8.83	1	7.57	Sünek	0.0017	0.0000	0.0142	0.0189	Belirgin
0°	K703-J	295	50	7.57	8.03	7.74	8.83		35.94		0.0000	0.0000	0.0142	0.0189	Sınırlı
0°	K803-I	295	25	6.00	6.87	7.74	8.83	1	6.00	Sünek	0.0001	0.0000	0.0142	0.0189	Belirgin
0°	K803-J	295	50	5.70	6.37	7.74	8.83		35.94		0.0000	0.0000	0.0142	0.0189	Sınırlı
180°	K2B03-I	295	25	4.29	2.08	7.74	8.83	1	5.16	Sünek	0.0000	0.0000	0.0142	0.0189	Belirgin
180°	K2B03-J	295	50	5.16	3.63	7.74	8.83		35.94		0.0000	0.0000	0.0142	0.0189	Sınırlı
180°	K1B03-I	295	25	7.79	8.68	7.74	8.83	1	7.79	Sünek	0.0000	0.0000	0.0142	0.0189	Belirgin
180°	K1B03-J	295	50	4.78	6.03	7.74	8.83		35.94		0.0000	0.0000	0.0142	0.0189	Sınırlı
180°	KZ03-I	295	25	9.44	11.10	7.74	8.83	1	9.44	Sünek	0.0050	0.0000	0.0142	0.0189	Belirgin
180°	KZ03-J	295	50	5.16	9.27	7.74	8.83		35.94		0.0000	0.0000	0.0142	0.0189	Sınırlı
180°	K103-I	295	25	9.11	10.41	7.74	8.83	1	9.11	Sünek	0.0081	0.0000	0.0142	0.0189	Belirgin
180°	K103-J	295	50	5.23	8.73	7.74	8.83		35.94		0.0000	0.0000	0.0142	0.0189	Sınırlı
180°	K203-I	295	25	8.18	8.75	7.74	8.83	1	8.18	Sünek	0.0089	0.0000	0.0142	0.0189	Belirgin
180°	K203-J	295	50	5.18	7.89	7.74	8.83		35.94		0.0000	0.0000	0.0142	0.0189	Sınırlı
180°	K303-I	295	25	7.95	8.47	7.74	8.83	1	7.95	Sünek	0.0084	0.0000	0.0142	0.0189	Belirgin
180°	K303-J	295	50	6.14	7.95	7.74	8.83		35.94		0.0000	0.0000	0.0142	0.0189	Sınırlı
180°	K403-I	295	25	7.93	8.44	7.74	8.83	1	7.93	Sünek	0.0068	0.0000	0.0142	0.0189	Belirgin
180°	K403-J	295	50	7.55	8.33	7.74	8.83		35.94		0.0000	0.0000	0.0142	0.0189	Sınırlı

Yön	Kiriş	L-Net (cm)	bw(cm) h(cm)	V_i(t) V_j(t)	M_i(t.m) M_j(t.m)	My_i(t.m) My_j(t.m)	Mp_i(t.m) Mp_j(t.m)	KapasiteDüşürme Faktörü	Ve(t) Vr(t)	Kırılma Türü	θ_p (rad)	$\theta_{p\ (SH)}$ (rad)	$\theta_{p\ (KH)}$ (rad)	$\theta_{p\ (GÖ)}$ (rad)	Kesit Hasar
180°	K503-I	295	25	7.84	8.29	7.74	8.83	1	7.90	Sünek	0.0046	0.0000	0.0142	0.0189	Belirgin
180°	K503-J	295	50	7.90	8.31	7.74	8.83		35.94		0.0000	0.0000	0.0142	0.0189	Sınırlı
180°	K603-I	295	25	7.73	8.13	7.74	8.83	1	7.83	Sünek	0.0021	0.0000	0.0142	0.0189	Belirgin
180°	K603-J	295	50	7.83	8.23	7.74	8.83		35.94		0.0000	0.0000	0.0142	0.0189	Sınırlı
180°	K703-I	295	25	7.68	8.11	7.74	8.83	1	7.68	Sünek	0.0008	0.0000	0.0142	0.0189	Belirgin
180°	K703-J	295	50	7.36	8.03	7.74	8.83		35.94		0.0000	0.0000	0.0142	0.0189	Sınırlı
180°	K803-I	295	25	5.95	6.78	7.74	8.83	1	5.95	Sünek	0.0001	0.0000	0.0142	0.0189	Belirgin
180°	K803-J	295	50	5.53	6.00	7.74	8.83		35.94		0.0000	0.0000	0.0142	0.0189	Sınırlı

Çizelge 4. 27 KX04 kirişleri için analiz sonuçları

Yön	Kiriş	L-Net (cm)	bw(cm) h(cm)	V_i(t) V_j(t)	M_i(t.m) M_j(t.m)	My_i(t.m) My_j(t.m)	Mp_i(t.m) Mp_j(t.m)	KapasiteDüşürme Faktörü	Ve(t) Vr(t)	Kırılma Türü	θ_p (rad)	$\theta_{p\ (SH)}$ (rad)	$\theta_{p\ (KH)}$ (rad)	$\theta_{p\ (GÖ)}$ (rad)	Kesit Hasar
0°	K2B04-I	550	30	15.92	15.66	5.87	6.90	1	15.92	Sünek	0.0013	0.0000	0.0121	0.0162	Belirgin
0°	K2B04-J	550	50	15.38	14.01	5.87	6.90		38.43		0.0000	0.0000	0.0121	0.0162	Sınırlı
0°	K1B04-I	550	30	15.68	15.08	5.87	6.90	1	16.73	Sünek	0.0017	0.0000	0.0121	0.0162	Belirgin
0°	K1B04-J	550	50	16.73	18.01	5.87	6.90		38.43		0.0000	0.0000	0.0121	0.0162	Sınırlı
0°	KZ04-I	550	30	15.79	15.40	5.87	6.90	1	17.88	Sünek	0.0085	0.0000	0.0121	0.0162	Belirgin
0°	KZ04-J	550	50	17.88	19.33	5.87	6.90		38.43		0.0000	0.0000	0.0121	0.0162	Sınırlı
0°	K104-I	550	30	15.78	15.38	5.87	6.90	1	17.93	Sünek	0.0111	0.0000	0.0121	0.0162	Belirgin
0°	K104-J	550	50	17.93	19.69	5.87	6.90		38.43		0.0000	0.0000	0.0121	0.0162	Sınırlı
0°	K204-I	550	30	15.74	15.25	5.87	6.90	1	17.55	Sünek	0.0120	0.0000	0.0121	0.0162	Belirgin
0°	K204-J	550	50	17.55	18.61	5.87	6.90		38.43		0.0000	0.0000	0.0121	0.0162	Sınırlı
0°	K304-I	550	30	16.28	16.99	5.87	6.90	1	17.43	Sünek	0.0115	0.0000	0.0121	0.0162	Belirgin
0°	K304-J	550	50	17.43	18.21	5.87	6.90		38.43		0.0000	0.0000	0.0121	0.0162	Sınırlı
0°	K404-I	550	30	16.56	17.27	5.87	6.90	1	17.40	Sünek	0.0101	0.0000	0.0121	0.0162	Belirgin
0°	K404-J	550	50	17.40	18.10	5.87	6.90		38.43		0.0000	0.0000	0.0121	0.0162	Sınırlı
0°	K504-I	550	30	16.70	17.25	5.87	6.90	1	17.31	Sünek	0.0081	0.0000	0.0121	0.0162	Belirgin
0°	K504-J	550	50	17.31	17.78	5.87	6.90		38.43		0.0000	0.0000	0.0121	0.0162	Sınırlı
0°	K604-I	550	30	16.70	17.18	5.87	6.90	1	16.93	Sünek	0.0051	0.0000	0.0121	0.0162	Belirgin
0°	K604-J	550	50	16.93	17.30	5.87	6.90		38.43		0.0000	0.0000	0.0121	0.0162	Sınırlı
0°	K704-I	550	30	16.61	17.17	5.87	6.90	1	16.61	Sünek	0.0022	0.0000	0.0121	0.0162	Belirgin
0°	K704-J	550	50	16.50	16.81	5.87	6.90		38.43		0.0000	0.0000	0.0121	0.0162	Sınırlı

Yön	Kiriş	L-Net (cm)	bw(cm) h(cm)	V_i(t) V_j(t)	M_i(t.m) M_j(t.m)	My_i(t.m) My_j(t.m)	Mp_i(t.m) Mp_j(t.m)	KapasiteDüşürme Faktörü	Ve(t) Vr(t)	Kırılma Türü	θ_p (rad)	$\theta_{p\ (SH)}$ (rad)	$\theta_{p\ (KH)}$ (rad)	$\theta_{p\ (GÖ)}$ (rad)	Kesit Hasar
0°	K804-I	550	30	10.36	12.25	5.87	6.90	1	10.36	Sünek	0.0010	0.0000	0.0121	0.0162	Belirgin
0°	K804-J	550	50	9.96	11.11	5.87	6.90		38.43		0.0000	0.0000	0.0121	0.0162	Sınırlı
180°	K2B04-I	550	30	15.74	15.15	5.87	6.90	1	15.74	Sünek	0.0014	0.0000	0.0121	0.0162	Belirgin
180°	K2B04-J	550	50	15.56	14.66	5.87	6.90		38.43		0.0000	0.0000	0.0121	0.0162	Sınırlı
180°	K1B04-I	550	30	16.83	18.34	5.87	6.90	1	16.83	Sünek	0.0013	0.0000	0.0121	0.0162	Belirgin
180°	K1B04-J	550	50	15.51	14.54	5.87	6.90		38.43		0.0000	0.0000	0.0121	0.0162	Sınırlı
180°	KZ04-I	550	30	17.93	19.45	5.87	6.90	1	17.93	Sünek	0.0016	0.0000	0.0121	0.0162	Belirgin
180°	KZ04-J	550	50	15.69	15.10	5.87	6.90		38.43		0.0000	0.0000	0.0121	0.0162	Sınırlı
180°	K104-I	550	30	17.93	19.69	5.87	6.90	1	17.93	Sünek	0.0043	0.0000	0.0121	0.0162	Belirgin
180°	K104-J	550	50	15.75	15.30	5.87	6.90		38.43		0.0000	0.0000	0.0121	0.0162	Sınırlı
180°	K204-I	550	30	17.52	18.49	5.87	6.90	1	17.52	Sünek	0.0051	0.0000	0.0121	0.0162	Belirgin
180°	K204-J	550	50	15.75	15.28	5.87	6.90		38.43		0.0000	0.0000	0.0121	0.0162	Sınırlı
180°	K304-I	550	30	17.38	18.06	5.87	6.90	1	17.38	Sünek	0.0047	0.0000	0.0121	0.0162	Belirgin
180°	K304-J	550	50	16.25	16.92	5.87	6.90		38.43		0.0000	0.0000	0.0121	0.0162	Sınırlı
180°	K404-I	550	30	17.36	17.95	5.87	6.90	1	17.36	Sünek	0.0032	0.0000	0.0121	0.0162	Belirgin
180°	K404-J	550	50	16.53	17.32	5.87	6.90		38.43		0.0000	0.0000	0.0121	0.0162	Sınırlı
180°	K504-I	550	30	17.28	17.67	5.87	6.90	1	17.28	Sünek	0.0023	0.0000	0.0121	0.0162	Belirgin
180°	K504-J	550	50	16.66	17.30	5.87	6.90		38.43		0.0000	0.0000	0.0121	0.0162	Sınırlı
180°	K604-I	550	30	16.95	17.31	5.87	6.90	1	16.95	Sünek	0.0025	0.0000	0.0121	0.0162	Belirgin
180°	K604-J	550	50	16.63	17.16	5.87	6.90		38.43		0.0000	0.0000	0.0121	0.0162	Sınırlı
180°	K704-I	550	30	16.64	17.16	5.87	6.90	1	16.64	Sünek	0.0015	0.0000	0.0121	0.0162	Belirgin
180°	K704-J	550	50	16.40	16.82	5.87	6.90		38.43		0.0000	0.0000	0.0121	0.0162	Sınırlı
180°	K804-I	550	30	10.37	12.34	5.87	6.90	1	10.37	Sünek	0.0010	0.0000	0.0121	0.0162	Belirgin
180°	K804-J	550	50	9.88	10.76	5.87	6.90		38.43		0.0000	0.0000	0.0121	0.0162	Sınırlı

Çizelge 4. 28 KX05 kirişleri için analiz sonuçları

Yön	Kiriş	L-Net (cm)	bw(cm) h(cm)	V_i(t) V_j(t)	M_i(t.m) M_j(t.m)	My_i(t.m) My_j(t.m)	Mp_i(t.m) Mp_j(t.m)	KapasiteDüşürme Faktörü	Ve(t) Vr(t)	Kırılma Türü	θ_p (rad)	$\theta_{p\ (SH)}$ (rad)	$\theta_{p\ (KH)}$ (rad)	$\theta_{p\ (GÖ)}$ (rad)	Kesit Hasar
0°	K2B05-I	385	25	9.48	4.11	6.33	6.89	1	10.42	Sünek	0.0003	0.0000	0.0331	0.0441	Belirgin
0°	K2B05-J	385	50	10.42	6.12	6.33	6.89		35.94		0.0000	0.0000	0.0331	0.0441	Sınırlı
0°	K1B05-I	385	25	9.38	3.61	6.33	6.89	1	11.96	Sünek	0.0004	0.0000	0.0331	0.0441	Belirgin
0°	K1B05-J	385	50	11.96	10.29	6.33	6.89		35.94		0.0000	0.0000	0.0331	0.0441	Sınırlı

Yön	Kiriş	L-Net (cm)	bw(cm) h(cm)	V_i(t) V_j(t)	M_i(t.m) M_j(t.m)	My_i(t.m) My_j(t.m)	Mp_i(t.m) Mp_j(t.m)	KapasiteDüşürme Faktörü	Ve(t) Vr(t)	Kırılma Türü	θ_p (rad)	$\theta_{p\ (SH)}$ (rad)	$\theta_{p\ (KH)}$ (rad)	$\theta_{p\ (GÖ)}$ (rad)	Kesit Hasar
0°	KZ05-I	385	25	9.40	4.73	6.33	6.89	1	12.92	Sünek	0.0054	0.0000	0.0331	0.0441	Belirgin
0°	KZ05-J	385	50	12.92	11.69	6.33	6.89		35.94		0.0000	0.0000	0.0331	0.0441	Sınırlı
0°	K105-I	385	25	9.44	6.14	6.33	6.89	1	13.07	Sünek	0.0086	0.0000	0.0331	0.0441	Belirgin
0°	K105-J	385	50	13.07	11.45	6.33	6.89		35.94		0.0000	0.0000	0.0331	0.0441	Sınırlı
0°	K205-I	385	25	9.48	6.30	6.33	6.89	1	12.62	Sünek	0.0094	0.0000	0.0331	0.0441	Belirgin
0°	K205-J	385	50	12.62	10.25	6.33	6.89		35.94		0.0000	0.0000	0.0331	0.0441	Sınırlı
0°	K305-I	385	25	9.94	6.48	6.33	6.89	1	12.39	Sünek	0.0089	0.0000	0.0331	0.0441	Belirgin
0°	K305-J	385	50	12.39	9.73	6.33	6.89		35.94		0.0000	0.0000	0.0331	0.0441	Sınırlı
0°	K405-I	385	25	10.57	6.57	6.33	6.89	1	12.26	Sünek	0.0075	0.0000	0.0331	0.0441	Belirgin
0°	K405-J	385	50	12.26	9.43	6.33	6.89		35.94		0.0000	0.0000	0.0331	0.0441	Sınırlı
0°	K505-I	385	25	11.09	6.74	6.33	6.89	1	11.91	Sünek	0.0052	0.0000	0.0331	0.0441	Belirgin
0°	K505-J	385	50	11.91	9.15	6.33	6.89		35.94		0.0000	0.0000	0.0331	0.0441	Sınırlı
0°	K605-I	385	25	11.30	7.05	6.33	6.89	1	11.57	Sünek	0.0025	0.0000	0.0331	0.0441	Belirgin
0°	K605-J	385	50	11.57	8.91	6.33	6.89		35.94		0.0000	0.0000	0.0331	0.0441	Sınırlı
0°	K705-I	385	25	11.05	6.42	6.33	6.89	1	11.28	Sünek	0.0004	0.0000	0.0331	0.0441	Belirgin
0°	K705-J	385	50	11.28	8.70	6.33	6.89		35.94		0.0000	0.0000	0.0331	0.0441	Sınırlı
0°	K805-I	385	25	14.24	5.90	6.33	6.89	1	14.24	Sünek	0.0000	0.0000	0.0331	0.0441	Sınırlı
0°	K805-J	385	50	9.17	8.49	6.33	6.89		35.94		0.0000	0.0000	0.0331	0.0441	Sınırlı
180°	K2B05-I	385	25	9.57	4.38	6.33	6.89	1	10.33	Sünek	0.0002	0.0000	0.0331	0.0441	Belirgin
180°	K2B05-J	385	50	10.33	5.98	6.33	6.89		35.94		0.0000	0.0000	0.0331	0.0441	Sınırlı
180°	K1B05-I	385	25	10.98	6.86	6.33	6.89	1	10.98	Sünek	0.0002	0.0000	0.0331	0.0441	Belirgin
180°	K1B05-J	385	50	10.44	5.97	6.33	6.89		35.94		0.0000	0.0000	0.0331	0.0441	Sınırlı
180°	KZ05-I	385	25	12.34	9.19	6.33	6.89	1	12.34	Sünek	0.0027	0.0000	0.0331	0.0441	Belirgin
180°	KZ05-J	385	50	10.44	6.45	6.33	6.89		35.94		0.0000	0.0000	0.0331	0.0441	Sınırlı
180°	K105-I	385	25	12.32	9.21	6.33	6.89	1	12.32	Sünek	0.0058	0.0000	0.0331	0.0441	Belirgin
180°	K105-J	385	50	10.40	6.39	6.33	6.89		35.94		0.0000	0.0000	0.0331	0.0441	Sınırlı
180°	K205-I	385	25	11.99	8.85	6.33	6.89	1	11.99	Sünek	0.0068	0.0000	0.0331	0.0441	Belirgin
180°	K205-J	385	50	10.34	6.70	6.33	6.89		35.94		0.0000	0.0000	0.0331	0.0441	Sınırlı
180°	K305-I	385	25	11.86	8.70	6.33	6.89	1	11.86	Sünek	0.0064	0.0000	0.0331	0.0441	Belirgin
180°	K305-J	385	50	10.65	6.97	6.33	6.89		35.94		0.0000	0.0000	0.0331	0.0441	Sınırlı
180°	K405-I	385	25	11.84	8.62	6.33	6.89	1	11.84	Sünek	0.0049	0.0000	0.0331	0.0441	Belirgin
180°	K405-J	385	50	11.12	8.16	6.33	6.89		35.94		0.0000	0.0000	0.0331	0.0441	Sınırlı
180°	K505-I	385	25	11.82	8.53	6.33	6.89	1	11.82	Sünek	0.0028	0.0000	0.0331	0.0441	Belirgin
180°	K505-J	385	50	11.37	8.94	6.33	6.89		35.94		0.0000	0.0000	0.0331	0.0441	Sınırlı
180°	K605-I	385	25	11.85	8.48	6.33	6.89	1	11.85	Sünek	0.0006	0.0000	0.0331	0.0441	Belirgin

Yön	Kiriş	L-Net (cm)	bw(cm) h(cm)	V_i(t) V_j(t)	M_i(t.m) M_j(t.m)	My_i(t.m) My_j(t.m)	Mp_i(t.m) Mp_j(t.m)	KapasiteDüşürme Faktörü	Ve(t) Vr(t)	Kırılma Türü	θ_p (rad)	$\theta_{p\ (SH)}$ (rad)	$\theta_{p\ (KH)}$ (rad)	$\theta_{p\ (GÖ)}$ (rad)	Kesit Hasar
180°	K605-J	385	50	11.38	8.95	6.33	6.89		35.94		0.0000	0.0000	0.0331	0.0441	Sınırlı
180°	K705-I	385	25	11.12	6.62	6.33	6.89	1	11.13	Sünek	0.0003	0.0000	0.0331	0.0441	Belirgin
180°	K705-J	385	50	11.13	8.17	6.33	6.89		35.94		0.0000	0.0000	0.0331	0.0441	Sınırlı
180°	K805-I	385	25	14.19	5.82	6.33	6.89	1	14.19	Sünek	0.0000	0.0000	0.0331	0.0441	Sınırlı
180°	K805-J	385	50	9.13	8.37	6.33	6.89		35.94		0.0000	0.0000	0.0331	0.0441	Sınırlı

Çizelge 4. 29 KX08 kirişleri için analiz sonuçları

Yön	Kiriş	L-Net (cm)	bw(cm) h(cm)	V_i(t) V_j(t)	M_i(t.m) M_j(t.m)	My_i(t.m) My_j(t.m)	Mp_i(t.m) Mp_j(t.m)	KapasiteDüşürme Faktörü	Ve(t) Vr(t)	Kırılma Türü	θ_p (rad)	$\theta_{p\ (SH)}$ (rad)	$\theta_{p\ (KH)}$ (rad)	$\theta_{p\ (GÖ)}$ (rad)	Kesit Hasar
0°	K2B08-I	240	25	8.63	7.81	7.74	8.83	1	8.63	Sünek	0.0004	0.0000	0.0139	0.0186	Belirgin
0°	K2B08-J	240	50	5.30	3.40	7.85	8.66		35.94		0.0000	0.0000	0.0167	0.0222	Sınırlı
0°	K1B08-I	240	25	10.69	9.66	7.74	8.83	1	10.69	Sünek	0.0000	0.0000	0.0139	0.0186	Sınırlı
0°	K1B08-J	240	50	4.27	1.13	7.74	8.83		35.94		0.0000	0.0000	0.0139	0.0186	Sınırlı
0°	KZ08-I	240	25	11.36	10.46	7.74	8.83	1	11.36	Sünek	0.0000	0.0000	0.0139	0.0186	Belirgin
0°	KZ08-J	240	50	6.29	4.36	7.74	8.83		35.94		0.0000	0.0000	0.0139	0.0186	Sınırlı
0°	K108-I	240	25	11.83	11.11	7.74	8.83	1	11.83	Sünek	0.0001	0.0000	0.0139	0.0186	Belirgin
0°	K108-J	240	50	7.62	6.73	7.74	8.83		35.94		0.0000	0.0000	0.0139	0.0186	Sınırlı
0°	K208-I	240	25	12.24	11.69	7.74	8.83	1	12.24	Sünek	0.0001	0.0000	0.0139	0.0186	Belirgin
0°	K208-J	240	50	7.59	7.24	7.74	8.83		35.94		0.0000	0.0000	0.0139	0.0186	Sınırlı
0°	K308-I	240	25	12.85	12.56	7.74	8.83	1	12.85	Sünek	0.0001	0.0000	0.0139	0.0186	Belirgin
0°	K308-J	240	50	6.93	6.86	7.74	8.83		35.94		0.0000	0.0000	0.0139	0.0186	Sınırlı
0°	K408-I	240	25	13.66	13.79	7.74	8.83	1	13.66	Sünek	0.0000	0.0000	0.0139	0.0186	Belirgin
0°	K408-J	240	50	5.69	5.62	7.74	8.83		35.94		0.0000	0.0000	0.0139	0.0186	Sınırlı
0°	K508-I	240	25	14.19	14.45	7.74	8.83	1	14.19	Sünek	0.0000	0.0000	0.0139	0.0186	Belirgin
0°	K508-J	240	50	4.14	4.97	7.74	8.83		35.94		0.0000	0.0000	0.0139	0.0186	Sınırlı
0°	K608-I	240	25	14.49	14.87	7.74	8.83	1	14.49	Sünek	0.0000	0.0000	0.0139	0.0186	Sınırlı
0°	K608-J	240	50	2.47	5.36	7.74	8.83		35.94		0.0000	0.0000	0.0139	0.0186	Sınırlı
0°	K708-I	240	25	14.63	15.12	7.74	8.83	1	14.63	Sünek	0.0000	0.0000	0.0139	0.0186	Sınırlı
0°	K708-J	240	50	1.10	5.39	7.74	8.83		35.94		0.0000	0.0000	0.0139	0.0186	Sınırlı
0°	K808-I	240	25	12.65	15.37	7.74	8.83	1	12.65	Sünek	0.0000	0.0000	0.0139	0.0186	Sınırlı
0°	K808-J	240	50	3.80	6.41	7.74	8.83		35.94		0.0000	0.0000	0.0139	0.0186	Sınırlı
180°	K2B08-I	240	25	8.65	7.86	7.74	8.83	1	8.65	Sünek	0.0004	0.0000	0.0139	0.0186	Belirgin

