



**VİSKOZ SÖNÜMLEYİCİLER İLE BAĞLANMIŞ
KOMŞU YAPI-ZEMİN SİSTEMİNİN DİNAMİK
DAVRANIŞININ İNCELENMESİ**

Yavuz Selim HATİPOĞLU

Doktora Tezi

Doç. Dr. Oğuz Akın DÜZGÜN

İnşaat Mühendisliği Ana Bilim Dalı

2020

(Her hakkı saklıdır.)

T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI

**VİSKOZ SÖNÜMLEYİCİLER İLE BAĞLANMIŞ KOMŞU YAPI-ZEMİN
SİSTEMİNİN DİNAMİK DAVRANIŞININ İNCELENMESİ**

(Investigation of The Dynamic Behavior of Adjacent Building-Soil System Interconnected by
Viscous Dampers)

DOKTORA TEZİ

Yavuz Selim HATİPOĞLU

Danışman: Doç. Dr. Oğuz Akın DÜZGÜN

Erzurum
Ocak, 2021

KABUL VE ONAY TUTANAĞI

Yavuz Selim HATİPOĞLU tarafından hazırlanan “**Viskoz Sönümleyiciler ile Bağlanmış Komşu Yapı-Zemin Sisteminin Dinamik Davranışının İncelenmesi**” başlıklı çalışması 15/01/2021 tarihinde yapılan tez savunma sınavı sonucunda başarılı bulunarak jürimiz tarafından İnşaat Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Mekanik Bilim Dalında Doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı:	Prof. Dr. Ömer GÜNDOĞDU <i>Atatürk Üniversitesi</i>	
Danışman:	Doç. Dr. Oğuz Akın DÜZGÜN <i>Atatürk Üniversitesi</i>	
Jüri Üyesi:	Doç. Dr. Ahmet BUDAK <i>Atatürk Üniversitesi</i>	
Jüri Üyesi:	Doç. Dr. Musa ARTAR <i>Bayburt Üniversitesi</i>	
Jüri Üyesi:	Dr. Öğr. Üyesi Dilek OKUYUCU <i>Erzurum Teknik Üniversitesi</i>	

Bu tezin Atatürk Üniversitesi Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği'nin ilgili maddelerinde belirtilen şartları yerine getirdiğini onaylarım.

Prof. Dr. Mehmet KARAKAN
Enstitü Müdürü

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaklardan yapılan bildiriş, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak olarak kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

ETİK BİLDİRİM VE İNTİHAL BEYAN FORMU

Doktora Tezi olarak *Doç. Dr. Oğuz Akın DÜZGÜN* danışmanlığında sunulan “**Viskoz Sönümleyiciler ile Bağlanmış Komşu Yapı-Zemin Sisteminin Dinamik Davranışının İncelenmesi**” başlıklı çalışmanın tarafımızdan bilimsel etik ilkelere uyularak yazıldığını, yararlanılan eserlerin kaynakçada gösterildiğini, Fen Bilimleri Enstitüsü tarafından belirlenmiş olan Turnitin Programı benzerlik oranlarının aşılmadığını ve aşağıdaki oranlarda olduğunu beyan ederiz.

Tez Bölümleri	Tezin Benzerlik Oranı (%)	Maksimum Oran (%)
Giriş	1	30
Kuramsal Temeller	1	30
Materyal ve Yöntem	4	35
Bulgular ve Tartışma	1	20
Sonuç	1	20
Tezin Geneli	7	25

Not: Yedi kelimeye kadar benzerlikler ile Başlık, Kaynakça, İçindekiler, Teşekkür, Dizin ve Ekler kısımları tarama dışı bırakılabilir. Yukarıdaki azami benzerlik oranları yanında tek bir kaynaktan olan benzerlik oranlarının %5'den büyük olmaması gerekir.

Beyan edilen bilgilerin doğru olduğunu, aksi halde doğacak hukuki sorumlulukları kabul ve beyan ederiz.

Tez Yazarı (Öğrenci)	Tez Danışmanı
Yavuz Selim HATİPOĞLU	Doç. Dr. Oğuz Akın DÜZGÜN
26.1.2021	26.1.2021
İmza:	İmza:

* Tez ile ilgili YÖKTEZ’de yayınlamasına ilişkin bir engelleme var ise aşağıdaki alanı doldurunuz.

☐ Tezle ilgili patent başvurusu yapılması / patent alma sürecinin devam etmesi sebebiyle Enstitü Yönetim Kurulunun/....../.... tarih ve sayılı kararı ile teze erişim 2 (iki) yıl süreyle engellenmiştir.

☐ Enstitü Yönetim Kurulunun/....../.... tarih ve sayılı kararı ile teze erişim 6 (altı) ay süreyle engellenmiştir.

TEŞEKKÜR

Öncelikle, doktora eğitimim boyunca bilimsel araştırma ve bilim insanı olma konusunda engin bilgisi ve tecrübesiyle yol gösteren, aynı zamanda yaşam felsefemin gelişmesinde etkili olan, değerli vaktini, teşvik ve yardımlarını esirgemeyerek bana her türlü desteği sağlayan, ömrüm boyunca yanında olmaktan gurur duyacağım, değerli hocam, danışmanım Doç. Dr. Oğuz Akın DÜZGÜN'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Tez izleme komitemde bulunan değerli hocalarım Prof. Dr. Ömer GÜNDOĞDU ve Doç. Dr. Ahmet BUDAK'a çalışmamın gelişmesine olan değerli katkılarından dolayı teşekkür ederim.

Bu günlere gelmemde en büyük pay sahibi olan değerli annem Melek, babam Cafer ve kardeşim Tuğba HATİPOĞLU'na sonsuz sevgi ve saygılarımı sunarım. Son olarak zor günlerimde yanımda olan, hiçbir zaman desteklerini esirgemeyen, bana sabreden ve motive eden sevgili eşim Şerife, kızım Melek Ebrar ve oğlum Muhammed Berkay'a sonsuz teşekkür ederim.

Yavuz Selim HATİPOĞLU

ÖZET

DOKTORA TEZİ

VİSKOZ SÖNÜMLEYİCİLER İLE BAĞLANMIŞ KOMŞU YAPI-ZEMİN SİSTEMİNİN DİNAMİK DAVRANIŞININ İNCELENMESİ

Yavuz Selim HATİPOĞLU

Danışman: Doç. Dr. Oğuz Akın DÜZGÜN

Amaç: Yapıların, özellikle de çok katlı yapıların, deprem, şiddetli rüzgâr gibi dinamik yükler altında hasar görme riski oldukça yüksektir. Çok katlı yapıların bu riskten uzaklaşıp çok daha güvenli ve konforlu hale gelebilmesi için yapısal kontrol sistemlerinin kullanılmasına ihtiyaç vardır. Bunun yanı sıra yapıların dinamik davranışı üzerinde zeminin davranışı oldukça etkilidir. Bununla birlikte, yapısal kontrol sistemleri üzerine yapılmış literatürdeki çalışmaların neredeyse hiçbirinde zeminin varlığı dikkate alınmamıştır. Bu çalışmada, sıvı viskoz sönümleyiciler (SVS) ile birbirine bağlanmış çok katlı komşu yapıların dinamik davranışı, yapı-zemin etkileşimi de dikkate alınarak incelenmiştir. Çalışmadan elde edilen sonuçların pasif yapısal kontrol sistemlerinin tasarımında mühendislere yol gösterici olması ve literatürdeki boşluğun doldurulması amaçlanmaktadır.

Yöntem: Bu çalışmada zemin-yapı sistemi iki boyutlu (2B) olarak modellenmiş ve analizleri yapılmıştır. Modelleme ve analiz için ANSYS bilgisayar programı kullanılmıştır. Gevşek, orta sıkı ve sıkı zemin türlerinin özelliklerini temsil edecek şekilde üç farklı zemin türü belirlenmiştir. Sonlu zemin bölgesinin sınırlarında viskoz sınır şartı kullanılmıştır. Dinamik yük olarak 1999 Kocaeli depreminin Yarımcı-Petkim istasyonuna ait Kuzey-Güney ivme bileşeni seçilmiştir. Parametrik bir çalışma yürütülerek tüm sistemin dinamik davranışı elde edilmiştir. Zemin ortamının varlığının sistem tepkisi üzerindeki etkileri incelenmiştir. Binaların birbirine bağlanmadan önceki ve bağlandıktan sonraki yer değiştirme, ivme ve kesme kuvveti değerleri ayrıntılı olarak karşılaştırılmıştır.

Bulgular: Zeminin varlığı, binaların kütle, yükseklik, rijitlik, frekans oranları ve cihaz sönümleme katsayıları sistem davranışını etkilemektedirler. Uygun şartlar altında SVS cihazları ile birbirine bağlanmış yapıların yer değiştirme, ivme ve kesme kuvveti değerlerinde %40'tan fazla azalmalar görülmüştür.

Sonuç: SVS'ler çok katlı yapıların yapısal kontrolü için etkili ve güvenli bir araçtır. Zeminin varlığı davranışı etkilediğinden zemin-yapı etkileşimi kesinlikle dikkate alınmalıdır. Yapıların kütle, yükseklik, rijitlik ve frekans oranları 1,75 ile 2 arasında olmalıdır. Etkili bir yapısal kontrol için bütün katlara SVS cihazlarının bağlanmasına gerek yoktur.

Anahtar Kelimeler: Zemin-Yapı Etkileşimi; Yapısal Kontrol; Sıvı Viskoz Sönümleyici; Bağlı Yapılar; Çok Katlı Yapılar; Viskoz Sınır Şartı.

Ocak 2021, 290 sayfa

ABSTRACT

DOCTORAL DISSERTATION

INVESTIGATION OF THE DYNAMIC BEHAVIOR OF ADJACENT BUILDING-SOIL SYSTEM INTERCONNECTED BY VISCOUS DAMPERS

Yavuz Selim HATİPOĞLU

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Oğuz Akın DÜZGÜN

Purpose: Structures, especially multi-storey buildings, have a high risk of damage under dynamic loads such as earthquakes and strong winds. Structural control systems need to be used for multi-storey buildings to avoid from this risk and become much safer and more comfortable. In addition, the behavior of the soil is very effective on the dynamic response of the structures. However, almost none of the studies in the literature on structural control systems have taken into account the presence of the soil. In this study, dynamic response of adjacent multi-storey structures connected by fluid viscous dampers (FVDs) was investigated by considering the structure-soil interaction. The results obtained from this study are aimed to guide engineers in the design of passive structural control systems and to fill the deficiency in the literature.

Method: In this study, the soil-structural system has been modeled in two dimensions (2D) and analyzed. ANSYS computer program was used for modeling and analysis. Three different soil types were determined to represent the characteristics of soft, medium and stiff soil types. Viscous boundary conditions are used at the edges of the finite soil region. The North-South acceleration component of the Yarımca-Petkim station of the 1999 Kocaeli earthquake was chosen as the dynamic load. Dynamic response of the whole system was obtained by conducting a parametric study. The effects of the presence of the soil medium on the system response have been studied. The displacement, acceleration and shear force values of the buildings in the cases of connected/unconnected to each other were compared in detail.

Findings: The presence of the soil, the mass, height, rigidity, frequency ratios of the buildings and the device damping coefficients affect the system response. Under relevant conditions, reductions of more than 40% were observed in the displacement, acceleration and shear force values of the structures interconnected with FVD devices.

Results: FVDs are an effective and safe tool for the structural control of multi-storey buildings. Since the presence of the soil affects the response, the soil-structure interaction should definitely be taken into account. The mass, height, rigidity and frequency ratios of the structures should be between 1.75 and 2. There is no necessity to connect two adjacent buildings by dampers at all floors for effective structural control.

Keywords: Soil Structure Interaction; Structural Control; Fluid Viscous Damper; Interconnected Structures; Multi Storey Structures; Viscous Boundary Condition.

January 2021, 290 pages

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY TUTANAĞI	i
ETİK BİLDİRİM VE İNTİHAL BEYAN FORMU	ii
TEŞEKKÜR	iii
ÖZET	iv
ABSTRACT	v
İÇİNDEKİLER	vi
TABLolar DİZİNİ	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ	ix
KISALTMALAR ve SİMGELER DİZİNİ	xxviii
GİRİŞ	1
KURAMSAL TEMELLER	7
Yapısal Kontrol Sistemleri	8
Aktif Kontrol Sistemleri	9
Yarı Aktif Kontrol Sistemleri	11
Pasif Kontrol Sistemleri	13
Karma (Hibrid) Kontrol Sistemleri	14
Yapı-Zemin Etkileşimi	15
Yapı-Zemin Etkileşiminin Önemi	16
Önceki Yıllarda Yapılmış Çalışmalar	17
MATERYAL ve METOT	31
Komşu Binaların Modellenmesi	31
Sıvı viskoz sönümleyicilerin katlara dağılımı	33
Zeminin Modellenmesi	34
Viskoz sınır şartının modellenmesi	35
Sıvı viskoz sönümleyicilerin (SVS) modellenmesi	39
Sistem Hareket Denkleminin Elde Edilmesi	42
Deprem Verisi	44
Modelin Doğrulanması	44
ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA	49
Sonuçların Yer Değiştirme Açısından İncelenmesi	50
$H_B/H_A=1$ oranlı bağlı binaların yer değiştirmelerinin incelenmesi	50
$H_B/H_A=1,25$ oranlı bağlı binaların yer değiştirmelerinin incelenmesi	55
$H_B/H_A=1,5$ oranlı bağlı binaların yer değiştirmelerinin incelenmesi	64

H _B /H _A =1,75 oranlı bağılı binaların yer değiştirmelerinin incelenmesi	77
H _B /H _A =2 oranlı bağılı binaların yer değiştirmelerinin incelenmesi.....	90
Yer değiştirme açısından komşu binaların ktle, yükseklik, rijitlik ve frekans oranlarının SVS cihazlarının performansına etkilerinin incelenmesi	102
SVS cihazlarının yer değiştirmeler üzerindeki etkisinin değerlendirilmesi	109
Sonuçların İvme Açısından İncelenmesi	113
H _B /H _A =1 oranlı bağılı binaların ivme açısından incelenmesi.....	113
H _B /H _A =1,25 oranlı bağılı binaların ivme açısından incelenmesi.....	117
H _B /H _A =1,5 oranlı bağılı binaların ivme açısından incelenmesi.....	130
H _B /H _A =1,75 oranlı bağılı binaların ivme açısından incelenmesi.....	142
H _B /H _A =2 oranlı bağılı binaların ivme açısından incelenmesi.....	154
İvme açısından komşu binaların ktle, yükseklik, rijitlik ve frekans oranlarının SVS cihazlarının performansına etkilerinin incelenmesi.....	166
SVS cihazlarının ivmeler üzerindeki etkisinin değerlendirilmesi	173
Sonuçların Kesme Kuvveti Açısından İncelenmesi	175
H _B /H _A =1 oranlı bağılı binaların kesme kuvveti açısından incelenmesi.....	175
H _B /H _A =1,25 oranlı bağılı binaların kesme kuvveti açısından incelenmesi.....	181
H _B /H _A =1,5 oranlı bağılı binaların kesme kuvveti açısından incelenmesi.....	194
H _B /H _A =1,75 oranlı bağılı binaların kesme kuvveti açısından incelenmesi.....	206
H _B /H _A =2 oranlı bağılı binaların kesme kuvveti açısından incelenmesi.....	219
Taban kesme kuvveti açısından komşu binaların ktle, yükseklik, rijitlik ve frekans oranlarının SVS cihazlarının performansına etkilerinin incelenmesi ..	232
SVS cihazlarının kesme kuvveti üzerindeki etkisinin değerlendirilmesi	238
Ekonomik Açıdan Etkili Parametrelerin Yeniden Değerlendirilmesi	238
Yapısal Tepkilerin Birlikte Değerlendirilmesi	241
SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	247
KAYNAKLAR	251
Z GEçMİş	258

TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo 1. Bina ve Temel Modellerinde Kullanılan Betonarme Özellikleri.....	31
Tablo 2. Komşu Binaların Kiriş ve Kolon Ölçüleri (m)	33
Tablo 3. (a) Türü Bina Modellerinin Oranları	33
Tablo 4. (b) Türü Bina Modellerinin Oranları	33
Tablo 5. Zemin Türlerinin Özellikleri	35
Tablo 6. Tip I Zeminde Yer Değiştirmeye Göre Ekonomik ve Belirlenen Etkili Parametrelerin Karşılaştırılması	240
Tablo 7. Tip II Zeminde Yer Değiştirmeye Göre Ekonomik ve Belirlenen Etkili Parametrelerin Karşılaştırılması	240
Tablo 8. Tip III Zeminde Yer Değiştirmeye Göre Ekonomik ve Belirlenen Etkili Parametrelerin Karşılaştırılması	241
Tablo 9. Ankastre Durumda Bağlı Binalar için Etkili Parametreler	242
Tablo 10. Tip I Zeminde Bağlı Binalar için Etkili Parametreler	242
Tablo 11. Tip II Zeminde Bağlı Binalar için Etkili Parametreler	242
Tablo 12. Tip III Zeminde Bağlı Binalar için Etkili Parametreler.....	243

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. Koruma sistemleri uygulanan bağlı binalar.	4
Şekil 2. Yapısal Kontrol Sistemleri.	9
Şekil 3. Aktif kontrol sistemlerinin çalışma prensibi.	10
Şekil 4. Kyobashi Seiwa binasına aktif kontrol sisteminin yerleşim şeması	11
Şekil 5. Aktif kontrol sistemi cihazları.	11
Şekil 6. Yarı aktif kontrol sistemi cihazları.	12
Şekil 7. Yarı aktif kontrol sistemlerinin çalışma prensibi.	12
Şekil 8. Yarı aktif kontrol sistemi cihazları.	13
Şekil 9. Pasif kontrol sistemlerinin çalışma prensibi.	14
Şekil 10. Yapı zemin etkileşimi mekanizması (Çetin et al.).	15
Şekil 11. Rijit kaya ve gevşek zeminlerdeki yapı hareketi (Siyahi et al. 2013).	16
Şekil 12. Çalışma için modellenen bina örnekleri.	32
Şekil 13. Sıvı viskoz sönümleyicilerin katlara dağılımı.	34
Şekil 14. Zemin modelinin gösterimi.	35
Şekil 15. Birim küpe etkileyen kuvvetler (Livaoğlu, 2005).	36
Şekil 16. Sonlu elemanlar ağında sanal sınırın uygulanması (Livaoğlu, 2005).	38
Şekil 17. Sıvı viskoz sönümleyici cihaz (Miyamoto et al. 2010).	39
Şekil 18. Yerdeğiştirme ve hız arasındaki faz farkı (Polat, 2003).	40
Şekil 19. Farklı α değerleri için kuvvet yerdeğiştirme eğrileri	41
Şekil 20. Bağlı binaların yapı-zemin sisteminin şematik modeli.	43
Şekil 21. Kocaeli deprem ivmesi (Yarımca).	44
Şekil 22. Çelebi et al. (2012) çalışmalarında ele aldıkları model şekli.	45
Şekil 23. Model doğrulaması için 15 m yükseklikteki binaların karşılaştırılması.	45
Şekil 24. Model doğrulaması için 30 m yükseklikteki binaların karşılaştırılması.	46
Şekil 25. Model doğrulaması için 60 m yükseklikteki binaların karşılaştırılması.	46
Şekil 26. İki binanın en üst kat Yerdeğiştirme – Zaman grafiği (Xu ve diğ. 1999).	47
Şekil 27. Bina 1’in en üst kat yer değiştirme değerlerinin karşılaştırılması.	47
Şekil 28. Bina 2’in en üst kat yer değiştirme değerlerinin karşılaştırılması.	47
Şekil 29. İki binanın taban Kesme Kuvveti – Zaman grafiği (Xu ve diğ. 1999).	48
Şekil 30. Bina 1’in taban kesme kuvveti değerlerinin karşılaştırılması.	48
Şekil 31. Bina 2’in taban kesme kuvveti değerlerinin karşılaştırılması.	48
Şekil 32. $H_B/H_A=1$ (a) için yer değiştirme oran grafiği ($C_d=10^4$ N.s/m).	51
Şekil 33. $H_B/H_A=1$ (a) için yer değiştirme oran grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).	51
Şekil 34. $H_B/H_A=1$ (a) için yer değiştirme oran grafiği ($C_d=10^6$ N.s/m).	51
Şekil 35. $H_B/H_A=1$ (b) için yer değiştirme oran grafiği ($C_d=10^4$ N.s/m).	52

Şekil 36. $H_B/H_A=1$ (b) için yer değiştirme oran grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).....	52
Şekil 37. $H_B/H_A=1$ (b) için yer değiştirme oran grafiği ($C_d=10^6$ N.s/m).....	52
Şekil 38. $H_B/H_A=1$ (b) için yer değiştirme açısından cihaz sönümleme katsayıları ve bağlantı modellerinin ankastre olarak bağlı durumdaki komşu binalara etkileri.	53
Şekil 39. $H_B/H_A=1$ (b) için yer değiştirme açısından cihaz sönümleme katsayıları ve bağlantı modellerinin Tip I üzerindeki komşu binalara etkileri.	53
Şekil 40. $H_B/H_A=1$ (b) için yer değiştirme açısından cihaz sönümleme katsayıları ve bağlantı modellerinin Tip II üzerindeki komşu binalara etkileri.....	53
Şekil 41. $H_B/H_A=1$ (b) için yer değiştirme açısından cihaz sönümleme katsayıları ve bağlantı modellerinin Tip III üzerindeki komşu binalara etkileri.	54
Şekil 42. $H_B/H_A=1$ (b) için A binası katlarının yer değiştirmesi ($C_d=10^5$ N.s/m).....	54
Şekil 43. $H_B/H_A=1$ (b) için B binası katlarının yer değiştirmesi ($C_d=10^5$ N.s/m).	55
Şekil 44. $H_B/H_A=1,25$ (a) için yer değiştirme oran grafiği ($C_d=10^3$ N.s/m).....	56
Şekil 45. $H_B/H_A=1,25$ (a) için yer değiştirme oran grafiği ($C_d=10^4$ N.s/m).....	56
Şekil 46. $H_B/H_A=1,25$ (a) için yer değiştirme oran grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).....	57
Şekil 47. $H_B/H_A=1,25$ (a) için yer değiştirme oran grafiği ($C_d=10^6$ N.s/m).....	57
Şekil 48. $H_B/H_A=1,25$ (a) için yer değiştirme oran grafiği ($C_d=10^7$ N.s/m).....	57
Şekil 49. $H_B/H_A=1,25$ (a) için yer değiştirme açısından cihaz sönümleme katsayıları ve bağlantı modellerinin zemine ankastre olarak bağlı durumdaki komşu binalara etkileri.....	58
Şekil 50. $H_B/H_A=1,25$ (a) için yer değiştirme açısından cihaz sönümleme katsayıları ve bağlantı modellerinin Tip I üzerindeki komşu binalara etkileri.	58
Şekil 51. $H_B/H_A=1,25$ (a) için yer değiştirme açısından cihaz sönümleme katsayıları ve bağlantı modellerinin Tip II üzerindeki komşu binalara etkileri.....	58
Şekil 52. $H_B/H_A=1,25$ (a) için yer değiştirme açısından cihaz sönümleme katsayıları ve bağlantı modellerinin Tip III üzerindeki komşu binalara etkileri.	59
Şekil 53. $H_B/H_A=1,25$ (a) için ankastre durumda SVS cihazlar ile birbirine bağlı binaların tepe noktası Yer Değiştirme–Zaman grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).	59
Şekil 54. $H_B/H_A=1,25$ (a) için Tip I zemin türü üzerinde SVS cihazlar ile birbirine bağlı binaların tepe noktası Yer Değiştirme–Zaman grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).	59
Şekil 55. $H_B/H_A=1,25$ (a) için Tip II zemin türü üzerinde SVS cihazlar ile birbirine bağlı binaların tepe noktası Yer Değiştirme–Zaman grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).	60
Şekil 56. $H_B/H_A=1,25$ (a) için Tip III zemin türü üzerinde SVS cihazlar ile birbirine bağlı binaların tepe noktası Yer Değiştirme–Zaman grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).	60
Şekil 57. $H_B/H_A=1,25$ (a) için A binası katlarının yer değiştirmesi ($C_d=10^5$ N.s/m).	61
Şekil 58. $H_B/H_A=1,25$ (a) için B binası katlarının yer değiştirmesi ($C_d=10^5$ N.s/m).	61
Şekil 59. $H_B/H_A=1,25$ (b) için yer değiştirme oran grafiği ($C_d=10^3$ N.s/m).	62
Şekil 60. $H_B/H_A=1,25$ (b) için yer değiştirme oran grafiği ($C_d=10^4$ N.s/m).	62
Şekil 61. $H_B/H_A=1,25$ (b) için yer değiştirme oran grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).	62
Şekil 62. $H_B/H_A=1,25$ (b) için yer değiştirme oran grafiği ($C_d=10^6$ N.s/m).	63
Şekil 63. $H_B/H_A=1,25$ (b) için yer değiştirme oran grafiği ($C_d=10^7$ N.s/m).	63

Şekil 64. $H_B/H_A=1,25$ (b) için yer değiştirme açısından cihaz sönümleme katsayıları ve bağlantı modellerinin Tip II üzerindeki komşu binalara etkileri.....	63
Şekil 65. $H_B/H_A=1,25$ (b) için Tip II zemin türü üzerinde SVS cihazlar ile birbirine bağlı binaların tepe noktası Yer Değiştirme–Zaman grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).	64
Şekil 66. $H_B/H_A=1,5$ (a) için yer değiştirme oran grafiği ($C_d=10^3$ N.s/m).....	64
Şekil 67. $H_B/H_A=1,5$ (a) için yer değiştirme oran grafiği ($C_d=10^4$ N.s/m).....	65
Şekil 68. $H_B/H_A=1,5$ (a) için yer değiştirme oran grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).....	65
Şekil 69. $H_B/H_A=1,5$ (a) için yer değiştirme oran grafiği ($C_d=10^6$ N.s/m).....	66
Şekil 70. $H_B/H_A=1,5$ (a) için yer değiştirme oran grafiği ($C_d=10^7$ N.s/m).....	66
Şekil 71. $H_B/H_A=1,5$ (a) için yer değiştirme açısından cihaz sönümleme katsayıları ve bağlantı modellerinin zemine ankastre olarak bağlı durumdaki komşu binalara etkileri.....	67
Şekil 72. $H_B/H_A=1,5$ (a) için yer değiştirme açısından cihaz sönümleme katsayıları ve bağlantı modellerinin Tip I üzerindeki komşu binalara etkileri.	67
Şekil 73. $H_B/H_A=1,5$ (a) için yer değiştirme açısından cihaz sönümleme katsayıları ve bağlantı modellerinin Tip II üzerindeki komşu binalara etkileri.....	67
Şekil 74. $H_B/H_A=1,5$ (a) için yer değiştirme açısından cihaz sönümleme katsayıları ve bağlantı modellerinin Tip III üzerindeki komşu binalara etkileri.	67
Şekil 75. $H_B/H_A=1,5$ (a) için Ankastre mesnet üzerinde SVS cihazlar ile birbirine bağlı binaların tepe noktası Yer Değiştirme–Zaman grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).	68
Şekil 76. $H_B/H_A=1,5$ (a) için Tip I zemin türü üzerinde SVS cihazlar ile birbirine bağlı binaların tepe noktası Yer Değiştirme–Zaman grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).	68
Şekil 77. $H_B/H_A=1,5$ (a) için Tip II zemin türü üzerinde SVS cihazlar ile birbirine bağlı binaların tepe noktası Yer Değiştirme–Zaman grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).	69
Şekil 78. $H_B/H_A=1,5$ (a) için Tip III zemin türü üzerinde SVS cihazlar ile birbirine bağlı binaların tepe noktası Yer Değiştirme–Zaman grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).	69
Şekil 79. $H_B/H_A=1,5$ (a) için A binası katlarının yer değiştirmesi ($C_d=10^5$ N.s/m).	70
Şekil 80. $H_B/H_A=1,5$ (a) için B binası katlarının yer değiştirmesi ($C_d=10^5$ N.s/m).	70
Şekil 81. $H_B/H_A=1,5$ (b) için yer değiştirme oran grafiği ($C_d=10^3$ N.s/m).	71
Şekil 82. $H_B/H_A=1,5$ (b) için yer değiştirme oran grafiği ($C_d=10^4$ N.s/m).	71
Şekil 83. $H_B/H_A=1,5$ (b) için yer değiştirme oran grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).	72
Şekil 84. $H_B/H_A=1,5$ (b) için yer değiştirme oran grafiği ($C_d=10^6$ N.s/m).	72
Şekil 85. $H_B/H_A=1,5$ (b) için yer değiştirme oran grafiği ($C_d=10^7$ N.s/m).	73
Şekil 86. $H_B/H_A=1,5$ (b) için yer değiştirme açısından cihaz sönümleme katsayıları ve bağlantı modellerinin zemine ankastre olarak bağlı durumdaki komşu binalara etkileri.....	73
Şekil 87. $H_B/H_A=1,5$ (b) için yer değiştirme açısından cihaz sönümleme katsayıları ve bağlantı modellerinin Tip I üzerindeki komşu binalara etkileri.	74
Şekil 88. $H_B/H_A=1,5$ (b) için yer değiştirme açısından cihaz sönümleme katsayıları ve bağlantı modellerinin Tip II üzerindeki komşu binalara etkileri.....	74
Şekil 89. $H_B/H_A=1,5$ (b) için yer değiştirme açısından cihaz sönümleme katsayıları ve bağlantı modellerinin Tip III üzerindeki komşu binalara etkileri.	74

Şekil 90. $H_B/H_A=1,5$ (b) için Ankastre mesnet üzerinde SVS cihazlar ile birbirine bağlı binaların tepe noktası Yer Değiştirme–Zaman grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).	75
Şekil 91. $H_B/H_A=1,5$ (b) için Tip I zemin türü üzerinde SVS cihazlar ile birbirine bağlı binaların tepe noktası Yer Değiştirme–Zaman grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).	75
Şekil 92. $H_B/H_A=1,5$ (b) için Tip II zemin türü üzerinde SVS cihazlar ile birbirine bağlı binaların tepe noktası Yer Değiştirme–Zaman grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).	75
Şekil 93. $H_B/H_A=1,5$ (b) için Tip III zemin türü üzerinde SVS cihazlar ile birbirine bağlı binaların tepe noktası Yer Değiştirme–Zaman grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).	75
Şekil 94. $H_B/H_A=1,5$ (b) için A binası katlarının yer değiştirmesi ($C_d=10^5$ N.s/m).	76
Şekil 95. $H_B/H_A=1,5$ (b) için B binası katlarının yer değiştirmesi ($C_d=10^5$ N.s/m).	77
Şekil 96. $H_B/H_A=1,75$ (a) için yer değiştirme oran grafiği ($C_d=10^3$ N.s/m).	78
Şekil 97. $H_B/H_A=1,75$ (a) için yer değiştirme oran grafiği ($C_d=10^4$ N.s/m).	78
Şekil 98. $H_B/H_A=1,75$ (a) için yer değiştirme oran grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).	78
Şekil 99. $H_B/H_A=1,75$ (a) için yer değiştirme oran grafiği ($C_d=10^6$ N.s/m).	79
Şekil 100. $H_B/H_A=1,75$ (a) için yer değiştirme oran grafiği ($C_d=10^7$ N.s/m).	79
Şekil 101. $H_B/H_A=1,75$ (a) için yer değiştirme açısından cihaz sönümlleme katsayıları ve bağlantı modellerinin ankastre olarak bağlı durumdaki komşu binalara etkileri. ...	80
Şekil 102. $H_B/H_A=1,75$ (a) için yer değiştirme açısından cihaz sönümlleme katsayıları ve bağlantı modellerinin Tip I üzerindeki komşu binalara etkileri.	80
Şekil 103. $H_B/H_A=1,75$ (a) için yer değiştirme açısından cihaz sönümlleme katsayıları ve bağlantı modellerinin Tip II üzerindeki komşu binalara etkileri.	80
Şekil 104. $H_B/H_A=1,75$ (a) için yer değiştirme açısından cihaz sönümlleme katsayıları ve bağlantı modellerinin Tip III üzerindeki komşu binalara etkileri.	81
Şekil 105. $H_B/H_A=1,75$ (a) için ankastre durumda SVS cihazlar ile birbirine bağlı binaların tepe noktası Yer Değiştirme–Zaman grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).	81
Şekil 106. $H_B/H_A=1,75$ (a) için Tip I zemin türü üzerinde SVS cihazlar ile birbirine bağlı binaların tepe noktası Yer Değiştirme–Zaman grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).	81
Şekil 107. $H_B/H_A=1,75$ (a) için Tip II zemin türü üzerinde SVS cihazlar ile birbirine bağlı binaların tepe noktası Yer Değiştirme–Zaman grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).	82
Şekil 108. $H_B/H_A=1,75$ (a) için Tip III zemin türü üzerinde SVS cihazlar ile birbirine bağlı binaların tepe noktası Yer Değiştirme–Zaman grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).	82
Şekil 109. $H_B/H_A=1,75$ (a) için A binası katlarının yer değiştirmesi ($C_d=10^5$ N.s/m).	83
Şekil 110. $H_B/H_A=1,75$ (a) için B binası katlarının yer değiştirmesi ($C_d=10^5$ N.s/m).	83
Şekil 111. $H_B/H_A=1,75$ (b) için yer değiştirme oran grafiği ($C_d=10^3$ N.s/m).	84
Şekil 112. $H_B/H_A=1,75$ (b) için yer değiştirme oran grafiği ($C_d=10^4$ N.s/m).	84
Şekil 113. $H_B/H_A=1,75$ (b) için yer değiştirme oran grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).	85
Şekil 114. $H_B/H_A=1,75$ (b) için yer değiştirme oran grafiği ($C_d=10^6$ N.s/m).	85
Şekil 115. $H_B/H_A=1,75$ (b) için yer değiştirme oran grafiği ($C_d=10^7$ N.s/m).	86
Şekil 116. $H_B/H_A=1,75$ (b) için yer değiştirme açısından cihaz sönümlleme katsayıları ve bağlantı modellerinin ankastre olarak bağlı durumdaki komşu binalara etkileri. ...	86

Şekil 117. $H_B/H_A=1,75$ (b) için yer değiştirme açısından cihaz sönümleme katsayıları ve bağlantı modellerinin Tip I üzerindeki komşu binalara etkileri.	86
Şekil 118. $H_B/H_A=1,75$ (b) için yer değiştirme açısından cihaz sönümleme katsayıları ve bağlantı modellerinin Tip II üzerindeki komşu binalara etkileri.	87
Şekil 119. $H_B/H_A=1,75$ (b) için yer değiştirme açısından cihaz sönümleme katsayıları ve bağlantı modellerinin Tip III üzerindeki komşu binalara etkileri.	87
Şekil 120. $H_B/H_A=1,75$ (a) için ankastre durumda SVS cihazlar ile birbirine bağlı binaların tepe noktası Yer Değiştirme–Zaman grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).	87
Şekil 121. $H_B/H_A=1,75$ (a) için Tip I zemin türü üzerinde SVS cihazlar ile birbirine bağlı binaların tepe noktası Yer Değiştirme–Zaman grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).	88
Şekil 122. $H_B/H_A=1,75$ (a) için Tip II zemin türü üzerinde SVS cihazlar ile birbirine bağlı binaların tepe noktası Yer Değiştirme–Zaman grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).	88
Şekil 123. $H_B/H_A=1,75$ (a) için Tip III zemin türü üzerinde SVS cihazlar ile birbirine bağlı binaların tepe noktası Yer Değiştirme–Zaman grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).	88
Şekil 124. $H_B/H_A=1,75$ (b) için A binası katlarının yer değiştirmesi ($C_d=10^5$ N.s/m).	89
Şekil 125. $H_B/H_A=1,75$ (b) için A binası katlarının yer değiştirmesi ($C_d=10^5$ N.s/m).	89
Şekil 126. 2 (a) için tepe noktası yer değiştirme oran grafiği ($C_d=10^3$ N.s/m).	90
Şekil 127. $H_B/H_A=2$ (a) için yer değiştirme oran grafiği ($C_d=10^4$ N.s/m).	90
Şekil 128. $H_B/H_A=2$ (a) için yer değiştirme oran grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).	91
Şekil 129. $H_B/H_A=2$ (a) için yer değiştirme oran grafiği ($C_d=10^6$ N.s/m).	91
Şekil 130. $H_B/H_A=1,75$ (b) için yer değiştirme oran grafiği ($C_d=10^7$ N.s/m).	92
Şekil 131. $H_B/H_A=2$ (a) için yer değiştirme açısından cihaz sönümleme katsayıları ve bağlantı modellerinin zemine ankastre olarak bağlı durumdaki komşu binalara etkileri.	92
Şekil 132. $H_B/H_A=2$ (a) için yer değiştirme açısından cihaz sönümleme katsayıları ve bağlantı modellerinin Tip I üzerindeki komşu binalara etkileri.	93
Şekil 133. $H_B/H_A=2$ (a) için yer değiştirme açısından cihaz sönümleme katsayıları ve bağlantı modellerinin Tip II üzerindeki komşu binalara etkileri.	93
Şekil 134. $H_B/H_A=2$ (a) için yer değiştirme açısından cihaz sönümleme katsayıları ve bağlantı modellerinin Tip III üzerindeki komşu binalara etkileri.	93
Şekil 135. $H_B/H_A=2$ (a) için ankastre durumda SVS cihazlar ile birbirine bağlı binaların tepe noktası Yer Değiştirme–Zaman grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).	94
Şekil 136. $H_B/H_A=2$ (a) için Tip I zemin türü üzerinde SVS cihazlar ile birbirine bağlı binaların tepe noktası Yer Değiştirme–Zaman grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).	94
Şekil 137. $H_B/H_A=2$ (a) için Tip II zemin türü üzerinde SVS cihazlar ile birbirine bağlı binaların tepe noktası Yer Değiştirme–Zaman grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).	94
Şekil 138. $H_B/H_A=2$ (a) için Tip III zemin türü üzerinde SVS cihazlar ile birbirine bağlı binaların tepe noktası Yer Değiştirme–Zaman grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).	94
Şekil 139. $H_B/H_A=2$ (a) için A binası katlarının yer değiştirmesi ($C_d=10^5$ N.s/m).	95
Şekil 140. $H_B/H_A=2$ (a) için B binası katlarının yer değiştirmesi ($C_d=10^5$ N.s/m).	96
Şekil 141. $H_B/H_A=2$ (b) için yer değiştirme oran grafiği ($C_d=10^3$ N.s/m).	96
Şekil 142. $H_B/H_A=2$ (b) için yer değiştirme oran grafiği ($C_d=10^4$ N.s/m).	97

Şekil 143. $H_B/H_A=2$ (b) için yer değiştirme oran grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).	97
Şekil 144. $H_B/H_A=2$ (b) için yer değiştirme oran grafiği ($C_d=10^6$ N.s/m).	98
Şekil 145. $H_B/H_A=2$ (b) için yer değiştirme oran grafiği ($C_d=10^7$ N.s/m).	98
Şekil 146. $H_B/H_A=2$ (b) için yer değiştirme açısından cihaz sönümleme katsayıları ve bağlantı modellerinin zemine ankastre olarak bağlı durumdaki komşu binalara etkileri.....	99
Şekil 147. $H_B/H_A=2$ (b) için yer değiştirme açısından cihaz sönümleme katsayıları ve bağlantı modellerinin Tip I üzerindeki komşu binalara etkileri.	99
Şekil 148. $H_B/H_A=2$ (b) için yer değiştirme açısından cihaz sönümleme katsayıları ve bağlantı modellerinin Tip II üzerindeki komşu binalara etkileri.....	99
Şekil 149. $H_B/H_A=2$ (b) için yer değiştirme açısından cihaz sönümleme katsayıları ve bağlantı modellerinin Tip III üzerindeki komşu binalara etkileri.	99
Şekil 150. $H_B/H_A=2$ (b) için ankastre durumda SVS cihazlar ile birbirine bağlı binaların tepe noktası Yer Değiştirme–Zaman grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).	100
Şekil 151. $H_B/H_A=2$ (b) için Tip I zemin türü üzerinde SVS cihazlar ile birbirine bağlı binaların tepe noktası Yer Değiştirme–Zaman grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).	100
Şekil 152. $H_B/H_A=2$ (b) için Tip II zemin türü üzerinde SVS cihazlar ile birbirine bağlı binaların tepe noktası Yer Değiştirme–Zaman grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).	100
Şekil 153. $H_B/H_A=2$ (b) için Tip III zemin türü üzerinde SVS cihazlar ile birbirine bağlı binaların tepe noktası Yer Değiştirme–Zaman grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).	101
Şekil 154. $H_B/H_A=2$ (b) için A binası katlarının yer değiştirmesi ($C_d=10^5$ N.s/m).....	101
Şekil 155. $H_B/H_A=2$ (b) için B binası katlarının yer değiştirmesi ($C_d=10^5$ N.s/m).	102
Şekil 156. (a) türü modellerinde bağlanan SVS cihazlarının yer değiştirme üzerindeki etkisinin B binasının kat sayısına ve bağlantı modellerine göre değişimi.....	107
Şekil 157. (b) türü modellerinde bağlanan SVS cihazlarının yer değiştirme üzerindeki etkisinin B binasının kat sayısına ve bağlantı modellerine göre değişimi.....	108
Şekil 158. $H_B/H_A=1$ (a) için tepe noktası ivme oran grafiği ($C_d=10^4$ N.s/m).....	113
Şekil 159. $H_B/H_A=1$ (a) için tepe noktası ivme oran grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).....	113
Şekil 160. $H_B/H_A=1$ (a) için tepe noktası ivme oran grafiği ($C_d=10^6$ N.s/m).....	114
Şekil 161. $H_B/H_A=1$ (a) türü analizlerinde ankastre durumda bağlı binaların ivme değerlerinin değişimi ($C_d=10^5$ N.s/m).	114
Şekil 162. $H_B/H_A=1$ (a) türü analizlerinde Tip I zemin üzerinde bağlı binaların ivme değerlerinin değişimi ($C_d=10^5$ N.s/m).	114
Şekil 163. $H_B/H_A=1$ (a) türü analizlerinde Tip II zemin üzerinde bağlı binaların ivme değerlerinin değişimi ($C_d=10^5$ N.s/m).	115
Şekil 164. $H_B/H_A=1$ (a) türü analizlerinde Tip III zemin üzerinde bağlı binaların ivme değerlerinin değişimi ($C_d=10^5$ N.s/m).	115
Şekil 165. $H_B/H_A=1$ (b) için tepe noktası ivme oran grafiği ($C_d=10^4$ N.s/m).	116
Şekil 166. $H_B/H_A=1$ (b) için tepe noktası ivme oran grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).	116
Şekil 167. $H_B/H_A=1$ (b) için tepe noktası ivme oran grafiği ($C_d=10^6$ N.s/m).	116
Şekil 168. $H_B/H_A=1$ (b) türü analizlerinde ankastre durumda bağlı binaların ivme değerlerinin değişimi ($C_d=10^5$ N.s/m).	116

Şekil 169. $H_B/H_A=1$ (b) türü analizlerinde Tip I zemin üzerinde bağlı binaların ivme değerlerinin değişimi ($C_d=10^5$ N.s/m).	117
Şekil 170. $H_B/H_A=1$ (b) türü analizlerinde Tip II zemin üzerinde bağlı binaların ivme değerlerinin değişimi ($C_d=10^5$ N.s/m).	117
Şekil 171. $H_B/H_A=1$ (b) türü analizlerinde Tip III zemin üzerinde bağlı binaların ivme değerlerinin değişimi ($C_d=10^5$ N.s/m).	117
Şekil 172. $H_B/H_A=1,25$ (a) için tepe noktası ivme oran grafiği ($C_d=10^3$ N.s/m).....	118
Şekil 173. $H_B/H_A=1,25$ (a) için tepe noktası ivme oran grafiği ($C_d=10^4$ N.s/m).....	118
Şekil 174. $H_B/H_A=1,25$ (a) için tepe noktası ivme oran grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).....	119
Şekil 175. $H_B/H_A=1,25$ (a) için tepe noktası ivme oran grafiği ($C_d=10^6$ N.s/m).....	119
Şekil 176. $H_B/H_A=1,25$ (a) için tepe noktası ivme oran grafiği ($C_d=10^7$ N.s/m).....	120
Şekil 177. $H_B/H_A=1,25$ (a) için ivme açısından cihaz sönümleme katsayıları ve bağlantı modellerinin zemine ankastre olarak bağlı durumdaki komşu binalara etkileri....	120
Şekil 178. $H_B/H_A=1,25$ (a) için ivme açısından cihaz sönümleme katsayıları ve bağlantı modellerinin Tip I üzerindeki komşu binalara etkileri	120
Şekil 179. $H_B/H_A=1,25$ (a) için ivme açısından cihaz sönümleme katsayıları ve bağlantı modellerinin Tip II üzerindeki komşu binalara etkileri.....	121
Şekil 180. $H_B/H_A=1,25$ (a) için ivme açısından cihaz sönümleme katsayıları ve bağlantı modellerinin Tip III üzerindeki komşu binalara etkileri	121
Şekil 181. $H_B/H_A=1,25$ (a) türü analizlerinde ankastre durumda bağlı binaların ivme değerlerinin değişimi ($C_d=10^4$ N.s/m).	121
Şekil 182. $H_B/H_A=1,25$ (a) türü analizlerinde Tip I zemin üzerinde bağlı binaların ivme değerlerinin değişimi ($C_d=10^5$ N.s/m).	122
Şekil 183. $H_B/H_A=1,25$ (a) türü analizlerinde Tip II zemin üzerinde bağlı binaların ivme değerlerinin değişimi ($C_d=10^5$ N.s/m).	122
Şekil 184. $H_B/H_A=1,25$ (a) türü analizlerinde Tip III zemin üzerinde bağlı binaların ivme değerlerinin değişimi ($C_d=10^4$ N.s/m).	122
Şekil 185. $H_B/H_A=1,25$ (a) için ankastre durumda SVS cihazlar ile birbirine bağlı binaların tepe noktası İvme–Zaman grafiği ($C_d=10^4$ N.s/m).	123
Şekil 186. $H_B/H_A=1,25$ (a) için Tip I zemin türü üzerinde SVS cihazlar ile birbirine bağlı binaların tepe noktası İvme–Zaman grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).....	123
Şekil 187. $H_B/H_A=1,25$ (a) için Tip II zemin türü üzerinde SVS cihazlar ile birbirine bağlı binaların tepe noktası İvme–Zaman grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).....	123
Şekil 188. $H_B/H_A=1,25$ (a) için Tip III zemin türü üzerinde SVS cihazlar ile birbirine bağlı binaların tepe noktası İvme–Zaman grafiği ($C_d=10^4$ N.s/m).....	123
Şekil 189. $H_B/H_A=1,25$ (b) için tepe noktası ivme oran grafiği ($C_d=10^3$ N.s/m).	124
Şekil 190. $H_B/H_A=1,25$ (b) için tepe noktası ivme oran grafiği ($C_d=10^4$ N.s/m).	124
Şekil 191. $H_B/H_A=1,25$ (b) için tepe noktası ivme oran grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).	125
Şekil 192. $H_B/H_A=1,25$ (b) için tepe noktası ivme oran grafiği ($C_d=10^6$ N.s/m).	125
Şekil 193. $H_B/H_A=1,25$ (b) için tepe noktası ivme oran grafiği ($C_d=10^7$ N.s/m).	126

Şekil 194. $H_B/H_A=1,25$ (a) için ivme açısından cihaz sönümleme katsayıları ve bağlantı modellerinin zemine ankastre olarak bağlı durumdaki komşu binalara etkileri....	126
Şekil 195. $H_B/H_A=1,25$ (b) için ivme açısından cihaz sönümleme katsayıları ve bağlantı modellerinin Tip I üzerindeki komşu binalara etkileri	127
Şekil 196. $H_B/H_A=1,25$ (b) için ivme açısından cihaz sönümleme katsayıları ve bağlantı modellerinin Tip II üzerindeki komşu binalara etkileri.....	127
Şekil 197. $H_B/H_A=1,25$ (b) için ivme açısından cihaz sönümleme katsayıları ve bağlantı modellerinin Tip III üzerindeki komşu binalara etkileri	127
Şekil 198. $H_B/H_A=1,25$ (b) türü analizlerinde ankastre durumda SVS cihazlar ile bağlı binaların ivme değerlerinin değişimi ($C_d=10^5$ N.s/m).....	128
Şekil 199. $H_B/H_A=1,25$ (b) türü analizlerinde Tip I zemin üzerinde SVS cihazlar ile bağlı binaların ivme değerlerinin değişimi ($C_d=10^5$ N.s/m).....	128
Şekil 200. $H_B/H_A=1,25$ (b) türü analizlerinde Tip II zemin üzerinde SVS cihazlar ile bağlı binaların ivme değerlerinin değişimi ($C_d=10^5$ N.s/m).....	128
Şekil 201. $H_B/H_A=1,25$ (b) türü analizlerinde Tip III zemin üzerinde SVS cihazlar ile bağlı binaların ivme değerlerinin değişimi ($C_d=10^5$ N.s/m).....	128
Şekil 202. $H_B/H_A=1,25$ (b) için ankastre durumda SVS cihazlar ile birbirine bağlı binaların tepe noktası İvme–Zaman grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).....	129
Şekil 203. $H_B/H_A=1,25$ (b) için Tip I zemin türü üzerinde SVS cihazlar ile birbirine bağlı binaların tepe noktası İvme–Zaman grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).....	129
Şekil 204. $H_B/H_A=1,25$ (b) için Tip II zemin türü üzerinde SVS cihazlar ile birbirine bağlı binaların tepe noktası İvme–Zaman grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).....	129
Şekil 205. $H_B/H_A=1,25$ (b) için Tip III zemin türü üzerinde SVS cihazlar ile birbirine bağlı binaların tepe noktası İvme–Zaman grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).....	130
Şekil 206. $H_B/H_A=1,5$ (a) için tepe noktası ivme oran grafiği ($C_d=10^3$ N.s/m).....	130
Şekil 207. $H_B/H_A=1,5$ (a) için tepe noktası ivme oran grafiği ($C_d=10^4$ N.s/m).....	131
Şekil 208. $H_B/H_A=1,5$ (a) için tepe noktası ivme oran grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).....	131
Şekil 209. $H_B/H_A=1,5$ (a) için tepe noktası ivme oran grafiği ($C_d=10^6$ N.s/m).....	132
Şekil 210. $H_B/H_A=1,5$ (a) için tepe noktası ivme oran grafiği ($C_d=10^7$ N.s/m).....	132
Şekil 211. $H_B/H_A=1,5$ (a) için ivme açısından cihaz sönümleme katsayıları ve bağlantı modellerinin zemine ankastre olarak bağlı durumdaki komşu binalara etkileri....	132
Şekil 212. $H_B/H_A=1,5$ (a) için ivme açısından cihaz sönümleme katsayıları ve bağlantı modellerinin Tip I üzerindeki komşu binalara etkileri.	133
Şekil 213. $H_B/H_A=1,5$ (a) için ivme açısından cihaz sönümleme katsayıları ve bağlantı modellerinin Tip II üzerindeki komşu binalara etkileri.....	133
Şekil 214. $H_B/H_A=1,5$ (a) için ivme açısından cihaz sönümleme katsayıları ve bağlantı modellerinin Tip III üzerindeki komşu binalara etkileri.	133
Şekil 215. $H_B/H_A=1,5$ (a) türü analizlerinde ankastre durumda SVS cihazlar ile bağlı binaların ivme değerlerinin değişimi ($C_d=10^5$ N.s/m).....	134
Şekil 216. $H_B/H_A=1,5$ (a) türü analizlerinde Tip I zemin üzerinde SVS cihazlar ile bağlı binaların ivme değerlerinin değişimi ($C_d=10^5$ N.s/m).....	134

Şekil 217. $H_B/H_A=1,5$ (a) türü analizlerinde Tip II zemin üzerinde SVS cihazlar ile bağlı binaların ivme değerlerinin değişimi ($C_d=10^5$ N.s/m).....	134
Şekil 218. $H_B/H_A=1,5$ (a) türü analizlerinde Tip III zemin üzerinde SVS cihazlar ile bağlı binaların ivme değerlerinin değişimi ($C_d=10^5$ N.s/m).....	134
Şekil 219. $H_B/H_A=1,5$ (a) için ankastre durumda SVS cihazlar ile birbirine bağlı binaların tepe noktası İvme–Zaman grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).....	135
Şekil 220. $H_B/H_A=1,5$ (a) için Tip I zemin türü üzerinde SVS cihazlar ile birbirine bağlı binaların tepe noktası İvme–Zaman grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).....	135
Şekil 221. $H_B/H_A=1,5$ (a) için Tip II zemin türü üzerinde SVS cihazlar ile birbirine bağlı binaların tepe noktası İvme–Zaman grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).....	135
Şekil 222. $H_B/H_A=1,5$ (a) için Tip III zemin türü üzerinde SVS cihazlar ile birbirine bağlı binaların tepe noktası İvme–Zaman grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).....	136
Şekil 223. $H_B/H_A=1,5$ (b) için tepe noktası ivme oran grafiği ($C_d=10^3$ N.s/m).	136
Şekil 224. $H_B/H_A=1,5$ (b) için tepe noktası ivme oran grafiği ($C_d=10^4$ N.s/m).	137
Şekil 225. $H_B/H_A=1,5$ (b) için tepe noktası ivme oran grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).	137
Şekil 226. $H_B/H_A=1,5$ (b) için tepe noktası ivme oran grafiği ($C_d=10^6$ N.s/m).	138
Şekil 227. $H_B/H_A=1,5$ (b) için tepe noktası ivme oran grafiği ($C_d=10^7$ N.s/m).	138
Şekil 228. $H_B/H_A=1,5$ (b) için ivme açısından cihaz sönümlleme katsayıları ve bağlantı modellerinin zemine ankastre olarak bağlı durumdaki komşu binalara etkileri....	138
Şekil 229. $H_B/H_A=1,5$ (b) için ivme açısından cihaz sönümlleme katsayıları ve bağlantı modellerinin Tip I üzerindeki komşu binalara etkileri	139
Şekil 230. $H_B/H_A=1,5$ (b) için ivme açısından cihaz sönümlleme katsayıları ve bağlantı modellerinin Tip II üzerindeki komşu binalara etkileri.....	139
Şekil 231. $H_B/H_A=1,5$ (b) için ivme açısından cihaz sönümlleme katsayıları ve bağlantı modellerinin Tip III üzerindeki komşu binalara etkileri	139
Şekil 232. $H_B/H_A=1,5$ (b) türü analizlerinde ankastre durumda SVS cihazlar ile bağlı binaların ivme değerlerinin değişimi ($C_d=10^5$ N.s/m).	140
Şekil 233. $H_B/H_A=1,5$ (b) türü analizlerinde Tip I zemin üzerinde SVS cihazlar ile bağlı binaların ivme değerlerinin değişimi ($C_d=10^5$ N.s/m).	140
Şekil 234. $H_B/H_A=1,5$ (b) türü analizlerinde Tip II zemin üzerinde SVS cihazlar ile bağlı binaların ivme değerlerinin değişimi ($C_d=10^5$ N.s/m).....	140
Şekil 235. $H_B/H_A=1,5$ (b) türü analizlerinde Tip III zemin üzerinde SVS cihazlar ile bağlı binaların ivme değerlerinin değişimi ($C_d=10^5$ N.s/m).	140
Şekil 236. $H_B/H_A=1,5$ (b) için ankastre durumda SVS cihazlar ile birbirine bağlı binaların tepe noktası İvme–Zaman grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).....	141
Şekil 237. $H_B/H_A=1,5$ (b) için Tip I zemin türü üzerinde SVS cihazlar ile birbirine bağlı binaların tepe noktası İvme–Zaman grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).....	141
Şekil 238. $H_B/H_A=1,5$ (b) için Tip II zemin türü üzerinde SVS cihazlar ile birbirine bağlı binaların tepe noktası İvme–Zaman grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).....	141
Şekil 239. $H_B/H_A=1,5$ (b) için Tip III zemin türü üzerinde SVS cihazlar ile birbirine bağlı binaların tepe noktası İvme–Zaman grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).....	142
Şekil 240. $H_B/H_A=1,75$ (a) için tepe noktası ivme oran grafiği ($C_d=10^3$ N.s/m).....	142

Şekil 241. $H_B/H_A=1,75$ (a) için tepe noktası ivme oran grafiği ($C_d=10^4$ N.s/m).....	143
Şekil 242. $H_B/H_A=1,75$ (a) için tepe noktası ivme oran grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).....	143
Şekil 243. $H_B/H_A=1,75$ (a) için tepe noktası ivme oran grafiği ($C_d=10^6$ N.s/m).....	144
Şekil 244. $H_B/H_A=1,75$ (a) için tepe noktası ivme oran grafiği ($C_d=10^7$ N.s/m).....	144
Şekil 245. $H_B/H_A=1,75$ (a) için ivme açısından cihaz sönümleme katsayıları ve bağlantı modellerinin zemine ankastre olarak bağlı durumdaki komşu binalara etkileri....	145
Şekil 246. $H_B/H_A=1,75$ (a) için ivme açısından cihaz sönümleme katsayıları ve bağlantı modellerinin Tip I üzerindeki komşu binalara etkileri.	145
Şekil 247. $H_B/H_A=1,75$ (a) için ivme açısından cihaz sönümleme katsayıları ve bağlantı modellerinin Tip II üzerindeki komşu binalara etkileri.....	145
Şekil 248. $H_B/H_A=1,75$ (a) için ivme açısından cihaz sönümleme katsayıları ve bağlantı modellerinin Tip III üzerindeki komşu binalara etkileri.	145
Şekil 249. $H_B/H_A=1,75$ (a) türü analizlerinde ankastre durumda SVS cihazlar ile bağlı binaların ivme değerlerinin değişimi ($C_d=10^6$ N.s/m).....	146
Şekil 250. $H_B/H_A=1,75$ (a) türü analizlerinde Tip I zemin üzerinde SVS cihazlar ile bağlı binaların ivme değerlerinin değişimi ($C_d=10^5$ N.s/m).....	146
Şekil 251. $H_B/H_A=1,75$ (a) türü analizlerinde Tip II zemin üzerinde SVS cihazlar ile bağlı binaların ivme değerlerinin değişimi ($C_d=10^5$ N.s/m).....	146
Şekil 252. $H_B/H_A=1,75$ (a) türü analizlerinde Tip III zemin üzerinde SVS cihazlar ile bağlı binaların ivme değerlerinin değişimi ($C_d=10^5$ N.s/m).....	147
Şekil 253. $H_B/H_A=1,75$ (a) için ankastre durumda SVS cihazlar ile birbirine bağlı binaların tepe noktası İvme–Zaman grafiği ($C_d=10^6$ N.s/m).....	147
Şekil 254. $H_B/H_A=1,75$ (a) için Tip I zemin türü üzerinde SVS cihazlar ile birbirine bağlı binaların tepe noktası İvme–Zaman grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).....	147
Şekil 255. $H_B/H_A=1,75$ (a) için Tip II zemin türü üzerinde SVS cihazlar ile birbirine bağlı binaların tepe noktası İvme–Zaman grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).....	148
Şekil 256. $H_B/H_A=1,75$ (a) için Tip III zemin türü üzerinde SVS cihazlar ile birbirine bağlı binaların tepe noktası İvme–Zaman grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).....	148
Şekil 257. $H_B/H_A=1,75$ (b) için tepe noktası ivme oran grafiği ($C_d=10^3$ N.s/m).	149
Şekil 258. $H_B/H_A=1,75$ (b) için tepe noktası ivme oran grafiği ($C_d=10^4$ N.s/m).	149
Şekil 259. $H_B/H_A=1,75$ (b) için tepe noktası ivme oran grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).	149
Şekil 260. $H_B/H_A=1,75$ (b) için tepe noktası ivme oran grafiği ($C_d=10^6$ N.s/m).	150
Şekil 261. $H_B/H_A=1,75$ (b) için tepe noktası ivme oran grafiği ($C_d=10^7$ N.s/m).	150
Şekil 262. $H_B/H_A=1,75$ (b) için ivme açısından cihaz sönümleme katsayıları ve bağlantı modellerinin zemine ankastre olarak bağlı durumdaki komşu binalara etkileri....	151
Şekil 263. $H_B/H_A=1,75$ (b) için ivme açısından cihaz sönümleme katsayıları ve bağlantı modellerinin Tip I üzerindeki komşu binalara etkileri.	151
Şekil 264. $H_B/H_A=1,75$ (b) için ivme açısından cihaz sönümleme katsayıları ve bağlantı modellerinin Tip II üzerindeki komşu binalara etkileri.....	151
Şekil 265. $H_B/H_A=1,75$ (b) için ivme açısından cihaz sönümleme katsayıları ve bağlantı modellerinin Tip III üzerindeki komşu binalara etkileri.	152

Şekil 266. $H_B/H_A=1,75$ (b) türü analizlerinde ankastre durumda SVS cihazlar ile bağlı binaların ivme değerlerinin değişimi ($C_d=10^5$ N.s/m).....	152
Şekil 267. $H_B/H_A=1,75$ (b) türü analizlerinde Tip I zemin üzerinde SVS cihazlar ile bağlı binaların ivme değerlerinin değişimi ($C_d=10^5$ N.s/m).....	152
Şekil 268. $H_B/H_A=1,75$ (b) türü analizlerinde Tip II zemin üzerinde SVS cihazlar ile bağlı binaların ivme değerlerinin değişimi ($C_d=10^6$ N.s/m).....	153
Şekil 269. $H_B/H_A=1,75$ (b) türü analizlerinde Tip III zemin üzerinde SVS cihazlar ile bağlı binaların ivme değerlerinin değişimi ($C_d=10^5$ N.s/m).....	153
Şekil 270. $H_B/H_A=1,75$ (a) için ankastre durumda SVS cihazlar ile birbirine bağlı binaların tepe noktası İvme–Zaman grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).....	153
Şekil 271. $H_B/H_A=1,75$ (b) için Tip I zemin türü üzerinde SVS cihazlar ile birbirine bağlı binaların tepe noktası İvme–Zaman grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).....	154
Şekil 272. $H_B/H_A=1,75$ (b) için Tip II zemin türü üzerinde SVS cihazlar ile birbirine bağlı binaların tepe noktası İvme–Zaman grafiği ($C_d=10^6$ N.s/m).....	154
Şekil 273. $H_B/H_A=1,75$ (b) için Tip III zemin türü üzerinde SVS cihazlar ile birbirine bağlı binaların tepe noktası İvme–Zaman grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).....	154
Şekil 274. $H_B/H_A=2$ (a) için tepe noktası ivme oran grafiği ($C_d=10^3$ N.s/m).....	155
Şekil 275. $H_B/H_A=2$ (a) için tepe noktası ivme oran grafiği ($C_d=10^4$ N.s/m).....	155
Şekil 276. $H_B/H_A=2$ (a) için tepe noktası ivme oran grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).....	156
Şekil 277. $H_B/H_A=2$ (a) için tepe noktası ivme oran grafiği ($C_d=10^6$ N.s/m).....	156
Şekil 278. $H_B/H_A=2$ (a) için tepe noktası ivme oran grafiği ($C_d=10^7$ N.s/m).....	157
Şekil 279. $H_B/H_A=2$ (a) için ivme açısından cihaz sönümlleme katsayıları ve bağlantı modellerinin zemine ankastre olarak bağlı durumdaki komşu binalara etkileri....	157
Şekil 280. $H_B/H_A=2$ (a) için ivme açısından cihaz sönümlleme katsayıları ve bağlantı modellerinin Tip I üzerindeki komşu binalara etkileri.	157
Şekil 281. $H_B/H_A=2$ (a) için ivme açısından cihaz sönümlleme katsayıları ve bağlantı modellerinin Tip II üzerindeki komşu binalara etkileri.....	158
Şekil 282. $H_B/H_A=2$ (a) için ivme açısından cihaz sönümlleme katsayıları ve bağlantı modellerinin Tip III üzerindeki komşu binalara etkileri.	158
Şekil 283. $H_B/H_A=2$ (a) türü analizlerinde ankastre durumda SVS cihazlar ile bağlı binaların ivme değerlerinin değişimi ($C_d=10^5$ N.s/m).....	158
Şekil 284. $H_B/H_A=2$ (a) türü analizlerinde Tip I zemin üzerinde SVS cihazlar ile bağlı binaların ivme değerlerinin değişimi ($C_d=10^5$ N.s/m).....	159
Şekil 285. $H_B/H_A=2$ (a) türü analizlerinde Tip II zemin üzerinde SVS cihazlar ile bağlı binaların ivme değerlerinin değişimi ($C_d=10^5$ N.s/m).....	159
Şekil 286. $H_B/H_A=2$ (a) türü analizlerinde Tip III zemin üzerinde SVS cihazlar ile bağlı binaların ivme değerlerinin değişimi ($C_d=10^5$ N.s/m).....	159
Şekil 287. $H_B/H_A=2$ (a) için ankastre durumda SVS cihazlar ile birbirine bağlı binaların tepe noktası İvme–Zaman grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).....	160
Şekil 288. $H_B/H_A=2$ (a) için Tip I zemin türü üzerinde SVS cihazlar ile birbirine bağlı binaların tepe noktası İvme–Zaman grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).....	160

Şekil 289. $H_B/H_A=2$ (a) için Tip II zemin türü üzerinde SVS cihazlar ile birbirine bağlı binaların tepe noktası İvme–Zaman grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).....	160
Şekil 290. $H_B/H_A=2$ (a) için Tip III zemin türü üzerinde SVS cihazlar ile birbirine bağlı binaların tepe noktası İvme–Zaman grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).....	160
Şekil 291. $H_B/H_A=2$ (b) için tepe noktası ivme oran grafiği ($C_d=10^3$ N.s/m).	161
Şekil 292. $H_B/H_A=2$ (b) için tepe noktası ivme oran grafiği ($C_d=10^4$ N.s/m).	161
Şekil 293. $H_B/H_A=2$ (b) için tepe noktası ivme oran grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).	162
Şekil 294. $H_B/H_A=2$ (b) için tepe noktası ivme oran grafiği ($C_d=10^6$ N.s/m).	162
Şekil 295. $H_B/H_A=2$ (b) için tepe noktası ivme oran grafiği ($C_d=10^7$ N.s/m).	162
Şekil 296. $H_B/H_A=2$ (b) için ivme açısından cihaz sönümleme katsayıları ve bağlantı modellerinin zemine ankastre olarak bağlı durumdaki komşu binalara etkileri....	163
Şekil 297. $H_B/H_A=2$ (b) için ivme açısından cihaz sönümleme katsayıları ve bağlantı modellerinin Tip I üzerindeki komşu binalara etkileri.	163
Şekil 298. $H_B/H_A=2$ (b) için ivme açısından cihaz sönümleme katsayıları ve bağlantı modellerinin Tip II üzerindeki komşu binalara etkileri.....	163
Şekil 299. $H_B/H_A=2$ (b) için ivme açısından cihaz sönümleme katsayıları ve bağlantı modellerinin Tip III üzerindeki komşu binalara etkileri.	164
Şekil 300. $H_B/H_A=2$ (b) türü analizlerinde ankastre durumda SVS cihazlar ile bağlı binaların ivme değerlerinin değişimi ($C_d=10^6$ N.s/m).	164
Şekil 301. $H_B/H_A=2$ (b) türü analizlerinde Tip I zemin üzerinde SVS cihazlar ile bağlı binaların ivme değerlerinin değişimi ($C_d=10^5$ N.s/m).....	164
Şekil 302. $H_B/H_A=2$ (b) türü analizlerinde Tip II zemin üzerinde SVS cihazlar ile bağlı binaların ivme değerlerinin değişimi ($C_d=10^5$ N.s/m).....	165
Şekil 303. $H_B/H_A=2$ (b) türü analizlerinde Tip III zemin üzerinde SVS cihazlar ile bağlı binaların ivme değerlerinin değişimi ($C_d=10^6$ N.s/m).	165
Şekil 304. $H_B/H_A=2$ (b) için ankastre durumda SVS cihazlar ile birbirine bağlı binaların tepe noktası İvme–Zaman grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).....	165
Şekil 305. $H_B/H_A=2$ (b) için Tip I zemin türü üzerinde SVS cihazlar ile birbirine bağlı binaların tepe noktası İvme–Zaman grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).....	166
Şekil 306. $H_B/H_A=2$ (b) için Tip II zemin türü üzerinde SVS cihazlar ile birbirine bağlı binaların tepe noktası İvme–Zaman grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).....	166
Şekil 307. $H_B/H_A=2$ (b) için Tip III zemin türü üzerinde SVS cihazlar ile birbirine bağlı binaların tepe noktası İvme–Zaman grafiği ($C_d=10^6$ N.s/m).....	166
Şekil 308. (a) türü modellerinde bağlanan SVS cihazlarının ivme üzerindeki etkisinin B binasının kat sayısına ve bağlantı modellerine göre değişimi.	171
Şekil 309. (b) türü modellerinde bağlanan SVS cihazlarının ivme üzerindeki etkisinin B binasının kat sayısına ve bağlantı modellerine göre değişimi.	172
Şekil 310. Farklı sönüm oranları için tepki spektrumları (Stratta, 1987).....	173
Şekil 311. Bina 1'in yüksek modlarının tepki ivmelerine etkisi.	175
Şekil 312. $H_B/H_A=1$ (a) için taban kesme kuvveti oran grafiği ($C_d=10^4$ N.s/m).....	176
Şekil 313. $H_B/H_A=1$ (a) için taban kesme kuvveti oran grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).....	176

Şekil 314. $H_B/H_A=1$ (a) için taban kesme kuvveti oran grafiği ($C_d=10^6$ N.s/m).....	176
Şekil 315. $H_B/H_A=1$ (b) için taban kesme kuvveti oran grafiği ($C_d=10^4$ N.s/m).....	177
Şekil 316. $H_B/H_A=1$ (b) için taban kesme kuvveti oran grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).....	177
Şekil 317. $H_B/H_A=1$ (b) için taban kesme kuvveti oran grafiği ($C_d=10^6$ N.s/m).....	177
Şekil 318. $H_B/H_A=1$ (b) için taban kesme kuvveti açısından cihaz sönümleme katsayıları ve bağlantı modellerinin ankastre olarak bağlı durumdaki komşu binalara etkileri. .	178
Şekil 319. $H_B/H_A=1$ (b) için taban kesme kuvveti açısından cihaz sönümleme katsayıları ve bağlantı modellerinin Tip I üzerindeki komşu binalara etkileri.	178
Şekil 320. $H_B/H_A=1$ (b) için taban kesme kuvveti açısından cihaz sönümleme katsayıları ve bağlantı modellerinin Tip II üzerindeki komşu binalara etkileri.	178
Şekil 321. $H_B/H_A=1$ (b) için taban kesme kuvveti açısından cihaz sönümleme katsayıları ve bağlantı modellerinin Tip III üzerindeki komşu binalara etkileri.....	178
Şekil 322. $H_B/H_A=1$ (b) türü analizlerinde ankastre durumda SVS cihazlar ile bağlı binaların katlarında meydana gelen kesme kuvveti grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).	179
Şekil 323. $H_B/H_A=1$ (b) türü analizlerinde Tip I zemin türü üzerinde SVS cihazlar ile bağlı binaların katlarında meydana gelen kesme kuvveti grafiği ($C_d=10^4$ N.s/m).	179
Şekil 324. $H_B/H_A=1$ (b) türü analizlerinde Tip II zemin türü üzerinde SVS cihazlar ile bağlı binaların katlarında meydana gelen kesme kuvveti grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).	179
Şekil 325. $H_B/H_A=1$ (b) türü analizlerinde Tip III zemin türü üzerinde SVS cihazlar ile bağlı binaların katlarında meydana gelen kesme kuvveti grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).	180
Şekil 326. $H_B/H_A=1$ (b) analizlerinde ankastre durumda SVS cihazlar ile birbirine bağlı binaların Taban Kesme Kuvveti–Zaman grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).	180
Şekil 327. $H_B/H_A=1$ (b) analizlerinde Tip I zemin türü üzerinde SVS cihazlar ile birbirine bağlı binaların Taban Kesme Kuvveti–Zaman grafiği ($C_d=10^4$ N.s/m).	180
Şekil 328. $H_B/H_A=1$ (b) analizlerinde Tip II zemin türü üzerinde SVS cihazlar ile birbirine bağlı binaların Taban Kesme Kuvveti–Zaman grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).	181
Şekil 329. $H_B/H_A=1$ (b) analizlerinde Tip III zemin türü üzerinde SVS cihazlar ile birbirine bağlı binaların Taban Kesme Kuvveti–Zaman grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).	181
Şekil 330. $H_B/H_A=1,25$ (a) için taban kesme kuvveti oran grafiği ($C_d=10^3$ N.s/m).....	182
Şekil 331. $H_B/H_A=1,25$ (a) için taban kesme kuvveti oran grafiği ($C_d=10^4$ N.s/m).....	182
Şekil 332. $H_B/H_A=1,25$ (a) için taban kesme kuvveti oran grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).....	182
Şekil 333. $H_B/H_A=1,25$ (a) için taban kesme kuvveti oran grafiği ($C_d=10^6$ N.s/m).....	183
Şekil 334. $H_B/H_A=1,25$ (a) için taban kesme kuvveti oran grafiği ($C_d=10^7$ N.s/m).....	183
Şekil 335. $H_B/H_A=1,25$ (a) için taban kesme kuvveti açısından cihaz sönümleme katsayıları ve bağlantı modellerinin ankastre bağlı durumdaki komşu binalara etkileri.	184
Şekil 336. $H_B/H_A=1,25$ (a) için taban kesme kuvveti açısından cihaz sönümleme katsayıları ve bağlantı modellerinin Tip I üzerindeki komşu binalara etkileri.	184
Şekil 337. $H_B/H_A=1,25$ (a) için taban kesme kuvveti açısından cihaz sönümleme katsayıları ve bağlantı modellerinin Tip II üzerindeki komşu binalara etkileri.	184
Şekil 338. $H_B/H_A=1,25$ (a) için taban kesme kuvveti açısından cihaz sönümleme katsayıları ve bağlantı modellerinin Tip III üzerindeki komşu binalara etkileri.....	185

Şekil 339. $H_B/H_A=1,25$ (a) türü analizlerinde ankastre durumda SVS cihazlar ile bağlı binaların katlarında meydana gelen kesme kuvveti grafiği ($C_d=10^4$ N.s/m).	185
Şekil 340. $H_B/H_A=1,25$ (a) türü analizlerinde Tip I zemin türü üzerinde SVS cihazlar ile bağlı binaların katlarında meydana gelen kesme kuvveti grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).	185
Şekil 341. $H_B/H_A=1,25$ (a) türü analizlerinde Tip II zemin türü üzerinde SVS cihazlar ile bağlı binaların katlarında meydana gelen kesme kuvveti grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).	186
Şekil 342. $H_B/H_A=1,25$ (a) türü analizlerinde Tip III zemin türü üzerinde SVS cihazlar ile bağlı binaların katlarında meydana gelen kesme kuvveti grafiği ($C_d=10^4$ N.s/m).	186
Şekil 343. $H_B/H_A=1,25$ (a) analizlerinde ankastre durumda SVS cihazlar ile birbirine bağlı binaların Taban Kesme Kuvveti–Zaman grafiği ($C_d=10^4$ N.s/m).	186
Şekil 344. $H_B/H_A=1,25$ (a) analizlerinde Tip I zemin türü üzerinde SVS cihazlar ile birbirine bağlı binaların Taban Kesme Kuvveti–Zaman grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).	187
Şekil 345. $H_B/H_A=1,25$ (a) analizlerinde Tip II zemin türü üzerinde SVS cihazlar ile birbirine bağlı binaların Taban Kesme Kuvveti–Zaman grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).	187
Şekil 346. $H_B/H_A=1,25$ (a) analizlerinde Tip III zemin türü üzerinde SVS cihazlar ile birbirine bağlı binaların Taban Kesme Kuvveti–Zaman grafiği ($C_d=10^4$ N.s/m).	187
Şekil 347. $H_B/H_A=1,25$ (b) için taban kesme kuvveti oran grafiği ($C_d=10^3$ N.s/m).	188
Şekil 348. $H_B/H_A=1,25$ (b) için taban kesme kuvveti oran grafiği ($C_d=10^4$ N.s/m).	188
Şekil 349. $H_B/H_A=1,25$ (b) için taban kesme kuvveti oran grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).	189
Şekil 350. $H_B/H_A=1,25$ (b) için taban kesme kuvveti oran grafiği ($C_d=10^6$ N.s/m).	189
Şekil 351. $H_B/H_A=1,25$ (b) için taban kesme kuvveti oran grafiği ($C_d=10^7$ N.s/m).	190
Şekil 352. $H_B/H_A=1,25$ (b) için taban kesme kuvveti açısından cihaz sönümleme katsayıları ve bağlantı modellerinin ankastre bağlı durumdaki komşu binalara etkileri.	190
Şekil 353. $H_B/H_A=1,25$ (b) için taban kesme kuvveti açısından cihaz sönümleme katsayıları ve bağlantı modellerinin Tip I üzerindeki komşu binalara etkileri.	190
Şekil 354. $H_B/H_A=1,25$ (b) için taban kesme kuvveti açısından cihaz sönümleme katsayıları ve bağlantı modellerinin Tip II üzerindeki komşu binalara etkileri.	191
Şekil 355. $H_B/H_A=1,25$ (b) için taban kesme kuvveti açısından cihaz sönümleme katsayıları ve bağlantı modellerinin Tip III üzerindeki komşu binalara etkileri.	191
Şekil 356. $H_B/H_A=1,25$ (b) türü analizlerinde ankastre durumda SVS cihazlar ile bağlı binaların katlarında meydana gelen kesme kuvveti grafiği ($C_d=10^4$ N.s/m).	191
Şekil 357. $H_B/H_A=1,25$ (b) türü analizlerinde Tip I zemin türü üzerinde SVS cihazlar ile bağlı binaların katlarında meydana gelen kesme kuvveti grafiği ($C_d=10^6$ N.s/m).	192
Şekil 358. $H_B/H_A=1,25$ (b) türü analizlerinde Tip II zemin türü üzerinde SVS cihazlar ile bağlı binaların katlarında meydana gelen kesme kuvveti grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).	192
Şekil 359. $H_B/H_A=1,25$ (b) türü analizlerinde Tip III zemin türü üzerinde SVS cihazlar ile bağlı binaların katlarında meydana gelen kesme kuvveti grafiği ($C_d=10^4$ N.s/m).	192
Şekil 360. $H_B/H_A=1,25$ (a) analizlerinde ankastre durumda SVS cihazlar ile birbirine bağlı binaların Taban Kesme Kuvveti–Zaman grafiği ($C_d=10^4$ N.s/m).	193
Şekil 361. $H_B/H_A=1,25$ (b) analizlerinde Tip I zemin türü üzerinde SVS cihazlar ile birbirine bağlı binaların Taban Kesme Kuvveti–Zaman grafiği ($C_d=10^6$ N.s/m).	193

Şekil 362. $H_B/H_A=1,25$ (b) analizlerinde Tip II zemin türü üzerinde SVS cihazlar ile birbirine bağlı binaların Taban Kesme Kuvveti–Zaman grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).	193
Şekil 363. $H_B/H_A=1,25$ (b) analizlerinde Tip III zemin türü üzerinde SVS cihazlar ile birbirine bağlı binaların Taban Kesme Kuvveti–Zaman grafiği ($C_d=10^4$ N.s/m).	193
Şekil 364. $H_B/H_A=1,5$ (a) için taban kesme kuvveti oran grafiği ($C_d=10^3$ N.s/m).	194
Şekil 365. $H_B/H_A=1,5$ (a) için taban kesme kuvveti oran grafiği ($C_d=10^4$ N.s/m).	194
Şekil 366. $H_B/H_A=1,5$ (a) için taban kesme kuvveti oran grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).	195
Şekil 367. $H_B/H_A=1,5$ (a) için taban kesme kuvveti oran grafiği ($C_d=10^6$ N.s/m).	195
Şekil 368. $H_B/H_A=1,5$ (a) için taban kesme kuvveti oran grafiği ($C_d=10^7$ N.s/m).	196
Şekil 369. $H_B/H_A=1,5$ (a) için taban kesme kuvveti açısı sından cihaz sönümleme katsayıları ve bağlantı modellerinin ankastre bağlı durumdaki komşu binalara etkileri.	196
Şekil 370. $H_B/H_A=1,5$ (a) için taban kesme kuvveti açısından cihaz sönümleme katsayıları ve bağlantı modellerinin Tip I üzerindeki komşu binalara etkileri.	196
Şekil 371. $H_B/H_A=1,5$ (a) için taban kesme kuvveti açısından cihaz sönümleme katsayıları ve bağlantı modellerinin Tip II üzerindeki komşu binalara etkileri.	197
Şekil 372. $H_B/H_A=1,5$ (a) için taban kesme kuvveti açısından cihaz sönümleme katsayıları ve bağlantı modellerinin Tip III üzerindeki komşu binalara etkileri.	197
Şekil 373. $H_B/H_A=1,5$ (a) türü analizlerinde ankastre durumda SVS cihazlar ile bağlı binaların katlarında meydana gelen kesme kuvveti grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).	197
Şekil 374. $H_B/H_A=1,5$ (a) türü analizlerinde Tip I zemin türü üzerinde SVS cihazlar ile bağlı binaların katlarında meydana gelen kesme kuvveti grafiği ($C_d=10^6$ N.s/m).	198
Şekil 375. $H_B/H_A=1,5$ (a) türü analizlerinde Tip II zemin türü üzerinde SVS cihazlar ile bağlı binaların katlarında meydana gelen kesme kuvveti grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).	198
Şekil 376. $H_B/H_A=1,5$ (a) türü analizlerinde Tip III zemin türü üzerinde SVS cihazlar ile bağlı binaların katlarında meydana gelen kesme kuvveti grafiği ($C_d=10^6$ N.s/m).	198
Şekil 377. $H_B/H_A=1,5$ (a) analizlerinde ankastre durumda SVS cihazlar ile birbirine bağlı binaların Taban Kesme Kuvveti–Zaman grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).	199
Şekil 378. $H_B/H_A=1,5$ (a) analizlerinde Tip I zemin türü üzerinde SVS cihazlar ile birbirine bağlı binaların Taban Kesme Kuvveti–Zaman grafiği ($C_d=10^6$ N.s/m).	199
Şekil 379. $H_B/H_A=1,5$ (a) analizlerinde Tip II zemin türü üzerinde SVS cihazlar ile birbirine bağlı binaların Taban Kesme Kuvveti–Zaman grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).	199
Şekil 380. $H_B/H_A=1,5$ (a) analizlerinde Tip III zemin türü üzerinde SVS cihazlar ile birbirine bağlı binaların Taban Kesme Kuvveti–Zaman grafiği ($C_d=10^6$ N.s/m).	199
Şekil 381. $H_B/H_A=1,5$ (b) için taban kesme kuvveti oran grafiği ($C_d=10^3$ N.s/m).	200
Şekil 382. $H_B/H_A=1,5$ (b) için taban kesme kuvveti oran grafiği ($C_d=10^4$ N.s/m).	200
Şekil 383. $H_B/H_A=1,5$ (b) için taban kesme kuvveti oran grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).	201
Şekil 384. $H_B/H_A=1,5$ (b) için taban kesme kuvveti oran grafiği ($C_d=10^6$ N.s/m).	201
Şekil 385. $H_B/H_A=1,5$ (b) için taban kesme kuvveti oran grafiği ($C_d=10^7$ N.s/m).	202
Şekil 386. $H_B/H_A=1,5$ (b) için taban kesme kuvveti açısından cihaz sönümleme katsayıları ve bağlantı modellerinin ankastre bağlı durumdaki komşu binalara etkileri.	202

Şekil 387. $H_B/H_A=1,5$ (b) için taban kesme kuvveti açısından cihaz sönümleme katsayıları ve bağlantı modellerinin Tip I üzerindeki komşu binalara etkileri.	202
Şekil 388. $H_B/H_A=1,5$ (b) için taban kesme kuvveti açısından cihaz sönümleme katsayıları ve bağlantı modellerinin Tip II üzerindeki komşu binalara etkileri.	203
Şekil 389. $H_B/H_A=1,5$ (b) için taban kesme kuvveti açısından cihaz sönümleme katsayıları ve bağlantı modellerinin Tip III üzerindeki komşu binalara etkileri.	203
Şekil 390. $H_B/H_A=1,5$ (b) türü analizlerinde ankastre durumda SVS cihazlar ile bağlı binaların katlarında meydana gelen kesme kuvveti grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).	203
Şekil 391. $H_B/H_A=1,5$ (b) türü analizlerinde Tip I zemin türü üzerinde SVS cihazlar ile bağlı binaların katlarında meydana gelen kesme kuvveti grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).	204
Şekil 392. $H_B/H_A=1,5$ (b) türü analizlerinde Tip II zemin türü üzerinde SVS cihazlar ile bağlı binaların katlarında meydana gelen kesme kuvveti grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).	204
Şekil 393. $H_B/H_A=1,5$ (b) türü analizlerinde Tip III zemin türü üzerinde SVS cihazlar ile bağlı binaların katlarında meydana gelen kesme kuvveti grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).	204
Şekil 394. $H_B/H_A=1,5$ (b) analizlerinde ankastre durumda SVS cihazlar ile birbirine bağlı binaların Taban Kesme Kuvveti–Zaman grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).	205
Şekil 395. $H_B/H_A=1,5$ (b) analizlerinde Tip I zemin türü üzerinde SVS cihazlar ile birbirine bağlı binaların Taban Kesme Kuvveti–Zaman grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).	205
Şekil 396. $H_B/H_A=1,5$ (b) analizlerinde Tip II zemin türü üzerinde SVS cihazlar ile birbirine bağlı binaların Taban Kesme Kuvveti–Zaman grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).	205
Şekil 397. $H_B/H_A=1,5$ (b) analizlerinde Tip III zemin türü üzerinde SVS cihazlar ile birbirine bağlı binaların Taban Kesme Kuvveti–Zaman grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).	205
Şekil 398. $H_B/H_A=1,75$ (a) için taban kesme kuvveti oran grafiği ($C_d=10^3$ N.s/m).	206
Şekil 399. $H_B/H_A=1,75$ (a) için taban kesme kuvveti oran grafiği ($C_d=10^4$ N.s/m).	207
Şekil 400. $H_B/H_A=1,75$ (a) için taban kesme kuvveti oran grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).	207
Şekil 401. $H_B/H_A=1,75$ (a) için taban kesme kuvveti oran grafiği ($C_d=10^6$ N.s/m).	208
Şekil 402. $H_B/H_A=1,75$ (a) için taban kesme kuvveti oran grafiği ($C_d=10^7$ N.s/m).	208
Şekil 403. $H_B/H_A=1,75$ (a) için taban kesme kuvveti açısından cihaz sönümleme katsayıları ve bağlantı modellerinin ankastre bağlı durumdaki komşu binalara etkileri.	209
Şekil 404. $H_B/H_A=1,75$ (a) için taban kesme kuvveti açısından cihaz sönümleme katsayıları ve bağlantı modellerinin Tip I üzerindeki komşu binalara etkileri.	209
Şekil 405. $H_B/H_A=1,75$ (a) için taban kesme kuvveti açısından cihaz sönümleme katsayıları ve bağlantı modellerinin Tip II üzerindeki komşu binalara etkileri.	209
Şekil 406. $H_B/H_A=1,75$ (a) için taban kesme kuvveti açısından cihaz sönümleme katsayıları ve bağlantı modellerinin Tip III üzerindeki komşu binalara etkileri.	209
Şekil 407. $H_B/H_A=1,75$ (a) türü analizlerinde ankastre durumda SVS cihazlar ile bağlı binaların katlarında meydana gelen kesme kuvveti grafiği ($C_d=10^6$ N.s/m).	210
Şekil 408. $H_B/H_A=1,75$ (a) türü analizlerinde Tip I zemin türü üzerinde SVS cihazlar ile bağlı binaların katlarında meydana gelen kesme kuvveti grafiği ($C_d=10^6$ N.s/m).	210
Şekil 409. $H_B/H_A=1,75$ (a) türü analizlerinde Tip II zemin türü üzerinde SVS cihazlar ile bağlı binaların katlarında meydana gelen kesme kuvveti grafiği ($C_d=10^6$ N.s/m).	210

Şekil 410. $H_B/H_A=1,75$ (a) türü analizlerinde Tip III zemin türü üzerinde SVS cihazlar ile bağlı binaların katlarında meydana gelen kesme kuvveti grafiği ($C_d=10^6$ N.s/m).	211
Şekil 411. $H_B/H_A=1,75$ (a) analizlerinde ankastre durumda SVS cihazlar ile birbirine bağlı binaların Taban Kesme Kuvveti–Zaman grafiği ($C_d=10^6$ N.s/m).	211
Şekil 412. $H_B/H_A=1,75$ (a) analizlerinde Tip I zemin türü üzerinde SVS cihazlar ile birbirine bağlı binaların Taban Kesme Kuvveti–Zaman grafiği ($C_d=10^6$ N.s/m).	211
Şekil 413. $H_B/H_A=1,75$ (a) analizlerinde Tip II zemin türü üzerinde SVS cihazlar ile birbirine bağlı binaların Taban Kesme Kuvveti–Zaman grafiği ($C_d=10^6$ N.s/m).	212
Şekil 414. $H_B/H_A=1,75$ (a) analizlerinde Tip III zemin türü üzerinde SVS cihazlar ile birbirine bağlı binaların Taban Kesme Kuvveti–Zaman grafiği ($C_d=10^6$ N.s/m).	212
Şekil 415. $H_B/H_A=1,75$ (b) için taban kesme kuvveti oran grafiği ($C_d=10^3$ N.s/m).	213
Şekil 416. $H_B/H_A=1,75$ (b) için taban kesme kuvveti oran grafiği ($C_d=10^4$ N.s/m).	213
Şekil 417. $H_B/H_A=1,75$ (b) için taban kesme kuvveti oran grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).	214
Şekil 418. $H_B/H_A=1,75$ (b) için taban kesme kuvveti oran grafiği ($C_d=10^6$ N.s/m).	214
Şekil 419. $H_B/H_A=1,75$ (b) için taban kesme kuvveti oran grafiği ($C_d=10^7$ N.s/m).	215
Şekil 420. $H_B/H_A=1,75$ (b) için taban kesme kuvveti açısından cihaz sönümleme katsayıları ve bağlantı modellerinin ankastre bağlı durumdaki komşu binalara etkileri.	215
Şekil 421. $H_B/H_A=1,75$ (b) için taban kesme kuvveti açısından cihaz sönümleme katsayıları ve bağlantı modellerinin Tip I üzerindeki komşu binalara etkileri.	215
Şekil 422. $H_B/H_A=1,75$ (b) için taban kesme kuvveti açısından cihaz sönümleme katsayıları ve bağlantı modellerinin Tip II üzerindeki komşu binalara etkileri.	216
Şekil 423. $H_B/H_A=1,75$ (b) için taban kesme kuvveti açısından cihaz sönümleme katsayıları ve bağlantı modellerinin Tip III üzerindeki komşu binalara etkileri.	216
Şekil 424. $H_B/H_A=1,75$ (b) türü analizlerinde ankastre durumda SVS cihazlar ile bağlı binaların katlarında meydana gelen kesme kuvveti grafiği ($C_d=10^6$ N.s/m).	217
Şekil 425. $H_B/H_A=1,75$ (b) türü analizlerinde Tip I zemin türü üzerinde SVS cihazlar ile bağlı binaların katlarında meydana gelen kesme kuvveti grafiği ($C_d=10^6$ N.s/m).	217
Şekil 426. $H_B/H_A=1,75$ (b) türü analizlerinde Tip II zemin türü üzerinde SVS cihazlar ile bağlı binaların katlarında meydana gelen kesme kuvveti grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).	217
Şekil 427. $H_B/H_A=1,75$ (b) türü analizlerinde Tip III zemin türü üzerinde SVS cihazlar ile bağlı binaların katlarında meydana gelen kesme kuvveti grafiği ($C_d=10^6$ N.s/m).	217
Şekil 428. $H_B/H_A=1,75$ (b) analizlerinde ankastre durumda SVS cihazlar ile birbirine bağlı binaların Taban Kesme Kuvveti–Zaman grafiği ($C_d=10^6$ N.s/m).	218
Şekil 429. $H_B/H_A=1,75$ (b) analizlerinde Tip I zemin türü üzerinde SVS cihazlar ile birbirine bağlı binaların Taban Kesme Kuvveti–Zaman grafiği ($C_d=10^6$ N.s/m).	218
Şekil 430. $H_B/H_A=1,75$ (b) analizlerinde Tip II zemin türü üzerinde SVS cihazlar ile birbirine bağlı binaların Taban Kesme Kuvveti–Zaman grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).	218
Şekil 431. $H_B/H_A=1,75$ (b) analizlerinde Tip III zemin türü üzerinde SVS cihazlar ile birbirine bağlı binaların Taban Kesme Kuvveti–Zaman grafiği ($C_d=10^6$ N.s/m).	219
Şekil 432. $H_B/H_A=2$ (a) için taban kesme kuvveti oran grafiği ($C_d=10^3$ N.s/m).	219
Şekil 433. $H_B/H_A=2$ (a) için taban kesme kuvveti oran grafiği ($C_d=10^4$ N.s/m).	220
Şekil 434. $H_B/H_A=2$ (a) için taban kesme kuvveti oran grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).	220

Şekil 435. $H_B/H_A=2$ (a) için taban kesme kuvveti oran grafiği ($C_d=10^6$ N.s/m).....	221
Şekil 436. $H_B/H_A=2$ (a) için taban kesme kuvveti oran grafiği ($C_d=10^7$ N.s/m).....	221
Şekil 437. $H_B/H_A=2$ (a) için taban kesme kuvveti açısından cihaz sönümleme katsayıları ve bağlantı modellerinin ankastre olarak bağlı durumdaki komşu binalara etkileri. .	222
Şekil 438. $H_B/H_A=2$ (a) için taban kesme kuvveti açısından cihaz sönümleme katsayıları ve bağlantı modellerinin Tip I üzerindeki komşu binalara etkileri.	222
Şekil 439. $H_B/H_A=2$ (a) için taban kesme kuvveti açısından cihaz sönümleme katsayıları ve bağlantı modellerinin Tip II üzerindeki komşu binalara etkileri.	222
Şekil 440. $H_B/H_A=2$ (a) için taban kesme kuvveti açısından cihaz sönümleme katsayıları ve bağlantı modellerinin Tip III üzerindeki komşu binalara etkileri.....	222
Şekil 441. $H_B/H_A=2$ (a) türü analizlerinde ankastre durumda SVS cihazlar ile bağlı binaların katlarında meydana gelen kesme kuvveti grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).	223
Şekil 442. $H_B/H_A=2$ (a) türü analizlerinde Tip I zemin türü üzerinde SVS cihazlar ile bağlı binaların katlarında meydana gelen kesme kuvveti grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).	223
Şekil 443. $H_B/H_A=2$ (a) türü analizlerinde Tip II zemin türü üzerinde SVS cihazlar ile bağlı binaların katlarında meydana gelen kesme kuvveti grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).	223
Şekil 444. $H_B/H_A=2$ (a) türü analizlerinde Tip III zemin türü üzerinde SVS cihazlar ile bağlı binaların katlarında meydana gelen kesme kuvveti grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).	224
Şekil 445. $H_B/H_A=2$ (a) analizlerinde ankastre durumda SVS cihazlar ile birbirine bağlı binaların Taban Kesme Kuvveti–Zaman grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).	224
Şekil 446. $H_B/H_A=2$ (a) analizlerinde Tip I zemin türü üzerinde SVS cihazlar ile birbirine bağlı binaların Taban Kesme Kuvveti–Zaman grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).	224
Şekil 447. $H_B/H_A=2$ (a) analizlerinde Tip II zemin türü üzerinde SVS cihazlar ile birbirine bağlı binaların Taban Kesme Kuvveti–Zaman grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).	225
Şekil 448. $H_B/H_A=2$ (a) analizlerinde Tip III zemin türü üzerinde SVS cihazlar ile birbirine bağlı binaların Taban Kesme Kuvveti–Zaman grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).	225
Şekil 449. $H_B/H_A=2$ (b) için taban kesme kuvveti oran grafiği ($C_d=10^3$ N.s/m).....	226
Şekil 450. $H_B/H_A=2$ (b) için taban kesme kuvveti oran grafiği ($C_d=10^4$ N.s/m).....	226
Şekil 451. $H_B/H_A=2$ (b) için taban kesme kuvveti oran grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).....	227
Şekil 452. $H_B/H_A=2$ (b) için taban kesme kuvveti oran grafiği ($C_d=10^6$ N.s/m).....	227
Şekil 453. $H_B/H_A=2$ (b) için taban kesme kuvveti oran grafiği ($C_d=10^7$ N.s/m).....	228
Şekil 454. $H_B/H_A=2$ (b) için taban kesme kuvveti açısından cihaz sönümleme katsayıları ve bağlantı modellerinin ankastre olarak bağlı durumdaki komşu binalara etkileri. .	228
Şekil 455. $H_B/H_A=2$ (b) için taban kesme kuvveti açısından cihaz sönümleme katsayıları ve bağlantı modellerinin Tip I üzerindeki komşu binalara etkileri.	228
Şekil 456. $H_B/H_A=2$ (b) için taban kesme kuvveti açısından cihaz sönümleme katsayıları ve bağlantı modellerinin Tip II üzerindeki komşu binalara etkileri.	229
Şekil 457. $H_B/H_A=2$ (b) için taban kesme kuvveti açısından cihaz sönümleme katsayıları ve bağlantı modellerinin Tip III üzerindeki komşu binalara etkileri.....	229
Şekil 458. $H_B/H_A=2$ (b) türü analizlerinde ankastre durumda SVS cihazlar ile bağlı binaların katlarında meydana gelen kesme kuvveti grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).	229

Şekil 459. $H_B/H_A=2$ (b) türü analizlerinde Tip I zemin türü üzerinde SVS cihazlar ile bağlı binaların katlarında meydana gelen kesme kuvveti grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).	230
Şekil 460. $H_B/H_A=2$ (b) türü analizlerinde Tip II zemin türü üzerinde SVS cihazlar ile bağlı binaların katlarında meydana gelen kesme kuvveti grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).	230
Şekil 461. $H_B/H_A=2$ (b) türü analizlerinde Tip III zemin türü üzerinde SVS cihazlar ile bağlı binaların katlarında meydana gelen kesme kuvveti grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).	230
Şekil 462. $H_B/H_A=2$ (b) analizlerinde ankastre durumda SVS cihazlar ile birbirine bağlı binaların Taban Kesme Kuvveti–Zaman grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).	231
Şekil 463. $H_B/H_A=2$ (b) analizlerinde Tip I zemin türü üzerinde SVS cihazlar ile birbirine bağlı binaların Taban Kesme Kuvveti–Zaman grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).	231
Şekil 464. $H_B/H_A=2$ (b) analizlerinde Tip II zemin türü üzerinde SVS cihazlar ile birbirine bağlı binaların Taban Kesme Kuvveti–Zaman grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).	231
Şekil 465. $H_B/H_A=2$ (b) analizlerinde Tip III zemin türü üzerinde SVS cihazlar ile birbirine bağlı binaların Taban Kesme Kuvveti–Zaman grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).	231
Şekil 466. (a) türü modellerinde bağlanan SVS cihazlarının taban kesme kuvveti üzerindeki etkisinin B binasının kat sayısına ve bağlantı modellerine göre değişimi.	236
Şekil 467. (b) türü modellerinde bağlanan SVS cihazlarının taban kesme kuvveti üzerindeki etkisinin B binasının kat sayısına ve bağlantı modellerine göre değişimi.	237
Şekil 468. $H_A/H_B=1,5$ (b) için yer değiştirme sonuçlarında etkili olan bağlantı modeli ve cihaz sönüm katsayısında meydana gelen ivme ve kesme kuvveti değişim yüzdeleri.	244
Şekil 469. $H_A/H_B=1,5$ (b) için ivme sonuçlarında etkili olan bağlantı modeli ve cihaz sönüm katsayısında meydana gelen yer değiştirme ve kesme kuvveti değişim yüzdeleri.	244
Şekil 470. $H_A/H_B=1,75$ (a) için yer değiştirme sonuçlarında etkili olan bağlantı modeli ve cihaz sönüm katsayısında meydana gelen ivme ve kesme kuvveti değişim yüzdeleri.	245
Şekil 471. $H_A/H_B=1,75$ (a) için ivme sonuçlarında etkili olan bağlantı modeli ve cihaz sönüm katsayısında meydana gelen yer değiştirme ve kesme kuvveti değişim yüzdeleri.	245
Şekil 472. $H_A/H_B=2$ (a) için yer değiştirme sonuçlarında etkili olan bağlantı modeli ve cihaz sönüm katsayısında meydana gelen ivme ve kesme kuvveti değişim yüzdeleri.	245
Şekil 473. $H_A/H_B=2$ (a) için ivme sonuçlarında etkili olan bağlantı modeli ve cihaz sönüm katsayısında meydana gelen yer değiştirme ve kesme kuvveti değişim yüzdeleri.	246
Şekil 474. $H_A/H_B=2$ (b) için yer değiştirme sonuçlarında etkili olan bağlantı modeli ve cihaz sönüm katsayısında meydana gelen ivme ve kesme kuvveti değişim yüzdeleri.	246
Şekil 475. $H_A/H_B=2$ (b) için ivme sonuçlarında etkili olan bağlantı modeli ve cihaz sönüm katsayısında meydana gelen yer değiştirme ve kesme kuvveti değişim yüzdeleri.	246

KISALTMALAR VE SİMGELER DİZİNİ

AMD	: Active Mass Damper (Aktif Kütle Sönümleyici)
A_n	: Normal doğrultusundaki etkili alan
A_{ref}	: Referans ivme değeri
A_{t1}	: t_1 doğrultusundaki etkili alan
A_{t2}	: t_2 doğrultusundaki etkili alan
ATMD	: Active Tuned Mass Damper (Aktif Ayarlı Kütle Sönümleyici)
C	: Sönümleme katsayısı
C_d	: Sönümleme Cihazının Sönüm Katsayısı
$C_{i,A}$	: i. katın sönüm katsayısı
ÇSDS	: Çok serbestlik dereceli sistemler
D	: Sönümleyici cihazların rölatif yer değiştirmesi
D_{ref}	: Referans yer değiştirme değeri
E	: Elastisite
E_c	: Hacimsel elastisite modülü
ER	: Elektrik alanlar
F	: Sönümleyici kuvvet
FVD	: Fluid Viscous Damper (Sıvı Viskoz Sönümleyici)
F_D	: Sönümleme kuvveti
F_E	: Geri yükleme kuvveti
F_T	: Toplam sönüm kuvveti
GA	: Genetik algoritmalar
H_A	: A binasının yüksekliği
H_B	: B binasının yüksekliği

HCBC	: Hibrid bağlantılı bina kontrolü
K	: Yay sabiti
$k_{i,A}$	: i. katın rijitliği
$m_{i,A}$	: i. katın kütlesi
MR	: Manyetik alanlar
PSO	: Parçacık sürü optimizasyonu
SAVFD	: Yarı aktif değişken sürtünmeli sönümleyici
S_{ref}	: Referans kesme kuvveti değeri
SVS	: Sıvı viskoz sönümleyiciler
TSDS	: Tek serbestlik dereceli sistemler
U	: Rölatif yer değiştirme vektörü
$\dot{u}$	: Hız vektörü
$\ddot{u}_g$	: Yer hareketinin ivmesi
V	: Sönümleyici cihazların rölatif hızı
VED	: Viskoelastik sönümleyici
VFD	: Viskoz sıvı sönümleyiciler
V_p	: P dalgası Hızı
V_s	: S Dalgası Hızı
α	: Üstel Fonksiyon
ρ	: Birim Hacim yoğunluk
σ_x	: X doğrultusundaki gerilme
ν	: Poisson oranı
ϵ_x	: X doğrultusundaki şekil değiştirme

GİRİŞ

Dünyada olduğu gibi ülkemizde de sosyo-ekonomik ve çeşitli sebeplerden dolayı köylerden şehirlere göç artmıştır. OECD verilerine göre dünya nüfusunun yüzde 50'sinden fazlası şehirlerde yaşamaktadır (Anonymous 2020). Şehirleşme hızının şimdiki gibi devam etmesi durumunda, 2050 yılı itibarıyla şehirlerde yaşayanların oranı dünyada %70'e, OECD ülkelerinde ise %86'ya ulaşacağı öngörülmektedir (Anonymous 2020). Bir ülke nüfusundan daha yüksek nüfusa sahip mega kentler oluşmuştur. Örneğin İstanbul gibi mega kentlerin nüfusu çoğu dünya ülkelerinin nüfusundan daha fazladır. Mühendisler ve ülkelerin yöneticileri, nüfusun yüksek ve arazi imkânlarının kısıtlı olduğu kentlerde yakın ve çok katlı yapılaşmaya yönelmişlerdir. Bunun yanında arazi imkânlarının kısıtlı olması ise taşıma gücü zayıf zeminler üzerinde inşaat yapımını mecbur kılmıştır. Çok katlı ve yüksek yapıların deprem gibi büyük enerjisi olan afetlerde ayakta kalsa da hasar alma riski yüksektir. Özellikle taşıma gücü zayıf ve gevşek zeminlerde bu risk daha da çok artmaktadır. Ne yazık ki dünya ve ülkemiz nüfusunun önemli bir bölümü deprem bölgelerinde yaşamaktadır. Dolayısıyla çok katlı yapıların daha güvenli bir şekilde deprem enerjilerini sönmüleyebilmesi için ek güvenlik önlemleri gereklidir.

Yapıların tasarım yöntemleri bilim ve teknolojinin gelişmesiyle değişmiştir. Yapı tasarımının tarihsel gelişimi üç döneme ayrılabilir. İlk dönemde yapının tasarımında sadece yapıya etkiyen statik yükler dikkate alınmıştır. Çünkü o zamanlar bilgisayar ile analiz yöntemleri çok gelişmemişti ve mühendislik hesaplamaları el ile yapılırdı. Yapılara etkiyen düşey yükler yapının ömrü boyunca çok değişiklik göstermez. Düşey yükler kolayca hesaplanıp statik idealleştirmeler ile yapıların tasarımı yapılırdı. Tasarımda yapıların depremin oluşturduğu yanal kuvvetlere karşı koyabilecek kadar rijit olmasına özen gösterilirdi. Ancak bu yöntemler ile çok katlı yüksek binaların yapımı çok mümkün değildir. Yapısal tasarım tarihinin ikinci dönemi ise günümüz geleneksel yöntemlerinin geliştirildiği dönemdir. Bu ikinci dönemde ise yapıya etkiyen statik yüklerin yanında yapının doğal frekansı ve sönmü gibi dinamik tepkileri de dikkate alan yapı tasarımı geliştirilmiştir. Bu dönemde bilgisayarların analizlerde kullanılabiliyor olması mühendislerin işini kolaylaştırmıştır. İlk döneme göre daha yüksek yapılar inşa edilmeye başlanmıştır. Bilimin ve teknolojinin gelişmesiyle gelişen tasarım anlayışı ve yapı malzemeleri ilk döneme göre daha yüksek yapı inşa edilmesine imkân tanısa da mühendisler tarafından istenilen seviyeye ulaşılamamıştır. Bütün bunların yanında yapı yüksekliğinin artması ve şiddetli rüzgâr, trafik, makine vb. diğer dinamik etkilerden dolayı üst katlarda meydana gelen salınım hareketinin artması, o katlarda yaşayan insanların konfor

seviyesini ciddi anlamda azalmıştır. Haklı olarak insanların bilim ve teknolojinin gelişmesiyle mühendislerden olan beklentileri artmış ve daha güvenli ve konforlu yapı talepleri oluşmuştur. Yapısal tasarım tarihinin ilk ve ikinci döneminde deprem, rüzgâr ve diğer dinamik yüklere karşı yapılar tek başlarındaydılar. Yapılar bu dinamik yüklere karşı cevap verebilmesi için ideal kütle, yeterli rijitlik ve süneklikte olmalıdır. Yapılara etki eden dinamik yüklerin oluşturduğu enerji esas olarak yapısal elemanlarının iç sürtünmesi ve plastik deformasyonları ile sönmölenmektedir. Geleneksel yöntemde yapı elemanlarının kütle, rijitlik, sönmö ve süneklik özellikleri belli bir doğruluk derecesi ile tasarlanmaktadır. Gerekli yeterliliğin sağlanması kesit boyutlarının büyütölmesi ve malzeme kalitesinin artırılmasına bağlıdır. Ancak yapıların kesit boyutları ve malzemelerin kalitesi belli bir orana kadar artırılabilir. Fazlası yapıların sünek davranışını ve sismik performansını olumsuz etkiler. Bütün bunların yanında geleneksel yapı tasarımında temel amaç büyük depremlerde can kaybı ve yapının tamamen çökmesinin önlenmesidir. Bu tasarıma göre yapının plastik davranışlar sergileyerek kalıcı hasara uğraması, deprem enerjisini sönmölemenin ve göçme ihtimalini azaltmanın önemli bir yoludur ve bir nevi sigorta görevi görür. Bu geleneksel yapı tasarımı anlayışı birçok ölkede birçok hayat kurtarmış olsa bile, ardında ağır hasarlı ve kullanılamaz durumda binlerce yapının oluşmasını engelleyememiş ve ölkö ekonomik ve sosyal hayatına ağır yükler getirmiştir (Kelly 2001). Özellikle geleneksel yöntemlerle inşa edilen çok katlı yapılarda şiddetli rüzgarlardan ve büyük depremler sırasında yapıya etki eden büyük kuvvetlerin daha rahat ve güvenli sönmölenebilmesi için harici sönmöleme sistemlerine ihtiyaç vardır. Bu ve benzeri ihtiyaçlardan kaynaklan sorunların çözümü için yapı tasarımında gelinen son nokta ise bilim ve teknoloji ile ikinci dönem tasarım anlayışının tam olarak birleştiği üçüncü dönemdir. Yapısal tasarım tarihinin üçüncü döneminde yapılar tarafından deprem, rüzgâr ve diğer dinamik etkiler ölçölüp bu etkilere karşı koruyucu kontrol kuvvetleri üretilebilir veya ek sönmöleme cihazlarıyla yapının sismik davranışı kontrol altına alınabilir. Böylelikle geleneksel yapı tasarımında olduğu gibi binaların ağır hasar alıp ekonomik yük olmasının önüne rahatlıkla geçilebilir. Bunun yanında çok katlı binaların üst katlarında meydana gelen titreşimler ek sönmöleme sistemleri ile sönmölenebilir. Böylelikle çok katlı binalarda yaşayan insanların konforu ve güvenlikleri artırılarak mühendislerden olan beklentileri karşılanabilir. Üçüncü dönemin getirdiği yeni yapısal tasarım yaklaşımı “Yapısal Kontrol Sistemleri” adı altında araştırma ve uygulama konusu olmuştur.

Yapısal kontrol sistemleri aktif, yarı aktif, pasif ve karma sönmöleme sistemleri gibi dört ana grup altında incelenebilir. Aktif, yarı aktif, pasif ve karma sönmöleme sistemleri de kendi aralarında farklı gruplara ayrılır. Aktif sönmöleme sistemleri dışarıdan gelen dinamik etkileri sensörler yardımıyla ölçölüp yapının ayakta kalabilmesi için veya dinamik etkilerin

minimumuna indirebilmesi için aktüatörler yardımıyla hazırda bekletilen koruyucu kuvvetleri yapıya uygular. Bu koruyucu kontrol kuvvetleri harici bir sistem tarafından üretilir ve sürekli olarak hazırdadır. Aktif sönümlleme sisteminde oluşturulan sistemin zarar görmemesi ve harici gücün kesilmemesi çok önemlidir. Yarı aktif sistemler pistonlar içindeki özel sıvıların yapının hareketine göre istenildiği anda manyetik veya elektrik alanlar yardımıyla yarı katı hale dönüşmesi prensibi ile çalışırlar. Yarı aktif sistemler, aktif ve pasif sönümlleme sistemlerinin birleşimi gibi düşünülebilirler. Ancak aktif sistemlerde ihtiyaç duyulan büyük harici güç yarı aktif sistemde daha düşüktür. Yarı aktif sisteminin ihtiyacı olan güç piller yardımıyla karşılanabilir. Karma sönümlleme sistemleri ise aktif-pasif ve yarı aktif-pasif sistemlerinin birlikte kullanıldığı sistemlerdir. Taban izolatörü olan bir yapıya aktif kontrol sisteminin veya yarı aktif kontrol sisteminin birlikte uygulanması karma sisteme örnek olarak verilebilir. Pasif enerji sönümleyiciler, yer değiştirme, ivme ve kesme kuvvetleri gibi dinamik etkilerin sonuçlarını kabul edilebilir sınırlarda tutmak için kat aralarına, kolon giriş birleşim bölgelerine veya iki bina arasına yerleştirilebilen mekanik elemanlardır. Pasif sönümlleme sistemleri ise harici bir güç gerektirmeyen kinetik enerjiyi ısı enerjisine dönüştürerek sönümleyen sistemlerdir. Pasif sönümlleme sistemleri yapının hareketine göre davranışını değiştiremez. Bu sistemlerin birbirlerine göre avantaj ve dezavantajları vardır. Ancak bu teknolojilere talip olmak isteyen kullanıcılar, aktif ve yarı aktif yapısal kontrol cihazlarının maliyet, kararlılık ve güç gereksinimi gibi konuları göz önüne aldığında pasif kontrol cihazlarını tercih etme eğilimindedirler (Cimellaro and Lopez Garcia 2007). Bu çalışmada da tercih edilen sıvı viskoz tipi sönümleyiciler de pasif kontrol sistemlerinin bir parçasıdır.

Birçok araştırmacı tarafından yapısal kontrol sistemleri araştırılmış ve yapıların sismik performansına önemli ölçüde katkı sunduğunu ispatlamıştır. Ancak 1970 yılına kadar yapılan araştırmalar her binanın kendi içinde değerlendirilmesini kapsamıştır. Klein *et al.* (1972) ise ABD’de bulunan iki yüksek binanın tepe noktasına yakın yerden birbirine bağlama fikrini ortaya atmışlardır. Kazuto (1994) iki esnek binanın birbirine bağlanmasının yapıların korunması için uygulanabilir bir seçenek olduğu göstermiştir. Tek bir binayı güçlendirme yerine iki binayı birlikte güçlendirmenin ekonomik avantajının yanında, iki bitişik binanın sismik etkiler sırasında çarpışma hasarını önleyecek olması araştırmacıları bu fikre yönlendirmiştir. Çünkü büyük depremlerin meydana getirdiği yıkıcı hasar tipleri incelendiğinde bitişik binaların çarpışma hasarı önemli yer tutmaktadır. Araştırmacılar birbirine komşu iki yapıyı çeşitli yapısal kontrol cihazlarıyla birbirine çeşitli şekillerde bağlayarak araştırmalar yapmışlardır. Gurley *et al.* (1994) ve Sugino *et al.* (1999) yüksek ve düşük katlı binalar için pasif yapısal kontrol cihazlarının etkilerini araştırmışlardır. Luco and De Barros (1998a) düşük-orta katlı yapıları pasif cihazlarla birleştirmeyi araştırmışlardır. Araştırmacılar çalışmalarının

sonunda ise pasif yapısal kontrol cihazlarının rüzgâr ve sismik etkiler açısından etkili sonuçlar verdiğini vurgulamışlardır. Christenson *et al.* (1999) binaların birbirlerine bağlanması fikrinin gerçek uygulamaya doğru ivme kazandığını ifade etmişlerdir. Japonya’da inşa edilen üç yapı bu fikri doğrular niteliktedir KI (Kajima Intelligent) kompleksi 1989 yılında Japonya’nın Tokyo kentinde 5 katlı ve 9 katlı iki bina olarak inşa edilmiştir. Bu kompleks, birbirine bağlı pasif sönümleyici cihazlar ile birbirine bağlanmıştır (Şekil 1).



Şekil 1. Koruma sistemleri uygulanan bağlı binalar.

Bir Japon inşaat firması olan Konoike 1998 yılında Japonya'nın Osaka kentinde bulunan genel merkez binalarına biri 12 katlı ve diğer üçü 9 katlı dört binayı viskoelastik amortisörlerle bağlayarak pasif kontrol sistemini uygulamışlardır (Christenson 2001). Harumi Adası'ndaki Tokyo sahilinde bulunan Triton Square ofis kompleksi, Mart 2001'de inşaatı tamamlamıştır. Kompleks, 195 m, 175 m ve 155 m yüksekliğinde üç binadan oluşmuştur. Rüzgar ve depremde korumak için komplekste bulunan 195 m ve 175 m yüksekliğindeki binalar 160 m yükseklikten, 175 m ve 155 m yüksekliğindeki binalar 136 m yükseklikten 35 tonluk iki aktif kontrol aktüatörü ile bağlanmıştır (Christenson *et al.* 2007).

Şehirlere olan göçten dolayı artan nüfus yoğunluğu ve kısıtlı arazi imkânlarından dolayı mühendisler çok farklı zemin türleri üzerine çok katlı binalar inşa etmek zorunda kalmışlardır.

Özellikle taşıma gücü düşük gevşek zeminler çok katlı binalar için büyük risk oluşturmaktadır. Çok katlı binalardaki bu riski minimuma indirmek, şiddetli, rüzgarların meydana getirdiği yapısal titreşimi azaltarak içerisinde yaşayan insanların konforunu artırmak, büyük bir depremde binaların hasar almadan hizmet süresini uzatabilmek için yapısal kontrol sistemlerine ihtiyaç vardır. Yapısal kontrol sistemlerinin yapılara sunduğu ek sönümleme ve yapı davranışına göre anlık tepkiler üretilme yeteneği çok katlı ve yüksek yapıların depremleri sorunsuz bir şekilde atlatabilmesine yardımcı olmaktadır. Yapısal kontrol sistemlerinin yapısal tepkileri azalmadaki başarısı birçok araştırmacı tarafından araştırılıp ispantlanmıştır. *Klein et al.* (1972) iki yüksek binanın tepe noktasına yakın yerden birbirine bağlanarak yapısal kontrolünün sağlanabilirliği fikrini ortaya attıktan sonra Kazuto (1994) bu yöntemin uygulanabilir bir seçenek olduğunu çalışmalarında göstermişlerdir. Tek bir binayı güçlendirme yerine iki binayı birlikte güçlendirmenin ekonomik avantajının ve iki bitişik binanın sismik etkiler sırasında çarpışma hasarını önleyecek olması araştırmacıları bu fikre yönlendirmiştir. Teknoloji ve bilimin ilerlemesiyle geliştirilen çeşitli sönümleyiciler ile binaları birbirine bağlayıp yapısal kontrolün sağlanması hakkındaki çalışmalar çeşitlenerek artmıştır.

Ne yazık ki, mega kentlerdeki kısıtlı arazi imkanları, pahalı arsalar ve artan nüfustan dolayı taşıma gücü düşük ve periyodu yüksek zeminlerde çok katlı yapılar inşa edilmek zorunda kalmıştır. Bilindiği üzere zemin türlerinin binaların davranışı üzerindeki etkileri çok yüksektir. Ancak genellikle yapıların tasarımı sırasında binaların rijit bir ortam üzerinde oturduğu ve yapı kolonlarının zemine ankastre olarak mesnetlendiği düşünülmektedir. Oysaki zemin üzerindeki yapının fiziksel özelliklerinden dolayı şekil değiştiren, çeşitli gerilmelerle karşı karşıya kalan ve karşılaştığı gerilmelere de tepki oluşturan yarı sonsuz heterojen ortamlardır. Dolayısıyla sismik etki sırasında yapının ve zeminin birbirilerine olan etkilerini dikkate alınmaması, yapıya gelebilecek olan olası büyük kuvvetlerin tasarımda dikkate alınmaması anlamına gelebilir. Çünkü yapının ve zeminin birbirilerine olan etkilerinin dikkate alınmasıyla yapılan çalışmalarda, zeminin dinamik özelliklerine bağlı olarak, yapı periyotlarının ve dolayısıyla da yapıya etkiyen yatay kuvvetlerinin değiştiği görülmektedir. Bu nedenle yapı zemin etkileşiminin dikkate alınmadığı yapı tasarımlarının depreme dayanıklı yapı tasarımı için yeterli olmadığı söylenebilir. Bu yüzden son zamanlarda çıkan yönetmeliklerin hemen hemen hepsi zeminin yapıya, yapının da zemine olan etkisinin kısacası yapı zemin etkileşiminin dikkate alınmasını zorunlu kılar. Ne yazık ki iki komşu binanın birbirine bağlanıp yapısal kontrolün sağlanması için yapılan çalışmaların neredeyse hiçbiri zeminin etkisini dikkate almamıştır.

Yapısal kontrol sistemlerinin analizlerinde yapı-zemin etkileşiminin hemen hemen hiç dikkate alınmamasından kaynaklanan literatürdeki büyük boşluğu doldurmak için bu çalışmada, 1999 Kocaeli Depreminin Yarımca-Petkim istasyonuna ait Kuzey-Güney bileşeni etkisi altında ve birbirine doğrusal sıvı viskoz sönümleyici cihazlar ile birbirine bağlanmış iki çok katlı komşu yapının dinamik davranışı, yapı-zemin etkileşimi de dikkate alınarak incelenmiştir. Gevşek, orta sıkı ve sıkı zemin türlerinin özelliklerini temsil edecek şekilde üç farklı zemin türü belirlenmiştir. Zeminler homojen, izotropik ve doğrusal-elastik olduğu kabulüyle yarı sonsuz olarak modellenmiştir. Zemin modelinin sınırlarında, zemin sınırlarına çarpan deprem dalgalarının geri yansıyor sonuçları etkilememesi için, literatürde geçerliliği olan ve sonlu elemanlar yöntemiyle uyumlu çalışan viskoz sınır şartı uygulanmıştır. Birbirine bağlanacak olan binalar, dinamik etki sırasında herhangi bir burulma etkisinin oluşmaması için simetrik ve hizalı olacak şekilde 2B çerçeve sistem olarak modellenmiş, aynı kat hizalarından birbirine SVS cihazlarıyla bağlanmıştır. Modellenen bütün binaların doğrusal elastik davranış esasına göre hareket ettiği kabulüyle analizler gerçekleştirilmiştir. A binasının yüksekliği sabit tutularak B binasının yüksekliği değiştirilmiştir. Böylelikle binaların yükseklik, kütle, rijitlik ve frekans oranlarının SVS'lerin performansına etkisi araştırılabilmektedir. Sönümleyici cihazlarının sönümleme katsayısı, yeri ve sayısı yapısal kontrol sisteminin performansını etkileyeceği için beş farklı sönümleme katsayısı ve altı farklı bağlantı modeli tasarlanmış ve uygulanmıştır. Çalışmada SVS cihazlarının sönümleme katsayısının etkinliği incelendiğinden cihazın rijitliği ihmal edilmiştir. Farklı zemin türleri üzerindeki ve zeminin olmaması durumlarında binaların birbirine bağlanmadan önceki ve bağlandıktan sonraki dinamik tepkileri yer değiştirme, ivme, tepe ve taban kesme kuvveti açısından karşılaştırılmıştır. Böylelikle bu çalışmanın sonunda elde edilen bilgilerin gelecekte iki komşu binayı pasif sönümleyiciler ile bağlayıp yapısal kontrolü gerçekleştirmek isteyen mühendisler için yol gösterici olması amaçlanmıştır. Bununla birlikte farklı zemin türlerinin gerçeğe yakın olacak şekilde modellenip analizlerde dikkate alınması literatürdeki büyük boşluğu kapatmaya yardımcı olacaktır.

KURAMSAL TEMELLER

Metropol şehirlerde ekonomik ve sosyal nedenlerden dolayı nüfusun artması kısıtlı arazi imkânlarında çok katlı ve yakın yapılaşmayı beraberinde getirmiştir. Bu şehirlerin aktif fay hatlarında bulunması, yapıların taşıyıcı gücü zayıf ve gevşek zeminler üzerine inşa edilmek zorunda kalınması deprem gibi büyük doğal afetlerde riski artırmaktadır. Farklı zemin özelliklerinin sahip olduğu farklı periyotlardan ve zeminin şekil değiştiren bir ortam olmasından dolayı yapı zemin etkileşiminin dikkate alınmasının zorunluluğu artık neredeyse bütün yapı yönetmenliklerinde yer almaktadır. Yapı zemin etkileşiminin dikkate alınmaması, dinamik etkilerden dolayı zeminlerden yapıya gelen kuvvetlerin tam olarak yapı tasarımında dikkate alınmaması demektir. Bu durumda yapı tasarımının eksik kaldığı ve depreme dayanıklı yapı tasarımı için hata yapılmış olduğu söylenebilir. Bu nedenle bu çalışmada yapı zemin arasında meydana gelen etkileşimler dikkate alınarak analizler gerçekleştirilmiştir.

Genellikle yapı zemin etkileşim problemlerinde çözümün basit ve hızlı olması için yapı temelini altına zemini temsil eden eşdeğer yaylar kullanılmaktadır. Ancak bu yöntemde temel zemini kütlesi ve zemini temsil eden yaylar arasındaki etkileşim dikkate alınamamaktadır. Dolayısıyla yapıya etkiyecek olan gerçek kuvvet değerlerinden uzaklaşmaktadır. Gerçek değerlere yaklaşmak için ise zemin gerçeğe yakın olacak şekilde modellenmelidir. Bu durumda ise yarı sonsuz bir zemin ortamının ise modellenip çözümlenmesi imkansızdır. Bu nedenle zeminler belirli bir kural düzeni içerisinde sonlu zeminlere dönüştürülmektedir. Bu sonlu zemin bölgelerindeki deprem dalgalarının ise zemin sınırlarından geri yansiyarak sonuçları etkilememesi için geçirgen sınırlar modellenmiştir. Bu geçirgen yapay sınırlardan bir tanesi bu çalışmada kullanılan viskoz sınır şartıdır. Viskoz sınır şartı Lysmer and Kuhlemeyer (1969) tarafından geliştirilmiş ve literatüre kazandırılmışlardır. Chow and Smith (1981) viskoz sınır şartını daha da geliştirmişlerdir. Murakami *et al.* (1981)'de yarı sonsuz zemin ortamındaki geometrik ve malzeme süreksizliklerine rağmen viskoz sınır şartını yapı zemin etkileşim probleminde uygulamış ve çalışmanın sonunda yapı zemin etkileşimlerinde geçirgen yapay sınır şartının uygulanabileceğini ifade etmişlerdir. Mengi and Tanrikulu (1993) literatürde sıkça kullanılan geçirgen yapay sınır şartlarını özetlemişler ve çeşitli sınır şartlarından elde ettikleri analizlerin sonuçlarını karşılaştırmışlardır.

Büyük depremlerin yıkıcı ve acı veren etkilerinin yanında büyük ekonomik yüklere sebep olmaması için insanlık tarihi boyunca yapı tasarımları konusunda araştırmalar yapılmıştır. Günümüzdeki yapı tasarımında ise mühendisler yapıya etki eden enerjiyi iki farklı

şekilde sönümlemeye çalışmaktadırlar. Birincisi, yapıya gelen toplam enerjinin yapıya özel bir form vererek sönümlemesini sağlamak. Örneğin kolonların rijitlikleri azaltılarak esnek zemin kat oluşturmak gibi. Buradaki amaç yapıya giren deprem enerjisinin azaltılmasıdır. İkinci bir yöntem ise yapıya ek sönümleme sistemlerinin yerleştirilip yapıyla birlikte bu sistemlerin enerjiiyi hızlı ve güvenilir şekilde azaltmasıdır. Örneğin zemin ile temel arasına yerleştirilen esnek sismik taban izolasyonları yapıya aktarılan kuvvetlerin azaltılmasına ve enerjisinin sönümlemesine yardımcı olur. Diğer yöntemlerden biri ise yapıların yapısal elemanları arasına veya iki komşu yapı arasına yerleştirilen ek sönümleme sistemleridir. Dinamik bir etki sırasında yapıya yerleştirilen sistemler enerjinin büyük bir kısmını sönümleyerek yapısal elemanların üzerindeki yükü alırlar. Yapısal kontrol sistemleri şiddetli rüzgâr, depremi makine veya trafik yüklerinin neden olduğu enerjileri önceden tahmin edip bu enerjilere karşı, geleneksel yöntemlerle tasarlanmış bir yapının mevcut tasarımına ek olarak uygun sönümleme sistemlerinin yerleştirip yapının daha güvenli ve hızlı şekilde korunmasının sağlanmasıdır.

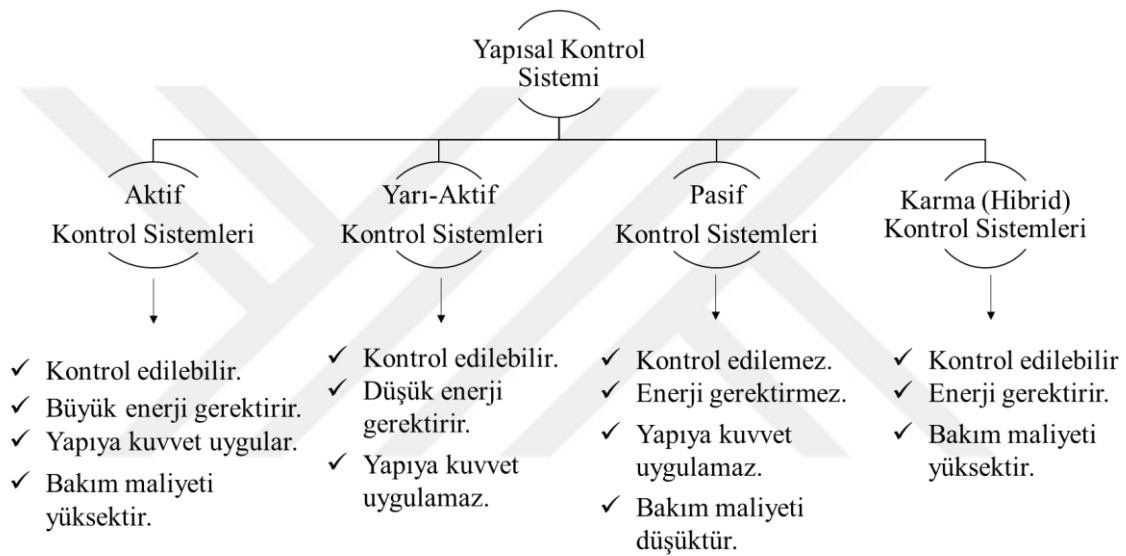
Prof. Dr. John Milne, Japonya’da ahşap bir evin tabanına yerleştirdiği mafsallı mesnetler sayesinde ahşap eve etki eden dinamik yükleri izole ederek 100 yıldan daha uzun bir süre önce yapısal kontrol fikrini ilk olarak ortaya atmıştır. Fakat lineer teorinin geliştirilmesi ve yapısal kontrol sistemlerinin yapılara pratik olarak uygulanabilmesi 20. yüzyılın ortalarını bulmuştur. Günümüzde şiddetli rüzgâr, deprem, makine veya trafik yükleri gibi yapılara etki eden dinamik yükler yapısal kontrol sistemlerinin yardımıyla başarı ile karşılanabilmektedir. Yapısal kontrol sistemleri aktif, yarı aktif, pasif ve karma (hibrid) kontrol dört ana grupta toplanabilir (Soong and Dargush 1997).

Yapısal Kontrol Sistemleri

Yapısal kontrol sistemleri kısıtlı imkânlarının neden olduğu çok katlı ve yakın inşa edilmiş binaların daha güvenli ve yararlı tasarıma ihtiyaç duymasından doğmuştur. Yapısal kontrol sistemlerinin amacı trafik, makine, rüzgâr veya deprem gibi dinamik etkilerin oluşturduğu titreşim enerjisini en iyi şekilde sönümlemek ve yapıyı ayakta tutarak hizmet süresini uzatmaktır.

Dinamik yüklerin veya büyük deprem enerjilerinin sönümlemesi sırasında yapının plastik davranışlar sergileyerek kalıcı hasara uğraması, göçme ihtimalini azaltmanın önemli bir yoldur. Bu durum geleneksel yapı tasarımında can kaybının minimum olması için tasarlanan son noktadır. Bu geleneksel yapı tasarımı anlayışı birçok ülkede birçok hayat kurtarmış olsa bile, ardında ağır hasarlı ve kullanılamaz durumda binlerce yapının oluşmasını engelleyememiş ve ülke ekonomik ve sosyal hayatına ağır yükler getirmiştir (Kelly 2001). Ancak araştırmacılar, büyük depremlerde dahi yapıların plastik davranış sergileyemeyip hizmet süresinin uzaması için

gerekli yeterliliğin sağlanabilmesi için yapıların enerji sönümleme kapasitesini harici enerji sönümleme sistemleriyle artırmayı başarmışlardır. Bu sistemler, rüzgâr, deprem, makine, trafik titreşimi gibi, yapıya etki eden dinamik yüklerin etkilerini sensörler yardımıyla anında algılarlar ve kontrol odasında yapının rijitlik, mod ve diğer dinamik özellikleri de hesaba katarak uygun tepkiyi belirledikten sonra aynı anda sisteme gereken kuvveti ileterek yapının gelen etkilere dayanmasını sağlarlar. Tıpkı, otobüste ayakta giden yolcunun, ani fren veya sert viraj dönüşlerinde vücuduna gelen dış kuvvetlere karşı düşmemek için vücudunu yeni bir biçime sokarak tepki vermeye çalışması gibi. Bilim insanları daha önce askeri, uzay ve havacılık alanlarında kullanılan teknolojileri yapılara uygulayarak aktif, yarı aktif, pasif ve karma (hibrit) kontrol gibi farklı çalışma prensibine sahip sistemler geliştirmeyi başarmışlardır (Şekil 2).

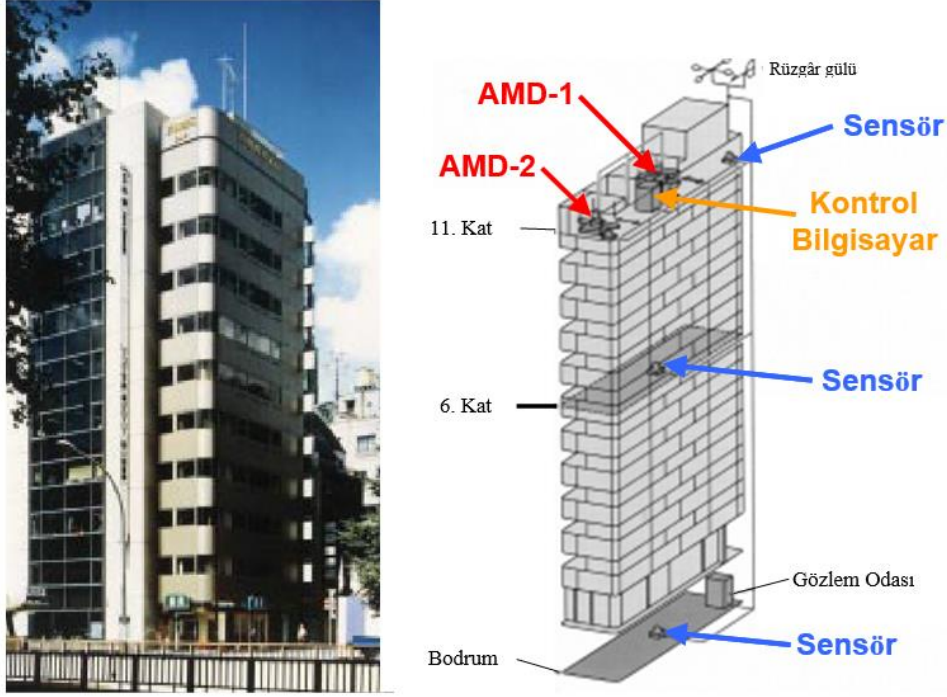


Şekil 2. Yapısal kontrol sistemleri.

Aktif Kontrol Sistemleri

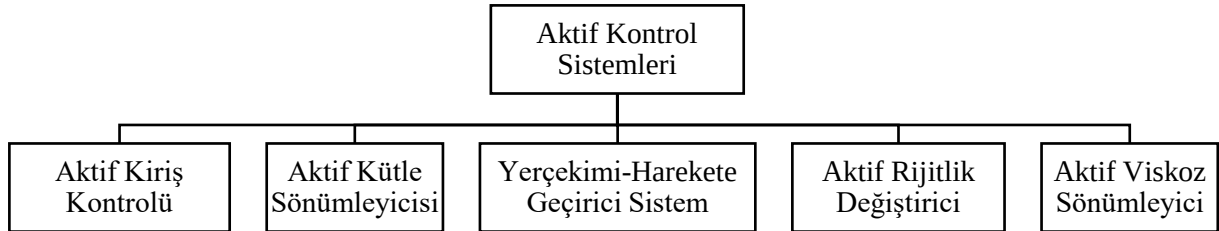
Aktif kontrol sistemleri akıllı sistemlerdir. Sensörler yardımıyla yapıya etki eden dinamik etkileri belirleyip yapının dinamik karakterine uygun olan karşı yapısal tepki için harici güç kaynaklarında hazırda bekletilen güç ile kontrol sistemini devreye sokar. Aktif koruma sistemi ilk olarak 1970 yılların başlarında Yao (1972) tarafından önerilmiştir. Bu kontrol stratejisinde dinamik yükün enerjisine karşı koymak için yapıya güç sağlama, binanın farklı titreşim modlarını kontrol etme ve farklı yükleme koşullarını karşılama vardır (Housner *et al.* 1997). Aktif cihazlar pasif cihazlar gibi belirli bir tepki verme yerine yapıya gelen dinamik yükleri analiz ederek sistemi en etkili olacak şekilde yönlendirebilir. Örneğin bir yapının tepesinde bulunan ayarlı kütle sönümleyicisi zemin hareketine göre davranışını doğal olarak belirler. Aktif kontrol sistemlerinde sensörler dinamik etkiyi ölçmek için bina zeminine ve binanın o andaki tepkisini ölçmek için orta ve en üst kata yerleştirirler. Sensörlerden gelen bilgiler kontrol odasında bilgisayarlar yardımıyla yapının modu, sönümü gibi dinamik

olması durumunda aktif kontrol sistemi etkili olamayabilir. Hatta yapının dengesini daha da çok bozabilir. Bu durumda sistem tarafından sınırsız güç talebi belirlenir.



Şekil 4. Kyobashi Seiwa binasına aktif kontrol sisteminin yerleşim şeması (Kobori 1994).

Farklı ihtiyaç ve amaçlar için aktif kontrol sistemleri geliştirilmiş ve geliştirilmeye devam etmektedir. En yaygın aktif koruma sistemleri Şekil 5’de belirtilen gruplara ayrılabilir.

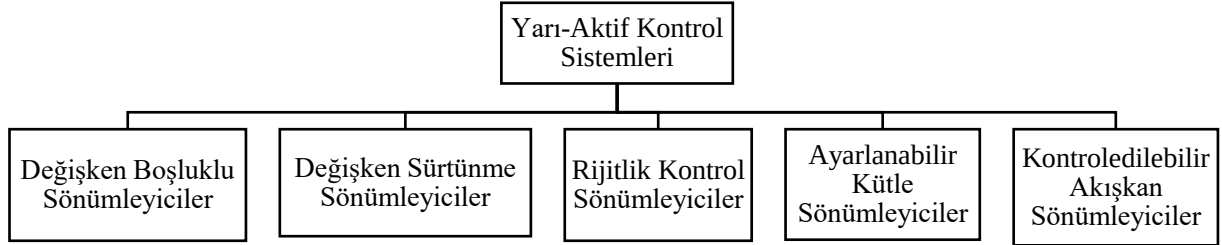


Şekil 5. Aktif kontrol sistemi cihazları.

Yarı Aktif Kontrol Sistemleri

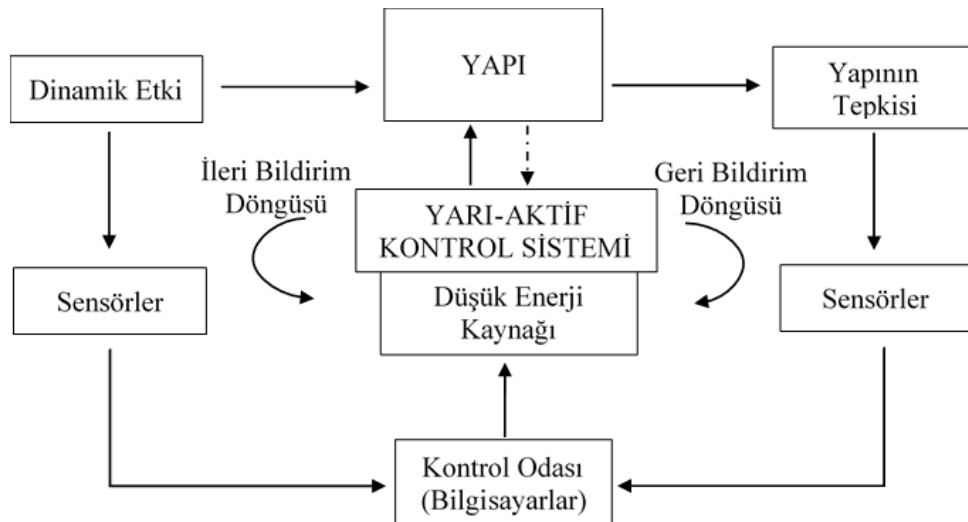
Aktif kontrol sistemlerinde olduğu gibi yarı aktif kontrol sistemleri de akıllı sistemlerdir. Yarı aktif kontrol sistemleri aktif sistemin adapte olabilirliği ve pasif kontrol sistemlerinin güvenilirliği gibi iki sistemin de olumlu özelliklerini üzerinde barındıran yaygın bir kontrol sistemdir. Kontrol edilebilir pasif cihazlar olarak tanımlanabilir. Yarı aktif sönümleme cihazların bazı çeşitleri, pasif enerji sönümleme cihazların içerisine elektrik veya manyetik alan (ER veya MR) yardımıyla yarı katı hale geçebilen özel sıvılar yerleştirilerek üretilirler. Böylelikle gerektiği durumda cihazlar içerisindeki sıvının katı hale geçmesi ile daha etkili müdahaleler gerçekleştirilebilir. Çoğu araştırmacı yarı aktif sistemlerin aktif sistemlerden elde

edilen sismik performansa ulaşabildiğini göstermişlerdir. Halen birçok araştırmacının ilgi odağı olan bu sistemlerin birçok çeşidi geliştirilmiştir. Yarı aktif cihazlar arasında değişken boşluklu sönümleyiciler, değişken sürtünme sönümleyiciler, kontrol edilebilir akışkan sönümleyiciler, ayarlanabilir kütle sönümleyiciler, rijitlik kontrol sönümleyiciler vb. bulunur (Şekil 6).



Şekil 6. Yarı aktif kontrol sistemi cihazları.

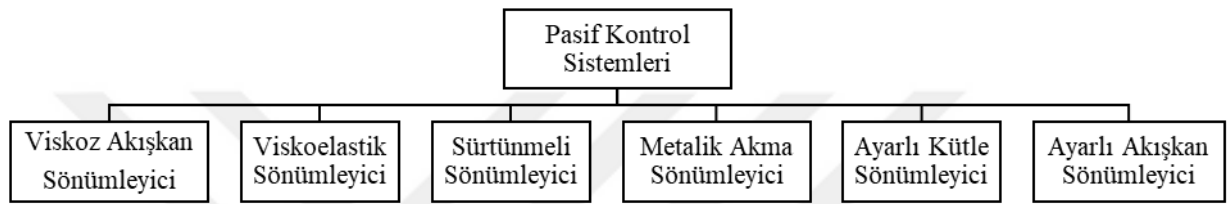
Yarı aktif sistemler tıpkı aktif sistemlerde olduğu gibi sensörlerden gelen bilgilerin kontrol odasında toplanması ve yapının dinamik özelliklerine göre cevap senaryolarının oluşturulması prensibi ile çalışırlar. Yarı aktif sistemlerin aktif sistemlerden en önemli iki farktan birincisi, sistemin çalışması için çok büyük güçlere duymamalarıdır. Piller yardımıyla sistem çalışır ve sismik etki sırasında enerji kaynağının kesilmesi gibi bir sıkıntı yaşanmaz. İkinci önemli fark ise aktif sistemler gibi yapıya kuvvet uygulamazlar. Yarı aktif kontrol sistemleri tıpkı pasif kontrol sistemleri gibi sadece yapıda meydana gelen enerjileri sönümler ve yansıtırlar. Araştırmacılar tarafından çok ilgi görmüştür ve birçok çeşidi geliştirilmiştir. Yarı aktif kontrol cihazlarının düşük güç gereksinimi, arıza güvenliği ve güvenilir olmaları nedeniyle aktif kontrol cihazlarının karşılaştığı bir dizi zorluğun giderilmesinde ümit verici olarak görülmektedir. Aktif sistemlerin önemli dezavantajlarının birkaçı giderilmiş olsa bile sistemsel olarak benzer dezavantajlar yarı aktif sistemde de gözükür. Yarı aktif sistemlerin çalışma prensibi Şekil 7’de gösterilmiştir.



Şekil 7. Yarı aktif kontrol sistemlerinin çalışma prensibi.

Pasif Kontrol Sistemleri

Dinamik yüklerin etkisi altındaki yapılar kırılma, çatlama, gerilme, elastik ötesi davranış ve benzer mekanik özellikler göstererek titreşim enerjisini sönümlemeye veya yansıtmaya çalışırlar. Yapıların küçük titreşim genliğine sahip olması için yüksek sönümleme kapasitesine sahip olmalıdırlar. Pasif kontrol sistemleri yapıdaki kinetik enerjiyi ısı enerjisine çevirerek ek sönümleme sağlar ve titreşim genliğini de küçültürler. Ayrıca bu sistemler önemli miktarda deprem ve rüzgâr enerjisini sönümleyebildiği gibi yapının rijitliği ve dayanımını da arttırılabilirler (ATC 1994). Pasif kontrol sistemleri Şekil 8’de görüldüğü gibi gruplara ayrılabilirler.



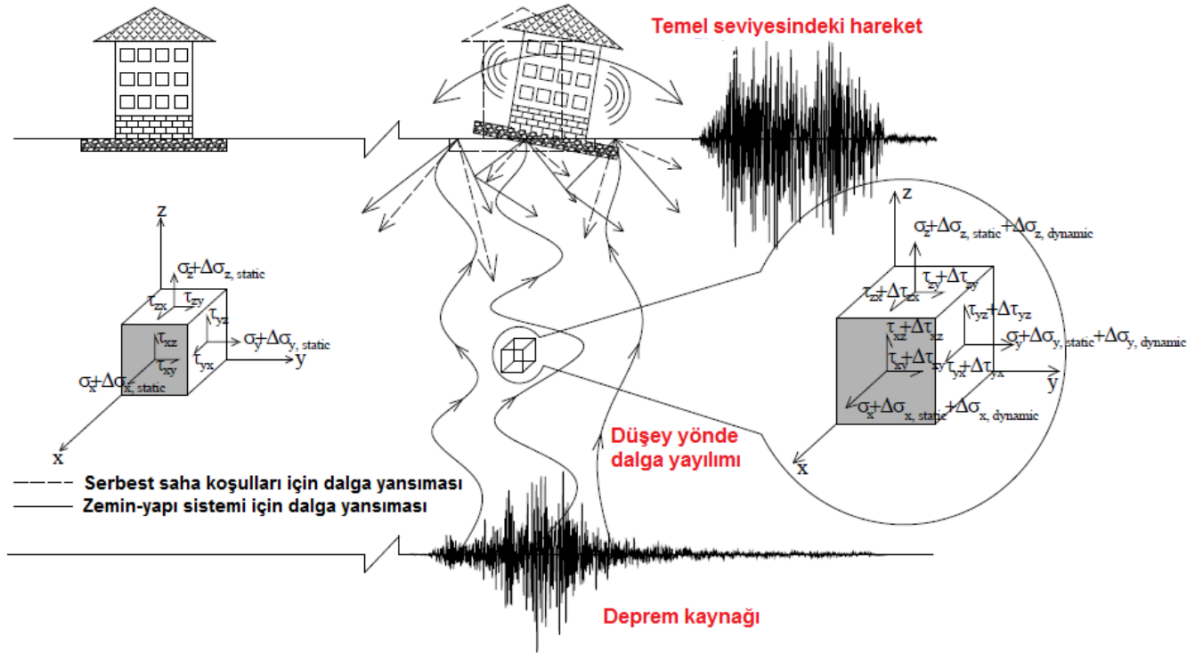
Şekil 8. Pasif kontrol sistemi cihazları.

Pasif kontrol sistemi cihazları arasında metalik akma, sürtünme, viskoelastik, viskoz akışkan, ayarlanmış kütle ve ayarlanmış sıvı sönümleyici cihazlar bulunur (Soong and Dargush 1997). Pasif kontrol sistemi pasif enerji sönümleme cihazların sönümleme katsayısı gibi sabit özellikleri ile tasarlanır. Pasif cihazlar genellikle yapıyı belirli bir dinamik yüklemekten korumak için en uygun şekilde ayarlanırlar. Yapıya gelebilecek en büyük deprem ve rüzgâr kuvveti tahmin edilerek cihazların parametreleri belirlenir. Bu nedenle bu cihazların performansı belirlenenden farklı yükleme senaryoları ve konfigürasyonları için yetersiz kalabilir. Örneğin, yapının birinci doğal moduna göre tasarlanmış bir pasif sönümleyici, ikinci ve daha yüksek modlarda yapının sismik performansında beklenen etkiyi gösteremeyebilir. Pasif enerji sönümleme cihazları beklenmeyen sismik harekete karşı farklı senaryo ile cevap veremezler. Ancak sistemin çalışması için herhangi bir dış enerji kaynağına gerek yoktur. Pasif kontrol sistemlerinin harici enerji kaynağına ihtiyaç duymaması ve kontrol edilememesi gibi özellikler diğer kontrol sistemlerinden ayıran en büyük avantaj ve dezavantaj özellikleridir. Harici bir güce ihtiyaç duymamaları deprem sırasında muhtemel güç kesintisinden etkilenmedikleri gibi, yapıya herhangi bir dış enerji vermediği için stabilite sorununa yol açmazlar. Pasif enerji sönümleyici cihazların maliyeti ve kurulum maliyeti diğer koruma sistemlerine göre çok azdır. Projelendirilmesi daha kolaydır. Cihazların neredeyse bakıma ihtiyacı yoktur ve kararlı bir şekilde çalışırlar. Pasif kontrol sistemleri yapı kontrol sistemleri arasında etkili ve tercih edilen sistemlerdir. Bu çalışmanın konusunu içeren sıvı viskoz

kaldırmıştır. Örneğin kontrol edilemeyen pasif bir taban izolatörü ile büyük güç gerektiren aktif bir enerji sönümleyici sistemin bir araya gelmesi, pasif sistemi kontrol edilebilir, aktif sistemi ise daha az güç ile çalıştırılabilir duruma getirmiştir. Hibrid sistemlerin yapısal davranışlar üzerindeki etkisi incelendiğinde ise çok daha yaralı olduğu araştırmacılar tarafından vurgulanmaktadır. Dolayısıyla yapısal kontrol sistemlerinin tek başına kullanılması yerine karma sistemlerin kullanılması çok daha güvenli ve daha etkilidirler. Karma kontrol sistemleri karma kütle sönümleyici ve karma sismik izolasyon olmak üzere iki konuda yoğunlaşsa da günümüzde yapılan ve yapılacak olan birçok araştırma bu konu başlıklarını çoğaltacaktır.

Yapı-Zemin Etkileşimi

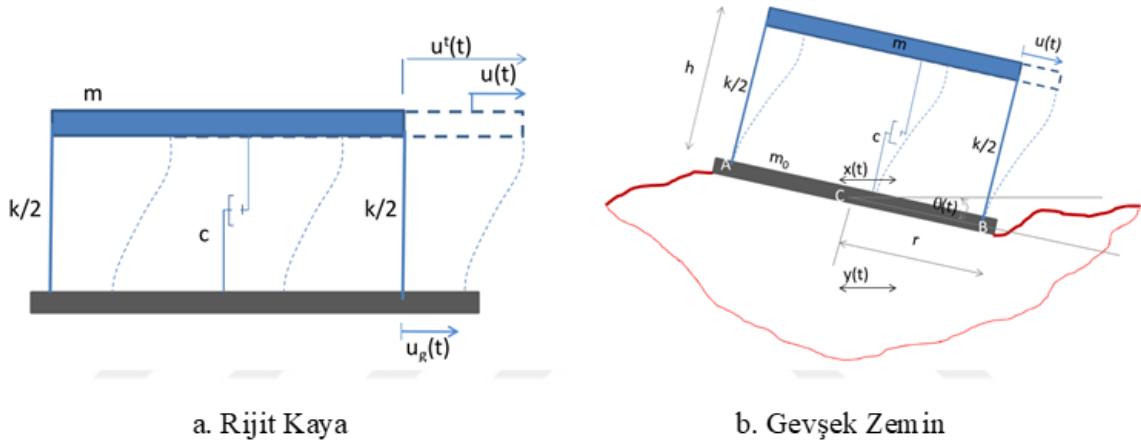
Deprem nedeniyle anakayada meydana gelen yer hareketinden dolayı oluşan sismik dalgalar zemin içinde yayılarak üstyapının temeline ulaşırlar. Üstyapının temeline ulaşan sismik dalgaların bir kısmı yapıyı etkileyerek titreşmesine yol açarlar. Yapı temeline ulaşan dalgaların diğer bir kısmı ise üstyapının mekanik, dinamik ve fiziksel özelliklerine bağlı olarak değişerek zemin ortamına geri yansır. Zeminin yapıyı, yapının da zemini etkilediği bu dinamik olaya yapı zemin etkileşimi adı verilir (Şekil 10).



Şekil 10. Yapı zemin etkileşimi mekanizması (Siyahi *et al.* 2013).

Zemin ortamında yayılan deprem dalgalarında, yapı temeline ulaşana kadar, zeminlerin dinamik, jeolojik ve yerel zemin özelliklerine bağlı olarak frekans, genlik ve sürelerinde önemli değişiklikler meydana gelebilir. Bu etkiler üstyapının frekansına bağlı olarak depremin şiddetini 5 kat arttırabilir veya azaltabilirler. Deprem dalgalarının genliğini arttırarak deprem şiddetinin artmasına neden olan bu durma zemin büyütmesi denmektedir. Zemin büyütmesi

neredeyse bütün depremlerde oluşmaktadır ve yapılarda oluşan hasarlarda büyük payı vardır (İyisan ve Haşal 2012). Rijit bir kaya üzerine inşa edilmiş yapılarda oluşan eylemsizlik kuvvetleri tabandaki kesme kuvvetine eşit olur. Deprem sırasında ayrıca devrilme momentleri de oluşur. Eğer yapının oturduğu kaya zemin yeterince rijit ise yapı da bir dönme hareketi oluşmayacaktır (Şekil 11a). Yeterince rijit kaya zemin üzerine oturan yapıların analizlerini zemine ankastre bağlı olarak düşünülerek yapılabilir. Dolayısıyla yapının dinamik tepkisi yapının sönüm oranı, kütle, dayanım, rijitlik ve süneklik gibi özelliklerine bağlıdır. Taşıma gücü düşük gevşek zeminler üzerindeki yapıların temel hareketi ile yapı temelin oturduğu yüzey hareketi farklı yönlerde oluşacaktır. Gevşek zeminden dolayı deprem dalgaları yapıyı düşey ve yatay yönde hareket ettirecektir (Şekil 11b). Ayrıca yatay deprem kuvvetlerinden dolayı devrilme momentleri oluşacaktır.



Şekil 11. Rijit kaya ve gevşek zeminlerdeki yapı hareketi (Siyahi *et al.* 2013).

Yapı-Zemin Etkileşiminin Önemi

Zeminler şekil değiştiren, farklı mekanik ve geometrik özelliklere sahip heterojen dinamik bir ortamlardır. Ancak geleneksel tasarım yaklaşımında binanın zemine ankastre olarak mesnetlendiği, yani zeminin şekil değiştirmeyen, rijit bir ortam olduğu kabulü vardır (Düzgün 2007). Bu durum zemin ile yapı (temel vasıtasıyla) arasındaki etkileşimin ihmal edilmesi anlamına gelir. Bu etkileşimin ihmal edilmesi kaya türü çok rijit ve sıkı zemin türleri üzerindeki yapıların analizinde kısmen kabul edilebilir. Ancak kil, kum ve ayrılmış kayalar gibi taşıma gücü düşük gevşek veya orta sıkı zemin üzerine inşa edilen yapılarda ise çok önemli farklı davranışlar meydana gelir. Çünkü sismik hareket sırasında yapının temeli ve zemin arasında farklı yönlerde hareket eğilimi, dönme ve çökme gibi geleneksel tasarım yönteminde hesaba katılmayan kuvvetler ve olaylar gerçekleşir. Örneğin zeminlerdeki ani hareket ve yapıların ters yönde hareket eğilimi atalet kuvvetlerinin oluşmasına neden olur. Yapının doğal modları zemin türüne göre değişir. Sismik dalgalar yapıyı yukarıya doğru itip elverişsiz yüklere

neden olup kesit zorlanmaları oluşabilir. Özellikle orta sert zeminlerde yapının periyodu ile zeminin periyodu çakışıp rezonans meydana gelebilir. Yeraltı su seviyesi ve boşluk suyu sıvılaşmaya neden olabilir. Yapı zemin etkileşiminin dikkate alınmadığı durumlarda yapının periyodunda uzama, iç kuvvetlerde azalma ve yer değiştirmeler de artmaya neden olur (Livaoğlu 2005). Bütün bunlara ek olarak topografik yapıdaki farklılıklar ve zeminin jeolojik koşullarının yapı temel sistemin dinamik davranışı üzerinde oldukça etkilidir (Düzgün 2007). Sonuç olarak, zeminin yapı davranışına olan etkilerinin dikkate alındığı analiz sonuçları ile dikkate alınmayan analiz sonuçları arasında önemli farklılıklar bulunmaktadır (Veletsos *et al.* 1988; Youssef 1998).

Bu çalışmada sonlu zemin bölgesinin sınırlarında viskoz sınır şartı tanımlanmıştır. Yapısal kontrol ile alakalı yapılan çalışmaların çok çok azında zeminin dikkate alınması bu çalışmayı özgün ve güncel kılmaktadır. Farklı zemin türleri ele alınarak yapılan bu çalışma ile literatürdeki boşluk doldurulmaya çalışılmıştır.

