

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

**MEVCUT SIRALI BİNALARDA ÇEKİÇLEMENİN SİSMİK  
PERFORMANS ÜZERİNDEKİ ETKİLERİNİN  
ARAŞTIRILMASI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**OSMAN ALTINEL**

**DENİZLİ, TEMMUZ - 2015**

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



**MEVCUT SIRALI BİNALARDA ÇEKİÇLEMENİN SİSMİK  
PERFORMANS ÜZERİNDEKİ ETKİLERİNİN  
ARAŞTIRILMASI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**OSMAN ALTINEL**

**DENİZLİ, TEMMUZ - 2015**

## KABUL VE ONAY SAYFASI

OSMAN ALTINEL tarafından hazırlanan "MEVCUT SIRALI BİNALARDA ÇEKİÇLEMENİN SİSMİK PERFORMANS ÜZERİNDEKİ ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI" adlı tez çalışmasının savunma sınavı 30.07.2015 tarihinde yapılmış olup aşağıda verilen jüri tarafından oy birliği ile Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmza

Danışman  
Prof. Dr. Mehmet İNEL  
Pamukkale Üniversitesi

  
.....

Üye  
Doç. Dr. Hayri Baytan ÖZMEN  
Uşak Üniversitesi

  
.....

Üye  
Yrd. Doç. Dr. Fatih ÇETİŞLİ  
Pamukkale Üniversitesi

  
.....

Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun  
20.08.2015... tarih ve 31/09..... sayılı kararıyla onaylanmıştır..

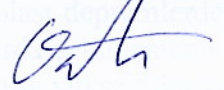
  
.....

Prof. Dr. Orhan KARABULUT

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

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

Osman Altinel



ANADOLU ÜNİVERSİTESİ İktisadi İdari Bilimler Fakültesi İktisat Bölümü  
Dış İktisat Anabilim Dalı, Zonguldak, Türkiye

## ÖZET

### MEVCUT SIRALI BİNALARDA ÇEKİÇLEMENİN SİSMİK PERFORMANS ÜZERİNDEKİ ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI YÜKSEK LİSANS TEZİ

OSMAN ALTINEL  
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

(TEZ DANIŞMANI: PROF. DR. MEHMET İNEL)

**DENİZLİ, TEMMUZ - 2015**

Geçmiş depremlerde yetersiz deprem derzi bırakılan komşu binalar arasında çekiçleme etkisinin oluştuğu gözlenmiştir. Tasarım sırasında deprem yükleri göz önüne alınmakla birlikte yapıda oluşabilecek ağır hasar veya göçmeye sebep olabilecek çekiçleme etkisi dikkate alınmamaktadır. Ülkemizde, özellikle nüfusun fazla olduğu şehir merkezlerinde yetersiz deprem derzi ile inşa edilmiş yapılara çokça rastlanmaktadır. Bu nedenle ülkemiz mevcut yapı stoğu olası depremlerde çekiçleme riski taşımaktadır. Bu çalışmada, mevcut sıralı binalarda çekiçlemenin sismik performans üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Çalışmada, orta yükseklikteki mevcut betonarme yapı stoğunu temsil eden 4 ve 7 katlı çerçeve taşıyıcı sisteme sahip, 1975 ve 1998 Afet Yönetmeliği'ne göre tasarlanmış 3-B doğrusal elastik olmayan modeller kullanılmıştır. Modeller Sap2000 programı kullanılarak doğrusal elastik yay modeli ile birleştirilmiştir. 3 bina modelinin çeşitli kombinasyonlarda birleştirilmesi ile 8 adet sıralı çekiçleme modeli oluşturulmuştur. Çekiçleme modelleri arasında yetersiz deprem derzini temsil eden 10 mm ve 20 mm boşluk bırakılmıştır. Aynı çekiçleme modelleri arasında çarpışma oluşmayacak kadar boşluk bırakılarak referans modeller elde edilmiştir. 9 adet ivme kaydı kullanılarak toplamda 216 adet doğrusal elastik olmayan zaman tanım alanında dinamik analiz gerçekleştirilmiştir. Yapılan analizlerin sonucunda çatı (tepe) deplasmanı, kat kesme kuvveti ve taban kesme kuvveti talepleri, link elemanlarda oluşan kuvvet ve deformasyonlar elde edilmiştir. 10 mm ve 20 mm yetersiz deprem derzine sahip modellerin analiz sonuçları, referans (çarpışmasız) modellerin analiz sonuçları ile kıyaslanmıştır. Elde edilen sonuçlarda, çatı deplasman taleplerinde %182.3, kat kesme kuvveti taleplerinde ise %142.8'e varan farklar hesaplanmıştır. DBYBHY-2007'ye göre hesaplanan en büyük deprem derz miktarının %34.7 oranında aşıldığı belirlenmiştir. Binalar arasındaki derz boşluğunun binanın deprem performansı üzerinde etkin bir parameter olduğu görülmüştür; deprem derz boşluğunun 20 mm yerine 10 mm olması ile deplasman taleplerinde 2.5 kata ulaşan farklar oluşmaktadır. Çalışma sonuçları, çekiçlemenin karmaşık bir etki olduğunu ve mevcut yapıların deprem performansının çekiçleme etkisi göz ardı edilerek değerlendirilmesinin doğru olmayacağını göstermektedir.

**ANAHTAR KELİMELEER:** Betonarme Binaların Deprem Performansı, Dinamik Analiz, Doğrusal Olmayan Analiz, Zaman Tanım Alanında Analiz, Çekiçleme

## **ABSTRACT**

### **INVESTIGATION OF POUNDING EFFECTS ON SEISMIC PERFORMANCE OF EXISTING SEQUENTIAL BUILDINGS**

**MSC THESIS**

**OSMAN ALTINEL**

**PAMUKKALE UNIVERSITY INSTITUTE OF SCIENCE**

**CIVIL ENGINEERING**

**(SUPERVISOR:PROF. DR. MEHMET INEL)**

**DENİZLİ, JULY 2015**

Pounding of adjacent buildings has been observed due to insufficient separation distance between them during past earthquakes. Although seismic loading is taken into account in structural design, the effect of pounding that may cause heavy damage or collapse is not considered. Major ratio of existing building stock has potential pounding risk in possible future earthquakes in Turkey due to inadequate separation between buildings. This study investigates the effects of pounding on seismic behaviour of inadequately separated sequential mid-rise reinforced concrete buildings in Turkey. Eight different models are used to evaluate seismic performance of adjacent buildings; 4- and 7-story buildings designed according to 1998 Turkish Earthquake Code (TEC) are used to represent mid-rise reinforced concrete buildings. Models are connected by link elements with 10 and 20 mm gap to reflect inadequate separation distances between adjacent buildings and the obtained results are compared with models without collision (reference buildings). 24 different sets of combinations are modelled and 216 nonlinear time history analysis carried out using 9 different earthquake records. Displacement histories of the connected buildings at the roof level, base shear and story shear demands, total axial force and deformations at link members, number of collisions at critical-story, required separation distance to avoid pounding are calculated and compared with the reference building with no collision. The required separation distances according to TEC-2007 are also calculated and the adequacy of code limits is compared. The obtained results indicate significant differences in roof displacement and story shear demands; the differences go up to 182.3% and 142.8% of the reference model for the roof displacement and story shear, respectively. 34.7% of required separation distances for the considered earthquake records exceeded the calculated gap spaces per TEC-2007 requirements. It was also observed that the separation distance is also an important parameter in seismic performance; the displacement demand differences increased up to 2.5 times by changing the separation distance from 20 mm to 10 mm. The outcomes and observations of the current study also demonstrate the complexity of pounding behaviour of structures. It seems that the proper seismic performance evaluation of adjacent buildings is not possible without consideration of pounding interaction.

**KEYWORDS:** Seismic Performance of Reinforced Concrete Buildings, Dynamic Analysis, Nonlinear Analysis, Time History Analysis, Pounding

# İÇİNDEKİLER

Sayfa

<b>ÖZET</b> .....	<b>i</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>ii</b>
<b>İÇİNDEKİLER</b> .....	<b>iii</b>
<b>ŞEKİL LİSTESİ</b> .....	<b>vi</b>
<b>TABLO LİSTESİ</b> .....	<b>xii</b>
<b>SEMBOL LİSTESİ</b> .....	<b>xiii</b>
<b>ÖNSÖZ</b> .....	<b>xiv</b>
<b>1. GİRİŞ</b> .....	<b>1</b>
1.1 Amaç ve Kapsam.....	3
1.2 Literatür Taraması .....	4
1.2.1 Deprem Sonrası Gözlemsel Çalışmalar .....	4
1.2.2 Deneysel Çalışmalar .....	6
1.2.3 Analitik ve Nümerik Çalışmalar .....	7
1.3 Tezin Organizasyonu .....	11
<b>2. MODELLEME VE ANALİZ YÖNTEMİ</b> .....	<b>12</b>
2.1 Genel.....	12
2.2 Modellerin Özellikleri.....	12
2.3 Doğrusal Elastik Olmayan Modelleme.....	18
2.3.1 Betonarme Elemanlarda Doğrusal Olmayan Davranış .....	18
2.3.2 Plastik Mafsalların Özellikleri ve Tanımlanması.....	20
2.3.3 Betonarme Kesitlerin Eğilme Rijitlikleri.....	22
2.4 Çekiçleme Modellerinin Oluşturulması.....	23
2.4.1 Modellerin Özellikleri .....	23
2.4.2 Çekiçleme Kombinasyonlarının Belirlenmesi .....	23
2.4.3 Modellerin Birleştirilmesi.....	24
2.4.4 DBYBHY-2007’de Deprem Derzleri.....	27
2.5 DBYBHY-2007’ye Göre Bırakılması Gereken Deprem Derzleri .....	28
2.6 Analiz Yöntemi .....	30
2.6.1 Analizler Sonucunda Elde Edilen Veriler .....	31
<b>3. DEPREM İVME KAYITLARI</b> .....	<b>33</b>
3.1 Kullanılan Deprem İvme Kayıtlarının Özellikleri.....	33
3.2 İvme Kayıtlarına Ait Spektrumların Elde Edilmesi .....	34
<b>4. ANALİZ SONUÇLARI</b> .....	<b>38</b>
4.1 Giriş .....	38
4.2 4.98-7.75-4.98 Kombinasyonuna Ait Sonuçların Elde Edilmesi .....	39
4.2.1 Çatı Deplasman Taleplerinin Elde Edilmesi.....	39
4.2.2 Link Kuvvetlerinin Elde Edilmesi .....	57
4.2.3 Çarpışma Mesafelerinin Elde Edilmesi .....	64
4.2.4 Kat Kesme Kuvveti Farklarının Elde Edilmesi .....	68
4.2.5 Çekiçlemenin Mafsal Dağılımı Üzerindeki Etkisi .....	77
<b>5. ANALİZ SONUÇLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ</b> .....	<b>80</b>
5.1 Giriş .....	81

5.2	Çarpışma Mesafesi .....	82
5.2.1	Sıralı Bina Etkisi İle Çekiçlemenin Görülmesi .....	85
5.2.2	Deprem Derzlerinin Aşılma Oranları .....	91
5.2.3	Çarpışma Mesafesi İle PGA Arasındaki İlişkisi .....	92
5.3	Çekiçlemenin Deplasman Talepleri Üzerindeki Etkisi .....	93
5.3.1	Boşluk Oranının Deplasman Talepleri Üzerindeki Etkisi .....	98
5.4	Çekiçlemenin Kat Kesme Kuvveti Talepleri Üzerindeki Etkisi .....	98
5.4.1	Boşluk Oranının Kat Kesme Kuvveti Talepleri Üzerindeki Etkisi .....	102
5.5	Çarpışma Sayılarının Değişimi .....	103
5.5.1	Boşluk Oranının Çarpışma Sayısı Üzerindeki Etkisi .....	104
5.6	Link Kuvvetleri .....	105
<b>6.</b>	<b>SONUÇLAR VE ÖNERİLER .....</b>	<b>106</b>
6.1	Sonuçlar .....	106
6.2	Sonraki Çalışmalar İçin Öneriler .....	111
<b>7.</b>	<b>KAYNAKLAR .....</b>	<b>112</b>
<b>8.</b>	<b>EKLER .....</b>	<b>117</b>
EK A.1	Maksimum Deplasman Talebi Farkları .....	117
EK A.2	Maksimum Referans Deplasman Talepleri .....	118
EK A.3	Maksimum Deplasman Talebi Farkı Oranları .....	119
EK A.4	Maksimum Kat Kesme Kuvveti Talebi Farkları .....	120
EK A.5	Maksimum Referans Taban Kesme Kuvveti Talepleri .....	121
EK A.6	Maksimum Kat Kesme Kuvveti Talebi Farkı Oranları .....	122
EK A.7	Maksimum Link Kuvvetleri .....	123
EK A.7	Çarpışma Sayıları .....	124
EK B.1	4.98-7.98-4.98 Gazli-Gaz000 Analiz Sonuçları .....	125
EK B.2	4.98-7.98-4.98 Lomap-Hsp000 Analiz Sonuçları .....	127
EK B.3	4.98-7.98-4.98 Northr-Spv360 Analiz Sonuçları .....	129
EK B.4	4.98-7.98-4.98 Kocaeli-Dzc180 Analiz Sonuçları .....	131
EK B.5	4.98-7.98-4.98 Northr-Tar360 Analiz Sonuçları .....	133
EK B.6	4.98-7.98-4.98 Palmspr-Nps210 Analiz Sonuçları .....	135
EK B.7	4.98-7.98-4.98 Northr-Syl090 Analiz Sonuçları .....	137
EK B.8	4.98-7.98-4.98 Erz-Ew Analiz Sonuçları .....	139
EK B.9	4.98-7.98-4.98 Koc-Dzc270 Analiz Sonuçları .....	141
EK C.1	4.75-7.75-4.75 Gazli-Gaz000 Analiz Sonuçları .....	143
EK C.2	4.75-7.75-4.75 Lomap-Hsp000 Analiz Sonuçları .....	145
EK C.3	4.75-7.75-4.75 Northr-Spv360 Analiz Sonuçları .....	147
EK C.4	4.75-7.75-4.75 Kocaeli-Dzc180 Analiz Sonuçları .....	149
EK C.5	4.75-7.75-4.75 Northr-Tar360 Analiz Sonuçları .....	151
EK C.6	4.75-7.75-4.75 Palmspr-Nps210 Analiz Sonuçları .....	153
EK C.7	4.75-7.75-4.75 Northr-Syl090 Analiz Sonuçları .....	155
EK C.8	4.75-7.75-4.75 Erz-Ew Analiz Sonuçları .....	157
EK C.9	4.75-7.75-4.75 Koc-Dzc270 Analiz Sonuçları .....	159
EK D.1	4.98-7.75-4.98 Gaz-Gaz000 Analiz Sonuçları .....	161
EK D.2	4.98-7.75-4.98 Lomap-Hsp000 Analiz Sonuçları .....	163
EK D.3	4.98-7.75-4.98 Northr-Spv360 Analiz Sonuçları .....	165
EK D.4	4.98-7.75-4.98 Kocaeli-Dzc180 Analiz Sonuçları .....	167
EK D.5	4.98-7.75-4.98 Northr-Tar360 Analiz Sonuçları .....	169
EK D.6	4.98-7.75-4.98 Palmspr-Nps210 Analiz Sonuçları .....	171
EK D.7	4.98-7.75-4.98 Northr-Syl090 Analiz Sonuçları .....	173



EK D.8 4.98-7.75-4.98 Erz-Ew Analiz Sonuçları.....	175
EK D.9 4.98-7.75-4.98 Koc-Dzc270 Analiz Sonuçları.....	177
EK E.1 4.75-7.98-4.75 Gazli-Gaz000 Analiz Sonuçları .....	179
EK E.2 4.75-7.98-4.75 Lomap-Hsp000 Analiz Sonuçları.....	181
EK E.3 4.75-7.98-4.75 Northr-Spv360 Analiz Sonuçları .....	183
EK E.4 4.75-7.98-4.75 Kocaeli-Dzc180 Analiz Sonuçları.....	185
EK E.5 4.75-7.98-4.75 Northr-Tar360 Analiz Sonuçları .....	187
EK E.6 4.75-7.98-4.75 Palmspr-Nps210 Analiz Sonuçları.....	189
EK E.7 4.75-7.98-4.75 Northr-Syl090 Analiz Sonuçları .....	191
EK E.8 4.75-7.98-4.75 Erz-Ew Analiz Sonuçları .....	193
EK E.9 4.75-7.98-4.75 Koc-Dzc270 Analiz Sonuçları .....	195
EK F.1 7.98-4.98-7.98 Gazli-Gaz000 Analiz Sonuçları .....	197
EK F.2 7.98-4.98-7.98 Lomap-Hsp000 Analiz Sonuçları.....	199
EK F.3 7.98-4.98-7.98 Northr-Spv360 Analiz Sonuçları.....	201
EK F.4 7.98-4.98-7.98 Kocaeli-Dzc180 Analiz Sonuçları.....	203
EK F.5 7.98-4.98-7.98 Northr-Tar360 Analiz Sonuçları .....	205
EK F.6 7.98-4.98-7.98 Palmspr-Nps210 Analiz Sonuçları .....	207
EK F.7 7.98-4.98-7.98 Northr-Syl090 Analiz Sonuçları .....	209
EK F.8 7.98-4.98-7.98 Erz-Ew Analiz Sonuçları .....	211
EK F.9 7.98-4.98-7.98 Koc-Dzc270 Analiz Sonuçları .....	213
EK G.1 7.75-4.75-7.75 Gazli-Gaz000 Analiz Sonuçları.....	215
EK G.2 7.75-4.75-7.75 Lomap-Hsp000 Analiz Sonuçları .....	217
EK G.3 7.75-4.75-7.75 Northr-Spv360 Analiz Sonuçları .....	219
EK G.4 7.75-4.75-7.75 Kocaeli-Dzc180 Analiz Sonuçları .....	221
EK G.5 7.75-4.75-7.75 Northr-Tar360 Analiz Sonuçları.....	223
EK G.6 7.75-4.75-7.75 Palmspr-Nps210 Analiz Sonuçları .....	225
EK G.7 7.75-4.75-7.75 Northr-Syl090 Analiz Sonuçları.....	227
EK G.8 7.75-4.75-7.75 Erz-Ew Analiz Sonuçları.....	229
EK G.9 7.75-4.75-7.75 Koc-Dzc270 Analiz Sonuçları.....	231
EK H.1 7.98-4.75-7.98 Gazli-Gaz000 Analiz Sonuçları.....	233
EK H.2 7.98-4.75-7.98 Lomap-Hsp000 Analiz Sonuçları .....	235
EK H.3 7.98-4.75-7.98 Northr-Spv360 Analiz Sonuçları .....	237
EK H.4 7.98-4.75-7.98 Kocaeli-Dzc180 Analiz Sonuçları .....	239
EK H.5 7.98-4.75-7.98 Northr-Tar360 Analiz Sonuçları.....	241
EK H.6 7.98-4.75-7.98 Palmspr-Nps210 Analiz Sonuçları .....	243
EK H.7 7.98-4.75-7.98 Northr-Syl090 Analiz Sonuçları .....	245
EK H.8 7.98-4.75-7.98 Erz-Ew Analiz Sonuçları.....	247
EK H.9 7.98-4.75-7.98 Koc-Dzc270 Analiz Sonuçları.....	249
EK I.1 7.75-4.48-7.75 Gazli-Gaz000 Analiz Sonuçları .....	251
EK I.2 7.75-4.48-7.75 Lomap-Hsp000 Analiz Sonuçları.....	253
EK I.3 7.75-4.48-7.75 Northr-Spv360 Analiz Sonuçları .....	255
EK I.4 7.75-4.48-7.75 Kocaeli-Dzc180 Analiz Sonuçları.....	257
EK I.5 7.75-4.48-7.75 Northr-Tar360 Analiz Sonuçları .....	259
EK I.6 7.75-4.48-7.75 Palmspr-Nps210 Analiz Sonuçları.....	261
EK I.7 7.75-4.48-7.75 Northr-Syl090 Analiz Sonuçları .....	263
EK I.8 7.75-4.48-7.75 Erz-Ew Analiz Sonuçları .....	265
EK I.9 7.75-4.48-7.75 Koc-Dzc270 Analiz Sonuçları .....	267
<b>9. ÖZGEÇMİŞ .....</b>	<b>269</b>

# ŞEKİL LİSTESİ

## Sayfa

Şekil 1.1: Olive View Hastanesinin Merdiven Kulesinin 1971 San Fernando Depremi Sırasında Ana Bina İle Çarpışması Sonucu Kalıcı Olarak Ötelenmesi (Bertero and Collins, 1973).....	1
Şekil 1.2: 1985 Mexico City Depremi Sonrası Yetersiz Deprem Derzi Nedeniyle Görülen Çekiçleme Hasarı (Arnold, 1989) .....	2
Şekil 1.3: 23 Ekim 2011 Erciş Depremi Sonrası İki binanın Ekseninden Kaydığı Ve Sağdaki Binanın Yıkıldığı Komşu Üç Bina (Ozmen ve diğ., 2013) .....	2
Şekil 1.4: 19 Mayıs 2011 Simav Depremi Sonrası 8 Komşu Binanın En Sağında Yer Alan Binanın Ekseninden Kalıcı Olarak Kayması (Ozmen ve diğ., 2013).....	2
Şekil 2.1: 4 Katlı 1975 Binasının Zemin Kat Kalıp Planı.....	16
Şekil 2.2: 4 Katlı 1998 Binasının Zemin Kat Kalıp Planı.....	16
Şekil 2.3: 7 Katlı 1975 Binasının Zemin Kat Kalıp Planı.....	17
Şekil 2.4: 7 Katlı 1998 Binasının Zemin Kat Kalıp Planı.....	17
Şekil 2.5: Betonarme Bir Kesitin moment-eğrilik İlişkisi (Celep, 2007) .....	18
Şekil 2.6: Eğrilik Yoğunlaşması ve Yığılı Plastik Mafsal Kabulü .....	19
Şekil 2.7: Dayanım Deformasyon İlişkisi .....	21
Şekil 2.8: Oluşturulan Çekiçleme Kombinasyonları .....	24
Şekil 2.9: Doğrusal Elastik Yay Modeli ve Kuvvet-Şekildeğiştirme İlişkisi....	25
Şekil 2.10: Modellerin Link (Gap) Elemanlar İle Bağlanması .....	26
Şekil 2.11: 4-7-4 Dizilimiyle Oluşturulan Çekiçleme Modeli .....	26
Şekil 2.12: 7-4-7 Dizilimiyle Oluşturulan Çekiçleme Modeli .....	27
Şekil 3.1: a) Northr-Syl090 İvme Kaydı, b) Northr-Syl090 Elastik İvme Spektrumu .....	34
Şekil 3.2: a) Erz-Ew İvme Kaydı, b) Erz-Ew Elastik İvme Spektrumu .....	34
Şekil 3.3: a) Koc-Dzc270 İvme Kaydı, b) Koc-Dzc270 Elastik İvme Spektrumu .....	35
Şekil 3.4: a) Gazli-Gaz000 İvme Kaydı, b) Gazli-Gaz000 Elastik İvme Spektrumu .....	35
Şekil 3.5: a) Lomap-Hsp000 İvme Kaydı, b) Lomap-Hsp000 Elastik İvme Spektrumu .....	35
Şekil 3.6: a) Northt-Spv360 İvme Kaydı, b) Northt-Spv360 Elastik İvme Spektrumu .....	36
Şekil 3.7: a) Kocaeli-Dzc180 İvme Kaydı, b) Kocaeli-Dzc180 Elastik İvme Spektrumu .....	36
Şekil 3.8: a) Northr-Tar360 İvme Kaydı, b) Northr-Tar360 Elastik İvme Spektrumu .....	36
Şekil 3.9: a) Palmspr-Nps210 İvme Kaydı, b) Palmspr-Nps210 Elastik İvme Spektrumu .....	37
Şekil 3.10: Kullanılan Deprem İvme Kayıtlarının %5 Sönüm İçin Hesaplanmış Elastik Tepki Spektrumları.....	37
Şekil 4.1: Sağ ve Sol Uçta Bulunan Modellerin Çarpışma ve Serbest Yönleri .....	41

Şekil 4.2: Gazli-Gaz000 İvme Kaydına Ait Çatı Deplasmanı-Zaman Grafığı.....	48
Şekil 4.3: Lomap-Hsp000 İvme Kaydına Ait Çatı Deplasmanı-Zaman Grafığı.....	49
Şekil 4.4: Northr-Spv360 İvme Kaydına Ait Çatı Deplasmanı-Zaman Grafığı.....	50
Şekil 4.5: Kocaeli-Dzc180 İvme Kaydına Ait Çatı Deplasmanı-Zaman Grafığı.....	51
Şekil 4.6: Northr-Tar360 İvme Kaydına Ait Çatı Deplasmanı-Zaman Grafığı.....	52
Şekil 4.7: Palmspr-Nps210 İvme Kaydına Ait Çatı Deplasmanı-Zaman Grafığı.....	53
Şekil 4.8: Northr-Syl090 İvme Kaydına Ait Çatı Deplasmanı-Zaman Grafığı.....	54
Şekil 4.9: Erz-Ew İvme Kaydına Ait Çatı Deplasmanı-Zaman Grafığı .....	55
Şekil 4.10: Koc-Dzc270 İvme Kaydına Ait Çatı Deplasmanı-Zaman Grafığı.....	56
Şekil 4.11: 4.98-7.75-4.98 Kombinasyonuna Ait Deplasman Farklarının Ortalaması .....	57
Şekil 4.12: Çarpışma ve Serbest Yöndeki Azalan ve Artan Deplasman Talebi Oranları .....	57
Şekil 4.12: Gazli-Gaz000 İvme Kaydına Ait Link Kuvvetleri (1 cm).....	59
Şekil 4.13: Gazli-Gaz000 İvme Kaydına Ait Link Kuvvetleri (2 cm).....	59
Şekil 4.14: Lomap-Hsp000 İvme Kaydına Ait Link Kuvvetleri (1 cm).....	59
Şekil 4.15: Lomap-Hsp000 İvme Kaydına Ait Link Kuvvetleri (2 cm).....	59
Şekil 4.16: Northr-Spv360 İvme Kaydına Ait Link Kuvvetleri (1 cm).....	60
Şekil 4.17: Northr-Spv360 İvme Kaydına Ait Link Kuvvetleri (2 cm).....	60
Şekil 4.18: Kocaeli-Dzc180 İvme Kaydına Ait Link Kuvvetleri (1 cm).....	60
Şekil 4.19: Kocaeli-Dzc180 İvme Kaydına Ait Link Kuvvetleri (2 cm).....	60
Şekil 4.20: Northr-Tar360 İvme Kaydına Ait Link Kuvvetleri (1 cm) .....	61
Şekil 4.21: Northr-Tar360 İvme Kaydına Ait Link Kuvvetleri (2 cm) .....	61
Şekil 4.22: Palmspr-Nps210 İvme Kaydına Ait Link Kuvvetleri (1 cm) .....	61
Şekil 4.23: Palmspr-Nps210 İvme Kaydına Ait Link Kuvvetleri (2 cm) .....	61
Şekil 4.24: Northr-Syl090 İvme Kaydına Ait Link Kuvvetleri (1 cm).....	62
Şekil 4.25: Northr-Syl090 İvme Kaydına Ait Link Kuvvetleri (2 cm).....	62
Şekil 4.26: Erz-Ew İvme Kaydına Ait Link Kuvvetleri (1 cm) .....	62
Şekil 4.27: Erz-Ew İvme Kaydına Ait Link Kuvvetleri (2 cm) .....	62
Şekil 4.28: Koc-Dzc270 İvme Kaydına Ait Link Kuvvetleri (1 cm) .....	63
Şekil 4.29: Koc-Dzc270 İvme Kaydına Ait Link Kuvvetleri (2 cm) .....	63
Şekil 4.30: Gazli-Gaz000 İvme Kaydına Ait Çarpışma Mesafeleri .....	64
Şekil 4.31: Lomap-Hsp000 İvme Kaydına Ait Çarpışma Mesafeleri.....	65
Şekil 4.32: Northr-Spv360 İvme Kaydına Ait Çarpışma Mesafeleri .....	65
Şekil 4.33: Kocaeli-Dzc180 İvme Kaydına Ait Çarpışma Mesafeleri.....	65
Şekil 4.34: Northr-Tar360 İvme Kaydına Ait Çarpışma Mesafeleri .....	65
Şekil 4.35: Palmspr-Nps210 İvme Kaydına Ait Çarpışma Mesafeleri.....	66
Şekil 4.36: Northr-Syl090 İvme Kaydına Ait Çarpışma Mesafeleri .....	66
Şekil 4.37: Erz-Ew İvme Kaydına Ait Çarpışma Mesafeleri .....	66
Şekil 4.38: Koc-Dzc270 İvme Kaydına Ait Çarpışma Mesafeleri .....	66
Şekil 4.39: Gazli-Gaz000 İvme Kaydına Ait 4.98 Sol Binasının Kat Kesme Kuvveti Farkları.....	68

Şekil 4.40: Gazli-Gaz000 İvme Kaydına Ait 7.75 Binasının Kat Kesme Kuvveti Farkları .....	68
Şekil 4.41: Gazli-Gaz000 İvme Kaydına Ait 4.98 Sağ Binasının Kat Kesme Kuvveti Farkları .....	68
Şekil 4.42: Lomap-Hsp000 İvme Kaydına Ait 4.98 Sol Binasının Kat Kesme Kuvveti Farkları .....	69
Şekil 4.43: Lomap-Hsp000 İvme Kaydına Ait 7.75 Binasının Kat Kesme Kuvveti Farkları .....	69
Şekil 4.44: Lomap-Hsp000 İvme Kaydına Ait 4.98 Sağ Binasının Kat Kesme Kuvveti Farkları .....	69
Şekil 4.45: Northr-Spv360 İvme Kaydına Ait 4.98 Sol Binasının Kat Kesme Kuvveti Farkları .....	69
Şekil 4.46: Northr-Spv360 İvme Kaydına Ait 7.75 Binasının Kat Kesme Kuvveti Farkları .....	70
Şekil 4.47: Northr-Spv360 İvme Kaydına Ait 4.98 Sağ Binasının Kat Kesme Kuvveti Farkları .....	70
Şekil 4.48: Kocaeli-Dzc180 İvme Kaydına Ait 4.98 Sol Binasının Kat Kesme Kuvveti Farkları .....	70
Şekil 4.49: Kocaeli-Dzc180 İvme Kaydına Ait 7.75 Binasının Kat Kesme Kuvveti Farkları .....	70
Şekil 4.50: Kocaeli-Dzc180 İvme Kaydına Ait 4.98 Sağ Binasının Kat Kesme Kuvveti Farkları .....	71
Şekil 4.51: Northr-Tar360 İvme Kaydına Ait 4.98 Sol Binasının Kat Kesme Kuvveti Farkları .....	71
Şekil 4.52: Northr-Tar360 İvme Kaydına Ait 7.75 Binasının Kat Kesme Kuvveti Farkları .....	71
Şekil 4.53: Northr-Tar360 İvme Kaydına Ait 4.98 Sağ Binasının Kat Kesme Kuvveti Farkları .....	71
Şekil 4.54: Palmspr-Nps210 İvme Kaydına Ait 4.98 Sol Binasının Kat Kesme Kuvveti Farkları .....	72
Şekil 4.55: Palmspr-Nps210 İvme Kaydına Ait 7.75 Binasının Kat Kesme Kuvveti Farkları .....	72
Şekil 4.56: Palmspr-Nps210 İvme Kaydına Ait 4.98 Sağ Binasının Kat Kesme Kuvveti Farkları .....	72
Şekil 4.57: Northr-Syl090 İvme Kaydına Ait 4.98 Sol Binasının Kat Kesme Kuvveti Farkları .....	72
Şekil 4.58: Northr-Syl090 İvme Kaydına Ait 7.75 Binasının Kat Kesme Kuvveti Farkları .....	73
Şekil 4.59: Northr-Syl090 İvme Kaydına Ait 4.98 Sağ Binasının Kat Kesme Kuvveti Farkları .....	73
Şekil 4.60: Erz-Ew İvme Kaydına Ait 4.98 Sol Binasının Kat Kesme Kuvveti Farkları .....	73
Şekil 4.61: Erz-Ew İvme Kaydına Ait 7.75 Binasının Kat Kesme Kuvveti Farkları .....	73
Şekil 4.62: Erz-Ew İvme Kaydına Ait 4.98 Sağ Binasının Kat Kesme Kuvveti Farkları .....	74
Şekil 4.63: Koc-Dzc270 İvme Kaydına Ait 4.98 Sol Binasının Kat Kesme Kuvveti Farkları .....	74
Şekil 4.64: Koc-Dzc270 İvme Kaydına Ait 7.75 Binasının Kat Kesme Kuvveti Farkları .....	74

Şekil 4.65: Koc-Dzc270 İvme Kaydına Ait 4.98 Sağ Binasının Kat Kesme Kuvveti Farkları .....	74
Şekil 4.66: Ortalama Kat Kesme Kuvveti Farklarının Bina Bazındaki Değerleri .....	75
Şekil 4.67: Erz-Ew İvme Kaydına Ait Mafsal Dağılımı .....	78
Şekil 4.68: Northr-Syl090 İvme Kaydına Ait Mafsal Dağılımı .....	79
Şekil 5.1: Çarpışma Mesafesinin Hesaplanması .....	82
Şekil 5.2: Çarpışma Mesafelerinin Dağılımı .....	84
Şekil 5.3: 4.98-7.98-4.98 Erz-Ew İvme Kaydı İçin a) Sağ Link Çarpışma Mesafesi, b) 2 cm Deprem Derzi İçin Sağ Link Kuvveti c) 2 cm Deprem Derzi İçin Sol Link Kuvveti .....	86
Şekil 5.4: 7.98-4.98-7.98 Erz-Ew İvme Kaydı İçin a) Sol Link Çarpışma Mesafesi, b) 2 cm Deprem Derzi İçin Sol Link Kuvveti c) 2 cm Deprem Derzi İçin Sağ Link Kuvveti .....	87
Şekil 5.5: 7.98-4.75-7.98 Koc-Dzc270 İvme Kaydı İçin a) Sol Link Çarpışma Mesafesi, b) 1 cm Deprem Derzi İçin Sol Link Kuvveti c) 1 cm Deprem Derzi İçin Sağ Link Kuvveti .....	88
Şekil 5.6: 7.98(orta) Modelinin Deplasman Talebinin +X Yönünde Artması .....	89
Şekil 5.7: 4.98 (orta) Modelinin Deplasman Talebinin -X Yönünde Artması .....	90
Şekil 5.8: 4.75 (orta) Modelinin Deplasman Talebinin -X Yönünde Artması .....	90
Şekil 5.9: İki İvme Kaydı Çıkarılarak %5 Sönüm İçin Hesaplanmış Elastik Tepki Spektrumları .....	92
Şekil 5.10: Çarpışma Mesafesi PGA İlişkisi .....	93
Şekil 5.11: Ortalama Çarpışma Mesafesi PGA İlişkisi .....	93
Şekil 5.12: 1 cm Deprem Derzi İçin Hesaplanan Deplasman Talebi Farkı Oranları .....	96
Şekil 5.13: 2 cm Deprem Derzi İçin Hesaplanan Deplasman Talebi Farkı Oranları .....	96
Şekil 5.14: Sol Model İçin Hesaplanan Deplasman Farkı Oranları (%) .....	97
Şekil 5.15: Orta Model İçin Hesaplanan Deplasman Farkı Oranları (%) .....	97
Şekil 5.16: Sağ Model İçin Hesaplanan Deplasman Farkı Oranları (%) .....	97
Şekil 5.17: Boşluk Oranının Deplasman Talepleri Üzerindeki Etkisi .....	98
Şekil 5.18: 1 cm Deprem Derzi İçin Hesaplanan Kat Kesme Kuvveti Talebi Farkı Oranları .....	101
Şekil 5.19: 2 cm Deprem Derzi İçin Hesaplanan Kat Kesme Kuvveti Talebi Farkı Oranları .....	101
Şekil 5.20: Boşluk Oranının Kat Kesme Kuvveti Talepleri Üzerindeki Etkisi .....	102
Şekil 5.21: 1 cm Deprem Derzi İçin Hesaplanan Ortalama Çarpışma Sayıları .....	103
Şekil 5.22: 2 cm Deprem Derzi İçin Hesaplanan Ortalama Çarpışma Sayıları .....	104
Şekil 5.23: Boşluk Oranı Değişiminin Çarpışma Sayısı Üzerindeki Etkisi .....	104
Şekil B.1: 4.98-7.98-4.98 Gazli-Gaz000 Analiz Sonuçları .....	125
Şekil B.2: 4.98-7.98-4.98 Lomap-Hsp000 Analiz Sonuçları .....	127
Şekil B.3: 4.98-7.98-4.98 Northr-Spv360 Analiz Sonuçları .....	129

Şekil B.4: 4.98-7.98-4.98 Kocaeli-Dzc180 Analiz Sonuçları .....	131
Şekil B.5: 4.98-7.98-4.98 Northr-Tar360 Analiz Sonuçları.....	133
Şekil B.6: 4.98-7.98-4.98 Palmspr-Nps210 Analiz Sonuçları .....	135
Şekil B.7: 4.98-7.98-4.98 Northr-Syl090 Analiz Sonuçları.....	137
Şekil B.8: 4.98-7.98-4.98 Erz-Ew Analiz Sonuçları .....	139
Şekil B.9: 4.98-7.98-4.98 Koc-Dzc270 Analiz Sonuçları.....	141
Şekil C. 1: 4.75-7.75-4.75 Gazli-Gaz000 Analiz Sonuçları.....	143
Şekil C. 2: 4.75-7.75-4.75 Lomap-Hsp000 Analiz Sonuçları .....	145
Şekil C. 3: 4.75-7.75-4.75 Northr-Spv360 Analiz Sonuçları .....	147
Şekil C. 4: 4.75-7.75-4.75 Kocaeli-Dzc180 Analiz Sonuçları .....	149
Şekil C. 5: 4.75-7.75-4.75 Northr-Tar360 Analiz Sonuçları.....	151
Şekil C. 6: 4.75-7.75-4.75 Palmspr-Nps210 Analiz Sonuçları .....	153
Şekil C. 7: 4.75-7.75-4.75 Northr-Syl090 Analiz Sonuçları.....	155
Şekil C. 8: 4.75-7.75-4.75 Erz-Ew Analiz Sonuçları .....	157
Şekil C. 9: 4.75-7.75-4.75 Koc-Dzc270 Analiz Sonuçları.....	159
Şekil D. 1: 4.98-7.75-4.98 Gazli-Gaz000 Analiz Sonuçları .....	161
Şekil D. 2: 4.98-7.75-4.98 Lomap-Hsp000 Analiz Sonuçları.....	163
Şekil D. 3: 4.98-7.75-4.98 Northr-Spv360 Analiz Sonuçları.....	165
Şekil D. 4: 4.98-7.75-4.98 Kocaeli-Dzc180 Analiz Sonuçları.....	167
Şekil D. 5: 4.98-7.75-4.98 Northr-Tar360 Analiz Sonuçları .....	169
Şekil D. 6: 4.98-7.75-4.98 Palmspr-Nps210 Analiz Sonuçları .....	171
Şekil D. 7: 4.98-7.75-4.98 Northr-Syl090 Analiz Sonuçları.....	173
Şekil D. 8: 4.98-7.75-4.98 Erz-Ew Analiz Sonuçları .....	175
Şekil D. 9: 4.98-7.75-4.98 Koc-Dzc270 Analiz Sonuçları .....	177
Şekil E. 1:4.75-7.98-4.75 Gazli-Gaz000 Analiz Sonuçları.....	179
Şekil E. 2:4.75-7.98-4.75 Lomap-Hsp000 Analiz Sonuçları .....	181
Şekil E. 3:4.75-7.98-4.75 Northr-Spv360 Analiz Sonuçları .....	183
Şekil E. 4:4.75-7.98-4.75 Kocaeli-Dzc180 Analiz Sonuçları .....	185
Şekil E. 5:4.75-7.98-4.75 Northr-Tar360 Analiz Sonuçları.....	187
Şekil E. 6:4.75-7.98-4.75 Palmspr-Nps210 Analiz Sonuçları.....	189
Şekil E. 7:4.75-7.98-4.75 Northr-Syl090 Analiz Sonuçları.....	191
Şekil E. 8:4.75-7.98-4.75 Erz-Ew Analiz Sonuçları.....	193
Şekil E. 9:4.75-7.98-4.75 Koc-Dzc270 Analiz Sonuçları.....	195
Şekil F. 1:7.98-4.98-7.98 Gazli-Gaz000 Analiz Sonuçları .....	197
Şekil F. 2:7.98-4.98-7.98 Lomap-Hsp000 Analiz Sonuçları .....	199
Şekil F. 3:7.98-4.98-7.98 Northr-Spv360 Analiz Sonuçları .....	201
Şekil F. 4:7.98-4.98-7.98 Kocaeli-Dzc180 Analiz Sonuçları .....	203
Şekil F. 5:7.98-4.98-7.98 Northr-Tar360 Analiz Sonuçları.....	205
Şekil F. 6:7.98-4.98-7.98 Palmspr-Nps210 Analiz Sonuçları.....	207
Şekil F. 7:7.98-4.98-7.98 Northr-Syl090 Analiz Sonuçları .....	209
Şekil F. 8:7.98-4.98-7.98 Erz-Ew Analiz Sonuçları.....	211
Şekil F. 9:7.98-4.98-7.98 Koc-Dzc270 Analiz Sonuçları .....	213
Şekil G. 1:7.75-4.75-7.75 Gazli-Gaz000 Analiz Sonuçları .....	215
Şekil G. 2:7.75-4.75-7.75 Lomap-Hsp000 Analiz Sonuçları.....	217
Şekil G. 3:7.75-4.75-7.75 Northr-Spv360 Analiz Sonuçları.....	219
Şekil G. 4:7.75-4.75-7.75 Kocaeli-Dzc180 Analiz Sonuçları.....	221
Şekil G. 5:7.75-4.75-7.75 Northr-Tar360 Analiz Sonuçları .....	223
Şekil G. 6:7.75-4.75-7.75 Palmspr-Nps210 Analiz Sonuçları .....	225
Şekil G. 7:7.75-4.75-7.75 Northr-Syl090 Analiz Sonuçları.....	227
Şekil G. 8:7.75-4.75-7.75 Erz-Ew Analiz Sonuçları .....	229

Şekil G. 9:7.75-4.75-7.75 Koc-Dzc270 Analiz Sonuçları .....	231
Şekil H. 1:7.98-4.75-7.98 Gazli-Gaz000 Analiz Sonuçları .....	233
Şekil H. 2:7.98-4.75-7.98 Lomap-Hsp000 Analiz Sonuçları .....	235
Şekil H. 3:7.98-4.75-7.98 Northr-Spv360 Analiz Sonuçları.....	237
Şekil H. 4:7.98-4.75-7.98 Kocaeli-Dzc180 Analiz Sonuçları.....	239
Şekil H. 5:7.98-4.75-7.98 Northr-Tar360 Analiz Sonuçları .....	241
Şekil H. 6:7.98-4.75-7.98 Palmspr-Nps210 Analiz Sonuçları .....	243
Şekil H. 7:7.98-4.75-7.98 Northr-Syl090 Analiz Sonuçları.....	245
Şekil H. 8:7.98-4.75-7.98 Erz-Ew Analiz Sonuçları .....	247
Şekil H. 9:7.98-4.75-7.98 Koc-Dzc270 Analiz Sonuçları .....	249
Şekil I. 1:7.75-4.98-7.75 Gazli-Gaz000 Analiz Sonuçları.....	251
Şekil I. 2:7.75-4.98-7.75 Lomap-Hsp000 Analiz Sonuçları .....	253
Şekil I. 3:7.75-4.98-7.75 Northr-Spv360 Analiz Sonuçları .....	255
Şekil I. 4:7.75-4.98-7.75 Kocaeli-Dzc180 Analiz Sonuçları .....	257
Şekil I. 5:7.75-4.98-7.75 Northr-Tar360 Analiz Sonuçları.....	259
Şekil I. 6:7.75-4.98-7.75 Palmspr-Nps210 Analiz Sonuçları.....	261
Şekil I. 7:7.75-4.98-7.75 Northr-Syl090 Analiz Sonuçları .....	263
Şekil I. 8:7.75-4.98-7.75 Erz-Ew Analiz Sonuçları.....	265
Şekil I. 9:7.75-4.98-7.75 Koc-Dzc270 Analiz Sonuçları.....	267

## TABLO LİSTESİ

### Sayfa

Tablo 2.1: İncelenen 482 Binanın Kat Sayısı ve Yapım Yıllarına Göre Dağılımı .....	13
Tablo 2.2: Model Binaların Özellikleri ve Tasarım Değerleri .....	14
Tablo 2.3: 1998 Afet Yönetmeliği'ne Göre Tasarlanan 4 ve 7 Katlı Modellerin Periyot ve Deprem Talepleri .....	15
Tablo 2.4: 1975 Afet Yönetmeliği'ne Göre Tasarlanan 4 ve 7 Katlı Modellerin Periyot ve Deprem Talepleri .....	15
Tablo 2.5: Kesit Hasar Sınırlarına Göre İzin Verilen Şekildeğiştirme Üst Sınırları .....	21
Tablo 2.6: Betonarme Elemanlarda Çatlamış Kesite Ait Etkin Eğilme Rijitlikleri .....	22
Tablo 2.7: Çalışma Kapsamında Kullanılan Doğrusal Elastik Olmayan 3-B Modeller .....	23
Tablo 2.8: Madde 2.10.3.1'e Göre Hesaplanan Deprem Derzleri .....	29
Tablo 2.9: Madde 2.10.3.2'ye Göre Hesaplanan Deprem Derzleri .....	29
Tablo 2.10: Kullanılan Modellerin Doğal Titreşim Periyotları .....	31
Tablo 3.1: Kullanılan Deprem İvme Kayıtları ve Özellikleri .....	34
Tablo 4.1: 4.98-7.75-4.98 Kombinasyonuna Ait Deplasman Talepleri .....	42
Tablo 4.2: Oranlanan Deplasman Talebi Farklarının Ortalamaları .....	44
Tablo 4.3: Çarpışma ve Serbest Yöndeki Deplasman Talepleri .....	45
Tablo 4.4: Çarpışma ve Serbest Yöndeki Ortalama Deplasman Farkları .....	47
Tablo 4.5: Çarpışma Sayılarının Ortalamaları .....	63
Tablo 4.6: 4.98-7.75-4.98 Kombinasyonuna Ait Çarpışma Mesafeleri .....	67
Tablo 4.7: 4.98-7.75-4.98 Kombinasyonuna Ait Kat Kesme Kuvveti Farkları .....	76
Tablo 4.8: Ortalama Kat Kesme Kuvveti Farkları .....	77
Tablo 5.1: Hesaplanan Tüm Çarpışma Mesafeleri .....	83
Tablo 5.2: Çarpışma Mesafelerinin Aşılma Oranları .....	85
Tablo 5.3: Madde 2.10.3.1 ve Madde 2.10.3.2'ye Göre Hesaplanan Deprem Derzlerinin Aşılma Oranları .....	91
Tablo 5.4: İvme Kayıtları ve Deprem Derzi Aşılma Oranları .....	92
Tablo 5.5: Deplasman Farkı Oranlarının Ortalamaları .....	94
Tablo 5.6: Maksimum Deplasman Farkı Oranları .....	95
Tablo 5.7: Kat Kesme Kuvveti Farklarının Ortalamaları .....	99
Tablo 5.8: Maksimum Kat Kesme Kuvveti Farkı Oranları .....	100
Tablo 5.9: Hesaplanan Çarpışma Sayılarının Ortalamaları .....	103
Tablo 5.10: Analiz Sayıları ve Çarpışma Yüzdeleri .....	105
Tablo A.1: Maksimum Deplasman Talebi Farkları .....	117
Tablo A.2: Maksimum Referans Deplasman Talepleri .....	118
Tablo A.3: Maksimum Deplasman Talebi Farkı Oranları .....	119
Tablo A.4: Maksimum Kat Kesme Kuvveti Talebi Farkları .....	120
Tablo A.5: Maksimum Referans Taban Kesme Kuvveti Talepleri .....	121
Tablo A.6: Maksimum Kat Kesme Kuvveti Talebi Farkı Oranları .....	122
Tablo A.7: Maksimum Link Kuvvetleri .....	123
Tablo A.8: Çarpışma Sayıları .....	124



## SEMBOL LİSTESİ

- $A_C$  : Kolonun brüt kesit alanı
- $d_i$  : Binanın  $i$ 'inci katında azaltılmış deprem yüklerine göre hesaplanan yerdeğiştirme
- $(EI)_e$  : Çatlamış kesite ait etkin eğilme rijitliği
- $(EI)_o$  : Çatlamamış kesite ait eğilme rijitliği
- $F/W$  : Binanın yatay dayanım oranı
- $f_{ck}$  : Beton karakteristik basınç dayanımı
- $G$  : Ölü yük
- $h$  : Kesit boyutu
- $L_p$  : Plastik mafsal boyu
- $M_{cr}$  : Kesitte çatlama oluşturan eğilme momenti
- $M_u$  ....: Kesitin eğilme momenti taşıma gücü
- $M_y$  : Kesitin akma momenti
- $Q$  : Hareketli yük
- $R$  : Taşıyıcı sistem davranış katsayısı
- $T$  : Binanın birinci doğal titreşim periyodu
- $W$  : Bina sismik ağırlığı
- $\epsilon$  : Birim şekil değiştirme
- $\epsilon_c$  : Beton basınç birim şekil değiştirmesi
- $\epsilon_{cg}$  : En dışçekerdek lifi basınç birim şekil değiştirmesi
- $\epsilon_{cu}$  : En üst çekirdek beton lifi için izin verilen maksimum şekil değiştirme değeri
- $\epsilon_s$  : Çelik donatı birim şekil değiştirmesi
- $\epsilon_{su}$  : Donatı kopma uzaması
- $\rho_s$  : Kesitte mevcut bulunan hacimsel yanal donatı oranı
- $\rho_{sh}$  : Perdede ve duvarda yatay gövde donatılarının perde gövdesi brüt enkesit alanına oranı
- $\phi_y$  : Eşdeğer akma eğriliği
- $\phi_u$  : Plastik eğrilik

## ÖNSÖZ

Yüksek lisans öğrenimim boyunca katkılarını ve emeğini esirgemeyen, tez çalışmam süresince bilgi ve deneyimlerinden faydalandığım tez danışmanım Prof. Dr. Mehmet İNEL'e teşekkürü bir borç bilirim.

Tez çalışmam boyunca her konuda yardımına başvurduğum İnş. Yük. Müh. Bayram Tanık ÇAYCI'ya, bölüm hocalarım ve çalışma arkadaşlarıma teşekkür ederim.

Eğitim hayatım boyunca her türlü maddi ve manevi desteğini esirgemeyen aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışması, 2014FBE066 nolu proje kapsamında Pamukkale Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından kısmen desteklenmiştir. Katkılarından dolayı Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi'ne teşekkürlerimi sunarım.

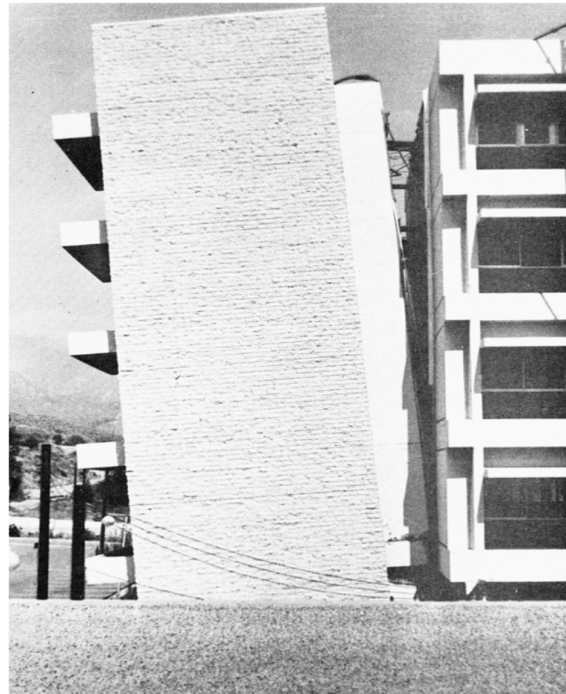
**Osman ALTINEL**

## 1. GİRİŞ

Ülkemizde son yıllarda meydana gelen depremlerde mevcut yapılarda oluşan büyük hasarlar sonucu can ve mal kayıpları yaşanmıştır. Gelecekte de birçok yıkıcı deprem olabileceği kaygısıyla bu konu üzerine yapılan çalışmalar artmıştır.

Deprem sonrası yapılan gözlemler ve araştırmalar, komşu binalar arasında ya da aynı yapının derzlerle ayrılmış farklı bölümlerinde çarpışma olduğunu belirtmiştir. Deprem esnasında yapıların çarpışması “çekiçleme” olarak adlandırılır. Çekiçleme etkisi nedeniyle yapılarda ağır hasarlar gözlemlenmiş ve bazı yapıların göçme nedeni çekiçleme etkisi ile açıklanmıştır. Şekil 1.1-Şekil 1.4’te geçmiş depremlerde yaşanmış örnek çekiçleme hasarları gösterilmiştir.

Deprem sonrası yapılan gözlemler sonucunda, çekiçleme etkisinin yapılarda ileri düzeyde hasarlara yol açtığı, yapıda bulunan tesisatların çalışamaz konuma gelmesine ve mimari hasarlara neden olduğu belirlenmiştir.



**Şekil 1.1:** Olive View Hastanesinin Merdiven Kulesinin 1971 San Fernando Depremi Sırasında Ana Bina İle Çarpışması Sonucu Kalıcı Olarak Ötelenmesi (Bertero and Collins, 1973)



**Şekil 1.2:** 1985 Mexico City Depremi Sonrası Yetersiz Deprem Derzi Nedeniyle Görülen Çekiçleme Hasarı (Arnold, 1989)



**Şekil 1.3:** 23 Ekim 2011 Erciş Depremi Sonrası İki binanın Ekseninden Kaydığı Ve Sağdaki Binanın Yıkıldığı Komşu Üç Bina (Ozmen ve diğ., 2013)



**Şekil 1.4:** 19 Mayıs 2011 Simav Depremi Sonrası 8 Komşu Binanın En Sağında Yer Alan Binanın Ekseninden Kalıcı Olarak Kayması (Ozmen ve diğ., 2013)

Yapılan araştırmalar sonucunda yüksek sismik talepler, olumsuz zemin özellikleri ve komşu binalar arasında yetersiz boşluk bırakılması ekilemenin başlıca sebepleri olarak belirlenmiştir.

Ülkemizde, özellikle nüfusun yoğun olarak toplandığı Şehir merkezlerinde komşu binalar arasında deprem derzi bırakılmadığı veya yetersiz derz mesafesi bırakıldığına sıklıkla rastlanmaktadır. Bu sebeple gelecekte olası depremlerde mevcut komşu binaların çekiçleme riski altında olduğu söylenebilir.

## **1.1 Amaç ve Kapsam**

Çalışma, lkemiz yapı stoğunun büyük bir kısmını oluşturan orta yükseklikteki betonarme yapıların olası depremler sırasında oluşabilecek çekiçleme etkisi altındaki sismik performanslarını ve sıralı binalarda oluşan çekiçleme etkisini değerlendirmeyi amaçlamaktadır.

Çalışmada mevcut yapı stoğunu temsil eden modeller kullanılmıştır. Bu binaların modellenmesinde kullanılan yapısal ve mimari veriler İnel ve diğ. (2009), tarafından gerçekleştirilen envanter çalışması ile belirlenmiştir. Envanter alışması kapsamında 1998 öncesi ve sonrası inşa edilmiş 482 adet binanın yapısal özellikleri elde edilmiştir. Bu verilerin değerlendirilmesi sonucu oluşturulan 4 ve 7 katlı ereve taşıyıcı sisteme sahip modeller tez kapsamında kullanılmıştır.

Tez kapsamında, ABYYHY-1975 ve ABYYHY-1998'e göre tasarlanmış 4 ve 7 katlı 3 boyutlu doğrusal elastik olmayan modeller kullanılmıştır. Ülkemiz yapı stoğunun büyük bir kısmının 1. derece deprem bölgesinde bulunmasından dolayı, modellerin 1. derece deprem bölgesi ve Z3 zemin sınıfı üzerinde buldukları varsayılmıştır.

ABYYHY-1975 ve ABYYHY-1998'e göre tasarlanmış 4 ve 7 katlı bina modelleri kullanılarak 8 adet sıralı çekiçleme kombinasyonu oluşturulmuştur. Bu kombinasyonlar arasında yetersiz deprem derzini temsil eden 1 cm ve 2 cm boşluk bırakılmıştır. Ayrıca kombinasyonda bulunan modeller arasında çekiçleme oluşmayacak kadar boşluk bırakılarak referans (arpışmasız) modeller oluşturulmuştur.

Geçmişte yaşanmış depremlerden seçilen 9 adet ivme kaydı kullanılarak, toplamda 216 adet doğrusal elastik olmayan zaman tanım alanında dinamik analiz gerçekleştirilmiştir.

Tez kapsamında değerlendirmeler, 1 cm ve 2 cm deprem derzine sahip kombinasyonlardan elde edilen sonuçların, referans (çarpışmasız) durumdan elde edilen sonuçlar ile karşılaştırılması sonucu yapılmıştır.

## **1.2 Literatür Taraması**

Ülkemizde ve dünyada gerçekleşmiş birçok depremden sonra özellikle komşu binalarda, aynı binanın derzlerle ayrılmış farklı bölümlerinde ve köprülerde çekiçleme etkileri gözlenmiştir. Çekiçleme etkisi yapılarda çeşitli yapısal ve yapısal olmayan hasarlara yol açmış, bu yüzden konu üzerine yapılan çalışmaların sayısı ve önemi artmıştır. Yapılan araştırmalar sonucunda yüksek sismik talepler, olumsuz zemin özellikleri ve binalar arasında yetersiz boşluk bırakılması çekiçlemenin başlıca sebepleri olarak belirlenmiştir. Çekiçlemenin etkilerini inceleyen, gözlemsel, deneysel, analitik ve nümerik çalışmalardan bazıları aşağıda verilmiştir.

### **1.2.1 Deprem Sonrası Gözlemsel Çalışmalar**

Çekiçlemenin araştırıldığı bilinen ilk çalışmalar 1985 Mexico City depreminden sonra yapılmıştır. Mexico City depreminden sonra 330 bina yıkılmış ya da ağır hasar almış, binalardan %40'ından fazlasında çekiçleme etkisi gözlenmiş ve en az %15'inin yıkılmasına çekiçleme etkisi sebep olmuştur (Rosenblueth ve Meli 1986).

Bertero (1986), 1985 Mexico City depreminden sonra tek bir deprem süresince çekiçleme etkisinden kaynaklanan bina hasarlarının çok sayıda olduğunu bu yüzden Mexico City depreminin bize, çekiçlemenin ciddi bir sismik tehlike olduğunu gösterdiğini söylemiştir. Çekiçlemenin aynı binanın derzlerle ayrılmış farklı birimlerinde ya da aralarında boşluk bırakılmış veya bitişik konumlandırılmış farklı binalarda meydana geldiğini belirtmiştir.

Kasai ve Maison (1996), 1989 Loma Prieta depreminden sonra San Francisco bölgesinde hasar gören binaları içeren kapsamlı bir çalışma yapmışlardır. 200'den fazla binada çekiçleme hasarının olduğunu ve 500'den fazla binanın etkilendiğini belirtmişlerdir. Ayrıca önemli çekiçleme hasarlarının bulunduğu bu bölgenin depremin merkez üstünden 90 km uzaklıkta olduğunu ve gelecekte merkez üstünün daha yakın olabileceği muhtemel depremlerde oluşabilecek hasarların boyutuna dikkat çekmişlerdir. Yaptıkları gözlemlerde; çekiçleme hasarlarının öncelikle 1930'larda inşaa edilen çok katlı yığma binalarda olduğunu, olumsuz zemin özelliklerinden dolayı oluşan temel dönmelerinin çekiçleme hasarının olmasına katkı sağlayan bir faktör olduğunu, burulmadan dolayı oluşan çekiçleme hasarlarına dikkat çekmişlerdir.

Jankowski (2009), Olive View hastanesinin ana binası ile bu binadan bağımsız olarak inşaa edilmiş merdiven kulesinin 1971 San Fernando depreminde çarpışmasını incelemiştir. Merdiven kulesinin kendinden çok daha fazla rijit olan ana bina ile çarpışması sonucu ağır hasar aldığını ve bu hasarların yoğun olarak binanın tabanında oluştuğunu bundan dolayı merdiven kulesinin kalıcı olarak eğildiğini tespit etmiştir.

Chouw ve Hao (2011), 2011 Christchurch depreminden iki hafta sonra bu bölgede incelemelerde bulunmuş, binalarda ve köprülerde görel hareket sebebiyle çekiçleme hasarları tespit etmişlerdir. Özellikle iş merkezi bölgesinde binalar arasında yetersiz boşluk bırakılmasını çekiçlemenin başlıca nedeni olarak göstermişler ve bu bölgede sıvılaşmadan dolayı oluşan çekiçleme hasarlarını tespit etmişlerdir.

Özmen ve diğ. (2013), 19 Mayıs 2011 Kütahya Simav'da meydana gelen deprem sonrası incelemelerde bulunmuş ve gerçekleşen hasar ve yıkımların nedenleri üzerinde durmuşlardır. Yapılan incelemelerde yetersiz detaylandırma ve malzeme özellikleri, işçilik ve uygulama hataları başta olmak üzere, hasar alan yapıların benzer eksikliklere sahip olduğu not edilmiştir. Özellikle bitişik nizamlı yapılarda yetersiz derz boşluğu ve tespit edilen rijitlik zayıflıklarına bağlı çekiçleme etkisi hasarları gözlemlenmiştir.

## 1.2.2 Deneysel Çalışmalar

Papadrakakis ve Mouzakis (1995), tasarladıkları çerçeve taşıyıcı siteme sahip 2 katlı betonarme bina ile sarsma tablasında bitişik nizam binalarda çekiçleme etkisini araştırmıştır. Modellerin statik karakterlerini belirlemek için statik test ve dinamik karakterlerini belirlemek için çeşitli sinüzoidal ve ivme sinyalleri altında testler yapmışlardır. Sarsma tablasında yapılan testler çekiçleme ve çekiçlemenin olmadığı durumlar için yapılmış ve çekiçlemeli durum için binalar arasında boşluk bırakılmamıştır. Deney sonuçları, çekiçleme etkisinin rijit olan binada deplasman taleplerini arttırdığını ancak daha esnek olan binada deplasman taleplerinin azaldığını göstermiştir. Lagrange çarpanı yöntemini kullanarak elde ettikleri analitik sonuçlar ile deney sonuçlarını karşılaştırmışlar ve sonuçların uyumluluk gösterdiğini belirtmişlerdir.

Chau ve diğ. (2003), yapmış oldukları çalışmada, çekiçleme etkilerini araştırmak için farklı doğal titreşim periyoduna, farklı sönüm oranına sahip iki model çelik binayı sarsma tablasında harmonik dalgalar ve 1940 El Centro deprem kaydını kullanarak deneysel bir çalışma yapmışlardır. Çelik binaları temsil eden modeller, 2 metre yüksekliğe sahip ve düzenli kutu profillerden imal edilen 4 adet kolondan ve döşemeden oluşturulmuştur. Farklı dinamik karakterlere ve farklı boşluk oranlarına sahip kombinasyonlar oluşturularak toplamda 190 adet deney gerçekleştirmişler ve çekiçleme etkisinin rijit olan bina modelinde tepkileri arttırdığını fakat esnek modelde kısıtladığını belirtmişlerdir.

Li ve Chouw (2014), yıkıcı etkiye sahip depremlerde köprü bölümleri arasında meydana gelen çekiçleme etkisinin köprü bölümlerinin görelî hareketinden kaynaklandığını ve köprü ayaklarında plastik mafsalları oluşturduğunu belirtmişlerdir. Deney modeli Yeni Zelanda Auckland'da bulunan Newmarket viyadüğünün çizimlerine dayalı olarak 1:125 ölçeğinde iki segment olarak kurulmuş ve doğrusal elastik olmayan davranışı göz önünde bulundurmak için köprü ayaklarının uçlarında yapay plastik mafsallar oluşturmuşlardır. Model, sarsma tablası üzerinde yapay deprem kaydı altında test edilerek moment, dönme, deplasman ve çekiçleme kuvveti gibi birçok parametre değerlendirilmiştir. Sonuç olarak çekiçlemenin, plastik mafsallarda oluşan dönmeleri arttırdığını, köprü segmentleri arasındaki görelî



deplasmanın artmasına neden olduğunu ve plastik mafsallarda oluşan dönmelerden dolayı maksimum çekişleme kuvvetinin azaldığını tespit etmişlerdir.

### 1.2.3 Analitik ve Nümerik Çalışmalar

Kasai ve diğ. (1992), çekişleme hasar tiplerini inceledikleri ve analitik araştırma ile çekişleme etkisini değerlendirdikleri bir çalışma yapmışlardır. Çekişleme hasar tiplerini, büyük yapısal hasar, can güvenliği tehlikesi yaratacak hasar, mekanik, elektrik veya yangın koruma sistemi hasarı, mimari veya az yapısal hasar olarak 4 tipte sınıflandırmışlardır. Maison ve Kasai tarafından 1990 yılında geliştirilen Slam 2 çekişleme analiz programları çalışmada kullanılmıştır. Kullanılan program binaları çok serbestlik dereceli sistem olarak idealize edip çarpışmanın tek bir katta olduğunu varsaymakta ve çekişlemenin olduğu ve olmadığı durum olarak doğrusal ve doğrusal olmayan dinamik analiz yapmaktadır. Çalışmada örnek olarak 15 katlı ve 8 katlı bina Slam 2 programı ile çekişleme analizine tabi tutulmuş ve çekişlemenin olduğu kattaki, çekişleme kuvveti, kesme kuvveti ve ivme parametreleri değerlendirilmiştir. Sonuç olarak çekişlemenin ani puls etkilerine sebep olduğunu ve çarpışmanın olmadığı duruma göre çarpışma katında ölçülen maksimum ivme değerlerinin 10 kata kadar artabileceğini vurgulamışlardır.

Pandelites ve Ma (1998), tarafından doğrusal elastik ve doğrusal elastik olmayan analiz yöntemleri ile tek serbestlik dereceli modeller kullanılarak çekişleme etkisinin yapılar üzerindeki etkileri araştırılmıştır. 4 farklı ivme kaydı kullanılarak zaman tanım alanında analizler yapılmış, yapısal parametreler, doğrusal elastik ve doğrusal elastik olmayan davranış kabulleri göz önünde bulundurulmuştur. Sonuçları değerlendirmek amacıyla, binaların tepe deplasmanları, ivme tepkileri, link elemanlarda oluşan çarpışma kuvvetleri ve çarpışma sayısı göz önünde bulundurulmuştur.

Muthukumar ve DesRoches (2006), yaptıkları çalışmada bitişik binalarda çekişleme etkisinin araştırılmasında kullanılan bağlantı (yay) modellerinden bazılarını karşılaştırmışlardır. Kuvvet tabanlı yay modeli, Kelvin, Hertz ve Hertz yasalarına dayalı olan doğrusal ötesi histerezis sönümleyici Hertz damp modelini analizlerde kullanmışlardır. İki serbestlik dereceli sistemi 13 depreme ait 27 farklı

ivme kaydı altında lineer elastik analiz yapmışlardır. Sonuç olarak Kelvin ve Hertz damp modellerin farklı metotlar kullanmasına rağmen benzer sonuçlar verdiğini belirtmişlerdir. Düşük PGA seviyelerinde Hertz modelinin yeterli sonuçlar verdiğini, Hertz damp modelininse yüksek PGA seviyelerinde, oluşan enerji kaybından dolayı daha doğru sonuçlar verdiğini vurgulamışlardır.

İnel ve Özmen (2006), statik itme analizinde dayanım ve deformasyon kapasitesini belirlemek için kullanıcı tanımlı ve program tarafından ATC-40 ve FEMA-356 yönetmelikleri baz alınarak otomatik atanan plastik mafsalları karşılaştırmıştır. Sonuç olarak otomatik mafsalları özelliği ile yapılan analizlerde elde edilen deplasman kapasitesinin olması gerekenden daha yüksek bulunduğu gözlemlenmiştir. Modern yönetmeliklere göre tasarlanan binalarda iki yöntem arasındaki fark azalmaktadır. Yazarlar eski binaların analizlerinde kullanıcı tanımlı mafsalları önemini vurgulamışlardır.

Doğan ve Günaydın (2009), çarpışmanın sonuçları ve yapı elemanları üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Bunun için oluşturdukları çerçeve modellerde farklı darbe noktaları için gerilme analizi yapmışlardır. Kat seviyesinde, kolon orta bölgesinde ve kolon yüksekliğinin 1/3 ve 2/3 ünde gerçekleşen çarpışmalar için gerilme analizi yapmış ve kat seviyesinde gerçekleşen bu bölgenin daha rijit olmasından dolayı enerji transferinin diğer elemanlara daha fazla aktarıldığını belirtmişlerdir. Sonuç olarak, çarpışma kuvvetlerinin çok büyük olmalarından dolayı tamamen absorbe edilmediğini fakat bitişik binalar arasında elastik malzemeler konulmasıyla veya yapısal sistemin yerinde döküm betonarme perdelerle güçlendirilmesiyle azaltılabildiği görülmüştür (Doğan ve Günaydın 2009).

Çelik (2011), düşük ve orta katlı mevcut betonarme binaların deplasman taleplerini değerlendirme amacı ile tez çalışması yapmıştır. Çalışma kapsamında 2, 4 ve 7 katlı 3 boyutlu bina modelleri kullanılmıştır. Kullanılan modeller 1975 ve 1998 Türk Deprem Yönetmeliği'ne göre modellenmiş ve her iki yönetmelik durumunda iki farklı beton dayanımı ele alınmıştır. Farklı zemin sınıfları üzerinde kaydedilmiş toplam 41 adet ivme kaydı kullanılarak toplamda 984 adet zaman tanım alanında doğrusal elastik olmayan dinamik analiz yapmıştır. Yapılan analizler sonucunda taban kesme kuvveti, tepe deplasmanı, maksimum görelî kat ötelenme talepleri, maksimum görelî kat ötelenmesinin olduğu kat gibi parametreler

değerlendirilmiştir. Sonuç olarak beton sınıfının yatay dayanım ve deplasman taleplerine etkisinin sınırlı olduğunu, PGA değeri büyük olan depremlerin daha büyük tepe deplasman değerleri verdiğini ve maksimum görelî kat ötelenme oranı değerlerinin tepe noktası ötelenme oranından yaklaşık %50 daha fazla olduğunu belirtmiştir.

Besikçi (2013), mevcut betonarme binalarda zemin kat duvarlarının olmaması nedeniyle oluşabilecek yumuşak kat düzensizliğinin yapı davranışına etkisini belirleyebilmek amacıyla tez çalışması yapmıştır. Çalışma kapsamında 3 boyutlu 2, 4 ve 7 katlı farklı beton dayanımına sahip mevcut yapı stoğunu temsil eden 12 adet bina modelini 41 adet ivme kaydını kullanarak toplamda 984 adet zaman tanım alanında doğrusal elastik olmayan dinamik analiz gerçekleştirmiştir. Elde ettiği talepleri yumuşak kat düzensizliğinin olmadığı referans bina talepleriyle kıyaslayarak değerlendirmiştir. Taban kesme kuvveti, çatı deplasmanı ve maksimum görelî kat ötelenme oranı parametrelerini kıyaslamıştır. Kat sayısı arttıkça düzensizlikten doğan farklılığın diğer katlara göre azalması sebebiyle 7 katlı binalarda çatı katı deplasmanı ve görelî kat ötelenme değerlerinde yumuşak kat eğrilerinin sınırlı kaldığı tespit edilmiştir (Beşikçi 2013).

Efraimiadou ve diğ. (2013), bitişik binaların sismik etkiler altında davranışının incelendiği detaylı bir çalışma gerçekleştirmiştir. Çalışma kapsamında beş ve sekiz katlı toplam dört farklı betonarme bina ve dokuz farklı ikili kombinasyon oluşturularak zaman tanım alanında doğrusal elastik olmayan dinamik analize tabi tutulmuştur. Çalışma sonucunda maksimum tepe deplasmanları, kalıcı ötelenme, görelî kat ötelenme oranları, çarpışma kuvveti gibi birçok parametre değerlendirilmiştir. Ayrıca birçok çalışmadan farklı olarak çekiçleme etkisinin bazı durumlarda kalıcı ötelenmeleri sınırlayarak sismik davranışa olumlu katkılar verebileceği vurgulanmıştır.

Rajaram ve Ramancharla (2014), komşu binaların çarpışması esnasında oluşan burulmanın çekiçlemeye olan etkisini araştırmak için bir çalışma gerçekleştirmiştir. Çalışmada farklı dinamik karakterlere sahip tek katlı iki betonarme bina kullanılmıştır. Bu binaları plan görünümünde farklı aks düzlemlerine taşıyarak ve farklı kat yükseklikleri ile aralarında 1cm mesafe bırakarak kombinasyonlar oluşturmuşlardır. Bu kombinasyonlar ile El-Centro deprem kaydı

altında zaman tanım alanında dinamik analiz gerçekleştirilmiştir. Plan görünümünde komşu binanın taşınma mesafesi arttıkça çekiçleme kuvveti artmış ancak çarpışma sayısı aynı kalmıştır. Çarpışmanın kolon orta bölgesinde gerçekleştiği durumda binalarda daha fazla hasar gözlemlenmiştir.

İnel ve diğ. (2014), aralarında yetersiz boşluk bulunan orta katlı mevcut betonarme binalar üzerindeki çekiçleme etkisini araştırmışlardır. Mevcut yapı stoğunu temsil eden ve 1975 Deprem Yönetmeliği ve 1998 Deprem Yönetmeliği dikkate alınarak modellenmiş 4 ve 7 katlı bina modelleri kullanmışlardır. Aralarında 2cm mesafe bulunan 2 farklı kombinasyonu 4 farklı deprem kaydı altında zaman tanım alanında doğrusal olmayan dinamik analize tabi tutmuşlardır. Elde ettikleri sonuçları çekiçlemenin olmadığı referans kabul ettikleri durum ile kıyaslamışlar ve çatı deplasmanı, çekiçleme kuvveti gibi parametreleri değerlendirmişlerdir. Çarpışma yönünde çatı deplasman talebinin azaldığını serbest yönde arttığını, 1975 Deprem Yönetmeliği dikkate alınarak modellenen binaların rijitliğinin daha az olduğundan dolayı çarpışmalardan daha fazla etkilendiğini, oluşan büyük çarpışma kuvvetlerinin ani talep artışlarına neden olduğunu ve yapı kapasitesini hızlı tükettiğini vurgulamışlardır.

Literatür taraması sonucunda mevcut yapı özelliklerini taşıyan bina modelleri ile çekiçleme etkisinin araştırıldığı çalışma sayısının sınırlı olduğu gözlenmiştir. Çoğu çalışma TSD sistem veya sınırlı sayıda taşıyıcı elemana sahip modeller üzerinden genellikle doğrusal elastik analizler yapılarak gerçekleştirilmiştir. Yapılan literatür araştırmasında zaman tanım alanında yapılan analizlerde kullanılan deprem sayısının azlığı ve kullanılan model sayısının sınırlı ve mevcut bina özelliklerini yansıtmadığı görülmüştür.

Bu tez çalışması kapsamında mevcut sıralı binalardaki çekiçleme etkisi araştırılmıştır. 3-B doğrusal elastik olmayan sıralı binalarda çekiçleme etkisinin araştırıldığı herhangi bir çalışmaya literatür taramasında rastlanmamıştır. Çalışma kapsamında mevcut yapı stoğunu temsil eden 3-B doğrusal olmayan modeller kullanılmış, gerçekçi sonuçlar elde edebilmek için fazla sayıda deprem kaydı ile zaman tanım alanında doğrusal olmayan dinamik analizler yapılmıştır. Konunun araştırılması için kullanılan yöntem, sıralı şekilde oluşturulan çekiçleme modelleri ve sayısı dikkate alındığında çalışma kendine özgü bir nitelik kazanmaktadır.

### 1.3 Tezin Organizasyonu

Tez çalışmasının;

1. bölümünde genel bilgiler verilerek, tezin amacı, kapsamı ve literatür taraması özetlenmiştir.

2. bölümde çalışmada kullanılan model binalara ait özellikler, modelleme esasları ve çekiçleme kombinasyonları hakkında bilgi verilmiştir. Ayrıca analiz yöntemi ve kullanılan parametreler sunulmuştur.

3. bölümde tez kapsamında kullanılan deprem ivme kayıtlarının özellikleri verilmiş ve elastik talep spektrumları elde edilmiştir.

4. bölümde, çalışma kapsamında ele alınan bina kombinasyonlarından birisi (4.98-7.75-4.98) ile ilgili analiz sonuçları verilmiş, değerlendirilen parametrelere ait grafikler sunulmuştur.

5. bölümde, tez kapsamında yapılan 216 adet doğrusal elastik olmayan zaman tanım alanında dinamik analiz sonucunda elde edilen veriler değerlendirilmiştir.

6. ve tezin son bölümünde, elde edilen sonuçların genel değerlendirilmesi yapılmış ve sonraki çalışmalar için önerilerde bulunulmuştur.

## 2. MODELLEME VE ANALİZ YÖNTEMİ

### 2.1 Genel

Mevcut yapı stoğunu oluşturan binaların büyük bir kısmını 1970'li yıllardan günümüze inşa edilen betonarme yapılar oluşturmaktadır. Bu yapıların büyük çoğunluğu 1975 Afet Yönetmeliği ve 1998 Afet Yönetmeliği esasları dikkate alınarak inşa edilmiştir. Çoğunlukla düşük ve orta yükseklikteki yapıların oluşturduğu mevcut yapı stoğu ile ilgili bir çalışma yapılabilmesi için öncelikle bu binaların yapısal özelliklerinin gerçekçi bir şekilde tespit edilmesi gerekmektedir. Dahası yapısal düzensizliklerin ve bitişik nizam inşa edilmiş komşu binaların dinamik davranışları büyük bir soru işaretidir. Bu nedenlerden dolayı, sismik taleplerin mümkün olduğunca detaylı olarak yansıtıldığı bir yaklaşımla bina özelliklerinin araştırılması gerekmektedir.

Geçmiş depremlerin binalar üzerindeki yıkıcı etkisi ve yol açtığı hasarlar incelenmiş ve bu hasarların sebepleri üzerinde duran birçok çalışma yapılmıştır. Yapılan çalışmaların ortak görüşü kötü malzeme kalitesi, zayıf kolon-güçlü kiriş, yumuşak kat, kısa kolon, kötü tasarım, sünek olmayan detaylandırma başlıca hasar sebepleri olarak çok defa gösterilmiştir (Adalier ve Aydınğün, 2001; Dogangun, 2004; Inel ve diğ., 2008a; Ozcebe ve diğ., 2004; Scawthorn ve Johnson, 2000; Sezen ve diğ., 2003; Yakut ve diğ., 2005). Bu sebeple yapıların sismik performansını etkileyen dayanım ve şekil değiştirme kapasitesini mevcut yapılar açısından gerçekçi olarak belirlenmesi için yapı boyutunun ve taşıyıcı elemanların özelliklerinin detaylı olarak yansıtılması gerekmektedir. Özellikle kolon ve kiriş boyutlarının, enine ve boyuna donatı miktarlarının belirlenmesi oldukça önemlidir.

### 2.2 Modellerin Özellikleri

Çalışmada mevcut yapı stoğunu temsil eden modeller kullanılmıştır. Bu binaların modellenmesinde kullanılan yapısal ve mimari veriler Inel ve diğ. (2009),

tarafından gerçekleştirilen envanter çalışması ile belirlenmiştir. Envanter çalışması kapsamında 1998 öncesi ve sonrası inşa edilmiş 482 adet binanın yapısal özellikleri elde edilmiştir. İncelenen binalar yapım yılı ve kat sayısına bağlı olarak gruplandırılmıştır. Tablo 2.1’de yapım yılı ve kat sayısına göre incelenen bina sayıları verilmiştir. Kat sayısı, yapının inşa edildiği dönemdeki yönetmelik, yanal donatı durumu, beton kalitesi gibi özellikler yapının deprem davranışını önemli ölçüde etkilediği için ana parametreler olarak seçilmiştir.

**Tablo 2.1:** İncelenen 482 Binanın Kat Sayısı ve Yapım Yıllarına Göre Dağılımı

<b>Bina Kat Sayısı</b>	<b>1975 Öncesi</b>	<b>1976-1983</b>	<b>1984-1997</b>	<b>1998 Sonrası</b>	<b>Toplam</b>
1 ve 2	0	3	16	22	41
3, 4 ve 5	6	47	117	150	320
6, 7 ve 8	1	9	64	47	121
<b>Toplam</b>	7	59	197	219	482

Bina modellerinin kat sayısı belirlenirken 1-2 katlı binaları temsil eden 2, 3,4 ve 5 katlı binalar için 4, 6, 7 ve 8 katlı binalar için 7 katlı modeller oluşturulmuştur. Bu üç kat sayısına sahip modeller 1975 ve 1998 Afet Yönetmeliği tasarım esaslarına göre boyutlandırılarak tasarlanmıştır. Tasarımda 1975 ve 1998 Afet Yönetmeliği ile uyumlu donatı sınıfları ile sırasıyla 16 ve 25 MPa beton dayanımı kabul edilmiştir. Ancak uygulamadaki farklılıkları yansıtması açısından, farklı beton sınıfları ve yanal donatı aralığına sahip olarak modellenerek farklı bina modelleri elde edilmiştir.

Oluşturulan modeller, envanter çalışmasında incelenen, diğer bir bakışla mevcut yapı stoğunu temsil eden perdesiz çerçeve betonarme yapılardır. 1975 ve 1998 Afet Yönetmeliği’ne göre tasarlanmış olarak gruplara ayrılan modeller aynı mimariye sahip fakat farklı taşıyıcı sistem özelliklere sahiptirler. Tasarımda kolon alanlarının bina alanına oranı, elemanlarda bulunan enine ve boyuna donatı oranları, taşıyıcı sistemdeki var olan süreksizlikler envanter çalışmasında incelenen binalardan elde edilen verileri yansıtmasına özen gösterilmiştir. Ülkemizin ciddi bir bölümü 1. Derece deprem bölgesinde bulunması sebebiyle yapıların 1.Derece deprem bölgesi ve Z3 zemin sınıfı üzerinde oldukları öngörülmüş ve tasarımda bu esaslar dikkate alınmıştır.

Tez kapsamında İnel ve diğ.(2009) tarafından gerçekleştirilen envanter çalışması sonucunda elde edilen veriler ışığında oluşturulan modellerden 4 ve 7 katlı modellerin 1975 ve 1998 Afet Yönetmeliği'ne göre tasarlanmış versiyonları kullanılmıştır. 1975 ve 1998 Afet yönetmeliğine göre tasarlanmış toplamda 4 model ile belli bir düzende 8 adet çekiçleme kombinasyonu oluşturulmuştur. Oluşturulan çekiçleme kombinasyonlarında kullanılan 4 ve 7 katlı yapıların özellikleri ve tasarım değerleri Tablo 2.2'de gösterilmiştir. Modellerde tek beton sınıfı kullanılmış ve 1975 Afet Yönetmeliği'ne göre tasarlanan yapıların donatı sınıfı S220 (BÇI), 1998 Afet Yönetmeliği'ne göre tasarlanan yapıların donatı sınıfı ise S420 (BÇIII) olarak alınmıştır. Modellerin periyotları, 1975 ve 1998 Afet Yönetmelik'lerine göre deprem taleplerinin bina ağırlığına oranı Tablo 2.3 ve Tablo 2.4'te verilmiştir.

**Tablo 2.2:** Model Binaların Özellikleri ve Tasarım Değerleri

Parametre	Özellik	(Kat Sayısı).(Tasarım Yönetmeliği)			
		4.75	4.98	7.75	7.98
Kat Sayısı		4		7	
Bina Ölçüleri	X yönü	15 m		19.5 m	
	Y yönü	10 m		13 m	
	Z yönü	11.2 m		19.6 m	
Kat Yüksekliği		2.8 m		2.8 m	
Malzeme Özellikleri	Beton Sınıfı	BS 16	BS 16	BS 16	BS 16
	Çelik Sınıfı	S220 (BÇI)	S420 (BÇIII)	S220 (BÇI)	S420 (BÇIII)
Tasarım Yükleri	Hareketli yük (Normal Kat)	0.200 t/m <sup>2</sup>		0.200 t/m <sup>2</sup>	
	Hareketli yük (Çatı Katı)	0.150 t/m <sup>2</sup>		0.150 t/m <sup>2</sup>	
	Ölü Yük (Normal Kat)	0.375 t/m <sup>2</sup>		0.375 t/m <sup>2</sup>	
	Ölü Yük (Çatı Katı)	0.313 t/m <sup>2</sup>		0.314 t/m <sup>2</sup>	
	Duvar Yükü	0.300 t/m <sup>2</sup>		0.300 t/m <sup>2</sup>	
	Hareketli Yük Azaltma Katsayısı (n)	0.3			
Zemin Özellikleri	Yerel Zemin Sınıfı	Z3 (TA=0.15 sn, TB=0.6 sn)			
Deprem Bölgesi	1. Derece	0.4g			



**Tablo 2.3:** 1998 Afet Yönetmeliği'ne Göre Tasarlanan 4 ve 7 Katlı Modellerin Periyot ve Deprem Talepleri

Model	Periyot (sn)	S (T)	A (T)	R	F/W
4.98	0.344	2.5	1.0	8	0.125
7.98	0.484	2.5	1.0	8	0.125

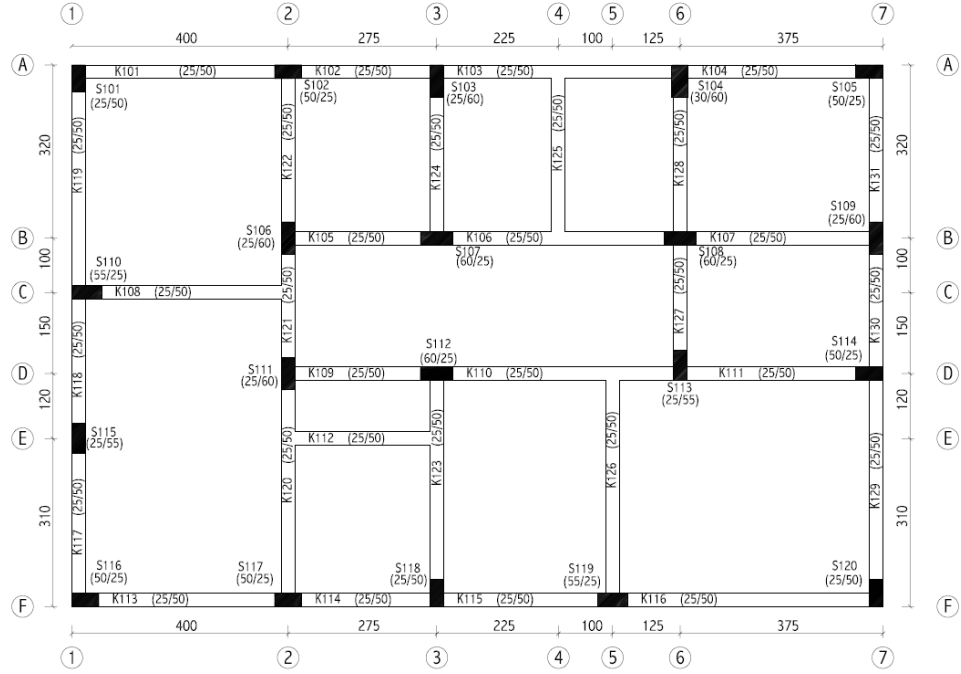
Tablo 2.3'te her iki modelin analizi sonucu hesaplanan birinci doğal titreşim periyotları (T1) verilmektedir. Tabloda yer alan S(T), tepki spektrumu katsayısı, A(T), spektral ivme değerini ve R, taşıyıcı sistem davranış katsayısını belirtmektedir. Ayrıca F/W değeri bina yatay dayanımının bina ağırlığına oranını belirtmektedir.

**Tablo 2.4:** 1975 Afet Yönetmeliği'ne Göre Tasarlanan 4 ve 7 Katlı Modellerin Periyot ve Deprem Talepleri

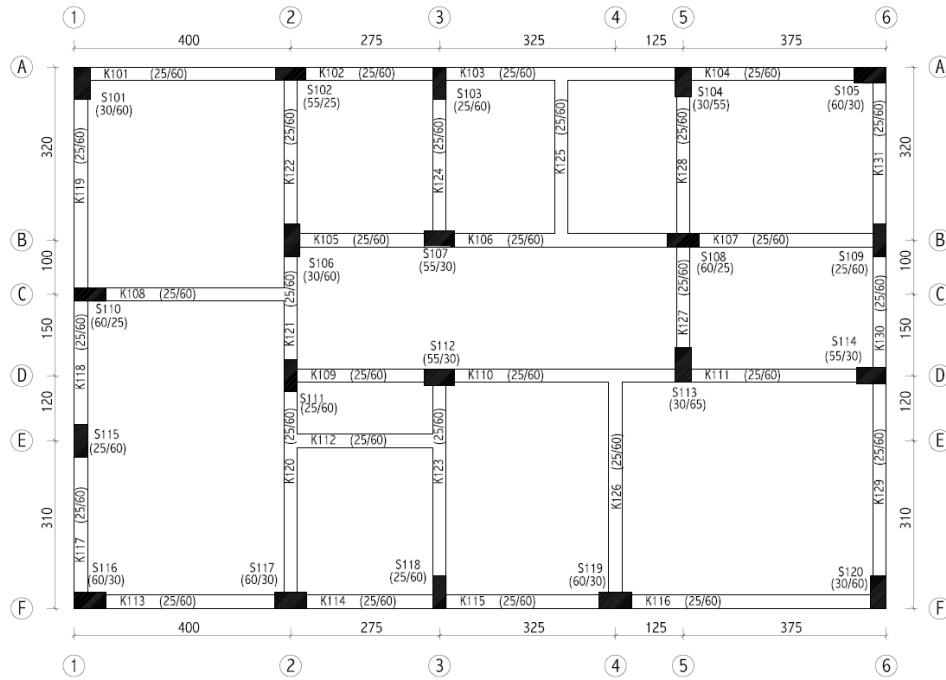
Model	Periyot (sn)	S	K	F/W
4.75	0.409	2.5	1.0	0.1
7.75	0.640	2.5	1.0	0.1

Tablo 2.4'te her iki modelin analizi sonucu hesaplanan birinci doğal titreşim periyotları (T1) verilmektedir. Tabloda yer alan S, yapı dinamik katsayısı, K yapı tipi katsayısını göstermektedir. Ayrıca F/W değeri bina yatay dayanımının bina ağırlığına oranını belirtmektedir.

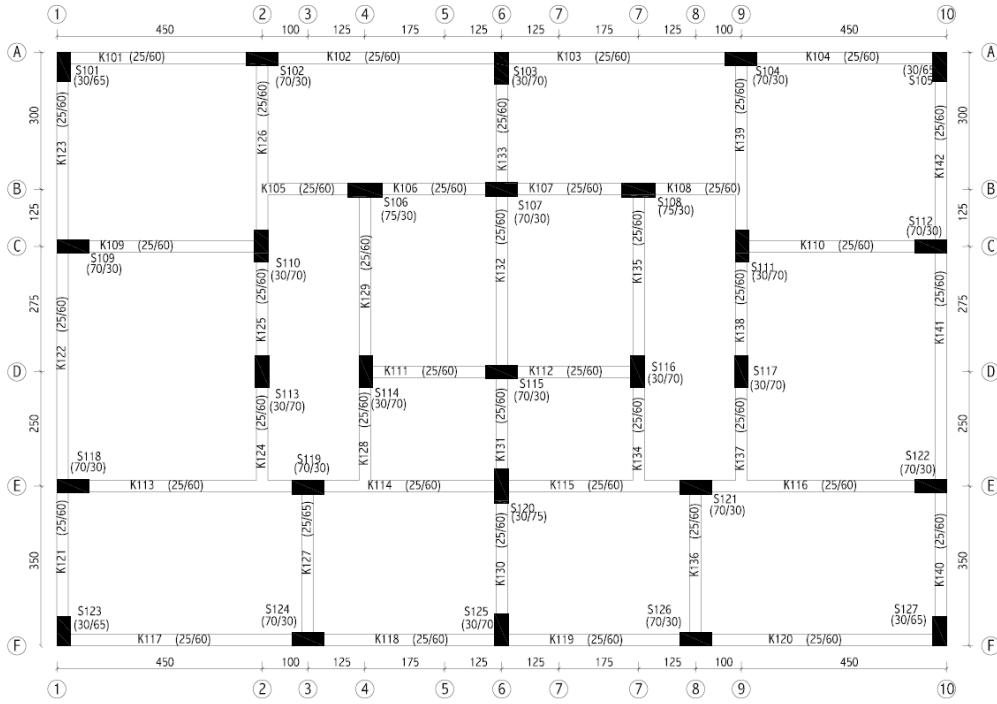
4 ve 7 katlı yapıların 1975 ve 1998 Afet Yönetmeliği'ne göre tasarlanmış versiyonların mimari özellikleri ve taşıyıcı sistem yerleşim düzeni aynı olup bu modellere ait zemin kat kalıp planları Şekil 2.1-Şekil 2.4'te verilmiştir. Mevcut binalarda tasarım yapılırken azalan taleplerden dolayı taşıyıcı eleman boyutları küçülmektedir. Bu nedenden dolayı bina modellerinde bu detay uygulanmıştır.



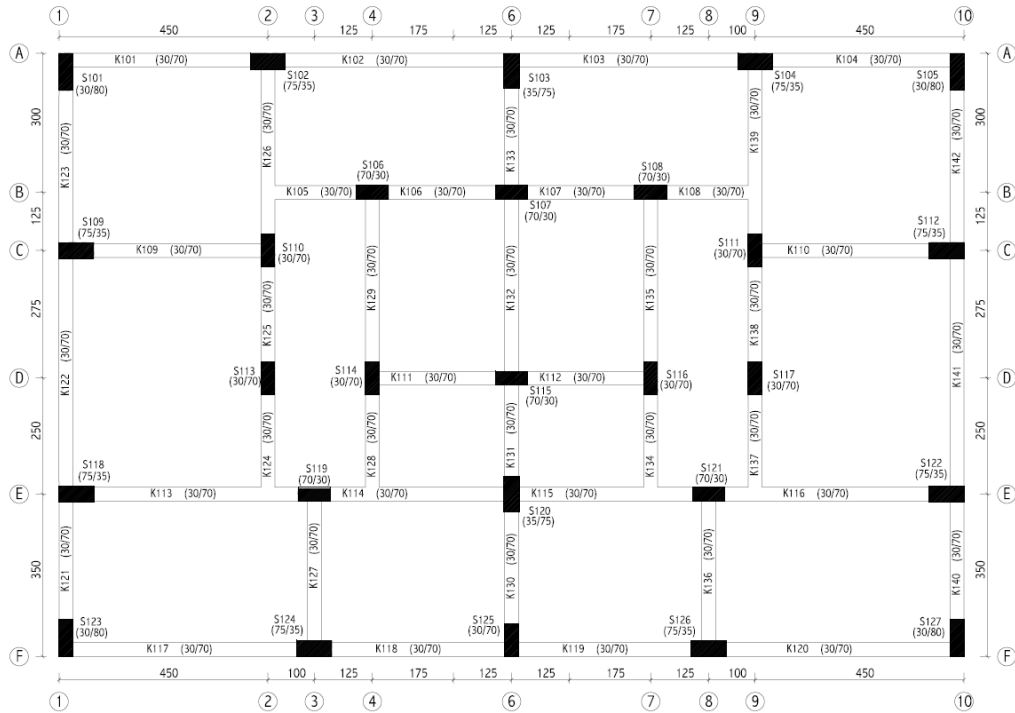
Şekil 2.1: 4 Katlı 1975 Binasının Zemin Kat Kalıp Planı



Şekil 2.2: 4 Katlı 1998 Binasının Zemin Kat Kalıp Planı



Şekil 2.3: 7 Katlı 1975 Binasının Zemin Kat Kalıp Planı

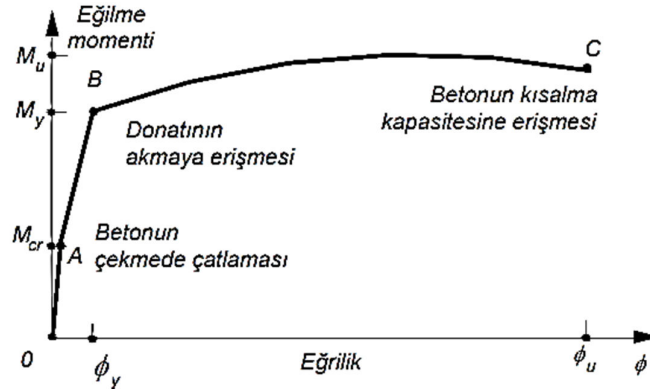


Şekil 2.4: 7 Katlı 1998 Binasının Zemin Kat Kalıp Planı

## 2.3 Doğrusal Elastik Olmayan Modelleme

### 2.3.1 Betonarme Elemanlarda Doğrusal Olmayan Davranış

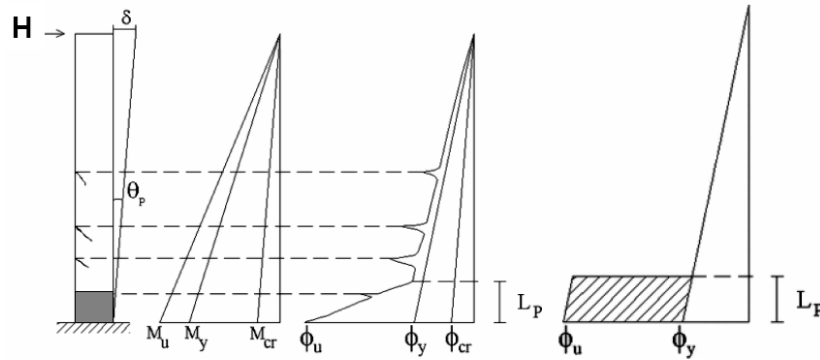
Basit eğilme altındaki bir betonarme kesitte eğilme momentinin küçük olduğu anda betonda basınç ve çekme gerilmeleri oluşur. Bu anda donatı elastik konumdadır ve momentin artmasıyla çekme bölgesindeki beton çatlak ve çekme gerilmeleri donatı tarafından karşılanır. Eğilme momentinin artmaya devam etmesiyle beton doğrusal olmayan davranış sergilerken donatı akma anına ve akma gerilmesine ulaşır. Betonun çatladığı ilk anda kesitte küçük de olsa doğrusal olmayan moment-eğrilik ilişkisi gözlenir. Donatı, akma anından sonra plastik şekil değiştirmeye başlar ve kesitin basınç bölgesindeki beton nihai kısılma değerine ulaştığında kesit taşıma gücüne erişir. Donatının akmaya ve plastik şekil değiştirmeye başladığı an ile basınç bölgesindeki betonun nihai kısılma kapasitesine ulaştığı an kesitin sünekliliği olarak adlandırılır. Moment eğrilik ilişkisi betonarme kesitlerin süneklilik durumu ile ilgili önemli bir kavram olup kesit sünekliliği nihai eğrilik değerinin donatının akma anındaki eğriliğe bölünmesi ile hesap edilir. Betonarme bir kesitin temsili moment eğrilik ilişkisi Şekil 2.5'te gösterilmiş ve kesit sünekliliğinin hesabında Denklem (2.1)'de verilmiştir.



Şekil 2.5: Betonarme Bir Kesitin moment-eğrilik İlişkisi (Celep, 2007)

$$\mu = \phi_u / \phi_y \quad (2.1)$$

Süneklik akma anından sonra dayanımda çok fazla kayıp olmadan hasar alarak enerji tüketebilme yeteneğidir. Şiddetli depremlerde yapının elastik sınırlar içerisinde kalması mümkün değildir. Yapının çökmemesi için enerji tüketmesi gerekir. Bina oluşan enerjii tüketebilmek için yeterli sünekliğe sahip olmalıdır. Enerjinin büyük bölümü oluşan plastik mafsallar tarafından tüketilir. Plastik mafsallaşma, sabit moment altında kesitteki birim dönmelerin artması olarak adlandırılır. Yapı sistemlerinde plastik mafsallar eleman uçlarında yani sistemin en çok zorlanan kesitlerinde meydana gelir. Şekil 2.6'da artan yatay yük altında konsol bir kolonun tabanında oluşan plastik mafsallaşma gösterilmiştir.



**Şekil 2.6:** Eğrilik Yoğunlaşması ve Yığılı Plastik Mafsal Kabulü

Şekil 2.6'da artan yatay yük ile kolon mesnetinden başlayarak kesitlerde  $M_{cr}$  (Çatlama Momenti) oluştuğunda kesitlerde çatlaklar oluşur. Çatlaklar sebebiyle kesitin yüksekliği azaldığından kesit eylemsizlik momenti azalır ve bu sebeple eğriliklerde bir sıçrama yaşanır. Kesit akma momentine ( $M_y$ ) ulaştıktan sonra nihai dayanıma ( $M_u$ ) gelene kadar eğrilik artışları devam eder ve kesit göçme konumuna gelir. Şekil 2.6'da  $\phi_{cr}$ ,  $\phi_y$ ,  $\phi_u$  sırasıyla kesitin çatlama, akma ve nihai moment dayanımına ulaştığı andaki eğrilik değerlerini temsil etmektedir.  $L_p$  ise ilgili kesitin plastik mafsalları boyunu göstermektedir. Yapıların doğrusal olmayan çözümleri yapılırken bu davranışı gerçekçi biçimde yansıtabilmek için elemanlarda oluşacak plastik mafsalların yeri ve bu kesitlerin moment eğrilik ilişkisinden elde edilen dönme değerleri ve sınırları tanımlanır.

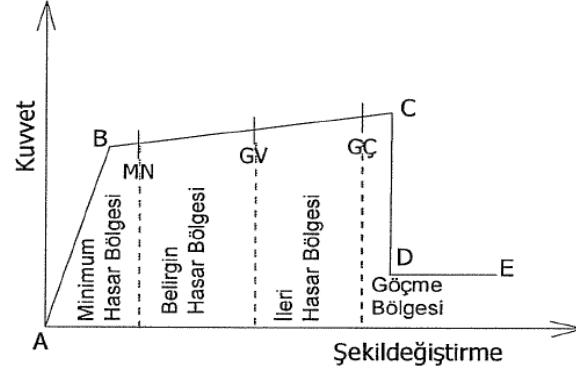
DBYBHY-2007 yapıların tasarım depreminde yapıların elastik konumda kalmayacağını ve elemanlarda oluşacak hasarı kabul eder ve bu hasarların belli sınırlar içerisinde kalmasını öngörür. Yapı elemanlarının sünek davranacağı kabulü

ile bu davranış göz önünde bulundurularak elastik deprem yükleri R katsayısı ile azaltılmaktadır. Deprem yönetmeliği yeterli sünekliliğin sağlanabilmesi için tasarımda kiriş ve kolon uçlarında sık ve kapalı etriyelerin kullanılması, kenetlenme ve bindirme boylarına dikkat edilmesini, kapasite tasarımı ilkelerine uyulması gibi önemli koşullar belirtir. Bu şekilde tasarlanan yapının sünek davranış göstereceği öngörülür.

### **2.3.2 Plastik Mafsalların Özellikleri ve Tanımlanması**

Bu çalışmada kullanılan modellerin doğrusal olmayan davranışlarının modellenmesinde 2007 Deprem Yönetmeliği esasları göz önüne alınmıştır. Doğrusal elastik olmayan davranışın yansıtılabilmesi için eleman uçlarında plastik mafsallar tanımlanmıştır. Plastik mafsalların olduğu kesitlerin moment eğrilik ilişkileri elde edilirken beton gerilme şekil değiştirme değerleri için Mander sargılı beton modeli kullanılmıştır (Mander vd. 1988). Çelik birim şekil değiştirme-dayanım ilişkisi DBYBHY-2007’de önerilen şekilde kullanılmıştır. Plastik mafsalların olduğu kesitler için kesit özellikleri, beton dayanımı, boyuna donatı özellikleri ve kesit içindeki düzeni, sargı donatısı özellikleri ve aralık bilgileri girilerek SEMAp (Özmen vd., 2007; TÜBİTAK 105M024, 2008) yazılımıyla moment-eğrilik analizi yapılmış ve plastik mafsallar üretilmiştir.

Plastik mafsalların kesitlere tanımlanabilmesi için Şekil 2.7’de gösterilen B-C-D-E noktaların ve performans kriterleri için ise MN, GV, GÇ noktalarının koordinatlarının kullanılan programın ilgili alanına girilmesi gerekir. SEMAp programı ile elde edilen moment-eğrilik ilişkilerinden türetilen veriler SAP2000 programında modellerin kritik kesitlerine atanmıştır. Plastik mafsal boyu yönetmelikte verildiği şekilde kesitin deprem doğrultusundaki derinliğinin yarısı olarak ( $L_p=h/2$ ) alınmıştır. Ayrıca kolon ve kirişlerde kesme mafsali tanımlanmıştır. Kesme mafsallarında herhangi bir süneklilik hesaplanmamış elemanlar TS500’e göre hesaplanan kesme kapasitelerine ulaştıklarında göçme konumuna geldikleri varsayılmıştır.



**Şekil 2.7:** Dayanım Deformasyon İlişkisi

“B” noktası, kesitin akma dayanımına ulaştığı noktadır. Bu noktayı kesitin akma dayanımı ile eğilme rijitliği ile belirler. “B” ve “C” noktaları arasında kesit kapasitesi korunmakta veya pekleşme olmaktadır. Kesit “C” noktasına geldiğinde göçme noktasındadır ve daha sonra kesit dayanımı, azalarak “D” noktasına ulaşır. “C”-“D” noktaları arasında kapasite kaybı yaşanır. Bu çalışmada “D” noktasının dayanım değeri FEMA-356 ve ATC-40 dokümanlarında belirtildiği gibi akma dayanımının %20’si olarak belirlenmiştir (FEMA-356, 2000; ATC-40, 1996). “D ve “E” noktaları arasında düşen kapasitenin bir süre daha korunduğu ancak “E” noktasında kapasitenin tamamen sıfır olduğu varsayılmaktadır.

Bu çalışmada beton ve donatı çeliğinin birim deformasyonuna bağlı sınır değerler DBYBHY-2007’de verildiği gibi alınmıştır. Şekil 2.7’de B ve C noktaları arasında belirtilen kesit düzeyindeki hasar sınırları olan MN (Minimum Hasar Sınırı), GV (Güvenlik Sınırı) ve GÇ (Göçme Sınırı)’nin beton ve donatı çeliğine bağlı limit değerleri Tablo 2.5’te verilmiştir.

**Tablo 2.5:** Kesit Hasar Sınırlarına Göre İzin Verilen Şekildeğiştirme Üst Sınırları

Nokta	Beton Birim Deformasyonu ( $\epsilon_c$ )	Çelik Birim Deformasyonu ( $\epsilon_s$ )
B	Akma Dayanımı ve Eğilme Rijitliği Belirler	
MN	$(\epsilon_{cu})_{MN} = 0.0035$	$(\epsilon_s)_{MN} = 0.01$
GV	$(\epsilon_{cg})_{GV} = 0.0035 + 0.010(\rho_s / \rho_m) \leq 0.0135$	$(\epsilon_s)_{GV} = 0.04$
GC	$(\epsilon_{cg})_{GC} = 0.0040 + 0.014(\rho_s / \rho_m) \leq 0.0180$	$(\epsilon_s)_{GC} = 0.06$
C-D	$(\epsilon_{cg})_C = 0.03$	$(\epsilon_s)_C = 0.5 \cdot \epsilon_{su}$
E	$(\epsilon_{cg})_D = 0.04$	$(\epsilon_s)_D = \epsilon_{su}$

Tablo 2.5'te verilen  $\varepsilon_{cu}$  kesitin en dış lifindeki beton basınç birim şekil değiştirmesini,  $\varepsilon_{cg}$  etriye içindeki bölgenin en dış lifindeki beton basınç birim şekil değiştirmesini,  $\varepsilon_s$  donatı çeliği birim şekil değiştirmesi,  $\varepsilon_{su}$  donatı çeliğinin nihai birim şekil değiştirmesini,  $\rho_s$  kesitte bulunan enine donatının hacimsel oranını ve  $\rho_{sm}$  DBYBHY-2007'de belirtildiği gibi kesitte bulunması gereken enine donatının hacimsel oranını ifade etmektedir.

### 2.3.3 Betonarme Kesitlerin Eğilme Rijitlikleri

Betonarme kesitlerde eğilme rijitliği sistem içindeki kuvvetlerin dağılımı ve yatay deplasman üzerinde oldukça etkilidir. Bu sebeple eğilme etkisindeki betonarme elemanlarda çatlama kesite ait etkin eğilme rijitlikleri  $(EI)_e$  DBYBHY-2007'de belirtildiği gibi kullanılmıştır. Kolonlarda, normal kuvvetin çekme bölgesini küçültmesinden dolayı eğilme rijitliğinin azaltılması kirişlere göre daha azdır. Etkin eğilme rijitliğinin kolon ve kirişler için DBYBHY-2007'de verilen bağıntılar Tablo 2.6'da gösterilmiştir.

**Tablo 2.6:** Betonarme Elemanlarda Çatlamış Kesite Ait Etkin Eğilme Rijitlikleri

Kirişlerde	Kolonlarda	
$(EI)_e = 0.40 (EI)_o$	$N/(A_c f_{ck}) \leq 0.10$ ise;	$N/(A_c f_{ck}) \geq 0.40$ ise;
	$(EI)_e = 0.40 (EI)_o$	$(EI)_e = 0.80 (EI)_o$

Tabloda yer alan  $(EI)_o$  çatlama kesite ait eğilme rijitliği  $(EI)_e$  ise çatlama kesite ait etkin eğilme rijitliğini göstermektedir. Kolonlarda eksenel yük ara değerleri için enterpolasyon yapılmıştır.



## 2.4 Çekiçleme Modellerinin Oluşturulması

### 2.4.1 Modellerin Özellikleri

Bu bölümde özellikleri ve kalıp planları detaylı bir şekilde verilen 4 ve 7 katlı bina modelleri tez kapsamında kullanılmıştır. Bu bina modellerinin mimari özellikleri aynı ancak yapısal özellikleri farklı iki farklı versiyonları mevcut olup bu versiyonlar tasarım yönetmeliklerine göre ayrılmaktadır. Toplamda 1975 ve 1998 Afet Yönetmeliği'ne göre tasarlanmış dört tane üç boyutlu doğrusal elastik olmayan 4 ve 7 katlı bina modeli bulunmaktadır. Tez kapsamında kullanılan doğrusal elastik olmayan 3-B modeller Tablo 2.7'de gösterilmiştir.

**Tablo 2.7:** Çalışma Kapsamında Kullanılan Doğrusal Elastik Olmayan 3-B Modeller

Kat Sayısı	Tasarım Yönetmeliği
4	1975
4	1998
7	1975
7	1998

### 2.4.2 Çekiçleme Kombinasyonlarının Belirlenmesi

Yapılan çalışmada aralarında yetersiz derz boşluğu bulunan aynı kat yüksekliğine sahip sıralı binalardaki çekiçleme etkisi araştırılmıştır. Çekiçleme modelleri oluşturulurken yukarıda bahsedilen dört model kullanılmış ve 8 adet çekiçleme kombinasyonu oluşturulmuştur. Kombinasyonlar oluşturulurken farklı zamanlarda aralarında yetersiz derz boşluğu bırakılarak inşa edilmiş sıralı binaları temsil eden farklı tasarım yönetmeliğine ve aynı kat yüksekliğine sahip çekiçleme modelleri oluşturulmuştur. Oluşturulan çekiçleme kombinasyonları Şekil 2.8'de gösterilmiştir.

4	7	4	7	4	7	
1998	1998	1998	Tasarım Yönetmeliği	1998	1998	1998
1975	1975	1975		1975	1975	1975
1998	1975	1998		1998	1975	1998
1975	1998	1975		1975	1998	1975

**Şekil 2.8:** Oluşturulan Çekiçleme Kombinasyonları

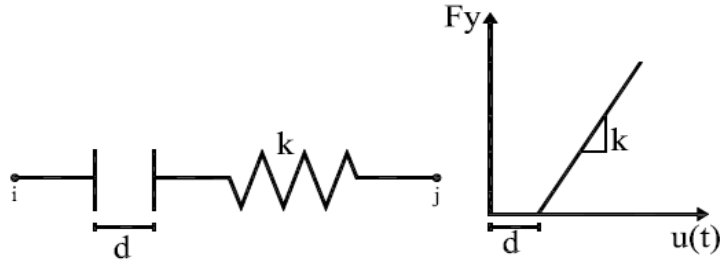
Oluşturulan 8 kombinasyon aralarında yetersiz derz boşluğu bırakılan binaları temsil etmesi açısından aralarında 1 cm ve 2 cm boşluk bırakılarak çekiçleme modelleri oluşturulmuştur. Ayrıca tüm çekiçleme modelleri arasında çarpışma oluşmayacak şekilde temsili bir boşluk bırakılmıştır. Tüm kombinasyonlar arasında üç farklı boşluk mesafesi bırakılarak toplamda 24 adet çekiçleme modeli oluşturulmuş ve tez kapsamında bu modeller kullanılmıştır.

### 2.4.3 Modellerin Birleştirilmesi

Tez kapsamında mevcut sıralı binalarda çekiçleme etkisi araştırıldığı için oluşturulan çekiçleme modelleri 3'lü sıralı şekilde oluşturulmuştur. Sap2000 programında oluşturulan 3-B doğrusal elastik olmayan bina modelleri yine bu program kullanılarak aralarında bırakılacak boşluk mesafesine göre yan yana konumlandırılmıştır. Sıralı şekilde konumlandırılan modeller Sap2000'de bulunan link elemanlar (Gap) ile doğrusal elastik yay modeline göre bağlanarak çekiçleme modelleri oluşturulmuştur.

Doğrusal elastik yay modeli ile binalar arasındaki bırakılacak boşluk (gap) miktarı tanımlanabilmektedir. Bu yay modeli deprem süresince belirlenen boşluk miktarının sıfırdan küçük olduğu zamanda çalışmakta ve oluşan kuvveti

aktarmaktadır. Bu çalışma prensibi sayesinde çarpışmanın olduğu zamanı ve bu zamandaki çarpışma kuvveti elde edilebilmektedir. Ayrıca deprem süresince binalar arasındaki çarpışma mesafesi zamana bağlı olarak elde edilebilmektedir. Şekil 2.9’da doğrusal elastik yay modeli ve kuvvet şekildeğiştirme ilişkisi gösterilmiştir (Muthukumar ve DesRoches, 2006).



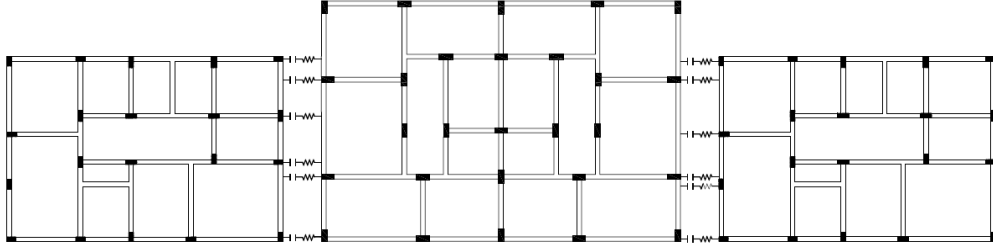
**Şekil 2.9:** Doğrusal Elastik Yay Modeli ve Kuvvet-Şekildeğiştirme İlişkisi

Şekil 2.9’da gösterilen doğrusal yay modelinde i ve j, modelin bağlandığı düğüm noktalarını, d modeller arasında bırakılacak boşluk miktarını, k ise yay rijitliğini temsil etmektedir.  $F_y$  çarpışma sırasında yayda oluşan kuvveti,  $u(t)$  ise komşu binaların rölatif yerdeğiştirmelerinin farkını göstermektedir. Jameel ve diğ. (2013), yaptıkları çalışmada k (yay rijitliği) seçiminde aksel rijitliği dikkate alarak aksel rijitliğin 100 katı kadar fazlasının seçiminin uygun olduğunu belirtmişlerdir. Literatür göz önüne alındığında bu değer oluşturulan modellerin özelliklerine ve kullanım şekline göre aksel rijitliğin 10 ile 100 katı arasında alındığı gözlemlenmiştir. Yapılan çalışmada doğrusal elastik olmayan 3-B modeller kullanıldığı için oluşacak çarpışma kuvvetlerinin bir kısmı doğrusal ötesi davranış ile sönümleneceği düşünülerek ve yapılan denemeler sonucunda yay rijitliğinin aksel rijitliğin 35 katı alınması uygun görülmüştür. Denklem (2.2’de gösterildiği gibi yay rijitliği hesaplanmıştır.

$$K = \frac{EA}{L} \times 35 \quad (2.2)$$

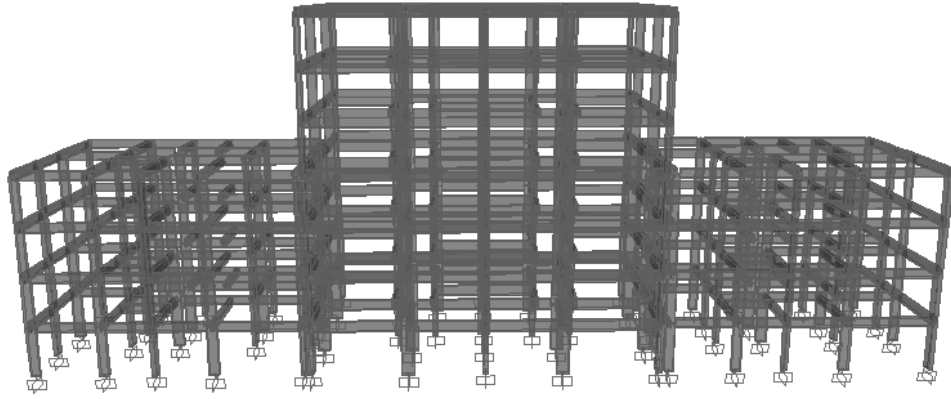
Denklem (2.2’de gösterilen K yay rijitliğini, E betonun elastisite modülünü, A çarpışma yüzeyinin alanını, L ise temas yüzeyindeki elemanın uzunluğunu belirtmektedir.

Modeller link (Gap) elemanlarla, komşu bina ile her kat seviyesinden bağlanmıştır. İki komşu bina bağlanırken, her binanın kolon elemanı ile karşısına denk gelen kolon veya kiriş bağlanmıştır. Modellerin link (Gap) elemanlar ile bağlantısı temsili olarak Şekil 2.10'da gösterilmiştir.

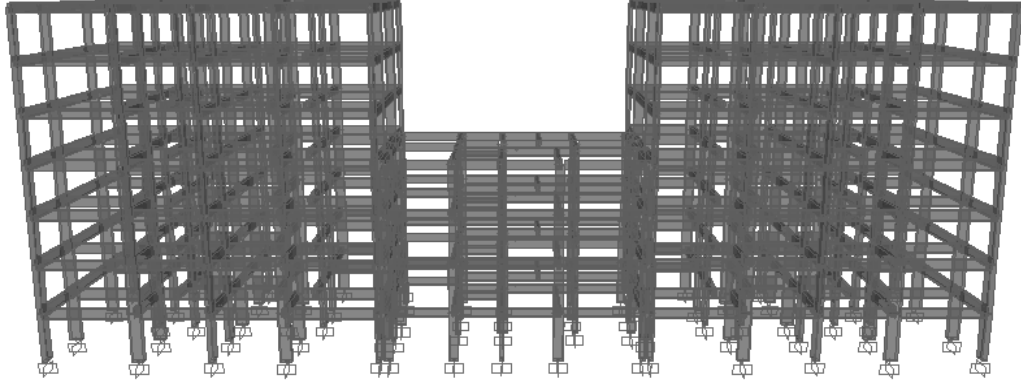


**Şekil 2.10:** Modellerin Link (Gap) Elemanlar İle Bağlanması

Sap2000 programında oluşturulan 4-7-4 ve 7-4-7 katlı bina modellerinin dizilimiyle oluşturulan çekiçleme modelleri Şekil 2.11'da ve Şekil 2.12'de gösterilmiştir.



**Şekil 2.11:** 4-7-4 Dizilimiyle Oluşturulan Çekiçleme Modeli



**Şekil 2.12:** 7-4-7 Dizilimiyle Oluşturulan Çekiçleme Modeli

#### **2.4.4 DBYBHY-2007’de Deprem Derzleri**

Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik (2007)’de bitişik konumda inşa edilen binalar veya aynı binanın farklı blokları arasında çarpışmayı önlemek için bırakılması gereken derz boşluklarına ait hükümler yer almaktadır. Bu hükümler DBYBHY-2007’de yer aldığı şekilde aşağıda verilmiştir.

#### **2.10.3. Deprem Derzleri**

Farklı zemin oturmalarına bağlı temel öteleme ve dönmeleri ile sıcaklık değişmelerinin etkisi dışında, bina blokları veya mevcut eski binalarla yeni yapılacak binalar arasında, sadece deprem etkisi için bırakılacak derz boşluklarına ilişkin koşullar aşağıda belirtilmiştir:

**2.10.3.1 – 2.10.3.2’ye göre daha elverişsiz bir sonuç elde edilmedikçe derz boşlukları, her bir kat için komşu blok veya binalarda elde edilen yerdeğiştirmelerin karelerinin toplamının karekökü ile aşağıda tanımlanan  $\alpha$  katsayısının çarpımı sonucunda bulunan değerden az olmayacaktır. Gözönüne alınacak kat yerdeğiştirmeleri, kolon veya perdelerin bağlandığı düğüm noktalarında hesaplanan azaltılmış  $d_i$  yerdeğiştirmelerinin kat içindeki ortalamaları olacaktır. Mevcut eski bina için hesap yapılmasının mümkün olmaması durumunda eski binanın yerdeğiştirmeleri, yeni bina için aynı katlarda hesaplanan değerlerden daha küçük alınmayacaktır.**

(a) Komşu binaların veya bina bloklarının kat döşemelerinin bütün katlarda aynı seviyede olmaları durumunda  $\alpha = R / 4$  alınacaktır.

(b) Komşu binaların veya bina bloklarının kat döşemelerinin, bazı katlarda olsa bile, farklı seviyelerde olmaları durumunda, tüm bina için  $\alpha = R / 2$  alınacaktır.

**2.10.3.2** – Bırakılacak minimum derz boşluğu, 6 m yüksekliğe kadar en az 30 mm olacak ve bu değere 6 m'den sonraki her 3 m'lik yükseklik için en az 10 mm eklenecektir.

**2.10.3.3** – Bina blokları arasındaki derzler, depremde blokların bütün doğrultularda birbirlerinden bağımsız olarak çalışmasına olanak verecek şekilde düzenlenecektir.

