

T.C.
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

KARMA MOMENT AKTARAN ÇERÇEVE SİSTEMLERİN
SİSMİK DAVRANIŞ PARAMETRELERİNİN İNCELENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

BERİVAN SUÇİN

DENİZLİ, OCAK - 2023

**T.C.
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**



**KARMA MOMENT AKTARAN ÇERÇEVE SİSTEMLERİN
SİSMİK DAVRANIŞ PARAMETRELERİNİN İNCELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

BERİVAN SUÇİN

DENİZLİ, OCAK - 2023

Bu tezin tasarımı, hazırlanması, yürütülmesi, araştırmalarının yapılması ve bulgularının analizlerinde bilimsel etiğe ve akademik kurallara özenle riayet edildiğini; bu çalışmanın doğrudan birincil ürünü olmayan bulguların, verilerin ve materyallerin bilimsel etiğe uygun olarak kaynak gösterildiğini ve alıntı yapılan çalışmalara atfedildiğine beyan ederim.

Berivan SUÇİN

ÖZET

KARMA MOMENT AKTARAN ÇERÇEVE SİSTEMLERİN SİSMİK DAVRANIŞ PARAMETRELERİNİN İNCELENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

BERİVAN SUÇİN

PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

(TEZ DANIŞMANI: PROF. DR. FATİH CETİŞLİ)

DENİZLİ, OCAK - 2023

Yapıların tasarımı ve/veya performans değerlendirmesi yapılırken paket program yazılımlarının gelişmesi ve bilgisayarların hesap yeteneklerinin artması sayesinde yapının sismik davranışını belirlemede en iyi yöntem olan Zaman tanım alanında doğrusal olmayan analiz kullanımı yaygınlaşmıştır. Doğrusal olmayan analiz için kullanılan ivme kayıtları Yapı davranışını doğru şekilde öngörmek için bölgenin depremselliğini en doğru şekilde temsil etmelidir. Günümüzde deprem yönetmeliklerinde, zaman tanım alanında analizde kullanılacak ivme kayıtlarıyla ilgili tanımlamalara yer verilmiştir.

Bu çalışmada, iki kısımdan oluşan, betonarme düzlem çerçeveler üzerine geometri ve bağlantı biçimleri bakımından farklı çelik düzlem çerçeveler eklenmesi suretiyle oluşturulmuş olan karma çerçevelerin sismik davranışları incelenmiştir. Analizde kullanılan ivme kayıtları 2018 Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği'nde bulunan sınırlamalara uygun olarak seçilmiştir.

Yürürlükte olan yönetmeliklere uygun yük ve kombinasyonları altında yalın halde tasarımı yapılan çelik düzlem çerçevelerin betonarme çerçeve üzerine kat olarak eklenmesi halinde kat deplasmanları, kat ve taban kesme kuvvetlerinde ortaya çıkan değişimler incelenmiştir.

Deplasman profilleri karşılaştırıldığında genel anlamda çelik kat sayısı arttıkça çatı deplasmanının arttığı görülmüştür. Mafsallı bağlantıların betonarme çerçeveyi daha az zorlayarak betonarme çerçevede daha az deplasman yaptırdığı görülmüştür. Ayrıca mafsallı bağlanan çelik çerçeve katlarında görelî kat ötelemesi artışının çelik çerçevenin diğer katlarına göre daha fazla olduğu görülmüştür.

ANAHTAR KELİMELELER: Zaman Tanım Alanında Analiz, Maksimum Çatı Deplasmanı, Doğrusal Olmayan Modelleme, Karma Çerçeve Sistemler

ABSTRACT

INVESTIGATION OF SEISMIC BEHAVIOR PARAMETERS FOR MIXED MOMENT RESISTING FRAME SYSTEMS

MSC THESIS

BERİVAN SUÇİN

**PAMUKKALE UNIVERSITY INSTITUTE OF SCIENCE
WERECIVIL ENGINEERING**

(SUPERVISOR: PROF.DR. FATİH CETİŞLİ)

DENİZLİ, JANUARY 2023

The use of nonlinear analysis in the time history domain, which is the best method for determining the seismic behavior of the structure, has become widespread thanks to the development of packaged software and the increase in the calculation capabilities of computers while designing and/or evaluating the performance of structures. The acceleration records used in the nonlinear analysis should most accurately represent the seismicity of the region in order to accurately predict the building behavior. Today, in earthquake codes, definitions related to acceleration records to be used in time history analysis are included.

In this study, steel planar frames that varies in terms of geometry and connection types were added to the reinforced concrete planar frames, which consist of two parts, and the seismic behavior of these frames were investigated. The acceleration records used in the analyses were selected in accordance with the regulations defined in the 2018 Turkish Building Earthquake Code.

Steel planar frames with a certain geometry were designed alone in accordance with current seismic design code. The variation in the seismic behavior of steel planar frames when used at top floors of a reinforced concrete frame were investigated through a comparison of displacements and shear forces.

The comparison of displacement profiles presented that the roof displacement increases as the number of steel floors increases. It was observed that hinged connections force the reinforced concrete frame less and cause less displacement to the reinforced concrete frame. In addition, it was observed that the relative floor drift increase in the hinged floor is higher than the other steel floors.

**KEYWORDS: Time History Analysis, Maximum Roof Displacement,
Nonlinear Modeling, Mixed Frame Systems**

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET.....	i
ABSTRACT	ii
İÇİNDEKİLER	iii
ŞEKİL LİSTESİ.....	v
TABLO LİSTESİ	xv
KISALTMALAR LİSTESİ.....	xviii
SEMBOL LİSTESİ	xix
ÖNSÖZ.....	xx
1. GİRİŞ.....	1
1.1 Amaç ve Kapsam.....	3
1.2 Literatür Taraması	4
1.3 Tezin Organizasyonu.....	8
2. KULLANILAN ÇERÇEVE ÖZELLİKLERİ VE MODELLEME.....	9
2.1 Referans Bina Modelinin Özellikleri	9
2.2 Karma Düzlem Çerçeveler	10
3. İVME KAYITLARININ SEÇİMİ VE ÖLÇEKLENDİRİLMESİ	14
3.1 İvme Kayıtlarının Seçim ve Ölçeklendirilme Metotları.....	14
3.1.1 İvme Kaydı Seçim Metotları.....	14
3.1.2 İvme Kaydı Ölçeklendirme Metotları.....	16
4. ANALİZ SONUÇLARI	19
4.1 Çatı Yer Değiştirme Taleplerinin Elde Edilmesi	19
4.1.1 7 Katlı Karma Çerçeveler İçin Analiz Sonuçları	19
4.1.1.1 7 Katlı Çerçevelerin Farklı Koşullar Altında Görelî Kat	
Ötelenmesi.....	33
4.1.2 6 Katlı Karma Çerçeveler İçin Analiz Sonuçları	36
4.1.2.1 6 Katlı Çerçevelerin Farklı Koşullar Altında Görelî Kat	
Ötelenmesi.....	45
4.1.3 5 Katlı Karma Çerçeveler İçin Analiz Sonuçları	47
4.1.3.1 5 Katlı Çerçevelerin Farklı Koşullar Altında Görelî Kat	
Ötelenmesi.....	52
4.2 İvme Kayıtları İçin Çatı Yer Değiştirmelerinin Elde Edilmesi	53
4.2.1 7 Katlı Karma Çerçevelerin İvme Kayıtları Altındaki Deplasman	
Profili	53
4.2.2 6 Katlı Karma Çerçevelerin İvme Kayıtları Altındaki Deplasman	
Profili	58
4.2.3 5 Katlı Karma Çerçevelerin İvme Kayıtları Altındaki Deplasman	
Profili	63
4.3 Kat Kesme Kuvvetlerinin Elde Edilmesi	67
4.3.1 7 Katlı Karma Çerçeveler İçin Analiz Sonuçları	68
4.3.2 6 Katlı Karma Çerçeveler İçin Analiz Sonuçları	75
4.3.3 5 Katlı Karma Çerçeveler İçin Analiz Sonuçları	80
4.4 İvme Kayıtları İçin Kat Kesme Kuvvetlerinin Elde Edilmesi.....	83

4.4.1	7 Katlı Karma Çerçeveselerin İvme Kayıtları Altındaki Kat Kesme Kuvvetleri	83
4.4.2	6 Katlı Karma Çerçeveselerin İvme Kayıtları Altındaki Kat Kesme Kuvvetleri	87
4.4.3	5 Katlı Karma Çerçeveselerin İvme Kayıtları Altında Kat Kesme Kuvvetleri	92
4.5	Aynı Çelik Kat Sayısına Sahip Modellerin Karşılaştırılması.....	97
4.5.1	Tek Katın Çelik Olması Durumu.....	97
4.5.2	İki Katın Çelik Olması Durumu.....	98
4.5.3	Üç Katın Çelik Olması Durumu	100
4.6	Çerçeveselerin Hasar Dağılımları	102
4.7	Bulguların Genel Değerlendirmesi.....	111
5.	SONUÇ VE ÖNERİLER	114
6.	KAYNAKLAR.....	117
7.	EKLER.....	121
	EK A KARMA ÇERÇEVELERİN HASAR DAĞILIMLARI.....	121
8.	ÖZGEÇMİŞ	151

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1.1: Minsheng Bank Binası, Çin, Wuhan	1
Şekil 1.2: Maltepe Kız İmam Hatip Lisesi	2
Şekil 2.1: Referans bina 3-B modeli	9
Şekil 2.2: Referans modelin kullanılan çerçevesi	10
Şekil 3.1: Kullanılan deprem ivme kayıtlarının %5 sönüm oranı için elastik ivme spektrumu	17
Şekil 4.1: 6 kat betonarme + 1 kat çelik rijit bağlantılı çerçeve için maksimum kat yer değiştirmeleri	20
Şekil 4.2: 6 kat betonarme + 1 kat çelik rijit bağlantılı çerçeve için görel kat ötelenme değerleri (%)	21
Şekil 4.3: 6 kat betonarme + 1 kat çelik mafsallı bağlantılı çerçeve için maksimum kat yer değiştirmeleri	22
Şekil 4.4: 6 kat betonarme + 1 kat çelik mafsallı bağlantılı çerçeve için görel kat ötelenme değerleri (%)	23
Şekil 4.5: 6 kat betonarme + 1 kat çaprazlı çelik çerçeve için maksimum kat yer değiştirmeleri	24
Şekil 4.6: 6 kat betonarme + 1 kat çaprazlı çelik çerçeve için görel kat ötelenme değerleri (%)	25
Şekil 4.7: 5 kat betonarme + 2 kat çelik rijit bağlantılı çerçeve için maksimum kat yer değiştirmeleri	26
Şekil 4.8: 5 kat betonarme + 2 kat çelik rijit bağlantılı çerçeve için görel kat ötelenme değerleri (%)	27
Şekil 4.9: 5 kat betonarme + 2 kat çelik mafsallı bağlantılı çerçeve için maksimum kat yer değiştirmeleri	28
Şekil 4.10: 5 kat betonarme + 2 kat çelik mafsallı bağlantılı çerçeve için görel kat ötelenme değerleri (%)	29
Şekil 4.11: 4 kat betonarme + 3 kat çelik rijit bağlantılı çerçeve için maksimum kat yer değiştirmeleri	30
Şekil 4.12: 4 kat betonarme + 3 kat çelik rijit bağlantılı çerçeve için görel kat ötelenme değerleri (%)	31
Şekil 4.13: 4 kat betonarme + 3 kat çelik mafsallı bağlantılı çerçeve için maksimum kat yer değiştirmeleri	32
Şekil 4.14: 4 kat betonarme + 3 kat çelik mafsallı bağlantılı çerçeve için görel kat ötelenme değerleri (%)	33
Şekil 4.15: 6 kat betonarme + 1 kat çelik karma çerçevelerin farklı bağlantı şekilleri ve 7 katlı betonarme çerçeve için görel kat ötelenme değerleri (%)	34
Şekil 4.16: 5 kat betonarme + 2 kat çelik karma çerçevelerin farklı bağlantı şekilleri için görel kat ötelenme değerleri (%)	35
Şekil 4.17: 4 kat betonarme + 3 kat çelik karma çerçevelerin farklı bağlantı şekilleri için görel kat ötelenme değerleri (%)	36
Şekil 4.18: 5 kat betonarme + 1 kat çelik rijit bağlantılı çerçeve için maksimum kat yer değiştirmeler	37

Şekil 4.19: 5 kat betonarme + 1 kat çelik rijit bağlantılı çerçeve için görelî kat	
ötenme değeri (%)	38
Şekil 4.20: 5 kat betonarme + 1 kat çelik mafsallı bağlantılı çerçeve için	
maksimum kat yer değıştirmeleri	39
Şekil 4.21: 5 kat betonarme + 1 kat çelik mafsallı bağlantılı çerçeve için görelî kat	
ötenme değeri (%)	40
Şekil 4.22: 5 kat betonarme + 1 kat çaprazlı çelik çerçeve için maksimum kat yer	
değıştirmeleri.....	41
Şekil 4.23: 5 kat betonarme + 1 kat çaprazlı çelik çerçeve için görelî kat ötenme	
değeri (%).....	41
Şekil 4.24: 4 kat betonarme + 2 kat çelik rijit bağlantılı çerçeve için maksimum	
kat yer değıştirmeleri.....	42
Şekil 4.25: 4 kat betonarme + 2 kat çelik rijit bağlantılı çerçeve için görelî kat	
ötenme değeri (%)	43
Şekil 4.26: 4 kat betonarme + 2 kat çelik mafsallı bağlantılı çerçeve için	
maksimum kat yer değıştirmeleri	44
Şekil 4.27: 4 kat betonarme + 2 kat çelik mafsallı bağlantılı çerçeve için görelî kat	
ötenme değeri (%)	45
Şekil 4.28: 5 kat betonarme + 1 kat çelik karma çerçevelerin farklı bağlantı	
şekilleri için görelî kat ötenme değeri (%)	46
Şekil 4.29: 4 kat betonarme + 2 kat çelik karma çerçevelerin farklı bağlantı	
şekilleri için görelî kat ötenme değeri (%)	47
Şekil 4.30: 4 kat betonarme + 1 kat çelik rijit bağlantılı çerçeve için maksimum	
kat yer değıştirmeleri.....	48
Şekil 4.31: 4 kat betonarme + 1 kat çelik rijit bağlantılı çerçeve için görelî kat	
ötenme değeri (%)	49
Şekil 4.32: 4 kat betonarme + 1 kat çelik mafsallı bağlantılı çerçeve için	
maksimum kat yer değıştirmeleri.....	50
Şekil 4.33: 4 kat betonarme + 1 kat çelik mafsallı bağlantılı çerçeve için görelî kat	
ötenme değeri	50
Şekil 4.34: 4 kat betonarme + 1 kat çaprazlı çelik çerçeve için maksimum kat yer	
değıştirmeleri.....	51
Şekil 4.35: 4 kat betonarme + 1 kat çaprazlı çelik çerçeve için görelî kat ötenme	
değeri (%).....	52
Şekil 4.36: 4 kat betonarme + 1 kat çelik karma çerçevelerin farklı bağlantı	
şekilleri için görelî kat ötenme değeri (%)	53
Şekil 4.37: 7 katlı karma çerçevelerin RSN164 ivme kaydı altında deplasman	
profili	54
Şekil 4.38: 7 katlı karma çerçevelerin RSN302 ivme kaydı altında deplasman	
profili	54
Şekil 4.39: 7 katlı karma çerçevelerin RSN3932 ivme kaydı altında deplasman	
profili	55
Şekil 4.40: 7 katlı karma çerçevelerin RSN4140 ivme kaydı altında deplasman	
profili	55
Şekil 4.41: 7 katlı karma çerçevelerin RSN4141 ivme kaydı altında deplasman	
profili	55
Şekil 4.42: 7 katlı karma çerçevelerin RSN4850 ivme kaydı altında deplasman	
profili	56
Şekil 4.43: 7 katlı karma çerçevelerin RSN5474 ivme kaydı altında deplasman	
profili	56

Şekil 4.44: 7 katlı karma çerçevelerin RSN548 ivme kaydı altında deplasman profili	56
Şekil 4.45: 7 katlı karma çerçevelerin RSN57 ivme kaydı altında deplasman profili	57
Şekil 4.46: 7 katlı karma çerçevelerin RSN6915 ivme kaydı altında deplasman profili	57
Şekil 4.47: 7 katlı karma çerçevelerin RSN755 ivme kaydı altında deplasman profili	57
Şekil 4.48: 7 katlı çerçevelerin ivme kayıtlarının ortalama deplasman profili .	58
Şekil 4.49: 6 katlı karma çerçevelerin RSN164 ivme kaydı altında deplasman profili	59
Şekil 4.50: 6 katlı karma çerçevelerin RSN302 ivme kaydı altında deplasman profili	59
Şekil 4.51: 6 katlı karma çerçevelerin RSN3932 ivme kaydı altında deplasman profili	59
Şekil 4.52: 6 katlı karma çerçevelerin RSN4140 ivme kaydı altında deplasman profili	60
Şekil 4.53: 6 katlı karma çerçevelerin RSN4141 ivme kaydı altında deplasman profil	60
Şekil 4.54: 6 katlı karma çerçevelerin RSN4850 ivme kaydı altında deplasman profili	60
Şekil 4.55: 6 katlı karma çerçevelerin RSN5474 ivme kaydı altında deplasman profili	61
Şekil 4.56: 6 katlı karma çerçevelerin RSN548 ivme kaydı altında deplasman profili	61
Şekil 4.57: 6 katlı karma çerçevelerin RSN57 ivme kaydı altında deplasman profili	61
Şekil 4.58: 6 katlı karma çerçevelerin RSN6915 ivme kaydı altında deplasman profili	62
Şekil 4.59: 6 katlı karma çerçevelerin RSN755 ivme kaydı altında deplasman profili	62
Şekil 4.60: 6 katlı çerçevelerin ivme kayıtlarının ortalama deplasman profili .	62
Şekil 4.61: 5 katlı karma çerçevelerin RSN164 ivme kaydı altında deplasman profili	63
Şekil 4.62: 5 katlı karma çerçevelerin RSN302 ivme kaydı altında deplasman profili	63
Şekil 4.63: 5 katlı karma çerçevelerin RSN3932 ivme kaydı altında deplasman profili	64
Şekil 4.64: 5 katlı karma çerçevelerin RSN4140 ivme kaydı altında deplasman profili	64
Şekil 4.65: 5 katlı karma çerçevelerin RSN4141 ivme kaydı altında deplasman profili	64
Şekil 4.66: 5 katlı karma çerçevelerin RSN4850 ivme kaydı altında deplasman profili	65
Şekil 4.67: 5 katlı karma çerçevelerin RSN5474 ivme kaydı altında deplasman profili	65
Şekil 4.68: 5 katlı karma çerçevelerin RSN548 ivme kaydı altında deplasman profili	65
Şekil 4.69: 5 katlı karma çerçevelerin RSN57 ivme kaydı altında deplasman profili	66

Şekil 4.70: 5 katlı karma çerçevelerin RSN6915 ivme kaydı altında deplasman profili.....	66
Şekil 4.71: 5 katlı karma çerçevelerin RSN755 ivme kaydı altında deplasman profili.....	67
Şekil 4.72: 5 katlı karma çerçevelerin ivme kayıtlarının ortalama deplasman profili.....	67
Şekil 4.73: 6 kat betonarme + 1 kat çelik rijit bağlantılı çerçeve için kat kesme kuvvetleri.....	68
Şekil 4.74: 6 kat betonarme + 1 kat çelik mafsallı bağlantılı çerçeve için kat kesme kuvvetleri	69
Şekil 4.75: 6 kat betonarme + 1 kat çaprazlı çelik çerçeve için kat kesme kuvvetleri.....	70
Şekil 4.76: 5 kat betonarme + 2 kat çelik rijit bağlantılı çerçeve için kat kesme kuvvetleri.....	71
Şekil 4.77: 5 kat betonarme + 2 kat çelik mafsallı bağlantılı çerçeve için kat kesme kuvvetleri	72
Şekil 4.78: 4 kat betonarme + 3 kat çelik rijit bağlantılı çerçeve için kat kesme kuvvetleri.....	73
Şekil 4.79: 4 kat betonarme + 3 kat çelik mafsallı bağlantılı çerçeve için kat kesme kuvvetleri	74
Şekil 4.80: 5 kat betonarme + 1 kat çelik rijit bağlantılı çerçeve için kat kesme kuvvetleri.....	75
Şekil 4.81: 5 kat betonarme + 1 kat çelik mafsallı bağlantılı çerçeve için kat kesme kuvvetleri	76
Şekil 4.82: 5 kat betonarme + 1 kat çaprazlı çelik çerçeve için kat kesme kuvvetleri.....	77
Şekil 4.83: 4 kat betonarme + 2 kat çelik rijit bağlantılı çerçeve için kat kesme kuvvetleri.....	78
Şekil 4.84: 4 kat betonarme + 1 kat çelik mafsallı bağlantılı çerçeve için kat kesme kuvvetleri	79
Şekil 4.85: 4 kat betonarme + 1 kat çelik rijit bağlantılı çerçeve için kat kesme kuvvetleri.....	80
Şekil 4.86: 4 kat betonarme + 1 kat çelik mafsallı bağlantılı çerçeve için kat kesme kuvvetleri	81
Şekil 4.87: 4 kat betonarme + 1 kat çaprazlı çelik çerçeve için kat kesme kuvvetleri.....	82
Şekil 4.88: 7 katlı karma çerçevelerin RSN164 ivme kaydı altında kat kesme kuvvetleri.....	83
Şekil 4.89: 7 katlı karma çerçevelerin RSN302 ivme kaydı altında kat kesme kuvvetleri.....	84
Şekil 4.90: 7 katlı karma çerçevelerin RSN3932 ivme kaydı altında kat kesme kuvvetleri.....	84
Şekil 4.91: 7 katlı karma çerçevelerin RSN4140 ivme kaydı altında kat kesme kuvvetleri.....	84
Şekil 4.92: 7 katlı karma çerçevelerin RSN4141 ivme kaydı altında kat kesme kuvvetleri.....	85
Şekil 4.93: 7 katlı karma çerçevelerin RSN4850 ivme kaydı altında kat kesme kuvvetleri.....	85
Şekil 4.94: 7 katlı karma çerçevelerin RSN5474 ivme kaydı altında kat kesme kuvvetleri.....	85

Şekil 4.95: 7 katlı karma çerçevelerin RSN548 ivme kaydı altında kat kesme kuvvetleri.....	86
Şekil 4.96: 7 katlı karma çerçevelerin RSN57 ivme kaydı altında kat kesme kuvvetleri.....	86
Şekil 4.97: 7 katlı karma çerçevelerin RSN6915 ivme kaydı altında kat kesme kuvvetleri.....	86
Şekil 4.98: 7 katlı karma çerçevelerin RSN755 ivme kaydı altında kat kesme kuvvetleri.....	87
Şekil 4.99: 7 katlı karma çerçevelerin ivme kayıtlarının ortalama kat kesme kuvvetleri.....	87
Şekil 4.100: 6 katlı karma çerçevelerin RSN164 ivme kaydı altında kat kesme kuvvetleri.....	88
Şekil 4.101: 6 katlı karma çerçevelerin RSN302 ivme kaydı altında kat kesme kuvvetleri.....	88
Şekil 4.102: 6 katlı karma çerçevelerin RSN3932 ivme kaydı altında kat kesme kuvvetleri.....	89
Şekil 4.103: 6 katlı karma çerçevelerin RSN4140 ivme kaydı altında kat kesme kuvvetleri.....	89
Şekil 4.104: 6 katlı karma çerçevelerin RSN4141 ivme kaydı altında kat kesme kuvvetleri.....	89
Şekil 4.105: 6 katlı karma çerçevelerin RSN4850 ivme kaydı altında kat kesme kuvvetleri.....	90
Şekil 4.106: 6 katlı karma çerçevelerin RSN5474 ivme kaydı altında kat kesme kuvvetleri.....	90
Şekil 4.107: 6 katlı karma çerçevelerin RSN548 ivme kaydı altında kat kesme kuvvetleri.....	90
Şekil 4.108: 6 katlı karma çerçevelerin RSN57 ivme kaydı altında kat kesme kuvvetleri.....	91
Şekil 4.109: 6 katlı karma çerçevelerin RSN6915 ivme kaydı altında kat kesme kuvvetleri.....	91
Şekil 4.110: 6 katlı karma çerçevelerin RSN755 ivme kaydı altında kat kesme kuvvetleri.....	91
Şekil 4.111: 6 katlı karma çerçevelerin ivme kayıtlarının ortalama kat kesme kuvvetleri.....	92
Şekil 4.112: 5 katlı karma çerçevelerin RSN164 ivme kaydı altında kat kesme kuvvetleri.....	92
Şekil 4.113: 5 katlı karma çerçevelerin RSN302 ivme kaydı altında kat kesme kuvvetleri.....	93
Şekil 4.114: 5 katlı karma çerçevelerin RSN3932 ivme kaydı altında kat kesme kuvvetleri.....	93
Şekil 4.115: 5 katlı karma çerçevelerin RSN4140 ivme kaydı altında kat kesme kuvvetleri.....	93
Şekil 4.116: 5 katlı karma çerçevelerin RSN4141 ivme kaydı altında kat kesme kuvvetleri.....	94
Şekil 4.117: 5 katlı karma çerçevelerin RSN4850 ivme kaydı altında kat kesme kuvvetleri.....	94
Şekil 4.118: 5 katlı karma çerçevelerin RSN5474 ivme kaydı altında kat kesme kuvvetleri.....	94
Şekil 4.119: 5 katlı karma çerçevelerin RSN548 ivme kaydı altında kat kesme kuvvetleri.....	95

Şekil 4.120: 5 katlı karma çerçevelerin RSN57 ivme kaydı altında kat kesme kuvvetleri.....	95
Şekil 4.121: 5 katlı karma çerçevelerin RSN6915 ivme kaydı altında kat kesme kuvvetleri.....	95
Şekil 4.122: 5 katlı karma çerçevelerin RSN755 ivme kaydı altında kat kesme kuvvetleri.....	96
Şekil 4.123: 5 katlı karma çerçevelerin ivme kayıtlarının ortalama kat kesme kuvvetleri.....	96
Şekil 4.124: Tek katın çelik olması durumunda son kat ortalama deplasmanlarının karşılaştırılması	97
Şekil 4.125: Tek katın çelik olması durumunda ortalama kat kesme kuvvetlerinin karşılaştırılması	98
Şekil 4.126: İki katın çelik olması durumunda son katların ortalama deplasmanlarının karşılaştırılması.....	99
Şekil 4.127: İki katın çelik olması durumunda ortalama kat kesme kuvvetlerinin karşılaştırılması	100
Şekil 4.128: Üç katın çelik olması durumunda son katların ortalama deplasmanlarının karşılaştırılması.....	101
Şekil 4.129: Üç katın çelik olması durumunda ortalama kat kesme kuvvetlerinin karşılaştırılması	101
Şekil 4.130: 4 kat betonarme + 1 kat çelik rijit bağlantılı çerçevenin RSN57 kaydı altında hasar dağılımı	102
Şekil 4.131: 4 kat betonarme + 1 kat çelik mafsallı bağlantılı çerçevenin RSN57 kaydı altında hasar dağılımı	102
Şekil 4.132: 4 kat betonarme + 1 kat çaprazlı çelik çerçevenin RSN57 kaydı altında hasar dağılımı	103
Şekil 4.133: 5 kat betonarme çerçevenin RSN57 kaydı altında hasar dağılımı.....	103
Şekil 4.134: 4 kat betonarme + 2 kat çelik rijit bağlantılı çerçevenin RSN57 kaydı altında hasar dağılımı	104
Şekil 4.135: 4 kat betonarme + 2 kat çelik mafsallı bağlantı çerçevenin RSN57 kaydı altında hasar dağılımı	104
Şekil 4.136: 6 kat betonarme çerçevenin RSN57 kaydı altında hasar dağılımı.....	105
Şekil 4.137: 4 kat betonarme + 3 kat çelik rijit bağlantılı çerçevenin RSN57 kaydı altında hasar dağılımı	105
Şekil 4.138: 4 kat betonarme + 3 kat çelik mafsallı bağlantı çerçevenin RSN57 kaydı altında hasar dağılımı	106
Şekil 4.139: 7 kat betonarme çerçevenin RSN57 kaydı altında hasar dağılımı.....	106
Şekil 4.140: 5 kat betonarme + 1 kat çelik rijit bağlantı çerçevenin RSN57 kaydı altında hasar dağılımı	107
Şekil 4.141: 5 kat betonarme + 1 kat çelik mafsallı bağlantı çerçevenin RSN57 kaydı altında hasar dağılımı	107
Şekil 4.142: 5 kat betonarme + 1 kat çaprazlı çelik çerçevenin RSN57 kaydı altında hasar dağılımı	108
Şekil 4.143: 5 kat betonarme + 2 kat çelik rijit bağlantı çerçevenin RSN57 kaydı altında hasar dağılımı	108
Şekil 4.144: 5 kat betonarme + 2 kat çelik mafsallı bağlantı çerçevenin RSN57 kaydı altında hasar dağılımı	109
Şekil 4.145: 6 kat betonarme + 1 kat çelik rijit bağlantı çerçevenin RSN57 kaydı altında hasar dağılımı	109

Şekil 4.146: 6 kat betonarme + 1 kat çelik mafsallı bağlantı çerçevesinin RSN57 kaydı altında hasar dağılımı	110
Şekil 4.147: 6 kat betonarme + 1 kat çaprazlı çelik çerçevesinin RSN57 kaydı altında hasar dağılımı	110
Şekil A.1: 4 kat betonarme + 1 kat çelik rijit bağlantı çerçevesinin RSN164 kaydı altında hasar dağılımı	121
Şekil A.2: 4 kat betonarme + 1 kat çelik rijit bağlantı çerçevesinin RSN755 kaydı altında hasar dağılımı	121
Şekil A.3: 4 kat betonarme+1 kat çelik rijit bağlantı çerçevesinin RSN4140 kaydı altında hasar dağılımı	121
Şekil A.4: 4 kat betonarme+1 kat çelik rijit bağlantı çerçevesinin RSN4141 kaydı altında hasar dağılımı	122
Şekil A.5: 4 kat betonarme+1 kat çelik rijit bağlantı çerçevesinin RSN4850 kaydı altında hasar dağılımı	122
Şekil A.6: 4 kat betonarme+1 kat çelik rijit bağlantı çerçevesinin RSN6915 kaydı altında hasar dağılımı	122
Şekil A.7: 4 kat betonarme + 1 kat çelik mafsallı bağlantı çerçevesinin RSN164 kaydı altında hasar dağılımı	123
Şekil A.8: 4 kat betonarme + 1 kat çelik mafsallı bağlantı çerçevesinin RSN755 kaydı altında hasar dağılımı	123
Şekil A.9: 4 kat betonarme + 1 kat çelik mafsallı bağlantı çerçevesinin RSN4141 kaydı altında hasar dağılımı	123
Şekil A.10: 4 kat betonarme + 1 kat çelik mafsallı bağlantı çerçevesinin RSN4850 kaydı altında hasar dağılımı	124
Şekil A.11: 4 kat betonarme + 1 kat çelik mafsallı bağlantı çerçevesinin RSN6915 kaydı altında hasar dağılımı	124
Şekil A.12: 4 kat betonarme + 1 kat çaprazlı çelik çerçevesinin RSN164 kaydı altında hasar dağılımı	124
Şekil A.13: 4 kat betonarme + 1 kat çaprazlı çelik çerçevesinin RSN755 kaydı altında hasar dağılımı	125
Şekil A.14: 4 kat betonarme + 1 kat çaprazlı çelik çerçevesinin RSN4140 kaydı altında hasar dağılımı	125
Şekil A.15: 4 kat betonarme + 1 kat çaprazlı çelik çerçevesinin RSN4141 kaydı altında hasar dağılımı	125
Şekil A.16: 4 kat betonarme + 1 kat çaprazlı çelik çerçevesinin RSN4850 kaydı altında hasar dağılımı	126
Şekil A.17: 4 kat betonarme + 1 kat çaprazlı çelik çerçevesinin RSN6915 kaydı altında hasar dağılımı	126
Şekil A.18: 4 kat betonarme + 2 kat çelik rijit bağlantılı çerçevesinin RSN164 kaydı altında hasar dağılımı	126
Şekil A.19: 4 kat betonarme + 2 kat çelik rijit bağlantılı çerçevesinin RSN755 kaydı altında hasar dağılımı	127
Şekil A.20: 4 kat betonarme + 2 kat çelik rijit bağlantılı çerçevesinin RSN4140 kaydı altında hasar dağılımı	127
Şekil A.21: 4 kat betonarme + 2 kat çelik rijit bağlantılı çerçevesinin RSN4141 kaydı altında hasar dağılımı	127
Şekil A.22: 4 kat betonarme + 2 kat çelik rijit bağlantılı çerçevesinin RSN4850 kaydı altında hasar dağılımı	128
Şekil A.23: 4 kat betonarme + 2 kat çelik rijit bağlantılı çerçevesinin RSN6915 kaydı altında hasar dağılımı	128

Şekil A.24: 4 kat betonarme + 2 kat çelik mafsallı bağlantılı çerçevenin RSN164 kaydı altında hasar dağılımı	128
Şekil A.25: 4 kat betonarme + 2 kat çelik mafsallı bağlantılı çerçevenin RSN755 kaydı altında hasar dağılımı	129
Şekil A.26: 4 kat betonarme + 2 kat çelik mafsallı bağlantılı çerçevenin RSN4140 kaydı altında hasar dağılımı	129
Şekil A.27: 4 kat betonarme + 2 kat çelik mafsallı bağlantılı çerçevenin RSN4141 kaydı altında hasar dağılımı	129
Şekil A.28: 4 kat betonarme + 2 kat çelik mafsallı bağlantılı çerçevenin RSN4850 kaydı altında hasar dağılımı	130
Şekil A.29: 4 kat betonarme + 2 kat çelik mafsallı bağlantılı çerçevenin RSN6915 kaydı altında hasar dağılımı	130
Şekil A.30: 4 kat betonarme + 3 kat çelik rijit bağlantılı çerçevenin RSN164 kaydı altında hasar dağılımı	130
Şekil A.31: 4 kat betonarme + 3 kat çelik rijit bağlantılı çerçevenin RSN755 kaydı altında hasar dağılımı	131
Şekil A.32: 4 kat betonarme + 3 kat çelik rijit bağlantılı çerçevenin RSN4140 kaydı altında hasar dağılımı	131
Şekil A.33: 4 kat betonarme + 3 kat çelik rijit bağlantılı çerçevenin RSN4141 kaydı altında hasar dağılımı	131
Şekil A.34: 4 kat betonarme + 3 kat çelik rijit bağlantılı çerçevenin RSN4850 kaydı altında hasar dağılımı	132
Şekil A.35: 4 kat betonarme + 3 kat çelik rijit bağlantılı çerçevenin RSN6915 kaydı altında hasar dağılımı	132
Şekil A.36: 4 kat betonarme + 3 kat çelik mafsallı bağlantılı çerçevenin RSN164 kaydı altında hasar dağılımı	132
Şekil A.37: 4 kat betonarme + 3 kat çelik mafsallı bağlantılı çerçevenin RSN755 kaydı altında hasar dağılımı	133
Şekil A.38: 4 kat betonarme + 3 kat çelik mafsallı bağlantılı çerçevenin RSN4140 kaydı altında hasar dağılımı	133
Şekil A.39: 4 kat betonarme + 3 kat çelik mafsallı bağlantılı çerçevenin RSN4141 kaydı altında hasar dağılımı	133
Şekil A.40: 4 kat betonarme + 3 kat çelik mafsallı bağlantılı çerçevenin RSN4850 kaydı altında hasar dağılımı	134
Şekil A.41: 4 kat betonarme + 3 kat çelik mafsallı bağlantılı çerçevenin RSN6915 kaydı altında hasar dağılımı	134
Şekil A.42: 5 kat betonarme + 1 kat çelik rijit bağlantılı çerçevenin RSN164 kaydı altında hasar dağılımı	134
Şekil A.43: 5 kat betonarme + 1 kat çelik rijit bağlantılı çerçevenin RSN755 kaydı altında hasar dağılımı	135
Şekil A.44: 5 kat betonarme + 1 kat çelik rijit bağlantılı çerçevenin RSN4140 kaydı altında hasar dağılımı	135
Şekil A.45: 5 kat betonarme + 1 kat çelik rijit bağlantılı çerçevenin RSN4141 kaydı altında hasar dağılımı	135
Şekil A.46: 5 kat betonarme + 1 kat çelik rijit bağlantılı çerçevenin RSN4850 kaydı altında hasar dağılımı	136
Şekil A.47: 5 kat betonarme + 1 kat çelik rijit bağlantılı çerçevenin RSN6915 kaydı altında hasar dağılımı	136
Şekil A.48: 5 kat betonarme + 1 kat çelik mafsallı bağlantılı çerçevenin RSN164 kaydı altında hasar dağılımı	136

Şekil A.49: 5 kat betonarme + 1 kat çelik mafsallı bağlantılı çerçevenin RSN755 kaydı altında hasar dağılımı	137
Şekil A.50: 5 kat betonarme + 1 kat çelik mafsallı bağlantılı çerçevenin RSN4140 kaydı altında hasar dağılımı	137
Şekil A.51: 5 kat betonarme + 1 kat çelik mafsallı bağlantılı çerçevenin RSN4141 kaydı altında hasar dağılımı	137
Şekil A.52: 5 kat betonarme + 1 kat çelik mafsallı bağlantılı çerçevenin RSN4850 kaydı altında hasar dağılımı	138
Şekil A.53: 5 kat betonarme + 1 kat çelik mafsallı bağlantılı çerçevenin RSN6915 kaydı altında hasar dağılımı	138
Şekil A.54: 5 kat betonarme + 1 kat çaprazlı çelik çerçevenin RSN164 kaydı altında hasar dağılımı	138
Şekil A.55: 5 kat betonarme + 1 kat çaprazlı çelik çerçevenin RSN548 kaydı altında hasar dağılımı	139
Şekil A.56: 5 kat betonarme + 1 kat çaprazlı çelik çerçevenin RSN755 kaydı altında hasar dağılımı	139
Şekil A.57: 5 kat betonarme + 1 kat çaprazlı çelik çerçevenin RSN4140 kaydı altında hasar dağılımı	139
Şekil A.58: 5 kat betonarme + 1 kat çaprazlı çelik çerçevenin RSN4141 kaydı altında hasar dağılımı	140
Şekil A.59: 5 kat betonarme + 1 kat çaprazlı çelik çerçevenin RSN4850 kaydı altında hasar dağılımı	140
Şekil A.60: 5 kat betonarme + 1 kat çaprazlı çelik çerçevenin RSN6915 kaydı altında hasar dağılımı	140
Şekil A.61: 5 kat betonarme + 2 kat rijit bağlantılı çelik çerçevenin RSN164 kaydı altında hasar dağılımı	141
Şekil A.62: 5 kat betonarme + 2 kat rijit bağlantılı çelik çerçevenin RSN755 kaydı altında hasar dağılımı	141
Şekil A.63: 5 kat betonarme + 2 kat rijit bağlantılı çelik çerçevenin RSN4140 kaydı altında hasar dağılımı	141
Şekil A.64: 5 kat betonarme + 2 kat rijit bağlantılı çelik çerçevenin RSN4141 kaydı altında hasar dağılımı	142
Şekil A.65: 5 kat betonarme + 2 kat rijit bağlantılı çelik çerçevenin RSN4850 kaydı altında hasar dağılımı	142
Şekil A.66: 5 kat betonarme + 2 kat rijit bağlantılı çelik çerçevenin RSN6915 kaydı altında hasar dağılımı	142
Şekil A.67: 5 kat betonarme + 2 kat mafsallı bağlantılı çelik çerçevenin RSN164 kaydı altında hasar dağılımı	143
Şekil A.68: 5 kat betonarme + 2 kat mafsallı bağlantılı çelik çerçevenin RSN755 kaydı altında hasar dağılımı	143
Şekil A.69: 5 kat betonarme + 2 kat mafsallı bağlantılı çelik çerçevenin RSN4140 kaydı altında hasar dağılımı	143
Şekil A.70: 5 kat betonarme + 2 kat mafsallı bağlantılı çelik çerçevenin RSN4141 kaydı altında hasar dağılımı	144
Şekil A.71: 5 kat betonarme + 2 kat mafsallı bağlantılı çelik çerçevenin RSN4850 kaydı altında hasar dağılımı	144
Şekil A.72: 5 kat betonarme + 2 kat mafsallı bağlantılı çelik çerçevenin RSN6915 kaydı altında hasar dağılımı	144
Şekil A.73: 6 kat betonarme + 1 kat rijit bağlantılı çelik çerçevenin RSN164 kaydı altında hasar dağılımı	145

Şekil A.74: 6 kat betonarme + 1 kat rijit bağlantılı çelik çerçevenin RSN755 kaydı altında hasar dağılımı	145
Şekil A.75: 6 kat betonarme + 1 kat rijit bağlantılı çelik çerçevenin RSN4140 kaydı altında hasar dağılımı	145
Şekil A.76: 6 kat betonarme + 1 kat rijit bağlantılı çelik çerçevenin RSN4141 kaydı altında hasar dağılımı	146
Şekil A.77: 6 kat betonarme + 1 kat rijit bağlantılı çelik çerçevenin RSN4850 kaydı altında hasar dağılımı	146
Şekil A.78: 6 kat betonarme + 1 kat rijit bağlantılı çelik çerçevenin RSN6915 kaydı altında hasar dağılımı	146
Şekil A.79: 6 kat betonarme + 1 kat mafsallı bağlantılı çelik çerçevenin RSN164 kaydı altında hasar dağılımı	147
Şekil A.80: 6 kat betonarme + 1 kat mafsallı bağlantılı çelik çerçevenin RSN755 kaydı altında hasar dağılımı	147
Şekil A.81: 6 kat betonarme + 1 kat mafsallı bağlantılı çelik çerçevenin RSN4140 kaydı altında hasar dağılımı	147
Şekil A.82: 6 kat betonarme + 1 kat mafsallı bağlantılı çelik çerçevenin RSN4141 kaydı altında hasar dağılımı	148
Şekil A.83: 6 kat betonarme + 1 kat mafsallı bağlantılı çelik çerçevenin RSN4850 kaydı altında hasar dağılımı	148
Şekil A.84: 6 kat betonarme + 1 kat mafsallı bağlantılı çelik çerçevenin RSN6915 kaydı altında hasar dağılımı	148
Şekil A.85: 6 kat betonarme + 1 kat çaprazlı çelik çerçevenin RSN164 kaydı altında hasar dağılımı	149
Şekil A.86: 6 kat betonarme + 1 kat çaprazlı çelik çerçevenin RSN755 kaydı altında hasar dağılımı	149
Şekil A.87: 6 kat betonarme + 1 kat çaprazlı çelik çerçevenin RSN4140 kaydı altında hasar dağılımı	149
Şekil A.88: 6 kat betonarme + 1 kat çaprazlı çelik çerçevenin RSN4141 kaydı altında hasar dağılımı	150
Şekil A.89: 6 kat betonarme + 1 kat çaprazlı çelik çerçevenin RSN4850 kaydı altında hasar dağılımı	150
Şekil A.90: 6 kat betonarme + 1 kat çaprazlı çelik çerçevenin RSN6915 kaydı altında hasar dağılımı	150

TABLO LİSTESİ

Sayfa

Tablo 2.1: Çatı eğimine (α) bağlı olarak azaltma değeri (m).....	11
Tablo 2.2: Zati kar yükü (P_{k0}) değerleri kN/m^2	11
Tablo 2.3: Yüksekliğe bağlı olarak rüzgâr hızı ve emme	12
Tablo 3.1: TBDY’de tanımlanan yerel zemin sınıfları ve özellikleri	16
Tablo 3.2: Çalışmada kullanılan ivme kayıtları ve özellikleri (PEER).....	18
Tablo 4.1: 6 kat betonarme + 1 kat çelik rijit bağlantılı çerçeve için maksimum kat yer değiştirmeleri.....	20
Tablo 4.2: 6 kat betonarme + 1 kat çelik rijit bağlantılı çerçeve için görelî kat ötelenme değerleri	20
Tablo 4.3: 6 kat betonarme + 1 kat çelik mafsallı bağlantılı çerçeve için maksimum kat yer değiştirmeleri.....	22
Tablo 4.4: 6 kat betonarme + 1 kat çelik mafsallı bağlantılı çerçeve için görelî kat ötelenme değerleri	22
Tablo 4.5: 6 kat betonarme + 1 kat çaprazlı çelik çerçeve için maksimum kat yer değiştirmeleri.....	24
Tablo 4.6: 6 kat betonarme + 1 kat çaprazlı çelik çerçeve için görelî kat ötelenme değerleri.....	24
Tablo 4.7: 5 kat betonarme + 2 kat çelik rijit bağlantılı çerçeve için maksimum kat yer değiştirmeleri.....	26
Tablo 4.8: 5 kat betonarme + 2 kat çelik rijit bağlantılı çerçeve için görelî kat ötelenme değerleri	26
Tablo 4.9: 5 kat betonarme + 2 kat çelik mafsallı bağlantılı çerçeve için maksimum kat yer değiştirmeleri.....	28
Tablo 4.10: 5 kat betonarme + 2 kat çelik mafsallı bağlantılı çerçeve için görelî kat ötelenme değerleri	28
Tablo 4.11: 4 kat betonarme + 3 kat çelik rijit bağlantılı çerçeve için maksimum kat yer değiştirmeleri.....	30
Tablo 4.12: 4 kat betonarme + 3 kat çelik rijit bağlantılı çerçeve için görelî kat ötelenme değerleri	30
Tablo 4.13: 4 kat betonarme + 3 kat çelik mafsallı bağlantılı çerçeve için maksimum kat yer değiştirmeleri.....	32
Tablo 4.14: 4 kat betonarme + 3 kat çelik mafsallı bağlantılı çerçeve için görelî kat ötelenme değerleri	32
Tablo 4.15: 5 kat betonarme + 1 kat çelik rijit bağlantılı çerçeve için maksimum kat yer değiştirmeleri.....	37
Tablo 4.16: 5 kat betonarme + 1 kat çelik rijit bağlantılı çerçeve için görelî kat ötelenme değerleri	37
Tablo 4.17: 5 kat betonarme + 1 kat çelik mafsallı bağlantılı çerçeve için maksimum kat yer değiştirmeleri.....	39
Tablo 4.18: 5 kat betonarme + 1 kat çelik mafsallı bağlantılı çerçeve için görelî kat ötelenme değerleri	39
Tablo 4.19: 5 kat betonarme + 1 kat çaprazlı çelik çerçeve için maksimum kat yer değiştirmeleri.....	40
Tablo 4.20: 5 kat betonarme + 1 kat çaprazlı çelik çerçeve için görelî kat ötelenme değerleri.....	41

Tablo 4.21: 4 kat betonarme + 2 kat çelik rijit bağlantılı çerçeve için maksimum kat yer değiştirmeleri.....	42
Tablo 4.22: 4 kat betonarme + 2 kat çelik rijit bağlantılı çerçeve için görelî kat ötelenme değerleri	43
Tablo 4.23: 4 kat betonarme + 2 kat çelik mafsallı bağlantılı çerçeve için maksimum kat yer değiştirmeleri	44
Tablo 4.24: 4 kat betonarme + 2 kat çelik mafsallı bağlantılı çerçeve için görelî kat ötelenme değerleri	44
Tablo 4.25: 4 kat betonarme + 1 kat çelik rijit bağlantılı çerçeve için maksimum kat yer değiştirmeleri.....	48
Tablo 4.26: 4 kat betonarme + 1 kat çelik rijit bağlantılı çerçeve için görelî kat ötelenme değerleri	48
Tablo 4.27: 4 kat betonarme + 1 kat çelik mafsallı bağlantılı çerçeve için maksimum kat yer değiştirmeleri	49
Tablo 4.28: 4 kat betonarme + 1 kat çelik mafsallı bağlantılı çerçeve için görelî kat ötelenme değerleri	50
Tablo 4.29: 4 kat betonarme + 1 kat çaprazlı çelik çerçeve için maksimum kat yer değiştirmeleri.....	51
Tablo 4.30: 4 kat betonarme + 1 kat çaprazlı çelik çerçeve için görelî kat ötelenme değerleri.....	52
Tablo 4.31: 6 kat betonarme + 1 kat çelik rijit bağlantılı çerçeve için kat kesme kuvvetleri.....	68
Tablo 4.32: 6 kat betonarme + 1 kat çelik mafsallı bağlantılı çerçeve için kat kesme kuvvetleri	69
Tablo 4.33: 6 kat betonarme + 1 kat çaprazlı çelik çerçeve için kat kesme kuvvetleri.....	70
Tablo 4.34: 5 kat betonarme + 2 kat çelik rijit bağlantılı çerçeve için kat kesme kuvvetleri.....	71
Tablo 4.35: 5 kat betonarme + 2 kat çelik mafsallı bağlantılı çerçeve için kat kesme kuvvetleri	72
Tablo 4.36: 4 kat betonarme + 3 kat çelik rijit bağlantılı çerçeve için kat kesme kuvvetleri.....	73
Tablo 4.37: 4 kat betonarme + 3 kat çelik mafsallı bağlantılı çerçeve için kat kesme kuvvetleri	74
Tablo 4.38: 5 kat betonarme + 1 kat çelik rijit bağlantılı çerçeve için kat kesme kuvvetleri.....	75
Tablo 4.39: 5 kat betonarme + 1 kat çelik mafsallı bağlantılı çerçeve için kat kesme kuvvetleri	76
Tablo 4.40: 5 kat betonarme + 1 kat çaprazlı çelik çerçeve için kat kesme kuvvetleri.....	77
Tablo 4.41: 4 kat betonarme + 2 kat çelik rijit bağlantılı çerçeve için kat kesme kuvvetleri.....	78
Tablo 4.42: 4 kat betonarme + 1 kat çelik mafsallı bağlantılı çerçeve için kat kesme kuvvetleri	79
Tablo 4.43: 4 kat betonarme + 1 kat çelik rijit bağlantılı çerçeve için kat kesme kuvvetleri.....	80
Tablo 4.44: 4 kat betonarme + 1 kat çelik mafsallı bağlantılı çerçeve için kat kesme kuvvetleri	81
Tablo 4.45: 4 kat betonarme + 1 kat çaprazlı çelik çerçeve için kat kesme kuvvetleri.....	82

Tablo 4.46: Tek katın elik olması durumunda ortalama deplasman değerleri	97
Tablo 4.47: Tek katın elik olması durumunda ortalama kat kesme kuvvetleri	98
Tablo 4.48: İki katın elik olması durumunda ortalama deplasman değerleri..	99
Tablo 4.49: İki katın elik olması durumunda ortalama kat kesme kuvvetleri.	99
Tablo 4.50: Üç katın elik olması durumunda ortalama deplasman değerleri	100
Tablo 4.51: Üç katın elik olması durumunda ortalama kat kesme kuvvetleri	101



KISALTMALAR LİSTESİ

PEER	:	Pasific Earthquake Engineering Research
RSN	:	Record Sequence Number
TBDY	:	Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği



SEMBOL LİSTESİ

C_f	:	Aerodinamik yük katsayısı
c_u	:	Drenajsız kayma dayanımı
$(c_u)_{30}$	:	Üst 30 metredeki ortalama drenajsız kayma dayanımı
E	:	Deprem etkisi
G	:	Sabit yük
g	:	Yerçekimi ivmesi
H	:	Bina yüksekliği
h	:	Kat yüksekliği
m	:	Çatı eğimine bağlı azaltma değeri
$(N_{60})_{30}$	:	Üst 30 metredeki ortalama standart penetrasyon darbe sayısı
PI	:	Plastisite indisi
P_k	:	Kar yükü hesap değeri
Q	:	Hareketli yük
q	:	Emme, hız basıncı
S	:	Kar yükü
T_p	:	Binanın hakim titreşim periyodu
V_s	:	Kayma dalgası hızı
$(V_s)_{30}$	:	Üst 30 metredeki ortalama kayma dalgası hızı
W	:	Rüzgâr yükü
w	:	Doğal su içeriği
Δ_{max}	:	Maksimum yatay ötelenme
Δ_{max}/H	:	Maksimum yatay ötelenme oranı
δ	:	Görelî kat ötelenmesi
δ_{mak}	:	Maksimum görelî kat ötelenmesi
δ_{mak}/h	:	Maksimum görelî kat ötelenmesi oranı

ÖNSÖZ

Lisans ve yüksek lisans öğrenimim boyunca katkı ve emeğini esirgemeyen değerli hocam Prof. Dr. Fatih CETİŞLİ başta olmak üzere tüm hocalarıma çok teşekkür ederim.

Hayatımın her alanında sonsuz desteği için sevgili annem Tuğba GÜLDAŞ'a çok teşekkür ederim.



1. GİRİŞ

Düşey karma yapılar, çeşitli işlevler ve yeni konfigürasyon taleplerini karşılamak için son yıllarda yüksek binalar için kabul edilen bir yaklaşım haline gelmiştir. Alt kısım genellikle beton, üst kısım çelikten olmak üzere en az iki parçadan oluşan bu düşey olarak karma yapılar için tasarım ilkeleri geliştirilmemiştir. Pratikte bu tip yapıların çeşitli uygulamaları bulunmaktadır. Örneğin, Şekil 1.1’de görüldüğü gibi Çin’in Wuhan kentinde bulunan Minsheng Bank Binası, 6. Katın altında betonarme bir yapı ve üstte çelik çaprazlı bir çerçeve yapıdan oluşmaktadır. Şekil 1.2’de ise bodrum + zemin + 4 betonarme katlı okul binasının en üst katına çelik salon eklenen Maltepe Kız Anadolu İmam Hatip Lisesi verilmiştir.



Şekil 1.1: Minsheng Bank Binası, Çin, Wuhan



Şekil 1.2: Maltepe Kız İmam Hatip Lisesi

Ülkemizde, nüfusumuzun ağırlıklı olduğu şehir merkezlerinde bulunan yapı stoğu, genel olarak, betonarme ve yığma binalardan oluşmakta olup çelik yapı stoğu oldukça azdır. Mevcut çelik yapı stoğu ise çoğunlukla tek katlı depo, hangar, az katlı fabrika tesisleri, vb. yapı gruplarından oluşmaktadır. Bunların yanı sıra, oldukça yeni çok katlı yapılar da şehirlerimizde yer almaya başlamıştır. Birçok neden olabileceği gibi değişen nüfus dengesi, yeni imar düzenlemelerinin yapılması ve/veya hali hazırda bulunan tasarım yönetmeliklerinin değişmesi gibi başlıca nedenlerden ötürü mevcut yapı stoklarında kullanım amacı değişikliklerine veya yenilemelere gidilmek durumunda kalınmaktadır. İfade edilen bu etkiler karma yapı gruplarının oluşmasına vesile olmakta, hatta, çelik sistemlerin avantajlarından ötürü daha fazla kullanılmak istenmelerini tetiklemektedir.

Çalışma kapsamında; betonarme iki boyutlu düzlem çerçeve üzerine farklı kat sayılarına sahip iki boyutlu çelik düzlem çerçeveler rijit ve mafsallı şekilde bağlanmıştır. Oluşturulan modellerin sismik performansı düzenli referans betonarme çerçeve ile ve birbirleriyle karşılaştırılmıştır.

1.1 Amaç ve Kapsam

Depremeler, tarih boyunca özellikle kentsel bölgeleri etkilediklerinde can ve mal kayıplarına neden olmuştur. En etkin deprem kuşaklarından birinin üzerinde olan Türkiye’de de sık sık deprem hadisesi yaşanmaktadır. Depremelerin oluşmasını engellemek mümkün olmasa da bilim ve teknolojiye dayanarak deprem etkilerini öngörerek ortaya çıkacak hasar ve kayıpları azaltmak mümkündür. Ülkemiz nüfusunun yarısından fazlasının aktif deprem bölgelerinde yaşadığı düşünüldüğünde can ve mal kayıplarının önüne geçilebilmesi için gerekli tedbirlerin alınması zorunludur.

Çalışmanın amacı; ülkemizin yapı stokunun büyük bir kısmını oluşturan orta yükseklikte betonarme binalara çeşitli sebeplerle çelik kat veya katlar eklenmesi durumunda sismik etkiler altında davranışlarını inceleyerek deprem kaynaklı yapısal ve yapısal olmayan hasar risklerini azaltacak veri elde etmektir.

Bu kapsamda, referans betonarme çerçeve ile son kat veya katlarına farklı şekillerde çelik çerçeveler eklenip zaman tanım alanında doğrusal olmayan dinamik analiz yöntemi kullanılarak analiz edilmiştir. Son kat veya katlara eklenen 1, 2 ve 3 katlı çelik çerçeveler “Yük ve Dayanım Katsayıları ile Tasarım” esas alınarak Çelik Yapıların Tasarım, Hesap ve Yapım Esasları Yönetmeliği-2016 ve Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği’ne uygun ZC sınıfı zemin üzerinde olduğu varsayılarak tasarlanmıştır.

Yönetmeliklere uygun tasarlanmış çelik çerçevelerin referans çerçevede betonarme kat veya katlar çıkartıldıktan sonra eklenmesiyle oluşturulan karma çerçeveler analiz edilirken kullanılmış olan deprem kayıtları Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği’yle uyumlu şekilde ölçeklendirilmiştir. Kullanılan ölçek katsayıları ise, depremlerin gerçek davranışlarından uzaklaşmaması amacıyla 0.5 ile 2 arasında sınırlandırılmıştır. Düzlem karma çerçeve sistemlerde, ivme kayıtlarından elde edilen maksimum yatay ötelenme (Δ_{mak}), maksimum yatay ötelenme oranı (Δ_{mak}/H), maksimum göreceli kat ötelenmesi (δ_{mak}) ve maksimum göreceli kat ötelenmesi oranı (δ_{mak}/h) talepleri hesaplanıp karşılaştırılmıştır. Düzlem çerçeveler SAP2000 yapı analiz programı kullanılarak modellenmiş ve analiz edilmiştir.

1.2 Literatür Taraması

Al-Ali, Ali AK. (1999), düşey düzensizliklere sahip yapıların sismik davranışının anlaşılmasını amaçlamıştır. Bu amaç doğrultusunda kütle, rijitlik ve mukavemetteki düşey düzensizliklerin sismik talepler üzerindeki etkilerini incelemiştir. İncelenen sismik talepler, elastik kat kesmeleri, devrilme momentleri ve görelî kat ötelenmeleridir. Kütle, rijitlik ve mukavemet dağılımlarındaki düşey düzensizliklerin etkileri ayrı ayrı kombinasyonlar halinde ele alınmıştır. Düzensiz yapıların sismik tepkisi, elastik ve elastik olmayan dinamik analiz yoluyla değerlendirilmiştir. Yapılar tepkilerin yorumlanmasını kolaylaştırmak amacıyla basit çerçeve modelleri ile temsil edilmiştir. Sismik talepler, yapısal modellerin 15 yer hareketine tepkisine dayalı olarak istatistik bir şekilde değerlendirilmiştir. Kaya veya sert zeminlerde kaydedilen yer hareketleri kullanılmıştır. Araştırma sonuçları, binaların sismik tepkisinin, benzer büyüklükteki kütle düzensizliklerinden ziyade rijitlik düzensizliklerine daha duyarlı olduğunu ortaya koymuştur. Mukavemet düzensizliklerinin sismik tepki üzerinde benzer büyüklükteki kütle veya rijitlik düzensizliklerinden çok daha büyük etkileri olduğu ortaya konmuştur. Bu araştırmanın bulguları, esnek olmayan deformasyon taleplerinin ve kapasitelerinin tasarım sürecine açıkça dahil edildiği bir tasarım metodolojisinin uygulanması gerektiğini vurgulamaktadır.

Bommer ve diğ. (2004), analizlerde gerçek deprem kayıtları kullanılması için uygun ivme kayıtlarının seçilmesine yönelik yönetmelikleri zayıf bulup, çalışmalarında, mühendislik analizi ve tasarımında gerçek kayıtlardan yararlanma önerileri ve sismik tasarım yönetmeliklerinde sağlanan mevcut yönergelerin iyileştirilmesi için öneriler verilmektedir. Dinamik analizlerde kullanılmak üzere gerçek deprem setlerinin hazırlanmasıyla ilgili konulara genel bir bakış sağlayıp kayıtların seçilmesi ve ölçeklendirilmesi için farklı yönetmelikleri incelemiştir. Olasılıklı sismik tehlike değerlendirilmesi yöntemiyle üretilen yapay bir tasarım spektrumu ne makul ne de gerçekçi bulmuştur. Bu yöntem kullanılarak türetilen tasarım spektrumu, tesadüfî yer hareketi tahmin denklemlerindeki saçılımın etkisini içerdiği görülmüştür. Sonuçların istikrarlı bir ortalamasını sağlamanın yanı sıra, bireysel kayıtların herhangi birinin maksimum spektral aşımına da dikkat edilmelidir. Ölçeklenmiş kayıt spektrumlarının ortalaması hedef spektrumla eşleşse bile, yapıya

son derece yüksek talepler getiren bireysel kayıtlar olabilir. Tasarım spektrumunun türetilmesinde kullanılan yatay hareket bileşenlerinin tanımı, ölçeklendirme faktörleri türetilirken de akılda tutulmalıdır. Kayıtlar üzerinde minimum müdahale yapmak daha sağlıklı bulunmuştur. Ölçeklemede katı sınırlar genellikle garanti edilmese de yine de ölçeklendirme faktörünün mümkün olduğu kadar bire yakın olması arzu edildiği belirtilmiştir.

Chintanapakdee (2004), düzenli ve düzensiz çerçevelerde modal itme analiz sonuçlarını zaman tanım alanında doğrusal olmayan analiz sonuçlarıyla karşılaştırıp doğruluğunu araştırmayı amaçlamıştır. Modal itme analizinin düzenli binaların sismik taleplerini tahmin etmede yeterince doğru olduğu gösterilmiştir. Rijitlik ve/veya mukavemet düzensizliğinin orta yükseklikte veya üst katlarda olması durumunda düzensiz çerçevelerde de analiz sonuçları doğrulanmıştır.

Kalkan ve diğ. (2006), binalardaki sismik talepleri tahmin etmek için çok modlu itme analizi geliştirmiştir. Metodoloji sadece çelik ve sadece betonarme moment aktaran çerçeve sistemlerden oluşan binalar için doğrulanmış olup düşey düzensizliklere sahip bir dizi bina için de ayrıca doğrulamayı amaçlamıştır. Çok modlu itme analizi deprem kayıtları ile elde edilen görelî kat ötelenmesi gibi önemli talep parametrelerini makul bir şekilde tahmin edebildiği ve binaların performans değerlendirmesi için güvenilir bir yöntem olduğu gösterilmiştir. Çalışmada ele alınan sistemler, zemin tipi 'D' olan yüksek depremselliğe sahip bir bölgede kod gereksinimlerine göre tasarlanmış 5, 10 ve 15 katlı moment aktaran çerçevelerdir. Yükseklik boyunca düzensizliğin konumunun binaların belirgin tepki özellikleri üzerindeki etkilerini incelemek için toplam on farklı model oluşturulmuştur. Her bina modeli, on yer hareketinden oluşan bir sete tabi tutulmuştur. Önerilen yönteme göre hesaplanan çatı deplasmanı, görelî kat ötelenmeleri ve plastik dönmeler gibi tepki parametrelerinin zaman tanım alanında analiz tepki parametreleriyle makul derecede yakın olduğu gösterilmiştir.

Sevim ve diğ. (2013), çalışmasında betonarme çok katlı bir okul binasının çatı katına, çelik taşıyıcı sisteme sahip çok amaçlı bir salonun tasarımını sunmuştur. Binanın salon eklenmeden önceki dinamik davranışı ile çelik salon eklendikten sonraki dinamik davranışı değerlendirilmiştir. Betonarme ve çelik yapı bir arada bulunduğundan, analiz ve tasarımda farklı yük kombinasyonları dikkate alınmış olup,

birleşim detayları en olumsuz kombinasyon için tasarlanmıştır. Yapı taşıyıcı sisteminde bulunan perdelerin yapı deplasmanlarını önemli ölçüde sınırladığı görülmüştür. Betonarme bina ile çelik salon arasında çapraz stabilite bağlantıları kullanılıp görelî kat ötelemeleri sınırlandırılmıştır.

Rahman ve diğ. (2014), düşey düzensiz çerçeve üzerinde çerçevenin rijitlik değişikliklerinden dolayı kat seviyelerinde sismik hareketten kaynaklı yanal kuvvetlerin orantısal değişimini incelemeyi amaçlamıştır. Kat deplasmanları, kat kesmeleri gibi parametreleri doğrusal statik analiz ve dinamik analiz altında incelemiştir. Geometrik olarak düşey düzensizliklere sahip zemin + 10 katlı, zemin katı 3.5 m, kalan katlar 3 m kat yüksekliği olan çerçeve yapının temel model çerçevesi olarak kullanılmıştır. Diğer çerçevede temel model çerçevenin zemin kat yüksekliği 5 m olarak değiştirilip diğer yapısal veriler değiştirilmemiştir. Kat deplasmanları göz önüne alındığında, zemin katın yüksekliği fazla olan türetilmiş çerçeve önemli ölçüde deplasman değişikliğine uğradığı için zayıf olduğu gösterilmiştir.

Varadharajan ve diğ. (2015), kütle düzensizliğinin nicelleştirilmesini ve düzensiz yapıların doğal zaman periyodunun düzenli yapılarınkine oranıyla ilişkisini değerlendirmeyi amaçlamıştır. Başka bir amacı ise kütle düzensizliği olan yapılar için bir düzeltme faktörü belirlemek olmuştur. Kütle düzensizlik indeksi olarak adlı önerilen parametre, düzensizliğin büyüklüğüne, yerine ve bina özelliklerine göre değişmektedir. Kütle düzensizliğinin yapının temel periyodu üzerindeki etkilerini hesaba katarken, önerilen parametre kullanılan 27 çerçeve sistemde doğrulanmıştır.

Jiang ve diğ. (2015), düşey olarak karma bir yapının elastik dinamik tepkisini tahmin etmek için modal şekil değiştirme enerjisi yöntemini kullanan bir analiz yönteminin etkinliğini araştırmayı amaçlamıştır. Betonarme-çelik yapı her bir alt sistemin ilk mod özellikleri kullanılarak eşdeğer bir tek serbest dereceli sistemle simüle edilmiştir. Eşdeğer modal sönümleme oranları, iki alt sistemin kütle oranlarının ve frekans oranlarının fonksiyonları olarak çizilmiştir. Modal şekil değiştirme enerjisi yöntemi ile tahmin edilen eşdeğer modal sönüm oranları, çeşitli sismik yer hareketleri altında kesin zaman alanı analizi ile doğrulanmıştır.

Pnevmatikos ve diğ. (2019), yalnızca betonarme veya yalnızca çelik elemanlardan yapılmış çerçeveler için literatürde mevcut olan hasar görebilirlik eğrilerini karma beton / çelik düzlem çerçeveler için geliştirmeyi amaçlamıştır. Bu kapsamda her biri 5 m olan üç açıklıklı, kat yüksekliği 3 m olan betonarme çerçevenin üzerine çelik katlar eklenerek model oluşturulmuştur. İki tür bina modellenmiştir. İlk farklı inşaat süreleri nedeniyle, binanın betonarme kısmının önceki yönetmeliğe göre tasarlandığı varsayılırken, üstteki çelik kısım mevcut yönetmeliğe göre tasarlanmıştır. İkinci modelde betonarme ve çelik katlar aynı yönetmeliğe göre tasarlanmıştır. Hasar görebilirlik eğrilerini elde etmek için on deprem kaydı kullanılmıştır. İlk hasar durumu görelî kat ötelenmesi %1, ikinci ve üçüncü durum sırasıyla %1.5 ve %2'ye karşılık gelecek şekilde oluşturulmuştur. Karma çerçeve için hesaplanan yer ivmelerinin betonarme hem de çelik çerçeve için uygun görülen değerlerden daha yüksek olduğu görülmüştür. Mevcut yönetmelikler kullanılarak tasarlanan karma çerçevenin diğer çerçeveye göre daha az hasar görebilir olduğu görülmüştür. Düşük kod gereksinimlerine sahip karma çerçevenin daha hasar görebilir olduğu görülmüştür.