Yön	Kiriş	L-Net (cm)	bw(cm) h(cm)	V_i(t) V_j(t)	M_i(t.m) M_j(t.m)	My_i(t.m) My_j(t.m)	Mp_i(t.m) Mp_j(t.m)	KapasiteDüşürme Faktörü	Ve(t) Vr(t)	Kırılma Türü	θ_p (rad)	$\theta_{p\ (SH)}$ (rad)	$\theta_{p\ (KH)}$ (rad)	$\theta_{p\ (GÖ)}$ (rad)	Kesit Hasar
180°	K2B08-J	240	50	5.28	3.39	7.85	8.66		35.94		0.0000	0.0000	0.0167	0.0222	Sınırlı
180°	K1B08-I	240	25	11.97	11.63	7.74	8.83	1	11.97	Sünek	0.0000	0.0000	0.0139	0.0186	Sınırlı
180°	K1B08-J	240	50	3.14	2.13	7.74	8.83		35.94		0.0000	0.0000	0.0139	0.0186	Sınırlı
180°	KZ08-I	240	25	13.82	13.52	7.74	8.83	1	13.82	Sünek	0.0000	0.0000	0.0139	0.0186	Sınırlı
180°	KZ08-J	240	50	2.46	5.37	7.74	8.83		35.94		0.0000	0.0000	0.0139	0.0186	Sınırlı
180°	K108-I	240	25	14.79	14.11	7.74	8.83	1	14.79	Sünek	0.0000	0.0000	0.0139	0.0186	Sınırlı
180°	K108-J	240	50	2.35	7.74	7.74	8.83		35.94		0.0000	0.0000	0.0139	0.0186	Sınırlı
180°	K208-I	240	25	14.98	14.06	7.74	8.83	1	14.98	Sünek	0.0000	0.0000	0.0139	0.0186	Sınırlı
180°	K208-J	240	50	2.72	8.56	7.74	8.83		35.94		0.0000	0.0000	0.0139	0.0186	Sınırlı
180°	K308-I	240	25	14.89	13.96	7.74	8.83	1	14.89	Sünek	0.0000	0.0000	0.0139	0.0186	Sınırlı
180°	K308-J	240	50	2.72	8.40	7.74	8.83		35.94		0.0000	0.0000	0.0139	0.0186	Sınırlı
180°	K408-I	240	25	14.74	14.08	7.74	8.83	1	14.74	Sünek	0.0000	0.0000	0.0139	0.0186	Sınırlı
180°	K408-J	240	50	2.35	7.60	7.74	8.83		35.94		0.0000	0.0000	0.0139	0.0186	Sınırlı
180°	K508-I	240	25	14.52	14.26	7.74	8.83	1	14.52	Sünek	0.0000	0.0000	0.0139	0.0186	Sınırlı
180°	K508-J	240	50	2.00	6.46	7.74	8.83		35.94		0.0000	0.0000	0.0139	0.0186	Sınırlı
180°	K608-I	240	25	14.36	14.43	7.74	8.83	1	14.36	Sünek	0.0000	0.0000	0.0139	0.0186	Sınırlı
180°	K608-J	240	50	1.90	5.53	7.74	8.83		35.94		0.0000	0.0000	0.0139	0.0186	Sınırlı
180°	K708-I	240	25	14.41	14.75	7.74	8.83	1	14.41	Sünek	0.0000	0.0000	0.0139	0.0186	Sınırlı
180°	K708-J	240	50	1.28	5.20	7.74	8.83		35.94		0.0000	0.0000	0.0139	0.0186	Sınırlı
180°	K808-I	240	25	12.37	15.04	7.74	8.83	1	12.37	Sünek	0.0000	0.0000	0.0139	0.0186	Sınırlı
180°	K808-J	240	50	3.52	6.02	7.74	8.83		35.94		0.0000	0.0000	0.0139	0.0186	Sınırlı

Çizelge 4. 30 KX10 kirişleri için analiz sonuçları

Yön	Kiriş	L-Net (cm)	bw(cm) h(cm)	V_i(t) V_j(t)	M_i(t.m) M_j(t.m)	My_i(t.m) My_j(t.m)	Mp_i(t.m) Mp_j(t.m)	KapasiteDüşürme Faktörü	Ve(t) Vr(t)	Kırılma Türü	θ_p (rad)	$\theta_{p\ (SH)}$ (rad)	$\theta_{p\ (KH)}$ (rad)	$\theta_{p\ (GÖ)}$ (rad)	Kesit Hasar
0°	K2B10-I	480	25	21.79	23.59	6.20	6.89	1	22.88	Sünek	0.0000	0.0000	0.0151	0.0202	Sınırlı
0°	K2B10-J	480	50	22.88	21.74	6.20	6.89		35.94		0.0000	0.0000	0.0145	0.0193	Sınırlı
0°	K1B10-I	480	25	21.68	23.56	6.20	6.89	1	23.66	Sünek	0.0012	0.0000	0.0152	0.0202	Belirgin
0°	K1B10-J	480	50	23.66	23.58	6.20	6.89		35.94		0.0000	0.0000	0.0140	0.0186	Sınırlı
0°	KZ10-I	480	25	21.72	23.52	6.20	6.89	1	23.88	Sünek	0.0042	0.0000	0.0152	0.0202	Belirgin
0°	KZ10-J	480	50	23.88	23.87	6.20	6.89		35.94		0.0000	0.0000	0.0138	0.0185	Sınırlı
0°	K110-I	480	25	21.71	23.30	6.20	6.89	1	23.92	Sünek	0.0061	0.0000	0.0152	0.0202	Belirgin

Yön	Kiriş	L-Net (cm)	bw(cm) h(cm)	V_i(t) V_j(t)	M_i(t.m) M_j(t.m)	My_i(t.m) My_j(t.m)	Mp_i(t.m) Mp_j(t.m)	KapasiteDüşürme Faktörü	Ve(t) Vr(t)	Kırılma Türü	θ_p (rad)	$\theta_{p\ (SH)}$ (rad)	$\theta_{p\ (KH)}$ (rad)	$\theta_{p\ (GÖ)}$ (rad)	Kesit Hasar
0°	K110-J	480	50	23.92	23.95	6.20	6.89		35.94		0.0000	0.0000	0.0138	0.0184	Sınırlı
0°	K210-I	480	25	21.68	23.06	6.20	6.89	1	23.89	Sünek	0.0064	0.0000	0.0152	0.0202	Belirgin
0°	K210-J	480	50	23.89	23.94	6.20	6.89		35.94		0.0000	0.0000	0.0138	0.0184	Sınırlı
0°	K310-I	480	25	21.79	23.05	6.20	6.89	1	23.74	Sünek	0.0059	0.0000	0.0151	0.0202	Belirgin
0°	K310-J	480	50	23.74	23.71	6.20	6.89		35.94		0.0000	0.0000	0.0139	0.0186	Sınırlı
0°	K410-I	480	25	21.84	23.20	6.20	6.89	1	23.69	Sünek	0.0052	0.0000	0.0151	0.0201	Belirgin
0°	K410-J	480	50	23.69	23.51	6.20	6.89		35.94		0.0000	0.0000	0.0140	0.0186	Sınırlı
0°	K510-I	480	25	21.86	23.15	6.20	6.89	1	23.71	Sünek	0.0046	0.0000	0.0151	0.0201	Belirgin
0°	K510-J	480	50	23.71	23.50	6.20	6.89		35.94		0.0000	0.0000	0.0139	0.0186	Sınırlı
0°	K610-I	480	25	21.87	23.08	6.20	6.89	1	23.70	Sünek	0.0039	0.0000	0.0151	0.0201	Belirgin
0°	K610-J	480	50	23.70	23.40	6.20	6.89		35.94		0.0000	0.0000	0.0140	0.0186	Sınırlı
0°	K710-I	480	25	21.81	22.96	6.20	6.89	1	23.74	Sünek	0.0026	0.0000	0.0151	0.0201	Belirgin
0°	K710-J	480	50	23.74	23.53	6.20	6.89		35.94		0.0000	0.0000	0.0139	0.0186	Sınırlı
0°	K810-I	480	25	17.75	18.34	6.20	6.89	1	20.66	Sünek	0.0000	0.0000	0.0176	0.0234	Sınırlı
0°	K810-J	480	50	20.66	20.18	6.20	6.89		35.94		0.0000	0.0000	0.0158	0.0211	Sınırlı
180°	K2B10-I	480	25	21.68	23.58	6.20	6.89	1	22.99	Sünek	0.0000	0.0000	0.0152	0.0202	Sınırlı
180°	K2B10-J	480	50	22.99	22.25	6.20	6.89		35.94		0.0000	0.0000	0.0144	0.0192	Sınırlı
180°	K1B10-I	480	25	21.97	23.69	6.20	6.89	1	23.04	Sünek	0.0012	0.0000	0.0150	0.0200	Belirgin
180°	K1B10-J	480	50	23.04	22.28	6.20	6.89		35.94		0.0000	0.0000	0.0144	0.0191	Sınırlı
180°	KZ10-I	480	25	22.22	23.95	6.20	6.89	1	23.05	Sünek	0.0084	0.0000	0.0149	0.0198	Belirgin
180°	KZ10-J	480	50	23.05	22.27	6.20	6.89		35.94		0.0000	0.0000	0.0143	0.0191	Sınırlı
180°	K110-I	480	25	22.30	24.06	6.20	6.89	1	23.12	Sünek	0.0118	0.0000	0.0148	0.0197	Belirgin
180°	K110-J	480	50	23.12	22.42	6.20	6.89		35.94		0.0000	0.0000	0.0143	0.0191	Sınırlı
180°	K210-I	480	25	22.24	24.06	6.20	6.89	1	23.20	Sünek	0.0131	0.0000	0.0148	0.0198	Belirgin
180°	K210-J	480	50	23.20	22.57	6.20	6.89		35.94		0.0000	0.0000	0.0143	0.0190	Sınırlı
180°	K310-I	480	25	22.10	23.83	6.20	6.89	1	23.41	Sünek	0.0126	0.0000	0.0149	0.0199	Belirgin
180°	K310-J	480	50	23.41	22.94	6.20	6.89		35.94		0.0000	0.0000	0.0141	0.0188	Sınırlı
180°	K410-I	480	25	21.96	23.45	6.20	6.89	1	23.59	Sünek	0.0110	0.0000	0.0150	0.0200	Belirgin
180°	K410-J	480	50	23.59	23.24	6.20	6.89		35.94		0.0000	0.0000	0.0140	0.0187	Sınırlı
180°	K510-I	480	25	21.89	23.23	6.20	6.89	1	23.65	Sünek	0.0085	0.0000	0.0151	0.0201	Belirgin
180°	K510-J	480	50	23.65	23.35	6.20	6.89		35.94		0.0000	0.0000	0.0140	0.0186	Sınırlı
180°	K610-I	480	25	21.82	23.06	6.20	6.89	1	23.67	Sünek	0.0059	0.0000	0.0151	0.0201	Belirgin
180°	K610-J	480	50	23.67	23.34	6.20	6.89		35.94		0.0000	0.0000	0.0140	0.0186	Sınırlı
180°	K710-I	480	25	21.70	22.73	6.20	6.89	1	23.73	Sünek	0.0028	0.0000	0.0152	0.0202	Belirgin
180°	K710-J	480	50	23.73	23.51	6.20	6.89		35.94		0.0000	0.0000	0.0139	0.0186	Sınırlı

Yön	Kiriş	L-Net (cm)	bw(cm) h(cm)	V_i(t) V_j(t)	M_i(t.m) M_j(t.m)	My_i(t.m) My_j(t.m)	Mp_i(t.m) Mp_j(t.m)	KapasiteDüşürme Faktörü	Ve(t) Vr(t)	Kırılma Türü	θ_p (rad)	$\theta_{p\ (SH)}$ (rad)	$\theta_{p\ (KH)}$ (rad)	$\theta_{p\ (GÖ)}$ (rad)	Kesit Hasar
180°	K810-I	480	25	17.55	18.05	6.20	6.89	1	20.79	Sünek	0.0000	0.0000	0.0177	0.0236	Sınırlı
180°	K810-J	480	50	20.79	20.60	6.20	6.89		35.94		0.0000	0.0000	0.0157	0.0210	Sınırlı

Çizelge 4. 31 KX11 kirişleri için analiz sonuçları

Yön	Kiriş	L-Net (cm)	bw(cm) h(cm)	V_i(t) V_j(t)	M_i(t.m) M_j(t.m)	My_i(t.m) My_j(t.m)	Mp_i(t.m) Mp_j(t.m)	KapasiteDüşürme Faktörü	Ve(t) Vr(t)	Kırılma Türü	θ_p (rad)	$\theta_{p\ (SH)}$ (rad)	$\theta_{p\ (KH)}$ (rad)	$\theta_{p\ (GÖ)}$ (rad)	Kesit Hasar
0°	K2B11-I	480	25	21.65	21.10	5.92	6.87	1	21.65	Sünek	0.0000	0.0000	0.0106	0.0141	Sınırlı
0°	K2B11-J	480	50	21.33	23.34	5.92	6.87		42.64		0.0000	0.0000	0.0107	0.0143	Sınırlı
0°	K1B11-I	480	25	21.67	20.99	5.92	6.87	1	21.71	Sünek	0.0000	0.0000	0.0105	0.0141	Sınırlı
0°	K1B11-J	480	50	21.71	23.68	5.92	6.87		42.64		0.0000	0.0000	0.0105	0.0140	Sınırlı
0°	KZ11-I	480	25	21.63	20.78	5.92	6.87	1	22.02	Sünek	0.0030	0.0000	0.0106	0.0141	Belirgin
0°	KZ11-J	480	50	22.02	23.95	5.92	6.87		42.64		0.0000	0.0000	0.0104	0.0139	Sınırlı
0°	K111-I	480	25	21.69	20.86	5.92	6.87	1	22.13	Sünek	0.0050	0.0000	0.0105	0.0141	Belirgin
0°	K111-J	480	50	22.13	24.06	5.92	6.87		42.64		0.0000	0.0000	0.0104	0.0138	Sınırlı
0°	K211-I	480	25	21.75	20.96	5.92	6.87	1	22.08	Sünek	0.0056	0.0000	0.0105	0.0140	Belirgin
0°	K211-J	480	50	22.08	24.05	5.92	6.87		42.64		0.0000	0.0000	0.0104	0.0138	Sınırlı
0°	K311-I	480	25	22.06	21.73	5.92	6.87	1	22.06	Sünek	0.0052	0.0000	0.0104	0.0138	Belirgin
0°	K311-J	480	50	21.92	23.79	5.92	6.87		42.64		0.0000	0.0000	0.0104	0.0139	Sınırlı
0°	K411-I	480	25	22.35	22.46	5.92	6.87	1	22.35	Sünek	0.0041	0.0000	0.0103	0.0137	Belirgin
0°	K411-J	480	50	21.72	23.36	5.92	6.87		42.64		0.0000	0.0000	0.0105	0.0140	Sınırlı
0°	K511-I	480	25	22.43	22.62	5.92	6.87	1	22.43	Sünek	0.0031	0.0000	0.0102	0.0136	Belirgin
0°	K511-J	480	50	21.61	23.11	5.92	6.87		42.64		0.0000	0.0000	0.0106	0.0141	Sınırlı
0°	K611-I	480	25	22.48	22.69	5.92	6.87	1	22.48	Sünek	0.0025	0.0000	0.0102	0.0136	Belirgin
0°	K611-J	480	50	21.48	22.76	5.92	6.87		42.64		0.0000	0.0000	0.0106	0.0142	Sınırlı
0°	K711-I	480	25	22.64	23.16	5.92	6.87	1	22.64	Sünek	0.0024	0.0000	0.0101	0.0135	Belirgin
0°	K711-J	480	50	21.18	22.01	5.92	6.87		42.64		0.0000	0.0000	0.0108	0.0143	Sınırlı
0°	K811-I	480	25	19.82	20.66	5.92	6.87	1	19.82	Sünek	0.0009	0.0000	0.0113	0.0151	Belirgin
0°	K811-J	480	50	16.91	17.03	5.92	6.87		42.64		0.0000	0.0000	0.0126	0.0167	Sınırlı
180°	K2B11-I	480	25	21.53	20.56	5.92	6.87	1	21.53	Sünek	0.0000	0.0000	0.0106	0.0141	Sınırlı
180°	K2B11-J	480	50	21.47	23.46	5.92	6.87		42.64		0.0000	0.0000	0.0106	0.0142	Sınırlı
180°	K1B11-I	480	25	22.45	22.98	5.92	6.87	1	22.45	Sünek	0.0011	0.0000	0.0102	0.0136	Belirgin
180°	K1B11-J	480	50	21.35	23.33	5.92	6.87		42.64		0.0000	0.0000	0.0107	0.0142	Sınırlı

Yön	Kiriş	L-Net (cm)	bw(cm) h(cm)	V_i(t) V_j(t)	M_i(t.m) M_j(t.m)	My_i(t.m) My_j(t.m)	Mp_i(t.m) Mp_j(t.m)	KapasiteDüşürme Faktörü	Ve(t) Vr(t)	Kırılma Türü	θ_p (rad)	$\theta_{p\ (SH)}$ (rad)	$\theta_{p\ (KH)}$ (rad)	$\theta_{p\ (GÖ)}$ (rad)	Kesit Hasar
180°	KZ11-I	480	25	22.83	23.84	5.92	6.87	1	22.83	Sünek	0.0042	0.0000	0.0101	0.0134	Belirgin
180°	KZ11-J	480	50	21.37	23.30	5.92	6.87		42.64		0.0000	0.0000	0.0107	0.0142	Sınırlı
180°	K111-I	480	25	22.90	23.92	5.92	6.87	1	22.90	Sünek	0.0065	0.0000	0.0100	0.0134	Belirgin
180°	K111-J	480	50	21.34	23.12	5.92	6.87		42.64		0.0000	0.0000	0.0107	0.0142	Sınırlı
180°	K211-I	480	25	22.87	23.91	5.92	6.87	1	22.87	Sünek	0.0075	0.0000	0.0100	0.0134	Belirgin
180°	K211-J	480	50	21.29	22.91	5.92	6.87		42.64		0.0000	0.0000	0.0107	0.0143	Sınırlı
180°	K311-I	480	25	22.54	23.00	5.92	6.87	1	22.54	Sünek	0.0075	0.0000	0.0102	0.0136	Belirgin
180°	K311-J	480	50	21.40	22.90	5.92	6.87		42.64		0.0000	0.0000	0.0107	0.0142	Sınırlı
180°	K411-I	480	25	22.47	22.74	5.92	6.87	1	22.47	Sünek	0.0068	0.0000	0.0102	0.0136	Belirgin
180°	K411-J	480	50	21.44	22.95	5.92	6.87		42.64		0.0000	0.0000	0.0106	0.0142	Sınırlı
180°	K511-I	480	25	22.49	22.76	5.92	6.87	1	22.49	Sünek	0.0058	0.0000	0.0102	0.0136	Belirgin
180°	K511-J	480	50	21.48	22.91	5.92	6.87		42.64		0.0000	0.0000	0.0106	0.0142	Sınırlı
180°	K611-I	480	25	22.51	22.73	5.92	6.87	1	22.51	Sünek	0.0047	0.0000	0.0102	0.0136	Belirgin
180°	K611-J	480	50	21.48	22.76	5.92	6.87		42.64		0.0000	0.0000	0.0106	0.0142	Sınırlı
180°	K711-I	480	25	22.65	23.16	5.92	6.87	1	22.65	Sünek	0.0037	0.0000	0.0101	0.0135	Belirgin
180°	K711-J	480	50	21.30	22.38	5.92	6.87		42.64		0.0000	0.0000	0.0107	0.0143	Sınırlı
180°	K811-I	480	25	19.58	19.91	5.92	6.87	1	19.58	Sünek	0.0025	0.0000	0.0114	0.0152	Belirgin
180°	K811-J	480	50	17.00	17.00	5.92	6.87		42.64		0.0000	0.0000	0.0125	0.0167	Sınırlı

Çizelge 4. 32 KX19 kirişleri için analiz sonuçları

Yön	Kiriş	L-Net (cm)	bw(cm) h(cm)	V_i(t) V_j(t)	M_i(t.m) M_j(t.m)	My_i(t.m) My_j(t.m)	Mp_i(t.m) Mp_j(t.m)	KapasiteDüşürme Faktörü	Ve(t) Vr(t)	Kırılma Türü	θ_p (rad)	$\theta_{p\ (SH)}$ (rad)	$\theta_{p\ (KH)}$ (rad)	$\theta_{p\ (GÖ)}$ (rad)	Kesit Hasar
0°	K2B19-I	510	25	16.28	15.43	6.33	6.89	1	19.85	Sünek	0.0000	0.0000	0.0327	0.0437	Sınırlı
0°	K2B19-J	510	50	19.85	16.60	6.33	6.89		35.94		0.0000	0.0000	0.0289	0.0385	Sınırlı
0°	K1B19-I	510	25	16.39	15.61	6.33	6.89	1	20.46	Sünek	0.0000	0.0000	0.0326	0.0435	Sınırlı
0°	K1B19-J	510	50	20.46	16.67	6.33	6.89		35.94		0.0000	0.0000	0.0282	0.0376	Sınırlı
0°	KZ19-I	510	25	16.47	15.63	6.33	6.89	1	21.07	Sünek	0.0000	0.0000	0.0325	0.0434	Sınırlı
0°	KZ19-J	510	50	21.07	16.84	6.33	6.89		35.94		0.0000	0.0000	0.0276	0.0368	Sınırlı
0°	K119-I	510	25	16.53	15.63	6.33	6.89	1	21.27	Sünek	0.0000	0.0000	0.0325	0.0433	Sınırlı
0°	K119-J	510	50	21.27	16.95	6.33	6.89		35.94		0.0000	0.0000	0.0274	0.0365	Sınırlı
0°	K219-I	510	25	16.57	15.63	6.33	6.89	1	21.20	Sünek	0.0000	0.0000	0.0324	0.0432	Sınırlı
0°	K219-J	510	50	21.20	16.96	6.33	6.89		35.94		0.0000	0.0000	0.0274	0.0366	Sınırlı

Yön	Kiriş	L-Net (cm)	bw(cm) h(cm)	V_i(t) V_j(t)	M_i(t.m) M_j(t.m)	My_i(t.m) My_j(t.m)	Mp_i(t.m) Mp_j(t.m)	KapasiteDüşürme Faktörü	Ve(t) Vr(t)	Kırılma Türü	θ_p (rad)	$\theta_{p\ (SH)}$ (rad)	$\theta_{p\ (KH)}$ (rad)	$\theta_{p\ (GÖ)}$ (rad)	Kesit Hasar
0°	K319-I	510	25	16.67	15.85	6.33	6.89	1	21.09	Sünek	0.0000	0.0000	0.0323	0.0431	Sınırlı
0°	K319-J	510	50	21.09	16.93	6.33	6.89		35.94		0.0000	0.0000	0.0276	0.0367	Sınırlı
0°	K419-I	510	25	16.83	16.11	6.33	6.89	1	21.06	Sünek	0.0000	0.0000	0.0322	0.0429	Sınırlı
0°	K419-J	510	50	21.06	16.88	6.33	6.89		35.94		0.0000	0.0000	0.0276	0.0368	Sınırlı
0°	K519-I	510	25	16.90	16.13	6.33	6.89	1	21.02	Sünek	0.0000	0.0000	0.0321	0.0428	Sınırlı
0°	K519-J	510	50	21.02	16.82	6.33	6.89		35.94		0.0000	0.0000	0.0276	0.0368	Sınırlı
0°	K619-I	510	25	16.93	16.12	6.33	6.89	1	20.97	Sünek	0.0000	0.0000	0.0320	0.0427	Sınırlı
0°	K619-J	510	50	20.97	16.75	6.33	6.89		35.94		0.0000	0.0000	0.0277	0.0369	Sınırlı
0°	K719-I	510	25	16.91	16.11	6.33	6.89	1	20.92	Sünek	0.0000	0.0000	0.0321	0.0428	Sınırlı
0°	K719-J	510	50	20.92	16.68	6.33	6.89		35.94		0.0000	0.0000	0.0277	0.0370	Sınırlı
0°	K819-I	510	25	12.00	12.77	6.33	6.89	1	17.40	Sünek	0.0000	0.0000	0.0335	0.0447	Sınırlı
0°	K819-J	510	50	17.40	15.40	6.33	6.89		35.94		0.0000	0.0000	0.0315	0.0420	Sınırlı
180°	K2B19-I	510	25	16.32	15.54	6.33	6.89	1	19.82	Sünek	0.0000	0.0000	0.0327	0.0436	Sınırlı
180°	K2B19-J	510	50	19.82	16.59	6.33	6.89		35.94		0.0000	0.0000	0.0289	0.0386	Sınırlı
180°	K1B19-I	510	25	16.78	16.64	6.33	6.89	1	19.98	Sünek	0.0000	0.0000	0.0322	0.0429	Sınırlı
180°	K1B19-J	510	50	19.98	16.58	6.33	6.89		35.94		0.0000	0.0000	0.0287	0.0383	Sınırlı
180°	KZ19-I	510	25	17.08	16.82	6.33	6.89	1	20.13	Sünek	0.0000	0.0000	0.0319	0.0425	Sınırlı
180°	KZ19-J	510	50	20.13	16.58	6.33	6.89		35.94		0.0000	0.0000	0.0286	0.0381	Sınırlı
180°	K119-I	510	25	17.17	16.93	6.33	6.89	1	20.24	Sünek	0.0014	0.0000	0.0318	0.0424	Belirgin
180°	K119-J	510	50	20.24	16.58	6.33	6.89		35.94		0.0000	0.0000	0.0285	0.0380	Sınırlı
180°	K219-I	510	25	17.18	16.93	6.33	6.89	1	20.34	Sünek	0.0025	0.0000	0.0318	0.0424	Belirgin
180°	K219-J	510	50	20.34	16.59	6.33	6.89		35.94		0.0000	0.0000	0.0284	0.0378	Sınırlı
180°	K319-I	510	25	17.06	16.52	6.33	6.89	1	20.48	Sünek	0.0023	0.0000	0.0319	0.0425	Belirgin
180°	K319-J	510	50	20.48	16.61	6.33	6.89		35.94		0.0000	0.0000	0.0282	0.0376	Sınırlı
180°	K419-I	510	25	17.03	16.35	6.33	6.89	1	20.71	Sünek	0.0012	0.0000	0.0319	0.0426	Belirgin
180°	K419-J	510	50	20.71	16.64	6.33	6.89		35.94		0.0000	0.0000	0.0280	0.0373	Sınırlı
180°	K519-I	510	25	17.00	16.24	6.33	6.89	1	20.90	Sünek	0.0000	0.0000	0.0320	0.0426	Sınırlı
180°	K519-J	510	50	20.90	16.67	6.33	6.89		35.94		0.0000	0.0000	0.0278	0.0370	Sınırlı
180°	K619-I	510	25	16.96	16.15	6.33	6.89	1	20.97	Sünek	0.0000	0.0000	0.0320	0.0427	Sınırlı
180°	K619-J	510	50	20.97	16.68	6.33	6.89		35.94		0.0000	0.0000	0.0277	0.0369	Sınırlı
180°	K719-I	510	25	16.92	16.11	6.33	6.89	1	20.93	Sünek	0.0000	0.0000	0.0321	0.0427	Sınırlı
180°	K719-J	510	50	20.93	16.67	6.33	6.89		35.94		0.0000	0.0000	0.0277	0.0370	Sınırlı
180°	K819-I	510	25	12.00	12.72	6.33	6.89	1	17.44	Sünek	0.0000	0.0000	0.0335	0.0447	Sınırlı
180°	K819-J	510	50	17.44	15.56	6.33	6.89		35.94		0.0000	0.0000	0.0315	0.0420	Sınırlı

