

Tarihi Geleneksel Ahşap Karkas / Hımiş Konutların Sismik Performansının Değerlendirilmesi

Proje No: 106M499

Prof.Dr. Uğurhan AKYÜZ

ARALIK 2010
ANKARA

ÖNSÖZ

Tarihi Geleneksel Ahşap Karkas / Hımiş Konutların Sismik Performansının Değerlendirilmesi başlıklı bu proje, Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurulu (TÜBİTAK) tarafından 106M499 kod numarasıyla desteklenmiş ve Türkiye’de halen kültür varlığı olarak kayıtlı bulunan mimari örneklerinin çoğunu oluşturan geleneksel Osmanlı ahşap çerçeveli “hımiş” konutların deprem dayanımını değerlendirmeyi amaçlamıştır.

İçindekiler

ÖNSÖZ	2
İçindekiler	3
TABLO LİSTESİ	4
ŞEKİL LİSTESİ.....	5
ÖZET	17
GİRİŞ	18
1. DENEYSEL ÇALIŞMALAR.....	18
1.1. ÇALIŞMA ALANI İLE TEST EDİLECEK ÇERÇEVELERİN SEÇİLMESİ	18
1.2. TEST DÜZENİĞİ	20
1.3. ALET DÜZENİ.....	27
1.4. BİRİNCİ ÇERÇEVENİN DENEYİNDEN ELDE EDİLEN SONUÇLAR.....	29
1.5. İKİNCİ ÇERÇEVENİN DENEYİNDEN ELDE EDİLEN SONUÇLAR	42
1.6. ÜÇÜNCÜ ÇERÇEVENİN DENEYİNDEN ELDE EDİLEN SONUÇLAR.....	53
1.7. DÖRDÜNCÜ ÇERÇEVENİN DENEYİNDEN ELDE EDİLEN SONUÇLAR	65
1.8. BEŞİNCİ ÇERÇEVENİN DENEYİNDEN ELDE EDİLEN SONUÇLAR.....	76
1.9. ALTINCI ÇERÇEVENİN DENEYİNDEN ELDE EDİLEN SONUÇLAR	86
1.10. YEDİNCİ ÇERÇEVENİN DENEYİNDEN ELDE EDİLEN SONUÇLAR	98
1.11. SEKİZİNCİ ÇERÇEVENİN DENEYİNDEN ELDE EDİLEN SONUÇLAR.....	109
1.12. DOLU HALDE TEST EDİLEN BİRİNCİ ÇERÇEVENİN DENEYİNDEN ELDE EDİLEN SONUÇLAR.....	123
1.13. DOLU HALDE TEST EDİLEN İKİNCİ ÇERÇEVENİN DENEYİNDEN ELDE EDİLEN SONUÇLAR.....	139
1.14. DOLU HALDE TEST EDİLEN ÜÇÜNCÜ ÇERÇEVENİN DENEYİNDEN ELDE EDİLEN SONUÇLAR.....	153
1.15. DOLU HALDE TEST EDİLMİŞ DÖRDÜNCÜ ÇERÇEVENİN DENEYİNDEN ELDE EDİLEN SONUÇLAR.....	168
1.16. DOLU HALDE TEST EDİLEN BEŞİNCİ ÇERÇEVENİN DENEYİNDEN ELDE EDİLEN SONUÇLAR.....	183
1.17. DOLU HALDE TEST EDİLEN ALTINCI ÇERÇEVENİN DENEYİNDEN ELDE EDİLEN SONUÇLAR.....	197
1.18. DOLU HALDE TEST EDİLEN YEDİNCİ ÇERÇEVENİN DENEYİNDEN ELDE EDİLEN SONUÇLAR.....	213
1.19. DOLU HALDE TEST EDİLEN SEKİZİNCİ ÇERÇEVENİN DENEYİNDEN ELDE EDİLEN SONUÇLAR.....	228
2. MALZEME TESTLERİ	244
2.1. ÇİVİ TESTLERİ.....	244
2.2. ÇEKME TESTLERİ	244
2.3. KERPIÇ, TUĞLA, SIVA VE HARÇ TESTLERİ	246
2.4. YIĞMA NUMUNELERİN TEST EDİLMESİ	250
2.5. İTME ÇEKME TESTİ.....	252
3. KAPASİTE HESAPLARI.....	255
4. SONUÇLAR ve ÖNERİLER	268
KAYNAKLAR.....	274

TABLO LİSTESİ

Tablo 1: Çerçeve detayları	20
Tablo 2: Kerpiç ve tuğla ile çamur ve kireç harcından standart silindirlerle alınan numunelere ait basınç dayanımları	249
Tablo 3: 4 adet tuğla ve kerpiç yığma numuneye ait basınç dayanımları	252
Tablo 4: Çerçeve ağırlıkları	257
Tablo 5: Herbir çerçeve için gerçekleştirilen kapasite hesaplarından elde edilen sonuçlar..	258
Tablo 6: Dolgu/kaplamasız ve dolgu/kaplamalı test edilen herbir çerçeve için, dolu/kaplamalı hallerinde boş hallerine göre gerçekleşen ortalama yük taşıma kapasitesi, rijitlik ve ağırlık artışı değerleri	271

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1: Test edilecek çerçeveler	19
Şekil 2: İmalatı tamamlanan çerçevelerden görünüm	20
Şekil 3: Çivilerin çakılma şekli.....	20
Şekil 4: Test düzeneği	22
Şekil 5: Deneyde kullanılan, güçlü duvara bağlı piston ve yük hücresi.....	23
Şekil 6: İçinde çerçeve bulunan deney düzeneğinin üst kısmı	24
Şekil 7: İçinde çerçeve bulunan deney düzeneğinin üst kısmı	25
Şekil 8: İçinde çerçeve bulunan deney düzeneğinin üst kısmı	25
Şekil 9: Manşonların takılı olduğu köşe elemanlar	26
Şekil 10: Deney sırasında çerçeve üzerine yerleştirilen yükler güvenlik sağlamak amacıyla vinçle tutulmuştur.	26
Şekil 11: Çerçevenin her iki yanında yer alan ve diagonal yer değiştirmeyi ölçmek için yerleştirilmiş 200 mm'lik LVDT'ler	27
Şekil 12: Çerçevenin yüklemenin yapıldığı tarafına çapraz bağlı bir adet 200 mm'lik ve yatay bağlı bir adet 50 mm'lik LVDT.....	27
Şekil 13: Çerçevenin tepe deplasmanının ölçümü için yerleştirilmiş 500 mm'lik LVDT.....	28
Şekil 14: Test edilen altıncı çerçeve ve takılmış bulunan sensörler	28
Şekil 15: Test edilen ilk çerçeve	29
Şekil 16: Test edilen ilk çerçeve ve deney düzeneği.....	29
Şekil 17: Birinci deneye ait yükleme şeması.....	30
Şekil 18: Birinci deneye ait yanal yük - maksimum yanal deplasman grafiği	31
Şekil 19: Birinci deneye ait itme - çekme döngülerinin gösterildiği yanal yük - maksimum yanal deplasman grafiği.....	31
Şekil 20: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş rijitlik değişimi.	32
Şekil 21: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş, her bir adım rijitliği - maksimum yanal deplasman değişimi.....	32
Şekil 22: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş maksimum yanal yük değişimi	33
Şekil 23: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş her bir adım sonundaki maksimum yanal deplasman değişimi.....	33
Şekil 24: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş her bir adım sonundaki toplam enerji sönümü	34
Şekil 25: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için (sırasıyla, pozitif itme / negatif çekme ve mutlak değer olarak) ayrı ayrı gösterilmiş, her bir adım sonundaki sönümlenmiş toplam enerji - maksimum yanal deplasman değişimi	35
Şekil 26: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş her bir adım sonundaki toplam enerji emilimi	36
Şekil 27: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için (sırasıyla, pozitif itme / negatif çekme ve mutlak değer olarak) ayrı ayrı gösterilmiş, her bir adım sonundaki toplam enerji emilimi - maksimum yanal deplasman değişimi	37
Şekil 28: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş her bir adım sonundaki geri kazanılmış toplam enerji miktarı.....	38
Şekil 29: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş, her bir adım sonundaki geri kazanılmış toplam enerji - maksimum yanal deplasman değişimi.....	39
Şekil 30: Deney sırasında çivilerin yerlerinden sökülmesi.....	40
Şekil 31: Deneyden iki görüntü	41
Şekil 32: Test edilen ikinci çerçeve	42
Şekil 33: İkinci deneye ait yükleme şeması.....	43
Şekil 34: İkinci deneye ait yanal yük - maksimum yanal deplasman grafiği.....	44

Şekil 35: İkinci deneye ait itme – çekme döngülerinin gösterildiği yanal yük - maksimum yanal deplasman grafiği	44
Şekil 36: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş rijitlik değişimi	45
Şekil 37: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş, her bir adım rijitliği - maksimum yanal deplasman değişimi.....	45
Şekil 38: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş maksimum yanal yük değişimi	46
Şekil 39: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş her bir adım sonundaki maksimum yanal deplasman değişimi.....	46
Şekil 40: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş her bir adım sonundaki toplam enerji sönümü	47
Şekil 41: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için (sırasıyla, pozitif itme / negatif çekme ve mutlak değer olarak) ayrı ayrı gösterilmiş, her bir adım sonundaki sönümlenmiş toplam enerji - maksimum yanal deplasman değişimi	48
Şekil 42: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş her bir adım sonundaki toplam enerji emilimi	49
Şekil 43: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için (sırasıyla, pozitif itme / negatif çekme ve mutlak değer olarak) ayrı ayrı gösterilmiş, her bir adım sonundaki toplam enerji emilimi- maksimum yanal deplasman değişimi	50
Şekil 44: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş her bir adım sonundakigeri kazanılmış toplam enerji	51
Şekil 45: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için (sırasıyla, pozitif itme / negatif çekme ve mutlak değer olarak) ayrı ayrı gösterilmiş, her bir adım sonundaki geri kazanılan toplam enerji - maksimum yanal deplasman değişimi	52
Şekil 46: En ortada yer alan dikmede test sırasında gerçekleşen yer değiştirme	53
Şekil 47: Çivinin çerçeve yer değiştirirken ahşapta bıraktığı iz.....	53
Şekil 48: Test edilen üçüncü çerçeve	54
Şekil 49: Üçüncü çerçeveye ait yükleme şeması	54
Şekil 50: Üçüncü çerçeveye ait yanal yük - maksimum yanal deplasman grafiği	55
Şekil 51: Üçüncü çerçeveye ait itme – çekme döngülerinin gösterildiği yanal yük - maksimum yanal deplasman grafiği.....	55
Şekil 52: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş rijitlik değişimi	56
Şekil 53: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş, her bir adım rijitliği - maksimum yanal deplasman değişimi.....	56
Şekil 54: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş maksimum yanal yük değişimi	57
Şekil 55:Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş her bir adım sonundaki maksimum yanal deplasman değişimi.....	57
Şekil 56: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş her bir adım sonundaki toplam enerji sönümü	58
Şekil 57: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için (sırasıyla, pozitif itme / negatif çekme ve mutlak değer olarak) ayrı ayrı gösterilmiş, her bir adım sonundaki sönümlenmiş toplam enerji - maksimum yanal deplasman değişimi	59
Şekil 58: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş her bir adım sonundaki toplam enerji emilimi	60
Şekil 59: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için (sırasıyla, pozitif itme / negatif çekme ve mutlak değer olarak) ayrı ayrı gösterilmiş, her bir adım sonundaki toplam enerji emilimi- maksimum yanal deplasman değişimi	61
Şekil 60: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş her bir adım sonundaki geri kazanılmış toplam enerji	62

Şekil 61: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için (sırasıyla, pozitif itme / negatif çekme ve mutlak değer olarak) ayrı ayrı gösterilmiş, her bir adım sonundaki geri kazanılan toplam enerji - maksimum yanal deplasman değişim	63
Şekil 62: Birbirinden tamamen ayrılan elemanlar	64
Şekil 63: Test edilen dördüncü çerçeve	65
Şekil 64: Dördüncü çerçeveye ait yükleme şeması	66
Şekil 65: Dördüncü çerçeveye ait yanal yük - maksimum yanal deplasman grafiği	66
Şekil 66: Dördüncü çerçeveye ait itme – çekme döngülerinin gösterildiği yanal yük - maksimum yanal deplasman grafiği.....	67
Şekil 67: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş rijitlik değişimi	68
Şekil 68: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş, her bir adım rijitliği - maksimum yanal deplasman değişimi.....	68
Şekil 69: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş maksimum yanal yük değişimi	69
Şekil 70: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş her bir adım sonundaki maksimum yanal deplasman değişimi.....	69
Şekil 71: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş her bir adım sonundaki toplam enerji sönümü	70
Şekil 72: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için (sırasıyla, pozitif itme / negatif çekme ve mutlak değer olarak) ayrı ayrı gösterilmiş, her bir adım sonundaki sönümlenmiş toplam enerji - maksimum yanal deplasman değişimi	71
Şekil 73: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş her bir adım sonundaki toplam enerji emilimi	71
Şekil 74: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için (sırasıyla, pozitif itme / negatif çekme ve mutlak değer olarak) ayrı ayrı gösterilmiş, her bir adım sonundaki toplam enerji emilimi- maksimum yanal deplasman değişimi	72
Şekil 75: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş her bir adım sonundaki geri kazanılmış toplam enerji	73
Şekil 76: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için (sırasıyla, pozitif itme / negatif çekme ve mutlak değer olarak) ayrı ayrı gösterilmiş, her bir adım sonundaki geri kazanılan toplam enerji - maksimum yanal deplasman değişim	74
Şekil 77: Deney sırasında yerinden kalıcı olarak çıkmış olan çiviler	75
Şekil 78: Deney sırasında ortaya çıkan açılmalara örnekler	75
Şekil 79: Test edilen beşinci çerçeve.....	76
Şekil 80: Beşinci çerçeveye ait yükleme şeması.....	76
Şekil 81: Beşinci çerçeveye ait yanal yük - maksimum yanal deplasman grafiği.....	77
Şekil 82: Beşinci çerçeveye ait itme – çekme döngülerinin gösterildiği yanal yük - maksimum yanal deplasman grafiği.....	77
Şekil 83: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş rijitlik değişimi	78
Şekil 84: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş, her bir adım rijitliği - maksimum yanal deplasman değişimi.....	78
Şekil 85: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş maksimum yanal yük değişimi	79
Şekil 86: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş her bir adım sonundaki maksimum yanal deplasman değişimi.....	79
Şekil 87: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş her bir adım sonundaki toplam enerji sönümü	80
Şekil 88: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için (sırasıyla, pozitif itme / negatif çekme ve mutlak değer olarak) ayrı ayrı gösterilmiş, her bir adım sonundaki sönümlenmiş toplam enerji - maksimum yanal deplasman değişimi	81
Şekil 89: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş her bir adım sonundaki toplam enerji emilimi	82

Şekil 90: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için (sırasıyla, pozitif itme / negatif çekme ve mutlak değer olarak) ayrı ayrı gösterilmiş, her bir adım sonundaki toplam enerji emilimi- maksimum yanal deplasman değişimi	83
Şekil 91: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş her bir adım sonundaki geri kazanılmış toplam enerji	84
Şekil 92: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için (sırasıyla, pozitif itme / negatif çekme ve mutlak değer olarak) ayrı ayrı gösterilmiş, her bir adım sonundaki geri kazanılan toplam enerji - maksimum yanal deplasman değişim	85
Şekil 93: Deney sırasında ortaya çıkan açılımlara örnekler	86
Şekil 94: Test edilen altıncı çerçeve	87
Şekil 95: Altıncı çerçeveye takılmış sensörlerin bazıları.....	87
Şekil 96: Altıncı çerçeveye ait yükleme şeması	88
Şekil 97: Altıncı çerçeveye ait yanal yük - maksimum yanal deplasman grafiği	89
Şekil 98: Altıncı çerçeveye ait itme – çekme döngülerinin gösterildiği yanal yük - maksimum yanal deplasman grafiği.....	89
Şekil 99: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş rijitlik değişimi	90
Şekil 100: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş, her bir adım rijitliği - maksimum yanal deplasman değişimi.....	90
Şekil 101: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş maksimum yanal yük değişimi	91
Şekil 102: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş her bir adım sonundaki maksimum yanal deplasman değişimi.....	91
Şekil 103: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş her bir adım sonundaki toplam enerji sönümü	92
Şekil 104: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için (sırasıyla, pozitif itme / negatif çekme ve mutlak değer olarak) ayrı ayrı gösterilmiş, her bir adım sonundaki sönümlenmiş toplam enerji - maksimum yanal deplasman değişimi	93
Şekil 105: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş her bir adım sonundaki toplam enerji emilimi.....	94
Şekil 106: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için (sırasıyla, pozitif itme / negatif çekme ve mutlak değer olarak) ayrı ayrı gösterilmiş, her bir adım sonundaki toplam enerji emilimi- maksimum yanal deplasman değişimi	95
Şekil 107: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş her bir adım sonundaki geri kazanılmış toplam enerji	96
Şekil 108: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için (sırasıyla, pozitif itme / negatif çekme ve mutlak değer olarak) ayrı ayrı gösterilmiş, her bir adım sonundaki geri kazanılan toplam enerji - maksimum yanal deplasman değişimi	97
Şekil 109: Deney sırasında ortaya çıkan açılımlara örnekler	98
Şekil 110: Test edilen yedinci çerçeve	98
Şekil 111: Yedinci çerçeveye ait yükleme şeması.....	99
Şekil 112: Yedinci çerçeveye ait yanal yük - maksimum yanal deplasman grafiği.....	100
Şekil 113: Yedinci çerçeveye ait itme – çekme döngülerinin gösterildiği yanal yük - maksimum yanal deplasman grafiği.....	100
Şekil 114: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş rijitlik değişimi	101
Şekil 115: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş, her bir adım rijitliği - maksimum yanal deplasman değişimi.....	101
Şekil 116: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş maksimum yanal yük değişimi	102
Şekil 117: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş her bir adım sonundaki maksimum yanal deplasman değişimi.....	102
Şekil 118: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş her bir adım sonundaki toplam enerji sönümü	103

Şekil 119: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için (sırasıyla, pozitif itme / negatif çekme ve mutlak değer olarak) ayrı ayrı gösterilmiş, her bir adım sonundaki sönümlenmiş toplam enerji - maksimum yanal deplasman değişimi	104
Şekil 120: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş her bir adım sonundaki toplam enerji emilimi	105
Şekil 121: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için (sırasıyla, pozitif itme / negatif çekme ve mutlak değer olarak) ayrı ayrı gösterilmiş, her bir adım sonundaki toplam enerji emilimi - maksimum yanal deplasman değişimi	106
Şekil 122: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş her bir adım sonundaki geri kazanılmış toplam enerji miktarı	107
Şekil 123: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş, her bir adım sonundaki geri kazanılmış toplam enerji - maksimum yanal deplasman değişimi	108
Şekil 124: Yedinci çerçeveye ait deney sonrası açılmalara örnekler	109
Şekil 125: Sekizinci çerçeve	109
Şekil 126: Sekizinci çerçeveye ait yükleme şeması	110
Şekil 127: Sekizinci çerçeveye ait yanal yük - maksimum yanal deplasman grafiği	110
Şekil 128: Sekizinci çerçeveye ait itme – çekme döngülerinin gösterildiği yanal yük - maksimum yanal deplasman grafiği	111
Şekil 129: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş başlangıç rijitliği değişimi	112
Şekil 130: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş, her bir adım başlangıç rijitliği - maksimum yanal deplasman değişimi	112
Şekil 131: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş toplam rijitlik değişimi	113
Şekil 132: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş, her bir adım toplam rijitlik - maksimum yanal deplasman değişimi	113
Şekil 133: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş maksimum yanal yük değişimi	114
Şekil 134: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş her bir adım sonundaki maksimum yanal deplasman değişimi	114
Şekil 135: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş, her bir adım sonundaki sönümlenmiş toplam enerji – başlangıç rijitliği değişimi	115
Şekil 136: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş, her bir adım sonundaki sönümlenmiş toplam enerji – toplam rijitlik değişimi	115
Şekil 137: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş her bir adım sonundaki toplam enerji sönümü	116
Şekil 138: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için (sırasıyla, pozitif itme / negatif çekme ve mutlak değer olarak) ayrı ayrı gösterilmiş, her bir adım sonundaki sönümlenmiş toplam enerji - maksimum yanal deplasman değişimi	117
Şekil 139: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş her bir adım sonundaki toplam enerji emilimi	118
Şekil 140: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için (sırasıyla, pozitif itme / negatif çekme ve mutlak değer olarak) ayrı ayrı gösterilmiş, her bir adım sonundaki toplam enerji emilimi - maksimum yanal deplasman değişimi	119
Şekil 141: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş her bir adım sonundaki geri kazanılan toplam enerji	120
Şekil 142: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için (sırasıyla, pozitif itme / negatif çekme ve mutlak değer olarak) ayrı ayrı gösterilmiş, her bir adım sonundaki geri kazanılan toplam enerji - maksimum yanal deplasman değişimi	121
Şekil 143: Sekizinci çerçevenin boş halde test edilmesinin ardından bağlantılarda oluşan kalıcı açılmalar	122

Şekil 144: Sekizinci çerçevenin boş halde test edilmesinin ardından ahşap elemanlarda birbirlerine göre meydana gelen düzlem dışı kalıcı oynamalar.....	123
Şekil 145: Kerpiç dolgunun örülmesi.....	124
Şekil 146: Dolgunun tamamlanmasının ardından çerçevenin üstünün sıvanması.....	124
Şekil 147: Çerçevenin dolgununun tamamlanmasının ardından son hali	125
Şekil 148: Dolu halde test edilmiş birinci çerçeveye ait yükleme şeması	126
Şekil 149: Dolu halde test edilmiş birinci çerçeveye ait yanal yük - maksimum yanal deplasman grafiği.....	127
Şekil 150: Dolu halde test edilmiş birinci çerçeveye ait itme – çekme döngülerinin gösterildiği yanal yük - maksimum yanal deplasman grafiği.....	128
Şekil 151: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş başlangıç rijitliği değişimi	129
Şekil 152: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş, her bir adım başlangıç rijitliği - maksimum yanal deplasman değişimi.....	129
Şekil 153: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş toplam rijitlik değişimi.....	130
Şekil 154: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş, her bir adım toplam rijitlik - maksimum yanal deplasman değişimi	130
Şekil 155: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş maksimum yanal yük değişimi	131
Şekil 156: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş maksimum yanal deplasman değişimi	131
Şekil 157: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş, her bir adım başlangıç rijitliği - toplam enerji sönümü değişimi.....	132
Şekil 158: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş, her bir adım toplam rijitlik - toplam enerji sönümü değişimi	132
Şekil 159: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş her bir adım sonundaki toplam enerji sönümü	133
Şekil 160: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için (sırasıyla, pozitif itme / negatif çekme ve mutlak değer olarak) ayrı ayrı gösterilmiş, her bir adım sonundaki maksimum yanal deplasman - sönümlenmiş toplam enerji değişimi.....	134
Şekil 161: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş her bir adım sonundaki toplam enerji emilimi	135
Şekil 162: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için (sırasıyla, pozitif itme / negatif çekme ve mutlak değer olarak) ayrı ayrı gösterilmiş, her bir adım sonundaki maksimum yanal deplasman - toplam enerji emilimi değişimi.....	136
Şekil 163: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş her bir adım sonundakigeri kazanılmış toplam enerji	137
Şekil 164: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için (sırasıyla, pozitif itme / negatif çekme ve mutlak değer olarak) ayrı ayrı gösterilmiş, her bir adım sonundaki geri kazanılan toplam enerji - maksimum yanal deplasman değişimi	138
Şekil 165: Kerpiç dolgunun hazırlanması.....	139
Şekil 166: Dolu halde test edilmiş ikinci çerçeveye ait yükleme şeması.....	140
Şekil 167: Dolu halde test edilmiş ikinci çerçeveye ait yanal yük - maksimum yanal deplasman grafiği.....	141
Şekil 168: Dolu halde test edilmiş ikinci çerçeveye ait itme – çekme döngülerinin gösterildiği yanal yük - maksimum yanal deplasman grafiği.....	142
Şekil 169: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş başlangıç rijitliği değişimi	143
Şekil 170: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş, her bir adım başlangıç rijitliği - maksimum yanal deplasman değişimi.....	143
Şekil 171: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş toplam rijitlik değişimi.....	144

Şekil 172: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş, her bir adım toplam rijitlik - maksimum yanal deplasman değişimi	144
Şekil 173: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş maksimum yanal yük değişimi	145
Şekil 174: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş maksimum yanal deplasman değişimi	145
Şekil 175: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş, her bir adım başlangıç rijitliği - toplam enerji sönümü değişimi.....	146
Şekil 176: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş, her bir adım toplam rijitlik - toplam enerji sönümü değişimi	146
Şekil 177: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş her bir adım sonundaki toplam enerji sönümü	147
Şekil 178: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için (sırasıyla, pozitif itme / negatif çekme ve mutlak değer olarak) ayrı ayrı gösterilmiş, her bir adım sonundaki maksimum yanal deplasman - sönümlenmiş toplam enerji değişimi.....	148
Şekil 179: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş her bir adım sonundaki toplam enerji emilimi	149
Şekil 180: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için (sırasıyla, pozitif itme / negatif çekme ve mutlak değer olarak) ayrı ayrı gösterilmiş, her bir adım sonundaki maksimum yanal deplasman - toplam enerji emilimi değişimi.....	150
Şekil 181: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş her bir adım sonundakigeri kazanılmış toplam enerji	151
Şekil 182: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için (sırasıyla, pozitif itme / negatif çekme ve mutlak değer olarak) ayrı ayrı gösterilmiş, her bir adım sonundaki geri kazanılan toplam enerji - maksimum yanal deplasman değişimi	152
Şekil 183: Şam dolma örgü için ahşap elemanların çakılması	153
Şekil 184: Şam dolma dolgunun üzerine sıva uygulanması	153
Şekil 185: Şam dolgu örgü ve sıvala işlemlerinin ardından çerçevenin son hali	154
Şekil 186: Dolu halde test edilmiş üçüncü çerçeveye ait yükleme şeması	155
Şekil 187: Dolu halde test edilmiş üçüncü çerçeveye ait yanal yük - maksimum yanal deplasman grafiği	156
Şekil 188: Dolu halde test edilmiş üçüncü çerçeveye ait itme – çekme döngülerinin gösterildiği yanal yük - maksimum yanal deplasman grafiği.....	157
Şekil 189: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş başlangıç rijitliği değişimi	158
Şekil 190: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş, her bir adım başlangıç rijitliği - maksimum yanal deplasman değişimi.....	158
Şekil 191: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş toplam rijitlik değişimi.....	159
Şekil 192: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş, her bir adım toplam rijitlik - maksimum yanal deplasman değişimi	159
Şekil 193: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş maksimum yanal yük değişimi	160
Şekil 194: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş her bir adım sonundaki maksimum yanal deplasman değişimi.....	160
Şekil 195: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş, her bir adım başlangıç rijitliği - toplam enerji sönümü değişimi.....	161
Şekil 196: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş, her bir adım toplam rijitlik - toplam enerji sönümü değişimi	161
Şekil 197: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş her bir adım sonundaki toplam enerji sönümü	162
Şekil 198: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için (sırasıyla, pozitif itme / negatif çekme ve mutlak değer olarak) ayrı ayrı gösterilmiş, her bir adım sonundaki sönümlenmiş toplam enerji - maksimum yanal deplasman değişimi	163

Şekil 199: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş her bir adım sonundaki toplam enerji emilimi	164
Şekil 200: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için (sırasıyla, pozitif itme / negatif çekme ve mutlak değer olarak) ayrı ayrı gösterilmiş, her bir adım sonundaki toplam enerji emilimi- maksimum yanal deplasman değişimi	165
Şekil 201: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş her bir adım sonundaki geri kazanılmış toplam enerji	166
Şekil 202: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için (sırasıyla, pozitif itme / negatif çekme ve mutlak değer olarak) ayrı ayrı gösterilmiş, her bir adım sonundaki geri kazanılan toplam enerji - maksimum yanal deplasman değişimi	167
Şekil 203: Dolgunun örülmesi işlemi	168
Şekil 204: Çerçevenin tuğla örgü ile doldurulup sıvandıktan sonraki son hali	168
Şekil 205: Dolu halde test edilmiş dördüncü çerçeveye ait yükleme şeması	169
Şekil 206: Dolu halde test edilmiş dördüncü çerçeveye ait yanal yük - maksimum yanal deplasman grafiği	170
Şekil 207: Dolu halde test edilmiş dördüncü çerçeveye ait itme – çekme döngülerinin gösterildiği yanal yük - maksimum yanal deplasman grafiği	171
Şekil 208: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş başlangıç rijitliği değişimi	172
Şekil 209: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş, her bir adım başlangıç rijitliği - maksimum yanal deplasman değişimi	172
Şekil 210: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş toplam rijitlik değişimi	173
Şekil 211: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş, her bir adım toplam rijitlik - maksimum yanal deplasman değişimi	173
Şekil 212: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş maksimum yanal yük değişimi	174
Şekil 213: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş her bir adım sonundaki maksimum yanal deplasman değişimi	174
Şekil 214: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş, her bir adım başlangıç rijitliği - toplam enerji sönümü değişimi	175
Şekil 215: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş, her bir adım toplam rijitlik - toplam enerji sönümü değişimi	175
Şekil 216: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş her bir adım sonundaki toplam enerji sönümü	176
Şekil 217: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için (sırasıyla, pozitif itme / negatif çekme ve mutlak değer olarak) ayrı ayrı gösterilmiş, her bir adım sonundaki sönümlenmiş toplam enerji - maksimum yanal deplasman değişimi	177
Şekil 218: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş her bir adım sonundaki toplam enerji emilimi	178
Şekil 219: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için (sırasıyla, pozitif itme / negatif çekme ve mutlak değer olarak) ayrı ayrı gösterilmiş, her bir adım sonundaki toplam enerji emilimi- maksimum yanal deplasman değişimi	179
Şekil 220: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş her bir adım sonundaki geri kazanılmış toplam enerji	180
Şekil 221: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için (sırasıyla, pozitif itme / negatif çekme ve mutlak değer olarak) ayrı ayrı gösterilmiş, her bir adım sonundaki geri kazanılan toplam enerji - maksimum yanal deplasman değişim	181
Şekil 222: Bağlantılarda gerçekleşen açılmalar	182
Şekil 223: Deney sırasında sıvaların dökülmesi	183
Şekil 224: Bağdadi kaplama	183
Şekil 225: Dolu halde test edilmiş beşinci çerçeveye ait yükleme şeması	184
Şekil 226: Dolu halde test edilmiş beşinci çerçeveye ait yanal yük - maksimum yanal deplasman grafiği	185

Şekil 227: Dolu halde test edilmiş beşinci çerçeveye ait itme – çekme döngülerinin gösterildiği yanal yük - maksimum yanal deplasman grafiği.....	186
Şekil 228: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş başlangıç rijitliği değişimi	187
Şekil 229: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş, her bir adım başlangıç rijitliği - maksimum yanal deplasman değişimi.....	187
Şekil 230: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş toplam rijitlik değişimi.....	188
Şekil 231: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş, her bir adım toplam rijitlik - maksimum yanal deplasman değişimi	188
Şekil 232: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş maksimum yanal yük değişimi	189
Şekil 233: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş her bir adım sonundaki maksimum yanal deplasman değişimi.....	189
Şekil 234: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş, her bir adım başlangıç rijitliği - toplam enerji sönümü değişimi.....	190
Şekil 235: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş, her bir adım toplam rijitlik - toplam enerji sönümü değişimi	190
Şekil 236: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş her bir adım sonundaki toplam enerji sönümü	191
Şekil 237: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için (sırasıyla, pozitif itme / negatif çekme ve mutlak değer olarak) ayrı ayrı gösterilmiş, her bir adım sonundaki sönümlenmiş toplam enerji - maksimum yanal deplasman değişimi	192
Şekil 238: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş her bir adım sonundaki toplam enerji emilimi	193
Şekil 239: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için (sırasıyla, pozitif itme / negatif çekme ve mutlak değer olarak) ayrı ayrı gösterilmiş, her bir adım sonundaki toplam enerji emilimi-maksimum yanal deplasman değişimi	194
Şekil 240: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş her bir adım sonundaki geri kazanılmış toplam enerji	195
Şekil 241: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için (sırasıyla, pozitif itme / negatif çekme ve mutlak değer olarak) ayrı ayrı gösterilmiş, her bir adım sonundaki geri kazanılan toplam enerji - maksimum yanal deplasman değişim	196
Şekil 242: Önce ahşap elemanlar, çerçeveye denk geldikleri her noktada 1 adet çiviyle çerçeveye sabitlenecek şekilde çakıldılar.	197
Şekil 243: Çerçeveye çakılan ahşap elemanların daha sonra üstleri sıvandı.	198
Şekil 244: Dolu halde test edilen altıncı çerçeveye ait yükleme şeması	199
Şekil 245: Dolu halde test edilmiş altıncı çerçeveye ait yanal yük - maksimum yanal deplasman grafiği	200
Şekil 246: Dolu halde test edilmiş altıncı çerçeveye ait itme – çekme döngülerinin gösterildiği yanal yük - maksimum yanal deplasman grafiği.....	201
Şekil 247: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş başlangıç rijitliği değişimi	202
Şekil 248: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş, her bir adım başlangıç rijitliği - maksimum yanal deplasman değişimi.....	203
Şekil 249: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş toplam rijitlik değişimi.....	203
Şekil 250: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş, her bir adım toplam rijitlik - maksimum yanal deplasman değişimi	204
Şekil 251: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş maksimum yanal yük değişimi	204
Şekil 252: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş maksimum yanal deplasman değişimi	205

Şekil 253: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş, her bir adım başlangıç rijitliği - toplam enerji sönümü değişimi.....	206
Şekil 254: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş, her bir adım toplam rijitlik - toplam enerji sönümü değişimi	206
Şekil 255: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş her bir adım sonundaki toplam enerji sönümü	207
Şekil 256: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için (sırasıyla, pozitif itme / negatif çekme ve mutlak değer olarak) ayrı ayrı gösterilmiş, her bir adım sonundaki maksimum yanıl deplasman - sönümlenmiş toplam enerji değişimi.....	208
Şekil 257: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş her bir adım sonundaki toplam enerji emilimi.....	209
Şekil 258: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için (sırasıyla, pozitif itme / negatif çekme ve mutlak değer olarak) ayrı ayrı gösterilmiş, her bir adım sonundaki toplam enerji emilimi- maksimum yanıl deplasman değişimi	210
Şekil 259: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş her bir adım sonundaki geri kazanılmış toplam enerji	211
Şekil 260: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için (sırasıyla, pozitif itme / negatif çekme ve mutlak değer olarak) ayrı ayrı gösterilmiş, her bir adım sonundaki geri kazanılan toplam enerji - maksimum yanıl deplasman değişim	212
Şekil 261: Çerçevenin deney sonrası hali.....	213
Şekil 262: Geleneksel kireç harcının karılması	214
Şekil 263: 21 cm 10 cm boyutlarında içi dolu tuğla	214
Şekil 264: Yedinci çerçeve açıklıklarının tuğla ile doldurulması çalışmaları	215
Şekil 265: Dolgusu bitmiş, sıvanmaya hazır haldeki çerçeve	215
Şekil 266: Çerçevenin sıva aşaması görünüşleri	216
Şekil 267: Harç ve sıva örnekleri 7.5 cm (r) x 15 cm (h) boyutlarında standart silindirlere toplandı.	216
Şekil 268: Dolu halde test edilen yedinci çerçeveye ait yükleme şeması	217
Şekil 269: Dolu halde test edilmiş yedinci yanıl yük - maksimum yanıl deplasman grafiği.	218
Şekil 270: Dolu halde test edilmiş yedinci çerçeveye ait itme – çekme döngülerinin gösterildiği yanıl yük - maksimum yanıl deplasman grafiği.....	218
Şekil 271: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş rijitlik değişimi	219
Şekil 272: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş, her bir adım rijitliği - maksimum yanıl deplasman değişimi.....	219
Şekil 273: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş maksimum yanıl yük değişimi	220
Şekil 274: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş her bir adım sonundaki maksimum yanıl deplasman değişimi.....	220
Şekil 275: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş her bir adım sonundaki toplam enerji sönümü	221
Şekil 276: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için (sırasıyla, pozitif itme / negatif çekme ve mutlak değer olarak) ayrı ayrı gösterilmiş, her bir adım sonundaki sönümlenmiş toplam enerji - maksimum yanıl deplasman değişimi	222
Şekil 277: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş her bir adım sonundaki toplam enerji emilimi	223
Şekil 278: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için (sırasıyla, pozitif itme / negatif çekme ve mutlak değer olarak) ayrı ayrı gösterilmiş, her bir adım sonundaki toplam enerji emilimi - maksimum yanıl deplasman değişimi.....	224
Şekil 279: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş her bir adım sonundaki geri kazanılmış toplam enerji miktarı.....	225
Şekil 280: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş, her bir adım sonundaki geri kazanılmış toplam enerji - maksimum yanıl deplasman değişimi.....	226

Şekil 281: Deney sonrası içi dolu yedinci çerçevenin durumu.....	227
Şekil 282: Çerçeve bağlatılarında oluşan hasar görünümü.....	227
Şekil 283: Bağdadi kaplamanın uygulanması	228
Şekil 284: Sivanın hazırlanması	228
Şekil 285: Sivanın uygulanması	229
Şekil 286: Dolu halde test edilmiş sekizinci çerçeveye ait yükleme şeması	230
Şekil 287: Dolu halde test edilmiş sekizinci çerçeveye ait yanal yük - maksimum yanal deplasman grafiği.....	231
Şekil 288: Dolu halde test edilmiş sekizinci çerçeveye ait itme – çekme döngülerinin gösterildiği yanal yük - maksimum yanal deplasman grafiği.....	232
Şekil 289: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş başlangıç rijitliği değişimi	233
Şekil 290: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş, her bir adım başlangıç rijitliği - maksimum yanal deplasman değişimi.....	233
Şekil 291: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş toplam rijitlik değişimi.....	234
Şekil 292: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş, her bir adım toplam rijitlik - maksimum yanal deplasman değişimi	234
Şekil 293: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş maksimum yanal yük değişimi	235
Şekil 294: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş her bir adım sonundaki maksimum yanal deplasman değişimi.....	235
Şekil 295: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş, her bir adım başlangıç rijitliği - toplam enerji sönümü değişimi.....	236
Şekil 296: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş, her bir adım toplam rijitlik - toplam enerji sönümü değişimi	236
Şekil 297: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş her bir adım sonundaki toplam enerji sönümü	237
Şekil 298: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için (sırasıyla, pozitif itme / negatif çekme ve mutlak değer olarak) ayrı ayrı gösterilmiş, her bir adım sonundaki sönümlenmiş toplam enerji - maksimum yanal deplasman değişimi	238
Şekil 299: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş her bir adım sonundaki toplam enerji emilimi	239
Şekil 300: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için (sırasıyla, pozitif itme / negatif çekme ve mutlak değer olarak) ayrı ayrı gösterilmiş, her bir adım sonundaki toplam enerji emilimi- maksimum yanal deplasman değişimi	240
Şekil 301: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş her bir adım sonundaki geri kazanılmış toplam enerji	241
Şekil 302: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için (sırasıyla, pozitif itme / negatif çekme ve mutlak değer olarak) ayrı ayrı gösterilmiş, her bir adım sonundaki geri kazanılan toplam enerji - maksimum yanal deplasman değişimi	242
Şekil 303: Bağlantılarda meydana gelen hasarlara örnekler	243
Şekil 304: Çivilerde hem sünek hem de kırılğan davranışta kopma gözlemlenmiştir.....	244
Şekil 305: Çivinin başının kesilmesi.....	244
Şekil 306: Çekme testi.....	245
Şekil 307: Çekme testi sonuçları	245
Şekil 308: Kerpiç ve tuğla numunelerin kenarlarının kesilerek düzeltilmesi.....	246
Şekil 309: Başlık için hazırlanan çimento harcı	247
Şekil 310: Başlıkların düzgünlüğünün su terazisiyle kontrol edilmesi.....	247
Şekil 311: Yanlarda biriken fazla harcın alınması	248
Şekil 312: Diğer tarafına da aynı işlem uygulanmadan evvel başlıkların kurutulmak üzere bekletilmesi	248
Şekil 313: Başlık yapımı	250
Şekil 314: Başlık yüzeyinin düzgünlüğünün su terazisiyle kontrol edilmesi	250

Şekil 315: Yığıma numunelerin test edildiği alet	251
Şekil 316: Numunelerin kırıldıktan sonraki hali	251
Şekil 317: Çiviye uygulanan itme çekme testi için oluşturulan deney düzeneği.....	253
Şekil 318: Çivi itme çekme testinden elde edilen yük deplasman grafiği	254
Şekil 319: Her bir döngüde yük deplasman ilişkisine ait eğimin düşüşünü gösteren grafik..	255
Şekil 320: Okuma kontrolü için ilk olarak tartılan metal silindir ve yük hücresi	256
Şekil 321: Çerçeve ağırlıklarının ölçümlerine ait tipik veri grafiği.....	257
Şekil 322: Birinci çerçevenin dolgulu ve dolgusuz durumları ile itme ve çekme yönleri için oluşturulmuş Sd-Sa grafikleri (%10 sönümlenme çizgisi, performans noktasının elde edilemediği çerçevelerde referans oluşturması amacıyla gösterilmiştir).....	260
Şekil 323: İkinci çerçevenin dolgulu ve dolgusuz durumları ile itme ve çekme yönleri için oluşturulmuş Sd-Sa grafikleri.....	261
Şekil 324: Üçüncü çerçevenin dolgulu ve dolgusuz durumları ile itme ve çekme yönleri için oluşturulmuş Sd-Sa grafikleri.....	262
Şekil 325: Dördüncü çerçevenin dolgulu ve dolgusuz durumları ile itme ve çekme yönleri için oluşturulmuş Sd-Sa grafikleri (%10 sönümlenme çizgisi, performans noktasının elde edilemediği çerçevelerde referans oluşturması amacıyla gösterilmiştir).....	263
Şekil 326: Beşinci çerçevenin dolgulu ve dolgusuz durumları ile itme ve çekme yönleri için oluşturulmuş Sd-Sa grafikleri (%10 sönümlenme çizgisi, performans noktasının elde edilemediği çerçevelerde referans oluşturması amacıyla gösterilmiştir).....	264
Şekil 327: Altıncı çerçevenin dolgulu ve dolgusuz durumları ile itme ve çekme yönleri için oluşturulmuş Sd-Sa grafikleri (%10 sönümlenme çizgisi, performans noktasının elde edilemediği çerçevelerde referans oluşturması amacıyla gösterilmiştir).....	265
Şekil 328: Yedinci çerçevenin dolgulu ve dolgusuz durumları ile itme ve çekme yönleri için oluşturulmuş Sd-Sa grafikleri.....	266
Şekil 329: Sekizinci çerçevenin dolgulu ve dolgusuz durumları ile itme ve çekme yönleri için oluşturulmuş Sd-Sa grafikleri.....	267
Şekil 330: Çerçevelerin dolgusuz ve dolgulu olarak test edilmelerinin ardından elde edilen zarf eğrileri	269
Şekil 331: Toplam sönümlenen enerji miktarı maksimum yanal deplasman ilişkisi (itme yönü)	272
Şekil 332: Toplam sönümlenen enerji miktarı maksimum yanal deplasman ilişkisi (çekme yönü).....	273

ÖZET

Türkiye’de halen kültür varlığı olarak kayıtlı bulunan mimari örneklerinin çoğunu geleneksel Osmanlı ahşap çerçeveveli “hımış” konutlar oluşturmaktadır. Şu ana kadar bu yapıların ilgili literatürdeki yeri, mimari ve malzeme özellikleriyle sınırlı olup, teknik özelliklerine pek fazla önem verilmemiştir. Buna ek olarak, geleneksel Osmanlı ahşap çerçeveveli “hımış” konutların deprem dayanımına ilişkin olarak çok sayıda tarihi ve modern depremin ardından yapılan gözleme dayalı çalışmalara karşılık, bu yapıların deprem yükü altındaki davranışına ilişkin bir mühendislik çalışması da bulunmamaktadır. Bu eksiklerin doldurulabilmesi amacıyla, Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurulu (TÜBİTAK) tarafından desteklenen 106M499 kodlu proje kapsamında, bir dizi deneysel çalışma gerçekleştirilmiş ve bu deneylerden elde edilen verilere dayanarak, geleneksel Osmanlı ahşap çerçeve “hımış” yapıların deprem dayanımına ilişkin bilgi elde edilmiştir.

Bu proje sonunda elde edilen ve bu raporda sunulan veriler, yalnızca geleneksel bir yapı kültürünün teknik donanımıyla ilgili bilgi sahibi olmamızı değil, aynı zamanda var olan geleneksel Osmanlı ahşap çerçeve “hımış” yapı stoğunun korunması ve bundan sonra inşa edilecek depreme dayanıklı yapıların da yeniden değerlendirilmesini sağlayacaktır.

GİRİŞ

Bu rapor, 2006 yılında önerilen ve TÜBİTAK tarafından onaylanarak 1 Şubat 2007’de başlayan, **106M499** nolu “Tarihi Geleneksel Ahşap Karkas/Hımiş Konutların Sismik Performansının Değerlendirilmesi” başlıklı proje dahilinde (1 Şubat 2008 – 1 Kasım 2010) gerçekleştirilen bilimsel ve teknik çalışmaları içerir.

Osmanlı ahşap karkas/hımiş konut geleneğinin özelliklerinin sismik açıdan ele alındığı bu proje, Osmanlı ahşap karkas/hımiş konut geleneğinin farklı yansımalarını içeren Doğu Karadeniz bölgesinde gerçekleştirilen arazi çalışması ile başlamıştır. Proje dahilinde, bundan sonra gerçekleştirilen çalışmalar aşağıdaki şekilde tanımlanmıştır:

- I. Tarihi geleneksel ahşap karkas/hımiş yapı örneğine ait taşıyıcı sistem örneklerinin sismik davranışı ile ilgili olarak gerçekleştirilen deneyler için çerçevelerin üretimi ve bunların Orta Doğu Teknik Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümü’ne bağlı Yapı Mekaniği Laboratuvarı’nda test edilmesi (DENEYSEL ÇALIŞMALAR),
- II. Çerçeveleri oluşturan ahşap türleri ile dolgu olarak kullanılan diğer malzemelere ait malzeme testleri (MALZEME TESTLERİ),
- III. Deneysel çalışmalardan elde edilen yük-deplasman değerlerini kullanarak, çerçevelerin boş ve dolu halde sahip oldukları kapasitelerin ATC-40 prosedürüne uygun olarak hesaplanması (KAPASİTE HESAPLARI).

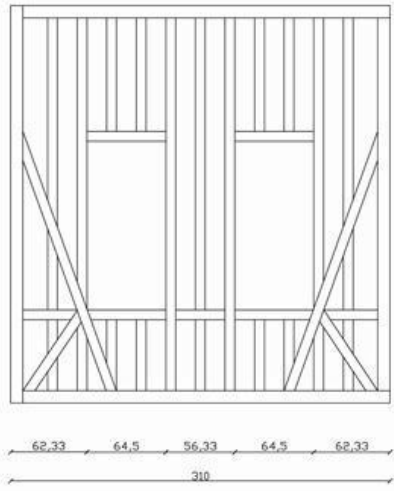
1. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

Deneysel çalışmalara, tarihi geleneksel ahşap karkas/ hımiş tekniğinin başarıyla uygulandığı ve örneklerinin tarihi doku bağlamında günümüze değin sağlıklı olarak korunduğu Batı Karadeniz bölgesinde yer alan Safranbolu ilçesinin çalışma alanı olarak belirlenmesinin ardından başlanmış ve burada yer alan tarihi geleneksel ahşap karkas konutlar arasından yapı ve örnek çerçeveler seçilmiştir. Seçilen çerçeveler, Orta Doğu Teknik Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümü’ne bağlı Yapı Mekaniği Laboratuvarı’nda bir yerel yapı ustası tarafından birebir ölçülerde inşa edilmiş ve tasarlanan deney düzeneği aracılığıyla tekrarlı tersinir yanal yükleme altında test edilmiştir.