Önceki Yıllarda Yapılmış Çalışmalar

1970’li yıllara kadar kontrol cihazları bir yapının deprem, rüzgâr, trafik ve makine titreşiminden korunmaları için geliştirilmiş ve kullanılmıştır. Ancak 1970’li yılların başlarında Klein *et al.* (1972) iki komşu binayı birbirine bağlayarak yapısal kontrolün sağlanması fikrini ortaya atmışlardır. Bu fikir iki binanın birbirine çarpışmasını engelleyebilecek olması ve tek bina maliyetine iki binanın yapısal kontrolünün sağlanabilmesinin ekonomik maliyeti gibi konular birçok araştırmacının ilgisini çekmiştir. Westermo (1989) çalışmasında, deprem sırasında bitişik binaların çarpışmasını engellemek için komşu yapıları kat hizasından mafsallı bağlantı elemanlarıyla bağlamayı önermiştir. Seto and Mitsuta (1992) iki bitişik yapının aktif kontrol cihazlarıyla bağlayarak sismik tepkinin davranışını incelemiş ve sismik tepkinin azaldığını ifade etmişlerdir. Aynı zamanda Kazuto (1994) esnek yapıların sismik uyarılmalardan korunması için iki binanın bağlanması fikrinin uygulanır olduğunu ifade etmiştir. Japonya’da 1990 yılların sonuna doğru gerçek binalara da uygulaması yapılmıştır.

Kageyama (1994) aynı yükseklikte iki kule yapısını birbirine bağlayan pasif sönümleyicilerin optimum değerlerini bulmak için çalışma yürütmüştür. Gurley *et al.* (1994), Kamagata *et al.* (1996) ve Sugino *et al.* (1999) pasif cihazlarla birbirine bağlı yüksek yapılar üzerinde çalışmışlardır. Bu çalışmaların her birinde rüzgâr ve deprem yüklerine karşı yapısal tepkinin azaldığı vurgulanmıştır. Bazı çalışmalarda binaların birbirine bağlanmasının çarpma hasarını azaltmada veya engellemede bir yöntem olarak kullanılabileceği ifade edilmiştir. Iwanami *et al.* (1996) tek serbestlik dereceli iki yapı arasına bağlanan pasif sönümleme sisteminin optimum parametrelerini araştırmışlardır.

Rodríguez *et al.* (1994), Symans and Constantinou (1998), Pekcan *et al.* (1999) doğrusal olmayan sıvı viskoz sönümleyiciler ile bağlı yapılar üzerinde çalışmışlardır. Araştırmacılar çalışmalarında doğrusal sıvı sönümleyiciler ile aynı ölçüde sismik tepkilerin azalmasının elde edilmesinin mümkün olduğu gösterilmişlerdir.

Luco and De Barros (1998b) iki bina arasına bağlanan viskoz sönümleyicilerin katlara göre dağılımının optimizasyonunu araştırmışlardır. Çalışmanın sonuçlarına göre uygun koşullar altında, birbirine sönümleyicilerle bağlı yapıların birinci ve ikinci modlarında gerçekleşen sönümleme oranı %12 ile %15 arasında elde edilmiştir.

Zhang and Xu (1999) birbirine viskoelastik sönümleyiciler ile bağlı iki yapının dinamik karakterlerini ve sismik tepkilerini incelemişlerdir. Çalışmanın sonuçları, uygun sönümleyici parametreleri seçilerek bağlanan yapılarda önemli ölçüde modal sönümleme oranı arttığını ve sismik tepkinin ise azaldığını göstermiştir.

Xu *et al.* (1999) ve Zhang and Xu (2000) deprem etkisindeki birbirine sıvı sönümleyiciler ile bağlı çok katlı yapılarda sönümleyicilerin etkisini incelemişlerdir. Depremden kaynaklanan yer ivmesini stokastik olarak ele almışlardır. Araştırmacılar sıvı viskoz sönümleyiciler ile bağlı her iki yapıda da uygun sönümleyici özellikleri seçildiği zaman sismik tepkilerin azaldığını ifade etmişlerdir.

Ni *et al.* (2001) farklı deprem uyarıları altında doğrusal olmayan histeretik sönümleme cihazlarıyla bağlı iki bitişik binanın sismik tepkisinin davranışını incelemiş ve doğrusal olmayan histeretik sönümleyicilerin etkili olduğunu göstermişlerdir.

Zhu *et al.* (2001) farklı koşullar altındaki iki yapıya pasif, yarı aktif ve aktif kontrol yapısal sistemlerinin stratejilerini uygulayarak sönümleyici sistemlerin etkileri El Centro (1940) depremi etkisi altında incelemişlerdir. İlk olarak iki bina arasına bağlanacak olan yapısal kontrol sistemlerinin optimum rijitlik ve sönümleme parametreleri elde edilmiştir. Optimum sönüm ve rijitlik parametreleri iki yapının kütle oranı, doğal frekans oranı ve sönüm oranına bağlıdır. Çalışmanın sonuçları yarı aktif kontrol sistemlerinin pasif kontrol sistemlerinden daha etkili olduğunu göstermiştir. Ayrıca yazarlar, yarı aktif kontrol sisteminin aktif kontrol sistemiyle kıyaslanabilecek şekilde etkili olduğunu vurgulamışlardır.

Bhaskararao and Jangid (2004) çalışmalarında, çeşitli depremler etkisi altında ve çeşitli sönümleyici tipleriyle bağlanan birleşik yapıların sismik tepkilerini incelemişlerdir. Çalışmada viskoz sönümleyici, viskoelastik sönümleyici ve sürtünmeli sönümleyici gibi pasif sönümleyicilerin etkinlikleri bazı yapısal tepkilerinin (yer değiştirme, ivme ve kesme kuvveti gibi) azaltılması incelenmiştir. Yazarlar farklı doğal frekanslara sahip yapıların sismik

tepkisinde azalma görüldüğü benzer frekansa sahip yapılarda bu etkinin görülmediğini açıklamışlardır. Buna ek olarak sönümleyicilerin bütün katlara bağlanmasına gerek olmadığı, uygun yerlere bağlanacak sönümleyicilerle de aynı sonuçların alınabileceğini vurgulamışlardır.

Christenson *et al.* (2006) esnek binaların birbirine bağlanarak yapısal koruma sisteminin etkilerini araştırmışlardır. Aktif ve pasif yapısal koruma sistemlerinin yapını genel performansı üzerindeki etkileri üzerinde çalışmışlardır.

Cimellaro and Lopez Garcia (2007) tarafından çok katlı iki yapının kat seviyesinden doğrusal olmayan pasif cihazlarla bağlanmasının kapsamlı değerlendirilmesi yapılmıştır. Mutlak kat ivmesi ve görelî kat ötelenmesi dikkate alınarak bu iki parametrenin etkinliğini incelemişlerdir. Çalışmanın sonucunda, her iki tepkininde iki bina için azalmasının mümkün olduğu ifade edilmiştir. Yazarlar aynı zamanda sönümleyicilerin katlara dağılımını da incelemiş ve sönümleyicilerin her kata bağlanmasına gerek olmadığına değinmişlerdir.

Patel and Jangid (2008) yılında yaptıkları çalışmada yapı zemin etkileşimini dikkate alarak viskoz sönümleyiciler ile bağı tek serbestlik dereceli sistemlerin dinamik karakterini analiz etmişlerdir. Çalışma sonucunda, birbirine bağı yapı sistemlerinin yumuşak zemin türünden çok etkilenirken, sert zemin türünün daha az etkilendiğini ve yatay yüklere karşı yapısal tepkinin önemli ölçüde azaldığına dikkati çekmişlerdir.

Shrimali and Dumne (2008) 8 ve 10 katlı iki binayı birbirine SAVFD (Semi Active Variable Friction Damper) sönümleyicilerle bağlamışlardır. Bu yapıların 10 katlı olanının temeline sismik izolasyon yerleştirmişlerdir. Bu yapılara Imperyal Valley (1940) depremi uygulanarak yapıların sismik tepkileri araştırılmıştır. Çalışmada önerilen hibrid kontrolün etkinliğini öğrenmek için SAVFD sönümleyici ile bağı yapılar karşılaştırılmıştır. Önerilen yarı-aktif hibrid stratejisi sismik tepkiyi azaltma açısından SAVFD sönümleyiciden oldukça etkili olduğu soncuna varılmıştır.

Ge *et al.* (2010) doğrusal olmayan viskoz sönümleyici ile bağı bitişik binaların yakın fay hattı etkisi altında incelemişlerdir. Çalışmada iki bitişik yapının sismik davranışının azalmasında doğrusal olmayan viskoz sönümleyicilerin etkinliği ve yakın fay hattı karakteristiğine uygun sönümleyici özelliklerinin hassasiyeti araştırılmıştır.

Patel and Jangid (2010) sismik etki altındaki dinamik olarak benzer binaları viskoz sönümleyiciler ile bağlanmasının etkilerini geliştirdikleri bağlama şekilleri altında incelemişlerdir. Ayrıca çok serbestlik dereceli sistemler için viskoz sönümleyiciler ile bağı yapıların hareket denklemini sunmuşlardır. Yazarlar çalışmalarını iki kısımda bölmüşlerdir. Birinci kısımda viskoz sönümleyici cihazların sönümleme katsayısı eşit olarak alınarak yapısal

tepkiler incelenmiştir. İkinci kısımda ise sönümleyici cihazların sönümleme katsayısı farklı olarak yapısal tepkiler incelenmiştir. Sonuçlar uygun seçilen sönümleme katsayısı ile viskoz sönümleyicilerin geliştirilen bağlantı modellerinin yapısal kontrol için etkili olduğu göstermiştir. Uygun sönümleme katsayısına sahip viskoz sönümleyiciler depreme bağlı meydana gelen yapısal tepkileri önemli ölçüde azaltmıştır. Yazarlar uygun yerlere yerleştirilen viskoz sönümleyicilerden (bütün katlara bağlanan sönümleyicilerin %50'si) alınan yapısal tepkilerin, bütün katlara bağlanan viskoz sönümleyicilerle alınan sonuçlara çok yakın olduğunu ifade etmişlerdir.

Roh *et al.* (2011) farklı kat seviyelerinden birbirine pasif cihazlar ile bağlanmış çelik yapıların sismik tepkisini değerlendirmişlerdir. İki tip bağlantı modeli dikkate alınmıştır: doğrusal viskoz sönümleyiciler ve doğrusal yaylar. Bu bağlantı elemanlarının yeri ve özellikleri kapsamlı olarak değerlendirilmiştir. Sonuçlar, yayların katlar arası görelî ötelemede ve taban ivmesinin azaltılmasında bir etkisin olmadığı, viskoz sönümleyicilerin ise etkili olduğunu göstermiştir. Yazarlar, yapıların birbirine viskoz sönümleyiciler veya viskoz sönümleyiciler ve yay kombinasyonlarından biri ile bağlanmasının mümkün olduğunu ifade etmişlerdir.

Binaların pasif kontrol sistemleriyle bağlanmalarının istenmeyen titreşimleri ve yapısal çarpışma riskini azaltmak için etkili bir yöntem olduğu bilinmektedir. Önceki araştırma sonuçları, sönümleyici sayısının azaltılmasının uygulama maliyetini önemli ölçüde azaltabildiğini ve sistemin verimliliğini önemli ölçüde azaltmadığını göstermiştir. Bigdeli *et al.* (2012b) katlar arası görelî ötelenmeyi en aza indirmek için en az sönümleyici düzeniyle en etkili sonucu bulmaya çalışmışlardır. Ortaya çıkan iki seviyeli optimizasyon problemini çözmek için beş yaklaşım tanıtılmış ve incelenmiştir. Sonuçlar, uygun damper yerleştirme yönteminin, özellikle yüksek yapılar için en verimli ve güvenilir yöntem olduğunu ortaya koymaktadır. Buna ek olarak sönümleyici sayısının artırılmasının sistemin verimliliğini artırmadığı gibi hatta bazı durumlarda sistemin dinamik tepkisini de artırdığı görülmüştür.

Patel and Jangid (2014) viskoz sönümleyiciler ile bağlanan iki özdeş bitişik yapının dinamik davranışını taban ivmesi etkisinde incelemişlerdir. Bitişik yapılar, iki serbestlik dereceli bir sistem olarak modellenmiştir. Viskoz sönümleyici ile bağlı yapıların sismik tepki davranışı üzerindeki önemli sistem parametrelerinin etkisini incelemek için bir parametrik çalışma yapılmıştır. Dikkate alınan önemli parametreler, uyarıcı frekansı, yapının kütle oranı ve rijitlik oranıdır. Viskoz sönümleyicinin özdeş bağlı yapıların dinamik tepkisini kontrol etmede oldukça etkili olduğu gözlenmiştir.

Farghaly (2014) yılında yapmış olduğu çalışmada, farklı yüksekliklerde, farklı zemin türlerinde ve viskoz sönümleyicilerle bağlanan iki yapıyı üç boyutlu olarak araştırmıştır.

Çalışmada üç çeşit zemin (sert, orta, yumuşak) için Winkler modeli oluşturarak viskoz sönümleyicilerle bağlı yapıların gerçekçi davranışları elde edilmeye çalışılmıştır. Farklı zemin türlerindeki viskoz sönümleyicilerle bağlı birleşik binaların yapısal tepkileri incelenmiştir. Sonuç olarak yumuşak zeminlere kurulu bağlı binaların tepkileri rijit zeminlerin üzerine kurulu olanlardan daha kritiktir. Bağlı yapıların davranışı, yapı zemin etkileşiminin olmadığı duruma göre %20 farklılık gösteriyor. Yumuşak zeminlere kurulan, birbirine viskoz sönümleyicilerle bağlı bitişik binalarda ise viskoz sönümleyicinin etkisi yaklaşık olarak %25 azalmıştır.

Tubaldi *et al.* (2014) çalışmasında kesme tipi davranışa sahip iki bitişik binanın doğrusal veya doğrusal olmayan viskoz sönümleyici ile bağlanması ile oluşan durumunu analiz etmişlerdir. Sönümleyicinin performansı, farklı tepki parametreleri dikkate alınarak incelenmiştir. Bunlar komşu iki yapının görelî kat ötelemesi, kat yer değiştirmeleri ve zemin ivmeleridir. Bunun yanında sönümleyicilere gelen kuvvetler incelenmiştir. Doğrusal olmayan viskoz sönümleyicilerin doğrusal olan viskoz sönümleyiciler kadar etkili olduğu görülmüştür. Doğrusal viskoz sönümleyiciler ilk iki modun sönümlemesinde etkilidir. Ayrıca uzun yapılarda ikinci modun sönümleme oranı birinci moddan daha yüksektir. Kısa yapılarda ise ikinci modun sönümleme oranı, uzun yapıların birinci modundan daha yüksektir.

Annapurna and Vankudre (2014) bitişik binalara viskoz sönümleyici ve SAVFD (Semi Active Variable Friction Damper) cihazları bağlayarak yapıların dinamik davranışını incelediler. Çalışmalarında sünek ve rijit binalara viskoz sönümleyici ve SAVFD sönümleyiciler bağlanmıştır. SAVFD sonuçları incelendiğinde ise sönümleyicinin her iki yapıda da yer değiştirmelere etki ettiği görülürken sünek yapılarda ivmeye bir etkisinin olmadığı görülmüştür. SAVFD sönümleyiciler rijit yapıların bağlantısında viskoz sönümleyicilerden daha etkilidir. Viskoz sönümleyici ise deprem etkilerini sönümlemede benzer dinamik özellikteki rijit yapıların bağlantısında ve benzer olmayan dinamik özellikteki sünek-rijit yapıların bağlantısında çok etkili bulunmuştur. Bunların yanı sıra daha uygun yerlere yerleştirilen daha az sönümleyici ile sismik etkinin önemli ölçüde azaltıldığını, dolayısıyla uygun yerler tespit edilerek toplam sönümleyici sayılarında %50 oranında azalma olacağını, bunun da maliyeti düşüreceğine vurgu yapmışlardır.

Uz and Hadi (2014) çarpışma hasarını önleyen ve iki bağlı yapının sismik tepkisinin azaltılmasında en iyi sonuçları veren doğrusal olmayan histeretik kontrol cihazlarının optimum parametrelerini araştırmışlardır. Genetik algoritmalara (GA) dayanan optimum bir tasarım stratejisi önermişlerdir. Yazarlar çalışmalarında sadece sismik yanıtları azaltmak için değil, sönümleme sisteminin toplam maliyetini en aza indirmek için en uygun tasarımı araştırmışlardır. Sonuçlar sönümleyici sayısının azaltılmasının sistemin verimliliğini artırdığını

göstermiştir. Hatta sistemin dinamik tepkisi için sönümleyici sayısını azaltmak arttırmaktan daha fazla katkıda bulunmuştur

Amir and Xuan (2014) çalışmasında MATLAB programı yardımıyla El Centro (1940) depremi etkisi altında doğrusal olmayan pasif cihazlar ile bağlı iki yapının titreşimini incelemiştir. Elde edilen sonuçlar incelendiğinde, pasif kontrol sisteminin dinamik tepkileri azaltıcı anlamda çok etkili bulunduğu görülmüştür.

Shobhika (2015) yaptığı çalışmasında sürtünmeli sönümleyici ile kendi içinde bağlanmış bir bina ile sürtünmeli sönümleyiciler ile birbirine bağlı iki komşu binayı karşılaştırmıştır. Binaların doğrusal elastik davrandığı varsayılarak deprem etkisi altında yer değiştirme, hız ve ivmeler açısından sönümleyicilerin etkinliğini Newmark adım yöntemi kullanarak incelemiştir. Aynı zamanda çalışmada iki bağlı binanın sismik tepkileri ile bağlanmadan önceki binaların sismik tepkileri karşılaştırılmıştır. Çalışma sonunda, sürtünmeli sönümleyicilerin iki yapının doğal frekansının farklı olduğu durumda çok daha etkili olduğuna ve ayrıca iki yapının birbirine bağlanmasının tek olarak kendi içinde bağlanmasından daha ekonomik olduğuna değinilmiştir.

GB *et al.* (2015) çalışmalarında çok serbestlik dereceli (MDOF) sistemlerin çeşitli sönümleyici tipleri ile bağlanıp deprem etkileri altındaki titreşimlerini incelemiştir. Sismik etki altındaki binalarda viskoz ve yarı aktif değişken sürtünmeli sönümleyiciler (SAVFD) kullanılarak değerlendirmeler yapmışlardır. Birbirine bağlı yapılarda her iki sönümleyicinin etkinliği yapısal tepkiler (ivme ve yer değiştirmelerde) üzerinden araştırmışlardır. Çalışmanın sonucunda, viskoz sönümleyicilerin yapısal tepkileri ve depremin etkilerinin azaltılması için çok etkili olduğu, ancak çalışmaya konu yapıda daha az SAVFD sönümleyici ile aynı sönümün elde edilebildiği için SAVFD sönümleyicilerin viskoz sönümleyicilerden daha etkili olduğu vurgulanmıştır. Ayrıca, viskoz sönümleyici ile bağlanan yapılarda yer değiştirmelerde %74, ivmelerde %57 azalma, SAVFD cihazlarla bağlanan yapılarda ise yer değiştirmelerde %65, ivmede %69 azalma elde edilmiştir.

Shrimali *et al.* (2015) sismik tehlikenin azaltılması için yapmış oldukları çalışmada 3 model oluşturmuşlardır. Bu modeller Yarı-Aktif, Hibrid 1 ve Hibrid 2 olarak isimlendirilmiştir. Hibrid kontrol sistemlerinde bir yapının temelinde taban izolatörü mevcuttur. Yarı-Aktif modelde sadece yarı aktif sönümleyiciler mevcuttur. Çalışmanın sonuçları incelendiğinde sismik tepkinin azaltılması konusunda hibrid kontrol sisteminin yarı aktif kontrol sisteminden daha etkili olduğu görülmüştür.

Tubaldi (2015) farklı yükseklikte iki binayı ele almış ve daha kısa olan binanın en üst katından uzun binaya viskoz ve viskoelastik sönümleyici bağlayarak dinamik analizlerini

yaparak karşılaştırmıştır. Komşu yapıları birbirine bağlı kesme kirişi olarak süreklilik yaklaşımıyla modellemiştir. Yazara göre bu kabul, binayı tarif eden karakteristik parametrelerin kümesini ve sistemin dinamik davranışını tamamen kontrol eden sönümleyicilerin özelliklerini tanımlamaya izin verir. İki sönümleyici arasında belirgin bir farkın olmadığı bazı durumlarda viskoz sönümleyicinin daha etkili sonuçlar verdiği ifade edilmiştir.

Park and Ok (2015a) benzer yapıların sismik performansının geliştirilmesi için yaptıkları çalışmada aktif ve pasif cihazları birlikte kullanarak hibrid bir kontrol sistemi tanımlamışlardır. Pasif cihazlar bir bağlantı elemanı olarak paralel benzer iki yapı arasına, aktif cihazlar ise her bir bina içerisinde birbirini izleyen iki kat arasına bağlanmıştır. Bu önerilen sistemin tepkileri ile her iki binanın da aktif cihazlarla donatılıp birbirine bağlanmadan kontrol edildiği binaların tepkileri karşılaştırılmıştır. Sonuçlar incelendiğinde önerilen sistemin yani aktif cihazlarla donatılmış iki paralel yapının pasif cihazlarla bağlanması daha etkili olmuş ve maliyeti de azaltmıştır.

Patel (2015) çalışmasında viskoz sönümleyici ile bağlanmış, tek serbestlik dereceli iki yapıya deprem verilerini rastgele ve düzenli bir şekilde uygulayarak incelemiştir. Çalışmanın sonucunda Patel, rastgele verilerle elde edilen pik değerlerinin düzenli şekilde uygulanan verilerden elde edilen pik değerlerine çok benzer olduğu bulmuştur.

Dumne *et al.* (2015) çalışmalarında farklı dinamik özellikte iki bina ele almışlar ve bu binalardan iki farklı sönümlleme modeli geliştirmişlerdir. Bu iki modelden birincisinde binalar birbirileriyle yarı aktif VF (Variable Friction) sönümleyiciler ile bağlanmıştır. İkinci modelde ise iki yapıdan uzun olanının temeline sismik izolatör yerleştirilerek diğer modelle yarı aktif VF sönümleyiciler ile bağlanmıştır. Kobe (1995) depremi uygulanarak iki model MATLAB programı yardımıyla karşılaştırarak incelemiştir. Çalışmanın sonucunda taban izolatörsüz yapılı modelin çarpışmanın önleminde çok daha etkili olduğu, taban izolatörlü modelin ise sismik tepkilerin izolatörsüz modele göre önemli derecede azaldığı vurgulanmıştır.

Pérez *et al.* (2015) iki komşu yapının dinamik etkisinin azalmasında yapıların pasif kontrollü cihazlar ile bağlanmasının etkisini incelemişlerdir. Ayrıca çalışmada pasif cihazlarla bağlı ve bağlı olmayan sistemlerin avantajları ve dezavantajları MATLAB programı yardımıyla değerlendirilmiş ve bağlantı cihazların etkinliği karşılaştırılmıştır. Sonuçlar, rijitliği sıfır ve sönümlleme oranı sıfırdan farklı olan viskoz akışkan cihazların etkili bir şekilde yapı tepkilerini azalttığını göstermiştir.

Park and Ok (2015b) tarafından 9 katlı eski ve 12 katlı yeni komşu binaların optimum sismik performansı için yeni kontrol sisteminin pratik bir yapılandırılması önerilmiştir. Önerilen yaklaşım mevcut eski binaya ek kontrol sisteminin kurulması konusundaki

sınırlamaları dikkate almaktadır. Büyük kontrol kuvvetleri uygulamak için aktif kontrol cihazları sadece yeni binaya kurulmuştur ve iki bina arasındaki pasif sönümleyiciler minimum olacak şekilde tasarlanmıştır. Yaklaşımda eş zamanlı optimizasyon yöntemi önerildiğinden her bir cihaza yeterli gücün sağlanması için genetik algoritmalar üretilmiştir. Çalışma sonunda standart aktif kontrol sistemiyle önerilen yaklaşım karşılaştırılmıştır. Bağlı binaların sismik tepkilerinin azaltılması açısından simülasyonlardan elde edilen karşılaştırmalı sonuçlar, önerilen sistemin sismik uyarılar altında daha verimli ve uygun maliyetli bir çözüm olabileceğini göstermektedir.

Abdeddaim *et al.* (2016) farklı dinamik özelliklere sahip iki on katlı düzlemsel bina, manyetoreolojik (MR) sönümleyiciler ile bağlamışlardır. Yarı aktif MR sönümleyicisi binaların en üst katına yerleştirilmiştir. Bitişik düzlemsel binalar için farklı kontrol stratejilerinin test edilmesiyle karşılaştırmalı bir çalışma yapılmıştır. Sonuçlar, yer değiştirme, ivme ve katlar arası ötelenme açısından bir azalma ile birlikte çarpışma riskinin azaldığını göstermiştir. Buna sonuçlara ek olarak en üst katta tek bir sönümleyicinin kullanımının, iki bina arasındaki çarpışma ve sismik tepkinin azaltılması açısından etkili ve yeterli olduğu görülmüştür.

Mevada *et al.* (2016) farklı deprem etkileri altında farklı frekanslara sahip iki tek katlı yapı doğrusal olmayan viskoz/viskoelastik sönümleyiciler bağlanarak sismik tepkileri yer değiştirme ve ivme açısından incelemişlerdir. Aynı zamanda sönümleyicilerin sönümleme katsayısının optimum değerini araştırmak için parametrik bir çalışma yürütmüşlerdir. Sonuçlar her iki sönümleyicinin de deprem kaynaklı yapısal tepkileri etkili bir şekilde azaltabileceğini ancak bunun için uygun sönümleme katsayısının seçilmesi gerektiğini göstermiştir.

Gong and Zhou (2017) tarafından yapılan çalışmada, doğrusal olmayan gerektiğinde yumuşayabilen gerektiğinde de sertleşebilen yeni bir viskoelastik sönümleyici (VE) tipi araştırılmıştır. Öncelikle performans testleri gerçekleştirilmiş ve mekanik özellikleri belirlenmiştir. Sonraki aşamada üç katlı viskoelastik olarak sönümlenmiş bir yapı üzerinde VE sönümleyicinin yerini ve yapı kontrol etkisini araştırmak üzere sarsma tablası testi tasarlanmıştır. Deneysel sonuçlar incelendiğinde, yer değiştirmeler üzerindeki kontrol etkisinin dikkat çekici olduğu, ancak sönümleyiciden kaynaklanan ek rijitlik dolayısıyla ivme ve kesme kuvvetleri üzerindeki etkinin sınırlı olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Liu *et al.* (2017) sismik uyarımlar altında viskoelastik sönümleyiciler ile birbirine bağlanan iki bitişik bina yapısının dinamik özelliklerini araştırmışlardır. Sistemin her modu için sönümlenme oranını, sönümleyici rijitliğini ve sönümleyicilerin etkili sönümlemesi için optimum değerler araştırılmıştır. Sonuçlar sadece enerji sönümleyerek çalışan viskoz

sönümleyicilerden hem enerji sönümleyerek hem de enerji yükleyerek çalışan viskoelastik sönümleyicilerin daha etkili olduğunu göstermiştir.

Kandemir-Mazanoglu and Mazanoglu (2017) çalışmalarında, deprem hareketleri sırasında iki bitişik yapı arasındaki tek taraflı yapısal darbenin önlenmesi için optimum viskoz sönümleyici kapasitesini ve sayısını incelemişlerdir. Kesme-tipi yapılar olarak kabul edilen binalar toplu kütle-rijitlik tekniği kullanılarak modellenmiştir. Parametrik çalışma, viskoz sönümleyicilerin kapasitesine ek olarak katların sayısını ve rijitliğini değiştirerek gerçekleştirilmiştir. Sonuçlar sönümleyici özelliklerinin uygun seçilmesi halinde, yer değiştirme miktarını etkin bir şekilde azalttığını ve çarpışmayı önlediğini göstermektedir. Viskoz sönümleyici cihazların sönümleme kapasitesinin artmasıyla sönümleme cihazı sayısında bir azalış olmaktadır. Ayrıca çalışmada sönümleme cihazının üst katlara bağlanmasıyla daha etkili sonuçlar alındığı ifade edilmiştir.

Basili and De Angelis (2017) manyetoreolojik (MR) sönümleyiciler tarafından kontrol edilen bitişik yapıların titreşim analizi için güvenilir bir sonlu elemanlar yöntemini tanımlamayı amaçlamışlardır. Çalışmada üç boyutlu olarak tasarlanan dört katlı bir yapı ile iki katlı bir yapının MR sönümleyicilerle bağlandıktan sonraki dinamik tepkisini araştıran kapsamlı bir deney sürecini yürütmüştür. Çalışma sonundaki veriler incelendiğinde deneysel yöntemlerden elde edilen sonuçlar ile tanımlanan sonlu elemanlar yöntemiyle elde edilen sonuçların benzer olduğu görülmüştür.

Fathi and Bahar (2017) dinamik olarak benzer ve benzer olmayan binaların yapısal tepkilerini azaltmak için etkili bağlama şekillerinin geliştirildiği bir araştırma yapmışlardır. Ancak araştırmacılar dinamik olarak benzer binalar için bu yöntemlerin etkili olmadığını ifade etmişlerdir. Yazarlar çalışmalarında tüm bitişik binalara uygulanabilecek yeni bir Hibrid Bağlantılı Bina Kontrol yöntemi (HCBC) geliştirmişlerdir. Bu yöntemde binaların birinin temelinde taban izolatörü yerleştirilmiştir. Sonrasında iki bina birbirine üst kattan aktif aktüator veya pasif sönümleyiciler ile bağlanmıştır. Çalışma sonunda aktif ve pasif stratejiler kullanan HCBC modellerinin performansları ayrıntılı olarak karşılaştırılmıştır. Çalışmanın sonunda ise geliştirilen bu modelin yapısal kontrol için etkili bir yöntem olduğunu ifade etmişlerdir.

Pérez *et al.* (2017) sıvı viskoz sönümleyici cihazların bağlı binalardaki performansı deneysel olarak incelemişlerdir. Farklı yükseklikteki iki basitleştirilmiş yapı modeli sarsma masasının üzerine yerleştirilip test edilmiştir. Sonuçlar incelendiğinde literatürdeki bilgilerle deneysel sonuçların örtüştüğü görülmüştür.

Liu and Shi (2017) viskoz sönümleyicilere bağlı bağlı 15 ve 7 katlı çerçeve-perde duvar modeli yapılarının sönümleme etkisini araştırmak için 1/20 ölçeğinde sarsma tablası deneyi

uygulamışlardır. Büyük, sık ve nadir görülen çeşitli deprem etkileri altında binaları incelemişlerdir. Sonuçlar, deprem etkileri altında, frekanslardaki azalmanın ve sönüm oranlarındaki artışın doğruluğunu göstermektedir.

Nishath and Abhilash (2017) çalışmalarında pahalı arsa değerleri ve kısıtlı arazi imkanlarından dolayı metropol şehirlerinde güvenli boşluk bırakılmadan inşa edilen yakın binaların varlığından söz etmişlerdir. Ayrıca bu durumun yol açacağı çarpışma etkisinden kaçınmak için sönümleyiciler kullanarak kapsamlı bir çalışma yapmışlardır.

Farghaly (2017) çalışmasında, üstyapıdaki ve temel seviyesindeki iki komşu bina arasında meydana gelen çarpışma davranışını incelemiştir. Çalışma sonucunda binaların bağlanmasının yapı zemin etkileşimini sonuçlarını etkilediği ortaya çıkmıştır.

Uz (2017) deprem etkisi altında maruz manyetoreolojik (MR) sönümleyiciler ile bağlanan binaların sismik tepkisinde MR sönümleyicinin etkinliği incelemiştir. Yazar MR sönümleyicilerin kısa binalar için daha az güç ile önemli kontrol kuvvetleri oluşturabileceğini ifade etmiştir.

Wu *et al.* (2017) pasif kontrol cihazları ile bağlı ikiz kule yapılarının tek serbestlik derecesi (TSDS) modeli temel alınarak, yapıların frekans fonksiyonları ve titreşim enerji ifadeleri deprem etkisi altında incelemişlerdir. Sonuçlar bağlı ikiz kule yapılarının sismik tepkisi ve titreşim enerjisinin iki farklı sönümleyicinin etkisiyle büyük ölçüde hafifletildiğini göstermektedir. Yazarlar viskoelastik sönümleyici (VED) ve viskoz sıvı sönümleyiciler (VFD) ile sunulan kontrol stratejilerinin iki binanın bağlanmasında etkili bir yöntem olduğunu ifade etmişlerdir.

Sismik güçlendirmenin etkili bir yöntemlerinden biride mevcut binaları reaksiyon duvarı gibi yeterli yanal dirence sahip kulelere sönümleyici cihazlar ile bağlamaktır. Bu yöntem ile mevcut binanın yapısal ve yapısal olmayan öğelerinde büyük bir değişikliğe gidilmeden sismik performansının iyileştirilmesine imkân verecektir. Böylelikle korunmaya muhtaç olan tarihi binalara güçlendirilme yapılabilir. Impollonia and Palmeri (2018) Messina adlı İtalya'daki 5 katlı bir öğrenci yurdunun performansını değerlendirmek bu yaklaşımı araştırmışlardır. Kapsamlı zaman tanım alanlı analizlerinin sonuçları, reaksiyon kulelerinin rijitliği ve doğrusal olmayan viskoz sönümleyicilerin mekanik parametreleri ile ilgili temel tasarım hususlarını vurgulayarak bu yaklaşımın geçerliliğini teyit etmişlerdir.

Deprem frekansı tabanı izole edilmiş yapının doğal frekansının çok üzerindeyse, sismik taban izolasyonu binaları zeminden etkili bir şekilde ayırır. Bununla birlikte, uzun süreli yer hareketi altında, izole edilmiş taban izolasyonunda deformasyon nedeniyle büyük yer

değiştirmeler yaşanabilir. Bu sorunu hafifletmek için araştırmacılar taban izolasyonuna ek pasif sönümleme cihazları yerleştirmişlerdir. Bu strateji düşük frekanslardaki yer değiştirmeleri azaltırken, yüksek frekanslardaki ivmeleri de artırabilir, böylece izolasyonun faydalarını azaltabilir. Bu nedenle Lobo-Aguilar *et al.* (2018) taban izolasyonlu komşu binaların sismik performansını artırmak için binaların en üst katından 200 kN Manyetoreolojik (MR) sıvı sönümleyici ile bağlayarak incelemelerde bulunmuşlardır.

Luo *et al.* (2018) altı ve on katlı betonarme çerçeveli iki bina modelleyerek bu iki yapının birbirine arpıması için gerekli olan ayırma mesafesini, yapıların birbirine bağlı olmadığı durumda ve Maxwel tipi sönümleyiciler ile bağlı olduğu durumda araştırmışlardır. Matlab ve OpenSees yazılımlarından faydalanmışlardır. Sonrasında elik çerçeve sistemini birbirine sönümleyiciler ile bağlayarak sarma tablasının üzerinde testler yapmışlardır. Sonuç olarak yazarlar iki yapının birbirine sönümleyiciler ile bağlanmadığı durumda aradaki güvenli mesafenin 0,3 m, bağlandığı durumda ise aradaki mesafenin 0,1 m olabileceğini ifade etmişlerdir.

Zhao *et al.* (2018) tarafından sönümleyicilerin binalardaki konumunun öneminden bahsettikleri bir çalışma yürütölmüştür. Çalışmada şangay Shi Mao International Plazanın bütün yapı elemanlarının güçlendirilmesi yerine enerji sönümleme sistemi yerleştirilmiştir. Plazaya viskoz sönüm duvarı eklenmiş ve plaza içindeki binalar birbirine sönümleyiciler ile bağlanmıştır. Yazarlar plaza uygulanan güçlendirmenin etkili ve yerinde olduğunu ifade etmişlerdir.

Abdeddaim *et al.* (2019) tarafından 10 katlı zayıf bir binanın yer değiştirme, ötelenme ve taban kesme kuvveti açısından performansını artırmak için, MR sönümleyiciler kullanılarak daha güçlü bir binaya bağlanmıştır. Sonuçlar incelendiğinde diğerine göre daha zayıf olan 10 katlı binanın sismik tepkisin maksimum azalması sırasında MR sönümleyiciler ile bağlandığı daha güçlü binada herhangi bir olumsuz davranışa yol amadığı görölmektedir. Etkili bir sönüm oranı için iki bina arasında bir frekans oranı olması gerekmektedir.

Park and Park (2019) aktif ve pasif kontrol sisteminin iki komşu binanın bağlanması kullanılabilmesi için hibrid bir sistem geliştirmişlerdir. Bu sistem çok sayıdaki tehlike uyarılarını dikkate alabilen eş zamanlı optimizasyon yaklaşımıyla çalışır. Yapı kontrol cihazlarının optimum dağılımını ve kapasitelerini bulmak için genetik algoritma kullanılmıştır. Aktif ayarlanmış kütle sönümleyicileri ve viskoz sönümleme cihazları ile 30 katlı bir bina için örnek bir tasarım dikkate alınmış ve sayısal simölasyonlar gerçekleştirilmiştir. Rüzgâr ve deprem yüklerine maruz kalan bir hibrid kontrol sisteminin sayısal simölasyonlarının

karşılaştırmalı sonuçlarından, önerilen yöntemin geleneksel bir tasarım yaklaşımından daha düşük maliyet ve daha iyi kontrol performansı sergileyebildiği görülmüştür.

Gattulli *et al.* (2019) bağlı yapıların yapısal performansının artması için prosedür önermektedirler. Bu prosedür enerji tüketen bir elemanla bağlanan iki basit elektronik devreden oluşan bir doğrusal analitik modelin performansına dayanmaktadır. Enerji tüketen bağlantı Kelvin-Voigt modeli ile tanımlanmaktadır. Basitleştirilmiş modelin kullanılması sönümleyicilerin mekanik özelliklerinin hızlı ve yaklaşık bir seçimini sağlayabilir. Böylelikle en uygun maliyetli ve sönümleyici prosedür tarafından tahmin edilmiş olmaktadır. L'Aquila Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Edifice A'nın 2009 L'Aquila Depremi sırasında büyük ölçüde tahrip olduğu sismik gelişmeler için bu yaklaşım benimsenmiştir, makalede bu durum vaka çalışması olarak bildirilmiştir.

Kangda and Bakre (2019) tarafından patlamaya bağlı titreşimlere maruz kalan bağlı yapılar arasına yerleştirilen pasif kontrol viskoz sönümleyicilerinin tepki azaltmadaki verimliliği araştırılmıştır. Çalışmada madencilik faaliyetlerinin neden olduğu patlama kaynaklı titreşimler konu alınmıştır. Sönümleyici cihazların etkinliği dinamik olarak benzer ve benzer olmayan binalar üzerinde araştırılmıştır. Ayrıca viskoz sönümleyicilere bağlı benzer binalar için optimum sönümleyici konumu ve sönümleyici cihazların parametrelerinin belirlenmesi için parametrik bir çalışma da yapılmıştır. Sonuçlar benzer binalarda viskoz damperlerin verimliliğini ortaya koymaktadır.

Akıllı kontrol sistemiyle donatılmış yapıların yapısal özelliklerinde bir değişiklik olması halinde optimum performans için kontrol sisteminin yenilenmesi gerekmektedir. Bu sorunu ortadan kaldırmak için Kim and Kang (2019) bağlı binalara entegre olabilen bir akıllı kontrol sistemi tasarımı önermişlerdir. Önerilen sisteminin performans değerlendirmesi için yapay bir sismik yük üretilmiştir. 20 ve 12 katlı bağlı örnek binalar modellenmiş ve bitişik iki binayı birbirine bağlamak için akıllı kontrol cihazı olarak MR sönümleyici kullanılmıştır. Sonuçlar önerilen akıllı bağ kontrol sistemi bağlı binalar için çeşitli optimum tasarımlar sağlayabildiğini göstermektedir.

Park and Ok (2019) iki komşu yapının sismik kontrolü için ayarlı kütle sönümleyicilerinin (ATMD) kullanılmasını araştırmışlardır. Yazarlar yapısal kontrol için iki yapı arasında bir kütlesi paylaşılan iki ATMD'nin kurulduğu bir kuplaj ATMD sisteminin kurulmasını önermektedirler. Önerilen ATMD sistemi için iki farklı güç kaynağı mevcuttur. Kuplaj sistemi iki aktüatör kaynaktan biri arızalandığında veya güç kaynağı kesildiğinde diğer aktüatör devreye sokar. Böylelikle önerilen kuplaj ATMD sistemi, tek yönlü aktüatör arızasına uyum sağlayabilir ve ara bağlantı konfigürasyonu yoluyla kalan aktüatörün kontrol kuvvetini

başka bir yapıya iletebilir. Sayısal örnekte, her bir binaya bağımsız olarak yerleştirilen geleneksel yapısal kontrol sistemi ile yeni önerilen kuplaj ATMD yapısal kontrol sistemleri tek taraflı aktüatörün arıza koşulları altında birbirleriyle karşılaştırılmıştır. Sonuçlar aktüatörlerden birinin arızası durumunda önerilen sistemin çok daha güvenilir olduğunu göstermiştir.

Karabork and Aydın (2019) farklı dinamik özelliklere sahip iki serbestlik dereceli bitişik yapıların deprem etkileri altında çarpmasını önleme amacıyla yapılar arasındaki viskoz sönümleyicilerin en uygun yerleştirme yöntemini araştırmışlardır. Bu amaç için klasik, merdiven ve X-diyagonal şeklinde bağlama şekilleri tasarlanmıştır. En uygun sönümleyici yerleşimini bulmak için zaman tanım alanında analizleri ve sayısal optimizasyon yöntemlerini içeren yeni bir algoritma önerilmiştir. Önerilen tasarım yöntemi, 12 katlı iki bitişik bina modeli üzerinde uygulanmıştır. Analiz sonuçları, önerilen yöntemlerin sönümleyicilerin optimum sayısını ve yerini bulmak ve çarpışma riskini ortadan kaldırmak için etkili bir araç olarak kullanılabileceğini göstermektedir.

Benzer dinamik yapıları kat hizasından pasif sönümleyiciler ile bağlamanın yapısal performans açısından bir etkisi olmadığı daha önceki çalışmalarda sıklıkla ifade edilmişti. Ramakrishna *et al.* (2020) çalışmalarında benzer yapılar için farklı bağlama şekillerinin geliştirilmesi ve bütün katlara sönümleyici bağlamanın gerek olmadığını vurgulayarak 10 katlı benzer binalar üzerinde çeşitli yöntemler geliştirmişler ve Parçacık Sürü Optimizasyonu (PSO) ile optimum parametreleri araştırmışlardır. Yazarlar çalışmalarında sismik tepkinin azalması açısından her bir binayı ayrı ayrı güçlendirme yerine iki binayı birlikte güçlendirmenin oldukça etkili ve daha ekonomik bir yöntem olduğunu açıklamışlardır.

Tubaldi *et al.* (2020) tarafından sıvı viskoz sönümleyiciler ile bağlı yapıların sismik tasarımı araştırılmıştır. Tasarım yöntemi ve birleştirme stratejisi, doğrusal veya doğrusal olmayan viskoz sönümleyiciler ile bağlanan ve Gauss rastgele taban ivmesine tabi tutulan kesme tipi modellenmiş iki bitişik binanın sayısal analizi ile değerlendirilmiştir. Sönümleyicilerin yerleri değiştirilerek analizler yapılmıştır. Çalışma sonunda sismik şiddetin büyük olduğu durumlarda doğrusal viskoz sönümleyicilerin daha etkili olduğu vurgulanmıştır.

İki yapının pasif kontrol cihazlarıyla birleştirilmesinin yapısal tepkiye olan etkisi genellikle basitleştirilmiş ve serbestlik derecesi düşürülmüş çerçeve tipli modeller üzerinde araştırılmıştır. Dolayısıyla yapılan basitleştirmeler gerçek yapının gerçekçi tepkisini tam olarak yansıtamaz. Bu nedenle Pippi *et al.* (2020) için sayısal bir modelle bir karşılaştırma yapmak üzere, bir çelik uzaysal çerçevenin modal tepkisi deneysel olarak elde etmişlerdir. Pasif kontrol cihazları ile bağlanmış ideal bir model tasarlanarak deneysel sonuçlarla kalibre edilen bu sayısal model ile sismik bir sayısal analiz gerçekleştirilmiştir. Parçacık sürüsü optimizasyon yöntemi

ile sönümleyici pasif cihazların sayısı, konumu ve mekanik özellikleri elde edilmiştir. Sonuçlar pasif sönümleyicilerin yerinin, sayısının ve diğer özelliklerinin doğru seçmenin çok önemli olduğunu ve ele alınan basitleştirilmiş sistem ile gerçek sistem arasında farklılıkların olduğunu göstermiştir. Bunun yanı sıra doğru modellenmiş pasif sönümleyiciler ile bağlı yapıların maksimum yer değiştirmesinde %60 varan yer değiştirmeler görülmüştür.

Wu *et al.* (2020) pasif sönümleyiciler ile bağlı simetrik ikiz kule iki serbestlik dereceli olarak modellemiştir. Deprem etkisi altında iki kulelerin frekans davranış fonksiyonu ve titreşim enerji ifadesi iki serbestlik dereceli sisteme göre oluşturulmuştur. İki ve çok serbestlik dereceli sistemler üzerinde iki tür pasif sönümleyici cihazların yapısal kontrol üzerindeki etkinliği araştırılmıştır. Minimum enerji prensibine dayanarak, iki tür pasif sönümleyicinin optimizasyon parametrelerinin analitik ifadeleri elde edilmiştir.

Chen *et al.* (2020) tarafından viskoz/viskoz elastik sönümleyiciler ile birbirine bağlanan iki yüksek binanın dinamik davranışını karakterize etmek için esnek giriş modeli temelinde analitik model kurulmuştur. Genel hareket denklemi binaların dinamik yapısını yöneten parametre setini tanımlamak için boyutsuz bir formda yeniden yazılmıştır. Sadece bir sönümleyici kullanmak şartıyla modların şekil fonksiyonları elde edilmiştir. Benzer binaların birbirine bağlanmasıyla oluşacak birinci kodun sönüm oranının tahmin denklemleri formüle edilmiştir.

Karabork (2020) tarafından farklı deprem etkileri altında çarpışmaları önlemek için eşit olmayan yükseklikte yapılar arasına yerleştirilen viskoz sönümleyicilerin optimum değerleri araştırılmıştır. Araştırma için yeni algoritmalar geliştirilmiştir. Sonuçlar, viskoz sönümleyicilerin farklı yükseklikteki binalar arasına en uygun şekilde yerleştirildiğinde, deprem etkileri altındaki yer değiştirmelerin hedef değerin altına düşürülebildiğini ve böylece çarpışma riskini önleyebildiğini göstermiştir.

Khan *et al.* (2020) on ve on beş katlı iki bina viskoz sönümleyiciler ile birbirine bağlanarak binaların sismik tepkileri yer değiştirme ve taban kesme kuvveti açısından incelemiştir. Daha az viskoz sönümleyici ve daha etkili sönümleme için optimum parametreler araştırmıştır. Sonuçlar incelendiğinde farklı frekanslara sahip binaların bağlantısında sismik tepkilerin önemli derece azaldığı görülmektedir.

Singh *et al.* (2020) yakın iki binanın birbirine çarpması ve daha iyi bir sismik davranış sergilemesi için sönümleyicilerin etkinliğini incelemiştir. İki binayı sönümleyiciler ile donatarak yapısal titreşimi incelemiştir.

MATERYAL VE METOT

Son yıllarda geniş bir alandaki mühendislik problemlerinin sayısal çözümünde sonlu elemanlar yöntemi en çok başvurulan güçlü bir yöntem olmuştur. Bu yöntemde parçadan bütüne gitme mantığı ile çözüm yöntemi geliştirilmiştir. Bütün bir sistem sonlu küçük elemanlara bölünür ve her eleman çevresinde temas ettiği komşu elemanlarla belirlenen düğüm noktalarından birleştiği kabul edilir. Uygun boyut, şekil ve sayıda eleman seçiminin yapılması halinde kesin sonuçlara elde edilmektedir. Sonlu elemanlar yöntemiyle, başlangıç koşullarıyla farklı sınır ve yükleme koşulları, çeşitli geometrik modellemeler ve özellikleri, Poisson oranı, elastisite modülü, birim hacim ağırlığı gibi daha birçok malzeme özellikleri, malzeme bünyesindeki homojensizlikler rahatlıkla dikkate alınabilmektedir. Çalışmada birçok parametrenin detaylı olarak incelemesi, üç boyutlu (3B) analizler için donanımlı bilgisayarlar ve çok uzun süreler gerekli olacağından çalışma, sonlu elemanlar mantığıyla çalışan ANSYS programıyla, 2B olarak modellenmiş ve analiz edilmiştir. Modellerde kullanılan elemanlar amacına uygun olarak programın eleman kütüphanesinden seçilmiştir.

Çalışma için gerekli modellemeler literatüre uygun olarak modellenmiştir. Modeller ve modellemeler hakkında gerekli yöntem, bilgi, ölçü ve parametreler ilgili başlıklarda ayrıntılı olarak verilmiştir.

Komşu Binaların Modellenmesi

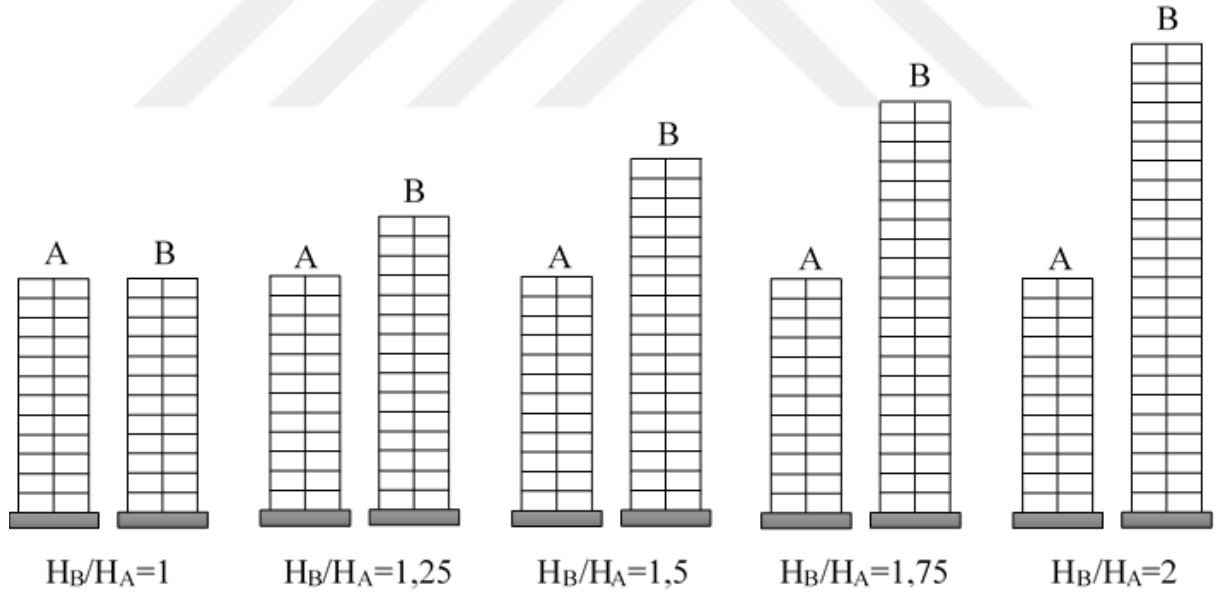
Komşu çok katlı binalar sonlu elemanlar yöntemine uygun olarak ANSYS programının kütüphanesinde bulunan BEAM189 elemanı ile modellenmiştir. İki açıklı çerçeve sistem olarak binalar 2B olarak modellenmiştir. Birbirine bağlanacak olan binalar, dinamik etki sırasında herhangi bir burulma etkisinin oluşmaması için simetrik ve hizalı olacak şekilde modellenmiş, aynı kat hizalarından birbirine SVS cihazlarıyla bağlanmıştır. Modellenen bütün binaların doğrusal elastik davranış esasına göre hareket ettiği kabulüyle analizler gerçekleştirilmiştir. Çalışmada ele alınan iki komşu yüksek bina anlatım kolaylığı bakımından “A” ve “B” olarak adlandırılmıştır. Çalışmada modellenen bütün binaların betonarme özellikleri tamamıyla aynıdır ve Tablo 1’de gerekli bilgiler verilmiştir.

Tablo 1. Bina ve Temel Modellerinde Kullanılan Betonarme Özellikleri

Betonarme Sınıfı	E (MPa)	Poisson Oranı	ρ (kN/m ³)
C25	30000	0,2	25

SVS cihazlarının yapısal kontrol üzerindeki etkisi iki binanın sahip olduğu kütle, rijitlik ve frekans oranları cihaz sönümleme katsayısı değerlerinin belli bir değere kadar artması ile artar. Ancak bu oranlar ve değerler aşıldığı zaman SVS cihazlarının etkisi azalmaya başlamakla kalmaz, belli bir noktadan sonra binalar bağlanmadan önceki yapısal tepkilerinden daha büyük tepkiler vermeye başlar. Araştırmacılar birbirine bağlanacak olan binaların yükseklik, kütle ve frekans oranlarının 1 ile 2,5 arasında olmasını, ancak bu oranların 2 olan sistemlerin daha iyi sönümlenebileceğini ifade etmişlerdir (Luco and De Barros 1998b; Zhu and Xu 2005; Pérez *et al.* 2015). Özellikle bağlanacak olan binalardaki sönümleyici cihazların etkisi frekans oranları ile yakından ilgilidir. Binaların sahip olduğu frekans değerleri birbirinden uzaklaştıkça SVS cihazların etkisi artacaktır (Bhaskararao and Jangid 2004; Tande and Shinde 2009; Patel and Jangid 2014; Pérez *et al.* 2015). Bu nedenle tasarlanan komşu bina modelleri bu bilgiler dikkate alınarak tasarlanmıştır.

Her iki binanın kat yüksekliği 3 m ve iki kolon arası açıklık 6 m'dir. A binasının yüksekliği (H_A) 36 m yani 12 kat olarak sabit tutulmuştur. B binasının yüksekliği (H_B) ise, B binasının kat yüksekliğinin A binasının kat yüksekliğine oranı (H_B/H_A) 1; 1,25; 1,5; 1,75 ve 2 olacak şekilde belirlenmiştir (Şekil 12).



Şekil 12. Çalışma için modellenen bina örnekleri.

A binasının kolon ve kiriş ölçüleri sabit kalmak koşuluyla B binasının kolon ve kiriş ölçüleri iki farklı türde ele alınmıştır. İlk olarak B binasının kolon ve kiriş ölçüleri tamamen A binasıyla aynı alınarak analizler yapılmıştır. Bu analizler “(a)” ifadesiyle tanımlanmıştır. Böylelikle aynı kat rijitliğine sahip birbirine sıvı viskoz sönümleyiciler (SVS) ile bağlanmış binalarda yüksekliğin etkisine göre değişimin etkisi incelenebilecektir. İkinci olarak ise B binasının kolon boyutları A binasının kolon ve kiriş boyutlarından daha büyük ölçülerde

seçilmiştir. Ancak B binasının kolon ve kiriş ölçüleri bina yüksekliğine göre değişmemekte, bütün bina yüksekliğinde B binası için belirlenen ölçülerdeki kolon ve kiriş ölçüleri kullanılmaktadır. Bina yüksekliğine göre kolon ve kiriş ölçüleri değiştirilmeyerek sabit alınmıştır. Farklı kat rijitliğine sahip bu analizler ise “(b)” ifadesiyle tanımlanmıştır. Ayrıntılı kolon ve kiriş ölçüleri Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2. Komşu Binaların Kiriş ve Kolon Ölçüleri (m)

Analiz Türü	A Binası		B Binası	
	Kiriş	Kolon	Kiriş	Kolon
(a)	0,3x0,6	0,5x0,5	0,3x0,6	0,5x0,5
(b)	0,3x0,6	0,5x0,5	0,35x0,7	0,6x0,6

Birbirine bağlanacak komşu binaların yükseklik, kütle, rijitlik ve frekans oranlarının SVS cihazlarının performansını etkilediği bilinmektedir. SVS cihazlarının etkili olduğu oranlar 1 ile 2,5 arasındadır. Ancak maksimum fayda ve etki için bu oran değerlerinin 2’ye yakın olması araştırmacılar tarafından tavsiye edilmiştir. Çalışmadaki komşu binalar literatüre uygun olarak modellenmiştir. Çalışma için modellenen binaların oranları literatüre uyumlu olması için, büyük olan değerin küçük olan değere oranı olacak şekilde Tablo 3 ve Tablo 4’de verilmiştir. Tablolardaki örneğin 12x15 ifadesi 12 katlı A binası ile 15 katlı B binasını ifade etmektedir. B binasının kütlesi ve yüksekliği her zaman A binasından daha büyüktür.

Tablo 3. (a) Türü Bina Modellerinin Oranları

Modellenen Komşu Binalar	Yükseklik Oranı	Kütle Oranı	Frekans Oranı	Rijitlik Oranı	Daha Rijit Bina
12x12	1	1	1	1	A
12x15	1,25	1,25	1,28	1,30	A
12x18	1,5	1,51	1,58	1,64	A
12x21	1,75	1,76	1,89	2	A
12x24	2	2	2,22	2,43	A

Tablo 4. (b) Türü Bina Modellerinin Oranları

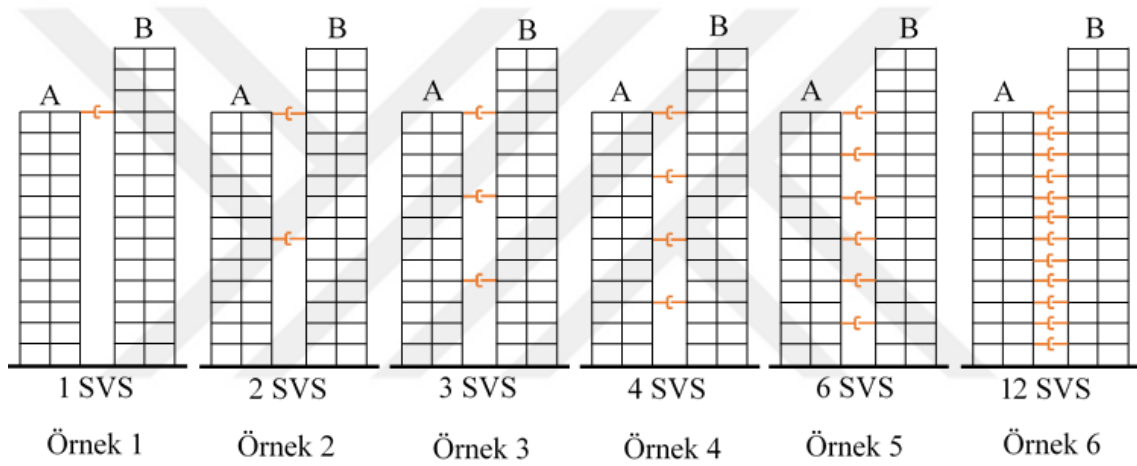
Modellenen Komşu Binalar	Yükseklik Oranı	Kütle Oranı	Frekans Oranı	Rijitlik Oranı	Daha Rijit Bina
12x12	1	1,40	1,14	1,85	B
12x15	1,25	1,80	1,25	1,40	B
12x18	1,5	2,12	1,4	1,10	B
12x21	1,75	2,5	1,67	1,12	A
12x24	2	2,83	2	1,4	A

Sıvı viskoz sönümleyicilerin katlara dağılımı

Pasif sönümleme sistemlerinde sismik hareketin kontrolü için cihazların karakteristik özellikleri kadar konumu ve sayısı da çok önemlidir. Bu nedenle SVS cihazların çok katlı

binalardaki etkinliği araştırılırken altı farklı örnek bağlantı modeli belirlenmiştir. Bağlantıların hepsi kat seviyesinden olmuştur.

Şekil 13’de $H_B/H_A=1,25$ oranı için bağlantı modelleri örneklendirilmiştir. Örnek 1’de sadece bir adet SVS en üst kata bağlanmıştır. Örnek 2’de iki adet SVS A binasının en üst ve orta katına bağlanmıştır. Örnek 3’te A binasının en üst katından başlayarak dört kat arayla üç adet SVS bağlanmıştır. Örnek 4’te A binasının en üst katından başlayarak üç kat arayla dört adet SVS bağlanmıştır. Örnek 5’te A binasının her iki katından bir olacak şekilde altı adet SVS bağlanmıştır. Örnek 6’da ise A binasının bütün katlarına toplam 12 adet SVS bağlanmıştır. Böylelikle çalışmada belirlenen beş farklı sönümleme katsayısına sahip cihazların hangi bağlantı modelinde daha etkili olduğu incelenenecektir. Buna ek olarak bağlantı modellerinin farklı zemin türleri üzerindeki etkileri de araştırılacaktır.



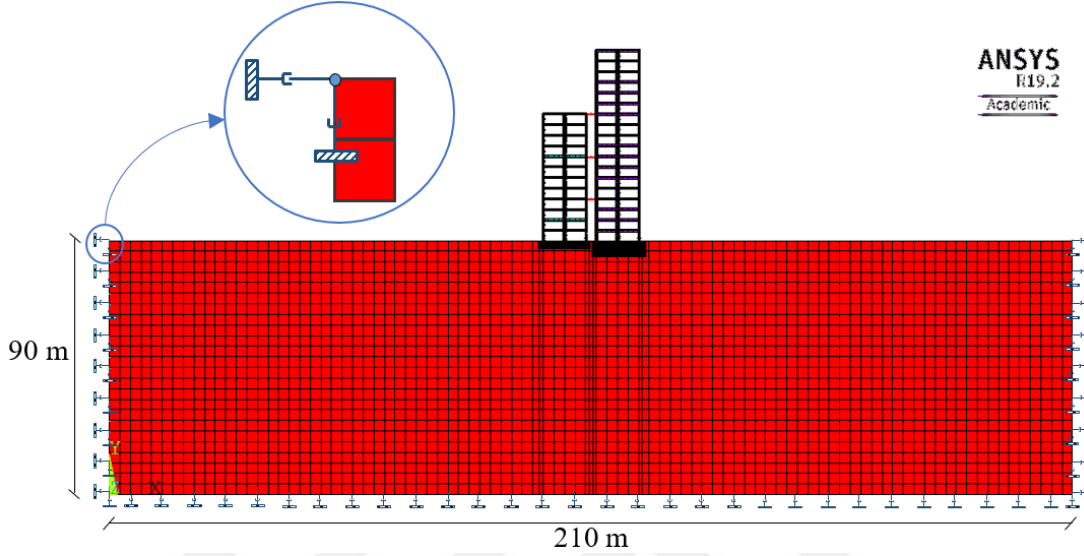
Şekil 13. Sıvı viskoz sönümleyicilerin katlara dağılımı.

Zeminin Modellenmesi

Zeminler farklı dinamik özellikleri ve davranışları olan yarı sonsuz heterojen ortamlardır. Bu farklı dinamik özellikleri sonlu elemanlar yöntemiyle tanımlamak oldukça kolaydır. Bu nedenle zemin modelleri ANSYS programının kütüphanesinde bulunan iki boyutlu PLANE182 eleman tipiyle ve homojen, izotropik ve doğrusal-elastik olduğu kabulüyle yarı sonsuz olarak modellenmiştir.

Yarı sonsuz ortamlar sismik uyarım sırasında üzerindeki yapı temel sistemiyle kinematik bir etkileşime girer. Bu etkileşimin yapının davranışını önemli derecede etkilediği araştırmacılar tarafından ispatlanmıştır. Özellikle periyodu orta ve yüksek olan yapıların davranışını hâkim zemin periyodu yüksek olan zemin türleri üzerindekiyken çok etkilenir (Avilés and Pérez-Rocha 1998). Zemin yapı etkileşiminin araştırılması için zemini sınırları belli olan sonlu bir ortama dönüştürmek gerekmektedir. Bunun için araştırmacılar deprem dalgalarını yansıtmayan sanal sınırlar geliştirilmişlerdir. Viskoz sınır şartı, sonlu eleman yöntemiyle

uyumlu şekilde modellenebilmesi ve doğrusal olmayan analiz için uygun bir forma sahip olduğundan, pratikte en yaygın kullanılan sınır koşullarındandır (Mengi and Tanrikulu 1993). Bu çalışmada Lysmer and Kuhlemeyer (1969) tarafından geliştirilen ve sonlu elemanlar yöntemine uygun olan viskoz sınır şartı tercih edilmiştir. Viskoz sınırlar eleman kütüphanesindeki COMBIN19 elemanı ile her iki doğrultuda yerleştirilerek modellenmiştir (Şekil 14).



Şekil 14. Zemin modelinin gösterimi.

Çalışmada gevşek, orta sıkı ve sıkı zemin türlerinin özelliklerine denk gelecek üç farklı zemin türü üzerindeki çok katlı binaların sıvı viskoz sönümleyiciler ile bağlanmasının etkileri araştırılmıştır. Zemin türlerinin özellikleri Tablo 5’de ayrıntılı olarak verilmiştir. Modellenen zemin ölçüleri ise Şekil 14’de sunulmuştur.

Tablo 5. Zemin Türlerinin Özellikleri

Zemin Özellikleri	Tip I	Tip II	Tip III
E	35	400	6000
ν	0,25	0,3	0,3
ρ (kN/m ³)	17	19	21
Vs (m/s)	90.75	284.56	1028.69
Vp (m/s)	157.18	532.35	2141.39

Viskoz sınır şartının modellenmesi

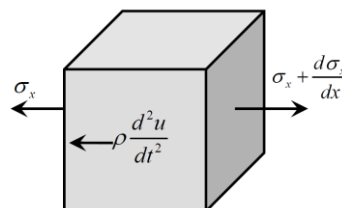
Zeminler yarı sonsuz büyüklükteki ortamlardır. Yarı sonsuz büyüklükteki bu ortamların analiz edilebilmesi için sınırları belli bir sonlu ortama fakat davranış olarak sonsuz bir zemin ortamına benzeme ihtiyacı vardır. Zemini belli sınırlar içindeki bir alan ile sınırlamak ise zeminin sınırlarına çarpan deprem dalgalarının geri yansiyarak sonuçları önemli derecede etkilemesine yol açar. Bu yansımadan zemin hacmi çok büyük alınarak aşılacak istenmiştir. Ancak zeminin hacmi ile analiz süreleri ters orantılı olduğundan zemin hacmi artıkça analiz

süreside artacaktır. Günümüz teknolojisinde bile bu süreler önemli yer tutmaktadır. Bu ihtiyaca cevaben birçok çalışma yapılmış ve birçok deprem dalgalarını geri yansıtmayan zemin sınır modelleri geliştirilmiştir.

Geçirgen yapay sınırlar (viskoz sınırlar), sonlu elemanlar yönteminin gelişmesiyle birlikte dinamik yapı-zemin etkileşimi için araştırmacılar tarafından geliştirilmiştir. Murakami *et al.* (1981), yapı zemin etkileşimi problemlerinde zeminlerin sahip olduğu malzeme ve geometrik süreksizliklere rağmen geçirgen yapay sınır şartlarının kullanılabilirliğini belirtilmişlerdir. Tutarlı Küçük Hücre Yöntemi (Consistent Infinitesimal Finite Element Cell Method) ise zemin yapı etkileşimi problemlerinde kullanılmak üzere sonsuza uzanan zemini modellemek için Wolf and Song (1996) tarafından geliştirilen geliştirilmiştir. Halabian and Naggar (2002) Tutarlı Küçük Hücre Yöntemi ve Sonlu Elemanlar Yöntemi'ni birlikte kullanmışlardır. Bettess and Zienkiewicz (1977) ise sonlu ve sonsuz elemanların kullanıldığı bir model geliştirmişlerdir.

Yapı-zemin etkileşimi problemlerinde sanal sınırdan enerji geçişini sağlayan modellerden bir tanesi, zemindeki sonlu bölgenin sınırlarına geçirgen yapay sınırların yerleştirilmesiyle oluşturulmuştur (Düzgün 2007). İlk ve en yaygın olarak kullanılan model Lysmer and Kuhlemeyer (1969) tarafından geliştirilen P ve S dalgalarını sönümleyebilen geçirgen viskoz sınır modelidir (Mengi and Tanrikulu 1993; Düzgün 2007). Viskoz sınır şartı, sonlu eleman yöntemiyle uyumlu ve hızlı bir şekilde modellenenebilmesinden dolayı pratikte en yaygın kullanılan sınır koşullarındandır (Mengi and Tanrikulu 1993). Yapı-zemin etkileşimini dikkate alan pek çok analizlerde araştırmacılar tarafından tercih edilmiştir (Fattah *et al.* 2012). Viskoz sınır şartı, yarı sonsuz ortamda dalga yayılımının önüne geçebilmek için zemin sınırlarında viskoz enerji sönümleyiciler kullanmıştır. Viskoz sınırlar üzerine çarpan deprem dalgalarının enerjilerini sönümler ve geriye yansımalarını önler. Böylelikle sonsuz büyüklükteki ortamlar dalga yayılımı açısından sınırlı olarak modellenenebilir duruma dönüşmüştür.

Dalga yayılımının sınırlarda meydana getirdiği enerjiyi hesaplayabilmek için Lysmer and Kuhlemeyer (1969) çalışmalar yapmıştır. Dalga yayılımı sırasında meydana gelen kuvvetler birim küpe üzerinde gösterildiği şekildedir (Şekil 15).



Şekil 15. Birim küpe etkiyen kuvvetler (Livaoğlu 2005).

Birim küpe etkiyen kuvvetlerden yola çıkarak x doğrultusunda denge denklemi yazılır Denklem 1 ve buradan da gerilme ifadesine ulaşırsa Denklem 2'deki ifade elde edilir. Burada E_c , σ_x ve ε_x sırasıyla hacimsel elastisite modülü, x doğrultusundaki gerilme ve şekil değiştirmeyi tanımlar.

$$\rho \frac{d^2 u}{dt^2} - \frac{d\sigma_x}{dx} = 0 \quad (1)$$

$$\sigma_x = E_c \varepsilon_x = E_c \frac{du}{dx} \quad (2)$$

Dalga denklemine ulaşmak için $v_p = \sqrt{E_c/\rho}$ ve Denklem 2 eşitliği ile kullanılarak Denklem 2 ifadesi yeniden düzenlenir ise Denklem 3 ifadesi elde edilir.

$$\frac{d^2 u}{dt^2} - v_p^2 \frac{d^2 u}{dx^2} = 0 \quad (3)$$

Harmonik bir dalganın yerdeğiştirme ve hız fonksiyonları için;

$$u(t, x) = U \left[\sin \left(\omega t - \frac{\omega x}{v_p} \right) + \cos \left(\omega t - \frac{\omega x}{v_p} \right) \right] \quad (4)$$

$$\dot{u}(t, x) = U_\omega \left[\cos \left(\omega t - \frac{\omega x}{v_p} \right) - \sin \left(\omega t - \frac{\omega x}{v_p} \right) \right] \quad (5)$$

denklemleri yazılabilir. Buradan zaman ifadesi olarak x yönündeki gerilme ve şekil değiştirme değerleri;

$$\varepsilon(x, t) = \frac{du}{dx} = -\frac{\dot{u}(x, t)}{v_p} \quad (6)$$

$$\sigma(x, t) = E_c \varepsilon(x, t) = -\rho v_p \dot{u}(x, t) \quad (7)$$

bağıntılarıyla belirlenebilir (Wilson, 2002).

Lysmer and Kuhlemeyer (1969) çalışmalarında sonsuz zemin ortamda yayılan P ve S dalgalarının sınırlı zemin sınırına çarpığı andaki enerjisini sönmüleyebilmek için iki boyutlu dalga denklemini ele alarak benzer bir yaklaşım izlemişlerdir. Dalgaların her iki doğrultuda da zemin sınırından yansımaması için her bir doğrultuda zemin sınır yüzeyinde oluşan gerilmeler;

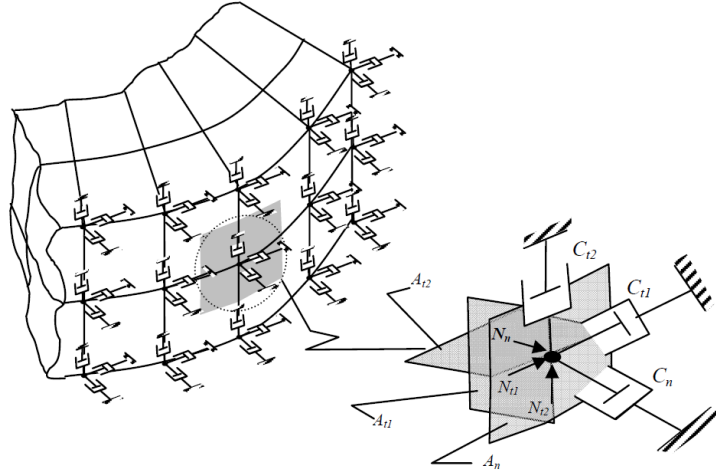
$$\sigma_n + \rho V_p \dot{u}_n = 0, \quad \tau_{t1} + \rho V_s \dot{u}_{t1} = 0, \quad \tau_{t2} + \rho V_s \dot{u}_{t2} = 0 \quad (8)$$

bağıntılarıyla belirlenebilir. Burada ρ , V_p ve V_s sırasıyla zemini birim hacim yoğunluğu, boyuna dalga olan P dalgasının hızını ve kayma dalgası olan S dalgasının hızlarını tanımlar. n , t , σ , τ ve $\dot{u}$ sırasıyla sınırdaki doğrultuları, normal ve kayma gerilmelerini ve hız vektörünü göstermektedir (Şekil 16). A_n , A_{t1} ve A_{t2} ilgili doğrultudaki etkili alanı göstermektedir. Şekil 16 üzerinde etkili alanlar sonlu elemanlar ağı üzerinde gösterilmektedir. Böylelikle viskoz sınıra çarpan P ve S dalgalarının bütün enerjisini sönmüleyebilecek özellikteki sınırlı bir ortam, yarı sonsuz ortamı temsil edebilecek hale dönüşmüştür.

$$N_n = A_n \sigma_n \rightarrow N_n = C_n \dot{u}_n = 0 \rightarrow C_n = A_n \rho V_p \quad (9)$$

$$N_{t1} = A_{t1} \sigma_{t1} \rightarrow N_{t1} = C_{t1} \dot{u}_{t1} = 0 \rightarrow C_{t1} = A_n \rho V_s \quad (10)$$

$$N_{t2} = A_{t2} \sigma_{t2} \rightarrow N_{t2} = C_{t2} \dot{u}_{t2} = 0 \rightarrow C_{t2} = A_n \rho V_p \quad (11)$$



Şekil 16. Sonlu elemanlar ağında sanal sınırın uygulanması (Livaoğlu 2005).

Zemin sınırlarına viskoz sınır şartının uygulanmasıyla birlikte sistem hareket denkleminde özel bir sönüm matrisi dâhil olmuştur. Dolayısıyla genel hareket denkleminin son hali aşağıdaki şekliyle yazılabilir.

$$[M]\{\ddot{u}(t)\} + [C]\{\dot{u}(t)\} + [V]\{u(t)\} + [K]\{u(t)\} = \{R(t)\} \quad (12)$$

Burada bir serbestlik derecesi için sınırın yatay ve düşey doğrultusundaki viskoz sönüm vektörünü $[V]$ aşağıdaki bağıntıda ifade edildiği gibi yazılabilir.

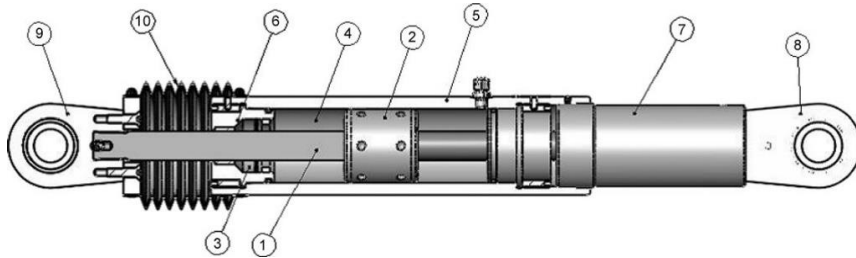
$$[V] = \begin{bmatrix} A_n \rho V_p & 0 & 0 \\ 0 & A_{t1} \rho V_s & 0 \\ 0 & 0 & A_{t2} \rho V_s \end{bmatrix} \quad (13)$$

Viskoz En doğru sonuçların alınabilmesi için viskoz sınır yerinin önemine yönelik pek çok çalışma yapılmıştır. Çalışmalarda sınır yerinin, zeminin sönümü, ortamdaki P ve S dalgalarının hızı gibi birçok parametreye bağlı olarak değiştiği görülmüştür. Lysmer and Kuhlemeyer (1969) oluşturulacak viskoz sınırın, temel sisteminden $3/4 \sim 1$ tam Rayleigh dalga boyu kadar uzakta olmasını önermişlerdir. Hadjian *et al.* (1974) doğrusal olmayan zeminin davranışını araştırdıkları çalışmalarında zemin sınırlarını herhangi bir sınır şartı kullanmaksızın temel yarıçapının altı katı kadar uzağına yerleştirmişlerdir. Daha önce de bahsedildiği gibi viskoz sınır yapı temelinden uzaklaştırıldıkça, yapı-zemin etkileşiminde oluşabilecek kusurlar o derece azaltılmış, dolayısıyla da modelin hassasiyeti artırılmış olur (Wolf 1989).

Bu çalışmada zemin modelinin sınırları viskoz sınır şartına uygun şekilde modellenmiş ve zemin modelinin genişliği literatüre uygun olacak şekilde 210 m alınmıştır.

Sıvı viskoz sönümleyicilerin (SVS) modellenmesi

Viskoz sönümleyiciler askeri, uzay ve havacılık alanlarındaki önemli yerini inşaat mühendisliği alanlarında da korumuştur. Kısıtlı imkânlardan dolayı dar ve çok katlı binaların yapılıyor olması yapı kontrol sisteminin gelişmesine neden olmuştur. Yapı kontrol sistemleri arasında ise sıvı viskoz sönümleyiciler maliyet, güvenilirlik ve etkili performanslarıyla dikkat çekmişlerdir. Birçok araştırmacının ilgi odağı olmuştur. Sıvı viskoz sönümleyiciler bir arabadaki amortisörlere benzer (Warnotte *et al.* 2007). Sıvı viskoz sönümleyiciler genellikle bronz başlıklı paslanmaz çelik bir piston ve içerisinde sıkıştırılmaz silikon yağ dolu bir silindirden oluşur (Şekil 17). Viskoz sönümleyicilerin piston kolu hareket ettikçe delikli piston başı silikon yağın içerisinde hareket edecektir. Bu hareket esnasında sıkışan silikon yağ piston başının deliklerinden geçmeye zorlanarak birikme haznesine dolacaktır. Viskoz sönümleyici ters istikamette hareket etmeye başladığında ise birikme haznesindeki silikon yağ sıkışarak tekrar delikli piston başından geçmeye zorlanacaktır. Sıvı viskoz sönümleyicinin bu hareketi yapının titreşimi boyunca devam eder ve kinetik enerjiyi ısı enerjisine çevirerek yayar. Silindir içerisindeki silikon yağın viskozite özelliği, mekanik yapı, piston başındaki deliklerin şekli veya boyutu gibi özellikler değiştirilerek sıvı viskoz sönümleme cihazlarının parametreleri tasarlanabilir. Sönümleyici cihaz içerisindeki silikon sıvının yanıcı özelliği yoktur, dolayısıyla sıcaklıktan etkilenmezler. Viskoz cihazlar -40°C ile 70°C aralığında çalışabilir. SVS cihazlarının rijitliği için yapılan testlerde piston hareketinin 4 Hz'den küçük frekanslı olduğu durumlarda ölçülebilen bir rijitlik oluşmamıştır. Dolayısıyla SVS cihazlar yapının birinci modunda ek viskoz tipi sönüm, yapının yüksek modlarında da ise ek viskoz tipi sönüm ve ek rijitlik sağlar. Çalışmada SVS cihazlarının sönümleme katsayısı incelendiğinden cihazın rijitliği ihmal edilmiştir.



Şekil 17. Sıvı viskoz sönümleyici cihaz (Miyamoto *et al.* 2010).

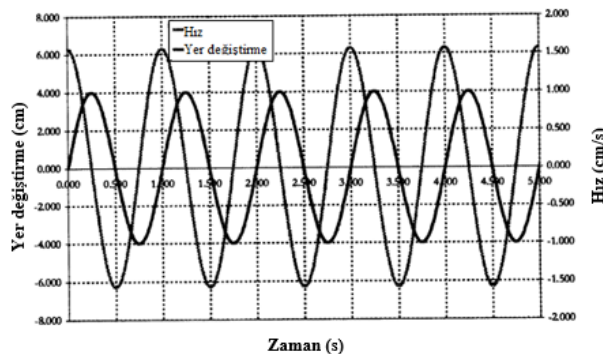
1. Paslanmaz çelik piston kolu
2. Sönümleme fonksiyonu için çelik veya bronzdan imal edilmiş delikli piston başlığı.
3. Sızdırmaz contalar ve conta yatakları.
4. Yanıcı özelliği olmayan silikon sıvısı
5. Isıl işlem görmüş alaşımlı paslanmaz çelikten imal edilmiş silindir.

6. Isıl işlem görmüş alaşımlı paslanmaz çelikten imal edilmiş dış kapak.
7. Karbon çeliğinden imal edilmiş genişletici
8. Isıl işlem görmüş alaşımlı çelik bağlantı başlığı.
9. Alaşımlı çelikten dövülmüş küresel rulman.
10. Nylon takviyeli, neopren lastik körük

Sönümleme kuvveti, sıvı viskoz sönümleyicinin iki ucu arasındaki rölatif hız ile doğru orantılıdır (Lee and Taylor, 2001):

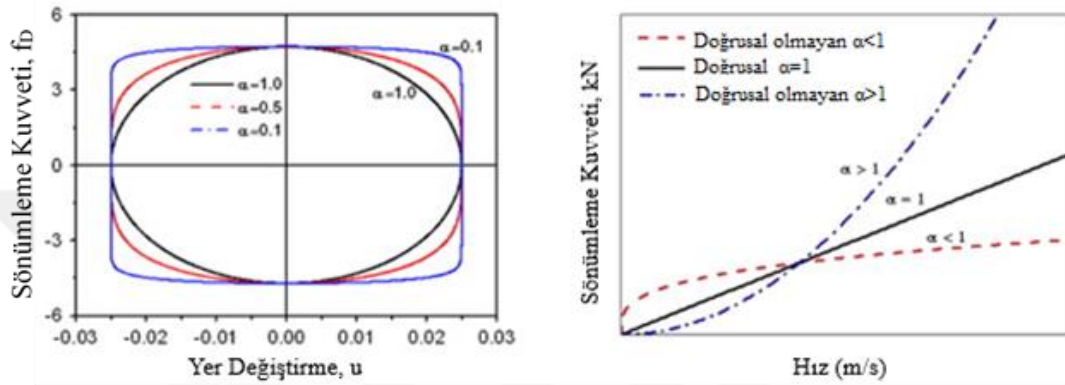
$$F = C_d |\dot{u}|^\alpha \cdot \text{sign}(\dot{u}) \quad (14)$$

Burada F sönümleyici kuvveti, C_d sönümleme cihazının sönüm katsayısı, $\dot{u}$ piston hızı, α 0.3 ile 2 arasında bir sabit bir üs ve $\text{sign}(\dot{u})$ ise hızın yönünü gösteren işaret fonksiyonudur. Sönümleyici kuvveti sadece hıza bağlı olarak değişim gösterir. Bu yüzden sıvı viskoz sönümleyiciler hız bağımlı sönümleyicilerdir. Hızın maksimum olduğu yerde yer değiştirme sıfır, yer değiştirmenin maksimum olduğu yerde hız sıfırdır. Hızın maksimum olduğu yerde yani yer değiştirmenin minimum olduğu anda sönümleme kuvveti maksimumdur. Dolayısıyla viskoz sönümleyiciler hız bağımlı olduğu, yer değiştirmeler ile faz farkı oluşturarak sönüm kuvveti ürettikleri için yapının elastik yüklerine katkısı yoktur. Sismik uyarım sırasındaki bir binanın herhangi bir yerinde maksimum yer değiştirme oluştuğunda, o noktadaki gerilme de maksimum olur. Maksimum yer değiştirme değerinin binanın kolonunda meydana geldiğini varsayalım. Kolon yer değiştirmesinin sıfır, gerilmenin maksimum olduğu o andan sonra kolon aksi yönde hareket etmek isteyecektir. Kolonun maksimum yer değiştirme yaptığı andaki sönümleme kuvveti ise sıfırdır. Ancak aksi yönde harekete başlayan kolon tam dik hale geldiğinde hız maksimum olacağından sönümleme kuvveti de maksimum olacaktır. Dolayısıyla sıvı viskoz sönümleyiciler kolonlardaki yer değiştirmeyi ve gerilmeyi faz farkı yardımıyla azaltacaktır. Sıvı viskoz sönümlemesinin en arzu edilen tasarım yönü bu faz dışı tepkidir. Sıvı viskoz sönümleyici cihazın periyodu 1 saniye olan bir sinüs yer değiştirme dalgasına karşılık gelen hız fonksiyonu Şekil 18’de görülmektedir. Viskoz cihazlarda meydana gelen sönümleme kuvveti ivme, kesme kuvveti, gerilme ve yer değiştirmeleri azalır.



Şekil 18. Yerdeğiştirme ve hız arasındaki faz farkı (Polat 2003).

α değerinin 1'den küçük örneğin 0,5 olması yüksek hızlı şokların sönümlenmesinde etkilidir. Küçük α değerleriyle daha fazla enerji sönümlemek mümkündür. Fakat bu durumda oluşacak büyük sönümleme kuvvetleri yapı elemanlarında sıkıntılara yol açabilir. 2'ye yakın olması ise yapısal uygulamalarda pek tercih edilmeyen bir tasarım olan silindirik açıklıklarla elde edilir. α değerinin 1'e eşit olması ise cihazın lineer (doğrusal) olarak çalışması anlamına gelmektedir. Genellikle rüzgâr ve sismik uygulamalarda en çok tercih edilendir. Bu çalışmada da doğrusal sıvı viskoz sönümleyiciler tercih edilmiştir. Şekil 19'da farklı α değerleri için kuvvet yerdeğiştirme eğrileri görülür.



Şekil 19. Farklı α değerleri için kuvvet yerdeğiştirme eğrileri (Ras and Boumechra 2016).

Sıvı viskoz sönümleyici cihazların 4 Hz 'den az frekanslı piston hareketlerinde herhangi bir rijitlik ölçülmemiştir. Dolayısıyla yapının rijitliğini etkilemezler. Sönümleyici cihazlar yapının 1. modunda ek viskoz tipi sönüm, yüksek modlarında ise ek sönüm ve ek rijitlik sağlar.

Seleemah and Constantinou (1997) ve FEMA (1997) gibi sismik tasarım kılavuzları tarafından önerildiği gibi, doğrusal amortisör davranışı;

$$F_T = C V^\alpha + K D_k = F_D + F_E \quad (15)$$

Burada F_T toplam sönüm kuvveti, C sönümleme katsayısı, K yay sabiti, V ve D sırasıyla sönümleyici cihazların rölatif hızı ve yer değiştirmesidir. F_T toplam sönüm kuvveti iki parçadan oluşur. Birincisi F_D sönümleme kuvvetidir ve Denklem 15'deki $C V^\alpha$ karşılık gelmektedir. İkincisi F_E ise geri yükleme kuvvetidir ve Denklem 15'deki $K D_k$ değerine eşittir.

Uygun kütle, rijitlik ve frekans oranlarına sahip olan iki komşu binanın sönümleyici cihazlar ile bağlanıp verimli şekilde sismik izolasyonunun yapılabilmesi için sönümleyici cihazların optimum bir sönümleme katsayısına ihtiyacı vardır (Xu *et al.* 1999; Zhang and Xu 2000; Zhu *et al.* 2001; Bhaskararao and Jangid 2004). Bağlantı tertibatının özelliklerinin doğru seçilmesi durumunda, binaların birbirine bağlanmadan önceki dinamik özelliklerinin korunabileceği ve yapılardan en az birinde depremlerden kaynaklanan dinamik tepkilerin azaltılabileceği görülmüştür (Pérez *et al.* 2015). Bu nedenle sönümleyici cihazların sönümleme

katsayıları 10^3 N.s/m, 10^4 N.s/m, 10^5 N.s/m, 10^6 N.s/m ve 10^7 N.s/m olarak belirlenmiş ve analizler gerçekleştirilmiştir. Çalışmada doğrusal sıvı viskoz sönümleyici ele alındığından $\alpha=1$ alınmıştır. Sıvı viskoz sönümleyiciler ANSYS programının eleman kütüphanesinde bulunan hıza bağımlı COMBIN14 elemanı kullanılarak modellenmiştir. Sönümleyici cihazının rijitliği ise sıfır alınmıştır. Pérez *et al.* (2015) yapmış oldukları çalışmada rijitliği sıfır ancak sönümleme katsayısı sıfırdan farklı sönümlemeye sahip viskoz cihazların yapı tepkilerini etkili bir şekilde azaltılabileceğini ifade etmişlerdir.

Sistem Hareket Denkleminin Elde Edilmesi

$n+m$ katlı A binası ile n katlı B binası ele alınsın (Şekil 20). Herhangi bir i . katın kütle, sönüm katsayısı ve yatay rijitlikleri sırasıyla A binası için $m_{i,A}$, $C_{i,A}$ ve $k_{i,A}$ ve B binası için $m_{i,B}$, $C_{i,B}$ ve $k_{i,B}$ şeklinde gösterilsin. i . kattaki viskoz sönümleyicinin sönüm katsayısı ise $c_{d,i}$ ile gösterilirse tüm sistemin hareket denklemi matris formda şu şekilde ifade edilir:

$$M\ddot{U} + (C + C_D)\dot{U} + KU = -M\ddot{U}_g \quad (16)$$

Burada M , C ve K sırasıyla tüm sistemin kütle, sönüm ve rijitlik matrislerini göstermektedir. C_D viskoz sönümleyicinin montajından kaynaklanan ilave sönümü göstermektedir. U rölatif yer değiştirme vektörünü ifade etmektedir. I birler matrisini ve $\ddot{u}_g$ ise sonlu zemin bölgesinin alt kısmından yatay olarak etki eden yer hareketinin ivmesini göstermektedir. Matris detayları şu şekildedir:

$$M = \begin{bmatrix} M^A & 0 \\ 0 & M^B \end{bmatrix} ; \quad K = \begin{bmatrix} K^A & 0 \\ 0 & K^B \end{bmatrix} ; \quad C = \begin{bmatrix} C^A & 0 \\ 0 & C^B \end{bmatrix} \quad (17)$$

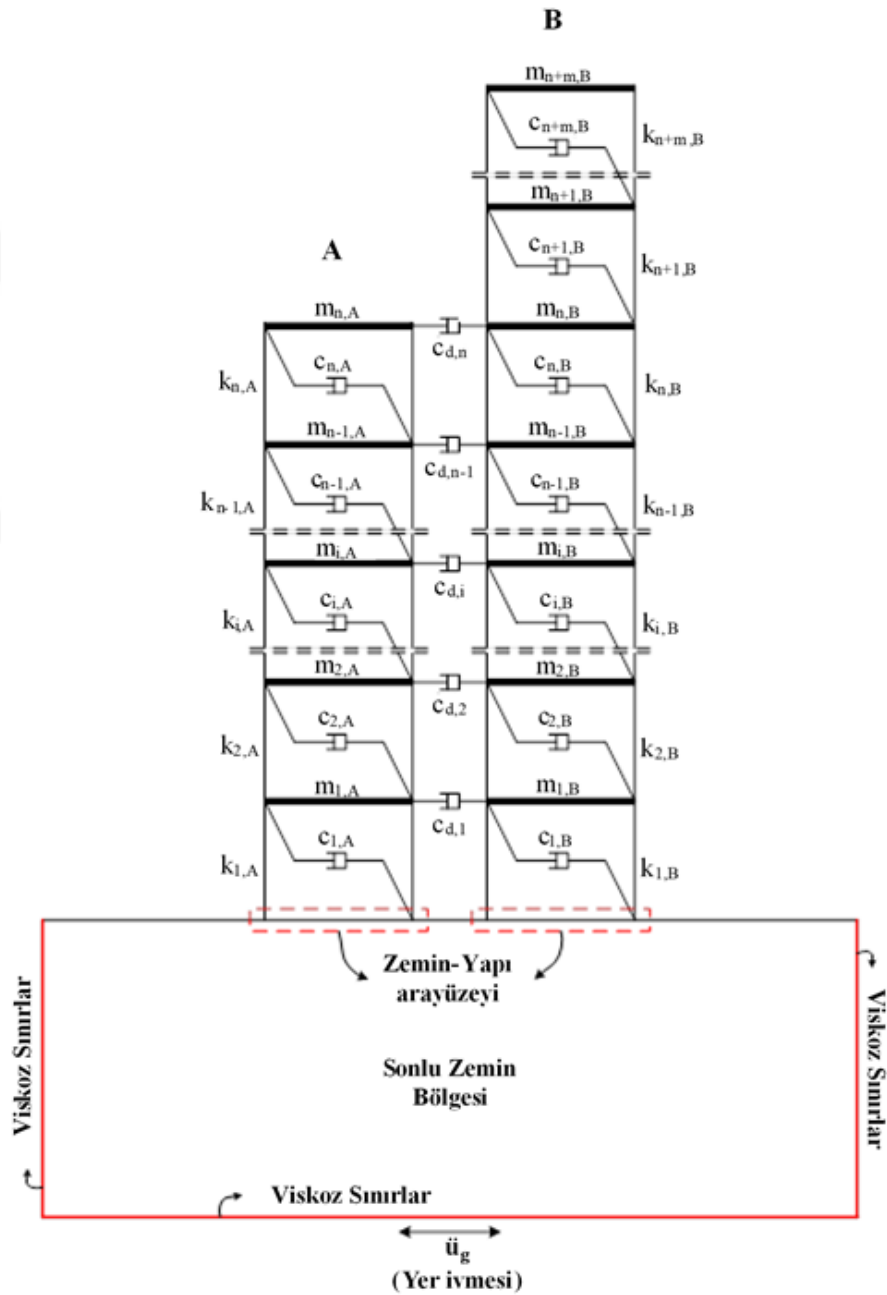
$$C_D = \begin{bmatrix} c_{d(n,n)} & 0_{(m,n)} & -c_{d(n,n)} \\ 0_{(n,m)} & 0_{(m,m)} & 0_{(n,m)} \\ -c_{d(n,n)} & 0_{(m,n)} & c_{d(n,n)} \end{bmatrix} \quad (18)$$

$$M^A = \begin{bmatrix} [m_{bb}^A] & [m_{bf}^A] & 0 \\ [m_{fb}^A] & [m_{ff}^A] + [\bar{m}_{ff}] & [\bar{m}_{fs}] \\ 0 & [\bar{m}_{sf}] & [\bar{m}_{ss}] \end{bmatrix} ; \quad M^B = \begin{bmatrix} [m_{bb}^B] & [m_{bf}^B] & 0 \\ [m_{fb}^B] & [m_{ff}^B] + [\bar{m}_{ff}] & [\bar{m}_{fs}] \\ 0 & [\bar{m}_{sf}] & [\bar{m}_{ss}] \end{bmatrix} \quad (19)$$

$$K^A = \begin{bmatrix} [k_{bb}^A] & [k_{bf}^A] & 0 \\ [k_{fb}^A] & [k_{ff}^A] + [\bar{k}_{ff}] & [\bar{k}_{fs}] \\ 0 & [\bar{k}_{sf}] & [\bar{k}_{ss}] \end{bmatrix} ; \quad K^B = \begin{bmatrix} [k_{bb}^B] & [k_{bf}^B] & 0 \\ [k_{fb}^B] & [k_{ff}^B] + [\bar{k}_{ff}] & [\bar{k}_{fs}] \\ 0 & [\bar{k}_{sf}] & [\bar{k}_{ss}] \end{bmatrix} \quad (20)$$

$$\mathbf{C}^A = \begin{bmatrix} \begin{bmatrix} \mathbf{C}_{bb}^A & \mathbf{C}_{bf}^A & 0 \end{bmatrix} \\ \begin{bmatrix} \mathbf{C}_{fb}^A & \mathbf{C}_{ff}^A & 0 \end{bmatrix} \\ 0 \quad 0 \quad 0 \end{bmatrix} ; \quad \mathbf{C}^B = \begin{bmatrix} \begin{bmatrix} \mathbf{C}_{bb}^B & \mathbf{C}_{bf}^B & 0 \end{bmatrix} \\ \begin{bmatrix} \mathbf{C}_{fb}^B & \mathbf{C}_{ff}^B & 0 \end{bmatrix} \\ 0 \quad 0 \quad 0 \end{bmatrix} \quad (21)$$

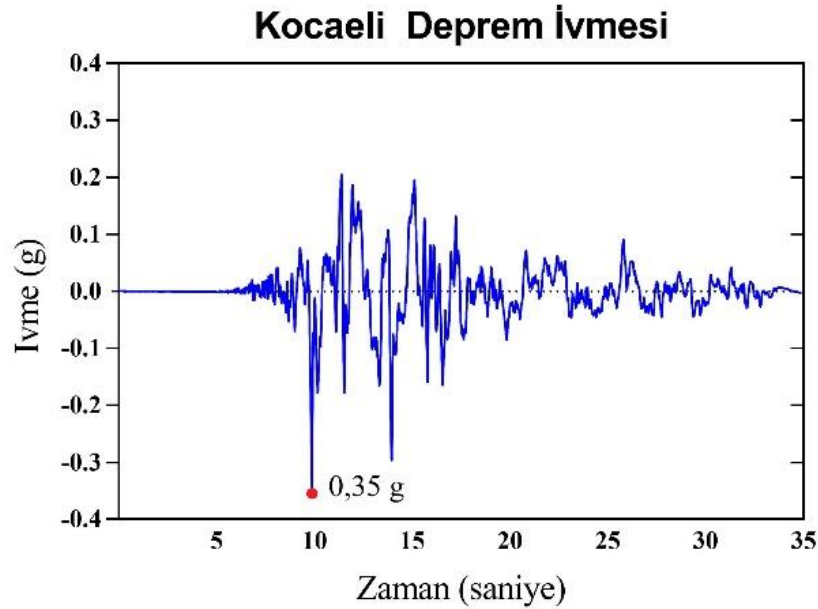
Burada, A ve B üst simgeleri aynı addaki binaların ilgili matrislerini göstermektedir. Yapıların düğüm noktaları b alt simgesiyle, zemin-yapı ara yüzündeki düğüm noktaları f alt simgesiyle ve zemindeki düğüm noktaları ise s alt simgesiyle gösterilmiştir. Simgelerin üzerindeki yatay çizgi o matrisin zemine ait olduğunu göstermektedir.



Şekil 20. Bağlı binaların yapı-zemin sisteminin şematik modeli.

Deprem Verisi

1999 Gölçük Depremi veya Kocaeli Depremi 17 Ağustos 1999 günü sabaha karşı 03:02'de Richter ölçeğine göre 7,8 Mw büyüklüğünde ve 10 şiddetinde gerçekleşen bir büyük depremdir (Anonim 2017). Deprem Marmara bölgesinin tamamında hissedildiği gibi Ankara ve İzmir'e kadar olan alanda da hissedilmiştir. Büyük çapta can ve mal kaybına neden olmuştur. Resmî raporlara göre 17480 kişinin hayatını kaybettiği ve 73342 hasarlı binanın oluştuğu büyük bir depremdir (Anonim 2017). Bu çalışmada zaman tanımlı yapısal analizlerde kullanmaya uygun olacak şekilde düzenlenmiş PEER Strong Motion Database veri merkezinden alınmış 1999 Kocaeli depreminin kuzey-güney yönündeki YARIMCA (KOERI330) ivme verileri kullanılmıştır (Şekil 21).

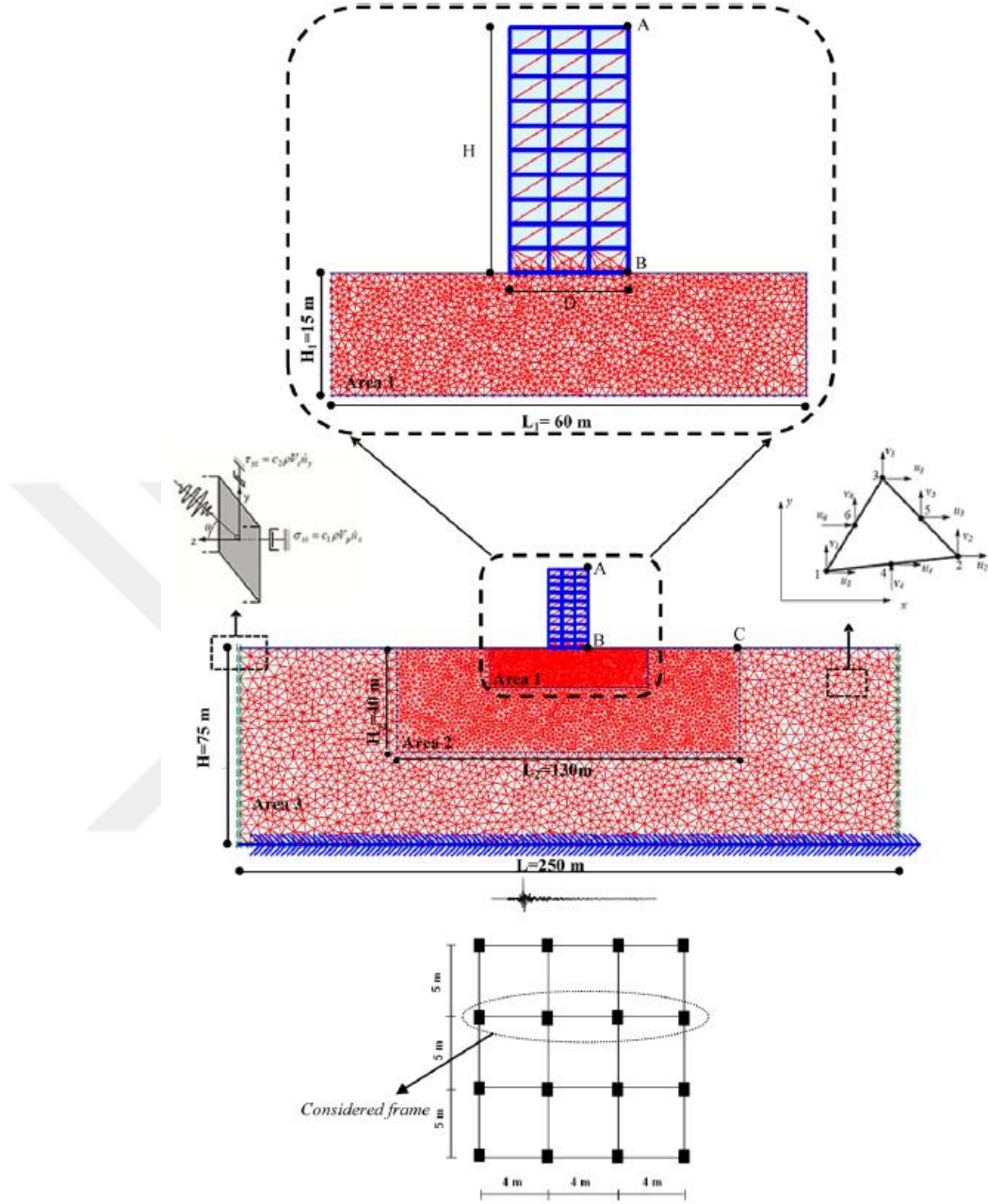


Şekil 21. 1999 Kocaeli Depremi Yarımca Petkim Kuzey-Güney İvme-Zaman Grafiği

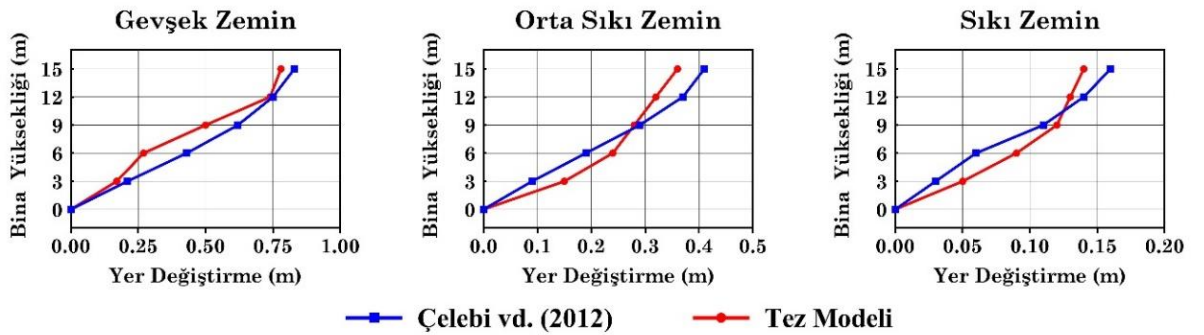
Modelin Doğrulanması

Bu çalışma kapsamında ANSYS programında modellenen zemin modelinin doğrulanması için benzer bir çalışma olan Çelebi *et al.* (2012) yapmış oldukları çalışma (Şekil 22) ile karşılaştırılmıştır. İki çalışmada da zemin modelinin sınırlarında viskoz sınır şartı kullanılmıştır. Yazarlar gevşek, orta sıkı ve sıkı zemin türleri üzerinde 15, 30 ve 60 m yükseklikte üç açıklıklı bina tasarlayarak PLAXIS programında analizlerini gerçekleştirmişlerdir. Çalışmada detayı verilen problem ANSYS programında bu çalışma kapsamında verilen bilgilerin ışığında modellenmiştir. Sonuçlar karşılaştırıldığında iki modelin benzer davranışlar gösterdiği görülmüştür. Meydana gelen farklılıkların ise analiz eden programların çözüm yöntemlerinden ve/veya sonlu eleman boyutu veya şeklinden

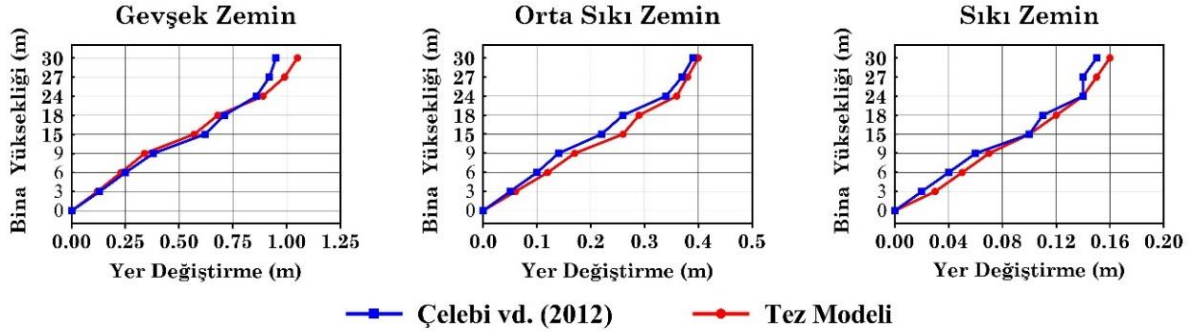
kaynaklandığı düşünülmektedir. Elde edilen sonuçlar Şekil 23 ile Şekil 25 arasında karşılaştırılmalı olarak gösterilmiştir.



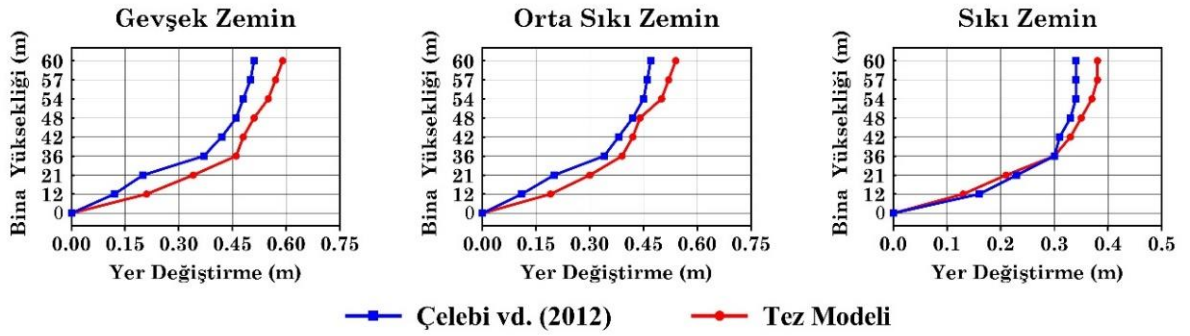
Şekil 22. Çelebi *et al.* (2012) çalışmalarında ele aldıkları model şekli.



Şekil 23. Model doğrulaması için 15 m yükseklikteki binaların karşılaştırılması.

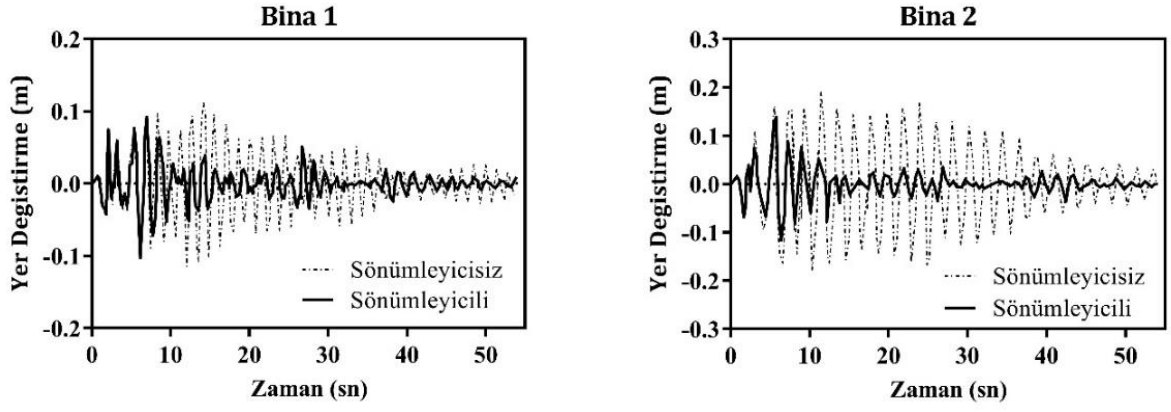


Şekil 24. Model doğrulaması için 30 m yükseklikteki binaların karşılaştırılması.

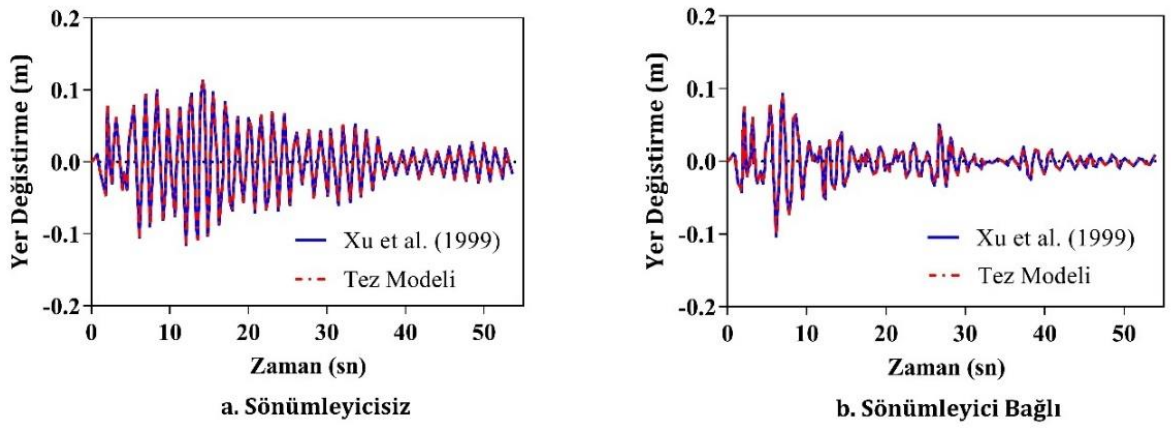


Şekil 25. Model doğrulaması için 60 m yükseklikteki binaların karşılaştırılması.

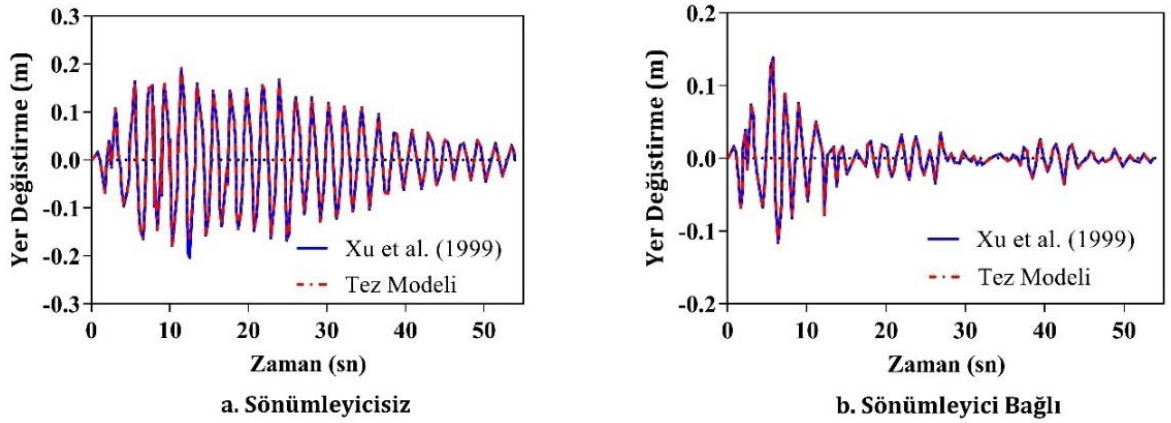
Xu *et al.* (1999) yılında yaptıkları çalışmada El Centro (1940) depremi etkisi altında farklı rijitliklere sahip 20 katlı iki yüksek binayı birbirine SVS cihazlarla bütün kat seviyelerinden bağlayarak çeşitli incelemelerde bulunmuşlardır. Zemine ankastre olarak bağlanan binaların ve SVS cihazlarının fiziksel ve dinamik özellikleri ayrıntılı olarak çalışma içeriğinde verilmiştir. Verilen detaylar ışığında ilgili çalışma ANSYS programında modellenerek analizleri yapılmıştır. Tıpkı bu çalışmada olduğu gibi Xu *et al.* (1999) çalışmalarında SVS cihazları kullanarak iki çok katlı binaları birbirine bağlayarak en üst katın yer değiştirme ve taban kesme kuvveti değerlerinin zamanla değişimini gösteren grafikleri sunmuşlardır (Şekil 26 ve Şekil 29). Yazarlar aynı zamanda yapıların birbirine bağlamadan önceki ve bağlandıktan sonraki davranışlarını da karşılaştırmışlardır. Bina 1 ve Bina 2 binalarının birbirine bağlanmadan önceki ve bağlandıktan sonraki en üst kat yer değiştirme sonuçlarının karşılaştırılması Şekil 27 ve Şekil 28’de verilmiştir. Benzer şekilde Bina 1 ve Bina 2 binalarının taban kesme kuvvetlerinin karşılaştırılması Şekil 30 ve Şekil 31’de verilmiştir. Grafikler incelendiğinde ANSYS programında elde edilen sonuçlar ile ilgili çalışmanın sonuçları karşılaştırıldığında tam olarak örtüştüğü görülmektedir. Dolayısıyla bu çalışma için tasarlanan SVS cihazlarının doğru şekilde çalıştığı söylenebilir.



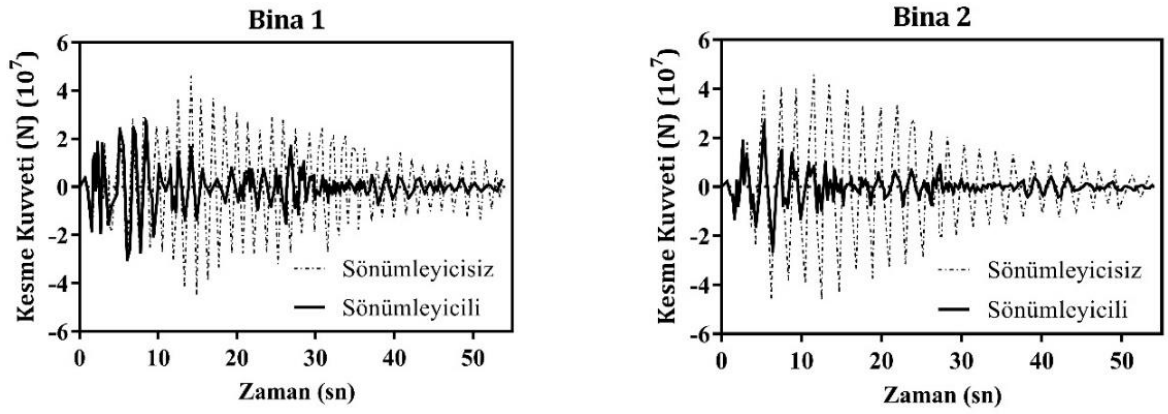
Şekil 26. İki binanın en üst kat Yerdeğiştirme – Zaman grafiği (Xu et al. 1999).



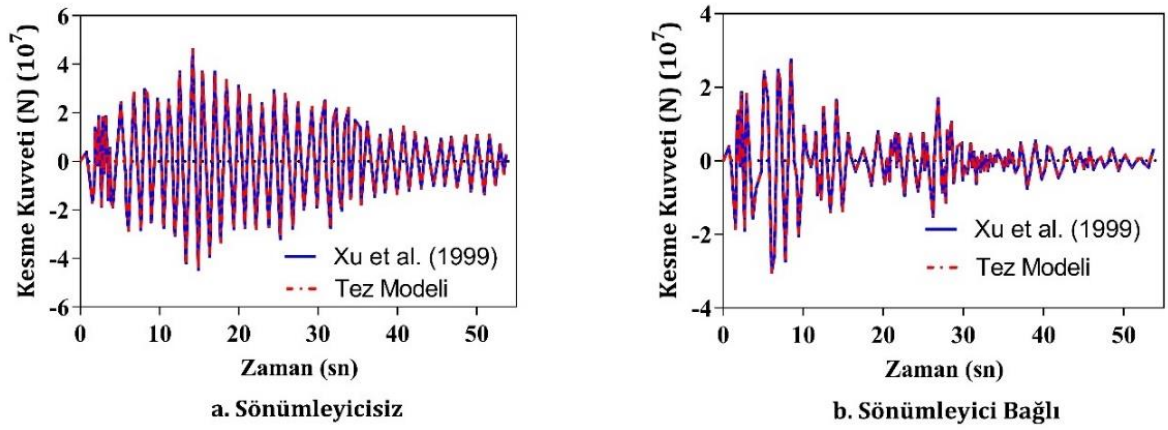
Şekil 27. Bina 1'in en üst kat yer değiştirme değerlerinin karşılaştırılması.



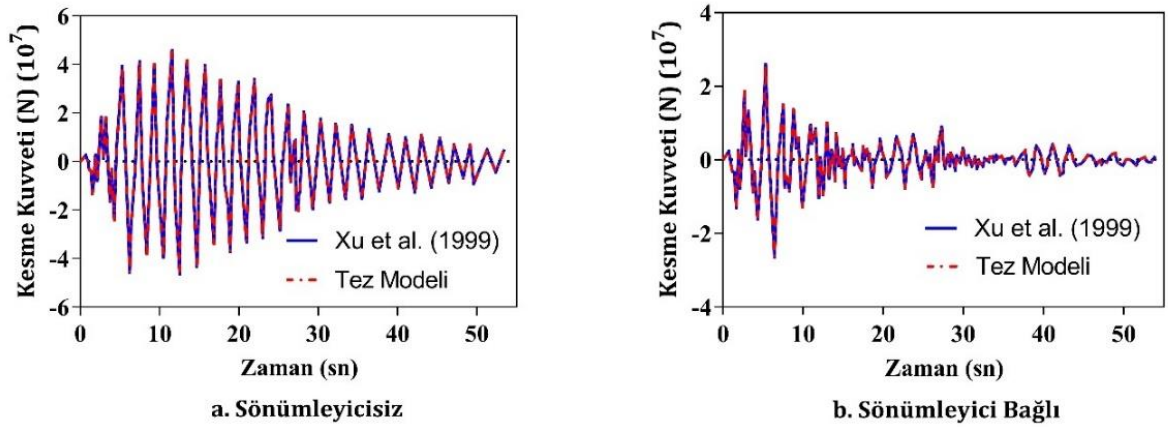
Şekil 28. Bina 2'in en üst kat yer değiştirme değerlerinin karşılaştırılması.



Şekil 29. İki binanın taban Kesme Kuvveti – Zaman grafiği (Xu *et al.* 1999).



Şekil 30. Bina 1'in taban kesme kuvveti değerlerinin karşılaştırılması.



Şekil 31. Bina 2'in taban kesme kuvveti değerlerinin karşılaştırılması.

ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

Bağlanacak olan komşu binaların dinamik olarak benzer veya olmamaları, bina yükseklik, kütle, rijitlik ve frekans oranları, zemin türünün özellikleri, SVS cihazlarının sönümleme katsayısı, bu cihazların binalardaki dağılımları ve sayısı gibi parametreler yapısal kontrolün başarısıyla birebir ilgilidir. Bu çalışmada kat yükseklikleri aynı alınan iki komşu binadan A binasının kolon ve kiriş ölçüleri sabit tutularak, A binasıyla aynı veya farklı kolon fiziksel özelliklere sahip B binaları modellenmiştir. Komşu A ve B binaları doğrusal SVS cihazlar ile birbirine bağlanmıştır. Dinamik olarak benzer veya farklı binaların tasarımı ile dinamik benzerlik ve farklılığın etkisi incelenebilmiştir. A binasının yüksekliği, kolon ve kiriş ölçüleri gibi fiziksel özellikleri sabit tutulup B binanın yükseklik, kolon ve kiriş ölçüleri değiştirilmiştir. Böylelikle bağlanacak olan binaların kütle, yükseklik, rijitlik ve frekans değerlerinin SVS cihazlarına etkisi araştırılmıştır. Zeminin yeterince rijit olduğu kabulüyle zemine ankastre olarak bağlanan binaların sonuçları ile yapı-zemin etkileşimin dikkate alındığı üç farklı zemin türü üzerindeki binaların sonuçları karşılaştırılmıştır. Zeminler gevşek, orta sıkı ve sıkı zemin türlerinin özelliklerini temsil edecek şekilde tasarlanıp modellenmiştir. Sönümleyicilerin binalara dağılımı ve sayısı, yapısal davranış ve ekonomiklik yönünden çok önemlidir. Bu yüzden farklı sayıda sönümleyici içeren altı farklı bağlantı modeli belirlenerek etkileri araştırılmıştır.

Şekil 13’de kat seviyelerinden bağlanarak oluşturulan altı farklı bağlantı modeli verilmiş ve bunlar Örnek 1’den Örnek 6 ya kadar isimlendirilmiştir. Bağlantı modelleri, Örnek 1’de (sadece en üst kat) 1 adet ve Örnek 6’da ise (bütün katlara) 12 adet sönümleyici olacak gibi sistemli bir şekilde artan sönümleyici sayılarına sahiptir. Bunun yanında cihazların sönümleme katsayılarının yapısal davranışa etkisini inceleyebilmek için 10^3 N.s/m, 10^4 N.s/m, 10^5 N.s/m, 10^6 N.s/m ve 10^7 N.s/m olmak üzere beş farklı cihaz sönümle katsayısı belirlenmiştir.

Komşu binaların birbirine SVS cihazlarla bağlanmadan önceki yapısal tepkisi ile bağlandıktan sonraki yapısal tepkileri grafikler yardımıyla en üst katın yer değiştirme, ivme ve kesme kuvvetleri açısından karşılaştırılmıştır. Koşu binaların birbirine bağlanmadan önceki sonuçları referans değer olarak alınmış ve komşu binaların SVS’ler ile bağlandıktan sonraki sonuçları referans değere oranlanarak karşılaştırma grafikleri oluşturulmuştur. Oranların sunulduğu bu grafiklerde 1’in altındaki değerler ilgili dinamik tepkinin, komşu binaların birbirine bağlanmadan önceki değerine göre azaldığını ifade etmektedir. Örneğin 0,8 değeri

ilgili değerin %20 azaldığını ifade etmektedir. Bunun tam tersi olarak 1'in üzerindeki değerler ise ilgili dinamik tepkide artışı göstermektedir. Örneğin 1,2 değeri ilgili değerin %20 arttığını ifade etmektedir. Bu çalışmada çok sıklıkla karşılaştırma yapabilmek için oran değerleri ile hazırlanmış grafiklere yer verilmiştir. Bu grafikler çalışma boyunca oran grafikleri olarak adlandırılmıştır. Grafiklerde yer alan;

D/D_{ref} : İki binanın birbirine SVS cihazlar ile bağlandıktan sonra meydana gelen tepe noktası yer değiştirme değerinin (D), iki binanın birbirine bağlanmadan önce meydana gelen ve referans değer olarak kabul edilen tepe noktası yer değiştirme değerine (D_{ref}) oranını ifade eder.

A/A_{ref} : İki binanın birbirine SVS cihazlar ile bağlandıktan sonra meydana gelen tepe noktası ivme değerinin (A), iki binanın birbirine bağlanmadan önce meydana gelen ve referans değer olarak kabul edilen tepe noktası ivme değerine (A_{ref}) oranını ifade eder.

S/S_{ref} : İki binanın birbirine SVS cihazlar ile bağlandıktan sonra meydana gelen kesme kuvveti değerinin (S), iki binanın birbirine bağlanmadan önce meydana gelen ve referans değer olarak kabul edilen kesme kuvveti değerine (S_{ref}) oranını ifade eder.

Tahmin edileceği üzere analizler sonucunda elde edilen bütün grafiklerin bu çalışma kapsamında sunulması mümkün olmadığından genel davranışı yansıtan grafikler seçilmiş ve yorumlanmıştır. Sonuçların değerlendirilmesi yer değiştirme, ivme ve kesme kuvveti açısından ayrı ayrı başlıklar altında ayrıntılı olarak yapılmıştır.

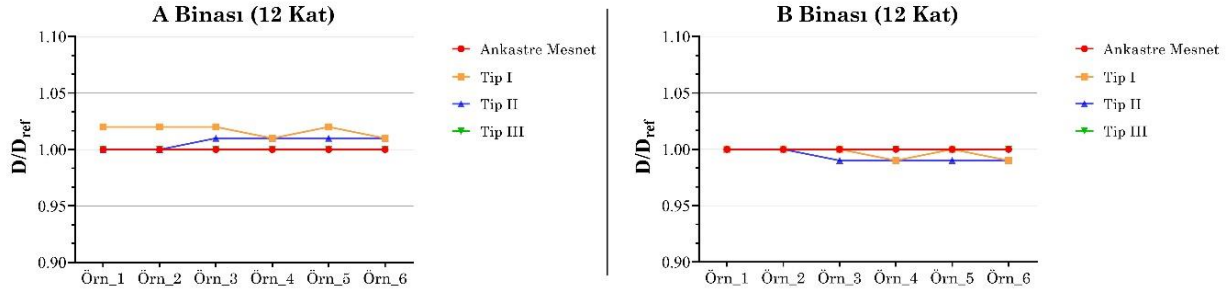
Sonuçların Yer Değiştirme Açısından İncelenmesi

Binalar kendilerine etki eden deprem kuvvetlerine yer değiştirme yaparak cevap verir. Üzerlerindeki deprem enerjilerini titreşim şeklinde yer değiştirme yaparak sönümlerler. Yer değiştirmeler deprem kuvvetlerinin önemli bir göstergesi olduğundan SVS cihazlarının etkinliği hakkında önemli ipuçları verir. Dolayısıyla A ve B binalarının katlarında ve en üst tepe noktasında meydana gelen yer değiştirmeler, yapısal kontrolün performansını etkileyen hususlar ışığında başlıklar halinde ayrıntılı olarak incelenmiştir.

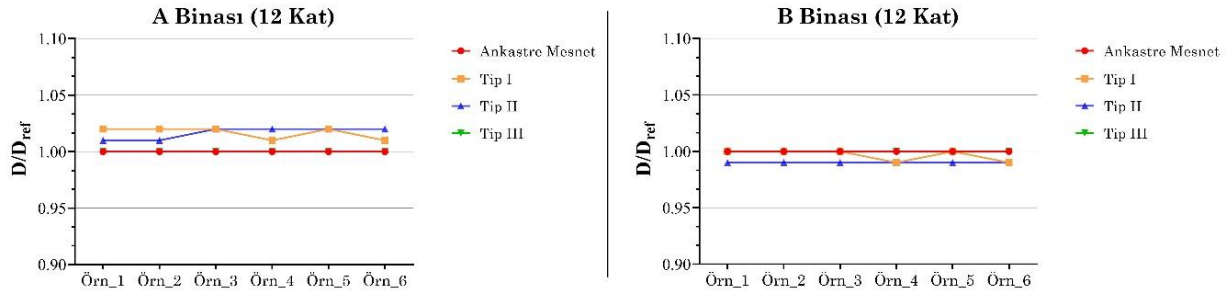
$H_B/H_A=1$ oranlı bağlı binaların yer değiştirmelerinin incelenmesi

Aynı kat yüksekliği, bina yüksekliği ve dinamik özellikteki iki binanın, kat hizasından birbirine sönümleme katsayısı aynı olan pasif sönümleyici cihazlar ile bağlanmasının etkili olmadığı önceki araştırmacılar tarafından ifade edilmişti (Bhaskararao and Jangid 2004; Pérez *et al.* 2015; Fathi and Bahar 2017; Ramakrishna *et al.* 2020). Bu çalışmada modellenen 12 katlı 36 m yüksekliğindeki dinamik olarak aynı A ve B binalarının yer değiştirme sonuçlarında da

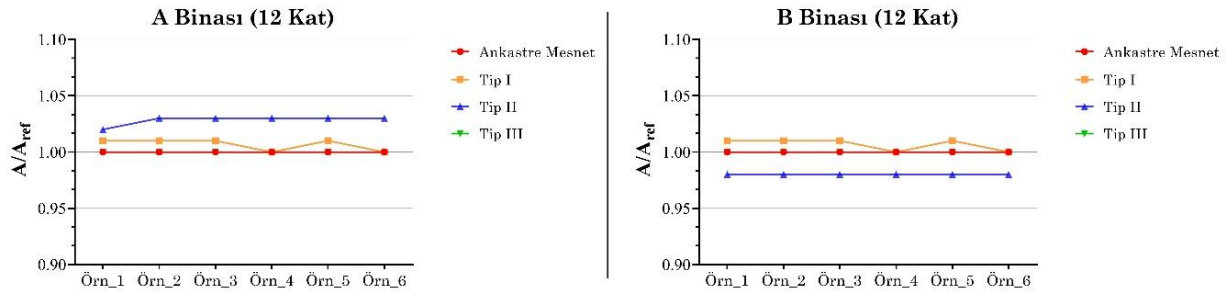
benzer sonuçlar görülmüştür. SVS cihazların etkisiyle yer değiştirmede meydana gelen değişimler farklı sönümleme katsayılarına (C_d) göre Şekil 32 ile Şekil 34 arasında verilmiştir. Grafikler genel olarak incelendiğinde özellikle A binası için 1 veya üzeri değerler görülür. Yani aynı dinamik özellik ve yükseklikteki iki komşu binanın SVS cihazlar ile kat hizasından bağlanmasının, binaların tepe noktası yer değiştirme değerinde bir azalışa katkısının olmadığı gibi bazı durumlarda artışa bile neden olmuştur. Dolayısıyla iki özdeş binanın kat hizalarından birbirine SVS cihazlar ile bağlanmasının bir etkisi olmamıştır.



Şekil 32. $H_B/H_A=1$ (a) için yer değiştirme oran grafiği ($C_d=10^4$ N.s/m).



Şekil 33. $H_B/H_A=1$ (a) için yer değiştirme oran grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).

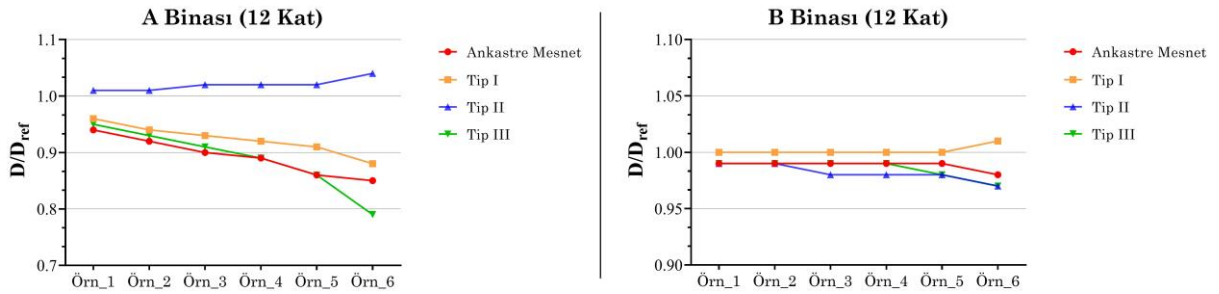


Şekil 34. $H_B/H_A=1$ (a) için yer değiştirme oran grafiği ($C_d=10^6$ N.s/m).

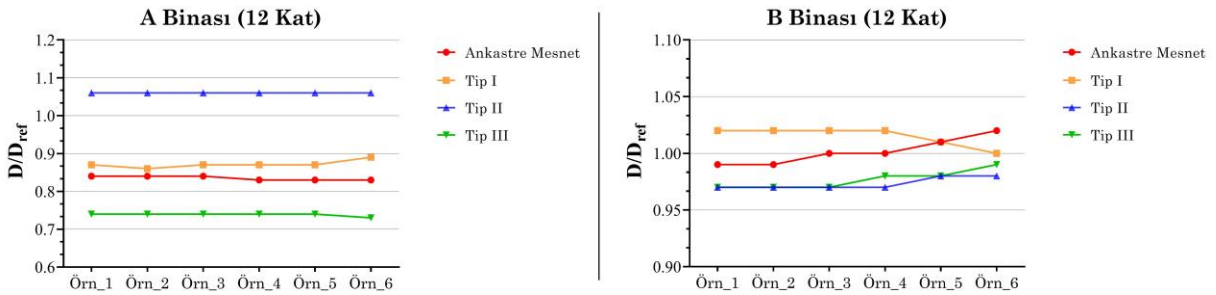
Aynı kat yüksekliğine sahip, fakat kolon ve kiriş ölçülerinin farklı olmasından dolayı dinamik olarak benzer olmayan eş yükseklikteki iki komşu binanın bağlanmasında ise sönümleyicilerin yapısal davranışa etkisinin olduğu görülür. İki komşu binanın bağlanmasıyla elde edilen tepe noktası yer değiştirme oran grafikleri farklı sönümleme katsayılarına göre Şekil 35 ile Şekil 37 arasında sunulmuştur. B binasının A binasına göre kütle, rijitlik ve frekans oranları sırasıyla 1,4; 1,85 ve 0,87'dir. Buradan yola çıkarak B binasının daha ağır ve rijit bir

yapıya sahip olduğu görülür. B binasına göre daha az rijit olan A binasının bağlantıdan daha çok faydalandığı görülür. En üst kat yer değiştirmesinde A ve B binalarında sırasıyla %28 ve %3'lere varan azalışlar meydana gelmiştir.

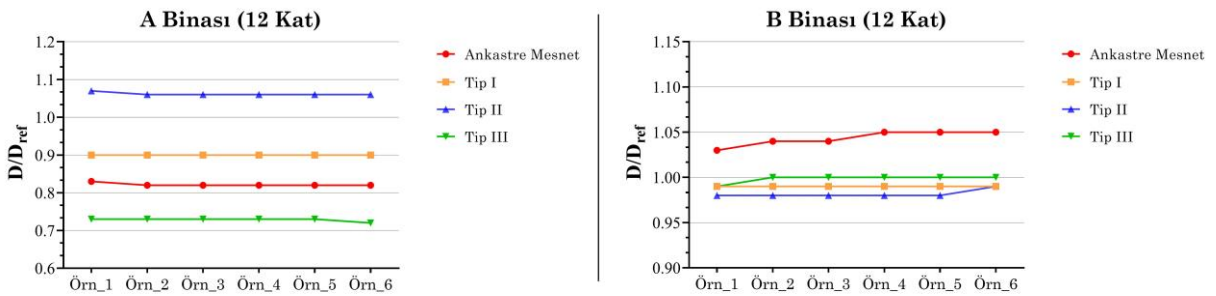
Deprem dalgalarının zeminlerin dinamik özelliklerine göre farklılaşarak yapıları farklı şekilde etkiledikleri bilinmektedir. Grafiklerin hemen hepsinde zemin türünün binaların yapısal davranışına olan etkisi açıkça gözükmemektedir. Örneğin Şekil 35 ile Şekil 37 arasındaki grafiklerde A binasının tepe noktası yer değiştirmesi Tip II zemin türünde artar iken, diğer zemin türlerinde azalmaktadır. Şekil 37'de sunulan grafiğin B binası bölümünde ise ankastre durumda tepe noktası yer değiştirmesinin arttığı, diğer zemin türleri üzerinde ise azaldığı görülmektedir. Aynı bina modelinin zemin türüne göre birbirine zıt tepkiler göstermesi yapı-zemin etkileşiminin önemini açıkça göstermektedir.



Şekil 35. $H_B/H_A=1$ (b) için yer değiştirme oran grafiği ($C_d=10^4$ N.s/m).



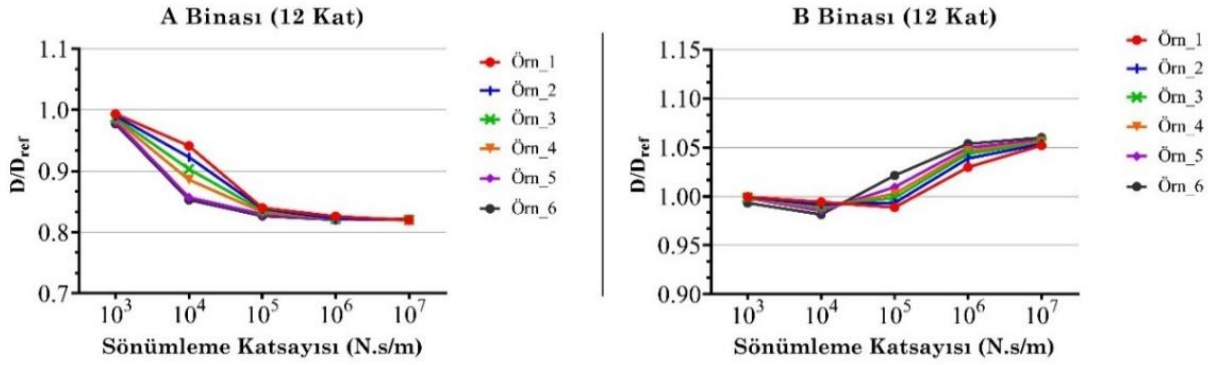
Şekil 36. $H_B/H_A=1$ (b) için yer değiştirme oran grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).



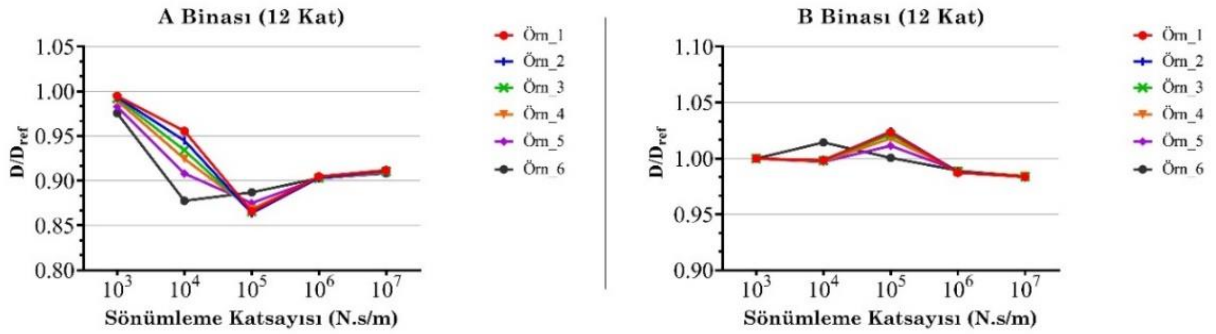
Şekil 37. $H_B/H_A=1$ (b) için yer değiştirme oran grafiği ($C_d=10^6$ N.s/m).

SVS cihazlarının sahip olduğu sönümleme katsayısının ve bağlantı modellerinin binaların davranışına olan etkisi çok büyük olduğundan, $H_B/H_A=1$ (a) türü modellerin

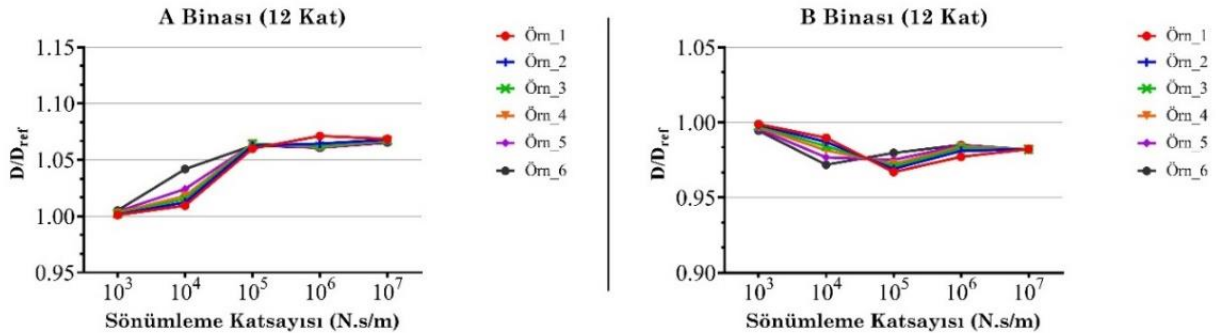
analizlerinde SVS cihazlarının sönümleme katsayısının ve bağlantı modellerinin tepe noktası yer değiştirmesine olan etkisini zemin türüne göre gösteren grafikler Şekil 38 ile Şekil 41 arasında verilmiştir. İki binaya ait grafikler birlikte düşünülerek incelendiğinde ankastre, Tip I, Tip II ve Tip III zemin türü üzerinde meydana gelen yer değiştirme sonuçlarına göre en etkili sonucun 10^5 N.s/m sönümleme katsayısının da alındığı söylenebilir. Bu sönümleme katsayısına göre en etkili bağlantı modelinin ise Örnek 1 olduğu yorumu yapılabilir.



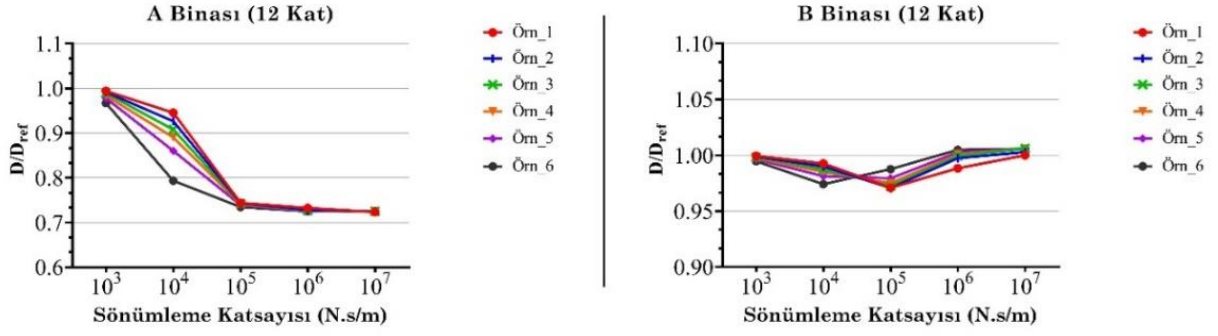
Şekil 38. $H_B/H_A=1$ (b) için yer değiştirme açısından cihaz sönümleme katsayıları ve bağlantı modellerinin zemine ankastre olarak bağlı durumdaki komşu binalara etkileri.



Şekil 39. $H_B/H_A=1$ (b) için yer değiştirme açısından cihaz sönümleme katsayıları ve bağlantı modellerinin Tip I üzerindeki komşu binalara etkileri.

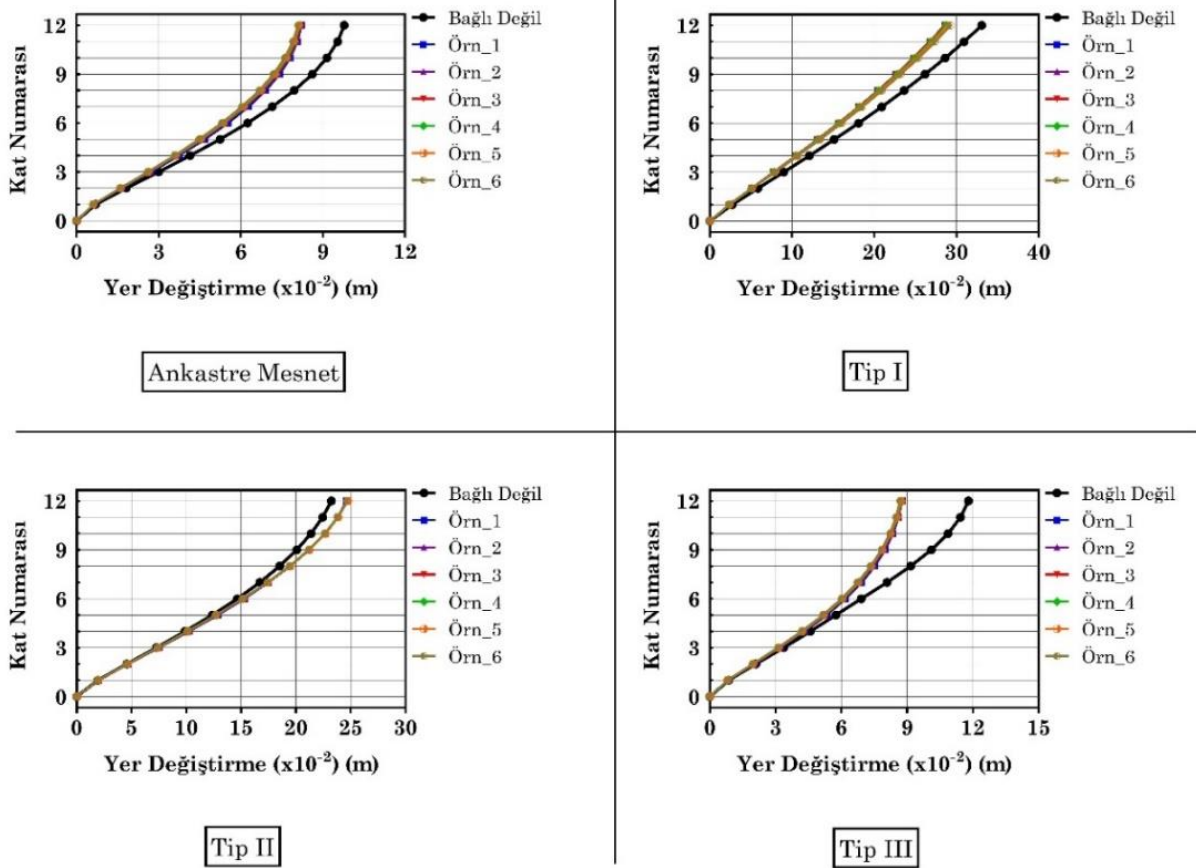


Şekil 40. $H_B/H_A=1$ (b) için yer değiştirme açısından cihaz sönümleme katsayıları ve bağlantı modellerinin Tip II üzerindeki komşu binalara etkileri.



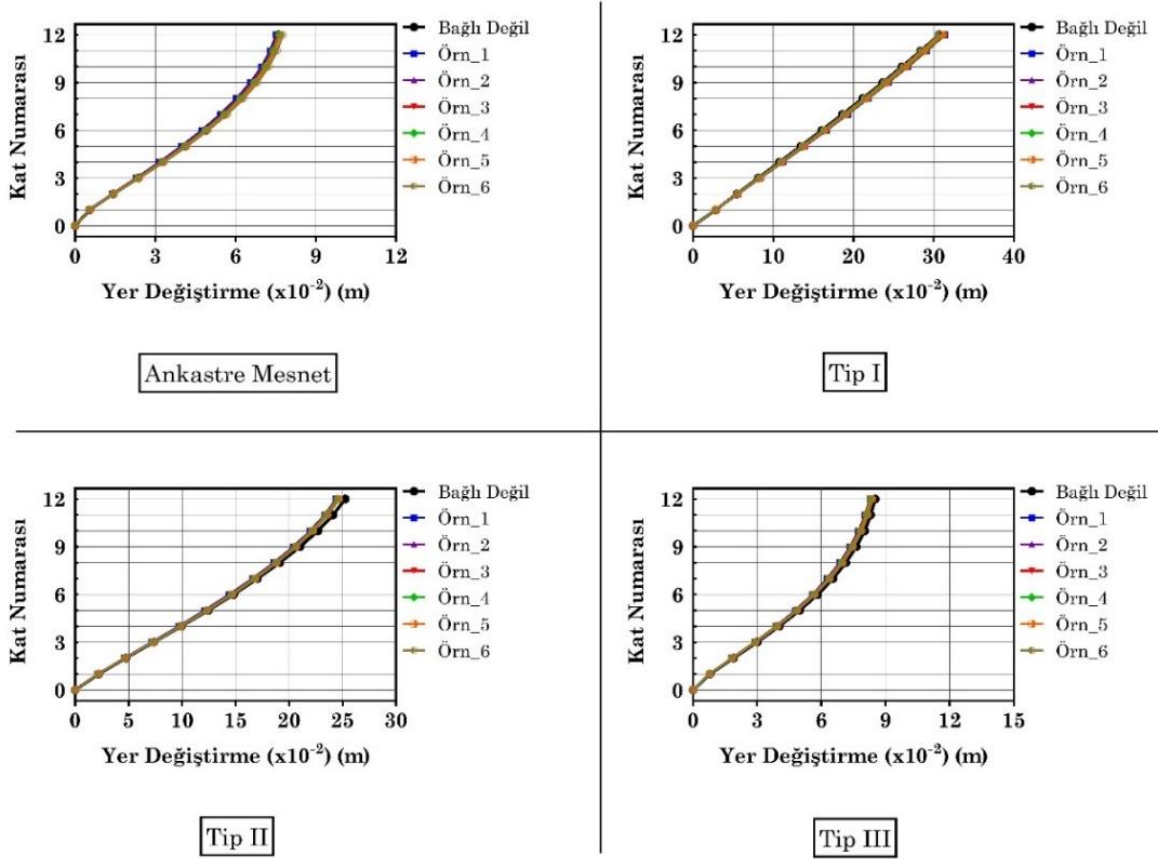
Şekil 41. $H_B/H_A=1$ (b) için yer değiştirme açısından cihaz sönümleme katsayıları ve bağlantı modellerinin Tip III üzerindeki komşu binalara etkileri.

10^5 N.s/m sönümleme katsayısına sahip SVS cihazlarıyla bağlı iki komşu binanın katlarında meydana gelen yer değiştirmeler Şekil 42 ve Şekil 43’de verilmiştir. Şekil 42 incelendiğinde A binasının alt katlarından itibaren yer değiştirmelerin azalmaya başladığı, üst katlara doğru ise bu azalmanın iyice arttığı görülür. Şekil 42’de sıkı zemin türüne denk Tip III zemininde üst katlara doğru sönümleme parabolige benzer şekilde artar iken, gevşek zemin türüne denk Tip I zemin türünde ise sönümlemenin doğrusal yakın şekilde arttığı görülür. Zemin türlerinin farklı periyotlara sahip olması katların yer değiştirmesine de önemli etkilere yol açtığı gözükmemektedir.



Şekil 42. $H_B/H_A=1$ (b) için A binası katlarının yer değiştirmesi ($C_d=10^5$ N.s/m).

Şekil 43’de ise B binasının katları boyunca yer değiştirmede açısından önemli bir azalmanın olmadığı görülür. A binasından daha rijit olan B binası adeta dayanma duvarı görevini üstlenmiş gibi hareket etmiştir. Dolayısıyla eş yükseklikteki binalardan daha az rijit olanın daha çok fayda sağladığı açıkça gözükmemektedir. Zemin türüne göre katların yer değiştirmesi de değişiklik göstermiştir.

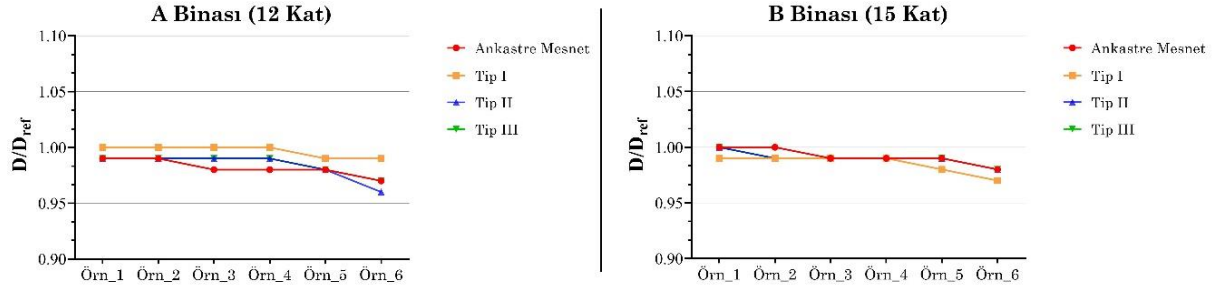


Şekil 43. $H_B/H_A=1$ (b) için B binası katlarının yer değiştirmesi ($C_d=10^5$ N.s/m).

$H_B/H_A=1,25$ oranlı bağlı binaların yer değiştirmelerinin incelenmesi

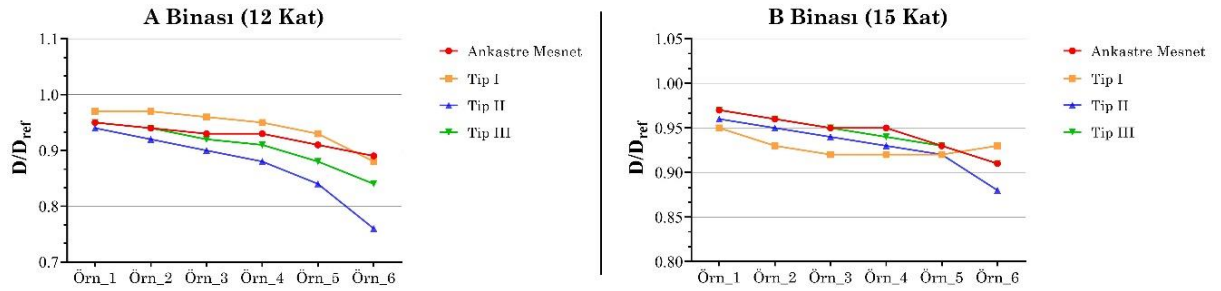
12 katlı A binası ile 15 katlı B binası doğrusal SVS cihazlarıyla birbirine kat hizasından üç farklı zemin türünde altı farklı bağlantı modeliyle bağlanmıştır. Bu bağlantıların etkisiyle meydana gelen yer değiştirme değerleri grafikler üzerinden ayrıntılı olarak incelenmiştir. Farklı sönümlleme katsayılarına sahip SVS cihazlarının etkisiyle $H_B/H_A=1,25$ (a) türü analizlerde meydana gelen yer değiştirme oran grafikleri Şekil 44 ile Şekil 48 arasında verilmiştir. B binasının A binasına göre kütle, rijitlik ve frekans oranları sırasıyla 1,25; 0,77 ve 0,78’dir. Dolayısıyla A binası daha rijit, B binası ise daha ağır ve yüksek frekansa sahiptir.

10^3 N.s/m sönümlleme katsayılı cihazın yer değiştirme oran grafiği Şekil 44’de verilmiştir. Grafik incelendiğinde 10^3 N.s/m sönümlleme katsayısının 12 katlı A binası ile 15 katlı B binasının bağlantısı için yeterli olmadığı, yer değiştirmede yaklaşık olarak maksimum %4 civarında bir azalma olduğu söylenebilir.



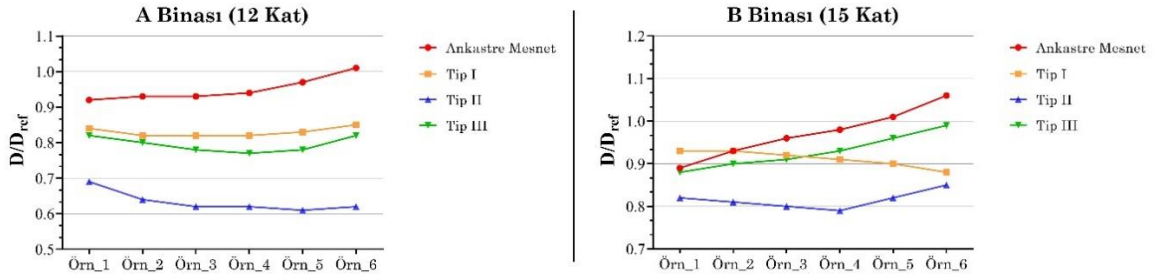
Şekil 44. $H_B/H_A=1,25$ (a) için yer değiştirme oran grafiği ($C_d=10^3$ N.s/m).

Şekil 45’de 10^4 N.s/m sönümlleme katsayılı cihazın tepe noktası yer değiştirme oran grafiği verilmiştir. SVS cihazlarının yer değiştirme üzerindeki etkisi genel olarak Örnek 6 bağlantı modelinde olduğu görülür. Tepe noktası yer değiştirmesi A ve B binası için sırasıyla ankastre durumda %11 ve %9, Tip I zemin türü üzerinde %12 ve %7, Tip II zemin türü üzerinde %24 ve %12, Tip III zemin türü üzerinde %16 ve %9 azalmıştır. 10^4 N.s/m sönümlleme katsayılı cihazlarla bağlı binalardan daha rijit ve kısa olan A binasının daha çok fayda gördüğü söylenebilir.