Yılmaz (2019), tez çalışmasında Deprem Bölgelerine Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik – 2007 'ye göre tasarlanan bir konutun kullanım amacının hastane olarak değiştirilmesi ve üzerine çelik kolon ve kirişlerle ilave katların eklenmesi ile Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği – 2018'e göre performans düzeylerinin kontrol edilmesi amaçlanmıştır. Yapının görelî kat ötelemeleri, kolonların kesme kapasiteleri ve şekil değiştirme oranları birbirleriyle karşılaştırılmıştır. İlk durumda kullanım amacının değiştirilmesiyle, ikinci durumda ilave çelik katların eklenmesiyle, üçüncü durumda ise güçlendirilmiş durumda sonuçlar karşılaştırılmıştır. Yapı TBDY-2018'de verilen "Zaman Tanım Alanında Doğrusal Olmayan Hesap Yöntemi" kullanılarak analiz edilmiştir. Birinci ve ikinci durum analiz edildikten sonra yapıya 60 cm kalınlığında perdeler ilave edilip üçüncü durum analiz edilmiştir. İlk modelde kirişlerin %32'si, ikinci modelde kirişlerin %18'i kontrollü hasar olarak tanımlanan dönme değerlerini aşmaktadır. Üçüncü durumda sadece bir kiriş kontrollü hasar sınırlarını aşmıştır.

Raagavi ve diğ. (2021), deprem davranışını değiştiren en önemli faktörlerden biri olan düzensizlikleri zaman tanım alanında analiz yöntemi kullanarak incelemiştir. Plan düzensizlikleri olan modeli STAAD Pro v8 kullanarak modelleyip

analiz etmiştir. Referans olarak simetrik bir yapı seçmiştir. Plan düzensizliği olan yapıların analiz sonucunda ciddi hasarlara maruz kaldığı görülmüştür. ‘O’ şeklindeki yapının diğer düzensizliklere göre maksimum deplasman yaptığı, yüksek katlı binalarda düzensizlikler varsa en çok üst katların etkilendiği görülmüştür.

1.3 Tezin Organizasyonu

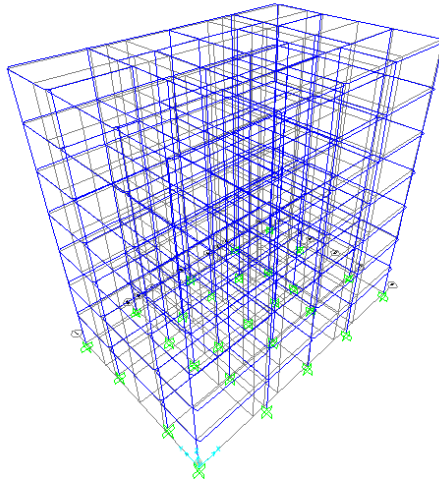
Tez çalışmasının;

1. bölümünde, tez ile ilgili genel bilgiler verilerek, tezin amacı, kapsamı ve literatür taraması özetlenmiştir.
2. bölümde, kullanılan çerçeve modeller ve detaylar verilmiştir.
3. bölümde, zaman tanım alanında doğrusal olmayan analiz ve çerçevelerin analizinde kullanılan deprem kayıtları ve ölçek katsayıları verilmiştir.
4. bölümde, analiz sonuçlarından elde edilen deplasman talepleri, göreceli kat ötelenmeleri ve kat kesme kuvvetleri grafiklerle verilmiştir.
5. bölümde, çalışma kapsamında elde edilen bulguların genel değerlendirilmesine yer verilmiştir.

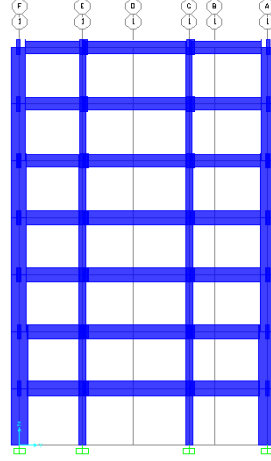
2. KULLANILAN ÇERÇEVE ÖZELLİKLERİ VE MODELLEME

2.1 Referans Bina Modelinin Özellikleri

Tez çalışmasında, inşa edildiği dönemde yürürlükte olan deprem yönetmeliğine uygun tasarlanmış mevcut yedi katlı bir binanın YZ düzlemindeki çerçevesi kullanılmıştır. Bina modeli tasarımında S420 sınıfı donatı, C25 sınıfı beton kullanılmıştır. Yapının birinci ve ikinci katında, kenar kolonlar 30*80 cm, orta kolonlar 75*35 cm, üçüncü, dördüncü ve beşinci katında kenar kolonlar 30*75 cm, orta kolonlar 70*35 cm, altıncı ve yedinci katında kenar kolonlar 30*70 cm, orta kolonlar 70*30 cm olarak modellenmiştir. Yapının ilk dört katında 30*70 cm kirişler, diğer katlarında ise 30*60 cm kirişler kullanılmıştır. Tasarlanmış olan betonarme yapının periyodu 0.633 saniyedir. Referans binanın analiz modeli Şekil 2.1’de tez kapsamında kullanılan düzlem çerçeve ise Şekil 2.2’de verilmiştir.



Şekil 2.3: Referans bina 3-B modeli



Şekil 2.4: Referans modelin kullanılan çerçevesi

2.2 Karma Düzlem Çerçeveler

Tez çalışmasında kullanılan karma çerçeveler, referans bina modelinin YZ düzlem çerçevelerinden birinin son kat ve katlarının kalıp planına sadık kalarak betonarme yapı elemanları yerine çelik kolon ve kiriş kullanılarak modellenmiştir. Betonarme çerçeve üzerine modellenmiş olan çelik çerçeve yalın halde ZC zemine yapılacak gibi Çelik Yapıların Tasarım, Hesap ve Yapımına Dair Esaslar ve Türkiye Bina Deprem Yönetmeliğine uygun, 1, 2 ve 3 katlı olmak üzere ayrı ayrı tasarlanmıştır. Kar ve rüzgâr yükleri TS498'e uygun hesaplanıp yapıya verilmiştir.

Kar yükü hesap değeri (P_k) için alınacak yük, kar yağışı artış şartlarına göre değişkenlik gösterir. Kar yükü (P_{k0}), hareketli yük sınıfına girer. Buna bağlı olduğu etkenler coğrafi ve meteorolojik şartlardır.

30°'ye kadar eğimli çatılarda kar yükü hesap değeri (P_k), kar yükü (P_{k0}) değerine eşit kabul edilir ve çatı alanının plandaki düzgün yayılı yükü olarak dikkate alınır.

$$P_k = m.P_{k0} \quad (2.1)$$

P_k = Kar yükü hesap değeri

P_{k0} = Kar yükü

m = Çatı eğimine (α) bağlı olarak azaltma değeri

Tablo 2.1: Çatı eğimine (α) bağlı olarak azaltma değeri (m)

α	0°	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°	9°
0-30°	1.0									
30°	1.00	0.97	0.95	0.92	0.90	0.87	0.85	0.82	0.80	0.77
40°	0.75	0.72	0.70	0.64	0.65	0.62	0.60	0.57	0.55	0.52
50°	0.50	0.47	0.45	0.42	0.40	0.37	0.35	0.32	0.30	0.27
60°	0.25	0.22	0.20	0.17	0.15	0.12	0.10	0.07	0.05	0.02
70°-90°										

Tablo 2.2: Zati kar yükü (P_{k0}) değerleri kN/m²

	1	2	3	4	5
1	Yapı yerinin denizden yüksekliği	BÖLGELER			
	m	I	II	III	IV
	≤ 200	0.75	0.75	0.75	0.75
2	300	0.75	0.75	0.75	0.80
	400	0.75	0.75	0.75	0.80
	500	0.75	0.75	0.75	0.85
3	600	0.75	0.75	0.80	0.90
	700	0.75	0.75	0.85	0.95
	800	0.80	0.85	1.25	1.40
4	900	0.80	0.95	1.30	1.50
	1000	0.80	1.05	1.35	1.60
5	> 1000	1000 m'ye tekabül eden değerler, 1500 m'ye kadar %10, 1500 m'den yukarı yüksekliklerde %15 arttırılır.			

Rüzgâr yükü hesabı yapının geometrisine bağlıdır. Basınç, emme ve sürtünme etkileri birleştirilerek hesaba alınır. Bir yapının bütününde rüzgâr yükü bileşkesinin büyüklüğü;

$$W = C_f \cdot q \cdot A \text{ kN} \quad (2.2)$$

C_f = Aerodinamik yük katsayısı

q = Emme (hız basıncı) kN/m^2

A = Etkilenen yüzey alanı, m^2

Tablo 2.3: Yüksekliğe bağlı olarak rüzgâr hızı ve emme

Zeminden Yükseklik m	Rüzgâr Hızı v m/s	Emme q (kN/m^2)
0-8	28	0.5
9-20	36	0.8
21-100	42	1.1
>100	45	1.3

Hesaplanan yükler çelik çerçeveye verilip, aşağıda verilen yük kombinasyonlarına göre tasarım yapılmıştır.

- 1.4G
- 1.2G + 1.6S
- 1.2G + 1.6Q + 0.5S
- 1.2G + 1.6S + Q
- 1.2G + 1.0Q + 0.5S + 1.6W
- 1.2G + 1.0Q + 0.2S + 1.0E
- 0.9G + 1.6W
- 0.9G + 1.0E

Tasarlanan 1, 2 ve 3 katlı çelik çerçevelerde kolonlar HEA200, kirişler HEA160 olarak seçilmiştir.

Referans modelin son bir, iki ve üç katı çelik olarak tasarlanmış olup çelik çerçeve mevcut betonarme yapıya rijit ve mafsallı olacak şekilde bağlanması durumunda davranış karakteristiklerinde ortaya çıkan farklar değerlendirmeye alınmıştır. Aynı sayıda çelik katın farklı betonarme kat sayılı çerçevelere etkisini de değerlendirmek adına betonarme kat sayıları da farklılaştırılmıştır. Tez çalışmasında kullanılan modeller (analiz matrisi);

- 7 kat betonarme çerçeve

- 1 kat elik ereve
- 6 kat betonarme + 1 kat elik ereve (rijit bağlantı)
- 6 kat betonarme + 1 kat elik ereve (mafsallı bağlantı)
- 6 kat betonarme + 1 kat aprazlı elik ereve (rijit bağlantı)
- 5 kat betonarme + 1 kat elik ereve (rijit bağlantı)
- 5 kat betonarme + 1 kat elik ereve (mafsallı bağlantı)
- 5 kat betonarme + 1 kat aprazlı elik ereve (rijit bağlantı)
- 4 kat betonarme + 1 kat elik ereve (rijit bağlantı)
- 4 kat betonarme + 1 kat elik ereve (mafsallı bağlantı)
- 4 kat betonarme + 1 kat aprazlı elik ereve (rijit bağlantı)
- 2 kat elik ereve
- 5 kat betonarme + 2 kat elik ereve (rijit bağlantı)
- 5 kat betonarme + 2 kat elik ereve (mafsallı bağlantı)
- 4 kat betonarme + 2 kat elik ereve (rijit bağlantı)
- 4 kat betonarme + 2 kat elik ereve (mafsallı bağlantı)
- 3 kat elik ereve
- 4 kat betonarme + 3 kat elik ereve (rijit bağlantı)
- 4 kat betonarme + 3 kat elik ereve (mafsallı bağlantı)

eklinde modellenmiştir.

3. İVME KAYITLARININ SEÇİMİ VE ÖLÇEKLENDİRİLMESİ

3.1 İvme Kayıtlarının Seçim ve Ölçeklendirilme Metotları

Depreme dayanıklı yapı tasarımında depremler genelde ivme ve deplasman spektrumlarıyla ifade edilir. Bu ivme ve deplasman spektrumları elastik spektrumların ölçeklendirilmesiyle elde edilir. Ancak düzensiz, yüksek mod etkisinin muhtemel olduğu yapılarda bu spektrumları kullanmak uygun olmayabilir. Yapıların sismik performansını değerlendirmede en gerçekçi yöntem zaman tanım alanında dinamik analizdir. Dinamik analizin temel gerekliliği ise uygun deprem kaydı setidir. Deprem davranışını öngörmek için deprem kayıtlarının en uygun şekilde seçilmesi gerektiği aşikardır.

3.1.1 İvme Kaydı Seçim Metotları

Deprem kaydı setleri elde etmenin üç yolu vardır. Bunlardan birincisi yapay kayıtlar oluşturmaktır. Bu yöntem elastik spektruma yakın sonuçlar verir ancak gerçekçi olmayan çok sayıda güçlü depremin varlığı, zaman tanım alanında dinamik analizler için bu kayıtların kullanılmasının sakıncalı görülmesine neden olmuştur (Bommer ve Acevedo 2004). Ayrıca Naeim ve Lew (1995), tasarım spektrumuyla uyumlu yapay kayıtlar oluşturmaın uygun olmadığını belirtmişlerdir. Deprem kayıt seti elde etmek için ikinci seçenek ise yapay kayıtların kullanılmasıdır. Bu kayıtların elde edilmesi sismolojik kaynak modellerine dayanmaktadır. Bu modeller zemin koşullarının etkisini de dikkate alır. Bu yaklaşım, oluşturulan yer hareketlerini büyük ölçüde etkileyecek parametreleri tanımlamak için mühendislik sismolojisi uzmanlığına ihtiyaç duyar (Bommer ve Acevedo 2004). Üçüncü ve son seçenek, orijinal ivme kayıtları kullanmaktır. Orijinal kayıtların kullanılması, diğer seçeneklerin beraberinde getirdiği sorunları ortadan kaldırır. Bu kayıtların seçilmesiyle ilgili basit bir dizi adımlar, analizde kullanımı kolaylaştırır. Bu kayıtlara erişim kolaydır. Uzun periyottaki tepkiler göz önüne alındığında, Pasific Eartquake

Engineering Research Center (PEER) Ground Motion Veritabanı'ndan elde edilen verilerin daha güvenli olduğu ifade edilmiştir (Bommer ve Acevedo 2004).

Kayıtların seçim ve ölçeklendirilmesi işlemi davranışı büyük ölçüde etkilediği için kullanılan parametreler dikkatli seçilmelidir. Deprem kaydı seçerken bu parametrelerin seçimi, zaman tanım alanında doğrusal olmayan analizin hassasiyetini etkiler. Tez çalışmasında, deprem ivme setlerinin tasarım spektrumuna uygun seçilmesi için, kayıt istasyonlarının faya olan mesafeleri, deprem büyüklüğü ve sahadaki zemin sınıflandırılması ile ilgili kriterler dikkate alınarak ivme kayıtları seçilmiştir.

Deprem büyüklüğünün uygun bir ölçeklendirme sağlanmasında önemli bir parametre olup olmadığı konusunda farklı fikirler vardır. Shome ve diğ. (1998) ve Baker ve Cornell (2005) deprem büyüklüğünün önemli bir parametre olmadığını bildirirken, Stewart ve diğ. (2001), Bommer ve Acevedo (2004) davranışı önemli ölçüde etkilediğini belirtmiştir. Deprem büyüklüğünün önemli bir parametre olduğunu bildiren görüşler, tepki spektrumunun şekli üzerinde büyüklüğün büyük etkisine ve hareketin süresine dayanmaktadır. Bu yüzden, kayıtların dar bir büyüklük aralığında seçilmesi önerilmiştir.

Deprem büyüklüğü konusundaki gibi fikir ayrılığı faya olan mesafede yoktur. Genel kabul; fay kırığına olan mesafenin etkisinin deprem büyüklüğünden az olduğu yönündedir (Shome ve diğ. 1998, Bommer ve Acevedo 2004, Baker ve Cornell 2005). Ayrıca aralık dar tutulduğunda yeterli kayıt sayısına ulaşamadığı takdirde, ivme sayısının artırılması amacıyla mesafe aralığının genişletilebileceği belirtilmiştir.

Tez çalışması kapsamında, seçilen ivme kayıtlarının büyüklüğü 6.0-7.5 aralığında olup, faya olan mesafeleri 10-27 km aralığında değişmektedir. Tablo 3.1'de görüldüğü gibi Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği-2018'e göre zemin sınıfı olarak ZC ile uyumlu şekilde üst 30 metredeki ortalama kayma hızı $((V_s)_{30})$, 360-760 m/s aralığında değişmektedir.

Tablo 3.1: TBDY’de tanımlanan yerel zemin sınıfları ve özellikleri

Yerel Zemin Sınıfı	Zemin Cinsi	Üst 30 metrede ortalama		
		(VS)30	(N60)30	(cu)30
		[m/s]	[darbe/30 cm]	[kPa]
ZA	Sağlam, sert kayalar	>1500	-	-
ZB	Az ayrılmış, orta sağlam kayalar	760-1500	-	-
ZC	Çok sıkı kum, çakıl ve sert kil tabakaları veya ayrılmış, 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 ($cu < 25$ 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.			

3.1.2 İvme Kaydı Ölçeklendirme Metotları

Deprem kayıtlarının ölçeklendirilmesi için mevcut yönetmeliklerde iki yöntem vardır. Birincisi depremin sadece bir yatay bileşenin ölçeklendirildiği yöntem elastik nükleer santraller için geliştirilmiştir. İkincisi ise her iki yatay bileşenin de aynı ölçek katsayısıyla ölçeklendirilmesi fikrine dayalıdır. Tez kapsamında ikinci yöntem kullanılmıştır.

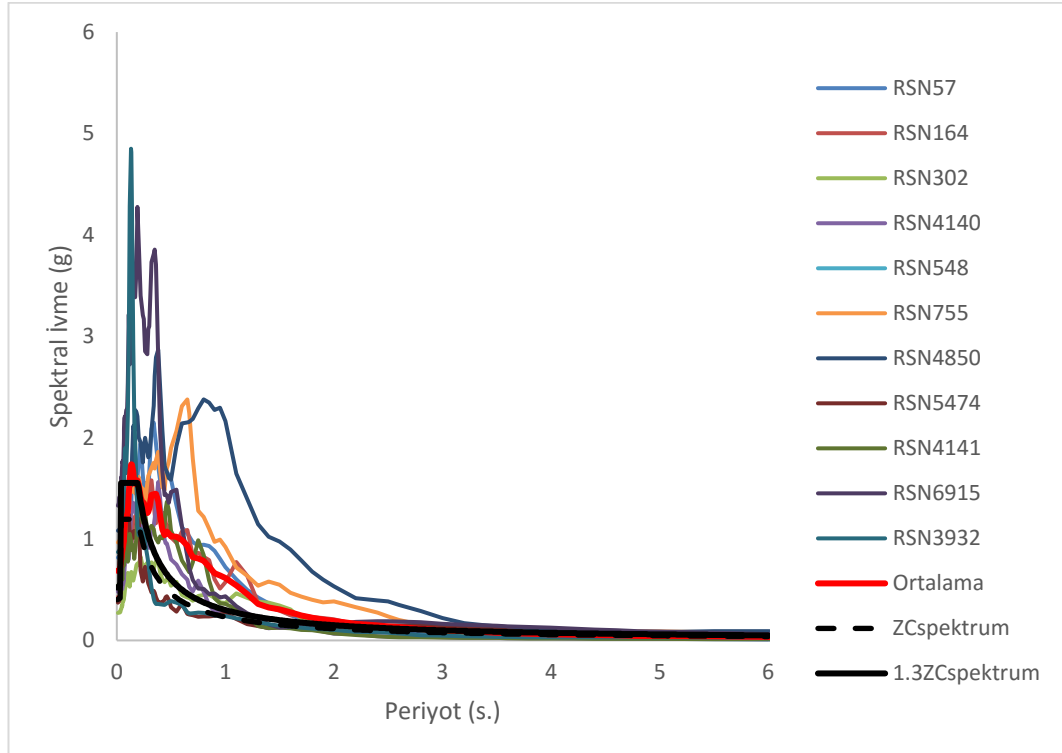
Deprem kayıtlarının basit ölçeklendirme yöntemi ile ölçeklendirilmesine ilişkin Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği-2018’de yer alan kurallar aşağıda verilmiştir (TBDY-2018).

- Bir veya iki boyutlu hesap için seçilen tüm kayıtlara ait spektrumların ortalamasının $0.2T_p$ ve $1.5T_p$ periyotları arasındaki genliklerinin, yönetmeliğe uygun şekilde tanımlanan tasarım spektrumunun aynı periyot

aralığındaki genliklerinden daha küçük olmaması kuralına göre, deprem yer hareketlerinin genlikleri ölçeklendirilecektir.

- Üç boyutlu hesap için seçilen her bir deprem kaydı takımının iki yatay bileşenine ait spektrumların kareleri toplamının karekökü alınarak bileşke yatay spektrum elde edilecektir. Seçilen tüm kayıtlara ait bileşke spektrumların ortalamasının $0.2T_p$ ve $1.5T_p$ periyotları arasındaki genliklerinin, yönetmeliğe uygun şekilde tanımlanan tasarım spektrumunun aynı periyot aralığındaki genliklerine oranının 1.3'ten daha küçük olmaması kuralına göre, deprem yer hareketlerinin genlikleri ölçeklendirilecektir. Bu periyot aralığı yalıtımlı binalar için değişebilir. Her iki yatay bileşenin ölçeklendirilmesi aynı ölçek katsayıları ile yapılacaktır.

Seçilen ivme kayıtlarına ait %5 sönüm oranı için elastik ivme spektrumları Şekil 3.1'de verilmiştir. Ayrıca TBDY-2018'in 50 yılda aşılma olasılığı %2 olan ZC sınıfı zemin üzerindeki spektrumu ile ivme kayıtlarının ortalaması eklenmiştir. Seçilen kayıtların TBDY-2018'e göre çizilen spektruma oldukça yakın olduğu görülmektedir. Kullanılan deprem kayıtlarına ait özellikler ve DD-2 için ölçek katsayıları ise Tablo 3.2'de verilmiştir.



Şekil 3.1: Kullanılan deprem ivme kayıtlarının %5 sönüm oranı için elastik ivme spektrumu

Tablo 3.2: Çalışmada kullanılan ivme kayıtları ve özellikleri (PEER)

No	RSN	Deprem Adı	Yıl	İstasyon	M_w	V_{s30}	Ölçek
						(m/s)	
1	57	San Fernando	1971	Castaic - Old Ridge Route	6.6	450.3	1.900
2	164	Imperial Valley-06	1979	Cerro Prieto	6.5	471.5	1.850
3	302	Irpinia Italy-02	1980	Rionero In Vulture	6.2	574.9	1.950
4	548	Chalfant Valley-02	1986	Benton	6.2	370.9	1.293
5	755	Loma Prieta	1989	Coyote Lake Dam - Southwest	6.9	561.4	1.900
6	3932	Tottori Japan	2000	OKYH14	6.6	709.9	1.656
7	4140	Parkfield-02	2004	PARKFIELD - UPSAR 03	6.0	440.6	1.638
8	4141	Parkfield-02	2004	PARKFIELD - UPSAR 05	6.0	440.6	1.238
9	4850	Chuetsu-oki Japan	2007	Yoshikawaku Joetsu City	6.8	561.6	1.950
10	5474	Iwate Japan	2008	AKT019	6.9	640.1	1.538
11	6915	Darfield New Zealand	2010	Heathcote Valley Primary School	7.0	422.0	1.549

4. ANALİZ SONUÇLARI

4.1 Çatı Yer Değiştirme Taleplerinin Elde Edilmesi

Bu bölümde her bir deprem kaydı altında modellerin maksimum çatı yer değiştirme talepleri cm cinsinden verilmektedir. Deplasman profilleri elde edilip grafik olarak sunulmuştur. Deplasman profilleri, maksimum çatı deplasmanı anında diğer katlardaki taleplerin yapı yüksekliği boyunca değişimini göstermektedir.

4.1.1 7 Katlı Karma Çerçeveler İçin Analiz Sonuçları

- 6 Kat Betonarme + 1 Kat Çelik Çerçeve (Rijit Bağlantı)

Her bir deprem kaydı için maksimum çatı deplasmanı anında katlar için hesaplanan yer değiştirme değerleri Tablo 4.1’de verilmiştir. Deplasman profili ise Şekil 4.1’de gösterilmiştir.

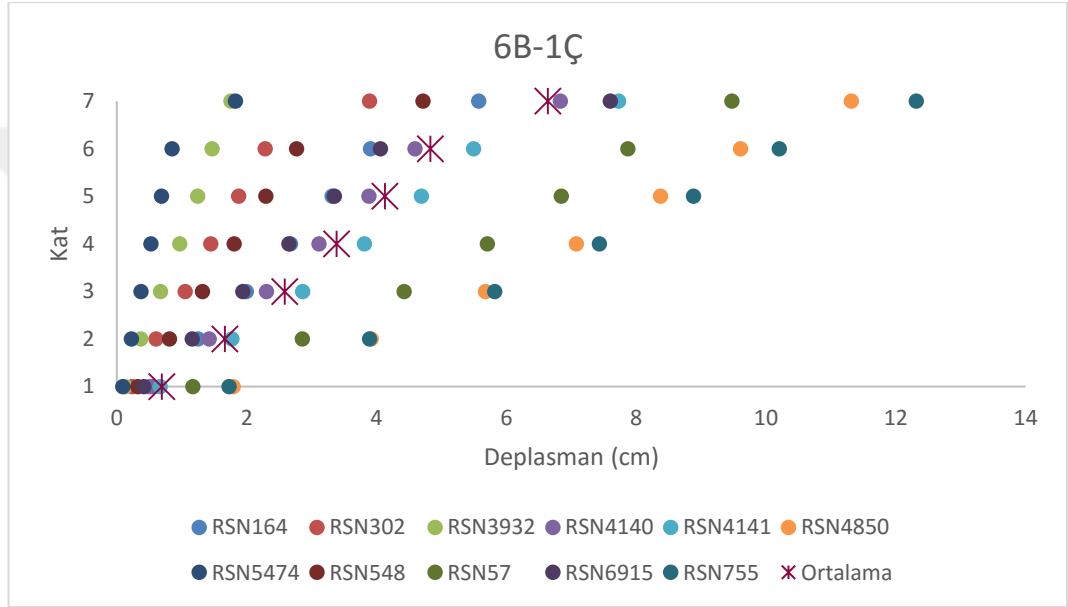
Ortalama yer değiştirme değerleri 7. kat için 6.64 cm, 6. kat için 4.83 cm, 5. kat için 4.13 cm, 4. kat için 3.38 cm, 3. kat için 2.58 cm, 2. kat için 1.66 cm ve 1. kat için 0.69 cm elde edilmiştir.

Her bir deprem kaydı için maksimum çatı deplasmanı anında katlar için hesaplanan görelî kat ötelenme değerleri Tablo 4.2’de verilmiştir. Görelî kat ötelenme değerleri grafiğı ise Şekil 4.2’de gösterilmiştir.

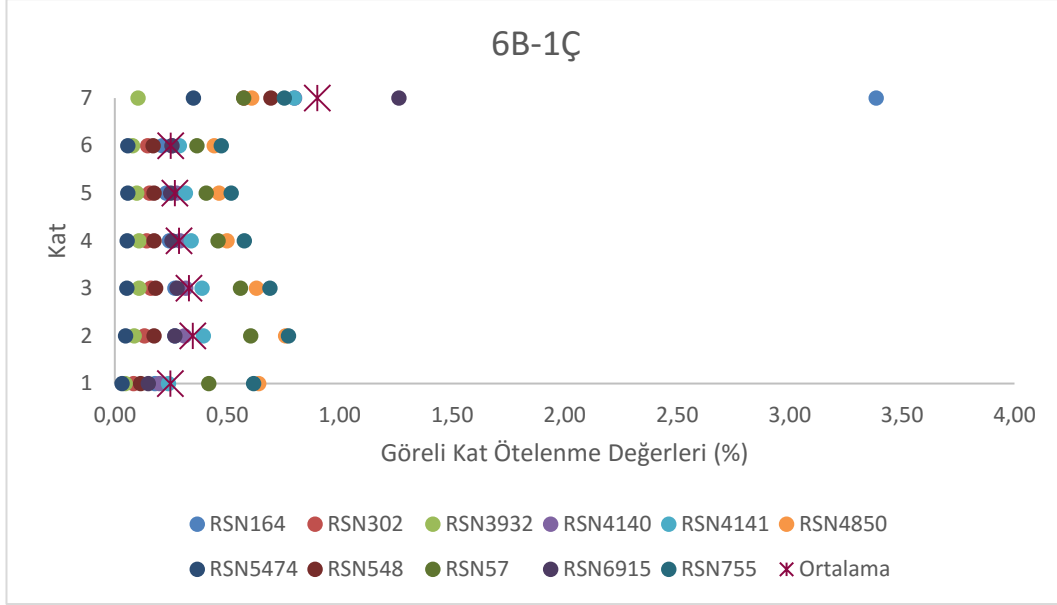
Ortalama görelî kat ötelenme değerleri 7. kat için %0.90, 6. kat için %0.25, 5. kat için %0.27, 4. kat için %0.29, 3. kat için %0.33, 2. kat için %0.35 ve 1. kat için %0.25 olarak elde edilmiştir.

Tablo 4.1: 6 kat betonarme + 1 kat çelik rijit bağlantılı çerçeve için maksimum kat yer değiştirmeleri

RSN	164	302	3932	4140	4141	4850	5474	548	57	6915	755	Ortalama
Kat	(cm)											
1	0.50	0.23	0.13	0.56	0.67	1.79	0.09	0.32	1.17	0.42	1.73	0.69
2	1.25	0.60	0.37	1.42	1.77	3.92	0.22	0.81	2.86	1.16	3.89	1.66
3	1.99	1.05	0.67	2.30	2.86	5.68	0.37	1.32	4.42	1.94	5.82	2.58
4	2.68	1.45	0.97	3.12	3.81	7.08	0.53	1.81	5.71	2.65	7.43	3.38
5	3.31	1.88	1.24	3.88	4.69	8.37	0.69	2.29	6.85	3.35	8.88	4.13
6	3.90	2.29	1.46	4.59	5.49	9.61	0.85	2.77	7.87	4.06	10.21	4.83
7	5.57	3.89	1.76	6.83	7.73	11.31	1.83	4.71	9.48	7.60	12.32	6.64

**Şekil 4.1:** 6 kat betonarme + 1 kat çelik rijit bağlantılı çerçeve için maksimum kat yer değiştirmeleri**Tablo 4.2:** 6 kat betonarme + 1 kat çelik rijit bağlantılı çerçeve için göreceli kat ötelenme değerleri

RSN	164	302	3932	4140	4141	4850	5474	548	57	6915	755	Ortalama
Kat	(%)											
1	0.18	0.08	0.05	0.20	0.24	0.64	0.03	0.12	0.42	0.15	0.62	0.25
2	0.27	0.13	0.09	0.31	0.39	0.76	0.05	0.17	0.60	0.27	0.77	0.35
3	0.27	0.16	0.11	0.32	0.39	0.63	0.05	0.18	0.56	0.28	0.69	0.33
4	0.24	0.14	0.11	0.29	0.34	0.50	0.05	0.17	0.46	0.25	0.58	0.29
5	0.23	0.15	0.10	0.27	0.31	0.46	0.06	0.17	0.41	0.25	0.52	0.27
6	0.21	0.15	0.08	0.25	0.29	0.44	0.06	0.17	0.37	0.25	0.47	0.25
7	3.39	0.57	0.10	0.80	0.80	0.61	0.35	0.69	0.57	1.26	0.75	0.90



Şekil 4.2: 6 kat betonarme + 1 kat çelik rijit bağlantılı çerçeve için görel kat ötelenme değerleri (%)

- 6 Kat Betonarme + 1 Kat Çelik Çerçeve (Mafsallı Bağlantı)

Her bir deprem kaydı için maksimum çatı deplasmanı anında katlar için hesaplanan yer değiştirme değerleri Tablo 4.3'te verilmiştir. Deplasman profili ise Şekil 4.3'te gösterilmiştir.

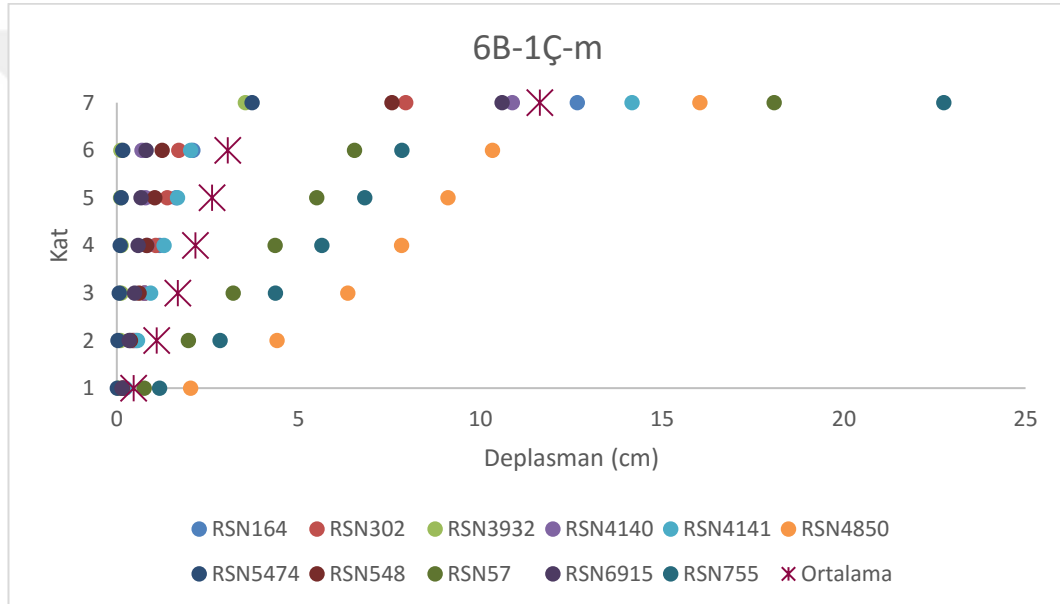
Ortalama yer değiştirme değerleri 7. kat için 11.63 cm, 6. kat için 3.05 cm, 5. kat için 2.62 cm, 4. kat için 2.16 cm, 3. kat için 1.67 cm, 2. kat için 1.09 cm ve 1. kat için 0.46 cm elde edilmiştir.

Her bir deprem kaydı için maksimum çatı deplasmanı anında katlar için hesaplanan görel kat ötelenme değerleri Tablo 4.4'te verilmiştir. Görel kat ötelenme değerleri grafiği ise Şekil 4.4'te gösterilmiştir.

Ortalama görel kat ötelenme değerleri 7. kat için %3.11, 6. kat için %0.16, 5. kat için %0.17, 4. kat için %0.18, 3. kat için %0.21, 2. kat için %0.23 ve 1. kat için %0.17 olarak elde edilmiştir.

Tablo 4.3: 6 kat betonarme + 1 kat çelik mafsallı bağlantılı çerçeve için maksimum kat yer değiştirmeleri

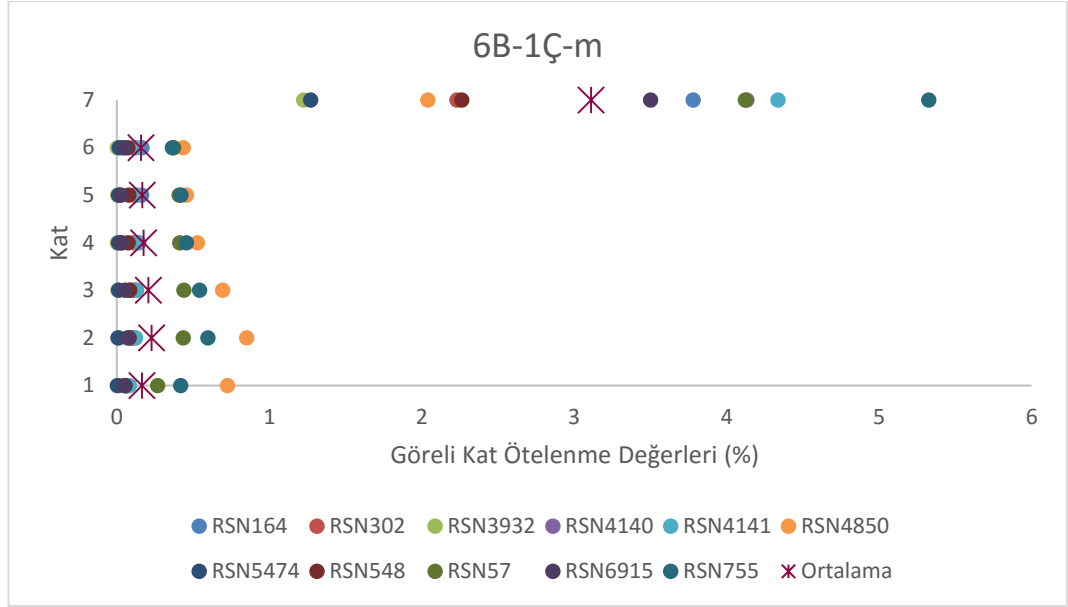
RSN	164	302	3932	4140	4141	4850	5474	548	57	6915	755	Ortalama
Kat	(cm)											
1	0.17	0.18	0.05	0.19	0.23	2.03	0.01	0.15	0.75	0.14	1.17	0.46
2	0.43	0.46	0.10	0.52	0.57	4.41	0.03	0.38	1.97	0.34	2.84	1.09
3	0.77	0.76	0.12	0.75	0.93	6.35	0.06	0.61	3.20	0.49	4.36	1.67
4	1.17	1.07	0.11	0.83	1.30	7.83	0.09	0.82	4.36	0.58	5.64	2.16
5	1.63	1.39	0.10	0.79	1.67	9.11	0.12	1.04	5.50	0.66	6.82	2.62
6	2.09	1.70	0.11	0.69	2.03	10.33	0.16	1.24	6.54	0.80	7.84	3.05
7	12.67	7.95	3.54	10.88	14.17	16.04	3.72	7.57	18.08	10.60	22.75	11.63



Şekil 4.3: 6 kat betonarme + 1 kat çelik mafsallı bağlantılı çerçeve için maksimum kat yer değiştirmeleri

Tablo 4.4: 6 kat betonarme + 1 kat çelik mafsallı bağlantılı çerçeve için göreceli kat ötelenme değerleri

RSN	164	302	3932	4140	4141	4850	5474	548	57	6915	755	Ortalama
Kat	(%)											
1	0.06	0.06	0.02	0.07	0.08	0.73	0.00	0.05	0.27	0.05	0.42	0.16
2	0.09	0.10	0.02	0.12	0.12	0.85	0.01	0.08	0.44	0.07	0.60	0.23
3	0.12	0.11	0.01	0.08	0.13	0.69	0.01	0.08	0.44	0.05	0.54	0.21
4	0.14	0.11	0.00	0.03	0.13	0.53	0.01	0.08	0.41	0.03	0.46	0.18
5	0.16	0.12	0.00	0.01	0.13	0.46	0.01	0.08	0.41	0.03	0.42	0.17
6	0.16	0.11	0.00	0.04	0.13	0.44	0.01	0.07	0.37	0.05	0.36	0.16
7	3.78	2.23	1.22	4.13	4.34	2.04	1.27	2.26	4.12	3.50	5.33	3.11



Şekil 4.4: 6 kat betonarme + 1 kat çelik mafsallı bağlantılı çerçeve için görelî kat ötelenme değerleri (%)

- 6 Kat Betonarme + 1 Kat Çaprazlı Çelik Çerçeve (Rijit Bağlantı)

Her bir deprem kaydı için maksimum çatı deplasmanı anında katlar için hesaplanan yer değiştirme değerleri Tablo 4.5'te verilmiştir. Deplasman profili ise Şekil 4.5'te gösterilmiştir.

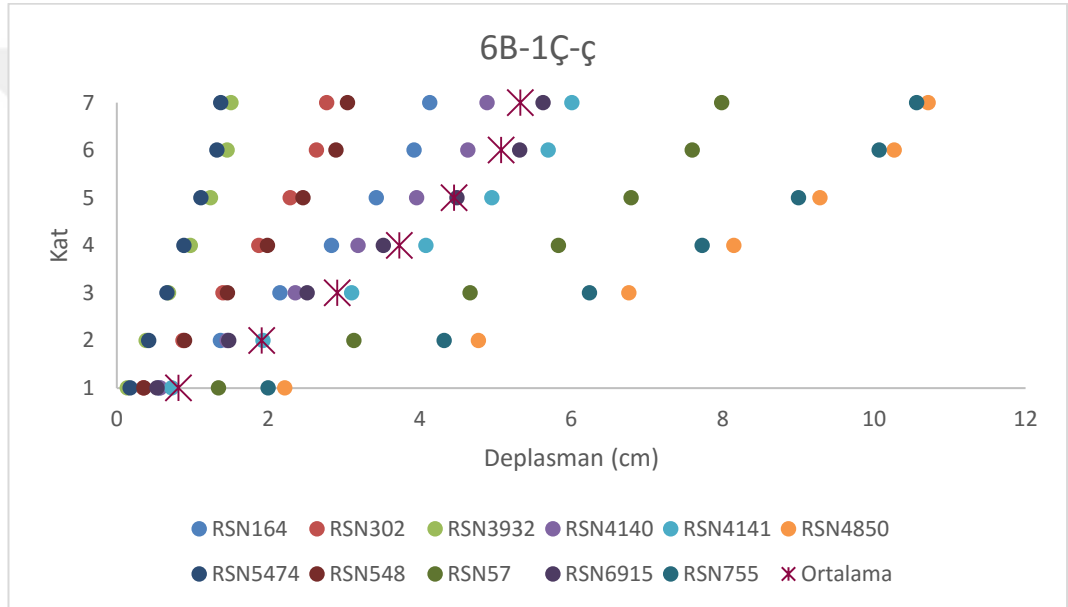
Ortalama yer değiştirme değerleri 7. kat için 5.33 cm, 6. kat için 5.07 cm, 5. kat için 4.45 cm, 4. kat için 3.73 cm, 3. kat için 2.91 cm, 2. kat için 1.91 cm ve 1. kat için 0.81 cm elde edilmiştir.

Her bir deprem kaydı için maksimum çatı deplasmanı anında katlar için hesaplanan görelî kat ötelenme değerleri Tablo 4.6'da verilmiştir. Görelî kat ötelenme değerleri grafiği ise Şekil 4.6'da gösterilmiştir.

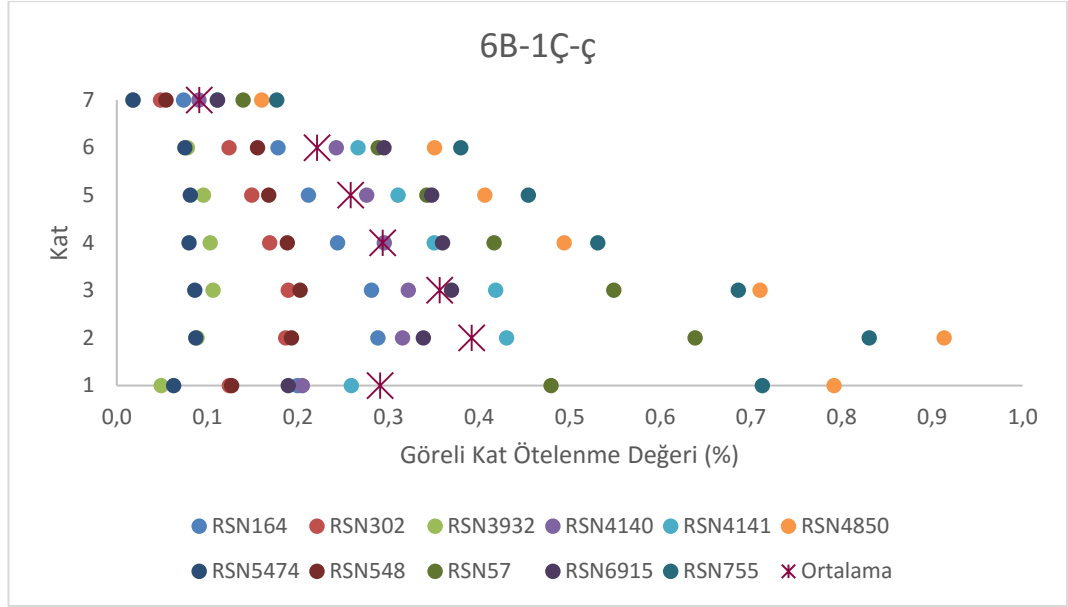
Ortalama görelî kat ötelenme değerleri 7. kat için %0.09, 6. kat için %0.22, 5. kat için %0.26, 4. kat için %0.29, 3. kat için %0.36, 2. kat için %0.39 ve 1. kat için %0.29 olarak elde edilmiştir.

Tablo 4.5: 6 kat betonarme + 1 kat çaprazlı çelik çerçeve için maksimum kat yer değiştirmeleri

RSN	164	302	3932	4140	4141	4850	5474	548	57	6915	755	Ortalama
Kat	(cm)											
1	0.56	0.35	0.14	0.57	0.73	2.22	0.18	0.36	1.34	0.53	2.00	0.81
2	1.37	0.87	0.39	1.46	1.93	4.77	0.42	0.90	3.13	1.48	4.32	1.91
3	2.15	1.40	0.68	2.36	3.10	6.76	0.66	1.46	4.67	2.51	6.24	2.91
4	2.83	1.87	0.97	3.18	4.08	8.15	0.88	1.99	5.83	3.52	7.73	3.73
5	3.43	2.29	1.24	3.96	4.95	9.28	1.11	2.46	6.79	4.49	9.00	4.45
6	3.92	2.64	1.46	4.63	5.70	10.26	1.32	2.89	7.60	5.32	10.06	5.07
7	4.13	2.77	1.51	4.89	6.01	10.71	1.37	3.04	7.99	5.63	10.56	5.33

**Şekil 4.5:** 6 kat betonarme + 1 kat çaprazlı çelik çerçeve için maksimum kat yer değiştirmeleri**Tablo 4.6:** 6 kat betonarme + 1 kat çaprazlı çelik çerçeve için göreceli kat ötelenme değerleri

RSN	164	302	3932	4140	4141	4850	5474	548	57	6915	755	Ortalama
Kat	(%)											
1	0.20	0.12	0.05	0.20	0.26	0.79	0.06	0.13	0.48	0.19	0.71	0.29
2	0.29	0.19	0.09	0.32	0.43	0.91	0.09	0.19	0.64	0.34	0.83	0.39
3	0.28	0.19	0.11	0.32	0.42	0.71	0.09	0.20	0.55	0.37	0.69	0.36
4	0.24	0.17	0.10	0.30	0.35	0.49	0.08	0.19	0.42	0.36	0.53	0.29
5	0.21	0.15	0.10	0.28	0.31	0.41	0.08	0.17	0.34	0.35	0.45	0.26
6	0.18	0.12	0.08	0.24	0.27	0.35	0.08	0.16	0.29	0.30	0.38	0.22
7	0.07	0.05	0.02	0.09	0.11	0.16	0.02	0.05	0.14	0.11	0.18	0.09



Şekil 4.6: 6 kat betonarme + 1 kat çaprazlı çelik çerçeve için görelî kat ötelenme değerleri (%)

- 5 Kat Betonarme + 2 Kat Çelik Çerçeve (Rijit Bağlantı)

Her bir deprem kaydı için maksimum çatı deplasmanı anında katlar için hesaplanan yer değiştirme değerleri Tablo 4.7’de verilmiştir. Deplasman profili ise Şekil 4.7’de gösterilmiştir.

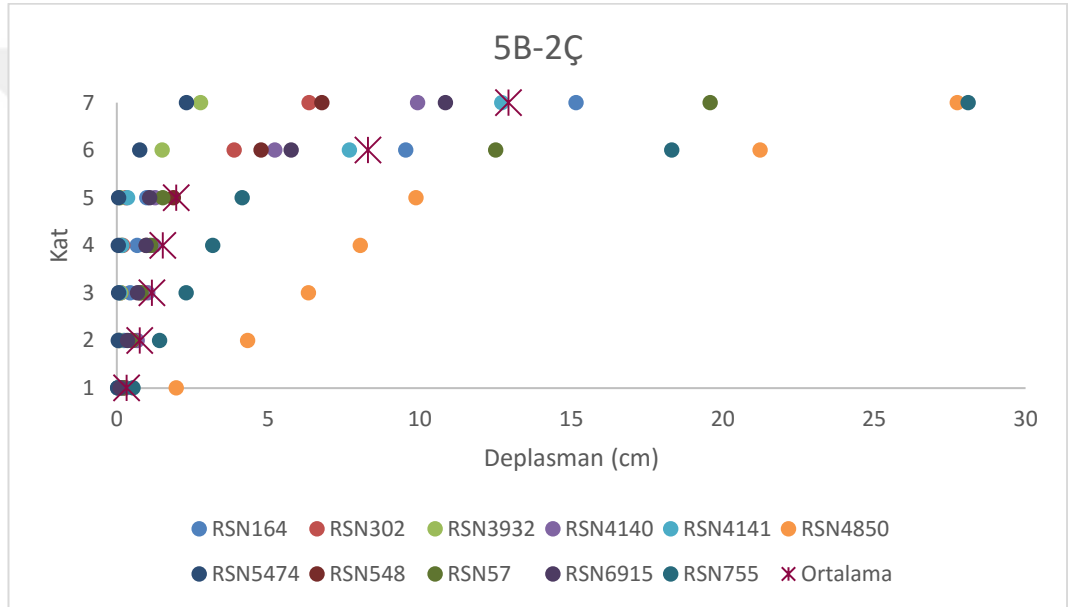
Ortalama yer değiştirme değerleri 7. kat için 12.93 cm, 6. kat için 8.28 cm, 5. kat için 1.96 cm, 4. kat için 1.52 cm 3. kat için 1.15 cm, 2. kat için 0.75 cm ve 1. kat için 0.32 cm elde edilmiştir.

Her bir deprem kaydı için maksimum çatı deplasmanı anında katlar için hesaplanan görelî kat ötelenme değerleri Tablo 4.8’de verilmiştir. Görelî kat ötelenme değerleri grafiği ise Şekil 4.8’de gösterilmiştir.

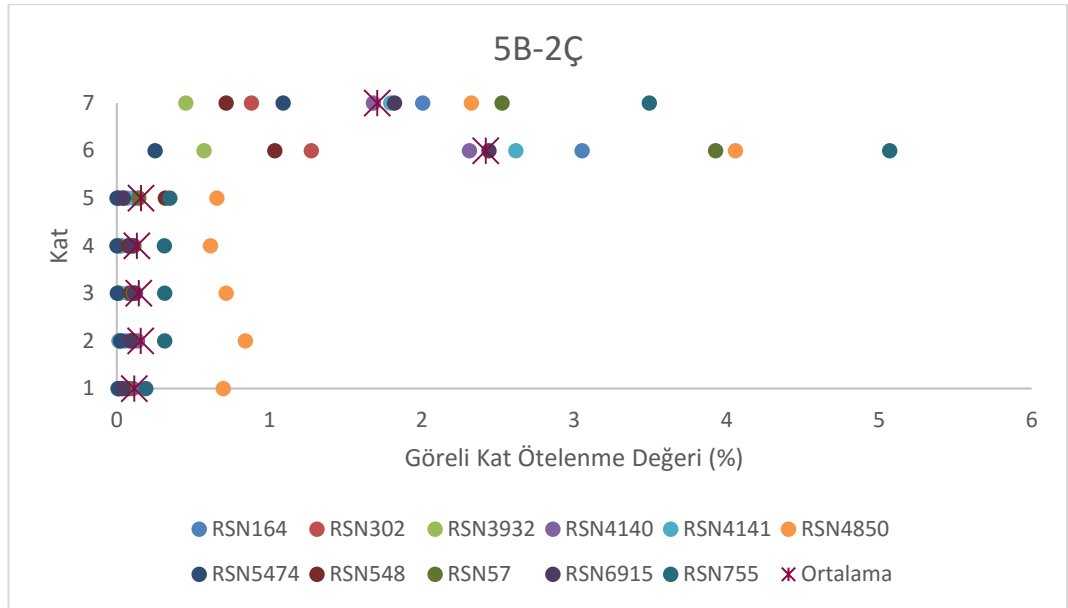
Ortalama görelî kat ötelenme değerleri 7. kat için %1.71, 6. kat için %2.42, 5. kat için %0.16, 4. kat için %0.13, 3. kat için %0.14, 2. kat için %0.16 ve 1. kat için %0.11 olarak elde edilmiştir.

Tablo 4.7: 5 kat betonarme + 2 kat çelik rijit bağlantılı çerçeve için maksimum kat yer değiştirmeleri

RSN	164	302	3932	4140	4141	4850	5474	548	57	6915	755	Ortalama
Kat	(cm)											
1	0.08	0.04	0.03	0.29	0.02	1.95	0.02	0.22	0.20	0.11	0.53	0.32
2	0.23	0.08	0.08	0.67	0.06	4.31	0.04	0.50	0.49	0.36	1.41	0.75
3	0.43	0.13	0.13	1.01	0.09	6.32	0.05	0.76	0.79	0.68	2.29	1.15
4	0.67	0.19	0.14	1.23	0.17	8.04	0.05	0.97	1.11	0.96	3.16	1.52
5	0.99	0.30	0.11	1.26	0.35	9.87	0.05	1.86	1.51	1.08	4.13	1.96
6	9.54	3.87	1.50	5.21	7.68	21.23	0.76	4.76	12.51	5.75	18.32	8.28
7	15.15	6.34	2.76	9.92	12.70	27.74	2.30	6.77	19.58	10.84	28.10	12.93

**Şekil 4.7:** 5 kat betonarme + 2 kat çelik rijit bağlantılı çerçeve için maksimum kat yer değiştirmeleri**Tablo 4.8:** 5 kat betonarme + 2 kat çelik rijit bağlantılı çerçeve için göreceli kat ötelenme değerleri

RSN	164	302	3932	4140	4141	4850	5474	548	57	6915	755	Ortalama
Kat	(%)											
1	0.03	0.01	0.01	0.11	0.01	0.70	0.01	0.08	0.07	0.04	0.19	0.11
2	0.05	0.02	0.02	0.13	0.01	0.84	0.02	0.10	0.11	0.09	0.31	0.16
3	0.07	0.02	0.02	0.12	0.01	0.72	0.00	0.09	0.11	0.12	0.31	0.14
4	0.09	0.02	0.00	0.08	0.03	0.61	0.00	0.08	0.11	0.10	0.31	0.13
5	0.11	0.04	0.01	0.01	0.07	0.66	0.00	0.32	0.14	0.04	0.35	0.16
6	3.05	1.28	0.57	2.31	2.62	4.06	0.25	1.04	3.93	2.44	5.07	2.42
7	2.01	0.88	0.45	1.68	1.80	2.32	1.09	0.72	2.53	1.82	3.49	1.71



Şekil 4.8: 5 kat betonarme + 2 kat çelik rijit bağlantılı çerçeve için görel kat ötelenme değerleri (%)

- 5 Kat Betonarme + 2 Kat Çelik Çerçeve (Mafsallı Bağlantı)

Her bir deprem kaydı için maksimum çatı deplasmanı anında katlar için hesaplanan yer değiştirme değerleri Tablo 4.9’da verilmiştir. Deplasman profili ise Şekil 4.9’da gösterilmiştir.

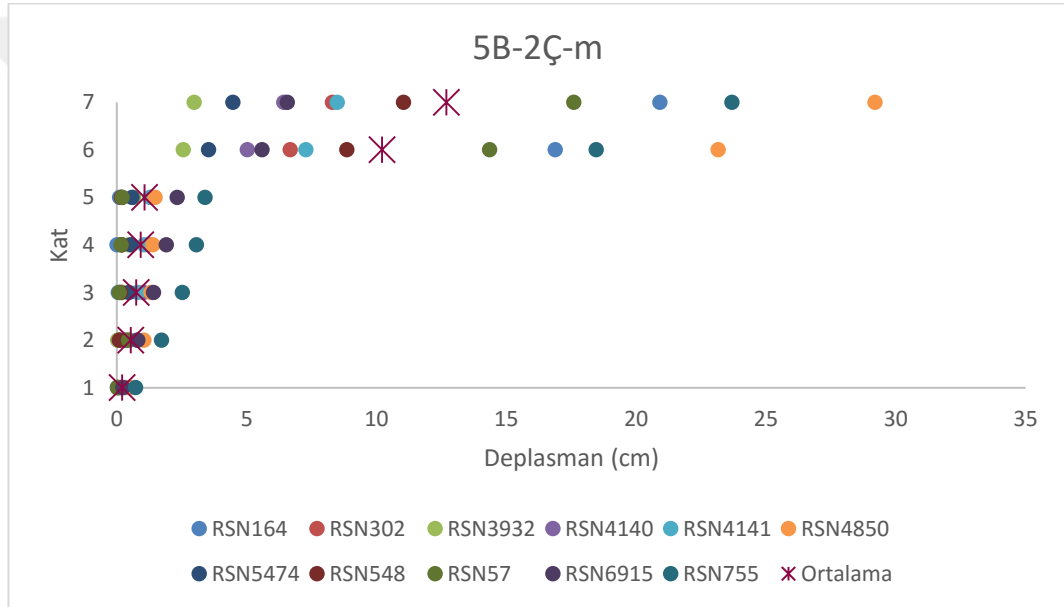
Ortalama yer değiştirme değerleri 7. kat için 12.69 cm, 6. kat için 10.21 cm, 5. kat için 1.06 cm, 4. kat için 0.92 cm 3. kat için 0.74 cm, 2. kat için 0.54 cm ve 1. kat için 0.20 cm elde edilmiştir.

Her bir deprem kaydı için maksimum çatı deplasmanı anında katlar için hesaplanan görel kat ötelenme değerleri Tablo 4.10’da verilmiştir. Görel kat ötelenme değerleri grafiği ise Şekil 4.10’da gösterilmiştir.

Ortalama görel kat ötelenme değerleri 7. kat için %0.89, 6. kat için %3.65, 5. kat için %0.05, 4. kat için %0.07, 3. kat için %0.10, 2. kat için %0.12 ve 1. kat için %0.07 olarak elde edilmiştir.

Tablo 4.9: 5 kat betonarme + 2 kat çelik mafsallı bağlantılı çerçeve için maksimum kat yer değiştirmeleri

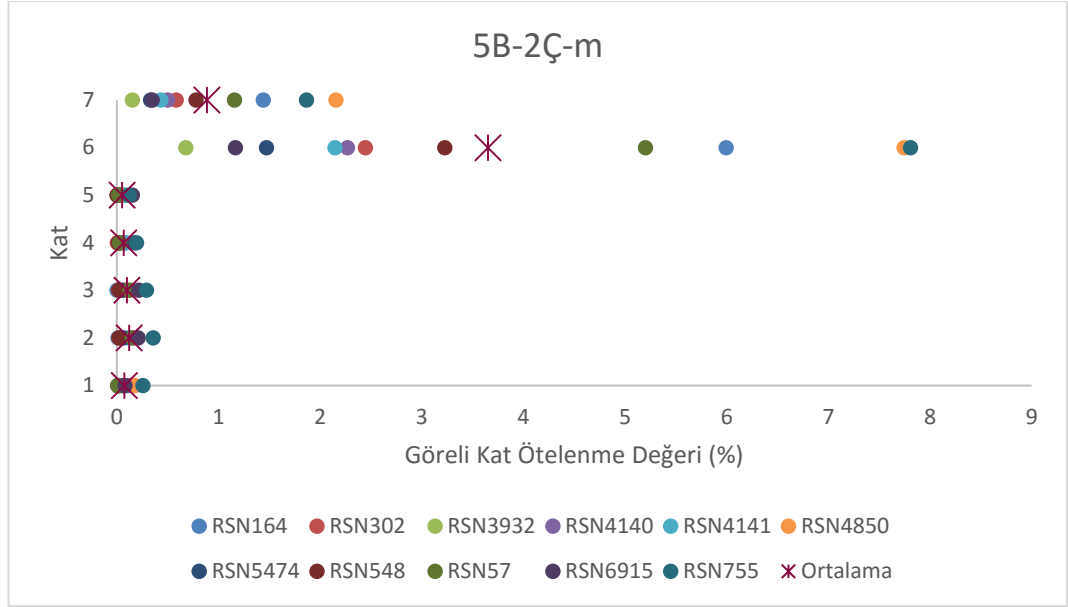
RSN	164	302	3932	4140	4141	4850	5474	548	57	6915	755	Ortalama
Kat	(cm)											
1	0.02	0.06	0.03	0.32	0.17	0.50	0.15	0.03	0.03	0.23	0.71	0.20
2	0.05	0.12	0.03	0.78	0.49	1.04	0.33	0.09	0.45	0.81	1.71	0.54
3	0.05	0.17	0.22	1.02	0.79	1.31	0.47	0.15	0.09	1.41	2.52	0.74
4	0.00	0.19	0.45	1.22	1.05	1.39	0.55	0.18	0.16	1.90	3.06	0.92
5	0.10	0.17	0.65	1.33	1.27	1.48	0.59	0.18	0.20	2.33	3.40	1.06
6	16.88	6.67	2.55	5.02	7.28	23.16	3.53	8.86	14.36	5.59	18.46	10.21
7	20.91	8.30	2.97	6.42	8.49	29.20	4.46	11.04	17.59	6.56	23.69	12.69



Şekil 4.9: 5 kat betonarme + 2 kat çelik mafsallı bağlantılı çerçeve için maksimum kat yer değiştirmeleri

Tablo 4.10: 5 kat betonarme + 2 kat çelik mafsallı bağlantılı çerçeve için göreceli kat ötelenme değerleri

RSN	164	302	3932	4140	4141	4850	5474	548	57	6915	755	Ortalama
Kat	(%)											
1	0.01	0.02	0.01	0.11	0.06	0.18	0.05	0.01	0.01	0.08	0.25	0.07
2	0.01	0.02	0.02	0.16	0.11	0.19	0.06	0.02	0.15	0.21	0.36	0.12
3	0.00	0.02	0.07	0.09	0.11	0.10	0.05	0.02	0.13	0.21	0.29	0.10
4	0.02	0.01	0.08	0.07	0.09	0.03	0.03	0.01	0.03	0.18	0.19	0.07
5	0.04	0.01	0.07	0.04	0.08	0.03	0.01	0.00	0.02	0.15	0.12	0.05
6	5.99	2.44	0.68	2.27	2.15	7.75	1.47	3.23	5.20	1.17	7.81	3.65
7	1.44	0.58	0.15	0.50	0.43	2.15	0.33	0.78	1.16	0.35	1.87	0.89



Şekil 4.10: 5 kat betonarme + 2 kat çelik mafsallı bağlantılı çerçeve için görelî kat ötelenme değerleri (%)

- 4 Kat Betonarme + 3 Kat Çelik Çerçeve (Rijit Bağlantı)

Her bir deprem kaydı için maksimum çatı deplasmanı anında katlar için hesaplanan yer değiştirme değerleri Tablo 4.11’de verilmiştir. Deplasman profili ise Şekil 4.11’de gösterilmiştir.

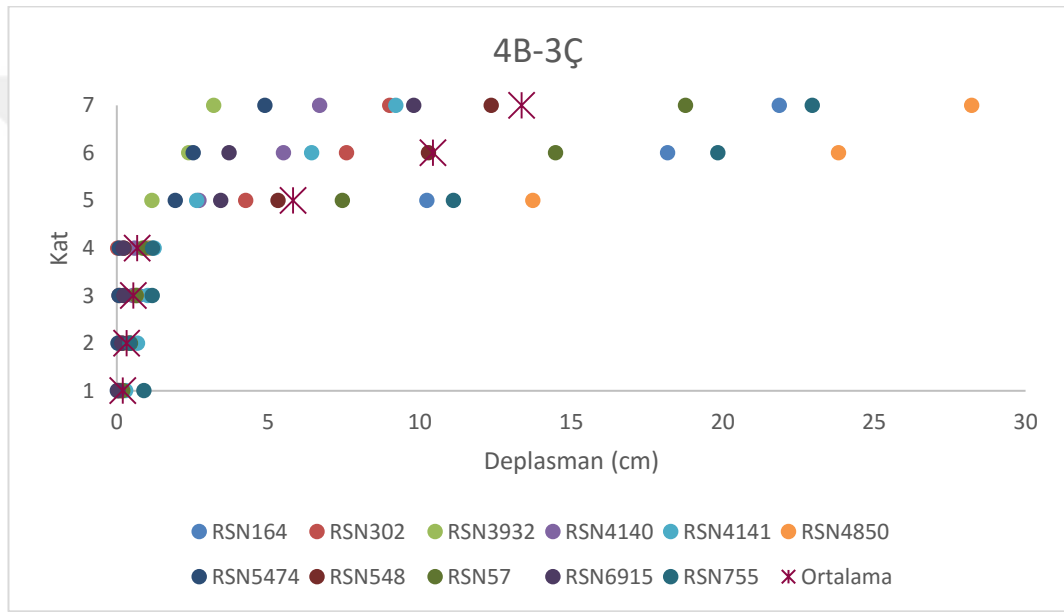
Ortalama yer değiştirme değerleri 7. kat için 13.36 cm, 6. kat için 10.43 cm, 5. kat için 5.81 cm, 4. kat için 0.67 cm 3. kat için 0.54 cm, 2. kat için 0.32 cm ve 1. kat için 0.19 cm elde edilmiştir.

Her bir deprem kaydı için maksimum çatı deplasmanı anında katlar için hesaplanan görelî kat ötelenme değerleri Tablo 4.12’de verilmiştir. Görelî kat ötelenme değerleri grafiği ise Şekil 4.12’de gösterilmiştir.

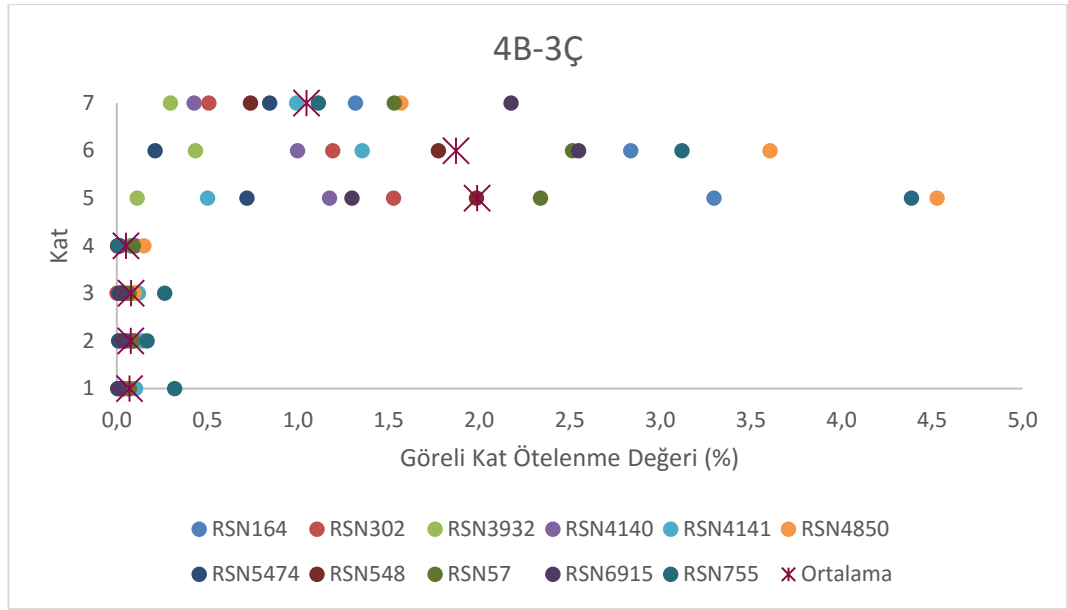
Ortalama görelî kat ötelenme değerleri 7. kat için %1.05, 6. kat için %1.87, 5. kat için %1.99, 4. kat için %0.05, 3. kat için %0.08, 2. kat için %0.08 ve 1. kat için %0.07 olarak elde edilmiştir.

Tablo 4.11: 4 kat betonarme + 3 kat çelik rijit bağlantılı çerçeve için maksimum kat yer değiştirmeleri

RSN	164	302	3932	4140	4141	4850	5474	548	57	6915	755	Ortalama
Kat	(cm)											
1	0.17	0.04	0.12	0.19	0.29	0.13	0.01	0.08	0.19	0.04	0.89	0.19
2	0.43	0.07	0.35	0.40	0.68	0.37	0.04	0.19	0.45	0.17	0.42	0.32
3	0.72	0.08	0.63	0.54	1.02	0.64	0.07	0.25	0.64	0.24	1.16	0.54
4	1.01	0.03	0.84	0.58	1.23	1.06	0.08	0.24	0.90	0.20	1.18	0.67
5	10.23	4.25	1.16	2.71	2.64	13.73	1.93	5.32	7.44	3.43	11.11	5.81
6	18.18	7.59	2.37	5.50	6.43	23.83	2.52	10.29	14.49	3.70	19.84	10.43
7	21.86	9.01	3.20	6.69	9.20	28.21	4.88	12.36	18.77	9.80	22.95	13.36

**Şekil 4.11:** 4 kat betonarme + 3 kat çelik rijit bağlantılı çerçeve için maksimum kat yer değiştirmeleri**Tablo 4.12:** 4 kat betonarme + 3 kat çelik rijit bağlantılı çerçeve için göreceli kat ötelenme değerleri

RSN	164	302	3932	4140	4141	4850	5474	548	57	6915	755	Ortalama
Kat	(%)											
1	0.06	0.01	0.04	0.07	0.10	0.05	0.00	0.03	0.07	0.01	0.32	0.07
2	0.09	0.01	0.08	0.08	0.14	0.09	0.01	0.04	0.09	0.05	0.17	0.08
3	0.10	0.00	0.10	0.05	0.12	0.10	0.01	0.02	0.07	0.03	0.26	0.08
4	0.10	0.02	0.08	0.02	0.08	0.15	0.00	0.00	0.09	0.01	0.01	0.05
5	3.30	1.53	0.11	1.17	0.50	4.53	0.72	1.99	2.34	1.30	4.39	1.99
6	2.84	1.19	0.43	1.00	1.35	3.60	0.21	1.78	2.52	2.55	3.12	1.87
7	1.32	0.51	0.30	0.43	0.99	1.57	0.84	0.74	1.53	2.18	1.11	1.05



Şekil 4.12: 4 kat betonarme + 3 kat çelik rijit bağlantılı çerçeve için görel kat ötelenme değerleri (%)

- 4 Kat Betonarme + 3 Kat Çelik Çerçeve (Mafsallı Bağlantı)

Her bir deprem kaydı için maksimum çatı deplasmanı anında katlar için hesaplanan yer değiştirme değerleri Tablo 4.13'te verilmiştir. Deplasman profili ise Şekil 4.13'te gösterilmiştir.