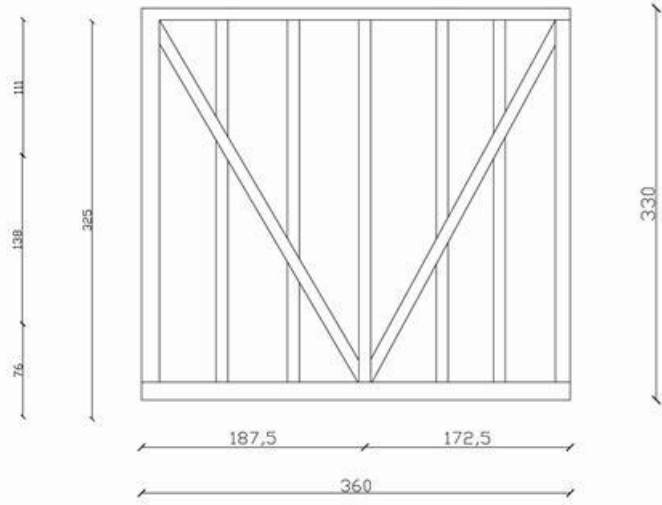
1.1. ÇALIŞMA ALANI İLE TEST EDİLECEK ÇERÇEVELERİN SEÇİLMESİ

Tarihi geleneksel ahşap karkas/ hımiş yapı örneklerinin belirlenmesinde ana etken örneklerin sahip olduğu taşıyıcı sistem elemanların yapısal özellikleri, yerleşimi ve düzeni olmuştur. Çünkü, taşıyıcı sistemi oluşturan elemanların yapısal özellikleri, düzen ve yerleşimi, yapının deprem davranışının belirlenmesinde başrol oynamaktadır. Safranbolu, tarihi geleneksel ahşap karkas/ hımiş tekniğinin başarıyla uygulandığı, örneklerinin tarihi doku bağlamında günümüze değin sağlıklı olarak korunduğu ve sismik açıdan aktif bir bölgede kurulmuş yerleşim birimlerinden bir tanesidir. Bu nedenle, tarihi geleneksel ahşap karkas/ hımiş yapı örnek seçiminde arazi çalışmasının yapılacağı bölge olarak tercih nedeni olmuştur. Örnek seçiminde, 18. yüzyıldan 20.yüzyıla kadar uzanan zaman diliminde Safranbolu’da geleneksel hımiş tekniği ile inşa edilmiş yapıların taşıyıcı sistem karakteristikleri ve genel hatları, arazi çalışması kapsamında incelenmiştir.

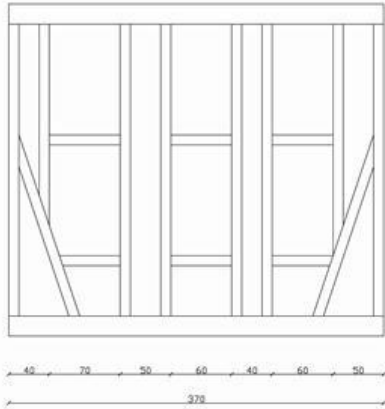
Ardından, Safranbolu yerleşimi içerisindeki ahşap karkas/ hımiş yapı örneklerinde sıkça rastlanan çerçevelerden 6 tanesi, daha sonra Orta Doğu Teknik Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümü’ne bağlı Yapı Mekaniği Laboratuvarı’nda gerçekleştirilecek testlerde kullanılmak üzere seçilmiştir (Şekil 1, Tablo 1).



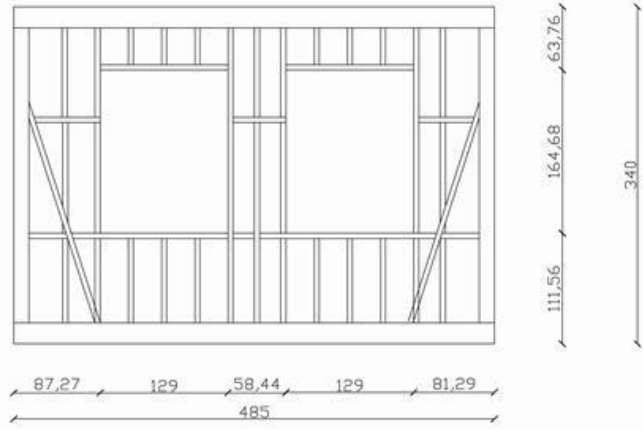
Tip 1



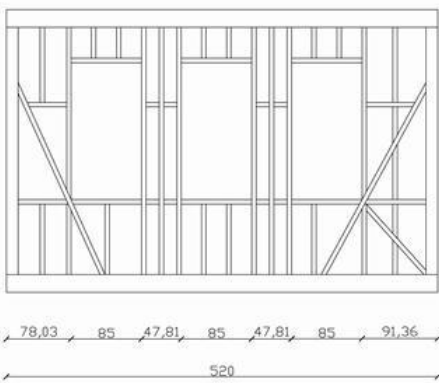
Tip 2



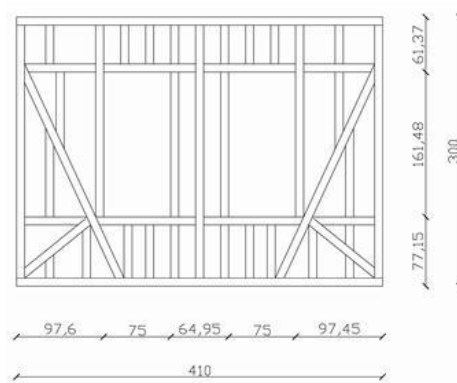
Tip 3



Tip 4



Tip 5



Tip 6

Şekil 1: Test edilecek çerçeveler

Tablo 1: Çerçeve detayları

Eleman Numarası	Tip	Ahşap	Pencere açıklık oranı
SCB-1	1	Sarı Çam	0.21
SCB-2	2	Sarı Çam	0.00
KAB-1	1	Kök nar	0.21
KAB-2	2	Kök nar	0.00
KAB-3	3	Kök nar	0.23
KAB-4	4	Kök nar	0.35
KAB-5	5	Kök nar	0.31
KAB-6	6	Kök nar	0.25

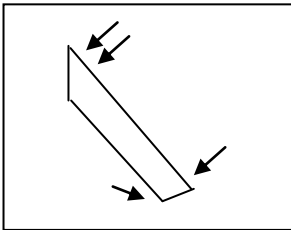
1.2. TEST DÜZENEGİ

Test edilecek çerçevelerin belirlenmesinin ardından, seçilen 6 çerçeveden 2 tanesi iki farklı ahşap türünden olmak üzere toplam 8 adet çerçeve, önce boş sonra dolu olarak test etmek amacıyla Orta Doğu Teknik Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümü'ne bağlı Yapı Mekaniği Laboratuvarı'nda inşa edilmiştir (Şekil 2). Böylelikle, yalnızca çerçevenin geometrisi ve dolgu türünün değil, aynı zamanda ahşap türünün de sonuçlara olan etkisinin araştırılacağı öngörülmüştür.

Çerçevelerde, mafsallar arası bağlantı sadece çiviler aracılığıyla sağlanmıştır. Çerçevelerdeki tüm çiviler 12 cm uzunluğunda ve 4.5 mm kalınlığındadır. Çivilerin çakılma biçimleri için bkz. Şekil 3.

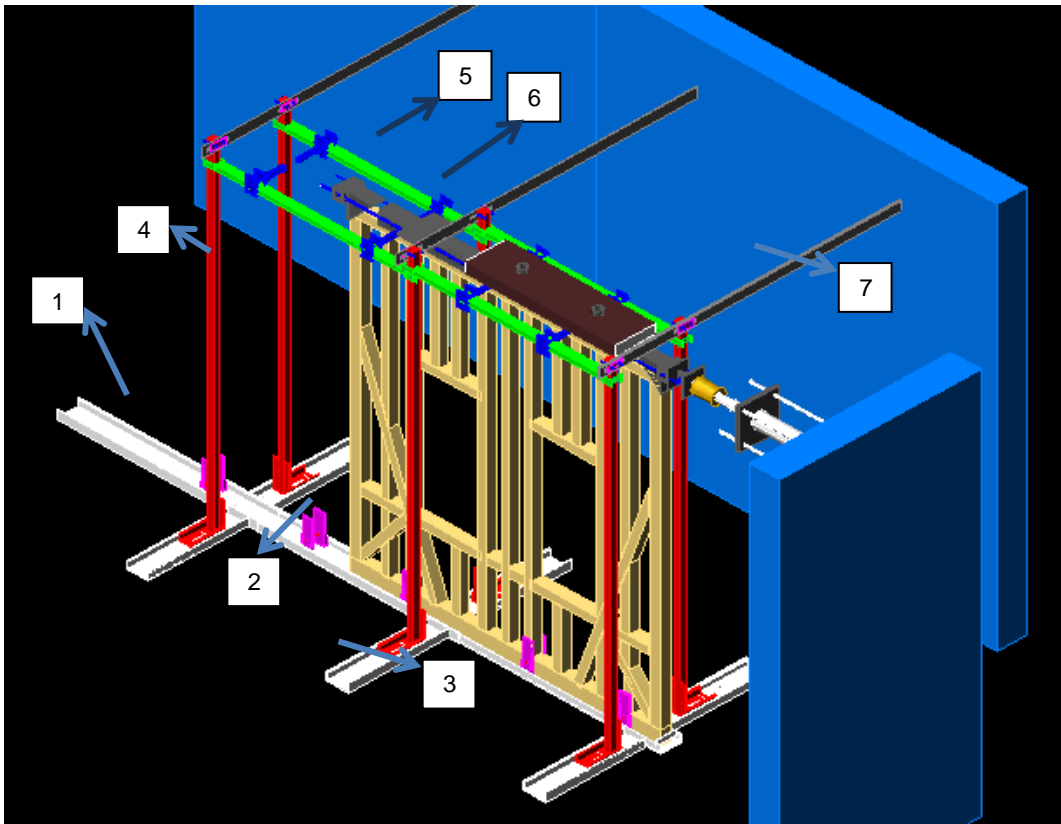
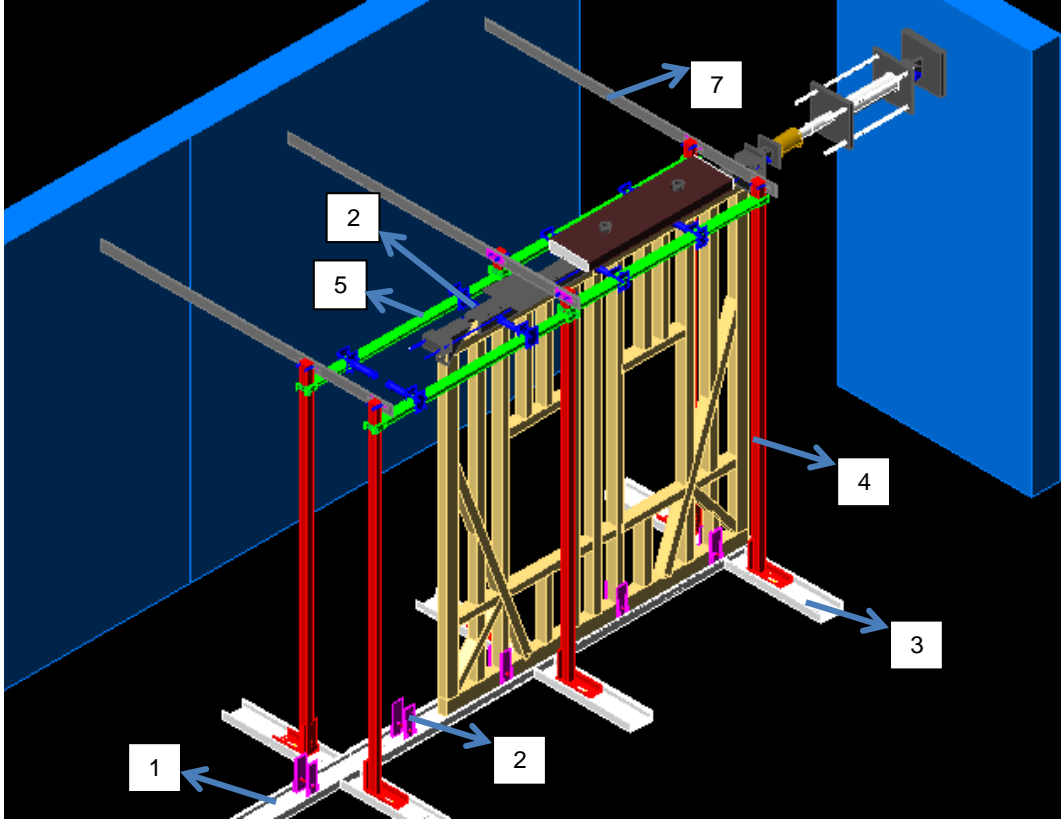


Şekil 2: İmalatı tamamlanan çerçevelerden görünüm

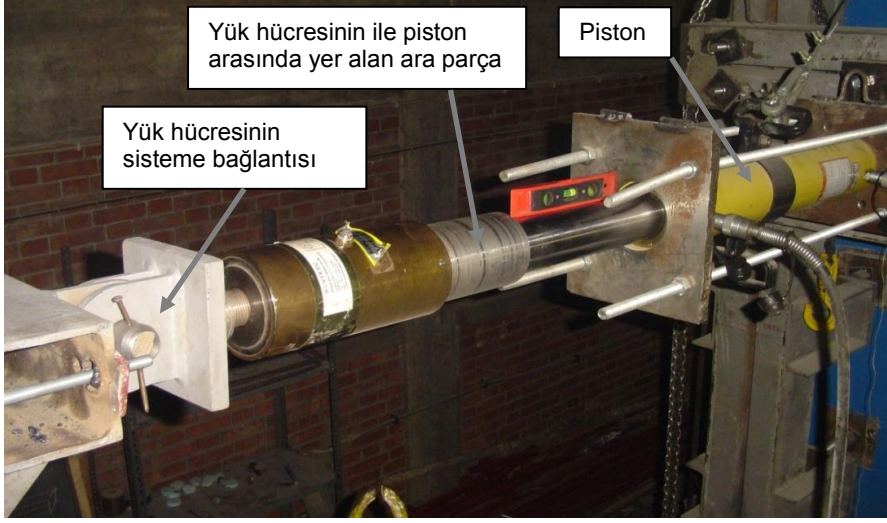


Şekil 3: Çivilerin çakılma şekli

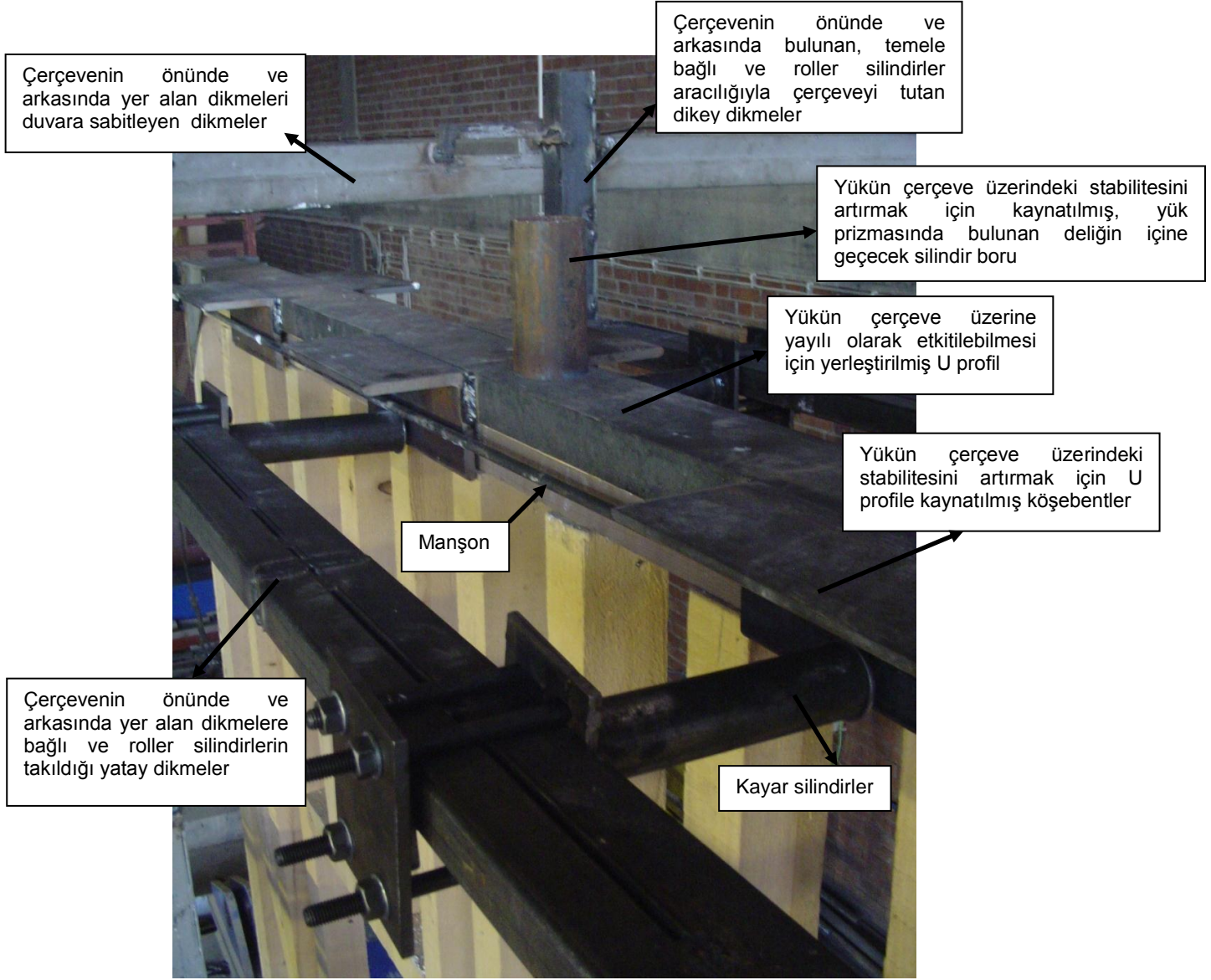
Tüm çerçeveler, ODTÜ İnşaat Mühendisliği Bölümü Yapı Mekaniği laboratuvarında tasarlanan bir test düzeneği aracılığıyla test edilmiştir. Çerçeveler, düzenek ve güçlü duvar arasına yerleştirilen bir hidrolik piston aracılığıyla tekrarlı tersinir yanal yük ile yüklenecek ve yük pistonu bağı yüklem hücre tarafından ölçülecektir. Test düzeneği, çerçeveyi temel (1) içine sabitleyen temel plakaları (2), üçü önde üçü arkada olmak üzere altı pabuç (3) temele bağlanmış altı adet düşey dikme (4), bunların aynı tarafta yer alan herbir çifti arasına yerleştirilmiş bir yatay dikmeye (5) ve bunlara bağlı ve herbiri çerçeveye tek bir noktadan temas eden ikişer kayar silindir (6), ile bahsi geçen düşey dikmeleri, aynı hizada biri önde biri arkada bulunan iki tanesinden geçirerek duvara sabitleyen üç adet yatay dikmeden (7) oluşmaktadır. Deney düzeneğine ilişkin detaylı çizim ve fotoğraflar için bkz. Şekil 4-9.



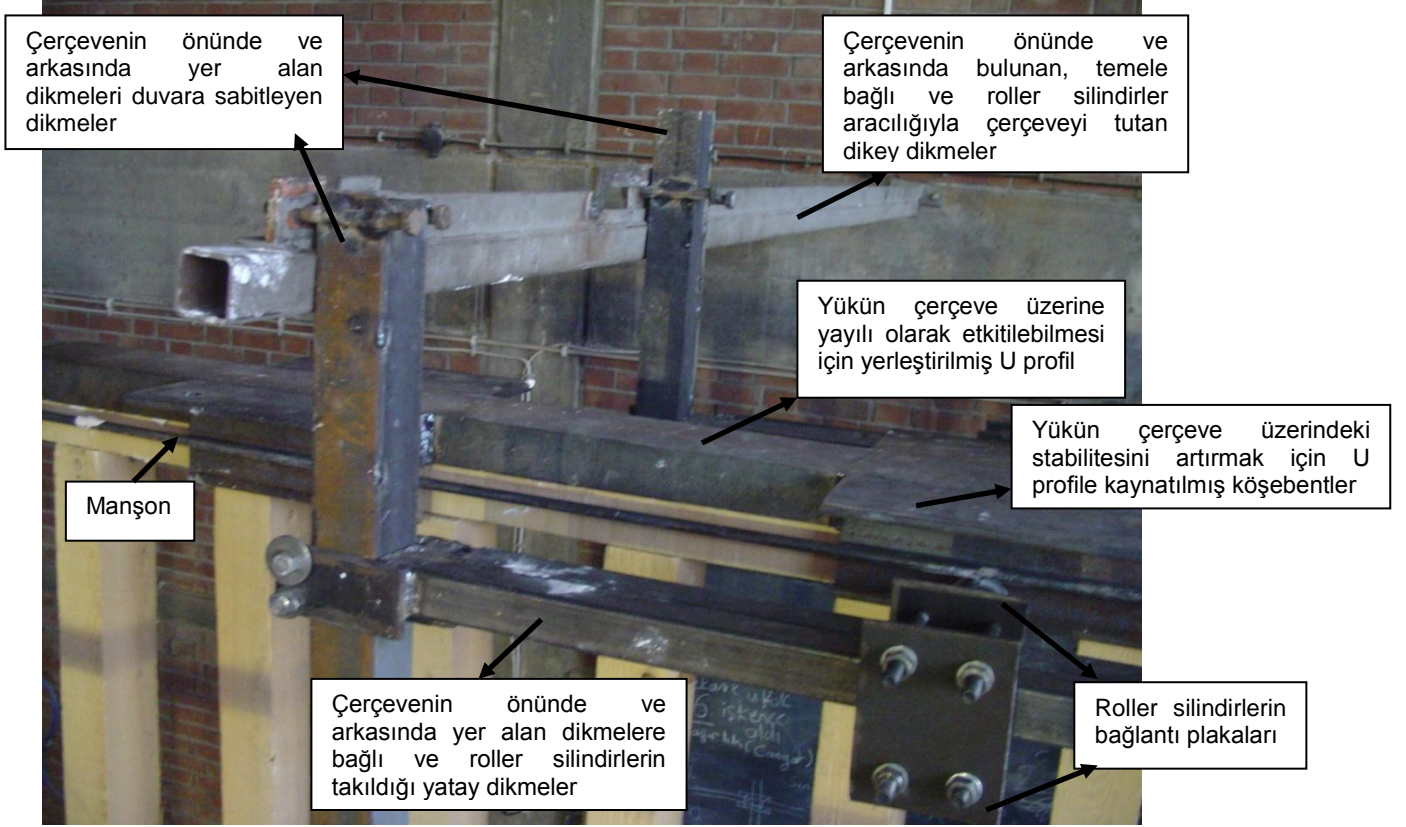
Şekil 4: Test düzeneği



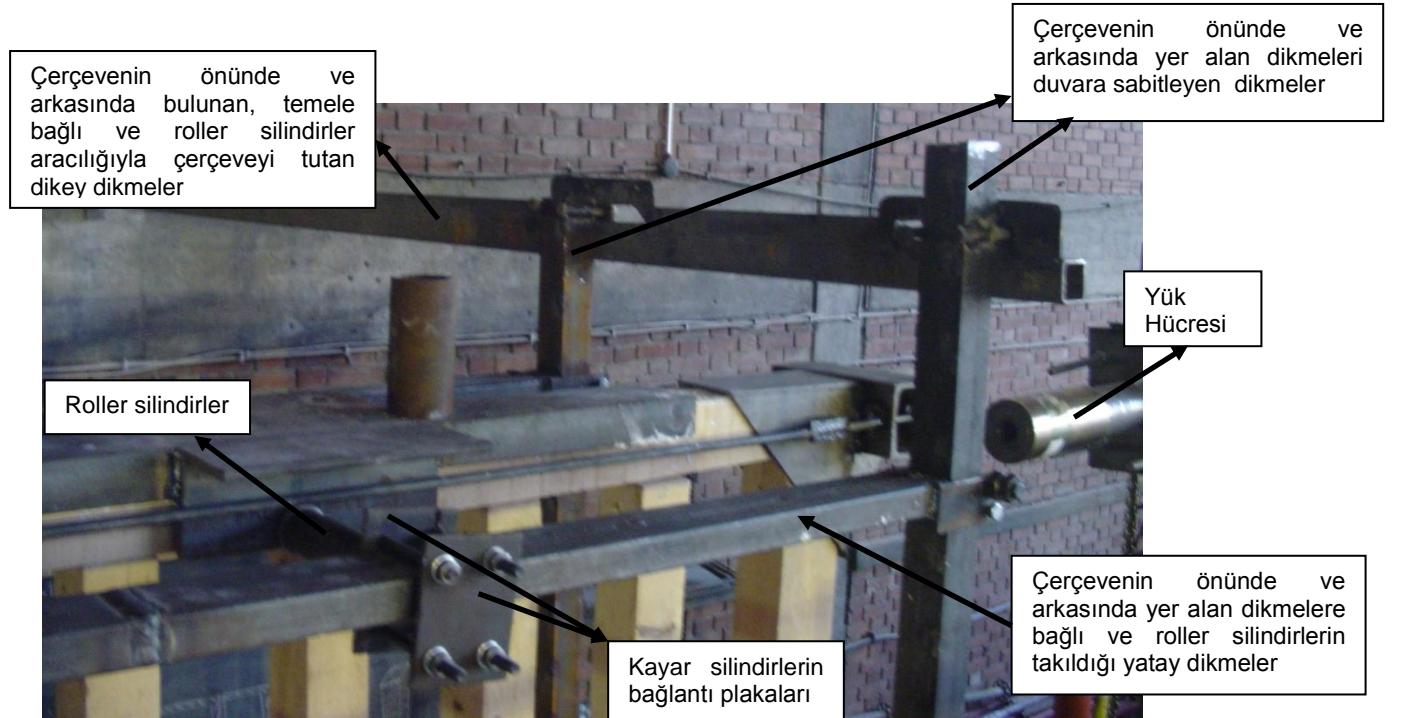
Şekil 5: Deneyde kullanılan, güçlü duvara bağlı piston ve yük hücresi



Şekil 6: İçinde çerçeve bulunan deney düzeneğinin üst kısmı



Şekil 7: İçinde çerçeve bulunan deney düzeneğinin üst kısmı

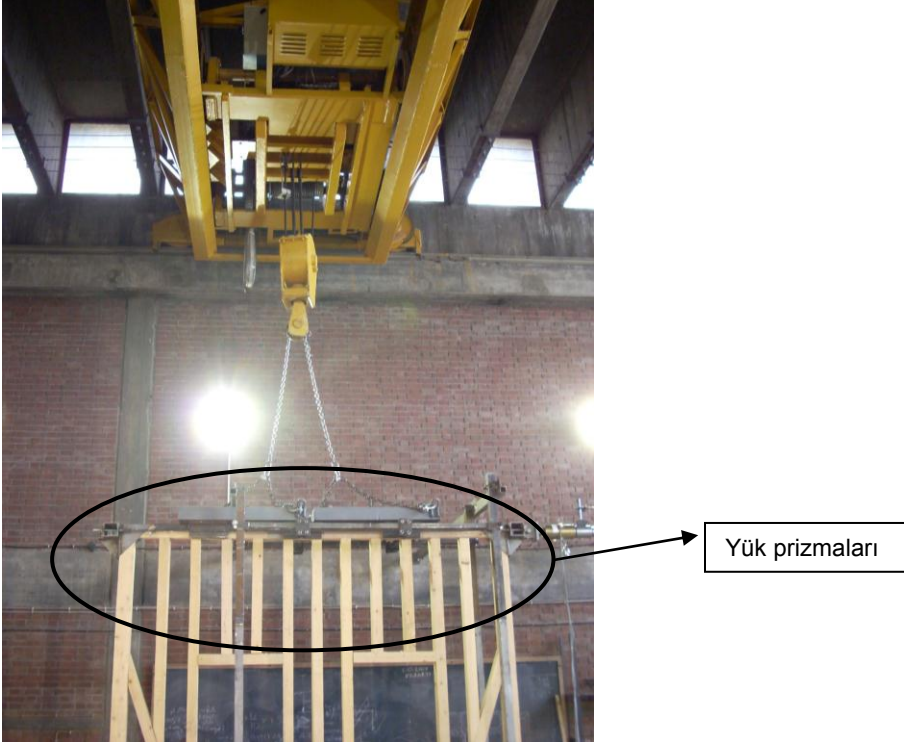


Şekil 8: İçinde çerçeve bulunan deney düzeneğinin üst kısmı



Şekil 9: Manşonların takılı olduğu köşe elemanlar

İlk deney esnasında, düşey yükün çerçevenin üzerine homojen bir şekilde yayılmasını sağlamak amacıyla, yüklerin üzerine yerleştirildiği U profil ile ahşap çerçeve arasına alçı, diğer deneylerde ise kauçuk bir şerit konulmuştur. Her deneyde, çerçeve üzerine uygulanacak yatay yükün sağlanması için, çerçevenin üzerine oturan U profilin üzerine herbiri 320 kg ağırlığında 100cm x 40cm x 10 cm boyutlarında içi dolu yük prizmalarından yanyana 2 adet yerleştirilmiştir (Şekil 10). Birinci deneyden sonra, prizmalarının test sırasında stabilitesini artırmak amacıyla, çerçevenin üzerine yerleştirilmiş U profilin iki yanına kaynatılmış köşebentler sürekli hale getirilmiştir.



Şekil 10: Deney sırasında çerçeve üzerine yerleştirilen yükler güvenlik sağlamak amacıyla vinçle tutulmuştur.

1.3. ALET DÜZENİ

İlk 5 deneyde ölçüm için 4 adet Doğrusal Değişken Fark Transformatörü (LVDT) kullanılmıştır. Bunlar iki adet 200 mm'lik, bir adet 50 'lik ve bir adet 500 mm'lik LVDT'dir. Bu aletlerin yerleştirilme düzeni için bkz. Şekil 11-13.



Şekil 11: Çerçevenin her iki yanında yer alan ve diagonal yer değiştirmeyi ölçmek için yerleştirilmiş 200 mm'lik LVDT'ler

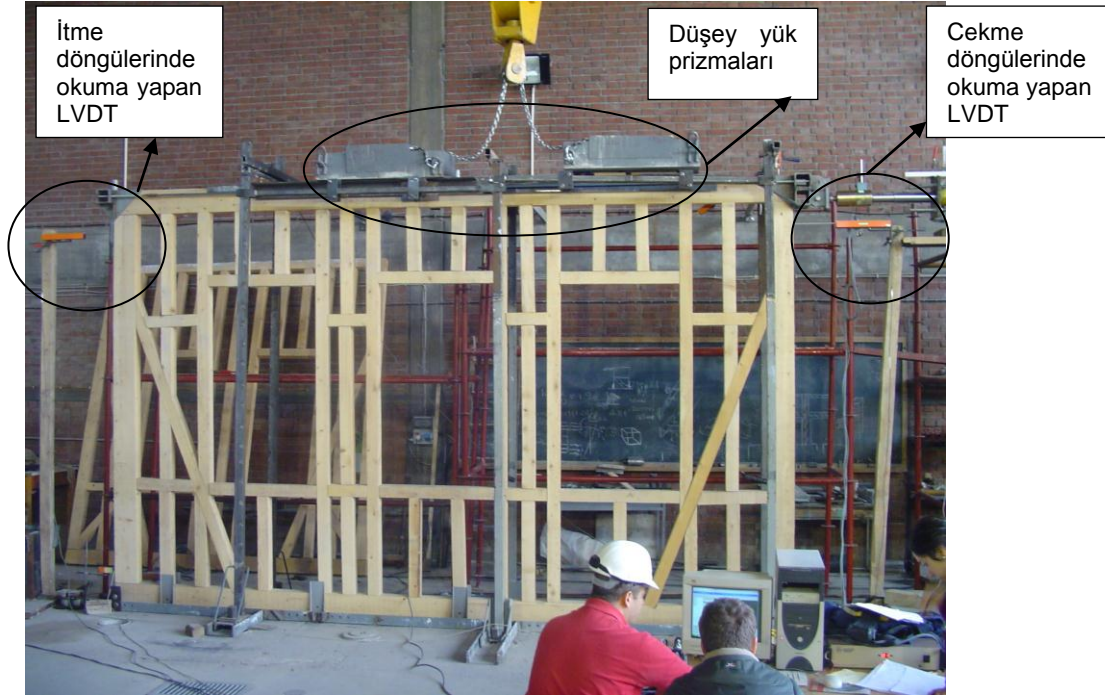


Şekil 12: Çerçevenin yüklemenin yapıldığı tarafına çapraz bağlı bir adet 200 mm'lik ve yatay bağlı bir adet 50 mm'lik LVDT



Şekil 13: Çerçevenin tepe deplasmanının ölçümü için yerleştirilmiş 500 mm'lik LVDT

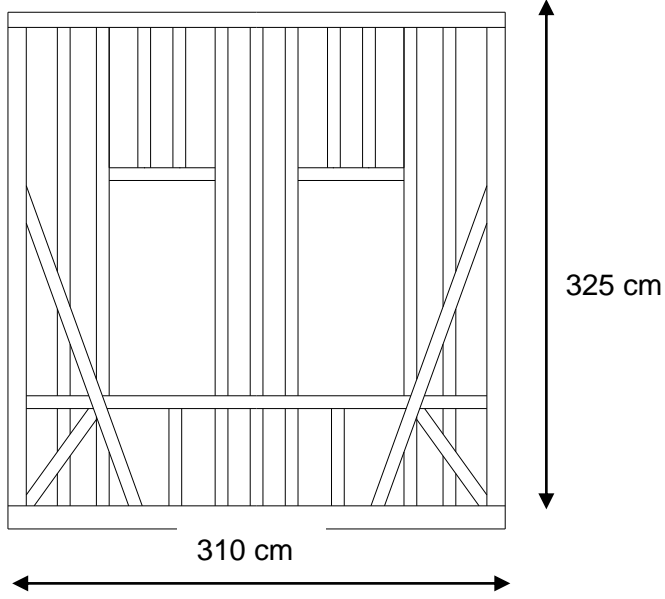
Altıncı deneyden itibaren, yukarıda sayılan aletlere ek olarak, çerçevenin sağına ve soluna da Doğrusal Değişken Fark Transformatörleri (LVDT) yerleştirilmiştir. Bunlar 300 mm'lik LVDT'ler olup, biri çekme diğeri ise itme döngülerinde okuma alacak şekilde yerleştirilmiştir (Şekil 14).



Şekil 14: Test edilen altıncı çerçeve ve takılmış bulunan sensörler

1.4. BİRİNCİ ÇERÇEVENİN DENEYİNDEN ELDE EDİLEN SONUÇLAR

Ekim başında başlanan deney düzeneğinin hazırlanmasının ardından, 28 Kasım 2008 tarihinde ilk deney gerçekleştirilmiştir. Test edilen çerçeve 325 cm x 310 cm (H x L) boyutlarında olup, iki adet pencere açıklığı bulundurmaktadır (Şekil 15-16). Çerçeveye yer alan çapraz elemanlar alt uçlarından, sağdan ve soldan 1'er olmak üzere toplam 2, üst uçlarından ise 2'si de geniş açılı tek taraflarından olmak üzere gene 2 çiviyle tutulmaktadır.

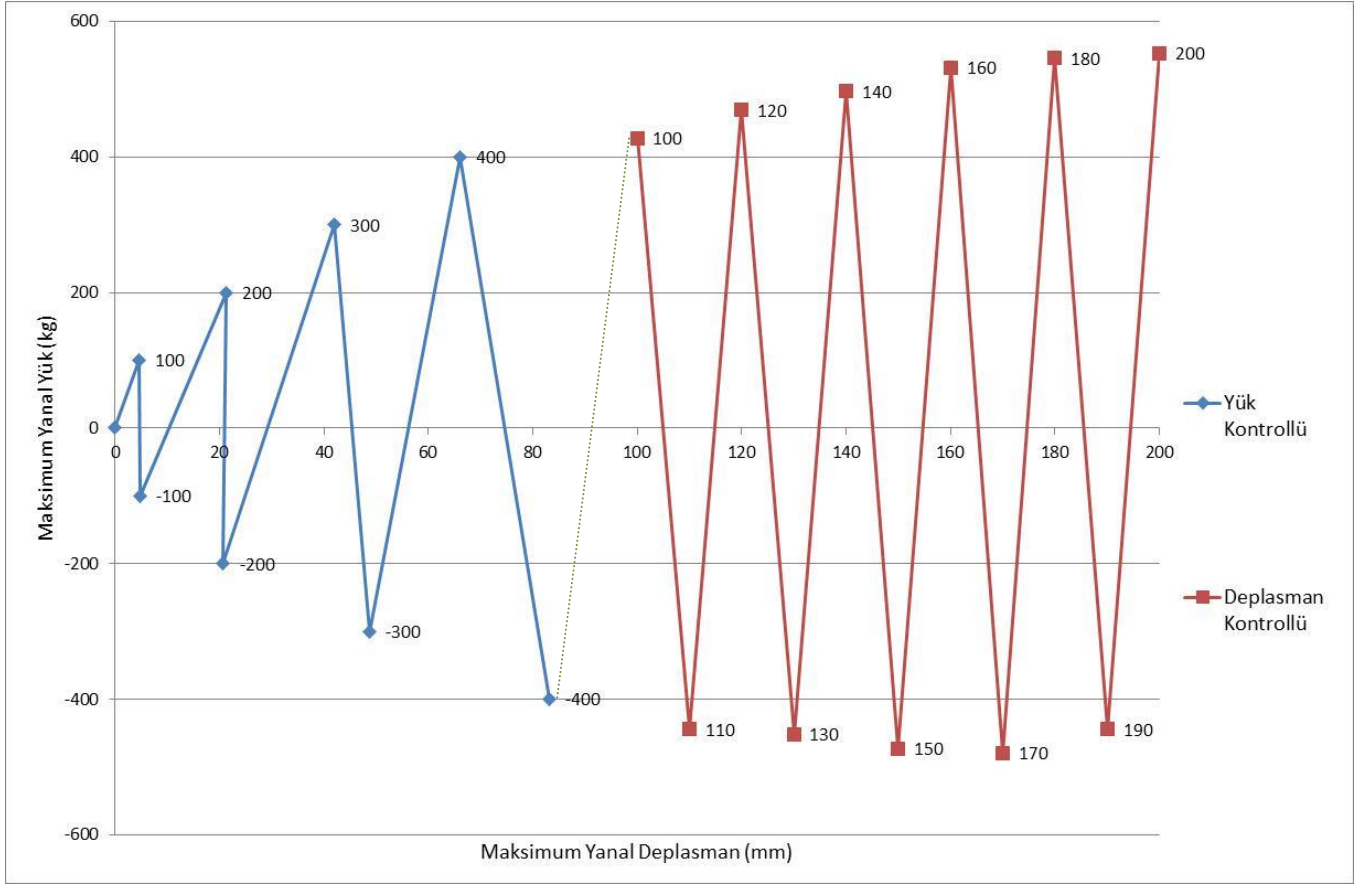


Şekil 15: Test edilen ilk çerçeve



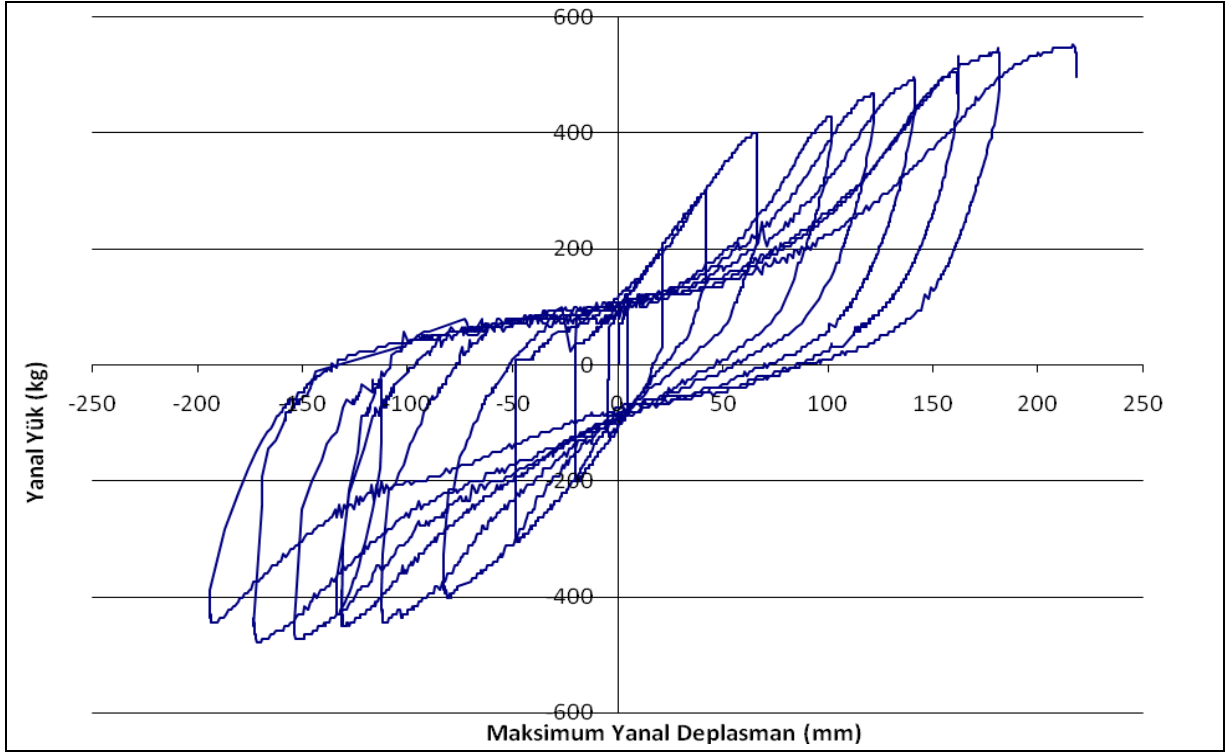
Şekil 16: Test edilen ilk çerçeve ve deney düzeneği

Deneyde, 400 kg'a kadar, her bir adımda 100 kg artırarak yük kontrollü gidilmiş, daha sonra her bir adımda 1'er cm artırmalı olarak deplasman kontrollü gidilmiştir (Şekil 17).

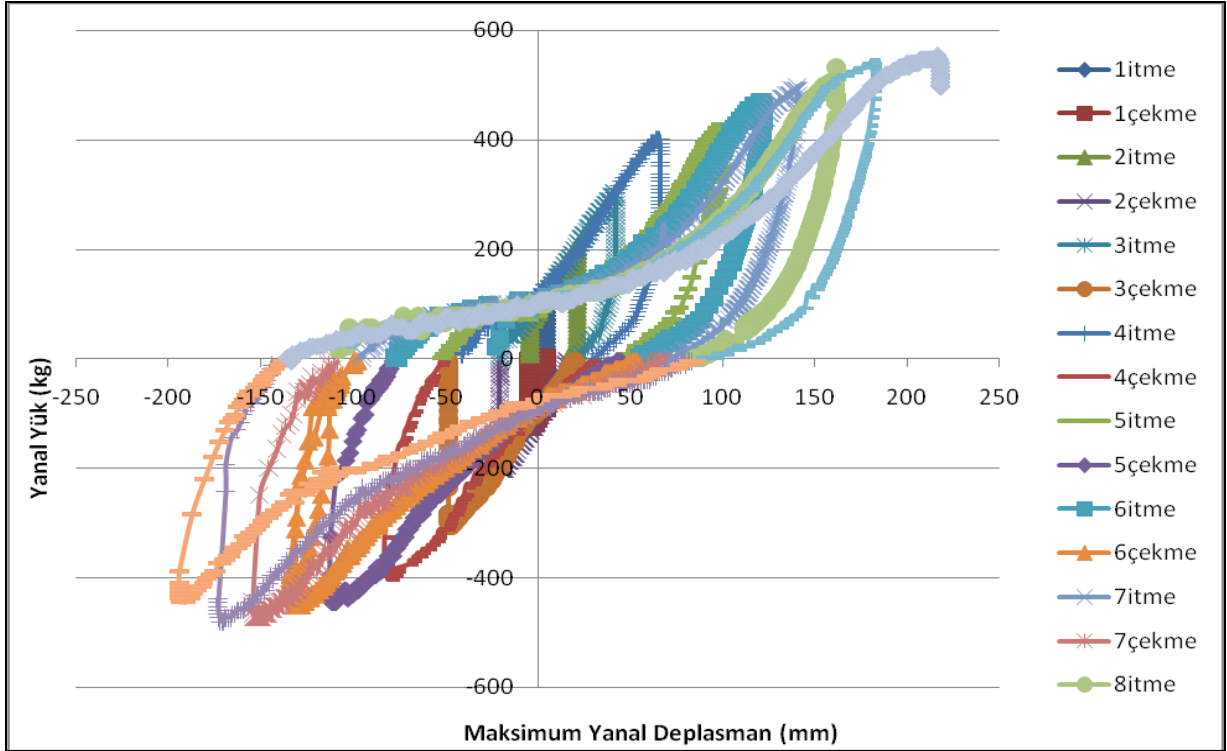


Şekil 17: Birinci deneye ait yükleme şeması

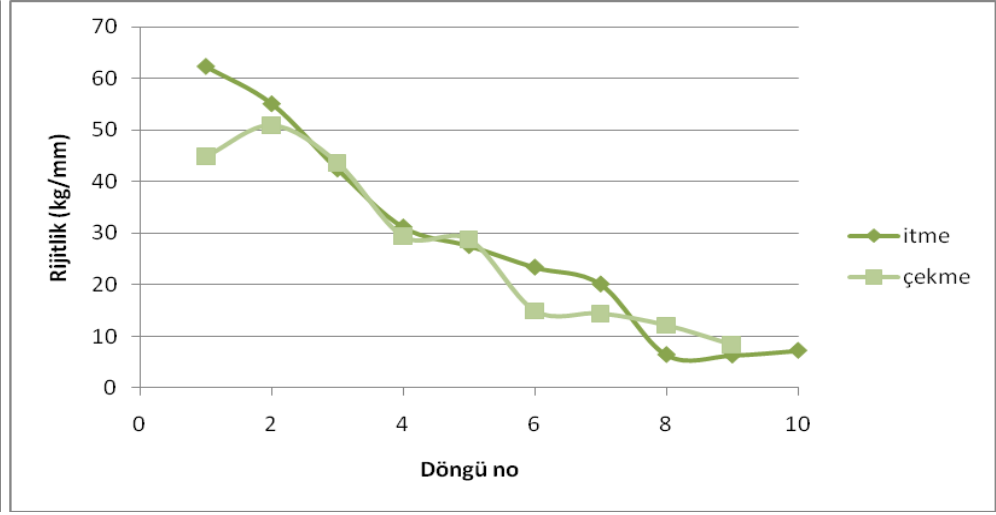
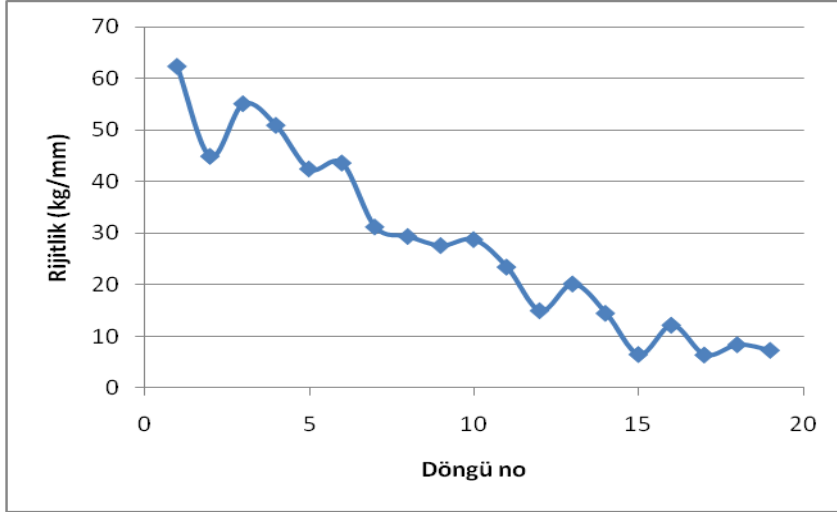
Buna göre birinci deneyden elde edilen sonuçlar Şekil 18-19'da gösterildiği şekildedir. Deney sonunda elde edilen sonuçlar Şekil 20-29'da gösterilmektedir.