DBYBHY-2007'de azaltılmış deprem yüklerine göre hesaplanan deplasmanların karelerinin karekökü ile  $\alpha$  katsayısının çarpımına göre hesaplanan derz boşluğu Madde **2.10.3.1**'de verilmesine rağmen genellikle bu madde atlanarak Madde **2.10.3.2**'nin yeterli olacağı düşünülmektedir. Yeni bir bina inşa edilirken mevcut binanın yapacağı depremde yerdeğiştirmelerinin bilinmemesi gerekçesiyle sadece Madde **2.10.3.2**'ye göre derz boşluğunun bırakıldığı gözlemlenen bir gerçektir. Ancak DBYBHY-2007 mevcut eski bina için hesap yapılmasının mümkün olmaması durumunda eski binanın yerdeğiştirmeleri, yeni bina için aynı katlarda hesaplanan değerlerden daha küçük alınmaması gerektiğini söylemektedir. Yani yeni inşa edilen binada hesaplanan değer ile aynı değer alınarak hesap yapılabileceğini ve Madde **2.10.3.2**'ye göre hesaplanan değer ile karşılaştırılarak büyük olan değer alınması gerektiğini söylemektedir.

## **2.5 DBYBHY-2007'ye Göre Bırakılması Gereken Deprem Derzleri**

Oluşturulan çekiçleme modelleri için DBYBHY-2007'ye göre hesaplanan deprem derzi boşluklarının yeterliliğinin araştırılması yapılan çalışma kapsamında yer almaktadır. Bunun için DBYBHY-2007'de verilen Madde **2.10.3.1** ve **2.10.3.2**'ye göre modeller arasında bırakılması gereken deprem derzi boşlukları hesaplanmış ve bu değerlerden büyük olan DBYBHY-2007'ye göre bırakılması

gereken deprem derzi boşluğu olarak alınmıştır. Madde 2.10.3.1 ve 2.10.3.2'ye göre hesaplanan derz boşlukları Tablo 2.8'de ve Tablo 2.9'da verilmiştir.

**Tablo 2.8:** Madde 2.10.3.1'e Göre Hesaplanan Deprem Derzleri

MODELLER	$\alpha=R/4$	$\sqrt{d_{i1}^2 + d_{i2}^2}$	Deprem Derzi Boşluğu (mm)
4.98-7.98-4.98	2	12.35	24.70
4.75-7.75-4.75	2	32.23	64.47
4.98-7.75-4.98	2	30.28	60.55
4.75-7.98-4.75	2	16.58	33.16
7.98-4.98-7.98	2	12.35	24.70
7.75-4.75-7.75	2	32.23	64.47
7.98-4.75-7.98	2	16.58	33.16
7.75-4.98-7.75	2	30.28	60.55

**Tablo 2.9:** Madde 2.10.3.2'ye Göre Hesaplanan Deprem Derzleri

Kat Sayısı	Bina Yüksekliği (m)	Deprem Derzi Boşluğu (mm)
4	11.2	40
7	19.2	70

Tablo 2.8'de her binanın azaltılmış deprem yükleri ile yaptığı di yerdeğiştirmeleri ve  $\alpha$  katsayısı çarpılarak hesaplanan deprem derz boşlukları verilmiş ve her çekiçleme modeli için ayrı ayrı hesaplanmıştır. Her kombinasyonda sol ve sağda duran bina modeli aynı olduğu için bunlardan birinin ve ortadaki binanın di yerdeğiştirmelerinin karelerinin karekökü kullanılmıştır. Tablo 2.9'da bina yüksekliğine bağı olarak hesaplanan deprem derzi boşluğu 4 ve 7 katlı binalar için hesaplanmıştır. 4 ve 7 katlı modellerin bitişik olarak inşa edildiği durumda daha yüksek olan binaya göre Madde 2.10.3.2 uygulanarak derz boşluğu hesaplanması güvenli tarafta kalmak açısından daha uygun görülmüştür. Bu sebeple tüm modeller için Madde 2.10.3.2'ye göre bırakılması gereken boşluk miktarı 70 mm olarak

alınmıştır. Ayrıca, değerlendirmeler deprem derzinin 40 mm olarak alınması durumu için de yapılmıştır.

DBYBHY-2007’de belirtilen her iki madde içinde çekiçleme modelleri için deprem derzleri hesap edilmiştir. DBYBHY-2007’de açıkça belirtildiği gibi bu iki madde ile hesaplanan değerden hangisi büyük ise binalar arasında bırakılması gereken deprem derzi boşluğu olarak kabul edilmiştir. Sonuç olarak bu iki madde ile bulunan sonuçlar karşılaştırıldığında tez kapsamında kullanılan tüm çekiçleme modelleri için DBYBHY-2007’ye göre bırakılması gereken deprem derzi 70 mm olarak kabul edilmiştir.

## **2.6 Analiz Yöntemi**

Geçmiş depremlerde çekiçlemenin binalar üzerindeki yıkıcı etkisi birçok kez gözlemlenmiştir. Sıralı şekilde konumlanan binalardaki çekiçleme etkisi birçok defa gözlemsel olarak yapılan çalışmalarda bahsedilmiştir. Bu çalışmada mevcut sıralı binalardaki çekiçleme etkisinin en gerçekçi bir şekilde yansıtılabilmesi için 3-B’lu modeller ile çalışılmış ve analiz yöntemi olarak doğrusal elastik olmayan zaman tanım alanında dinamik analiz kullanılmıştır. Analizler uluslararası literatürde kabul görmüş Sap2000 programı ile gerçekleştirilmiştir.

Oluşturulan 8 çekiçleme modeli ile Sap2000 programı kullanılarak doğrusal elastik olmayan zaman tanım alanında dinamik analizler gerçekleştirilmiştir. Zaman tanım alanında analiz yapılırken geçmiş depremlerden elde edilmiş 9 adet deprem ivme kaydı kullanılmıştır. Tüm çekiçleme modellerinin arasında 1 cm, 2 cm ve referans modeller için çarpışma oluşmayacak şekilde temsili bir boşluk miktarı bırakılmıştır. Toplamda her model için 3 farklı boşluk miktarı bırakılarak 216 tane üç boyutlu doğrusal elastik olmayan zaman tanım alanında dinamik analiz gerçekleştirilmiştir. Çalışma kapsamında gerçekleştirilen tüm doğrusal elastik olmayan zaman tanım alanında analizler çarpışma yönünde (X yönünde) gerçekleştirilmiştir.

Doğrusal elastik olmayan zaman tanım alanında dinamik analiz yapılmadan önce kullanılan bina modellerinin modal analizleri gerçekleştirilmiştir. Bina



modellerinin modal analiz ile serbest titreşim periyotları hesaplanmış, binaların hesaplanan X yönü periyotları Tablo 2.10'da verilmiştir.

**Tablo 2.10:** Kullanılan Modellerin Doğal Titreşim Periyotları

Kat Sayısı	Tasarım Yönetmeliği	Beton Sınıfı	Periyot T (sn)
4 Kat	1975	16	0.409
	1998	16	0.344
7 Kat	1975	16	0.640
	1998	16	0.484

Doğrusal elastik olmayan zaman tanım alanında analiz yapılırken P-Delta etkileri dahil edilmemiştir. Analiz yöntemi olarak Newmark Ortalama İvme Metodu kullanılmış ve zaman entegrasyon parametreleri  $\gamma=0.5$  (Gamma) ve  $\beta=0.25$  (Beta) olarak alınmıştır.

### 2.6.1 Analizler Sonucunda Elde Edilen Veriler

Yapılan 216 adet doğrusal elastik olmayan zaman tanım alanında analizler sonrasında çekiçlemenin binalar üzerindeki etkisini yansıtan parametrelerden bazıları elde edilmiş ve değerlendirilmiştir. Bu parametreler, Çatı (Tepe) Deplasman talebi, Link Kuvveti, Çarpışma Mesafesi (Referans Link Deformasyonu) ve Kat Kesme Kuvveti talebi olarak düzenlenmiştir. Tüm bu parametrelerin, her bir çekiçleme modelinde bulunan tüm binalar için (sol, orta ve sağdaki bina) 9 adet ivme kaydı başlığı altında her bir ivme kaydının etkidiği süre içerisindeki grafikleri çizdirilmiştir.

Tez kapsamında kullanılan çekiçleme modelleri sıralı şekilde modellenerek üç tane bina modelinin yan yana konumlandırılmasıyla oluşturulmuştur. Elde edilen Çatı (Tepe) Deplasman talebi değerleri çekiçleme modelinde bulunan her bir bina (sol, orta ve sağ) için 1 cm, 2 cm ve çekiçlemenin olmadığı duruma (referans durum) ait analiz sonuçları aynı grafikte çizdirilmiştir. Böylece çekiçlemenin olmadığı

durum ile çekiçlemenin olduğu durumlar kıyaslanmış ve boşluk miktarının değişimiyle olan etki karşılaştırılmıştır.

Çarpışmanın olmadığı (Referans) durum için link elemanlardan hesaplanan deformasyon değerleri binalarda çekiçleme etkisi olmaması için bırakılması gereken minimum boşluk miktarlarını temsil etmektedir. Bu değerler zamana bağlı olarak sol ve sağ linkler için verilmiştir.

Link Kuvveti ise 1 cm ve 2 cm için soldaki ve ortadaki binayı birbirine bağlayan linkler, ortadaki ve sağdaki binayı bağlayan linkler olmak üzere her deprem derzi mesafesi için iki tane link kuvveti grafiği zamana bağlı olarak verilmiştir.

Elde edilen Kat Kesme Kuvveti talebi değerlerinin, referans modelin Kat Kesme Kuvveti talebinden farkları alınarak her bir bina modelinin 1 cm ve 2 cm için ayrı ayrı grafikleri çizilmiştir. Çizdirilen grafikler deprem kaydı başlığı altında zamana bağlı olarak sadece çarpışmanın olduğu katlardaki farklar dikkate alınmıştır.

### 3. DEPREM İVME KAYITLARI

#### 3.1 Kullanılan Deprem İvme Kayıtlarının Özellikleri

Çalışma kapsamında farklı özellik ve etkilere sahip 9 adet deprem ivme kaydı kullanılmıştır. Kullanılan ivme kayıtları PEER web sitesinin arşivinden elde edilmiştir (PEER, <http://peer.berkeley.edu/>).

USGS zemin sınıflandırılması göz önünde bulundurularak bakıldığında ivme kayıtlarından 3 tanesi B zemin grubu ve 3 tanesinde C zemin grubu üzerinde kaydedilen ivme kayıtlarıdır. Diğer 3 ivme kaydı ise zemin grubuna bakılmaksızın İleri Yönlenmeli (Forward Directivity) etkisi olan ivme kayıtlarıdır. B ve C zemin grupları, DBYBHY-2007'ye göre verilen yerel zemin sınıfı özellikleri ile tamamen uymamakla beraber sırasıyla Z2 ve Z3 yerel zemin sınıflarıyla benzeştiği varsayılmıştır. Belirleme ölçütü, zemin rölatif sıklığı, dayanım, rijitlik, zeminin ilk 30 m kesme dalgası hızı ve en üst zemin tabakası kalınlığıdır. USGS zemin sınıflandırma sisteminde B grubu kesme dalgası hızı 360-750 m/s arası için, C grubu zeminlerde 180-360 m/s içindir. Bu koşullar çerçevesinde B grubu Z2 yerel zemin sınıfını ve C gurubu Z3 yerel zemin sınıfını temsil etmektedir.

Çalışmada kullanılan deprem ivme kayıtlarından İleri Yönlenme (Foward Directivity) özelliğine sahip ivme kayıtlarının seçimi ayrı bir çalışma alanını kapsamaktadır ve bu sebeple literatür araştırması yapılması gerekmiştir. Çelik tarafından yapılan tez çalışmasında araştırmalar sonucunda İleri Yönlenme özelliğine sahip olduğu bir ya da daha fazla kaynakta belirtilen ivme kayıtları seçilmiştir (Çelik, 2011).

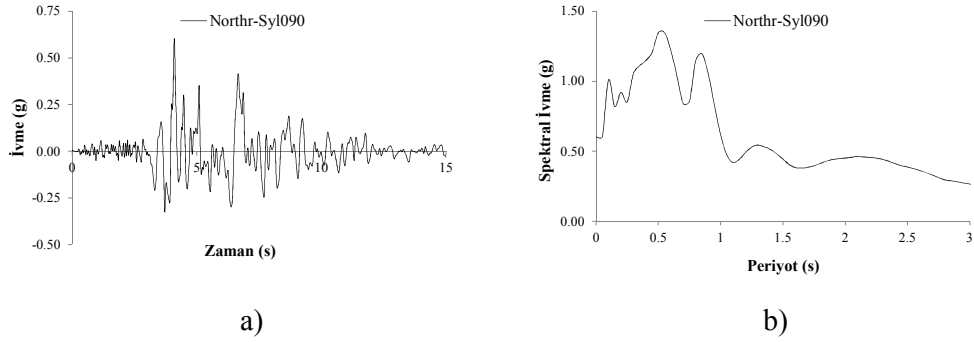
Ayrıca tez kapsamında kullanılan tüm deprem ivme kayıtlarının seçiminde PGA aralığının çeşitliliğine dikkat edilmiş, en büyük ve en küçük PGA değerinin uç değerler olmamasına dikkat edilmiştir. Kullanılan deprem ivme kayıtları ve özellikleri Tablo 3.1'de verilmiştir.

**Tablo 3.1:** Kullanılan Deprem İvme Kayıtları ve Özellikleri

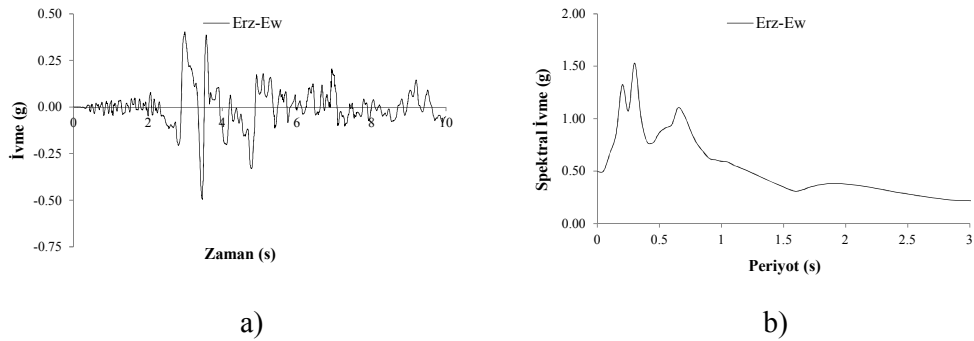
Özellik	No	Deprem Adı	Tarih	İstasyon	Bileşen	PGA (g)	PGV (cm/s)	Vs30 (m/s)
FD	1	Northridge	17.01.1994	Sylmar 01	90	0.604	78.2	440.5
	2	Erzincan	13.03.1992	Erzincan	EW	0.496	64.3	274.5
	3	Kocaeli	17.08.1999	Duzce	270	0.358	46.4	276.0
B	4	Gazi	17.05.1976	Karakyr	0	0.608	65.4	659.6
	5	Loma Pri	18.10.1989	H.S. Pine	0	0.371	62.4	370.8
	6	Northridge	17.01.1994	Sepulveda VA	360	0.939	76.6	380.1
C	7	Kocaeli	17.08.1999	Duzce	180	0.312	58.8	276.0
	8	Northridge	17.01.1994	Tarzana	360	0.990	113.6	257.2
	9	N. Palm Sp.	08.07.1986	N. Palm Sp.	210	0.594	73.3	345.4

### 3.2 İvme Kayıtlarına Ait Spektrumların Elde Edilmesi

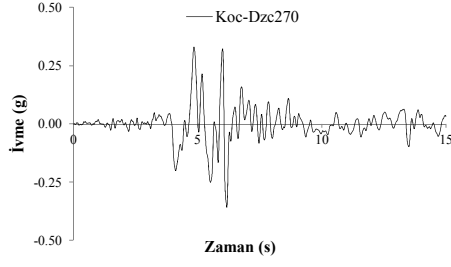
Kullanılan tüm depremlerin ivme kayıtlarının, ivme-zaman grafikleri ve %5 sönüm için hesaplanmış elastik talep spektrumları Şekil 3.1-Şekil 3.9’da gösterilmiştir.



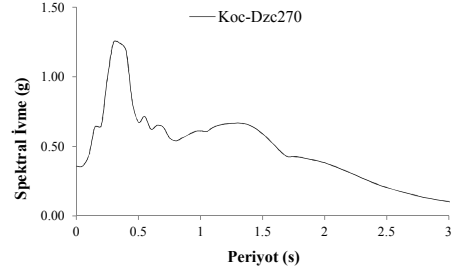
**Şekil 3.1:** a) Northr-Syl090 İvme Kaydı, b) Northr-Syl090 Elastik İvme Spektrumu



**Şekil 3.2:** a) Erz-Ew İvme Kaydı, b) Erz-Ew Elastik İvme Spektrumu

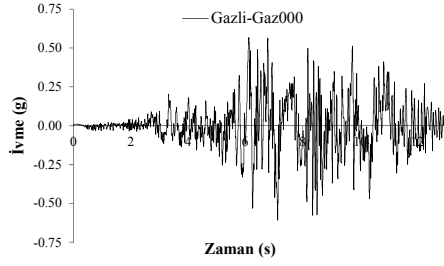


a)

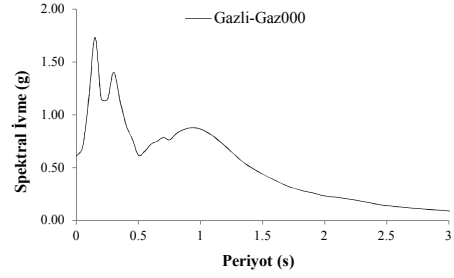


b)

**Şekil 3.3:** a) Koc-Dzc270 İvme Kaydı, b) Koc-Dzc270 Elastik İvme Spektrumu

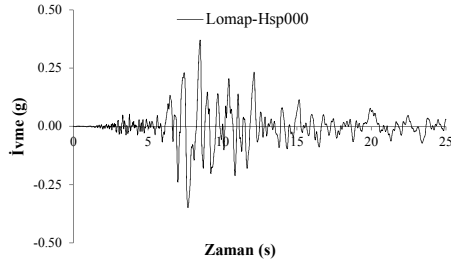


a)

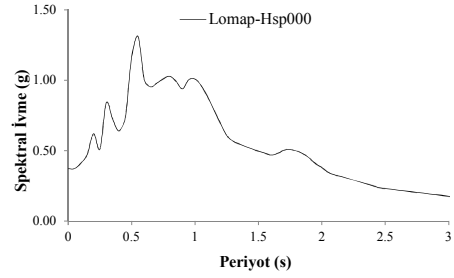


b)

**Şekil 3.4:** a) Gazli-Gaz000 İvme Kaydı, b) Gazli-Gaz000 Elastik İvme Spektrumu

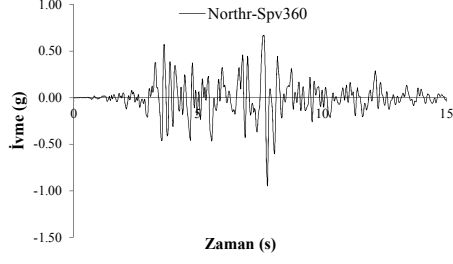


a)

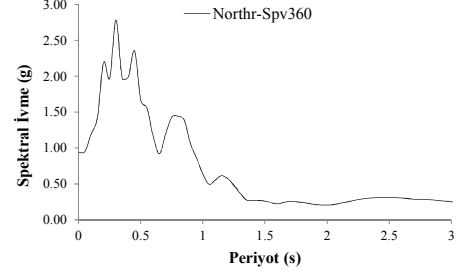


b)

**Şekil 3.5:** a) Lomap-Hsp000 İvme Kaydı, b) Lomap-Hsp000 Elastik İvme Spektrumu

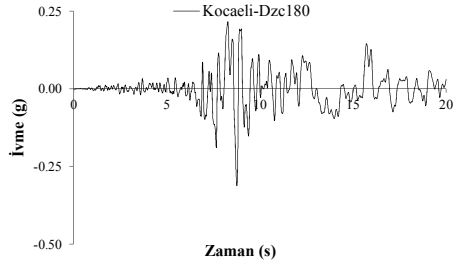


a)

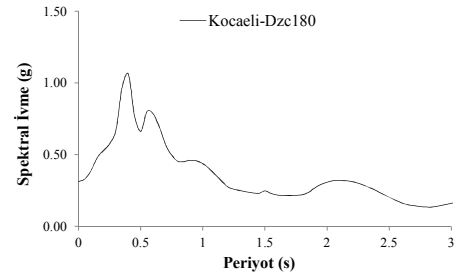


b)

**Şekil 3.6:** a) Northt-Spv360 İvme Kaydı, b) Northt-Spv360 Elastik İvme Spektrumu

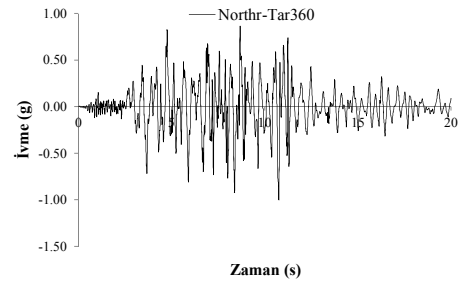


a)

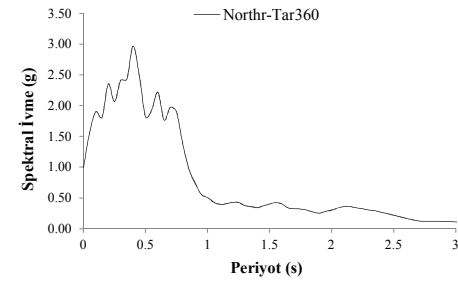


b)

**Şekil 3.7:** a) Kocaeli-Dzc180 İvme Kaydı, b) Kocaeli-Dzc180 Elastik İvme Spektrumu

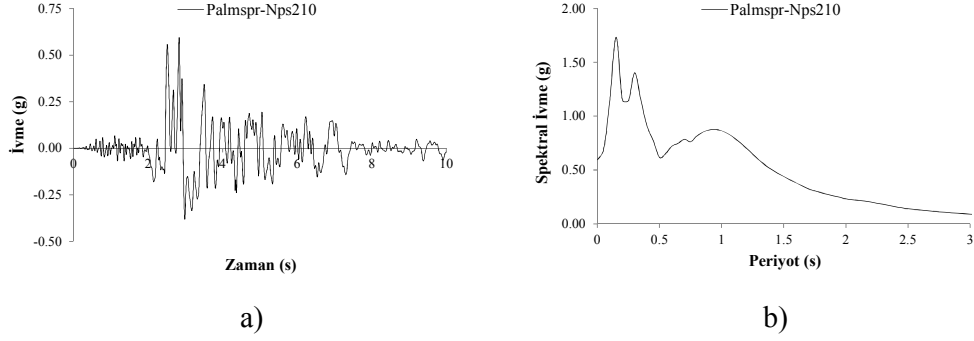


a)



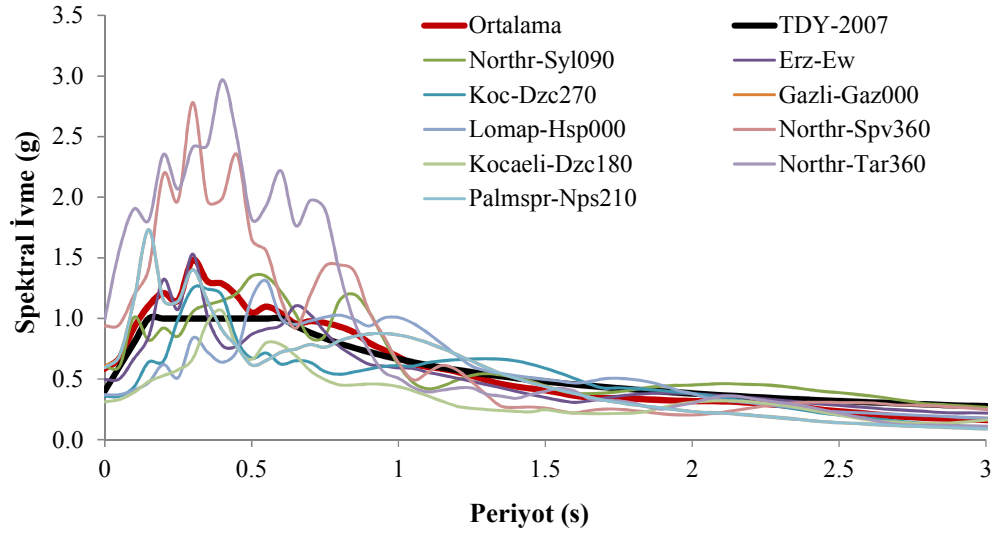
b)

**Şekil 3.8:** a) Northr-Tar360 İvme Kaydı, b) Northr-Tar360 Elastik İvme Spektrumu



**Şekil 3.9:** a) Palmspr-Nps210 İvme Kaydı, b) Palmspr-Nps210 Elastik İvme Spektrumu

Şekil 3.10’da tüm depremlerin %5 sönüm için hesaplanmış elastik tepki spektrumları gösterilmiştir. Bunlara ek olarak DBYBHY-2007’nin 50 yılda aşılma olasılığı %10 olan Z3 yerel zemin sınıfına ait ivme spektrumu ve tüm depremlerin elastik tepki spektrumlarının ortalaması gösterilmiştir.



**Şekil 3.10:** Kullanılan Deprem İvme Kayıtlarının %5 Sönüm İçin Hesaplanmış Elastik Tepki Spektrumları

Northr-Tar360 ivme kaydına ait spektral eğri periyot 0.4 s değerindeyken spektral ivme 2.96g’ye kadar yükselmektedir. Northr-Spv360 ivme kaydına ait spektral ivme eğrisinde ise periyot 0.3 s iken spektral ivme değeri 2.78g değerine ulaşmaktadır. Bu nedenler ortalama spektrum eğrisinin, DBYBHY-2007’ye ait spektral eğrinin sabit ivme bölgesinin üstünde kalmasına sebep olmuştur.

## 4. ANALİZ SONUÇLARI

### 4.1 Giriş

Mevcut sıralı binalarda çekiçlemenin sismik performans üzerindeki etkisinin araştırıldığı bu tez çalışmasında kullanılan tüm bina modelleri mevcut yapı stoğunu temsil etmektedir. Çalışmada kullanılan tüm bina modelleri İnel ve diğ. (2009), tarafından yapılan envanter çalışması kapsamında elde edilen yapısal veriler değerlendirilerek Sap2000 programında modellenmiştir. Sıralı çekiçleme modellerinin oluşturulmasında kullanılan bina modelleri 4 ve 7 katlı olmak üzere ABYYHY-1975 ve ABYYHY-1998 tasarım esaslarına göre tasarlanmıştır. Yani çalışmada her iki yönetmelik esaslarına göre tasarlanmış 4 ve 7 katlı 3-B doğrusal elastik olmayan toplamda 4 model kullanılmıştır. Tüm bina modellerinin beton sınıfı BS16'dır.

Sıralı şekilde 3 binanın çeşitli kombinasyonlarla yan yana konumlandırılmasıyla 8 adet sıralı çekiçleme modeli oluşturulmuştur. Çalışma kapsamında oluşturulan tüm çekiçleme modelleri ve modelleme ayrıntıları tezin 2. Bölümünde detaylı şekilde verilmiştir. 8 sıralı çekiçleme kombinasyonu aralarında 3 farklı boşluk mesafesi bırakılarak 9 ivme kaydı altında toplamda 216 tane doğrusal elastik olmayan zaman tanım alanında dinamik analiz yapılmıştır.

Çekiçleme modellerinde binalar arasında 3 farklı boşluk miktarı bırakılmıştır. Modeller arasında yetersiz deprem derz boşluğunu temsil eden 1 cm ve 2 cm boşluk bırakılmıştır. Böylece boşluk miktarının artmasıyla oluşan çekiçleme etkisindeki değişim gözlemlenmiştir. Ayrıca tüm çekiçleme modellerinde çarpışma oluşmayacak kadar temsili bir boşluk bırakılmış bu durum referans durum olarak kabul edilmiştir. Referans modeller ile çarpışmanın olduğu modeller kıyaslanarak sıralı binalarda çekiçlemenin etkisi araştırılmıştır.

Yapılan 216 adet doğrusal elastik olmayan zaman tanım alanında dinamik analiz sonrasında çekiçlemenin binalar üzerindeki etkilerini araştırmak amacıyla Çatı



(Tepe) Deplasman Talebi, Link Kuvveti, Çarpışma Mesafesi (Referans Link Deformasyonu) ve Kat Kesme Kuvveti değerleri hesaplanmış ve elde edilen sonuçlar referans model sonuçları ile karşılaştırılmıştır. Her bir çekişleme modelinde bulunan tüm binalar için (sol, orta ve sağ) hesaplanan parametrelere ait grafikler çizilmiştir.

## **4.2 4.98-7.75-4.98 Kombinasyonuna Ait Sonuçların Elde Edilmesi**

Bu bölümde, konu bütünlüğünün dağılmaması amacıyla yalnızca 4.98-7.75-4.98 kombinasyonuna ait elde edilen sonuçlar verilmiştir. Diğer kombinasyonlara ait elde edilen tüm parametrelere ait grafikler Ekler kısmında yer almaktadır. Tezin 5. Bölümünde ise tüm kombinasyonlara ait sonuçlar birlikte değerlendirilerek çekişleme etkisinin mevcut sıralı binaların sismik davranışı üzerindeki etkileri araştırılmıştır.

Tez kapsamında kullanılan modellere ait isimlendirme sol bina-orta bina-sağ bina sırasıyla yapılmıştır. Binalar için kullanılan notasyonda önce kat sayısı sonrasında tasarım yönetmeliği bilgisi verilmektedir. Örneğin 4.98 modeli 1998 tasarım yönetmeliğine göre modellenmiş 4 katlı betonarme yapı anlamına gelmektedir.

### **4.2.1 Çatı Deplasman Taleplerinin Elde Edilmesi**

Bu başlık altında 4.98-7.75-4.98 kombinasyonunda yer alan tüm binalar için (sol, orta ve sağ) zamana bağlı çatı deplasman talep grafikleri verilmektedir. Analizlerde çarpışmanın olmadığı (Referans) durum ile, binalar arası 1 cm ve 2 cm derz boşluğunun olduğu modellere ait talep grafikleri karşılaştırma yapılabilmesi için aynı grafikte gösterilmiştir.

Çarpışmanın yapı davranışı üzerindeki etkisinin araştırılması amacıyla 1 cm ve 2 cm boşluk oranına sahip modellerden elde edilen çatı deplasman talepleri referans modellere ait çatı deplasman talepleri ile karşılaştırılmıştır. Bu amaçla maksimum çatı katı talep deplasmanları farkı referans modele oranlanmıştır.

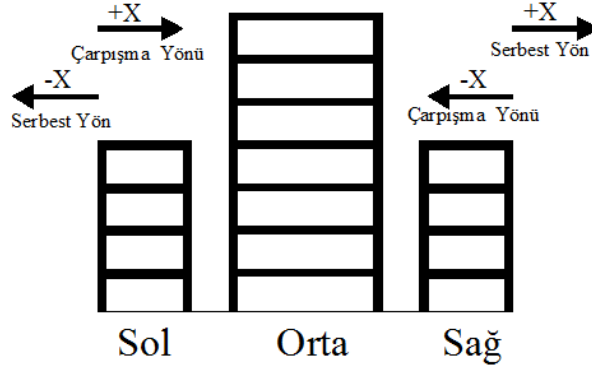
Çarpışma ve çatı yer değiştirme doğrultusu her zaman aynı yönde olmamaktadır. Bu durumda, çekiçleme etkisi talepleri azaltabilmektedir. Bu davranışın olumlu bir etki olarak değerlendirilmesi doğru bir yaklaşım olarak gözükmemektedir. Çarpışma sırasında kuvvet ve yer değiştirmeler üzerinde gözlenen ani değişiklikler yapı yüksekliği boyunca deplasman ve kuvvet profillerinde büyük düzensizliklere neden olabilmektedir. Bu nedenle tez kapsamında hesaplanan deplasman farkları karşılaştırılırken talebi arttırıp azaltmasından bağımsız olarak mutlak değerleri göz önünde bulundurulmuştur.

Çarpışmanın sıralı binalar üzerindeki etkilerinin incelenebilmesi için, dışta kalan binaların (Sağ uç ve sol uç) çarpışmanın olduğu (komşu binanın olduğu) ve çarpışmanın olmadığı (komşu binanın olmadığı) doğrultular için deplasman talepleri ayrı ayrı karşılaştırılmıştır.

Sağda ve solda bulunan binaların, çarpışma yönleri ve serbest yönleri bulunmaktadır. Solda bulunan bina için çarpışma yönü +X, sağda konumlanan binanın çarpışma yönü -X dir. Ortadaki bina için böyle bir ayırım yapılmamıştır. Sağ ve sol uçtaki binaların çarpışma ve serbest yönleri Şekil 4.1’de gösterilmiştir.

4.98-7.75-4.98 kombinasyonundaki her binanın 9 ivme kaydı için elde edilmiş deplasman-zaman grafikleri Şekil 4.2-Şekil 4.10’da verilmiştir. Deplasman zaman grafiği, grafik başlıklarında altı çizili olan binaya aittir.

Çekiçleme etkisinin deplasman talepleri üzerindeki etkiyi sayısal veri kullanarak değerlendirmeden önce 4.98-7.75-4.98 kombinasyonuna ait Şekil 4.2-Şekil 4.10’da gösterilen deplasman talep grafiklerini açıklamak yerinde olacaktır. Kombinasyonun sağında ve solunda yer alan binalar aynı binalar olup çarpışmasız durumundaki (referans) deplasman talepleri aynıdır. Fakat çekiçlemeli durumlar göz önüne alındığında deplasman talepleri sınırlanmakta veya artmaktadır.



**Şekil 4.1:** Sağ ve Sol Uçta Bulunan Modellerin Çarpışma ve Serbest Yönleri

Şekil 4.3'te Lomap-Hsp000 ivme kaydı altında 4.98 sol binasına ait referans deplasman talebi çarpışma yönünde (+X) bir yönlenme göstermiştir. Ancak 1 cm ve 2 cm deplasman talepleri bu kombinasyonda ortada bulunan 7.75 binası ile çarpışmasından dolayı serbest yönde (-X) maksimum değerlere ulaşmıştır. 4.98 sol binasının çarpışma yönünde (+X) deplasman talebi kısıtlanmış ve serbet yönde (-X) deplasman talebi artmıştır. Çekiçlemeli durumdaki (1 cm) maksimum deplasman talebi -56.14 mm, referansın maksimum deplasman talebi 93.96 mm'dir. Hesaplanan iki deplasman talebi arasındaki fark karşılaştırılırken talebi arttırıp azaltmasından bağımsız olarak mutlak değerleri göz önünde bulundurulmuştur. Bu durumda 1 cm ve referans deplasman talebi arasındaki fark 150.1 mm olarak hesaplanır.

4.98-7.75-4.98 kombinasyonuna ait maksimum çatı katı deplasman talebi farkı 1 cm derz boşluk olduğu durumda Northr-Tar360 deprem kaydı altında sağ uçta yer alan 4.98 modeli için hesaplanmıştır (143 mm). Aynı kombinasyon ve deprem kaydı altında 2 cm derz boşluğu için hesaplanan maksimum çatı katı deplasman talebi farkı 119 mm ve maksimum referans deplasman talebi 103.84 mm'dir (Şekil 4.6). Maksimum çatı katı deplasman talebi farkı maksimum referans deplasmanından büyük olabilmektedir. Bunun sebebi iki deplasman talebi arasındaki fark karşılaştırılırken talebi arttırıp azaltmasından bağımsız olarak mutlak değerlerin göz önünde bulundurulmasıdır.

4.98-7.75-4.98 kombinasyonu Northr-Tar360 ivme kaydı, 4.98 sağ uç binası 1 cm ve 2 cm boşluk miktarları için maksimum deplasman farkının maksimum referans deplasmanına göre oranı sırasıyla %137.7 ve %114.6'dır. Bu değerlendirme

tüm ivme kayıtları için yapılmıştır. Bu kombinasyonun tüm ivme kayıtları için elde edilen maksimum deplasman talebi farkları, maksimum referans deplasman talepleri ve bunların % cinsinden oranları Tablo 4.1’de verilmiştir.

**Tablo 4.1:** 4.98-7.75-4.98 Kombinasyonuna Ait Deplasman Talepleri

4.98-7.75-4.98					
Deprem	Boşluk	Bina	MAKSİMUM DEPLASMAN TALEBİ FARKI (mm)	MAKSİMUM REFERANS DEPLASMAN TALEBİ (mm)	ORAN (%)
Gazli-Gaz000	1 cm	Sol	39.00	64.44	60.52
		Orta	41.00	138.82	29.53
		Sağ	41.00	64.27	63.79
	2 cm	Sol	35.00	64.44	54.31
		Orta	31.00	138.82	22.33
		Sağ	27.00	64.27	42.01
Lomap-Hsp000	1 cm	Sol	58.00	93.96	61.73
		Orta	46.00	211.84	21.71
		Sağ	32.00	93.61	34.18
	2 cm	Sol	50.00	93.96	53.21
		Orta	40.00	211.84	18.88
		Sağ	23.00	93.61	24.57
Northr-Spv360	1 cm	Sol	58.00	103.80	55.88
		Orta	22.00	106.56	20.65
		Sağ	72.00	103.56	69.52
	2 cm	Sol	47.00	103.80	45.28
		Orta	11.00	106.56	10.32
		Sağ	50.00	103.56	48.28
Kocaeli-Dzc180	1 cm	Sol	15.00	38.33	39.13
		Orta	19.00	80.55	23.59
		Sağ	42.00	38.39	109.40
	2 cm	Sol	10.00	38.33	26.09
		Orta	12.00	80.55	14.90
		Sağ	27.00	38.39	70.33
Northr-Tar360	1 cm	Sol	49.00	103.75	47.23
		Orta	42.00	243.36	17.26
		Sağ	143.00	103.84	137.71
	2 cm	Sol	38.00	103.75	36.63
		Orta	23.00	243.36	9.45
		Sağ	119.00	103.84	114.60

Tablo 4.1 (devam)

4.98-7.75-4.98					
Deprem	Boşluk	Bina	MAKSİMUM DEPLASMAN TALEBİ FARKI (mm)	MAKSİMUM REFERANS DEPLASMAN TALEBİ (mm)	ORAN (%)
Palmspr-Nps210	1 cm	Sol	88.00	59.03	149.08
		Orta	76.00	206.67	36.77
		Sağ	41.00	58.80	69.73
	2 cm	Sol	80.00	59.03	135.52
		Orta	69.00	206.67	33.39
		Sağ	29.00	58.80	49.32
Northr-Sy1090	1 cm	Sol	100.00	115.02	86.94
		Orta	26.00	204.15	12.74
		Sağ	66.00	114.72	57.53
	2 cm	Sol	79.00	115.02	68.68
		Orta	26.00	204.15	12.74
		Sağ	63.00	114.72	54.92
Erz-Ew	1 cm	Sol	100.00	71.03	140.79
		Orta	27.00	183.75	14.69
		Sağ	18.00	70.82	25.42
	2 cm	Sol	88.00	71.03	123.89
		Orta	17.00	183.75	9.25
		Sağ	15.00	70.82	21.18
Koc-Dzc270	1 cm	Sol	62.00	48.28	128.42
		Orta	64.00	165.03	38.78
		Sağ	52.00	48.22	107.84
	2 cm	Sol	55.00	48.28	113.92
		Orta	56.00	165.03	33.93
		Sağ	44.00	48.22	91.25

Deplasman farkının maksimum deplasman talebine oranının en büyük olduğu değer Palmspr-Nps210 ivme kaydı altında 1cm derz boşluğu için 4.98 sol binasında hesaplanmıştır (%149.09). Aynı ivme kaydı için 4.98 sol binasının çatı deplasman talebi çarpışma yönünde (+X) azalmış ve serbest yönde artmıştır. Bu durumda maksimum deplasman talebi farkı 1 cm ve 2 cm derz boşluğu için sırasıyla 88 ve 80 mm olarak hesaplanmıştır. 1 cm için hesaplanan deplasman talebi farkı %10 daha fazladır. 1 cm ve 2 cm derz boşluğunda aynı ivme kaydı ve aynı bina için elde edilen

maksimum deplasman talepleri sırasıyla -120.14 mm ve -110.95 mm'dir (Şekil 4.7). 1 cm derz boşluğu için hesaplanan maksimum deplasman talebi %8.28 fazladır.

4.98-7.75-4.98 kombinasyonuna ait maksimum deplasman farkları tüm ivme kayıtları için 1 cm ve 2 cm boşluk oranları için hesaplanan değerlerin maksimum referans deplasman taleplerine oranları yüzde cinsinden bulunmuştur. Tüm bu değerler Tablo 4.1'de verilmiştir. Ayrıca 1 cm ve 2 cm derz boşluğu için hesaplanan maksimum deplasman talepleri farkının maksimum referans deplasman taleplerine oranlarının ortalaması alınmıştır. 1 cm ve 2 cm için hesaplan ortalamalar ve bu ortalamaların birbirlerine oranı Tablo 4.2'de verilmiştir. Maksimum ortalama oran 4.98 sol binasında hesaplanmıştır (%84.31). 1 cm ve 2 cm için hesaplanan ortalamaların birbirlerine oranlanarak hesaplanan en büyük değerler orta ve sağ bina için elde edilmiştir. 1 cm derz boşluğu için elde edilen ortalamalar orta ve sağ bina için 2 cm derz boşluğu için hesaplanan değerlerin ortalamasından %31 fazladır. Beklendiği üzere boşluk oranı azaldıkça hesaplanan deplasman taleplerinin referans deplasman taleplerinden farkları çekiçleme etkisi nedeniyle artmaktadır.

**Tablo 4.2:** Oranlanan Deplasman Talebi Farklarının Ortalamaları

<b>4.98-7.75-4.98</b>			
<b>DEĞER</b>	<b>Sol</b>	<b>Orta</b>	<b>Sağ</b>
<b>1 cm Ortalama (%)</b>	84.31	23.97	75.01
<b>2 cm Ortalama (%)</b>	79.27	18.35	57.38
<b>(1 cm) / (2 cm)</b>	1.06	1.31	1.31

4.98-7.75-4.98 kombinasyonundaki sol ve sağ uçtaki binaların çarpışma ve serbest yönleri için deplasman taleplerinin referans deplasman talepleri ile olan maksimum farkları hesaplanmıştır. Bu değerler maksimum referans deplasman taleplerine oranlanmıştır. Hesaplanan bu değerler Tablo 4.3'te verilmiştir. Böylece çarpışma ve serbest yönde deplasman taleplerinin % olarak değişimleri elde edilmiştir. Tablo 4.3'te verilen (-) değerler çarpışma yönünde kısıtlanan deplasman talebini, (+) değerler serbest yönde artan deplasman talebini temsil etmektedir.

**Tablo 4.3: Çarpışma ve Serbest Yöndeki Deplasman Talepleri**

4.98-7.75-4.98							
Deprem	Boşluk	Bina	Çekişleme Deplasman Talebi Farkı (mm)		Maksimum Referans Deplasman Talebi (mm)	Oran (%)	
			Çarpışma Yönü	Serbest Yön		Çarpışma Yönü	Serbest Yön
Gazli-Gaz000	1 cm	Sol	-14.40	32.82	64.44	-22.35	50.93
		Sağ	-30.10	41.07	64.27	-46.83	63.90
	2 cm	Sol	-12.05	25.63	64.44	-18.70	39.77
		Sağ	-19.36	27.72	64.27	-30.12	43.13
Lomap-Hsp000	1 cm	Sol	-60.54	51.45	93.96	-64.43	54.76
		Sağ	-17.45	59.26	93.61	-18.64	63.31
	2 cm	Sol	-60.97	45.15	93.96	-64.89	48.05
		Sağ	-21.78	51.6	93.61	-23.27	55.12
Northr-Spv360	1 cm	Sol	-29.50	23.94	103.80	-28.42	23.06
		Sağ	-59.88	71.16	103.56	-57.82	68.71
	2 cm	Sol	-16.88	21.63	103.80	-16.26	20.84
		Sağ	-48.38	49.02	103.56	-46.72	47.33
Kocaeli-Dzc180	1 cm	Sol	-3.53	6.26	38.33	-9.21	16.33
		Sağ	-34.81	11.3	38.39	-90.67	29.43
	2 cm	Sol	-1.99	0.29	38.33	-5.19	0.76
		Sağ	-26.48	4.37	38.39	-68.98	11.38
Northr-Tar360	1 cm	Sol	-49.32	44.89	103.75	-47.54	43.27
		Sağ	-81.94	112.21	103.84	-78.91	108.06
	2 cm	Sol	-38.85	40.78	103.75	-37.45	39.31
		Sağ	-47.75	81.13	103.84	-45.98	78.13

Tablo 4.3 (devam)

4.98-7.75-4.98							
Deprem	Boşluk	Bina	Çekişleme Deplasman Talebi Farkı (mm)		Maksimum Referans Deplasman Talebi (mm)	Oran (%)	
			Çarpışma Yönü	Serbest Yön		Çarpışma Yönü	Serbest Yön
Palmspr-Nps210	1 cm	Sol	-30.68	72.14	59.03	-51.97	122.21
		Sağ	-4.53	17.52	58.80	-7.70	29.80
	2 cm	Sol	-38.31	65.48	59.03	-64.90	110.93
		Sağ	-7.21	10.12	58.80	-12.26	17.21
Northr-Sy1090	1 cm	Sol	-64.3	63.87	115.02	-55.90	55.53
		Sağ	-65.2	47.66	114.72	-56.83	41.54
	2 cm	Sol	-48.73	43.33	115.02	-42.37	37.67
		Sağ	-44.28	33.71	114.72	-38.60	29.38
Erz-Ew	1 cm	Sol	-43.2	69.73	71.03	-60.82	98.17
		Sağ	-17.91	12.22	70.82	-25.29	17.26
	2 cm	Sol	-31.7	59.49	71.03	-44.63	83.75
		Sağ	-16.11	11.04	70.82	-22.75	15.59
Koc-Dzc270	1 cm	Sol	-21.62	48.87	48.28	-44.78	101.22
		Sağ	-23.95	44.52	48.22	-49.67	92.33
	2 cm	Sol	-16.43	42.37	48.28	-34.03	87.76
		Sağ	-18.88	36.92	48.22	-39.15	76.57

Çarpışma yönünde kısıtlanan en büyük deplasman talebi Northr-Tar360 ivme kaydı altında 4.98 sağ binasında ve deprem derzinin 1 cm olduğu durumda hesaplanmıştır (-81.94 mm). Serbest yönde deplasman talebindeki maksimum artış yine Northr-Tar360 ivme kaydı altında 4.98 sağ binasında ve deprem derzinin 1 cm olduğu durumda hesaplanmıştır (112.21 mm). Şekil 4.6'da görüldüğü gibi çarpışmanın etkisi ile 4.98 sağ binasının çarpışma yönünde deplasman talebi kısıtlanmış, serbest yönde deplasman talebi artmıştır.



Çarpışma ve serbest yön için hesaplanan maksimum deplasman talebi farkları maksimum referans deplasman talebine oranlanmış ve bu değerler % olarak Tablo 4.3'te her iki yön için verilmiştir. Çarpışma yönü için hesaplanan maksimum oran Kocaeli-Dzc180 ivme kaydında 4.98 sağ binası için deprem derzinin 1 cm olduğu durumda hesaplanmıştır (% -90.67). Hesaplanan bu değer kısıtlanan deplasman talebinin maksimum referans deplasmanının % 90.67'si olduğunu göstermektedir (Şekil 4.5). Serbest yönde hesaplanan en büyük oran ise %122.2'dir. Bu değer deprem derzinin 1 cm olduğu 4.98 sol binasında Palmspr-Nps210 ivme kaydı altında hesaplanmıştır (Şekil 4.6).

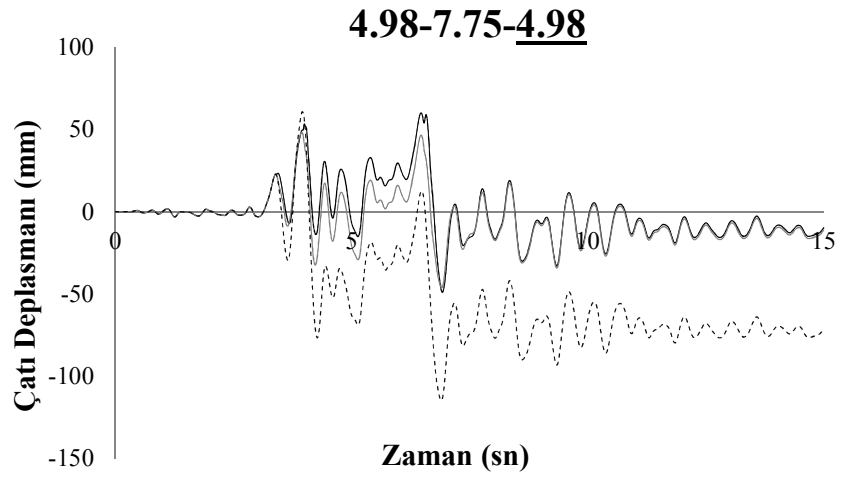
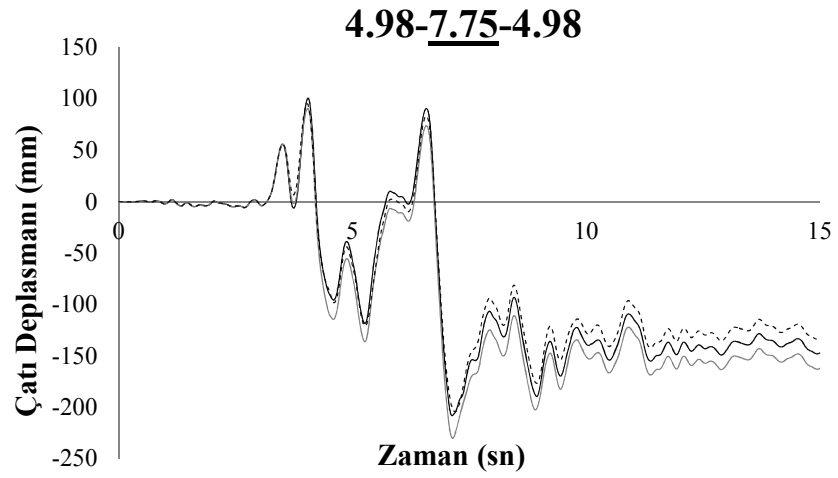
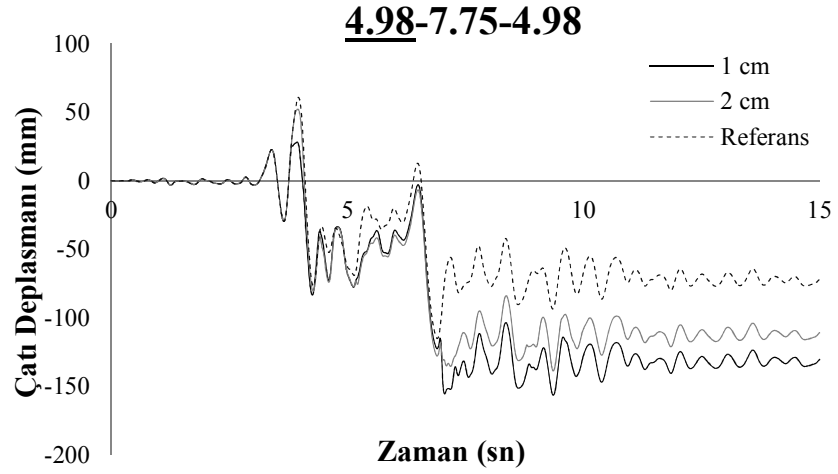
Tablo 4.3'te verilen çarpışma ve serbest yön için hesaplanan oranların ortalamaları 1 cm ve 2 cm derz boşluğu için hesaplanmış ve bu değerler Tablo 4.4'te verilmiştir. Deprem derzinin 1 cm olduğu durumda hesaplanan ortalama değerler, 2 cm deprem derzi için hesaplanan deplasman taleplerinden ortalama olarak %24.6 daha fazla kısıtlanmış, serbest yönde ise %28.13 daha fazla artmıştır.

**Tablo 4.4:** Çarpışma ve Serbest Yöndeki Ortalama Deplasman Farkları

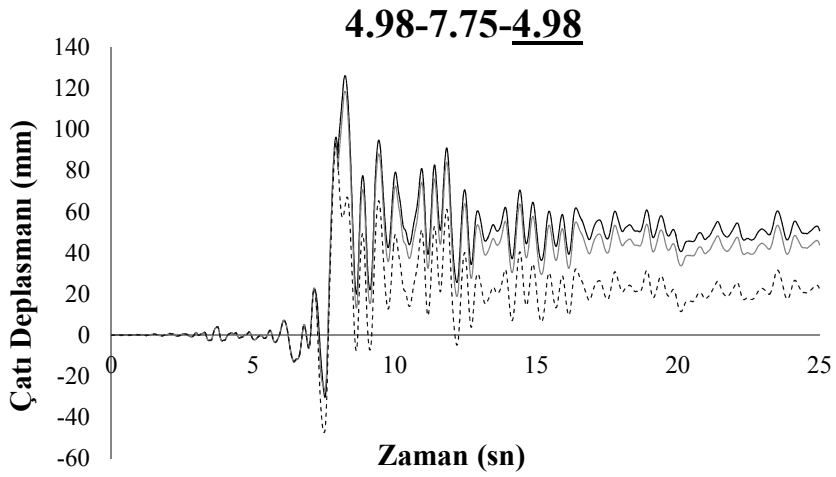
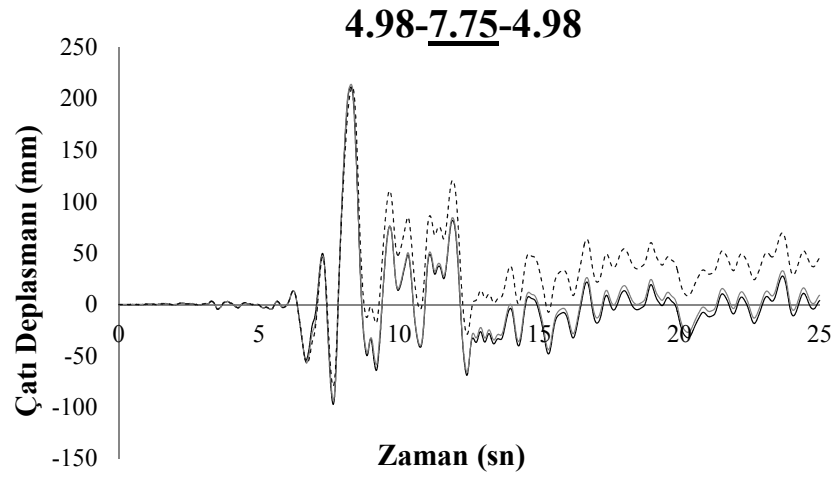
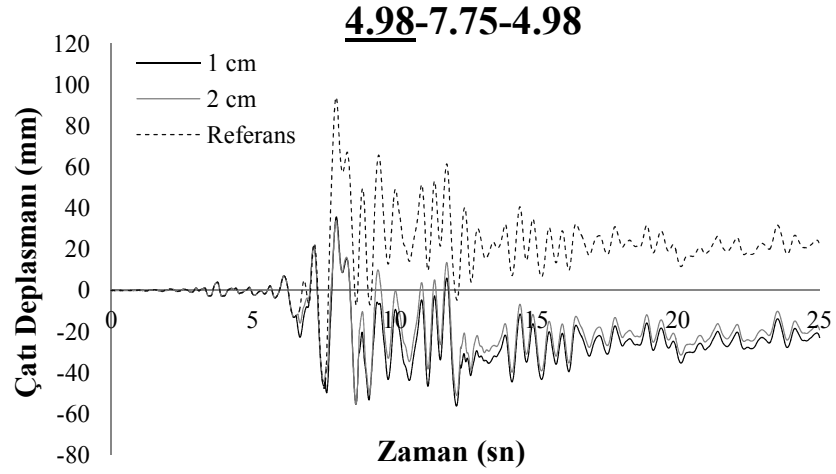
4.98-7.75-4.98			
1 cm-Ortalama (%)		2 cm-Ortalama (%)	
Çarpışma Yönü	Serbest Yön	Çarpışma Yönü	Serbest Yön
-45.43	59.99	-36.46	46.82

4.98-7.75-4.98 kombinasyonunda yer alan tüm binaların deplasman talepleri farklarının maksimum referans deplasmanına oranlarının ortalaması 1 cm ve 2 cm için Şekil 4.11'de verilmiştir. Ayrıca çarpışma ve serbest yönde azalan ve artan deplasman talebi oranlarının dağılımı Şekil 4.12'de gösterilmiştir.

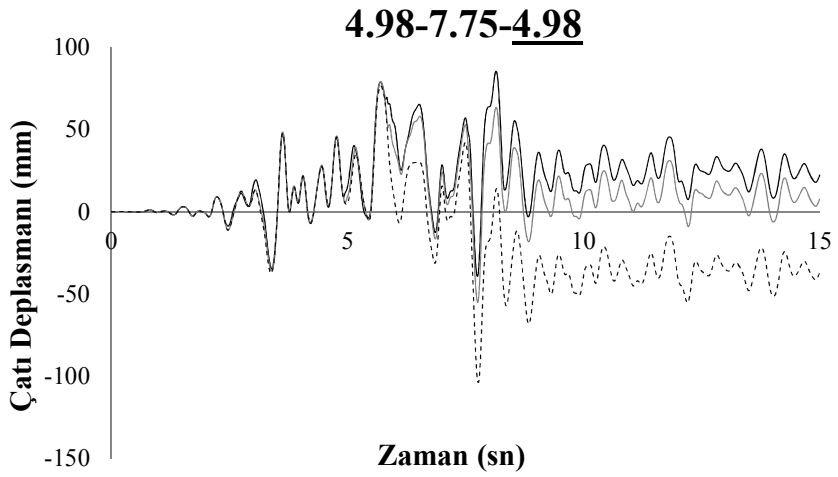
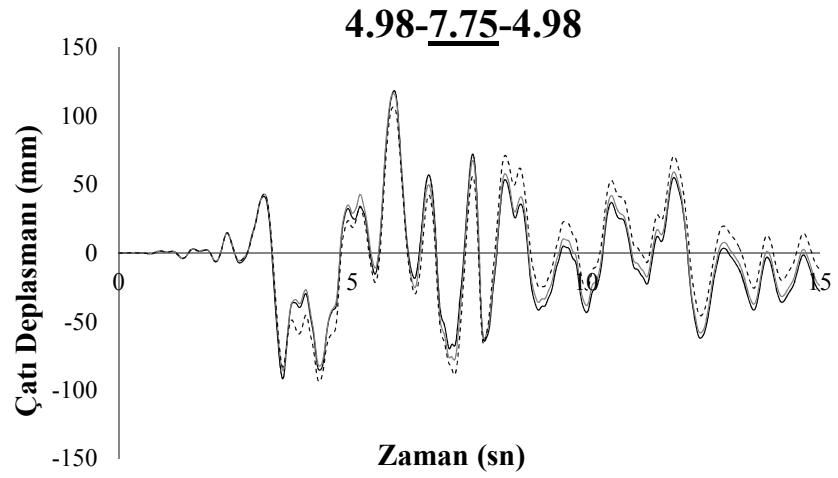
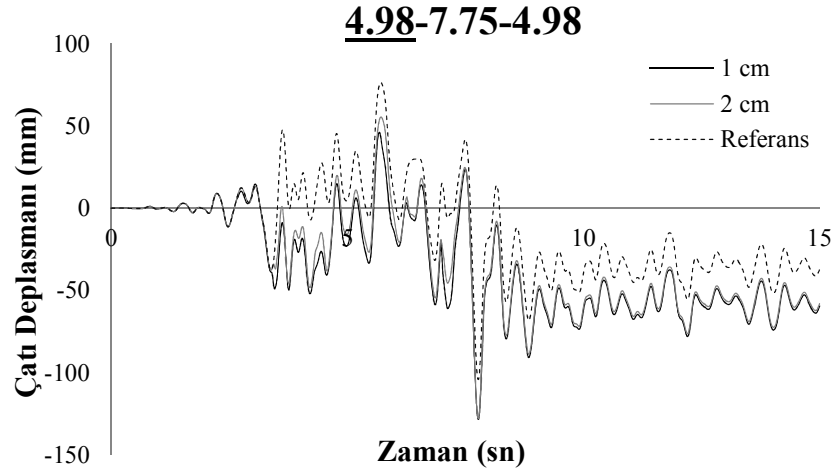
4.98-7.75-4.98 kombinasyonu için en büyük ortalama deplasman talebi farkı 1 cm deprem derzi olduğu durumda 4.98 sol binası için hesaplanmıştır (84.31). En düşük ortalama farklar her iki deprem derzi boşluğu için de ortadaki 7.75 binasında elde edilmiştir. 1 cm ve 2 cm ortalama farkların oranları sol, orta ve sağ bina için sırasıyla 1.06, 1.31 ve 1.31'dir. Derz boşluğunun azalması deplasman farklarının artmasına sebep olmuştur.



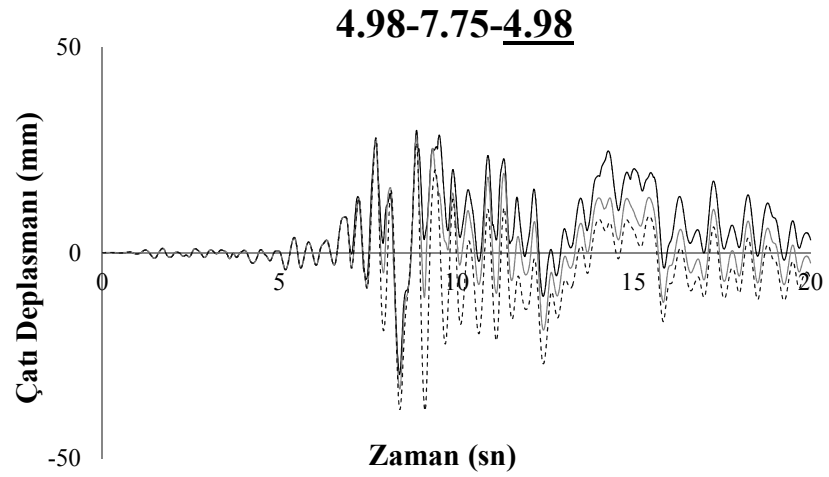
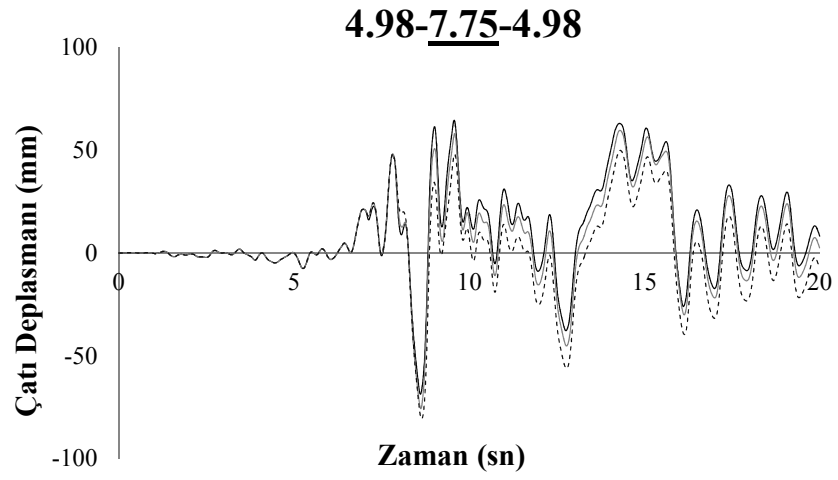
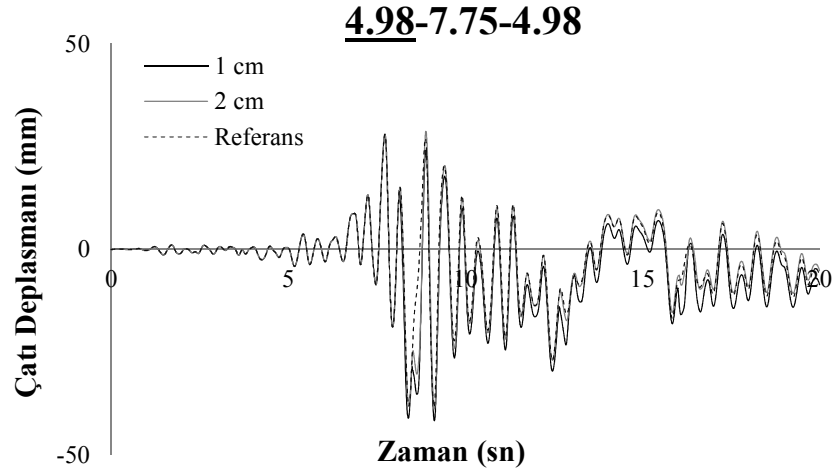
**Şekil 4.2:** Gazli-Gaz000 İvme Kaydına Ait Çatı Deplasmanı-Zaman Grafiği



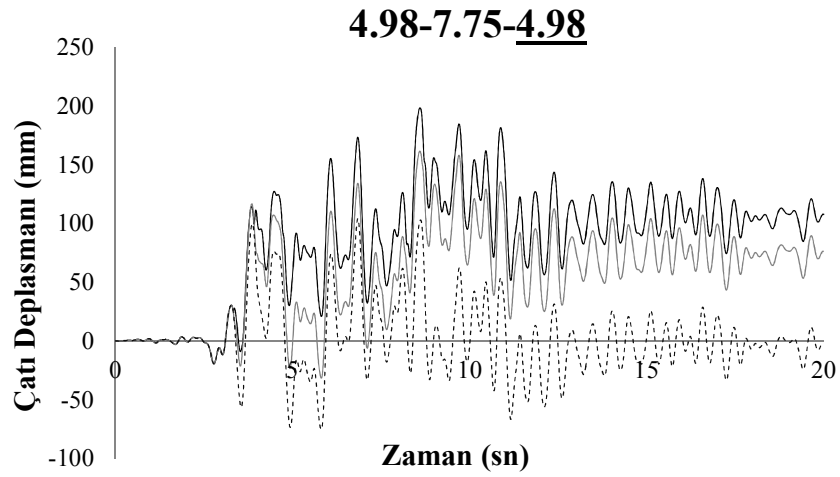
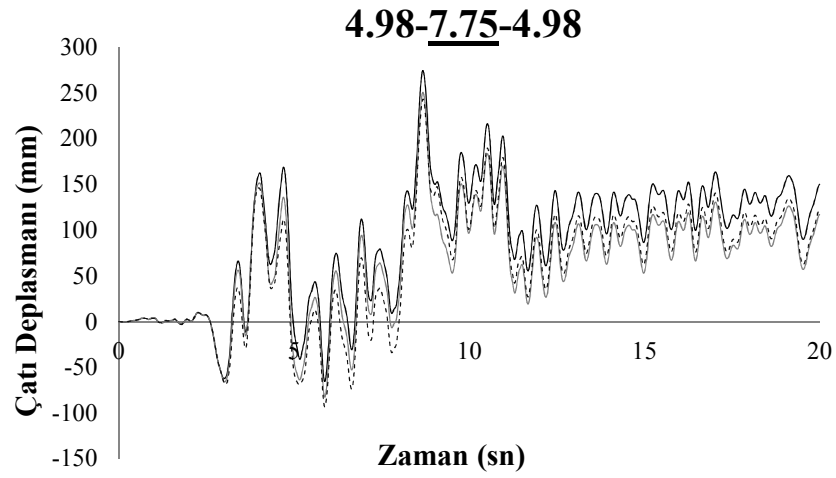
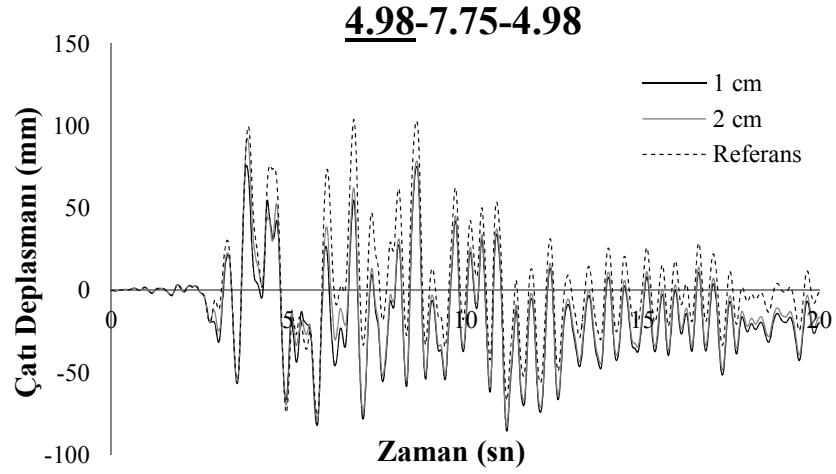
Şekil 4.3: Lomap-Hsp000 İvme Kaydına Ait Çatı Deplasmanı-Zaman Grafiği



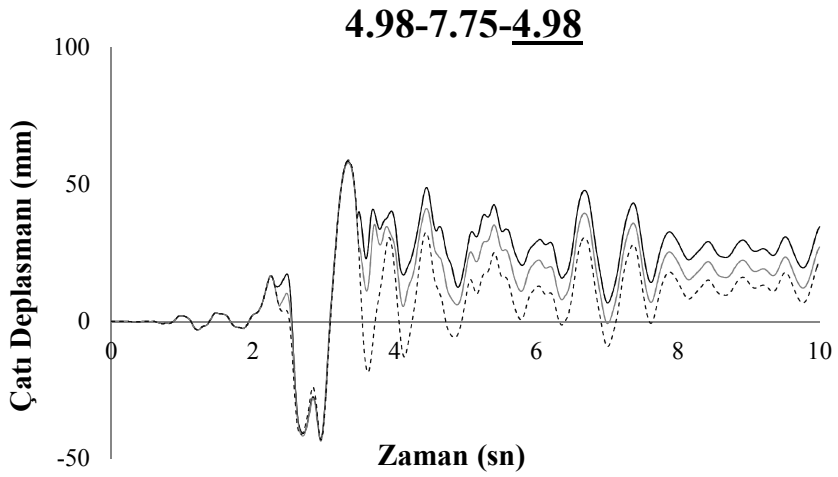
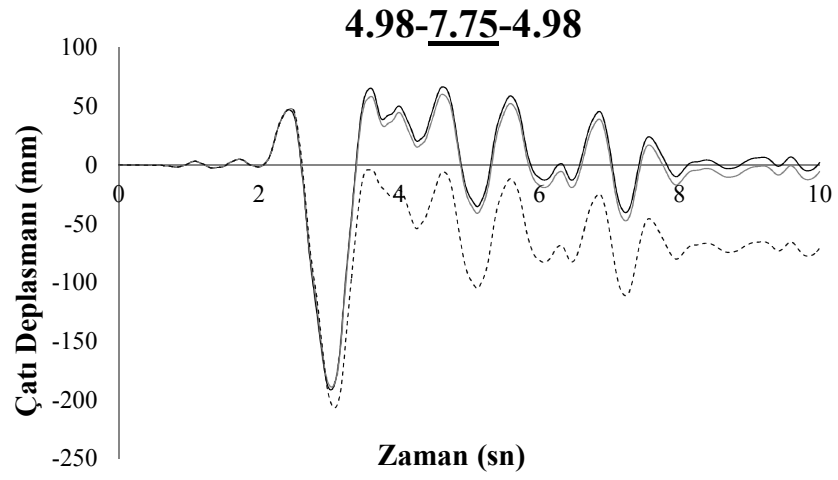
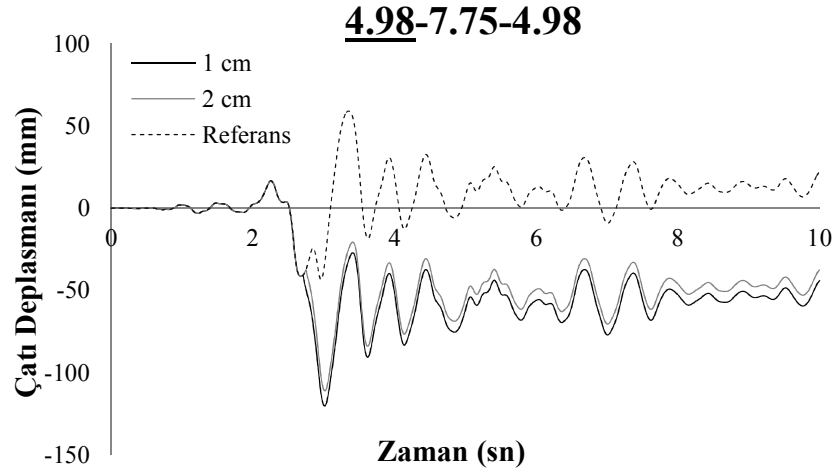
Şekil 4.4: Northr-Spv360 İvme Kaydına Ait Çatı Deplasmanı-Zaman Grafiği



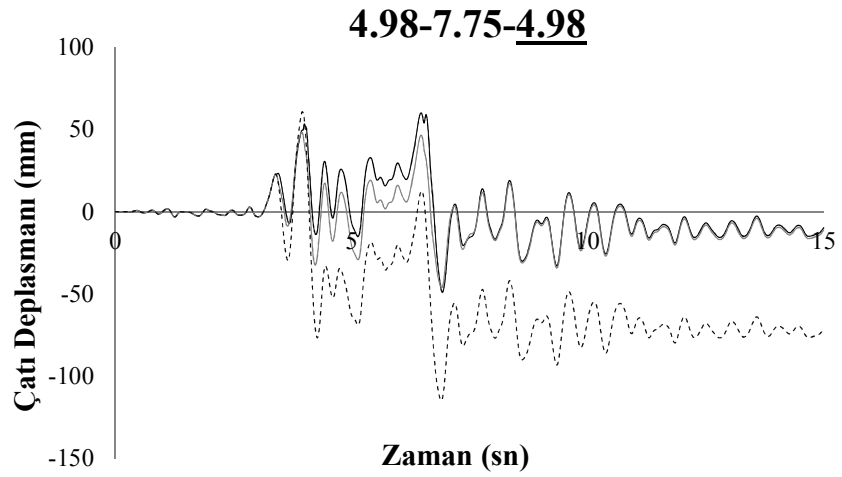
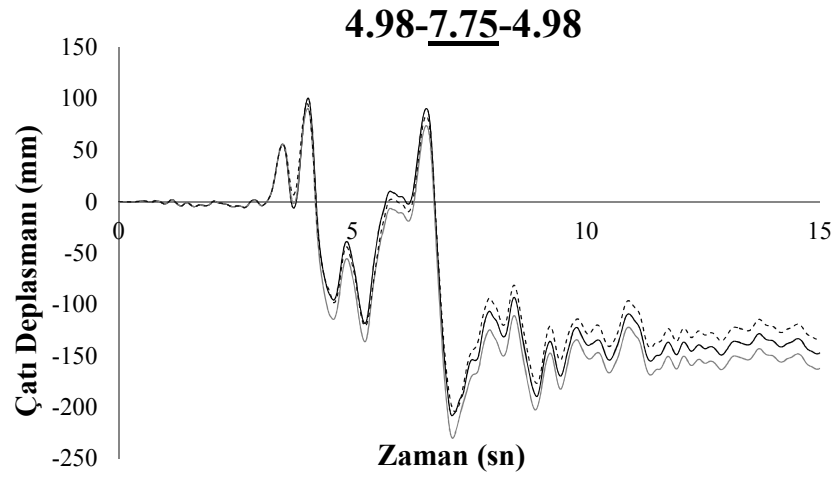
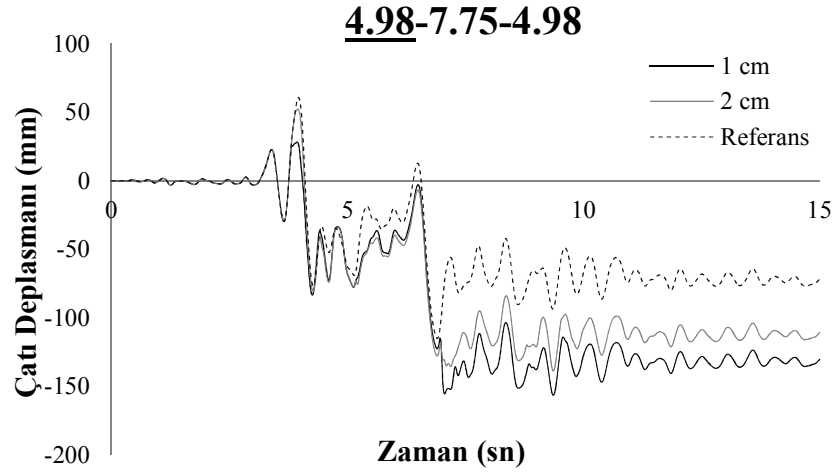
Şekil 4.5: Kocaeli-Dzc180 İvme Kaydına Ait Çatı Deplasmanı-Zaman Grafiği



Şekil 4.6: Northr-Tar360 İvme Kaydına Ait Çatı Deplasmanı-Zaman Grafiği

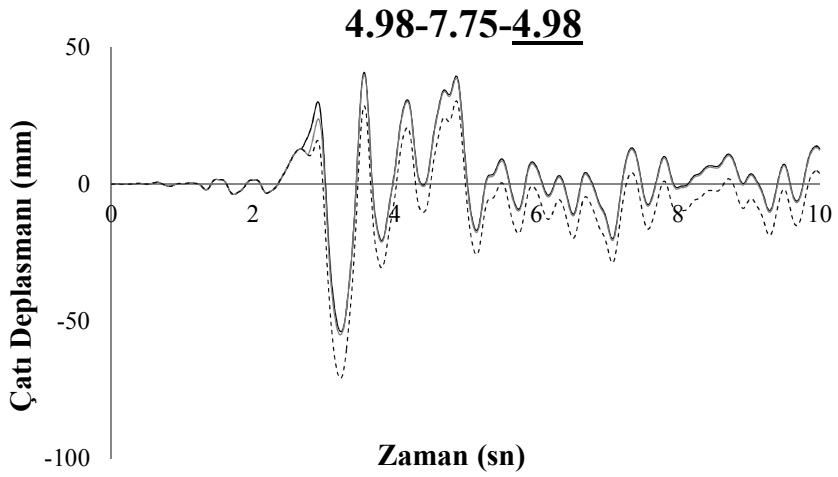
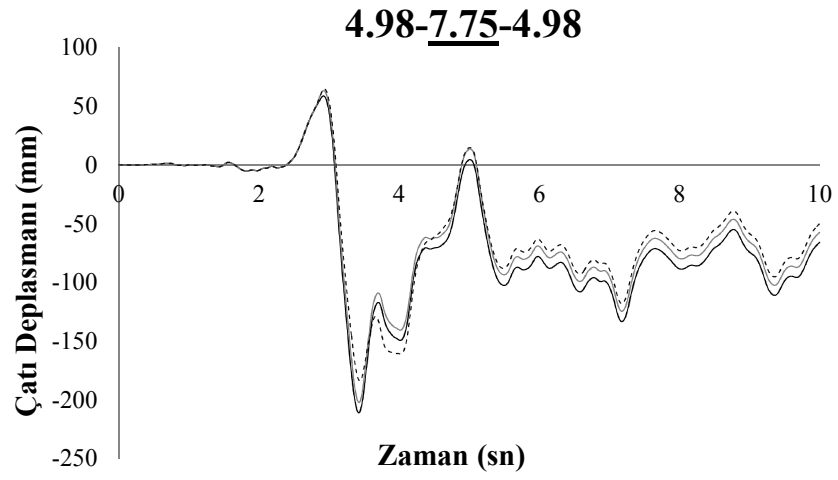
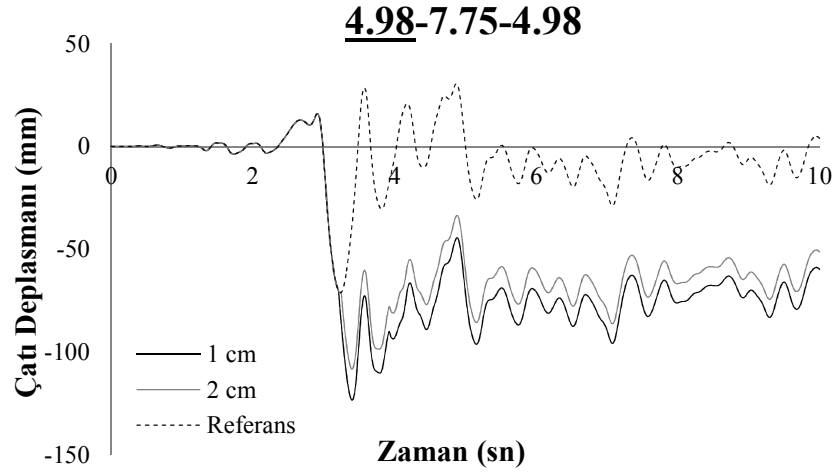


Şekil 4.7: Palmspr-Nps210 İvme Kaydına Ait Çatı Deplasmanı-Zaman Grafiği

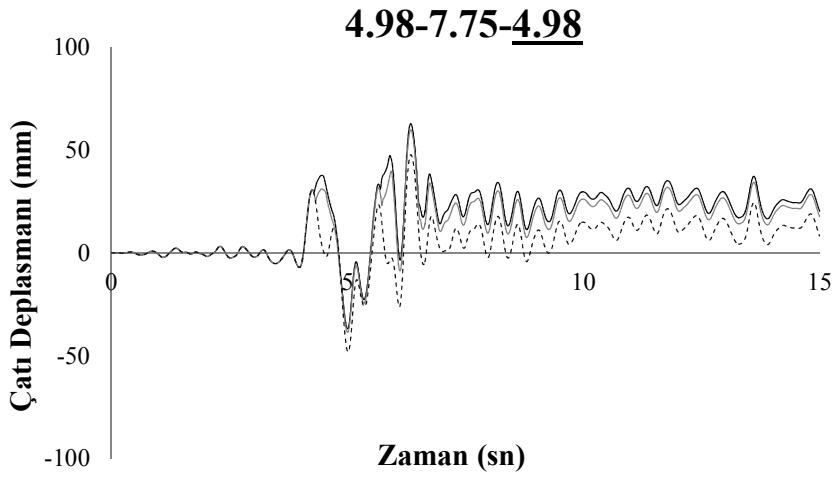
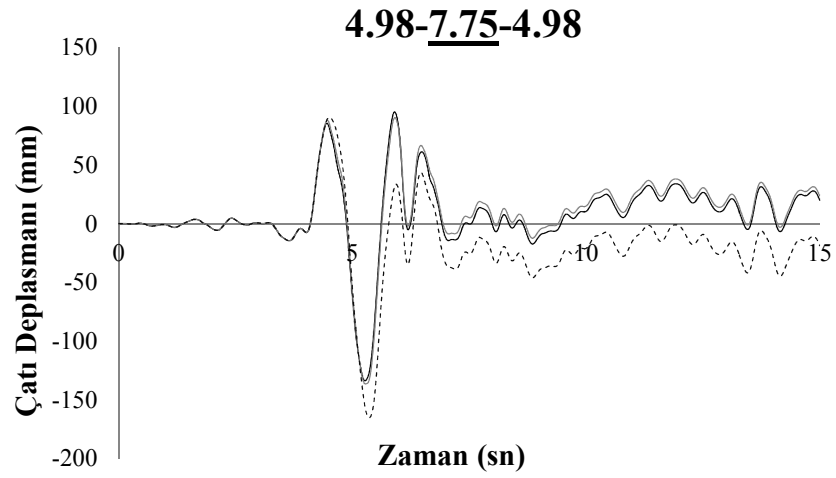
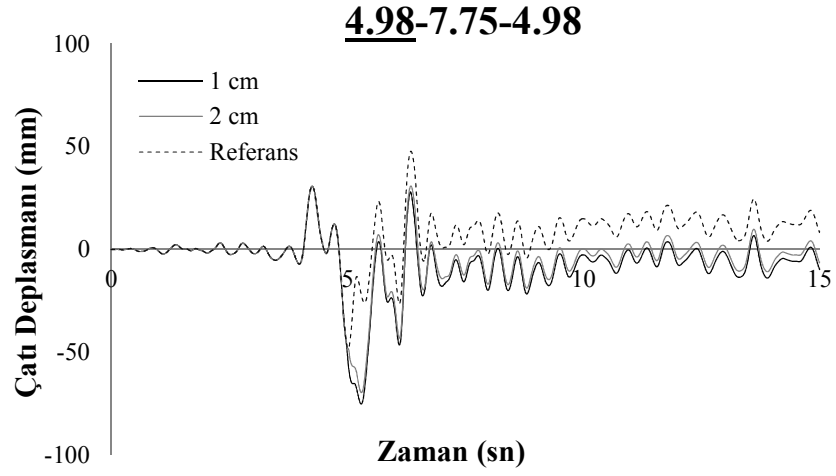


Şekil 4.8: Northr-Sy1090 İvme Kaydına Ait Çatı Deplasmanı-Zaman Grafiği

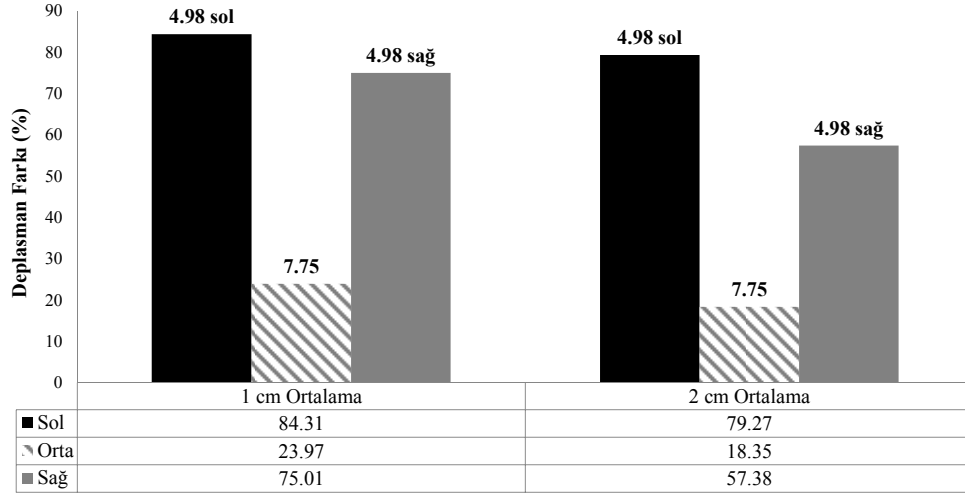




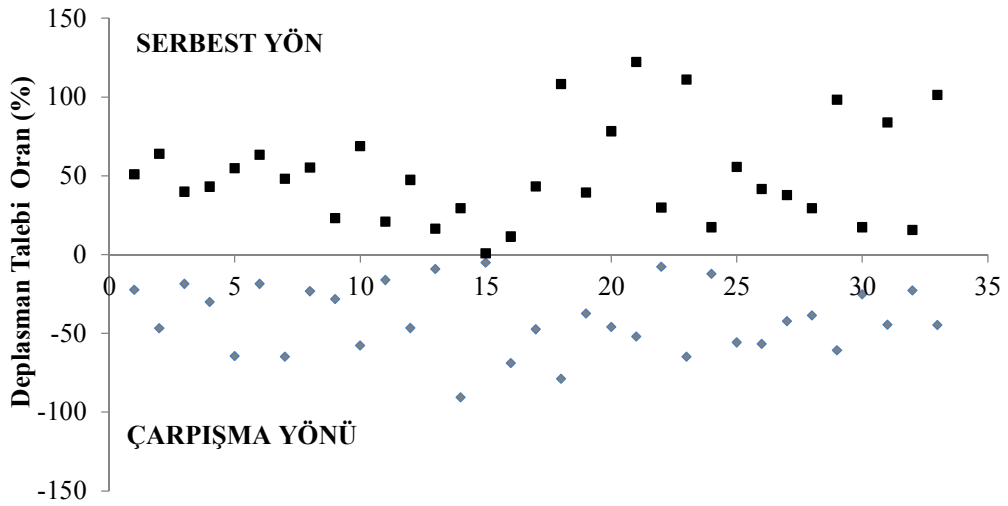
**Şekil 4.9:** Erz-Ew İvme Kaydına Ait Çatı Deplasmanı-Zaman Grafiği



**Şekil 4.10:** Koc-Dzc270 İvme Kaydına Ait Çatı Deplasmanı-Zaman Grafiği



Şekil 4.11: 4.98-7.75-4.98 Kombinasyonuna Ait Deplasman Farklarının Ortalaması



Şekil 4.12: Çarpışma ve Serbest Yöndeki Azalan ve Artan Deplasman Talebi Oranları

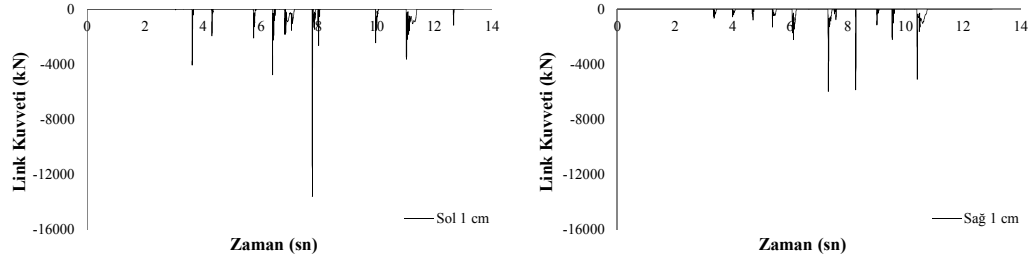
#### 4.2.2 Link Kuvvetlerinin Elde Edilmesi

Kombinasyonda yer alan bina modellerinin birleştirilmesinde Gap link elemanları kullanılmıştır (Doğrusal elastik yay modeli). Gap elemanların sağladığı avantaj binalar arasında bırakılacak olan derz boşluğunun tanımlanabilmesidir. Bu boşluk miktarı sıfırdan küçük olduğu anda link elemanı kuvvet aktarmaya

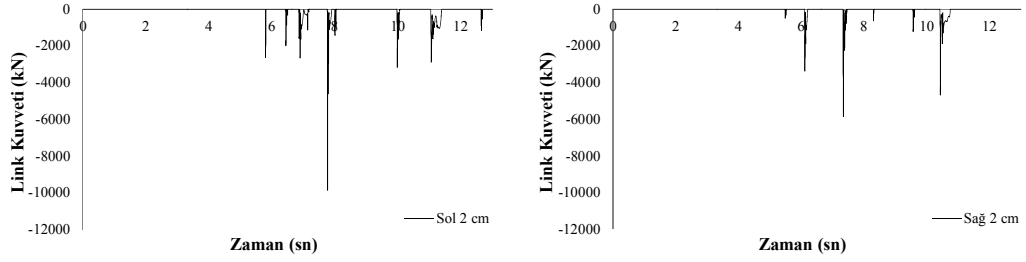
başlamaktadır. Bu çalışma prensibi sayesinde çarpışmanın olduğu zaman ve çarpışma anındaki kuvvet elde edilebilmektedir. Ayrıca çarpışmanın olduğu zamanlar değerlendirilerek çarpışma sayısı da hesaplanabilmektedir.

Bina modelleri her katta kolonların üst ucundan komşu binanın karşısında bulunan elemana bağlanmıştır. Bu sebeple her katta birden fazla doğrusal yay modeli kullanılmıştır. İki bina modelinin birleştirilmesinde kullanılan link elemanlar aynı anda kuvvet aktarmamaktadır. Katların yere göre olan farklı deplasmanları ve binalarda oluşan burulma etkisi ile link elemanlarda (Gap) hesaplanan kuvvetler arasında az da olsa zaman farkı vardır.

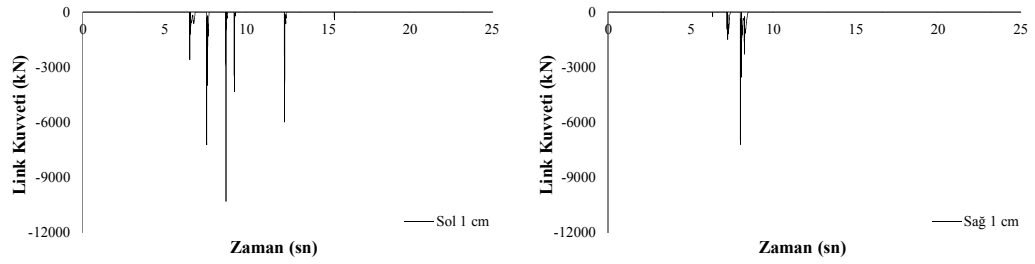
Tez kapsamında oluşturulan çekiçleme modelleri 3 bina modelinden oluştuğu için orta binayı sol ve sağ bina ile birleştiren link elemanları kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlar değerlendirilirken sol bina ile orta binayı birleştiren elemanlar Sol Link, sağ bina ile orta binayı birleştiren elemanlar Sağ Link olarak adlandırılmıştır. Link kuvvetleri hesaplanırken sol ve sağ link elemanlarından elde edilen değerlerin toplamları değerlendirilmiştir. 4.98-7.75-4.98 kombinasyonuna ait tüm depremler için elde edilmiş sol ve sağ linklerden hesaplanan toplam link kuvvetleri Şekil 4.13-Şekil 4.30'da verilmiştir. Tüm Link kuvvetleri her iki deprem derzi (1 cm ve 2 cm) için ayrı ayrı hesaplanmıştır.



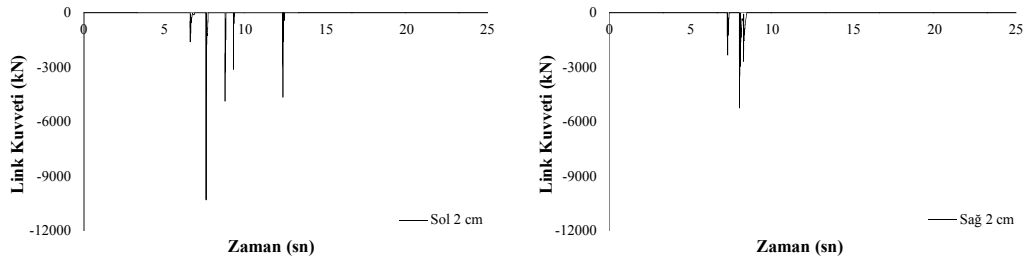
Şekil 4.13: Gazli-Gaz000 İvme Kaydına Ait Link Kuvvetleri (1 cm)



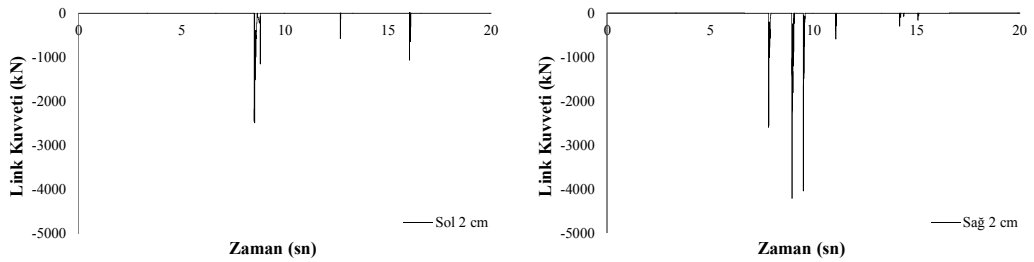
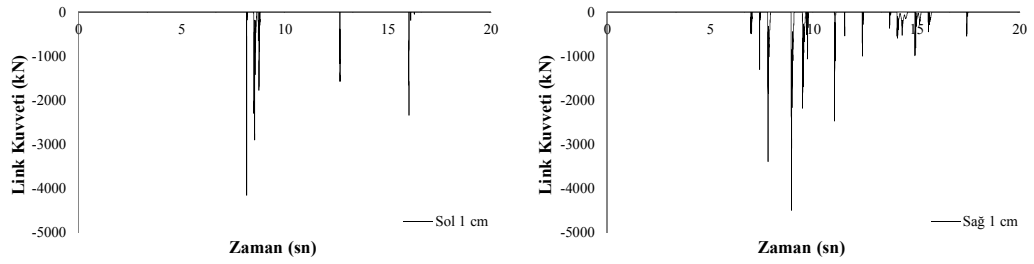
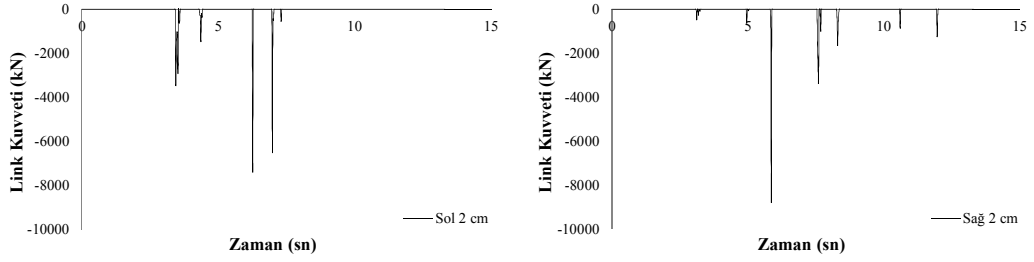
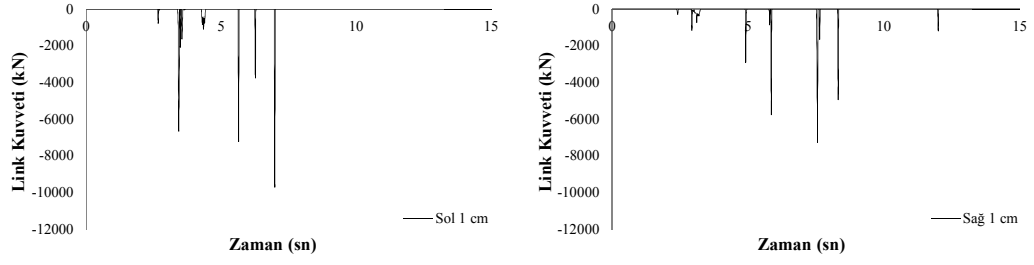
Şekil 4.14: Gazli-Gaz000 İvme Kaydına Ait Link Kuvvetleri (2 cm)

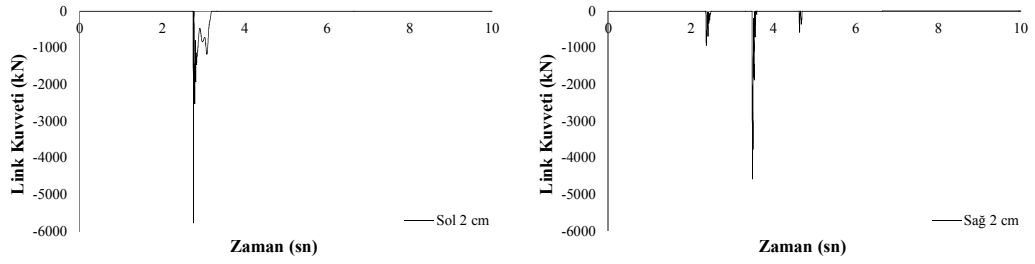
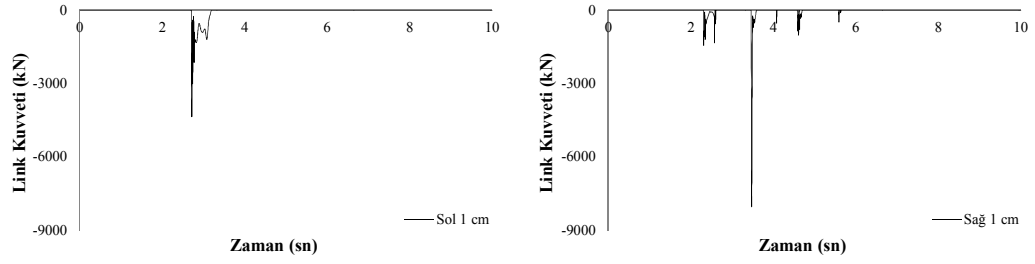
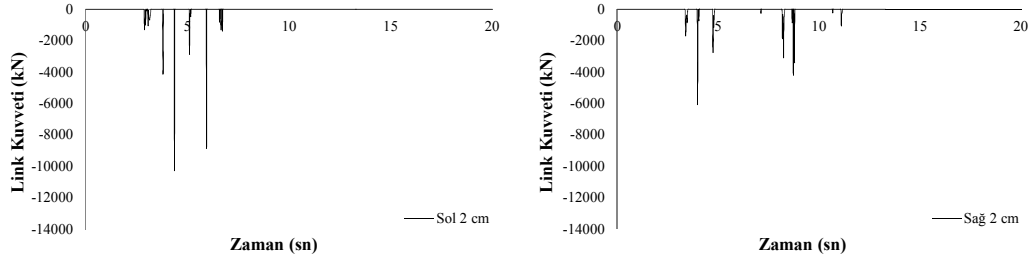
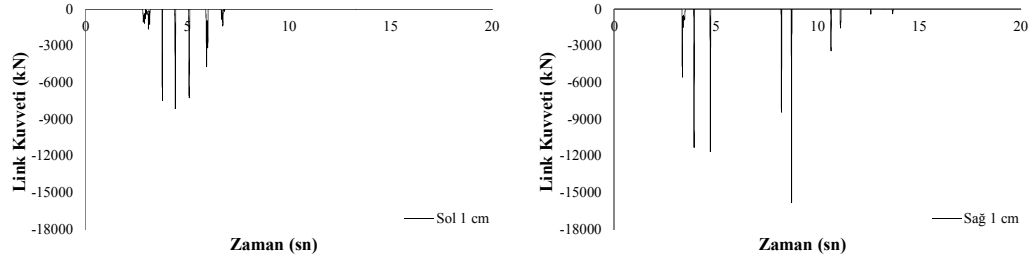


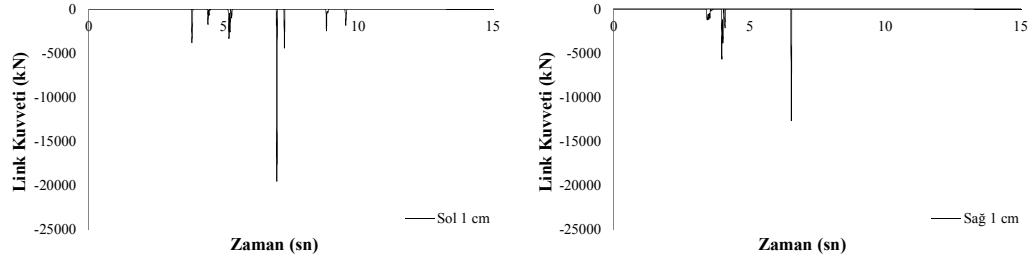
Şekil 4.15: Lomap-Hsp000 İvme Kaydına Ait Link Kuvvetleri (1 cm)



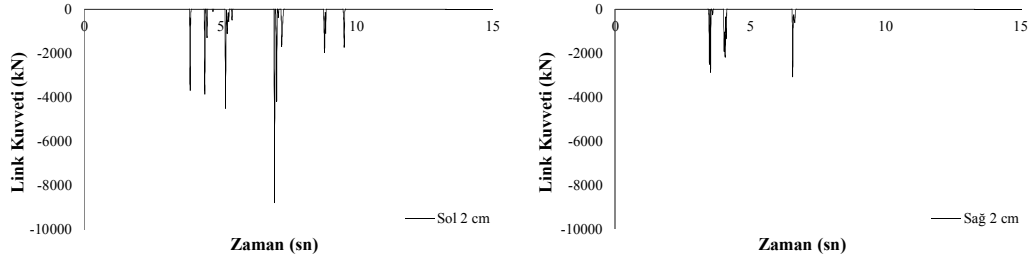
Şekil 4.16: Lomap-Hsp000 İvme Kaydına Ait Link Kuvvetleri (2 cm)



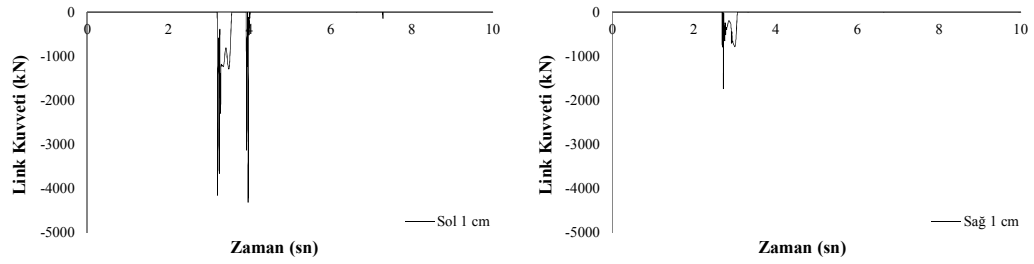




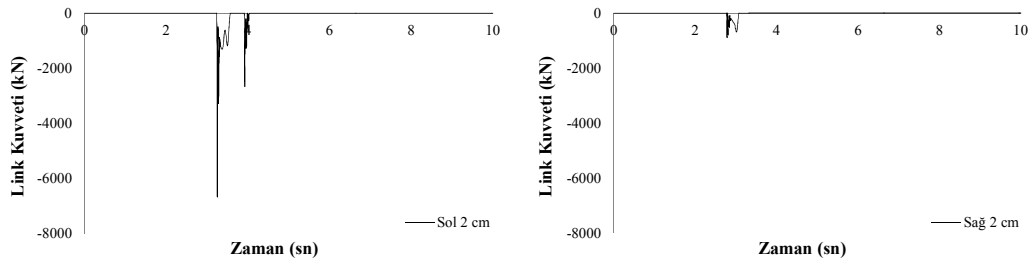
Şekil 4.25: Northr-Syl090 İvme Kaydına Ait Link Kuvvetleri (1 cm)



Şekil 4.26: Northr-Syl090 İvme Kaydına Ait Link Kuvvetleri (2 cm)

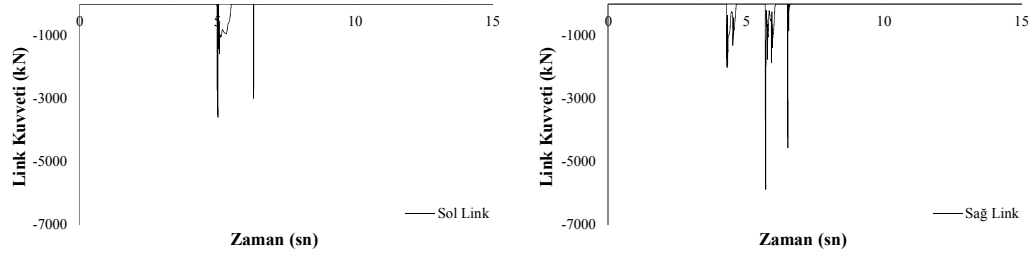


Şekil 4.27: Erz-Ew İvme Kaydına Ait Link Kuvvetleri (1 cm)

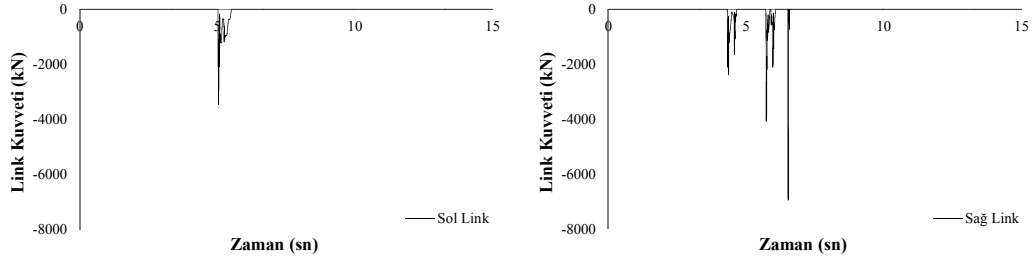


Şekil 4.28: Erz-Ew İvme Kaydına Ait Link Kuvvetleri (2 cm)





**Şekil 4.29:** Koc-Dzc270 İvme Kaydına Ait Link Kuvvetleri (1 cm)



**Şekil 4.30:** Koc-Dzc270 İvme Kaydına Ait Link Kuvvetleri (2 cm)

4.98-7.75-4.98 kombinasyonunda 1 cm ve 2 cm deprem derzi için yapılan tüm analizlerde çarpışma oluşmuş ve link elemanlarda kuvvet meydana gelmiştir. Link elemanlarda oluşan her kuvvet çarpışma sayısını temsil etmektedir. 1 cm ve 2 cm deprem derzi durumunda kombinasyon için çarpışma sayıları elde edilmiştir. Tüm ivme kayıtları için elde edilen çarpışma sayılarının 1 cm ve 2 cm için ortalamaları alınmıştır (Tablo 4.5). 1 cm ve 2 cm deprem derzi için hesaplanan ortalamalar birbirlerine oranlanarak deprem derzinin değimiyle çarpışma sayısının etkileşimi karşılaştırılmıştır. Sol ve sağ link elemanlarının her ikisinde de 1 cm deprem derzinde daha fazla çarpışma olmuştur. Bu kombinasyon için değerlendirme yapıldığında çarpışma sayısının deprem derzinin azalmasıyla arttığı gözlemlenmiştir.

**Tablo 4.5:** Çarpışma Sayılarının Ortalamaları

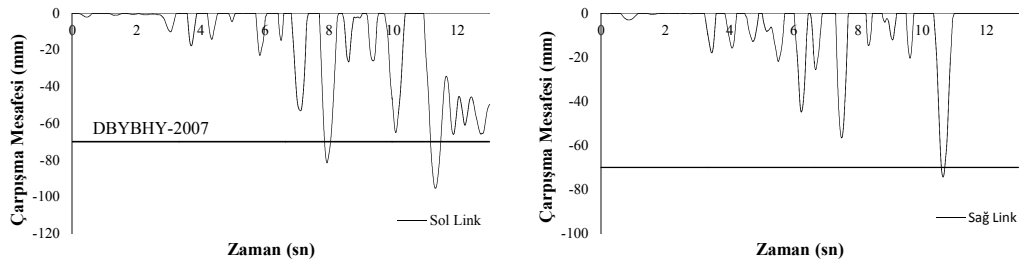
4.98-7.75-4.98		
DEĞER	Sol Link	Sağ Link
1 cm Ortalama	5.33	6.78
2 cm Ortalama	4.78	4.78
(1 cm) / (2 cm)	1.12	1.42

### 4.2.3 Çarpışma Mesafelerinin Elde Edilmesi

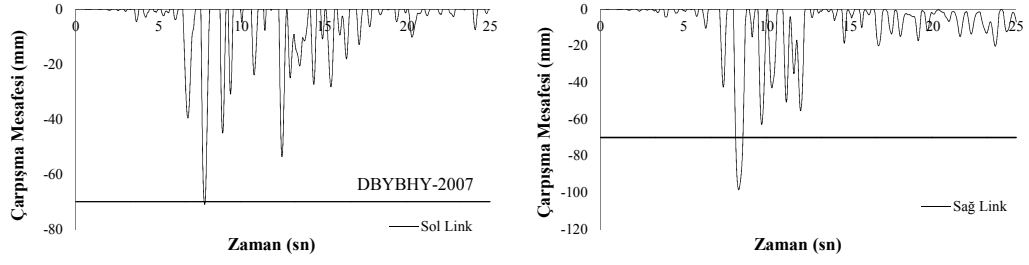
Tez kapsamında oluşturulan tüm çekiçleme modelleri arasında yetersiz deprem derz miktarlarını temsil eden boşluklar (1 cm ve 2 cm) ve binalar arasında çarpışma oluşmayacak şekilde temsili bir boşluk miktarı bırakılmıştır. Referans modelleri temsil eden çarpışmanın olmadığı durumda link elemanlardan link deformasyon değerleri elde edilmiştir. Bu değerler link elemanlara tanımlanan boşluğun zamana bağlı olarak değişimini göstermektedir. Elde edilen pozitif değerler analiz süresince modeller arasında artan boşluk miktarını temsil etmektedir. Negatif değerler ise modellerin çarpışması için aralarında kalan mesafeyi göstermektedir. Bu sebeple tüm grafiklerde negatif değerler kullanılmıştır.

Zamana bağlı olarak elde edilen link deformasyonlarının negatif değerlerinin en küçüğü çarpışmanın olmaması için bina modelleri arasında bırakılması gereken minimum deprem derzini temsil etmektedir. 4.98-7.75-4.98 kombinasyonuna ait çarpışma mesafeleri tüm depremler için Şekil 4.31-Şekil 4.39’de verilmiştir.

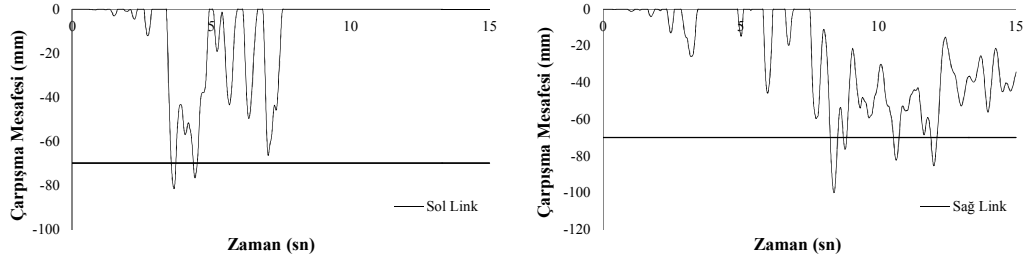
DBYBHY-2007’de yer alan Madde 2.10.3.2’ye göre bina modelleri arasında bırakılması gereken minimum deprem derzi tezin 2. Bölümünde 70 mm olarak hesaplanmıştır. Şekil 4.31-Şekil 4.39’de verilen grafiklerde 70 mm DBYBHY-2007’ye göre bina modelleri arasında bırakılması gereken minimum değer olarak çizdirilmiştir. Böylece bu kombinasyon için DBYBHY-2007’ye göre bırakılan minimum deprem derzi (70 mm) değerinin yeterliliği değerlendirilmiştir.



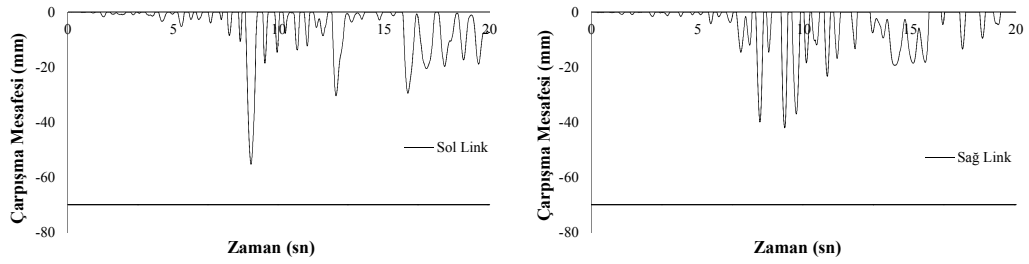
Şekil 4.31: Gazli-Gaz000 İvme Kaydına Ait Çarpışma Mesafeleri



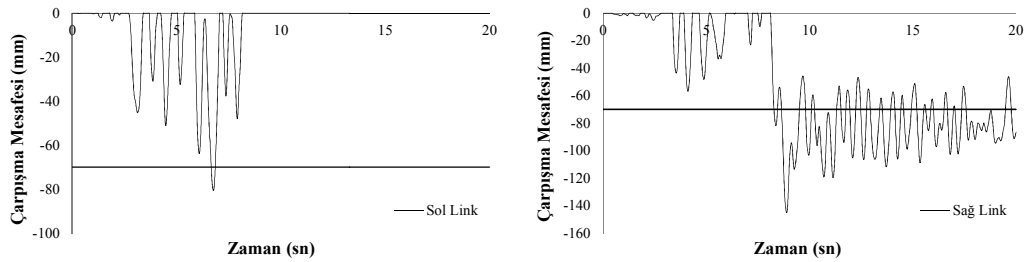
**Şekil 4.32:** Lomap-Hsp000 İvme Kaydına Ait Çarpışma Mesafeleri



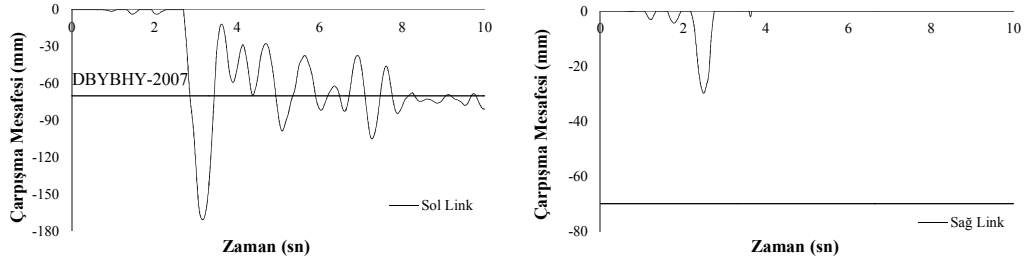
**Şekil 4.33:** Northr-Spv360 İvme Kaydına Ait Çarpışma Mesafeleri



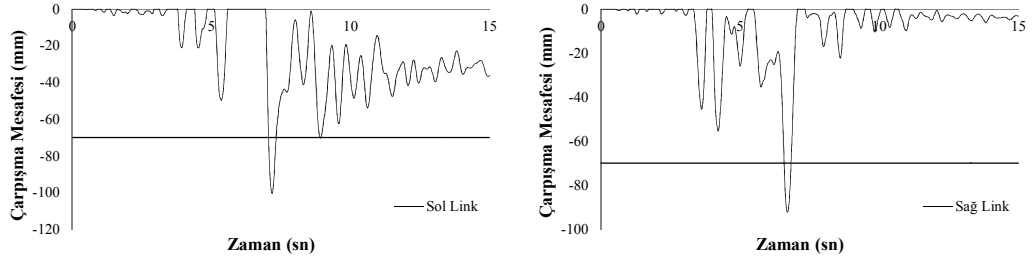
**Şekil 4.34:** Kocaeli-Dzc180 İvme Kaydına Ait Çarpışma Mesafeleri



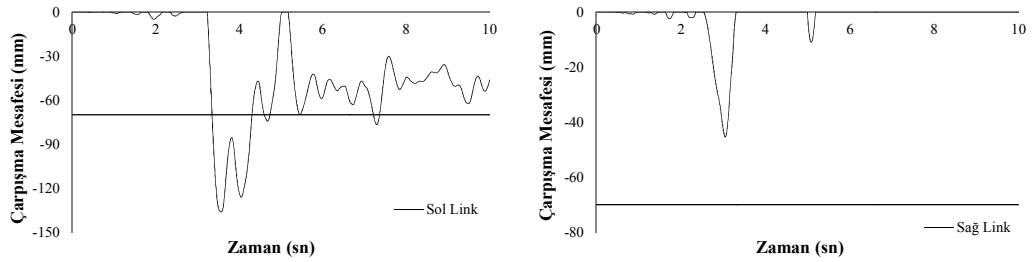
**Şekil 4.35:** Northr-Tar360 İvme Kaydına Ait Çarpışma Mesafeleri



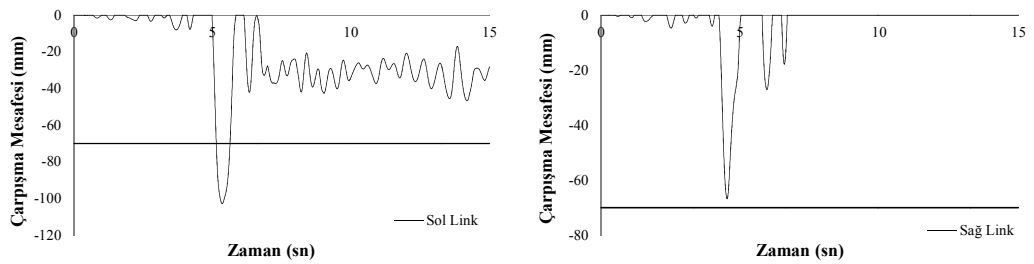
**Şekil 4.36:** Palmspr-Nps210 İvme Kaydına Ait Çarpışma Mesafeleri



**Şekil 4.37:** Northr-Syl090 İvme Kaydına Ait Çarpışma Mesafeleri



**Şekil 4.38:** Erz-Ew İvme Kaydına Ait Çarpışma Mesafeleri



**Şekil 4.39:** Koc-Dzc270 İvme Kaydına Ait Çarpışma Mesafeleri

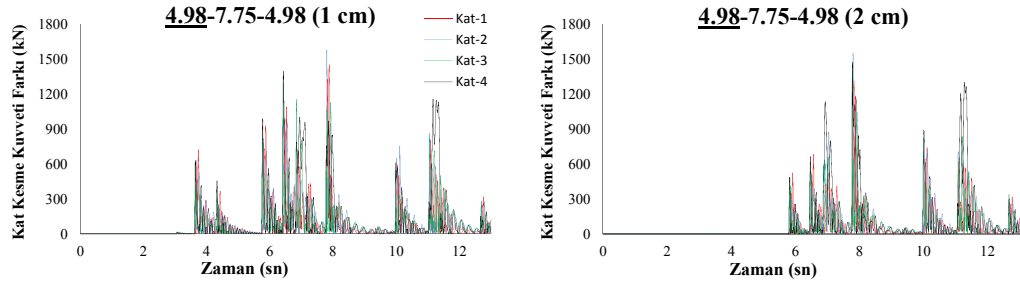
Çarpışma mesafesi olarak verilen değerlerin en büyüğü çekiçleme olmaması için binalar arasında bırakılması gereken minimum deprem derzini göstermektedir. 4.98-7.75-4.98 kombinasyonu tüm analizlerde elde edilen çarpışma mesafeleri (bırakılması gereken minimum deprem derzi) Tablo 4.6’da verilmiştir. Bu kombinasyon için bırakılması gereken en büyük deprem derzi 170.12 mm olarak hesaplanmıştır. Tablo 4.6’da analizlerden elde edilen bırakılması gereken minimum deprem derzlerinin %72.22’si DBYBHY-2007 kullanılarak hesaplanan minimum derz boşluğu değerini aşmaktadır. Kocaeli-Dzc180 kaydı dışında tüm ivme kayıtlarında sol veya sağ taraftaki linkte 70 mm derz aralığının aşıldığı görülmektedir.