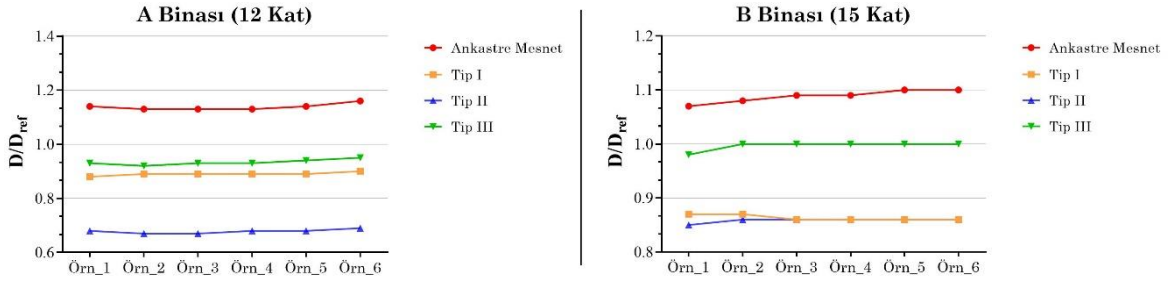
Şekil 45. $H_B/H_A=1,25$ (a) için yer değiştirme oran grafiği ($C_d=10^4$ N.s/m).

Şekil 46’de 10^5 N.s/m sönümlleme katsayısına sahip SVS cihazlarının tepe noktası yer değiştirme oran grafiği sunulmuştur. Grafik her iki bina birlikte düşünülerek incelendiğinde SVS cihazlarının yer değiştirme üzerindeki etkisinin genel olarak Örnek 6 bağlantı modelinde maksimum olduğu görülür. Tepe noktası yer değiştirmesi ankastre ve Tip III zemin türü için Örnek 1 bağlantı modelinin, Tip I ve Tip II zemin türü için ise Örnek 4 bağlantı modelinin etkili olduğu söylenebilir. Etkili bağlantı modellerinde tepe noktası yer değiştirmesi A ve B binası için sırasıyla ankastre durumda %8 ve %11, Tip I zemin türü üzerinde %18 ve %38, Tip II zemin türü üzerinde %38 ve %21 ve Tip III zemin türü üzerinde %18 ve %12 azalmıştır. 10^5 N.s/m sönümlleme katsayılı cihazlarla bağlı binalardan daha rijit ve kısa olan A binasının daha çok fayda gördüğü söylenebilir.



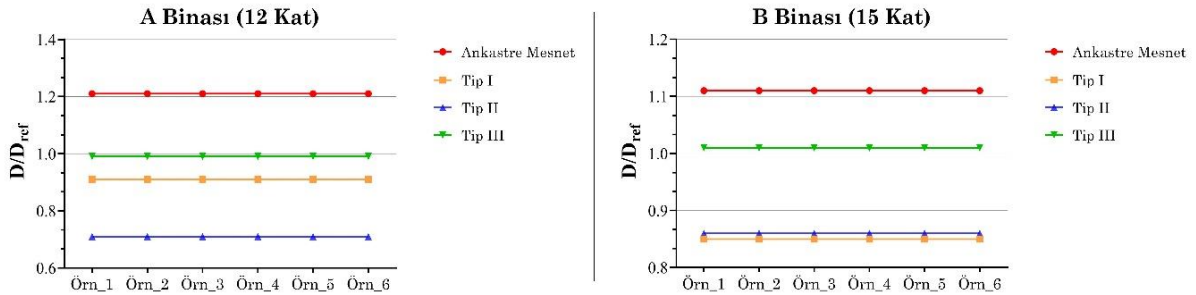
Şekil 46. $H_B/H_A=1,25$ (a) için yer değiştirme oran grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).

Şekil 47’da 10^6 N.s/m sönümleme katsayısına sahip SVS cihazlarının tepe noktası yer değiştirme oran grafiği sunulmuştur. Grafikler her iki bina birlikte düşünülerek incelendiğinde en etkili bağlantı modelinin Örnek 1 bağlantı modelinin olduğu söylenebilir. Etkili bağlantı modellerinde tepe noktası yer değiştirmesi A ve B binası için sırasıyla ankastre durumda %14 ve %7 artmış, Tip I zemin türü üzerinde %12 ve %13, Tip II zemin türü üzerinde %32 ve %15, Tip III zemin türü üzerinde %7 ve %2 azalmıştır. 10^6 N.s/m sönümleme katsayılı cihazlarla bağlı binalardan daha rijit ve kısa olan A binasının daha çok fayda gördüğü söylenebilir.



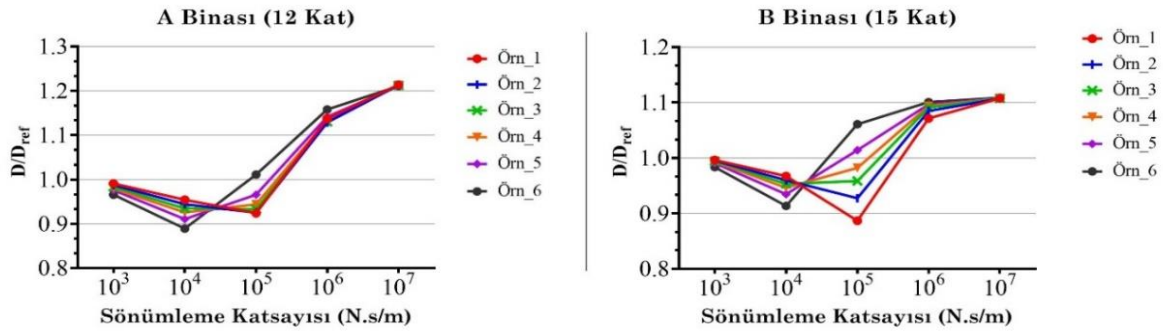
Şekil 47. $H_B/H_A=1,25$ (a) için yer değiştirme oran grafiği ($C_d=10^6$ N.s/m).

Şekil 48’da 10^7 N.s/m sönümleme katsayısına sahip SVS cihazlarının tepe noktası yer değiştirme oran grafiği sunulmuştur. Grafikler her iki bina birlikte düşünülerek incelendiğinde en etkili bağlantı modelinin Örnek 1 bağlantı modelinin olduğu söylenebilir. Etkili bağlantı modellerinde tepe noktası yer değiştirmesi A ve B binası için sırasıyla ankastre durumda %21 ve %11, Tip III zemin türü üzerinde %0,5 ve %1 artmış, Tip I zemin türü üzerinde %9 ve %15, Tip II zemin türü üzerinde %29 ve %14 azalmıştır.

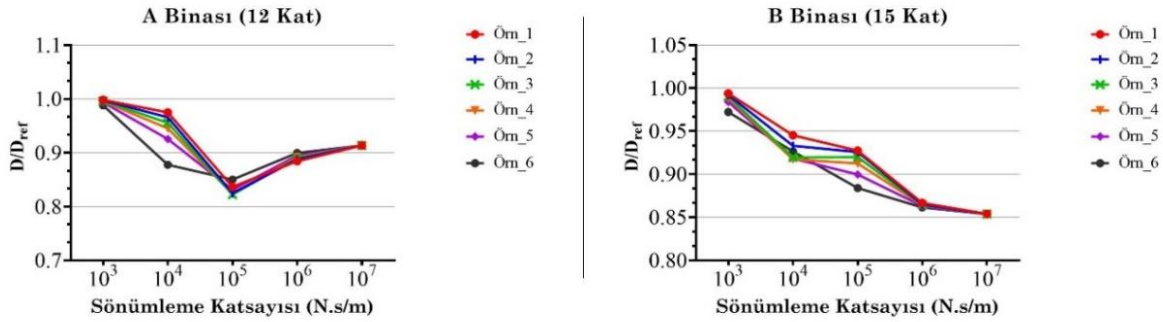


Şekil 48. $H_B/H_A=1,25$ (a) için yer değiştirme oran grafiği ($C_d=10^7$ N.s/m).

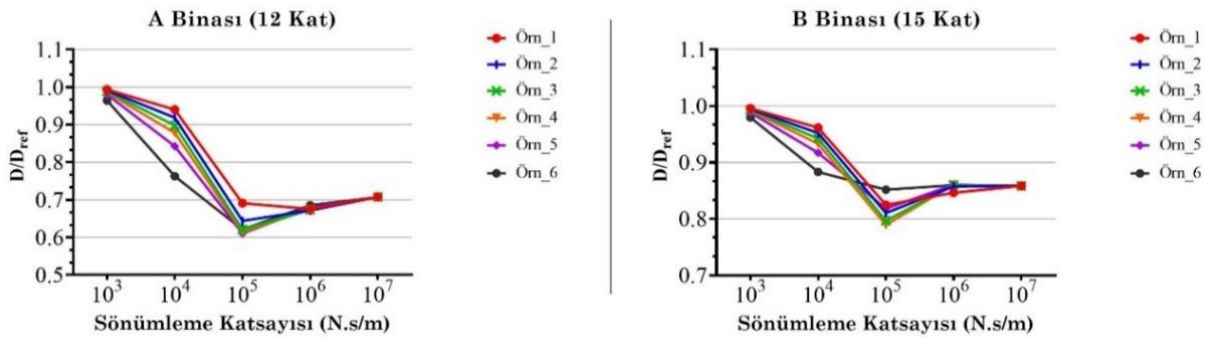
SVS cihazlarının sahip olduğu sönümleme katsayısı ve bağlantı modellerinin binaların davranışına olan etkisi önemli olduğundan $H_B/H_A=1$ (a) türü analizlerde, SVS cihazlarının sönümleme katsayısının ve bağlantı modellerinin tepe noktası yer değiştirmesine olan etkisini zemin türüne göre gösteren grafikler Şekil 49 ile Şekil 52 arasında verilmiştir. İki binaya ait grafikler birlikte düşünülerek incelendiğinde ankastre, Tip I, Tip II ve Tip III zemin türü üzerinde meydana gelen yer değiştirme sonuçlarına göre en etkili sonucun 10^5 N.s/m sönümleme katsayısının da alındığı söylenebilir. Bu sönümleme katsayısına göre en etkili bağlantı modelinin ise Örnek 1 olduğu yorumu yapılabilir.



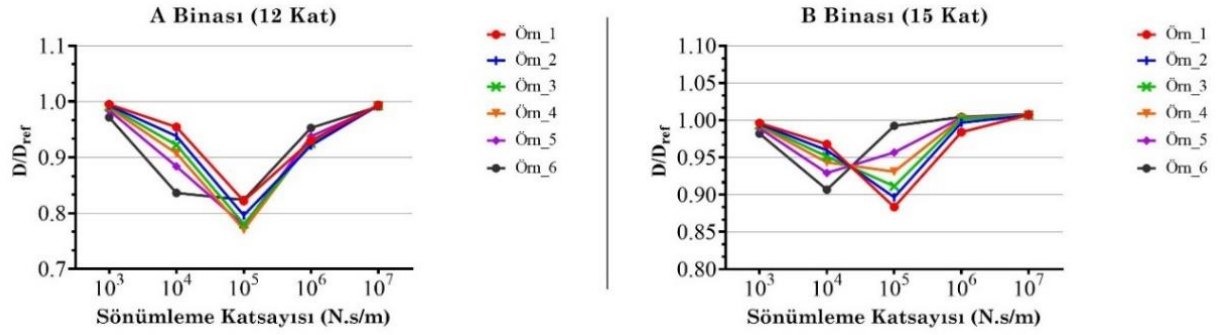
Şekil 49. $H_B/H_A=1,25$ (a) için yer değiştirme açısından cihaz sönümleme katsayıları ve bağlantı modellerinin zemine ankastre olarak bağlı durumdaki komşu binalara etkileri.



Şekil 50. $H_B/H_A=1,25$ (a) için yer değiştirme açısından cihaz sönümleme katsayıları ve bağlantı modellerinin Tip I üzerindeki komşu binalara etkileri.

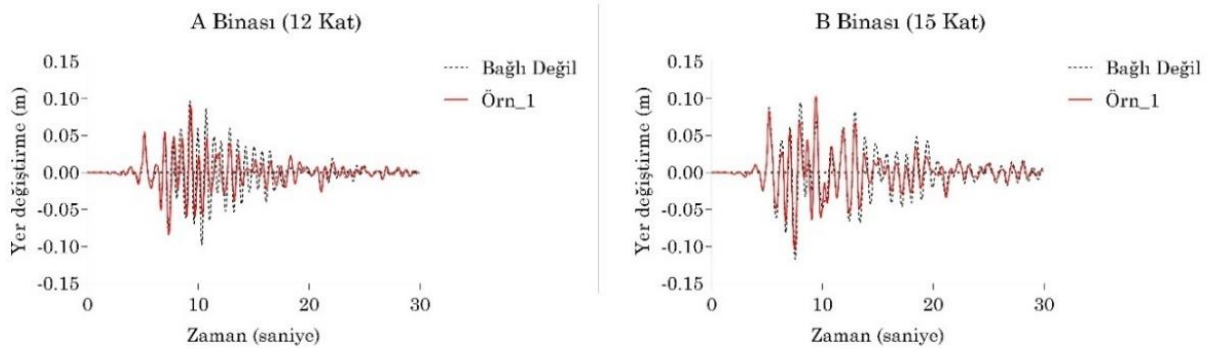


Şekil 51. $H_B/H_A=1,25$ (a) için yer değiştirme açısından cihaz sönümleme katsayıları ve bağlantı modellerinin Tip II üzerindeki komşu binalara etkileri.

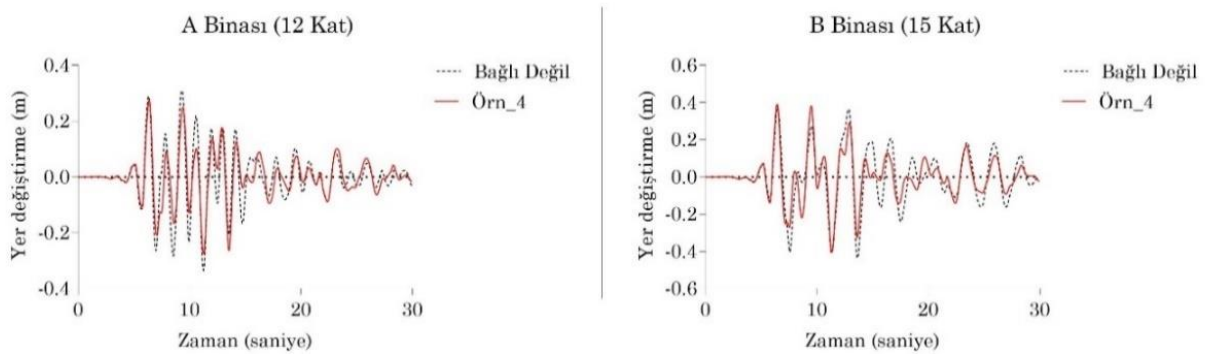


Şekil 52. $H_B/H_A=1,25$ (a) için yer değiştirme açısından cihaz sönümlenme katsayıları ve bağlantı modellerinin Tip III üzerindeki komşu binalara etkileri.

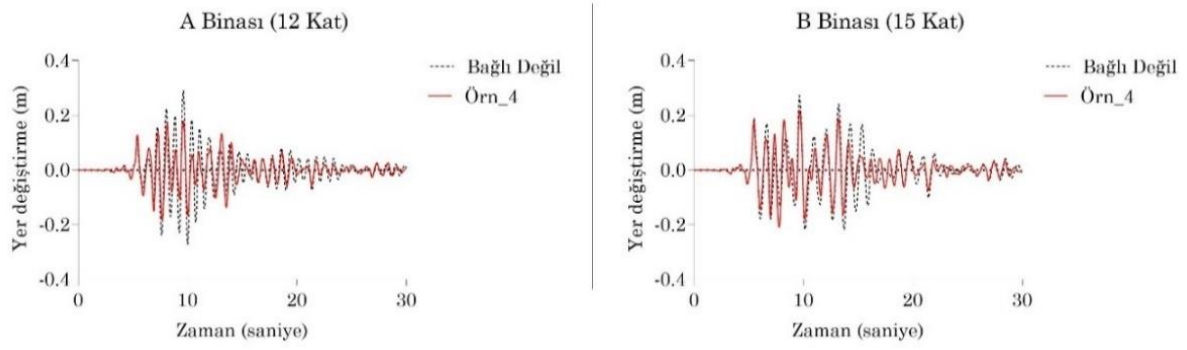
Tepe noktası yer değiştirmesinin deprem süresince etkisinin incelenmesi SVS cihazlarının etkinliğinin iyi bir göstergesidir. Bu nedenle $H_B/H_A=1,25$ (a) türü analizler için belirlenen etkili parametrelere göre komşu binaların tepe noktası yer değiştirmesinin deprem süresi boyunca salınımı gösteren Yer Değiştirme-Zaman grafiği Şekil 53 ile Şekil 56 arasında verilmiştir. Grafikler incelendiğinde SVS cihazlarının sadece maksimum yer değiştirme değerinin azalmasında değil, deprem süresi boyunca önemli büyüklükteki yer değiştirmelerin azalmasında da etkili olduğu görülür.



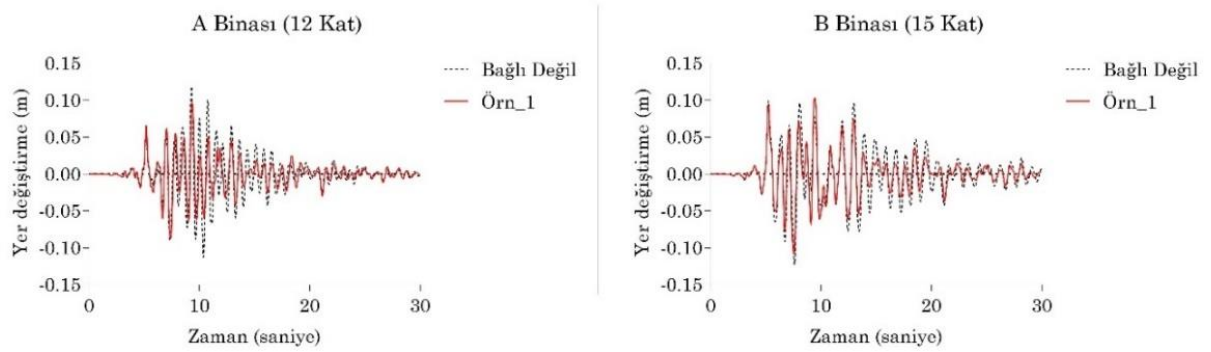
Şekil 53. $H_B/H_A=1,25$ (a) için ankastre durumda SVS cihazlar ile birbirine bağlı binaların tepe noktası Yer Değiştirme-Zaman grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).



Şekil 54. $H_B/H_A=1,25$ (a) için Tip I zemin türü üzerinde SVS cihazlar ile birbirine bağlı binaların tepe noktası Yer Değiştirme-Zaman grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).

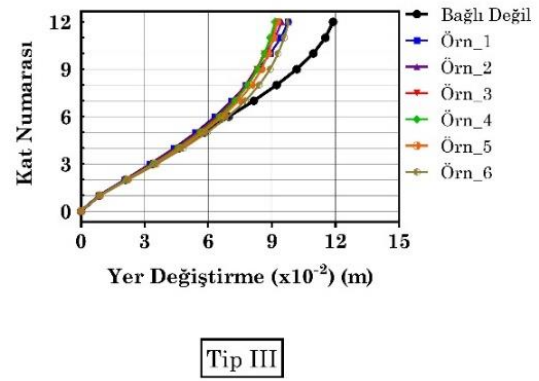
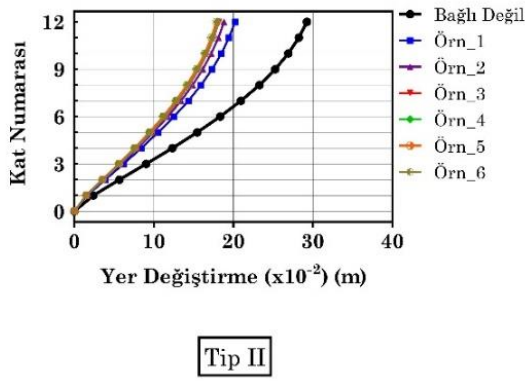
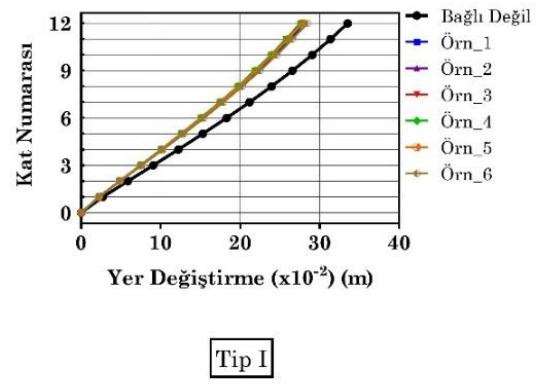
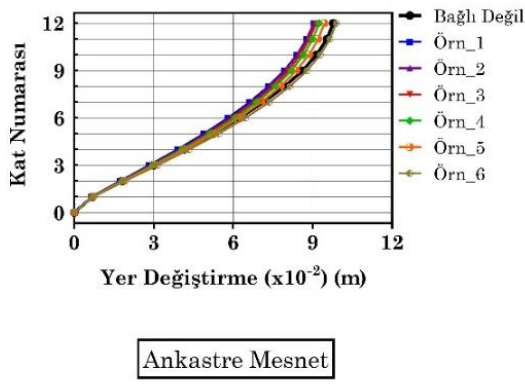


şekil 55. $H_B/H_A=1,25$ (a) için Tip II zemin türü üzerinde SVS cihazlar ile birbirine bağlı binaların tepe noktası Yer Değiştirme–Zaman grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).

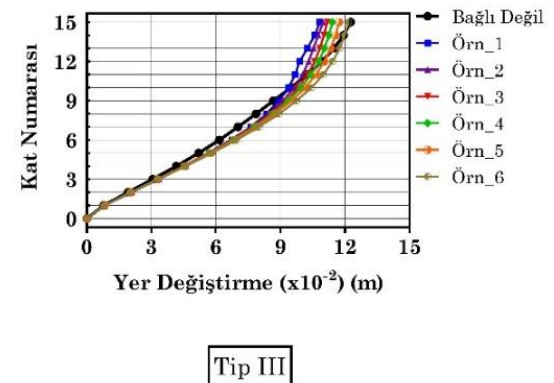
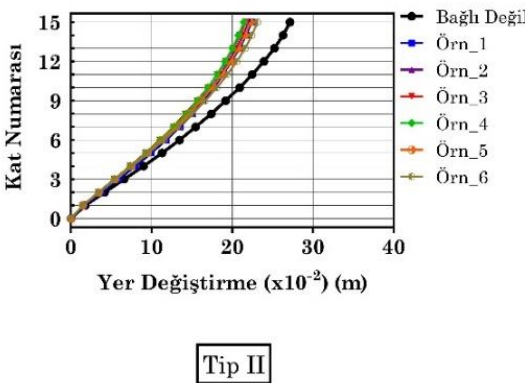
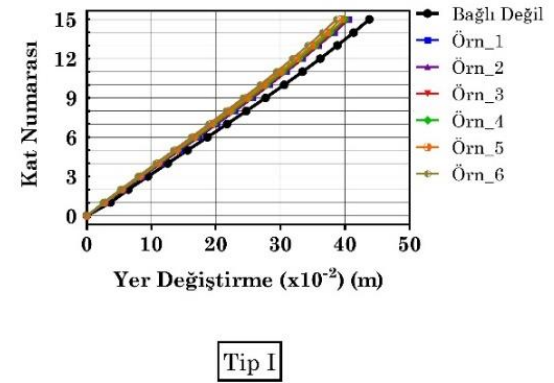
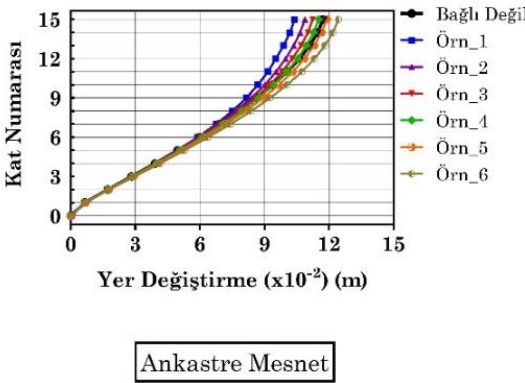


şekil 56. $H_B/H_A=1,25$ (a) için Tip III zemin türü üzerinde SVS cihazlar ile birbirine bağlı binaların tepe noktası Yer Değiştirme–Zaman grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).

Kat hizasından SVS cihazlarıyla birbirine bağlı A ve B binasının katlarında oluşan maksimum yer değiştirme değerleri şekil 57 ve şekil 58’de verilmiştir. $H_B/H_A=1$ (a) türü analizleri için katların yer değiştirme grafikleri her bir zemin türünde belirlenen etkili sönümleme katsayısına göre sunulmuştur. SVS cihazlarının yalnızca tepe noktası yer değiştirme değerinin azalmasında değil diğer katlarda meydana gelen yer değiştirme değerlerinin de azalmasında oldukęa etkili olduğu görölr. Grafikler incelendiğinde zemin türüne göre bina hareketinin değiştiği görölmektedir. Örneğin A binası için Tip I ve Tip II zemin türünde ilk katlardan itibaren belirgin şekilde yer değiştirmeler azalır iken, Tip III zemin türünde bina yüksekliğinin yarısından sonra yer değiştirmelerin azalması belirginleşmeye başlamıştır. Gevşek zemin türüne denk gelen Tip I zemin türünde ise azalışlar kat boyunca doğrusala yakın artar iken diğer zemin türlerindeki azalışlar parabolieğe yakın şekilde artmıştır (şekil 57). B binasının farklı zemin türleri üzerindeki davranışı incelendiğinde ise bağlantı modellerinin önemi ortaya çıkmaktadır (şekil 58). B binasının ankastre durumdaki davranışı incelendiğinde bu durum açıkęa görölmektedir. B binasının Tip III zemin türü üzerindeki davranışı incelendiğinde ise ilk katlardan itibaren yaklaşık A binasının yüksekliği boyunca (12 kat) katların yer değiştirmeler de ufak artışlar gözükür iken üst katlara doğru azalmalar görölmüştür.

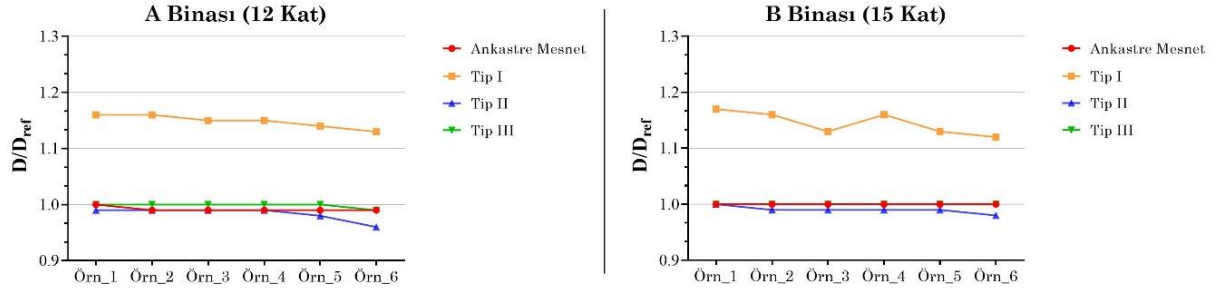


Şekil 57. $H_B/H_A=1,25$ (a) için A binası katlarının yer değiştirmesi ($C_d=10^5$ N.s/m).



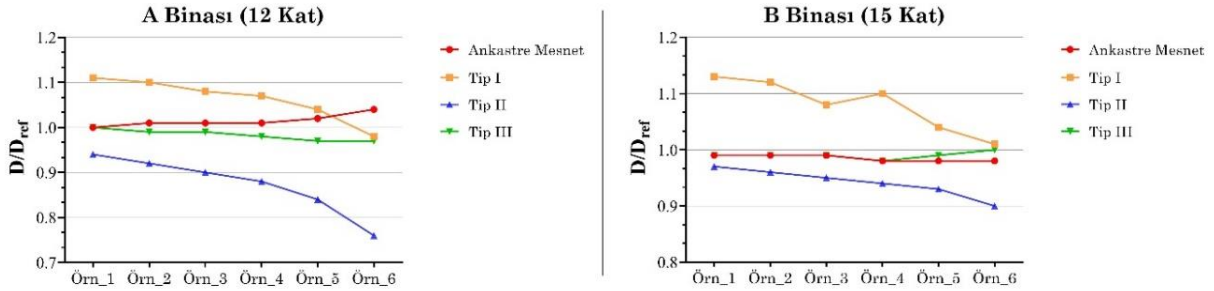
Şekil 58. $H_B/H_A=1,25$ (a) için B binası katlarının yer değiştirmesi ($C_d=10^5$ N.s/m).

$H_B/H_A=1,25$ (b) türü analizlerinin tepe noktası yer değiştirme oran grafikleri Şekil 59 ile Şekil 63 arası verilmiştir. (b) türü analizlerinde iki binanın yapısal eleman boyutları farklı olduğundan (a) türü analiz sonuçlarına göre önemli farklılıklar meydana gelmiştir. B binasının A binasına göre kütle, rijitlik ve frekans oranları sırasıyla 1,76; 1,40 ve 1,12'dir. Dolayısıyla B binası daha ağır, rijit, uzun ve yüksek frekansa sahiptir.

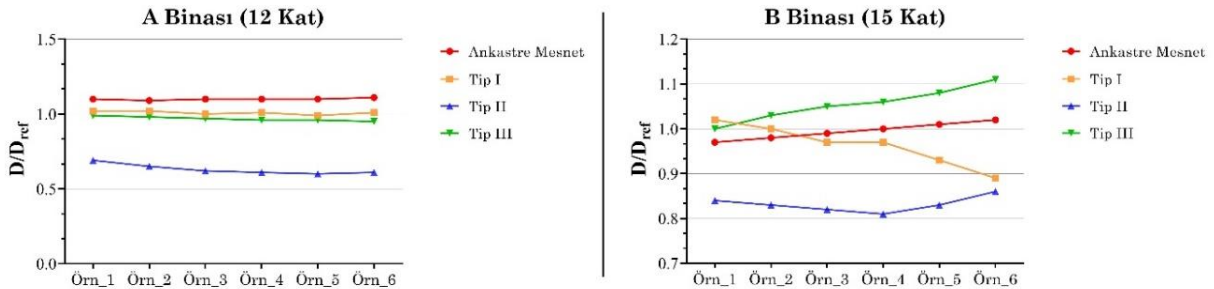


Şekil 59. $H_B/H_A=1,25$ (b) için tepe noktası yer değiştirme oran grafiği ($C_d=10^3$ N.s/m).

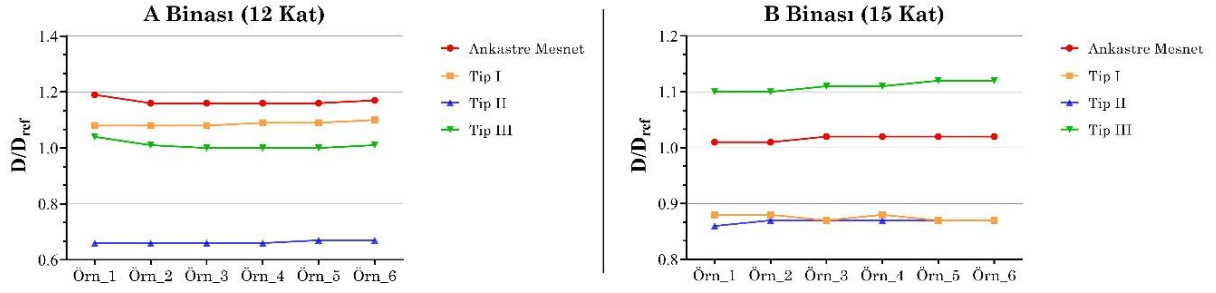
Grafikler genel olarak incelendiğinde orta sıkı zemin türü özelliklerine denk gelen Tip II zemin türü haricindeki diğer zemin türlerinin tepe noktası yer değiştirme sonuçlarının oran grafiklerinde 1 değerinin üzerine çıktığı görülür. Dolayısıyla iki binanın birbirine bağlandıktan sonraki yer değiştirme değerleri bağlanmadan önceki değerlerinden daha büyük olduğu için Tip II zemin türü haricindeki bütün zemin türlerinde $H_B/H_A=1,25$ (b) türü analizler için modellenen binaların birbirine bağlanması uygun değildir.



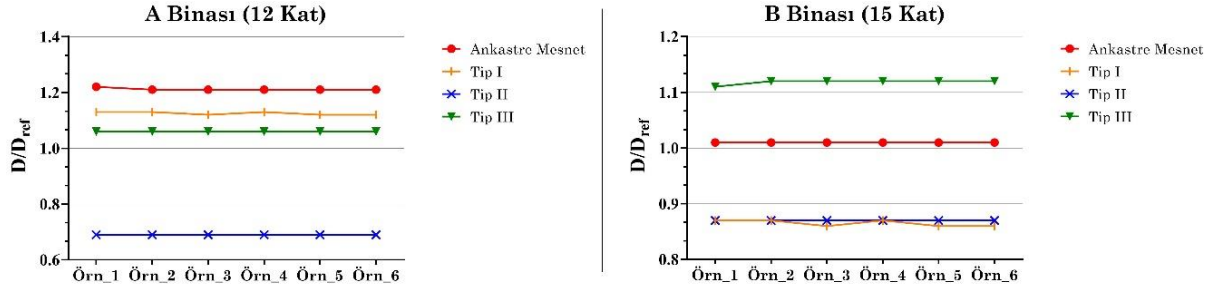
Şekil 60. $H_B/H_A=1,25$ (b) için tepe noktası yer değiştirme oran grafiği ($C_d=10^4$ N.s/m).



Şekil 61. $H_B/H_A=1,25$ (b) için tepe noktası yer değiştirme oran grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).

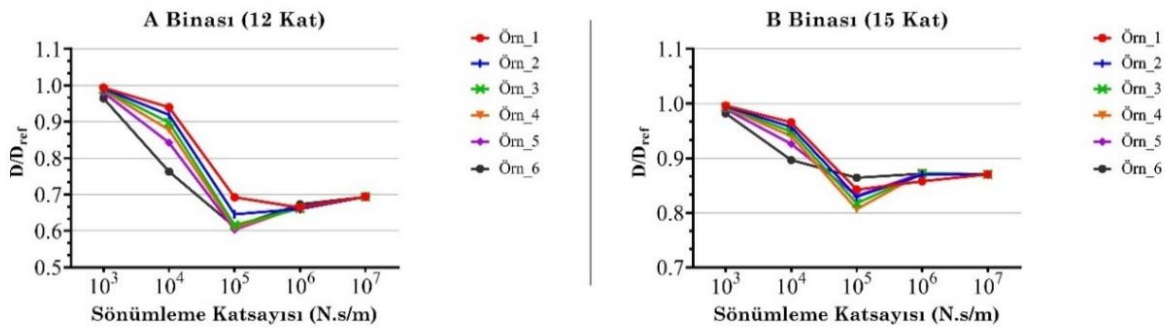


Şekil 62. $H_B/H_A=1,25$ (b) için tepe noktası yer değiştirme oran grafiği ($C_d=10^6$ N.s/m).



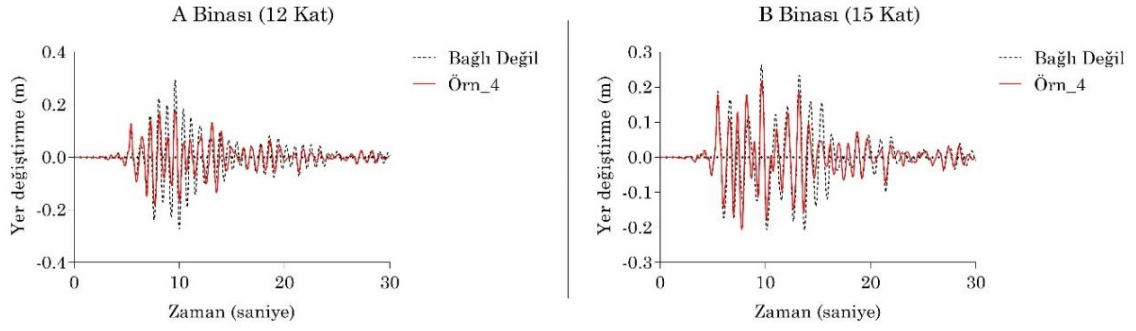
Şekil 63. $H_B/H_A=1,25$ (b) için tepe noktası yer değiştirme oran grafiği ($C_d=10^7$ N.s/m).

SVS cihazlarının sahip olduğu sönümlleme katsayısı ve bağlantı modellerinin binaların davranışına olan etkisi önemlidir. Tip II zemin türü için $H_B/H_A=1,25$ (b) türü analizlerde etkili sönümlleme katsayısı ve bağlantı modelini sırasıyla 10^5 N.s/m ve Örnek 4 olduğu Şekil 64’da görülür. Seçilen parametrelere göre iki binanın SVS cihazlar ile bağlanması A ve B binasının tepe noktası yer değişiminde sırasıyla %40 ve %19 azalışa yol açmıştır.



Şekil 64. $H_B/H_A=1,25$ (b) için yer değiştirme açısından cihaz sönümlleme katsayıları ve bağlantı modellerinin Tip II üzerindeki komşu binalara etkileri.

Tip II zemin türünün deprem etkisi boyunca en üst katında meydana gelen salınım Şekil 65’de sunulmuştur. Tepe noktası Yer Değiştirme-Zaman grafiği için en etkili değerler olan 10^5 N.s/m sönümlleme katsayısı ve Örnek 4 bağlantı modeli seçilmiştir. Grafik incelendiğinde sadece maksimum yer değiştirmelerin değil, diğer yer değiştirmelerin de önemli ölçüde sönümlendiği söylenebilir.

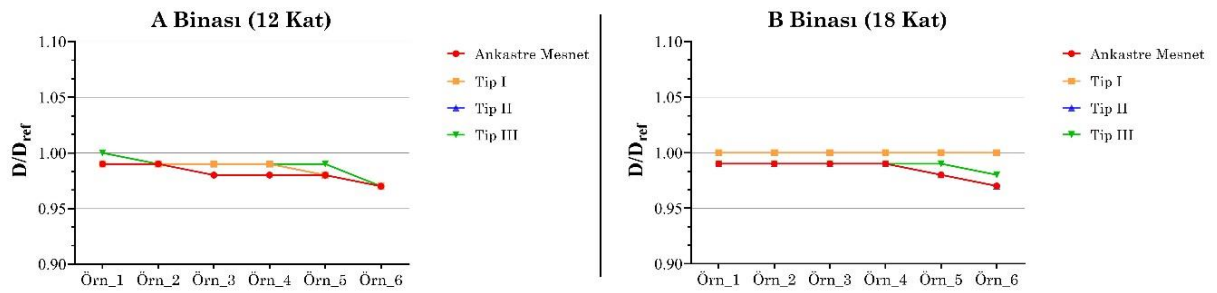


şekil 65. $H_B/H_A=1,25$ (b) için Tip II zemin türü üzerinde SVS cihazlar ile birbirine bağlı binaların tepe noktası Yer Değiştirme–Zaman grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).

$H_B/H_A=1,5$ oranlı bağlı binaların yer değiştirmelerinin incelenmesi

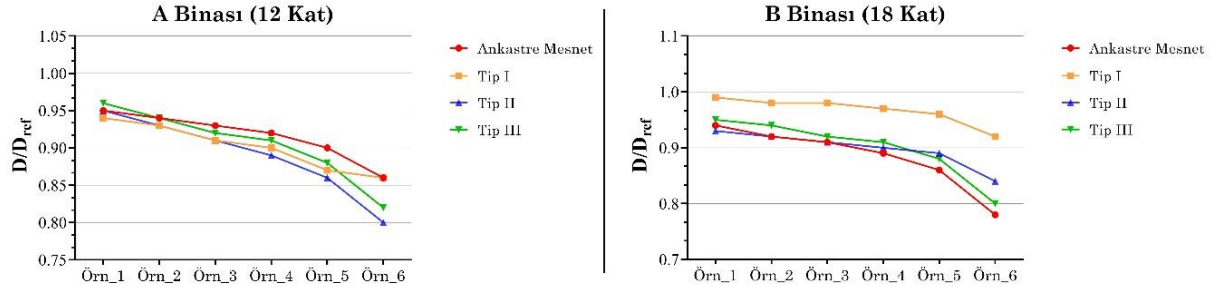
12 katlı A binası ile 18 katlı B binası doğrusal SVS cihazlarıyla birbirine kat hizasından üç farklı zemin türü üzerinde ve altı farklı bağlantı modeliyle bağlanmıştır. Bu bağlantıların etkisiyle meydana gelen yer değiştirme değerleri grafikler üzerinden ayrıntılı olarak incelenmiştir. Farklı sönümleme katsayılarına sahip SVS cihazlarının etkisiyle $H_B/H_A=1,5$ (a) türü modellerin analizlerinde meydana gelen yer değiştirme oran grafikleri şekil 66 ile şekil 70 arasında verilmiştir. B binasının A binasına göre kütle, rijitlik ve frekans oranları sırasıyla 1,51; 0,61 ve 0,64'dür. Dolayısıyla A binası daha rijit, B binası ise daha ağır ve uzundur.

şekil 66'da 10^3 N.s/m sönümleme katsayılı cihazın tepe noktası yer değiştirme oran grafiği verilmiştir. SVS cihazlarının yer değiştirme üzerindeki etkisi genel olarak Örnek 6 bağlantı modelinde etkili olduğu ancak 12 katlı A binası ile 21 katlı B binasının bağlantısı için yeterli olmadığı göröölür.



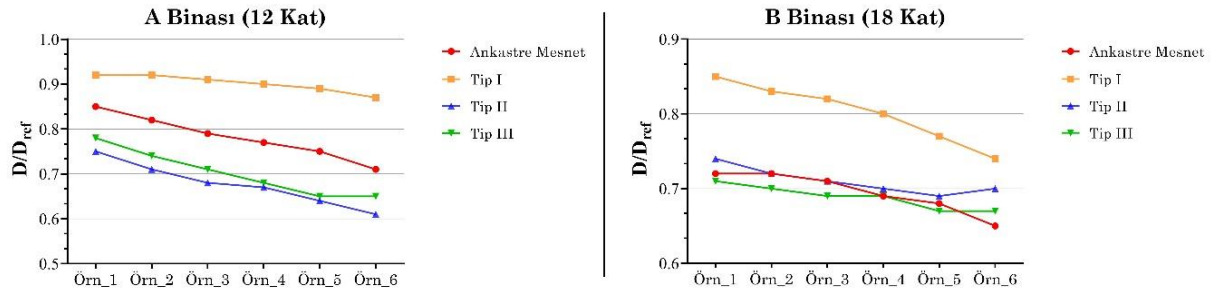
şekil 66. $H_B/H_A=1,5$ (a) için tepe noktası yer değiştirme oran grafiği ($C_d=10^3$ N.s/m).

şekil 67'de 10^4 N.s/m sönümleme katsayılı cihazın tepe noktası yer değiştirme oran grafiği verilmiştir. SVS cihazlarının yer değiştirme üzerindeki etkisi genel olarak Örnek 6 bağlantı modelinde olduğu göröölür. Tepe noktası yer değiştirmesi A ve B binası için sırasıyla ankastre durumda %14 ve %22, Tip I zemin türü üzerinde %14 ve %8, Tip II zemin türü üzerinde %20 ve %16, Tip III zemin türü üzerinde %18 ve %20 azalmıştır.



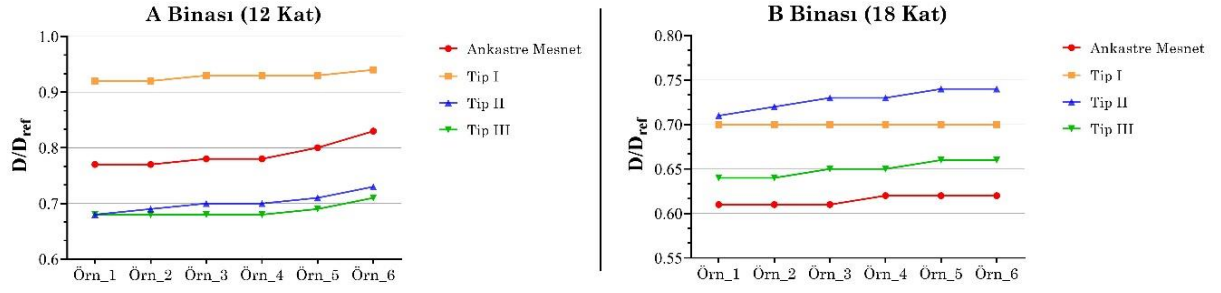
Şekil 67. $H_B/H_A=1,5$ (a) için tepe noktası yer değiştirme oran grafiği ($C_d=10^4$ N.s/m).

Şekil 68’de 10^5 N.s/m sönümlleme katsayılı cihazın tepe noktası yer değiştirme oran grafiği verilmiştir. SVS cihazlarının yer değiştirme üzerindeki etkisi genel olarak Örnek 6 bağlantı modelinde olduğu görülür. Tepe noktası yer değiştirmesi A ve B binası için sırasıyla ankastre durumda %29 ve %35, Tip I zemin türü üzerinde %13 ve %26, Tip II zemin türü üzerinde %39 ve %30, Tip III zemin türü üzerinde %35 ve %33 azalmıştır. 10^5 N.s/m sönümlleme katsayılı cihazların bağlantısından daha rijit ve kısa olan A binası ile daha uzun olan B binasının benzer derecede fayda gördüğü söylenebilir.



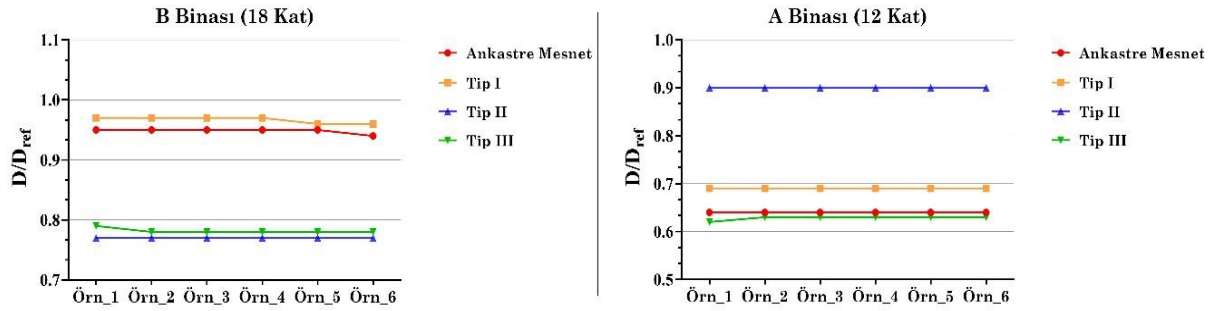
Şekil 68. $H_B/H_A=1,5$ (a) için tepe noktası yer değiştirme oran grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).

Şekil 69’da 10^6 N.s/m sönümlleme katsayılı cihazın tepe noktası yer değiştirme oran grafiği verilmiştir. SVS cihazlarının yer değiştirme üzerindeki etkisi genel olarak Örnek 1 bağlantı modelinde olduğu görülür. Tepe noktası yer değiştirmesi A ve B binası için sırasıyla ankastre durumda %23 ve %39, Tip I zemin türü üzerinde %8 ve %30, Tip II zemin türü üzerinde %32 ve %29, Tip III zemin türü üzerinde %32 ve %36 azalmıştır. 10^5 N.s/m sönümlleme katsayılı cihazların Örnek 6 bağlantı modelinde elde edilen sonuçlara yakın sonuçlar 10^5 N.s/m sönümlleme katsayısı Örnek 1 bağlantı modelinde edilebilmiştir.



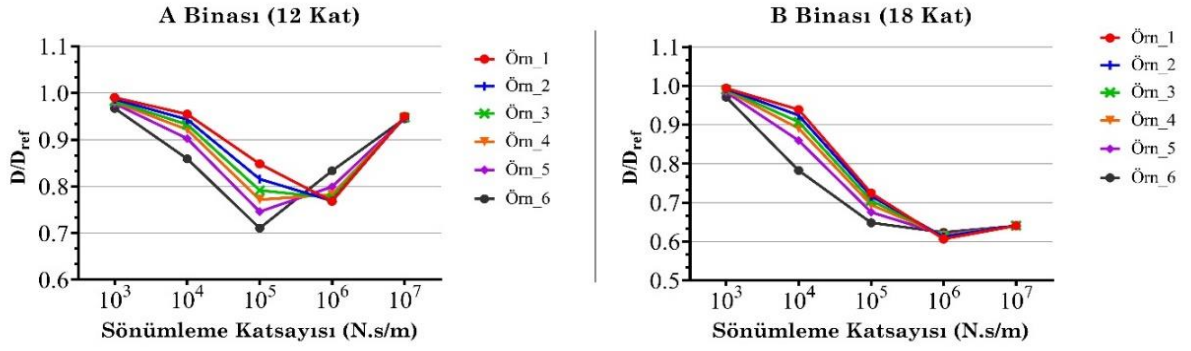
Şekil 69. $H_B/H_A=1,5$ (a) için tepe noktası yer değiştirme oran grafiği ($C_d=10^6$ N.s/m).

Şekil 70’de 10^7 N.s/m sönümlleme katsayılı cihazın tepe noktası yer değiştirme oran grafiği verilmiştir. SVS cihazlarının yer değiştirme üzerindeki etkisi genel olarak Örnek 1 bağlantı modelinde olduğu görülür. Tepe noktası yer değiştirmesi incelendiğinde tepe noktası yer değiştirmesi A ve B binası için sırasıyla ankastre durumda %5 ve %36, Tip I zemin türü üzerinde %3 ve %31, Tip II zemin türü üzerinde %23 ve %10, Tip III zemin türü üzerinde %21 ve %38 azalmıştır. Sönümlleme katsayısı arttıkça SVS cihazlarının yer değiştirmeye olan etkisi azalmıştır.

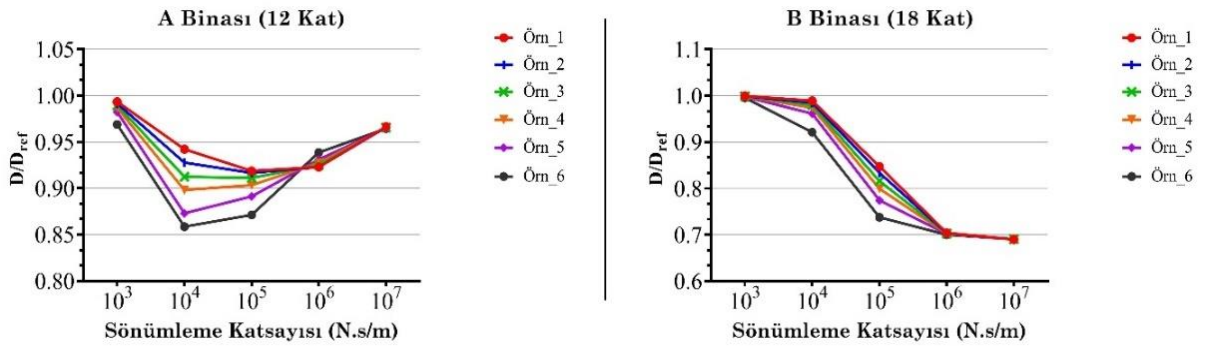


Şekil 70. $H_B/H_A=1,5$ (a) için tepe noktası yer değiştirme oran grafiği ($C_d=10^7$ N.s/m).

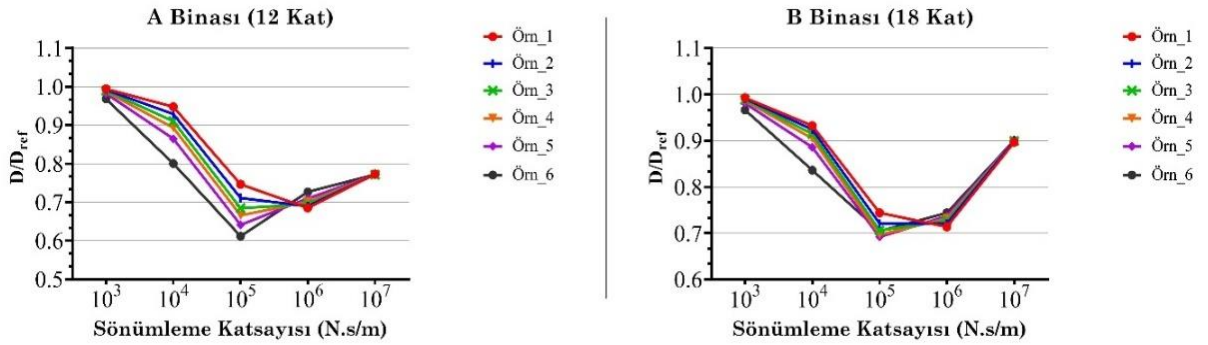
SVS cihazlarının sahip olduğu sönümlleme katsayısının ve bağlantı modellerinin binaların davranışına olan etkisi oldukça önemlidir. Buradan yola çıkarak $H_B/H_A=1,5(a)$ türü analizlerde SVS cihazlarının sönümlleme katsayısının ve bağlantı modellerinin tepe noktası yer değiştirmesine olan etkisini zemin türüne göre gösteren grafikler Şekil 71 ile Şekil 74 arasında verilmiştir. İki binaya ait grafikler birlikte düşünülerek incelendiğinde ankastre, Tip I, Tip II ve Tip III zemin türü üzerinde meydana gelen yer değiştirme sonuçlarına göre en etkili sonucun 10^5 N.s/m sönümlleme katsayısının da alındığı söylenebilir. Bu sönümlleme katsayısına göre en etkili bağlantı modelinin ise Örnek 6 olduğu yorumu yapılabilir. Ancak yaklaşık A ve B binasına göre %2 ile %10 arasında değişen bir kayıp ile daha ekonomik olan 10^6 N.s/m sönümlleme katsayısındaki Örnek 1 bağlantı modeli de oldukça etkilidir. Böylece daha ekonomik bir yapısal kontrol maliyeti elde edilebilmiş olacaktır.



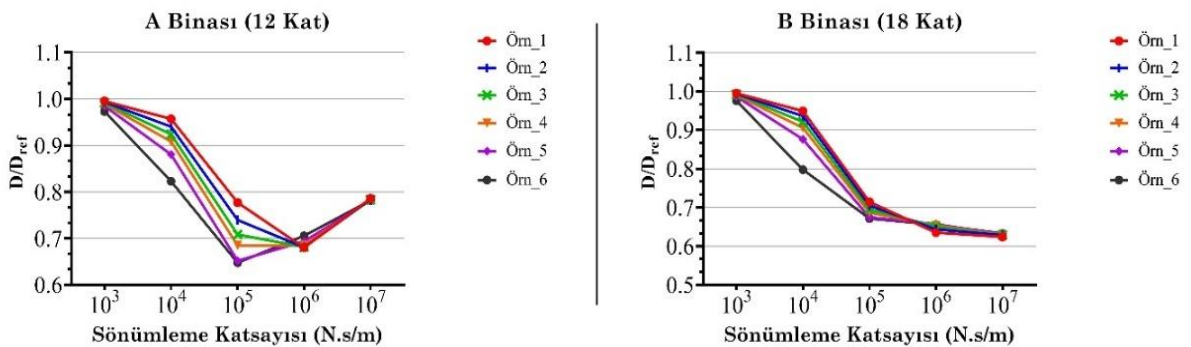
Şekil 71. $H_B/H_A=1,5$ (a) için yer değiştirme açısından cihaz sönümlenme katsayıları ve bağlantı modellerinin zemine ankastre olarak bağlı durumdaki komşu binalara etkileri.



Şekil 72. $H_B/H_A=1,5$ (a) için yer değiştirme açısından cihaz sönümlenme katsayıları ve bağlantı modellerinin Tip I üzerindeki komşu binalara etkileri.

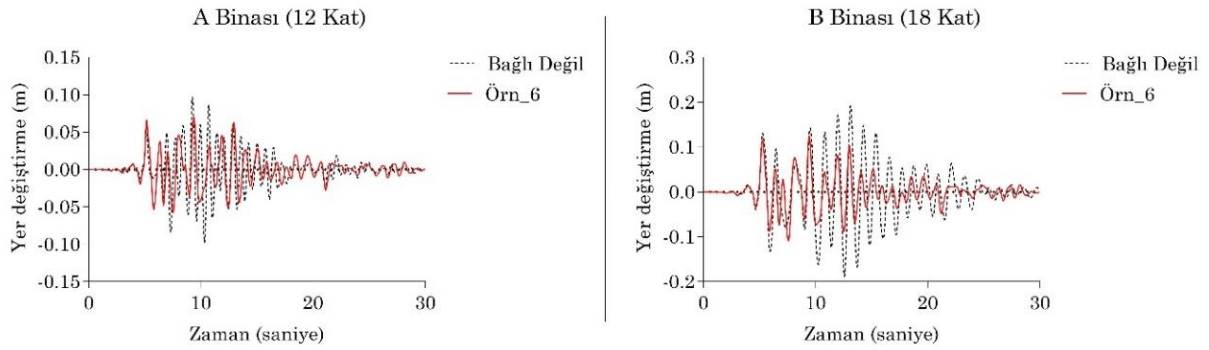


Şekil 73. $H_B/H_A=1,5$ (a) için yer değiştirme açısından cihaz sönümlenme katsayıları ve bağlantı modellerinin Tip II üzerindeki komşu binalara etkileri.

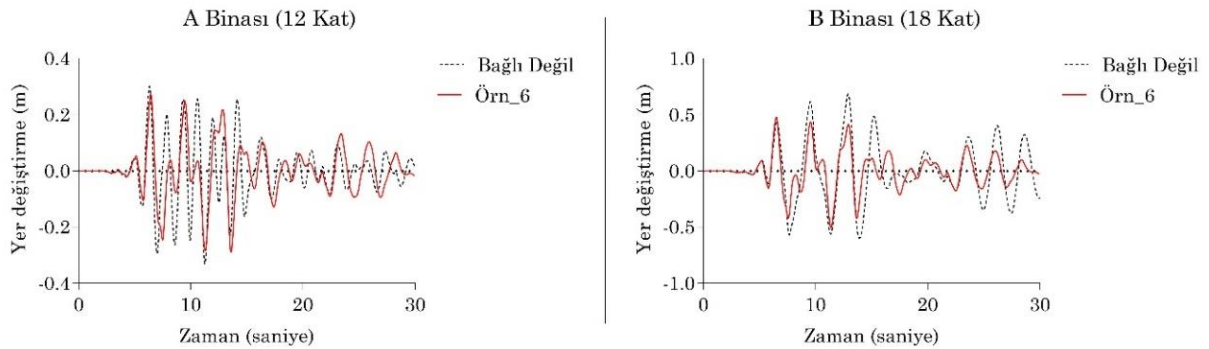


Şekil 74. $H_B/H_A=1,5$ (a) için yer değiştirme açısından cihaz sönümlenme katsayıları ve bağlantı modellerinin Tip III üzerindeki komşu binalara etkileri.

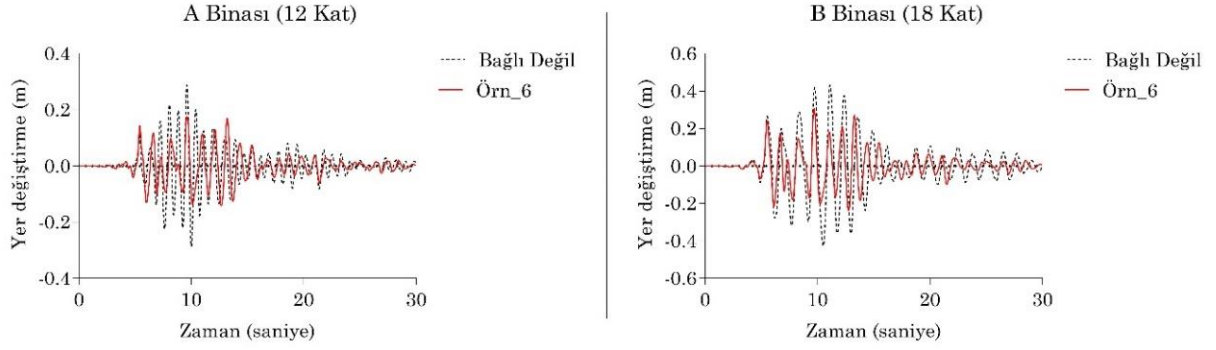
Tepe noktası yer değiştirmesinin deprem süresince etkisinin incelenmesi SVS cihazlarının etkinliğinin iyi bir göstergesi olduğundan $H_B/H_A=1,5$ (a) türü analizler için belirlenen etkili parametrelere göre komşu binaların tepe noktası yer değiştirmesinin deprem süresi boyunca salınımı gösteren Yer Değiştirme-Zaman grafiği Şekil 75 ile Şekil 78 arasında verilmiştir. Grafikler incelendiğinde SVS cihazlarının sadece maksimum yer değiştirme değerinin azalmasında değil, deprem süresi boyunca önemli büyüklükteki yer değiştirmelerin azalmasında da etkili olduğu görülür. Özellikle B binasının grafiği incelendiğinde binaların bağlanmadan önceki maksimum yer değiştirme değerinin, binalar bağlandıktan sonra diğer yer değiştirmelerden daha küçük hale geldiği görülebilir. Deprem ivmesinin maksimum değeri 10'ncu saniye binalara etkimektedir. SVS cihazlarının ise o saniyelerde daha etkili olduğu görülmektedir. SVS cihazları hıza bağımlı ve yer değiştirme yaparak sönüm kuvveti ürettiklerinden hızın maksimum olduğu anlarda daha etkilidir. Grafikler incelendiğinde yapı davranışının önemli ölçüde değiştiği ve faz farkının oluştuğu görülebilir.



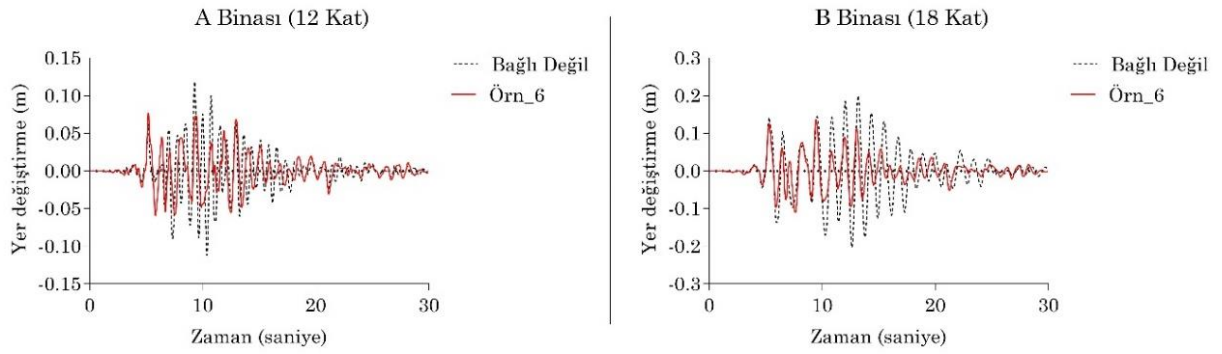
Şekil 75. $H_B/H_A=1,5$ (a) için Ankastre mesnet üzerinde SVS cihazlar ile birbirine bağlı binaların tepe noktası Yer Değiştirme-Zaman grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).



Şekil 76. $H_B/H_A=1,5$ (a) için Tip I zemin türü üzerinde SVS cihazlar ile birbirine bağlı binaların tepe noktası Yer Değiştirme-Zaman grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).

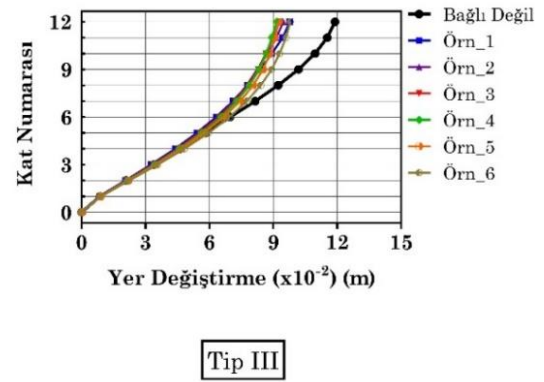
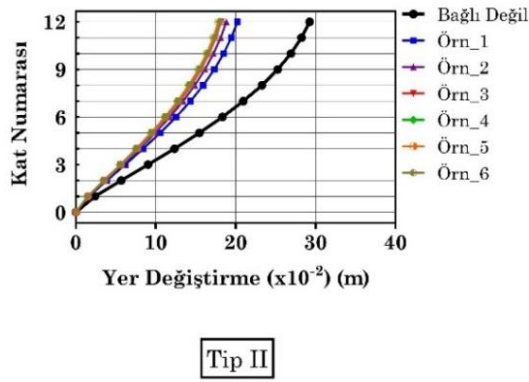
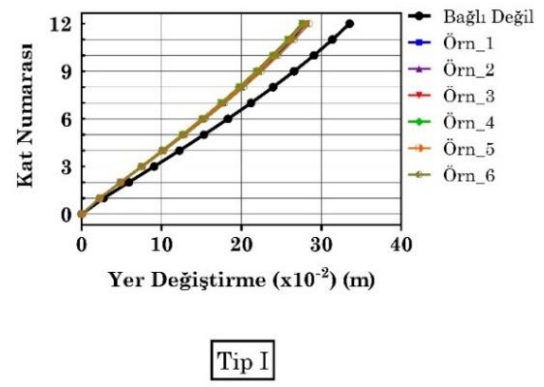
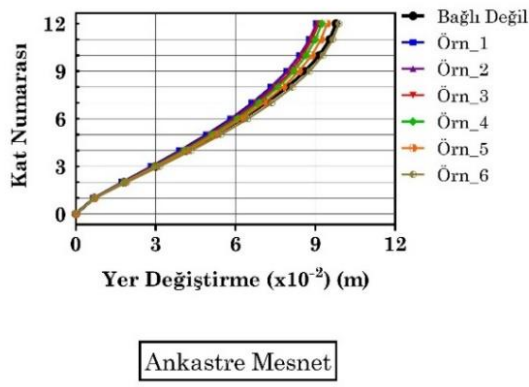


şekil 77. $H_B/H_A=1,5$ (a) için Tip II zemin türü üzerinde SVS cihazlar ile birbirine bağlı binaların tepe noktası Yer Değiştirme–Zaman grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).

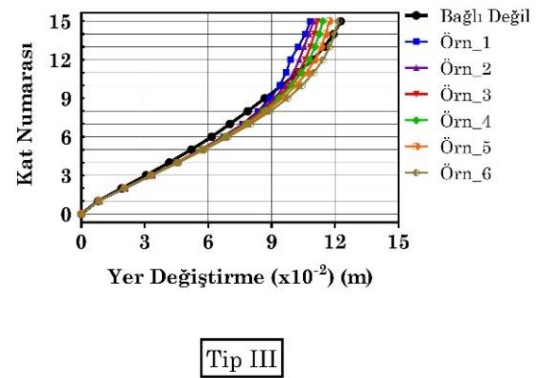
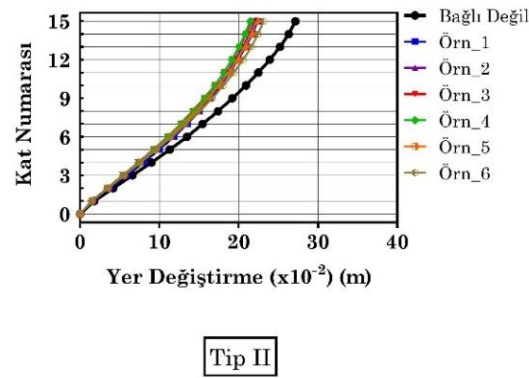
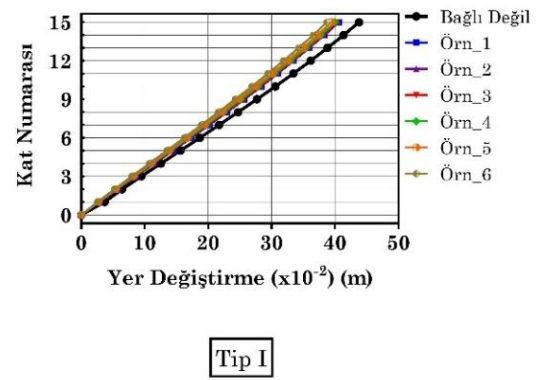
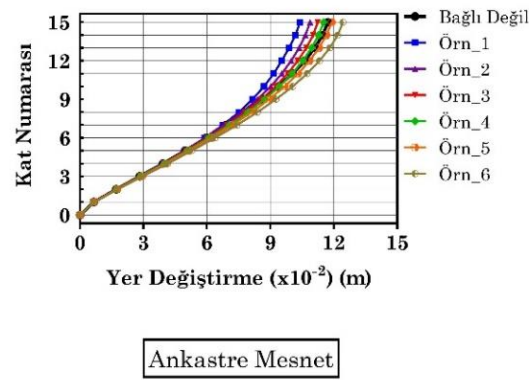


şekil 78. $H_B/H_A=1,5$ (a) için Tip III zemin türü üzerinde SVS cihazlar ile birbirine bağlı binaların tepe noktası Yer Değiştirme–Zaman grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).

Kat hizasından SVS cihazlarıyla birbirine bağlı A ve B binasının katlarında oluşan maksimum yer değiştirme değerleri şekil 79 ve şekil 80’de verilmiştir. $H_B/H_A=1,5$ (a) türü analizleri için katların yer değiştirme grafikleri her bir zemin türünde belirlenen etkili sönümleme katsayısına göre sunulmuştur. SVS cihazlarının sadece tepe noktası yer değiştirme değerinin azalmasında değil diğer katlarda meydana gelen yer değiştirme değerlerinin de azalmasında oldukça etkili olduğu görölr. Her iki binanın Tip II zemin türü üzerinde bağlanmasının yer değiştirmeler açısından oldukça etkili olduğu açıkça gözökmektedir. Tip II zemin türü üzerindeki binaların ilk katlarından itibaren önemli azalmalar görölmüştür. Yer değiştirmedeki bu azalmalar üst katlara doğru gittikçe yaklaşık parabolik bir şekilde artış gözökmüştür. Benzer durum Tip I zemin türünde de gözökmüştür. Ancak Tip I zemin türü üzerindeki yer değiştirmeler üst katlara doğru gittikçe doğrusala yakın bir artışla azalmıştır. Tip III zemin türü üzerinde ise A binasında 6, B binasında ise 9’ncu kattan sonra yer değiştirmelerde azalmalar etkili olmuştur. Öyle ki bazı katlarda binaların bağlı olmadığı duruma göre bile daha fazla yer değiştirmenin yaptığı görölmüştür.



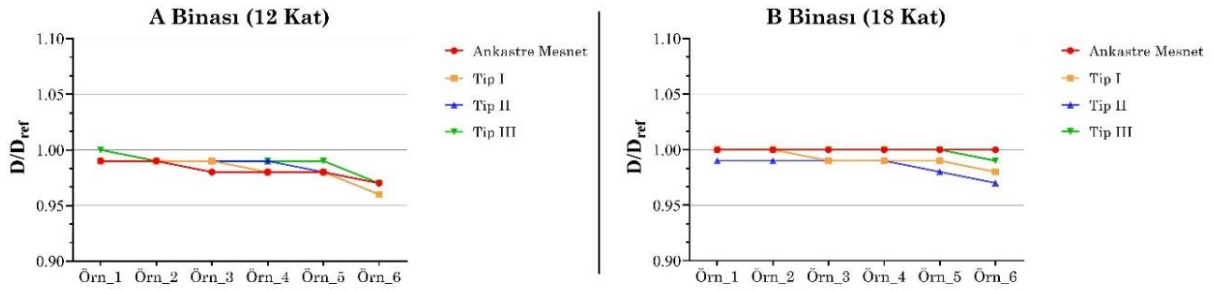
Şekil 79. $H_B/H_A=1,5$ (a) için A binası katlarının yer değiştirmesi ($C_d=10^5$ N.s/m).



Şekil 80. $H_B/H_A=1,5$ (a) için B binası katlarının yer değiştirmesi ($C_d=10^5$ N.s/m).

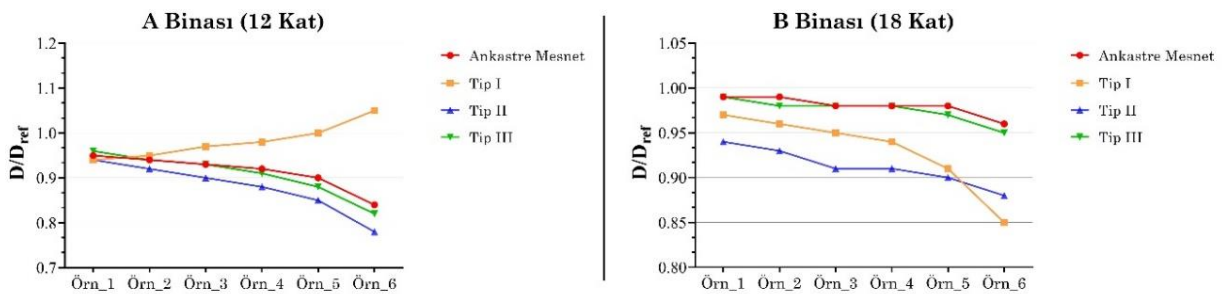
Farklı sönümlleme katsayılarına sahip SVS cihazlarına göre $H_B/H_A=1,5$ (b) türü analizlerin tepe noktası yer değiştirme oran grafikleri Şekil 81 ile Şekil 85 arasında verilmiştir. (b) türü analizlerinde iki binanın yapısal eleman boyutları farklı olduğundan (a) türü analiz sonuçlarına göre farklı sonuçlar meydana gelmiştir. B binasının A binasına göre kütle, rijitlik ve frekans oranları sırasıyla 2,12; 1,10 ve 0,72'dir. Dolayısıyla B binası A binasından daha ağır, rijit, uzun ve düşük frekanslıdır.

Şekil 81'de 10^3 N.s/m sönümlleme katsayılı cihazların yer değiştirme oran grafiği verilmiştir. İki binanın grafikleri birlikte düşünülerek incelendiğinde 10^3 N.s/m sönümlleme katsayısına sahip SVS cihazların, 12 katlı A binası ile 18 katlı B binasının bağlantısı için tam olarak yeterli olmadığı yorumu yapılabilir. 10^3 N.s/m sönümlleme katsayısına sahip SVS cihazları yer değiştirmeyi yaklaşık olarak %3 civarında azaltmıştır.



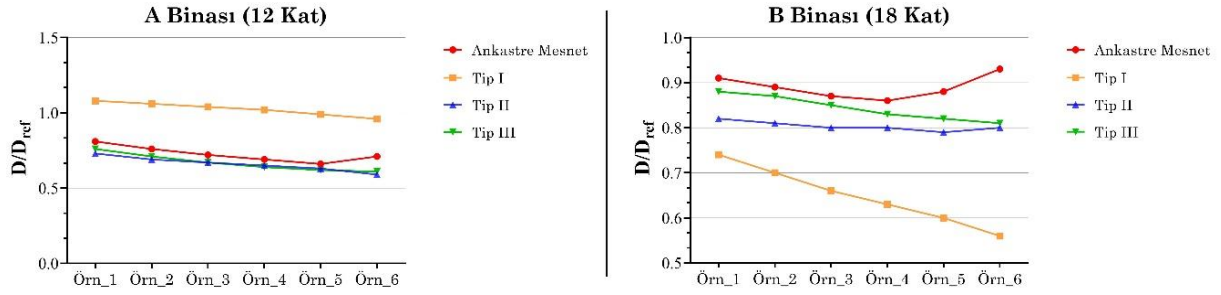
Şekil 81. $H_B/H_A=1,5$ (b) için tepe noktası yer değiştirme oran grafiği ($C_d=10^3$ N.s/m).

Şekil 82'de 10^4 N.s/m sönümlleme katsayılı cihazın tepe noktası yer değiştirme oran grafiği verilmiştir. SVS cihazlarının yer değiştirme üzerindeki etkisi genel olarak Örnek 6 bağlantı modelinde olduğu görülür. Tepe noktası yer değiştirmesi A ve B binası için sırasıyla ankastre durumda %16 ve %4, Tip II zemin türü üzerinde %22 ve %12, Tip III zemin türü üzerinde %18 ve %5 azalmıştır. Tip I zemin türünde ise etkili olan bağlantı modeli Örnek 1'dir. Bu durumda Tip I zemin türü üzerinde yer değiştirmeler A ve B binalarında sırasıyla %6 ve %3 azalmıştır.



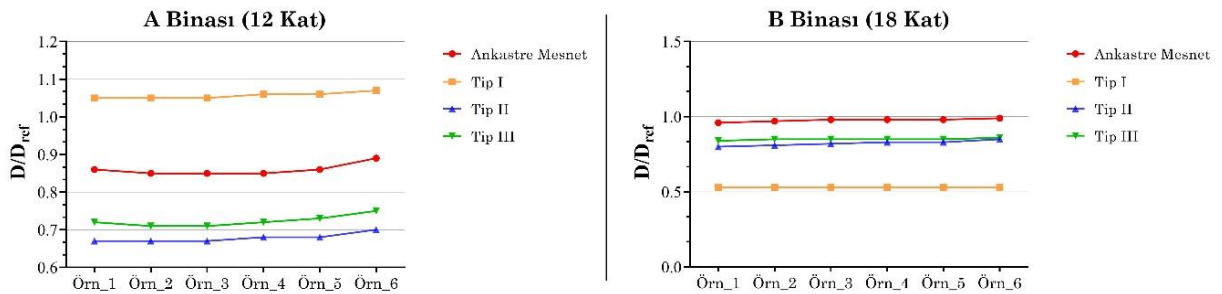
Şekil 82. $H_B/H_A=1,5$ (b) için tepe noktası yer değiştirme oran grafiği ($C_d=10^4$ N.s/m).

Şekil 83’de 10^5 N.s/m sönümlleme katsayılı cihazın tepe noktası yer değiştirme oran grafiği verilmiştir. SVS cihazlarının yer değiştirme üzerindeki etkisi genel olarak ankastre durumda Örnek 4, Tip I, Tip II ve Tip III zeminleri üzerinde ise Örnek 6 bağlantı modelinde olduğu görülür. Etkili bağlantı modellerinde Tepe noktası yer değiştirmesi A ve B binası için sırasıyla ankastre durumda %29 ve %7, Tip I zemin türü üzerinde %4 ve %44, Tip II zemin türü üzerinde %41 ve %20, Tip III zemin türü üzerinde %39 ve %19 azalmıştır.



Şekil 83. $H_B/H_A=1,5$ (b) için tepe noktası yer değiştirme oran grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).

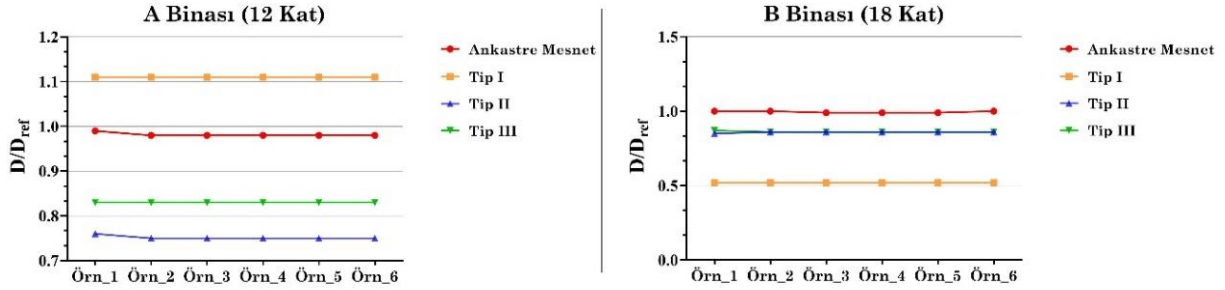
Şekil 84’de 10^6 N.s/m sönümlleme katsayılı cihazın tepe noktası yer değiştirme oran grafiği verilmiştir. SVS cihazlarının yer değiştirme üzerindeki etkisi genel olarak Örnek 1 bağlantı modelinde olduğu görülür. Tepe noktası yer değiştirmesi A ve B binası için sırasıyla ankastre durumda %14 ve %4, Tip II zemin türü üzerinde %33 ve %20, Tip III zemin türü üzerinde %28 ve %16 azalmıştır. Tip I zemin türü üzerinde 10^6 N.s/m sönümlleme katsayılı SVS cihazları ile binaların birbirine bağlanması A binasında yer değiştirmeleri artırmıştır. 10^6 N.s/m sönümlleme katsayılı cihazlar A binasında %5 artışa neden olmuştur. B binasında ise tam tersi olarak bu cihazlar tepe noktası yer değiştirmesini %45 azaltmıştır. A binası tepe noktasında meydana gelen %5 artışın planlanan hedefe engel olmaması durumunda iki binanın bağlantısı B binası için çok etkili olacaktır.



Şekil 84. $H_B/H_A=1,5$ (b) için tepe noktası yer değiştirme oran grafiği ($C_d=10^6$ N.s/m).

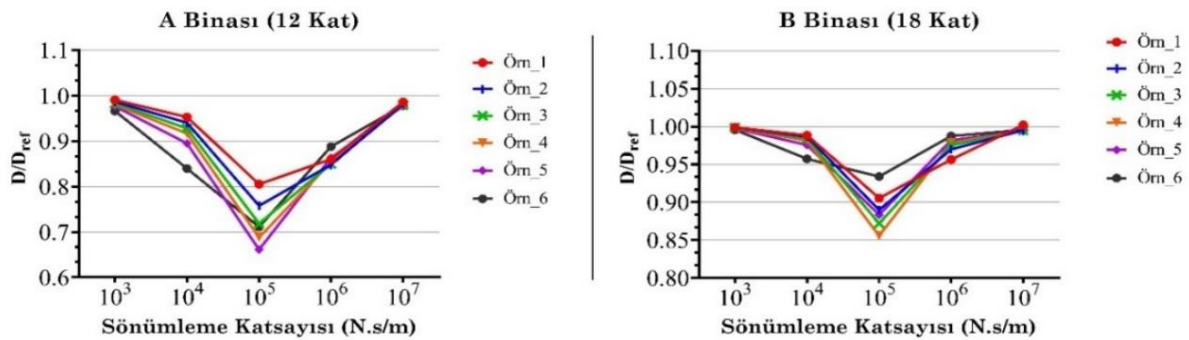
Şekil 85’de 10^7 N.s/m sönümlleme katsayılı cihazın tepe noktası yer değiştirme oran grafiği verilmiştir. SVS cihazlarının yer değiştirme üzerindeki etkisi genel olarak Örnek 1 bağlantı modelinde olduğu görülür. Tepe noktası yer değiştirmesi A ve B binası için sırasıyla

ankastre durumda %1 ve %0, Tip II zemin türü üzerinde %24 ve %15, Tip III zemin türü üzerinde %17 ve %13 azalmıştır. Tip I zemin türü üzerinde 10^7 N.s/m sönümlleme katsayılı SVS cihazları ile binaların birbirine bağlanması A binasında yer değiştirmeleri artırmıştır. 10^7 N.s/m sönümlleme katsayılı cihazlar A binasında %11 artışa neden olmuştur. B binasında ise tam tersi olarak bu cihazlar tepe noktası yer değiştirmesini %48 azaltmıştır.

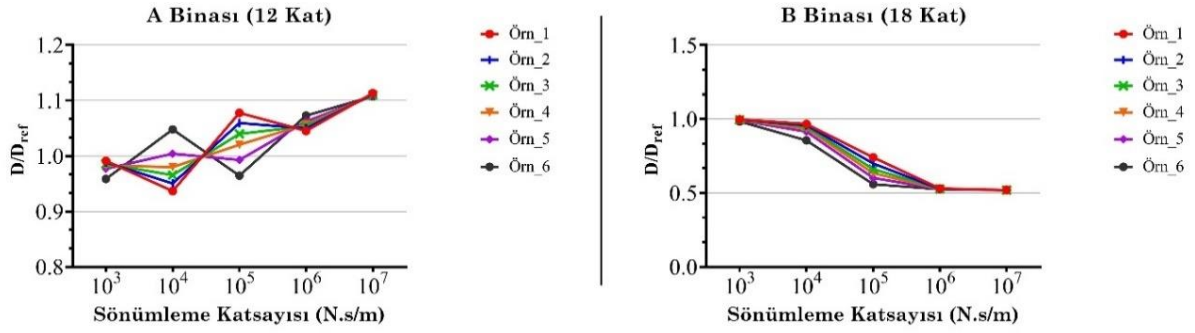


Şekil 85. $H_B/H_A=1,5$ (b) için tepe noktası yer değiştirme oran grafiği ($C_d=10^7$ N.s/m).

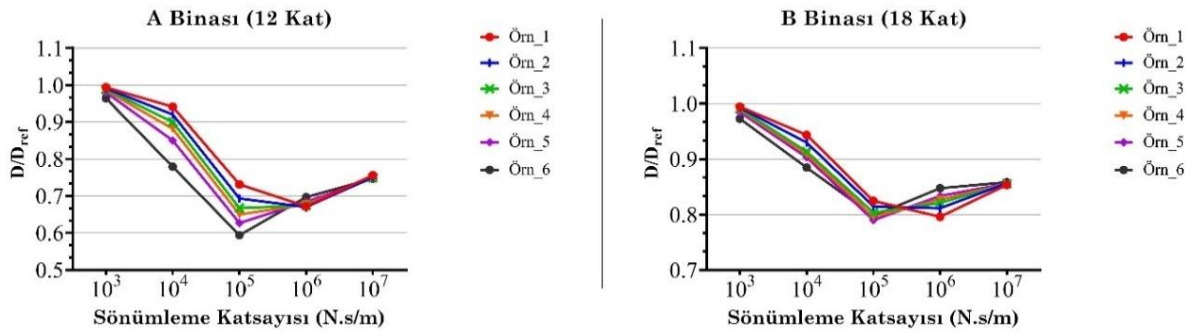
SVS cihazlarının sahip olduğu sönümlleme katsayısı ve bağlantı modellerinin binaların davranışına olan etkisi önemli olduğundan $H_B/H_A=1,5$ (b) türü analizlerde SVS cihazlarının sönümlleme katsayısının ve bağlantı modellerinin tepe noktası yer değiştirmesine olan etkisini zemin türüne göre gösteren grafikler Şekil 86 ile Şekil 89 arasında verilmiştir. İki bina birlikte düşünülerek grafik incelendiğinde ankastre durumda meydana gelen yer değiştirme sonuçlarına göre en etkili sonucun 10^5 N.s/m sönümlleme katsayısı ile Örnek 4 bağlantı modelinin olduğu yorumu yapılabilir. Benzer olarak diğer zemin türleri içinde grafikler incelenir ise, Tip I, Tip II ve Tip III zemin türü üzerinde meydana gelen yer değiştirme sonuçlarına göre en etkili sonucun 10^5 N.s/m sönümlleme katsayısı ile Örnek 6 bağlantı modelinin olduğu söylenebilir.



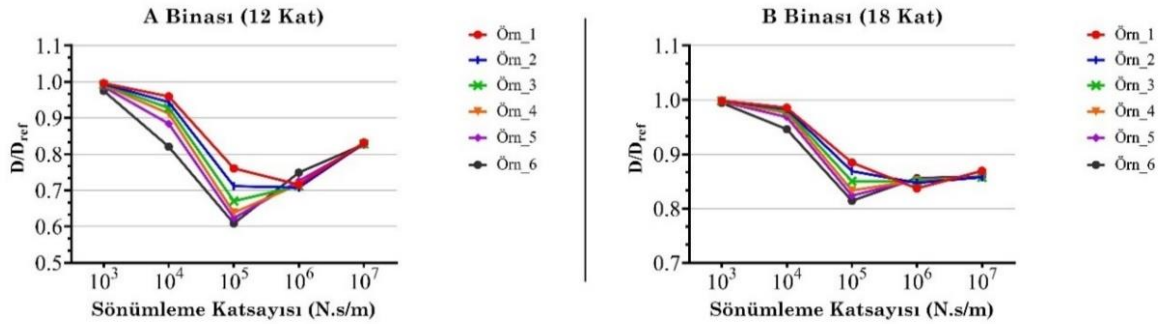
Şekil 86. $H_B/H_A=1,5$ (b) için yer değiştirme açısından cihaz sönümlleme katsayıları ve bağlantı modellerinin zemine ankastre olarak bağlı durumdaki komşu binalara etkileri.



Şekil 87. $H_B/H_A=1,5$ (b) için yer değiştirme açısından cihaz sönümlenme katsayıları ve bağlantı modellerinin Tip I üzerindeki komşu binalara etkileri.

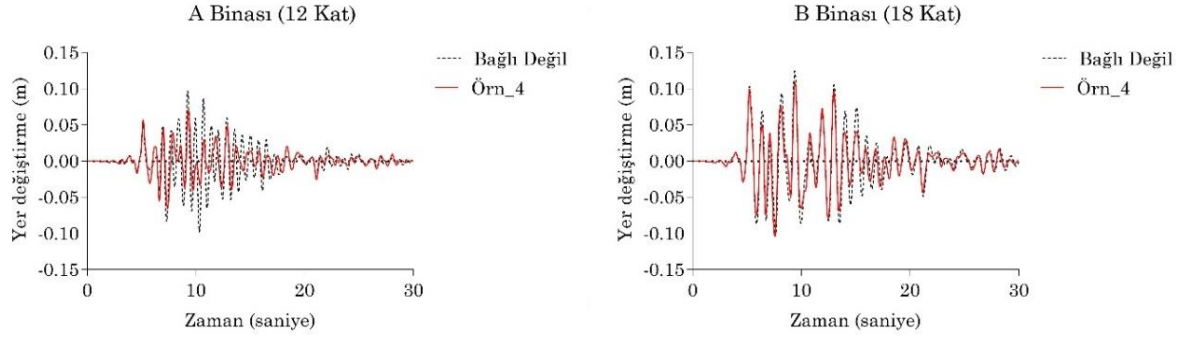


Şekil 88. $H_B/H_A=1,5$ (b) için yer değiştirme açısından cihaz sönümlenme katsayıları ve bağlantı modellerinin Tip II üzerindeki komşu binalara etkileri.

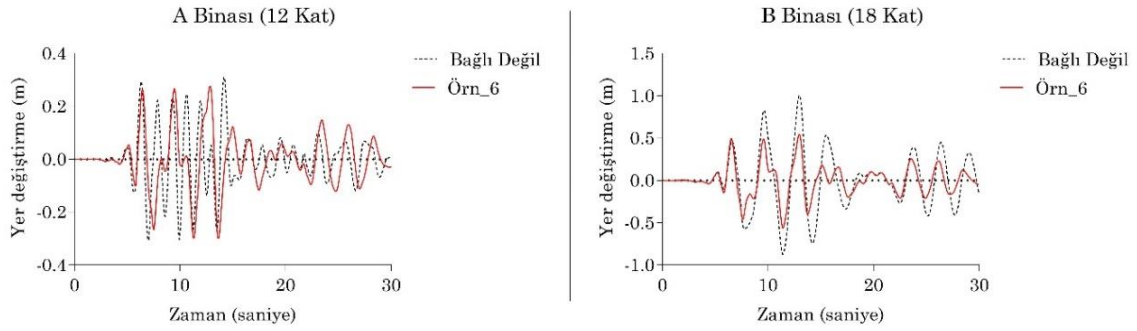


Şekil 89. $H_B/H_A=1,5$ (b) için yer değiştirme açısından cihaz sönümlenme katsayıları ve bağlantı modellerinin Tip III üzerindeki komşu binalara etkileri.

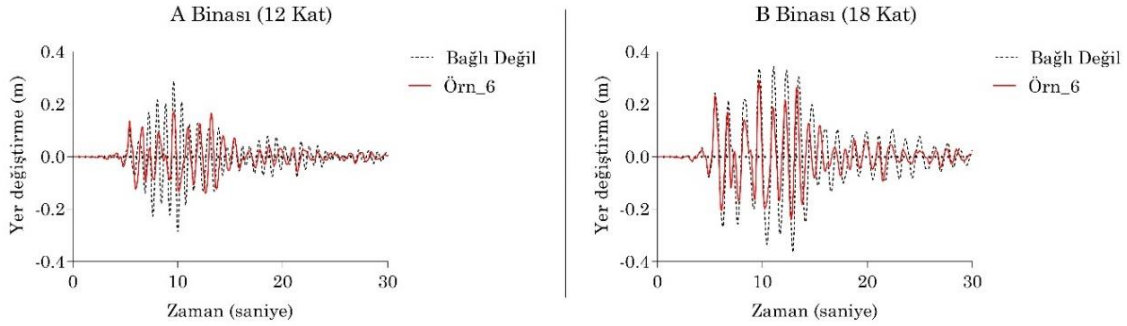
Tepe noktası yer değiştirmesinin deprem süresince etkisinin incelenmesi SVS cihazlarının etkinliğinin iyi bir göstergesi olduğundan $H_B/H_A=1,5$ (b) türü analizler için belirlenen etkili parametrelere göre komşu binaların tepe noktası yer değiştirmesinin deprem süresi boyunca salınımı gösteren Yer Değiştirme-Zaman grafiği Şekil 90 ile Şekil 93 arasında verilmiştir. Grafikler incelendiğinde SVS cihazlarının sadece maksimum yer değiştirme değerinin azalmasında değil, deprem süresi boyunca önemli büyüklükteki yer değiştirmelerin azalmasında da etkili olduğu görülür. Maksimum ve maksimuma yakın yer değiştirmelerin önemli derecede sönümlendiği yapının daha kararlı bir şekilde harekete zorlandığı grafiklerden gözükmektedir.



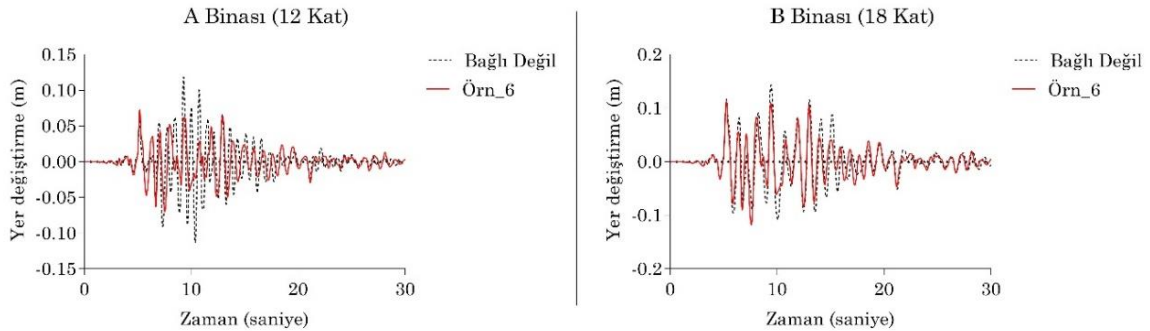
şekil 90. $H_B/H_A=1,5$ (b) için Ankastre mesnet üzerinde SVS cihazlar ile birbirine bağlı binaların tepe noktası Yer Değiştirme–Zaman grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).



şekil 91. $H_B/H_A=1,5$ (b) için Tip I zemin türü üzerinde SVS cihazlar ile birbirine bağlı binaların tepe noktası Yer Değiştirme–Zaman grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).

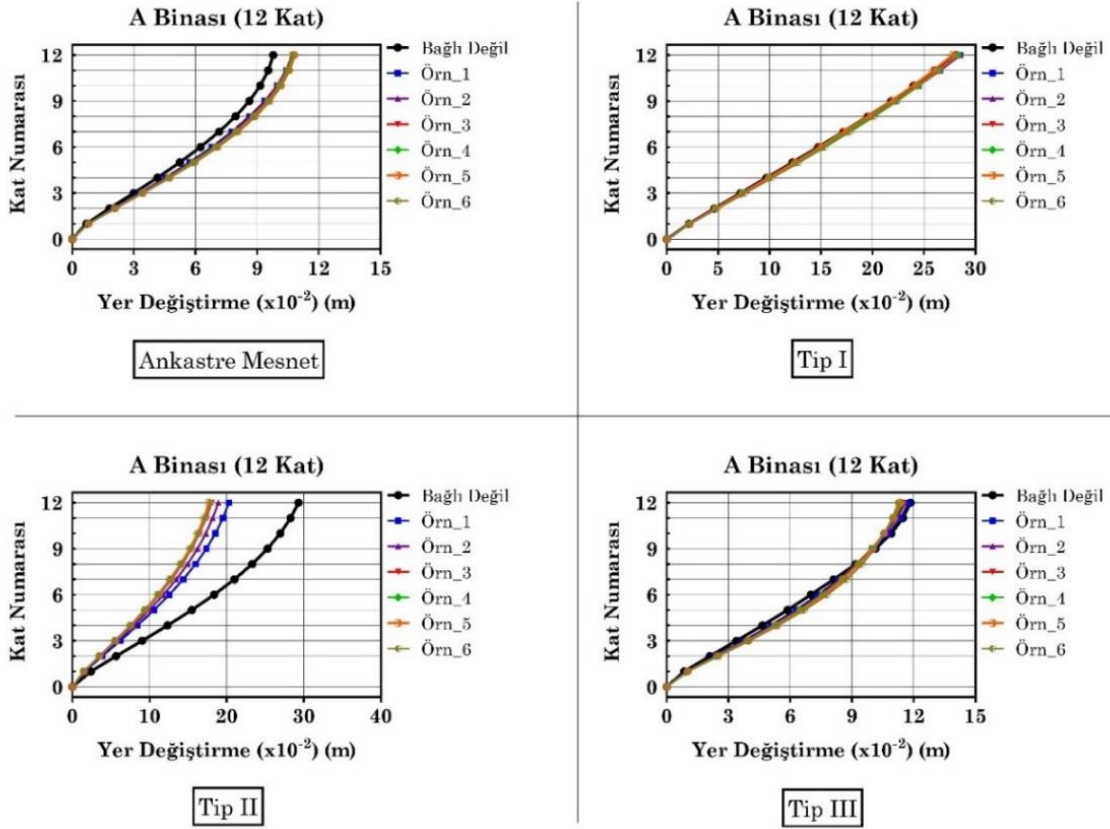


şekil 92. $H_B/H_A=1,5$ (b) için Tip II zemin türü üzerinde SVS cihazlar ile birbirine bağlı binaların tepe noktası Yer Değiştirme–Zaman grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).

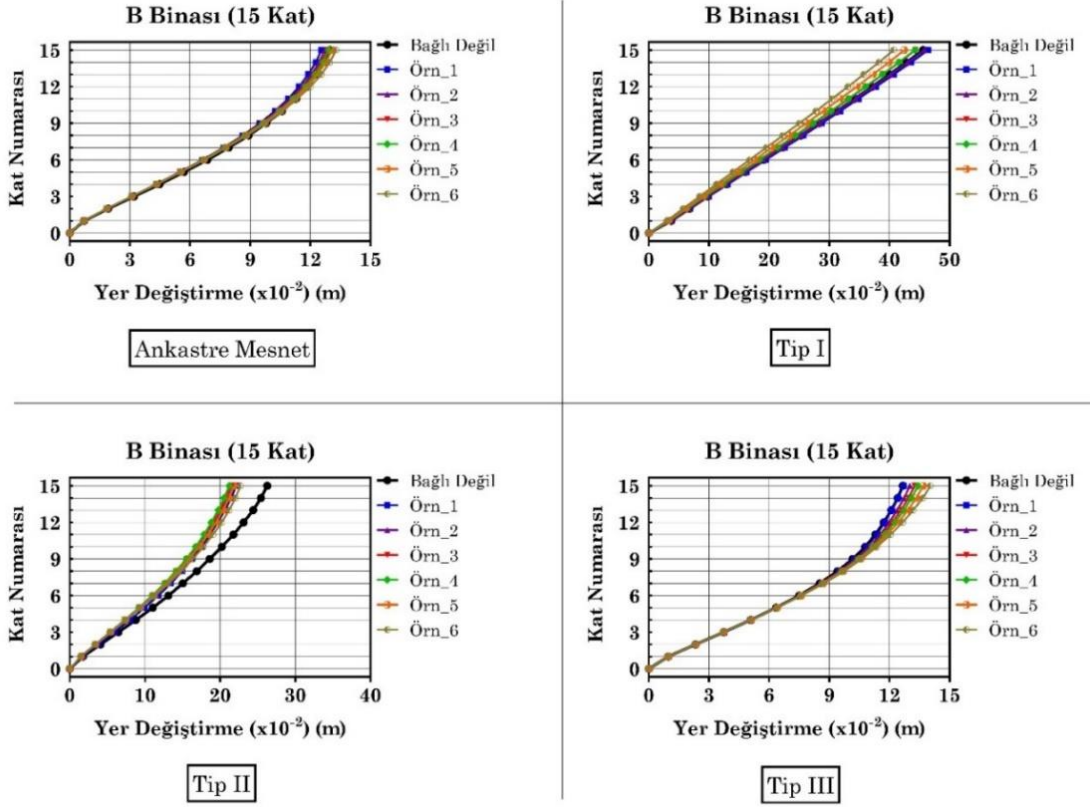


şekil 93. $H_B/H_A=1,5$ (b) için Tip III zemin türü üzerinde SVS cihazlar ile birbirine bağlı binaların tepe noktası Yer Değiştirme–Zaman grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).

Kat hizasından SVS cihazlarıyla birbirine bağı A ve B binasının katlarında oluşan maksimum yer değıştirme değeri Şekil 94 ve Şekil 95’de verilmiştir. $H_B/H_A=1,5$ (b) türü analizleri için katların yer değıştirme grafikleri her bir zemin türünde belirlenen etkili sönümlleme katsayısına göre sunulmuştur. SVS cihazlarının sadece tepe noktası yer değıştirme değeri azalmasında değil diğeri katlarda meydana gelen yer değıştirme değeri de azalmasında oldukça etkili olduğı görölür.



Şekil 94. $H_B/H_A=1,5$ (b) için A binası katlarının yer değıştirmesi ($C_d=10^5$ N.s/m).

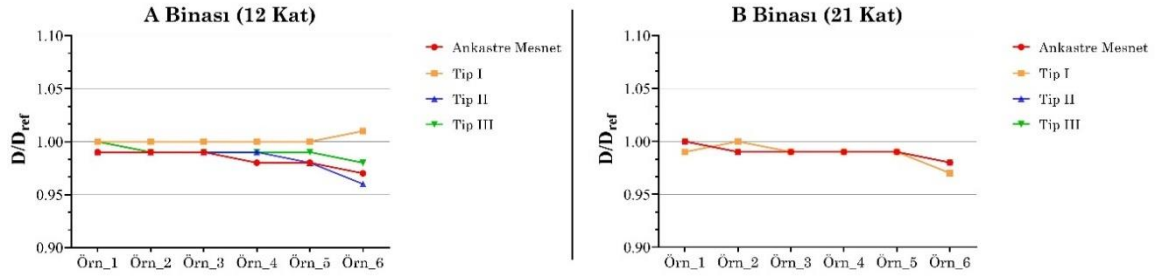


Şekil 95. $H_B/H_A=1,5$ (b) için B binası katlarının yer değiştirmesi ($C_d=10^5$ N.s/m).

$H_B/H_A=1,75$ oranlı bağlı binaların yer değiştirmelerinin incelenmesi

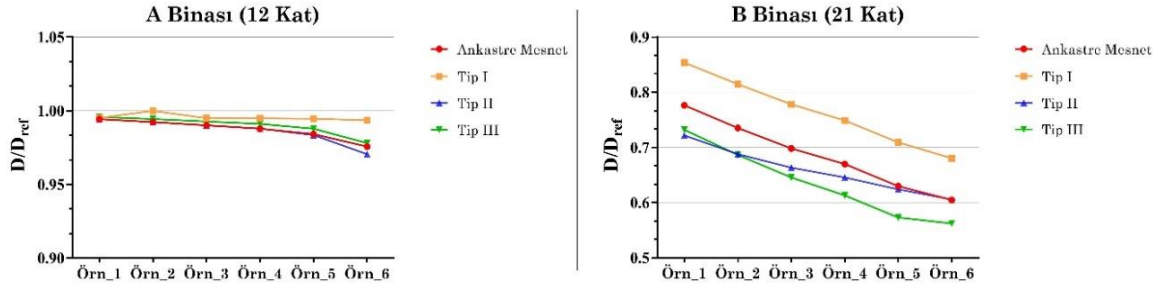
12 katlı A binası ile 21 katlı B binası doğrusal SVS cihazlarıyla birbirine kat hizasından üç farklı zemin türünde altı farklı bağlantı modeliyle bağlanmıştır. Bu bağlantıların etkisiyle meydana gelen yer değiştirme değerleri grafikler üzerinden ayrıntılı olarak incelenmiştir. Farklı sönümlleme katsayılarına sahip SVS cihazlarının etkisiyle $H_B/H_A=1,75$ (a) türü analizlerde meydana gelen yer değiştirme oran grafikleri Şekil 96 ile Şekil 100 arasında verilmiştir. B binasının A binasına göre kütle, rijitlik ve frekans oranları sırasıyla 1,76; 0,50 ve 0,53'dür. Dolayısıyla A binası daha rijit, B binası ise daha düşük frekanslı, ağır ve uzundur. İki yapının frekansı iyice birbirinden ayrılmıştır. Ayrıca rijitlik, kütle ve frekans oranları açısından bağlanacak iki yapı ideal durumdadır.

10^3 N.s/m sönümlleme katsayılı cihazın yer değiştirme oran grafiği Şekil 96'da verilmiştir. Grafik incelendiğinde 10^3 N.s/m sönümlleme katsayısının 12 katlı A binası ile 21 katlı B binasının bağlantısı için yeterli olmadığı, yer değiştirmede yaklaşık olarak maksimum %3 civarında bir azalma olduğu görülür.



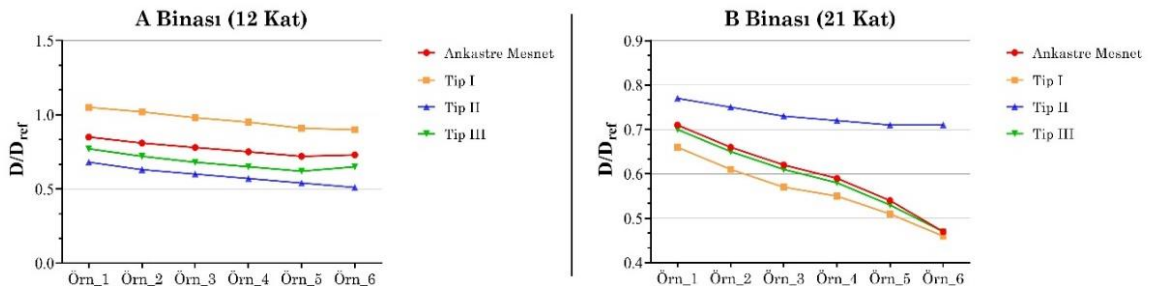
Şekil 96. $H_B/H_A=1,75$ (a) için tepe noktası yer değiştirme oran grafiği ($C_d=10^3$ N.s/m).

10^4 N.s/m sönümleme katsayılı cihazın yer değiştirme oran grafiği Şekil 97’de verilmiştir. Grafik incelendiğinde Tip I zemin türünde yer değiştirmelerde artışlar görülür. 10^4 N.s/m sönümleme katsayısında tepe noktası yer değiştirmesi A ve B binası için ankastre durumda Örnek 1 bağlantı modelinde sırasıyla %12 ve %59 azalmıştır. Tip II zemin türü üzerinde Örnek 6 bağlantı modelinde tepe noktası yer değiştirmeler A ve B binasında sırayla %24 ve %17 azalmıştır. Tip III zemin türü üzerinde ise Örnek 6 bağlantı modelinde tepe noktası yer değiştirmeler A ve B binasında sırayla %17 ve %18 azalmıştır.



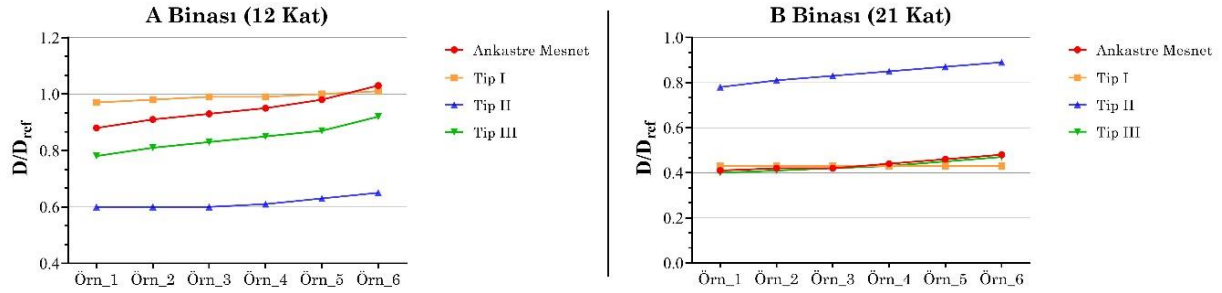
Şekil 97. $H_B/H_A=1,75$ (a) için tepe noktası yer değiştirme oran grafiği ($C_d=10^4$ N.s/m).

10^5 N.s/m sönümleme katsayılı cihazın yer değiştirme oran grafiği Şekil 98’de verilmiştir. SVS cihazlarının yer değiştirme üzerindeki etkisi bağlantı modelleri açısından incelendiğinde 10^5 N.s/m sönümleme katsayısında maksimum etkinin genel olarak bütün katlarda SVS cihazlarının bağlı olduğu kabulüyle tasarlanan Örnek 6 bağlantı modelinde olduğu görülür. Tepe noktası yer değiştirmesi A ve B binası için sırasıyla ankastre durumda %27 ve %53, Tip I zemin türü üzerinde %10 ve %54, Tip II zemin türü üzerinde %49 ve %29, Tip III zemin türü üzerinde %35 ve %53 azalmıştır.



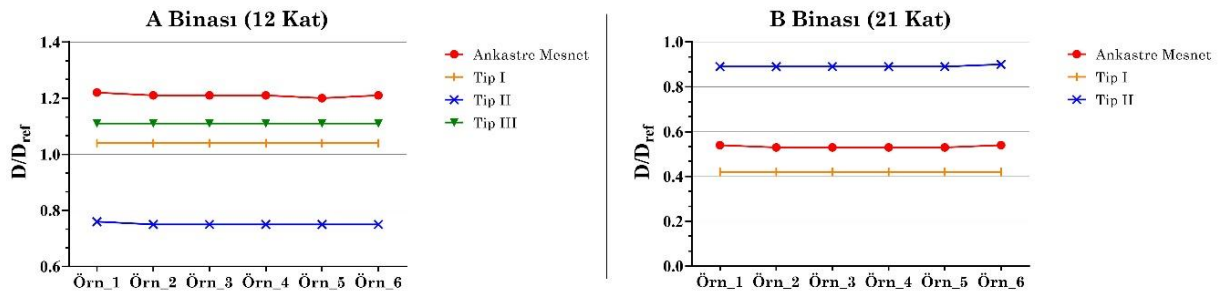
Şekil 98. $H_B/H_A=1,75$ (a) için tepe noktası yer değiştirme oran grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).

10^6 N.s/m sönümlleme katsayılı cihazın yer değıştirme oran grafiğı Şekil 99'da verilmiştir. 10^6 N.s/m sönümlleme katsayısında maksimum etkinin genel olarak Örnek 1 bağlantı modelinde oluştuğı görölür. Grafik incelendiğinde tepe noktası yer değıştirmesi Örnek 1 bağlantı modelinde A ve B binası için sırasıyla ankastre durumda %12 ve %59, Tip I zemin türü üzerinde %3 ve %57, Tip II zemin türü üzerinde %40 ve %22, Tip III zemin türü üzerinde %22 ve %60 azalmıştır.



Şekil 99. $H_B/H_A=1,75$ (a) için tepe noktası yer değıştirme oran grafiğı ($C_d=10^6$ N.s/m).

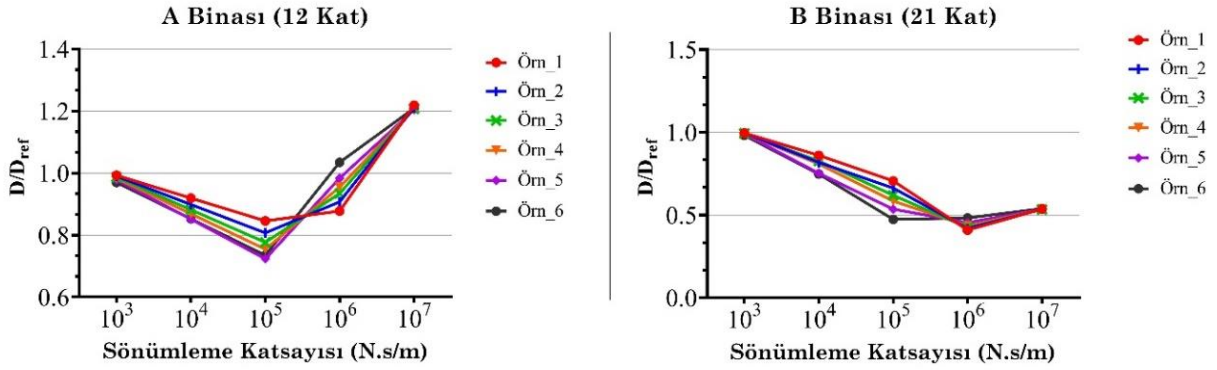
10^7 N.s/m sönümlleme katsayılı cihazın yer değıştirme oran grafiğı Şekil 100'de verilmiştir. Grafik incelendiğinde A binasının tepe noktası yer değıştirmesi Tip II zemin türü haricindeki bütün zemin türlerinde artmıştır. Bunun aksi olarak B binasında ise tepe noktası yer değıştirmeleri önemli derecede azalmıştır. Örnek 1 bağlantı modeli üzerinden SVS cihazlarının etkinliğı değerlendirilmiştir. A binasında ankastre durumda tepe noktası yer değıştirmeleri %22 artmış, B binasında ise %46 azalmıştır. A binasında Tip I zemin türü üzerinde tepe noktası yer değıştirmeleri %4 artmış, B binasında ise %58 azalmıştır. Tip II zemin türü üzerinde tepe noktası yer değıştirmeleri A ve B binasında sırayla %24 ve %59 azalmıştır. A binasında Tip III zemin türü üzerinde tepe noktası yer değıştirmeleri %7 artmış, B binasında ise %47 azalmıştır. SVS cihazlarıyla bağı iki binadan B binasının daha çok fayda sağladığı söylenebilir.



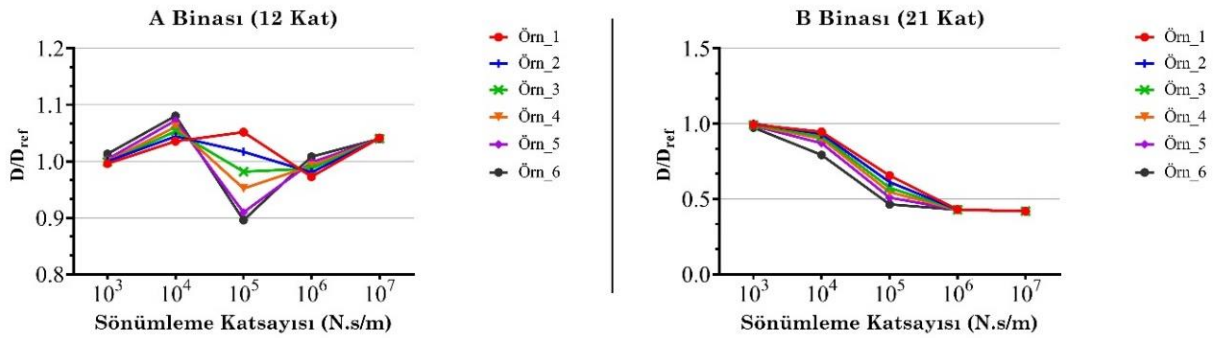
Şekil 100. $H_B/H_A=1,75$ (a) için tepe noktası yer değıştirme oran grafiğı ($C_d=10^7$ N.s/m).

SVS cihazlarının sahip olduğı sönümlleme katsayısı ve bağlantı modellerinin binaların davranışına olan etkisi önemli olduğundan $H_B/H_A=1,75$ (a) türü analizlerde SVS cihazlarının sönümlleme katsayısının ve bağlantı modellerinin tepe noktası yer değıştirmesine olan etkisini

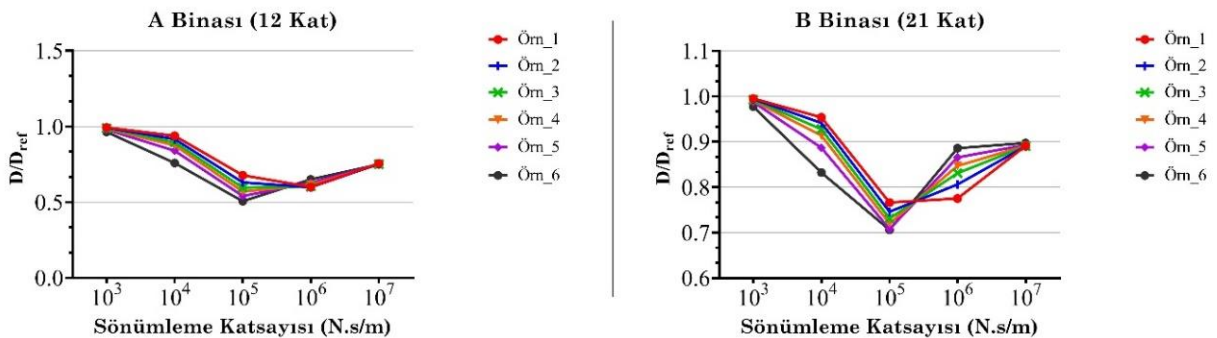
zemin türüne göre gösteren grafikler Şekil 101 ile Şekil 104 arasında verilmiştir. İki binaya ait grafikler birlikte düşünülerek incelendiğinde ankastre, Tip I, Tip II ve Tip III zemin türü üzerinde meydana gelen yer değiştirme sonuçlarına göre en etkili sonucun 10^5 N.s/m sönümleme katsayısının da alındığı söylenebilir. Bu sönümleme katsayısına göre en etkili bağlantı modelinin ise Örnek 6 olduğu yorumu yapılabilir.



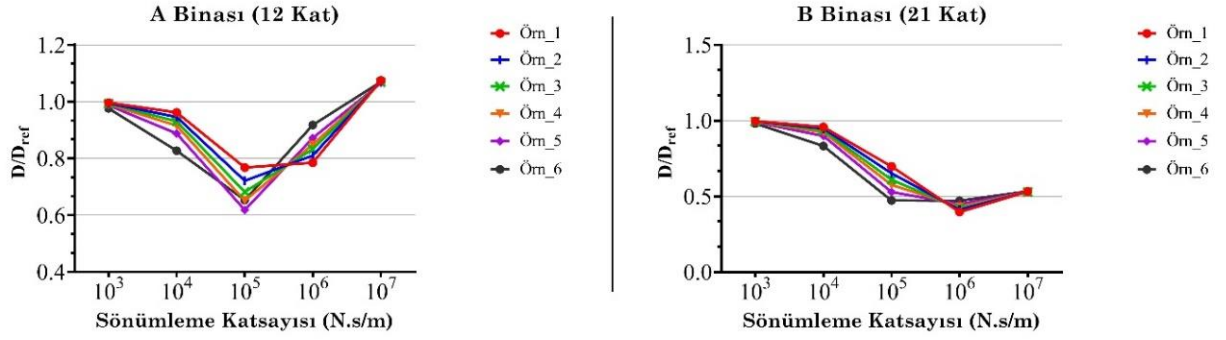
Şekil 101. $H_B/H_A=1,75$ (a) için yer değiştirme açısından cihaz sönümleme katsayıları ve bağlantı modellerinin zemine ankastre olarak bağlı durumdaki komşu binalara etkileri.



Şekil 102. $H_B/H_A=1,75$ (a) için yer değiştirme açısından cihaz sönümleme katsayıları ve bağlantı modellerinin Tip I üzerindeki komşu binalara etkileri.

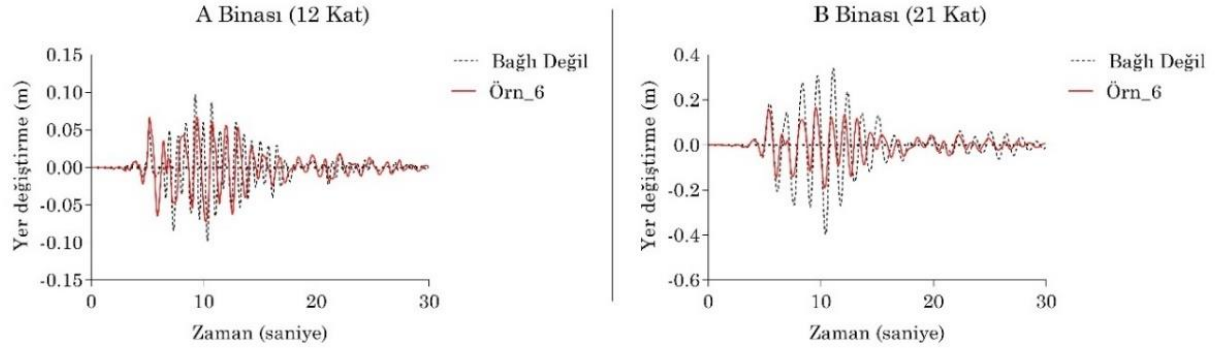


Şekil 103. $H_B/H_A=1,75$ (a) için yer değiştirme açısından cihaz sönümleme katsayıları ve bağlantı modellerinin Tip II üzerindeki komşu binalara etkileri.

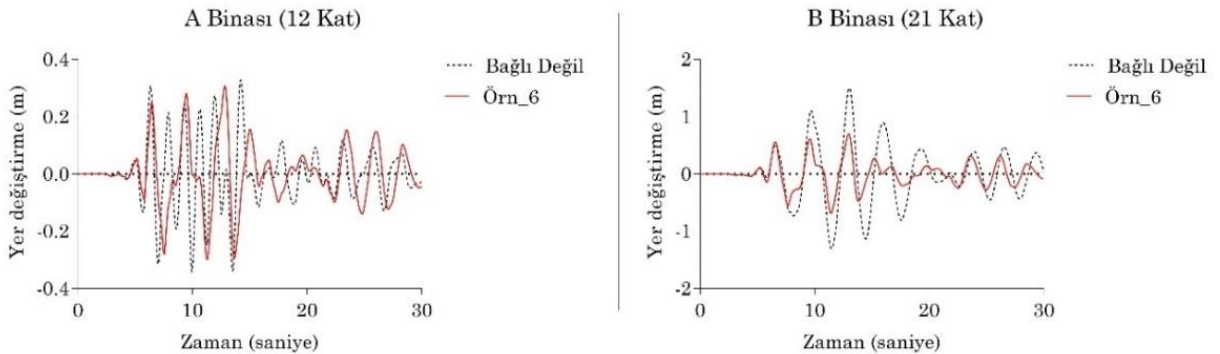


Şekil 104. $H_B/H_A=1,75$ (a) için yer değiştirme açısından cihaz sönümlenme katsayıları ve bağlantı modellerinin Tip III üzerindeki komşu binalara etkileri.

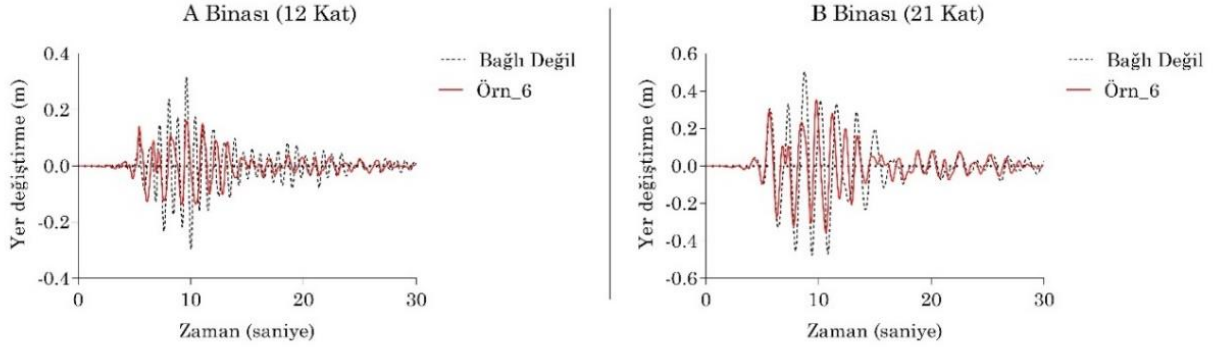
Tepe noktası yer değiştirmesinin deprem süresince etkisinin incelenmesi SVS cihazlarının etkinliğinin iyi bir göstergesidir. $H_B/H_A=1,75$ (a) türü analizler için belirlenen etkili parametrelere göre komşu binaların tepe noktası yer değiştirmesinin deprem süresi boyunca salınımı gösteren Yer Değiştirme-Zaman grafiği Şekil 105 ile Şekil 108 arasında verilmiştir. Grafikler incelendiğinde SVS cihazlarının sadece maksimum yer değiştirme değerinin azalmasında değil, deprem süresi boyunca önemli büyüklükteki yer değiştirmelerin azalmasında da etkili olduğu görülür. Maksimum yer değiştirmedeki azalmalar dikkat çekmektedir. Özellikle B binasının kararlı yer değiştirmeye zorlandığı görülmektedir.



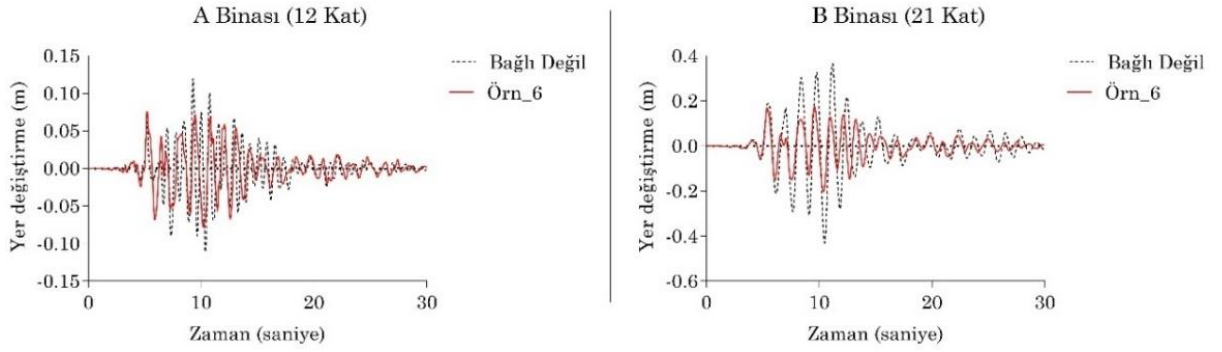
Şekil 105. $H_B/H_A=1,75$ (a) için ankastre durumda SVS cihazlar ile birbirine bağlı binaların tepe noktası Yer Değiştirme-Zaman grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).



Şekil 106. $H_B/H_A=1,75$ (a) için Tip I zemin türü üzerinde SVS cihazlar ile birbirine bağlı binaların tepe noktası Yer Değiştirme-Zaman grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).

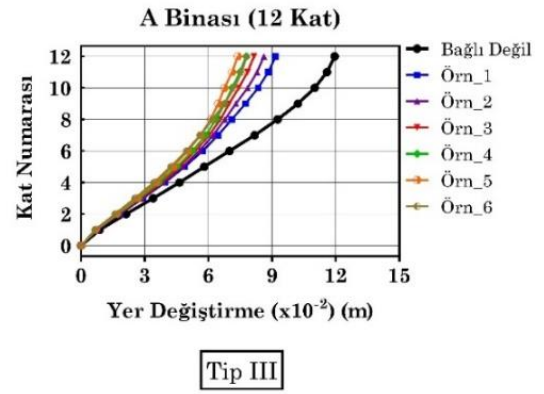
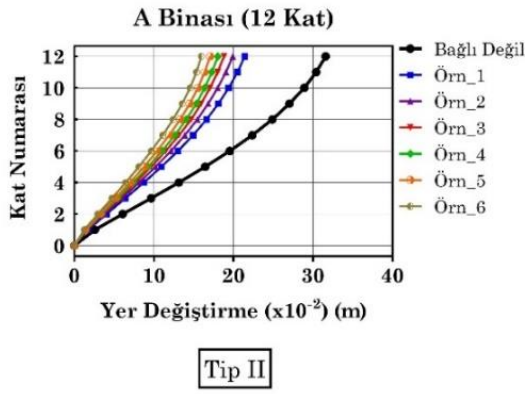
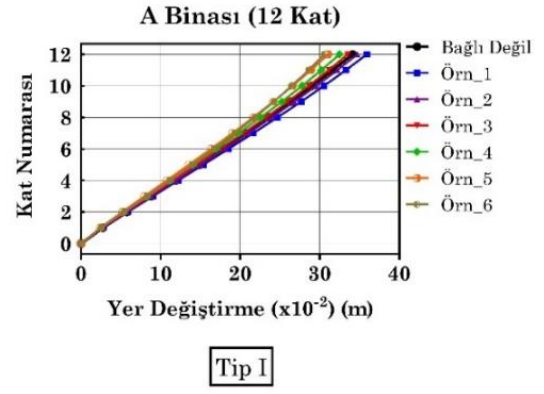
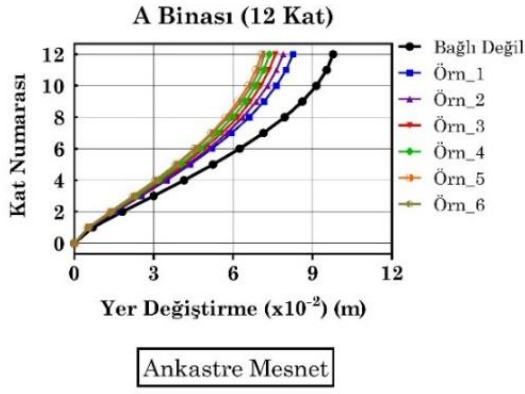


şekil 107. $H_B/H_A=1,75$ (a) için Tip II zemin türü üzerinde SVS cihazlar ile birbirine bağlı binaların tepe noktası Yer Değiştirme–Zaman grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).

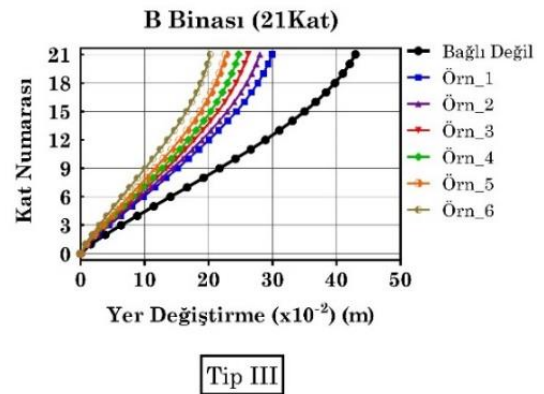
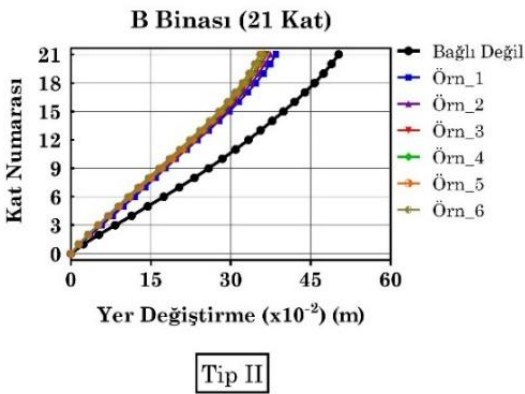
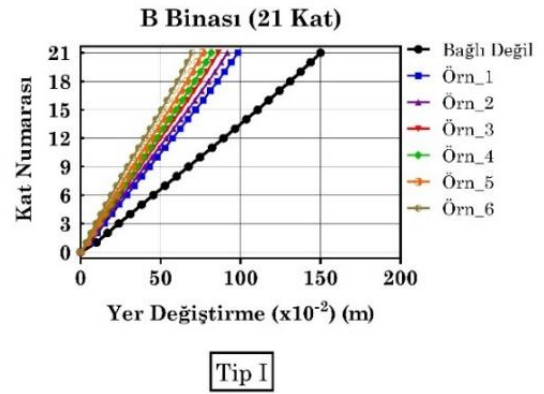
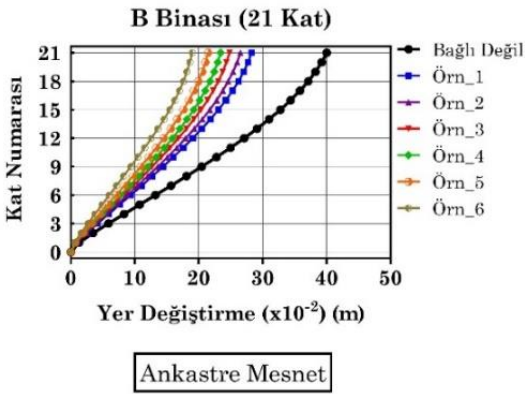


şekil 108. $H_B/H_A=1,75$ (a) için Tip III zemin türü üzerinde SVS cihazlar ile birbirine bağlı binaların tepe noktası Yer Değiştirme–Zaman grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).

Kat hizasından SVS cihazlarıyla birbirine bağlı A ve B binasının katlarında oluşan maksimum yer değiştirmeleri şekil 109 ve şekil 110’de verilmiştir. $H_B/H_A=1,75$ (a) türü analizleri için katların yer değiştirme grafikleri her bir zemin türünde belirlenen etkili sönümleme katsayısına göre sunulmuştur. SVS cihazlarının sadece tepe noktası yer değiştirmelerinin azalmasında değil diğer katlarda meydana gelen yer değiştirmelerin de azalmasında oldukça etkili olduğu görölr. A binasının Tip I zemin türü haricindeki diğer bütün zemin türlerinde ilk katlardan itibaren önemli derecede yer değiştirmelerin azaldığı görölmektedir. B binasında ise bütün zemin türlerinde önemli derecede ilk katlardan itibaren yer değiştirmenin azaldığı görölmektedir. Ankastre, Tip II ve Tip III zemin türlerinde üst katlara doğru yer değiştirmesindeki azalışın yönü parabolik şekilde artarmıştır. Gevşek zemin türünün özelliklerine denk düşen Tip I zemin türünde ise zeminin dinamik özelliklerinden dolayı katlardaki yer değiştirmeler doğrusala yakın artmış veya azalmıştır.



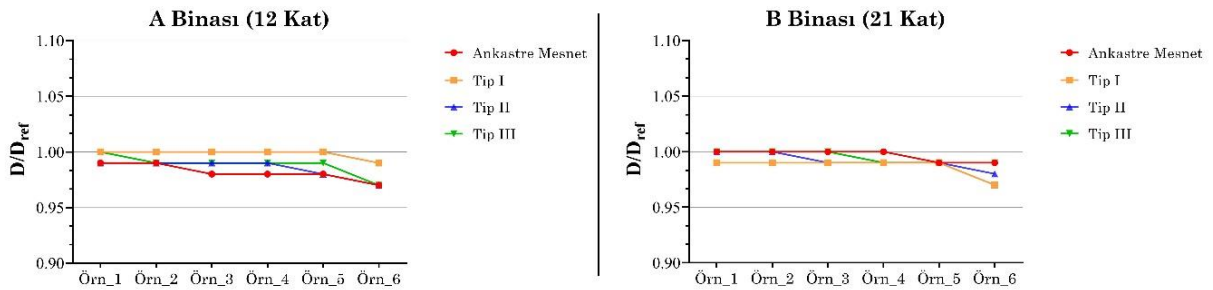
Şekil 109. $H_B/H_A=1,75$ (a) için A binası katlarının yer değiştirmesi ($C_d=10^5$ N.s/m).



Şekil 110. $H_B/H_A=1,75$ (a) için B binası katlarının yer değiştirmesi ($C_d=10^5$ N.s/m).

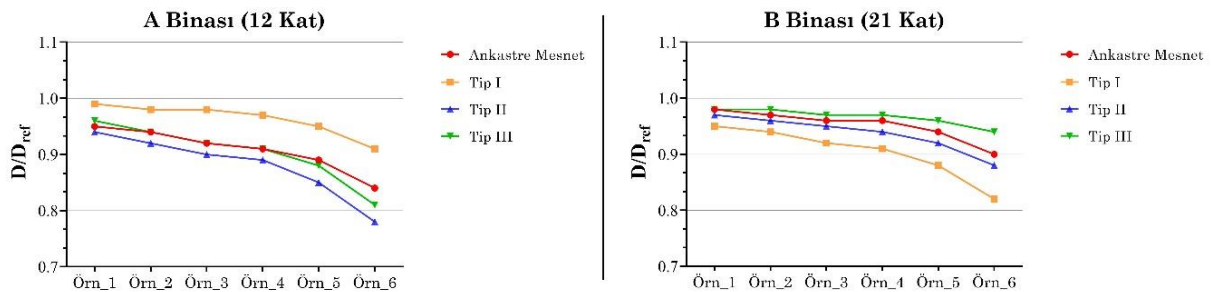
Farklı sönümleme katsayılarına sahip SVS cihazlarına göre $H_B/H_A=1,75$ (b) türü analizlerin tepe noktası yer değiştirme oran grafikleri Şekil 111 ile Şekil 115 arasında verilmiştir. B binasının A binasına göre kütle, rijitlik ve frekans oranları sırasıyla 2,5; 0,9 ve 0,6'dır. Dolayısıyla A binası daha rijit, B binası ise daha düşük frekanslı, ağır ve uzundur. İki yapının frekansı iyice birbirinden ayrılmıştır. Ayrıca rijitlik, kütle ve frekans oranları açısından bağlanacak iki yapı ideal duruma yakındır.

Şekil 111'de 10^3 N.s/m sönümleme katsayılı cihazların yer değiştirme oran grafiği verilmiştir. İki binanın grafikleri birlikte düşünülerek incelendiğinde 10^3 N.s/m sönümleme katsayısına sahip SVS cihazların, 12 katlı A binası ile 21 katlı B binasının bağlantısı için tam olarak yeterli olmadığı yorumu yapılabilir. 10^3 N.s/m sönümleme katsayısına sahip SVS cihazları yer değiştirmeyi yaklaşık olarak %3 civarında azaltabilmiştir.



Şekil 111. $H_B/H_A=1,75$ (b) için tepe noktası yer değiştirme oran grafiği ($C_d=10^3$ N.s/m).

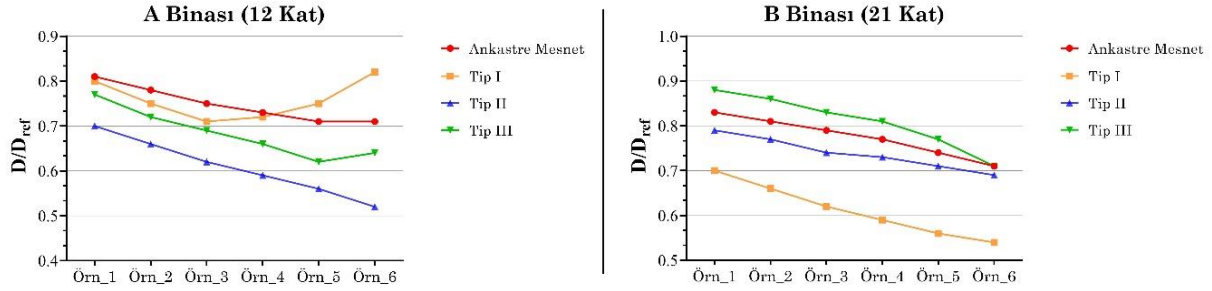
Şekil 112'de 10^4 N.s/m sönümleme katsayılı cihazların yer değiştirme oran grafiği verilmiştir. İki binanın grafikleri birlikte düşünülerek incelendiğinde SVS cihazlarının yer değiştirme üzerindeki maksimum etkisinin Örnek 6 bağlantı modelinde alındığı yorumu yapılabilir. Örnek 6 bağlantı modelinde tepe noktası yer değiştirmesi A ve B binası için sırasıyla ankastre durumda %16 ve %10, Tip I zemin türü üzerinde %9 ve %18, Tip II zemin türü üzerinde %22 ve %12, Tip III zemin türü üzerinde %19 ve %6 azalmıştır.



Şekil 112. $H_B/H_A=1,75$ (b) için tepe noktası yer değiştirme oran grafiği ($C_d=10^4$ N.s/m).

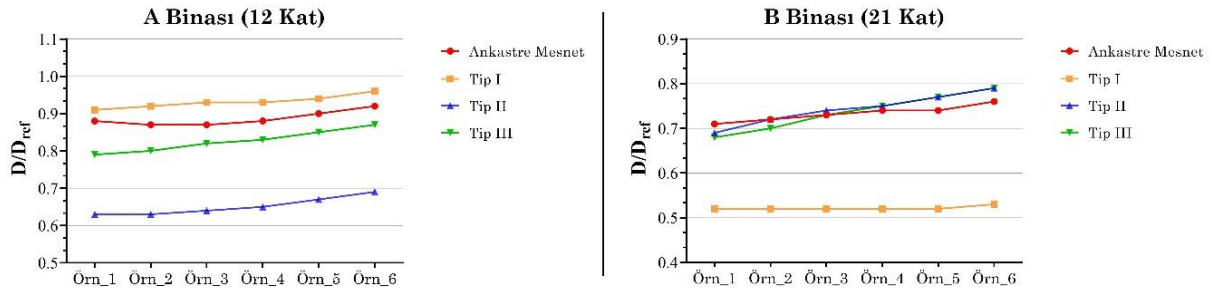
Şekil 113'de 10^5 N.s/m sönümleme katsayılı cihazların yer değiştirme oran grafiği verilmiştir. İki binanın grafikleri birlikte düşünülerek incelendiğinde SVS cihazlarının yer

değiştirme üzerindeki maksimum etkisinin Örnek 6 bağlantı modelinde alındığı yorumu yapılabilir. Örnek 6 bağlantı modelinde tepe noktası yer değiştirmesi A ve B binası için sırasıyla ankastre durumda %29 ve %30, Tip II zemin türü üzerinde %48 ve %31, Tip III zemin türü üzerinde %36 ve %29 azalmıştır. Tip I zemin türü üzerinde ise 10^5 N.s/m sönümleme katsayısına sahip SVS cihazlar Örnek 3 bağlantı modelinde etkili olmuştur. Bu durumda A ve B binasının tepe noktası yer değiştirmesinde sırasıyla %29 ve %38 azalma olmuştur. A binasının bu bağlantıdan daha çok faydalandığı yorumu yapılabilir.



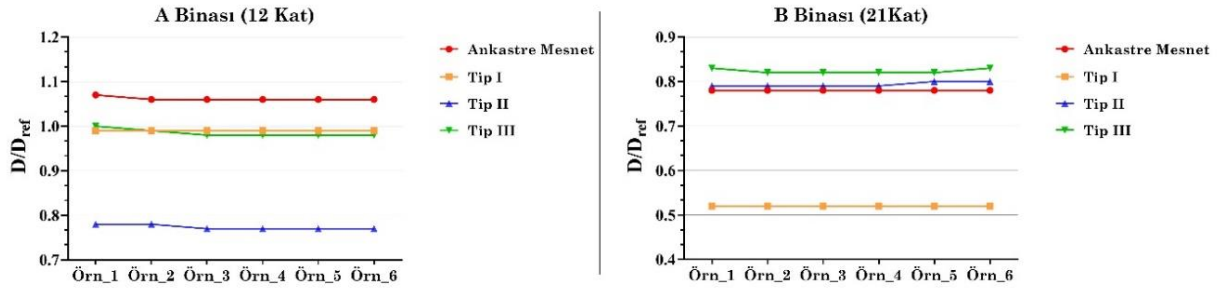
Şekil 113. $H_B/H_A=1,75$ (b) için tepe noktası yer değiştirme oran grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).

Şekil 114'de 10^6 N.s/m sönümleme katsayılı cihazların yer değiştirme oran grafiği verilmiştir. İki binanın grafikleri birlikte düşünülerek incelendiğinde SVS cihazlarının yer değiştirme üzerindeki maksimum etkisinin Örnek 1 bağlantı modelinde alındığı yorumu yapılabilir. Tepe noktası yer değiştirmesi A ve B binası için sırasıyla ankastre durumda %12 ve %29, Tip I zemin türü üzerinde %9 ve %48, Tip II zemin türü üzerinde %37 ve %31, Tip III zemin türü üzerinde %21 ve %32 azalmıştır.



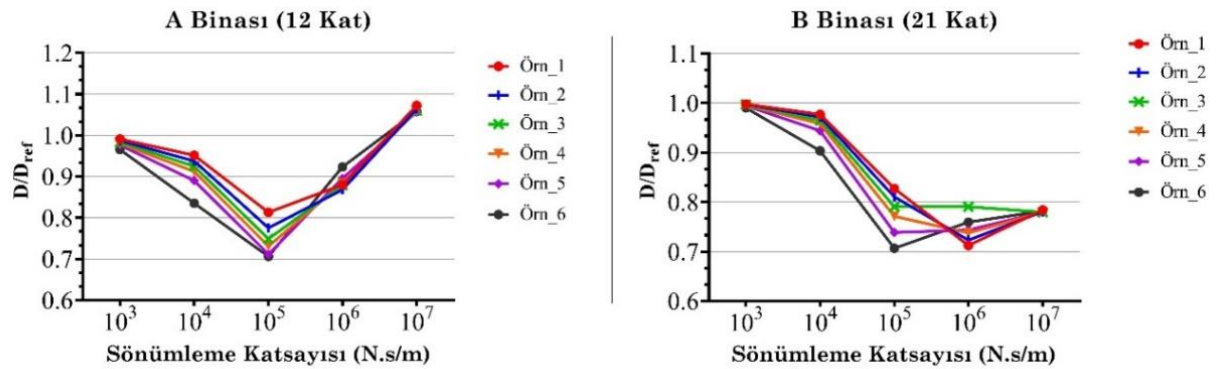
Şekil 114. $H_B/H_A=1,75$ (b) için tepe noktası yer değiştirme oran grafiği ($C_d=10^6$ N.s/m).

Şekil 115'de 10^7 N.s/m sönümleme katsayılı cihazların yer değiştirme oran grafiği verilmiştir. İki binanın grafikleri birlikte düşünülerek incelendiğinde SVS cihazlarının yer değiştirme üzerindeki maksimum etkisinin Örnek 1 bağlantı modelinde alındığı yorumu yapılabilir. Örnek 1 bağlantı modelinde tepe noktası yer değiştirmesi A ve B binası için sırasıyla Tip I zemin türü üzerinde %1 ve %48, Tip II zemin türü üzerinde %22 ve %21, Tip III zemin türü üzerinde %1 ve %18 azalmıştır.

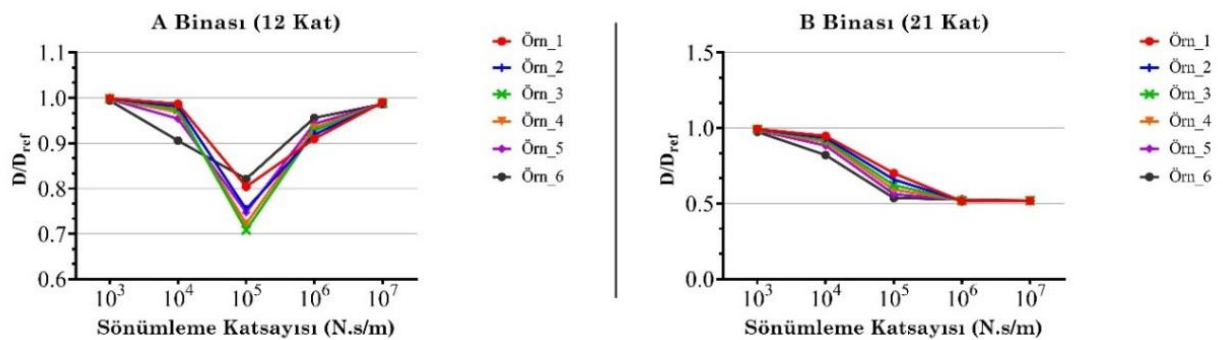


Şekil 115. $H_B/H_A=1,75$ (b) için tepe noktası yer değıştirme oran grafiğı ($C_d=10^7$ N.s/m).

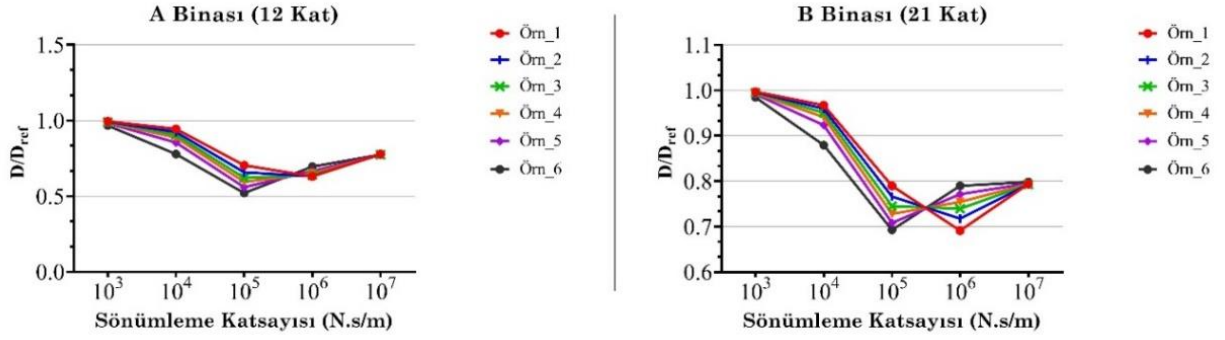
SVS cihazlarının sahip olduğı sönümlleme katsayısının ve bağlantı modellerinin binaların davranışına olan etkisinin öneminden dolayı $H_B/H_A=1,75$ (b) türü analizlerde SVS cihazlarının sönümlleme katsayısının ve bağlantı modellerinin tepe noktası yer değıştirmesine olan etkisini zemin türüne göre gösteren grafikler Şekil 116 ile Şekil 119 arasında verilmiştir. İki binaya ait grafikler birlikte düşünülerek incelendiğinde ankastre, Tip II ve Tip III zemin türü üzerinde meydana gelen yer değıştirme sonuçlarına göre en etkili sonucun 10^5 N.s/m sönümlleme katsayısının da alındığı söylenebilir. Bu sönümlleme katsayısına göre en etkili bağlantı modellerinin ankastre, Tip II ve Tip III zemin türleri için Örnek 5, Tip I zemin türü için ise Örnek 3 olduğu şeklinde yorumlanabilir.



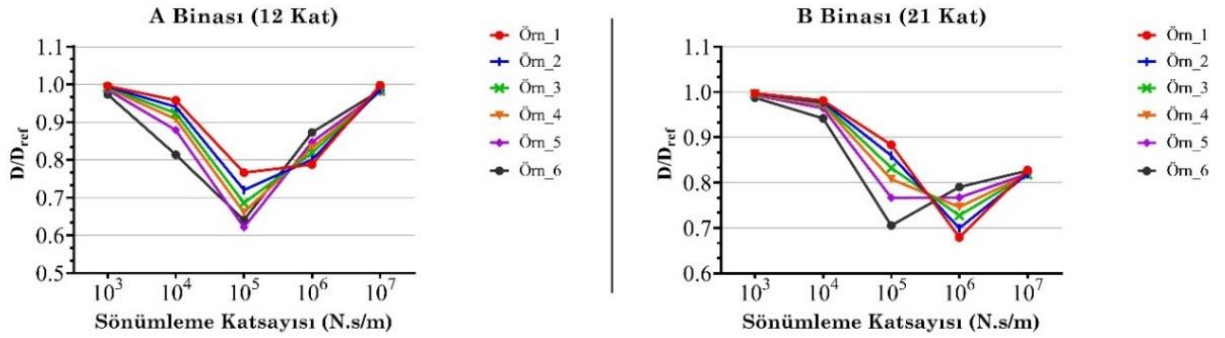
Şekil 116. $H_B/H_A=1,75$ (b) için yer değıştirme açısından cihaz sönümlleme katsayıları ve bağlantı modellerinin zemine ankastre olarak bağılı durumdaki komşu binalara etkileri.



Şekil 117. $H_B/H_A=1,75$ (b) için yer değıştirme açısından cihaz sönümlleme katsayıları ve bağlantı modellerinin Tip I üzerindeki komşu binalara etkileri.

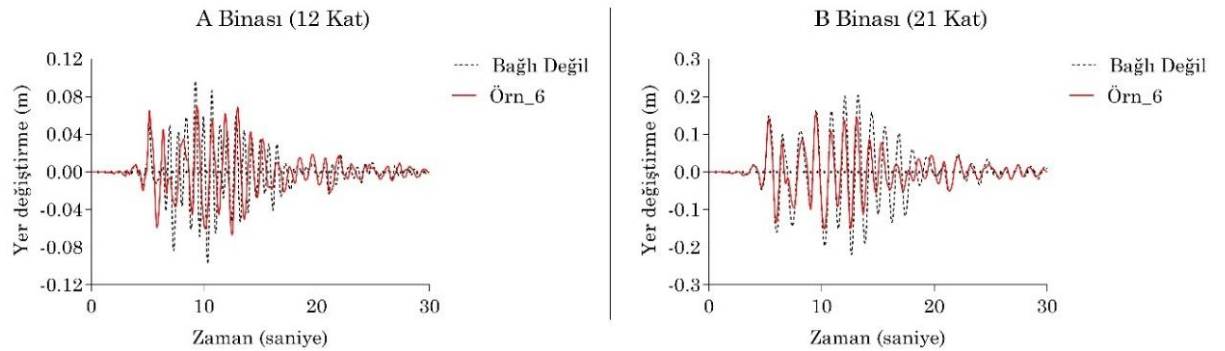


Şekil 118. $H_B/H_A=1,75$ (b) için yer değiştirme açısından cihaz sönümleme katsayıları ve bağlantı modellerinin Tip II üzerindeki komşu binalara etkileri.

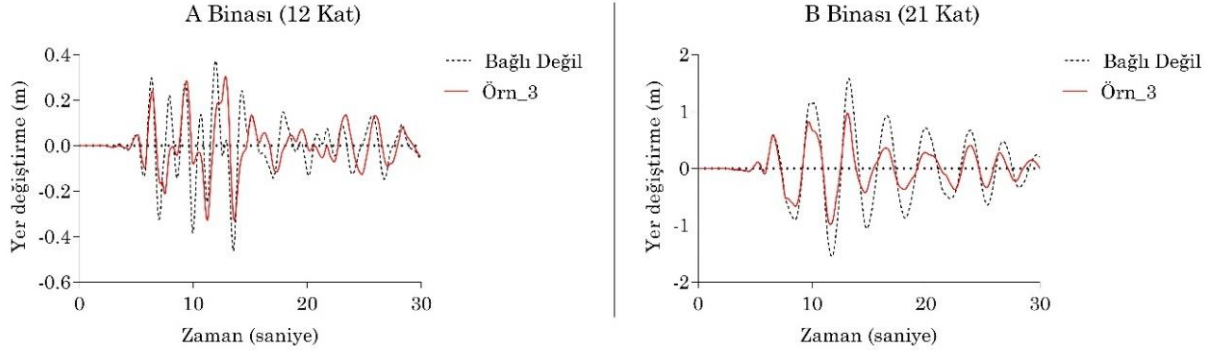


Şekil 119. $H_B/H_A=1,75$ (b) için yer değiştirme açısından cihaz sönümleme katsayıları ve bağlantı modellerinin Tip III üzerindeki komşu binalara etkileri.

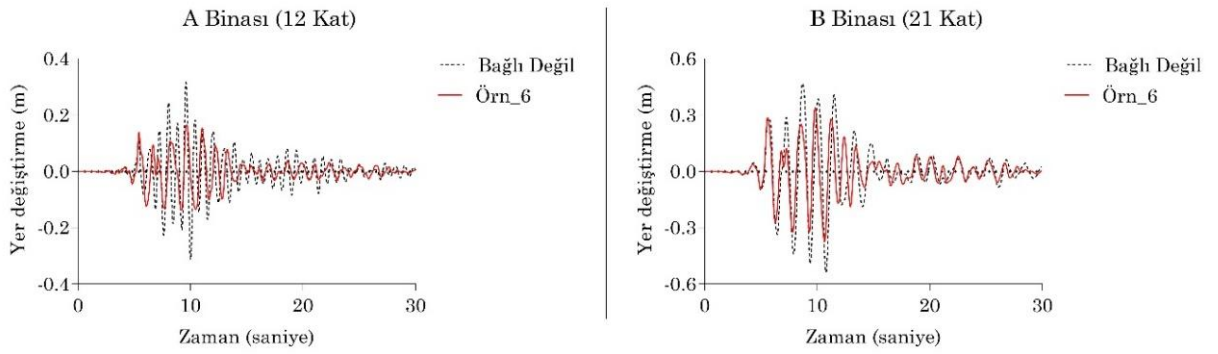
Tepe noktası yer değiştirmesinin deprem süresince etkisinin incelenmesi SVS cihazlarının etkinliğinin iyi bir göstergesidir. Bu nedenle $H_B/H_A=1,75$ (b) türü analizler için belirlenen etkili parametrelere göre komşu binaların tepe noktası yer değiştirmesinin deprem süresi boyunca salınımı gösteren Yer Değiştirme-Zaman grafiği Şekil 120 ile Şekil 123 arasında verilmiştir. Grafikler incelendiğinde SVS cihazlarının sadece maksimum yer değiştirme değerinin azalmasında değil, deprem süresi boyunca önemli büyüklükteki yer değiştirmelerin azalmasında da etkili olduğu görülür.



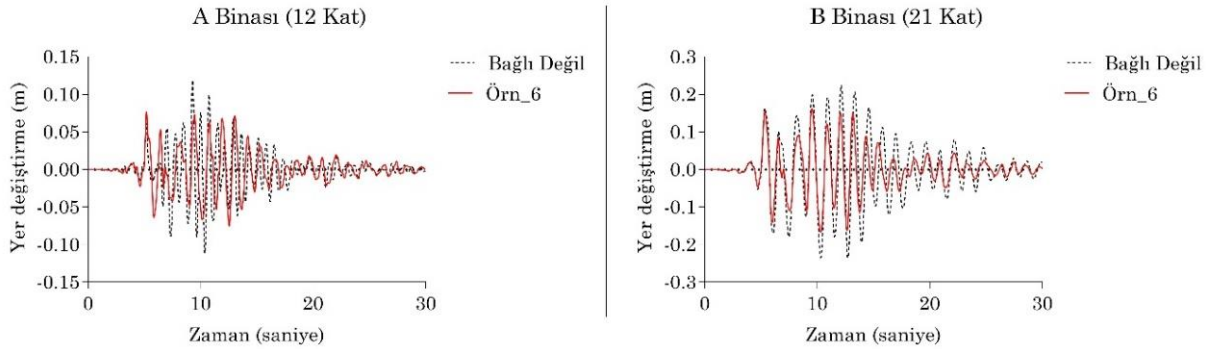
Şekil 120. $H_B/H_A=1,75$ (a) için ankastre durumda SVS cihazlar ile birbirine bağlı binaların tepe noktası Yer Değiştirme-Zaman grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).