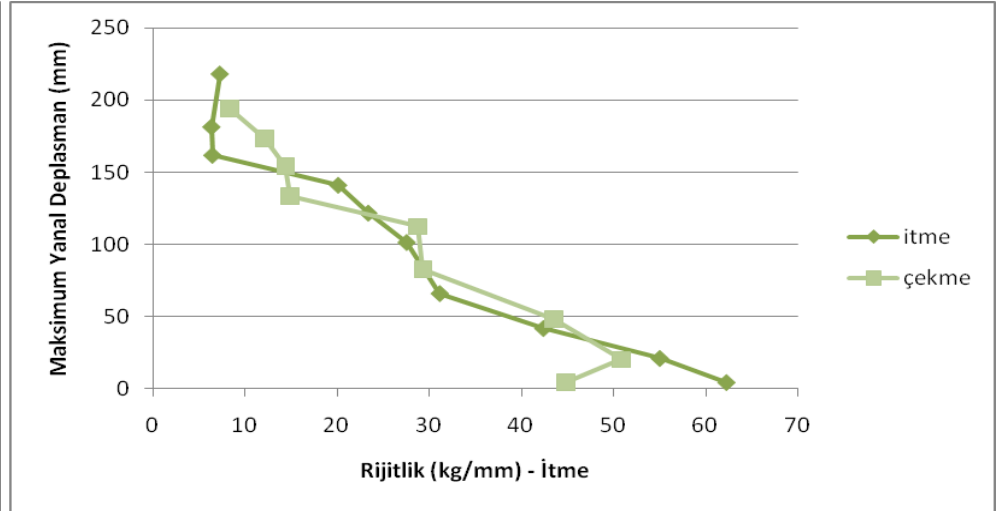
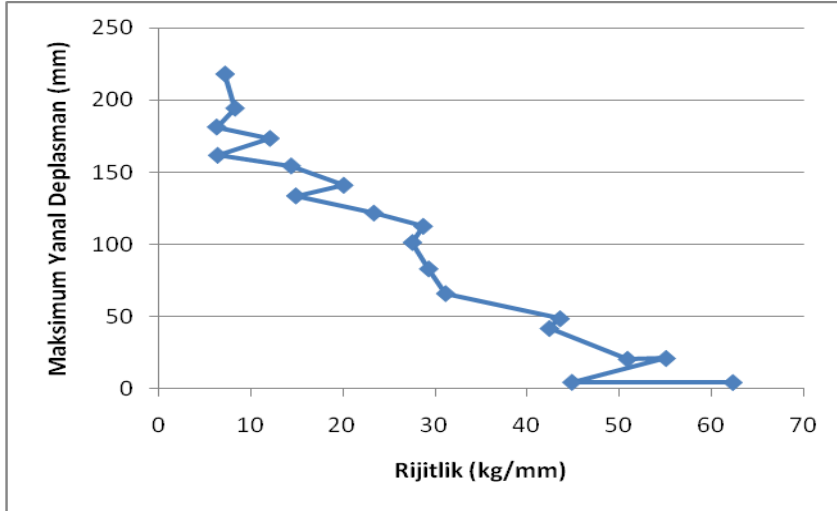
Şekil 18: Birinci deneye ait yanall yük - maksimum yanall deplasman grafiği



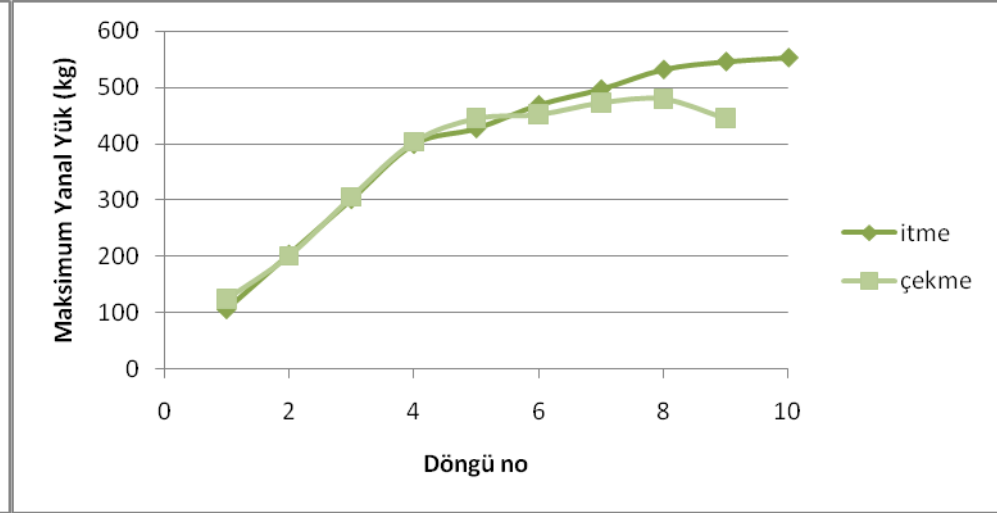
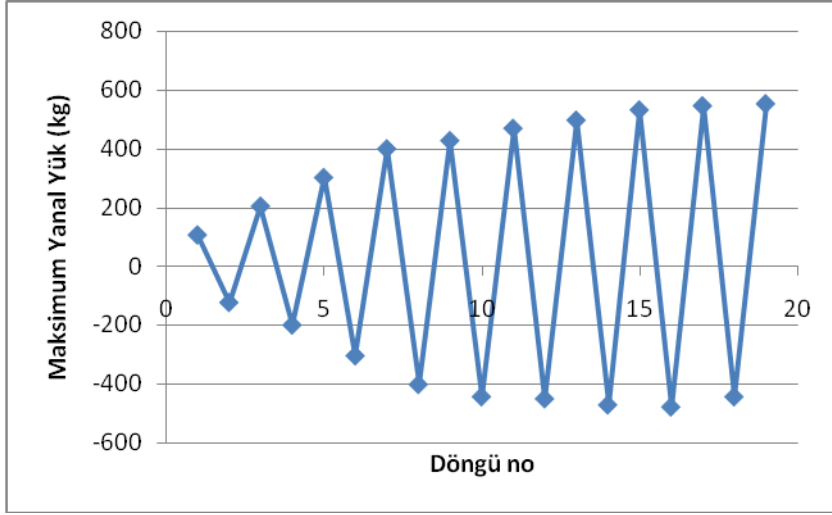
Şekil 19: Birinci deneye ait itme – çekme döngülerinin gösterildiği yanall yük - maksimum yanall deplasman grafiği



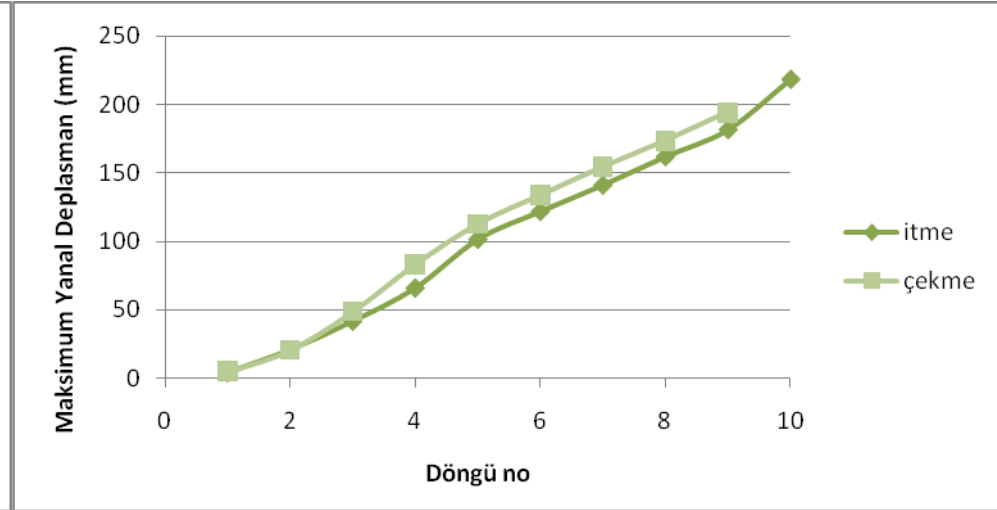
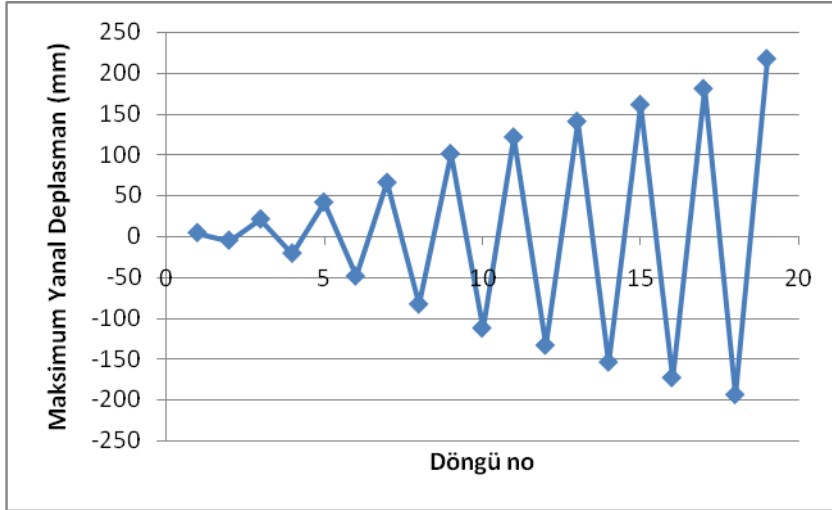
Şekil 20: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş rijitlik değişimi.



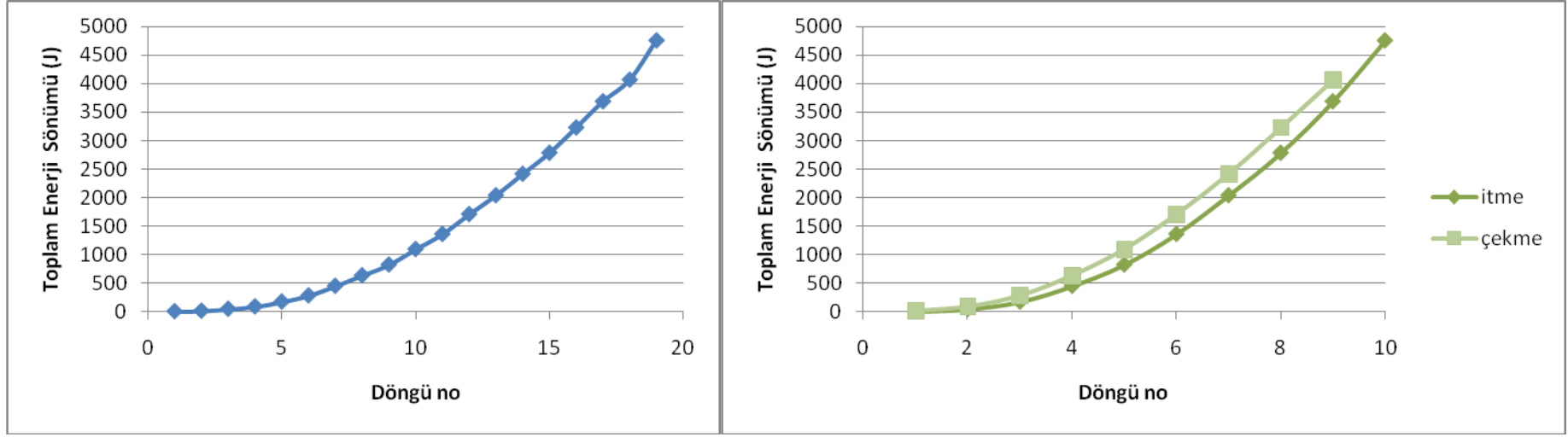
Şekil 21: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş, her bir adım rijitliği - maksimum yanal deplasman değişimi



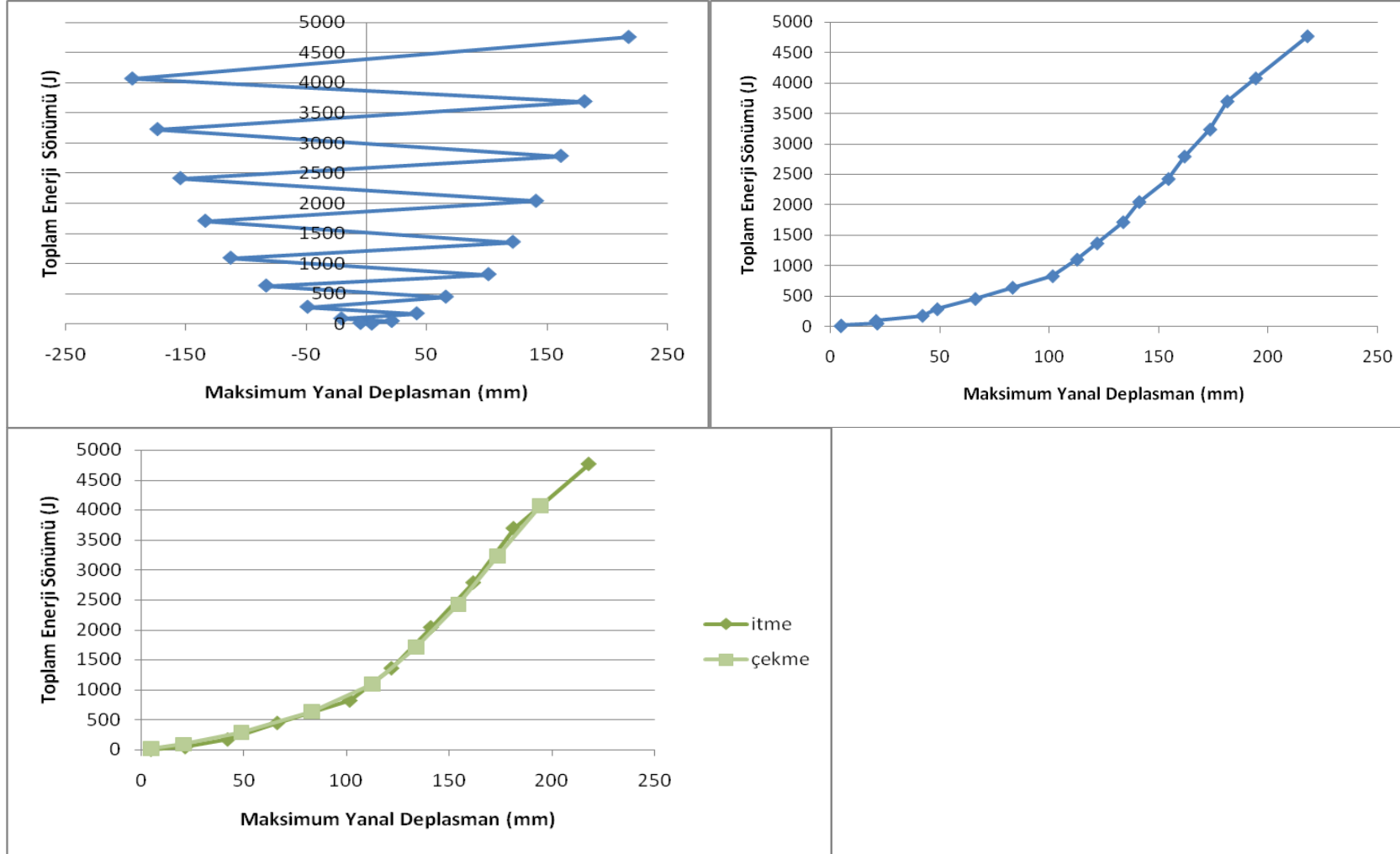
Şekil 22: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş maksimum yanıl yük değışimi



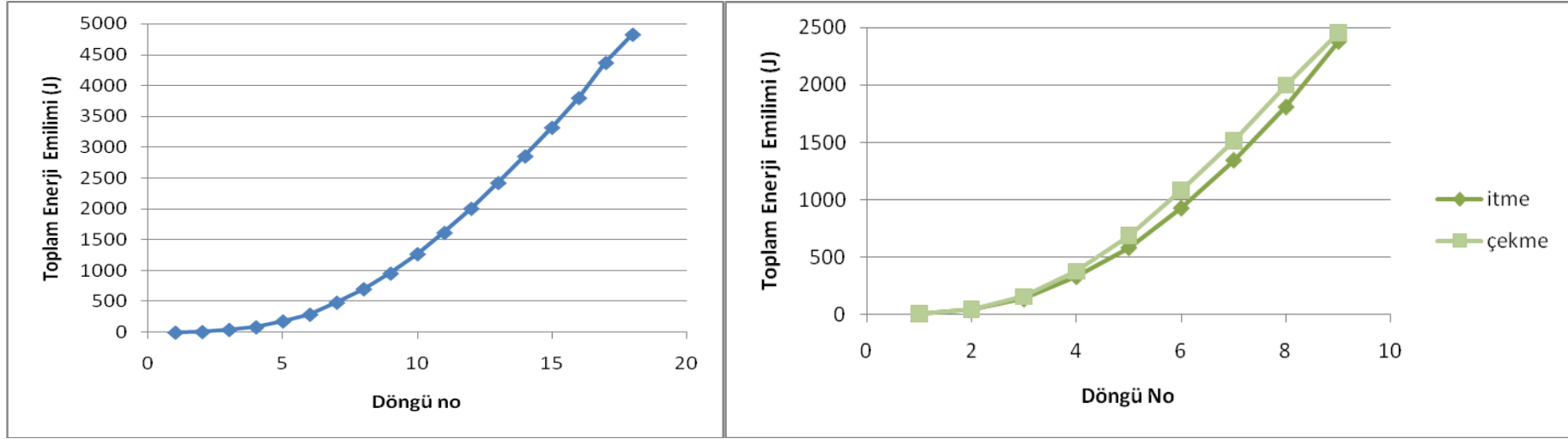
Şekil 23: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş her bir adım sonundaki maksimum yanıl deplasman değışimi



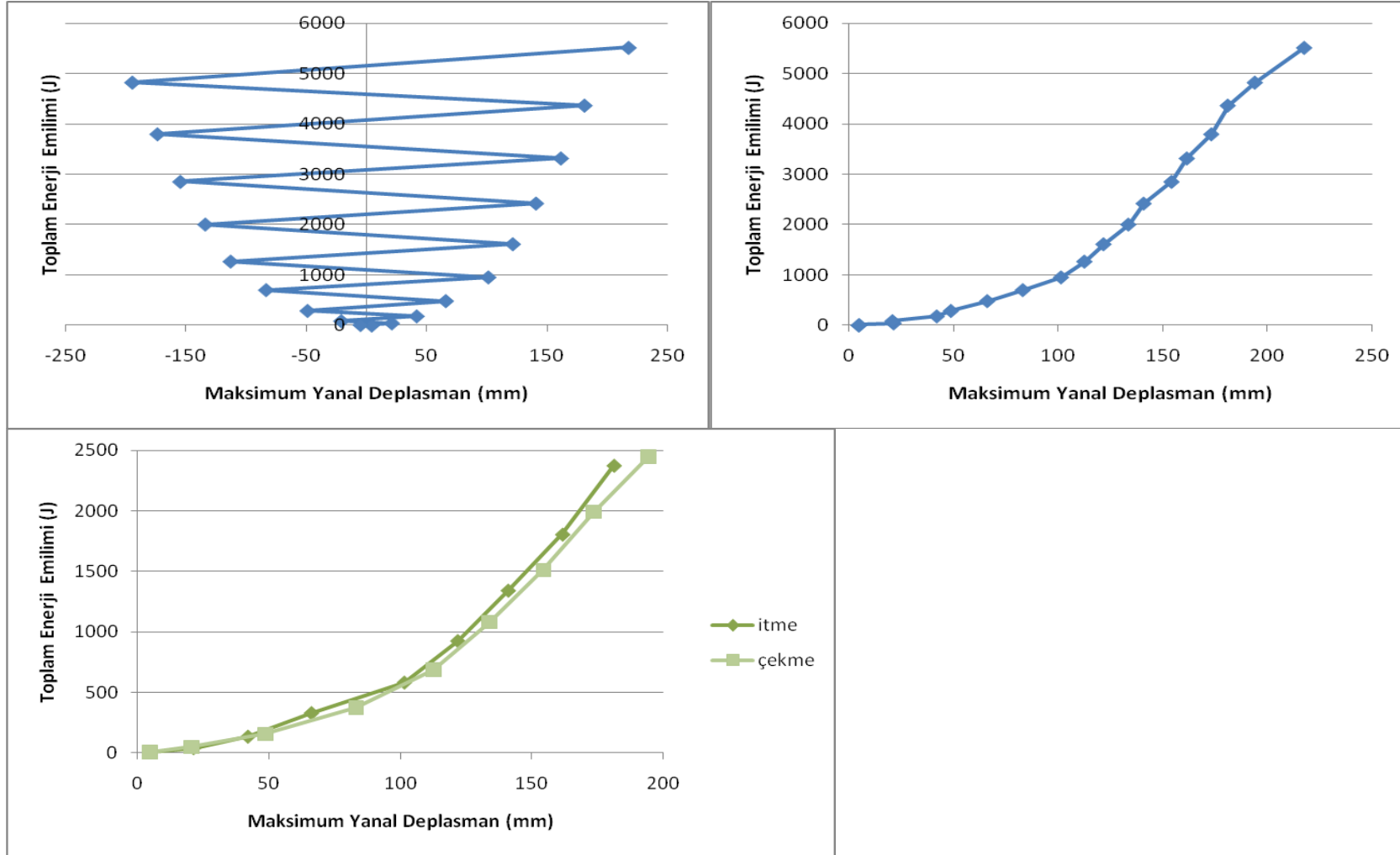
Şekil 24: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş her bir adım sonundaki toplam enerji sönümü



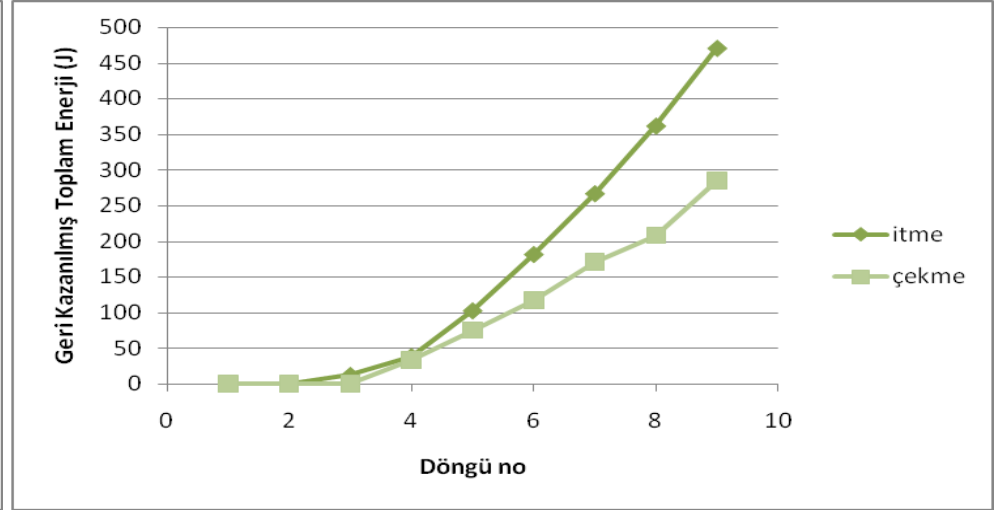
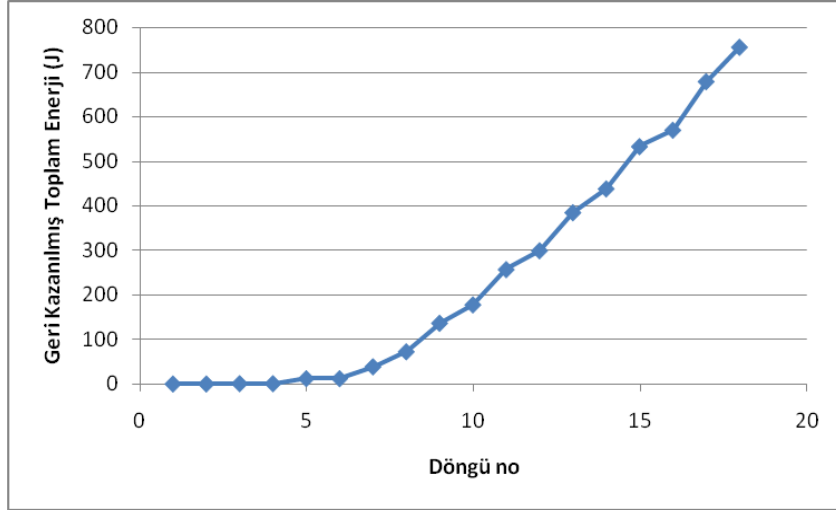
Şekil 25: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için (sırasıyla, pozitif itme / negatif çekme ve mutlak değer olarak) ayrı ayrı gösterilmiş, her bir adım sonundaki sökülmiş toplam enerji - maksimum yanıl deplasman değışimi



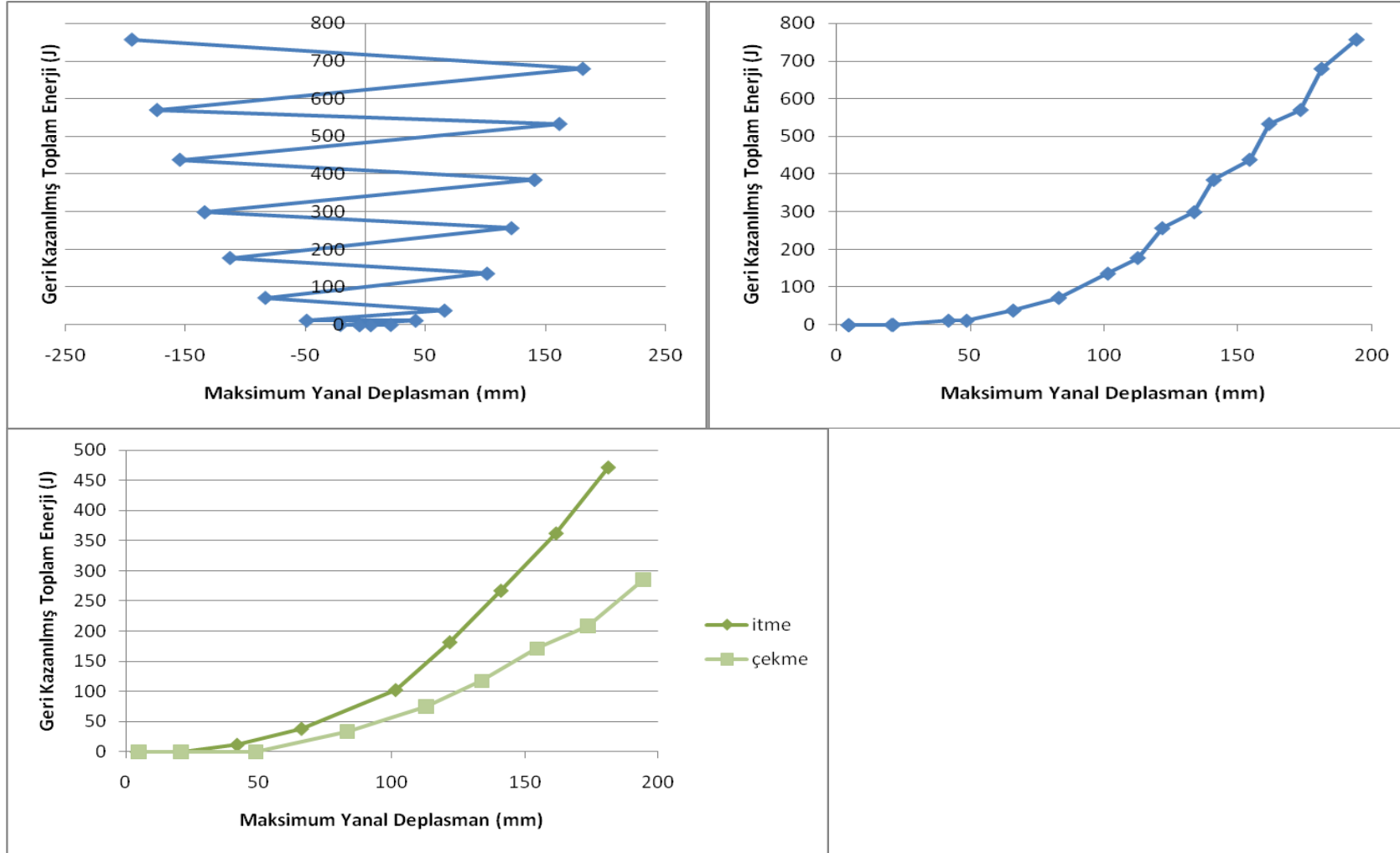
Şekil 26: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş her bir adım sonundaki toplam enerji emilimi



Şekil 27: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için (sırasıyla, pozitif itme / negatif çekme ve mutlak değer olarak) ayrı ayrı gösterilmiş, her bir adım sonundaki toplam enerji emilimi - maksimum yanıl deplasman değışimi



Şekil 28: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş her bir adım sonundaki geri kazanılmış toplam enerji miktarı



Şekil 29: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş, her bir adım sonundaki geri kazanılmış toplam enerji - maksimum yanar deplasman değışimi



Şekil 30: Deney sırasında çivilerin yerlerinden sökülmesi

Şekil 30'dan da görülebileceği gibi, deney esnasında çiviler yerlerinden çıkmakta, daha sonra bir sonraki, kendisine aksi yöndeki döngü esnasında ise yerlerinden sökülen çiviler yeniden yuvalarına çakılmaktadırlar. 1 numaralı çerçevenin testi esnasında alınmış 2 görüntü için bkz. Şekil 31.



Şekil 31: Deneyden iki görüntü

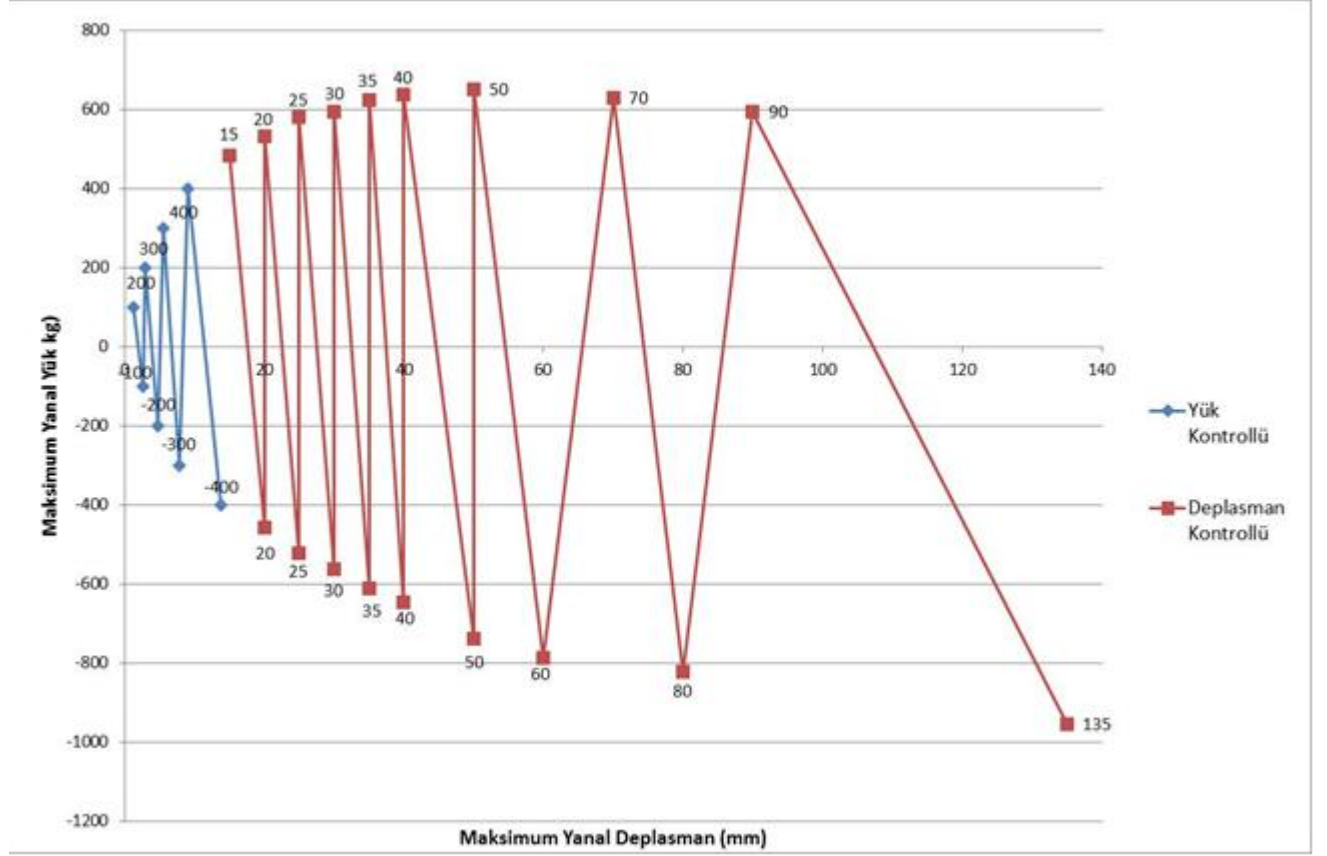
1.5. İKİNCİ ÇERÇEVENİN DENEYİNDEN ELDE EDİLEN SONUÇLAR

2 Ocak 2009 tarihinde test edilen ikinci çerçeve ise 360 cm x 330 cm (H x L) boyutlarında olup, pencere açıklığı bulundurmamaktadır (Şekil 32). Çerçeveye yer alan iki adet çapraz elemanın alt uçlarından 3'er çiviyle orta dikmeye, üst uçlarından ise 2'şer adet çiviyle çerçevenin en dışta yer alan yatay kirişlerine bağlandığı gözlemlenmektedir.



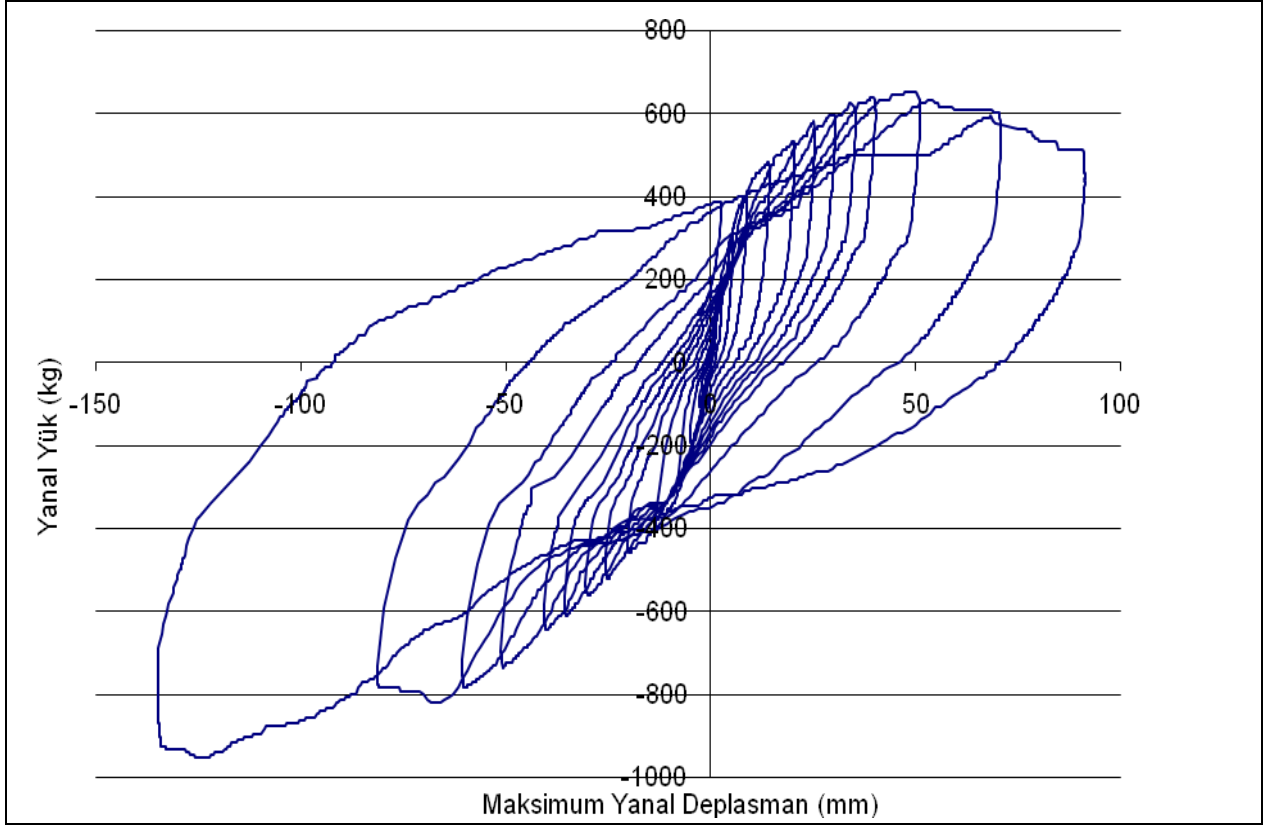
Şekil 32: Test edilen ikinci çerçeve

Bu deneyde, 400 kg'a kadar, her bir adımda 100 kg artırarak yük kontrollü gidilmiş, daha sonra 40 mm'e kadar her bir adımda 5'er mm, ve sonrasında ise her bir adımda 10'ar mm artırmalı olarak deplasman kontrollü gidilmiştir (Şekil 33).

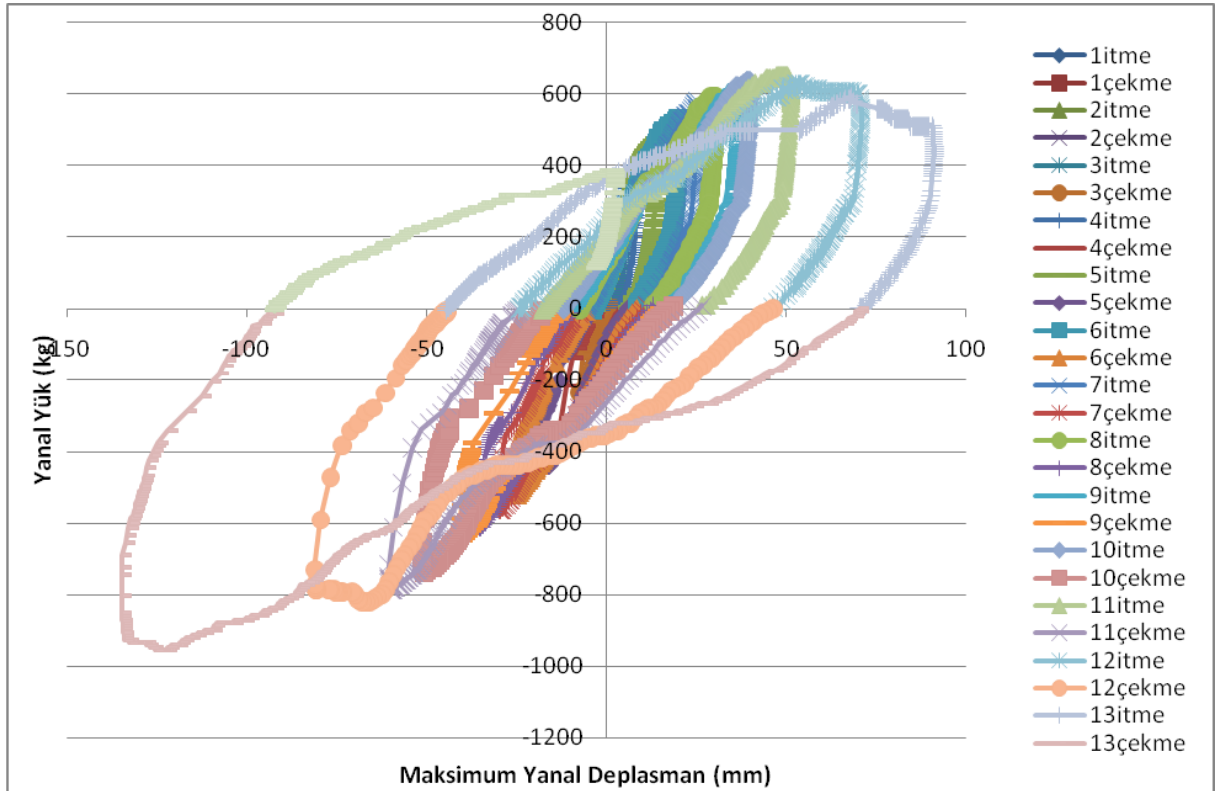


Şekil 33: İkinci deneye ait yükleme şeması

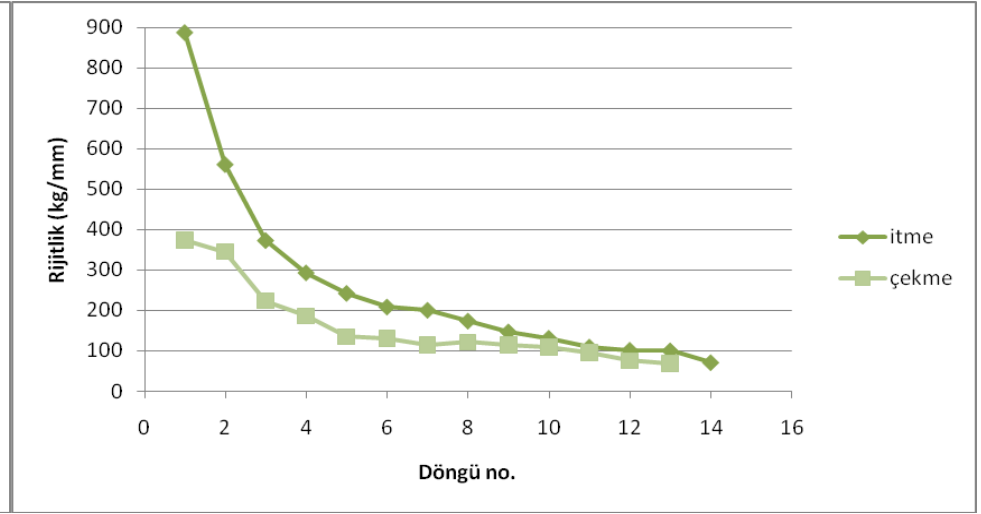
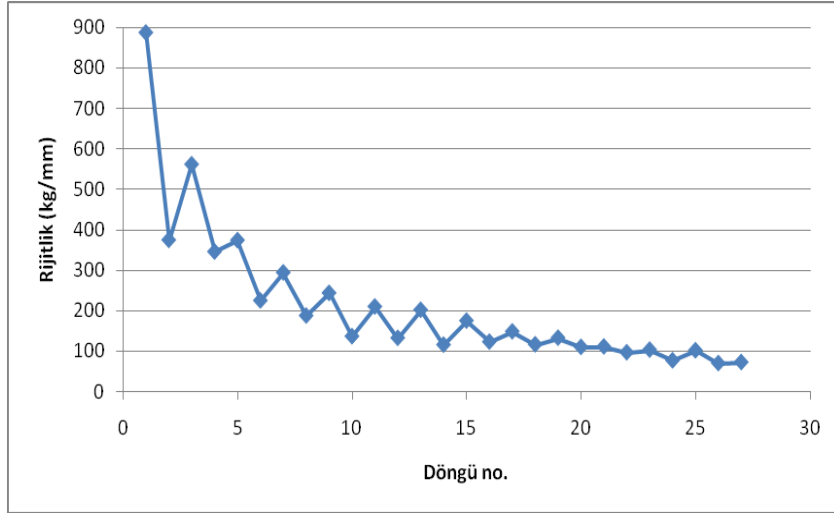
Buna göre deneyden elde edilen sonuçlar Şekil 34 ve Şekil 35’de gösterilmektedir. Deney sonunda elde edilen yük, deplasman, rijitlik ve enerji değişimleri için bkz. Şekil 36-45.