Çizelge 4. 33 KX21 kirişleri için analiz sonuçları

Yön	Kiriş	L-Net (cm)	bw(cm) h(cm)	V_i(t) V_j(t)	M_i(t.m) M_j(t.m)	My_i(t.m) My_j(t.m)	Mp_i(t.m) Mp_j(t.m)	KapasiteDüşürme Faktörü	Ve(t) Vr(t)	Kırılma Türü	θ_p (rad)	$\theta_{p\ (SH)}$ (rad)	$\theta_{p\ (KH)}$ (rad)	$\theta_{p\ (GÖ)}$ (rad)	Kesit Hasar
0°	K2B21-I	335	25	8.94	4.19	6.33	6.89	1	9.13	Sünek	0.0002	0.0000	0.0328	0.0437	Belirgin
0°	K2B21-J	335	50	9.13	4.55	6.33	6.89		35.94		0.0000	0.0000	0.0328	0.0437	Sınırlı
0°	K1B21-I	335	25	9.01	4.29	6.33	6.89	1	10.73	Sünek	0.0004	0.0000	0.0328	0.0437	Belirgin
0°	K1B21-J	335	50	10.73	8.62	6.33	6.89		35.94		0.0000	0.0000	0.0328	0.0437	Sınırlı
0°	KZ21-I	335	25	9.09	4.45	6.33	6.89	1	12.31	Sünek	0.0027	0.0000	0.0328	0.0437	Belirgin
0°	KZ21-J	335	50	12.31	11.95	6.33	6.89		35.94		0.0000	0.0000	0.0328	0.0437	Sınırlı
0°	K121-I	335	25	9.17	4.61	6.33	6.89	1	12.64	Sünek	0.0053	0.0000	0.0328	0.0437	Belirgin
0°	K121-J	335	50	12.64	12.25	6.33	6.89		35.94		0.0000	0.0000	0.0328	0.0437	Sınırlı
0°	K221-I	335	25	9.25	4.77	6.33	6.89	1	12.13	Sünek	0.0061	0.0000	0.0328	0.0437	Belirgin
0°	K221-J	335	50	12.13	11.04	6.33	6.89		35.94		0.0000	0.0000	0.0328	0.0437	Sınırlı
0°	K321-I	335	25	9.59	5.24	6.33	6.89	1	11.50	Sünek	0.0056	0.0000	0.0328	0.0437	Belirgin
0°	K321-J	335	50	11.50	10.03	6.33	6.89		35.94		0.0000	0.0000	0.0328	0.0437	Sınırlı
0°	K421-I	335	25	10.47	6.48	6.33	6.89	1	11.20	Sünek	0.0043	0.0000	0.0328	0.0437	Belirgin
0°	K421-J	335	50	11.20	9.63	6.33	6.89		35.94		0.0000	0.0000	0.0328	0.0437	Sınırlı
0°	K521-I	335	25	11.15	7.47	6.33	6.89	1	11.15	Sünek	0.0024	0.0000	0.0328	0.0437	Belirgin
0°	K521-J	335	50	10.88	9.23	6.33	6.89		35.94		0.0000	0.0000	0.0328	0.0437	Sınırlı
0°	K621-I	335	25	11.39	7.83	6.33	6.89	1	11.39	Sünek	0.0006	0.0000	0.0328	0.0437	Belirgin
0°	K621-J	335	50	10.52	8.82	6.33	6.89		35.94		0.0000	0.0000	0.0328	0.0437	Sınırlı
0°	K721-I	335	25	11.14	7.48	6.33	6.89	1	11.14	Sünek	0.0003	0.0000	0.0328	0.0437	Belirgin
0°	K721-J	335	50	9.84	7.26	6.33	6.89		35.94		0.0000	0.0000	0.0328	0.0437	Sınırlı
0°	K821-I	335	25	6.99	4.73	6.33	6.89	1	6.99	Sünek	0.0002	0.0000	0.0328	0.0437	Belirgin
0°	K821-J	335	50	5.71	3.73	6.33	6.89		35.94		0.0000	0.0000	0.0328	0.0437	Sınırlı
180°	K2B21-I	335	25	8.97	4.26	6.33	6.89	1	9.09	Sünek	0.0002	0.0000	0.0328	0.0437	Belirgin
180°	K2B21-J	335	50	9.09	4.47	6.33	6.89		35.94		0.0000	0.0000	0.0328	0.0437	Sınırlı
180°	K1B21-I	335	25	10.66	6.45	6.33	6.89	1	10.66	Sünek	0.0002	0.0000	0.0328	0.0437	Belirgin
180°	K1B21-J	335	50	8.99	4.25	6.33	6.89		35.94		0.0000	0.0000	0.0328	0.0437	Sınırlı
180°	KZ21-I	335	25	12.94	9.74	6.33	6.89	1	12.94	Sünek	0.0017	0.0000	0.0328	0.0437	Belirgin
180°	KZ21-J	335	50	8.89	6.48	6.33	6.89		35.94		0.0000	0.0000	0.0328	0.0437	Sınırlı
180°	K121-I	335	25	13.24	10.45	6.33	6.89	1	13.24	Sünek	0.0044	0.0000	0.0328	0.0437	Belirgin
180°	K121-J	335	50	8.80	6.77	6.33	6.89		35.94		0.0000	0.0000	0.0328	0.0437	Sınırlı
180°	K221-I	335	25	12.86	10.12	6.33	6.89	1	12.86	Sünek	0.0052	0.0000	0.0328	0.0437	Belirgin
180°	K221-J	335	50	8.73	6.81	6.33	6.89		35.94		0.0000	0.0000	0.0328	0.0437	Sınırlı
180°	K321-I	335	25	12.45	9.73	6.33	6.89	1	12.45	Sünek	0.0048	0.0000	0.0328	0.0437	Belirgin

Yön	Kiriş	L-Net (cm)	bw(cm) h(cm)	V_i(t) V_j(t)	M_i(t.m) M_j(t.m)	My_i(t.m) My_j(t.m)	Mp_i(t.m) Mp_j(t.m)	KapasiteDüşürme Faktörü	Ve(t) Vr(t)	Kırılma Türü	θ_p (rad)	$\theta_{p\ (SH)}$ (rad)	$\theta_{p\ (KH)}$ (rad)	$\theta_{p\ (GÖ)}$ (rad)	Kesit Hasar
180°	K321-J	335	50	8.89	7.11	6.33	6.89		35.94		0.0000	0.0000	0.0328	0.0437	Sınırlı
180°	K421-I	335	25	12.34	9.63	6.33	6.89	1	12.34	Sünek	0.0035	0.0000	0.0328	0.0437	Belirgin
180°	K421-J	335	50	9.55	7.02	6.33	6.89		35.94		0.0000	0.0000	0.0328	0.0437	Sınırlı
180°	K521-I	335	25	12.19	9.27	6.33	6.89	1	12.19	Sünek	0.0015	0.0000	0.0328	0.0437	Belirgin
180°	K521-J	335	50	10.04	7.64	6.33	6.89		35.94		0.0000	0.0000	0.0328	0.0437	Sınırlı
180°	K621-I	335	25	11.69	8.31	6.33	6.89	1	11.69	Sünek	0.0003	0.0000	0.0328	0.0437	Belirgin
180°	K621-J	335	50	10.11	7.87	6.33	6.89		35.94		0.0000	0.0000	0.0328	0.0437	Sınırlı
180°	K721-I	335	25	10.93	7.21	6.33	6.89	1	10.93	Sünek	0.0003	0.0000	0.0328	0.0437	Belirgin
180°	K721-J	335	50	9.66	6.70	6.33	6.89		35.94		0.0000	0.0000	0.0328	0.0437	Sınırlı
180°	K821-I	335	25	6.83	4.54	6.33	6.89	1	6.83	Sünek	0.0001	0.0000	0.0328	0.0437	Belirgin
180°	K821-J	335	50	5.67	3.54	6.33	6.89		35.94		0.0000	0.0000	0.0328	0.0437	Sınırlı

Çizelge 4. 34 KX24 kirişleri için analiz sonuçları

Yön	Kiriş	L-Net (cm)	bw(cm) h(cm)	V_i(t) V_j(t)	M_i(t.m) M_j(t.m)	My_i(t.m) My_j(t.m)	Mp_i(t.m) Mp_j(t.m)	KapasiteDüşürme Faktörü	Ve(t) Vr(t)	Kırılma Türü	θ_p (rad)	$\theta_{p\ (SH)}$ (rad)	$\theta_{p\ (KH)}$ (rad)	$\theta_{p\ (GÖ)}$ (rad)	Kesit Hasar
0°	K2B24-I	480	25	17.33	16.32	6.20	6.89	1	17.33	Sünek	0.0005	0.0000	0.0178	0.0238	Belirgin
0°	K2B24-J	480	50	15.88	12.34	6.33	6.89		35.94		0.0000	0.0000	0.0331	0.0441	Sınırlı
0°	K1B24-I	480	25	20.79	22.84	6.20	6.89	1	23.31	Sünek	0.0001	0.0000	0.0157	0.0210	Belirgin
0°	K1B24-J	480	50	23.31	23.37	6.20	6.89		35.94		0.0000	0.0000	0.0142	0.0189	Sınırlı
0°	KZ24-I	480	25	21.61	23.52	6.20	6.89	1	23.88	Sünek	0.0040	0.0000	0.0152	0.0203	Belirgin
0°	KZ24-J	480	50	23.88	23.87	6.20	6.89		35.94		0.0000	0.0000	0.0138	0.0185	Sınırlı
0°	K124-I	480	25	21.66	23.50	6.20	6.89	1	23.92	Sünek	0.0056	0.0000	0.0152	0.0203	Belirgin
0°	K124-J	480	50	23.92	23.95	6.20	6.89		35.94		0.0000	0.0000	0.0138	0.0184	Sınırlı
0°	K224-I	480	25	21.66	23.40	6.20	6.89	1	23.87	Sünek	0.0057	0.0000	0.0152	0.0203	Belirgin
0°	K224-J	480	50	23.87	23.93	6.20	6.89		35.94		0.0000	0.0000	0.0138	0.0185	Sınırlı
0°	K324-I	480	25	21.65	23.26	6.20	6.89	1	23.64	Sünek	0.0052	0.0000	0.0152	0.0203	Belirgin
0°	K324-J	480	50	23.64	23.40	6.20	6.89		35.94		0.0000	0.0000	0.0140	0.0187	Sınırlı
0°	K424-I	480	25	21.91	23.29	6.20	6.89	1	23.61	Sünek	0.0045	0.0000	0.0150	0.0201	Belirgin
0°	K424-J	480	50	23.61	23.28	6.20	6.89		35.94		0.0000	0.0000	0.0140	0.0187	Sınırlı
0°	K524-I	480	25	21.94	23.23	6.20	6.89	1	23.64	Sünek	0.0044	0.0000	0.0150	0.0200	Belirgin
0°	K524-J	480	50	23.64	23.29	6.20	6.89		35.94		0.0000	0.0000	0.0140	0.0187	Sınırlı
0°	K624-I	480	25	21.96	23.17	6.20	6.89	1	23.63	Sünek	0.0042	0.0000	0.0150	0.0200	Belirgin

Yön	Kiriş	L-Net (cm)	bw(cm) h(cm)	V_i(t) V_j(t)	M_i(t.m) M_j(t.m)	My_i(t.m) My_j(t.m)	Mp_i(t.m) Mp_j(t.m)	KapasiteDüşürme Faktörü	Ve(t) Vr(t)	Kırılma Türü	θ_p (rad)	$\theta_{p\ (SH)}$ (rad)	$\theta_{p\ (KH)}$ (rad)	$\theta_{p\ (GÖ)}$ (rad)	Kesit Hasar
0°	K624-J	480	50	23.63	23.20	6.20	6.89		35.94		0.0000	0.0000	0.0140	0.0187	Sınırlı
0°	K724-I	480	25	21.92	23.01	6.20	6.89	1	23.68	Sünek	0.0028	0.0000	0.0150	0.0200	Belirgin
0°	K724-J	480	50	23.68	23.33	6.20	6.89		35.94		0.0000	0.0000	0.0140	0.0186	Sınırlı
0°	K824-I	480	25	18.11	19.19	6.20	6.89	1	20.56	Sünek	0.0000	0.0000	0.0174	0.0231	Sınırlı
0°	K824-J	480	50	20.56	20.02	6.20	6.89		35.94		0.0000	0.0000	0.0159	0.0212	Sınırlı
180°	K2B24-I	480	25	17.20	16.08	6.20	6.89	1	17.20	Sünek	0.0005	0.0000	0.0179	0.0239	Belirgin
180°	K2B24-J	480	50	16.02	12.88	6.33	6.89		35.94		0.0000	0.0000	0.0329	0.0439	Sınırlı
180°	K1B24-I	480	25	21.36	23.66	6.20	6.89	1	22.17	Sünek	0.0000	0.0000	0.0154	0.0205	Sınırlı
180°	K1B24-J	480	50	22.17	20.52	6.20	6.89		35.94		0.0000	0.0000	0.0149	0.0198	Sınırlı
180°	KZ24-I	480	25	22.44	23.95	6.20	6.89	1	22.87	Sünek	0.0065	0.0000	0.0147	0.0196	Belirgin
180°	KZ24-J	480	50	22.87	21.82	6.20	6.89		35.94		0.0000	0.0000	0.0145	0.0193	Sınırlı
180°	K124-I	480	25	22.53	24.09	6.20	6.89	1	22.97	Sünek	0.0103	0.0000	0.0147	0.0196	Belirgin
180°	K124-J	480	50	22.97	21.99	6.20	6.89		35.94		0.0000	0.0000	0.0144	0.0192	Sınırlı
180°	K224-I	480	25	22.48	24.07	6.20	6.89	1	23.02	Sünek	0.0115	0.0000	0.0147	0.0196	Belirgin
180°	K224-J	480	50	23.02	22.08	6.20	6.89		35.94		0.0000	0.0000	0.0144	0.0192	Sınırlı
180°	K324-I	480	25	22.22	23.90	6.20	6.89	1	23.27	Sünek	0.0112	0.0000	0.0149	0.0198	Belirgin
180°	K324-J	480	50	23.27	22.58	6.20	6.89		35.94		0.0000	0.0000	0.0142	0.0190	Sınırlı
180°	K424-I	480	25	22.12	23.60	6.20	6.89	1	23.51	Sünek	0.0098	0.0000	0.0149	0.0199	Belirgin
180°	K424-J	480	50	23.51	23.02	6.20	6.89		35.94		0.0000	0.0000	0.0141	0.0188	Sınırlı
180°	K524-I	480	25	22.03	23.36	6.20	6.89	1	23.58	Sünek	0.0076	0.0000	0.0150	0.0200	Belirgin
180°	K524-J	480	50	23.58	23.16	6.20	6.89		35.94		0.0000	0.0000	0.0140	0.0187	Sınırlı
180°	K624-I	480	25	21.95	23.16	6.20	6.89	1	23.61	Sünek	0.0044	0.0000	0.0150	0.0200	Belirgin
180°	K624-J	480	50	23.61	23.16	6.20	6.89		35.94		0.0000	0.0000	0.0140	0.0187	Sınırlı
180°	K724-I	480	25	21.86	22.95	6.20	6.89	1	23.68	Sünek	0.0017	0.0000	0.0151	0.0201	Belirgin
180°	K724-J	480	50	23.68	23.33	6.20	6.89		35.94		0.0000	0.0000	0.0140	0.0186	Sınırlı
180°	K824-I	480	25	17.66	18.26	6.20	6.89	1	20.85	Sünek	0.0000	0.0000	0.0176	0.0235	Sınırlı
180°	K824-J	480	50	20.85	20.98	6.20	6.89		35.94		0.0000	0.0000	0.0157	0.0209	Sınırlı

Çizelge 4. 35 KX25 kirişleri için analiz sonuçları

Yön	Kiriş	L-Net (cm)	bw(cm) h(cm)	V_i(t) V_j(t)	M_i(t.m) M_j(t.m)	My_i(t.m) My_j(t.m)	Mp_i(t.m) Mp_j(t.m)	KapasiteDüşürme Faktörü	Ve(t) Vr(t)	Kırılma Türü	θ_p (rad)	$\theta_{p\ (SH)}$ (rad)	$\theta_{p\ (KH)}$ (rad)	$\theta_{p\ (GÖ)}$ (rad)	Kesit Hasar
0°	K2B25-I	215	25	9.97	8.34	6.33	6.89	1	9.97	Sünek	0.0000	0.0000	0.0316	0.0422	Sınırlı
0°	K2B25-J	215	50	4.07	0.53	6.33	6.89		35.94		0.0000	0.0000	0.0316	0.0422	Sınırlı
0°	K1B25-I	215	25	10.84	9.79	6.33	6.89	1	10.84	Sünek	0.0000	0.0000	0.0316	0.0422	Sınırlı
0°	K1B25-J	215	50	4.09	0.60	6.33	6.89		35.94		0.0000	0.0000	0.0316	0.0422	Sınırlı
0°	KZ25-I	215	25	11.39	10.60	6.33	6.89	1	11.39	Sünek	0.0001	0.0000	0.0316	0.0422	Belirgin
0°	KZ25-J	215	50	5.60	2.94	6.33	6.89		35.94		0.0000	0.0000	0.0316	0.0422	Sınırlı
0°	K125-I	215	25	11.84	11.25	6.33	6.89	1	11.84	Sünek	0.0002	0.0000	0.0316	0.0422	Belirgin
0°	K125-J	215	50	6.50	4.76	6.33	6.89		35.94		0.0000	0.0000	0.0316	0.0422	Sınırlı
0°	K225-I	215	25	12.23	11.82	6.33	6.89	1	12.23	Sünek	0.0002	0.0000	0.0316	0.0422	Belirgin
0°	K225-J	215	50	6.37	5.24	6.33	6.89		35.94		0.0000	0.0000	0.0316	0.0422	Sınırlı
0°	K325-I	215	25	12.65	12.45	6.33	6.89	1	12.65	Sünek	0.0002	0.0000	0.0316	0.0422	Belirgin
0°	K325-J	215	50	5.69	4.95	6.33	6.89		35.94		0.0000	0.0000	0.0316	0.0422	Sınırlı
0°	K425-I	215	25	13.48	13.69	6.33	6.89	1	13.48	Sünek	0.0001	0.0000	0.0316	0.0422	Belirgin
0°	K425-J	215	50	4.71	3.95	6.33	6.89		35.94		0.0000	0.0000	0.0316	0.0422	Sınırlı
0°	K525-I	215	25	14.15	14.73	6.33	6.89	1	14.15	Sünek	0.0001	0.0000	0.0316	0.0422	Belirgin
0°	K525-J	215	50	3.46	4.43	6.33	6.89		35.94		0.0000	0.0000	0.0316	0.0422	Sınırlı
0°	K625-I	215	25	14.43	15.11	6.33	6.89	1	14.43	Sünek	0.0000	0.0000	0.0316	0.0422	Sınırlı
0°	K625-J	215	50	2.10	4.78	6.33	6.89		35.94		0.0000	0.0000	0.0316	0.0422	Sınırlı
0°	K725-I	215	25	14.49	15.24	6.33	6.89	1	14.49	Sünek	0.0000	0.0000	0.0316	0.0422	Sınırlı
0°	K725-J	215	50	0.97	4.76	6.33	6.89		35.94		0.0000	0.0000	0.0316	0.0422	Sınırlı
0°	K825-I	215	25	12.24	14.87	6.33	6.89	1	12.24	Sünek	0.0000	0.0000	0.0316	0.0422	Sınırlı
0°	K825-J	215	50	3.30	5.72	6.33	6.89		35.94		0.0000	0.0000	0.0316	0.0422	Sınırlı
180°	K2B25-I	215	25	9.95	8.35	6.33	6.89	1	9.95	Sünek	0.0000	0.0000	0.0316	0.0422	Sınırlı
180°	K2B25-J	215	50	4.04	0.50	6.33	6.89		35.94		0.0000	0.0000	0.0316	0.0422	Sınırlı
180°	K1B25-I	215	25	11.79	11.25	6.33	6.89	1	11.79	Sünek	0.0000	0.0000	0.0316	0.0422	Sınırlı
180°	K1B25-J	215	50	3.09	1.61	6.33	6.89		35.94		0.0000	0.0000	0.0316	0.0422	Sınırlı
180°	KZ25-I	215	25	13.60	13.76	6.33	6.89	1	13.60	Sünek	0.0000	0.0000	0.0316	0.0422	Sınırlı
180°	KZ25-J	215	50	2.53	4.06	6.33	6.89		35.94		0.0000	0.0000	0.0316	0.0422	Sınırlı
180°	K125-I	215	25	14.46	14.51	6.33	6.89	1	14.46	Sünek	0.0000	0.0000	0.0316	0.0422	Sınırlı
180°	K125-J	215	50	2.07	5.79	6.33	6.89		35.94		0.0000	0.0000	0.0316	0.0422	Sınırlı
180°	K225-I	215	25	14.64	14.53	6.33	6.89	1	14.64	Sünek	0.0000	0.0000	0.0316	0.0422	Sınırlı
180°	K225-J	215	50	1.89	6.45	6.33	6.89		35.94		0.0000	0.0000	0.0316	0.0422	Sınırlı
180°	K325-I	215	25	14.50	14.36	6.33	6.89	1	14.50	Sünek	0.0000	0.0000	0.0316	0.0422	Sınırlı

Yön	Kiriş	L-Net (cm)	bw(cm) h(cm)	V_i(t) V_j(t)	M_i(t.m) M_j(t.m)	My_i(t.m) My_j(t.m)	Mp_i(t.m) Mp_j(t.m)	KapasiteDüşürme Faktörü	Ve(t) Vr(t)	Kırılma Türü	θ_p (rad)	$\theta_{p\ (SH)}$ (rad)	$\theta_{p\ (KH)}$ (rad)	$\theta_{p\ (GÖ)}$ (rad)	Kesit Hasar
180°	K325-J	215	50	1.99	6.31	6.33	6.89		35.94		0.0000	0.0000	0.0316	0.0422	Sınırlı
180°	K425-I	215	25	14.45	14.51	6.33	6.89	1	14.45	Sünek	0.0000	0.0000	0.0316	0.0422	Sınırlı
180°	K425-J	215	50	1.73	5.80	6.33	6.89		35.94		0.0000	0.0000	0.0316	0.0422	Sınırlı
180°	K525-I	215	25	14.30	14.60	6.33	6.89	1	14.30	Sünek	0.0000	0.0000	0.0316	0.0422	Sınırlı
180°	K525-J	215	50	1.92	5.10	6.33	6.89		35.94		0.0000	0.0000	0.0316	0.0422	Sınırlı
180°	K625-I	215	25	14.23	14.71	6.33	6.89	1	14.23	Sünek	0.0000	0.0000	0.0316	0.0422	Sınırlı
180°	K625-J	215	50	1.82	4.63	6.33	6.89		35.94		0.0000	0.0000	0.0316	0.0422	Sınırlı
180°	K725-I	215	25	14.24	14.88	6.33	6.89	1	14.24	Sünek	0.0000	0.0000	0.0316	0.0422	Sınırlı
180°	K725-J	215	50	1.29	4.42	6.33	6.89		35.94		0.0000	0.0000	0.0316	0.0422	Sınırlı
180°	K825-I	215	25	11.88	14.41	6.33	6.89	1	11.88	Sünek	0.0000	0.0000	0.0316	0.0422	Sınırlı
180°	K825-J	215	50	2.92	5.20	6.33	6.89		35.94		0.0000	0.0000	0.0316	0.0422	Sınırlı

Çizelge 4. 36 KX26 kirişleri için analiz sonuçları

Yön	Kiriş	L-Net (cm)	bw(cm) h(cm)	V_i(t) V_j(t)	M_i(t.m) M_j(t.m)	My_i(t.m) My_j(t.m)	Mp_i(t.m) Mp_j(t.m)	KapasiteDüşürme Faktörü	Ve(t) Vr(t)	Kırılma Türü	θ_p (rad)	$\theta_{p\ (SH)}$ (rad)	$\theta_{p\ (KH)}$ (rad)	$\theta_{p\ (GÖ)}$ (rad)	Kesit Hasar
0°	K2B26-I	480	25	19.87	17.37	6.20	6.89	1	19.87	Sünek	0.0004	0.0000	0.0163	0.0217	Belirgin
0°	K2B26-J	480	50	19.66	16.57	6.33	6.89		35.94		0.0000	0.0000	0.0290	0.0387	Sınırlı
0°	K1B26-I	480	25	24.27	22.79	6.20	6.89	1	24.27	Sünek	0.0000	0.0000	0.0136	0.0181	Sınırlı
0°	K1B26-J	480	50	23.31	23.71	6.20	6.89		35.94		0.0000	0.0000	0.0142	0.0189	Sınırlı
0°	KZ26-I	480	25	24.85	23.62	6.20	6.89	1	24.85	Sünek	0.0040	0.0000	0.0133	0.0177	Belirgin
0°	KZ26-J	480	50	23.81	24.15	6.20	6.89		35.94		0.0000	0.0000	0.0139	0.0185	Sınırlı
0°	K126-I	480	25	24.86	23.63	6.20	6.89	1	24.86	Sünek	0.0061	0.0000	0.0132	0.0177	Belirgin
0°	K126-J	480	50	23.90	24.30	6.20	6.89		35.94		0.0000	0.0000	0.0138	0.0184	Sınırlı
0°	K226-I	480	25	24.87	23.64	6.20	6.89	1	24.87	Sünek	0.0064	0.0000	0.0132	0.0177	Belirgin
0°	K226-J	480	50	23.89	24.28	6.20	6.89		35.94		0.0000	0.0000	0.0138	0.0184	Sınırlı
0°	K326-I	480	25	24.89	23.67	6.20	6.89	1	24.89	Sünek	0.0061	0.0000	0.0132	0.0176	Belirgin
0°	K326-J	480	50	23.84	24.19	6.20	6.89		35.94		0.0000	0.0000	0.0139	0.0185	Sınırlı
0°	K426-I	480	25	24.92	23.74	6.20	6.89	1	24.92	Sünek	0.0058	0.0000	0.0132	0.0176	Belirgin
0°	K426-J	480	50	23.80	24.12	6.20	6.89		35.94		0.0000	0.0000	0.0139	0.0185	Sınırlı
0°	K526-I	480	25	24.95	23.80	6.20	6.89	1	24.95	Sünek	0.0056	0.0000	0.0132	0.0176	Belirgin
0°	K526-J	480	50	23.75	24.04	6.20	6.89		35.94		0.0000	0.0000	0.0139	0.0186	Sınırlı
0°	K626-I	480	25	24.96	23.82	6.20	6.89	1	24.96	Sünek	0.0055	0.0000	0.0132	0.0176	Belirgin