**Tablo 4.6:** 4.98-7.75-4.98 Kombinasyonuna Ait Çarpışma Mesafeleri

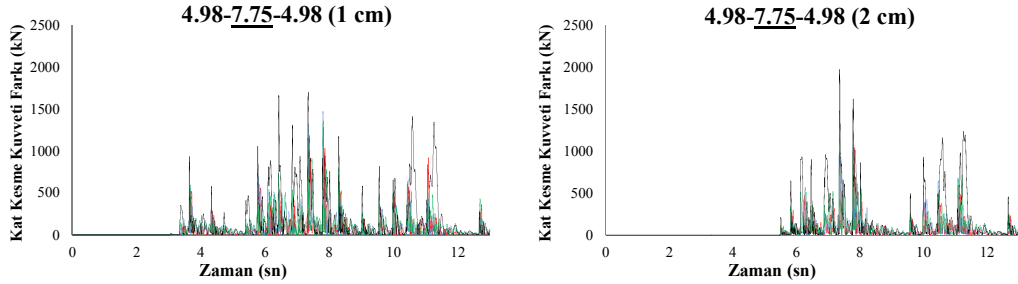
<b>ÇARPIŞMA MESAFESİ (mm)</b>		
<b>Deprem</b>	<b>Link</b>	<b>4.98-7.75-4.98</b>
<b>Gazli-Gaz000</b>	<b>Sol</b>	-95.19
	<b>Sağ</b>	-73.95
<b>Lomap-Hsp000</b>	<b>Sol</b>	-70.92
	<b>Sağ</b>	-98.21
<b>Northr-Spv360</b>	<b>Sol</b>	-81.43
	<b>Sağ</b>	-100.14
<b>Kocaeli-Dzc180</b>	<b>Sol</b>	-55.2
	<b>Sağ</b>	-41.92
<b>Northr-Tar360</b>	<b>Sol</b>	-80.65
	<b>Sağ</b>	-145.15
<b>Palmspr-Nps210</b>	<b>Sol</b>	-170.12
	<b>Sağ</b>	-29.75
<b>Northr-Syl090</b>	<b>Sol</b>	-100.1
	<b>Sağ</b>	-92.22
<b>Erz-Ew</b>	<b>Sol</b>	-136.05
	<b>Sağ</b>	-45.45
<b>Koc-Dzc270</b>	<b>Sol</b>	-102.53
	<b>Sağ</b>	-66.76

#### 4.2.4 Kat Kesme Kuvveti Farklarının Elde Edilmesi

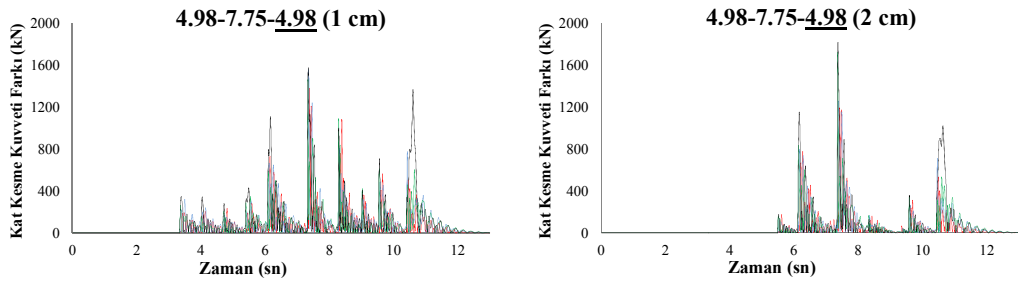
Kombinasyondaki tüm binaların 1 cm, 2 cm ve referans durumları için kat kesme kuvvetleri zamana bağlı olarak hesaplanmıştır. 1 cm ve 2 cm için hesaplanan kat kesme kuvvetlerinin referans kat kesme kuvvetinden olan mutlak farkları alınmıştır. Bu hesaplama modellerin link elemanlarla komşu binaya bağlanan ilk dört katında gerçekleştirilmiştir. 4.98-7.75-4.98 kombinasyonunda bulunan tüm binaların 1 cm ve 2 cm deprem derzi için elde edilmiş kat kuvveti farkı Şekil 4.40-Şekil 4.66’te verilmiştir. Verilen grafikler grafik başlığında altı çizili olarak verilen modele aittir.



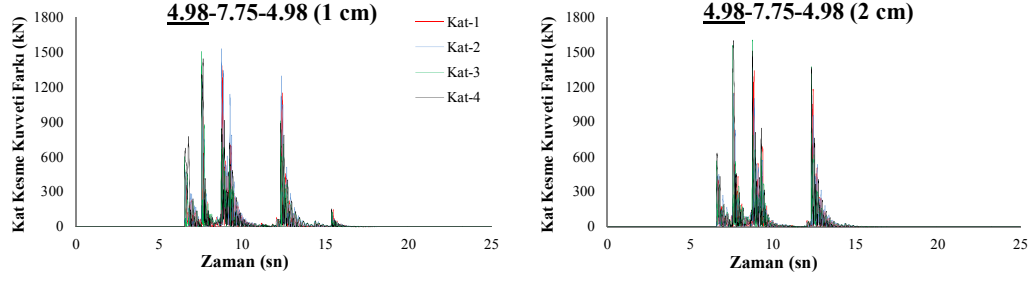
Şekil 4.40: Gazli-Gaz000 İvme Kaydına Ait 4.98 Sol Binasının Kat Kesme Kuvveti Farkları



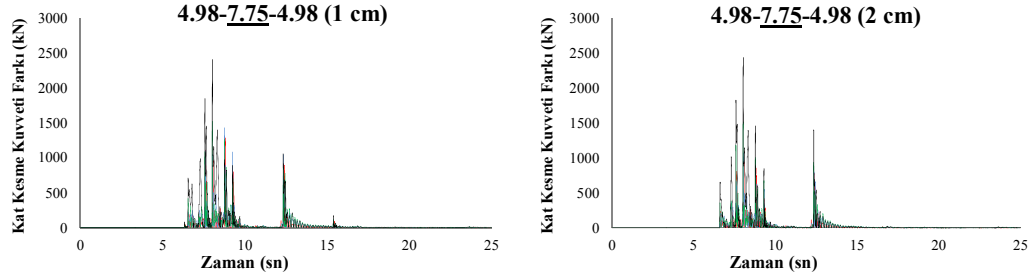
Şekil 4.41: Gazli-Gaz000 İvme Kaydına Ait 7.75 Binasının Kat Kesme Kuvveti Farkları



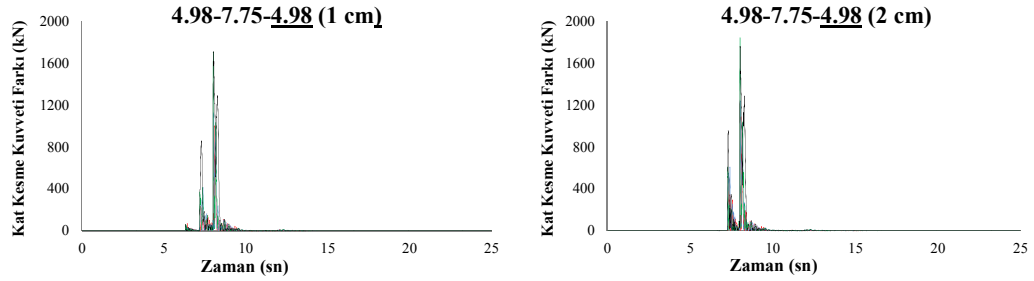
Şekil 4.42: Gazli-Gaz000 İvme Kaydına Ait 4.98 Sağ Binasının Kat Kesme Kuvveti Farkları



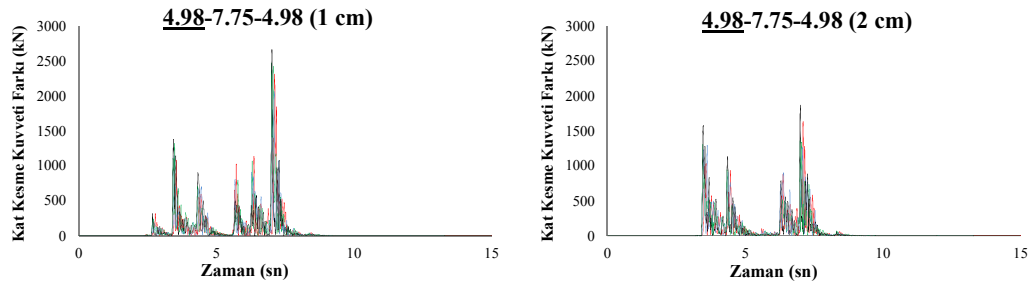
**Şekil 4.43:** Lomap-Hsp000 İvme Kaydına Ait 4.98 Sol Binasının Kat Kesme Kuvveti Farkları



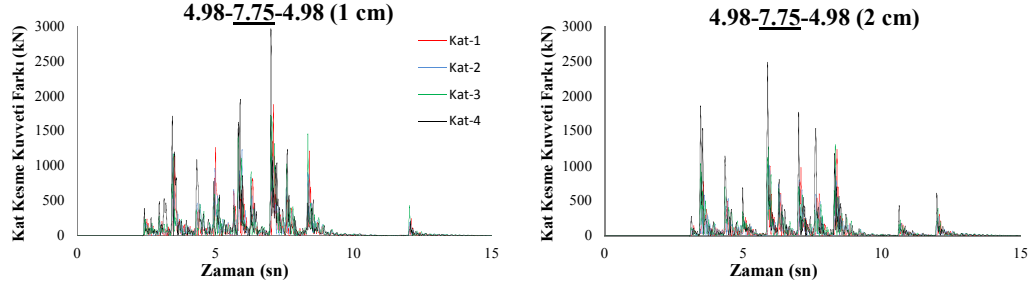
**Şekil 4.44:** Lomap-Hsp000 İvme Kaydına Ait 7.75 Binasının Kat Kesme Kuvveti Farkları



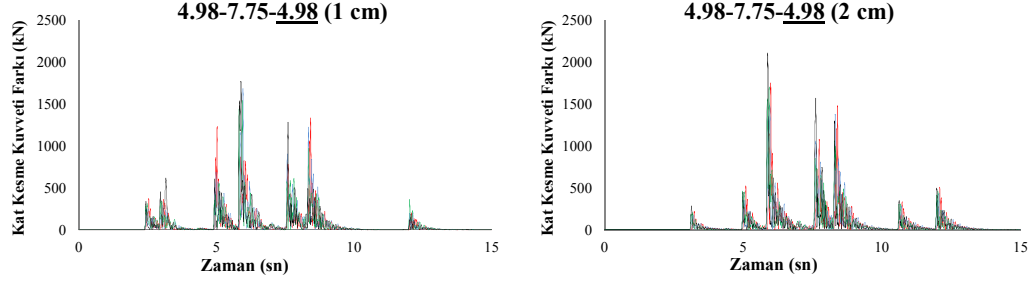
**Şekil 4.45:** Lomap-Hsp000 İvme Kaydına Ait 4.98 Sağ Binasının Kat Kesme Kuvveti Farkları



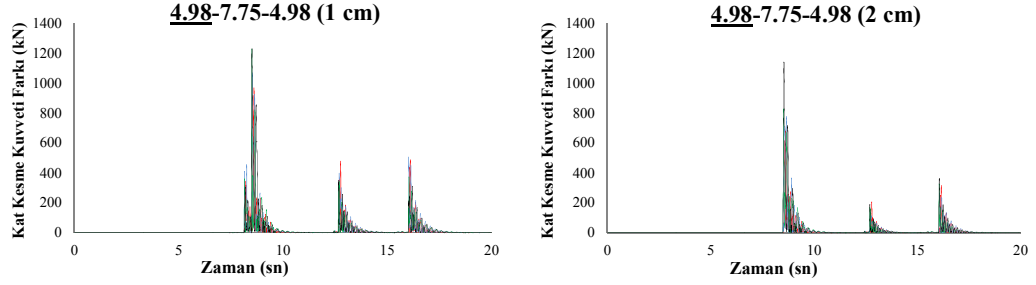
**Şekil 4.46:** Northr-Spv360 İvme Kaydına Ait 4.98 Sol Binasının Kat Kesme Kuvveti Farkları



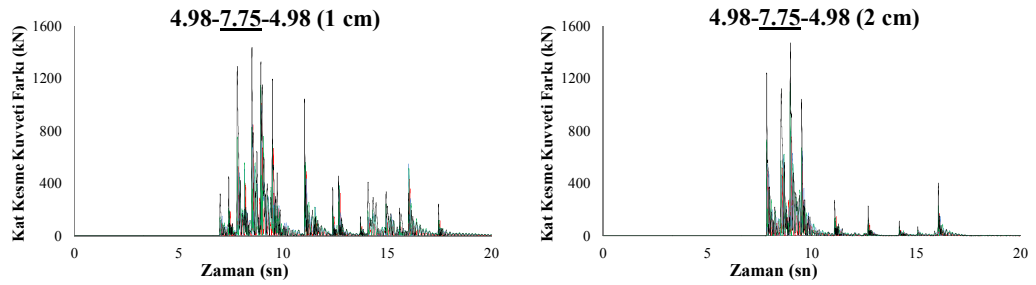
Şekil 4.47: Northr-Spv360 İvme Kaydına Ait 7.75 Binasının Kat Kesme Kuvveti Farkları



Şekil 4.48: Northr-Spv360 İvme Kaydına Ait 4.98 Sağ Binasının Kat Kesme Kuvveti Farkları

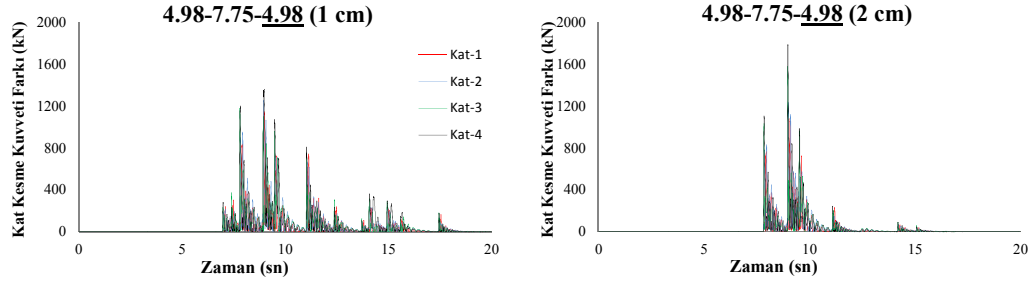


Şekil 4.49: Kocaeli-Dzc180 İvme Kaydına Ait 4.98 Sol Binasının Kat Kesme Kuvveti Farkları

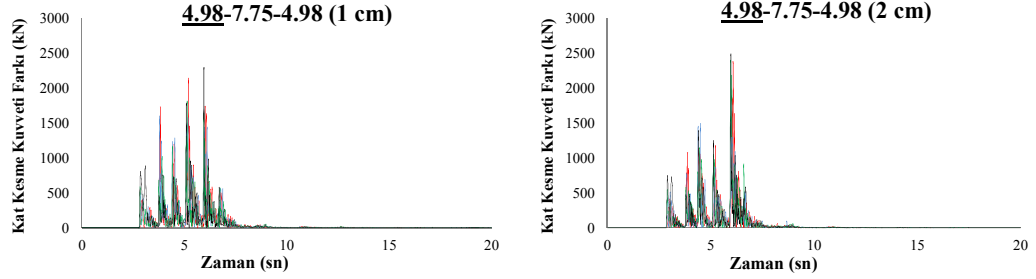


Şekil 4.50: Kocaeli-Dzc180 İvme Kaydına Ait 7.75 Binasının Kat Kesme Kuvveti Farkları

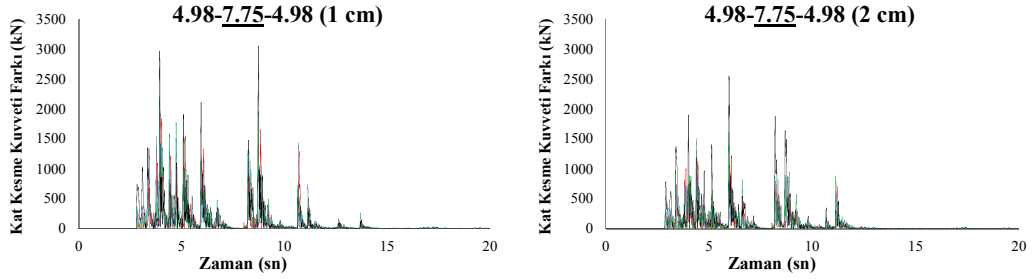




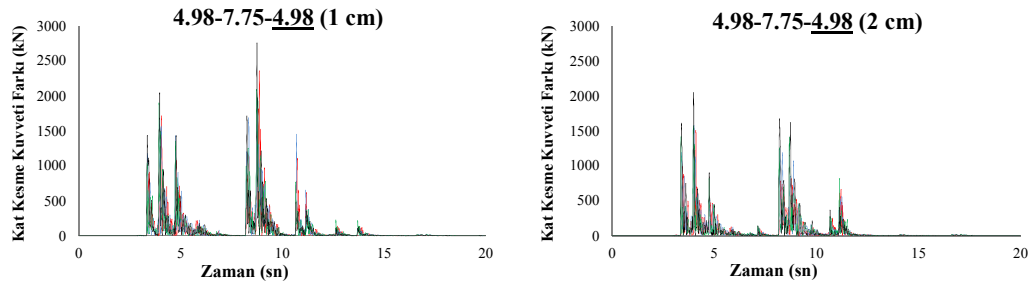
Şekil 4.51: Kocaeli-Dzc180 İvme Kaydına Ait 4.98 Sağ Binasının Kat Kesme Kuvveti Farkları



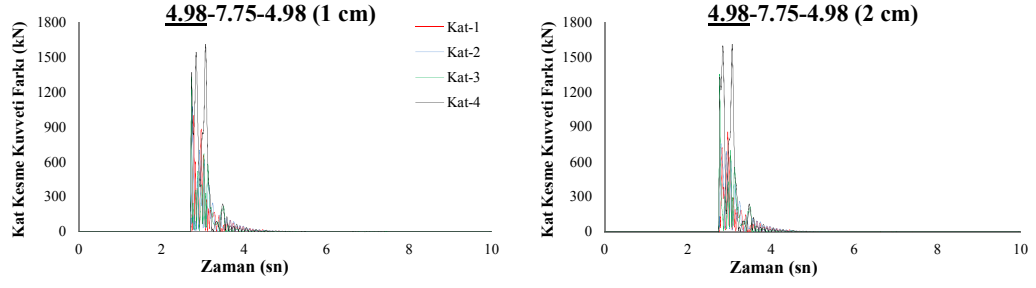
Şekil 4.52: Northr-Tar360 İvme Kaydına Ait 4.98 Sol Binasının Kat Kesme Kuvveti Farkları



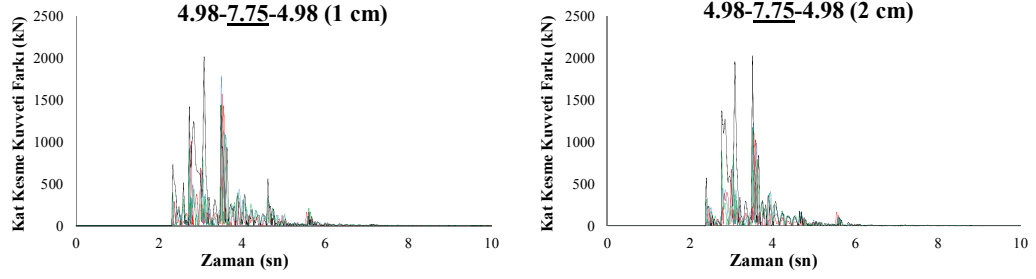
Şekil 4.53: Northr-Tar360 İvme Kaydına Ait 7.75 Binasının Kat Kesme Kuvveti Farkları



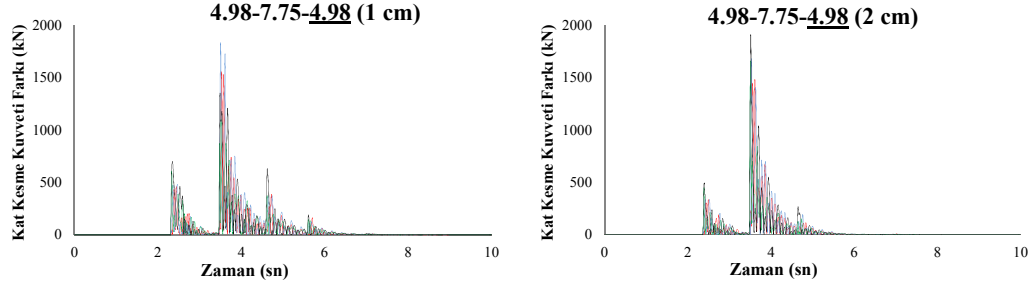
Şekil 4.54: Northr-Tar360 İvme Kaydına Ait 4.98 Sağ Binasının Kat Kesme Kuvveti Farkları



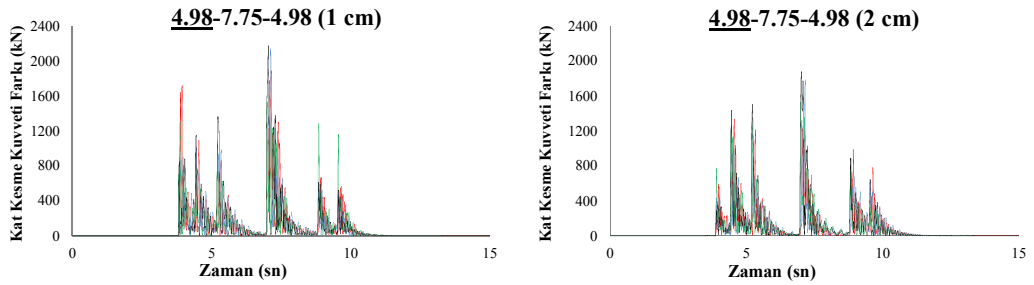
Şekil 4.55: Palmspr-Nps210 İvme Kaydına Ait 4.98 Sol Binasının Kat Kesme Kuvveti Farkları



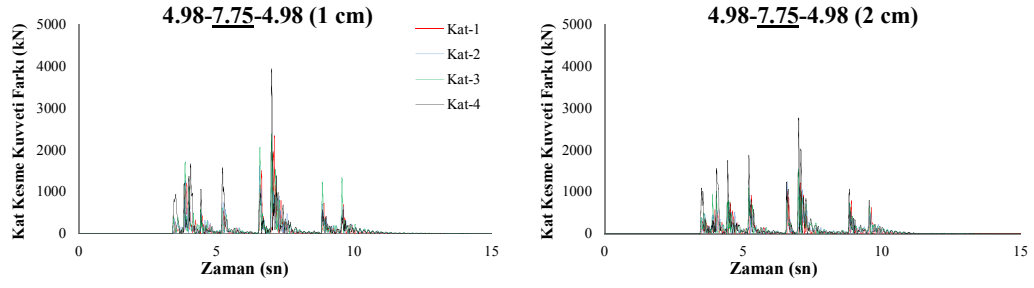
Şekil 4.56: Palmspr-Nps210 İvme Kaydına Ait 7.75 Binasının Kat Kesme Kuvveti Farkları



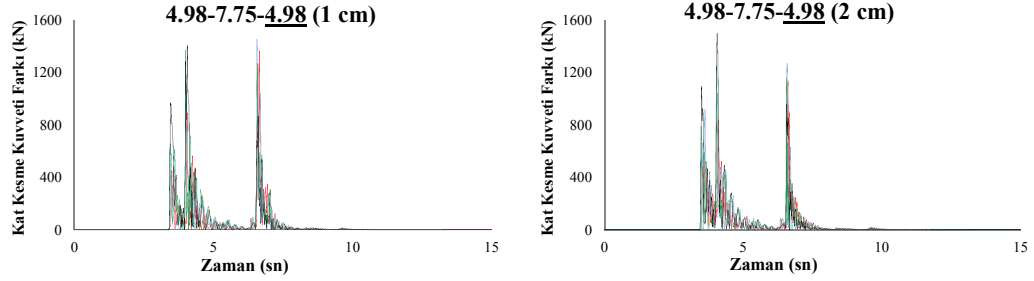
Şekil 4.57: Palmspr-Nps210 İvme Kaydına Ait 4.98 Sağ Binasının Kat Kesme Kuvveti Farkları



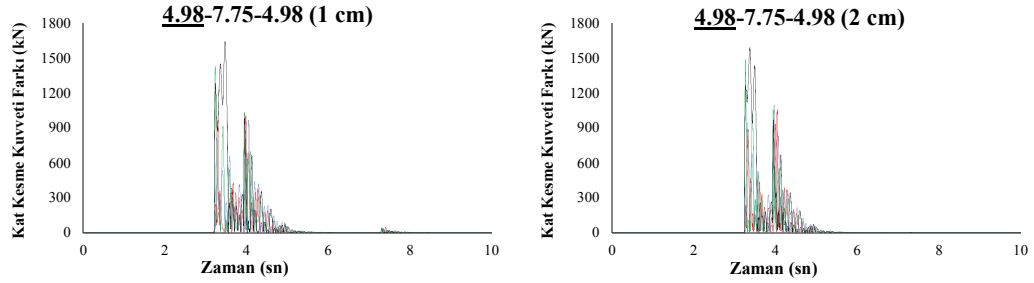
Şekil 4.58: Northr-Syl090 İvme Kaydına Ait 4.98 Sol Binasının Kat Kesme Kuvveti Farkları



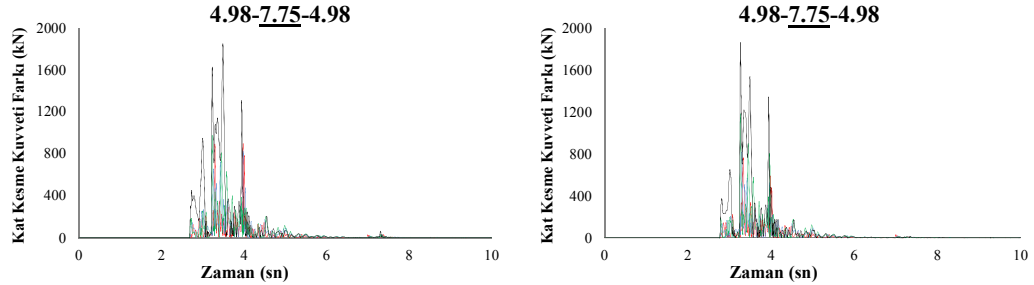
Şekil 4.59: Northr-Syl090 İvme Kaydına Ait 7.75 Binasının Kat Kesme Kuvveti Farkları



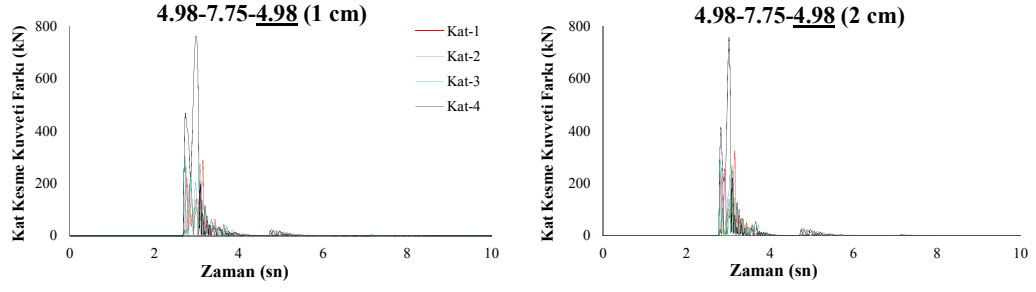
Şekil 4.60: Northr-Syl090 İvme Kaydına Ait 4.98 Sağ Binasının Kat Kesme Kuvveti Farkları



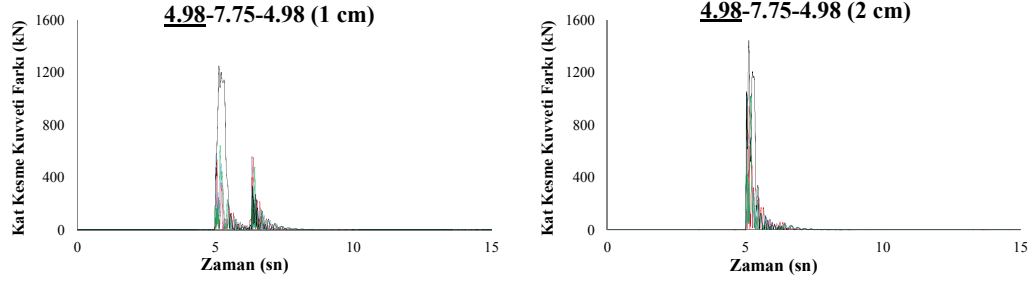
Şekil 4.61: Erz-Ew İvme Kaydına Ait 4.98 Sol Binasının Kat Kesme Kuvveti Farkları



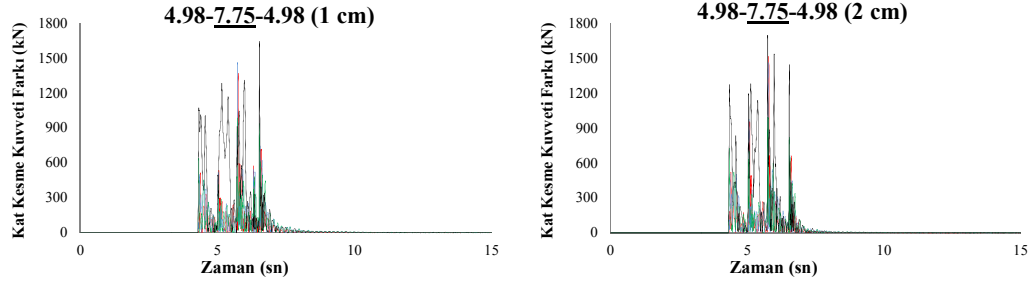
Şekil 4.62: Erz-Ew İvme Kaydına Ait 7.75 Binasının Kat Kesme Kuvveti Farkları



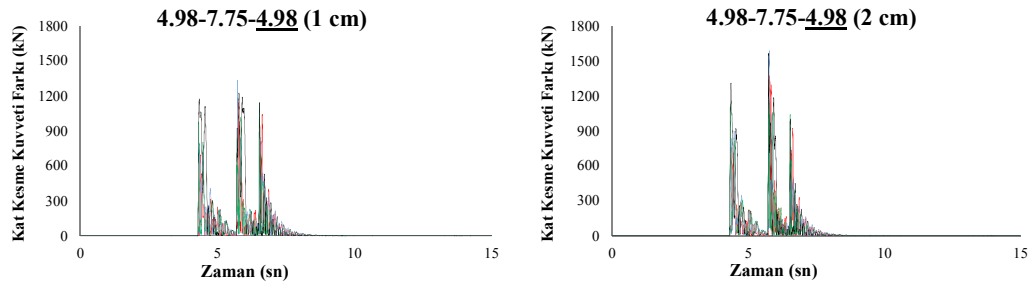
Şekil 4.63: Erz-Ew İvme Kaydına Ait 4.98 Sağ Binasının Kat Kesme Kuvveti Farkları



Şekil 4.64: Koc-Dzc270 İvme Kaydına Ait 4.98 Sol Binasının Kat Kesme Kuvveti Farkları



Şekil 4.65: Koc-Dzc270 İvme Kaydına Ait 7.75 Binasının Kat Kesme Kuvveti Farkları

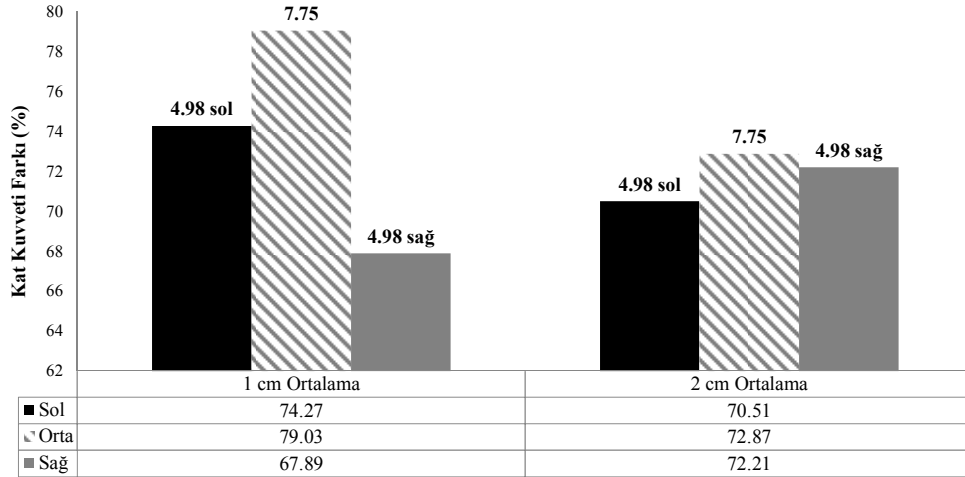


Şekil 4.66: Koc-Dzc270 İvme Kaydına Ait 4.98 Sağ Binasının Kat Kesme Kuvveti Farkları

Hesaplanan kat kuvvetleri farklarının hangi katta olduğuna bakılmaksızın maksimum değerleri alınmıştır. Alınan maksimum farklar aynı ivme kaydına ait maksimum referans taban kesme kuvvetine oranlanmıştır. 4.98-7.75-4.98 kombinasyonu için hesaplanan maksimum kat kesme kuvveti talebi farkları, maksimum referans taban kesme kuvveti talebi ve oranları Tablo 4.7’de gösterilmiştir.

4.98-7.75-4.98 kombinasyonu için hesaplanan maksimum kat kuvveti farkı Northr-Syl090 ivme kaydı altında deprem derzinin 1 cm olduğu durumda hesaplanmıştır (3908.37 kN). Aynı durumda hesaplanan maksimum referans kat kuvveti farkı 2737.84 kN’dur. Bu durumda maksimum kat kuvveti farkının maksimum referans taban kesme kuvvetine oranı %142.75 olarak hesaplanmış, ayrıca bu oran kombinasyon için elde edilen en büyük değerdir.

Tüm ivme kayıtları altında 1 cm ve 2 cm deprem derzi için hesaplanmış oranların ortalamaları alınmıştır. Alınan ortalama değerler Tablo 4.8’de verilmiş ve Şekil 4.67’de gösterilmiştir.



**Şekil 4.67:** Ortalama Kat Kesme Kuvveti Farklarının Bina Bazındaki Değerleri

**Tablo 4.7: 4.98-7.75-4.98 Kombinasyonuna Ait Kat Kesme Kuvveti Farkları**

4.98-7.75-4.98					
Deprem	Boşluk	Bina	MAKSİMUM KAT KESME KUVVETİ FARKI (kN)	MAKSİMUM REFERANS TABAN KESME KUVVETİ (kN)	ORAN (%)
Gazli-Gaz000	1 cm	Sol	1577.77	2221.38	71.03
		Orta	1703.18	3092.81	55.07
		Sağ	1577.32	2218.51	71.10
	2 cm	Sol	1549.89	2221.38	69.77
		Orta	1975.99	3092.81	63.89
		Sağ	1816.76	2218.51	81.89
Lomap-Hsp000	1 cm	Sol	1529.28	2534.73	60.33
		Orta	2409.39	2766.00	87.11
		Sağ	1709.60	2533.15	67.49
	2 cm	Sol	1603.39	2534.73	63.26
		Orta	2436.96	2766.00	88.10
		Sağ	1843.00	2533.15	72.76
Northr-Spy360	1 cm	Sol	2662.96	2571.96	103.54
		Orta	2957.06	3318.17	89.12
		Sağ	1770.13	2572.45	68.81
	2 cm	Sol	1865.86	2571.96	72.55
		Orta	2486.98	3318.17	74.95
		Sağ	2103.64	2572.45	81.78
Kocaeli-Dzc180	1 cm	Sol	1228.65	2049.52	59.95
		Orta	1438.09	2551.15	56.37
		Sağ	1352.86	2050.93	65.96
	2 cm	Sol	1141.36	2049.52	55.69
		Orta	1472.54	2551.15	57.72
		Sağ	1784.84	2050.93	87.03
Northr-Tar360	1 cm	Sol	2283.48	2530.43	90.24
		Orta	3037.36	3660.10	82.99
		Sağ	2735.69	2529.30	108.16
	2 cm	Sol	2485.53	2530.43	98.23
		Orta	2533.14	3660.10	69.21
		Sağ	2051.96	2529.30	81.13
Palmspr-Nps210	1 cm	Sol	1611.78	2296.04	70.20
		Orta	2012.98	2934.57	68.60
		Sağ	1834.89	2294.04	79.99
	2 cm	Sol	1609.46	2296.04	70.10
		Orta	2028.00	2934.57	69.11
		Sağ	1908.27	2294.04	83.18
Northr-Sy1090	1 cm	Sol	2152.47	2574.12	83.62
		Orta	3908.37	2737.84	142.75
		Sağ	1439.93	2573.82	55.95
	2 cm	Sol	1876.19	2574.12	72.89
		Orta	2766.56	2737.84	101.05
		Sağ	1496.27	2573.82	58.13
Erz-Ew	1 cm	Sol	1643.84	2453.46	67.00
		Orta	1850.10	2657.07	69.63
		Sağ	762.48	2452.27	31.09
	2 cm	Sol	1589.64	2453.46	64.79
		Orta	1864.51	2657.07	70.17
		Sağ	754.41	2452.27	30.76
Koc-Dzc270	1 cm	Sol	1250.38	2139.10	58.45
		Orta	1643.34	2754.22	59.67
		Sağ	1336.17	2140.08	62.44
	2 cm	Sol	1440.08	2139.10	67.32
		Orta	1697.14	2754.22	61.62
		Sağ	1567.30	2140.08	73.24

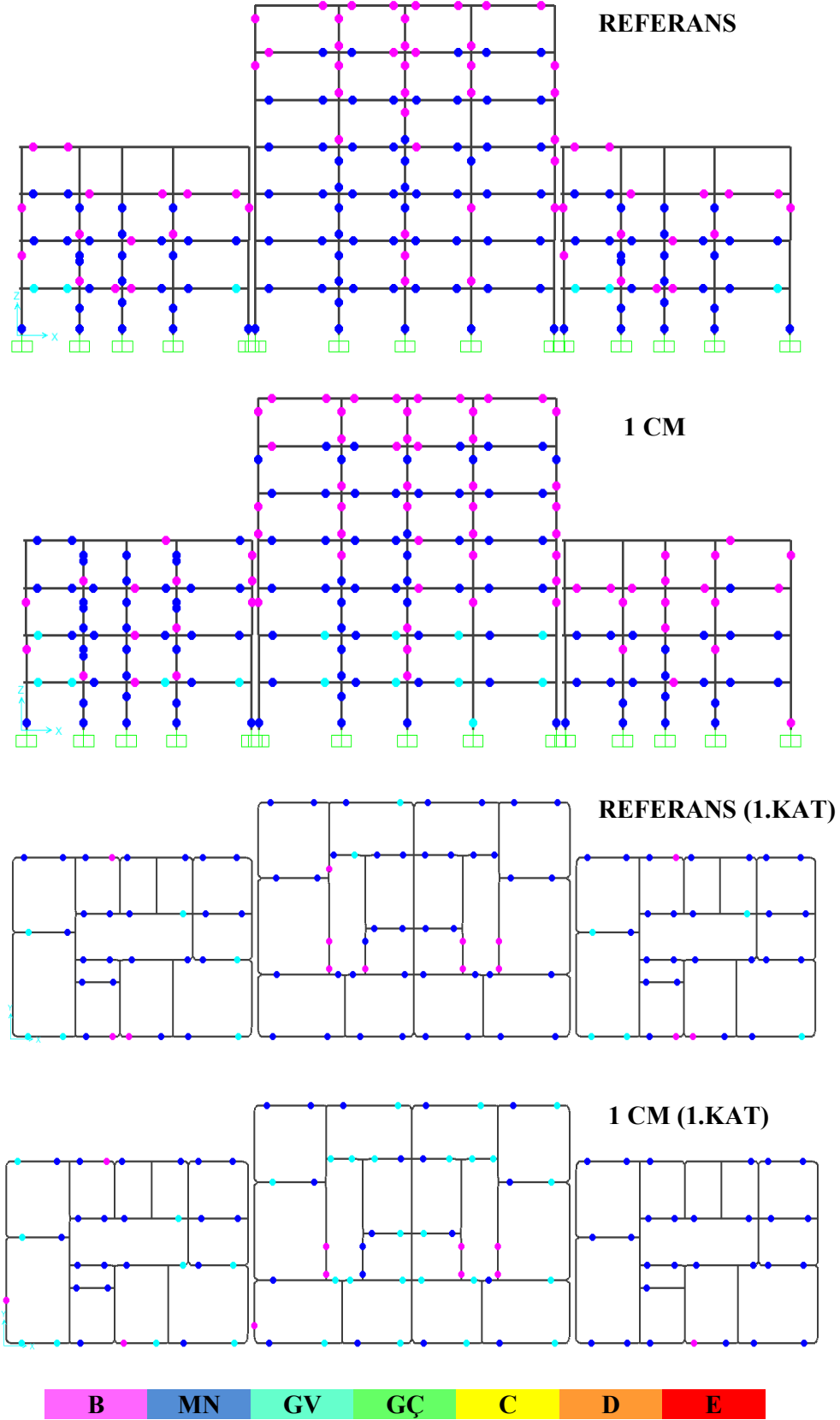
**Tablo 4.8:** Ortalama Kat Kesme Kuvveti Farkları

4.98-7.75-4.98			
DEĞER	Sol	Orta	Sağ
1 cm Ortalama (%)	74.27	79.03	67.89
2 cm Ortalama (%)	70.51	72.87	72.21
(1cm) / (2cm)	1.05	1.08	0.94

#### 4.2.5 Çekişlemenin Mafsal Dağılımı Üzerindeki Etkisi

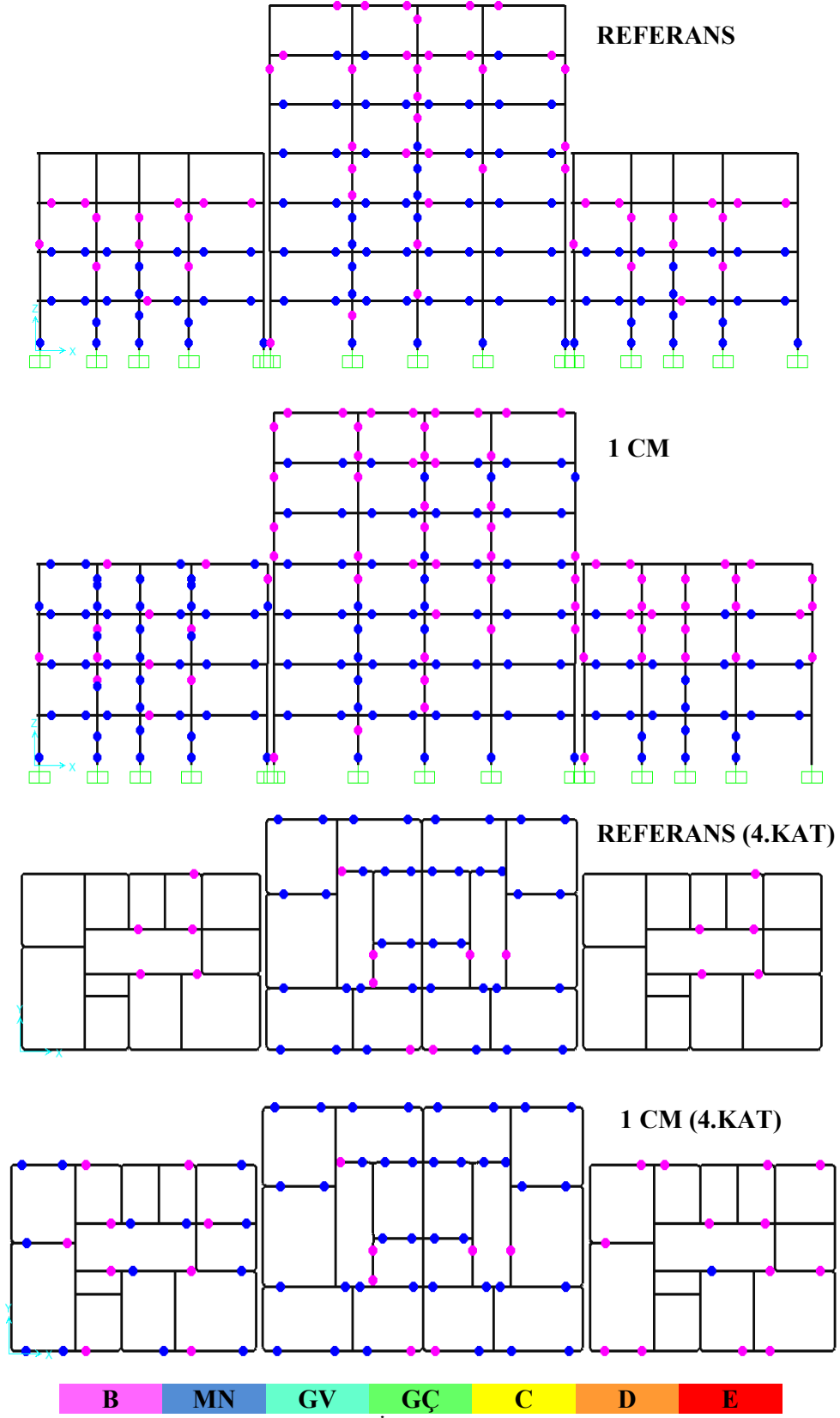
Tez kapsamında kullanılan 3-B doğrusal elastik olmayan modellerin doğrusal elastik olmayan davranışı eleman uçlarına atanan plastik mafsallar yardımı ile tanımlanmıştır. Plastik mafsalların atandığı kesitlerin şekil değiştirme sınır değerleri DBYBHY-2007’de belirtildiği gibi elde edilmiştir. Kritik kesitlerde bulunan plastik mafsalların analiz süresince hasar durumları bu sayede gözlemlenebilmektedir. Çekişleme etkisinin kuvvet ve deplasman taleplerinde yarattığı ani değişim sebebiyle elemanlardaki hasar dağılımları değişmekte ve hasar alan eleman sayısı artmaktadır. Bu sebeple ele alınan 4.98-7.75-4.98 kombinasyonuna ait mafsal dağılımı seçilen iki analiz için Şekil 4.68-Şekil 4.69’de verilmiştir.

Tez kapsamında yer almamasına rağmen çekişlemenin bina üzerindeki hasar dağılımına etkisi bu iki analiz sonucu için araştırılmıştır. Şekil 4.68’de 4.98 sol modeline ait kritik kesitte referans çatı katında doğrusal elastik olmayan davranışa geçmiş sadece bir kiriş var iken 1 cm deprem derzi durumunda çatı katında neredeyse tüm elemanların akma konumuna ulaştığı gözlemlenmiştir.



Şekil 4.68: Erz-Ew İvme Kaydına Ait Mafsals Dağılımı





Şekil 4.69: Northr-Syl090 İvme Kaydına Ait Mafsals Dağılımı

Modellere ait hasar dağılımları incelendiğinde, çekiçleme etkisinin kolon ve kiriş elemanların hasar dağılımını değiştirdiği açıkça gözlenmektedir. Sol ve sağ uçta yer alan 4 katlı model Erz-Ew deprem kaydı için çarpışmasız durumda son kat kolon elemanlarında mafsal oluşumu gözlenmezken, 1 cm deprem derzi bırakıldığı durumda kolon elemanların önemli bir kısmı akmıştır. Benzer şekilde ortada yer alan 7 katlı modelde kiriş elemanların hasar düzeylerinde de artış gözlenmektedir. Erz-Ew ivme kaydına ait analizde çarpışma katındaki MN hasar düzeyindeki kirişlerin %89.47'si GV hasar düzeyine geçmiştir. Erz-Ew ve North-Syl090 ivme kayıtları için sonuçlar karşılaştırıldığında, çarpışma davranışını ve hasar dağılımının depremin karakteristik özelliklerine göre değişkenlik gösterdiği görülmektedir.

Sonuç olarak çekiçleme etkisi ile artan taleplerin elemanlardaki hasar düzeylerini etkilediği ve hasar alan elemanların sayısının arttığı belirlenmiştir.

## 5. ANALİZ SONUÇLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

### 5.1 Giriş

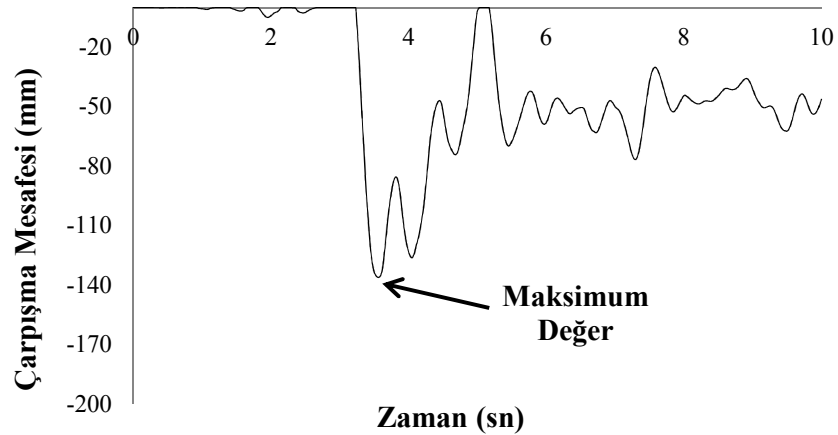
Çalışma kapsamında mevcut yapı stoğunu temsil eden modeller kullanılmıştır. Bu modeller İnel ve diğ. (2009) tarafından gerçekleştirilen envanter çalışması kapsamında elde edilen yapısal parametreler dikkate alınarak Sap2000 programında modellenmiştir. Çalışma kapsamında kullanılan modeller ile çeşitli kombinasyonlar oluşturularak 8 adet sıralı çekiçleme modeli oluşturulmuştur. Oluşturulan bu modeller arasında yetersiz deprem derzini temsil eden 1 cm ve 2 cm boşluk bırakılmıştır. Ayrıca binalar arasında çekiçlemenin olmayacağı kadar boşluk bırakılarak referans modeller oluşturulmuştur. Sıralı çekiçleme modelleri daha önce meydana gelmiş 9 adet deprem ivme kaydı kullanılarak toplamda 216 adet doğrusal elastik olmayan zaman tanım alanında dinamik analiz yapılmıştır. Analiz sonuçları olarak Çatı (Tepe) Deplasman Talebi, Link Kuvveti, Çarpışma Mesafesi (Referans Link Deformasyonu) ve Kat Kesme Kuvveti Talepleri elde edilmiştir. Bu başlıklar altında, sonuçların zamana bağlı grafikleri 9 ivme kaydı için elde edilmiştir. Bir önceki bölümde, 4.98-7.75-4.98 kombinasyonunun 9 adet ivme kaydı altında elde edilen grafikleri verilmiştir. Diğer tüm sıralı çekiçleme modellerine ait grafikler Ekler kısmında yer almaktadır.

Bu bölümde tüm kombinasyonların birlikte değerlendirilmesi yapılmıştır. Değerlendirmeler yukarıda bahsedilen analiz sonuçları ile referans modele ait sonuçların kıyaslanması ile yapılmıştır. Bu kıyaslamalar 1 cm ve 2 cm deprem derzleri için yapıldığı için derz miktarının değişimi ile olan etkiler de kıyaslanmıştır.

## 5.2 Çarpışma Mesafesi

Çekiçleme modelleri oluşturulmasında Sap2000 programında yer alan link elemanlar (Gap) kullanılmıştır. Gap link elemanın sayesinde binalar arasında boşluk miktarı tanımlanabilmektedir. Daha önceki bölümlerde bahsedildiği gibi modeller arasında çarpışma oluşmayacak kadar bir boşluk miktarı tanımlanmıştır. Bu durumda, deprem ivme kaydı süresince binaların komşu binaya ne kadar yakınlaşıp uzaklaştığı hesaplanabilmektedir. Hesaplanan bu değerlerden (-) olanlar binaların çarpışması için aralarında kalan mesafeyi, (+) değerler ise binaların farklı yönde hareketlerinden dolayı aralarındaki açılan mesafeyi temsil etmektedir. Bu sebeple değerlendirmeler yapılırken sadece (-) değerler dikkate alınmış, (+) değerlerin olduğu zamandaki veriler 0 olarak kabul edilmiştir.

Referans modellere ait link elemanlardan elde edilen verilerin sadece (-) değerlere sahip olanları alınmış ve çarpışma mesafesi olarak adlandırılmıştır. İvme kaydı süresince link elemanlardan hesaplanan en büyük değer binalar arasında çekiçleme oluşmaması için bırakılması gereken minimum deprem derzi boşluğu olarak verilmiştir. Temsili olarak Şekil 5.1’de gösterilen en büyük değer o analiz için modeller arasında bırakılması gereken minimum boşluktur (136 mm). Tüm analizler için maksimum çarpışma mesafesi değerleri bu şekilde hesaplanmıştır. Hesaplanan çarpışma mesafeleri Tablo 5.1’de verilmiştir.



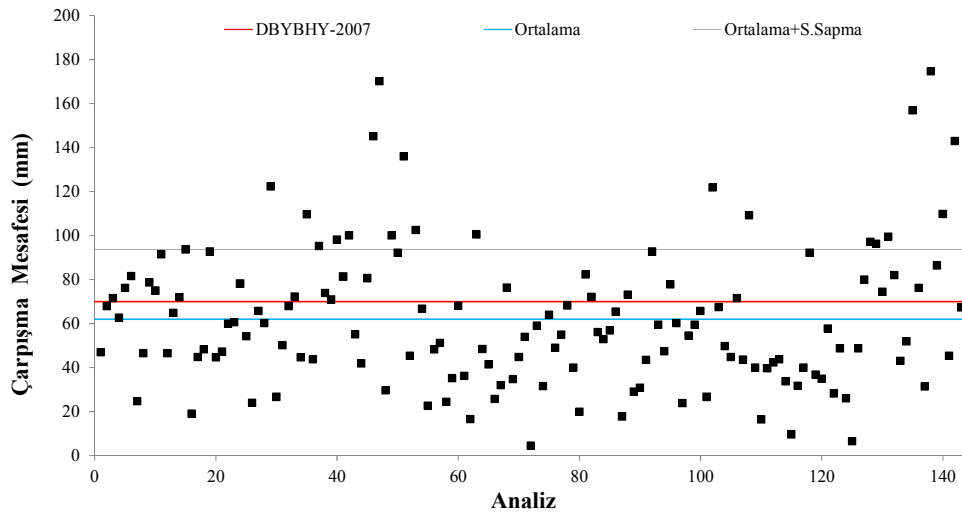
Şekil 5.1: Çarpışma Mesafesinin Hesaplanması

**Tablo 5.1:** Hesaplanan Tüm Çarpışma Mesafeleri

ÇARPIŞMA MESAFESİ (mm)									
Deprem	Link	4.98-7.98-4.98	4.75-7.75-4.75	4.98-7.75-4.98	4.75-7.98-4.75	7.98-4.98-7.98	7.75-4.75-7.75	7.98-4.75-7.98	7.75-4.98-7.75
Gazli-Gaz000	Sol	-46.97	-92.73	-95.19	-22.68	-59.03	-43.51	-39.96	-79.98
	Sağ	-67.88	-44.72	-73.95	-48.32	-31.58	-92.73	-16.38	-97.14
Lomap-Hsp000	Sol	-71.63	-47.27	-70.92	-51.24	-64.00	-59.47	-39.69	-96.36
	Sağ	-62.72	-59.94	-98.21	-24.49	-49.05	-47.43	-42.35	-74.50
Northr-Spv360	Sol	-76.20	-60.66	-81.43	-35.26	-54.96	-77.85	-43.76	-99.45
	Sağ	-81.60	-78.17	-100.14	-68.03	-68.27	-60.26	-33.83	-82.14
Kocaeli-Dzc180	Sol	-24.70	-54.32	-55.20	-36.19	-40.03	-23.90	-9.64	-43.01
	Sağ	-46.50	-23.95	-41.92	-16.54	-20.01	-54.57	-31.71	-51.90
Northr-Tar360	Sol	-78.74	-65.72	-80.65	-100.58	-82.36	-59.47	-40.00	-156.95
	Sağ	-74.99	-60.30	-145.15	-48.48	-72.23	-65.71	-92.18	-76.17
Palmspr-Nps210	Sol	-91.44	-122.31	-170.12	-41.46	-56.12	-26.74	-36.85	-31.43
	Sağ	-46.61	-26.67	-29.75	-25.75	-53.04	-121.92	-34.86	-174.71
Northr-Syl090	Sol	-64.90	-50.17	-100.10	-32.02	-56.96	-67.50	-57.73	-86.32
	Sağ	-72.01	-67.86	-92.22	-76.37	-65.43	-49.80	-28.19	-109.85
Erz-Ew	Sol	-93.73	-72.33	-136.05	-34.82	-17.81	-44.80	-48.79	-45.40
	Sağ	-19.05	-44.63	-45.45	-44.75	-73.19	-71.53	-26.00	-143.08
Koc-Dzc270	Sol	-44.74	-109.74	-102.53	-54.00	-29.10	-43.60	-6.54	-67.33
	Sağ	-48.27	-43.73	-66.76	-4.48	-30.75	-109.30	-48.79	-105.13
		20 mm deprem derzi yeterli olduğu halde çarpışma olan durum							
		10 mm deprem derzi yeterli olduğu halde çarpışma olan durum							

Tablo 5.1’de verilen çarpışma mesafeleri, o analize ait çekiçleme olmaması için bırakılması gereken minimum deprem derzini temsil etmektedir. Hesaplanan en büyük değer 174,71 mm olup 7.75-4.98-7.75 kombinasyonu için Palmspr-Nps210 ivme kaydı altında orta ve sağ binayı birleştiren link elemanlardan hesaplanmıştır. Çarpışma mesafelerinin ortalaması 62.02 mm ve Standart Sapması 31.76 mm olarak hesaplanmıştır.

DBYBHY-2007’ye göre tez kapsamında oluşturulan çekiçleme modelleri arasında bırakılması gereken deprem derzinin 70 mm olması gerektiği önceki bölümlerde hesaplanmıştır. Analizlerden elde edilen çarpışma mesafelerinin dağılımı ve DBYBHY-2007 ye göre bırakılması gereken deprem derzi (70 mm) Şekil 5.2’de gösterilmiştir.



**Şekil 5.2:** Çarpışma Mesafelerinin Dağılımı

Analizler sonucu elde edilen 144 adet bırakılması gereken minimum deprem derzlerinden 50 tanesi DBYBHY-2007’nin önerdiği 70 mm’den büyüktür. %34.72 oranla DBYBHY-2007’nin önerdiği deprem derzi aşılmaktadır. Tez kapsamında yapılan tüm analizler için DBYBHY-2007’nin önerdiği deprem derzi %65.28 güvenlidir. Şekil 5.2’de gösterilen sınır çizgileri ve bu sınırları aşan veri sayıları Tablo 5.2’de gösterilmiştir.

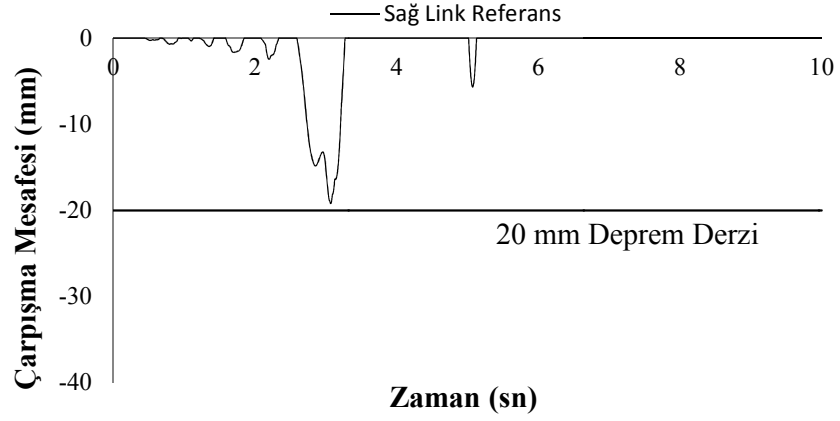
**Tablo 5.2:** Çarpışma Mesafelerinin Aşılma Oranları

DEĞER	Sınır (mm)	Aşan Veri Sayısı	Aşılma Oranı (%)
DBYBHY-2007	70	50	34.72
Ortalama	62.02	63	43.75
Ort.+S.Sapma	93.79	21	14.58

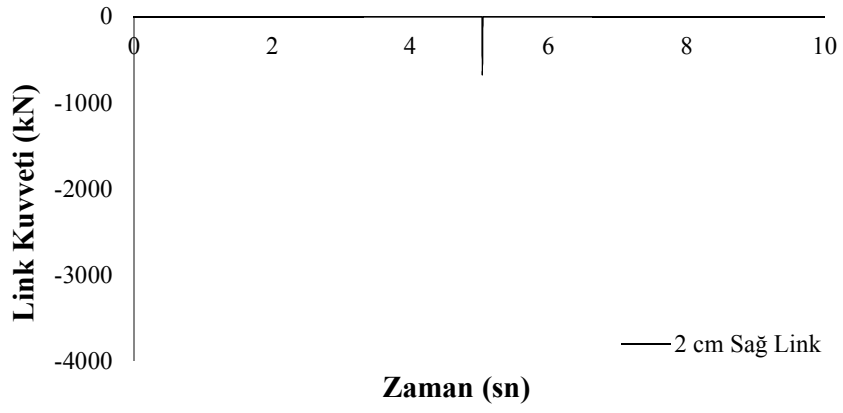
Tez kapsamında oluşturulan tüm çekişleme kombinasyonlarında 4 ve 7 katlı binalar komşudur. Bu sebeple 7 katlı mevcut bir binaya komşu olarak inşa edilecek 4 katlı bir bina için hesaplanan deprem derzi 4 katlı binanın yüksekliğine göre hesaplanabilir. Veya bırakılacak deprem derzi, komşu binaların temas ettiği yüksekliğe göre DBYBHY-2007’de yer alan Madde **2.10.3.2** esas alınarak değerlendirilebilir. Her iki durumda da DBYBHY-2007’de yer alan Madde **2.10.3.2**’ye göre hesaplanan deprem derzi 40 mm olmaktadır. Tez kapsamında elde 144 adet çarpışma mesafesinden 111 tanesi bu değerden büyüktür ve aşılma oranı %77.08’dir. Bu sebeple bitişik nizam binalarda deprem derzinin Madde **2.10.3.2**’ye göre hesaplanacağı durumda yüksekliği fazla olan binanın esas alınması daha doğru olacaktır. Ayrıca hesaplanacak deprem derzi, Madde **2.10.3.1** ile hesaplanan miktar ile karşılaştırılmalı bırakılacak deprem derzi olarak büyük olan değer seçilmelidir.

### 5.2.1 Sıralı Bina Etkisi İle Çekişlemenin Görülmesi

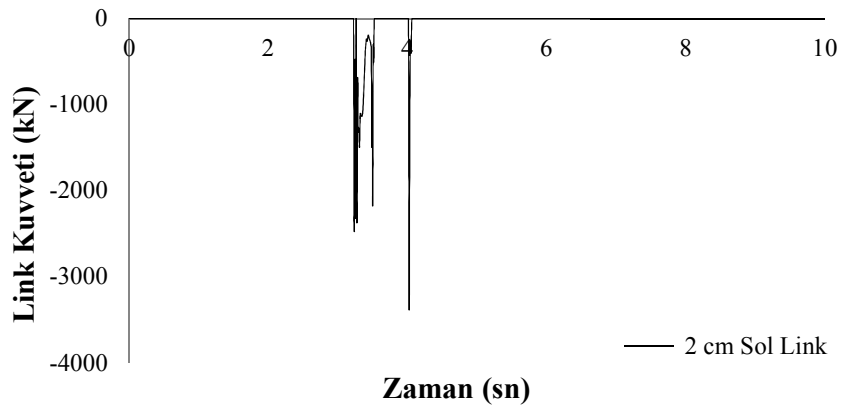
Tablo 5.1’de kırmızı ve mavi renklerle işaretlenen çarpışma mesafeleri sırasıyla, 1 cm ve 2 cm deprem derzinin çekişleme olmaması için yeterli gözüktüğü değerlerdir. Ancak işaretlenen değerlerin 1 cm ve 2 cm deprem derzleri için yapılan analizlerinde çarpışma meydana gelmiştir. Şekil 5.3-Şekil 5.5’te işaretlenen durumların, çarpışma mesafelerinin bırakılan deprem derzinden daha düşük değerde kaldığı ancak 1 cm ve 2 cm deprem derzi için yapılan analizlerde çarpışma meydana geldiği gösterilmiştir.



a)



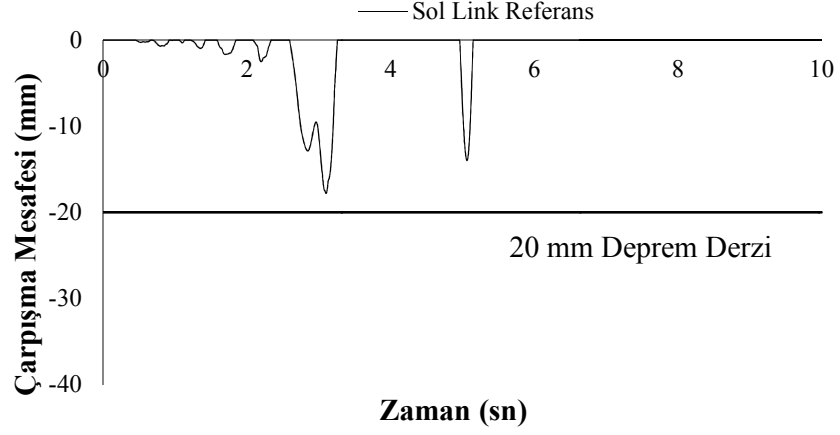
b)



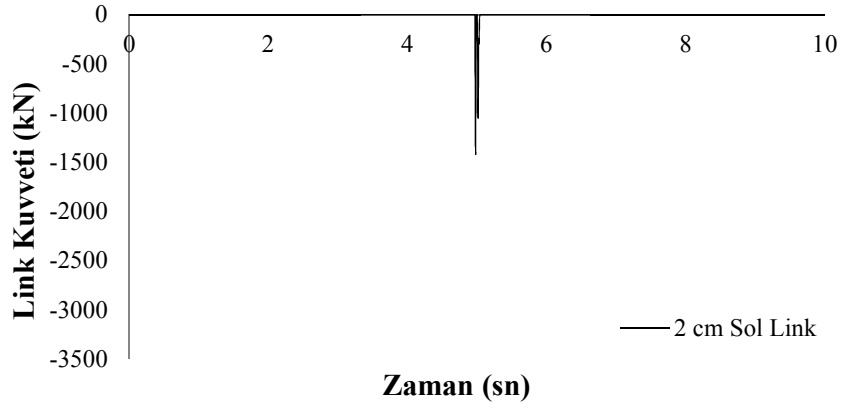
c)

**Şekil 5.3:** 4.98-7.98-4.98 Erz-Ew İvme Kaydı İçin a) Sağ Link Çarpışma Mesafesi, b) 2 cm Deprem Derzi İçin Sağ Link Kuvveti c) 2 cm Deprem Derzi İçin Sol Link Kuvveti

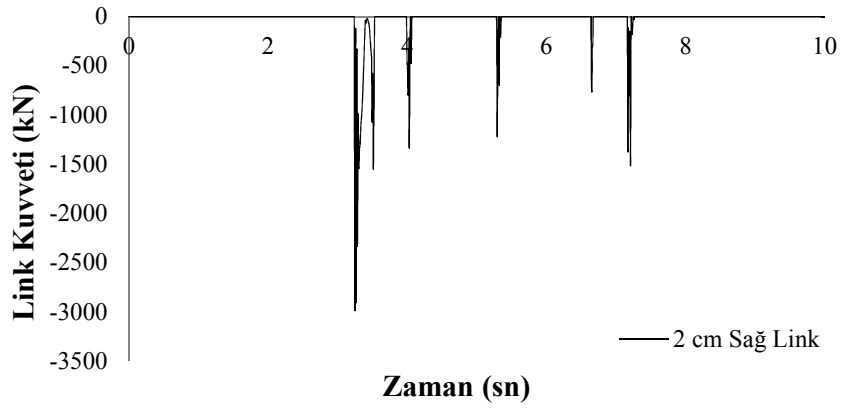




a)

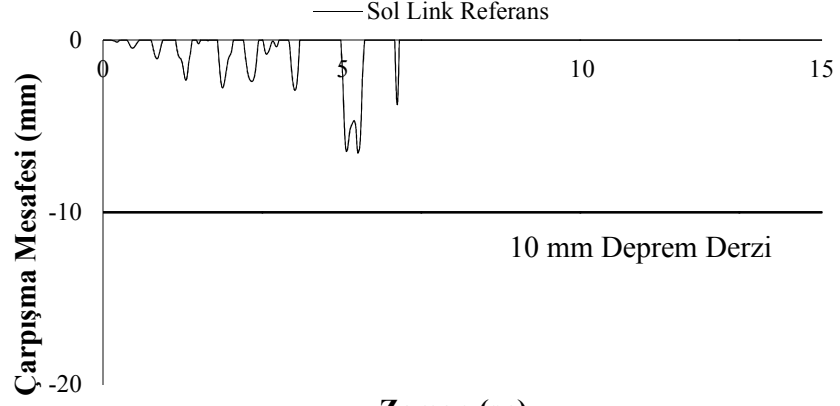


b)

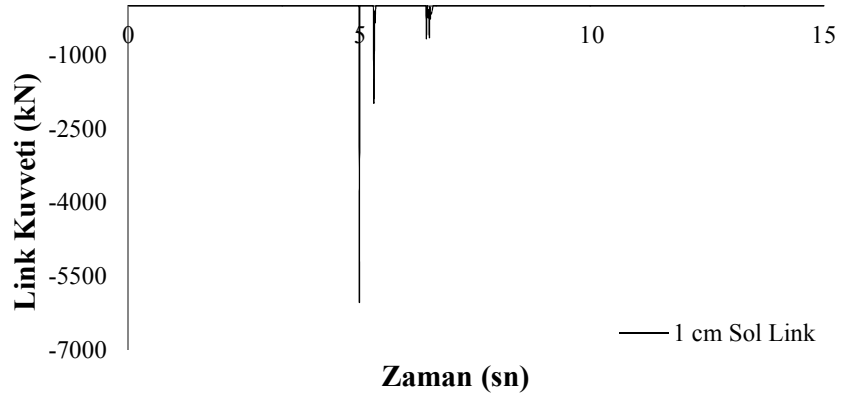


c)

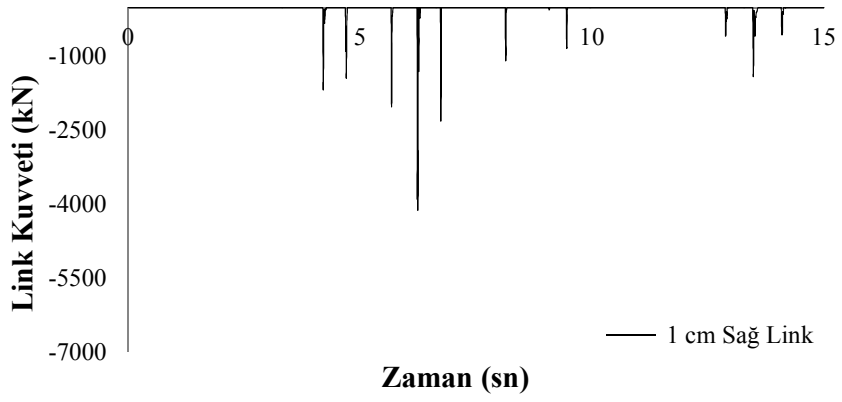
**Şekil 5.4:** 7.98-4.98-7.98 Erz-Ew İvme Kaydı İçin a) Sol Link Çarpışma Mesafesi, b) 2 cm Deprem Derzi İçin Sol Link Kuvveti c) 2 cm Deprem Derzi İçin Sağ Link Kuvveti



a)



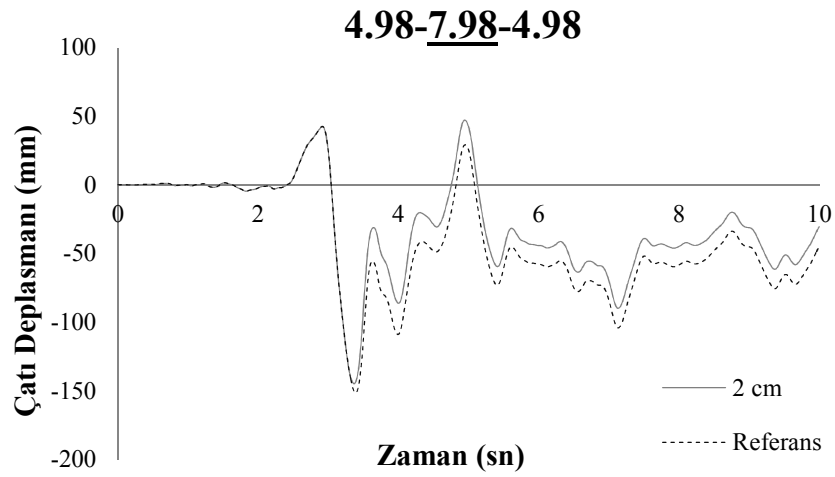
b)



c)

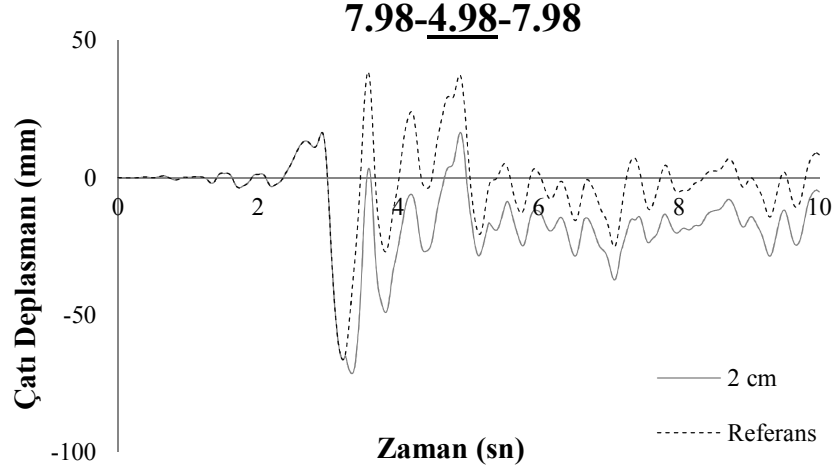
**Şekil 5.5:** 7.98-4.75-7.98 Koc-Dzc270 İvme Kaydı İçin a) Sol Link Çarpışma Mesafesi, b) 1 cm Deprem Derzi İçin Sol Link Kuvveti c) 1 cm Deprem Derzi İçin Sağ Link Kuvveti

Şekil 5.3a'da verilen 4.98-7.98-4.98 kombinasyonuna ait sağ link elemandan hesaplanan çarpışma mesafesinin 2 cm den az olduğu görülmektedir (19.05 mm). Yani aralarında 2 cm deprem derzi bulunan analizde 7.98 (orta) ve 4.98 (sağ) modellerini birbirine bağlayan link elemanlarda kuvvet oluşmaması gerekmektedir. Ancak sıralı bina etkileşimi ile bu iki model çarpışmaktadır. 4.98 sol modeli ile 7.98 (orta) modelinin çarpışması sonucu 7.98 (orta) modelinin +X yönünde deplasman talebi artmıştır (Şekil 5.6). Bunun sonucunda 7.98 (orta) ve 4.98 sağ modeli arasında çarpışma meydana gelmiştir. Şekil 5.3 b ve c'de sağ ve sol link elemanlardaki kuvvetlerin oluşma önceliğine bakıldığında da bu durum görülmektedir.



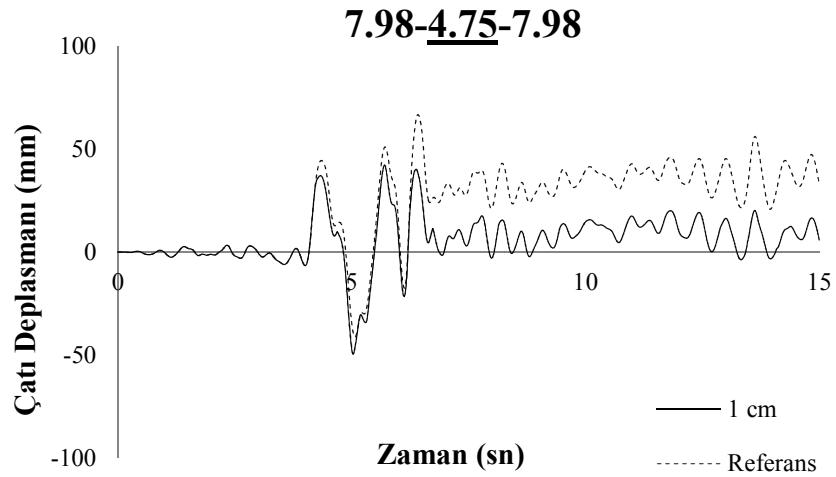
**Şekil 5.6:** 7.98(orta) Modelinin Deplasman Talebinin +X Yönünde Artması

Şekil 5.4a'da verilen 7.98-4.98-7.98 kombinasyonuna ait sol link elemandan hesaplanan çarpışma mesafesinin 2 cm den az olduğu görülmektedir (17.81). Yani aralarında 2 cm deprem derzi bulunan analizde 4.98 (orta) ve 7.98 (sol) modellerini birbirine bağlayan link elemanlarda kuvvet oluşmaması gerekmektedir. Ancak sıralı bina etkileşimi ile bu iki model çarpışmaktadır. 7.98 sağ modeli ile 4.98 (orta) modelinin çarpışması sonucu 4.98 (orta) modelinin -X yönünde deplasman talebi artmıştır (Şekil 5.7). Bunun sonucunda 4.98 (orta) ve 7.98 sol modeli arasında çarpışma meydana gelmiştir. Şekil 5.4b ve c'de sol ve sağ link elemanlardaki kuvvetlerin oluşma önceliğine bakıldığında da bu durum görülmektedir.



**Şekil 5.7:** 4.98 (orta) Modelinin Deplasman Talebinin –X Yönünde Artması

Şekil 5.5a'da verilen 7.98-4.75-7.98 kombinasyonuna ait sol link elemandan hesaplanan çarpışma mesafesinin 1 cm den az olduğu görülmektedir (6.54 mm). Yani aralarında 1 cm deprem derzi bulunan analizde 4.75 (orta) ve 7.98 (sol) modellerini birbirine bağlayan link elemanlarda kuvvet oluşmaması gerekmektedir. Ancak sıralı bina etkileşimi ile bu iki model çarpışmaktadır. 7.98 sağ modeli ile 4.75 (orta) modelinin çarpışması sonucu 4.75 (orta) modelinin -X yönünde deplasman talebi artmıştır (Şekil 5.8). Bunun sonucunda 4.75 (orta) ve 7.98 sol modeli arasında çarpışma meydana gelmiştir. Şekil 5.5b ve c'de sol ve sağ link elemanlardaki kuvvetlerin oluşma önceliğine bakıldığında da bu durum görülmektedir.



**Şekil 5.8:** 4.75 (orta) Modelinin Deplasman Talebinin –X Yönünde Artması

## 5.2.2 Deprem Derzlerinin Aşılma Oranları

DBYBHY-2007’de yer alan Madde 2.10.3.1 ve 2.10.3.2’ye göre hesaplanan deprem derzi mesafelerinin analizler sonucu hesaplanan çarpışma mesafeleri ile aşılma oranları hesaplanmıştır. Her çekişme kombinasyonu için hesaplanan aşılma oranları Tablo 5.3’de gösterilmiştir. Aşılma oranları incelendiğinde, 70 mm deprem derzi mesafesinin tüm kombinasyonlarda daha düşük oranda aşıldığı görülmektedir.

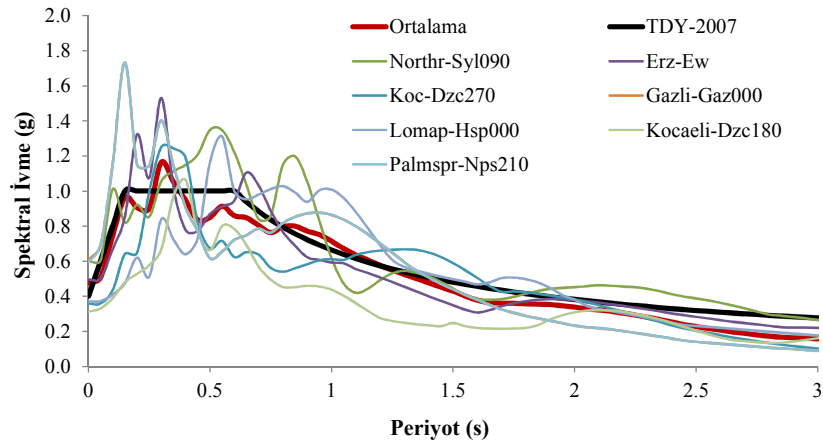
**Tablo 5.3:** Madde 2.10.3.1 ve Madde 2.10.3.2’ye Göre Hesaplanan Deprem Derzlerinin Aşılma Oranları

MODELLER	Madde 2.10.3.1’e Göre Hesaplanan Deprem Derzleri		Madde 2.10.3.2’ye Göre Hesaplanan Deprem Derzleri	
	$\alpha * \sqrt{d_{i1}^2 + d_{i2}^2}$	Aşılma Oranı (%)	40 mm Derz Aşılma Oranı (%)	70 mm Derz Aşılma Oranı (%)
4.98-7.98-4.98	24.70	94.44	88.89	44.44
4.75-7.75-4.75	64.47	38.89	88.89	27.78
4.98-7.75-4.98	60.55	77.78	94.44	72.22
4.75-7.98-4.75	33.16	66.67	50.00	11.11
7.98-4.98-7.98	24.70	88.89	72.22	16.67
7.75-4.75-7.75	64.47	38.89	88.89	27.78
7.98-4.75-7.98	33.16	66.67	38.89	5.56
7.75-4.98-7.75	60.55	77.78	94.44	72.22

Tez kapsamında kullanılan 3 ivme kaydı zemin grubuna bakılmaksızın İleri Yönlenmeli (Forward Directivity) etkisi olan ivme kayıtlarıdır. İleri Yönlenmeli ivme kayıtlarının ve diğer ivme kayıtlarının kullanıldığı analizlerden elde edilen çarpışma mesafelerinin DBYBHY-2007’ye göre hesaplanan deprem derzlerini aşma oranları Tablo 5.4’de gösterilmiştir. Bu hesaplama yapılırken yüksek PGA değerlerine sahip Northr-Tar360 ve Northr-Spv360 ivme kayıtları dahil edilmemiş ve böylece hesaba dahil edilen ivme kayıtlarının ortalama spektrumu ile DBYBHY-2007 tasarım spektrumu yakın spektral ivme değerlerine ulaşmıştır (Şekil 5.9). İleri Yönlenmeli ivme kayıtlarının kullanıldığı analizler sonucunda hesaplanan çarpışma mesafelerinin DBYBHY-2007’ye göre hesaplanan deprem derzi mesafelerini belirgin bir şekilde daha yüksek oranda aştığı gözlemlenmiştir.

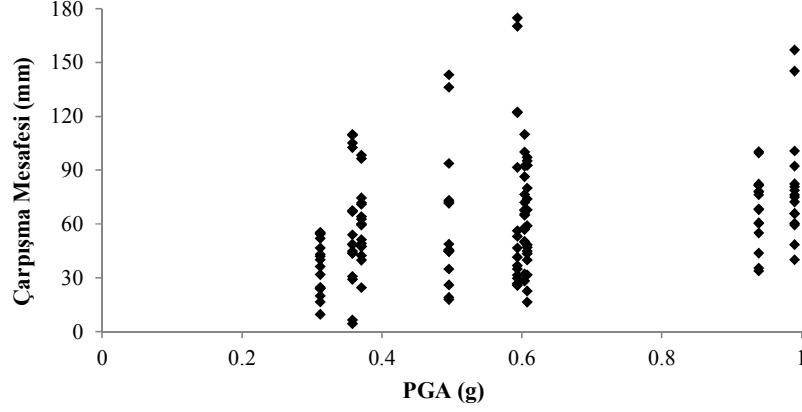
**Tablo 5.4:** İvme Kayıtları ve Deprem Derzi Aşılma Oranları

Özellik	No	İvme Kaydı	PGA (g)	70 mm Deprem	Ortalama	40 mm Deprem	Ortalama
				Derzi Aşılma Oranı (%)	Aşılma Oranı (%)	Derzi Aşılma Oranı (%)	Aşılma Oranı (%)
FD	1	Northr-Syl090	0.604	37.5	33.3	87.5	79.2
	2	Erz-Ew	0.496	37.5		75	
	3	Koc-Dzc270	0.358	25		75	
B ve C	4	Gazli-Gaz000	0.608	37.5	25.0	75	67.2
	5	Lomap-Hsp000	0.371	31.25		87.5	
	6	Kocaeli-Dzc180	0.312	0		50	
	7	Palmspr-Nps210	0.594	31.25		56.25	

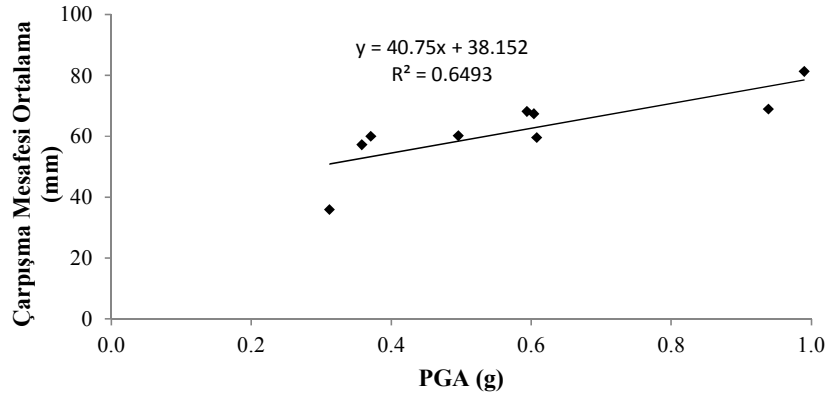
**Şekil 5.9:** İki İvme Kaydı Çıkarılarak %5 Sönüm İçin Hesaplanmış Elastik Tepki Spektrumları

### 5.2.3 Çarpışma Mesafesi İle PGA Arasındaki İlişkisi

Tez kapsamında referans (çarpışmasız) modellerin analizi sonucu hesaplanan çarpışma mesafesi ile kullanılan ivme kaydının PGA değeri arasındaki ilişki araştırılmıştır. Referans modellerin analizleri sonucunda hesaplanan tüm çarpışma mesafelerinin dağılımı Şekil 5.10’da gösterilmiştir. Ayrıca kullanılan ivme kayıtlarının her biri için hesaplanan 16 adet çarpışma mesafesinin ortalamalarının dağılımı Şekil 5.11’de verilmiştir. Çarpışma mesafesinin PGA değerine bağlı olarak arttığı ve ivme kaydının özelliğinden dolayı bu etkinin Şekil 5.11’de verilen ortalama çarpışma mesafelerinde daha net görüldüğü belirlenmiştir.



Şekil 5.10: Çarpışma Mesafesi PGA İlişkisi



Şekil 5.11: Ortalama Çarpışma Mesafesi PGA İlişkisi

### 5.3 Çekişlemenin Deplasman Talepleri Üzerindeki Etkisi

Tez kapsamında çekişlemenin deplasman talepleri üzerindeki etkisi araştırılırken, 1 cm ve 2 cm deprem derzi için modellerin çatı (tepe) deplasman taleplerinin referans deplasman talebinden olan maksimum farkları alınmıştır. Bu farklar kombinasyonda bulunan tüm modeller (sol, orta, sağ) için aynı şekilde yapılmıştır. Hesaplanan farklar her modelin kendi referansının maksimum çatı deplasman talebine oranlanmıştır. 1 cm ve 2 cm deprem derzi için tüm ivme kayıtları altında hesaplanan oranların ortalamaları alınmıştır. 1 cm ve 2 cm deprem derzi için alınan ortalama değerler Tablo 5.5'de gösterilmiştir. Ayrıca 1 cm ve 2 cm deprem derzi için hesaplanan ortalamaların oranları da verilmiştir. En büyük ortalama %84.31'dir.

Maksimum deplasman talebi farklarının maksimum referans çatı deplasmanına oranları Tablo 5.6’da gösterilmiştir. Elde edilen en büyük oran Koc-Dzc270 ivme kaydı altında, 1 cm deprem derzi için 4.98-7.75-4.98 kombinasyonda yer alan 4.98 sol modelinde elde edilmiştir (%182.27).

**Tablo 5.5:** Deplasman Farkı Oranlarının Ortalamaları

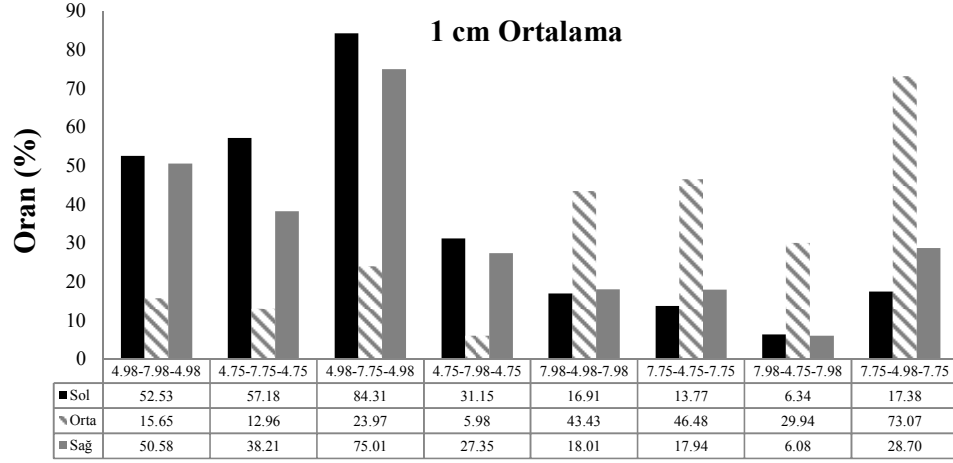
Kombinasyon	1 cm Ortalama (%)			2 cm Ortalama (%)			(1cm) / (2cm)		
	Sol	Orta	Sağ	Sol	Orta	Sağ	Sol	Orta	Sağ
4.98-7.98-4.98	52.53	15.65	50.58	42.97	13.18	47.04	1.22	1.19	1.08
4.75-7.75-4.75	57.18	12.96	38.21	45.96	10.55	29.65	1.24	1.23	1.29
4.98-7.75-4.98	84.31	23.97	75.01	79.27	18.35	57.38	1.06	1.31	1.31
4.75-7.98-4.75	31.15	5.98	27.35	18.40	4.34	20.85	1.69	1.38	1.31
7.98-4.98-7.98	16.91	43.43	18.01	8.40	34.66	9.12	2.01	1.25	1.97
7.75-4.75-7.75	13.77	46.48	17.94	9.51	39.03	12.20	1.45	1.19	1.47
7.98-4.75-7.98	6.34	29.94	6.08	2.54	18.83	4.68	2.50	1.59	1.30
7.75-4.98-7.75	17.38	73.07	28.70	12.67	64.58	20.31	1.37	1.13	1.41

Maksimum deplasman talebi farklarının maksimum referans deplasmanına oranlarının tüm ivme kayıtları altında hesaplanan ortalamaları Tablo 5.5’te verilmiştir. 1 cm ve 2 cm deprem derzi için hesaplanan ortalamalar sırasıyla Şekil 5.12 ve Şekil 5.13’te gösterilmiştir. 1 cm ve 2 cm deprem derzi için hesaplanan oranlarda 4 katlı modellere ait oranların daha yüksek olduğu göze çarpmaktadır. 4 katlı modelin ortada yer aldığı veya kombinasyonun dışında (sağ ve sol uçta) kaldığı her iki durumda da 7 katlı modelin deplasman talepleri ve kütesinin fazla olması sebebi ile çarpışma sonrasında 4 katlı modellerin deplasman talepleri üzerindeki farklara yol açmıştır.

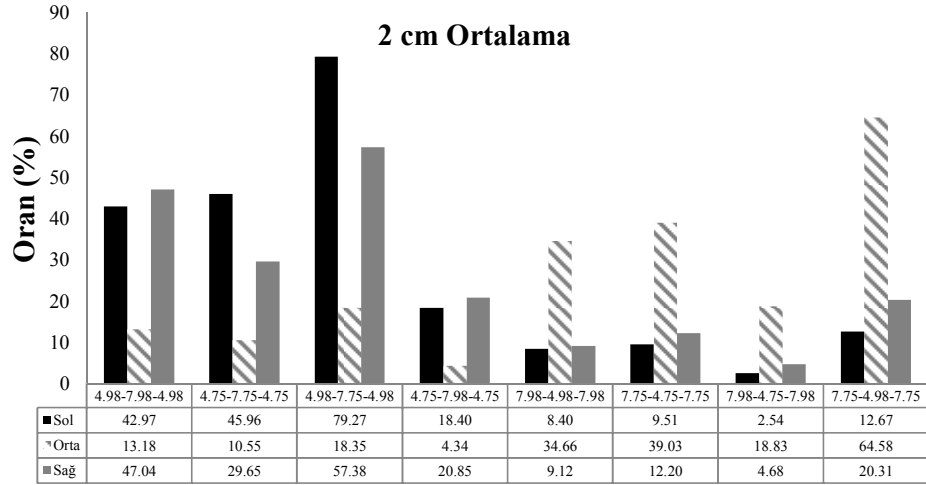


**Tablo 5.6: Maksimum Deplasman Farkı Oranları**

MAX DEPLASMAN FARKI / MAX. REFERANS DEPLASMANI (%)										
Deprem	Boşluk	Bina	4.98	4.75	4.98	4.75	7.98	7.75	7.98	7.75
			7.98	7.75	7.75	7.98	4.98	4.75	4.75	4.98
			4.98	4.75	4.98	4.75	7.98	7.75	7.98	7.75
Gazli-Gaz000	1 cm	Sol	29.82	77.50	60.52	12.81	17.33	7.66	7.54	11.57
		Orta	11.77	9.10	29.53	6.46	44.74	36.83	30.89	42.48
		Sağ	47.21	47.01	63.79	14.08	14.85	20.90	5.02	37.99
	2 cm	Sol	17.54	64.79	54.31	6.40	6.19	3.48	3.77	6.81
		Orta	8.47	11.19	22.33	4.31	30.36	34.29	20.59	33.37
		Sağ	33.04	34.31	42.01	30.71	6.19	14.63	3.77	29.39
Lomap-Hsp000	1 cm	Sol	48.19	43.66	61.73	34.37	8.49	25.72	3.55	36.17
		Orta	7.31	5.63	21.71	3.94	16.71	18.81	24.73	15.79
		Sağ	53.43	50.20	34.18	8.80	14.15	12.63	4.26	17.55
	2 cm	Sol	54.48	33.48	53.21	16.09	4.25	17.77	1.42	32.46
		Orta	3.99	4.69	18.88	3.28	11.14	10.85	17.23	10.53
		Sağ	49.24	44.38	24.57	1.47	9.20	9.82	1.42	14.70
Northr-Spv360	1 cm	Sol	51.35	61.24	55.88	23.68	27.29	23.48	17.96	36.39
		Orta	32.99	16.03	20.65	8.21	34.52	47.56	26.33	44.31
		Sağ	65.86	63.09	69.52	86.21	32.77	16.93	13.07	43.16
	2 cm	Sol	44.57	50.27	45.28	12.75	17.28	15.03	2.45	28.73
		Orta	28.59	10.37	10.32	2.74	27.81	43.90	16.35	41.54
		Sağ	58.11	56.69	48.28	60.80	10.01	10.35	10.62	19.18
Kocaeli-Dzc180	1 cm	Sol	27.03	60.58	39.13	43.68	19.45	7.56	3.43	10.17
		Orta	16.50	20.26	23.59	4.39	69.24	55.49	25.15	74.29
		Sağ	15.99	18.50	109.40	6.74	5.83	26.48	5.14	29.94
	2 cm	Sol	2.70	38.70	26.09	25.20	7.78	2.52	1.71	6.78
		Orta	11.00	15.19	14.90	2.92	50.60	43.72	6.71	53.06
		Sağ	66.63	8.41	70.33	5.05	1.94	17.65	3.43	10.41
Northr-Tar360	1 cm	Sol	47.64	28.12	47.23	45.05	27.98	16.26	7.69	19.60
		Orta	10.41	9.36	17.26	8.28	55.22	29.08	42.75	97.32
		Sağ	48.59	29.20	137.71	24.54	24.36	24.80	11.25	12.79
	2 cm	Sol	38.11	23.25	36.63	41.55	14.60	13.42	4.14	12.30
		Orta	6.36	5.70	9.45	11.59	43.80	14.54	36.64	98.30
		Sağ	44.78	20.01	114.60	20.54	17.05	17.07	6.52	8.39
Palmspr-Nps210	1 cm	Sol	94.32	100.22	149.08	27.17	20.63	6.53	4.51	6.84
		Orta	23.18	11.66	36.77	2.20	53.26	86.16	23.94	133.57
		Sağ	87.59	17.34	69.73	27.35	23.20	16.79	5.41	33.48
	2 cm	Sol	85.90	90.58	135.52	10.67	10.31	3.27	2.71	1.82
		Orta	21.07	8.86	33.39	1.47	47.93	84.24	9.98	122.17
		Sağ	75.80	9.63	49.32	11.72	16.33	12.13	3.97	30.69
Northr-Sy090	1 cm	Sol	39.26	22.81	86.94	17.36	12.93	15.24	3.18	10.98
		Orta	6.41	9.41	12.74	6.59	37.93	30.40	25.82	34.97
		Sağ	55.85	47.37	57.53	33.58	11.56	12.11	1.27	16.99
	2 cm	Sol	36.65	9.36	68.68	6.59	10.88	13.90	1.27	8.78
		Orta	8.98	10.30	12.74	2.99	34.04	26.89	19.81	29.00
		Sağ	51.48	39.77	54.92	31.18	9.52	4.04	3.18	10.28
Erz-Ew	1 cm	Sol	83.51	46.91	140.79	22.33	6.85	14.49	6.11	21.94
		Orta	17.79	11.88	14.69	7.88	51.24	29.68	29.45	114.72
		Sağ	16.70	29.78	25.42	44.83	21.31	9.83	3.05	25.71
	2 cm	Sol	69.59	37.23	123.89	7.44	1.52	10.35	3.82	11.47
		Orta	15.16	8.78	9.25	3.94	48.23	22.26	24.17	105.04
		Sağ	2.78	26.05	21.18	26.15	7.61	7.25	4.58	23.69
Koc-Dzc270	1 cm	Sol	51.63	73.61	182.27	53.88	11.23	7.00	3.12	2.72
		Orta	14.45	23.35	38.78	5.84	28.00	84.33	40.42	100.20
		Sağ	64.05	41.40	107.84	0.00	14.04	20.99	6.23	40.71
	2 cm	Sol	37.17	65.94	169.84	38.91	2.81	5.83	1.56	4.89
		Orta	10.84	19.85	33.93	5.84	18.00	70.53	17.96	88.18
		Sağ	39.26	27.60	91.25	0.00	4.21	16.91	4.67	36.05

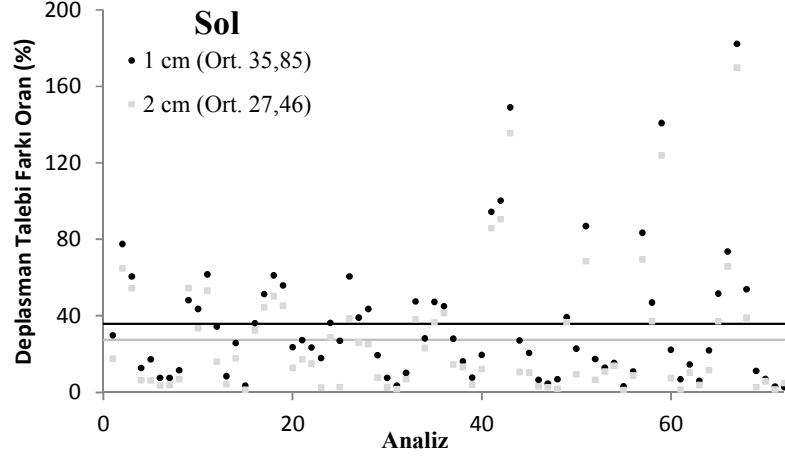


**Şekil 5.12:** 1 cm Deprem Derzi İçin Hesaplanan Deplasman Talebi Farkı Oranları

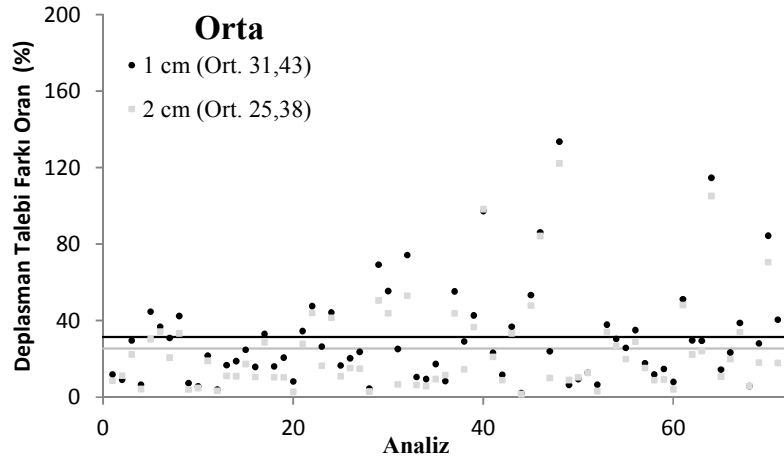


**Şekil 5.13:** 2 cm Deprem Derzi İçin Hesaplanan Deplasman Talebi Farkı Oranları

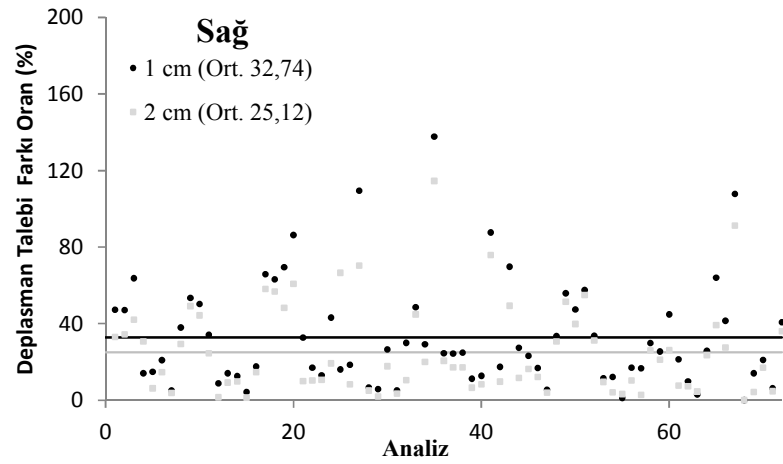
Hesaplanan tüm maksimum deplasman talebi farklarının maksimum referans deplasmanına oranları sol, orta ve sağ model için sırasıyla Şekil 5.14-Şekil 5.16'te verilmiştir. En büyük oran sol model için hesaplanmıştır (% 182.27). Ayrıca her modelin 1 cm ve 2 cm deprem derzi için hesaplanan ortalamaları grafikler üzerinde gösterilmiştir. Elde edilen deplasman farkı oranlarının 1 cm ve 2 cm için alınan ortalamaları deprem derzi değişiminin deplasman farkı üzerindeki etkisini göstermektedir. 1 cm deprem derzi durumunda hesaplanan ortalamalar, 2 cm deprem derzi için hesaplanan ortalamalardan sırasıyla (Sol, orta, sağ) %30.55, %23.83 ve %30.33 fazladır.



Şekil 5.14: Sol Model İçin Hesaplanan Deplasman Farkı Oranları (%)



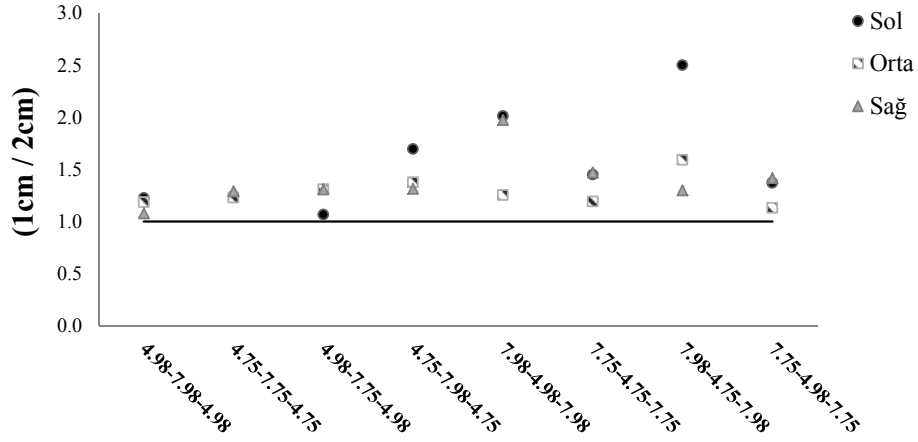
Şekil 5.15: Orta Model İçin Hesaplanan Deplasman Farkı Oranları (%)



Şekil 5.16: Sağ Model İçin Hesaplanan Deplasman Farkı Oranları (%)

### 5.3.1 Boşluk Oranının Deplasman Talepleri Üzerindeki Etkisi

Tüm ivme kayıtları altında maksimum deplasman talebi farkının maksimum referans deplasman talebine oranları hesaplanmıştır. Elde edilen oranların 1 cm ve 2 cm deprem derzi için ortalamaları Tablo 5.5'te verilmiştir. Deprem derzi miktarı değişiminin deplasman talepleri üzerindeki etkisini irdelemek amacıyla 1 cm ve 2 cm deprem derzi için hesaplanan ortalamalar oranlanmıştır. Hesaplanan oranlar (1 cm / 2 cm) Şekil 5.17'te gösterilmiştir. 1 cm deprem derzi için hesaplanan ortalamalar 2 cm için hesaplanan ortalamalara göre 2.5 kata kadar fazla çıkmaktadır. Ayrıca 1 cm deprem derzi için hesaplanan ortalamalar, 2 cm için hesaplanan tüm ortalamalardan fazla çıkmış bu sebeple Şekil 5.17'te verilen tüm oranlar sınır çizgisi üzerinde kalmıştır. Tez kapsamında yapılan tüm analizlerde deprem derz miktarının azalması deplasman talepleri üzerinde belirgin farklar yarattığı gözlemlenmiştir.



Şekil 5.17: Boşluk Oranının Deplasman Talepleri Üzerindeki Etkisi

### 5.4 Çekişlemenin Kat Kesme Kuvveti Talepleri Üzerindeki Etkisi

1 cm, 2 cm deprem derzleri ve referans (çarpışma olmayan) durum için yapılan tüm analizlerden, modellerin kat kesme kuvveti talepleri elde edilmiştir. Kat kesme kuvveti talepleri her modelin komşu binaya link elemanlarla bağlandığı katlarda hesaplanmıştır. 1 cm ve 2 cm deprem derzi için hesaplanan kat kesme kuvveti talepleri ile referans modellerden elde edilen değerlerin, kat kesme kuvveti

taleplerinde oluşan o andaki toplam farkın hesaplanabilmesi için mutlak farkları alınmıştır. Elde edilen mutlak kat kesme kuvveti talebi farklarından maksimum olan değer hangi katta olduğuna bakılmaksızın alınmıştır. Alınan maksimum farklar aynı analiz sonucunda elde edilmiş maksimum referans taban kesme kuvvetine oranlanmıştır. Tez kapsamında kullanılan 9 ivme kaydı altında elde edilen oranların ortalamaları 1 cm ve 2 cm deprem derzleri için alınmıştır. 1 cm ve 2 cm deprem derzi için alınan ortalamalar birbirlerine oranlanarak deprem derzi değişiminin kat kesme kuvveti talepleri üzerindeki etkisine bakılmıştır. Hesaplanan tüm ortalama değerler ve oranları Tablo 5.7’de gösterilmektedir.

Maksimum kat kesme kuvveti talebi farkları aynı analiz sonucunda elde edilmiş maksimum referans taban kesme kuvvetine oranlanmıştır. Hesaplanan tüm oranlar Tablo 5.8’de gösterilmiştir. Elde edilen maksimum oran 4.98-7.75-4.98 kombinasyonunda, Northr-Syl090 ivme kaydı altında 7.75 (orta) modelinde hesaplanmıştır (%142.75).

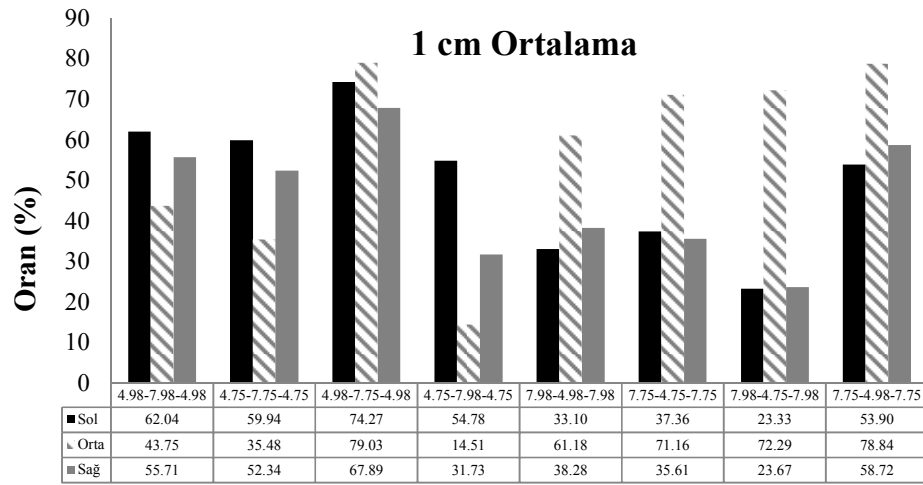
**Tablo 5.7: Kat Kesme Kuvveti Farklarının Ortalamaları**

Kombinasyon	1 cm Ortalama (%)			2 cm Ortalama (%)			(1 cm) / (2 cm)		
	Sol	Orta	Sağ	Sol	Orta	Sağ	Sol	Orta	Sağ
4.98-7.98-4.98	62.04	43.75	55.71	60.08	37.99	59.59	1.03	1.15	0.93
4.75-7.75-4.75	59.94	35.48	52.34	58.03	33.34	44.53	1.03	1.06	1.18
4.98-7.75-4.98	74.27	79.03	67.89	70.51	72.87	72.21	1.05	1.08	0.94
4.75-7.98-4.75	54.78	16.41	31.73	51.30	18.76	28.65	1.07	0.87	1.11
7.98-4.98-7.98	33.10	61.18	38.28	32.02	57.49	34.88	1.03	1.06	1.10
7.75-4.75-7.75	37.36	71.16	35.61	32.47	69.80	33.91	1.15	1.02	1.05
7.98-4.75-7.98	23.33	72.29	23.67	23.05	62.76	25.42	1.01	1.15	0.93
7.75-4.98-7.75	53.90	78.84	58.72	51.62	69.68	54.92	1.04	1.13	1.07

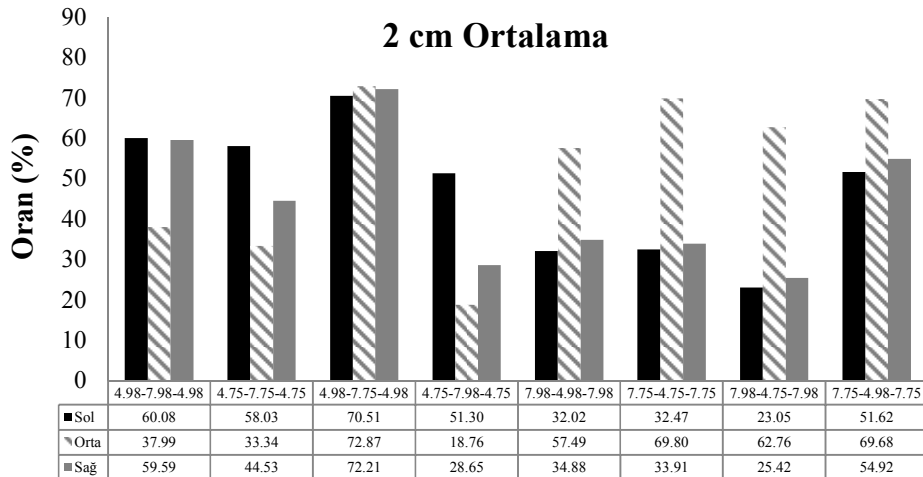
**Tablo 5.8: Maksimum Kat Kesme Kuvveti Farkı Oranları**

MAK. KAT KESME KUVVETİ FARKI / MAK. REFERANS TABAN KESMESİ (%)										
Deprem	Boşluk	Bina	4.98	4.75	4.98	4.75	7.98	7.75	7.98	7.75
			7.98	7.75	4.98	4.75	4.98	4.75	7.98	7.75
Gazi-Gaz000	1 cm	Sol	71.68	63.19	71.03	37.91	32.06	27.24	28.84	50.60
		Orta	49.58	44.90	55.07	24.86	69.08	77.84	126.21	79.92
		Sağ	61.96	53.92	71.10	-59.24	43.17	36.93	26.01	36.84
	2 cm	Sol	53.20	65.20	69.77	19.58	29.49	45.78	27.23	49.58
		Orta	43.02	45.60	63.89	23.90	62.94	70.51	53.63	75.96
		Sağ	64.35	63.16	81.89	-43.34	40.59	32.71	13.45	36.04
Lomap-Hsp000	1 cm	Sol	54.01	68.54	60.33	54.31	28.44	23.30	14.91	55.62
		Orta	42.52	45.76	87.11	18.95	41.59	52.90	62.07	57.32
		Sağ	52.83	52.98	67.49	20.14	23.28	27.68	18.96	43.51
	2 cm	Sol	53.48	55.73	63.26	49.72	38.87	28.51	9.27	65.17
		Orta	48.52	41.30	88.10	21.36	45.96	61.33	31.75	58.52
		Sağ	63.44	49.68	72.76	13.36	23.11	32.98	9.51	50.04
Northr-Spv360	1 cm	Sol	66.45	55.44	103.54	63.70	44.82	36.40	22.93	55.39
		Orta	48.52	34.30	89.12	-48.52	81.14	80.54	95.87	84.09
		Sağ	62.22	71.46	68.81	97.14	59.28	37.10	39.26	74.44
	2 cm	Sol	70.89	64.30	72.55	64.48	41.08	39.86	45.75	58.55
		Orta	56.87	36.42	74.95	-32.65	63.28	70.21	122.68	64.01
		Sağ	91.14	65.63	81.78	75.72	49.21	33.59	51.33	70.67
Kocaeli-Dzc180	1 cm	Sol	56.10	35.04	59.95	53.62	26.12	47.18	11.76	52.51
		Orta	50.49	29.00	56.37	18.82	58.04	71.11	42.86	88.60
		Sağ	59.12	47.92	65.96	28.98	28.88	47.61	13.09	37.71
	2 cm	Sol	26.62	35.78	55.69	49.12	31.24	39.15	8.90	49.29
		Orta	12.79	17.33	57.72	17.72	53.00	56.57	26.87	64.41
		Sağ	70.17	20.98	87.03	0.01	2.93	19.39	15.45	37.09
Northr-Tar360	1 cm	Sol	69.76	47.10	90.24	69.05	55.28	67.19	50.00	56.97
		Orta	47.47	23.56	82.99	38.40	82.51	96.04	111.61	92.53
		Sağ	80.98	46.26	108.16	81.85	36.43	37.03	27.56	63.31
	2 cm	Sol	84.00	42.65	98.23	77.99	47.75	35.20	45.60	59.48
		Orta	32.01	21.60	69.21	41.66	82.64	102.93	115.88	85.74
		Sağ	81.09	33.47	81.13	68.28	57.76	51.06	59.93	45.53
Palmspr-Nps210	1 cm	Sol	61.11	69.35	70.20	58.60	22.17	32.53	21.22	66.03
		Orta	40.38	34.28	68.60	1.91	49.47	71.43	57.55	83.11
		Sağ	50.47	27.44	79.99	28.03	31.47	29.85	21.01	61.84
	2 cm	Sol	57.05	59.16	70.10	51.44	27.67	26.38	17.29	63.27
		Orta	41.35	35.42	69.11	28.49	43.38	62.69	39.94	79.88
		Sağ	57.30	14.05	83.18	41.11	23.85	35.60	16.14	60.16
Northr-Sy090	1 cm	Sol	74.85	78.77	83.62	53.68	36.44	53.67	18.56	64.79
		Orta	48.42	47.28	142.75	26.84	67.93	69.04	59.97	94.61
		Sağ	58.29	65.62	55.95	58.05	43.62	47.26	18.58	112.56
	2 cm	Sol	80.36	75.03	72.89	43.97	34.85	35.33	18.92	55.61
		Orta	55.91	41.84	101.05	18.27	71.50	87.16	89.04	76.23
		Sağ	73.47	77.82	58.13	55.49	54.12	41.11	18.09	89.59
Erz-Ew	1 cm	Sol	49.37	67.41	67.00	50.16	16.47	24.54	20.38	32.61
		Orta	36.89	37.60	69.63	19.64	50.08	58.34	57.39	60.93
		Sağ	23.69	46.35	31.09	30.58	35.80	35.17	18.26	61.42
	2 cm	Sol	55.81	69.39	64.79	49.13	13.07	22.12	24.08	23.24
		Orta	33.01	38.60	70.17	23.69	52.67	58.76	47.16	63.46
		Sağ	8.76	30.65	30.76	47.19	32.03	36.51	16.19	60.90
Koc-Dzc270	1 cm	Sol	55.04	54.64	58.45	52.01	36.06	24.22	21.33	50.58
		Orta	29.50	22.64	59.67	29.69	50.76	63.18	37.02	68.43
		Sağ	51.83	59.14	62.44	0.02	42.59	21.86	30.32	36.81
	2 cm	Sol	59.30	55.01	67.32	56.31	24.12	19.90	10.37	40.37
		Orta	36.36	21.96	61.62	26.44	42.06	58.07	37.92	58.89
		Sağ	48.09	45.33	73.24	0.00	30.35	22.19	28.70	44.27

Hesaplanan maksimum kat kesme kuvveti taleplerinin her kombinasyon için alınan ortalamaları ve Şekil 5.18-Şekil 5.19’da verilmiştir. Hesaplanan en büyük ortalama 4.98-7.75-4.98 kombinasyonunda yer alan 7.75 (orta) modelinde 1 cm deprem derzi için hesaplanmıştır (%79.03). 4 katlı modellerde hesaplanan deplasman talebi farklarının, modelin sol, orta veya sağ uçta olduğu fark etmeksizin 7 katlı modellerden daha fazla olduğu hesaplanmıştır. Ancak 7 katlı modellerin ortada bulunduğu durumda sınırlanan deplasman talebi nedeniyle kat kesme kuvveti taleplerinde artış gözlemlenmiştir.



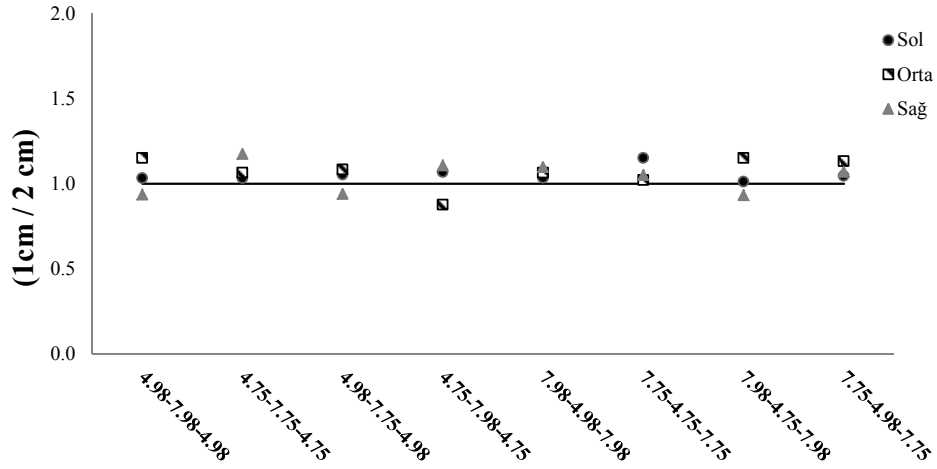
**Şekil 5.18:** 1 cm Deprem Derzi İçin Hesaplanan Kat Kesme Kuvveti Talebi Farkı Oranları



**Şekil 5.19:** 2 cm Deprem Derzi İçin Hesaplanan Kat Kesme Kuvveti Talebi Farkı Oranları

#### 5.4.1 Boşluk Oranının Kat Kesme Kuvveti Talepleri Üzerindeki Etkisi

Tüm ivme kayıtları altında maksimum kat kesme kuvveti talebi farkının, maksimum referans taban kesme kuvvetine oranları hesaplanmıştır (Tablo 5.8). Elde edilen oranların 1 cm ve 2 cm deprem derzi için ortalamaları Tablo 5.7’te verilmiştir. Deprem derzi miktarı değişiminin kat kesme kuvveti talepleri üzerindeki etkisini irdelemek amacıyla 1 cm ve 2 cm deprem derzi için hesaplanan ortalamalar oranlanmıştır. Hesaplanan oranlar (1 cm / 2 cm) Şekil 5.20’de gösterilmiştir. Şekil 5.20’de görüldüğü gibi 2 cm boşluk oranı olan durumda kat kesme kuvveti taleplerinin daha yüksek hesaplandığı kombinasyonlar olabilmektedir. Bazı durumlarda ivme kaydına ait büyük pikten önce 1 cm boşluk oranına sahip binada çarpışma gözlenirken, 2 cm boşluk oranına sahip binada çarpışma olmayabilmektedir. Bu durumda 1 cm boşluk oranına sahip binada büyük pikten önce akan eleman sayısı 2 cm boşluk oranına sahip modelden daha fazla olmaktadır. Bu nedenle büyük pik anında 2 cm boşluk oranına sahip modelde daha fazla kuvvet talepleri oluşabilmektedir. 1 cm boşluk oranına sahip binada akmaya ulaşan elemanlar çarpışma taleplerini deformasyon yaparak karşılamaktadır.



Şekil 5.20: Boşluk Oranının Kat Kesme Kuvveti Talepleri Üzerindeki Etkisi

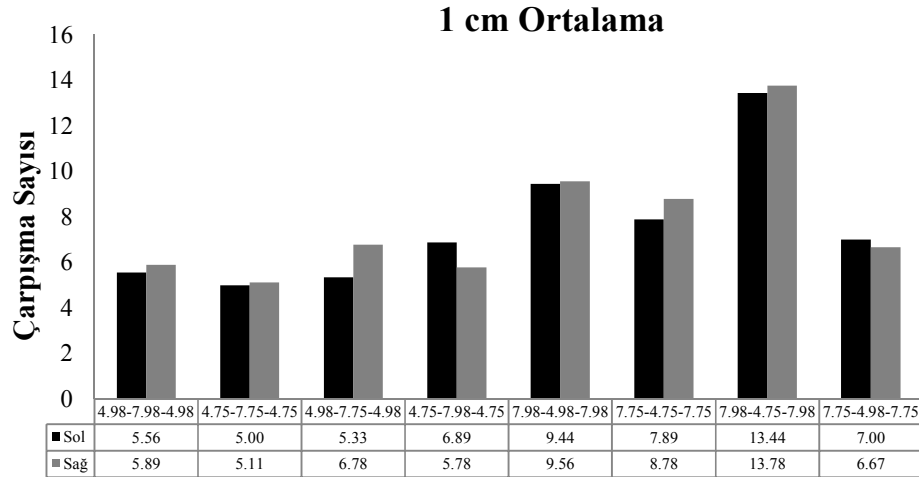


## 5.5 Çarpışma Sayılarının Değişimi

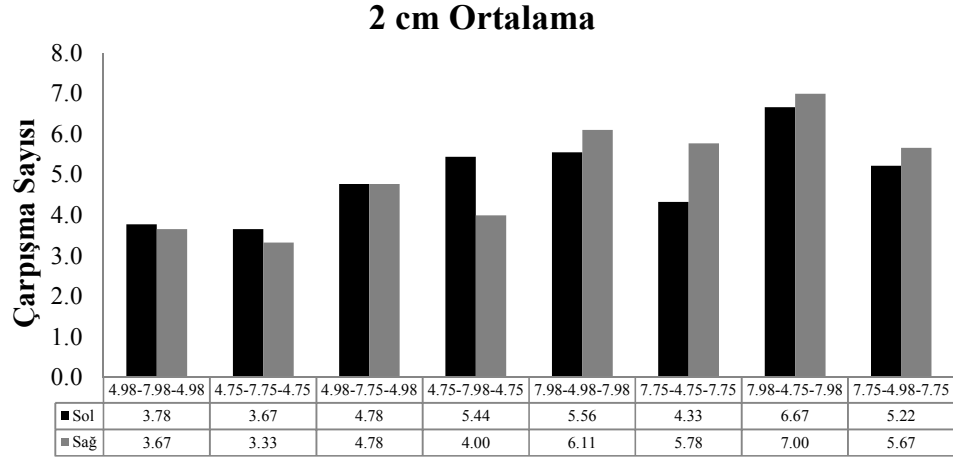
Çekiçleme kombinasyonları oluşturulurken, modellerin komşu binalar ile bağlanması için link elemanlar (Gap) kullanılmıştır. Link elemanlar sayesinde çarpışma olduğu an ve bu anda oluşan link kuvvetleri hesaplanmıştır. Zaman bağlı olarak hesaplanan link kuvvetlerinin sayısı o analiz için çarpışma sayısını temsil etmektedir. Her analiz için, sol ve sağ link elemanlardan elde edilen iki adet çarpışma sayısı hesaplanmıştır. Yapılan analizler sonucunda hesaplanan çarpışma sayıları Ekler kısmında verilmiştir. Tüm ivme kaydı için elde edilen çarpışma sayılarının ortalamaları alınmıştır. 1 cm ve 2 cm deprem derzi için alınan ortalama değerler Tablo 5.9'da, grafiksel olarak Şekil 5.21-Şekil 5.22'de gösterilmiştir.