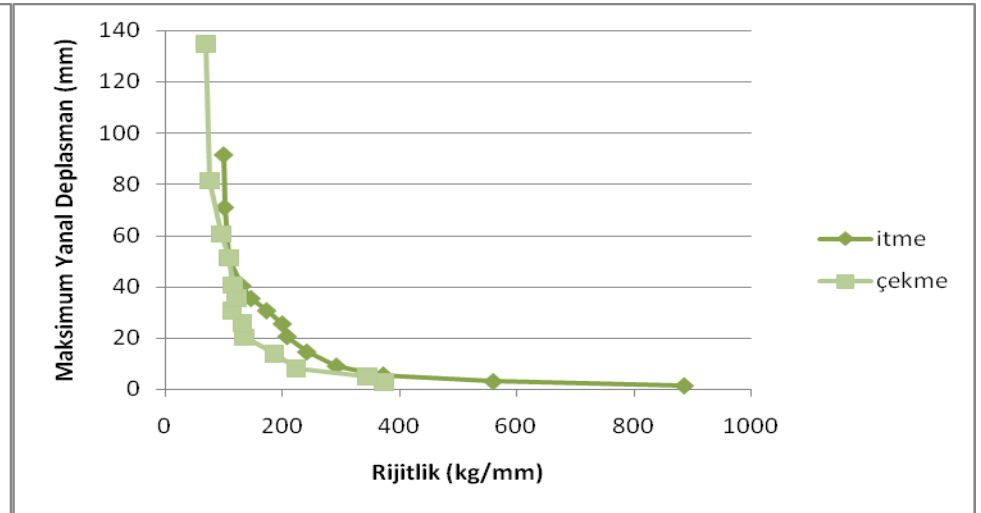
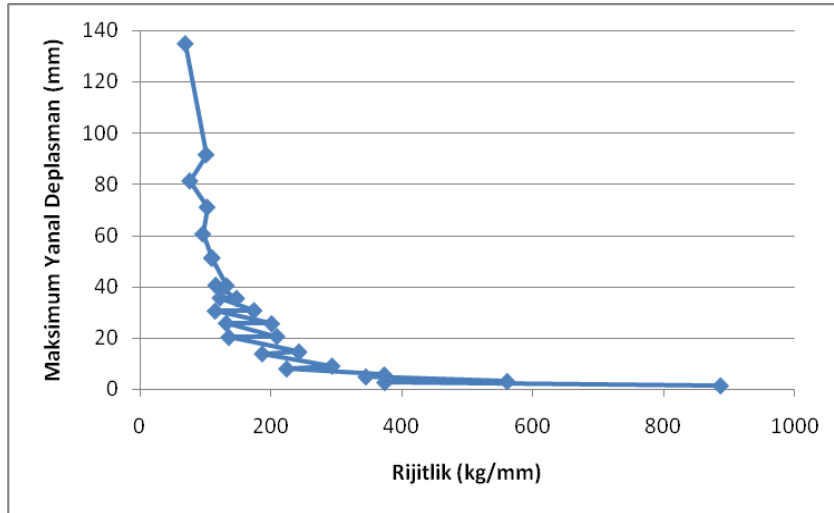
Şekil 34: İkinci deneye ait yanar yük - maksimum yanar deplasman grafiği



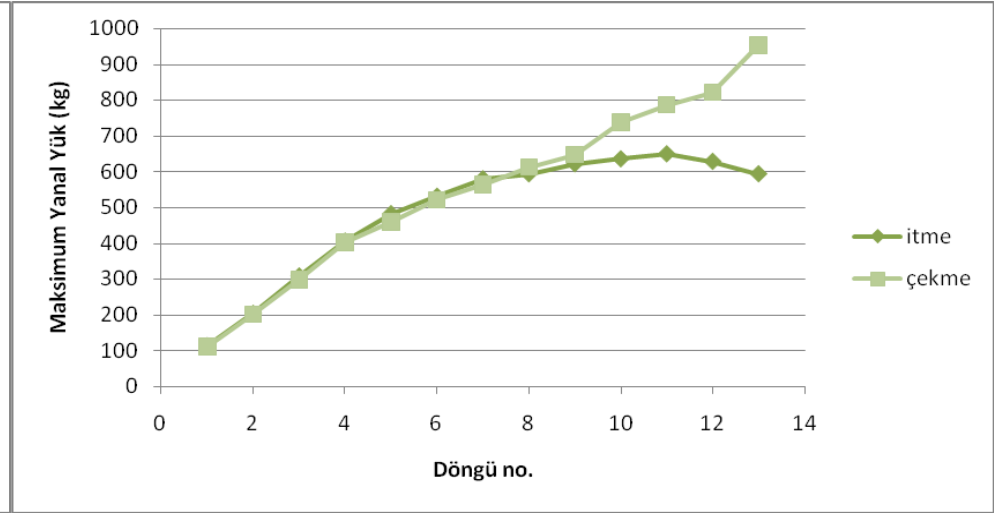
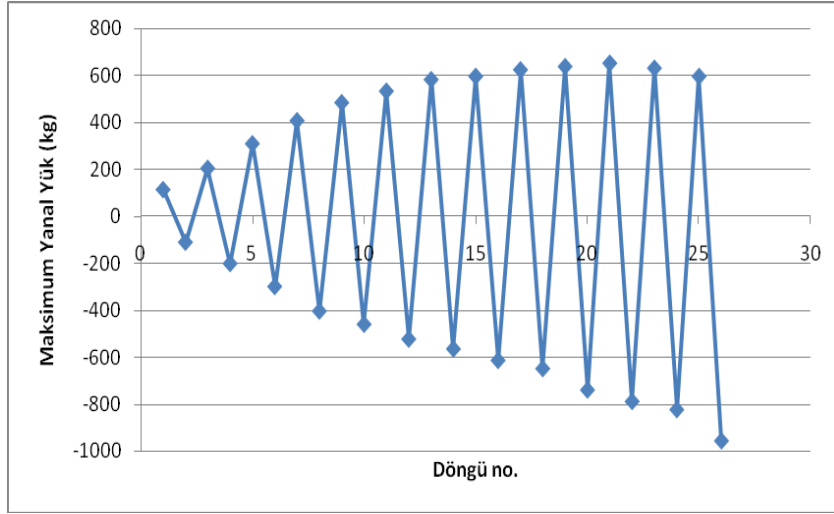
Şekil 35: İkinci deneye ait itme - çekme döngülerinin gösterildiği yanar yük - maksimum yanar deplasman grafiği



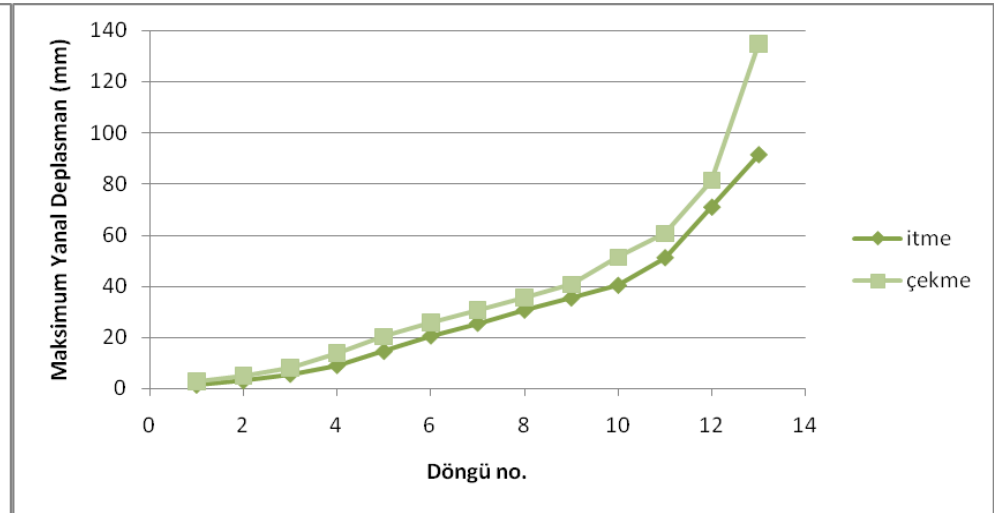
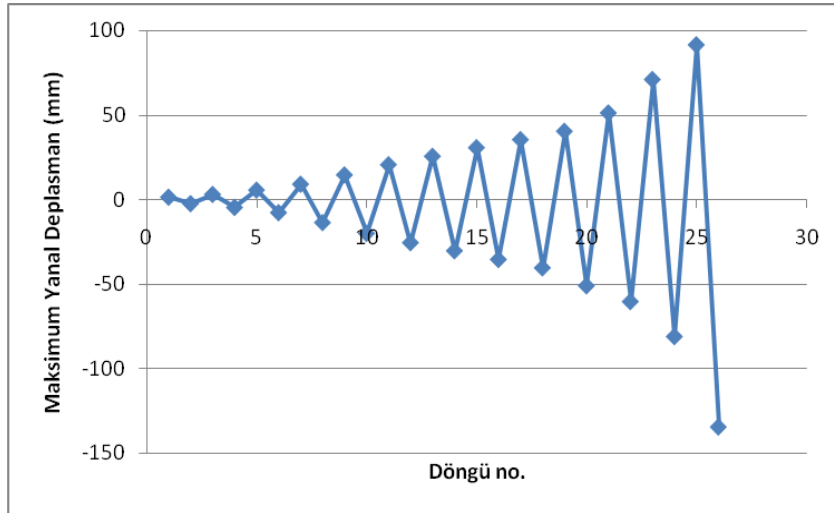
Şekil 36: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş rijitlik değişimi



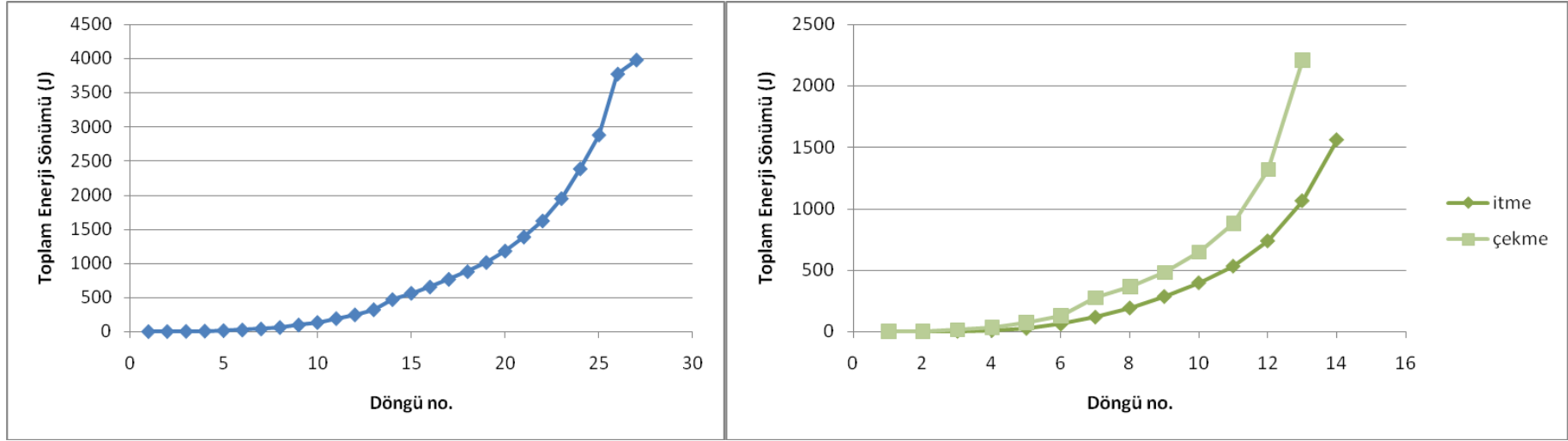
Şekil 37: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş, her bir adım rijitliği - maksimum yanar deplasman değişimi



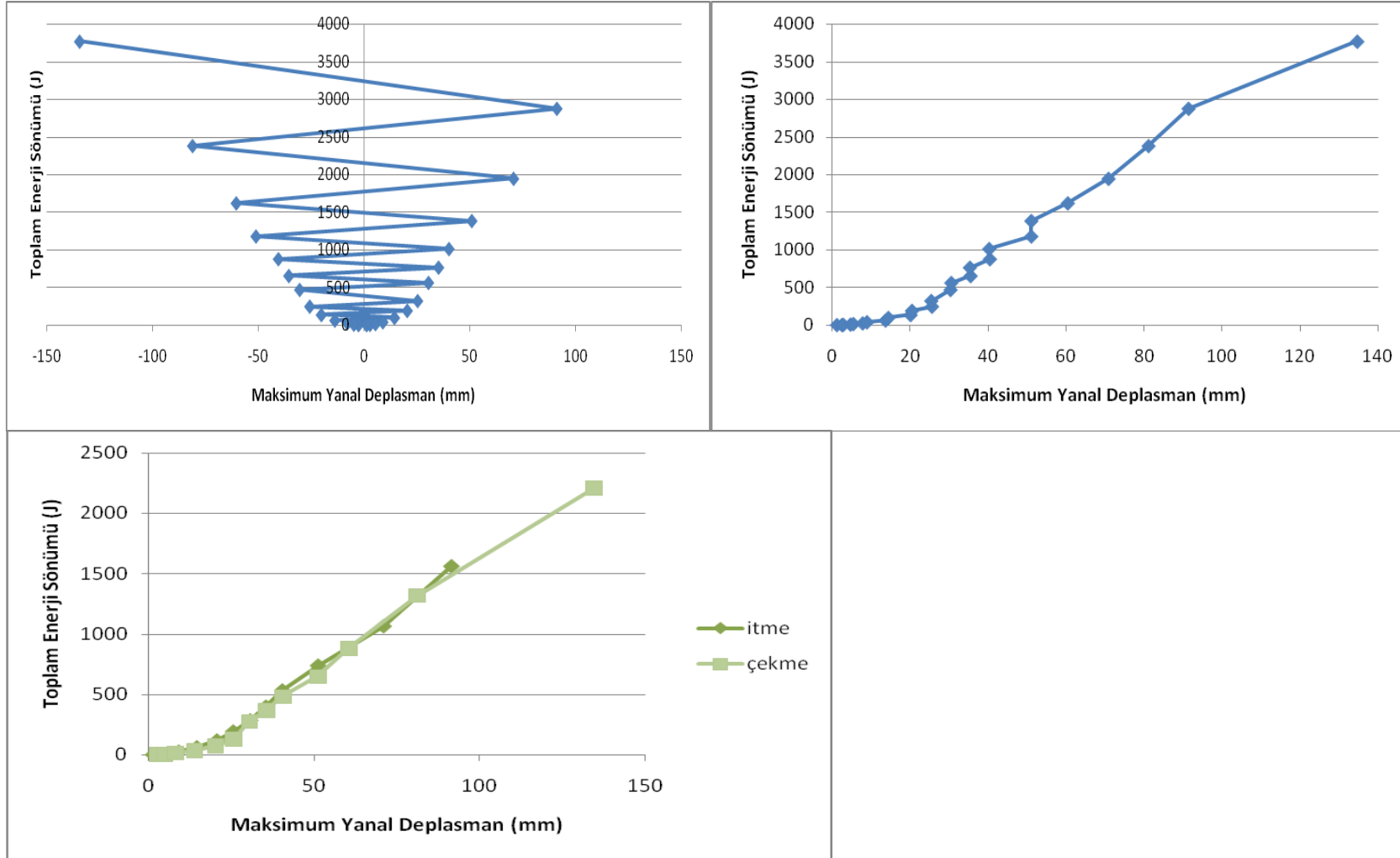
Şekil 38: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş maksimum yanıl yük değışimi



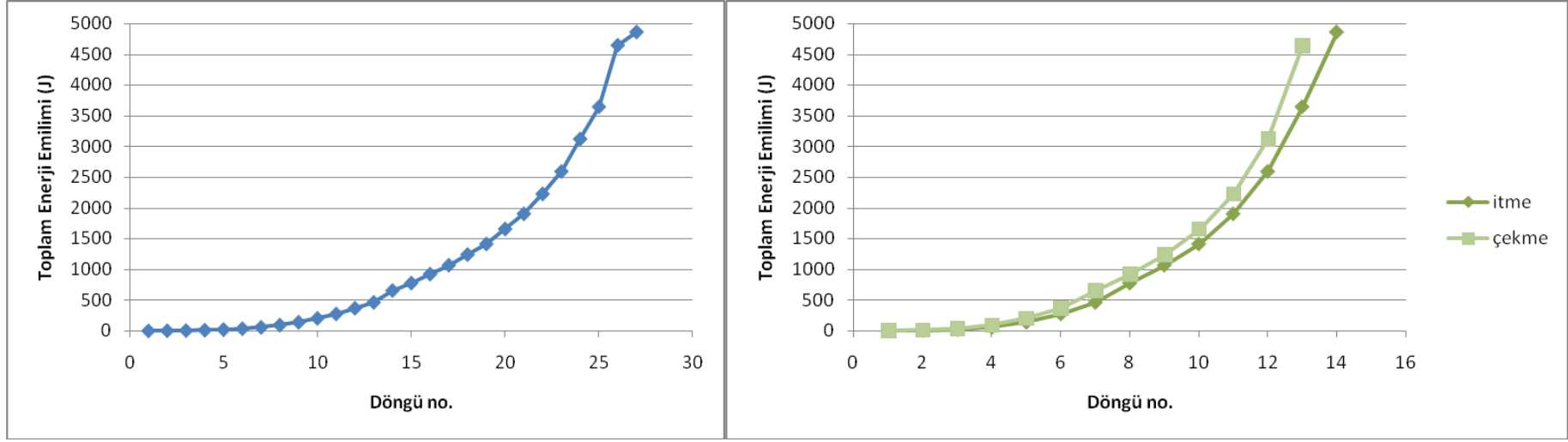
Şekil 39: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş her bir adım sonundaki maksimum yanıl deplasman değışimi



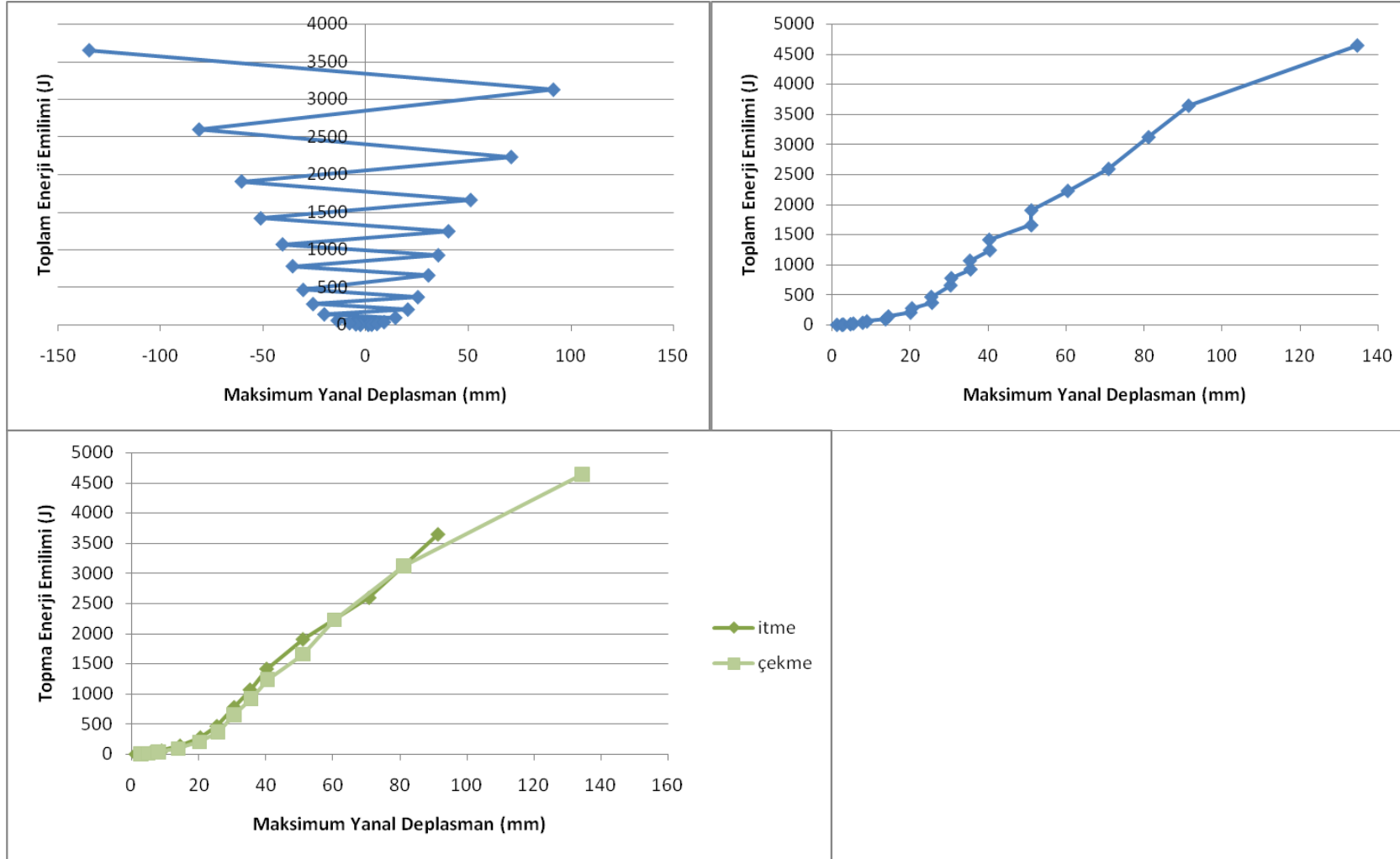
Şekil 40: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş her bir adım sonundaki toplam enerji sönümü



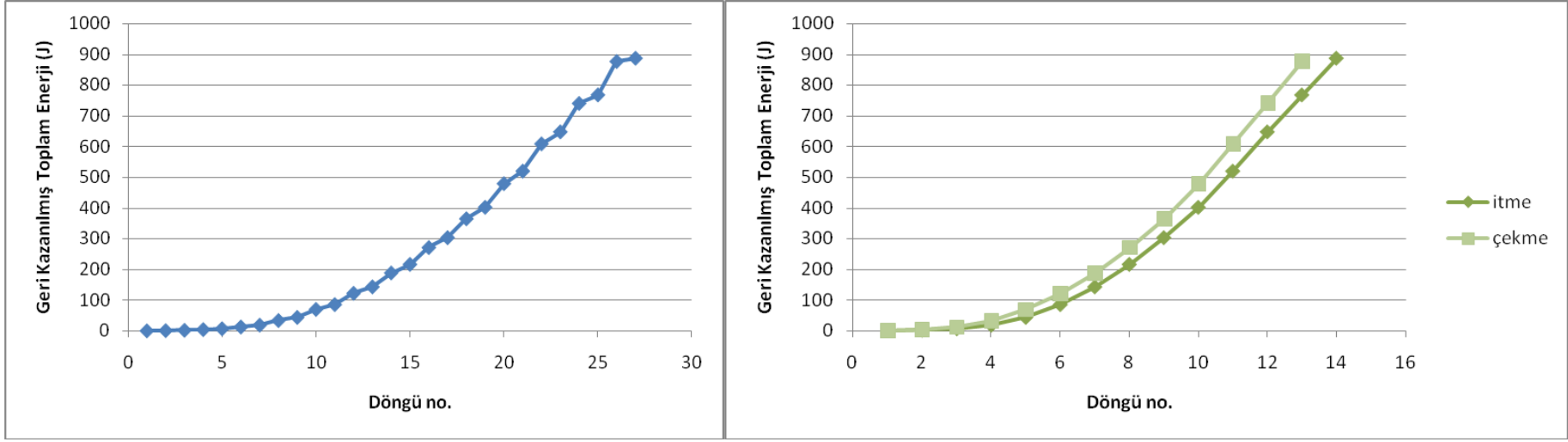
Şekil 41: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için (sırasıyla, pozitif itme / negatif çekme ve mutlak değer olarak) ayrı ayrı gösterilmiş, her bir adım sonundaki sökülmiş toplam enerji - maksimum yanıl deplasman değışimi



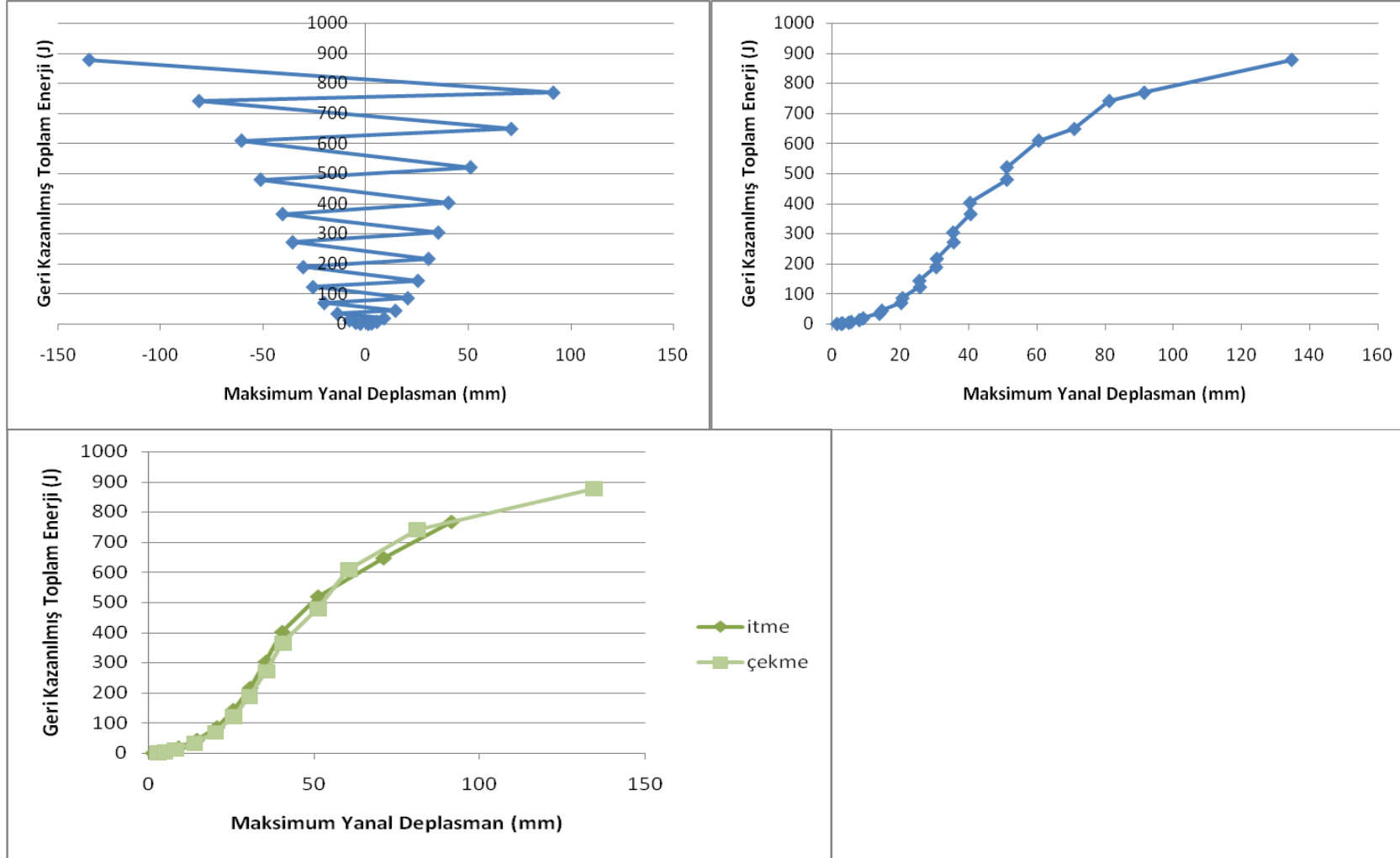
Şekil 42: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş her bir adım sonundaki toplam enerji emilimi



Şekil 43: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için (sırasıyla, pozitif itme / negatif çekme ve mutlak değer olarak) ayrı ayrı gösterilmiş, her bir adım sonundaki toplam enerji Emilimi- maksimum yanıl Deplasman değışimi

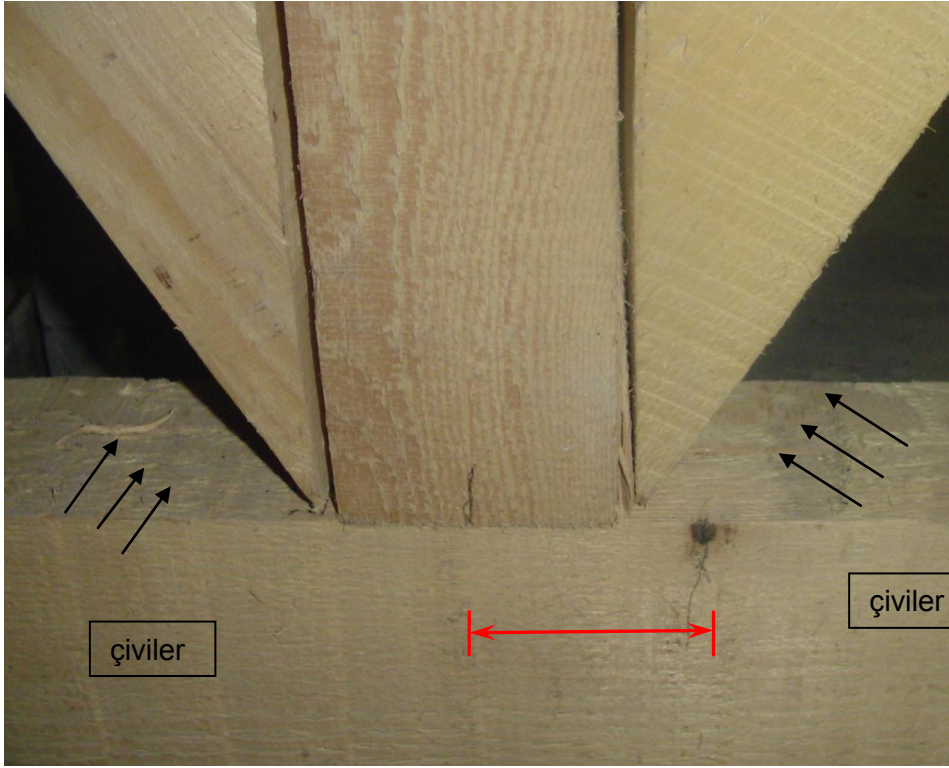


Şekil 44: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş her bir adım sonundakigeri kazanılmış toplam enerji



Şekil 45: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için (sırasıyla, pozitif itme / negatif çekme ve mutlak değer olarak) ayrı ayrı gösterilmiş, her bir adım sonundaki geri kazanılan toplam enerji - maksimum yanıl deplasman değışimi

Test sırasında, en ortada yer alan dikmenin alt noktasının büyük ölçüde yer değiştirmesi (Şekil 46), dikme ile en altta yer alan yatay kirişin bağlantısının zayıflığının farkedilmesine sebep oldu.



Şekil 46: En ortada yer alan dikmede test sırasında gerçekleşen yer değiştirme



Şekil 47: Çivinin çerçeve yer değiştirirken ahşapta bıraktığı iz

1.6. ÜÇÜNCÜ ÇERÇEVENİN DENEYİNDEN ELDE EDİLEN SONUÇLAR

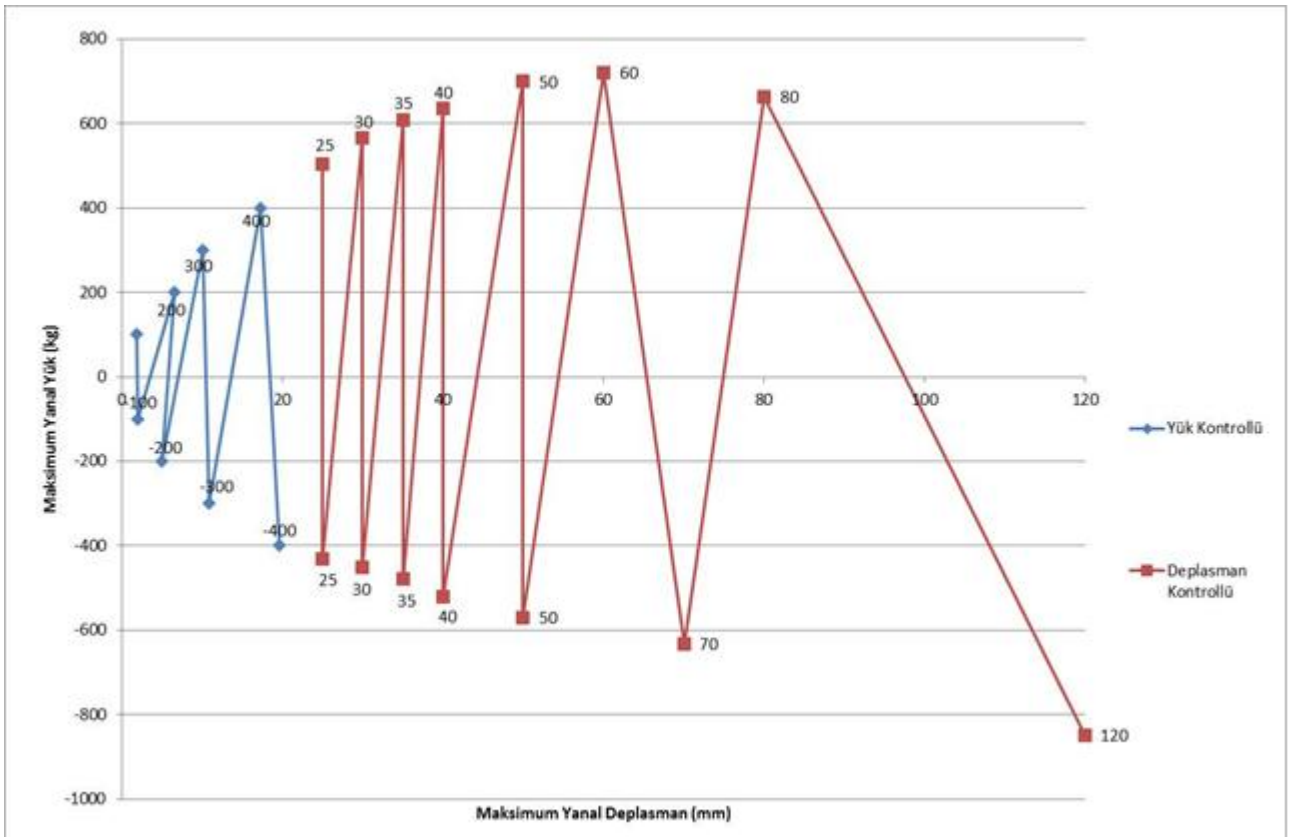
12 Ocak 2009 tarihinde test edilen üçüncü çerçeve geometrik açıdan test edilen ikinci çerçevenin aynısı olmakla birlikte, ikincisi sarıçamdan yapılmışken, bu köknardır (Şekil 48). Bu çerçevede yer alan iki adet çapraz elemandan birinin alt ucundan 3, diğerinin ise 2 adet

çiviyle orta dikmeye, her ikisinin üst uçlarından ise 2'şer adet çiviyle çerçevenin en dışta yer alan yatay kirişlerine bağlandıği gözlemlenmektedir.



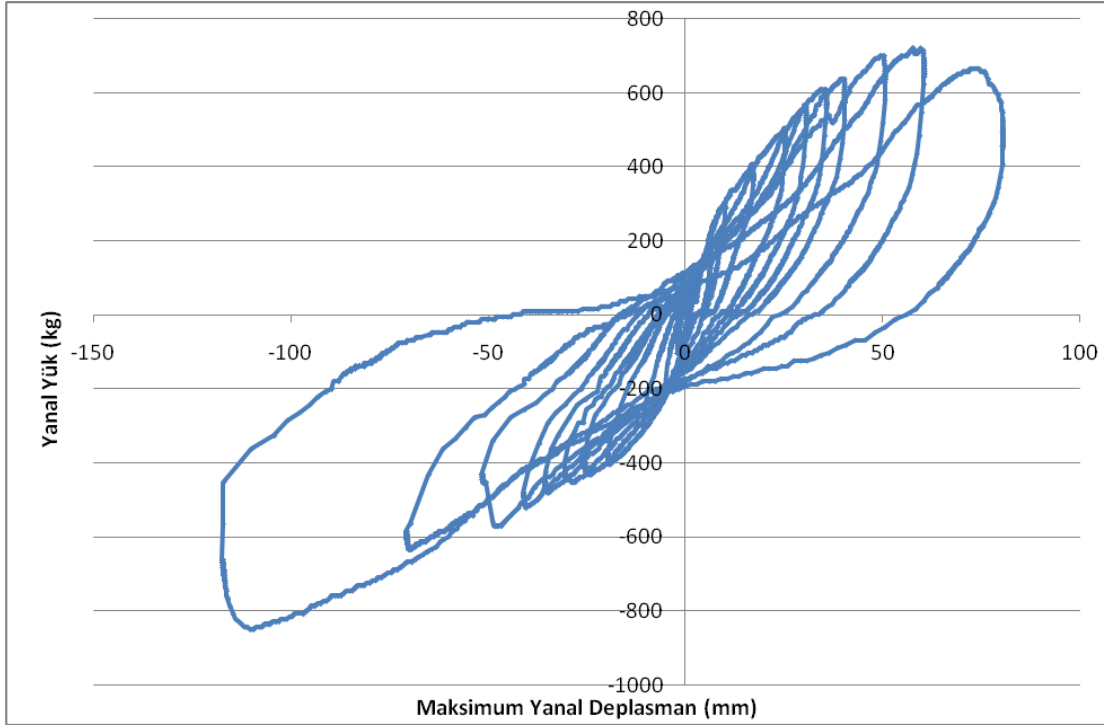
Şekil 48: Test edilen üçüncü çerçeve

Bu deneyde de, 400 kg'a kadar, her iki adımda bir 100 kg artırarak yük kontrollü gidilmiş, daha sonra 40 mm'e kadar her bir adımda 5'er mm, ve sonrasında ise her bir adımda 10'ar mm artırmalı olarak deplasman kontrollü gidilmiştir (Şekil 49).

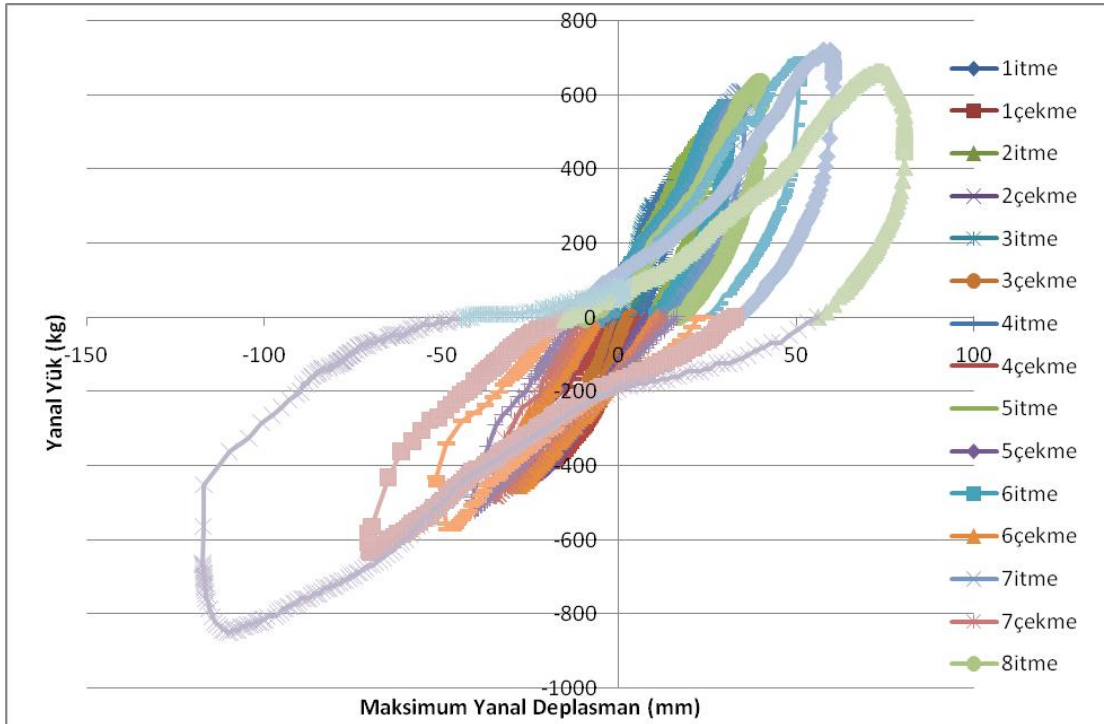


Şekil 49: Üçüncü çerçeveye ait yükleme şeması

Elde edilen sonuçlar Şekil 50 ve 51'de gösterilmektedir.

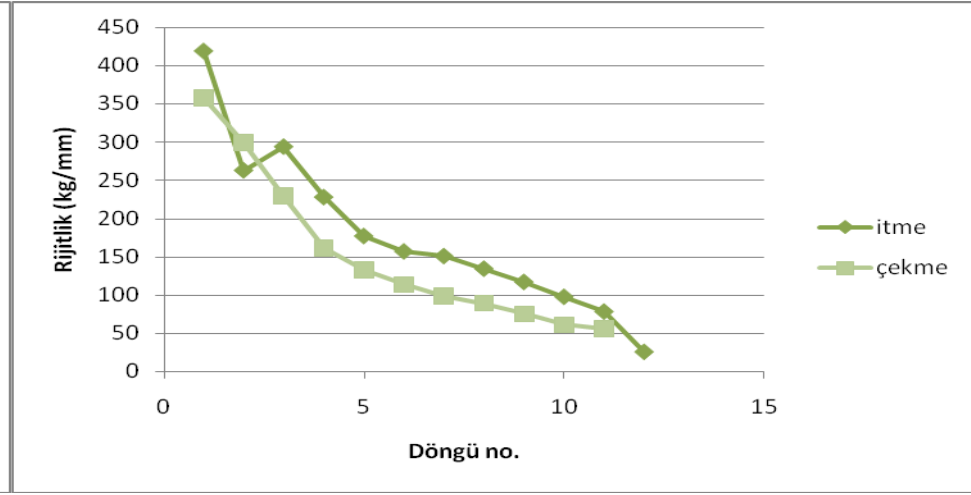
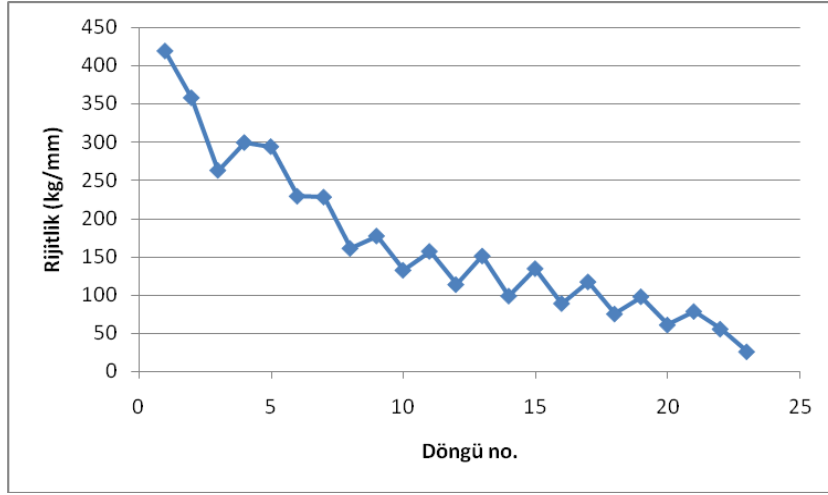


Şekil 50: Üçüncü çerçeveye ait yanal yük - maksimum yanal deplasman grafiği

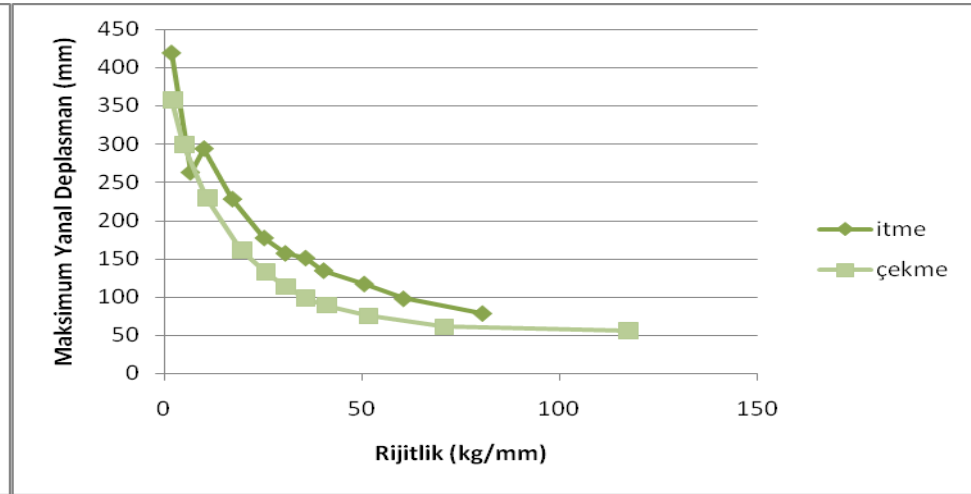
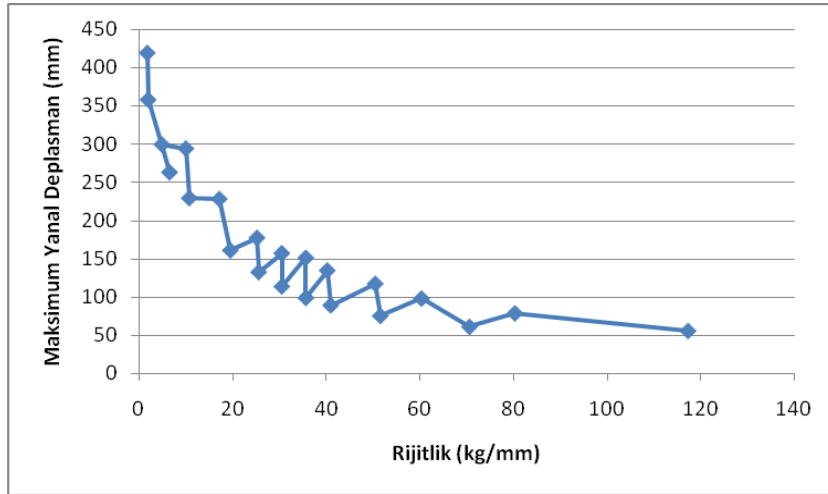


Şekil 51: Üçüncü çerçeveye ait itme - çekme döngülerinin gösterildiği yanal yük - maksimum yanal deplasman grafiği

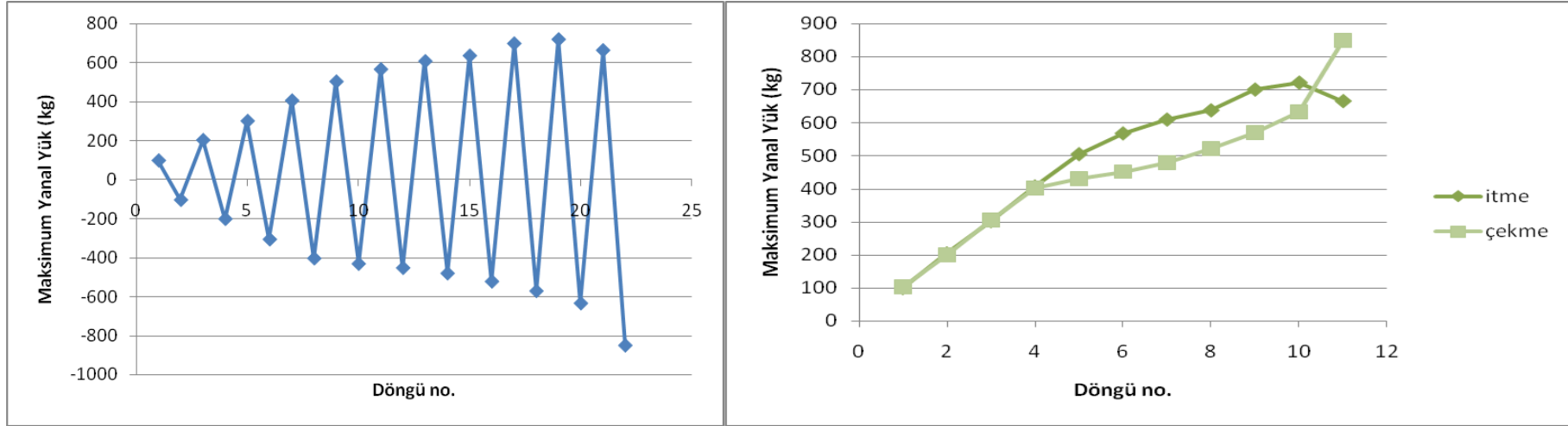
Test sonucunda elde edilen yük, deplasman, rijitlik ve enerji değişimleri Şekil 52-61'de gösterilmektedir.