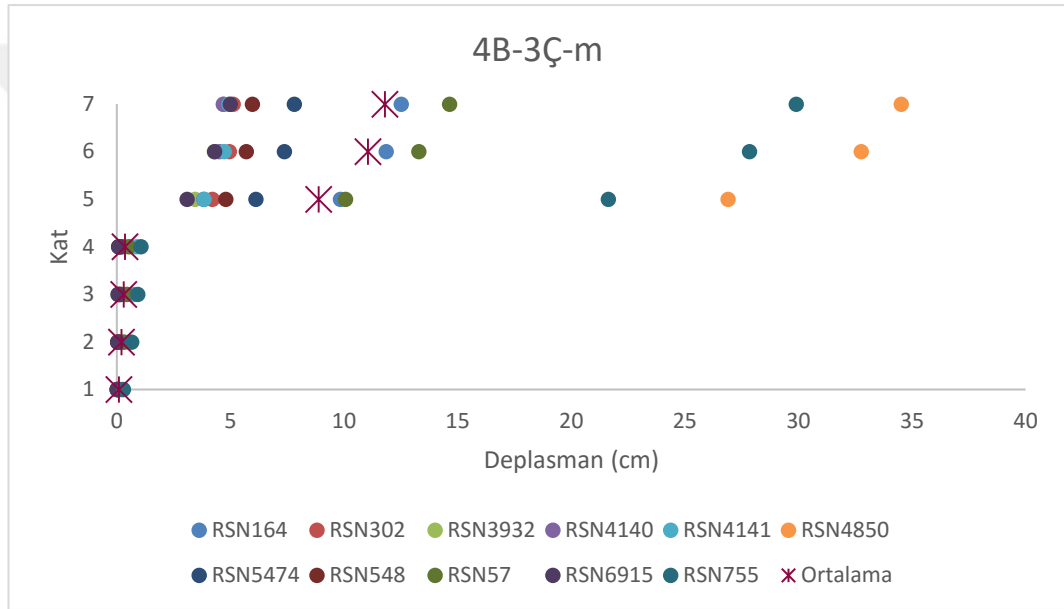
Ortalama yer değiştirme değerleri 7. kat için 11.80 cm, 6. kat için 11.06 cm, 5. kat için 8.89 cm, 4. kat için 0.36 cm 3. kat için 0.30 cm, 2. kat için 0.21 cm ve 1. kat için 0.09 cm elde edilmiştir.

Her bir deprem kaydı için maksimum çatı deplasmanı anında katlar için hesaplanan görel kat ötelenme değerleri Tablo 4.14'te verilmiştir. Görel kat ötelenme değerleri grafiği ise Şekil 4.14'te gösterilmiştir.

Ortalama görel kat ötelenme değerleri 7. kat için %0.27, 6. kat için %0.78, 5. kat için %3.22, 4. kat için %0.02, 3. kat için %0.03, 2. kat için %0.04 ve 1. kat için %0.03 olarak elde edilmiştir.

Tablo 4.13: 4 kat betonarme + 3 kat çelik mafsallı bağlantılı çerçeve için maksimum kat yer değiştirmeleri

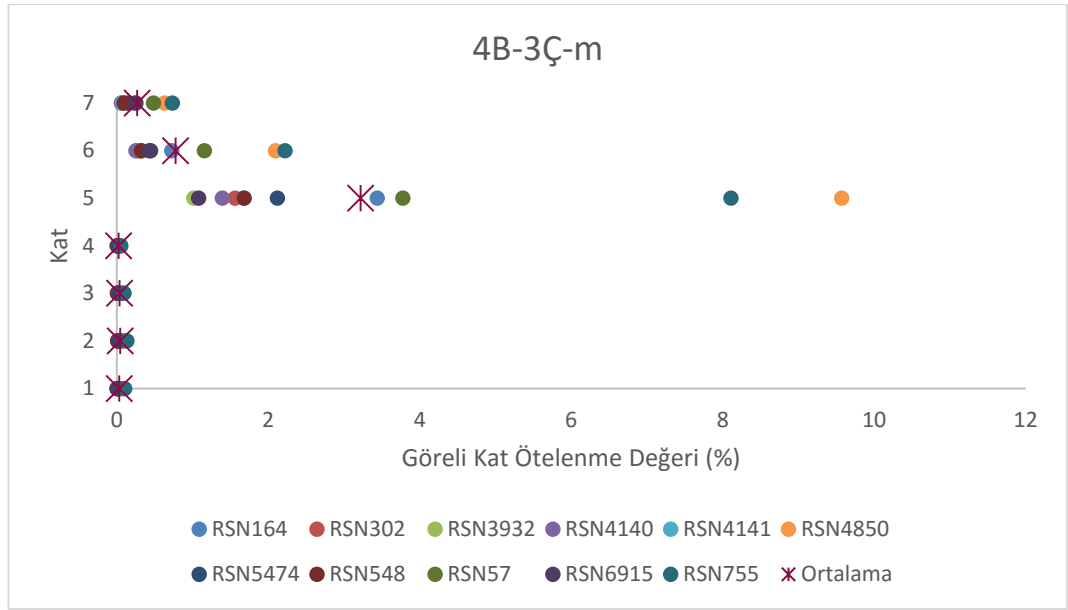
RSN	164	302	3932	4140	4141	4850	5474	548	57	6915	755	Ortalama
Kat	(cm)											
1	0.03	0.05	0.12	0.02	0.24	0.04	0.04	0.01	0.13	0.01	0.29	0.09
2	0.09	0.11	0.30	0.05	0.53	0.08	0.10	0.04	0.30	0.03	0.65	0.21
3	0.15	0.15	0.48	0.07	0.74	0.09	0.15	0.07	0.43	0.05	0.92	0.30
4	0.21	0.17	0.60	0.08	0.86	0.11	0.19	0.10	0.51	0.08	1.07	0.36
5	9.84	4.20	3.44	3.82	3.84	26.90	6.13	4.80	10.06	3.09	21.64	8.89
6	11.86	4.95	4.29	4.52	4.73	32.76	7.38	5.69	13.30	4.30	27.85	11.06
7	12.52	5.12	4.70	4.68	4.94	34.53	7.80	5.96	14.65	5.00	29.90	11.80



Şekil 4.13: 4 kat betonarme + 3 kat çelik mafsallı bağlantılı çerçeve için maksimum kat yer değiştirmeleri

Tablo 4.14: 4 kat betonarme + 3 kat çelik mafsallı bağlantılı çerçeve için görel kat ötelenme değerleri

RSN	164	302	3932	4140	4141	4850	5474	548	57	6915	755	Ortalama
Kat	(%)											
1	0.01	0.02	0.04	0.01	0.08	0.01	0.01	0.01	0.05	0.00	0.10	0.03
2	0.02	0.02	0.06	0.01	0.10	0.02	0.02	0.01	0.06	0.01	0.13	0.04
3	0.02	0.02	0.06	0.01	0.08	0.00	0.02	0.01	0.05	0.01	0.09	0.03
4	0.02	0.01	0.05	0.00	0.04	0.01	0.02	0.01	0.03	0.01	0.05	0.02
5	3.44	1.56	1.01	1.39	1.68	9.57	2.12	1.68	3.78	1.08	8.11	3.22
6	0.72	0.27	0.30	0.25	0.32	2.09	0.45	0.32	1.16	0.43	2.22	0.78
7	0.23	0.06	0.15	0.06	0.07	0.63	0.15	0.10	0.48	0.25	0.73	0.27



Şekil 4.14: 4 kat betonarme + 3 kat çelik mafsallı bağlantılı çerçeve için görelî kat ötelenme değerleri (%)

4.1.1.1 7 Katlı Çerçevelerin Farklı Koşullar Altında Görelî Kat Ötelenmesi

- 6 Kat Betonarme + 1 Kat Çelik Karma Çerçeveler ve 7 Katlı Betonarme Çerçeve

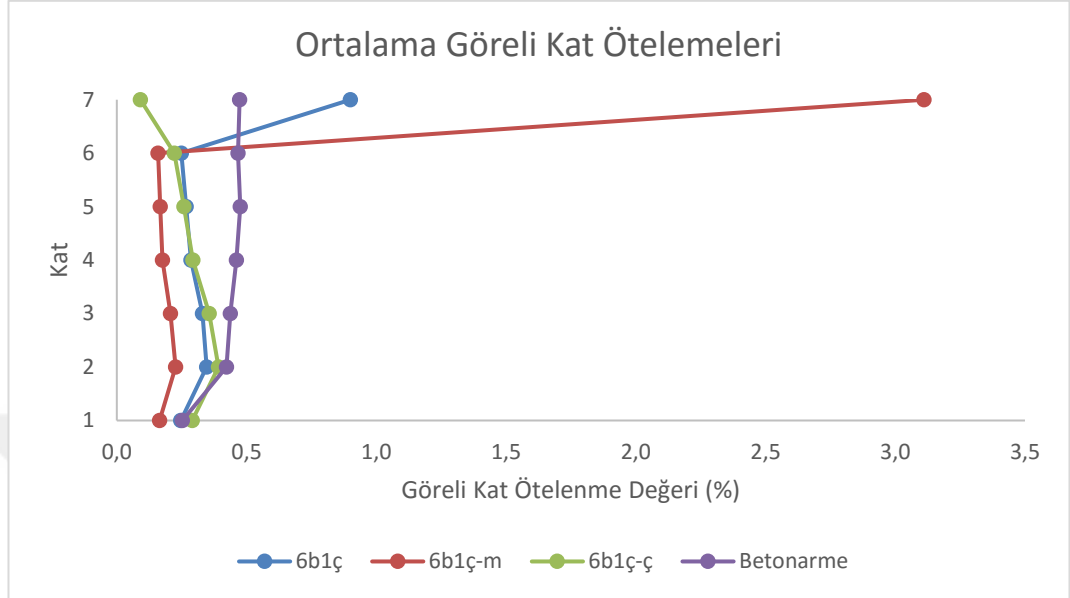
Maksimum çatı deplasmanı anında katlar için hesaplanan görelî kat ötelenme değerlerinin ortalaması grafik halinde Şekil 4.15'te verilmiştir.

Ortalama görelî kat ötelenme değerleri 7 katlı betonarme çerçevede 7. kat için %0.48, 6. kat için %0.47, 5. kat için %0.48, 4. kat için %0.46, 3. kat için %0.44, 2. kat için %0.42 ve 1. kat için %0.25 olarak elde edilmiştir.

Ortalama görelî kat ötelenme değerleri rijit bağlantılı karma çerçevede 7. kat için %0.90, 6. kat için %0.25, 5. kat için %0.27, 4. kat için %0.29, 3. kat için %0.33, 2. kat için %0.35 ve 1. kat için %0.25 olarak elde edilmiştir.

Ortalama görelî kat ötelenme değerleri mafsallı bağlantılı karma çerçevede 7. kat için %3.11, 6. kat için %0.16, 5. kat için %0.17, 4. kat için %0.18, 3. kat için %0.21, 2. kat için %0.23 ve 1. kat için %0.17 olarak elde edilmiştir.

Ortalama görelî kat ötelenme değeri çaprazlı karma çerçeve 7. kat için %0.09, 6. kat için %0.22, 5. kat için %0.26, 4. kat için %0.29, 3. kat için %0.36, 2. kat için %0.39 ve 1. kat için %0.29 olarak elde edilmiştir.



Şekil 4.15: 6 kat betonarme + 1 kat çelik karma çerçevelerin farklı bağlantı şekilleri ve 7 katlı betonarme çerçeve için görelî kat ötelenme değeri (%)

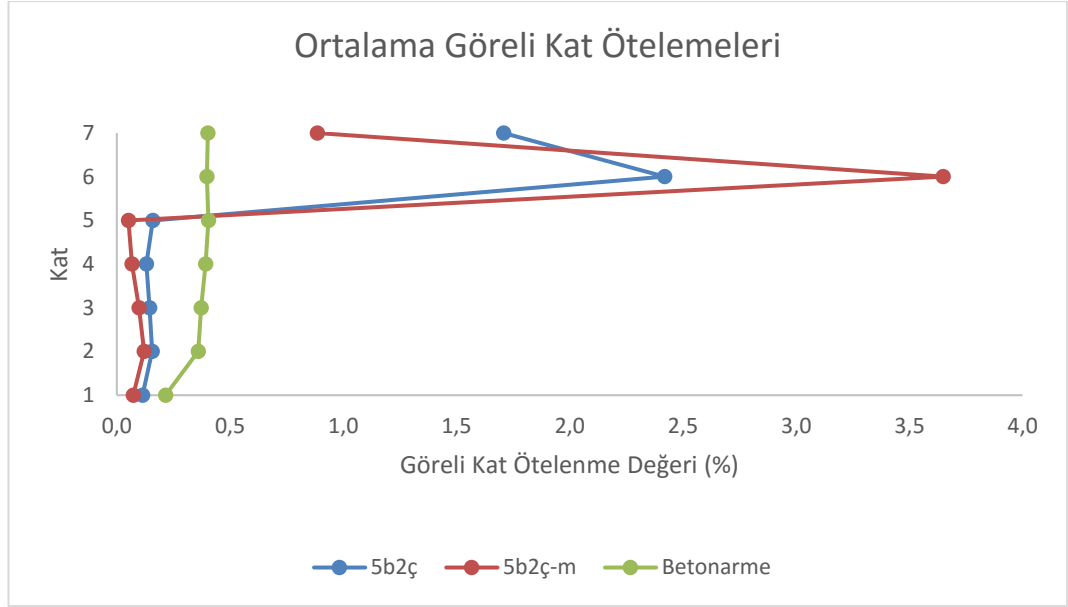
- 5 Kat Betonarme + 2 Kat Çelik Karma Çerçeveler ve 7 Katlı Betonarme Çerçeve

Maksimum çatı deplasmanı anında katlar için hesaplanan görelî kat ötelenme değerlerinin ortalaması grafik halinde Şekil 4.16'da verilmiştir.

Ortalama görelî kat ötelenme değeri 7 katlı betonarme çerçeve 7. kat için %0.48, 6. kat için %0.47, 5. kat için %0.48, 4. kat için %0.46, 3. kat için %0.44, 2. kat için %0.42 ve 1. kat için %0.25 olarak elde edilmiştir.

Ortalama görelî kat ötelenme değeri rijit bağlantılı karma çerçeve 7. kat için %1.71, 6. kat için %2.42, 5. kat için %0.16, 4. kat için %0.13, 3. kat için %0.14, 2. kat için %0.16 ve 1. kat için %0.11 olarak elde edilmiştir.

Ortalama görelî kat ötelenme değeri mafsallı bağlantılı karma çerçeve 7. kat için %0.89, 6. kat için %3.65, 5. kat için %0.05, 4. kat için %0.07, 3. kat için %0.10, 2. kat için %0.12 ve 1. kat için %0.07 olarak elde edilmiştir.



Şekil 4.16: 5 kat betonarme + 2 kat çelik karma çerçevelerin farklı bağlantı şekilleri için görelî kat ötelenme değerleri (%)

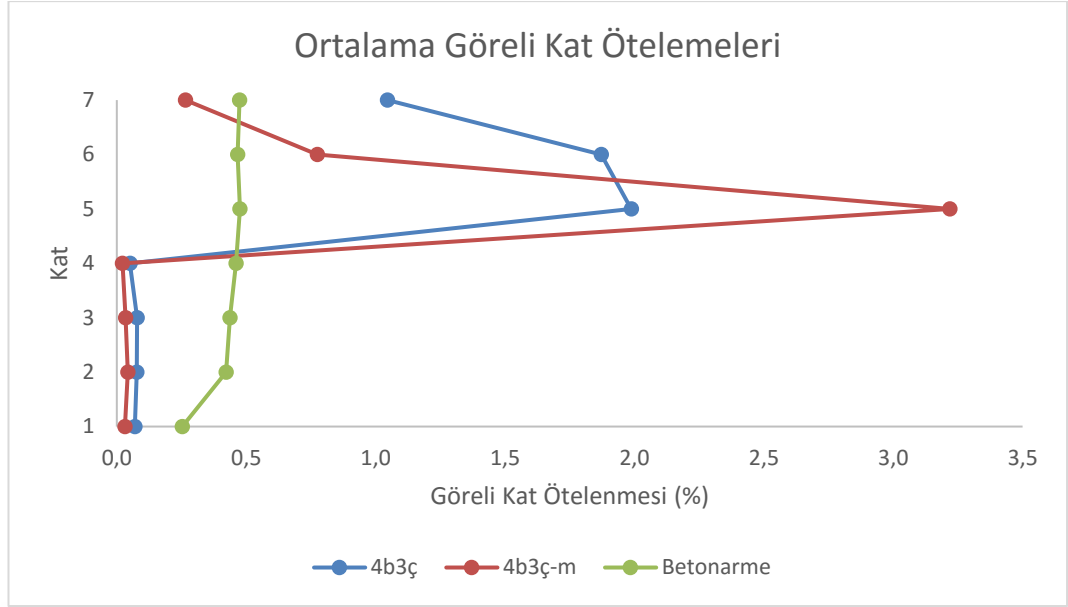
- 4 Kat Betonarme + 3 Kat Çelik Karma Çerçeveler ve 7 Katlı Betonarme Çerçeve

Maksimum çatı deplasmanı anında katlar için hesaplanan görelî kat ötelenme değerlerinin ortalaması grafik halinde Şekil 4.17’de verilmiştir.

Ortalama görelî kat ötelenme değerleri 7 katlı betonarme çerçevede 7. kat için %0.48, 6. kat için %0.47, 5. kat için %0.48, 4. kat için %0.46, 3. kat için %0.44, 2. kat için %0.42 ve 1. kat için %0.25 olarak elde edilmiştir.

Ortalama görelî kat ötelenme değerleri rijit bağlantılı karma çerçevede 7. kat için %1.05, 6. kat için %1.87, 5. kat için %1.99, 4. kat için %0.05, 3. kat için %0.08, 2. kat için %0.08 ve 1. kat için %0.07 olarak elde edilmiştir.

Ortalama görelî kat ötelenme değerleri mafsallı bağlantılı karma çerçevede 7. kat için %0.27, 6. kat için %0.78, 5. kat için %3.22, 4. kat için %0.02, 3. kat için %0.03, 2. kat için %0.04 ve 1. kat için %0.03 olarak elde edilmiştir.



Şekil 4.17: 4 kat betonarme + 3 kat çelik karma çerçevelerin farklı bağlantı şekilleri için görelî kat ötelenme değerleri (%)

4.1.2 6 Katlı Karma Çerçeveler İçin Analiz Sonuçları

- 5 Kat Betonarme + 1 Kat Çelik Çerçeve (Rijit Bağlantı)

Her bir deprem kaydı için maksimum çatı deplasmanı anında katlar için hesaplanan yer değiştirme değerleri Tablo 4.15'te verilmiştir. Deplasman profili ise Şekil 4.18'de gösterilmiştir.

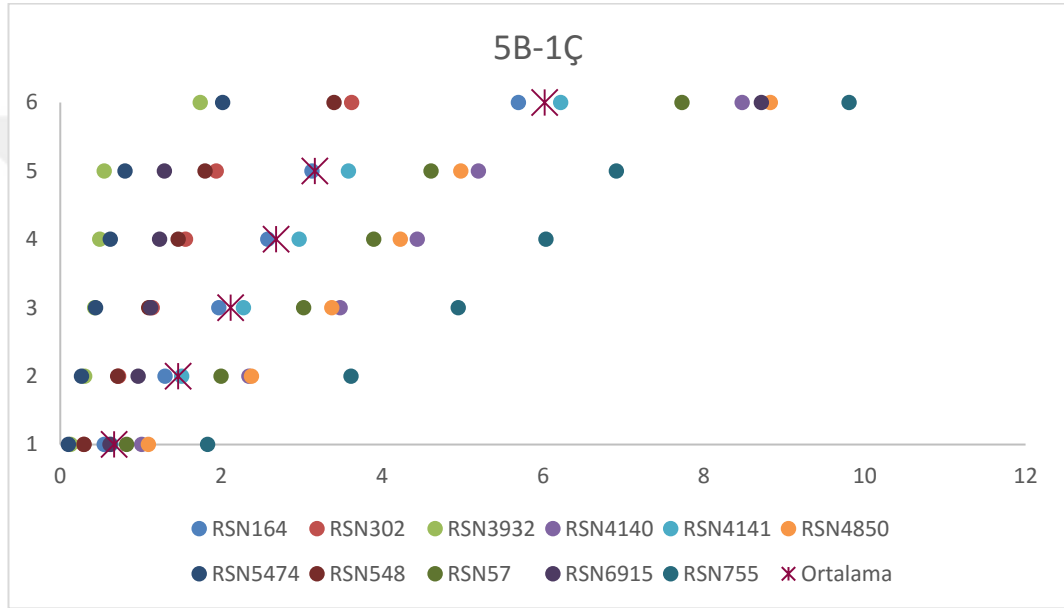
Ortalama yer değiştirme değerleri 6. kat için 6.02 cm, 5. kat için 3.16 cm, 4. kat için 2.68 cm, 3. kat için 2.12 cm, 2. kat için 1.46 cm ve 1. kat için 0.67 cm elde edilmiştir.

Her bir deprem kaydı için maksimum çatı deplasmanı anında katlar için hesaplanan görelî kat ötelenme değerleri Tablo 4.16'da verilmiştir. Görelî kat ötelenme değerleri grafiği ise Şekil 4.19'da gösterilmiştir.

Ortalama görelî kat ötelenme değerleri 6. kat için %1.02, 5. kat için %0.17, 4. kat için %0.20, 3. kat için %0.23, 2. kat için %0.28 ve 1. kat için %0.24 olarak elde edilmiştir.

Tablo 4.15: 5 kat betonarme + 1 kat çelik rijit bağlantılı çerçeve için maksimum kat yer değiştirmeleri

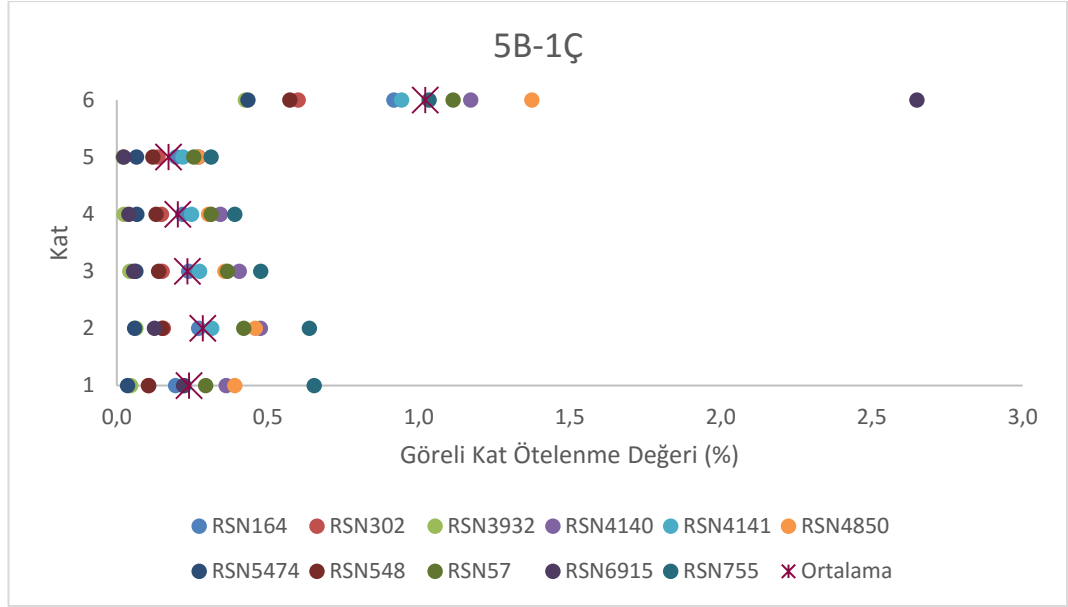
RSN	164	302	3932	4140	4141	4850	5474	548	57	6915	755	Ortalama
Kat	(cm)											
1	0.55	0.29	0.13	1.01	0.63	1.09	0.10	0.29	0.82	0.62	1.83	0.67
2	1.30	0.72	0.30	2.34	1.51	2.38	0.26	0.71	2.00	0.97	3.61	1.46
3	1.97	1.14	0.42	3.48	2.28	3.38	0.44	1.10	3.02	1.12	4.95	2.12
4	2.58	1.56	0.49	4.44	2.97	4.23	0.62	1.46	3.90	1.23	6.04	2.68
5	3.13	1.94	0.55	5.20	3.58	4.98	0.80	1.80	4.61	1.30	6.91	3.16
6	5.70	3.62	1.74	8.48	6.22	8.83	2.02	3.40	7.73	8.71	9.81	6.02

**Şekil 4.18:** 5 kat betonarme + 1 kat çelik rijit bağlantılı çerçeve için maksimum kat yer değiştirmeleri

i

Tablo 4.16: 5 kat betonarme + 1 kat çelik rijit bağlantılı çerçeve için göreceli kat ötelenme değerleri

RSN	164	302	3932	4140	4141	4850	5474	548	57	6915	755	Ortalama
Kat	(%)											
1	0.19	0.10	0.05	0.36	0.22	0.39	0.04	0.11	0.29	0.22	0.65	0.24
2	0.27	0.15	0.06	0.48	0.31	0.46	0.06	0.15	0.42	0.12	0.64	0.28
3	0.24	0.15	0.04	0.41	0.27	0.36	0.06	0.14	0.37	0.06	0.48	0.23
4	0.22	0.15	0.02	0.34	0.25	0.30	0.07	0.13	0.31	0.04	0.39	0.20
5	0.20	0.14	0.02	0.27	0.22	0.27	0.06	0.12	0.25	0.02	0.31	0.17
6	0.92	0.60	0.43	1.17	0.94	1.37	0.43	0.57	1.11	2.65	1.03	1.02



Şekil 4.19: 5 kat betonarme + 1 kat çelik rijit bağlantılı çerçeve için görelî kat ötelenme değerleri (%)

- 5 Kat Betonarme + 1 Kat Çelik Çerçeve (Mafsallı Bağlantı)

Her bir deprem kaydı için maksimum çatı deplasmanı anında katlar için hesaplanan yer değiştirme değerleri Tablo 4.17’de verilmiştir. Deplasman profili ise Şekil 4.20’de gösterilmiştir.

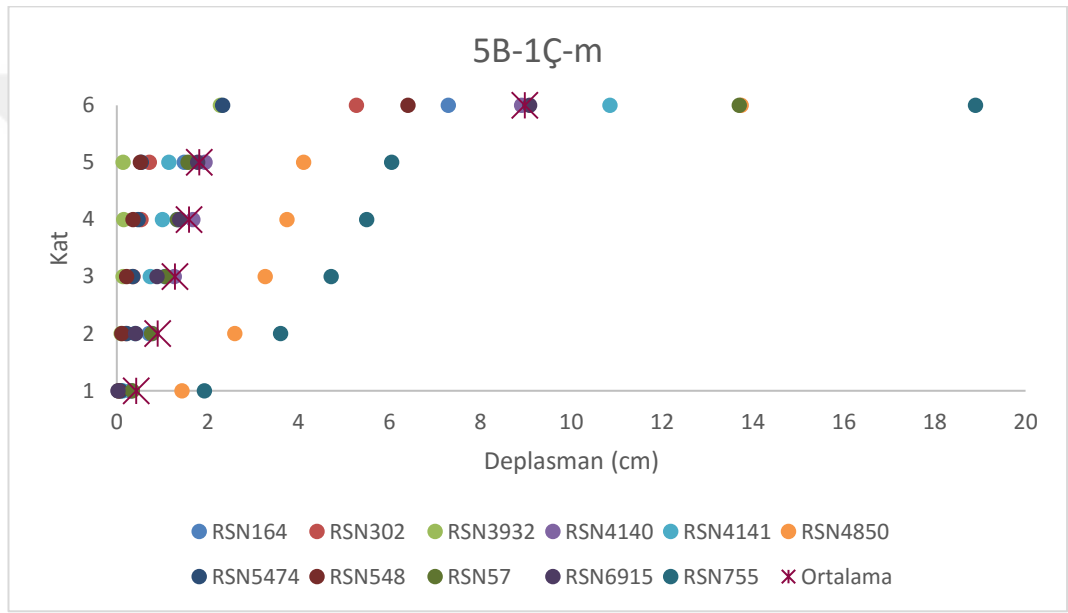
Ortalama yer değiştirme değerleri 6. kat için 8.98 cm, 5. kat için 1.82 cm, 4. kat için 1.59 cm, 3. kat için 1.28 cm, 2. kat için 0.90 cm ve 1. kat için 0.43 cm elde edilmiştir.

Her bir deprem kaydı için maksimum çatı deplasmanı anında katlar için hesaplanan görelî kat ötelenme değerleri Tablo 4.18’de verilmiştir. Görelî kat ötelenme değerleri grafiği ise Şekil 4.21’de gösterilmiştir.

Ortalama görelî kat ötelenme değerleri 6. kat için %3.01, 5. kat için %0.08, 4. kat için %0.11, 3. kat için %0.13, 2. kat için %0.17 ve 1. kat için %0.15 olarak elde edilmiştir.

Tablo 4.17: 5 kat betonarme + 1 kat çelik mafsallı bağlantılı çerçeve için maksimum kat yer değiştirmeleri

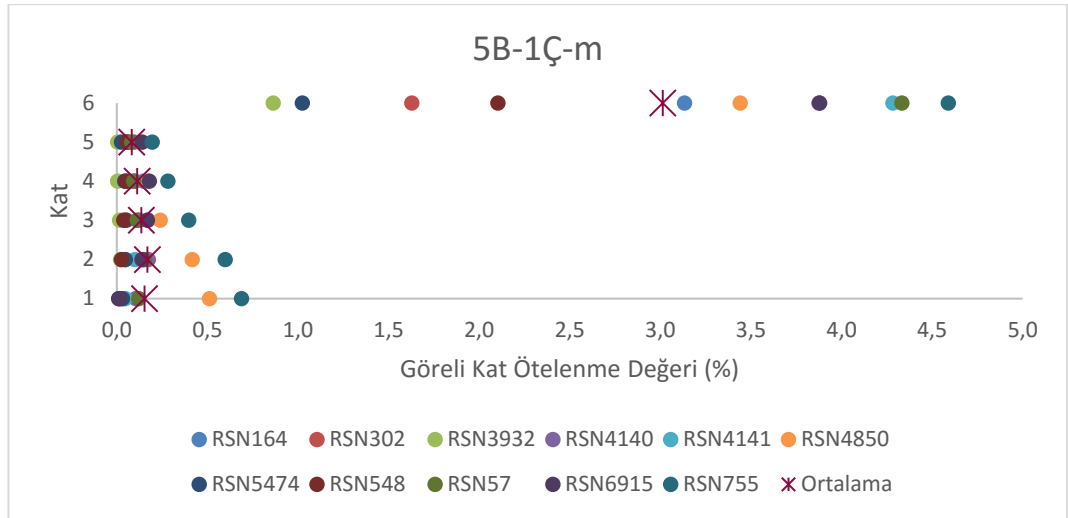
RSN	164	302	3932	4140	4141	4850	5474	548	57	6915	755	Ortalama
Kat	(cm)											
1	0.31	0.08	0.04	0.30	0.13	1.43	0.08	0.04	0.34	0.02	1.93	0.43
2	0.71	0.20	0.10	0.78	0.41	2.60	0.21	0.11	0.76	0.41	3.60	0.90
3	1.05	0.35	0.14	1.26	0.74	3.26	0.35	0.21	1.07	0.89	4.71	1.28
4	1.33	0.53	0.15	1.67	1.00	3.74	0.47	0.36	1.34	1.39	5.50	1.59
5	1.48	0.71	0.14	1.94	1.14	4.11	0.54	0.52	1.57	1.78	6.05	1.82
6	7.30	5.27	2.28	8.91	10.85	13.74	2.32	6.40	13.70	9.08	18.90	8.98



Şekil 4.20: 5 kat betonarme + 1 kat çelik mafsallı bağlantılı çerçeve için maksimum kat yer değiştirmeleri

Tablo 4.18: 5 kat betonarme + 1 kat çelik mafsallı bağlantılı çerçeve için göreceli kat ötelenme değerleri

RSN	164	302	3932	4140	4141	4850	5474	548	57	6915	755	Ortalama
Kat	(%)											
1	0.11	0.03	0.01	0.11	0.05	0.51	0.03	0.01	0.12	0.01	0.69	0.15
2	0.14	0.04	0.02	0.17	0.10	0.42	0.05	0.03	0.15	0.14	0.60	0.17
3	0.12	0.05	0.02	0.17	0.12	0.24	0.05	0.04	0.11	0.17	0.40	0.13
4	0.10	0.06	0.00	0.15	0.10	0.17	0.04	0.05	0.09	0.18	0.28	0.11
5	0.05	0.06	0.00	0.10	0.05	0.13	0.03	0.06	0.08	0.14	0.20	0.08
6	3.13	1.63	0.86	3.88	4.28	3.44	1.02	2.10	4.33	3.88	4.59	3.01



Şekil 4.21: 5 kat betonarme + 1 kat çelik mafsallı bağlantılı çerçeve için görel kat ötelenme değerleri (%)

- 5 Kat Betonarme + 1 Kat Çaprazlı Çelik Çerçeve (Rijit Bağlantı)

Her bir deprem kaydı için maksimum çatı deplasmanı anında katlar için hesaplanan yer değiştirme değerleri Tablo 4.19’da verilmiştir. Deplasman profili ise Şekil 4.22’de gösterilmiştir.

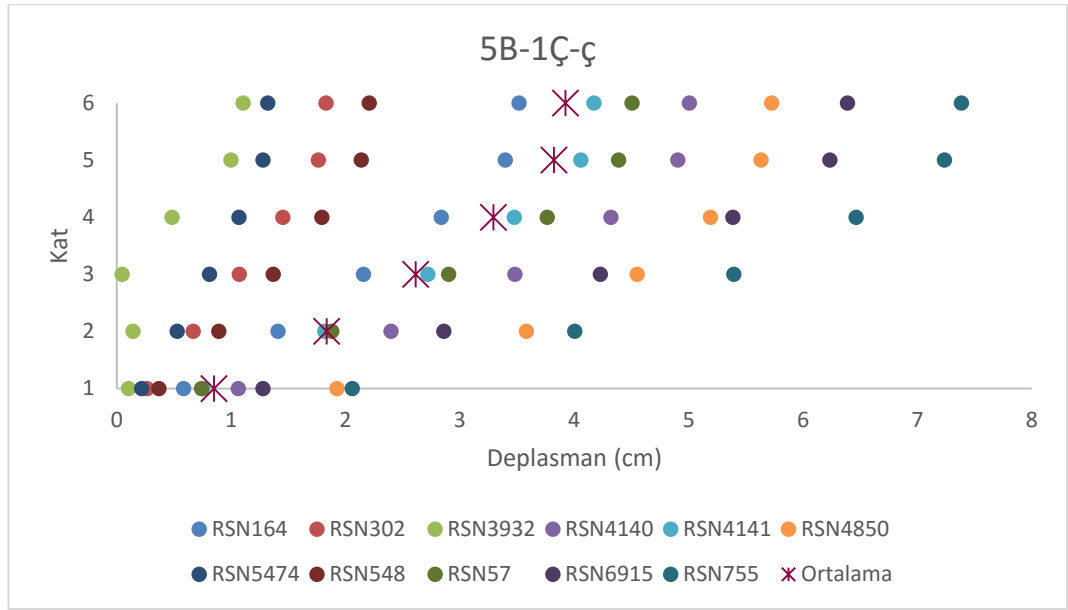
Ortalama yer değiştirme değerleri 6. kat için 3.92 cm, 5. kat için 3.82 cm, 4. kat için 3.29 cm, 3. kat için 2.61 cm, 2. kat için 1.83 cm ve 1. kat için 0.85 cm elde edilmiştir.

Her bir deprem kaydı için maksimum çatı deplasmanı anında katlar için hesaplanan görel kat ötelenme değerleri Tablo 4.20’de verilmiştir. Görel kat ötelenme değerleri grafiği ise Şekil 4.23’te gösterilmiştir.

Ortalama görel kat ötelenme değerleri 6. kat için %0.04, 5. kat için %0.19, 4. kat için %0.24, 3. kat için %0.29, 2. kat için %0.35 ve 1. kat için %0.30 olarak elde edilmiştir.

Tablo 4.19: 5 kat betonarme + 1 kat çaprazlı çelik çerçeve için maksimum kat yer değiştirmeleri

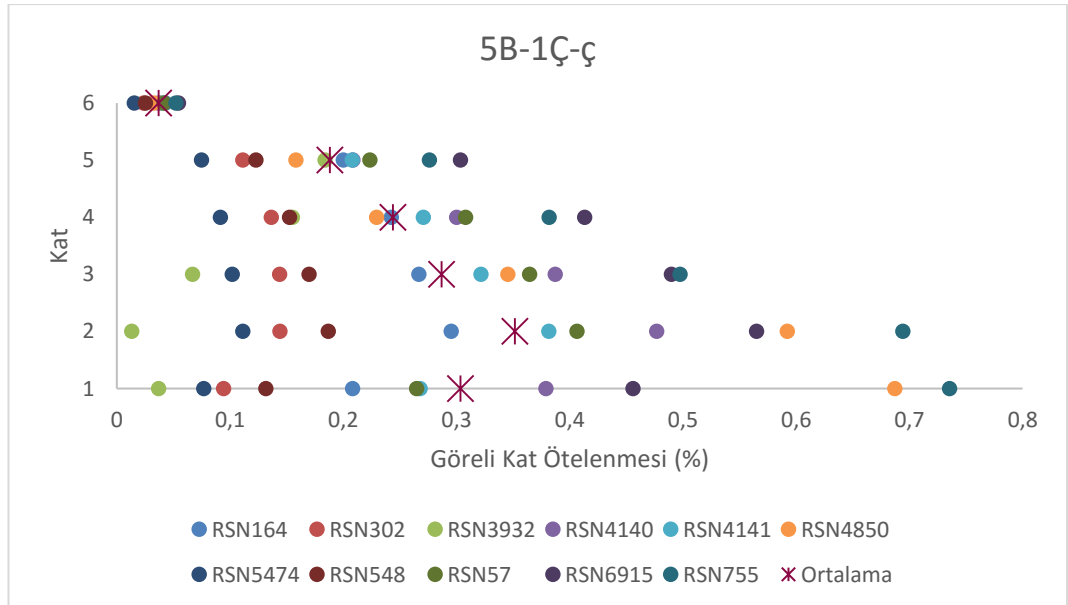
RSN	164	302	3932	4140	4141	4850	5474	548	57	6915	755	Ortalama
Kat	(cm)											
1	0.58	0.26	0.10	1.06	0.75	1.92	0.22	0.37	0.74	1.28	2.06	0.85
2	1.41	0.67	0.14	2.40	1.82	3.58	0.53	0.89	1.88	2.86	4.00	1.83
3	2.16	1.07	0.05	3.48	2.72	4.55	0.81	1.37	2.90	4.23	5.40	2.61
4	2.84	1.45	0.48	4.32	3.48	5.19	1.07	1.79	3.76	5.39	6.47	3.29
5	3.40	1.76	1.00	4.90	4.06	5.63	1.28	2.14	4.39	6.24	7.24	3.82
6	3.52	1.83	1.10	5.01	4.17	5.73	1.32	2.21	4.51	6.39	7.38	3.92



Şekil 4.22: 5 kat betonarme + 1 kat çaprazlı çelik çerçeve için maksimum kat yer değiştirmeleri

Tablo 4.20: 5 kat betonarme + 1 kat çaprazlı çelik çerçeve için görelî kat ötelenme değerleri

RSN	164	302	3932	4140	4141	4850	5474	548	57	6915	755	Ortalama
Kat	(%)											
1	0.21	0.09	0.04	0.38	0.27	0.69	0.08	0.13	0.26	0.46	0.74	0.30
2	0.30	0.14	0.01	0.48	0.38	0.59	0.11	0.19	0.41	0.57	0.69	0.35
3	0.27	0.14	0.07	0.39	0.32	0.35	0.10	0.17	0.36	0.49	0.50	0.29
4	0.24	0.14	0.16	0.30	0.27	0.23	0.09	0.15	0.31	0.41	0.38	0.24
5	0.20	0.11	0.18	0.21	0.21	0.16	0.07	0.12	0.22	0.30	0.28	0.19
6	0.04	0.02	0.04	0.04	0.04	0.03	0.02	0.03	0.04	0.05	0.05	0.04



Şekil 4.23: 5 kat betonarme + 1 kat çaprazlı çelik çerçeve için görelî kat ötelenme değerleri (%)

- 4 Kat Betonarme + 2 Kat Çelik Çerçeve (Rijit Bağlantı)

Her bir deprem kaydı için maksimum çatı deplasmanı anında katlar için hesaplanan yer değiştirme değerleri Tablo 4.21’de verilmiştir. Deplasman profili ise Şekil 4.24’te gösterilmiştir.

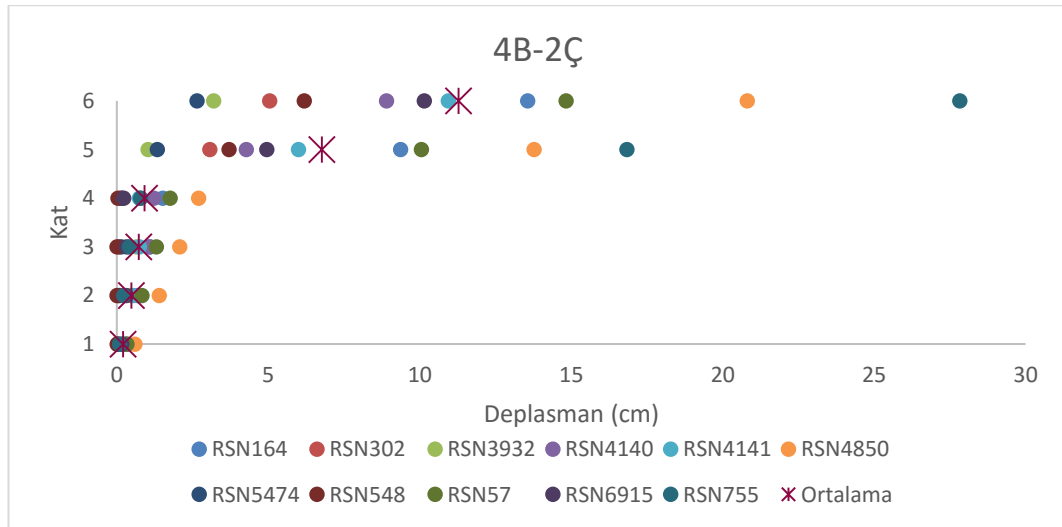
Ortalama yer değiştirme değerleri 6. kat için 11.28 cm, 5. kat için 6.76 cm, 4. kat için 0.91 cm, 3. kat için 0.72 cm, 2. kat için 0.48 cm ve 1. kat için 0.20 cm elde edilmiştir.

Her bir deprem kaydı için maksimum çatı deplasmanı anında katlar için hesaplanan göreceli kat ötelenme değerleri Tablo 4.22’de verilmiştir. Göreceli kat ötelenme değerleri grafiği ise Şekil 4.25’te gösterilmiştir.

Ortalama göreceli kat ötelenme değerleri 6. kat için %1.61, 5. kat için %2.29, 4. kat için %0.08, 3. kat için %0.08, 2. kat için %0.10 ve 1. kat için %0.07 olarak elde edilmiştir.

Tablo 4.21: 4 kat betonarme + 2 kat çelik rijit bağlantılı çerçeve için maksimum kat yer değiştirmeleri

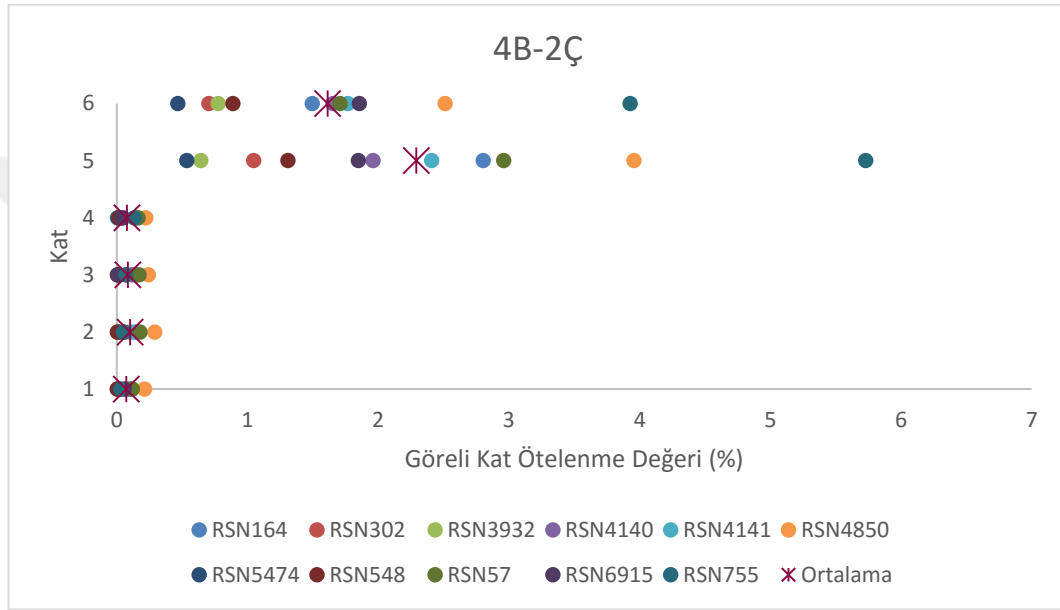
RSN	164	302	3932	4140	4141	4850	5474	548	57	6915	755	Ortalama
Kat	(cm)											
1	0.27	0.01	0.19	0.32	0.24	0.59	0.03	0.01	0.33	0.16	0.08	0.20
2	0.68	0.03	0.45	0.75	0.55	1.40	0.09	0.00	0.83	0.31	0.22	0.48
3	1.09	0.07	0.65	1.08	0.74	2.08	0.14	0.01	1.30	0.33	0.42	0.72
4	1.52	0.14	0.77	1.22	0.75	2.70	0.16	0.03	1.76	0.22	0.79	0.91
5	9.37	3.07	1.02	4.27	5.99	13.78	1.34	3.70	10.05	4.95	16.83	6.76
6	13.56	5.04	3.19	8.90	10.94	20.81	2.64	6.18	14.83	10.15	27.83	11.28



Şekil 4.24: 4 kat betonarme + 2 kat çelik rijit bağlantılı çerçeve için maksimum kat yer değiştirmeleri

Tablo 4.22: 4 kat betonarme + 2 kat çelik rijit bağlantılı çerçeve için görel kat ötelenme değerleri

RSN	164	302	3932	4140	4141	4850	5474	548	57	6915	755	Ortalama
Kat	(%)											
1	0.10	0.00	0.07	0.11	0.08	0.21	0.01	0.00	0.12	0.06	0.03	0.07
2	0.15	0.01	0.09	0.15	0.11	0.29	0.02	0.00	0.18	0.05	0.05	0.10
3	0.14	0.01	0.07	0.12	0.07	0.24	0.02	0.00	0.17	0.01	0.07	0.08
4	0.15	0.03	0.04	0.05	0.00	0.22	0.01	0.02	0.16	0.04	0.13	0.08
5	2.80	1.05	0.64	1.96	2.41	3.96	0.54	1.31	2.96	1.85	5.73	2.29
6	1.50	0.70	0.78	1.65	1.77	2.51	0.47	0.89	1.71	1.85	3.93	1.61



Şekil 4.25: 4 kat betonarme + 2 kat çelik rijit bağlantılı çerçeve için görel kat ötelenme değerleri (%)

- 4 Kat Betonarme + 2 Kat Çelik Çerçeve (Mafsallı Bağlantı)

Her bir deprem kaydı için maksimum çatı deplasmanı anında katlar için hesaplanan yer değiştirme değerleri Tablo 4.23'te verilmiştir. Deplasman profili ise Şekil 4.26'da gösterilmiştir.

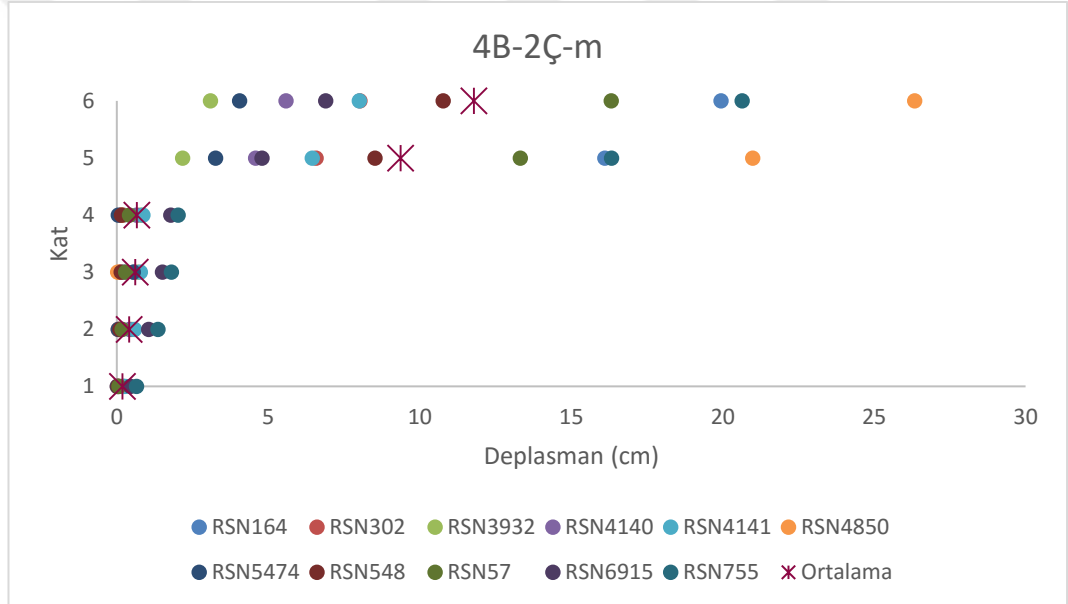
Ortalama yer değiştirme değerleri 6. kat için 11.79 cm, 5. kat için 9.37 cm, 4. kat için 0.66 cm, 3. kat için 0.60 cm, 2. kat için 0.41 cm ve 1. kat için 0.18 cm elde edilmiştir.

Her bir deprem kaydı için maksimum çatı deplasmanı anında katlar için hesaplanan görel kat ötelenme değerleri Tablo 4.24'te verilmiştir. Görel kat ötelenme değerleri grafiği ise Şekil 4.27'de gösterilmiştir.

Ortalama görelî kat ötelenme değeri 6. kat için %0.86, 5. kat için %3,53, 4. kat için %0.05, 3. kat için %0.07, 2. kat için %0.08 ve 1. kat için %0.07 olarak elde edilmiştir.

Tablo 4.23: 4 kat betonarme + 2 kat çelik mafsallı bağlantılı çerçeve için maksimum kat yer değıştirmeleri

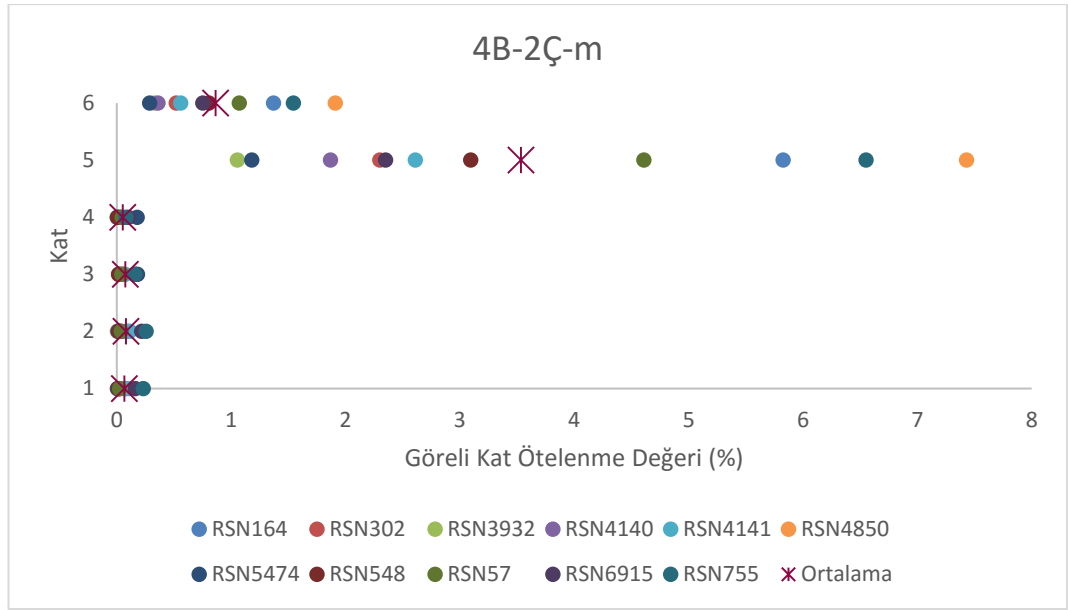
RSN	164	302	3932	4140	4141	4850	5474	548	57	6915	755	Ortalama
Kat	(cm)											
1	0.07	0.01	0.20	0.19	0.27	0.07	0.02	0.04	0.06	0.45	0.64	0.18
2	0.16	0.04	0.48	0.42	0.59	0.08	0.04	0.10	0.17	1.05	1.36	0.41
3	0.22	0.09	0.67	0.57	0.78	0.03	0.54	0.14	0.29	1.50	1.80	0.60
4	0.21	0.14	0.78	0.65	0.86	0.19	0.05	0.15	0.42	1.78	2.02	0.66
5	16.11	6.57	2.17	4.58	6.45	20.99	3.25	8.52	13.32	4.79	16.33	9.37
6	19.94	8.03	3.09	5.59	8.01	26.33	4.05	10.77	16.32	6.90	20.65	11.79



Şekil 4.26: 4 kat betonarme + 2 kat çelik mafsallı bağlantılı çerçeve için maksimum kat yer değıştirmeleri

Tablo 4.24: 4 kat betonarme + 2 kat çelik mafsallı bağlantılı çerçeve için görelî kat ötelenme değeri

RSN	164	302	3932	4140	4141	4850	5474	548	57	6915	755	Ortalama
Kat	(%)											
1	0.02	0.00	0.07	0.07	0.10	0.03	0.01	0.01	0.02	0.16	0.23	0.07
2	0.03	0.01	0.10	0.08	0.11	0.00	0.01	0.02	0.04	0.22	0.25	0.08
3	0.02	0.02	0.07	0.05	0.07	0.04	0.18	0.02	0.04	0.16	0.16	0.07
4	0.00	0.02	0.04	0.03	0.03	0.06	0.18	0.00	0.05	0.10	0.08	0.05
5	5.83	2.30	1.05	1.87	2.61	7.43	1.18	3.09	4.61	2.35	6.55	3.53
6	1.37	0.52	0.33	0.36	0.56	1.91	0.29	0.81	1.07	0.75	1.54	0.86



Şekil 4.27: 4 kat betonarme + 2 kat çelik mafsallı bağlantılı çerçeve için görel kat ötelenme değerleri (%)

4.1.2.1 6 Katlı Çerçevelerin Farklı Koşullar Altında Görel Kat Ötelenmesi

- 5 Kat Betonarme + 1 Kat Çelik Karma Çerçeveler ve 6 Katlı Betonarme Çerçeve

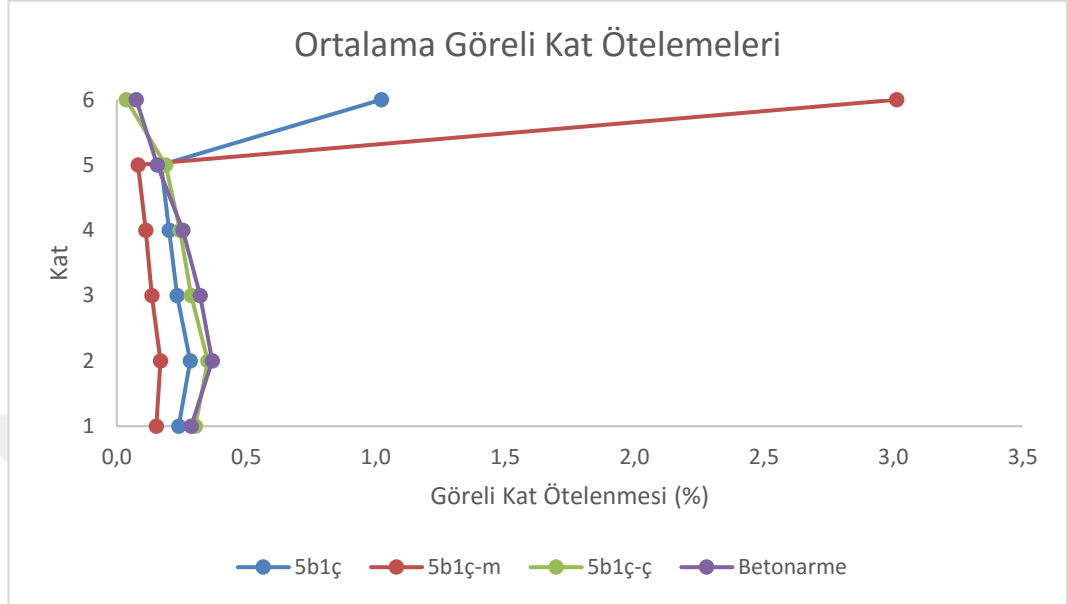
Maksimum çatı deplasmanı anında katlar için hesaplanan görel kat ötelenme değerlerinin ortalaması grafik halinde Şekil 4.28’de verilmiştir.

Ortalama görel kat ötelenme değerleri 6 katlı betonarme çerçevede 6. kat için %0.08, 5. kat için %0.16, 4. kat için %0.26, 3. kat için %0.33, 2. kat için %0.37 ve 1. kat için %0.29 olarak elde edilmiştir.

Ortalama görel kat ötelenme değerleri rijit bağlantılı karma çerçevede 6. kat için %1.02, 5. kat için %0.17, 4. kat için %0.20, 3. kat için %0.23, 2. kat için %0.28 ve 1. kat için %0.24 olarak elde edilmiştir.

Ortalama görel kat ötelenme değerleri mafsallı bağlantılı karma çerçevede 6. kat için %3.01, 5. kat için %0.08, 4. kat için %0.11, 3. kat için %0.13, 2. kat için %0.17 ve 1. kat için %0.15 olarak elde edilmiştir.

Ortalama görelî kat ötelenme değeri çapraz çelik katlı karma çerçevede 6. kat için %0.04, 5. kat için %0.19, 4. kat için %0.24, 3. kat için %0.29, 2. kat için %0.35 ve 1. kat için %0.30 olarak elde edilmiştir.



Şekil 4.28: 5 kat betonarme + 1 kat çelik karma çerçevelerin farklı bağlantı şekilleri için görelî kat ötelenme değeri (%)

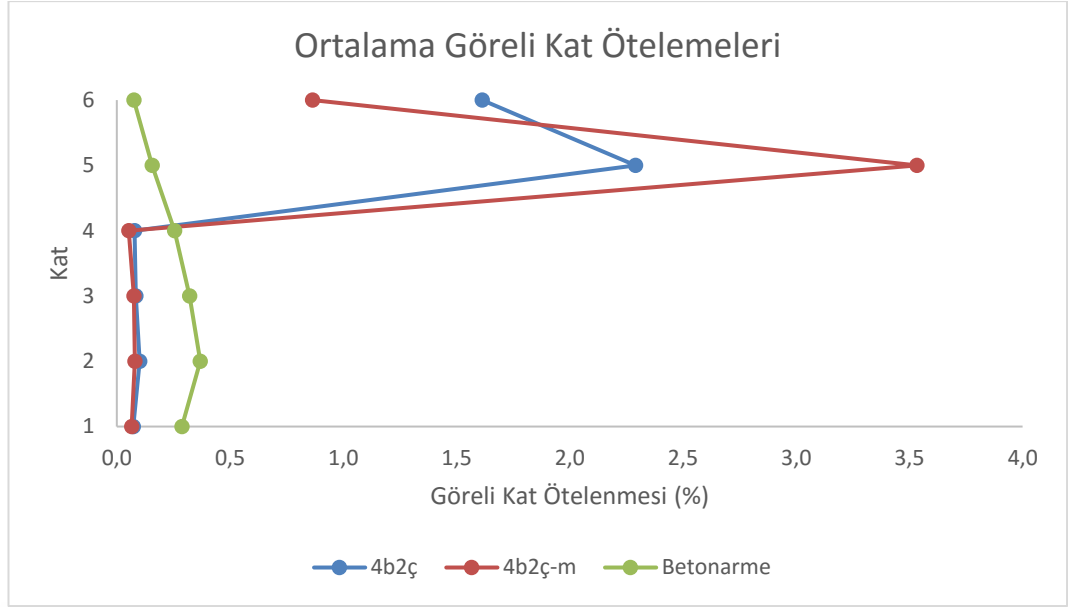
- 4 Kat Betonarme + 2 Kat Çelik Karma Çerçeveler ve 6 Katlı Betonarme Çerçeve

Maksimum çatı deplasmanı anında katlar için hesaplanan görelî kat ötelenme değeri ortalaması grafik halinde Şekil 4.29'da verilmiştir.

Ortalama görelî kat ötelenme değeri 6 katlı betonarme çerçevede 6. kat için %0.08, 5. kat için %0.16, 4. kat için %0.26, 3. kat için %0.33, 2. kat için %0.37 ve 1. kat için %0.29 olarak elde edilmiştir.

Ortalama görelî kat ötelenme değeri rijit bağlantılı karma çerçevede 6. kat için %1.61, 5. kat için %2.29, 4. kat için %0.08, 3. kat için %0.09, 2. kat için %0.10 ve 1. kat için %0.07 olarak elde edilmiştir.

Ortalama görelî kat ötelenme değeri mafsallı bağlantılı karma çerçevede 6. kat için %0.86, 5. kat için %3.53, 4. kat için %0.05, 3. kat için %0.07, 2. kat için %0.08 ve 1. kat için %0.07 olarak elde edilmiştir.



Şekil 4.29: 4 kat betonarme + 2 kat çelik karma çerçevelerin farklı bağlantı şekilleri için görel kat ötelenme değerleri (%)

4.1.3 5 Katlı Karma Çerçeveler İçin Analiz Sonuçları

- 4 Kat Betonarme + 1 Kat Çelik Çerçeve (Rijit Bağlantı)

Her bir deprem kaydı için maksimum çatı deplasmanı anında katlar için hesaplanan yer değiştirme değerleri Tablo 4.25'te verilmiştir. Deplasman profili ise Şekil 4.30'da gösterilmiştir.

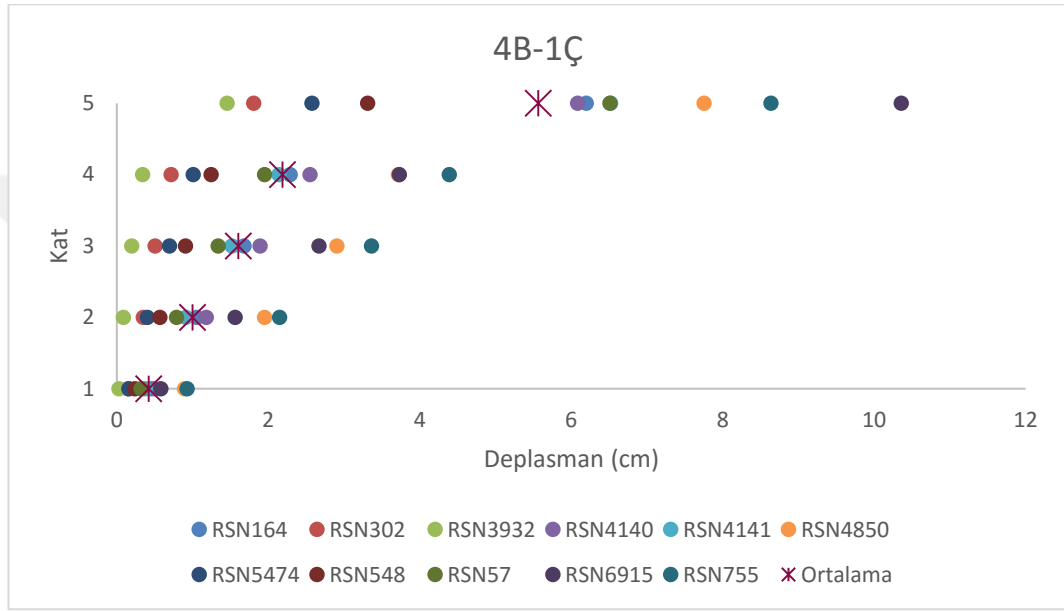
Ortalama yer değiştirme değerleri 5. kat için 5.56 cm, 4. kat için 2.19 cm, 3. kat için 1.61 cm, 2. kat için 1.00 cm ve 1. kat için 0.42 cm elde edilmiştir.

Her bir deprem kaydı için maksimum çatı deplasmanı anında katlar için hesaplanan görel kat ötelenme değerleri Tablo 4.26'da verilmiştir. Görel kat ötelenme değerleri grafiği ise Şekil 4.31'de gösterilmiştir.

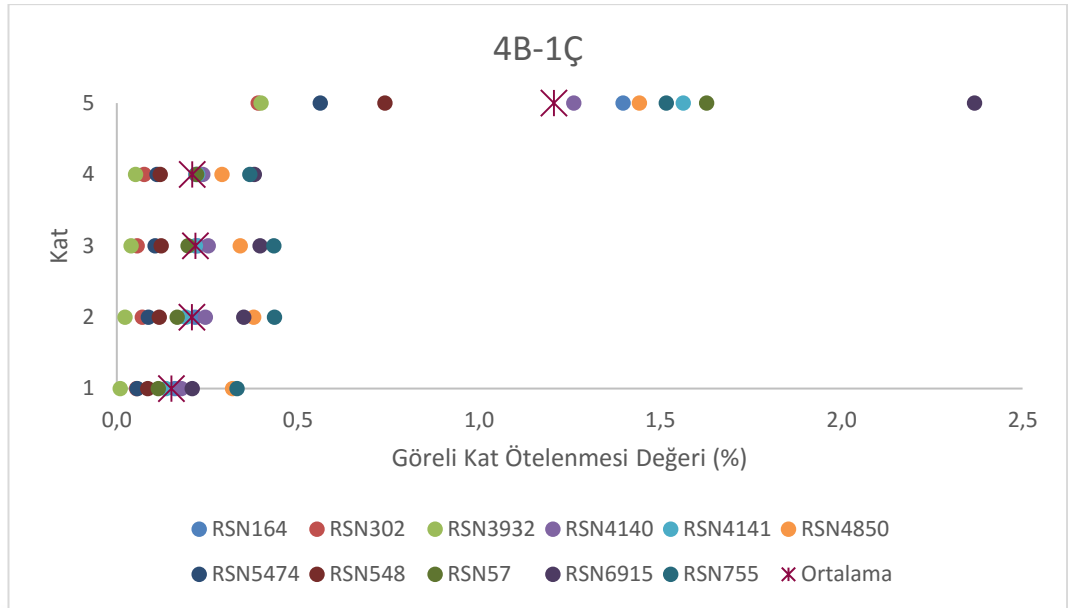
Ortalama görel kat ötelenme değerleri 5. kat için %1.21, 4. kat için %0.21, 3. kat için %0.22, 2. kat için %0.21 ve 1. kat için %0.15 olarak elde edilmiştir.