**Tablo 5.9:** Hesaplanan Çarpışma Sayılarının Ortalamaları

Kombinasyon	1 cm Ortalama		2 cm Ortalama		1 cm / 2 cm	
	Sol	Sağ	Sol	Sağ	Sol	Sağ
4.98-7.98-4.98	5.56	5.89	3.78	3.67	1.47	1.61
4.75-7.75-4.75	5.00	5.11	3.67	3.33	1.36	1.53
4.98-7.75-4.98	5.33	6.78	4.78	4.78	1.12	1.42
4.75-7.98-4.75	6.89	5.78	5.44	4.00	1.27	1.44
7.98-4.98-7.98	9.44	9.56	5.56	6.11	1.70	1.56
7.75-4.75-7.75	7.89	8.78	4.33	5.78	1.82	1.52
7.98-4.75-7.98	13.44	13.78	6.67	7.00	2.02	1.97
7.75-4.98-7.75	7.00	6.67	5.22	5.67	1.34	1.18



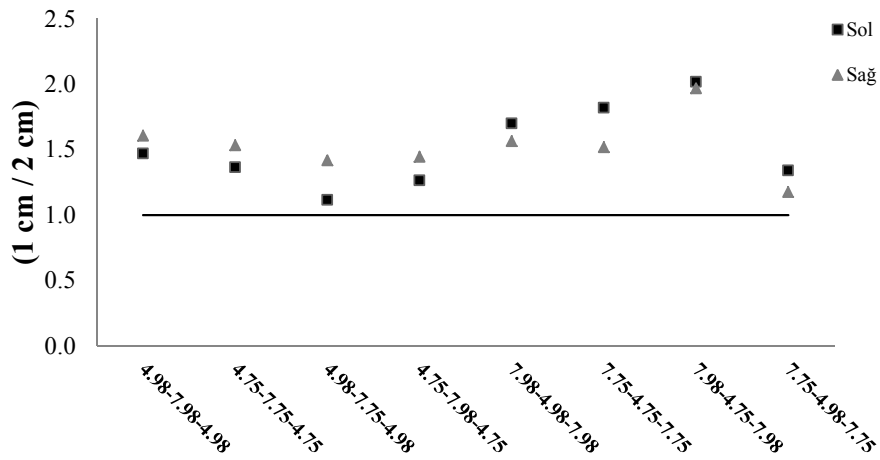
**Şekil 5.21:** 1 cm Deprem Derzi İçin Hesaplanan Ortalama Çarpışma Sayıları



**Şekil 5.22:** 2 cm Deprem Derzi İçin Hesaplanan Ortalama Çarpışma Sayıları

### 5.5.1 Boşluk Oranının Çarpışma Sayısı Üzerindeki Etkisi

1 cm ve 2 cm deprem derzi için hesaplanan ortalama çarpışma sayıları oranlanarak deprem derz değişiminin çarpışma sayısı üzerindeki etkisi araştırılmıştır (Şekil 5.23). Elde edilen oranlar Tablo 5.9'da gösterilmiştir. 1 cm deprem derzi için elde edilen çarpışma sayılarının 2.02 kata kadar arttığı hesaplanmıştır. 1 cm için elde edilen tüm ortalamalar 2 cm için hesaplanan çarpışma sayılarından daha fazla çıkmıştır. Tez kapsamında yapılan analizler sonucunda deprem derz miktarının azalması ile çarpışma sayısının arttırdığı gözlemlenmiştir.



**Şekil 5.23:** Boşluk Oranı Değişiminin Çarpışma Sayısı Üzerindeki Etkisi

## 5.6 Link Kuvvetleri

Tez kapsamında 1 cm ve 2 cm deprem derzi için yapılan toplamda 144 adet analiz sonucunda link elemanlarda oluşan kuvvetler elde edilmiştir. Hesaplanan maksimum link kuvvetleri Ekler kısmında verilmiştir. Elde edilen kuvvetler aynı zamanda analiz sonunda komşu binalar arasında çarpışma olup olmadığı açısından değerlendirilmiştir. Yapılan analiz sayıları ve çarpışma yüzdeleri Tablo 5.10'de gösterilmiştir. Tez kapsamında yapılan analizler sonucunda %97.92 oranla komşu binalar arasında çarpışma olmuştur. Ayrıca 1 cm ve 2 cm için yapılan değerlendirmede sırasıyla %99.31, %96.53 oranda çarpışma olmuştur. Yani, kullanılan tüm ivme kayıtlarında çarpışma meydana gelmiştir. Bu nedenle tez kapsamında oluşturulan modeller için 1 cm ve 2 cm deprem derzinin çarpışmayı önlemek için yetersiz miktarlar olduğu kesin olarak söylenebilir.

**Tablo 5.10:** Analiz Sayıları ve Çarpışma Yüzdeleri

Analiz	1 cm	2 cm	1 cm ve 2 cm
<b>Toplam</b>	144	144	288
<b>Çarpışma Olmayan</b>	1	5	6
<b>Çarpışma Yüzdesi</b>	%99.31	%96.53	%97.92

## 6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

### 6.1 Sonuçlar

Yapılan çalışma kapsamında, çekiçleme etkisinin yapıların sismik davranışı üzerindeki etkilerinin araştırılması amacıyla 8 adet sıralı üç binadan oluşan kombinasyon oluşturulmuştur. Kombinasyonların oluşturulmasında, 1975 ve 1998 Afet Yönetmeliği'ne göre tasarlanmış üç boyutlu 4 ve 7 katlı doğrusal elastik olmayan bina modelleri kullanılmıştır. Yetersiz boşluk oranının etkilerinin araştırılabilmesi için modeller arası 1 cm ve 2 cm deprem derzinin olduğu iki farklı durum dikkate alınmıştır. Ayrıca modeller arasında çarpışmanın olmadığı yüksek boşluk oranına sahip referans (çarpışmasız) modeller oluşturulmuştur.

Tez kapsamında Sap2000 programı kullanılarak, 9 ivme kaydı altında toplamda 216 adet doğrusal elastik olmayan zaman tanım alanında dinamik analiz gerçekleştirilmiştir. 1 cm ve 2 cm için elde edilen analiz sonuçları, referans (çarpışmasız) analiz sonuçları ile kıyaslanarak değerlendirmeler yapılmıştır.

Tez kapsamında yapılan değerlendirmeler aşağıda maddeler halinde verilmiştir:

- DBYBHY-2007'ye göre çekiçleme kombinasyonları arasında bırakılması gereken minimum deprem derzi 70 mm olarak hesaplanmıştır. Analiz sonuçları değerlendirildiğinde modellerin %34.72'si yönetmelik sınırlarını aşmaktadır.
- DBYBHY-2007'de yer alan Madde 2.10.3.2'ye göre 4 katlı bina yüksekliğinin göz önünde bulundurulması durumunda hesaplanan deprem derzi miktarı minimum 40 mm olarak bulunmuştur. Sınır değer olarak düşük kat yüksekliğine sahip komşu bina dikkate alınarak hesaplanan deprem derzi dikkate alındığında, sonuçların %77.08'i yönetmelik sınırlarını aşmaktadır.

- Bu nedenle, binalar arası bırakılması gereken minimum deprem derzi miktarı hesaplanırken komşu binalardan kat yüksekliği fazla olan binanın dikkate alınması önerilebilir. Ancak, komşu binalar arasında yükseklik farkının çok fazla olduğu durumda büyük deprem derz mesafesi hesaplanabilir. Bu durumda DBYBHY-2007'de Madde **2.10.3.1**'e göre hesaplanacak deprem derz mesafesi değerlendirilebilir.
- Çarpışma olmaması için gerekli en büyük deprem derzi mesafesi 7.75-4.98-7.75 kombinasyonu için, Palmspr-Nps210 ivme kaydı altında 174.71 mm olarak hesaplanmıştır. Hesaplanan çarpışma mesafelerinin, ortalaması 62.02 mm ve standart sapması 31.76 mm olarak hesaplanmıştır.
- İleri Yönlenmeli (Forward Directivity) etkisi olan ivme kayıtlarının kullanıldığı analizler sonucunda hesaplanan çarpışma mesafeleri yönetmelik deprem derzi mesafelerini daha büyük oranda aşmaktadır.
- Çarpışma mesafesinin PGA değerine bağlı olarak arttığı gözlemlenmiştir.
- Çekiçleme etkisi nedeniyle, modellerin referans (çarpışmasız) duruma göre deplasman taleplerinde farklar oluşmaktadır. Deplasman talebinin sınırlanıp arttığına bakılmaksızın, maksimum deplasman talebi farkları hesaplanmıştır. Elde edilen en büyük deplasman talebi farkı 4.98-7.75-4.98 kombinasyonu, Northr-Tar360 ivme kaydı altında 143 mm olarak, Deprem derzinin 1 cm olduğu durumda 4.98 sağ modeli için hesaplanmıştır.
- Hesaplanan maksimum deplasman talebi farkları aynı analize ait maksimum referans deplasman talebine oranlanmıştır. Elde edilen en büyük oran 4.98-7.75-4.98 kombinasyonu için, Koc-Dzc270 ivme kaydı altında deprem derzinin 1 cm olduğu durumda 4.98 sol modelinde hesaplanmıştır (% 182.27)
- Elde edilen deplasman talebi farkı oranlarının ortalamaları alınmıştır. 1 cm deprem derzi için hesaplanan en büyük ortalama 4.98-7.75-4.98 kombinasyonunda yer alan 4.98 sol modeli için %84.31 olarak

hesaplanmıştır. 2 cm deprem derzi için hesaplanan en büyük ortalama ise, aynı kombinasyon ve model için %79.27 olarak hesaplanmıştır.

- Çekişleme kombinasyonlarının sol ve sağ ucunda yer alan modellerin çarpışma ve serbest yönleri doğrultusunda oluşan deplasman talepleri ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Çarpışma yönünde deplasman talepleri sınırlanırken, serbest yönde ise artmaktadır. Çekişleme etkisinin en net görüldüğü 4.98-7.75-4.98 kombinasyonu (kritik kombinasyon) için değerlendirmeler yapılmıştır. Deplasman taleplerinin çarpışma yönünde sınırlanıp serbest yönde arttığı göz önünde bulundurularak referans (çarpışmasız) deplasman talebinden olan farkları elde edilmiştir. Çarpışma yönünde sınırlanan en büyük deplasman North-Tar360 ivme kaydı altında, deprem derzinin 1 cm olduğu durumda 4.98 sağ modelinde -81.94 mm olarak hesaplanmıştır. Serbest yönde artan deplasman talebi aynı durum ve modelde hesaplanmıştır (112.21 mm).
- Çarpışma ve serbest yön için hesaplanan sınırlanan ve artan deplasman talepleri o analize ait maksimum referans deplasman talebine oranlanmıştır. Çarpışma yönünde hesaplanan en büyük oran Kocaeli-Dzc180 ivme kaydı altında 1 cm deprem derzi için 4.98 sağ modelinde %-90.67 olarak hesaplanmıştır. Serbest yönde ise hesaplanan en büyük oran %122.21 olarak, Palmspr-Nps210 ivme kaydı altında deprem derzinin 1 cm olduğu durumda 4.98 sol modeli için hesaplanmıştır.
- Çarpışma ve serbest yön için hesaplanan oranların 1 cm ve 2 cm deprem derzi için ortalamaları alınmıştır. 1 cm deprem derzi için elde edilen ortalamalar, çarpışma ve serbest yön için sırasıyla %-45.43 ve %59.99 olarak hesaplanmıştır. 2 cm deprem derzi için elde edilen ortalamalar ise, %-36.46 ve %46.82 olarak hesaplanmıştır.
- Çekişleme etkisi sonucu modellerin kat kesme kuvveti taleplerinde referans (çarpışmasız) duruma göre farklar oluşmaktadır. Modellerin link elemanlarla bağlanan katlarında (çarpışmanın olduğu katlarda) kat kesme kuvveti taleplerinin, referans kat kesme kuvveti taleplerinden olan mutlak farkları alınmıştır. Hesaplanan farkların

hangi katta olduğuna bakılmaksızın en büyük değerleri alınmıştır. Hesaplanan en büyük kat kesme kuvveti farkı 3908.31 kN olarak, Northr-Syl090 ivme kaydı altında 4.98-7.75-4.98 kombinasyonuna ait 7.75 modelinde hesaplanmıştır.

- Hesaplanan maksimum kat kesme kuvveti talebi farkları aynı analize ait maksimum referans taban kesme kuvvetine oranlanmıştır. Hesaplanan en büyük oran, 4.98-7.75-4.98 kombinasyonuna ait 7.75 modelinde 1 cm deprem derzi için Northr-Syl090 ivme kaydı altında elde edilmiştir (%142.75).
- Maksimum referans taban kesmesine oranlanan kat kesme kuvveti taleplerinin ortalamaları alınmıştır. Elde edilen en büyük ortalama 4.98-7.75-4.98 kombinasyonunda yer alan 7.75 (orta) modelinde, 1 cm deprem derzi için %79.03 olarak hesaplanmıştır. 2 cm deprem derzi için hesaplanan en büyük ortalama aynı kombinasyon ve aynı model için hesaplanmıştır (%72.87).
- Maksimum deplasman talebi farkları kombinasyonların sol ve sağ ucunda yer alan modeller için hesaplanmış ancak maksimum kat kesme kuvveti talepleri kombinasyonların ortasında yer alan modeller için elde edilmiştir. Kombinasyonların ortasında yer alan modellerin deplasman taleplerinin her iki yönde sınırlanmasından dolayı deplasman talebi farkları yüksek değerlere ulaşmazken, kat kesme kuvveti talebi farkları bu sebeple yüksek değerlere ulaşmıştır.
- Çekiçlemenin mafsal dağılımı üzerindeki etkisi incelenmiş ve bu inceleme 4.98-7.75-4.98 kritik kombinasyonu üzerinden yapılmıştır. Erz-Ew ve Northr-Syl090 ivme kayıtları altında oluşan kritik kesitteki ve çarpışma katındaki mafsal dağılımları incelenmiştir. Kombinasyonda yer alan modellerin hasar dağılımları incelendiğinde, çekiçlemenin kolon ve kiriş elemanların hasar dağılımını değiştirdiği açıkça gözlemlenmektedir. Çarpışmasız durumda sol ve sağ uçta yer alan modellerin son kat kolon elemanlarında hasar gözlenmezken, çekiçleme etkisi ile kolon elemanların önemli bir kısmı akmıştır. Benzer şekilde 7 katlı modelin çarpışma katına ait hasar dağılımında, kiriş elemanların hasar düzeylerinde de artış gözlemlenmiştir. Sonuç

olarak çekiçlemenin hasar alan eleman sayısını arttırdığı ve elemanların hasar düzeylerini değiştirdiği belirlenmiştir.

- Çekiçleme kombinasyonlarında yer alan modeller birleştirilirken kullanılan link elemanlardan, deprem süresince gerçekleşen çarpışma anına ait link kuvvetleri elde edilmiştir. Link kuvvetleri aynı zamanda o analize ait çarpışma olup olmadığı hakkında bilgi vermektedir. Tez kapsamında, 1 cm ve 2 cm deprem derzi için yapılan analizlerin %97.92'sinde çarpışma meydana gelmiştir.
- Link elemanlarda deprem süresince oluşan kuvvetlerin sayısı aynı zamanda çarpışma sayısını temsil etmektedir. 1 cm ve 2 cm deprem derzi için hesaplanan çarpışma sayılarının ortalamaları alınmış ve bu ortalamalar kıyaslanmıştır. 1 cm deprem derzi için hesaplan çarpışma sayılarında 2.02 kata kadar fark hesaplanmıştır. Sonuç olarak, boşluk oranı azaldıkça komşu bina ile gerçekleşen çarpışma sayısı arttığı belirgin bir şekilde gözlemlenmiştir.
- Boşluk oranı azaldıkça deplasman talebi farklarında artış gözlemlenmiştir. Tez kapsamında 1 cm ve 2 cm için elde edilen ortalamaların oranları arasındaki fark 2.5 kata kadar çıkmaktadır.
- Kat kesme kuvveti farklarının oranlarının ortalamaları 1 cm ve 2 cm deprem derzi için elde edilmiştir. Hesaplanan ortalamalar oranlanarak boşluk oranı değişiminin kat kesme kuvveti talepleri üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Bazı kombinasyonların 2 cm deprem derzi için hesaplanan ortalamaları daha yüksek değerlere ulaşmıştır. Bunun sebebi 1 cm deprem derzine ait analizde ivme kaydına ait büyük pikten önce çarpışma olması, akan eleman sayısını arttırmıştır. Akan elemanların fazla olması çarpışma taleplerinin deformasyon yaparak karşılmasına sebep olmaktadır. Bu nedenle 2 cm boşluk oranına sahip modelde daha fazla kuvvet talepleri oluşabilmektedir.



## 6.2 Sonraki Çalışmalar İçin Öneriler

Elde edilen verilerden yola çıkılarak, çekiçleme etkisinin araştırılmasında sonraki çalışmalar için öneri ve değerlendirmeler aşağıda maddeler halinde verilmektedir:

- Çekiçleme etkisinin kat yüksekliği boyunca talepler üzerindeki etkileri ve eleman hasar dağılımı detaylı bir şekilde incelenebilir.
- Modellerin çarpışma anındaki kat kesme kuvvet talebi profilleri ve deplasman talebi profilleri elde edilebilir.
- Analizler için kullanılacak deprem sayısı artırılabilir.
- Farklı kat sayısına sahip modeller ile daha fazla çekiçleme kombinasyonu oluşturulabilir.
- Çekiçleme kombinasyonlarında yer alan modeller farklı kat seviyesine sahip olabilir.
- Çekiçlemenin burulma üzerindeki etkisi araştırılabilir.
- Zemin-yapı etkileşiminin düşük rijitlikli zeminler altında toplam yer değiştirmeyi arttırdığı bilinmektedir. Bu nedenle çekiçleme davranışının yapı talepleri üzerindeki etkileri, zemin yapı etkileşimi dikkate alınarak araştırılabilir.

## 7. KAYNAKLAR

- ABYYHY-1975**, Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik, *Bayındırlık ve İskân Bakanlığı*, Ankara, (1975).
- ABYYHY-1998**, Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik, *Bayındırlık ve İskân Bakanlığı*, Ankara, (1998).
- Adalier K. and Aydingun O.**, “Structural Engineering Aspects of the June 27, 1998 Adana–Ceyhan (Turkey) Earthquake”, *Engineering Structures*, 23(4), 343-355, (2001).
- Arnold, C.**, “Urban Earthquake Hazards Reduction: Society’s Needs-A.U.S. Perspective”, in *Proc. 2nd Japan-United States Workshop on Urban Earthquake Hazards Reduction*, Nagoya, Japan, UN Centre for Regional Development, 60-69, (1989).
- Beşikçi, O.B.**, “Düşük ve Orta Yükseklikteki Yumuşak Katlı Binaların Deplasman Taleplerinin Doğrusal Elastik Olmayan Analizle Tahmini”, Yüksek Lisans Tezi, *PAÜ Fen Bilimleri Enstitüsü*, Denizli, (2013).
- Bertero, V.V.**, “Observation of Structural Pounding”, *International Conference: The Mexico Earthquake*, (1986).
- Bertero, V.V. and Collins RG.**, “Investigation of the Failures of the Olive View Stairtowers During the San Fernando Earthquake and Their Implications on Seismic Design”, *EERC Report Berkeley (USA)*, Earthquake Engineering Research Center, University of California, 73-26, (1973).
- Bray, J.D. and Rodriguez-Marek A.**, “Characterization of Forward-Directivity Grounds Motions in the Near-Fault Region”, *Soil Dynamics and Earthquake Engineering*, 24(11), 815-828, (2004).
- Celep, Z.**, *Betonarme Taşıyıcı Sistemlerde Doğrusal Olmayan Davranış ve Çözümleme*, İstanbul: İhlas Gazetecilik, (2007).
- Chau, K.T., Wei X.X., Guo, X. and Shen., Y.C.**, “Experimental and Theoretical Simulations of Seismic Poundings Between Two Adjacent Structures”, *Earthquake Engineering and Structural Dynamics*, 32, 537-554, (2003).
- Chouw, N., and Hao, H.**, “Pounding Behaviour of Adjacent Structures in the 2011 Christchurch Earthquake”, *Australian Earthquake Engineering Society 2011 Conference*, South Australia, (2011).

- Çelik, S.**, “Düşük ve Orta Yükseklikteki Binaların Deplasman Taleplerinin Doğrusal Elastik Olmayan Zaman Tanım Alanında Analizle Tahmini”, Yüksek Lisans Tezi, *PAÜ Fen Bilimleri Enstitüsü*, Denizli, (2011).
- DBYBHY-2007**, Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik, *Bayındırlık ve İskân Bakanlığı*, Ankara, (2007).
- Doğan, M. ve Günaydın, A.**, “Pounding of Adjacent RC Buildings During Seismic Loads”, *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, XXII, (2009).
- Dogangun, A.**, “Performance of Reinforced Concrete Buildings During the May 1 2003 Bingöl Earthquake in Turkey”, *Engineering Structures*, 26(6), 841-856, (2004).
- Efraimiadou, S., Hatzigeorgiou, G.D. and Beskos, D.E.**, “Structural Pounding Between Adjacent Buildings Subjected to Strong Ground Motions. Part I: The Effect of Different Structures Arrangement”, *Earthquake Engineering and Structural Dynamics*, 42, 1509-1528, (2013).
- Efraimiadou, S., Hatzigeorgiou, G.D. and Beskos, D.E.**, “Structural Pounding Between Adjacent Buildings Subjected to Strong Ground Motions. Part II: The Effect of Multiple Earthquake”, *Earthquake Engineering and Structural Dynamics*, 42, 1529-1545, (2013).
- FEMA-356**, Prestandard and Commentary for Seismic Rehabilitation of Buildings, *Federal Emergency Management Agency*, Washington, (2000).
- FEMA-440**, Improvement of Nonlinear Static Seismic Analysis Procedures, *Federal Emergency Management Agency*, Washington, (2005).
- Inel, M., Cayci, B.T., Kamal, M. and Altinel, O.**, “Structural Pounding of Mid-Rise RC Buildings During Earthquakes”, *Second European Conference on Earthquake Engineering and Seismology*, 24-29 Ağustos 2014, Istanbul, Bildiri No: 1282, (2014).
- Inel, M. and Ozmen, H.B.**, “Effects of Plastic Hinge Properties in Nonlinear Analysis of Reinforced Concrete Buildings”, *Engineering Structures*, 28, 1494-1502, (2006).
- Inel, M., Ozmen, H. B., and Bilgin, H.**, “Re-evaluation of Building Damages During Recent Earthquakes in Turkey”, *Engineering Structures*, 30, 412-427, (2008a).
- Jameel, M., Saiful Islam, A.B.M., Hussain, R.R., Hasan, S.D. and Khaleel, M.**, “Non-Linear FEM Analysis of Seismic Induced Pounding Between Neighbouring Multi-Storey Structures”, *Latin American Journal of Solids and Structures*, 10, 921-939, (2013).

- Jankowski, R.**, “Non- Linear FEM Analysis of Eartquake-Induced Pounding Between the Main Building and Stairway Tower of Olive View Hospital”, *Engineering Structures*, 31, 1851-1864, (2009).
- Kasai, K. and Maison, B, F.**, “Building Pounding Damage During The 1989 Loma Prieta Eartquake”, *Engineering Structures*, 19, 3, 195-207, (1996).
- Kasai, K., Patel, P.C. and Munshi., J.A.**, “Seismic Pounding Effects- Survey and Analysis”, *Earthquake Engineering, Tenth World Conference*, Rotterdam, (1992).
- Li, B., Chow, N.**, “Experimental Investigation of Inelastic Bridge Response Under Spatially Varying Excitations with Pounding”, *Engineering Structures*, 79, 106-116, (2014).
- Mander, J.B., Priestley, M.J.N. and Park, R.**, “Theoretical Stress-Strain Model for Confined Concrete”, *ASCE Journal of Structural Engineering*, 114(8),1804-1826, (1988).
- Muthukumar, S., DesRoches, R.**, “A Hertz Contact Model with Non-Linear Damping For Pounding Simulation”, *Earthquake Engineering and Structural Dynamics*, 35, 811-828, (2006).
- Ozcebe, G., Ramirez, J., Wasti, T. S., Yakut, A.**, “1 May 2003 Bingol Earthquake. Engineering Report”, *Publication No:2004/1, Ankara*, (2004).
- Ozmen, H.B., Inel M., Akyol, E., Cayci, B.T. and Un, H.**, “Evaluations On the Relation of RC Building Damages with Structural Parameters After May 19, 2011 Simav (Turkey) Earthquake”, *Nat Hazards*, 71, 63-84, (2013).
- Ozmen, H.B., Inel M. and Cayci, B.T.**, “Engineering Implications of the RC Building Damages After 2011 Van Earthquakes”, *Earthquake and Structures, Vol 5, No 3*, 297-319, (2013).
- Pantelides, C.P and Ma, X.**, “Linear and Nonlinear Pounding of Structural Systems”, *Computer & Structures*, 66, 79-92, (1998).
- Papadrakakis, M. and Mouzakis, H.**, “Earthquake Simulator Testing of Pounding Between Adjacent Buildings”, *Earthquake Engineering and Structural Dynamics*, 24, 811-834, (1995).
- Peer**, 15 June 2014, <http://peer.berkeley.edu>, (2011).
- Rajaram, C. and Ramancharla, P.K.**, “Three Dimensional Analysis of Pounding Between Adjacent Buildings”, *Journal of Structural Engineering*, 41, 2, 1-11, (2014).
- Rosenblueth, E. and Meli, R.**, “The 1985 Earthquake: Causes and Effects in Mexico City”, *Concrete Intl. ACI.*, 8, 5, 23-36, (1986).
- SAP2000 V-15.2.1 CSI.**, Integrated Finite Element Analysis and Design of Structures Basic Analysis Reference Manual, Berkeley, USA, (2013).

- Scawthorn, C., and Johnson, G. S.**, “Preliminary Report: Kocaeli (Izmit) Earthquake of 17 August 1999”, *Engineering Structures*, 22(7), 727-745, (2000).
- Semap**, Sargı Etkisi Modelleme Analiz Programı; Tubitak Proje No: 105M024, (2008).
- Sezen, H., Whittaker, A. S., Elwood, K. J., and Mosalam, K. M.**, “Performance of Reinforced Concrete Buildings During the August 17, 1999 Kocaeli, Turkey Earthquake, and Seismic Design and Construction Practice in Turkey”, *Engineering Structures*, 25(1), 103-114, (2003).
- TÜBİTAK 105M024**, Betonarme Elemanların Doğrusal Ötesi Davranışlarının Bilgisayar Ortamında Modellenmesi, TÜBİTAK Projesi Raporu, Denizli, (2008).
- TS498**, Yapı Elemanlarının Boyutlandırılmasında Alınacak Yüklerin Hesap Değerleri, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara, (1987).
- TS-500**, Betonarme Yapıların Tasarım ve Yapım Kuralları, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara, (2000).
- USGS**, Implications for Earthquake Risk Reduction in the United States from the Kocaeli, Turkey, Earthquake of August 17, 1999, Virginia, (1999).
- Yakut A., Gulkan P., Bakır B. S., Yılmaz M. T.**, “Re-examination of Damage Distribution in Adapazari: Structural Considerations”, *Engineering Structures*, 27(7): 990-1001, (2005).

# **EKLER**

## 8. EKLER

### EK A.1 Maksimum Deplasman Talebi Farkları

**Tablo A.1: Maksimum Deplasman Talebi Farkları**

MAKSİMUM DEPLASMAN TALEBİ FARKI (mm)											
Deprem	Boşluk	Bina	4.98	4.75	4.98	4.75	7.98	7.75	7.98	7.75	
			7.98	7.75	7.75	7.98	4.98	4.75	4.75	4.98	
		4.98		4.75		4.98		4.75		7.98	
Gazli-Gaz000	1 cm	Sol	17.00	61.00	39.00	10.00	14.00	11.00	6.00	17.00	
		Orta	10.00	13.00	41.00	6.00	28.00	29.00	24.00	28.00	
		Sağ	30.00	37.00	41.00	11.00	12.00	30.00	4.00	53.00	
	2 cm	Sol	10.00	51.00	35.00	5.00	5.00	5.00	3.00	10.00	
		Orta	7.20	16.00	31.00	4.00	19.00	27.00	16.00	22.00	
		Sağ	21.00	27.00	27.00	24.00	5.00	21.00	3.00	41.00	
Lomap-Hsp000	1 cm	Sol	46.00	60.00	58.00	47.00	12.00	55.00	5.00	78.00	
		Orta	11.00	12.00	46.00	6.00	15.00	26.00	33.00	15.00	
		Sağ	51.00	69.00	32.00	12.00	20.00	27.00	6.00	37.00	
	2 cm	Sol	52.00	46.00	50.00	22.00	6.00	38.00	2.00	70.00	
		Orta	6.00	10.00	40.00	5.00	10.00	15.00	23.00	10.00	
		Sağ	47.00	61.00	23.00	2.00	13.00	21.00	2.00	31.00	
Northr-Spy360	1 cm	Sol	53.00	67.00	58.00	26.00	30.00	25.00	22.00	38.00	
		Orta	30.00	17.00	22.00	9.00	36.00	52.00	29.00	48.00	
		Sağ	68.00	69.00	72.00	95.00	36.00	18.00	16.00	45.00	
	2 cm	Sol	46.00	55.00	47.00	14.00	19.00	16.00	3.00	30.00	
		Orta	26.00	11.00	11.00	3.00	29.00	48.00	18.00	45.00	
		Sağ	60.00	62.00	50.00	67.00	11.00	11.00	13.00	20.00	
Kocaeli-Dzc180	1 cm	Sol	10.00	36.00	15.00	26.00	10.00	6.00	2.00	9.00	
		Orta	9.00	16.00	19.00	3.00	26.00	33.00	15.00	28.00	
		Sağ	6.00	11.00	42.00	4.00	3.00	21.00	3.00	23.00	
	2 cm	Sol	1.00	23.00	10.00	15.00	4.00	2.00	1.00	6.00	
		Orta	6.00	12.00	12.00	2.00	19.00	26.00	4.00	20.00	
		Sağ	25.00	5.00	27.00	3.00	1.00	14.00	2.00	8.00	
Northr-Tar360	1 cm	Sol	50.00	52.00	49.00	90.00	46.00	40.00	13.00	51.00	
		Orta	18.00	23.00	42.00	15.00	58.00	54.00	84.00	99.00	
		Sağ	51.00	54.00	143.00	49.00	40.00	61.00	19.00	32.00	
	2 cm	Sol	40.00	43.00	38.00	83.00	24.00	33.00	7.00	32.00	
		Orta	11.00	14.00	23.00	21.00	46.00	27.00	72.00	100.00	
		Sağ	47.00	37.00	119.00	41.00	28.00	42.00	11.00	21.00	
Palmspr-Nps210	1 cm	Sol	56.00	104.00	88.00	28.00	24.00	14.00	5.00	15.00	
		Orta	33.00	25.00	76.00	3.00	30.00	90.00	24.00	82.00	
		Sağ	52.00	18.00	41.00	28.00	27.00	36.00	6.00	72.00	
	2 cm	Sol	51.00	94.00	80.00	11.00	12.00	7.00	3.00	4.00	
		Orta	30.00	19.00	69.00	2.00	27.00	88.00	10.00	75.00	
		Sağ	45.00	10.00	29.00	12.00	19.00	26.00	4.00	66.00	
Northr-Sy090	1 cm	Sol	45.00	39.00	100.00	29.00	19.00	34.00	5.00	25.00	
		Orta	10.00	21.00	26.00	11.00	39.00	52.00	43.00	41.00	
		Sağ	64.00	81.00	66.00	56.00	17.00	27.00	2.00	38.00	
	2 cm	Sol	42.00	16.00	79.00	11.00	16.00	31.00	2.00	20.00	
		Orta	14.00	23.00	26.00	5.00	35.00	46.00	33.00	34.00	
		Sağ	59.00	68.00	63.00	52.00	14.00	9.00	5.00	23.00	
Erz-Ew	1 cm	Sol	60.00	63.00	100.00	30.00	9.00	28.00	8.00	44.00	
		Orta	27.00	23.00	27.00	12.00	34.00	40.00	39.00	83.00	
		Sağ	12.00	40.00	18.00	60.00	28.00	19.00	4.00	51.00	
	2 cm	Sol	50.00	50.00	88.00	10.00	2.00	20.00	5.00	23.00	
		Orta	23.00	17.00	17.00	6.00	32.00	30.00	32.00	76.00	
		Sağ	2.00	35.00	15.00	35.00	10.00	14.00	6.00	47.00	
Koc-Dzc270	1 cm	Sol	25.00	48.00	62.00	36.00	8.00	12.00	2.00	5.00	
		Orta	12.00	40.00	64.00	5.00	14.00	55.00	27.00	50.00	
		Sağ	31.00	27.00	52.00	0.00	10.00	36.00	4.00	70.00	
	2 cm	Sol	18.00	43.00	55.00	26.00	2.00	10.00	1.00	9.00	
		Orta	9.00	34.00	56.00	5.00	9.00	46.00	12.00	44.00	
		Sağ	19.00	18.00	44.00	0.00	3.00	29.00	3.00	62.00	

## EK A.2 Maksimum Referans Deplasman Talepleri

**Tablo A.2: Maksimum Referans Deplasman Talepleri**

MAKSİMUM REFERANS DEPLASMAN TALEBİ (mm)										
Deprem	Boşluk	Bina	4.98	4.75	4.98	4.75	7.98	7.75	7.98	7.75
			7.98	7.75	7.75	7.98	4.98	4.75	4.75	4.75
			4.98	4.75	4.98	4.75	7.98	7.75	7.98	7.75
Gazi-Gaz000	1 cm	Sol	57.00	78.71	64.44	78.08	80.79	143.61	79.62	146.95
		Orta	84.97	142.93	138.82	92.81	62.59	78.74	77.69	65.92
		Sağ	63.55	78.70	64.27	78.15	80.79	143.56	79.61	139.51
	2 cm	Sol	57.00	78.71	64.44	78.08	80.79	143.61	79.62	146.95
		Orta	84.97	142.93	138.82	92.81	62.59	78.74	77.69	65.92
		Sağ	63.55	78.70	64.27	78.15	80.79	143.56	79.61	139.51
Lomap-Hsp000	1 cm	Sol	95.45	137.41	93.96	136.74	141.30	213.86	140.96	215.63
		Orta	150.44	213.19	211.84	152.35	89.79	138.19	133.46	94.99
		Sağ	95.46	137.45	93.61	136.44	141.32	213.84	140.96	210.85
	2 cm	Sol	95.45	137.41	93.96	136.74	141.30	213.86	140.96	215.63
		Orta	150.44	213.19	211.84	152.35	89.79	138.19	133.46	94.99
		Sağ	95.46	137.45	93.61	136.44	141.32	213.84	140.96	210.85
Northr-Spv360	1 cm	Sol	103.22	109.41	103.80	109.80	109.93	106.48	122.48	104.42
		Orta	90.95	106.04	106.56	109.60	104.28	109.34	110.12	108.32
		Sağ	103.25	109.36	103.56	110.20	109.87	106.29	122.44	104.26
	2 cm	Sol	103.22	109.41	103.80	109.80	109.93	106.48	122.48	104.42
		Orta	90.95	106.04	106.56	109.60	104.28	109.34	110.12	108.32
		Sağ	103.25	109.36	103.56	110.20	109.87	106.29	122.44	104.26
Kocaeli-Dzc180	1 cm	Sol	37.00	59.43	38.33	59.52	51.42	79.34	58.33	88.46
		Orta	54.56	78.99	80.55	68.41	37.55	59.47	59.65	37.69
		Sağ	37.52	59.47	38.39	59.35	51.44	79.32	58.32	76.82
	2 cm	Sol	37.00	59.43	38.33	59.52	51.42	79.34	58.33	88.46
		Orta	54.56	78.99	80.55	68.41	37.55	59.47	59.65	37.69
		Sağ	37.52	59.47	38.39	59.35	51.44	79.32	58.32	76.82
Northr-Tar360	1 cm	Sol	104.95	184.91	103.75	199.77	164.39	245.95	168.96	260.25
		Orta	172.98	245.66	243.36	181.19	105.03	185.69	196.51	101.73
		Sağ	104.95	184.94	103.84	199.65	164.22	245.99	168.82	250.20
	2 cm	Sol	104.95	184.91	103.75	199.77	164.39	245.95	168.96	260.25
		Orta	172.98	245.66	243.36	181.19	105.03	185.69	196.51	101.73
		Sağ	104.95	184.94	103.84	199.65	164.22	245.99	168.82	250.20
Palmspr-Nps210	1 cm	Sol	59.37	103.77	59.03	103.06	116.36	214.33	110.86	219.23
		Orta	142.35	214.44	206.67	136.40	56.33	104.46	100.24	61.39
		Sağ	59.37	103.81	58.80	102.38	116.36	214.35	110.86	215.05
	2 cm	Sol	59.37	103.77	59.03	103.06	116.36	214.33	110.86	219.23
		Orta	142.35	214.44	206.67	136.40	56.33	104.46	100.24	61.39
		Sağ	59.37	103.81	58.80	102.38	116.36	214.35	100.86	215.05
Northr-Sy090	1 cm	Sol	114.61	170.96	115.02	167.03	147.00	223.09	157.35	227.74
		Orta	155.94	223.27	204.15	167.03	102.82	171.08	166.55	117.26
		Sağ	114.60	170.99	114.72	166.75	147.01	222.99	157.33	223.71
	2 cm	Sol	114.61	170.96	115.02	167.03	147.00	223.09	157.35	227.74
		Orta	155.94	223.27	204.15	167.03	102.82	171.08	166.55	117.26
		Sağ	114.60	170.99	114.72	166.75	147.01	222.99	157.33	223.71
Erz-Ew	1 cm	Sol	71.85	134.31	71.03	134.36	131.43	193.24	130.97	200.54
		Orta	151.74	193.63	183.75	152.25	66.35	134.77	132.41	72.35
		Sağ	71.85	134.34	70.82	133.84	131.42	193.23	130.96	198.38
	2 cm	Sol	71.85	134.31	71.03	134.36	131.43	193.24	130.97	200.54
		Orta	151.74	193.63	183.75	152.25	66.35	134.77	132.41	72.35
		Sağ	71.85	134.34	70.82	133.84	131.42	193.23	130.96	198.38
Koc-Dzc270	1 cm	Sol	48.42	65.21	48.28	66.82	71.26	171.55	64.18	183.97
		Orta	83.03	171.31	165.03	85.59	50.00	65.22	66.80	49.90
		Sağ	48.40	65.21	48.22	66.78	71.24	171.54	64.18	171.96
	2 cm	Sol	48.42	65.21	48.28	66.82	71.26	171.55	64.18	183.97
		Orta	83.03	171.31	165.03	85.59	50.00	65.22	66.80	49.90
		Sağ	48.40	65.21	48.22	66.78	71.24	171.54	64.18	171.96



### EK A.3 Maksimum Deplasman Talebi Farkı Oranları

**Tablo A.3: Maksimum Deplasman Talebi Farkı Oranları**

MAK. DEPLASMAN TALEBİ FARKI / MAK. REFERANS DEPLASMAN TALEBİ (%)										
Deprem	Boşluk	Bina	4.98	4.75	4.98	4.75	7.98	7.75	7.98	7.75
			7.98	7.75	7.75	7.98	4.98	4.75	4.75	4.98
			4.98	4.75	4.98	4.75	7.98	7.75	7.98	7.75
Gazli-Gaz000	1 cm	Sol	29.82	77.50	60.52	12.81	17.33	7.66	7.54	11.57
		Orta	11.77	9.10	29.53	6.46	44.74	36.83	30.89	42.48
		Sağ	47.21	47.01	63.79	14.08	14.85	20.90	5.02	37.99
	2 cm	Sol	17.54	64.79	54.31	6.40	6.19	3.48	3.77	6.81
		Orta	8.47	11.19	22.33	4.31	30.36	34.29	20.59	33.37
		Sağ	33.04	34.31	42.01	30.71	6.19	14.63	3.77	29.39
Lomarp-Hsp000	1 cm	Sol	48.19	43.66	61.73	34.37	8.49	25.72	3.55	36.17
		Orta	7.31	5.63	21.71	3.94	16.71	18.81	24.73	15.79
		Sağ	53.43	50.20	34.18	8.80	14.15	12.63	4.26	17.55
	2 cm	Sol	54.48	33.48	53.21	16.09	4.25	17.77	1.42	32.46
		Orta	3.99	4.69	18.88	3.28	11.14	10.85	17.23	10.53
		Sağ	49.24	44.38	24.57	1.47	9.20	9.82	1.42	14.70
Northr-Spy360	1 cm	Sol	51.35	61.24	55.88	23.68	27.29	23.48	17.96	36.39
		Orta	32.99	16.03	20.65	8.21	34.52	47.56	26.33	44.31
		Sağ	65.86	63.09	69.52	86.21	32.77	16.93	13.07	43.16
	2 cm	Sol	44.57	50.27	45.28	12.75	17.28	15.03	2.45	28.73
		Orta	28.59	10.37	10.32	2.74	27.81	43.90	16.35	41.54
		Sağ	58.11	56.69	48.28	60.80	10.01	10.35	10.62	19.18
Kocaeli-Dzc180	1 cm	Sol	27.03	60.58	39.13	43.68	19.45	7.56	3.43	10.17
		Orta	16.50	20.26	23.59	4.39	69.24	55.49	25.15	74.29
		Sağ	15.99	18.50	109.40	6.74	5.83	26.48	5.14	29.94
	2 cm	Sol	2.70	38.70	26.09	25.20	7.78	2.52	1.71	6.78
		Orta	11.00	15.19	14.90	2.92	50.60	43.72	6.71	53.06
		Sağ	66.63	8.41	70.33	5.05	1.94	17.65	3.43	10.41
Northr-Tar360	1 cm	Sol	47.64	28.12	47.23	45.05	27.98	16.26	7.69	19.60
		Orta	10.41	9.36	17.26	8.28	55.22	29.08	42.75	97.32
		Sağ	48.59	29.20	137.71	24.54	24.36	24.80	11.25	12.79
	2 cm	Sol	38.11	23.25	36.63	41.55	14.60	13.42	4.14	12.30
		Orta	6.36	5.70	9.45	11.59	43.80	14.54	36.64	98.30
		Sağ	44.78	20.01	114.60	20.54	17.05	17.07	6.52	8.39
Palmspr-Nps210	1 cm	Sol	94.32	100.22	149.08	27.17	20.63	6.53	4.51	6.84
		Orta	23.18	11.66	36.77	2.20	53.26	86.16	23.94	133.57
		Sağ	87.59	17.34	69.73	27.35	23.20	16.79	5.41	33.48
	2 cm	Sol	85.90	90.58	135.52	10.67	10.31	3.27	2.71	1.82
		Orta	21.07	8.86	33.39	1.47	47.93	84.24	9.98	122.17
		Sağ	75.80	9.63	49.32	11.72	16.33	12.13	3.97	30.69
Northr-Sy090	1 cm	Sol	39.26	22.81	86.94	17.36	12.93	15.24	3.18	10.98
		Orta	6.41	9.41	12.74	6.59	37.93	30.40	25.82	34.97
		Sağ	55.85	47.37	57.53	33.58	11.56	12.11	1.27	16.99
	2 cm	Sol	36.65	9.36	68.68	6.59	10.88	13.90	1.27	8.78
		Orta	8.98	10.30	12.74	2.99	34.04	26.89	19.81	29.00
		Sağ	51.48	39.77	54.92	31.18	9.52	4.04	3.18	10.28
Erz-Ew	1 cm	Sol	83.51	46.91	140.79	22.33	6.85	14.49	6.11	21.94
		Orta	17.79	11.88	14.69	7.88	51.24	29.68	29.45	114.72
		Sağ	16.70	29.78	25.42	44.83	21.31	9.83	3.05	25.71
	2 cm	Sol	69.59	37.23	123.89	7.44	1.52	10.35	3.82	11.47
		Orta	15.16	8.78	9.25	3.94	48.23	22.26	24.17	105.04
		Sağ	2.78	26.05	21.18	26.15	7.61	7.25	4.58	23.69
Koc-Dzc270	1 cm	Sol	51.63	73.61	128.42	53.88	11.23	7.00	3.12	2.72
		Orta	14.45	23.35	38.78	5.84	28.00	84.33	40.42	100.20
		Sağ	64.05	41.40	107.84	0.00	14.04	20.99	6.23	40.71
	2 cm	Sol	37.17	65.94	113.92	38.91	2.81	5.83	1.56	4.89
		Orta	10.84	19.85	33.93	5.84	18.00	70.53	17.96	88.18
		Sağ	39.26	27.60	91.25	0.00	4.21	16.91	4.67	36.05

## EK A.4 Maksimum Kat Kesme Kuvveti Talebi Farkları

**Tablo A.4: Maksimum Kat Kesme Kuvveti Talebi Farkları**

MAKSİMUM KAT KESME KUVVETİ TALEBİ FARKI (kN)										
Deprem	Boşluk	Bina	4.98	4.75	4.98	4.75	7.98	7.75	7.98	7.75
			7.98	7.75	7.75	7.98	4.98	4.75	4.75	7.98
			4.98	4.75	4.98	4.75	7.98	7.75	7.98	7.75
Gazli-Gaz000	1 cm	Sol	1578.46	891.22	1577.77	532.79	1819.56	907.60	1668.70	1582.49
		Orta	2199.13	1490.94	1703.18	1331.21	1715.36	1096.63	1778.02	1822.20
		Sağ	1364.35	760.34	1577.32	832.61	2452.18	1222.78	1503.56	1235.23
	2 cm	Sol	1171.46	919.49	1549.89	275.14	1673.89	1525.64	1575.16	1550.49
		Orta	1908.32	1514.03	1975.99	1279.80	1562.74	993.33	755.48	1731.98
		Sağ	1417.02	890.58	1816.76	609.14	2305.30	1083.25	777.46	1208.34
Lomap-Hsp000	1 cm	Sol	1362.99	1014.09	1529.28	812.53	1567.42	686.13	824.36	1687.32
		Orta	1958.03	1350.03	2409.39	1016.57	1220.34	782.76	927.48	1465.36
		Sağ	1332.99	783.97	1709.60	301.33	1282.45	814.99	1047.76	1304.90
	2 cm	Sol	1349.57	824.54	1603.39	743.87	2142.07	839.77	512.47	1976.94
		Orta	2234.46	1218.53	2436.96	1146.31	1348.50	907.55	474.43	1495.99
		Sağ	1600.93	735.10	1843.00	199.86	1273.18	971.16	525.72	1500.74
North-Spv360	1 cm	Sol	1697.28	878.60	2662.96	1009.56	2774.92	1343.81	1405.27	2043.48
		Orta	2467.26	1270.22	2957.06	2851.76	2534.58	1281.08	1505.79	2280.55
		Sağ	1589.35	1132.88	1770.13	1536.07	3673.69	1371.03	2406.71	2783.40
	2 cm	Sol	1810.67	1019.09	1865.86	1021.87	2543.19	1471.43	2224.76	2159.89
		Orta	2891.80	1348.89	2486.98	1918.95	1976.67	1116.64	1554.49	1736.00
		Sağ	2327.83	1040.46	2103.64	1197.43	3049.60	1241.52	2495.83	2642.32
Kocaeli-Dzc180	1 cm	Sol	1138.42	444.62	1228.65	676.63	1208.69	1238.45	571.77	1366.59
		Orta	1964.06	761.16	1438.09	864.35	1280.30	901.36	543.15	1759.90
		Sağ	1199.81	608.02	1352.86	365.86	1336.30	1249.75	636.74	1006.69
	2 cm	Sol	540.30	454.05	1141.36	619.92	1445.66	1027.60	432.56	1282.79
		Orta	497.66	454.95	1472.54	813.97	1169.20	717.11	340.50	1279.53
		Sağ	1424.05	266.26	1784.84	0.07	135.66	509.09	751.04	990.11
North-Tar360	1 cm	Sol	1763.28	747.68	2283.48	1120.07	3381.42	2733.67	3042.61	2333.65
		Orta	2398.06	960.93	3037.36	2204.49	2484.37	1524.61	1808.96	2333.85
		Sağ	2046.89	734.40	2735.69	1328.27	2228.56	1506.13	1678.27	2625.35
	2 cm	Sol	2123.41	677.02	2485.53	1265.10	2920.91	1432.15	2774.80	2436.48
		Orta	1617.38	880.82	2533.14	2391.62	2488.31	1633.99	1878.13	2162.54
		Sağ	2050.03	531.39	2051.96	1108.10	3533.83	2076.67	3649.38	1887.91
Palmspr-Nps210	1 cm	Sol	1391.63	1083.38	1611.78	913.25	1267.83	973.13	1215.28	1918.79
		Orta	1813.41	1024.34	2012.98	1092.50	1263.07	1117.30	893.15	1954.36
		Sağ	1149.25	428.89	1834.89	436.22	1795.45	894.73	1202.12	1852.60
	2 cm	Sol	1298.97	924.29	1609.46	801.61	1582.89	789.17	990.47	1838.83
		Orta	1856.73	1058.46	2028.00	1637.00	1107.60	980.59	619.84	1878.28
		Sağ	1304.61	219.59	1908.27	639.78	1360.34	1067.08	923.47	1802.13
North-Sy090	1 cm	Sol	1912.47	1243.90	2152.47	846.35	2117.68	1579.48	1084.12	1904.36
		Orta	2315.90	1393.22	3908.37	1444.18	2065.65	1090.20	946.16	2503.40
		Sağ	1489.11	1036.28	1439.93	915.07	2533.85	1390.57	1084.94	3361.96
	2 cm	Sol	2053.13	1184.78	1876.19	693.28	2025.52	1039.63	1104.67	1634.39
		Orta	2674.18	1232.95	2766.56	982.82	2174.12	1376.39	1404.73	2016.97
		Sağ	1876.98	1229.00	1496.27	874.70	3143.96	1209.56	1056.08	2675.90
Erz-Ew	1 cm	Sol	1204.13	1014.23	1643.84	758.86	899.11	696.51	1122.40	930.10
		Orta	1745.82	1066.39	1850.10	1041.62	1385.81	877.65	867.86	1495.18
		Sağ	577.74	697.37	762.48	462.60	1954.79	998.22	1005.73	1778.02
	2 cm	Sol	1361.39	1043.94	1589.64	743.26	713.24	627.81	1326.31	662.84
		Orta	1562.34	1094.55	1864.51	1256.74	1457.32	883.94	713.12	1557.19
		Sağ	213.60	461.15	754.41	713.86	1748.84	1036.41	891.61	1763.02
Koc-Dzc270	1 cm	Sol	1166.77	700.73	1250.38	659.46	1793.59	717.51	1072.38	1532.77
		Orta	1255.88	671.78	1643.34	1434.94	1189.18	809.70	472.15	1472.84
		Sağ	1098.57	758.48	1336.17	0.19	2117.94	647.73	1524.46	1106.38
	2 cm	Sol	1256.91	705.52	1440.08	714.02	1199.47	589.59	521.65	1223.24
		Orta	1547.91	651.38	1697.14	1277.91	985.42	744.18	483.67	1267.51
		Sağ	1019.38	581.38	1567.30	0.05	1509.55	657.43	1443.28	1330.51

## EK A.5 Maksimum Referans Taban Kesme Kuvveti Talepleri

**Tablo A.5:** Maksimum Referans Taban Kesme Kuvveti Talepleri

MAKSİMUM REFERANS TABAN KESME KUVVETİ TALEBİ (kN)										
Deprem	Boşluk	Bina	4.98	4.75	4.98	4.75	7.98	7.75	7.98	7.75
			7.98	7.75	7.75	7.98	4.98	4.75	4.75	7.98
			4.98	4.75	4.98	4.75	7.98	7.75	7.98	7.75
Gazi-Gaz000	1 cm	Sol	2202.10	1410.29	2221.38	1405.33	5675.47	3332.46	5785.64	3127.19
		Orta	4435.43	3320.27	3092.81	5354.52	2483.08	1408.84	1408.78	2280.06
		Sağ	2201.90	1410.12	2218.51	1405.49	5680.15	3311.50	5781.78	3353.09
	2 cm	Sol	2202.10	1410.29	2221.38	1405.33	5675.47	3332.46	5785.64	3127.19
		Orta	4435.43	3320.27	3092.81	5354.52	2483.08	1408.84	1408.78	2280.06
		Sağ	2201.90	1410.12	2218.51	1405.49	5680.15	3311.50	5781.78	3353.09
Lomarp-Hsp000	1 cm	Sol	2523.68	1479.61	2534.73	1495.97	5510.64	2945.15	5527.55	3033.69
		Orta	4605.20	2950.32	2766.00	5365.74	2933.87	1479.80	1494.16	2556.25
		Sağ	2523.34	1479.69	2533.15	1496.15	5509.92	2944.75	5525.99	2999.07
	2 cm	Sol	2523.68	1479.61	2534.73	1495.97	5510.64	2945.15	5527.55	3033.69
		Orta	4605.20	2950.32	2766.00	5365.74	2933.87	1479.80	1494.16	2556.25
		Sağ	2523.34	1479.69	2533.15	1496.15	5509.92	2944.75	5525.99	2999.07
Northr-Spv360	1 cm	Sol	2554.11	1584.88	2571.96	1584.83	6191.29	3691.47	6127.23	3689.04
		Orta	5085.04	3703.63	3318.17	-5877.10	3123.76	1590.53	1570.59	2711.97
		Sağ	2554.23	1585.23	2572.45	1581.34	6197.52	3695.83	6129.67	3739.10
	2 cm	Sol	2554.11	1584.88	2571.96	1584.83	6191.29	3691.47	6127.23	3689.04
		Orta	5085.04	3703.63	3318.17	-5877.10	3123.76	1590.53	1570.59	2711.97
		Sağ	2554.23	1585.23	2572.45	1581.34	6197.52	3695.83	6129.67	3739.10
Kocaeli-Dzc180	1 cm	Sol	2029.44	1268.84	2049.52	1261.94	4628.15	2624.81	4862.68	2602.56
		Orta	3890.12	2624.52	2551.15	4593.84	2206.02	1267.56	1267.13	1986.45
		Sağ	2029.29	1268.88	2050.93	1262.49	4627.18	2625.18	4862.64	2669.35
	2 cm	Sol	2029.44	1268.84	2049.52	1261.94	4628.15	2624.81	4862.68	2602.56
		Orta	3890.12	2624.52	2551.15	4593.84	2206.02	1267.56	1267.13	1986.45
		Sağ	2029.29	1268.88	2050.93	1262.49	4627.18	2625.18	4862.64	2669.35
Northr-Tar360	1 cm	Sol	2527.77	1587.53	2530.43	1622.20	6116.86	4068.54	6084.78	4095.98
		Orta	5052.10	4078.52	3660.10	5740.93	3010.88	1587.54	1620.73	2522.33
		Sağ	2528.06	1587.58	2529.30	1622.84	6117.73	4067.34	6089.13	4146.79
	2 cm	Sol	2527.77	1587.53	2530.43	1622.20	6116.86	4068.54	6084.78	4095.98
		Orta	5052.10	4078.52	3660.10	5740.93	3010.88	1587.54	1620.73	2522.33
		Sağ	2528.06	1587.58	2529.30	1622.84	6117.73	4067.34	6089.13	4146.79
Palmspr-Nps210	1 cm	Sol	2277.08	1562.23	2296.04	1558.42	5719.57	2991.21	5726.93	2906.10
		Orta	4490.63	2988.02	2934.57	5746.58	2552.96	1564.25	1551.83	2351.46
		Sağ	2276.87	1562.77	2294.04	1556.20	5704.88	2997.14	5720.30	2995.66
	2 cm	Sol	2277.08	1562.23	2296.04	1558.42	5719.57	2991.21	5726.93	2906.10
		Orta	4490.63	2988.02	2934.57	5746.58	2552.96	1564.25	1551.83	2351.46
		Sağ	2276.87	1562.77	2294.04	1556.20	5704.88	2997.14	5720.30	2995.66
Northr-Sy1090	1 cm	Sol	2554.92	1579.12	2574.12	1576.68	5811.55	2942.97	5840.15	2939.07
		Orta	4782.99	2946.55	2737.84	5380.15	3040.92	1579.20	1577.69	2645.89
		Sağ	2554.86	1579.28	2573.82	1576.43	5809.56	2942.48	5839.48	2986.90
	2 cm	Sol	2554.92	1579.12	2574.12	1576.68	5811.55	2942.97	5840.15	2939.07
		Orta	4782.99	2946.55	2737.84	5380.15	3040.92	1579.20	1577.69	2645.89
		Sağ	2554.86	1579.28	2573.82	1576.43	5809.56	2942.48	5839.48	2986.90
Erz-Ew	1 cm	Sol	2439.13	1504.54	2453.46	1512.97	5459.07	2838.08	5507.32	2852.46
		Orta	4732.23	2835.81	2657.07	5304.66	2767.10	1504.38	1512.22	2453.94
		Sağ	2438.90	1504.66	2452.27	1512.84	5459.88	2838.37	5506.82	2894.86
	2 cm	Sol	2439.13	1504.54	2453.46	1512.97	5459.07	2838.08	5507.32	2852.46
		Orta	4732.23	2835.81	2657.07	5304.66	2767.10	1504.38	1512.22	2453.94
		Sağ	2438.90	1504.66	2452.27	1512.84	5459.88	2838.37	5506.82	2894.86
Koc-Dzc270	1 cm	Sol	2119.71	1282.43	2139.10	1268.04	4973.55	2962.53	5028.44	3030.11
		Orta	4257.22	2966.74	2754.22	4833.07	2342.69	1281.48	1275.47	2152.23
		Sağ	2119.74	1282.58	2140.08	1266.47	4973.34	2962.54	5028.65	3005.41
	2 cm	Sol	2119.71	1282.43	2139.10	1268.04	4973.55	2962.53	5028.44	3030.11
		Orta	4257.22	2966.74	2754.22	4833.07	2342.69	1281.48	1275.47	2152.23
		Sağ	2119.74	1282.58	2140.08	1266.47	4973.34	2962.54	5028.65	3005.41

EK A.6 Maksimum Kat Kesme Kuvveti Talebi Farkı Oranları

Tablo A.6: Maksimum Kat Kesme Kuvveti Talebi Farkı Oranları

Deprem	Boşluk	Bina	MAK. KAT KESME KUVVETİ TALEBİ FARKI / MAK. REFERANS TABAN KESME KUVVETİ TALEBİ (%)							
			4.98	4.75	4.98	4.75	7.98	7.75	7.98	7.75
			7.98	7.75	7.75	7.98	4.98	4.75	4.75	4.98
			4.98	4.75	4.98	4.75	7.98	7.75	7.98	7.75
Gazli-Gaz000	1 cm	Sol	71.68	63.19	71.03	37.91	32.06	27.24	28.84	50.60
		Orta	49.58	44.90	55.07	24.86	69.08	77.84	126.21	79.92
		Sağ	61.96	53.92	71.10	59.24	43.17	36.93	26.01	36.84
	2 cm	Sol	53.20	65.20	69.77	19.58	29.49	45.78	27.23	49.58
		Orta	43.02	45.60	63.89	23.90	62.94	70.51	53.63	75.96
		Sağ	64.35	63.16	81.89	43.34	40.59	32.71	13.45	36.04
Lomap-Hsp000	1 cm	Sol	54.01	68.54	60.33	54.31	28.44	23.30	14.91	55.62
		Orta	42.52	45.76	87.11	18.95	41.59	52.90	62.07	57.32
		Sağ	52.83	52.98	67.49	20.14	23.28	27.68	18.96	43.51
	2 cm	Sol	53.48	55.73	63.26	49.72	38.87	28.51	9.27	65.17
		Orta	48.52	41.30	88.10	21.36	45.96	61.33	31.75	58.52
		Sağ	63.44	49.68	72.76	13.36	23.11	32.98	9.51	50.04
Northr-Spy360	1 cm	Sol	66.45	55.44	103.54	63.70	44.82	36.40	22.93	55.39
		Orta	48.52	34.30	89.12	-48.52	81.14	80.54	95.87	84.09
		Sağ	62.22	71.46	68.81	97.14	59.28	37.10	39.26	74.44
	2 cm	Sol	70.89	64.30	72.55	64.48	41.08	39.86	45.75	58.55
		Orta	56.87	36.42	74.95	-32.65	63.28	70.21	122.68	64.01
		Sağ	91.14	65.63	81.78	75.72	49.21	33.59	51.33	70.67
Kocaeli-Dzc180	1 cm	Sol	56.10	35.04	59.95	53.62	26.12	47.18	11.76	52.51
		Orta	50.49	29.00	56.37	18.82	58.04	71.11	42.86	88.60
		Sağ	59.12	47.92	65.96	28.98	28.88	47.61	13.09	37.71
	2 cm	Sol	26.62	35.78	55.69	49.12	31.24	39.15	8.90	49.29
		Orta	12.79	17.33	57.72	17.72	53.00	56.57	26.87	64.41
		Sağ	70.17	20.98	87.03	0.01	2.93	19.39	15.45	37.09
Northr-Tar360	1 cm	Sol	69.76	47.10	90.24	69.05	55.28	67.19	50.00	56.97
		Orta	47.47	23.56	82.99	38.40	82.51	96.04	111.61	92.53
		Sağ	80.98	46.26	108.16	81.85	36.43	37.03	27.56	63.31
	2 cm	Sol	84.00	42.65	98.23	77.99	47.75	35.20	45.60	59.48
		Orta	32.01	21.60	69.21	41.66	82.64	102.93	115.88	85.74
		Sağ	81.09	33.47	81.13	68.28	57.76	51.06	59.93	45.53
Palmspr-Nps210	1 cm	Sol	61.11	69.35	70.20	58.60	22.17	32.53	21.22	66.03
		Orta	40.38	34.28	68.60	19.01	49.47	71.43	57.55	83.11
		Sağ	50.47	27.44	79.99	28.03	31.47	29.85	21.01	61.84
	2 cm	Sol	57.05	59.16	70.10	51.44	27.67	26.38	17.29	63.27
		Orta	41.35	35.42	69.11	28.49	43.38	62.69	39.94	79.88
		Sağ	57.30	14.05	83.18	41.11	23.85	35.60	16.14	60.16
Northr-Sy090	1 cm	Sol	74.85	78.77	83.62	53.68	36.44	53.67	18.56	64.79
		Orta	48.42	47.28	142.75	26.84	67.93	69.04	59.97	94.61
		Sağ	58.29	65.62	55.95	58.05	43.62	47.26	18.58	112.56
	2 cm	Sol	80.36	75.03	72.89	43.97	34.85	35.33	18.92	55.61
		Orta	55.91	41.84	101.05	18.27	71.50	87.16	89.04	76.23
		Sağ	73.47	77.82	58.13	55.49	54.12	41.11	18.09	89.59
Erz-Ew	1 cm	Sol	49.37	67.41	67.00	50.16	16.47	24.54	20.38	32.61
		Orta	36.89	37.60	69.63	19.64	50.08	58.34	57.39	60.93
		Sağ	23.69	46.35	31.09	30.58	35.80	35.17	18.26	61.42
	2 cm	Sol	55.81	69.39	64.79	49.13	13.07	22.12	24.08	23.24
		Orta	33.01	38.60	70.17	23.69	52.67	58.76	47.16	63.46
		Sağ	8.76	30.65	30.76	47.19	32.03	36.51	16.19	60.90
Koc-Dzc270	1 cm	Sol	55.04	54.64	58.45	52.01	36.06	24.22	21.33	50.58
		Orta	29.50	22.64	59.67	29.69	50.76	63.18	37.02	68.43
		Sağ	51.83	59.14	62.44	0.02	42.59	21.86	30.32	36.81
	2 cm	Sol	59.30	55.01	67.32	56.31	24.12	19.90	10.37	40.37
		Orta	36.36	21.96	61.62	26.44	42.06	58.07	37.92	58.89
		Sağ	48.09	45.33	73.24	0.00	30.35	22.19	28.70	44.27

EK A.7 Maksimum Link Kuvvetleri

Tablo A.7: Maksimum Link Kuvvetleri

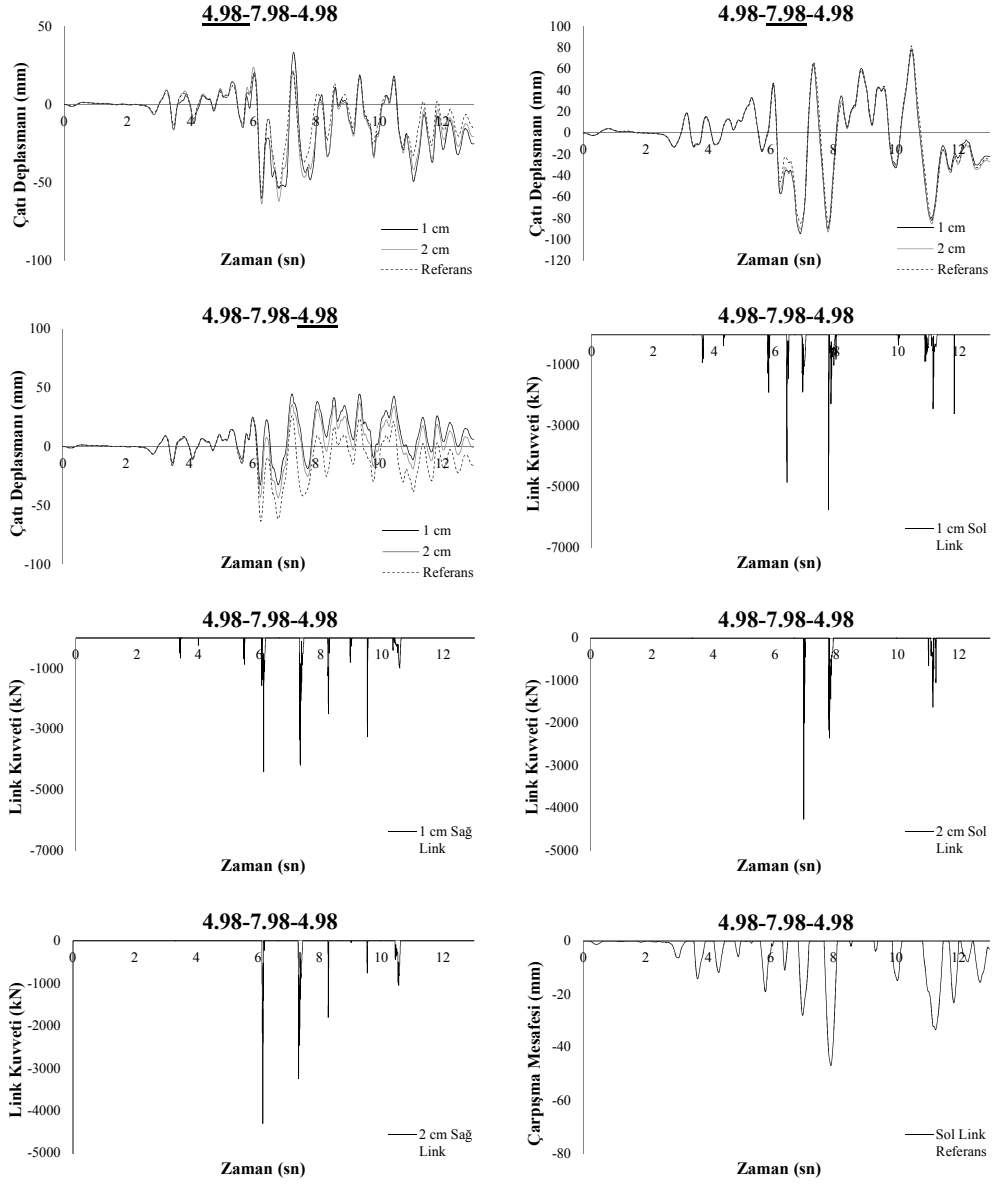
MAKSİMUM LİNK KUVVETİ (kN)										
Deprem	Boşluk	Bina	4.98	4.75	4.98	4.75	7.98	7.75	7.98	7.75
			7.98	7.75	7.75	7.98	4.98	4.75	4.75	4.98
			4.98	4.75	4.98	4.75	7.98	7.75	7.98	7.75
Gazli-Gaz000	1 cm	Sol	-5761.36	-5187.44	-13560.5	-2637.6	-6065.57	-3607.09	-13144.43	-7702.37
		Sağ	-4417.65	-4680.74	-5998.52	-9267.75	-6270.57	-4232.32	-6189.8	-5985.32
	2 cm	Sol	-4274.65	-3806.72	-9820.13	-1088.71	-5570.86	-4450.34	-2961.41	-6379.5
		Sağ	-4313.58	-5055.75	-5914.34	-5813.81	-5601.89	-6093.22	0	-4004.32
Lomap-Hsp000	1 cm	Sol	-4218.61	-2968.79	-10233.75	-2833.8	-5543.99	-1649	3382.85	-7239.01
		Sağ	-5217.37	-2389.98	-7146.83	-2426.97	-3089.44	-2991.49	-2586.42	-4648.89
	2 cm	Sol	-2676.64	-1854.81	-10273.82	-2780.89	-5252.95	-1674.99	-2060.06	-6626.67
		Sağ	-4487.91	-3589.64	-5183.91	-739.96	-2270.77	-3874.1	-3047.15	-4661.13
Northr-Spv360	1 cm	Sol	-7085.04	-1290.03	-9716.49	-1533.19	-7635.54	-3553.8	-9317.78	-8364.02
		Sağ	-9754.43	-3444.02	-7240.4	-8700.74	-17660.27	-5651.81	-9434.37	-9906.63
	2 cm	Sol	-8085.34	-4423.37	-7424.33	-3032.7	-4446.57	-4716.89	-8258.45	-6045.42
		Sağ	-8881.12	-2321.35	-8811.72	-1792.96	-10071.21	-3673.65	-6259.11	-8475.72
Kocaeli-Dzc180	1 cm	Sol	-2295.31	-3272.85	-4077.95	-4713.48	-3712.62	-2624.21	-666.6	-6471.87
		Sağ	-2550.45	-1642.04	-4509.94	-1116.36	-2666.24	-4454.53	-948.44	-6120.96
	2 cm	Sol	-1620.49	-1278.15	-2472.36	-3205.43	-2710.27	-2434.45	0	-3581.82
		Sağ	-3121.12	-638.65	-4206.19	0	-288.67	-1626.22	-2044.18	-2947.31
Northr-Tar360	1 cm	Sol	-6282.57	-3449.58	-8122.14	-11090.36	-9691.46	-12613.69	-9858.41	-8288.23
		Sağ	-5485.51	-2377.69	-15856.06	-7119.36	-7052.57	-11492.33	-12766.38	-17112.98
	2 cm	Sol	-4764.31	-833.07	-10292.13	-13242.83	-5470.14	-2639.01	-7392.44	-7899.68
		Sağ	-4434.73	-1024.57	-6087.37	-5500.99	-8012.4	-8368.12	-20148.8	-4682.46
Palmspr-Nps210	1 cm	Sol	-4921.89	-3714.19	-4337.39	-3444.59	-8083.43	-3042.52	-5955.05	-4662.22
		Sağ	-6269.01	-1434.01	-8047.79	-3873.11	-4588.06	-2907.4	-3645.03	-3768.1
	2 cm	Sol	-4421.48	-4571.03	-5650.97	-3788.09	-6766.75	-1940.99	-1788.75	-4605.68
		Sağ	-6634.62	-1197.7	-4489.32	-2280.11	-2421.47	-3893.63	-2701.27	-4440.11
Northr-Sy1090	1 cm	Sol	-8675.26	-8923.36	-19571.26	-3454.19	-4416.62	-4977.8	-3183.11	-6264.96
		Sağ	-5395.25	-3673.34	-12697.57	-4929.96	-7103.72	-3979.57	-4026.79	-21492.96
	2 cm	Sol	-7477.8	-3407.12	-8802.04	-1430.07	-5210.46	-3453.23	-7285.72	-6722.77
		Sağ	-5059.03	-3523.61	-3075.89	-3878.91	-5318.83	-3037.62	-2041.06	-11207.05
Erz-Ew	1 cm	Sol	-4593.95	-3178.29	-4280.76	-3649.53	-2482.58	-1129.37	-5964.95	-1433.83
		Sağ	-1414.24	-1651.53	-1700.96	-3060.41	-5751.35	-4271.84	-2739.79	-5885.43
	2 cm	Sol	-3381.65	-2290.22	-6649.98	-2838.35	-1413.94	-1091	-4099.4	-1096.26
		Sağ	663.62	-577.75	-894.66	-4530.73	-2992.1	-4347.24	-3114.52	-7827.74
Koc-Dzc270	1 cm	Sol	-3322.02	-1050.3	-3579.46	-3970.58	-4145.79	-1872.78	-5922.61	-5400.04
		Sağ	-3239.55	-1831.08	-5893.14	0	-6498.76	-2143.44	-4123.98	-2605.99
	2 cm	Sol	-2895.52	-1413.22	-3470.32	-2656.13	-2467.8	-2055.38	0	-2679
		Sağ	-2088.54	-2061.57	6889.47	0	-3348.19	-3226.55	-3014.96	-4695.33
Çarpışma Olmayan Analiz										

EK A.7 Çarpışma Sayıları

**Tablo A.8: Çarpışma Sayıları**

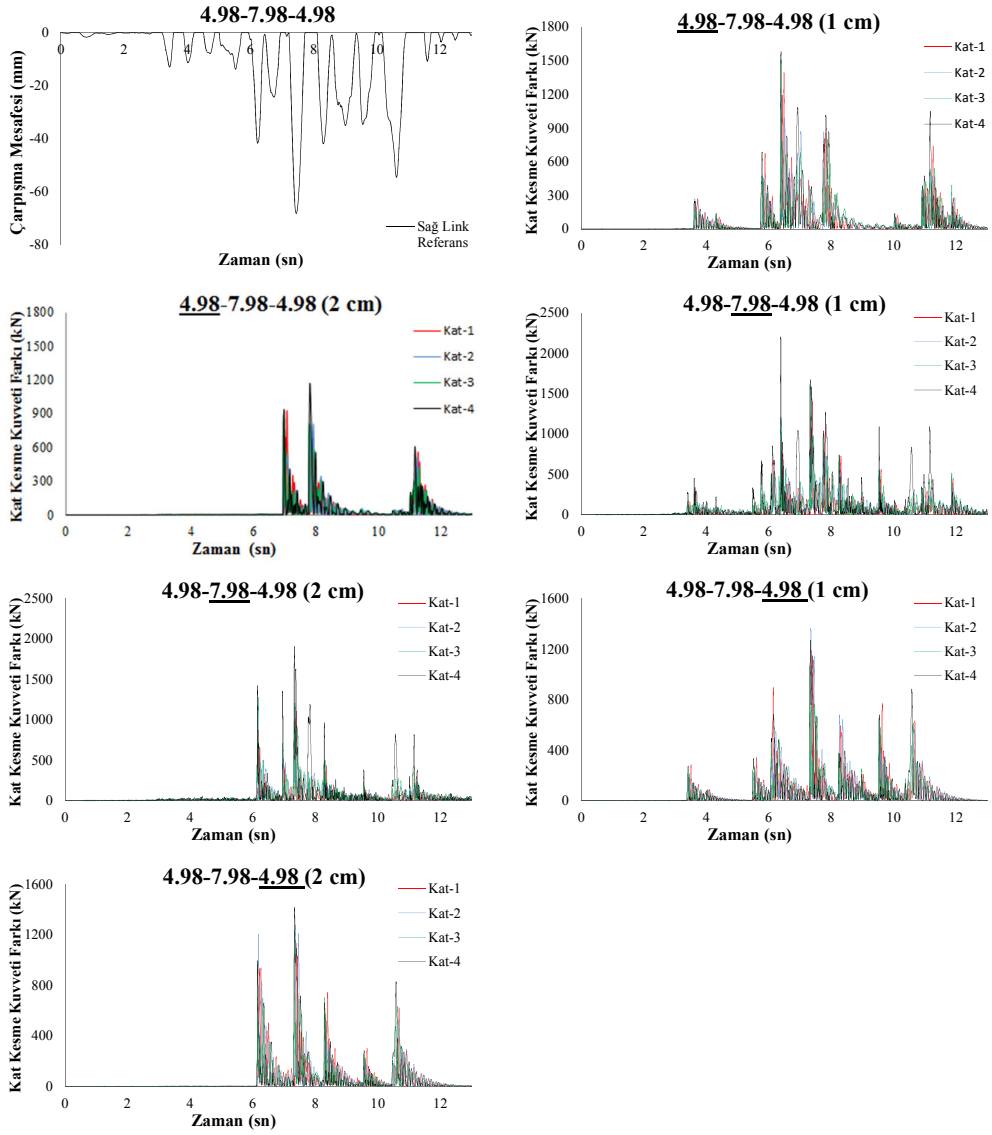
ÇARPIŞMA SAYISI										
Deprem	Boşluk	Bina	4.98	4.75	4.98	4.75	7.98	7.75	7.98	7.75
			7.98	7.75	7.75	7.98	4.98	4.75	4.75	4.98
			4.98	4.75	4.98	4.75	7.98	7.75	7.98	7.75
Gazli-Gaz000	1 cm	Sol	11	8	10	7	11	12	8	8
		Sağ	10	8	10	12	13	12	13	11
	2 cm	Sol	5	6	9	1	5	7	3	4
		Sağ	5	4	6	7	6	8	0	10
Lomap-Hsp000	1 cm	Sol	5	2	6	6	21	6	32	3
		Sağ	3	3	3	11	5	3	4	4
	2 cm	Sol	4	3	5	6	13	2	24	2
		Sağ	3	2	3	11	3	2	3	3
Northr-Spy360	1 cm	Sol	8	5	6	5	13	12	17	10
		Sağ	4	8	8	6	11	11	20	9
	2 cm	Sol	5	3	5	3	6	6	12	8
		Sağ	3	5	7	4	8	7	4	9
Kocaeli-Dzc180	1 cm	Sol	4	12	6	7	8	10	4	10
		Sağ	9	4	15	3	8	15	9	10
	2 cm	Sol	1	6	4	7	4	3	0	4
		Sağ	7	1	6	0	2	7	9	4
Northr-Tar360	1 cm	Sol	7	4	6	6	9	12	31	16
		Sağ	9	11	9	5	9	6	28	6
	2 cm	Sol	6	2	6	5	9	9	12	15
		Sağ	6	9	8	3	5	5	12	6
Palmspr-Nps210	1 cm	Sol	2	3	2	10	10	4	4	5
		Sağ	7	3	6	3	2	3	11	2
	2 cm	Sol	2	3	2	9	6	3	2	3
		Sağ	2	2	3	2	2	3	8	2
Northr-Sy090	1 cm	Sol	6	3	7	1	5	6	20	4
		Sağ	3	4	3	10	20	9	10	11
	2 cm	Sol	5	3	7	2	3	5	6	4
		Sağ	3	3	3	8	20	5	2	11
Erz-Ew	1 cm	Sol	4	5	3	10	4	5	2	3
		Sağ	3	3	2	2	7	5	19	5
	2 cm	Sol	3	5	3	7	1	2	1	3
		Sağ	1	2	2	1	6	5	11	4
Koc-Dzc270	1 cm	Sol	3	3	2	10	4	4	3	4
		Sağ	5	2	5	0	11	15	10	2
	2 cm	Sol	3	2	2	9	3	2	0	4
		Sağ	3	2	5	0	3	10	14	2

## EK B.1 4.98-7.98-4.98 Gazli-Gaz000 Analiz Sonuçları



Şekil B.1: 4.98-7.98-4.98 Gazli-Gaz000 Analiz Sonuçları

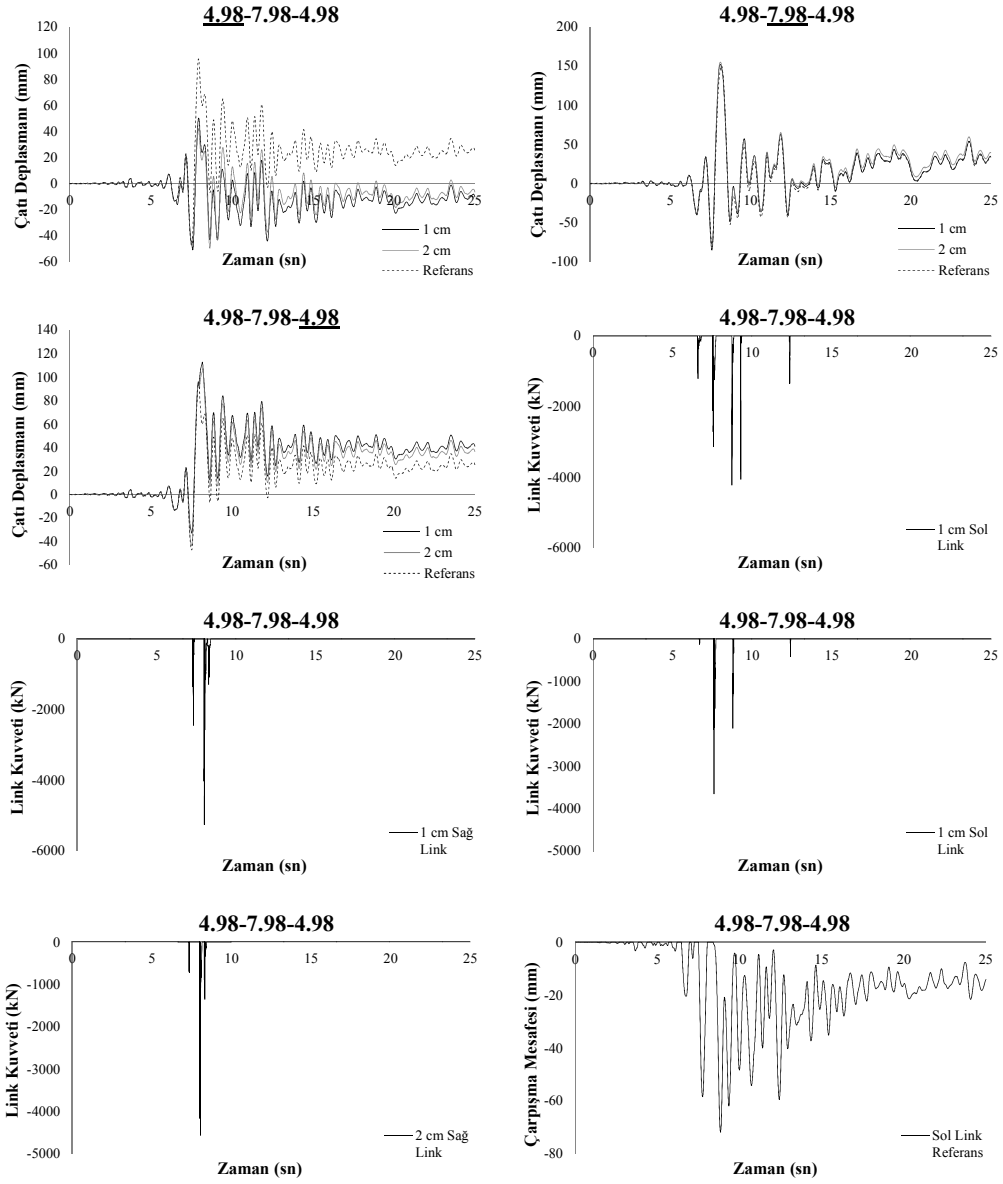
## EK B.1 (devam) 4.98-7.98-4.98 Gazli-Gazli000 Analiz Sonuçları



Şekil B.1 (devam): 4.98-7.98-4.98 Gazli-Gaz000 Analiz Sonuçları

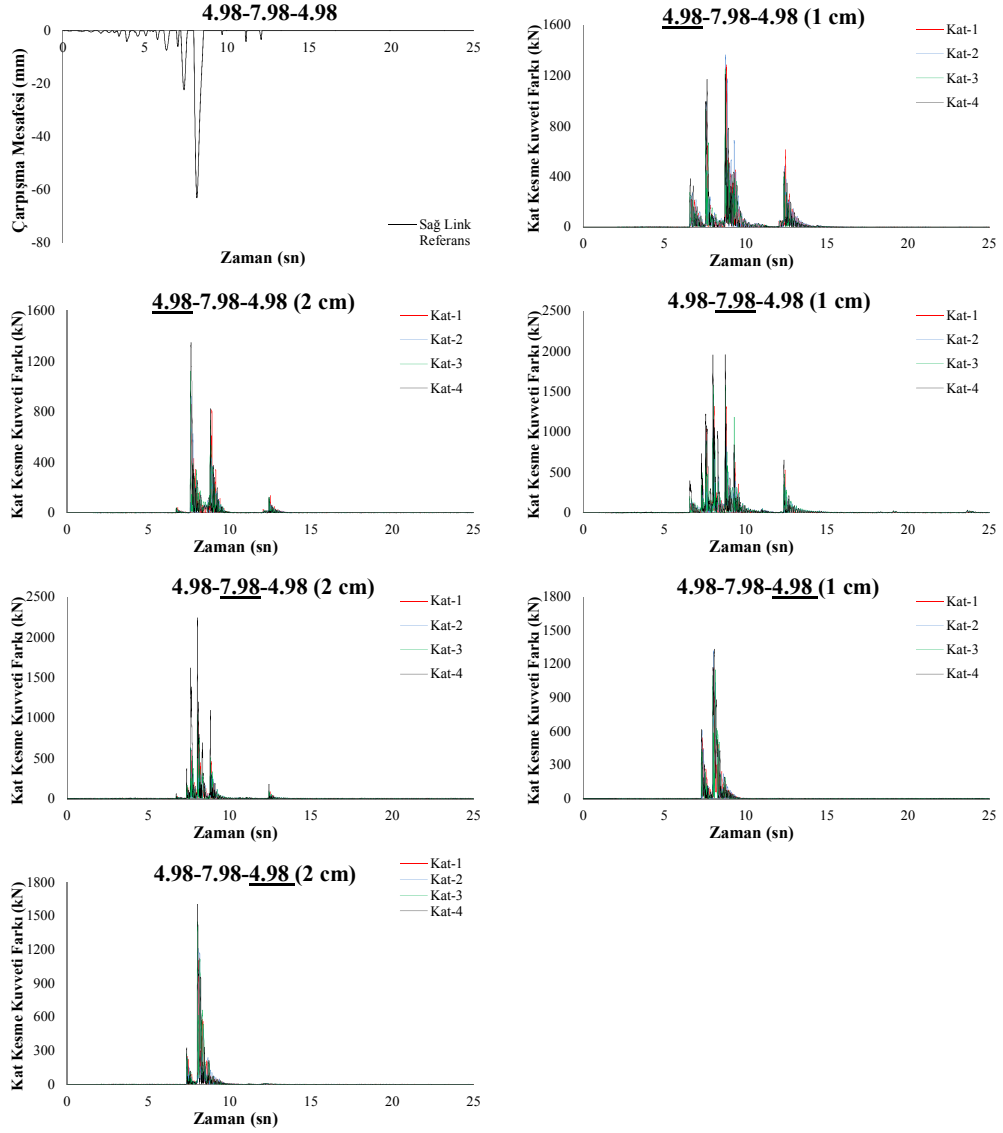


## EK B.2 4.98-7.98-4.98 Lomap-Hsp000 Analiz Sonuçları



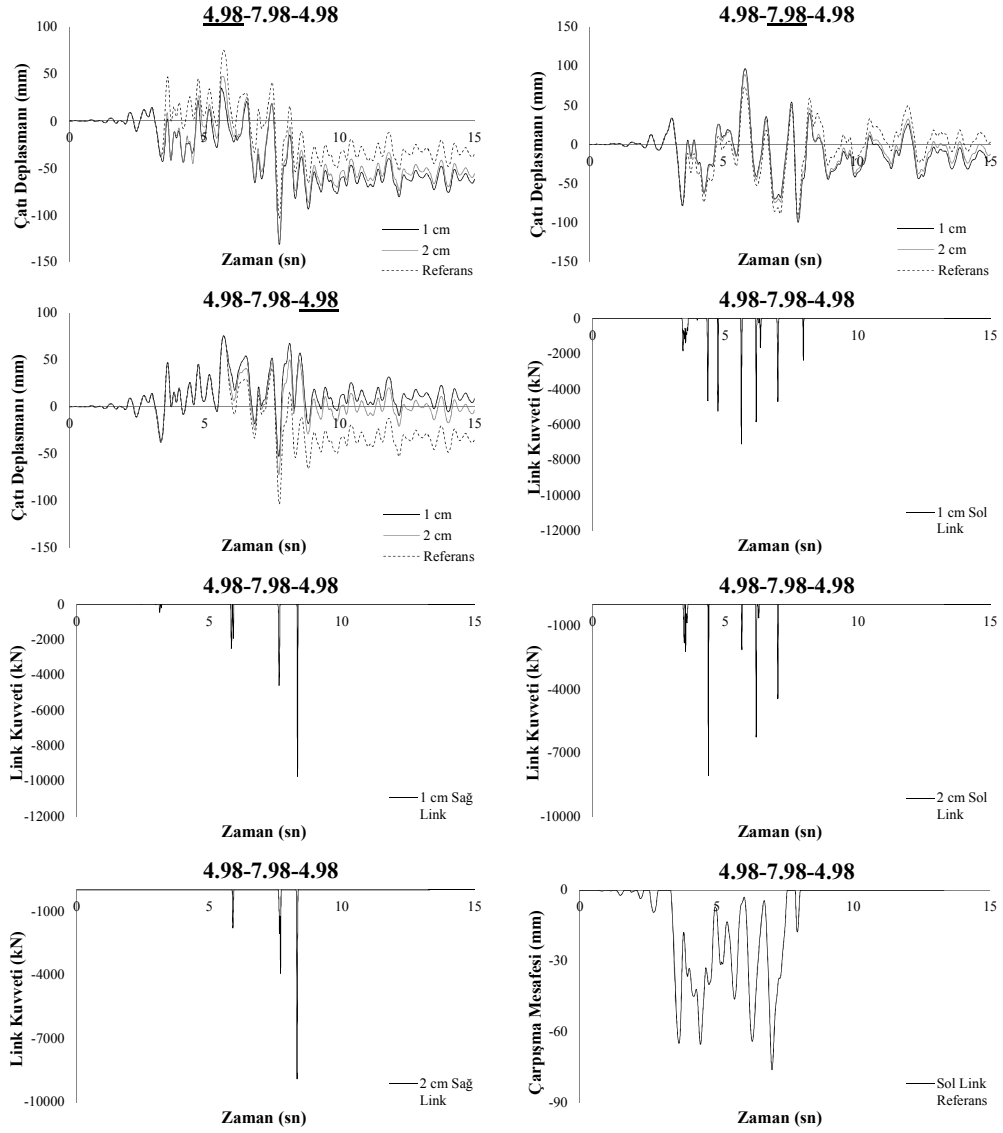
Şekil B.2: 4.98-7.98-4.98 Lomap-Hsp000 Analiz Sonuçları

## EK B.2 (devam) 4.98-7.98-4.98 Lomap-Hsp000 Analiz Sonuçları



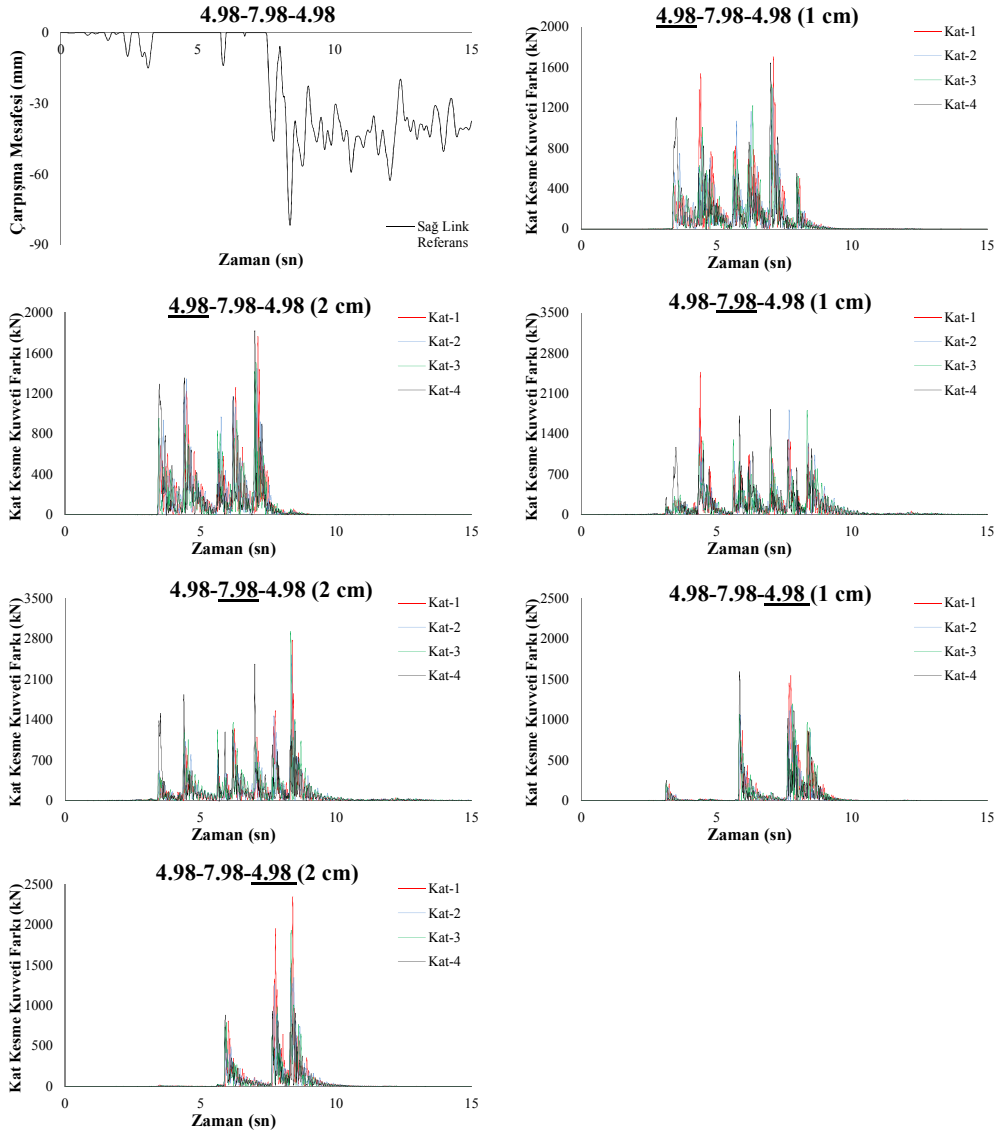
Şekil B.2 (devam): 4.98-7.98-4.98 Lomap-Hsp000 Analiz Sonuçları

### EK B.3 4.98-7.98-4.98 Northr-Spv360 Analiz Sonuçları



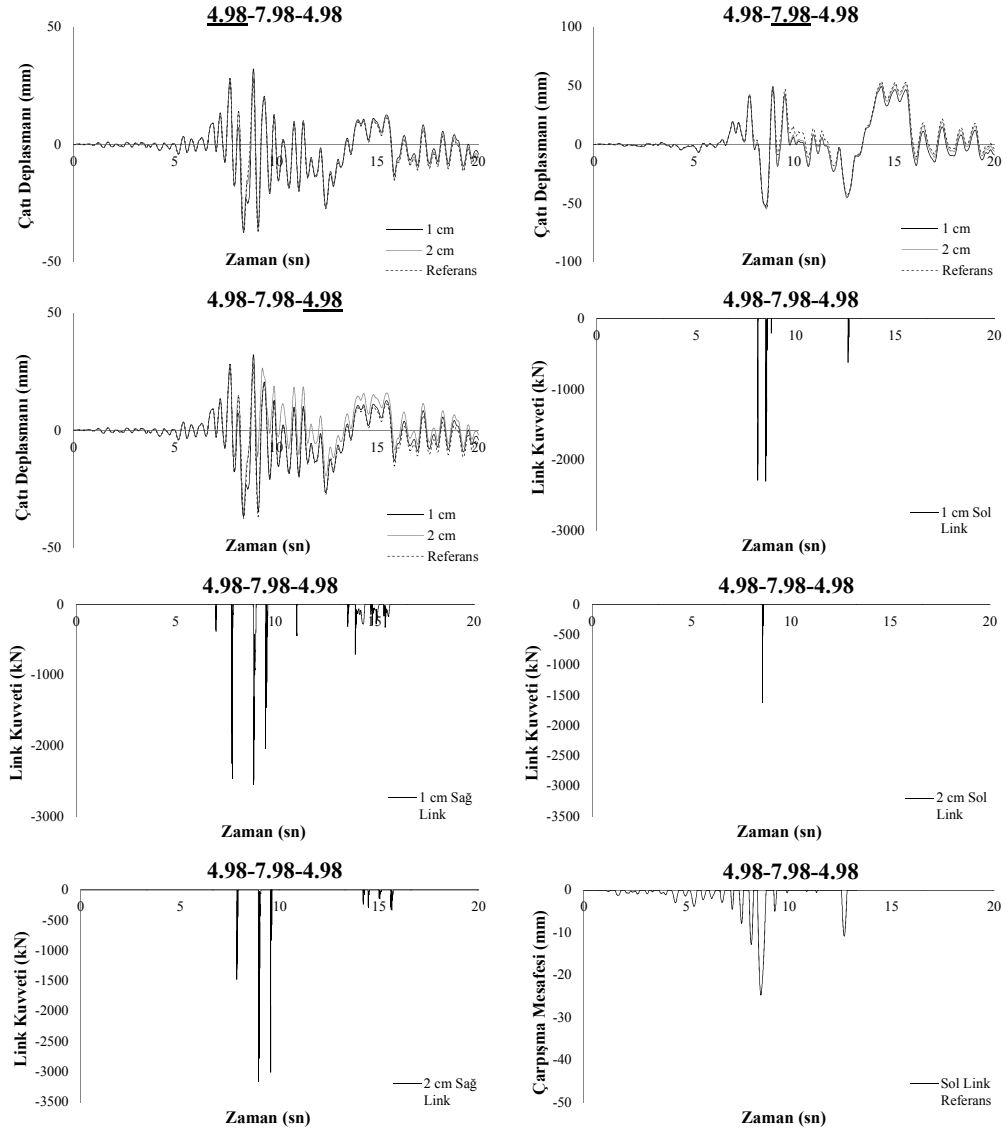
Şekil B.3: 4.98-7.98-4.98 Northr-Spv360 Analiz Sonuçları

### EK B.3 (devam) 4.98-7.98-4.98 Northr-Spv360 Analiz Sonuçları



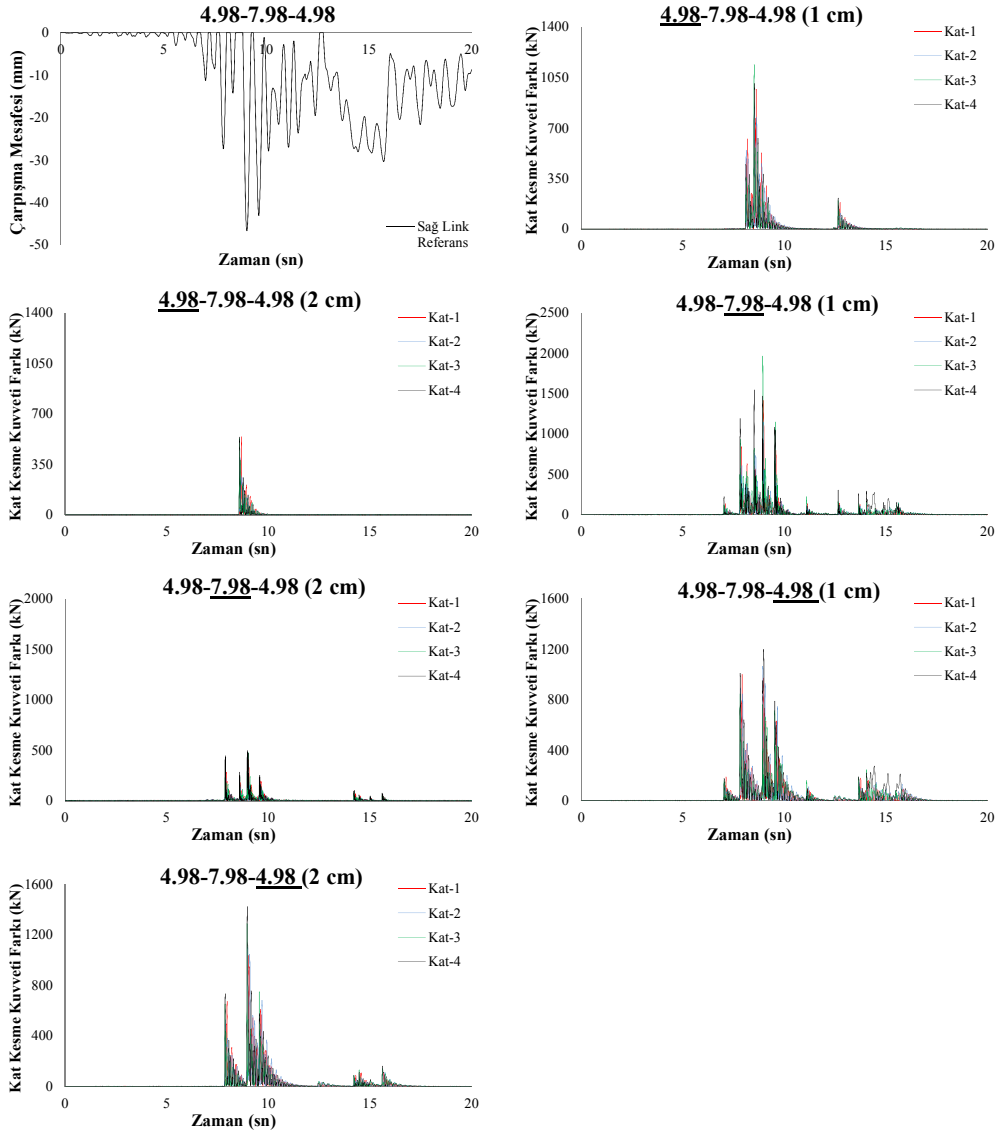
Şekil B.3 (devam): 4.98-7.98-4.98 Northr-Spv360 Analiz Sonuçları

## EK B.4 4.98-7.98-4.98 Kocaeli-Dzc180 Analiz Sonuçları



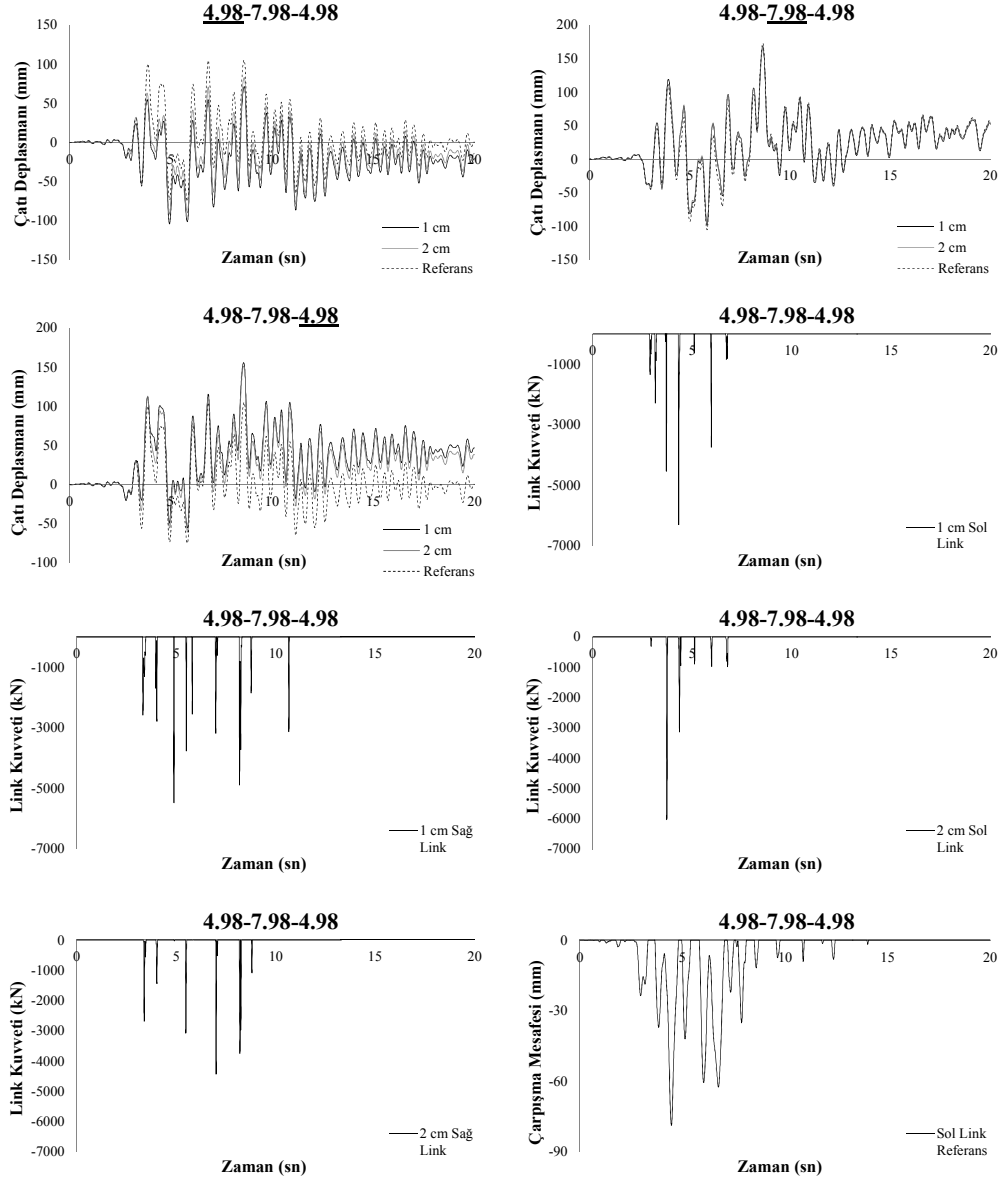
Şekil B.4: 4.98-7.98-4.98 Kocaeli-Dzc180 Analiz Sonuçları

## EK B.4 (devam) 4.98-7.98-4.98 Kocaeli-Dzc180 Analiz Sonuçları



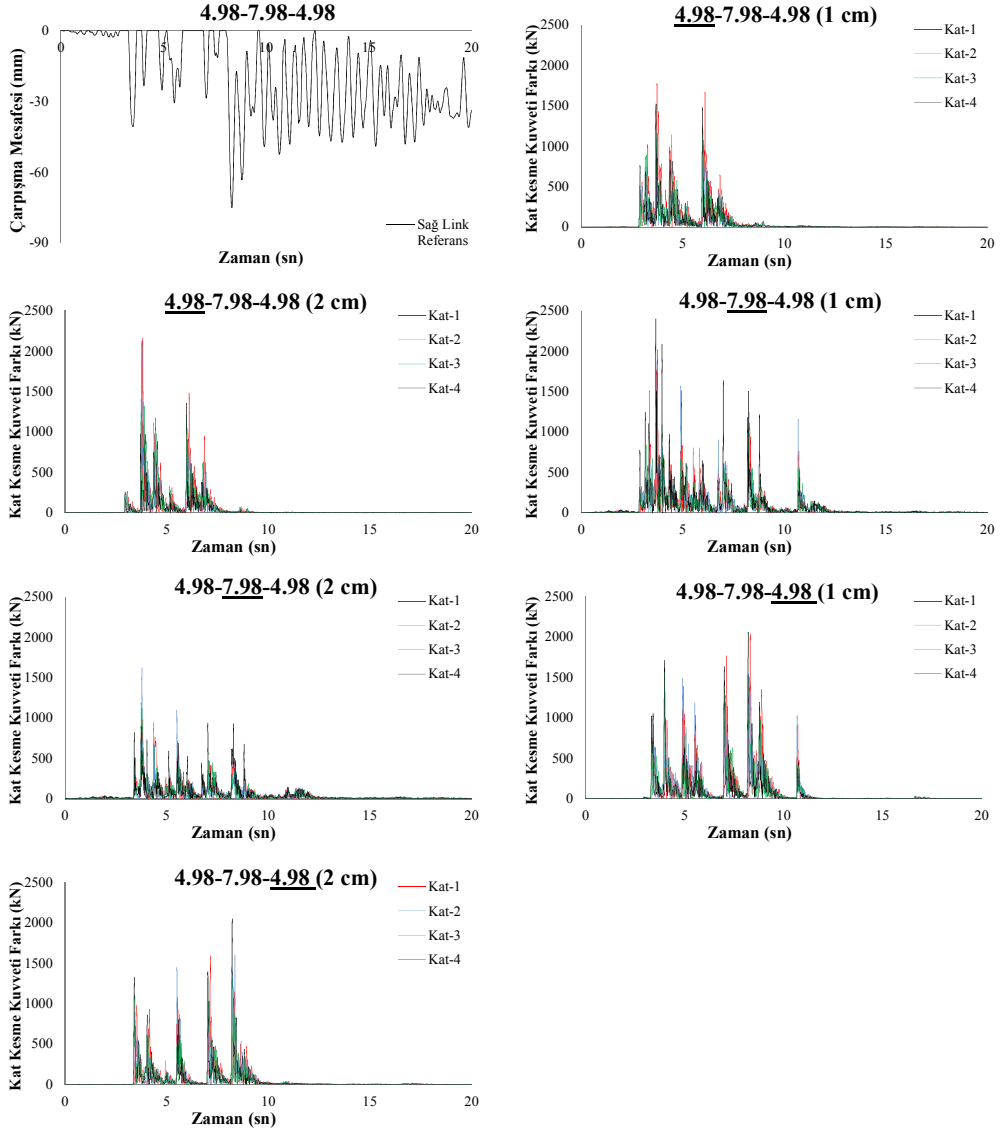
Şekil B.4 (devam): 4.98-7.98-4.98 Kocaeli-Dzc180 Analiz Sonuçları

## EK B.5 4.98-7.98-4.98 Northr-Tar360 Analiz Sonuçları



Şekil B.5: 4.98-7.98-4.98 Northr-Tar360 Analiz Sonuçları

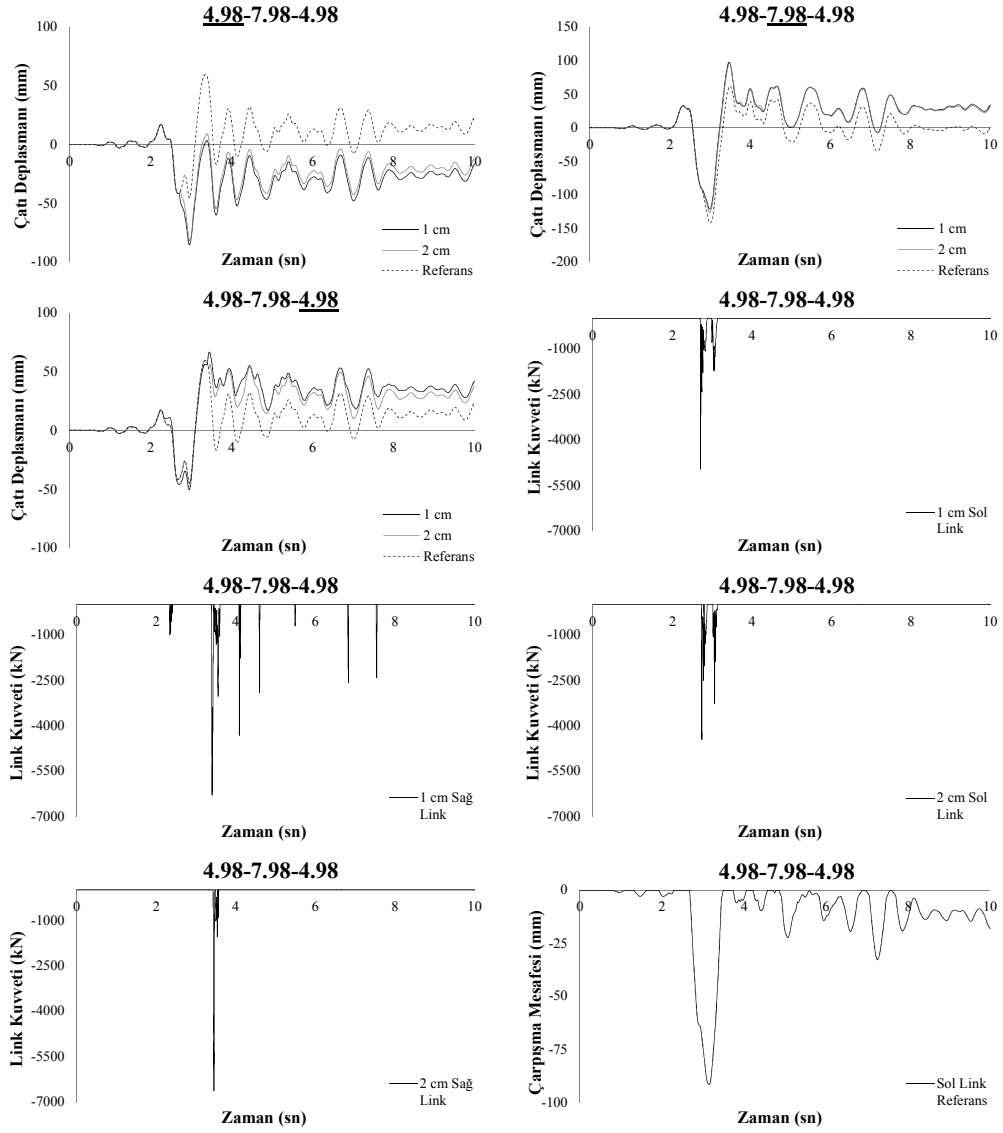
## EK B.5 (devam) 4.98-7.98-4.98 Northr-Tar360 Analiz Sonuçları



Şekil B.5 (devam): 4.98-7.98-4.98 Northr-Tar360 Analiz Sonuçları

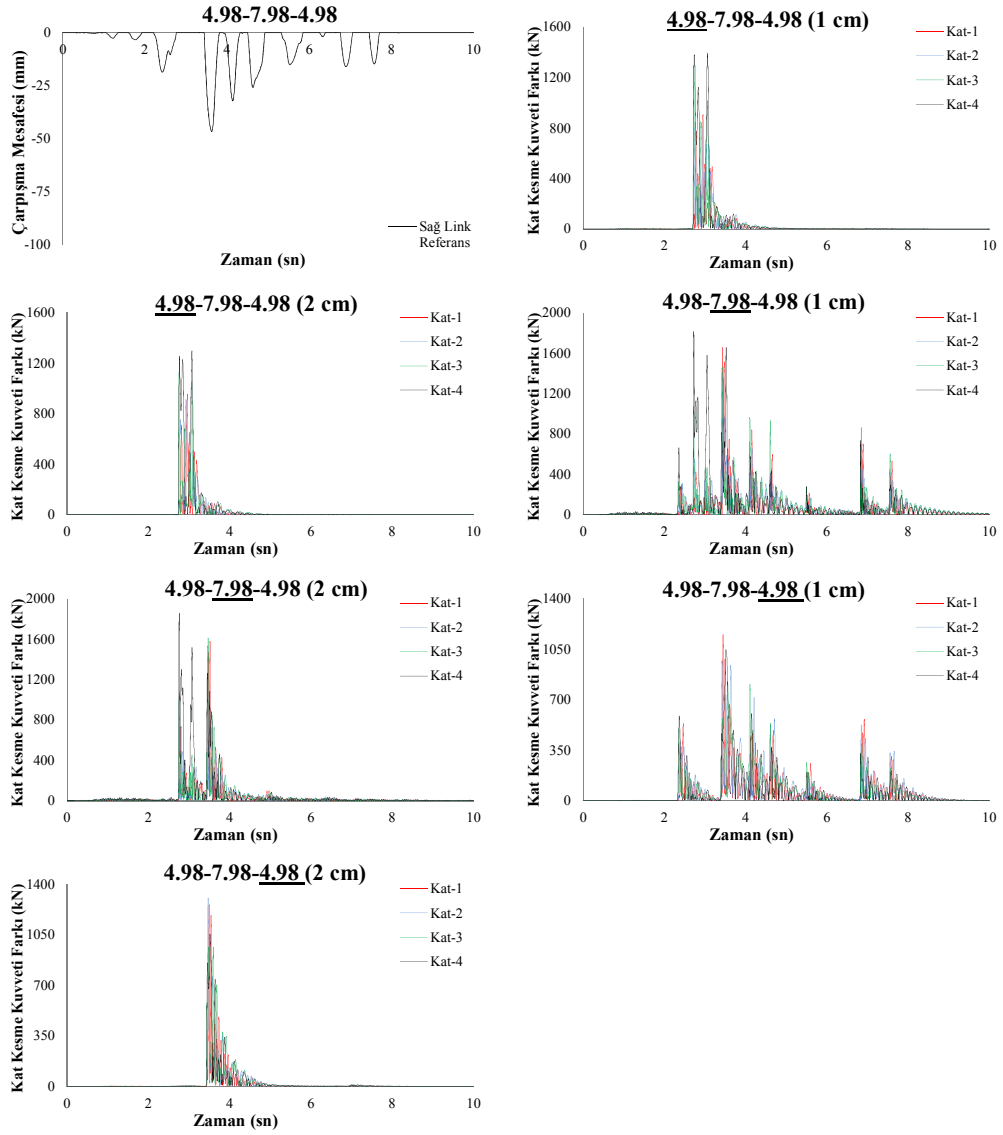


## EK B.6 4.98-7.98-4.98 Palmspr-Nps210 Analiz Sonuçları



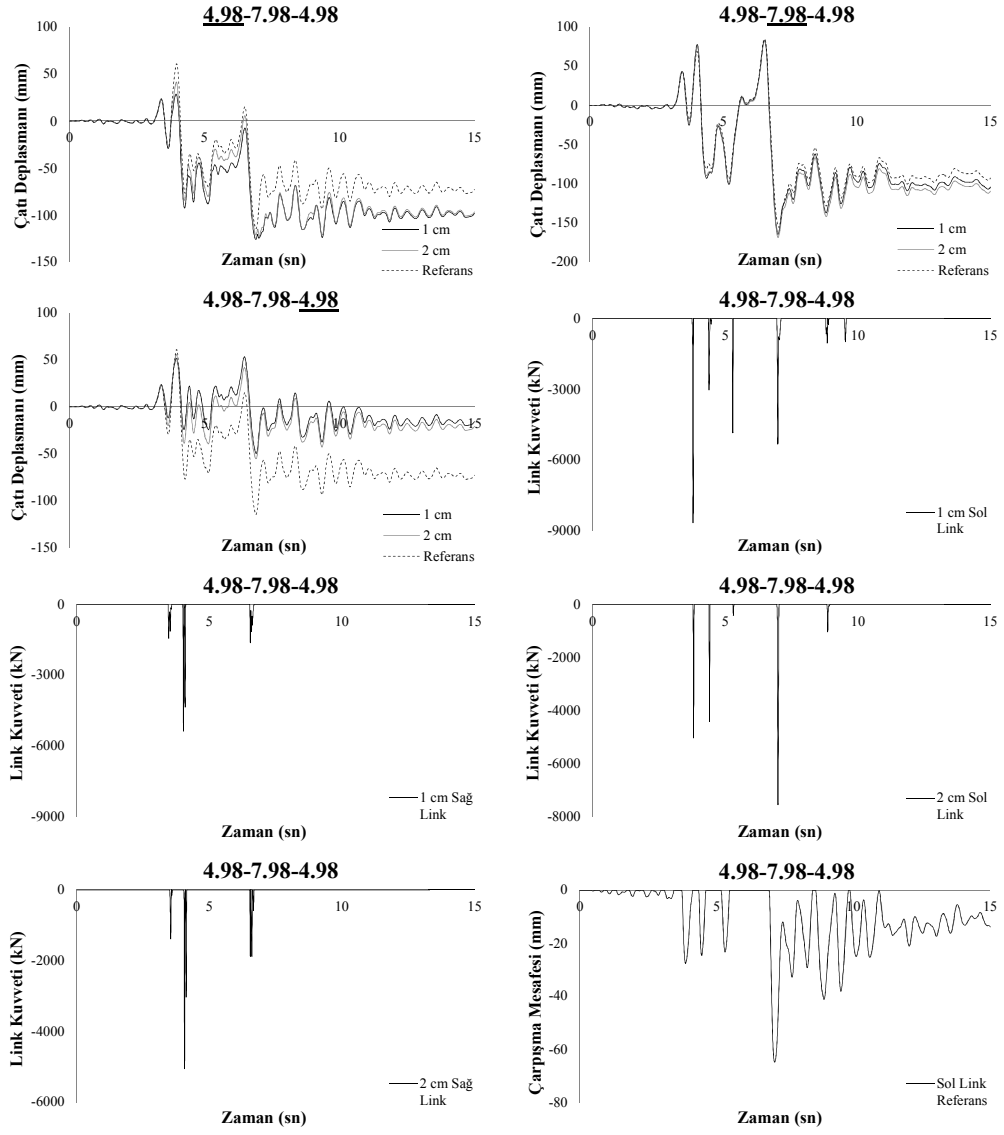
Şekil B.6: 4.98-7.98-4.98 Palmspr-Nps210 Analiz Sonuçları