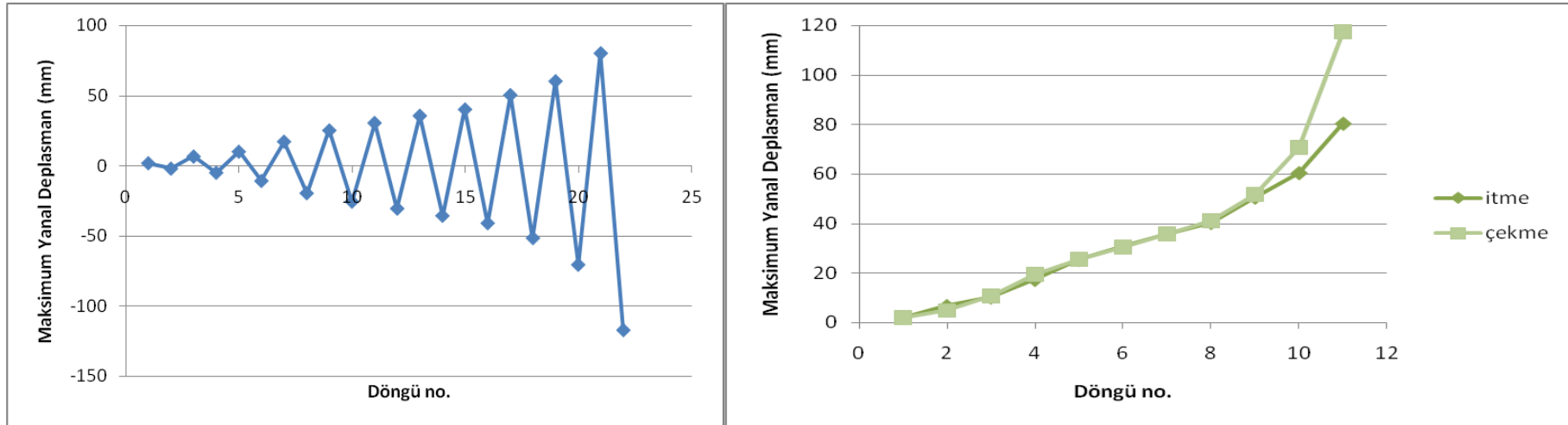
Şekil 52: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş rijitlik değişimi



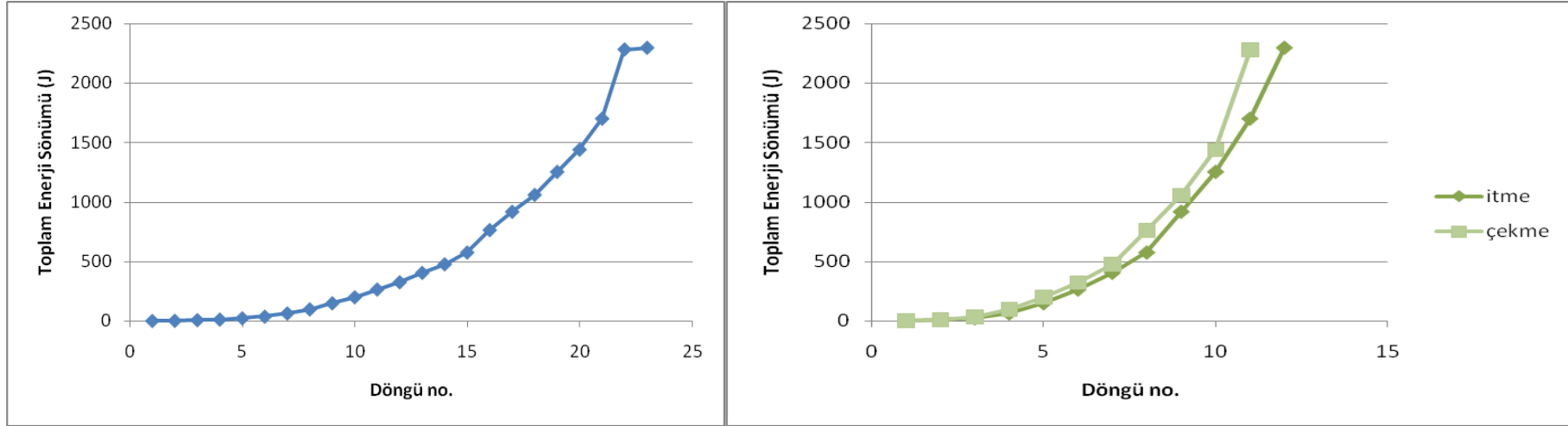
Şekil 53: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş, her bir adım rijitliği - maksimum yanar deplasman değişimi



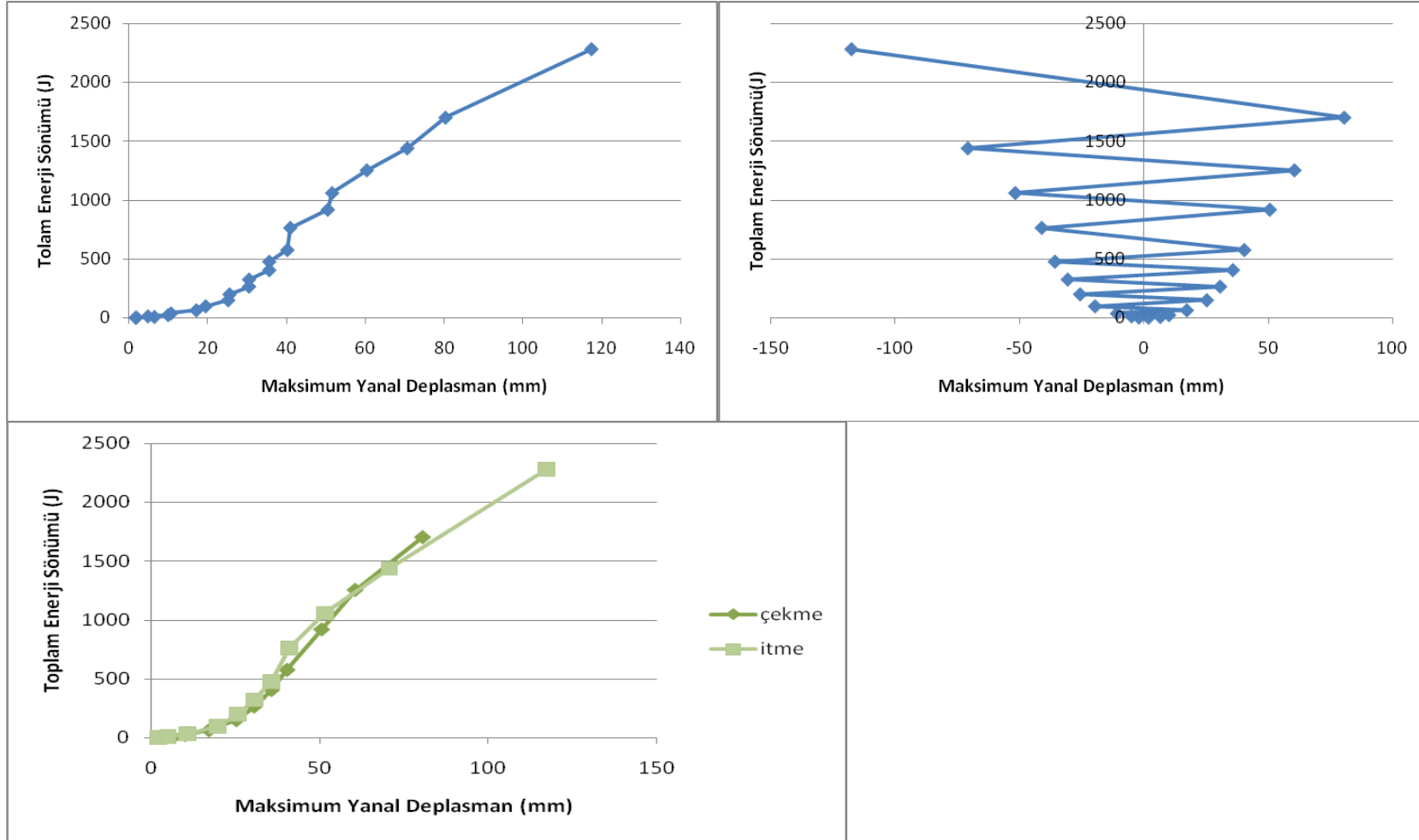
Şekil 54: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş maksimum yanıl yük değişimi



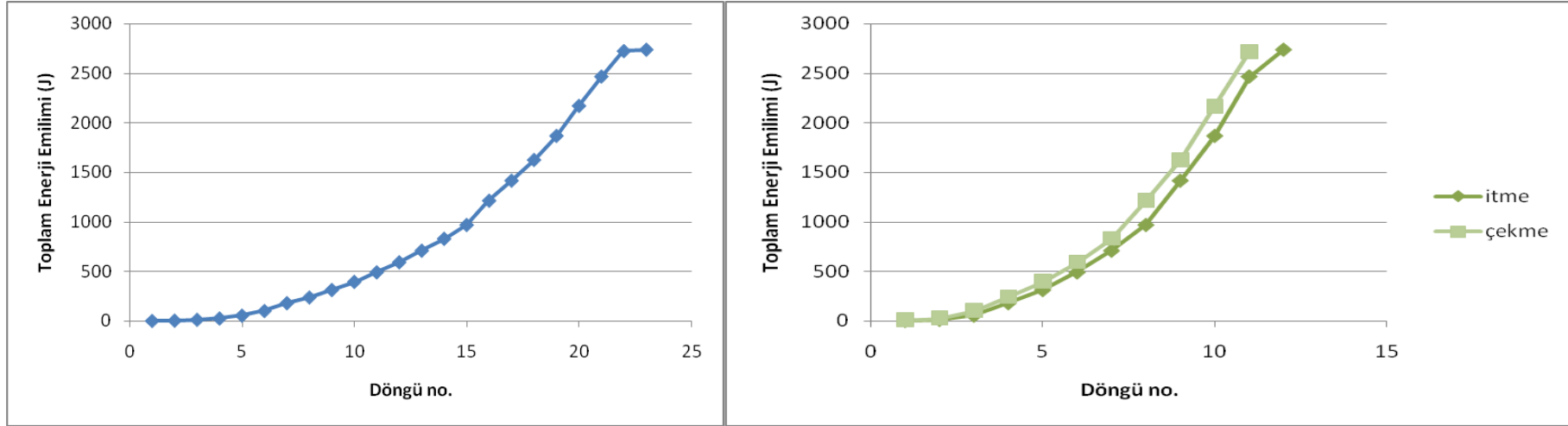
Şekil 55: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş her bir adım sonundaki maksimum yanıl deplasman değişimi



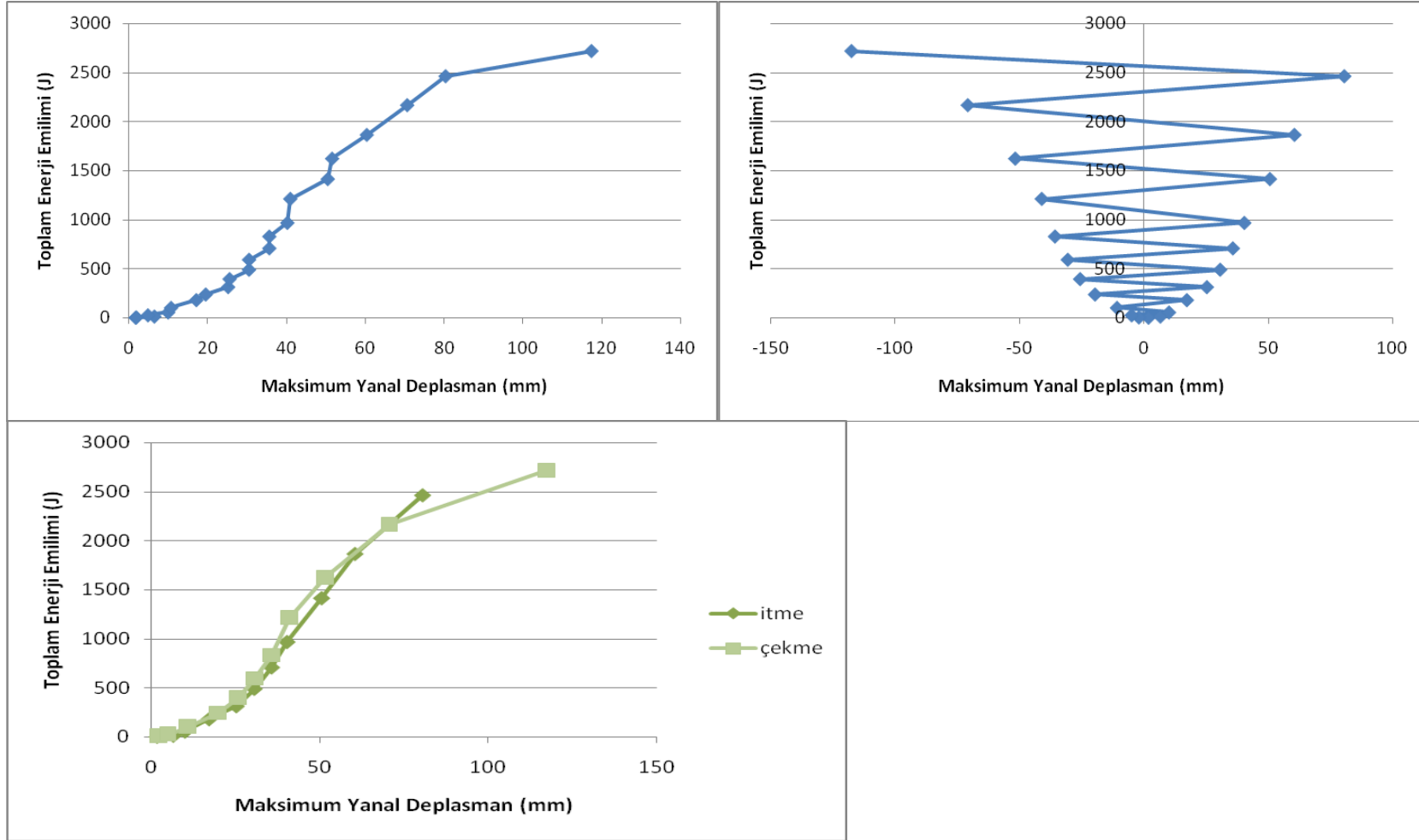
Şekil 56: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş her bir adım sonundaki toplam enerji sönümü



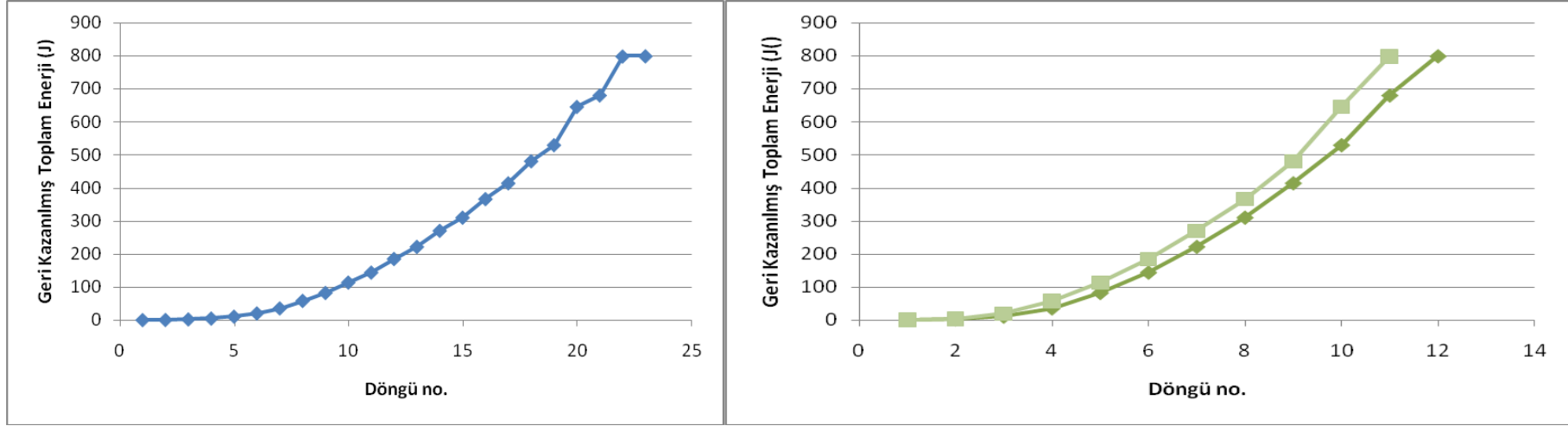
Şekil 57: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için (sırasıyla, pozitif itme / negatif çekme ve mutlak değer olarak) ayrı ayrı gösterilmiş, her bir adım sonundaki sönümlenmiş toplam enerji - maksimum yanar deplasman değışimi



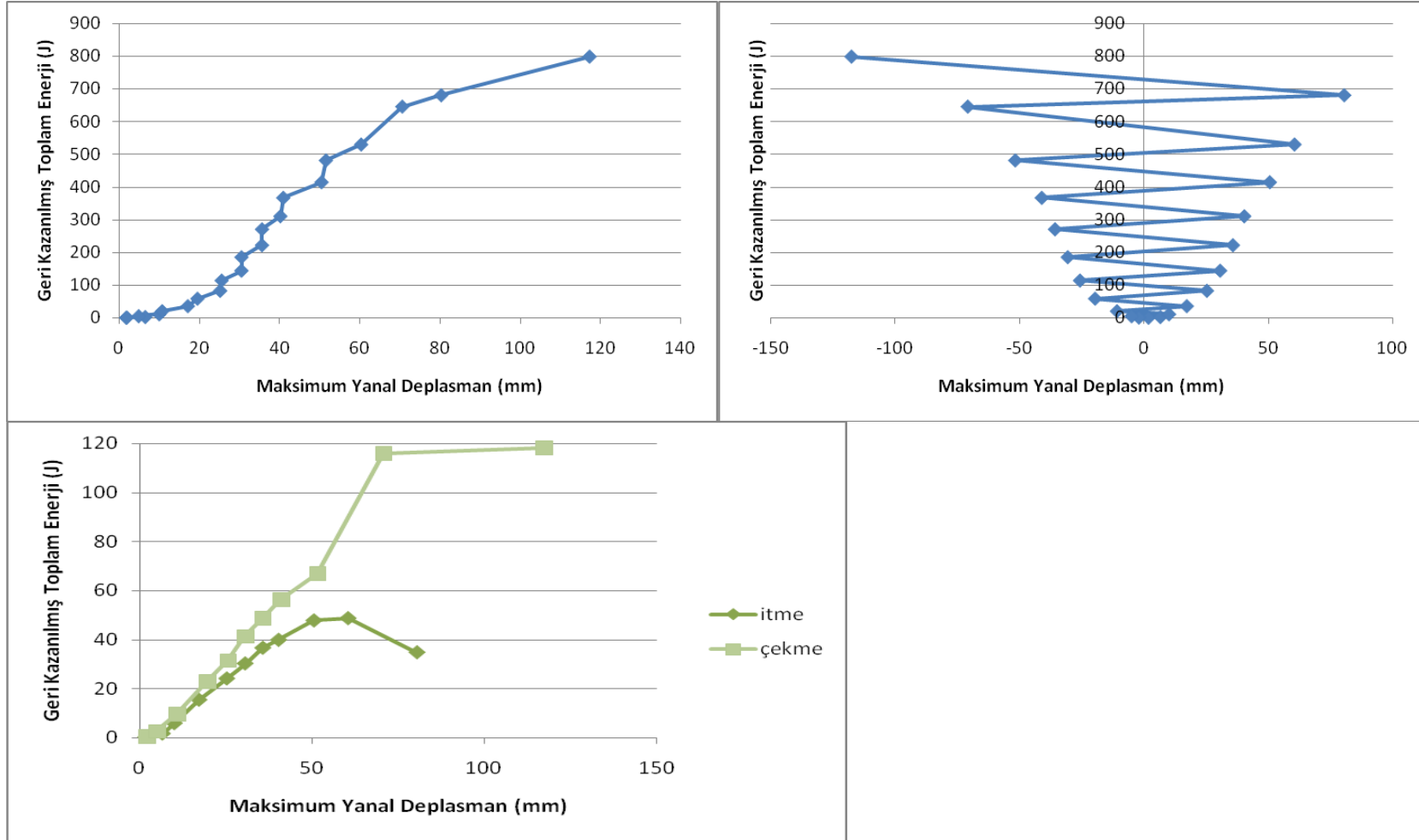
Şekil 58: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş her bir adım sonundaki toplam enerji emilimi



Şekil 59: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için (sırasıyla, pozitif itme / negatif çekme ve mutlak değer olarak) ayrı ayrı gösterilmiş, her bir adım sonundaki toplam enerji emilimi- maksimum yanıl deplasman değışimi



Şekil 60: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş her bir adım sonundaki geri kazanılmış toplam enerji



Şekil 61: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için (sırasıyla, pozitif itme / negatif çekme ve mutlak değer olarak) ayrı ayrı gösterilmiş, her bir adım sonundaki geri kazanılan toplam enerji - maksimum yanar deplasman değışim

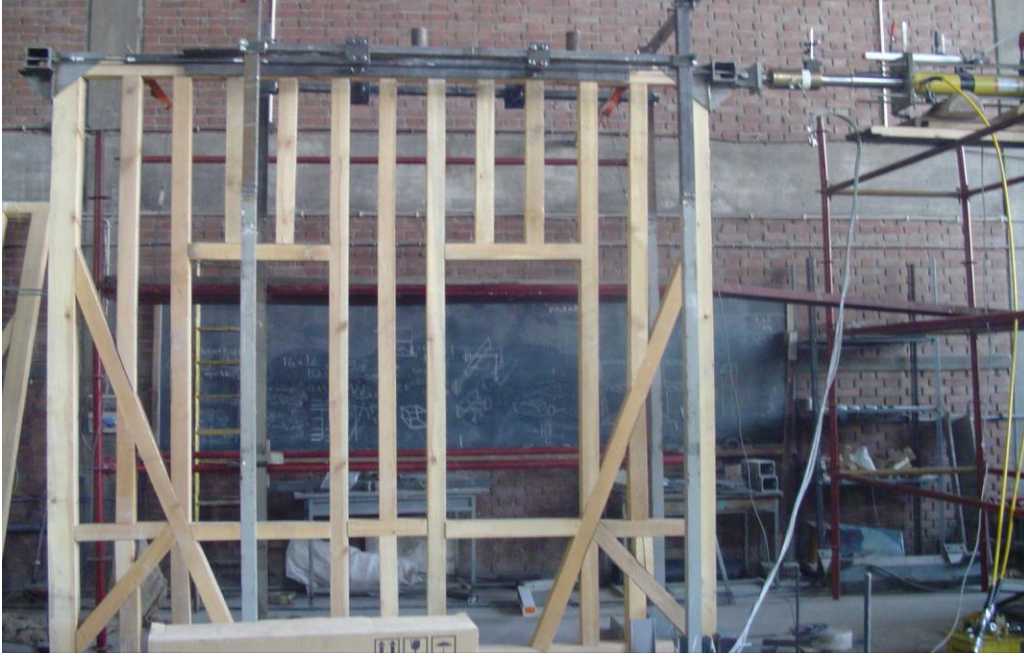
Üçüncü çerçeve henüz test edilmeden evvel dahi, gözle farkedilebilecek denli büyük ve işçilikten kaynaklı düzensizliklere sahip bir çerçeveydi. Çiviler usta tarafından yerlerine tam olarak çakılmamıştı. Bu sebeple, laboratuvarında çalışan proje personeli bu çivileri kendisi çakmıştır. Ancak, bu çerçevede gözlemlenen kötü işçilik bu şekilde giderilememiş, elemanların birleşim noktalarında düzgün oturmamış olması nedeniyle, deney sonunda, belli elemanlar birbirinden tamamen ayrılmıştır (Şekil 62). Bu durum sadece bu çerçevede gözlemlendiğinden, işçiliğin önemli olduğu sonucuna varılabilir.



Şekil 62: Birbirinden tamamen ayrılan elemanlar

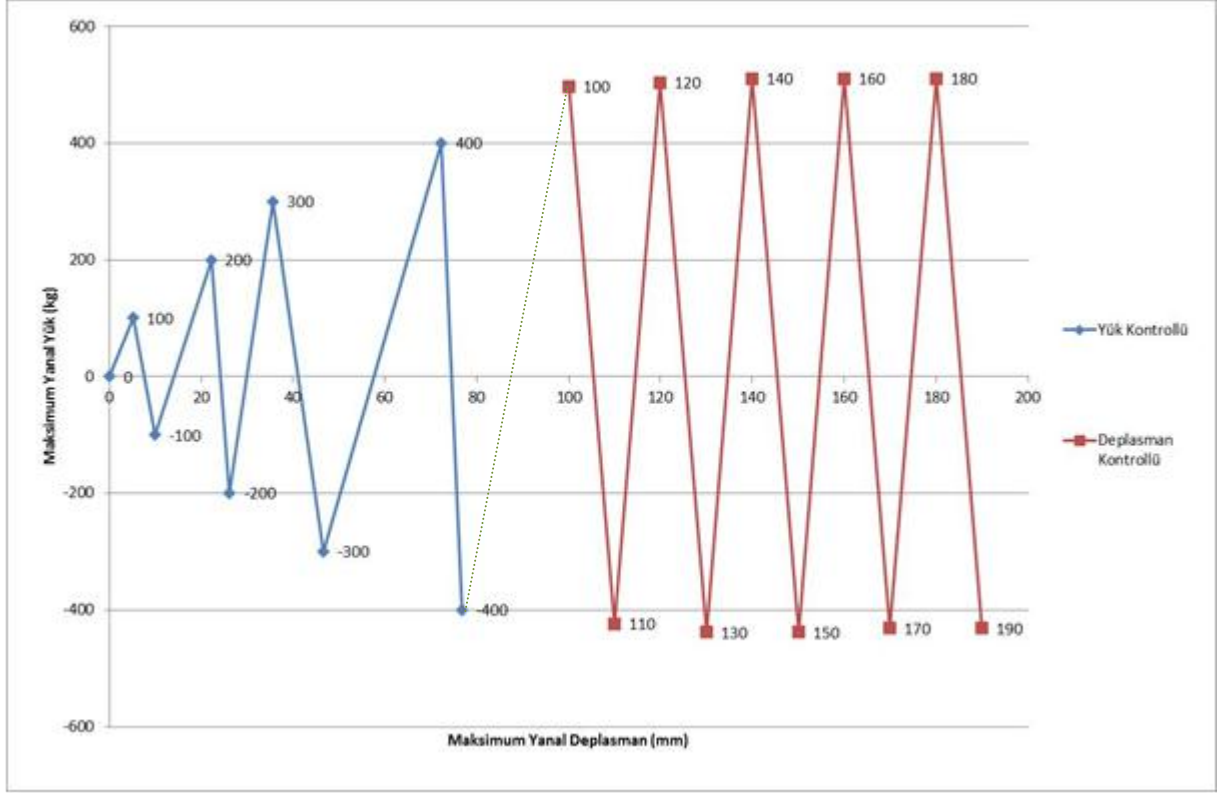
1.7. DÖRDÜNCÜ ÇERÇEVENİN DENEYİNDEN ELDE EDİLEN SONUÇLAR

21 Ocak 2009 tarihinde test edilen dördüncü çerçeve geometrik açıdan test edilen birinci çerçevenin aynısı olmakla birlikte, birincisi sarıçamdan yapılmışken, bu köknardır. Bu çerçevede yer alan çapraz elemanlar da, test edilen ilk çerçeve gibi alt uçlarından, sağdan ve soldan 1'er olmak üzere toplam 2, üst uçlarından ise 2'si de geniş açılı tek taraflarından olmak üzere gene 2 çiviyle tutulmaktadır (Şekil 63).



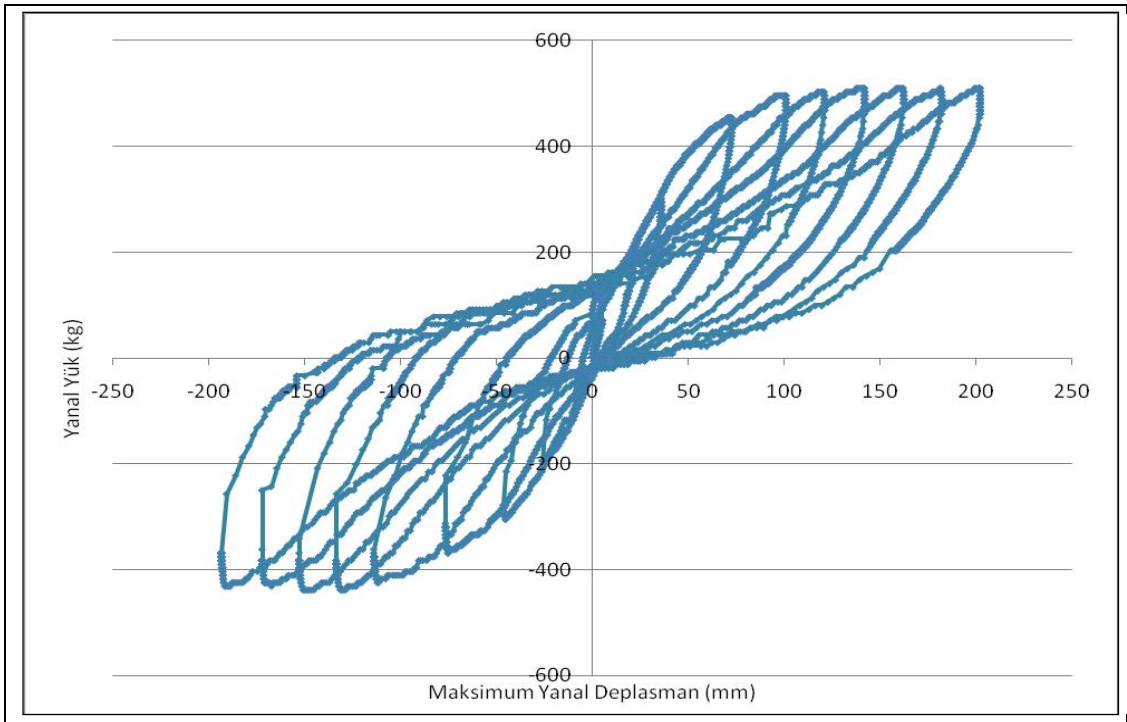
Şekil 63: Test edilen dördüncü çerçeve

Bu deneyde çerçeveye etkiyen yanal doğrultudaki yük, her ardışık itme ve çekme adımında 100 kg artırılarak 400 kg'a değerine ulaşılmıştır. Yük kontrollü gidilen bu aşamanın ardından, deneye deplasman kontrollü devam edilmiştir (Şekil 64).

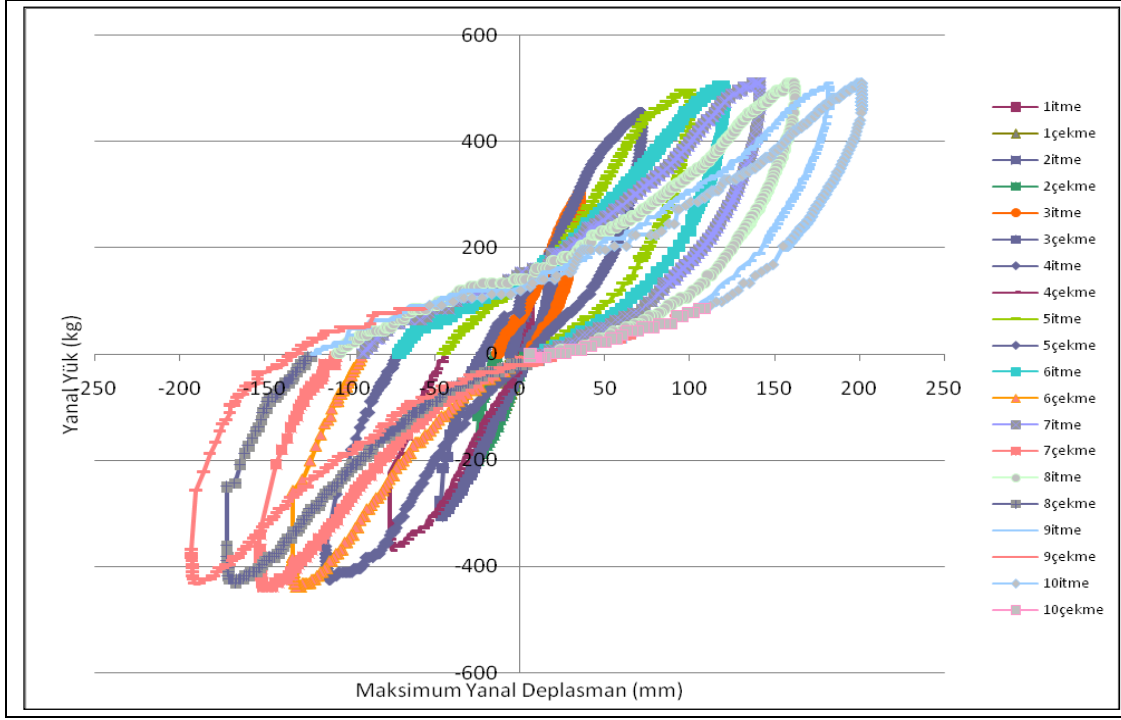


Şekil 64: Dördüncü çerçeveye ait yükleme şeması

Buna göre elde edilen sonuçlar Şekil 65-66'da verilmektedir.

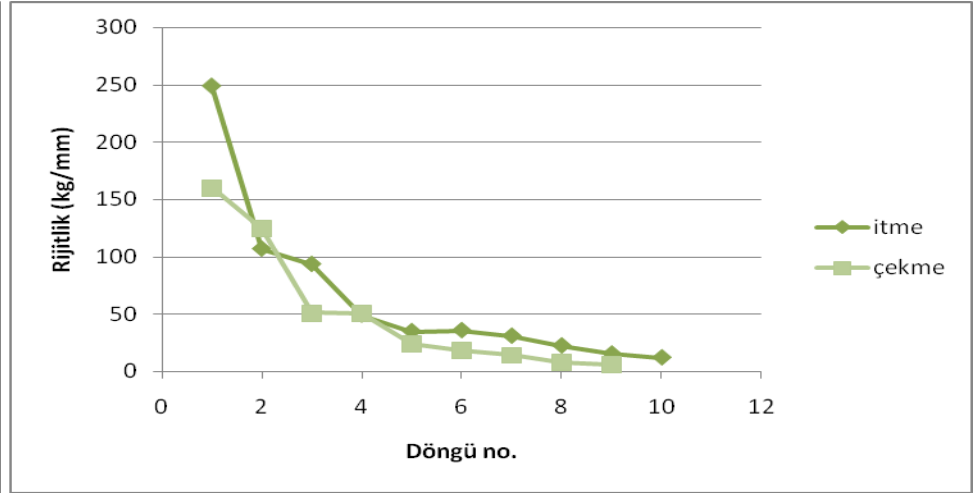
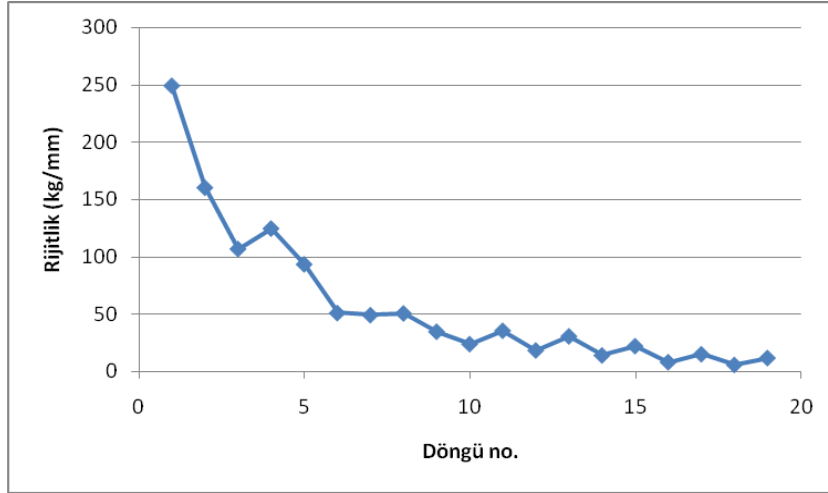


Şekil 65: Dördüncü çerçeveye ait yanıl yük - maksimum yanıl deplasman grafiği

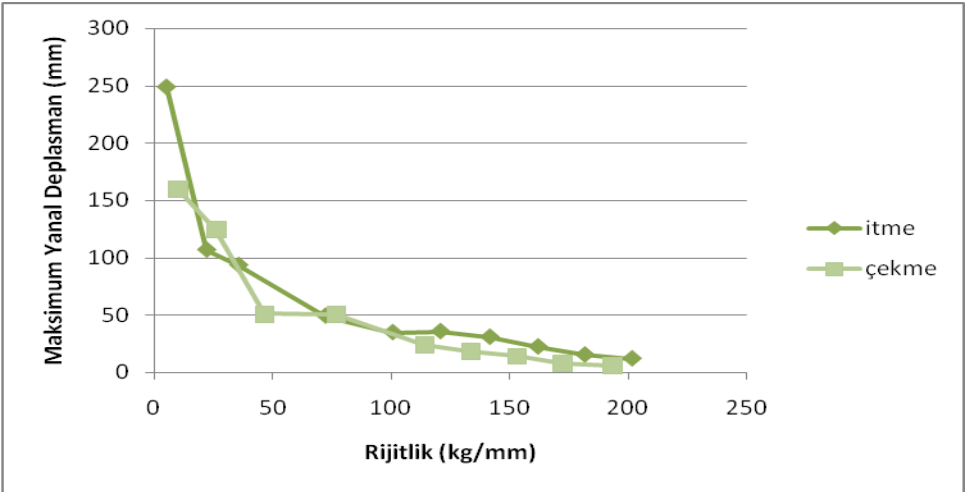
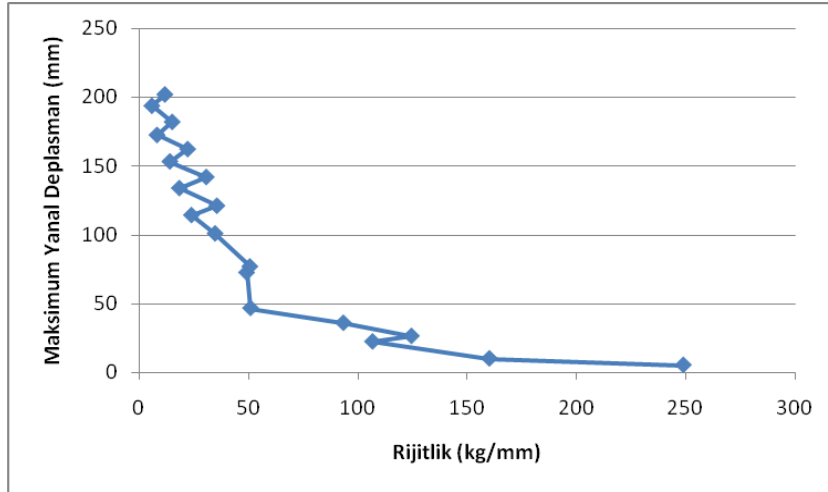


Şekil 66: Dördüncü çerçeveye ait itme – çekme döngülerinin gösterildiği yanal yük - maksimum yanal deplasman grafiği

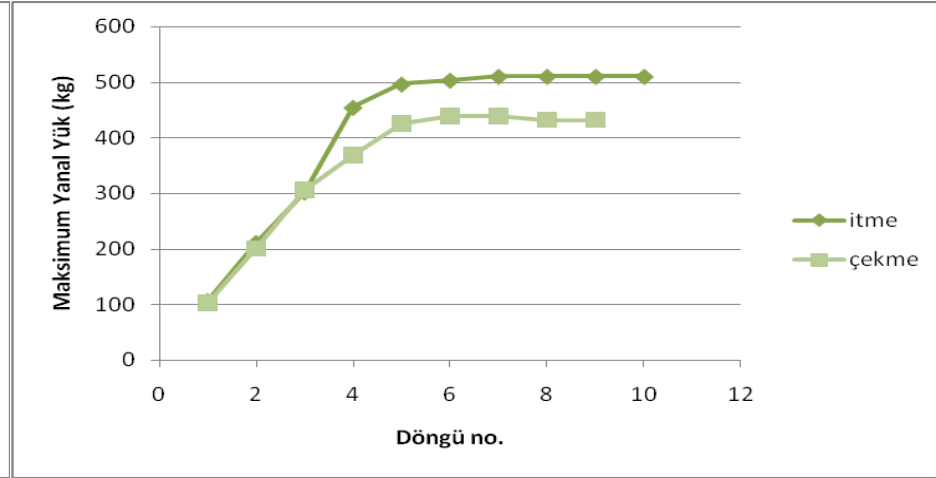
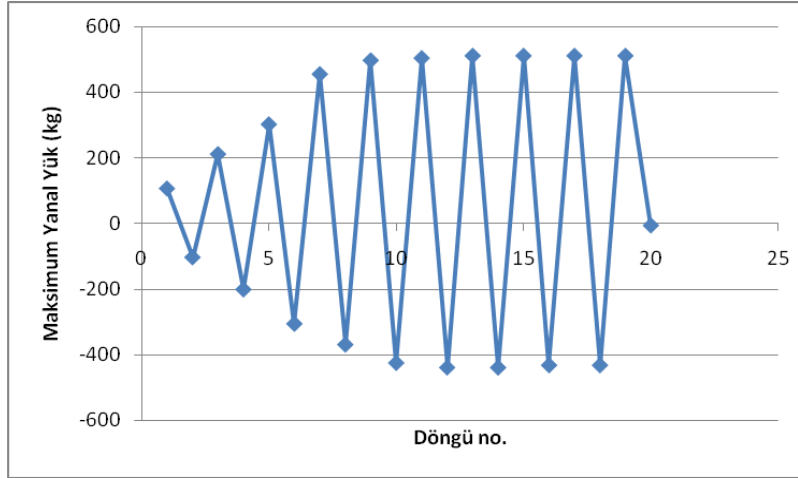
Test sonucunda elde edilen yük, deplasman, rijitlik ve enerji değişimleri için bkz. Şekil 67-76.



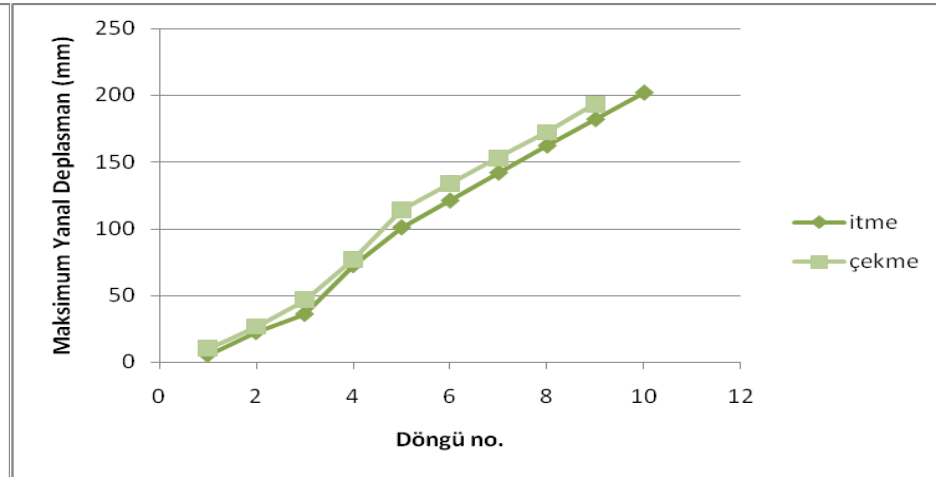
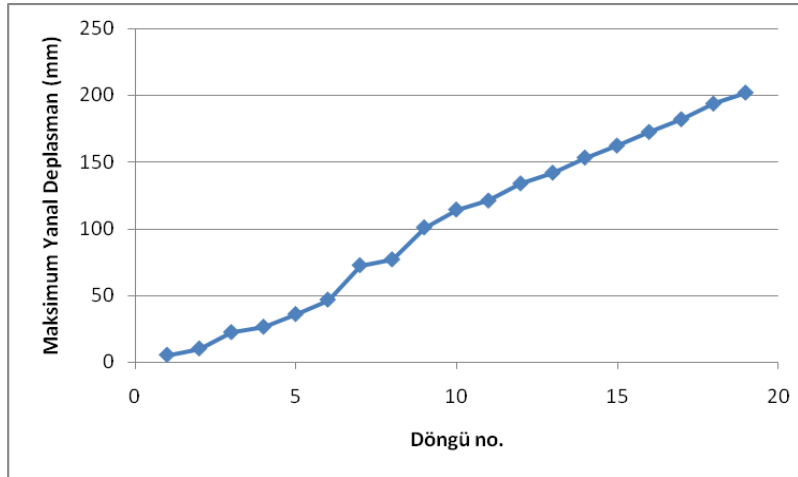
Şekil 67: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş rijitlik değişimi



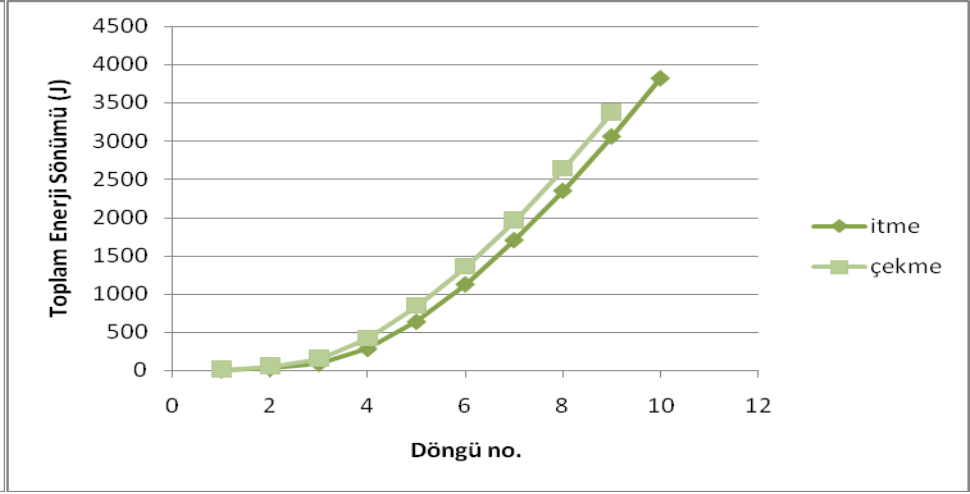
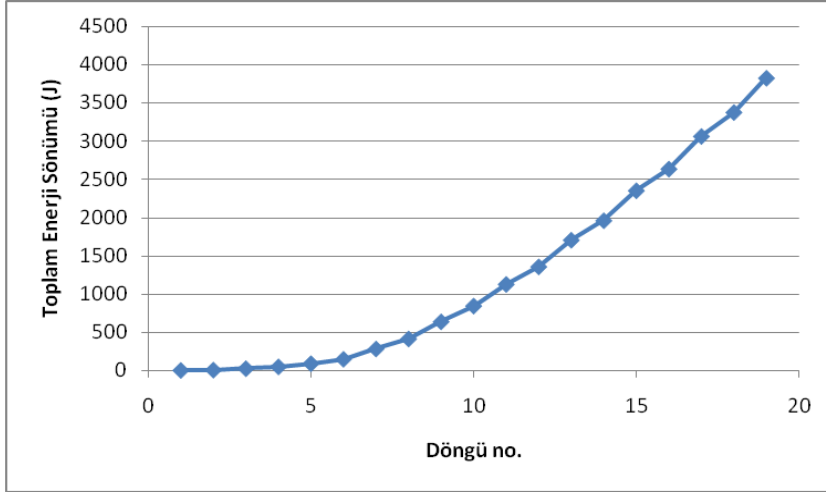
Şekil 68: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş, her bir adım rijitliği - maksimum yanar deplasman değişimi



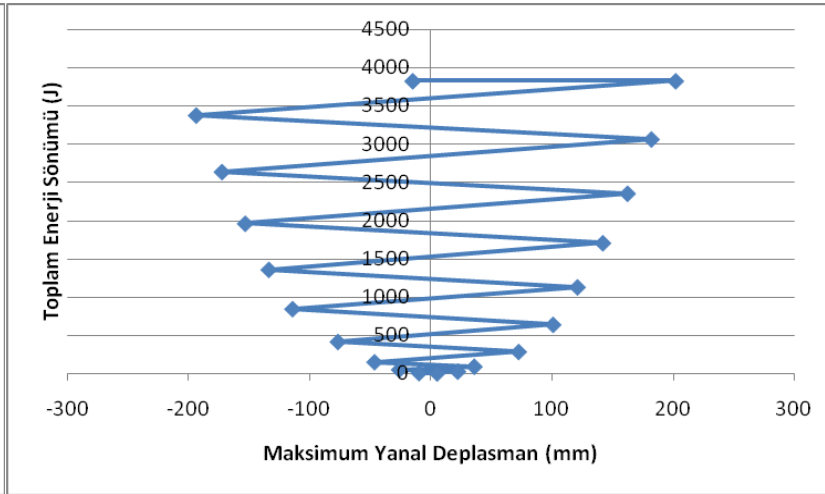
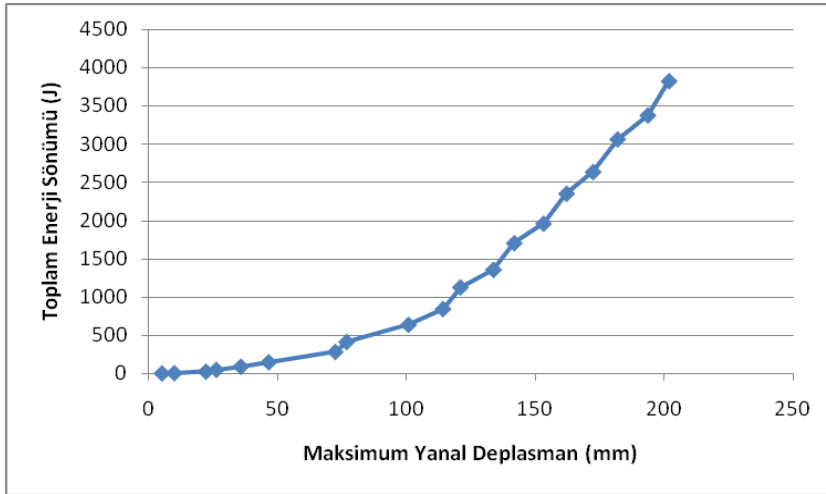
Şekil 69: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş maksimum yanıl yük değışimi

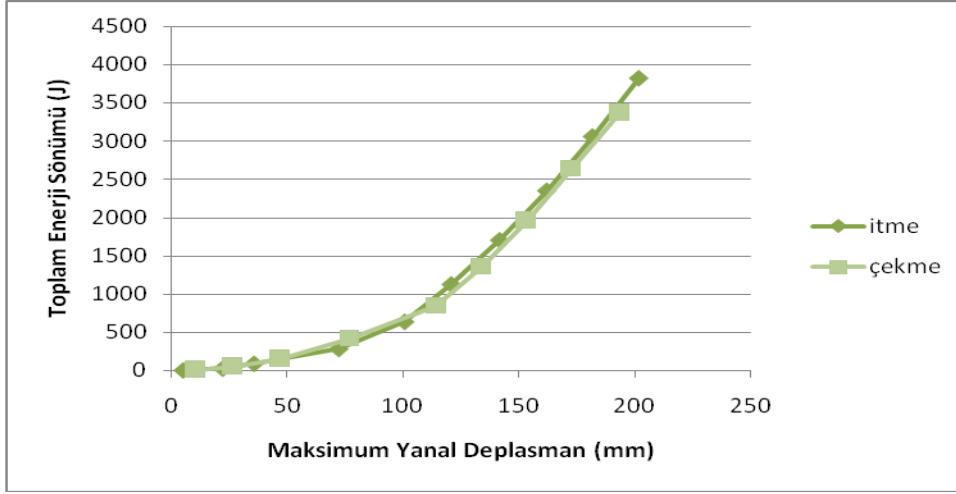


Şekil 70: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş her bir adım sonundaki maksimum yanıl deplasman değışimi