Tablo 4.25: 4 kat betonarme + 1 kat çelik rijit bağlantılı çerçeve için maksimum kat yer değiştirmeleri

RSN	164	302	3932	4140	4141	4850	5474	548	57	6915	755	Ortalama
Kat	(cm)											
1	0.45	0.15	0.03	0.50	0.38	0.89	0.16	0.24	0.32	0.58	0.93	0.42
2	1.05	0.35	0.09	1.18	0.91	1.95	0.40	0.57	0.79	1.56	2.15	1.00
3	1.68	0.50	0.20	1.89	1.52	2.91	0.70	0.91	1.34	2.67	3.36	1.61
4	2.29	0.71	0.34	2.55	2.14	3.72	1.01	1.24	1.95	3.73	4.39	2.19
5	6.20	1.81	1.45	6.08	6.52	7.76	2.58	3.31	6.51	10.36	8.64	5.56

**Şekil 4.30:** 4 kat betonarme + 1 kat çelik rijit bağlantılı çerçeve için maksimum kat yer değiştirmeleri**Tablo 4.26:** 4 kat betonarme + 1 kat çelik rijit bağlantılı çerçeve için göreceli kat ötelenme değerleri

RSN	164	302	3932	4140	4141	4850	5474	548	57	6915	755	Ortalama
Kat	(%)											
1	0.16	0.05	0.01	0.18	0.14	0.32	0.06	0.09	0.11	0.21	0.33	0.15
2	0.22	0.07	0.02	0.24	0.19	0.38	0.09	0.12	0.17	0.35	0.44	0.21
3	0.22	0.06	0.04	0.25	0.22	0.34	0.11	0.12	0.20	0.40	0.43	0.22
4	0.22	0.08	0.05	0.24	0.22	0.29	0.11	0.12	0.22	0.38	0.37	0.21
5	1.40	0.39	0.40	1.26	1.56	1.44	0.56	0.74	1.63	2.37	1.52	1.21



Şekil 4.31: 4 kat betonarme + 1 kat çelik rijit bağlantılı çerçeve için görel kat ötelenme değerleri (%)

- 4 Kat Betonarme + 1 Kat Çelik Çerçeve (Mafsallı Bağlantı)

Her bir deprem kaydı için maksimum çatı deplasmanı anında katlar için hesaplanan yer değiştirme değerleri Tablo 4.27’de verilmiştir. Deplasman profili ise Şekil 4.32’de gösterilmiştir.

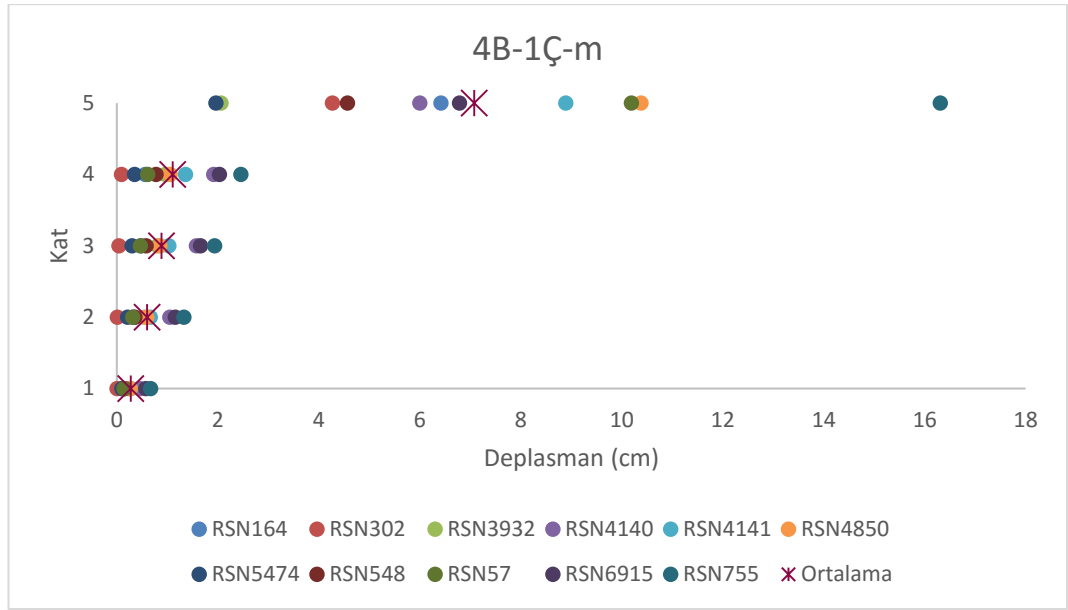
Ortalama yer değiştirme değerleri 5. kat için 7.08 cm, 4. kat için 1.11 cm, 3. kat için 0.88 cm, 2. kat için 0.60 cm ve 1. kat için 0.27 cm elde edilmiştir.

Her bir deprem kaydı için maksimum çatı deplasmanı anında katlar için hesaplanan görel kat ötelenme değerleri Tablo 4.28’de verilmiştir. Görel kat ötelenme değerleri grafiği ise Şekil 4.33’te gösterilmiştir.

Ortalama görel kat ötelenme değerleri 5. kat için %2.51, 4. kat için %0.08, 3. kat için %0.10, 2. kat için %0.12 ve 1. kat için %0.10 olarak elde edilmiştir.

Tablo 4.27: 4 kat betonarme + 1 kat çelik mafsallı bağlantılı çerçeve için maksimum kat yer değiştirmeleri

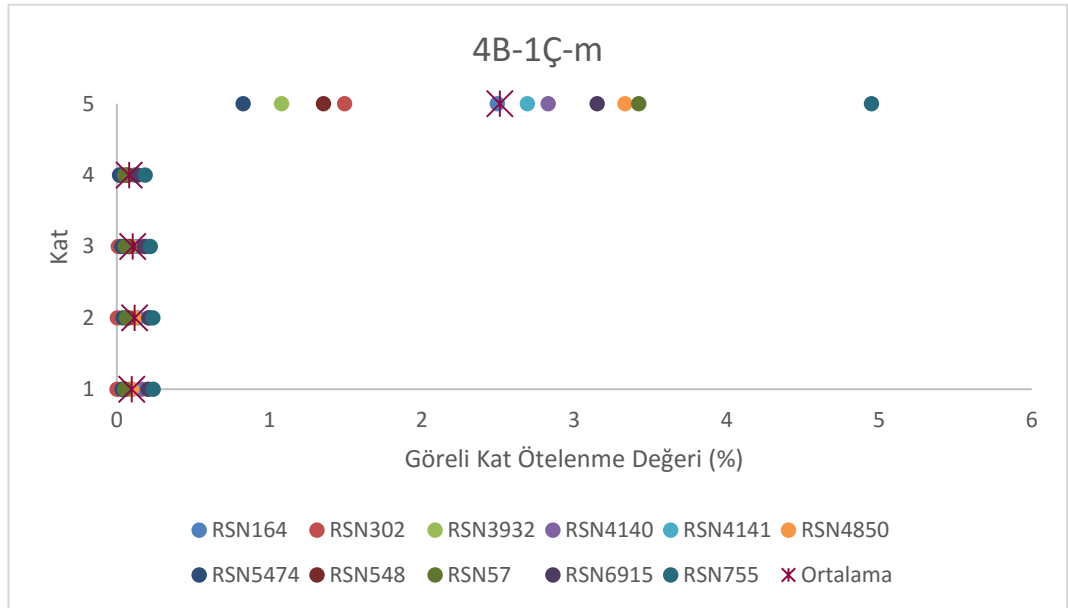
RSN	164	302	3932	4140	4141	4850	5474	548	57	6915	755	Ortalama
Kat	(cm)											
1	0.14	0.00	0.24	0.45	0.28	0.26	0.10	0.15	0.14	0.57	0.67	0.27
2	0.33	0.01	0.55	1.05	0.66	0.59	0.21	0.36	0.31	1.16	1.33	0.60
3	0.48	0.04	0.81	1.57	1.03	0.85	0.30	0.58	0.47	1.66	1.94	0.88
4	0.56	0.09	0.96	1.92	1.36	1.06	0.35	0.78	0.61	2.03	2.46	1.11
5	6.42	4.27	2.06	6.00	8.89	10.38	1.96	4.57	10.19	6.79	16.31	7.08



Şekil 4.32: 4 kat betonarme + 1 kat çelik mafsallı bağlantılı çerçeve için maksimum kat yer değiştirmeleri

Tablo 4.28: 4 kat betonarme + 1 kat çelik mafsallı bağlantılı çerçeve için göreceli kat ötelenme değerleri

RSN	164	302	3932	4140	4141	4850	5474	548	57	6915	755	Ortalama
Kat	(%)											
1	0.05	0.00	0.08	0.16	0.10	0.09	0.03	0.05	0.05	0.21	0.24	0.10
2	0.07	0.00	0.11	0.21	0.14	0.12	0.04	0.08	0.06	0.21	0.24	0.12
3	0.06	0.01	0.09	0.19	0.13	0.09	0.03	0.08	0.06	0.18	0.22	0.10
4	0.03	0.02	0.06	0.12	0.12	0.07	0.02	0.07	0.05	0.13	0.18	0.08
5	2.49	1.49	1.08	2.83	2.69	3.33	0.83	1.35	3.42	3.15	4.95	2.51



Şekil 4.33: 4 kat betonarme + 1 kat çelik mafsallı bağlantılı çerçeve için göreceli kat ötelenme değerleri

- 4 Kat Betonarme + 1 Kat Çaprazlı Çelik Çerçeve (Rijit Bağlantı)

Her bir deprem kaydı için maksimum çatı deplasmanı anında katlar için hesaplanan yer değiştirme değerleri Tablo 4.29’da verilmiştir. Deplasman profili ise Şekil 4.34’te gösterilmiştir.

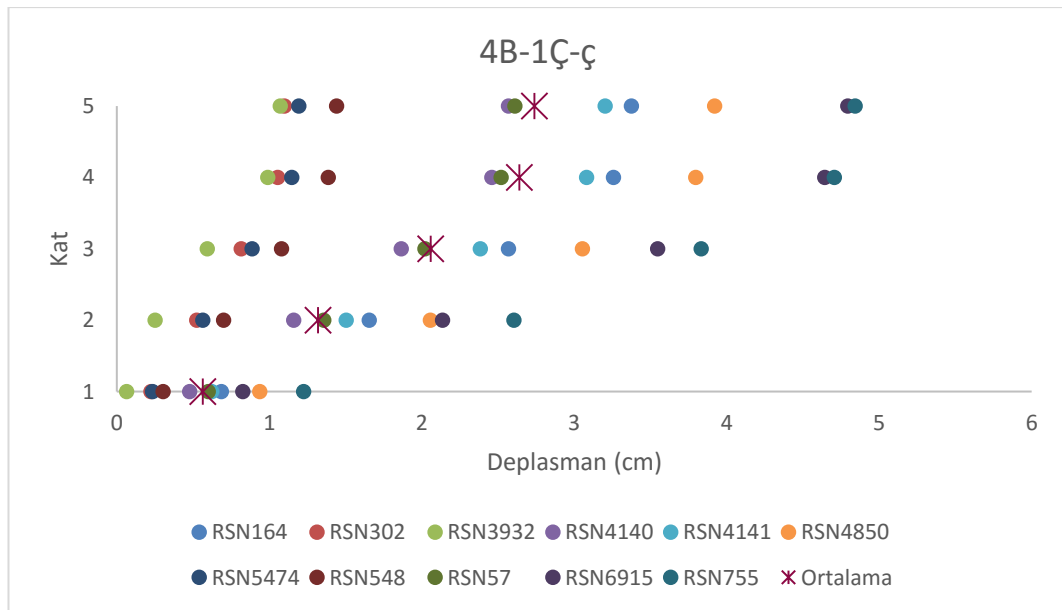
Ortalama yer değiştirme değerleri 5. kat için 2.74 cm, 4. kat için 2.64 cm, 3. kat için 2.06 cm, 2. kat için 1.32 cm ve 1. kat için 0.56 cm elde edilmiştir.

Her bir deprem kaydı için maksimum çatı deplasmanı anında katlar için hesaplanan görel kat ötelenme değerleri Tablo 4.30’da verilmiştir. Görel kat ötelenme değerleri grafiği ise Şekil 4.35’te gösterilmiştir.

Ortalama görel kat ötelenme değerleri 5. kat için %0.03, 4. kat için %0.21, 3. kat için %0.26, 2. kat için %0.27 ve 1. kat için %0.20 olarak elde edilmiştir.

Tablo 4.29: 4 kat betonarme + 1 kat çaprazlı çelik çerçeve için maksimum kat yer değiştirmeleri

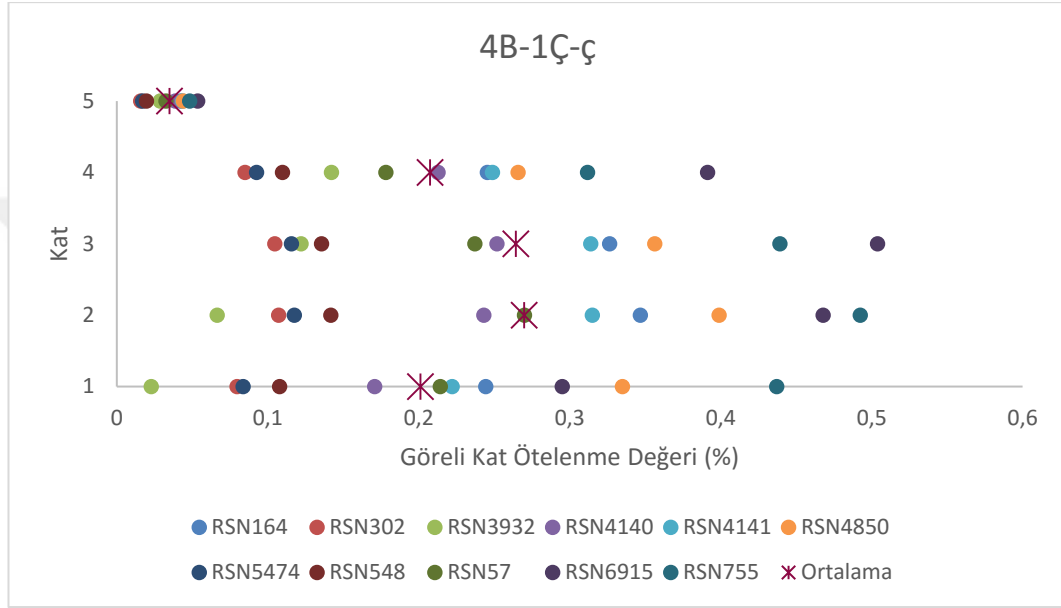
RSN	164	302	3932	4140	4141	4850	5474	548	57	6915	755	Ortalama
Kat	(cm)											
1	0.68	0.22	0.06	0.48	0.62	0.94	0.23	0.30	0.60	0.83	1.22	0.56
2	1.66	0.52	0.25	1.16	1.50	2.06	0.56	0.70	1.36	2.14	2.60	1.32
3	2.57	0.82	0.59	1.86	2.38	3.05	0.89	1.08	2.02	3.55	3.83	2.06
4	3.26	1.05	0.99	2.46	3.08	3.80	1.15	1.39	2.52	4.64	4.71	2.64
5	3.37	1.10	1.07	2.57	3.20	3.92	1.19	1.44	2.61	4.79	4.84	2.74



Şekil 4.34: 4 kat betonarme + 1 kat çaprazlı çelik çerçeve için maksimum kat yer değiştirmeleri

Tablo 4.30: 4 kat betonarme + 1 kat çaprazlı çelik çerçeve için görelî kat ötelenme değeri

RSN	164	302	3932	4140	4141	4850	5474	548	57	6915	755	Ortalama
Kat	(%)											
1	0.24	0.08	0.02	0.17	0.22	0.34	0.08	0.11	0.21	0.30	0.44	0.20
2	0.35	0.11	0.07	0.24	0.32	0.40	0.12	0.14	0.27	0.47	0.49	0.27
3	0.33	0.10	0.12	0.25	0.31	0.36	0.12	0.14	0.24	0.50	0.44	0.26
4	0.25	0.08	0.14	0.21	0.25	0.27	0.09	0.11	0.18	0.39	0.31	0.21
5	0.04	0.02	0.03	0.04	0.04	0.04	0.02	0.02	0.03	0.05	0.05	0.03



Şekil 4.35: 4 kat betonarme + 1 kat çaprazlı çelik çerçeve için görelî kat ötelenme değeri (%)

4.1.3.1 5 Katlı Çerçevelerin Farklı Koşullar Altında Görelî Kat Ötelenmesi

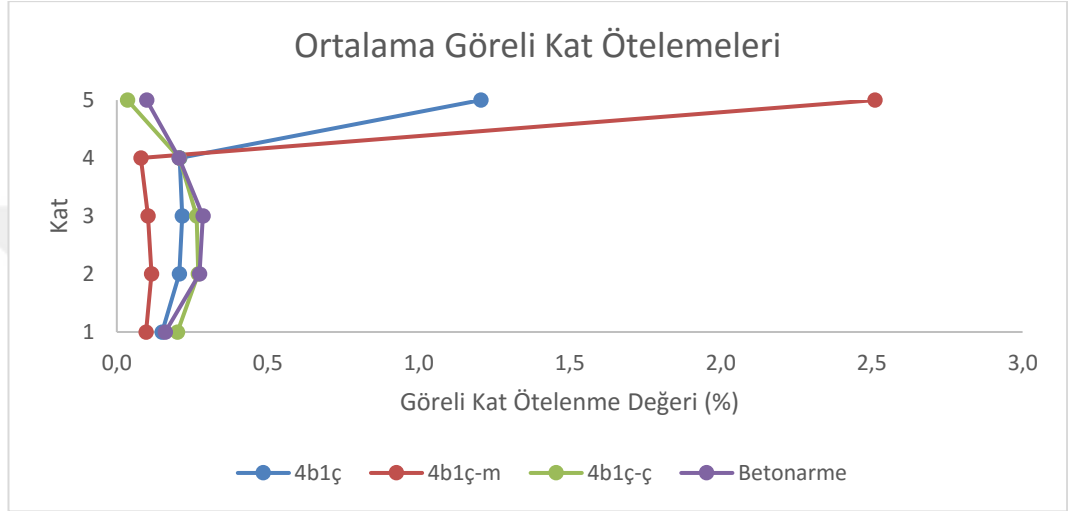
Maksimum çatı deplasmanı anında katlar için hesaplanan görelî kat ötelenme değeri ortalaması grafik halinde Şekil 4.36’da verilmiştir.

Ortalama görelî kat ötelenme değeri 5 katlı betonarme çerçevede 5. kat için %0.10, 4. kat için %0.21, 3. kat için %0.29, 2. kat için %0.27 ve 1. kat için %0.17 olarak elde edilmiştir.

Ortalama görelî kat ötelenme değeri rijit bağlantılı karma çerçevede 5. kat için %1.21, 4. kat için %0.21, 3. kat için %0.22, 2. kat için %0.21 ve 1. kat için %0.15 olarak elde edilmiştir.

Ortalama görelî kat ötelenme değeri mafsallı bağlantılı karma çerçevede 5. kat için %2.51, 4. kat için %0.08, 3. kat için %0.10, 2. kat için %0.12 ve 1. kat için %0.10 olarak elde edilmiştir.

Ortalama görelî kat ötelenme değeri çapraz çelik katlı karma çerçevede 5. kat için %0.04, 4. kat için %0.21, 3. kat için %0.26, 2. kat için %0.27 ve 1. kat için %0.20 olarak elde edilmiştir.



Şekil 4.36: 4 kat betonarme + 1 kat çelik karma çerçevelerin farklı bağlantı şekilleri için görelî kat ötelenme değeri (%)

4.2 İvme Kayıtları İçin Çatı Yer Değiştirmelerinin Elde Edilmesi

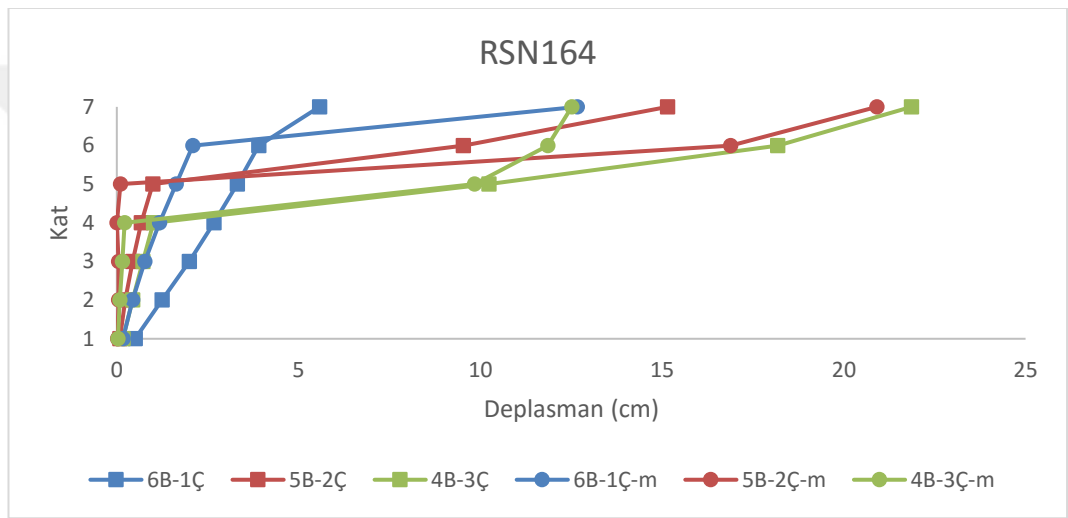
Bu bölümde deprem kaydı altında her bir modelin maksimum çatı yer değiştirme talepleri cm cinsinden verilmektedir. Deplasman profilleri elde edilip grafik olarak sunulmuştur. Deplasman profilleri, maksimum çatı deplasmanı anında diğer katlardaki taleplerin yapı yüksekliği boyunca değişimini göstermektedir.

4.2.1 7 Katlı Karma Çerçevelerin İvme Kayıtları Altındaki Deplasman Profili

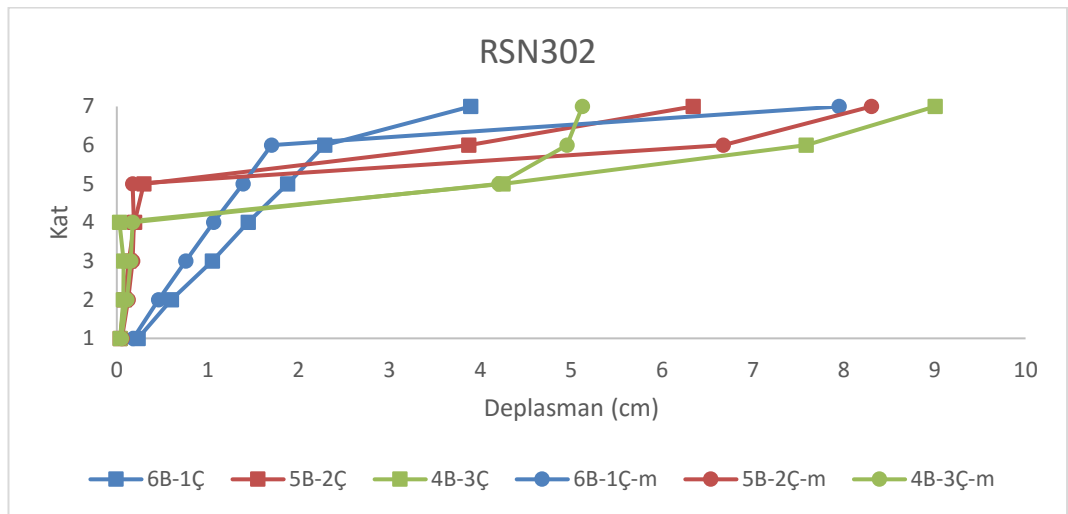
7 katlı karma çerçevelerin her bir ivme kaydı altında maksimum çatı deplasmanı anındaki deplasman profilleri Şekil 4.37-4.47 arası verilmiştir. 7 katlı

karma çerçeveler ve betonarme çerçevenin ortalama kat deplasmanları ise Şekil 4.48’de verilmiştir.

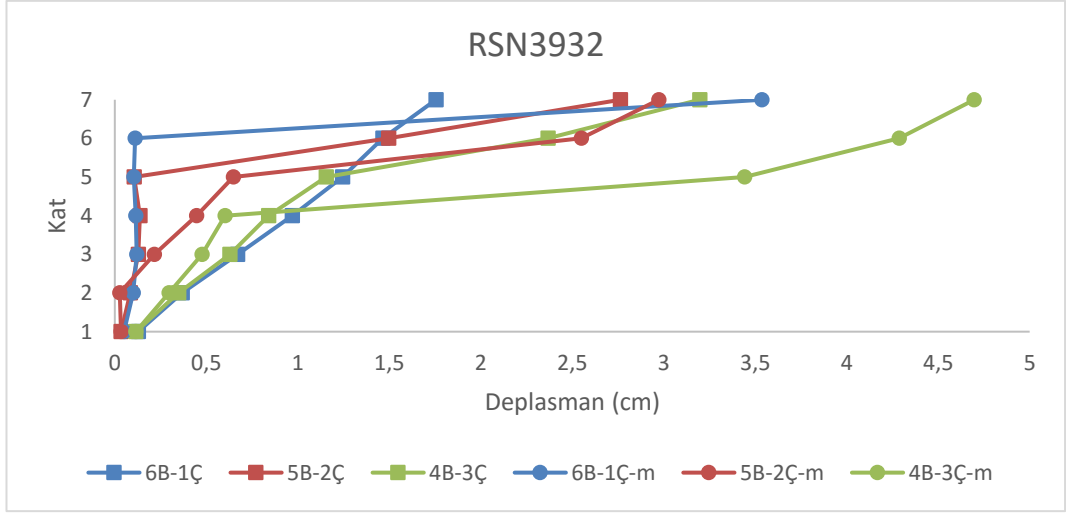
Deplasman profilleri karşılaştırıldığında genel anlamda çelik kat sayısı arttıkça çatı deplasmanının arttığı görülmüştür. Mafsallı bağlantıların betonarme çerçeveyi daha az zorlayıp, betonarme çerçeveye daha az deplasman yaptırdığı görülmüştür. Ayrıca mafsallı bağlanan katta görece kat ötelemesi artışının öteki katlara göre fazla olduğu görülmüştür.



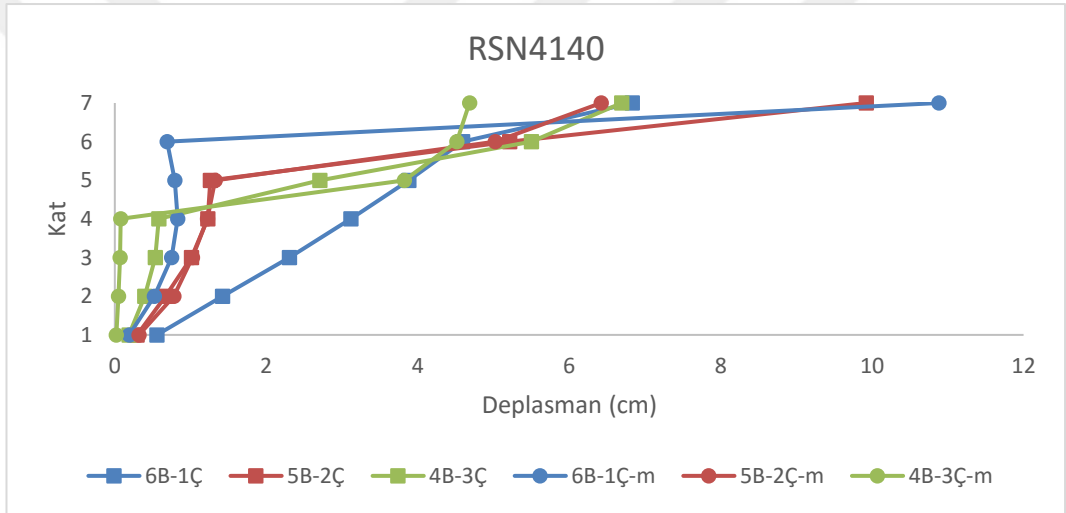
Şekil 4.37: 7 katlı karma çerçevelerin RSN164 ivme kaydı altında deplasman profili



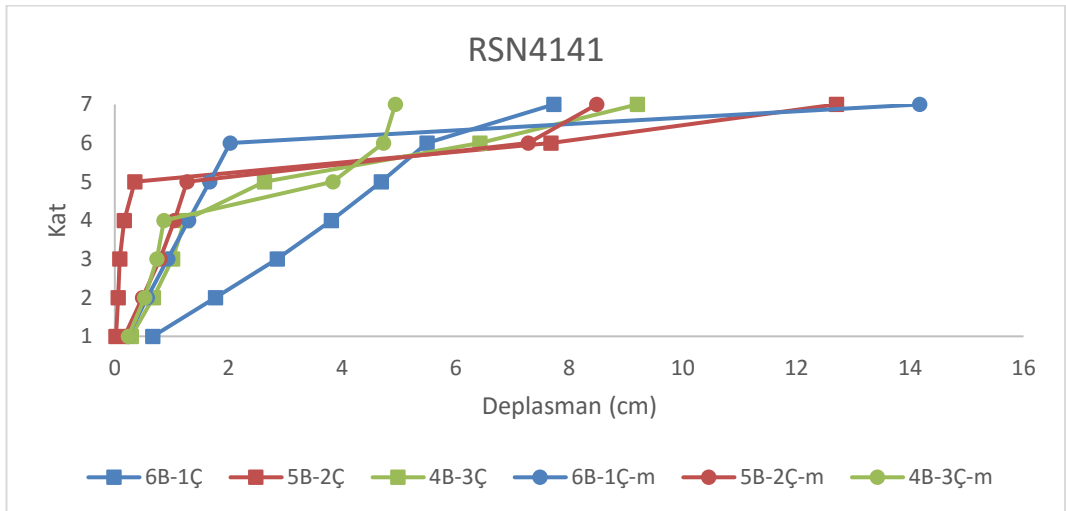
Şekil 4.38: 7 katlı karma çerçevelerin RSN302 ivme kaydı altında deplasman profili



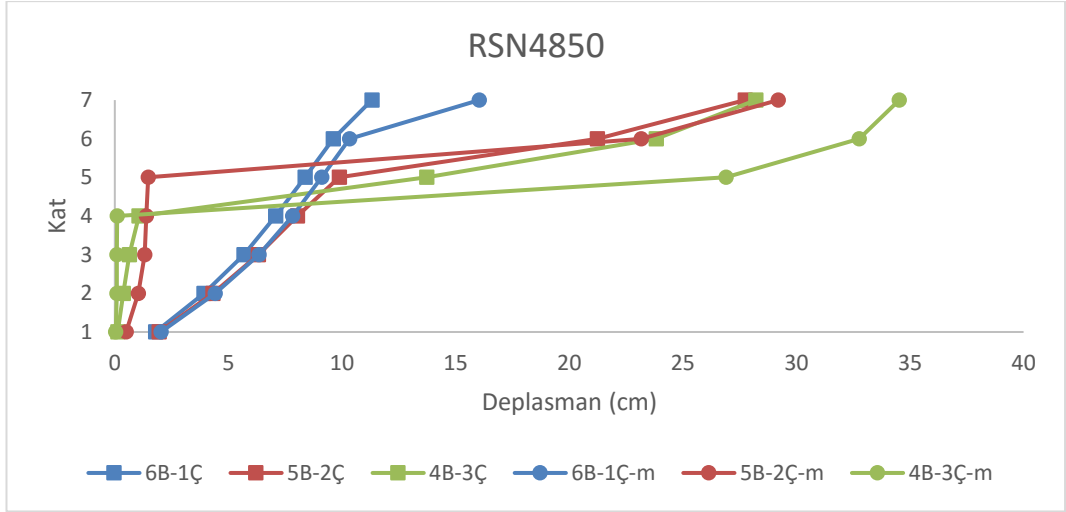
Şekil 4.39: 7 katlı karma çerçevelerin RSN3932 ivme kaydı altında deplasman profili



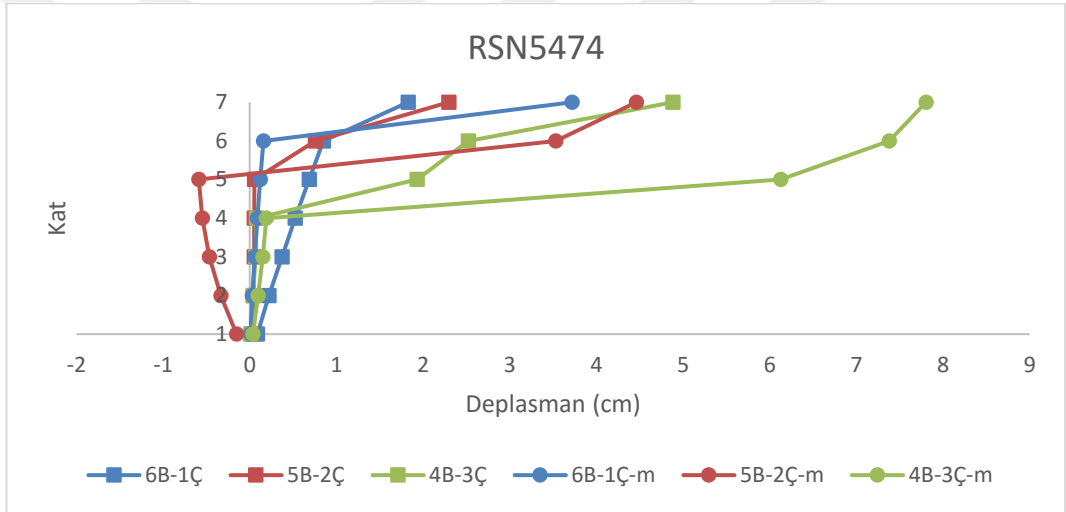
Şekil 4.40: 7 katlı karma çerçevelerin RSN4140 ivme kaydı altında deplasman profili



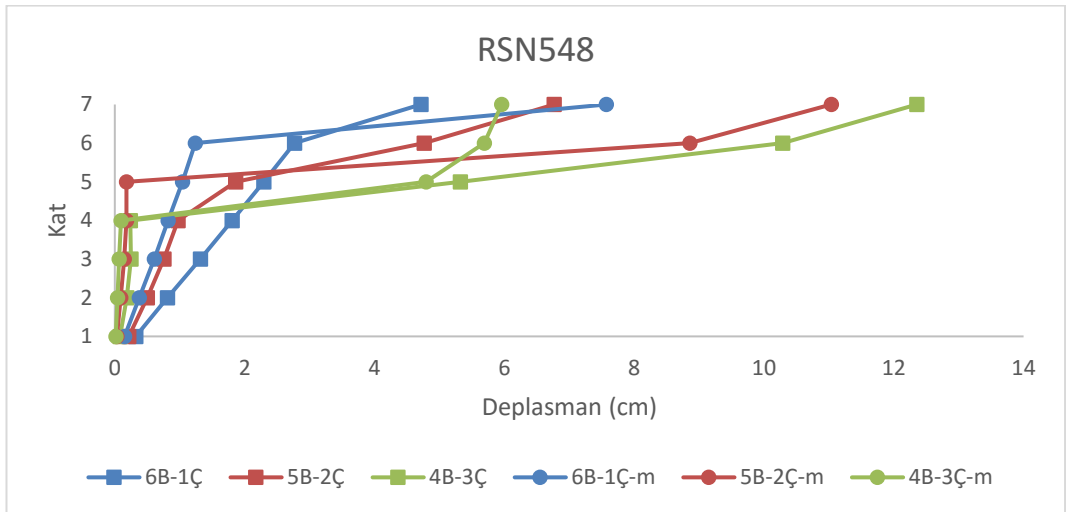
Şekil 4.41: 7 katlı karma çerçevelerin RSN4141 ivme kaydı altında deplasman profili



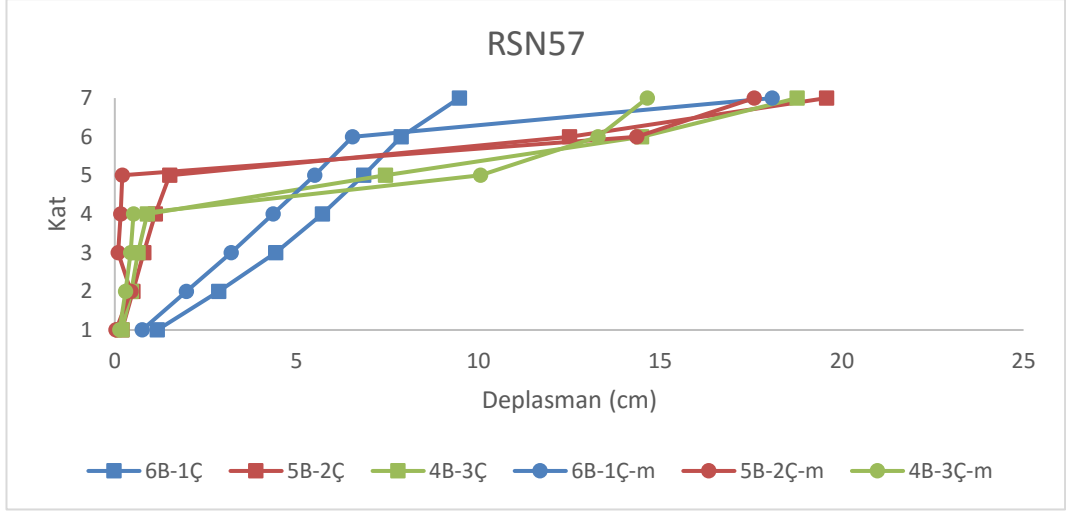
Şekil 4.42: 7 katlı karma çerçevelerin RSN4850 ivme kaydı altında deplasman profili



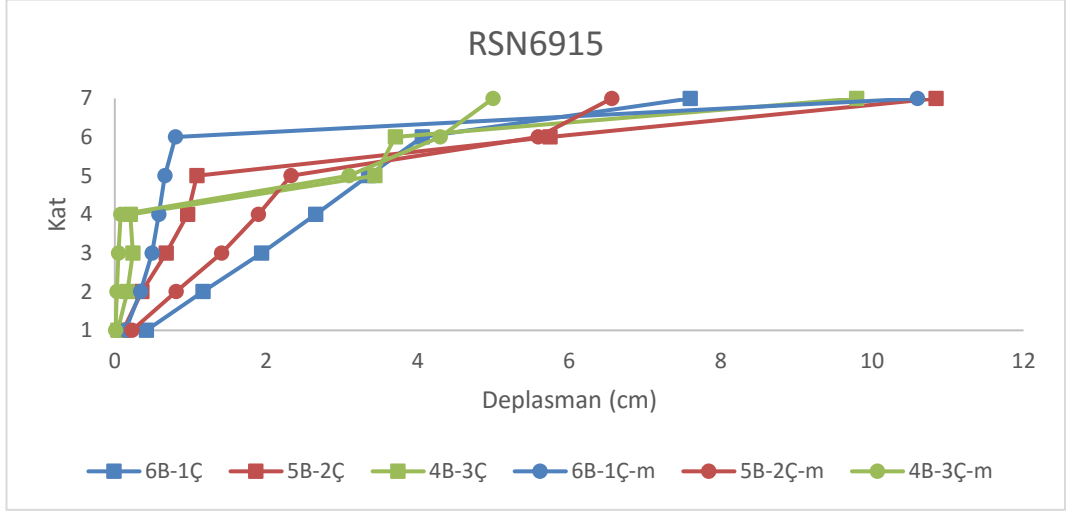
Şekil 4.43: 7 katlı karma çerçevelerin RSN5474 ivme kaydı altında deplasman profili



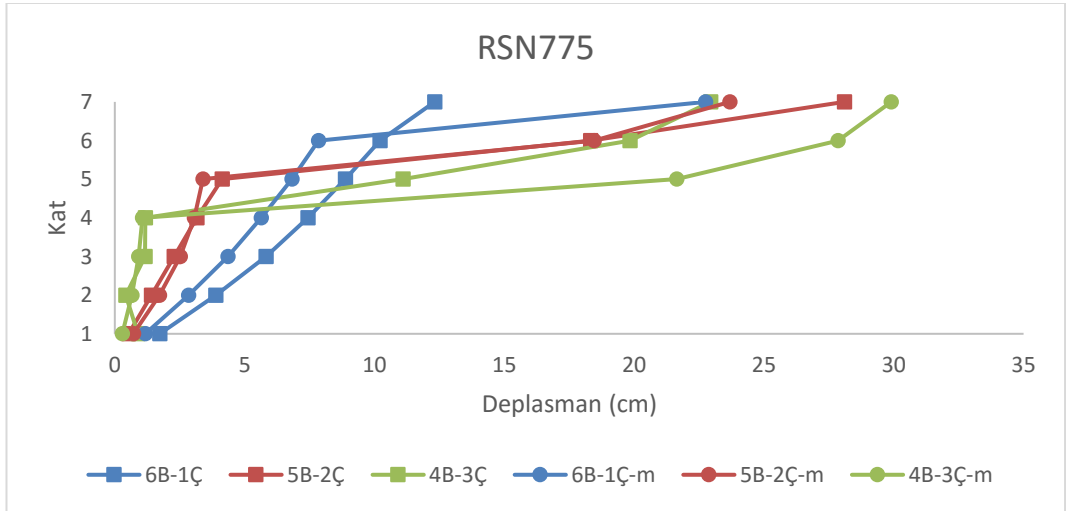
Şekil 4.44: 7 katlı karma çerçevelerin RSN548 ivme kaydı altında deplasman profili



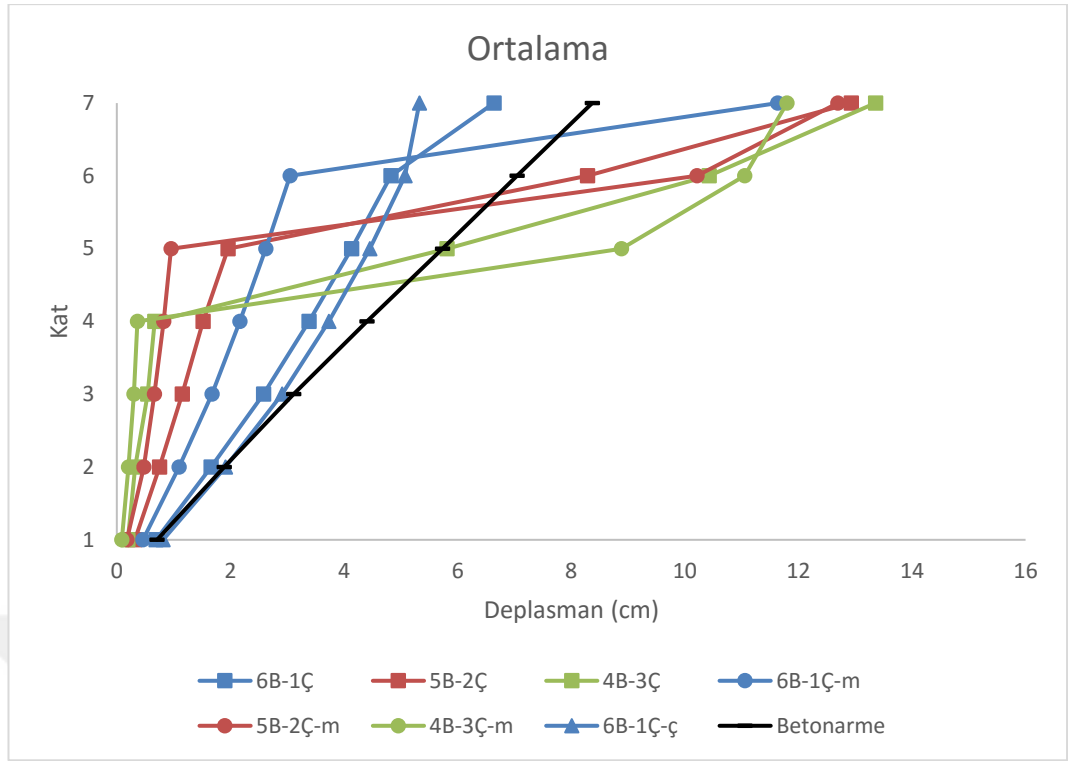
Şekil 4.45: 7 katlı karma çerçevelerin RSN57 ivme kaydı altında deplasman profili



Şekil 4.46: 7 katlı karma çerçevelerin RSN6915 ivme kaydı altında deplasman profili



Şekil 4.47: 7 katlı karma çerçevelerin RSN755 ivme kaydı altında deplasman profili

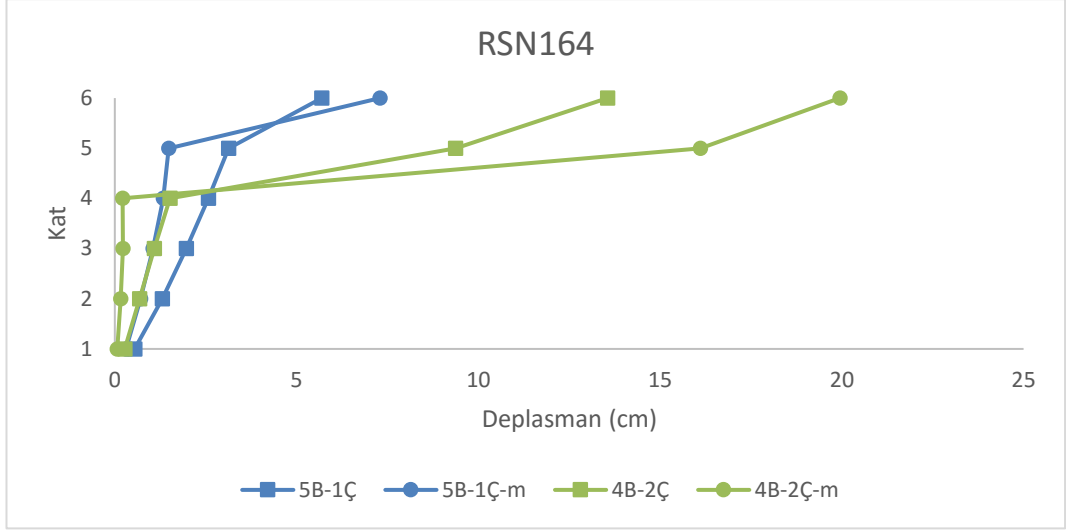


Şekil 4.48: 7 katlı çerçevelerin ivme kayıtlarının ortalama deplasman profili

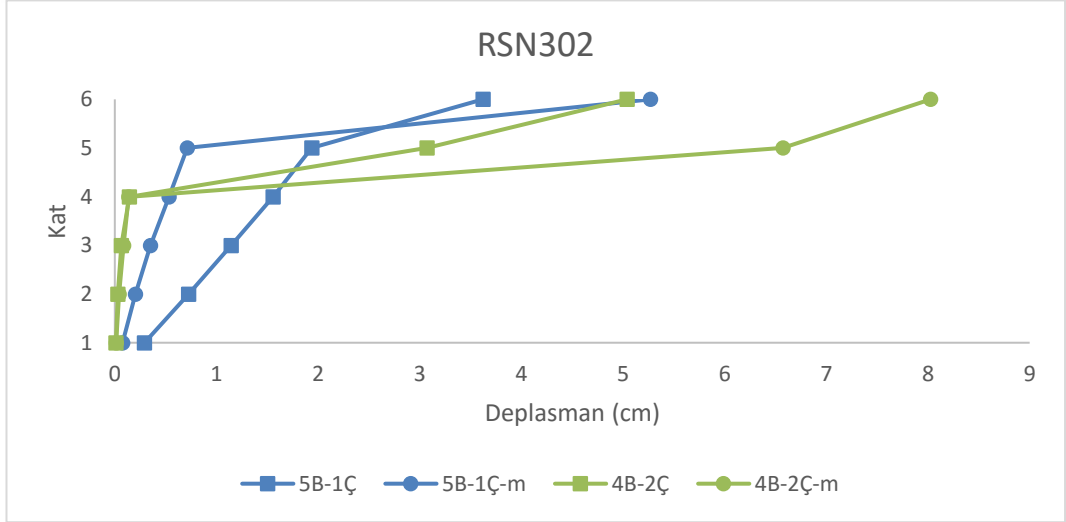
4.2.2 6 Katlı Karma Çerçevelerin İvme Kayıtları Altındaki Deplasman Profili

6 katlı karma çerçevelerin her bir ivme kaydı altında maksimum çatı deplasmanı anındaki deplasman profilleri Şekil 4.49-4.59 arası verilmiştir. 6 katlı karma çerçevelerin ve betonarme çerçevenin ortalama kat deplasmanları ise Şekil 4.60'ta verilmiştir.

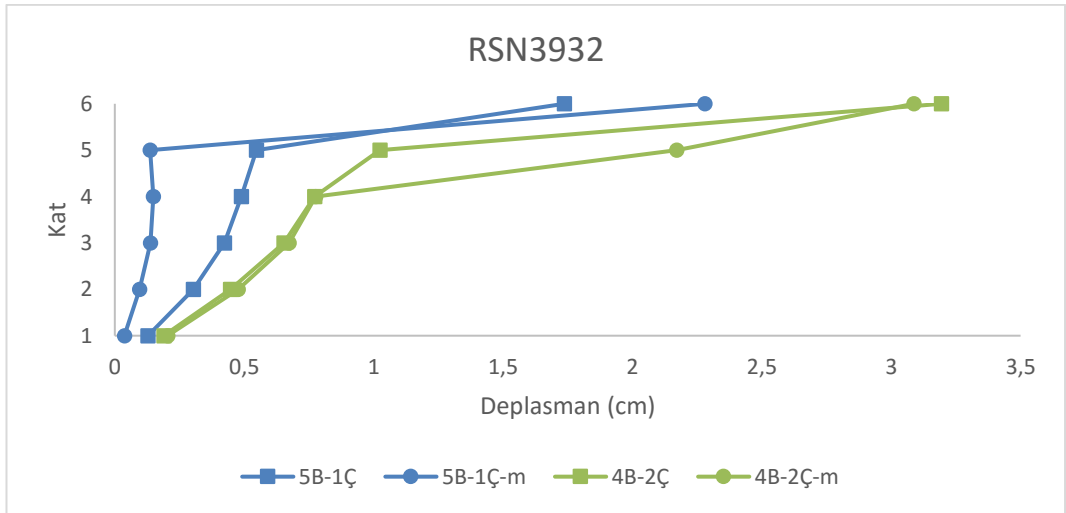
Deplasman profilleri karşılaştırıldığında genel anlamda çelik kat sayısı arttıkça çatı deplasmanının arttığı görülmüştür. Mafsallı bağlantıların betonarme çerçeveyi daha az zorlayıp, betonarme çerçeveye daha az deplasman yaptırdığı görülmüştür. Ayrıca mafsallı bağlanan katta göreceli kat ötelemesi artışının öteki katlara göre fazla olduğu görülmüştür.



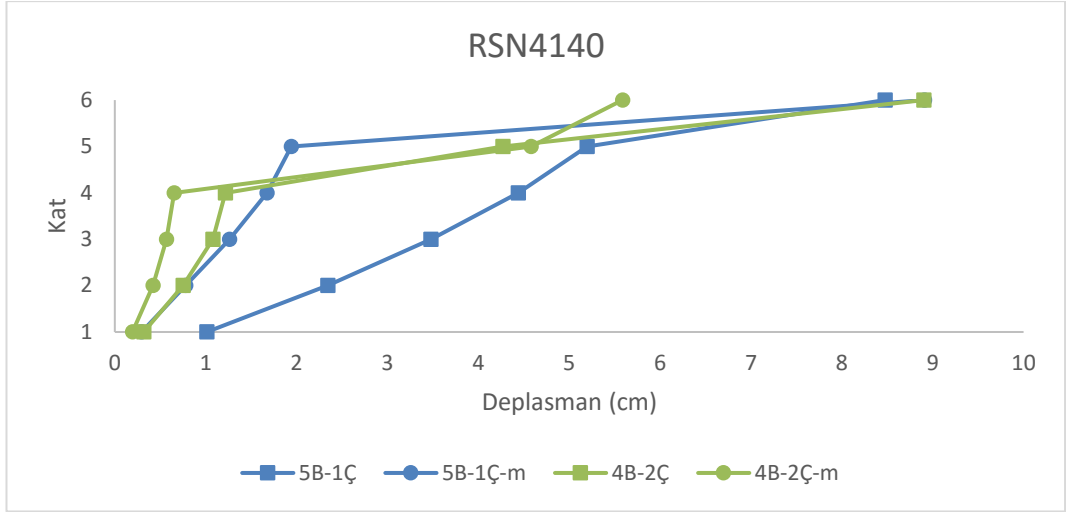
Şekil 4.49: 6 katlı karma çerçevelerin RSN164 ivme kaydı altında deplasman profili



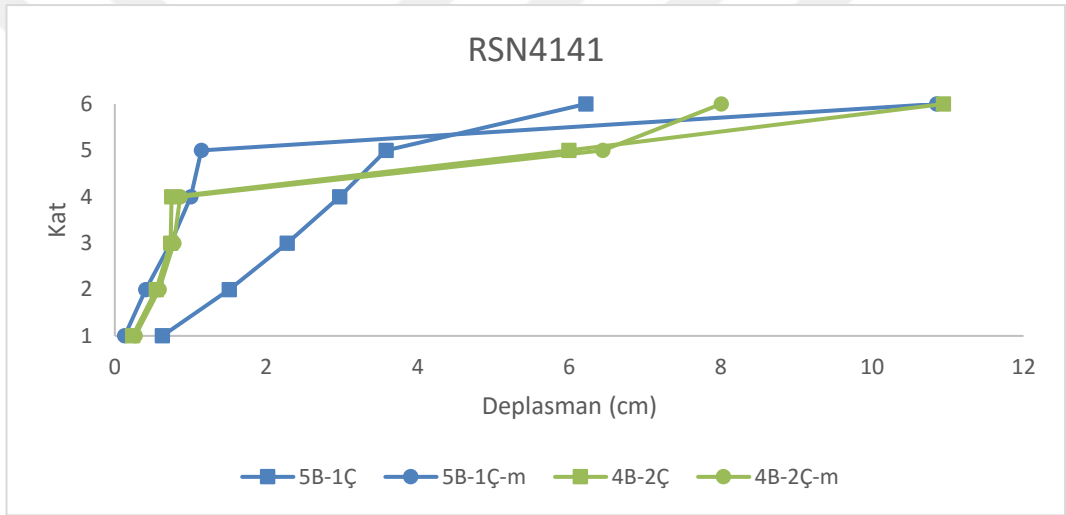
Şekil 4.50: 6 katlı karma çerçevelerin RSN302 ivme kaydı altında deplasman profili



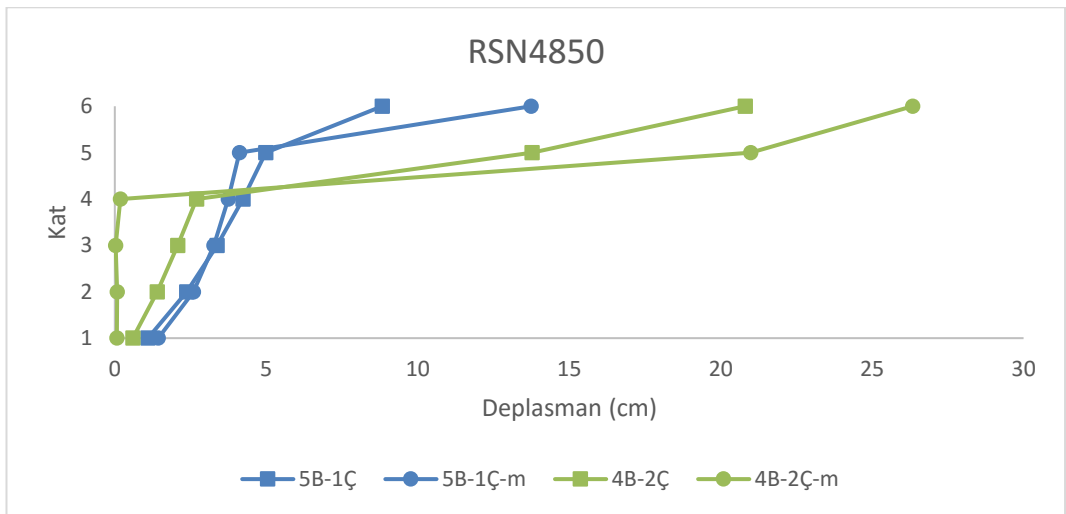
Şekil 4.51: 6 katlı karma çerçevelerin RSN3932 ivme kaydı altında deplasman profili



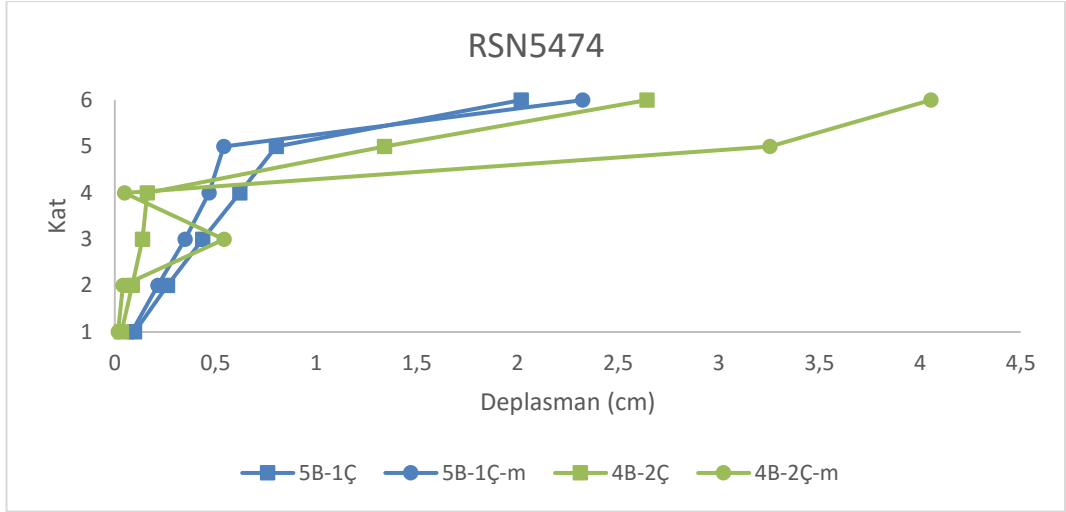
Şekil 4.52: 6 katlı karma çerçevelerin RSN4140 ivme kaydı altında deplasman profili



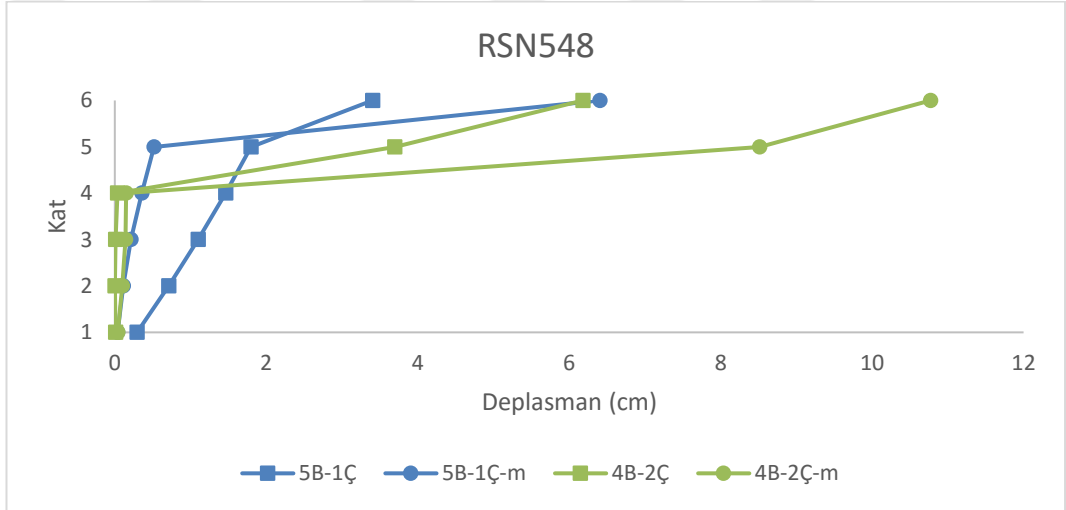
Şekil 4.53: 6 katlı karma çerçevelerin RSN4141 ivme kaydı altında deplasman profil



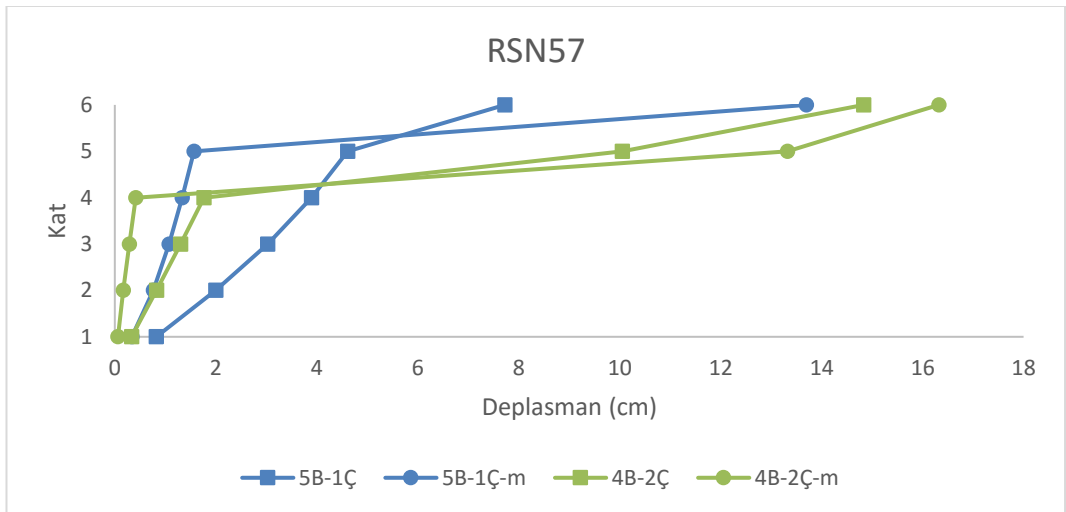
Şekil 4.54: 6 katlı karma çerçevelerin RSN4850 ivme kaydı altında deplasman profili



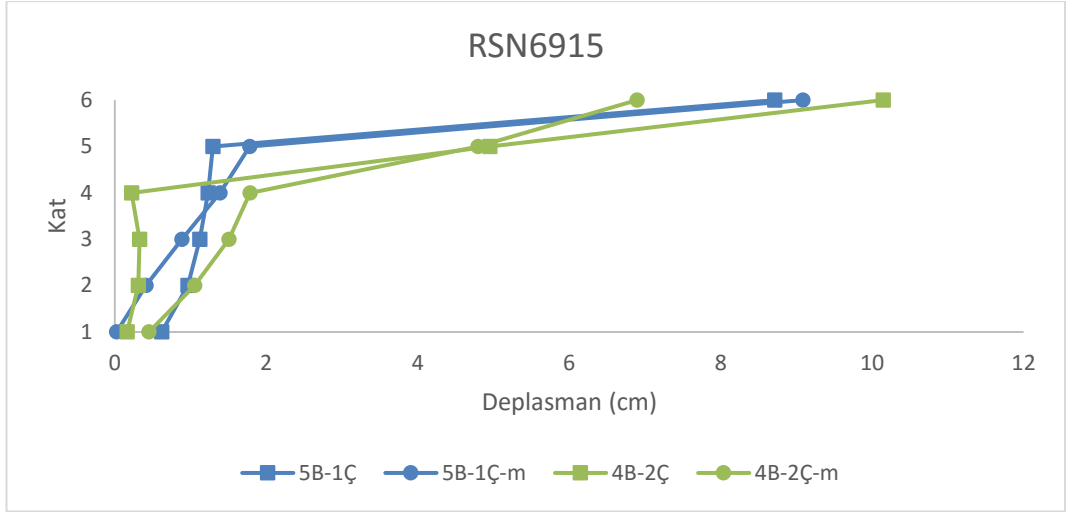
Şekil 4.55: 6 katlı karma çerçevelerin RSN5474 ivme kaydı altında deplasman profili



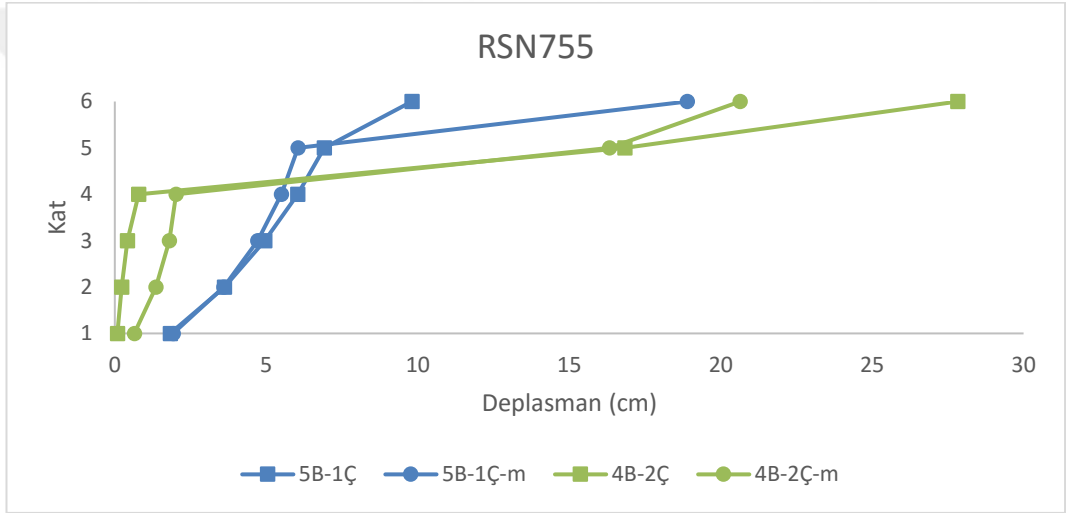
Şekil 4.56: 6 katlı karma çerçevelerin RSN548 ivme kaydı altında deplasman profili



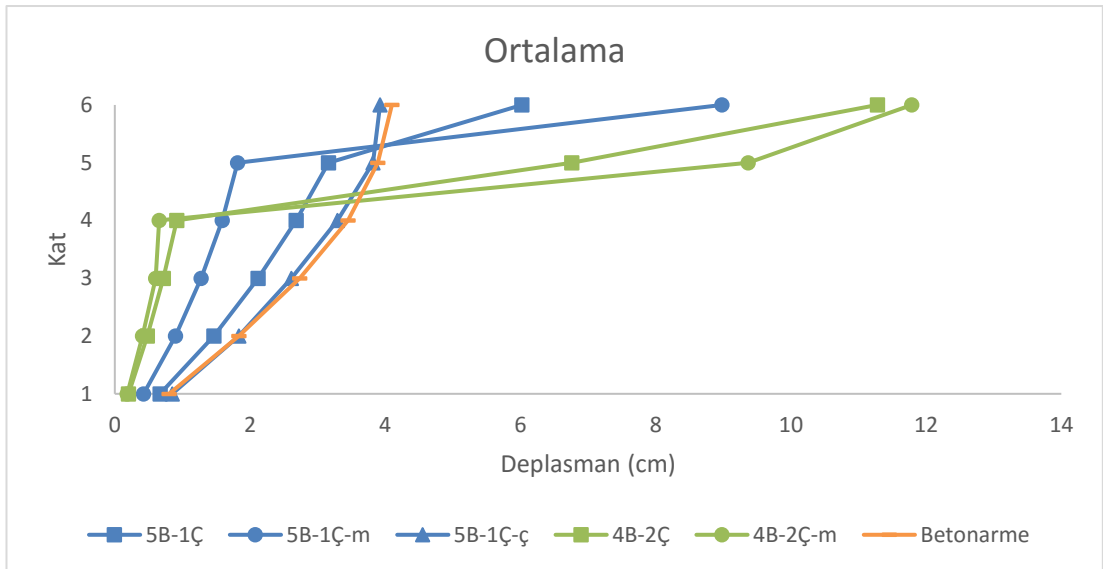
Şekil 4.57: 6 katlı karma çerçevelerin RSN57 ivme kaydı altında deplasman profili



Şekil 4.58: 6 katlı karma çerçevelerin RSN6915 ivme kaydı altında deplasman profili



Şekil 4.59: 6 katlı karma çerçevelerin RSN755 ivme kaydı altında deplasman profili

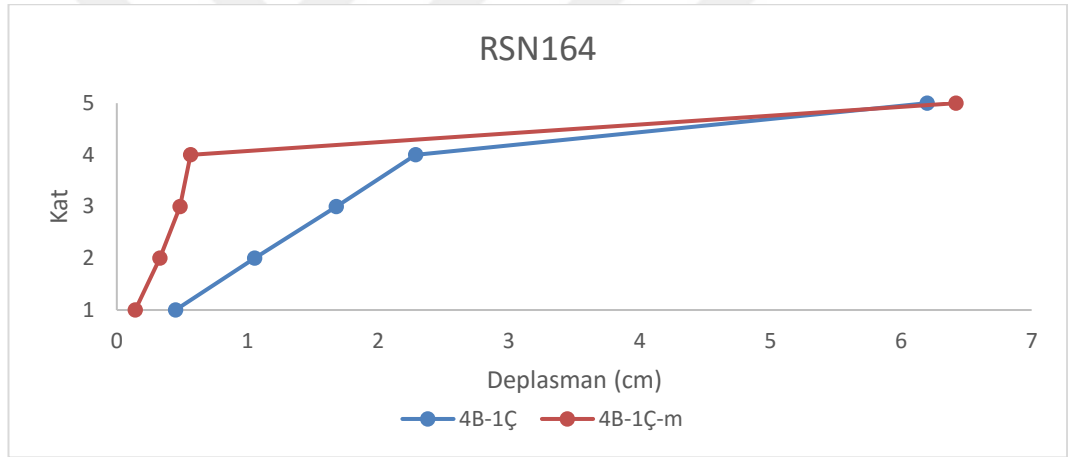


Şekil 4.60: 6 katlı çerçevelerin ivme kayıtlarının ortalama deplasman profili

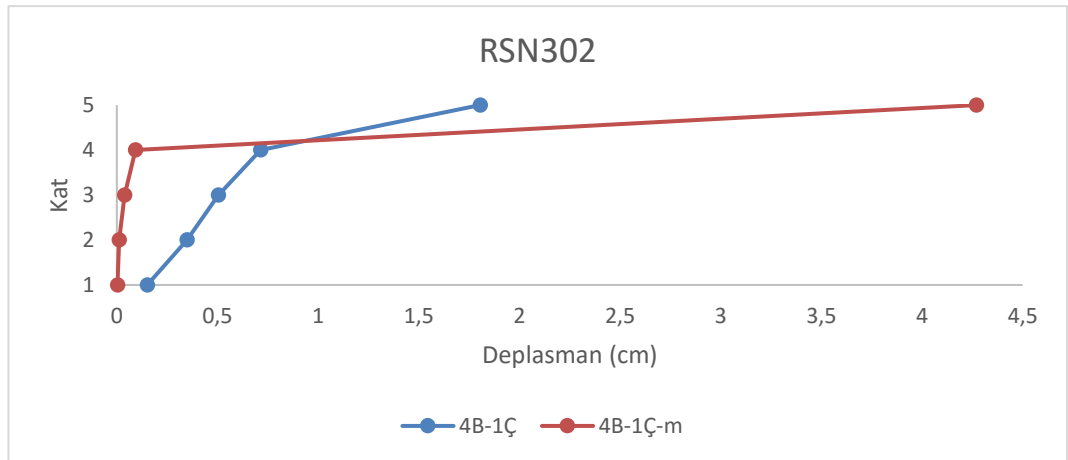
4.2.3 5 Katlı Karma Çerçeveslerin İvme Kayıtları Altındaki Deplasman Profili

5 katlı karma çerçevelerin her bir ivme kaydı altında maksimum çatı deplasmanı anındaki deplasman profilleri Şekil 4.61-4.71 arası verilmiştir. 5 katlı karma çerçevelerin ve betonarme çerçevenin ortalama kat deplasmanları ise Şekil 4.72’de verilmiştir.