şekil 121. $H_B/H_A=1,75$ (a) için Tip I zemin türü üzerinde SVS cihazlar ile birbirine bağlı binaların tepe noktası Yer Değiştirme–Zaman grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).

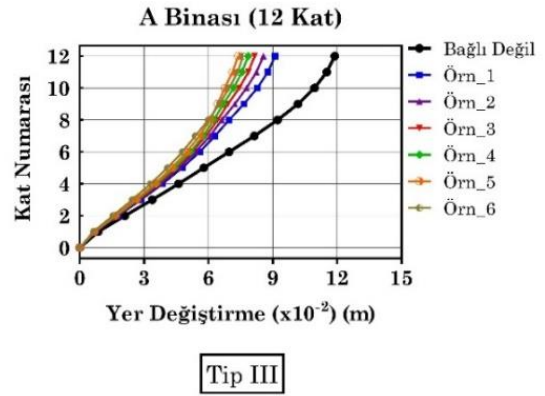
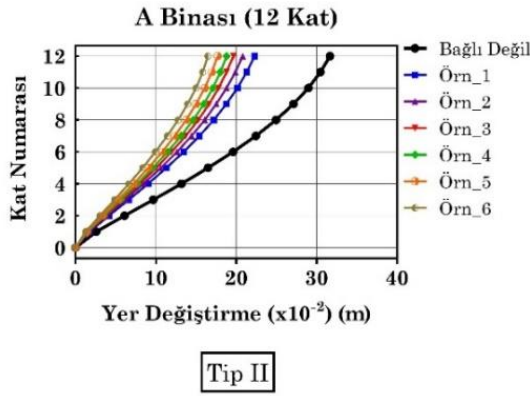
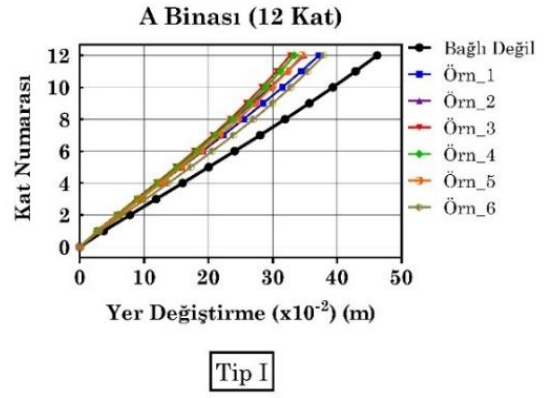
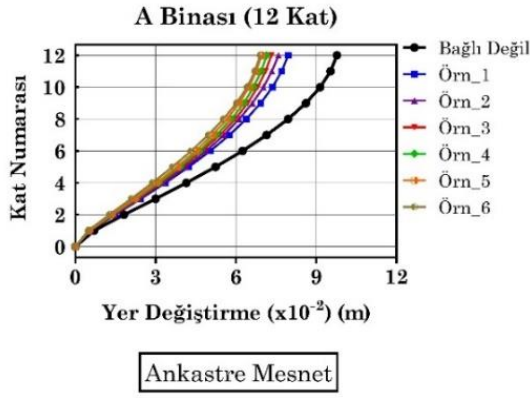


şekil 122. $H_B/H_A=1,75$ (a) için Tip II zemin türü üzerinde SVS cihazlar ile birbirine bağlı binaların tepe noktası Yer Değiştirme–Zaman grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).

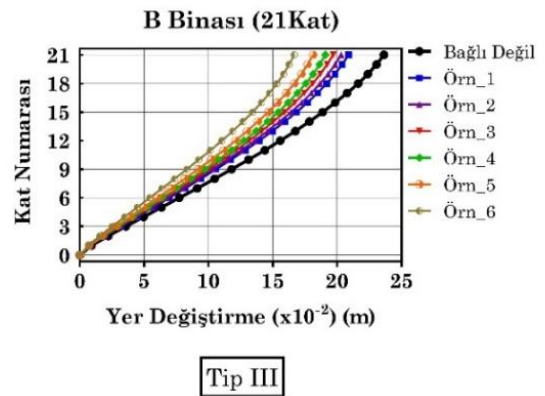
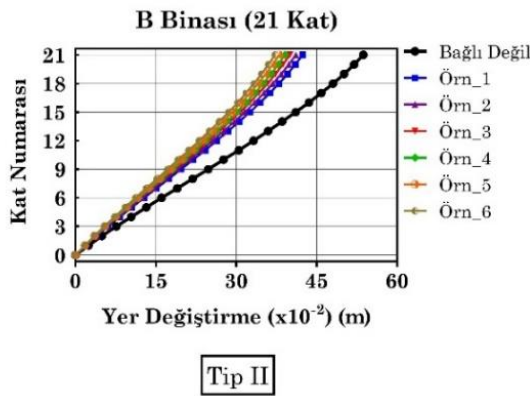
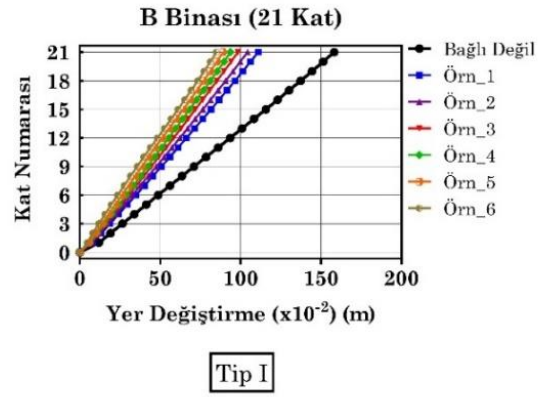
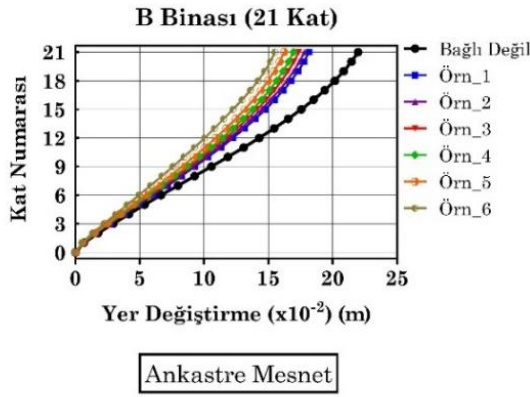


şekil 123. $H_B/H_A=1,75$ (a) için Tip III zemin türü üzerinde SVS cihazlar ile birbirine bağlı binaların tepe noktası Yer Değiştirme–Zaman grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).

Kat hizasından SVS cihazlarıyla birbirine bağlı A ve B binasının katlarında oluşan maksimum yer değiştirmeleri $H_B/H_A=1,75$ (b) türü analizleri için şekil 124 ve şekil 125’de verilmiştir. SVS cihazlarının sadece tepe noktası yer değiştirmelerinin azalmasında değil diğer ilk katlardan itibaren meydana gelen yer değiştirmelerin de azalmasında oldukęa etkili olduğu görölür.



Şekil 124. $H_B/H_A=1,75$ (b) için A binası katlarının yer değiştirmesi ($C_d=10^5$ N.s/m).

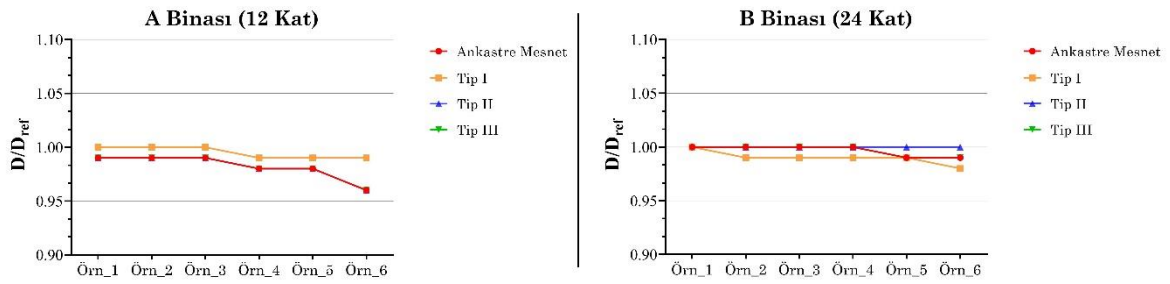


Şekil 125. $H_B/H_A=1,75$ (b) için A binası katlarının yer değiştirmesi ($C_d=10^5$ N.s/m).

$H_B/H_A=2$ oranlı bağılı binaların yer değiştirmelerinin incelenmesi

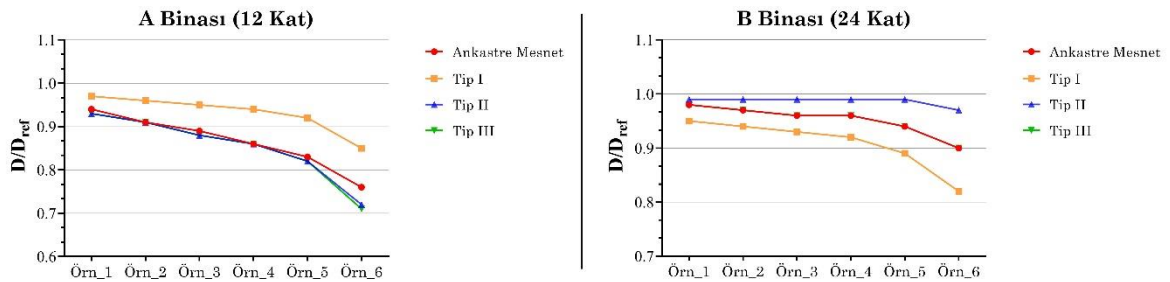
12 katlı A binası ile 24 katlı B binası doğrusal SVS cihazlarıyla birbirine kat hizasından üç farklı zemin türünde altı farklı bağlantı modeliyle bağlanmıştır. Farklı sönümleme katsayılarına sahip SVS cihazlarının etkisiyle $H_B/H_A=2$ (a) türü analizlerde meydana gelen yer değiştirme oran grafikleri Şekil 126 ile Şekil 130 arasında verilmiştir. B binasının A binasına göre kütle, rijitlik ve frekans oranları sırasıyla 2; 0,4 ve 0,45'dir. Dolayısıyla A binası daha rijit, B binası ise daha düşük frekanslı, ağır ve uzundur. İki yapının frekansı iyice birbirinden ayrılmıştır. Ayrıca rijitlik, kütle ve frekans oranları açısından bağlanacak iki yapı ideal duruma yakındır.

Şekil 126'da 10^3 N.s/m sönümleme katsayılı cihazın tepe noktası yer değiştirme oran grafiği verilmiştir. Grafik incelendiğinde 10^3 N.s/m sönümleme katsayısının 12 katlı A binası ile 24 katlı B binasının bağlantısı için yeterli olmadığı, yer değiştirmede yaklaşık olarak %3 civarında bir azalma olduğu görülür.



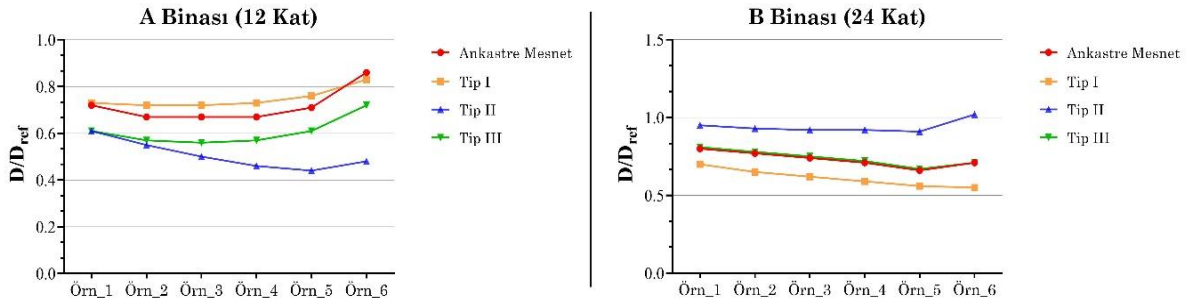
Şekil 126. $H_B/H_A=2$ (a) için tepe noktası yer değiştirme oran grafiği ($C_d=10^3$ N.s/m).

Şekil 127'de 10^4 N.s/m sönümleme katsayılı cihazın tepe noktası yer değiştirme oran grafiği verilmiştir. SVS cihazlarının yer değiştirme üzerindeki etkisi bağlantı modelleri açısından incelendiğinde 10^4 N.s/m sönümleme katsayısında maksimum etkinin genel olarak Örnek 6 bağlantı modelinde olduğu görülür. Tepe noktası yer değiştirmesi Örnek 6 bağlantı modelinde A ve B binası için sırasıyla ankastre durumda %24 ve %10, Tip I zemin türü üzerinde %15 ve %18, Tip II zemin türü üzerinde %28 ve %3, Tip III zemin türü üzerinde %29 ve %10 azalmıştır.



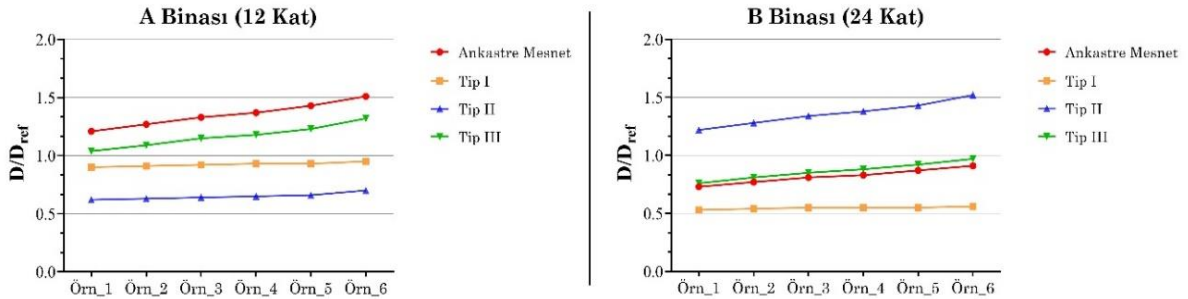
Şekil 127. $H_B/H_A=2$ (a) için tepe noktası yer değiştirme oran grafiği ($C_d=10^4$ N.s/m).

10^5 N.s/m sönümleme katsayılı cihazın yer değiştirme oran grafiği Şekil 128’de verilmiştir. SVS cihazlarının yer değiştirme üzerindeki etkisi bağlantı modelleri açısından incelendiğinde 10^5 N.s/m sönümleme katsayısında maksimum etkinin ankastre, Tip I ve Tip III zemin türünde genel olarak üç kat arayla SVS cihazlarının bağlı olduğu kabulüyle tasarlanan Örnek 4 bağlantı modelinde olduğu görülür. Tip II zemin türünde ise iki kat arayla SVS cihazlarının bağlı olduğu kabulüyle tasarlanan Örnek 5 bağlantı modelinin etkili olduğu görülür. Grafik incelendiğinde tepe noktası yer değiştirmesi A ve B binası için sırasıyla ankastre durumda %33 ve %29, Tip I zemin türü üzerinde %27 ve %41, Tip II zemin türü üzerinde %56 ve %9, Tip III zemin türü üzerinde %28 ve %29 azalmıştır.



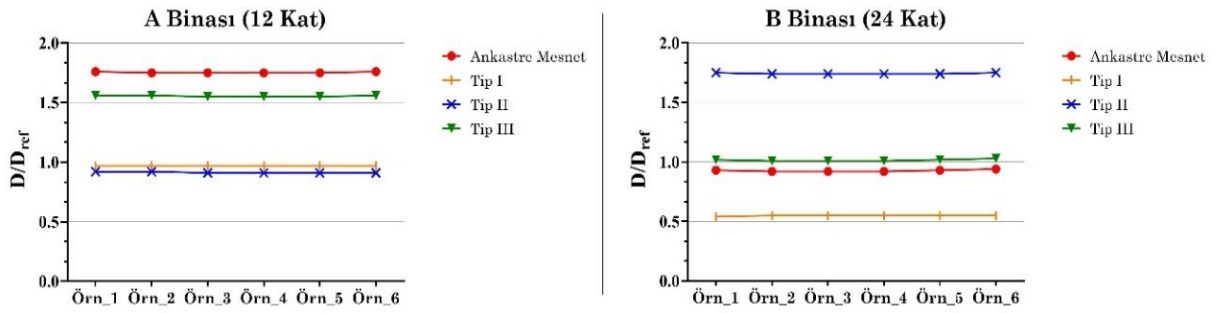
Şekil 128. $H_B/H_A=2$ (a) için tepe noktası yer değiştirme oran grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).

10^6 N.s/m sönümleme katsayılı cihazın yer değiştirme oran grafiği Şekil 129’da verilmiştir. İki bina birlikte düşünülerek grafik incelendiğinde ankastre, Tip II ve Tip III zemin türü için SVS cihazlar için uygun olmadığı görülür. Tip I zemin türü haricindeki tepe noktası yer değiştirme değeri artmıştır. Tip I zemin türü 10^6 N.s/m sönümleme katsayısında maksimum etkinin sadece en üst katta bir adet SVS cihazının bağlı olduğu kabulüyle tasarlanan Örnek 1 bağlantı modelinde olduğu görülür. Tepe noktası yer değiştirmesi ankastre durumda A binasında %21 artmış, B binasında ise %27 azalmıştır. Tip I zemin türü üzerinde A ve binasında sırasıyla %10 ve %47 azalmıştır. Tip II zemin türü üzerinde A binasında %38 azalmış, B binasında ise %22 artmıştır. Tip III zemin türü üzerinde A binasında %4 artmış, B binasında ise %24 azalmıştır.



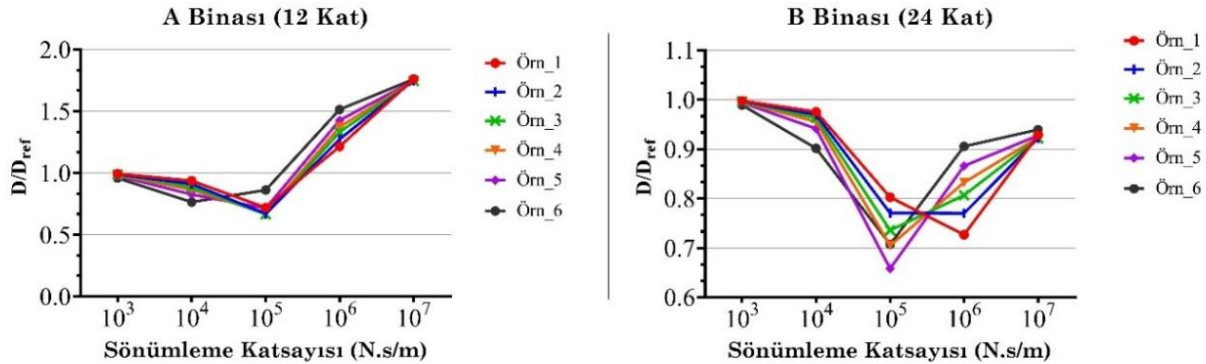
Şekil 129. $H_B/H_A=2$ (a) için tepe noktası yer değiştirme oran grafiği ($C_d=10^6$ N.s/m).

10^7 N.s/m sönümleme katsayılı cihazın yer değiştirme oran grafiği Şekil 130'da verilmiştir. İki bina birlikte düşünülerek grafik incelendiğinde ankastre, Tip II ve Tip III zemin türü için SVS cihazlar için uygun olmadığı görülür. Tip I zemin türü haricindeki tepe noktası yer değiştirme değeri artmıştır. Tip I zemin türü 10^7 N.s/m sönümleme katsayısında maksimum etkinin sadece en üst katta bir adet SVS cihazının bağlı olduğu kabulüyle tasarlanan Örnek 1 bağlantı modelinde oluştuğu görülür. Tepe noktası yer değiştirmesi ankastre durumda A binasında %76 artmış, B binasında ise %7 azalmıştır. Tip I zemin türü üzerinde A ve binasında sırasıyla %3 ve %46 azalmıştır. Tip II zemin türü üzerinde A binasında %8 azalmış, B binasında ise %75 artmıştır. Tip III zemin türü üzerinde A binasında %56 artmış, B binasında ise %2 azalmıştır.

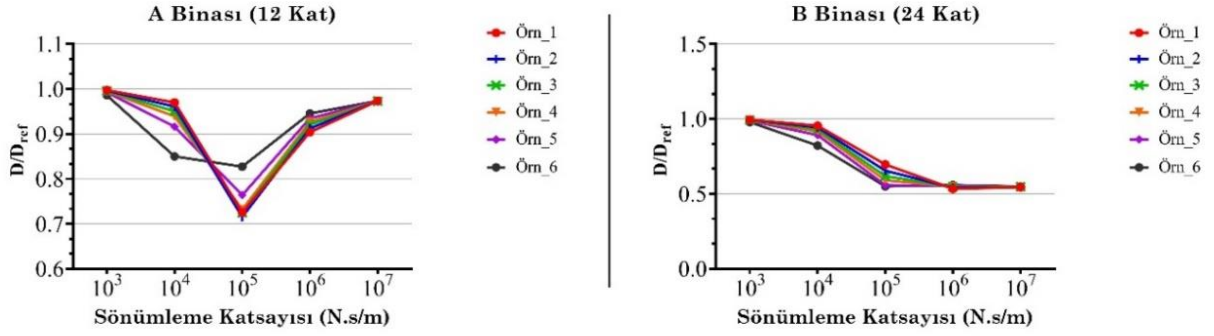


Şekil 130. $H_B/H_A=1,75$ (b) için tepe noktası yer değiştirme oran grafiği ($C_d=10^7$ N.s/m).

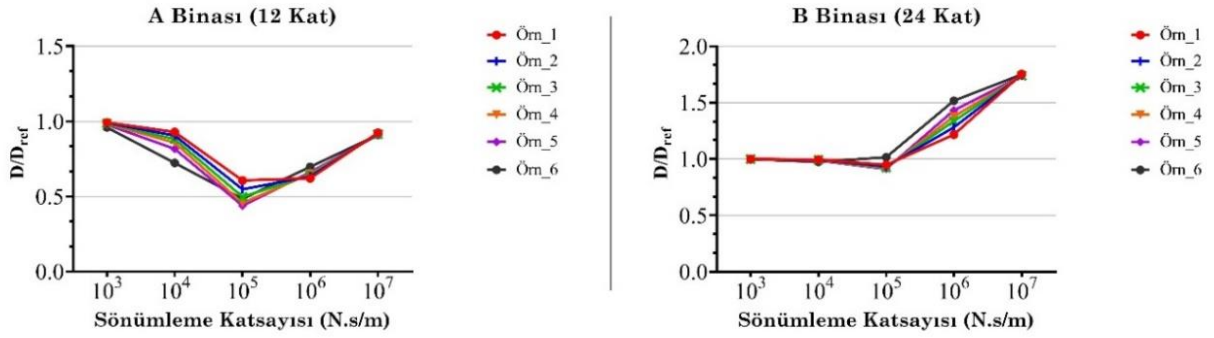
SVS cihazlarının sahip olduğu sönümleme katsayısı ve bağlantı modellerinin binaların davranışına olan etkisi önemli olduğundan $H_B/H_A=2$ (a) türü analizlerde, SVS cihazlarının sönümleme katsayısının ve bağlantı modellerinin tepe noktası yer değiştirmesine olan etkisini zemin türüne göre gösteren grafikler Şekil 131 ile Şekil 134 arasında verilmiştir. İki binaya ait grafikler birlikte düşünülerek incelendiğinde ankastre, Tip I, Tip II ve Tip III zemin türü üzerinde meydana gelen yer değiştirme sonuçlarına göre en etkili sonucun 10^5 N.s/m sönümleme katsayısının da alındığı söylenebilir. Bu sönümleme katsayısına göre en etkili bağlantı modelinin ise Örnek 5 olduğu yorumu yapılabilir.



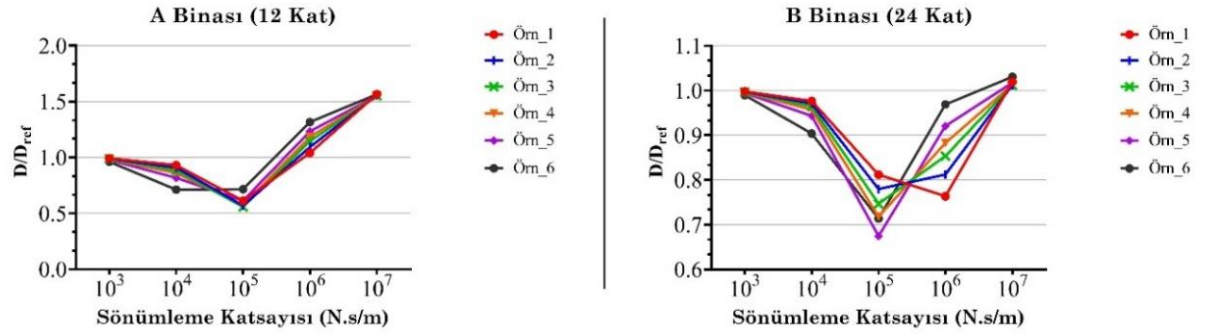
Şekil 131. $H_B/H_A=2$ (a) için yer değiştirme açısından cihaz sönümleme katsayıları ve bağlantı modellerinin zemine ankastre olarak bağlı durumdaki komşu binalara etkileri.



Şekil 132. $H_B/H_A=2$ (a) için yer değiştirme açısından cihaz sönümleme katsayıları ve bağlantı modellerinin Tip I üzerindeki komşu binalara etkileri.

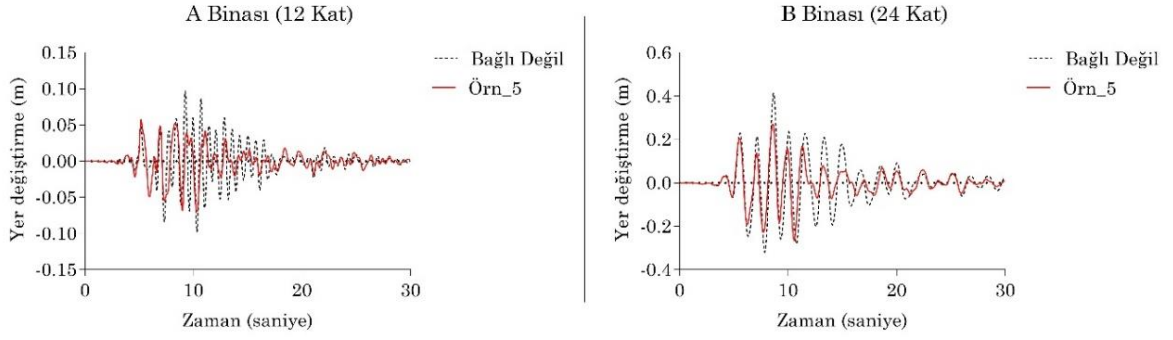


Şekil 133. $H_B/H_A=2$ (a) için yer değiştirme açısından cihaz sönümleme katsayıları ve bağlantı modellerinin Tip II üzerindeki komşu binalara etkileri.

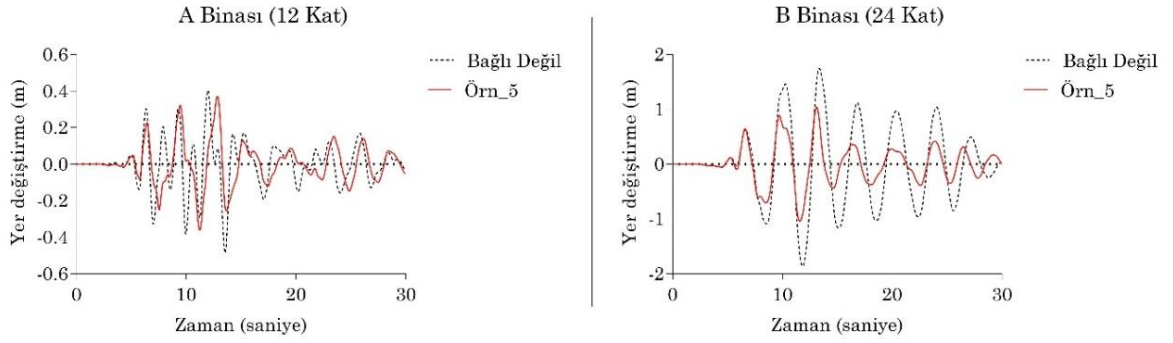


Şekil 134. $H_B/H_A=2$ (a) için yer değiştirme açısından cihaz sönümleme katsayıları ve bağlantı modellerinin Tip III üzerindeki komşu binalara etkileri.

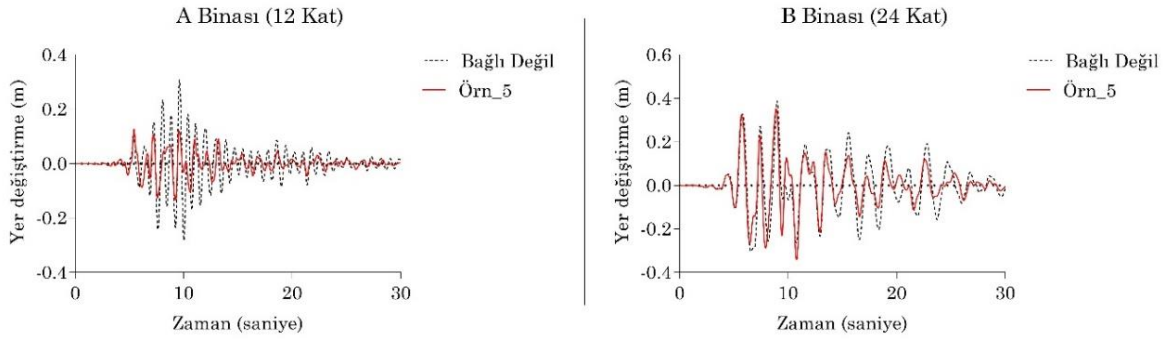
Tepe noktası yer değiştirmesinin deprem süresince etkisinin incelenmesi SVS cihazlarının etkinliğinin iyi bir göstergesi olduğundan $H_B/H_A=2$ (a) türü analizler için belirlenen etkili parametrelere göre komşu binaların tepe noktası yer değiştirmesinin deprem süresi boyunca salınımı gösteren Yer Değiştirme-Zaman grafiği Şekil 135 ile Şekil 138 arasında verilmiştir. Grafikler incelendiğinde SVS cihazlarının sadece maksimum yer değiştirme değerinin azalmasında değil, deprem süresi boyunca önemli büyüklükteki yer değiştirmelerin azalmasında da etkili olduğu görülür.



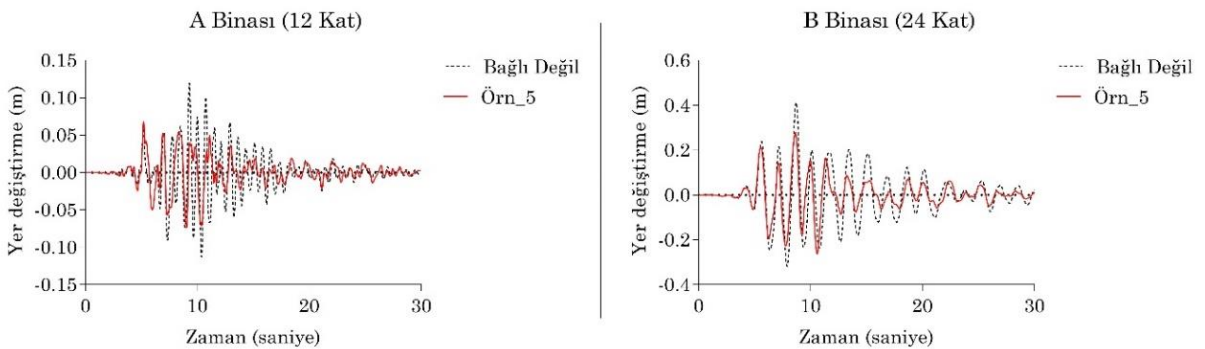
şekil 135. $H_B/H_A=2$ (a) için ankastre durumda SVS cihazlar ile birbirine bağlı binaların tepe noktası Yer Değiştirme–Zaman grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).



şekil 136. $H_B/H_A=2$ (a) için Tip I zemin türü üzerinde SVS cihazlar ile birbirine bağlı binaların tepe noktası Yer Değiştirme–Zaman grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).



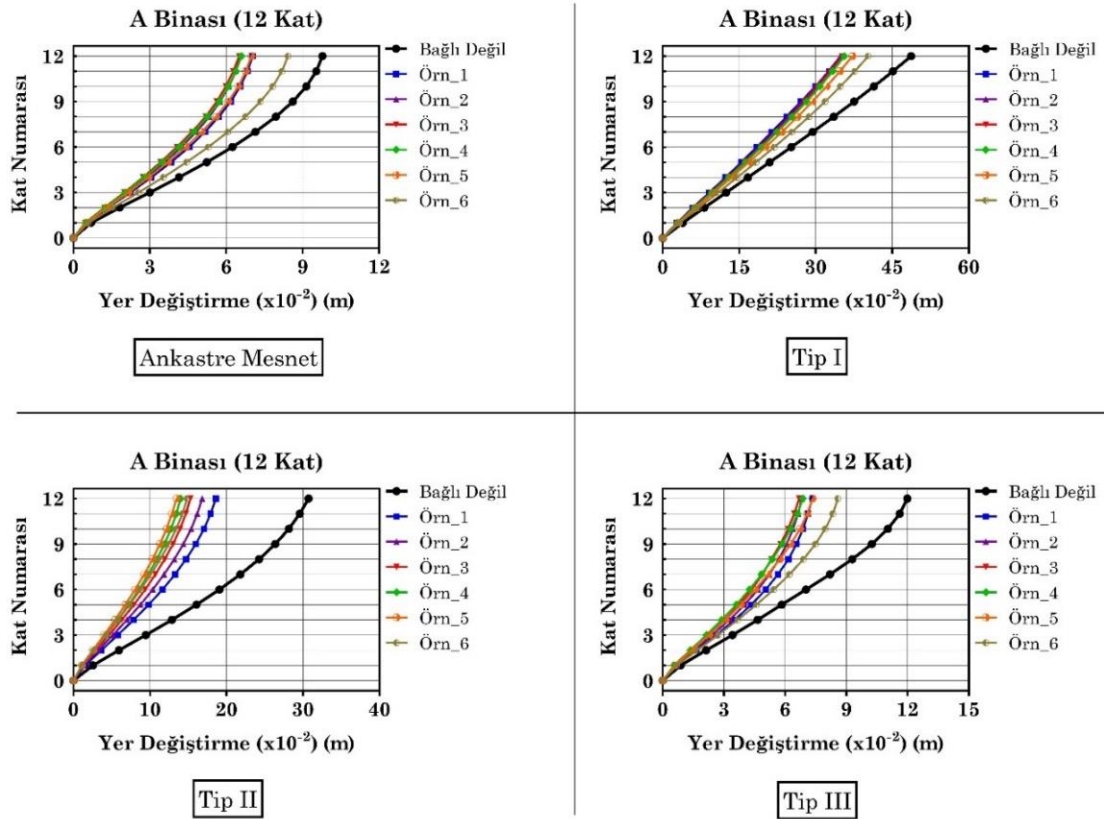
şekil 137. $H_B/H_A=2$ (a) için Tip II zemin türü üzerinde SVS cihazlar ile birbirine bağlı binaların tepe noktası Yer Değiştirme–Zaman grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).



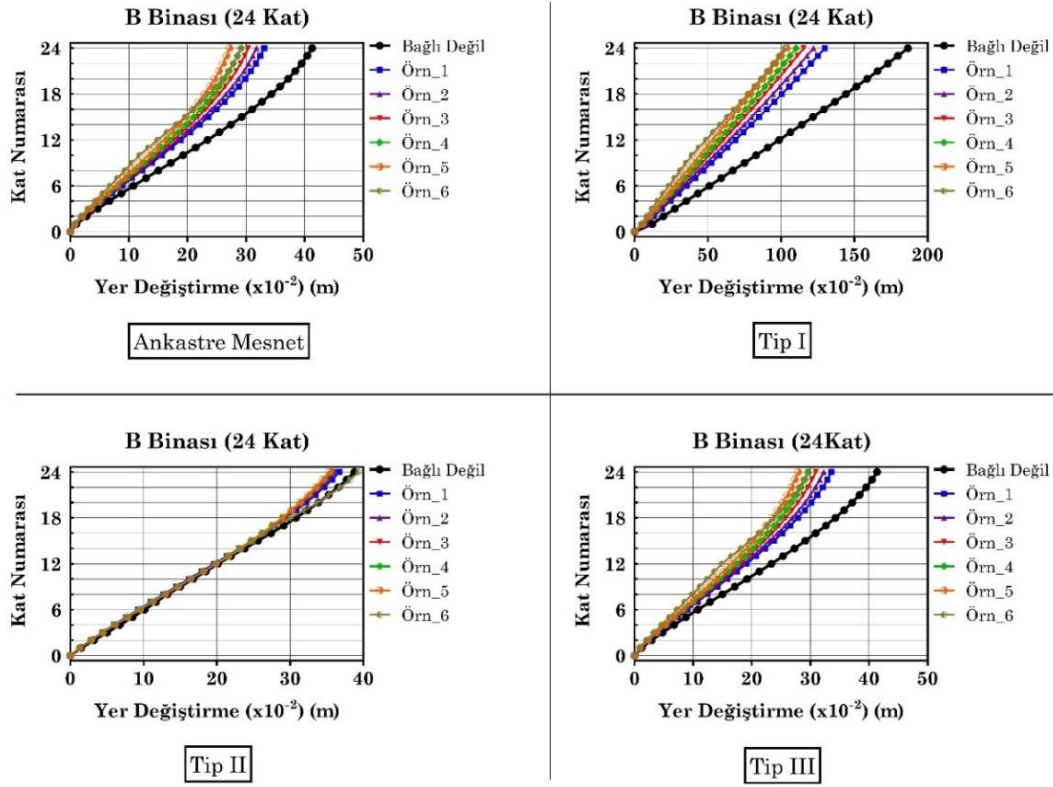
şekil 138. $H_B/H_A=2$ (a) için Tip III zemin türü üzerinde SVS cihazlar ile birbirine bağlı binaların tepe noktası Yer Değiştirme–Zaman grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).

Kat hizasından SVS cihazlarıyla birbirine bağı A ve B binasının katlarında oluşan maksimum yer değıştirme değeri Şekil 139 ve Şekil 140’de verilmiştir. $H_B/H_A=2$ (a) türü analizleri için katların yer değıştirme grafikleri her bir zemin türünde belirlenen etkili sönümleme katsayısına göre sunulmuştur. SVS cihazlarının sadece tepe noktası yer değıştirme değeri azalmasında değil diğr katlarda meydana gelen yer değıştirme değeri de azalmasında oldukça etkili olduğı görölür.

Farklı sönümleme katsayılarına sahip SVS cihazlarına göre $H_B/H_A=2$ (b) türü analizlerin tepe noktası yer değıştirme oran grafikleri Şekil 141 ile Şekil 145 arasında verilmiştir. (b) türü analizlerinde iki binanın yapısal eleman boyutları farklı olduğından (a) türü analiz sonuçlarına göre farklı sonuçlar meydana gelmiştir. B binasının A binasına göre kütle, rijitlik ve frekans oranları sırasıyla 2,8; 0,72 ve 0,5’dir. Dolayısıyla A binası daha rijit, B binası ise daha düşük frekanslı, ağır ve uzundur. İki yapının frekansı iyice birbirinden ayrılmıştır. Ayrıca rijitlik, kütle ve frekans oranları açısından bağlanacak iki yapı ideal duruma yakındır.

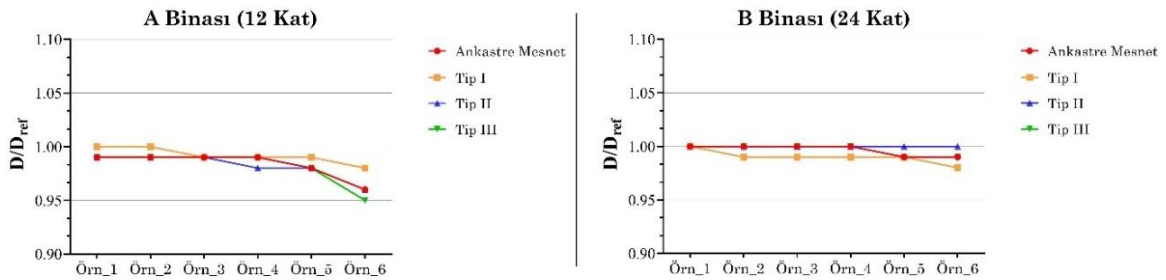


Şekil 139. $H_B/H_A=2$ (a) için A binası katlarının yer değıştirmesi ($C_d=10^5$ N.s/m).



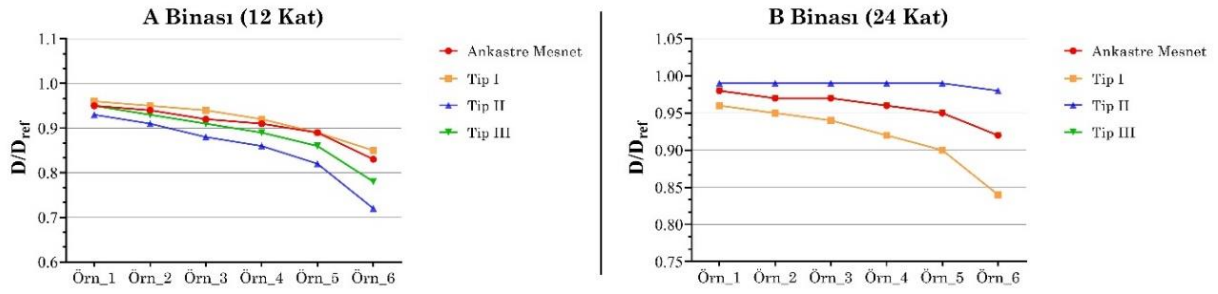
Şekil 140. $H_B/H_A=2$ (a) için B binası katlarının yer değiştirmesi ($C_d=10^5$ N.s/m).

10^3 N.s/m sönümleme katsayılı cihazın yer değiştirme oran grafiği Şekil 141’de verilmiştir. Grafik incelendiğinde 10^3 N.s/m sönümleme katsayısının 12 katlı A binası ile 24 katlı B binasının bağlantısı için yeterli olmadığı, yer değiştirmede yaklaşık olarak %4 civarında bir azalma olduğu görülür.



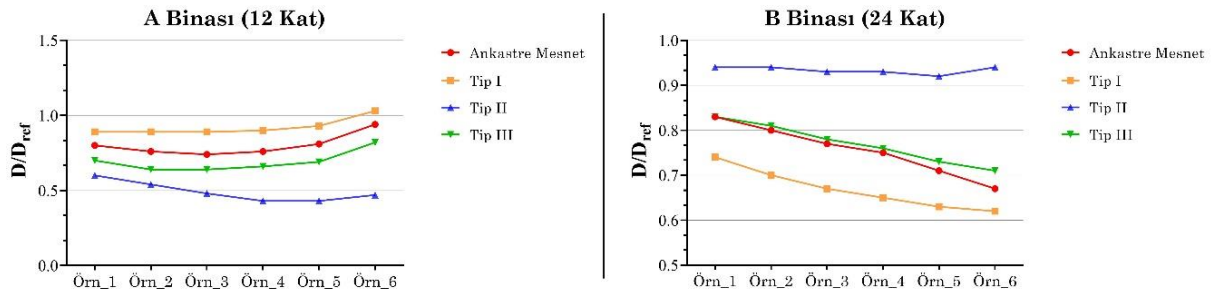
Şekil 141. $H_B/H_A=2$ (b) için tepe noktası yer değiştirme oran grafiği ($C_d=10^3$ N.s/m).

10^4 N.s/m sönümleme katsayılı cihazın yer değiştirme oran grafiği Şekil 142’de verilmiştir. SVS cihazlarının yer değiştirme üzerindeki etkisi bağlantı modelleri açısından incelendiğinde 10^4 N.s/m sönümleme katsayısında maksimum etkinin genel olarak bütün katlarda SVS cihazlarının bağlı olduğu kabulüyle tasarlanan Örnek 6 bağlantı modelinde olduğu görülür. Grafik incelendiğinde tepe noktası yer değiştirmesi Örnek 6 bağlantı modelinde A ve B binası için sırasıyla ankastre durumda %17 ve %8, Tip I zemin türü üzerinde %15 ve %16, Tip II zemin türü üzerinde %28 ve %2, Tip III zemin türü üzerinde %22 ve %8 azalmıştır.



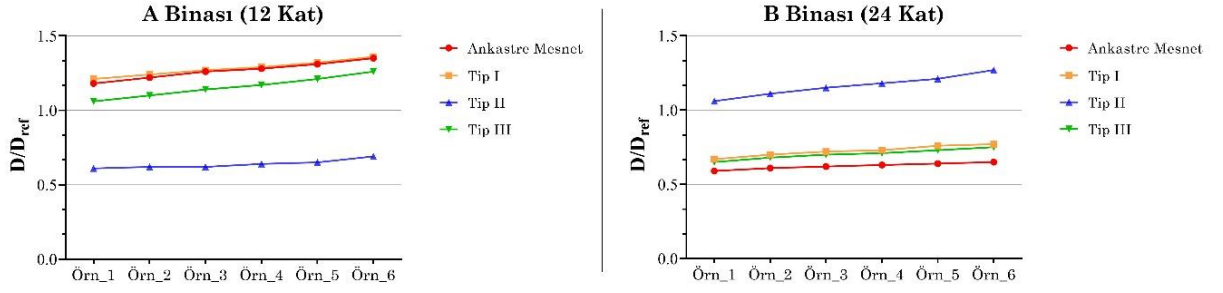
Şekil 142. $H_B/H_A=2$ (b) için tepe noktası yer değiştirme oran grafiği ($C_d=10^4$ N.s/m).

10^5 N.s/m sönümleme katsayılı cihazın yer değiştirme oran grafiği Şekil 143'de verilmiştir. SVS cihazlarının yer değiştirme üzerindeki etkisi bağlantı modelleri açısından incelendiğinde 10^5 N.s/m sönümleme katsayısında maksimum etkinin 4 kat arayla SVS cihazlarının bağlı olduğu kabulüyle tasarlanan Örnek 3 bağlantı modelinde olduğu söylenebilir. Grafik incelendiğinde tepe noktası yer değiştirmesi Örnek 3 bağlantı modelinde A ve B binası için sırasıyla ankastre durumda %26 ve %23, Tip I zemin türü üzerinde %11 ve %33, Tip II zemin türü üzerinde %52 ve %7, Tip III zemin türü üzerinde %36 ve %22 azalmıştır.



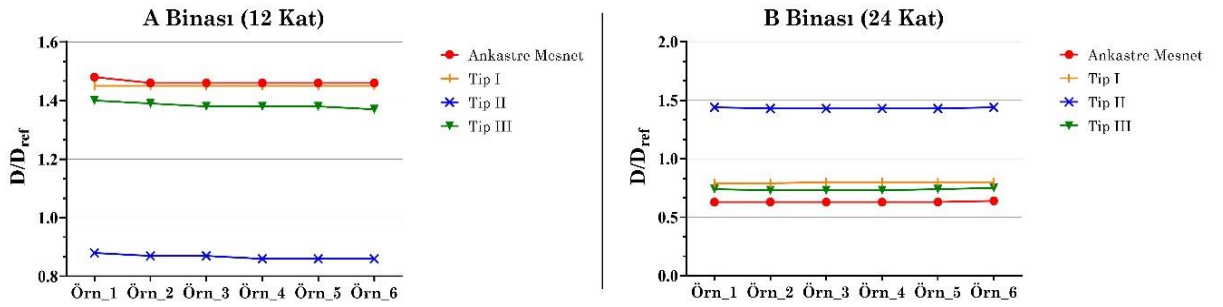
Şekil 143. $H_B/H_A=2$ (b) için tepe noktası yer değiştirme oran grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).

10^6 N.s/m sönümleme katsayılı cihazın yer değiştirme oran grafiği Şekil 144'de verilmiştir. İki bina birlikte düşünülerek grafik incelendiğinde bütün zemin türlerinde SVS cihazların binalara bağlanması için uygun olmadığı görülür. Tepe noktası yer değiştirme değeri özellikle A binası için artmıştır. Tepe noktası yer değiştirmesi ankastre durumda A binasında %18 artmış, B binasında ise %41 azalmıştır. Tip I zemin türü üzerinde A binasında %21 artmış, B binasında ise %33 azalmıştır. Tip II zemin türü üzerinde A binasında %39 azalmış, B binasında ise %6 artmıştır. Tip III zemin türü üzerinde A binasında %6 artmış, B binasında ise %35 azalmıştır.



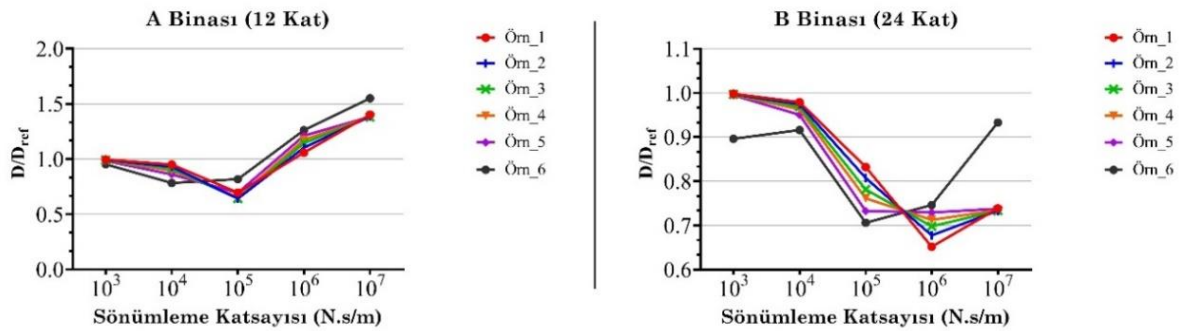
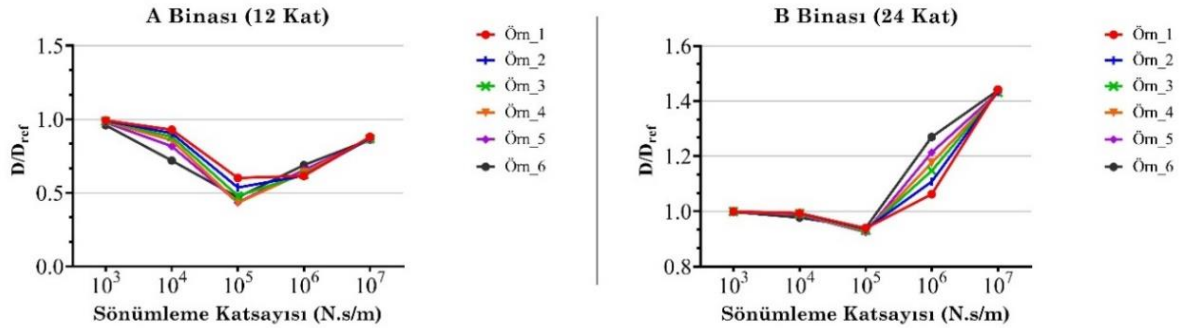
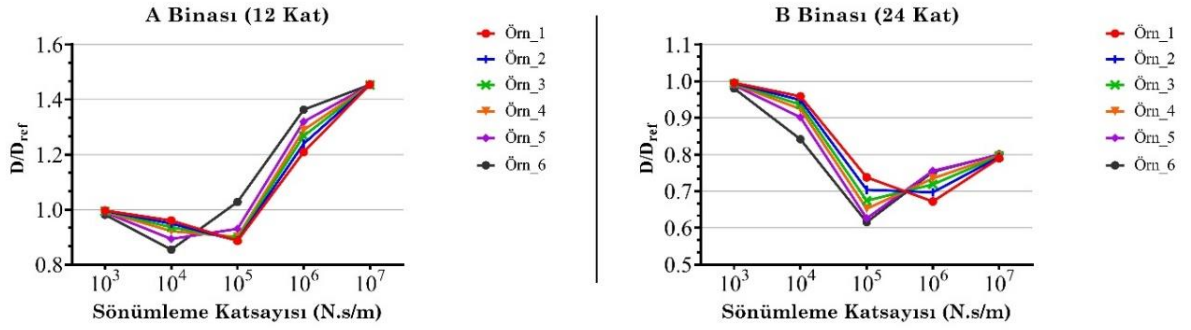
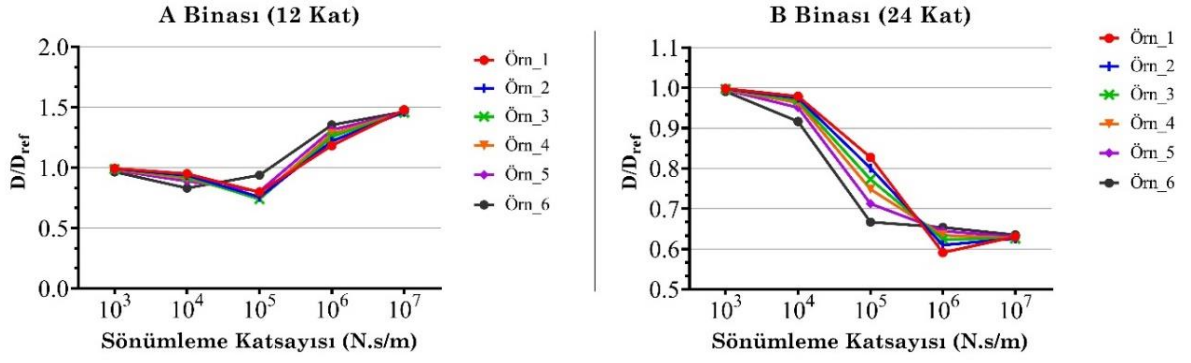
Şekil 144. $H_B/H_A=2$ (b) için tepe noktası yer değiştirme oran grafiği ($C_d=10^6$ N.s/m).

10^7 N.s/m sönümlleme katsayılı cihazın yer değiştirme oran grafiği Şekil 145’de verilmiştir. 10^6 N.s/m sönümlleme katsayısındaki gibi iki bina birlikte düşünülerek grafik incelendiğinde bütün zemin türlerinde SVS cihazların binalara bağlanması için uygun olmadığı görülür. Tepe noktası yer değiştirme değeri özellikle A binası için artmıştır. Tepe noktası yer değiştirmesi ankastre durumda A binasında %48 artmış, B binasında ise %37 azalmıştır. Tip I zemin türü üzerinde A binasında %45 artmış, B binasında ise %33 azalmıştır. Tip II zemin türü üzerinde A binasında %12 azalmış, B binasında ise %44 artmıştır. Tip III zemin türü üzerinde A binasında %40 artmış, B binasında ise %26 azalmıştır.

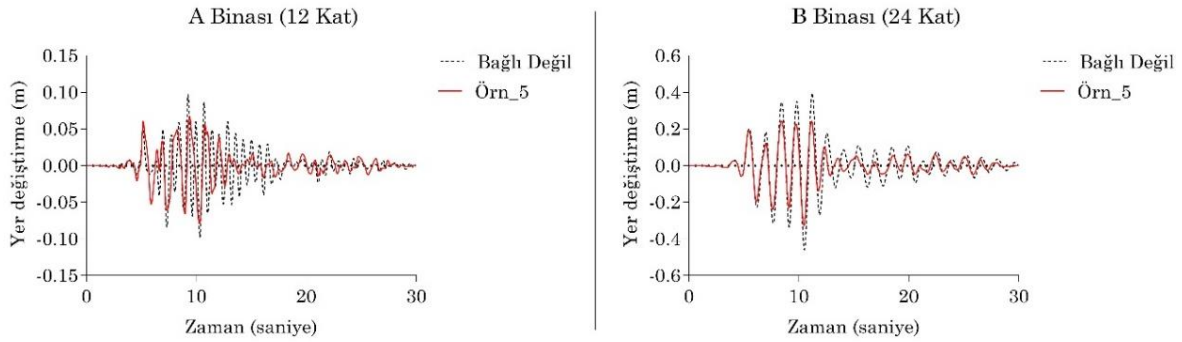


Şekil 145. $H_B/H_A=2$ (b) için tepe noktası yer değiştirme oran grafiği ($C_d=10^7$ N.s/m).

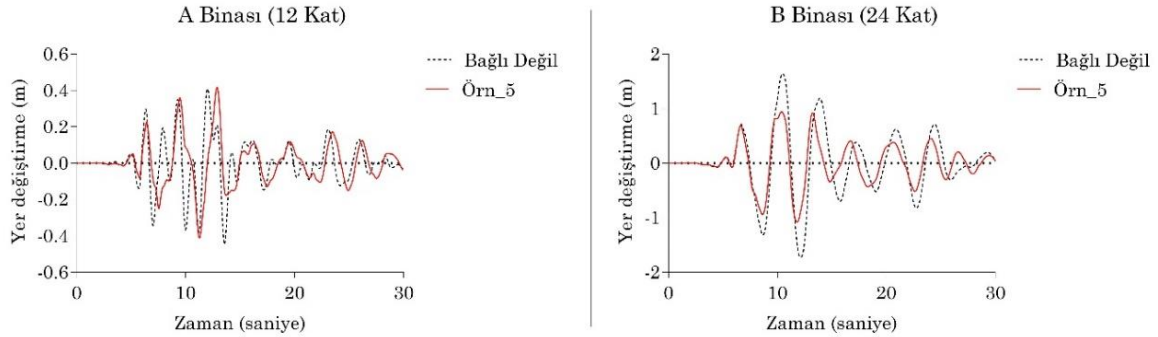
SVS cihazlarının sahip olduğu sönümlleme katsayısı ve bağlantı modellerinin binaların davranışına olan etkisi önemli olduğu için $H_B/H_A=2$ (b) türü analizlerde, SVS cihazlarının sönümlleme katsayısının ve bağlantı modellerinin tepe noktası yer değiştirmesine olan etkisini zemin türüne göre gösteren grafikler Şekil 146 ile Şekil 149 arasında verilmiştir. İki binaya ait grafikler birlikte düşünülerek incelenmelidir. Ankastre mesnet, Tip I, Tip II ve Tip III zemin türü üzerinde meydana gelen yer değiştirme sonuçlarına göre en etkili sonucun 10^5 N.s/m sönümlleme katsayısı ile Örnek 5 bağlantı modelinin etkili olduğu söylenebilir.



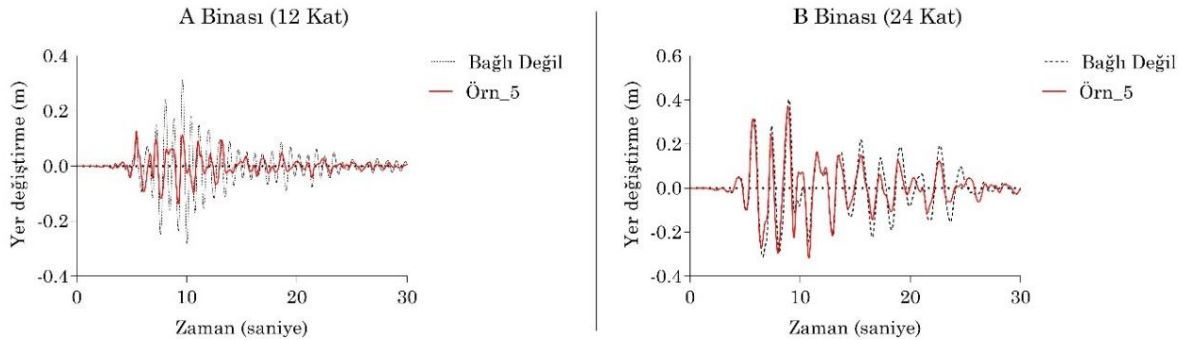
$H_B/H_A=2$ (b) türü analizler için belirlenen etkili parametrelere göre komşu binaların tepe noktası yer değiştirmesinin deprem süresi boyunca salınımı gösteren Yer Değiştirme-Zaman grafiği Şekil 150 ile Şekil 153 arasında verilmiştir. Grafikler incelendiğinde SVS cihazlarının sadece maksimum yer değiştirme değerinin azalmasında değil, deprem süresi boyunca önemli büyüklükteki yer değiştirmelerin azalmasında da etkili olduğu görülür. Grafiklerin genelinde binaların bağlanmadan önce meydana gelen maksimum yer değiştirmenin önemli ölçüde azaldığı görülmektedir. Yüksek katlı binaların bağlantısının orta sıkı ve sıkı zemine karşılık gelen Tip II ve Tip III zeminde daha etkili olduğu görülebilir.



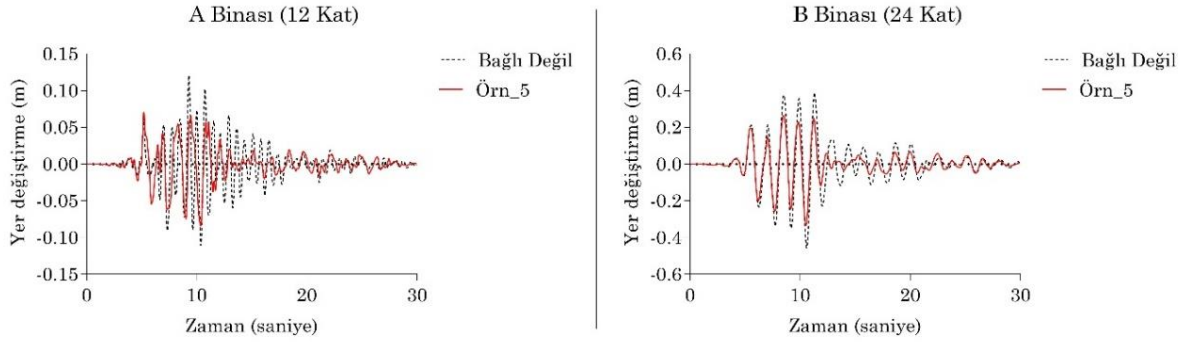
Şekil 150. $H_B/H_A=2$ (b) için ankastre durumda SVS cihazlar ile birbirine bağlı binaların tepe noktası Yer Değiştirme-Zaman grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).



Şekil 151. $H_B/H_A=2$ (b) için Tip I zemin türü üzerinde SVS cihazlar ile birbirine bağlı binaların tepe noktası Yer Değiştirme-Zaman grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).

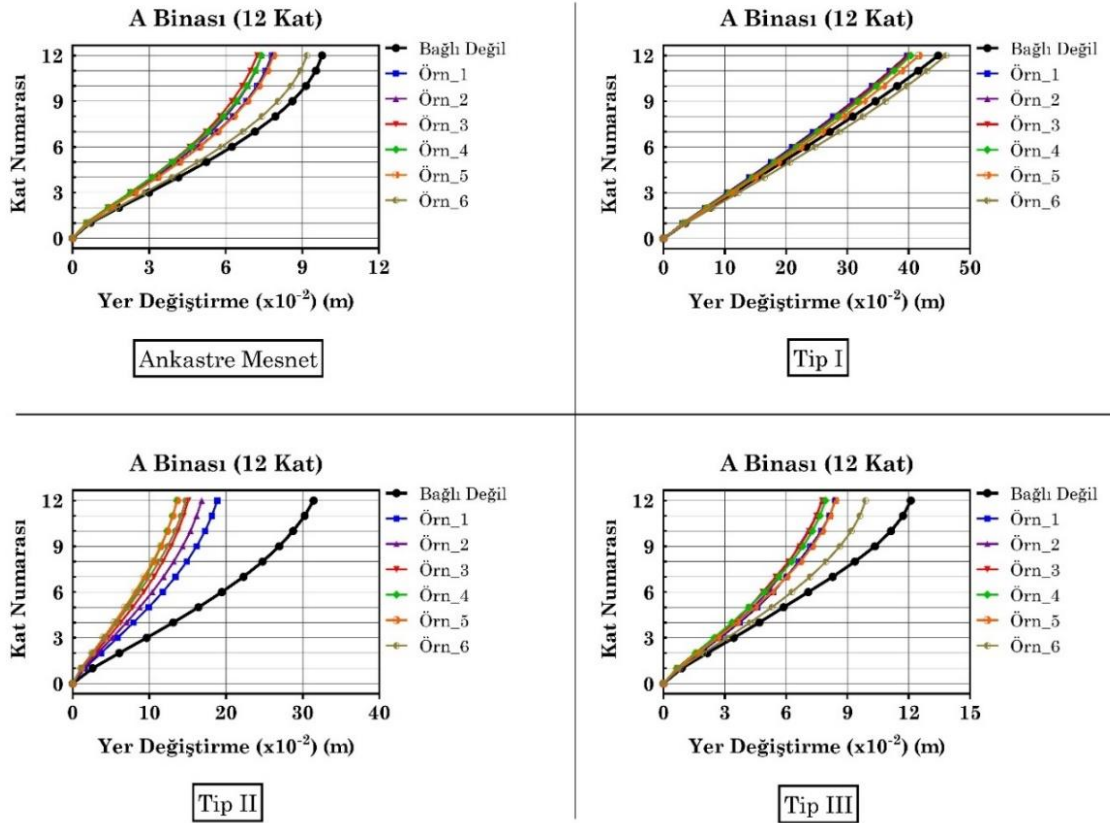


Şekil 152. $H_B/H_A=2$ (b) için Tip II zemin türü üzerinde SVS cihazlar ile birbirine bağlı binaların tepe noktası Yer Değiştirme-Zaman grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).

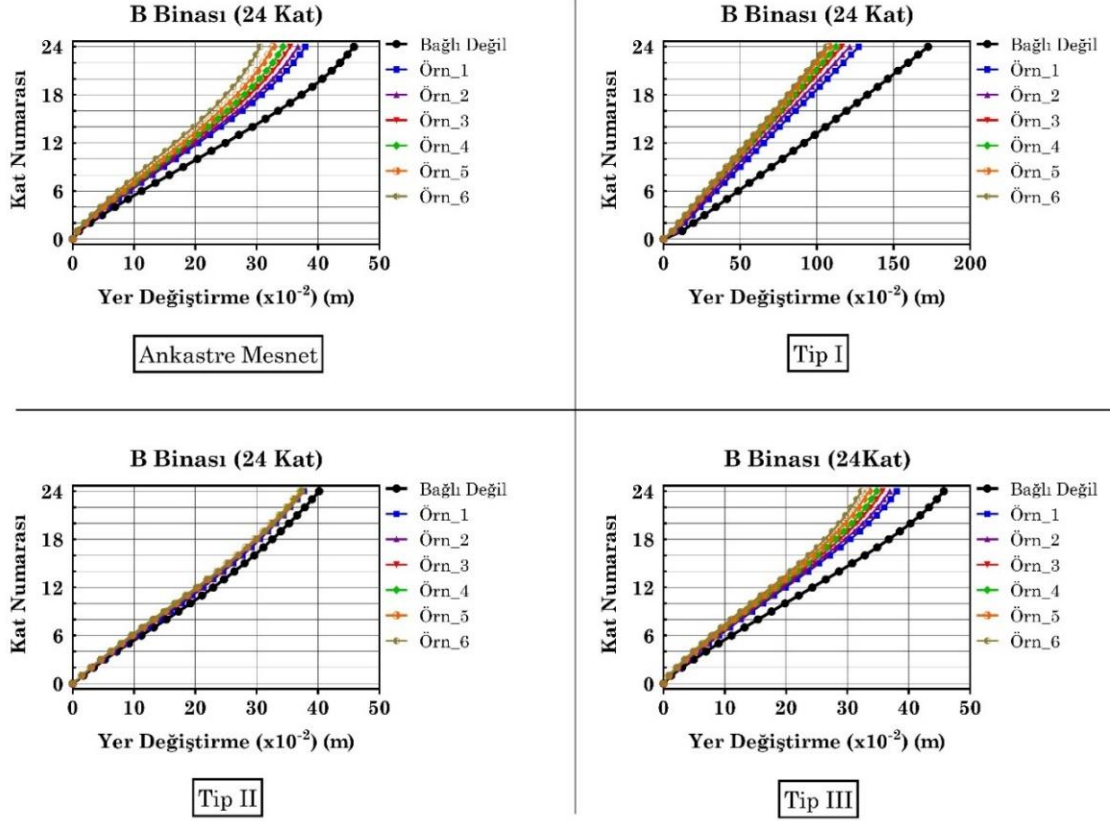


şekil 153. $H_B/H_A=2$ (b) için Tip III zemin türü üzerinde SVS cihazlar ile birbirine bağlı binaların tepe noktası Yer Değiştirme–Zaman grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).

Kat hizasından SVS cihazlarıyla birbirine bağlı A ve B binasının katlarında oluşan maksimum yer değiştirmeleri şekil 154 ve şekil 155’de verilmiştir. $H_B/H_A=2$ (b) türü analizleri için katların yer değiştirme grafikleri her bir zemin türünde belirlenen etkili sönümleme katsayısına göre sunulmuştur. SVS cihazlarının sadece tepe noktası yer değiştirmelerinin azalmasında değil diğer katlarda meydana gelen yer değiştirmelerin de azalmasında oldukça etkili olduğu görölür.



şekil 154. $H_B/H_A=2$ (b) için A binası katlarının yer değiştirmesi ($C_d=10^5$ N.s/m).



Şekil 155. $H_B/H_A=2$ (b) için B binası katlarının yer değiştirmesi ($C_d=10^5$ N.s/m).

Yer değiştirme açısından komşu binaların kütle, yükseklik, rijitlik ve frekans oranlarının SVS cihazlarının performansına etkilerinin incelenmesi

Bu başlığa kadar SVS cihazlarının bağlı binalardaki yer değiştirme değerlerini önemli ölçüde azaltarak etkili bir yapısal kontrol sistemi parçası olduğu görülmüştür. Bu başlık altında ise bağlanacak komşu binaların kütle, yükseklik, rijitlik ve frekans oranlarının SVS cihazlarının performansını nasıl etkilediği yer değiştirme açısından incelenecektir. Bu etkiyi kıyaslayabilmek için yer değiştirmelerin azalmasında etkili olan 10^5 N.s/m sönümleme katsayısına sahip SVS cihazlarının sonuçları ele alınmıştır.

Şekil 156'da (a) türü modellerinde iki komşu binanın SVS cihazlarıyla bağlanmasıyla meydana gelen en üst kat yer değiştirmelerin bina katsayısı ve bağlantı modellerine göre değişimi verilmiştir. Grafiğin (a) ve (b) şikkında binaların zemine ankastre bağlı olduğu durum ele alınmıştır. (a) şikkında ankastre durumda, A binasının farklı kat sayısına sahip B binasıyla bağlanmasıyla A binasının tepe noktasında meydana gelen yer değiştirme değerleri sunulmuştur. (a) şikkı genel olarak incelendiğinde A binasının performansı B binasının kat sayısı arttıkça artmış, yer değiştirmeler azalmıştır. (b) şikkında ise B binasının 12 katlı A binasıyla bağlantısından sonra B binasının en üst katında meydana gelen yer değiştirme değerleri sunulmuştur. (b) şikkı incelendiğinde A binasıyla bağlanan 21 katlı B binalarına kadar yer değiştirmeler azalmıştır. A binasının 24 katlı B binasıyla bağlanmasında ise SVS

cihazlarının yer deşiştirmeler üzerindeki etkisi azalmıştır. İki bina birlikte dūřünūldūęünde, ankastre durumda en iyi performansı veren bağlantının A binası ile 21 katlı B binasının Örnek 5 veya Örnek 6 bağlantı modeliyle bağlanması olduğu söylenebilir. Bu durumdaki A ve B binasının kütle, yükseklik, rijitlik ve frekans oranları büyüğün küçüğe oranı olacak şekilde ifade edilecek olursa, sırasıyla 1,76; 1,75; 2 ve 1,9 olduğu görölür. A binasının B binasından daha rijit olduğu bu bağlantıda A ve B binasının yer değiştirme değerindeki azalmanın sırasıyla %27 ve %53 olduğu görölür. Benzer olarak şekil 157’de ise (b) türü modellerinde meydana gelen yer değiştirmelerin bina katsayısı ve bağlantı modellerine göre değişimi verilmiştir. Grafięin (a) ve (b) şikkında binaların zemine ankastre bağlı olduğu durum ele alınmıştır. (a) şikkı genel olarak incelenirse; A binası 15 katlı B binasına bağlandığında yer değiştirme değerleri bağlanmadan önceki değerinde göre artar. A binasının 18 katlı B binasıyla bağlanmasıyla ise A binasında meydana gelen yer değiştirmedeki azalış maksimum seviyeye ulaşır. (b) şikkı incelendiğinde; A binası ile 24 katlı B binasına kadarki bütün binalarda B binasının yer değiştirmesi önemli ölçüde azalır. İki bina birlikte dūřünūldūęünde ise ankastre durumda en iyi performansı veren bağlantının 12 katlı A binası ile 21 katlı B binasının Örnek 5 veya Örnek 6 bağlantı modeliyle bağlanması olduğu söylenebilir. Bu durumdaki A ve B binasının kütle, yükseklik, rijitlik ve frekans oranları büyüğün küçüğe oranı olacak şekilde ifade edilecek olursa, sırasıyla 2,5;1,75;1,12 ve 1,7 olduğu görölür. A binasının B binasından daha rijit olduğu bu bağlantıda A ve B binasının yer değiştirme değerindeki azalmanın sırasıyla %30 ve %29 olduğu görölür. (a) türü modellerindeki azalmanın çok daha etkili olduğu açıktır. (b) türü modellerde etkili olan bağlantıdaki binaların kütle oranı artarak 2 değerinin üzerine çıkmış, frekans ve rijitlik oranı ise azalmıştır. (b) türü modellerinin kolon ve kiriş ölçülerinin artırılarak daha rijit hale getirilmesi, iki bina arasındaki rijitlik oranını ve frekans oranını birbirine yaklaştırdığı için SVS cihazlarının etkisini azaltmıştır.

şekil 156 (c) ve (d) şikkında (a) türü modellerde, Tip I zemin türü üzerindeki iki komşu binanın SVS cihazlarıyla bağlanmasıyla meydana gelen en üst kat yer değiştirmelerin, bina katsayısı ve bağlantı modellerine göre değişimi verilmiştir. (c) şikkı genel olarak incelendiğinde, A binasının yer değiştirme değeri 15 katlı B binasıyla bağlanmasıyla azalmıştır. A binasının 18 ve 21 katlı B binalarıyla bağlantısında ise SVS cihazlarının yer değiştirmeler üzerindeki etkisi azalmıştır. Sonrasında A binasının 24 katlı B binasına bağlanmasıyla A binasının en üst katında meydana gelen yer değiştirme değerindeki azalış maksimum olmuştur. (d) şikkı incelendiğinde, 21 katlı B binasının 12 katlı A binasıyla bağlanmasında B binasının yer değiştirmesindeki azalış maksimum olmuştur. 24 katlı B binasının A binasıyla bağlanmasıyla B binasının performansı az olsa azalmıştır. İki bina birlikte dūřünūldūęünde ise Tip I üzerinde en iyi performansı veren bağlantının 12 katlı A binası ile 24 katlı B binasının Örnek 3 veya

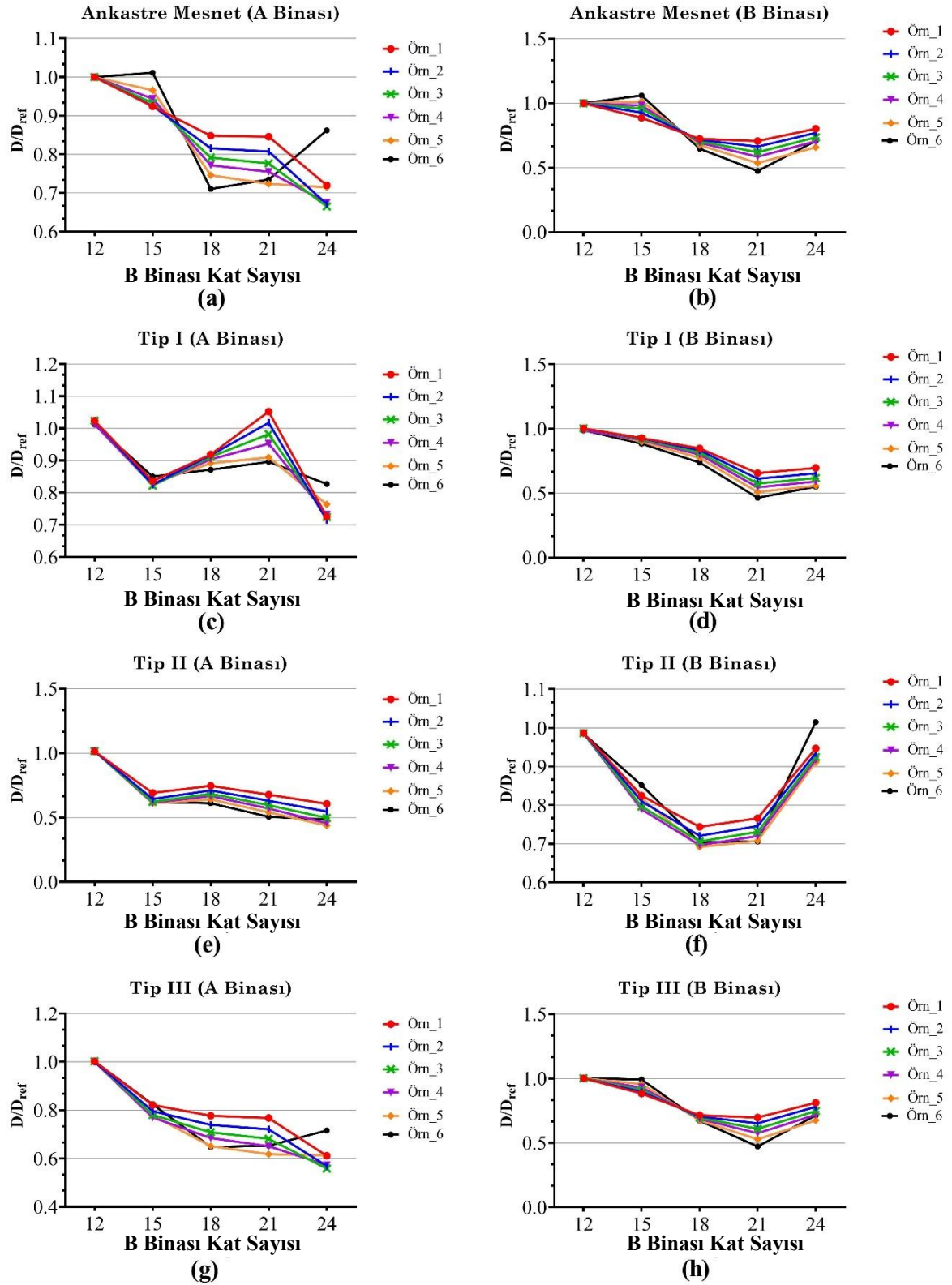
Örnek 4 bağlantı modeliyle bağlanması olduğu söylenebilir. Bu durumdaki A ve B binasının kütle, yükseklik, rijitlik ve frekans oranları büyüğün küçüğe oranı olacak şekilde ifade edilecek olursa, sırasıyla 2,02; 2; 2,4 ve 2,2 olduğu görülür. A binasının B binasından daha rijit olduğu bu bağlantıda A ve B binasının yer değiştirme değerindeki azalmanın sırasıyla %27 ve %41 olduğu görülür. Benzer olarak Şekil 157 (c) ve (d) şıkkında (b) türü modellerde, Tip I zemin türü üzerindeki iki komşu binanın SVS cihazlarıyla bağlanmasıyla meydana gelen en üst kat yer değiştirmelerin, bina katsayısı ve bağlantı modellerine göre değişimi verilmiştir. (c) şıkkı genel olarak incelendiğinde, A binasının 15 ve 18 katlı B binasıyla bağlanmasıyla A binasının en üst kat yer değiştirme değeri bağlanmadan önceki değerine göre artış göstermiştir. A binasının 21 katlı B binasıyla bağlanmasıyla ise A binasının yer değiştirmesindeki azalma maksimuma ulaşmıştır. (d) şıkkı incelendiğinde, A binasıyla 21 katlı B binasının bağlanmasında B binasının yer değiştirme değerindeki azalış maksimum olmuş. A binasının 24 katlı B binasıyla bağlanmasında ise SVS cihazlarının yer değiştirme üzerindeki etkisi ise çok az azalmıştır. İki bina birlikte düşünüldüğünde ise Tip I üzerinde en iyi performansı veren bağlantının 12 katlı A binası ile 21 katlı B binasının Örnek 4 veya Örnek 5 bağlantı modeliyle bağlanması olduğu söylenebilir. Bu durumdaki A ve B binasının kütle, yükseklik, rijitlik ve frekans oranları büyüğün küçüğe oranı olacak şekilde ifade edilecek olursa, sırasıyla 2,5; 1,75; 1,12 ve 1,7 olduğu görülür. A binasının B binasından daha rijit olduğu bu bağlantıda A ve B binasının yer değiştirme değerindeki azalmanın sırasıyla %25 ve %44 olduğu görülür. (a) türü ve (b) türü modellerindeki azalmanın birbirine yakın olduğu görülür. (b) türü modellerde etkili olan bağlantıdaki binaların kütle oranı artarak 2,02'den 2,5'e çıkmış, rijitlik oranı 2,4'den 1,12'ye azalmıştır. İki modelin frekans oranları ise 1,7 ve 2,2 civarındadır ve bu oran 2 değerine yaklaşık eşit uzaklıktadır. Komşu binaların kütle ve rijitlik oranlarındaki ciddi değişime rağmen frekans oranlarının 2 değerine yakın olması performansı çok etkilememiştir. SVS cihazlarının etkisi, önceki yapılan çalışmalara da dayanarak, büyük ölçüde iki komşu binaların sahip olduğu frekansların birbirinden iyi ayrılmasına bağlıdır denebilir.

Şekil 156 (e) ve (f) şıkkında (a) türü modellerde, Tip II zemin türü üzerindeki iki komşu binanın SVS cihazlarıyla bağlanmasıyla meydana gelen en üst kat yer değiştirmelerin, bina katsayısı ve bağlantı modellerine göre değişimi verilmiştir. (e) şıkkı genel olarak incelendiğinde, B binalarına bağlanan A binasının en üst kat yer değiştirme değeri, B binasının kat sayısı arttıkça etkili bir şekilde azalmıştır. (f) şıkkı incelendiğinde ise 18 katlı B binasının A binasına bağlanmasıyla B binasının en üst kat yer değiştirme değerindeki azalış maksimum olmuştur. 21 katlı B binasının A binasına bağlanmasıyla SVS cihazlarının yer değiştirme üzerindeki etkisi azalmaya başlamıştır. A binasının 24 katlı B binasına bağlanmasıyla ise SVS cihazlarının B binasının yer değiştirmesine olan etkisi sıfıra yaklaşmıştır. İki bina birlikte

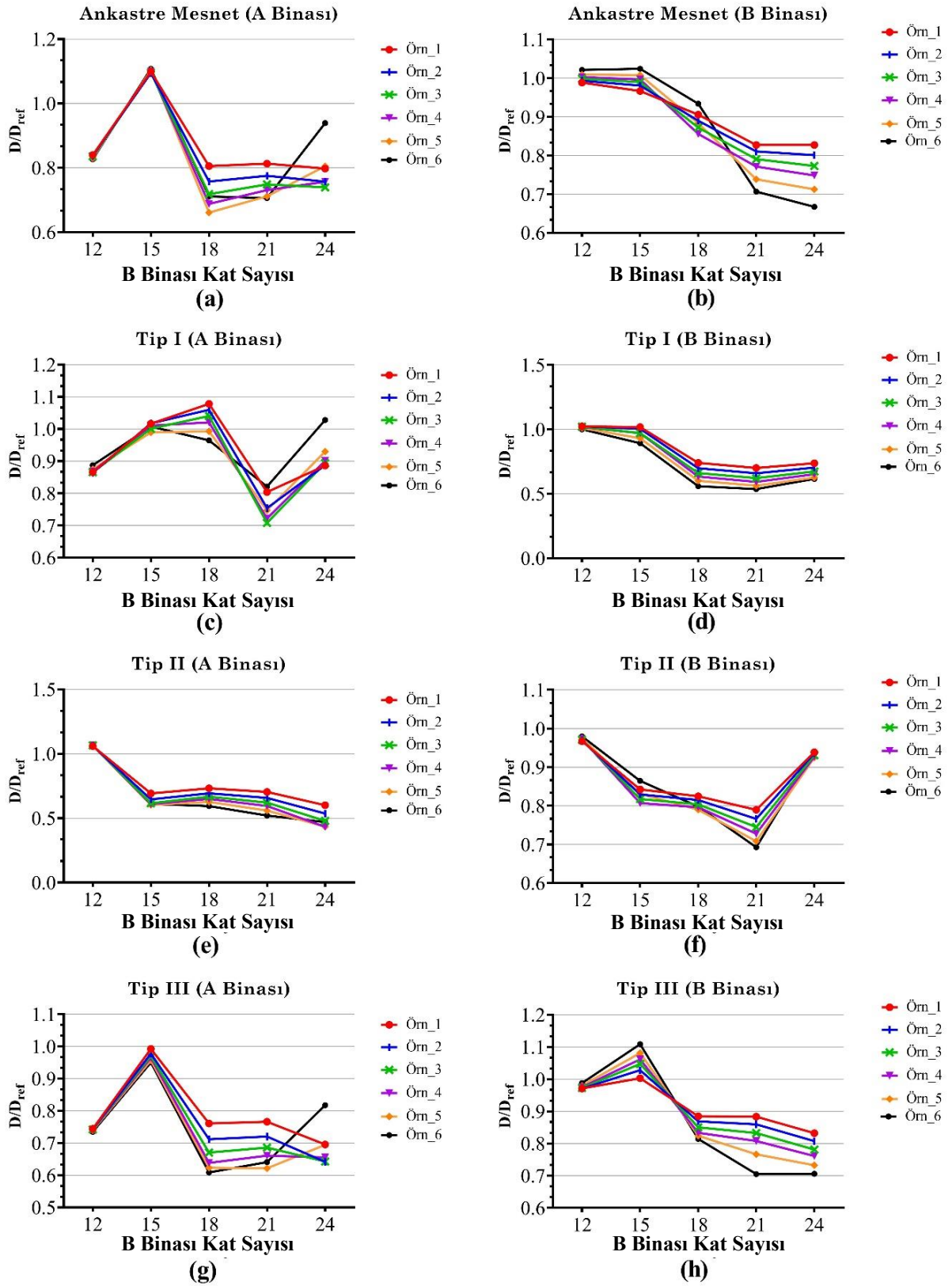
düşünüldüğünde ise Tip II üzerinde en iyi performansı veren bağlantının 12 katlı A binası ile 21 katlı B binasının Örnek 5 veya Örnek 6 bağlantı modeliyle bağlanması olduğu söylenebilir. Bu durumdaki A ve B binasının kütle, yükseklik, rijitlik ve frekans oranları büyüğün küçüğe oranı olacak şekilde ifade edilecek olursa, sırasıyla 1,76; 1,75; 2 ve 1,9 olduğu görülür. A binasının B binasından daha rijit olduğu bu bağlantıda A ve B binasının yer değiştirme değerindeki azalmanın sırasıyla %48 ve %28 olduğu görülür. Benzer olarak Şekil 157 (e) ve (f) şıkında ise (b) türü modellerde, Tip II zemin türü üzerindeki iki komşu binanın SVS cihazlarıyla bağlanmasıyla meydana gelen en üst kat yer değiştirmelerin, bina katsayısı ve bağlantı modellerine göre değişimi verilmiştir. (e) şıkkı genel olarak incelendiğinde, B binalarına bağlanan A binasının en üst kat yer değiştirme değeri, B binasının kat sayısı artıkça etkili bir şekilde azalmıştır. (f) şıkkı incelendiğinde ise 21 katlı B binasının A binasına bağlanmasıyla B binasının en üst kat yer değiştirme değerindeki azalış maksimuma ulaşmıştır. A binasının 24 katlı B binasına bağlanmasıyla ise SVS cihazlarının B binasının yer değiştirmesine olan etkisi sıfıra yaklaşmıştır. İki bina birlikte düşünüldüğünde ise Tip II üzerinde en iyi performansı veren bağlantının 12 katlı A binası ile 21 katlı B binasının Örnek 5 veya Örnek 6 bağlantı modeliyle bağlanması olduğu söylenebilir. Bu durumdaki A ve B binasının kütle, yükseklik, rijitlik ve frekans oranları büyüğün küçüğe oranı olacak şekilde ifade edilecek olursa, sırasıyla 2,5; 1,75; 1,12 ve 1,7 olduğu görülür. A binasının B binasından daha rijit olduğu bu bağlantıda A ve B binasının yer değiştirme değerindeki azalmanın sırasıyla %48 ve %31 olduğu görülür. (a) türü ve (b) türü modellerindeki azalmanın birbirine yakın olduğu, hatta (b) türü modellerin sonuçlarının bir nebze daha iyi olduğu görülür. (b) türü modellerde etkili olan bağlantıdaki binaların kütle oranı artarak 1,76'dan 2,5'e çıkmış, rijitlik oranı 2'den 1,12'ye azalmıştır. İki modelin frekans oranları ise 1,7 ve 1,9 civarındadır. Komşu binaların kütle ve rijitlik oranlarındaki ciddi değişime rağmen frekans oranlarının 2 değerine yakın olması performansı çok etkilememiştir.

Şekil 156 (e) ve (f) şıkında (a) türü modellerde, Tip III zemin türü üzerindeki iki komşu binanın SVS cihazlarıyla bağlanmasıyla meydana gelen en üst kat yer değiştirmelerin, bina katsayısı ve bağlantı modellerine göre değişimi verilmiştir. (g) şıkkı genel olarak incelendiğinde, B binalarına bağlanan A binasının en üst kat yer değiştirme değeri, B binasının kat sayısı artıkça etkili bir şekilde azalmıştır. (h) şıkkı incelendiğinde ise 21 katlı B binasının A binasına bağlanmasıyla B binasının en üst kat yer değiştirme değerindeki azalış maksimuma ulaşmıştır. 24 katlı B binasının A binasına bağlanmasıyla SVS cihazlarının yer değiştirme üzerindeki etkisi azalmaya başlamıştır. İki bina birlikte düşünüldüğünde ise Tip III üzerinde en iyi performansı veren bağlantının 12 katlı A binası ile 21 katlı B binasının Örnek 5 veya Örnek

6 bağlantı modeliyle bağlanması olduğu söylenebilir. Bu durumdaki A ve B binasının kütle, yükseklik, rijitlik ve frekans oranları büyüğün küçüğe oranı olacak şekilde ifade edilecek olursa, sırasıyla 1,76; 1,75; 2 ve 1,9 olduğu görülür. A binasının B binasından daha rijit olduğu bu bağlantıda A ve B binasının yer değiştirme değerindeki azalmanın sırasıyla %35 ve %53 olduğu görülür. Benzer olarak Şekil 157 (g) ve (h) şıkında ise (b) türü modellerde, Tip III zemin türü üzerindeki iki komşu binanın SVS cihazlarıyla bağlanmasıyla meydana gelen en üst kat yer değiştirmelerin, bina katsayısı ve bağlantı modellerine göre değişimi verilmiştir. (g) şıkkı genel olarak incelendiğinde, 15 katlı B binasına bağlanan A binasının en üst kat yer değiştirme değerinin bağlanmadan önceki değerine çok yakın olduğu hatta bazı durumlarda arttığı bile gözlemlenmiştir. Ancak A binasının 18, 21 ve 24 katlı B binalarına bağlanmasıyla ise A binasının yer değiştirme değerlerindeki azalış %40'a yaklaşmıştır. SVS cihazları 18 katlı B binasıyla A binasının bağlanmasında A binasının yer değiştirme değerini maksimum azaltmıştır. 21 ve 24 katlı B binalarında SVS cihazlarının etkisi az da olsa azalmıştır. (h) şıkında da (g) şıkkındaki davranışa benzer durumlar görülmektedir. 24 katlı B binasıyla A binasının bağlantısında B binasının yer değiştirme değerindeki azalış maksimum olmuştur. İki bina birlikte düşünüldüğünde ise Tip III üzerinde en iyi performansı veren bağlantının 12 katlı A binası ile 21 katlı B binasının Örnek 5 veya Örnek 6 bağlantı modeliyle bağlanması olduğu söylenebilir. Bu durumdaki A ve B binasının kütle, yükseklik, rijitlik ve frekans oranları büyüğün küçüğe oranı olacak şekilde ifade edilecek olursa, sırasıyla 2,5; 1,75; 1,12 ve 1,7 olduğu görülür. A binasının B binasından daha rijit olduğu bu bağlantıda A ve B binasının yer değiştirme değerindeki azalmanın sırasıyla %36 ve %29 olduğu görülür. (a) türü modellerindeki azalmanın çok daha etkili olduğu açıktır. (b) türü modellerde etkili olan bağlantıdaki binaların kütle oranı artarak 2 değerinin üzerine çıkmış, frekans ve rijitlik oranı ise azalmıştır. (b) türü modellerinin kolon ve kiriş ölçülerinin artırılarak daha rijit hale getirilmesi, iki bina arasındaki rijitlik oranını ve frekans oranını birbirine yaklaştırdığı için SVS cihazlarının etkisini azaltmıştır.



Şekil 156. (a) türü modellerinde bağlanan SVS cihazlarının yer değiştirme üzerindeki etkisinin B binasının kat sayısına ve bağlantı modellerine göre değişimi.



Şekil 157. (b) türü modellerinde bağlanan SVS cihazlarının yer değiştirme üzerindeki etkisinin B binasının kat sayısına ve bağlantı modellerine göre değişimi.

SVS cihazlarının yer değiştirmeler üzerindeki etkisinin değerlendirilmesi

Araştırmacılar uzun süre SVS veya benzer sönümleyici cihazlarını yapı elemanları arasına yerleştirerek yapının sönümleme kapasitesini artırmaya çalışmış ve başarmışlardır (Constantinou and Symans 1992; Hwang and Huang 2002; Soong and Costantinou 2014; Halperin *et al.* 2016; De Domenico *et al.* 2019). Sonraki zamanlarda ise iki komşu veya bitişik yapıyı birbirine sönümleyici cihazlar ile bağlama fikri etkili olmuş ve çalışmalar bu konuda yoğunlaşmaya başlamıştır. Yapısal kontrol için pasif sönümleyici cihazlar ile bağlanan komşu yapıların yapısal performansına bağlanacak olan yapıların kütle, frekans ve rijitlik oranlarının yanında, sönümleyici cihazların sönümleme katsayısının etki ettiği araştırmacılar tarafından ifade edilmiştir (Bhaskararao and Jangid 2004; Tande and Shinde 2009; Patel and Jangid 2014; Pérez *et al.* 2015;). SVS cihazlarının yapısal kontrol üzerindeki etkisi iki binanın sahip olduğu kütle, rijitlik ve frekans oranları ile cihaz sönümleme katsayısı değerlerinin belli bir değere kadar artması ile artar. Ancak bu oranlar ve değerler aşıldığı zaman SVS cihazlarının etkisi azalmaya başlamakla kalmaz, belli bir noktadan sonra binalar bağlanmadan önceki yapısal tepkilerinden daha büyük tepkiler vermeye başlar. Araştırmacılar birbirine bağlanacak olan binaların yükseklik, kütle ve frekans oranlarının 1 ile 2,5 arasında olduğunu, bu oranların 2 olduğu sistemlerin ise daha iyi sönümlenebileceğini ifade etmişlerdir (Luco and De Barros 1998b; Zhu and Xu 2005). Bağlanacak olan binaların ve sönümleyici cihazların dinamik özelliklerinin doğru seçilmesi durumunda, binaların birbirine bağlanmadan önceki dinamik özelliklerinin korunabileceği ve yapılardan en az birinde depremlerden kaynaklanan dinamik tepkileri azaltılabilir. Bu çalışmadan elde edilen sonuçlar literatürde paylaşılan bu sonuçlar ile örtüşmüştür.

Birbirine bağlanacak binaların frekans ve rijitlik oranlarının yapısal kontrol sisteminin etkili olabilmesi için etkili parametreler olduğundan yukarıda bahsedilmişti. Bağlanacak olan binaların frekans ve rijitliği oldukça birbirinden farklı olmalıdır. alışmalar iki bina arasına bağlanacak eşit sönümleme katsayısına sahip pasif sönümleyicilerin etkili olması için iki binanın kat hizalarından bağlanmaması ve sahip olduğu frekansların aynı olmaması gerektiğini ortaya çıkarmıştır (Athanassiadou *et al.* 1994; Tande and Shinde 2009; Pérez *et al.* 2015). Bu alışma için tasarlanan benzer dinamik özellikteki binaların analiz sonuçlarında da benzer sonuçlar çıkmıştır. Çünkü pasif sönümleyici cihazlar hız bağımlı cihazlardır ve iki binanın birbirine olan hız farkından yararlanarak sönümleme kuvvetleri üretmektedirler. Dolayısıyla binaların aynı anda aynı yöne hareket etmesi pasif sönümleyici cihazları etkisiz kılmaktadır. Araştırmacılar dinamik olarak benzer yapıların pasif cihazlarla bağlanabilmesinin önündeki sorunları aşmak için farklı sönümleyici türleri, çapraz bağlama şekilleri, farklı sönümleme

katsayısına sahip cihazları bir binada farklı katlarda kullanma ve farklı stratejileri bir arada kullanmışlardır (Makita *et al.* 2007; Patel 2011; Park and Ok 2015a; Patel and Jangid 2010; Fathi and Bahar 2017).

SVS cihazlarının bağlı binaların sismik izolasyonunda ve çok katlı binalarda şiddetli rüzgâr, trafik, titreşim üreten makinelerin sebep olduğu titreşimleri sönümleyerek içerisinde yaşayan insanların konforunu artırma konusunda oldukça etkili olduğu önceki yıllarda çeşitli araştırmacılar tarafından ifade edilmiştir (Xu *et al.* 1999; Zhu *et al.* 2001; Christenson 2001; Christenson *et al.* 2006; Bhaskararao and Jangid 2006a; Shrimali and Dumne 2008; Tande and Shinde 2009; Kim *et al.* 2011; Palacios-Quinonero *et al.* 2011; Bigdeli *et al.* 2012a; Patel and Jangid 2014; Pérez *et al.* 2014). Bu çalışma kapsamında tasarlanan modellerin farklı zemin türleri üzerindeki analiz sonuçları incelendiğinde önceki yıllarda yapılanlar ile birebir örtüştüğü görülmüştür. SVS cihazlar yer değiştirme ve diğer yapısal tepkilerin azalmasında oldukça etkilidir. Uygun parametreler bir araya geldiğinde yer değiştirmede %60'lara varan azalmalar görülmektedir. Bunun sebebinin yapıya ek rijitlik katmadan yapının sönümleme kapasitesinin artırılmasıdır. Yapıya eklenen ilave sönümleme kuvveti ile yapının birinci modunun sönümleme oranı ciddi anlamda artar. Buda yapısal tepkilerde önemli azalmalara neden olur.

İki bina arasına bağlanacak olan sönümleyici cihazların yer değiştirmesi ve hızı ne kadar büyükse o kadar fazla enerji sönümler. Bu durumun sağlanabilmesi için binaların frekans ayarı çok önemlidir. Bağlanacak olan yapıların frekansların birbirinden iyi ayrıldığı zaman, sönümleyici cihazlarda hızlı ve büyük yer değiştirmeler meydana gelir. Böylelikle faz dışı titreşen bağlı binalar büyük girdi enerjisinin sürtünme yoluyla dağıtılması ve ardından sistemin dinamik tepkisinin azaltılmasına yardımcı olur. Sönümleme cihazlarının sönümle katsayısı ise yapının davranışı ve sönümleyici cihazların etkinliğinde en az frekans kadar önemlidir. Sönümleme cihazlarının optimum sönümleme katsayı binaların dinamik özelliklerine bağlı olduğundan bu değer her bina için farklı olacaktır. İki binanın birbirine bağlanası durumunda ise optimum değer iki binanın tepkilerinin minimuma indirecek şekilde ayarlanması gerekmektedir. Pasif sönümleyici cihazların sönümleme katsayısı düştükçe binalar birbirine bağlanmamış gibi, artıkça ise çok yüksek titreşim enerjisi dağıtma kapasitesi nedeniyle birbirine çok rijit bir çubukla bağlanmış gibi hareket ederler (Zhu *et al.* 2001; Bhaskararao and Jangid 2007; Zhu *et al.* 2011; Patel and Jangid 2014; Pérez *et al.* 2015) . Hatta sönümleme katsayısının optimum değerden yüksek olması binaların bağlanmadan öncekine göre yer değiştirme değerinin artmasına bile neden olabilir. Nitekim bu çalışmada elde edilen bilgiler de bu bulguları doğrular niteliktedir. Bu nedenle SVS cihazlarının bir optimum değerinin belirlenmesi gerekmektedir. Xu *et al.* (1999), Zhu *et al.* (2001) ve Zhang and Xu (2000)

alışmalarında çok katlı bağlı binalar için viskoz sönümleyiciler ile yapmış oldukları çalışmalarında optimum sönümleme katsayısını 10^5 - 10^6 Ns/m civarlarında olması gerektiğini tavsiye etmişlerdir. Çalışma kapsamında 10^3 Ns/m, 10^4 Ns/m, 10^5 Ns/m, 10^6 Ns/m ve 10^7 Ns/m olarak sönümleme katsayıları belirlenmiştir. Çalışma sonuçları incelendiğinde ise 10^3 Ns/m ve 10^4 Ns/m cihaz sönümleme katsayılarının yetersiz kaldığı görülmüştür. 10^7 Ns/m cihaz sönümleme katsayısının ise komşu binaları birbirine rijit çubukla bağlamış gibi harekete zorlamıştır. Çalışma sonuçlarına göre en etkili sönümleme katsayısı 10^5 Ns/m ve 10^6 Ns/m olmuştur. Dolayısıyla araştırmacılar tarafından yapılan tavsiye çalışmadan elde edilen etkili sönümleme katsayılarıyla uyumaktadır.

Bağlantı modellerinin yapısal davranışa etkisi olduğu kadar yapısal kontrolün maliyetine de etkisi vardır. Pasif sönümleyiciler ile yapılan önceki çalışmalarda sönümleyicilerin bütün katlara bağlamasının gerekli olmadığına ve sönümleyicilerin st katlara doğru yerleştirilmesinin yeterli olacağına işaret edilmiştir (Bhaskararao and Jangid 2007; Zhu *et al.* 2011; Patel and Jangid 2014; Prez *et al.* 2015; Kandemir-Mazanoglu 2017). Böylelikle sönümleyici sayısı en az yarıya inmiş olur. Bhaskararao and Jangid (2004) bütün katlara bağlanacak sönümleyici sayısının yarıyla %10'na yakın bir kayıpla bütün katlara bağlanacak sönümleyicilerin meydana getirdiği yapısal tepkiye benzer tepkilerin elde edilebileceğini ifade etmiştir. Bu çalışmada kapsamında elde edilen sonuçlar incelendiğinde literatür ile örtüşmektedir. Tepe noktası maksimum yer değiştirme değerinde %2 ile %10 arası değişen bir kaybın kabul edilebilir olması durumunda 10^6 Ns/m sönümleme katsayılı cihazları sadece en st kata bağlamak yeterli olmaktadır. Dolayısıyla 10^5 Ns/m sönümleme katsayılı 12 adet sönümleme cihazı yerine çok az bir etki kaybını göze alarak 10^6 Ns/m sönümleme katsayılı tek SVS cihazıyla benzer davranış elde edilebilmektedir. SVS cihazlarının çalışma prensibine göre oluşacak olan sönümle kuvvetleri sönümleyicilerin bağlı olduğu katların maksimum bağlı hızıyla orantılı olduğundan, maksimum bağlı yer değiştirmeye ve/veya hızına sahip olan st katlara doğru sönümleyicilerin bağlanması doğru bir seçim olacaktır. Ekonomik açıdan SVS cihazlarının tekrardan değerlendirilmesi bölümün sonunda ayrıntılı olarak ele alınmıştır.

SVS cihazlarıyla birbirine bağlanması düşünülen binaların yükseklik, rijitlik, kütle ve frekans oranları yapısal kontrolün performansına olumlu veya olumsuz etki edebilir. Prez *et al.* (2015) yaptıkları çalışmalarında viskoz sönümleyicili cihazların daha iyi bir performans gösterebilmesi için, binaların yükseklikleri arasındaki oranın ikiden az olması gerektiği, diğer bir deyişle yüksek yapının kısa yapının iki katını aşamaması gerektiğini ifade etmişlerdir. Benzer bir alışma Zhu and Xu (2005) tarafından yapılmış ve etkili sonuç için binaların yükseklik ve kütle oranının 2 civarına kadar olabileceğini ifade etmişlerdir. Diğer benzer bir

Çalışma ise Luco and De Barros (1998b) tarafından yapılmış ve bina yükseklik oranlarının 1 ile 2,5 arasında olması, kütle oranlarının ise 1 ile 2 arasında olması gerektiğini ifade etmişlerdir. Yazarlar ayrıca etkili sonuç için kütle ve yükseklik oranlarının 2'ye yakın olması gerektiğini ifade etmişlerdir. Hatta bina yükseklik oranının 2,5 ve daha yukarısı olması halinde binaların bağlanmadan önceki yapısal taksine oranla %48 artışlar görüldüğünü ifade etmişlerdir. Ayrıca yazarlar yükseklik oranının iki den büyük olması yapısal davranışını olumsuz etkilediğini açıklamışlardır. Bu çalışmada elde edilen sonuçlar incelendiğinde SVS cihazlarının etkili olduğu bina yükseklik oranı 1,5 ile 2 arasında bulunmuştur. Yer değiştirme açısından ise en etkili yükseklik oranı ise 1,75 olarak bulunmuştur. Kütle, rijitlik ve frekans oranlarına göre ise etkili sonuçlar sırasıyla 1,5-2,5; 1,10-2,4 ve 1,5-2,2 arası değerlerde meydana gelmiştir. En etkili sonucun ise yükseklik, kütle, rijitlik ve frekans oranı sırasıyla 1,7; 2; ve 1,9 da meydana gelmiştir. Aynı sonuçlar ivme ve kesme kuvveti sonuçlarında da grlmştur.

Yapısal kontrol için yapılan araştırmaların neredeyse hiçbirinde zeminin yapılara olan etkisi dikkate alınmamıştır. Son zamanlarda zeminlerin yapıya, yapılarında zemine olan etkilerinin dikkate alınmasının gerekliliği herkes tarafından kabul edilmektedir. Yapıya etkileyen depremin maksimum büyüklüğü ve zeminin fiziksel özelliklerinin sönümleyici cihazların optimum sönümleme katsayısını etkilediği araştırmacılar tarafından ifade edilmiştir (Zhu and Xu 2005; Patel and Jangid 2008; Patel 2011). Nitekim bu çalışmanın sonuçlarına göre de yapı zemin etkileşimi kesinlikle dikkate alınmasının gerekliliği bir kez daha ortaya çıkmıştır. Öyle ki zemine ankastre olarak bağlı binalarda SVS cihazları çok etkin bulunabilirken, aynı yapı gevşek ve/veya orta sıkı zemin üzerinde iken etkisiz olabilmekte. Hatta bazı durumlarda binaların birbirine bağlanmadan önceki yapısal davranışından daha da kötü olabilmektedir. Dolayısıyla iki komşu binanın yapısal kontrol tasarımı için gereken analizlerde yapı zemin etkileşimi dikkate alınmalıdır. Ancak çoğu durum için zemine ankastre olarak bağlı binaların analiz sonuçları sönümleyici cihazların etkinliği hakkında fikir verici olarak kullanılabilir.

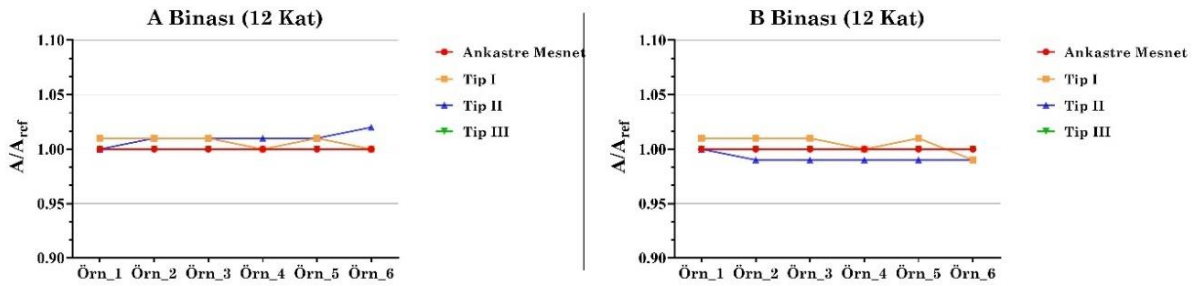
SVS cihazlarının zemin türlerine göre etkisinin azalması veya artması hakkında kesin bir yargının söylenmesi oldukça gttr. Bu durum zeminin ve üzerindeki yapının frekanslarıyla yakından ilgili olduğu düşünülmektedir. Çalışmanın sonuçları incelendiğinde gevşek zemin özelliklerini taşıyan Tip I zemin türü üzerinde birbirine bağlanmasının etkili olmadığı düşünülen iki komşu binanın, Tip II zemin türünde bağlanmasının çok etkili olduğu veya bu olayın tam tersi şeklinde durumlar meydana gelmiştir. Ancak genel olarak SVS cihazlarının Tip I zemin türünde daha az etkili sonuçlar verdiği düşünülmektedir. Patel and Jangid (2008) yapmış oldukları çalışmalarında sönümleyici cihazlar için belirlenen optimum sönümleme katsayısının gevşek zemin üzerinde etkisini yitirdiğini ifade etmişlerdir.

Sonuçların İvme Açısından İncelenmesi

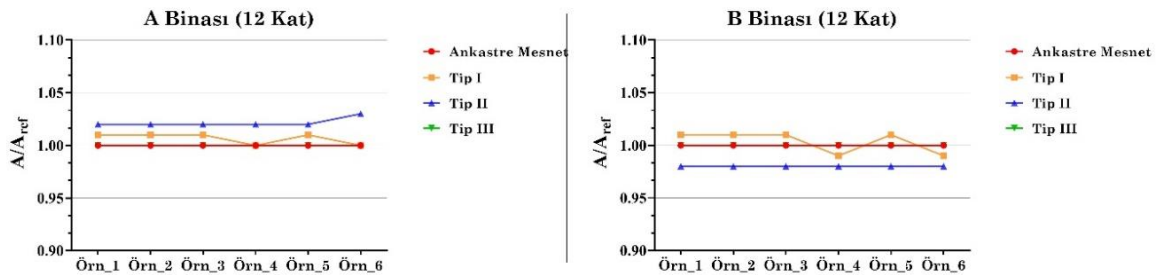
İvmenin zamanla değişimini gösteren grafikler deprem kuvvetlerinin binalara yaptığı etkiyi en iyi biçimde yansıtır. Çünkü sürekli orta büyüklükteki bir ivmenin bina üzerindeki etkisi, yüksek pik değerine sahip tek bir ivmeye göre daha yıkıcı olabilmektedir. İvmeler deprem kuvvetlerinin en önemli bir göstergesi olduğundan SVS cihazlarının etkinliği hakkında önemli ipuçları verir. Dolayısıyla A ve B binalarının katlarında ve en üst tepe noktasında meydana gelen ivmeler, yapısal kontrolün performansını etkileyen hususlar ışığında başlıklar halinde ayrıntılı olarak incelenmiştir.

$H_B/H_A=1$ oranlı bağlı binaların ivme açısından incelenmesi

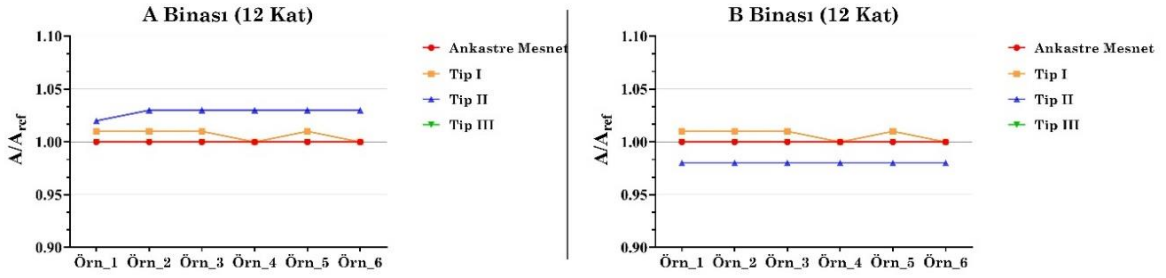
Yer değiştirme sonuçları incelenirken eşit yükseklikte ve benzer dinamik özelliklerdeki iki komşu binanın birbirine viskoz sönümleyici cihazlar ile kat seviyesinden bağlanmasının etkili olmadığı ifade edilmişti. Benzer durum ivme değerlerinde de ortaya çıkmaktadır. İki komşu bina arasına bağlanan farklı sönüm katsayılarına sahip SVS cihazlarının bağlantı modeline göre tepe noktası ivme değerlerinde meydana getirdiği değişimler zemin türlerine göre Şekil 158 ile Şekil 161 arasında verilmiştir. Grafikler genel olarak incelendiğinde bağlantı modellerinin 1 veya üzeri değerler etrafında toplandığı görülür. Oran grafiklerinde 1'in üzerindeki değerler ivme değerinin arttığını gösterir. Dolayısıyla aynı dinamik özellik ve yükseklikteki iki komşu binanın SVS cihazlar ile kat hizasından bağlanmasının, binaların ivme değerinde bir azalışa katkısının olmadığı söylenebilir.



Şekil 158. $H_B/H_A=1$ (a) için tepe noktası ivme oran grafiği ($C_d=10^4$ N.s/m).

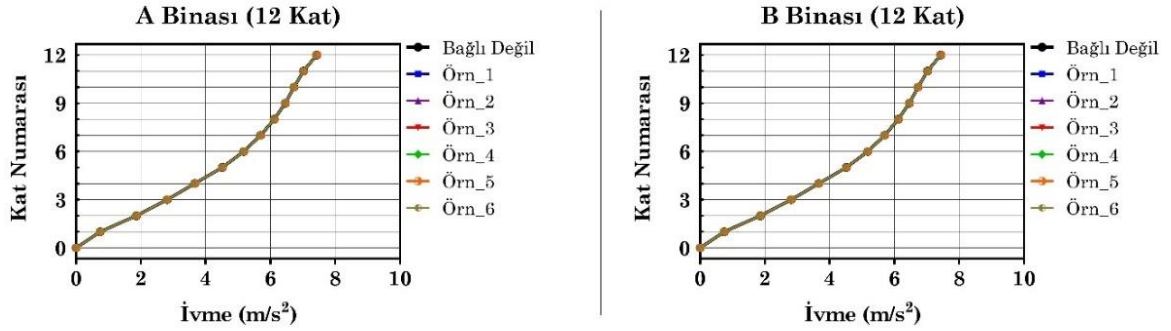


Şekil 159. $H_B/H_A=1$ (a) için tepe noktası ivme oran grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).

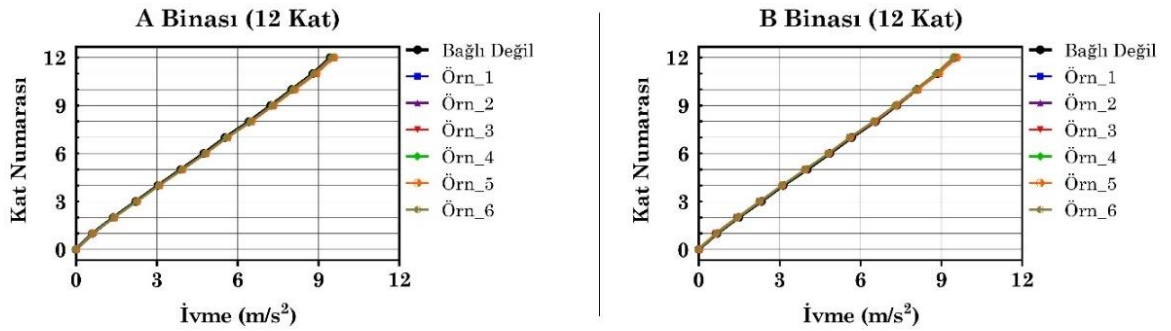


Şekil 160. $H_B/H_A=1$ (a) için tepe noktası ivme oran grafiği ($C_d=10^6$ N.s/m).

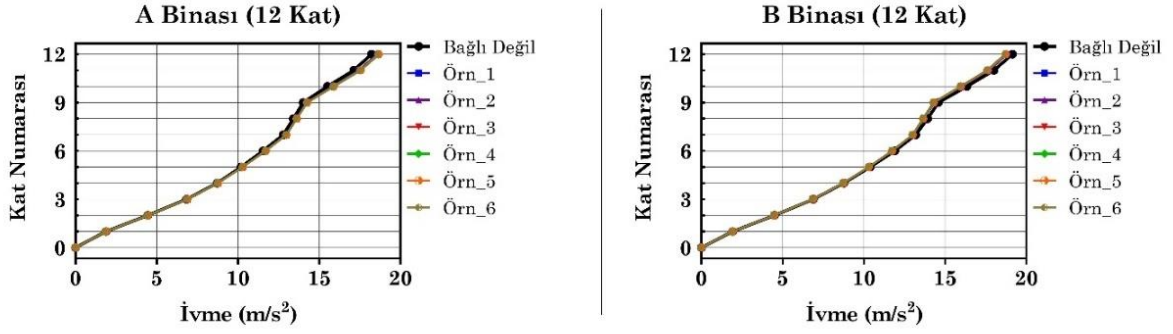
Kat hizasından SVS cihazlarıyla birbirine bağlı A ve B binasının katlarında oluşan maksimum ivme değerleri Şekil 161 ile Şekil 164 arasında verilmiştir. $H_B/H_A=1$ (a) türü analizlerin grafikleri incelendiğinde tepe noktası gibi diğer katların ivmelerinin de bağlantıdan etkilenmediği açıkça görülür.



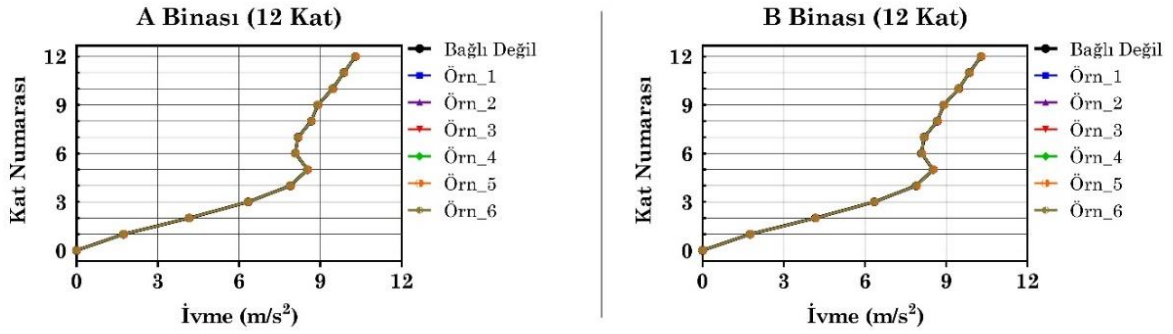
Şekil 161. $H_B/H_A=1$ (a) türü analizlerinde ankastre durumda bağlı binaların ivme değerlerinin değişimi ($C_d=10^5$ N.s/m).



Şekil 162. $H_B/H_A=1$ (a) türü analizlerinde Tip I zemin üzerinde bağlı binaların ivme değerlerinin değişimi ($C_d=10^5$ N.s/m).

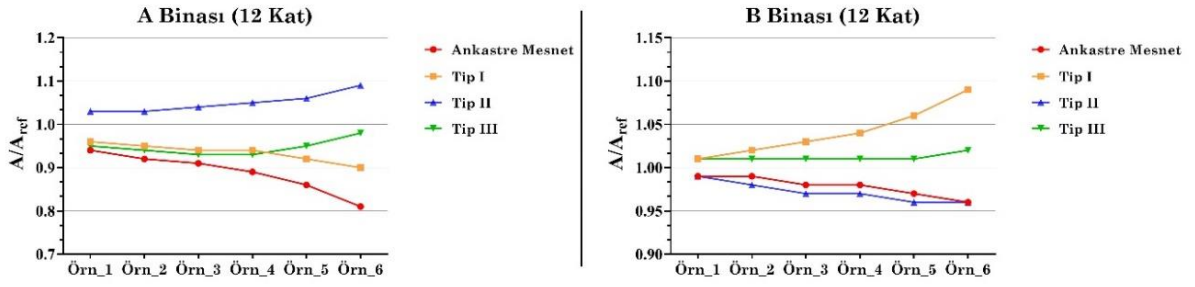


Şekil 163. $H_B/H_A=1$ (a) türü analizlerinde Tip II zemin üzerinde bağlı binaların ivme değerlerinin değişimi ($C_d=10^5$ N.s/m).

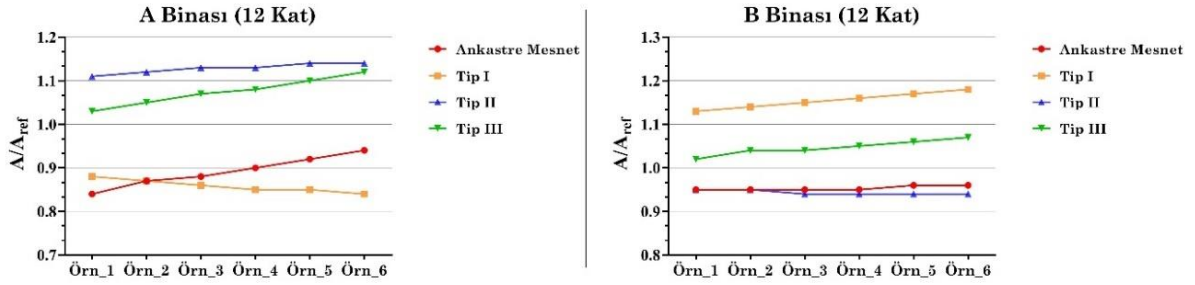


Şekil 164. $H_B/H_A=1$ (a) türü analizlerinde Tip III zemin üzerinde bağlı binaların ivme değerlerinin değişimi ($C_d=10^5$ N.s/m).

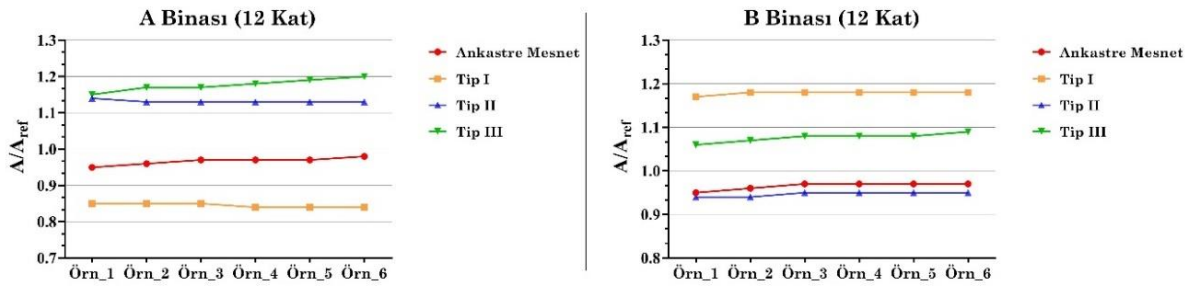
$H_B/H_A=1$ (b) türü analizler için modellenen aynı yükseklik ve farklı rijitliklere sahip A ve B binalarının ivme değerleri aynı yükseklik ve rijitliğe sahip $H_B/H_A=1$ (a) türü analizler göre değişiklikler göstermiştir. İki komşu bina arasına bağlanan farklı sönüm katsayılarına sahip SVS cihazlarının bağlantı modeline göre tepe noktası ivme değerlerinde meydana getirdiği değişimler zemin türlerine göre Şekil 165 ile Şekil 167 arasında verilmiştir. A ve B binasının periyodu sırasıyla 0,72 sn ve 0,63 sn'dir. Tip II zemin türünün hâkim zemin periyodu ise 0,7 sn civarlarındadır. Dolayısıyla Tip II zemin türü üzerindeki binalar rezonans bölgesindedir. Grafikler iki bina birlikte düşünülerek incelendiğinde ivme değerlerinin 1 veya üzeri değerler etrafında toplandığı görülür. A binası için uygun olan bağlantı modeli ve zemin türü B binası için uygun olmamaktadır. Dolayısıyla $H_B/H_A=1$ (b) türü analizler için iki komşu binanın SVS cihazlar ile kat hizasından bağlanmasının bir etkisinin olmadığı gibi ivme değerlerinde artışa neden olduğu söylenebilir.



Şekil 165. $H_B/H_A=1$ (b) için tepe noktası ivme oran grafiği ($C_d=10^4$ N.s/m).

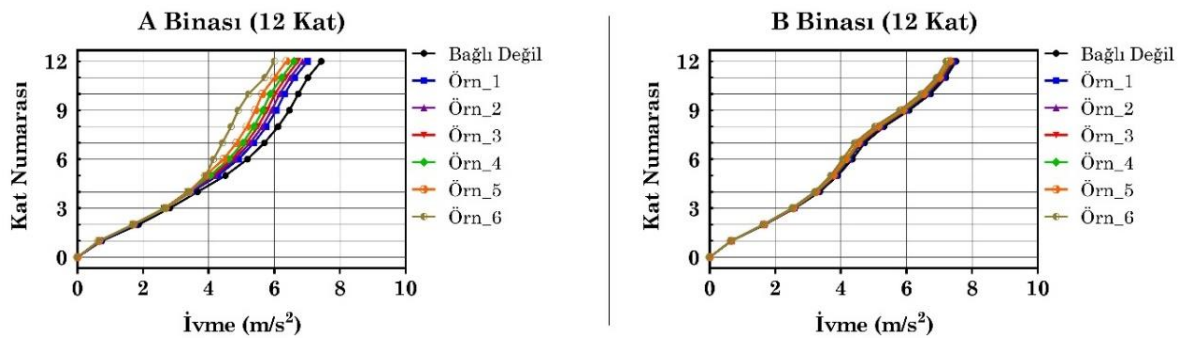


Şekil 166. $H_B/H_A=1$ (b) için tepe noktası ivme oran grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).

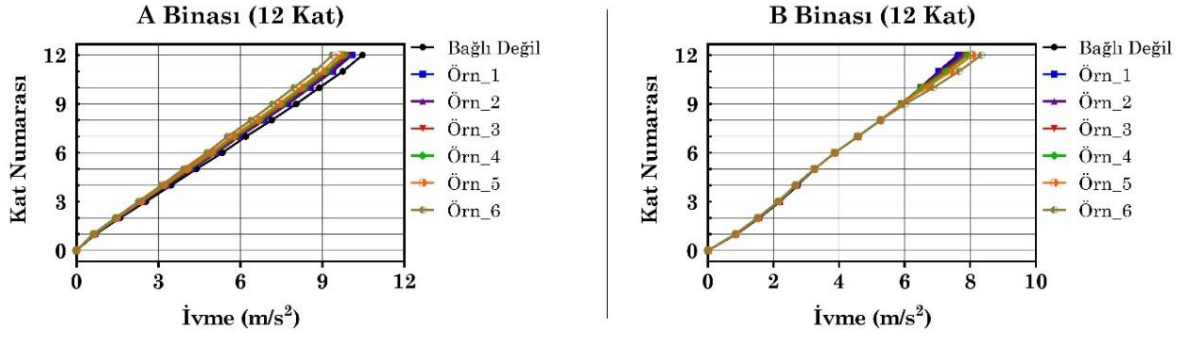


Şekil 167. $H_B/H_A=1$ (b) için tepe noktası ivme oran grafiği ($C_d=10^6$ N.s/m).

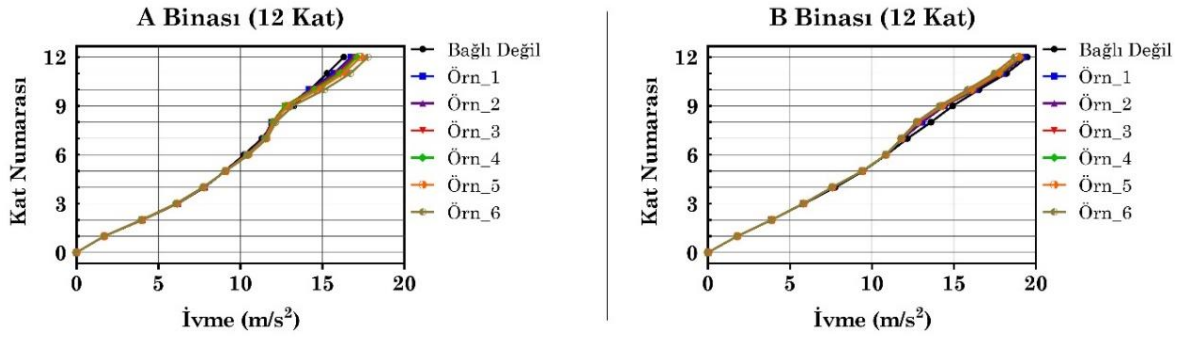
Kat hizasından SVS cihazlarıyla birbirine bağlı A ve B binasının katlarında oluşan maksimum ivme değerleri Şekil 168 ile Şekil 171 arasında verilmiştir. $H_B/H_A=1$ (a) türü analizlerin grafikleri incelendiğinde tepe noktası gibi diğer katların ivmelerinin de bağlantıdan etkilenmediği açıkça görülür.



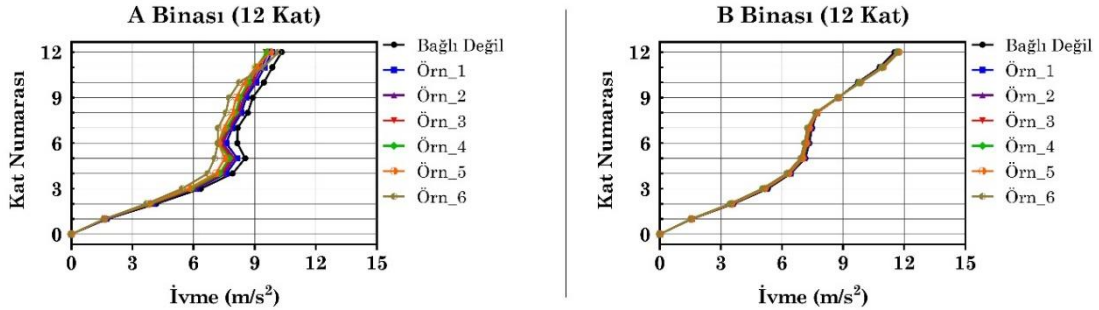
Şekil 168. $H_B/H_A=1$ (b) türü analizlerinde ankastre durumda bağlı binaların ivme değerlerinin değişimi ($C_d=10^5$ N.s/m).



Şekil 169. $H_B/H_A=1$ (b) türü analizlerinde Tip I zemin üzerinde bağlı binaların ivme değerlerinin değişimi ($C_d=10^5$ N.s/m).



Şekil 170. $H_B/H_A=1$ (b) türü analizlerinde Tip II zemin üzerinde bağlı binaların ivme değerlerinin değişimi ($C_d=10^5$ N.s/m).

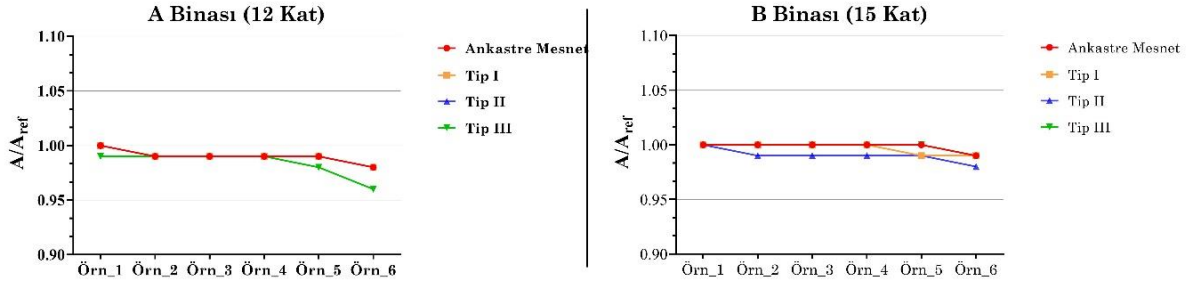


Şekil 171. $H_B/H_A=1$ (b) türü analizlerinde Tip III zemin üzerinde bağlı binaların ivme değerlerinin değişimi ($C_d=10^5$ N.s/m).

$H_B/H_A=1,25$ oranlı bağlı binaların ivme açısından incelenmesi

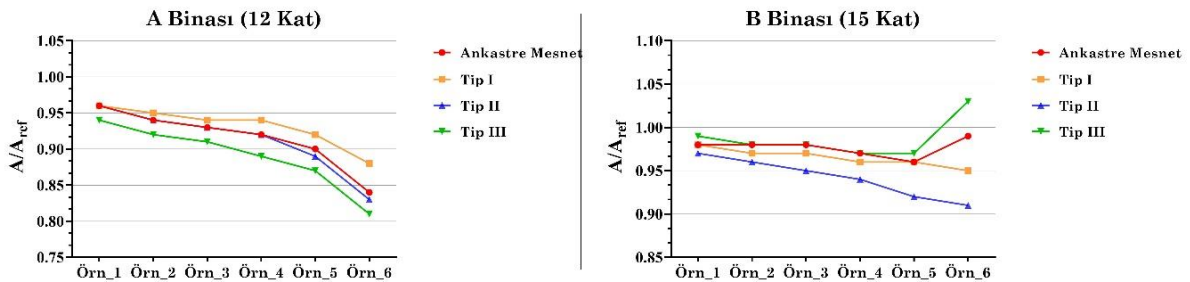
12 katlı A binası ile 24 katlı B binası SVS cihazlarıyla birbirine kat hizasından üç farklı zemin türünde ve altı farklı bağlantı modeliyle bağlanmıştır. Bu bağlantıların etkisiyle meydana gelen ivme değerleri grafikler üzerinden ayrıntılı olarak incelenmiştir. Farklı sönümlleme katsayılarına sahip SVS cihazlarının etkisiyle $H_B/H_A=1,25$ (a) türü analizlerde meydana gelen tepe noktası ivme oran grafikleri Şekil 172 ile Şekil 175 arasında verilmiştir. B binasının A binasına göre kütle, rijitlik ve frekans oranları sırasıyla 1,25; 0,77 ve 0,78'dir. Dolayısıyla A binası daha rijit, B binası ise daha ağır ve düşük frekansa sahiptir.

Şekil 172’de 10^3 N.s/m sönümlleme katsayılı cihazın tepe noktası ivme oran grafiği verilmiştir. Grafik incelendiğinde SVS cihazlarının tepe noktası ivme değerlerinin üzerindeki etkisi Örnek 6 bağlantı modelinde maksimuma ulaşmıştır. Tepe noktası ivme değeri Örnek 6 bağlantı modelinde A veya B binası için maksimum %3’e varan azalma meydana gelmiştir.



Şekil 172. $H_B/H_A=1,25$ (a) için tepe noktası ivme oran grafiği ($C_d=10^3$ N.s/m).

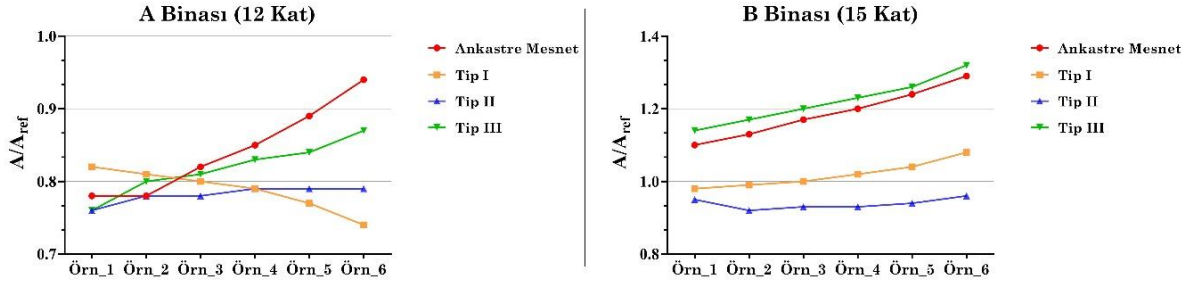
Şekil 173’de 10^4 N.s/m sönümlleme katsayılı cihazın tepe noktası ivme oran grafiği verilmiştir. İki binanın grafikleri birlikte düşünülerek incelendiğinde SVS cihazlarının tepe noktası ivme değerleri üzerindeki etkisinin ankastre ve Tip III zemin türü için Örnek 5, Tip I ve Tip II zemin türü için ise Örnek 6 bağlantı modelinde maksimum olduğu görülür. Grafik incelendiğinde A ve B binasının tepe noktası ivme değeri Örnek 5 bağlantı modelinde ankastrede sırasıyla %10 ve %4, Tip III zemin türünde ise %13 ve %3 azalmıştır. Örnek 6 bağlantı modelinde A ve B binasında Tip I zemin türünde sırasıyla %12 ve %5, Tip II zemin türünde ise %17 ve %9 azalmıştır. 10^4 N.s/m sönümlleme katsayılı cihazlarla bağlı binalardan daha rijit ve kısa olan A binasının daha çok fayda gördüğü söylenebilir.



Şekil 173. $H_B/H_A=1,25$ (a) için tepe noktası ivme oran grafiği ($C_d=10^4$ N.s/m).

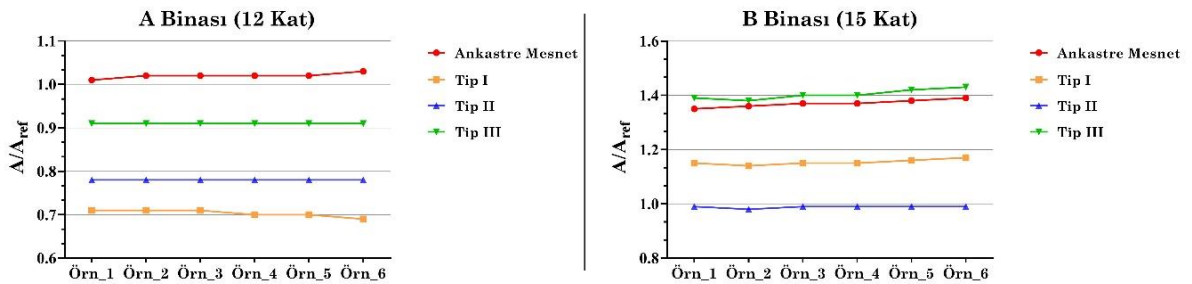
Şekil 174’da 10^5 N.s/m sönümlleme katsayısına sahip SVS cihazlarının tepe noktası ivme oran grafiği sunulmuştur. Grafik her iki bina birlikte düşünülerek incelendiğinde Tip I ve Tip III zemin türünde sadece en üst kata SVS bağlandığı kabulüyle tasarlanan Örnek 1 bağlantı modeli etkili olduğu söylenebilir. Diğer zemin türlerinde B binasının tepe noktası ivme değeri artmıştır. A binasının ise bütün zemin türlerinde tepe noktası ivme değeri azalmıştır. Grafik incelendiğinde Örnek 1 bağlantı modelinde A binasının ankastre durumdaki tepe noktası ivme değeri %22 azalmış, B binasında ise %10 artmıştır. Tip III zemin türü için ise A binasının tepe

noktası ivme değeri %24 azalmış, B binası için ise %14 artmıştır. Dolayısıyla ilgili model için SVS cihazları bu zemin türlerinde etkili değildir. Ancak Tip I ve Tip II zemin türü için etkilidir. Tip I zemin türünde A ve B binasının tepe noktası ivme değerleri sırasıyla %18 ve %2, Tip II zemin türünde A ve B binasının tepe noktası ivme değerleri sırasıyla %24 ve %5 azalmıştır. 10^5 N.s/m sönümleme katsayılı cihazlarla bağlı binalardan daha rijit ve kısa olan A binasının daha çok fayda gördüğü söylenebilir.

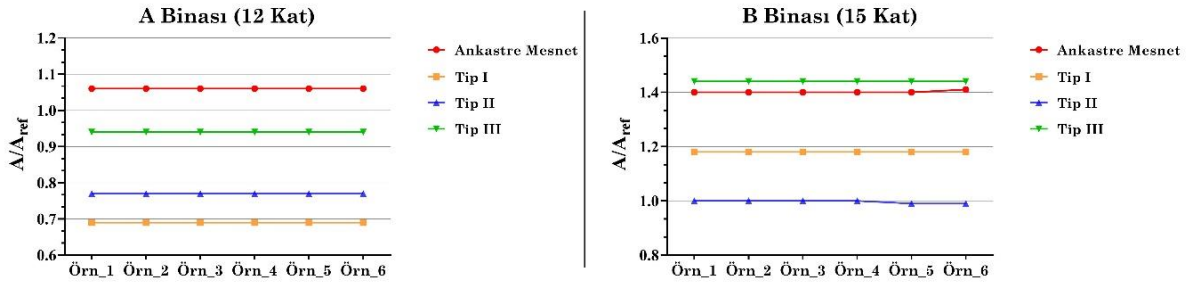


Şekil 174. $H_B/H_A=1,25$ (a) için tepe noktası ivme oran grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).

Şekil 175 ve Şekil 176'da sırasıyla 10^6 N.s/m ve 10^7 N.s/m sönümleme katsayılı cihazların tepe noktası ivme oran grafikleri verilmiştir. Grafikler incelendiğinde Tip II zemin türü haricindeki diğer zemin türlerinin iki binanın bağlantısı için uygun olmadığı görülür. 10^6 N.s/m sönümleme katsayısı için Şekil 175 incelendiğinde Örnek 1 bağlantı modelinde A ve B binasının tepe noktası ivme değeri sırasıyla ankastrede %1 ve %35 artmıştır. Tepe noktası ivme değeri Tip I zemin türünde A binası için %29 azalmış, B binası için %15 artmış, Tip II zemin türünde A ve B binası için %22 ve %1 azalmış, Tip III zemin türünde A binası için %9 azalmış, B binası için %39 artmıştır. Benzer durum 10^7 N.s/m sönümleme katsayısı için Şekil 176 incelendiğinde görülür. Grafik incelendiğinde Örnek 1 bağlantı modelinde A ve B binasının tepe noktası ivme değeri sırasıyla ankastrede sırasıyla %6 ve %40 artmıştır. Tepe noktası ivme değeri Tip I zemin türünde A binası için %31 azalmış, B binası için %18 artmış, Tip II zemin türünde A ve B binası için %23 ve %1 azalmış, Tip III zemin türünde A binası için %6 azalmış, B binası için %44 artmıştır.

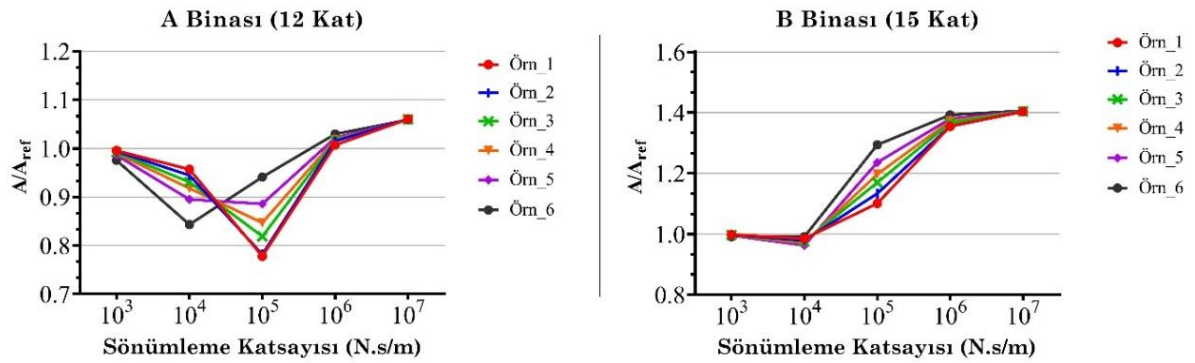


Şekil 175. $H_B/H_A=1,25$ (a) için tepe noktası ivme oran grafiği ($C_d=10^6$ N.s/m).

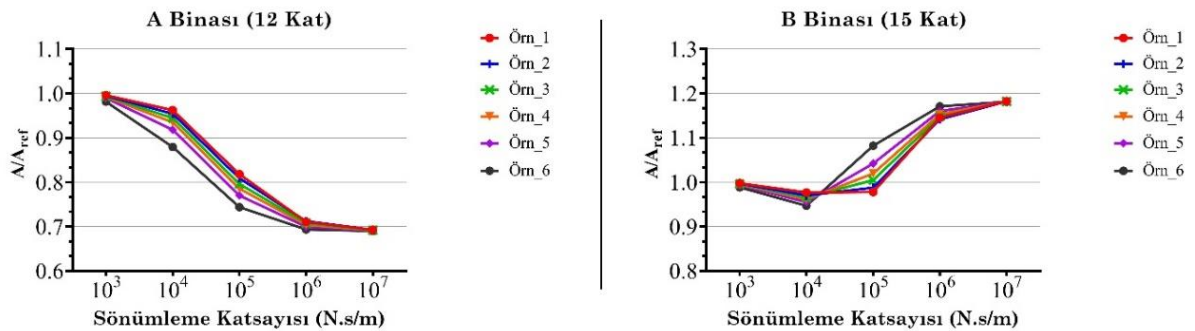


Şekil 176. $H_B/H_A=1,25$ (a) için tepe noktası ivme oran grafiği ($C_d=10^7$ N.s/m).

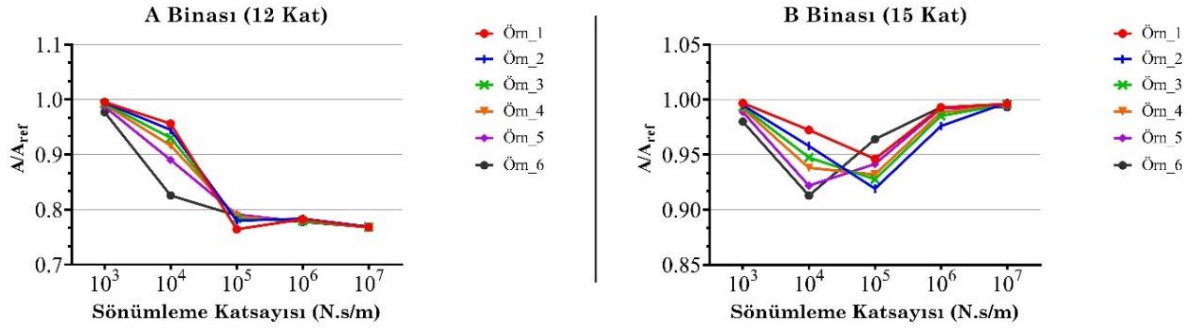
SVS cihazlarının sahip olduğu sönümleme katsayısının binaların davranışına olan etkisi çok büyüktür. Benzer şekilde bağlantı modellerinin de etkisi önemlidir. Bu nedenle $H_B/H_A=1$ (a) türü analizlerde SVS cihazlarının sönümleme katsayısının ve bağlantı modellerinin tepe noktası ivme değerine olan etkisini zemin türüne göre gösteren grafikler Şekil 177 ile Şekil 180 arasında verilmiştir. Komşu iki bina birbirine bağlanacağından dolayı iki binaya ait grafikler birlikte düşünülerek incelenmelidir. Meydana gelen ivme sonuçlarına göre en etkili sonucun Ankastre mesnet ve Tip III zemin türü üzerinde 10^4 N.s/m cihaz sönümleme katsayısının Örnek 5 bağlantı modelinde, Tip I ve Tip II zemin türü üzerinde ise 10^5 N.s/m cihaz sönümleme katsayısının Örnek 1 bağlantı modelinde alındığı söylenebilir.



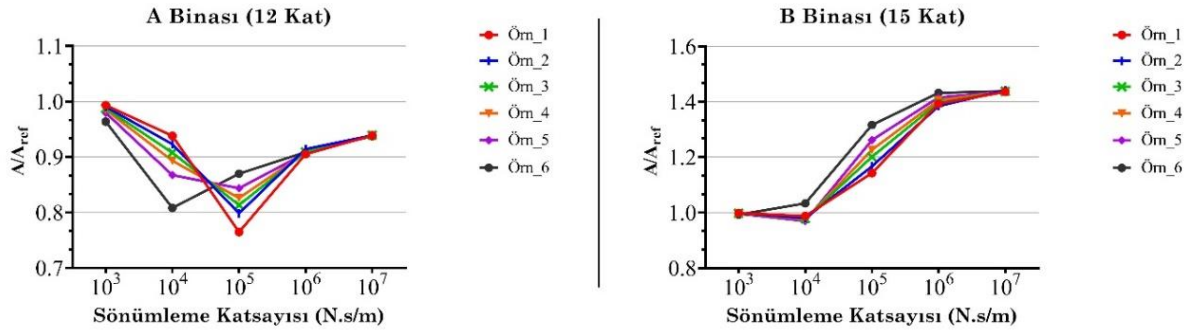
Şekil 177. $H_B/H_A=1,25$ (a) için ivme açısından cihaz sönümleme katsayıları ve bağlantı modellerinin zemine ankastre olarak bağlı durumdaki komşu binalara etkileri.



Şekil 178. $H_B/H_A=1,25$ (a) için ivme açısından cihaz sönümleme katsayıları ve bağlantı modellerinin Tip I üzerindeki komşu binalara etkileri.

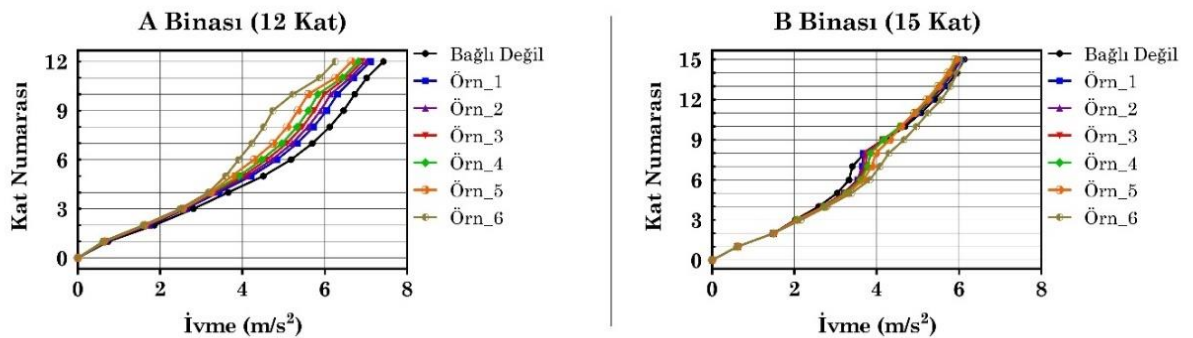


Şekil 179. $H_B/H_A=1,25$ (a) için ivme açısından cihaz sönümleme katsayıları ve bağlantı modellerinin Tip II üzerindeki komşu binalara etkileri.

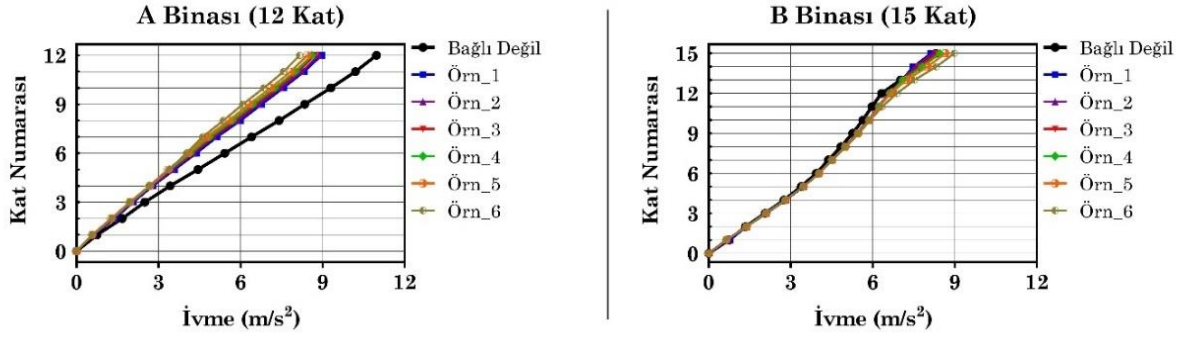


Şekil 180. $H_B/H_A=1,25$ (a) için ivme açısından cihaz sönümleme katsayıları ve bağlantı modellerinin Tip III üzerindeki komşu binalara etkileri.

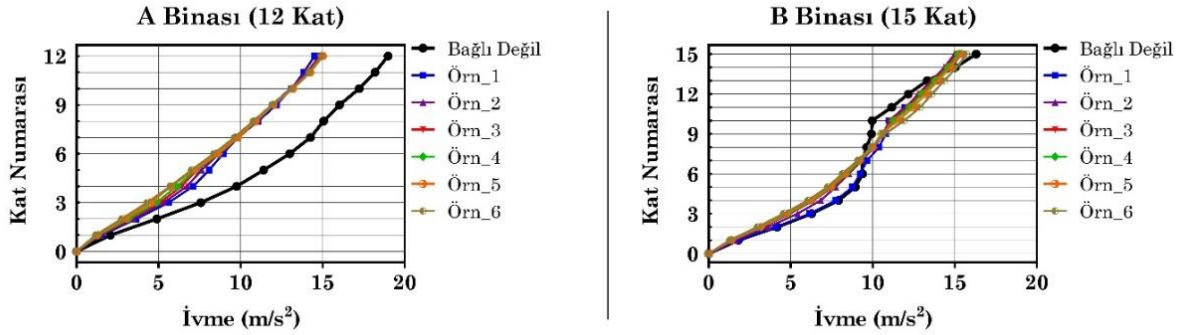
Kat hizasından SVS cihazlarıyla birbirine bağlı A ve B binasının katlarında oluşan maksimum ivme değerleri Şekil 181 ile Şekil 184 arasında verilmiştir. $H_B/H_A=1,25$ (a) türü analizleri için katların ivme grafikleri her bir zemin türünde belirlenen etkili sönümleme katsayısına göre sunulmuştur. Grafikler incelendiğinde A binasının katlarının çoğunda ivme değerlerinin azaldığı görülür. B binasının ivme değerleri, A binasıyla bağlandığı 12. kattan sonra önemli derece etkilenmiştir. Bütün bunlara ek olarak SVS cihazlarının sadece tepe noktası ivme değerinin azalmasında değil diğer katlarda meydana gelen ivme değerlerinin de azalmasında oldukça etkili olduğu görülür.



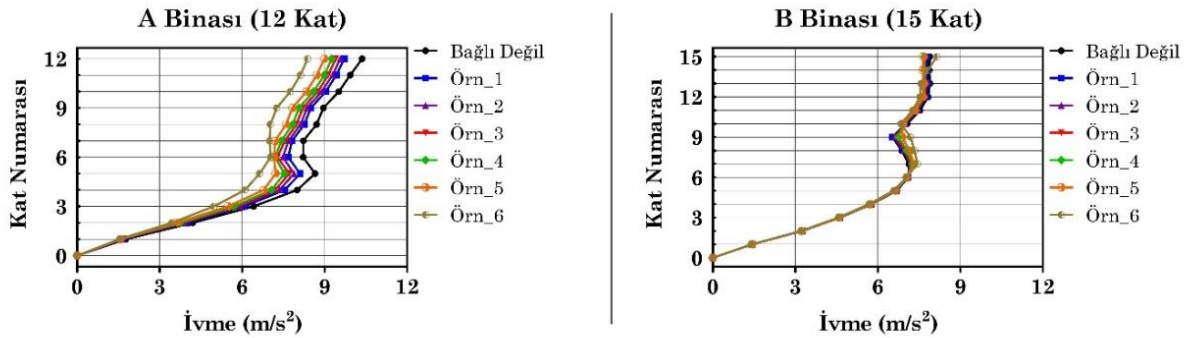
Şekil 181. $H_B/H_A=1,25$ (a) türü analizlerinde ankastre durumda bağlı binaların ivme değerlerinin değişimi ($C_d=10^4$ N.s/m).



Şekil 182. $H_B/H_A=1,25$ (a) türü analizlerinde Tip I zemin üzerinde bağlı binaların ivme değerlerinin değişimi ($C_d=10^5$ N.s/m).

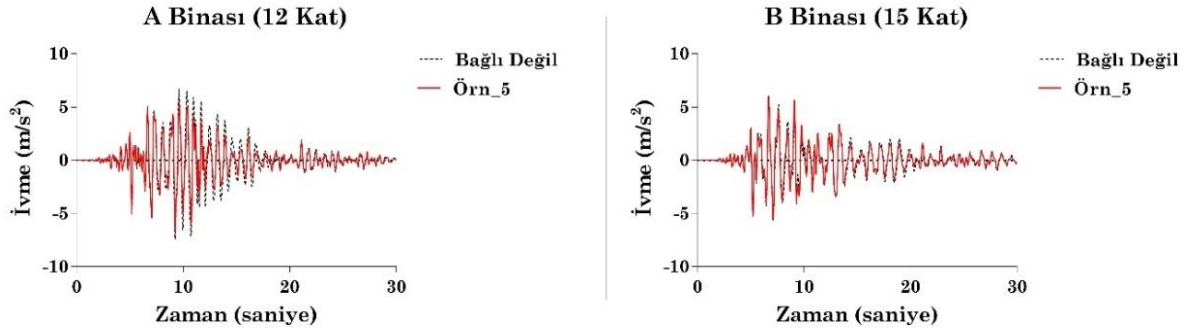


Şekil 183. $H_B/H_A=1,25$ (a) türü analizlerinde Tip II zemin üzerinde bağlı binaların ivme değerlerinin değişimi ($C_d=10^5$ N.s/m).

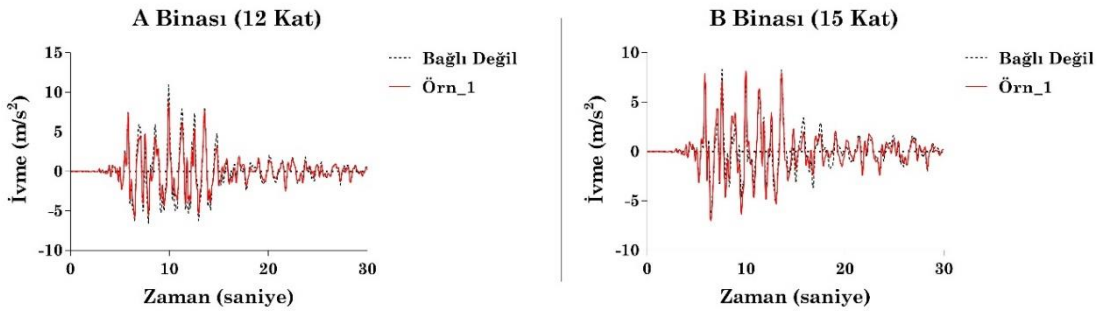


Şekil 184. $H_B/H_A=1,25$ (a) türü analizlerinde Tip III zemin üzerinde bağlı binaların ivme değerlerinin değişimi ($C_d=10^4$ N.s/m).