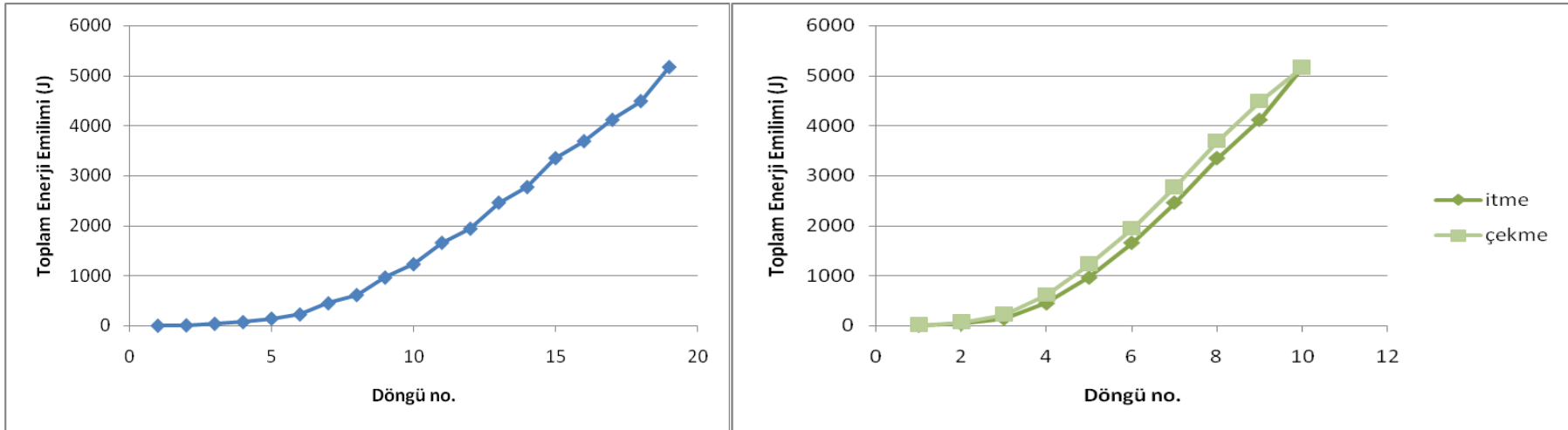


Şekil 71: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş her bir adım sonundaki toplam enerji sönümü

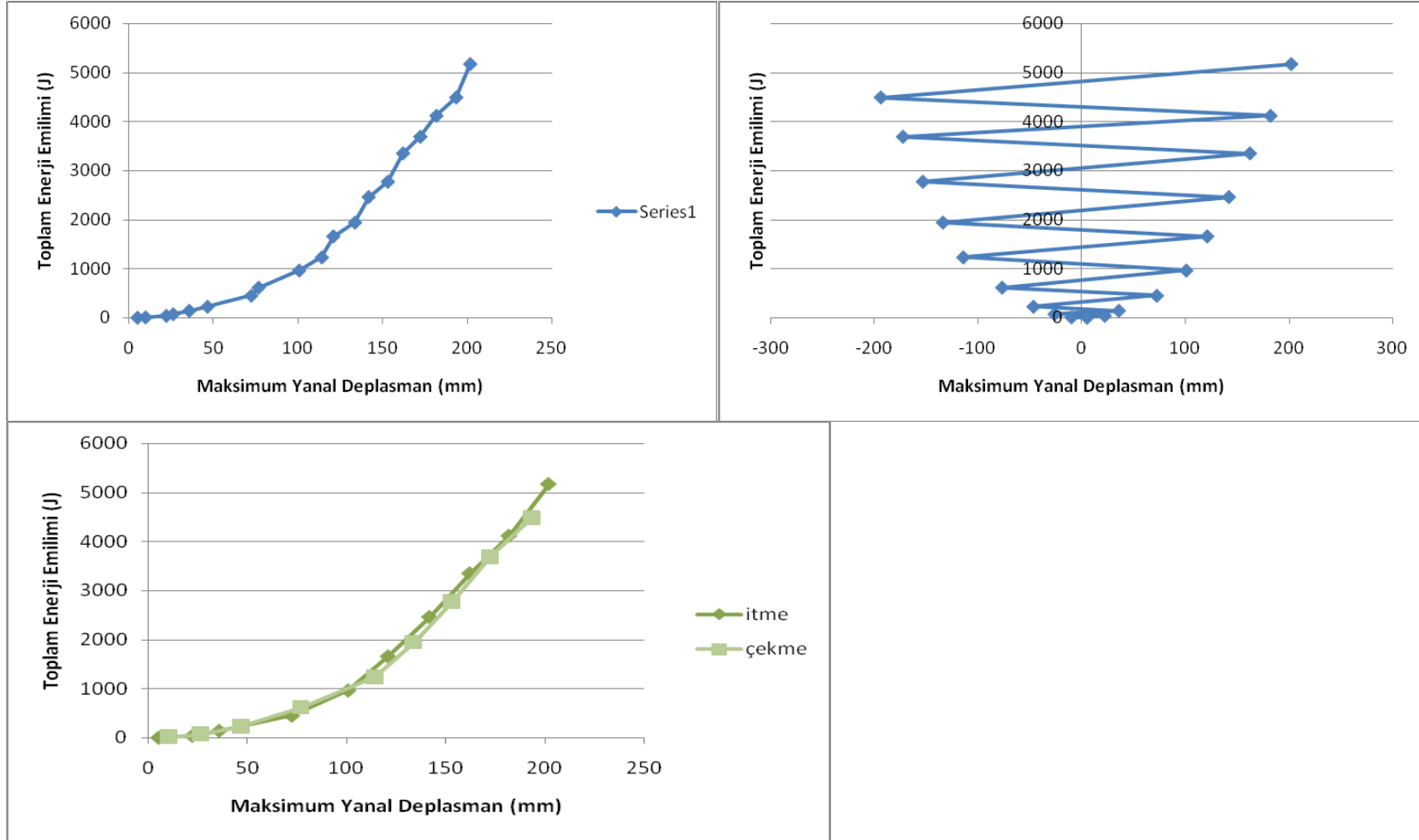




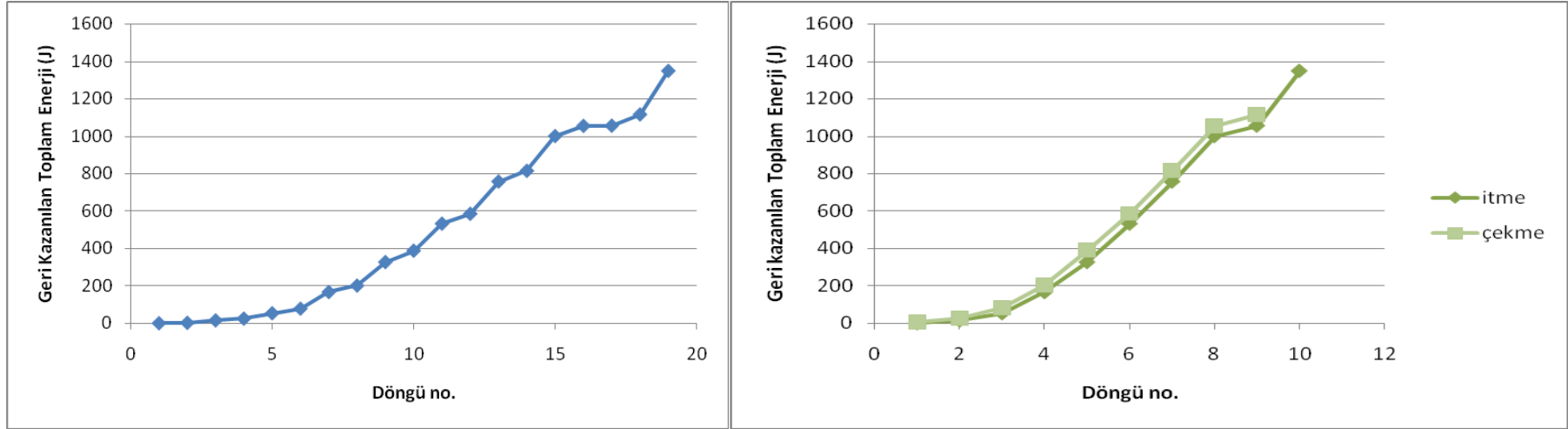
Şekil 72: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için (sırasıyla, pozitif itme / negatif çekme ve mutlak değer olarak) ayrı ayrı gösterilmiş, her bir adım sonundaki sönmüş toplam enerji - maksimum yanar deplasman değışimi



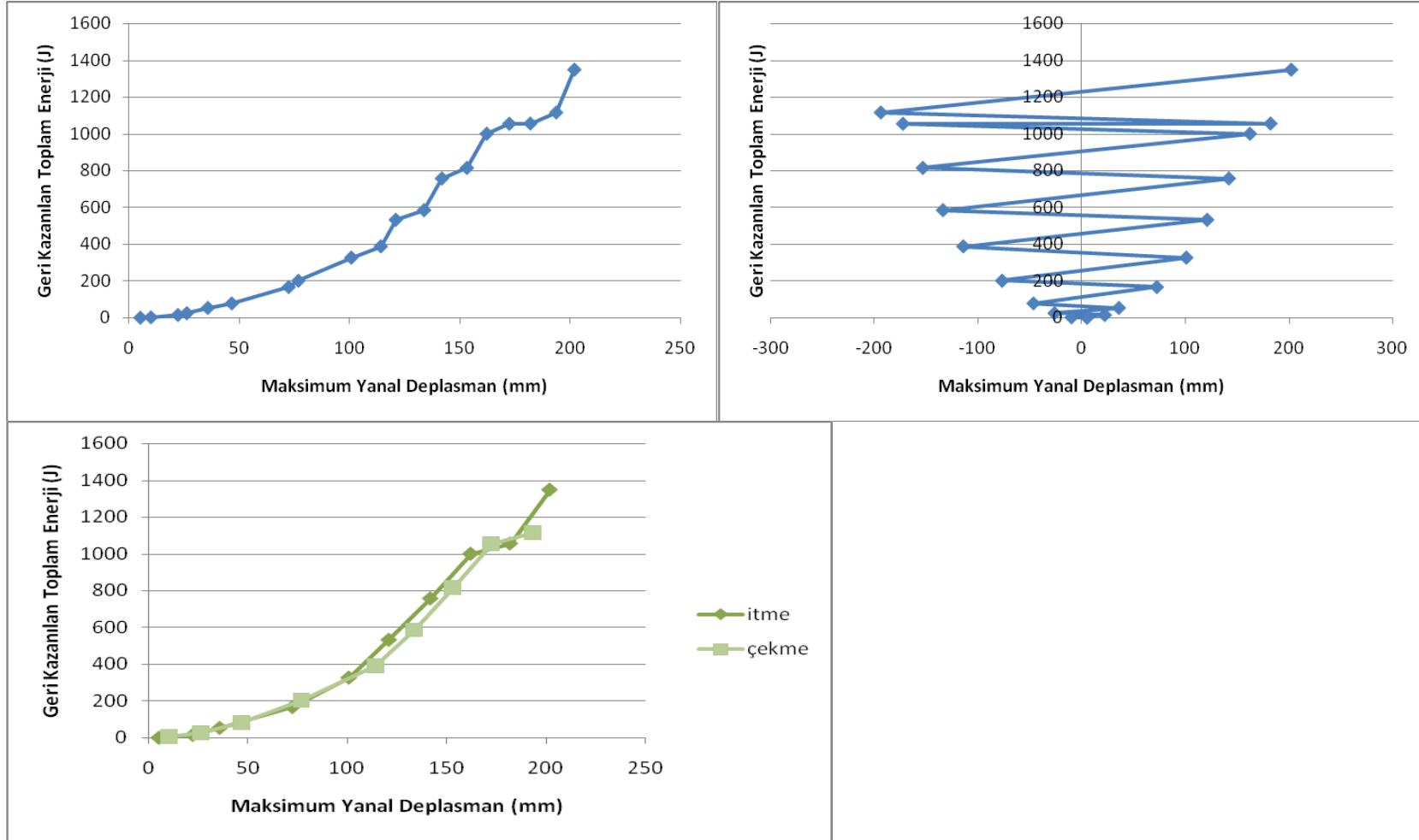
Şekil 73: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş her bir adım sonundaki toplam enerji emilimi



Şekil 74: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için (sırasıyla, pozitif itme / negatif çekme ve mutlak değer olarak) ayrı ayrı gösterilmiş, her bir adım sonundaki toplam enerji emilimi- maksimum yanar deplasman değışimi



Şekil 75: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş her bir adım sonundaki geri kazanılmış toplam enerji



Şekil 76: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için (sırasıyla, pozitif itme / negatif çekme ve mutlak değer olarak) ayrı ayrı gösterilmiş, her bir adım sonundaki geri kazanılan toplam enerji - maksimum yanar deplasman değışim

Bu testte de, çivili bağlantılarda kalıcı açılmalar meydana gelmiş, bazı çiviler ise tamamen yerinden çıkmıştır (Şekil 77-78).



Şekil 77: Deney sırasında yerinden kalıcı olarak çıkmış olan çiviler



Şekil 78: Deney sırasında ortaya çıkan açılmalara örnekler

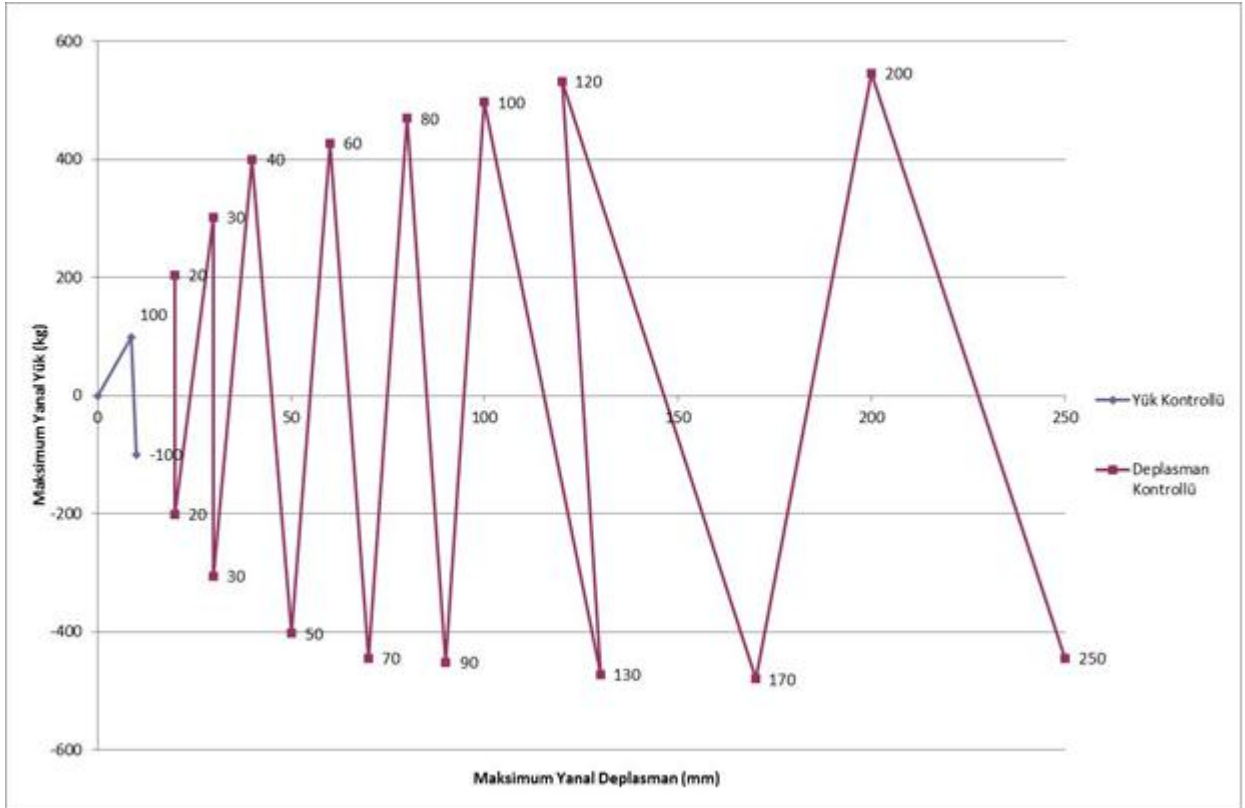
1.8. BEŞİNCİ ÇERÇEVENİN DENEYİNDEN ELDE EDİLEN SONUÇLAR

23 Ocak 2009 tarihinde test edilen, 370 x 330 cm (H x L) boyutlarındaki beşinci çerçeve geometrik açıdan diğerlerinden farklıdır (bkz. Şekil 79) ve sarıçamdan yapılmıştır. Üç adet pencere boşluğu bulunan çerçevede çapraz elemanlar alt uçlarından, sağdan ve soldan 1'er olmak üzere toplam 2, üst uçlarından ise 2'si de geniş açılı tek taraflarından olmak üzere gene 2 çiviyle tutulmaktadır.



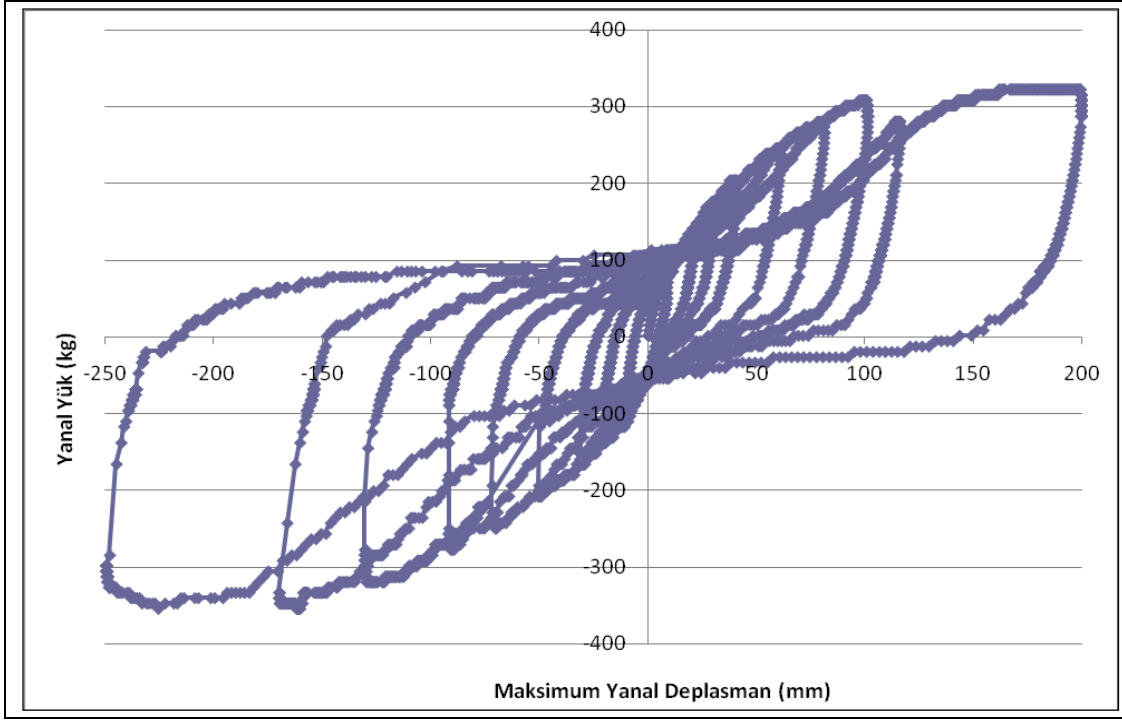
Şekil 79: Test edilen beşinci çerçeve

Bu deneyde, ilk 2 adımda (bir itme ve bir çekme) yanal doğrultuda 100 kg değerindeki yüke ulaşıldıktan sonra deplasman kontrollü devam edilmiştir (Şekil 80).

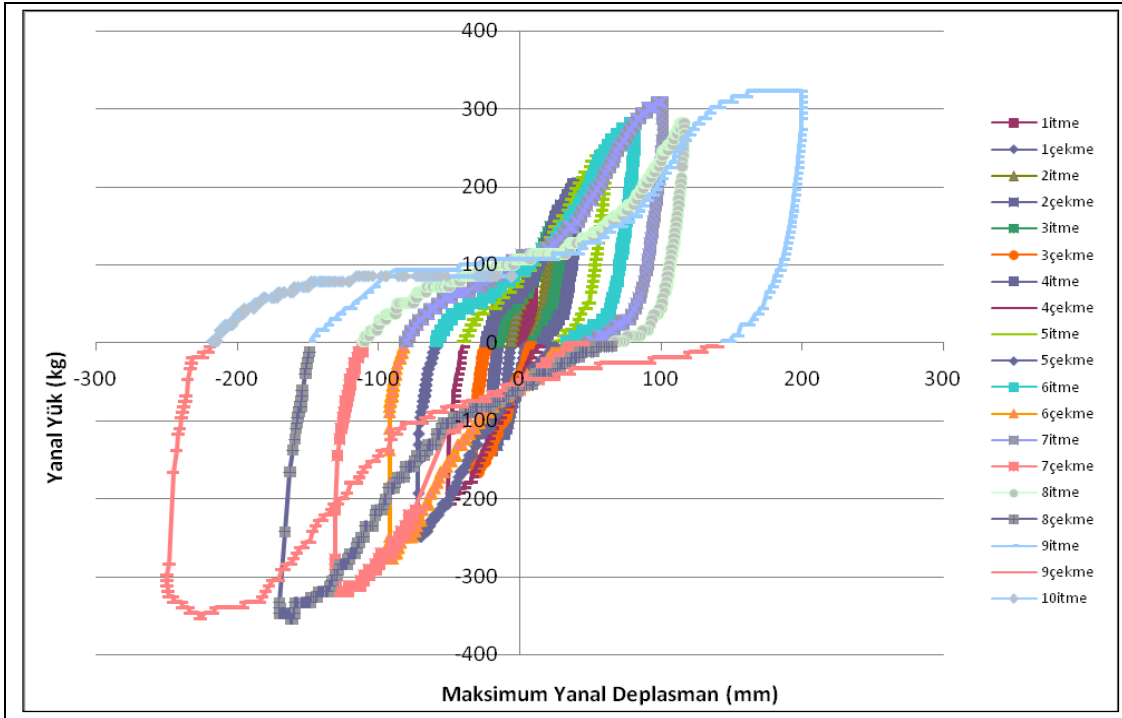


Şekil 80: Beşinci çerçeveye ait yükleme şeması

Buna göre elde edilen sonuçlar Şekil 81-82'de verilmektedir.

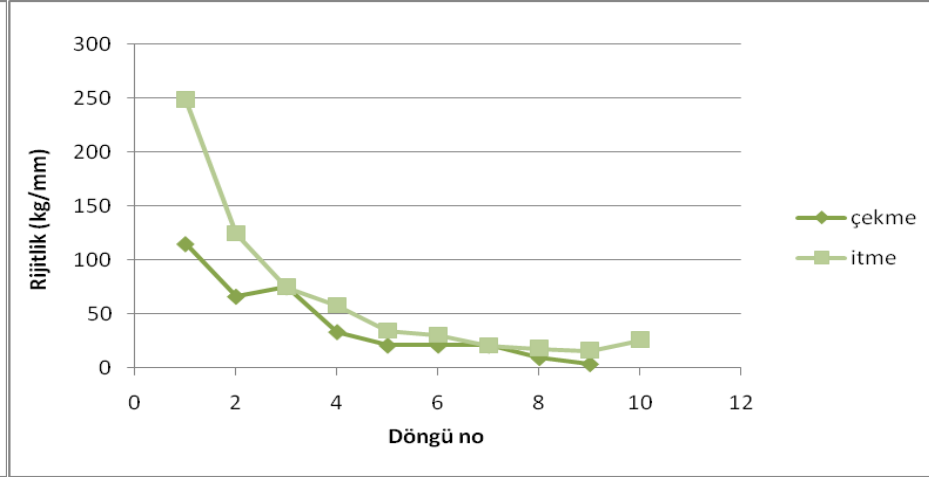
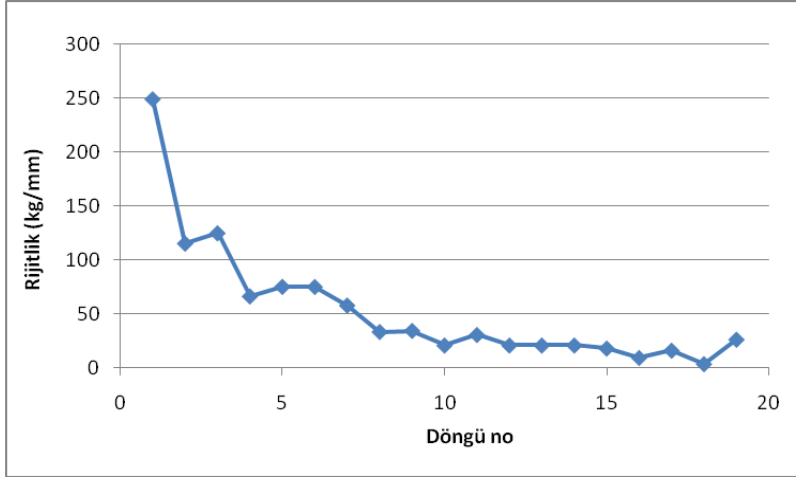


Şekil 81: Beşinci çerçeveye ait yanal yük - maksimum yanal deplasman grafiği

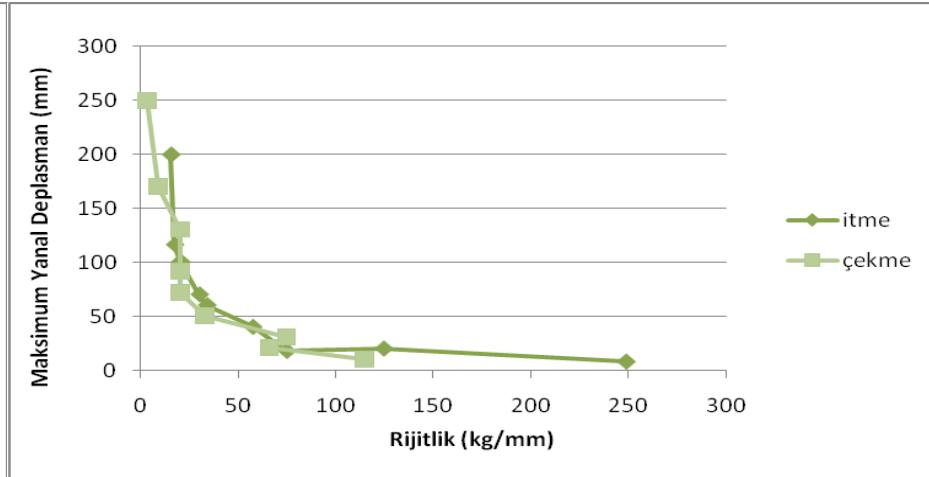
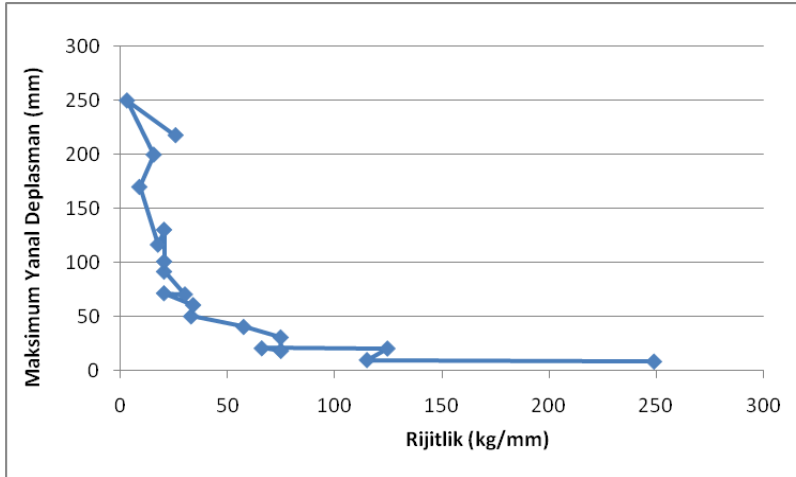


Şekil 82: Beşinci çerçeveye ait itme - çekme döngülerinin gösterildiği yanal yük - maksimum yanal deplasman grafiği

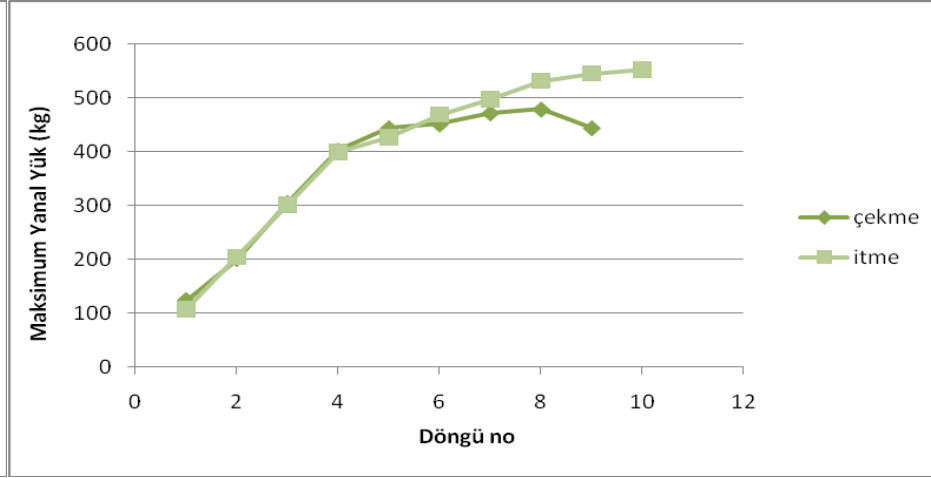
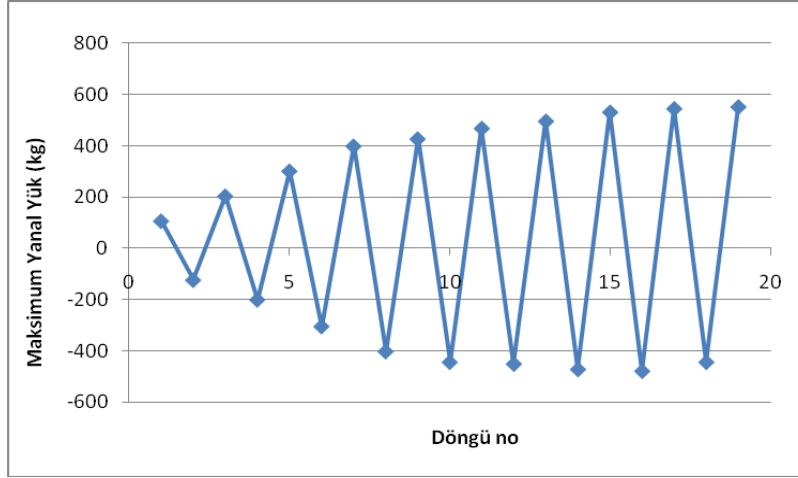
Test sonucunda elde edilen yük, deplasman, rijitlik ve enerji değişimleri için bkz. Şekil 83-92.



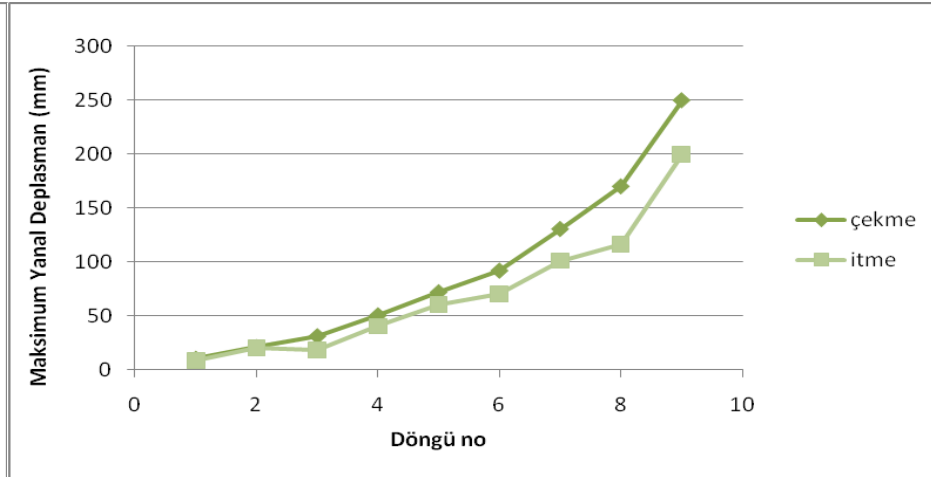
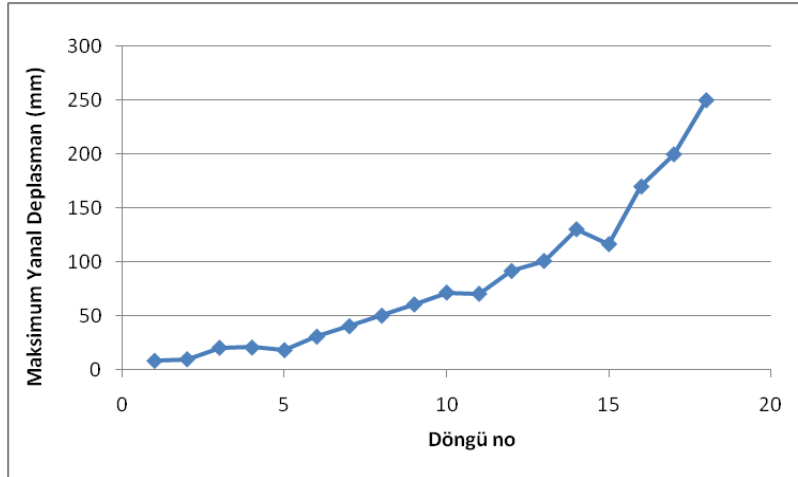
Şekil 83: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş rijitlik değişimi



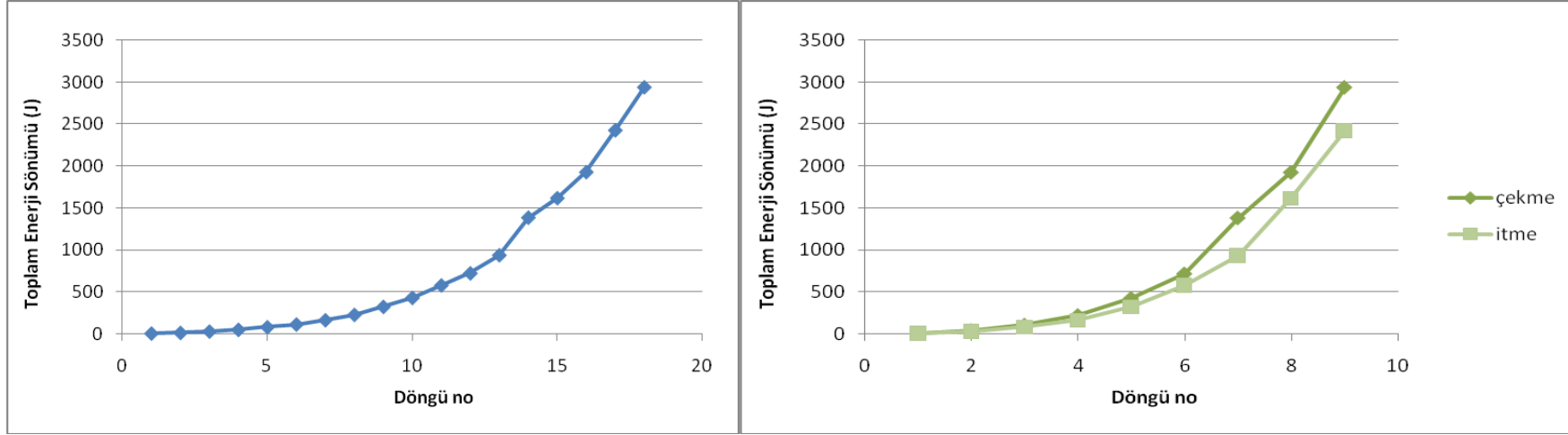
Şekil 84: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş, her bir adım rijitliği - maksimum yanar deplasman değişimi



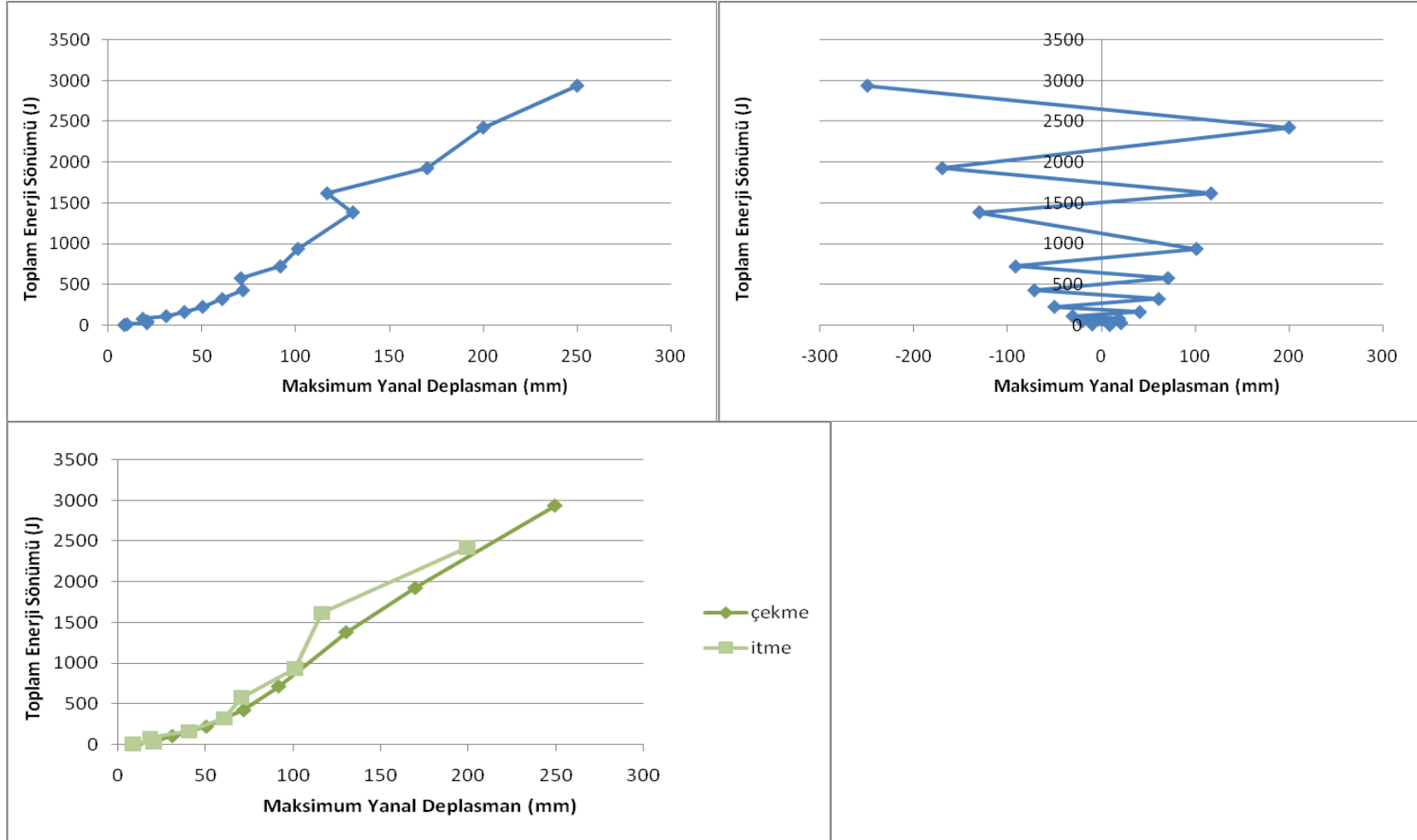
Şekil 85: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş maksimum yanıl yük değışimi



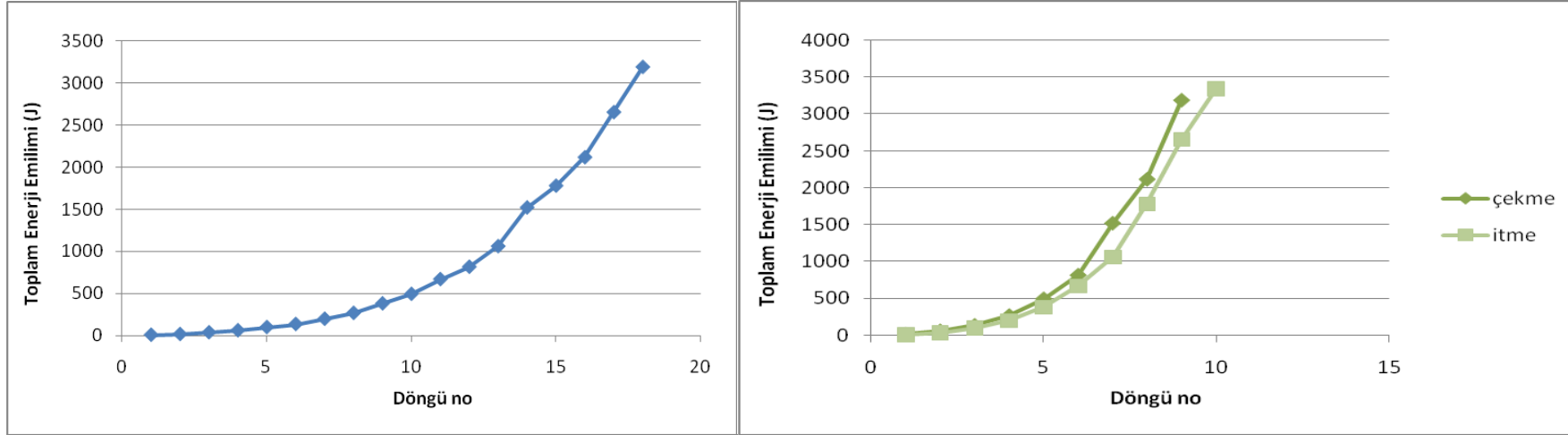
Şekil 86: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş her bir adım sonundaki maksimum yanıl deplasman değışimi



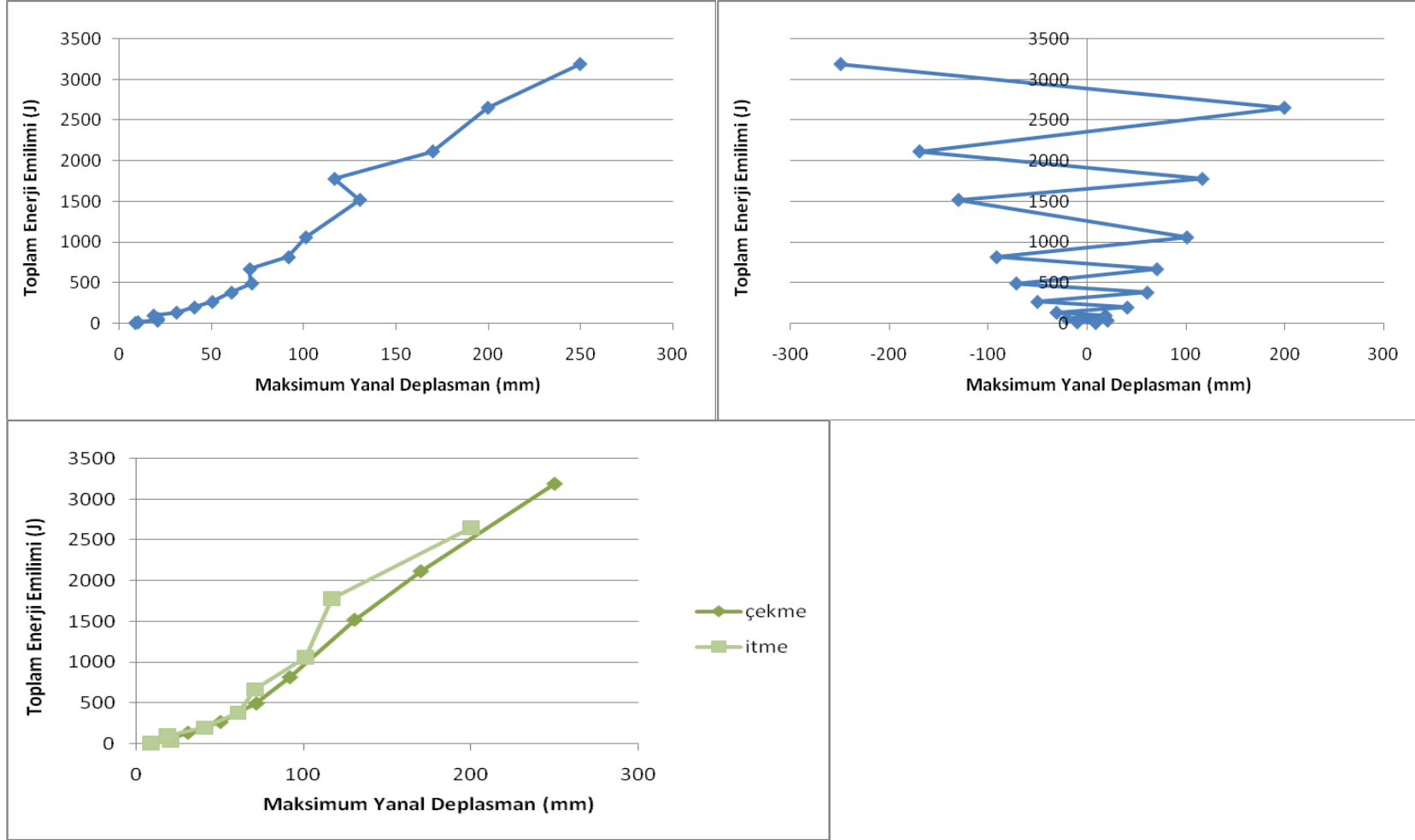
Şekil 87: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş her bir adım sonundaki toplam enerji sönümü



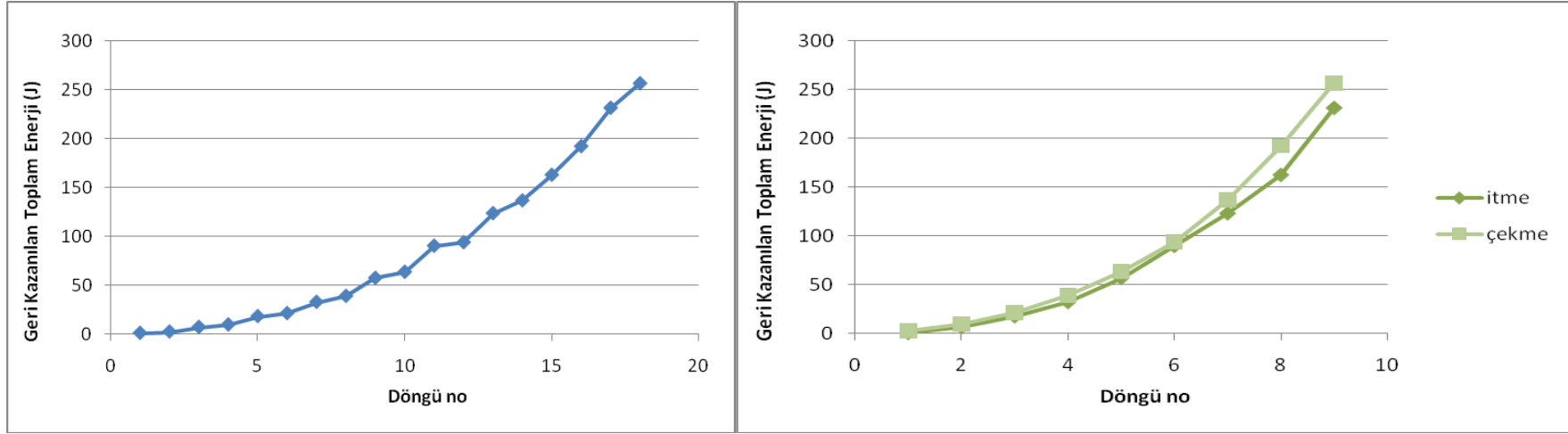
Şekil 88: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için (sırasıyla, pozitif itme / negatif çekme ve mutlak değer olarak) ayrı ayrı gösterilmiş, her bir adım sonundaki sökülmiş toplam enerji - maksimum yanıl deplasman değışimi



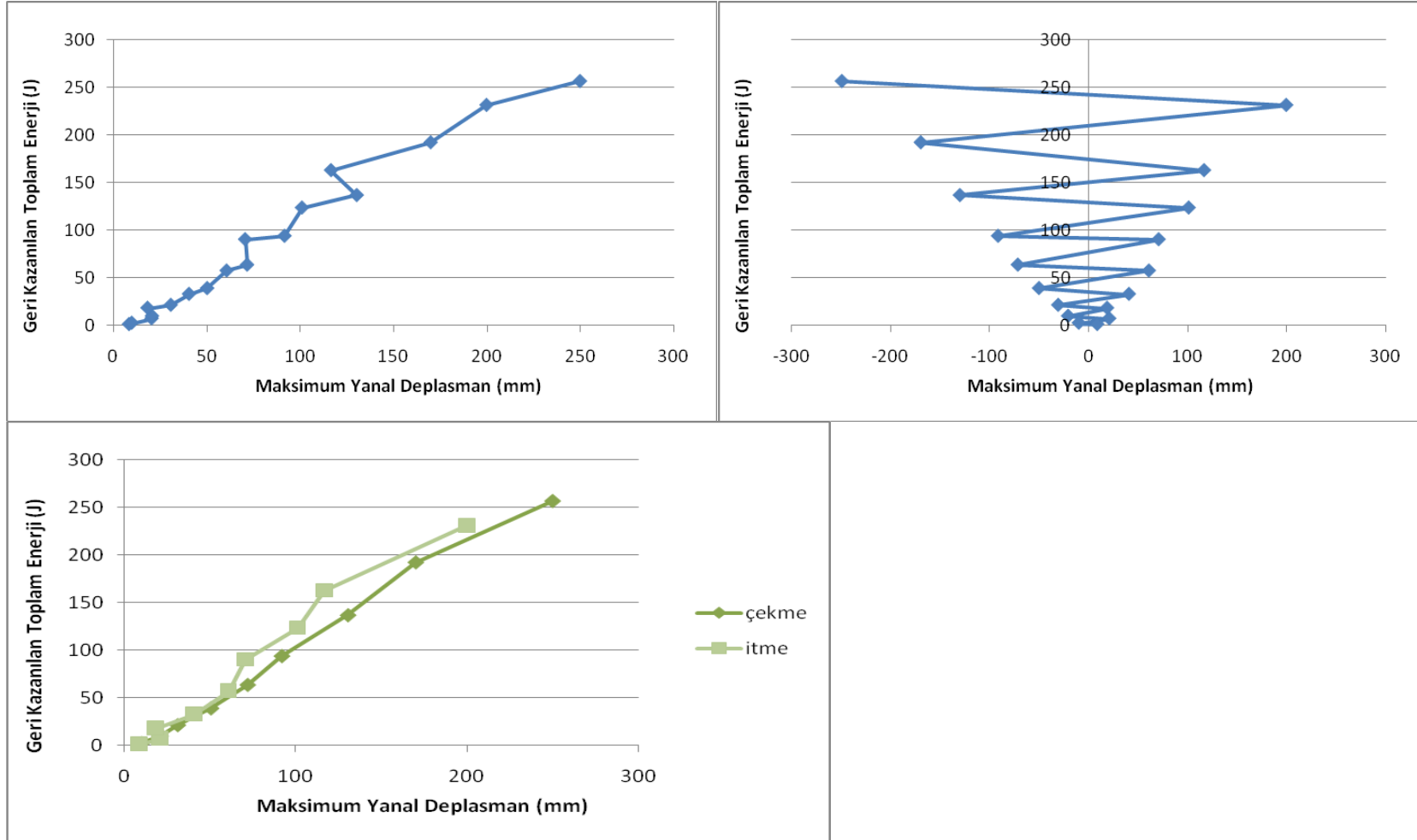
Şekil 89: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş her bir adım sonundaki toplam enerji emilimi



Şekil 90: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için (sırasıyla, pozitif itme / negatif çekme ve mutlak değer olarak) ayrı ayrı gösterilmiş, her bir adım sonundaki toplam enerji Emilimi- maksimum yanıl deplasman değışimi



Şekil 91: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş her bir adım sonundaki geri kazanılmış toplam enerji



Şekil 92: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için (sırasıyla, pozitif itme / negatif çekme ve mutlak değer olarak) ayrı ayrı gösterilmiş, her bir adım sonundaki geri kazanılan toplam enerji - maksimum yanar deplasman değışim

Daha evvelki testlerde gözlemlenen bağlantı açılmaları bu testte de gözlemlenmiştir (Şekil 93).