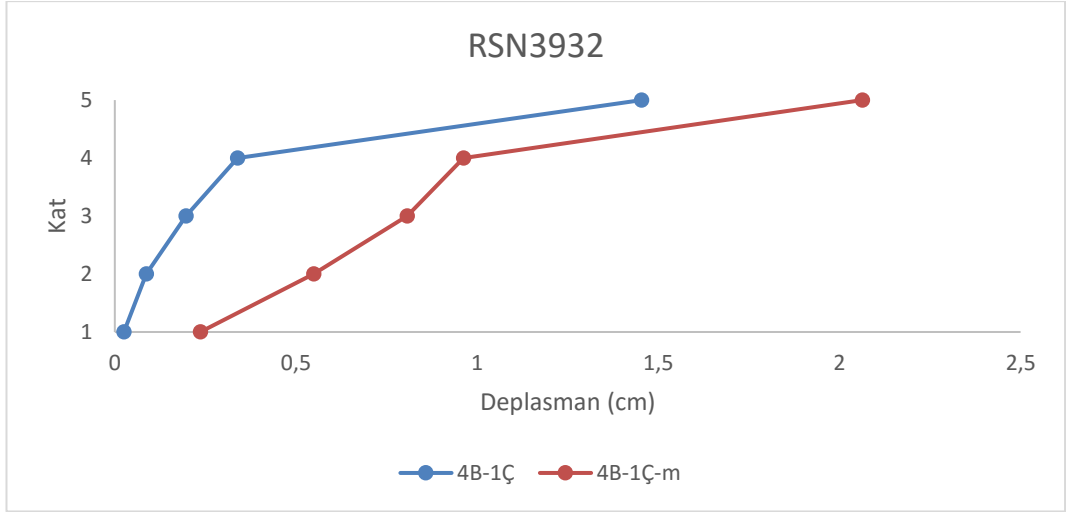
Deplasman profilleri karşılaştırıldığında genel anlamda çelik kat sayısı arttıkça çatı deplasmanının arttığı görülmüştür. Mafsallı bağlantıların betonarme çerçeveyi daha az zorlayıp, betonarme çerçeveye daha az deplasman yaptırdığı görülmüştür. Ayrıca mafsallı bağlanan katta göreceli kat ötelemesi artışının öteki katlara göre fazla olduğu görülmüştür.



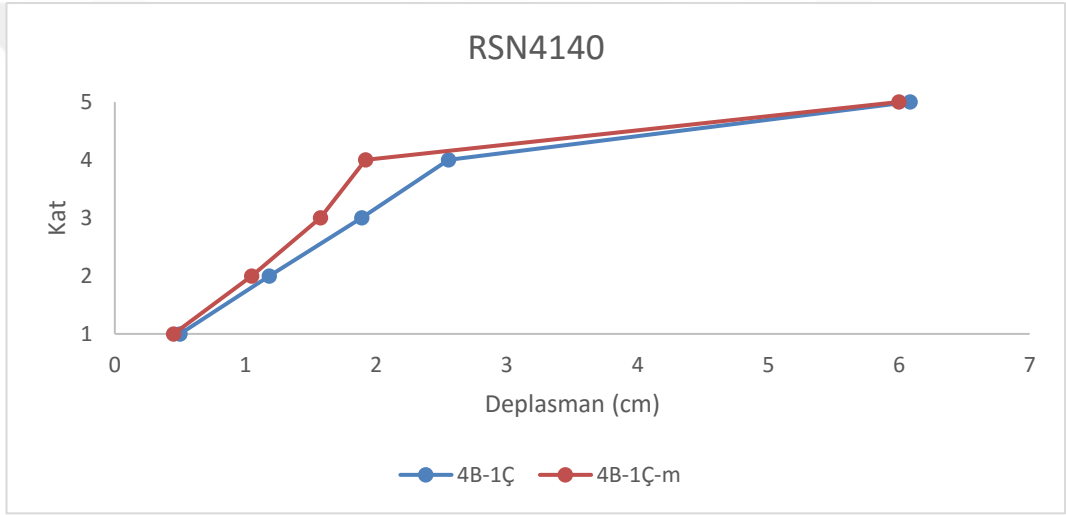
Şekil 4.61: 5 katlı karma çerçevelerin RSN164 ivme kaydı altında deplasman profili



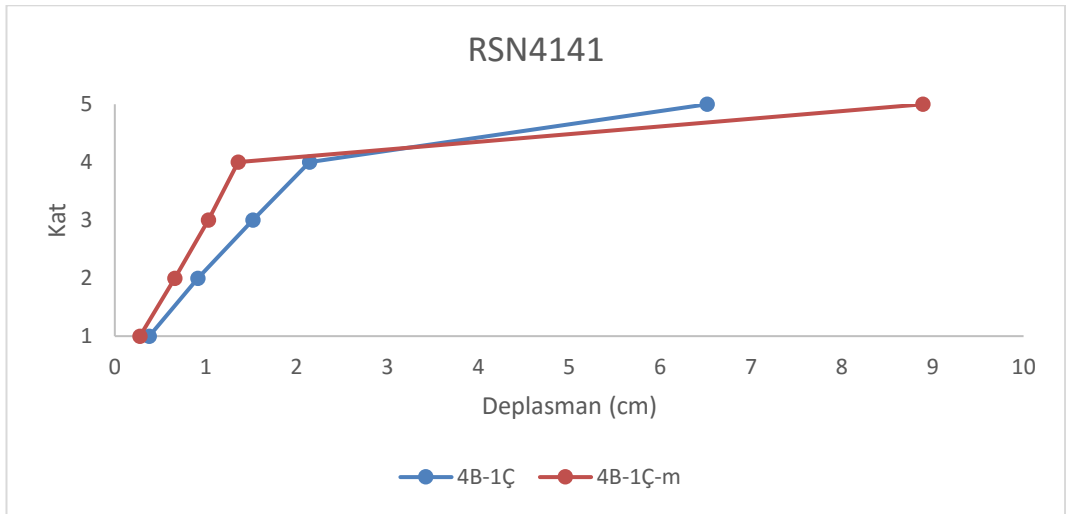
Şekil 4.62: 5 katlı karma çerçevelerin RSN302 ivme kaydı altında deplasman profili



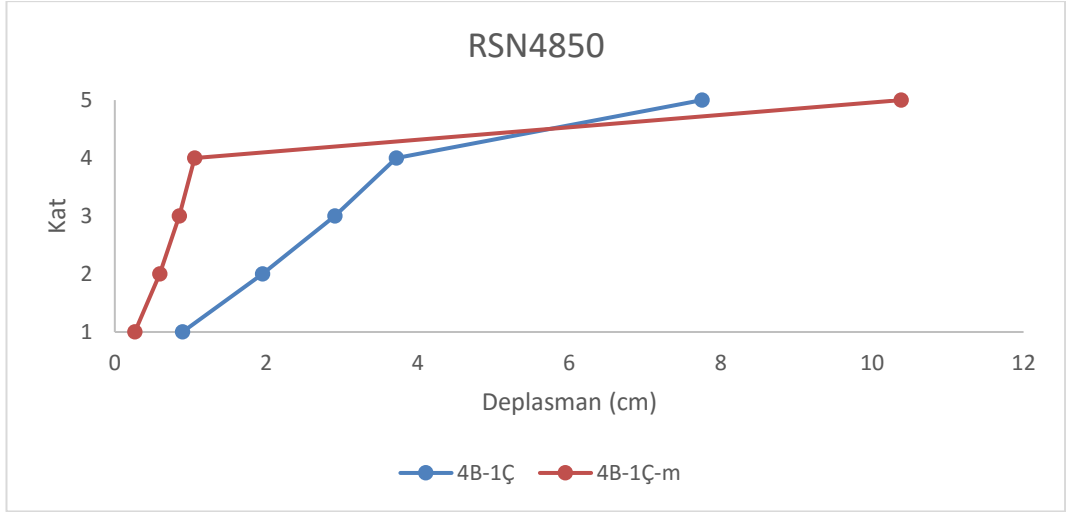
Şekil 4.63: 5 katlı karma çerçevelerin RSN3932 ivme kaydı altında deplasman profili



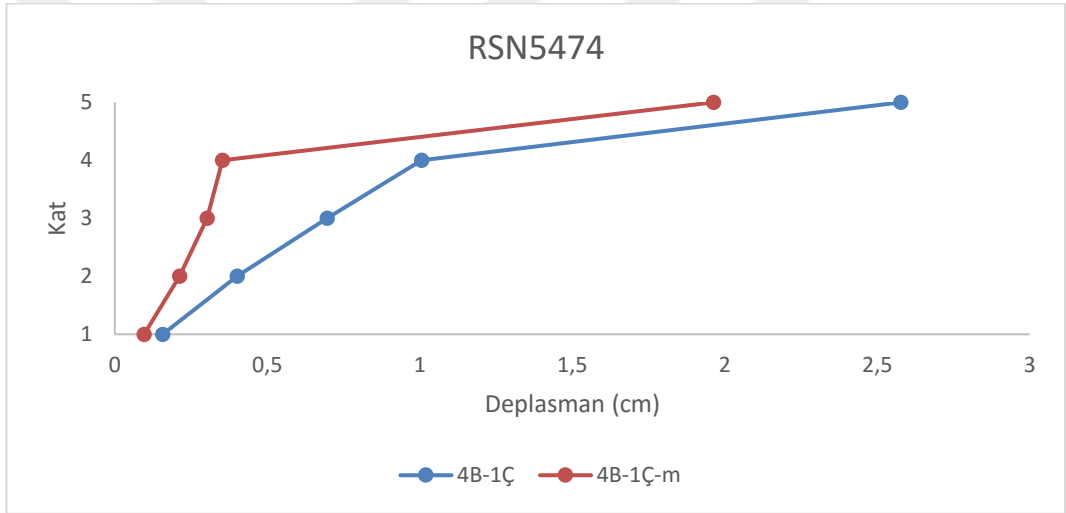
Şekil 4.64: 5 katlı karma çerçevelerin RSN4140 ivme kaydı altında deplasman profili



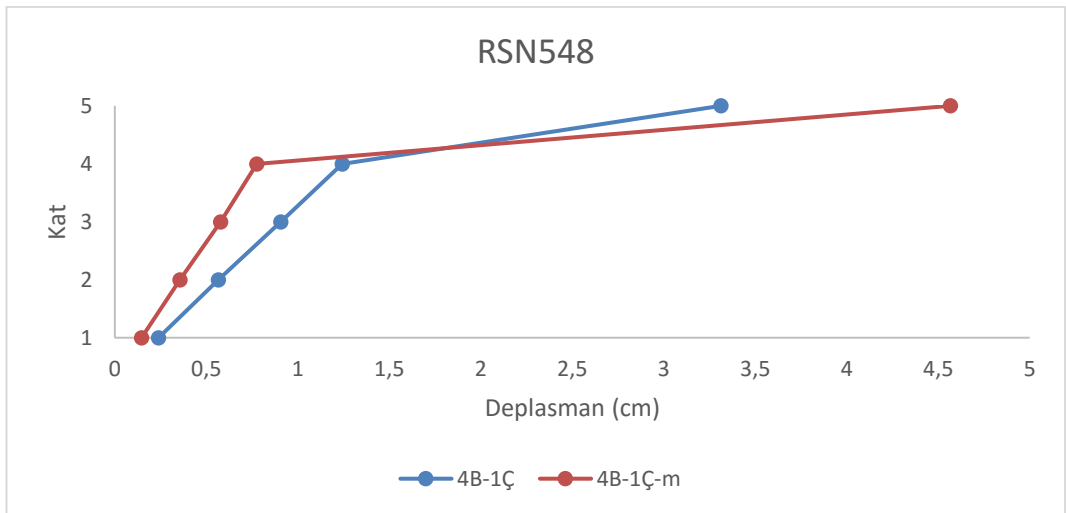
Şekil 4.65: 5 katlı karma çerçevelerin RSN4141 ivme kaydı altında deplasman profili



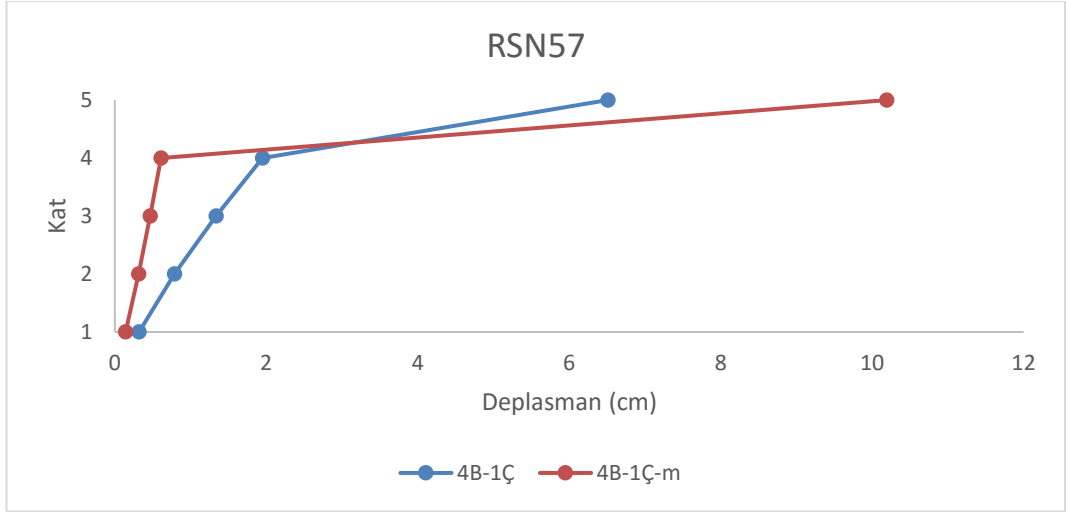
Şekil 4.66: 5 katlı karma çerçevelerin RSN4850 ivme kaydı altında deplasman profili



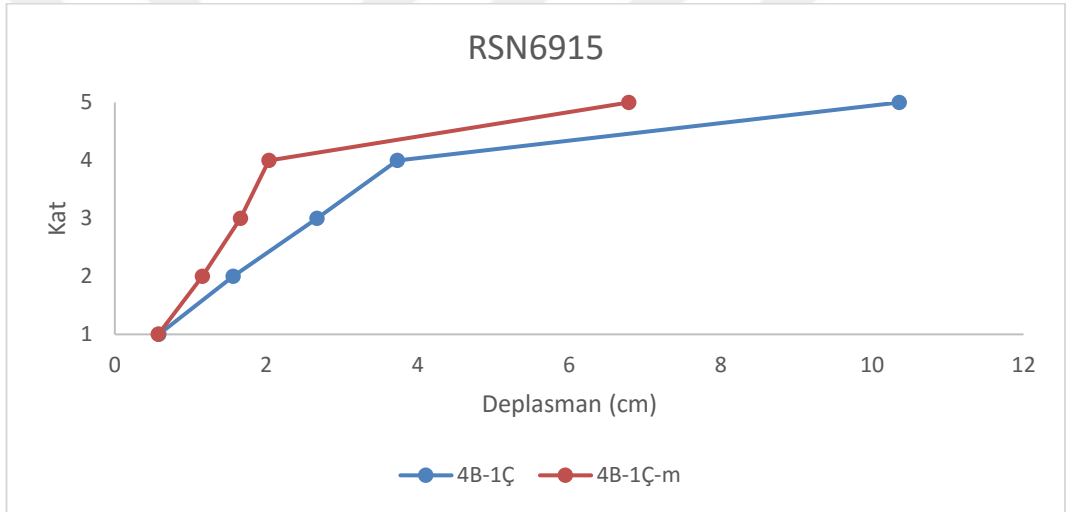
Şekil 4.67: 5 katlı karma çerçevelerin RSN5474 ivme kaydı altında deplasman profili



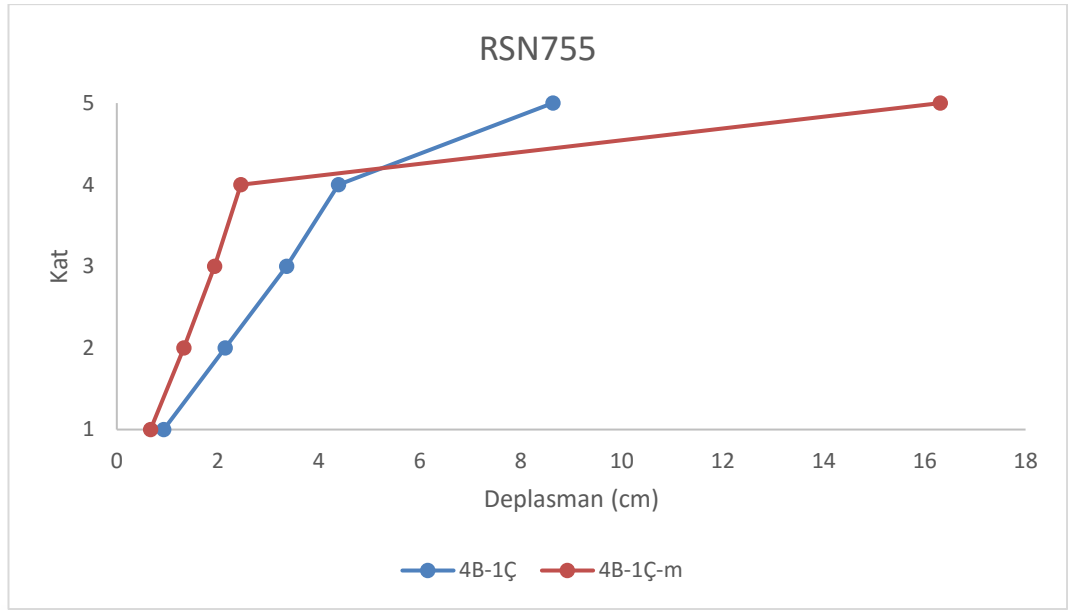
Şekil 4.68: 5 katlı karma çerçevelerin RSN548 ivme kaydı altında deplasman profili



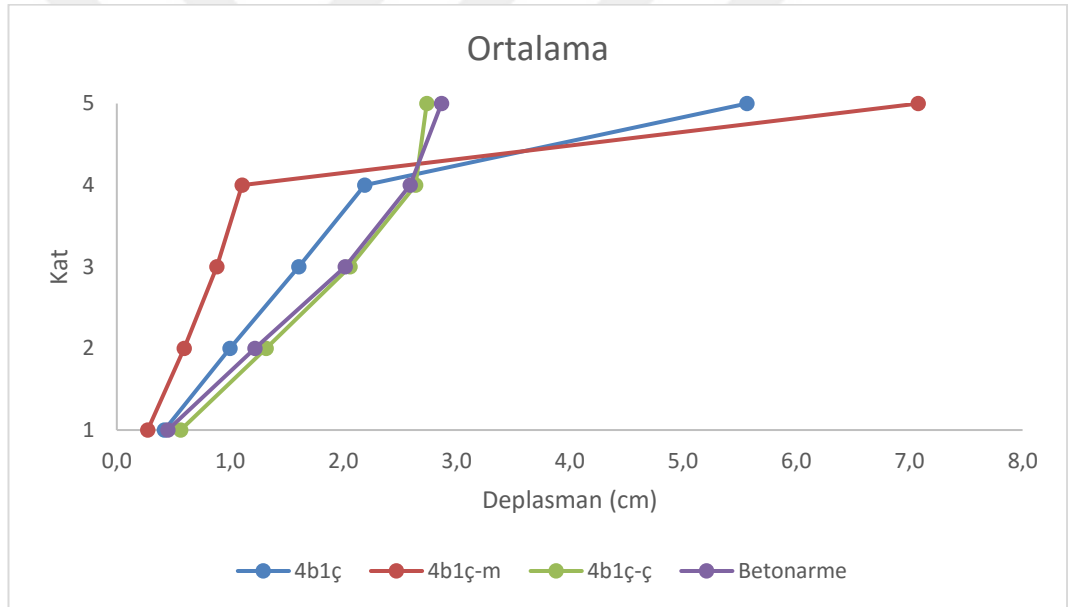
Şekil 4.69: 5 katlı karma çerçevelerin RSN57 ivme kaydı altında deplasman profili



Şekil 4.70: 5 katlı karma çerçevelerin RSN6915 ivme kaydı altında deplasman profili



Şekil 4.71: 5 katlı karma çerçevelerin RSN755 ivme kaydı altında deplasman profili



Şekil 4.72: 5 katlı karma çerçevelerin ivme kayıtlarının ortalama deplasman profili

4.3 Kat Kesme Kuvvetlerinin Elde Edilmesi

Bu bölümde her bir deprem kaydı altında modellerin kat kesme kuvvetleri ton cinsinden verilmektedir. Kat kesme kuvvetleri, maksimum çatı deplasmanı anında yapı yüksekliği boyunca gösterilmiştir.

4.3.1 7 Katlı Karma Çerçeveler İçin Analiz Sonuçları

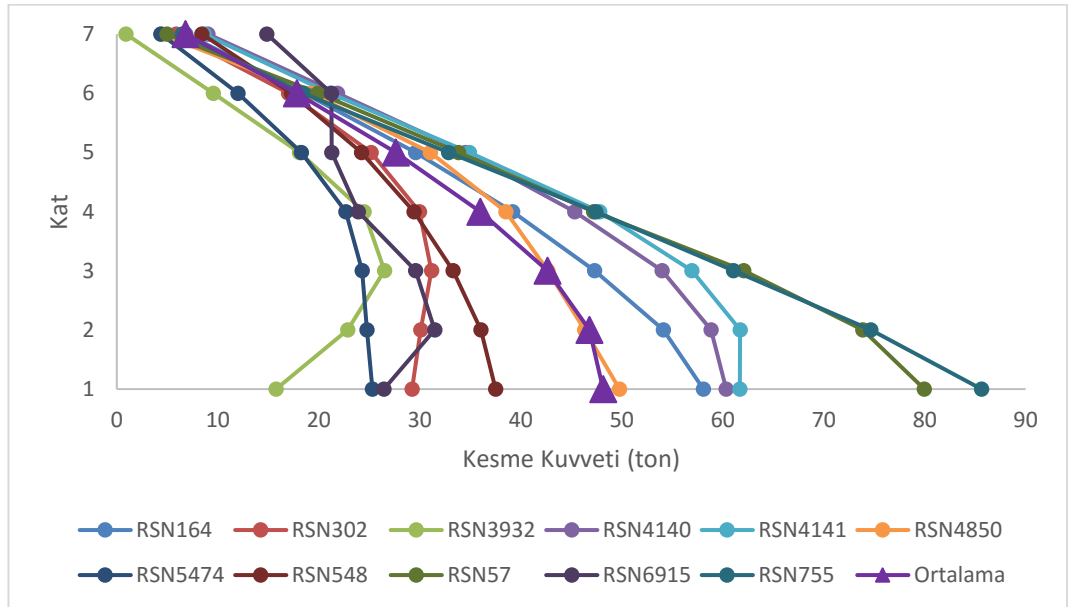
- 6 Kat Betonarme + 1 Kat Çelik Çerçeve (Rijit Bağlantı)

Her bir deprem kaydı için maksimum çatı deplasmanı anında kat kesme kuvvetleri Tablo 4.31’de verilmiştir. Her kat için kesme kuvvetleri grafiği Şekil 4.73’te verilmiştir.

Ortalama kat kesme kuvvetleri 7. kat için 6.8 ton, 6. kat için 17.8 ton, 5. kat için 27.6 ton, 4. kat için 36.0 ton, 3. kat için 42.6 ton, 2. kat için 46.8 ton ve 1. kat için 48.2 ton olarak elde edilmiştir.

Tablo 4.31: 6 kat betonarme + 1 kat çelik rijit bağlantılı çerçeve için kat kesme kuvvetleri

RSN	164	302	3932	4140	4141	4850	5474	548	57	6915	755	Ortalama
Kat	(ton)											
1	58.1	29.2	15.8	60.4	61.7	49.8	25.3	37.5	80.0	26.4	85.6	48.2
2	54.1	30.1	22.9	58.8	61.7	46.3	24.8	36.1	73.9	31.5	74.7	46.8
3	47.3	31.2	26.5	54.0	56.9	42.7	24.3	33.3	62.1	29.6	61.1	42.6
4	39.2	30.0	24.5	45.3	47.8	38.5	22.7	29.4	47.2	23.9	47.4	36.0
5	29.6	25.2	18.1	34.5	34.9	31.0	18.3	24.2	33.8	21.3	32.8	27.6
6	18.6	17.0	9.6	21.9	21.1	19.2	12.0	17.3	19.9	21.3	18.4	17.8
7	6.8	5.9	0.9	9.0	8.6	4.4	4.4	8.4	4.9	14.9	6.5	6.8



Şekil 4.73: 6 kat betonarme + 1 kat çelik rijit bağlantılı çerçeve için kat kesme kuvvetleri

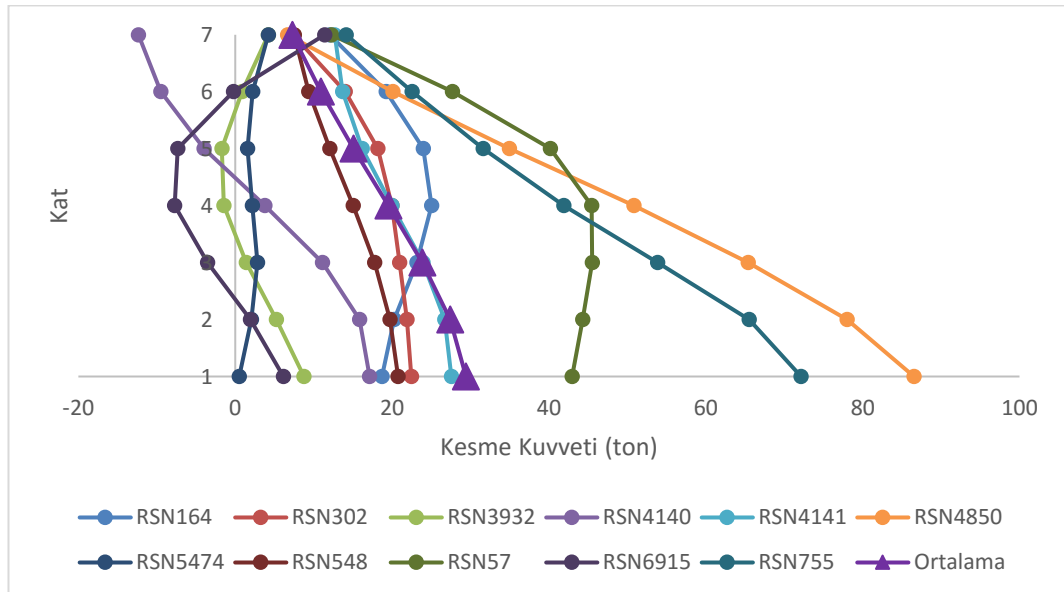
- 6 Kat Betonarme + 1 Kat Çelik Çerçeve (Mafsallı Bağlantı)

Her bir deprem kaydı için maksimum çatı deplasmanı anında kat kesme kuvvetleri Tablo 4.32’de verilmiştir. Her kat için kesme kuvvetleri grafiği Şekil 4.74’te verilmiştir.

Ortalama kat kesme kuvvetleri 7. kat için 7.3 ton, 6. kat için 10.9 ton, 5. kat için 15.1 ton, 4. kat için 19.5 ton, 3. kat için 23.9 ton, 2. kat için 27.4 ton ve 1. kat için 29.4 ton olarak elde edilmiştir.

Tablo 4.32: 6 kat betonarme + 1 kat çelik mafsallı bağlantılı çerçeve için kat kesme kuvvetleri

RSN	164	302	3932	4140	4141	4850	5474	548	57	6915	755	Ortalama
Kat	(ton)											
1	18.7	22.5	8.8	17.1	27.6	86.5	0.5	20.8	42.9	6.1	72.2	29.4
2	20.2	21.9	5.2	15.8	26.7	78.0	2.1	19.7	44.3	1.9	65.5	27.4
3	23.2	21.0	1.4	11.1	23.9	65.4	2.8	17.8	45.5	-3.5	53.9	23.9
4	25.0	20.0	-1.5	3.8	20.0	50.8	2.2	15.0	45.4	-7.7	41.9	19.5
5	24.0	18.2	-1.7	-4.0	16.2	34.9	1.6	12.0	40.2	-7.3	31.6	15.1
6	19.2	14.0	0.9	-9.5	13.7	20.1	2.2	9.4	27.7	-0.2	22.5	10.9
7	12.0	7.4	4.2	-12.3	12.7	6.6	4.2	7.5	12.3	11.4	14.2	7.3



Şekil 4.74: 6 kat betonarme + 1 kat çelik mafsallı bağlantılı çerçeve için kat kesme kuvvetleri

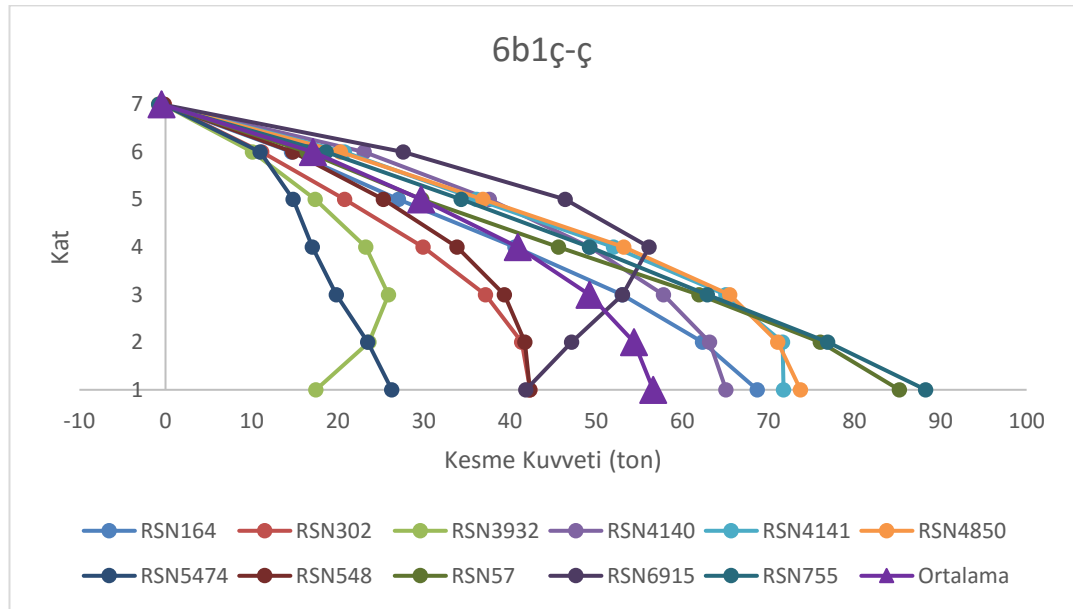
- 6 Kat Betonarme + 1 Kat Çaprazlı Çelik Çerçeve (Rijit Bağlantı)

Her bir deprem kaydı için maksimum çatı deplasmanı anında kat kesme kuvvetleri Tablo 4.33'te verilmiştir. Her kat için kesme kuvvetleri grafiği Şekil 4.75'te verilmiştir.

Ortalama kat kesme kuvvetleri 7. kat için -0.5 ton, 6. kat için 17.1 ton, 5. kat için 29.7 ton, 4. kat için 40.9 ton, 3. kat için 49.3 ton, 2. kat için 54.4 ton ve 1. kat için 56.6 ton olarak elde edilmiştir.

Tablo 4.33: 6 kat betonarme + 1 kat çaprazlı çelik çerçeve için kat kesme kuvvetleri

RSN	164	302	3932	4140	4141	4850	5474	548	57	6915	755	Ortalama
Kat	(ton)											
1	68.7	42.3	17.5	65.1	71.8	73.7	26.3	42.3	85.2	41.9	88.3	56.6
2	62.4	41.4	23.6	63.2	71.7	71.1	23.5	41.7	76.1	47.2	76.9	54.4
3	53.0	37.2	25.9	57.8	65.1	65.5	19.8	39.4	62.0	53.1	62.9	49.3
4	40.6	29.9	23.2	49.3	52.1	53.2	17.1	33.9	45.7	56.2	49.2	40.9
5	27.1	20.8	17.4	37.6	36.1	36.9	14.8	25.3	29.8	46.4	34.4	29.7
6	14.7	11.2	10.1	23.1	20.8	20.3	11.0	14.8	16.5	27.6	18.6	17.1
7	-0.4	-0.1	-0.3	-0.5	-0.6	-0.8	-0.2	-0.2	-0.5	-0.4	-0.8	-0.5



Şekil 4.75: 6 kat betonarme + 1 kat çaprazlı çelik çerçeve için kat kesme kuvvetleri

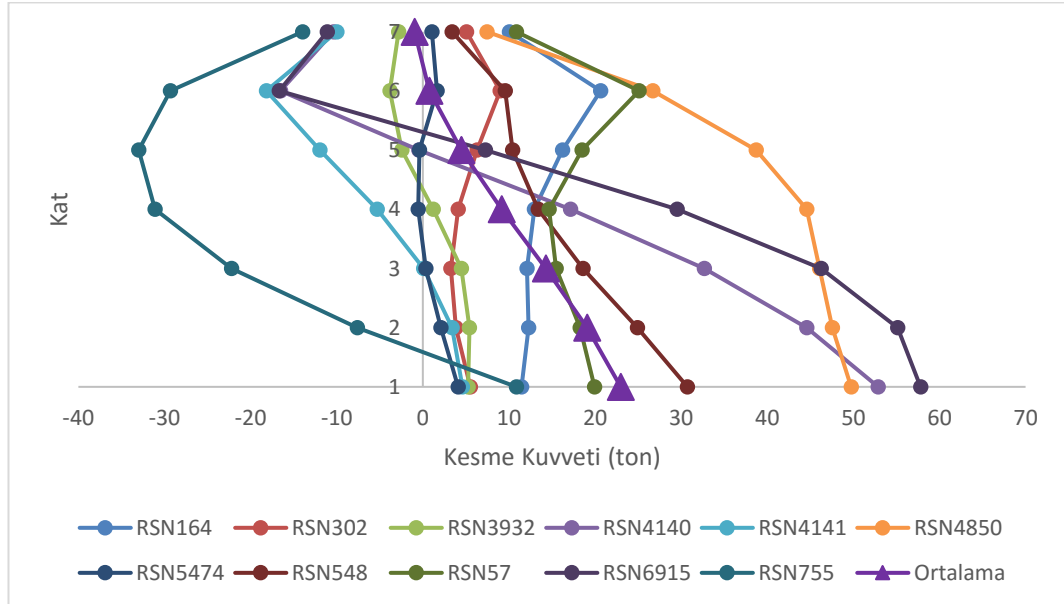
- 5 Kat Betonarme + 2 Kat Çelik Çerçeve (Rijit Bağlantı)

Her bir deprem kaydı için maksimum çatı deplasmanı anında kat kesme kuvvetleri Tablo 4.34'te verilmiştir. Her kat için kesme kuvvetleri grafiği Şekil 4.76'da verilmiştir.

Ortalama kat kesme kuvvetleri 7. kat için -0.9 ton, 6. kat için 0.7 ton, 5. kat için 4.5 ton, 4. kat için 9.1 ton, 3. kat için 14.3 ton, 2. kat için 19.1 ton ve 1. kat için 23.0 ton olarak elde edilmiştir.

Tablo 4.34: 5 kat betonarme + 2 kat çelik rijit bağlantılı çerçeve için kat kesme kuvvetleri

RSN	164	302	3932	4140	4141	4850	5474	548	57	6915	755	Ortalama
Kat	(ton)											
1	11.4	5.5	5.2	52.9	4.6	49.7	4.1	30.7	19.9	57.8	10.9	23.0
2	12.3	3.9	5.4	44.6	3.4	47.6	2.1	24.9	18.3	55.2	-7.6	19.1
3	12.1	3.3	4.5	32.7	0.1	46.1	0.4	18.6	15.5	46.2	-22.2	14.3
4	12.9	4.1	1.2	17.1	-5.3	44.6	-0.5	13.4	14.7	29.5	-31.1	9.1
5	16.2	6.3	-2.5	-0.5	-12.0	38.7	-0.4	10.4	18.5	7.2	-33.0	4.5
6	20.6	9.0	-3.8	-16.5	-18.2	26.7	1.7	9.6	25.1	-16.7	-29.3	0.7
7	10.1	5.1	-2.8	-10.4	-10.0	7.5	1.1	3.4	10.9	-11.1	-14.0	-0.9



Şekil 4.76: 5 kat betonarme + 2 kat çelik rijit bağlantılı çerçeve için kat kesme kuvvetleri

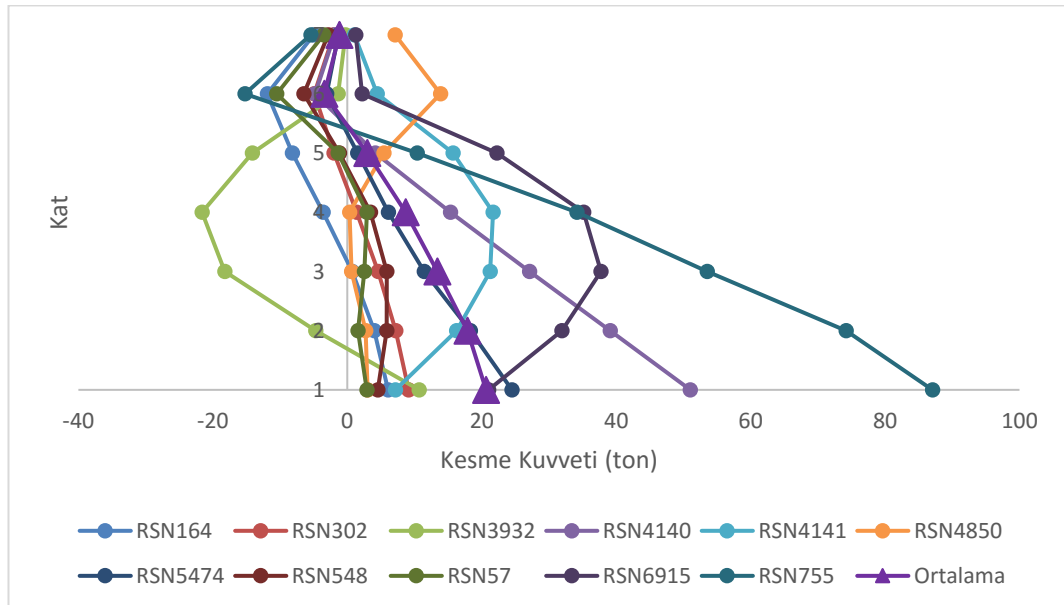
- 5 Kat Betonarme + 2 Kat Çelik Çerçeve (Mafsallı Bağlantı)

Her bir deprem kaydı için maksimum çatı deplasmanı anında kat kesme kuvvetleri Tablo 4.35'te verilmiştir. Her kat için kesme kuvvetleri grafiği Şekil 4.77'de verilmiştir.

Ortalama kat kesme kuvvetleri 7. kat için -1.2 ton, 6. kat için -3.4 ton, 5. kat için 3.0 ton, 4. kat için 8.7 ton, 3. kat için 13.4 ton, 2. kat için 17.9 ton ve 1. kat için 20.6 ton olarak elde edilmiştir.

Tablo 4.35: 5 kat betonarme + 2 kat çelik mafsallı bağlantılı çerçeve için kat kesme kuvvetleri

RSN	164	302	3932	4140	4141	4850	5474	548	57	6915	755	Ortalama
Kat	(ton)											
1	6.1	9.1	10.7	51.0	7.2	3.0	24.5	4.5	2.9	21.0	87.0	20.6
2	4.0	7.2	-4.7	39.1	16.3	2.8	18.3	5.9	1.6	31.9	74.2	17.9
3	0.7	4.6	-18.2	27.1	21.3	0.7	11.4	5.9	2.5	37.7	53.5	13.4
4	-3.6	1.4	-21.6	15.4	21.7	0.3	6.1	3.5	2.9	35.2	34.2	8.7
5	-8.2	-2.0	-14.1	4.1	15.7	5.4	1.6	-1.2	-1.4	22.3	10.4	3.0
6	-11.9	-4.9	-1.4	-4.8	4.5	13.9	-3.1	-6.5	-10.5	2.2	-15.2	-3.4
7	-5.0	-2.0	-0.3	-1.9	1.0	7.1	-1.3	-2.9	-3.5	1.2	-5.4	-1.2



Şekil 4.77: 5 kat betonarme + 2 kat çelik mafsallı bağlantılı çerçeve için kat kesme kuvvetleri

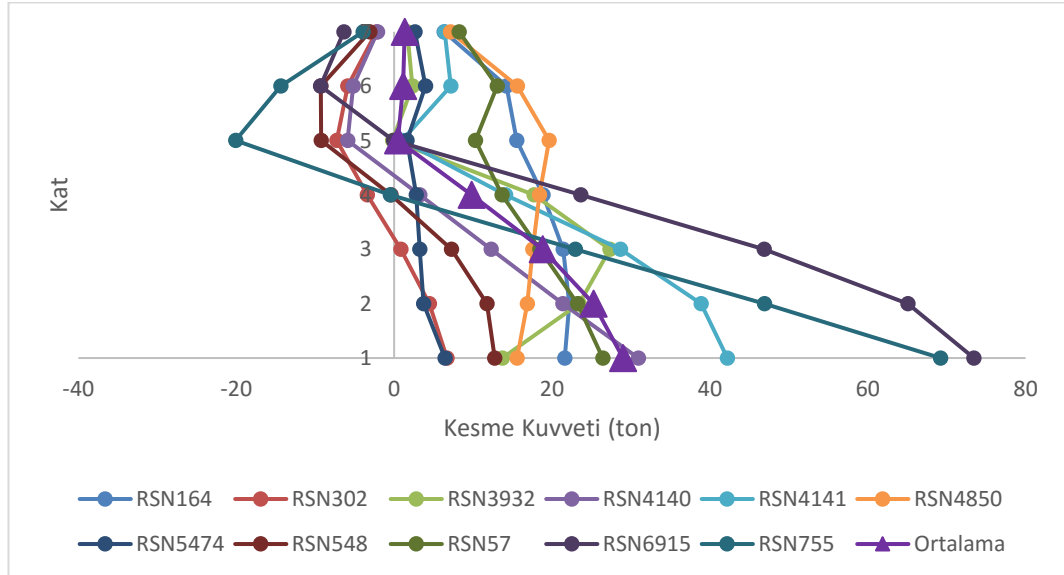
- 4 Kat Betonarme + 3 Kat Çelik Çerçeve (Rijit Bağlantı)

Her bir deprem kaydı için maksimum çatı deplasmanı anında kat kesme kuvvetleri Tablo 4.36’da verilmiştir. Her kat için kesme kuvvetleri grafiği Şekil 4.78’de verilmiştir.

Ortalama kat kesme kuvvetleri 7. kat için 1.3 ton, 6. kat için 1.1 ton, 5. kat için 0.5 ton, 4. kat için 9.8 ton, 3. kat için 18.8 ton, 2. kat için 25.3 ton ve 1. kat için 29.0 ton olarak elde edilmiştir.

Tablo 4.36: 4 kat betonarme + 3 kat çelik rijit bağlantılı çerçeve için kat kesme kuvvetleri

RSN	164	302	3932	4140	4141	4850	5474	548	57	6915	755	Ortalama
Kat	(ton)											
1	21.6	6.7	13.7	30.9	42.2	15.6	6.4	12.7	26.4	73.5	69.2	29.0
2	22.2	4.5	23.4	21.4	38.9	16.9	3.7	11.8	23.2	65.1	46.9	25.3
3	21.4	0.9	27.3	12.3	28.7	17.6	3.3	7.3	18.5	46.9	22.9	18.8
4	18.9	-3.4	17.7	3.2	14.1	18.4	2.8	-0.4	13.7	23.7	-0.5	9.8
5	15.5	-7.3	-0.2	-5.9	1.0	19.6	1.6	-9.2	10.3	-0.1	-20.1	0.5
6	14.3	-5.9	2.3	-5.2	7.2	15.6	4.0	-9.3	13.1	-9.3	-14.3	1.1
7	6.3	-2.2	1.7	-2.1	6.4	7.1	2.6	-3.1	8.2	-6.4	-3.9	1.3



Şekil 4.78: 4 kat betonarme + 3 kat çelik rijit bağlantılı çerçeve için kat kesme kuvvetleri

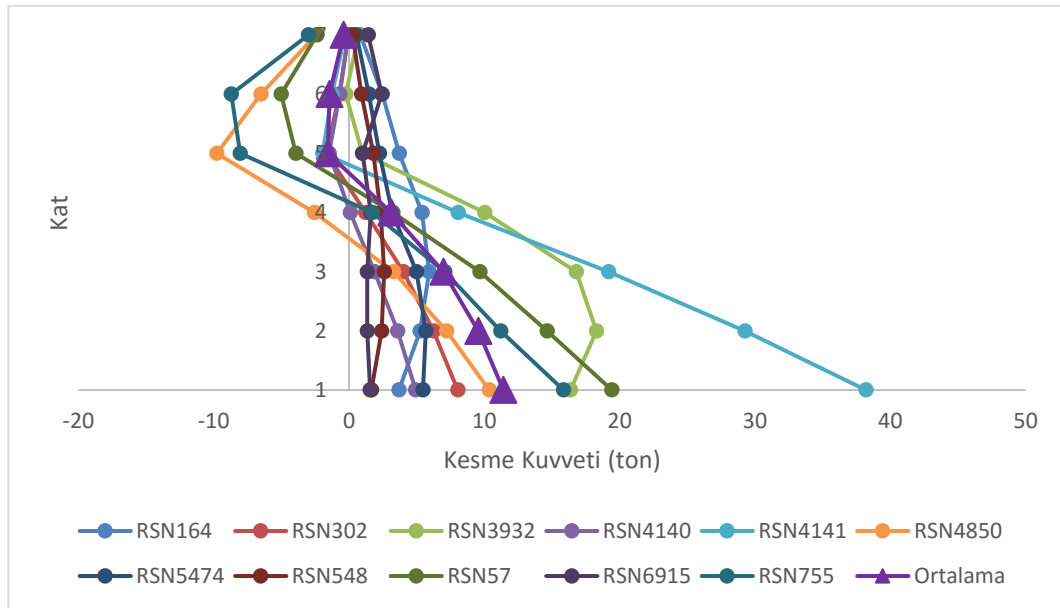
- 4 Kat Betonarme + 3 Kat Çelik Çerçeve (Mafsallı Bağlantı)

Her bir deprem kaydı için maksimum çatı deplasmanı anında kat kesme kuvvetleri Tablo 4.37’de verilmiştir. Her kat için kesme kuvvetleri grafiği Şekil 4.79’da verilmiştir.

Ortalama kat kesme kuvvetleri 7. kat için -0.4 ton, 6. kat için -1.4 ton, 5. kat için -1.6 ton, 4. kat için 3.1 ton, 3. kat için 7.0 ton, 2. kat için 9.6 ton ve 1. kat için 11.4 ton olarak elde edilmiştir.

Tablo 4.37: 4 kat betonarme + 3 kat çelik mafsallı bağlantılı çerçeve için kat kesme kuvvetleri

RSN	164	302	3932	4140	4141	4850	5474	548	57	6915	755	Ortalama
Kat	(ton)											
1	3.7	8.0	16.4	4.9	38.2	10.4	5.5	1.7	19.4	1.6	15.9	11.4
2	5.3	6.3	18.3	3.6	29.3	7.2	5.7	2.4	14.6	1.4	11.2	9.6
3	5.9	4.0	16.8	1.9	19.2	3.3	5.0	2.6	9.7	1.4	7.1	7.0
4	5.4	1.2	10.0	0.1	8.1	-2.6	3.2	2.3	3.2	1.6	1.7	3.1
5	3.7	-1.7	1.0	-1.5	-1.9	-9.8	2.3	1.8	-3.9	1.0	-8.0	-1.6
6	2.5	-0.7	-0.2	-0.7	-1.2	-6.5	1.5	0.9	-5.0	2.4	-8.7	-1.4
7	0.8	0.0	0.7	0.0	-0.3	-2.4	0.6	0.3	-2.4	1.4	-3.0	-0.4



Şekil 4.79: 4 kat betonarme + 3 kat çelik mafsallı bağlantılı çerçeve için kat kesme kuvvetleri

4.3.2 6 Katlı Karma Çerçeveler İçin Analiz Sonuçları

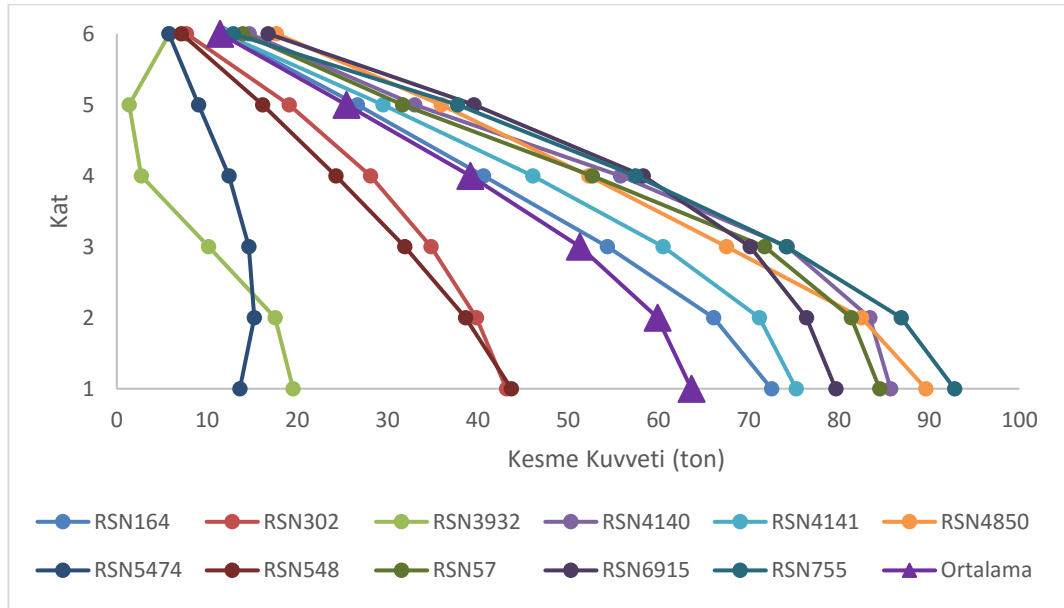
- 5 Kat Betonarme + 1 Kat Çelik Çerçeve (Rijit Bağlantı)

Her bir deprem kaydı için maksimum çatı deplasmanı anında kat kesme kuvvetleri Tablo 4.38’de verilmiştir. Her kat için kesme kuvvetleri grafiği Şekil 4.80’de verilmiştir.

Ortalama kat kesme kuvvetleri 6. kat için 11.4 ton, 5. kat için 25.4 ton, 4. kat için 39.2 ton, 3. kat için 51.3 ton, 2. kat için 59.9 ton ve 1. kat için 63.6 ton olarak elde edilmiştir.

Tablo 4.38: 5 kat betonarme + 1 kat çelik rijit bağlantılı çerçeve için kat kesme kuvvetleri

RSN	164	302	3932	4140	4141	4850	5474	548	57	6915	755	Ortalama
Kat	(ton)											
1	72.5	43.2	19.5	85.7	75.3	89.6	13.6	43.7	84.5	79.6	92.8	63.6
2	66.1	39.8	17.5	83.4	71.2	82.5	15.2	38.6	81.4	76.4	86.9	59.9
3	54.3	34.8	10.1	74.3	60.5	67.5	14.6	31.9	71.7	70.2	74.1	51.3
4	40.6	28.1	2.7	55.8	46.1	52.3	12.4	24.3	52.7	58.3	57.5	39.2
5	26.6	19.1	1.4	33.0	29.5	35.9	9.1	16.1	31.7	39.5	37.7	25.4
6	11.7	7.7	5.8	14.7	11.7	17.7	5.8	7.2	13.9	16.7	12.9	11.4



Şekil 4.80: 5 kat betonarme + 1 kat çelik rijit bağlantılı çerçeve için kat kesme kuvvetleri

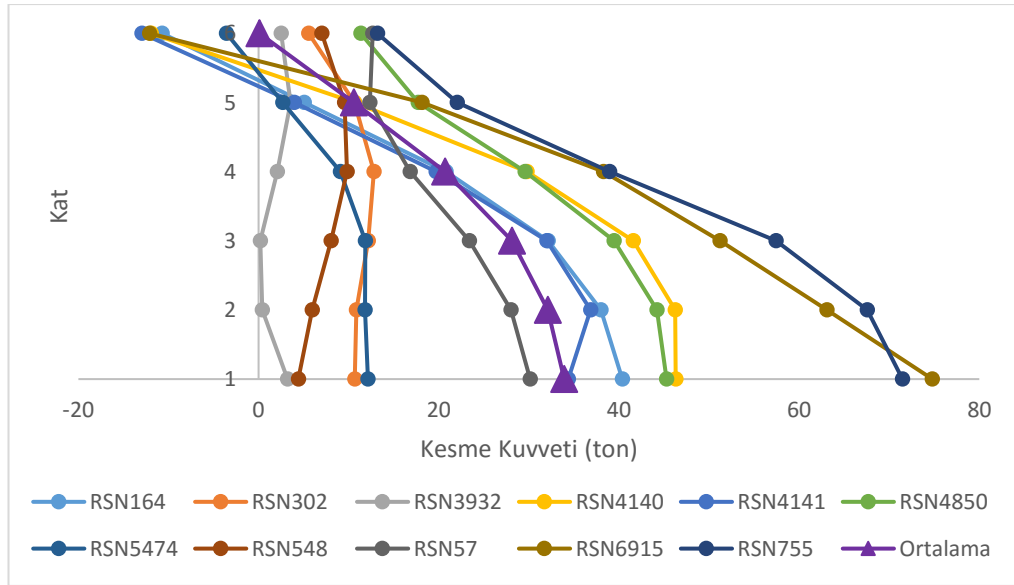
- 5 Kat Betonarme + 1 Kat Çelik Çerçeve (Mafsallı Bağlantı)

Her bir deprem kaydı için maksimum çatı deplasmanı anında kat kesme kuvvetleri Tablo 4.39'da verilmiştir. Her kat için kesme kuvvetleri grafiği Şekil 4.81'de verilmiştir.

Ortalama kat kesme kuvvetleri 6. kat için 0.1 ton, 5. kat için 10.6 ton, 4. kat için 20.7 ton, 3. kat için 28.1 ton, 2. kat için 32.1 ton ve 1. kat için 33.9 ton olarak elde edilmiştir.

Tablo 4.39: 5 kat betonarme + 1 kat çelik mafsallı bağlantılı çerçeve için kat kesme kuvvetleri

RSN	164	302	3932	4140	4141	4850	5474	548	57	6915	755	Ortalama
Kat	(ton)											
1	40.4	10.7	3.2	46.3	34.4	45.3	12.1	4.4	30.1	74.8	71.5	33.9
2	38.0	10.9	0.4	46.2	36.8	44.2	11.8	5.9	28.0	63.1	67.5	32.1
3	32.1	12.2	0.2	41.6	32.0	39.4	11.8	8.1	23.4	51.2	57.5	28.1
4	20.8	12.8	2.1	29.8	19.7	29.6	9.1	9.8	16.8	38.3	39.0	20.7
5	5.1	10.6	3.6	10.6	4.0	17.7	2.7	9.5	12.4	18.1	22.0	10.6
6	-10.7	5.6	2.5	-11.9	-12.9	11.3	-3.6	7.0	12.7	-12.1	13.2	0.1



Şekil 4.81: 5 kat betonarme + 1 kat çelik mafsallı bağlantılı çerçeve için kat kesme kuvvetleri

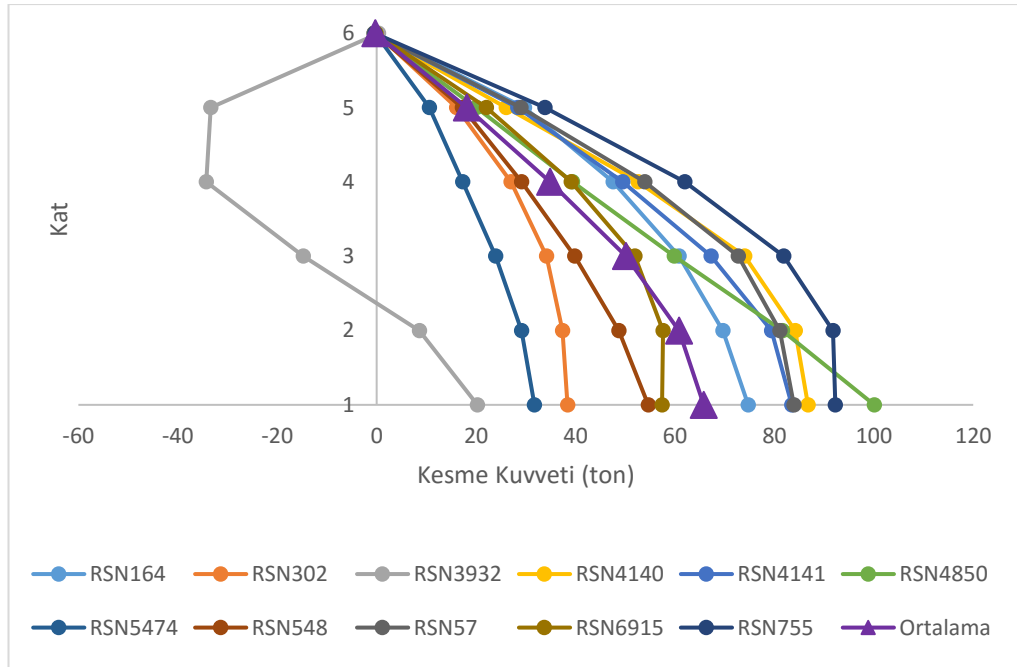
- 5 Kat Betonarme + 1 Kat Çaprazlı Çelik Çerçeve (Rijit Bağlantı)

Her bir deprem kaydı için maksimum çatı deplasmanı anında kat kesme kuvvetleri Tablo 4.40'ta verilmiştir. Her kat için kesme kuvvetleri grafiği Şekil 4.82'de verilmiştir.

Ortalama kat kesme kuvvetleri 6. kat için -0.3 ton, 5. kat için 18.1 ton, 4. kat için 34.8 ton, 3. kat için 50.1 ton, 2. kat için 60.8 ton ve 1. kat için 65.8 ton olarak elde edilmiştir.

Tablo 4.40: 5 kat betonarme + 1 kat çaprazlı çelik çerçeve için kat kesme kuvvetleri

RSN	164	302	3932	4140	4141	4850	5474	548	57	6915	755	Ortalama
Kat	(ton)											
1	74.7	38.4	20.3	86.8	83.5	100.1	31.7	54.6	83.9	57.4	92.3	65.8
2	69.6	37.4	8.6	84.2	79.4	81.6	29.1	48.7	81.1	57.6	91.8	60.8
3	60.8	34.2	-14.7	74.0	67.3	59.9	23.9	39.8	72.7	51.9	81.9	50.1
4	47.6	27.0	-34.3	52.6	49.5	39.4	17.3	29.2	53.9	39.1	62.0	34.8
5	29.7	16.1	-33.4	26.1	28.4	20.0	10.6	17.2	29.0	22.0	33.9	18.1
6	-0.2	-0.1	0.4	-0.5	-0.5	-0.4	-0.3	-0.3	-0.5	-0.1	-0.3	-0.3



Şekil 4.82: 5 kat betonarme + 1 kat çaprazlı çelik çerçeve için kat kesme kuvvetleri

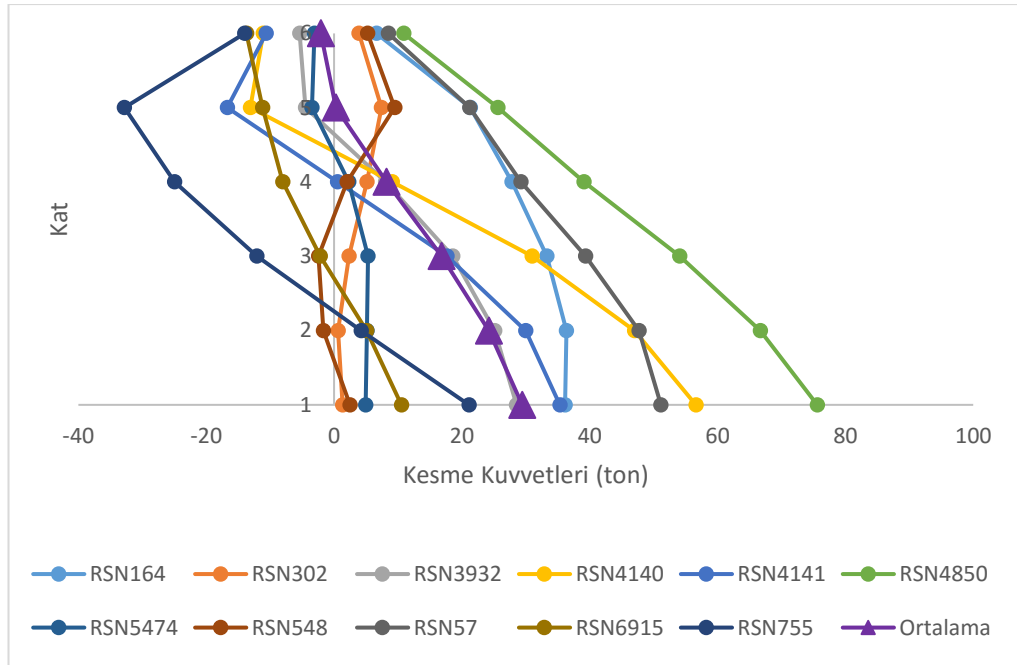
- 4 Kat Betonarme + 2 Kat Çelik Çerçeve (Rijit Bağlantı)

Her bir deprem kaydı için maksimum çatı deplasmanı anında kat kesme kuvvetleri Tablo 4.41’de verilmiştir. Her kat için kesme kuvvetleri grafiği Şekil 4.83’te verilmiştir.

Ortalama kat kesme kuvvetleri 6. kat için -2.1 ton, 5. kat için 0.3 ton, 4. kat için 8.2 ton, 3. kat için 16.8 ton, 2. kat için 24.2 ton ve 1. kat için 29.4 ton olarak elde edilmiştir.

Tablo 4.41: 4 kat betonarme + 2 kat çelik rijit bağlantılı çerçeve için kat kesme kuvvetleri

RSN	164	302	3932	4140	4141	4850	5474	548	57	6915	755	Ortalama
Kat	(ton)											
1	36.1	1.4	28.6	56.6	35.3	75.6	4.9	2.5	51.1	10.5	21.1	29.4
2	36.4	0.6	25.1	47.0	30.0	66.7	5.1	-1.7	47.7	5.1	4.2	24.2
3	33.3	2.3	18.5	31.0	17.6	54.1	5.3	-2.4	39.3	-2.2	-12.1	16.8
4	27.8	5.1	8.1	9.1	0.5	39.1	2.3	2.1	29.2	-8.0	-25.0	8.2
5	21.3	7.4	-4.5	-13.1	-16.7	25.6	-3.5	9.5	21.2	-11.2	-32.8	0.3
6	6.6	3.9	-5.4	-11.1	-10.7	10.9	-3.1	5.2	8.5	-13.7	-14.0	-2.1



Şekil 4.83: 4 kat betonarme + 2 kat çelik rijit bağlantılı çerçeve için kat kesme kuvvetleri

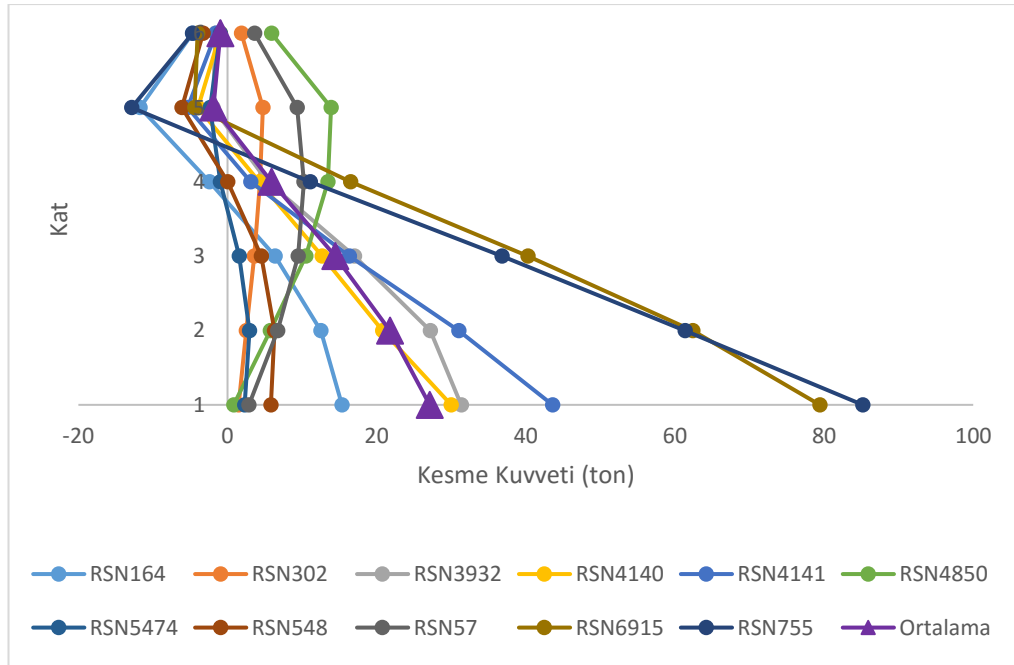
- 4 Kat Betonarme + 2 Kat Çelik Çerçeve (Mafsallı Bağlantı)

Her bir deprem kaydı için maksimum çatı deplasmanı anında kat kesme kuvvetleri Tablo 4.42’de verilmiştir. Her kat için kesme kuvvetleri grafiği Şekil 4.84’te verilmiştir.