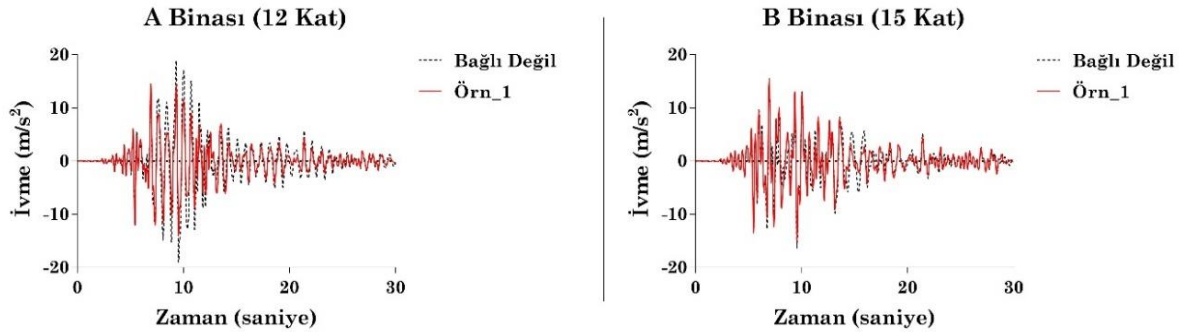
Tepe noktası yer değiştirmesinin deprem süresince etkisinin incelenmesi SVS cihazlarının etkinliğinin iyi bir göstergesidir. $H_B/H_A=1,25$ (a) türü analizler için belirlenen etkili parametrelere göre komşu binaların tepe noktası ivmesinin deprem süresi boyunca salınımı gösteren İvme-Zaman grafiği Şekil 185 ile Şekil 188 arasında verilmiştir. Grafikler incelendiğinde SVS cihazlarının sadece maksimum ivme değerinin azalmasında değil deprem süresi boyunca önemli büyüklükteki ivmelerin üzerinde de etkili olduğu görülür. İvme değeri açısından $H_B/H_A=1,25$ (a) türü analizlerde iki komşu binanın SVS cihazlarıyla bağlanmasından A binasının daha çok fayda sağladığı söylenebilir.



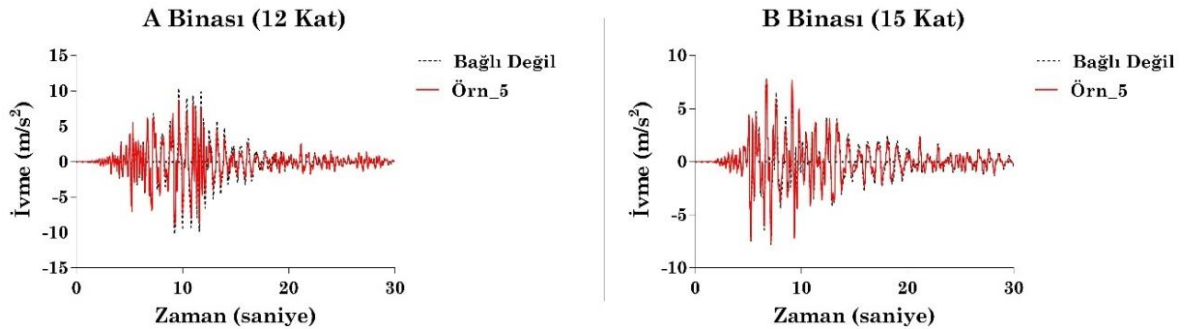
Şekil 185. $H_B/H_A=1,25$ (a) için ankastre durumda SVS cihazlar ile birbirine bağlı binaların tepe noktası İvme–Zaman grafiği ($C_d=10^4$ N.s/m).



Şekil 186. $H_B/H_A=1,25$ (a) için Tip I zemin türü üzerinde SVS cihazlar ile birbirine bağlı binaların tepe noktası İvme–Zaman grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).



Şekil 187. $H_B/H_A=1,25$ (a) için Tip II zemin türü üzerinde SVS cihazlar ile birbirine bağlı binaların tepe noktası İvme–Zaman grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).

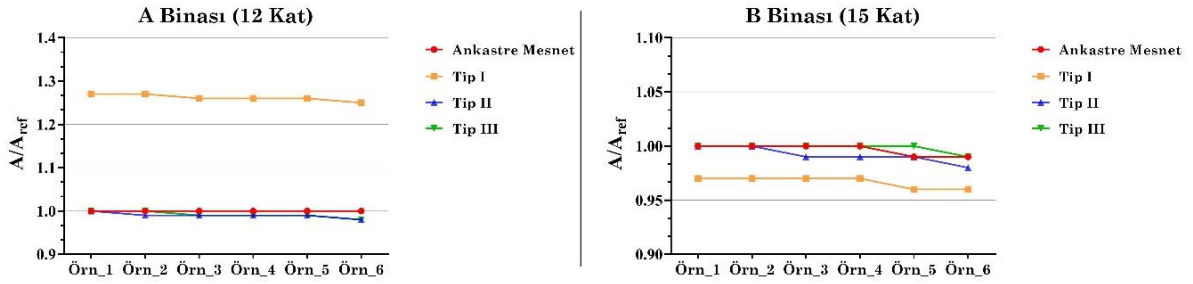


Şekil 188. $H_B/H_A=1,25$ (a) için Tip III zemin türü üzerinde SVS cihazlar ile birbirine bağlı binaların tepe noktası İvme–Zaman grafiği ($C_d=10^4$ N.s/m).

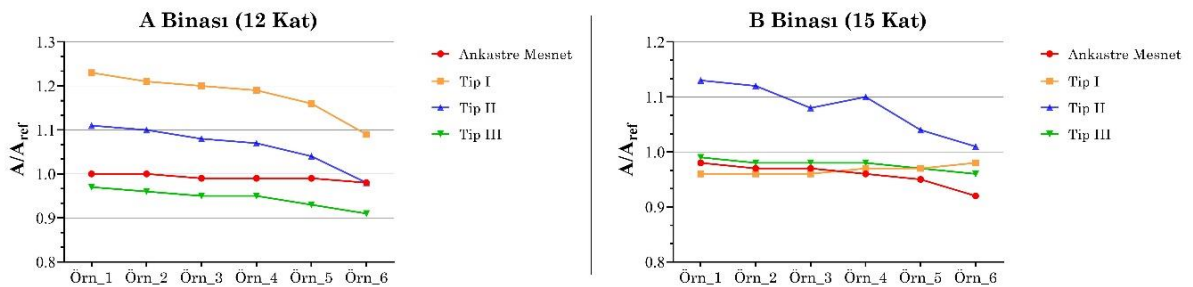
Farklı sönümleme katsayılarına sahip SVS cihazlarına göre (b) türü analizlerin tepe noktası ivme oran grafikleri Şekil 189 ile Şekil 192 arasında verilmiştir. (b) türü analizlerinde iki binanın yapısal eleman boyutları farklı olduğundan (a) türü analiz sonuçlarına göre farklı sonuçlar meydana gelmiştir. B binasının A binasına göre kütle, rijitlik ve frekans oranları sırasıyla 1,76; 1,40 ve 0,8'dir. Dolayısıyla B binası daha ağır, rijit, uzun ve düşük frekansa sahiptir.

Şekil 189 10^3 N.s/m sönümleme katsayılı SVS cihazlarıyla bağlanan iki komşu binanın tepe noktası ivme oran grafiğini göstermektedir. Grafikler incelendiğinde SVS cihazlarının tepe noktası ivme değerlerinin üzerindeki etkisi Örnek 6 bağlantı modelinde maksimuma ulaşmıştır. Tepe noktası ivme değeri Örnek 6 bağlantı modelinde Tip I zemin türü hariç A veya B binası için sırasıyla maksimum %2'ye varan azalma meydana gelmiştir.

Şekil 190 10^4 N.s/m sönümleme katsayılı SVS cihazlarıyla bağlanan iki komşu binanın tepe noktası ivme oran grafiğini göstermektedir. İki binanın grafikleri birlikte düşünülerek incelendiğinde ise Tip I ve Tip II zemin türlerinin 10^4 N.s/m sönümleme katsayılı SVS cihazlarla bağlanmasının uygun olmadığı görülür. Ankastre mesnet ve Tip III zemin türünde ise tepe noktası ivme değerleri Örnek 6 bağlantı modelinde maksimum etkinin olduğu görülür. A ve B binasının tepe noktası ivme değeri Örnek 6 bağlantı modelinde ankastrede sırasıyla %2 ve %8, Tip III zemin türünde ise %9 ve %2 azalmıştır.

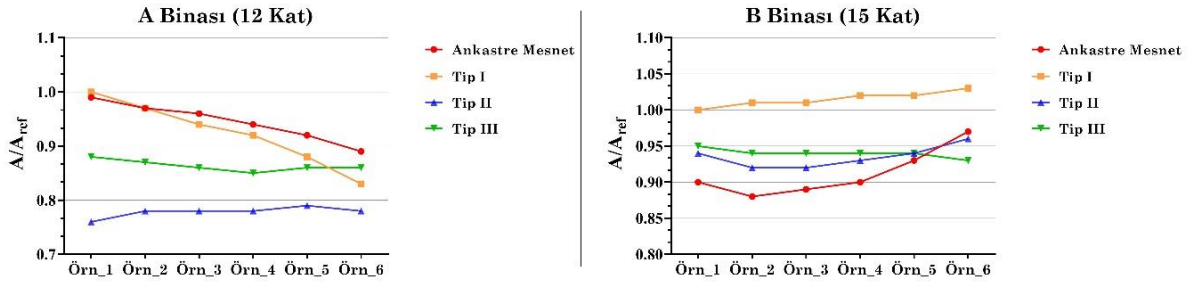


Şekil 189. $H_B/H_A=1,25$ (b) için tepe noktası ivme oran grafiği ($C_d=10^3$ N.s/m).



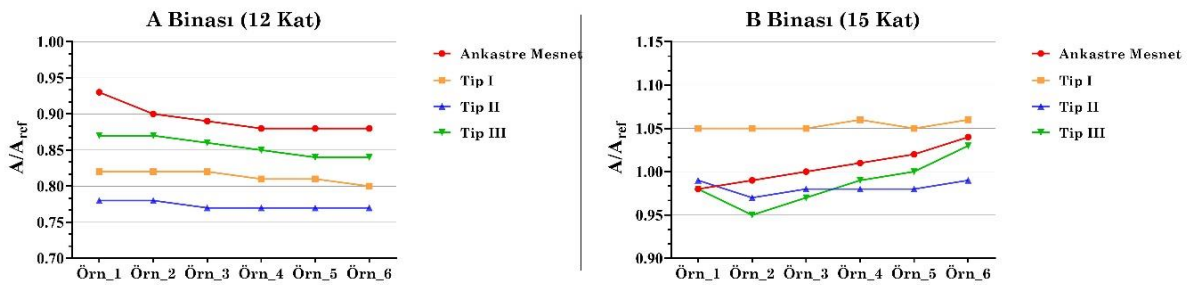
Şekil 190. $H_B/H_A=1,25$ (b) için tepe noktası ivme oran grafiği ($C_d=10^4$ N.s/m).

Şekil 191 10^5 N.s/m sönümleme katsayılı SVS cihazlarıyla bağlanan iki komşu binanın tepe noktası ivme oran grafiğini göstermektedir. Grafik incelendiğinde SVS cihazlarının Tip I zemin türü üzerinde bağlanması çok etkili olmaz iken ankastre için Örnek 2 bağlantı modeli, Tip II zemin türü üzerinde Örnek 1 ve Tip III zemin türünde Örnek 4 bağlantı modeli etkili olmuştur. Bu bağlantı modellerine göre A ve B binasının tepe noktası ivme değerleri sırasıyla ankastre durumda %3 ve %12, Tip II zemin türünde %24 ve %6 ve Tip III zemin türünde %15 ve %6 azalmıştır.



Şekil 191. $H_B/H_A=1,25$ (b) için tepe noktası ivme oran grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).

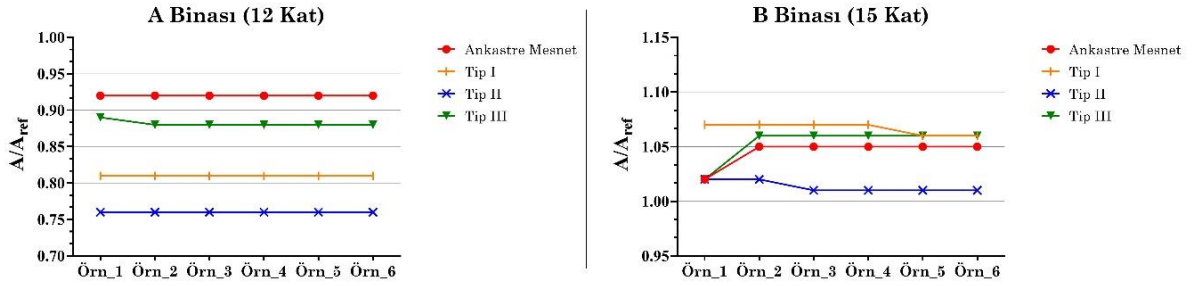
Şekil 192 10^6 N.s/m sönümleme katsayılı SVS cihazlarıyla bağlanan iki komşu binanın tepe noktası ivme oran grafiğini göstermektedir. Grafik incelendiğinde SVS cihazlarının Tip I zemin türü üzerinde bağlanması çok etkili olmaz iken ankastre için Örnek 1 bağlantı modeli, Tip II ve Tip III zemin türlerinde ise Örnek 2 bağlantı modeli etkili olmuştur. Bağlantıdan A binasının B binasından daha çok fayda sağladığı söylenebilir. B binasındaki ivme değerlerinin azalma yüzdesi oldukça azdır. Etkili bağlantı modellerine göre A ve B binasının tepe noktası ivme değerleri sırasıyla ankastre durumda %7 ve %2, Tip II zemin türünde %22 ve %3 ve Tip III zemin türünde ise %13 ve %5 azalmıştır.



Şekil 192. $H_B/H_A=1,25$ (b) için tepe noktası ivme oran grafiği ($C_d=10^6$ N.s/m).

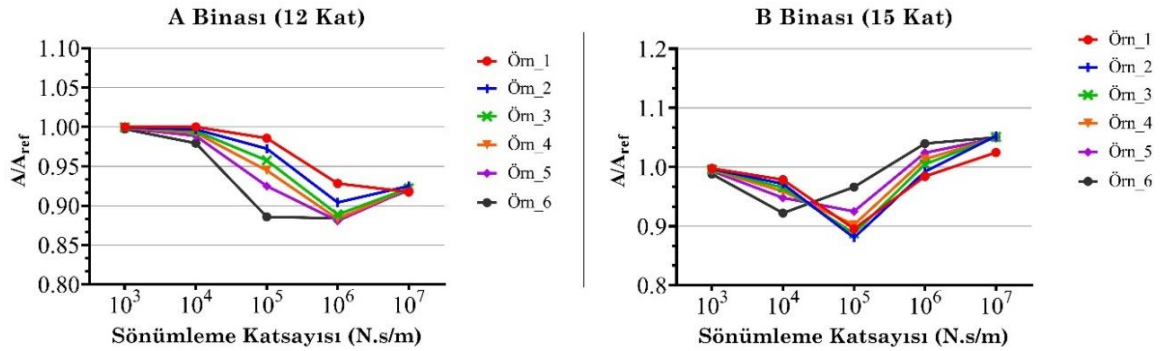
Şekil 193 10^7 N.s/m sönümleme katsayılı SVS cihazlarıyla bağlanan iki komşu binanın tepe noktası ivme oran grafiğini göstermektedir. Grafik incelendiğinde SVS cihazlarının bütün zemin türleri üzerinde etkili olmadığı görülür. Bağlantıdan A binasının tepe noktası ivme değeri bütün zemin türleri üzerinde azalır iken B binasının ivme değerleri artmıştır. Örnek 1 bağlantı modeline göre A binasının tepe noktası ivme değerleri sırasıyla ankastre durumda %8, Tip I

zemin türünde %19, Tip II zemin türünde %24 ve Tip III zemin türünde ise %11 azalmıştır. B binasında ise tepe noktası ivme değerleri sırasıyla ankastre durumda %2, Tip I zemin türünde %7, Tip II zemin türünde %2 ve Tip III zemin türünde ise %2 artmıştır.

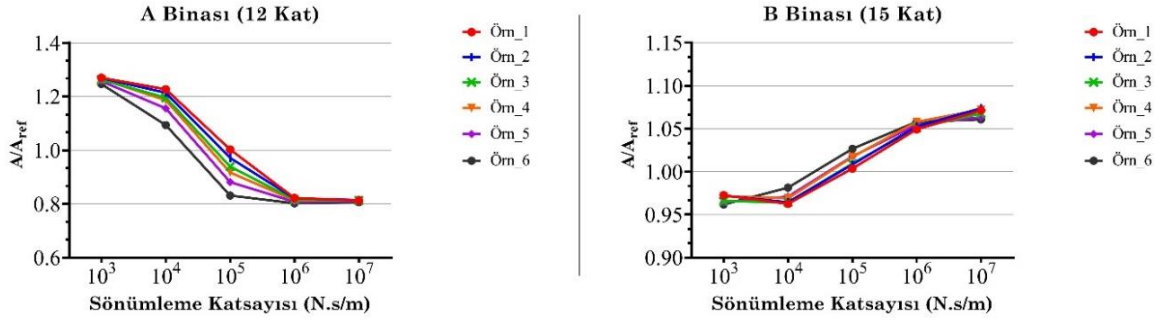


Şekil 193. $H_B/H_A=1,25$ (b) için tepe noktası ivme oran grafiği ($C_d=10^7$ N.s/m).

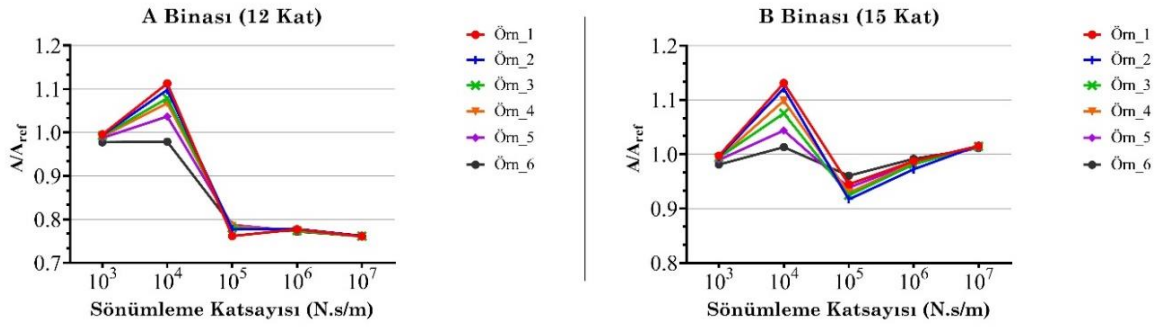
SVS cihazlarının sahip olduğu sönümleme katsayısının binaların davranışına olan etkisi çok büyüktür. Benzer şekilde bağlantı modellerinin de etkisi önemlidir. Bu nedenle $H_B/H_A=1,25$ (b) türü analizlerde SVS cihazlarının sönümleme katsayısının ve bağlantı modellerinin tepe noktası ivme değerine olan etkisini zemin türüne göre gösteren grafikler Şekil 194 ile Şekil 197 arasında verilmiştir. Meydana gelen ivme sonuçlarına göre iki binaya ait grafikler birlikte düşünülerek incelendiğinde en etkili sonucun ankastre, Tip II ve Tip III zemin türü üzerinde 10^5 N.s/m cihaz sönümleme katsayısında alındığı görülür. Ankastre mesnet, Tip II ve Tip III zemin türü üzerinde etkili olan bağlantı modellerinin ise sırasıyla Örnek 2, Örnek 1 ve Örnek 4 olduğu söylenebilir. Tip I zemin türünde ise iki binanın her ikisi için hiçbir cihaz sönümleme katsayısı ve bağlantı modeli etkili olmamıştır.



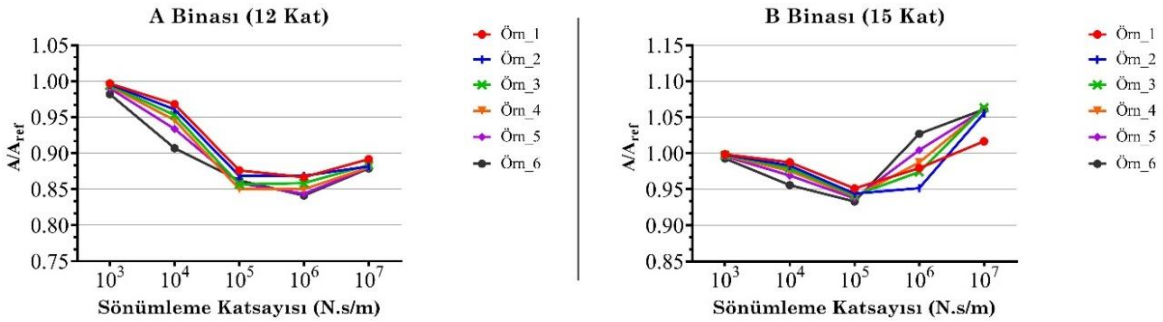
Şekil 194. $H_B/H_A=1,25$ (a) için ivme açısından cihaz sönümleme katsayıları ve bağlantı modellerinin zemine ankastre olarak bağlı durumdaki komşu binalara etkileri.



Şekil 195. H_B/H_A=1,25 (b) için ivme açısından cihaz sönümleme katsayıları ve bağlantı modellerinin Tip I üzerindeki komşu binalara etkileri.

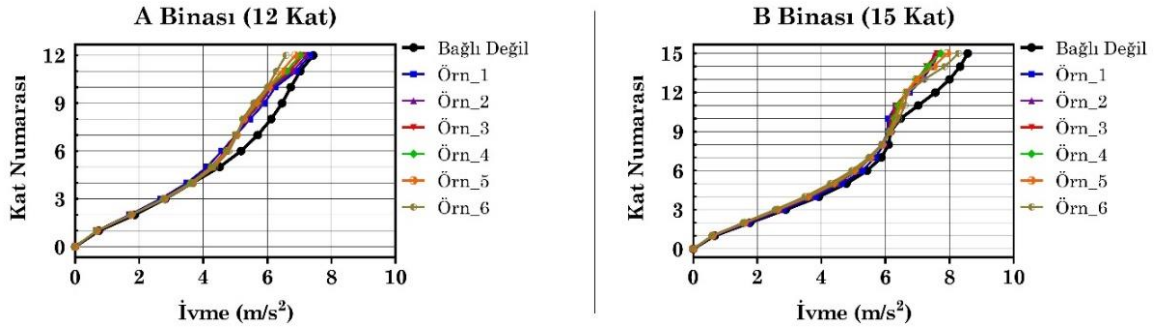


Şekil 196. H_B/H_A=1,25 (b) için ivme açısından cihaz sönümleme katsayıları ve bağlantı modellerinin Tip II üzerindeki komşu binalara etkileri.

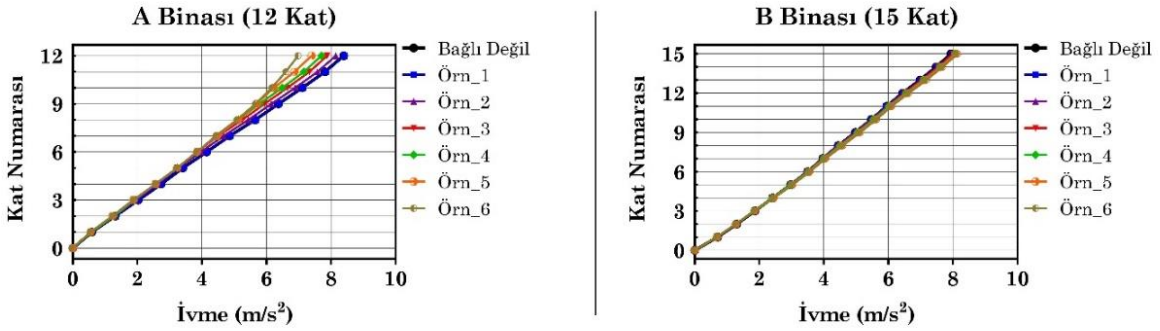


Şekil 197. H_B/H_A=1,25 (b) için ivme açısından cihaz sönümleme katsayıları ve bağlantı modellerinin Tip III üzerindeki komşu binalara etkileri.

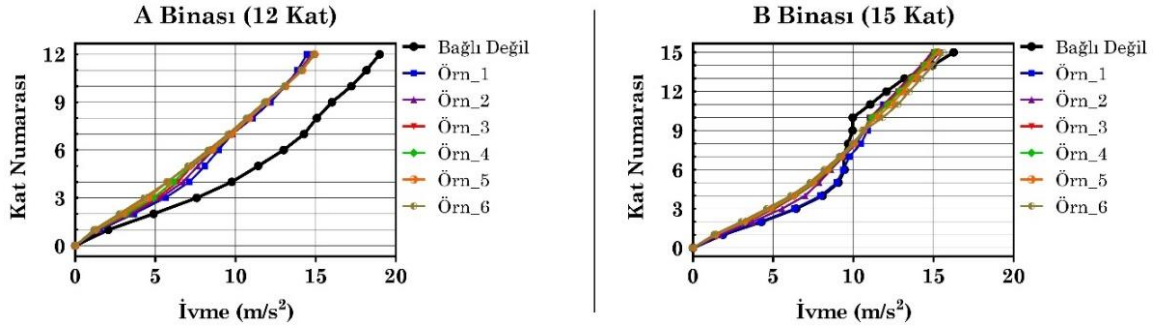
Kat hizasından SVS cihazlarıyla birbirine bağlı A ve B binasının katlarında oluşan maksimum ivme değerleri Şekil 198 ile Şekil 201 arasında verilmiştir. H_B/H_A=1,25 (b) türü analizleri için katların ivme grafikleri her bir zemin türünde belirlenen etkili sönümleme katsayısına göre sunulmuştur. Bütün bunlara ek olarak SVS cihazlarının sadece tepe noktası ivme değerinin azalmasında değil diğer katlarda meydana gelen ivme değerlerinin de azalmasında oldukça etkili olduğu görülür.



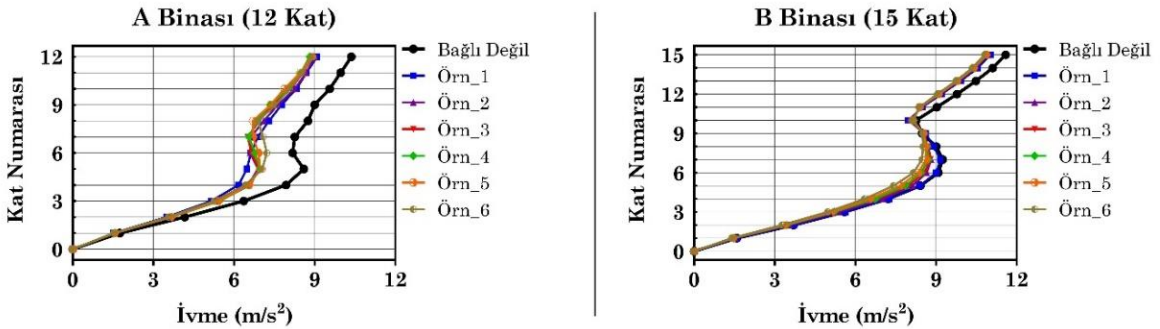
Şekil 198. $H_B/H_A=1,25$ (b) türü analizlerinde ankastre durumda SVS cihazlar ile bağlı binaların ivme değerlerinin değişimi ($C_d=10^5$ N.s/m).



Şekil 199. $H_B/H_A=1,25$ (b) türü analizlerinde Tip I zemin üzerinde SVS cihazlar ile bağlı binaların ivme değerlerinin değişimi ($C_d=10^5$ N.s/m).

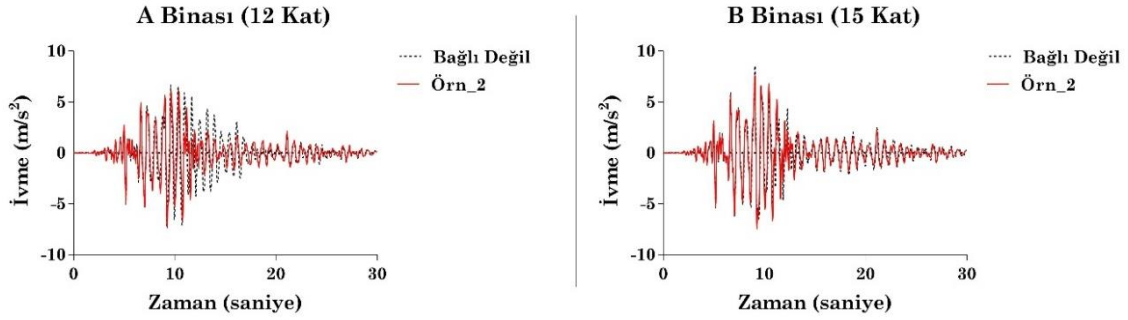


Şekil 200. $H_B/H_A=1,25$ (b) türü analizlerinde Tip II zemin üzerinde SVS cihazlar ile bağlı binaların ivme değerlerinin değişimi ($C_d=10^5$ N.s/m).

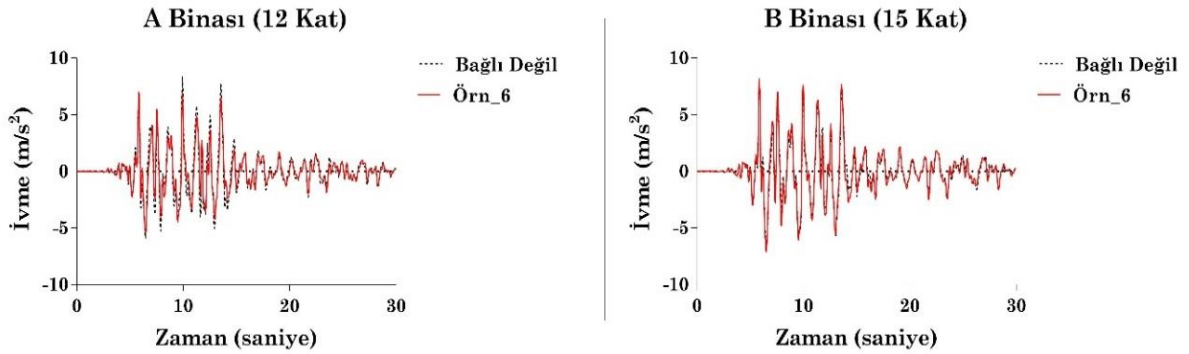


Şekil 201. $H_B/H_A=1,25$ (b) türü analizlerinde Tip III zemin üzerinde SVS cihazlar ile bağlı binaların ivme değerlerinin değişimi ($C_d=10^5$ N.s/m).

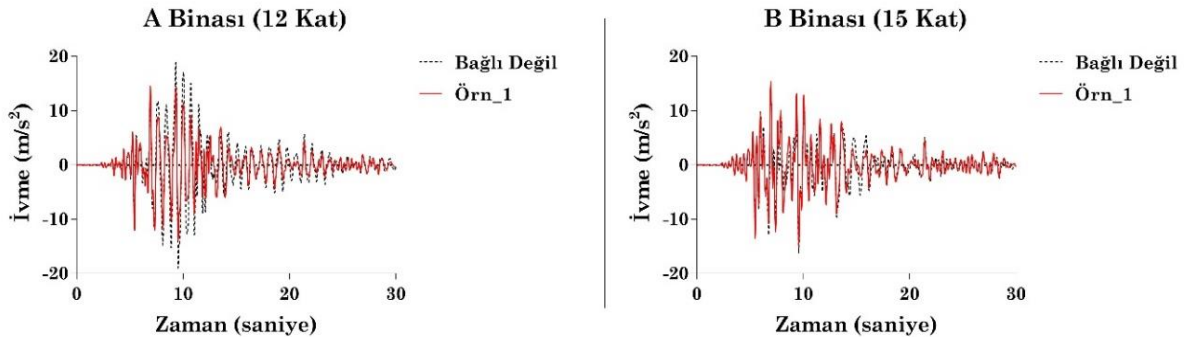
Tepe noktası ivmesinin deprem süresince etkisinin incelenmesi SVS cihazlarının etkinliğinin iyi bir göstergesi olabilir. Bu nedenle $H_B/H_A=1,25$ (b) türü analizler için belirlenen etkili parametrelere göre komşu binaların tepe noktası ivmesinin deprem süresi boyunca salınımı gösteren İvme-Zaman grafiği Şekil 202 ile Şekil 205 arasında verilmiştir. Grafikler incelendiğinde SVS cihazlarının sadece maksimum ivme değerinin azalmasında değil deprem süresi boyunca önemli büyüklükteki ivmelerin üzerinde de etkili olduğu görülür.



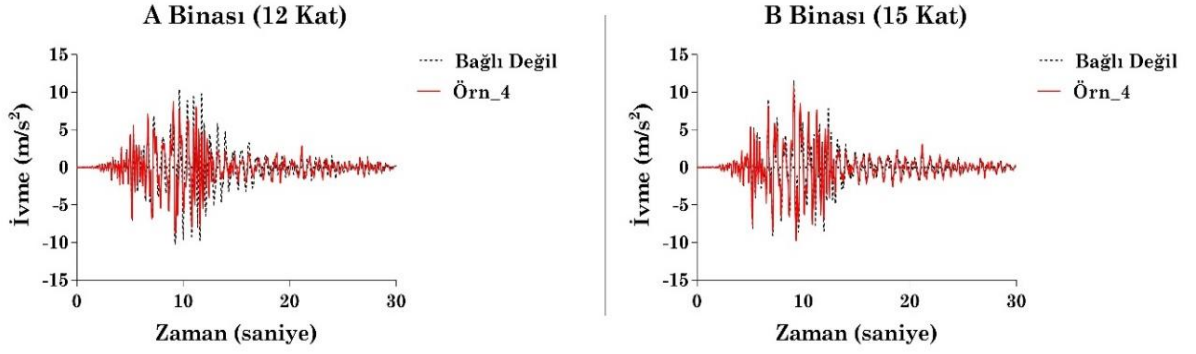
Şekil 202. $H_B/H_A=1,25$ (b) için ankastre durumda SVS cihazlar ile birbirine bağlı binaların tepe noktası İvme-Zaman grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).



Şekil 203. $H_B/H_A=1,25$ (b) için Tip I zemin türü üzerinde SVS cihazlar ile birbirine bağlı binaların tepe noktası İvme-Zaman grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).



Şekil 204. $H_B/H_A=1,25$ (b) için Tip II zemin türü üzerinde SVS cihazlar ile birbirine bağlı binaların tepe noktası İvme-Zaman grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).

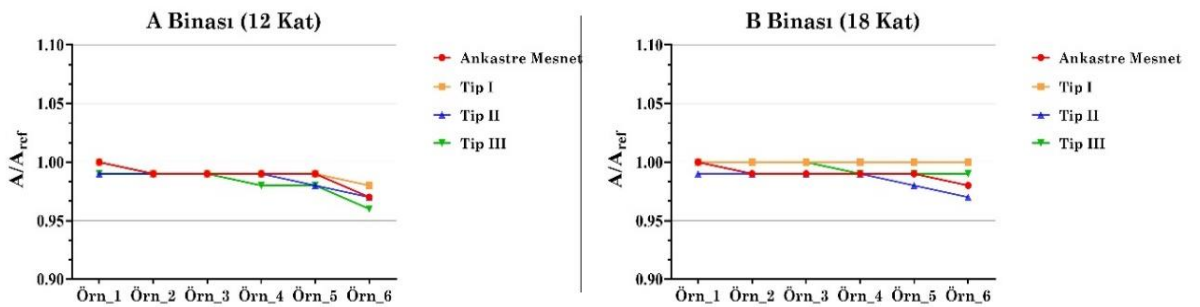


Şekil 205. $H_B/H_A=1,25$ (b) için Tip III zemin türü üzerinde SVS cihazlar ile birbirine bağlı binaların tepe noktası İvme–Zaman grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).

$H_B/H_A=1,5$ oranlı bağlı binaların ivme açısından incelenmesi

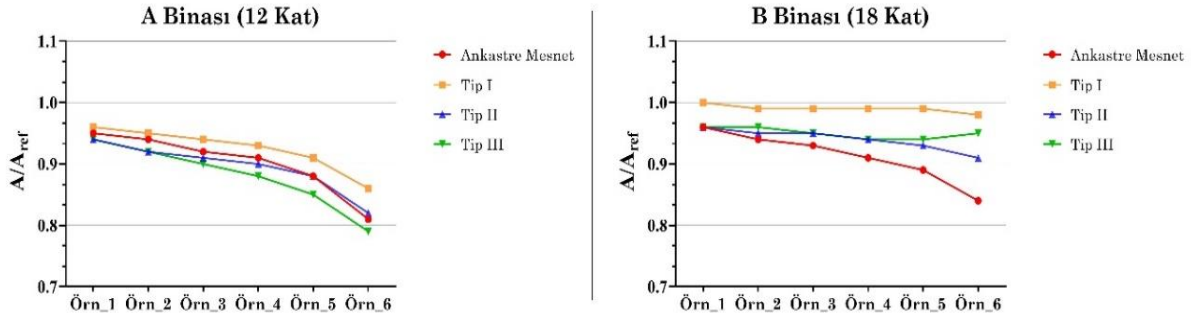
12 katlı A binası ile 18 katlı B binası doğrusal SVS cihazlarıyla birbirine kat hizasından üç farklı zemin türünde altı farklı bağlantı modeliyle bağlanmıştır. Farklı sönümlleme katsayılarına sahip SVS cihazlarının etkisiyle $H_B/H_A=1,5$ (a) türü analizlerde meydana gelen tepe noktası ivme oran grafikleri Şekil 206 ile Şekil 210 arasında verilmiştir. B binasının A binasına göre kütle, rijitlik ve frekans oranları sırasıyla 1,51; 0,61 ve 0,64'dür. Dolayısıyla A binası daha rijit, B binası ise daha düşük frekanslı, ağır ve uzundur.

Şekil 206'da 10^3 N.s/m sönümlleme katsayılı cihazın tepe noktası ivme oran grafiği verilmiştir. Grafik incelendiğinde SVS cihazlarının tepe noktası ivme değerlerinin üzerindeki etkisi Örnek 6 bağlantı modelinde maksimuma ulaşmıştır. Tepe noktası ivme değeri Örnek 6 bağlantı modelinde A veya B binası için maksimum %3'e varan azalma meydana gelmiştir.



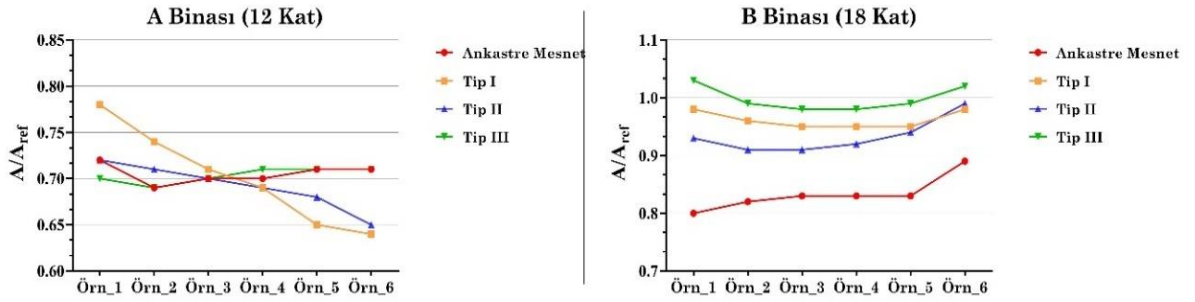
Şekil 206. $H_B/H_A=1,5$ (a) için tepe noktası ivme oran grafiği ($C_d=10^3$ N.s/m).

Şekil 207'de 10^4 N.s/m sönümlleme katsayılı cihazın tepe noktası ivme oran grafiği verilmiştir. SVS cihazlarının tepe noktası ivme değerleri üzerindeki etkisi bağlantı modelleri açısından incelendiğinde maksimum etkinin ankastre için Örnek 1, Tip I, Tip II ve Tip III zemin türü için ise Örnek 6 bağlantı modelinde olduğu görülür. A ve B binasının tepe noktası ivme değeri Örnek 6 bağlantı modelinde ankastrede sırasıyla %19 ve %16, Tip I zemin türünde %14 ve %2, Tip II zemin türünde %18 ve %9, Tip III zemin türünde %21 ve %5 azalmıştır.



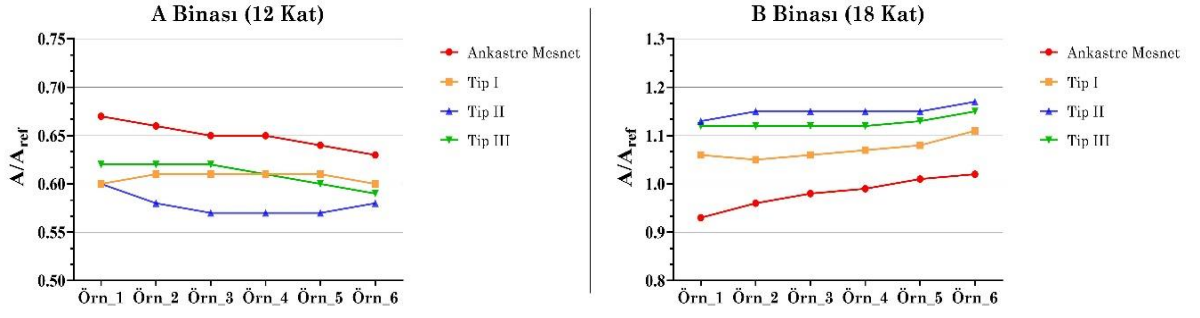
Şekil 207. $H_B/H_A=1,5$ (a) için tepe noktası ivme oran grafiği ($C_d=10^4$ N.s/m).

Şekil 208’de 10^5 N.s/m sönümleme katsayısına sahip SVS cihazlarının etki ettiği tepe noktası ivme oran grafiği sunulmuştur. Grafik her iki bina birlikte düşünülerek incelendiğinde ankastre ve Tip III zemin türünde Örnek 2 bağlantı modeli etkili, Tip I ve Tip II zemin türünde ise Örnek 5 bağlantı modeli etkili olduğu söylenebilir. A ve B binasının tepe noktası ivme değeri Örnek 2 bağlantı modelinde ankastrede sırasıyla %31 ve %18, Tip III zemin türünde %31 ve %1, Örnek 2 bağlantı modelinde ise Tip I zemin türünde %35 ve %5, Tip II zemin türünde %32 ve %6 azalmıştır.

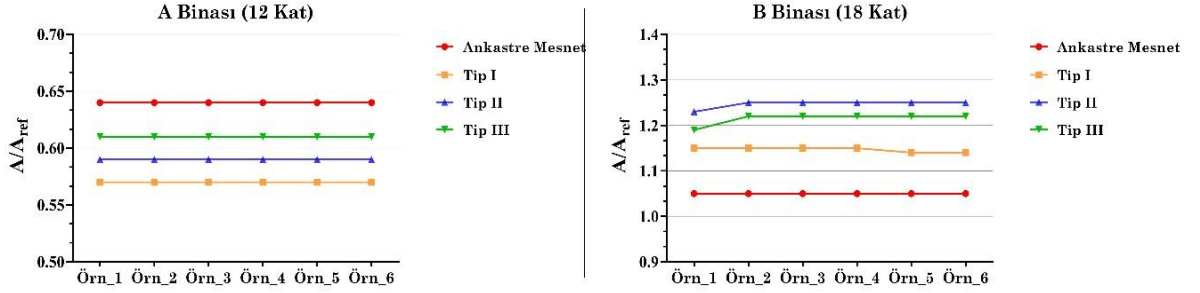


Şekil 208. $H_B/H_A=1,5$ (a) için tepe noktası ivme oran grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).

Şekil 209’da 10^6 N.s/m sönümleme katsayısına sahip SVS cihazlarının etki ettiği tepe noktası ivme oran grafiği sunulmuştur. Grafik incelendiğinde A binasının tepe noktası ivme değerleri bütün zemin türlerinde ve bağlantı modellerinde %35’leri aşan azalışlar görülürken B binasında tam tersi olarak %15 civarında artışlar meydana gelmiştir. Dolayısıyla $H_B/H_A=1,5$ (a) türü modellerinin 10^6 N.s/m sönümleme katsayısına sahip SVS cihazlarıyla birbirine bağlanması uygun değildir. Benzer durum Şekil 210’da 10^7 N.s/m sönümleme katsayısına sahip SVS cihazlarının etki ettiği tepe noktası ivme değerlerinin oran grafiğinde görülür. A binasının tepe noktası ivme değerleri bütün zemin türlerinde ve bağlantı modellerinde %40’ları aşan azalışlar görülürken B binasında tam tersi olarak %20 civarında artışlar meydana gelmiştir. Dolayısıyla $H_B/H_A=1,5$ (a) türü modellerinin 10^7 N.s/m sönümleme katsayısına sahip SVS cihazlarıyla birbirine bağlanması da uygun değildir.

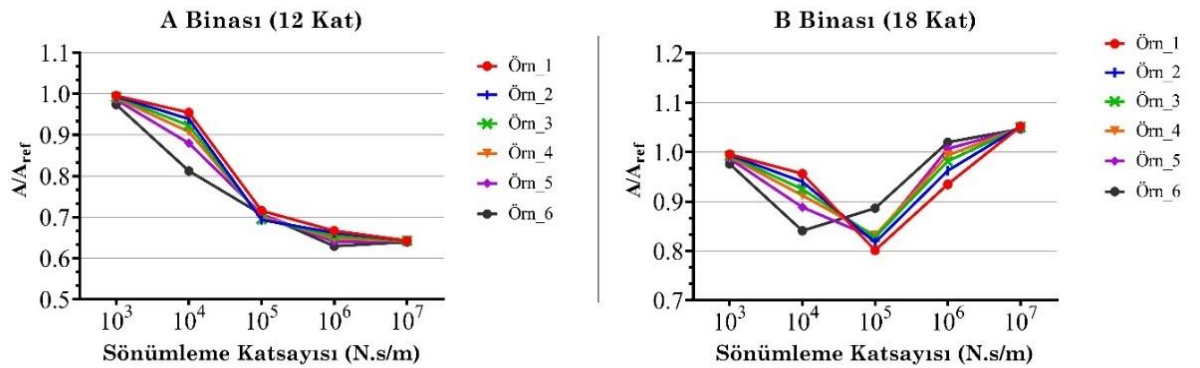


Şekil 209. $H_B/H_A=1,5$ (a) için tepe noktası ivme oran grafiği ($C_d=10^6$ N.s/m).

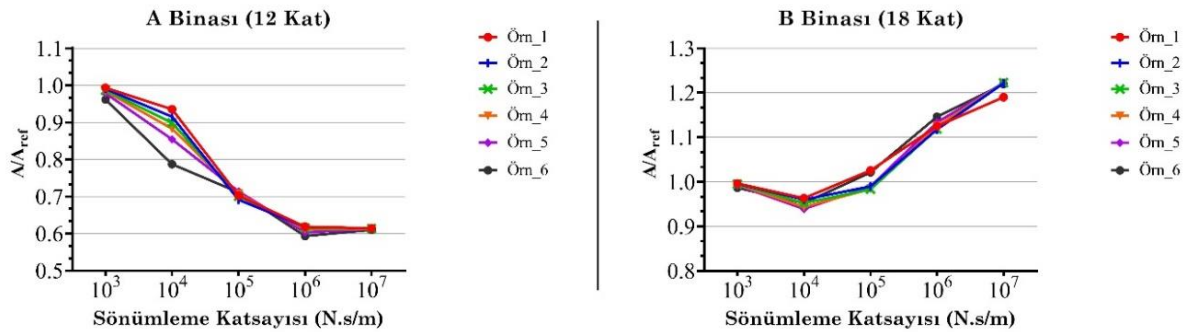
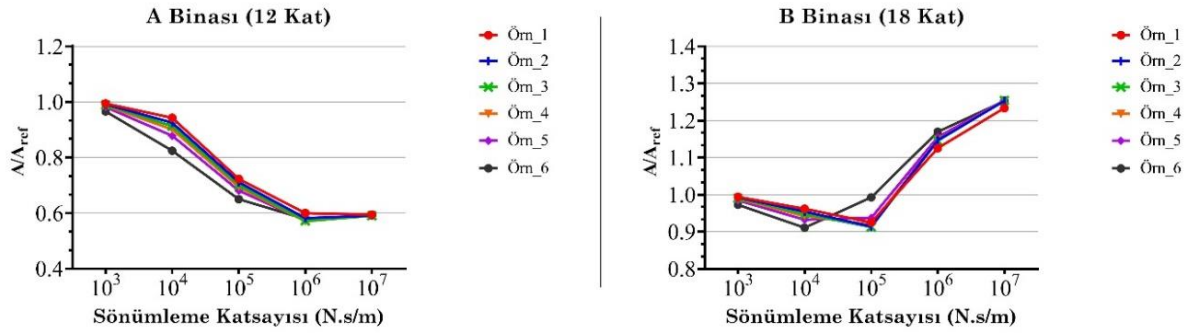
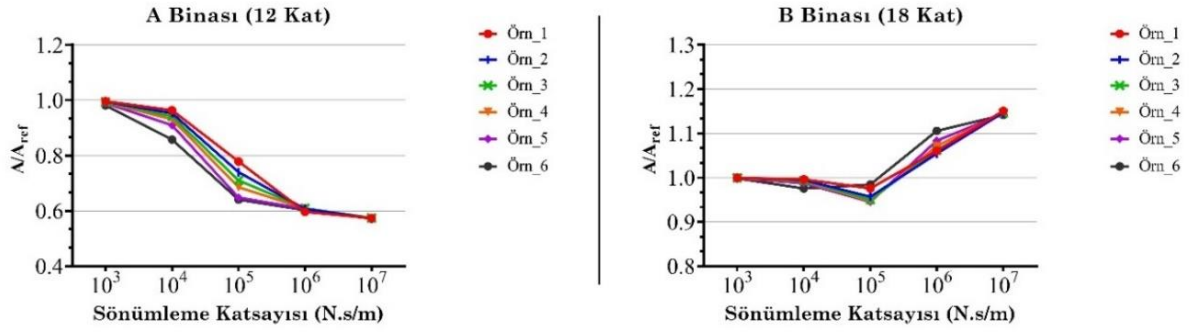


Şekil 210. $H_B/H_A=1,5$ (a) için tepe noktası ivme oran grafiği ($C_d=10^7$ N.s/m).

SVS cihazlarının sahip olduğu sönümleme katsayısının binaların davranışına olan etkisi ve bağlantı modellerinin de etkisi önemlidir. Bu nedenle $H_B/H_A=1,5$ (a) türü analizlerde SVS cihazlarının sönümleme katsayısının ve bağlantı modellerinin tepe noktası ivme değerine olan etkisini zemin türüne göre gösteren grafikler Şekil 211 ile Şekil 214 arasında verilmiştir. A ve B binasının grafikleri birlikte düşünülerek incelendiğinde meydana gelen ivme sonuçlarına göre en etkili sonucun bütün zemin türleri üzerinde 10^5 N.s/m cihaz sönümleme katsayısında alındığı görülür. Bu zemin türleri üzerinde etkili olan bağlantı modellerinin ise ankastre ve Tip III zemin türünde Örnek 2, Tip I ve Tip II zemin türünde ise Örnek 1 olduğu söylenebilir. Ayrıca daha rijit ve kısa olan A binasının daha çok fayda gördüğü söylenebilir.

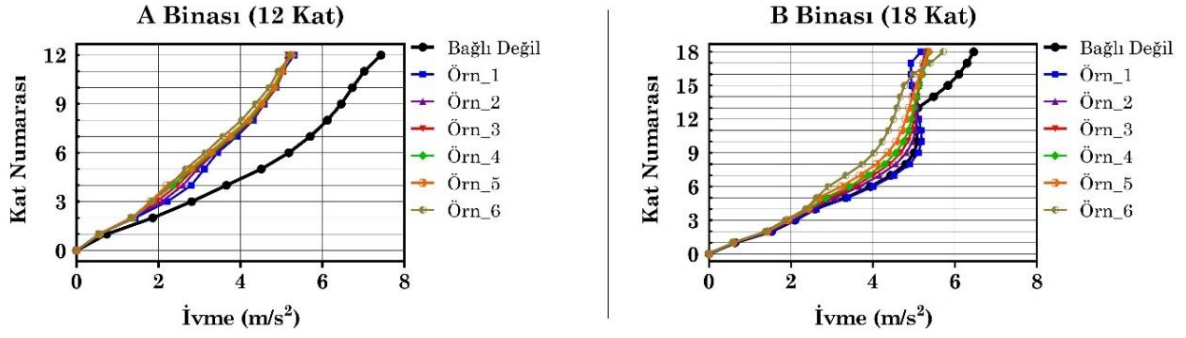


Şekil 211. $H_B/H_A=1,5$ (a) için ivme açısından cihaz sönümleme katsayıları ve bağlantı modellerinin zemine ankastre olarak bağlı durumdaki komşu binalara etkileri.

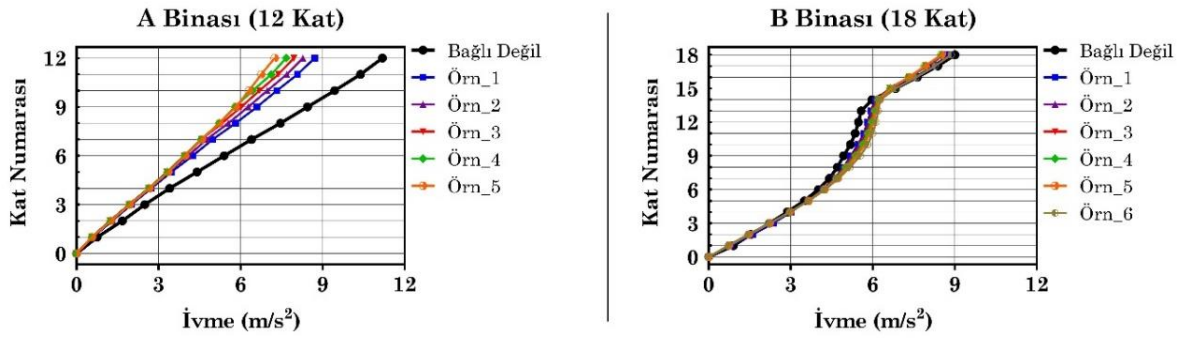


Şekil 214. $H_B/H_A=1,5$ (a) için ivme açısından cihaz sönümlene katsayıları ve bağlantı modellerinin Tip III üzerindeki komşu binalara etkileri.

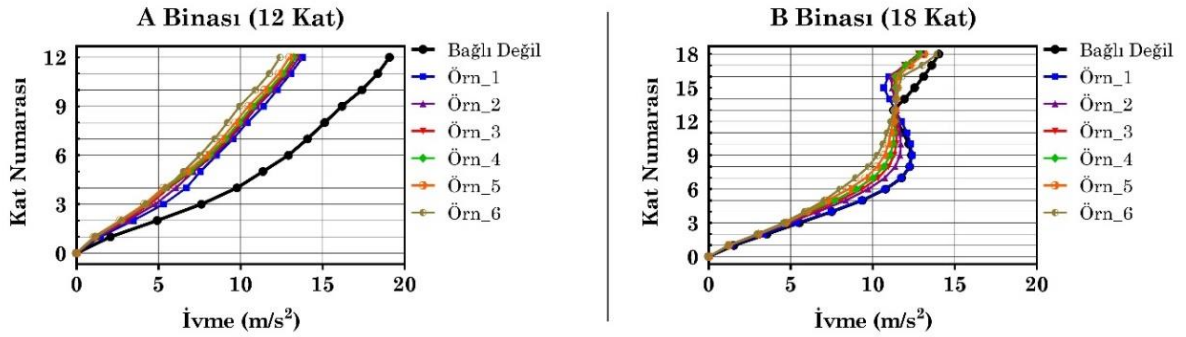
Kat hizasından SVS cihazlarıyla birbirine bağlı A ve B binasının katlarında oluşan maksimum ivme değerleri Şekil 215 ile Şekil 218 arasında verilmiştir. $H_B/H_A=1,5$ (a) türü analizleri için katların ivme grafikleri her bir zemin türünde belirlenen etkili sönümlene katsayısına göre sunulmuştur. Grafikler incelendiğinde A binasının katlarının çoğunda ivme değerlerinin azaldığı görülür. B binasının ivme değerleri, A binasıyla bağlandığı 12. kattan sonra önemli derece etkilenmiştir. Bütün bunlara ek olarak SVS cihazlarının sadece tepe noktası ivme değerinin azalmasında değil diğer katlarda meydana gelen ivme değerlerinin de azalmasında oldukça etkili olduğu görülür.



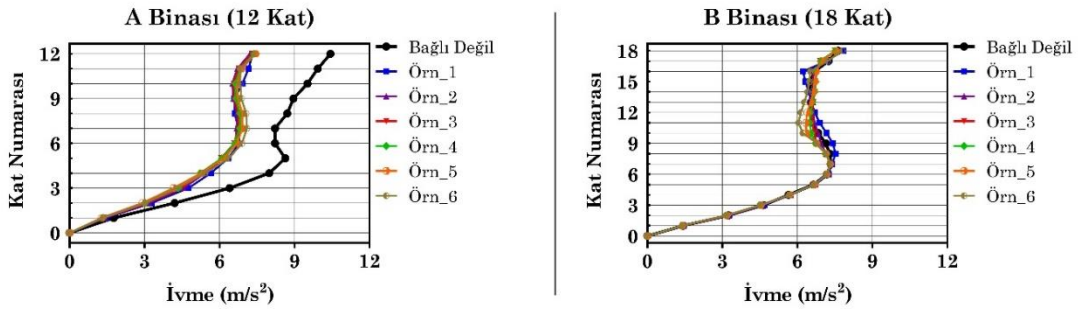
Şekil 215. $H_B/H_A=1,5$ (a) türü analizlerinde ankastre durumda SVS cihazlar ile bağlı binaların ivme değerlerinin değişimi ($C_d=10^5$ N.s/m).



Şekil 216. $H_B/H_A=1,5$ (a) türü analizlerinde Tip I zemin üzerinde SVS cihazlar ile bağlı binaların ivme değerlerinin değişimi ($C_d=10^5$ N.s/m).

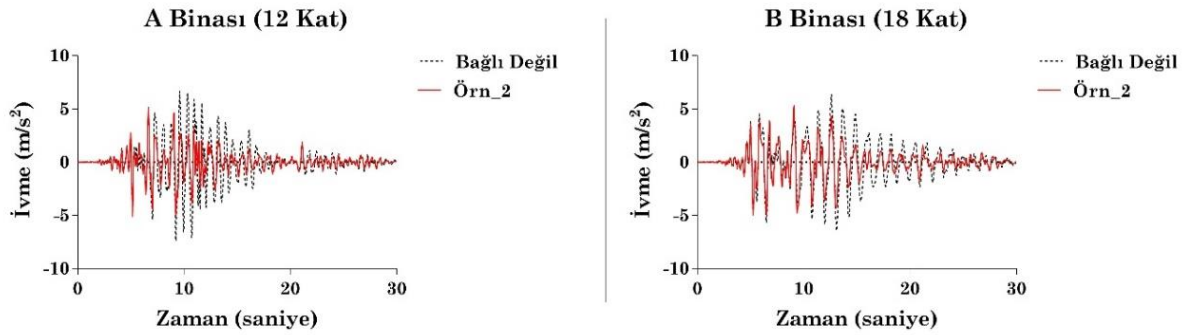


Şekil 217. $H_B/H_A=1,5$ (a) türü analizlerinde Tip II zemin üzerinde SVS cihazlar ile bağlı binaların ivme değerlerinin değişimi ($C_d=10^5$ N.s/m).

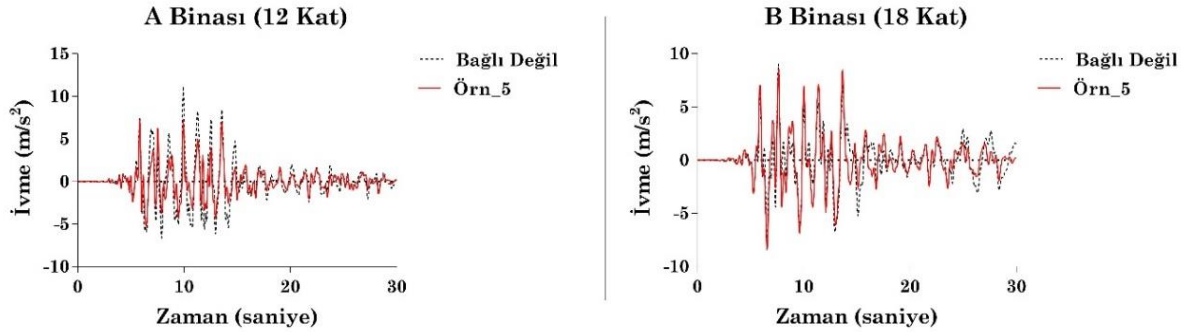


Şekil 218. $H_B/H_A=1,5$ (a) türü analizlerinde Tip III zemin üzerinde SVS cihazlar ile bağlı binaların ivme değerlerinin değişimi ($C_d=10^5$ N.s/m).

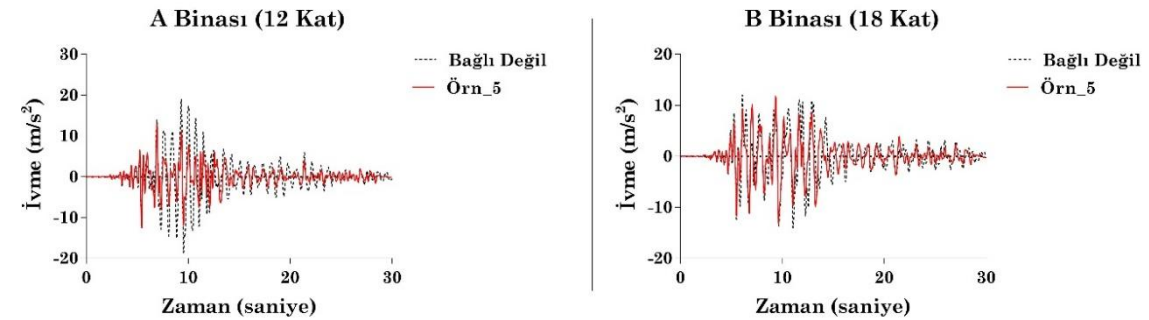
Tepe noktası ivmesinin deprem süresince etkisinin incelenmesi SVS cihazlarının etkinliğinin iyi bir göstergesidir. Bu nedenle $H_B/H_A=1,5$ (a) türü analizler için belirlenen etkili parametrelere göre komşu binaların tepe noktası ivmesinin deprem süresi boyunca salınımı gösteren İvme-Zaman grafiği Şekil 219 ile Şekil 222 arasında verilmiştir. Grafikler incelendiğinde SVS cihazlarının sadece maksimum ivme değerinin azalmasında değil deprem süresi boyunca önemli büyüklükteki ivmelerin üzerinde de etkili olduğu görülür. İvme değeri açısından $H_B/H_A=1,5$ (a) türü analizlerinde iki komşu binanın SVS cihazlarıyla bağlanmasından A binası daha çok faydalandığı söylenebilir.



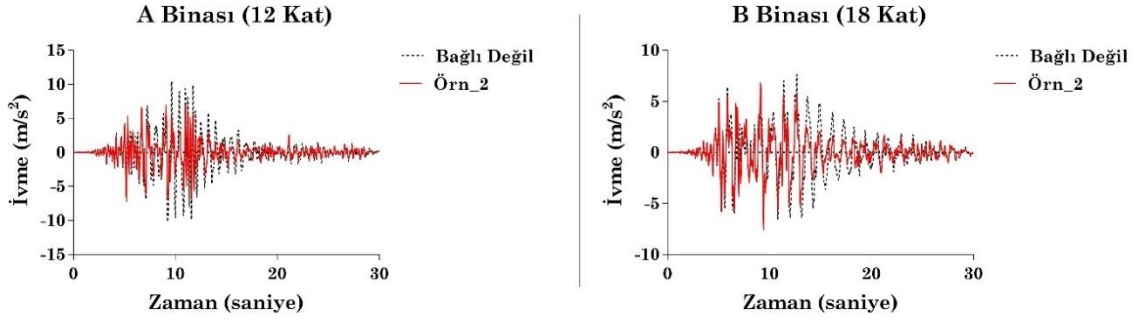
Şekil 219. $H_B/H_A=1,5$ (a) için ankastre durumda SVS cihazlar ile birbirine bağlı binaların tepe noktası İvme-Zaman grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).



Şekil 220. $H_B/H_A=1,5$ (a) için Tip I zemin türü üzerinde SVS cihazlar ile birbirine bağlı binaların tepe noktası İvme-Zaman grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).



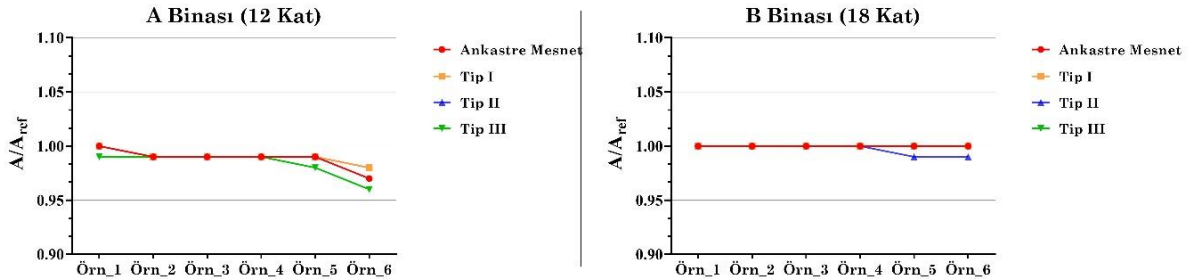
Şekil 221. $H_B/H_A=1,5$ (a) için Tip II zemin türü üzerinde SVS cihazlar ile birbirine bağlı binaların tepe noktası İvme-Zaman grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).



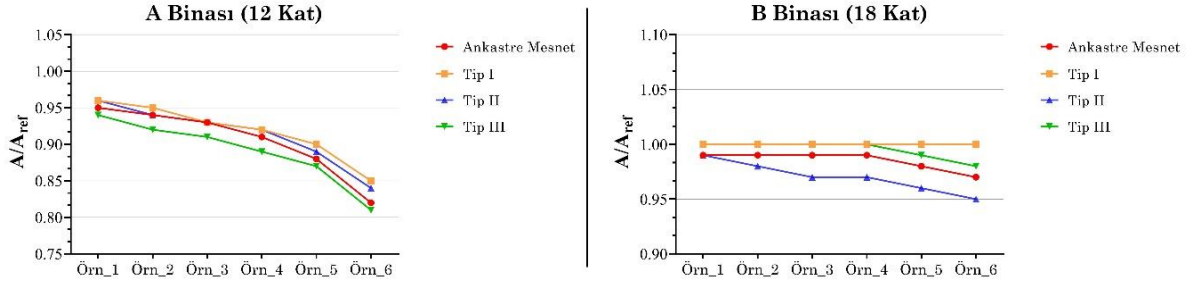
Şekil 222. $H_B/H_A=1,5$ (a) için Tip III zemin türü üzerinde SVS cihazlar ile birbirine bağlı binaların tepe noktası İvme–Zaman grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).

Farklı sönümleme katsayılarına sahip SVS cihazlarına göre (b) türü analizlerin tepe noktası ivme oran grafikleri Şekil 223 ile Şekil 227 arasında verilmiştir. (b) türü analizlerinde iki binanın yapısal eleman boyutları farklı olduğundan (a) türü analiz sonuçlarına göre farklı sonuçlar meydana gelmiştir. B binasının A binasına göre kütle, rijitlik ve frekans oranları sırasıyla 2,12; 1,10 ve 0,72’dir. Dolayısıyla B binası A binasından daha ağır, rijit, uzun ve düşük frekanslıdır.

Şekil 223 ve Şekil 224’da sırasıyla 10^3 N.s/m ve 10^4 N.s/m sönümleme katsayılı cihazların tepe noktası ivme oran grafikleri verilmiştir. Grafikler incelendiğinde SVS cihazlarının tepe noktası ivme değerlerinin üzerindeki etkisi Örnek 6 bağlantı modelinde maksimuma ulaşmıştır. Şekil 223 incelendiğinde tepe noktası ivme değeri Örnek 6 bağlantı modelinde Tip I zemin türü hariç A ve B binası için maksimum %1’ye varan azalma meydana gelmiştir. Şekil 224 incelendiğinde ise bütün zemin türünde maksimum etkinin Örnek 6 bağlantı modelinde görülür. A ve B binasının tepe noktası ivme değeri Örnek 6 bağlantı modelinde ankastrede sırasıyla %18 ve %3, Tip I zemin türünde %15 ve %0,5, Tip II zemin türünde %16 ve %5 ve Tip III zemin türünde ise %19 ve %2 azalmıştır.

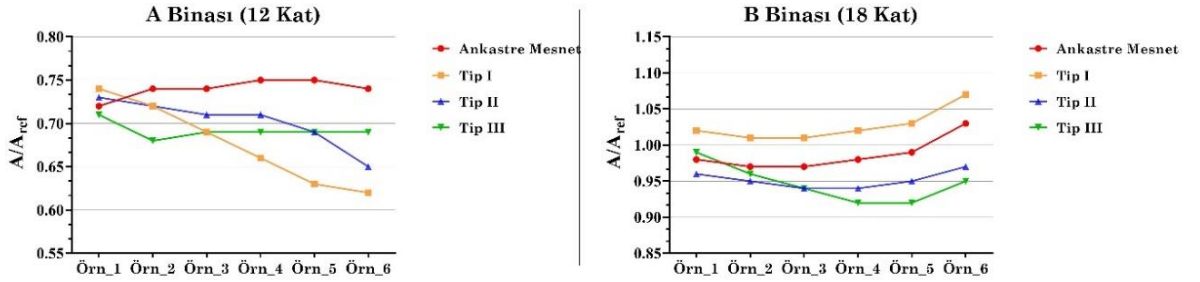


Şekil 223. $H_B/H_A=1,5$ (b) için tepe noktası ivme oran grafiği ($C_d=10^3$ N.s/m).



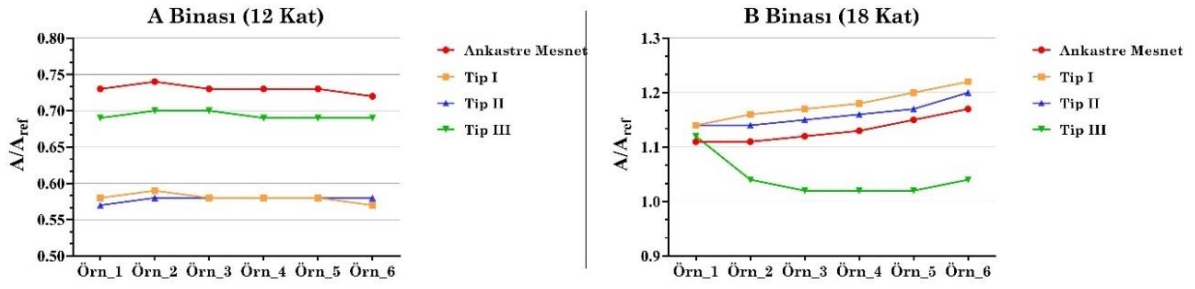
Şekil 224. $H_B/H_A=1,5$ (b) için tepe noktası ivme oran grafiği ($C_d=10^4$ N.s/m).

Şekil 225 10^5 N.s/m sönümleme katsayılı SVS cihazlarıyla bağlanan iki komşu binanın tepe noktası ivme değerindeki değişim grafiğini göstermektedir. Grafik incelendiğinde SVS cihazlarının Tip I zemin türü üzerinde bağlanması etkili olmaz iken ankastre için Örnek 1 bağlantı modeli, Tip II zemin türü üzerinde Örnek 3 ve Tip III zemin türünde Örnek 2 bağlantı modeli etkili olmuştur. Bu bağlantı modellerine göre A ve B binasının tepe noktası ivme değerleri sırasıyla ankastre durumda %28 ve %2, Tip II zemin türünde %31 ve %6 ve Tip III zemin türünde %32 ve %4 azalmıştır.

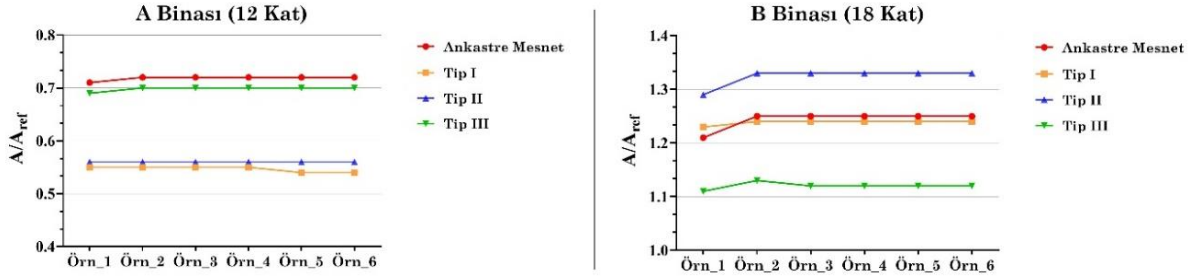


Şekil 225. $H_B/H_A=1,5$ (b) için tepe noktası ivme oran grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).

Şekil 226 ve Şekil 227 sırasıyla 10^6 N.s/m ve 10^7 N.s/m sönümleme katsayılı SVS cihazlarla bağlanan iki komşu binanın tepe noktası ivme değerindeki değişim grafiğini göstermektedir. Şekil 226 incelendiğinde A binasının tepe noktası ivme değerleri bütün zemin türlerinde ve bağlantı modellerinde %30'ları aşan azalışlar görülürken B binasında tam tersi olarak %20 civarında artışlar meydana gelmiştir. Dolayısıyla $H_B/H_A=1,5$ (b) türü modellerinin 10^6 N.s/m sönümleme katsayısına sahip SVS cihazlarıyla birbirine bağlanması uygun değildir. Benzer durum Şekil 227'de ise 10^7 N.s/m sönümleme katsayısına sahip SVS cihazlarının etki ettiği tepe noktası ivme değerlerinin oran grafiğinde görülür. A binasının tepe noktası ivme değerleri bütün zemin türlerinde ve bağlantı modellerinde %40'ları aşan azalışlar görülürken B binasında tam tersi olarak %25 civarında artışlar meydana gelmiştir. Dolayısıyla $H_B/H_A=1,5$ (b) türü modellerinin 10^7 N.s/m sönümleme katsayısına sahip SVS cihazlarıyla birbirine bağlanması da uygun değildir.

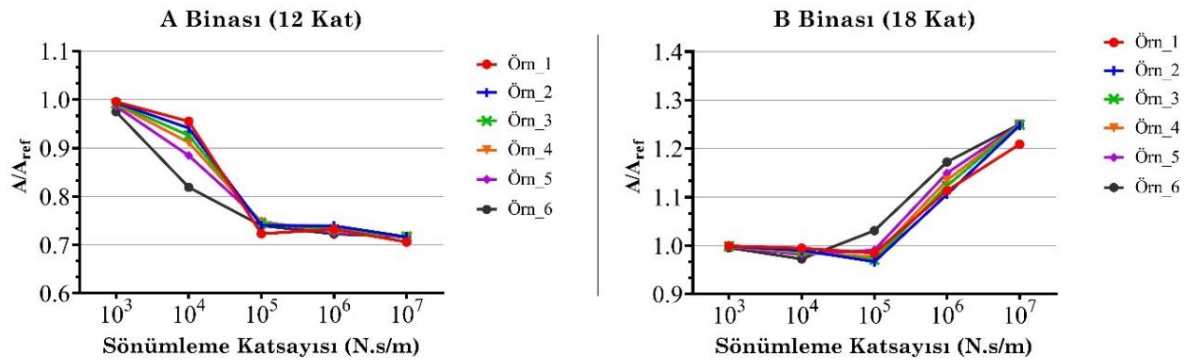


Şekil 226. $H_B/H_A=1,5$ (b) için tepe noktası ivme oran grafiği ($C_d=10^6$ N.s/m).

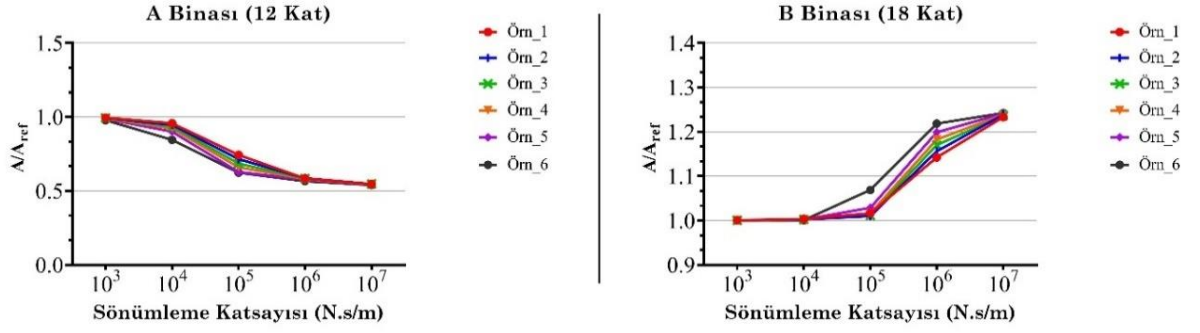


Şekil 227. $H_B/H_A=1,5$ (b) için tepe noktası ivme oran grafiği ($C_d=10^7$ N.s/m).

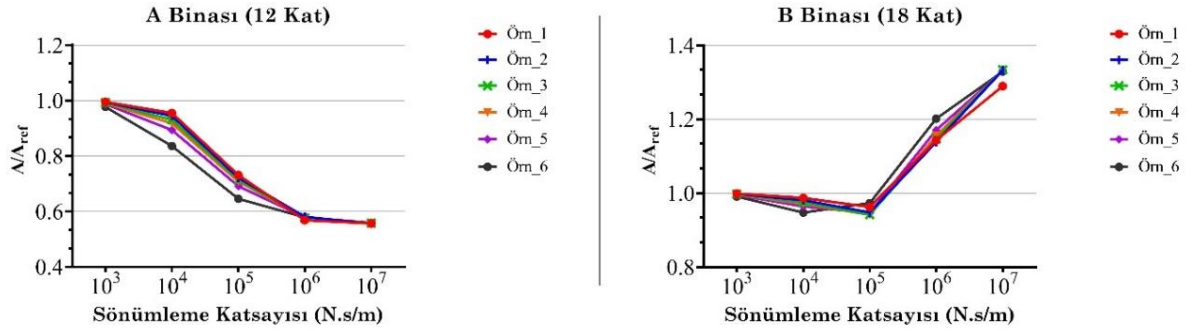
Tepe noktası yer değiştirmesinin deprem süresince etkisinin incelenmesi SVS cihazlarının etkinliğinin iyi bir göstergesi olduğundan $H_B/H_A=1,5$ (b) türü analizlerde SVS cihazlarının sönümleme katsayısının ve bağlantı modellerinin tepe noktası ivme değerine olan etkisini zemin türüne göre gösteren grafikler Şekil 228 ile Şekil 231 arasında verilmiştir. A ve B binasının grafikleri birlikte düşünülerek incelendiğinde meydana gelen ivme sonuçlarına göre en etkili sonucun bütün zemin türleri üzerinde 10^5 N.s/m cihaz sönümleme katsayısında alındığı görülür. Bu zemin türleri üzerinde etkili olan bağlantı modellerinin ise ankastre durumda Örnek 3, Tip II zemin türünde Örnek 1 ve Tip III zemin türünde ise Örnek 2 olduğu söylenebilir.



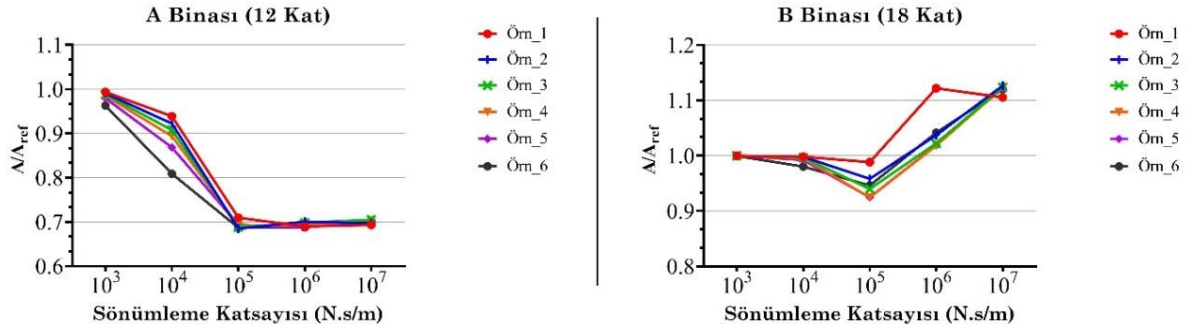
Şekil 228. $H_B/H_A=1,5$ (b) için ivme açısından cihaz sönümleme katsayıları ve bağlantı modellerinin zemine ankastre olarak bağlı durumdaki komşu binalara etkileri.



Şekil 229. $H_B/H_A=1,5$ (b) için ivme açısından cihaz sönümleme katsayıları ve bağlantı modellerinin Tip I üzerindeki komşu binalara etkileri.

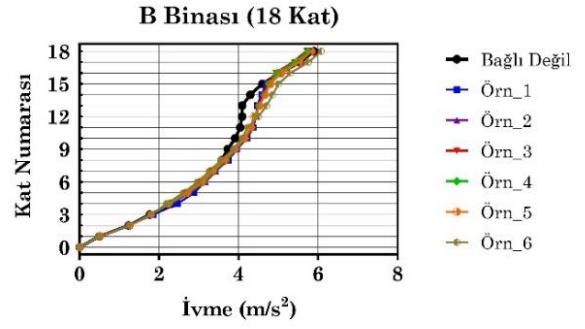
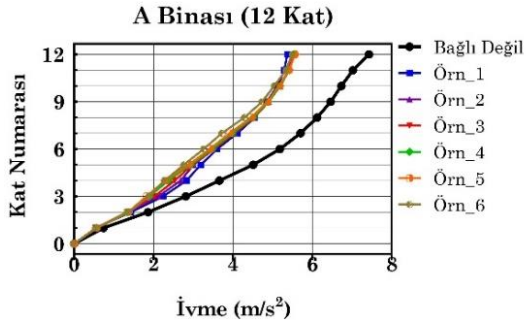


Şekil 230. $H_B/H_A=1,5$ (b) için ivme açısından cihaz sönümleme katsayıları ve bağlantı modellerinin Tip II üzerindeki komşu binalara etkileri.

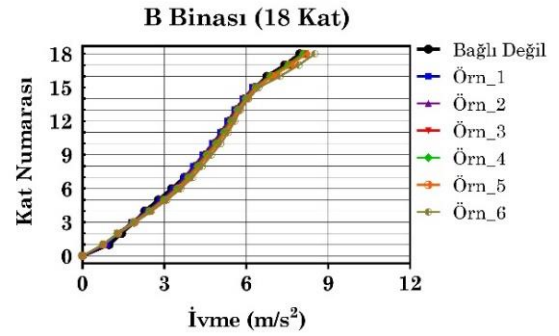
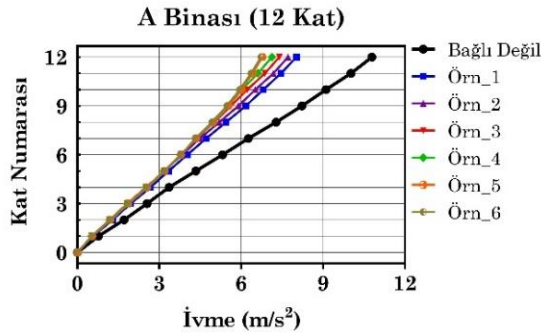


Şekil 231. $H_B/H_A=1,5$ (b) için ivme açısından cihaz sönümleme katsayıları ve bağlantı modellerinin Tip III üzerindeki komşu binalara etkileri.

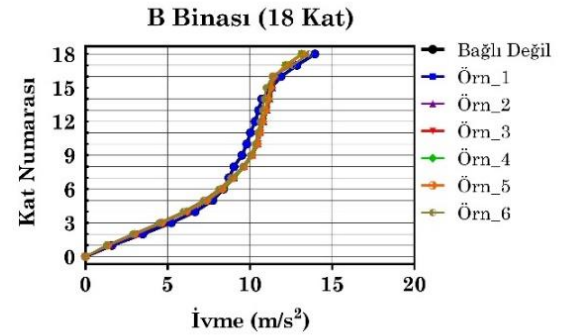
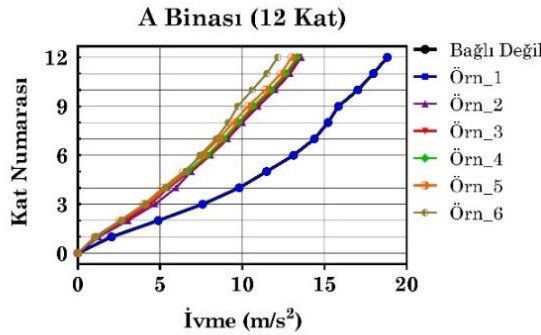
Kat hizasından SVS cihazlarıyla birbirine bağlı A ve B binasının katlarında oluşan maksimum ivme değerleri Şekil 232 ile Şekil 235 arasında verilmiştir. $H_B/H_A=1,5$ (b) türü analizleri için katların ivme grafikleri her bir zemin türünde belirlenen etkili sönümleme katsayısına göre sunulmuştur. Grafikler incelendiğinde A binasının katlarının çoğunda ivme değerlerinin önemli derecede azaldığı görülür. B binasının ivme değerleri, A binasıyla bağlandığı 12. kattan sonra önemli derece etkilenmiştir.



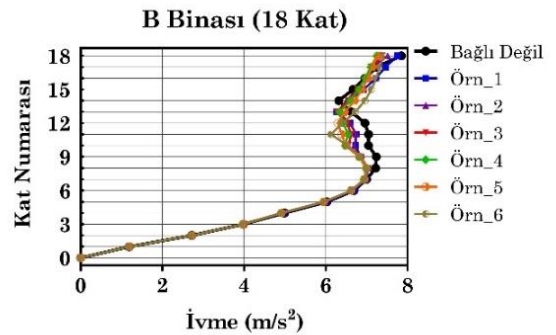
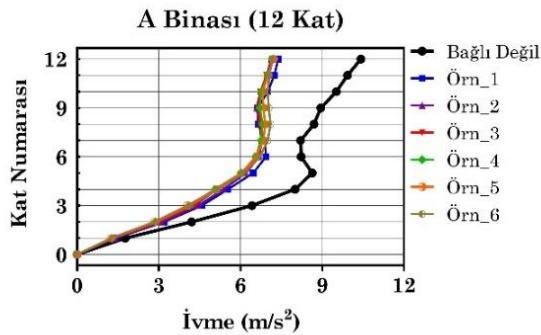
Şekil 232. $H_B/H_A=1,5$ (b) türü analizlerinde ankastre durumda SVS cihazlar ile bağlı binaların ivme değerlerinin değişimi ($C_d=10^5$ N.s/m).



Şekil 233. $H_B/H_A=1,5$ (b) türü analizlerinde Tip I zemin üzerinde SVS cihazlar ile bağlı binaların ivme değerlerinin değişimi ($C_d=10^5$ N.s/m).

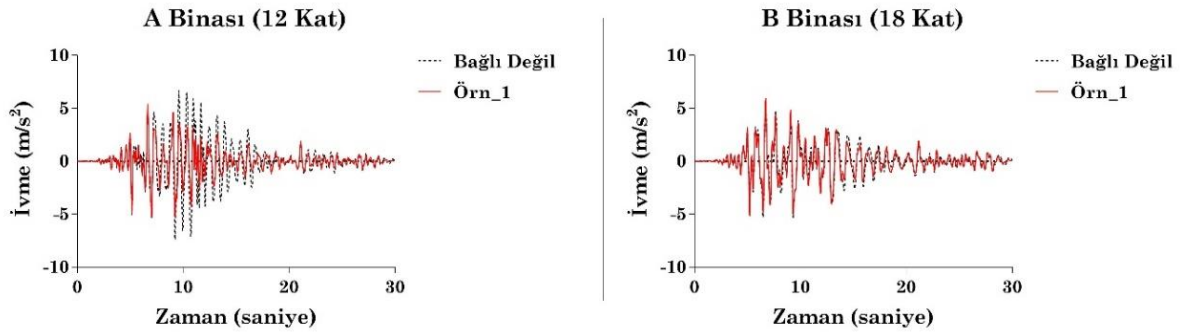


Şekil 234. $H_B/H_A=1,5$ (b) türü analizlerinde Tip II zemin üzerinde SVS cihazlar ile bağlı binaların ivme değerlerinin değişimi ($C_d=10^5$ N.s/m).

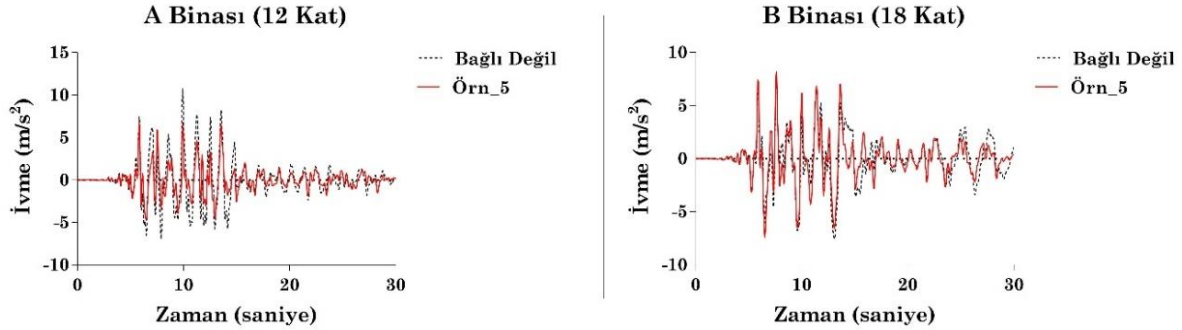


Şekil 235. $H_B/H_A=1,5$ (b) türü analizlerinde Tip III zemin üzerinde SVS cihazlar ile bağlı binaların ivme değerlerinin değişimi ($C_d=10^5$ N.s/m).

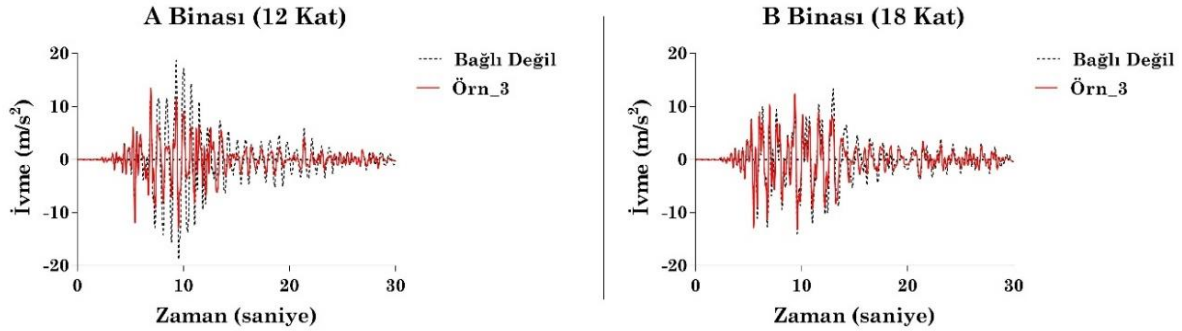
Tepe noktası ivmesinin deprem süresince etkisinin incelenmesi SVS cihazlarının etkinliğinin iyi bir göstergesidir. Bu nedenle $H_B/H_A=1,5$ (b) türü analizler için belirlenen etkili parametrelere göre binaların tepe noktası ivmesinin deprem süresi boyunca salınımı gösteren İvme-Zaman grafiği Şekil 236 ile Şekil 239 arasında verilmiştir. Grafikler incelendiğinde SVS cihazlarının sadece maksimum ivme değerinin azalmasında değil deprem süresi boyunca önemli büyüklükteki ivmelerin üzerinde de etkili olduğu görülür. İvme değeri açısından $H_B/H_A=1,5$ (b) türü analizlerinde iki komşu binanın SVS cihazlarıyla bağlanmasından A binasının daha çok faydalandığı söylenebilir.



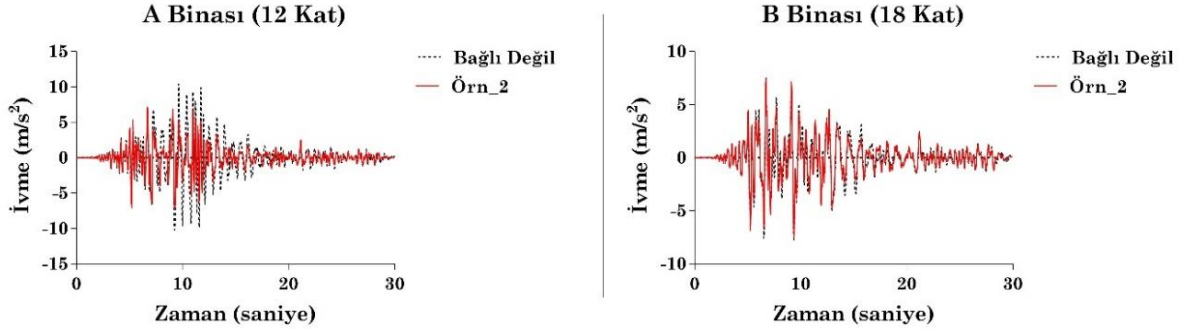
Şekil 236. $H_B/H_A=1,5$ (b) için ankastre durumda SVS cihazlar ile birbirine bağlı binaların tepe noktası İvme-Zaman grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).



Şekil 237. $H_B/H_A=1,5$ (b) için Tip I zemin türü üzerinde SVS cihazlar ile birbirine bağlı binaların tepe noktası İvme-Zaman grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).



Şekil 238. $H_B/H_A=1,5$ (b) için Tip II zemin türü üzerinde SVS cihazlar ile birbirine bağlı binaların tepe noktası İvme-Zaman grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).

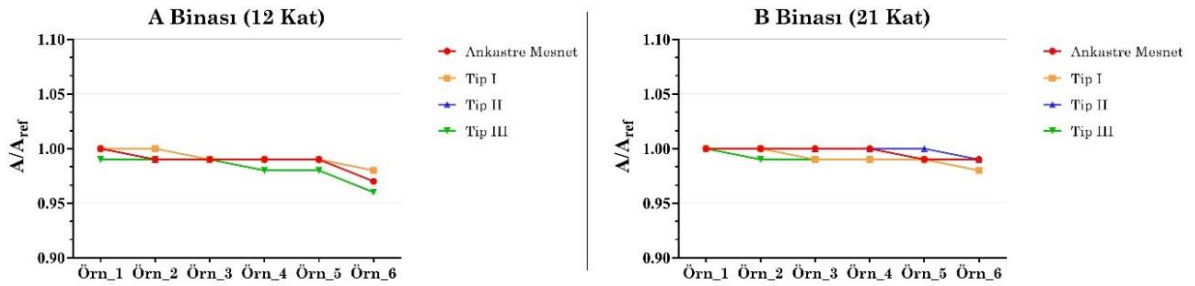


Şekil 239. $H_B/H_A=1,5$ (b) için Tip III zemin türü üzerinde SVS cihazlar ile birbirine bağlı binaların tepe noktası İvme–Zaman grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).

$H_B/H_A=1,75$ oranlı bağlı binaların ivme açısından incelenmesi

12 katlı A binası ile 21 katlı B binası doğrusal SVS cihazlarıyla birbirine kat hizasından üç farklı zemin türünde altı farklı bağlantı modeliyle bağlanmıştır. Bu bağlantıların etkisiyle meydana gelen ivme değerleri grafikler üzerinden ayrıntılı olarak incelenmiştir. Farklı sönümlenme katsayılarına sahip SVS cihazlarının etkisiyle $H_B/H_A=1,75$ (a) türü analizlerde meydana gelen tepe noktası ivme oran grafikleri Şekil 240 ile Şekil 244 arasında verilmiştir. B binasının A binasına göre kütle, rijitlik ve frekans oranları sırasıyla 1,76; 0,50 ve 0,53'dür. Dolayısıyla A binası daha rijit, B binası ise daha düşük frekanslı, ağır ve uzundur. İki yapının frekansı iyice birbirinden ayrılmıştır. Ayrıca rijitlik, kütle ve frekans oranları açısından bağlanacak iki yapı ideal durumdadır.

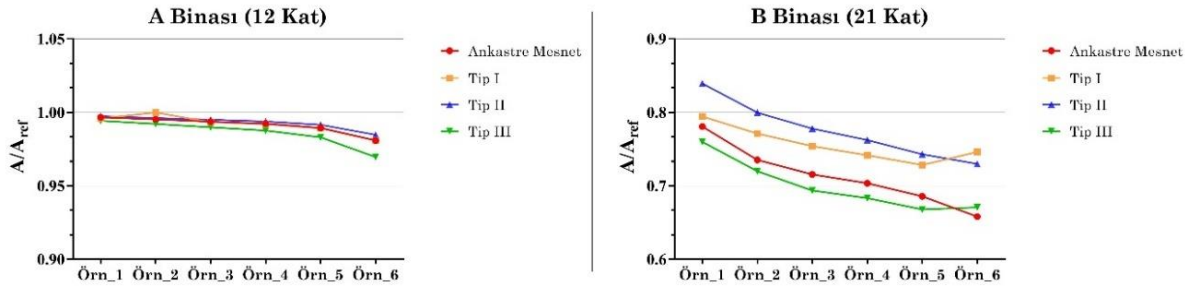
Şekil 240'da 10^3 N.s/m sönümlenme katsayılı cihazın tepe noktası ivme oran grafiği verilmiştir. Grafik incelendiğinde SVS cihazlarının tepe noktası ivme değerlerinin üzerindeki etkisi Örnek 6 bağlantı modelinde maksimuma ulaşmıştır. Tepe noktası ivme değeri Örnek 6 bağlantı modelinde A veya B binası için maksimum %3'e varan azalma meydana gelmiştir.



Şekil 240. $H_B/H_A=1,75$ (a) için tepe noktası ivme oran grafiği ($C_d=10^3$ N.s/m).

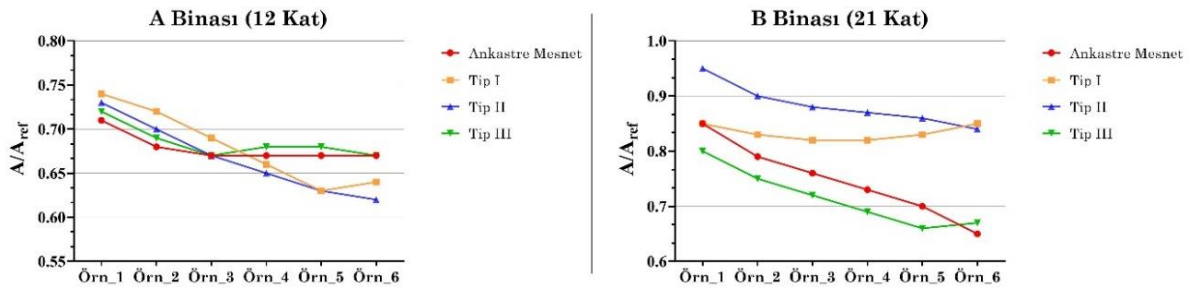
Şekil 241'de 10^4 N.s/m sönümlenme katsayılı cihazın tepe noktası ivme oran grafiği verilmiştir. SVS cihazlarının tepe noktası ivme değerleri üzerindeki etkisi bağlantı modelleri açısından incelendiğinde maksimum etkinin ankastre için Örnek 1, Tip I, Tip II ve Tip III zemin türü için ise Örnek 6 bağlantı modelinde olduğu görülür. A ve B binasının tepe noktası ivme

değerleri etkili bağlantı modellerinde ankastrede sırasıyla %2 ve %34, Tip I zemin türünde %2 ve %25, Tip II zemin türünde %1,5 ve %27 ve Tip III zemin türünde ise %3 ve %32 azalmıştır.



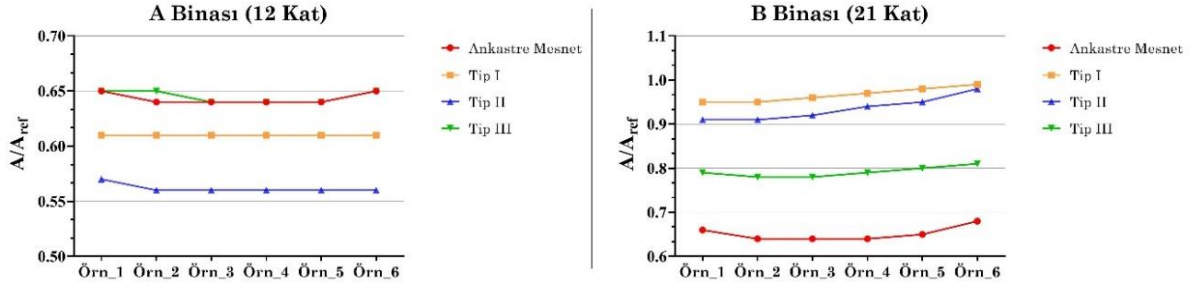
Şekil 241. $H_B/H_A=1,75$ (a) için tepe noktası ivme oran grafiği ($C_d=10^4$ N.s/m).

Şekil 242'de 10^5 N.s/m sönümleme katsayısına sahip SVS cihazlarının etki ettiği tepe noktası ivme oran grafiği sunulmuştur. Grafik her iki bina birlikte düşünülerek incelendiğinde ankastre ve Tip II zemin türünde Örnek 6 bağlantı modeli etkili, Tip I ve Tip III zemin türünde ise Örnek 5 bağlantı modeli etkili olduğu söylenebilir. A ve B binasının tepe noktası ivme değeri Örnek 6 bağlantı modelinde ankastrede sırasıyla %33 ve %35, Tip II zemin türünde %37 ve %17, Örnek 5 bağlantı modelinde ise Tip I zemin türünde %37 ve %14, Tip III zemin türünde %33 ve %34 azalmıştır.



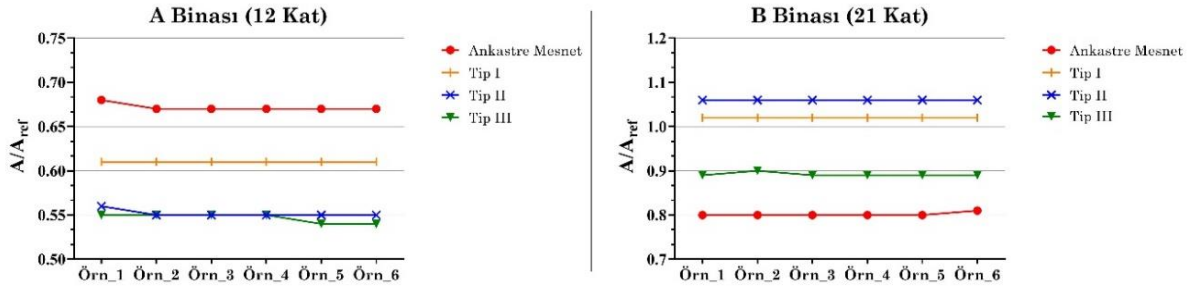
Şekil 242. $H_B/H_A=1,75$ (a) için tepe noktası ivme oran grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).

Şekil 243'de 10^6 N.s/m sönümleme katsayısına sahip SVS cihazlarının etki ettiği tepe noktası ivme oran grafiği sunulmuştur. Grafik her iki bina birlikte düşünülerek incelendiğinde ankastre ve Tip III zemin türünde Örnek 2 bağlantı modeli etkili, Tip I ve Tip II zemin türünde ise Örnek 1 bağlantı modeli etkili olduğu söylenebilir. A ve B binasının tepe noktası ivme değeri Örnek 2 bağlantı modelinde ankastrede sırasıyla %36 ve %35, Tip III zemin türünde %35 ve %22, Örnek 1 bağlantı modelinde ise Tip I zemin türünde %39 ve %5, Tip II zemin türünde %43 ve %9 azalmıştır.



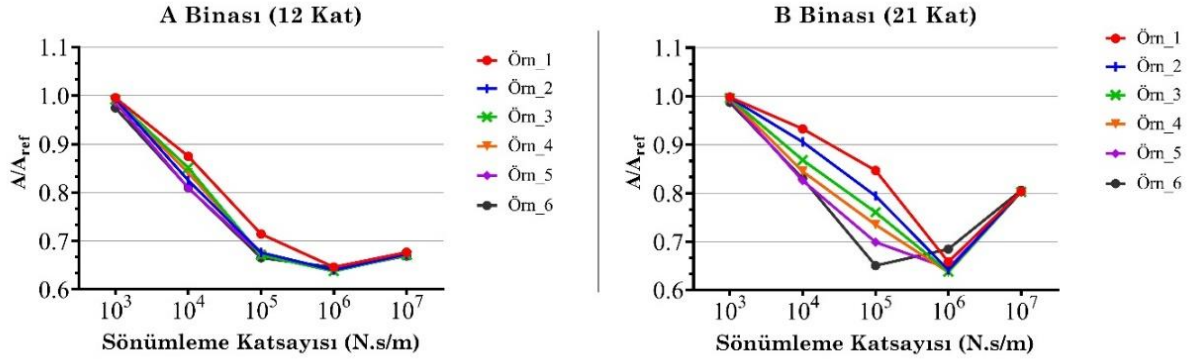
Şekil 243. $H_B/H_A=1,75$ (a) için tepe noktası ivme oran grafiği ($C_d=10^6$ N.s/m).

Şekil 244'de 10^7 N.s/m sönümleme katsayısına sahip SVS cihazlarının etki ettiği tepe noktası ivme oran grafiği sunulmuştur. Grafik her iki bina birlikte düşünülerek incelendiğinde ankastre ve Tip III zemin türünde Örnek 1 bağlantı modeli etkili olduğu söylenebilir. Ancak Tip I ve Tip II zemin türlerinde tepe noktası ivme değeri A binasında %40 civarlarında azalırken B binasında ise %5 civarında artmıştır. A ve B binasının tepe noktası ivme değeri Örnek 1 bağlantı modelinde ankastrede sırasıyla %32 ve %20, Tip III zemin türünde ise %37 ve %11 azalmıştır. Örnek 1 bağlantı modelinde A binasının tepe noktası ivme değeri Tip I ve Tip II zemin türlerinde sırasıyla %39 ve %44 azalmış iken B binasında ise %2 ve %6 artmıştır.

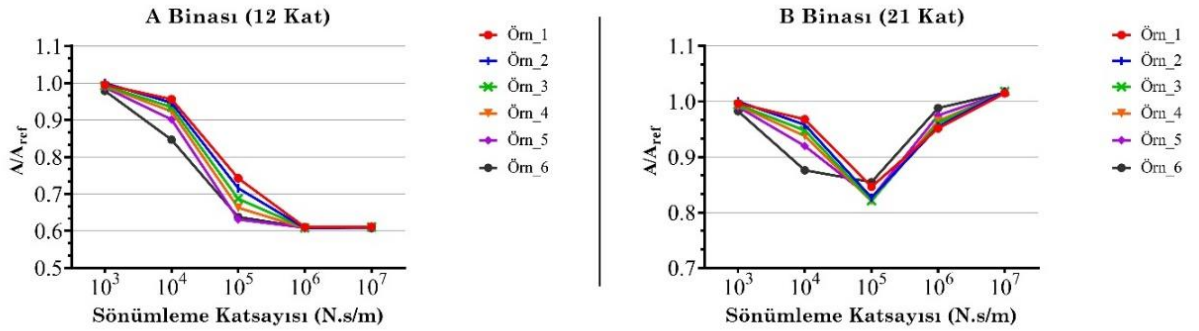


Şekil 244. $H_B/H_A=1,75$ (a) için tepe noktası ivme oran grafiği ($C_d=10^7$ N.s/m).

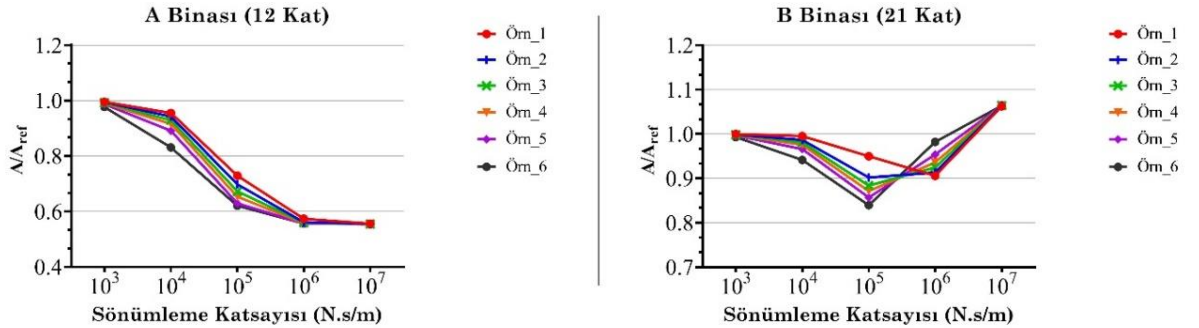
SVS cihazlarının sahip olduğu sönümleme katsayılarının ve bağlantı modellerinin binaların davranışına olan etkisi çok büyüktür. Bu nedenle $H_B/H_A=1,75$ (a) türü analizlerde SVS cihazlarının sönümleme katsayısının ve bağlantı modellerinin tepe noktası ivme değerine olan etkisini zemin türüne göre gösteren grafikler Şekil 245 ile Şekil 248 arasında verilmiştir. A ve B binasının grafikleri birlikte düşünülerek incelendiğinde meydana gelen ivme sonuçlarına göre en etkili sonucun ankastre için 10^6 N.s/m, diğer zemin türleri üzerinde ise 10^5 N.s/m cihaz sönümleme katsayısında alındığı görülür. Bu zemin türleri üzerinde etkili olan bağlantı modellerinin ise ankastre durumda Örnek 1, Tip II zemin türünde Örnek 6, Tip I ve Tip III zemin türünde ise Örnek 5 olduğu söylenebilir.



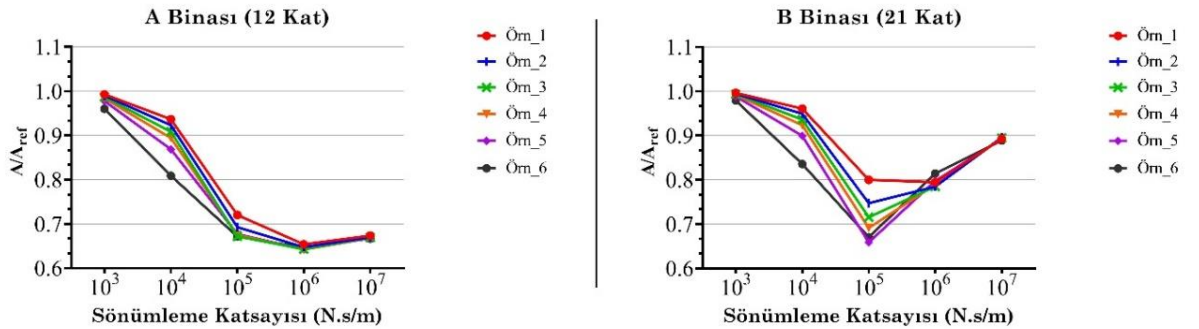
Şekil 245. $H_B/H_A=1,75$ (a) için ivme açısından cihaz sönümleme katsayıları ve bağlantı modellerinin zemine ankastre olarak bağlı durumdaki komşu binalara etkileri.



Şekil 246. $H_B/H_A=1,75$ (a) için ivme açısından cihaz sönümleme katsayıları ve bağlantı modellerinin Tip I üzerindeki komşu binalara etkileri.

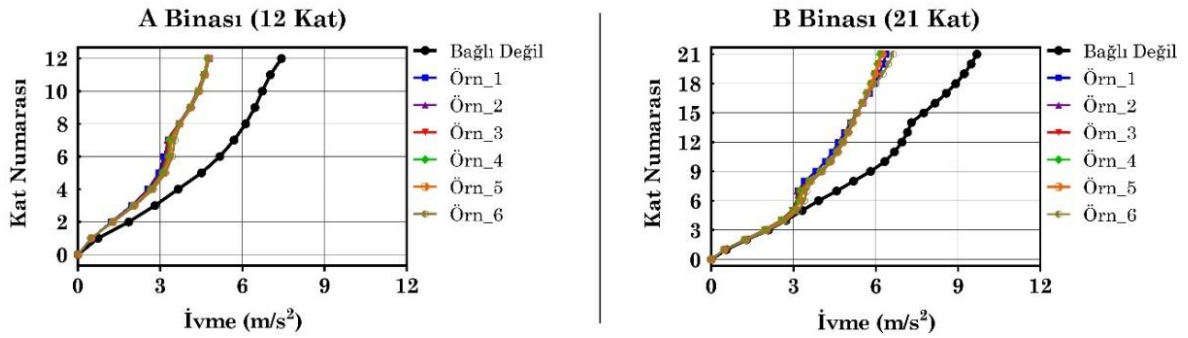


Şekil 247. $H_B/H_A=1,75$ (a) için ivme açısından cihaz sönümleme katsayıları ve bağlantı modellerinin Tip II üzerindeki komşu binalara etkileri.

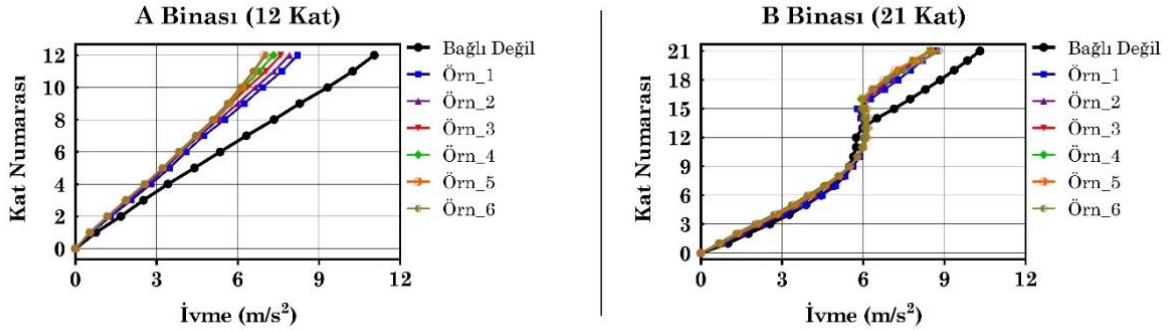


Şekil 248. $H_B/H_A=1,75$ (a) için ivme açısından cihaz sönümleme katsayıları ve bağlantı modellerinin Tip III üzerindeki komşu binalara etkileri.

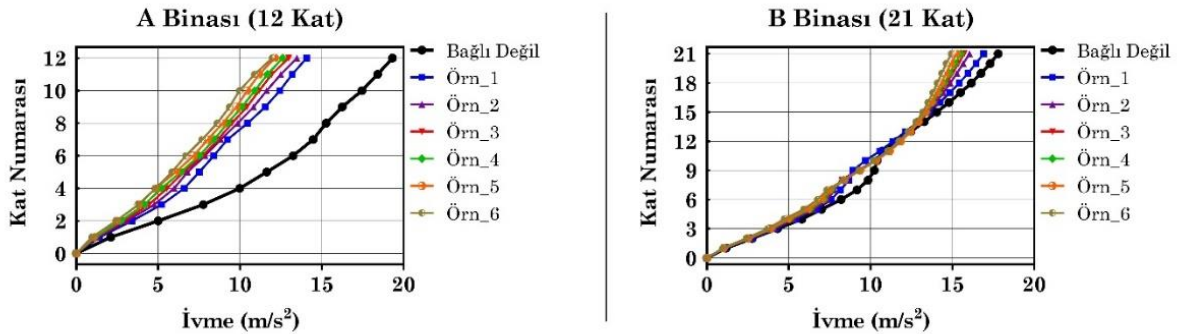
Kat hizasından SVS cihazlarıyla birbirine bağı A ve B binasının katlarında oluşan maksimum ivme değerleri Şekil 249 ile Şekil 252 arasında verilmiştir. $H_B/H_A=1,75$ (a) türü analizleri için katların ivme grafikleri her bir zemin türünde belirlenen etkili sönümlleme katsayısına göre sunulmuştur. Grafikler incelendiğinde A binasının katlarının çoğunda ivme değerlerinin azaldığı görülür. Bütün bunlara ek olarak SVS cihazlarının sadece tepe noktası ivme değerinin azalmasında değil diğer katlarda meydana gelen ivme değerlerinin de azalmasında oldukça etkili olduğu görülür. Özellikle A binasının ilk katlarından itibaren ivme değerinin önemli derecede azaldığı görülmektedir.



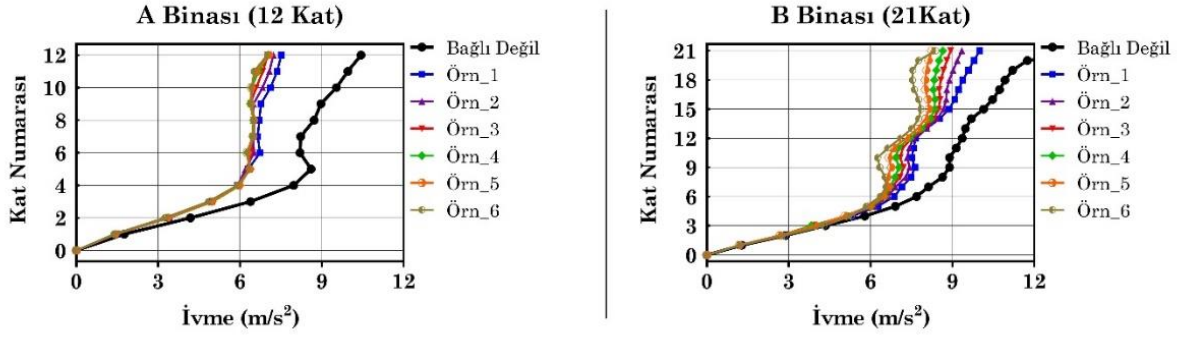
Şekil 249. $H_B/H_A=1,75$ (a) türü analizlerinde ankastre durumda SVS cihazlar ile bağılı binaların ivme değerlerinin değişimi ($C_d=10^6$ N.s/m).



Şekil 250. $H_B/H_A=1,75$ (a) türü analizlerinde Tip I zemin üzerinde SVS cihazlar ile bağılı binaların ivme değerlerinin değişimi ($C_d=10^5$ N.s/m).

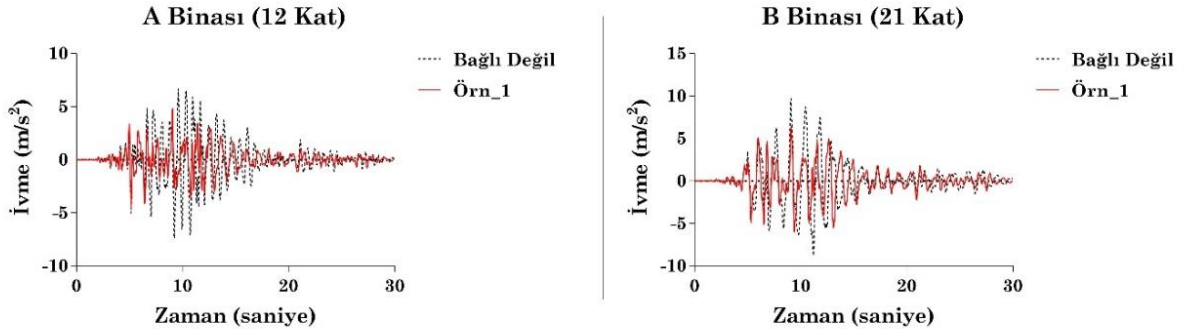


Şekil 251. $H_B/H_A=1,75$ (a) türü analizlerinde Tip II zemin üzerinde SVS cihazlar ile bağılı binaların ivme değerlerinin değişimi ($C_d=10^5$ N.s/m).

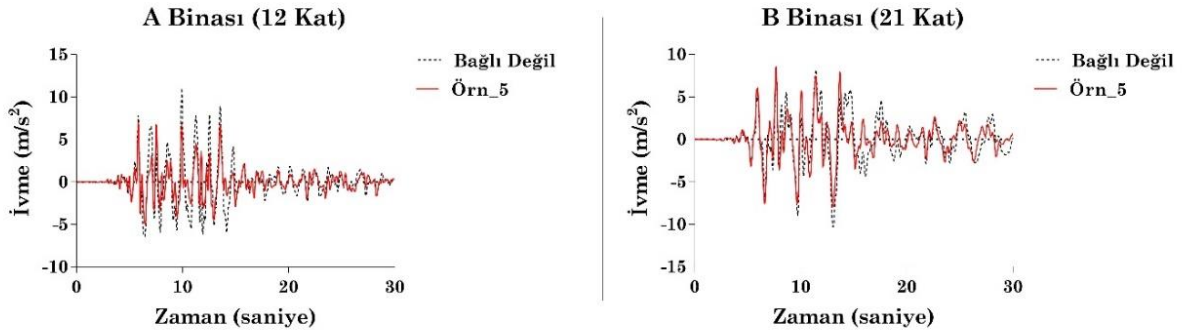


Şekil 252. $H_B/H_A=1,75$ (a) türü analizlerinde Tip III zemin üzerinde SVS cihazlar ile bağlı binaların ivme değerlerinin değişimi ($C_d=10^5$ N.s/m).

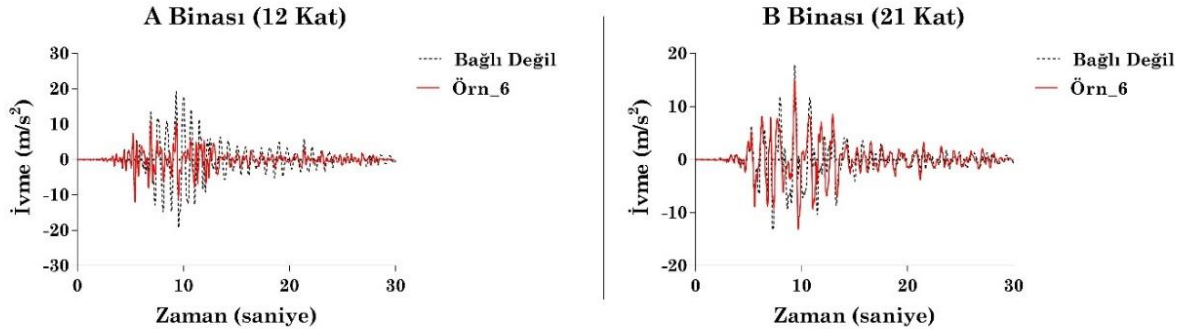
Tepe noktası ivmesinin deprem süresince etkisinin incelenmesi SVS cihazlarının etkinliğinin iyi bir göstergesidir. Bu nedenle $H_B/H_A=1,75$ (a) türü analizler için belirlenen etkili parametrelere göre komşu binaların tepe noktası ivmesinin deprem süresi boyunca salınımı gösteren İvme-Zaman grafiği Şekil 253 ile Şekil 256 arasında verilmiştir. Grafikler incelendiğinde SVS cihazlarının sadece maksimum ivme değerinin azalmasında değil deprem süresi boyunca önemli büyüklükteki ivmelerin üzerinde de etkili olduğu görülür. İvme değeri açısından $H_B/H_A=1,75$ (a) türü analizlerinde iki komşu binanın SVS cihazlarıyla bağlanmasından A binası daha çok faydalandığı söylenebilir.



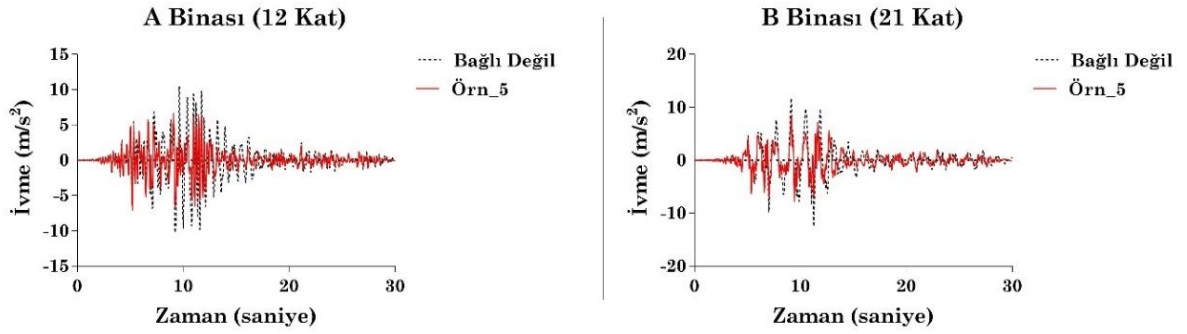
Şekil 253. $H_B/H_A=1,75$ (a) için ankastre durumda SVS cihazlar ile birbirine bağlı binaların tepe noktası İvme-Zaman grafiği ($C_d=10^6$ N.s/m).



Şekil 254. $H_B/H_A=1,75$ (a) için Tip I zemin türü üzerinde SVS cihazlar ile birbirine bağlı binaların tepe noktası İvme-Zaman grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).



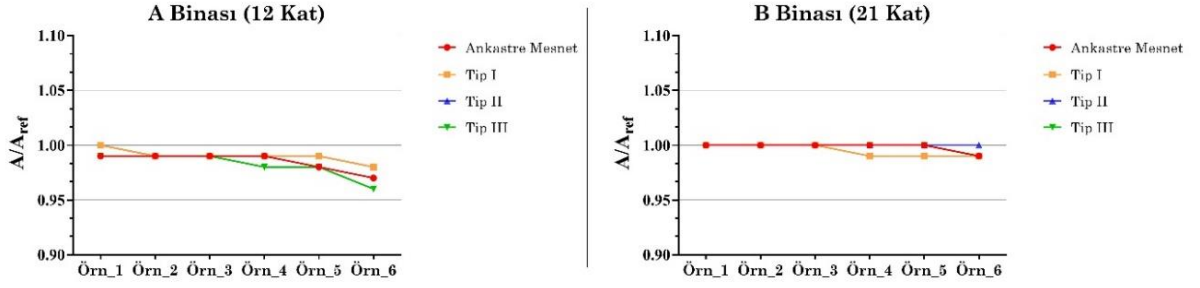
Şekil 255. $H_B/H_A=1,75$ (a) için Tip II zemin türü üzerinde SVS cihazlar ile birbirine bağlı binaların tepe noktası İvme–Zaman grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).



Şekil 256. $H_B/H_A=1,75$ (a) için Tip III zemin türü üzerinde SVS cihazlar ile birbirine bağlı binaların tepe noktası İvme–Zaman grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).

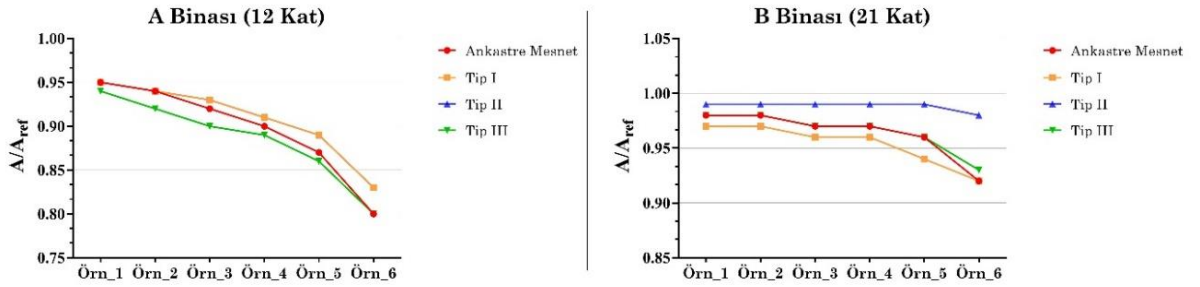
Farklı sönümleme katsayılarına sahip SVS cihazlarına göre (b) türü analizlerin tepe noktası ivme oran grafikleri Şekil 257 ile Şekil 261 arasında verilmiştir. (b) türü analizlerinde iki binanın yapısal eleman boyutları farklı olduğundan (a) türü analiz sonuçlarına göre farklı sonuçlar meydana gelmiştir. B binasının A binasına göre kütle, rijitlik ve frekans oranları sırasıyla 2,5; 0,9 ve 0,6'dır. Dolayısıyla A binası daha rijit, B binası ise daha düşük frekanslı, ağır ve uzundur. İki yapının frekansı iyice birbirinden ayrılmıştır. Ayrıca rijitlik, kütle ve frekans oranları açısından bağlanacak iki yapı ideal duruma yakındır.

Şekil 257'de 10^3 N.s/m sönümleme katsayılı cihazların tepe noktası ivme oran grafiği verilmiştir. Grafik her iki bina birlikte düşünülerek incelendiğinde SVS cihazlarının tepe noktası ivme değerlerinin üzerindeki etkisi bütün zemin türlerinde Örnek 6 bağlantı modelinde maksimuma ulaşmıştır. Tepe noktası ivme değeri Örnek 6 bağlantı modelinde Tip I zemin türü hariç A veya B binası için maksimum %2'ye varan azalma meydana gelmiştir.



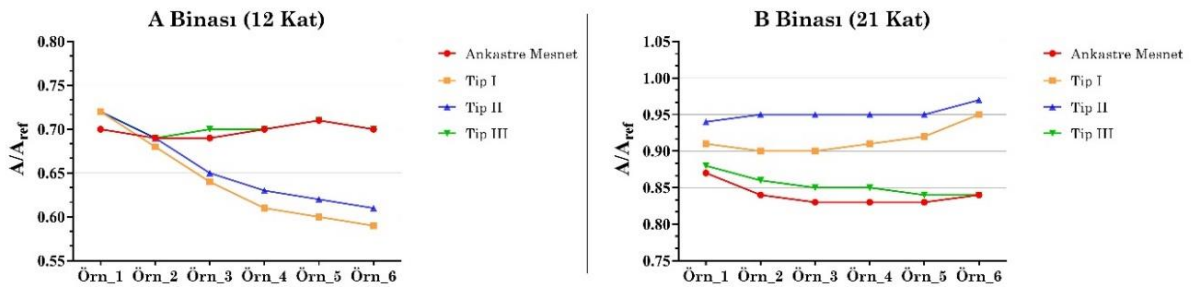
Şekil 257. $H_B/H_A=1,75$ (b) için tepe noktası ivme oran grafiği ($C_d=10^3$ N.s/m).

Şekil 258'de 10^4 N.s/m sönümleme katsayılı cihazların tepe noktası ivme oran grafiği verilmiştir. Grafik her iki bina birlikte düşünülerek incelendiğinde SVS cihazlarının tepe noktası ivme değerlerinin üzerindeki etkisi bütün zemin türlerinde Örnek 6 bağlantı modelinde maksimuma ulaşmıştır. A ve B binasının tepe noktası ivme değerleri etkili bağlantı modellerinde ankastrede sırasıyla %20 ve %8, Tip I zemin türünde %17 ve %8, Tip II zemin türünde %17 ve %2 ve Tip III zemin türünde ise %20 ve %7 azalmıştır.



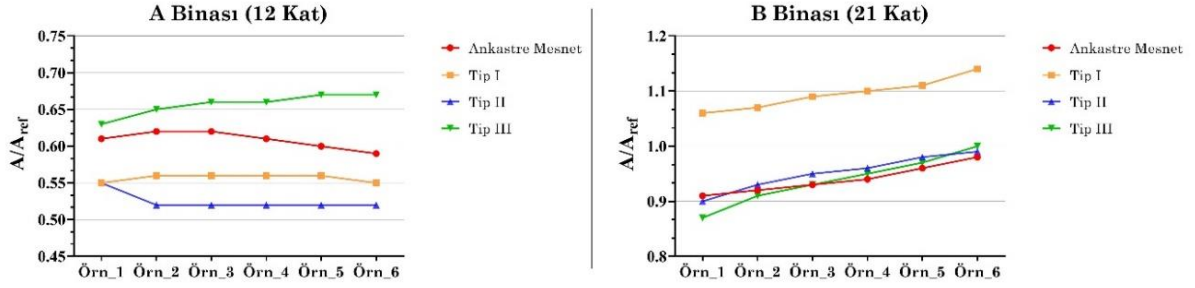
Şekil 258. $H_B/H_A=1,75$ (b) için tepe noktası ivme oran grafiği ($C_d=10^4$ N.s/m).

Şekil 259'da 10^5 N.s/m sönümleme katsayısına sahip SVS cihazlarının etki ettiği tepe noktası ivme oran grafiği sunulmuştur. Grafik her iki bina birlikte düşünülerek incelendiğinde ankastre ve Tip III zemin türünde Örnek 2 bağlantı modeli etkili olduğu, Tip I ve Tip II zemin türünde ise Örnek 4 bağlantı modeli etkili olduğu söylenebilir. A ve B binasının tepe noktası ivme değeri Örnek 2 bağlantı modelinde ankastrede sırasıyla %31 ve %16, Tip III zemin türünde %31 ve %14, Örnek 4 bağlantı modelinde ise Tip I zemin türünde %39 ve %9, Tip II zemin türünde %37 ve %5 azalmıştır.



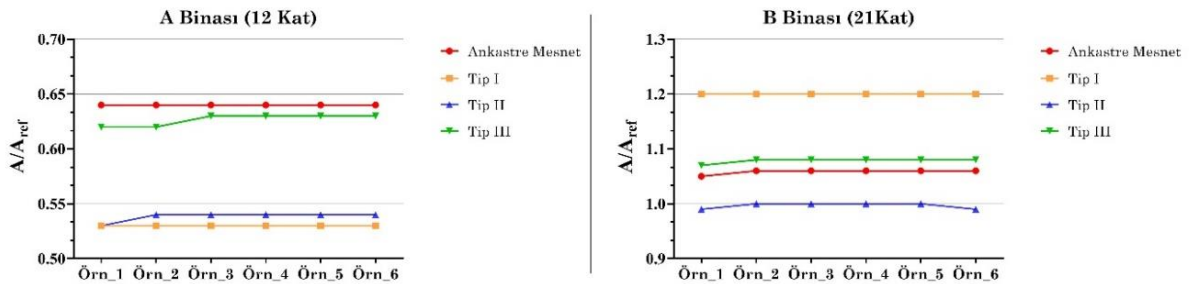
Şekil 259. $H_B/H_A=1,75$ (b) için tepe noktası ivme oran grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).

Şekil 260'da 10^6 N.s/m sönümleme katsayısına sahip SVS cihazlarının etki ettiği tepe noktası ivme oran grafiği sunulmuştur. Grafik her iki bina birlikte düşünülerek incelendiğinde Tip I zemin türü hariç diğer zemin türlerinde Örnek 1 bağlantı modelinin etkili olduğu söylenebilir. Tip I zemin türünde A binasının tepe noktası ivme değeri %45 azalır iken B binasında ise %6 artmıştır. Diğer zemin türlerinde ise A ve B binasının tepe noktası ivme değeri Örnek 1 bağlantı modelinde sırasıyla ankastrede %39 ve %9, Tip II zemin türünde %45 ve %10 ve Tip III zemin türünde %37 ve %13 azalmıştır.



Şekil 260. $H_B/H_A=1,75$ (b) için tepe noktası ivme oran grafiği ($C_d=10^6$ N.s/m).

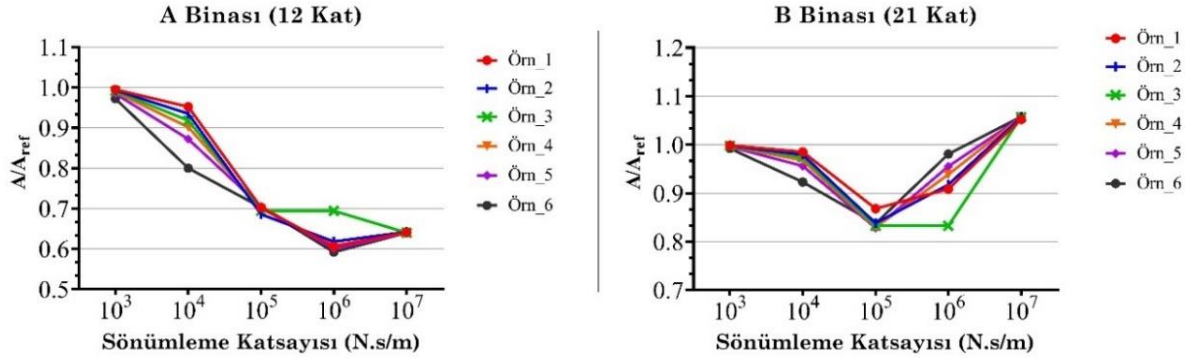
Şekil 261'de 10^7 N.s/m sönümleme katsayısına sahip SVS cihazlarının etki ettiği tepe noktası ivme oran grafiği sunulmuştur. Grafik her iki bina birlikte düşünülerek incelendiğinde Tip II zemin türü haricindeki diğer zemin türlerinin üzerindeki komşu binaların kat hizasından birbirine SVS cihazlarıyla bağlanması uygun değildir. Tepe noktası ivme değeri A binasında ankastre durumda %36, Tip I zemin türü üzerinde %47 ve Tip III zemin türü üzerinde %38 azalmıştır. Tepe noktası ivme değeri B binasında ise ankastre durumda %5, Tip I zemin türü üzerinde %20 ve Tip III zemin türü üzerinde %8 artmıştır. Tip I zemin türünde ise A ve B binasının tepe noktası ivme değeri sırasıyla %47 ve %1 azalmıştır.



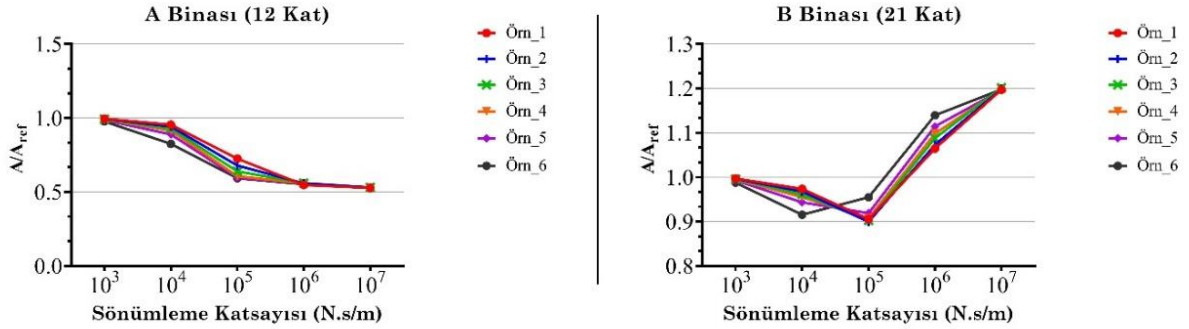
Şekil 261. $H_B/H_A=1,75$ (b) için tepe noktası ivme oran grafiği ($C_d=10^7$ N.s/m).

SVS cihazlarının sahip olduğu sönümleme katsayısının ve bağlantı modellerinin yapısal davranışa etkisi büyük olduğundan $H_B/H_A=1,75$ (b) türü analizlerde SVS cihazlarının sönümleme katsayısının ve bağlantı modellerinin tepe noktası ivme değerine olan etkisini zemin türüne göre gösteren grafikler Şekil 262 ile Şekil 265 arasında verilmiştir. A ve B

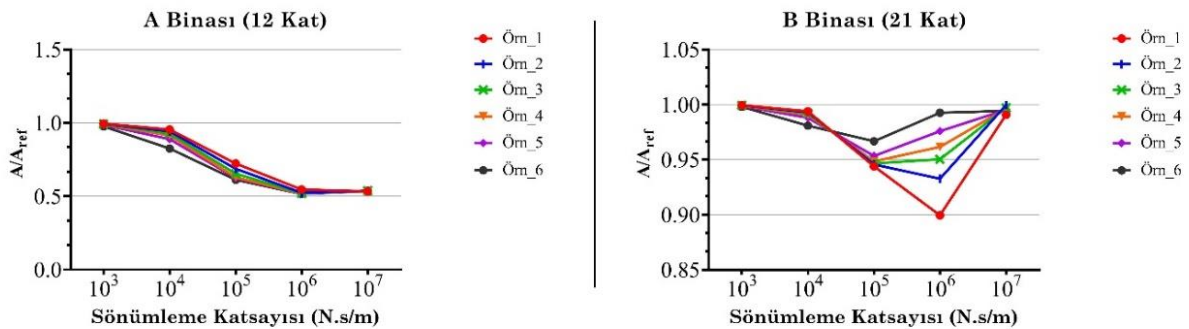
binasının grafikleri birlikte düşünülerek incelendiğinde meydana gelen ivme sonuçlarına göre en etkili sonucun ankastre, Tip I ve Tip III için 10^5 N.s/m, Tip II zemin türü için ise 10^6 N.s/m cihaz sönümleme katsayısında alındığı görülür. Bu zemin türleri üzerinde etkili olan bağlantı modellerinin ise ankastre ve Tip III zemin üzerinde Örnek 2, Tip I zemin türünde Örnek 4 ve Tip II zemin türünde ise Örnek 1 olduğu söylenebilir.



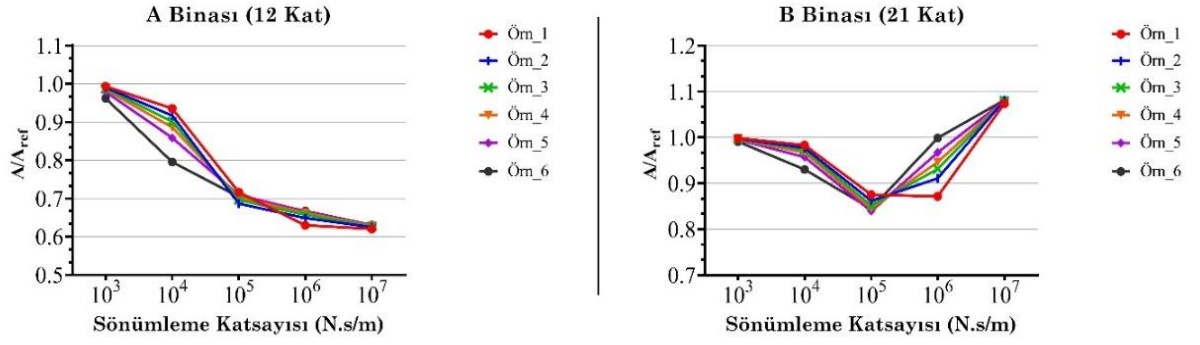
Şekil 262. $H_B/H_A=1,75$ (b) için ivme açısından cihaz sönümleme katsayıları ve bağlantı modellerinin zemine ankastre olarak bağlı durumdaki komşu binalara etkileri.



Şekil 263. $H_B/H_A=1,75$ (b) için ivme açısından cihaz sönümleme katsayıları ve bağlantı modellerinin Tip I üzerindeki komşu binalara etkileri.

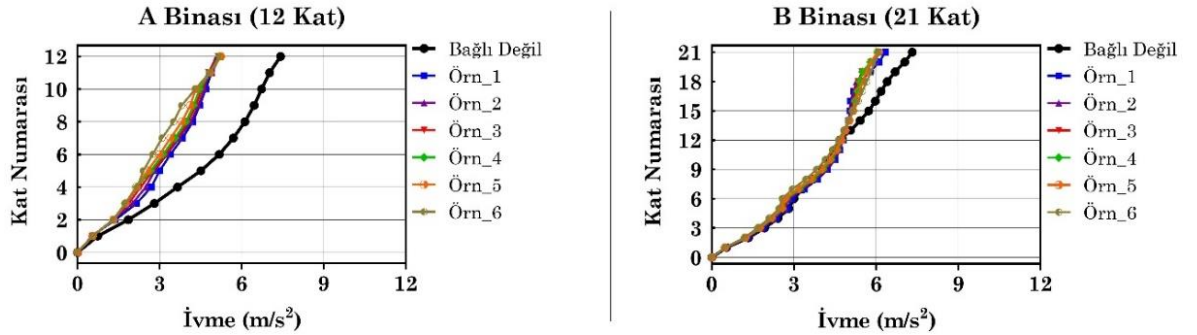


Şekil 264. $H_B/H_A=1,75$ (b) için ivme açısından cihaz sönümleme katsayıları ve bağlantı modellerinin Tip II üzerindeki komşu binalara etkileri.

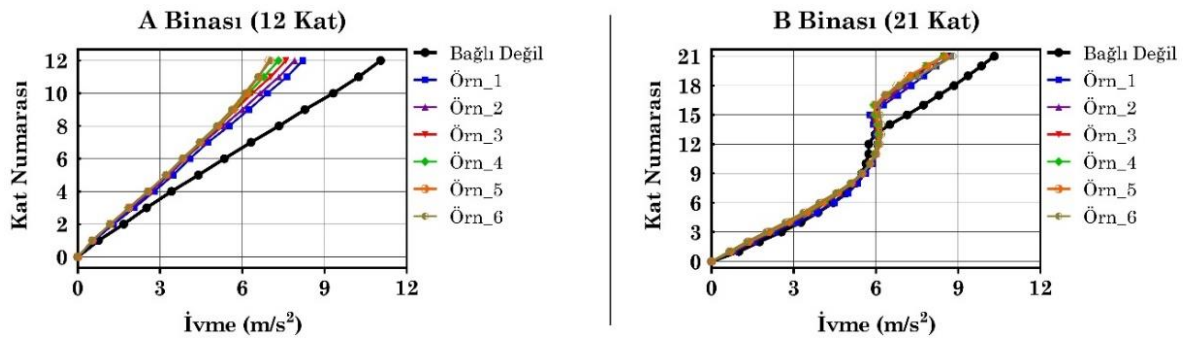


Şekil 265. $H_B/H_A=1,75$ (b) için ivme açısından cihaz sönümleme katsayıları ve bağlantı modellerinin Tip III üzerindeki komşu binalara etkileri.

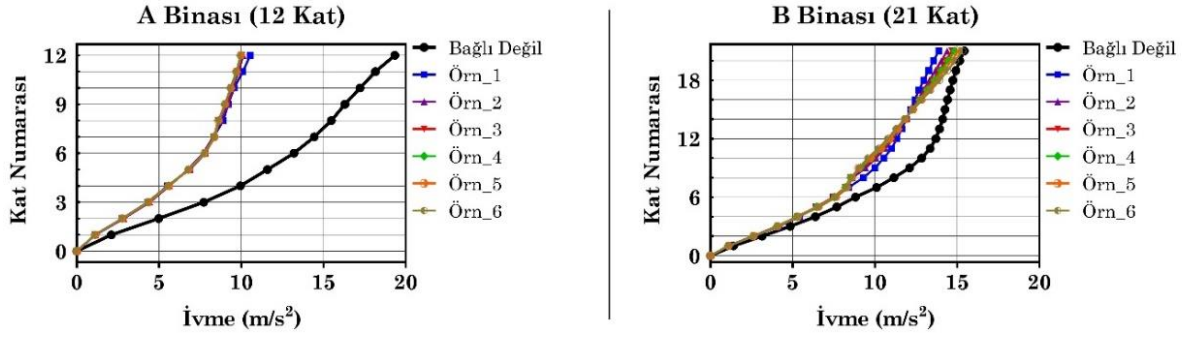
Kat hizasından SVS cihazlarıyla birbirine bağlı A ve B binasının katlarında oluşan maksimum ivme değerleri Şekil 266 ile Şekil 269 arasında verilmiştir. $H_B/H_A=1,75$ (b) türü analizleri için katların ivme grafikleri her bir zemin türünde belirlenen etkili sönümleme katsayısına göre sunulmuştur. Grafikler incelendiğinde A binasının katlarının çoğunda ivme değerlerinin azaldığı görülür. B binasının ivme değerleri, A binasıyla bağlandığı 12. kattan sonra önemli derece etkilenmiştir. Bütün bunlara ek olarak SVS cihazlarının sadece tepe noktası ivme değerinin azalmasında değil diğer katlarda meydana gelen ivme değerlerinin de azalmasında oldukça etkili olduğu görülür.



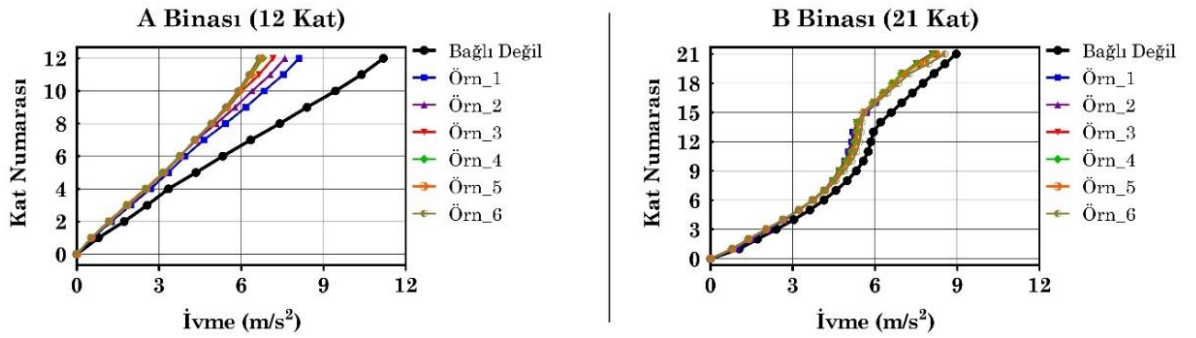
Şekil 266. $H_B/H_A=1,75$ (b) türü analizlerinde ankastre durumda SVS cihazlar ile bağlı binaların ivme değerlerinin değişimi ($C_d=10^5$ N.s/m).



Şekil 267. $H_B/H_A=1,75$ (b) türü analizlerinde Tip I zemin üzerinde SVS cihazlar ile bağlı binaların ivme değerlerinin değişimi ($C_d=10^5$ N.s/m).

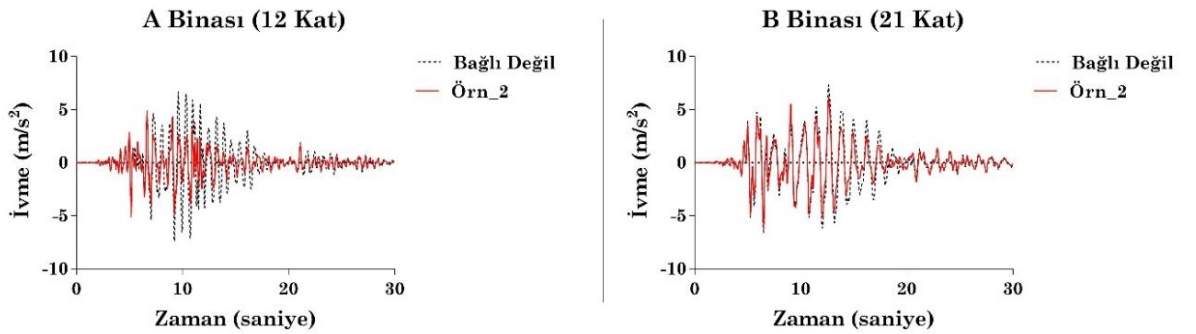


Şekil 268. $H_B/H_A=1,75$ (b) türü analizlerinde Tip II zemin üzerinde SVS cihazlar ile bağlı binaların ivme değerlerinin değişimi ($C_d=10^6$ N.s/m).

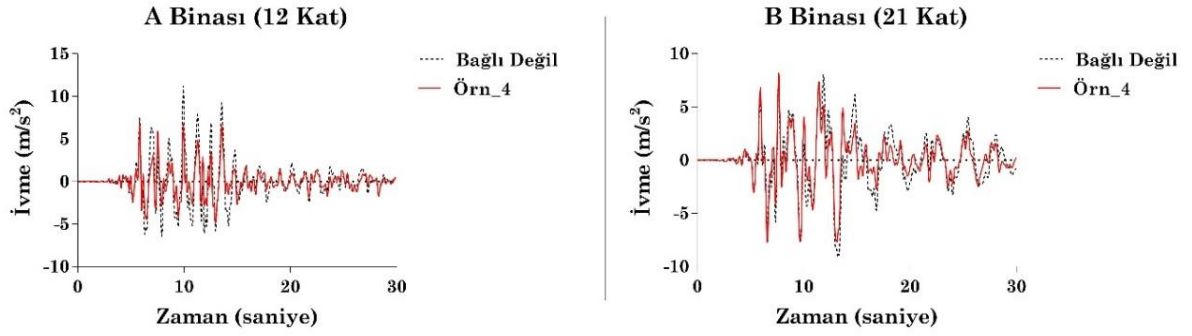


Şekil 269. $H_B/H_A=1,75$ (b) türü analizlerinde Tip III zemin üzerinde SVS cihazlar ile bağlı binaların ivme değerlerinin değişimi ($C_d=10^5$ N.s/m).

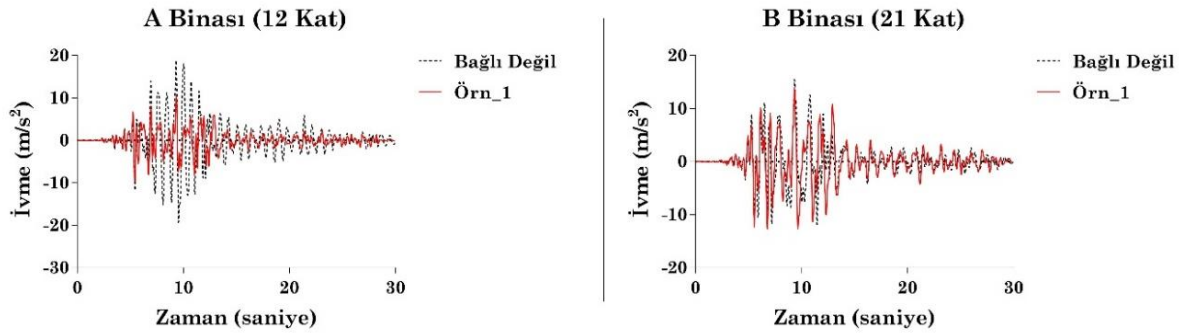
Tepe noktası yer değiştirmesinin deprem süresince etkisinin incelenmesi SVS cihazlarının etkinliğinin iyi bir göstergesidir. Bu nedenle $H_B/H_A=1$ (a) türü analizler için belirlenen etkili parametrelere göre komşu binaların tepe noktası ivmesinin deprem süresi boyunca salınımı gösteren İvme-Zaman grafiği Şekil 270 ile Şekil 273 arasında verilmiştir. Grafikler incelendiğinde SVS cihazlarının sadece maksimum ivme değerinin azalmasında değil deprem süresi boyunca önemli büyüklükteki ivmelerin üzerinde de etkili olduğu görülür. İvme değeri açısından $H_B/H_A=1,75$ (b) türü analizlerinde iki komşu binanın SVS cihazlarıyla bağlanmasından A binası daha çok faydalandığı söylenebilir.



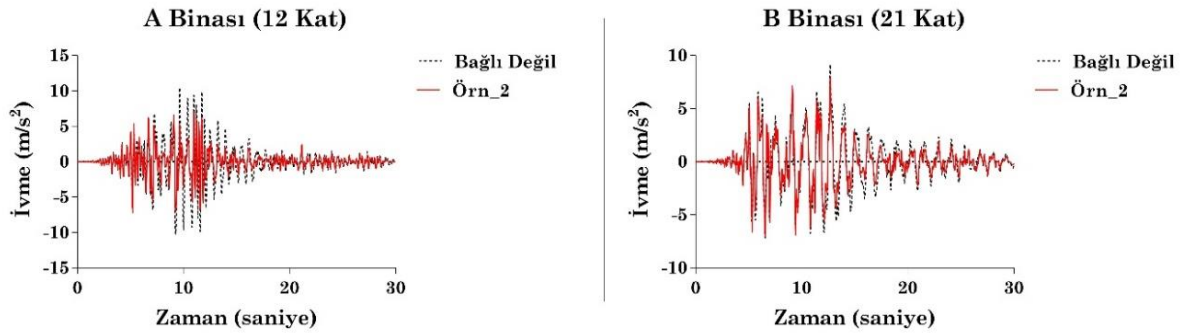
Şekil 270. $H_B/H_A=1,75$ (a) için ankastre durumda SVS cihazlar ile birbirine bağlı binaların tepe noktası İvme-Zaman grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).



Şekil 271. $H_B/H_A=1,75$ (b) için Tip I zemin türü üzerinde SVS cihazlar ile birbirine bağlı binaların tepe noktası İvme–Zaman grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).



Şekil 272. $H_B/H_A=1,75$ (b) için Tip II zemin türü üzerinde SVS cihazlar ile birbirine bağlı binaların tepe noktası İvme–Zaman grafiği ($C_d=10^6$ N.s/m).



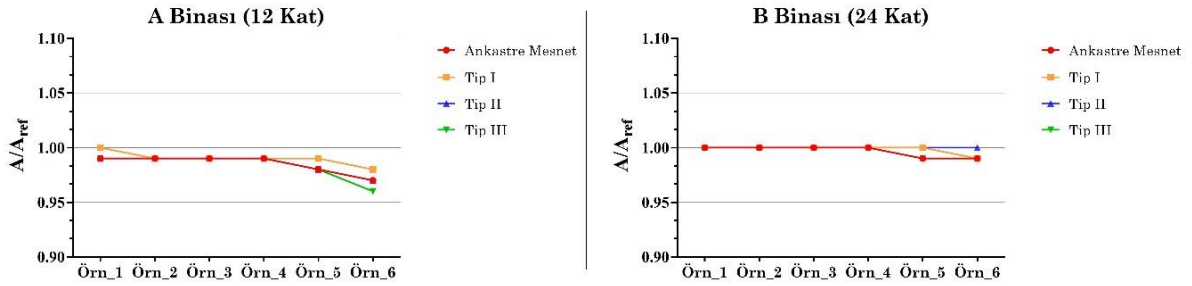
Şekil 273. $H_B/H_A=1,75$ (b) için Tip III zemin türü üzerinde SVS cihazlar ile birbirine bağlı binaların tepe noktası İvme–Zaman grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).