Şekil 93: Deney sırasında ortaya çıkan açılmalara örnekler

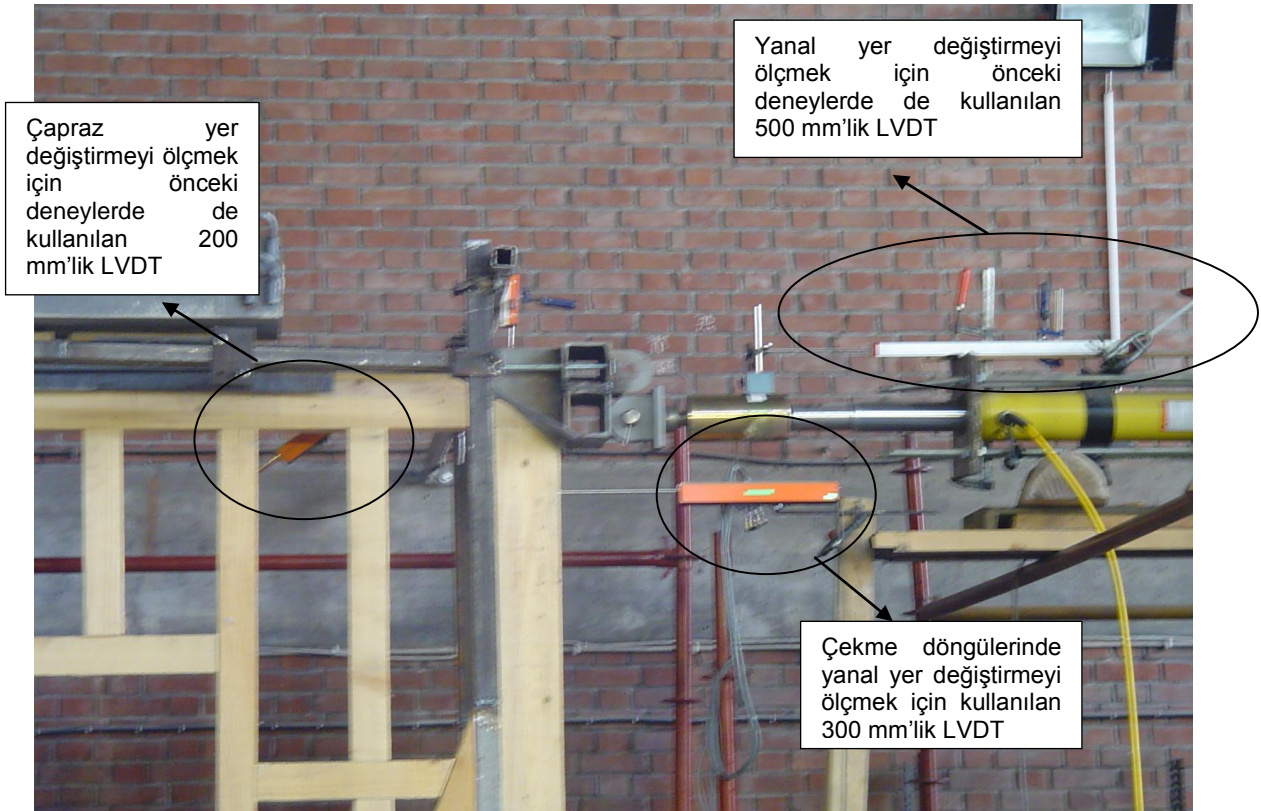
1.9. ALTINCI ÇERÇEVENİN DENEYİNDEN ELDE EDİLEN SONUÇLAR

340 x 520 cm (H x L) boyutlarındaki altıncı çerçeve sarıçamdan yapılmıştır ve üç adet pencere boşluğu bulunan çerçevede çapraz elemanlar alt uçlarından, sağdan ve soldan 1'er olmak üzere toplam 2, üst uçlarından ise 2'si de geniş açılı tek taraflarından olmak üzere 2 çiviyle tutulmaktadır (Şekil 94).



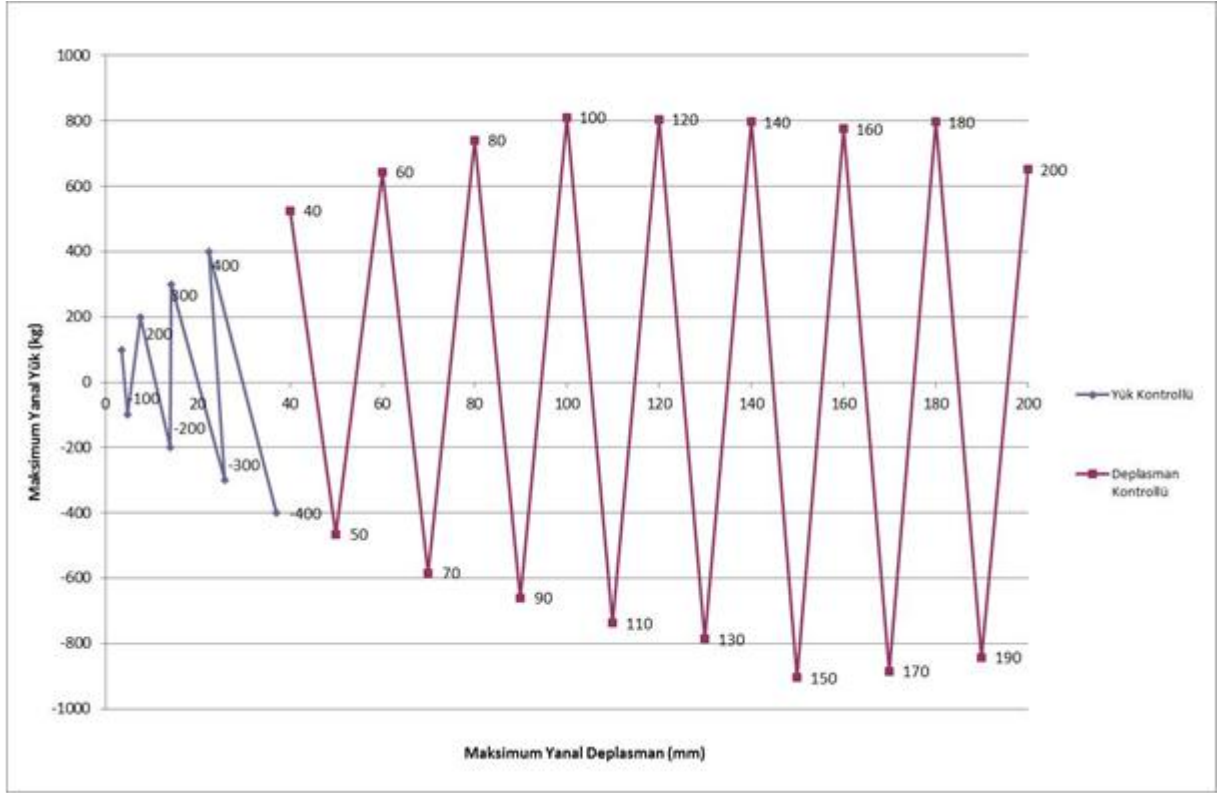
Şekil 94: Test edilen altıncı çerçeve

Daha önce de belirtildiği gibi, bu deneyden itibaren, pistonun üzerindeki 500 mm'lik LVDT'ye ek olarak, çerçevenin sağ ve soluna, farklı döngülerde yanal deplasmanı ölçmek üzere, iki adet daha 300 mm'lik LVDT yerleştirilmiştir (Şekil 95).



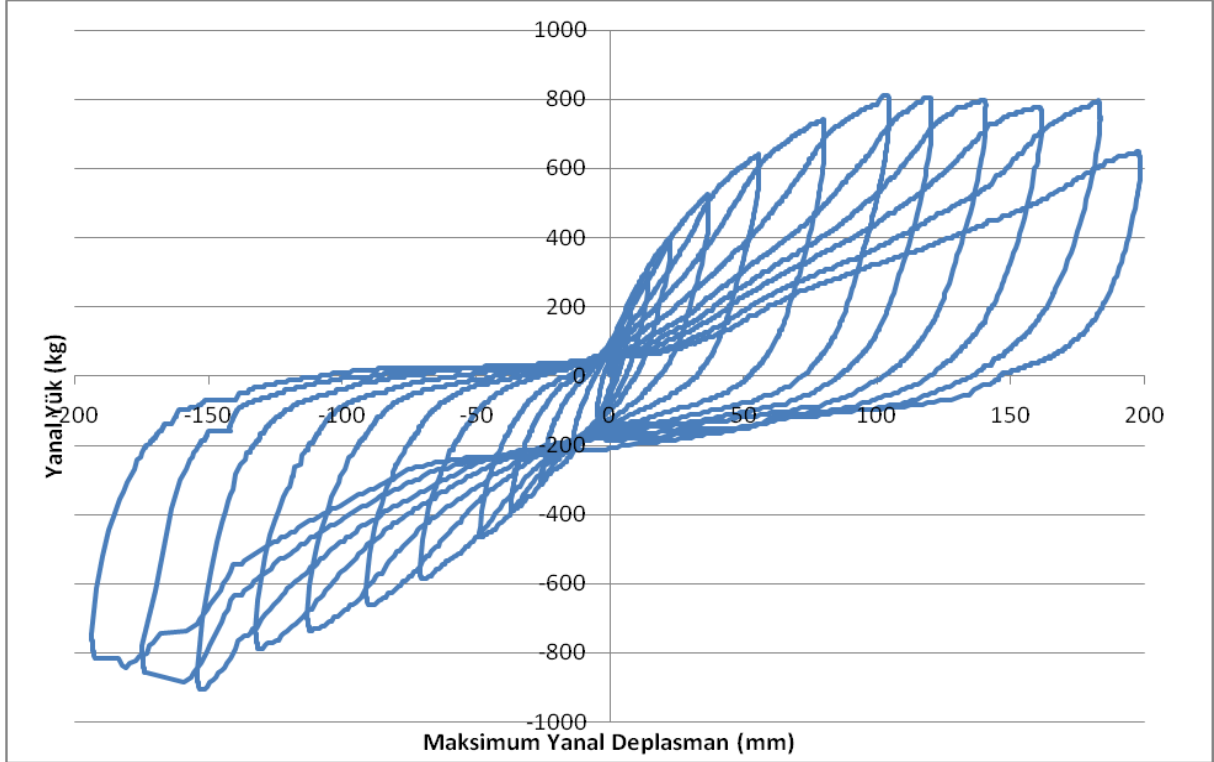
Şekil 95: Altıncı çerçeveye takılmış sensörlerin bazıları

Bu deneyde çerçeveye etkiyen yanal doğrultudaki yük, her ardışık itme ve çekme adımında 100 kg artırılarak 400 kg'a değerine ulaşmıştır. Yük kontrollü gidilen bu aşamanın ardından, deneye deplasman kontrollü devam edilmiştir (Şekil 96).

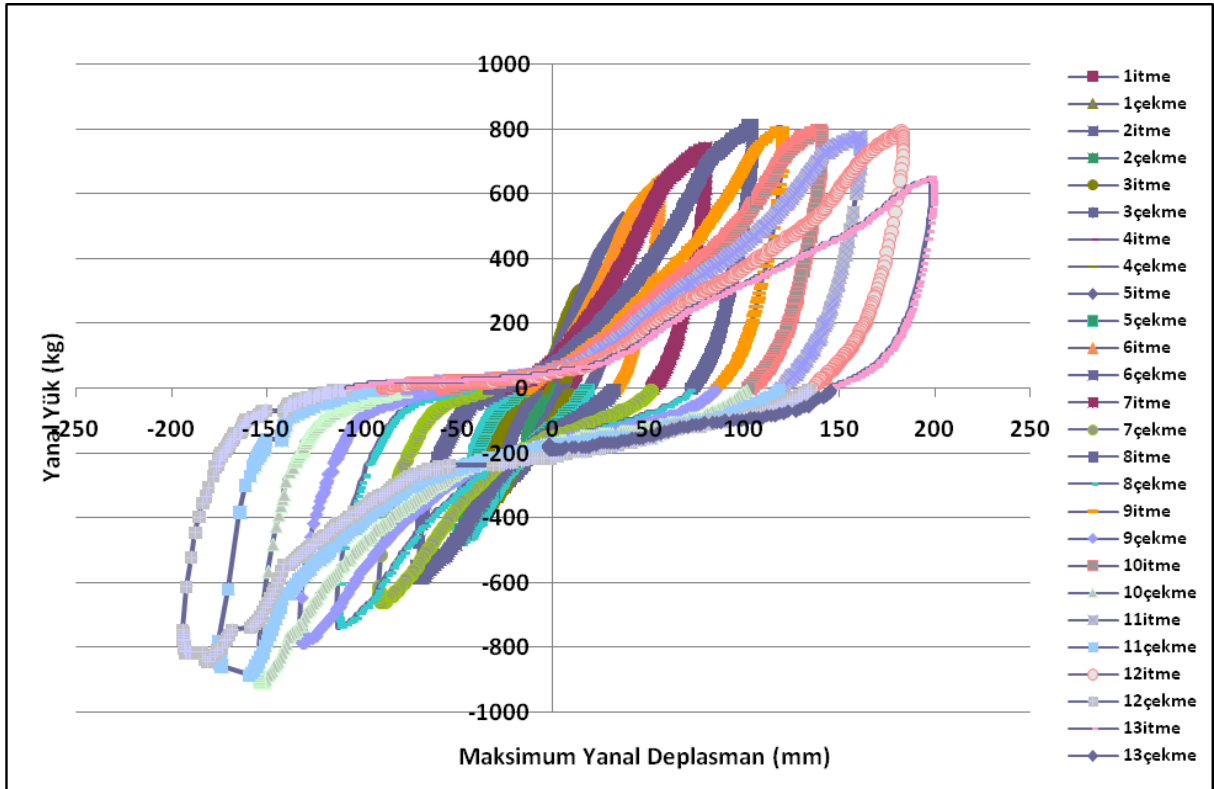


Şekil 96: Altıncı çerçeveye ait yükleme şeması

Buna göre, elde edilen sonuçlar Şekil 97 ve Şekil 98'de gösterildiği gibidir.

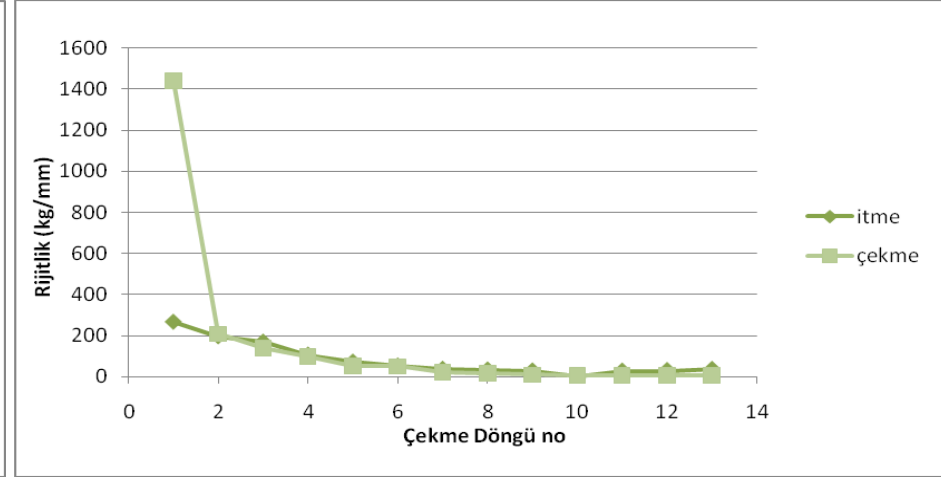
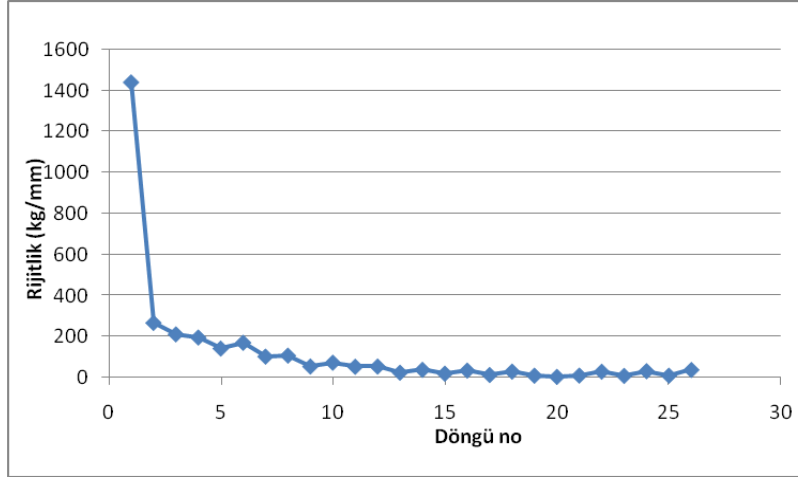


Şekil 97: Altıncı çerçeveve ait yanal yük - maksimum yanal deplasman grafiği

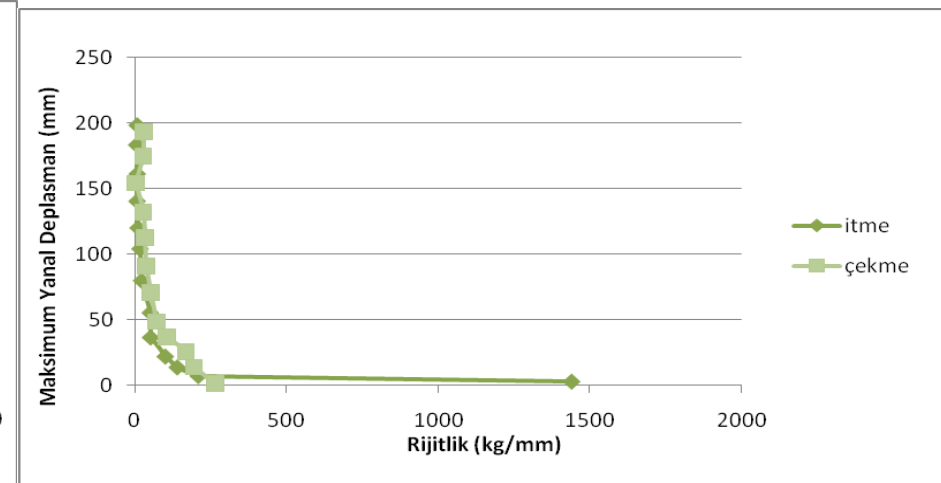
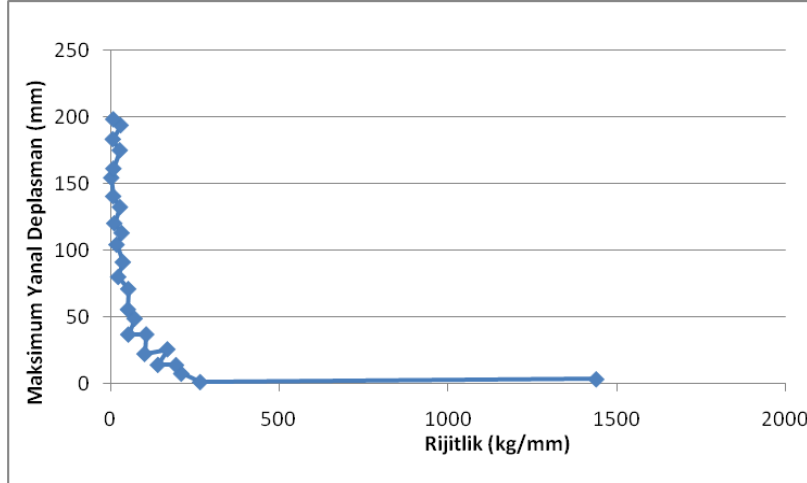


Şekil 98: Altıncı çerçeveve ait itme - çekme döngülerinin gösterildiği yanal yük - maksimum yanal deplasman grafiği

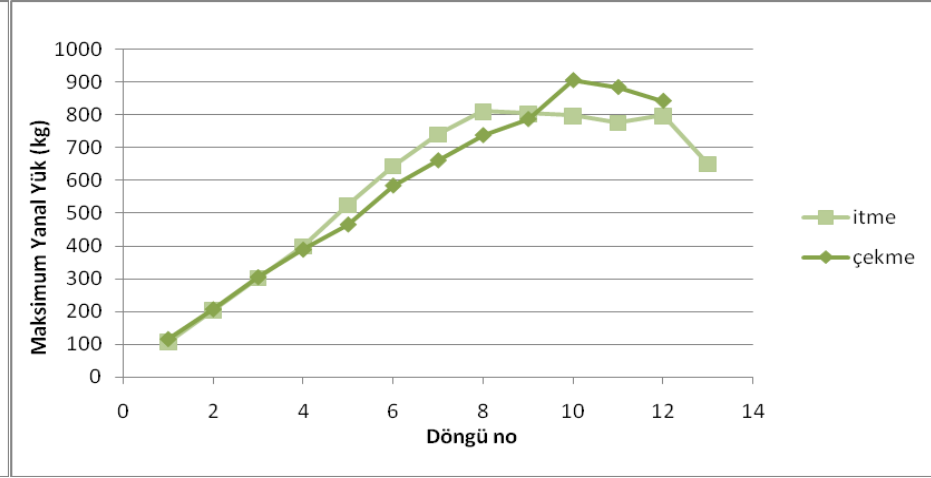
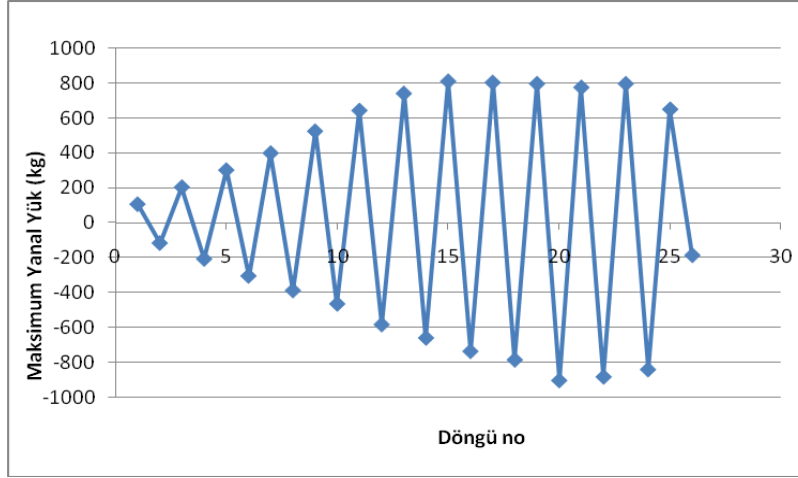
Test sonucunda elde edilen yük, deplasman, rijitlik ve enerji değişimleri için bkz. Şekil 99-108.



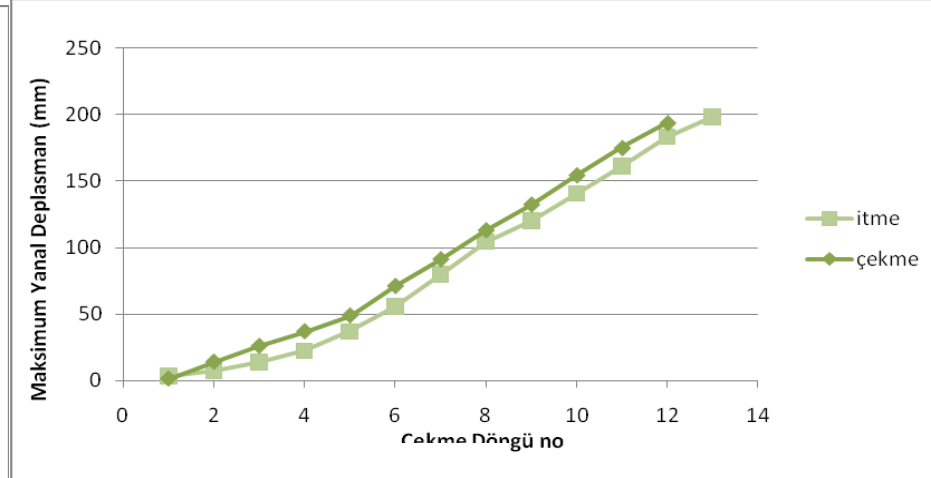
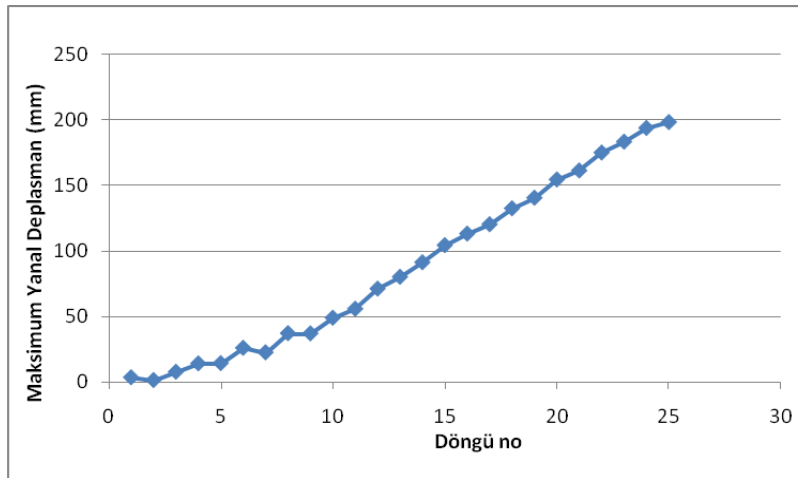
Şekil 99: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş rijitlik değişimi



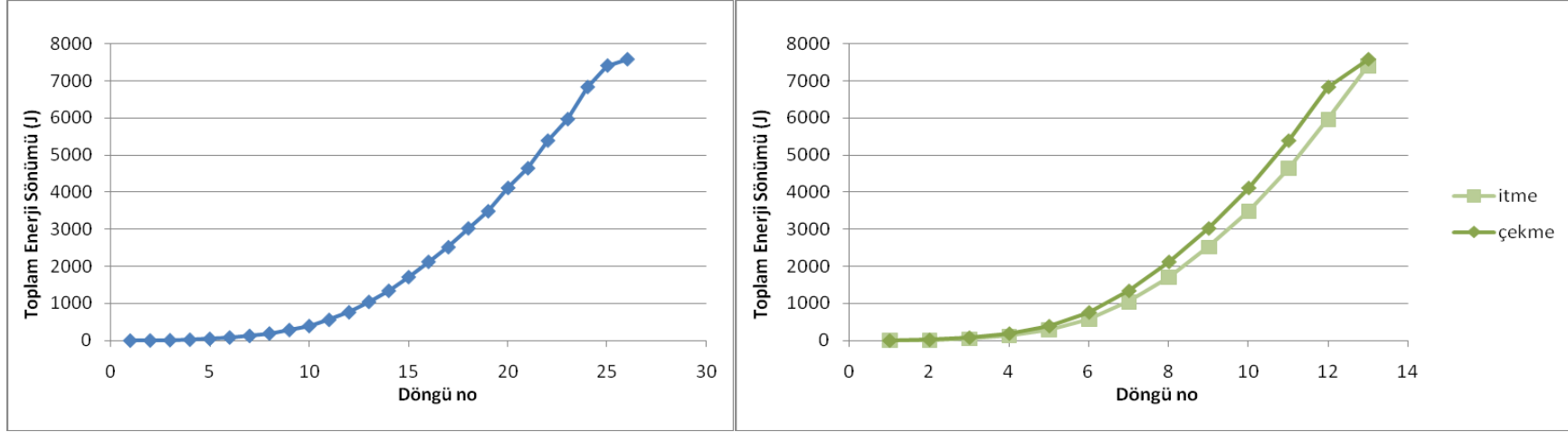
Şekil 100: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş, her bir adım rijitliği - maksimum yanal deplasman değişimi



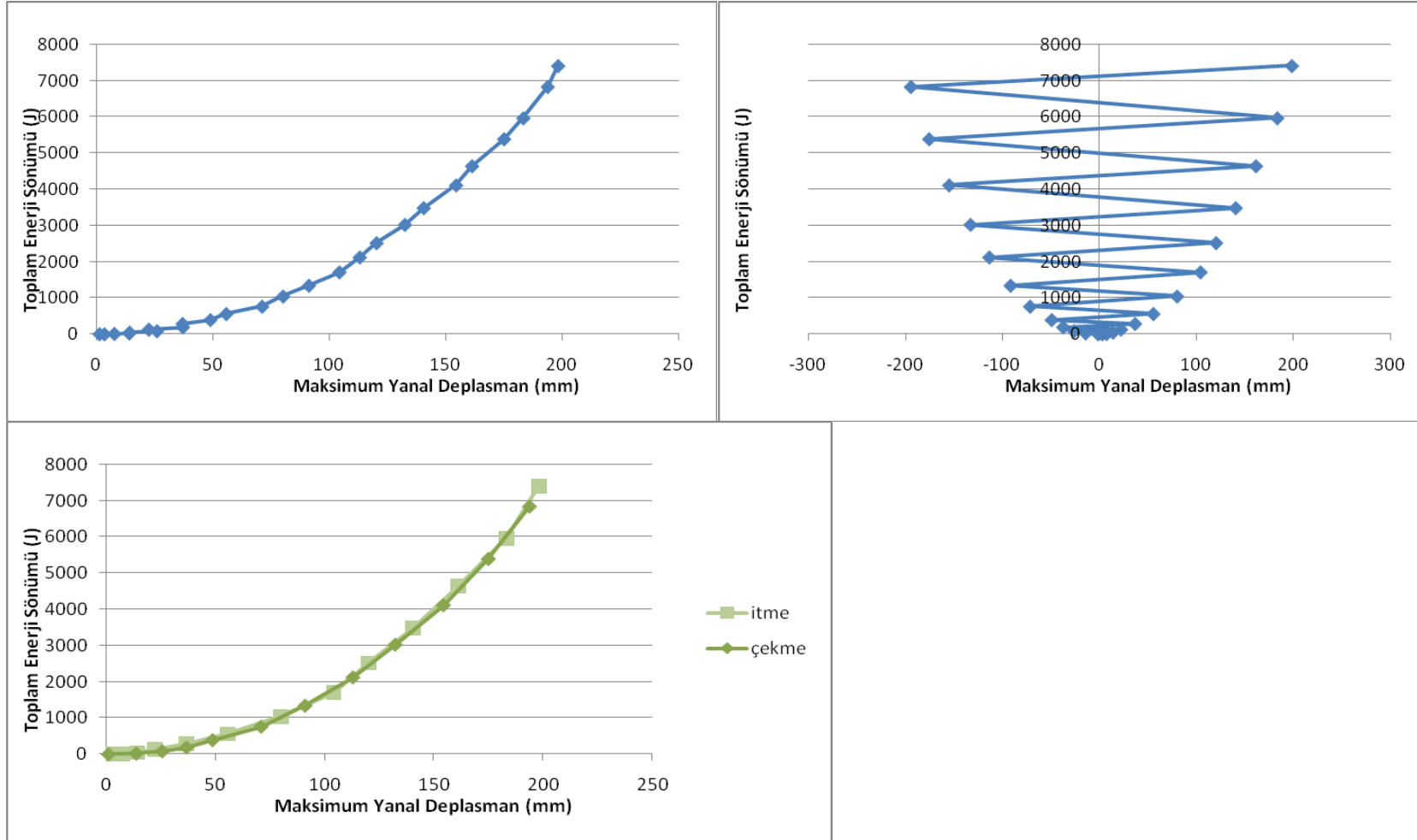
Şekil 101: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş maksimum yanal yük değişimi



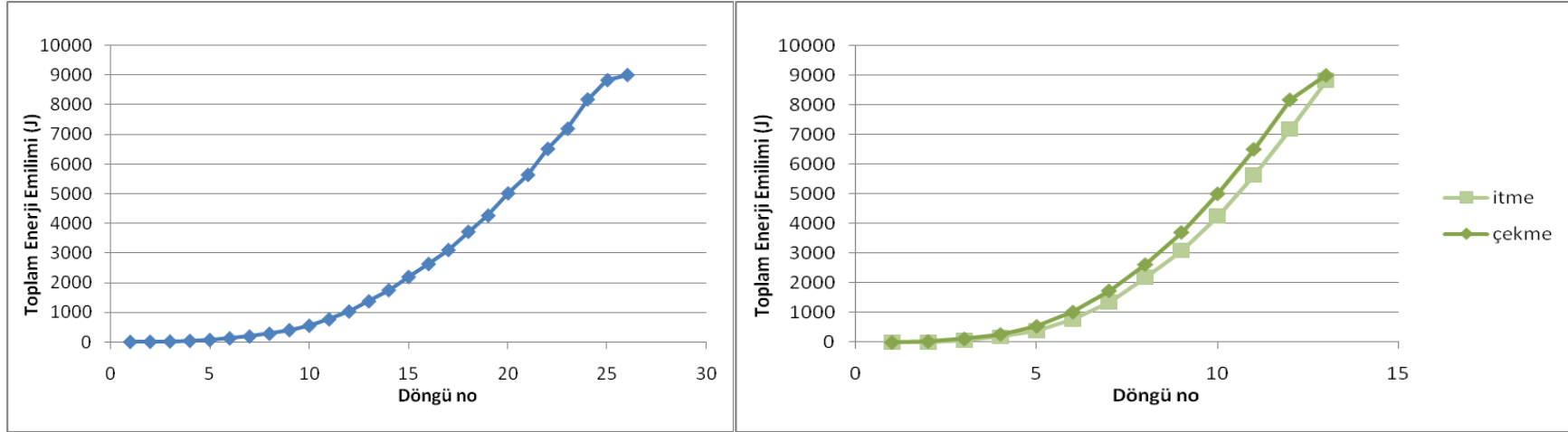
Şekil 102: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş her bir adım sonundaki maksimum yanal deplasman değişimi



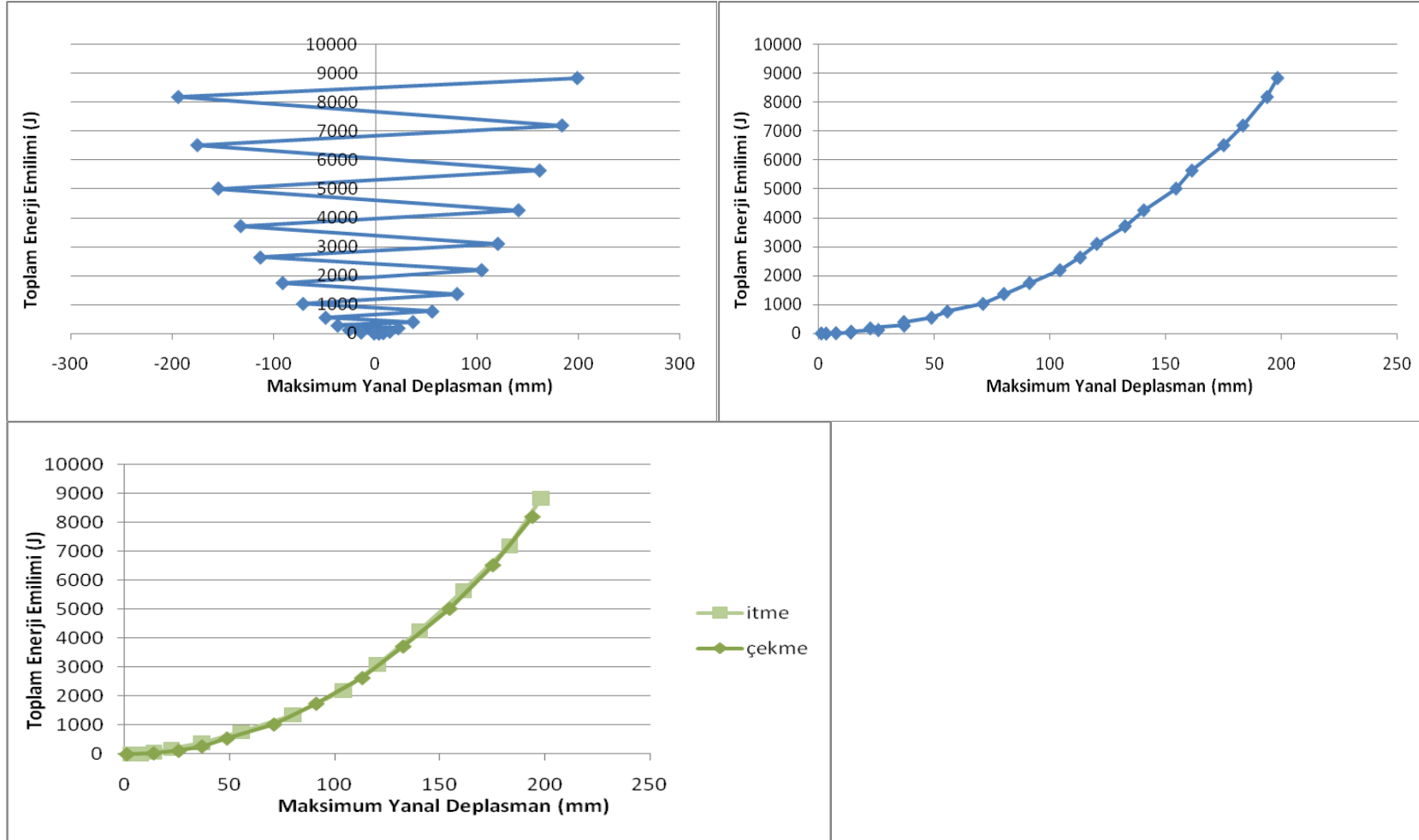
Şekil 103: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş her bir adım sonundaki toplam enerji sönümü



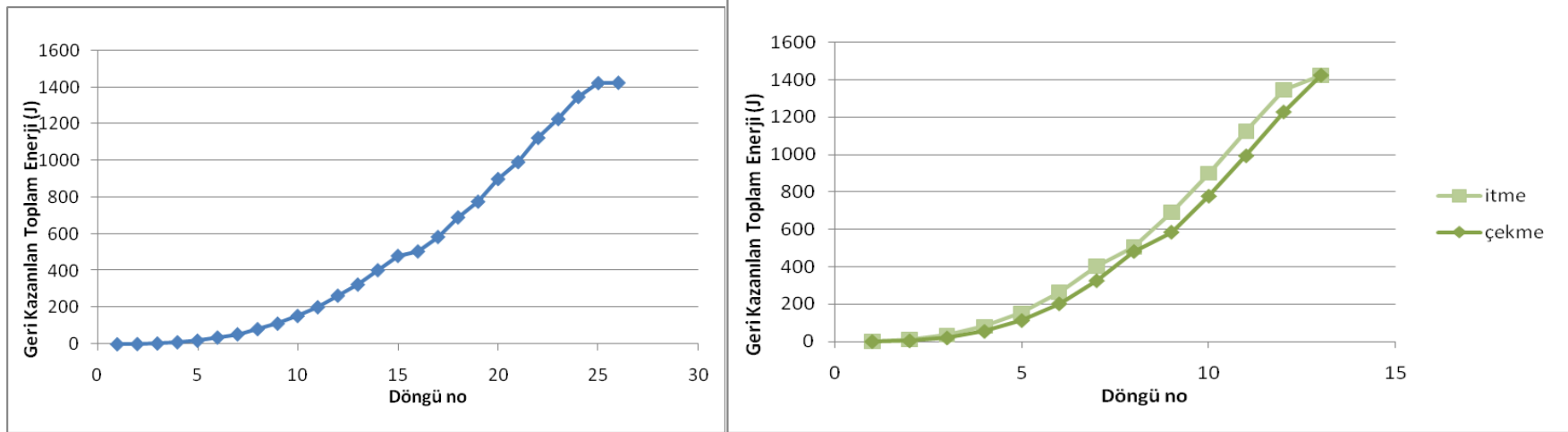
Şekil 104: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için (sırasıyla, pozitif itme / negatif çekme ve mutlak değer olarak) ayrı ayrı gösterilmiş, her bir adım sonundaki sökülmiş toplam enerji - maksimum yanıl deplasman değışimi



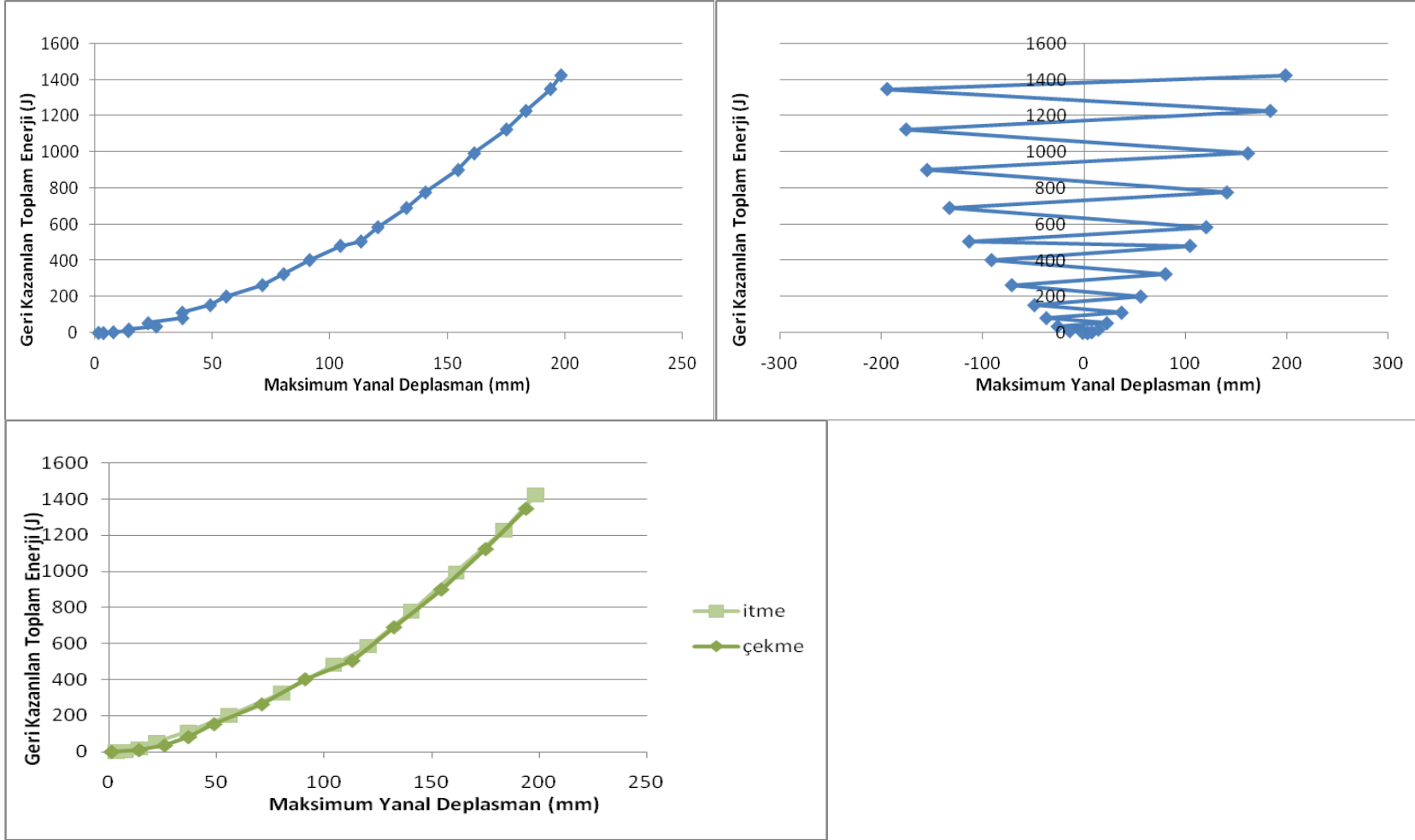
Şekil 105: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş her bir adım sonundaki toplam enerji emilimi



Şekil 106: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için (sırasıyla, pozitif itme / negatif çekme ve mutlak değer olarak) ayrı ayrı gösterilmiş, her bir adım sonundaki toplam enerji emilimi- maksimum yanıl deplasman değışimi



Şekil 107: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş her bir adım sonundaki geri kazanılmış toplam enerji



Şekil 108: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için (sırasıyla, pozitif itme / negatif çekme ve mutlak değer olarak) ayrı ayrı gösterilmiş, her bir adım sonundaki geri kazanılan toplam enerji - maksimum yanar deplasman değışimi

Bu testte de bağlantılarda kalıcı açılmalar meydana gelmiştir (Şekil 109).