Ortalama kat kesme kuvvetleri 6. kat için -0.9 ton, 5. kat için -1.9 ton, 4. kat için 5.9 ton, 3. kat için 14.5 ton, 2. kat için 21.8 ton ve 1. kat için 27.1 ton olarak elde edilmiştir.

Tablo 4.42: 4 kat betonarme + 1 kat çelik mafsallı bağlantılı çerçeve için kat kesme kuvvetleri

RSN	164	302	3932	4140	4141	4850	5474	548	57	6915	755	Ortalama
Kat	(ton)											
1	15.3	1.5	31.3	30.0	43.6	0.8	2.3	5.8	2.9	79.4	85.2	27.1
2	12.5	2.5	27.2	20.8	31.0	5.7	2.9	6.3	6.7	62.4	61.4	21.8
3	6.4	3.6	17.0	12.7	16.3	10.5	1.6	4.5	9.5	40.3	36.8	14.5
4	-2.4	4.3	5.4	4.3	3.1	13.5	-1.0	0.0	10.2	16.5	11.1	5.9
5	-11.7	4.7	-2.0	-4.0	-5.4	13.9	-2.3	-6.1	9.3	-4.4	-12.9	-1.9
6	-4.7	1.9	-1.6	-1.0	-1.6	5.9	-1.0	-3.3	3.6	-4.0	-4.7	-0.9



Şekil 4.84: 4 kat betonarme + 1 kat çelik mafsallı bağlantılı çerçeve için kat kesme kuvvetleri

4.3.3 5 Katlı Karma Çerçeveler İçin Analiz Sonuçları

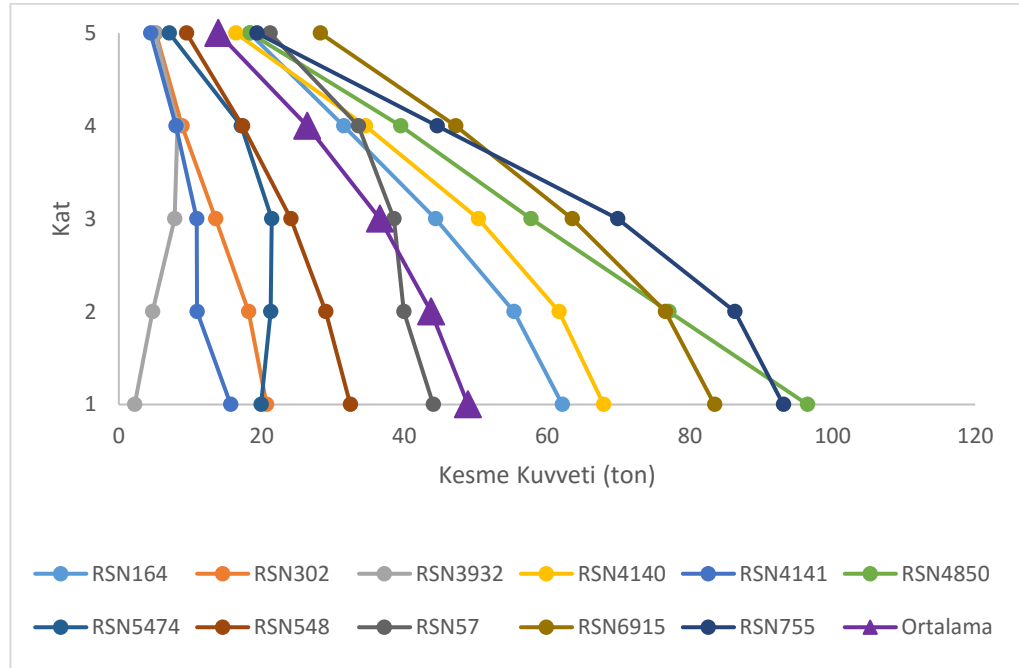
- 4 Kat Betonarme + 1 Kat Çelik Çerçeve (Rijit Bağlantı)

Her bir deprem kaydı için maksimum çatı deplasmanı anında kat kesme kuvvetleri Tablo 4.43'te verilmiştir. Her kat için kesme kuvvetleri grafiği Şekil 4.85'te verilmiştir.

Ortalama kat kesme kuvvetleri 5. kat için 13.9 ton, 4. kat için 26.4 ton, 3. kat için 36.6 ton, 2. kat için 43.7 ton ve 1. kat için 48.9 ton olarak elde edilmiştir.

Tablo 4.43: 4 kat betonarme + 1 kat çelik rijit bağlantılı çerçeve için kat kesme kuvvetleri

RSN	164	302	3932	4140	4141	4850	5474	548	57	6915	755	Ortalama
Kat	(ton)											
1	62.1	20.7	2.2	67.9	15.7	96.5	19.9	32.4	44.1	83.5	93.1	48.9
2	55.4	18.2	4.7	61.7	11.0	77.1	21.3	29.0	39.9	76.6	86.3	43.7
3	44.4	13.6	7.8	50.4	10.9	57.7	21.4	24.1	38.6	63.5	69.9	36.6
4	31.5	8.8	8.2	34.6	8.0	39.5	17.1	17.3	33.5	47.2	44.6	26.4
5	18.3	5.2	5.1	16.4	4.4	18.4	7.1	9.5	21.2	28.2	19.4	13.9



Şekil 4.85: 4 kat betonarme + 1 kat çelik rijit bağlantılı çerçeve için kat kesme kuvvetleri

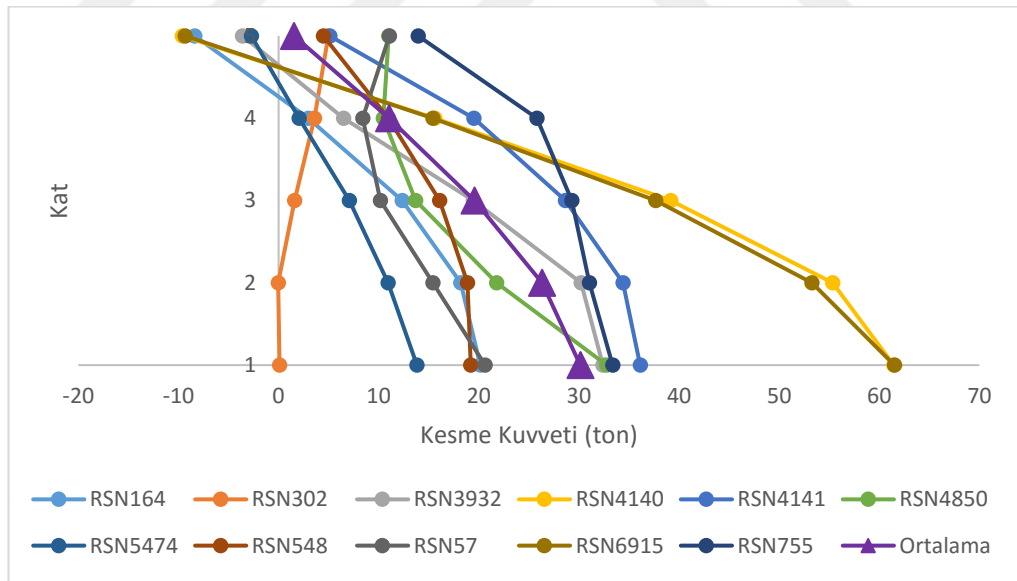
- 4 Kat Betonarme + 1 Kat Çelik Çerçeve (Mafsallı Bağlantı)

Her bir deprem kaydı için maksimum çatı deplasmanı anında kat kesme kuvvetleri Tablo 4.44'te verilmiştir. Her kat için kesme kuvvetleri grafiği Şekil 4.86'da verilmiştir.

Ortalama kat kesme kuvvetleri 5. kat için 1.1 ton, 4. kat için 10.7 ton, 3. kat için 19.6 ton, 2. kat için 26.6 ton ve 1. kat için 30.6 ton olarak elde edilmiştir.

Tablo 4.44: 4 kat betonarme + 1 kat çelik mafsallı bağlantılı çerçeve için kat kesme kuvvetleri

RSN	164	302	3932	4140	4141	4850	5474	548	57	6915	755	Ortalama
Kat	(ton)											
1	20.1	5.0	32.4	61.4	36.1	32.8	13.8	19.2	20.6	61.5	33.4	30.6
2	18.2	3.6	30.2	55.4	34.4	21.8	10.9	18.9	15.4	53.3	31.0	26.6
3	12.3	1.6	19.5	39.2	28.7	13.7	7.1	16.1	10.2	37.7	29.3	19.6
4	3.0	0.1	6.5	15.6	19.5	10.5	2.0	11.0	8.4	15.4	25.8	10.7
5	-8.4	0.0	-3.6	-9.6	5.1	11.0	-2.7	4.5	11.1	-9.4	13.9	1.1



Şekil 4.86: 4 kat betonarme + 1 kat çelik mafsallı bağlantılı çerçeve için kat kesme kuvvetleri

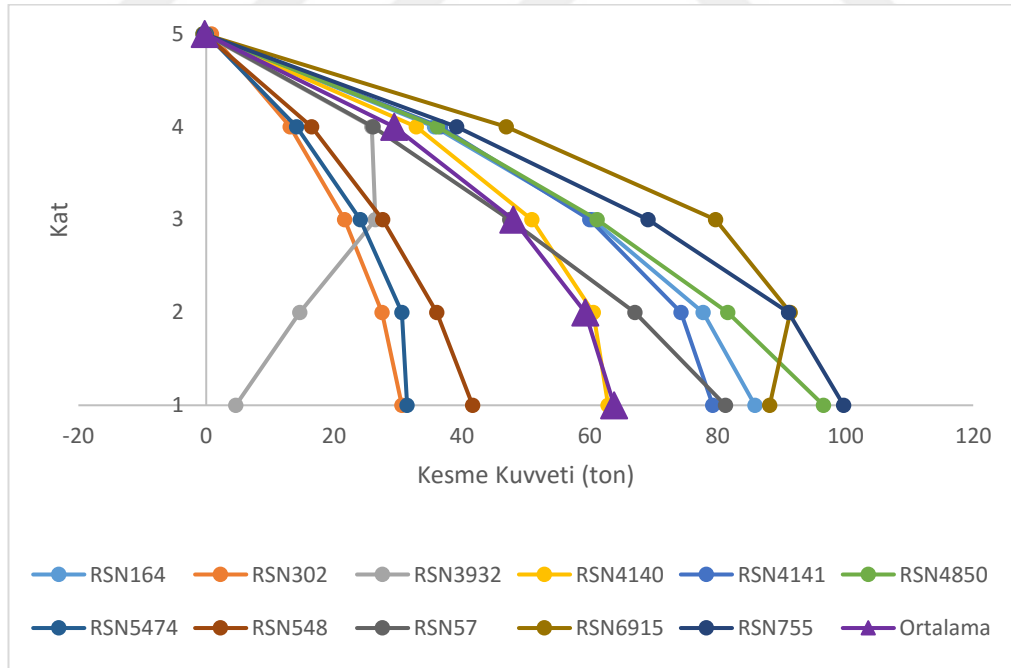
4 Kat Betonarme + 1 Kat Çaprazlı Çelik Çerçeve (Rijit Bağlantı)

Her bir deprem kaydı için maksimum çatı deplasmanı anında kat kesme kuvvetleri Tablo 4.45'te verilmiştir. Her kat için kesme kuvvetleri grafiği Şekil 4.87'de verilmiştir.

Ortalama kat kesme kuvvetleri 5. kat için -0.2 ton, 4. kat için 29.4 ton, 3. kat için 48.1 ton, 2. kat için 59.3 ton ve 1. kat için 63.8 ton olarak elde edilmiştir.

Tablo 4.45: 4 kat betonarme + 1 kat çaprazlı çelik çerçeve için kat kesme kuvvetleri

RSN	164	302	3932	4140	4141	4850	5474	548	57	6915	755	Ortalama
Kat	(ton)											
1	85.9	30.6	4.6	62.9	79.3	96.6	31.4	41.7	81.2	88.2	99.7	63.8
2	77.7	27.5	14.6	60.6	74.3	81.6	30.6	36.1	67.1	91.4	91.1	59.3
3	60.4	21.7	26.5	50.9	60.0	61.2	24.1	27.6	47.5	79.7	69.1	48.1
4	35.7	13.1	25.9	32.9	36.7	36.2	14.1	16.5	26.1	47.0	39.2	29.4
5	-0.5	0.8	-0.3	-0.5	-0.2	-0.3	0.0	-0.3	-0.2	-0.5	-0.4	-0.2



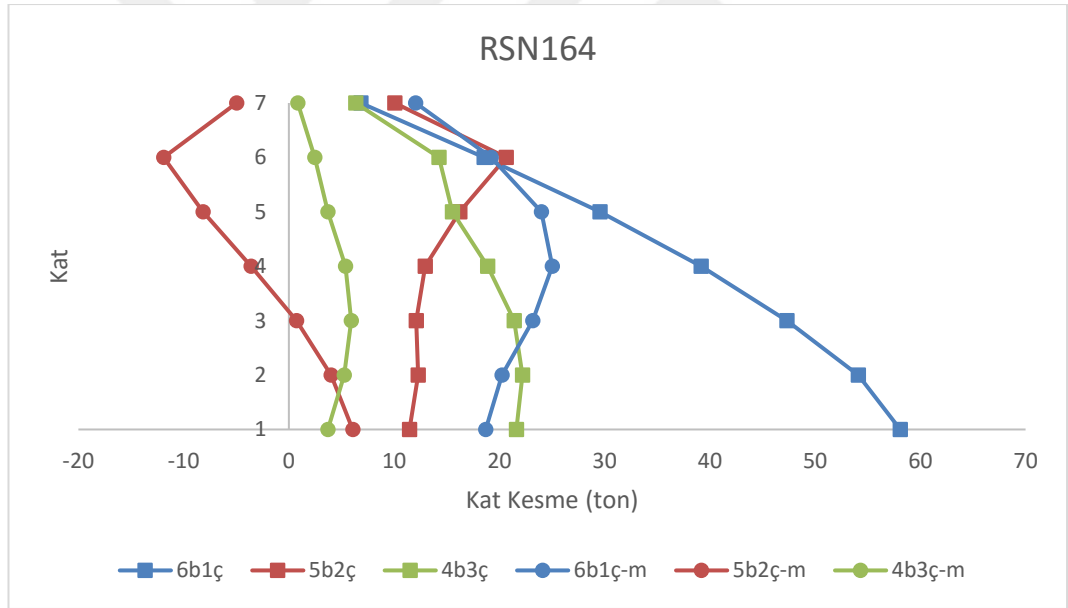
Şekil 4.87: 4 kat betonarme + 1 kat çaprazlı çelik çerçeve için kat kesme kuvvetleri

4.4 İvme Kayıtları İçin Kat Kesme Kuvvetlerinin Elde Edilmesi

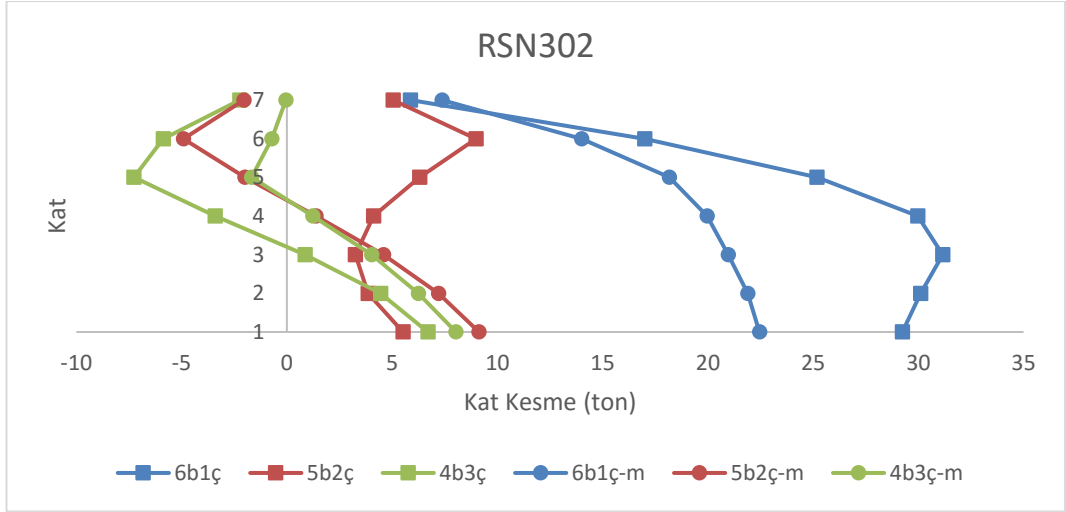
4.4.1 7 Katlı Karma Çerçeveslerin İvme Kayıtları Altındaki Kat Kesme Kuvvetleri

7 katlı karma çerçevelerin her bir ivme kaydı altında maksimum çatı deplasmanı anındaki kesme kuvvetleri Şekil 4.88-4.98 arası verilmiştir. Ortalama kat deplasmanları ise Şekil 4.99’da verilmiştir.

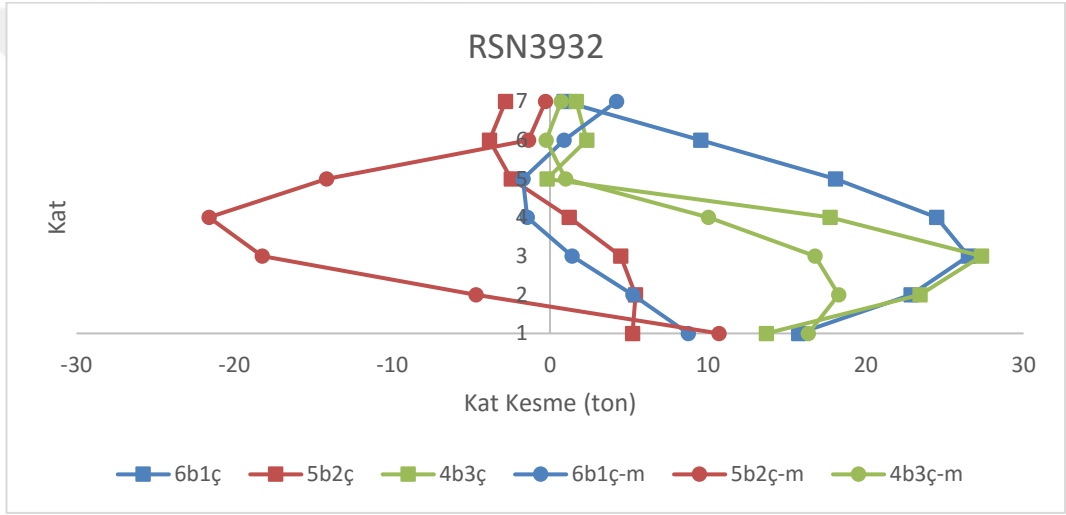
Kat kesme kuvvetleri karşılaştırıldığında genel anlamda çelik kat sayısı arttıkça davranışın birinci moddan farklılaştığı görülmüştür. Mafsallı bağlantıların betonarme çerçeveyi daha az zorlayıp, betonarme çerçeveye daha az zorlandığı görülmüştür.



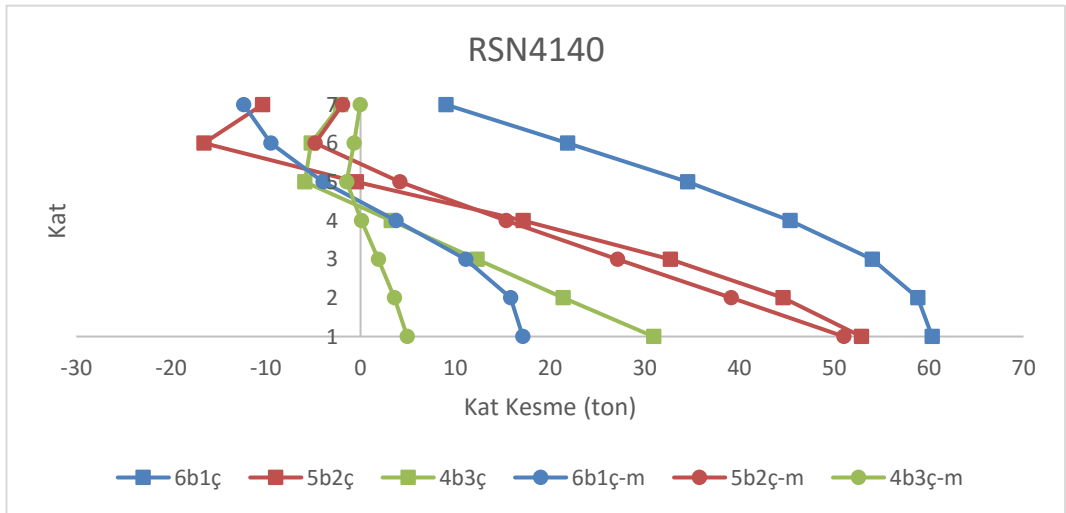
Şekil 4.88: 7 katlı karma çerçevelerin RSN164 ivme kaydı altında kat kesme kuvvetleri



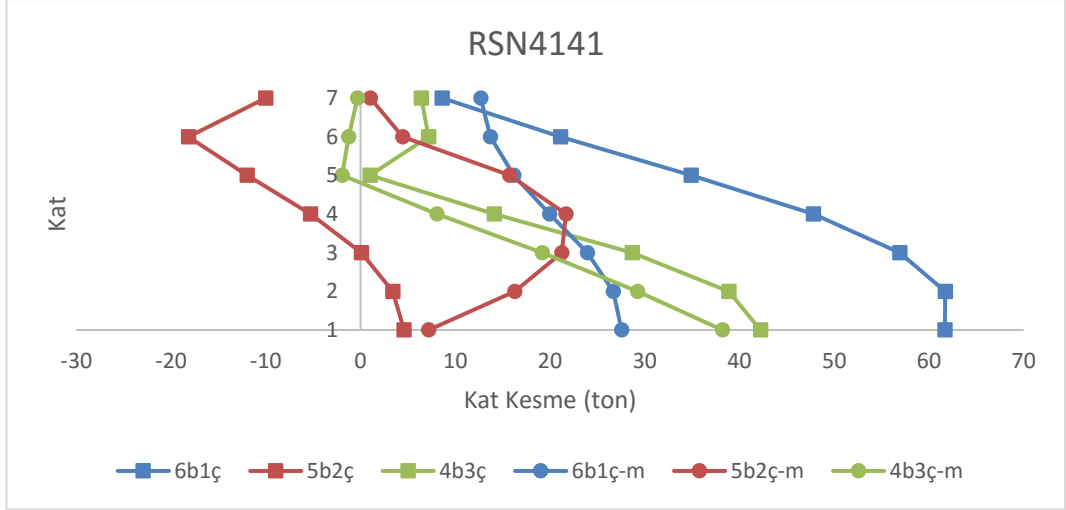
Şekil 4.89: 7 katlı karma çerçevelerin RSN302 ivme kaydı altında kat kesme kuvvetleri



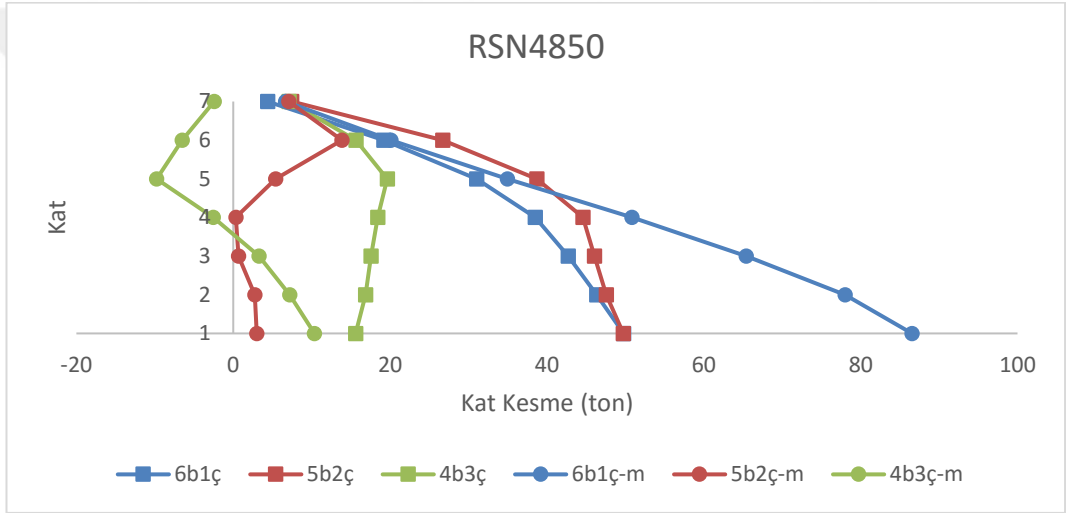
Şekil 4.90: 7 katlı karma çerçevelerin RSN3932 ivme kaydı altında kat kesme kuvvetleri



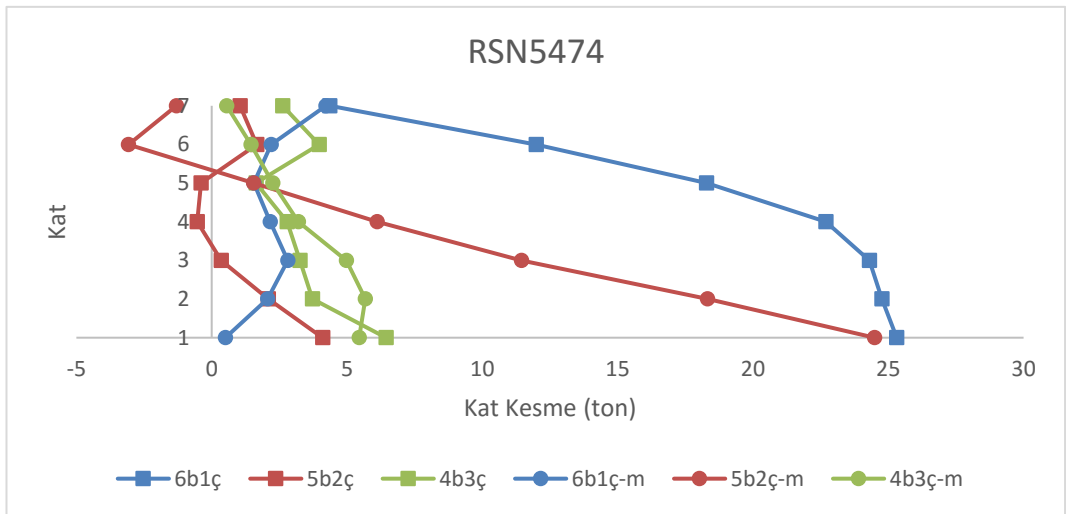
Şekil 4.91: 7 katlı karma çerçevelerin RSN4140 ivme kaydı altında kat kesme kuvvetleri



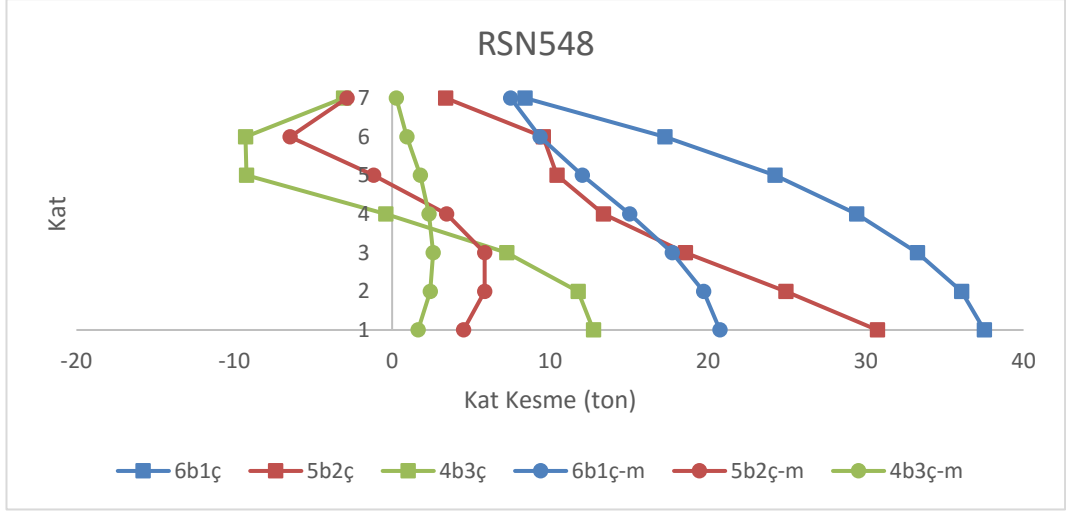
Şekil 4.92: 7 katlı karma çerçevelerin RSN4141 ivme kaydı altında kat kesme kuvvetleri



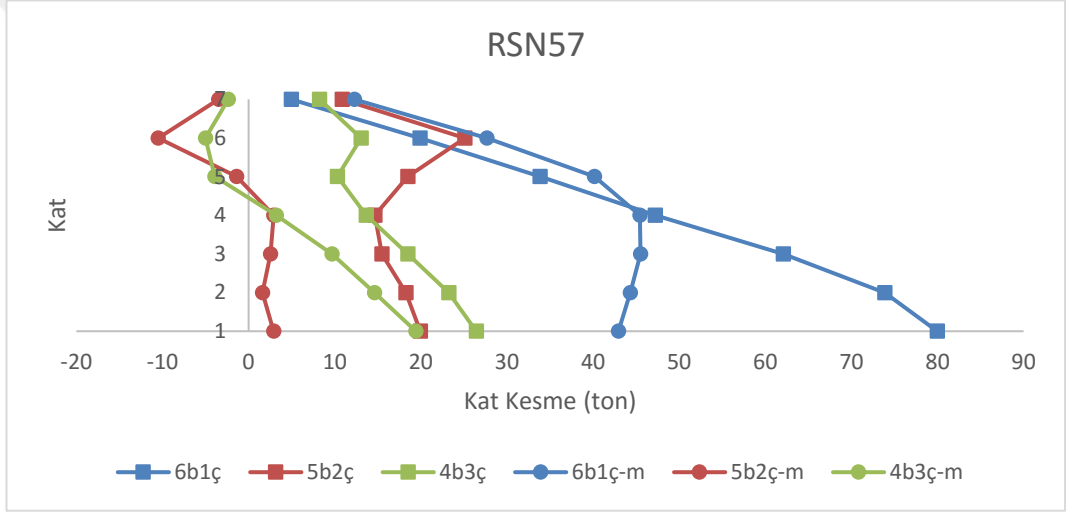
Şekil 4.93: 7 katlı karma çerçevelerin RSN4850 ivme kaydı altında kat kesme kuvvetleri



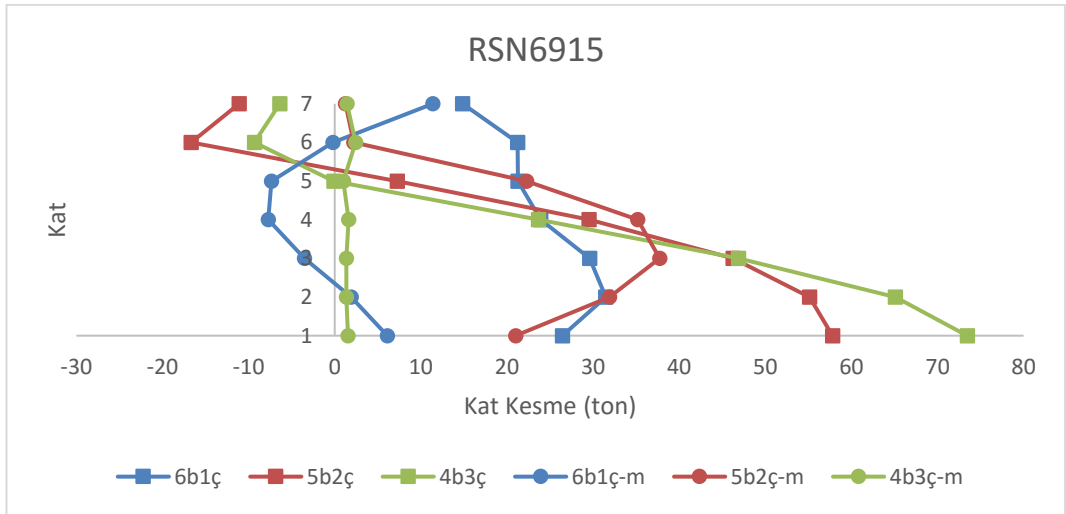
Şekil 4.94: 7 katlı karma çerçevelerin RSN5474 ivme kaydı altında kat kesme kuvvetleri



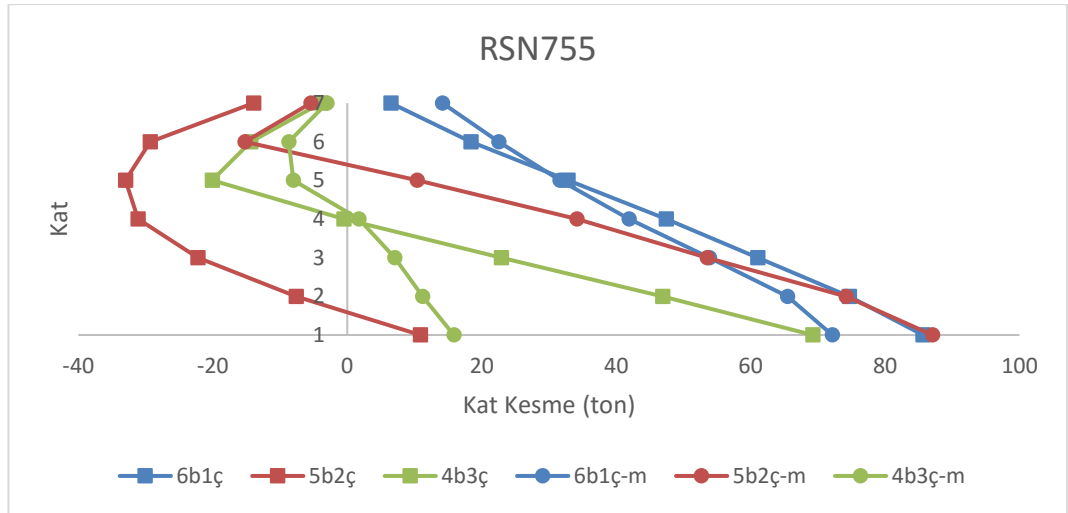
Şekil 4.95: 7 katlı karma çerçevelerin RSN548 ivme kaydı altında kat kesme kuvvetleri



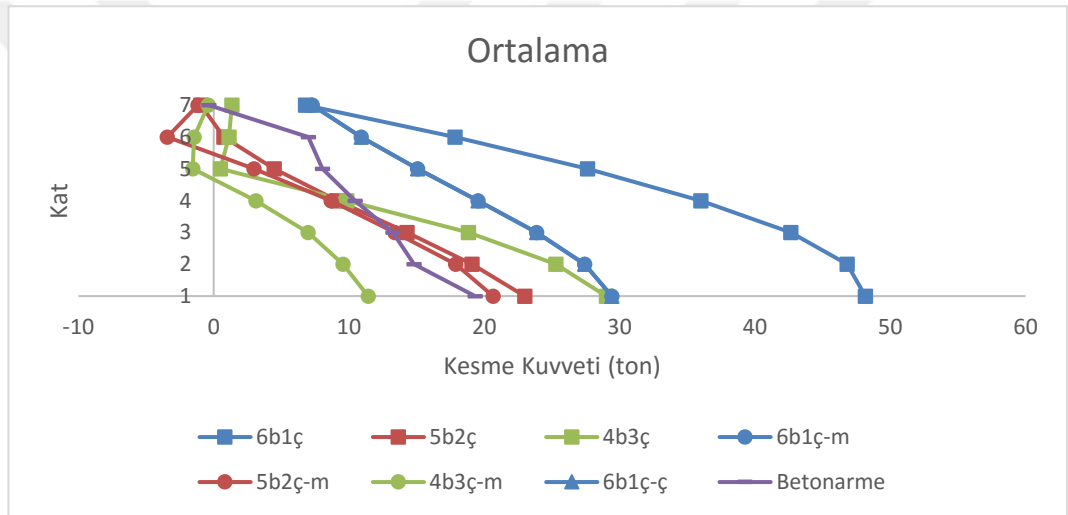
Şekil 4.96: 7 katlı karma çerçevelerin RSN57 ivme kaydı altında kat kesme kuvvetleri



Şekil 4.97: 7 katlı karma çerçevelerin RSN6915 ivme kaydı altında kat kesme kuvvetleri



Şekil 4.98: 7 katlı karma çerçevelerin RSN755 ivme kaydı altında kat kesme kuvvetleri



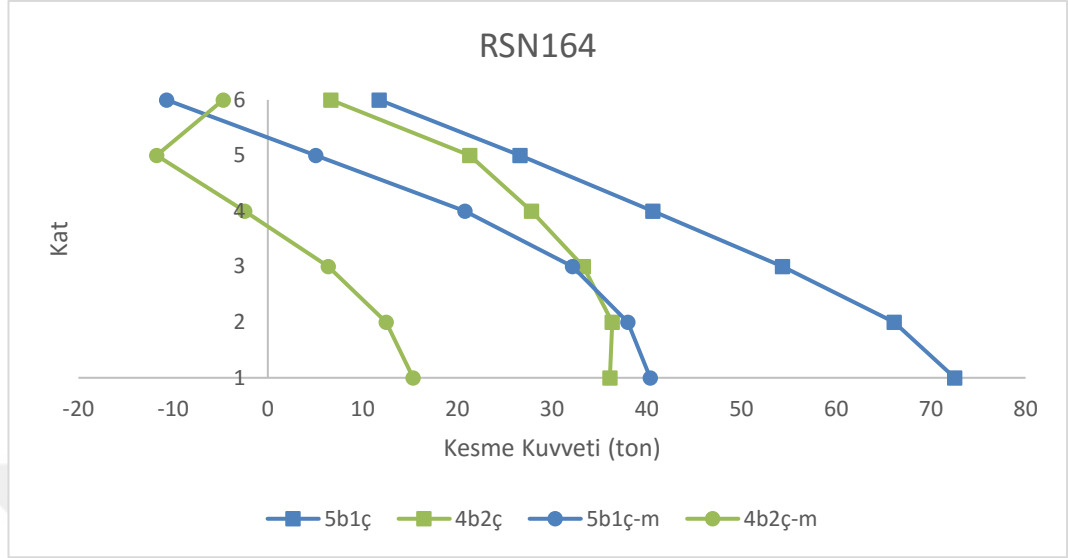
Şekil 4.99: 7 katlı karma çerçevelerin ivme kayıtlarının ortalama kat kesme kuvvetleri

4.4.2 6 Katlı Karma Çerçevelerin İvme Kayıtları Altındaki Kat Kesme Kuvvetleri

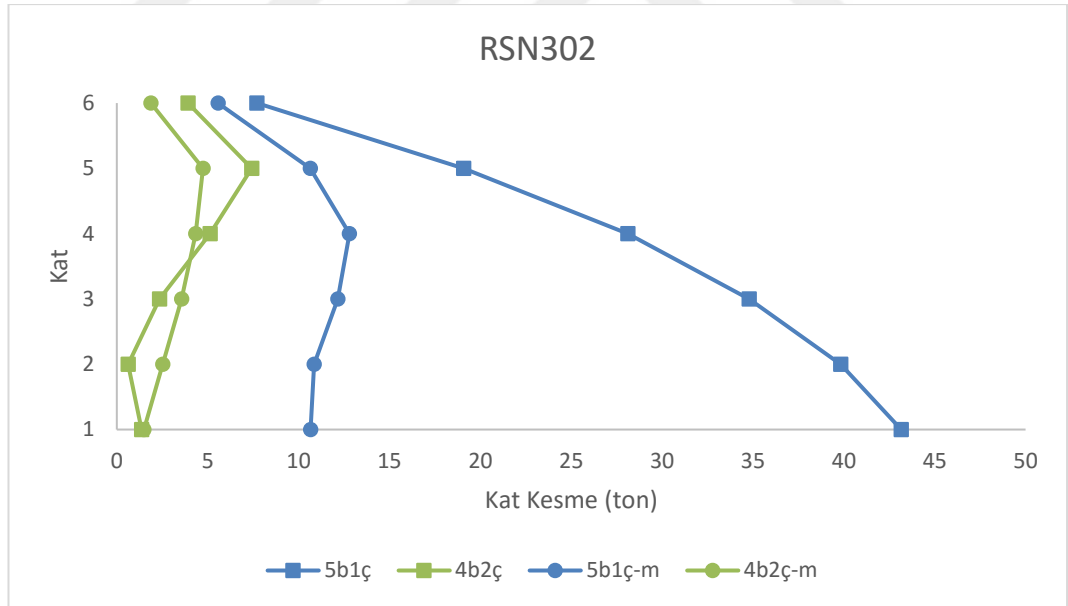
6 katlı karma çerçevelerin her bir ivme kaydı altında maksimum çatı deplasmanı anındaki kat kesme kuvvetleri Şekil 4.100-4.110 arası verilmiştir. Ortalama kat deplasmanları ise Şekil 4.111’de verilmiştir.

Kat kesme kuvvetleri karşılaştırıldığında genel anlamda çelik kat sayısı arttıkça davranışın birinci moddan farklılaştığı görülmüştür. Mafsallı bağlantıların

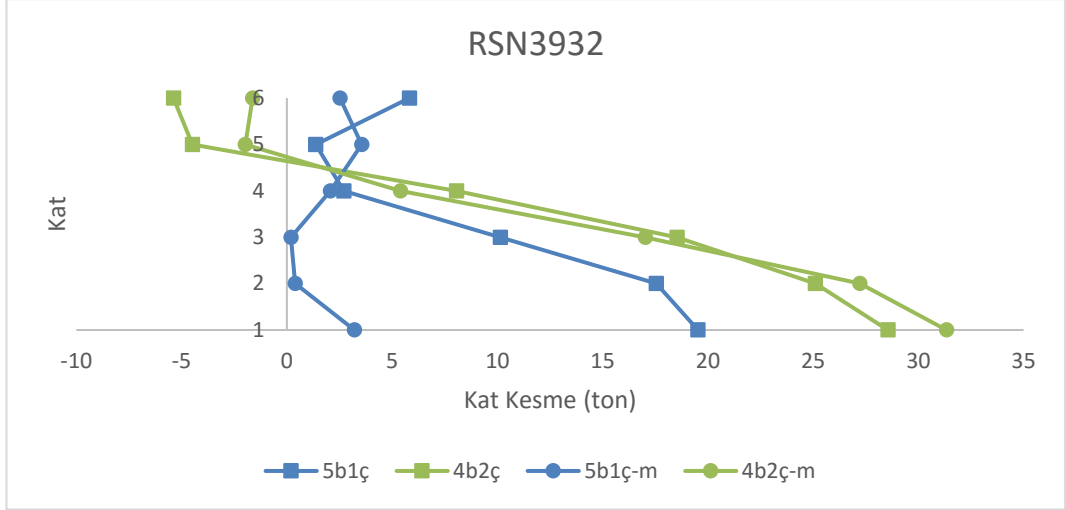
betonarme çerçeveyi daha az zorlayıp, betonarme çerçeveye daha az zorlandığı görülmüştür.



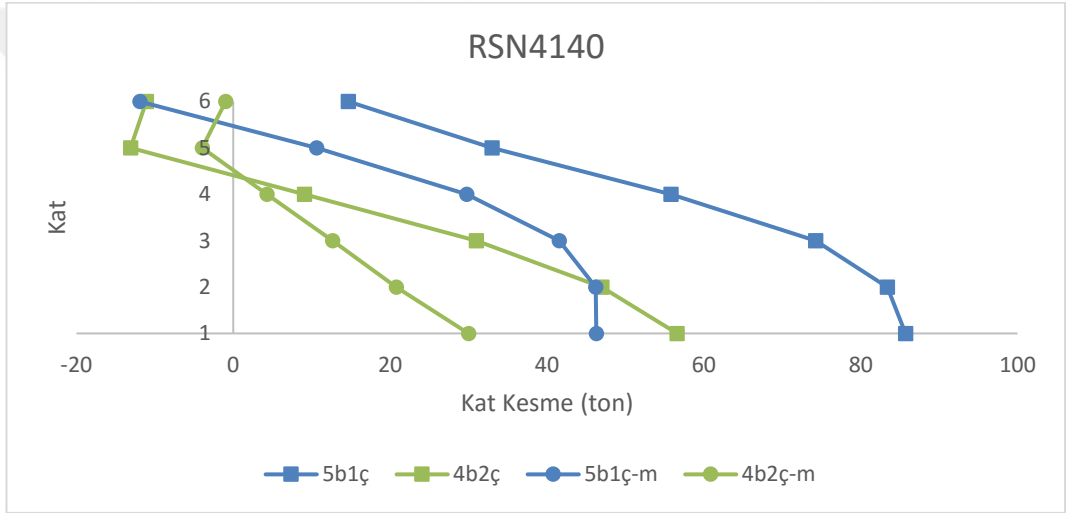
Şekil 4.100: 6 katlı karma çerçevelerin RSN164 ivme kaydı altında kat kesme kuvvetleri



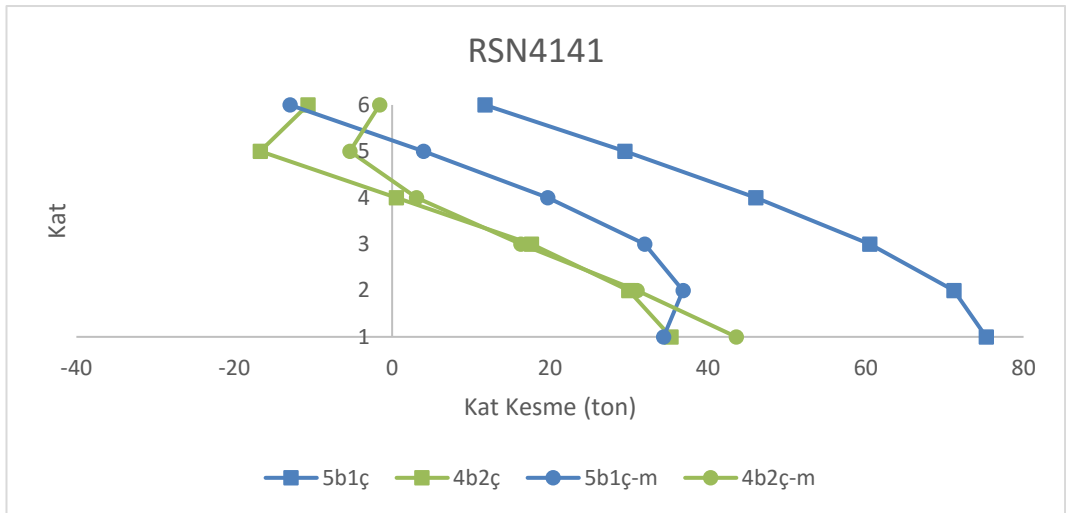
Şekil 4.101: 6 katlı karma çerçevelerin RSN302 ivme kaydı altında kat kesme kuvvetleri



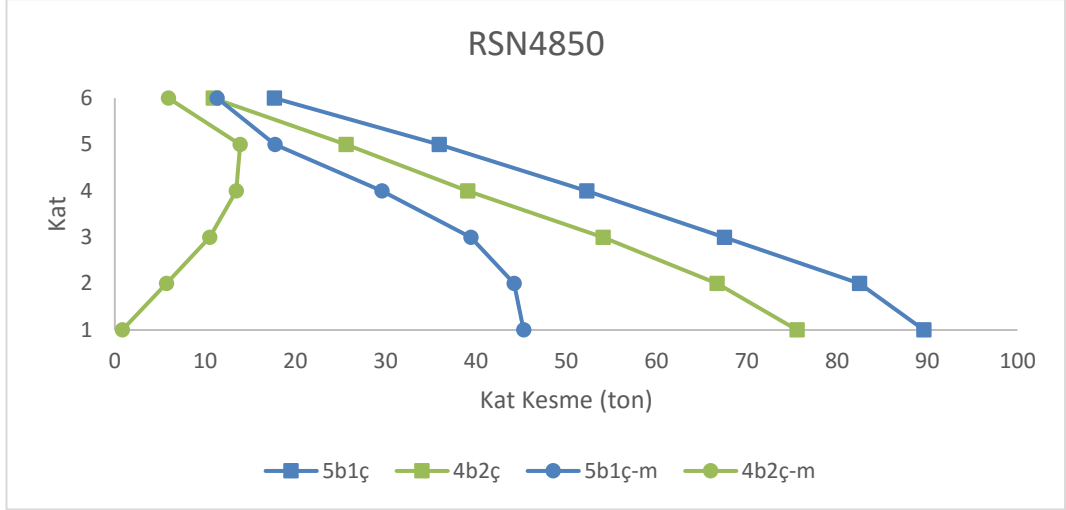
Şekil 4.102: 6 katlı karma çerçevelerin RSN3932 ivme kaydı altında kat kesme kuvvetleri



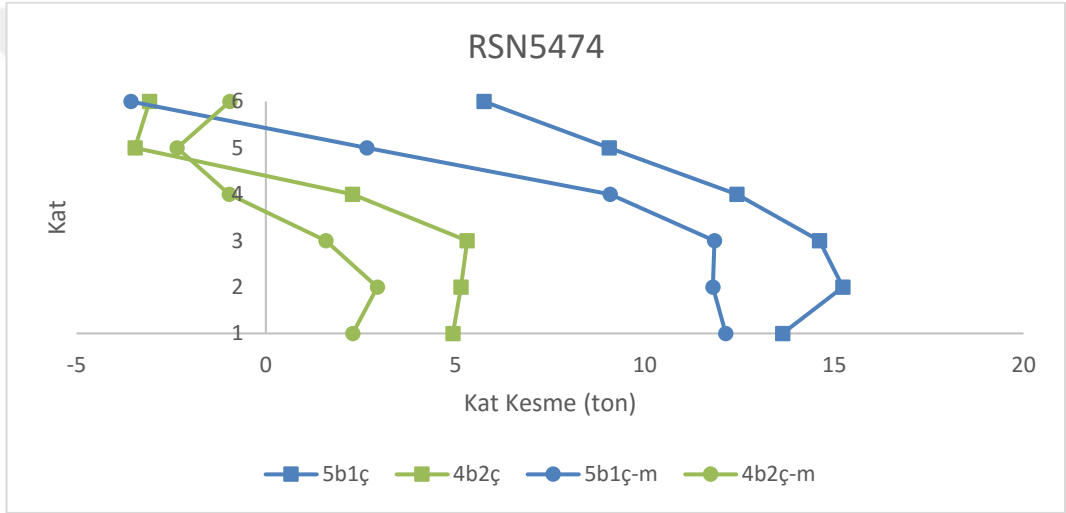
Şekil 4.103: 6 katlı karma çerçevelerin RSN4140 ivme kaydı altında kat kesme kuvvetleri



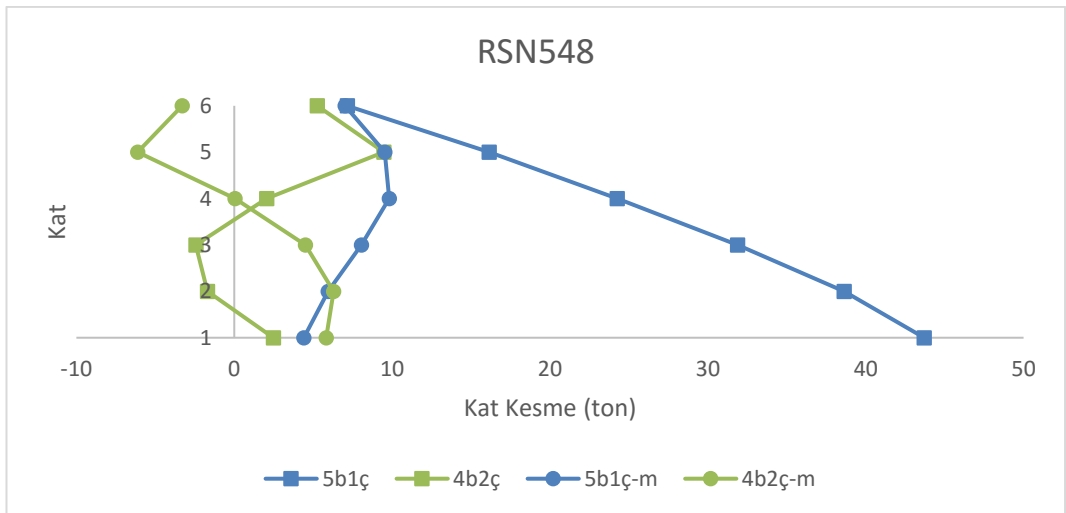
Şekil 4.104: 6 katlı karma çerçevelerin RSN4141 ivme kaydı altında kat kesme kuvvetleri



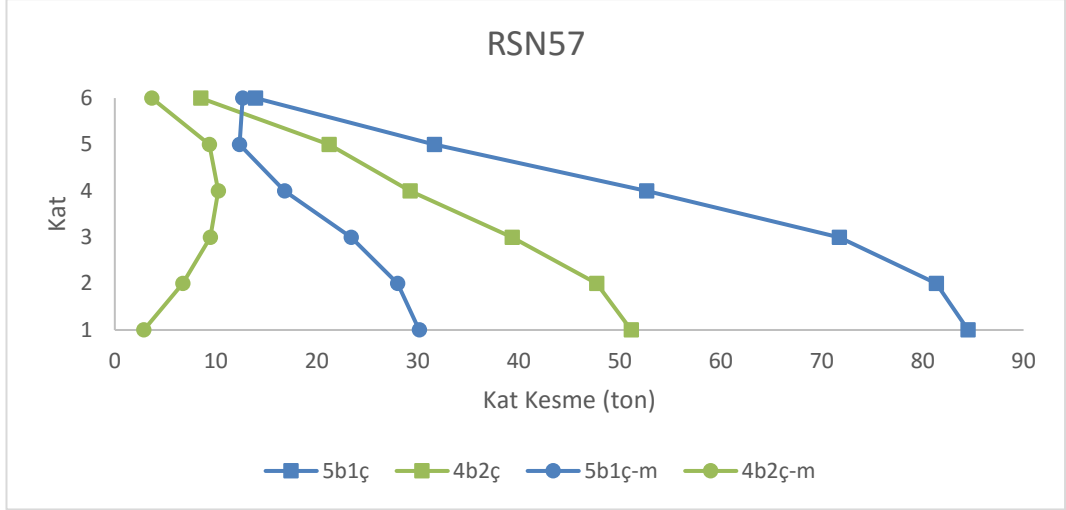
Şekil 4.105: 6 katlı karma çerçevelerin RSN4850 ivme kaydı altında kat kesme kuvvetleri



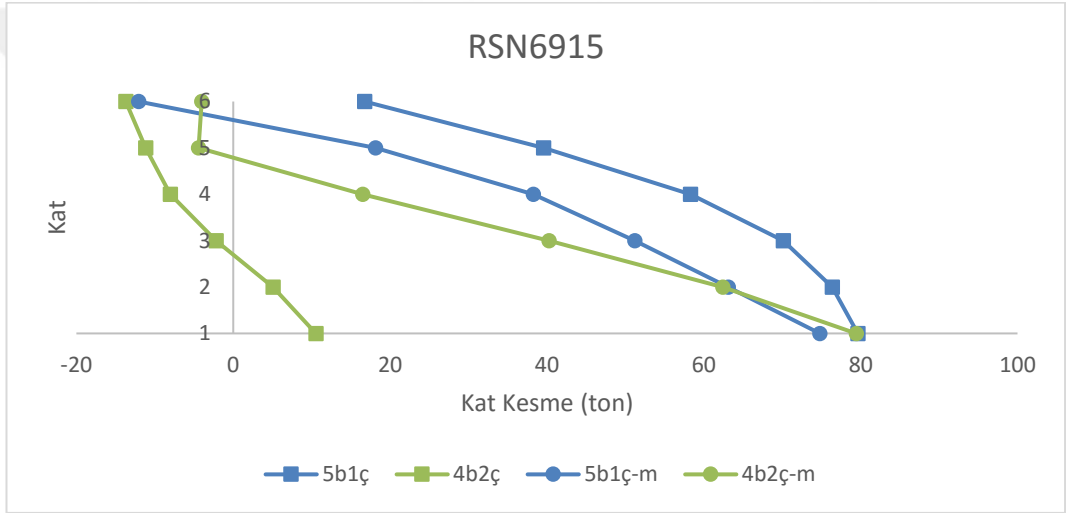
Şekil 4.106: 6 katlı karma çerçevelerin RSN5474 ivme kaydı altında kat kesme kuvvetleri



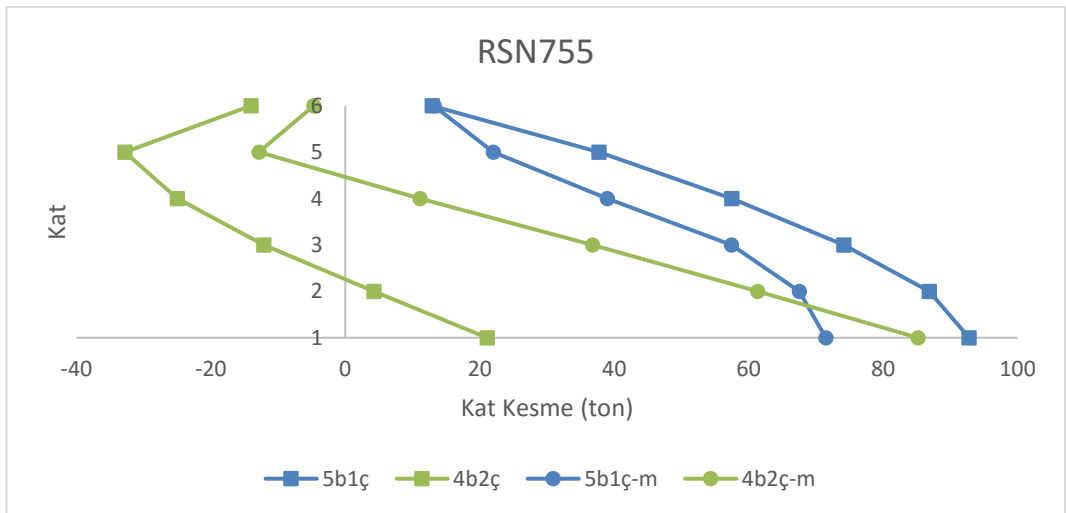
Şekil 4.107: 6 katlı karma çerçevelerin RSN548 ivme kaydı altında kat kesme kuvvetleri



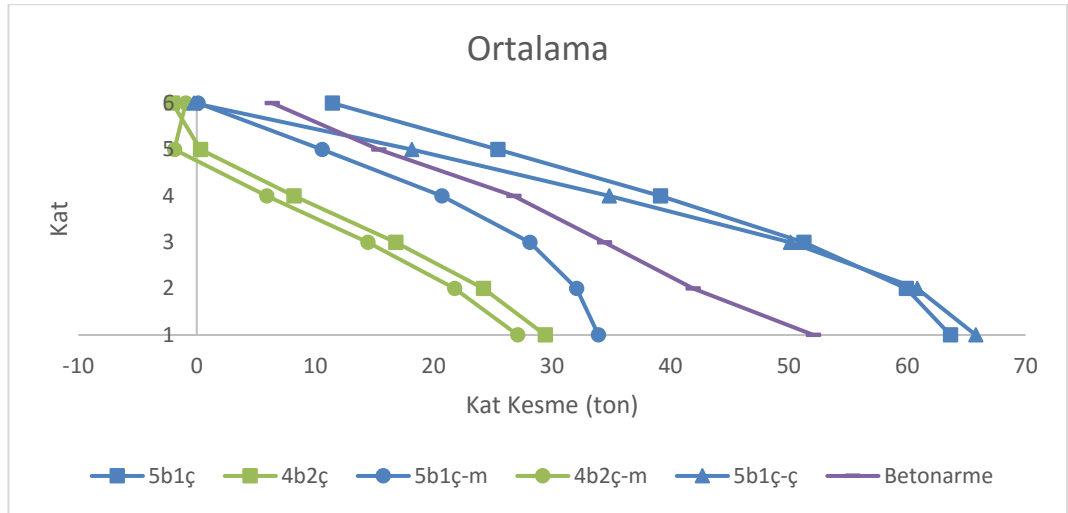
Şekil 4.108: 6 katlı karma çerçevelerin RSN57 ivme kaydı altında kat kesme kuvvetleri



Şekil 4.109: 6 katlı karma çerçevelerin RSN6915 ivme kaydı altında kat kesme kuvvetleri



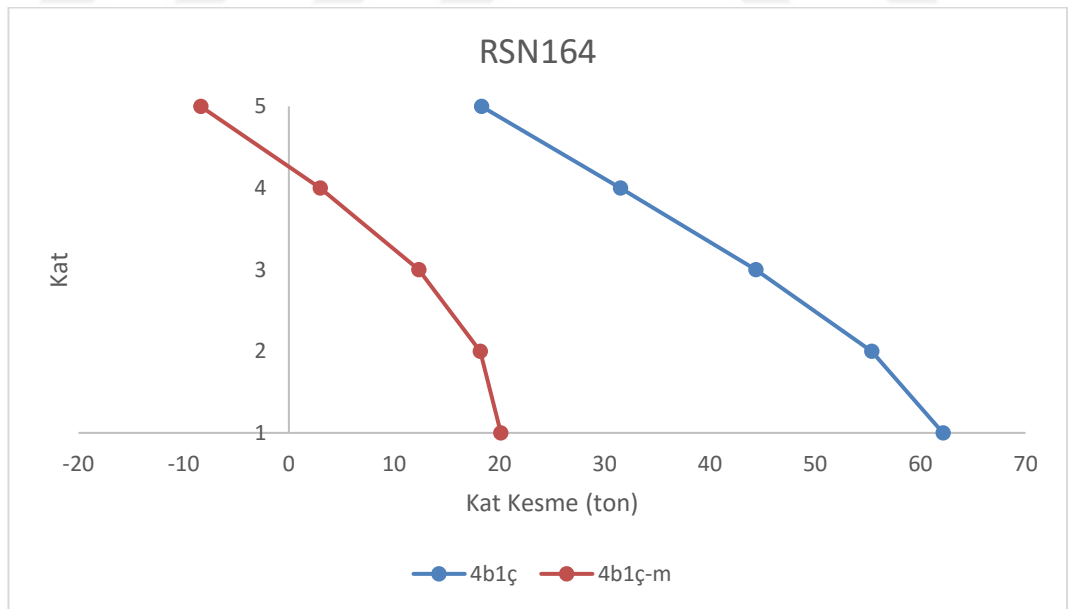
Şekil 4.110: 6 katlı karma çerçevelerin RSN755 ivme kaydı altında kat kesme kuvvetleri



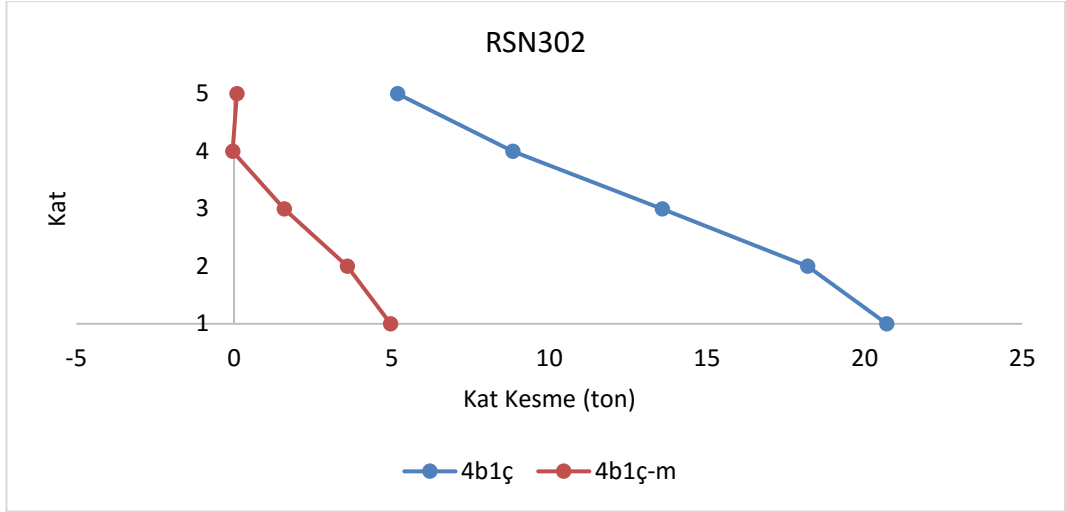
Şekil 4.111: 6 katlı karma çerçevelerin ivme kayıtlarının ortalama kat kesme kuvvetleri

4.4.3 5 Katlı Karma Çerçevelerin İvme Kayıtları Altında Kat Kesme Kuvvetleri

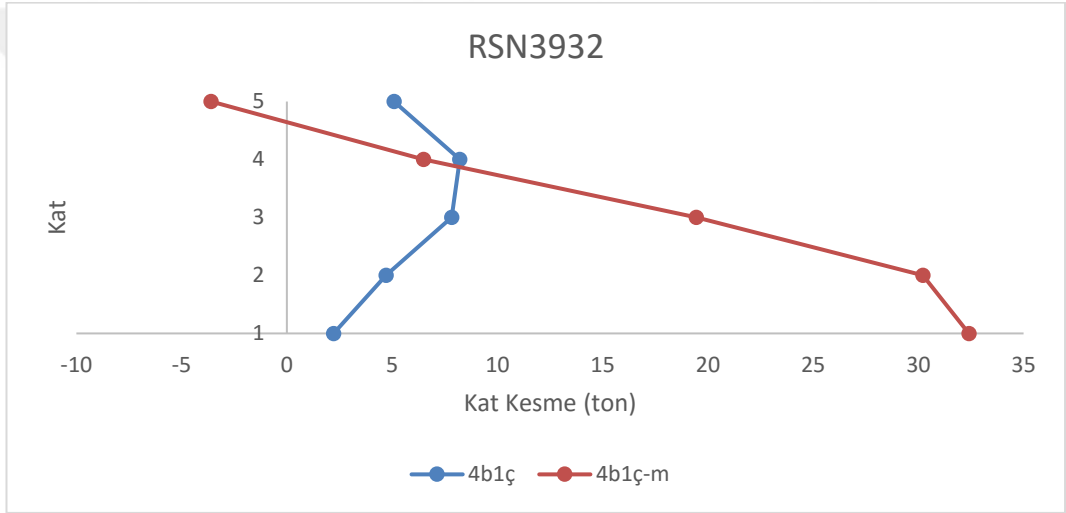
Mafsallı bağlantıların betonarme çerçeveyi daha az zorlayıp, betonarme çerçeveye daha az zorlandığı görülmüştür.