Yön	Kiriş	L-Net (cm)	bw(cm) h(cm)	V_i(t) V_j(t)	M_i(t.m) M_j(t.m)	My_i(t.m) My_j(t.m)	Mp_i(t.m) Mp_j(t.m)	KapasiteDüşürme Faktörü	Ve(t) Vr(t)	Kırılma Türü	θ_p (rad)	$\theta_{p\ (SH)}$ (rad)	$\theta_{p\ (KH)}$ (rad)	$\theta_{p\ (GÖ)}$ (rad)	Kesit Hasar
0°	K626-J	480	50	23.69	23.94	6.20	6.89		35.94		0.0000	0.0000	0.0140	0.0186	Sınırlı
0°	K726-I	480	25	24.95	23.82	6.20	6.89	1	24.95	Sünek	0.0051	0.0000	0.0132	0.0176	Belirgin
0°	K726-J	480	50	23.63	23.85	6.20	6.89		35.94		0.0000	0.0000	0.0140	0.0187	Sınırlı
0°	K826-I	480	25	19.94	20.88	6.20	6.89	1	19.94	Sünek	0.0003	0.0000	0.0162	0.0217	Belirgin
0°	K826-J	480	50	17.07	17.34	6.20	6.89		35.94		0.0000	0.0000	0.0180	0.0240	Sınırlı
180°	K2B26-I	480	25	19.73	16.78	6.20	6.89	1	19.74	Sünek	0.0004	0.0000	0.0164	0.0218	Belirgin
180°	K2B26-J	480	50	19.74	16.58	6.33	6.89		35.94		0.0000	0.0000	0.0289	0.0386	Sınırlı
180°	K1B26-I	480	25	24.76	23.65	6.20	6.89	1	24.76	Sünek	0.0000	0.0000	0.0133	0.0177	Sınırlı
180°	K1B26-J	480	50	22.97	23.58	6.20	6.89		35.94		0.0000	0.0000	0.0144	0.0192	Sınırlı
180°	KZ26-I	480	25	24.99	23.95	6.20	6.89	1	24.99	Sünek	0.0044	0.0000	0.0132	0.0176	Belirgin
180°	KZ26-J	480	50	23.53	23.70	6.20	6.89		35.94		0.0000	0.0000	0.0141	0.0187	Sınırlı
180°	K126-I	480	25	25.03	24.05	6.20	6.89	1	25.03	Sünek	0.0073	0.0000	0.0131	0.0175	Belirgin
180°	K126-J	480	50	23.54	23.72	6.20	6.89		35.94		0.0000	0.0000	0.0141	0.0187	Sınırlı
180°	K226-I	480	25	25.03	24.04	6.20	6.89	1	25.03	Sünek	0.0087	0.0000	0.0131	0.0175	Belirgin
180°	K226-J	480	50	23.54	23.72	6.20	6.89		35.94		0.0000	0.0000	0.0140	0.0187	Sınırlı
180°	K326-I	480	25	25.01	23.99	6.20	6.89	1	25.01	Sünek	0.0090	0.0000	0.0132	0.0175	Belirgin
180°	K326-J	480	50	23.56	23.74	6.20	6.89		35.94		0.0000	0.0000	0.0140	0.0187	Sınırlı
180°	K426-I	480	25	25.00	23.95	6.20	6.89	1	25.00	Sünek	0.0088	0.0000	0.0132	0.0175	Belirgin
180°	K426-J	480	50	23.60	23.81	6.20	6.89		35.94		0.0000	0.0000	0.0140	0.0187	Sınırlı
180°	K526-I	480	25	24.98	23.89	6.20	6.89	1	24.98	Sünek	0.0082	0.0000	0.0132	0.0176	Belirgin
180°	K526-J	480	50	23.65	23.88	6.20	6.89		35.94		0.0000	0.0000	0.0140	0.0186	Sınırlı
180°	K626-I	480	25	24.97	23.83	6.20	6.89	1	24.97	Sünek	0.0075	0.0000	0.0132	0.0176	Belirgin
180°	K626-J	480	50	23.66	23.90	6.20	6.89		35.94		0.0000	0.0000	0.0140	0.0186	Sınırlı
180°	K726-I	480	25	24.96	23.80	6.20	6.89	1	24.96	Sünek	0.0068	0.0000	0.0132	0.0176	Belirgin
180°	K726-J	480	50	23.65	23.86	6.20	6.89		35.94		0.0000	0.0000	0.0140	0.0186	Sınırlı
180°	K826-I	480	25	19.63	19.97	6.20	6.89	1	19.63	Sünek	0.0019	0.0000	0.0164	0.0219	Belirgin
180°	K826-J	480	50	17.33	17.70	6.20	6.89		35.94		0.0000	0.0000	0.0178	0.0238	Sınırlı

Çizelge 4. 37 KX31 kirişleri için analiz sonuçları

Yön	Kiriş	L-Net (cm)	bw(cm) h(cm)	V_i(t) V_j(t)	M_i(t.m) M_j(t.m)	My_i(t.m) My_j(t.m)	Mp_i(t.m) Mp_j(t.m)	KapasiteDüşürme Faktörü	Ve(t) Vr(t)	Kırılma Türü	θ_p (rad)	$\theta_{p\ (SH)}$ (rad)	$\theta_{p\ (KH)}$ (rad)	$\theta_{p\ (GÖ)}$ (rad)	Kesit Hasar
0°	KZ31-I	550	30	15.29	13.76	5.93	6.92	1	19.39	Sünek	0.0046	0.0000	0.0136	0.0182	Belirgin
0°	KZ31-J	550	50	19.39	23.85	5.83	6.89		51.63		0.0000	0.0000	0.0119	0.0159	Sınırlı
0°	K131-I	550	30	15.35	14.06	5.93	6.92	1	19.49	Sünek	0.0072	0.0000	0.0136	0.0182	Belirgin
0°	K131-J	550	50	19.49	23.59	5.83	6.89		51.63		0.0000	0.0000	0.0119	0.0158	Sınırlı
0°	K231-I	550	30	15.34	13.98	5.93	6.92	1	19.20	Sünek	0.0082	0.0000	0.0136	0.0182	Belirgin
0°	K231-J	550	50	19.20	22.81	5.83	6.89		51.63		0.0000	0.0000	0.0120	0.0159	Sınırlı
0°	K331-I	550	30	15.52	14.57	5.93	6.92	1	18.22	Sünek	0.0078	0.0000	0.0136	0.0182	Belirgin
0°	K331-J	550	50	18.22	20.15	5.83	6.89		51.63		0.0000	0.0000	0.0121	0.0162	Sınırlı
0°	K431-I	550	30	16.82	19.00	5.93	6.92	1	18.04	Sünek	0.0063	0.0000	0.0136	0.0182	Belirgin
0°	K431-J	550	50	18.04	20.09	5.83	6.89		51.63		0.0000	0.0000	0.0121	0.0162	Sınırlı
0°	K531-I	550	30	17.38	20.14	5.93	6.92	1	17.77	Sünek	0.0042	0.0000	0.0136	0.0182	Belirgin
0°	K531-J	550	50	17.77	20.00	5.83	6.89		51.63		0.0000	0.0000	0.0121	0.0162	Sınırlı
0°	K631-I	550	30	17.59	20.58	5.93	6.92	1	17.59	Sünek	0.0019	0.0000	0.0136	0.0182	Belirgin
0°	K631-J	550	50	17.46	19.89	5.83	6.89		51.63		0.0000	0.0000	0.0121	0.0162	Sınırlı
0°	K731-I	550	30	17.45	20.34	5.93	6.92	1	17.45	Sünek	0.0017	0.0000	0.0136	0.0182	Belirgin
0°	K731-J	550	50	16.88	18.69	5.83	6.89		51.63		0.0000	0.0000	0.0121	0.0162	Sınırlı
0°	K831-I	550	30	10.73	13.70	5.93	6.92	1	10.73	Sünek	0.0011	0.0000	0.0136	0.0182	Belirgin
0°	K831-J	550	50	10.09	11.27	5.83	6.89		51.63		0.0000	0.0000	0.0121	0.0162	Sınırlı
180°	KZ31-I	550	30	19.30	24.78	5.93	6.92	1	19.30	Sünek	0.0014	0.0000	0.0134	0.0179	Belirgin
180°	KZ31-J	550	50	15.72	15.13	5.83	6.89		51.63		0.0000	0.0000	0.0121	0.0162	Sınırlı
180°	K131-I	550	30	19.55	24.63	5.93	6.92	1	19.55	Sünek	0.0014	0.0000	0.0133	0.0177	Belirgin
180°	K131-J	550	50	15.67	15.08	5.83	6.89		51.63		0.0000	0.0000	0.0121	0.0162	Sınırlı
180°	K231-I	550	30	19.13	23.23	5.93	6.92	1	19.13	Sünek	0.0014	0.0000	0.0135	0.0179	Belirgin
180°	K231-J	550	50	15.69	15.09	5.83	6.89		51.63		0.0000	0.0000	0.0121	0.0162	Sınırlı
180°	K331-I	550	30	18.29	20.89	5.93	6.92	1	18.29	Sünek	0.0014	0.0000	0.0136	0.0182	Belirgin
180°	K331-J	550	50	15.81	15.47	5.83	6.89		51.63		0.0000	0.0000	0.0121	0.0162	Sınırlı
180°	K431-I	550	30	18.08	20.82	5.93	6.92	1	18.08	Sünek	0.0018	0.0000	0.0136	0.0182	Belirgin
180°	K431-J	550	50	16.88	18.93	5.83	6.89		51.63		0.0000	0.0000	0.0121	0.0162	Sınırlı
180°	K531-I	550	30	17.80	20.76	5.93	6.92	1	17.80	Sünek	0.0019	0.0000	0.0136	0.0182	Belirgin
180°	K531-J	550	50	17.32	19.81	5.83	6.89		51.63		0.0000	0.0000	0.0121	0.0162	Sınırlı
180°	K631-I	550	30	17.45	20.35	5.93	6.92	1	17.45	Sünek	0.0019	0.0000	0.0136	0.0182	Belirgin
180°	K631-J	550	50	17.41	19.85	5.83	6.89		51.63		0.0000	0.0000	0.0121	0.0162	Sınırlı
180°	K731-I	550	30	17.07	19.62	5.93	6.92	1	17.10	Sünek	0.0018	0.0000	0.0136	0.0182	Belirgin

Yön	Kiriş	L-Net (cm)	bw(cm) h(cm)	V_i(t) V_j(t)	M_i(t.m) M_j(t.m)	My_i(t.m) My_j(t.m)	Mp_i(t.m) Mp_j(t.m)	KapasiteDüşürme Faktörü	Ve(t) Vr(t)	Kırılma Türü	θ_p (rad)	$\theta_{p\ (SH)}$ (rad)	$\theta_{p\ (KH)}$ (rad)	$\theta_{p\ (GÖ)}$ (rad)	Kesit Hasar
180°	K731-J	550	50	17.10	19.21	5.83	6.89		51.63		0.0000	0.0000	0.0121	0.0162	Sınırlı
180°	K831-I	550	30	10.20	11.68	5.93	6.92	1	10.38	Sünek	0.0011	0.0000	0.0136	0.0182	Belirgin
180°	K831-J	550	50	10.38	12.28	5.83	6.89		51.63		0.0000	0.0000	0.0121	0.0162	Sınırlı

Çizelge 4. 38 KX33 kirişleri için analiz sonuçları

Yön	Kiriş	L-Net (cm)	bw(cm) h(cm)	V_i(t) V_j(t)	M_i(t.m) M_j(t.m)	My_i(t.m) My_j(t.m)	Mp_i(t.m) Mp_j(t.m)	KapasiteDüşürme Faktörü	Ve(t) Vr(t)	Kırılma Türü	θ_p (rad)	$\theta_{p\ (SH)}$ (rad)	$\theta_{p\ (KH)}$ (rad)	$\theta_{p\ (GÖ)}$ (rad)	Kesit Hasar
0°	KZ33-I	295	25	4.01	14.69	7.74	8.83	1	12.83	Sünek	0.0042	0.0000	0.0142	0.0189	Belirgin
0°	KZ33-J	295	50	12.83	15.93	7.74	8.83		35.94		0.0000	0.0000	0.0142	0.0189	Sınırlı
0°	K133-I	295	25	4.13	15.17	7.74	8.83	1	12.88	Sünek	0.0061	0.0000	0.0142	0.0189	Belirgin
0°	K133-J	295	50	12.88	15.71	7.74	8.83		35.94		0.0000	0.0000	0.0142	0.0189	Sınırlı
0°	K233-I	295	25	4.11	13.51	7.74	8.83	1	12.02	Sünek	0.0066	0.0000	0.0142	0.0189	Belirgin
0°	K233-J	295	50	12.02	14.72	7.74	8.83		35.94		0.0000	0.0000	0.0142	0.0189	Sınırlı
0°	K333-I	295	25	4.50	12.15	7.74	8.83	1	10.38	Sünek	0.0063	0.0000	0.0142	0.0189	Belirgin
0°	K333-J	295	50	10.38	12.24	7.74	8.83		35.94		0.0000	0.0000	0.0142	0.0189	Sınırlı
0°	K433-I	295	25	7.49	11.53	7.74	8.83	1	10.19	Sünek	0.0051	0.0000	0.0142	0.0189	Belirgin
0°	K433-J	295	50	10.19	12.19	7.74	8.83		35.94		0.0000	0.0000	0.0142	0.0189	Sınırlı
0°	K533-I	295	25	8.94	10.72	7.74	8.83	1	9.94	Sünek	0.0035	0.0000	0.0142	0.0189	Belirgin
0°	K533-J	295	50	9.94	12.12	7.74	8.83		35.94		0.0000	0.0000	0.0142	0.0189	Sınırlı
0°	K633-I	295	25	9.17	10.87	7.74	8.83	1	9.25	Sünek	0.0019	0.0000	0.0142	0.0189	Belirgin
0°	K633-J	295	50	9.25	10.80	7.74	8.83		35.94		0.0000	0.0000	0.0142	0.0189	Sınırlı
0°	K733-I	295	25	8.88	10.35	7.74	8.83	1	8.88	Sünek	0.0001	0.0000	0.0142	0.0189	Belirgin
0°	K733-J	295	50	7.84	9.18	7.74	8.83		35.94		0.0000	0.0000	0.0142	0.0189	Sınırlı
0°	K833-I	295	25	6.97	8.64	7.74	8.83	1	6.97	Sünek	0.0000	0.0000	0.0142	0.0189	Belirgin
0°	K833-J	295	50	5.40	5.73	7.74	8.83		35.94		0.0000	0.0000	0.0142	0.0189	Sınırlı
180°	KZ33-I	295	25	12.29	15.51	7.74	8.83	1	12.29	Sünek	0.0016	0.0000	0.0142	0.0189	Belirgin
180°	KZ33-J	295	50	4.87	13.26	7.74	8.83		35.94		0.0000	0.0000	0.0142	0.0189	Sınırlı
180°	K133-I	295	25	12.45	15.35	7.74	8.83	1	12.45	Sünek	0.0034	0.0000	0.0142	0.0189	Belirgin
180°	K133-J	295	50	4.79	14.17	7.74	8.83		35.94		0.0000	0.0000	0.0142	0.0189	Sınırlı
180°	K233-I	295	25	11.47	13.69	7.74	8.83	1	11.47	Sünek	0.0042	0.0000	0.0142	0.0189	Belirgin
180°	K233-J	295	50	4.78	12.97	7.74	8.83		35.94		0.0000	0.0000	0.0142	0.0189	Sınırlı
180°	K333-I	295	25	10.28	12.13	7.74	8.83	1	10.28	Sünek	0.0039	0.0000	0.0142	0.0189	Belirgin

Yön	Kiriş	L-Net (cm)	bw(cm) h(cm)	V_i(t) V_j(t)	M_i(t.m) M_j(t.m)	My_i(t.m) My_j(t.m)	Mp_i(t.m) Mp_j(t.m)	KapasiteDüşürme Faktörü	Ve(t) Vr(t)	Kırılma Türü	θ_p (rad)	$\theta_{p\ (SH)}$ (rad)	$\theta_{p\ (KH)}$ (rad)	$\theta_{p\ (GÖ)}$ (rad)	Kesit Hasar
180°	K333-J	295	50	4.95	12.39	7.74	8.83		35.94		0.0000	0.0000	0.0142	0.0189	Sınırlı
180°	K433-I	295	25	10.06	12.07	7.74	8.83	1	10.06	Sünek	0.0029	0.0000	0.0142	0.0189	Belirgin
180°	K433-J	295	50	7.40	11.68	7.74	8.83		35.94		0.0000	0.0000	0.0142	0.0189	Sınırlı
180°	K533-I	295	25	9.79	11.99	7.74	8.83	1	9.79	Sünek	0.0014	0.0000	0.0142	0.0189	Belirgin
180°	K533-J	295	50	8.90	10.78	7.74	8.83		35.94		0.0000	0.0000	0.0142	0.0189	Sınırlı
180°	K633-I	295	25	8.99	10.62	7.74	8.83	1	9.22	Sünek	0.0016	0.0000	0.0142	0.0189	Belirgin
180°	K633-J	295	50	9.22	10.87	7.74	8.83		35.94		0.0000	0.0000	0.0142	0.0189	Sınırlı
180°	K733-I	295	25	7.72	9.08	7.74	8.83	1	8.51	Sünek	0.0007	0.0000	0.0142	0.0189	Belirgin
180°	K733-J	295	50	8.51	10.10	7.74	8.83		35.94		0.0000	0.0000	0.0142	0.0189	Sınırlı
180°	K833-I	295	25	5.48	5.71	7.74	8.83	1	6.26	Sünek	0.0001	0.0000	0.0142	0.0189	Belirgin
180°	K833-J	295	50	6.26	7.20	7.74	8.83		35.94		0.0000	0.0000	0.0142	0.0189	Sınırlı

Çizelge 4. 39 KX34 kirişleri için analiz sonuçları

Yön	Kiriş	L-Net (cm)	bw(cm) h(cm)	V_i(t) V_j(t)	M_i(t.m) M_j(t.m)	My_i(t.m) My_j(t.m)	Mp_i(t.m) Mp_j(t.m)	KapasiteDüşürme Faktörü	Ve(t) Vr(t)	Kırılma Türü	θ_p (rad)	$\theta_{p\ (SH)}$ (rad)	$\theta_{p\ (KH)}$ (rad)	$\theta_{p\ (GÖ)}$ (rad)	Kesit Hasar
0°	KZ34-I	550	30	15.55	14.60	5.83	6.89	1	19.49	Sünek	0.0037	0.0000	0.0121	0.0162	Belirgin
0°	KZ34-J	550	50	19.49	25.05	5.93	6.92		51.63		0.0000	0.0000	0.0133	0.0178	Sınırlı
0°	K134-I	550	30	15.45	14.40	5.83	6.89	1	19.74	Sünek	0.0062	0.0000	0.0121	0.0162	Belirgin
0°	K134-J	550	50	19.74	24.90	5.93	6.92		51.63		0.0000	0.0000	0.0132	0.0177	Sınırlı
0°	K234-I	550	30	15.46	14.38	5.83	6.89	1	19.40	Sünek	0.0073	0.0000	0.0121	0.0162	Belirgin
0°	K234-J	550	50	19.40	24.12	5.93	6.92		51.63		0.0000	0.0000	0.0134	0.0178	Sınırlı
0°	K334-I	550	30	15.60	14.84	5.83	6.89	1	18.37	Sünek	0.0070	0.0000	0.0121	0.0162	Belirgin
0°	K334-J	550	50	18.37	21.14	5.93	6.92		51.63		0.0000	0.0000	0.0136	0.0182	Sınırlı
0°	K434-I	550	30	16.80	18.58	5.83	6.89	1	18.20	Sünek	0.0056	0.0000	0.0121	0.0162	Belirgin
0°	K434-J	550	50	18.20	21.09	5.93	6.92		51.63		0.0000	0.0000	0.0136	0.0182	Sınırlı
0°	K534-I	550	30	17.33	19.58	5.83	6.89	1	17.92	Sünek	0.0036	0.0000	0.0121	0.0162	Belirgin
0°	K534-J	550	50	17.92	21.02	5.93	6.92		51.63		0.0000	0.0000	0.0136	0.0182	Sınırlı
0°	K634-I	550	30	17.47	19.68	5.83	6.89	1	17.55	Sünek	0.0021	0.0000	0.0121	0.0162	Belirgin
0°	K634-J	550	50	17.55	20.59	5.93	6.92		51.63		0.0000	0.0000	0.0136	0.0182	Sınırlı
0°	K734-I	550	30	17.33	19.55	5.83	6.89	1	17.33	Sünek	0.0020	0.0000	0.0121	0.0162	Belirgin
0°	K734-J	550	50	17.01	19.43	5.93	6.92		51.63		0.0000	0.0000	0.0136	0.0182	Sınırlı
0°	K834-I	550	30	10.86	13.91	5.83	6.89	1	10.86	Sünek	0.0011	0.0000	0.0121	0.0162	Belirgin

Yön	Kiriş	L-Net (cm)	bw(cm) h(cm)	V_i(t) V_j(t)	M_i(t.m) M_j(t.m)	My_i(t.m) My_j(t.m)	Mp_i(t.m) Mp_j(t.m)	KapasiteDüşürme Faktörü	Ve(t) Vr(t)	Kırılma Türü	θ_p (rad)	$\theta_{p\ (SH)}$ (rad)	$\theta_{p\ (KH)}$ (rad)	$\theta_{p\ (GÖ)}$ (rad)	Kesit Hasar
0°	K834-J	550	50	9.99	11.01	5.93	6.92		51.63		0.0000	0.0000	0.0136	0.0182	Sınırlı
180°	KZ34-I	550	30	19.21	23.59	5.83	6.89	1	19.21	Sünek	0.0015	0.0000	0.0120	0.0159	Belirgin
180°	KZ34-J	550	50	15.46	14.32	5.93	6.92		51.63		0.0000	0.0000	0.0136	0.0182	Sınırlı
180°	K134-I	550	30	19.32	23.33	5.83	6.89	1	19.32	Sünek	0.0015	0.0000	0.0119	0.0159	Belirgin
180°	K134-J	550	50	15.56	14.76	5.93	6.92		51.63		0.0000	0.0000	0.0136	0.0182	Sınırlı
180°	K234-I	550	30	19.03	22.35	5.83	6.89	1	19.03	Sünek	0.0015	0.0000	0.0120	0.0160	Belirgin
180°	K234-J	550	50	15.56	14.71	5.93	6.92		51.63		0.0000	0.0000	0.0136	0.0182	Sınırlı
180°	K334-I	550	30	18.13	19.88	5.83	6.89	1	18.13	Sünek	0.0016	0.0000	0.0121	0.0162	Belirgin
180°	K334-J	550	50	15.72	15.22	5.93	6.92		51.63		0.0000	0.0000	0.0136	0.0182	Sınırlı
180°	K434-I	550	30	17.93	19.81	5.83	6.89	1	17.93	Sünek	0.0020	0.0000	0.0121	0.0162	Belirgin
180°	K434-J	550	50	16.84	19.04	5.93	6.92		51.63		0.0000	0.0000	0.0136	0.0182	Sınırlı
180°	K534-I	550	30	17.65	19.74	5.83	6.89	1	17.65	Sünek	0.0021	0.0000	0.0121	0.0162	Belirgin
180°	K534-J	550	50	17.37	20.37	5.93	6.92		51.63		0.0000	0.0000	0.0136	0.0182	Sınırlı
180°	K634-I	550	30	17.36	19.70	5.83	6.89	1	17.50	Sünek	0.0021	0.0000	0.0121	0.0162	Belirgin
180°	K634-J	550	50	17.50	20.65	5.93	6.92		51.63		0.0000	0.0000	0.0136	0.0182	Sınırlı
180°	K734-I	550	30	16.96	18.95	5.83	6.89	1	17.21	Sünek	0.0021	0.0000	0.0121	0.0162	Belirgin
180°	K734-J	550	50	17.21	19.97	5.93	6.92		51.63		0.0000	0.0000	0.0136	0.0182	Sınırlı
180°	K834-I	550	30	10.32	11.95	5.83	6.89	1	10.32	Sünek	0.0013	0.0000	0.0121	0.0162	Belirgin
180°	K834-J	550	50	10.27	12.09	5.93	6.92		51.63		0.0000	0.0000	0.0136	0.0182	Sınırlı

Çizelge 4. 40 KX37 kirişleri için analiz sonuçları

Yön	Kiriş	L-Net (cm)	bw(cm) h(cm)	V_i(t) V_j(t)	M_i(t.m) M_j(t.m)	My_i(t.m) My_j(t.m)	Mp_i(t.m) Mp_j(t.m)	KapasiteDüşürme Faktörü	Ve(t) Vr(t)	Kırılma Türü	θ_p (rad)	$\theta_{p\ (SH)}$ (rad)	$\theta_{p\ (KH)}$ (rad)	$\theta_{p\ (GÖ)}$ (rad)	Kesit Hasar
90°	K1B37-I	540	30	16.51	17.72	5.93	6.92	1	17.14	Sünek	0.0019	0.0000	0.0138	0.0185	Belirgin
90°	K1B37-J	540	50	17.14	19.98	5.83	6.89		51.63		0.0000	0.0000	0.0123	0.0164	Sınırlı
90°	KZ37-I	540	30	16.48	17.80	5.93	6.92	1	18.62	Sünek	0.0053	0.0000	0.0142	0.0189	Belirgin
90°	KZ37-J	540	50	18.62	22.04	5.83	6.89		51.63		0.0000	0.0000	0.0124	0.0166	Sınırlı
90°	K137-I	540	30	16.49	17.72	5.93	6.92	1	18.88	Sünek	0.0078	0.0000	0.0145	0.0193	Belirgin
90°	K137-J	540	50	18.88	22.08	5.83	6.89		51.63		0.0000	0.0000	0.0128	0.0171	Sınırlı
90°	K237-I	540	30	16.49	17.75	5.93	6.92	1	18.76	Sünek	0.0087	0.0000	0.0145	0.0193	Belirgin
90°	K237-J	540	50	18.76	21.45	5.83	6.89		51.63		0.0000	0.0000	0.0126	0.0168	Sınırlı
90°	K337-I	540	30	16.73	18.61	5.93	6.92	1	18.55	Sünek	0.0080	0.0000	0.0145	0.0193	Belirgin