## EK B.6 (devam) 4.98-7.98-4.98 Palmspr-Nps210 Analiz Sonuçları



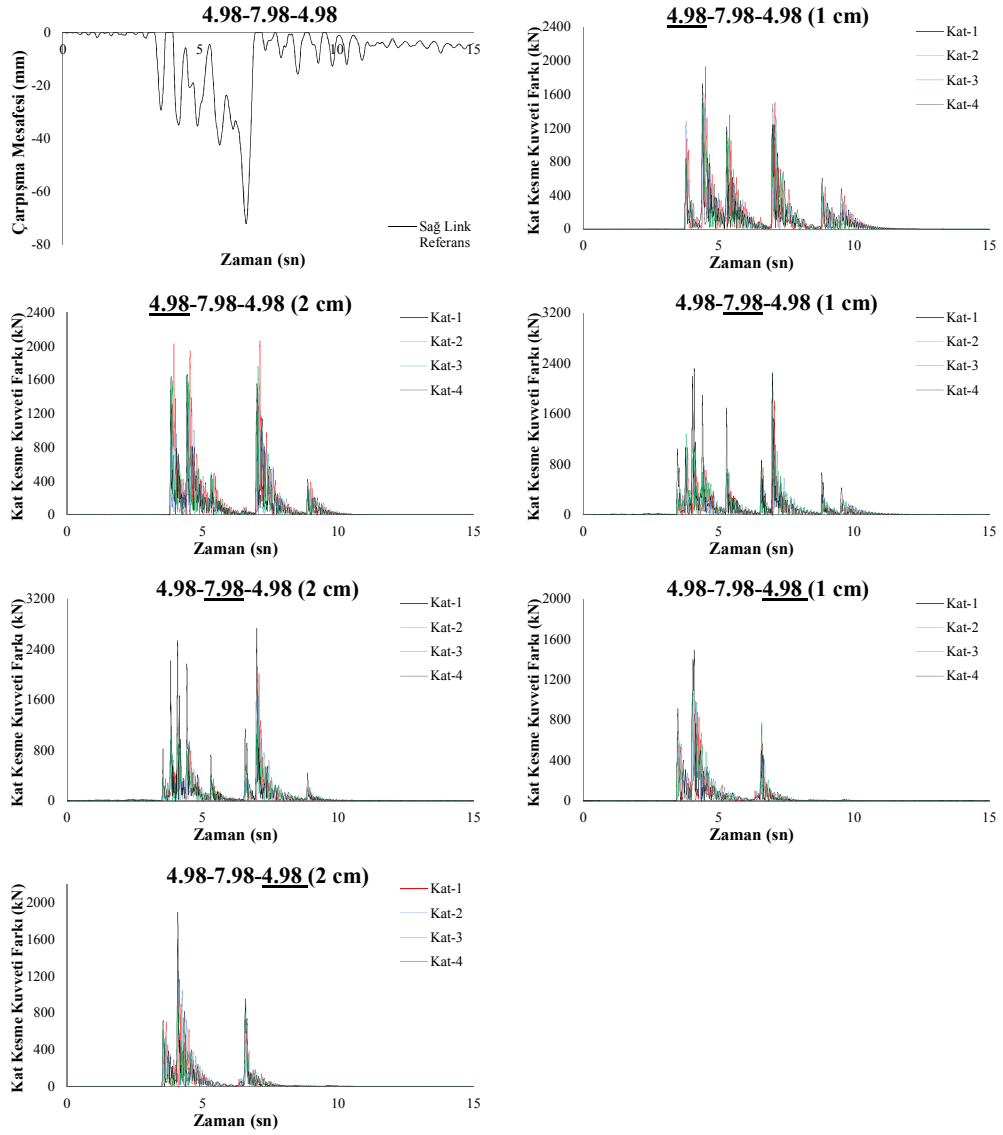
Şekil B.6 (devam): 4.98-7.98-4.98 Palmspr-Nps210 Analiz Sonuçları

## EK B.7 4.98-7.98-4.98 Northr-Syl090 Analiz Sonuçları



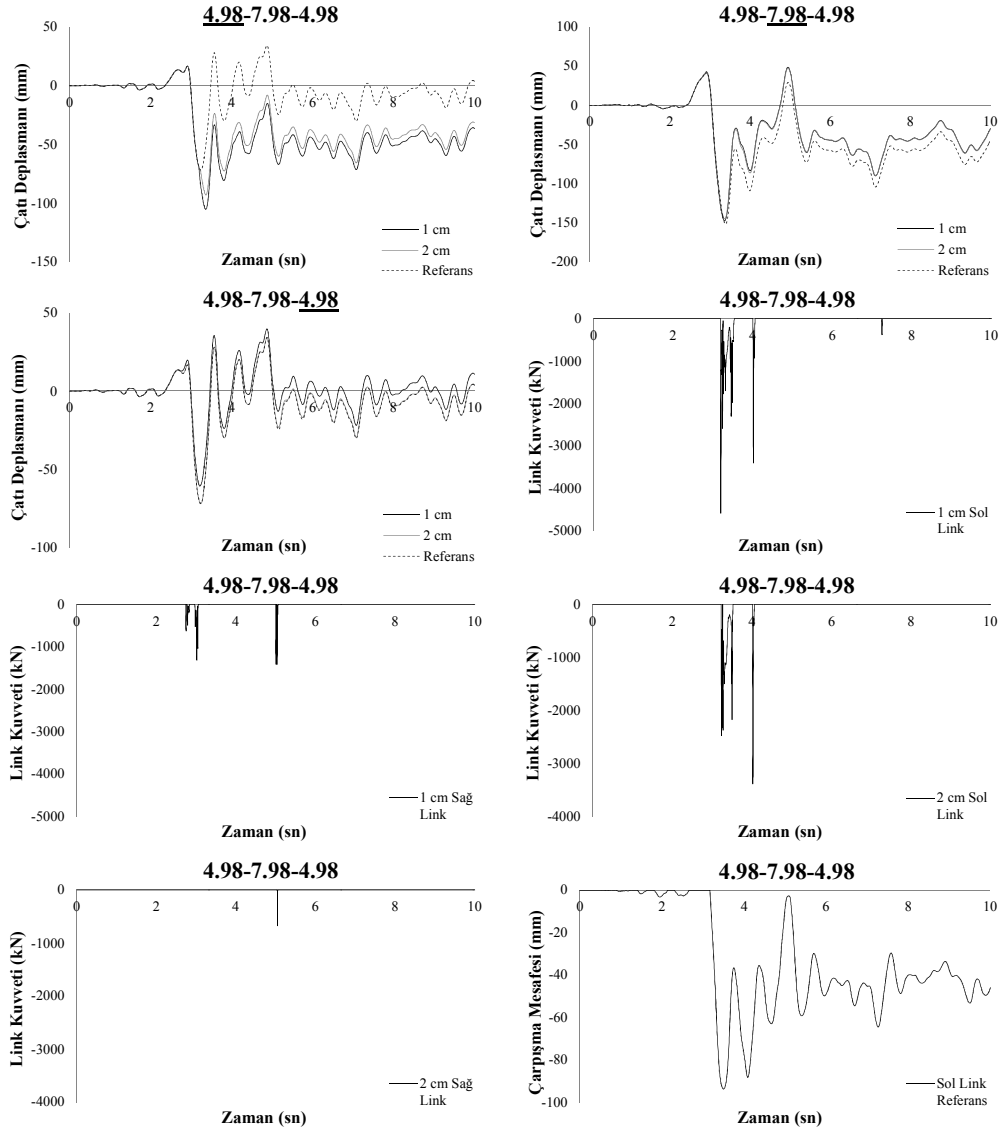
Şekil B.7: 4.98-7.98-4.98 Northr-Syl090 Analiz Sonuçları

## EK B.7 (devam) 4.98-7.98-4.98 Northr-Syl090 Analiz Sonuçları



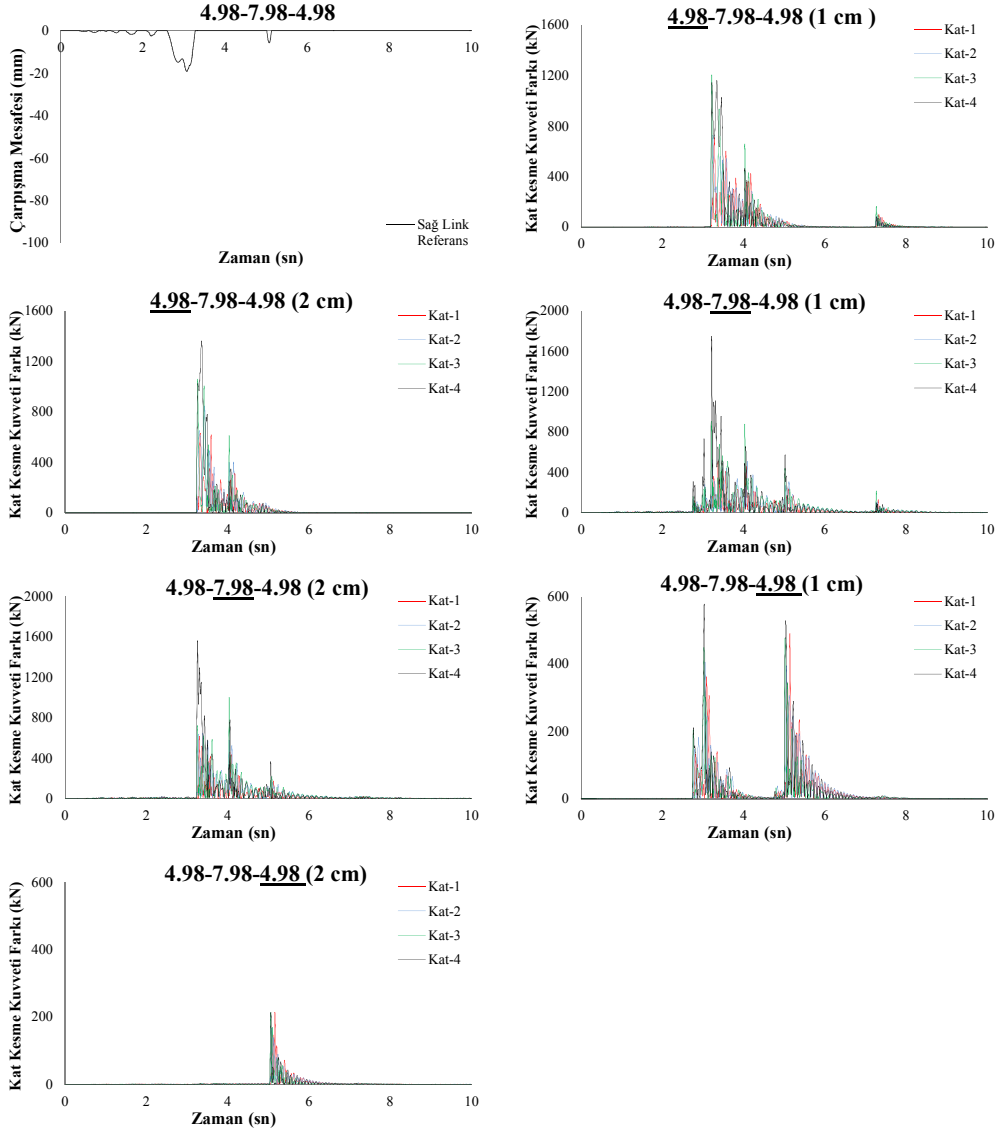
Şekil B.7 (devam): 4.98-7.98-4.98 Northr-Syl090 Analiz Sonuçları

## EK B.8 4.98-7.98-4.98 Erz-Ew Analiz Sonuçları



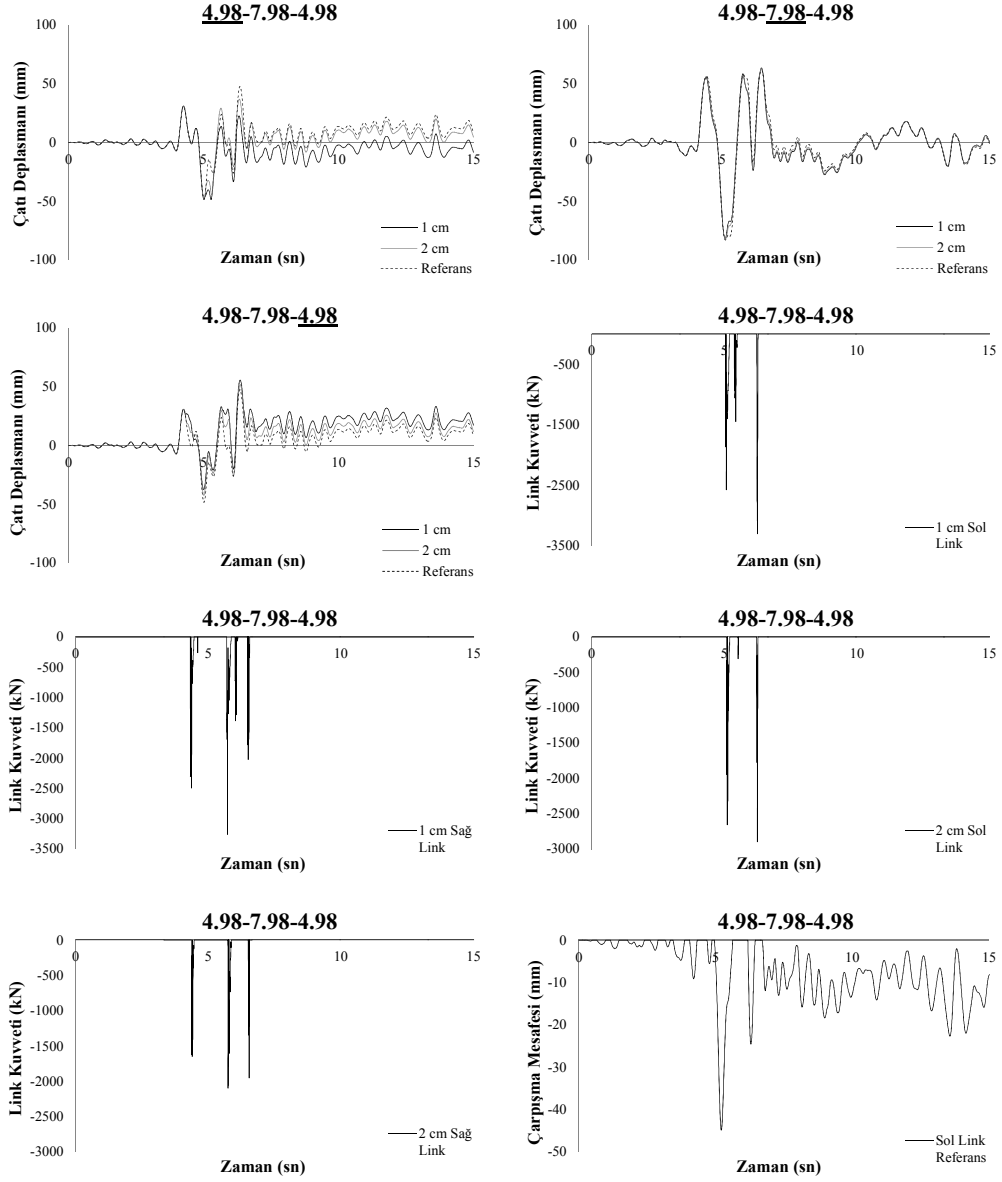
Şekil B.8: 4.98-7.98-4.98 Erz-Ew Analiz Sonuçları

## EK B.8 (devam) 4.98-7.98-4.98 Erz-Ew Analiz Sonuçları



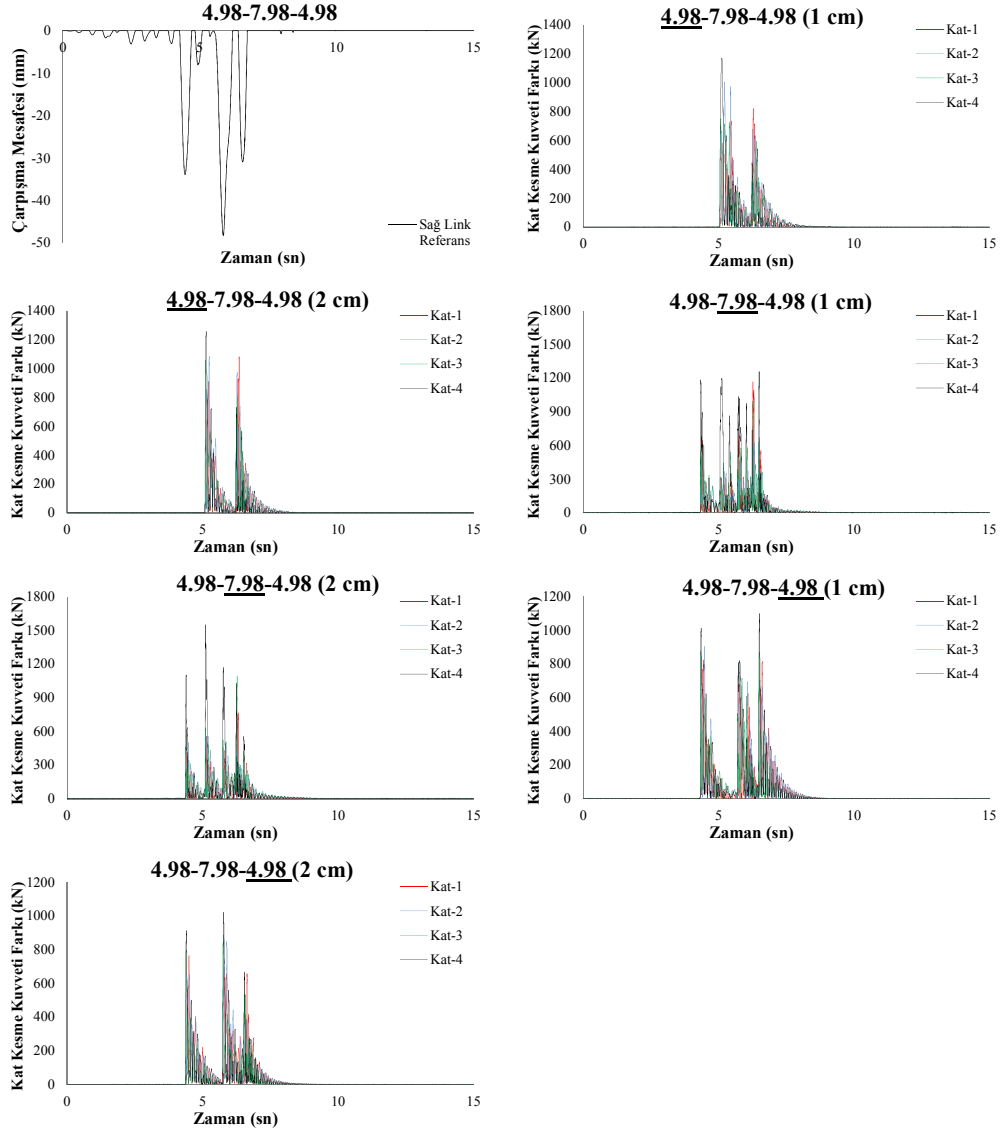
Şekil B.8 (devam): 4.98-7.98-4.98 Erz-Ew Analiz Sonuçları

## EK B.9 4.98-7.98-4.98 Koc-Dzc270 Analiz Sonuçları



Şekil B.9: 4.98-7.98-4.98 Koc-Dzc270 Analiz Sonuçları

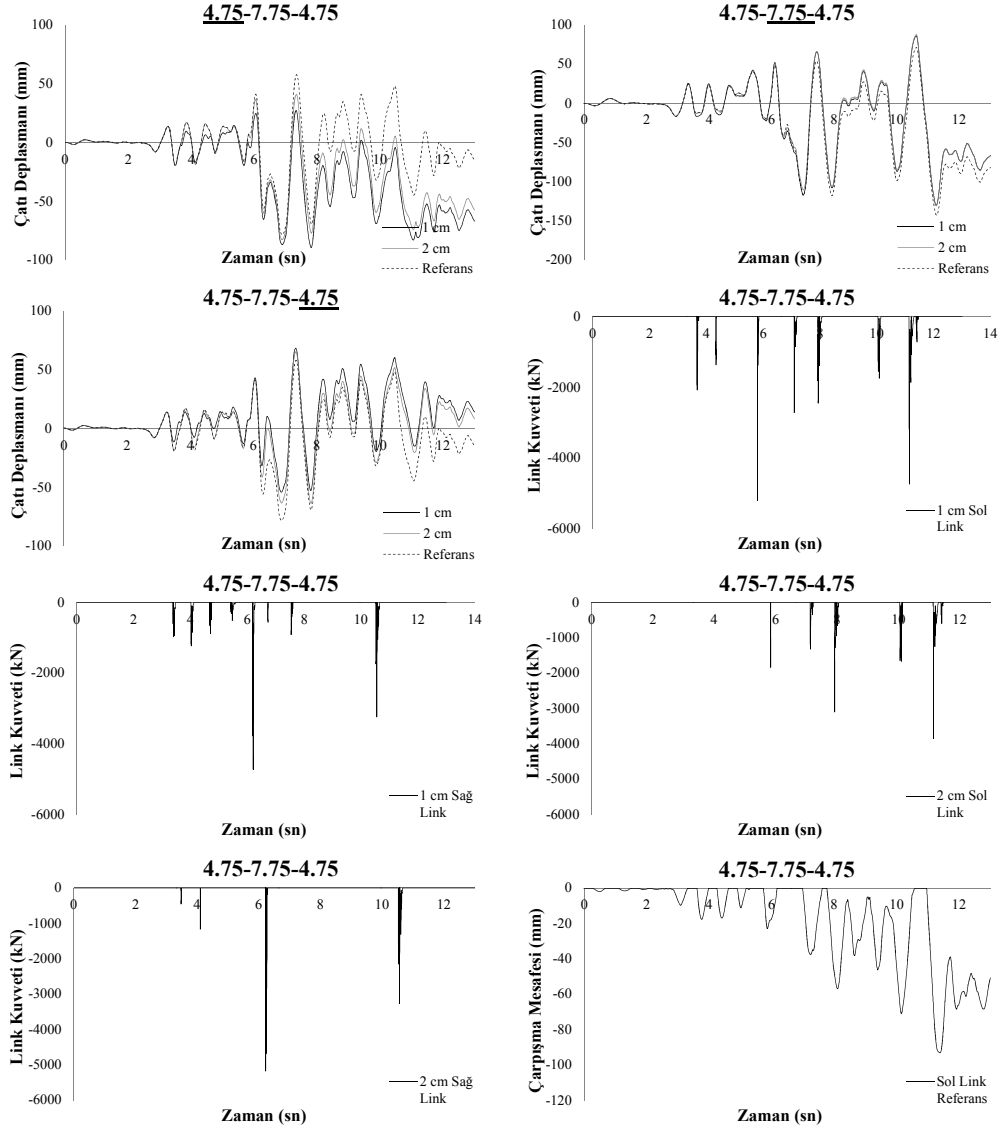
## EK B.9 (devam) 4.98-7.98-4.98 Koc-Dzc270 Analiz Sonuçları



Şekil B.9 (devam): 4.98-7.98-4.98 Koc-Dzc270 Analiz Sonuçları

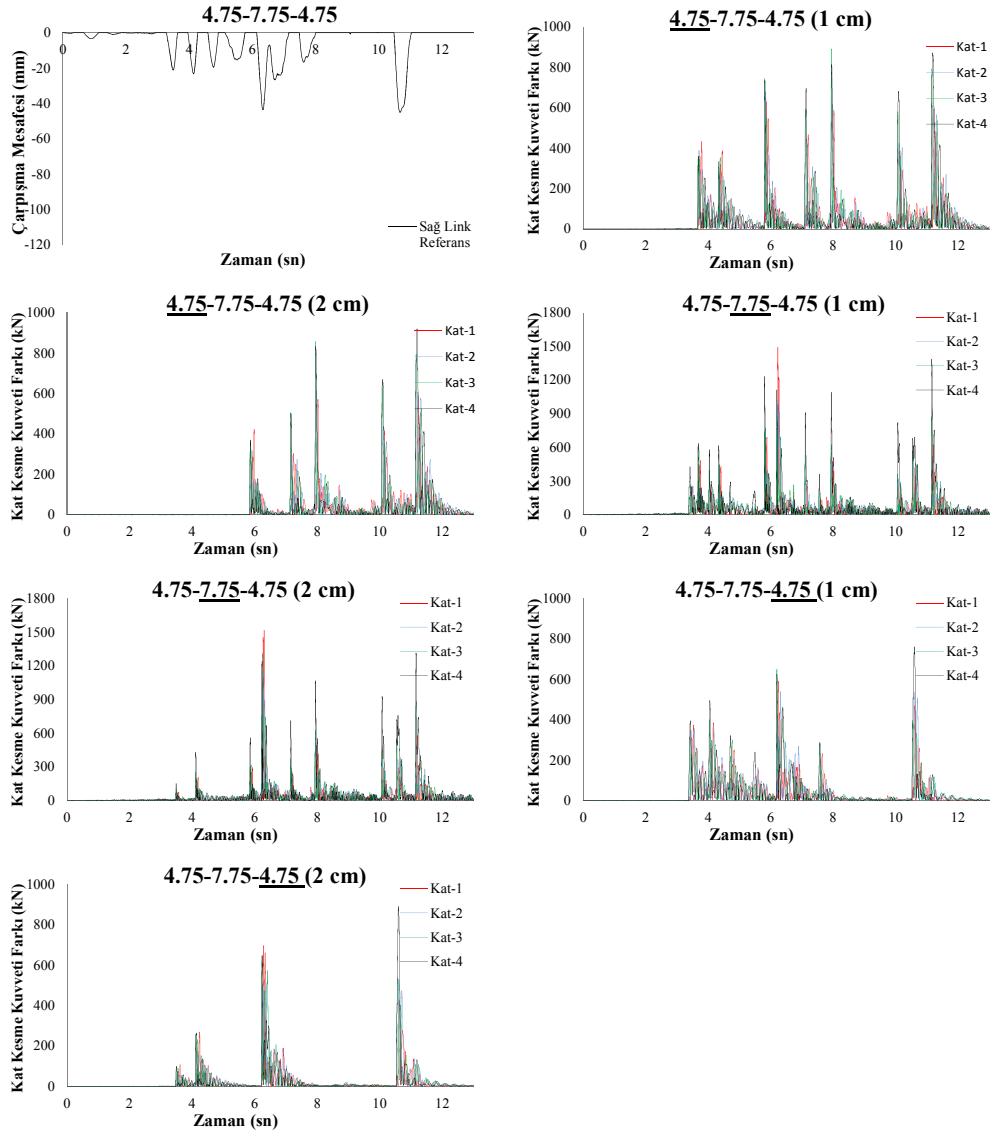


## EK C.1 4.75-7.75-4.75 Gazli-Gaz000 Analiz Sonuçları



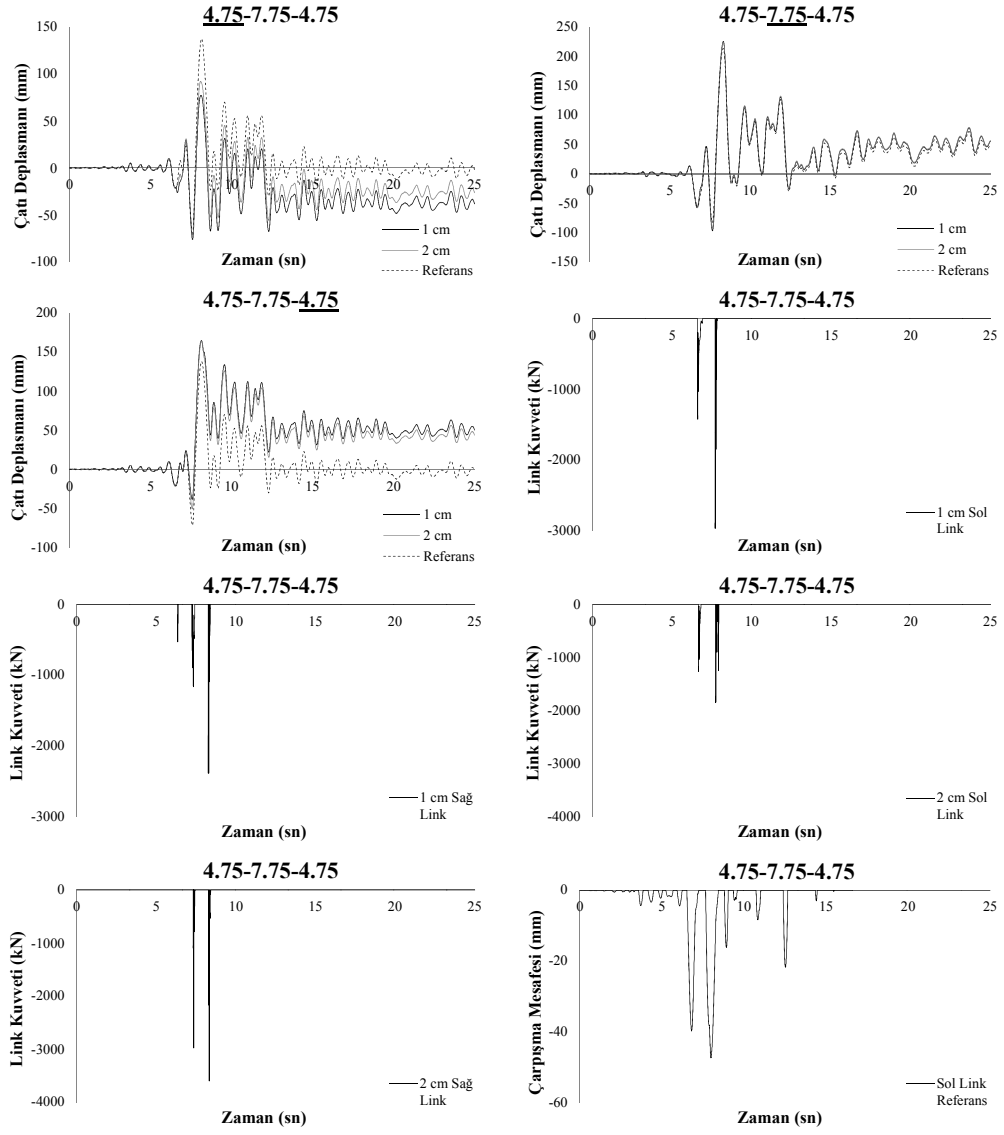
Şekil C. 1: 4.75-7.75-4.75 Gazli-Gaz000 Analiz Sonuçları

## EK C.1 (devam) 4.75-7.75-4.75 Gazli-Gaz000 Analiz Sonuçları



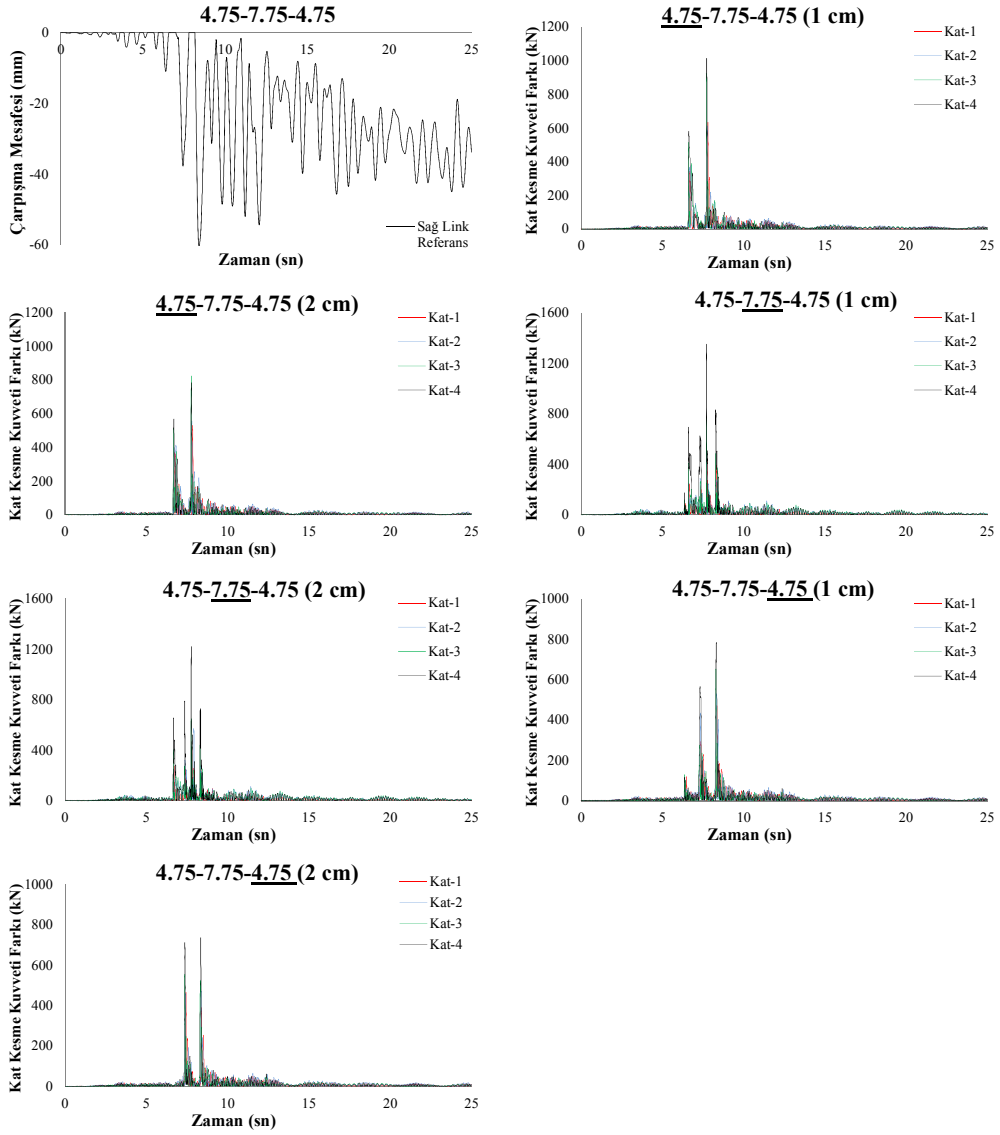
Şekil C.1 (devam): 4.75-7.75-4.75 Gazli-Gaz000 Analiz Sonuçları

## EK C.2 4.75-7.75-4.75 Lomap-Hsp000 Analiz Sonuçları



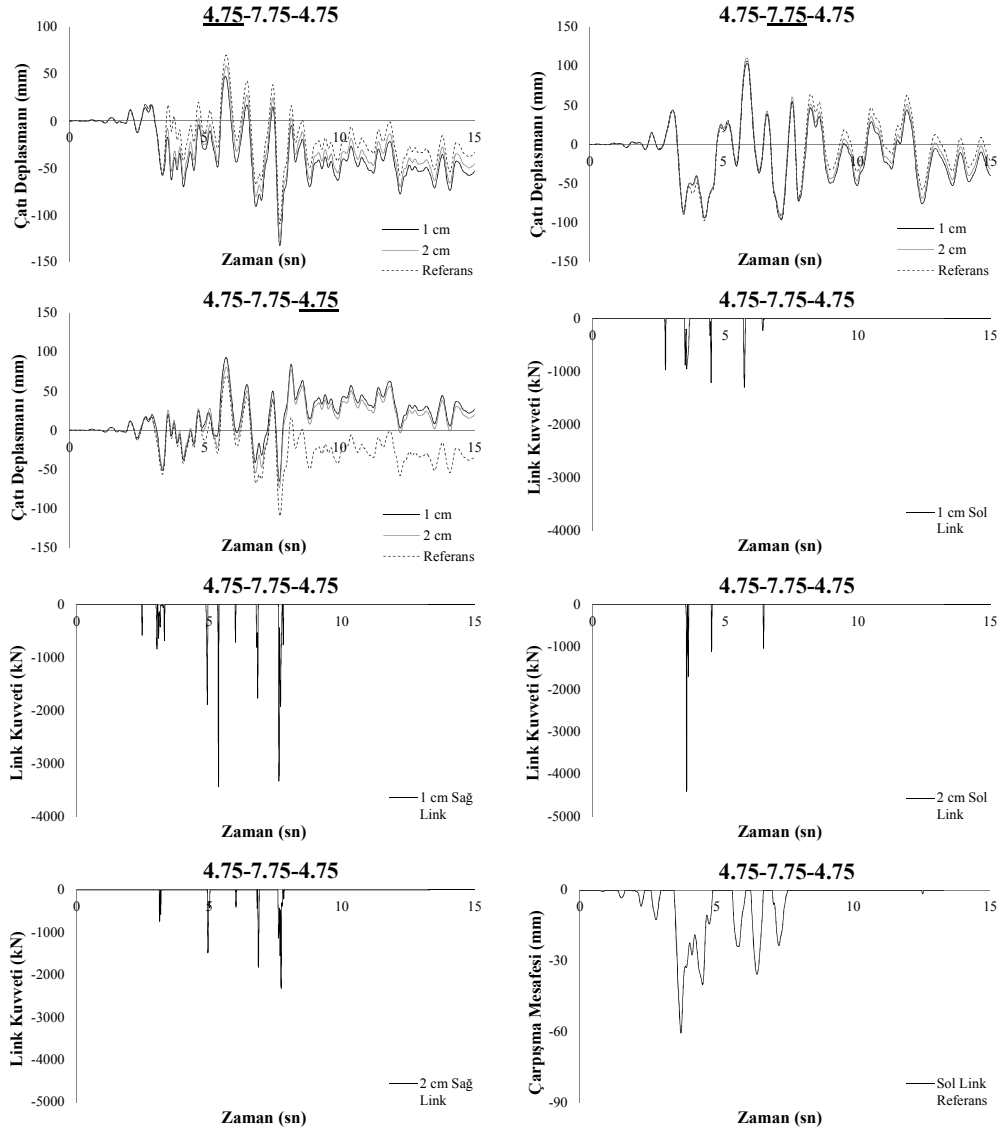
Şekil C. 2: 4.75-7.75-4.75 Lomap-Hsp000 Analiz Sonuçları

## EK C.2 (devam) 4.75-7.75-4.75 Lomap-Hsp000 Analiz Sonuçları



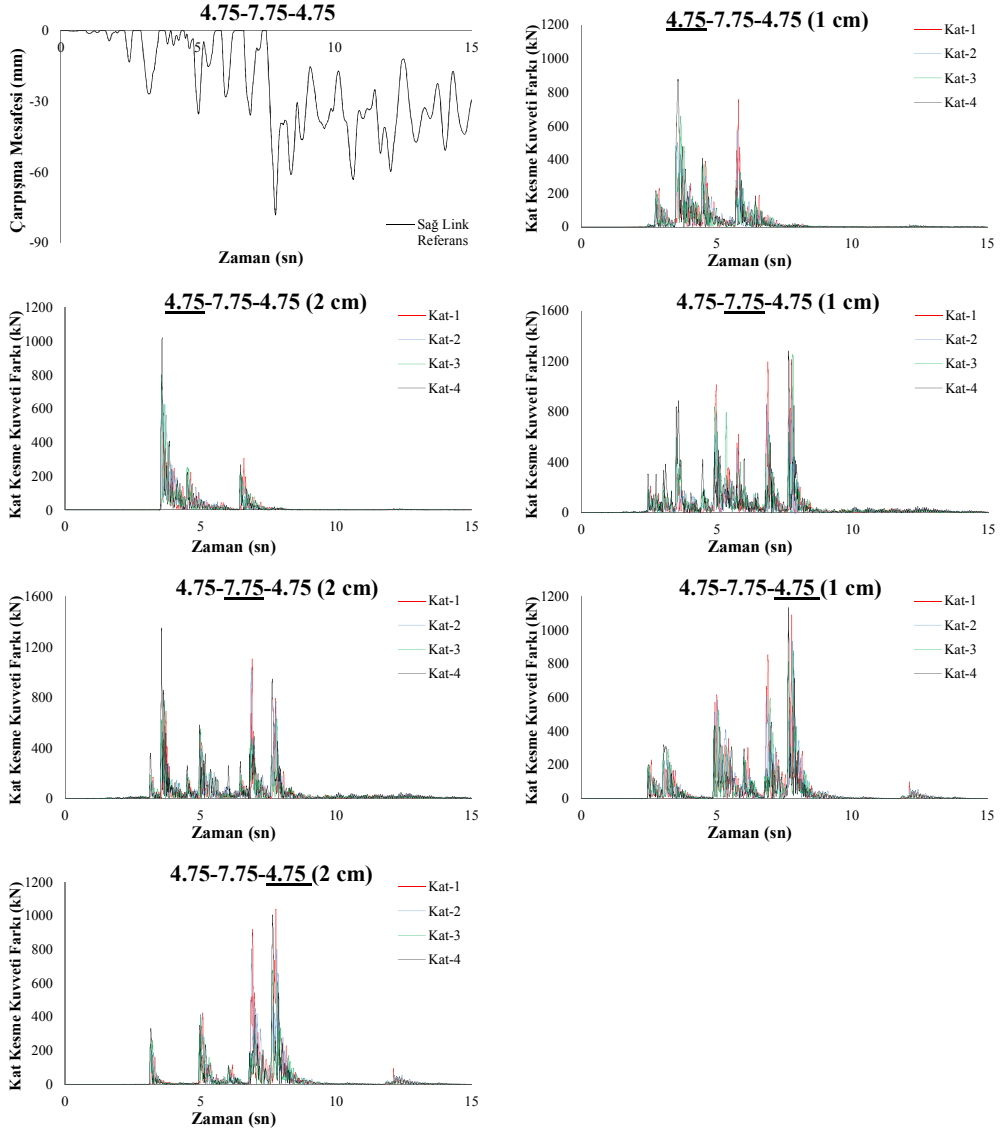
Şekil C.2 (devam): 4.75-7.75-4.75 Lomap-Hsp000 Analiz Sonuçları

### EK C.3 4.75-7.75-4.75 Northr-Spv360 Analiz Sonuçları



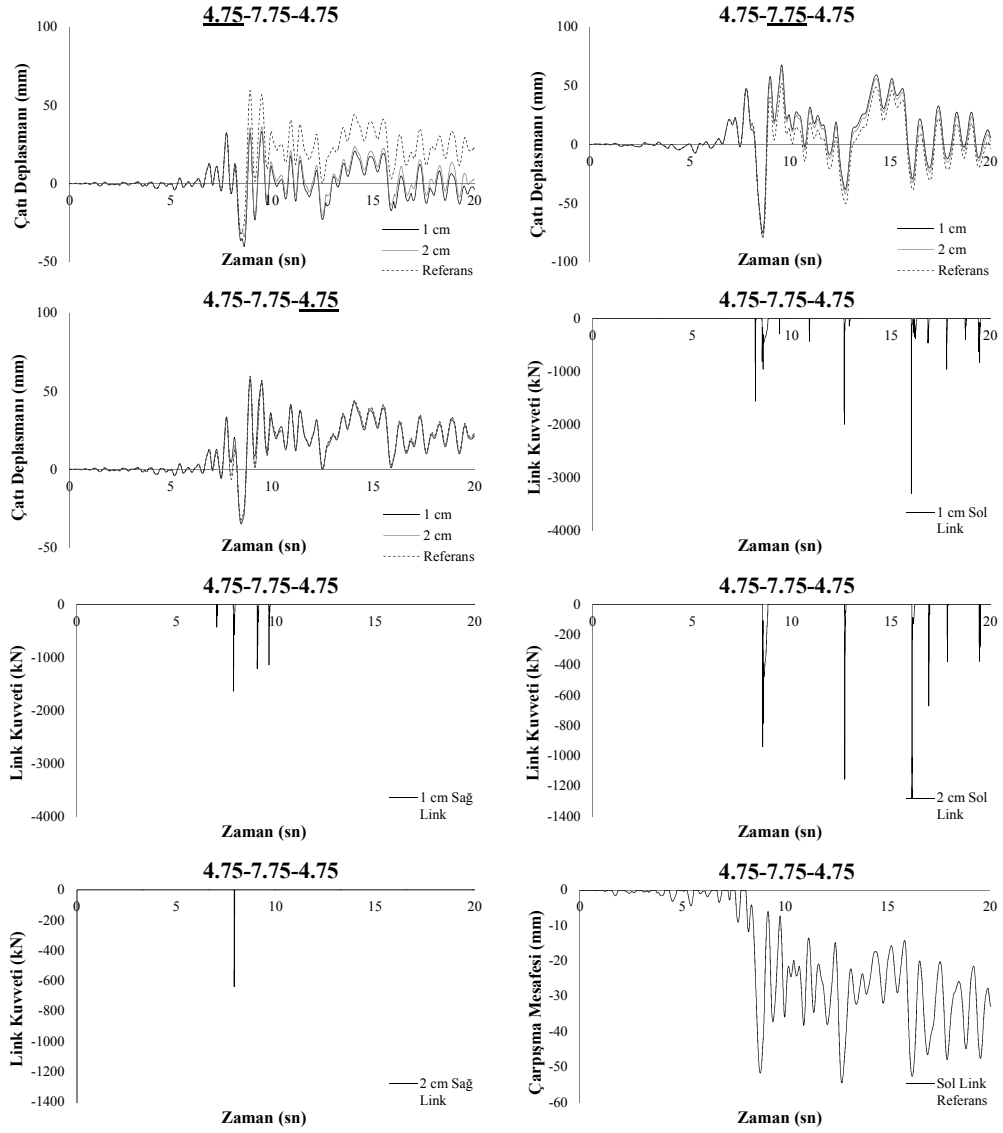
Şekil C. 3: 4.75-7.75-4.75 Northr-Spv360 Analiz Sonuçları

### EK C.3 (devam) 4.75-7.75-4.75 Northr-Spv360 Analiz Sonuçları



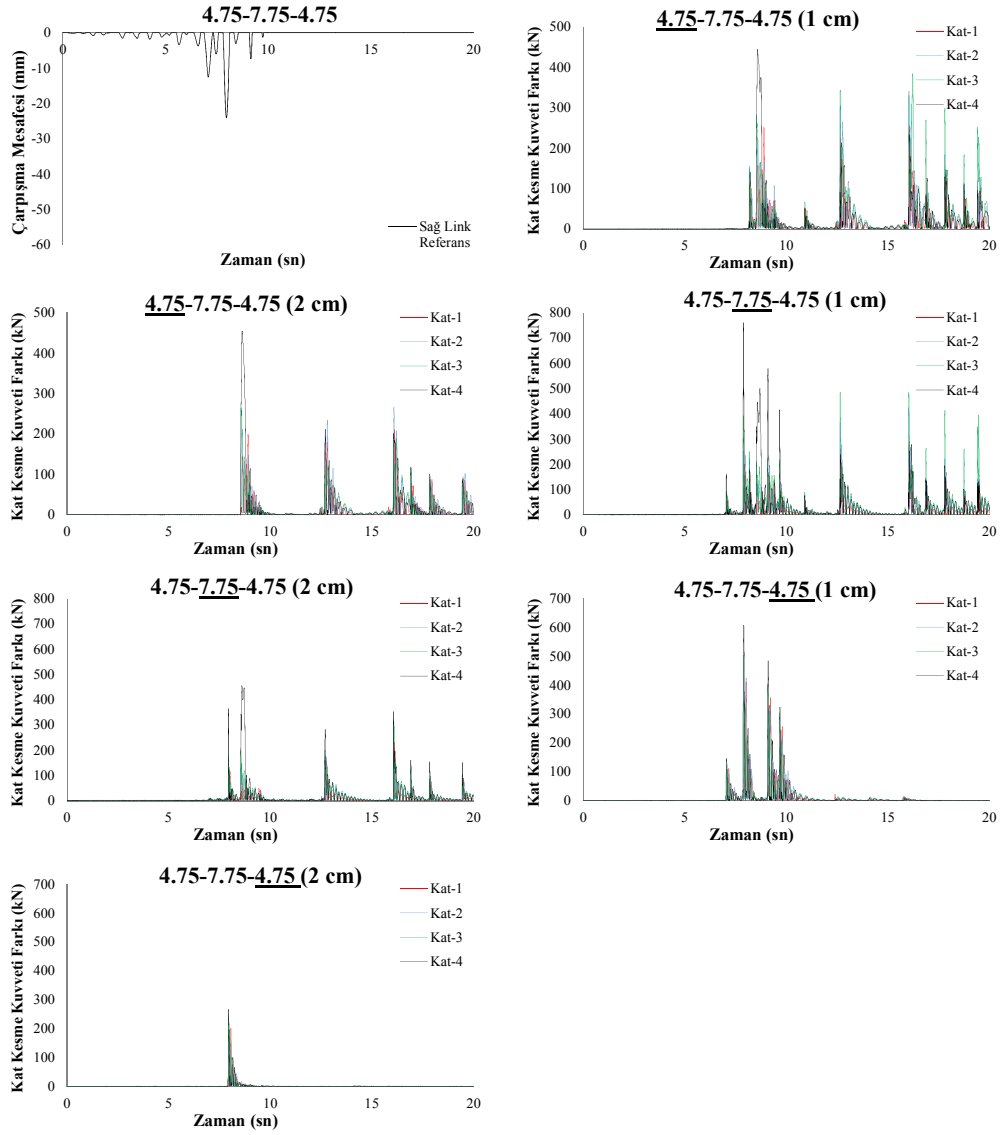
Şekil C.3 (devam): 4.75-7.75-4.75 Northr-Spv360 Analiz Sonuçları

## EK C.4 4.75-7.75-4.75 Kocaeli-Dzc180 Analiz Sonuçları



Şekil C. 4: 4.75-7.75-4.75 Kocaeli-Dzc180 Analiz Sonuçları

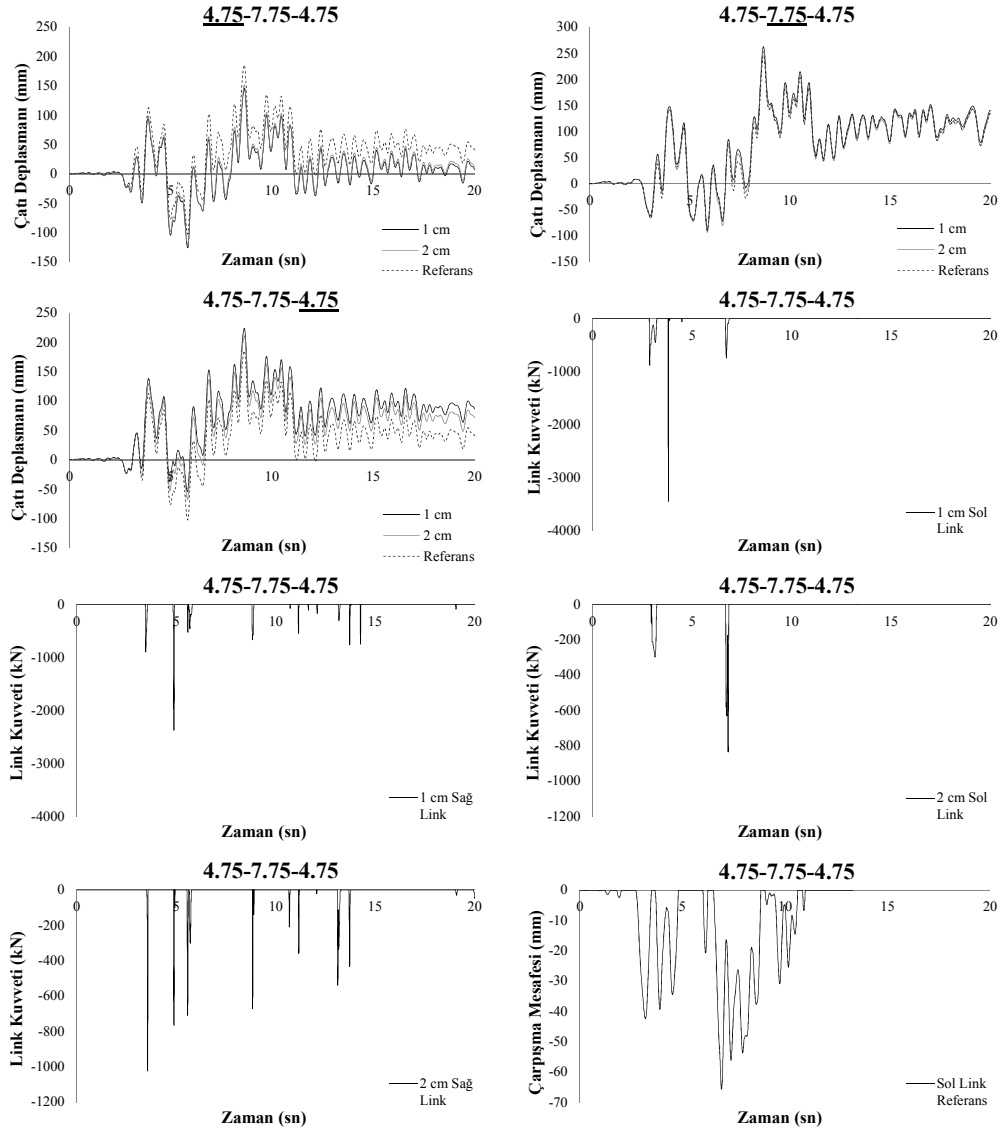
## EK C.4 (devam) 4.75-7.75-4.75 Kocaeli-Dzc180 Analiz Sonuçları



Şekil C.4 (devam): 4.75-7.75-4.75 Kocaeli-Dzc180 Analiz Sonuçları

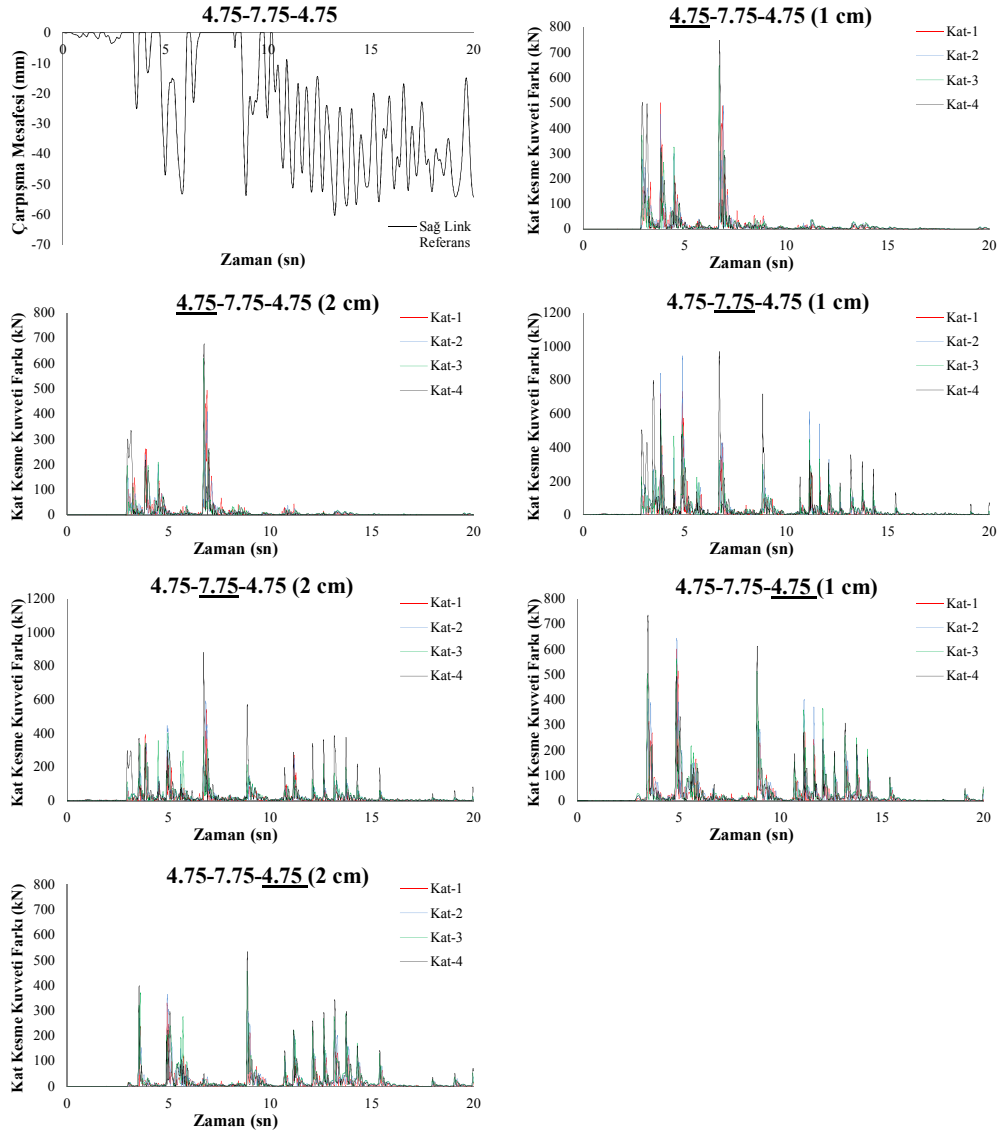


## EK C.5 4.75-7.75-4.75 Northtr-Tar360 Analiz Sonuçları



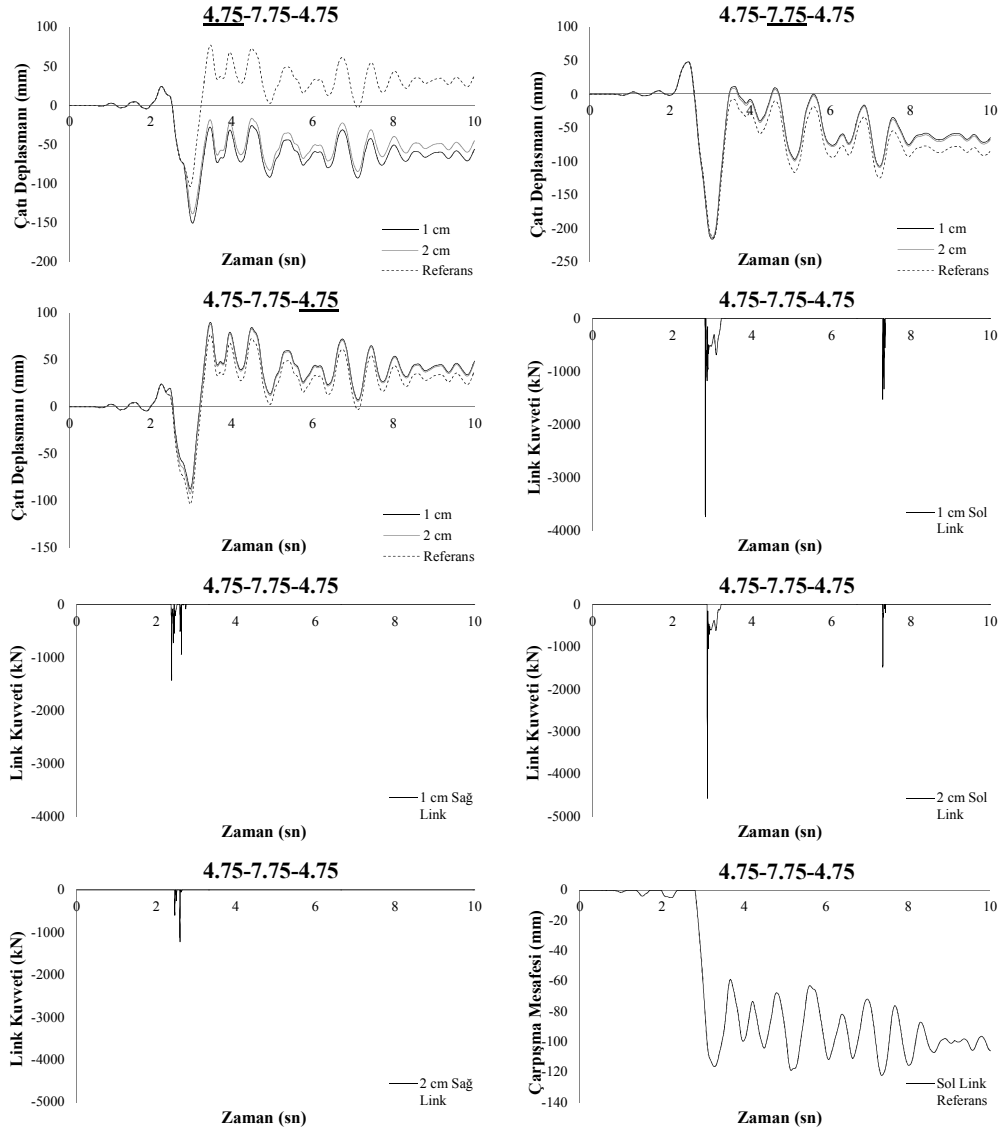
Şekil C. 5: 4.75-7.75-4.75 Northtr-Tar360 Analiz Sonuçları

## EK C.5 (devam) 4.75-7.75-4.75 Northr-Tar360 Analiz Sonuçları



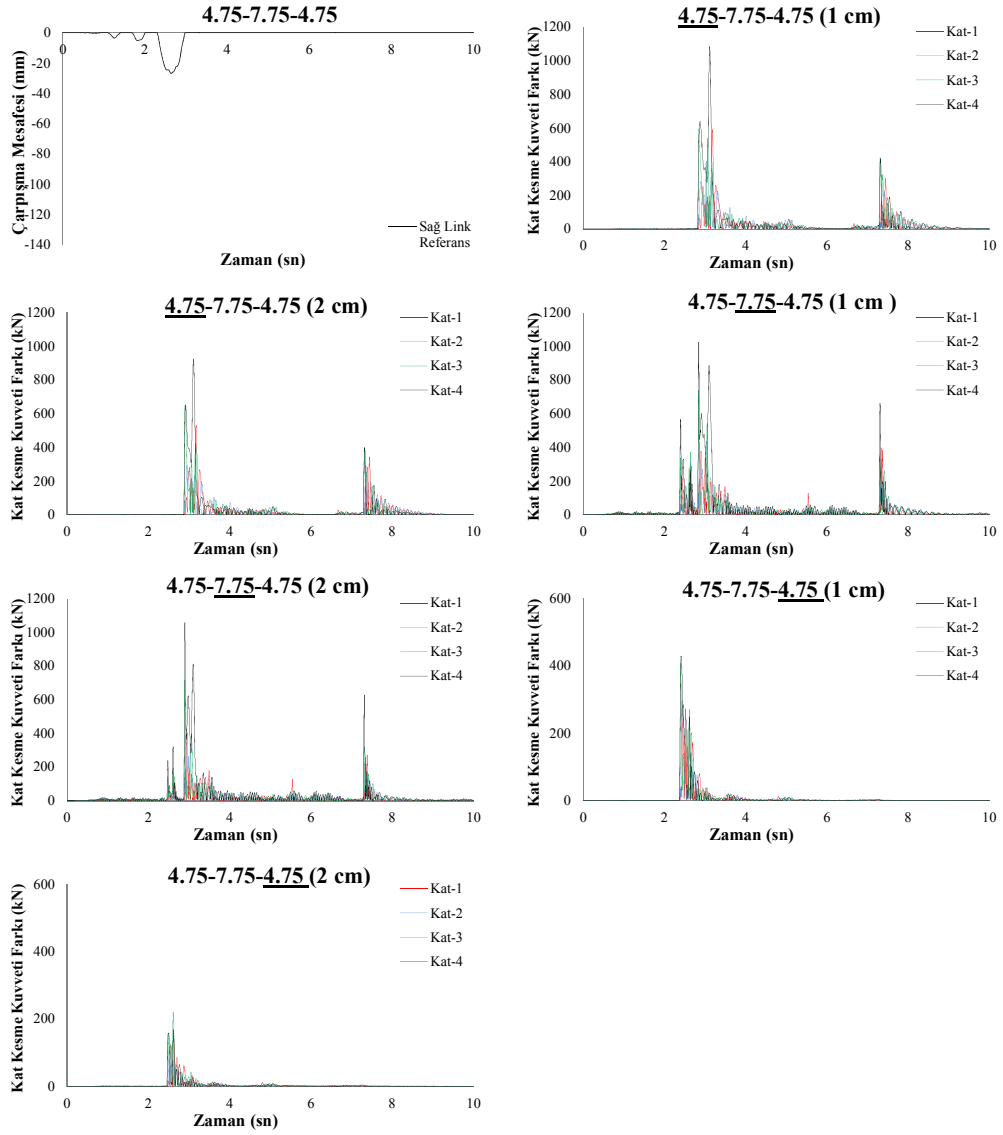
Şekil C.5 (devam): 4.75-7.75-4.75 Northr-Tar360 Analiz Sonuçları

## EK C.6 4.75-7.75-4.75 Palmspr-Nps210 Analiz Sonuçları



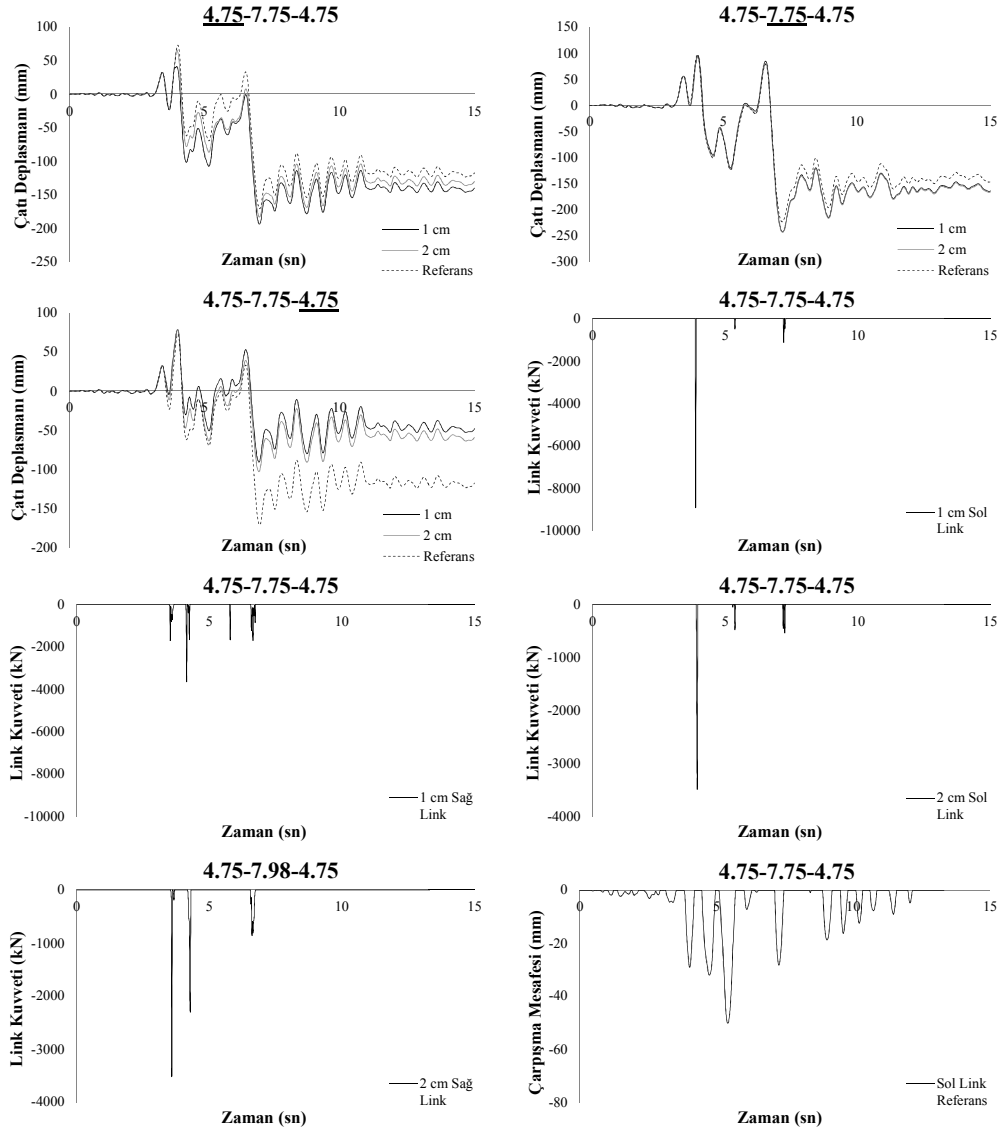
Şekil C. 6: 4.75-7.75-4.75 Palmspr-Nps210 Analiz Sonuçları

## EK C.6 (devam) 4.75-7.75-4.75 Palmspr-Nps210 Analiz Sonuçları



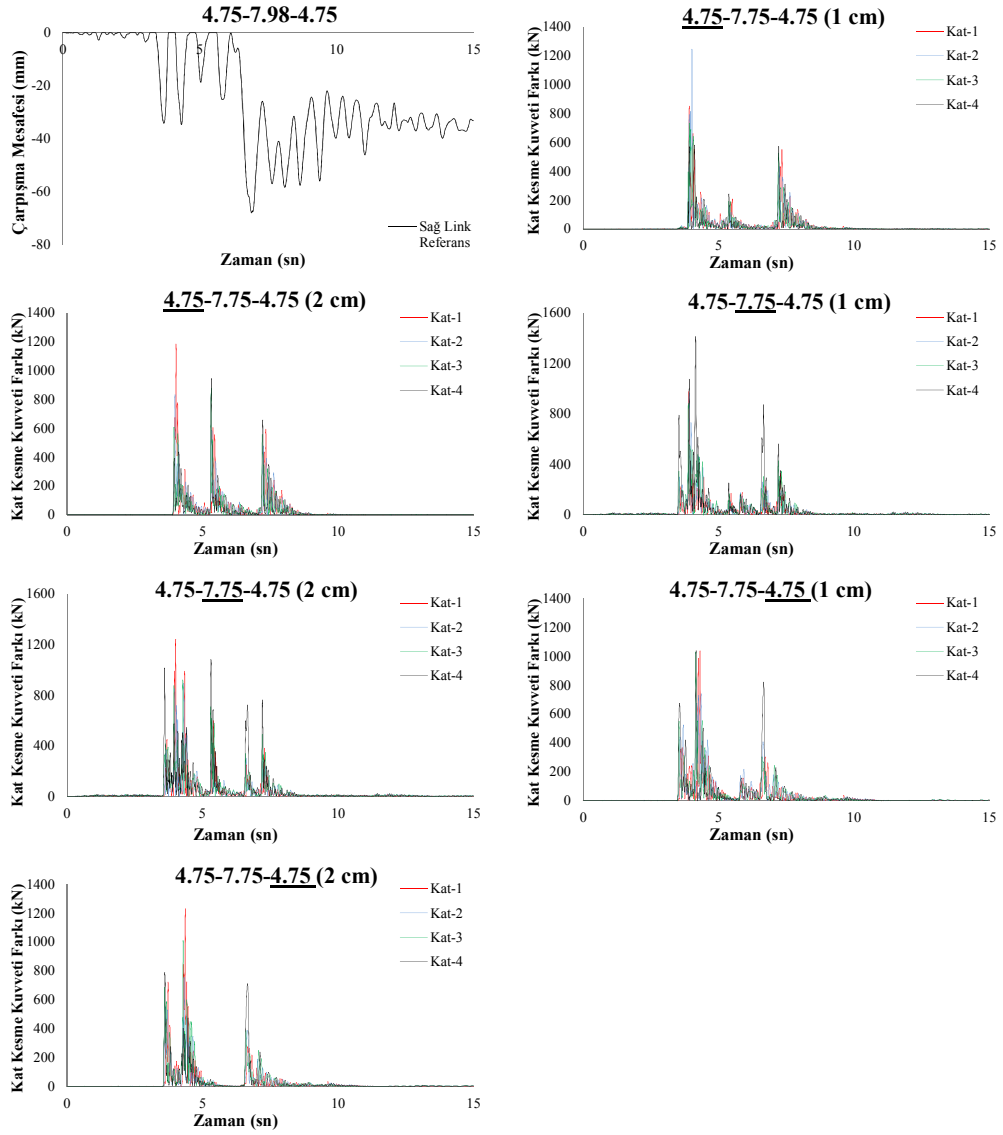
Şekil C.6 (devam): 4.75-7.75-4.75 Palmspr-Nps210 Analiz Sonuçları

## EK C.7 4.75-7.75-4.75 Northr-Syl090 Analiz Sonuçları



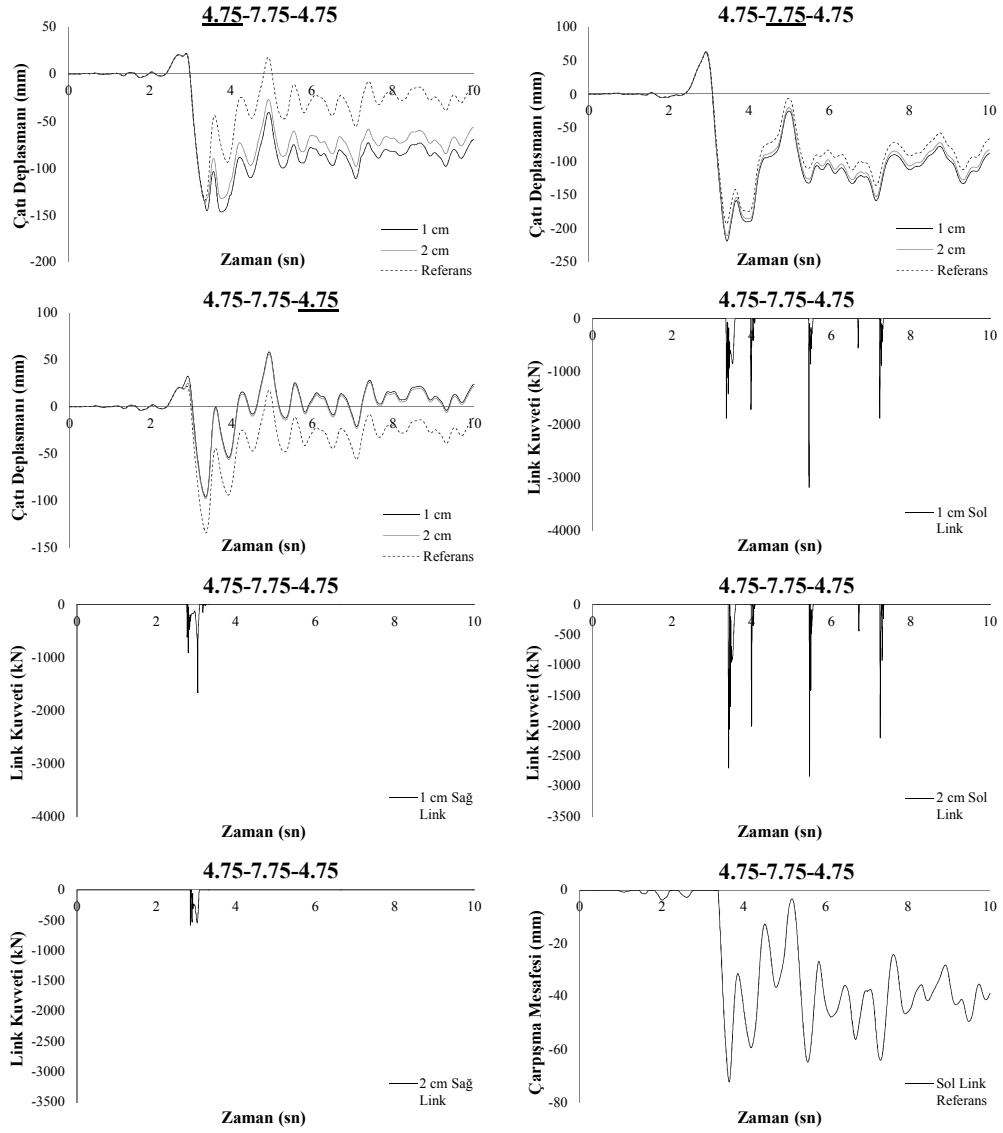
Şekil C. 7: 4.75-7.75-4.75 Northr-Syl090 Analiz Sonuçları

## EK C.7 (devam) 4.75-7.75-4.75 Northr-Syl090 Analiz Sonuçları



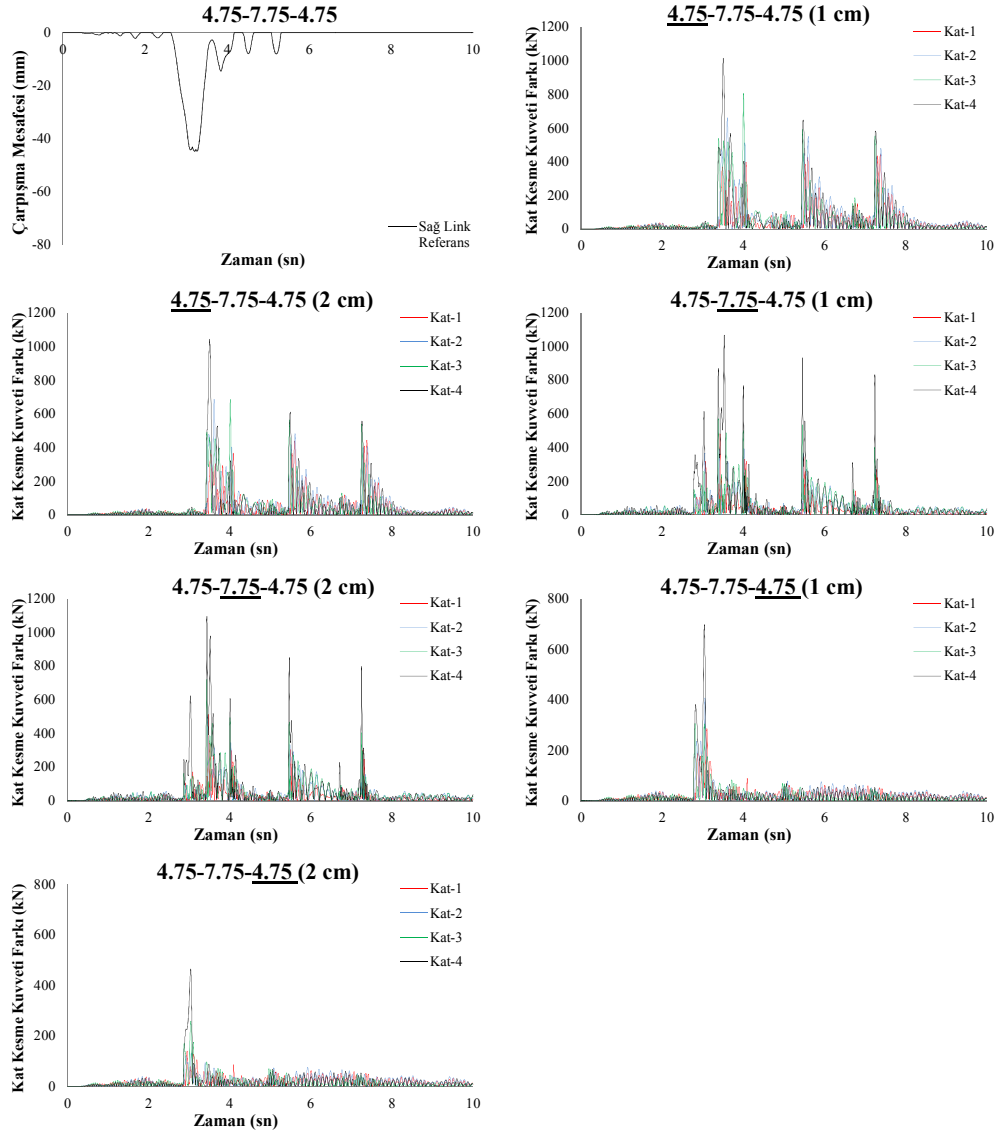
Şekil C.7 (devam): 4.75-7.75-4.75 Northr-Syl090 Analiz Sonuçları

## EK C.8 4.75-7.75-4.75 Erz-Ew Analiz Sonuçları



Şekil C. 8: 4.75-7.75-4.75 Erz-Ew Analiz Sonuçları

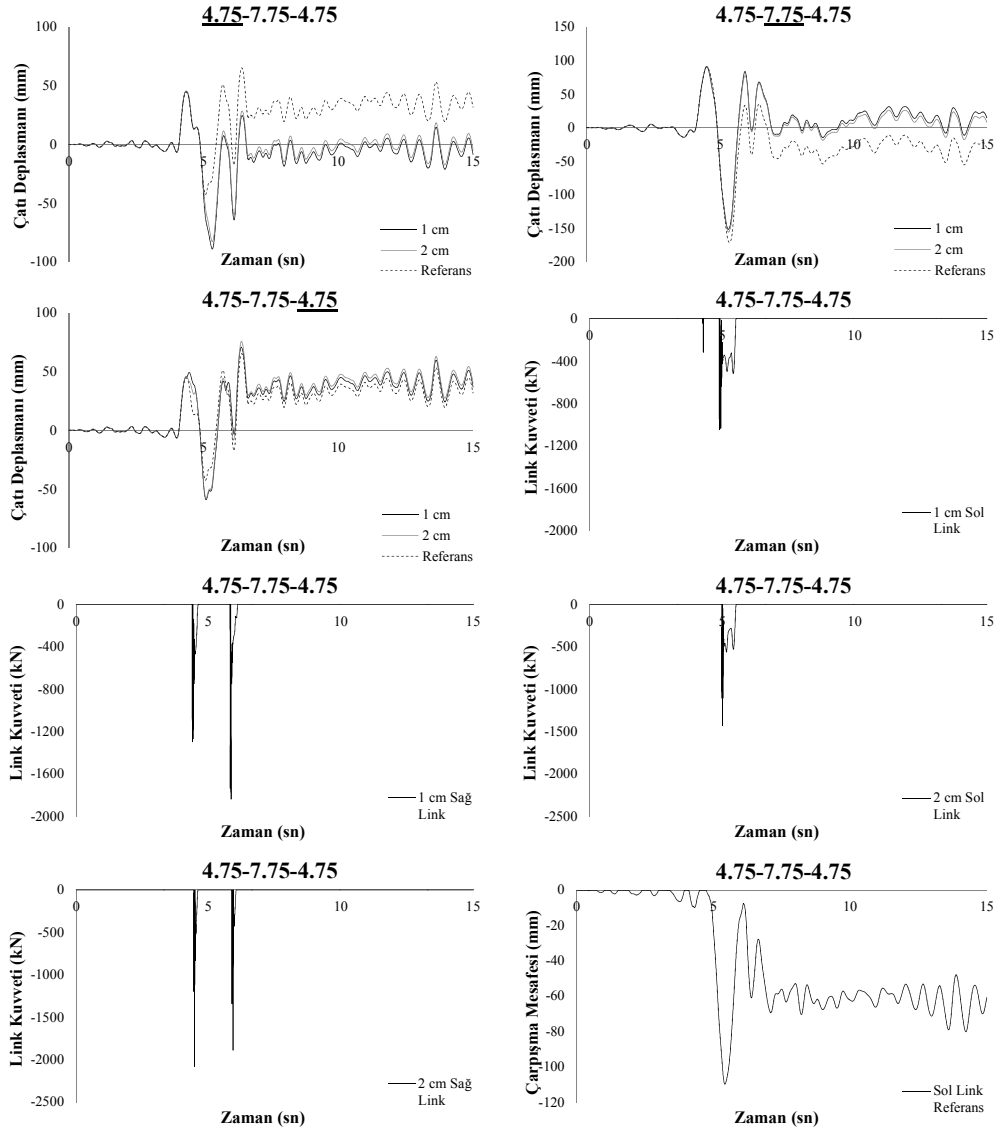
## EK C.8 (devam) 4.75-7.75-4.75 Erz-Ew Analiz Sonuçları



Şekil C.8 (devam): 4.75-7.75-4.75 Erz-Ew Analiz Sonuçları

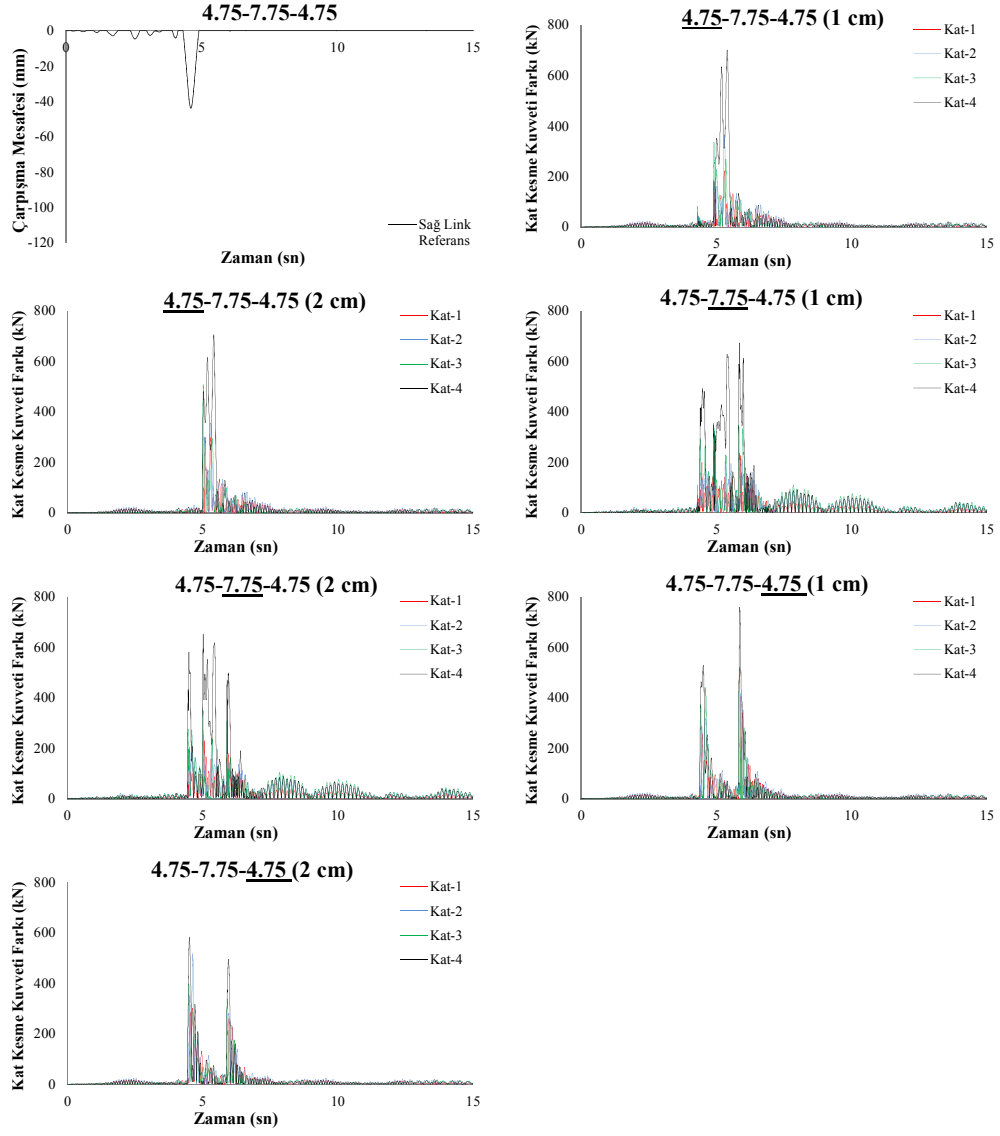


## EK C.9 4.75-7.75-4.75 Koc-Dzc270 Analiz Sonuçları



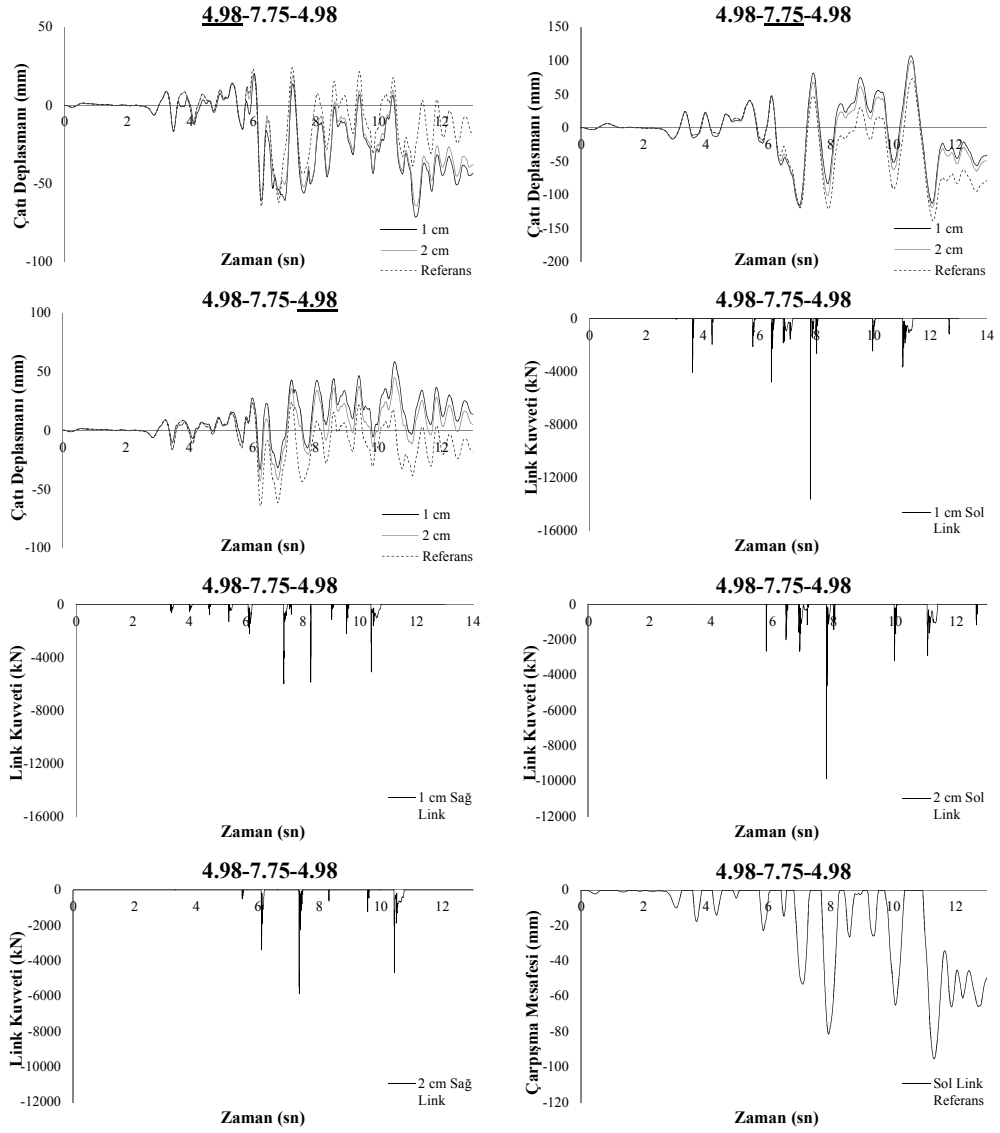
Şekil C. 9: 4.75-7.75-4.75 Koc-Dzc270 Analiz Sonuçları

## EK C.9 (devam) 4.75-7.75-4.75 Koc-Dzc270 Analiz Sonuçları



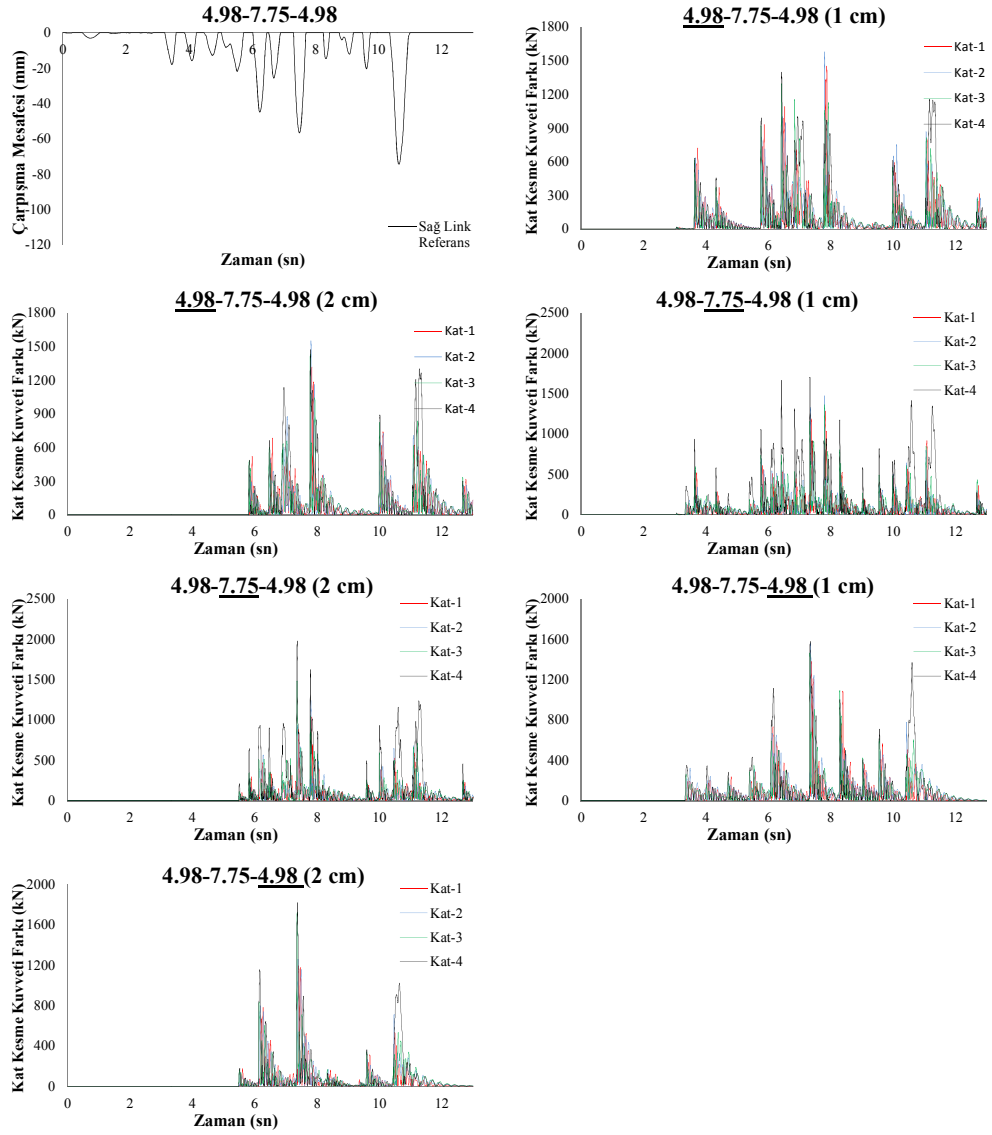
Şekil C.9 (devam): 4.75-7.75-4.75 Koc-Dzc270 Analiz Sonuçları

## EK D.1 4.98-7.75-4.98 Gaz-Gaz000 Analiz Sonuçları



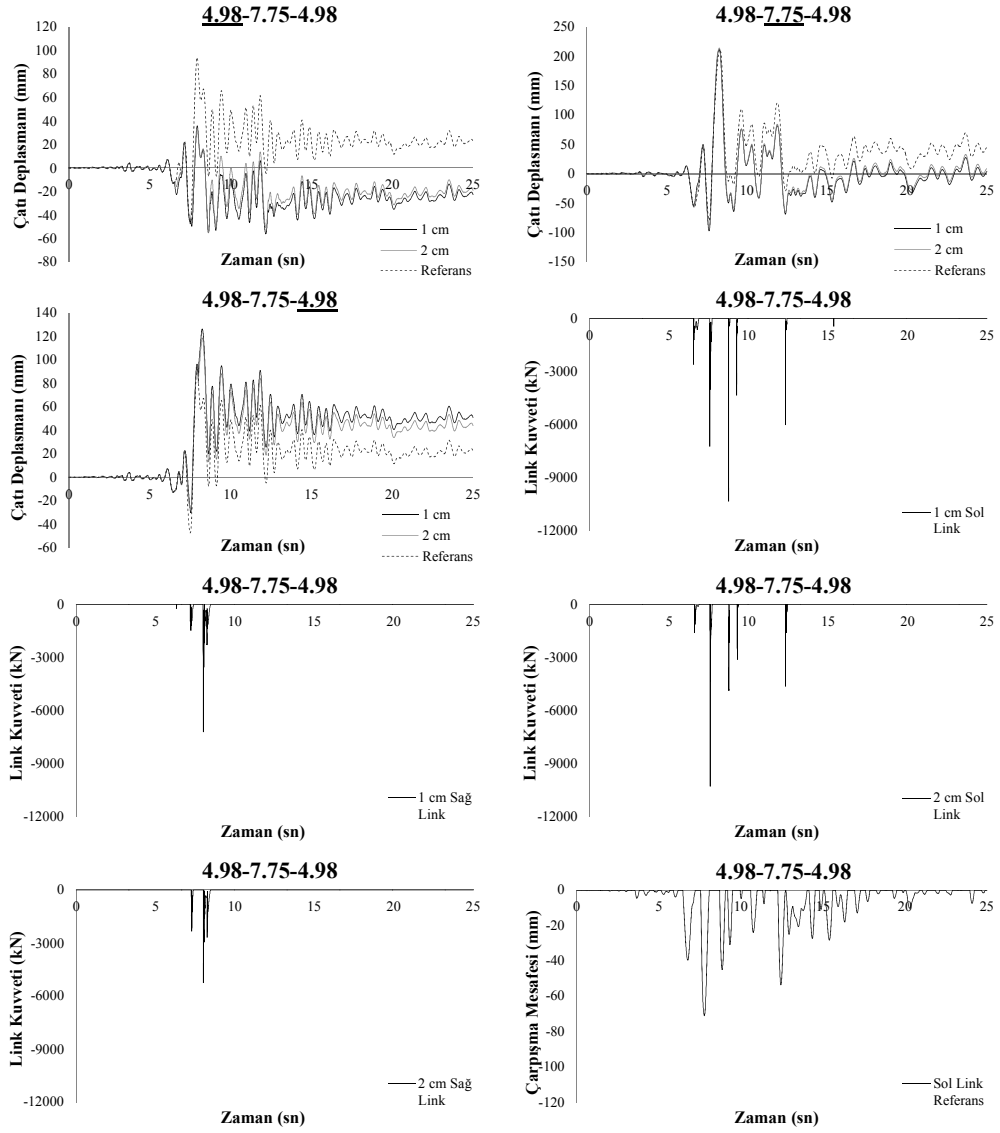
Şekil D. 1: 4.98-7.75-4.98 Gazli-Gaz000 Analiz Sonuçları

## EK D.1 (devam) 4.98-7.75-4.98 Gazli-Gaz000 Analiz Sonuçları



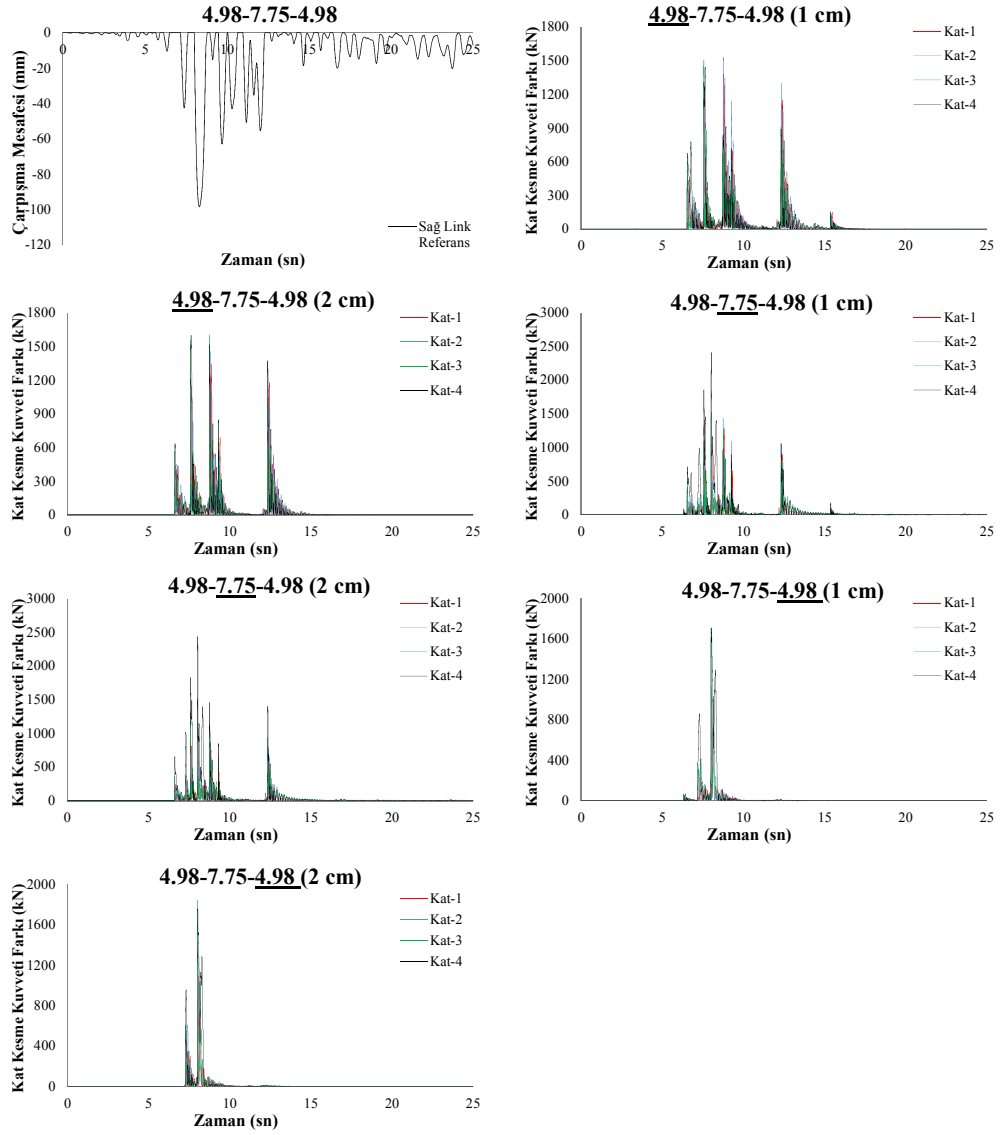
Şekil D.1 (devam): 4.98-7.75-4.98 Gazli-Gaz000 Analiz Sonuçları

## EK D.2 4.98-7.75-4.98 Lomap-Hsp000 Analiz Sonuçları



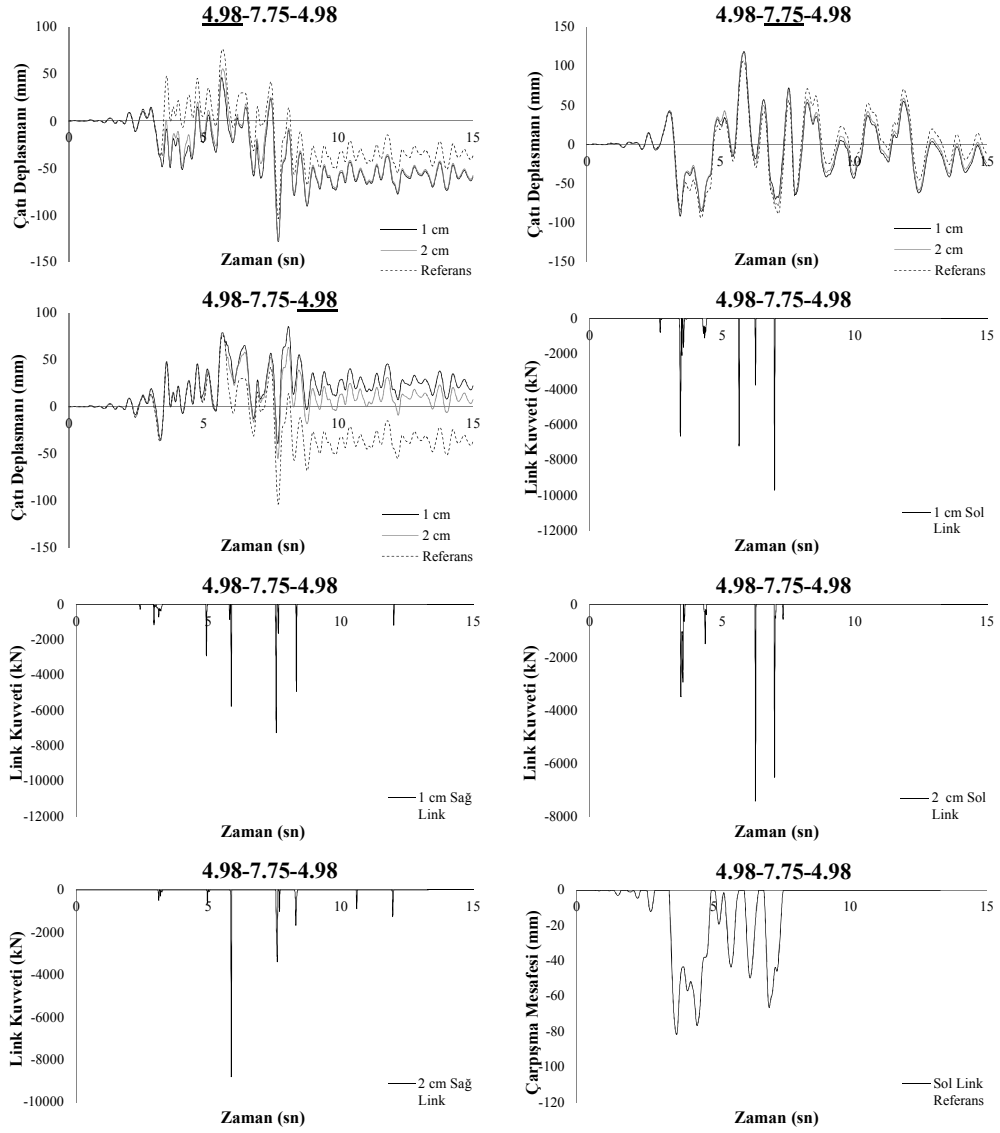
Şekil D. 2: 4.98-7.75-4.98 Lomap-Hsp000 Analiz Sonuçları

## EK D.2 (devam) 4.98-7.75-4.98 Lomap-Hsp000 Analiz Sonuçları



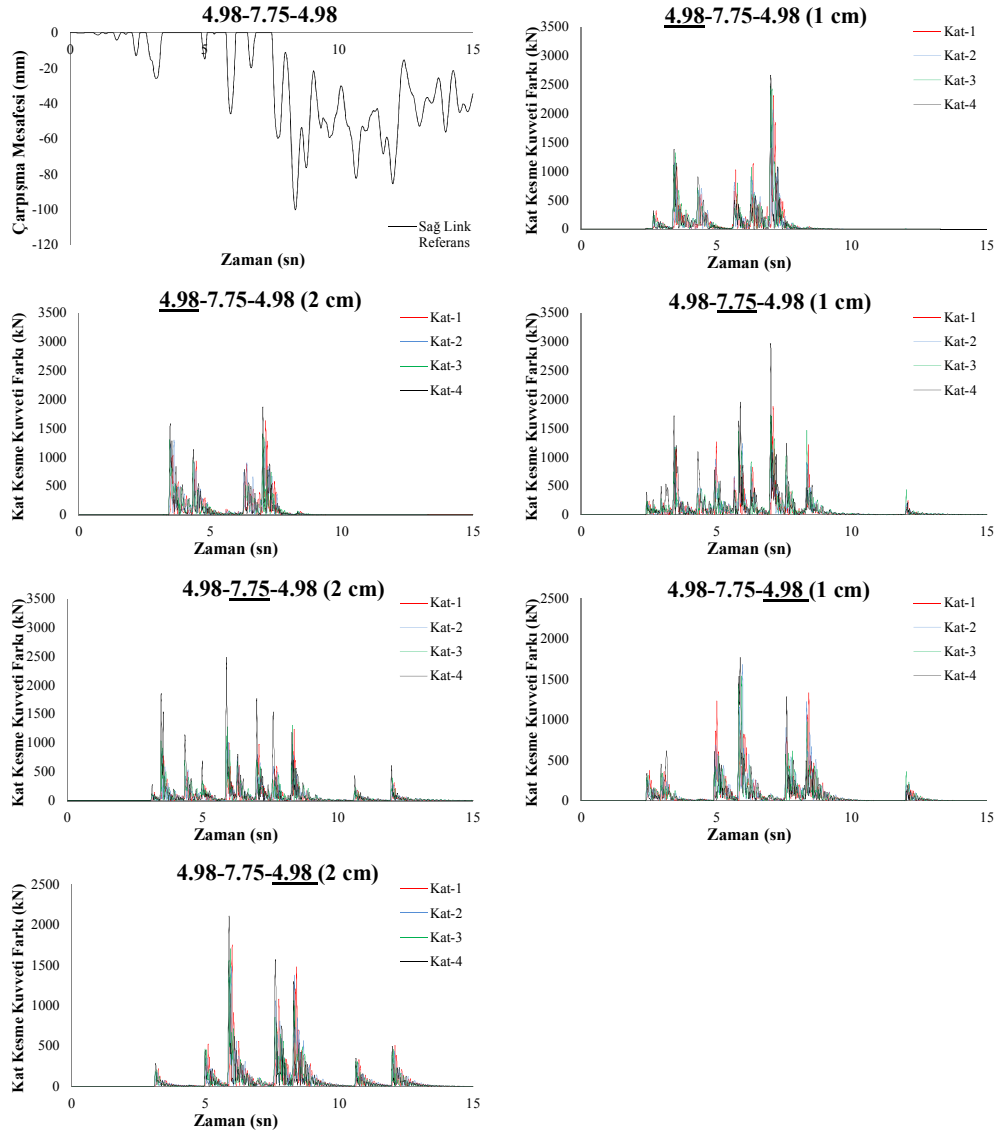
Şekil D.2 (devam): 4.98-7.75-4.98 Lomap-Hsp000 Analiz Sonuçları

### EK D.3 4.98-7.75-4.98 Northr-Spv360 Analiz Sonuçları



Şekil D. 3: 4.98-7.75-4.98 Northr-Spv360 Analiz Sonuçları

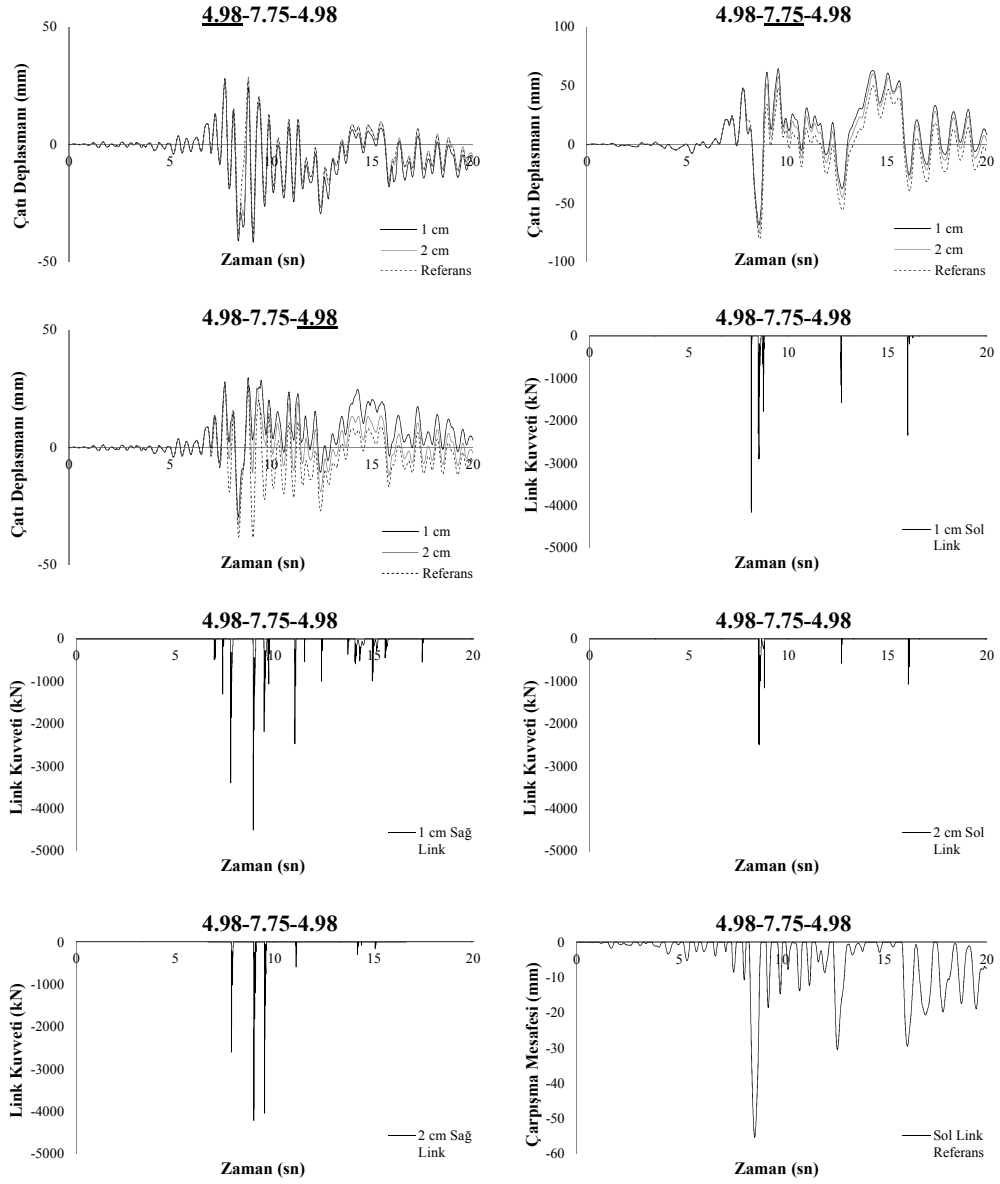
### EK D.3 (devam) 4.98-7.75-4.98 Northr-Spv360 Analiz Sonuçları



Şekil D.3 (devam): 4.98-7.75-4.98 Northr-Spv360 Analiz Sonuçları

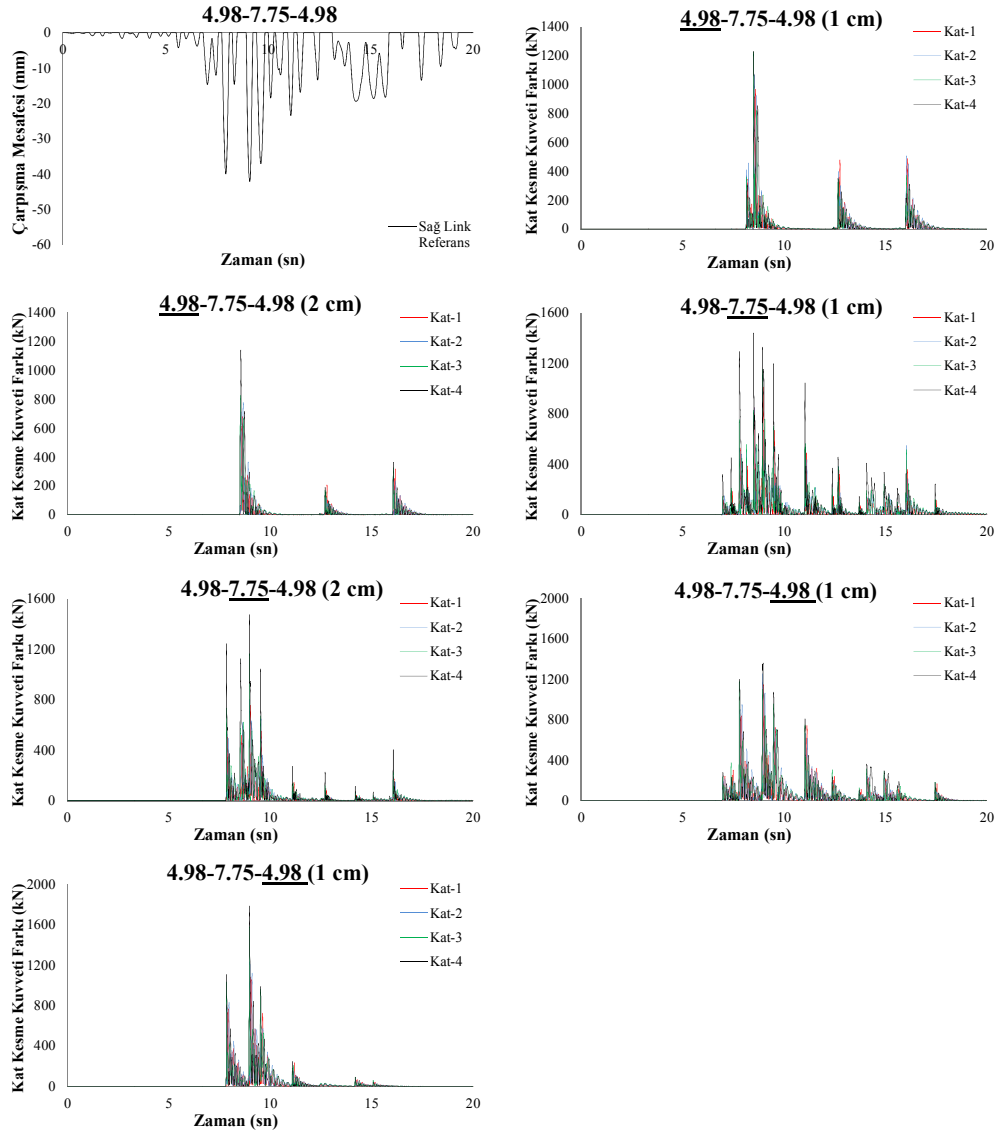


## EK D.4 4.98-7.75-4.98 Kocaeli-Dzc180 Analiz Sonuçları



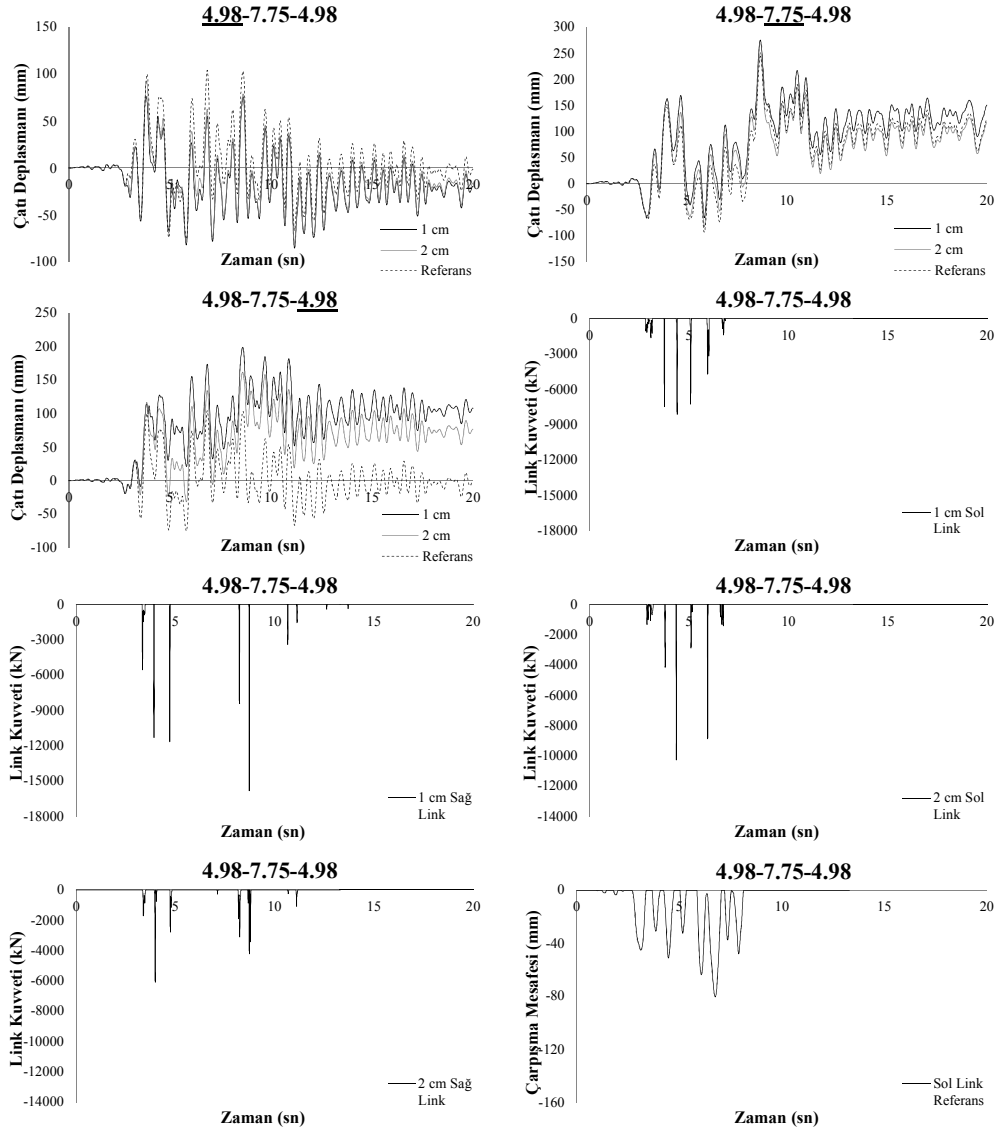
Şekil D. 4: 4.98-7.75-4.98 Kocaeli-Dzc180 Analiz Sonuçları

## EK D.4 (devam) 4.98-7.75-4.98 Kocaeli-Dzc180 Analiz Sonuçları



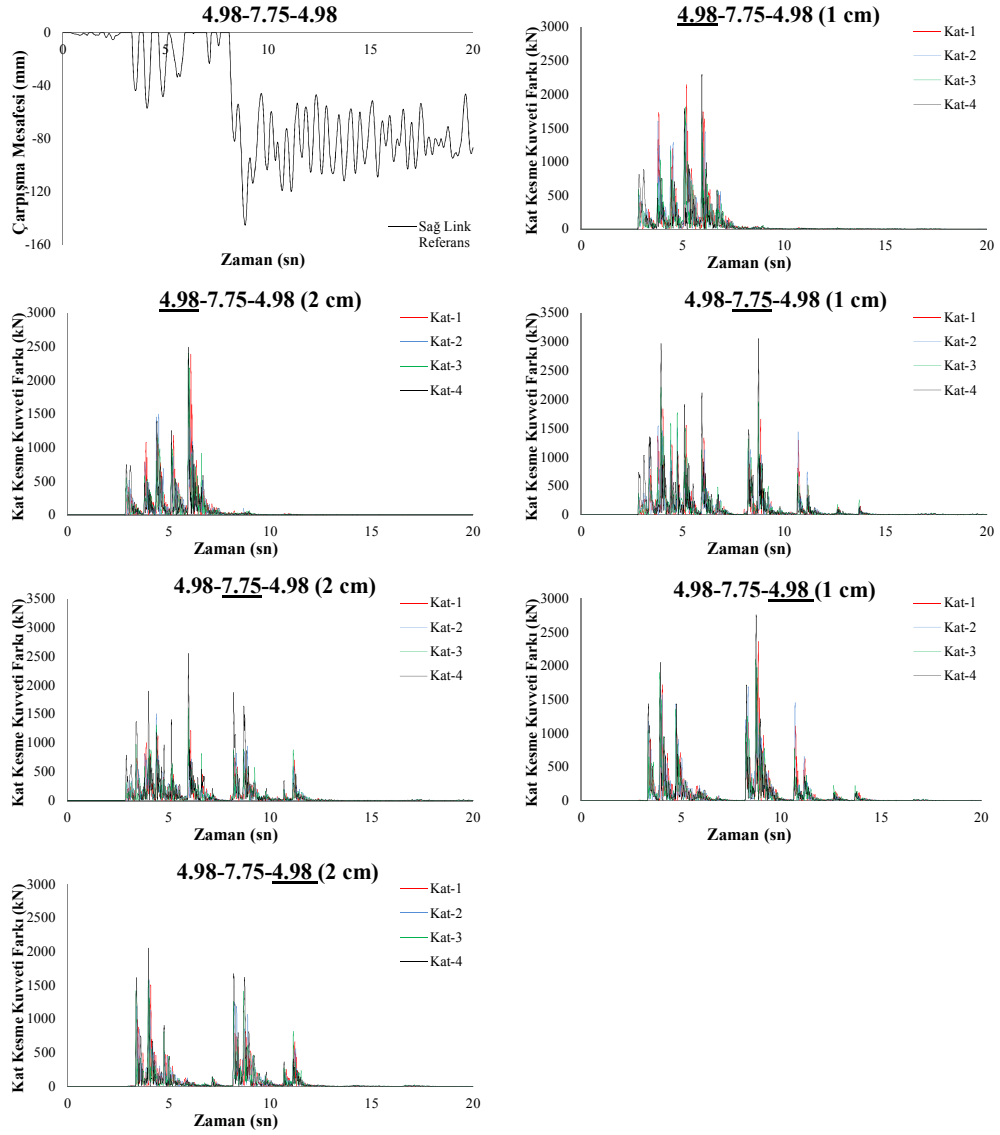
Şekil D.4 (devam): 4.98-7.75-4.98 Kocaeli-Dzc180 Analiz Sonuçları