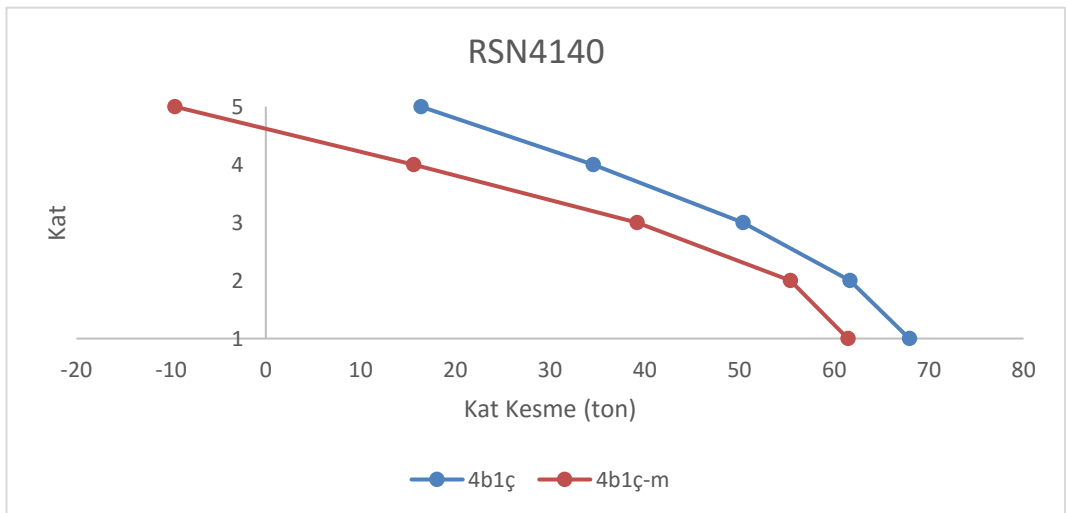
Şekil 4.112: 5 katlı karma çerçevelerin RSN164 ivme kaydı altında kat kesme kuvvetleri



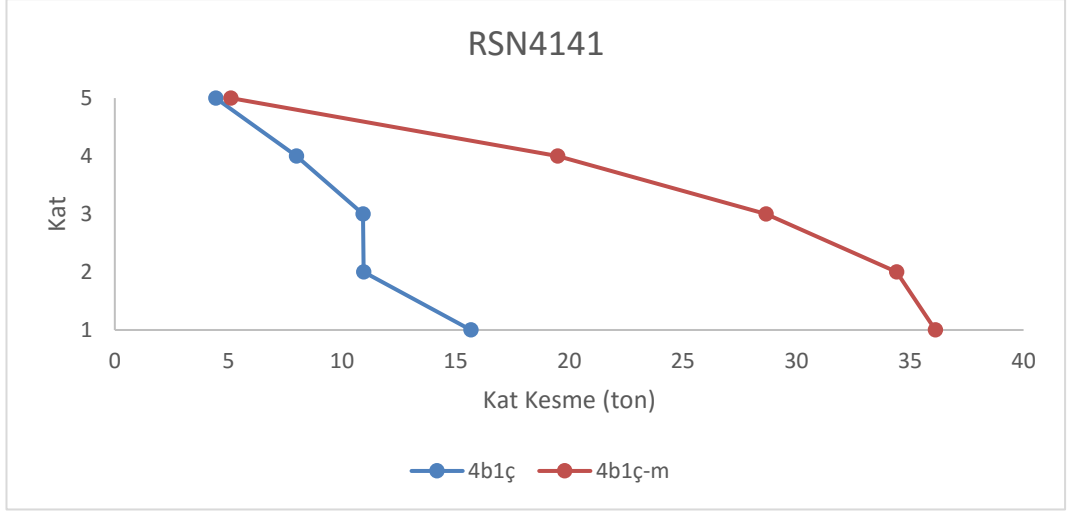
Şekil 4.113: 5 katlı karma çerçevelerin RSN302 ivme kaydı altında kat kesme kuvvetleri



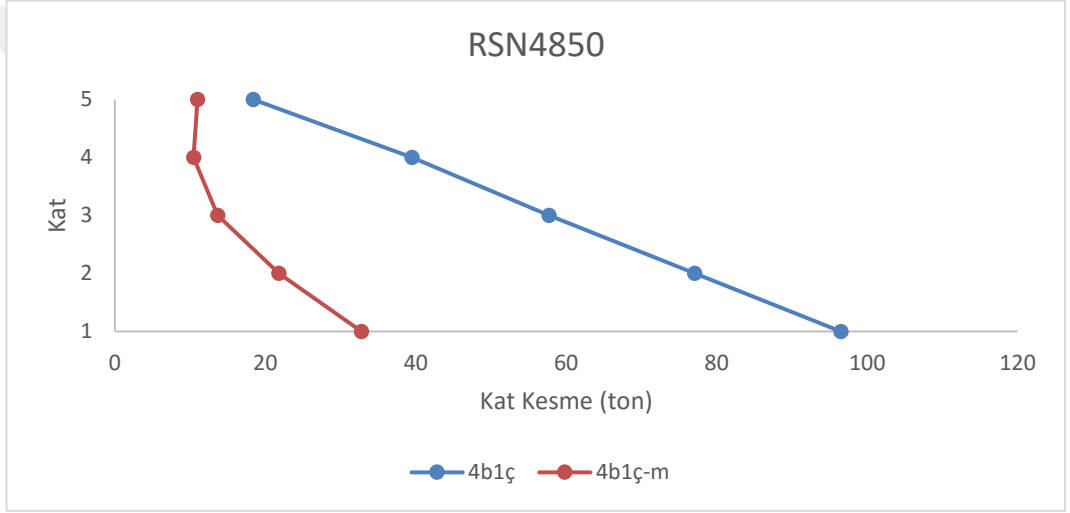
Şekil 4.114: 5 katlı karma çerçevelerin RSN3932 ivme kaydı altında kat kesme kuvvetleri



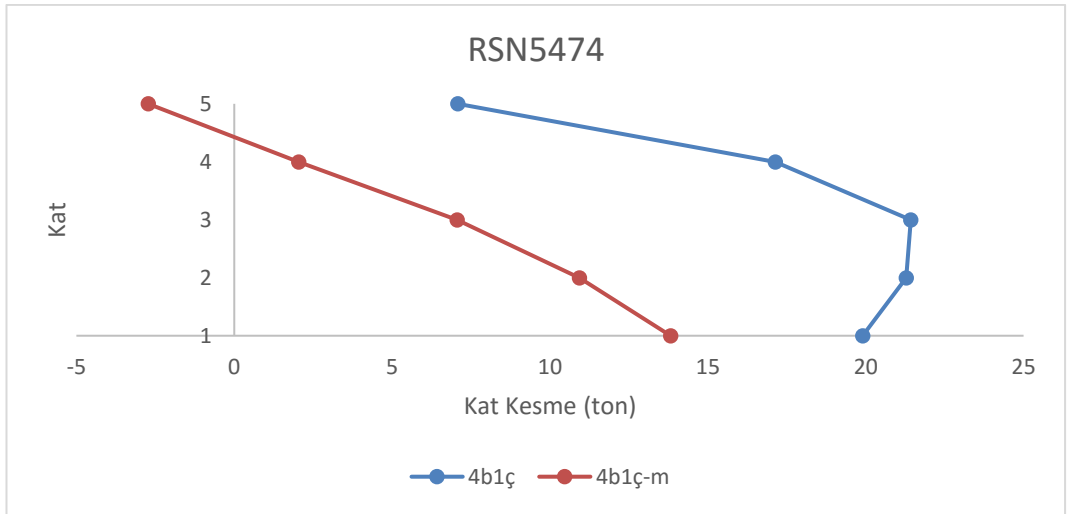
Şekil 4.115: 5 katlı karma çerçevelerin RSN4140 ivme kaydı altında kat kesme kuvvetleri



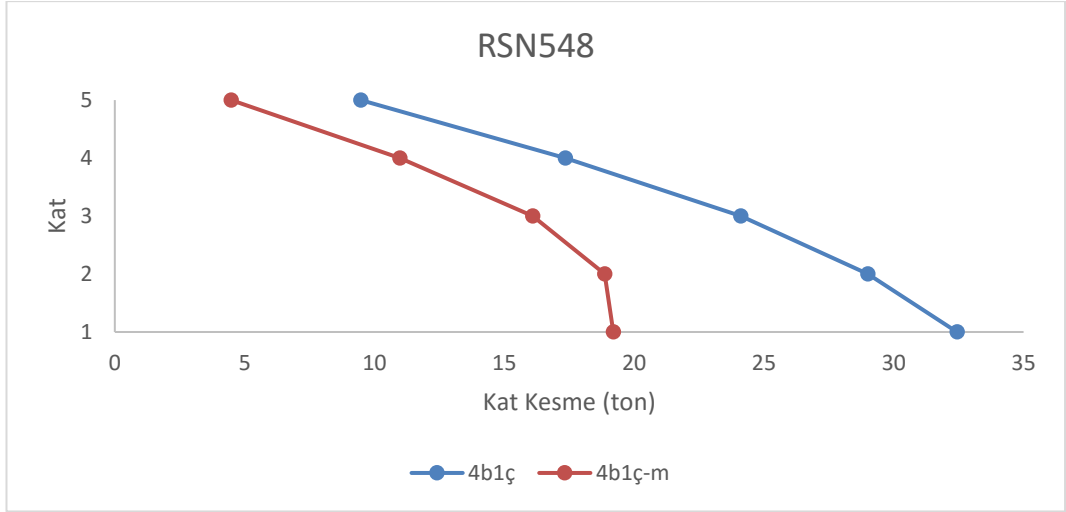
Şekil 4.116: 5 katlı karma çerçevelerin RSN4141 ivme kaydı altında kat kesme kuvvetleri



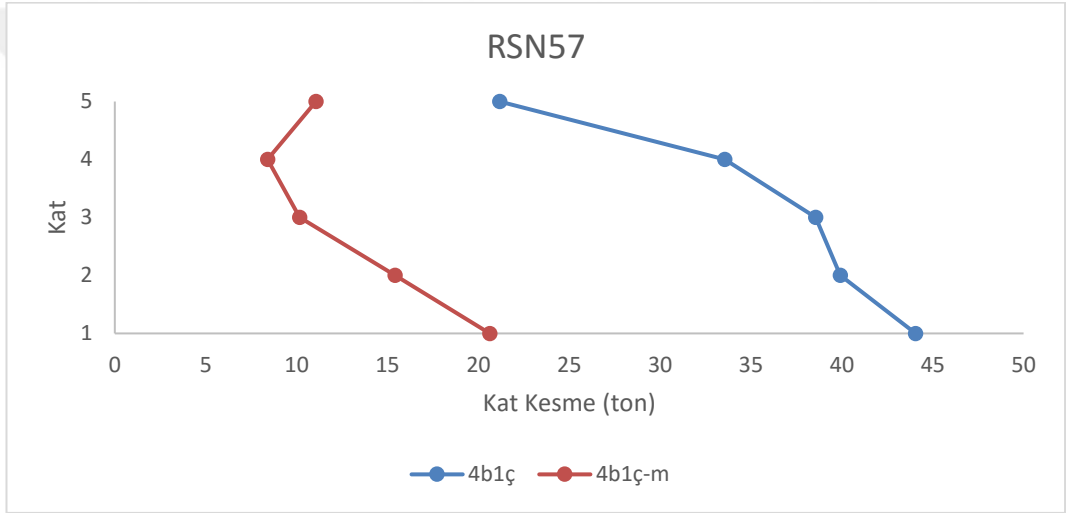
Şekil 4.117: 5 katlı karma çerçevelerin RSN4850 ivme kaydı altında kat kesme kuvvetleri



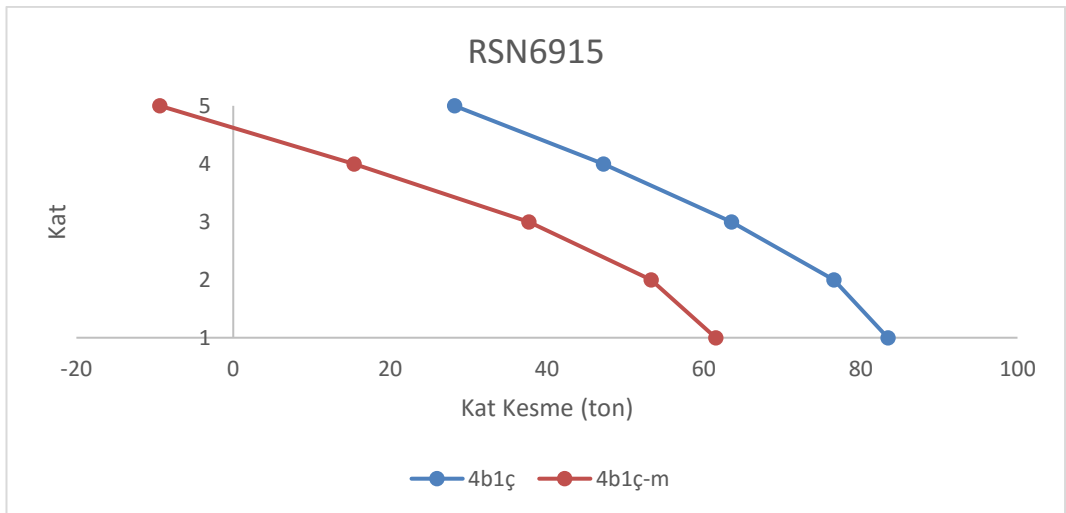
Şekil 4.118: 5 katlı karma çerçevelerin RSN5474 ivme kaydı altında kat kesme kuvvetleri



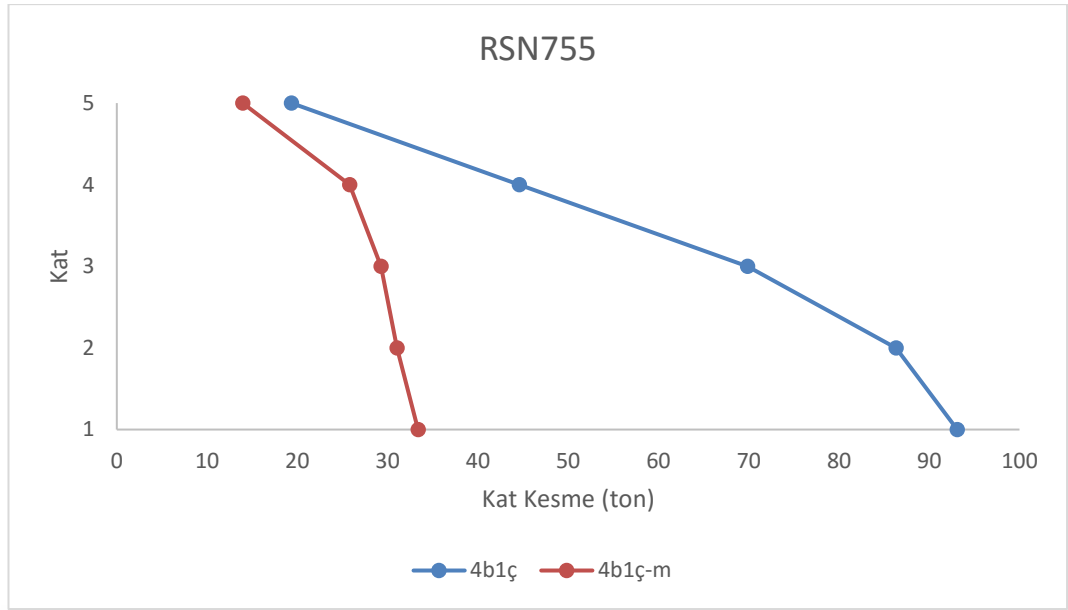
Şekil 4.119: 5 katlı karma çerçevelerin RSN548 ivme kaydı altında kat kesme kuvvetleri



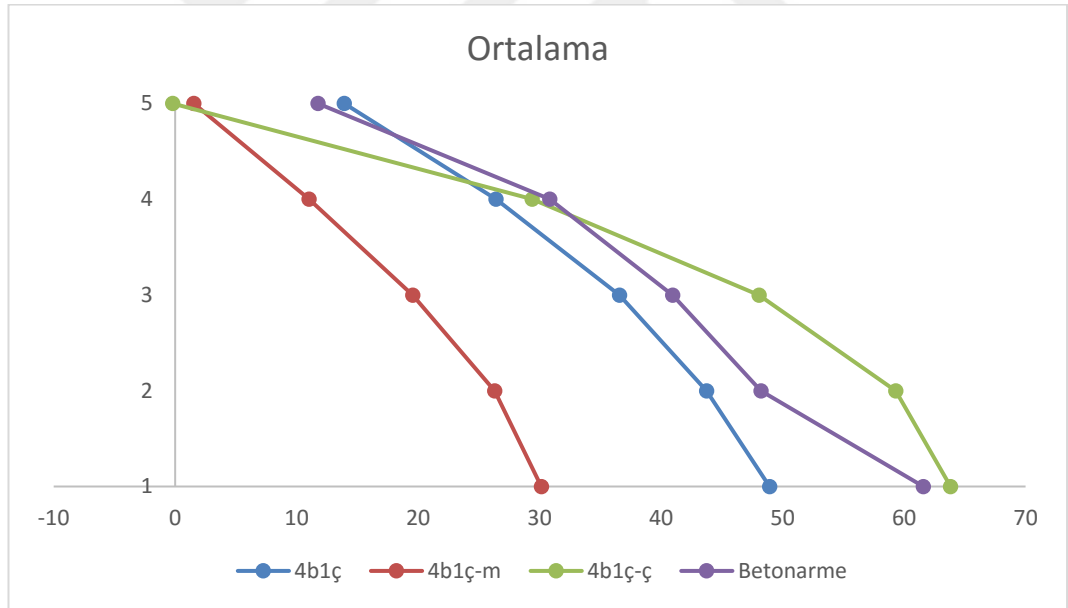
Şekil 4.120: 5 katlı karma çerçevelerin RSN57 ivme kaydı altında kat kesme kuvvetleri



Şekil 4.121: 5 katlı karma çerçevelerin RSN6915 ivme kaydı altında kat kesme kuvvetleri



Şekil 4.122: 5 katlı karma çerçevelerin RSN755 ivme kaydı altında kat kesme kuvvetleri



Şekil 4.123: 5 katlı karma çerçevelerin ivme kayıtlarının ortalama kat kesme kuvvetleri

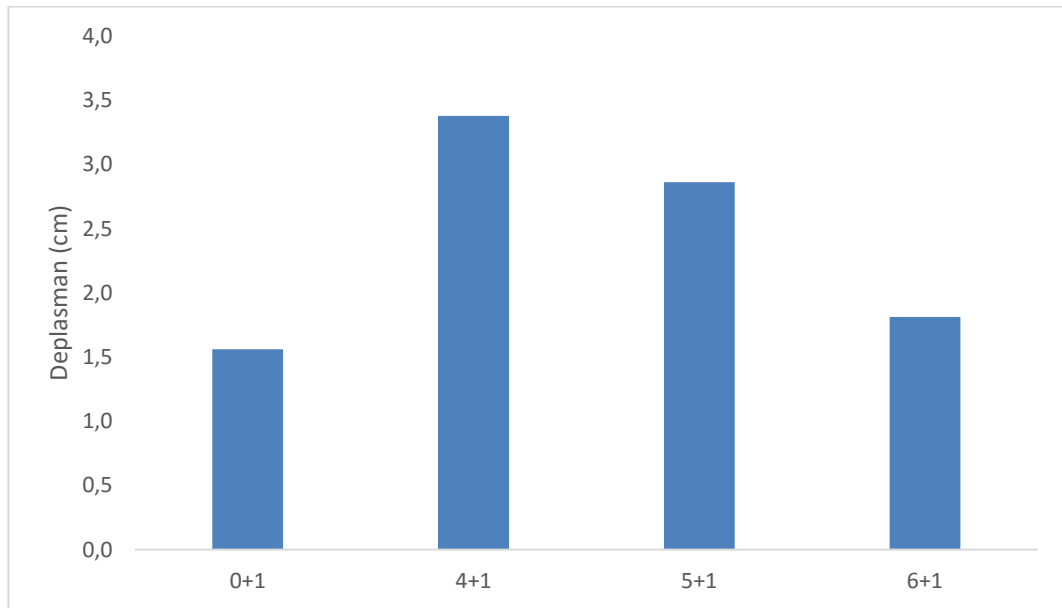
4.5 Aynı Çelik Kat Sayısına Sahip Modellerin Karşılaştırılması

4.5.1 Tek Katın Çelik Olması Durumu

Çalışmada kullanılan modellerde yalın halde tasarımı yapılan tek kat çelik çerçeve 4 katlı, 5 katlı ve 6 katlı betonarme çerçeve üzerine kat olarak eklenmiştir. Tek kat çelik çerçeve ile betonarme çerçeve üzerine eklenen çelik çerçevelerin yaptığı ortalama deplasman ve bu çelik katlarda meydana gelen ortalama kesme kuvvetleri karşılaştırılmıştır. Karma çerçevelerin son katlarının ve yalın çelik çerçevenin yaptığı deplasmanlar cm cinsinden Tablo 4.46’da verilmiştir. Deplasmanlar Şekil 4.124’te karşılaştırılmıştır. Karma çerçevelerin son katlarının ve yalın çelik çerçevenin kat kesme kuvvetleri ton cinsinden Tablo 4.47’de verilmiştir. Kat kesme kuvvetleri Şekil 4.125’te karşılaştırılmıştır.

Tablo 4.46: Tek katın çelik olması durumunda ortalama deplasman değerleri

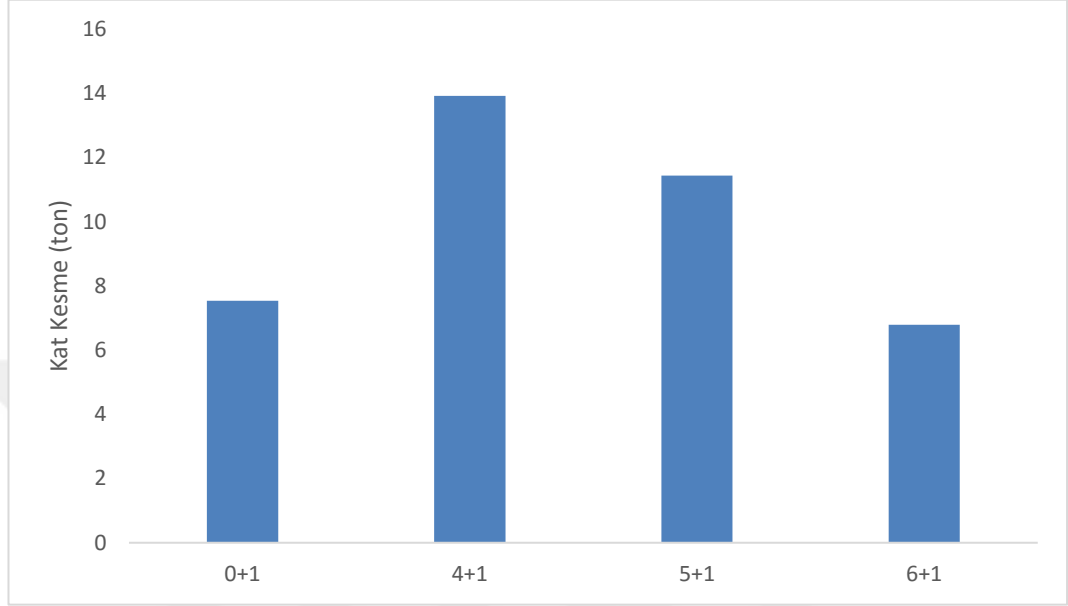
	0+1	4+1	5+1	6+1
Kat	Deplasman (cm)			
1	1.560	3.376	2.860	1.811



Şekil 4.124: Tek katın çelik olması durumunda son kat ortalama deplasmanlarının karşılaştırılması

Tablo 4.47: Tek katın çelik olması durumunda ortalama kat kesme kuvvetleri

	0+1	4+1	5+1	6+1
Kat	Kat Kesme (ton)			
1	7.538	13.915	11.441	6.790



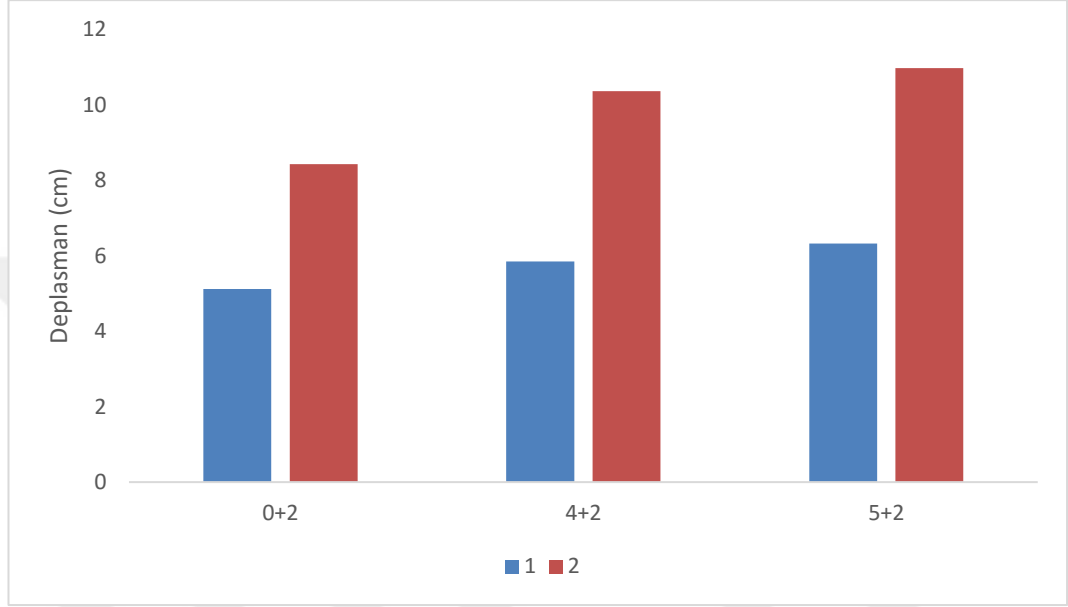
Şekil 4.125: Tek katın çelik olması durumunda ortalama kat kesme kuvvetlerinin karşılaştırılması

4.5.2 İki Katın Çelik Olması Durumu

Çalışmada kullanılan modellerde yalın halde tasarımı yapılan iki kat çelik çerçeve 4 katlı ve 5 katlı betonarme çerçeve üzerine kat olarak eklenmiştir. İki kat çelik çerçeve ile betonarme çerçeve üzerine eklenen çelik çerçevelerin yaptığı deplasman ve bu çelik katlarda meydana gelen kesme kuvvetleri karşılaştırılmıştır. Karma çerçevelerin son iki katının ve yalın çelik çerçevenin yaptığı ortalama deplasmanlar cm cinsinden Tablo 4.48’de verilmiştir. Deplasmanlar Şekil 4.126’da karşılaştırılmıştır. Karma çerçevelerin son iki katının ve yalın çelik çerçevenin ortalama kat kesme kuvvetleri ton cinsinden Tablo 4.49’da verilmiştir. Kat kesme kuvvetleri Şekil 4.127’de karşılaştırılmıştır.

Tablo 4.48: İki katın çelik olması durumunda ortalama deplasman değerleri

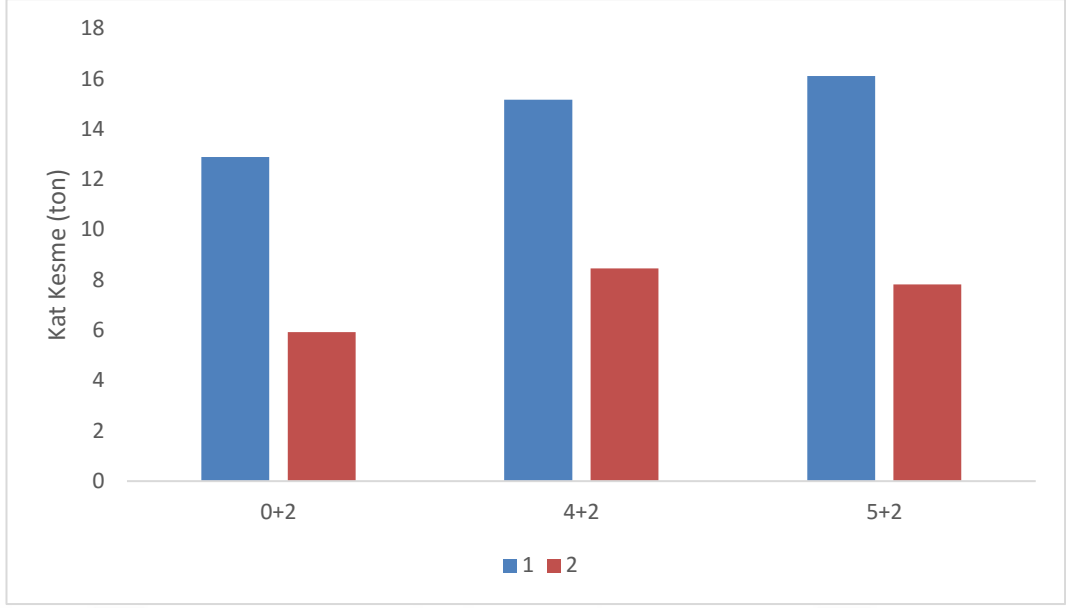
	0+2	4+2	5+2
Kat	Deplasman (cm)		
1	5.120	5.846	6.327
2	8.427	10.364	10.972



Şekil 4.126: İki katın çelik olması durumunda son katların ortalama deplasmanlarının karşılaştırılması

Tablo 4.49: İki katın çelik olması durumunda ortalama kat kesme kuvvetleri

	0+2	4+2	5+2
Kat	Kat Kesme (ton)		
1	12.886	15.164	16.112
2	5.922	8.463	7.828



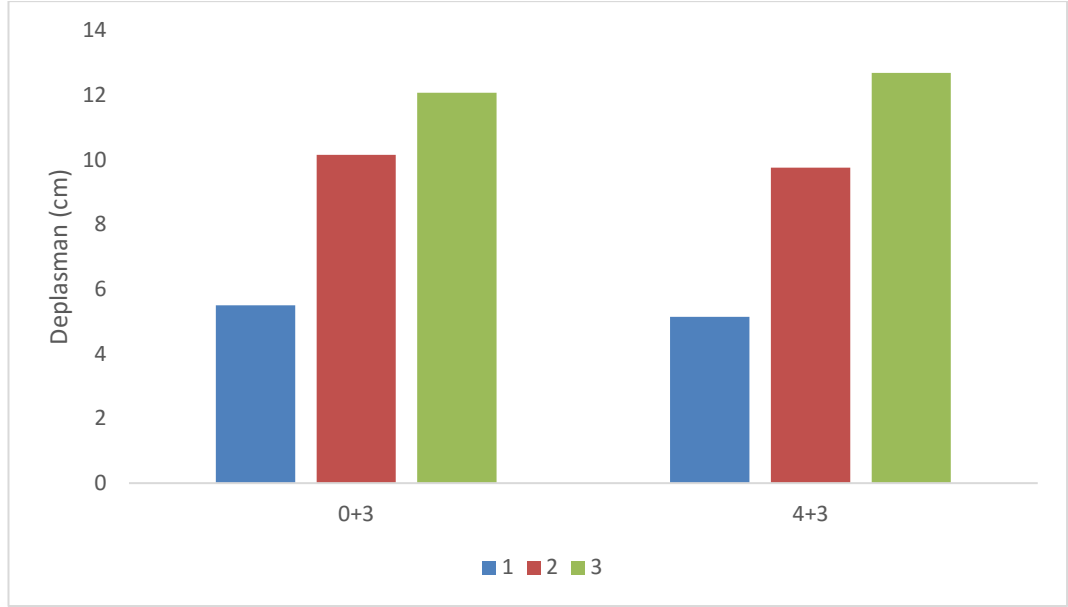
Şekil 4.127: İki katın çelik olması durumunda ortalama kat kesme kuvvetlerinin karşılaştırılması

4.5.3 Üç Katın Çelik Olması Durumu

Çalışmada kullanılan modellerde yalın halde tasarımı yapılan üç kat çelik çerçeve 4 katlı betonarme çerçeve üzerine kat olarak eklenmiştir. Üç kat çelik çerçeveler ile betonarme çerçeve üzerine eklenen çelik çerçevenin yaptığı deplasman ve bu çelik katlarda meydana gelen kesme kuvvetleri karşılaştırılmıştır. Karma çerçevenin son üç katının ve yalın çelik çerçevenin yaptığı ortalama deplasmanlar cm cinsinden Tablo 4.50’de verilmiştir. Deplasmanlar Şekil 4.128’de karşılaştırılmıştır. Karma çerçevenin son üç katının ve yalın çelik çerçevenin ortalama kat kesme kuvvetleri ton cinsinden Tablo 4.51’de verilmiştir. Kat kesme kuvvetleri Şekil 4.129’da karşılaştırılmıştır.

Tablo 4.50: Üç katın çelik olması durumunda ortalama deplasman değerleri

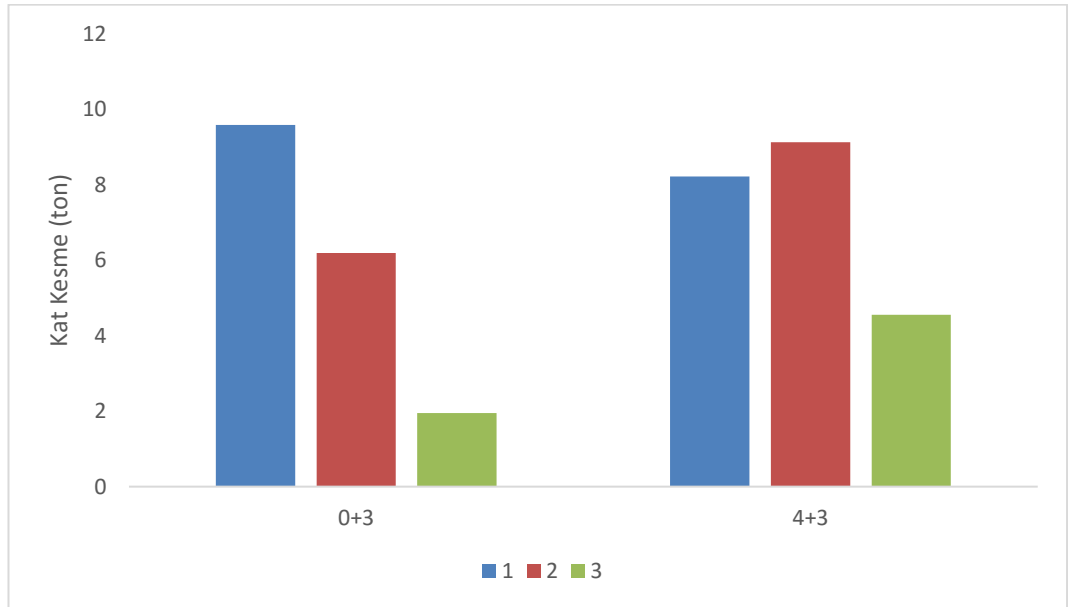
	0+3	4+3
Kat	Deplasman (cm)	
1	5.502	5.146
2	10.153	9.762
3	12.078	12.690



Şekil 4.128: Üç katın çelik olması durumunda son katların ortalama deplasmanlarının karşılaştırılması

Tablo 4.51: Üç katın çelik olması durumunda ortalama kat kesme kuvvetleri

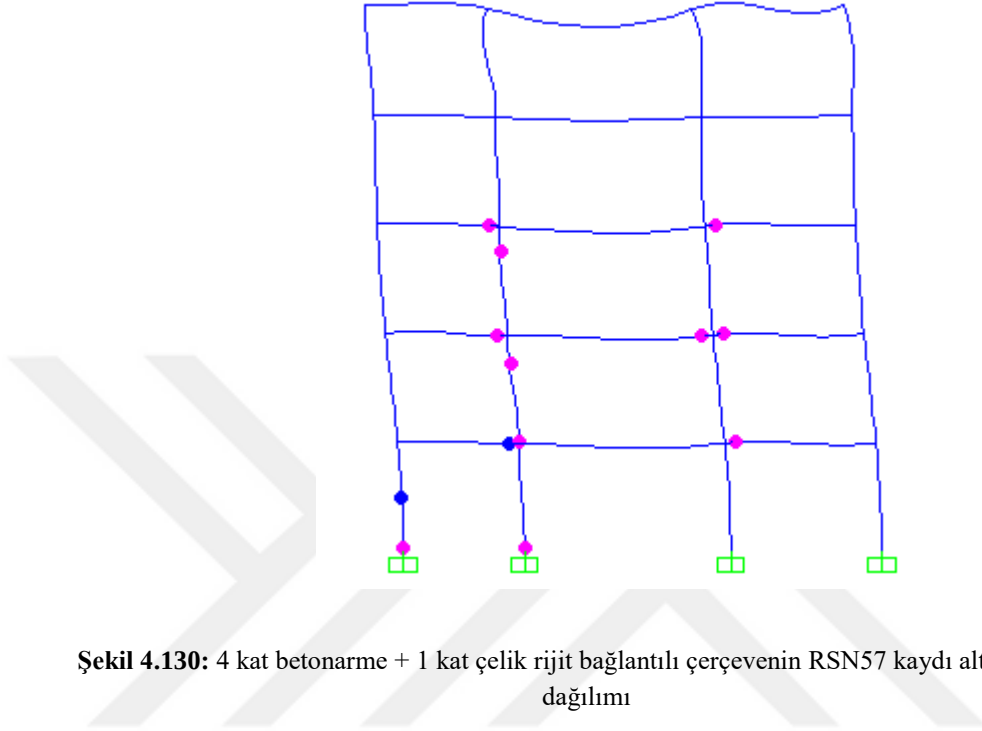
	0+3	4+3
Kat	Kat Kesme (ton)	
1	9.591	8.225
2	6.195	9.134
3	1.952	4.553



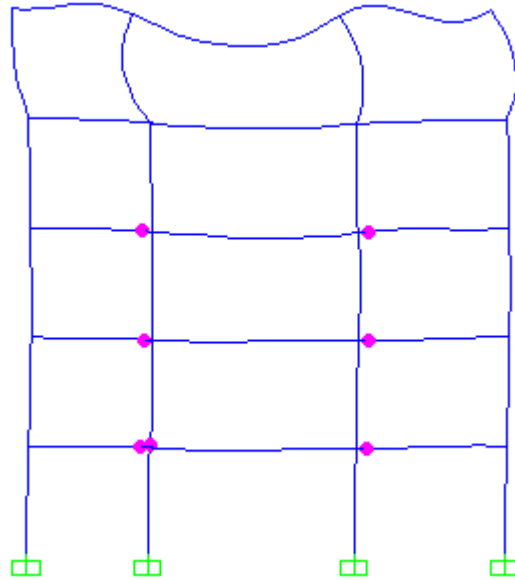
Şekil 4.129: Üç katın çelik olması durumunda ortalama kat kesme kuvvetlerinin karşılaştırılması

4.6 Çerçevelerin Hasar Dağılımları

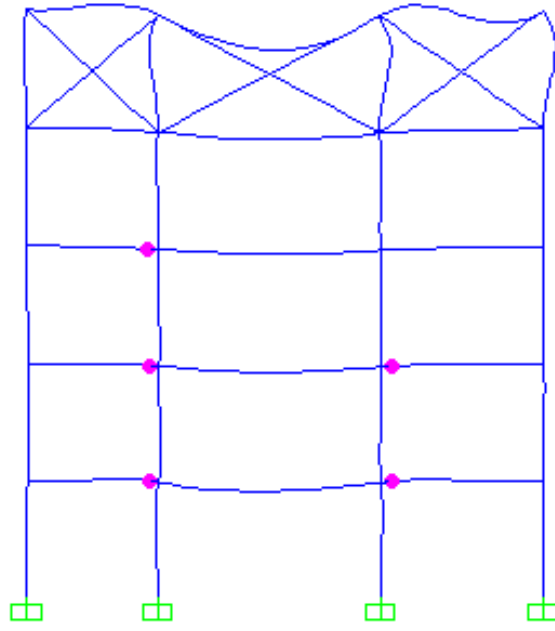
Çerçevelerin RSN57 ivme kaydı sonrası hasar dağılımları Şekil 4.130 – 4.144 arasında verilmiştir. Diğer ivme kayıtları için hasar dağılımları Ek A’da verilmiştir.



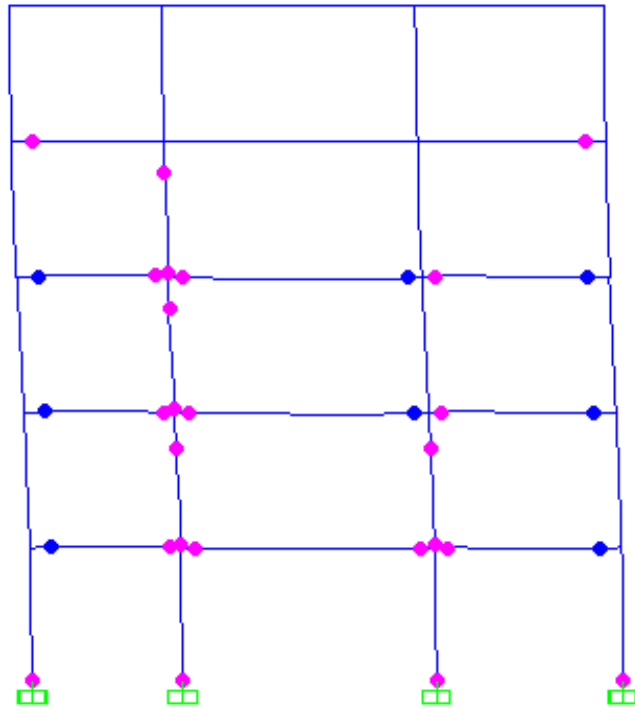
Şekil 4.130: 4 kat betonarme + 1 kat çelik rijit bağlantılı çerçevenin RSN57 kaydı altında hasar dağılımı



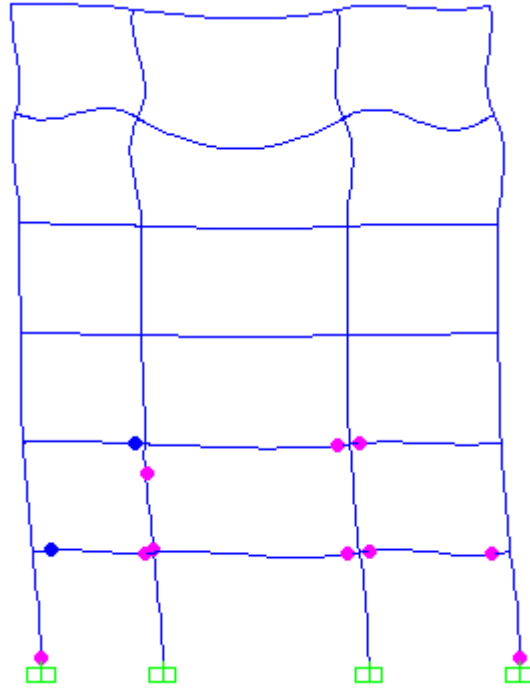
Şekil 4.131: 4 kat betonarme + 1 kat çelik mafsallı bağlantılı çerçevenin RSN57 kaydı altında hasar dağılımı



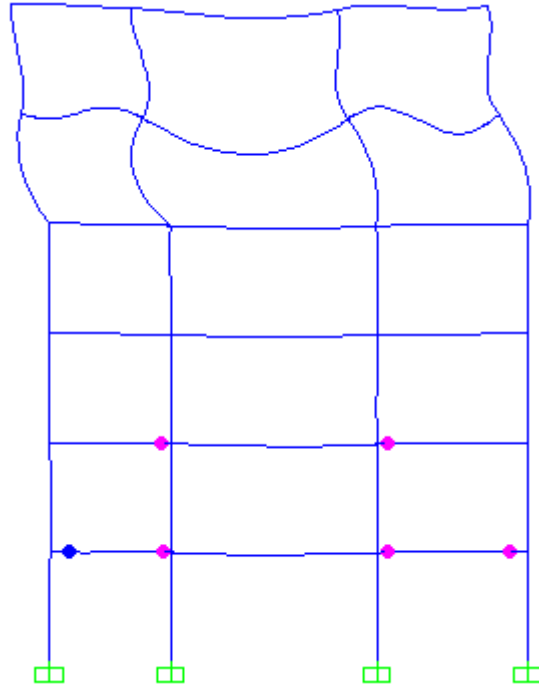
Şekil 4.132: 4 kat betonarme + 1 kat çaprazlı çelik çerçevenin RSN57 kaydı altında hasar dağılımı



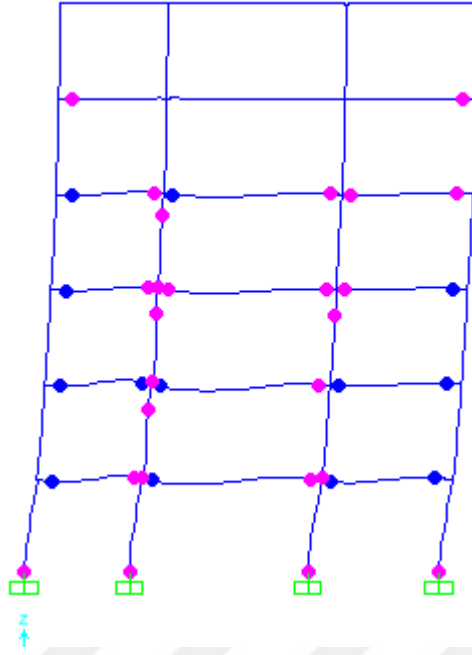
Şekil 4.133: 5 kat betonarme çerçevenin RSN57 kaydı altında hasar dağılımı



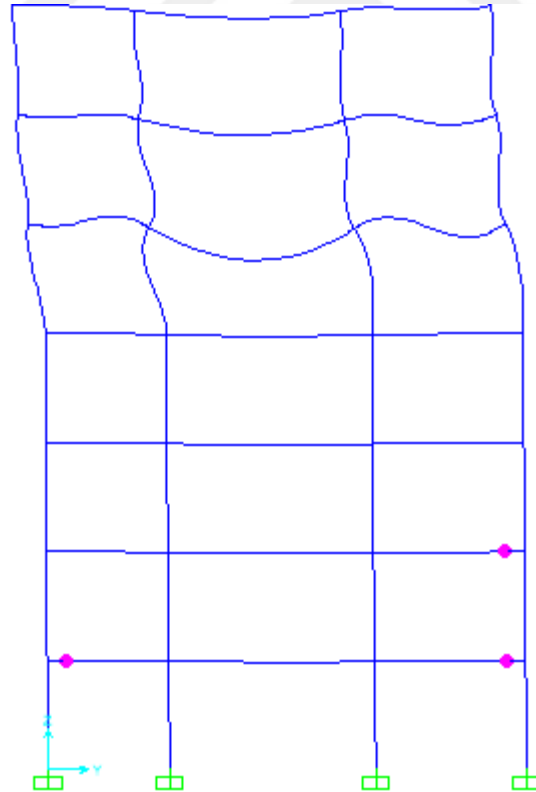
Şekil 4.134: 4 kat betonarme + 2 kat çelik rijit bağlantılı çerçevenin RSN57 kaydı altında hasar dağılımı



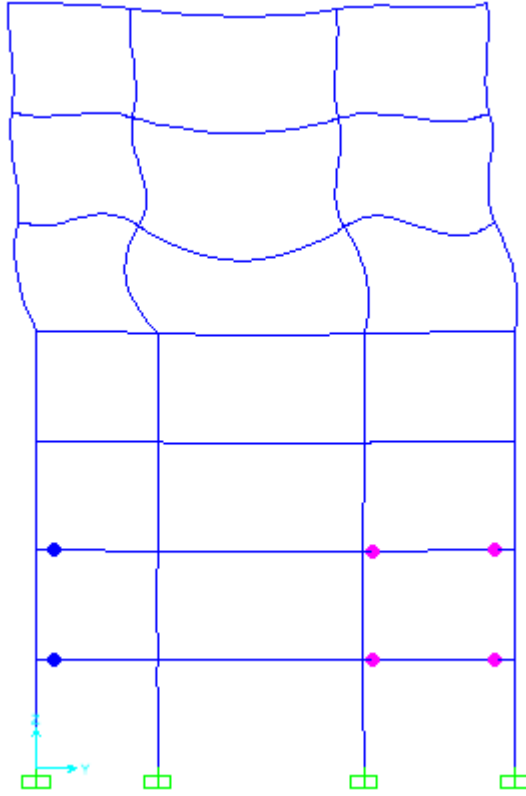
Şekil 4.135: 4 kat betonarme + 2 kat çelik mafsallı bağlantı çerçevenin RSN57 kaydı altında hasar dağılımı



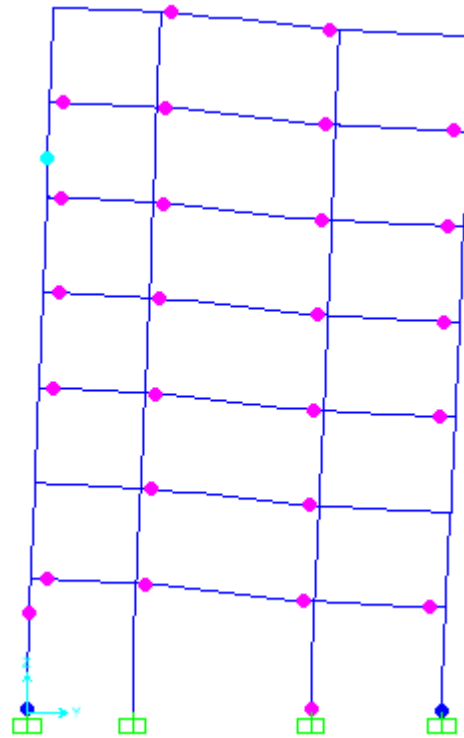
Şekil 4.136: 6 kat betonarme çerçevenin RSN57 kaydı altında hasar dağılımı



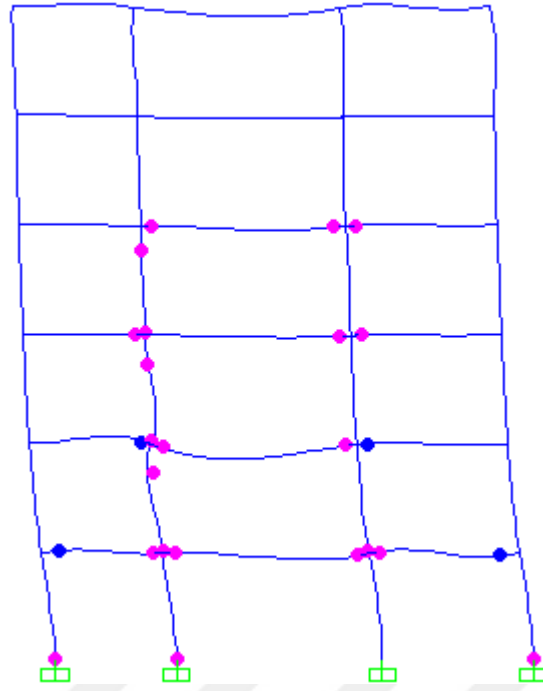
Şekil 4.137: 4 kat betonarme + 3 kat çelik rijit bağlantılı çerçevenin RSN57 kaydı altında hasar dağılımı



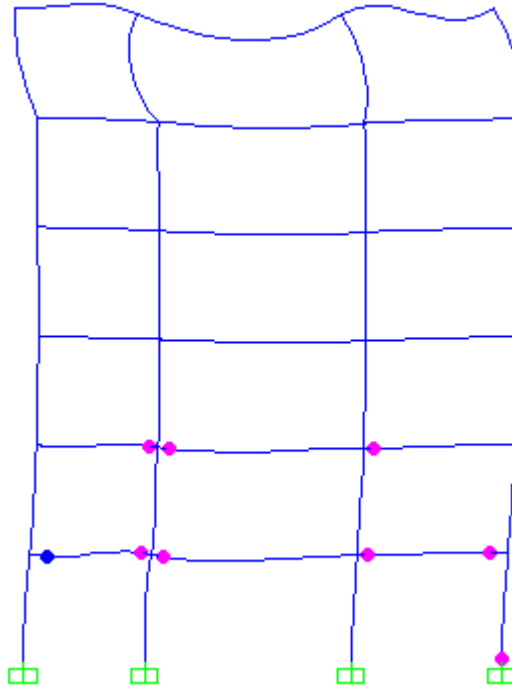
Şekil 4.138: 4 kat betonarme + 3 kat çelik mafsallı bağlantı çerçevesinin RSN57 kaydı altında hasar dağılımı



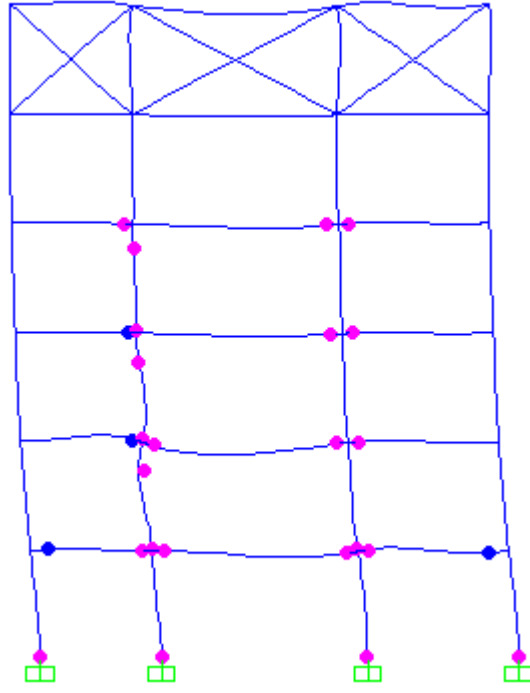
Şekil 4.139: 7 kat betonarme çerçevesinin RSN57 kaydı altında hasar dağılımı



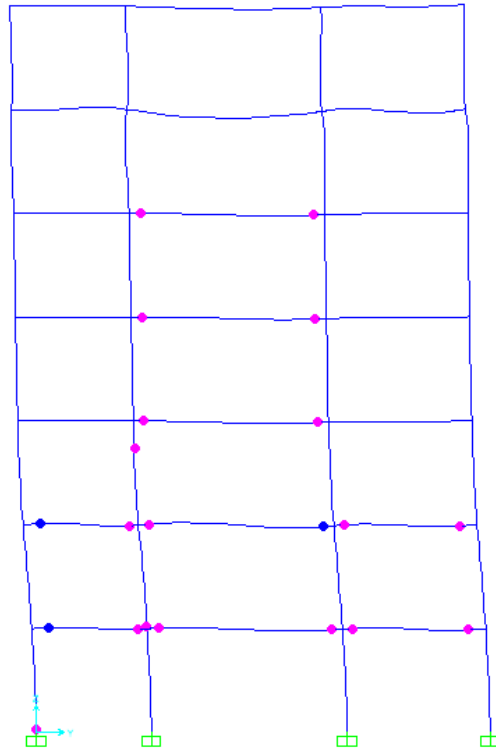
Şekil 4.140: 5 kat betonarme + 1 kat çelik rijit bağlantı çerçevenin RSN57 kaydı altında hasar dağılımı



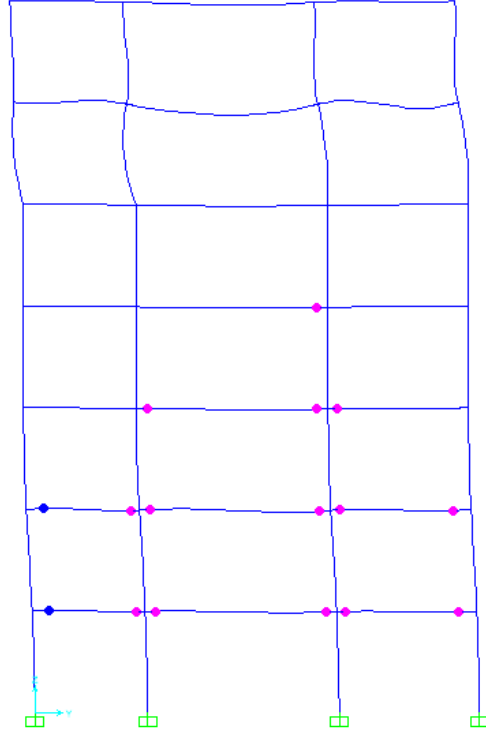
Şekil 4.141: 5 kat betonarme + 1 kat çelik mafsallı bağlantı çerçevenin RSN57 kaydı altında hasar dağılımı



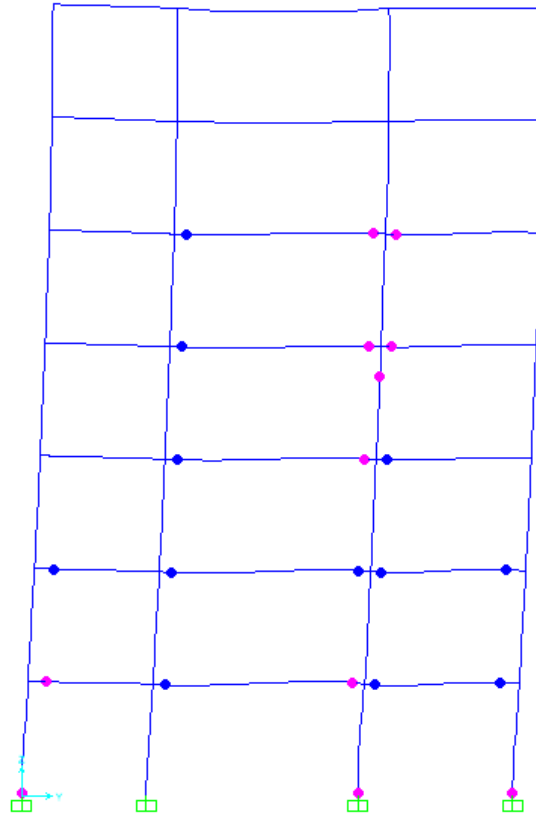
Şekil 4.142: 5 kat betonarme + 1 kat çaprazlı çelik çerçevenin RSN57 kaydı altında hasar dağılımı



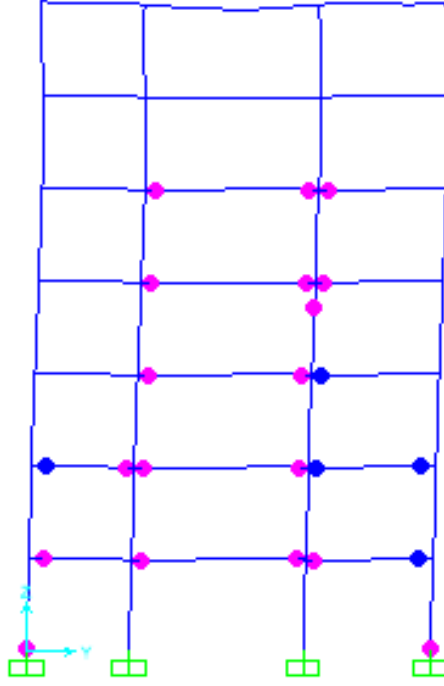
Şekil 4.143: 5 kat betonarme + 2 kat çelik rijit bağlantı çerçevenin RSN57 kaydı altında hasar dağılımı



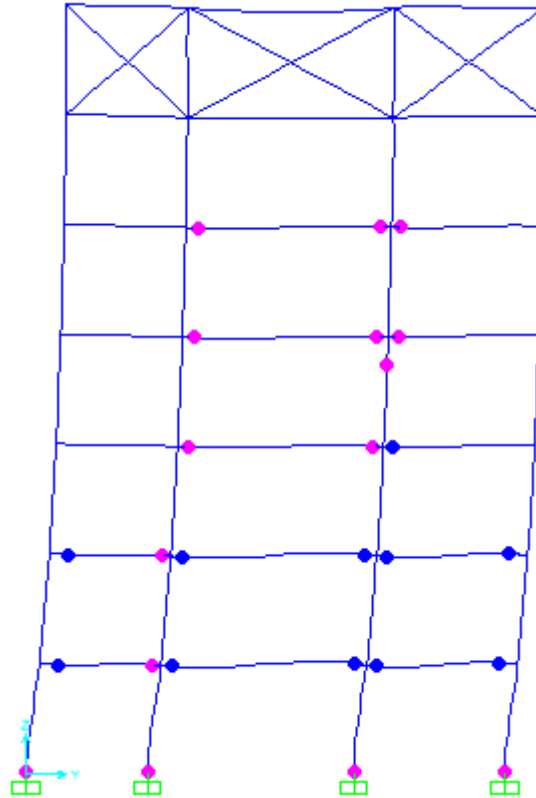
Şekil 4.144: 5 kat betonarme + 2 kat çelik mafsallı bağlantı çerçevesinin RSN57 kaydı altında hasar dağılımı



Şekil 4.145: 6 kat betonarme + 1 kat çelik rijit bağlantı çerçevesinin RSN57 kaydı altında hasar dağılımı



Şekil 4.146: 6 kat betonarme + 1 kat çelik mafsallı bağlantı çerçevesinin RSN57 kaydı altında hasar dağılımı



Şekil 4.147: 6 kat betonarme + 1 kat çaprazlı çelik çerçevesinin RSN57 kaydı altında hasar dağılımı

4.7 Bulguların Genel Değerlendirmesi

Tez kapsamında gerçekleştirilmiş olan analizlere ait sonuçlar değerlendirildiğinde farklı deprem kayıtları altında sonuçlar farklılaşıyor olmakla beraber 2018 TB DY’de de belirtildiği üzere elde edilmiş olan verilerin ortalamaları üzerinden değerlendirme yapılabileceği, ortalama değerlerin karşılaştırmalı değerlendirmelerde daha anlamlı bulgular ortaya koymakta olduğu gözlemlenmiştir. Çalışma kapsamında elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde bulguları aşağıda madde madde olmak üzere özetlemek mümkündür.

- Aynı sayıda betonarme ve çelik kata sahip olan karma çerçevelerin deplasman profilleri karşılaştırıldığında, çelik çerçevenin betonarme çerçeveye rijit bağlanması durumunda betonarme katların, çelik çerçevenin mafsallı bağlanması durumuna göre daha fazla deplasman yaptığı görülmüştür.
- Aynı yükseklikte karma çerçevelerin betonarme katlarındaki deplasmanlar karşılaştırıldığında, daha fazla betonarme kat sayısına sahip karma çerçevelerin betonarme katlarının daha fazla deplasman yaptığı görülmüştür.
- Çelik katların görelî kat ötelenmesinin her durumda betonarme katların görelî kat ötelenmelerinden büyük olduğu görülmüştür.
- Çelik katların betonarme katlara mafsallı bağlanması durumunda, mafsallı bağlanan katın görelî kat ötelenmelerinin diğer katlara nazaran kayda değer ölçüde artış eğiliminde olduğu görülmüştür. Diğer çelik katların görelî kat ötelenmeleri ise aynı katlarda rijit duruma göre daha düşüktür.
- Aynı yükseklikte karma çerçevelerin kat kesme kuvvetleri incelendiğinde çelik kat sayısı fazla olan karma çerçevelerin yapı davranışının birinci moddan uzaklaşma eğiliminde oldukları görülmüştür.
- Aynı yükseklikte karma çerçevelerin kat kesme kuvvetleri incelendiğinde çelik katları rijit bağlı karma çerçevelerin betonarme katlarında daha fazla kesme kuvvetinin meydana geldiği görülmüştür.

- Tek katlı çelik çerçevenin yalın halde ve 4, 5 ve 6 katlı betonarme çerçevenin üzerinde yaptığı deplasmanlar incelendiğinde en az yalın halde, en çok 4 katlı betonarme çerçeve üzerinde deplasman yaptığı görülmüştür.
- Tek katlı çelik çerçevenin yalın halde ve 4, 5 ve 6 katlı betonarme çerçevenin üzerindeki kat kesme kuvveti incelendiğinde en az 6 katlı betonarme çerçeve üzerinde, en çok 4 katlı betonarme çerçeve üzerinde kat kesme kuvveti meydana geldiği görülmüştür.
- İki katlı çelik çerçevenin yalın halde ve 4 ve 5 katlı betonarme çerçevenin üzerinde yaptığı deplasmanlar incelendiğinde iki katın da en az yalın halde deplasman yaptığı görülmüştür.
- İki katlı çelik çerçevenin yalın halde ve 4 ve 5 katlı betonarme çerçevenin üzerindeki kat kesme kuvvetleri incelendiğinde iki katın da en az yalın halde zorlandığı görülmüştür.
- Üç katlı çelik çerçevenin yalın halde ve 4 katlı betonarme çerçevenin üzerinde yaptığı deplasmanlar incelendiğinde çatı deplasmanının yalın halde, diğer iki katın ise 4 katlı betonarme çerçeve üzerinde daha az deplasman yaptığı görülmüştür.
- Üç katlı çelik çerçevenin yalın halde ve 4 katlı betonarme çerçevenin üzerindeki kat kesme kuvvetleri incelendiğinde en alt katın betonarme çerçeve üzerinde daha az zorlanırken, diğer katlarda yalın halde daha az zorlanmıştır.
- Karma çerçevelerin hasar dağılımları incelendiğinde, aynı yükseklikteki karma çerçevelerden çelik kat sayısı fazla olan karma çerçevelerin kolonlarında mafsallaşmanın görüldüğü deprem kaydı sayısında azalma ortaya çıkmıştır.
- Sadece bağlantı durumları farklı olan karma çerçevelerde çelik katların mafsallı bağlandığı çerçevelerin daha az hasar aldığı görülmüştür.
- Moment aktaran çelik çerçevenin betonarme çerçeveye mafsallı veya rijit (moment aktaran birleşim) bağlanması durumu, betonarme kat veya çelik kat sayısı durumu farketmeksizin betonarme çerçevede sismik deplasman taleplerinin yalın betonarme çerçevede gözlemlenmiş olan taleplere göre azalmakta olduğu, bir başka ifade ile

elik çerçevenin betonarme çerçeveye deplasman talepleri anlamında olumlu katkı yapmakta olduğu gözlemlenmiştir. Ancak rijit bağlantı durumunda elik çerçevede plastik mafsallaşmalar ortaya çıkmamakla birlikte ileri düzeyde deplasman talepleri ortaya çıkmakta olduğu mafsallı bağlantı durumunda ise elik çerçevede ortaya çıkan deplasman taleplerinin çok daha ileri düzeylere taşınmakta olduğu görülmektedir.

- Moment aktaran elik çerçevenin betonarme çerçeveye mafsallı veya rijit (moment aktaran birleşim) bağlanması durumu, betonarme kat durumu farketmeksizin tek katlı elik çerçevenin betonarme çerçevede gözlemlenen sismik kesme kuvveti taleplerinin yalın betonarme çerçevede gözlemlenmiş olan taleplere göre artmakta olduğu, bir başka ifade ile elik çerçevenin betonarme çerçeveye kesme kuvveti talepleri anlamında olumsuz etkisi olduğu gözlemlenmiştir. Ancak çok katlı elik ereve ile oluşturulan karma çerçevelerin 1. mod davranışından uzaklaşması nedeniyle sismik kat kesme kuvveti taleplerinde azalma ortaya çıkmakta olduğu gözlemlenmiştir.
- Moment aktaran tek katlı elik çerçevenin betonarme çerçeveye mafsallı veya rijit (moment aktaran birleşim) bağlanması durumunda elik çerçevede ortaya çıkan ileri düzeydeki deplasman taleplerinin merkezi aprazlı sistemler ile sınırlandırılabilereği ancak bu durumda betonarme ereve kısmında yalın betonarme çerçeveye kıyasla daha büyük kesme kuvveti taleplerinin ortaya çıkmakta olduğu tespit edilmiştir. Sismik deplasman talepleri açısından değerlendirildiğinde ise merkezi aprazlı elik çerçeveli karma çerçevenin yalın betonarme ereve ile eşdeğer davranış ortaya koyduğu gözlemlenmiştir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bilindiği üzere nüfusun ağırlıklı olduğu şehir merkezlerinde bulunan yapı stoğu, genel olarak, betonarme ve yığma binalardan oluşmakta olup çelik yapı stoğu oldukça azdır. Birçok neden olabileceği gibi değişen nüfus dengesi, yeni imar düzenlemelerinin yapılması ve/veya hali hazırda bulunan tasarım yönetmeliklerinin değişmesi gibi başlıca nedenlerden ötürü mevcut yapı stoklarında kullanım amacı değişiklikler, yenilemeler veya ilaveler yapılması yoluna gidilmektedir. Bu kapsamda bilhassa imar mevzuatına aykırılık teşkil etmemesi, yapı sistemine dahil olacak olan sabit yüklerin daha sınırlı olması nedeniyle mevcut veya yeni betonarme yapıların çatı örtülerinin büyük açıklıklara sahip moment aktaran çelik çerçevelerden teşkil edilmesi durumu oldukça yaygındır.

Mart 2019’da Denizli ili, Acıpayam İlçesi’nde yaşanmış olan deprem hareketliliği neticesinde yapımı yakın bir zaman dilimi içinde tamamlanmış durumda olan betonarme bir yapıda yapılan incelemelerde betonarme yapıda hiçbir yapısal veya yapısal olmayan hasar bulunmadığı ancak çok amaçlı salon olarak kullanmak üzere moment aktaran çelik çerçeve kullanılarak oluşturulmuş olan çatı katında belirgin yapısal olmayan hasarlar ortaya çıkmış olduğu tespit edilmiştir. Bu ve benzeri tespitler neticesinde literatürde yer almak üzere genel bir değerlendirme yapma ihtiyacının bulunduğu anlaşılmış ve yola çıkarak gerçekleştirilmiş olan bu tez çalışmasında, ivme kayıtları altında farklı bağlantı koşullarında farklı sayıda betonarme ve çelik kat sayısından oluşan karma çerçevelerin davranış farklılıkları araştırılmıştır. TBDY-2018 kısıtlamalarına göre spektrum uyumlu 11 adet ivme kayıt takımı kullanılarak karma çerçevelerin dinamik analizi gerçekleştirilmiştir.

Genel anlamda çelik çerçevenin yalın bir yapı olarak ele alınması suretiyle yapılacak tasarımların kapasite anlamında hatalı bir tasarım yöntemi olmadığı anlaşılmıştır. Sismik etkiler altında elastik olmayan zaman tanım alanında analizi yapılmış olan rijit bağlantılı modellerde hasar dağılımlarında belirgin bir farklılaşma ortaya çıkmamaktadır. Ancak rijit bağlantı koşulları sağlanamaması durumunun betonarme yapıya talepler anlamında olumlu etkisi bulunduğu gözlemlenmiştir. Bununla birlikte, her iki koşulda da taleplerin öngörülebilirliğinin belirgin düzeyde

raslantısal olduğu gözlemlenmiştir. Sismik etkiler altında elde edilmiş olan sismik taleplerin ortalamaları üzerinden değerlendirme yapabilmek ancak mümkün olmuştur.