Yön	Kiriş	L-Net (cm)	bw(cm) h(cm)	V_i(t) V_j(t)	M_i(t.m) M_j(t.m)	My_i(t.m) My_j(t.m)	Mp_i(t.m) Mp_j(t.m)	KapasiteDüşürme Faktörü	Ve(t) Vr(t)	Kırılma Türü	θ_p (rad)	$\theta_{p\ (SH)}$ (rad)	$\theta_{p\ (KH)}$ (rad)	$\theta_{p\ (GÖ)}$ (rad)	Kesit Hasar
90°	K337-J	540	50	18.55	21.02	5.83	6.89		51.63		0.0000	0.0000	0.0129	0.0172	Sınırlı
90°	K437-I	540	30	16.95	19.19	5.93	6.92	1	18.37	Sünek	0.0064	0.0000	0.0142	0.0189	Belirgin
90°	K437-J	540	50	18.37	20.98	5.83	6.89		51.63		0.0000	0.0000	0.0124	0.0166	Sınırlı
90°	K537-I	540	30	17.02	19.19	5.93	6.92	1	18.10	Sünek	0.0042	0.0000	0.0137	0.0183	Belirgin
90°	K537-J	540	50	18.10	20.94	5.83	6.89		51.63		0.0000	0.0000	0.0122	0.0163	Sınırlı
90°	K637-I	540	30	17.04	19.16	5.93	6.92	1	17.81	Sünek	0.0019	0.0000	0.0135	0.0179	Belirgin
90°	K637-J	540	50	17.81	20.88	5.83	6.89		51.63		0.0000	0.0000	0.0120	0.0160	Sınırlı
90°	K737-I	540	30	16.99	19.19	5.93	6.92	1	17.48	Sünek	0.0019	0.0000	0.0136	0.0182	Belirgin
90°	K737-J	540	50	17.48	20.55	5.83	6.89		51.63		0.0000	0.0000	0.0121	0.0162	Sınırlı
90°	K837-I	540	30	10.57	12.34	5.93	6.92	1	10.91	Sünek	0.0013	0.0000	0.0136	0.0182	Belirgin
90°	K837-J	540	50	10.91	13.37	5.83	6.89		51.63		0.0000	0.0000	0.0121	0.0162	Sınırlı
270°	K1B37-I	540	30	17.47	20.94	5.93	6.92	1	17.47	Sünek	0.0016	0.0000	0.0138	0.0185	Belirgin
270°	K1B37-J	540	50	16.24	16.79	5.83	6.89		51.63		0.0000	0.0000	0.0123	0.0164	Sınırlı
270°	KZ37-I	540	30	19.08	23.67	5.93	6.92	1	19.08	Sünek	0.0016	0.0000	0.0140	0.0187	Belirgin
270°	KZ37-J	540	50	16.23	16.93	5.83	6.89		51.63		0.0000	0.0000	0.0124	0.0166	Sınırlı
270°	K137-I	540	30	19.41	23.74	5.93	6.92	1	19.41	Sünek	0.0016	0.0000	0.0142	0.0189	Belirgin
270°	K137-J	540	50	16.22	16.80	5.83	6.89		51.63		0.0000	0.0000	0.0129	0.0172	Sınırlı
270°	K237-I	540	30	19.26	22.97	5.93	6.92	1	19.26	Sünek	0.0016	0.0000	0.0142	0.0190	Belirgin
270°	K237-J	540	50	16.22	16.83	5.83	6.89		51.63		0.0000	0.0000	0.0127	0.0169	Sınırlı
270°	K337-I	540	30	19.06	22.56	5.93	6.92	1	19.06	Sünek	0.0016	0.0000	0.0143	0.0191	Belirgin
270°	K337-J	540	50	16.45	17.61	5.83	6.89		51.63		0.0000	0.0000	0.0129	0.0172	Sınırlı
270°	K437-I	540	30	18.84	22.50	5.93	6.92	1	18.84	Sünek	0.0017	0.0000	0.0141	0.0188	Belirgin
270°	K437-J	540	50	16.64	18.12	5.83	6.89		51.63		0.0000	0.0000	0.0124	0.0166	Sınırlı
270°	K537-I	540	30	18.55	22.41	5.93	6.92	1	18.55	Sünek	0.0017	0.0000	0.0137	0.0183	Belirgin
270°	K537-J	540	50	16.72	18.14	5.83	6.89		51.63		0.0000	0.0000	0.0122	0.0163	Sınırlı
270°	K637-I	540	30	18.23	22.31	5.93	6.92	1	18.23	Sünek	0.0017	0.0000	0.0135	0.0179	Belirgin
270°	K637-J	540	50	16.74	18.12	5.83	6.89		51.63		0.0000	0.0000	0.0120	0.0160	Sınırlı
270°	K737-I	540	30	17.91	22.15	5.93	6.92	1	17.91	Sünek	0.0017	0.0000	0.0136	0.0182	Belirgin
270°	K737-J	540	50	16.70	18.15	5.83	6.89		51.63		0.0000	0.0000	0.0121	0.0162	Sınırlı
270°	K837-I	540	30	11.18	14.34	5.93	6.92	1	11.18	Sünek	0.0011	0.0000	0.0136	0.0182	Belirgin
270°	K837-J	540	50	10.35	11.54	5.83	6.89		51.63		0.0000	0.0000	0.0121	0.0162	Sınırlı

Çizelge 4. 41 KX41 kirişleri için analiz sonuçları

Yön	Kiriş	L-Net (cm)	bw(cm) h(cm)	V_i(t) V_j(t)	M_i(t.m) M_j(t.m)	My_i(t.m) My_j(t.m)	Mp_i(t.m) Mp_j(t.m)	KapasiteDüşürme Faktörü	Ve(t) Vr(t)	Kırılma Türü	θ_p (rad)	$\theta_{p\ (SH)}$ (rad)	$\theta_{p\ (KH)}$ (rad)	$\theta_{p\ (GÖ)}$ (rad)	Kesit Hasar
90°	K2B41-I	190	25	7.34	5.75	7.66	8.71	1	7.34	Sünek	0.0000	0.0000	0.0131	0.0174	Sınırlı
90°	K2B41-J	190	50	2.21	0.65	7.74	8.83		35.94		0.0000	0.0000	0.0141	0.0187	Sınırlı
90°	K1B41-I	190	25	6.84	5.76	7.66	8.71	1	6.84	Sünek	0.0000	0.0000	0.0148	0.0197	Belirgin
90°	K1B41-J	190	50	4.50	4.73	7.74	8.83		35.94		0.0000	0.0000	0.0150	0.0200	Sınırlı
90°	KZ41-I	190	25	6.67	5.74	7.66	8.71	1	8.57	Sünek	0.0017	0.0000	0.0152	0.0203	Belirgin
90°	KZ41-J	190	50	8.57	11.68	7.74	8.83		35.94		0.0000	0.0000	0.0169	0.0225	Sınırlı
90°	K141-I	190	25	6.51	5.68	7.66	8.71	1	9.36	Sünek	0.0037	0.0000	0.0152	0.0203	Belirgin
90°	K141-J	190	50	9.36	12.75	7.74	8.83		35.94		0.0000	0.0000	0.0162	0.0216	Sınırlı
90°	K241-I	190	25	6.40	5.66	7.66	8.71	1	9.03	Sünek	0.0041	0.0000	0.0152	0.0203	Belirgin
90°	K241-J	190	50	9.03	12.23	7.74	8.83		35.94		0.0000	0.0000	0.0163	0.0217	Sınırlı
90°	K341-I	190	25	6.59	5.69	7.66	8.71	1	8.49	Sünek	0.0037	0.0000	0.0152	0.0203	Belirgin
90°	K341-J	190	50	8.49	11.68	7.74	8.83		35.94		0.0000	0.0000	0.0161	0.0214	Sınırlı
90°	K441-I	190	25	7.36	6.00	7.66	8.71	1	7.90	Sünek	0.0027	0.0000	0.0152	0.0203	Belirgin
90°	K441-J	190	50	7.90	11.08	7.74	8.83		35.94		0.0000	0.0000	0.0169	0.0225	Sınırlı
90°	K541-I	190	25	7.90	6.20	7.66	8.71	1	7.90	Sünek	0.0013	0.0000	0.0152	0.0203	Belirgin
90°	K541-J	190	50	7.24	10.36	7.74	8.83		35.94		0.0000	0.0000	0.0169	0.0225	Sınırlı
90°	K641-I	190	25	7.87	6.16	7.66	8.71	1	7.87	Sünek	0.0001	0.0000	0.0144	0.0192	Belirgin
90°	K641-J	190	50	6.37	9.15	7.74	8.83		35.94		0.0000	0.0000	0.0148	0.0197	Sınırlı
90°	K741-I	190	25	7.20	6.16	7.66	8.71	1	7.20	Sünek	0.0000	0.0000	0.0135	0.0180	Belirgin
90°	K741-J	190	50	4.46	5.77	7.74	8.83		35.94		0.0000	0.0000	0.0145	0.0194	Sınırlı
90°	K841-I	190	25	4.35	5.54	7.66	8.71	1	4.35	Sünek	0.0000	0.0000	0.0131	0.0174	Belirgin
90°	K841-J	190	50	1.50	3.41	7.74	8.83		35.94		0.0000	0.0000	0.0145	0.0194	Sınırlı
270°	K2B41-I	190	25	6.81	5.42	7.66	8.71	1	6.81	Sünek	0.0000	0.0000	0.0131	0.0174	Sınırlı
270°	K2B41-J	190	50	2.85	1.40	7.74	8.83		35.94		0.0000	0.0000	0.0141	0.0187	Sınırlı
270°	K1B41-I	190	25	9.23	6.83	7.66	8.71	1	9.23	Sünek	0.0000	0.0000	0.0148	0.0197	Sınırlı
270°	K1B41-J	190	50	2.17	3.61	7.74	8.83		35.94		0.0000	0.0000	0.0150	0.0200	Sınırlı
270°	KZ41-I	190	25	13.65	8.52	7.66	8.71	1	13.65	Sünek	0.0011	0.0000	0.0152	0.0203	Belirgin
270°	KZ41-J	190	50	4.74	11.74	7.74	8.83		35.94		0.0000	0.0000	0.0169	0.0225	Sınırlı
270°	K141-I	190	25	14.26	8.77	7.66	8.71	1	14.26	Sünek	0.0029	0.0000	0.0152	0.0203	Belirgin
270°	K141-J	190	50	5.42	12.93	7.74	8.83		35.94		0.0000	0.0000	0.0162	0.0216	Sınırlı
270°	K241-I	190	25	13.79	8.52	7.66	8.71	1	13.79	Sünek	0.0032	0.0000	0.0152	0.0203	Belirgin
270°	K241-J	190	50	5.31	12.51	7.74	8.83		35.94		0.0000	0.0000	0.0163	0.0217	Sınırlı
270°	K341-I	190	25	13.15	8.13	7.66	8.71	1	13.15	Sünek	0.0027	0.0000	0.0152	0.0203	Belirgin

Yön	Kiriş	L-Net (cm)	bw(cm) h(cm)	V_i(t) V_j(t)	M_i(t.m) M_j(t.m)	My_i(t.m) My_j(t.m)	Mp_i(t.m) Mp_j(t.m)	KapasiteDüşürme Faktörü	Ve(t) Vr(t)	Kırılma Türü	θ_p (rad)	$\theta_{p\ (SH)}$ (rad)	$\theta_{p\ (KH)}$ (rad)	$\theta_{p\ (GÖ)}$ (rad)	Kesit Hasar
270°	K341-J	190	50	5.07	11.82	7.74	8.83		35.94		0.0000	0.0000	0.0161	0.0214	Sınırlı
270°	K441-I	190	25	12.51	7.79	7.66	8.71	1	12.51	Sünek	0.0016	0.0000	0.0152	0.0203	Belirgin
270°	K441-J	190	50	4.49	10.80	7.74	8.83		35.94		0.0000	0.0000	0.0169	0.0225	Sınırlı
270°	K541-I	190	25	11.79	7.42	7.66	8.71	1	11.79	Sünek	0.0002	0.0000	0.0152	0.0203	Belirgin
270°	K541-J	190	50	4.72	9.67	7.74	8.83		35.94		0.0000	0.0000	0.0169	0.0225	Sınırlı
270°	K641-I	190	25	9.52	6.48	7.66	8.71	1	9.52	Sünek	0.0001	0.0000	0.0144	0.0192	Belirgin
270°	K641-J	190	50	4.85	6.23	7.74	8.83		35.94		0.0000	0.0000	0.0148	0.0197	Sınırlı
270°	K741-I	190	25	7.16	5.51	7.66	8.71	1	7.16	Sünek	0.0000	0.0000	0.0135	0.0180	Belirgin
270°	K741-J	190	50	4.41	5.34	7.74	8.83		35.94		0.0000	0.0000	0.0145	0.0194	Sınırlı
270°	K841-I	190	25	3.76	4.64	7.66	8.71	1	3.76	Sünek	0.0000	0.0000	0.0131	0.0174	Belirgin
270°	K841-J	190	50	2.10	3.73	7.74	8.83		35.94		0.0000	0.0000	0.0145	0.0194	Sınırlı

Çizelge 4. 42 KX44 kirişleri için analiz sonuçları

Yön	Kiriş	L-Net (cm)	bw(cm) h(cm)	V_i(t) V_j(t)	M_i(t.m) M_j(t.m)	My_i(t.m) My_j(t.m)	Mp_i(t.m) Mp_j(t.m)	KapasiteDüşürme Faktörü	Ve(t) Vr(t)	Kırılma Türü	θ_p (rad)	$\theta_{p\ (SH)}$ (rad)	$\theta_{p\ (KH)}$ (rad)	$\theta_{p\ (GÖ)}$ (rad)	Kesit Hasar
90°	K2B44-I	180	25	6.04	2.67	7.74	8.83	1	6.04	Sünek	0.0000	0.0000	0.0139	0.0185	Sınırlı
90°	K2B44-J	180	50	4.55	1.49	7.76	8.81		35.94		0.0000	0.0000	0.0142	0.0189	Sınırlı
90°	K1B44-I	180	25	6.11	2.88	7.74	8.83	1	6.34	Sünek	0.0000	0.0000	0.0168	0.0224	Belirgin
90°	K1B44-J	180	50	6.34	4.61	7.76	8.81		35.94		0.0000	0.0000	0.0160	0.0213	Sınırlı
90°	KZ44-I	180	25	7.04	12.00	7.74	8.83	1	16.94	Sünek	0.0039	0.0000	0.0168	0.0224	Belirgin
90°	KZ44-J	180	50	16.94	14.30	7.76	8.81		35.94		0.0000	0.0000	0.0159	0.0212	Sınırlı
90°	K144-I	180	25	6.93	11.80	7.74	8.83	1	16.94	Sünek	0.0056	0.0000	0.0168	0.0224	Belirgin
90°	K144-J	180	50	16.94	14.44	7.76	8.81		35.94		0.0000	0.0000	0.0160	0.0214	Sınırlı
90°	K244-I	180	25	6.20	10.69	7.74	8.83	1	15.56	Sünek	0.0060	0.0000	0.0168	0.0224	Belirgin
90°	K244-J	180	50	15.56	12.93	7.76	8.81		35.94		0.0000	0.0000	0.0157	0.0209	Sınırlı
90°	K344-I	180	25	7.03	10.31	7.74	8.83	1	14.71	Sünek	0.0055	0.0000	0.0168	0.0224	Belirgin
90°	K344-J	180	50	14.71	12.19	7.76	8.81		35.94		0.0000	0.0000	0.0168	0.0224	Sınırlı
90°	K444-I	180	25	9.88	9.75	7.74	8.83	1	14.18	Sünek	0.0044	0.0000	0.0168	0.0224	Belirgin
90°	K444-J	180	50	14.18	11.60	7.76	8.81		35.94		0.0000	0.0000	0.0167	0.0222	Sınırlı
90°	K544-I	180	25	10.61	9.06	7.74	8.83	1	13.49	Sünek	0.0028	0.0000	0.0161	0.0214	Belirgin
90°	K544-J	180	50	13.49	10.82	7.76	8.81		35.94		0.0000	0.0000	0.0163	0.0218	Sınırlı
90°	K644-I	180	25	10.55	8.35	7.74	8.83	1	12.81	Sünek	0.0013	0.0000	0.0168	0.0224	Belirgin

Yön	Kiriş	L-Net (cm)	bw(cm) h(cm)	V_i(t) V_j(t)	M_i(t.m) M_j(t.m)	My_i(t.m) My_j(t.m)	Mp_i(t.m) Mp_j(t.m)	KapasiteDüşürme Faktörü	Ve(t) Vr(t)	Kırılma Türü	θ_p (rad)	$\theta_{p\ (SH)}$ (rad)	$\theta_{p\ (KH)}$ (rad)	$\theta_{p\ (GÖ)}$ (rad)	Kesit Hasar
90°	K644-J	180	50	12.81	10.10	7.76	8.81		35.94		0.0000	0.0000	0.0160	0.0213	Sınırlı
90°	K744-I	180	25	10.45	7.77	7.74	8.83	1	10.45	Sünek	0.0001	0.0000	0.0168	0.0224	Belirgin
90°	K744-J	180	50	10.27	7.85	7.76	8.81		35.94		0.0000	0.0000	0.0160	0.0213	Sınırlı
90°	K844-I	180	25	6.31	5.39	7.74	8.83	1	6.98	Sünek	0.0001	0.0000	0.0149	0.0199	Belirgin
90°	K844-J	180	50	6.98	5.28	7.76	8.81		35.94		0.0000	0.0000	0.0149	0.0199	Sınırlı
270°	K2B44-I	180	25	4.93	1.91	7.74	8.83	1	5.70	Sünek	0.0000	0.0000	0.0139	0.0185	Belirgin
270°	K2B44-J	180	50	5.70	3.29	7.76	8.81		35.94		0.0000	0.0000	0.0142	0.0189	Sınırlı
270°	K1B44-I	180	25	8.50	4.10	7.74	8.83	1	8.50	Sünek	0.0000	0.0000	0.0168	0.0224	Sınırlı
270°	K1B44-J	180	50	3.97	3.61	7.76	8.81		35.94		0.0000	0.0000	0.0160	0.0213	Sınırlı
270°	KZ44-I	180	25	17.84	14.66	7.74	8.83	1	17.84	Sünek	0.0037	0.0000	0.0156	0.0207	Belirgin
270°	KZ44-J	180	50	7.77	13.51	7.76	8.81		35.94		0.0000	0.0000	0.0167	0.0222	Sınırlı
270°	K144-I	180	25	18.37	15.40	7.74	8.83	1	18.37	Sünek	0.0055	0.0000	0.0153	0.0204	Belirgin
270°	K144-J	180	50	8.28	13.92	7.76	8.81		35.94		0.0000	0.0000	0.0168	0.0224	Sınırlı
270°	K244-I	180	25	17.18	14.19	7.74	8.83	1	17.18	Sünek	0.0060	0.0000	0.0159	0.0212	Belirgin
270°	K244-J	180	50	7.56	12.85	7.76	8.81		35.94		0.0000	0.0000	0.0157	0.0209	Sınırlı
270°	K344-I	180	25	16.18	13.23	7.74	8.83	1	16.18	Sünek	0.0054	0.0000	0.0165	0.0219	Belirgin
270°	K344-J	180	50	7.36	12.15	7.76	8.81		35.94		0.0000	0.0000	0.0168	0.0224	Sınırlı
270°	K444-I	180	25	15.36	12.36	7.74	8.83	1	15.36	Sünek	0.0042	0.0000	0.0168	0.0224	Belirgin
270°	K444-J	180	50	8.25	11.25	7.76	8.81		35.94		0.0000	0.0000	0.0167	0.0222	Sınırlı
270°	K544-I	180	25	14.46	11.36	7.74	8.83	1	14.46	Sünek	0.0026	0.0000	0.0161	0.0214	Belirgin
270°	K544-J	180	50	9.97	10.28	7.76	8.81		35.94		0.0000	0.0000	0.0163	0.0218	Sınırlı
270°	K644-I	180	25	13.41	10.28	7.74	8.83	1	13.41	Sünek	0.0009	0.0000	0.0168	0.0224	Belirgin
270°	K644-J	180	50	10.16	9.14	7.76	8.81		35.94		0.0000	0.0000	0.0160	0.0213	Sınırlı
270°	K744-I	180	25	12.20	9.37	7.74	8.83	1	12.20	Sünek	0.0001	0.0000	0.0168	0.0224	Belirgin
270°	K744-J	180	50	9.01	7.33	7.76	8.81		35.94		0.0000	0.0000	0.0160	0.0213	Sınırlı
270°	K844-I	180	25	6.34	5.17	7.74	8.83	1	6.87	Sünek	0.0001	0.0000	0.0149	0.0199	Belirgin
270°	K844-J	180	50	6.87	5.51	7.76	8.81		35.94		0.0000	0.0000	0.0149	0.0199	Sınırlı

Çizelge 4. 43 KX45 kirişleri için analiz sonuçları

Yön	Kiriş	L-Net (cm)	bw(cm) h(cm)	V_i(t) V_j(t)	M_i(t.m) M_j(t.m)	My_i(t.m) My_j(t.m)	Mp_i(t.m) Mp_j(t.m)	KapasiteDüşürme Faktörü	Ve(t) Vr(t)	Kırılma Türü	θ_p (rad)	$\theta_{p\ (SH)}$ (rad)	$\theta_{p\ (KH)}$ (rad)	$\theta_{p\ (GÖ)}$ (rad)	Kesit Hasar
90°	K2B45-I	475	25	18.76	20.60	5.92	6.86	1	18.76	Sünek	0.0004	0.0000	0.0122	0.0162	Belirgin
90°	K2B45-J	475	50	17.12	15.23	6.33	6.89		35.94		0.0000	0.0000	0.0327	0.0436	Sınırlı
90°	K1B45-I	475	25	20.61	22.08	5.92	6.86	1	20.61	Sünek	0.0037	0.0000	0.0113	0.0150	Belirgin
90°	K1B45-J	475	50	18.84	15.40	6.33	6.89		35.94		0.0000	0.0000	0.0306	0.0408	Sınırlı
90°	KZ45-I	475	25	20.61	22.06	5.92	6.86	1	20.61	Sünek	0.0117	0.0000	0.0121	0.0161	Belirgin
90°	KZ45-J	475	50	19.88	15.76	6.33	6.89		35.94		0.0000	0.0000	0.0301	0.0402	Sınırlı
90°	K145-I	475	25	20.61	22.06	5.92	6.86	1	20.61	Sünek	0.0143	0.0000	0.0124	0.0166	İleri
90°	K145-J	475	50	20.19	15.86	6.33	6.89		35.94		0.0000	0.0000	0.0298	0.0397	Sınırlı
90°	K245-I	475	25	20.61	22.06	5.92	6.86	1	20.61	Sünek	0.0148	0.0000	0.0114	0.0152	İleri
90°	K245-J	475	50	20.19	15.86	6.33	6.89		35.94		0.0000	0.0000	0.0298	0.0397	Sınırlı
90°	K345-I	475	25	20.69	22.12	5.92	6.86	1	20.69	Sünek	0.0140	0.0000	0.0124	0.0165	İleri
90°	K345-J	475	50	20.07	15.81	6.33	6.89		35.94		0.0000	0.0000	0.0299	0.0399	Sınırlı
90°	K445-I	475	25	20.81	22.19	5.92	6.86	1	20.81	Sünek	0.0123	0.0000	0.0120	0.0160	İleri
90°	K445-J	475	50	19.86	15.73	6.33	6.89		35.94		0.0000	0.0000	0.0302	0.0402	Sınırlı
90°	K545-I	475	25	20.90	22.25	5.92	6.86	1	20.90	Sünek	0.0100	0.0000	0.0117	0.0155	Belirgin
90°	K545-J	475	50	19.58	15.64	6.33	6.89		35.94		0.0000	0.0000	0.0309	0.0412	Sınırlı
90°	K645-I	475	25	20.92	22.26	5.92	6.86	1	20.92	Sünek	0.0073	0.0000	0.0111	0.0148	Belirgin
90°	K645-J	475	50	19.28	15.53	6.33	6.89		35.94		0.0000	0.0000	0.0301	0.0402	Sınırlı
90°	K745-I	475	25	20.86	22.25	5.92	6.86	1	20.86	Sünek	0.0054	0.0000	0.0111	0.0149	Belirgin
90°	K745-J	475	50	19.01	15.45	6.33	6.89		35.94		0.0000	0.0000	0.0304	0.0405	Sınırlı
90°	K845-I	475	25	17.19	18.65	5.92	6.86	1	17.19	Sünek	0.0014	0.0000	0.0124	0.0166	Belirgin
90°	K845-J	475	50	16.22	14.96	6.33	6.89		35.94		0.0000	0.0000	0.0327	0.0436	Sınırlı
270°	K2B45-I	475	25	18.49	19.71	5.92	6.86	1	18.49	Sünek	0.0010	0.0000	0.0123	0.0164	Belirgin
270°	K2B45-J	475	50	17.21	15.26	6.33	6.89		35.94		0.0000	0.0000	0.0326	0.0435	Sınırlı
270°	K1B45-I	475	25	20.92	22.29	5.92	6.86	1	20.92	Sünek	0.0017	0.0000	0.0111	0.0148	Belirgin
270°	K1B45-J	475	50	18.54	15.29	6.33	6.89		35.94		0.0000	0.0000	0.0309	0.0412	Sınırlı
270°	KZ45-I	475	25	22.05	23.02	5.92	6.86	1	22.05	Sünek	0.0019	0.0000	0.0114	0.0152	Belirgin
270°	KZ45-J	475	50	18.53	15.25	6.33	6.89		35.94		0.0000	0.0000	0.0316	0.0422	Sınırlı
270°	K145-I	475	25	22.32	23.23	5.92	6.86	1	22.32	Sünek	0.0019	0.0000	0.0116	0.0155	Belirgin
270°	K145-J	475	50	18.53	15.25	6.33	6.89		35.94		0.0000	0.0000	0.0317	0.0422	Sınırlı
270°	K245-I	475	25	22.32	23.24	5.92	6.86	1	22.32	Sünek	0.0018	0.0000	0.0107	0.0142	Belirgin
270°	K245-J	475	50	18.53	15.25	6.33	6.89		35.94		0.0000	0.0000	0.0317	0.0422	Sınırlı
270°	K345-I	475	25	22.20	23.16	5.92	6.86	1	22.20	Sünek	0.0024	0.0000	0.0117	0.0155	Belirgin