## EK D.5 4.98-7.75-4.98 Northr-Tar360 Analiz Sonuçları



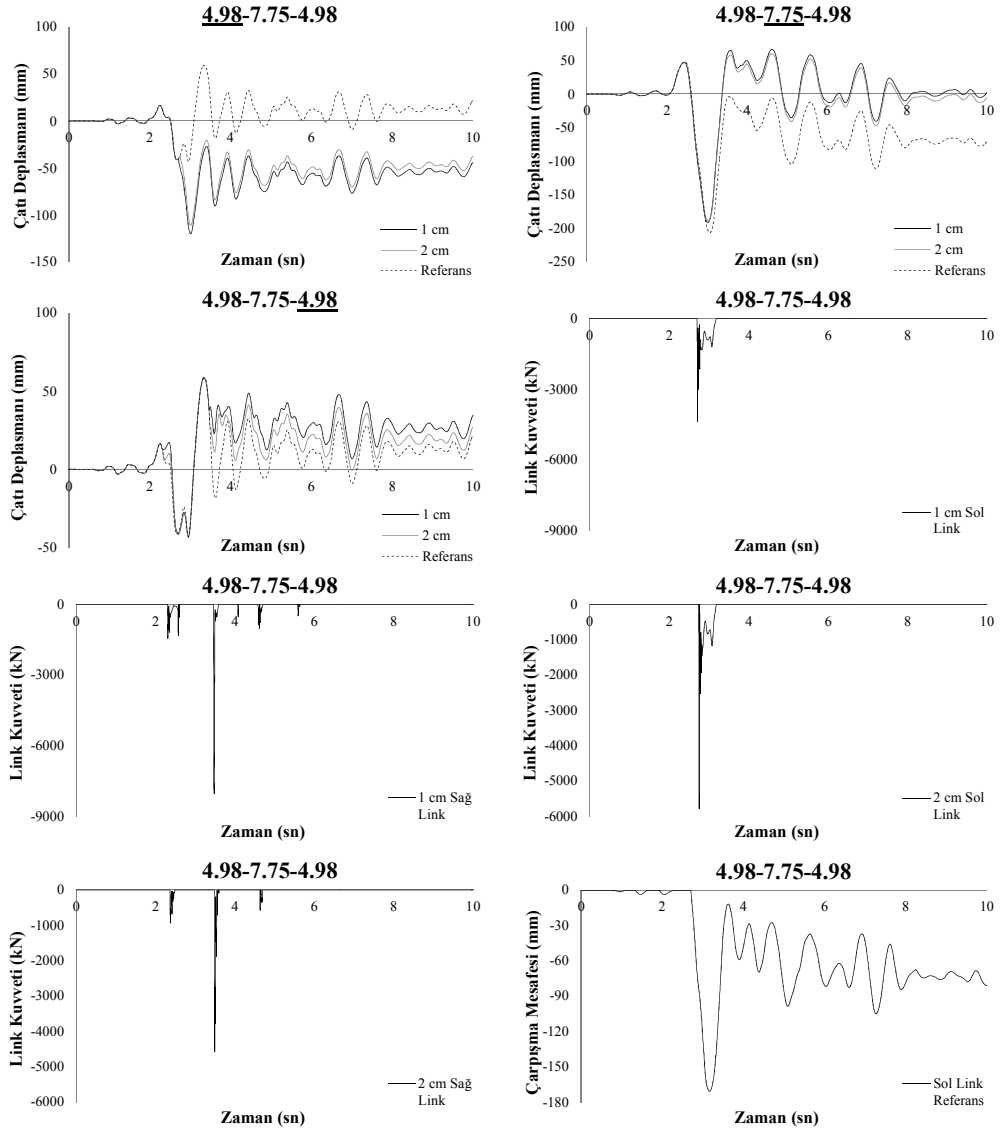
Şekil D. 5: 4.98-7.75-4.98 Northr-Tar360 Analiz Sonuçları

## EK D.5 (devam) 4.98-7.75-4.98 Northr-Tar360 Analiz Sonuçları



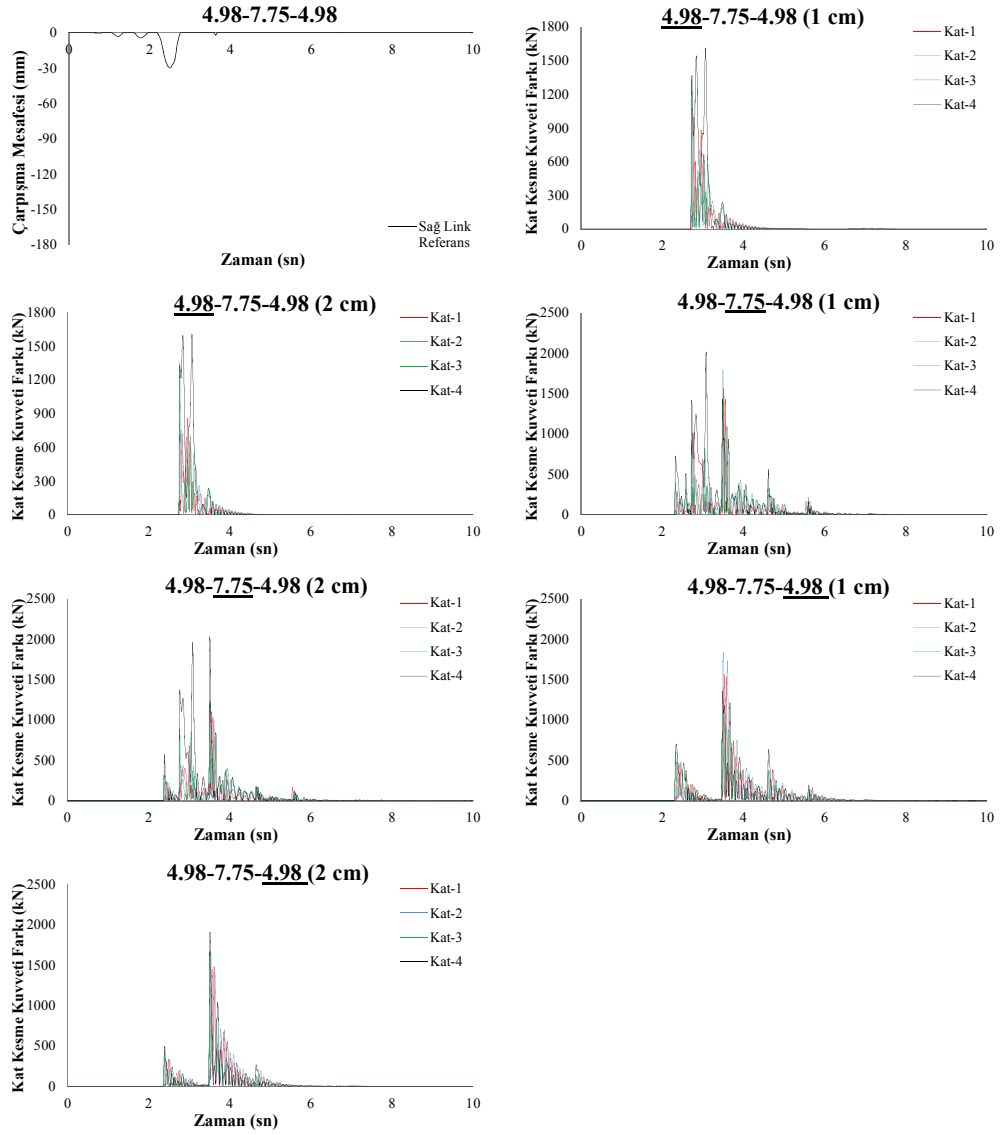
Şekil D.5 (devam): 4.98-7.75-4.98 Northr-Tar360 Analiz Sonuçları

## EK D.6 4.98-7.75-4.98 Palmspr-Nps210 Analiz Sonuçları



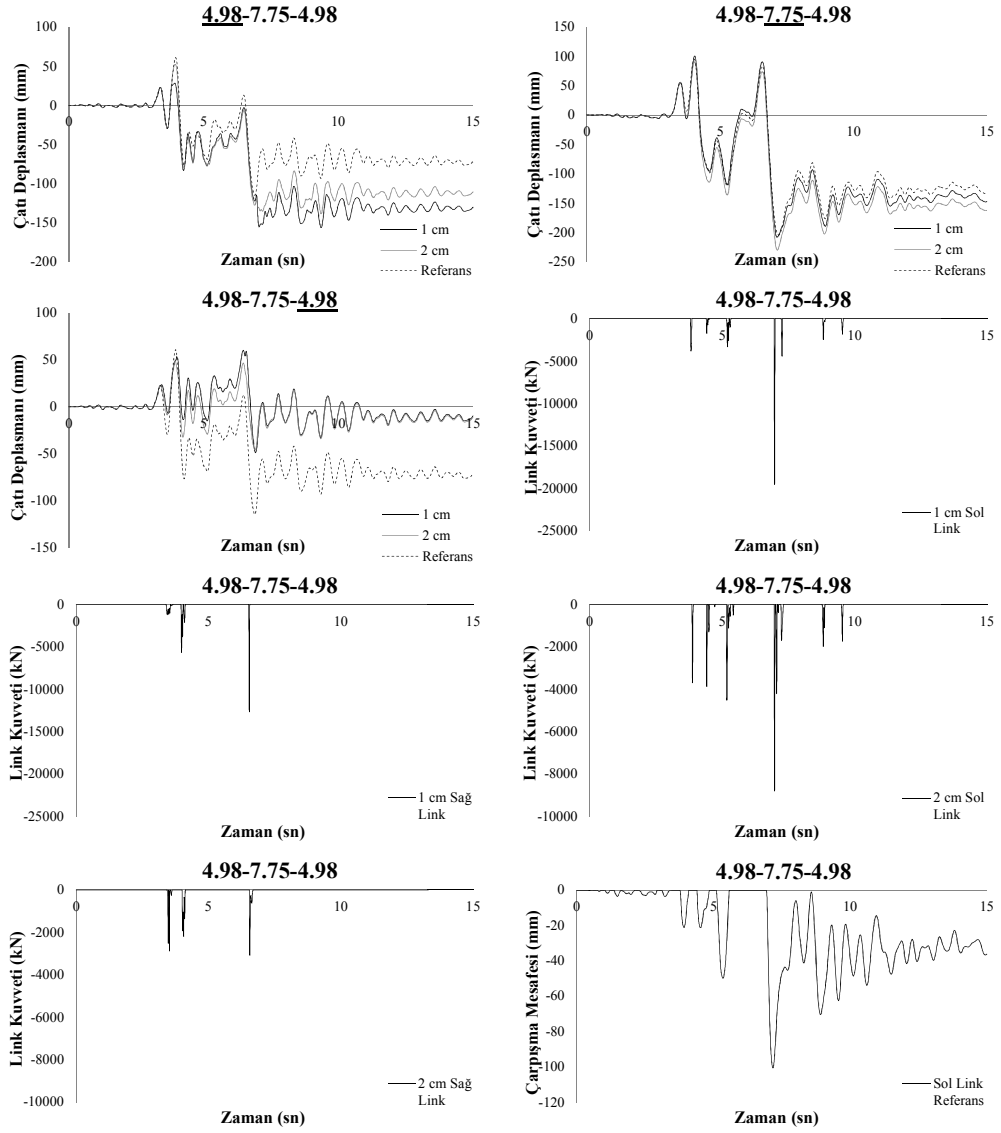
Şekil D. 6: 4.98-7.75-4.98 Palmspr-Nps210 Analiz Sonuçları

## EK D.6 (devam) 4.98-7.75-4.98 Palmspr-Nps210 Analiz Sonuçları



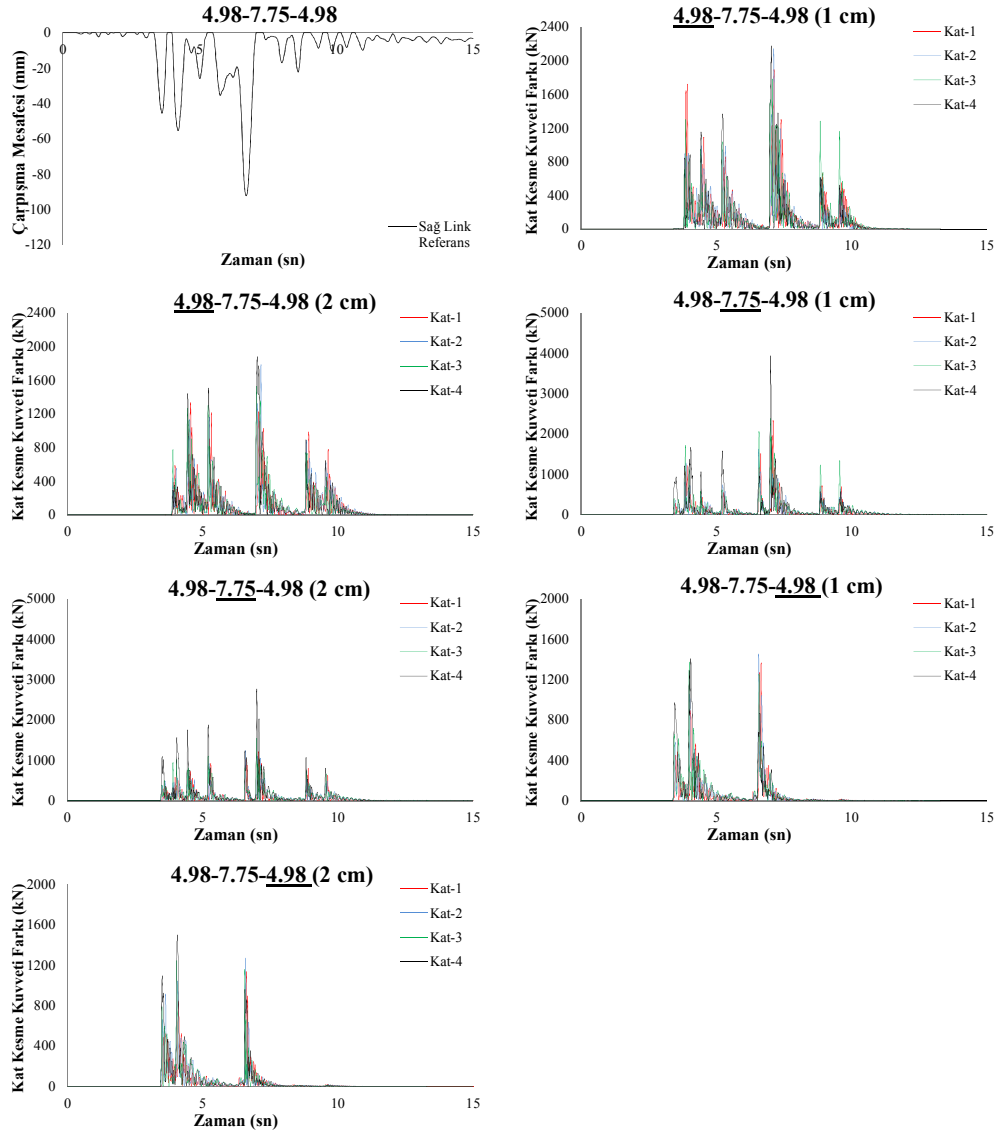
Şekil D.6 (devam): 4.98-7.75-4.98 Palmspr-Nps210 Analiz Sonuçları

## EK D.7 4.98-7.75-4.98 Northr-Syl090 Analiz Sonuçları



Şekil D. 7: 4.98-7.75-4.98 Northr-Syl090 Analiz Sonuçları

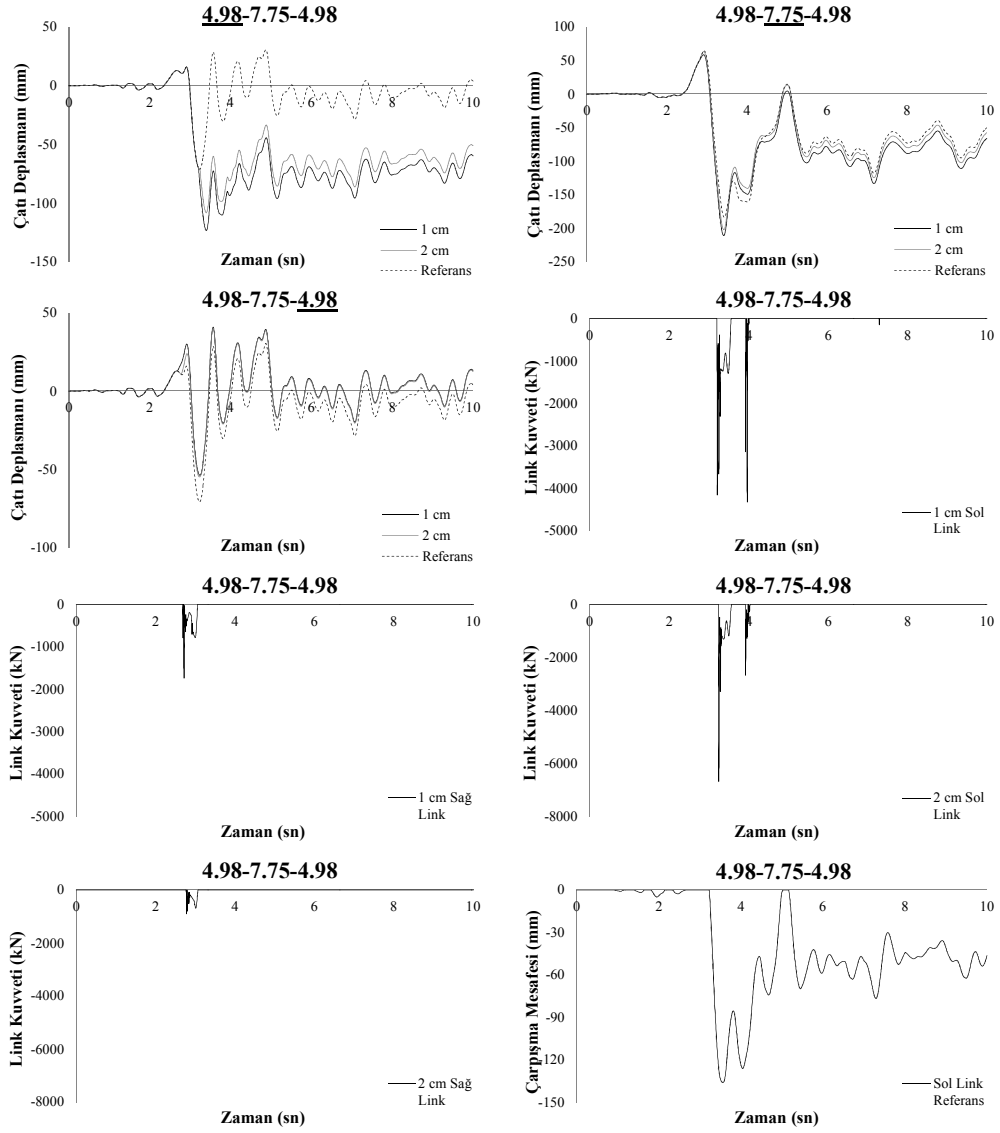
## EK D.7 (devam) 4.98-7.75-4.98 Northr-Syl090 Analiz Sonuçları



Şekil D.7 (devam): 4.98-7.75-4.98 Northr-Syl090 Analiz Sonuçları

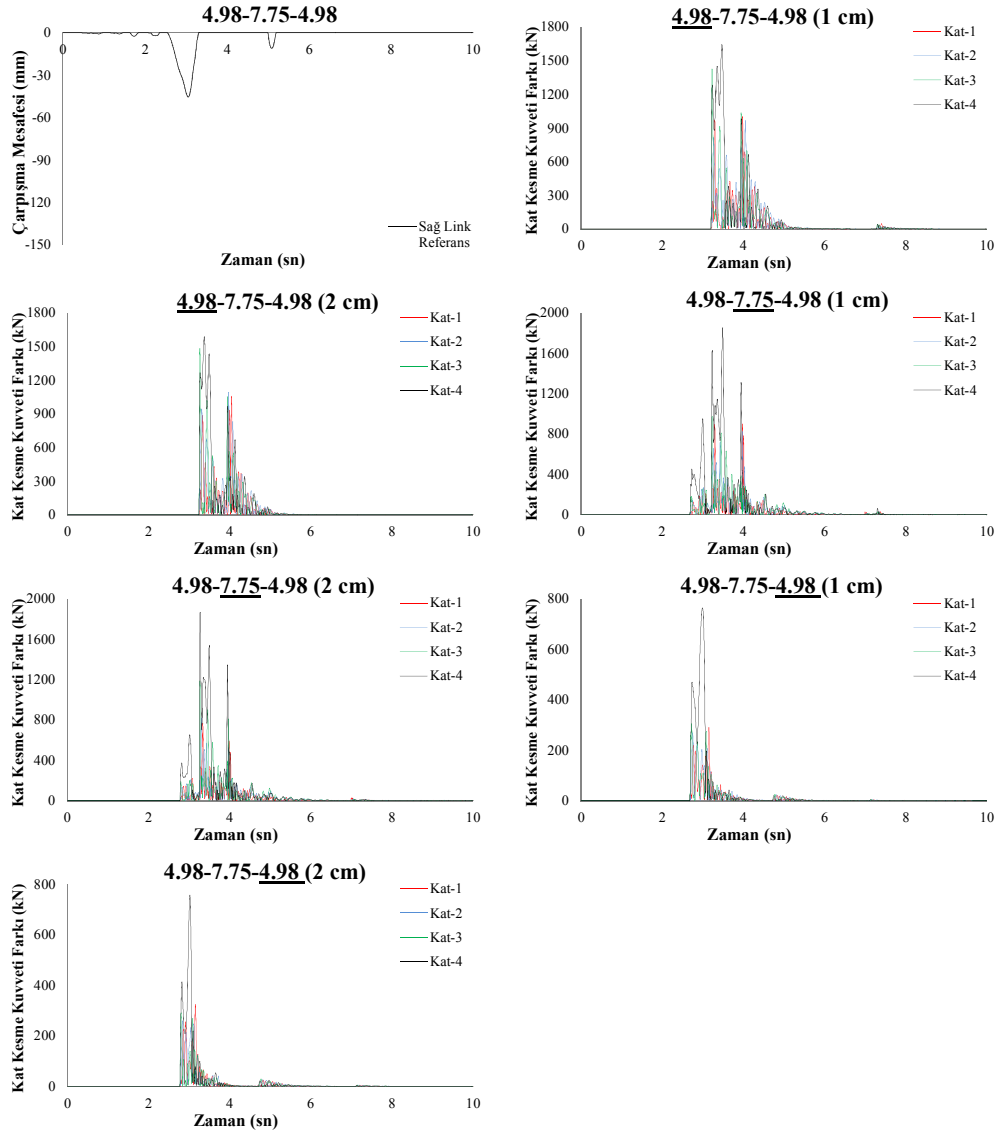


## EK D.8 4.98-7.75-4.98 Erz-Ew Analiz Sonuçları



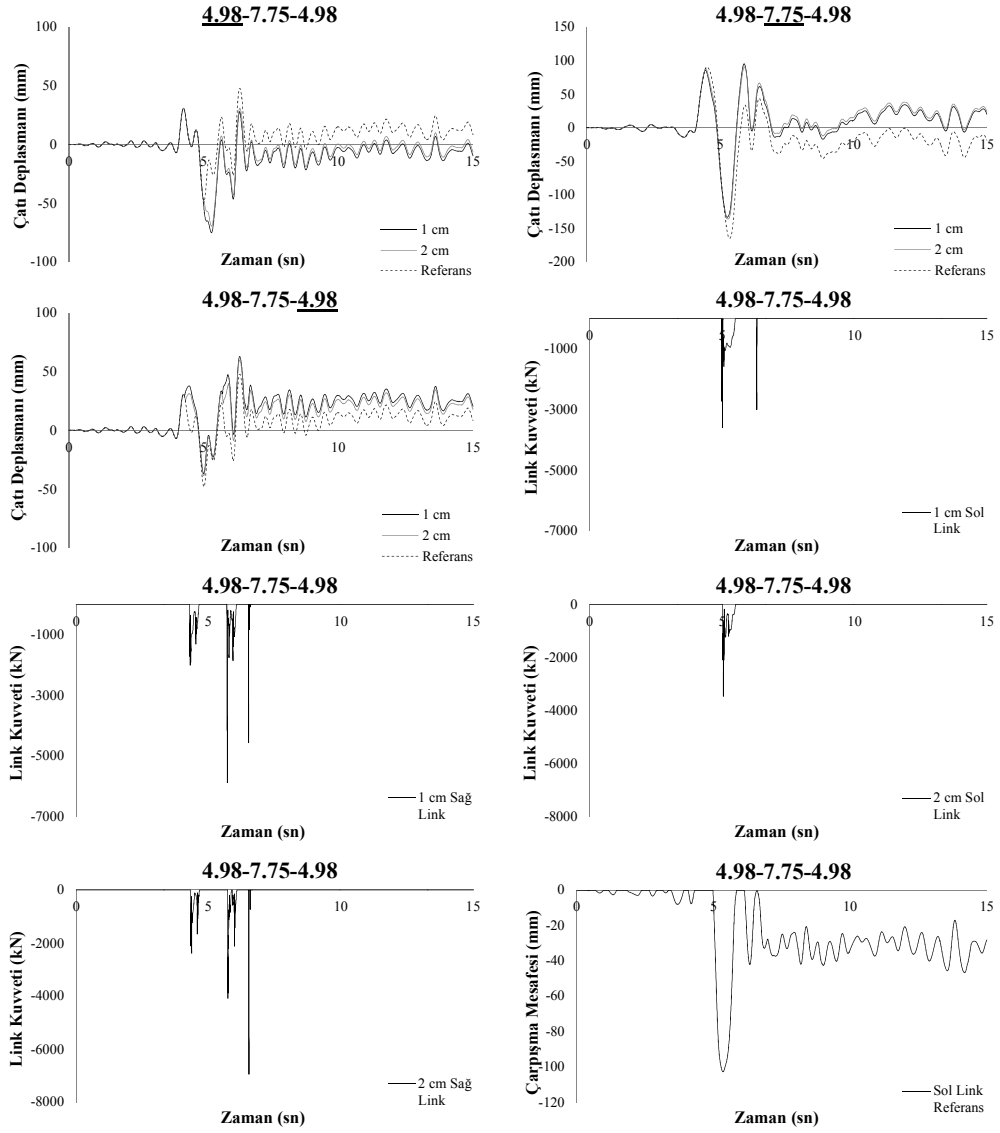
Şekil D. 8: 4.98-7.75-4.98 Erz-Ew Analiz Sonuçları

## EK D.8 (devam) 4.98-7.75-4.98 Erz-Ew Analiz Sonuçları



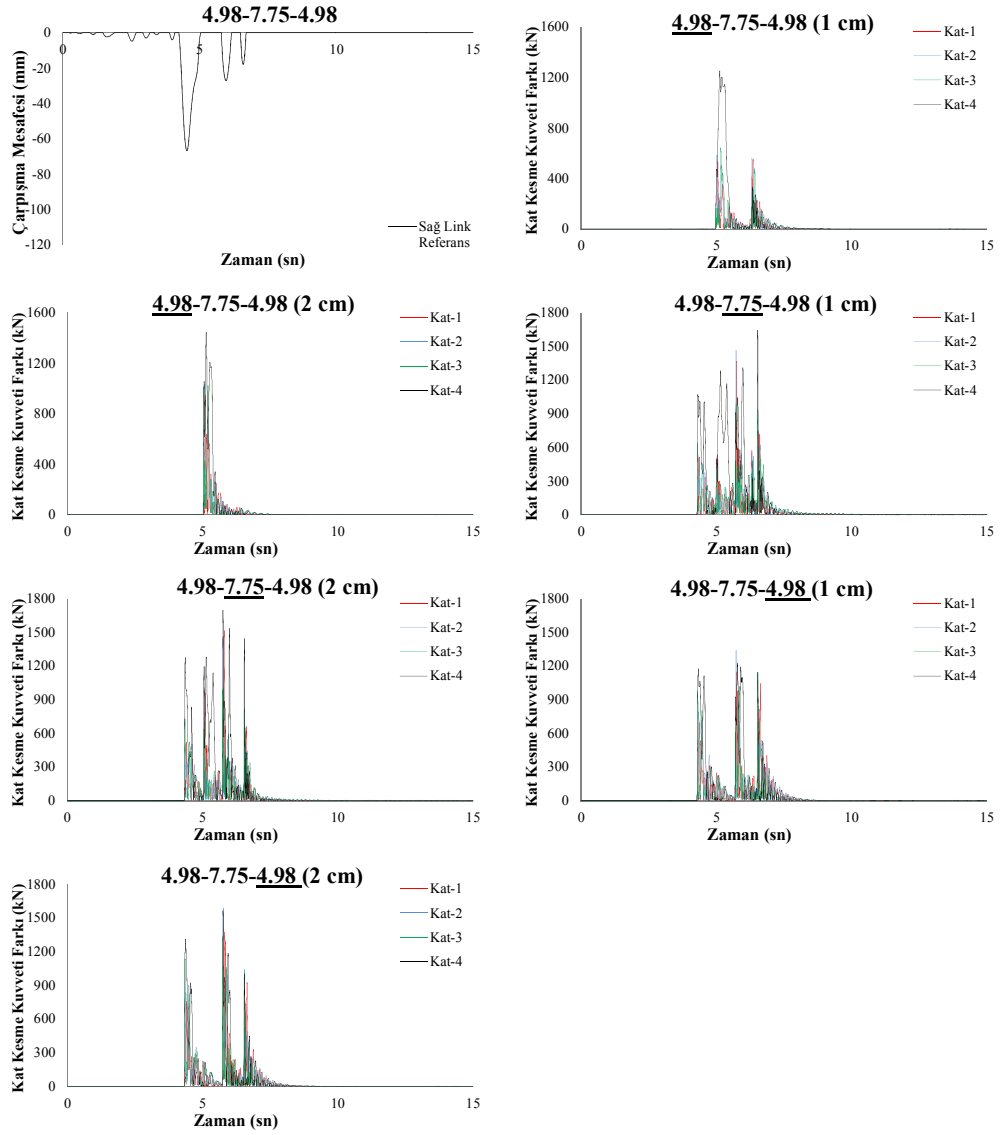
Şekil D.8 (devam): 4.98-7.75-4.98 Erz-Ew Analiz Sonuçları

## EK D.9 4.98-7.75-4.98 Koc-Dzc270 Analiz Sonuçları



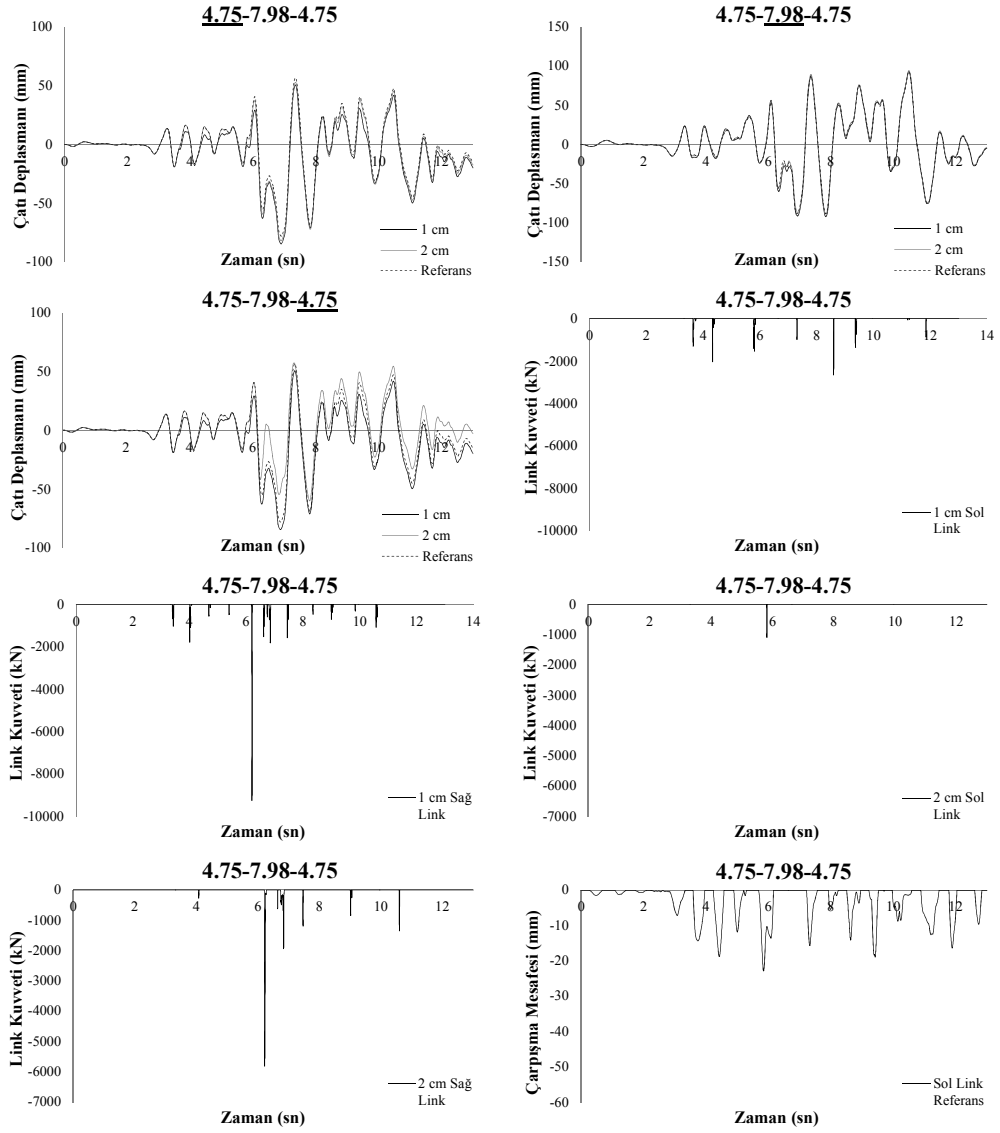
Şekil D. 9: 4.98-7.75-4.98 Koc-Dzc270 Analiz Sonuçları

## EK D.9 (devam) 4.98-7.75-4.98 Koc-Dzc270 Analiz Sonuçları



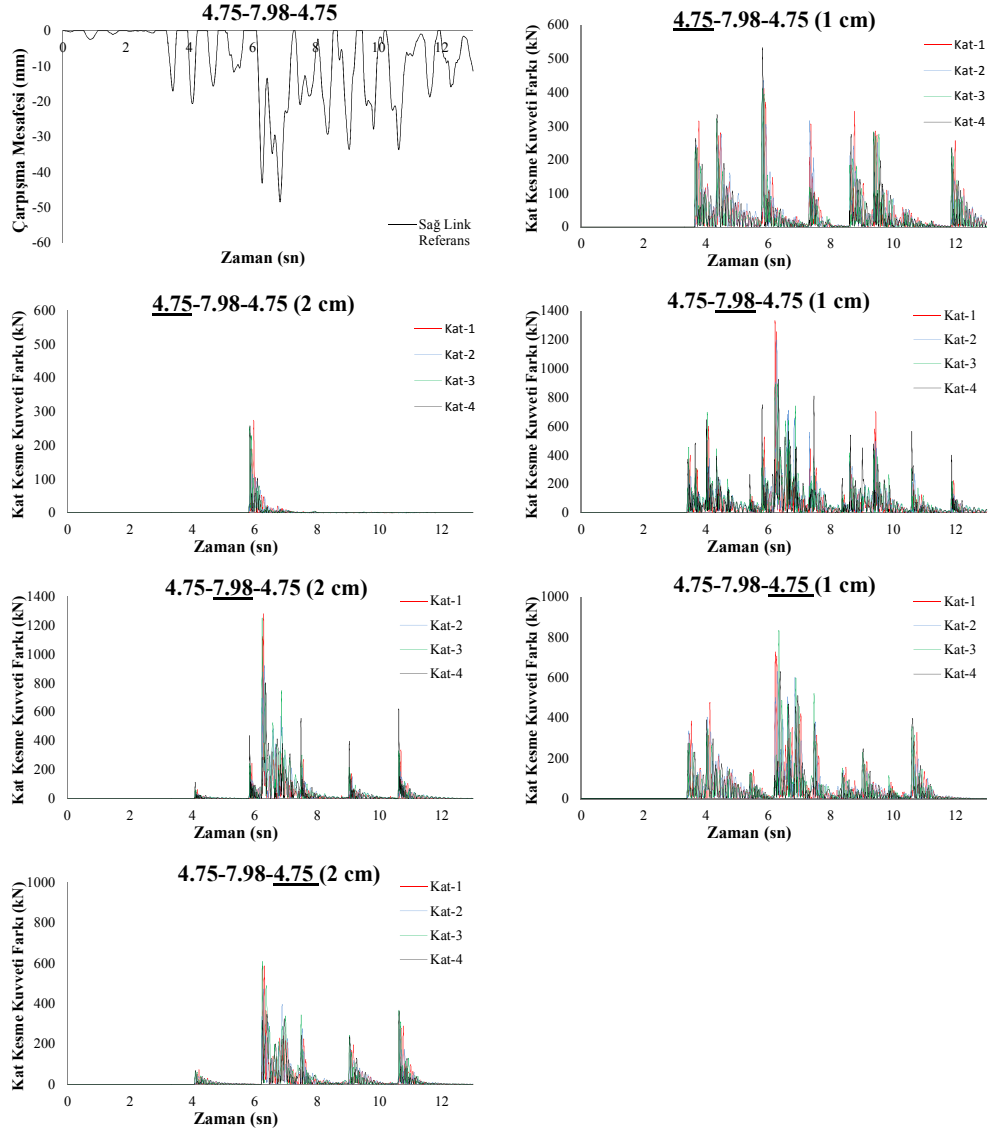
Şekil D.9 (devam): 4.98-7.75-4.98 Koc-Dzc270 Analiz Sonuçları

## EK E.1 4.75-7.98-4.75 Gazli-Gaz000 Analiz Sonuçları



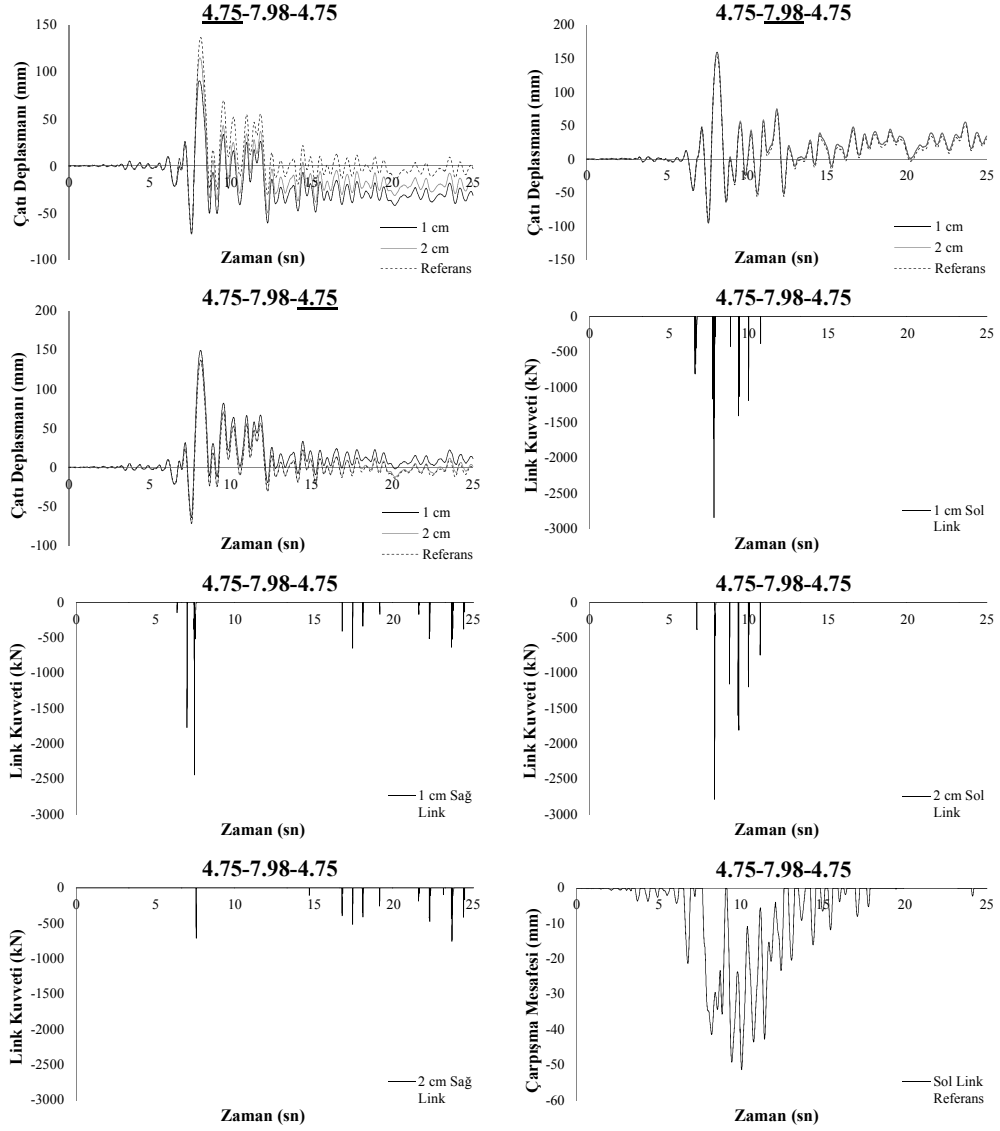
Şekil E. 1:4.75-7.98-4.75 Gazli-Gaz000 Analiz Sonuçları

## EK E.1 (devam) 4.75-7.98-4.75 Gazli-Gaz000 Analiz Sonuçları



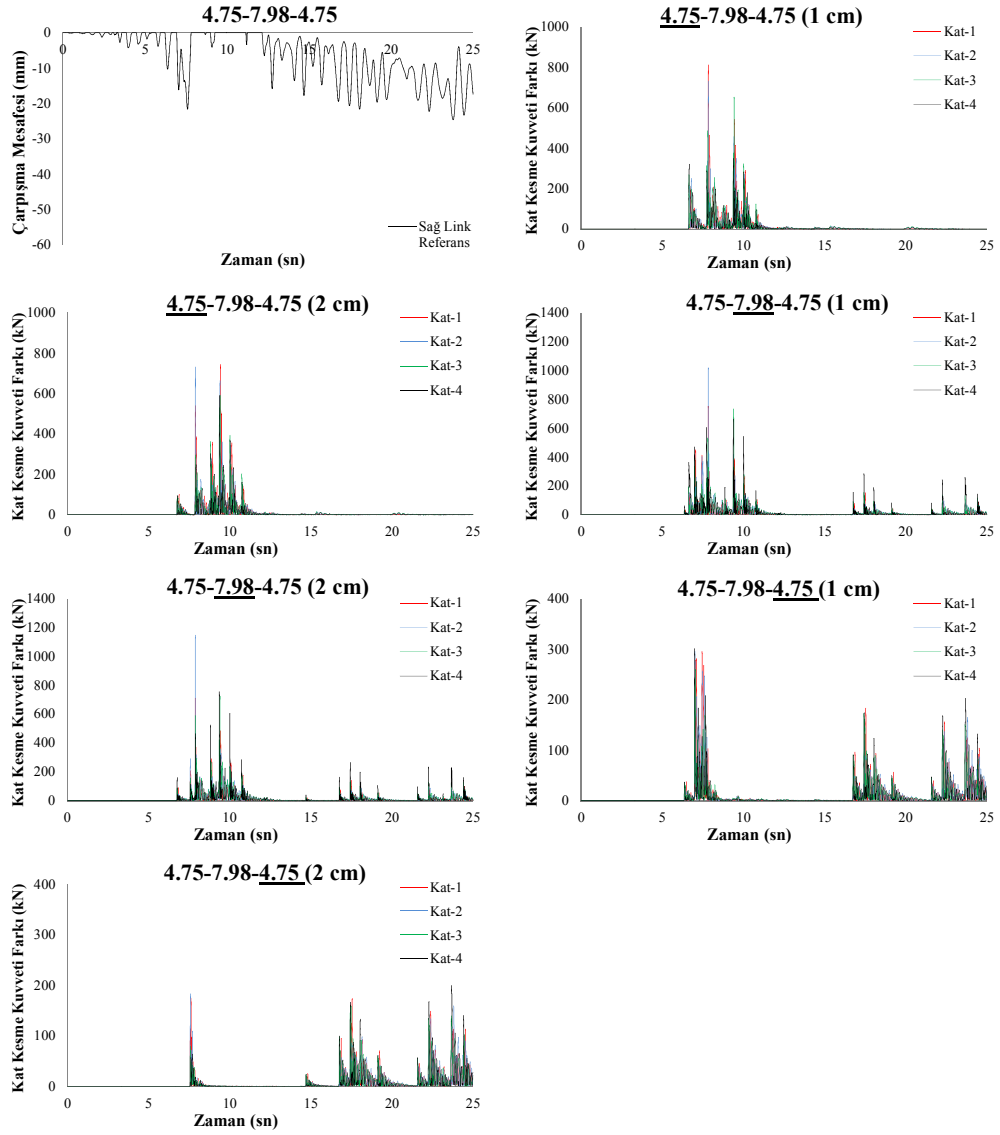
Şekil E.1 (devam): 4.75-7.98-4.75 Gazli-Gaz000 Analiz Sonuçları

## EK E.2 4.75-7.98-4.75 Lomap-Hsp000 Analiz Sonuçları



Şekil E. 2:4.75-7.98-4.75 Lomap-Hsp000 Analiz Sonuçları

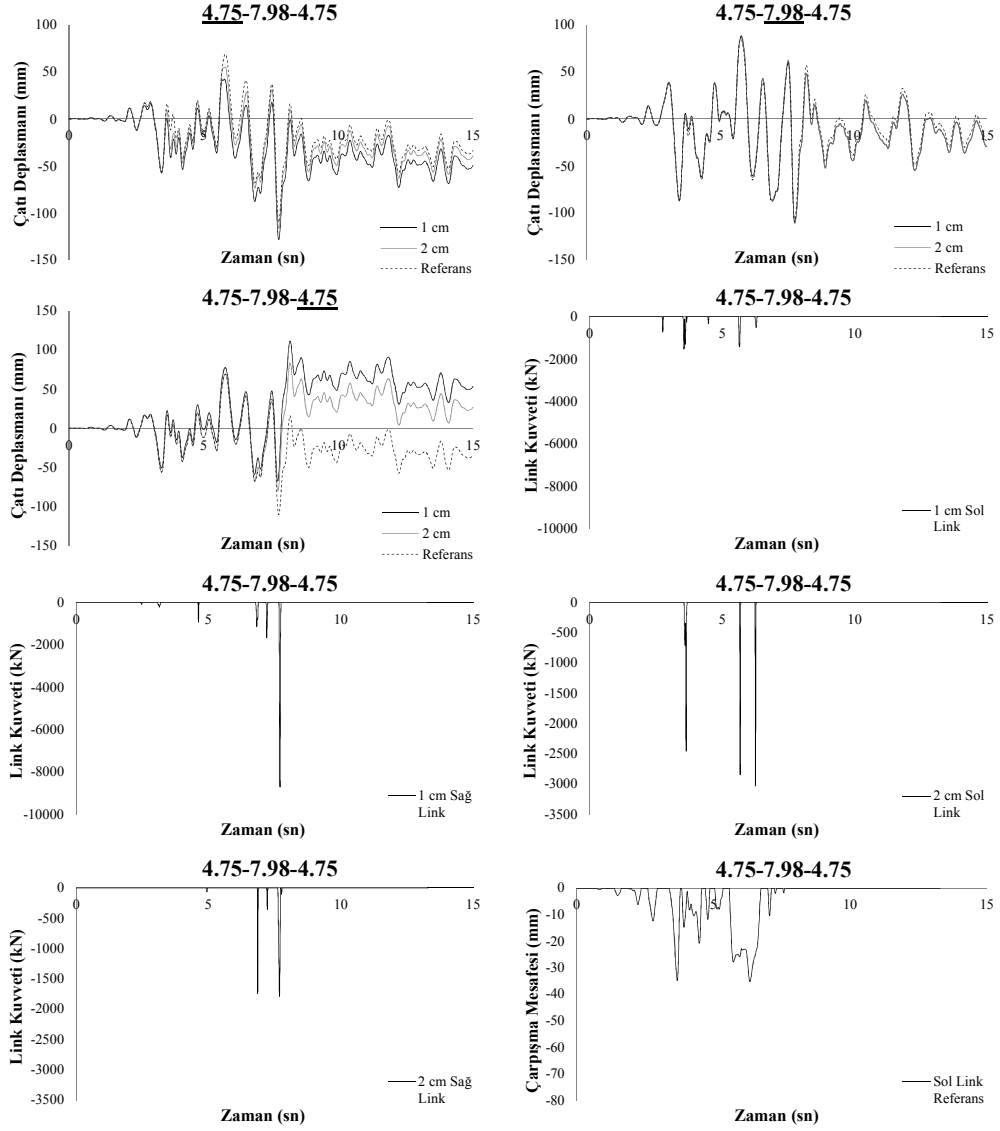
## EK E.2 (devam): 4.75-7.98-4.75 Lomap-Hsp000 Analiz Sonuçları



Şekil E.2 (devam): 4.75-7.98-4.75 Lomap-Hsp000 Analiz Sonuçları

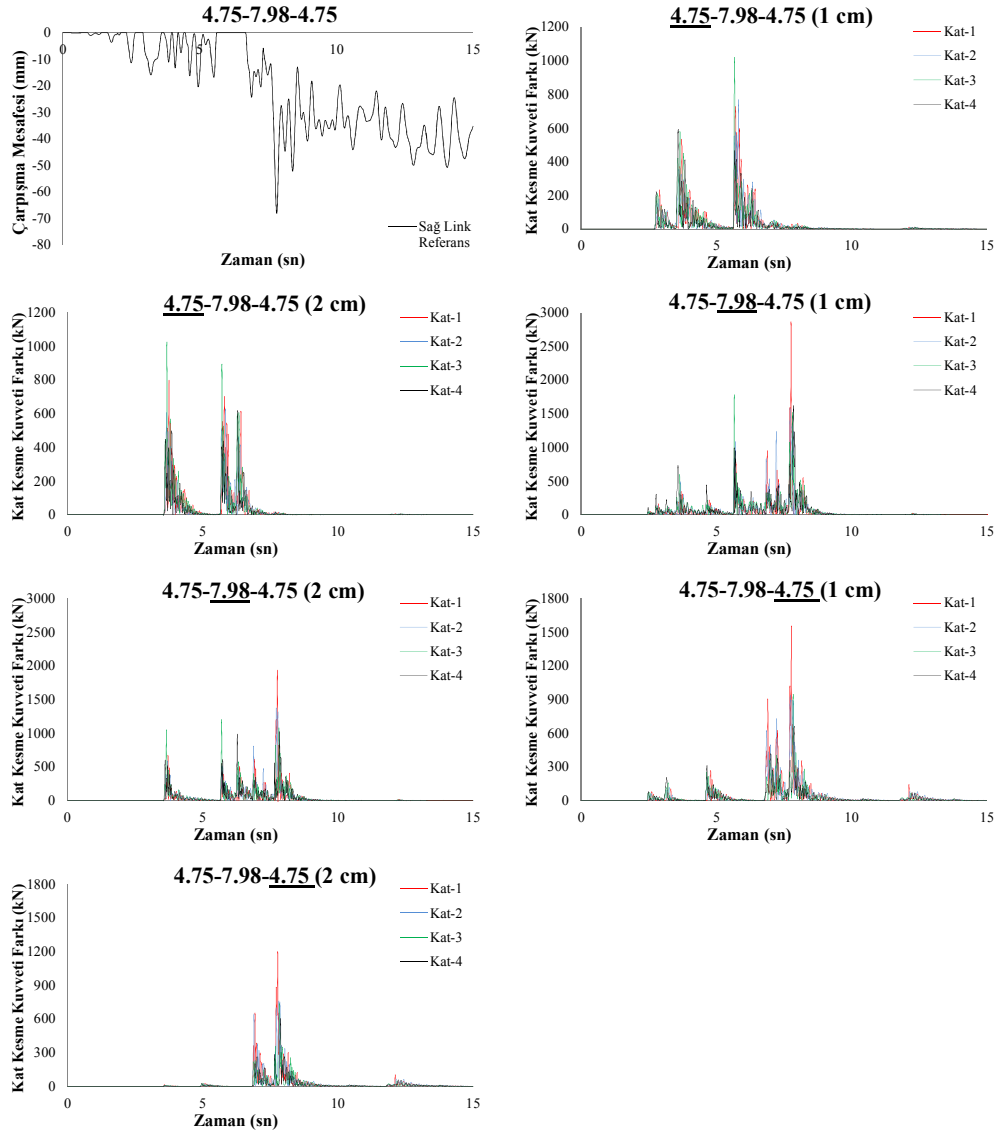


### EK E.3 4.75-7.98-4.75 Northr-Spv360 Analiz Sonuçları



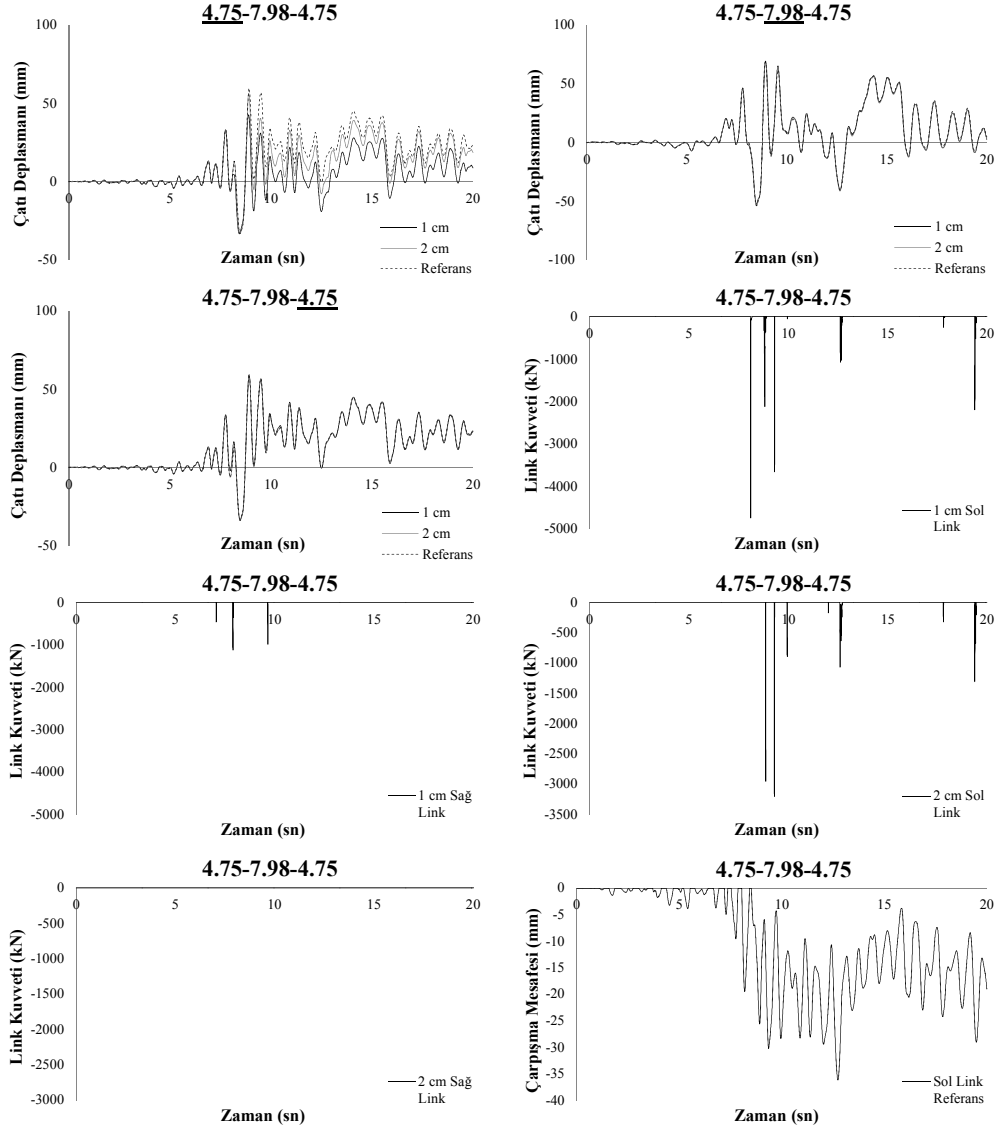
Şekil E. 3:4.75-7.98-4.75 Northr-Spv360 Analiz Sonuçları

### EK E.3 (devam): 4.75-7.98-4.75 Northr-Spv360 Analiz Sonuçları



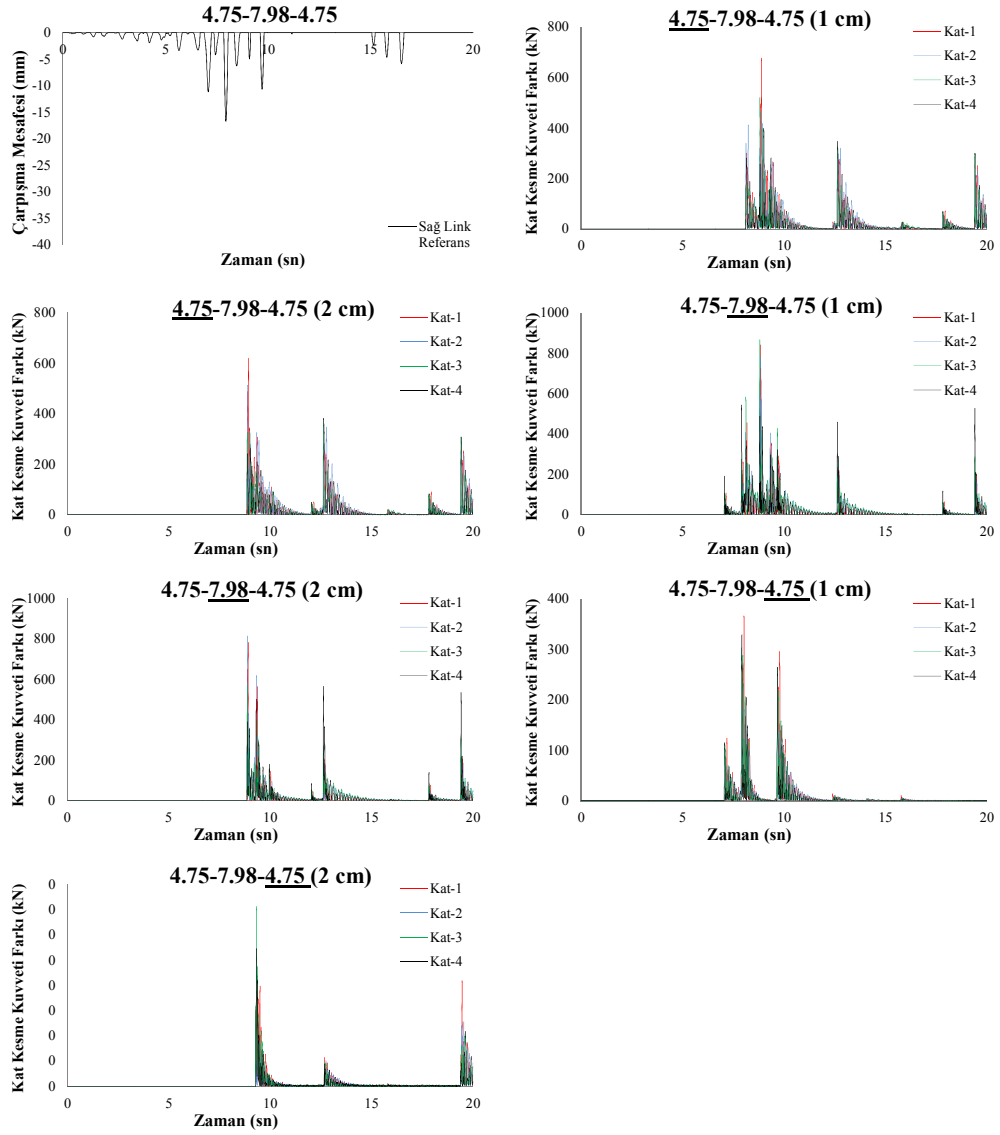
Şekil E.3 (devam): 4.75-7.98-4.75 Northr-Spv360 Analiz Sonuçları

## EK E.4 4.75-7.98-4.75 Kocaeli-Dzc180 Analiz Sonuçları



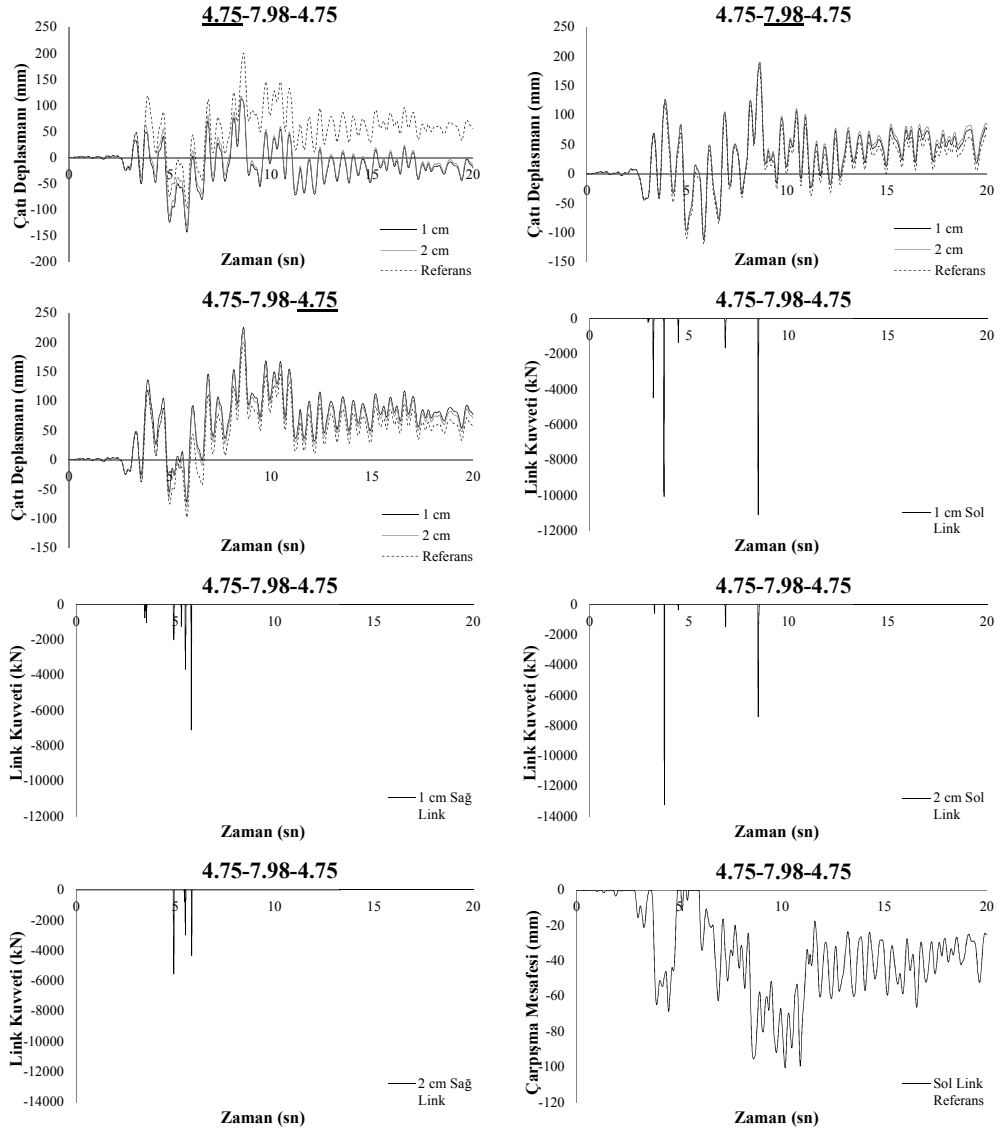
Şekil E. 4:4.75-7.98-4.75 Kocaeli-Dzc180 Analiz Sonuçları

## EK E.4 (devam): 4.75-7.98-4.75 Kocaeli-Dzc180 Analiz Sonuçları



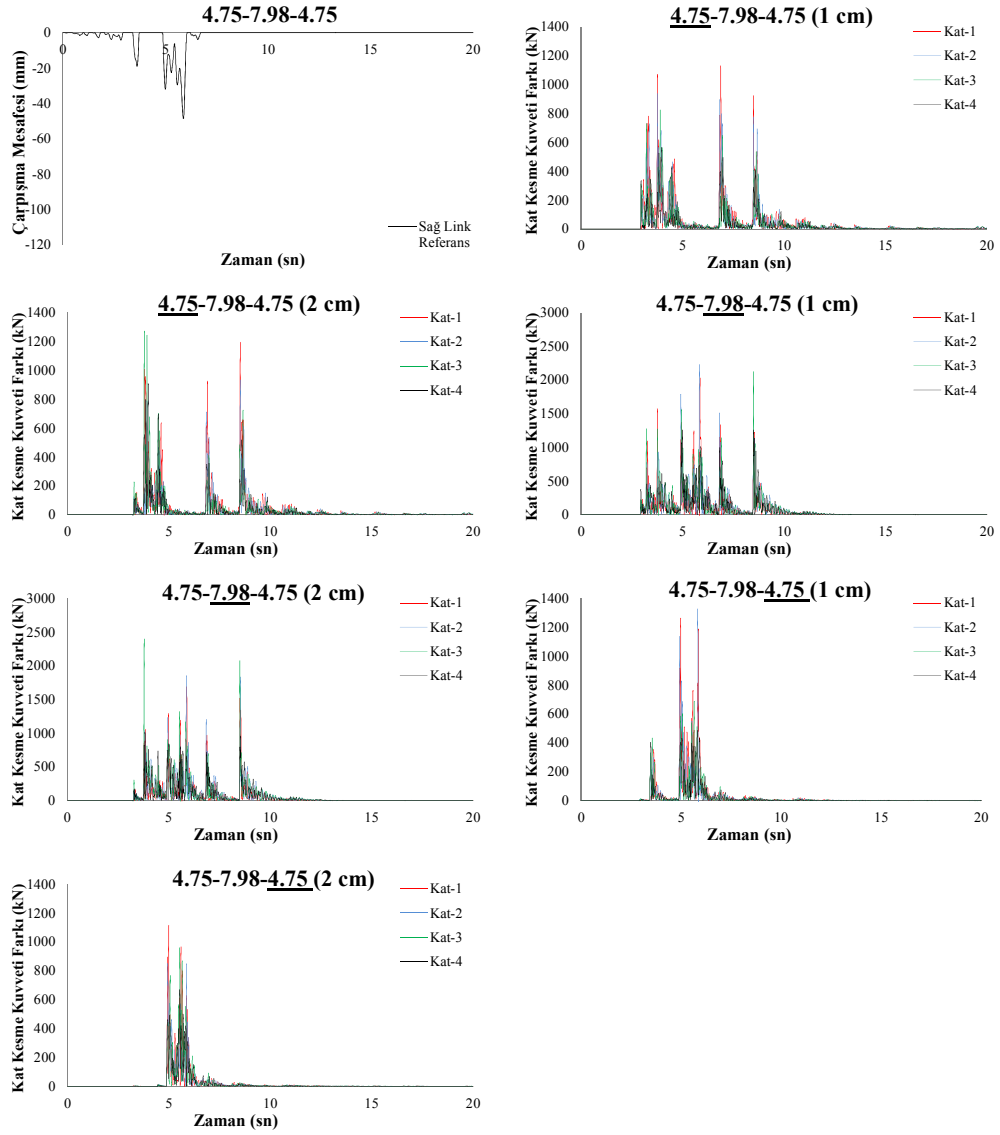
Şekil E.4 (devam): 4.75-7.98-4.75 Kocaeli-Dzc180 Analiz Sonuçları

## EK E.5 4.75-7.98-4.75 Northr-Tar360 Analiz Sonuçları



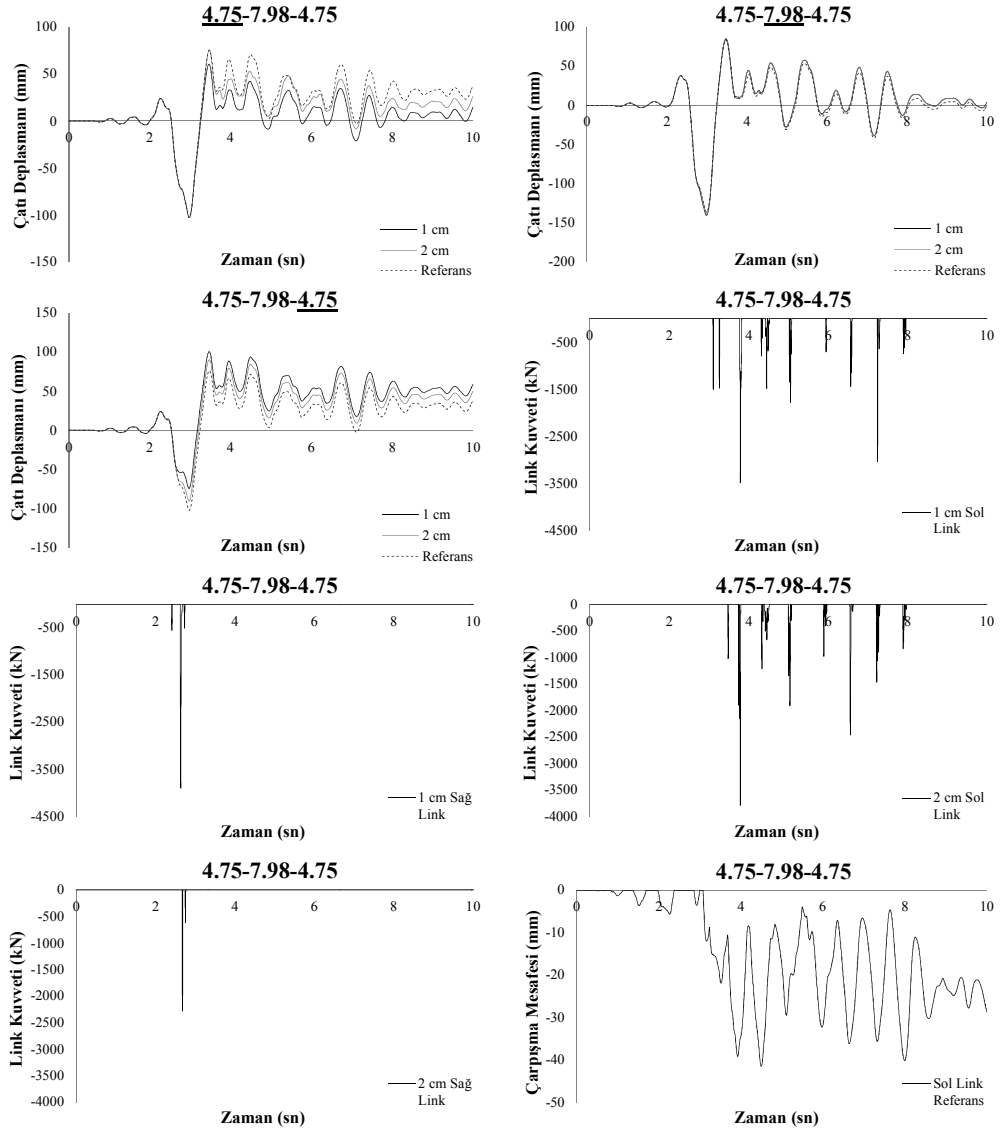
Şekil E. 5:4.75-7.98-4.75 Northr-Tar360 Analiz Sonuçları

## EK E.5 (devam): 4.75-7.98-4.75 Northr-Tar360 Analiz Sonuçları



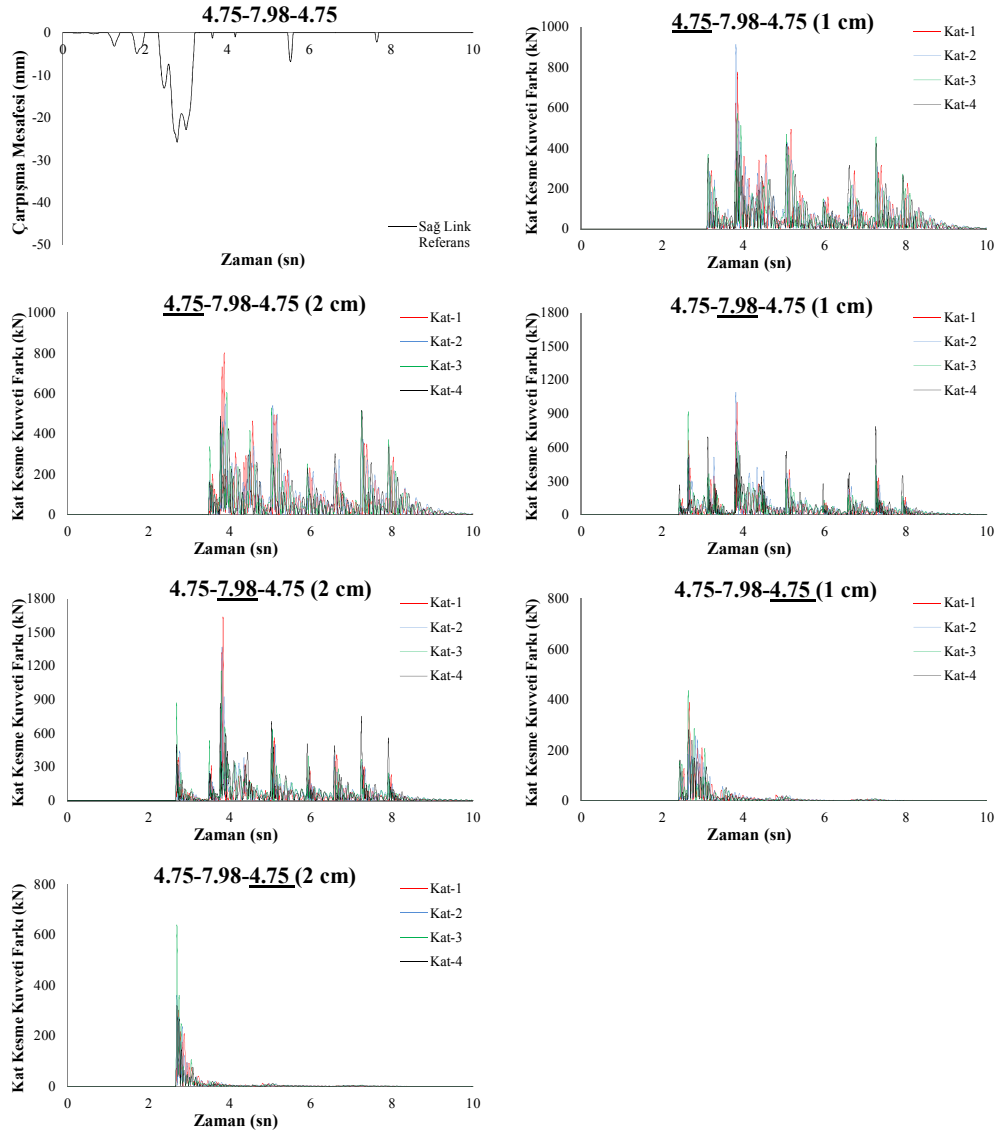
Şekil E.5 (devam): 4.75-7.98-4.75 Northr-Tar360 Analiz Sonuçları

## EK E.6 4.75-7.98-4.75 Palmspr-Nps210 Analiz Sonuçları



Şekil E. 6:4.75-7.98-4.75 Palmspr-Nps210 Analiz Sonuçları

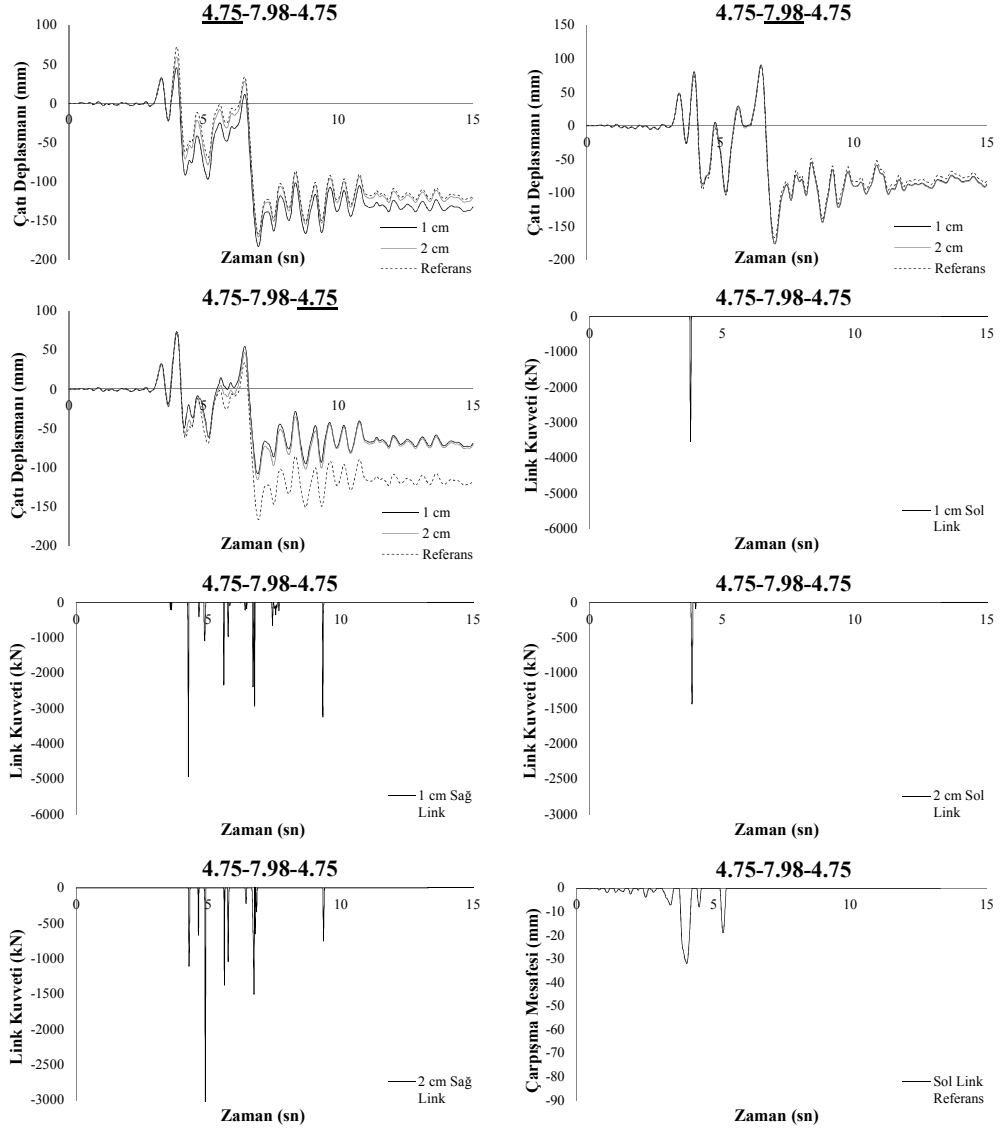
## EK E.6 (devam): 4.75-7.98-4.75 Palmspr-Nps210 Analiz Sonuçları



Şekil E.6 (devam): 4.75-7.98-4.75 Palmspr-Nps210 Analiz Sonuçları

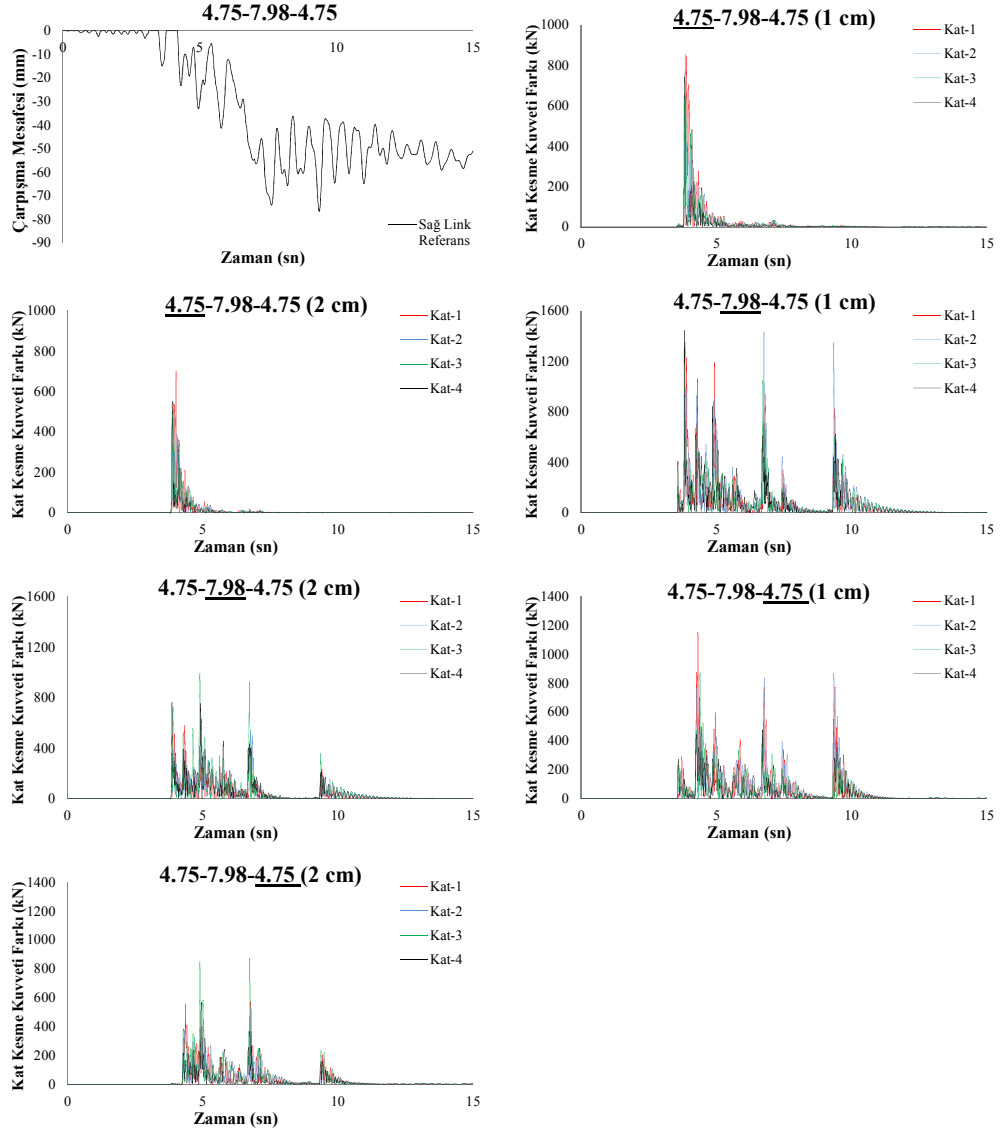


## EK E.7 4.75-7.98-4.75 Northr-Syl090 Analiz Sonuçları



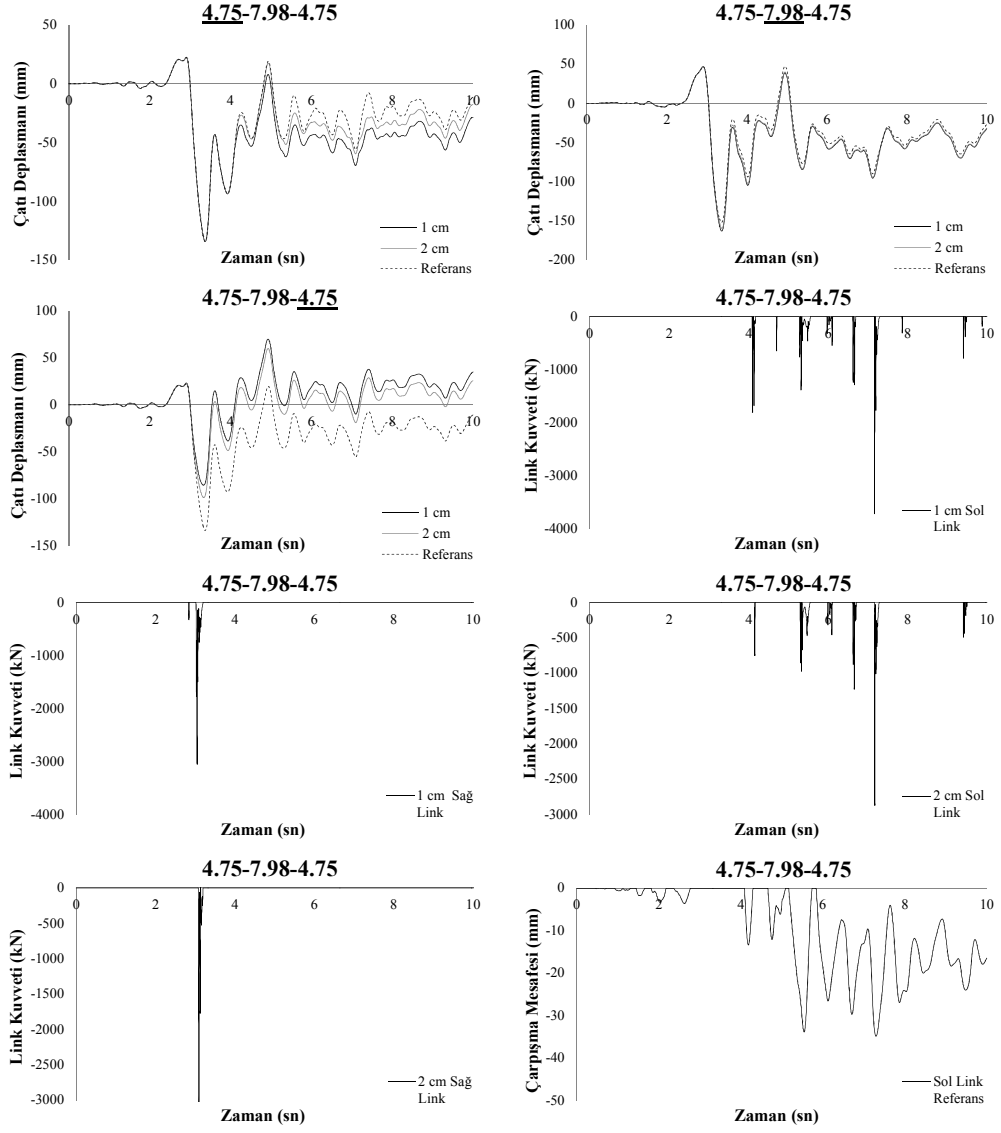
Şekil E. 7:4.75-7.98-4.75 Northr-Syl090 Analiz Sonuçları

## EK E.7 (devam): 4.75-7.98-4.75 Northr-Syl090 Analiz Sonuçları



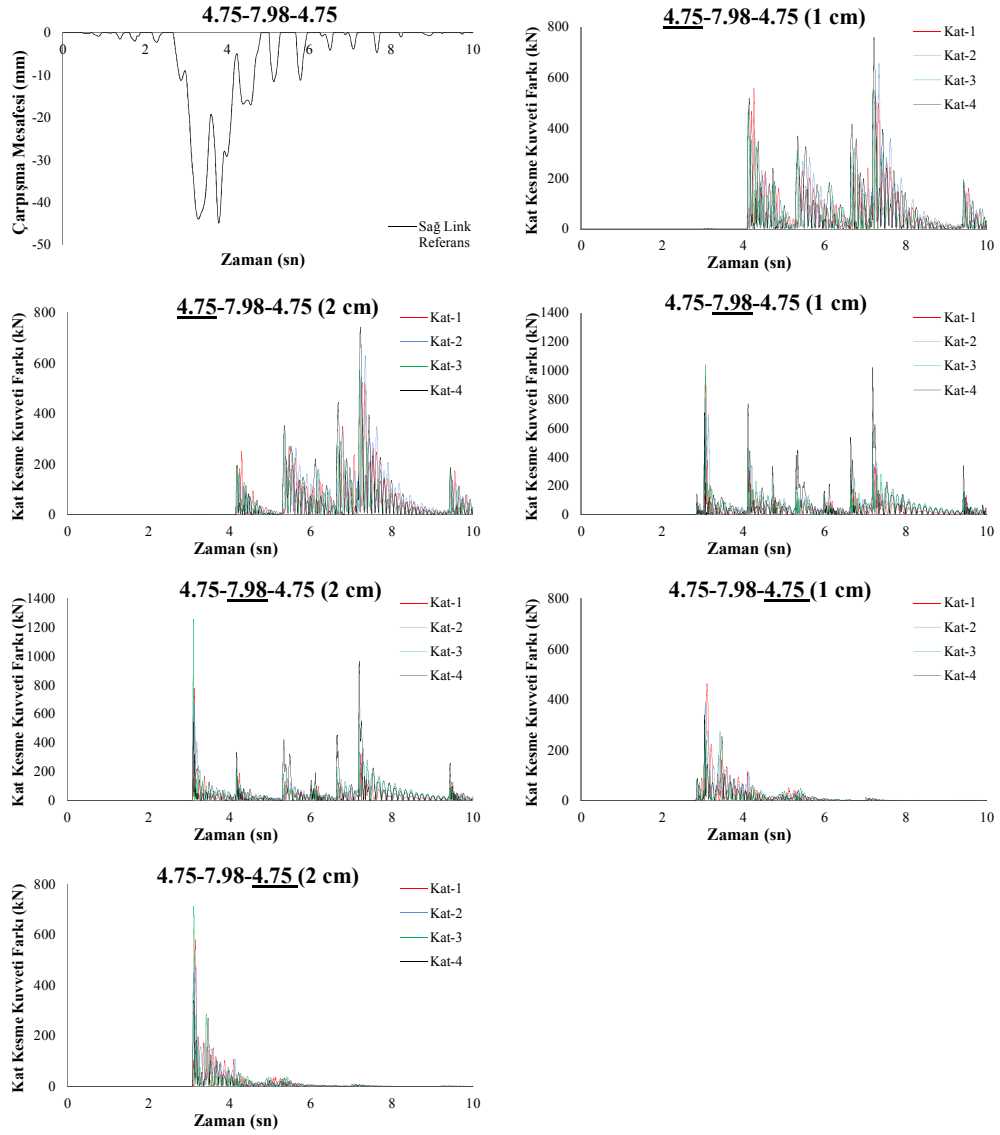
Şekil E.7 (devam): 4.75-7.98-4.75 Northr-Syl090 Analiz Sonuçları

## EK E.8 4.75-7.98-4.75 Erz-Ew Analiz Sonuçları



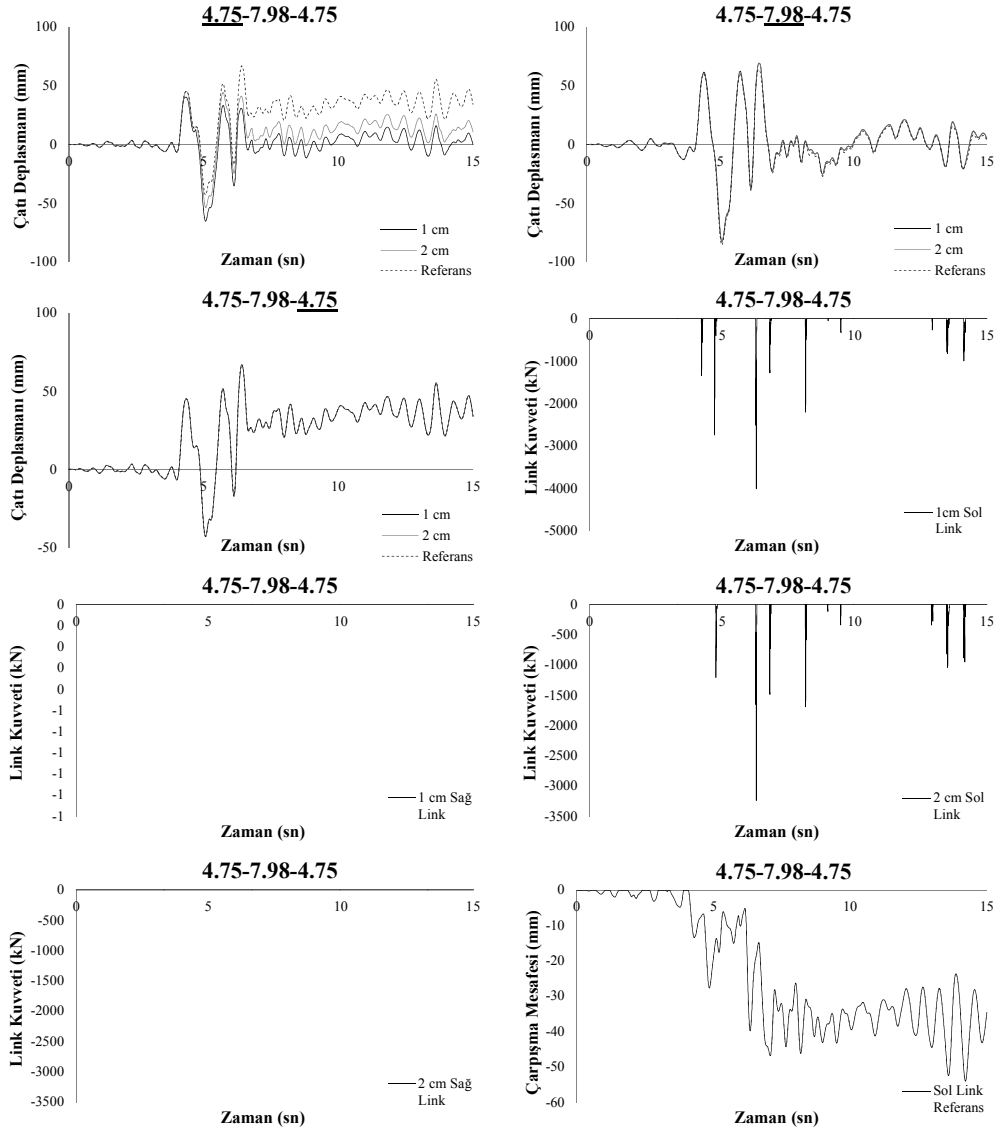
Şekil E. 8:4.75-7.98-4.75 Erz-Ew Analiz Sonuçları

## EK E.8 (devam): 4.75-7.98-4.75 Erz-Ew Analiz Sonuçları



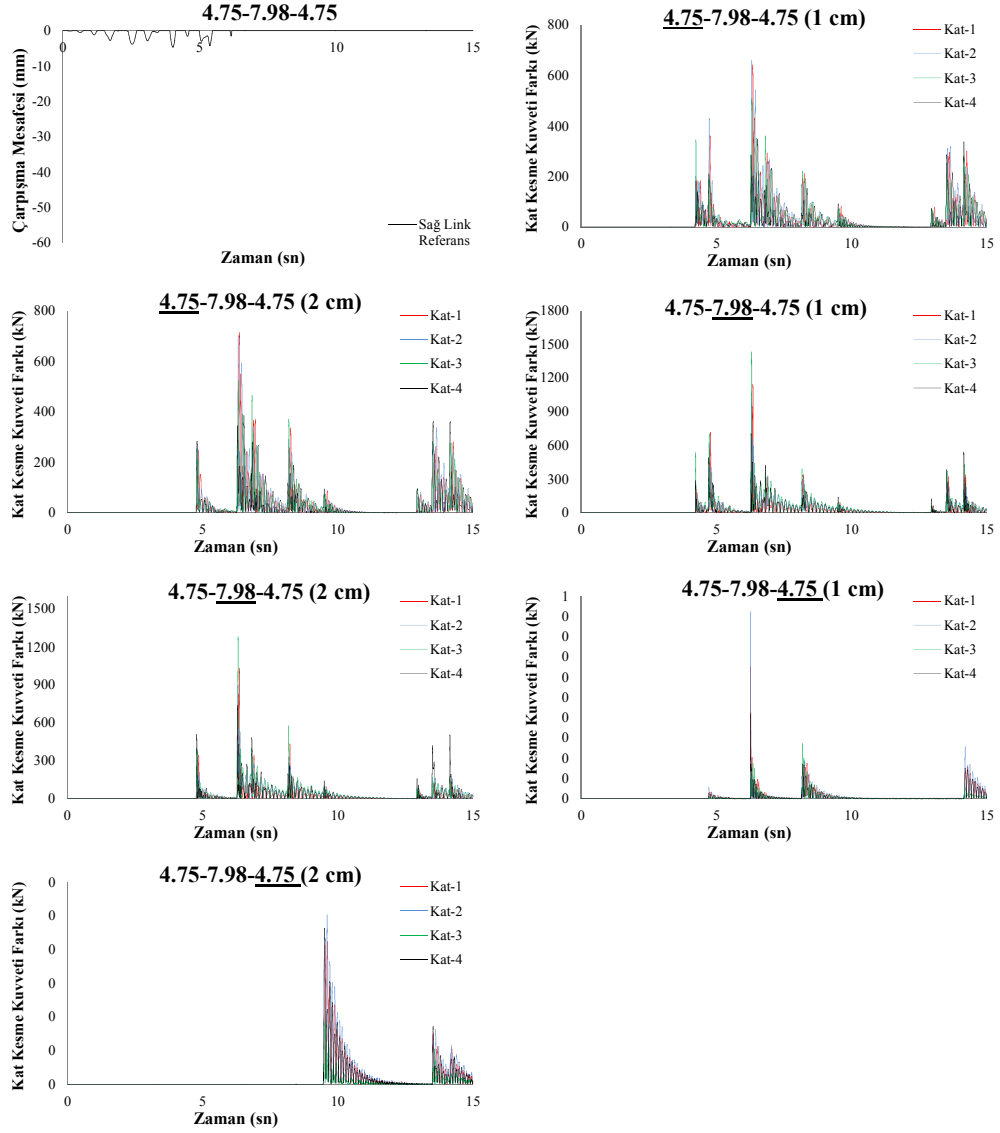
Şekil E.8 (devam): 4.75-7.98-4.75 Erz-Ew Analiz Sonuçları

## EK E.9 4.75-7.98-4.75 Koc-Dzc270 Analiz Sonuçları



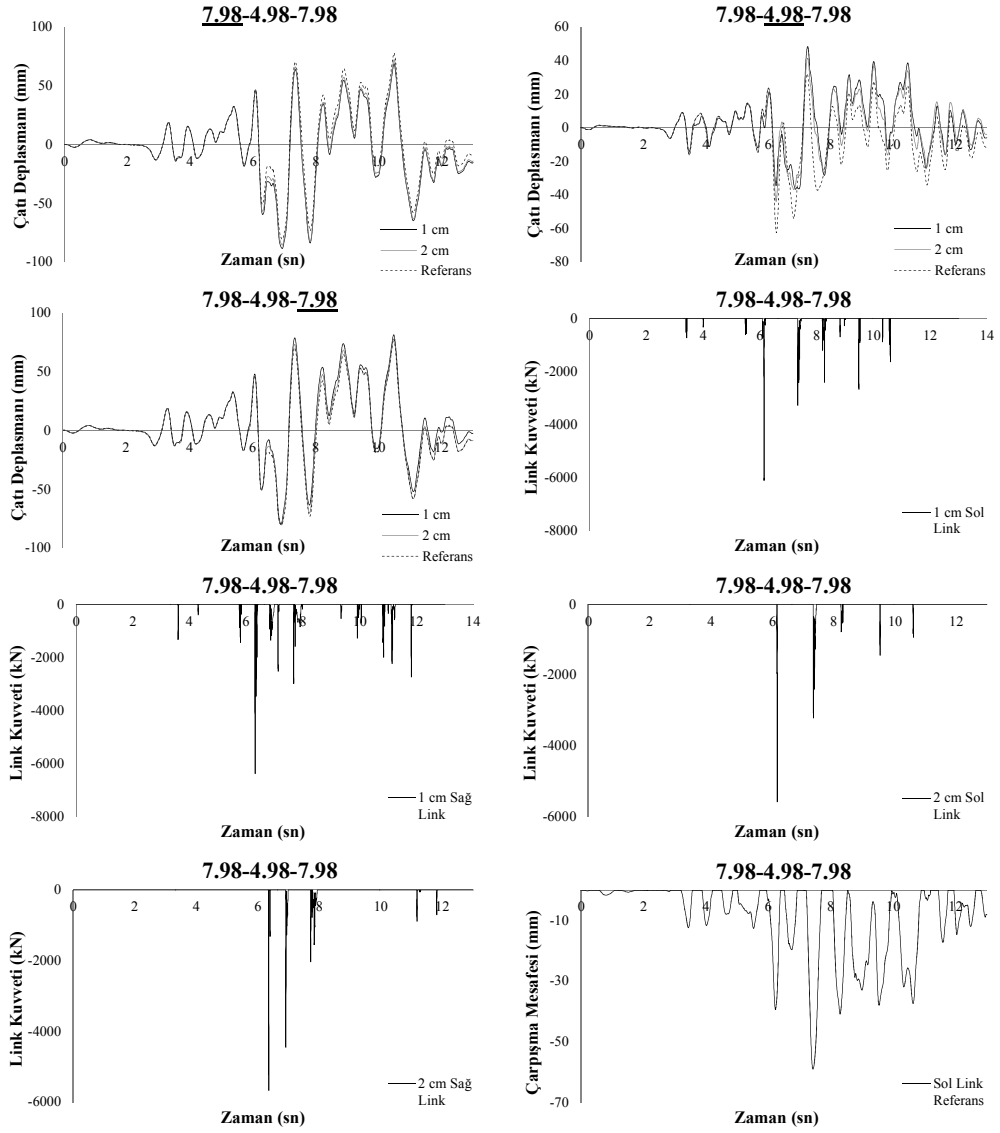
Şekil E. 9:4.75-7.98-4.75 Koc-Dzc270 Analiz Sonuçları

## EK E.9 (devam): 4.75-7.98-4.75 Koc-Dzc270 Analiz Sonuçları



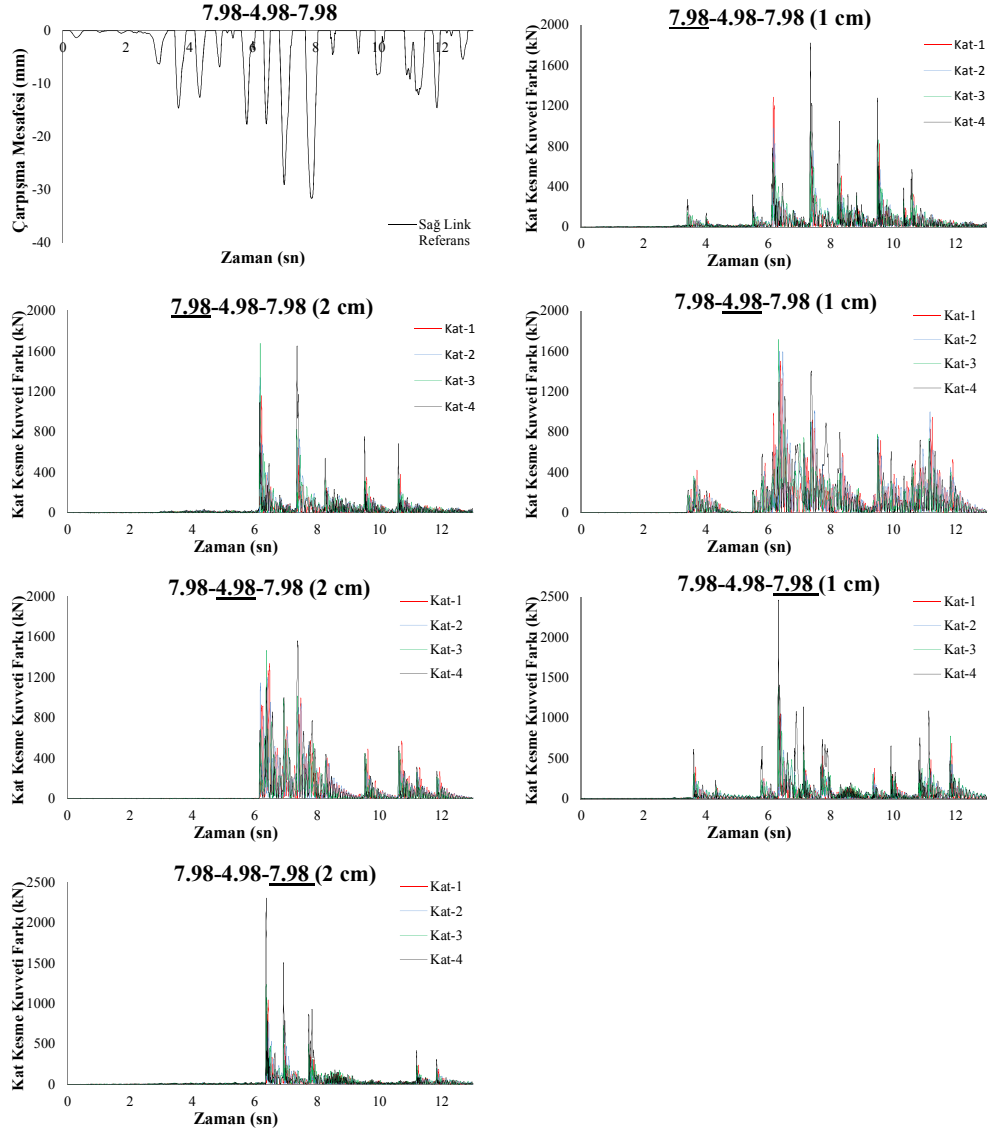
Şekil E.9 (devam): 4.75-7.98-4.75 Koc-Dzc270 Analiz Sonuçları

## EK F.1 7.98-4.98-7.98 Gazli-Gaz000 Analiz Sonuçları



Şekil F. 1:7.98-4.98-7.98 Gazli-Gaz000 Analiz Sonuçları

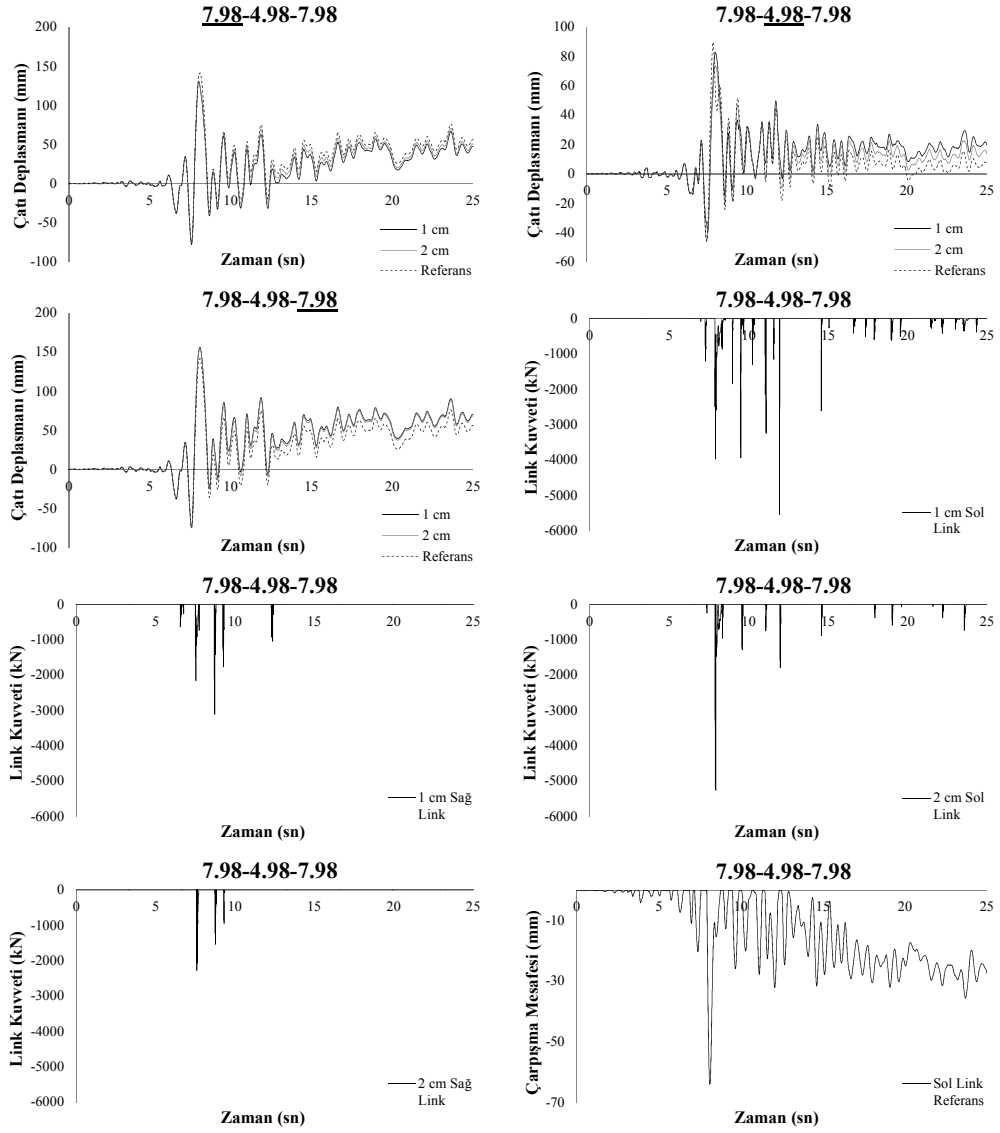
## EK F.1 (devam): 7.98-4.98-7.98 Gazli-Gaz000 Analiz Sonuçları



Şekil F.1 (devam): 7.98-4.98-7.98 Gazli-Gaz000 Analiz Sonuçları

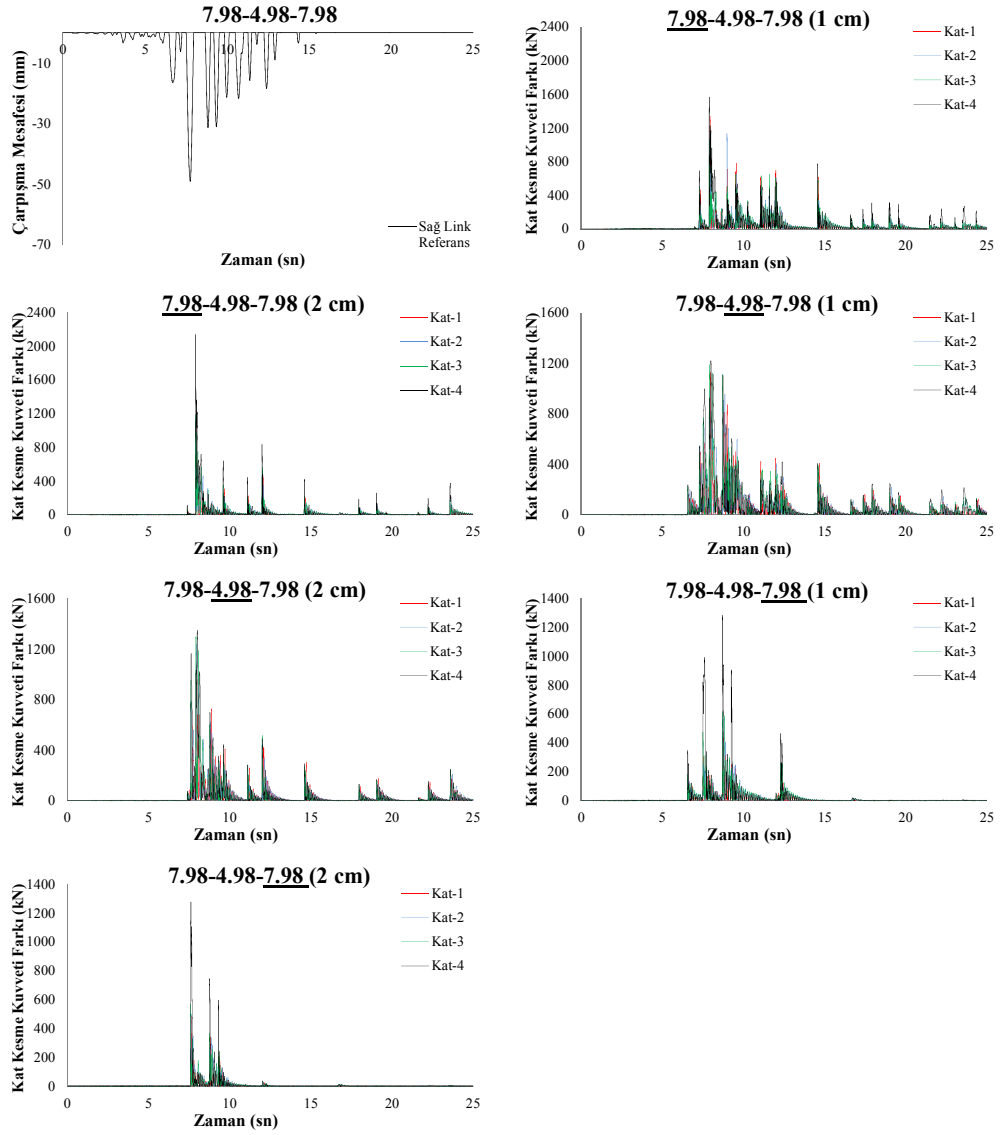


## EK F.2 7.98-4.98-7.98 Lomap-Hsp000 Analiz Sonuçları



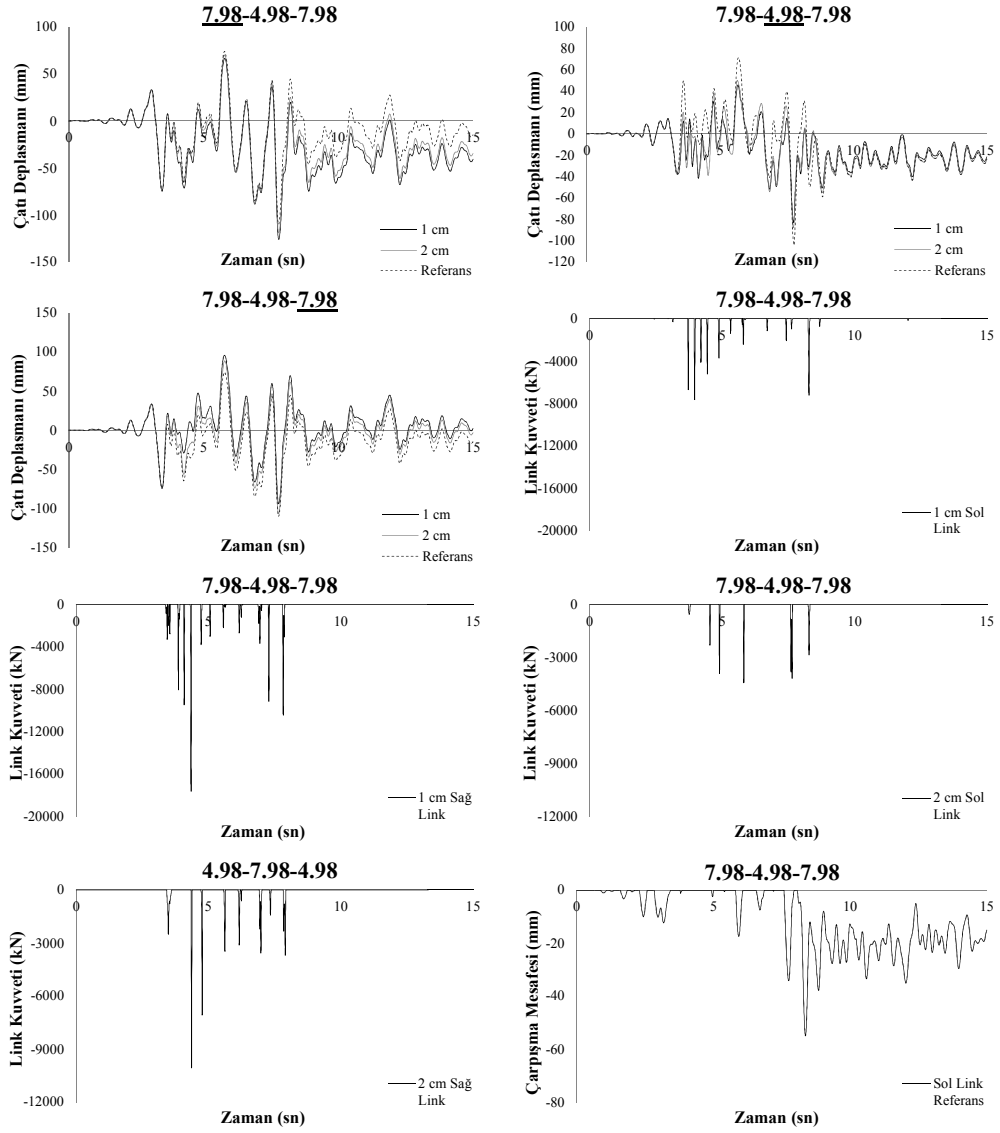
Şekil F. 2:7.98-4.98-7.98 Lomap-Hsp000 Analiz Sonuçları

## EK F.2 (devam): 7.98-4.98-7.98 Lomap-Hsp000 Analiz Sonuçları



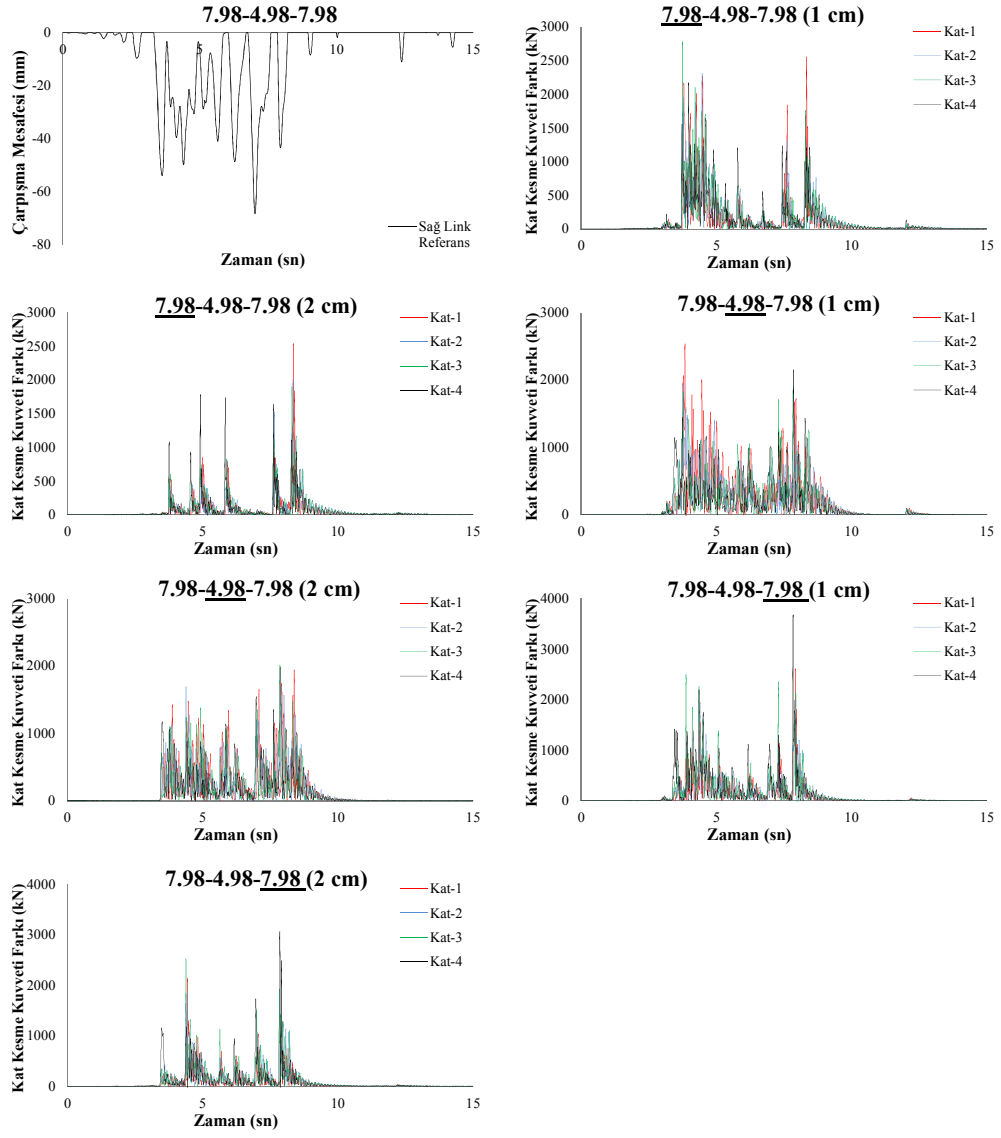
Şekil F.2 (devam): 7.98-4.98-7.98 Lomap-Hsp000 Analiz Sonuçları

### EK F.3 7.98-4.98-7.98 Northr-Spv360 Analiz Sonuçları



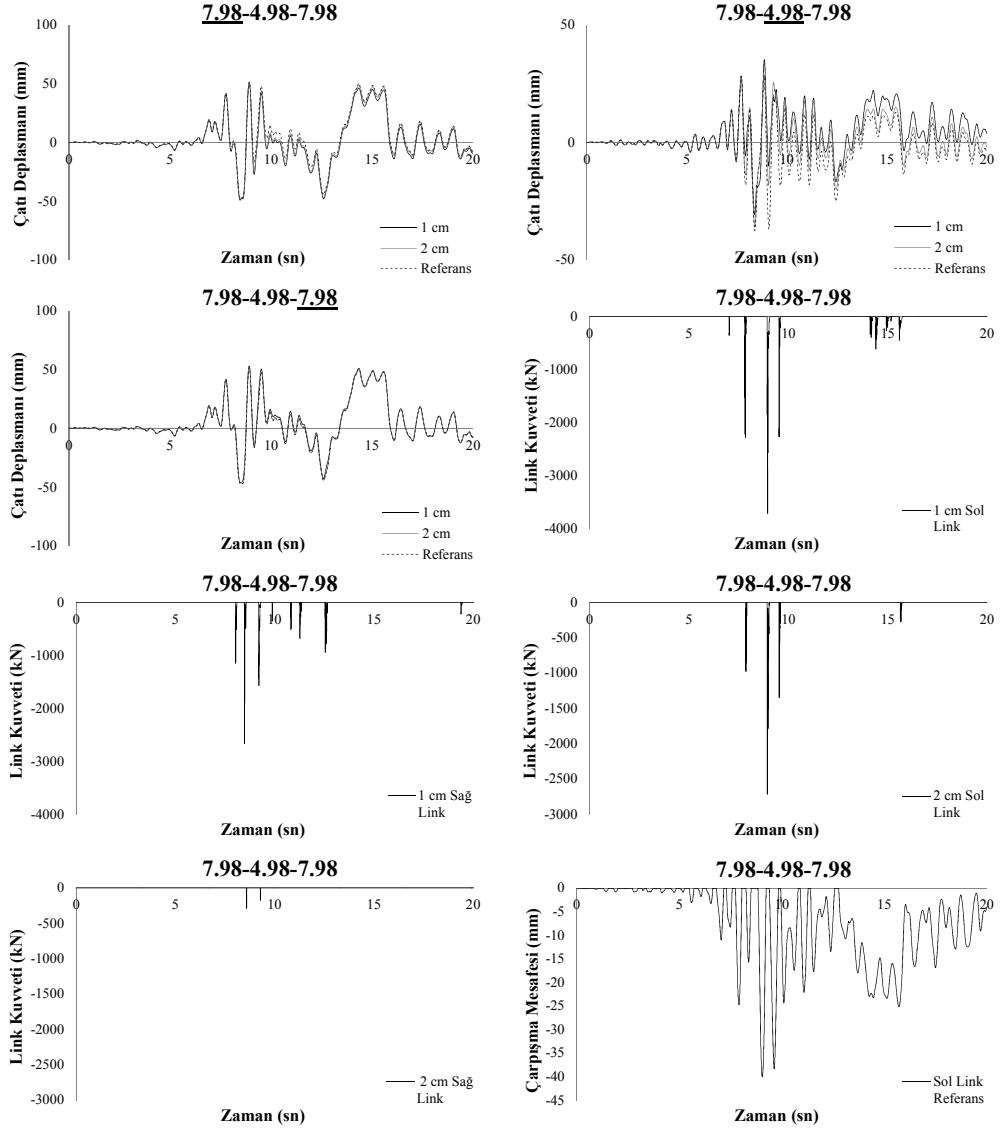
Şekil F. 3:7.98-4.98-7.98 Northr-Spv360 Analiz Sonuçları