$H_B/H_A=2$ oranlı bağlı binaların ivme açısından incelenmesi

12 katlı A binası ile 24 katlı B binası doğrusal SVS cihazlarıyla birbirine kat hizasından üç farklı zemin türünde altı farklı bağlantı modeliyle bağlanmıştır. Bu bağlantıların etkisiyle meydana gelen ivme değerleri grafikler üzerinden ayrıntılı olarak incelenmiştir. Farklı sönümleme katsayılarına sahip SVS cihazlarının etkisiyle $H_B/H_A=2$ (a) türü analizlerde meydana gelen tepe noktası ivme oran grafikleri Şekil 274 ile Şekil 275 arasında verilmiştir. B binasının A binasına göre kütle, rijitlik ve frekans oranları sırasıyla 2; 0,4 ve 0,45'dir. Dolayısıyla A binası daha rijit, B binası ise daha düşük frekanslı, ağır ve uzundur. İki yapının

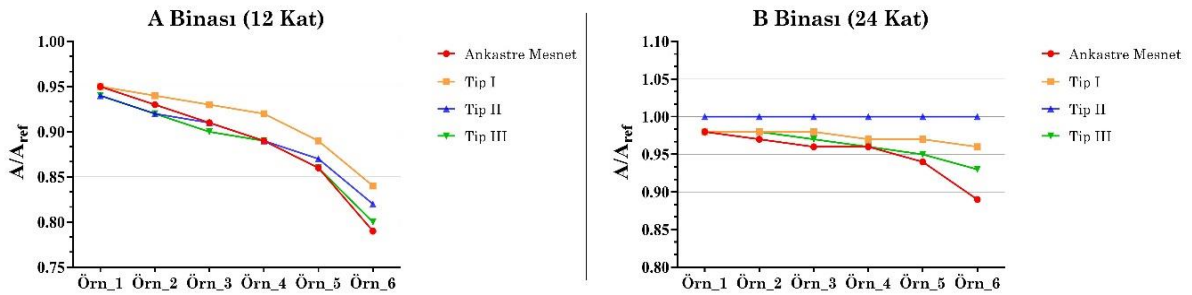
frekansı iyice birbirinden ayrılmıştır. Ayrıca rijitlik, kütle ve frekans oranları açısından bağlanacak iki yapı ideal duruma yakındır.

Şekil 274'de 10^3 N.s/m sönümlleme katsayılı cihazların tepe noktası ivme oran grafikleri verilmiştir. İki binanın grafikleri birlikte düşünülerek incelendiğinde SVS cihazlarının tepe noktası ivme değerlerinin üzerindeki etkisi Örnek 6 bağlantı modelinde maksimuma ulaşmıştır. Tepe noktası ivme oran grafiği incelendiğinde A veya B binası için maksimum %2'e varan azalma meydana gelmiştir.



Şekil 274. $H_B/H_A=2$ (a) için tepe noktası ivme oran grafiği ($C_d=10^3$ N.s/m).

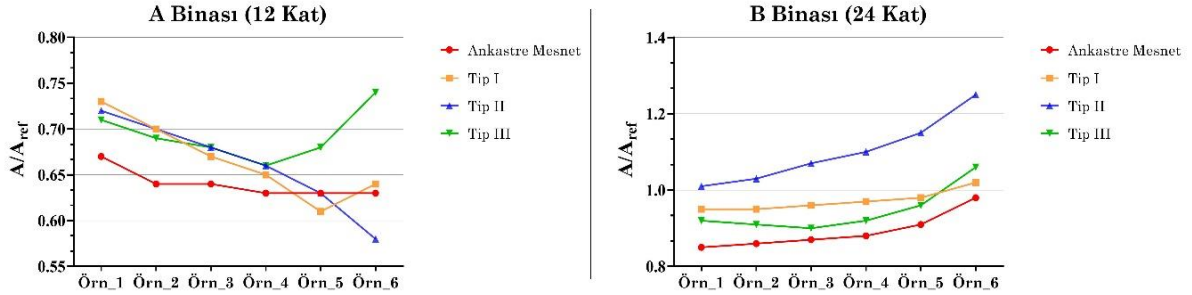
Şekil 275'de 10^3 N.s/m sönümlleme katsayılı cihazların tepe noktası ivme oran grafikleri verilmiştir. İki binanın grafikleri birlikte düşünülerek incelendiğinde SVS cihazlarının tepe noktası ivme değerlerinin üzerindeki etkisi Örnek 6 bağlantı modelinde maksimuma ulaşmıştır. Grafik incelendiğinde etkili bağlantı modelinde A ve B binasının tepe noktası ivme değerlerinin ankastrede sırasıyla %21 ve %11, Tip I zemin türünde %16 ve %4, Tip II zemin türünde %18 ve %1 ve Tip III zemin türünde ise %20 ve %7 azaldığı görülür.



Şekil 275. $H_B/H_A=2$ (a) için tepe noktası ivme oran grafiği ($C_d=10^4$ N.s/m).

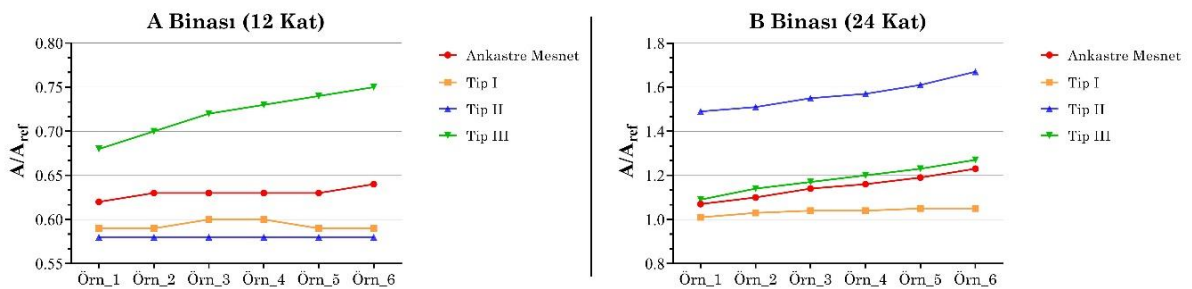
Şekil 276'da 10^5 N.s/m sönümlleme katsayısına sahip SVS cihazlarının etki ettiği tepe noktası ivme oran grafiği sunulmuştur. Grafik her iki bina birlikte düşünülerek incelendiğinde ankastre için Örnek 2, Tip I zemin türü için Örnek 5 ve Tip III zemin türü için Örnek 4 bağlantı modellerinin en etkili olduğu söylenebilir. Tip II zemin üzerinde $H_B/H_A=2$ (a) modellerinin SVS cihazlarıyla bağlanması sonucunda ivme değeri A binasında %28 azalır iken B binasında %1 civarında artışa sebep olmuştur. B binasının ivme değerindeki bu artış kabul edilebilir

seviyede olması durumunda bu iki komşu binanın bağlanması uygun olabilir. Şekil 268 incelendiğinde belirlenen etkili bağlantı modellerine göre A ve B binasının tepe noktası ivme değeri sırasıyla ankastrede %33 ve %15, Tip I zemin türünde %27 ve %5 ve Tip III zemin türünde ise %29 ve %8 azalmıştır.

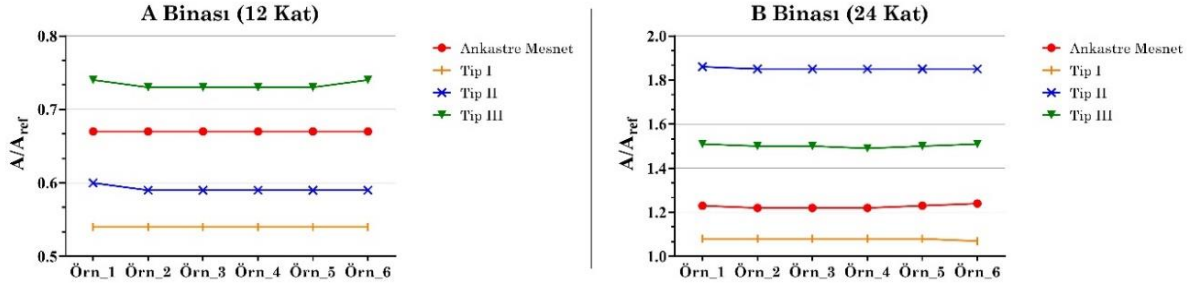


Şekil 276. $H_B/H_A=2$ (a) için tepe noktası ivme oran grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).

Şekil 277 ve Şekil 278 sırasıyla 10^6 N.s/m ve 10^7 N.s/m sönümlleme katsayılı SVS cihazlarla bağlanan iki komşu binanın tepe noktası ivme değerindeki değişim grafiğini göstermektedir. Şekil 277 incelendiğinde A binasının tepe noktası ivme değerleri çoğu zemin türlerinde ve bağlantı modellerinde %40'lara varan azalışlar görülürken B binasında tam tersi olarak %20, hatta Tip II zemin türünde %60 civarında artışlar meydana gelmiştir. Dolayısıyla $H_B/H_A=2$ (a) türü modellerinin 10^6 N.s/m sönümlleme katsayısına sahip SVS cihazlarıyla birbirine bağlanması ivme açısından uygun değildir. Ancak Tip I zemin üzerinde tepe noktası ivme değeri A binasında %41 azalır iken B binasında %1 civarında artmıştır. B binasının ivme değerindeki bu artış kabul edilebilir seviyede olması durumunda bu iki komşu binanın bağlanması uygun olabilir. Benzer durum Şekil 278'de 10^7 N.s/m sönümlleme katsayısına sahip SVS cihazlarının etki ettiği tepe noktası ivme değerlerinin oran grafiğinde görülür. A binasının tepe noktası ivme değerleri çoğu zemin türlerinde ve bağlantı modellerinde %40'ları aşan azalışlar görülürken B binasında tam tersi olarak %50'lileri, hatta Tip II zemin türünde %80'leri aşan artışlar meydana gelmiştir. Dolayısıyla $H_B/H_A=2$ (a) türü modellerinin 10^7 N.s/m sönümlleme katsayısına sahip SVS cihazlarıyla birbirine bağlanması ivme değerleri açısından uygun değildir.

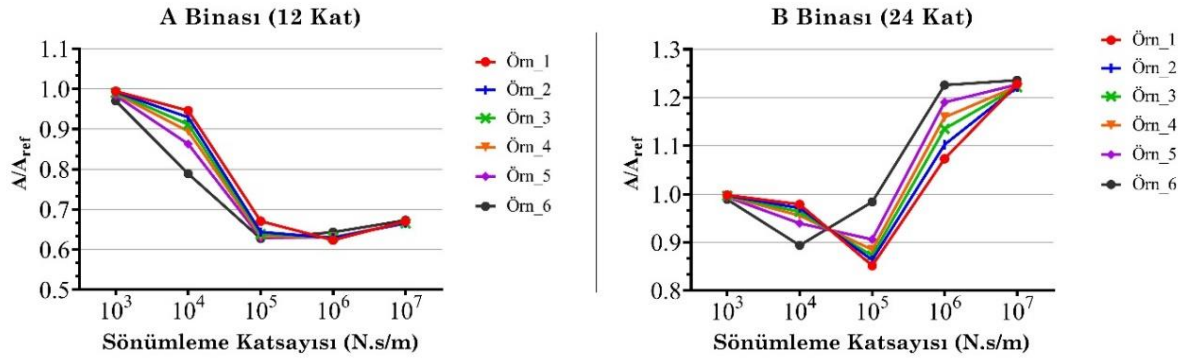


Şekil 277. $H_B/H_A=2$ (a) için tepe noktası ivme oran grafiği ($C_d=10^6$ N.s/m).

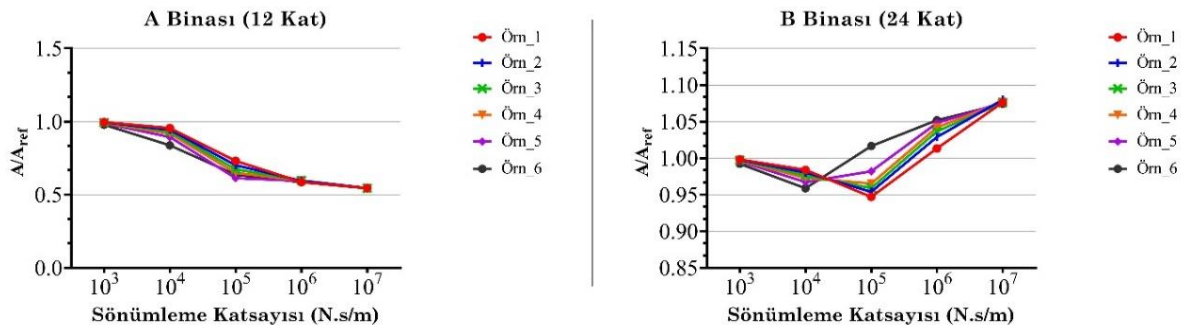


Şekil 278. $H_B/H_A=2$ (a) için tepe noktası ivme oran grafiği ($C_d=10^7$ N.s/m).

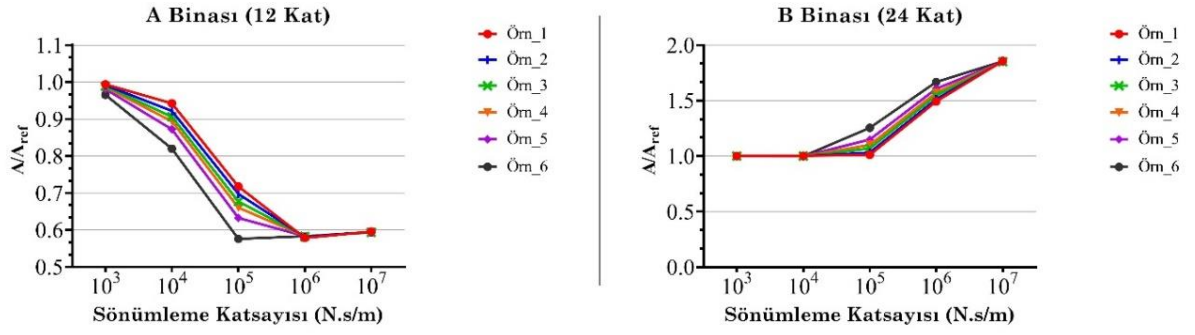
SVS cihazlarının sahip olduğu sönümleme katsayılarının ve bağlantı modellerinin binaların davranışına olan etkisi çok büyüktür. Bu nedenle $H_B/H_A=2$ (a) türü analizlerde SVS cihazlarının sönümleme katsayısının ve bağlantı modellerinin tepe noktası ivme değerine olan etkisini zemin türüne göre gösteren grafikler Şekil 279 ile Şekil 282 arasında verilmiştir. A ve B binasının grafikleri birlikte düşünülerek incelendiğinde meydana gelen ivme sonuçlarına göre en etkili sonuçların bütün zemin türleri için 10^6 N.s/m cihaz sönümleme katsayısında alındığı görülür. Bu zemin türleri üzerinde etkili olan bağlantı modellerinin ise ankastre için Örnek 2, Tip I zemin türü için Örnek 5, Tip II zemin için Örnek 1 ve Tip III zemin türü için ise Örnek 4 olduğu söylenebilir.



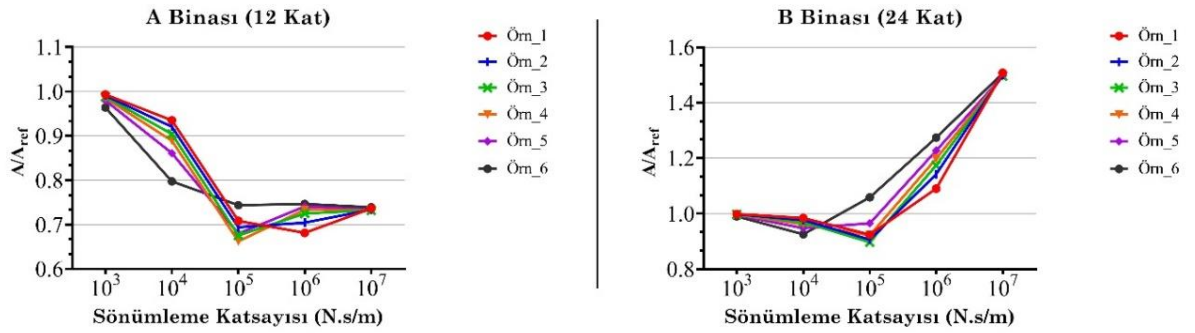
Şekil 279. $H_B/H_A=2$ (a) için ivme açısından cihaz sönümleme katsayıları ve bağlantı modellerinin zemine ankastre olarak bağlı durumdaki komşu binalara etkileri.



Şekil 280. $H_B/H_A=2$ (a) için ivme açısından cihaz sönümleme katsayıları ve bağlantı modellerinin Tip I üzerindeki komşu binalara etkileri.

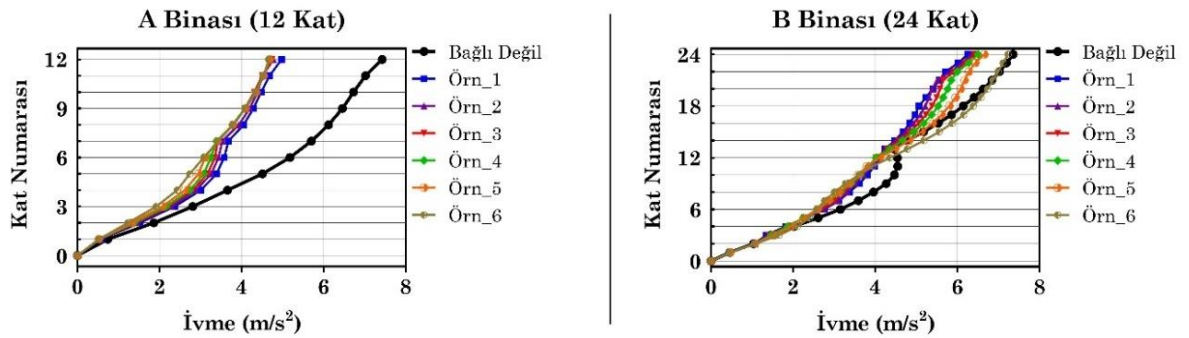


Şekil 281. $H_B/H_A=2$ (a) için ivme açısından cihaz sönümleme katsayıları ve bağlantı modellerinin Tip II üzerindeki komşu binalara etkileri.

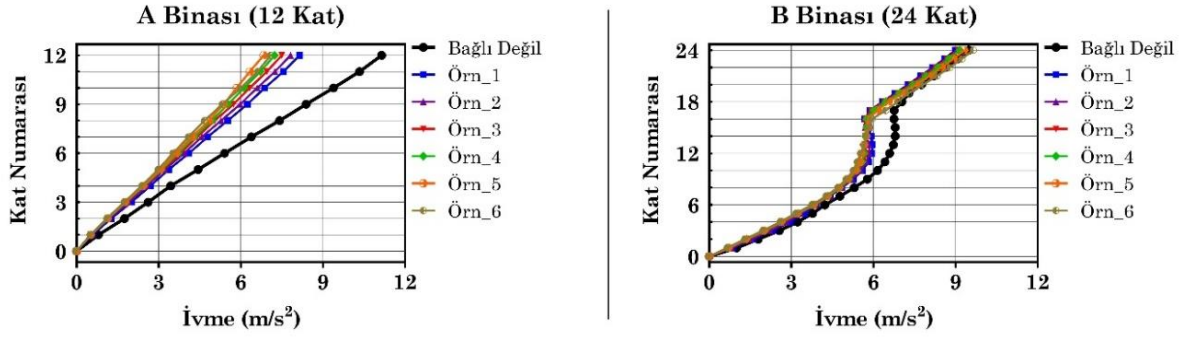


Şekil 282. $H_B/H_A=2$ (a) için ivme açısından cihaz sönümleme katsayıları ve bağlantı modellerinin Tip III üzerindeki komşu binalara etkileri.

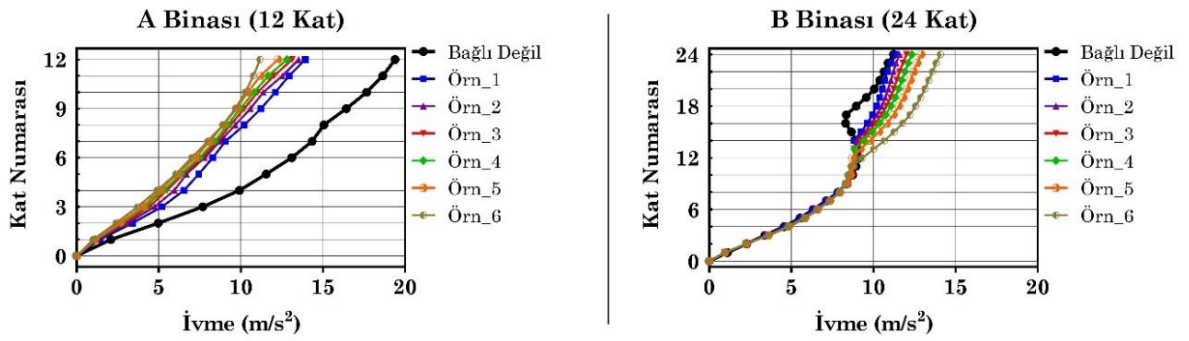
Kat hizasından SVS cihazlarıyla birbirine bağlı A ve B binasının katlarında oluşan maksimum ivme değerleri $H_B/H_A=2$ (a) türü analizleri için Şekil 283 ile Şekil 286 arasında verilmiştir. Grafikler incelendiğinde A binasının katlarının çoğunda ivme değerlerinin azaldığı görülür. B binasının ivme değerleri, A binasıyla bağlandığı 12. kattan sonra önemli derece etkilenmiştir. Bütün bunlara ek olarak SVS cihazlarının sadece tepe noktası ivme değerinin azalmasında değil diğer katlarda meydana gelen ivme değerlerinin de azalmasında oldukça etkili olduğu görülür.



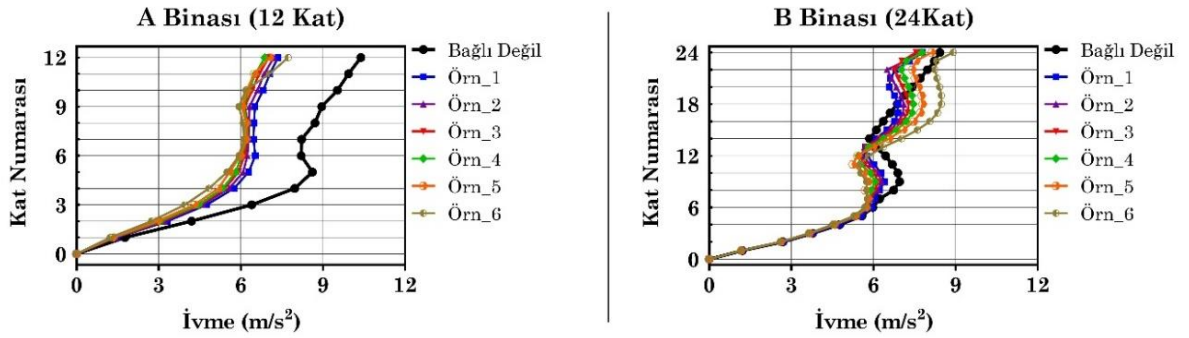
Şekil 283. $H_B/H_A=2$ (a) türü analizlerinde ankastre durumda SVS cihazlar ile bağlı binaların ivme değerlerinin değişimi ($C_d=10^5$ N.s/m).



Şekil 284. $H_B/H_A=2$ (a) türü analizlerinde Tip I zemin üzerinde SVS cihazlar ile bağlı binaların ivme değerlerinin değişimi ($C_d=10^5$ N.s/m).

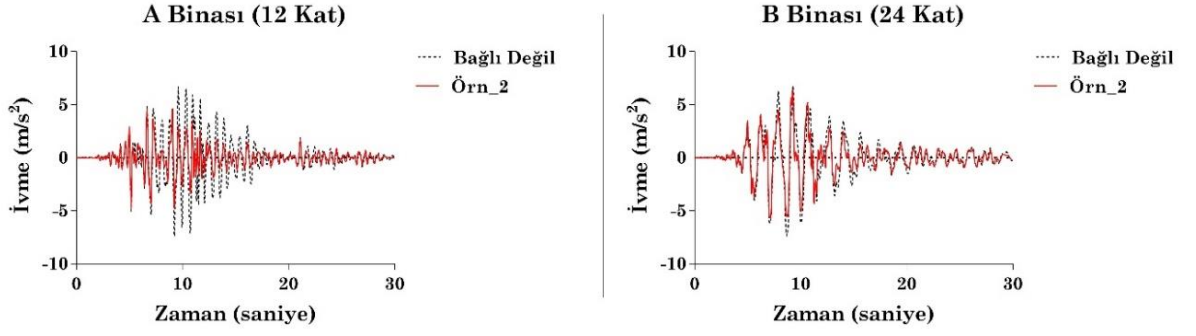


Şekil 285. $H_B/H_A=2$ (a) türü analizlerinde Tip II zemin üzerinde SVS cihazlar ile bağlı binaların ivme değerlerinin değişimi ($C_d=10^5$ N.s/m).

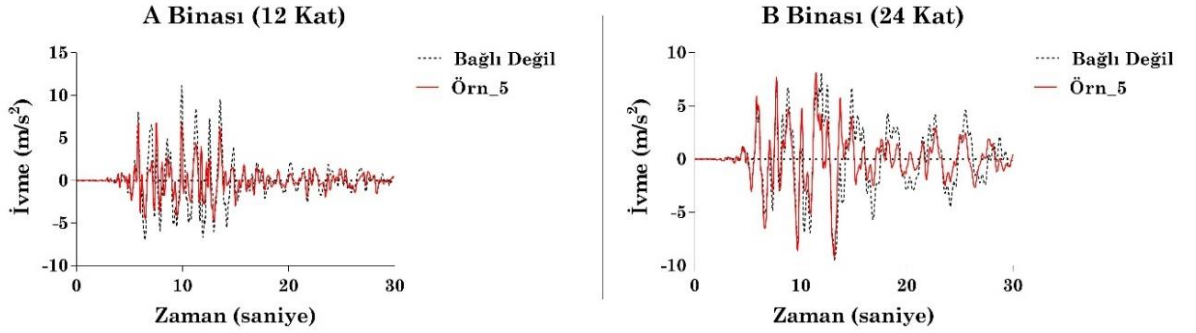


Şekil 286. $H_B/H_A=2$ (a) türü analizlerinde Tip III zemin üzerinde SVS cihazlar ile bağlı binaların ivme değerlerinin değişimi ($C_d=10^5$ N.s/m).

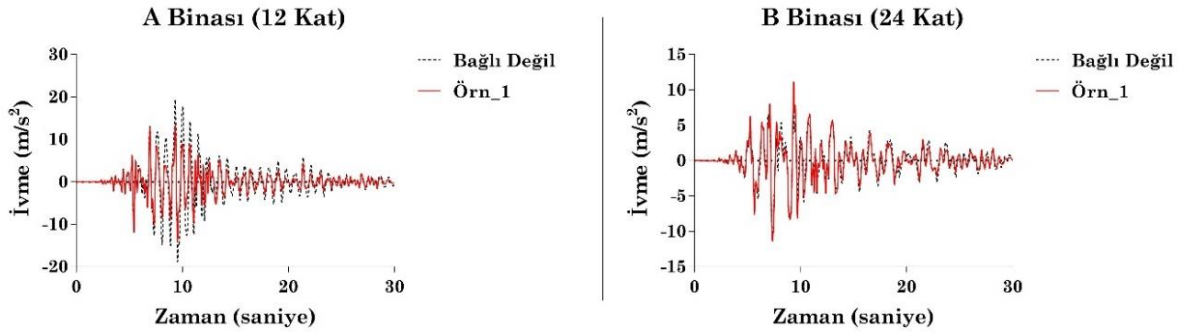
Tepe noktası ivmesinin deprem süresince etkisinin incelenmesi SVS cihazlarının etkinliğinin iyi bir göstergesidir. Bu nedenle $H_B/H_A=2$ (a) türü analizler için belirlenen etkili parametrelere göre komşu binaların tepe noktası ivmesinin deprem süresi boyunca salınımı gösteren İvme-Zaman grafiği Şekil 287 ile Şekil 290 arasında verilmiştir. Grafikler incelendiğinde SVS cihazlarının sadece maksimum ivme değerinin azalmasında değil deprem süresi boyunca önemli büyüklükteki ivmelerin üzerinde de etkili olduğu söylenebilir. İvme açısından $H_B/H_A=2$ (a) türü analizlerinde iki komşu binanın SVS cihazlarıyla bağlanmasından A binasının daha çok faydalandığı söylenebilir.



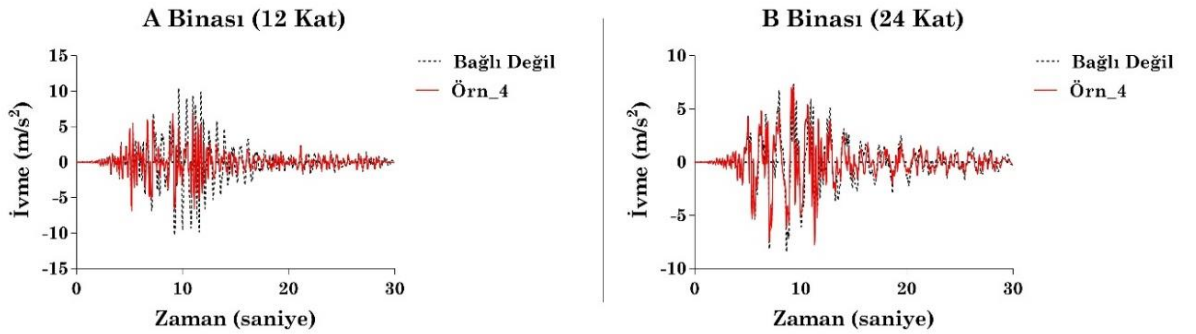
Şekil 287. $H_B/H_A=2$ (a) için ankastre durumda SVS cihazlar ile birbirine bağlı binaların tepe noktası İvme–Zaman grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).



Şekil 288. $H_B/H_A=2$ (a) için Tip I zemin türü üzerinde SVS cihazlar ile birbirine bağlı binaların tepe noktası İvme–Zaman grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).



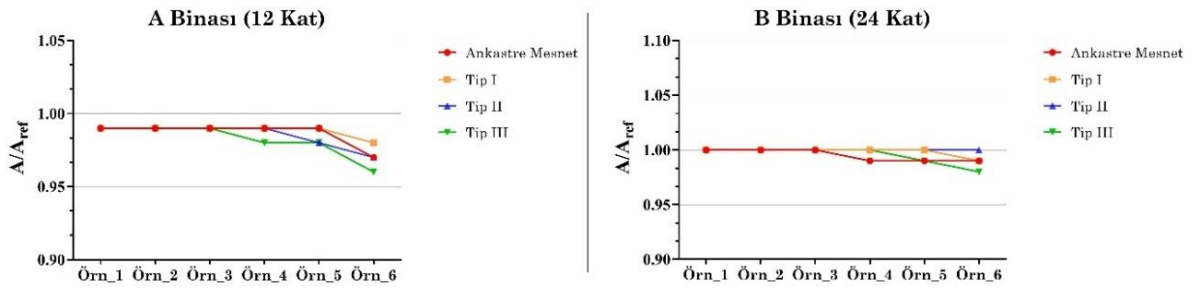
Şekil 289. $H_B/H_A=2$ (a) için Tip II zemin türü üzerinde SVS cihazlar ile birbirine bağlı binaların tepe noktası İvme–Zaman grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).



Şekil 290. $H_B/H_A=2$ (a) için Tip III zemin türü üzerinde SVS cihazlar ile birbirine bağlı binaların tepe noktası İvme–Zaman grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).

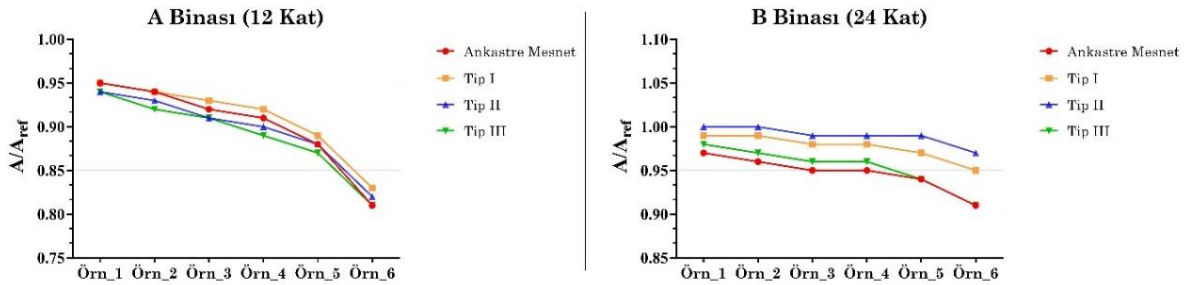
Farklı sönümleme katsayılarına sahip SVS cihazlarına göre (b) türü analizlerin tepe noktası ivme oran grafikleri Şekil 291 ile Şekil 295 arasında verilmiştir. B binasının A binasına göre kütle, rijitlik ve frekans oranları sırasıyla 2,8; 0,72 ve 0,5’dir. Dolayısıyla A binası daha rijit, B binası ise daha düşük frekanslı, ağır ve uzundur. İki yapının frekansı iyice birbirinden ayrılmıştır. Ayrıca rijitlik, kütle ve frekans oranları açısından bağlanacak iki yapı ideal duruma yakındır.

Şekil 291’de 10^3 N.s/m sönümleme katsayılı cihazların tepe noktası ivme oran grafiği verilmiştir. Grafik incelendiğinde SVS cihazlarının tepe noktası ivme değerlerinin üzerindeki etkisi Örnek 6 bağlantı modelinde maksimuma ulaşmıştır. Tepe noktası ivme oran grafiğinde A veya B binası için maksimum %4’e varan azalma meydana geldiği görülür.



Şekil 291. $H_B/H_A=2$ (b) için tepe noktası ivme oran grafiği ($C_d=10^3$ N.s/m).

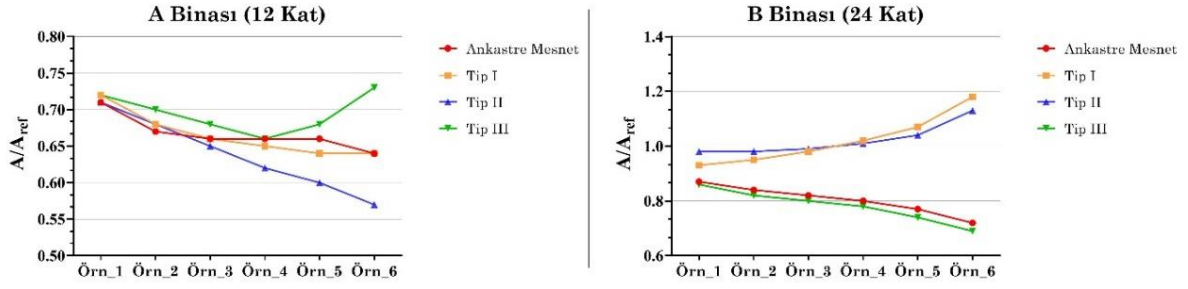
Şekil 292’de 10^4 N.s/m sönümleme katsayılı cihazların tepe noktası ivme oran grafiği verilmiştir. Grafik incelendiğinde SVS cihazlarının tepe noktası ivme değerlerinin üzerindeki etkisi Örnek 6 bağlantı modelinde maksimuma ulaşmıştır. Belirlenen etkili bağlantı modelinde tepe noktası ivme değeri A ve B binasında sırasıyla ankastrede %19 ve %9, Tip I zemin türünde %17 ve %5, Tip II zemin türünde %18 ve %3 ve Tip III zemin türünde ise %19 ve %9 azaldığı görülür.



Şekil 292. $H_B/H_A=2$ (b) için tepe noktası ivme oran grafiği ($C_d=10^4$ N.s/m).

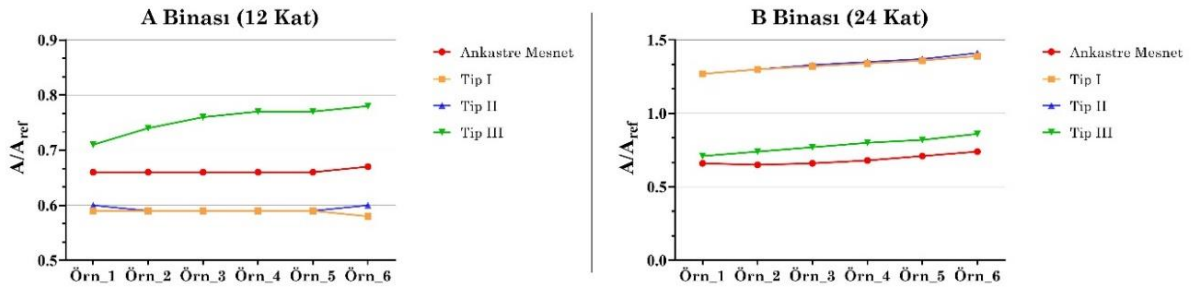
Şekil 293’de 10^5 N.s/m sönümleme katsayısına sahip SVS cihazlarının etki ettiği tepe noktası ivme oran grafiği sunulmuştur. Grafik her iki bina birlikte düşünülerek incelendiğinde ankastre için Örnek 6, Tip I ve Tip II zemin türü için Örnek 1 ve Tip III zemin türü için Örnek 4 bağlantı modellerinin etkili olduğu söylenebilir. Etkili bağlantı modellerinde A ve B binasının

tepe noktası ivme değerleri sırasıyla ankastrede %36 ve %28, Tip I zemin türünde %28 ve %7, Tip II zemin türünde %32 ve %2 ve Tip III zemin türünde ise %34 ve %22 azalmıştır.

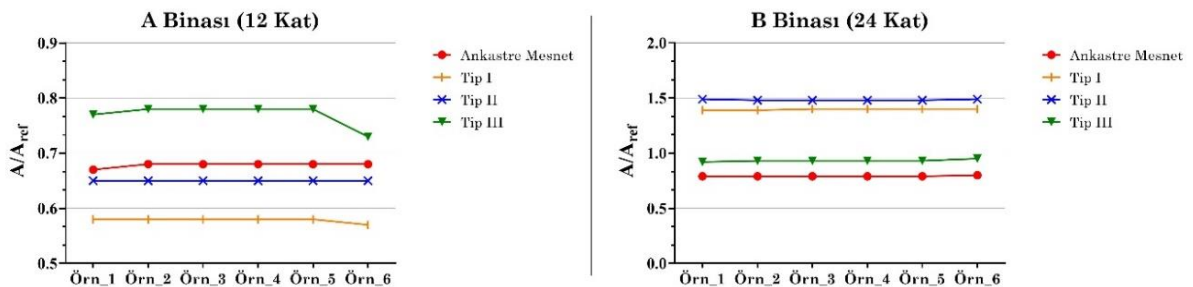


Şekil 293 $H_B/H_A=2$ (b) için tepe noktası ivme oran grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).

Şekil 294 ve Şekil 295 sırasıyla 10^6 N.s/m ve 10^7 N.s/m sönümleme katsayılı SVS cihazlarla bağlanan iki komşu binanın tepe noktası ivme değerindeki değişim grafiğini göstermektedir. Grafikler incelendiğinde her iki cihaz sönüm katsayısındaki ivme davranışlarının benzer olduğu görülür. Her iki grafikte de A binasının tepe noktası ivme değerleri %40'lara varan azalışlar meydana gelmesine rağmen Tip I ve Tip II zemin türünde B binasının tepe noktası ivme değerinde %50'lere varan artışlar meydana gelmiştir. Dolayısıyla $H_B/H_A=2$ (b) türü modellerinin 10^6 N.s/m ve 10^7 N.s/m sönümleme katsayısına sahip SVS cihazlarıyla birbirine Tip I ve Tip II zemin türü üzerinde bağlanması ivme açısından uygun değildir. 10^7 N.s/m cihaz sönümleme katsayısında A ve B binasının tepe noktası ivme değeri sırasıyla ankastrede %34 ve %35 ve Tip III zemin türünde ise %29 ve %28 azalmıştır. 10^6 N.s/m cihaz sönümleme katsayısında A ve B binasının tepe noktası ivme değeri ise sırasıyla ankastrede %33 ve %21 ve Tip III zemin türünde ise %23 ve %8 azalmıştır.

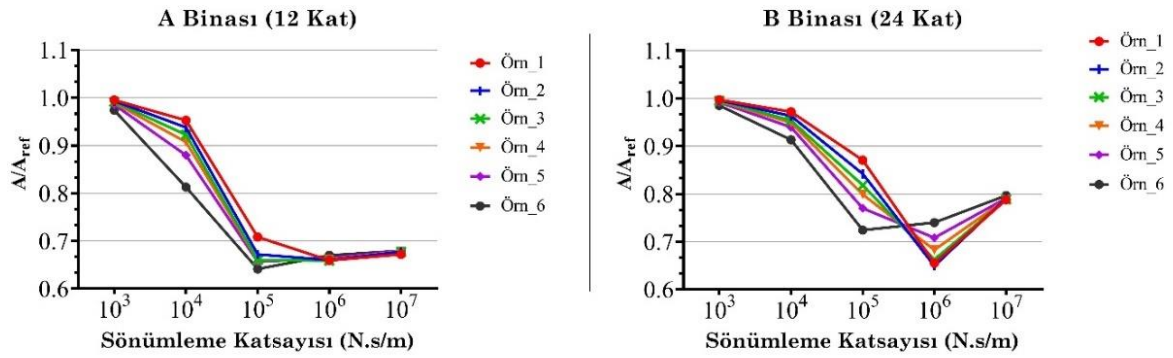


Şekil 294. $H_B/H_A=2$ (b) için tepe noktası ivme oran grafiği ($C_d=10^6$ N.s/m).

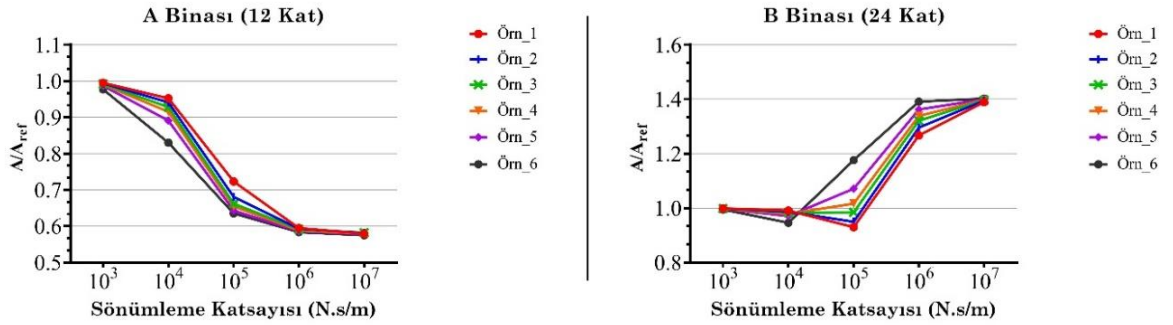


Şekil 295. $H_B/H_A=2$ (b) için tepe noktası ivme oran grafiği ($C_d=10^7$ N.s/m).

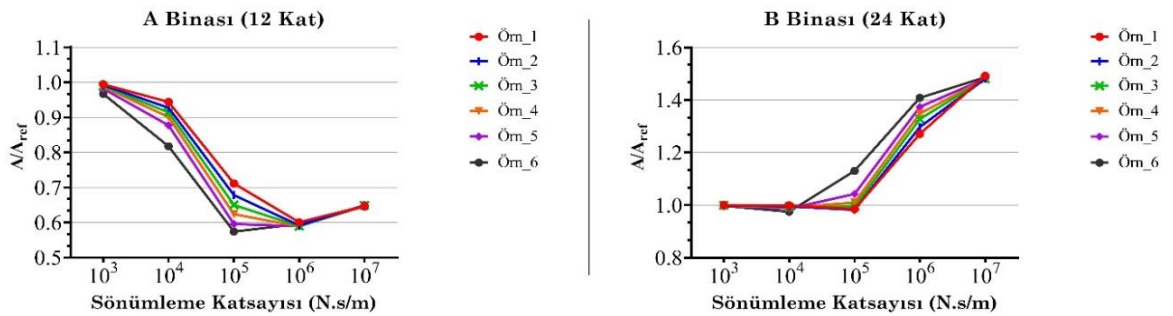
SVS cihazlarının sahip olduğu sönümleme katsayılarının ve bağlantı modellerinin binaların davranışına olan etkisi çok büyüktür. Bu nedenle $H_B/H_A=2$ (b) için SVS cihazlarının sönümleme katsayısının ve bağlantı modellerinin ivme değerine olan etkisini gösteren grafikler Şekil 297 ile Şekil 299 arasında verilmiştir. A ve B binasının grafikleri birlikte düşünülerek incelendiğinde meydana gelen ivme sonuçlarına göre en etkili sonuçların ankastre ve Tip III zemin türleri için 10^6 N.s/m, Tip I ve Tip II zemin türleri için 10^5 N.s/m cihaz sönümleme katsayısında alındığı görülür. Belirlenen cihaz sönümleme katsayısına göre en etkili bağlantı modelinin Örnek 1 olduğu söylenebilir.



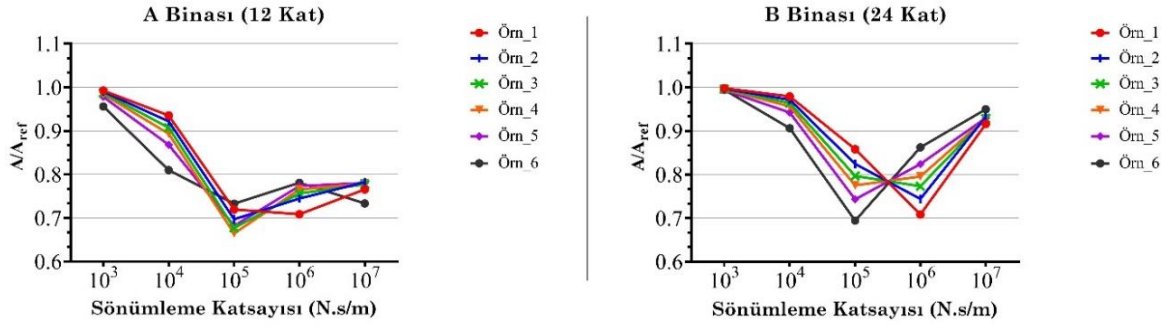
Şekil 296. $H_B/H_A=2$ (b) için ivme açısından cihaz sönümleme katsayıları ve bağlantı modellerinin zemine ankastre olarak bağlı durumdaki komşu binalara etkileri.



Şekil 297. $H_B/H_A=2$ (b) için ivme açısından cihaz sönümleme katsayıları ve bağlantı modellerinin Tip I üzerindeki komşu binalara etkileri.

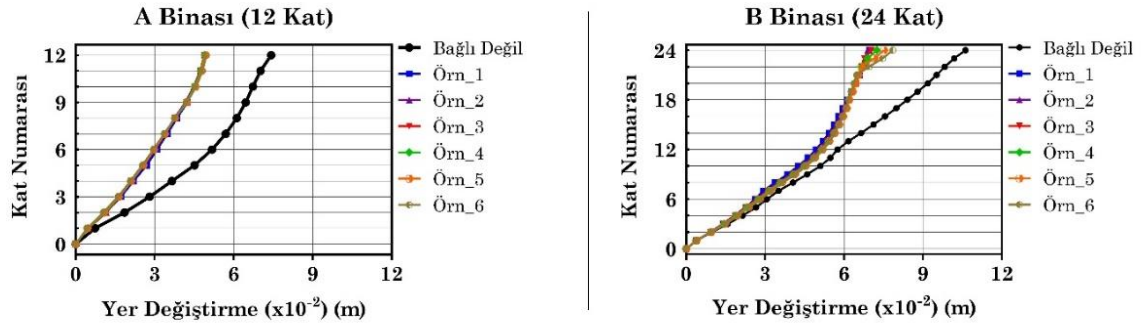


Şekil 298. $H_B/H_A=2$ (b) için ivme açısından cihaz sönümleme katsayıları ve bağlantı modellerinin Tip II üzerindeki komşu binalara etkileri.

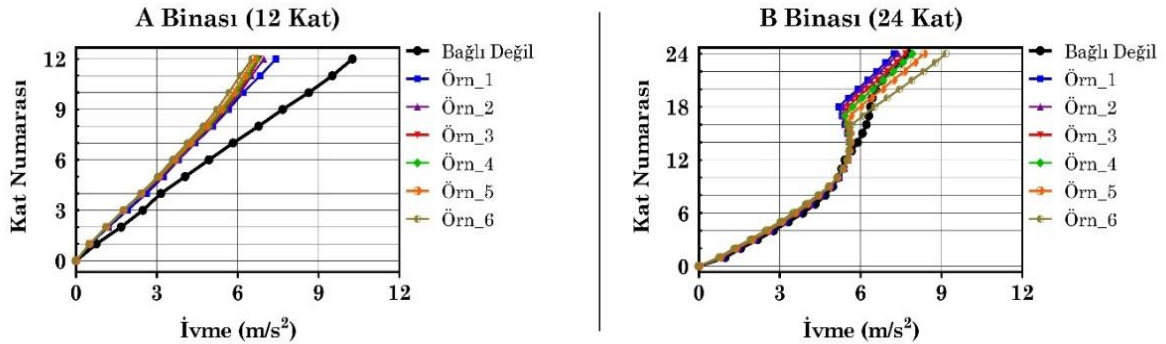


Şekil 299. $H_B/H_A=2$ (b) için ivme açısından cihaz sönümleme katsayıları ve bağlantı modellerinin Tip III üzerindeki komşu binalara etkileri.

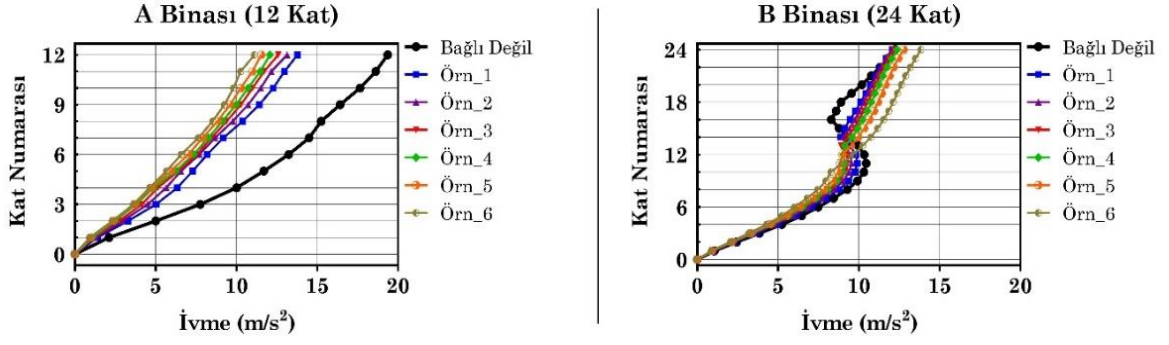
Kat hizasından SVS cihazlarıyla birbirine bağlı A ve B binasının katlarında oluşan maksimum ivme değerleri $H_B/H_A=2$ (b) türü analizleri için Şekil 300 ile Şekil 303 arasında verilmiştir. Grafikler incelendiğinde A binasının katlarının çoğunda ivme değerlerinin azaldığı görülür. B binasının ivme değerleri, A binasıyla bağlandığı 12. kattan sonra önemli derece etkilenmiştir. Bütün bunlara ek olarak SVS cihazlarının sadece tepe noktası ivme değerinin azalmasında değil diğer katlarda meydana gelen ivme değerlerinin de azalmasında oldukça etkili olduğu görülür.



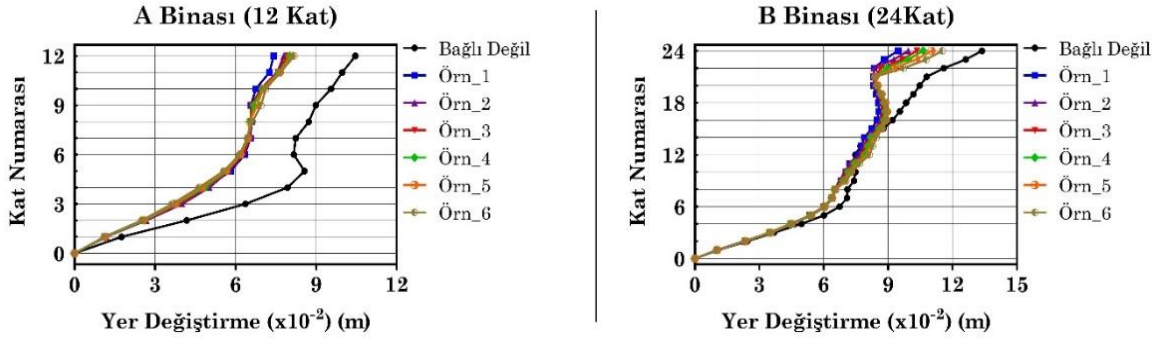
Şekil 300. $H_B/H_A=2$ (b) türü analizlerinde ankastre durumda SVS cihazlar ile bağlı binaların ivme değerlerinin değişimi ($C_d=10^6$ N.s/m).



Şekil 301. $H_B/H_A=2$ (b) türü analizlerinde Tip I zemin üzerinde SVS cihazlar ile bağlı binaların ivme değerlerinin değişimi ($C_d=10^5$ N.s/m).

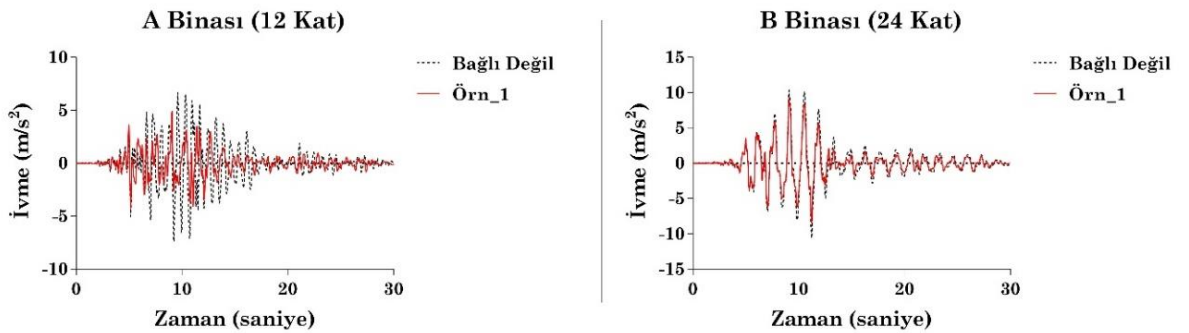


Şekil 302. $H_B/H_A=2$ (b) türü analizlerinde Tip II zemin üzerinde SVS cihazlar ile bağlı binaların ivme değerlerinin değişimi ($C_d=10^5$ N.s/m).

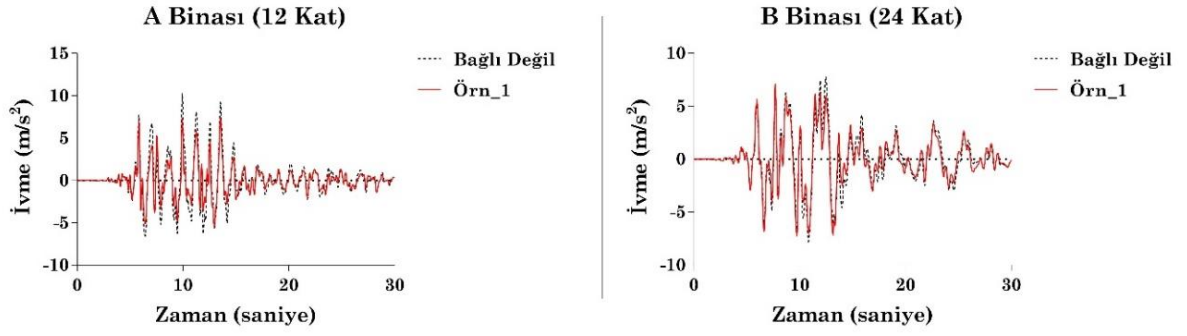


Şekil 303. $H_B/H_A=2$ (b) türü analizlerinde Tip III zemin üzerinde SVS cihazlar ile bağlı binaların ivme değerlerinin değişimi ($C_d=10^6$ N.s/m).

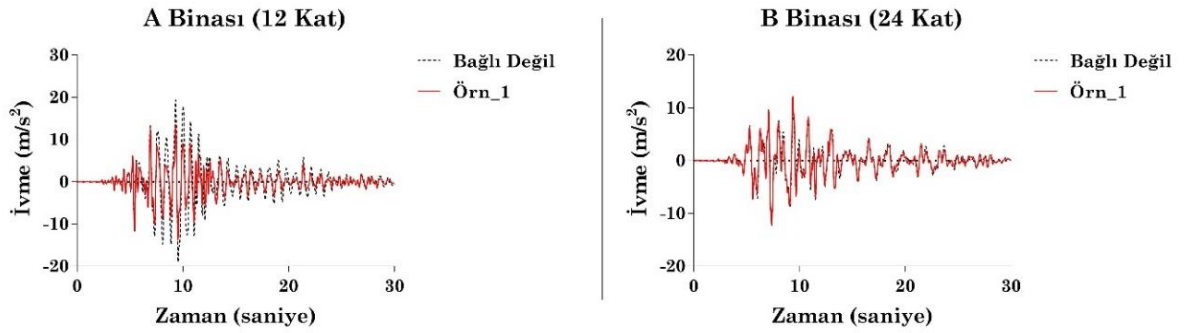
Tepe noktası ivmesinin deprem süresince etkisinin incelenmesi SVS cihazlarının etkinliğinin iyi bir göstergesidir. Bu nedenle $H_B/H_A=2$ (b) türü analizler için belirlenen etkili parametrelere göre komşu binaların tepe noktası ivmesinin deprem süresi boyunca salınımı gösteren İvme-Zaman grafiği Şekil 304 ile Şekil 307 arasında verilmiştir. Grafikler incelendiğinde SVS cihazlarının sadece maksimum ivme değerinin azalmasında değil deprem süresi boyunca önemli büyüklükteki ivmelerin üzerinde de etkili olduğu görülür. İvme değeri açısından $H_B/H_A=2$ (b) türü analizlerinde iki komşu binanın SVS cihazlarıyla bağlanmasından A binasının daha çok faydalandığı söylenebilir.



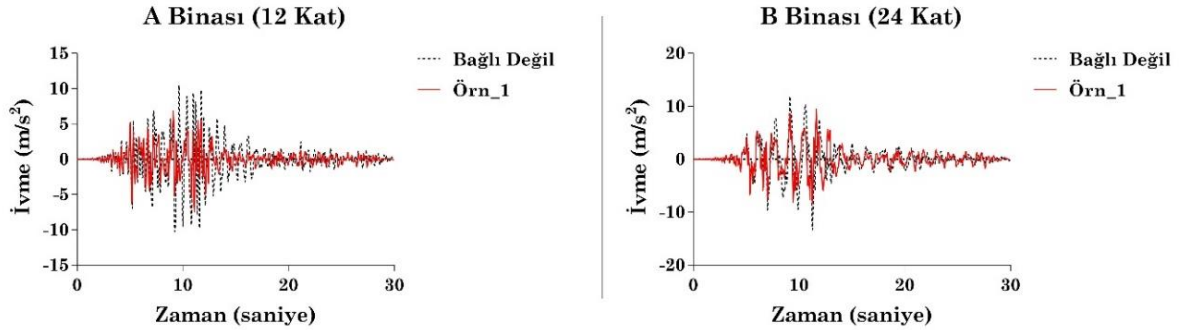
Şekil 304. $H_B/H_A=2$ (b) için ankastre durumda SVS cihazlar ile birbirine bağlı binaların tepe noktası İvme-Zaman grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).



Şekil 305. $H_B/H_A=2$ (b) için Tip I zemin türü üzerinde SVS cihazlar ile birbirine bağlı binaların tepe noktası İvme–Zaman grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).



Şekil 306. $H_B/H_A=2$ (b) için Tip II zemin türü üzerinde SVS cihazlar ile birbirine bağlı binaların tepe noktası İvme–Zaman grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).



Şekil 307. $H_B/H_A=2$ (b) için Tip III zemin türü üzerinde SVS cihazlar ile birbirine bağlı binaların tepe noktası İvme–Zaman grafiği ($C_d=10^6$ N.s/m).

İvme açısından komşu binaların kütle, yükseklik, rijitlik ve frekans oranlarının SVS cihazlarının performansına etkilerinin incelenmesi

Bu başlığa kadar bağlı binalardaki SVS cihazlarının ivme değerlerini önemli ölçüde azaltarak etkili bir yapısal kontrol sistemi parçası olduğu görülmüştür. Bu başlık altında ise bağlanacak komşu binaların kütle, yükseklik, rijitlik ve frekans oranlarının SVS cihazlarının performansını nasıl etkilediği ivmeler açısından incelenecektir. Bu etkiyi kıyaslayabilmek için ivme değerlerinin azalmasında etkili olan 10^5 N.s/m sönümleme katsayısına sahip SVS cihazlarının sonuçları ele alınmıştır.

Şekil 308’de (a) türü modellerinde iki komşu binanın SVS cihazlarıyla bağlanmasıyla meydana gelen en üst kat ivme değerlerinin bina katsayısı ve bağlantı modellerine göre değişimi verilmiştir. Grafiğin (a) ve (b) şikkında binaların zemine ankastre bağlı olduğu durum ele alınmıştır. (a) şikkında ankastre durumda, A binasının farklı kat sayısına sahip B binasıyla bağlanmasıyla A binasının tepe noktasında meydana gelen ivme değerleri sunulmuştur. (a) şikkı genel olarak incelendiğinde A binasının performansı B binasının kat sayısı artıkça artmış, dolayısıyla A binasının en üst kat ivmeleri etkili şekilde azalmıştır. (b) şikkında ise B binasının 12 katlı A binasıyla bağlantısından sonra B binasının en üst katında meydana gelen ivme değerleri sunulmuştur. (b) şikkı incelendiğinde A binasıyla bağlanan 15 katlı B binasının ivme değerleri bağlanmadan önceki değerine göre %30 yakın artmıştır. 18 ve 21 katlı B binasının A binasıyla bağlanmasında ise B binasının ivme değerleri yaklaşık %35 azalmıştır. Maksimum azalma 21 katlı B binasının bağlanmasıyla elde edilmiştir. B binasının kat sayısı 24 olduğunda ise SVS cihazların etkisi azalmıştır. İki bina birlikte düşünüldüğünde, ankastre durumda en iyi performansı veren bağlantının A binası ile 21 katlı B binasının Örnek 5 veya Örnek 6 bağlantı modeliyle bağlanması olduğu söylenebilir. Bu durumdaki A ve B binasının kütle, yükseklik, rijitlik ve frekans oranları büyüğün küçüğe oranı olacak şekilde ifade edilecek olursa, sırasıyla 1,76; 1,75; 2 ve 1,9 olduğu görülür. A binasının B binasından daha rijit olduğu bu bağlantıda A ve B binasının ivme değerindeki azalmanın sırasıyla %33 ve %35 olduğu görülür. Benzer olarak Şekil 309’da ise (b) türü modellerinde meydana gelen ivmelerin bina katsayısı ve bağlantı modellerine göre değişimi verilmiştir. Grafiğin (a) ve (b) şikkında binaların zemine ankastre bağlı olduğu durum ele alınmıştır. (a) şikkı genel olarak incelenirse; A binası 15 katlı B binasına bağlandığında A binasının ivme değerleri bağlanmadan önceki değerinde çok yaklaşıır. Ancak A binasının 15 katlı B binasının haricindeki 18, 21 ve 24 katlı B binalarına bağlanması SVS cihazlarının A binasının ivmeleri üzerindeki etkisini artırır ve 24 katlı B binasıyla bağlanmasıyla ivmelerdeki azalış maksimum seviyeye ulaşır. (b) şikkında da benzer durum gözüktür. 18 katlı B binasının A binasıyla bağlanmasında B binasının ivme değerleri bağlanmadan önceki duruma çok yaklaştıdır. Ancak 24 katlı B binasının A binasıyla bağlanmasında ise B binasının ivme değerlerindeki azalış maksimum seviyeye ulaşmıştır. İki bina birlikte düşünüldüğünde ise ankastre durumda en iyi performansı veren bağlantının 12 katlı A binası ile 24 katlı B binasının Örnek 6 bağlantı modeliyle bağlanması olduğu söylenebilir. Bu durumdaki A ve B binasının kütle, yükseklik, rijitlik ve frekans oranları büyüğün küçüğe oranı olacak şekilde ifade edilecek olursa, sırasıyla 2,02; 2; 2,4 ve 2,2 olduğu görülür. A binasının B binasından daha rijit olduğu bu bağlantıda A ve B binasının ivme değerindeki azalmanın sırasıyla %30 ve %16 olduğu görülür. (a) türü modellerindeki azalmanın çok daha etkili olduğu açıktır.

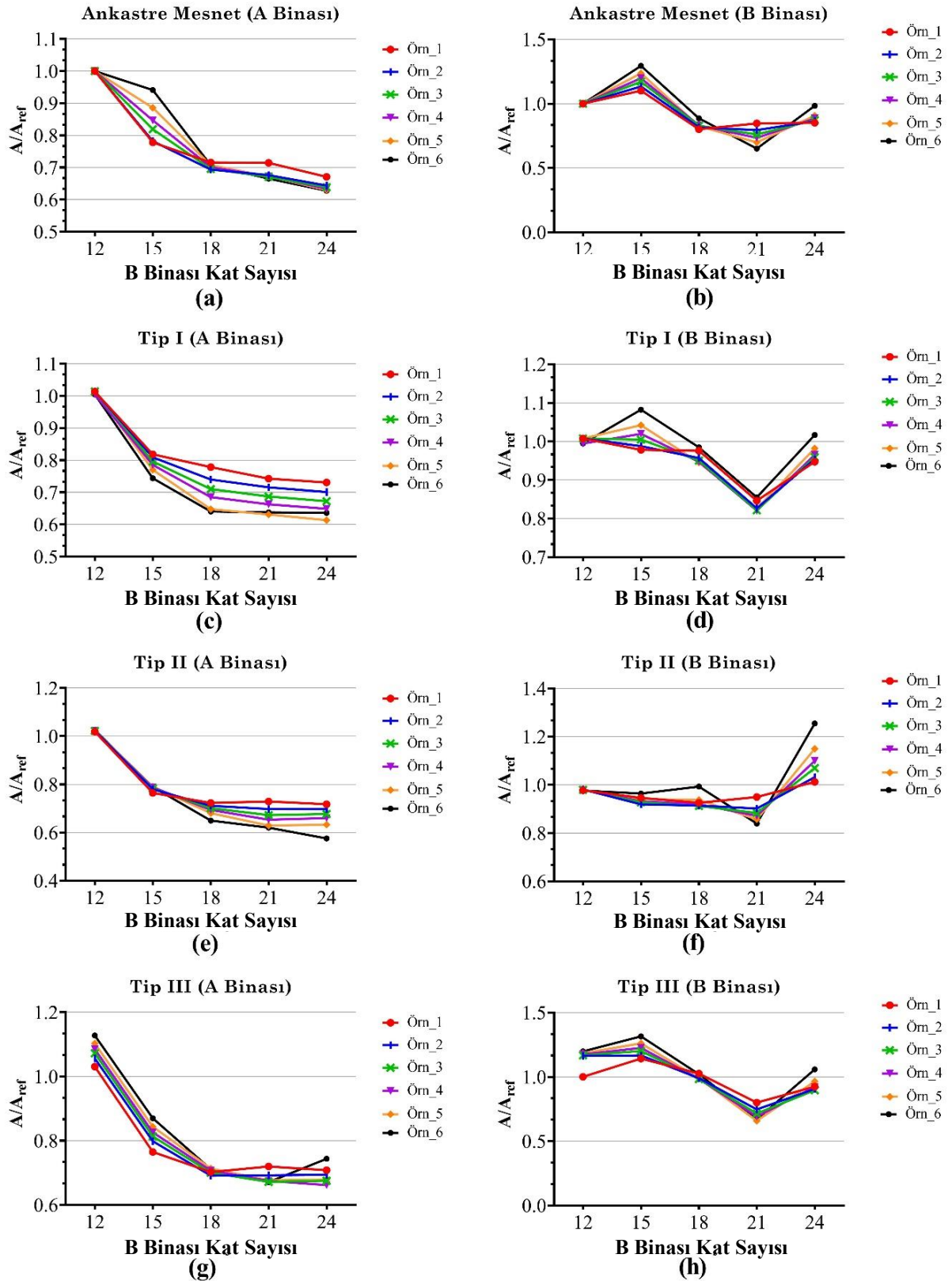
Şekil 308 (c) ve (d) şikkında (a) türü modellerde, Tip I zemin türü üzerindeki iki komşu binanın SVS cihazlarıyla bağlanmasıyla meydana gelen en üst kat ivmelerinin, bina katsayısı ve bağlantı modellerine göre değişimi verilmiştir. (c) şikkı genel olarak incelendiğinde, A binasının performansı B binasının kat sayısı artıkça artmış, dolayısıyla A binasının en üst kat ivmeleri etkili şekilde azalmıştır. (d) şikkı genel olarak incelendiğinde, 21 katlı B binasının A binasıyla bağlanması, B binasının en üst kat ivme değerinin azalışını maksimuma ulaştırmıştır. A binasının 24 katlı B binasıyla bağlanmasıyla ise SVS cihazlarının B binasının ivme değeri üzerindeki etkisini azaltmış, bağlanmadan önceki değerine yaklaştırmıştır. İki bina birlikte düşünüldüğünde, Tip I zemin türünde en iyi performansı veren bağlantının A binası ile 21 katlı B binasının Örnek 4 veya Örnek 5 bağlantı modeliyle bağlanması olduğu söylenebilir. Bu durumdaki A ve B binasının kütle, yükseklik, rijitlik ve frekans oranları büyüğün küçüğe oranı olacak şekilde ifade edilecek olursa, sırasıyla 1,76; 1,75; 2 ve 1,9 olduğu görülür. A binasının B binasından daha rijit olduğu bu bağlantıda A ve B binasının ivme değerindeki azalmanın sırasıyla %37 ve %17 olduğu görülür. Benzer olarak Şekil 309 (c) ve (d) şikkında (b) türü modellerde, Tip I zemin türü üzerindeki iki komşu binanın SVS cihazlarıyla bağlanmasıyla meydana gelen en üst kat ivmelerinin, bina katsayısı ve bağlantı modellerine göre değişimi verilmiştir. (c) şikkı genel olarak incelendiğinde, A binasının 15 katlı B binasıyla bağlanmasıyla A binasının en üst kat ivme değeri bağlanmadan önceki değerine yaklaştırmıştır. A binasının 21 katlı B binasıyla bağlanmasıyla ise A binasının ivmesindeki azalma maksimuma ulaşmıştır. (d) şikkı genel olarak incelendiğinde ise, A binasının 21 katlı B binasına bağlanmasıyla B binasının ivme değerindeki azalışın maksimum seviyeye ulaştığı görülür. 24 katlı B binasının A binasıyla bağlantısında ise SVS cihazlarının ivmeler üzerindeki etkisinin azaldığı görülür. İki bina birlikte düşünüldüğünde, Tip I zemin türünde en iyi performansı veren bağlantının A binası ile 21 katlı B binasının Örnek 4 veya Örnek 5 bağlantı modeliyle bağlanması olduğu söylenebilir. Bu durumdaki A ve B binasının kütle, yükseklik, rijitlik ve frekans oranları büyüğün küçüğe oranı olacak şekilde ifade edilecek olursa, sırasıyla 2,5;1,75;1,12 ve 1,7 olduğu görülür. A binasının B binasından daha rijit olduğu bu bağlantıda A ve B binasının ivme değerindeki azalmanın sırasıyla %38 ve %9 olduğu görülür. (a) türü modellerindeki azalmanın daha etkili olduğu söylenebilir. (b) türü modellerde etkili olan bağlantıdaki binaların kütle oranı artarak 2 değerinin üzerine çıkmış, frekans ve rijitlik oranı ise azalmıştır. (b) türü modellerinin kolon ve kiriş ölçülerinin artırılarak daha rijit hale getirilmesi, iki bina arasındaki rijitlik oranını ve frekans oranını birbirine yaklaştırdığı için SVS cihazlarının etkisini azaltmıştır.

Şekil 308 (e) ve (f) şikkında (a) türü modellerde, Tip II zemin türü üzerindeki iki komşu binanın SVS cihazlarıyla bağlanmasıyla meydana gelen en üst kat ivmelerinin, bina katsayısı ve bağlantı modellerine göre değişimi verilmiştir. (e) şikkı genel olarak incelendiğinde, A

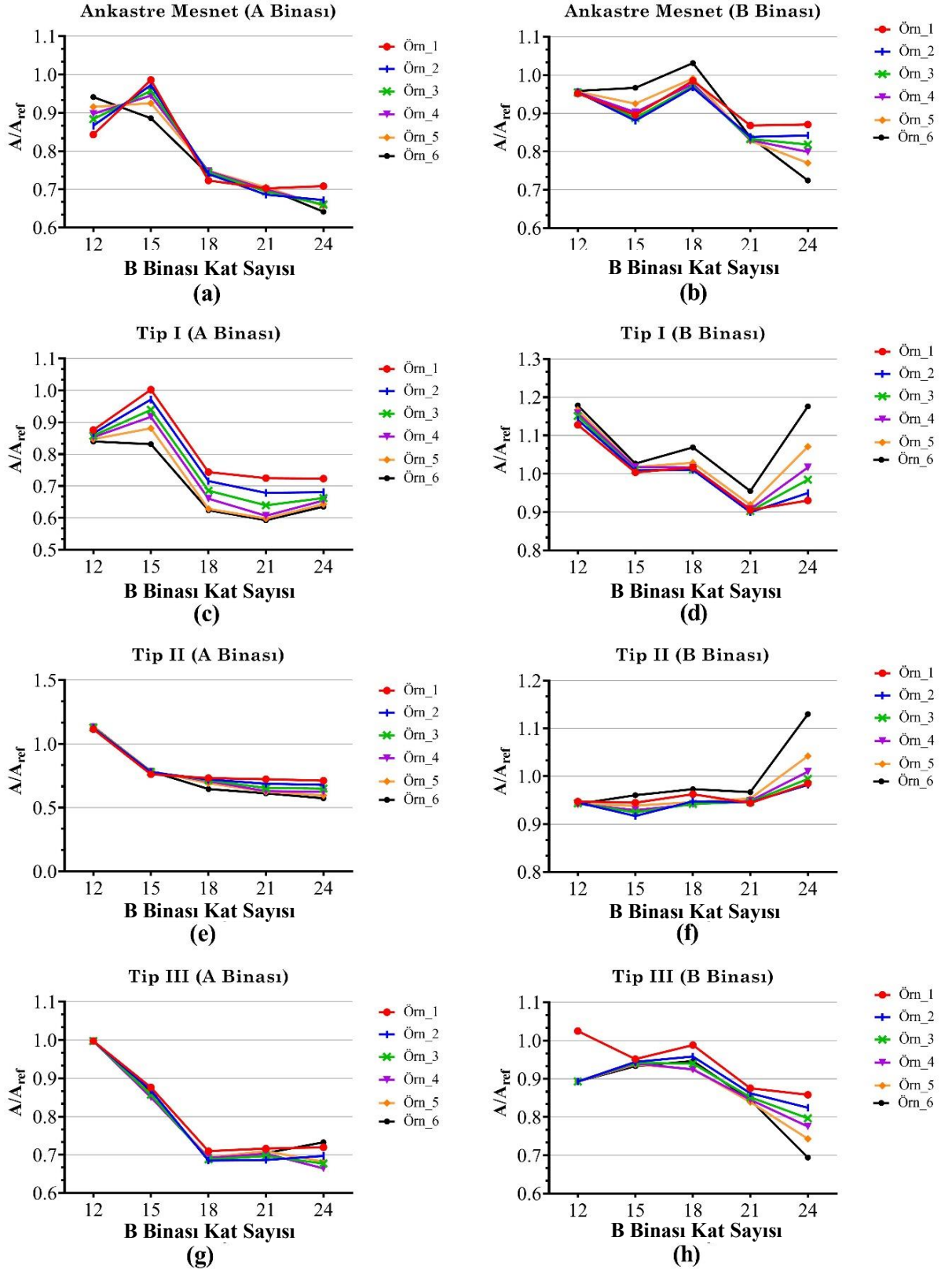
binasının performansı B binasının kat sayısı artıktı, dolayısıyla A binasının en üst kat ivmeleri etkili şekilde azalmıştır. (f) şıkkı genel olarak incelendiğinde, 21 katlı B binasının A binasıyla bağlanması, B binasının en üst kat ivme değerinin azalışını maksimuma ulaştırmıştır. A binasının 24 katlı B binasıyla bağlanmasıyla ise SVS cihazlarının B binasının ivme değeri üzerindeki etkisini azaltmış, bağlanmadan önceki değerine yaklaştırmıştır. İki bina birlikte düşünüldüğünde, Tip II zemin türünde en iyi performansı veren bağlantının A binası ile 21 katlı B binasının Örnek 5 veya Örnek 6 bağlantı modeliyle bağlanması olduğu söylenebilir. Bu durumdaki A ve B binasının kütle, yükseklik, rijitlik ve frekans oranları büyüğün küçüğe oranı olacak şekilde ifade edilecek olursa, sırasıyla 1,76; 1,75; 2 ve 1,9 olduğu görülür. A binasının B binasından daha rijit olduğu bu bağlantıda A ve B binasının ivme değerindeki azalmanın sırasıyla %38 ve %16 olduğu görülür. Benzer olarak Şekil 309 (e) ve (f) şıkkında (b) türü modellerde, Tip II zemin türü üzerindeki iki komşu binanın SVS cihazlarıyla bağlanmasıyla meydana gelen en üst kat ivmelerinin, bina katsayısı ve bağlantı modellerine göre değişimi verilmiştir. (e) şıkkı genel olarak incelendiğinde, A binasının performansı B binasının kat sayısı artıktı, dolayısıyla A binasının en üst kat ivmeleri etkili şekilde azalmıştır. (f) şıkkı genel olarak incelendiğinde, 15 katlı B binasının A binasıyla bağlanması, B binasının en üst kat ivme değerinin azalışını maksimuma ulaştırmıştır. A binasının 18, 21 ve 24 katlı B binalarıyla bağlanmasıyla ise SVS cihazlarının B binasının ivme değeri üzerindeki etkisini giderek azaltmış, bağlanmadan önceki değerine yaklaştırmıştır. Ancak B binasında maksimum azalmanın olduğu bağlantıda ivme değeri %7 iken 21 katlı B binasıyla bağlantıda %5 olmuştur. Buna karşı A binasındaki ivme değerinin azalışı %22'den %39'a çıkmıştır. Dolayısıyla iki bina birlikte düşünüldüğünde, Tip II zemin türünde en iyi performansı veren bağlantının A binası ile 21 katlı B binasının Örnek 4 veya Örnek 5 bağlantı modeliyle bağlanması olduğu söylenebilir. Bu durumdaki A ve B binasının kütle, yükseklik, rijitlik ve frekans oranları büyüğün küçüğe oranı olacak şekilde ifade edilecek olursa, sırasıyla 2,5;1,75;1,12 ve 1,7 olduğu görülür. A binasının B binasından daha rijit olduğu bu bağlantıda A ve B binasının ivme değerindeki azalmanın sırasıyla %39 ve %5 olduğu görülür. (a) türü modellerindeki azalmanın daha etkili olduğu söylenebilir. (b) türü modellerde etkili olan bağlantıdaki binaların kütle oranı artarak 2 değerinin üzerine çıkmış, frekans ve rijitlik oranı ise azalmıştır. (b) türü modellerinin kolon ve kiriş ölçülerinin artırılarak daha rijit hale getirilmesi, iki bina arasındaki rijitlik oranını ve frekans oranını birbirine yaklaştırdığı için SVS cihazlarının etkisini azaltmıştır.

Şekil 308 (g) ve (h) şıkkında (a) türü modellerde, Tip III zemin türü üzerindeki iki komşu binanın SVS cihazlarıyla bağlanmasıyla meydana gelen en üst kat ivmelerinin, bina katsayısı ve bağlantı modellerine göre değişimi verilmiştir. (g) şıkkı genel olarak

incelendiğinde, A binasının performansı B binasının kat sayısı artıkça artmış, dolayısıyla A binasının en üst kat ivmeleri etkili şekilde azalmıştır. (h) şıkkı genel olarak incelendiğinde, sadece 21 katlı B binasının A binasıyla bağlanması, B binasının en üst kat ivme değerini etkili şekilde azaltmıştır. İki bina birlikte düşünüldüğünde, Tip III zemin türünde en iyi performansı veren bağlantının 12 katlı A binası ile 21 katlı B binasının Örnek 4 veya Örnek 5 bağlantı modeliyle bağlanması olduğu söylenebilir. Bu durumdaki A ve B binasının kütle, yükseklik, rijitlik ve frekans oranları büyüğün küçüğe oranı olacak şekilde ifade edilecek olursa, sırasıyla 1,76; 1,75; 2 ve 1,9 olduğu görülür. A binasının B binasından daha rijit olduğu bu bağlantıda A ve B binasının ivme değerindeki azalmanın sırasıyla %37 ve %34 olduğu görülür. Benzer olarak Şekil 309 (g) ve (h) şıkkında (b) türü modellerde, Tip III zemin türü üzerindeki iki komşu binanın SVS cihazlarıyla bağlanmasıyla meydana gelen en üst kat ivmelerinin, bina katsayısı ve bağlantı modellerine göre değişimi verilmiştir. (g) şıkkı genel olarak incelendiğinde, A binasının performansı B binasının kat sayısı artıkça artmış, dolayısıyla A binasının en üst kat ivmeleri etkili şekilde azalmıştır. (h) şıkkı genel olarak incelendiğinde, 24 katlı B binasının A binasıyla bağlanmasında, B binasının en üst kat ivme değerinin azalışı maksimuma ulaşmıştır. A binasının 15 ve 18 katlı B binalarıyla bağlanmasıyla ise SVS cihazlarının B binasının ivme değeri üzerindeki etkisini azaltmış, bağlanmadan önceki değerine yaklaştırmıştır. İki bina birlikte düşünüldüğünde, Tip III zemin türünde en iyi performansı veren bağlantının A binası ile 24 katlı B binasının Örnek 4 veya Örnek 5 bağlantı modeliyle bağlanması olduğu söylenebilir. Bu durumdaki A ve B binasının kütle, yükseklik, rijitlik ve frekans oranları büyüğün küçüğe oranı olacak şekilde ifade edilecek olursa, sırasıyla 2,8; 2; 1,4 ve 2 olduğu görülür. A binasının B binasından daha rijit olduğu bu bağlantıda A ve B binasının ivme değerindeki azalmanın sırasıyla %32 ve %26 olduğu görülür. (a) türü modellerindeki azalmanın daha etkili olduğu söylenebilir. (b) türü modellerde etkili olan bağlantıdaki binaların kütle oranı artarak 2 değerinin üzerine çıkarak 2,8 olmuş ve rijitliği azalmıştır. Binaların frekans oranı ise aynıdır. (b) türü modellerinin kolon ve giriş ölçülerinin artırılarak daha rijit hale getirilmesi binanın kütlelerini de artırdığı için ve bu kütle artışının yüksek olması, SVS cihazlarının etkisinin azalmasına yol açtığı söylenebilir.



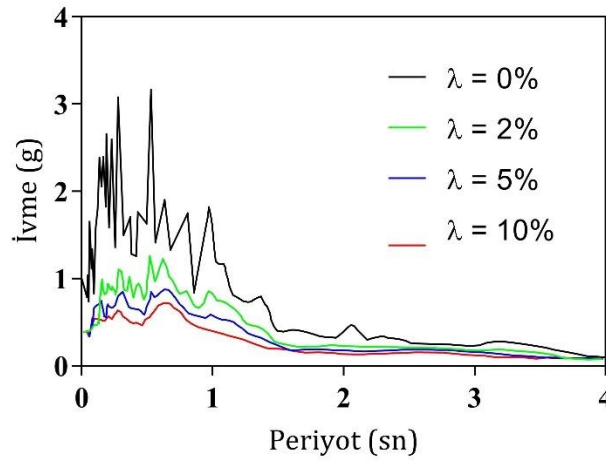
Şekil 308. (a) türü modellerinde bağlanan SVS cihazlarının ivme üzerindeki etkisinin B binasının kat sayısına ve bağlantı modellerine göre değişimi.



Şekil 309. (b) türü modellerinde bağlanan SVS cihazlarının ivme üzerindeki etkisinin B binasının kat sayısına ve bağlantı modellerine göre değişimi.

SVS cihazlarının ivmeler üzerindeki etkisinin değerlendirilmesi

SVS cihazları Denklem 16'da belirtildiği gibi sadece birbirine bağlanan yapıların sahip olduğu viskoz sönümü artırır. Optimum sönümleme katsayısına sahip sönümleme cihazları yapıya ek rijit sağlamaz. Dolayısıyla SVS cihazları yapılara kazandırdıkları ek viskoz sönüm sayesinde yapıların her bir periyoduna girdi enerjisi sönümler ve hareketin genliğini azaltır. Böylelikle sönümleme oranı belli bir orana kadar artıkça yer değiştirme ivme ve kesme kuvvetleri azalır. Bu durum Şekil 310'da sunulan, bir yapının sönümünün artmasıyla yer hareketinden kaynaklı ivmelerin hızla azaldığını gösteren cevap spektrumunda görülmektedir. Cevap spektrumunda pik ivme değerinin sönüm oranı $\lambda = 10\%$ 'na doğru artıkça 3,2g den 0,65g'ye düştüğü görülmektedir. Bu yüzden yapının sismik davranışının belirlenmesinde sönüm oranı oldukça önemlidir (Stratta 1987).



Şekil 310. Farklı sönüm oranları için tepki spektrumları (Stratta 1987).

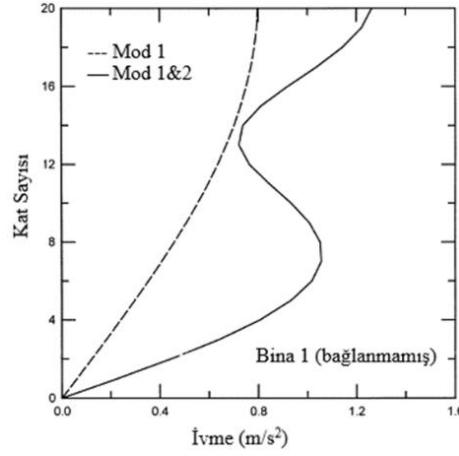
Araştırmacılar iki bina arasına bağlanan viskoz sönümleyicilerin yapının birinci doğal frekansını çok az etkilediğini diğer doğal frekansların ise neredeyse hiç değişmediğini, ancak mod sönüm oranlarının önemli ölçüde arttığını ifade etmişlerdir (Xu et al. 1999; Zhu and Xu 2005; Patel and Jangid 2008). İki komşu yapının SVS cihazlarıyla bağlandıktan sonra frekansının değişmemesi var olan yapıların sismik izolasyonu için istenen bir durumdur. Bağlanacak olan iki yapının frekansları birbirinden iyi ayrıldıkça viskoz sönümleyicili cihazların etkinliği artar. Buna buna bağlı olarak ise yapısal tepkiler oldukça azalır. Ancak frekanslar birbirinden farklı olacak şekilde binalar modellense bile sönümleyici cihazların sönümleme katsayıları yapının davranışını çok etkiler. SVS cihazlarının sönümleme katsayısı artıkça bina rijit bir çubukla bağlanmış gibi hareket eder (Zhang and Xu 2000; Bhaskararao and Jangid 2004; Zhu et al. 2011). Sönümleme katsayısının küçük seçilmesi ile de binalar birbirine bağlanmamış gibi hareket eder. Sönümleme katsayısının optimum değere kadar artmasıyla ivme değeri azalır. Optimum değerden sonra sönümleme katsayısının artmasıyla ivmedeki

azalışlar etkisini yitirir ve belli bir değerden sonra ivme değeri artar. Çünkü sönümleme katsayısı artıkça sönümleme kuvvetleri artacak ve belli bir noktadan sonra bağlı binaları birlikte hareket etmeye zorlayacaktır. İki komşu binanın aynı hızla hareket etmesi bağıl hızı sıfıra indireceğinden sönümleyicilerin bir etkisi olmayacaktır ve binalar neredeyse rijit bir çubuk ile bağlanmış gibi hareketine devam edecektir. Yapıların rijit bir çubuk gibi birlikte hareket etmesi yapı sistemin frekansını ve rijitliğini artıracaktır. Artan sistem parametreleri binalardan en az biri için ivme değerini artıracaktır. Nitekim çalışma sonuçları incelendiğinde uygun frekanstaki iki komşu yapının yüksek sönümleme katsayılarında ivme değerinin arttığı gözlemlenmiştir.

İki farklı yapının dinamik özelliği de farklı olacağından her bir yapı için etkili olacak cihaz sönümleme katsayısı ise farklı olacaktır (Bhaskararao and Jangid 2006b). Dolayısıyla optimum cihaz sönümleme katsayısı iki binanın da yapısal tepkilerinin toplamının minimum olduğu değer olarak alınabilir. Çalışma sonuçları incelendiğinde optimum sönümleme katsayısı hepsi için aynı olsa da ivme değerlerinin yer değiştirme ve taban kesme kuvvetine göre daha küçük toplam sönümleme kuvvetinde maksimum azaldığı görülür. Dolayısıyla bağlantı modelinin ve sönümleyici sayısının da etkili olduğu tekrardan ifade edilebilir. Çalışma sonuçlarına göre ivme değerlerinin genel olarak etkili olduğu SVS cihazlarının sönümleme katsayısı 10^5 Ns/m olarak bulunmuştur.

İvme sonuçların büyük bölümünde 12 katlı A binası ile 21 katlı B binasının SVS cihazlar ile birbirine bağlantısının maksimum azalmaya yol açtığı görülmektedir. 12 ve 21 katlı modellerinin (a) ve (b) türünün arasında ise (a) türü modellerinin daha etkili olduğu söylenebilir. Bu sonuçlara göre etkili bağlantı için komşu binaların kütle, yükseklik, rijitlik ve frekans oranlarının 1,76; 1,75; 2 ve 1,9 değerlerine yakın olması gerektiği görülür. Daha önce yapılan çalışmalarda bu oranların 2 ye yakın olması tavsiye edilmişti (Luco and De Barros 1998b; Zhu and Xu 2005). Dolayısıyla çalışmadan elde edilen sonuçlar literatür ile örtüşmektedir.

Zhang and Xu (2000) ve Xu *et al.* (1999) çalışmalarında ivmelerin katlara göre değişimini gösteren grafiklerdeki dalgalanmanın yüksek modların katkısından kaynaklandığını fikrini ileri sürmüşlerdir. Bu fikirlerini ise çalışmaları için tasarladıkları Bina 1'in birinci modu ile aynı yapının birinci ve ikinci modunda meydana gelen ivmelerin birleştirilmesinden yola çıkarak ispatlamışlardır. Şekil 311'de iki durumun da grafiğini çizerek dalgalanmanın sebebini ispatlamışlardır. Araştırmacıların ifade ettiği bu dalgalanmalar çalışma sonucunda elde edilen ivme grafiklerinde sıkça görülmektedir.



Şekil 311. Bina 1'in yüksek modlarının tepki ivmelerine etkisi (Xu *et al.* 1999).

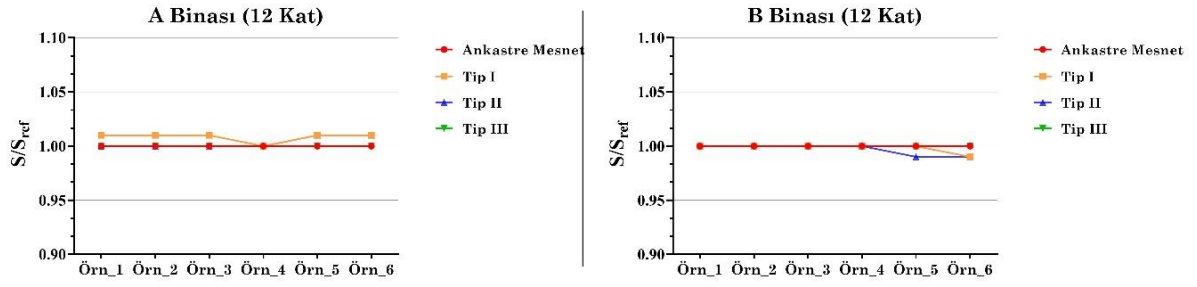
İvme değerleri Tip III zemin türü üzerinde bina yükseklik oranı 2 olan modellerde etkili iken Tip I ve Tip II zemin türü üzerinde bina yükseklik oranı 1,75 olan modellerde daha etkilidir. Bunun sebebinin zemin periyodu Tip III zemin türüne göre yüksek olan diğer zemin türlerinin yapıyı etkilemesinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Sonuçların Kesme Kuvveti Açısından İncelenmesi

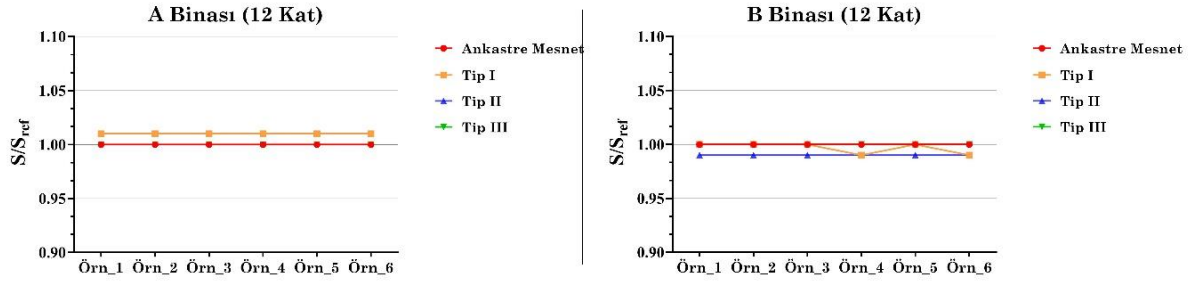
Deprem kuvvetlerinin kesme kuvvetlerinin üzerindeki etkisi çok büyüktür. Dolayısıyla kesme kuvvetlerinin incelenmesi SVS cihazlarının etkisinin anlaşılması açısından önemlidir. Bu yüzden binaların katlarında ve en üst tepe noktasında meydana gelen kesme kuvvetleri, yapısal kontrolün performansını etkileyen hususlar ışığında başlıklar halinde ayrıntılı olarak incelenmiştir.

$H_B/H_A=1$ oranlı bağlı binaların kesme kuvveti açısından incelenmesi

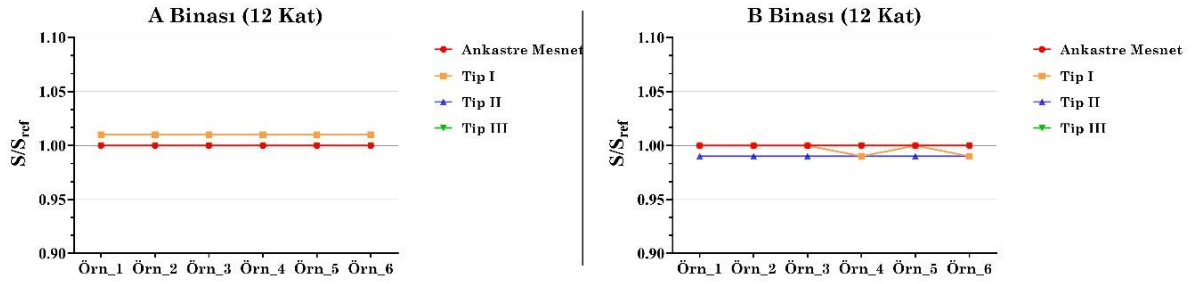
SVS cihazlarının etkisiyle taban kesme kuvvetinde meydana gelen değişimler farklı sönümleme katsayılarına göre Şekil 312 ile Şekil 314 arasında verilmiştir. Yer değiştirme ve ivme sonuçları açısından eşit yükseklikte ve benzer dinamik özelliklerdeki iki binanın birbirine SVS cihazlar ile bağlanmasının etkili olmadığı daha önce ifade edilmiş idi. Benzer sonuçlar dinamik olarak benzer A ve B binalarının taban kesme kuvveti sonuçlarında da görülmüştür. Grafikler incelendiğinde genel olarak 1 veya üzeri değerler görülür. Yani benzer dinamik özellik ve aynı yükseklikteki iki komşu binanın SVS cihazlar ile birbirine bağlanmasının, binaların taban kesme kuvveti değerinde bir azalışa katkısının olmadığı gibi bazı durumlarda artışa neden olmuştur. Dolayısıyla iki özdeş binanın kat hizalarından birbirine SVS cihazlar ile bağlanmasının taban kesme kuvveti açısından bir etkisi olmamıştır.



Şekil 312. $H_B/H_A=1$ (a) için taban kesme kuvveti oran grafiği ($C_d=10^4$ N.s/m).

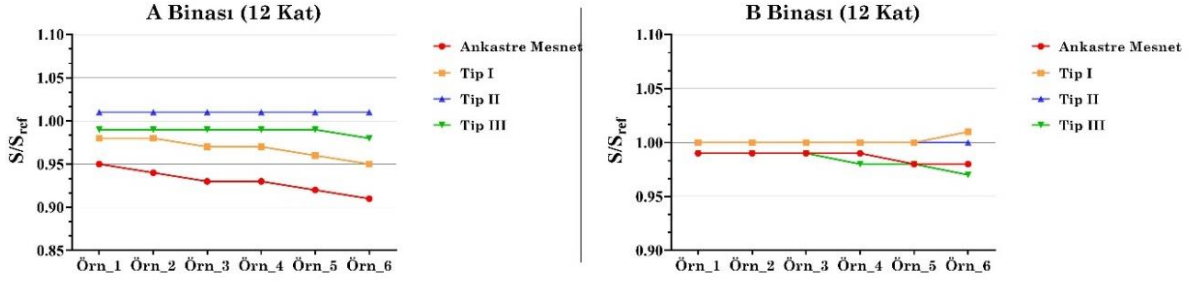


Şekil 313. $H_B/H_A=1$ (a) için taban kesme kuvveti oran grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).

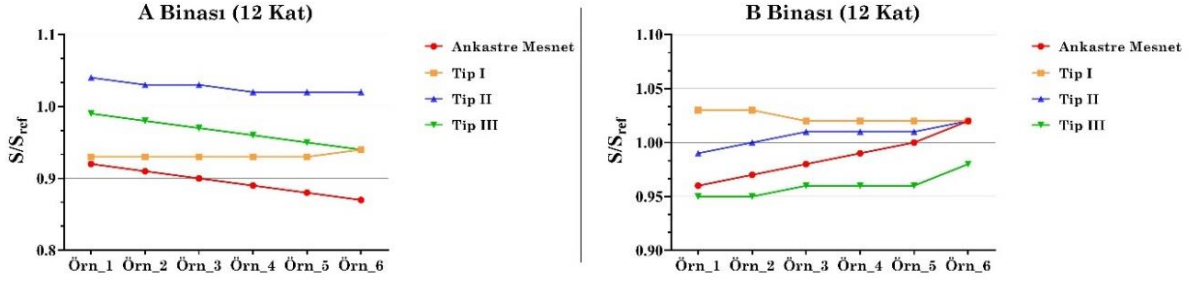


Şekil 314. $H_B/H_A=1$ (a) için taban kesme kuvveti oran grafiği ($C_d=10^6$ N.s/m).

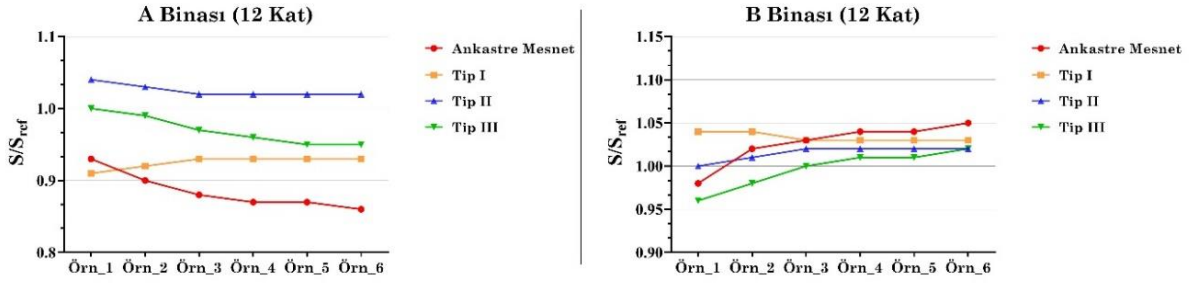
B binasının kolon ve kiriş ölçülerinin farklı olmasından dolayı dinamik olarak benzer olmayan eş yükseklikteki iki binanın bağlanmasında ise sönümleyicilerin etkisi çok az da olsa görülmüştür. B binası A binasına göre daha büyük kolon ve kiriş ölçüleri ile modellenmiştir. Dolayısıyla B binası daha rijit bir yapıya sahiptir. Bu iki komşu binanın bağlanmasıyla elde edilen taban kesme kuvveti oran grafikleri farklı sönümleme katsayılarına göre Şekil 315 ile Şekil 317 arasında sunulmuştur. Şekiller incelendiğinde B binasına göre daha az rijit olan A binasının bağlantıdan daha çok faydalandığı görülür. İki binanın grafikleri birlikte değerlendirildiğinde Tip II zemin türü haricindeki zemin türlerinde A binasında %8, B binasında ise Tip I zemin türü haricindeki zemin türlerinde %5'lere varan azalmalar görülür. A binasının kendisinden daha rijit olan B binasından daha çok fayda sağlamıştır.



Şekil 315. $H_B/H_A=1$ (b) için taban kesme kuvveti oran grafiği ($C_d=10^4$ N.s/m).

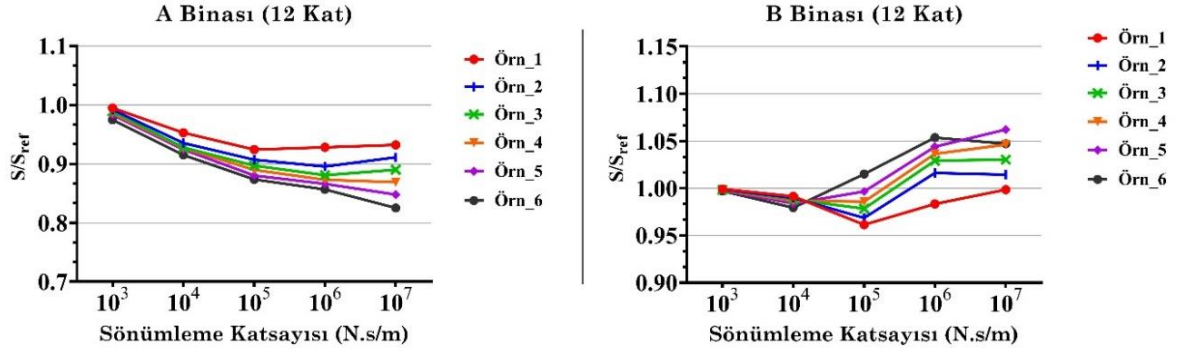


Şekil 316. $H_B/H_A=1$ (b) için taban kesme kuvveti oran grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).

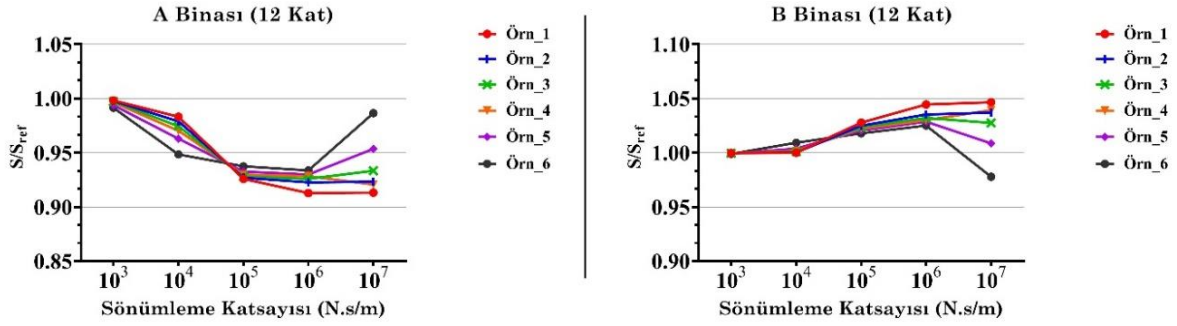


Şekil 317. $H_B/H_A=1$ (b) için taban kesme kuvveti oran grafiği ($C_d=10^6$ N.s/m).

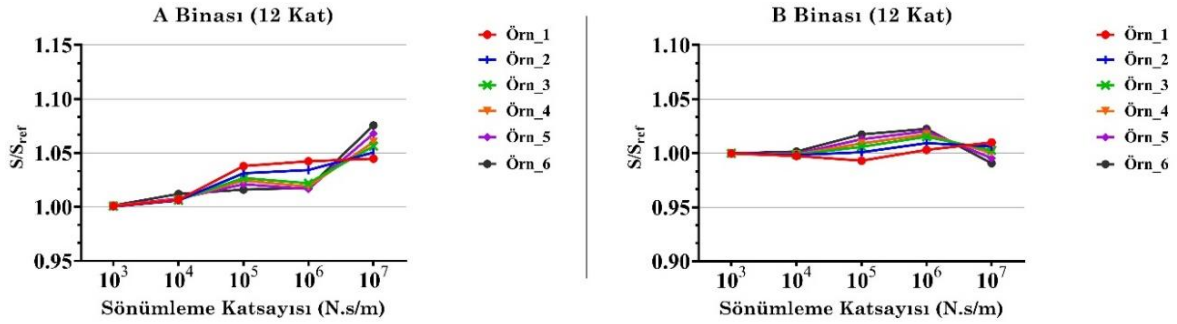
Cihaz sönümlleme katsayılarının ve bağlantı modellerinin binaların davranışına olan etkisi çok büyüktür. Bu nedenle $H_B/H_A=1$ (b) türü analizlerde SVS cihazlarının sönümlleme katsayısının ve bağlantı modellerinin taban kesme kuvvetine olan etkisini zemin türüne göre gösteren grafikler Şekil 318 ile Şekil 321 arasında verilmiştir. A ve B binasının grafikleri birlikte düşünülerek incelendiğinde meydana gelen taban kesme kuvveti sonuçlarına göre en etkili sonuçların ankastre ve Tip III zemin türleri için 10^5 N.s/m, Tip I için 10^4 N.s/m cihaz sönümlleme katsayısında alındığı görülür. Belirlenen cihaz sönümlleme katsayısına göre en etkili bağlantı modelinin ankastre ve Tip III zemin türü için Örnek 3, Tip I zemin türü için ise Örnek 5 olduğu söylenebilir. Tip II zemin türünde ise rezonanstan kaynaklı yüksek yer değiştirmeden kaynaklı herhangi bir sönümlleme katsayısının ve bağlantı modelinin etkili olduğu söylenemez.



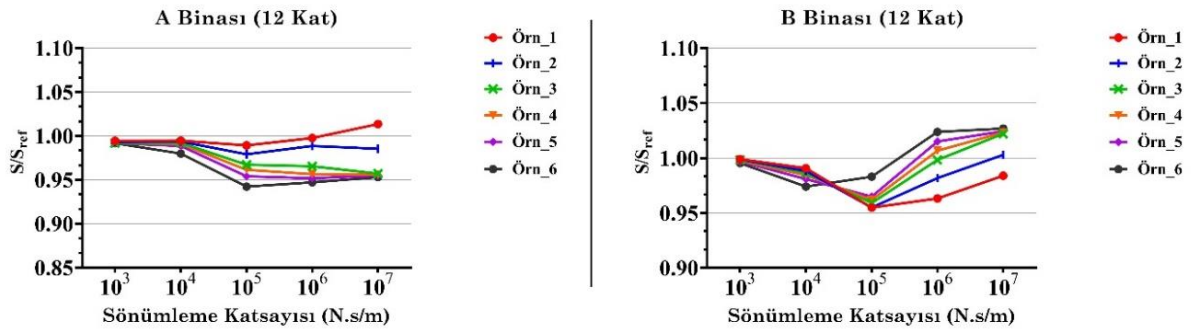
Şekil 318. $H_B/H_A=1$ (b) için taban kesme kuvveti açısından cihaz sönümleme katsayıları ve bağlantı modellerinin zemine ankastre olarak bağlı durumdaki komşu binalara etkileri.



Şekil 319. $H_B/H_A=1$ (b) için taban kesme kuvveti açısından cihaz sönümleme katsayıları ve bağlantı modellerinin Tip I üzerindeki komşu binalara etkileri.

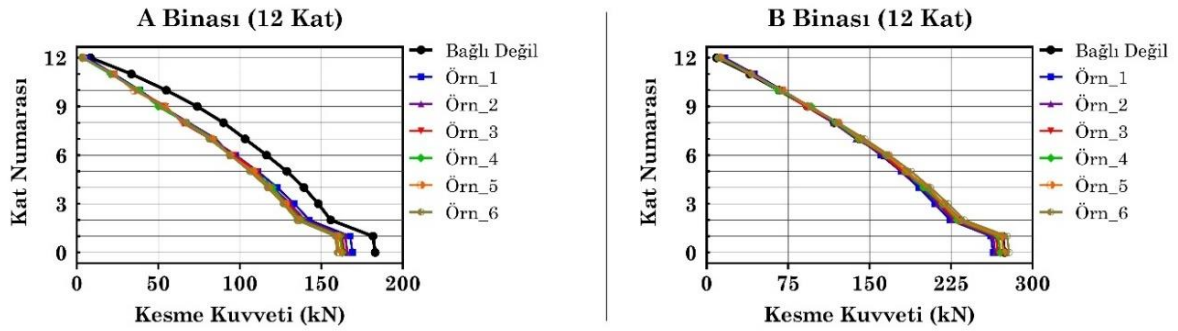


Şekil 320. $H_B/H_A=1$ (b) için taban kesme kuvveti açısından cihaz sönümleme katsayıları ve bağlantı modellerinin Tip II üzerindeki komşu binalara etkileri.

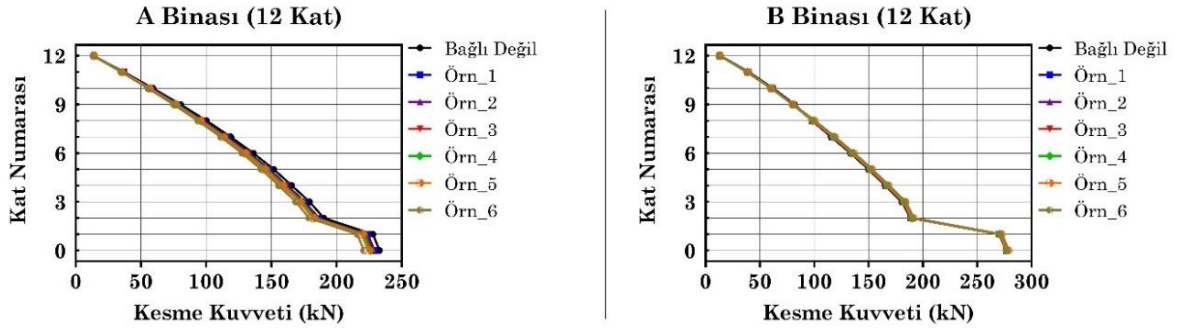


Şekil 321. $H_B/H_A=1$ (b) için taban kesme kuvveti açısından cihaz sönümleme katsayıları ve bağlantı modellerinin Tip III üzerindeki komşu binalara etkileri.

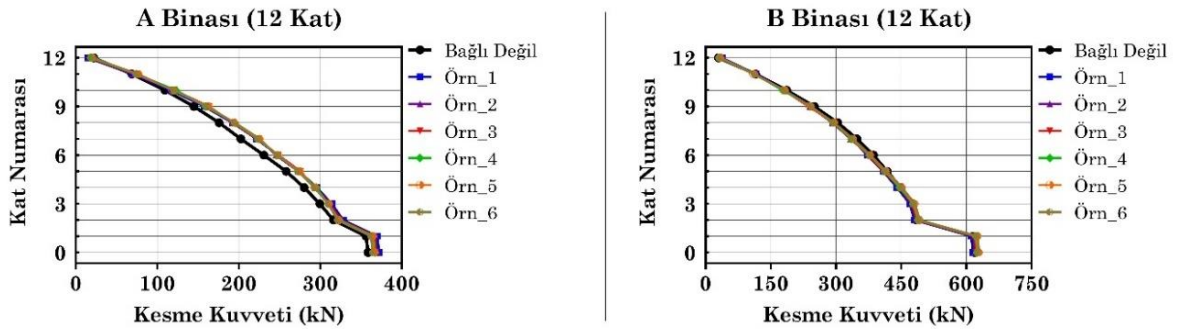
Kat hizasından SVS cihazlarıyla birbirine bağı A ve B binasının katlarında oluşan maksimum kesme kuvveti değerleri Şekil 322 ile Şekil 325 arasında verilmiştir. $H_B/H_A=1$ (b) türü analizleri için katların kesme kuvveti grafikleri her bir zemin türünde belirlenen etkili sönümleme katsayısına göre sunulmuştur. SVS cihazlarının etkisi bina tabanı ve orta yüksekliğine doğru daha etkili olurken, binaların üst tepe noktalarına doğru etkisini kaybetmektedir. $H_B/H_A=1$ (b) türü analizleri için belirlenen etkili sönümleme katsayısı ve bağlantı modeline göre tepe noktası kesme kuvveti değeri ankastre, Tip II ve Tip III zemin türünde A binasında sırasıyla %59, %20 ve %56 azalmış, B binasında ise %54, %19 ve %44 artmıştır. Tip I zemin türünde ise A binasında %36 artmış, B binasında ise %27 azalmıştır.



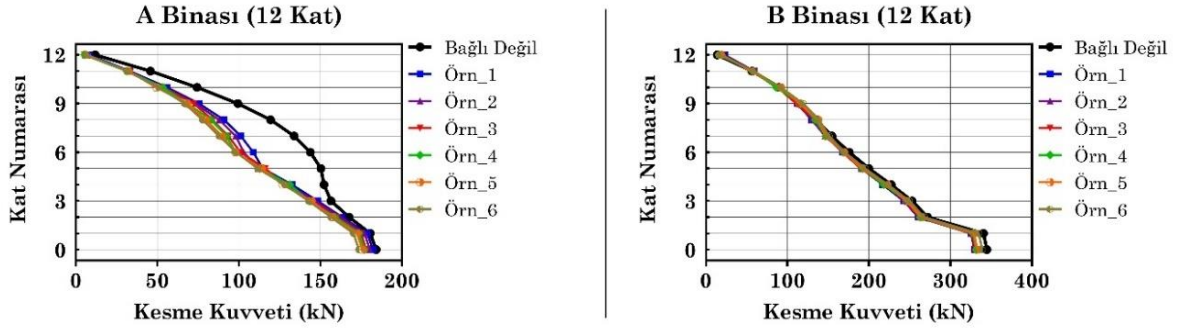
Şekil 322. $H_B/H_A=1$ (b) türü analizlerinde ankastre durumda SVS cihazlar ile bağılı binaların katlarında meydana gelen kesme kuvveti grafiğı ($C_d=10^5$ N.s/m).



Şekil 323. $H_B/H_A=1$ (b) türü analizlerinde Tip I zemin türü üzerinde SVS cihazlar ile bağılı binaların katlarında meydana gelen kesme kuvveti grafiğı ($C_d=10^4$ N.s/m).

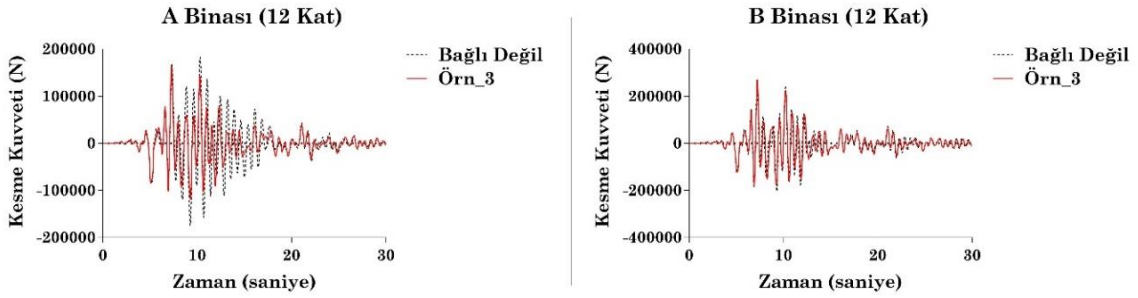


Şekil 324. $H_B/H_A=1$ (b) türü analizlerinde Tip II zemin türü üzerinde SVS cihazlar ile bağılı binaların katlarında meydana gelen kesme kuvveti grafiğı ($C_d=10^5$ N.s/m).

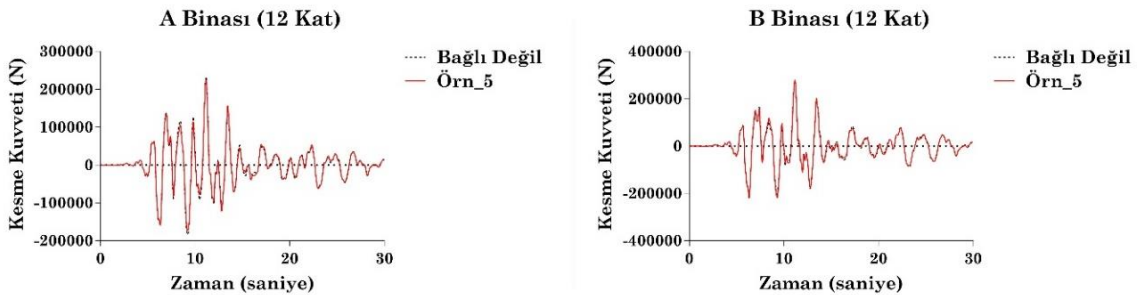


Şekil 325. $H_B/H_A=1$ (b) türü analizlerinde Tip III zemin türü üzerinde SVS cihazlar ile bağlı binaların katlarında meydana gelen kesme kuvveti grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).

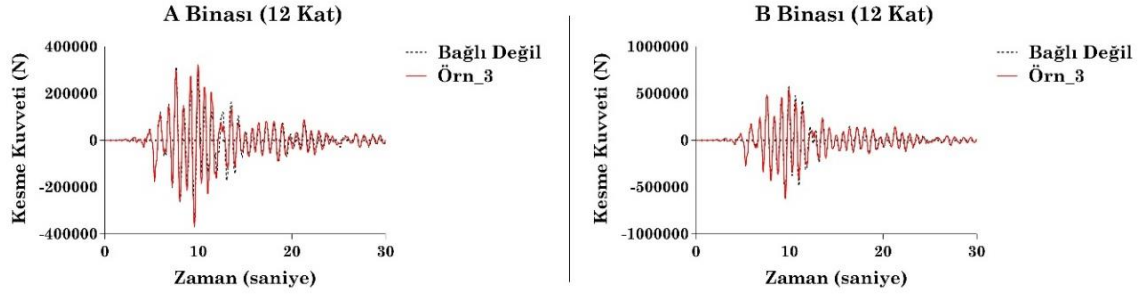
Taban kesme kuvvetinin deprem süresince etkisinin incelenmesi SVS cihazlarının etkinliğini iyi bir göstergesi olduğundan $H_B/H_A=1$ (b) türü analizler için belirlenen etkili parametrelere göre komşu binaların taban kesme kuvveti değerinin deprem süresi boyunca salınımı gösteren Taban Kesme Kuvveti-Zaman grafiği Şekil 326 ile Şekil 329 arasında verilmiştir. Grafikler incelendiğinde SVS cihazlarının sadece maksimum taban kesme kuvvetinin azalmasında değil deprem süresi boyunca etkili olduğu söylenebilir.



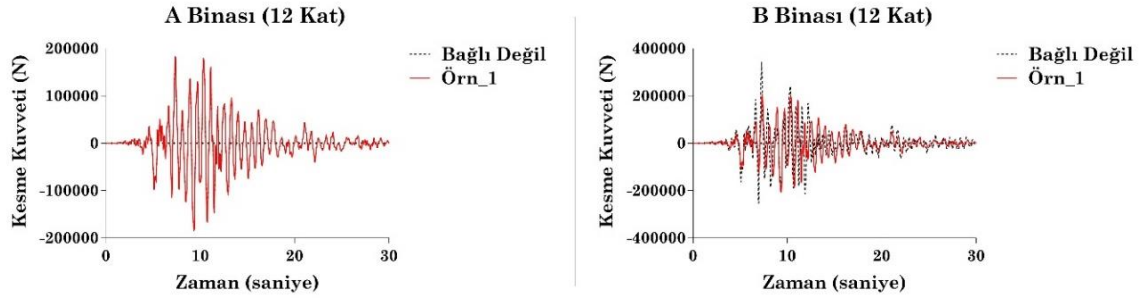
Şekil 326. $H_B/H_A=1$ (b) analizlerinde ankastre durumda SVS cihazlar ile birbirine bağlı binaların Taban Kesme Kuvveti-Zaman grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).



Şekil 327. $H_B/H_A=1$ (b) analizlerinde Tip I zemin türü üzerinde SVS cihazlar ile birbirine bağlı binaların Taban Kesme Kuvveti-Zaman grafiği ($C_d=10^4$ N.s/m).



Şekil 328. $H_B/H_A=1$ (b) analizlerinde Tip II zemin türü üzerinde SVS cihazlar ile birbirine bağlı binaların Taban Kesme Kuvveti–Zaman grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).

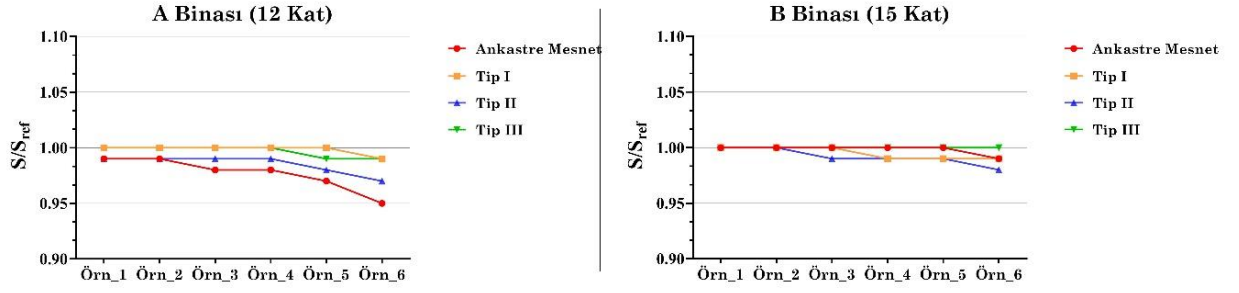


Şekil 329. $H_B/H_A=1$ (b) analizlerinde Tip III zemin türü üzerinde SVS cihazlar ile birbirine bağlı binaların Taban Kesme Kuvveti–Zaman grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).

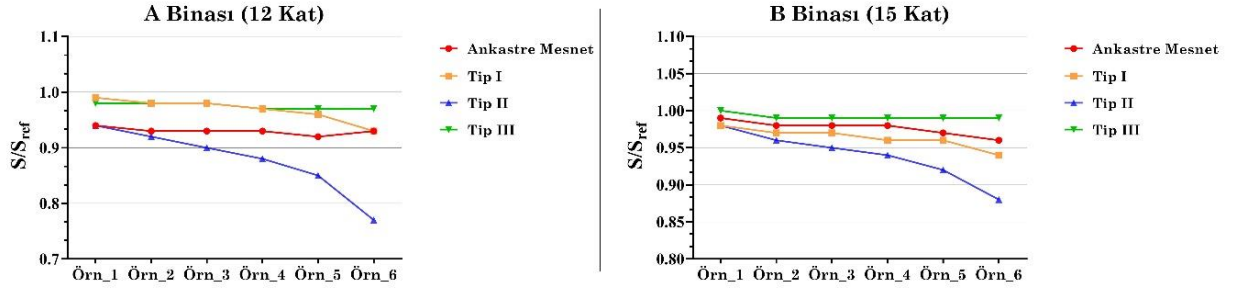
$H_B/H_A=1,25$ oranlı bağlı binaların kesme kuvveti açısından incelenmesi

12 katlı A binası ile 15 katlı B binası doğrusal SVS cihazlarıyla birbirine kat hizasından altı farklı bağlantı modeliyle bağlanmıştır. Bu bağlantının taban ve tepe kesme kuvvetlerine olan etkileri grafikler üzerinden ayrıntılı olarak incelenmiştir. Farklı sönümlleme katsayılarına sahip SVS cihazlarının etkisiyle $H_B/H_A=1,25$ (a) türü analizlerde meydana gelen taban kesme kuvveti oran grafikleri Şekil 330 ile Şekil 334 arasında verilmiştir. B binasının A binasına göre kütle, rijitlik ve frekans oranları sırasıyla 1,25; 0,77 ve 0,78’dir. Dolayısıyla A binası daha rijit ve yüksek frekanslı, B binası ise daha ağır ve uzundur.

Şekil 330 ve Şekil 331’de sırasıyla 10^3 N.s/m ve 10^4 N.s/m sönümlleme katsayılı cihazların taban kesme kuvveti oran grafikleri verilmiştir. Grafikler incelendiğinde SVS cihazlarının taban kesme kuvvetlerinin üzerindeki etkisi Örnek 6 bağlantı modelinde maksimuma ulaştığı görülür. Şekil 330 verilen taban kesme kuvveti oran grafiğinde A ve B binası için maksimum %2’e varan azalma meydana gelmiştir. Şekil 331 incelendiğinde etkili bağlantı modellerinde taban kesme kuvveti A ve B binasında sırasıyla ankastrede %7 ve %4, Tip I zemin türünde %7 ve %6, Tip II zemin türünde %23 ve %12 ve Tip III zemin türünde ise %3 ve %1 azaldığı görülür. 10^4 N.s/m sönümlleme katsayılı cihazlarla bağlı binalardan daha rijit ve kısa olan A binasının daha çok fayda gördüğü söylenebilir.

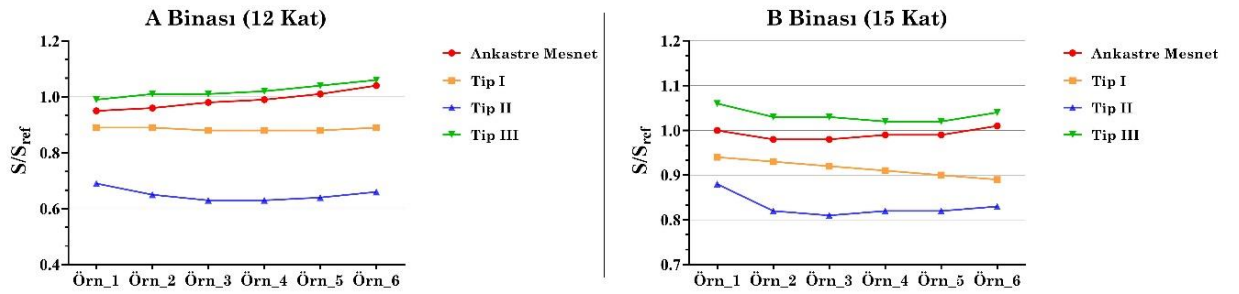


Şekil 330. $H_B/H_A=1,25$ (a) için taban kesme kuvveti oran grafiği ($C_d=10^3$ N.s/m).



Şekil 331. $H_B/H_A=1,25$ (a) için taban kesme kuvveti oran grafiği ($C_d=10^4$ N.s/m).

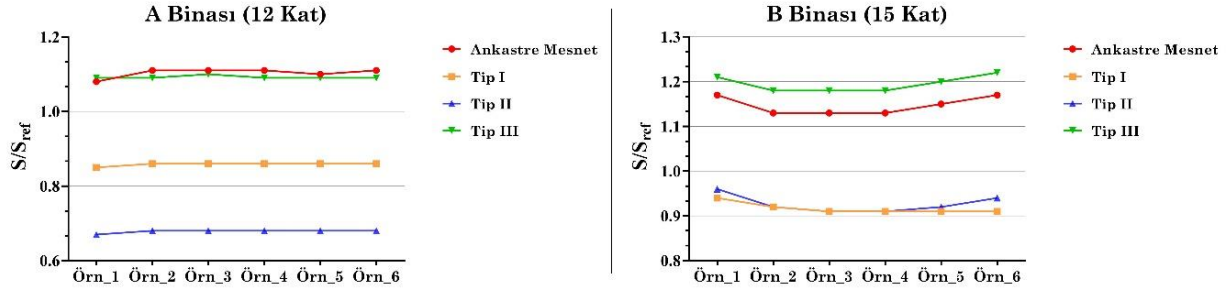
Şekil 332’de ise 10^5 N.s/m sönümleme katsayısına sahip SVS cihazlarının meydana getirdiği taban kesme kuvveti oran grafiği sunulmuştur. İki binanın grafikleri birlikte incelendiğinde en etkili bağlantı modelinin ankastre için Örnek 2, Tip I zemin türü için Örnek 5 ve Tip II zemin türü için ise Örnek 3 olduğu yorumu yapılabilir. Tip III zemin türünde ise A ve B binasının SVS cihazlar ile bağlanması taban kesme kuvvetinde artışlara neden olduğundan uygun değildir. Şekil 332 incelendiğinde etkili bağlantı modellerinde taban kesme kuvveti A ve B binasında sırasıyla ankastrede %4 ve %2, Tip I zemin türünde %12 ve %10 ve Tip II zemin türünde %37 ve %19 azaldığı görülür.



Şekil 332. $H_B/H_A=1,25$ (a) için taban kesme kuvveti oran grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).

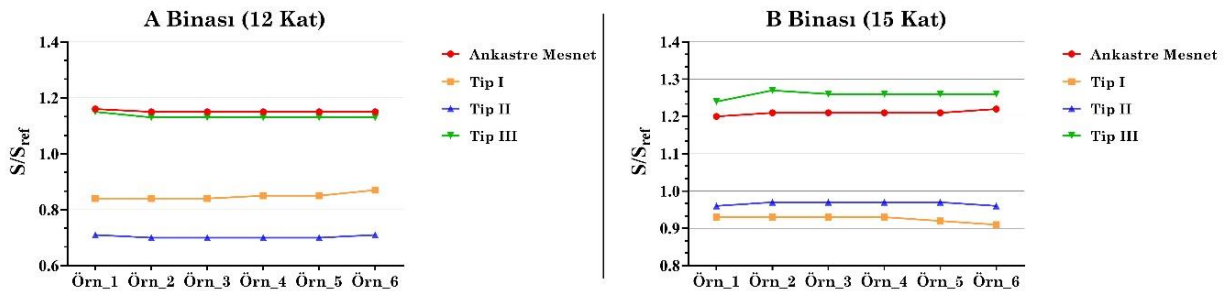
Şekil 333’de 10^6 N.s/m sönümleme katsayısına sahip SVS cihazlarının meydana getirdiği taban kesme kuvveti oran grafiği sunulmuştur. İki binanın grafikleri birlikte incelendiğinde en etkili bağlantı modelinin Tip I ve Tip II zemin türleri için Örnek 2 olduğu yorumu yapılabilir. Ankastre mesnet üzerinde ve Tip III zemin türünde ise A ve B binasının SVS cihazlar ile bağlanması taban kesme kuvvetinde artışlara neden olmuştur. Dolayısıyla

kesme kuvvetleri açısından $H_B/H_A=1,25$ (a) türü modellerinin 10^6 N.s/m sönümleme katsayısına sahip SVS cihazlarıyla birbirine bağlanması ankastre ve Tip III zemin türünde uygun değildir. Grafik incelendiğinde etkili bağlantı modellerinde meydana gelen taban kesme kuvveti A ve B binasında sırasıyla Tip I zemin türünde %14 ve %8 ve Tip II zemin türünde %32 ve %9 azaldığı görülür.



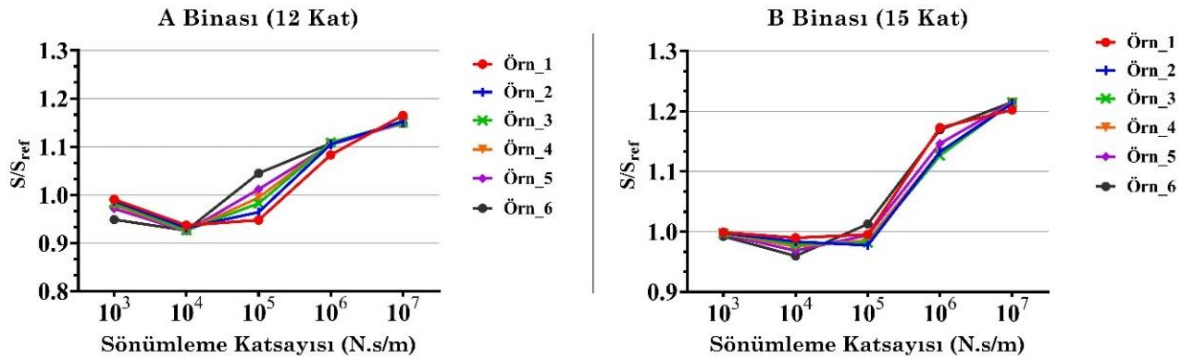
Şekil 333. $H_B/H_A=1,25$ (a) için taban kesme kuvveti oran grafiği ($C_d=10^6$ N.s/m).

Şekil 334’de 10^7 N.s/m sönümleme katsayısına sahip SVS cihazlarının meydana getirdiği taban kesme kuvveti oran grafiği sunulmuştur. İki binanın grafikleri birlikte incelendiğinde en etkili bağlantı modelinin Tip I ve Tip II zemin türleri için Örnek 1 olduğu yorumu yapılabilir. Ankastre mesnet üzerinde ve Tip III zemin türünde ise A ve B binasının SVS cihazlar ile bağlanması taban kesme kuvvetinde artışlara neden olmuştur. Dolayısıyla kesme kuvvetleri açısından $H_B/H_A=1,25$ (a) türü modellerinin 10^7 N.s/m sönümleme katsayısına sahip SVS cihazlarıyla birbirine bağlanması ankastre ve Tip III zemin türünde uygun değildir. Şekil 323’de etkili bağlantı modellerinde taban kesme kuvveti A ve B binasında sırasıyla Tip I zemin türünde %16 ve %7 ve Tip II zemin türünde %29 ve %4 azaldığı görülür. Bazı zemin türlerinde 10^5 N.s/m sönümleme katsayılı cihazlarla bağlı binalardan daha rijit ve kısa olan A binasının daha çok fayda gördüğü söylenebilir. Aynı zamanda bu bağlantı zeminlerin yapılar etkisinin çok ne şekilde ortaya koymuştur. Sadece ankastre olarak bağlı yapılarda yapılacak olan analizlerin mühendisleri nasıl yanıtacağının iyi açık bir göstergesi olmuştur. Bu yüzden yapı zemin etkileşimi muhakkak dikkate alınmalıdır.

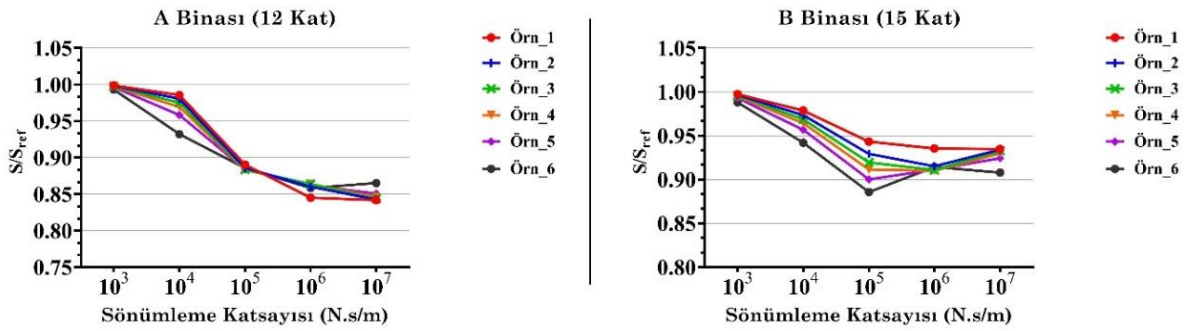


Şekil 334. $H_B/H_A=1,25$ (a) için taban kesme kuvveti oran grafiği ($C_d=10^7$ N.s/m).

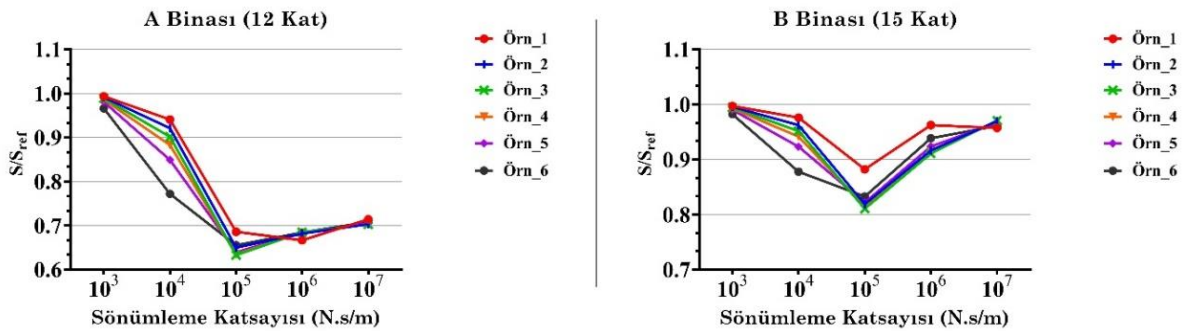
Cihaz sönümleme katsayılarının ve bağlantı modellerinin binaların davranışına olan etkisi çok büyüktür. Bu nedenle $H_B/H_A=1,25$ (a) türü analizlerde SVS cihazlarının sönümleme katsayısının ve bağlantı modellerinin taban kesme kuvvetine olan etkisini zemin türüne göre gösteren grafikler Şekil 335 ile Şekil 338 arasında verilmiştir. A ve B binasının grafikleri birlikte düşünülerek incelendiğinde meydana gelen taban kesme kuvveti sonuçlarına göre en etkili sonuçların ankastre ve Tip III zemin türleri için 10^4 N.s/m, Tip I ve Tip II zemin türü için 10^5 N.s/m cihaz sönümleme katsayısında alındığı görülür. Belirlenen cihaz sönümleme katsayısına göre en etkili bağlantı modelinin ankastre ve Tip I zemin türü için Örnek 6, Tip II ve Tip III zemin türü için ise Örnek 3 olduğu söylenebilir.



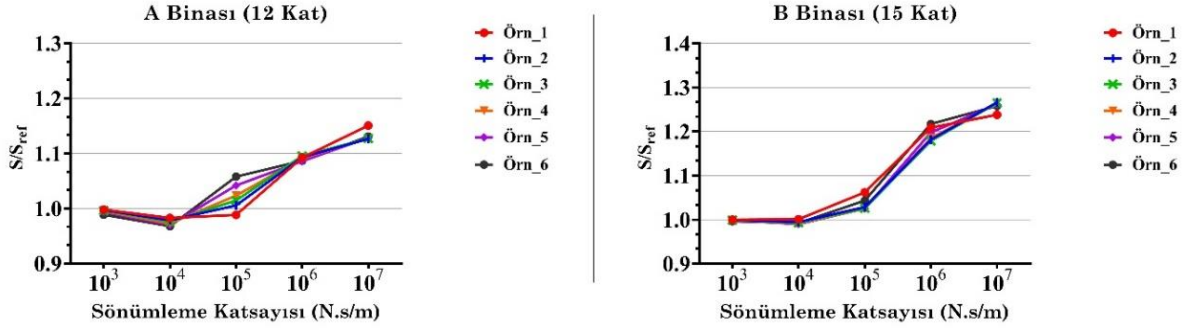
Şekil 335. $H_B/H_A=1,25$ (a) için taban kesme kuvveti açısından cihaz sönümleme katsayıları ve bağlantı modellerinin zemine ankastre olarak bağlı durumdaki komşu binalara etkileri.



Şekil 336. $H_B/H_A=1,25$ (a) için taban kesme kuvveti açısından cihaz sönümleme katsayıları ve bağlantı modellerinin Tip I üzerindeki komşu binalara etkileri.

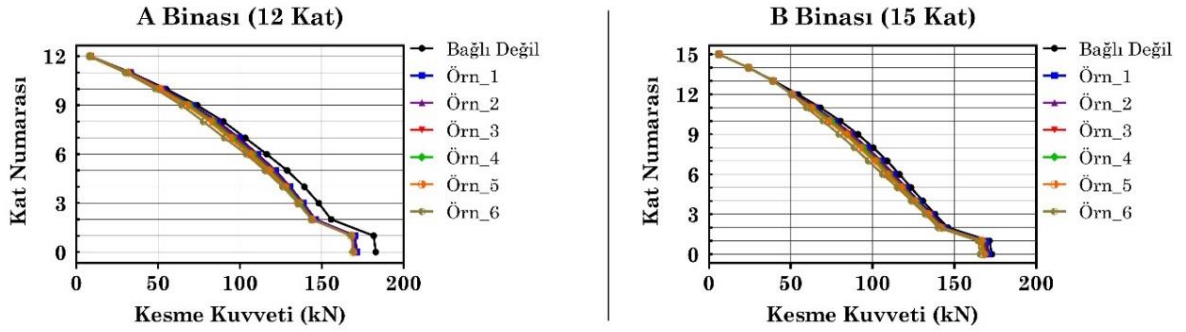


Şekil 337. $H_B/H_A=1,25$ (a) için taban kesme kuvveti açısından cihaz sönümleme katsayıları ve bağlantı modellerinin Tip II üzerindeki komşu binalara etkileri.

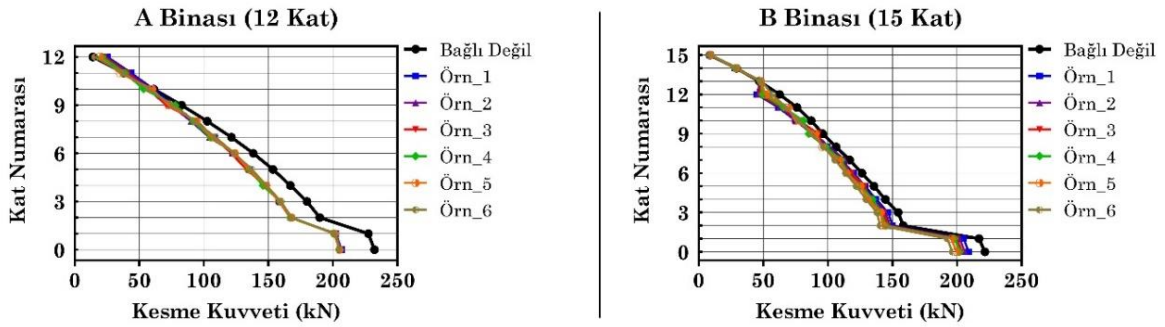


Şekil 338. $H_B/H_A=1,25$ (a) için taban kesme kuvveti açısından cihaz sönümleme katsayıları ve bağlantı modellerinin Tip III üzerindeki komşu binalara etkileri.

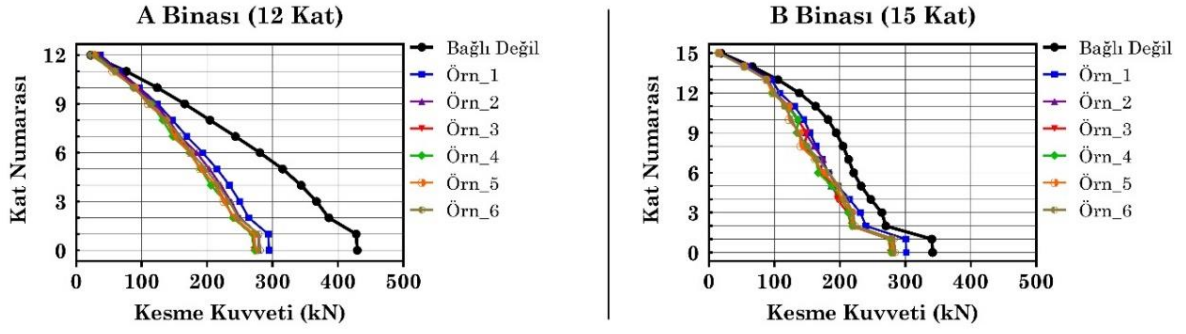
Kat hizasından SVS cihazlarıyla birbirine bağlı A ve B binasının katlarında oluşan maksimum kesme kuvveti $H_B/H_A=1,25$ (a) türü analizleri için etkili sönümleme katsayısına göre Şekil 339 ile Şekil 342 arasında verilmiştir. SVS cihazlarının etkisi bina tabanında ve bina orta yüksekliğine doğru daha etkili olurken üst tepe noktalarına doğru etkisini kaybetmektedir. $H_B/H_A=1,25$ (a) türü analizleri için belirlenen etkili sönümleme katsayısı ve bağlantı modeline göre tepe noktası kesme kuvveti değeri Tip II zemin türünde A binasında %39 artmış, B binasında ise %18 azalmıştır. Ankastre mesnet ve Tip III zemin türünde ise A ve B binasında ise %, Tip I zemin türünde ise %10 artmıştır.



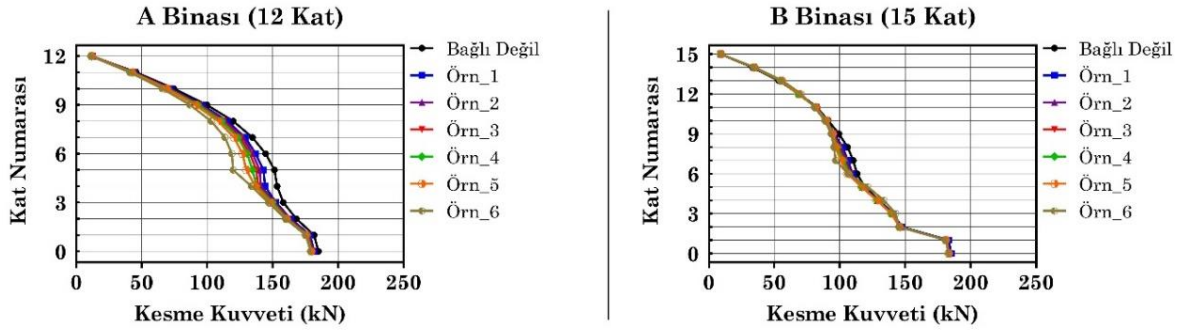
Şekil 339. $H_B/H_A=1,25$ (a) türü analizlerinde ankastre durumda SVS cihazlar ile bağlı binaların katlarında meydana gelen kesme kuvveti grafiği ($C_d=10^4$ N.s/m).



Şekil 340. $H_B/H_A=1,25$ (a) türü analizlerinde Tip I zemin türü üzerinde SVS cihazlar ile bağlı binaların katlarında meydana gelen kesme kuvveti grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).

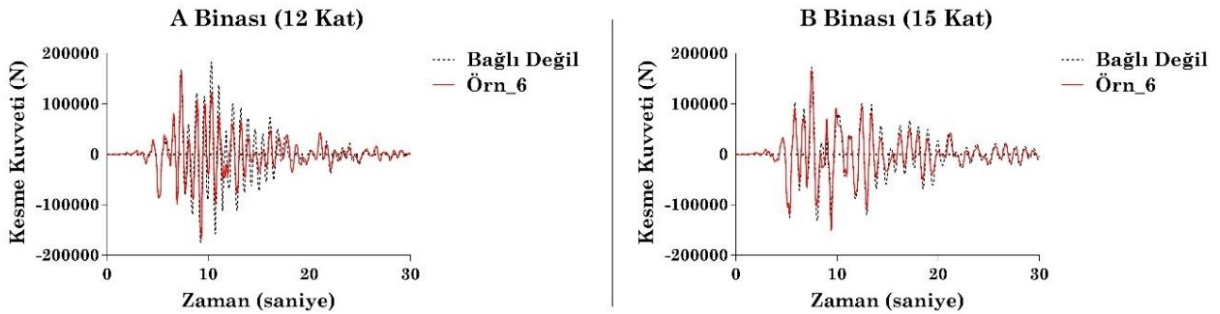


Şekil 341. $H_B/H_A=1,25$ (a) türü analizlerinde Tip II zemin türü üzerinde SVS cihazlar ile bağlı binaların katlarında meydana gelen kesme kuvveti grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).

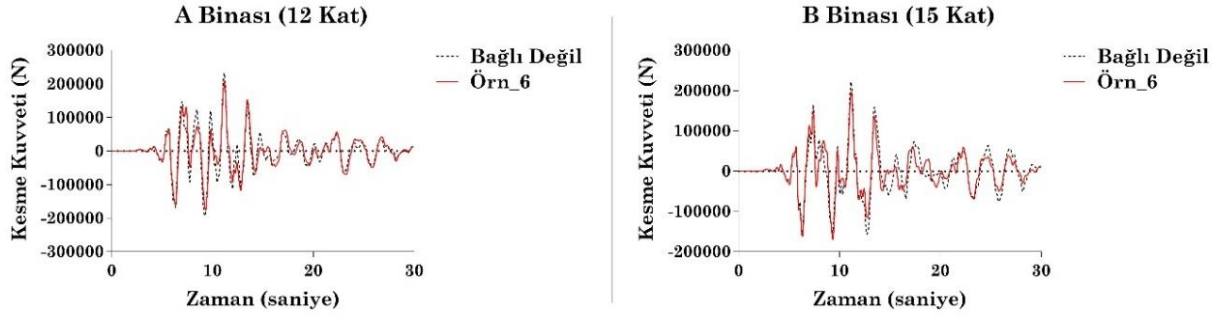


Şekil 342. $H_B/H_A=1,25$ (a) türü analizlerinde Tip III zemin türü üzerinde SVS cihazlar ile bağlı binaların katlarında meydana gelen kesme kuvveti grafiği ($C_d=10^4$ N.s/m).

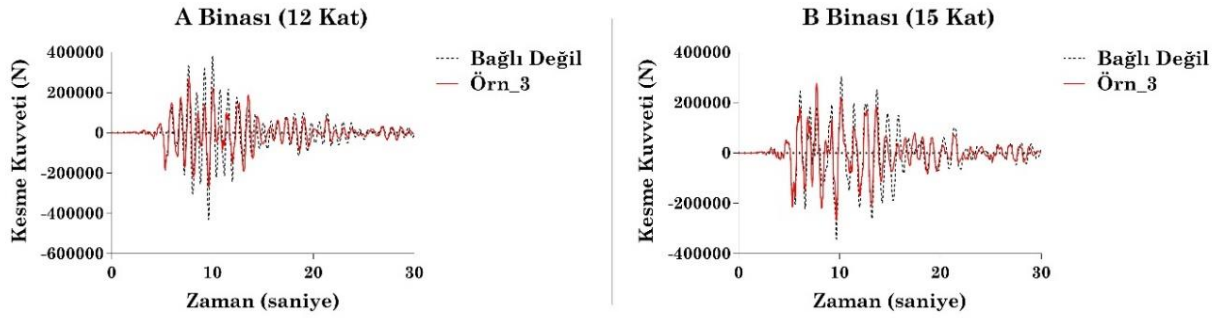
Taban kesme kuvvetinin deprem süresi boyunca etkisinin incelenmesi SVS cihazlarının etkinliğini iyi bir göstergesidir. Bu nedenle $H_B/H_A=1,25$ (a) türü analizler için belirlenen etkili parametrelere göre komşu binaların taban kesme kuvveti değerinin deprem hareketi boyunca salınımı gösteren Taban Kesme Kuvveti-Zaman grafiği Şekil 343 ile Şekil 346 arasında verilmiştir. Grafikler incelendiğinde SVS cihazlarının sadece maksimum taban kesme kuvvetinin azalmasında değil deprem süresi boyunca etkili olduğu söylenebilir.



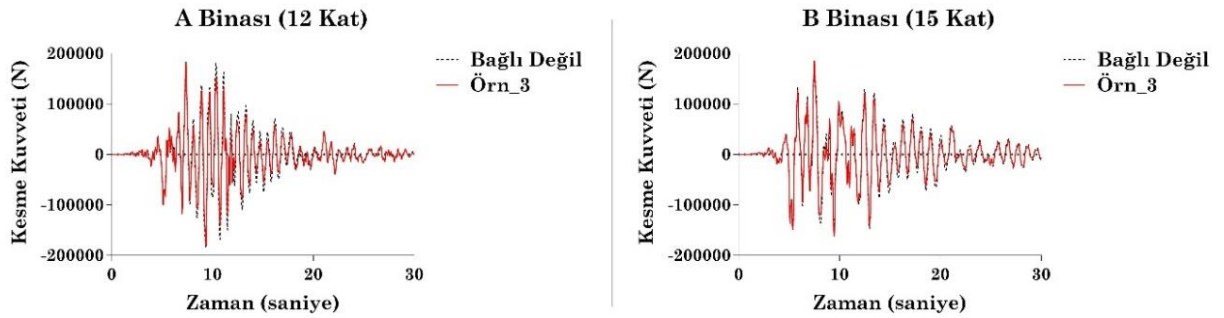
Şekil 343. $H_B/H_A=1,25$ (a) analizlerinde ankastre durumda SVS cihazlar ile birbirine bağlı binaların Taban Kesme Kuvveti-Zaman grafiği ($C_d=10^4$ N.s/m).



Şekil 344. $H_B/H_A=1,25$ (a) analizlerinde Tip I zemin türü üzerinde SVS cihazlar ile birbirine bağlı binaların Taban Kesme Kuvveti–Zaman grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).



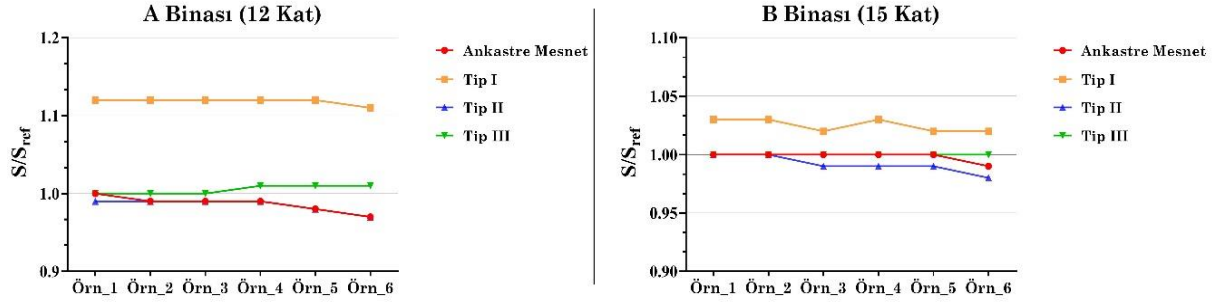
Şekil 345. $H_B/H_A=1,25$ (a) analizlerinde Tip II zemin türü üzerinde SVS cihazlar ile birbirine bağlı binaların Taban Kesme Kuvveti–Zaman grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).



Şekil 346. $H_B/H_A=1,25$ (a) analizlerinde Tip III zemin türü üzerinde SVS cihazlar ile birbirine bağlı binaların Taban Kesme Kuvveti–Zaman grafiği ($C_d=10^4$ N.s/m).

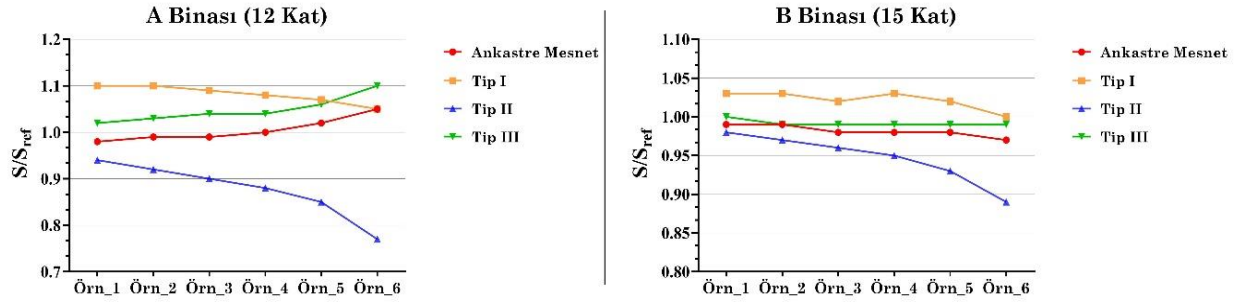
Farklı sönümlleme katsayılarına sahip SVS cihazlarının $H_B/H_A=1,25$ (b) türü analizlerde A ve B binalarına bağlanmasıyla meydana gelen taban kesme kuvveti oran grafikleri Şekil 347 ile Şekil 351 arasında verilmiştir. B binası daha ağır, rijit, uzun ve düşük frekansa sahiptir.

Şekil 347’de 10^3 N.s/m sönümlleme katsayılı cihazların etkisiyle A ve B binalarında farklı zemin türlerinde meydana gelen taban kesme kuvveti oran grafikleri verilmiştir. Grafik incelendiğinde taban kesme kuvveti açısından 10^3 N.s/m sönümlleme katsayılı cihazların Tip I zemin türü üzerindeki $H_B/H_A=1,25$ (b) türü modeller için uygun olmadığı görülür. Diğer zemin türlerinde ise özellikle B binasında SVS cihazlarının taban kesme kuvveti açısından etkisinin çok az olduğu görülür.



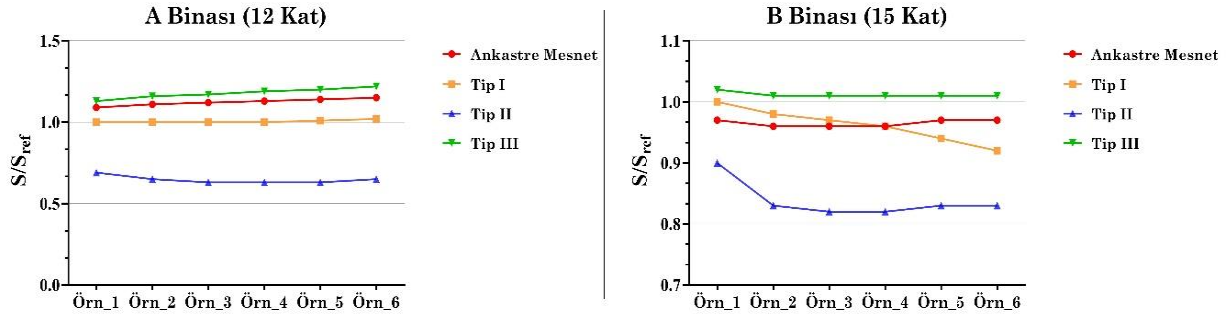
Şekil 347. $H_B/H_A=1,25$ (b) için taban kesme kuvveti oran grafiği ($C_d=10^3$ N.s/m).