Çelik çerçevenin betonarme çerçeveye mafsallı bağlanması veya rijit bağlantı koşullarının uygulama-imalat esnasında yerine getirilememesi durumunda betonarme çerçevede olumsuz etkilerin beklenmemesi gerektiği tespit edilmiştir. Ancak rijit bağlantı koşullarının sağlanamaması durumunda çelik çerçevede deplasman taleplerinin çok yüksek düzeylere taşınmasının söz konusu olduğu gözlemlenmiştir.

Toplam kat sayısı aynı olan yapılar arasında eklenmiş olan çelik çerçeve kat sayısı arttıkça betonarme çerçevede ortaya çıkan taleplerin sınırlanma eğilimi gösterdiği anlaşılmıştır. Bununla birlikte çelik çerçeve kat sayısının artması çelik çerçevelerdeki taleplerin tasarımlarının gerçekleştirilmiş olduğu yalın hallerinde gözlemlenen taleplere yakınsamasına etki etmektedir. Günümüzde yaygın olarak son katlara eklenen tek kat çelik çerçevelerin eklenecekleri betonarme yapıdan bağımsız olarak tasarlanmaları kapasite anlamında olumsuz bir etkiye sebep olmamaktadır. Ancak birlikte sismik etkiler altında talepler değerlendirildiğinde çok farklı davranış karakteristiklerinin ortaya çıkacak olması beklenmelidir. Bu durum yukarıda da ifade edildiği üzere çelik çerçevede yapısal hasarlar beklenmemekle birlikte yüksek deplasman ve görelî kat ötelemesi talepleri nedeniyle tasarım kriterlerinden düşük şiddetli depremlerde bile yapısal olmayan hasarların ileri düzeyde ortaya çıkması ile sonuçlanmaktadır. Çelik çerçevelerin betonarme çerçevelere eklenmesi esnasında yaygın problemlerden birinin sahadaki uygulama problemleri olduğu görülmektedir. Böylesi bir durumda (betonarme çerçeveye rijit bağlantı tesis edilememesi durumu) çelik çerçevede ortaya çıkan deplasman talepleri çok daha ileri düzeylere taşınmaktadır. Bu durum yukarıda da ifade edildiği üzere çelik çerçevede yapısal hasarlar beklenmemekle birlikte yüksek deplasman ve görelî kat ötelemesi talepleri nedeniyle tasarım kriterlerinden düşük şiddetli depremlerde bile yapısal olmayan hasarların ileri düzeyde ortaya çıkması ile sonuçlanmaktadır. Tez kapsamında yapılan çalışmalar neticesinde çelik çerçeve sistemlerin betonarme çerçevelere eklenmesi suretiyle elde edilecek olan karma sistemlerde çelik çerçevelerdeki deplasman taleplerinin deprem çaprazları (merkezi çaprazlı sistemler) ile sınırlandırılmasının mümkün olduğu gözlemlenmiştir. Merkezi çaprazlı çelik çerçeve

sistem ile elde edilmiş olan karma sistemlerin sismik etkiler altında daha öngörülebilir talepler sergilemesi beklenebilir. Ancak böylesi bir durumda betonarme çerçeve kısmının performansının yeterli olduğuna dair kapsamlı bir değerlendirmenin muhakkak göz önüne alınması önerilmektedir.



6. KAYNAKLAR

Al-Ali, A., A., “Effects of vertical irregularities on seismic behavior of building structures”, Ph.D Thesis, *Stanford University*, California, (1999).

Baker J.W. and Cornell C.A., “A Vector-Valued Ground Motion Intensity Measure Consisting of Spectral Acceleration and Epsilon”, *Earthquake Engineering and Structural Dynamics*, 34(10), 1193-1217, 2005.

Bommer, J. J. and Acevedo, A. B., “The use of real earthquake accelerograms as input to dynamic analysis”, *J. Earthquake Eng.*, Special Issue, 8(1):43–91, (2008).

Chintanapakdee, C., “Evaluation of the modal pushover analysis procedure using vertikal “regular” and irregular generic frames”, Ph.D Thesis, *University of California, Berkeley*, (2002).

Chopra, A. K., and Chintanapakdee C., "Evaluation of modal and FEMA pushover analyses: vertically “regular” and irregular generic frames", *Earthquake spectra*, 20.1 255-271, (2004).

Çelik Yapıların Tasarım, Hesap ve Yapım Esaslarına Dair Yönetmelik, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Ankara, (2016).

Jiang, Q., Zhou, Z., and Huang, W., "Investigation on the modal strain energy for dynamic analysis of steel-concrete vertically mixed structures." *Journal of Asian Architecture and Building Engineering* 14.3 671-678, (2015).

Kalkan, E., and Kunnath S. K., "Adaptive modal combination procedure for predicting seismic response of vertically irregular structural systems", *Proceedings of the 8th US National Conference on Earthquake Engineering*, (2006).

Naeim F. and Lew M., “On the use of design spectrum compatible time histories”, *Earthquake Spectra*, 11(1), pp. 111-127, (1995).

Pacific Earthquake Engineering Research Center (PEER), Ground Motion Database, Available at: <http://ngawest2.berkeley.edu/>(2019), Accessed 19.05.2019, (2019).

Pnevmatikos, N. G., Papagiannopoulos G. A., and Papavasileiou G. S., "Fragility curves for mixed concrete/steel frames subjected to seismic excitation" *Soil Dynamics and Earthquake Engineering* 116 709-713, (2019).

Raagavi, M. T., and Sidhardhan, S., "A Study on Seismic Performance of Various Irregular Structure", *International Journal of Research in Engineering and Science (IJRES)* 9.5 12-19, (2021).

Rahman, S. A. A. A., "Seismic Response of vertically irregular RC Frame with stiffness irregularity at ground floor" *International Journal of Civil* 339-344, (2014).

SAP2000, Structural Analysis Program v20.0, Computers and Structures, Berkeley, CA, (2000).

Sevim, B., Şahin, A., Ayvaz, Y., and Bekiroğlu, S., "Betonarme Yapı Üzerine Çelik Taşıyıcı Sisteme Sahip Çok Amaçlı Salon Tasarımı", 5. *Çelik Yapılar Sempozyumu*, İstanbul, (2013).

Shome N., Cornell C.A., Bazzurro P. and Carballo J.E., "Earthquakes, Records and Nonlinear Responses", *Earthquake Spectra*, 14(3), pp. 469-500, (1998).

Stewart J.P., Chiou S.-J., Bray J.D., Graves R.W., Somerville P.G. and Abrahamson N.A., "Ground Motion Evaluation Procedures for Performance-Based Design", *PEER Report* 2001/09, Pacific Earthquake Engineering Research Center, University of California, Berkeley (2001).

TBDY, "Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği", T.C. İçişleri Bakanlığı Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı, Ankara, (2018).

TS 498, "Yapı Elemanlarının Boyutlandırılmasında Alınacak Yüklerin Hesap Değerleri", Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, Türkiye, (1997).

TS 500., "Betonarme Yapıların Tasarım ve Yapım Kuralları", Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 67s, (2000).

Uğur, Y., "Mevcut Betonarme Bir Binanın Çelik Kat İlavesi Sonrası Güçlendirilerek 2018 TBDY Kapsamında Performansının Değerlendirilmesi", Doktora Tezi, *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı*, İstanbul, (2019).

Varadharajan, S., Sehgal V. K., and Saini B., "Seismic behaviour of Multistorey RC Frames with vertical mass irregularities", *Concrete Research Letters*, 6.1 21-39, (2015).

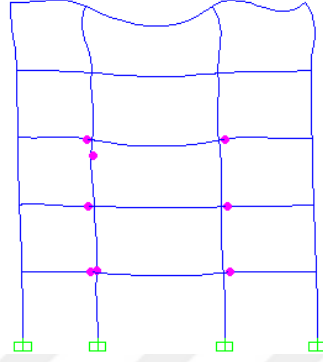




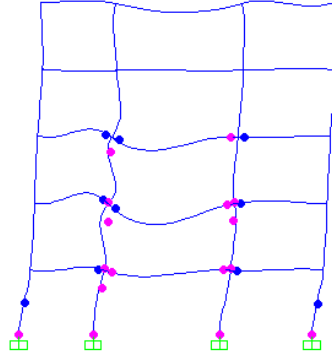
EKLER

7. EKLER

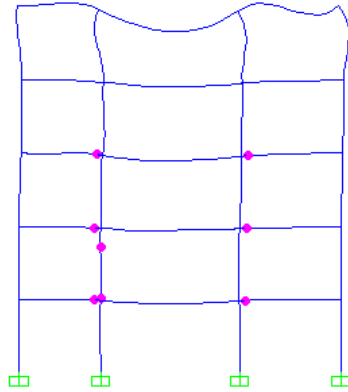
EK A KARMA ÇERÇEVELERİN HASAR DAĞILIMLARI



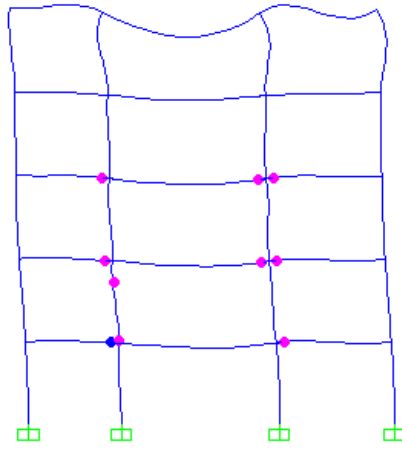
Şekil A.1: 4 kat betonarme + 1 kat çelik rijit bağlantı çerçevesinin RSN164 kaydı altında hasar dağılımı



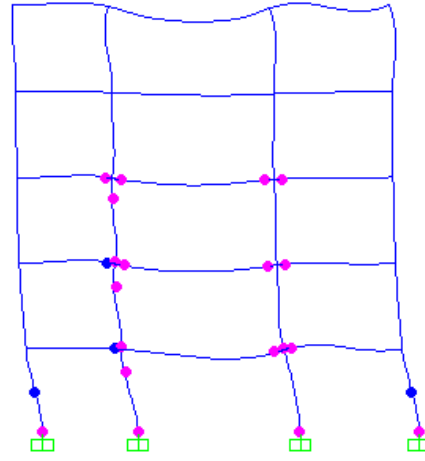
Şekil A.2: 4 kat betonarme + 1 kat çelik rijit bağlantı çerçevesinin RSN755 kaydı altında hasar dağılımı



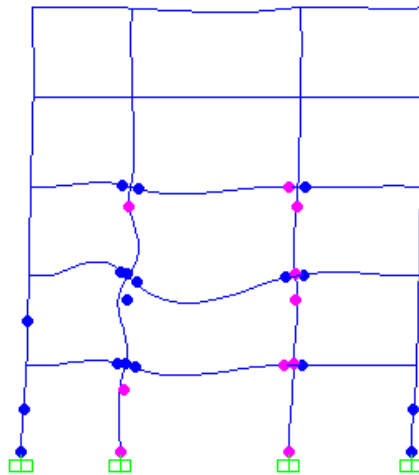
Şekil A.3: 4 kat betonarme+1 kat çelik rijit bağlantı çerçevesinin RSN4140 kaydı altında hasar dağılımı



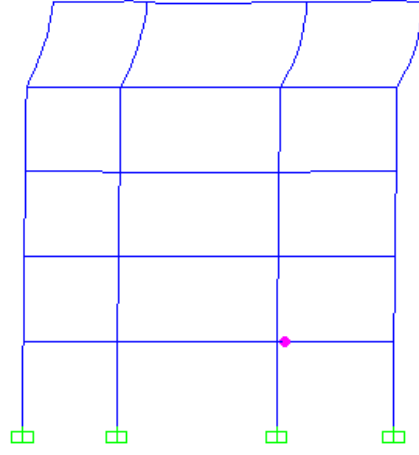
Şekil A.4: 4 kat betonarme+1 kat çelik rijit bağlantı çerçevesinin RSN4141 kaydı altında hasar dağılımı



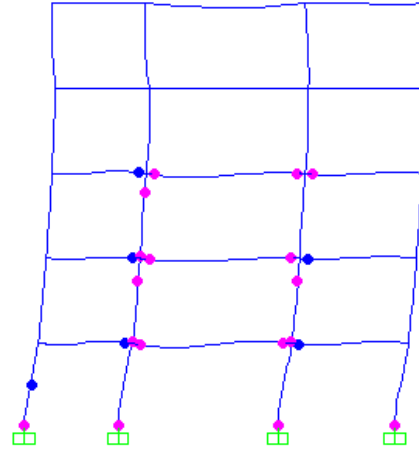
Şekil A.5: 4 kat betonarme+1 kat çelik rijit bağlantı çerçevesinin RSN4850 kaydı altında hasar dağılımı



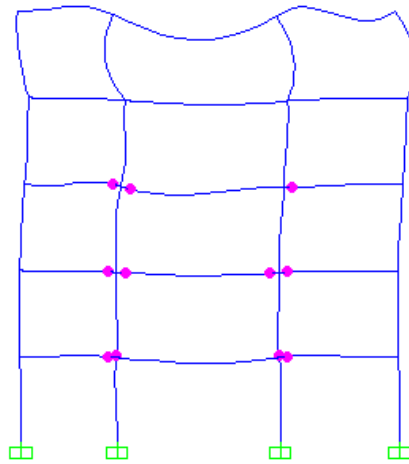
Şekil A.6: 4 kat betonarme+1 kat çelik rijit bağlantı çerçevesinin RSN6915 kaydı altında hasar dağılımı



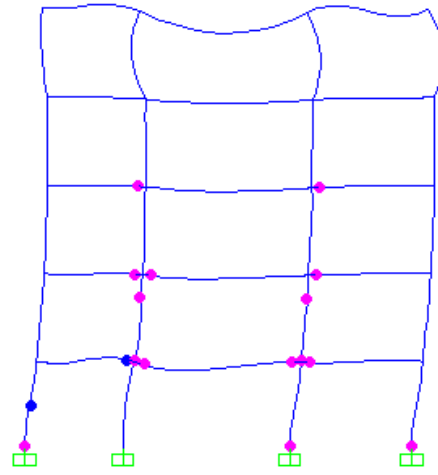
Şekil A.7: 4 kat betonarme + 1 kat çelik mafsallı bağlantı çerçevenin RSN164 kaydı altında hasar dağılımı



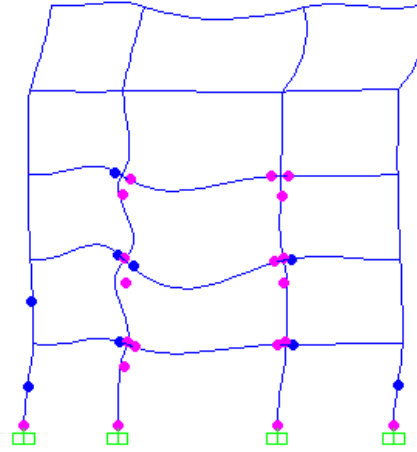
Şekil A.8: 4 kat betonarme + 1 kat çelik mafsallı bağlantı çerçevenin RSN755 kaydı altında hasar dağılımı



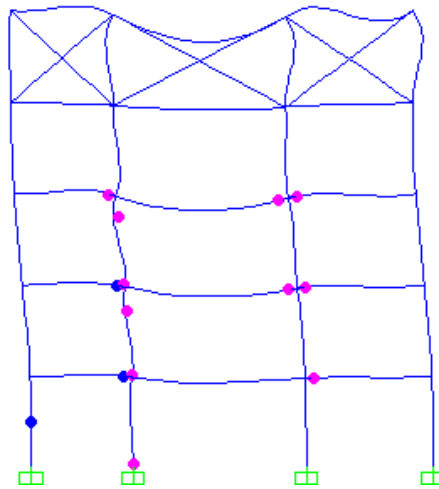
Şekil A.9: 4 kat betonarme + 1 kat çelik mafsallı bağlantı çerçevenin RSN4141 kaydı altında hasar dağılımı



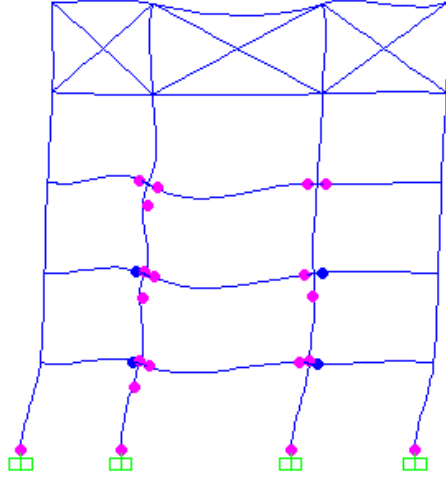
Şekil A.10: 4 kat betonarme + 1 kat çelik mafsallı bağlantı çerçevesinin RSN4850 kaydı altında hasar dağılımı



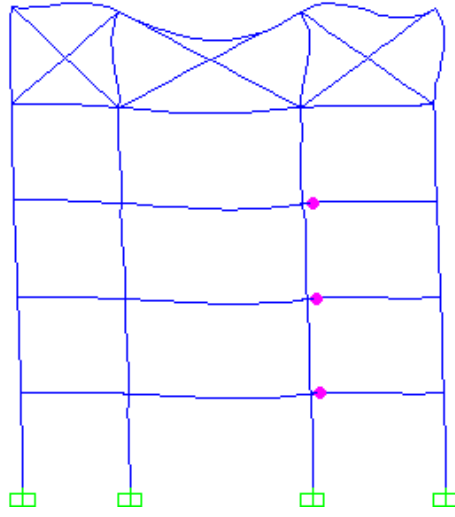
Şekil A.11: 4 kat betonarme + 1 kat çelik mafsallı bağlantı çerçevesinin RSN6915 kaydı altında hasar dağılımı



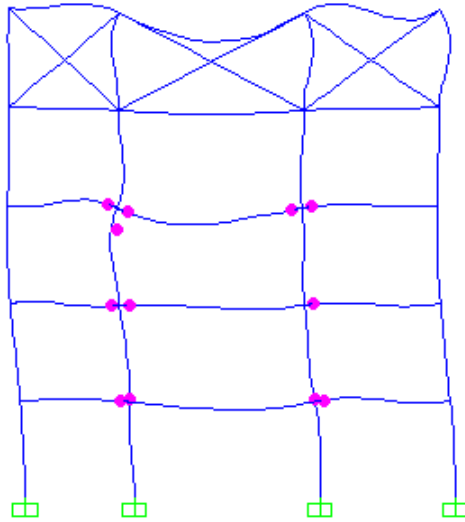
Şekil A.12: 4 kat betonarme + 1 kat çaprazlı çelik çerçevesinin RSN164 kaydı altında hasar dağılımı



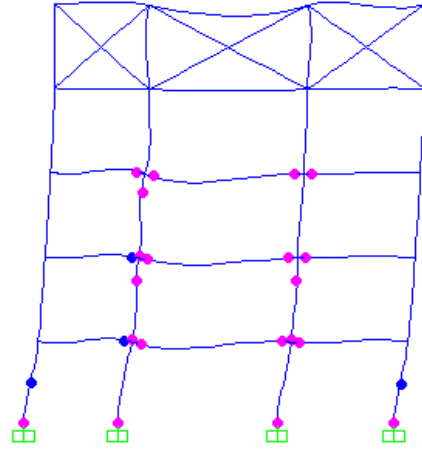
Şekil A.13: 4 kat betonarme + 1 kat çaprazlı çelik çerçevenin RSN755 kaydı altında hasar dağılımı



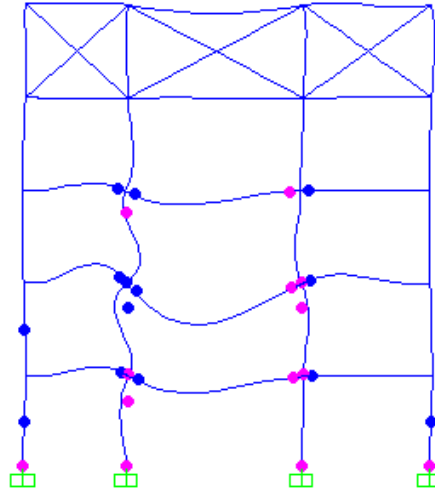
Şekil A.14: 4 kat betonarme + 1 kat çaprazlı çelik çerçevenin RSN4140 kaydı altında hasar dağılımı



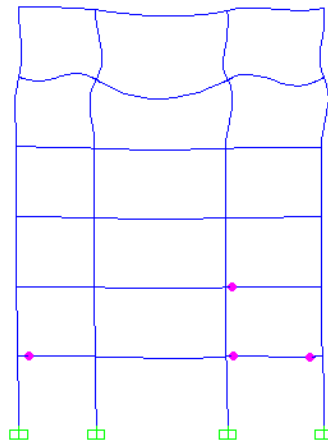
Şekil A.15: 4 kat betonarme + 1 kat çaprazlı çelik çerçevenin RSN4141 kaydı altında hasar dağılımı



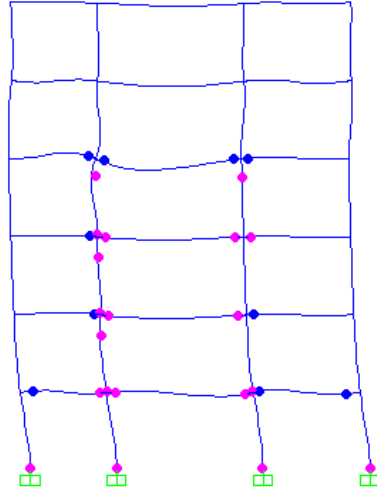
Şekil A.16: 4 kat betonarme + 1 kat çaprazlı çelik çerçevenin RSN4850 kaydı altında hasar dağılımı



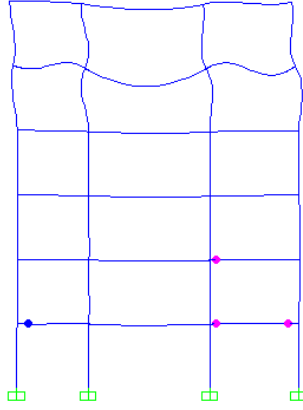
Şekil A.17: 4 kat betonarme + 1 kat çaprazlı çelik çerçevenin RSN6915 kaydı altında hasar dağılımı



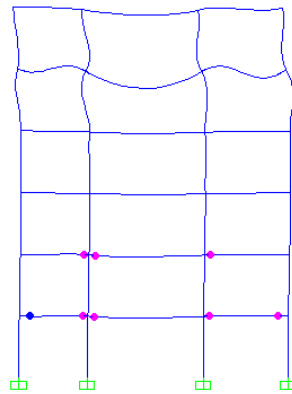
Şekil A.18: 4 kat betonarme + 2 kat çelik rijit bağlantılı çerçevenin RSN164 kaydı altında hasar dağılımı



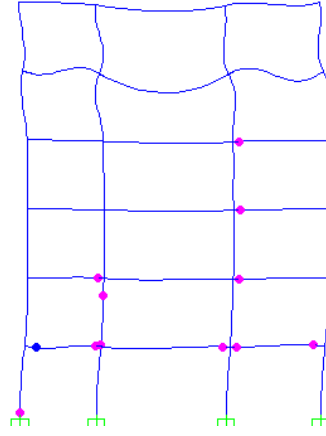
Şekil A.19: 4 kat betonarme + 2 kat çelik rijit bağlantılı çerçevenin RSN755 kaydı altında hasar dağılımı



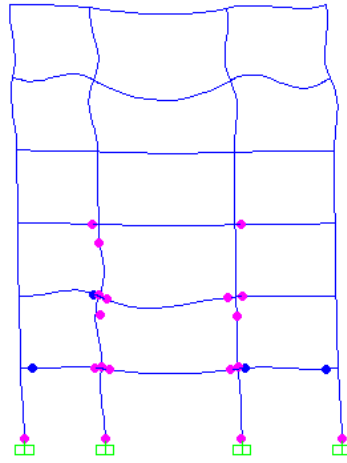
Şekil A.20: 4 kat betonarme + 2 kat çelik rijit bağlantılı çerçevenin RSN4140 kaydı altında hasar dağılımı



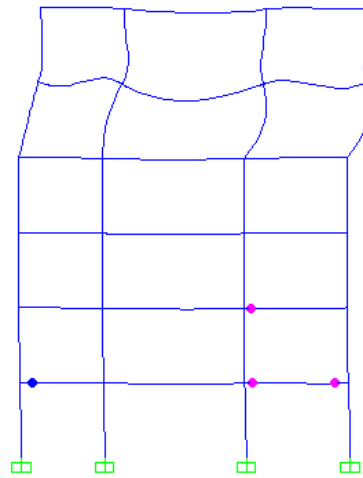
Şekil A.21: 4 kat betonarme + 2 kat çelik rijit bağlantılı çerçevenin RSN4141 kaydı altında hasar dağılımı



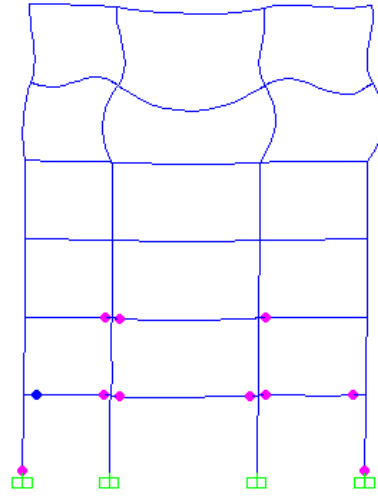
Şekil A.22: 4 kat betonarme + 2 kat çelik rijit bağlantılı çerçevenin RSN4850 kaydı altında hasar dağılımı



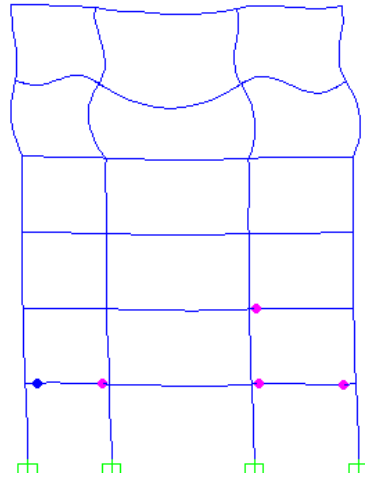
Şekil A.23: 4 kat betonarme + 2 kat çelik rijit bağlantılı çerçevenin RSN6915 kaydı altında hasar dağılımı



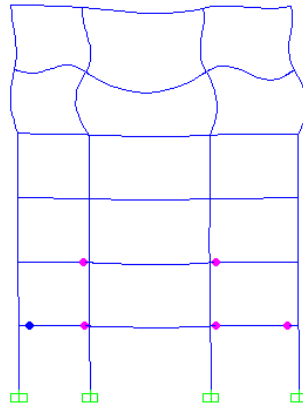
Şekil A.24: 4 kat betonarme + 2 kat çelik mafsallı bağlantılı çerçevenin RSN164 kaydı altında hasar dağılımı



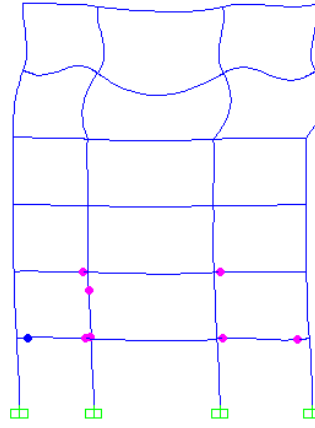
Şekil A.25: 4 kat betonarme + 2 kat çelik mafsallı bağlantılı çerçevenin RSN755 kaydı altında hasar dağılımı



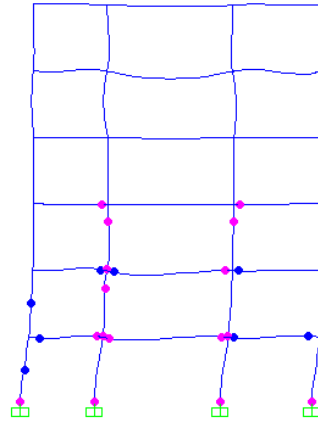
Şekil A.26: 4 kat betonarme + 2 kat çelik mafsallı bağlantılı çerçevenin RSN4140 kaydı altında hasar dağılımı



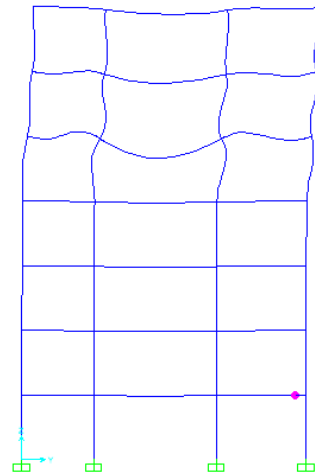
Şekil A.27: 4 kat betonarme + 2 kat çelik mafsallı bağlantılı çerçevenin RSN4141 kaydı altında hasar dağılımı



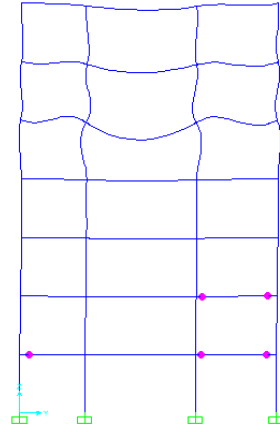
Şekil A.28: 4 kat betonarme + 2 kat çelik mafsallı bağlantılı çerçevenin RSN4850 kaydı altında hasar dağılımı



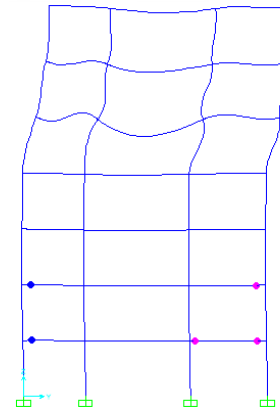
Şekil A.29: 4 kat betonarme + 2 kat çelik mafsallı bağlantılı çerçevenin RSN6915 kaydı altında hasar dağılımı



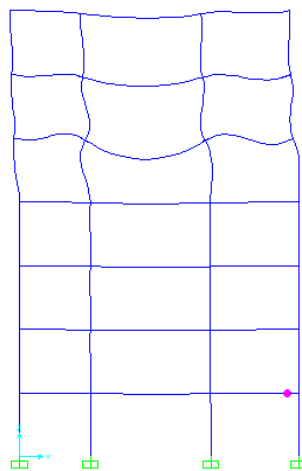
Şekil A.30: 4 kat betonarme + 3 kat çelik rijit bağlantılı çerçevenin RSN164 kaydı altında hasar dağılımı



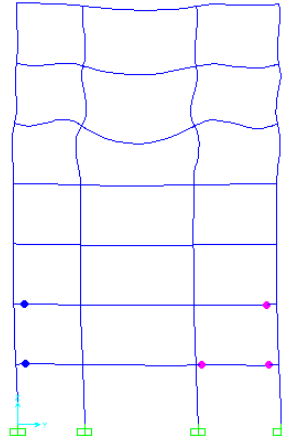
Şekil A.31: 4 kat betonarme + 3 kat çelik rijit bağlantılı çerçevenin RSN755 kaydı altında hasar dağılımı



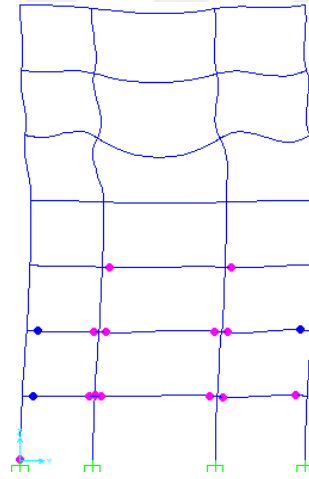
Şekil A.32: 4 kat betonarme + 3 kat çelik rijit bağlantılı çerçevenin RSN4140 kaydı altında hasar dağılımı



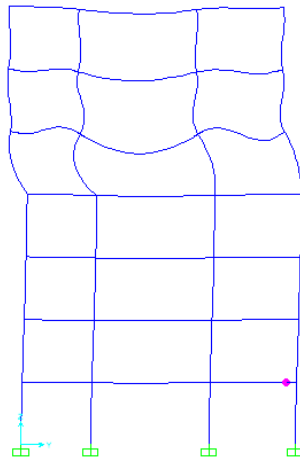
Şekil A.33: 4 kat betonarme + 3 kat çelik rijit bağlantılı çerçevenin RSN4141 kaydı altında hasar dağılımı



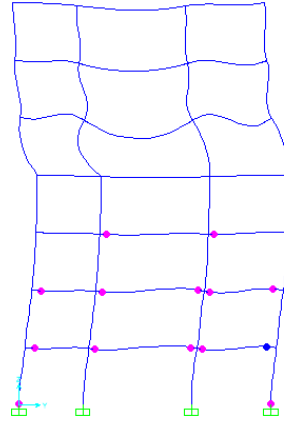
Şekil A.34: 4 kat betonarme + 3 kat çelik rijit bağlantılı çerçevenin RSN4850 kaydı altında hasar dağılımı



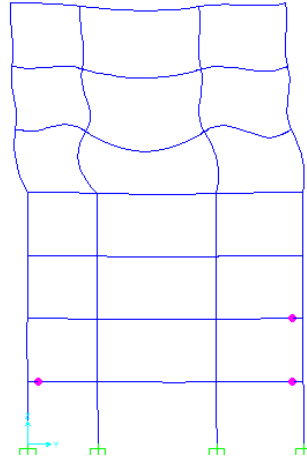
Şekil A.35: 4 kat betonarme + 3 kat çelik rijit bağlantılı çerçevenin RSN6915 kaydı altında hasar dağılımı



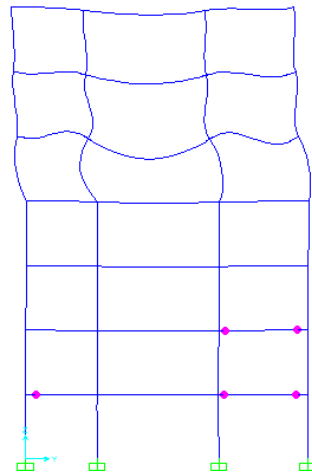
Şekil A.36: 4 kat betonarme + 3 kat çelik mafsallı bağlantılı çerçevenin RSN164 kaydı altında hasar dağılımı



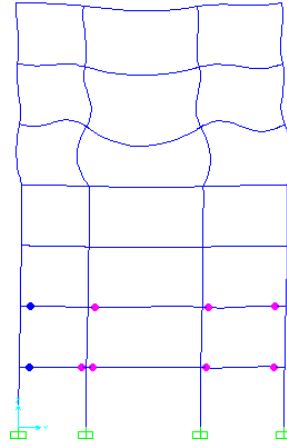
Şekil A.37: 4 kat betonarme + 3 kat çelik mafsallı bağlantılı çerçevenin RSN755 kaydı altında hasar dağılımı



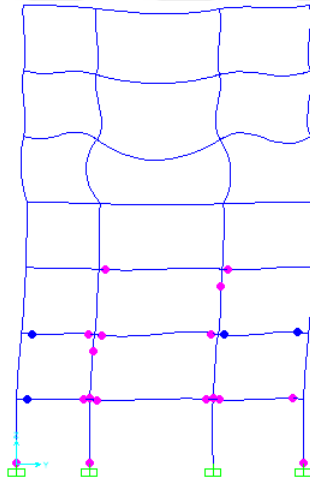
Şekil A.38: 4 kat betonarme + 3 kat çelik mafsallı bağlantılı çerçevenin RSN4140 kaydı altında hasar dağılımı



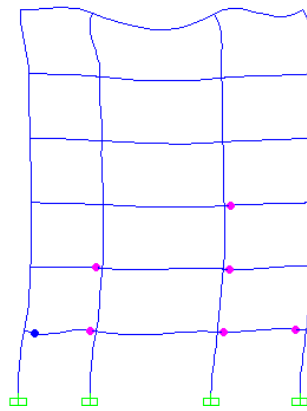
Şekil A.39: 4 kat betonarme + 3 kat çelik mafsallı bağlantılı çerçevenin RSN4141 kaydı altında hasar dağılımı



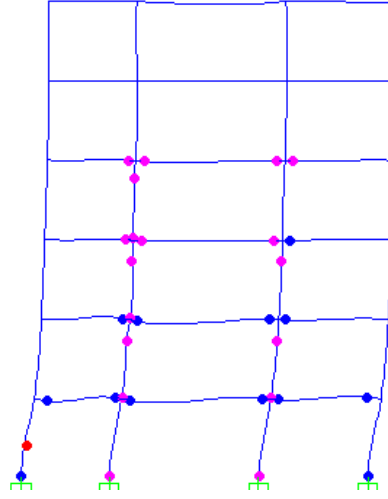
Şekil A.40: 4 kat betonarme + 3 kat çelik mafsallı bağlantılı çerçevenin RSN4850 kaydı altında hasar dağılımı



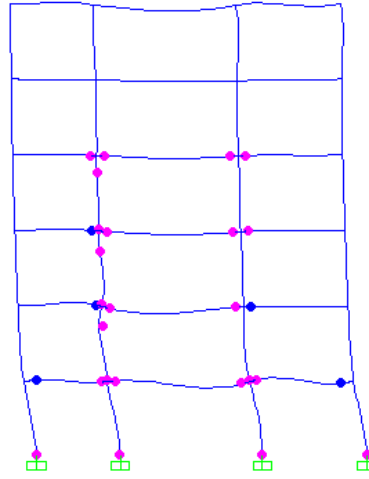
Şekil A.41: 4 kat betonarme + 3 kat çelik mafsallı bağlantılı çerçevenin RSN6915 kaydı altında hasar dağılımı



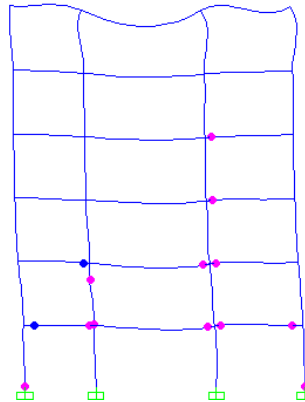
Şekil A.42: 5 kat betonarme + 1 kat çelik rijit bağlantılı çerçevenin RSN164 kaydı altında hasar dağılımı



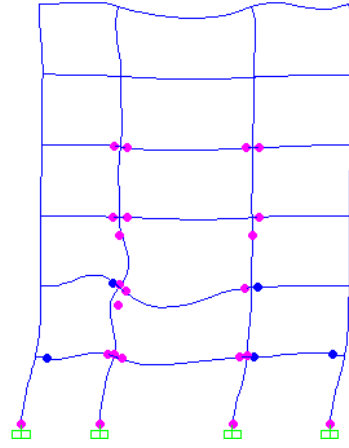
Şekil A.43: 5 kat betonarme + 1 kat çelik rijit bağlantılı çerçevenin RSN755 kaydı altında hasar dağılımı



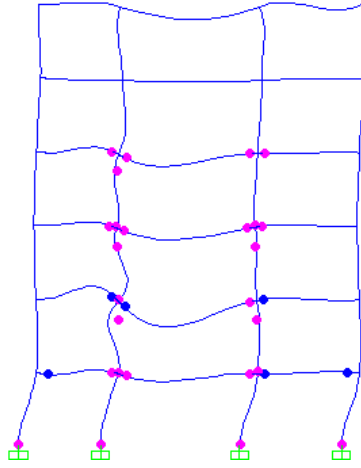
Şekil A.44: 5 kat betonarme + 1 kat çelik rijit bağlantılı çerçevenin RSN4140 kaydı altında hasar dağılımı



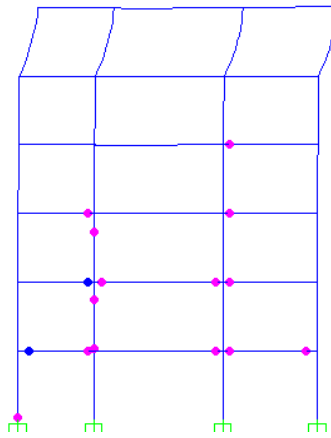
Şekil A.45: 5 kat betonarme + 1 kat çelik rijit bağlantılı çerçevenin RSN4141 kaydı altında hasar dağılımı



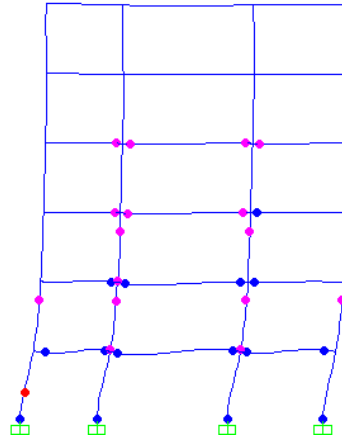
Şekil A.46: 5 kat betonarme + 1 kat çelik rijit bağlantılı çerçevenin RSN4850 kaydı altında hasar dağılımı



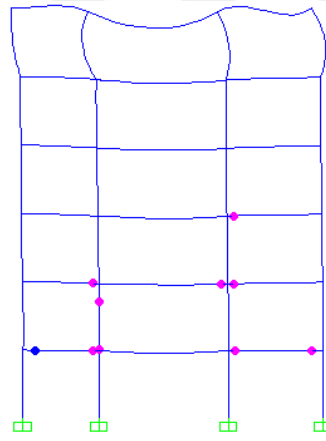
Şekil A.47: 5 kat betonarme + 1 kat çelik rijit bağlantılı çerçevenin RSN6915 kaydı altında hasar dağılımı



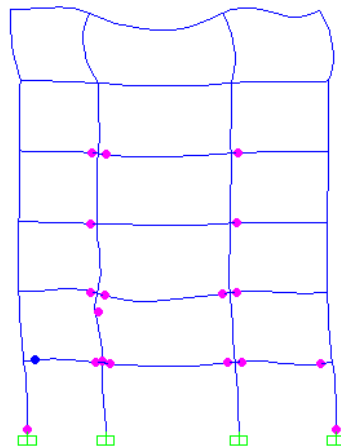
Şekil A.48: 5 kat betonarme + 1 kat çelik mafsallı bağlantılı çerçevenin RSN164 kaydı altında hasar dağılımı



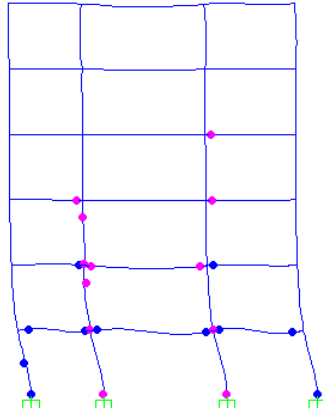
Şekil A.49: 5 kat betonarme + 1 kat çelik mafsallı bağlantılı çerçevenin RSN755 kaydı altında hasar dağılımı



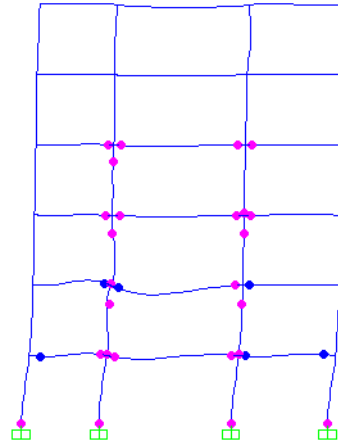
Şekil A.50: 5 kat betonarme + 1 kat çelik mafsallı bağlantılı çerçevenin RSN4140 kaydı altında hasar dağılımı



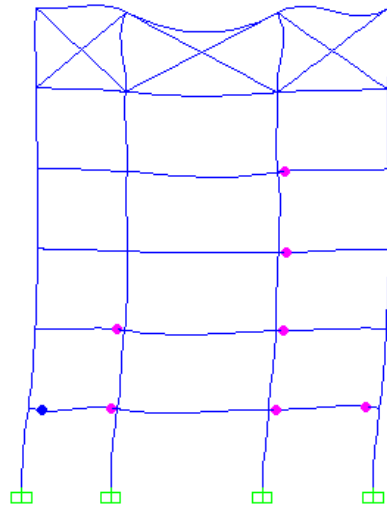
Şekil A.51: 5 kat betonarme + 1 kat çelik mafsallı bağlantılı çerçevenin RSN4141 kaydı altında hasar dağılımı



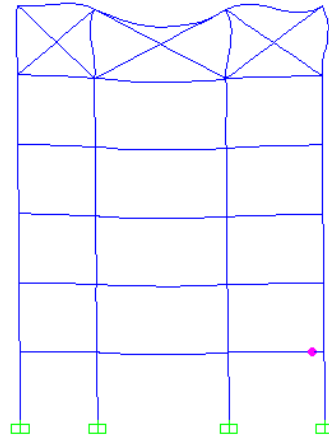
Şekil A.52: 5 kat betonarme + 1 kat çelik mafsallı bağlantılı çerçevenin RSN4850 kaydı altında hasar dağılımı



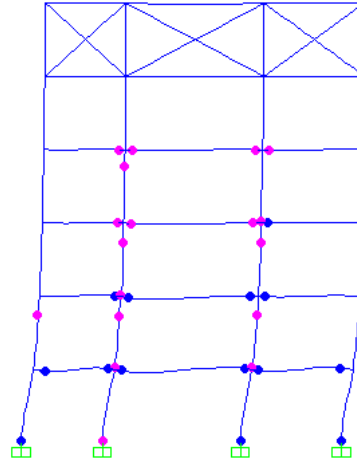
Şekil A.53: 5 kat betonarme + 1 kat çelik mafsallı bağlantılı çerçevenin RSN6915 kaydı altında hasar dağılımı



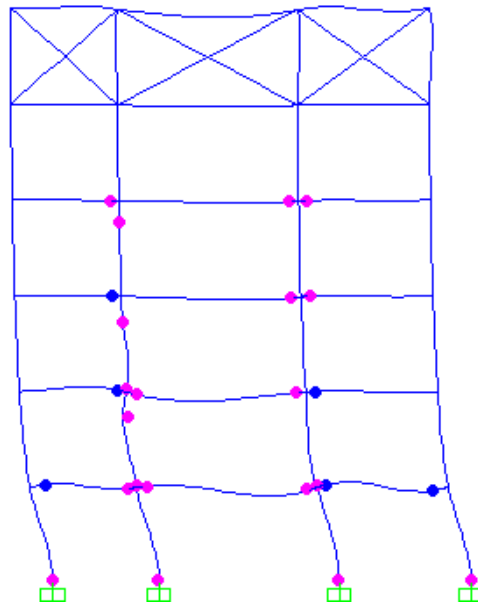
Şekil A.54: 5 kat betonarme + 1 kat çaprazlı çelik çerçevenin RSN164 kaydı altında hasar dağılımı



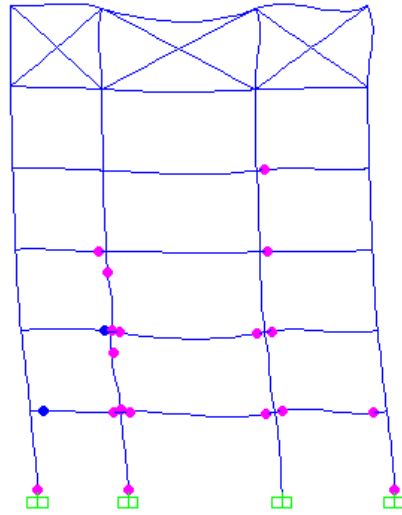
Şekil A.55: 5 kat betonarme + 1 kat çaprazlı çelik çerçevenin RSN548 kaydı altında hasar dağılımı



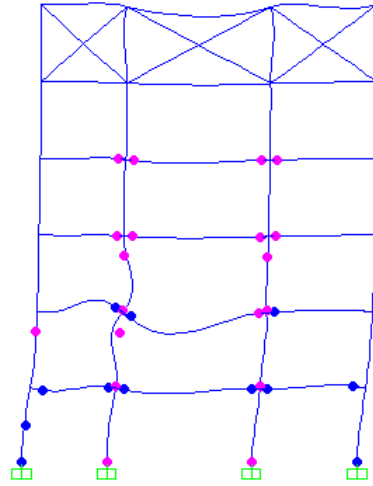
Şekil A.56: 5 kat betonarme + 1 kat çaprazlı çelik çerçevenin RSN755 kaydı altında hasar dağılımı



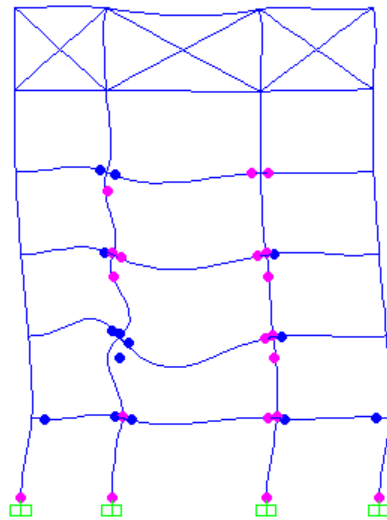
Şekil A.57: 5 kat betonarme + 1 kat çaprazlı çelik çerçevenin RSN4140 kaydı altında hasar dağılımı



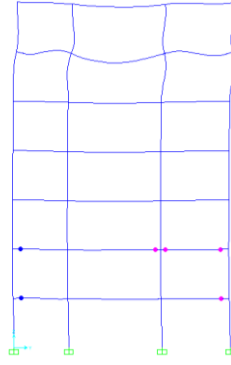
Şekil A.58: 5 kat betonarme + 1 kat çaprazlı çelik çerçevenin RSN4141 kaydı altında hasar dağılımı



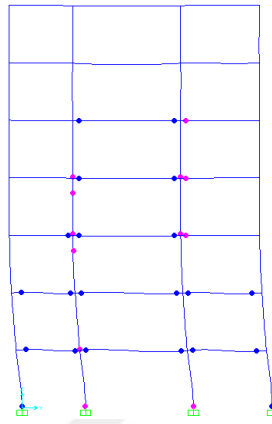
Şekil A.59: 5 kat betonarme + 1 kat çaprazlı çelik çerçevenin RSN4850 kaydı altında hasar dağılımı



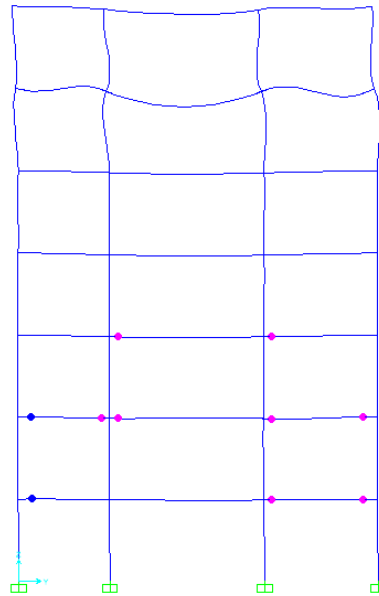
Şekil A.60: 5 kat betonarme + 1 kat çaprazlı çelik çerçevenin RSN6915 kaydı altında hasar dağılımı



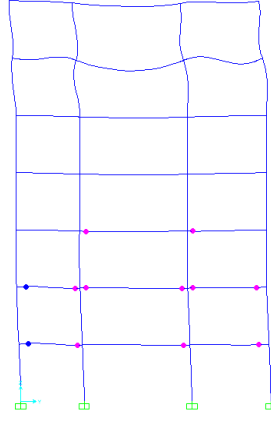
Şekil A.61: 5 kat betonarme + 2 kat rijit bağlantılı çelik çerçevenin RSN164 kaydı altında hasar dağılımı



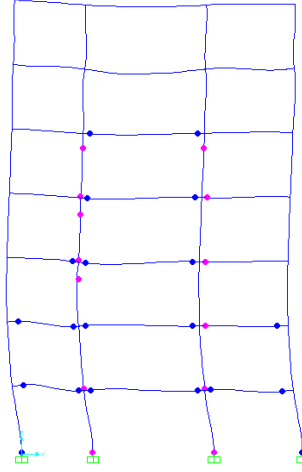
Şekil A.62: 5 kat betonarme + 2 kat rijit bağlantılı çelik çerçevenin RSN755 kaydı altında hasar dağılımı



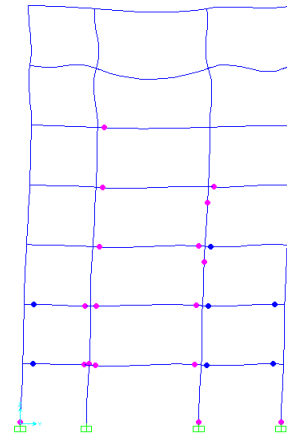
Şekil A.63: 5 kat betonarme + 2 kat rijit bağlantılı çelik çerçevenin RSN4140 kaydı altında hasar dağılımı



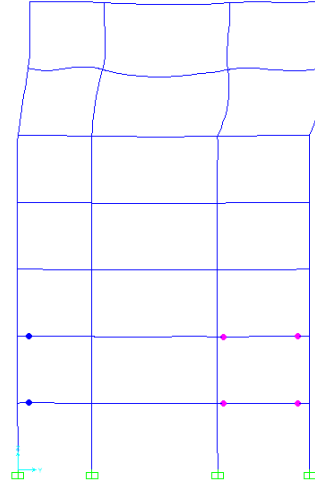
Şekil A.64: 5 kat betonarme + 2 kat rijit bağlantılı çelik çerçevenin RSN4141 kaydı altında hasar dağılımı



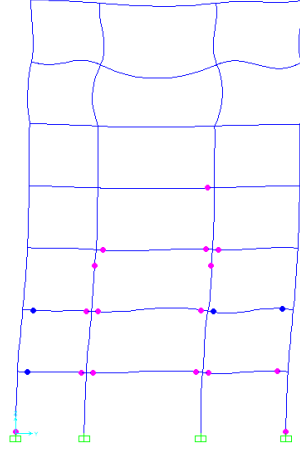
Şekil A.65: 5 kat betonarme + 2 kat rijit bağlantılı çelik çerçevenin RSN4850 kaydı altında hasar dağılımı



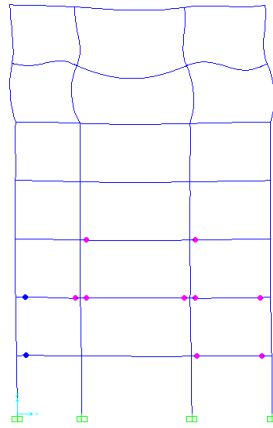
Şekil A.66: 5 kat betonarme + 2 kat rijit bağlantılı çelik çerçevenin RSN6915 kaydı altında hasar dağılımı



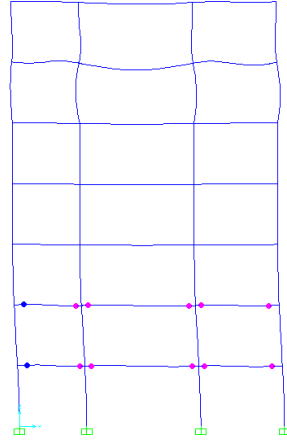
Şekil A.67: 5 kat betonarme + 2 kat mafsallı bağlantılı çelik çerçevenin RSN164 kaydı altında hasar dağılımı



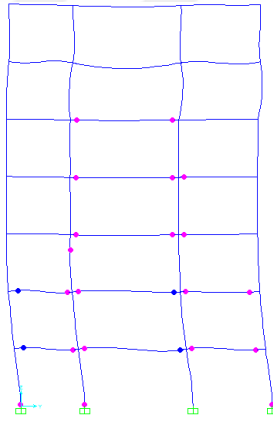
Şekil A.68: 5 kat betonarme + 2 kat mafsallı bağlantılı çelik çerçevenin RSN755 kaydı altında hasar dağılımı



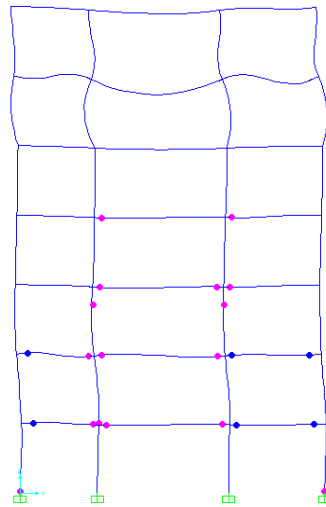
Şekil A.69: 5 kat betonarme + 2 kat mafsallı bağlantılı çelik çerçevenin RSN4140 kaydı altında hasar dağılımı



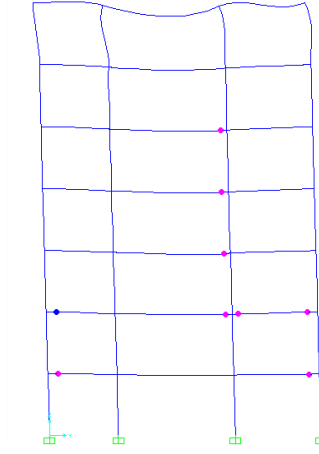
Şekil A.70: 5 kat betonarme + 2 kat mafsallı bağlantılı çelik çerçevenin RSN4141 kaydı altında hasar dağılımı



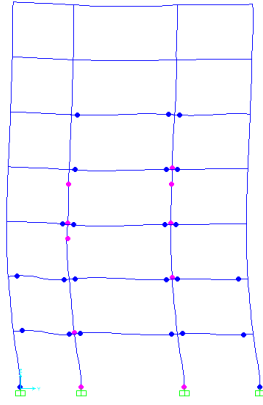
Şekil A.71: 5 kat betonarme + 2 kat mafsallı bağlantılı çelik çerçevenin RSN4850 kaydı altında hasar dağılımı



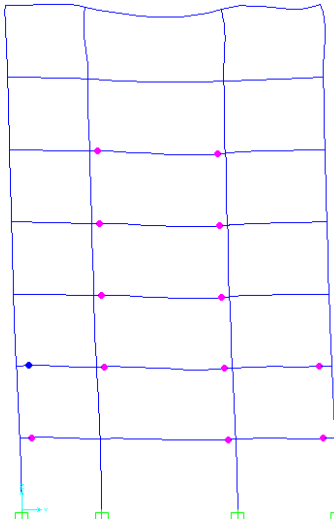
Şekil A.72: 5 kat betonarme + 2 kat mafsallı bağlantılı çelik çerçevenin RSN6915 kaydı altında hasar dağılımı



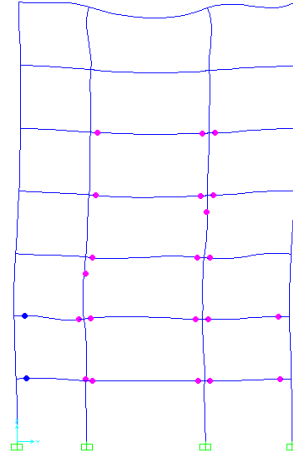
Şekil A.73: 6 kat betonarme + 1 kat rijit bağlantılı çelik çerçevenin RSN164 kaydı altında hasar dağılımı



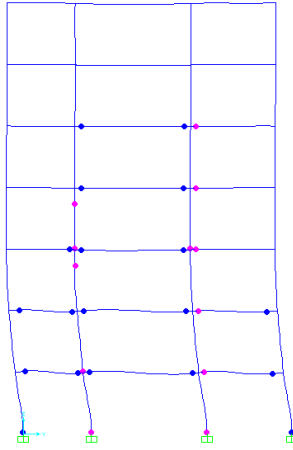
Şekil A.74: 6 kat betonarme + 1 kat rijit bağlantılı çelik çerçevenin RSN755 kaydı altında hasar dağılımı



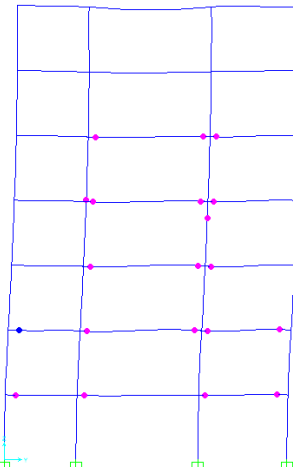
Şekil A.75: 6 kat betonarme + 1 kat rijit bağlantılı çelik çerçevenin RSN4140 kaydı altında hasar dağılımı



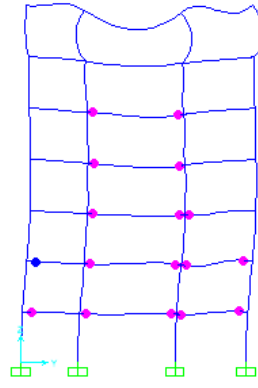
Şekil A.76: kat betonarme + 1 kat rijit bağlantılı çelik çerçevenin RSN4141 kaydı altında hasar dağılımı



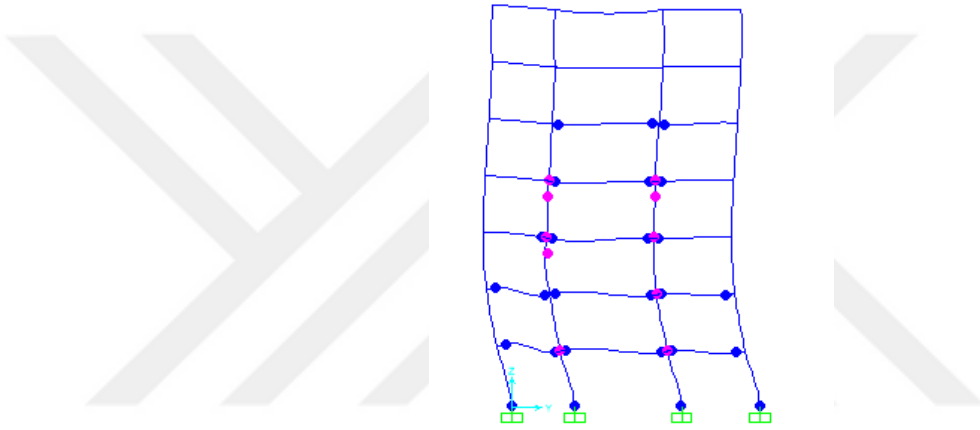
Şekil A.77: 6 kat betonarme + 1 kat rijit bağlantılı çelik çerçevenin RSN4850 kaydı altında hasar dağılımı



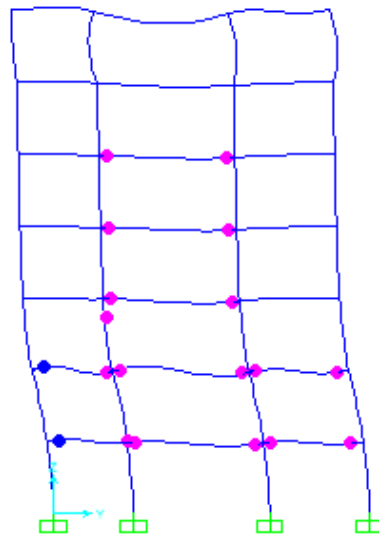
Şekil A.78: 6 kat betonarme + 1 kat rijit bağlantılı çelik çerçevenin RSN6915 kaydı altında hasar dağılımı



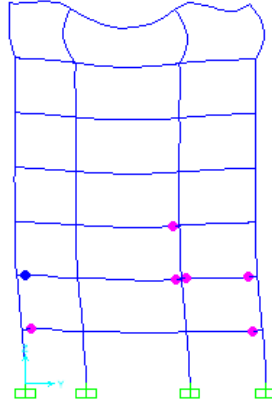
Şekil A.79: 6 kat betonarme + 1 kat mafsallı bağlantılı çelik çerçevenin RSN164 kaydı altında hasar dağılımı



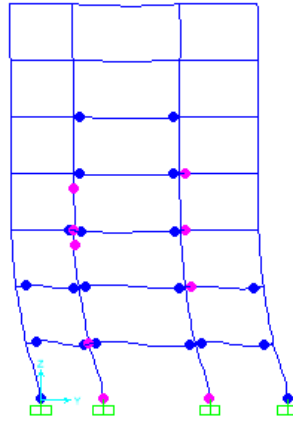
Şekil A.80: 6 kat betonarme + 1 kat mafsallı bağlantılı çelik çerçevenin RSN755 kaydı altında hasar dağılımı



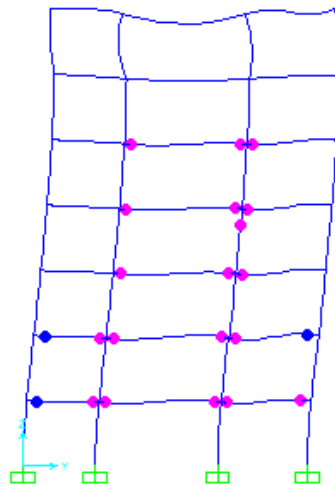
Şekil A.81: 6 kat betonarme + 1 kat mafsallı bağlantılı çelik çerçevenin RSN4140 kaydı altında hasar dağılımı



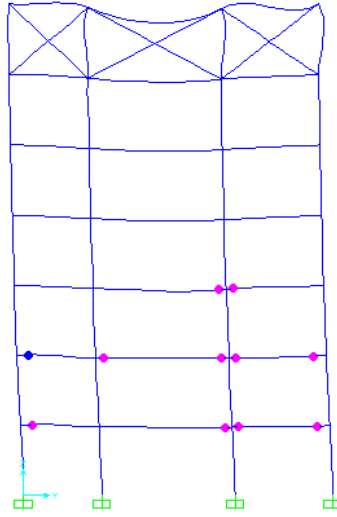
Şekil A.82: 6 kat betonarme + 1 kat mafsallı bağlantılı çelik çerçevenin RSN4141 kaydı altında hasar dağılımı



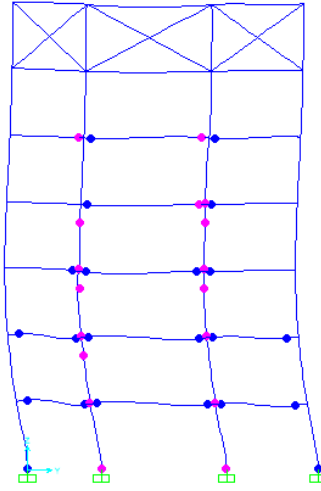
Şekil A.83: 6 kat betonarme + 1 kat mafsallı bağlantılı çelik çerçevenin RSN4850 kaydı altında hasar dağılımı



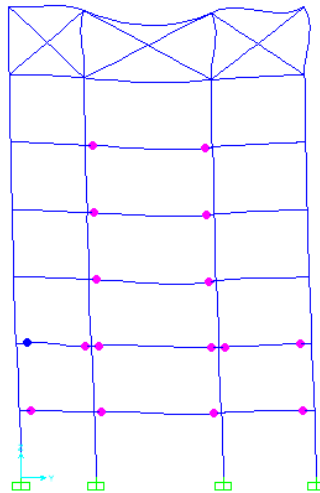
Şekil A.84: 6 kat betonarme + 1 kat mafsallı bağlantılı çelik çerçevenin RSN6915 kaydı altında hasar dağılımı



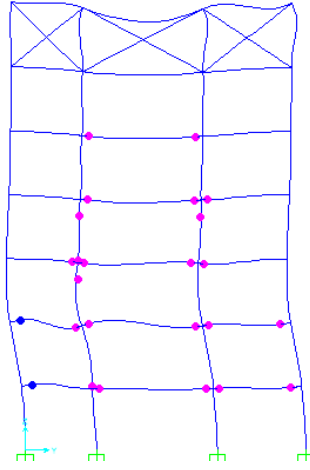
Şekil A.85: 6 kat betonarme + 1 kat çaprazlı çelik çerçevenin RSN164 kaydı altında hasar dağılımı



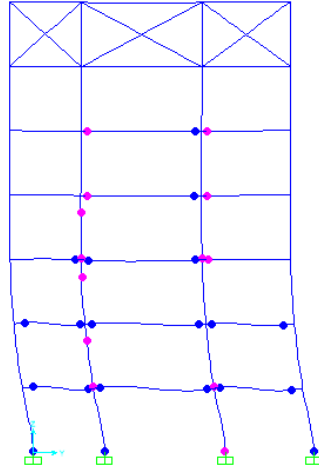
Şekil A.86: 6 kat betonarme + 1 kat çaprazlı çelik çerçevenin RSN755 kaydı altında hasar dağılımı



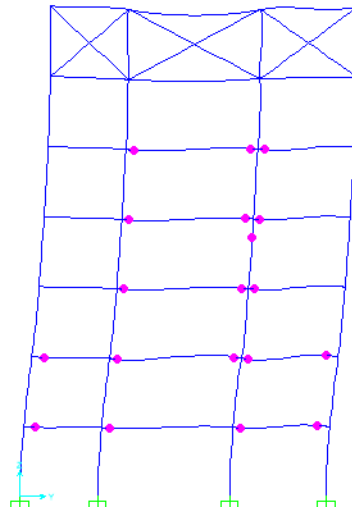
Şekil A.87: 6 kat betonarme + 1 kat çaprazlı çelik çerçevenin RSN4140 kaydı altında hasar dağılımı



Şekil A.88: 6 kat betonarme + 1 kat çaprazlı çelik çerçevenin RSN4141 kaydı altında hasar dağılımı



Şekil A.89: 6 kat betonarme + 1 kat çaprazlı çelik çerçevenin RSN4850 kaydı altında hasar dağılımı



Şekil A.90: 6 kat betonarme + 1 kat çaprazlı çelik çerçevenin RSN6915 kaydı altında hasar dağılımı