### EK F.3 (devam): 7.98-4.98-7.98 Northr-Spv360 Analiz Sonuçları



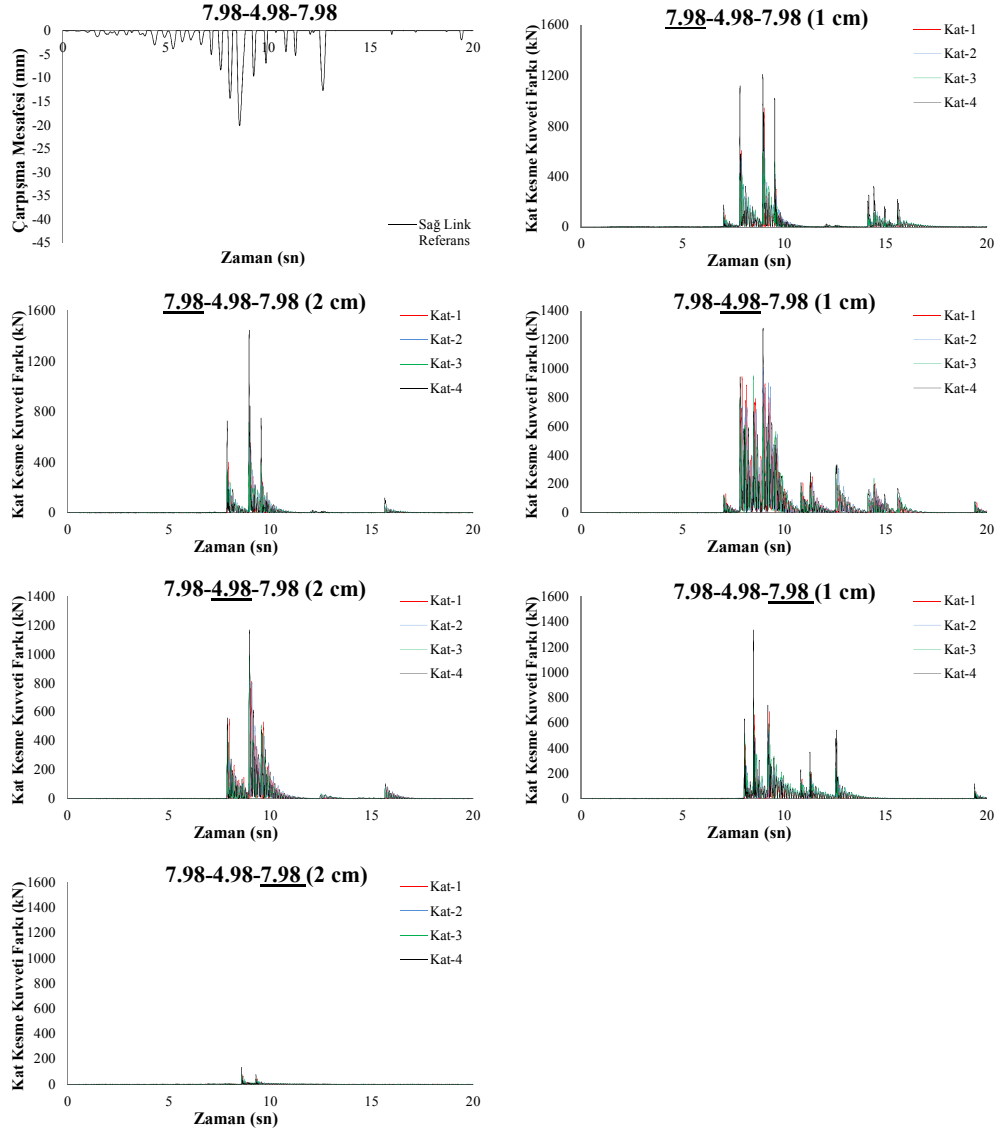
Şekil F.3 (devam): 7.98-4.98-7.98 Northr-Spv360 Analiz Sonuçları

## EK F.4 7.98-4.98-7.98 Kocaeli-Dzc180 Analiz Sonuçları



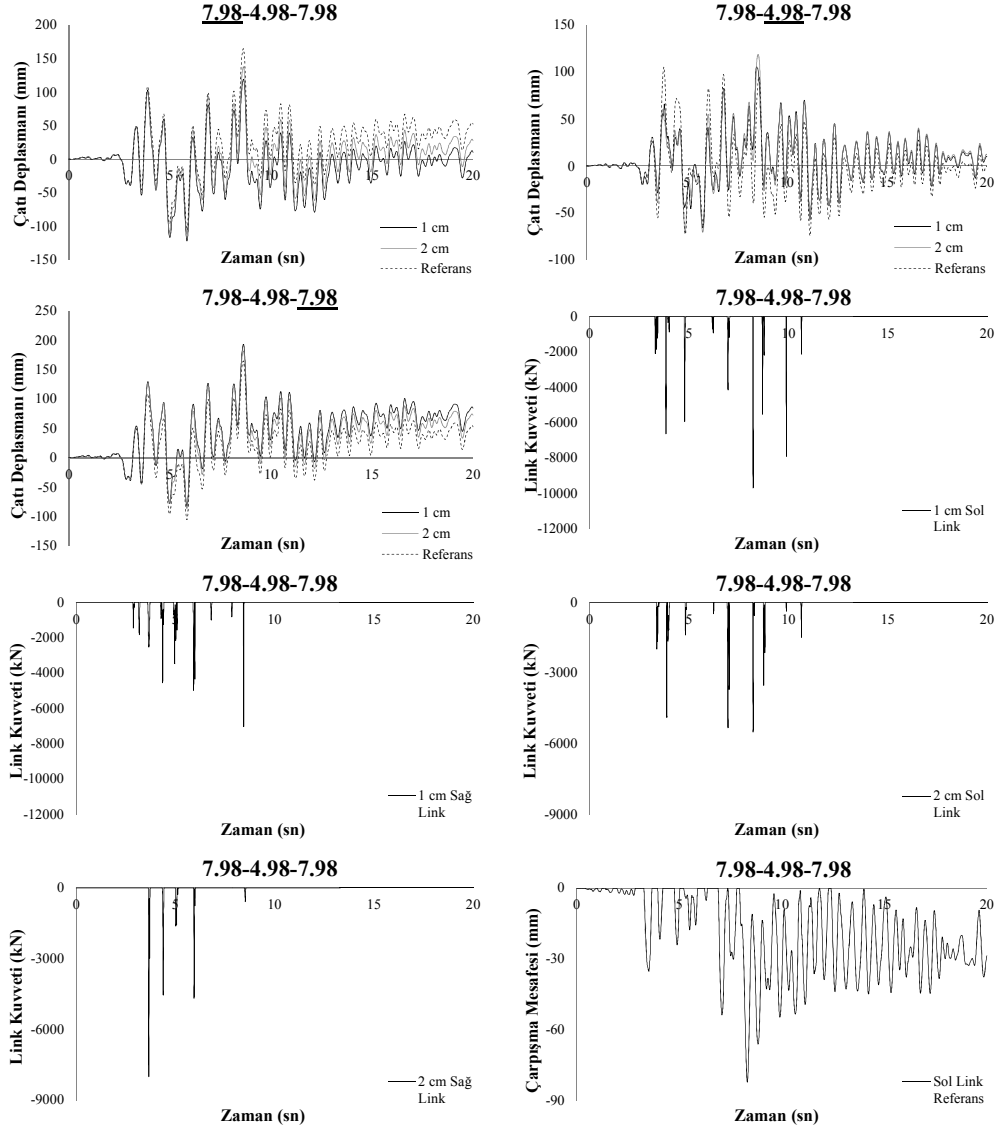
Şekil F. 4:7.98-4.98-7.98 Kocaeli-Dzc180 Analiz Sonuçları

## EK F.4 (devam): 7.98-4.98-7.98 Kocaeli-Dzc180 Analiz Sonuçları



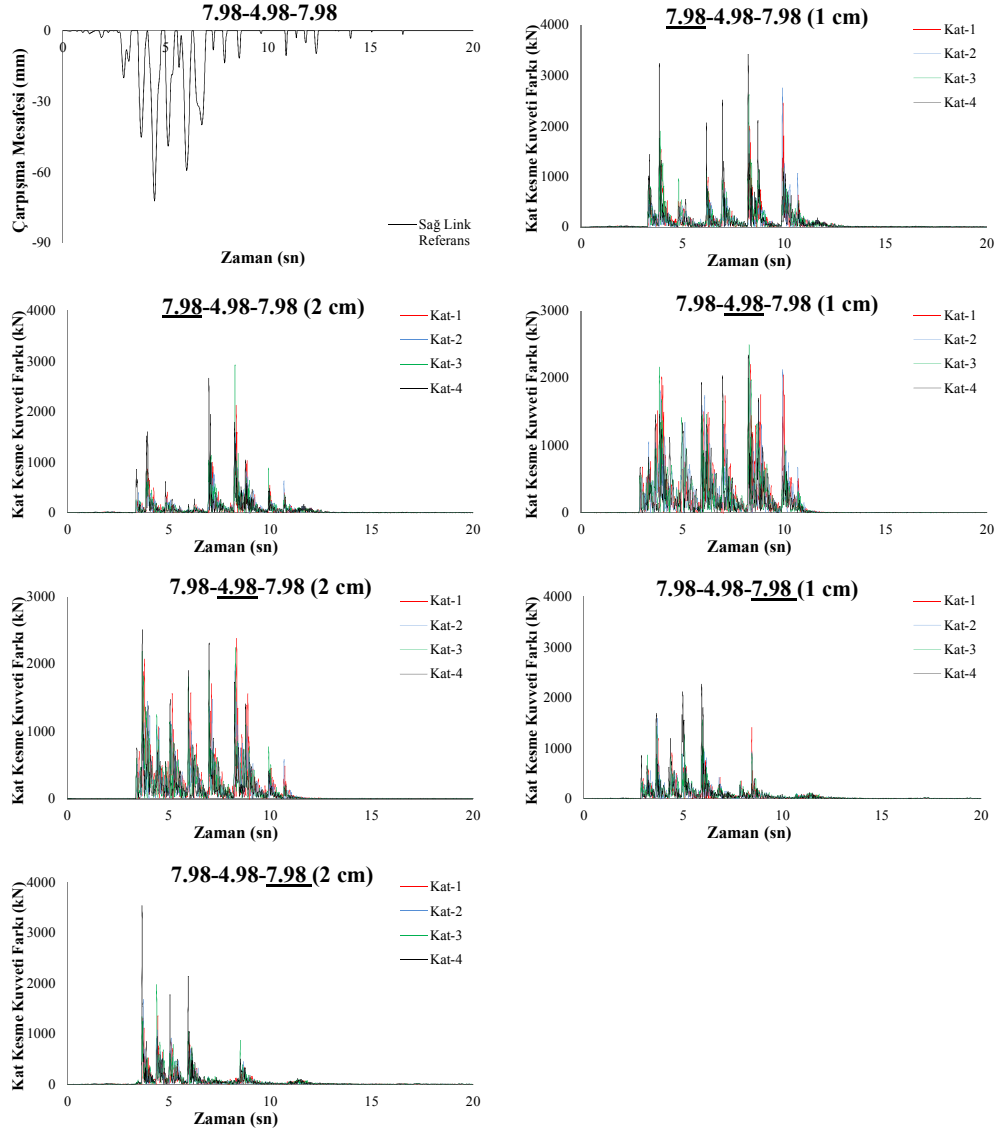
Şekil F.4 (devam): 7.98-4.98-7.98 Kocaeli-Dzc180 Analiz Sonuçları

## EK F.5 7.98-4.98-7.98 Northr-Tar360 Analiz Sonuçları



Şekil F. 5:7.98-4.98-7.98 Northr-Tar360 Analiz Sonuçları

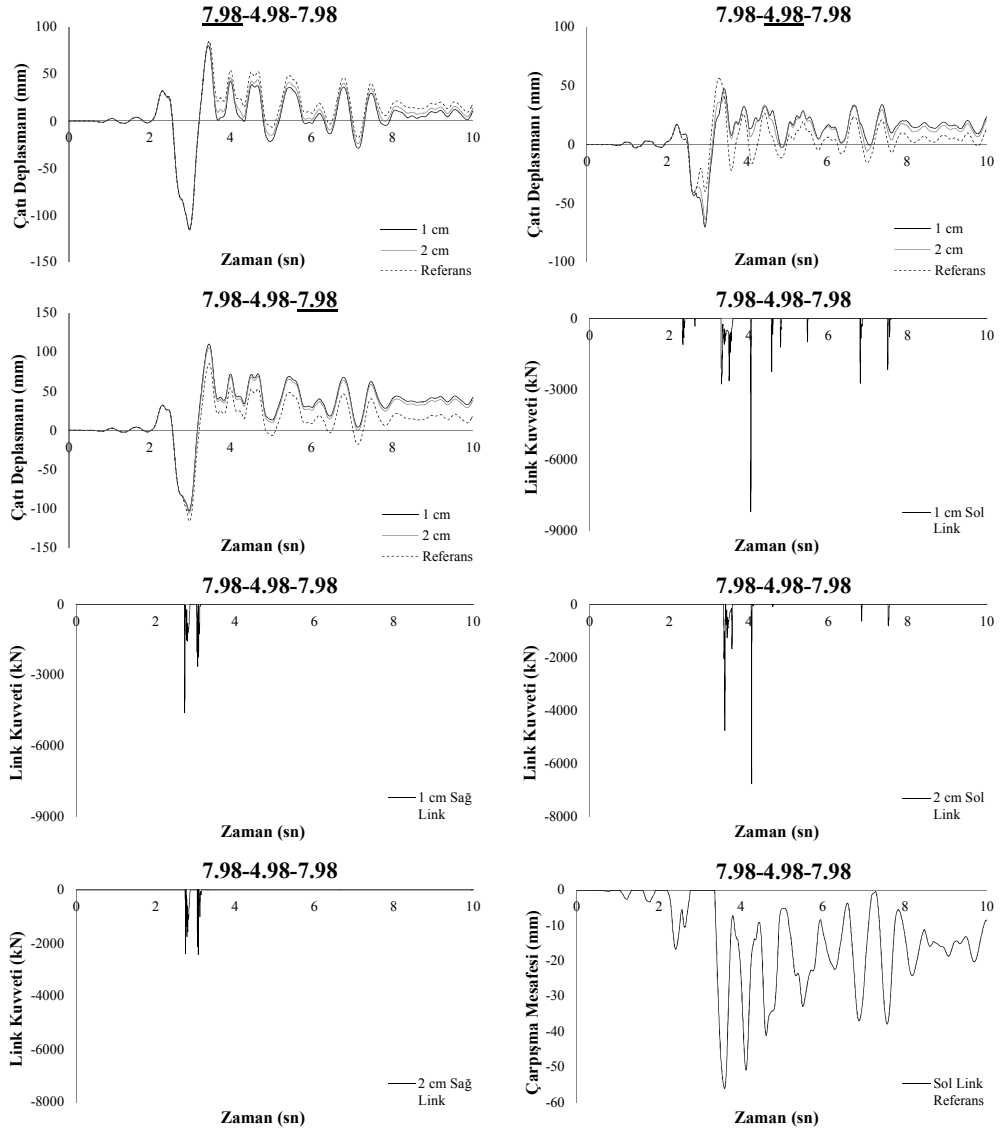
## EK F.5 (devam): 7.98-4.98-7.98 Northr-Tar360 Analiz Sonuçları



Şekil F.5 (devam): 7.98-4.98-7.98 Northr-Tar360 Analiz Sonuçları

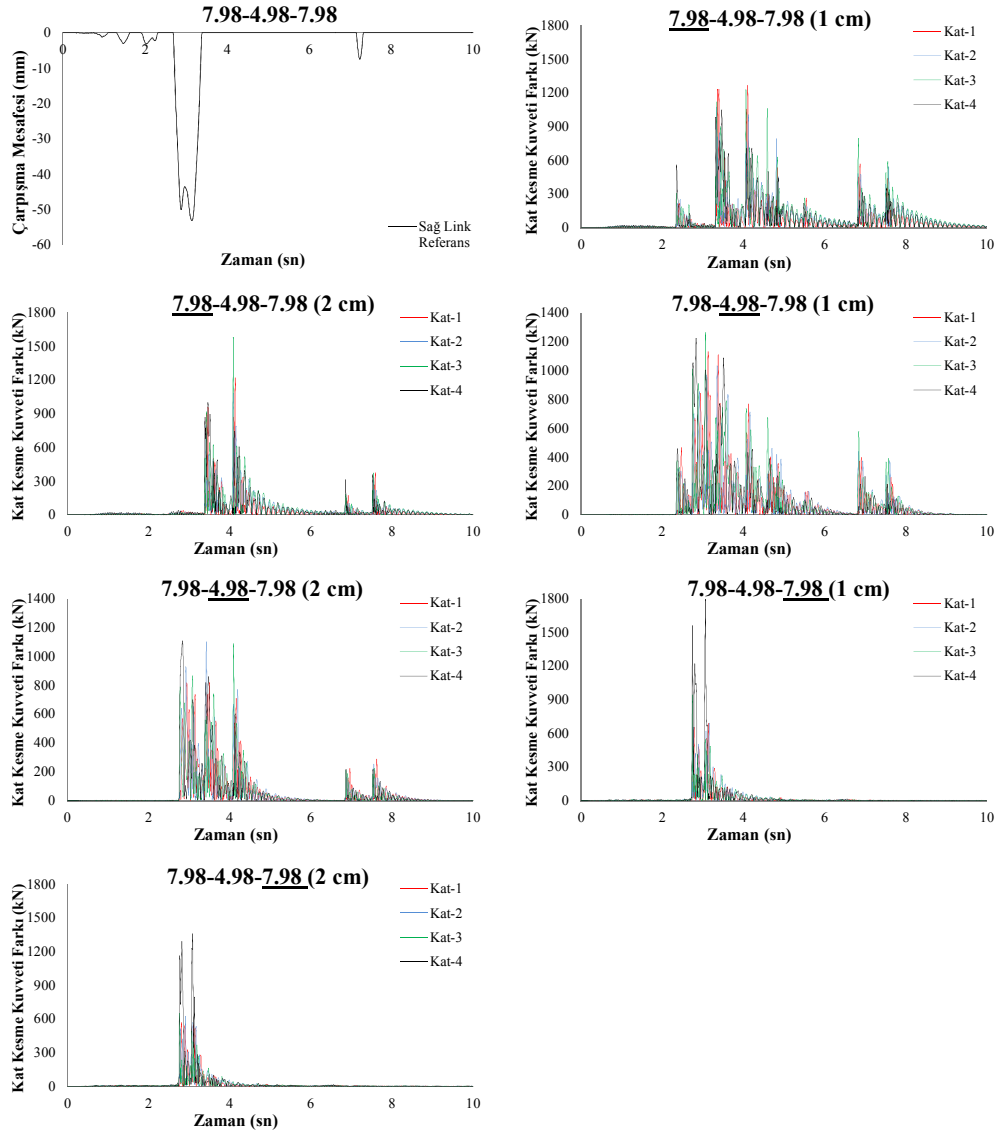


## EK F.6 7.98-4.98-7.98 Palmspr-Nps210 Analiz Sonuçları



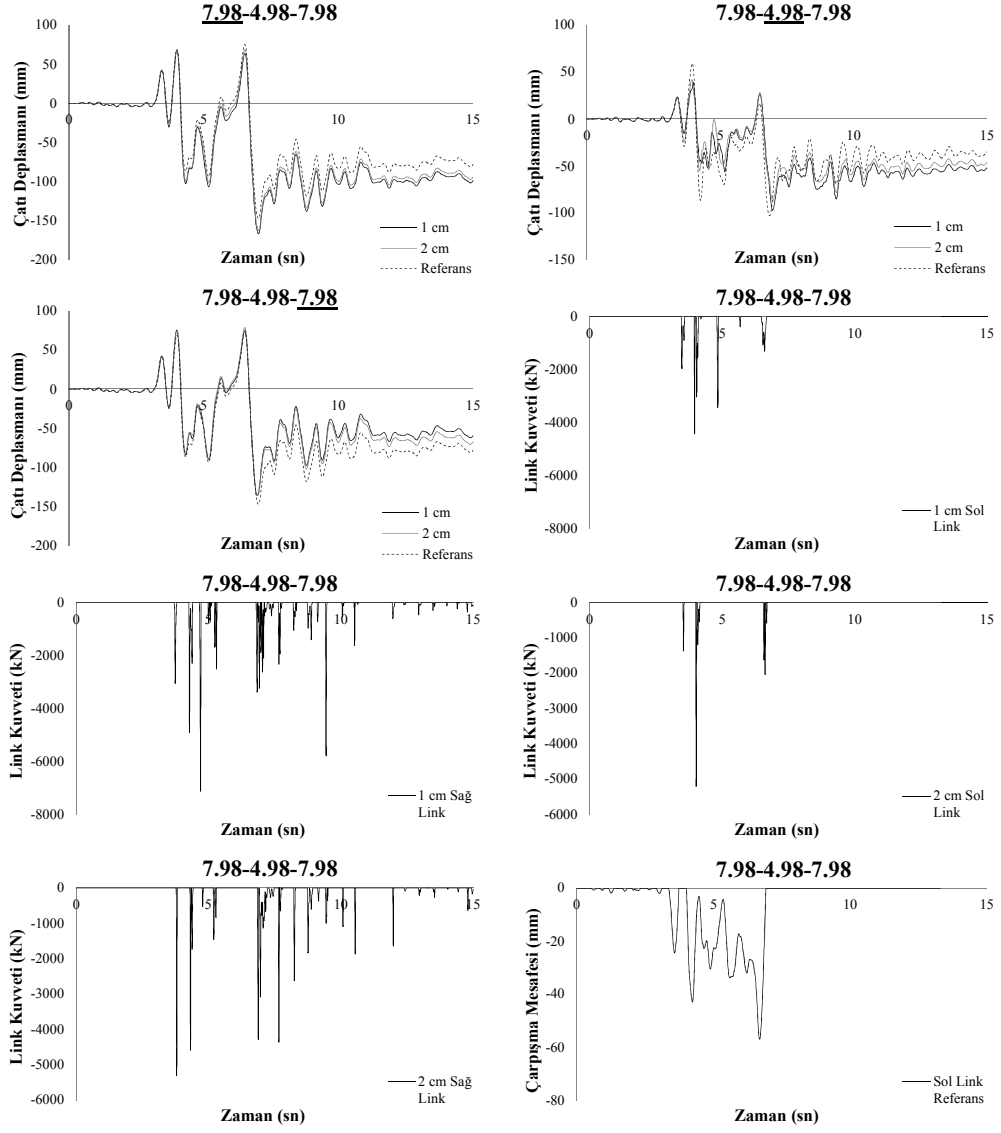
Şekil F. 6:7.98-4.98-7.98 Palmspr-Nps210 Analiz Sonuçları

## EK F.6 (devam): 7.98-4.98-7.98 Palmspr-Nps210 Analiz Sonuçları



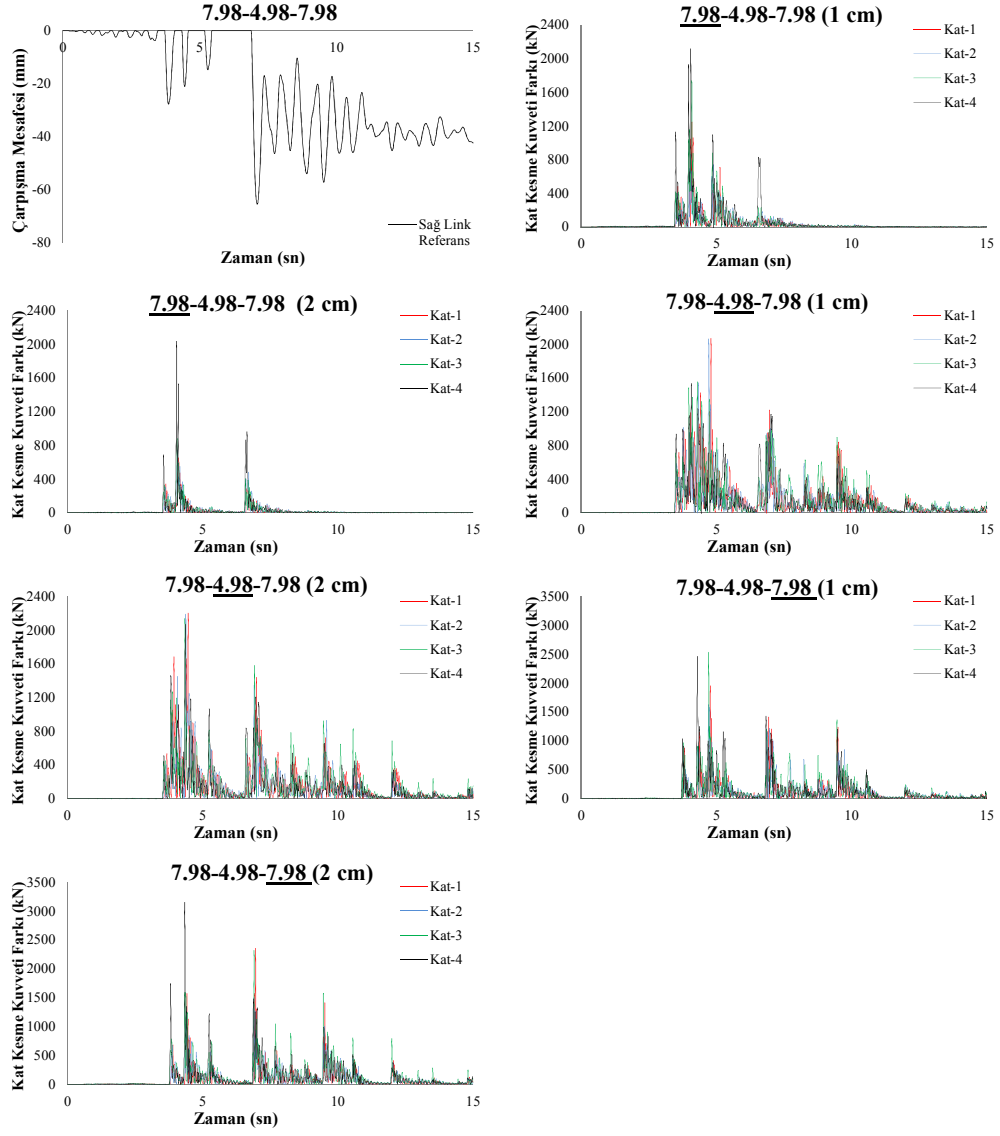
Şekil F.6 (devam): 7.98-4.98-7.98 Palmspr-Nps210 Analiz Sonuçları

## EK F.7 7.98-4.98-7.98 Northr-Syl090 Analiz Sonuçları



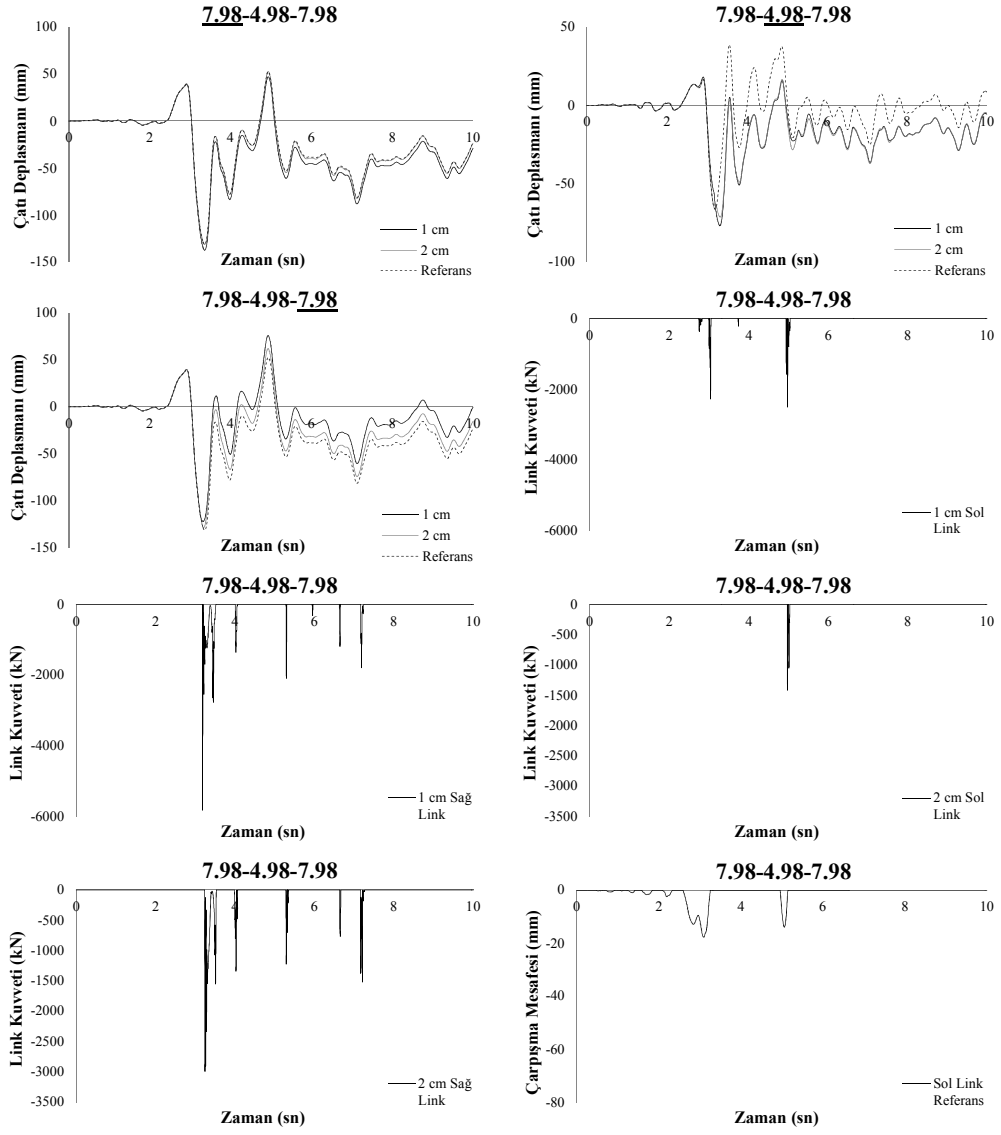
Şekil F. 7:7.98-4.98-7.98 Northr-Syl090 Analiz Sonuçları

## EK F.7 (devam): 7.98-4.98-7.98 Northr-Syl090 Analiz Sonuçları



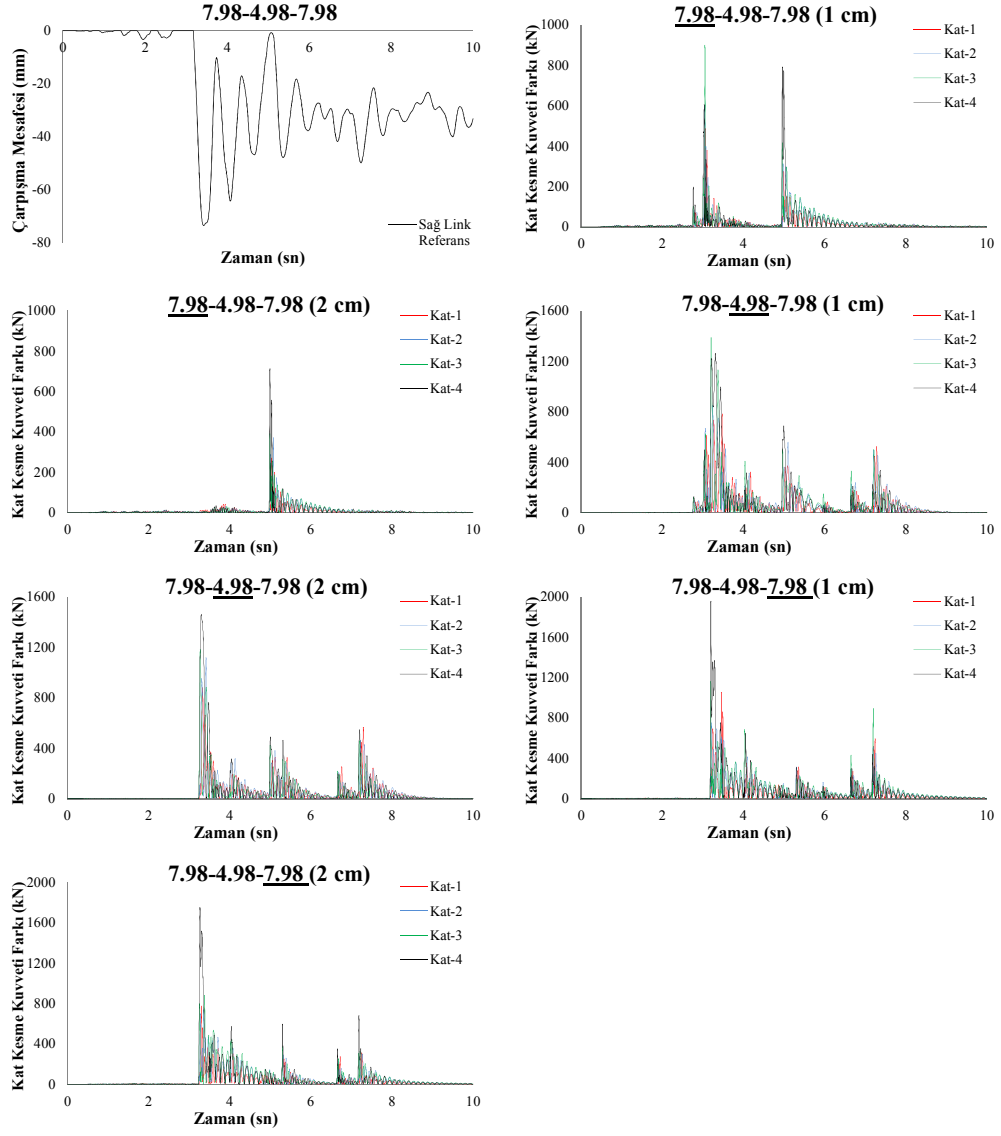
Şekil F.7 (devam): 7.98-4.98-7.98 Northr-Syl090 Analiz Sonuçları

## EK F.8 7.98-4.98-7.98 Erz-Ew Analiz Sonuçları



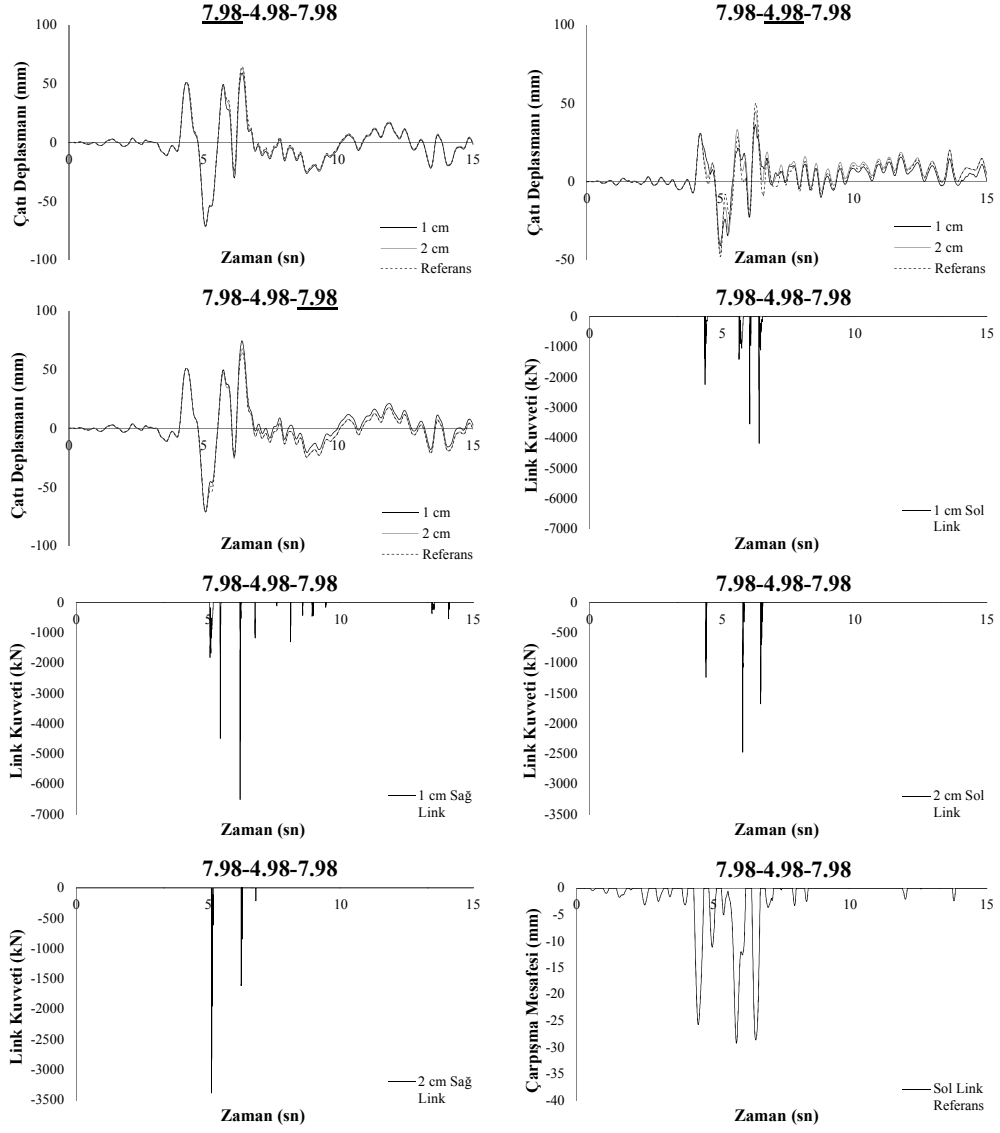
Şekil F. 8:7.98-4.98-7.98 Erz-Ew Analiz Sonuçları

## EK F.8 (devam): 7.98-4.98-7.98 Erz-Ew Analiz Sonuçları



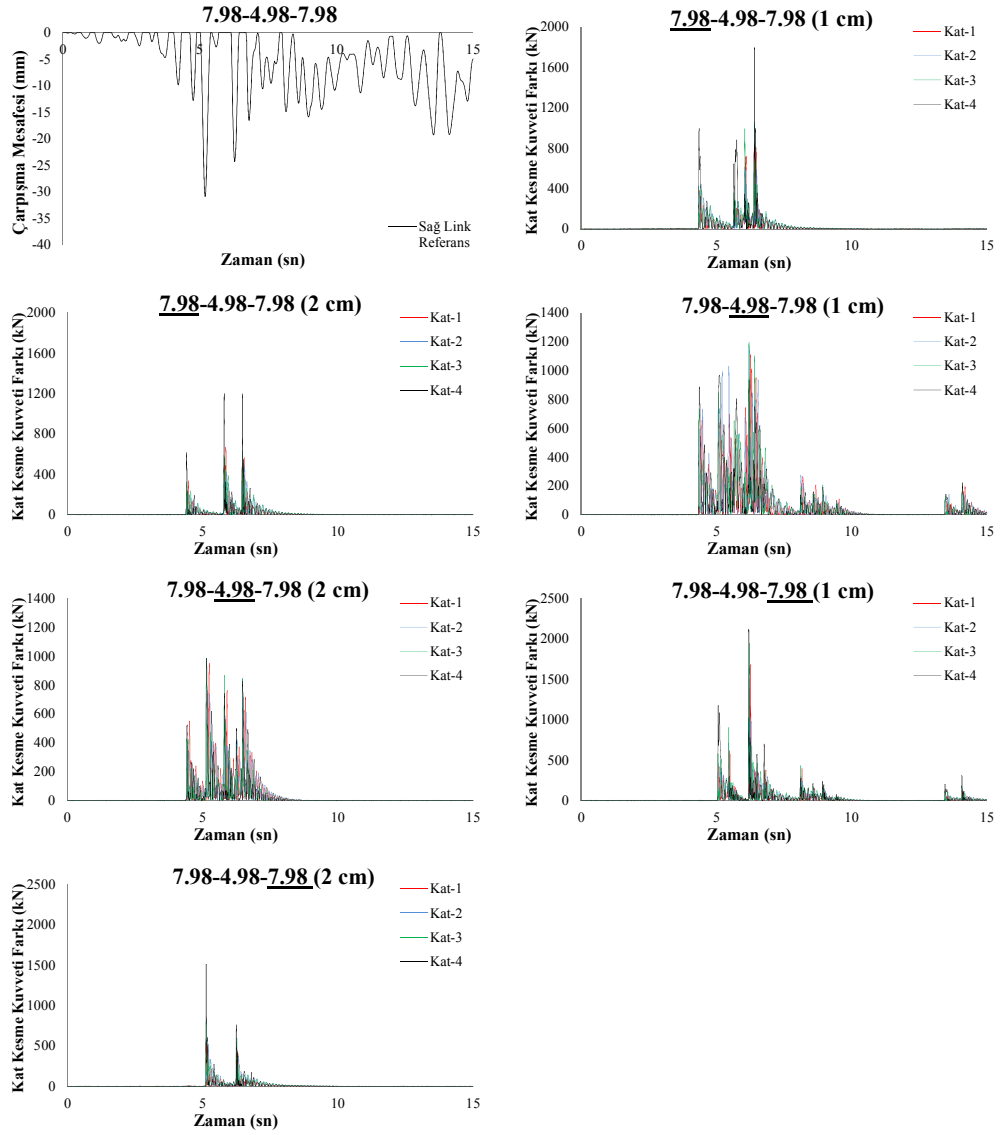
Şekil F.8 (devam): 7.98-4.98-7.98 Erz-Ew Analiz Sonuçları

## EK F.9 7.98-4.98-7.98 Koc-Dzc270 Analiz Sonuçları



Şekil F. 9:7.98-4.98-7.98 Koc-Dzc270 Analiz Sonuçları

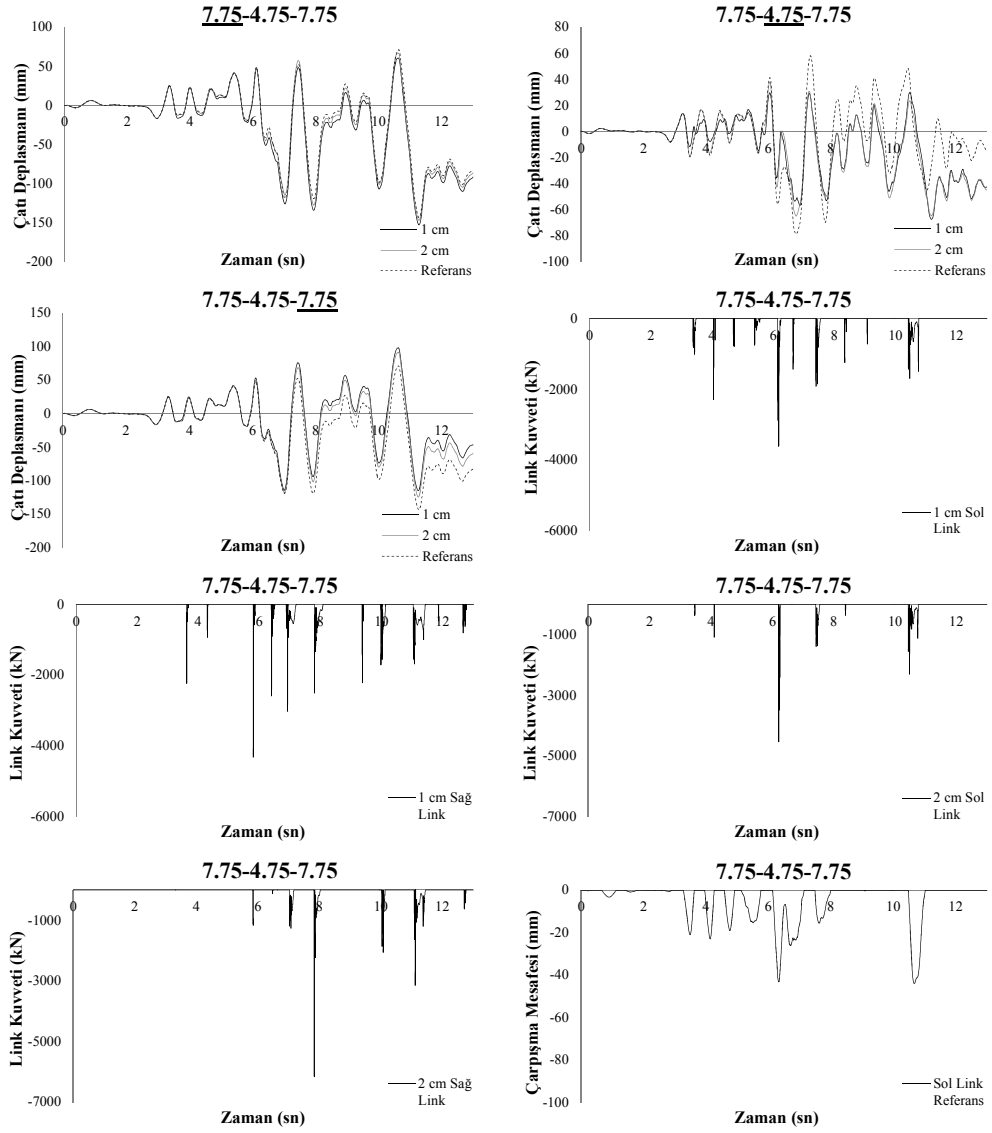
## EK F.9 (devam): 7.98-4.98-7.98 Koc-Dzc270 Analiz Sonuçları



Şekil F.9 (devam): 7.98-4.98-7.98 Koc-Dzc270 Analiz Sonuçları

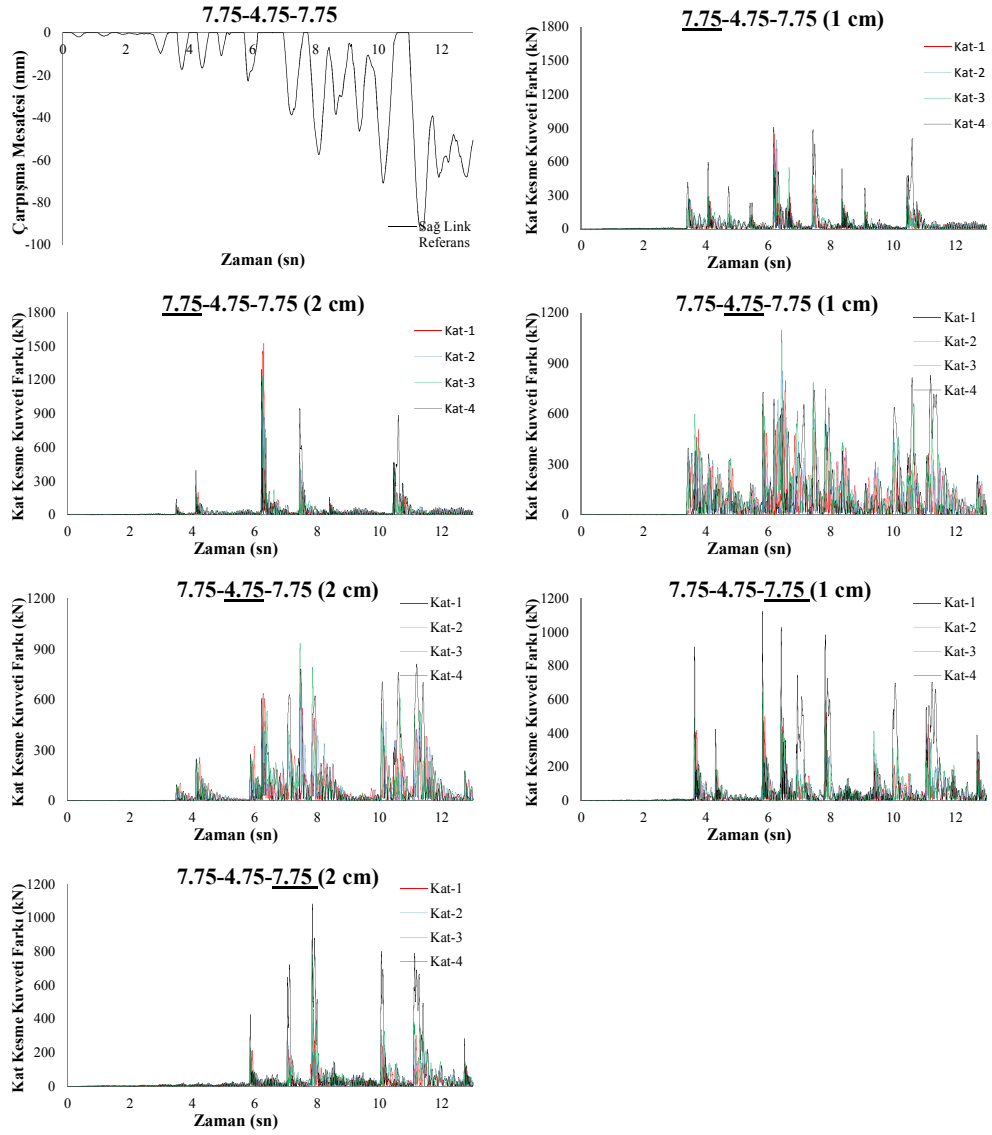


## EK G.1 7.75-4.75-7.75 Gazli-Gaz000 Analiz Sonuçları



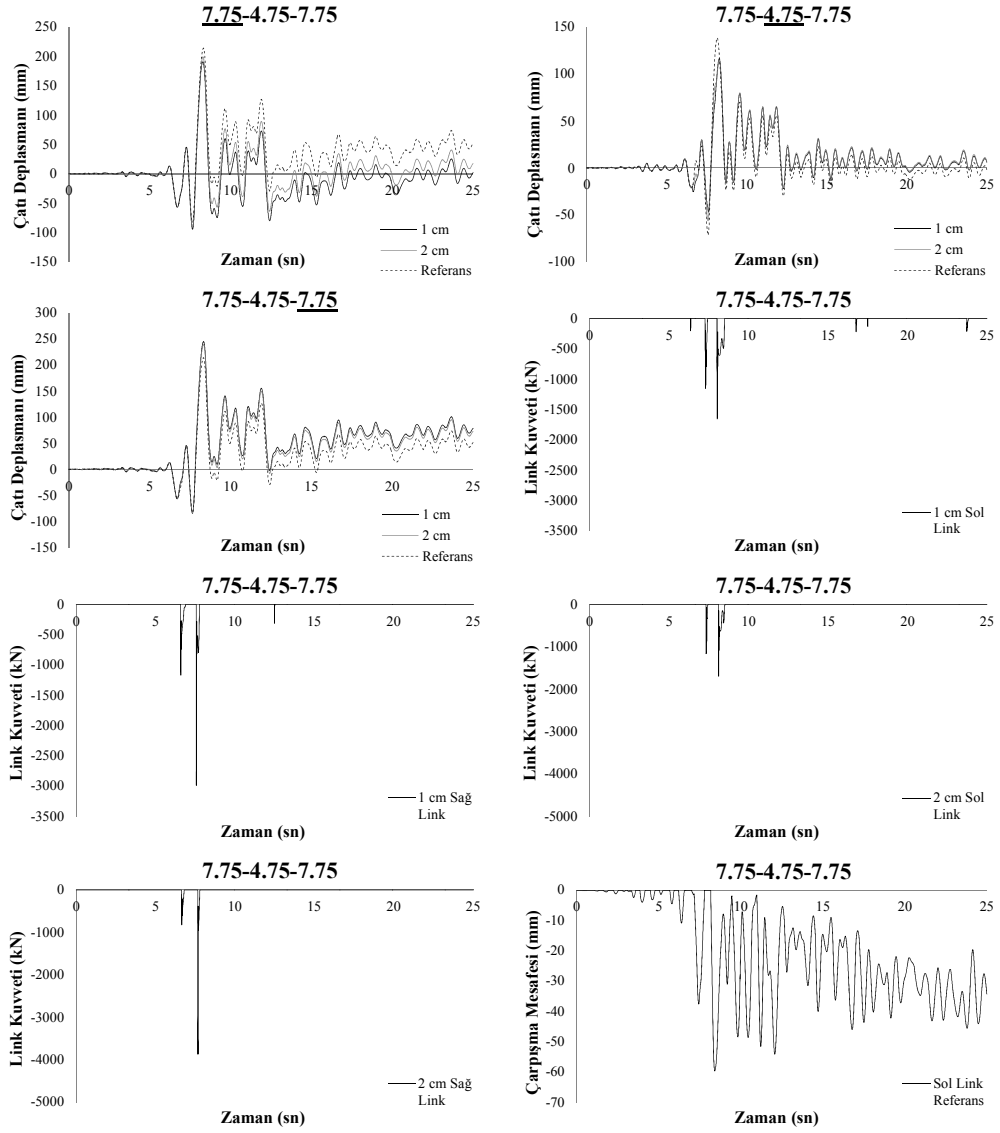
Şekil G. 1:7.75-4.75-7.75 Gazli-Gaz000 Analiz Sonuçları

## EK G.1 (devam): 7.75-4.75-7.75 Gazli-Gaz000 Analiz Sonuçları



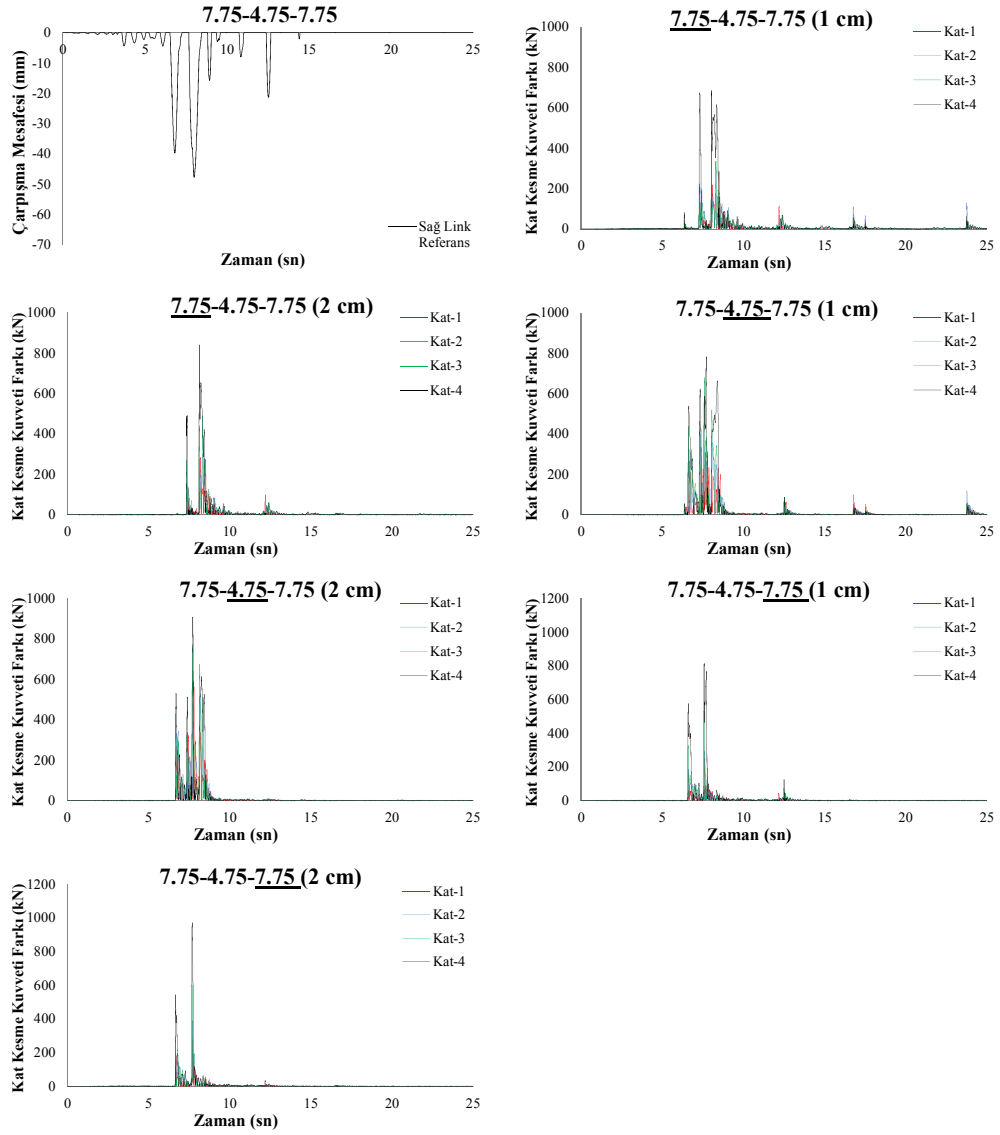
Şekil G.1 (devam): 7.75-4.75-7.75 Gazli-Gaz000 Analiz Sonuçları

## EK G.2 7.75-4.75-7.75 Lomap-Hsp000 Analiz Sonuçları



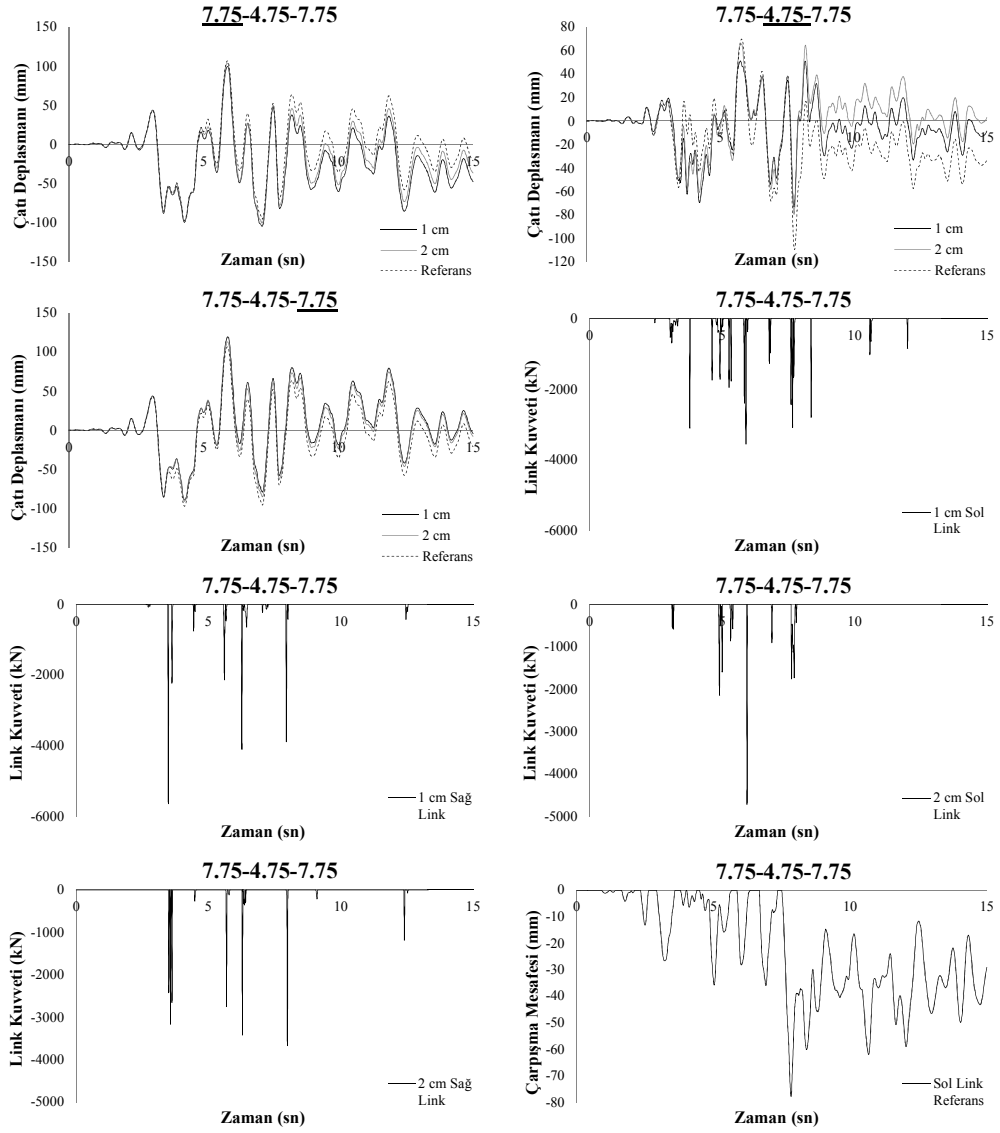
Şekil G. 2:7.75-4.75-7.75 Lomap-Hsp000 Analiz Sonuçları

## EK G.2 (devam): 7.75-4.75-7.75 Lomap-Hsp000 Analiz Sonuçları



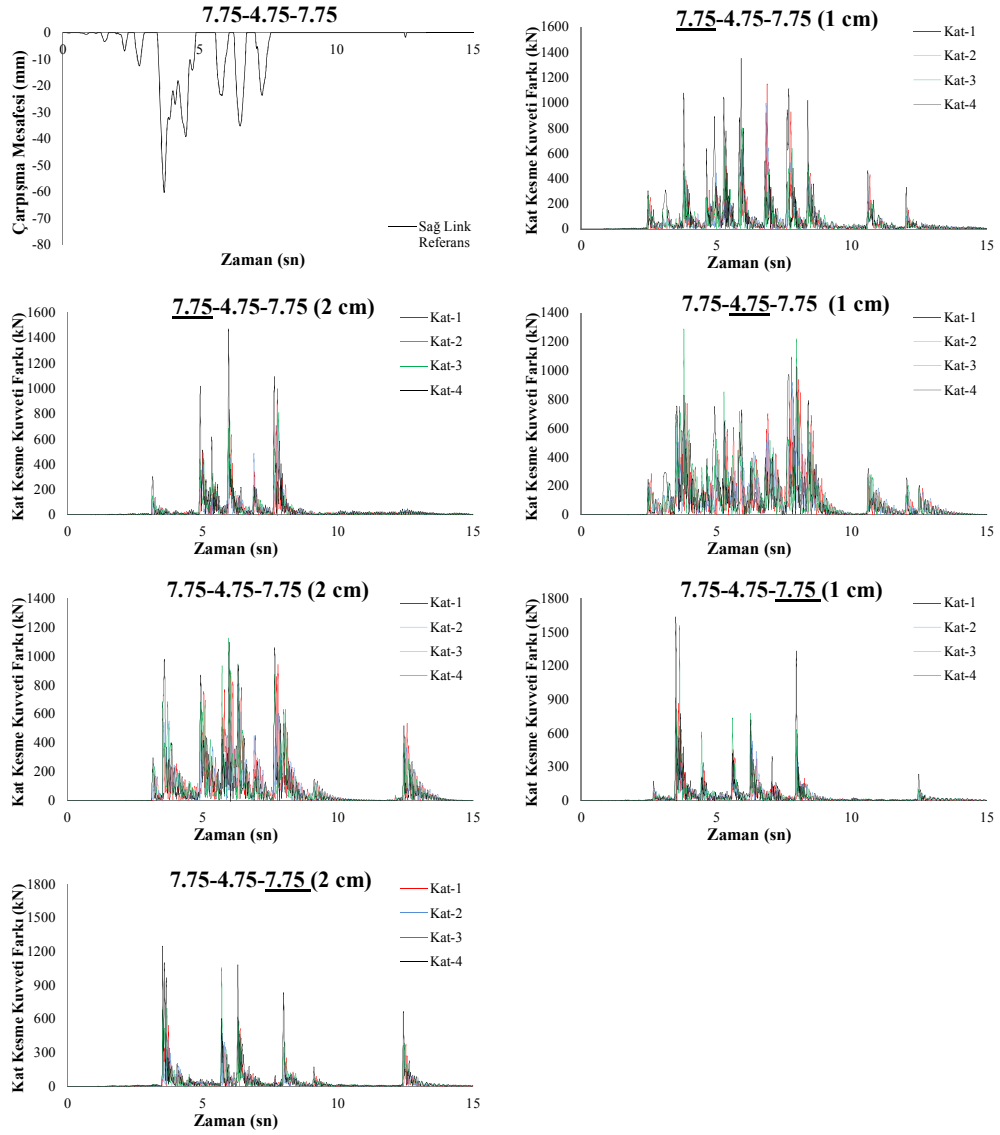
Şekil G.2 (devam): 7.75-4.75-7.75 Lomap-Hsp000 Analiz Sonuçları

### EK G.3 7.75-4.75-7.75 Northr-Spv360 Analiz Sonuçları



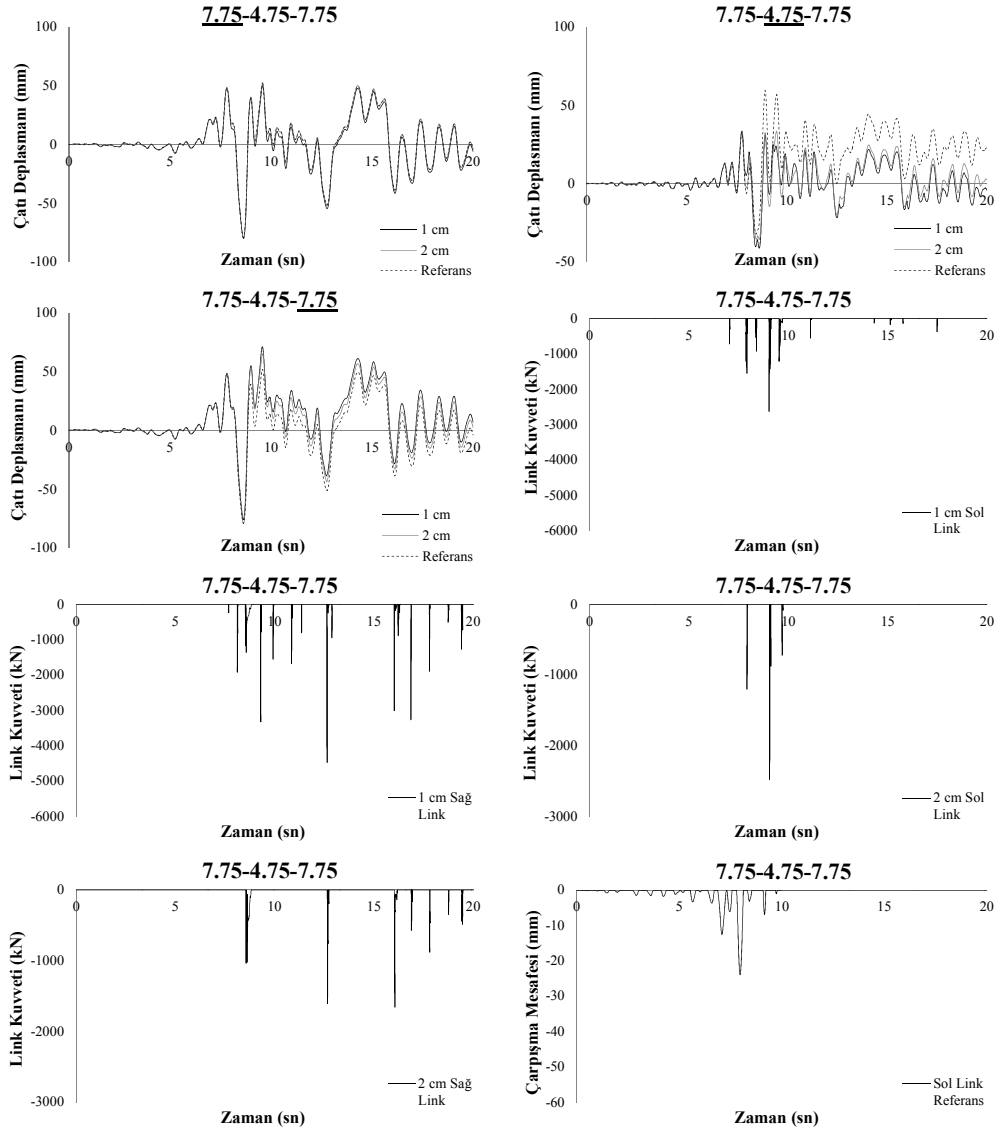
Şekil G. 3:7.75-4.75-7.75 Northr-Spv360 Analiz Sonuçları

### EK G.3 (devam): 7.75-4.75-7.75 Northr-Spv360 Analiz Sonuçları



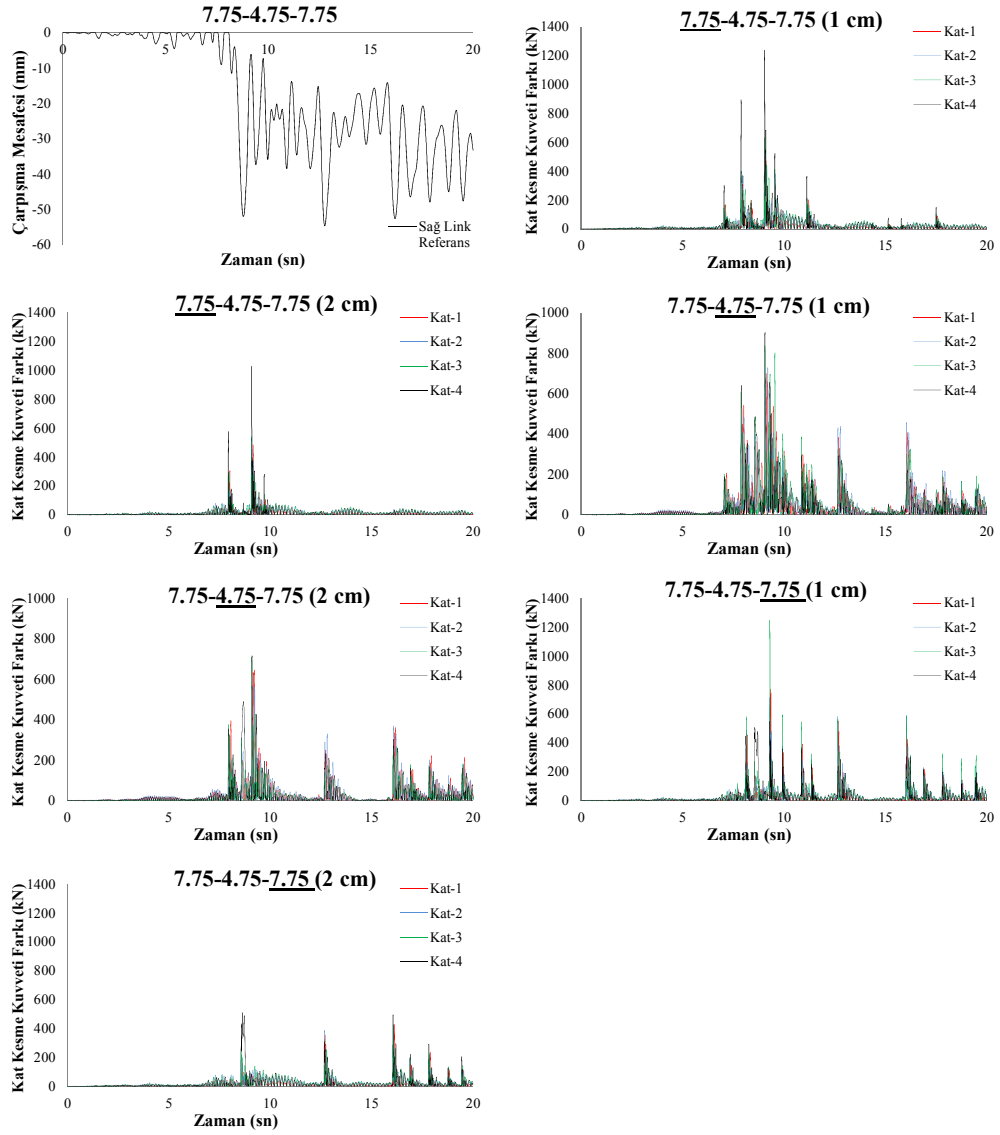
Şekil G.3 (devam): 7.75-4.75-7.75 Northr-Spv360 Analiz Sonuçları

## EK G.4 7.75-4.75-7.75 Kocaeli-Dzc180 Analiz Sonuçları



Şekil G. 4:7.75-4.75-7.75 Kocaeli-Dzc180 Analiz Sonuçları

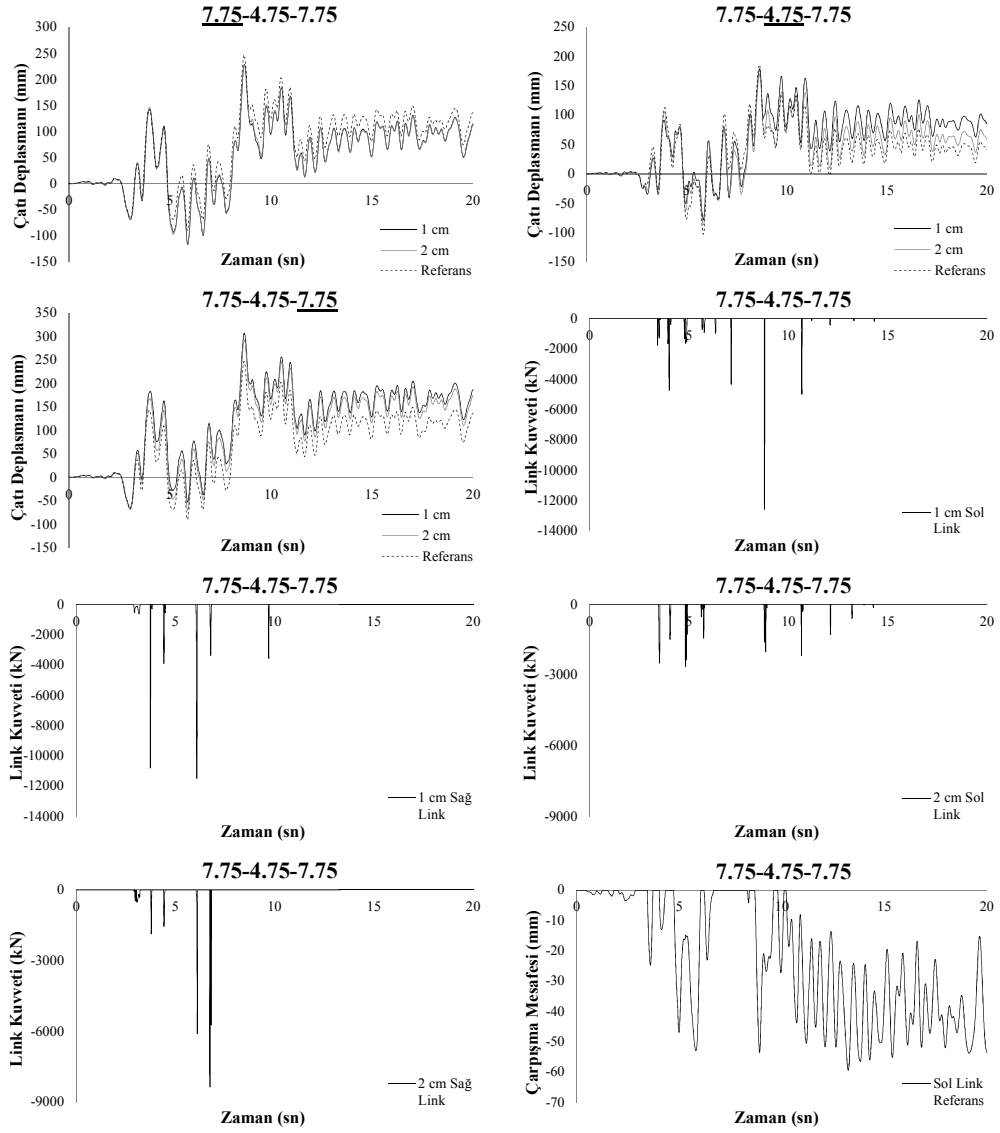
## EK G.4 (devam): 7.75-4.75-7.75 Kocaeli-Dzc180 Analiz Sonuçları



Şekil G.4 (devam): 7.75-4.75-7.75 Kocaeli-Dzc180 Analiz Sonuçları

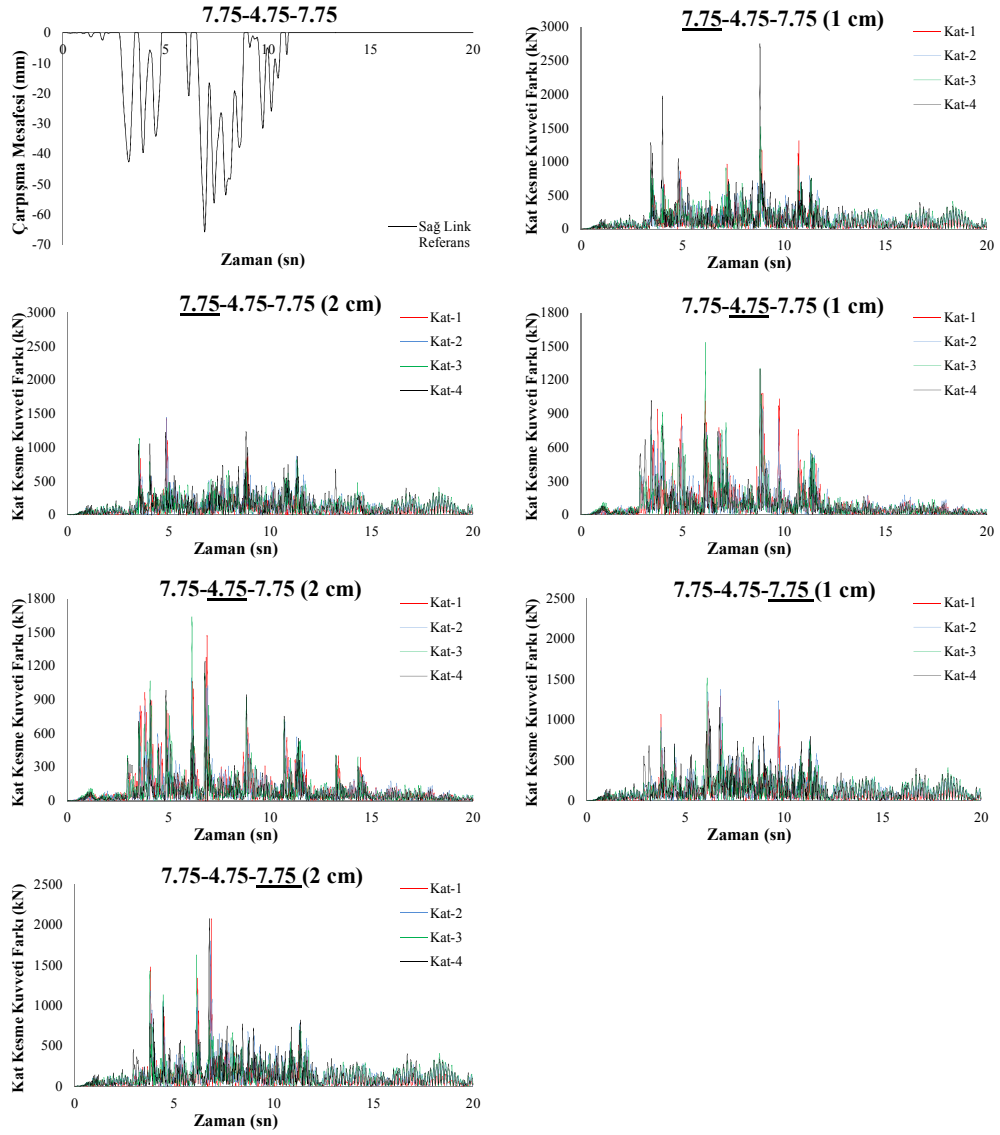


## EK G.5 7.75-4.75-7.75 Northr-Tar360 Analiz Sonuçları



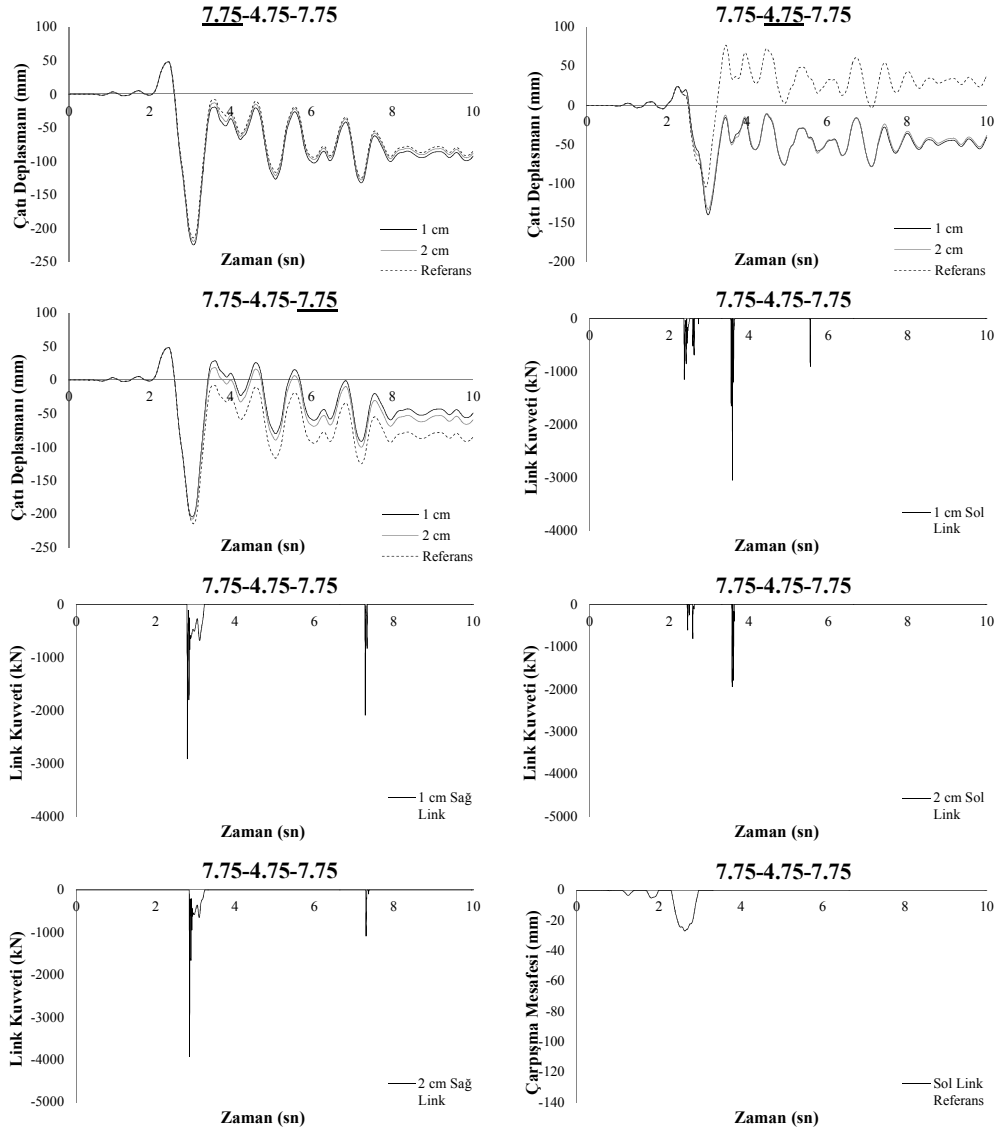
Şekil G. 5:7.75-4.75-7.75 Northr-Tar360 Analiz Sonuçları

## EK G.5 (devam): 7.75-4.75-7.75 Northr-Tar360 Analiz Sonuçları



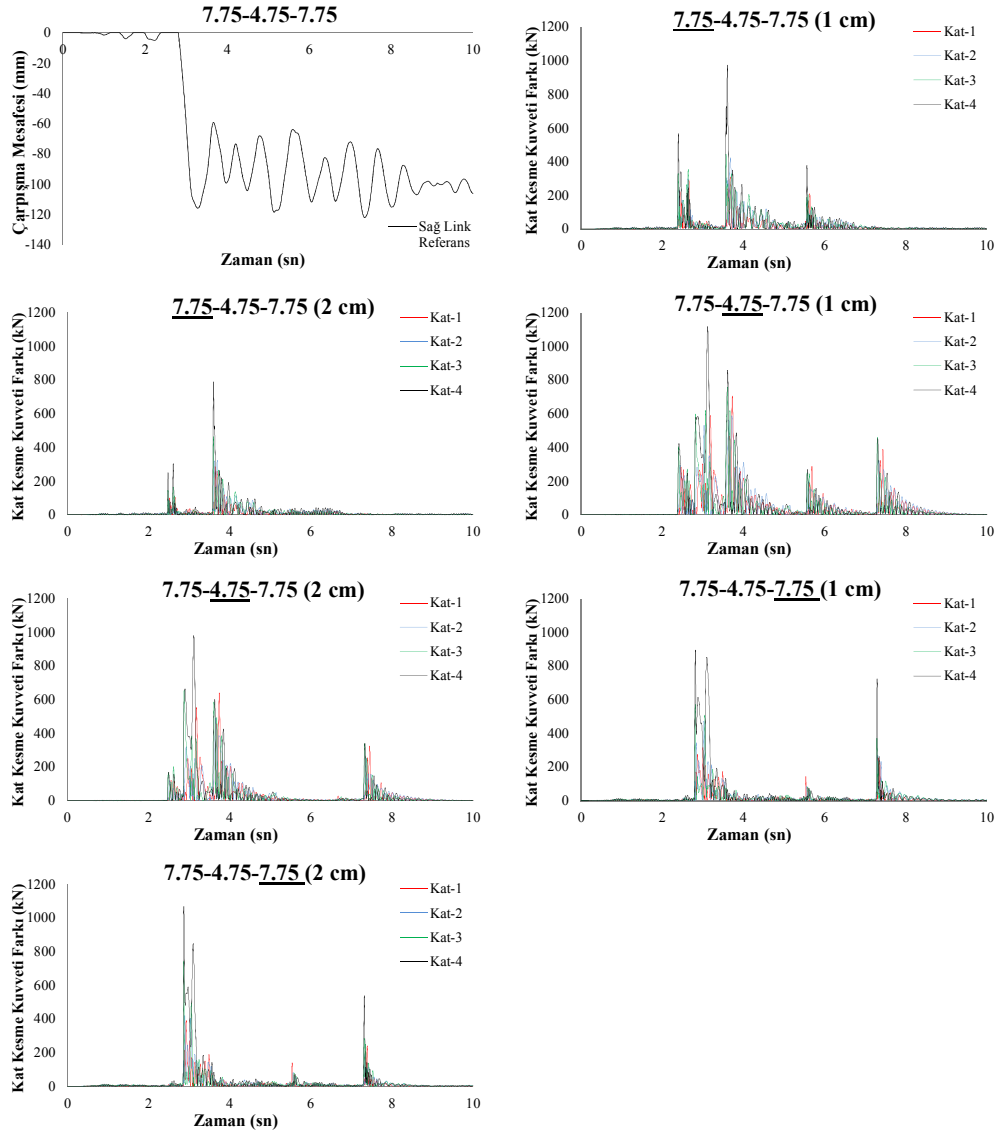
Şekil G.5 (devam): 7.75-4.75-7.75 Northr-Tar360 Analiz Sonuçları

## EK G.6 7.75-4.75-7.75 Palmspr-Nps210 Analiz Sonuçları



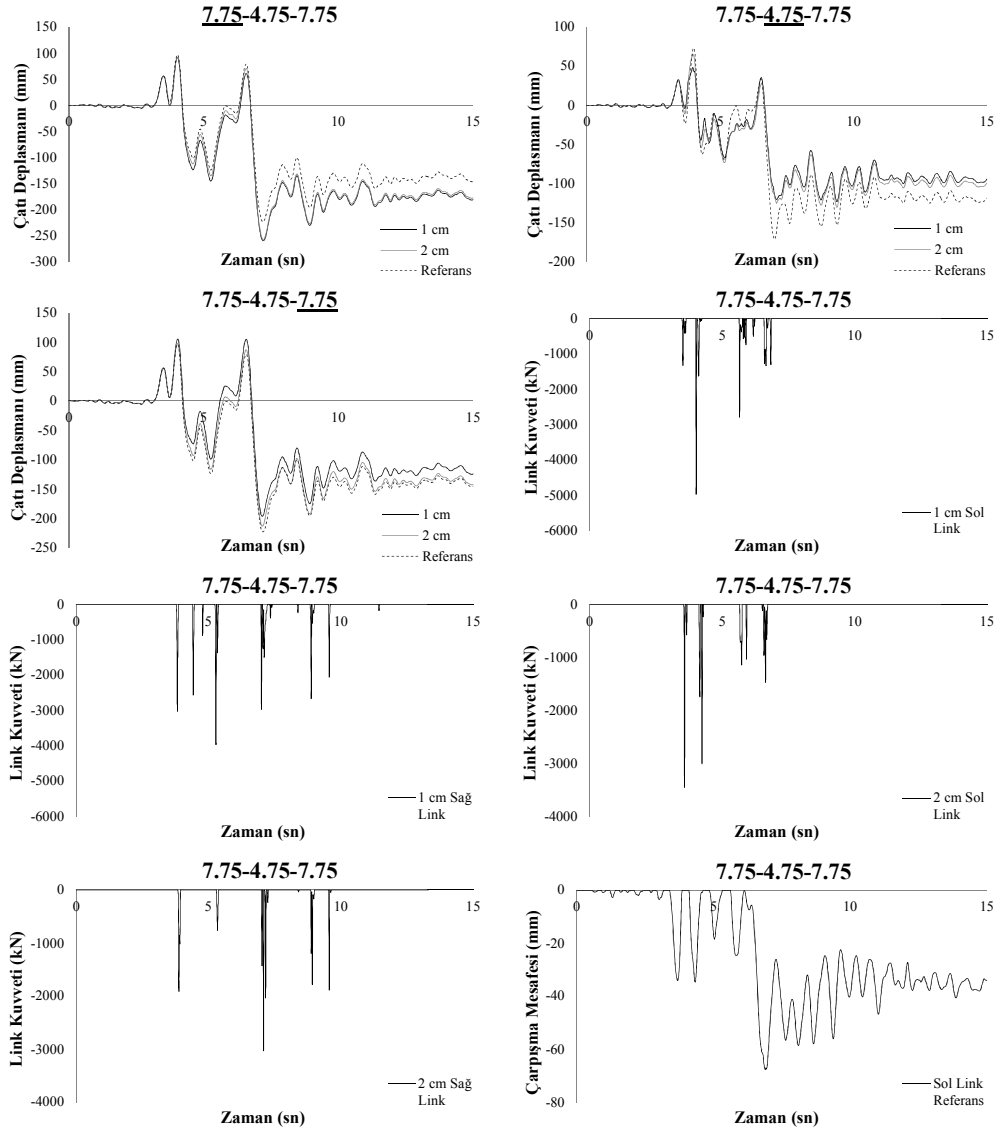
Şekil G. 6:7.75-4.75-7.75 Palmspr-Nps210 Analiz Sonuçları

## EK G.6 (devam): 7.75-4.75-7.75 Palmspr-Nps210 Analiz Sonuçları



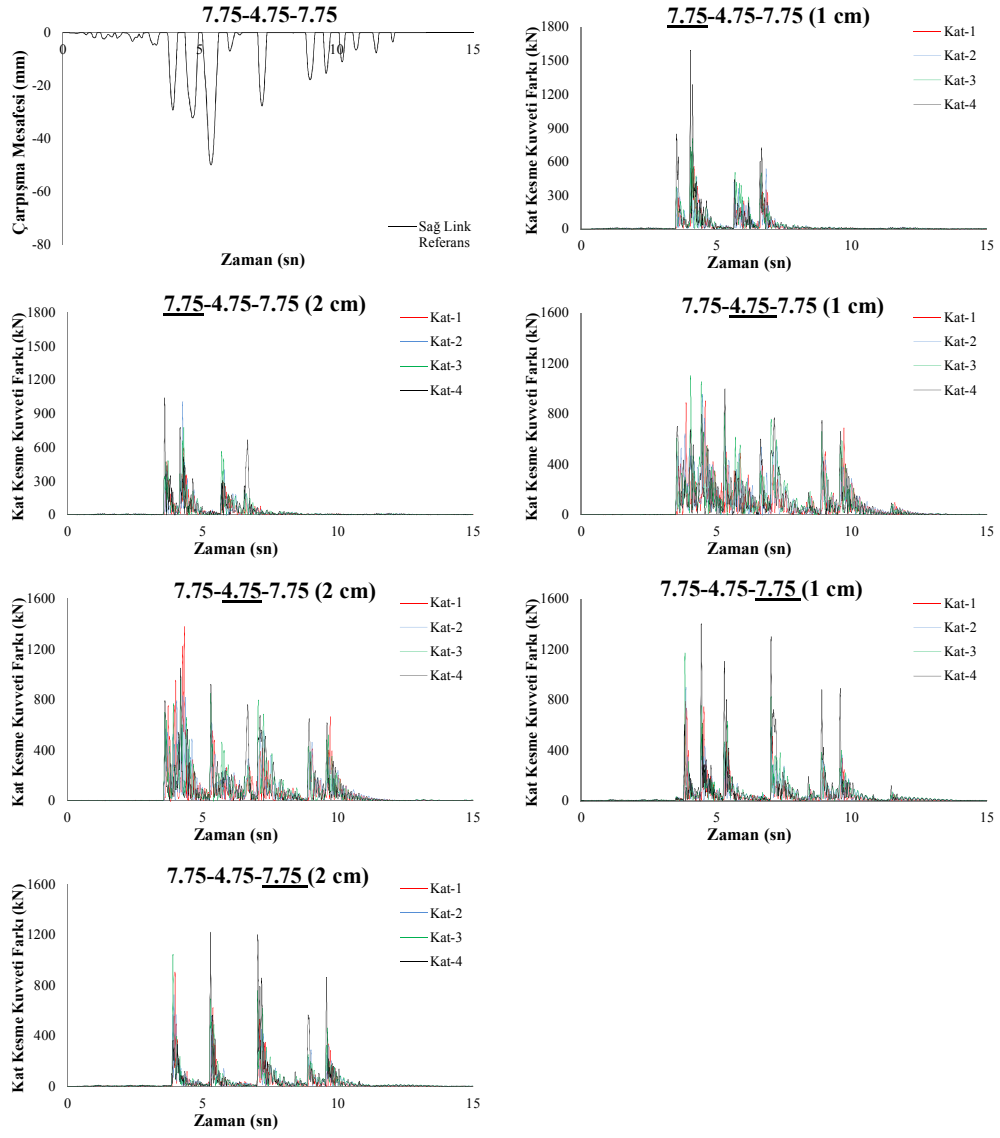
Şekil G.6 (devam): 7.75-4.75-7.75 Palmspr-Nps210 Analiz Sonuçları

## EK G.7 7.75-4.75-7.75 Northr-Syl090 Analiz Sonuçları



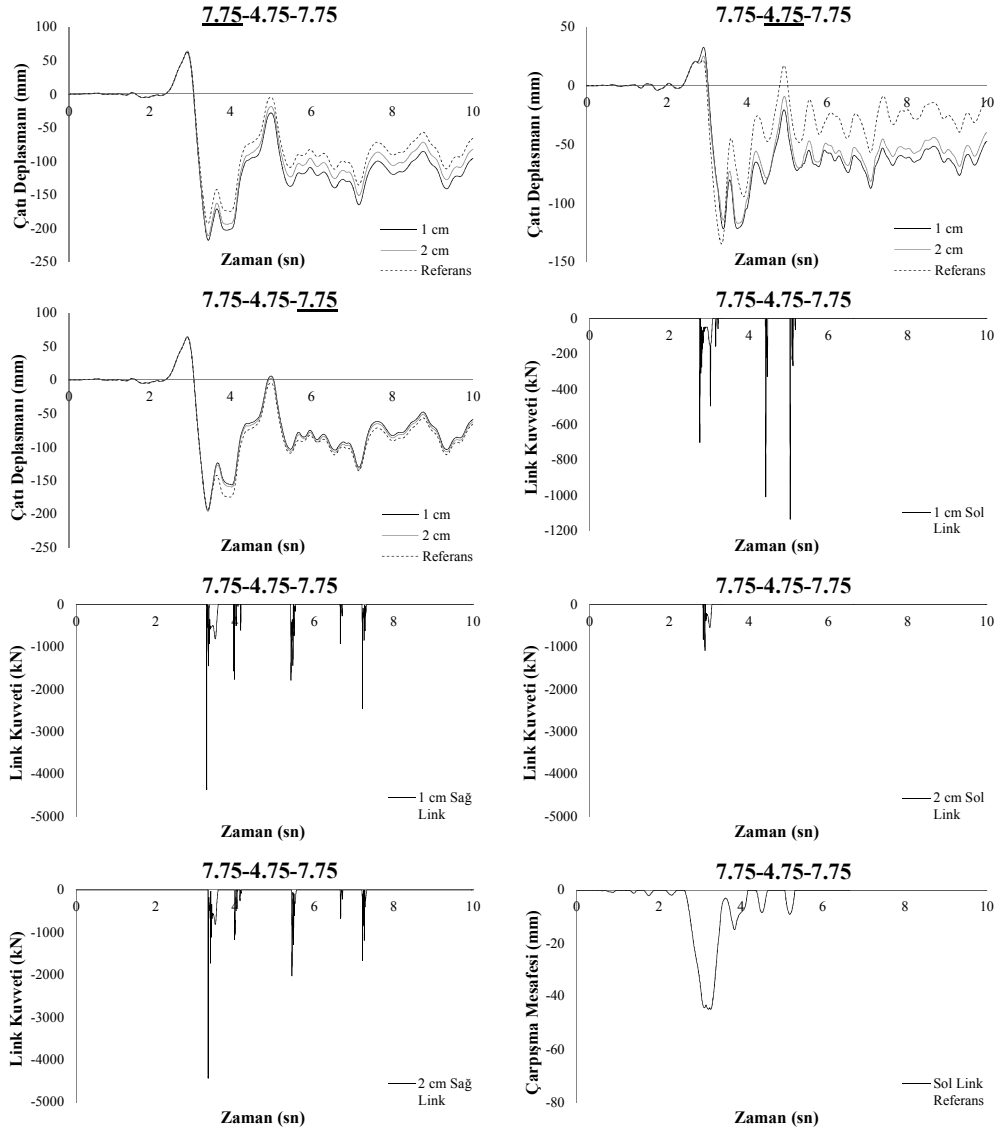
Şekil G. 7:7.75-4.75-7.75 Northr-Syl090 Analiz Sonuçları

## EK G.7 (devam): 7.75-4.75-7.75 Northr-Syl090 Analiz Sonuçları



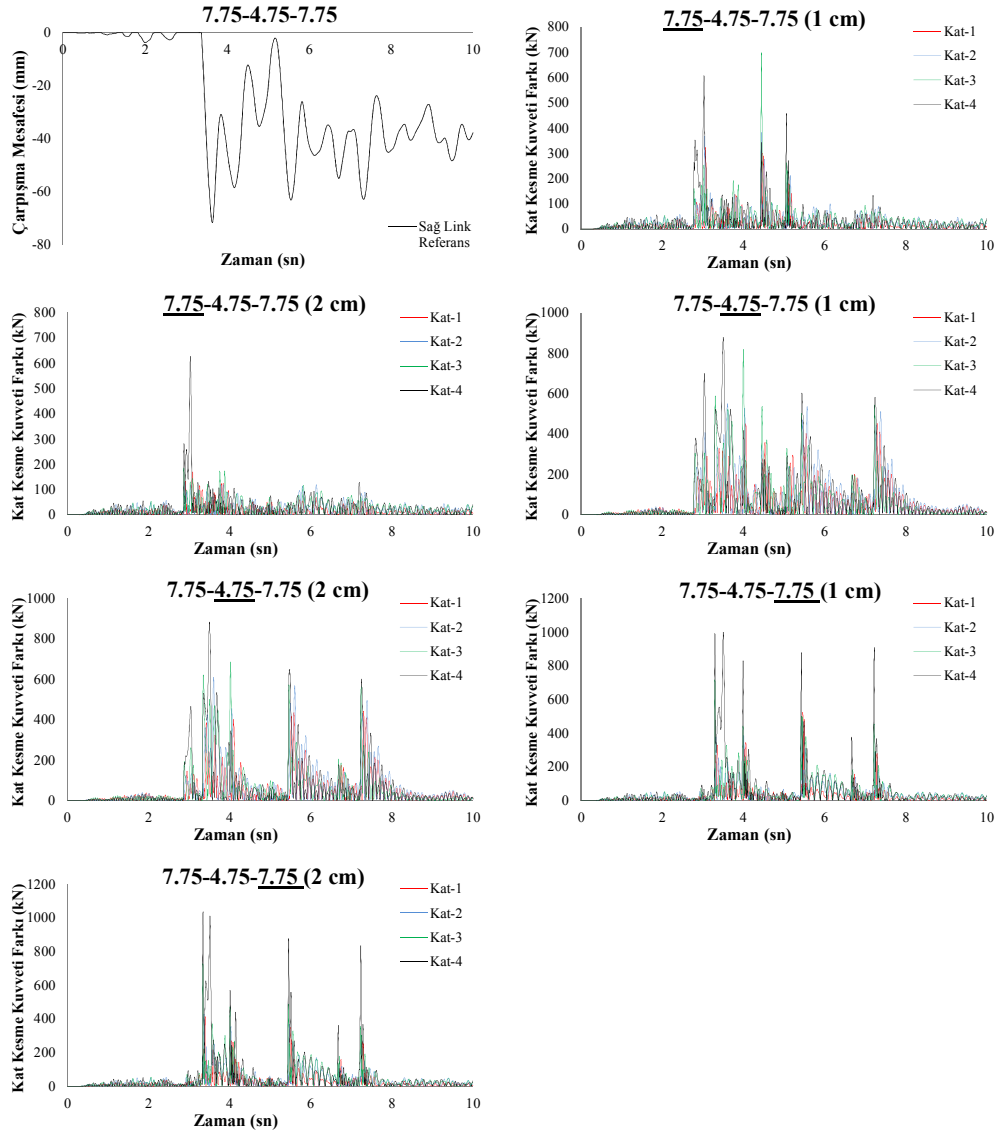
Şekil G.7 (devam): 7.75-4.75-7.75 Northr-Syl090 Analiz Sonuçları

## EK G.8 7.75-4.75-7.75 Erz-Ew Analiz Sonuçları



Şekil G. 8:7.75-4.75-7.75 Erz-Ew Analiz Sonuçları

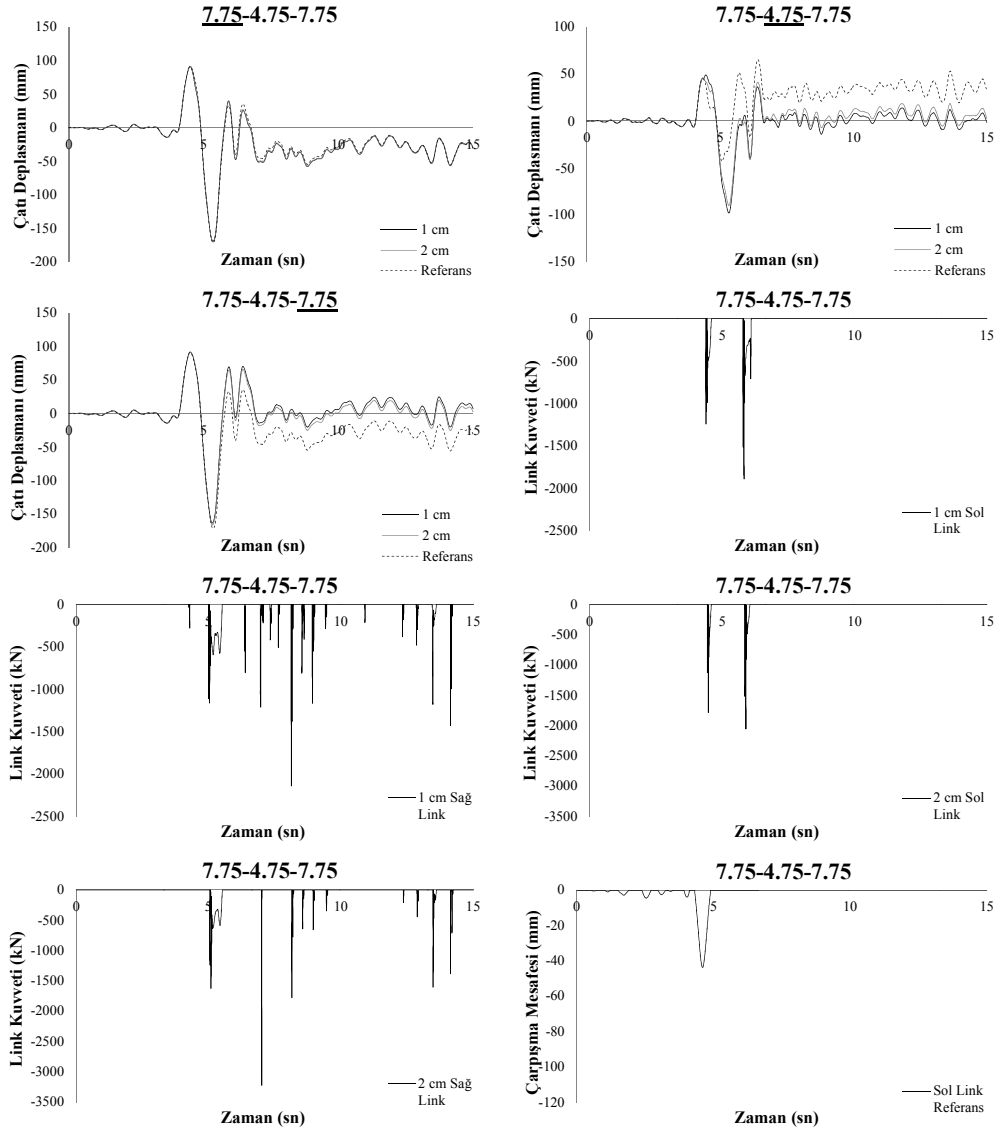
## EK G.8 (devam): 7.75-4.75-7.75 Erz-Ew Analiz Sonuçları



Şekil G.8 (devam): 7.75-4.75-7.75 Erz-Ew Analiz Sonuçları

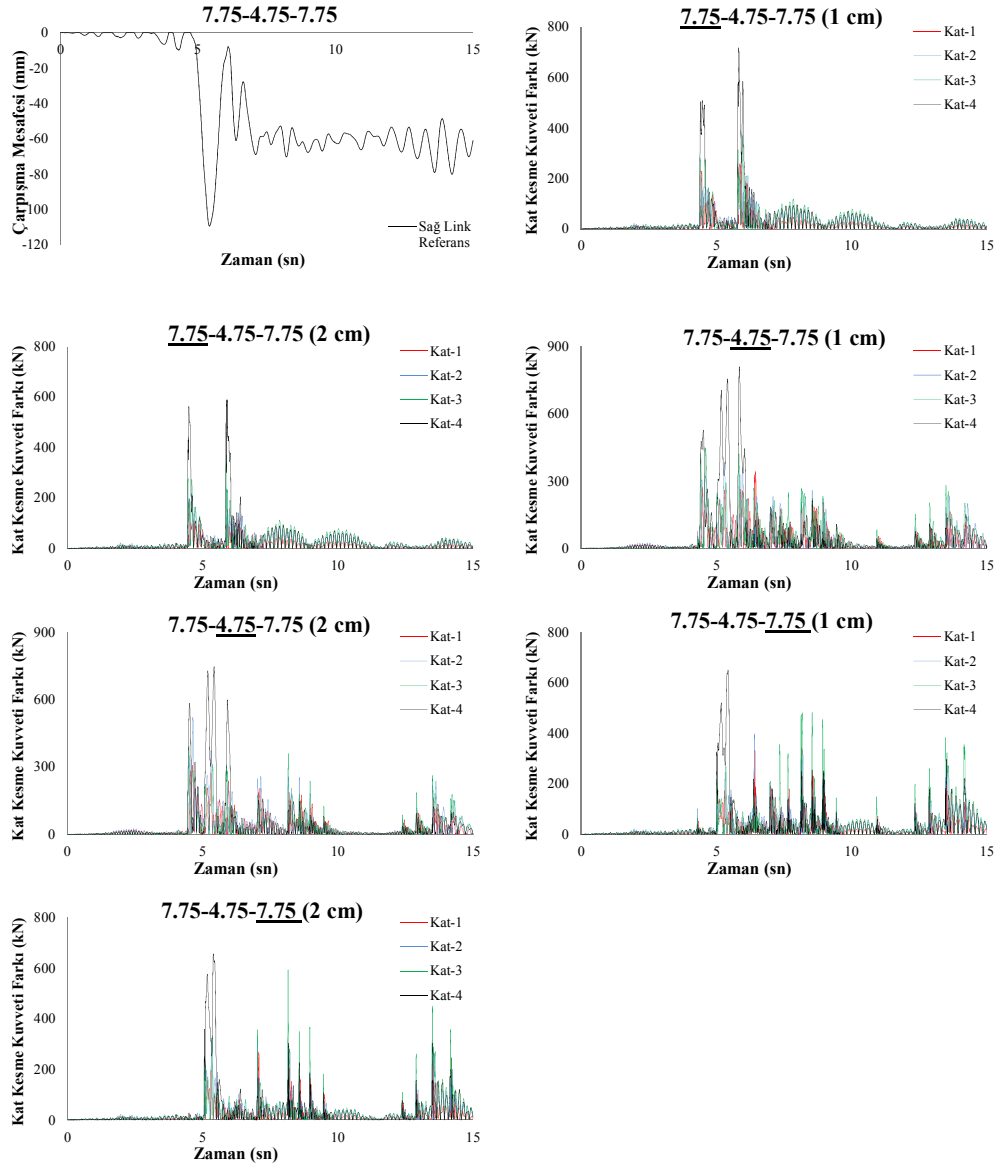


## EK G.9 7.75-4.75-7.75 Koc-Dzc270 Analiz Sonuçları



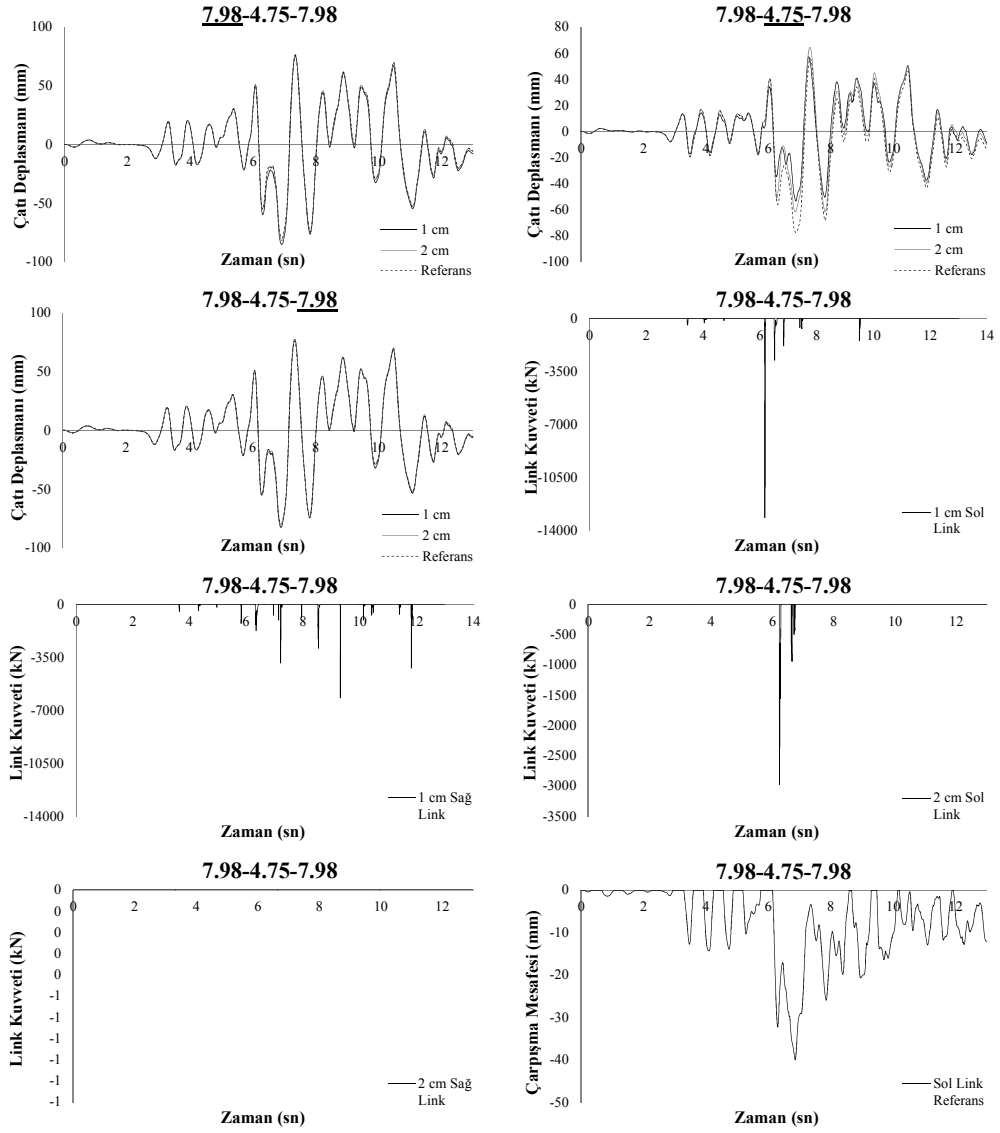
Şekil G. 9:7.75-4.75-7.75 Koc-Dzc270 Analiz Sonuçları

## EK G.9 (devam): 7.75-4.75-7.75 Koc-Dzc270 Analiz Sonuçları



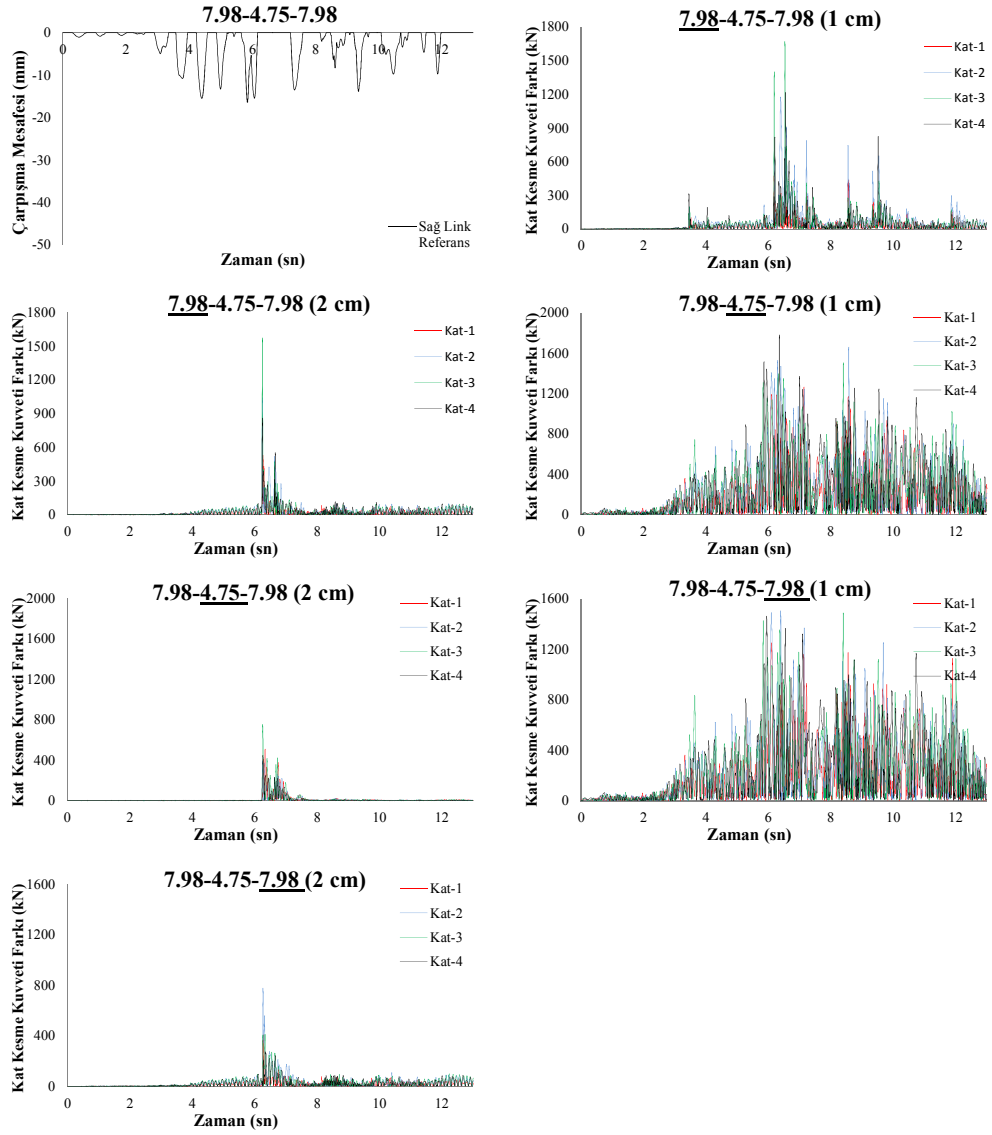
Şekil G.9 (devam): 7.75-4.75-7.75 Koc-Dzc270 Analiz Sonuçları

## EK H.1 7.98-4.75-7.98 Gazli-Gaz000 Analiz Sonuçları



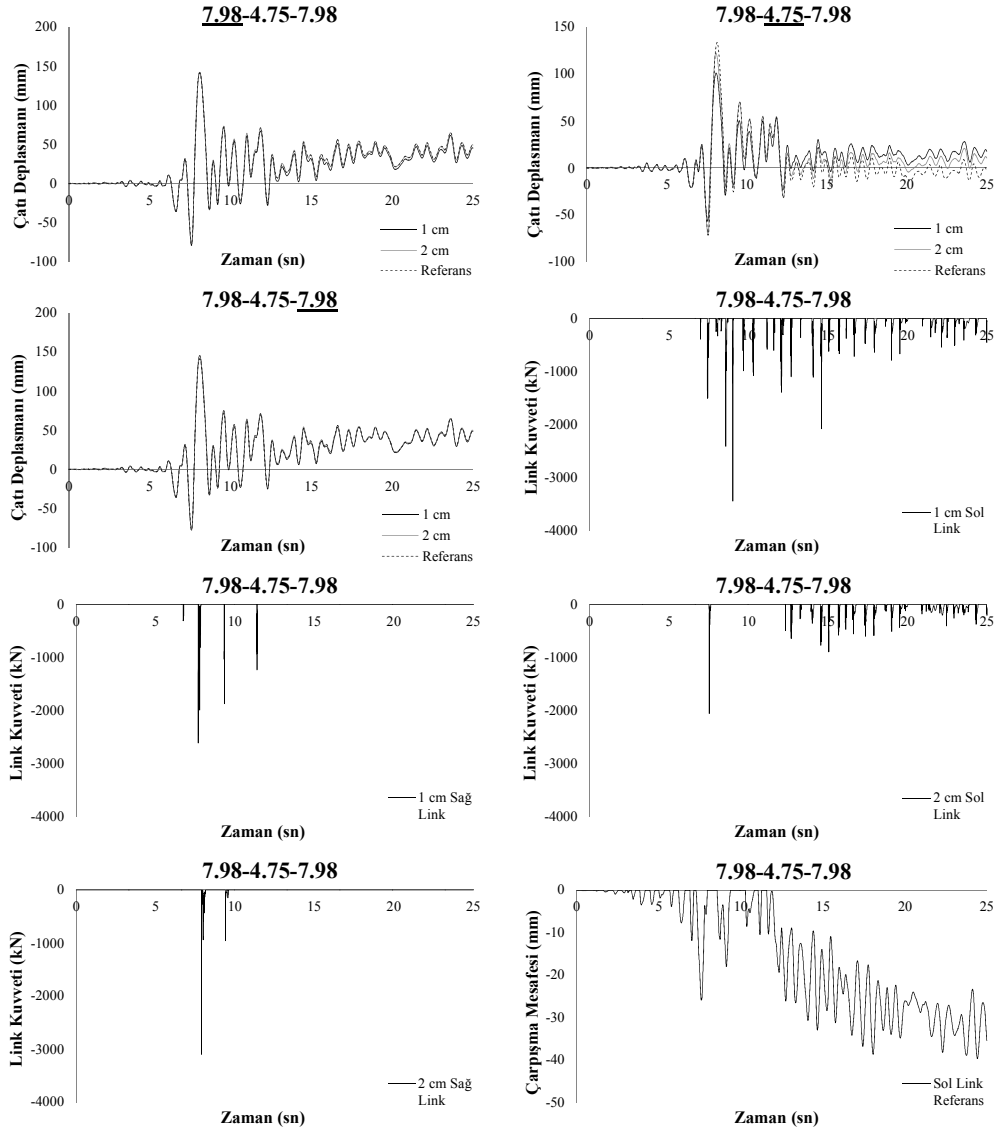
Şekil H. 1:7.98-4.75-7.98 Gazli-Gaz000 Analiz Sonuçları

## EK H.1 (devam): 7.98-4.75-7.98 Gazli-Gaz000 Analiz Sonuçları



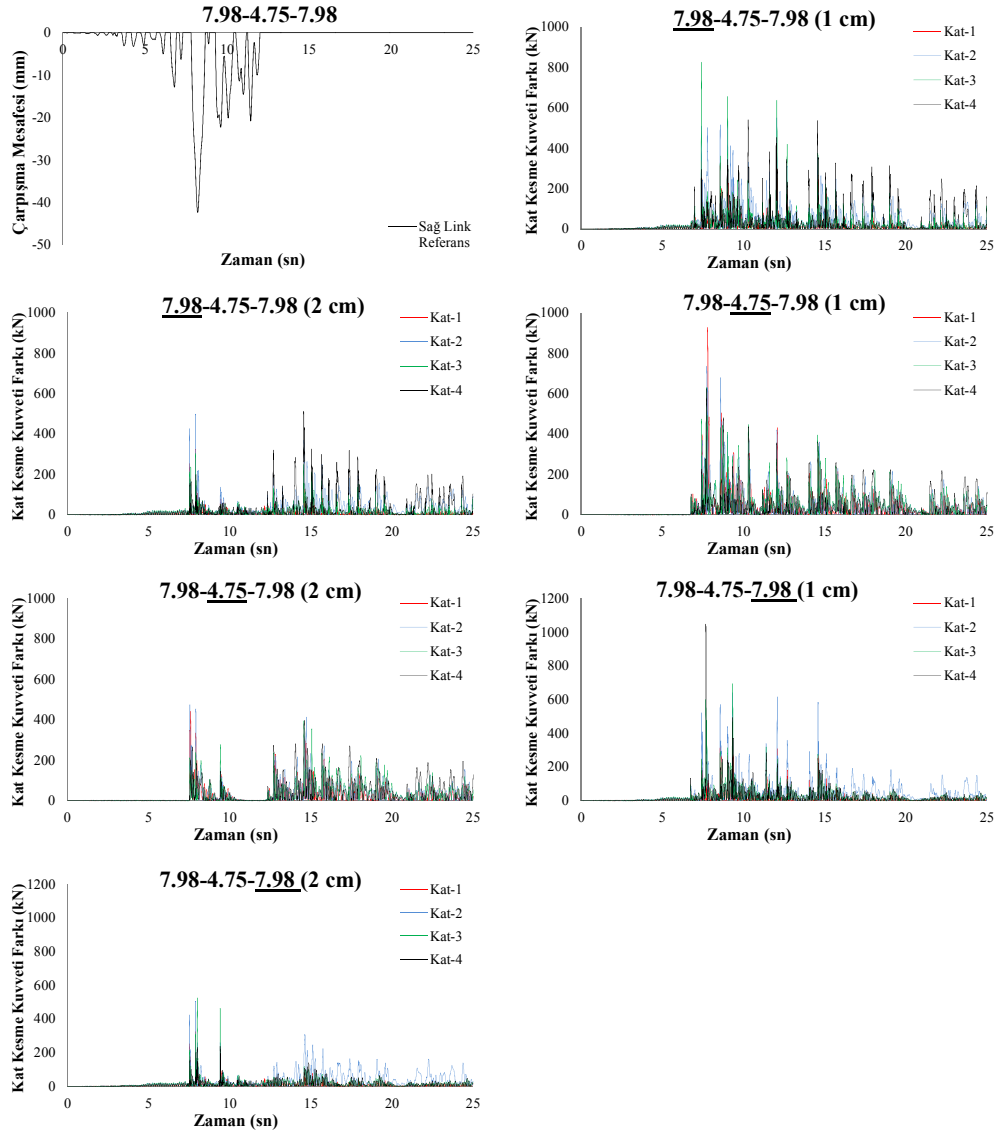
Şekil H.1 (devam): 7.98-4.75-7.98 Gazli-Gaz000 Analiz Sonuçları