Şekil 348’de 10^4 N.s/m sönümlleme katsayılı cihazların etkisiyle A ve B binalarında farklı zemin türlerinde meydana gelen taban kesme kuvveti oran grafikleri verilmiştir. Grafik incelendiğinde taban kesme kuvveti açısından 10^4 N.s/m sönümlleme katsayılı cihazların Tip I ve Tip III zemin türleri üzerindeki $H_B/H_A=1,25$ (b) türü modelleri için uygun olmadığı görülür. İki binanın grafikleri birlikte incelendiğinde ise ankastre ve Tip II zemin türü için en etkili bağlantı modelinin sırasıyla Örnek 3 ve Örnek 6 olduğu söylenebilir. Belirlenen bu bağlantı modellerine göre A ve B binasının taban kesme kuvveti değerinde sırasıyla ankastrede %2 ve %1, Tip II zemin türünde ise %23 ve %11 azalmıştır.



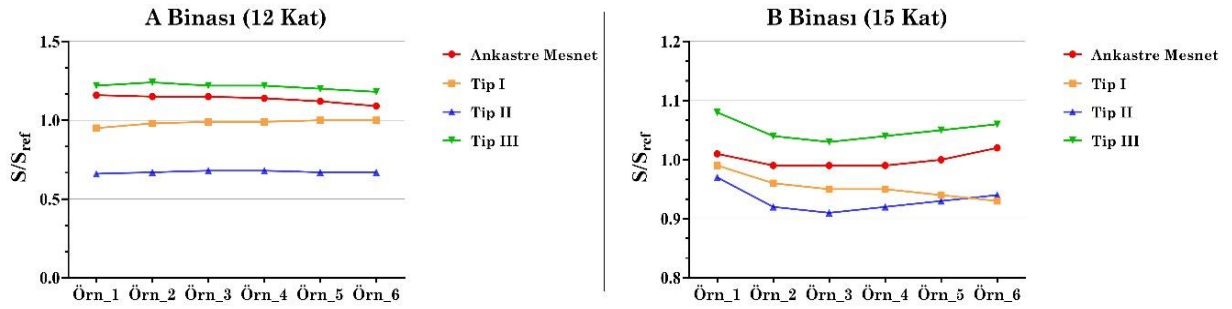
Şekil 348. $H_B/H_A=1,25$ (b) için taban kesme kuvveti oran grafiği ($C_d=10^4$ N.s/m).

Şekil 349’da ise 10^5 N.s/m sönümlleme katsayısına sahip SVS cihazlarının A ve B binalarında meydana getirdiği taban kesme kuvveti oran grafiği sunulmuştur. Grafik incelendiğinde taban kesme kuvveti açısından 10^5 N.s/m sönümlleme katsayılı cihazların ankastre, Tip I ve Tip III zemin türleri üzerindeki $H_B/H_A=1,25$ (b) türü modeller için uygun olmadığı görülür. Tip II zemin türü için iki binanın grafikleri birlikte incelendiğinde ise en etkili bağlantı modelinin Örnek 2 olduğu söylenebilir. Tip II zemin türünde ise A ve B binasının taban kesme kuvveti sırasıyla %35 ve %17 azalmıştır.



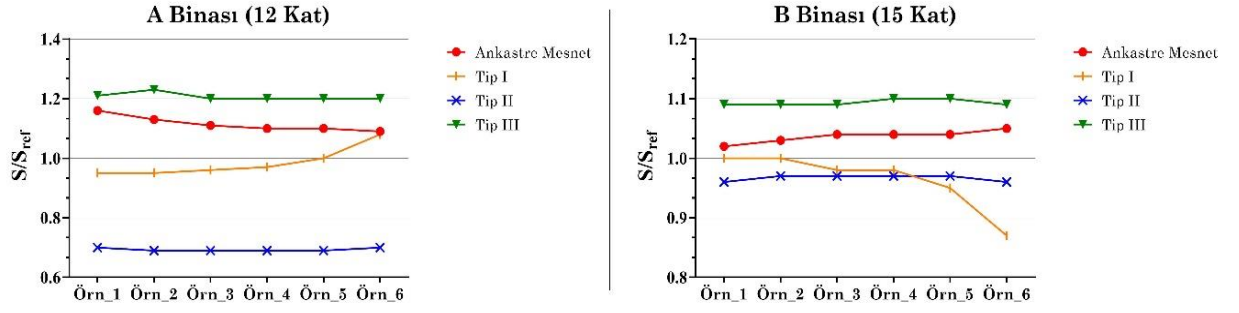
Şekil 349. $H_B/H_A=1,25$ (b) için taban kesme kuvveti oran grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).

Şekil 350’de 10^6 N.s/m sönümlleme katsayısına sahip SVS cihazlarının A ve B binalarında meydana getirdiği taban kesme kuvveti oran grafiği sunulmuştur. Grafik incelendiğinde taban kesme kuvveti açısından 10^6 N.s/m sönümlleme katsayılı cihazların ankastre ve Tip III zemin türleri üzerindeki $H_B/H_A=1,25$ (b) türü modeller için uygun olmadığı görülür. Tip I ve Tip II zemin türleri için iki binanın grafikleri birlikte incelendiğinde ise en etkili bağlantı modelinin Örnek 2 olduğu söylenebilir. Tip I zemin türünde A ve B binasının taban kesme kuvveti sırasıyla %2 ve %4, Tip II zemin türünde ise %33 ve %8 azalmıştır.



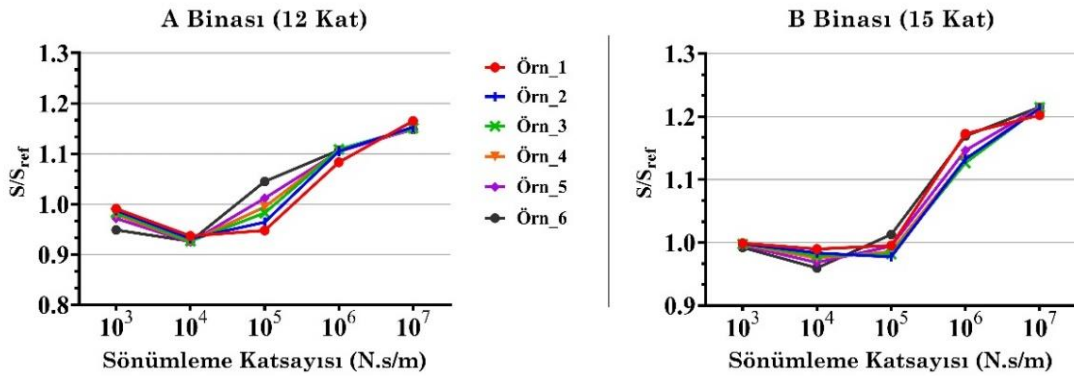
Şekil 350. $H_B/H_A=1,25$ (b) için taban kesme kuvveti oran grafiği ($C_d=10^6$ N.s/m).

Şekil 351’de 10^7 N.s/m sönümlleme katsayısına sahip SVS cihazlarının A ve B binalarında meydana getirdiği taban kesme kuvveti oran grafiği sunulmuştur. Grafik incelendiğinde taban kesme kuvveti açısından 10^7 N.s/m sönümlleme katsayılı cihazların ankastre ve Tip III zemin türleri üzerindeki $H_B/H_A=1,25$ (b) türü modeller için uygun olmadığı görülür. Tip I ve Tip II zemin türleri için iki binanın grafikleri birlikte incelendiğinde ise en etkili bağlantı modelinin sırasıyla Örnek 3 ve Örnek 1 olduğu söylenebilir. Tip I zemin türünde A ve B binasının taban kesme kuvveti sırasıyla %4 ve %2, Tip II zemin türünde ise %30 ve %4 azalmıştır.

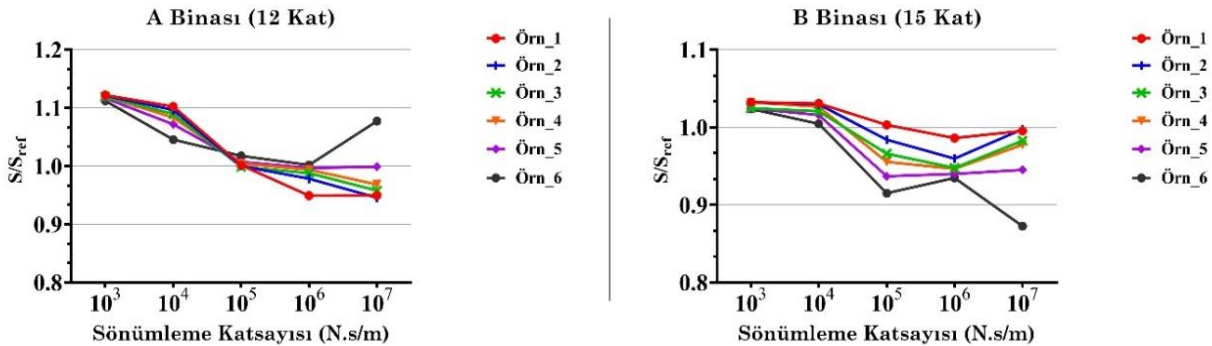


Şekil 351. $H_B/H_A=1,25$ (b) için taban kesme kuvveti oran grafiği ($C_d=10^7$ N.s/m).

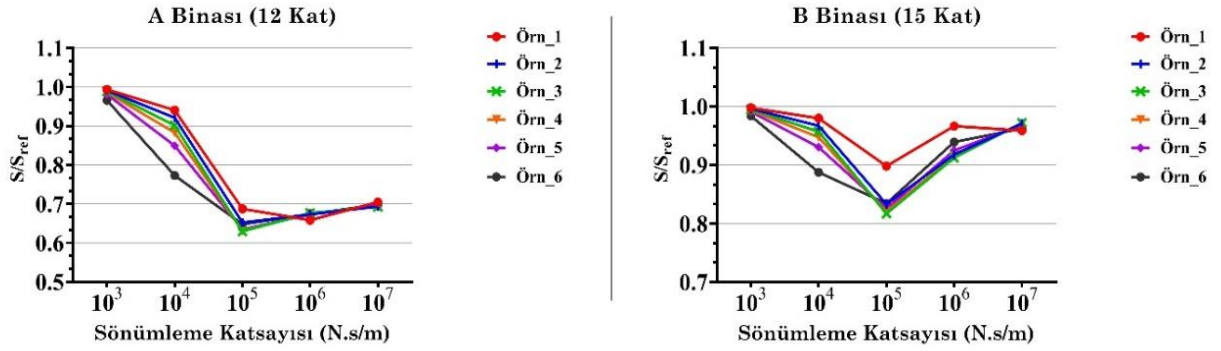
$H_B/H_A=1,25$ (b) türü analizlerde SVS cihazlarının sönümleme katsayısının ve bağlantı modellerinin taban kesme kuvvetine olan etkisini zemin türüne göre gösteren grafikler Şekil 352 ile Şekil 355 arasında verilmiştir. A ve B binasının grafikleri birlikte düşünülerek incelendiğinde meydana gelen taban kesme kuvveti sonuçlarına göre en etkili sonuçların ankastre için 10^4 N.s/m, Tip I için 10^6 N.s/m ve Tip II için 10^5 N.s/m cihaz sönümleme katsayısında alındığı görülür. Tip III zemin türünde $H_B/H_A=1,25$ (b) modellerinin SVS cihazlar ile bağlanması taban kesme kuvveti açısından uygun değildir. Belirlenen cihaz sönümleme katsayısına göre en etkili bağlantı modelinin ankastre için Örnek 6, Tip I ve Tip II zemin türü için ise Örnek 3 olduğu söylenebilir.



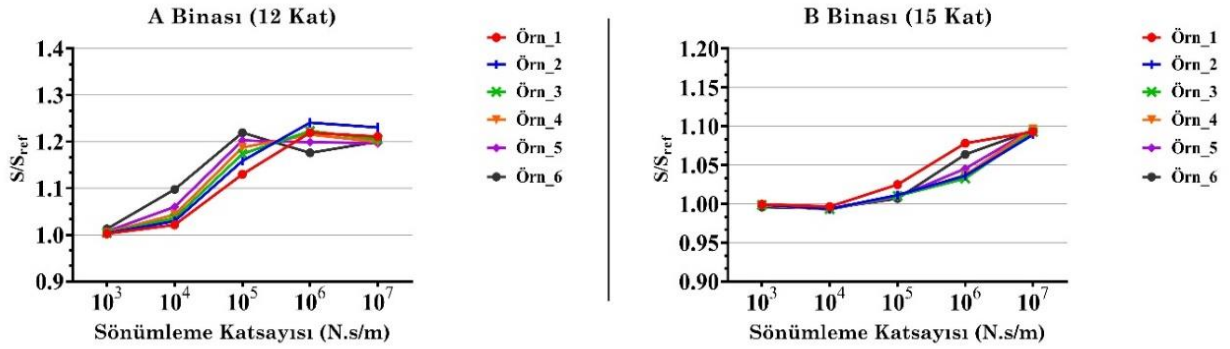
Şekil 352. $H_B/H_A=1,25$ (b) için taban kesme kuvveti açısından cihaz sönümleme katsayıları ve bağlantı modellerinin zemine ankastre olarak bağlı durumdaki komşu binalara etkileri.



Şekil 353. $H_B/H_A=1,25$ (b) için taban kesme kuvveti açısından cihaz sönümleme katsayıları ve bağlantı modellerinin Tip I üzerindeki komşu binalara etkileri.

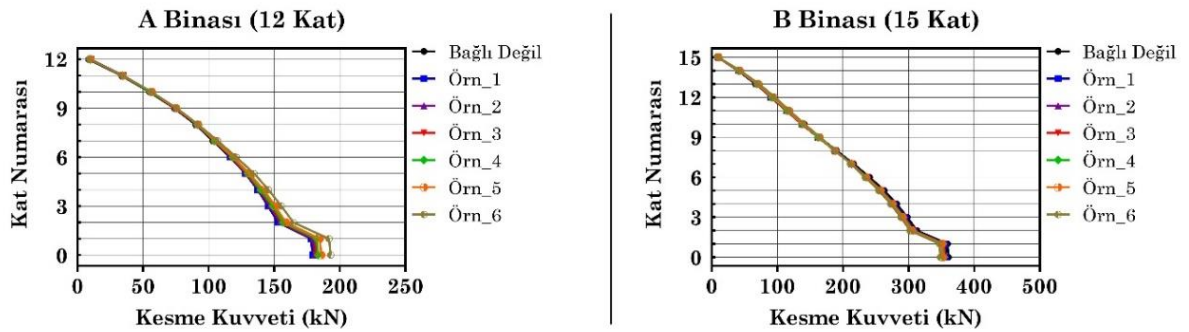


Şekil 354. $H_B/H_A=1,25$ (b) için taban kesme kuvveti açısından cihaz sönümleme katsayıları ve bağlantı modellerinin Tip II üzerindeki komşu binalara etkileri.

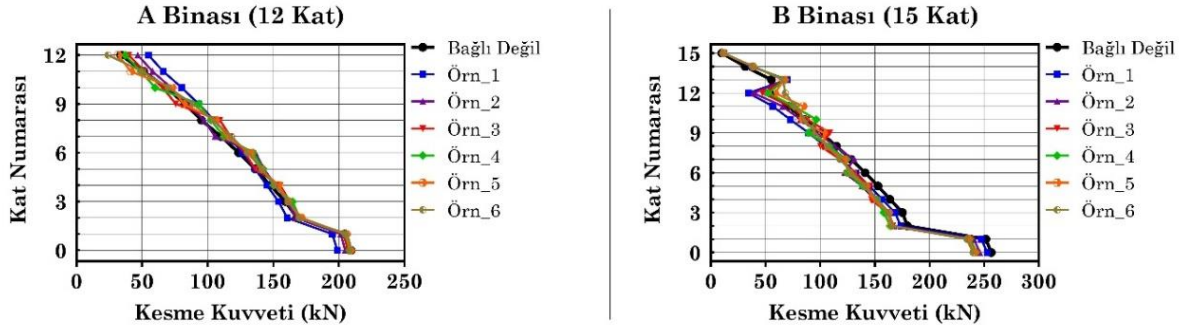


Şekil 355. $H_B/H_A=1,25$ (b) için taban kesme kuvveti açısından cihaz sönümleme katsayıları ve bağlantı modellerinin Tip III üzerindeki komşu binalara etkileri.

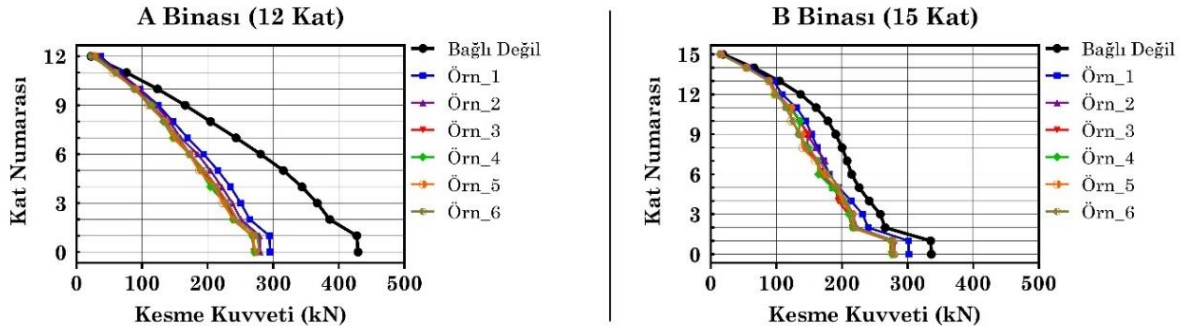
$H_B/H_A=1,25$ (b) türü analizleri için katların kesme kuvveti grafikleri her bir zemin türünde belirlenen etkili sönümleme katsayısına göre Şekil 356 ile Şekil 359 arasında verilmiştir. SVS cihazlarının etkisi bina tabanında ve bina orta yüksekliğine doğru daha etkili olurken üst tepe noktalarına doğru etkisini kaybetmektedir. $H_B/H_A=1,25$ (b) türü analizleri için belirlenen etkili sönümleme katsayısı ve bağlantı modeline göre tepe noktası kesme kuvveti değeri Tip II zemin türünde A binasında %39 artmış, B binasında ise %18 azalmıştır. Ankastre mesnet ve Tip III zemin türünde ise A ve B binasında ise %2, Tip I zemin türünde ise %10 artmıştır.



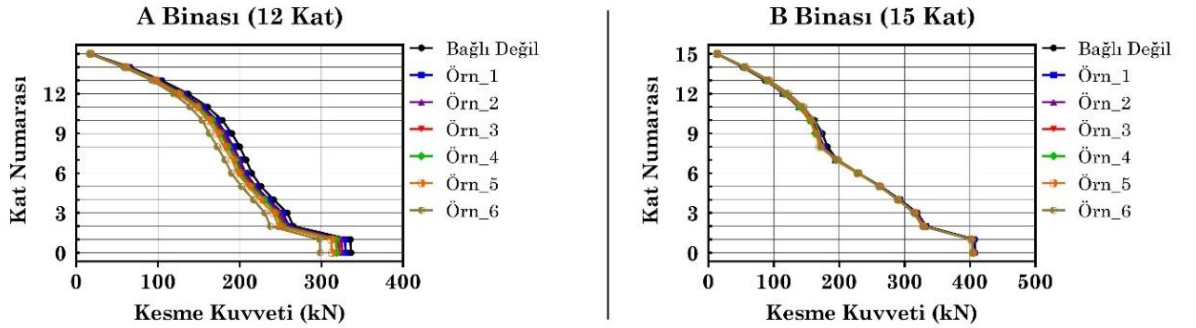
Şekil 356. $H_B/H_A=1,25$ (b) türü analizlerinde ankastre durumda SVS cihazlar ile bağlı binaların katlarında meydana gelen kesme kuvveti grafiği ($C_d=10^4$ N.s/m).



Şekil 357. $H_B/H_A=1,25$ (b) türü analizlerinde Tip I zemin türü üzerinde SVS cihazlar ile bağlı binaların katlarında meydana gelen kesme kuvveti grafiği ($C_d=10^6$ N.s/m).

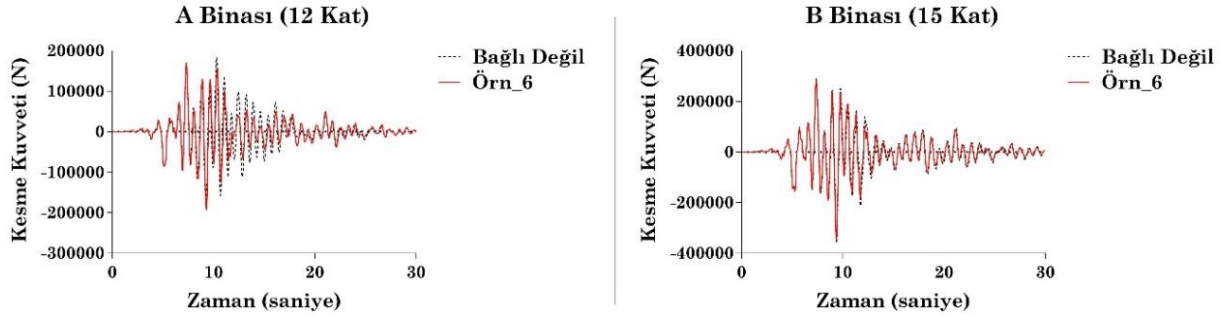


Şekil 358. $H_B/H_A=1,25$ (b) türü analizlerinde Tip II zemin türü üzerinde SVS cihazlar ile bağlı binaların katlarında meydana gelen kesme kuvveti grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).

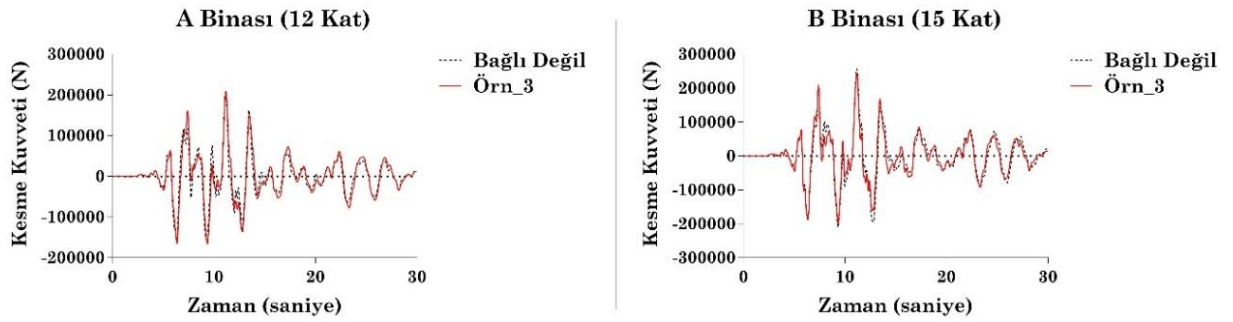


Şekil 359. $H_B/H_A=1,25$ (b) türü analizlerinde Tip III zemin türü üzerinde SVS cihazlar ile bağlı binaların katlarında meydana gelen kesme kuvveti grafiği ($C_d=10^4$ N.s/m).

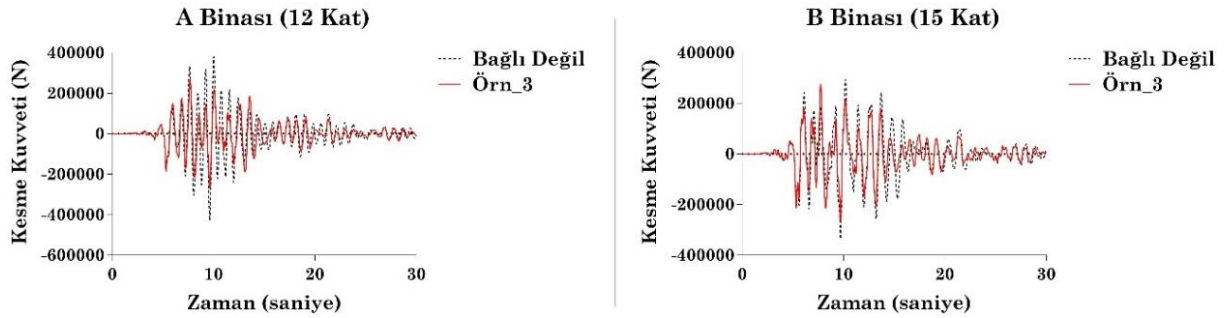
Taban kesme kuvvetinin deprem süresi boyunca etkisinin incelenmesi SVS cihazlarının etkinliğini iyi bir göstergesi olduğundan $H_B/H_A=1,25$ (b) türü analizler için belirlenen etkili parametrelere göre komşu binaların taban kesme kuvveti değerinin deprem hareketi boyunca salınımı gösteren Taban Kesme Kuvveti-Zaman grafiği Şekil 360 ile Şekil 363 arasında verilmiştir. Grafikler incelendiğinde SVS cihazlarının sadece maksimum taban kesme kuvvetinin azalmasında değil deprem süresi boyunca etkili olduğu söylenebilir.



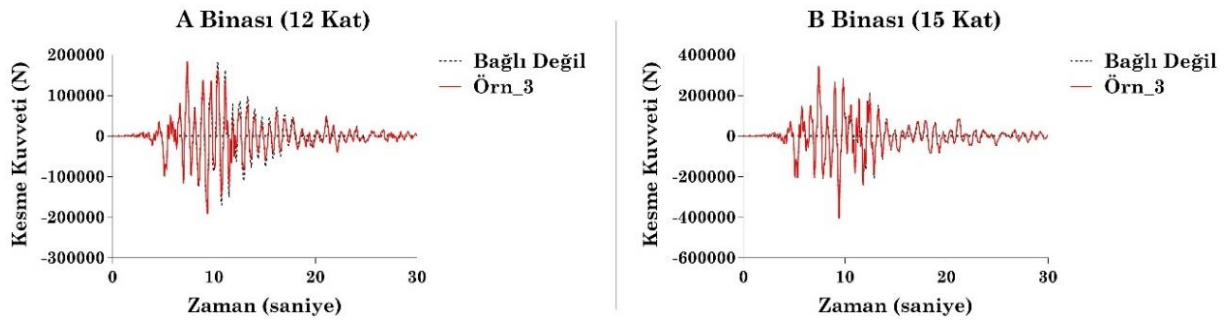
Şekil 360. $H_B/H_A=1,25$ (a) analizlerinde ankastre durumda SVS cihazlar ile birbirine bağlı binaların Taban Kesme Kuvveti–Zaman grafiği ($C_d=10^4$ N.s/m).



Şekil 361. $H_B/H_A=1,25$ (b) analizlerinde Tip I zemin türü üzerinde SVS cihazlar ile birbirine bağlı binaların Taban Kesme Kuvveti–Zaman grafiği ($C_d=10^6$ N.s/m).



Şekil 362. $H_B/H_A=1,25$ (b) analizlerinde Tip II zemin türü üzerinde SVS cihazlar ile birbirine bağlı binaların Taban Kesme Kuvveti–Zaman grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).

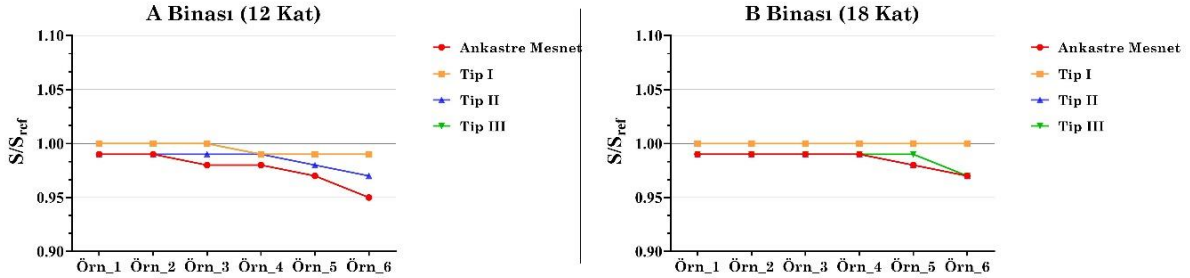


Şekil 363. $H_B/H_A=1,25$ (b) analizlerinde Tip III zemin türü üzerinde SVS cihazlar ile birbirine bağlı binaların Taban Kesme Kuvveti–Zaman grafiği ($C_d=10^4$ N.s/m).

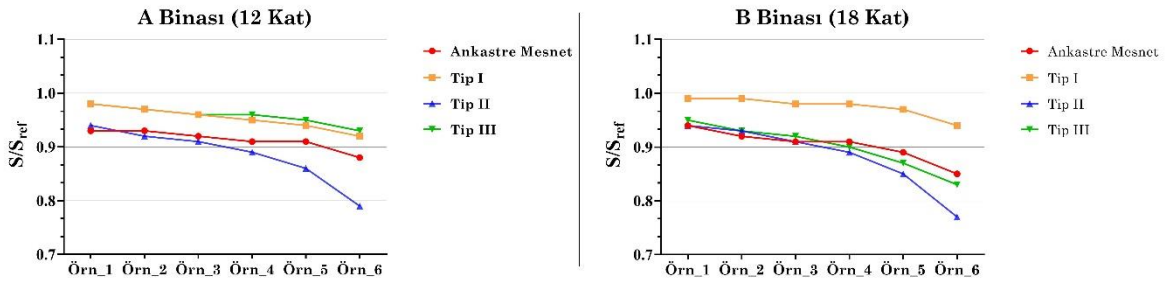
$H_B/H_A=1,5$ oranlı bağı binaların kesme kuvveti açısından incelenmesi

12 katlı A binası ile 18 katlı B binası doğrusal SVS cihazlarıyla birbirine kat hizasından altı farklı bağlantı modeliyle bağlanmıştır. Bu bağlantının taban ve tepe kesme kuvvetlerine olan etkileri grafikler üzerinden ayrıntılı olarak incelenmiştir. Farklı sönümleme katsayılarına sahip SVS cihazlarının etkisiyle $H_B/H_A=1,5$ (a) türü analizlerde meydana gelen taban kesme kuvveti oran grafikleri Şekil 364 ile Şekil 368 arasında verilmiştir. B binasının A binasına göre kütle, rijitlik ve frekans oranları sırasıyla 1,51; 0,61 ve 0,64'dür. Dolayısıyla A binası daha rijit, B binası ise daha düşük frekanslı, ağır ve uzundur.

Şekil 364 ve Şekil 365'de sırasıyla 10^3 N.s/m ve 10^4 N.s/m sönümleme katsayılı cihazların meydana getirdiği taban kesme kuvveti oran grafikleri verilmiştir. Grafikler incelendiğinde SVS cihazlarının taban kesme kuvvetlerinin üzerindeki etkisi tüm zemin türlerinde Örnek 6 bağlantı modelinde maksimuma ulaştığı söylenebilir. Şekil 364'de verilen taban kesme kuvveti oran grafiğinde A veya B binası için maksimum %4'e varan azalma meydana gelmiştir. Şekil 365'de ise etkili bağlantı modelinde A ve B binasında meydana gelen taban kesme kuvvetinin sırasıyla ankastrede %12 ve %15, Tip I zemin türünde %8 ve %6, Tip II zemin türünde %21 ve %23 ve Tip III zemin türünde ise %7 ve %17 azaldığı görülür.



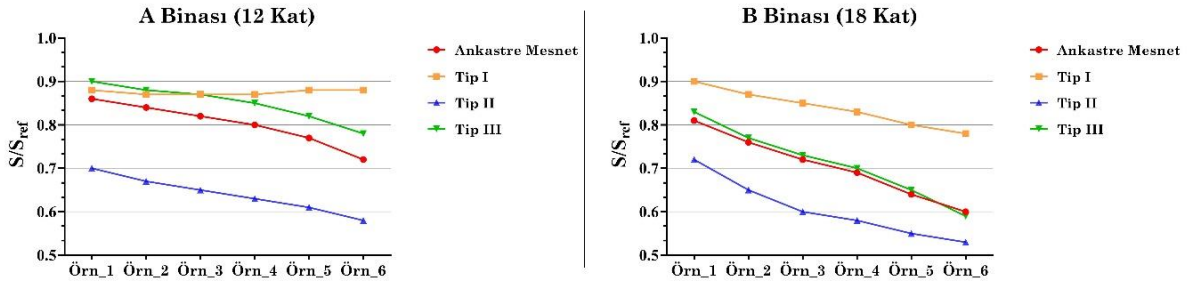
Şekil 364. $H_B/H_A=1,5$ (a) için taban kesme kuvveti oran grafiği ($C_d=10^3$ N.s/m).



Şekil 365. $H_B/H_A=1,5$ (a) için taban kesme kuvveti oran grafiği ($C_d=10^4$ N.s/m).

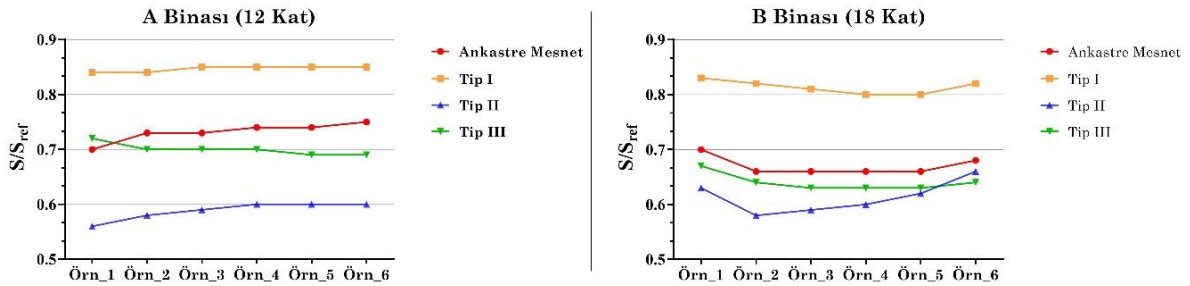
Şekil 366'da ise 10^5 N.s/m sönümleme katsayısına sahip SVS cihazlarının meydana getirdiği taban kesme kuvveti oran grafiği sunulmuştur. İki binanın grafikleri birlikte düşünülerek incelendiğinde SVS cihazlarının taban kesme kuvvetlerinin üzerindeki etkisi tüm zemin türlerinde Örnek 6 bağlantı modelinde maksimuma ulaştığı söylenebilir. Etkili bağlantı

modelinde A ve B binasında meydana gelen taban kesme kuvvetinin sırasıyla ankastrede %28 ve %40, Tip I zemin türünde %12 ve %22, Tip II zemin türünde %42 ve %47 ve Tip III zemin türünde ise %22 ve %41 azaldığı görülür. Bu bağlantıdan daha az rijit ve uzun olan B binasının daha çok faydalandığı söylenebilir.



Şekil 366. H_B/H_A=1,5 (a) için taban kesme kuvveti oran grafiği (C_d=10⁵ N.s/m).

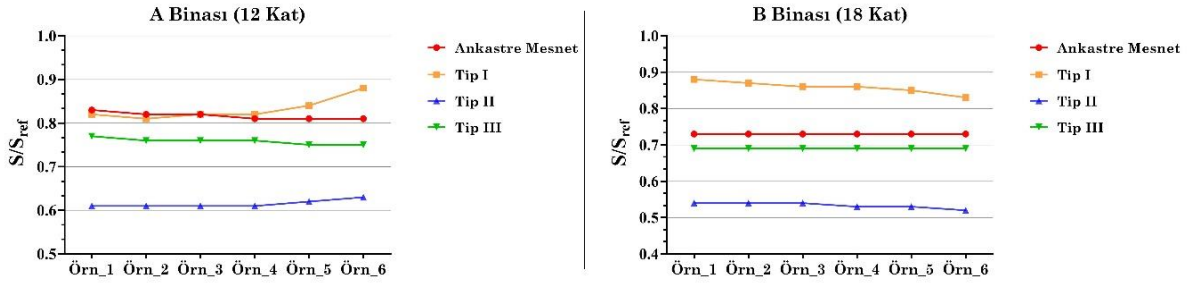
Şekil 367'de 10⁶ N.s/m sönümleme katsayısına sahip SVS cihazlarının meydana getirdiği taban kesme kuvveti oran grafiği sunulmuştur. İki binanın grafikleri birlikte düşünülerek incelendiğinde SVS cihazlarının taban kesme kuvvetlerinin üzerindeki etkisi tüm zemin türlerinde Örnek 2 bağlantı modelinde maksimuma ulaştığı yorumu yapılabilir. Etkili bağlantı modelinde A ve B binasında meydana gelen taban kesme kuvvetinin sırasıyla ankastrede %27 ve %34, Tip I zemin türünde %16 ve %18, Tip II zemin türünde %42 ve %43 ve Tip III zemin türünde ise %30 ve %36 azaldığı görülür. Bu bağlantıdan daha az rijit ve uzun olan B binasının daha çok faydalandığı söylenebilir. 10⁵ N.s/m sönümleme katsayısına sahip cihazlardan elde edilen sonuçlara çok yakın sonuçlar elde edilmiştir. Dolayısıyla bu parametrelerle bağlantının daha ekonomik olduğu dikkatlerden kaçmamalıdır.



Şekil 367. H_B/H_A=1,5 (a) için taban kesme kuvveti oran grafiği (C_d=10⁶ N.s/m).

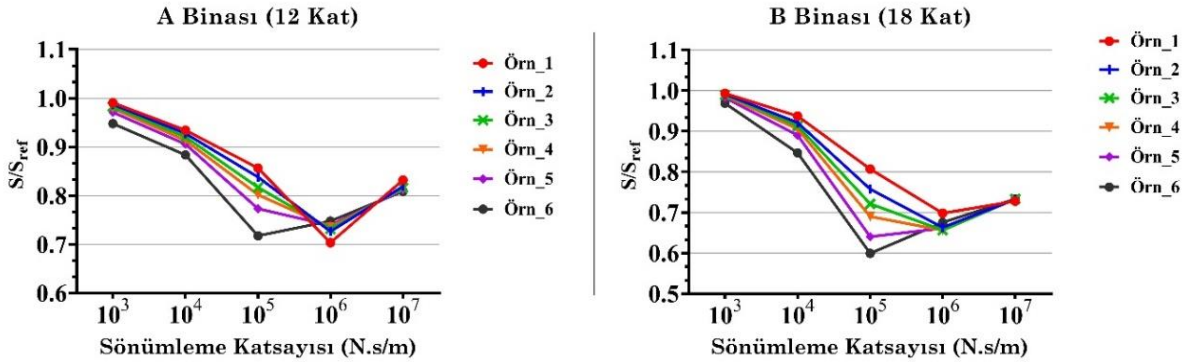
Şekil 368'de 10⁷ N.s/m sönümleme katsayısına sahip SVS cihazlarının meydana getirdiği taban kesme kuvveti oran grafiği sunulmuştur. İki binanın grafikleri birlikte düşünülerek incelendiğinde SVS cihazlarının taban kesme kuvvetlerinin üzerindeki etkisi tüm zemin türlerinde Örnek 2 bağlantı modelinde maksimuma ulaştığı yorumu yapılabilir. Etkili bağlantı modelinde A ve B binasında meydana gelen taban kesme kuvvetinin sırasıyla ankastrede %18 ve %27, Tip I zemin türünde %19 ve %13, Tip II zemin türünde %39 ve %46

ve Tip III zemin türünde ise %24 ve %31 azaldığı görülür. Bu bağlantıdan daha az rijit ve uzun olan B binasının daha çok faydalandığı söylenebilir.

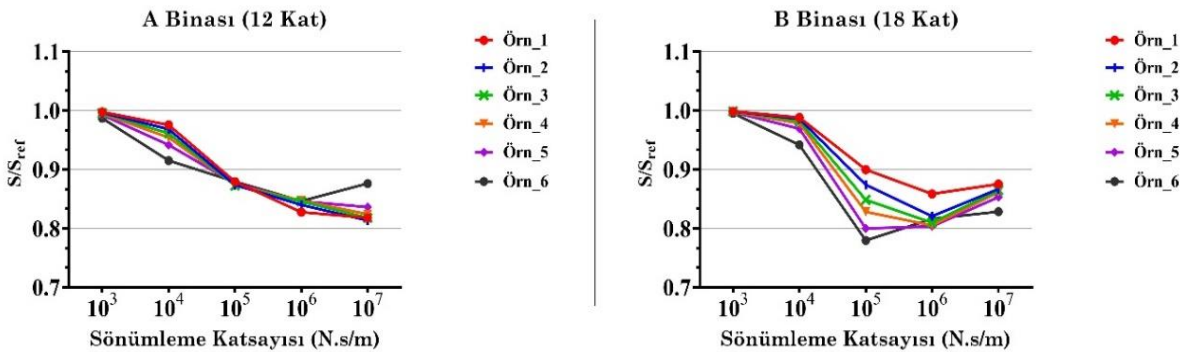


Şekil 368. $H_B/H_A=1,5$ (a) için taban kesme kuvveti oran grafiği ($C_d=10^7$ N.s/m).

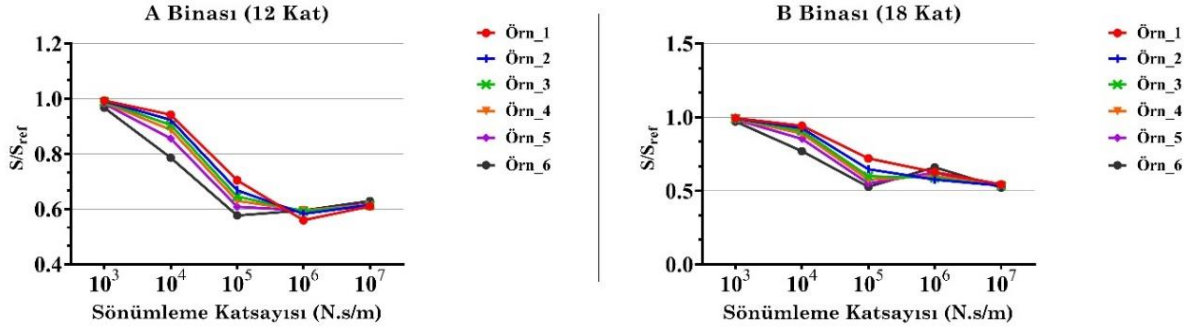
$H_B/H_A=1,5$ (a) türü analizlerde SVS cihazlarının sönümleme katsayısının ve bağlantı modellerinin taban kesme kuvvetine olan etkisini zemin türüne göre gösteren grafikler Şekil 369 ile Şekil 372 arasında verilmiştir. A ve B binasının grafikleri birlikte düşünülerek incelendiğinde meydana gelen taban kesme kuvveti sonuçlarına göre en etkili sonuçların ankastr ve Tip II zemin türünde 10^5 N.s/m, Tip I ve Tip III zemin türlerinde 10^6 N.s/m cihaz sönümleme katsayısında alındığı görülür. Belirlenen cihaz sönümleme katsayılarına göre en etkili bağlantı modelinin ankastr ve Tip II zemin türü için Örnek 6, Tip I ve Tip III zemin türü için ise Örnek 2 olduğu söylenebilir.



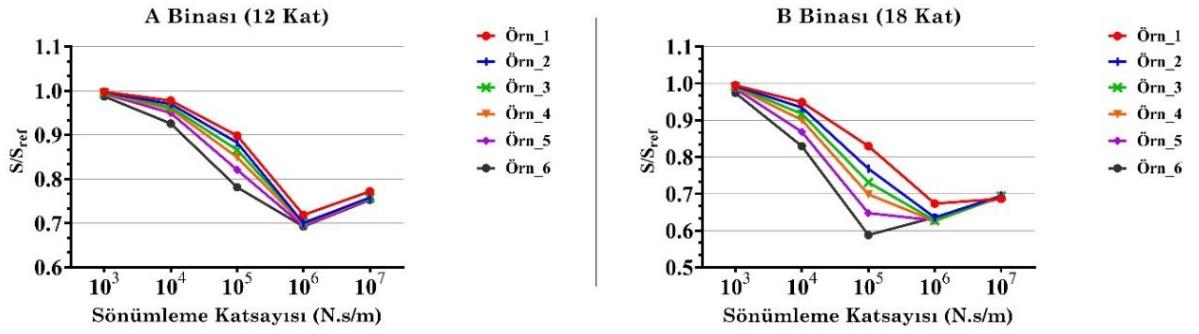
Şekil 369. $H_B/H_A=1,5$ (a) için taban kesme kuvveti açısından cihaz sönümleme katsayıları ve bağlantı modellerinin zemine ankastr olarak bağlı durumdaki komşu binalara etkileri.



Şekil 370. $H_B/H_A=1,5$ (a) için taban kesme kuvveti açısından cihaz sönümleme katsayıları ve bağlantı modellerinin Tip I üzerindeki komşu binalara etkileri.

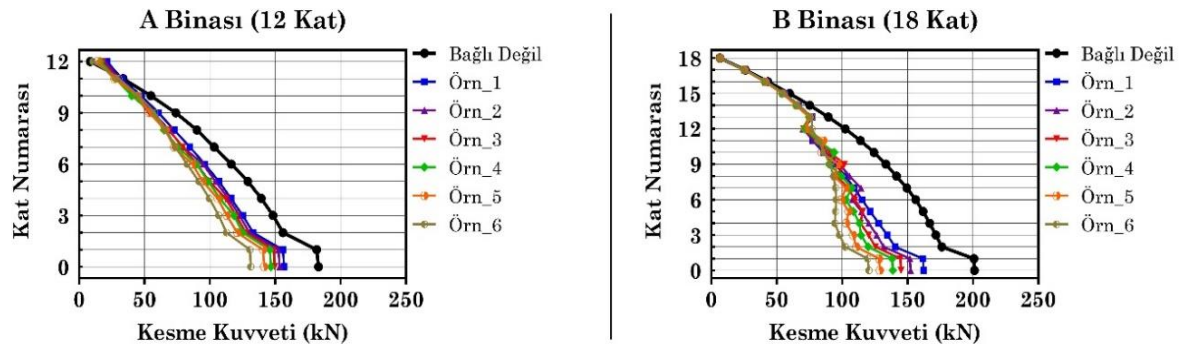


Şekil 371. $H_B/H_A=1,5$ (a) için taban kesme kuvveti açısından cihaz sönümleme katsayıları ve bağlantı modellerinin Tip II üzerindeki komşu binalara etkileri.

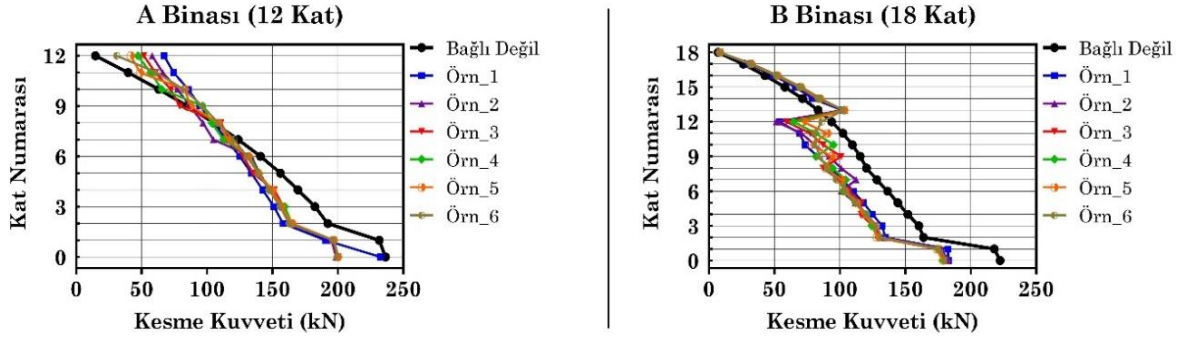


Şekil 372. $H_B/H_A=1,5$ (a) için taban kesme kuvveti açısından cihaz sönümleme katsayıları ve bağlantı modellerinin Tip III üzerindeki komşu binalara etkileri.

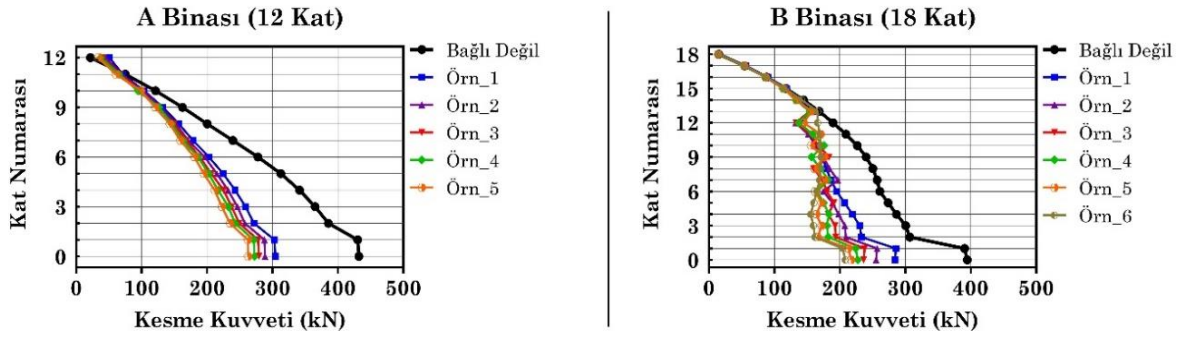
Kat hizasından SVS cihazlarıyla birbirine bağlı A ve B binasının katlarında oluşan maksimum kesme kuvveti değerleri Şekil 373 ile Şekil 376 arasında verilmiştir. $H_B/H_A=1,5$ (a) türü analizleri için katların kesme kuvveti grafikleri her bir zemin türünde belirlenen etkili sönümleme katsayısına göre sunulmuştur. SVS cihazlarının etkisi bina tabanında ve bina orta yüksekliğine doğru daha etkili olurken üst tepe noktalarına doğru etkisini kaybetmektedir. $H_B/H_A=1,5$ (a) türü analizleri için belirlenen etkili sönümleme katsayısı ve bağlantı modeline göre tepe noktası kesme kuvveti değeri ankastre olarak bağlı A ve B binasında sırasıyla %24 ve %2 artmıştır. Tip I, Tip II ve Tip III zemin türlerinde ise A binasında sırasıyla %143, %22, %79 artmış ve B binasında ise sırasıyla %6, %2, %1 azalmıştır.



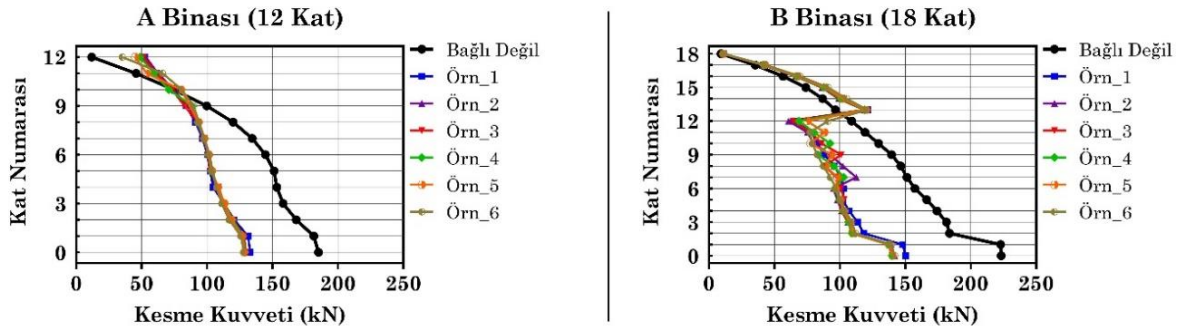
Şekil 373. $H_B/H_A=1,5$ (a) türü analizlerinde ankastre durumda SVS cihazlar ile bağlı binaların katlarında meydana gelen kesme kuvveti grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).



Şekil 374. $H_B/H_A=1,5$ (a) türü analizlerinde Tip I zemin türü üzerinde SVS cihazlar ile bağlı binaların katlarında meydana gelen kesme kuvveti grafiği ($C_d=10^6$ N.s/m).

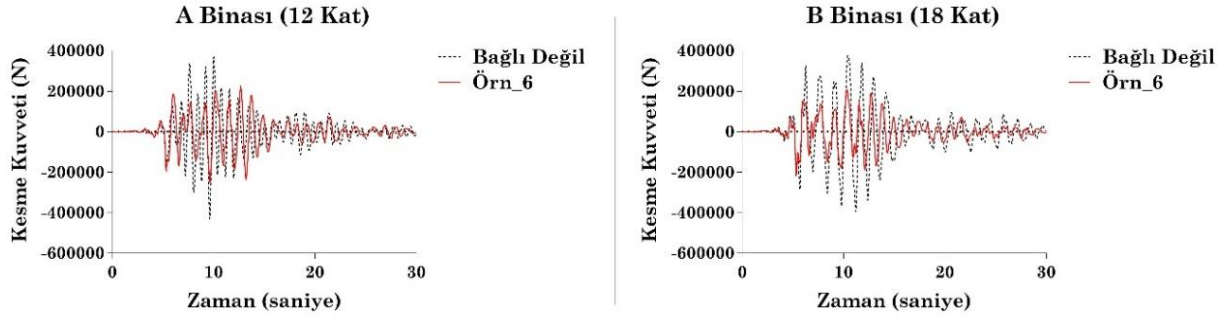


Şekil 375. $H_B/H_A=1,5$ (a) türü analizlerinde Tip II zemin türü üzerinde SVS cihazlar ile bağlı binaların katlarında meydana gelen kesme kuvveti grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).

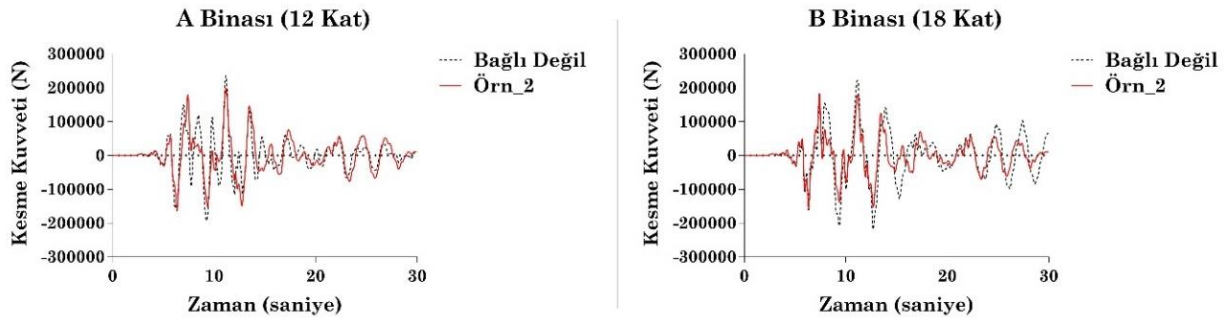


Şekil 376. $H_B/H_A=1,5$ (a) türü analizlerinde Tip III zemin türü üzerinde SVS cihazlar ile bağlı binaların katlarında meydana gelen kesme kuvveti grafiği ($C_d=10^6$ N.s/m).

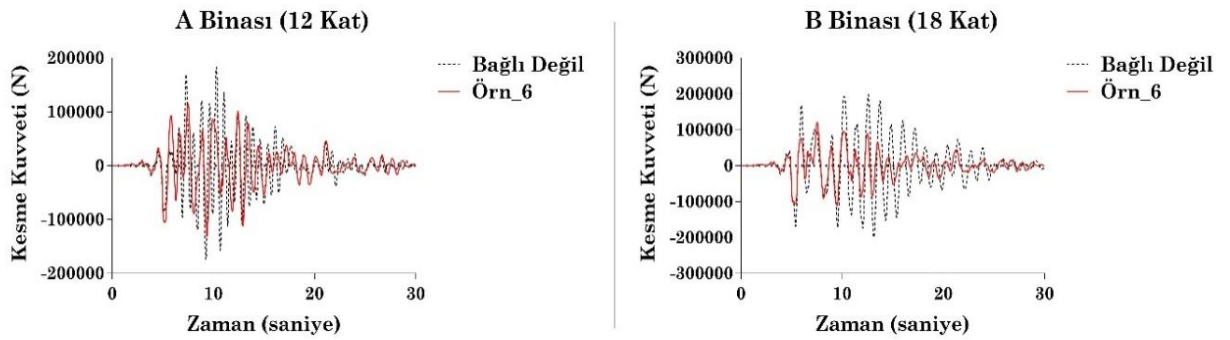
Taban kesme kuvvetinin deprem süresi boyunca etkisinin incelenmesi SVS cihazlarının etkinliğini iyi bir göstergesidir. Bu nedenle $H_B/H_A=1,5$ (a) türü analizler için belirlenen etkili parametrelere göre komşu binaların taban kesme kuvveti değerinin deprem hareketi boyunca salınımı gösteren Taban Kesme Kuvveti-Zaman grafiği Şekil 377 ile Şekil 380 arasında verilmiştir. Grafikler incelendiğinde SVS cihazlarının sadece maksimum taban kesme kuvvetinin azalmasında değil deprem süresi boyunca oldukça etkili olduğu söylenebilir.



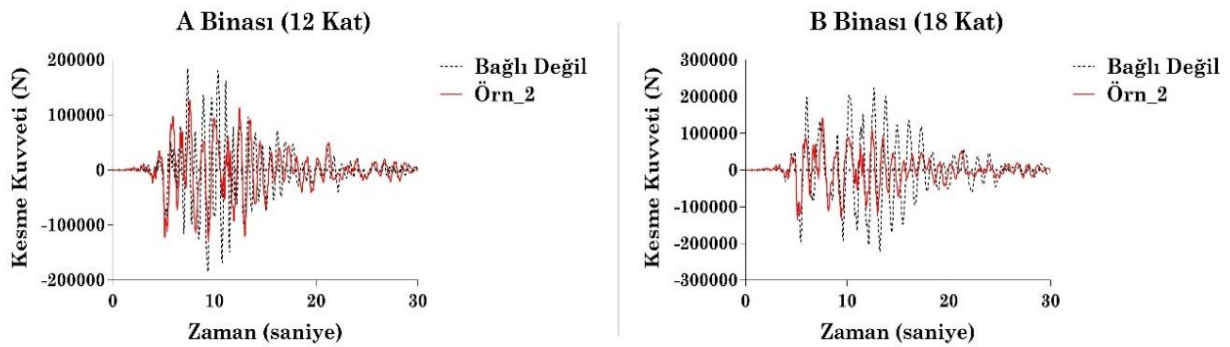
Şekil 377. $H_B/H_A=1,5$ (a) analizlerinde ankastre durumda SVS cihazlar ile birbirine bağlı binaların Taban Kesme Kuvveti–Zaman grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).



Şekil 378. $H_B/H_A=1,5$ (a) analizlerinde Tip I zemin türü üzerinde SVS cihazlar ile birbirine bağlı binaların Taban Kesme Kuvveti–Zaman grafiği ($C_d=10^6$ N.s/m).



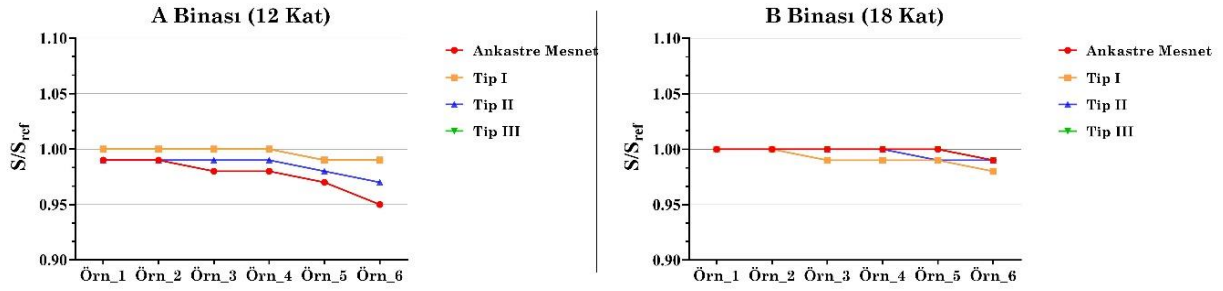
Şekil 379. $H_B/H_A=1,5$ (a) analizlerinde Tip II zemin türü üzerinde SVS cihazlar ile birbirine bağlı binaların Taban Kesme Kuvveti–Zaman grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).



Şekil 380. $H_B/H_A=1,5$ (a) analizlerinde Tip III zemin türü üzerinde SVS cihazlar ile birbirine bağlı binaların Taban Kesme Kuvveti–Zaman grafiği ($C_d=10^6$ N.s/m).

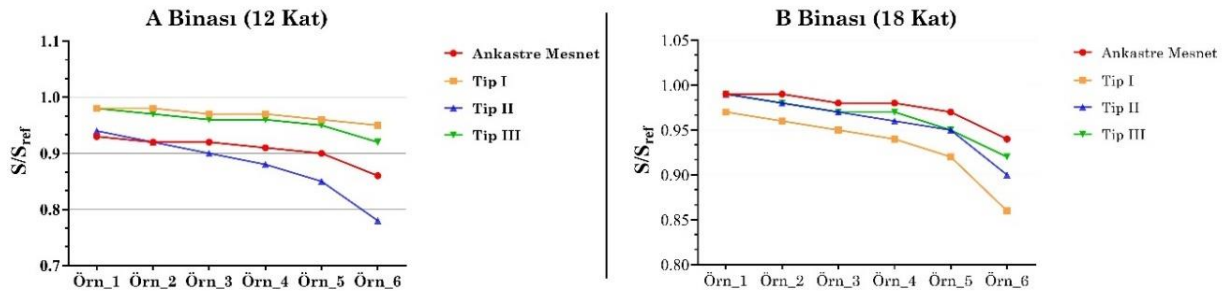
Farklı sönümleme katsayılarına sahip SVS cihazlarının $H_B/H_A=1,5$ (b) türü analizlerde A ve B binalarına bağlanmasıyla meydana gelen taban kesme kuvveti oran grafikleri Şekil 381 ile Şekil 385 arasında verilmiştir. (b) türü analizlerinde B binasının yapısal eleman boyutları farklı olduğundan (a) türü analiz sonuçlarına göre farklı sonuçlar meydana gelmiştir. B binasının A binasına göre kütle, rijitlik ve frekans oranları sırasıyla 2,12; 1,10 ve 0,72'dir. Dolayısıyla B binası A binasından daha ağır, rijit, uzun ve düşük frekanslıdır.

Şekil 381'de 10^3 N.s/m sönümleme katsayılı cihazların etkisiyle A ve B binalarında farklı zemin türlerinde meydana gelen taban kesme kuvveti oran grafikleri verilmiştir. Grafik incelendiğinde SVS cihazlarının taban kesme kuvvetlerinin üzerindeki etkisinin tüm zemin türlerinde Örnek 6 bağlantı modelinde maksimuma ulaştığı söylenebilir. Şekil 381'de verilen taban kesme kuvveti oran grafiğinde A veya B binası için maksimum %4'e varan azalma meydana gelmiştir.



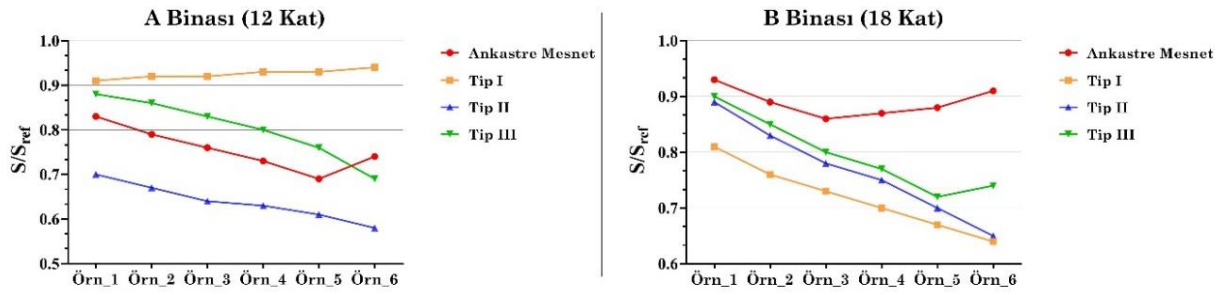
Şekil 381. $H_B/H_A=1,5$ (b) için taban kesme kuvveti oran grafiği ($C_d=10^3$ N.s/m).

Şekil 382'de ise 10^4 N.s/m sönümleme katsayısına sahip SVS cihazlarının meydana getirdiği taban kesme kuvveti oran grafiği sunulmuştur. İki binanın grafikleri birlikte düşünülerek incelendiğinde SVS cihazlarının taban kesme kuvvetlerinin üzerindeki etkisi tüm zemin türlerinde Örnek 6 bağlantı modelinde maksimuma ulaştığı söylenebilir. Grafik incelendiğinde belirlenen etkili bağlantı modelinde A ve B binasında meydana gelen taban kesme kuvvetinin sırasıyla ankastrede %14 ve %6, Tip I zemin türünde %5 ve %14, Tip II zemin türünde %22 ve %10 ve Tip III zemin türünde ise %8 ve %9 azaldığı görülür.



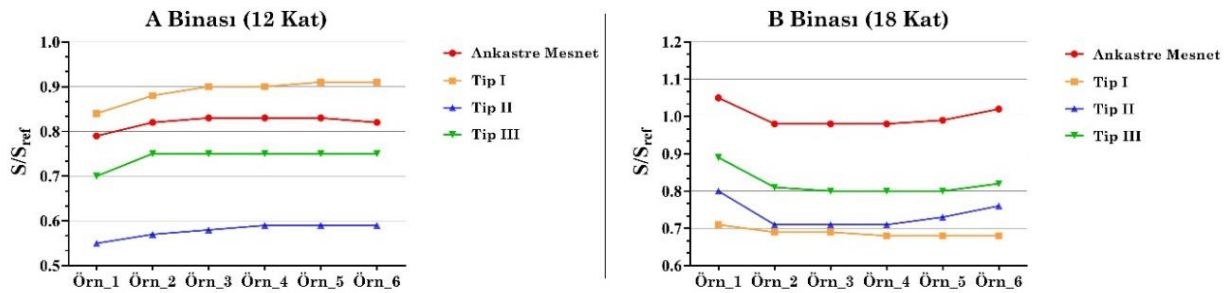
Şekil 382. $H_B/H_A=1,5$ (b) için taban kesme kuvveti oran grafiği ($C_d=10^4$ N.s/m).

Şekil 383’de ise 10^5 N.s/m sönümlleme katsayısına sahip SVS cihazlarının meydana getirdiği taban kesme kuvveti oran grafiği sunulmuştur. İki binanın grafikleri birlikte düşünülerek incelendiğinde SVS cihazlarının taban kesme kuvvetlerinin üzerindeki etkisi ankastre ve Tip III zemin türü üzerinde Örnek 5, Tip I ve Tip II zemin türlerinde ise Örnek 6 bağlantı modelinde maksimuma ulaştığı yorumu yapılabilir. Grafik incelendiğinde belirlenen etkili bağlantı modelinde A ve B binasında meydana gelen taban kesme kuvvetinin sırasıyla ankastrede %31 ve %12, Tip I zemin türünde %6 ve %36, Tip II zemin türünde %42 ve %35 ve Tip III zemin türünde ise %24 ve %28 azaldığı görülür.



Şekil 383. $H_B/H_A=1,5$ (b) için taban kesme kuvveti oran grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).

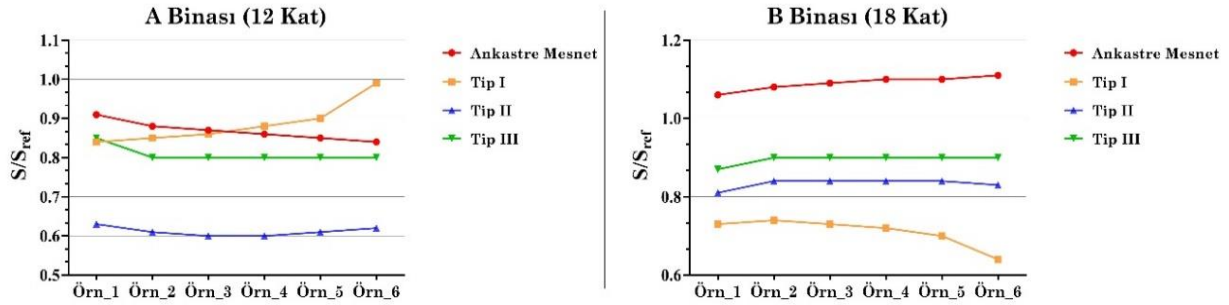
Şekil 384’de ise 10^6 N.s/m sönümlleme katsayısına sahip SVS cihazlarının meydana getirdiği taban kesme kuvveti oran grafiği sunulmuştur. İki binanın grafikleri birlikte düşünülerek incelendiğinde SVS cihazlarının taban kesme kuvvetlerinin üzerindeki etkisi bütün zemin türleri üzerinde Örnek 2 bağlantı modelinde maksimuma ulaştığı yorumu yapılabilir. Grafik incelendiğinde belirlenen etkili bağlantı modelinde A ve B binasında meydana gelen taban kesme kuvvetinin sırasıyla ankastrede %18 ve %2, Tip I zemin türünde %12 ve %31, Tip II zemin türünde %43 ve %29 ve Tip III zemin türünde ise %25 ve %19 azaldığı görülür.



Şekil 384. $H_B/H_A=1,5$ (b) için taban kesme kuvveti oran grafiği ($C_d=10^6$ N.s/m).

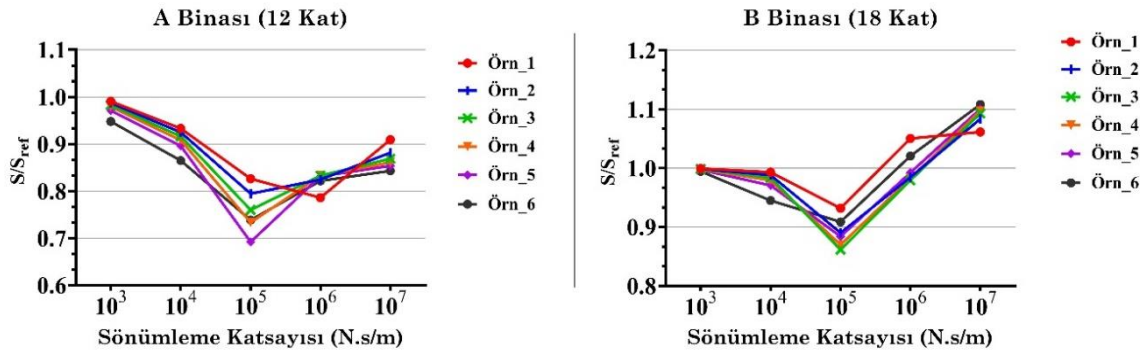
Şekil 385’de 10^7 N.s/m sönümlleme katsayılı cihazların etkisiyle A ve B binalarında farklı zemin türlerinde meydana gelen taban kesme kuvveti oran grafikleri verilmiştir. Grafik incelendiğinde taban kesme kuvveti açısından 10^7 N.s/m sönümlleme katsayılı cihazların ankastre durumdaki $H_B/H_A=1,5$ (b) türü modeli için uygun olmadığı görülür. İki binanın grafikleri birlikte incelendiğinde ise Tip I, Tip II ve Tip III zemin türü için en etkili bağlantı

modelinin Örnek 1 olduğu yorumu yapılabilir. Belirlenen bu bağlantı modellerine göre A ve B binasının taban kesme kuvveti değerinde sırasıyla Tip I zemin türünde %16 ve %27, Tip II zemin türünde ise %37 ve %19 ve Tip II zemin türünde ise %15 ve %13 azalmıştır.

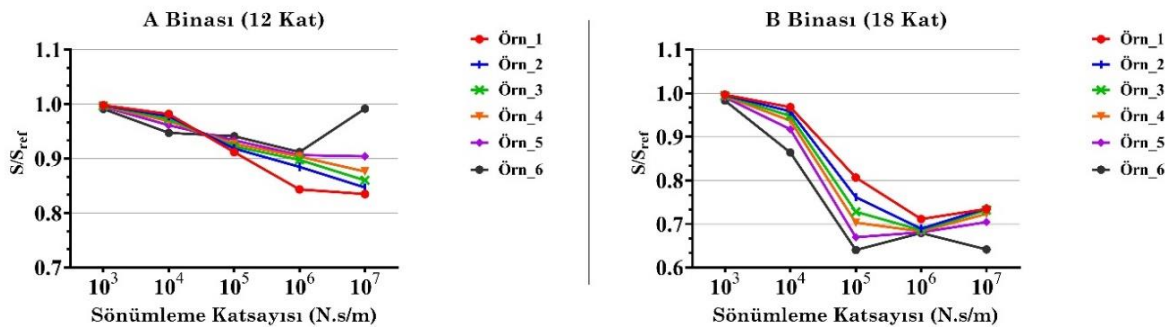


Şekil 385. $H_B/H_A=1,5$ (b) için taban kesme kuvveti oran grafiği ($C_d=10^7$ N.s/m).

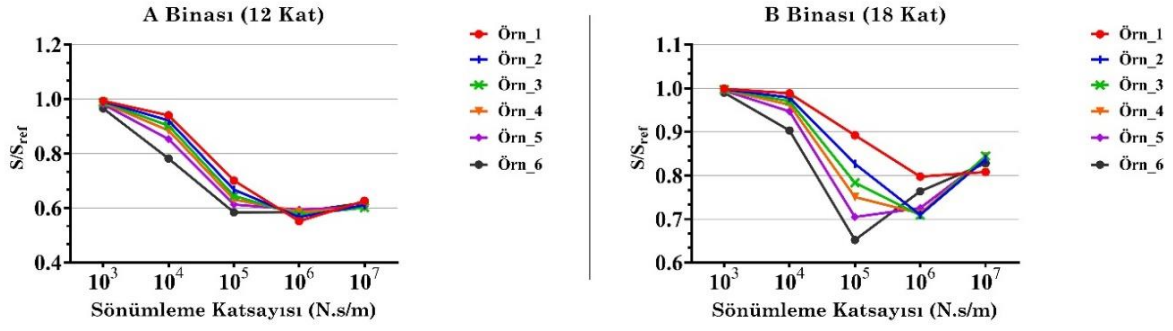
$H_B/H_A=1,5$ (b) türü analizlerde SVS cihazlarının sönümleme katsayısının ve bağlantı modellerinin taban kesme kuvvetine olan etkisini zemin türüne göre gösteren grafikler Şekil 386 ile Şekil 389 arasında verilmiştir. A ve B binasının grafikleri birlikte düşünülerek incelendiğinde meydana gelen taban kesme kuvveti sonuçlarına göre en etkili sonuçların bütün zemin türlerinde 10^5 N.s/m cihaz sönümleme katsayısında alındığı görülür. Belirlenen cihaz sönümleme katsayısına göre en etkili bağlantı modelinin ankastre ve Tip III zemin türü için Örnek 5, Tip I ve Tip II zemin türü için ise Örnek 6 olduğu yorumu yapılabilir.



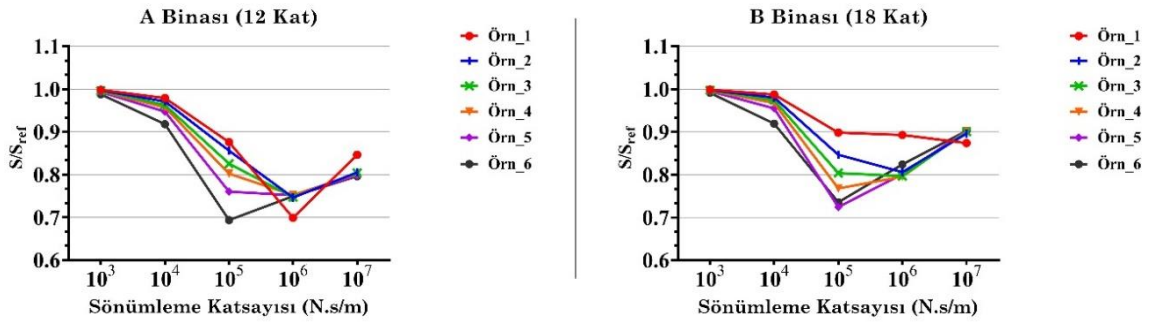
Şekil 386. $H_B/H_A=1,5$ (b) için taban kesme kuvveti açısından cihaz sönümleme katsayıları ve bağlantı modellerinin zemine ankastre olarak bağlı durumdaki komşu binalara etkileri.



Şekil 387. $H_B/H_A=1,5$ (b) için taban kesme kuvveti açısından cihaz sönümleme katsayıları ve bağlantı modellerinin Tip I üzerindeki komşu binalara etkileri.

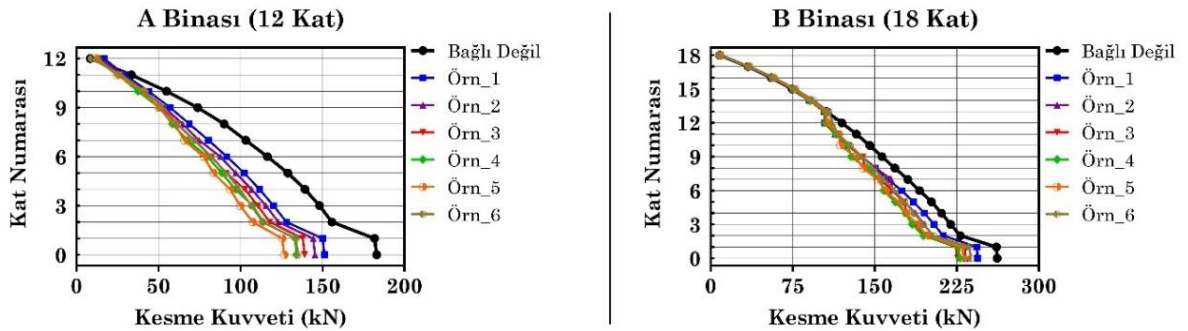


Şekil 388. $H_B/H_A=1,5$ (b) için taban kesme kuvveti açısından cihaz sönümleme katsayıları ve bağlantı modellerinin Tip II üzerindeki komşu binalara etkileri.

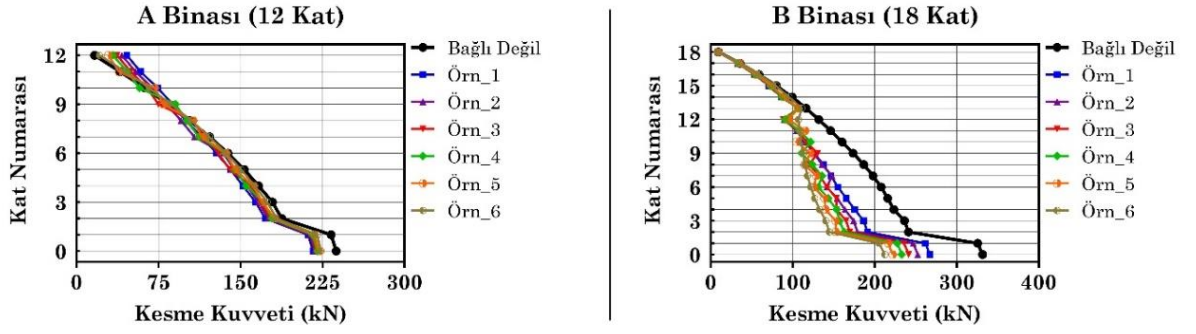


Şekil 389. $H_B/H_A=1,5$ (b) için taban kesme kuvveti açısından cihaz sönümleme katsayıları ve bağlantı modellerinin Tip III üzerindeki komşu binalara etkileri.

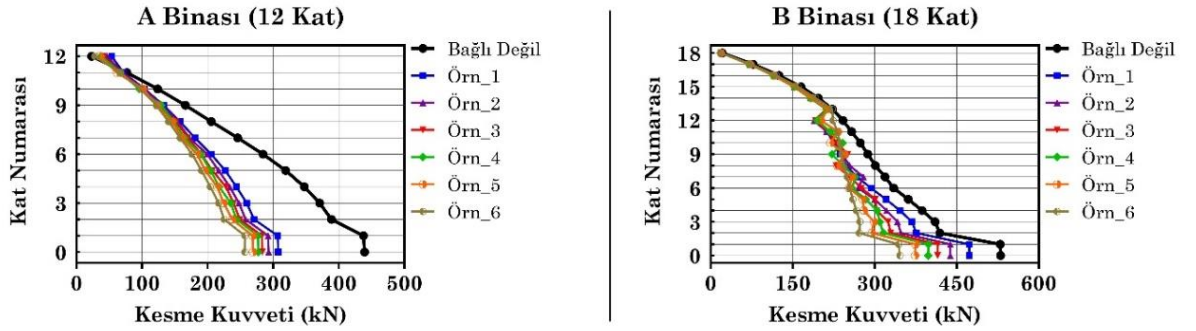
SVS cihazlarıyla birbirine bağlı A ve B binasının katlarında oluşan maksimum kesme kuvveti değerleri Şekil 390 ile Şekil 393 arasında verilmiştir. $H_B/H_A=1,5$ (b) türü analizleri için katların kesme kuvveti grafikleri her bir zemin türünde belirlenen etkili sönümleme katsayısına göre sunulmuştur. $H_B/H_A=1,5$ (b) türü analizleri için belirlenen etkili sönümleme katsayısı ve bağlantı modeline göre tepe noktası kesme kuvveti değeri ankastre olarak bağlı A ve B binasında sırasıyla %39 ve %2 artmıştır. Tip I, Tip II ve Tip III zemin türlerinde ise A binasında sırasıyla %28, %21, %9 artmış ve B binasında ise sırasıyla %3, %11, %8 azalmıştır. 18 katlı B binasının grafikleri incelendiğinde 12. kat ile 13. kat arasındaki kesme kuvveti değerlerinde bir ani artış olduğu gözükmemektedir.



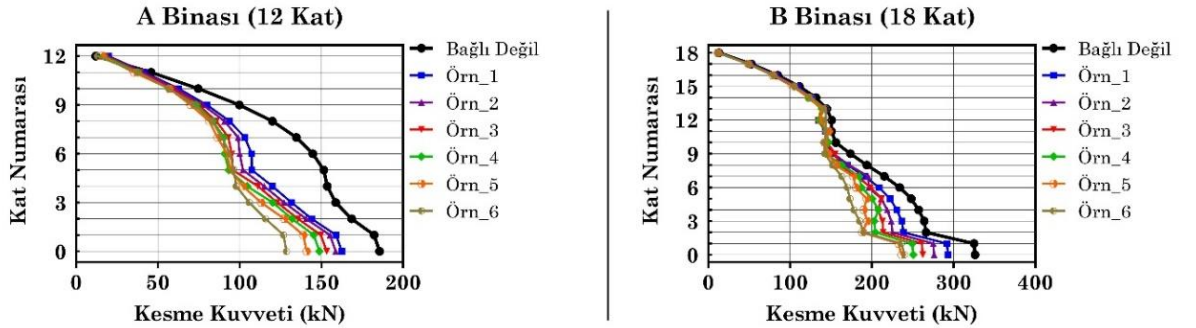
Şekil 390. $H_B/H_A=1,5$ (b) türü analizlerinde ankastre durumda SVS cihazlar ile bağlı binaların katlarında meydana gelen kesme kuvveti grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).



Şekil 391. $H_B/H_A=1,5$ (b) türü analizlerinde Tip I zemin türü üzerinde SVS cihazlar ile bağlı binaların katlarında meydana gelen kesme kuvveti grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).

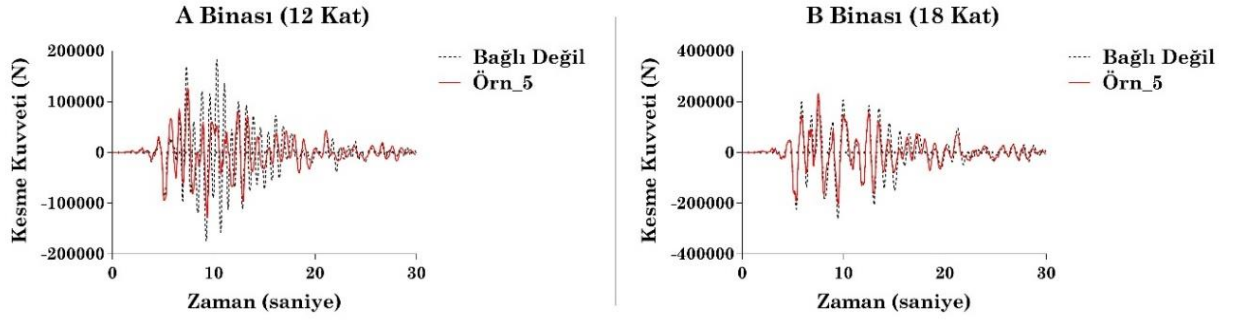


Şekil 392. $H_B/H_A=1,5$ (b) türü analizlerinde Tip II zemin türü üzerinde SVS cihazlar ile bağlı binaların katlarında meydana gelen kesme kuvveti grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).

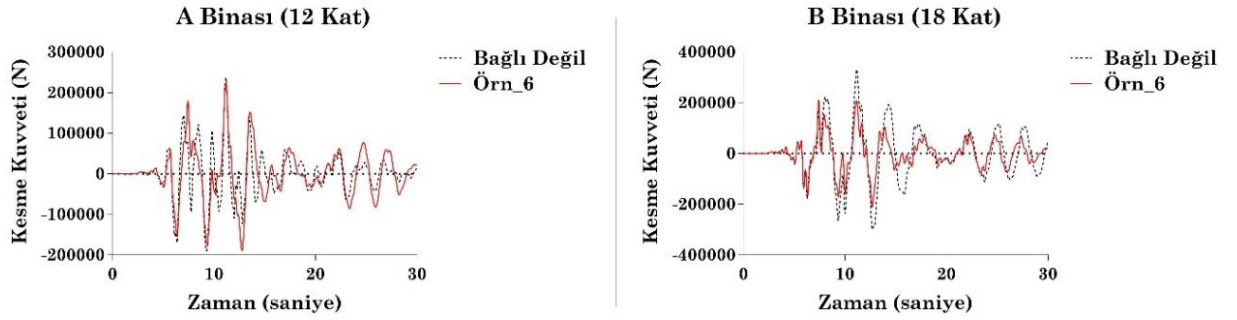


Şekil 393. $H_B/H_A=1,5$ (b) türü analizlerinde Tip III zemin türü üzerinde SVS cihazlar ile bağlı binaların katlarında meydana gelen kesme kuvveti grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).

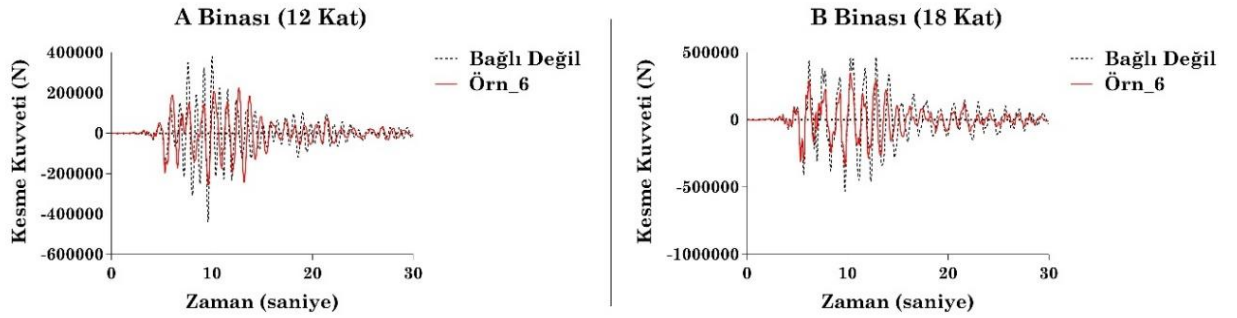
Taban kesme kuvvetinin deprem süresince etkisinin incelenmesi SVS cihazlarının etkinliğini iyi bir göstergesi olduğundan $H_B/H_A=1,5$ (b) türü analizler için belirlenen etkili parametrelere göre komşu binaların taban kesme kuvveti değerinin deprem hareketi boyunca salınımı gösteren Taban Kesme Kuvveti-Zaman grafiği Şekil 394 ile Şekil 397 arasında verilmiştir. Grafikler incelendiğinde SVS cihazlarının sadece maksimum taban kesme kuvvetinin azalmasında değil deprem süresi boyunca oldukça etkili olduğu söylenebilir.



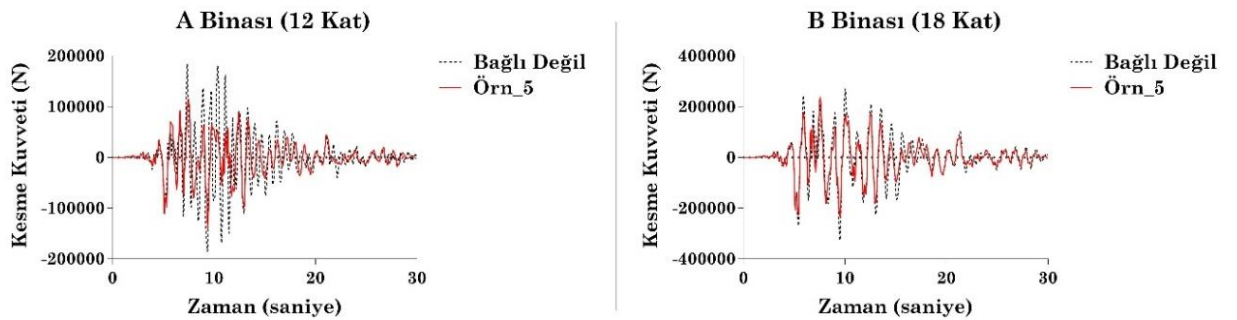
Şekil 394. $H_B/H_A=1,5$ (b) analizlerinde ankastre durumda SVS cihazlar ile birbirine bağlı binaların Taban Kesme Kuvveti–Zaman grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).



Şekil 395. $H_B/H_A=1,5$ (b) analizlerinde Tip I zemin türü üzerinde SVS cihazlar ile birbirine bağlı binaların Taban Kesme Kuvveti–Zaman grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).



Şekil 396. $H_B/H_A=1,5$ (b) analizlerinde Tip II zemin türü üzerinde SVS cihazlar ile birbirine bağlı binaların Taban Kesme Kuvveti–Zaman grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).

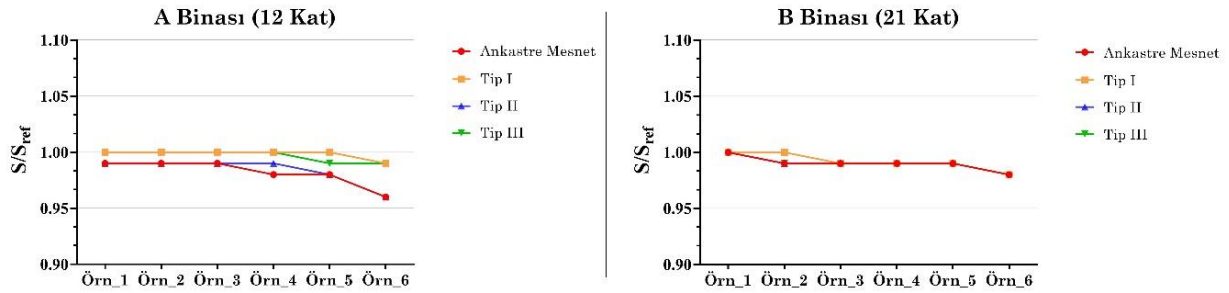


Şekil 397. $H_B/H_A=1,5$ (b) analizlerinde Tip III zemin türü üzerinde SVS cihazlar ile birbirine bağlı binaların Taban Kesme Kuvveti–Zaman grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).

$H_B/H_A=1,75$ oranlı bağılı binaların kesme kuvveti açısından incelenmesi

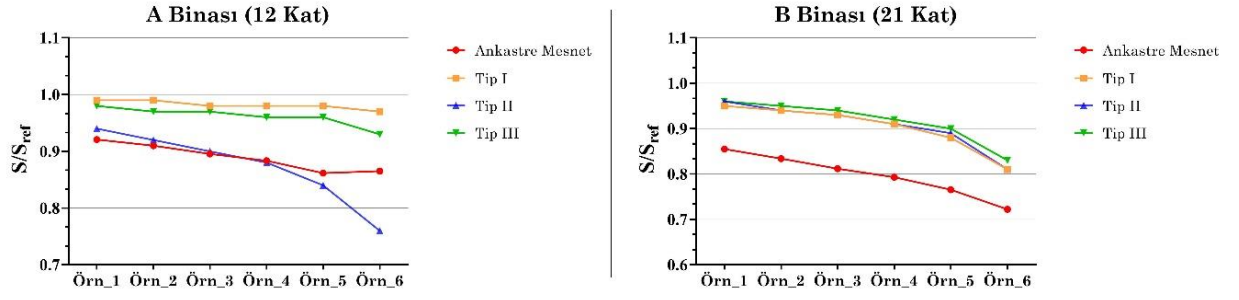
12 katlı A binası ile 21 katlı B binası doğrusal SVS cihazlarıyla birbirine kat hizasından altı farklı bağlantı modeliyle bağlanmıştır. Bu bağlantının taban ve tepe kesme kuvvetlerine olan etkileri grafikler üzerinden ayrıntılı olarak incelenmiştir. Farklı sönümlleme katsayılarına sahip SVS cihazlarının etkisiyle $H_B/H_A=1,75$ (a) türü analizlerde meydana gelen taban kesme kuvveti oran grafikleri Şekil 398 ile Şekil 402 arasında verilmiştir. B binasının A binasına göre kütle, rijitlik ve frekans oranları sırasıyla 1,76; 0,50 ve 0,53'dür. Dolayısıyla A binası daha rijit, B binası ise daha düşük frekanslı, ağır ve uzundur. İki yapının frekansı iyice birbirinden ayrılmıştır. Ayrıca rijitlik, kütle ve frekans oranları açısından bağlanacak iki yapı ideal durumdadır.

Şekil 398'de 10^3 N.s/m sönümlleme katsayılı cihazların etkisiyle A ve B binalarında farklı zemin türlerinde meydana gelen taban kesme kuvveti oran grafikleri verilmiştir. Grafikler incelendiğinde SVS cihazlarının taban kesme kuvvetlerinin üzerindeki etkisi tüm zemin türlerinde Örnek 6 bağlantı modelinde maksimuma ulaştığı söylenebilir. Grafikte verilen taban kesme kuvvetlerinde A veya B binası için maksimum %4'e varan azalma meydana gelmiştir.



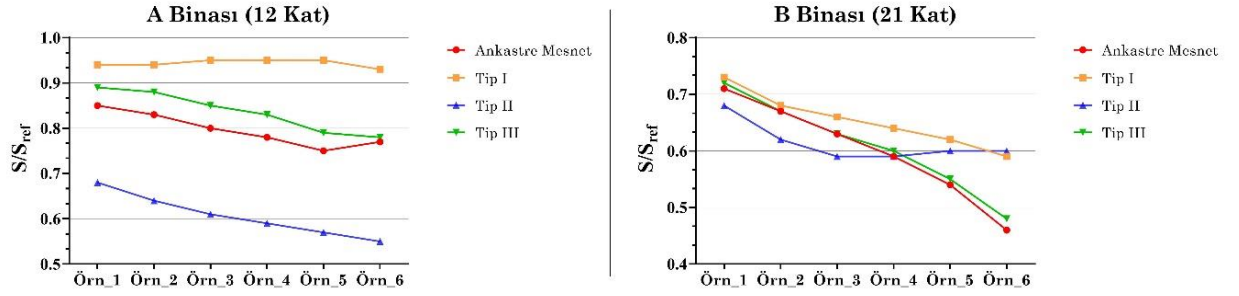
Şekil 398. $H_B/H_A=1,75$ (a) için taban kesme kuvveti oran grafiği ($C_d=10^3$ N.s/m).

Şekil 399'da 10^4 N.s/m sönümlleme katsayısına sahip SVS cihazlarının meydana getirdiği taban kesme kuvveti oran grafiği sunulmuştur. İki binanın grafikleri birlikte düşünülerek incelendiğinde SVS cihazlarının taban kesme kuvvetlerinin üzerindeki etkisinin ankastre, Tip I, Tip II ve Tip III zemin türlerinde Örnek 6 bağlantı modelinde maksimuma ulaştığı yorumu yapılabilir. Belirlenen etkili bağlantı modelinde A ve B binasında meydana gelen taban kesme kuvvetinin sırasıyla ankastrede %13 ve %27, Tip I zemin türünde %3 ve %19, Tip II zemin türünde %24 ve %19 ve Tip III zemin türünde ise %7 ve %17 azaldığı görülür.



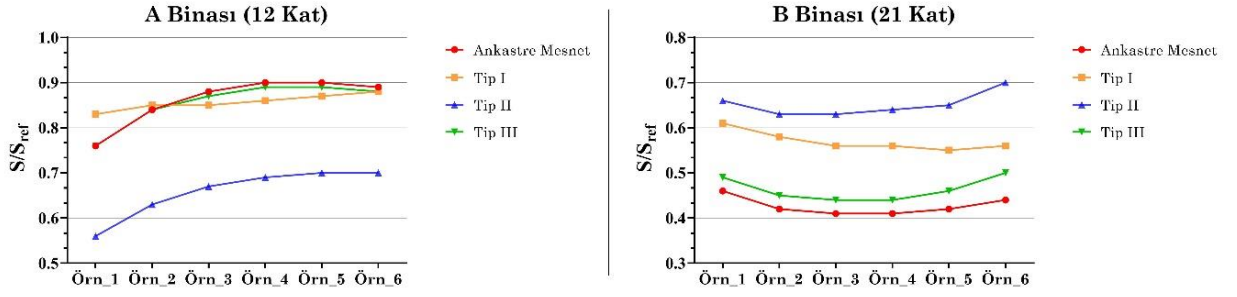
Şekil 399. $H_B/H_A=1,75$ (a) için taban kesme kuvveti oran grafiği ($C_d=10^4$ N.s/m).

Şekil 400’de 10^5 N.s/m sönümleme katsayısına sahip SVS cihazlarının meydana getirdiği taban kesme kuvveti oran grafiği sunulmuştur. İki binanın grafikleri birlikte düşünülerek incelendiğinde SVS cihazlarının taban kesme kuvvetlerinin üzerindeki etkisinin bütün zemin türlerinde Örnek 6 bağlantı modelinde maksimuma ulaştığı yorumu yapılabilir. Belirlenen etkili bağlantı modelinde A ve B binasında meydana gelen taban kesme kuvvetinin sırasıyla ankastrede %23 ve %54, Tip I zemin türünde %7 ve %41, Tip II zemin türünde %45 ve %40 ve Tip III zemin türünde ise %22 ve %52 azaldığı görülür.



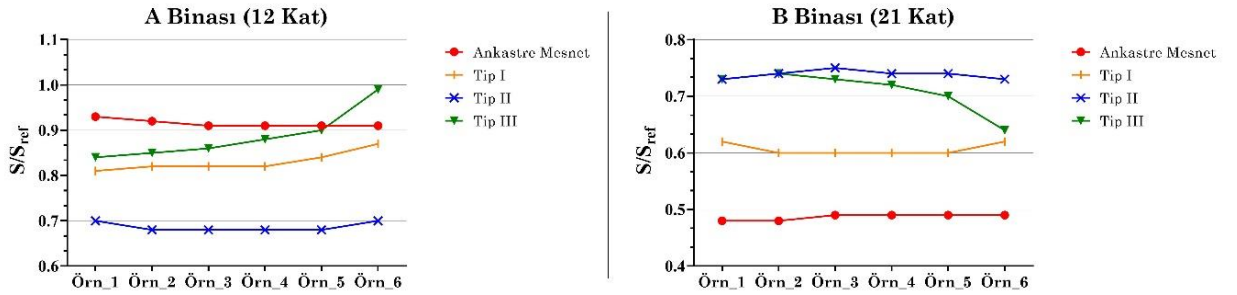
Şekil 400. $H_B/H_A=1,75$ (a) için taban kesme kuvveti oran grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).

Şekil 401’de 10^6 N.s/m sönümleme katsayısına sahip SVS cihazlarının meydana getirdiği taban kesme kuvveti oran grafiği sunulmuştur. İki binanın grafikleri birlikte düşünülerek incelendiğinde SVS cihazlarının taban kesme kuvvetlerinin üzerindeki etkisinin bütün zemin türlerinde Örnek 1 bağlantı modelinde maksimuma ulaştığı yorumu yapılabilir. Belirlenen etkili bağlantı modelinde A ve B binasında meydana gelen taban kesme kuvvetinin sırasıyla ankastrede %24 ve %54, Tip I zemin türünde %17 ve %39, Tip II zemin türünde %44 ve %54 ve Tip III zemin türünde ise %24 ve %51 azaldığı görülür.



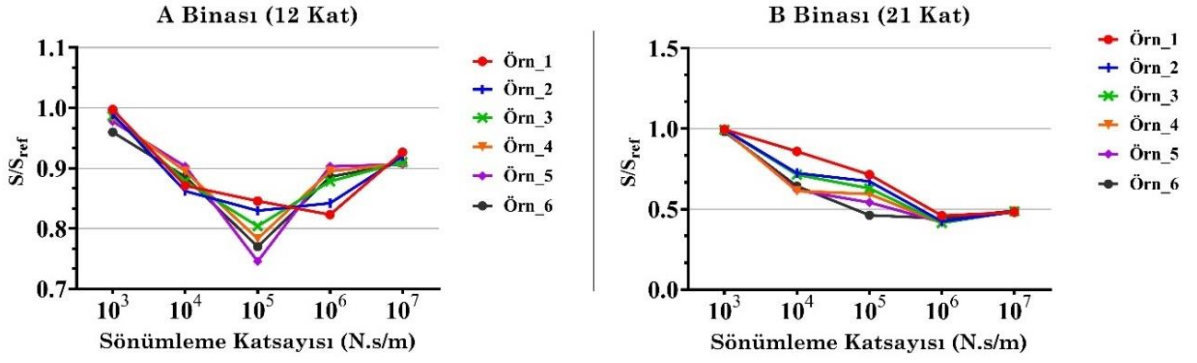
Şekil 401. $H_B/H_A=1,75$ (a) için taban kesme kuvveti oran grafiği ($C_d=10^6$ N.s/m).

Şekil 402’de 10^7 N.s/m sönümleme katsayısına sahip SVS cihazlarının meydana getirdiği taban kesme kuvveti oran grafiği sunulmuştur. İki binanın grafikleri birlikte düşünülerek incelendiğinde SVS cihazlarının taban kesme kuvvetlerinin üzerindeki etkisinin bütün zemin türlerinde Örnek 1 bağlantı modelinde maksimuma ulaştığı yorumu yapılabilir. Belirlenen etkili bağlantı modelinde A ve B binasında meydana gelen taban kesme kuvvetinin sırasıyla ankastrede %7 ve %52, Tip I zemin türünde %19 ve %38, Tip II zemin türünde %30 ve %27 ve Tip III zemin türünde ise %1 ve %43 azaldığı görülür.

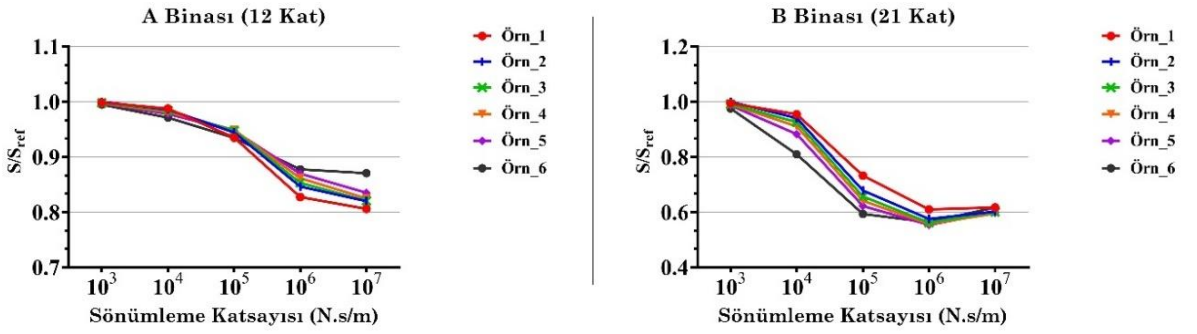


Şekil 402. $H_B/H_A=1,75$ (a) için taban kesme kuvveti oran grafiği ($C_d=10^7$ N.s/m).

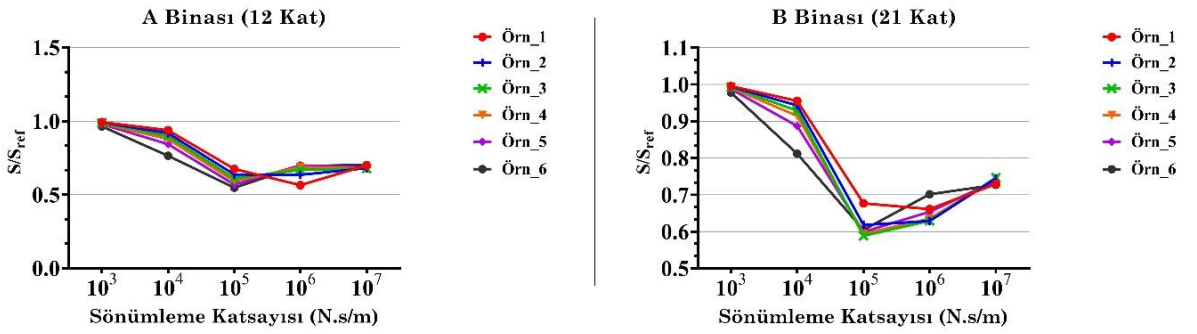
Cihaz sönümleme katsayılarının ve bağlantı modellerinin binaların davranışına olan etkisi çok büyüktür. Bu nedenle $H_B/H_A=1,75$ (a) türü analizlerde SVS cihazlarının sönümleme katsayısının ve bağlantı modellerinin taban kesme kuvvetine olan etkisini zemin türüne göre gösteren grafikler Şekil 403 ile Şekil 406 arasında verilmiştir. A ve B binasının grafikleri birlikte düşünülerek incelendiğinde meydana gelen taban kesme kuvveti sonuçlarına göre en etkili sonuçların bütün zemin türlerinde 10^6 N.s/m cihaz sönümleme katsayısında alındığı görülür. Belirlenen cihaz sönümleme katsayısına göre en etkili bağlantı modelinin ise bütün zemin türlerinde Örnek 1 olduğu yorumu yapılabilir.



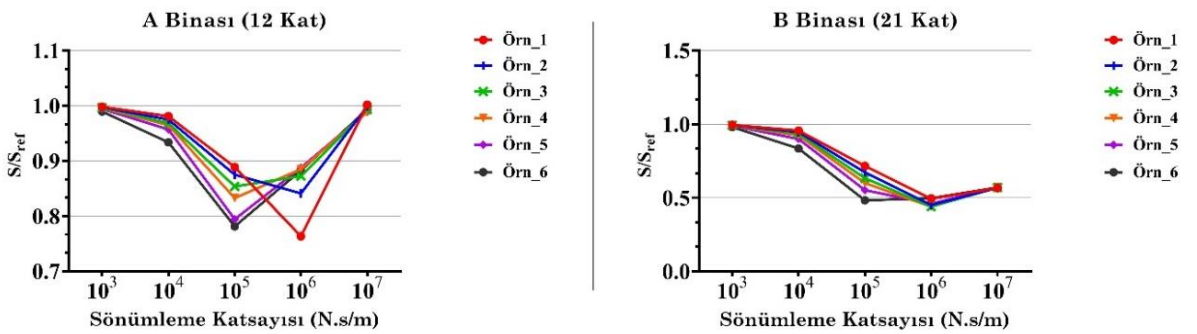
Şekil 403. $H_B/H_A=1,75$ (a) için taban kesme kuvveti açısından cihaz sönümleme katsayıları ve bağlantı modellerinin zemine ankastre olarak bağlı durumdaki komşu binalara etkileri.



Şekil 404. $H_B/H_A=1,75$ (a) için taban kesme kuvveti açısından cihaz sönümleme katsayıları ve bağlantı modellerinin Tip I üzerindeki komşu binalara etkileri.

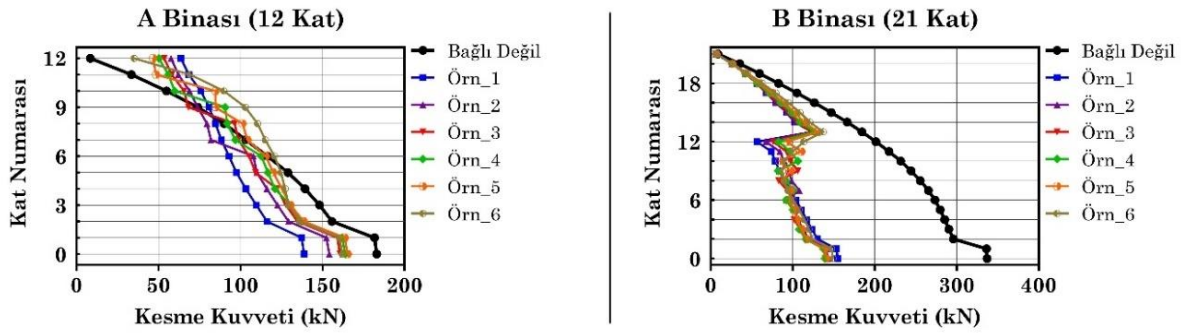


Şekil 405. $H_B/H_A=1,75$ (a) için taban kesme kuvveti açısından cihaz sönümleme katsayıları ve bağlantı modellerinin Tip II üzerindeki komşu binalara etkileri.

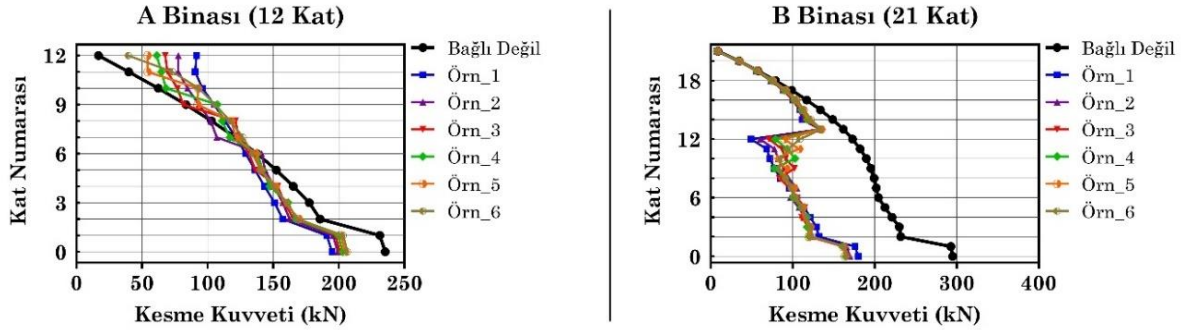


Şekil 406. $H_B/H_A=1,75$ (a) için taban kesme kuvveti açısından cihaz sönümleme katsayıları ve bağlantı modellerinin Tip III üzerindeki komşu binalara etkileri.

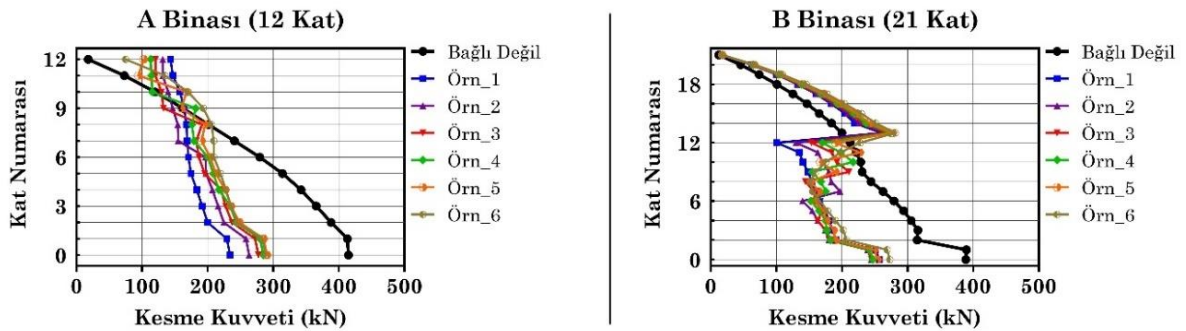
Kat hizasından SVS cihazlarıyla birbirine bağlı A ve B binasının katlarında oluşan maksimum kesme kuvveti değerleri Şekil 407 ile Şekil 410 arasında verilmiştir. $H_B/H_A=1,75$ (a) türü analizleri için katların kesme kuvveti grafikleri her bir zemin türünde belirlenen etkili sönümleme katsayısına göre sunulmuştur. $H_B/H_A=1,75$ (a) türü analizleri için belirlenen etkili sönümleme katsayısı ve bağlantı modeline göre tepe noktası kesme kuvveti değeri Tip II zemin türünde A ve B binasında sırayla %708 ve %36 artmıştır. Ankastre mesnet, Tip II ve Tip III zemin türlerinde ise A binasında sırasıyla %657, %447, %505 artmış ve B binasında ise sırasıyla %24, %11, %19 azalmıştır. 21 katlı B binasının grafikleri incelendiğinde 12. kat ile 13. kat arasındaki kesme kuvveti değerlerinde bir ani artış olduğu gözükmemektedir.



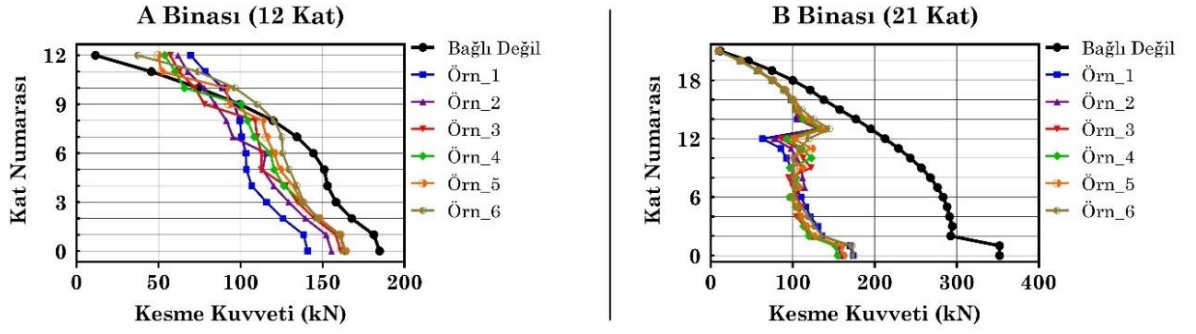
Şekil 407. $H_B/H_A=1,75$ (a) türü analizlerinde ankastre durumda SVS cihazlar ile bağlı binaların katlarında meydana gelen kesme kuvveti grafiği ($C_d=10^6$ N.s/m).



Şekil 408. $H_B/H_A=1,75$ (a) türü analizlerinde Tip I zemin türü üzerinde SVS cihazlar ile bağlı binaların katlarında meydana gelen kesme kuvveti grafiği ($C_d=10^6$ N.s/m).

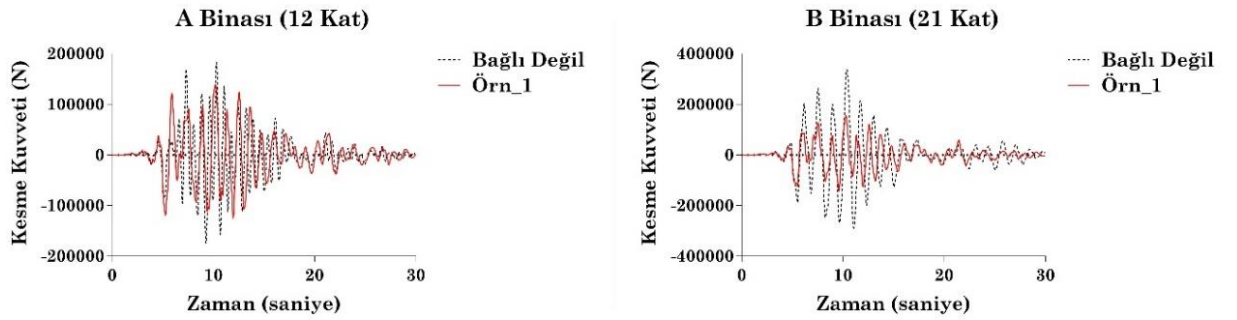


Şekil 409. $H_B/H_A=1,75$ (a) türü analizlerinde Tip II zemin türü üzerinde SVS cihazlar ile bağlı binaların katlarında meydana gelen kesme kuvveti grafiği ($C_d=10^6$ N.s/m).

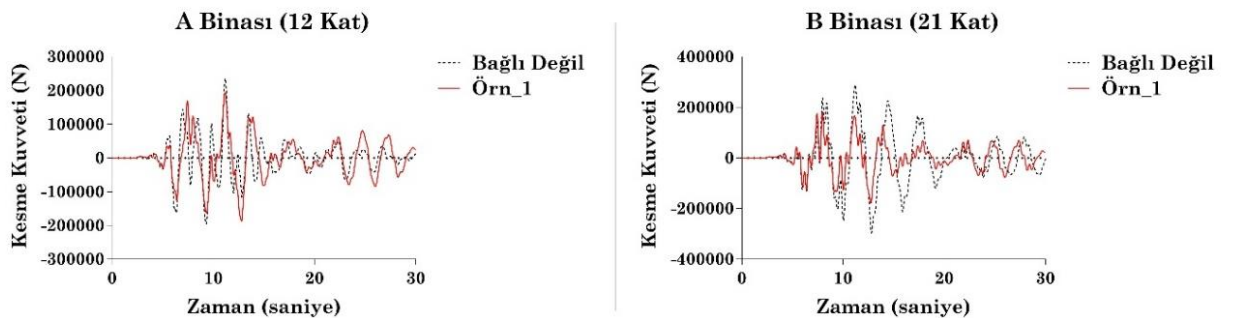


Şekil 410. $H_B/H_A=1,75$ (a) türü analizlerinde Tip III zemin türü üzerinde SVS cihazlar ile bağlı binaların katlarında meydana gelen kesme kuvveti grafiği ($C_d=10^6$ N.s/m).

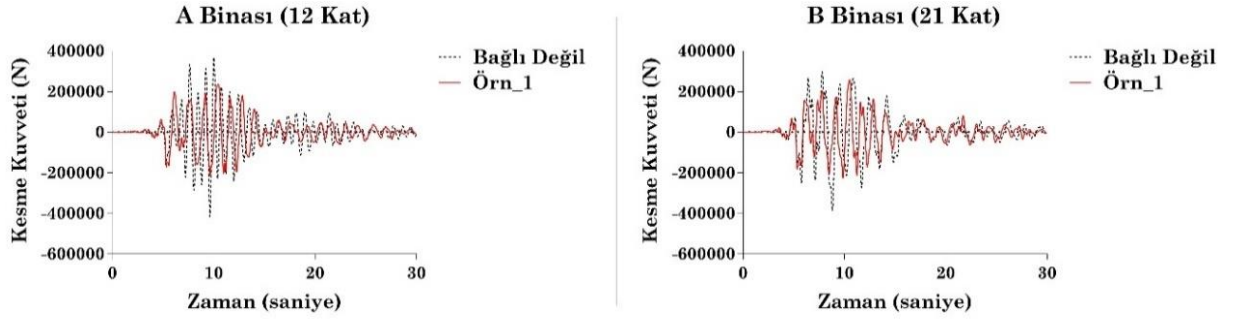
Taban kesme kuvvetinin deprem süresince etkisinin incelenmesi SVS cihazlarının etkinliğini iyi bir göstergesidir. Bu nedenle $H_B/H_A=1,75$ (a) türü analizler için belirlenen etkili parametrelere göre komşu binaların taban kesme kuvveti değerinin deprem süresi boyunca salınımı gösteren Taban Kesme Kuvveti-Zaman grafiği Şekil 411 ile Şekil 414 arasında verilmiştir. Grafikler incelendiğinde SVS cihazlarının sadece maksimum taban kesme kuvvetinin azalmasında değil deprem süresi boyunca oldukça etkili olduğu söylenebilir.



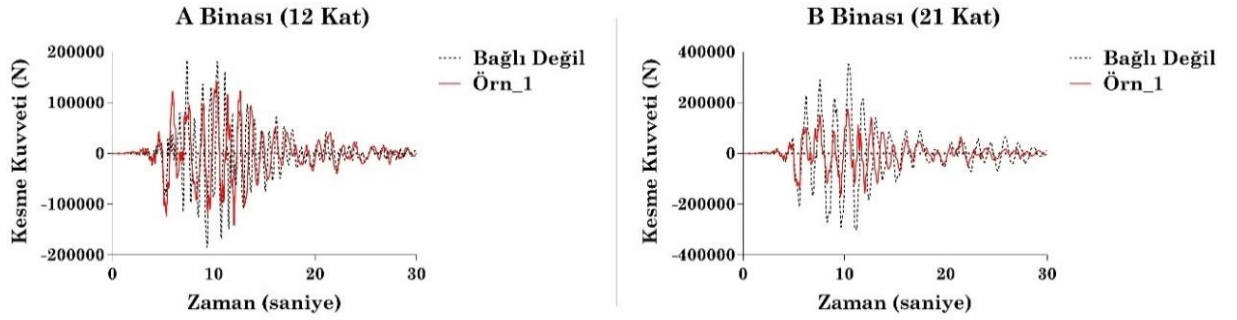
Şekil 411. $H_B/H_A=1,75$ (a) analizlerinde ankastre durumda SVS cihazlar ile birbirine bağlı binaların Taban Kesme Kuvveti-Zaman grafiği ($C_d=10^6$ N.s/m).



Şekil 412. $H_B/H_A=1,75$ (a) analizlerinde Tip I zemin türü üzerinde SVS cihazlar ile birbirine bağlı binaların Taban Kesme Kuvveti-Zaman grafiği ($C_d=10^6$ N.s/m).



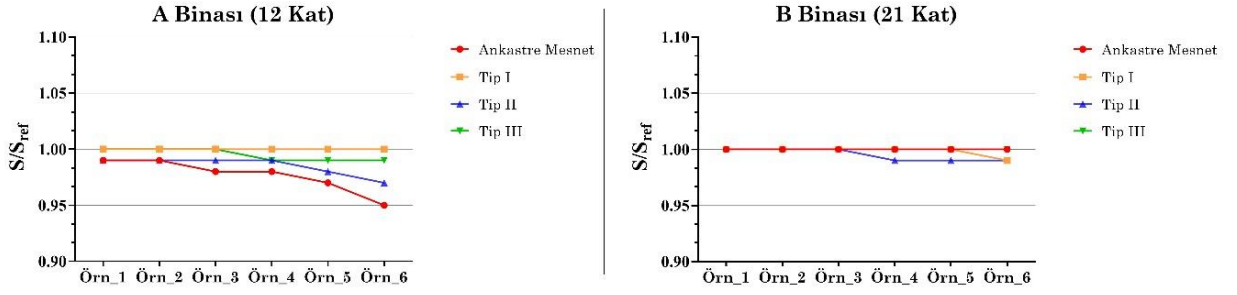
Şekil 413. $H_B/H_A=1,75$ (a) analizlerinde Tip II zemin türü üzerinde SVS cihazlar ile birbirine bağlı binaların Taban Kesme Kuvveti–Zaman grafiği ($C_d=10^6$ N.s/m).



Şekil 414. $H_B/H_A=1,75$ (a) analizlerinde Tip III zemin türü üzerinde SVS cihazlar ile birbirine bağlı binaların Taban Kesme Kuvveti–Zaman grafiği ($C_d=10^6$ N.s/m).

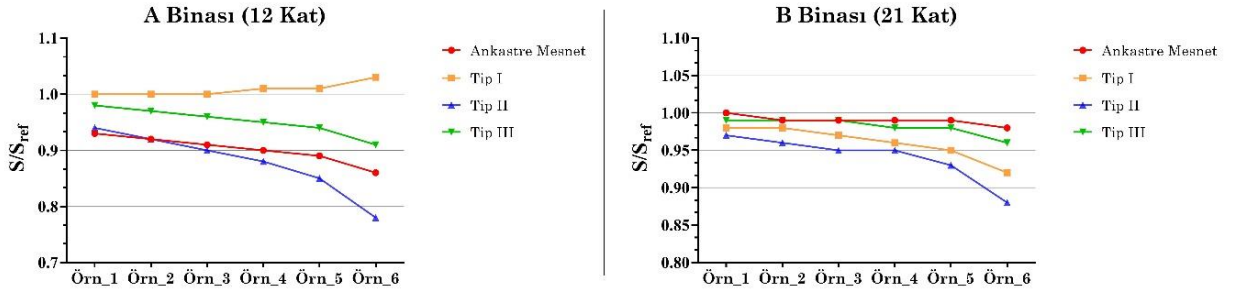
Farklı sönümlleme katsayılarına sahip SVS cihazlarının $H_B/H_A=1,75$ (b) türü analizlerde A ve B binalarına bağlanmasıyla meydana gelen taban kesme kuvveti oran grafikleri Şekil 415 ile Şekil 419 arasında verilmiştir. (b) türü analizlerinde B binasının yapısal eleman boyutları farklı olduğundan (a) türü analiz sonuçlarına göre farklı sonuçlar meydana gelmiştir. B binasının A binasına göre kütle, rijitlik ve frekans oranları sırasıyla 2,5; 0,9 ve 0,6'dır. Dolayısıyla A binası daha rijit, B binası ise daha düşük frekanslı, ağır ve uzundur. İki yapının frekansı iyice birbirinden ayrılmıştır. Ayrıca rijitlik, kütle ve frekans oranları açısından bağlanacak iki yapı ideal duruma yakındır.

Şekil 415'de 10^3 N.s/m sönümlleme katsayılı cihazların etkisiyle A ve B binalarında farklı zemin türlerinde meydana gelen taban kesme kuvveti oran grafikleri verilmiştir. Grafikler incelendiğinde SVS cihazlarının taban kesme kuvvetlerinin üzerindeki etkisi tüm zemin türlerinde Örnek 6 bağlantı modelinde maksimuma ulaştığı söylenebilir. Grafikte verilen taban kesme kuvvetleri A veya B binasında maksimum %5'e varan azalma meydana gelmiştir.



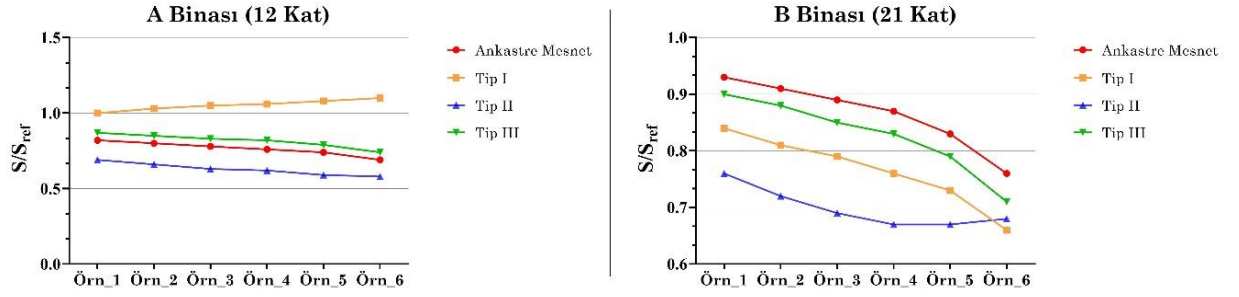
Şekil 415. $H_B/H_A=1,75$ (b) için taban kesme kuvveti oran grafiği ($C_d=10^3$ N.s/m).

Şekil 416'da 10^4 N.s/m sönümleme katsayısına sahip SVS cihazlarının meydana getirdiği taban kesme kuvveti oran grafiği sunulmuştur. İki binanın grafikleri birlikte düşünülerek incelendiğinde SVS cihazlarının taban kesme kuvvetlerinin üzerindeki etkisinin Tip I zemin türünde Örnek 3, ankastre, Tip II ve Tip III zemin türlerinde ise Örnek 6 bağlantı modelinde maksimuma ulaştığı yorumu yapılabilir. Belirlenen etkili bağlantı modelinde A ve B binasında meydana gelen taban kesme kuvvetinin sırasıyla ankastrede %14 ve %2, Tip I zemin türünde %1 ve %3, Tip II zemin türünde %22 ve %12 ve Tip III zemin türünde ise %9 ve %4 azaldığı görülür.



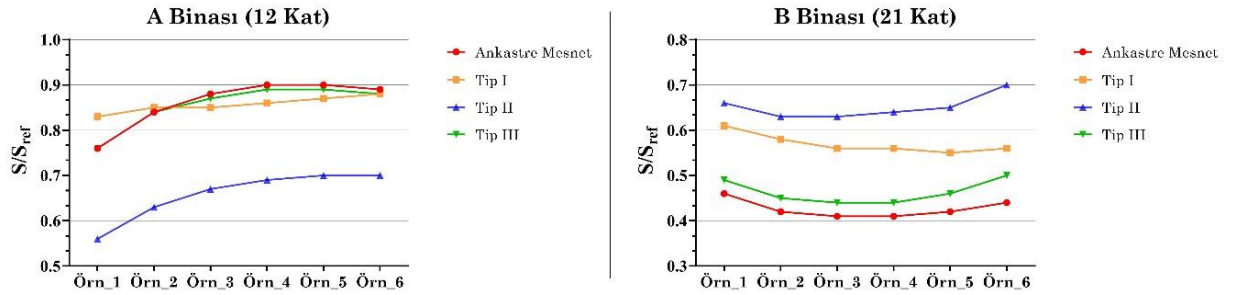
Şekil 416. $H_B/H_A=1,75$ (b) için taban kesme kuvveti oran grafiği ($C_d=10^4$ N.s/m).

Şekil 417'de 10^5 N.s/m sönümleme katsayısına sahip SVS cihazlarının meydana getirdiği taban kesme kuvveti oran grafiği sunulmuştur. İki binanın grafikleri birlikte düşünülerek incelendiğinde SVS cihazlarının taban kesme kuvvetlerinin üzerindeki etkisinin Tip I zemin türünde Örnek 1, ankastre, Tip II ve Tip III zemin türlerinde ise Örnek 6 bağlantı modelinde maksimuma ulaştığı yorumu yapılabilir. Belirlenen etkili bağlantı modelinde A ve B binasında meydana gelen taban kesme kuvvetinin sırasıyla ankastrede %31 ve %24, Tip I zemin türünde %1 ve %16, Tip II zemin türünde %42 ve %22 ve Tip III zemin türünde ise %26 ve %29 azaldığı görülür.



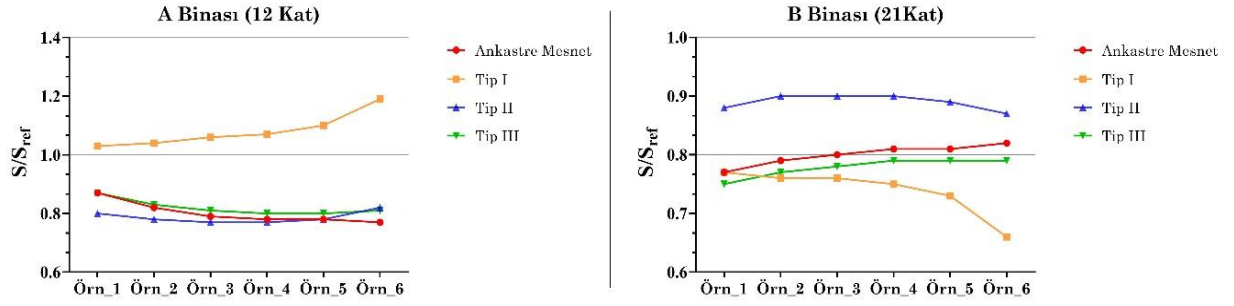
Şekil 417. $H_B/H_A=1,75$ (b) için taban kesme kuvveti oran grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).

Şekil 418’de 10^6 N.s/m sönümleme katsayısına sahip SVS cihazlarının meydana getirdiği taban kesme kuvveti oran grafiği sunulmuştur. İki binanın grafikleri birlikte düşünülerek incelendiğinde SVS cihazlarının taban kesme kuvvetlerinin üzerindeki etkisinin bütün zemin türlerinde Örnek 1 bağlantı modelinde maksimuma ulaştığı yorumu yapılabilir. Belirlenen etkili bağlantı modelinde A ve B binasında meydana gelen taban kesme kuvvetinin sırasıyla ankastrede %29 ve %27, Tip I zemin türünde %1 ve %27, Tip II zemin türünde %36 ve %27 ve Tip III zemin türünde ise %27 ve %29 azaldığı görülür.



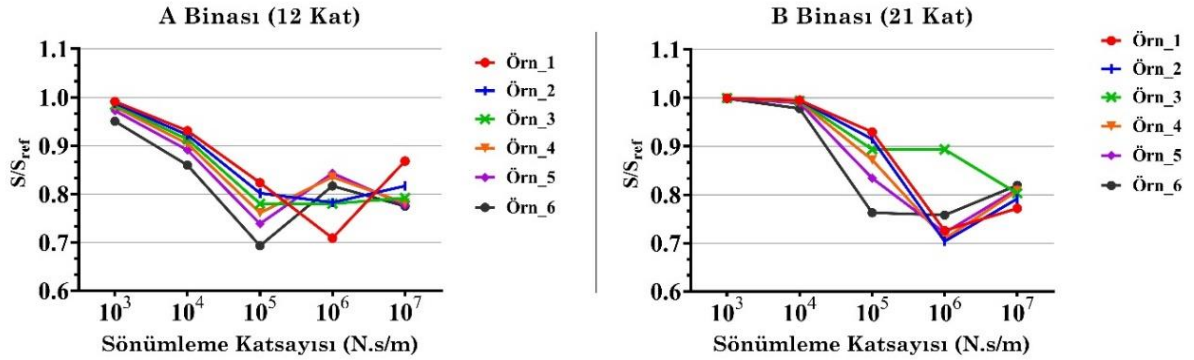
Şekil 418. $H_B/H_A=1,75$ (b) için taban kesme kuvveti oran grafiği ($C_d=10^6$ N.s/m).

Şekil 419’da 10^7 N.s/m sönümleme katsayılı cihazların etkisiyle A ve B binalarında farklı zemin türlerinde meydana gelen taban kesme kuvveti oran grafikleri verilmiştir. Grafik incelendiğinde taban kesme kuvveti açısından 10^7 N.s/m sönümleme katsayılı cihazların Tip I zemin türü üzerindeki $H_B/H_A=1,75$ (b) türü modelleri için uygun olmadığı görülür. İki binanın grafikleri birlikte incelendiğinde ise ankastre, Tip II ve Tip III zemin türü için en etkili bağlantı modelinin Örnek 1 olduğu yorumu yapılabilir. Belirlenen bu bağlantı modellerine göre A ve B binasının taban kesme kuvveti değerinde sırasıyla ankastrede %13 ve %23, Tip II zemin türünde ise %20 ve %12 ve Tip III zemin türünde ise %13 ve %25 azalmıştır. Tip I zemin türünde ise taban kesme kuvveti A binası için %3 artmış, B binası için ise %23 azalmıştır.

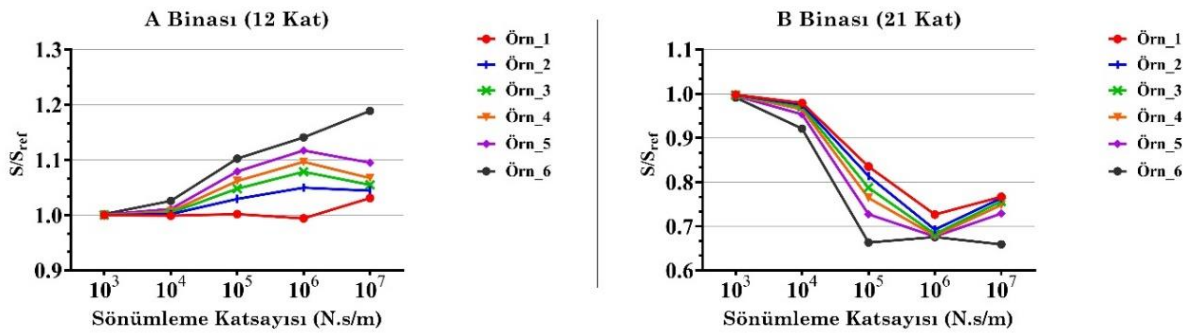


Şekil 419. $H_B/H_A=1,75$ (b) için taban kesme kuvveti oran grafiği ($C_d=10^7$ N.s/m).

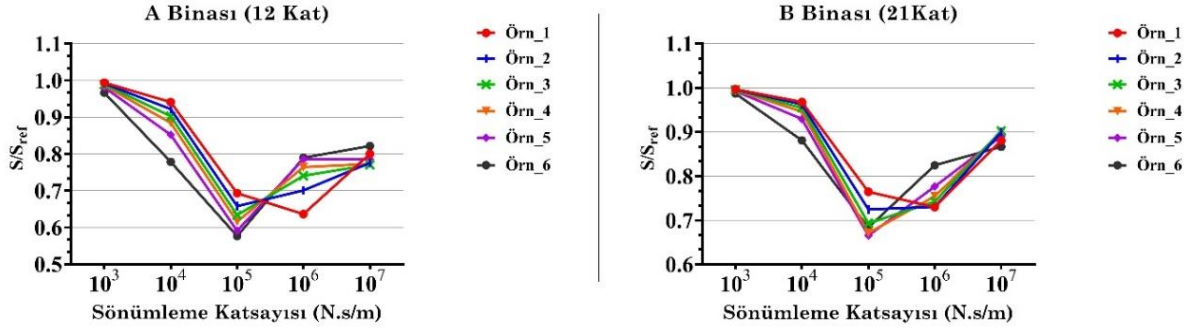
Cihaz sönümleme katsayılarının ve bağlantı modellerinin binaların davranışına olan etkisi çok büyük olduğundan $H_B/H_A=1,75$ (b) türü analizlerde SVS cihazlarının sönümleme katsayısının ve bağlantı modellerinin taban kesme kuvvetine olan etkisini zemin türüne göre gösteren grafikler Şekil 420 ile Şekil 423 arasında verilmiştir. A ve B binasının grafikleri birlikte düşünülerek incelendiğinde meydana gelen taban kesme kuvveti sonuçlarına göre en etkili sonuçların bütün zemin türlerinde 10^6 N.s/m cihaz sönümleme katsayısında alındığı görülür. Belirlenen cihaz sönümleme katsayısına göre en etkili bağlantı modelinin ise bütün zemin türlerinde Örnek 1 olduğu yorumu yapılabilir.



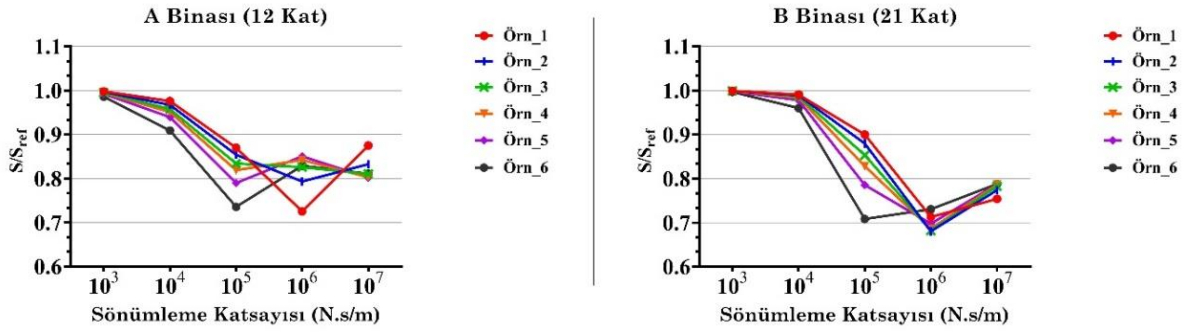
Şekil 420. $H_B/H_A=1,75$ (b) için taban kesme kuvveti açısından cihaz sönümleme katsayıları ve bağlantı modellerinin zemine ankastre olarak bağlı durumdaki komşu binalara etkileri.



Şekil 421. $H_B/H_A=1,75$ (b) için taban kesme kuvveti açısından cihaz sönümleme katsayıları ve bağlantı modellerinin Tip I üzerindeki komşu binalara etkileri.

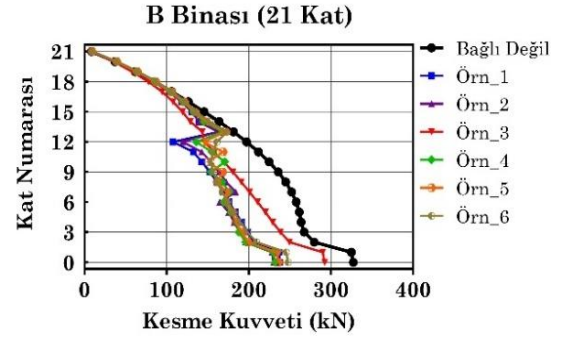
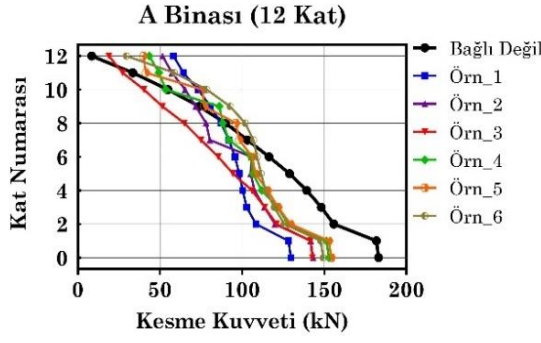


Şekil 422. $H_B/H_A=1,75$ (b) için taban kesme kuvveti açısından cihaz sönümleme katsayıları ve bağlantı modellerinin Tip II üzerindeki komşu binalara etkileri.

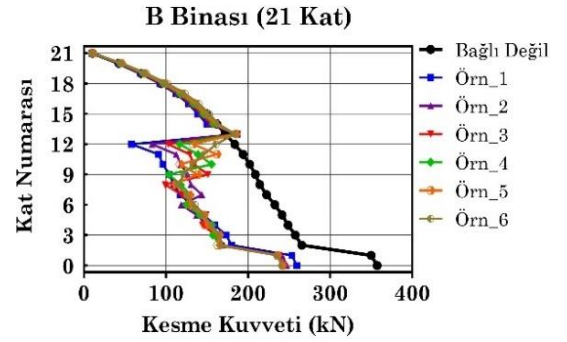
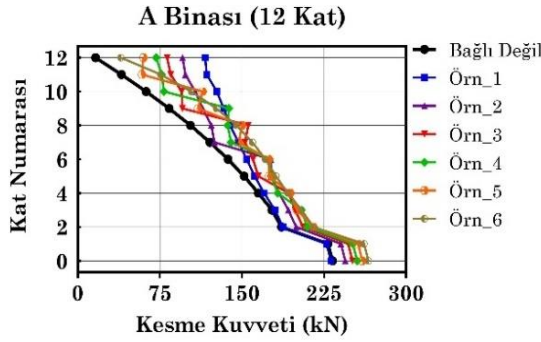


Şekil 423. $H_B/H_A=1,75$ (b) için taban kesme kuvveti açısından cihaz sönümleme katsayıları ve bağlantı modellerinin Tip III üzerindeki komşu binalara etkileri.

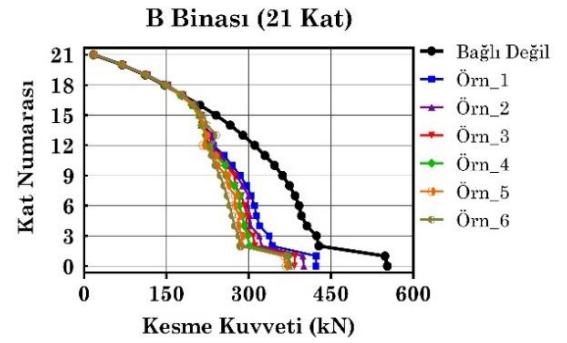
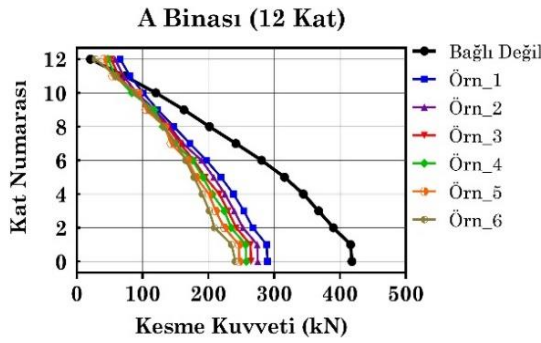
Kat hizasından SVS cihazlarıyla birbirine bağlı A ve B binasının katlarında oluşan maksimum kesme kuvveti değerleri Şekil 424 ile Şekil 427 arasında verilmiştir. $H_B/H_A=1,75$ (b) türü analizleri için katların kesme kuvveti grafikleri her bir zemin türünde belirlenen etkili sönümleme katsayısına göre sunulmuştur. SVS cihazlarının etkisi bina tabanında ve bina orta yüksekliğine doğru daha etkili olurken üst tepe noktalarına doğru etkisini kaybetmektedir. $H_B/H_A=1,75$ (b) türü analizleri için belirlenen etkili sönümleme katsayısı ve bağlantı modeline göre tepe noktası kesme kuvveti değeri A ve B binasında sırayla ankastre durumda %592 ve %5, Tip II zemin türünde %620 ve %17 ve Tip III zemin türünde %456 ve %9 artmıştır. Tip I zemin türünde ise A binasında %610 artmış, B binasında ise %8 azalmıştır. 21 katlı B binasının grafikleri incelendiğinde 12. kat ile 13. kat arasındaki kesme kuvveti değerlerinde bir ani artış olduğu gözükmemektedir. Buna bağlı olarak A binasının tepe noktası kesme kuvvetinde ise 6 katı aşan artışlar gerçekleşmiştir.



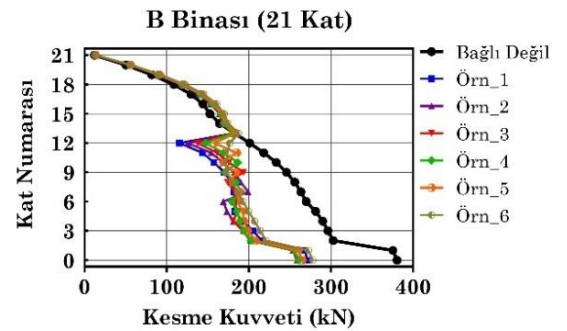
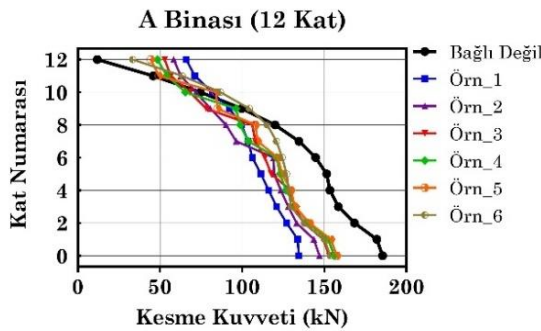
Şekil 424. $H_B/H_A=1,75$ (b) türü analizlerinde ankastre durumda SVS cihazlar ile bağlı binaların katlarında meydana gelen kesme kuvveti grafiği ($C_d=10^6$ N.s/m).



Şekil 425. $H_B/H_A=1,75$ (b) türü analizlerinde Tip I zemin türü üzerinde SVS cihazlar ile bağlı binaların katlarında meydana gelen kesme kuvveti grafiği ($C_d=10^6$ N.s/m).

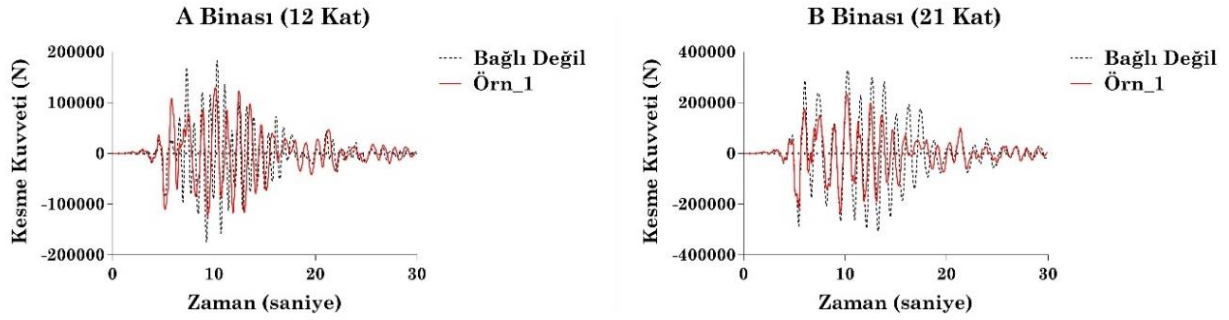


Şekil 426. $H_B/H_A=1,75$ (b) türü analizlerinde Tip II zemin türü üzerinde SVS cihazlar ile bağlı binaların katlarında meydana gelen kesme kuvveti grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).

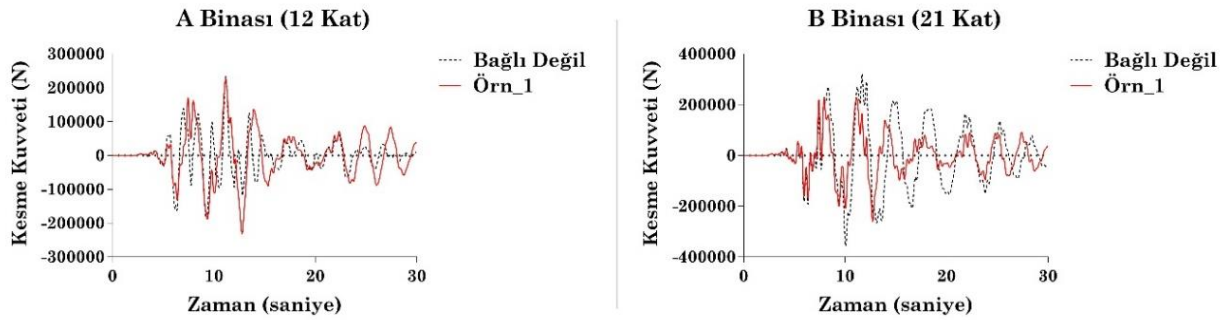


Şekil 427. $H_B/H_A=1,75$ (b) türü analizlerinde Tip III zemin türü üzerinde SVS cihazlar ile bağlı binaların katlarında meydana gelen kesme kuvveti grafiği ($C_d=10^6$ N.s/m).

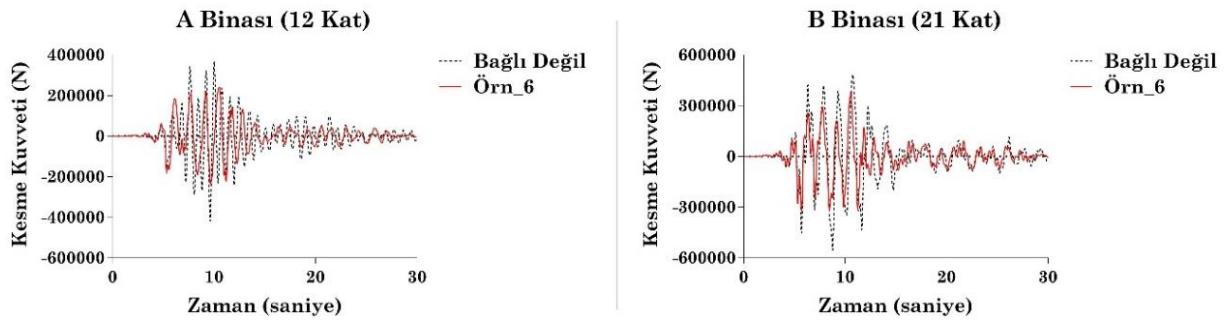
Taban kesme kuvvetinin deprem süresince etkisinin incelenmesi SVS cihazlarının etkinliğini iyi bir göstergesi olduğundan $H_B/H_A=1,75$ (b) türü analizler için belirlenen etkili parametrelere göre komşu binaların taban kesme kuvveti değerinin deprem hareketi boyunca salınımı gösteren Taban Kesme Kuvveti-Zaman grafiği Şekil 428 ile Şekil 431 arasında verilmiştir. Grafikler incelendiğinde SVS cihazlarının sadece maksimum taban kesme kuvvetinin azalmasında değil deprem süresi boyunca oldukça etkili olduğu söylenebilir.



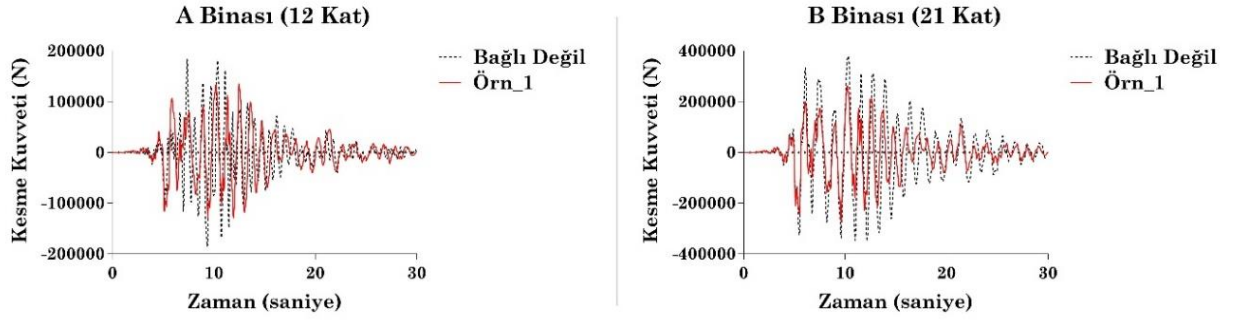
Şekil 428. $H_B/H_A=1,75$ (b) analizlerinde ankastre durumda SVS cihazlar ile birbirine bağlı binaların Taban Kesme Kuvveti-Zaman grafiği ($C_d=10^6$ N.s/m).



Şekil 429. $H_B/H_A=1,75$ (b) analizlerinde Tip I zemin türü üzerinde SVS cihazlar ile birbirine bağlı binaların Taban Kesme Kuvveti-Zaman grafiği ($C_d=10^6$ N.s/m).



Şekil 430. $H_B/H_A=1,75$ (b) analizlerinde Tip II zemin türü üzerinde SVS cihazlar ile birbirine bağlı binaların Taban Kesme Kuvveti-Zaman grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).

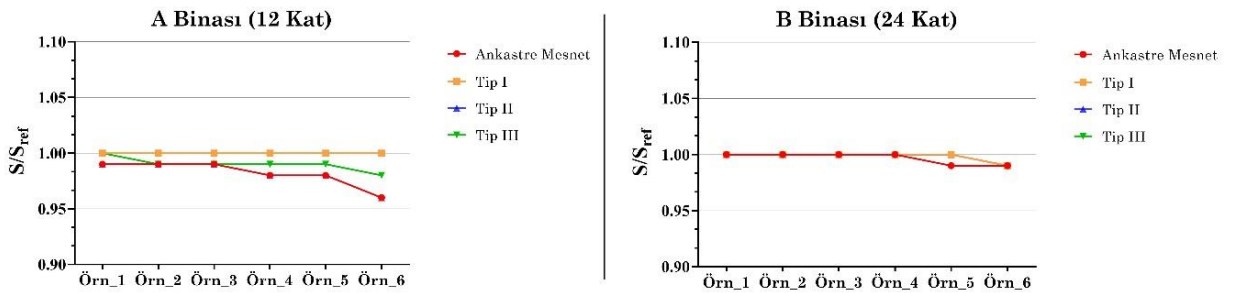


Şekil 431. $H_B/H_A=1,75$ (b) analizlerinde Tip III zemin türü üzerinde SVS cihazlar ile birbirine bağlı binaların Taban Kesme Kuvveti–Zaman grafiği ($C_d=10^6$ N.s/m).

$H_B/H_A=2$ oranlı bağlı binaların kesme kuvveti açısından incelenmesi

12 katlı A binası ile 24 katlı B binası doğrusal SVS cihazlarıyla birbirine kat hizasından altı farklı bağlantı modeliyle bağlanmıştır. Bu bağlantının taban ve tepe kesme kuvvetlerine olan etkileri grafikler üzerinden ayrıntılı olarak incelenmiştir. Farklı sönümlleme katsayılarına sahip SVS cihazlarının etkisiyle $H_B/H_A=2$ (a) türü analizlerde meydana gelen taban kesme kuvveti oran grafikleri Şekil 432 ile Şekil 436 arasında verilmiştir. B binasının A binasına göre kütle, rijitlik ve frekans oranları sırasıyla 2; 0,4 ve 0,45’dir. Dolayısıyla A binası daha rijit, B binası ise daha düşük frekanslı, ağır ve uzundur.

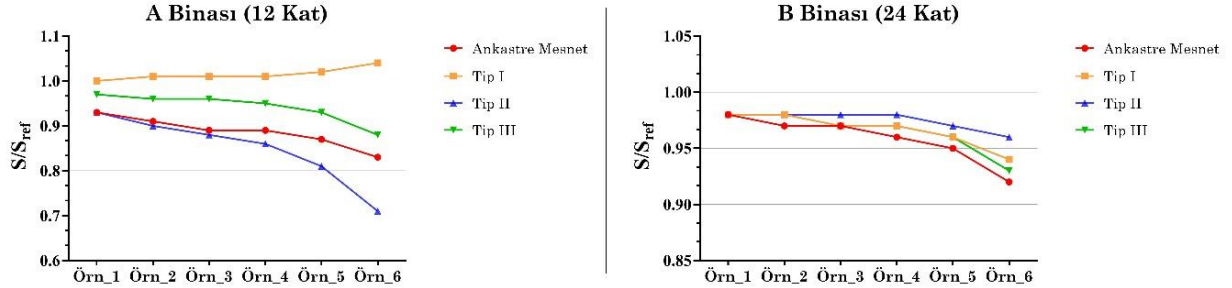
Şekil 432’de 10^3 N.s/m sönümlleme katsayısına sahip cihazların etkisiyle A ve B binalarında farklı zemin türlerinde meydana gelen taban kesme kuvveti oran grafikleri verilmiştir. Grafikler incelendiğinde SVS cihazlarının taban kesme kuvvetlerinin üzerindeki etkisi tüm zemin türlerinde Örnek 6 bağlantı modelinde maksimuma ulaştığı söylenebilir. Şekil 422’de verilen taban kesme kuvveti oran grafiğinde A veya B binası için maksimum %4’e varan azalma meydana gelmiştir.



Şekil 432. $H_B/H_A=2$ (a) için taban kesme kuvveti oran grafiği ($C_d=10^3$ N.s/m).