Yön	Kiriş	L-Net (cm)	bw(cm) h(cm)	V_i(t) V_j(t)	M_i(t.m) M_j(t.m)	My_i(t.m) My_j(t.m)	Mp_i(t.m) Mp_j(t.m)	KapasiteDüşürme Faktörü	Ve(t) Vr(t)	Kırılma Türü	θ_p (rad)	$\theta_{p\ (SH)}$ (rad)	$\theta_{p\ (KH)}$ (rad)	$\theta_{p\ (GÖ)}$ (rad)	Kesit Hasar
270°	K345-J	475	50	18.60	15.27	6.33	6.89		35.94		0.0000	0.0000	0.0316	0.0421	Sınırlı
270°	K445-I	475	25	22.01	23.01	5.92	6.86	1	22.01	Sünek	0.0036	0.0000	0.0114	0.0152	Belirgin
270°	K445-J	475	50	18.71	15.31	6.33	6.89		35.94		0.0000	0.0000	0.0315	0.0419	Sınırlı
270°	K545-I	475	25	21.75	22.83	5.92	6.86	1	21.75	Sünek	0.0045	0.0000	0.0113	0.0150	Belirgin
270°	K545-J	475	50	18.78	15.34	6.33	6.89		35.94		0.0000	0.0000	0.0318	0.0425	Sınırlı
270°	K645-I	475	25	21.42	22.60	5.92	6.86	1	21.42	Sünek	0.0046	0.0000	0.0109	0.0145	Belirgin
270°	K645-J	475	50	18.80	15.34	6.33	6.89		35.94		0.0000	0.0000	0.0306	0.0409	Sınırlı
270°	K745-I	475	25	21.15	22.44	5.92	6.86	1	21.15	Sünek	0.0041	0.0000	0.0110	0.0147	Belirgin
270°	K745-J	475	50	18.75	15.35	6.33	6.89		35.94		0.0000	0.0000	0.0307	0.0409	Sınırlı
270°	K845-I	475	25	17.63	19.99	5.92	6.86	1	17.63	Sünek	0.0014	0.0000	0.0122	0.0163	Belirgin
270°	K845-J	475	50	15.91	14.21	6.33	6.89		35.94		0.0000	0.0000	0.0330	0.0441	Sınırlı

Çizelge 4. 44 KX46 kirişleri için analiz sonuçları

Yön	Kiriş	L-Net (cm)	bw(cm) h(cm)	V_i(t) V_j(t)	M_i(t.m) M_j(t.m)	My_i(t.m) My_j(t.m)	Mp_i(t.m) Mp_j(t.m)	KapasiteDüşürme Faktörü	Ve(t) Vr(t)	Kırılma Türü	θ_p (rad)	$\theta_{p\ (SH)}$ (rad)	$\theta_{p\ (KH)}$ (rad)	$\theta_{p\ (GÖ)}$ (rad)	Kesit Hasar
90°	K2B46-I	475	25	18.59	15.32	6.33	6.89	1	20.59	Sünek	0.0020	0.0000	0.0311	0.0415	Belirgin
90°	K2B46-J	475	50	20.59	22.08	5.92	6.86		35.94		0.0000	0.0000	0.0112	0.0149	Sınırlı
90°	K1B46-I	475	25	18.51	15.28	6.33	6.89	1	20.89	Sünek	0.0018	0.0000	0.0310	0.0413	Belirgin
90°	K1B46-J	475	50	20.89	22.29	5.92	6.86		35.94		0.0000	0.0000	0.0111	0.0148	Sınırlı
90°	KZ46-I	475	25	18.51	15.25	6.33	6.89	1	21.98	Sünek	0.0078	0.0000	0.0322	0.0429	Belirgin
90°	KZ46-J	475	50	21.98	23.00	5.92	6.86		35.94		0.0000	0.0000	0.0115	0.0153	Sınırlı
90°	K146-I	475	25	18.50	15.25	6.33	6.89	1	22.23	Sünek	0.0103	0.0000	0.0317	0.0422	Belirgin
90°	K146-J	475	50	22.23	23.19	5.92	6.86		35.94		0.0000	0.0000	0.0114	0.0152	Sınırlı
90°	K246-I	475	25	18.50	15.25	6.33	6.89	1	22.22	Sünek	0.0110	0.0000	0.0317	0.0422	Belirgin
90°	K246-J	475	50	22.22	23.19	5.92	6.86		35.94		0.0000	0.0000	0.0114	0.0152	Sınırlı
90°	K346-I	475	25	18.58	15.28	6.33	6.89	1	22.10	Sünek	0.0104	0.0000	0.0316	0.0421	Belirgin
90°	K346-J	475	50	22.10	23.11	5.92	6.86		35.94		0.0000	0.0000	0.0115	0.0153	Sınırlı
90°	K446-I	475	25	18.69	15.31	6.33	6.89	1	21.92	Sünek	0.0089	0.0000	0.0315	0.0420	Belirgin
90°	K446-J	475	50	21.92	22.98	5.92	6.86		35.94		0.0000	0.0000	0.0115	0.0154	Sınırlı
90°	K546-I	475	25	18.78	15.35	6.33	6.89	1	21.66	Sünek	0.0068	0.0000	0.0305	0.0407	Belirgin
90°	K546-J	475	50	21.66	22.80	5.92	6.86		35.94		0.0000	0.0000	0.0114	0.0152	Sınırlı
90°	K646-I	475	25	18.80	15.35	6.33	6.89	1	21.36	Sünek	0.0043	0.0000	0.0306	0.0409	Belirgin

Yön	Kiriş	L-Net (cm)	bw(cm) h(cm)	V_i(t) V_j(t)	M_i(t.m) M_j(t.m)	My_i(t.m) My_j(t.m)	Mp_i(t.m) Mp_j(t.m)	KapasiteDüşürme Faktörü	Ve(t) Vr(t)	Kırılma Türü	θ_p (rad)	$\theta_{p\ (SH)}$ (rad)	$\theta_{p\ (KH)}$ (rad)	$\theta_{p\ (GÖ)}$ (rad)	Kesit Hasar
90°	K646-J	475	50	21.36	22.58	5.92	6.86		35.94		0.0000	0.0000	0.0109	0.0146	Sınırlı
90°	K746-I	475	25	18.74	15.35	6.33	6.89	1	21.10	Sünek	0.0025	0.0000	0.0307	0.0409	Belirgin
90°	K746-J	475	50	21.10	22.43	5.92	6.86		35.94		0.0000	0.0000	0.0110	0.0147	Sınırlı
90°	K846-I	475	25	15.82	14.01	6.33	6.89	1	17.61	Sünek	0.0020	0.0000	0.0331	0.0442	Belirgin
90°	K846-J	475	50	17.61	20.02	5.92	6.86		35.94		0.0000	0.0000	0.0124	0.0166	Sınırlı
270°	K2B46-I	475	25	18.51	15.29	6.33	6.89	1	20.68	Sünek	0.0020	0.0000	0.0312	0.0416	Belirgin
270°	K2B46-J	475	50	20.68	22.13	5.92	6.86		35.94		0.0000	0.0000	0.0111	0.0148	Sınırlı
270°	K1B46-I	475	25	18.81	15.39	6.33	6.89	1	20.59	Sünek	0.0018	0.0000	0.0306	0.0408	Belirgin
270°	K1B46-J	475	50	20.59	22.09	5.92	6.86		35.94		0.0000	0.0000	0.0113	0.0150	Sınırlı
270°	KZ46-I	475	25	19.91	15.77	6.33	6.89	1	20.59	Sünek	0.0019	0.0000	0.0306	0.0407	Belirgin
270°	KZ46-J	475	50	20.59	22.06	5.92	6.86		35.94		0.0000	0.0000	0.0122	0.0162	Sınırlı
270°	K146-I	475	25	20.23	15.87	6.33	6.89	1	20.59	Sünek	0.0018	0.0000	0.0297	0.0396	Belirgin
270°	K146-J	475	50	20.59	22.06	5.92	6.86		35.94		0.0000	0.0000	0.0122	0.0162	Sınırlı
270°	K246-I	475	25	20.25	15.88	6.33	6.89	1	20.59	Sünek	0.0018	0.0000	0.0297	0.0396	Belirgin
270°	K246-J	475	50	20.59	22.06	5.92	6.86		35.94		0.0000	0.0000	0.0122	0.0162	Sınırlı
270°	K346-I	475	25	20.12	15.83	6.33	6.89	1	20.66	Sünek	0.0018	0.0000	0.0299	0.0398	Belirgin
270°	K346-J	475	50	20.66	22.12	5.92	6.86		35.94		0.0000	0.0000	0.0121	0.0162	Sınırlı
270°	K446-I	475	25	19.90	15.75	6.33	6.89	1	20.77	Sünek	0.0018	0.0000	0.0301	0.0401	Belirgin
270°	K446-J	475	50	20.77	22.19	5.92	6.86		35.94		0.0000	0.0000	0.0121	0.0161	Sınırlı
270°	K546-I	475	25	19.60	15.65	6.33	6.89	1	20.85	Sünek	0.0026	0.0000	0.0296	0.0395	Belirgin
270°	K546-J	475	50	20.85	22.24	5.92	6.86		35.94		0.0000	0.0000	0.0118	0.0157	Sınırlı
270°	K646-I	475	25	19.29	15.53	6.33	6.89	1	20.87	Sünek	0.0028	0.0000	0.0301	0.0401	Belirgin
270°	K646-J	475	50	20.87	22.25	5.92	6.86		35.94		0.0000	0.0000	0.0111	0.0149	Sınırlı
270°	K746-I	475	25	19.01	15.45	6.33	6.89	1	20.82	Sünek	0.0024	0.0000	0.0304	0.0405	Belirgin
270°	K746-J	475	50	20.82	22.24	5.92	6.86		35.94		0.0000	0.0000	0.0112	0.0149	Sınırlı
270°	K846-I	475	25	16.18	14.90	6.33	6.89	1	17.22	Sünek	0.0019	0.0000	0.0328	0.0437	Belirgin
270°	K846-J	475	50	17.22	18.85	5.92	6.86		35.94		0.0000	0.0000	0.0126	0.0168	Sınırlı

Çizelge 4. 45 KX47 kirişleri için analiz sonuçları

Yön	Kiriş	L-Net (cm)	bw(cm) h(cm)	V_i(t) V_j(t)	M_i(t.m) M_j(t.m)	My_i(t.m) My_j(t.m)	Mp_i(t.m) Mp_j(t.m)	KapasiteDüşürme Faktörü	Ve(t) Vr(t)	Kırılma Türü	θ_p (rad)	$\theta_{p\ (SH)}$ (rad)	$\theta_{p\ (KH)}$ (rad)	$\theta_{p\ (GÖ)}$ (rad)	Kesit Hasar
90°	K2B47-I	180	25	7.54	4.74	7.76	8.81	1	7.54	Sünek	0.0000	0.0000	0.0141	0.0187	Sınırlı
90°	K2B47-J	180	50	4.38	1.10	7.74	8.83		35.94		0.0000	0.0000	0.0142	0.0189	Sınırlı
90°	K1B47-I	180	25	5.17	3.51	7.76	8.81	1	9.80	Sünek	0.0001	0.0000	0.0160	0.0213	Belirgin
90°	K1B47-J	180	50	9.80	7.23	7.74	8.83		35.94		0.0000	0.0000	0.0168	0.0224	Sınırlı
90°	KZ47-I	180	25	6.63	12.25	7.76	8.81	1	16.52	Sünek	0.0041	0.0000	0.0168	0.0224	Belirgin
90°	KZ47-J	180	50	16.52	13.14	7.74	8.83		35.94		0.0000	0.0000	0.0158	0.0211	Sınırlı
90°	K147-I	180	25	6.96	12.38	7.76	8.81	1	16.96	Sünek	0.0061	0.0000	0.0168	0.0224	Belirgin
90°	K147-J	180	50	16.96	13.93	7.74	8.83		35.94		0.0000	0.0000	0.0160	0.0214	Sınırlı
90°	K247-I	180	25	5.90	10.97	7.76	8.81	1	15.43	Sünek	0.0065	0.0000	0.0168	0.0224	Belirgin
90°	K247-J	180	50	15.43	12.27	7.74	8.83		35.94		0.0000	0.0000	0.0168	0.0224	Sınırlı
90°	K347-I	180	25	6.16	10.47	7.76	8.81	1	14.50	Sünek	0.0061	0.0000	0.0168	0.0224	Belirgin
90°	K347-J	180	50	14.50	11.43	7.74	8.83		35.94		0.0000	0.0000	0.0168	0.0224	Sınırlı
90°	K447-I	180	25	9.30	9.86	7.76	8.81	1	13.94	Sünek	0.0049	0.0000	0.0168	0.0224	Belirgin
90°	K447-J	180	50	13.94	10.85	7.74	8.83		35.94		0.0000	0.0000	0.0162	0.0216	Sınırlı
90°	K547-I	180	25	10.57	9.19	7.76	8.81	1	13.30	Sünek	0.0034	0.0000	0.0168	0.0224	Belirgin
90°	K547-J	180	50	13.30	10.14	7.74	8.83		35.94		0.0000	0.0000	0.0160	0.0213	Sınırlı
90°	K647-I	180	25	10.69	8.38	7.76	8.81	1	12.49	Sünek	0.0017	0.0000	0.0160	0.0213	Belirgin
90°	K647-J	180	50	12.49	9.33	7.74	8.83		35.94		0.0000	0.0000	0.0168	0.0224	Sınırlı
90°	K747-I	180	25	10.00	8.24	7.76	8.81	1	11.08	Sünek	0.0001	0.0000	0.0160	0.0213	Belirgin
90°	K747-J	180	50	11.08	8.49	7.74	8.83		35.94		0.0000	0.0000	0.0168	0.0224	Sınırlı
90°	K847-I	180	25	7.70	6.41	7.76	8.81	1	7.70	Sünek	0.0000	0.0000	0.0151	0.0202	Belirgin
90°	K847-J	180	50	5.15	4.08	7.74	8.83		35.94		0.0000	0.0000	0.0149	0.0199	Sınırlı
270°	K2B47-I	180	25	5.68	2.53	7.76	8.81	1	6.37	Sünek	0.0000	0.0000	0.0141	0.0187	Belirgin
270°	K2B47-J	180	50	6.37	3.20	7.74	8.83		35.94		0.0000	0.0000	0.0142	0.0189	Sınırlı
270°	K1B47-I	180	25	10.33	7.22	7.76	8.81	1	10.33	Sünek	0.0000	0.0000	0.0160	0.0213	Sınırlı
270°	K1B47-J	180	50	4.87	4.64	7.74	8.83		35.94		0.0000	0.0000	0.0168	0.0224	Sınırlı
270°	KZ47-I	180	25	17.70	15.31	7.76	8.81	1	17.70	Sünek	0.0032	0.0000	0.0156	0.0208	Belirgin
270°	KZ47-J	180	50	7.70	12.61	7.74	8.83		35.94		0.0000	0.0000	0.0163	0.0218	Sınırlı
270°	K147-I	180	25	18.22	15.82	7.76	8.81	1	18.22	Sünek	0.0053	0.0000	0.0153	0.0205	Belirgin
270°	K147-J	180	50	8.18	13.21	7.74	8.83		35.94		0.0000	0.0000	0.0168	0.0224	Sınırlı
270°	K247-I	180	25	16.97	14.52	7.76	8.81	1	16.97	Sünek	0.0057	0.0000	0.0160	0.0214	Belirgin
270°	K247-J	180	50	7.46	12.14	7.74	8.83		35.94		0.0000	0.0000	0.0168	0.0224	Sınırlı
270°	K347-I	180	25	15.95	13.54	7.76	8.81	1	15.95	Sünek	0.0052	0.0000	0.0166	0.0221	Belirgin

Yön	Kiriş	L-Net (cm)	bw(cm) h(cm)	V_i(t) V_j(t)	M_i(t.m) M_j(t.m)	My_i(t.m) My_j(t.m)	Mp_i(t.m) Mp_j(t.m)	KapasiteDüşürme Faktörü	Ve(t) Vr(t)	Kırılma Türü	θ_p (rad)	$\theta_{p\ (SH)}$ (rad)	$\theta_{p\ (KH)}$ (rad)	$\theta_{p\ (GÖ)}$ (rad)	Kesit Hasar
270°	K347-J	180	50	7.35	11.50	7.74	8.83		35.94		0.0000	0.0000	0.0168	0.0224	Sınırlı
270°	K447-I	180	25	15.15	12.65	7.76	8.81	1	15.15	Sünek	0.0040	0.0000	0.0168	0.0224	Belirgin
270°	K447-J	180	50	8.69	10.66	7.74	8.83		35.94		0.0000	0.0000	0.0162	0.0216	Sınırlı
270°	K547-I	180	25	14.20	11.58	7.76	8.81	1	14.20	Sünek	0.0024	0.0000	0.0168	0.0224	Belirgin
270°	K547-J	180	50	10.01	9.68	7.74	8.83		35.94		0.0000	0.0000	0.0160	0.0213	Sınırlı
270°	K647-I	180	25	13.30	10.62	7.76	8.81	1	13.30	Sünek	0.0008	0.0000	0.0160	0.0213	Belirgin
270°	K647-J	180	50	10.01	8.73	7.74	8.83		35.94		0.0000	0.0000	0.0168	0.0224	Sınırlı
270°	K747-I	180	25	10.91	8.51	7.76	8.81	1	10.91	Sünek	0.0001	0.0000	0.0160	0.0213	Belirgin
270°	K747-J	180	50	9.76	7.56	7.74	8.83		35.94		0.0000	0.0000	0.0168	0.0224	Sınırlı
270°	K847-I	180	25	7.45	5.81	7.76	8.81	1	7.45	Sünek	0.0000	0.0000	0.0151	0.0202	Belirgin
270°	K847-J	180	50	5.36	4.46	7.74	8.83		35.94		0.0000	0.0000	0.0149	0.0199	Sınırlı

Çizelge 4. 46 KX49 kirişleri için analiz sonuçları

Yön	Kiriş	L-Net (cm)	bw(cm) h(cm)	V_i(t) V_j(t)	M_i(t.m) M_j(t.m)	My_i(t.m) My_j(t.m)	Mp_i(t.m) Mp_j(t.m)	KapasiteDüşürme Faktörü	Ve(t) Vr(t)	Kırılma Türü	θ_p (rad)	$\theta_{p\ (SH)}$ (rad)	$\theta_{p\ (KH)}$ (rad)	$\theta_{p\ (GÖ)}$ (rad)	Kesit Hasar
90°	K2B49-I	425	25	16.25	15.43	5.92	6.86	1	16.25	Sünek	0.0000	0.0000	0.0128	0.0170	Sınırlı
90°	K2B49-J	425	50	9.60	0.40	0.00	0.00		23.04		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	Sınırlı
90°	K1B49-I	425	25	15.94	14.28	5.92	6.86	1	15.94	Sünek	0.0000	0.0000	0.0129	0.0172	Sınırlı
90°	K1B49-J	425	50	9.95	0.73	0.00	0.00		23.04		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	Sınırlı
90°	KZ49-I	425	25	15.72	13.50	5.92	6.86	1	15.72	Sünek	0.0000	0.0000	0.0130	0.0173	Sınırlı
90°	KZ49-J	425	50	10.30	1.25	0.00	0.00		23.04		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	Sınırlı
90°	K149-I	425	25	15.57	12.94	5.92	6.86	1	15.57	Sünek	0.0000	0.0000	0.0130	0.0174	Sınırlı
90°	K149-J	425	50	10.53	1.49	0.00	0.00		23.04		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	Sınırlı
90°	K249-I	425	25	15.46	12.46	5.92	6.86	1	15.46	Sünek	0.0000	0.0000	0.0131	0.0174	Sınırlı
90°	K249-J	425	50	10.70	1.62	0.00	0.00		23.04		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	Sınırlı
90°	K349-I	425	25	15.37	12.06	5.92	6.86	1	15.37	Sünek	0.0000	0.0000	0.0131	0.0174	Sınırlı
90°	K349-J	425	50	10.79	1.67	0.00	0.00		23.04		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	Sınırlı
90°	K449-I	425	25	15.31	11.72	5.92	6.86	1	15.31	Sünek	0.0000	0.0000	0.0131	0.0174	Sınırlı
90°	K449-J	425	50	10.82	1.64	0.00	0.00		23.04		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	Sınırlı
90°	K549-I	425	25	15.26	11.47	5.92	6.86	1	15.26	Sünek	0.0000	0.0000	0.0131	0.0174	Sınırlı
90°	K549-J	425	50	10.80	1.56	0.00	0.00		23.04		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	Sınırlı
90°	K649-I	425	25	15.22	11.32	5.92	6.86	1	15.22	Sünek	0.0000	0.0000	0.0131	0.0174	Sınırlı

Yön	Kiriş	L-Net (cm)	bw(cm) h(cm)	V_i(t) V_j(t)	M_i(t.m) M_j(t.m)	My_i(t.m) My_j(t.m)	Mp_i(t.m) Mp_j(t.m)	KapasiteDüşürme Faktörü	Ve(t) Vr(t)	Kırılma Türü	θ_p (rad)	$\theta_{p\ (SH)}$ (rad)	$\theta_{p\ (KH)}$ (rad)	$\theta_{p\ (GÖ)}$ (rad)	Kesit Hasar
90°	K649-J	425	50	10.76	1.44	0.00	0.00		23.04		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	Sınırlı
90°	K749-I	425	25	15.18	11.18	5.92	6.86	1	15.18	Sünek	0.0000	0.0000	0.0131	0.0174	Sınırlı
90°	K749-J	425	50	10.74	1.36	0.00	0.00		23.04		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	Sınırlı
90°	K849-I	425	25	16.54	11.57	5.92	6.86	1	16.54	Sünek	0.0000	0.0000	0.0131	0.0174	Sınırlı
90°	K849-J	425	50	12.01	1.47	0.00	0.00		23.04		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	Sınırlı
270°	K2B49-I	425	25	16.28	15.54	5.92	6.86	1	16.28	Sünek	0.0000	0.0000	0.0128	0.0170	Sınırlı
270°	K2B49-J	425	50	9.57	0.38	0.00	0.00		23.04		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	Sınırlı
270°	K1B49-I	425	25	16.06	14.60	5.92	6.86	1	16.06	Sünek	0.0000	0.0000	0.0128	0.0171	Sınırlı
270°	K1B49-J	425	50	9.84	0.52	0.00	0.00		23.04		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	Sınırlı
270°	KZ49-I	425	25	16.01	14.05	5.92	6.86	1	16.01	Sünek	0.0000	0.0000	0.0129	0.0172	Sınırlı
270°	KZ49-J	425	50	10.05	0.62	0.00	0.00		23.04		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	Sınırlı
270°	K149-I	425	25	15.94	13.67	5.92	6.86	1	15.94	Sünek	0.0000	0.0000	0.0129	0.0172	Sınırlı
270°	K149-J	425	50	10.21	0.71	0.00	0.00		23.04		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	Sınırlı
270°	K249-I	425	25	15.86	13.32	5.92	6.86	1	15.86	Sünek	0.0000	0.0000	0.0129	0.0172	Sınırlı
270°	K249-J	425	50	10.34	0.77	0.00	0.00		23.04		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	Sınırlı
270°	K349-I	425	25	15.77	12.96	5.92	6.86	1	15.77	Sünek	0.0000	0.0000	0.0130	0.0173	Sınırlı
270°	K349-J	425	50	10.43	0.87	0.00	0.00		23.04		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	Sınırlı
270°	K449-I	425	25	15.66	12.57	5.92	6.86	1	15.66	Sünek	0.0000	0.0000	0.0130	0.0173	Sınırlı
270°	K449-J	425	50	10.50	0.95	0.00	0.00		23.04		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	Sınırlı
270°	K549-I	425	25	15.54	12.19	5.92	6.86	1	15.54	Sünek	0.0000	0.0000	0.0131	0.0174	Sınırlı
270°	K549-J	425	50	10.56	1.02	0.00	0.00		23.04		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	Sınırlı
270°	K649-I	425	25	15.43	11.83	5.92	6.86	1	15.43	Sünek	0.0000	0.0000	0.0131	0.0174	Sınırlı
270°	K649-J	425	50	10.59	1.04	0.00	0.00		23.04		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	Sınırlı
270°	K749-I	425	25	15.33	11.54	5.92	6.86	1	15.33	Sünek	0.0000	0.0000	0.0131	0.0174	Sınırlı
270°	K749-J	425	50	10.63	1.06	0.00	0.00		23.04		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	Sınırlı
270°	K849-I	425	25	16.64	11.74	5.92	6.86	1	16.64	Sünek	0.0000	0.0000	0.0130	0.0174	Sınırlı
270°	K849-J	425	50	11.92	1.22	0.00	0.00		23.04		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	Sınırlı

Çizelge 4. 47 KX50 kirişleri için analiz sonuçları

Yön	Kiriş	L-Net (cm)	bw(cm) h(cm)	V_i(t) V_j(t)	M_i(t.m) M_j(t.m)	My_i(t.m) My_j(t.m)	Mp_i(t.m) Mp_j(t.m)	KapasiteDüşürme Faktörü	Ve(t) Vr(t)	Kırılma Türü	θ_p (rad)	$\theta_{p\ (SH)}$ (rad)	$\theta_{p\ (KH)}$ (rad)	$\theta_{p\ (GÖ)}$ (rad)	Kesit Hasar
90°	K2B50-I	465	25	10.58	0.64	0.00	0.00	1	17.51	Sünek	0.0007	0.0000	0.0000	0.0000	Sınırlı