## EK H.2 7.98-4.75-7.98 Lomap-Hsp000 Analiz Sonuçları



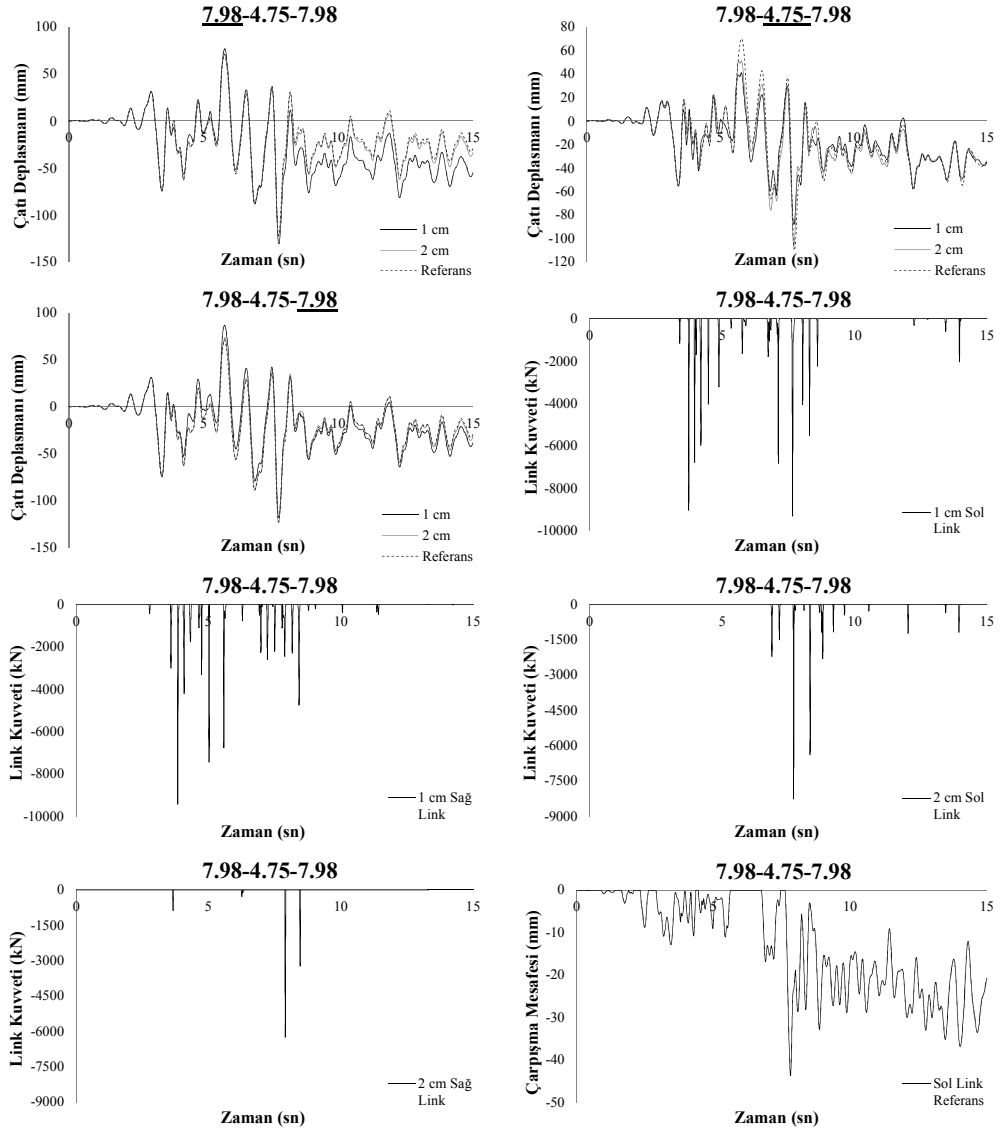
Şekil H. 2:7.98-4.75-7.98 Lomap-Hsp000 Analiz Sonuçları

## EK H.2 (devam): 7.98-4.75-7.98 Lomap-Hsp000 Analiz Sonuçları



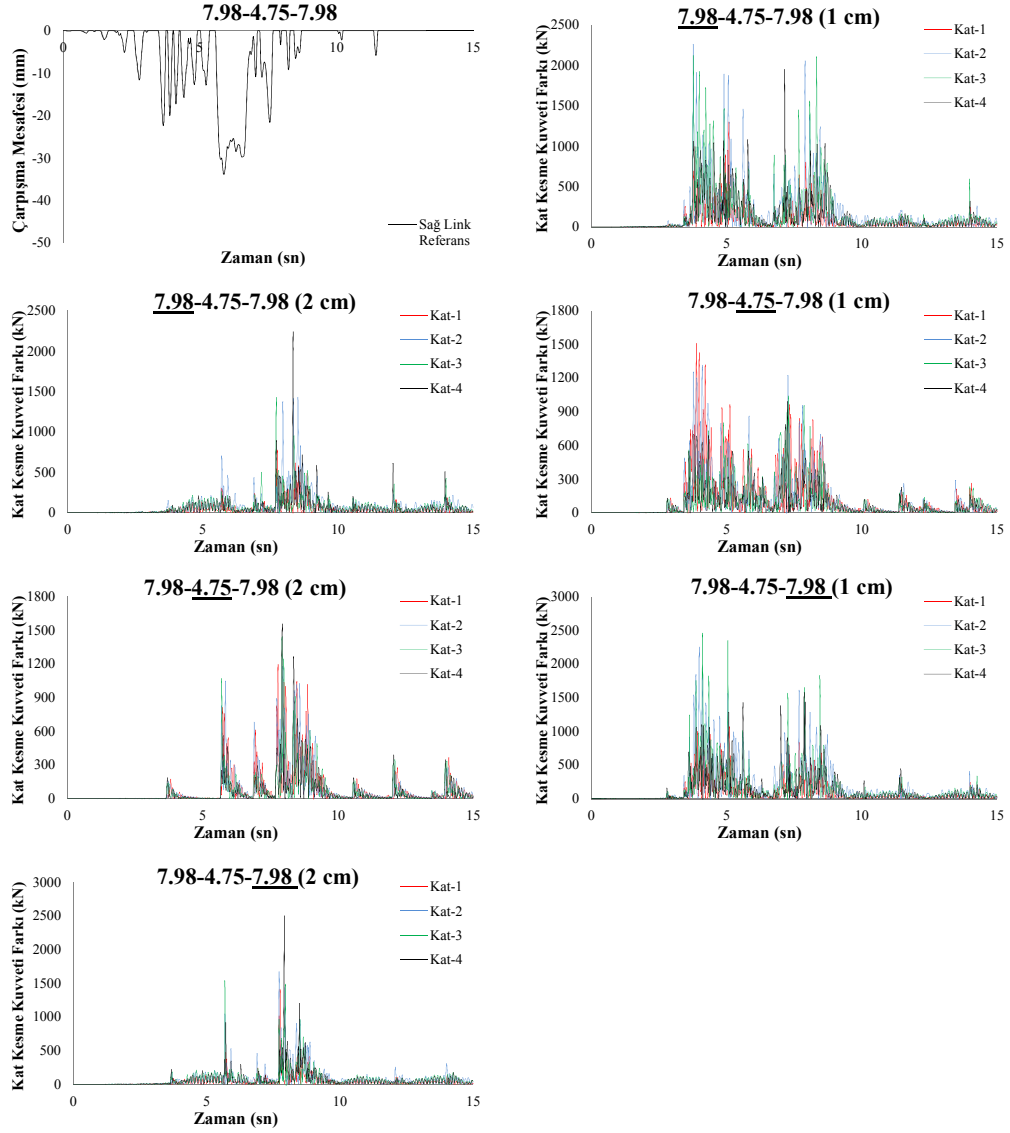
Şekil H.2 (devam): 7.98-4.75-7.98 Lomap-Hsp000 Analiz Sonuçları

### EK H.3 7.98-4.75-7.98 Northr-Spv360 Analiz Sonuçları



Şekil H. 3:7.98-4.75-7.98 Northr-Spv360 Analiz Sonuçları

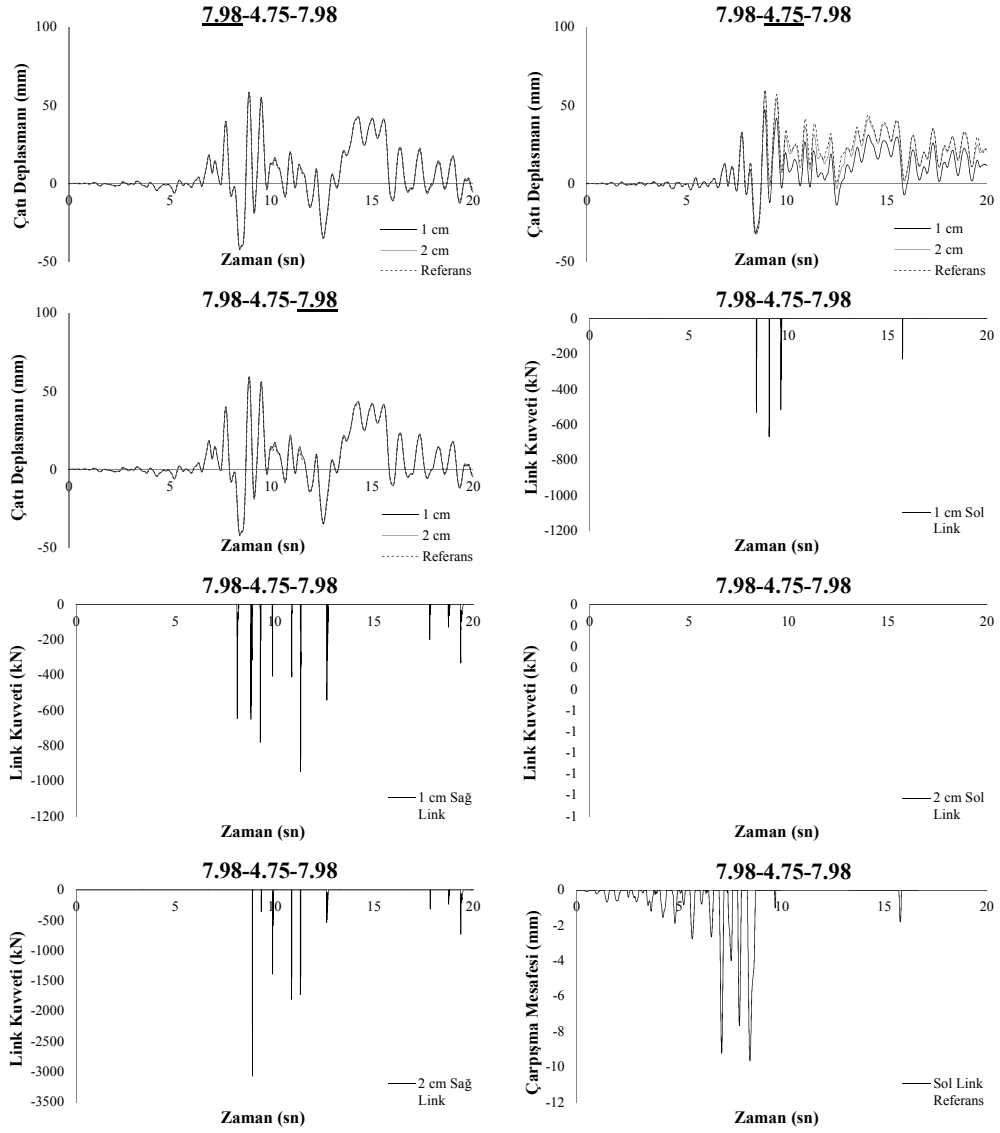
### EK H.3 (devam): 7.98-4.75-7.98 Northr-Spv360 Analiz Sonuçları



Şekil H.3 (devam): 7.98-4.75-7.98 Northr-Spv360 Analiz Sonuçları

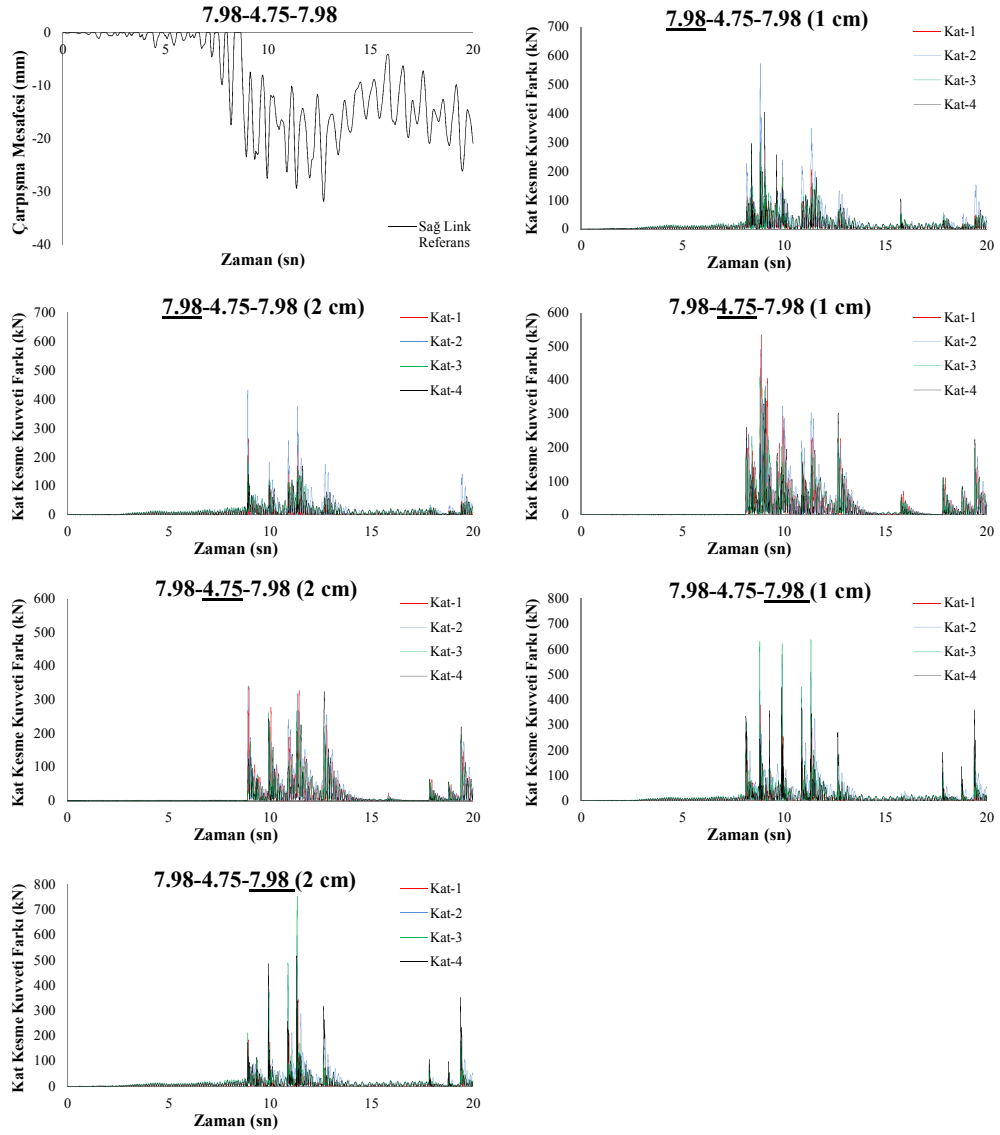


## EK H.4 7.98-4.75-7.98 Kocaeli-Dzc180 Analiz Sonuçları



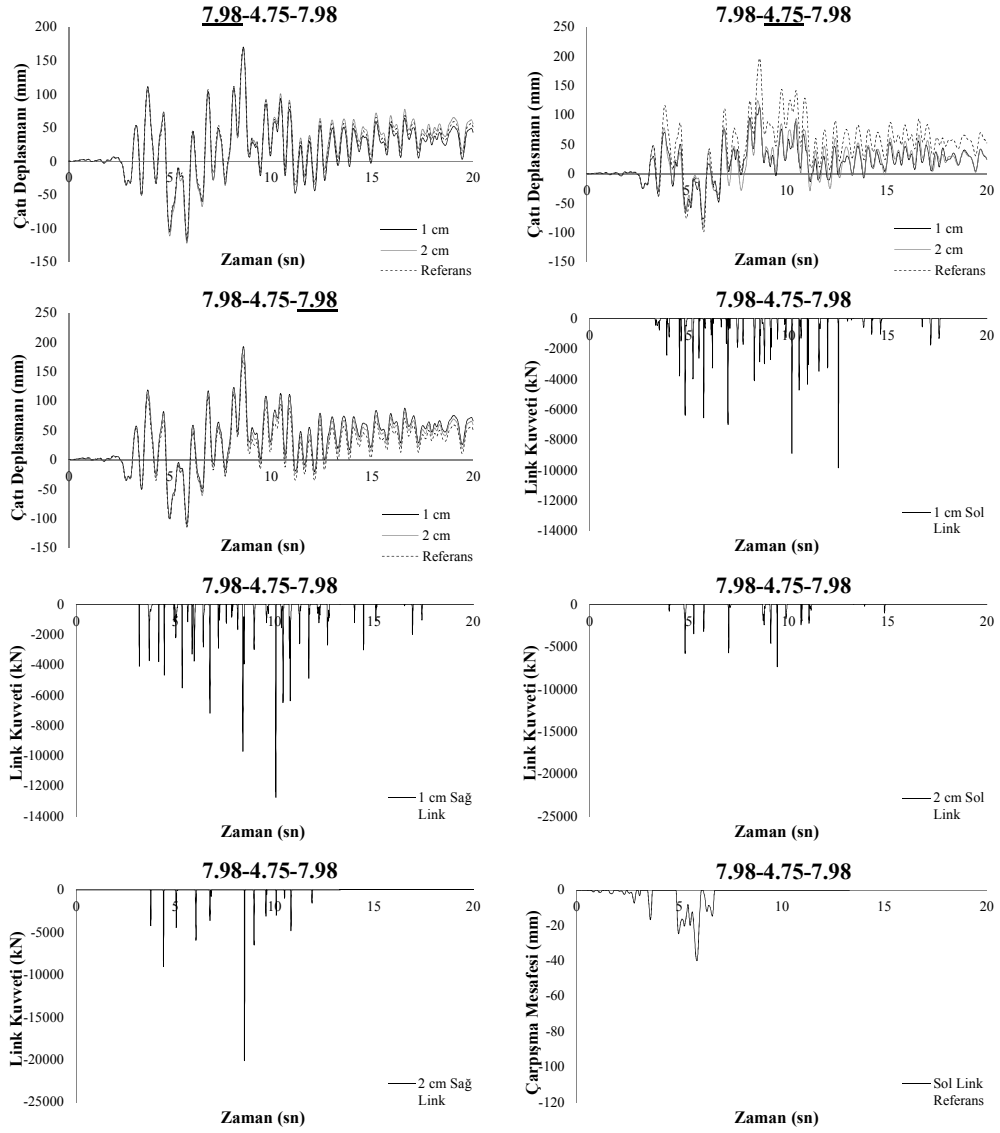
Şekil H. 4:7.98-4.75-7.98 Kocaeli-Dzc180 Analiz Sonuçları

#### EK H.4 (devam): 7.98-4.75-7.98 Kocaeli-Dzc180 Analiz Sonuçları



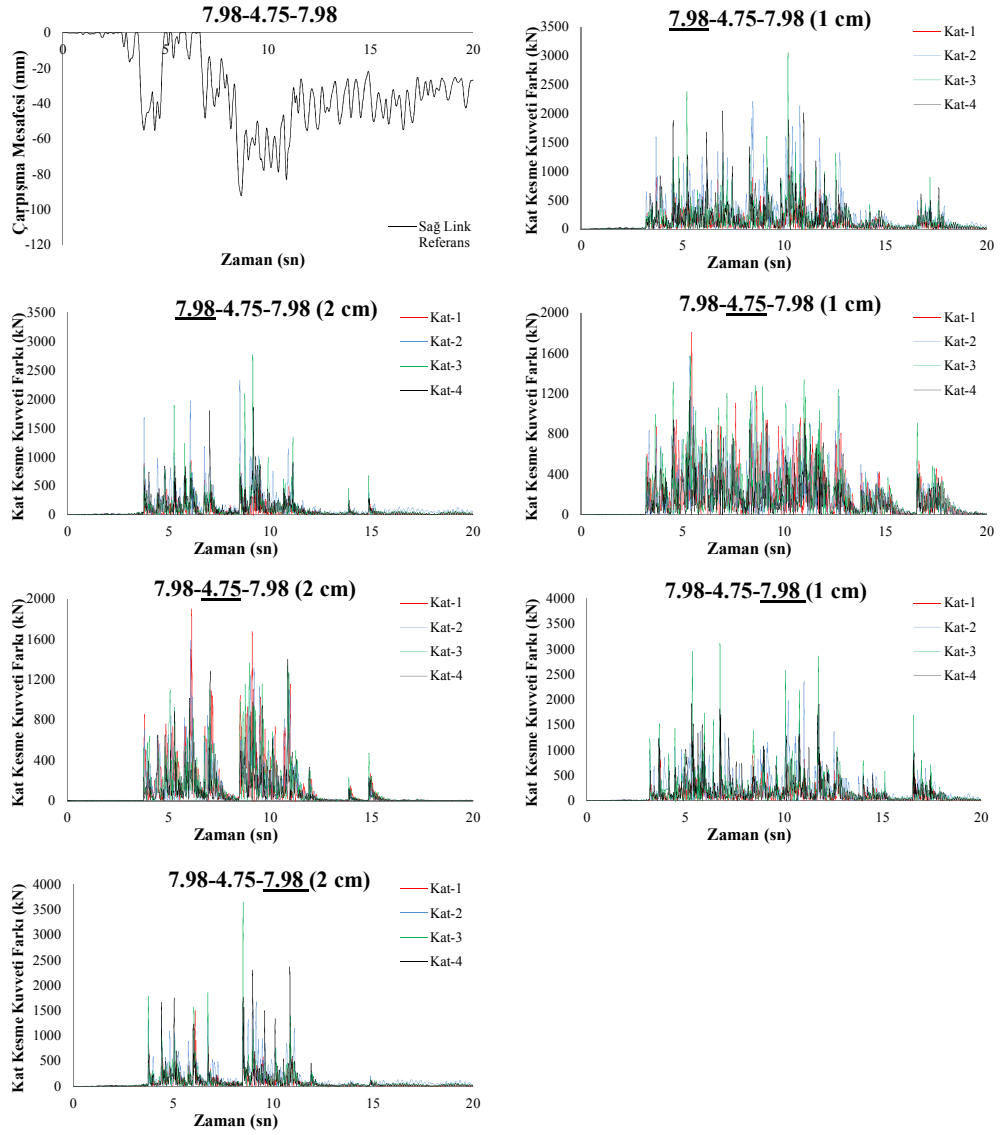
Şekil H.4 (devam): 7.98-4.75-7.98 Kocaeli-Dzc180 Analiz Sonuçları

## EK H.5 7.98-4.75-7.98 Northr-Tar360 Analiz Sonuçları



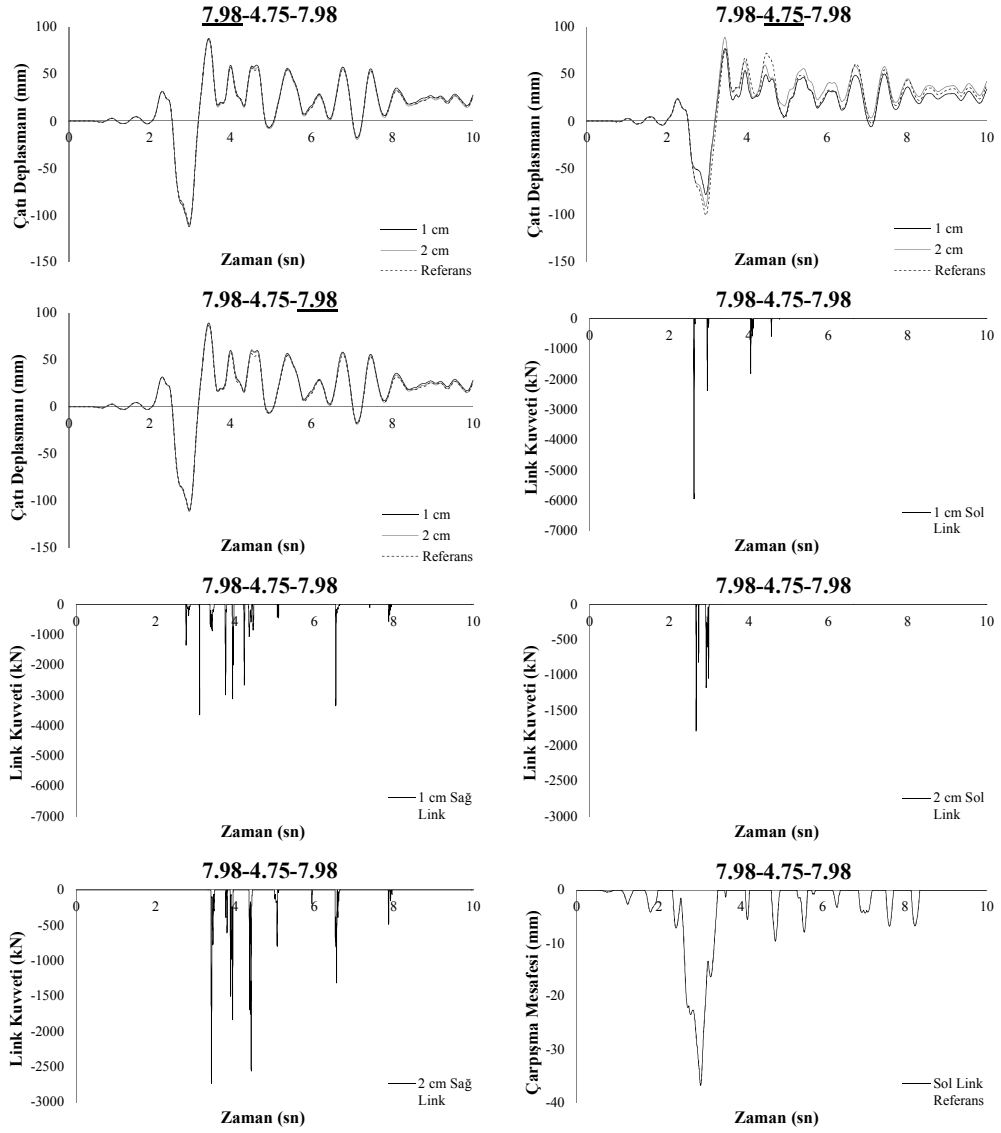
Şekil H. 5:7.98-4.75-7.98 Northr-Tar360 Analiz Sonuçları

## EK H.5 (devam): 7.98-4.75-7.98 Northr-Tar360 Analiz Sonuçları



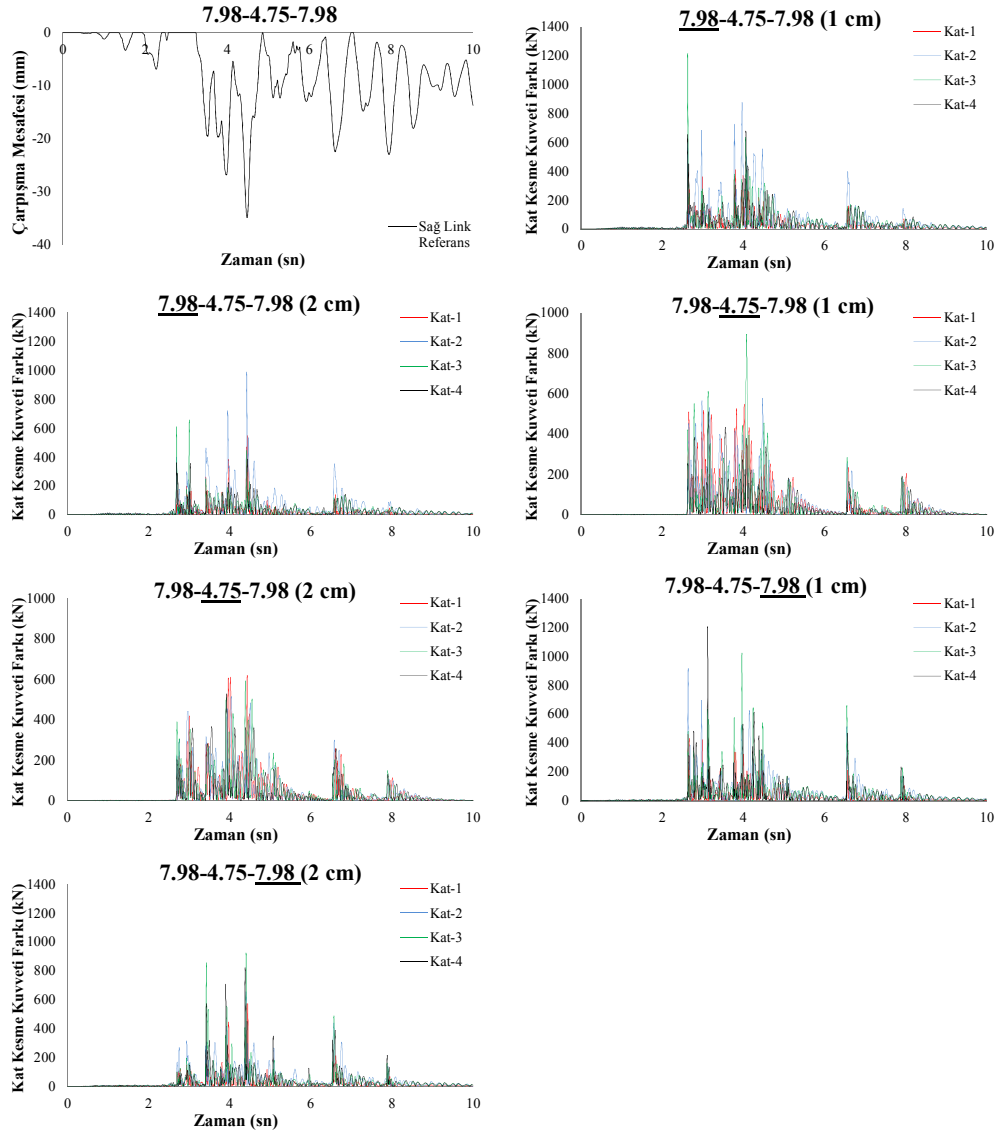
Şekil H.5 (devam): 7.98-4.75-7.98 Northr-Tar360 Analiz Sonuçları

## EK H.6 7.98-4.75-7.98 Palmspr-Nps210 Analiz Sonuçları



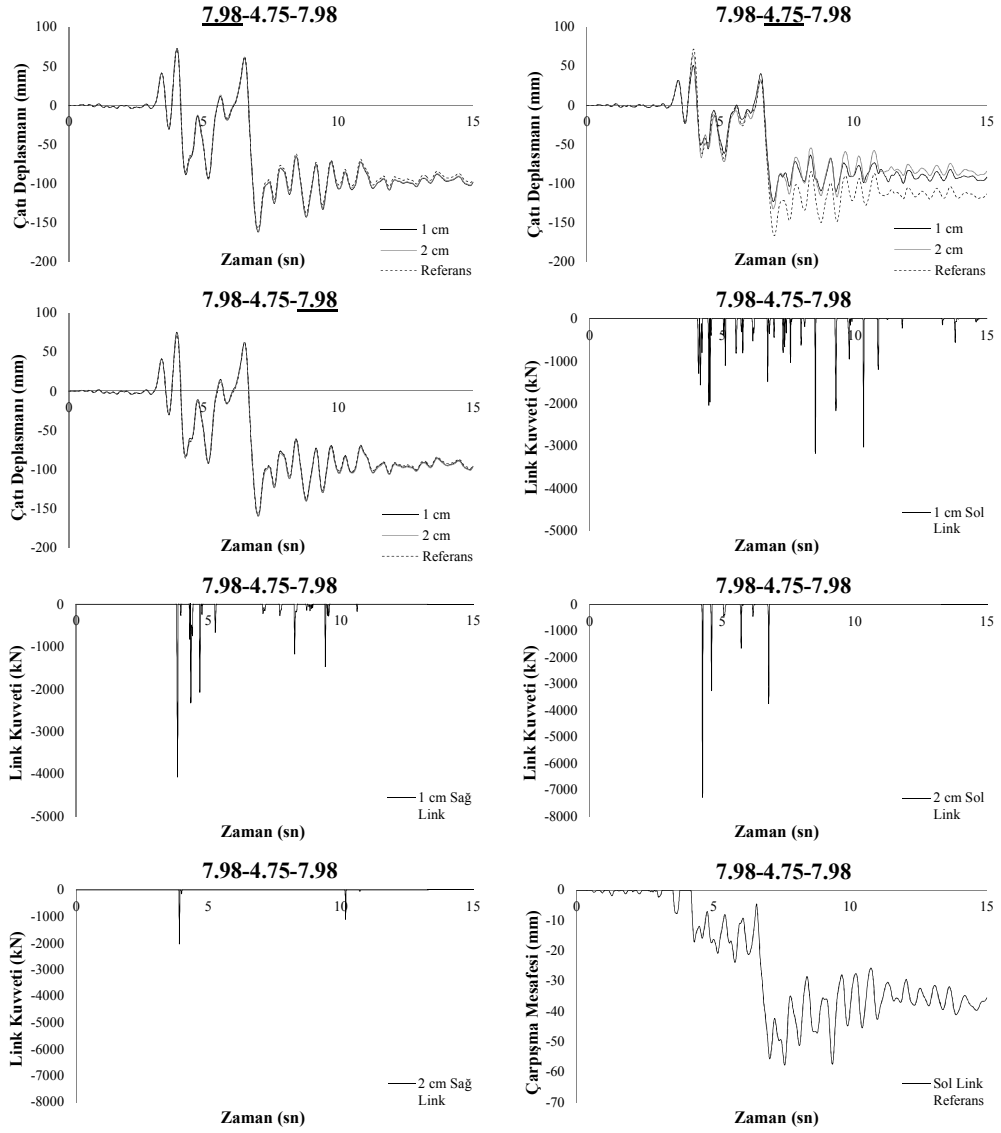
Şekil H. 6:7.98-4.75-7.98 Palmspr-Nps210 Analiz Sonuçları

## EK H.6 (devam): 7.98-4.75-7.98 Palmspr-Nps210 Analiz Sonuçları



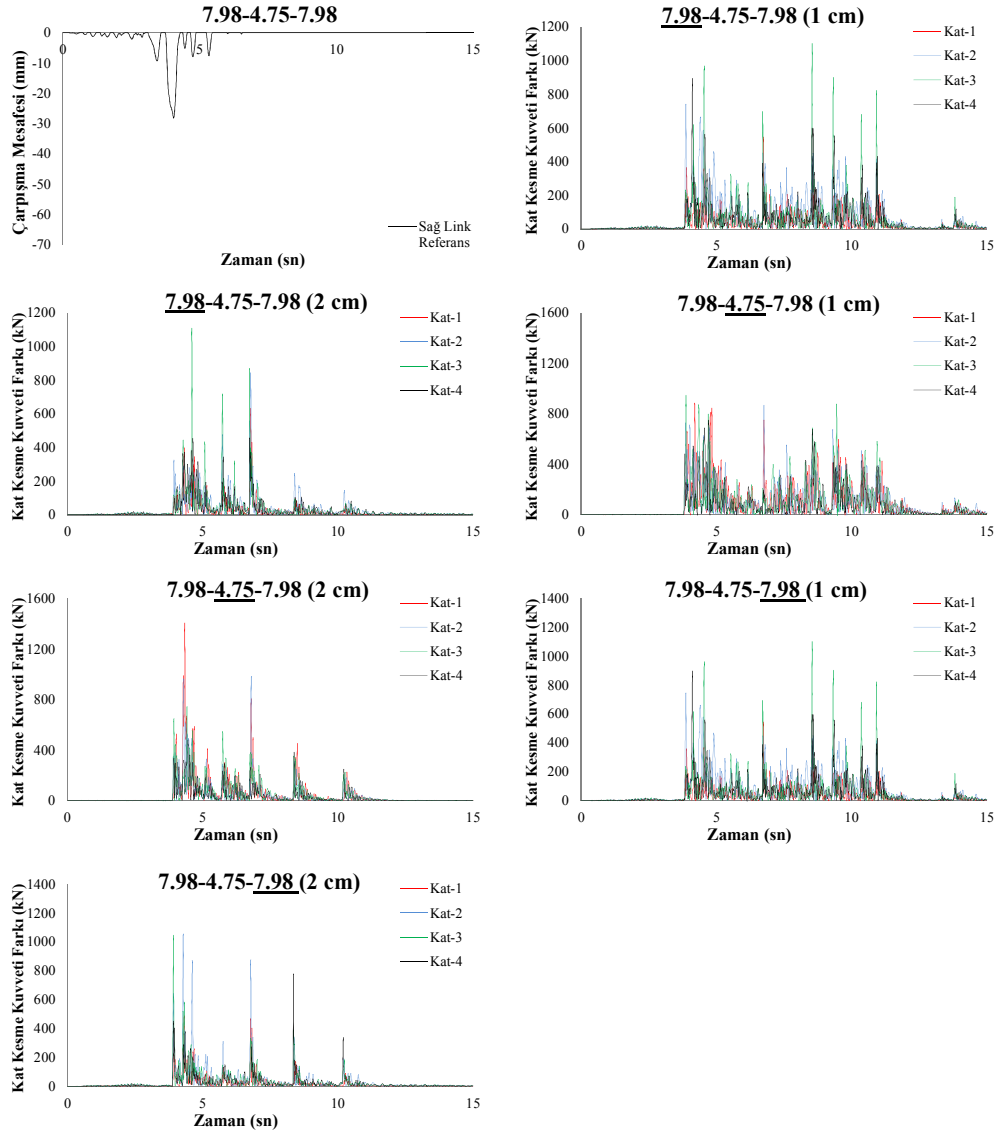
Şekil H.6 (devam): 7.98-4.75-7.98 Palmspr-Nps210 Analiz Sonuçları

## EK H.7 7.98-4.75-7.98 Northr-Syl090 Analiz Sonuçları



Şekil H. 7:7.98-4.75-7.98 Northr-Syl090 Analiz Sonuçları

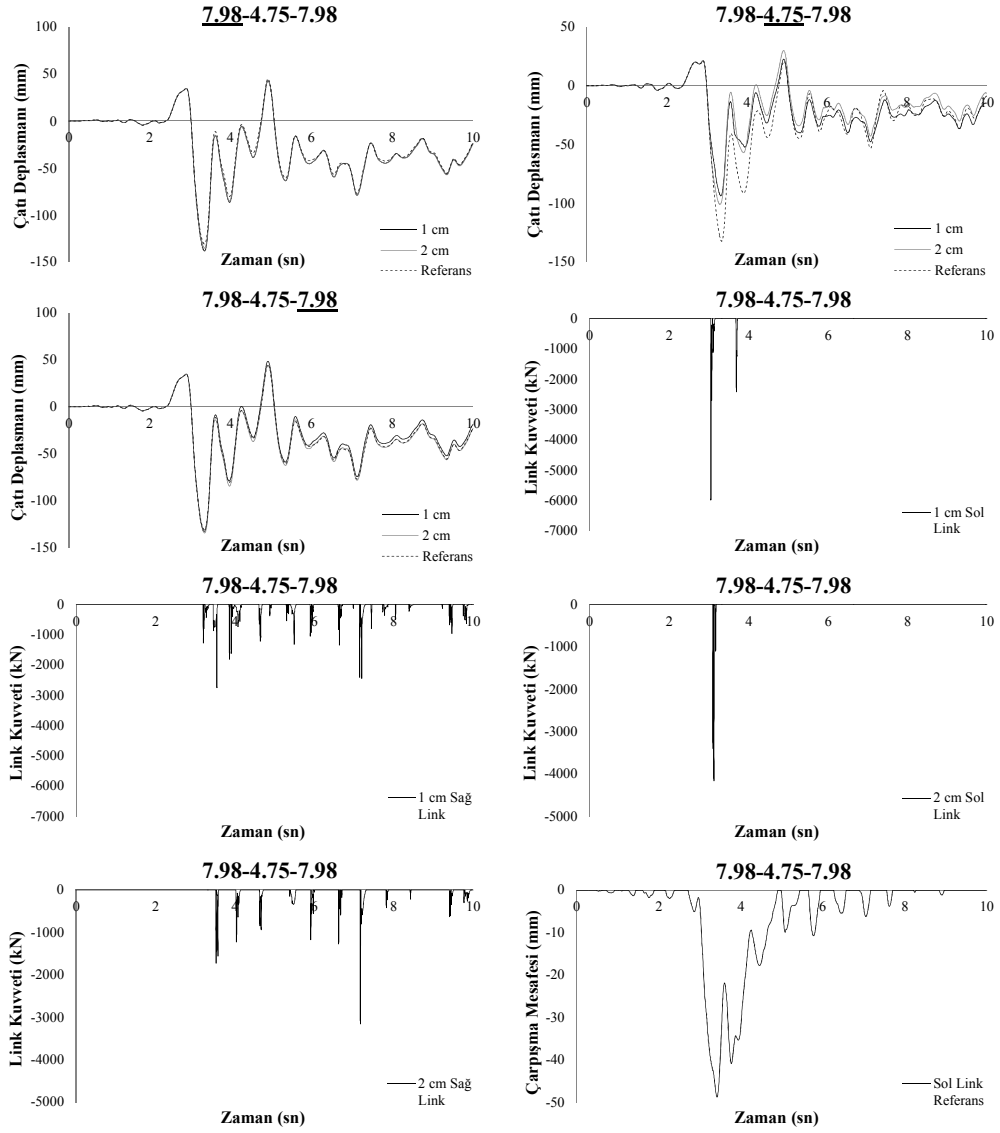
## EK H.7 (devam): 7.98-4.75-7.98 Northr-Syl090 Analiz Sonuçları



Şekil H.7 (devam): 7.98-4.75-7.98 Northr-Syl090 Analiz Sonuçları

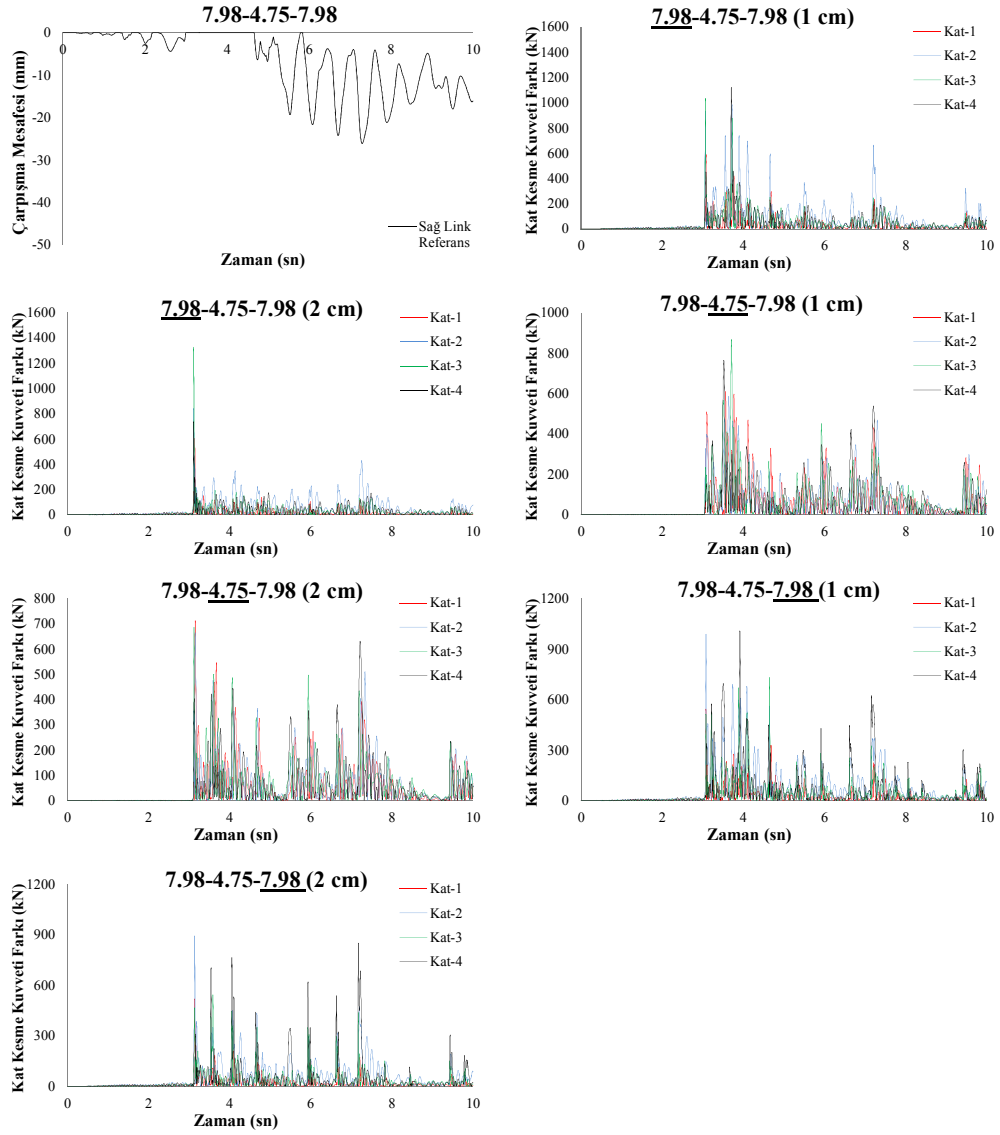


## EK H.8 7.98-4.75-7.98 Erz-Ew Analiz Sonuçları



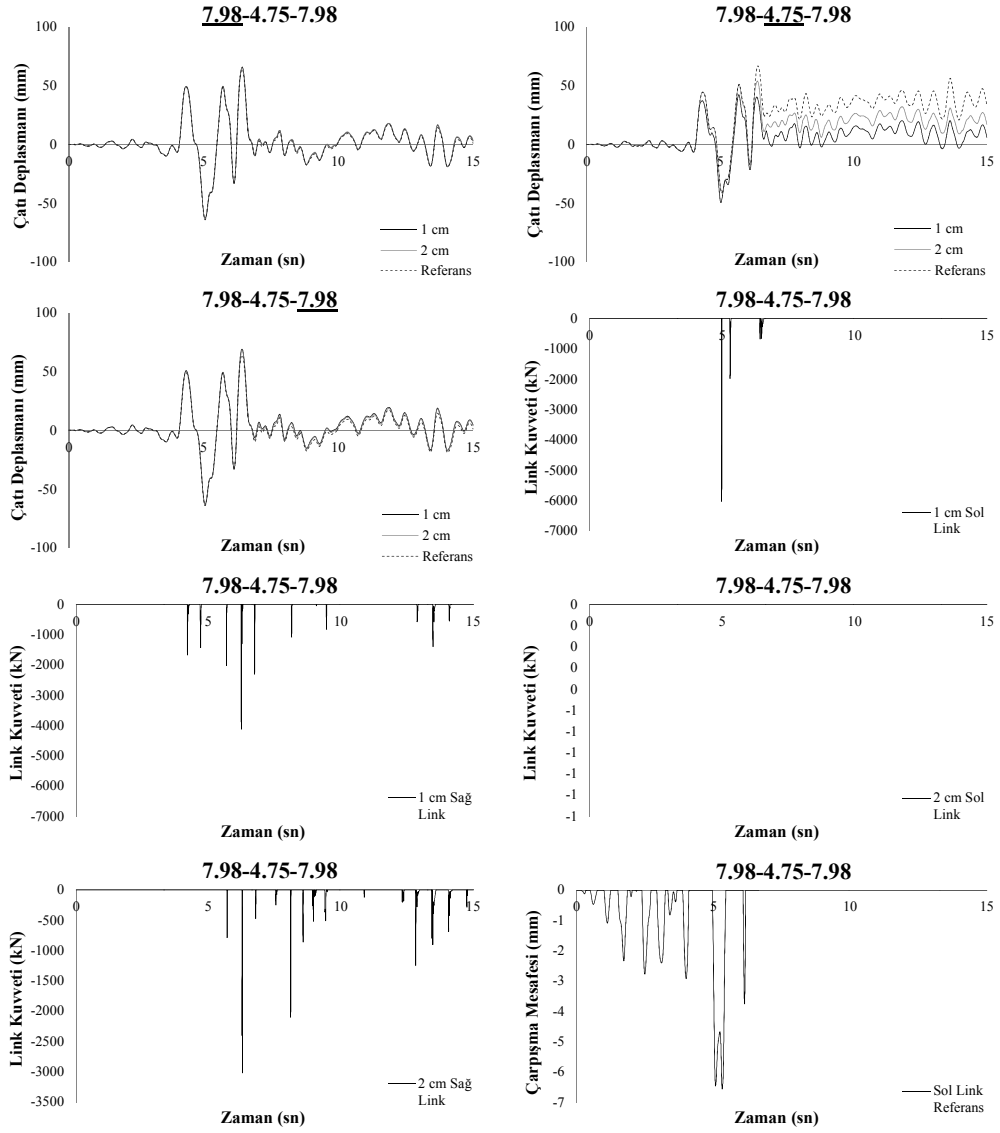
Şekil H. 8:7.98-4.75-7.98 Erz-Ew Analiz Sonuçları

## EK H.8 (devam): 7.98-4.75-7.98 Erz-Ew Analiz Sonuçları



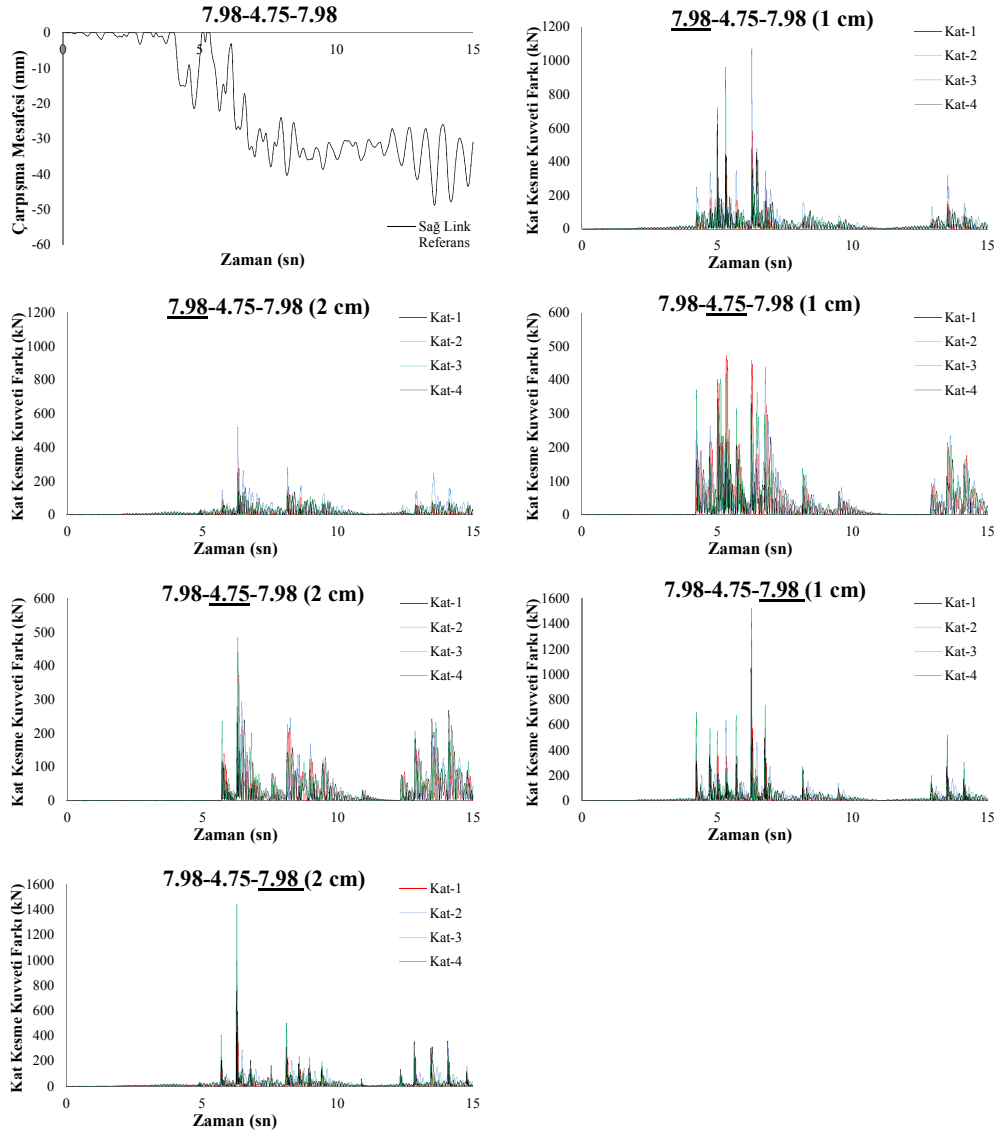
Şekil H.8 (devam): 7.98-4.75-7.98 Erz-Ew Analiz Sonuçları

## EK H.9 7.98-4.75-7.98 Koc-Dzc270 Analiz Sonuçları



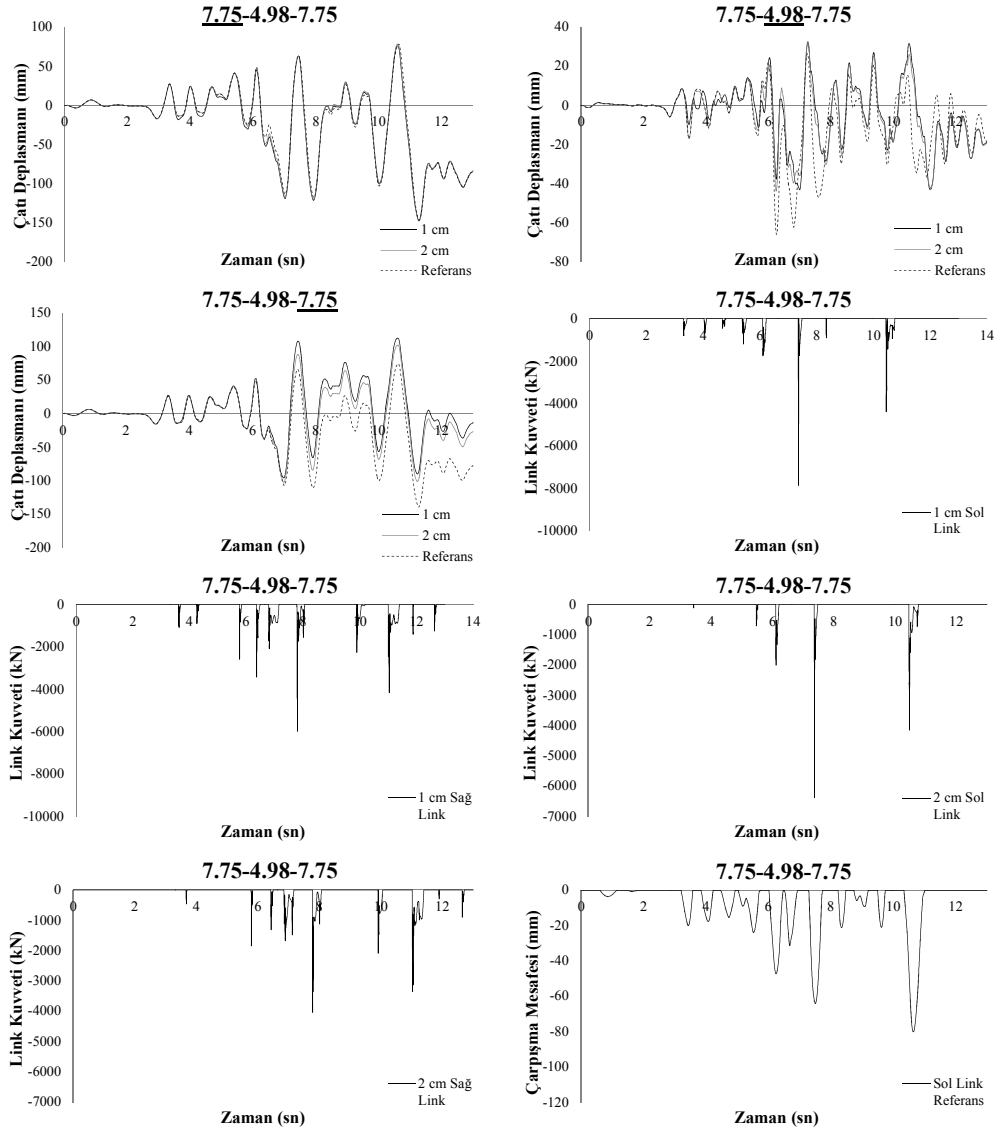
Şekil H. 9:7.98-4.75-7.98 Koc-Dzc270 Analiz Sonuçları

## EK H.9 (devam): 7.98-4.75-7.98 Koc-Dzc270 Analiz Sonuçları



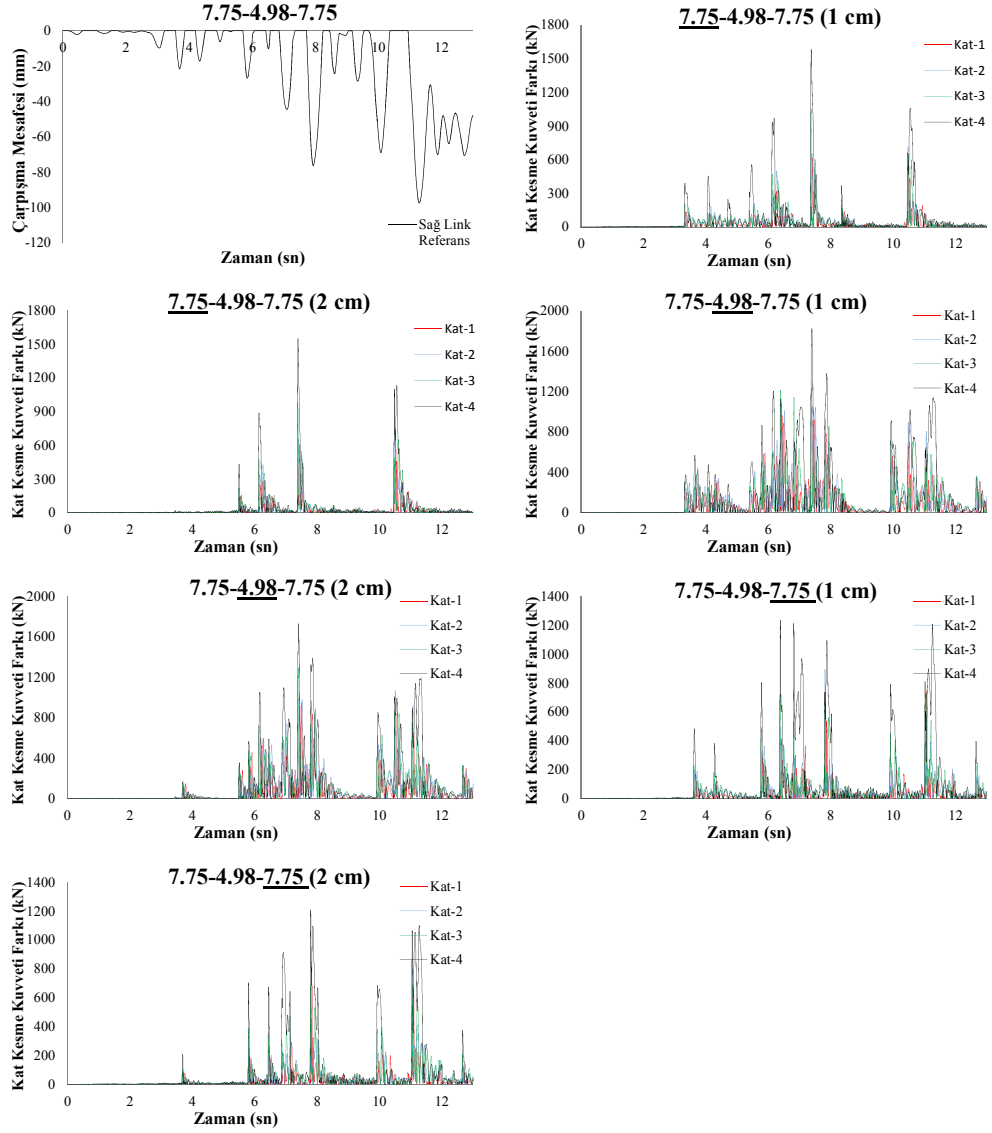
Şekil H.9 (devam): 7.98-4.75-7.98 Koc-Dzc270 Analiz Sonuçları

## EK I.1 7.75-4.48-7.75 Gazli-Gaz000 Analiz Sonuçları



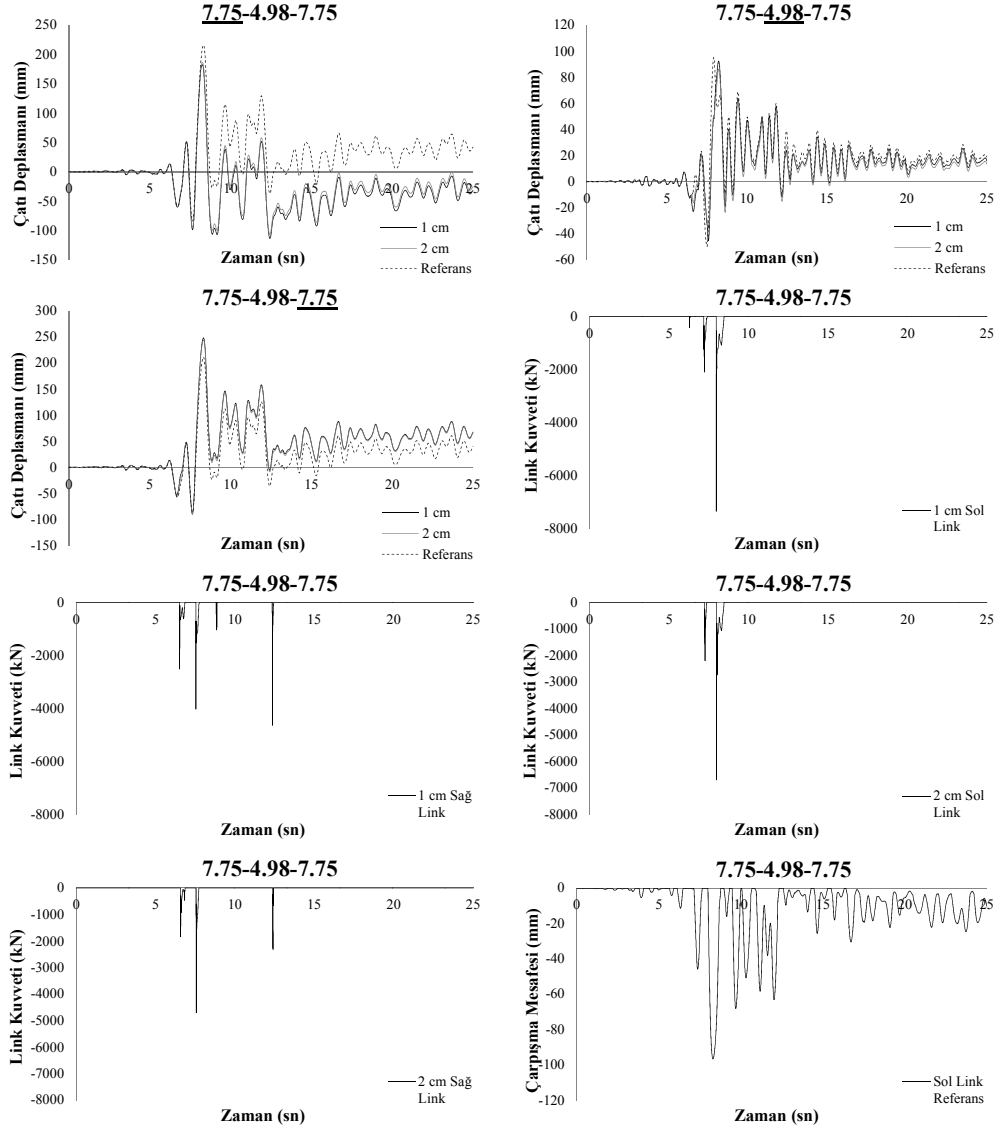
Şekil I. 1:7.75-4.98-7.75 Gazli-Gaz000 Analiz Sonuçları

## EK I.1 (devam): 7.75-4.98-7.75 Gazli-Gaz000 Analiz Sonuçları



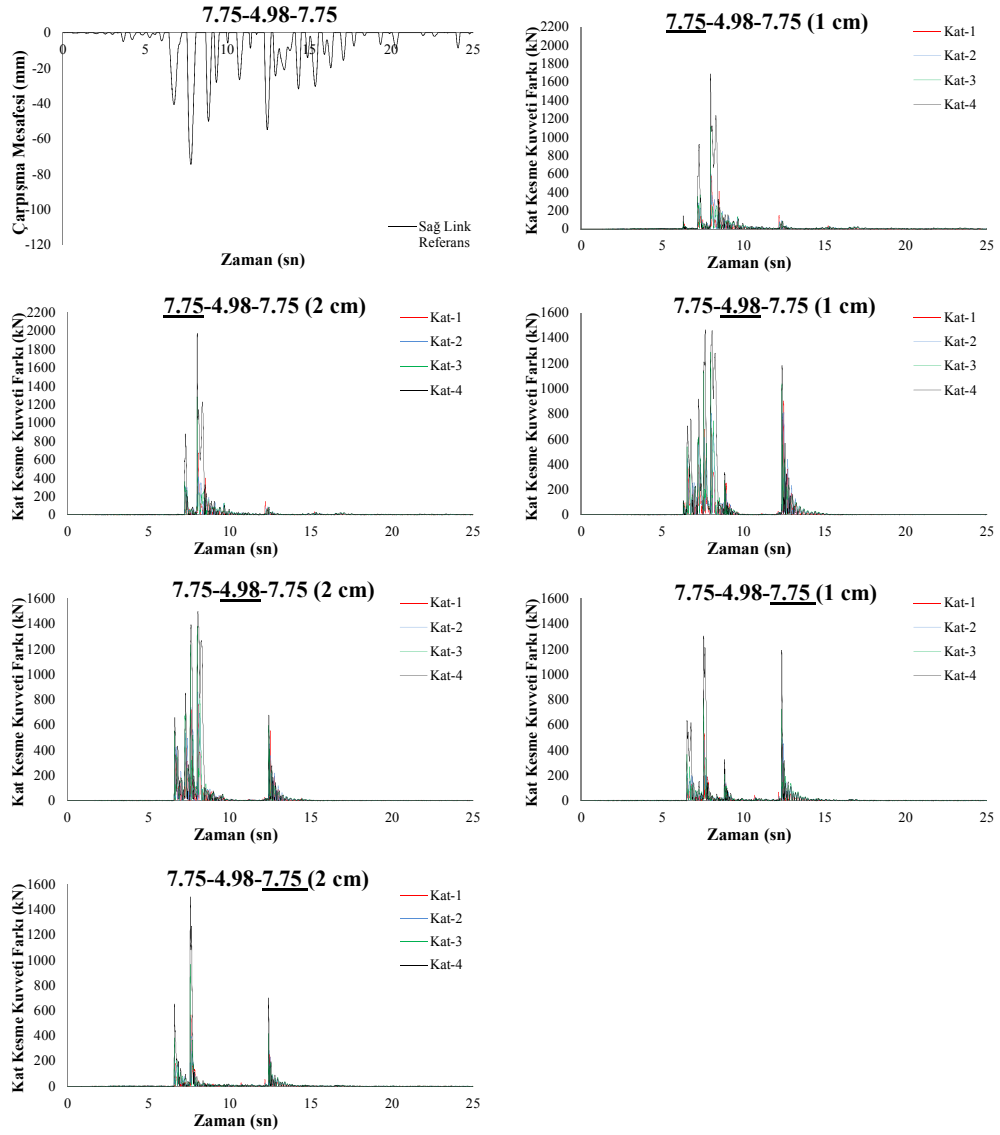
Şekil I.1 (devam): 7.75-4.98-7.75 Gazli-Gaz0000 Analiz Sonuçları

## EK I.2 7.75-4.48-7.75 Lomap-Hsp000 Analiz Sonuçları



Şekil I. 2:7.75-4.98-7.75 Lomap-Hsp000 Analiz Sonuçları

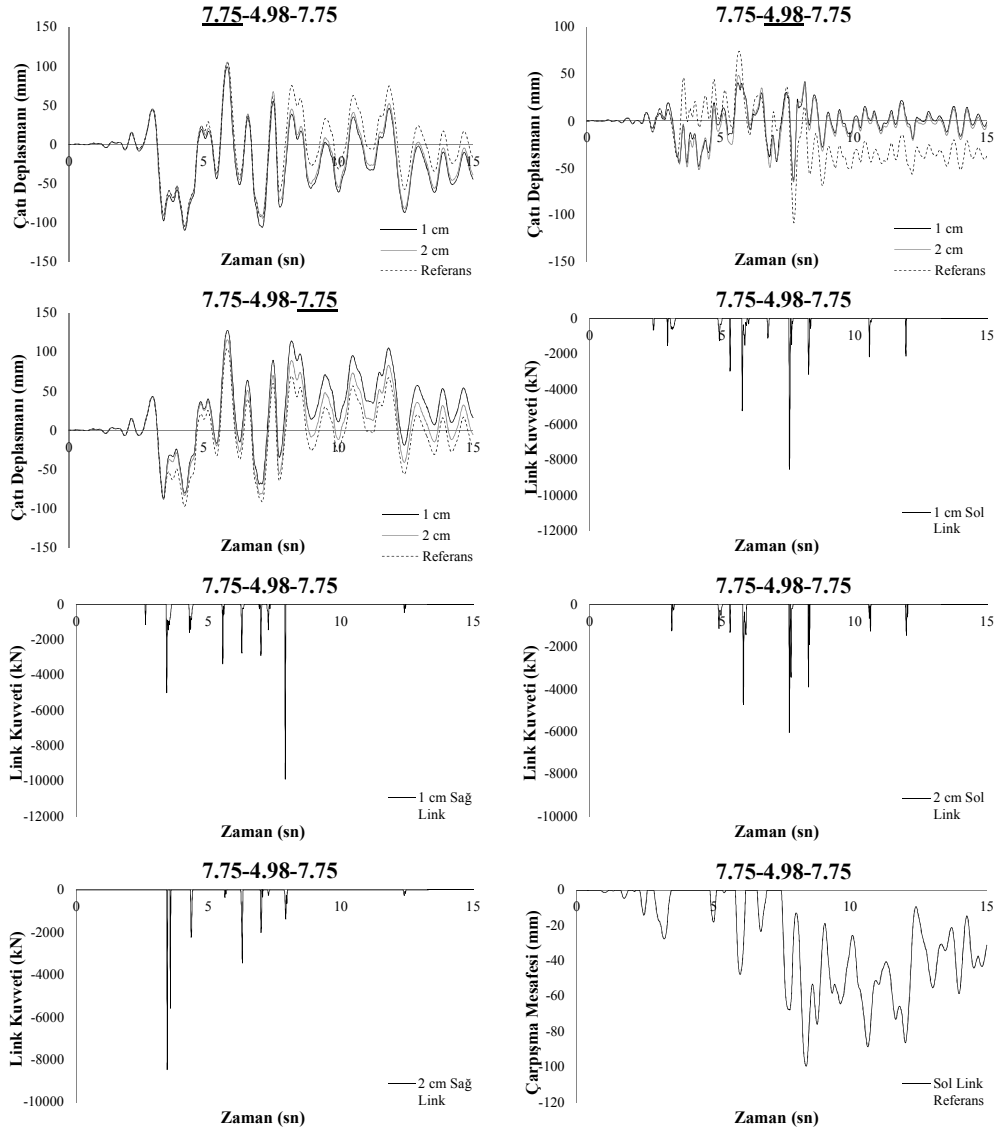
## EK I.2 (devam): 7.75-4.98-7.75 Lomap-Hsp000 Analiz Sonuçları



Şekil I.2 (devam): 7.75-4.98-7.75 Lomap-Hsp000 Analiz Sonuçları

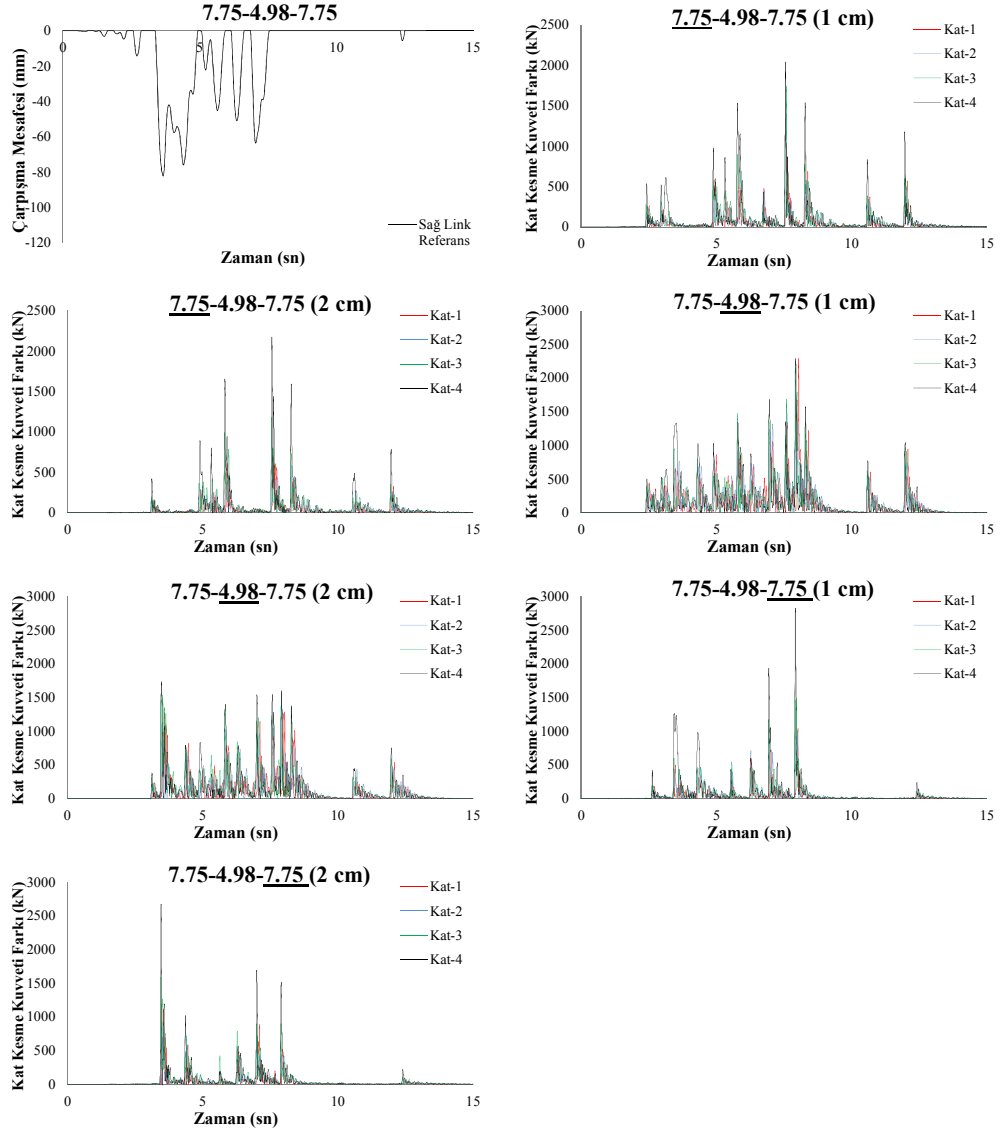


### EK I.3 7.75-4.48-7.75 Northr-Spv360 Analiz Sonuçları



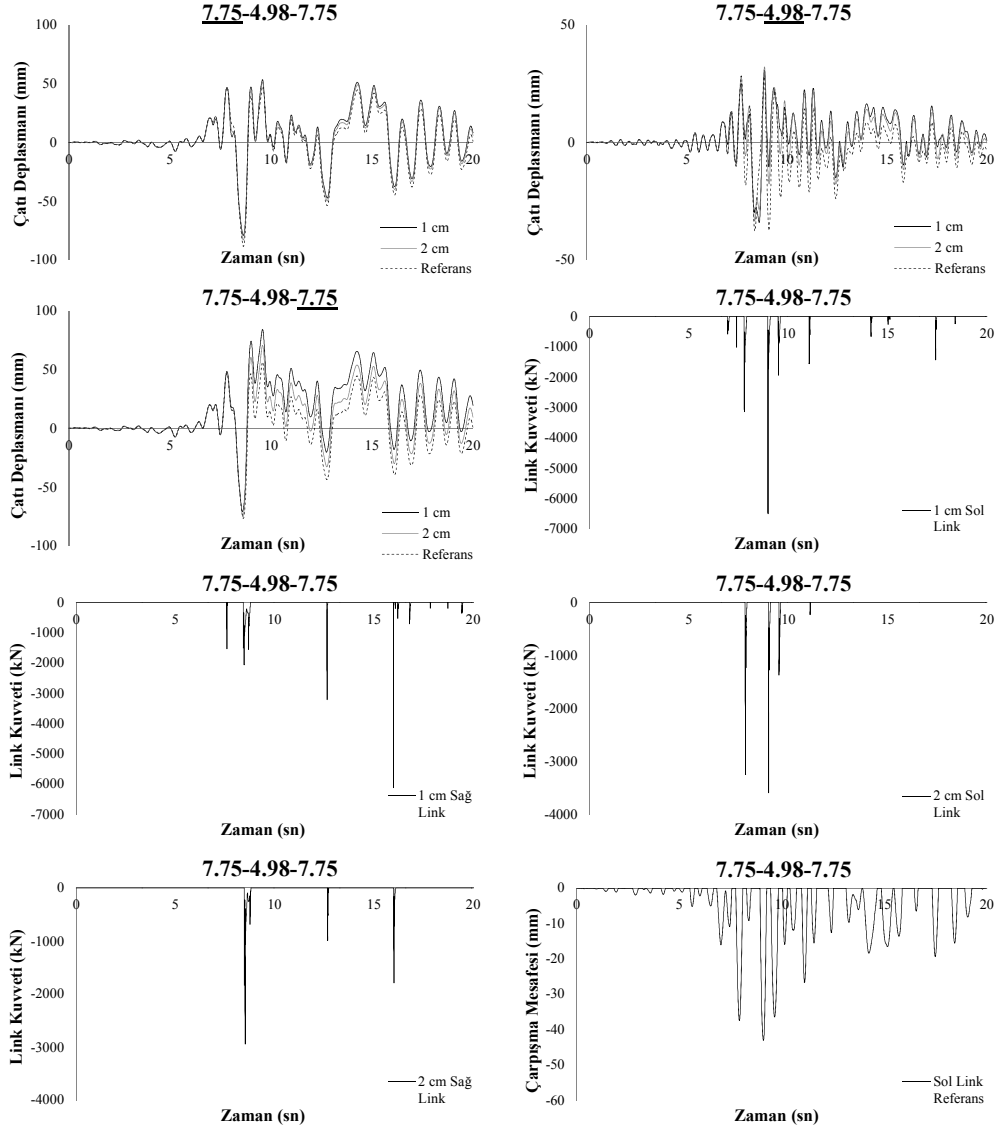
Şekil I. 3:7.75-4.98-7.75 Northr-Spv360 Analiz Sonuçları

### EK I.3 (devam): 7.75-4.98-7.75 Northr-Spv360 Analiz Sonuçları



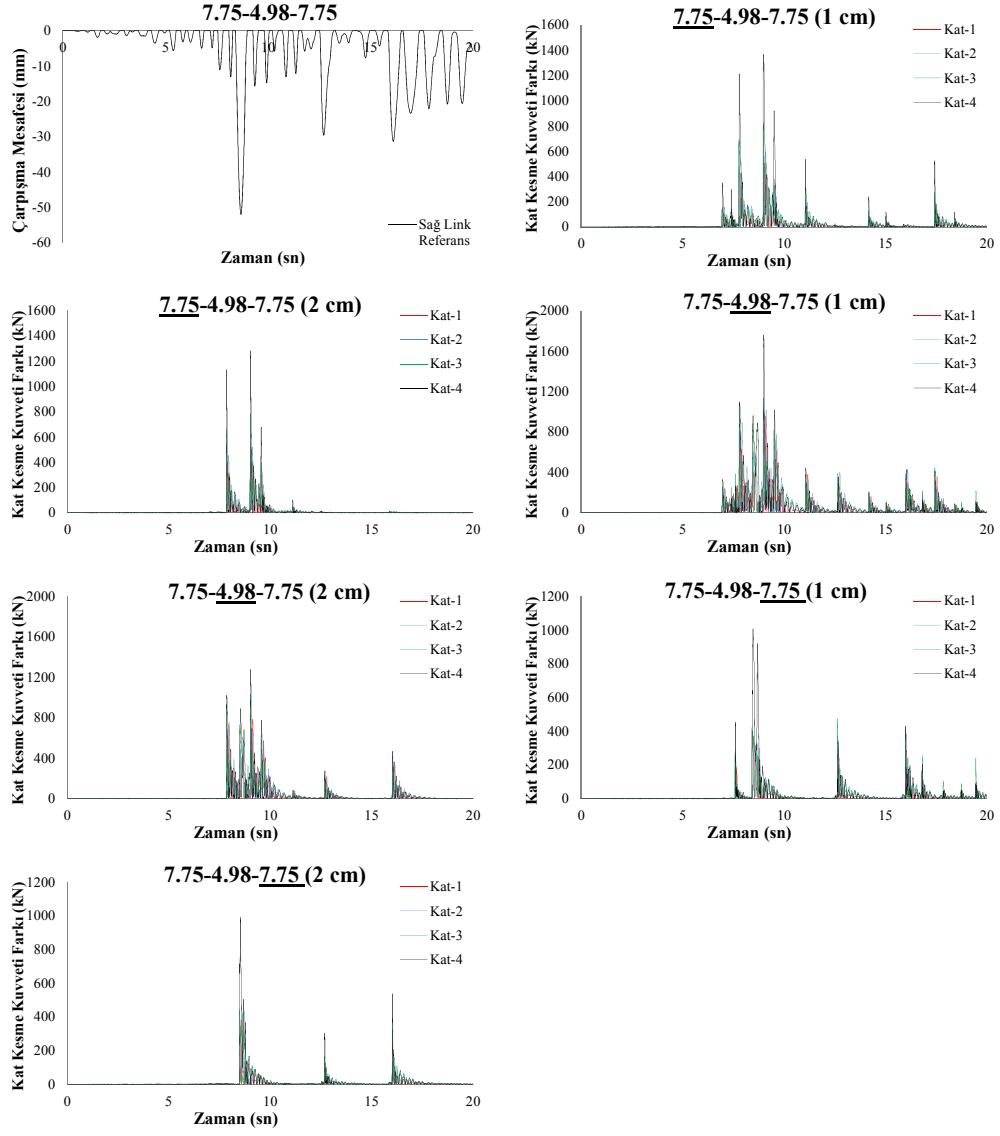
Şekil I.3 (devam): 7.75-4.98-7.75 Northr-Spv360 Analiz Sonuçları

## EK I.4 7.75-4.48-7.75 Kocaeli-Dzc180 Analiz Sonuçları



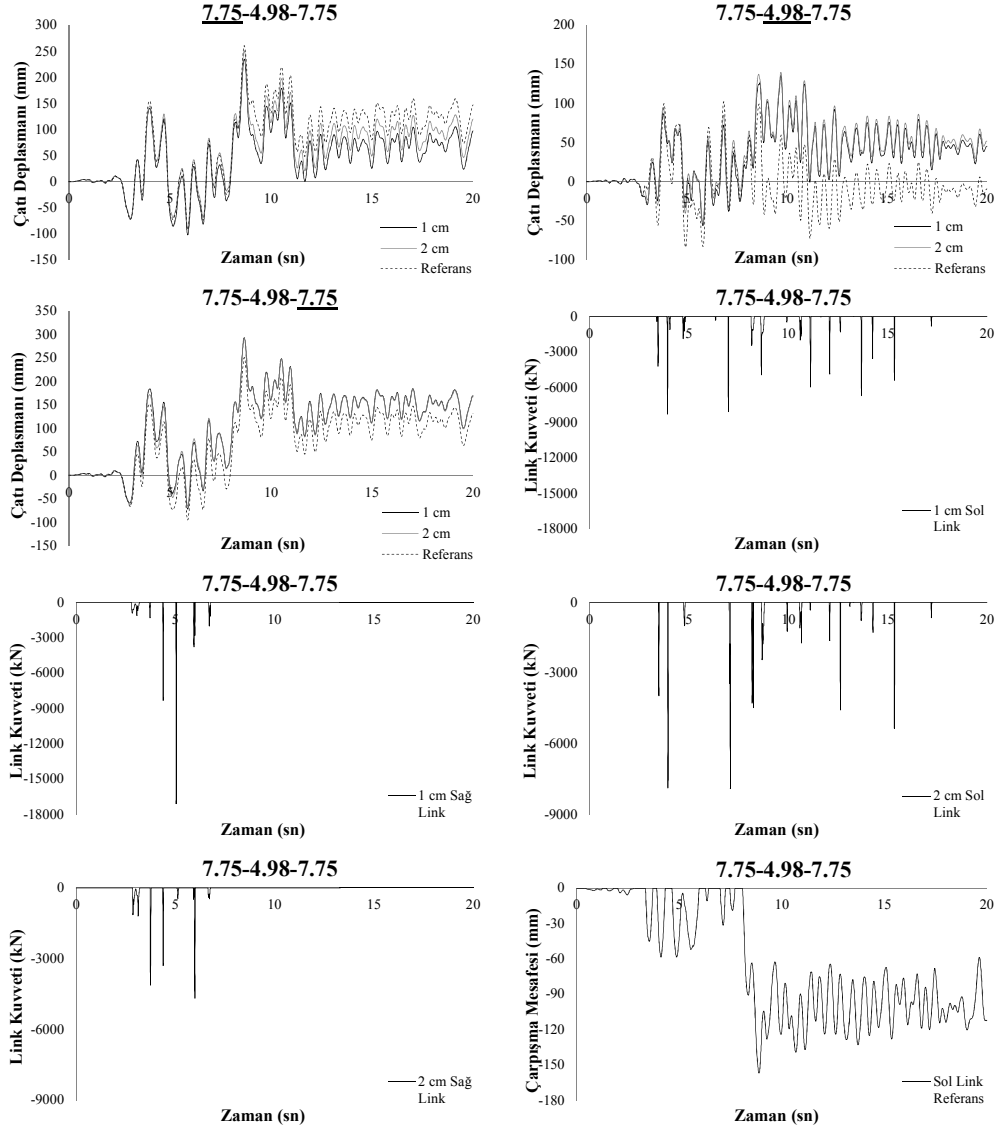
Şekil I. 4:7.75-4.98-7.75 Kocaeli-Dzc180 Analiz Sonuçları

## EK I.4 (devam): 7.75-4.98-7.75 Kocaeli-Dzc180 Analiz Sonuçları



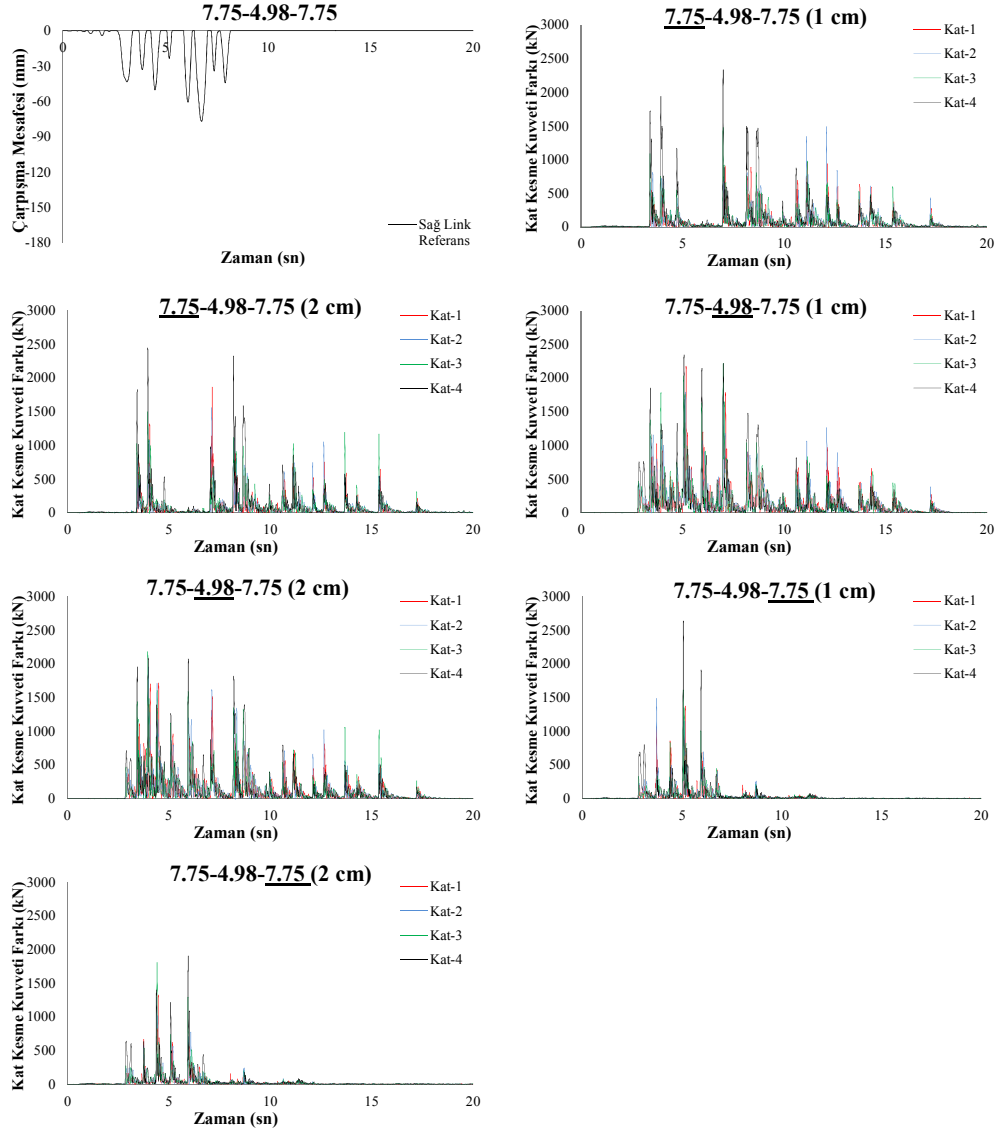
Şekil I.4 (devam): 7.75-4.98-7.75 Kocaeli-Dzc180 Analiz Sonuçları

## EK I.5 7.75-4.48-7.75 Northr-Tar360 Analiz Sonuçları



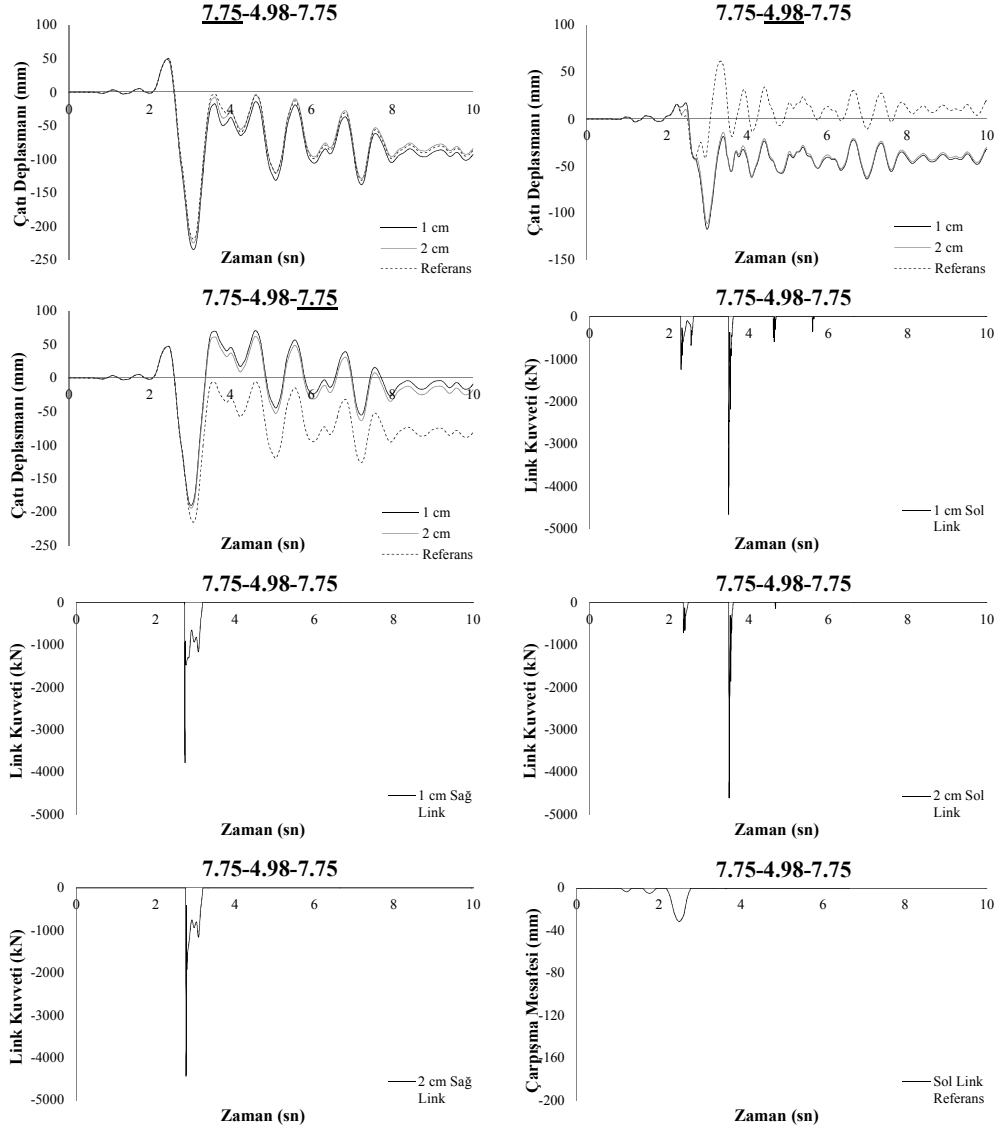
Şekil I. 5:7.75-4.98-7.75 Northr-Tar360 Analiz Sonuçları

## EK I.5 (devam): 7.75-4.98-7.75 Northr-Tar360 Analiz Sonuçları



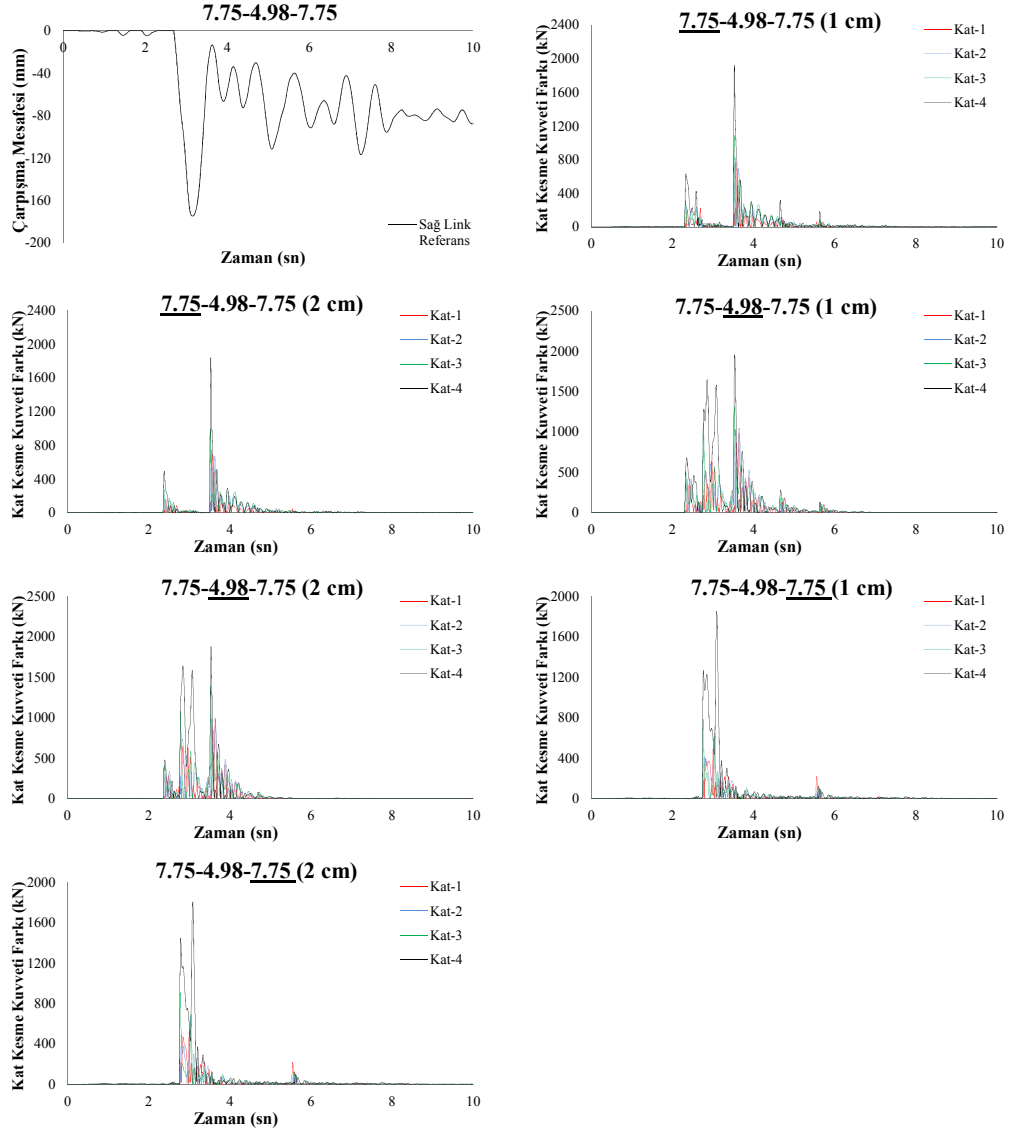
Şekil I.5 (devam): 7.75-4.98-7.75 Northr-Tar360 Analiz Sonuçları

## EK I.6 7.75-4.48-7.75 Palmspr-Nps210 Analiz Sonuçları



Şekil I. 6:7.75-4.98-7.75 Palmspr-Nps210 Analiz Sonuçları

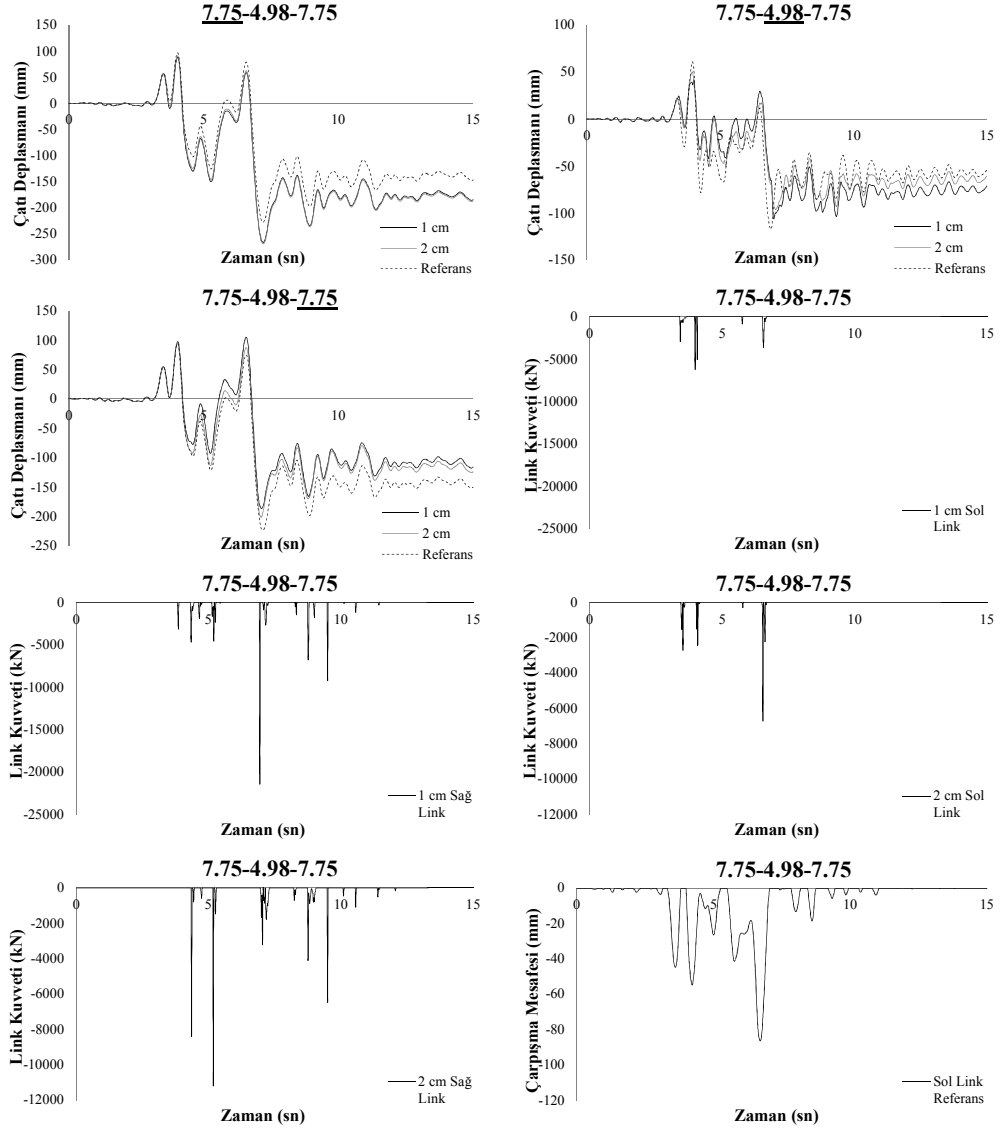
## EK I.6 (devam): 7.75-4.98-7.75 Palmspr-Nps210 Analiz Sonuçları



Şekil I.6 (devam): 7.75-4.98-7.75 Palmspr-Nps210 Analiz Sonuçları

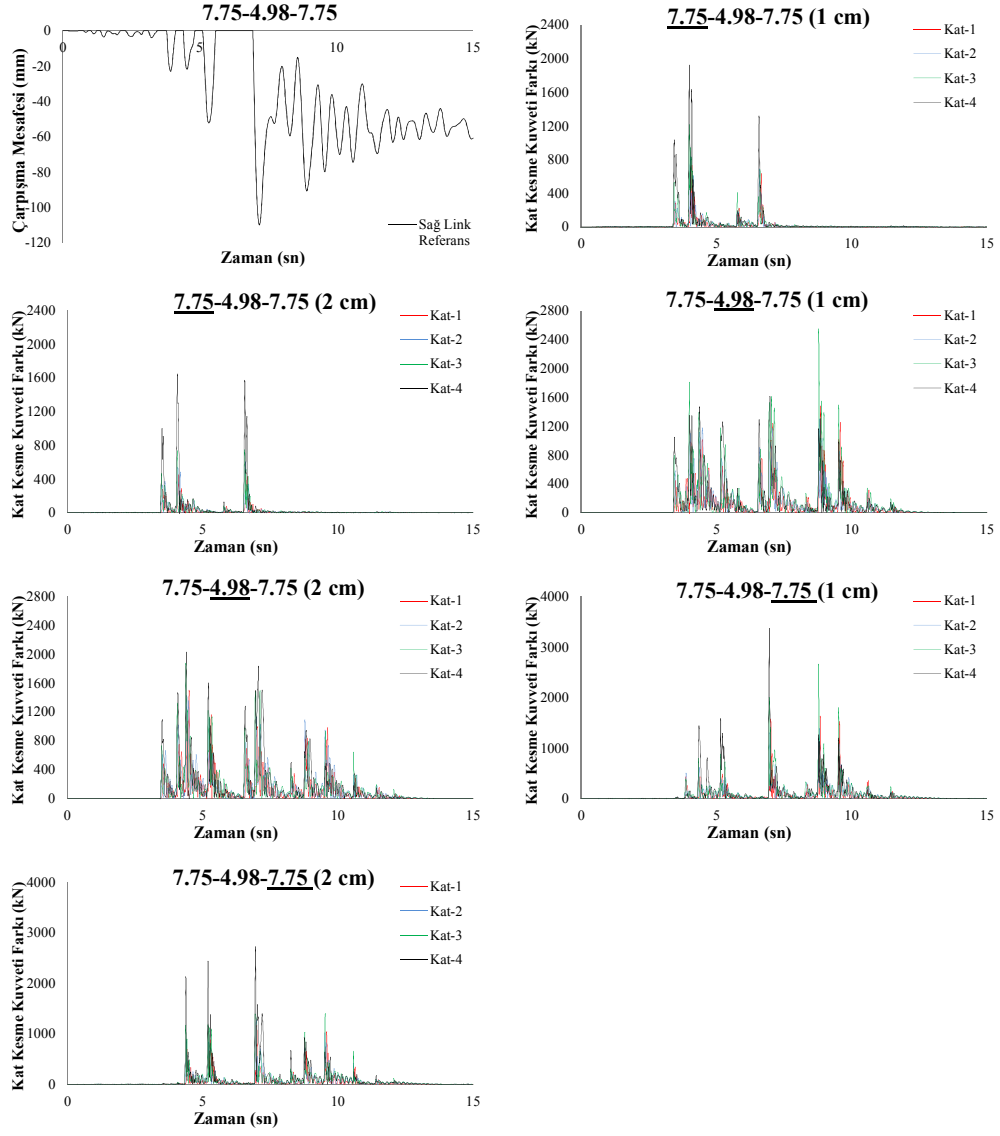


## EK I.7 7.75-4.48-7.75 Northr-Syl090 Analiz Sonuçları



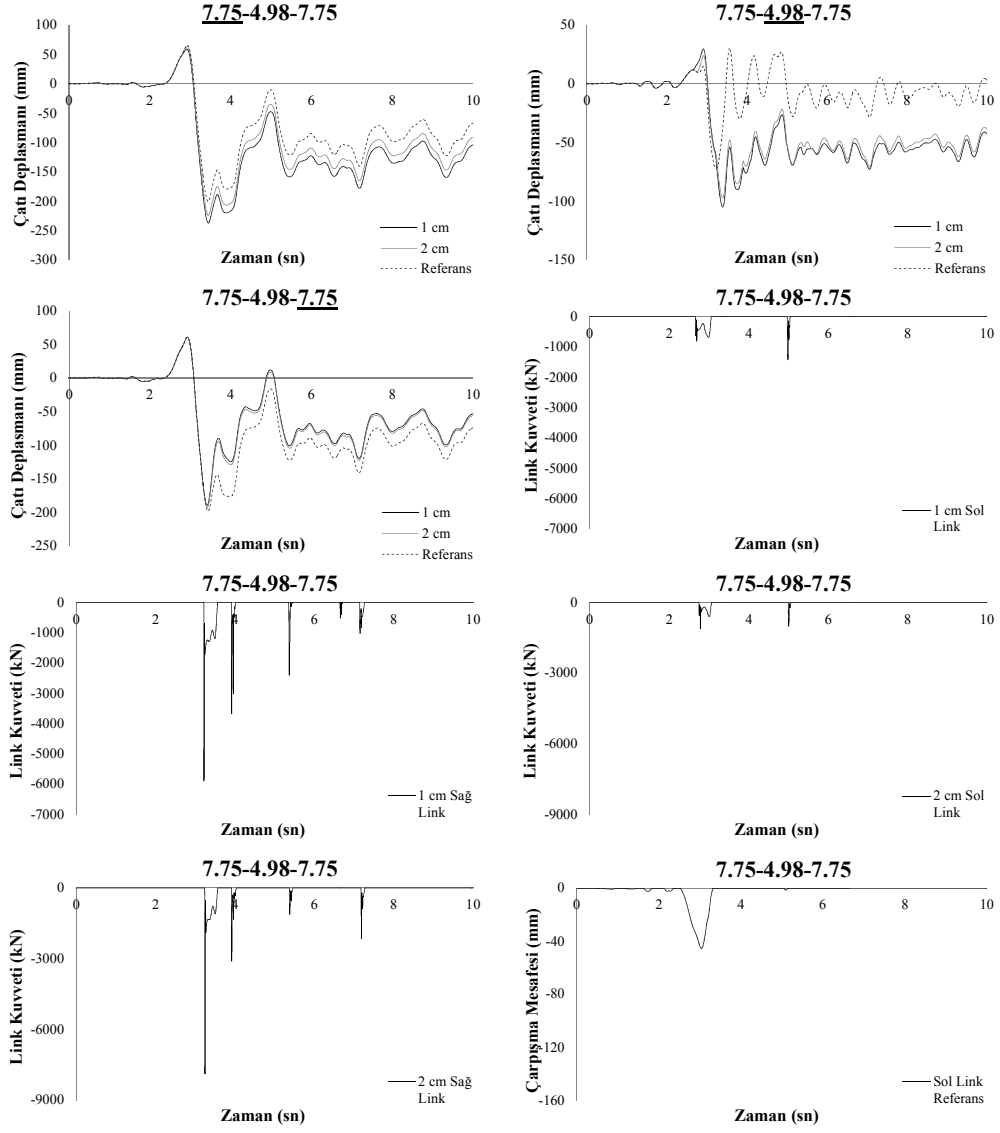
Şekil I. 7:7.75-4.98-7.75 Northr-Syl090 Analiz Sonuçları

## EK I.7 (devam): 7.75-4.98-7.75 Northr-Syl090 Analiz Sonuçları



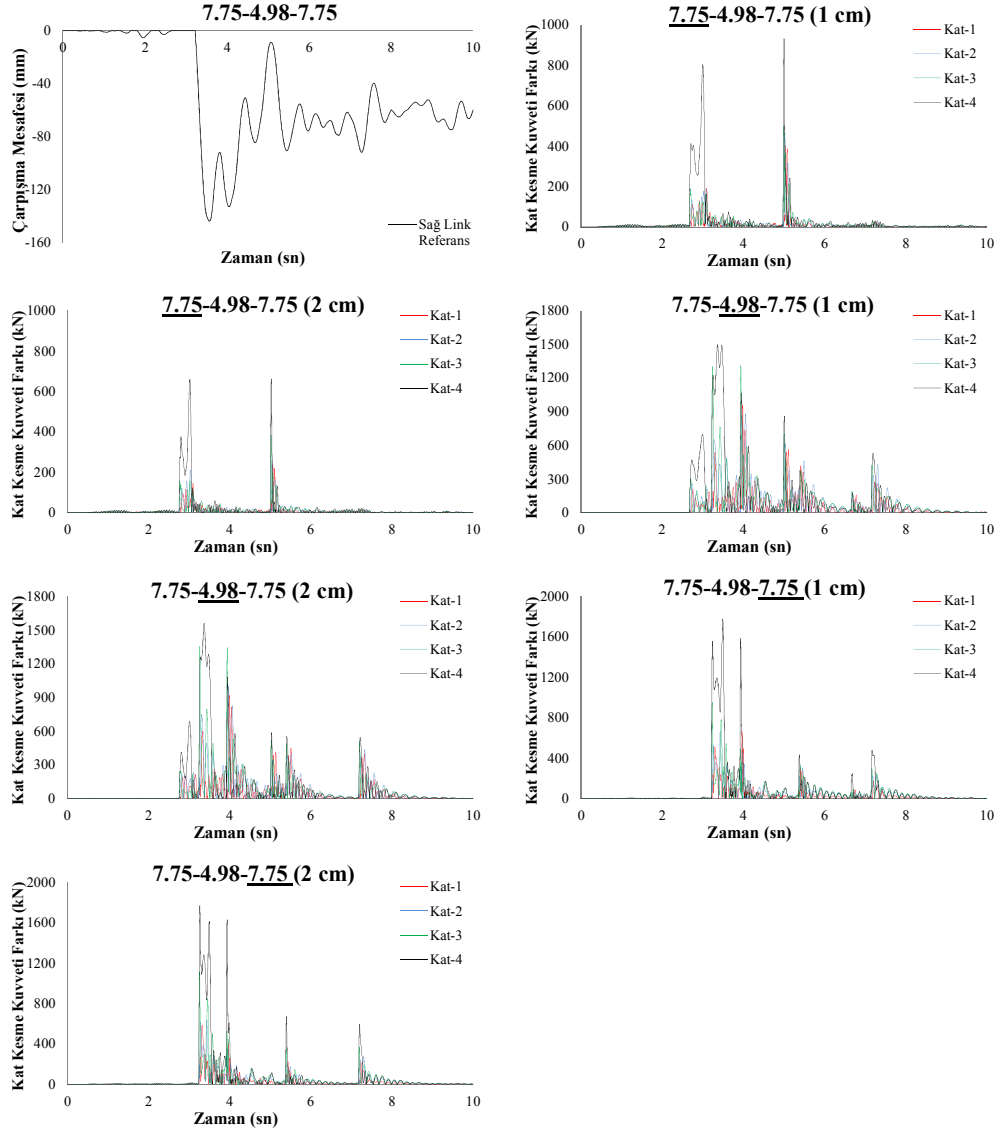
Şekil I.7 (devam): 7.75-4.98-7.75 Northr-Syl090 Analiz Sonuçları

## EK I.8 7.75-4.48-7.75 Erz-Ew Analiz Sonuçları



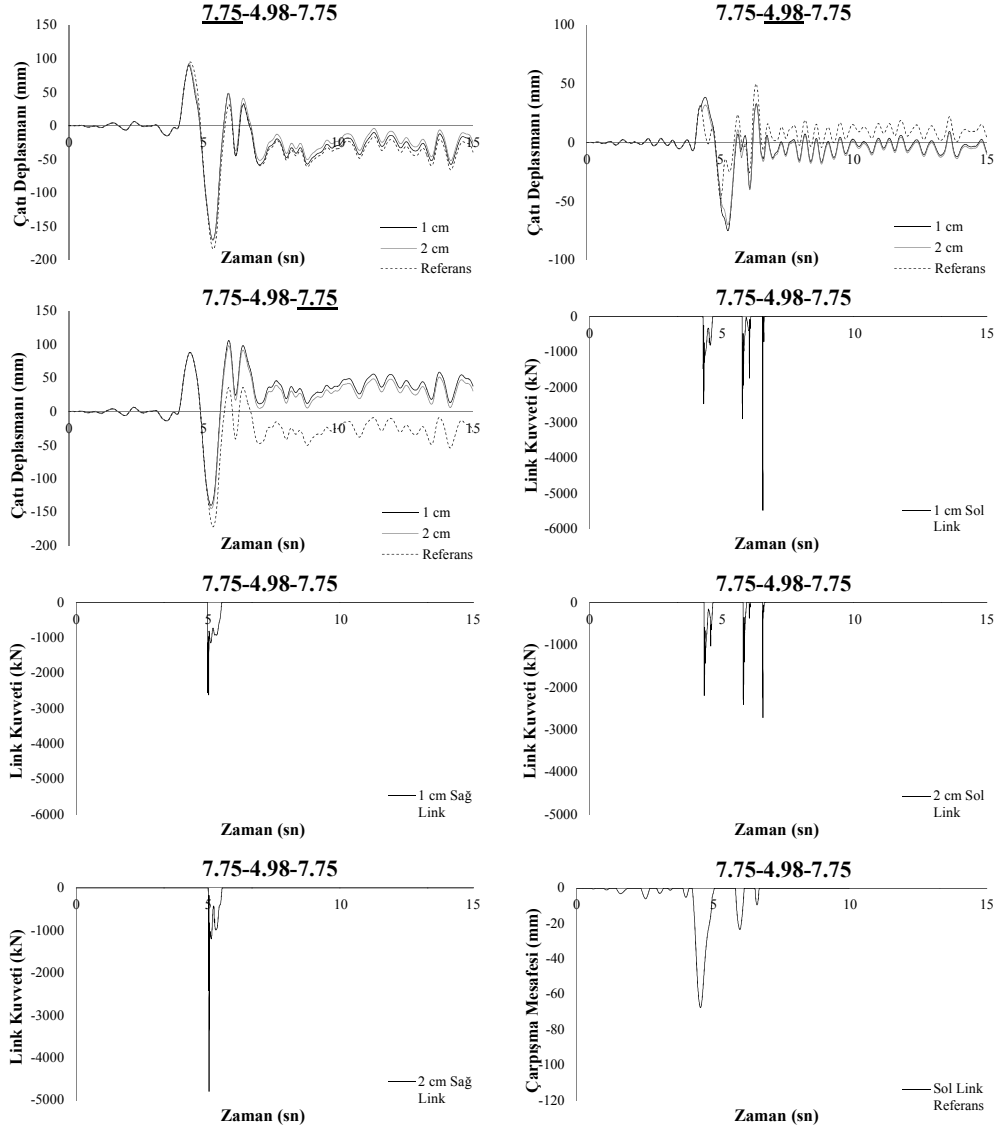
Şekil I. 8:7.75-4.98-7.75 Erz-Ew Analiz Sonuçları

## EK I.8 (devam): 7.75-4.98-7.75 Erz-Ew Analiz Sonuçları



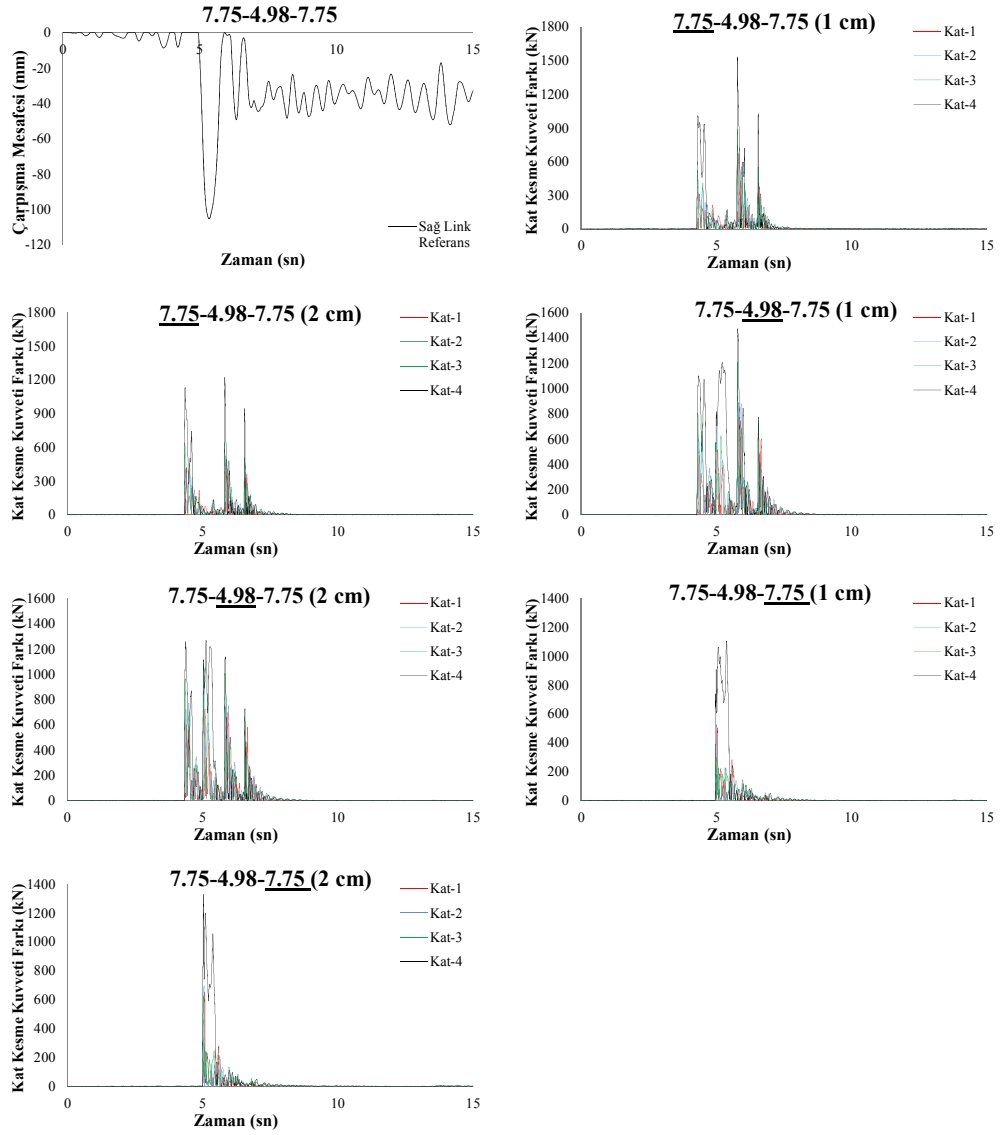
Şekil I.8 (devam): 7.75-4.98-7.75 Erz-Ew Analiz Sonuçları

## EK I.9 7.75-4.48-7.75 Koc-Dzc270 Analiz Sonuçları



Şekil I. 9:7.75-4.98-7.75 Koc-Dzc270 Analiz Sonuçları

## EK I.9 (devam): 7.75-4.98-7.75 Koc-Dzc270 Analiz Sonuçları



Şekil I.9 (devam): 7.75-4.98-7.75 Koc-Dzc270 Analiz Sonuçları

## 9. ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Osman ALTINEL

Doğum Yeri ve Tarihi : BULGARİSTAN / Kırcaalı - 29.10.1987

Lisans Üniversite : Pamukkale Üniversitesi

Elektronik posta : osmnaltinel@hotmail.com

İletişim Adresi : Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi  
İnşaat Mühendisliği Bölümü

### Yayın Listesi :

- İnel, M., Çayci, B.T., Kamal, M. and **Altinel, O.**, “Structural Pounding Of Mid-Rise Rc Buildings During Earthquakes”, *Second European Conference on Earthquake Engineering and Seismology*, 24-29 Ağustos 2014, İstanbul, Bildiri No: 1282, (2014).