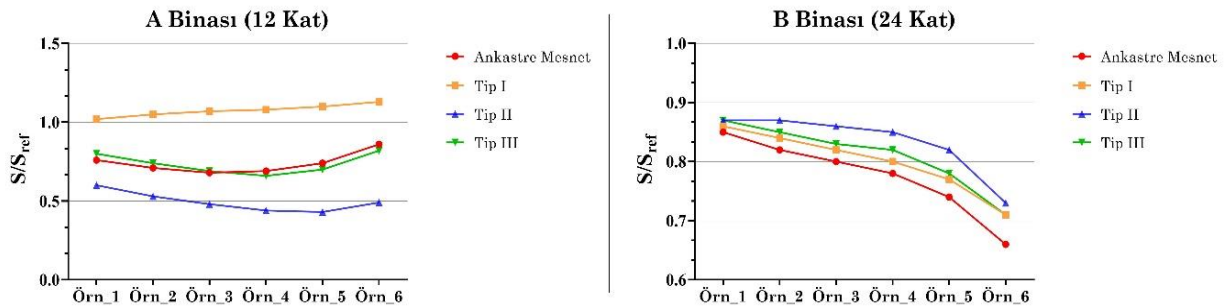
Şekil 433’de 10^4 N.s/m sönümlleme katsayısına sahip SVS cihazlarının meydana getirdiği taban kesme kuvveti oran grafiği sunulmuştur. İki binanın grafikleri birlikte düşünülerek incelendiğinde SVS cihazlarının taban kesme kuvvetlerinin üzerindeki etkisinin Tip I zemin türünde Örnek 1, ankastre, Tip II ve Tip III zemin türlerinde ise Örnek 6 bağlantı

modelinde maksimuma ulaştığı yorumu yapılabilir. Belirlenen etkili bağlantı modelinde A ve B binasında meydana gelen taban kesme kuvvetinin sırasıyla ankastrede %17 ve %8, Tip I zemin türünde %1 ve %2, Tip II zemin türünde %29 ve %4 ve Tip III zemin türünde ise %12 ve %7 azaldığı görülür.



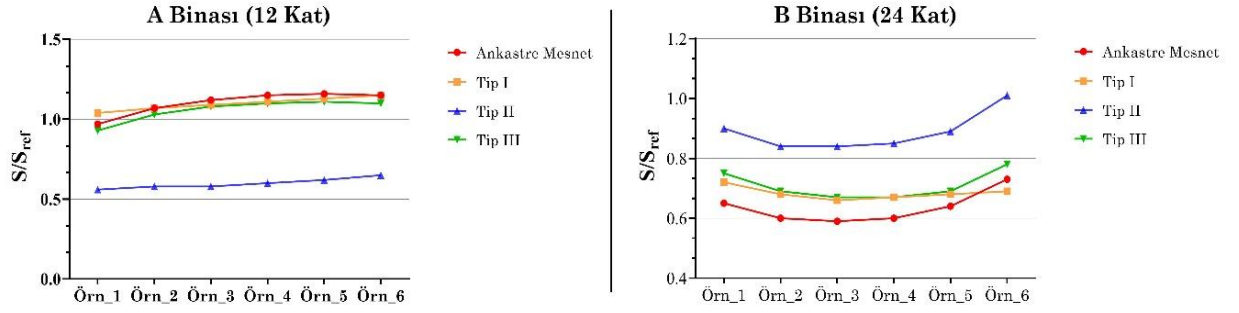
Şekil 433. $H_B/H_A=2$ (a) için taban kesme kuvveti oran grafiği ($C_d=10^4$ N.s/m).

Şekil 434'de 10^5 N.s/m sönümleme katsayısına sahip SVS cihazlarının meydana getirdiği taban kesme kuvveti oran grafiği sunulmuştur. İki binanın grafikleri birlikte düşünülerek incelendiğinde SVS cihazlarının taban kesme kuvvetlerinin üzerindeki etkisinin Tip I zemin türünde Örnek 1, ankastre, Tip II ve Tip III zemin türlerinde ise Örnek 6 bağlantı modelinde maksimuma ulaştığı yorumu yapılabilir. Belirlenen etkili bağlantı modelinde A ve B binasında meydana gelen taban kesme kuvvetinin sırasıyla ankastrede %14 ve %34, Tip I zemin türünde %0,5 ve %14, Tip II zemin türünde %51 ve %27 ve Tip III zemin türünde ise %18 ve %29 azaldığı görülür.



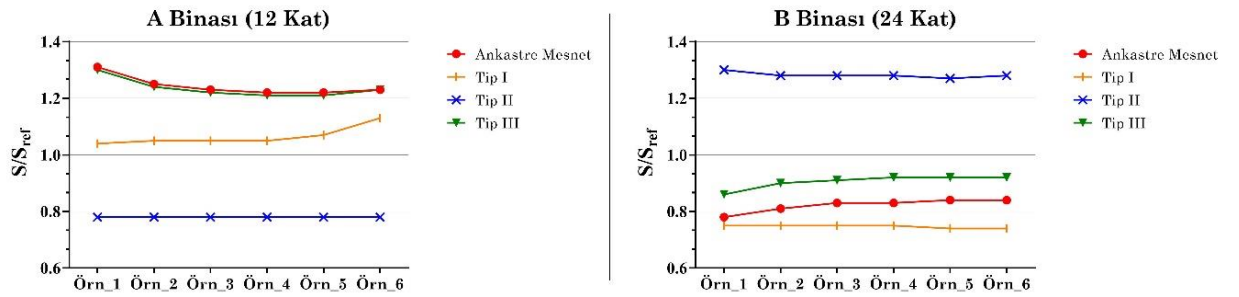
Şekil 434. $H_B/H_A=2$ (a) için taban kesme kuvveti oran grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).

Şekil 435'de 10^6 N.s/m sönümleme katsayısına sahip SVS cihazlarının meydana getirdiği taban kesme kuvveti oran grafiği sunulmuştur. İki binanın grafikleri birlikte düşünülerek incelendiğinde SVS cihazlarının taban kesme kuvvetlerinin üzerindeki etkisinin bütün zemin türlerinde Örnek 1 bağlantı modelinde maksimuma ulaştığı yorumu yapılabilir. Belirlenen etkili bağlantı modelinde A ve B binasında meydana gelen taban kesme kuvvetinin sırasıyla ankastrede %3 ve %35, Tip I zemin türünde %0,5 ve %28, Tip II zemin türünde %44 ve %10 ve Tip III zemin türünde ise %7 ve %25 azaldığı görülür.



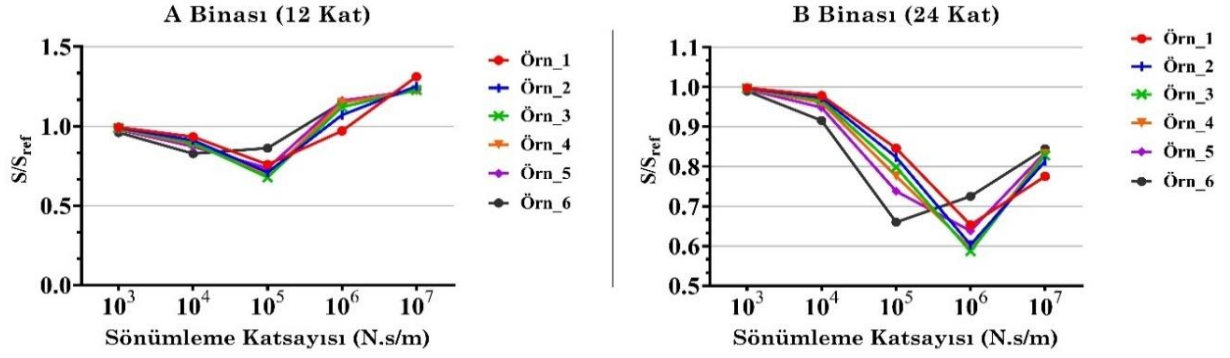
Şekil 435. $H_B/H_A=2$ (a) için taban kesme kuvveti oran grafiği ($C_d=10^6$ N.s/m).

Şekil 436'da 10^7 N.s/m sönümleme katsayısına sahip SVS cihazlarının A ve B binalarında meydana getirdiği taban kesme kuvveti oran grafiği sunulmuştur. Grafik incelendiğinde taban kesme kuvveti açısından 10^7 N.s/m sönümleme katsayılı cihazların bütün zemin türlerinde $H_B/H_A=2$ (a) türü modeller için uygun olmadığı görülür. A veya B binasının taban kesme kuvvetinde %30'lara varan artışlar meydana gelmiştir.

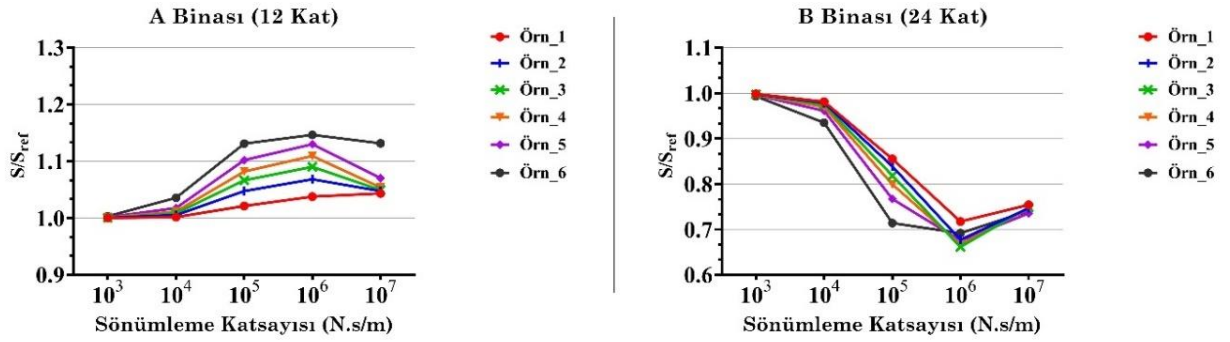


Şekil 436. $H_B/H_A=2$ (a) için taban kesme kuvveti oran grafiği ($C_d=10^7$ N.s/m).

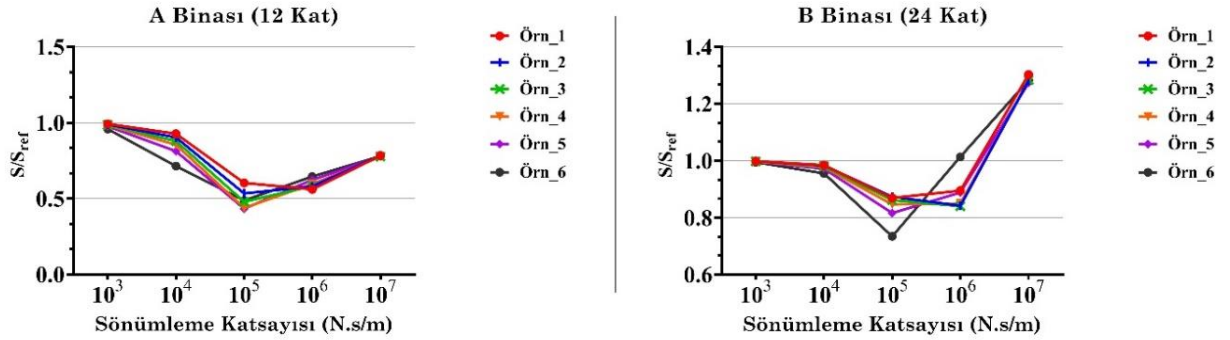
Cihaz sönümleme katsayılarının ve bağlantı modellerinin binaların davranışına olan etkisi çok büyüktür. Bu nedenle $H_B/H_A=2$ (a) türü analizlerde SVS cihazlarının sönümleme katsayısının ve bağlantı modellerinin taban kesme kuvvetine olan etkisini zemin türüne göre gösteren grafikler Şekil 437 ile Şekil 440 arasında verilmiştir. A ve B binasının grafikleri birlikte düşünülerek incelendiğinde meydana gelen taban kesme kuvveti sonuçlarına göre en etkili sonuçların bütün zemin türlerinde 10^5 N.s/m cihaz sönümleme katsayısında alındığı görülür. Belirlenen cihaz sönümleme katsayısına göre en etkili bağlantı modelinin ise Tip I zemin türünde Örnek 1, diğer zemin türlerinde ise Örnek 6 olduğu yorumu yapılabilir. Tip I zemin üzerindeki A ve B binasının SVS cihazlarıyla bağlantısından B binasının daha çok faydalandığı söylenebilir.



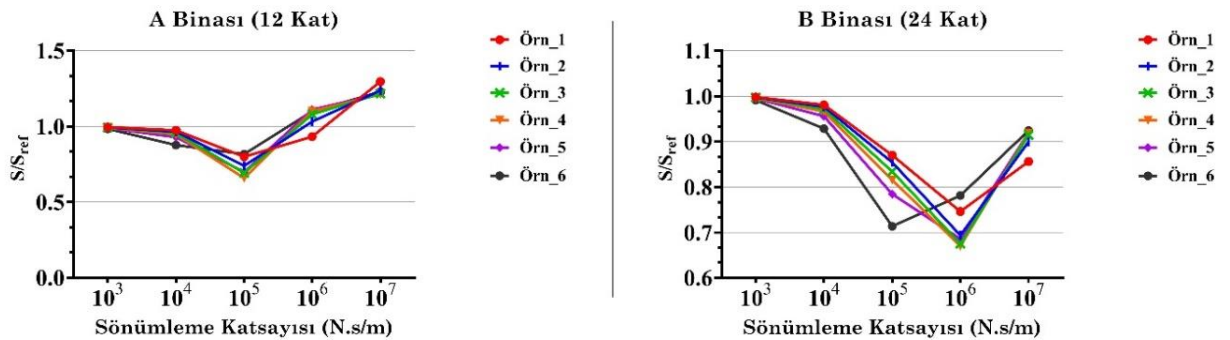
Şekil 437. $H_B/H_A=2$ (a) için taban kesme kuvveti açısından cihaz sönümlenme katsayıları ve bağlantı modellerinin zemine ankastre olarak bağlı durumdaki komşu binalara etkileri.



Şekil 438. $H_B/H_A=2$ (a) için taban kesme kuvveti açısından cihaz sönümlenme katsayıları ve bağlantı modellerinin Tip I üzerindeki komşu binalara etkileri.

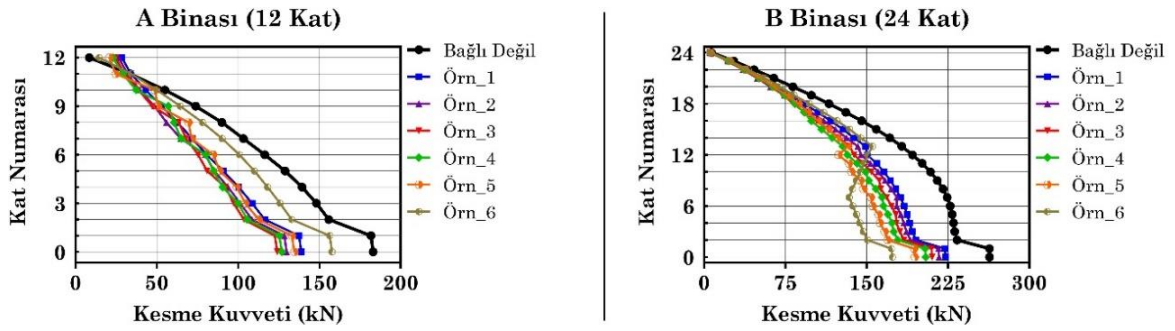


Şekil 439. $H_B/H_A=2$ (a) için taban kesme kuvveti açısından cihaz sönümlenme katsayıları ve bağlantı modellerinin Tip II üzerindeki komşu binalara etkileri.

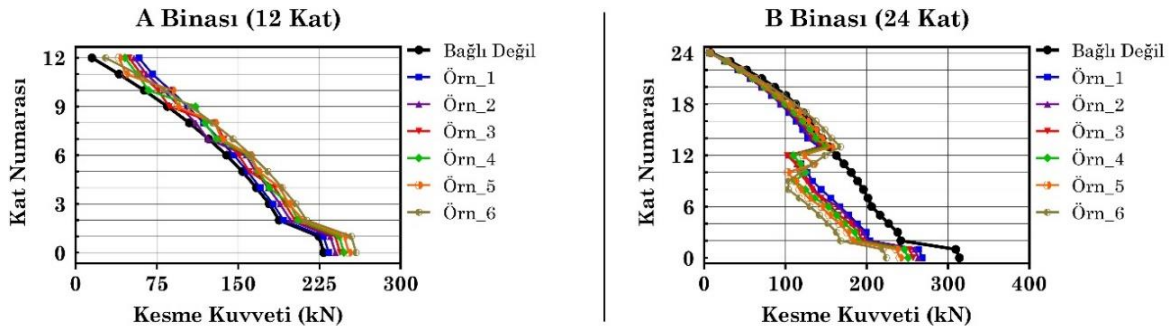


Şekil 440. $H_B/H_A=2$ (a) için taban kesme kuvveti açısından cihaz sönümlenme katsayıları ve bağlantı modellerinin Tip III üzerindeki komşu binalara etkileri.

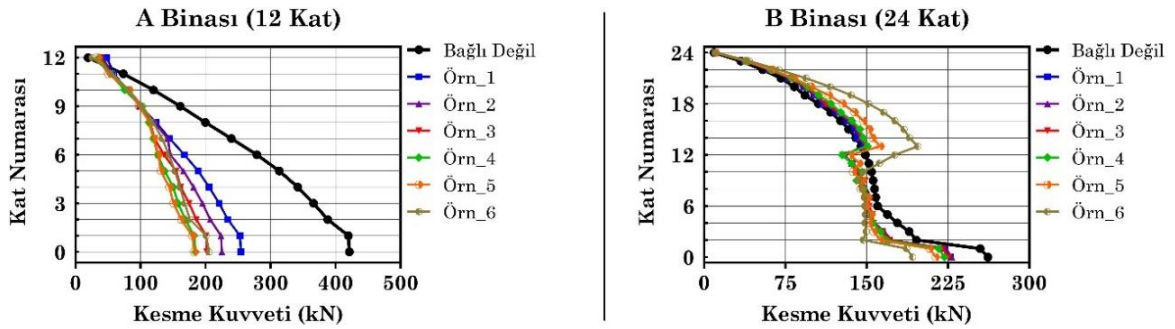
Kat hizasından SVS cihazlarıyla birbirine bağlı A ve B binasının katlarında oluşan maksimum kesme kuvveti değerleri Şekil 441 ile Şekil 444 arasında verilmiştir. $H_B/H_A=2$ (a) türü analizleri için katların kesme kuvveti grafikleri her bir zemin türünde belirlenen etkili sönümlenme katsayısına göre sunulmuştur. $H_B/H_A=2$ (a) türü analizleri için belirlenen etkili sönümlenme katsayısı ve bağlantı modeline göre tepe noktası kesme kuvveti değeri Tip II zemin türünde A ve B binasında sırayla %33 ve %23 artmıştır. Ankastre mesnet, Tip I ve Tip III zemin türlerinde ise A binasında sırasıyla %72, %288, %45 artmış ve B binasında ise sırasıyla %9, %21, %2 azalmıştır. 24 katlı B binasının grafikleri incelendiğinde 12. kat ile 13. kat arasındaki kesme kuvveti değerlerinde bir ani artış olduğu gözükmemektedir.



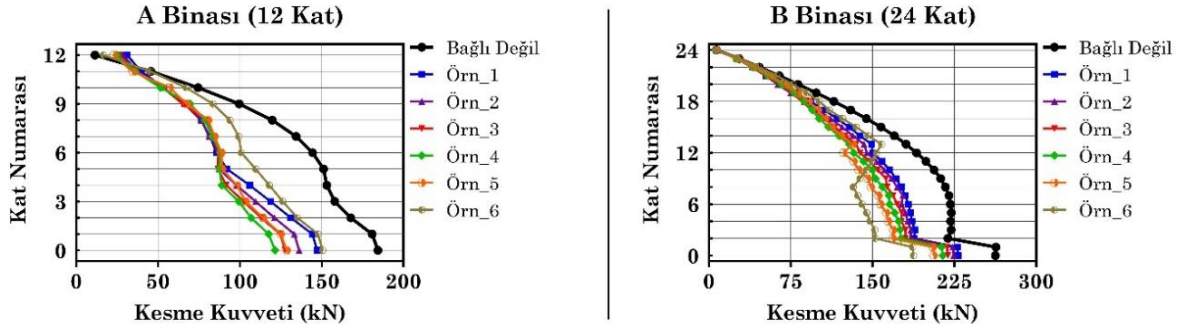
Şekil 441. $H_B/H_A=2$ (a) türü analizlerinde ankastre durumda SVS cihazlar ile bağlı binaların katlarında meydana gelen kesme kuvveti grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).



Şekil 442. $H_B/H_A=2$ (a) türü analizlerinde Tip I zemin türü üzerinde SVS cihazlar ile bağlı binaların katlarında meydana gelen kesme kuvveti grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).

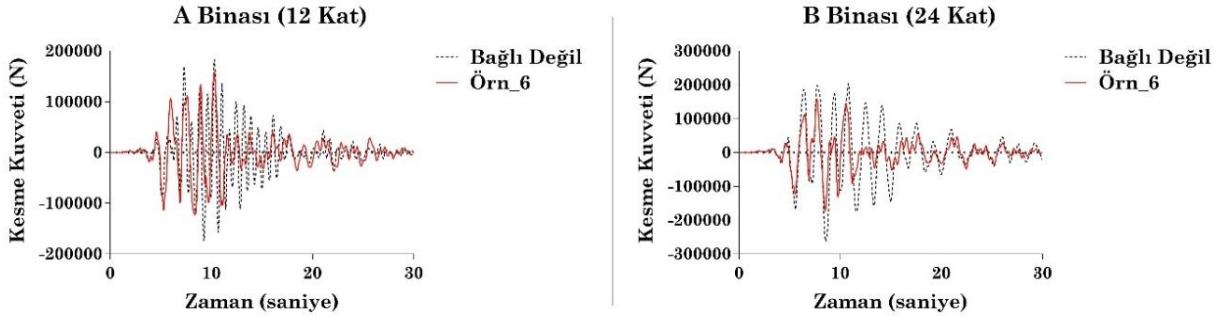


Şekil 443. $H_B/H_A=2$ (a) türü analizlerinde Tip II zemin türü üzerinde SVS cihazlar ile bağlı binaların katlarında meydana gelen kesme kuvveti grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).

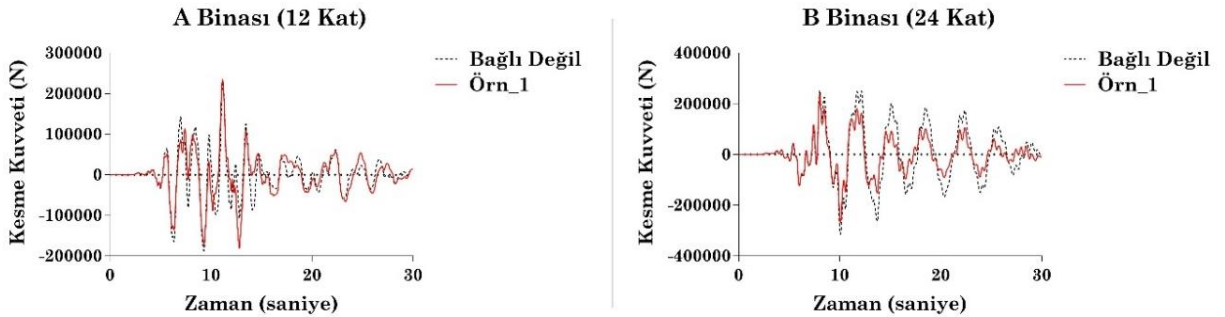


Şekil 444. $H_B/H_A=2$ (a) türü analizlerinde Tip III zemin türü üzerinde SVS cihazlar ile bağlı binaların katlarında meydana gelen kesme kuvveti grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).

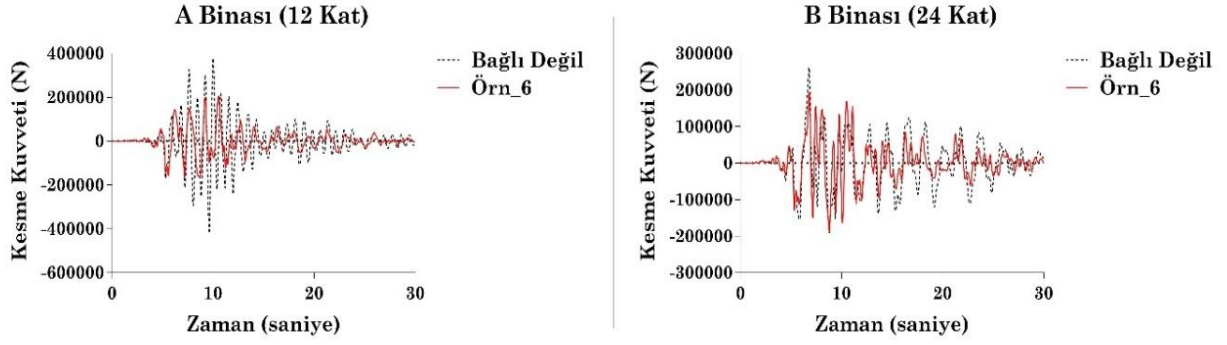
Taban kesme kuvvetinin deprem süresince etkisinin incelenmesi SVS cihazlarının etkinliğini iyi bir göstergesidir. Bu nedenle $H_B/H_A=2$ (a) türü analizler için belirlenen etkili parametrelere göre komşu binaların taban kesme kuvveti değerinin deprem süresi boyunca salınımı gösteren Taban Kesme Kuvveti-Zaman grafiği Şekil 445 ile Şekil 448 arasında verilmiştir. Grafikler incelendiğinde SVS cihazlarının sadece maksimum taban kesme kuvvetinin azalmasında değil deprem süresi boyunca oldukça etkili olduğu söylenebilir.



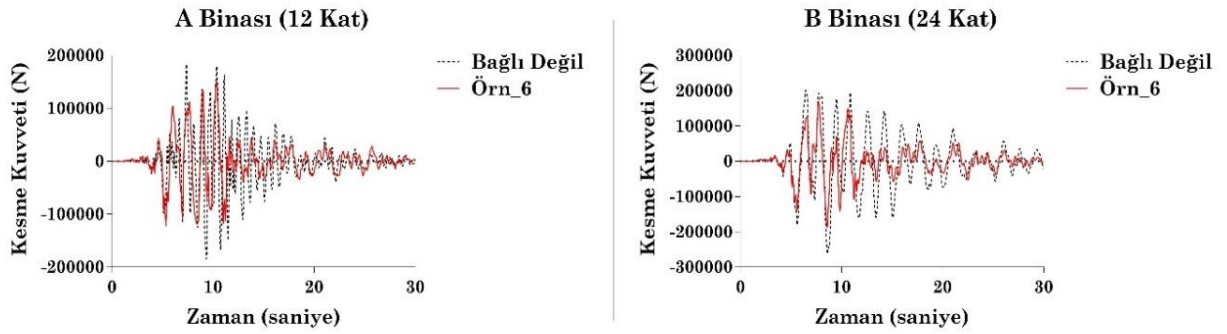
Şekil 445. $H_B/H_A=2$ (a) analizlerinde ankastre durumda SVS cihazlar ile birbirine bağlı binaların Taban Kesme Kuvveti–Zaman grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).



Şekil 446. $H_B/H_A=2$ (a) analizlerinde Tip I zemin türü üzerinde SVS cihazlar ile birbirine bağlı binaların Taban Kesme Kuvveti–Zaman grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).



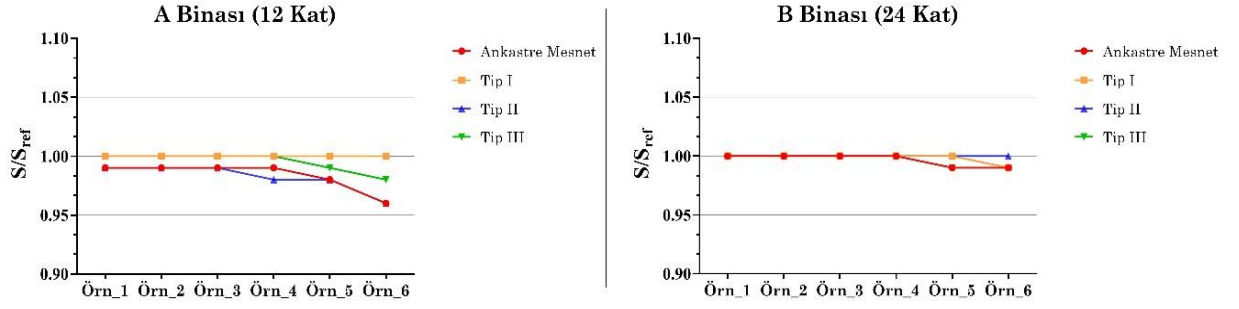
Şekil 447. $H_B/H_A=2$ (a) analizlerinde Tip II zemin türü üzerinde SVS cihazlar ile birbirine bağlı binaların Taban Kesme Kuvveti–Zaman grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).



Şekil 448. $H_B/H_A=2$ (a) analizlerinde Tip III zemin türü üzerinde SVS cihazlar ile birbirine bağlı binaların Taban Kesme Kuvveti–Zaman grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).

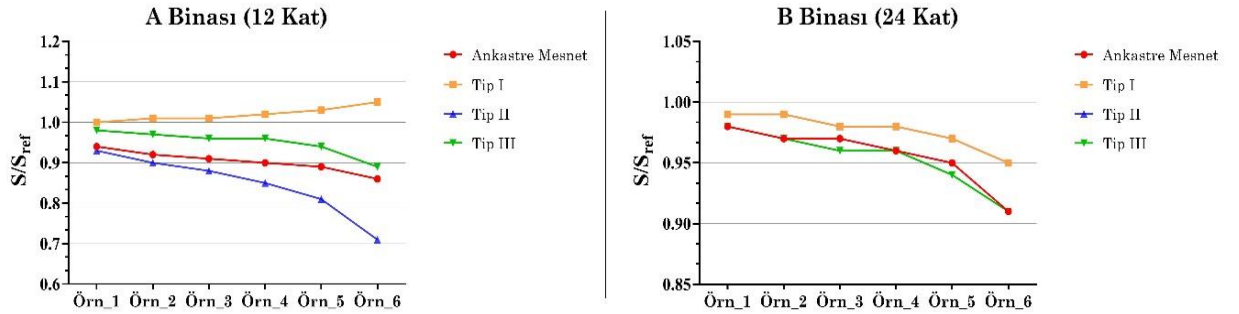
Farklı sönümlenme katsayılarına sahip SVS cihazlarının $H_B/H_A=2$ (b) türü analizlerde A ve B binalarına bağlanmasıyla meydana gelen taban kesme kuvveti oran grafikleri Şekil 449 ile Şekil 453 arasında verilmiştir. (b) türü analizlerinde B binasının yapısal eleman boyutları farklı olduğundan (a) türü analiz sonuçlarına göre farklı sonuçlar meydana gelmiştir. B binasının A binasına göre kütle, rijitlik ve frekans oranları sırasıyla 2,8; 0,72 ve 0,5’dir. Dolayısıyla A binası daha rijit, B binası ise daha düşük frekanslı, ağır ve uzundur. İki yapının frekansı iyice birbirinden ayrılmıştır. Bu oran bağlanacak iki yapı için istenen frekans oranlarından biridir.

Şekil 449’da 10^3 N.s/m sönümlenme katsayıları cihazların etkisiyle A ve B binalarında farklı zemin türlerinde meydana gelen taban kesme kuvveti oran grafikleri verilmiştir. Grafikler incelendiğinde SVS cihazlarının taban kesme kuvvetlerinin üzerindeki etkisi tüm zemin türlerinde Örnek 6 bağlantı modelinde maksimuma ulaştığı söylenebilir. Grafikte verilen taban kesme kuvvetlerinde A veya B binasında maksimum %4’e varan azalma meydana gelmiştir.



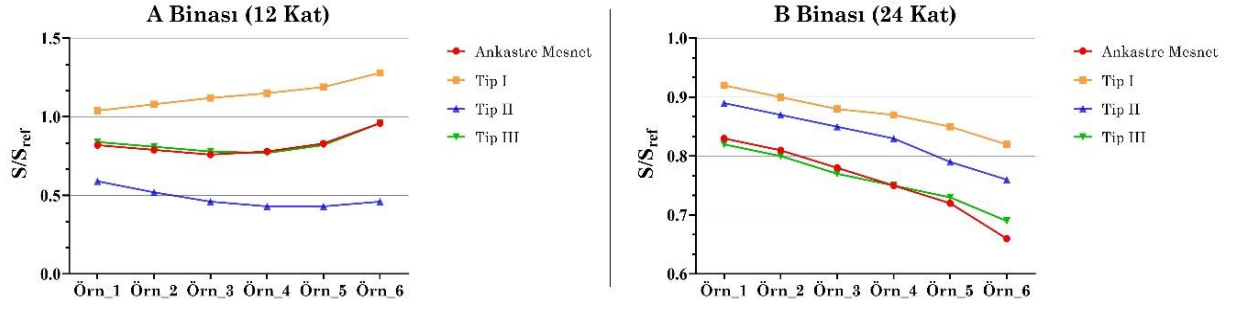
Şekil 449. $H_B/H_A=2$ (b) için taban kesme kuvveti oran grafiği ($C_d=10^3$ N.s/m).

Şekil 450’de 10^4 N.s/m sönümlleme katsayısına sahip SVS cihazlarının meydana getirdiği taban kesme kuvveti oran grafiği sunulmuştur. İki binanın grafikleri birlikte düşünülerek incelendiğinde SVS cihazlarının taban kesme kuvvetlerinin üzerindeki etkisinin Tip I zemin türünde Örnek 1, ankastre, Tip II ve Tip III zemin türlerinde ise Örnek 6 bağlantı modelinde maksimuma ulaştığı yorumu yapılabilir. Belirlenen etkili bağlantı modelinde A ve B binasında meydana gelen taban kesme kuvvetinin sırasıyla ankastrede %14 ve %9, Tip I zemin türünde %1 ve %2, Tip II zemin türünde %29 ve %5 ve Tip III zemin türünde ise %11 ve %9 azaldığı görülür.



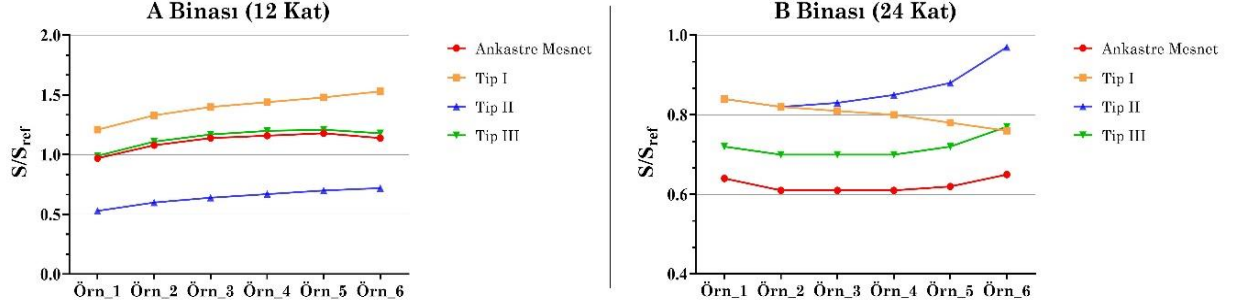
Şekil 450. $H_B/H_A=2$ (b) için taban kesme kuvveti oran grafiği ($C_d=10^4$ N.s/m).

Şekil 451’de 10^5 N.s/m sönümlleme katsayılı cihazların etkisiyle A ve B binalarında farklı zemin türlerinde meydana gelen taban kesme kuvveti oran grafikleri verilmiştir. Grafik incelendiğinde taban kesme kuvveti açısından 10^5 N.s/m sönümlleme katsayılı cihazların Tip I zemin türü üzerindeki $H_B/H_A=2$ (b) türü modelleri için uygun olmadığı görülür. İki binanın grafikleri birlikte incelendiğinde ise en etkili bağlantı modelinin ankastre ve Tip III zemin türü için Örnek 4 ve Tip II zemin türü için ise Örnek 6 olduğu yorumu yapılabilir. Belirlenen bu bağlantı modellerine göre A ve B binasının taban kesme kuvveti değerinde sırasıyla ankastrede %22 ve %25, Tip II zemin türünde ise %54 ve %18 ve Tip III zemin türünde ise %23 ve %25 azalmıştır. Tip I zemin türünde ise taban kesme kuvveti A binası için %4 artmış, B binası için ise %8 azalmıştır.



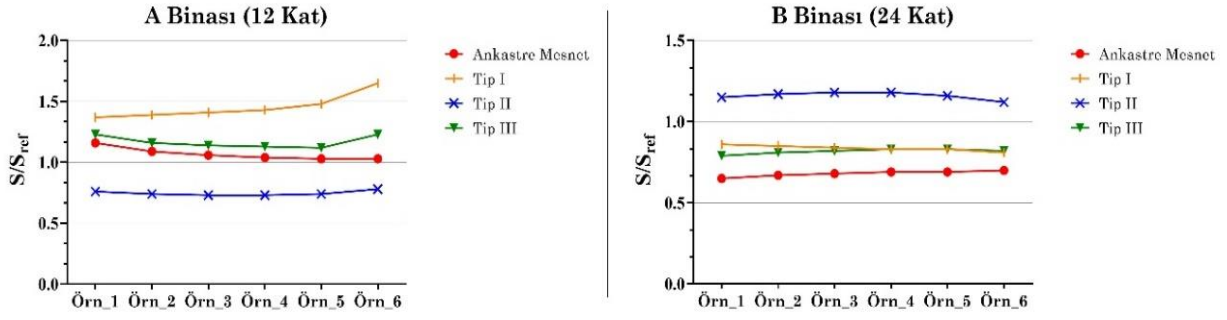
Şekil 451. $H_B/H_A=2$ (b) için taban kesme kuvveti oran grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).

Şekil 452’de 10^6 N.s/m sönümlleme katsayılı cihazların etkisiyle A ve B binalarında farklı zemin türlerinde meydana gelen taban kesme kuvveti oran grafikleri verilmiştir. Grafik incelendiğinde taban kesme kuvveti açısından 10^6 N.s/m sönümlleme katsayılı cihazların Tip I zemin türü üzerindeki $H_B/H_A=2$ (b) türü modeli için uygun olmadığı görülür. İki binanın grafikleri birlikte incelendiğinde ise en etkili bağlantı modelinin ankastre, Tip II ve Tip III zemin türü için Örnek 1 olduğu yorumu yapılabilir. Belirlenen bu bağlantı modellerine göre A ve B binasının taban kesme kuvveti değerinde sırasıyla ankastrede %3 ve %36, Tip II zemin türünde ise %47 ve %16 ve Tip III zemin türünde ise %1 ve %28 azalmıştır. Tip I zemin türünde ise taban kesme kuvveti A binası için %21 artmış, B binası için ise %16 azalmıştır.



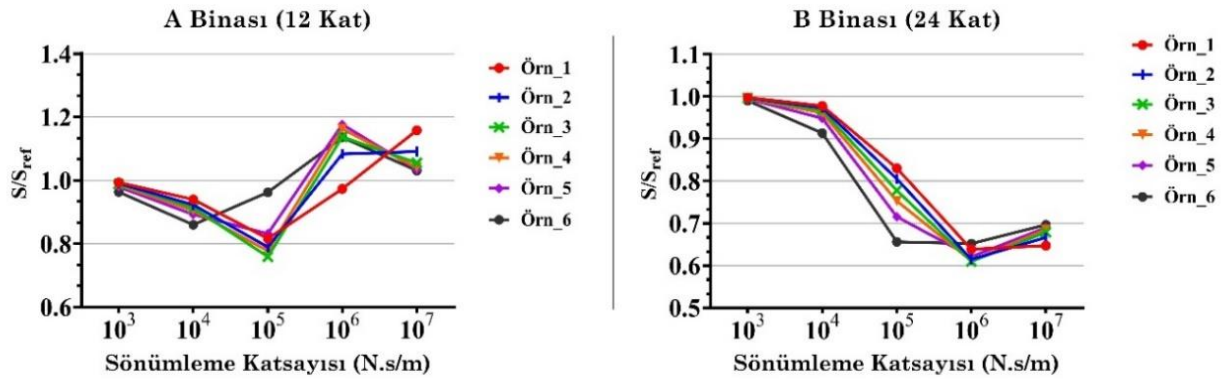
Şekil 452. $H_B/H_A=2$ (b) için taban kesme kuvveti oran grafiği ($C_d=10^6$ N.s/m).

Şekil 453’de 10^7 N.s/m sönümlleme katsayılı cihazların etkisiyle A ve B binalarında farklı zemin türlerinde meydana gelen taban kesme kuvveti oran grafikleri verilmiştir. Grafik incelendiğinde taban kesme kuvveti açısından 10^7 N.s/m sönümlleme katsayılı cihazların bütün zemin türleri üzerindeki $H_B/H_A=2$ (b) türü modeli için uygun olmadığı görülür. Özellikle A binasının taban kesme kuvvetinde %30’ları aşan artışlar görülmüştür.

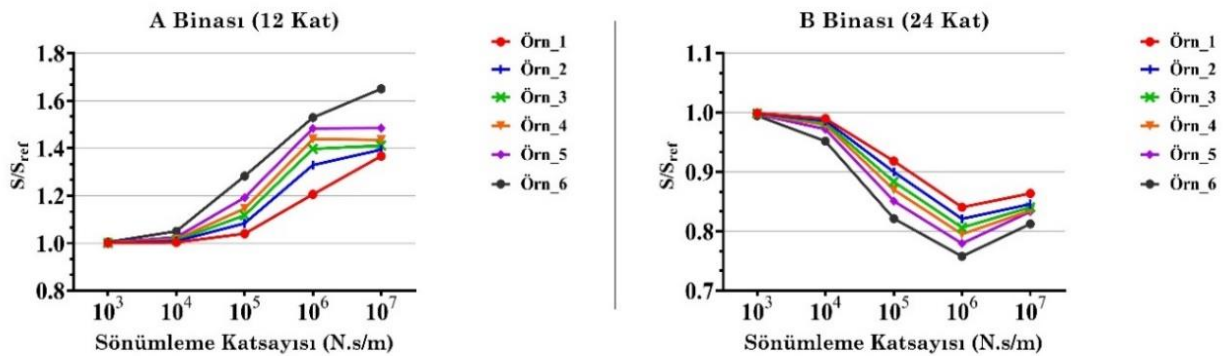


Şekil 453. $H_B/H_A=2$ (b) için taban kesme kuvveti oran grafiği ($C_d=10^7$ N.s/m).

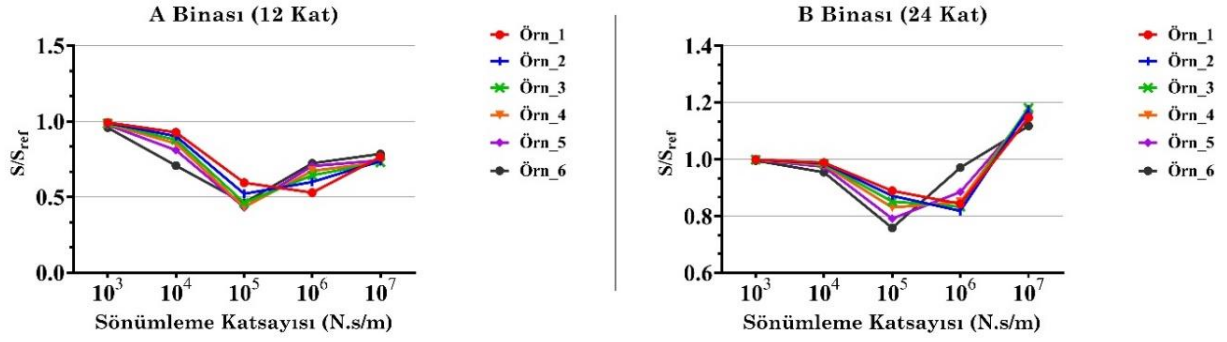
$H_B/H_A=2$ (b) türü analizlerde SVS cihazlarının sönümleme katsayısının ve bağlantı modellerinin taban kesme kuvvetine olan etkisini zemin türüne göre gösteren grafikler Şekil 454 ile Şekil 457 arasında verilmiştir. A ve B binasının grafikleri birlikte düşünülerek incelendiğinde meydana gelen taban kesme kuvveti sonuçlarına göre en etkili sonuçların bütün zemin türlerinde 10^5 N.s/m cihaz sönümleme katsayısında alındığı görülür. Belirlenen cihaz sönümleme katsayısına göre en etkili bağlantı modelinin ise Tip I zemin türünde Örnek 1, diğer zemin türlerinde Örnek 6 olduğu yorumu yapılabilir. Tip I zemin üzerindeki A ve B binasının SVS cihazlarıyla bağlantısından B binasının daha çok faydalandığı söylenebilir.



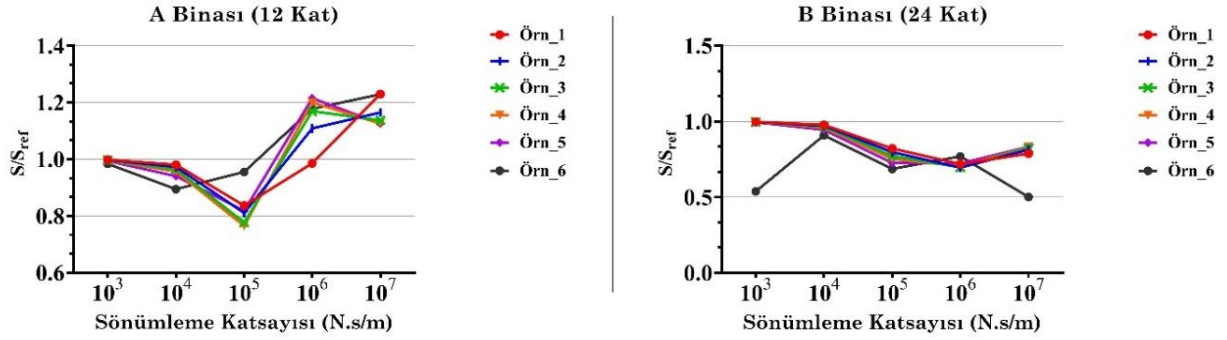
Şekil 454. $H_B/H_A=2$ (b) için taban kesme kuvveti açısından cihaz sönümleme katsayıları ve bağlantı modellerinin zemine ankastre olarak bağlı durumdaki komşu binalara etkileri.



Şekil 455. $H_B/H_A=2$ (b) için taban kesme kuvveti açısından cihaz sönümleme katsayıları ve bağlantı modellerinin Tip I üzerindeki komşu binalara etkileri.

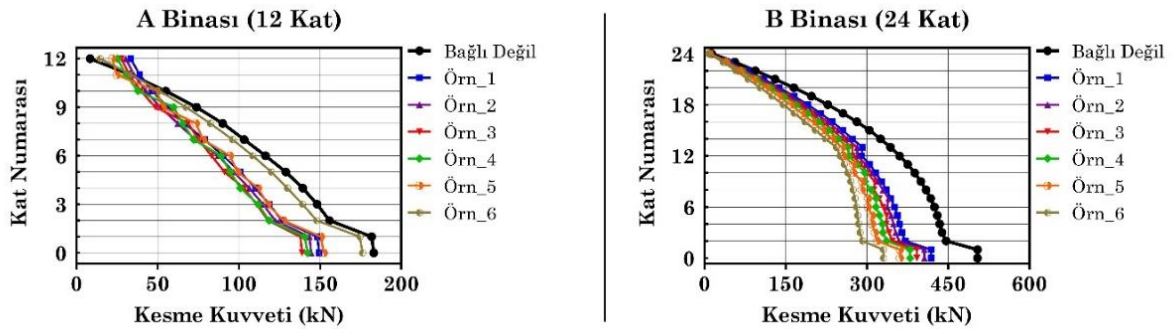


Şekil 456. $H_B/H_A=2$ (b) için taban kesme kuvveti açısından cihaz sönümleme katsayıları ve bağlantı modellerinin Tip II üzerindeki komşu binalara etkileri.

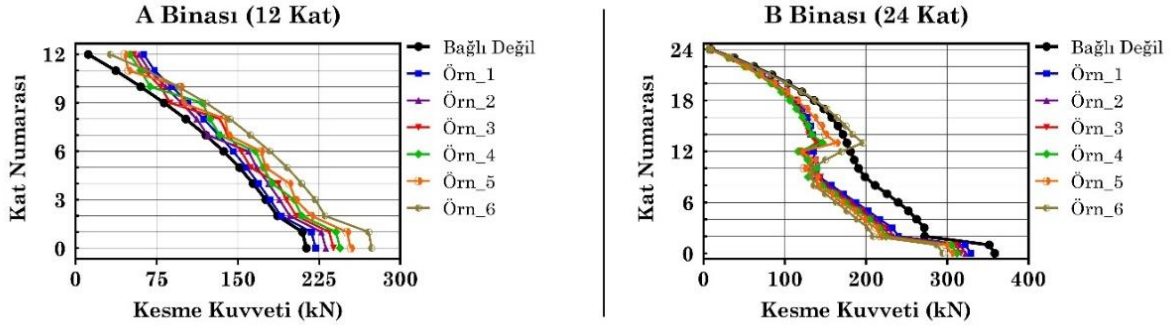


Şekil 457. $H_B/H_A=2$ (b) için taban kesme kuvveti açısından cihaz sönümleme katsayıları ve bağlantı modellerinin Tip III üzerindeki komşu binalara etkileri.

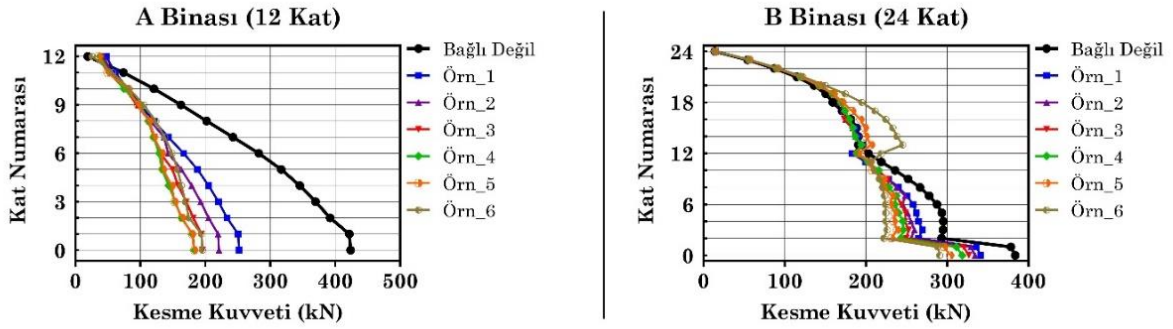
Kat hizasından SVS cihazlarıyla birbirine bağlı A ve B binasının katlarında oluşan maksimum kesme kuvveti değerleri Şekil 458 ile Şekil 461 arasında verilmiştir. $H_B/H_A=2$ (b) türü analizleri için katların kesme kuvveti grafikleri her bir zemin türünde belirlenen etkili sönümleme katsayısına göre sunulmuştur. $H_B/H_A=2$ (b) türü analizleri için belirlenen etkili sönümleme katsayısı ve bağlantı modeline göre tepe noktası kesme kuvveti değeri Tip II zemin türünde A ve B binasında sırasıyla %36 ve %6 artmıştır. Ankastre mesnet, Tip I ve Tip III zemin türlerinde ise A binasında sırasıyla %161, %430, %123 artmış ve B binasında ise sırasıyla %32, %11, %24 azalmıştır. 24 katlı B binasının grafikleri incelendiğinde 12. kat ile 13. kat arasındaki kesme kuvveti değerlerinde bir ani artış olduğu gözükmemektedir.



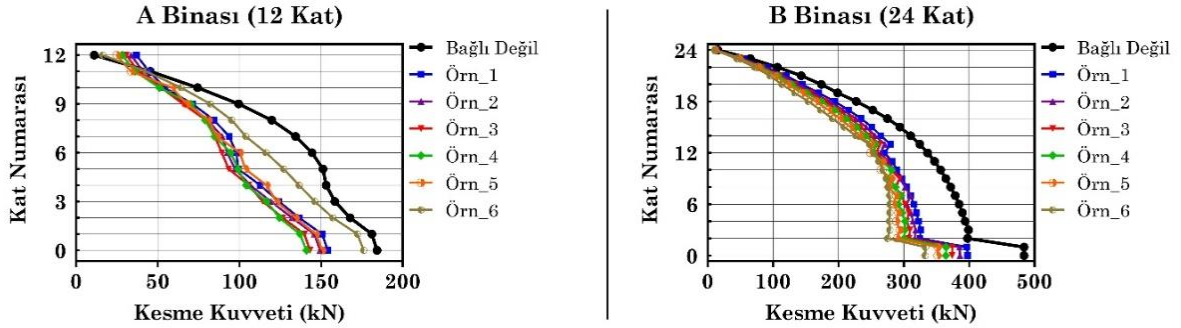
Şekil 458. $H_B/H_A=2$ (b) türü analizlerinde ankastre durumda SVS cihazlar ile bağlı binaların katlarında meydana gelen kesme kuvveti grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).



Şekil 459. $H_B/H_A=2$ (b) türü analizlerinde Tip I zemin türü üzerinde SVS cihazlar ile bağlı binaların katlarında meydana gelen kesme kuvveti grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).

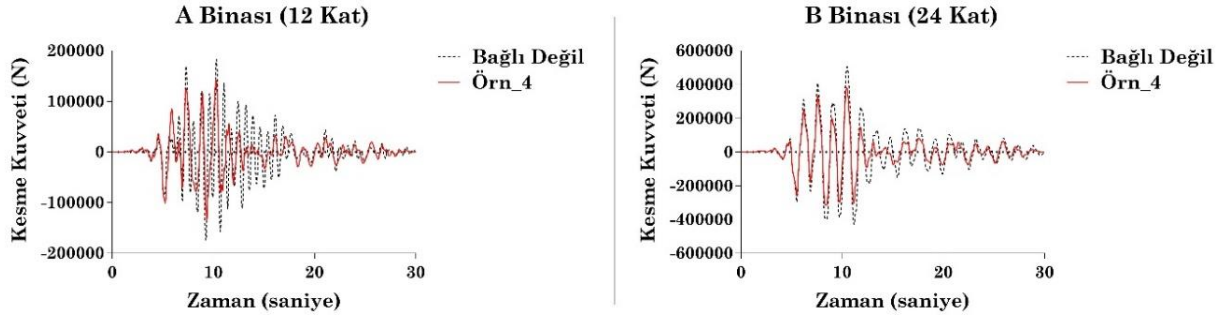


Şekil 460. $H_B/H_A=2$ (b) türü analizlerinde Tip II zemin türü üzerinde SVS cihazlar ile bağlı binaların katlarında meydana gelen kesme kuvveti grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).

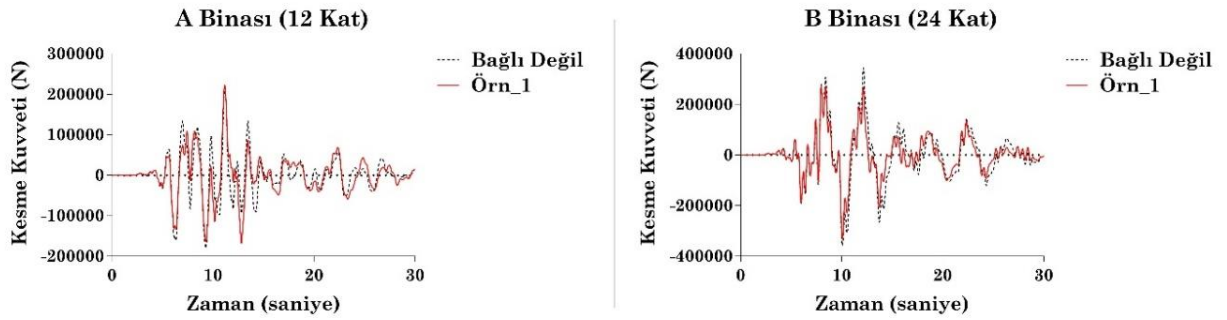


Şekil 461. $H_B/H_A=2$ (b) türü analizlerinde Tip III zemin türü üzerinde SVS cihazlar ile bağlı binaların katlarında meydana gelen kesme kuvveti grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).

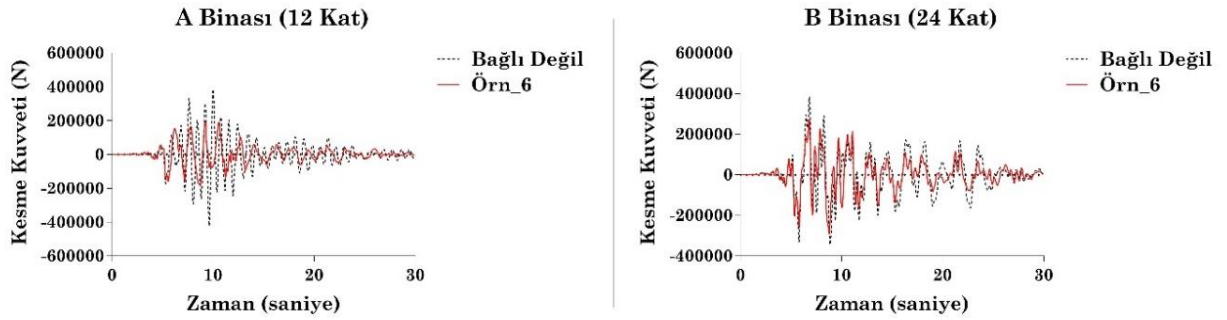
Taban kesme kuvvetinin deprem süresince etkisinin incelenmesi SVS cihazlarının etkinliğini iyi bir göstergesidir. Bu nedenle $H_B/H_A=2$ (b) türü analizler için belirlenen etkili parametrelere göre komşu binaların taban kesme kuvveti değerinin deprem süresi boyunca salınımı gösteren Taban Kesme Kuvveti-Zaman grafiği Şekil 462 ile Şekil 465 arasında verilmiştir. Grafikler incelendiğinde SVS cihazlarının sadece maksimum taban kesme kuvvetinin azalmasında değil deprem süresi boyunca oldukça etkili olduğu söylenebilir.



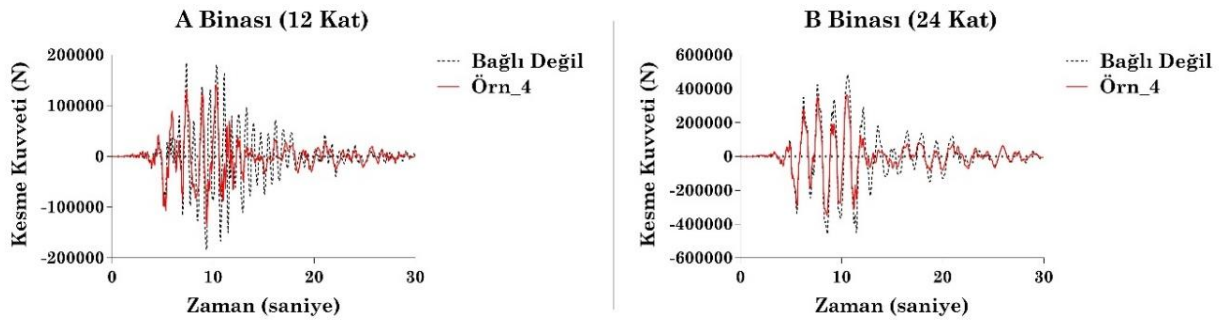
Şekil 462. $H_B/H_A=2$ (b) analizlerinde ankastre durumda SVS cihazlar ile birbirine bağlı binaların Taban Kesme Kuvveti–Zaman grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).



Şekil 463. $H_B/H_A=2$ (b) analizlerinde Tip I zemin türü üzerinde SVS cihazlar ile birbirine bağlı binaların Taban Kesme Kuvveti–Zaman grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).



Şekil 464. $H_B/H_A=2$ (b) analizlerinde Tip II zemin türü üzerinde SVS cihazlar ile birbirine bağlı binaların Taban Kesme Kuvveti–Zaman grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).



Şekil 465. $H_B/H_A=2$ (b) analizlerinde Tip III zemin türü üzerinde SVS cihazlar ile birbirine bağlı binaların Taban Kesme Kuvveti–Zaman grafiği ($C_d=10^5$ N.s/m).

Taban kesme kuvveti açısından komşu binaların kütle, yükseklik, rijitlik ve frekans oranlarının SVS cihazlarının performansına etkilerinin incelenmesi

Bu başlığa kadar bağlı binalardaki SVS cihazlarının taban kesme kuvvetlerini önemli ölçüde azaltarak etkili bir yapısal kontrol sistemi parçası olduğu görülmüştür. Bu başlık altında ise bağlanacak komşu binaların kütle, yükseklik, rijitlik ve frekans oranlarının SVS cihazlarının performansını nasıl etkilediği taban kesme kuvvetleri açısından incelenecektir. Bu etkiyi kıyaslayabilmek için taban kesme kuvvetlerinin azalmasında etkili olan 10^5 N.s/m sönümleme katsayısına sahip SVS cihazlarının sonuçları ele alınmıştır.

Şekil 466'da (a) türü modellerinde iki komşu binanın SVS cihazlarıyla bağlanmasıyla meydana gelen taban kesme kuvvetlerinin bina katsayısı ve bağlantı modellerine göre değişimi verilmiştir. Grafiğin (a) ve (b) şikkında binaların zemine ankastre bağlı olduğu durum ele alınmıştır. (a) şikkında A binasının farklı kat sayısına sahip B binasıyla bağlanmasıyla meydana gelen A binasının taban kesme kuvvetleri sunulmuştur. (a) şikkı genel olarak incelendiğinde, A binasının performansı B binasının kat sayısı arttıkça artmış, dolayısıyla A binasının taban kesme kuvvetleri etkili şekilde azalmıştır. (b) şikkında ise B binasının A binasıyla bağlantısından sonra B binasının taban kesme kuvvetleri sunulmuştur. (b) şikkı incelendiğinde, B binasının taban kesme kuvvetindeki maksimum azalma, 21 katlı B binası ile A binasının bağlanmasıyla elde edilmiştir. B binasının kat sayısının 24 olması durumunda ise SVS cihazların etkisi azalmıştır. İki bina birlikte düşünüldüğünde, ankastre durumda en iyi performansı veren bağlantının 12 katlı A binası ile 21 katlı B binasının Örnek 6 bağlantı modeliyle bağlanması olduğu söylenebilir. Bu durumdaki A ve B binasının kütle, yükseklik, rijitlik ve frekans oranları büyüğün küçüğe oranı olacak şekilde ifade edilecek olursa, sırasıyla 1,76; 1,75; 2 ve 1,9 olduğu görülür. A binasının B binasından daha rijit olduğu bu bağlantıda A ve B binasının taban kesme kuvveti değerindeki azalmanın sırasıyla %23 ve %54 olmuştur. Benzer olarak Şekil 467'de ise (b) türü modellerinde meydana gelen taban kesme kuvvetinin bina katsayısı ve bağlantı modellerine göre değişimi verilmiştir. Grafiğin (a) ve (b) şikkında binaların zemine ankastre bağlı olduğu durum ele alınmıştır. (a) şikkı genel olarak incelenirse; A binası 15 katlı B binasına bağlandığında A binasının taban kesme kuvveti, bağlanmadan önceki değerinden daha çok artar. Ancak A binasının 15 katlı B binasının haricindeki 18, 21 ve 24 katlı B binalarına bağlanması SVS cihazlarının A binasının taban kesme kuvveti üzerindeki etkisini artırır ve 21 katlı B binasıyla bağlanmasıyla da ivmelerdeki azalış maksimum seviyeye ulaşır. (b) şikkında ise B binasının kat sayısı arttıkça B binasının taban kesme kuvveti etkili bir şekilde azalır. Taban kesme kuvvetindeki azalma 24 katlı B binası ile A binasının bağlanmasıyla maksimum olur. İki bina birlikte düşünüldüğünde ise ankastre durumda en iyi performansı veren bağlantının 12 katlı A binası ile 21 katlı B binasının Örnek 6 bağlantı modeliyle bağlanması olduğu

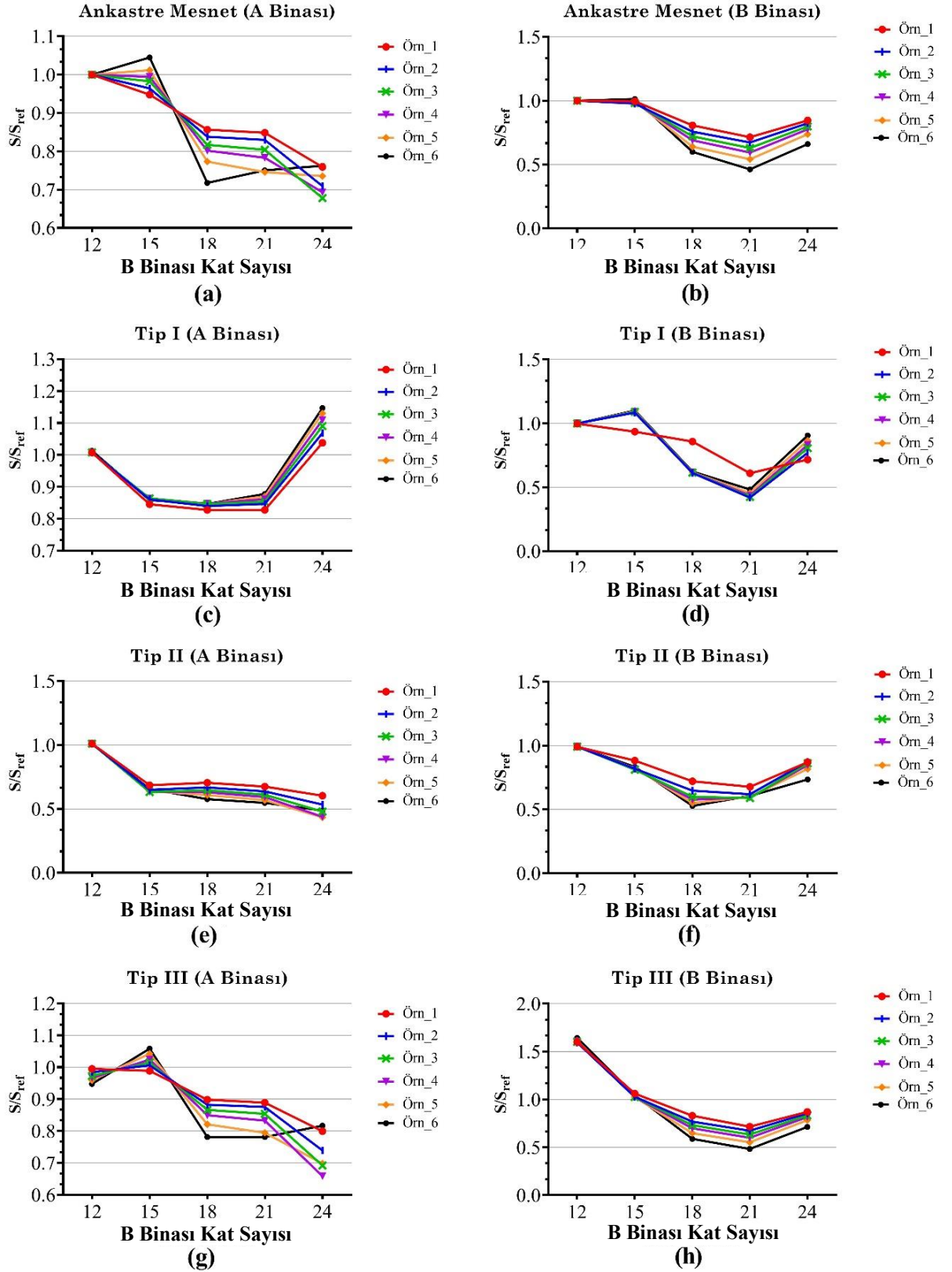
söylenbilir. Bu durumdaki A ve B binasının kütle, yükseklik, rijitlik ve frekans oranları büyüğün küçüğe oranı olacak şekilde ifade edilecek olursa, sırasıyla 2,5;1,75;1,12 ve 1,7 olduğu görülür. A binasının B binasından daha rijit olduğu bu bağlantıda A ve B binasının taban kesme kuvveti değerindeki azalmanın sırasıyla %31 ve %24 olduğu görülür. (a) türü modellerindeki azalmanın daha etkili olduğu söylenebilir. (b) türü modellerde etkili olan bağlantıdaki binaların kütle oranı artarak 2 değerinin üzerine çıkmış, frekans ve rijitlik oranı ise azalmıştır. (b) türü modellerinin kolon ve kiriş ölçülerinin artırılarak daha rijit hale getirilmesi, iki bina arasındaki rijitlik oranını ve frekans oranını birbirine yaklaştırdığı için SVS cihazlarının etkisini azaltmıştır.

Şekil 466'da (a) türü modellerinde iki komşu binanın SVS cihazlarıyla bağlanmasıyla meydana gelen taban kesme kuvvetlerinin bina katsayısı ve bağlantı modellerine göre değişimi verilmiştir. (c) ve (d) şikkında Tip I zemin üzerindeki bağlı binaların durumu ele alınmıştır. (c) şikkı genel olarak incelendiğinde, A binasının taban kesme kuvvetleri 21 katlı B binası ile bağlanmasıyla minimum değerine ulaşmıştır. A binasının 24 katlı B binasıyla bağlanmasıyla A binasının taban kesme kuvvetleri, bağlanmadan önceki değerine göre artmıştır. (d) şikkı incelendiğinde, B binasının taban kesme kuvvetindeki maksimum azalma 21 katlı B binası ile A binasının bağlanmasıyla elde edilmiştir. A binasıyla bağlanan B binasının kat sayısı 24 olduğunda ise SVS cihazların etkisi azalmıştır. İki bina birlikte düşünüldüğünde, Tip I zemin üzerinde en iyi performansı veren bağlantının A binası ile 21 katlı B binasının Örnek 2 bağlantı modeliyle bağlanması olduğu söylenebilir. Bu durumdaki A ve B binasının kütle, yükseklik, rijitlik ve frekans oranları büyüğün küçüğe oranı olacak şekilde ifade edilecek olursa, sırasıyla 1,76; 1,75; 2 ve 1,9 olduğu görülür. A binasının B binasından daha rijit olduğu bu bağlantıda A ve B binasının taban kesme kuvveti değerindeki azalmanın sırasıyla %15 ve %54 olmuştur. Benzer olarak Şekil 467'de ise (b) türü modellerinde meydana gelen taban kesme kuvvetinin bina katsayısı ve bağlantı modellerine göre değişimi verilmiştir. Grafiğin (c) ve (d) şikkında Tip I zemin üzerindeki binaların durumu ele alınmıştır. (c) şikkı genel olarak incelendiğinde, A binasının taban kesme kuvvetleri 18 katlı B binası ile bağlanmasıyla azalmıştır. A binasının 21 ve 24 katlı B binalarıyla bağlanmasıyla A binasının taban kesme kuvvetleri bağlanmadan önceki değerine göre artmıştır. (d) şikkında ise B binasının A binasıyla bağlantısından sonra meydana gelen B binasının taban kesme kuvvetleri sunulmuştur. (d) şikkı incelendiğinde, B binasının taban kesme kuvvetindeki maksimum azalma, 18 katlı B binası ile A binasının bağlanmasıyla elde edilmiştir. B binasının kat sayısı 21 ve 24 olduğunda ise SVS cihazların etkisi azalmıştır. İki bina birlikte düşünüldüğünde, Tip I zemin üzerinde en iyi performansı veren bağlantının A binası ile 18 katlı B binasının Örnek 6 bağlantı modeliyle bağlanması olduğu söylenebilir. Bu durumdaki A ve B binasının kütle, yükseklik, rijitlik ve frekans oranları

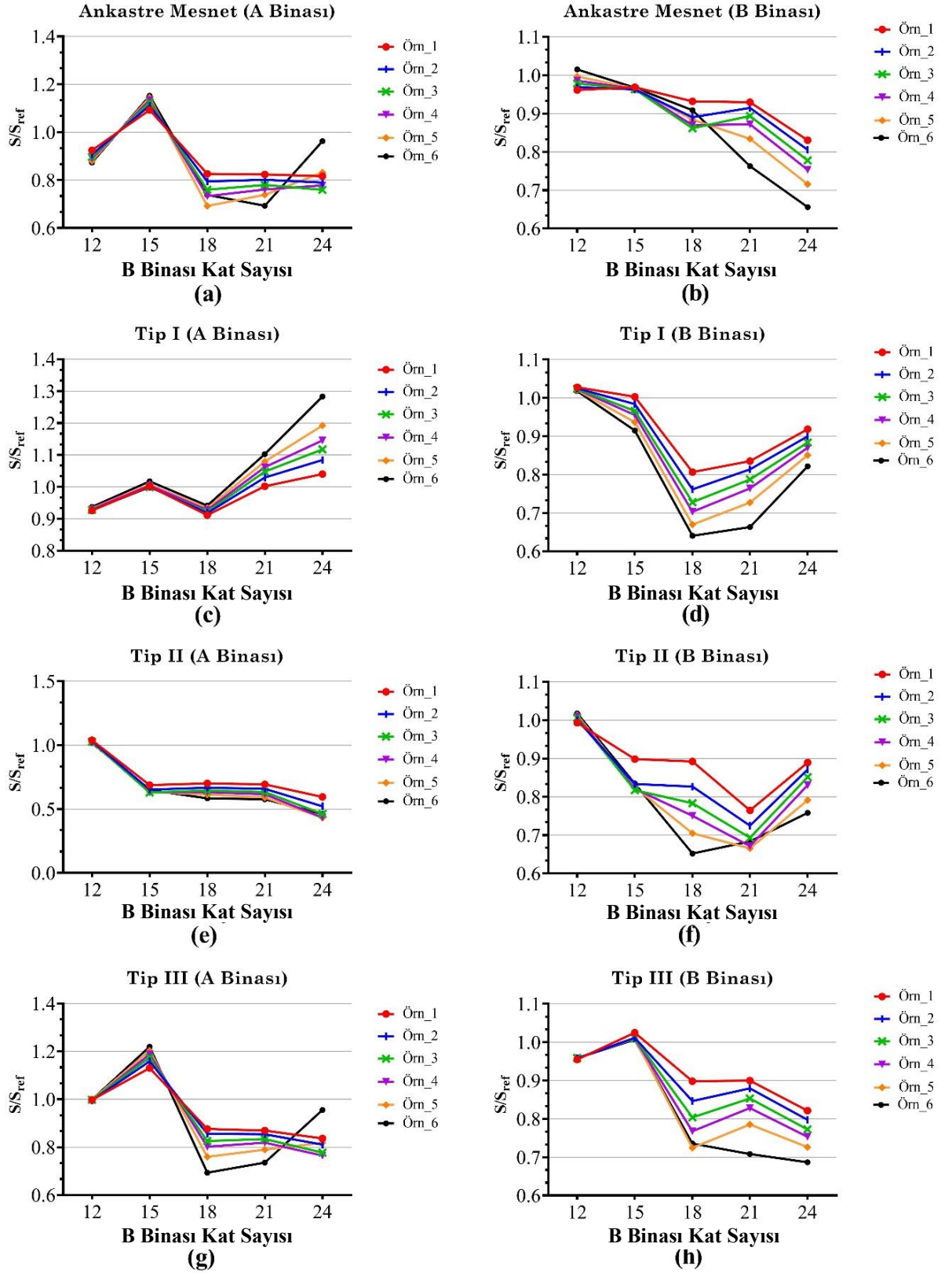
büyüğün küçüğe oranı olacak şekilde ifade edilecek olursa, sırasıyla 1,51; 1,5; 1,64 ve 1,6 olduğu görülür. B binasının A binasından daha rijit olduğu bu bağlantıda A ve B binasının taban kesme kuvveti değerindeki azalmanın sırasıyla %6 ve %36 olduğu görülür. (a) türü modellerindeki azalmanın daha etkili olduğu söylenebilir. (b) türü modellerde etkili olan bağlantıdaki binaların kütle, yükseklik, rijitlik ve frekans oranı azaldığı için SVS cihazlarının performansı azalmıştır.

Şekil 466'da (a) türü modellerinde iki komşu binanın SVS cihazlarıyla bağlanmasıyla meydana gelen taban kesme kuvvetlerinin bina katsayısı ve bağlantı modellerine göre değişimi verilmiştir. (e) ve (f) şikkında Tip II zemin üzerindeki bağlı binaların durumu ele alınmıştır. (e) şikkı genel olarak incelendiğinde, A binasının taban kesme kuvvetlerindeki azalış, B binasının kat sayısı artıka artmıştır. (f) şikkı incelendiğinde, B binasının taban kesme kuvvetindeki maksimum azalma 21 katlı B binası ile A binasının bağlantısından elde edilmiştir. A binasıyla bağlanan B binasının kat sayısı 24 olduğunda ise SVS cihazların etkisi azalmıştır. İki bina birlikte düşünüldüğünde, Tip II zemin üzerinde en iyi performansı veren bağlantının A binası ile 21 katlı B binasının Örnek 6 bağlantı modeliyle bağlanması olduğu söylenebilir. Bu durumdaki A ve B binasının kütle, yükseklik, rijitlik ve frekans oranları büyüğün küçüğe oranı olacak şekilde ifade edilecek olursa, sırasıyla 1,76; 1,75; 2 ve 1,9 olduğu görülür. A binasının B binasından daha rijit olduğu bu bağlantıda A ve B binasının taban kesme kuvveti değerindeki azalmanın sırasıyla %45 ve %40 olduğu görülür. Benzer olarak Şekil 467'de ise (b) türü modellerinde meydana gelen taban kesme kuvvetinin bina katsayısı ve bağlantı modellerine göre değişimi verilmiştir. Grafiğin (e) ve (f) şikkında Tip II zemin üzerindeki binaların durumu ele alınmıştır. (f) şikkı incelendiğinde, B binasının taban kesme kuvvetindeki maksimum azalma, 21 katlı B binası ile A binasının bağlanmasıyla elde edilmiştir. B binasının kat sayısı 21 ve 24 olduğunda ise SVS cihazların etkisi azalmıştır. İki bina birlikte düşünüldüğünde, Tip II zemin üzerinde en iyi performansı veren bağlantının A binası ile 21 katlı B binasının Örnek 5 bağlantı modeliyle bağlanması olduğu söylenebilir. Bu durumdaki A ve B binasının kütle, yükseklik, rijitlik ve frekans oranları büyüğün küçüğe oranı olacak şekilde ifade edilecek olursa, sırasıyla 2,5;1,75;1,12 ve 1,7 olduğu görülür. A binasının B binasından daha rijit olduğu bu bağlantıda A ve B binasının taban kesme kuvveti değerindeki azalmanın sırasıyla %41 ve %33 olmuştur. (a) türü modellerindeki azalmanın daha etkili olduğu söylenebilir. (b) türü modellerde etkili olan bağlantıdaki binaların kütle oranı artarak 2 değerinin üzerine çıkmış, frekans ve rijitlik oranı ise azalmıştır. (b) türü modellerinin kolon ve kiriş ölçülerinin artırılarak daha rijit hale getirilmesi, iki bina arasındaki rijitlik oranını ve frekans oranını birbirine yaklaştırdığı için SVS cihazlarının etkisini azaltmıştır.

Şekil 466'da (a) türü modellerinde iki komşu binanın SVS cihazlarıyla bağlanmasıyla meydana gelen taban kesme kuvvetlerinin bina katsayısı ve bağlantı modellerine göre değişimi verilmiştir. (g) ve (h) şıkkında Tip III zemin üzerindeki bağlı binaların durumu ele alınmıştır. (g) şıkkı genel olarak incelendiğinde, A binasının B binasına bağlanmasıyla meydana gelen, 15 katlı B binasından sonraki diğer B binalarının kat sayısı artıkça artmıştır. (h) şıkkı incelendiğinde, B binasının taban kesme kuvvetindeki maksimum azalma 21 katlı B binası ile A binasının bağlantısından elde edilmiştir. 24 katlı B binasıyla A binasının bağlantısında ise SVS cihazlarının etkisi biraz azalmıştır. İki bina birlikte düşünüldüğünde, Tip III zemin üzerinde en iyi performansı veren bağlantının A binası ile 21 katlı B binasının Örnek 6 bağlantı modeliyle bağlanması olduğu söylenebilir. Bu durumdaki A ve B binasının kütle, yükseklik, rijitlik ve frekans oranları büyüğün küçüğe oranı olacak şekilde ifade edilecek olursa, sırasıyla 1,76; 1,75; 2 ve 1,9 olduğu görülür. A binasının B binasından daha rijit olduğu bu bağlantıda A ve B binasının taban kesme kuvveti değerindeki azalmanın sırasıyla %22 ve %52 olmuştur. Benzer olarak Şekil 467'de ise (b) türü modellerinin Tip III zemin üzerinde meydana gelen taban kesme kuvvetinin bina katsayısı ve bağlantı modellerine göre değişimi verilmiştir. (g) şıkkı genel olarak incelendiğinde, A binasının 15 katlı B binasına bağlanmasıyla A binasının taban kesme kuvveti bağlanmadan önceki değerine göre artmıştır. Ancak A binasının 18 katlı B binasıyla bağlanması A binasının taban kesme kuvvetindeki azalışı maksimum seviyeye çıkarmıştır. (h) şıkkı incelendiğinde, B binasının taban kesme kuvvetindeki maksimum azalma 18 ve 24 katlı B binası ile A binasının bağlantısından elde edilmiştir. 21 katlı B binasıyla A binasının bağlantısında ise SVS cihazlarının etkisi biraz azalmıştır. İki bina birlikte düşünüldüğünde, Tip III zemin üzerinde en iyi performansı veren bağlantının A binası ile 18 katlı B binasının Örnek 6 bağlantı modeliyle bağlanması olduğu söylenebilir. Bu durumdaki A ve B binasının kütle, yükseklik, rijitlik ve frekans oranları büyüğün küçüğe oranı olacak şekilde ifade edilecek olursa, sırasıyla 2,12;1,5;1,1 ve 1,4 olduğu görülür. A binasının B binasından daha rijit olduğu bu bağlantıda A ve B binasının taban kesme kuvveti değerindeki azalmanın sırasıyla %26 ve %29 olmuştur. (a) türü modellerindeki azalmanın daha etkili olduğu söylenebilir. (a) türü modellerindeki azalmanın daha etkili olduğu söylenebilir. (b) türü modellerde etkili olan bağlantıdaki binaların kütle, yükseklik, rijitlik ve frekans oranı azaldığı ve 2 değerinden uzaklaştığı için SVS cihazlarının performansı azalmıştır.



Şekil 466. (a) türü modellerinde bağlanan SVS cihazlarının taban kesme kuvveti üzerindeki etkisinin B binasının kat sayısına ve bağlantı modellerine göre değişimi.



Şekil 467. (b) türü modellerinde bağlanan SVS cihazlarının taban kesme kuvveti üzerindeki etkisinin B binasının kat sayısına ve bağlantı modellerine göre değişimi.

SVS cihazlarının kesme kuvveti üzerindeki etkisinin değerlendirilmesi

SVS cihazları tıpkı ivme ve yer değiştirme değerlerini azaltmada etkili oldu gibi kesme kuvvetlerinin azalmasında da etkilidir. SVS cihazlarının sönümleme katsayısı artıkça kesme kuvveti de azalır. Ancak cihaz sönümleme katsayısı optimum değerden daha fazla artıkça tıpkı yer değiştirme ve ivme değerlerinde olduğu gibi artar. Kesme kuvvetleri, yer değiştirmelere yakın ancak ivmelere göre daha büyük sönümleme kuvvetlerinde etkili azalır. Dolayısıyla iki bina arasına bağlanan sönümleyici cihazların optimum değeri araştırılırken ivme değerine dikkat edilmelidir. Yer değiştirme için söylenenlerin çok büyük bir bölümü kesme kuvvetleri içinde söylenebilir.

Kesme kuvvetlerindeki sonuçların büyük bölümünde 12 katlı A binasıyla 21 katlı B binasının bağlantısının maksimum azalmaya yol açtığı görülmektedir. 12 ve 21 katlı bina modellerinin (a) ve (b) türünün arasında ise (a) türü modellerin daha etkili olduğu söylenebilir. Bu sonuçlara göre etkili bağlantı için komşu binaların kütle, yükseklik, rijitlik ve frekans oranlarının 1,76; 1,75; 2 ve 1,9 değerlerine yakın olması gerektiği görülür. Daha önce yapılan çalışmalarda bu oranların 2 ye yakın olması tavsiye edilmişti (Luco and De Barros 1998b; Zhu and Xu 2005). Dolayısıyla çalışmadan elde edilen sonuçlar literatür ile örtüşmektedir.

Kesme kuvvetinin katlara göre meydana gelen değerlerini gösteren grafikler incelendiğinde ise binaların tepe noktasında oluşan kesme kuvvetlerinin önemli ölçüde arttığı görülmektedir. Bu durumu SVS cihazlarından kaynaklanan sönümleme kuvvetlerinin neden olduğu söylenebilir.

Ekonomik Açıdan Etkili Parametrelerin Yeniden Değerlendirilmesi

Yapı tasarımı veya güçlendirme çalışmalarında yapıların dayanıklılığının yanında estetik ve ekonomik olması da istenen bir durumdur. Çalışmada belirlenen modellerin birçoğunun analiz sonuçlarına göre en etkili cihaz sönümleme katsayısı ve bağlanma şekilleri genel olarak 10^5 N.s/m sönümleme katsayısında ve Örnek 6 bağlantı modelinde meydana gelmiştir. Çalışmanın başında Örnek 1'den Örnek 6'ya kadar adlandırılan altı farklı bağlantı modeli belirlenmişti. Tekrar hatırlanacak olunursa;

Örnek 1: A binasının en üst katından B binasına 1 adet SVS cihaz ile bağlanma,

Örnek 2: A binasının en üst ve orta katından B binasına toplamda 2 adet SVS cihaz ile bağlanma,

Örnek 3: A binasının en üst katından başlanarak dört kat arayla B binasına toplamda 3 adet SVS cihaz ile bağlanma,

Örnek 4: A binasının en üst katından başlanarak üç kat arayla B binasına toplamda 4 adet SVS cihaz ile bağlanma,

Örnek 5: A binasının en üst katından başlanarak iki kat arayla B binasına toplamda 6 adet SVS cihaz ile bağlanma,

Örnek 6: A binasının bütün katlarından B binasına toplamda 12 adet SVS cihaz ile bağlanma şeklindedir.

Örnek 6 bağlantı modelinde 12 adet SVS cihazı kullanılmaktadır. Bu yüzden en etkili bağlantı modelinin Örnek 6 olduğu analiz sonuçlarının, maliyet açısından tekrardan incelenmesi faydalı olabilir. Bu nedenle, örnek olarak yer değiştirme sonuçları açısından en etkili olan sönümlleme katsayısı ve bağlantı modellerinin, ekonomik olarak etkili cihaz sönümlleme katsayısı ve bağlantı modeliyle karşılaştırılması yapılarak Tablo 6 ile Tablo 8 arasında zemin türüne göre verilmiştir. Tablolardaki değerler, A ve B binalarının birbirine bağlandıktan sonraki değerlerinin bağlanmadan önceki değerlerine göre % olarak ne kadar azaldığını veya arttığını ifade eder. Sayıların önündeki -/+ işaretleri ise yüzdesel olarak ilgili değerdeki azalmayı veya artmayı ifade eder.

Tablolar ayrıntılı olarak incelendiğinde A veya B binasında kabul edilebilir seviyede yapısal tepkide azalışların, bazı binalar için ise yapısal tepkide artışların olduğu görülür. Tablo 6'da verilen Tip I zemin üzerindeki $H_B/H_A=1,75$ (a) türü modellerin sonuçlarına göre A binasının tepe noktası yer değiştirme değerindeki azalma %10'dan %3'e düşmüş, B binasının tepe noktası yer değiştirme değerindeki azalma ise %54'den %57'ye çıkmıştır. Tablo 7'de verilen Tip II zemin üzerindeki $H_B/H_A=1,25$ (b) türü modellerin sonuçlarına göre A binasının tepe noktası yer değiştirme değerindeki azalma %40'dan %34'e düşmüş, B binasının tepe noktası yer değiştirme değerindeki azalma ise %7'den %14'e çıkmıştır.

Tablo 8'de verilen Tip III zemin üzerindeki $H_B/H_A=1,5$ (b) türü modellerin sonuçlarına göre A binasının tepe noktası yer değiştirme değerindeki azalma %39'dan %28'e düşmüş, B binasının tepe noktası yer değiştirme değerindeki azalma ise %19'dan %16'ya düşmüştür. Tepe noktası yer değiştirme açısından bu performans kayıpları hedeflenen amaç doğrultusunda kabul edilebilir seviyede olması durumunda Örnek 1 bağlantı modeliyle iki binanın sadece en üst kattan bağlanması yeterli olacaktır. Böylelikle 12 adet SVS cihazının yapmış olacağı etki daha yüksek sönümlleme katsayısına sahip 1 adet SVS cihazıyla elde edilmiş olacaktır. Tepe noktası yer değiştirme sonuçları açısından örneklendirilen benzer durum ivme ve kesme kuvvetlerinde de gözükmemektedir.

Tablo 6. Tip I Zeminde Yer Değiştirmeye Göre Ekonomik ve Belirlenen Etkili Parametrelerin Karşılaştırılması

Model Türü	Belirlenen Etkili Parametreler			Seçilen Ekonomik Parametreler			Fark (%)	
	C _d ve Bağlantı modeli	A Binasındaki Değişim (%)	B Binasındaki Değişim (%)	C _d ve Bağlantı modeli	A Binasındaki Değişim (%)	B Binasındaki Değişim (%)	A (%)	B (%)
H _B /H _A =1(a)	---	---	---	---	---	---	---	---
H _B /H _A =1(b)	10 ⁶ N.s/m Örnek 1	-10	-1	10 ⁶ N.s/m Örnek 1	-10	-1	0	0
H _B /H _A =1,25(a)	10 ⁵ N.s/m Örnek 5	-17	-10	10 ⁶ N.s/m Örnek 1	-12	-13	-5	+3
H _B /H _A =1,25(b)	---	---	---	---	---	---	---	---
H _B /H _A =1,5(a)	10 ⁵ N.s/m Örnek 6	-13	-26	10 ⁶ N.s/m Örnek 1	-8	-30	-5	+4
H _B /H _A =1,5(b)	10 ⁵ N.s/m Örnek 6	-9	-44	10 ⁶ N.s/m Örnek 1	-1	-47	-8	+3
H _B /H _A =1,75(a)	10 ⁵ N.s/m Örnek 6	-10	-54	10 ⁶ N.s/m Örnek 1	-3	-57	-7	+3
H _B /H _A =1,75(b)	10 ⁵ N.s/m Örnek 3	-29	-38	10 ⁶ N.s/m Örnek 1	-12	-48	-17	+10
H _B /H _A =2(a)	10 ⁵ N.s/m Örnek 5	-24	-44	10 ⁶ N.s/m Örnek 1	-10	-47	-14	+3
H _B /H _A =2(b)	10 ⁵ N.s/m Örnek 5	-7	-37	10 ⁵ N.s/m Örnek 2	-11	-30	+4	-7

-/+ simgeleri yüzdesel olarak azalış veya artışı temsil etmektedir.

Tablo 7. Tip II Zeminde Yer Değiştirmeye Göre Ekonomik ve Belirlenen Etkili Parametrelerin Karşılaştırılması

Model Türü	Belirlenen Etkili Parametreler			Seçilen Ekonomik Parametreler			Fark (%)	
	C _d ve Bağlantı modeli	A Binasındaki Değişim (%)	B Binasındaki Değişim (%)	C _d ve Bağlantı modeli	A Binasındaki Değişim (%)	B Binasındaki Değişim (%)	A (%)	B (%)
H _B /H _A =1(a)	---	---	---	---	---	---	---	---
H _B /H _A =1(b)	---	---	---	---	---	---	0	0
H _B /H _A =1,25(a)	10 ⁵ N.s/m Örnek 5	-39	-18	10 ⁵ N.s/m Örnek 1	-31	-18	-8	0
H _B /H _A =1,25(b)	10 ⁵ N.s/m Örnek 5	-40	-7	10 ⁶ N.s/m Örnek 1	-34	-14	-6	+7
H _B /H _A =1,5(a)	10 ⁵ N.s/m Örnek 6	-39	-30	10 ⁶ N.s/m Örnek 1	-32	-29	-7	-1
H _B /H _A =1,5(b)	10 ⁵ N.s/m Örnek 6	-41	-20	10 ⁶ N.s/m Örnek 1	-33	-20	-7	0
H _B /H _A =1,75(a)	10 ⁵ N.s/m Örnek 6	-49	-29	10 ⁶ N.s/m Örnek 1	-40	-22	-9	-7
H _B /H _A =1,75(b)	10 ⁵ N.s/m Örnek 6	-48	-31	10 ⁶ N.s/m Örnek 1	-38	-31	-10	0
H _B /H _A =2(a)	10 ⁵ N.s/m Örnek 5	-56	-9	10 ⁵ N.s/m Örnek 2	-45	-7	-11	-2
H _B /H _A =2(b)	10 ⁵ N.s/m Örnek 5	-57	-8	10 ⁵ N.s/m Örnek 3	-52	-7	-5	-1

-/+ simgeleri yüzdesel olarak azalış veya artışı temsil etmektedir.

Tablo 8. Tip III Zeminde Yer Değiştirmeye Göre Ekonomik ve Belirlenen Etkili Parametrelerin Karşılaştırılması

Model Türü	Belirlenen Etkili Parametreler			Seçilen Ekonomik Parametreler			Fark (%)	
	C _d ve Bağlantı modeli	A Binasındaki Değişim (%)	B Binasındaki Değişim (%)	C _d ve Bağlantı modeli	A Binasındaki Değişim (%)	B Binasındaki Değişim (%)	A (%)	B (%)
H _B /H _A =1(a)	---	---	---	---	---	---	---	---
H _B /H _A =1(b)	10 ⁵ N.s/m Örnek 1	-26	-3	10 ⁵ N.s/m Örnek 1	-26	-3	0	0
H _B /H _A =1,25(a)	10 ⁵ N.s/m Örnek 5	-22	-4	10 ⁵ N.s/m Örnek 1	-18	-12	-4	+7
H _B /H _A =1,25(b)	---	---	---	---	---	---	---	---
H _B /H _A =1,5(a)	10 ⁵ N.s/m Örnek 6	-35	-33	10 ⁶ N.s/m Örnek 1	-32	-36	-3	+3
H _B /H _A =1,5(b)	10 ⁵ N.s/m Örnek 6	-39	-19	10 ⁶ N.s/m Örnek 1	-28	-16	-11	-3
H _B /H _A =1,75(a)	10 ⁵ N.s/m Örnek 6	-35	-53	10 ⁶ N.s/m Örnek 1	-22	-60	-13	+7
H _B /H _A =1,75(b)	10 ⁵ N.s/m Örnek 6	-36	-29	10 ⁶ N.s/m Örnek 1	-21	-32	-15	+3
H _B /H _A =2(a)	10 ⁵ N.s/m Örnek 5	-39	-33	10 ⁵ N.s/m Örnek 2	-44	-22	+5	-11
H _B /H _A =2(b)	10 ⁵ N.s/m Örnek 5	-31	-27	10 ⁵ N.s/m Örnek 2	-36	-19	+5	-8

-/+ simgeleri yüzdesel olarak azalış veya artışı temsil etmektedir.

Yapısal Tepkilerin Birlikte Değerlendirilmesi

Çalışmada elde edilen yer değiştirme, ivme, taban ve tepe kesme kuvveti değerlerinin her biri kendi içerisinde değerlendirilip SVS cihazlarının maksimum etkisinin hangi cihaz sönümleme katsayısında ve bağlantı modelinde meydana geldiği incelenmiştir. Ancak yer değiştirme için çok etkili olan cihaz sönümleme katsayısı veya bağlantı modeli ivme veya kesme kuvveti değeri için en etkili olmayabilir. Hatta yer değiştirme değeri için çok etkili olan parametrelerin ivme veya kesme kuvveti değerlerinde binaların birbirine bağlanmadan önceki değerinden daha yüksek değerler almasına neden olabilir. Bu durum aşağıda verilen tablolarda net bir şekilde görülmektedir. Tablo 9 ile Tablo 12 arasında yer değiştirme, ivme ve kesme kuvveti için en etkili olduğu düşünülen cihaz sönümleme katsayıları ve bağlantı modelleri listelenmiştir.

Tablo 9. Ankastre Durumda Bağlı Binalar için Etkili Parametreler

Bina Modeli	Yer Değiştirme					İvme					Kesme Kuvveti				
	10 ³	10 ⁴	10 ⁵	10 ⁶	10 ⁷	10 ³	10 ⁴	10 ⁵	10 ⁶	10 ⁷	10 ³	10 ⁴	10 ⁵	10 ⁶	10 ⁷
	Ns/m	Ns/m	Ns/m	Ns/m	Ns/m	Ns/m	Ns/m	Ns/m	Ns/m	Ns/m	Ns/m	Ns/m	Ns/m	Ns/m	Ns/m
H _B /H _A =1(a)			---					---							
H _B /H _A =1(b)			Örn_1					---					Örn_3		
H _B /H _A =1,25(a)			Örn_1				Örn_5					Örn_6			
H _B /H _A =1,25(b)			---					Örn_2				Örn_6			
H _B /H _A =1,5(a)			Örn_6					Örn_2					Örn_6		
H _B /H _A =1,5(b)			Örn_4					Örn_3					Örn_5		
H _B /H _A =1,75(a)			Örn_6						Örn_1					Örn_1	
H _B /H _A =1,75(b)			Örn_6					Örn_2						Örn_1	
H _B /H _A =2(a)			Örn_5					Örn_1					Örn_6		
H _B /H _A =2(b)			Örn_5					Örn_6					Örn_6		

Tablo 10. Tip I Zeminde Bağlı Binalar için Etkili Parametreler

Bina Modeli	Yer Değiştirme					İvme					Kesme Kuvveti				
	10 ³	10 ⁴	10 ⁵	10 ⁶	10 ⁷	10 ³	10 ⁴	10 ⁵	10 ⁶	10 ⁷	10 ³	10 ⁴	10 ⁵	10 ⁶	10 ⁷
	Ns/m	Ns/m	Ns/m	Ns/m	Ns/m	Ns/m	Ns/m	Ns/m	Ns/m	Ns/m	Ns/m	Ns/m	Ns/m	Ns/m	Ns/m
H _B /H _A =1(a)			---					---							
H _B /H _A =1(b)				Örn_1				---				Örn_5			
H _B /H _A =1,25(a)			Örn_5					Örn_1					Örn_6		
H _B /H _A =1,25(b)			---					---						Örn_3	
H _B /H _A =1,5(a)			Örn_6					Örn_1						Örn_2	
H _B /H _A =1,5(b)			Örn_6					Örn_1					Örn_6		
H _B /H _A =1,75(a)			Örn_6					Örn_3						Örn_1	
H _B /H _A =1,75(b)			Örn_3					Örn_4						Örn_1	
H _B /H _A =2(a)			Örn_5					Örn_2					Örn_1		
H _B /H _A =2(b)			Örn_5					Örn_1					Örn_1		

Tablo 11. Tip II Zeminde Bağlı Binalar için Etkili Parametreler

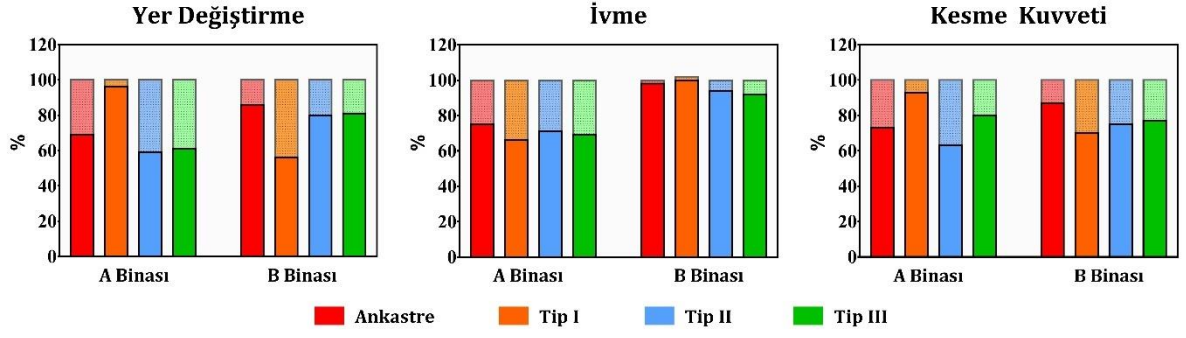
Bina Modeli	Yer Değiştirme					İvme					Kesme Kuvveti				
	10 ³	10 ⁴	10 ⁵	10 ⁶	10 ⁷	10 ³	10 ⁴	10 ⁵	10 ⁶	10 ⁷	10 ³	10 ⁴	10 ⁵	10 ⁶	10 ⁷
	Ns/m	Ns/m	Ns/m	Ns/m	Ns/m	Ns/m	Ns/m	Ns/m	Ns/m	Ns/m	Ns/m	Ns/m	Ns/m	Ns/m	Ns/m
H _B /H _A =1(a)			---					---					---		
H _B /H _A =1(b)			---					---					---		
H _B /H _A =1,25(a)			Örn_5					Örn_1					Örn_3		
H _B /H _A =1,25(b)			Örn_5					Örn_1					Örn_3		
H _B /H _A =1,5(a)			Örn_6					Örn_1					Örn_6		
H _B /H _A =1,5(b)			Örn_6					Örn_3					Örn_6		
H _B /H _A =1,75(a)			Örn_6					Örn_6						Örn_1	
H _B /H _A =1,75(b)			Örn_6						Örn_1					Örn_1	
H _B /H _A =2(a)			Örn_5					Örn_1					Örn_6		
H _B /H _A =2(b)			Örn_5					Örn_1					Örn_6		

Tablo 12. Tip III Zeminde Bağlı Binalar için Etkili Parametreler

Bina Modeli	Yer Değiştirme					İvme					Kesme Kuvveti				
	10 ³	10 ⁴	10 ⁵	10 ⁶	10 ⁷	10 ³	10 ⁴	10 ⁵	10 ⁶	10 ⁷	10 ³	10 ⁴	10 ⁵	10 ⁶	10 ⁷
	Ns/m	Ns/m	Ns/m	Ns/m	Ns/m	Ns/m	Ns/m	Ns/m	Ns/m	Ns/m	Ns/m	Ns/m	Ns/m	Ns/m	Ns/m
H _B /H _A =1(a)			---					---							
H _B /H _A =1(b)			Örn_1					---					Örn_3		
H _B /H _A =1,25(a)			Örn_5				Örn_5					Örn_3			
H _B /H _A =1,25(b)			---					Örn_4					---		
H _B /H _A =1,5(a)			Örn_6					Örn_2						Örn_2	
H _B /H _A =1,5(b)			Örn_6					Örn_2					Örn_5		
H _B /H _A =1,75(a)			Örn_6					Örn_5						Örn_1	
H _B /H _A =1,75(b)			Örn_6					Örn_2						Örn_1	
H _B /H _A =2(a)			Örn_5					Örn_4					Örn_6		
H _B /H _A =2(b)			Örn_5					Örn_6					Örn_6		

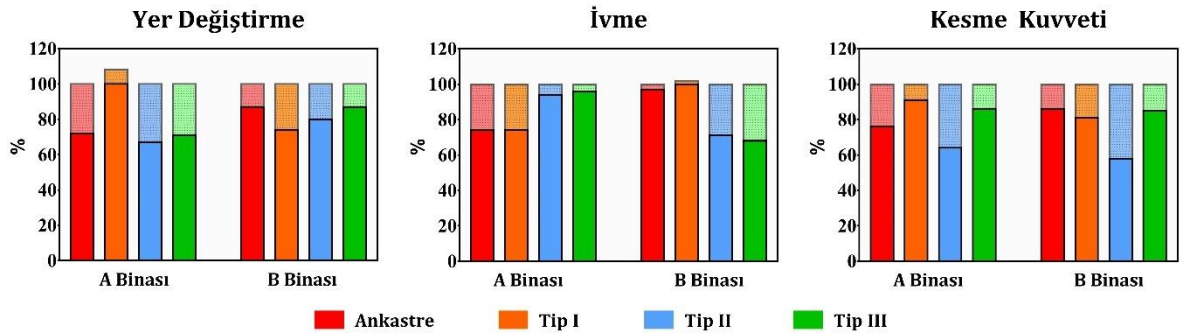
SVS cihazlarının bir binaya tam olarak etkisinin değerlendirilmesi için belirlenen etkili parametrelerin yer değiştirme, ivme ve kesme kuvvetlerinde karşılık gelen değerlerin birlikte incelenmesi gerekir. Bunun için Şekil 468 ile Şekil 475 arasında yer değiştirme açısından etkili olarak belirlenen cihaz sönümleme katsayısı ve bağlantı modelinde meydana gelen ivme ve kesme kuvveti değerleri, benzer olarak ivme değerleri açısından yer değiştirme ve kesme kuvveti değerleri zemin türlerine göre verilmiştir. Çalışmada ele alınan örnek sayısı fazla olduğundan aralarından konuyu en iyi özetleyebilecek olan SVS cihazlarının etkili olduğu sonuçlar seçilerek sunulmuştur. Grafiklerde binaların birbirine SVS cihazlar ile bağlanmadan önceki ve sonraki değerleri yüzdesel olarak kıyaslanmıştır. Binaların birbirine bağlanmadan önceki değerler referans alındığından bu değerler sütun grafiklerde %100 olarak gösterilmiştir.

H_A/H_B=1,5 (b) türü analizlerinde meydana gelen yer değiştirme sonuçlarına göre en etkili olarak belirlenen bağlantı modeli ankastre bağlı yapılarda Örn_4'dür. Tip I, Tip II ve Tip III zemin üzerindeki yapılarda ise Örn_6'dır. Etkili cihaz sönüm katsayısı ise bütün zeminlerde 10⁵ N.s/m'dir. Yer değiştirme sonuçlarına göre belirlenen etkili bağlantı modellerinde meydana gelen ivme ve taban kesme kuvvetleri Şekil 468'de sunulmuştur. Ankastre bağlanmış yapıların birbirine SVS cihazlar ile bağlandıktan sonra A binasının tepe noktası yer değiştirme, ivme ve taban kesme kuvveti değerleri sırasıyla %31, %25 ve %27 azalmıştır. B binasında ise tepe noktası yer değiştirme, ivme ve taban kesme kuvveti değerleri sırasıyla %14, %2 ve %13 azalmıştır. Ancak Tip I zemin türü üzerindeki B binasının yer değiştirme ve taban kesme kuvveti sırasıyla %44 ve %30 azalırken ivme değerinin %2 arttığı görülür.



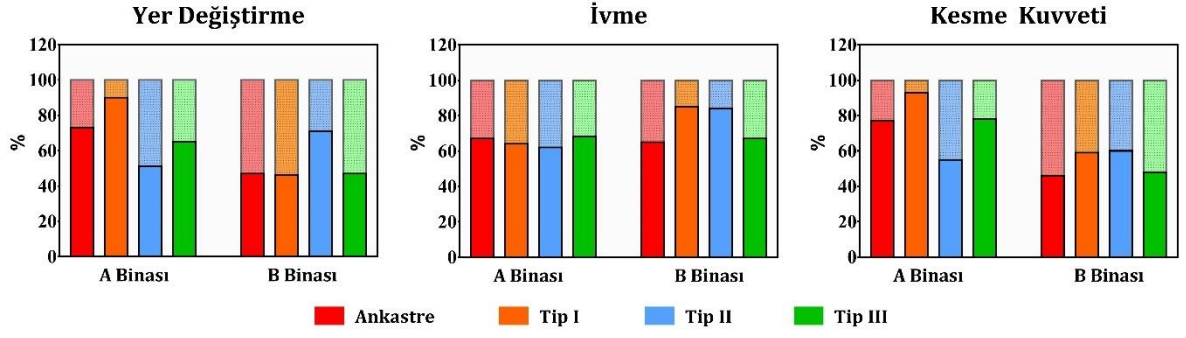
Şekil 468. $H_A/H_B=1,5$ (b) için yer değiştirme sonuçlarında etkili olan bağlantı modeli ve cihaz sönüm katsayısında meydana gelen ivme ve kesme kuvveti değişim yüzdeleri.

Benzer şekilde $H_A/H_B=1,5$ (b) türü modellerin analizlerinde meydana gelen ivme sonuçlarına göre en etkili bağlantı modeli Tip I, Tip II, Tip III ve zemine ankastre bağlı yapılarda sırasıyla Örn_6, Örn_1, Örn_2, ve Örn_3 olarak belirlenmiştir. Etkili cihaz sönüm katsayısı ise bütün zemin türlerinde 10^5 N.s/m olarak belirlenmiştir. Belirlenen etkili bağlantı modellerinde meydana gelen yerdeğiştirme ve taban kesme kuvveti değerleri Şekil 469'da sunulmuştur. Zemine ankastre olarak bağlanmış yapıların birbirine SVS cihazlar ile bağlandıktan sonra A binasının tepe noktası yer değiştirme, ivme ve taban kesme kuvveti değerleri sırasıyla %28, %26 ve %24 azalmıştır. B binasında ise tepe noktası yer değiştirme, ivme ve taban kesme kuvveti değerleri sırasıyla %13, %3 ve %14 azalmıştır. Ancak benzer şekilde Tip I zemin türü üzerindeki A binası incelendiğinde ivme ve taban kesme kuvveti sırasıyla %26 ve %9 azalırken yer değiştirme değerinin %8 arttığı görülür.

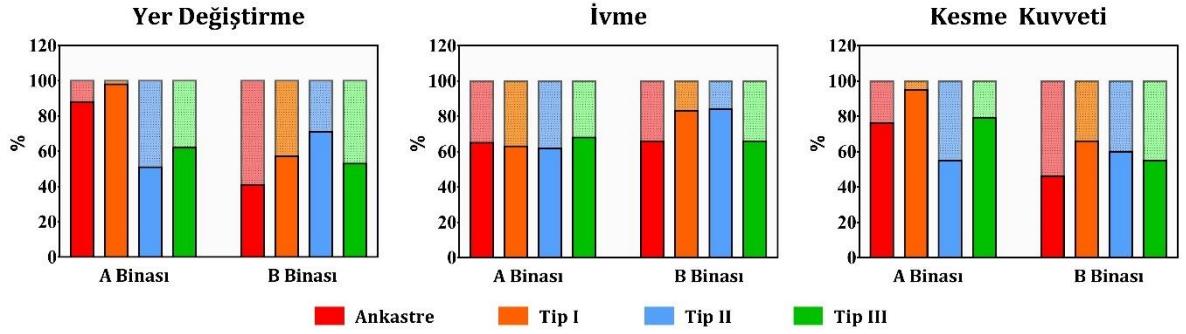


Şekil 469. $H_A/H_B=1,5$ (b) için ivme sonuçlarında etkili olan bağlantı modeli ve cihaz sönüm katsayısında meydana gelen yer değiştirme ve kesme kuvveti değişim yüzdeleri.

Bu çalışma kapsamında SVS cihazlarının en etkili olduğu sonuçlar bina yükseklik oranı 1,75 olan binaların bağlanmasından alınmıştır. Şekil 470 ve Şekil 471'de yer değiştirme ve ivme sonuçlarına göre belirlenen bağlantı modellerinin sonuçları incelendiğinde %60'lara varan azalmalar görülebilmektedir.

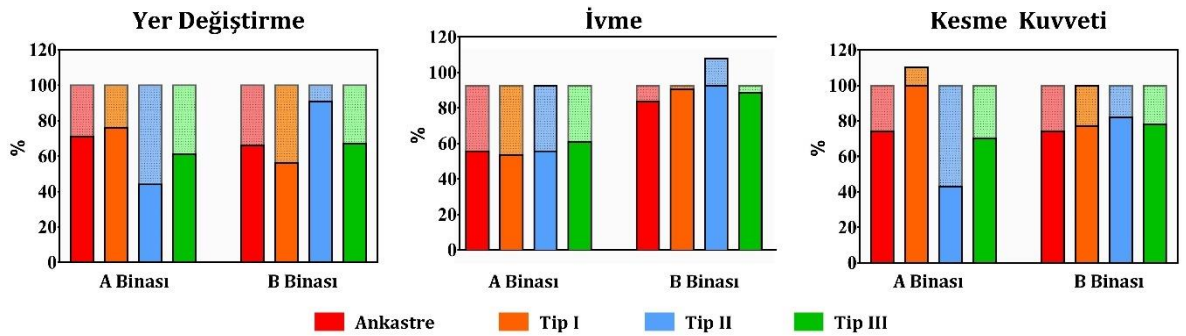


Şekil 470. $H_A/H_B=1,75$ (a) için yer değiştirme sonuçlarında etkili olan bağlantı modeli ve cihaz sönüm katsayısında meydana gelen ivme ve kesme kuvveti değişim yüzdeleri.

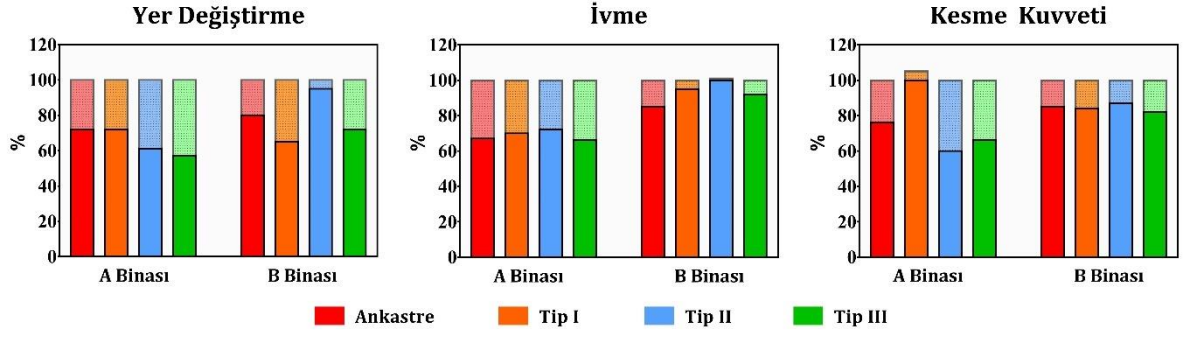


Şekil 471. $H_A/H_B=1,75$ (a) için ivme sonuçlarında etkili olan bağlantı modeli ve cihaz sönüm katsayısında meydana gelen yer değiştirme ve kesme kuvveti değişim yüzdeleri.

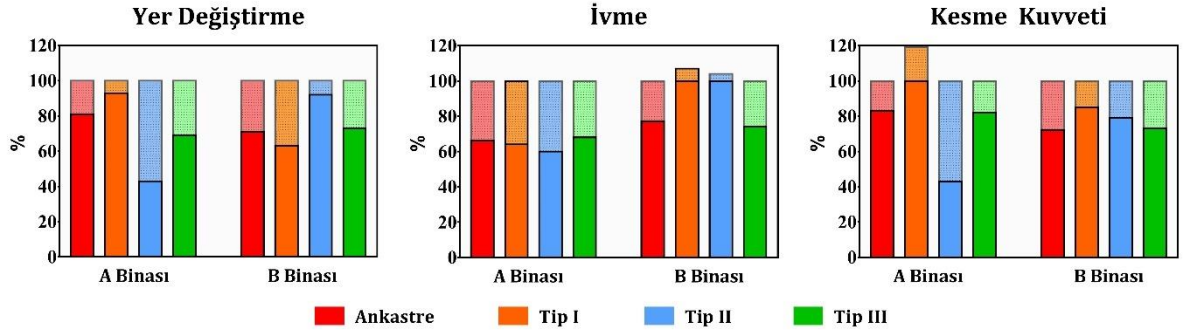
$H_A/H_B=2$ (a) ve (b) türü modellerin analizlerinin sonuçları benzer şekilde incelendiğinde önemli artışlar göze çarpmaktadır. Örneğin Şekil 472’de sunulan ivme grafiğindeki B binasını Tip II zemini üzerindeki değerinin %15 arttığı görülmektedir. Benzer şekilde Tip I zemin türü üzerindeki A binasının kesme kuvveti grafiği incelendiğinde %10’luk bir artış gözükmemektedir. Benzer durumlar Şekil 473, Şekil 474 ve Şekil 475’de de gözükmemektedir.



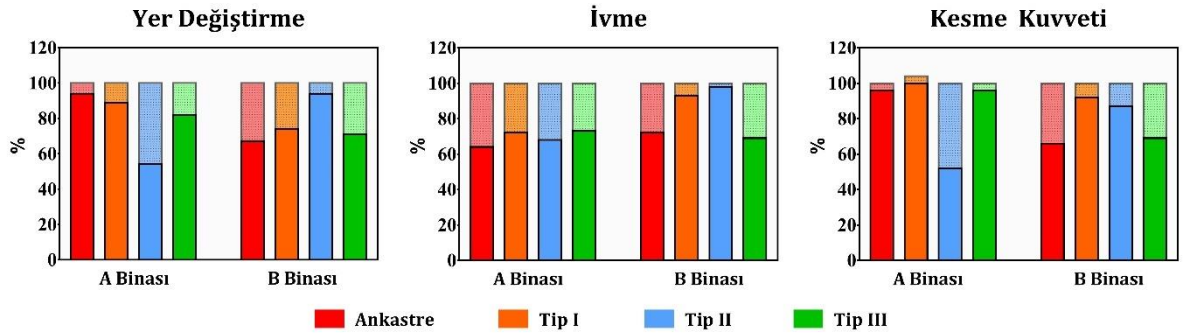
Şekil 472. $H_A/H_B=2$ (a) için yer değiştirme sonuçlarında etkili olan bağlantı modeli ve cihaz sönüm katsayısında meydana gelen ivme ve kesme kuvveti değişim yüzdeleri.



Şekil 473. $H_A/H_B=2$ (a) için ivme sonuçlarında etkili olan bağlantı modeli ve cihaz sönüm katsayısında meydana gelen yer değiştirme ve kesme kuvveti değişim yüzdeleri.



Şekil 474. $H_A/H_B=2$ (b) için yer değiştirme sonuçlarında etkili olan bağlantı modeli ve cihaz sönüm katsayısında meydana gelen ivme ve kesme kuvveti değişim yüzdeleri.



Şekil 475. $H_A/H_B=2$ (b) için ivme sonuçlarında etkili olan bağlantı modeli ve cihaz sönüm katsayısında meydana gelen yer değiştirme ve kesme kuvveti değişim yüzdeleri.

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Çalışmada birbirine doğrusal SVS cihazlar ile bağlanmış iki yüksek komşu yapının dinamik davranışı, 1999 Kocaeli depremi kuzey güney bileşeninin etkisi altında yapı-zemin etkileşimi de dikkate alınarak incelenmiştir. Gevşek, orta sıkı ve sıkı zemin türlerinin özelliklerini temsil edecek şekilde Tip I, Tip II ve Tip III zemin türleri modellenmiş ve zemin sınırlarından yansıyan dalga yayılımını engellemek için zemin modelinin sınırlarında viskoz sınır şartı uygulanmıştır. Analizlerden elde edilen yer değiştirme, ivme, tepe ve taban kesme kuvveti sonuçları, yapı-temel sisteminin zemine ankastre olarak bağlı olduğu kabulüyle modellenen analizlerden elde edilen sonuçlar ile karşılaştırılmıştır. A binasının kolon, giriş ve bina yüksekliği gibi fiziksel özellikleri bütün analizlerde sabit alınmıştır. B binası için ise 36, 45, 54, 63 ve 72 metre olarak beş farklı yükseklik belirlenmiştir. B binasının kolon ve giriş ölçüleri büyütülerek iki binanın kütle, rijitlik ve frekans oranlarının yapısal kontrole etkisi de incelenmiştir. Sadece en üst kat, altı katta bir, dört katta bir, üç katta bir, iki katta bir ve her katta olmak üzere altı farklı bağlantı modeli tasarlanarak SVS cihazlarının dağılımının ve sayısının etkisi incelenmiştir. Bütün bu etkiler komşu binaların SVS cihazlar ile birbirine bağlanmadan önceki ve sonraki yapısal tepkileri üç farklı zemin türüne göre ayrıntılı bir şekilde karşılaştırılarak incelenmiştir.

Bu çalışmada için tasarlanan modellerin analizlerden elde edilen sonuçlar maddeler halinde özetlenecek olursa;

- ❖ SVS cihazları frekansları iyi ayrılmış iki çok katlı komşu yapının birbirine kat hizasından bağlanmasında oldukça etkili ve güvenli bir araçtır. SVS cihazlarının A ve B binalarına uygun şartlar altında bağlanmasıyla meydana gelen yer değiştirme, ivme ve taban kesme kuvveti değerleri, bağlanmadan önce meydana gelen değerler ile kıyaslandığında %40'ı aşan azalmaların meydana geldiği görülmüştür.
- ❖ Komşu binalara bağlanan SVS cihazları, sadece meydana gelen yapısal tepkilerin maksimum değerlerini azaltmada değil, deprem süresi boyunca irili ufaklı oluşan etkileri de azaltmada çok etkili olduğu görülmüştür.
- ❖ SVS cihazlarının belirlenen optimum sönümleme katsayısındaki küçük bir değişiklik, binaların yapısal tepkileri üzerinde çok fazla etkiye sahip değildir. Bu nedenle, binanın ömrü boyunca cihaz sönümleme katsayısında meydana gelebilecek küçük değişiklikler, yapısal kontrol sisteminin sağlıklı çalışmasını

etkilemez. Bu durum SVS cihazlarının tercih edilme sebepleri arasında sayılabilir.

- ❖ Yapısal kontrol sisteminin ve cihaz sönümleme katsayısının etkinliği zemin türü, cihaz sönümleme katsayısı, bağlanacak komşu binaların yükseklik, rijitlik, frekans ve kütle oranları gibi parametrelerden çok etkilenmektedir. Dolayısıyla etkili yapısal kontrol için bu parametrelerin bir optimum değeri bulunmalıdır. Çalışma sonucunda elde edilen sonuçlara göre tüm bu oranlar 2 veya 2'ye çok yakın değerlerde çıkmıştır.
- ❖ SVS cihazlarının sahip olduğu sönüm katsayısının, binaların davranışı ve bağlantı modelleri üzerindeki etkisi çok büyüktür. 10^3 N.s/m ve 10^4 N.s/m cihaz sönümleme katsayılarında binalar birbirine bağlanmamış gibi, 10^7 N.s/m cihaz sönümleme katsayısında ise komşu binaların birbirine rijit çubuklarla bağlanmış gibi birlikte hareket eğilimine girmiştir. Dolayısı ile yer değiştirme, ivme ve kesme kuvvetleri için en etkili cihaz sönümleme katsayıları 10^5 N.s/m ve 10^6 N.s/m değerlerinde elde edilmiştir.
- ❖ Yapısal tepkilerdeki en etkili azalmalar, yer değiştirmeler için çoğunlukla 10^5 N.s/m sönümleme katsayılı cihazların Örnek 5 ve Örnek 6 bağlantı modellerinde, ivme değerleri için çoğunlukla 10^5 N.s/m sönümleme katsayılı cihazların Örnek 1 ve Örnek 2 bağlantı modellerinde alınmıştır. Kesme kuvveti değerleri için ise çoğunlukla 10^5 N.s/m sönümleme katsayılı cihazların Örnek 4 ve Örnek 6 ve 10^6 N.s/m sönümleme katsayılı cihazların Örnek 1 bağlantı modellerinde alınmıştır.
- ❖ Yer değiştirme sonuçlarının azalmasında çok etkili olan bina ve cihaz parametreleri, kesme kuvveti veya ivme sonuçlarının azalmasında etkili olan parametrelerle aynı olmayabilir. Ayrıca komşu binalardan biri için belirlenen etkili parametreler, diğer bina için en etkili parametre olmayabilir. Bu nedenle optimum değerlerin elde edilmesi gerekmektedir. Bu optimum parametre değerleri için, ivme değeri hassas bir şekilde göz önüne alınarak, yapısal tepkilerin toplamının minimum olduğu durumdaki parametreler alınabilir.
- ❖ İki komşu binanın 10^5 N.s/m sönümleme katsayılı cihazların Örnek 6 (bütün katlarda bağlı) bağlantı modelinde elde edilen sonuçlar, %2 ile %10 arasında değişen bir kayıpla 10^6 N.s/m sönümleme katsayılı cihazların Örnek 1 bağlantı modelinde alınabildiği görülmüştür. Dolayısıyla 10^6 N.s/m sönümleme katsayısı 10^5 N.s/m sönümleme katsayısının performansına çok yakın olmakla beraber daha ekonomik olduğundan tercih edilebilir. SVS cihazlar hız bağımlı

sönümleyiciler olduğundan yer değiştirmelerle faz farklı olarak sönüm kuvvetleri üretilip sönümleme yaparlar. Buradan yola çıkarak hızın en yüksek olduğu üst katlara doğru cihaz bağlantılarının yapılması, cihazların etkisini artırma adına yerinde bir davranış olacağı söylenebilir. Dolayısıyla etkili ve ekonomik bir yapısal kontrol için üst katlara doğru cihazların bağlanması yeterli olduğu, dolayısıyla bütün katlara sönümleyicilerin yerleştirilmesine gerek olmadığı görülmüştür.

- ❖ Dinamik olarak benzer yapıların birbirine aynı kat hizalarından SVS cihazlar ile bağlanması yapısal tepkileri azaltmadığı görülmüştür. Etkili bir sönüm için özellikle bağlanacak iki komşu yapının frekanslarının birbirinden iyi ayrılmış olması gerekmektedir.
- ❖ A binasının en üst katında ve B binasının A binasıyla bağlandığı 12'inci katında SVS cihazlarından kaynaklı ani kesme kuvveti artışları gözükümüştür. Ancak bu ani artışların kesme kuvveti değeri, çoğu zaman yapıların bağlanmadan önceki maksimum kesme kuvveti değelerinden küçüktür.
- ❖ SVS cihazlarının bağlı binalardaki etkisi, farklı hâkim periyotlarına sahip zemin türlerine göre önemli değışiklikler göstermiştir. Zemine ankastre olarak bağlı olduğu kabul edilen modellerin analiz sonuçlarına göre SVS cihazlarıyla komşu binaların bağlanması etkiliyken, aynı binaların Tip I veya Tip II zemin üzerinde birbirine bağlanması davranış bozukluklarına yol açmıştır. Bu örnekler Tip I üzerinde etkili olan SVS cihazlarının Tip II veya Tip III üzerinde etkili olamaması veya tam tersi şeklinde çoğaltılabilir.
- ❖ $H_B/H_A=1,75$ (a) türü modellerinin Tip I, Tip II ve Tip III zemin türündeki yer değıştirme sonuçları, zemine ankastre olarak bağlanmış binaların sonuçlarına göre sırasıyla %240, %103 ve %8 artmıştır. Zemin türü bakımından en kritik zemin türü ise gevşek zemin türüne karşılık gelen Tip I zemin türüdür.
- ❖ SVS cihazlarının yapısal tepkileri azaltmada performansı, diğer zemin türlerine nazaran, Tip I zemin türü üzerinde azalmıştır.
- ❖ Zeminin varlığının dikkate alınmadığı zemine ankastre olarak bağlı binaların sonuçlarına göre oluşan etkili parametrelerin, yapı-zemin etkileşiminin dikkate alındığında oluşan etkili parametrelerle aynı olmadığı analiz sonuçları incelendiğinde görülmüştür. Bu iki durum arasında önemli farklı sonuçlar meydana gelmiştir. Dolayısıyla, bu ve daha birçok sebepten ötürü yapısal kontrol sistemlerinin tasarımında muhakkak yapı zemin etkileşimi dikkate alınmalıdır.

- ❖ Tip III zemin türü, çok sıkı sert zemin türünün özelliklerini taşıdığından elde edilen sonuçlar, zemine ankastre olarak bağlı komşu binalardan elde edilen sonuçlara oldukça benzerdir. Dolayısıyla çok sıkı ve sert zeminler üzerindeki birbirine bağlanacak binaların yapısal kontrol tasarımında, zemine ankastre olarak bağlı modellerin sonuçları ışıktır tutabilir.

SVS cihazları yapısal kontrol için etkili ve güvenli bir araçtır. SVS cihazların yapısal kontroldeki etkinliği önceki çalışmalar gibi bu çalışmada da kanıtlanmıştır. Bununla birlikte zeminin varlığı yapısal kontrol sisteminin optimum parametrelerini etkilediği için yapı zemin etkileşiminin dikkate alınmasının gerekliliği bu çalışmayla gösterilmiştir. Sonuç bölümünde verilen bilgilerinin bu çalışmada kapsamında tasarlanan modellere ait olduğu, ancak genel davranış hakkında yol gösterici olabileceği unutulmamalıdır.

Bu çalışma kapsamında, yapı zemin etkileşimi dikkate alınarak aynı sönümleme katsayısına sahip SVS cihazlar ile binalar birbirine aynı kat seviyelerinden bağlanmıştır. Sonraki çalışmalarda bu bağlantıların çapraz şekilde veya farklı sönümleme katsayısına sahip cihazları aynı binaların bağlantısında kullanıp, zeminin etkisi de dikkate alınarak yapılabilir. Zemin türleri, cihaz sönümleme katsayıları, sönümleyici cihaz türleri (lineer olmayan sıvı viskoz sönümleyici, viskoelastik sönümleyici, yarı aktif sönümleyici vb.), binaların yükseklikleri, kütleleri, rijitlikleri ve frekansları daha da genişletilerek analizler yapılabilir. Zemin etkisini de dikkate alarak, birbirine bağlanacak olan binaların sahip olduğu kat yükseklikleri farklı seçilerek analizler yapılabilir. Hibrid yapısal kontrol sistemleri, zeminin de etkisi dikkate alınarak incelenebilir. Önerilen çalışmaların doğrusal olmayan analizleri yapılabilir. Bu analizler 2B veya 3B olarak gerçekleştirilebilir.

- Abdeddaim, M., Ounis, A., Bharti, S. and Shrimali, M., 2019. Seismic Retrofitting Using the Concept of Coupling Two Adjacent Buildings. In *Recent Advances in Structural Engineering*. Springer, 2, 355-363.
- Abdeddaim, M., Ounis, A., Djedoui, N., and Shrimali, M. K., 2016. Pounding hazard mitigation between adjacent planar buildings using coupling strategy. *Journal of Civil Structural Health Monitoring*, 6(3), 603-617.
- Amir, S., and Xuan, W., 2014. Vibration Control of Two Adjacent Structures Using a Non-Linear Damping System. *International Journal of Geological and Environmental Engineering*, 8(2), 188-191.
- Annapurna, V. B. and Vankudre, S. B., 2014. Vibration control of adjacent buildings connected with selected types of dampers. *International Journal of Engineering Research and Technology*, 3(6), 1431-1436.
- Anonim, 2017. August 17, 1999 Kocaeli Earthquake -Turkey.
<http://www.koeri.boun.edu.tr/deprenmuh/eqspecials/kocaeli/earthquake1.htm>
- Anonymous, 2020. OECD, Un Habitat III and The New Urban Agenda
<http://www.oecd.org/cfe/regional-policy/cities.htm>
- ANSYS R19.2 Academic. ANSYS, Inc.
- ATC, 1994. Guidelines and commentary for the seismic rehabilitation of buildings. Applied Technology Council, Report no 33-02.
- Athanassiadou, C. J., Penelis, G. G. and Kappos, A. J., 1994. Seismic response of adjacent buildings with similar or different dynamic characteristics. *Earthquake spectra*, 10(2), 293-317.
- Avilés, J. and Pérez-Rocha, L. E., 1998. Site effects and soil-structure interaction in the valley of Mexico. *Soil Dynamics and Earthquake Engineering*, 17(1), 29-39.
- Basili, M. and De Angelis, M., 2017. Vibration Analysis and Models of Adjacent Structures Controlled by Magnetorheological Dampers. *Shock and Vibration*, 2017.
- Bhaskararao, A. and Jangid, R., 2004. Seismic response of adjacent buildings connected with dampers. 13th World Conference on Earthquake Engineering,
- Bhaskararao, A. and Jangid, R., 2007. Optimum viscous damper for connecting adjacent SDOF structures for harmonic and stationary white-noise random excitations. *Earthquake engineering and structural dynamics*, 36(4), 563-571.
- Bhaskararao, A. V. and Jangid, R. S., 2006a. Harmonic response of adjacent structures connected with a friction damper. *Journal of Sound and Vibration*, 292(3-5), 710-725.
- Bhaskararao, A. V. and Jangid, R. S., 2006b. Seismic Response of Adjacent Buildings Connected with Friction Dampers. *Bulletin of Earthquake Engineering*, 4(1), 43-64.
- Bettess, P. and Zienkiewicz, O.C., 1977. Diffraction and refraction of surface waves using finite and infinite elements. *International Journal for Numerical Methods in Engineering*, 11, 1271-1290.
- Bigdeli, K., Hare, W. and Tesfamariam, S., 2012a. Configuration optimization of dampers for adjacent buildings under seismic excitations. *Engineering Optimization*, 44(12), 1491-1509. <https://doi.org/10.1080/0305215X.2012.654788>
- Bigdeli, K., Hare, W. and Tesfamariam, S., 2012b. Optimal design of viscous damper connectors for adjacent structures using genetic algorithm and Nelder-Mead algorithm. *SPIE Smart Structures and Materials+ Nondestructive Evaluation and Health Monitoring*,
- Chen, Y., Ying, Z. and Shen, G., 2020. Exact solution of free vibration of adjacent buildings interconnected by visco-elastic dampers. *Theoretical and Applied Mechanics Letters*, 10(2), 132-140. <https://doi.org/10.1016/j.taml.2020.01.016>
- Chow, Y. K. and Smith, I. M., 1981. Static and Periodic Infinite Solid Elements. *International Journal for Numerical Methods in Engineering*, 17(4), 503-526.

- Christenson, R. E., 2001. Semiactive control of civil structures for natural hazard mitigation: analytical and experimental studies. PhD Thesis, Department of Civil Engineering and Geological Sciences. University of Notre Dame, Notre Dame, Indiana.
- Christenson, R. E., Spencer, B. F. and Johnson, E. A., 1999. Coupled building control using active and smart damping strategies. Civil Comp Press.
- Christenson, R. E., Spencer, B. F. and Johnson, E. A., 2007. Semiactive connected control method for adjacent multidegree-of-freedom buildings. *Journal of Engineering Mechanics*, 133(3), 290-298.
- Christenson, R. E., Spencer, B. F., Johnson, E. A. and Seto, K., 2006. Coupled building control considering the effects of building/connector configuration. *Journal of Structural Engineering*, 132(6), 853-863.
- Cimellaro, G. P. and Lopez Garcia, D., 2007. Seismic response of adjacent buildings connected by nonlinear viscous dampers. In *Structural Engineering Research Frontiers* (pp. 1-12).
- Constantinou, M. C. and Symans, M., 1992. Experimental and analytical investigation of seismic response of structures with supplemental fluid viscous dampers. National Center for earthquake engineering research Buffalo, NY.
- Çelebi, E., Göktepe, F. and Karahan, N., 2012. Non-linear finite element analysis for prediction of seismic response of buildings considering soil-structure interaction. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 12(11).
- De Domenico, D., Ricciardi, G. and Takewaki, I., 2019. Design strategies of viscous dampers for seismic protection of building structures: a review. *Soil Dynamics and Earthquake Engineering*, 118, 144-165.
- Dumne, S., Bharti, S. and Shrimali, M., 2015. Comparative study of seismically excited coupled buildings with VF damper and LR bearing. In *Advances in Structural Engineering* (pp. 1103-1115). Springer.
- Düzgün, O. A., 2007. Topografik Yapının Zemin Yapı Sistemlerinin Dinamik Davranışı Üzerindeki Etkileri. Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum, Türkiye.
- Farghaly, A. A., 2014. Optimization of Viscous Dampers with the Influence of Soil Structure Interaction on Response of Two Adjacent 3-D Buildings under seismic load. *Optimization*, 4(01).
- Farghaly, A. A., 2017. Seismic analysis of adjacent buildings subjected to double pounding considering soil-structure interaction. *International Journal of Advanced Structural Engineering*, 9(1), 51-62. <https://doi.org/10.1007/s40091-017-0148-y>
- Fathi, F. and Bahar, O., 2017. Hybrid Coupled Building Control for similar adjacent buildings. *Ksce Journal of Civil Engineering*, 21(1), 265-273.
- Fattah, M. Y., Schanz, T. and Dawood, S. H., 2012. The role of transmitting boundaries in modeling dynamic soil-structure interaction problems. *Int. J. Eng. Technol*, 2(2), 236-258.
- FEMA, F., 1997. NEHRP guidelines for the seismic rehabilitation of buildings. Federal Emergency Management Agency Washnigton, DC.
- Gattulli, V., Potenza, F. and Di Sabatino, U., 2019. Dissipative coupling for the seismic enhancement of adjacent structures. *Engineering Structures*, 199, 109520.
- GB, M. M., Naranagowda, M. and KS, M. S. R., 2015. Seismic Vibration Control of a MDOF Building Connected with Viscous and SAVFD Dampers. *International Journal of Scientific and Research Publications*.
- Ge, D., Zhu, H., Wang, D.-s. and Huang, M., 2010. Seismic response analysis of damper-connected adjacent structures with stochastic parameters. *Journal of Zhejiang University-SCIENCE A*, 11(6), 402-414. <https://doi.org/10.1631/jzus.A0900345>
- Gong, S. M. and Zhou, Y., 2017. Experimental study and numerical simulation on a new type of viscoelastic damper with strong nonlinear characteristics. *Structural Control and Health Monitoring*, 24(4), e1897. <https://doi.org/ARTN e189710.1002/stc.1897>

- Gurley, K., Kareem, A., Bergman, L. A., Johnson, E. A. and Klein, R. E., 1994. Coupling Tall Buildings for Control of Response to Wind. *Structural Safety and Reliability*, 1(3), 1553-1560.
- Hadjian, A. H., Niehoff, D. and Guss, J., 1974. Simplified Soil-Structure Interaction Analysis with Strain Dependent Soil Properties. *Nuclear Engineering and Design*, 31(2), 218-233.
- Halabian, A.M. and Naggar, M.H.E., 2002. Effect of non-linear soil-structure interaction on seismic response of tall slender structures. *Soil Dynamics and Earthquake Engineering*, 22, 639–658.
- Halperin, I., Ribakov, Y. and Agranovich, G., 2016. Optimal viscous dampers gains for structures subjected to earthquakes. *Structural Control and Health Monitoring*, 23(3), 458-469. <https://doi.org/10.1002/stc.1779>
- Housner, G. W., Bergman, L. A., Caughey, T. K., Chassiakos, A. G., Claus, R. O., Masri, S. F., Skelton, R. E., Soong, T. T., Spencer, B. F. and Yao, J. T. P., 1997. Structural control: Past, present and future. *Journal of Engineering Mechanics*, 123(9), 897-971.
- Hwang, J.-S. and Huang, Y., 2002. Seismic design of structures with viscous dampers. *International Training Programs for Seismic Design of Building Structures*, 1112.
- Impollonia, N. and Palmeri, A., 2018. Seismic performance of buildings retrofitted with nonlinear viscous dampers and adjacent reaction towers. *Earthquake engineering and structural dynamics*, 47(5), 1329-1351. <https://doi.org/10.1002/eqe.3020>
- Iwanami, K., Suzuki, K. and Seto, K., 1996. Vibration Control Method for Parallel Structures Connected by Damper and Spring. *JSME international journal. Ser. C, Dynamics, control, robotics, design and manufacturing*, 39(4), 714-720.
- İyisan, R. ve Haşal, M. E., 2012. Zemin büyümesi ve yerel koşulların spektral ivmeye etkisi. *İTÜ Dergisi/d*, 10(4).
- Kageyama, M., 1994. A study on optimum damping systems for connected double frame structures. *First World Conference on Structural Control*.
- Kamagata, K., Miyajima, K. and Seto, K., 1996. Optimal design of damping devices for vibration control of parallel structures. *Proc., 3rd Int. Conf. on Motion and Vibration Control (MOVIC)*.
- Kandemir-Mazanoglu, E. C. and Mazanoglu, K., 2017. An optimization study for viscous dampers between adjacent buildings. *Mechanical Systems and Signal Processing*, 89, 88-96. <https://doi.org/10.1016/j.ymssp.2016.06.001>
- Kangda, M. Z. and Bakre, S., 2019. Reponse control of adjacent structures subjected to blast-induced vibrations. *Proceedings of the Institution of Civil Engineers-Structures and Buildings*, 172(12), 902-921. <https://doi.org/10.1680/jstbu.18.00071>
- Karabork, T., 2020. Optimization Damping of Viscous Dampers to Prevent Collisions Between Adjacent Structures with Unequal Heights as a Case Study. *Arabian Journal for Science and Engineering*, 45(5), 3901-3919.
- Karabork, T. and Aydin, E., 2019. Optimum design of viscous dampers to prevent pounding of adjacent structures. *Earthquakes and Structures*, 16(4), 437-453.
- Kazuto, S., 1994. Vibration control method for flexible structures arranged in parallel. *Proc. First World Conference on Structural Control*,
- Kelly, T. E., 2001. *Base isolation of structures: Design guidelines*. Wellington, New Zealand: Holmes Consulting Group Ltd.
- Khan, S., Kumar, C. L. M. and Shwetha, K. G., 2020. Analytical study on the seismic behavior of two adjacent buildings connected by viscous dampers. *AIP Conference Proceedings*, 2204(1), 020003.
- Kim, H.-S. and Kang, J.-W., 2019. Integrated Optimal Design of Smart Connective Control System and Connected Buildings. *Journal of the Korean Association for Spatial Structures*, 19(2), 43-50.

- Kim, S. J., Christenson, R. E., Wojtkiewicz, S. F. and Johnson, E. A., 2011. Real-time hybrid simulation using the convolution integral method. *Smart Materials and Structures*, 20(2).
- Klein, R., RE, K. and JJ, S., 1972. Investigation of a method to stabilize wind induced oscillations in large structures.
- Kobori, T., 1994. Future Direction on Research and Development of Seismic Response Controlled Structure. *Proc. of the 1st World Conference on Structural Control*,
- Lee, D. and Taylor, D. P., 2001. Viscous damper development and future trends. *Structural Design of Tall Buildings*, 10(5), 311-320.
- Liu, M.-Y., Wang, A.-P. and Chiu, M. Y., 2017. Optimal Vibration Control of Adjacent Building Structures Interconnected by Viscoelastic Dampers. *Journal of Civil Engineering and Architecture*, 11, 468-476.
- Liu, S. and Shi, W., 2017. Damping Effect of Adjacent Structures Connected with Viscous Dampers Using Shaking Table Test. *DEStech Transactions on Engineering and Technology Research (iccre)*.
- Livaoğlu, R., 2005. Ayaklı depoların sıvı-yapı-zemin etkileşimleri dikkate alınarak deprem davranışlarının incelenmesi Doktora Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, Türkiye.
- Lobo-Aguilar, S., Christenson, R., Yu, T., Johnson, E. and Jiang, Z., 2018. Connected Control Method For Adjacent Base-Isolated Buildings Using A 200 kN Mr Damper.
- Luco, J. E. and De Barros, F. C. P., 1998a. Control of the seismic response of a composite tall building modelled by two interconnected shear beams. *Earthquake engineering and structural dynamics*, 27(3), 205-223.
- Luco, J. E. and De Barros, F. C. P., 1998b. Optimal damping between two adjacent elastic structures. *Earthquake engineering and structural dynamics*, 27(7), 649-659.
- Luo, H. X., Wu, Q. Y. and Pan, W. J., 2018. Research and Experiment on Optimal Separation Distance of Adjacent Buildings Based on Performance. *Mathematical Problems in Engineering*, 2018, 3483401.
- Lysmer, J. and Kuhlemeyer, R. L., 1969. Finite dynamic model for infinite media. *Journal of the Engineering Mechanics Division*, 95(4), 859-878.
- Makita, K., Christenson, R. E., Seto, K. and Watanabe, T., 2007. Optimal design strategy of connected control method for two dynamically similar structures. *Journal of Engineering Mechanics*, 133(12), 1247-1257.
- Mengi, Y. and Tanrikulu, A., 1993. Absorbing boundary conditions in soil-structure interaction analyses. In *Developments in dynamic soil-structure interaction*, Springer.(pp.111-146).
- Mevada, N. M., Mevada, S. V. and Patel, S. B., 2016. Seismic Response of Adjacent Buildings Connected With Non-linear Viscous and Viscoelastic Dampers. *Int. Journal of Engineering Research and Applications*, ISSN, 2248-9622.
- Miyamoto, H. K., Gilani, A. S. J., Wada, A. and Ariyaratana, C., 2010. Limit states and failure mechanisms of viscous dampers and the implications for large earthquakes. *Earthquake engineering and structural dynamics*, 39(11), 1279-1297.
- Murakami, H., Shioya, S., Yamada, R. and Luco, J. E., 1981. Transmitting Boundaries for Time-Harmonic Elastodynamics on Infinite Domains. *International Journal for Numerical Methods in Engineering*, 17(11), 1697-1716.
- Ni, Y. Q., Ko, J. M. and Ying, Z. G., 2001. Random seismic response analysis of adjacent buildings coupled with non-linear hysteretic dampers. *Journal of Sound and Vibration*, 246(3), 403-417. <https://doi.org/DOI 10.1006/jsvi.2001.3679>
- Nishath, P. and Abhilash, P., 2017. Seismic Pounding Effects On Adjacent Tall Buildings—A Review. *Int. Res. J. Eng. Technol*, 4(2), 647-652.
- Palacios-Quinonero, F., Rossell, J. M., Rodellar, J. and Karimi, H. R., 2011. Active-passive control strategy for adjacent buildings. *Proceedings of the 2011 American Control Conference*,

- Park, K. S. and Ok, S. Y., 2015a. Hybrid control approach for seismic coupling of two similar adjacent structures. *Journal of Sound and Vibration*, 349, 1-17.
- Park, K. S. and Ok, S. Y., 2015b. Optimal design of hybrid control system for new and old neighboring buildings. *Journal of Sound and Vibration*, 336, 16-31.
- Park, K. S. and Ok, S. Y., 2019. Coupling ATMD System for Seismic Response Control of Two Adjacent Buildings. *Shock and Vibration*, 2019.
- Park, W. and Park, K. S., 2019. Optimal Design of Hybrid Control System for the Wind and Earthquake Excited Buildings. *Ksce Journal of Civil Engineering*, 23(2), 744-753.
- Patel, C., 2011. Dynamic response of viscous damper connected similar multi-degree of freedom structures. *International Journal of Earth Sciences and Engineering*, 4(6), 1068-1071.
- Patel, C., 2015. Random Response Analysis of Adjacent Structures Connected by Viscous Damper. In *Advances in Structural Engineering* (pp. 1129-1139). Springer.
- Patel, C. and Jangid, R., 2008. Influence of soil-structure interaction on response of adjacent SDOF structures connected by viscous damper.
- Patel, C. and Jangid, R. S., 2010. Seismic response of dynamically similar adjacent structures connected with viscous dampers. *The IES Journal Part A: Civil and Structural Engineering*, 3(1), 1-13.
- Patel, C. C. and Jangid, R. S. 2014. Dynamic response of identical adjacent structures connected by viscous damper. *Structural Control and Health Monitoring*, 21(2), 205-224.
- Pekcan, G., Mander, J. B. and Chen, S. S., 1999. Fundamental considerations for the design of non-linear viscous dampers. *Earthquake engineering and structural dynamics*, 28(11), 1405-1425.
- Pérez, L., Avila, S. and Doz, G., 2015. Coupled structural dynamic response using passive dampers. 17th International Symposium on Dynamic Problems of Mechanics.
- Pérez, L., Avila, S. and Doz, G., 2017. Experimental study of the seismic response of coupled buildings models. *Procedia Engineering*, 199, 1767-1772.
- Pérez, L. A., Avila, S. and Doz, G., 2014. Seismic response control of adjacent buildings connected by viscous and hybrid dampers. In *Dynamics of Civil Structures, Volume 4* (pp. 433-440). Springer.
- Pippi, A., Bernardes, P., Avila, S., de Morais, M. and Doz, G., 2020. Dynamic Response to Different Models of Adjacent Coupled Buildings. *Journal of Vibration Engineering and Technologies*, 8(1), 247-256.
- Polat, B., 2003. Pasif Enerji Yutucu Sistemler Ve Çok Katlı Bir Çelik Yapı Üzerinde Uygulaması. Doktora Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye.
- Ramakrishna, U., Mohan, S. and Kumar, K. S. P., 2020. Optimal Configuration of Viscous Dampers Connected to Adjacent Similar Buildings Using Particle Swarm Optimization. In *Advanced Engineering Optimization Through Intelligent Techniques* (pp. 799-807).
- Rodríguez, S., Seim, C. and Ingham, T., 1994. Earthquake protective systems for the seismic upgrade of the Golden Gate bridge. In *Technical Report NCEER* (Vol. 94, pp. 4-147, 144-162). US National Center for Earthquake Engineering Research.
- Roh, H., Cimellaro, G. P. and Lopez-Garcia, D., 2011, Jun. Seismic Response of Adjacent Steel Structures Connected by Passive Device. *Advances in Structural Engineering*, 14(3), 499-517. <https://doi.org/Doi.10.1260/1369-4332.14.3.499>
- Seleemah, A. and Constantinou, M. C., 1997. Investigation of seismic response of buildings with linear and nonlinear fluid viscous dampers. *National Center for Earthquake Engineering Research Buffalo*.
- Seto, K. and Mitsuta, S., 1992. Active vibration control of structures arranged in parallel. *Proceedings of the First International Conference on Motion and Vibration Control, Japan*, 146-151.

- Shobhika., 2015. Dynamic Response of Two Adjacent Structures Connected by Friction Damper (Coulomb Friction Model). *International Journal of Engineering Development and Research (IJEDR)*, 3(2), 1253-1262.
- Shrimali, M. and Dumne, S., 2008. Seismic analysis of connected isolated buildings by VF dampers. *The 14th World Conference on Earthquake Engineering*, Beijing, China,
- Shrimali, M. K., Bharti, S. D. and Dumne, S., 2015. Seismic response analysis of coupled building involving MR damper and elastomeric base isolation. *Ain Shams Engineering Journal*, 6(2), 457-470. <https://doi.org/10.1016/j.asej.2014.12.007>
- Singh, T., Kalra, M. and Misra, A. K., 2020. Simplified probabilistic seismic assessment of dampers in tall and braced structures in buildings. *Journal of Engineering Design and Technology*. <https://doi.org/10.1108/Jedt-09-2019-0234>
- Siyahi, B., Çetin, K. Ö. and Bilge, H., 2013. Geoteknik deprem mühendisliği açısından zemin-temel-yapı etkileşimine kritik bakış. *Türkiye Mühendislik Haberleri*, 484, 41-50.
- Soong, T. and Dargush, G., 1997. *Passive Energy Dissipation Systems in Structural Engineering*, John Wiley and Sons. New York, 282.
- Soong, T. T. and Constantinou, M. C., 2014. *Passive and active structural vibration control in civil engineering*. Springer, 345.
- Spencer, B. F. and Sain, M. K., 1997. Controlling buildings: A new frontier in feedback. *Ieee Control Systems Magazine*, 17(6), 19-35. <https://doi.org/Doi 10.1109/37.642972>
- Stratta, J. L. 1987. *Manual of seismic design*. Prentice-Hall, London.
- Sugino, S., Sakai, D., Kundu, S. and Seto, K., 1999. Vibration control of parallel structures connected with passive devices designed by GA. *Proceedings of the 2nd World Conference on Structural Control*, 1, 329-337.
- Symans, M. and Constantinou, M., 1998. Passive fluid viscous damping systems for seismic energy dissipation. *ISCT Journal of Earthquake Technology*, 35(4), 185-206.
- Tande, S. and Shinde, D., 2009. Optimal seismic response of adjacent coupled buildings with dampers. *Journal of Institution of Engineers (India)*, 90, 19-24.
- Taylor, D. and Constantinou, M., 1998. Development and testing of an improved fluid damper configuration for structures having high rigidity. *Proceedings of the 69th Shock and Vibration Symposium*.
- Tubaldi, E., 2015. Dynamic behavior of adjacent buildings connected by linear viscous viscoelastic dampers. *Structural Control and Health Monitoring*, 22(8), 1086-1102.
- Tubaldi, E., Barbato, M. and Dall'Asta, A., 2014. Performance-based seismic risk assessment for buildings equipped with linear and nonlinear viscous dampers. *Engineering Structures*, 78, 90-99. <https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2014.04.052>
- Tubaldi, E., Gioiella, L., Scozzese, F., Ragni, L. and Dall'Asta, A., 2020. A Design Method for Viscous Dampers Connecting Adjacent Structures [Original Research]. *Frontiers in Built Environment*, 6(25). <https://doi.org/10.3389/fbuil.2020.00025>
- Uz, M. E., 2017. Seismic Design of Magneto-rheological Dampers between Different Sizes Buildings under Optimum Parameters. *Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 13(1), 1-13.
- Uz, M. E. and Hadi, M. N. S., 2014. Optimal design of semi active control for adjacent buildings connected by MR damper based on integrated fuzzy logic and multi-objective genetic algorithm. *Engineering Structures*, 69, 135-148.
- Veletsos, A. S., Prasad, A. and Tang, Y., 1988. *Design approaches for soil structure interaction*. National Center for Earthquake Engineering Research.
- Warnotte, V., Stoica, D., Majewski, S. and Voiculescu, M., 2007. State of the art in the pounding mitigation techniques. *Intersectii/Intersections*, 4(3).
- Westermo, B. D., 1989. The Dynamics of Interstructural Connection to Prevent Pounding. *Earthquake engineering and structural dynamics*, 18(5), 687-699.
- Wilson, E. L., 2002. *Three dimensional static and dynamic analysis of structures: a physical approach with emphasis on earthquake engineering*. Computers and structures.

- Wolf, J. P., 1989. Soil Structure-Interaction Analysis in Time Domain. *Nuclear Engineering and Design*, 111(3), 381-393.
- Wolf, J.P. and Song, C., 1996a. *Finite-Element Modelling of Unbounded Media*. John Wiley&Sons Ltd., 331 p, Chichester, England.
- Wu, Q., Dai, J. and Zhu, H., 2017. Optimum Design of Passive Control Devices for Reducing the Seismic Response of Twin-Tower-Connected Structures. *Journal of Earthquake Engineering*, 1-35.
- Wu, Q., Feng, H., Xiao, S., Zhu, H. and Bai, X., 2020. Passive Control Analysis and Design of Twin-Tower Structure with Chassis. *International Journal of Structural Stability and Dynamics*.
- Xu, Y. L., He, Q. and Ko, J. M., 1999. Dynamic response of damper-connected adjacent buildings under earthquake excitation. *Engineering Structures*, 21(2), 135-148.
- Xu, Y. L., Zhan, S., Ko, J. M. and Zhang, W. S., 1999. Experimental investigation of adjacent buildings connected by fluid damper. *Earthquake engineering and structural dynamics*, 28(6), 609-631.
- Yao, J., 1972. Concept of structural control. *Journal of the Structural Division*, 98(st 7).
- Youssef, A., 1998. Seismic response of inelastic structures on compliant foundations. PhD Thesis. Northeastern University, Boston, ABD.
- Zhang, W. S. and Xu, Y. L., 1999. Dynamic characteristics and seismic response of adjacent buildings linked by discrete dampers. *Earthquake engineering and structural dynamics*, 28(10), 1163-1185.
- Zhang, W. S. and Xu, Y., 2000. Vibration analysis of two buildings linked by Maxwell model-defined fluid dampers. *Journal of Sound and Vibration*, 233(5), 775-796.
- Zhao, X. L., Bao, L. J. and Xue, B., 2018. An energy-dissipating approach for adjacent retrofitted structures. *Structural Design of Tall and Special Buildings*, 27(15), e1508.
- Zhu, H., Wen, Y. and Iemura, H., 2001. A study on interaction control for seismic response of parallel structures. *Computers and Structures*, 79(2), 231-242.
- Zhu, H. and Xu, Y., 2005. Optimum parameters of Maxwell model-defined dampers used to link adjacent structures. *Journal of Sound and Vibration*, 279(1), 253-274.
- Zhu, H., Ge, D. D. and Huang, X., 2011. Optimum connecting dampers to reduce the seismic responses of parallel structures. *Journal of Sound and Vibration*, 330(9), 1931-1949.

ÖZ GEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler	
Adı Soyadı:	Yavuz Selim HATİPOĞLU
Doğum tarihi:	19 Haziran 1986
Doğum Yeri:	Ardeşen/RİZE
Uyruğu:	T.C.
Adres:	Atatürk Üniversitesi Mühendislik Fakültesi
Tel:	0542 570 53 37
E-mail:	y.selim_hatipoglu@hotmail.com y.selim.hatipoglu@gmail.com yhatipoglu@bayburt.edu.tr
Eğitim	
Lise:	Pazar 75. YIL İMKB Anadolu Lisesi
Lisans:	Karadeniz Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi
Yüksek lisans:	Bayburt Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı (2014)
Doktora:	Atatürk Üniversitesi
Yabancı Dil Bilgisi	
İngilizce:	İyi
Tezden Üretilmiş Yayınlar	
1. Hatipoğlu, Y. S. and Düzgün, O. A. (2020). Investigation of The Effectiveness Of Viscous Dampers Connected To Adjacent Buildings On Dynamic Behavior Under Soil-Structure Interaction Effects. <i>Sigma</i>, 11(1), 51-72. 2. Hatipoğlu, Y, Düzgün, O. (2020). Sıvı Viskoz Sönümleyicilerle Birbirine Bağlanmış Komşu Yüksek Binaların Dinamik Davranışının Zemin-Yapı Etkileşimini Dikkate Alarak İncelenmesi. <i>Erzincan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi</i>, 13 (3), 1116-1131. DOI: 10.18185/erzifbed.739875	

Tezden Üretilmiş Bildiriler

1. Hatipoğlu, Y. S. and DÜZGÜN, O. A., (2019). Investigation of Seismic Movement of Adjacent Buildings Connected by Fluid Viscous Dampers Under Earthquake Effects. 3rd International Conference on Advanced Engineering Technologies, Bayburt, Turkey.
2. Hatipoğlu, Y. S. and Düzgün, O. A., (2019). Dynamic Behaviour of Adjacent Buildings by Viscous Dampers with The Influence of Soil Structure Interaction . 3rd International Conference on Advanced Engineering Technologies, Bayburt, Turkey.
3. Hatipoğlu, Y. S., Düzgün, O. A. and Artar, M., (2017). Viskoz Sönümleyicilerle Bağlı İki Komşu Yapının Dinamik Davranışının Elastik Zemin Üzerinde İncelenmesi. II. International Conference on Advanced Engineering Technologies, Bayburt, Turkey.
4. Hatipoğlu, Y. S. and Düzgün, O. A., (2017). Bağlı İki Komşu Yapının Dinamik Davranışının Yapı Zemin Etkileşiminin Dikkate Alınarak İncelenmesi. 3rd International Soil-Structure Interaction Symposium, İzmir, Turkey.