Yön	Kiriş	L-Net (cm)	bw(cm) h(cm)	V_i(t) V_j(t)	M_i(t.m) M_j(t.m)	My_i(t.m) My_j(t.m)	Mp_i(t.m) Mp_j(t.m)	KapasiteDüşürme Faktörü	Ve(t) Vr(t)	Kırılma Türü	θ_p (rad)	$\theta_{p\ (SH)}$ (rad)	$\theta_{p\ (KH)}$ (rad)	$\theta_{p\ (GÖ)}$ (rad)	Kesit Hasar
90°	K2B50-J	465	50	17.51	17.67	9.04	10.14		23.04		0.0000	0.0000	0.0163	0.0218	Sınırlı
90°	K1B50-I	465	25	10.88	0.79	0.00	0.00	1	17.28	Sünek	0.0006	0.0000	0.0000	0.0000	Sınırlı
90°	K1B50-J	465	50	17.28	16.54	9.04	10.14		23.04		0.0000	0.0000	0.0170	0.0227	Sınırlı
90°	KZ50-I	465	25	11.08	0.89	0.00	0.00	1	17.21	Sünek	0.0006	0.0000	0.0000	0.0000	Sınırlı
90°	KZ50-J	465	50	17.21	15.96	9.04	10.14		23.04		0.0000	0.0000	0.0170	0.0227	Sınırlı
90°	K150-I	465	25	11.24	0.98	0.00	0.00	1	17.14	Sünek	0.0006	0.0000	0.0000	0.0000	Sınırlı
90°	K150-J	465	50	17.14	15.54	9.04	10.14		23.04		0.0000	0.0000	0.0171	0.0228	Sınırlı
90°	K250-I	465	25	11.37	1.05	0.00	0.00	1	17.06	Sünek	0.0006	0.0000	0.0000	0.0000	Sınırlı
90°	K250-J	465	50	17.06	15.18	9.04	10.14		23.04		0.0000	0.0000	0.0171	0.0228	Sınırlı
90°	K350-I	465	25	11.47	1.15	0.00	0.00	1	16.98	Sünek	0.0006	0.0000	0.0000	0.0000	Sınırlı
90°	K350-J	465	50	16.98	14.81	9.04	10.14		23.04		0.0000	0.0000	0.0172	0.0229	Sınırlı
90°	K450-I	465	25	11.54	1.23	0.00	0.00	1	16.88	Sünek	0.0006	0.0000	0.0000	0.0000	Sınırlı
90°	K450-J	465	50	16.88	14.42	9.04	10.14		23.04		0.0000	0.0000	0.0172	0.0230	Sınırlı
90°	K550-I	465	25	11.59	1.30	0.00	0.00	1	16.77	Sünek	0.0006	0.0000	0.0000	0.0000	Sınırlı
90°	K550-J	465	50	16.77	14.01	9.04	10.14		23.04		0.0000	0.0000	0.0173	0.0230	Sınırlı
90°	K650-I	465	25	11.63	1.33	0.00	0.00	1	16.66	Sünek	0.0005	0.0000	0.0000	0.0000	Sınırlı
90°	K650-J	465	50	16.66	13.63	9.04	10.14		23.04		0.0000	0.0000	0.0173	0.0231	Sınırlı
90°	K750-I	465	25	11.67	1.35	0.00	0.00	1	16.57	Sünek	0.0005	0.0000	0.0000	0.0000	Sınırlı
90°	K750-J	465	50	16.57	13.31	9.04	10.14		23.04		0.0000	0.0000	0.0174	0.0232	Sınırlı
90°	K850-I	465	25	13.07	1.57	0.00	0.00	1	18.03	Sünek	0.0005	0.0000	0.0000	0.0000	Sınırlı
90°	K850-J	465	50	18.03	13.68	9.04	10.14		23.04		0.0000	0.0000	0.0171	0.0228	Sınırlı
270°	K2B50-I	465	25	10.60	0.65	0.00	0.00	1	17.49	Sünek	0.0007	0.0000	0.0000	0.0000	Sınırlı
270°	K2B50-J	465	50	17.49	17.60	9.04	10.14		23.04		0.0000	0.0000	0.0163	0.0218	Sınırlı
270°	K1B50-I	465	25	10.95	0.96	0.00	0.00	1	17.20	Sünek	0.0006	0.0000	0.0000	0.0000	Sınırlı
270°	K1B50-J	465	50	17.20	16.37	9.04	10.14		23.04		0.0000	0.0000	0.0170	0.0227	Sınırlı
270°	KZ50-I	465	25	11.28	1.49	0.00	0.00	1	16.99	Sünek	0.0006	0.0000	0.0000	0.0000	Sınırlı
270°	KZ50-J	465	50	16.99	15.53	9.04	10.14		23.04		0.0000	0.0000	0.0172	0.0229	Sınırlı
270°	K150-I	465	25	11.52	1.73	0.00	0.00	1	16.84	Sünek	0.0006	0.0000	0.0000	0.0000	Sınırlı
270°	K150-J	465	50	16.84	14.92	9.04	10.14		23.04		0.0000	0.0000	0.0172	0.0230	Sınırlı
270°	K250-I	465	25	11.68	1.85	0.00	0.00	1	16.73	Sünek	0.0006	0.0000	0.0000	0.0000	Sınırlı
270°	K250-J	465	50	16.73	14.39	9.04	10.14		23.04		0.0000	0.0000	0.0173	0.0231	Sınırlı
270°	K350-I	465	25	11.76	1.88	0.00	0.00	1	16.63	Sünek	0.0005	0.0000	0.0000	0.0000	Sınırlı
270°	K350-J	465	50	16.63	13.93	9.04	10.14		23.04		0.0000	0.0000	0.0174	0.0231	Sınırlı
270°	K450-I	465	25	11.79	1.86	0.00	0.00	1	16.56	Sünek	0.0005	0.0000	0.0000	0.0000	Sınırlı
270°	K450-J	465	50	16.56	13.55	9.04	10.14		23.04		0.0000	0.0000	0.0174	0.0232	Sınırlı

Yön	Kiriş	L-Net (cm)	bw(cm) h(cm)	V_i(t) V_j(t)	M_i(t.m) M_j(t.m)	My_i(t.m) My_j(t.m)	Mp_i(t.m) Mp_j(t.m)	KapasiteDüşürme Faktörü	Ve(t) Vr(t)	Kırılma Türü	θ_p (rad)	$\theta_{p\ (SH)}$ (rad)	$\theta_{p\ (KH)}$ (rad)	$\theta_{p\ (GÖ)}$ (rad)	Kesit Hasar
270°	K550-I	465	25	11.79	1.78	0.00	0.00	1	16.51	Sünek	0.0005	0.0000	0.0000	0.0000	Sınırlı
270°	K550-J	465	50	16.51	13.26	9.04	10.14		23.04		0.0000	0.0000	0.0174	0.0232	Sınırlı
270°	K650-I	465	25	11.76	1.67	0.00	0.00	1	16.47	Sünek	0.0005	0.0000	0.0000	0.0000	Sınırlı
270°	K650-J	465	50	16.47	13.05	9.04	10.14		23.04		0.0000	0.0000	0.0175	0.0233	Sınırlı
270°	K750-I	465	25	11.76	1.60	0.00	0.00	1	16.42	Sünek	0.0005	0.0000	0.0000	0.0000	Sınırlı
270°	K750-J	465	50	16.42	12.87	9.04	10.14		23.04		0.0000	0.0000	0.0175	0.0233	Sınırlı
270°	K850-I	465	25	13.17	1.81	0.00	0.00	1	17.93	Sünek	0.0005	0.0000	0.0000	0.0000	Sınırlı
270°	K850-J	465	50	17.93	13.39	9.04	10.14		23.04		0.0000	0.0000	0.0171	0.0228	Sınırlı

Çizelge 4. 48 KX53 kirişleri için analiz sonuçları

Yön	Kiriş	L-Net (cm)	bw(cm) h(cm)	V_i(t) V_j(t)	M_i(t.m) M_j(t.m)	My_i(t.m) My_j(t.m)	Mp_i(t.m) Mp_j(t.m)	KapasiteDüşürme Faktörü	Ve(t) Vr(t)	Kırılma Türü	θ_p (rad)	$\theta_{p\ (SH)}$ (rad)	$\theta_{p\ (KH)}$ (rad)	$\theta_{p\ (GÖ)}$ (rad)	Kesit Hasar
90°	K2B53-I	265	25	10.85	5.41	7.74	8.83	1	10.85	Sünek	0.0000	0.0000	0.0140	0.0187	Belirgin
90°	K2B53-J	265	50	10.81	5.45	7.74	8.83		35.94		0.0000	0.0000	0.0140	0.0187	Sınırlı
90°	K1B53-I	265	25	10.66	4.70	7.74	8.83	1	12.80	Sünek	0.0001	0.0000	0.0140	0.0187	Belirgin
90°	K1B53-J	265	50	12.80	7.78	7.74	8.83		35.94		0.0000	0.0000	0.0140	0.0187	Sınırlı
90°	KZ53-I	265	25	10.55	7.25	7.74	8.83	1	15.47	Sünek	0.0006	0.0000	0.0140	0.0187	Belirgin
90°	KZ53-J	265	50	15.47	10.22	7.74	8.83		35.94		0.0000	0.0000	0.0140	0.0187	Sınırlı
90°	K153-I	265	25	10.46	7.21	7.74	8.83	1	15.41	Sünek	0.0010	0.0000	0.0140	0.0187	Belirgin
90°	K153-J	265	50	15.41	10.18	7.74	8.83		35.94		0.0000	0.0000	0.0140	0.0187	Sınırlı
90°	K253-I	265	25	10.35	7.21	7.74	8.83	1	15.07	Sünek	0.0013	0.0000	0.0140	0.0187	Belirgin
90°	K253-J	265	50	15.07	9.96	7.74	8.83		35.94		0.0000	0.0000	0.0140	0.0187	Sınırlı
90°	K353-I	265	25	10.71	7.41	7.74	8.83	1	15.01	Sünek	0.0015	0.0000	0.0140	0.0187	Belirgin
90°	K353-J	265	50	15.01	10.01	7.74	8.83		35.94		0.0000	0.0000	0.0140	0.0187	Sınırlı
90°	K453-I	265	25	11.12	7.42	7.74	8.83	1	15.11	Sünek	0.0016	0.0000	0.0140	0.0187	Belirgin
90°	K453-J	265	50	15.11	10.14	7.74	8.83		35.94		0.0000	0.0000	0.0140	0.0187	Sınırlı
90°	K553-I	265	25	11.50	8.00	7.74	8.83	1	15.03	Sünek	0.0015	0.0000	0.0140	0.0187	Belirgin
90°	K553-J	265	50	15.03	10.10	7.74	8.83		35.94		0.0000	0.0000	0.0140	0.0187	Sınırlı
90°	K653-I	265	25	11.08	7.55	7.74	8.83	1	15.35	Sünek	0.0014	0.0000	0.0140	0.0187	Belirgin
90°	K653-J	265	50	15.35	10.37	7.74	8.83		35.94		0.0000	0.0000	0.0140	0.0187	Sınırlı
90°	K753-I	265	25	12.27	9.11	7.74	8.83	1	13.67	Sünek	0.0007	0.0000	0.0140	0.0187	Belirgin
90°	K753-J	265	50	13.67	9.45	7.74	8.83		35.94		0.0000	0.0000	0.0140	0.0187	Sınırlı

Yön	Kiriş	L-Net (cm)	bw(cm) h(cm)	V_i(t) V_j(t)	M_i(t.m) M_j(t.m)	My_i(t.m) My_j(t.m)	Mp_i(t.m) Mp_j(t.m)	KapasiteDüşürme Faktörü	Ve(t) Vr(t)	Kırılma Türü	θ_p (rad)	$\theta_{p\ (SH)}$ (rad)	$\theta_{p\ (KH)}$ (rad)	$\theta_{p\ (GÖ)}$ (rad)	Kesit Hasar
90°	K853-I	265	25	7.66	11.12	7.74	8.83	1	18.46	Sünek	0.0012	0.0000	0.0140	0.0187	Belirgin
90°	K853-J	265	50	18.46	12.30	7.74	8.83		35.94		0.0000	0.0000	0.0127	0.0170	Sınırlı
270°	K2B53-I	265	25	10.75	4.88	7.74	8.83	1	10.90	Sünek	0.0000	0.0000	0.0140	0.0187	Belirgin
270°	K2B53-J	265	50	10.90	5.10	7.74	8.83		35.94		0.0000	0.0000	0.0140	0.0187	Sınırlı
270°	K1B53-I	265	25	12.65	8.90	7.74	8.83	1	12.65	Sünek	0.0000	0.0000	0.0140	0.0187	Belirgin
270°	K1B53-J	265	50	10.78	4.92	7.74	8.83		35.94		0.0000	0.0000	0.0140	0.0187	Sınırlı
270°	KZ53-I	265	25	13.85	11.39	7.74	8.83	1	13.85	Sünek	0.0000	0.0000	0.0140	0.0187	Belirgin
270°	KZ53-J	265	50	10.84	4.94	7.74	8.83		35.94		0.0000	0.0000	0.0140	0.0187	Sınırlı
270°	K153-I	265	25	13.86	10.91	7.74	8.83	1	13.86	Sünek	0.0000	0.0000	0.0140	0.0187	Belirgin
270°	K153-J	265	50	10.93	5.04	7.74	8.83		35.94		0.0000	0.0000	0.0140	0.0187	Sınırlı
270°	K253-I	265	25	13.54	9.92	7.74	8.83	1	13.54	Sünek	0.0000	0.0000	0.0140	0.0187	Belirgin
270°	K253-J	265	50	11.04	5.17	7.74	8.83		35.94		0.0000	0.0000	0.0140	0.0187	Sınırlı
270°	K353-I	265	25	13.44	9.59	7.74	8.83	1	13.44	Sünek	0.0000	0.0000	0.0140	0.0187	Belirgin
270°	K353-J	265	50	11.57	5.85	7.74	8.83		35.94		0.0000	0.0000	0.0140	0.0187	Sınırlı
270°	K453-I	265	25	13.30	9.28	7.74	8.83	1	13.30	Sünek	0.0001	0.0000	0.0140	0.0187	Belirgin
270°	K453-J	265	50	12.39	6.81	7.74	8.83		35.94		0.0000	0.0000	0.0140	0.0187	Sınırlı
270°	K553-I	265	25	13.26	9.28	7.74	8.83	1	13.26	Sünek	0.0001	0.0000	0.0140	0.0187	Belirgin
270°	K553-J	265	50	12.78	7.33	7.74	8.83		35.94		0.0000	0.0000	0.0140	0.0187	Sınırlı
270°	K653-I	265	25	12.77	8.42	7.74	8.83	1	13.53	Sünek	0.0001	0.0000	0.0140	0.0187	Belirgin
270°	K653-J	265	50	13.53	8.05	7.74	8.83		35.94		0.0000	0.0000	0.0140	0.0187	Sınırlı
270°	K753-I	265	25	13.65	10.33	7.74	8.83	1	13.65	Sünek	0.0001	0.0000	0.0140	0.0187	Belirgin
270°	K753-J	265	50	11.57	6.14	7.74	8.83		35.94		0.0000	0.0000	0.0140	0.0187	Sınırlı
270°	K853-I	265	25	9.36	9.43	7.74	8.83	1	17.49	Sünek	0.0001	0.0000	0.0140	0.0187	Belirgin
270°	K853-J	265	50	17.49	10.82	7.74	8.83		35.94		0.0000	0.0000	0.0132	0.0175	Sınırlı

Çizelge 4. 49 KX54 kirişleri için analiz sonuçları

Yön	Kiriş	L-Net (cm)	bw(cm) h(cm)	V_i(t) V_j(t)	M_i(t.m) M_j(t.m)	My_i(t.m) My_j(t.m)	Mp_i(t.m) Mp_j(t.m)	KapasiteDüşürme Faktörü	Ve(t) Vr(t)	Kırılma Türü	θ_p (rad)	$\theta_{p\ (SH)}$ (rad)	$\theta_{p\ (KH)}$ (rad)	$\theta_{p\ (GÖ)}$ (rad)	Kesit Hasar
90°	K2B54-I	250	25	8.98	3.79	7.74	8.83	1	9.21	Sünek	0.0000	0.0000	0.0144	0.0193	Belirgin
90°	K2B54-J	250	50	9.21	4.25	7.76	8.81		35.94		0.0000	0.0000	0.0143	0.0191	Sınırlı
90°	K1B54-I	250	25	10.06	4.32	7.74	8.83	1	12.24	Sünek	0.0001	0.0000	0.0140	0.0186	Belirgin
90°	K1B54-J	250	50	12.24	8.78	7.76	8.81		35.94		0.0000	0.0000	0.0140	0.0186	Sınırlı

Yön	Kiriş	L-Net (cm)	bw(cm) h(cm)	V_i(t) V_j(t)	M_i(t.m) M_j(t.m)	My_i(t.m) My_j(t.m)	Mp_i(t.m) Mp_j(t.m)	KapasiteDüşürme Faktörü	Ve(t) Vr(t)	Kırılma Türü	θ_p (rad)	$\theta_{p\ (SH)}$ (rad)	$\theta_{p\ (KH)}$ (rad)	$\theta_{p\ (GÖ)}$ (rad)	Kesit Hasar
90°	KZ54-I	250	25	10.19	4.50	7.74	8.83	1	13.83	Sünek	0.0051	0.0000	0.0140	0.0186	Belirgin
90°	KZ54-J	250	50	13.83	12.32	7.76	8.81		35.94		0.0000	0.0000	0.0140	0.0186	Sınırlı
90°	K154-I	250	25	10.24	4.65	10.13	11.81	1	14.67	Sünek	0.0063	0.0000	0.0098	0.0131	Belirgin
90°	K154-J	250	50	14.67	13.77	7.82	8.84		35.94		0.0000	0.0000	0.0154	0.0205	Sınırlı
90°	K254-I	250	25	10.48	4.96	10.13	11.81	1	14.17	Sünek	0.0071	0.0000	0.0098	0.0131	Belirgin
90°	K254-J	250	50	14.17	12.58	7.82	8.84		35.94		0.0000	0.0000	0.0154	0.0205	Sınırlı
90°	K354-I	250	25	11.22	5.91	10.13	11.81	1	14.00	Sünek	0.0066	0.0000	0.0098	0.0131	Belirgin
90°	K354-J	250	50	14.00	12.20	7.82	8.84		35.94		0.0000	0.0000	0.0154	0.0205	Sınırlı
90°	K454-I	250	25	12.25	7.07	7.74	8.83	1	12.88	Sünek	0.0062	0.0000	0.0140	0.0186	Belirgin
90°	K454-J	250	50	12.88	9.75	7.76	8.81		35.94		0.0000	0.0000	0.0140	0.0186	Sınırlı
90°	K554-I	250	25	12.79	7.75	7.74	8.83	1	12.83	Sünek	0.0045	0.0000	0.0140	0.0186	Belirgin
90°	K554-J	250	50	12.83	9.70	7.76	8.81		35.94		0.0000	0.0000	0.0140	0.0186	Sınırlı
90°	K654-I	250	25	13.65	8.60	7.74	8.83	1	13.65	Sünek	0.0021	0.0000	0.0140	0.0186	Belirgin
90°	K654-J	250	50	12.29	8.83	7.76	8.81		35.94		0.0000	0.0000	0.0140	0.0186	Sınırlı
90°	K754-I	250	25	11.59	6.76	7.74	8.83	1	13.21	Sünek	0.0016	0.0000	0.0140	0.0186	Belirgin
90°	K754-J	250	50	13.21	10.65	7.76	8.81		35.94		0.0000	0.0000	0.0140	0.0186	Sınırlı
90°	K854-I	250	25	17.77	11.54	7.74	8.83	1	17.77	Sünek	0.0001	0.0000	0.0130	0.0173	Belirgin
90°	K854-J	250	50	8.13	10.77	7.76	8.81		35.94		0.0000	0.0000	0.0140	0.0186	Sınırlı
270°	K2B54-I	250	25	8.90	4.17	7.74	8.83	1	9.31	Sünek	0.0001	0.0000	0.0144	0.0193	Belirgin
270°	K2B54-J	250	50	9.31	4.73	7.76	8.81		35.94		0.0000	0.0000	0.0143	0.0191	Sınırlı
270°	K1B54-I	250	25	12.25	7.25	7.74	8.83	1	12.25	Sünek	0.0000	0.0000	0.0140	0.0186	Belirgin
270°	K1B54-J	250	50	10.23	4.59	7.76	8.81		35.94		0.0000	0.0000	0.0140	0.0186	Sınırlı
270°	KZ54-I	250	25	15.00	9.81	7.74	8.83	1	15.00	Sünek	0.0035	0.0000	0.0140	0.0186	Belirgin
270°	KZ54-J	250	50	10.06	7.27	7.76	8.81		35.94		0.0000	0.0000	0.0140	0.0186	Sınırlı
270°	K154-I	250	25	14.96	9.92	10.13	11.81	1	14.96	Sünek	0.0058	0.0000	0.0098	0.0131	Belirgin
270°	K154-J	250	50	10.00	7.21	7.82	8.84		35.94		0.0000	0.0000	0.0154	0.0205	Sınırlı
270°	K254-I	250	25	14.68	9.77	10.13	11.81	1	14.68	Sünek	0.0066	0.0000	0.0098	0.0131	Belirgin
270°	K254-J	250	50	9.77	7.23	7.82	8.84		35.94		0.0000	0.0000	0.0154	0.0205	Sınırlı
270°	K354-I	250	25	14.64	9.85	10.13	11.81	1	14.64	Sünek	0.0061	0.0000	0.0098	0.0131	Belirgin
270°	K354-J	250	50	10.07	7.45	7.82	8.84		35.94		0.0000	0.0000	0.0154	0.0205	Sınırlı
270°	K454-I	250	25	14.75	9.91	7.74	8.83	1	14.75	Sünek	0.0051	0.0000	0.0140	0.0186	Belirgin
270°	K454-J	250	50	10.37	7.47	7.76	8.81		35.94		0.0000	0.0000	0.0140	0.0186	Sınırlı
270°	K554-I	250	25	14.71	9.94	7.74	8.83	1	14.71	Sünek	0.0032	0.0000	0.0140	0.0186	Belirgin
270°	K554-J	250	50	11.02	8.52	7.76	8.81		35.94		0.0000	0.0000	0.0140	0.0186	Sınırlı
270°	K654-I	250	25	15.11	10.32	7.74	8.83	1	15.11	Sünek	0.0017	0.0000	0.0140	0.0186	Belirgin

Yön	Kiriş	L-Net (cm)	bw(cm) h(cm)	V_i(t) V_j(t)	M_i(t.m) M_j(t.m)	My_i(t.m) My_j(t.m)	Mp_i(t.m) Mp_j(t.m)	KapasiteDüşürme Faktörü	Ve(t) Vr(t)	Kırılma Türü	θ_p (rad)	$\theta_{p\ (SH)}$ (rad)	$\theta_{p\ (KH)}$ (rad)	$\theta_{p\ (GÖ)}$ (rad)	Kesit Hasar
270°	K654-J	250	50	10.35	7.68	7.76	8.81		35.94		0.0000	0.0000	0.0140	0.0186	Sınırlı
270°	K754-I	250	25	13.63	9.47	7.74	8.83	1	13.63	Sünek	0.0003	0.0000	0.0140	0.0186	Belirgin
270°	K754-J	250	50	11.74	9.45	7.76	8.81		35.94		0.0000	0.0000	0.0140	0.0186	Sınırlı
270°	K854-I	250	25	18.46	12.53	7.74	8.83	1	18.46	Sünek	0.0010	0.0000	0.0127	0.0169	Belirgin
270°	K854-J	250	50	6.24	11.82	7.76	8.81		35.94		0.0000	0.0000	0.0140	0.0186	Sınırlı

Çizelge 4. 50 KX55 kirişleri için analiz sonuçları

Yön	Kiriş	L-Net (cm)	bw(cm) h(cm)	V_i(t) V_j(t)	M_i(t.m) M_j(t.m)	My_i(t.m) My_j(t.m)	Mp_i(t.m) Mp_j(t.m)	KapasiteDüşürme Faktörü	Ve(t) Vr(t)	Kırılma Türü	θ_p (rad)	$\theta_{p\ (SH)}$ (rad)	$\theta_{p\ (KH)}$ (rad)	$\theta_{p\ (GÖ)}$ (rad)	Kesit Hasar
90°	K2B55-I	195	25	3.07	1.80	7.76	8.81	1	3.07	Sünek	0.0000	0.0000	0.0143	0.0190	Sınırlı
90°	K2B55-J	195	50	2.98	1.37	7.74	8.83		35.94		0.0000	0.0000	0.0146	0.0194	Sınırlı
90°	K1B55-I	195	25	4.62	6.47	7.76	8.81	1	9.14	Sünek	0.0001	0.0000	0.0143	0.0190	Belirgin
90°	K1B55-J	195	50	9.14	8.59	7.74	8.83		35.94		0.0000	0.0000	0.0143	0.0190	Sınırlı
90°	KZ55-I	195	25	8.44	11.85	7.76	8.81	1	12.93	Sünek	0.0049	0.0000	0.0143	0.0190	Belirgin
90°	KZ55-J	195	50	12.93	11.62	7.74	8.83		35.94		0.0000	0.0000	0.0143	0.0190	Sınırlı
90°	K155-I	195	25	9.33	12.32	7.89	8.84	1	13.87	Sünek	0.0070	0.0000	0.0171	0.0228	Belirgin
90°	K155-J	195	50	13.87	13.17	7.76	8.81		35.94		0.0000	0.0000	0.0143	0.0190	Sınırlı
90°	K255-I	195	25	7.97	10.76	7.89	8.84	1	12.58	Sünek	0.0076	0.0000	0.0171	0.0228	Belirgin
90°	K255-J	195	50	12.58	11.81	7.76	8.81		35.94		0.0000	0.0000	0.0143	0.0190	Sınırlı
90°	K355-I	195	25	7.48	10.13	7.89	8.84	1	11.89	Sünek	0.0071	0.0000	0.0171	0.0228	Belirgin
90°	K355-J	195	50	11.89	11.10	7.76	8.81		35.94		0.0000	0.0000	0.0143	0.0190	Sınırlı
90°	K455-I	195	25	7.15	10.21	7.76	8.81	1	11.62	Sünek	0.0063	0.0000	0.0143	0.0190	Belirgin
90°	K455-J	195	50	11.62	10.37	7.74	8.83		35.94		0.0000	0.0000	0.0143	0.0190	Sınırlı
90°	K555-I	195	25	7.46	10.72	7.76	8.81	1	11.99	Sünek	0.0047	0.0000	0.0143	0.0190	Belirgin
90°	K555-J	195	50	11.99	10.63	7.74	8.83		35.94		0.0000	0.0000	0.0143	0.0190	Sınırlı
90°	K655-I	195	25	7.73	10.00	7.76	8.81	1	11.61	Sünek	0.0029	0.0000	0.0143	0.0190	Belirgin
90°	K655-J	195	50	11.61	10.55	7.74	8.83		35.94		0.0000	0.0000	0.0143	0.0190	Sınırlı
90°	K755-I	195	25	8.96	13.30	7.76	8.81	1	13.63	Sünek	0.0013	0.0000	0.0143	0.0190	Belirgin
90°	K755-J	195	50	13.63	11.54	7.74	8.83		35.94		0.0000	0.0000	0.0143	0.0190	Sınırlı
90°	K855-I	195	25	6.45	9.36	7.76	8.81	1	6.45	Sünek	0.0001	0.0000	0.0146	0.0194	Belirgin
90°	K855-J	195	50	3.64	6.69	7.74	8.83		35.94		0.0000	0.0000	0.0146	0.0194	Sınırlı
270°	K2B55-I	195	25	1.73	2.17	7.76	8.81	1	4.61	Sünek	0.0000	0.0000	0.0143	0.0190	Belirgin

Yön	Kiriş	L-Net (cm)	bw(cm) h(cm)	V_i(t) V_j(t)	M_i(t.m) M_j(t.m)	My_i(t.m) My_j(t.m)	Mp_i(t.m) Mp_j(t.m)	KapasiteDüşürme Faktörü	Ve(t) Vr(t)	Kırılma Türü	θ_p (rad)	$\theta_{p\ (SH)}$ (rad)	$\theta_{p\ (KH)}$ (rad)	$\theta_{p\ (GÖ)}$ (rad)	Kesit Hasar
270°	K2B55-J	195	50	4.61	2.96	7.74	8.83		35.94		0.0000	0.0000	0.0146	0.0194	Sınırlı
270°	K1B55-I	195	25	6.01	4.37	7.76	8.81	1	6.01	Sünek	0.0000	0.0000	0.0143	0.0190	Sınırlı
270°	K1B55-J	195	50	3.79	4.05	7.74	8.83		35.94		0.0000	0.0000	0.0143	0.0190	Sınırlı
270°	KZ55-I	195	25	11.22	10.73	7.76	8.81	1	11.22	Sünek	0.0035	0.0000	0.0143	0.0190	Belirgin
270°	KZ55-J	195	50	6.97	9.17	7.74	8.83		35.94		0.0000	0.0000	0.0143	0.0190	Sınırlı
270°	K155-I	195	25	11.40	11.80	7.89	8.84	1	11.40	Sünek	0.0062	0.0000	0.0171	0.0228	Belirgin
270°	K155-J	195	50	7.15	8.50	7.76	8.81		35.94		0.0000	0.0000	0.0143	0.0190	Sınırlı
270°	K255-I	195	25	9.81	10.17	7.89	8.84	1	9.81	Sünek	0.0065	0.0000	0.0171	0.0228	Belirgin
270°	K255-J	195	50	6.17	7.12	7.76	8.81		35.94		0.0000	0.0000	0.0143	0.0190	Sınırlı
270°	K355-I	195	25	9.45	10.03	7.89	8.84	1	9.45	Sünek	0.0058	0.0000	0.0171	0.0228	Belirgin
270°	K355-J	195	50	7.65	7.33	7.76	8.81		35.94		0.0000	0.0000	0.0143	0.0190	Sınırlı
270°	K455-I	195	25	8.24	8.67	7.76	8.81	1	10.03	Sünek	0.0041	0.0000	0.0143	0.0190	Belirgin
270°	K455-J	195	50	10.03	8.83	7.74	8.83		35.94		0.0000	0.0000	0.0143	0.0190	Sınırlı
270°	K555-I	195	25	7.92	9.28	7.76	8.81	1	10.59	Sünek	0.0022	0.0000	0.0143	0.0190	Belirgin
270°	K555-J	195	50	10.59	9.25	7.74	8.83		35.94		0.0000	0.0000	0.0143	0.0190	Sınırlı
270°	K655-I	195	25	7.89	8.80	7.76	8.81	1	10.35	Sünek	0.0016	0.0000	0.0143	0.0190	Belirgin
270°	K655-J	195	50	10.35	9.33	7.74	8.83		35.94		0.0000	0.0000	0.0143	0.0190	Sınırlı
270°	K755-I	195	25	8.13	12.40	7.76	8.81	1	12.73	Sünek	0.0011	0.0000	0.0143	0.0190	Belirgin
270°	K755-J	195	50	12.73	10.53	7.74	8.83		35.94		0.0000	0.0000	0.0143	0.0190	Sınırlı
270°	K855-I	195	25	5.85	8.80	7.76	8.81	1	5.85	Sünek	0.0001	0.0000	0.0146	0.0194	Belirgin
270°	K855-J	195	50	4.07	6.45	7.74	8.83		35.94		0.0000	0.0000	0.0146	0.0194	Sınırlı

Çizelge 4. 51 KX57 kirişleri için analiz sonuçları

Yön	Kiriş	L-Net (cm)	bw(cm) h(cm)	V_i(t) V_j(t)	M_i(t.m) M_j(t.m)	My_i(t.m) My_j(t.m)	Mp_i(t.m) Mp_j(t.m)	KapasiteDüşürme Faktörü	Ve(t) Vr(t)	Kırılma Türü	θ_p (rad)	$\theta_{p\ (SH)}$ (rad)	$\theta_{p\ (KH)}$ (rad)	$\theta_{p\ (GÖ)}$ (rad)	Kesit Hasar
90°	K2B57-I	475	25	18.75	20.60	5.92	6.86	1	18.75	Sünek	0.0004	0.0000	0.0119	0.0159	Belirgin
90°	K2B57-J	475	50	17.12	15.23	6.33	6.89		35.94		0.0000	0.0000	0.0321	0.0429	Sınırlı
90°	K1B57-I	475	25	20.60	22.08	5.92	6.86	1	20.60	Sünek	0.0039	0.0000	0.0114	0.0151	Belirgin
90°	K1B57-J	475	50	18.82	15.40	6.33	6.89		35.94		0.0000	0.0000	0.0309	0.0411	Sınırlı
90°	KZ57-I	475	25	20.63	22.07	5.92	6.86	1	20.63	Sünek	0.0128	0.0000	0.0112	0.0149	İleri
90°	KZ57-J	475	50	19.96	15.79	6.33	6.89		35.94		0.0000	0.0000	0.0292	0.0390	Sınırlı
90°	K157-I	475	25	20.64	22.07	5.92	6.86	1	20.64	Sünek	0.0156	0.0000	0.0120	0.0161	İleri

Yön	Kiriş	L-Net (cm)	bw(cm) h(cm)	V_i(t) V_j(t)	M_i(t.m) M_j(t.m)	My_i(t.m) My_j(t.m)	Mp_i(t.m) Mp_j(t.m)	KapasiteDüşürme Faktörü	Ve(t) Vr(t)	Kırılma Türü	θ_p (rad)	$\theta_{p\ (SH)}$ (rad)	$\theta_{p\ (KH)}$ (rad)	$\theta_{p\ (GÖ)}$ (rad)	Kesit Hasar
90°	K157-J	475	50	20.26	15.90	6.33	6.89		35.94		0.0000	0.0000	0.0297	0.0396	Sınırlı
90°	K257-I	475	25	19.87	21.00	5.92	6.86	1	21.36	Sünek	0.0127	0.0000	0.0125	0.0167	İleri
90°	K257-J	475	50	21.36	21.20	6.20	6.89		35.94		0.0000	0.0000	0.0161	0.0215	Sınırlı
90°	K357-I	475	25	20.03	21.38	5.92	6.86	1	21.13	Sünek	0.0119	0.0000	0.0122	0.0163	Belirgin
90°	K357-J	475	50	21.13	20.68	6.20	6.89		35.94		0.0000	0.0000	0.0163	0.0217	Sınırlı
90°	K457-I	475	25	20.85	22.21	5.92	6.86	1	20.85	Sünek	0.0135	0.0000	0.0112	0.0149	İleri
90°	K457-J	475	50	19.91	15.76	6.33	6.89		35.94		0.0000	0.0000	0.0294	0.0392	Sınırlı
90°	K557-I	475	25	20.94	22.28	5.92	6.86	1	20.94	Sünek	0.0109	0.0000	0.0111	0.0148	Belirgin
90°	K557-J	475	50	19.61	15.66	6.33	6.89		35.94		0.0000	0.0000	0.0297	0.0397	Sınırlı
90°	K657-I	475	25	20.95	22.28	5.92	6.86	1	20.95	Sünek	0.0080	0.0000	0.0112	0.0149	Belirgin
90°	K657-J	475	50	19.28	15.54	6.33	6.89		35.94		0.0000	0.0000	0.0303	0.0405	Sınırlı
90°	K757-I	475	25	20.88	22.25	5.92	6.86	1	20.88	Sünek	0.0057	0.0000	0.0111	0.0148	Belirgin
90°	K757-J	475	50	18.99	15.46	6.33	6.89		35.94		0.0000	0.0000	0.0307	0.0409	Sınırlı
90°	K857-I	475	25	17.11	18.44	5.92	6.86	1	17.11	Sünek	0.0019	0.0000	0.0125	0.0166	Belirgin
90°	K857-J	475	50	16.16	14.67	6.33	6.89		35.94		0.0000	0.0000	0.0328	0.0437	Sınırlı
270°	K2B57-I	475	25	18.48	19.69	5.92	6.86	1	18.48	Sünek	0.0011	0.0000	0.0120	0.0161	Belirgin
270°	K2B57-J	475	50	17.20	15.27	6.33	6.89		35.94		0.0000	0.0000	0.0320	0.0427	Sınırlı
270°	K1B57-I	475	25	20.90	22.28	5.92	6.86	1	20.90	Sünek	0.0019	0.0000	0.0112	0.0150	Belirgin
270°	K1B57-J	475	50	18.53	15.30	6.33	6.89		35.94		0.0000	0.0000	0.0312	0.0416	Sınırlı
270°	KZ57-I	475	25	22.01	23.03	5.92	6.86	1	22.01	Sünek	0.0024	0.0000	0.0106	0.0141	Belirgin
270°	KZ57-J	475	50	18.58	15.28	6.33	6.89		35.94		0.0000	0.0000	0.0307	0.0410	Sınırlı
270°	K157-I	475	25	22.27	23.23	5.92	6.86	1	22.27	Sünek	0.0026	0.0000	0.0113	0.0151	Belirgin
270°	K157-J	475	50	18.60	15.29	6.33	6.89		35.94		0.0000	0.0000	0.0316	0.0421	Sınırlı
270°	K257-I	475	25	21.74	22.56	5.92	6.86	1	21.74	Sünek	0.0019	0.0000	0.0116	0.0155	Belirgin
270°	K257-J	475	50	19.65	20.26	6.20	6.89		35.94		0.0000	0.0000	0.0172	0.0229	Sınırlı
270°	K357-I	475	25	21.53	22.14	5.92	6.86	1	21.53	Sünek	0.0019	0.0000	0.0115	0.0154	Belirgin
270°	K357-J	475	50	19.82	20.76	6.20	6.89		35.94		0.0000	0.0000	0.0171	0.0228	Sınırlı
270°	K457-I	475	25	21.94	22.99	5.92	6.86	1	21.94	Sünek	0.0043	0.0000	0.0107	0.0142	Belirgin
270°	K457-J	475	50	18.77	15.35	6.33	6.89		35.94		0.0000	0.0000	0.0307	0.0409	Sınırlı
270°	K557-I	475	25	21.69	22.80	5.92	6.86	1	21.69	Sünek	0.0052	0.0000	0.0108	0.0144	Belirgin
270°	K557-J	475	50	18.85	15.38	6.33	6.89		35.94		0.0000	0.0000	0.0306	0.0408	Sınırlı
270°	K657-I	475	25	21.38	22.57	5.92	6.86	1	21.38	Sünek	0.0054	0.0000	0.0110	0.0147	Belirgin
270°	K657-J	475	50	18.85	15.38	6.33	6.89		35.94		0.0000	0.0000	0.0308	0.0411	Sınırlı
270°	K757-I	475	25	21.09	22.40	5.92	6.86	1	21.09	Sünek	0.0047	0.0000	0.0110	0.0147	Belirgin
270°	K757-J	475	50	18.78	15.38	6.33	6.89		35.94		0.0000	0.0000	0.0309	0.0412	Sınırlı

Yön	Kiriş	L-Net (cm)	bw(cm) h(cm)	V_i(t) V_j(t)	M_i(t.m) M_j(t.m)	My_i(t.m) My_j(t.m)	Mp_i(t.m) Mp_j(t.m)	KapasiteDüşürme Faktörü	Ve(t) Vr(t)	Kırılma Türü	θ_p (rad)	$\theta_{p\ (SH)}$ (rad)	$\theta_{p\ (KH)}$ (rad)	$\theta_{p\ (GÖ)}$ (rad)	Kesit Hasar
270°	K857-I	475	25	17.36	19.09	5.92	6.86	1	17.36	Sünek	0.0018	0.0000	0.0124	0.0165	Belirgin
270°	K857-J	475	50	16.03	14.59	6.33	6.89		35.94		0.0000	0.0000	0.0329	0.0439	Sınırlı

Çizelge 4. 52 KX62 kirişleri için analiz sonuçları

Yön	Kiriş	L-Net (cm)	bw(cm) h(cm)	V_i(t) V_j(t)	M_i(t.m) M_j(t.m)	My_i(t.m) My_j(t.m)	Mp_i(t.m) Mp_j(t.m)	KapasiteDüşürme Faktörü	Ve(t) Vr(t)	Kırılma Türü	θ_p (rad)	$\theta_{p\ (SH)}$ (rad)	$\theta_{p\ (KH)}$ (rad)	$\theta_{p\ (GÖ)}$ (rad)	Kesit Hasar
90°	KZ62-I	190	25	3.78	9.66	7.74	8.83	1	12.43	Sünek	0.0038	0.0000	0.0169	0.0225	Belirgin
90°	KZ62-J	190	50	12.43	8.13	7.85	8.66		33.59		0.0000	0.0000	0.0202	0.0270	Sınırlı
90°	K162-I	190	25	3.66	9.25	7.74	8.83	1	12.34	Sünek	0.0053	0.0000	0.0169	0.0225	Belirgin
90°	K162-J	190	50	12.34	8.37	7.85	8.66		33.59		0.0000	0.0000	0.0202	0.0270	Sınırlı
90°	K262-I	190	25	3.59	7.96	7.74	8.83	1	11.57	Sünek	0.0055	0.0000	0.0169	0.0225	Belirgin
90°	K262-J	190	50	11.57	8.29	7.85	8.66		33.59		0.0000	0.0000	0.0202	0.0270	Sınırlı
90°	K362-I	190	25	3.99	7.65	7.74	8.83	1	10.95	Sünek	0.0051	0.0000	0.0169	0.0225	Belirgin
90°	K362-J	190	50	10.95	7.85	7.85	8.66		33.59		0.0000	0.0000	0.0202	0.0270	Sınırlı
90°	K462-I	190	25	5.14	7.52	7.74	8.83	1	10.83	Sünek	0.0044	0.0000	0.0161	0.0214	Belirgin
90°	K462-J	190	50	10.83	7.79	7.85	8.66		33.59		0.0000	0.0000	0.0202	0.0270	Sınırlı
90°	K562-I	190	25	5.80	8.38	7.74	8.83	1	10.70	Sünek	0.0035	0.0000	0.0169	0.0225	Belirgin
90°	K562-J	190	50	10.70	7.72	7.85	8.66		33.59		0.0000	0.0000	0.0202	0.0270	Sınırlı
90°	K662-I	190	25	5.66	8.23	7.74	8.83	1	10.56	Sünek	0.0026	0.0000	0.0148	0.0197	Belirgin
90°	K662-J	190	50	10.56	7.66	7.85	8.66		33.59		0.0000	0.0000	0.0191	0.0255	Sınırlı
90°	K762-I	190	25	5.17	7.51	7.74	8.83	1	9.13	Sünek	0.0014	0.0000	0.0145	0.0194	Belirgin
90°	K762-J	190	50	9.13	7.58	7.85	8.66		33.59		0.0000	0.0000	0.0180	0.0240	Sınırlı
90°	K862-I	190	25	3.09	5.40	7.74	8.83	1	4.23	Sünek	0.0005	0.0000	0.0145	0.0194	Belirgin
90°	K862-J	190	50	4.23	4.23	7.85	8.66		33.59		0.0000	0.0000	0.0174	0.0232	Sınırlı
270°	KZ62-I	190	25	7.59	9.20	7.74	8.83	1	9.23	Sünek	0.0013	0.0000	0.0169	0.0225	Belirgin
270°	KZ62-J	190	50	9.23	7.45	7.85	8.66		33.59		0.0000	0.0000	0.0202	0.0270	Sınırlı
270°	K162-I	190	25	8.04	9.20	7.74	8.83	1	9.61	Sünek	0.0019	0.0000	0.0169	0.0225	Belirgin
270°	K162-J	190	50	9.61	7.77	7.85	8.66		33.59		0.0000	0.0000	0.0202	0.0270	Sınırlı
270°	K262-I	190	25	7.71	8.32	7.74	8.83	1	9.44	Sünek	0.0020	0.0000	0.0169	0.0225	Belirgin
270°	K262-J	190	50	9.44	7.74	7.85	8.66		33.59		0.0000	0.0000	0.0202	0.0270	Sınırlı
270°	K362-I	190	25	7.33	8.11	7.74	8.83	1	9.51	Sünek	0.0019	0.0000	0.0169	0.0225	Belirgin
270°	K362-J	190	50	9.51	7.91	7.85	8.66		33.59		0.0000	0.0000	0.0202	0.0270	Sınırlı

Yön	Kiriş	L-Net (cm)	bw(cm) h(cm)	V_i(t) V_j(t)	M_i(t.m) M_j(t.m)	My_i(t.m) My_j(t.m)	Mp_i(t.m) Mp_j(t.m)	KapasiteDüşürme Faktörü	Ve(t) Vr(t)	Kırılma Türü	θ_p (rad)	$\theta_{p\ (SH)}$ (rad)	$\theta_{p\ (KH)}$ (rad)	$\theta_{p\ (GÖ)}$ (rad)	Kesit Hasar
270°	K462-I	190	25	6.91	8.15	7.74	8.83	1	10.01	Sünek	0.0019	0.0000	0.0161	0.0214	Belirgin
270°	K462-J	190	50	10.01	8.14	7.85	8.66		33.59		0.0000	0.0000	0.0202	0.0270	Sınırlı
270°	K562-I	190	25	6.38	8.17	7.74	8.83	1	10.16	Sünek	0.0019	0.0000	0.0169	0.0225	Belirgin
270°	K562-J	190	50	10.16	8.13	7.85	8.66		33.59		0.0000	0.0000	0.0202	0.0270	Sınırlı
270°	K662-I	190	25	5.92	8.19	7.74	8.83	1	9.85	Sünek	0.0017	0.0000	0.0148	0.0197	Belirgin
270°	K662-J	190	50	9.85	8.11	7.85	8.66		33.59		0.0000	0.0000	0.0191	0.0255	Sınırlı
270°	K762-I	190	25	5.30	7.78	7.74	8.83	1	8.93	Sünek	0.0013	0.0000	0.0145	0.0194	Belirgin
270°	K762-J	190	50	8.93	7.85	7.85	8.66		33.59		0.0000	0.0000	0.0180	0.0240	Sınırlı
270°	K862-I	190	25	2.59	4.90	7.74	8.83	1	4.62	Sünek	0.0006	0.0000	0.0145	0.0194	Belirgin
270°	K862-J	190	50	4.62	4.77	7.85	8.66		33.59		0.0000	0.0000	0.0174	0.0232	Sınırlı

Çizelge 4. 53 KX66 kirişleri için analiz sonuçları

Yön	Kiriş	L-Net (cm)	bw(cm) h(cm)	V_i(t) V_j(t)	M_i(t.m) M_j(t.m)	My_i(t.m) My_j(t.m)	Mp_i(t.m) Mp_j(t.m)	KapasiteDüşürme Faktörü	Ve(t) Vr(t)	Kırılma Türü	θ_p (rad)	$\theta_{p\ (SH)}$ (rad)	$\theta_{p\ (KH)}$ (rad)	$\theta_{p\ (GÖ)}$ (rad)	Kesit Hasar
90°	K1B66-I	540	30	16.64	18.16	5.93	6.92	1	17.10	Sünek	0.0018	0.0000	0.0138	0.0185	Belirgin
90°	K1B66-J	540	50	17.10	19.54	5.83	6.89		51.63		0.0000	0.0000	0.0123	0.0164	Sınırlı
90°	KZ66-I	540	30	17.11	19.92	5.93	6.92	1	18.53	Sünek	0.0097	0.0000	0.0140	0.0186	Belirgin
90°	KZ66-J	540	50	18.53	20.32	5.83	6.89		51.63		0.0000	0.0000	0.0124	0.0166	Sınırlı
90°	K166-I	540	30	17.15	19.85	5.93	6.92	1	18.72	Sünek	0.0126	0.0000	0.0145	0.0193	Belirgin
90°	K166-J	540	50	18.72	20.34	5.83	6.89		51.63		0.0000	0.0000	0.0126	0.0169	Sınırlı
90°	K266-I	540	30	17.17	19.90	5.93	6.92	1	18.52	Sünek	0.0133	0.0000	0.0142	0.0190	Belirgin
90°	K266-J	540	50	18.52	19.90	5.83	6.89		51.63		0.0000	0.0000	0.0127	0.0169	Sınırlı
90°	K366-I	540	30	17.44	20.88	5.93	6.92	1	18.32	Sünek	0.0126	0.0000	0.0145	0.0193	Belirgin
90°	K366-J	540	50	18.32	19.18	5.83	6.89		51.63		0.0000	0.0000	0.0127	0.0169	Sınırlı
90°	K466-I	540	30	17.62	21.20	5.93	6.92	1	18.21	Sünek	0.0108	0.0000	0.0140	0.0186	Belirgin
90°	K466-J	540	50	18.21	19.19	5.83	6.89		51.63		0.0000	0.0000	0.0124	0.0166	Sınırlı
90°	K566-I	540	30	17.62	20.93	5.93	6.92	1	17.92	Sünek	0.0080	0.0000	0.0137	0.0183	Belirgin
90°	K566-J	540	50	17.92	19.15	5.83	6.89		51.63		0.0000	0.0000	0.0122	0.0163	Sınırlı
90°	K666-I	540	30	17.50	20.38	5.93	6.92	1	17.59	Sünek	0.0049	0.0000	0.0135	0.0179	Belirgin
90°	K666-J	540	50	17.59	19.06	5.83	6.89		51.63		0.0000	0.0000	0.0120	0.0160	Sınırlı
90°	K766-I	540	30	17.28	19.89	5.93	6.92	1	17.28	Sünek	0.0022	0.0000	0.0136	0.0182	Belirgin
90°	K766-J	540	50	17.27	19.04	5.83	6.89		51.63		0.0000	0.0000	0.0121	0.0162	Sınırlı

Yön	Kiriş	L-Net (cm)	bw(cm) h(cm)	V_i(t) V_j(t)	M_i(t.m) M_j(t.m)	My_i(t.m) My_j(t.m)	Mp_i(t.m) Mp_j(t.m)	KapasiteDüşürme Faktörü	Ve(t) Vr(t)	Kırılma Türü	θ_p (rad)	$\theta_{p\ (SH)}$ (rad)	$\theta_{p\ (KH)}$ (rad)	$\theta_{p\ (GÖ)}$ (rad)	Kesit Hasar
90°	K866-I	540	30	10.81	13.22	5.93	6.92	1	11.05	Sünek	0.0013	0.0000	0.0136	0.0182	Belirgin
90°	K866-J	540	50	11.05	13.92	5.83	6.89		51.63		0.0000	0.0000	0.0121	0.0162	Sınırlı
270°	K1B66-I	540	30	17.44	20.59	5.93	6.92	1	17.44	Sünek	0.0016	0.0000	0.0138	0.0185	Belirgin
270°	K1B66-J	540	50	16.42	17.44	5.83	6.89		51.63		0.0000	0.0000	0.0123	0.0164	Sınırlı
270°	KZ66-I	540	30	18.79	21.64	5.93	6.92	1	18.79	Sünek	0.0018	0.0000	0.0139	0.0186	Belirgin
270°	KZ66-J	540	50	16.93	18.94	5.83	6.89		51.63		0.0000	0.0000	0.0124	0.0166	Sınırlı
270°	K166-I	540	30	18.95	21.65	5.93	6.92	1	18.95	Sünek	0.0021	0.0000	0.0144	0.0192	Belirgin
270°	K166-J	540	50	17.00	18.90	5.83	6.89		51.63		0.0000	0.0000	0.0127	0.0169	Sınırlı
270°	K266-I	540	30	18.72	21.01	5.93	6.92	1	18.72	Sünek	0.0026	0.0000	0.0142	0.0189	Belirgin
270°	K266-J	540	50	17.00	18.88	5.83	6.89		51.63		0.0000	0.0000	0.0127	0.0169	Sınırlı
270°	K366-I	540	30	18.53	20.32	5.93	6.92	1	18.53	Sünek	0.0021	0.0000	0.0145	0.0193	Belirgin
270°	K366-J	540	50	17.26	19.81	5.83	6.89		51.63		0.0000	0.0000	0.0127	0.0169	Sınırlı
270°	K466-I	540	30	18.44	20.20	5.93	6.92	1	18.44	Sünek	0.0019	0.0000	0.0140	0.0186	Belirgin
270°	K466-J	540	50	17.41	20.07	5.83	6.89		51.63		0.0000	0.0000	0.0124	0.0166	Sınırlı
270°	K566-I	540	30	18.12	20.08	5.93	6.92	1	18.12	Sünek	0.0021	0.0000	0.0137	0.0183	Belirgin
270°	K566-J	540	50	17.46	20.10	5.83	6.89		51.63		0.0000	0.0000	0.0122	0.0163	Sınırlı
270°	K666-I	540	30	17.79	19.95	5.93	6.92	1	17.79	Sünek	0.0024	0.0000	0.0135	0.0179	Belirgin
270°	K666-J	540	50	17.43	20.08	5.83	6.89		51.63		0.0000	0.0000	0.0120	0.0160	Sınırlı
270°	K766-I	540	30	17.46	19.90	5.93	6.92	1	17.46	Sünek	0.0018	0.0000	0.0136	0.0182	Belirgin
270°	K766-J	540	50	17.17	19.47	5.83	6.89		51.63		0.0000	0.0000	0.0121	0.0162	Sınırlı
270°	K866-I	540	30	11.13	14.23	5.93	6.92	1	11.13	Sünek	0.0012	0.0000	0.0136	0.0182	Belirgin
270°	K866-J	540	50	10.74	12.92	5.83	6.89		51.63		0.0000	0.0000	0.0121	0.0162	Sınırlı