Şekil 109: Deney sırasında ortaya çıkan açılmalara örnekler

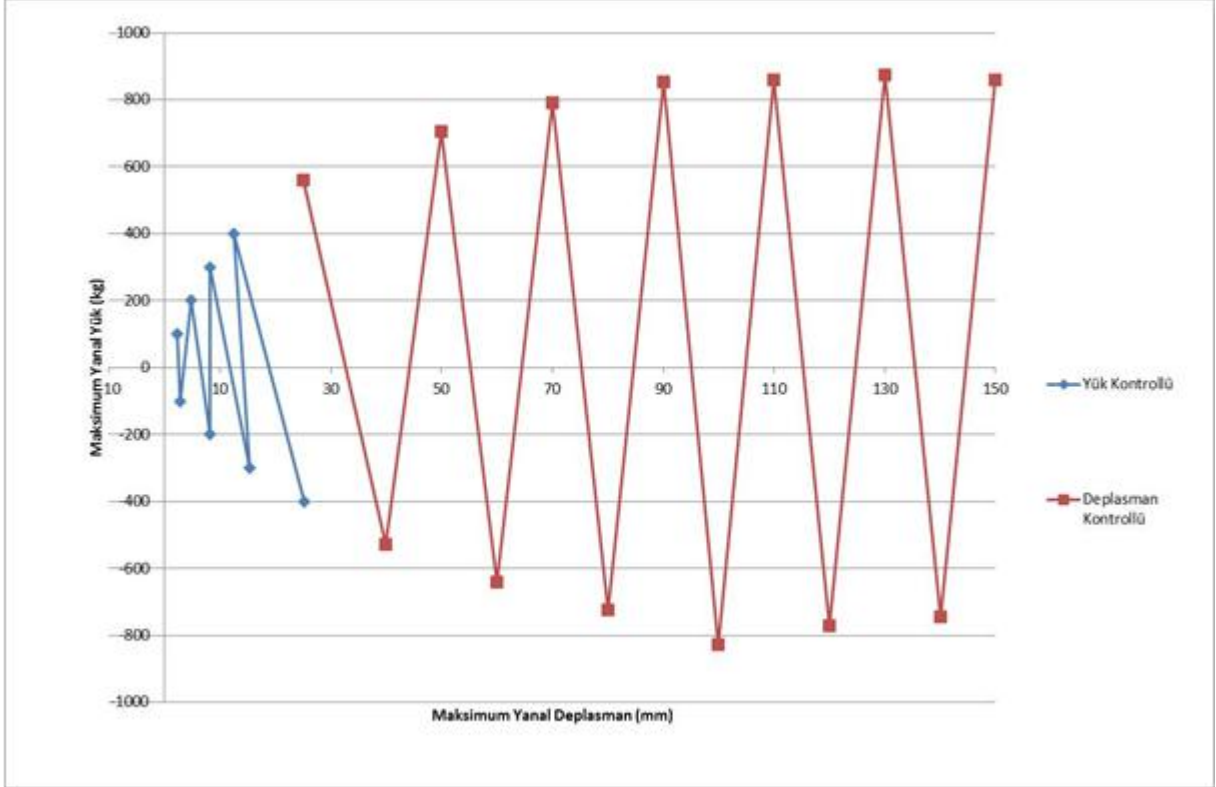
1.10. YEDİNCİ ÇERÇEVENİN DENEYİNDEN ELDE EDİLEN SONUÇLAR

340x485 cm (H x L) boyutlarındaki yedinci çerçeve sarıçamdan yapılmıştır ve iki adet pencere boşluğuna sahiptir (Şekil 110).



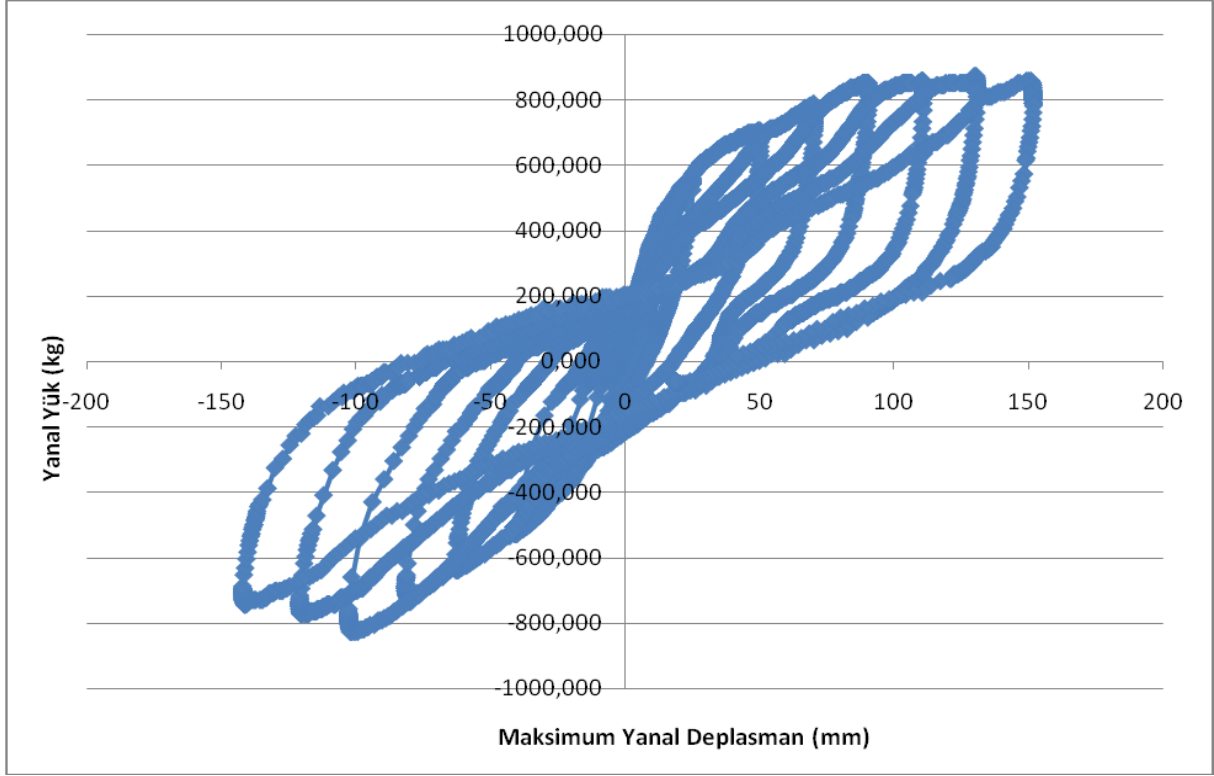
Şekil 110: Test edilen yedinci çerçeve

Bu deneyde çerçeveye etkiyen yanal doğrultudaki yük, her ardışık itme ve çekme adımında 100 kg artırılarak 400 kg'a değerine ulaşılmıştır. Yük kontrollü gidilen bu aşamanın ardından, deneye deplasman kontrollü devam edilmiştir (Şekil 111).

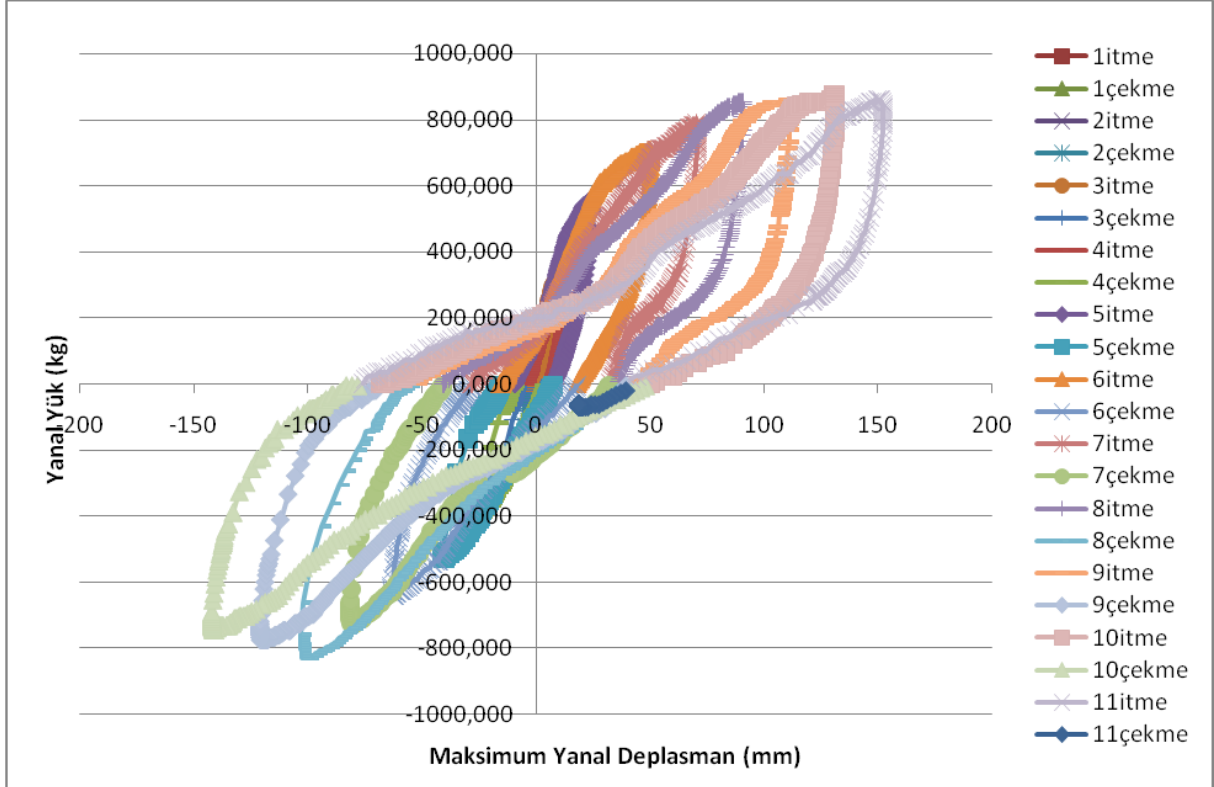


Şekil 111: Yedinci çerçeveye ait yükleme şeması

Buna göre elde edilen sonuçlar Şekil 112-113'de gösterilmektedir.

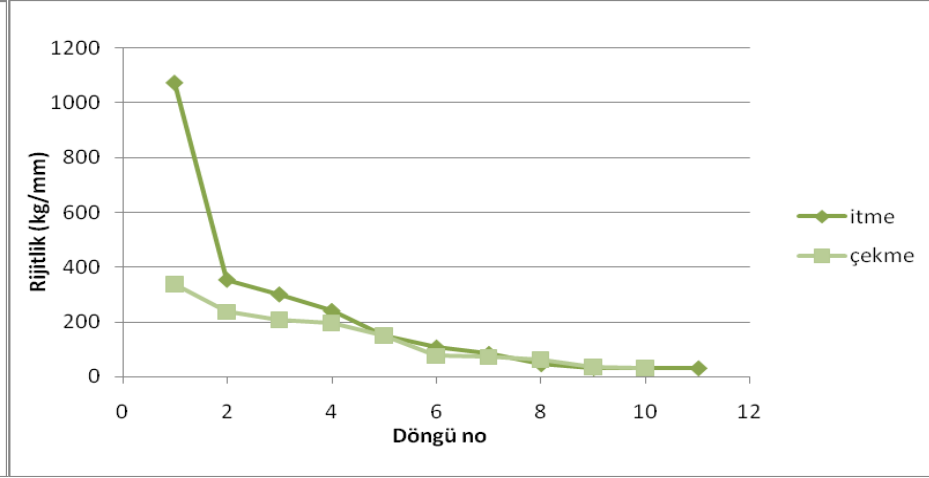
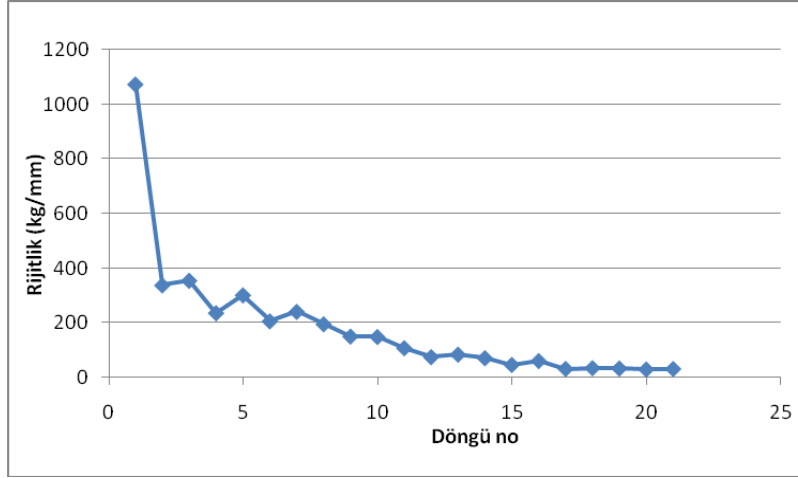


Şekil 112: Yedinci çerçeveye ait yanal yük - maksimum yanal deplasman grafiği

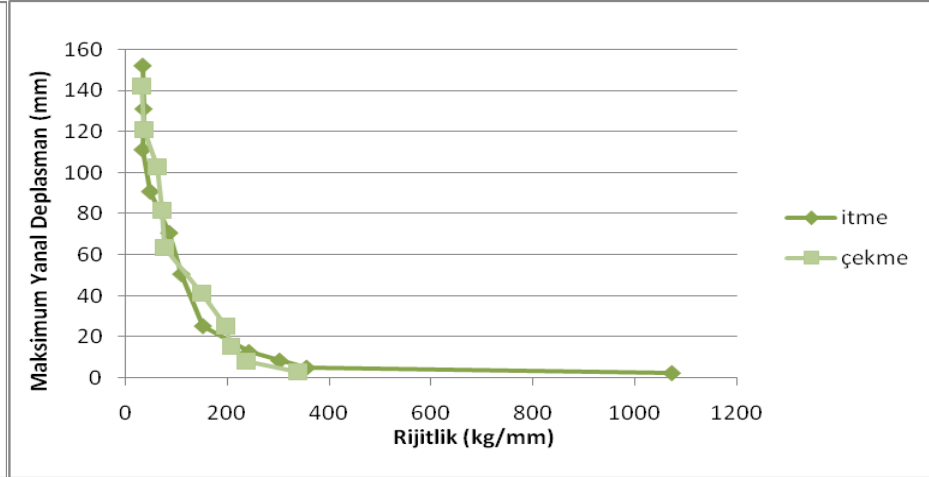
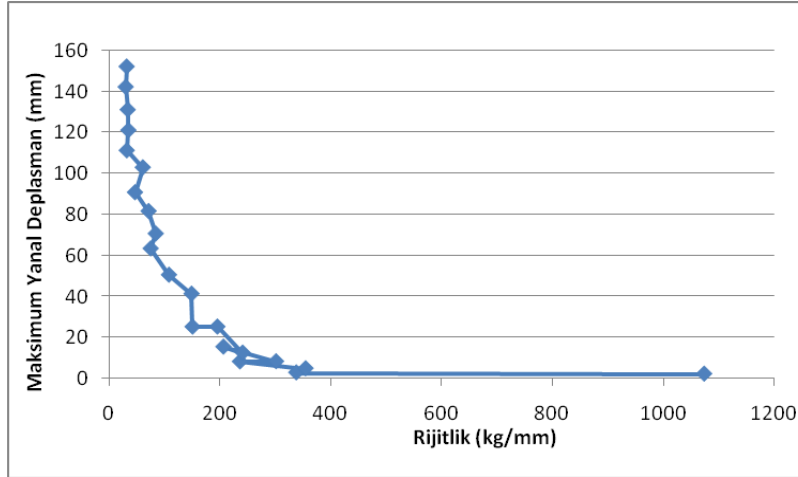


Şekil 113: Yedinci çerçeveye ait itme - çekme döngülerinin gösterildiği yanal yük - maksimum yanal deplasman grafiği

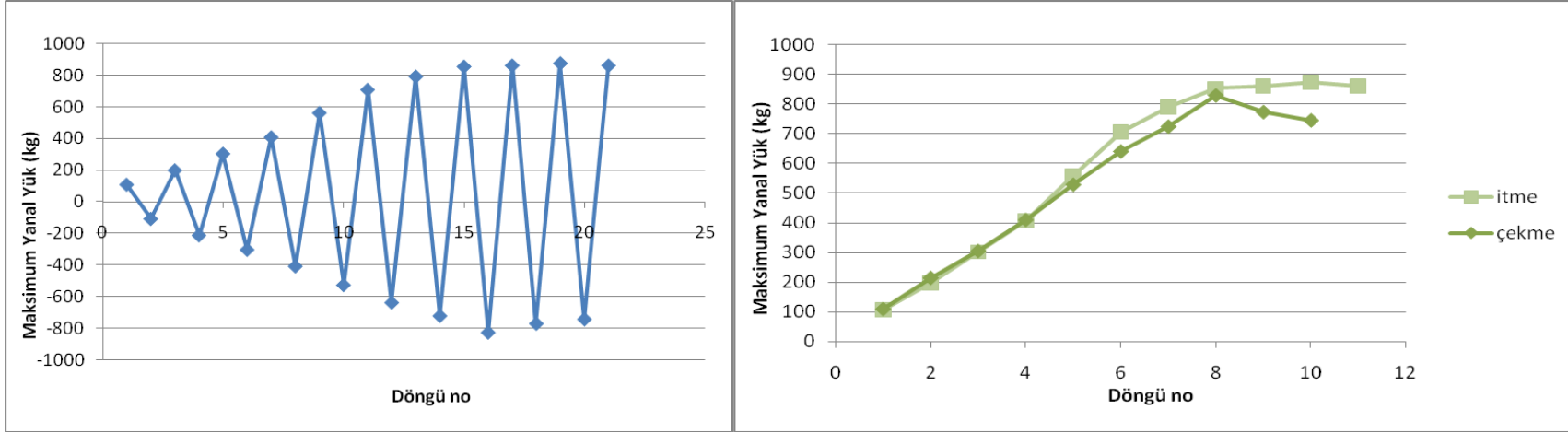
Test sonucunda elde edilen yük, deplasman, rijitlik ve enerji değişimleri için bkz. Şekil 114-123.



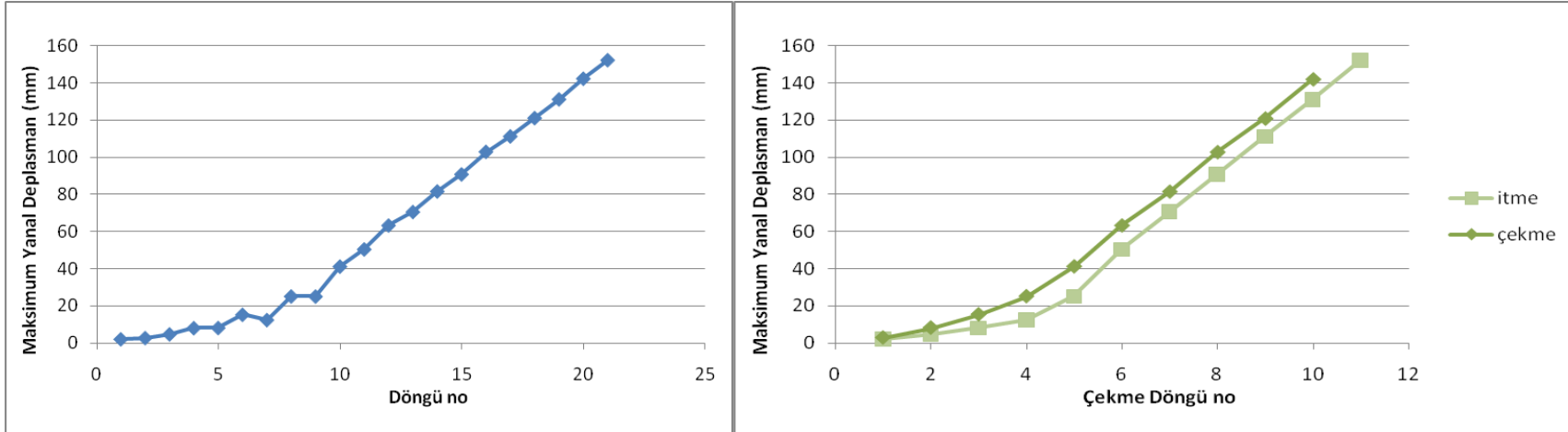
Şekil 114: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş rijitlik değişimi



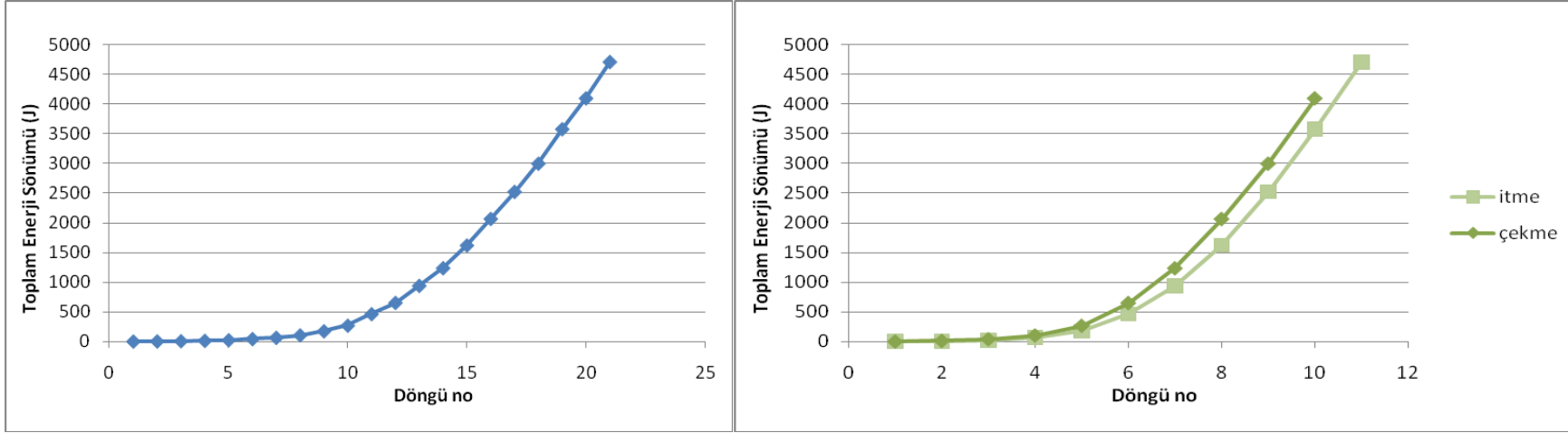
Şekil 115: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş, her bir adım rijitliği - maksimum yanıl deplasman değişimi



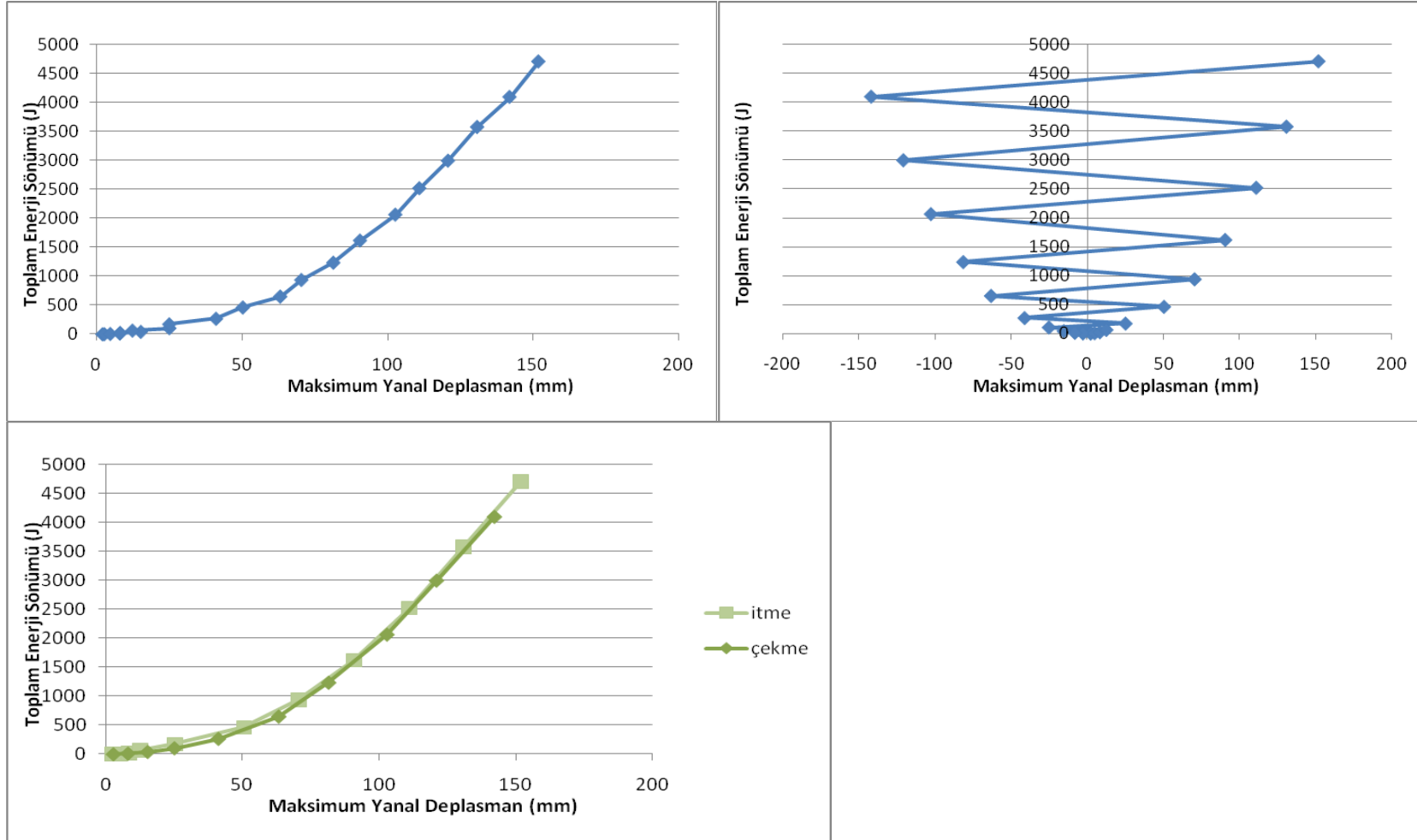
Şekil 116: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş maksimum yanıl yük değışimi



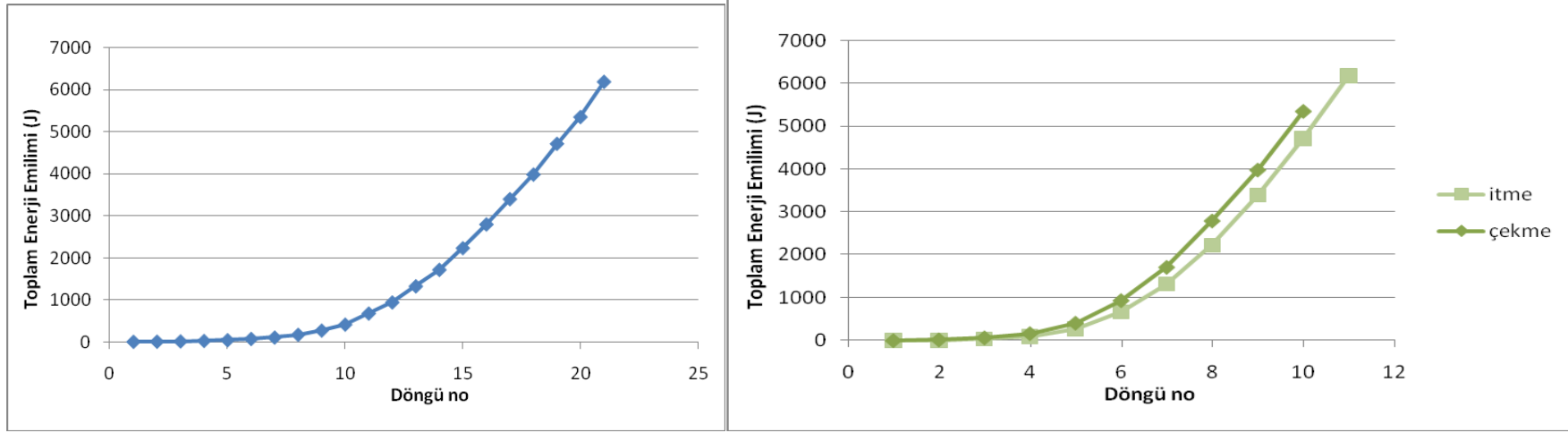
Şekil 117: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş her bir adım sonundaki maksimum yanıl deplasman değışimi



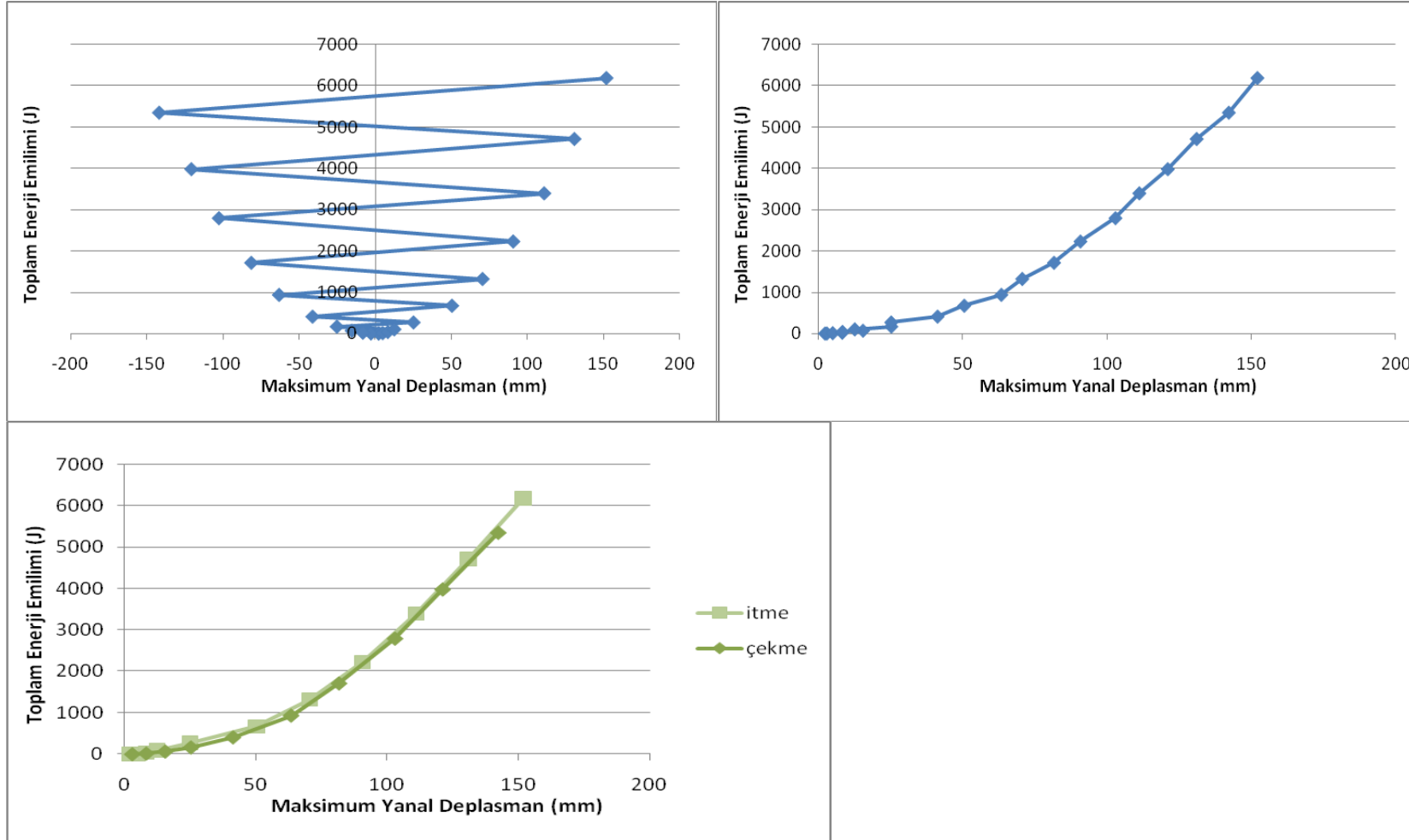
Şekil 118: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş her bir adım sonundaki toplam enerji sönümü



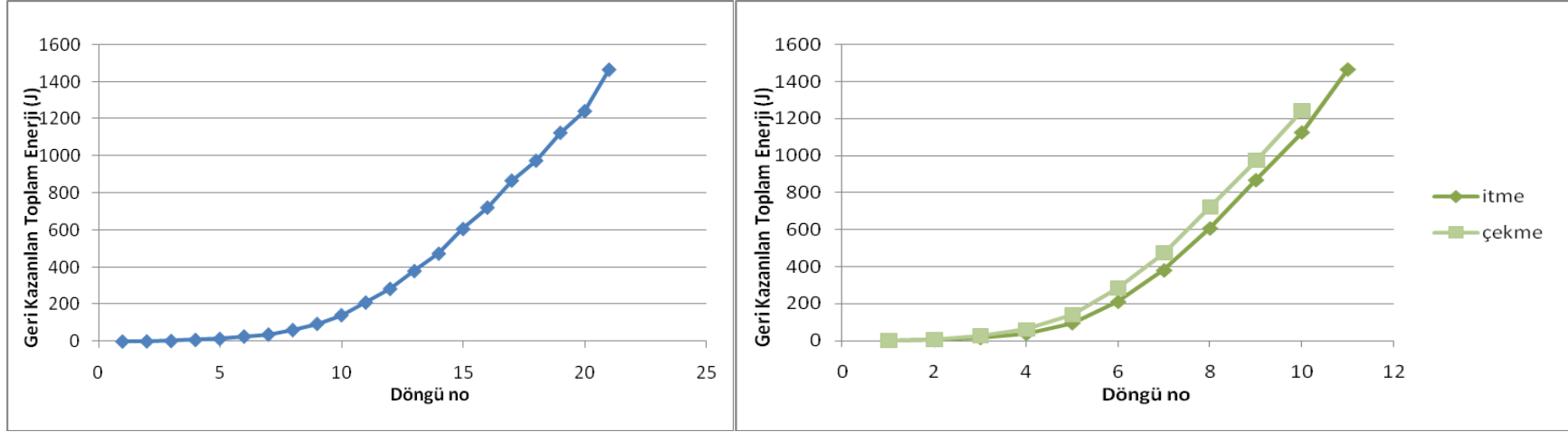
Şekil 119: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için (sırasıyla, pozitif itme / negatif çekme ve mutlak değer olarak) ayrı ayrı gösterilmiş, her bir adım sonundaki sökülmiş toplam enerji - maksimum yanıl deplasman değışimi



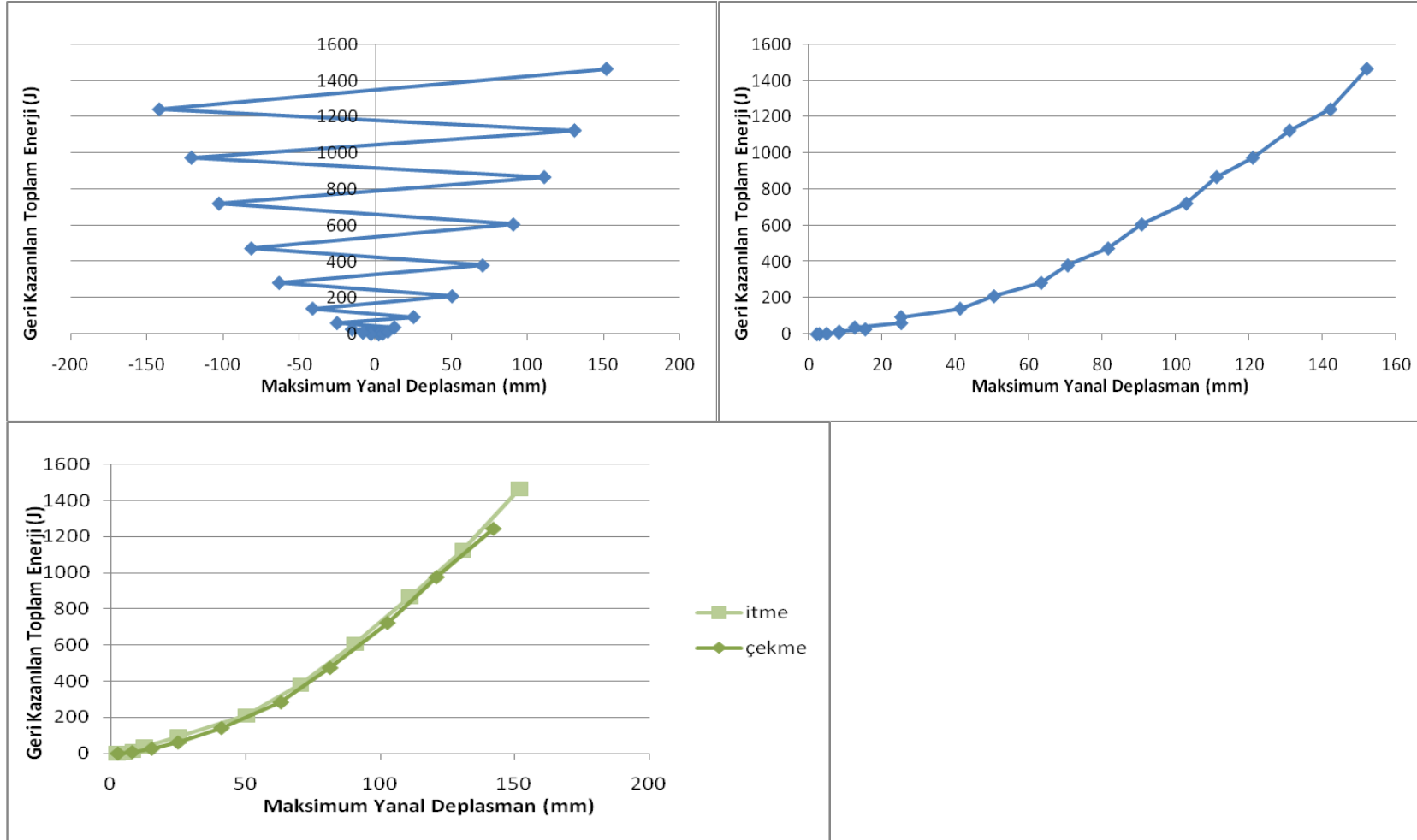
Şekil 120: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş her bir adım sonundaki toplam enerji emilimi



Şekil 121: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için (sırasıyla, pozitif itme / negatif çekme ve mutlak değer olarak) ayrı ayrı gösterilmiş, her bir adım sonundaki toplam enerji emilimi - maksimum yanıl deplasman değışimi



Şekil 122: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş her bir adım sonundaki geri kazanılmış toplam enerji miktarı



Şekil 123: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş, her bir adım sonundaki geri kazanılmış toplam enerji - maksimum yanıl deplasman değışimi

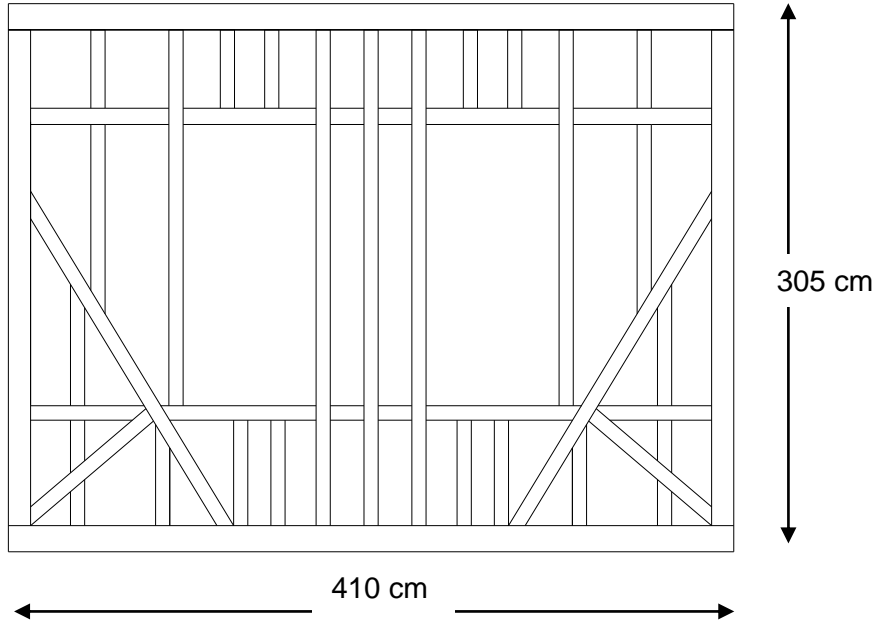
Ahşapta fazla gerilmenin yarattığı bir deformasyon oluşmamakla birlikte, diğer testlerde olduğu gibi, bu testte de bağlantılarda kalıcı açılmalar meydana gelmiştir (Şekil 124).



Şekil 124: Yedinci çerçeveye ait deney sonrası açılmalara örnekler

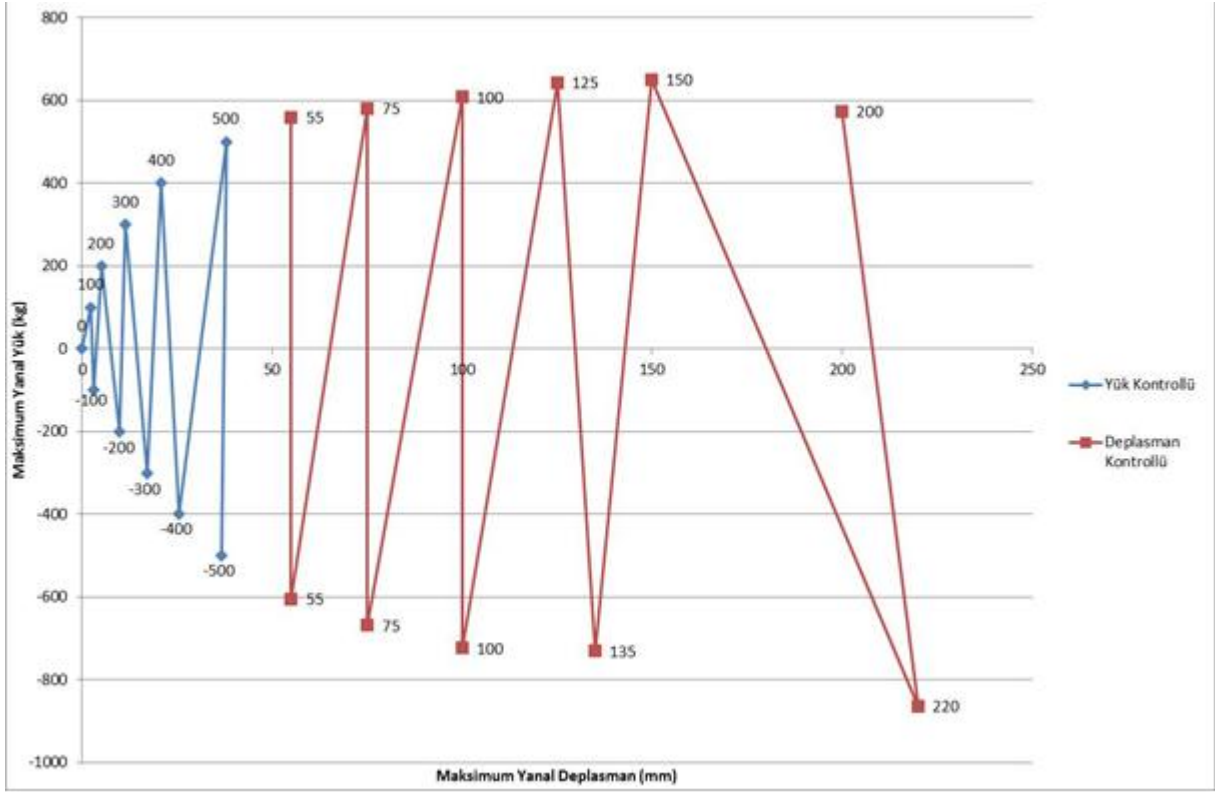
1.11 SEKİZİNCİ ÇERÇEVENİN DENEYİNDEN ELDE EDİLEN SONUÇLAR

Sekizinci çerçeve sarı çamdan mamul, 305 cm x 410 cm (H x L) boyutlarında bir çerçevedir (Şekil 125).



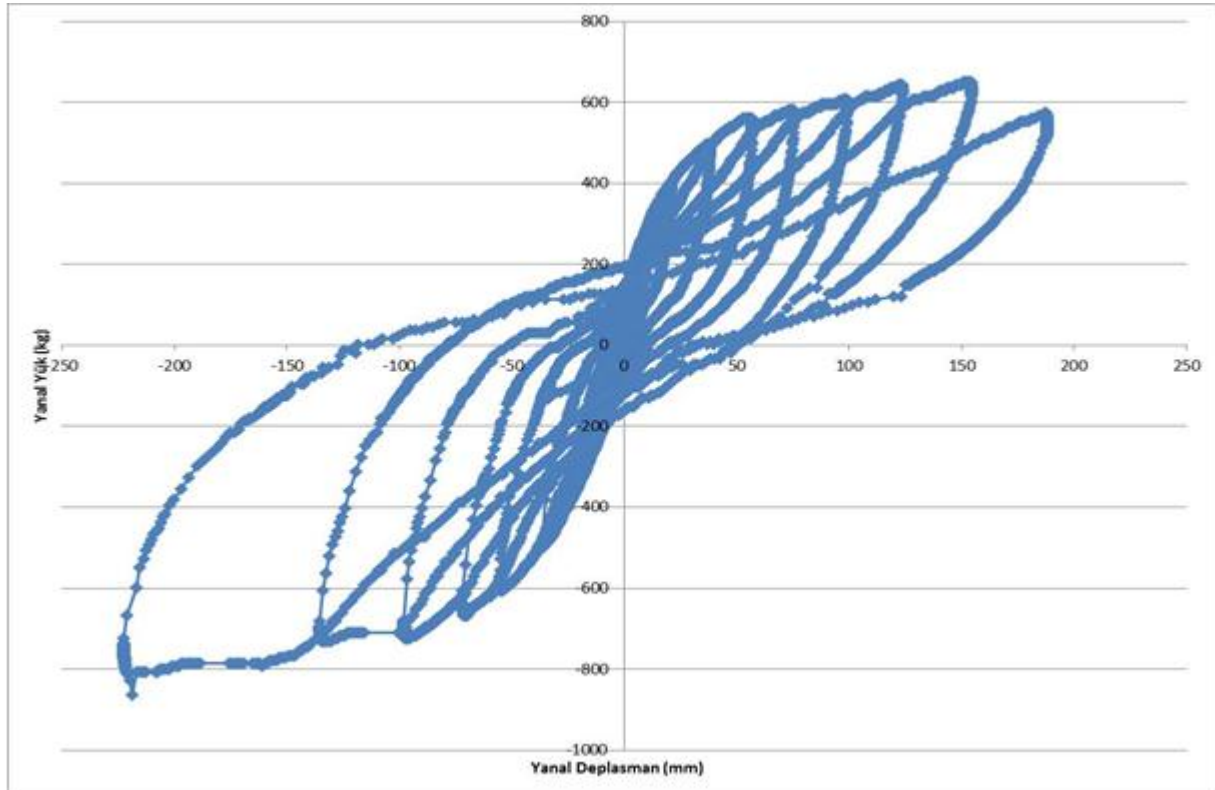
Şekil 125: Sekizinci çerçeve

Bu deneyde 500 kg'lık değere ulaşıncaya kadar 100'er artırarak yük kontrollü gidilmiş, daha sonra deplasman kontrollü devam edilmiştir (Şekil 126).

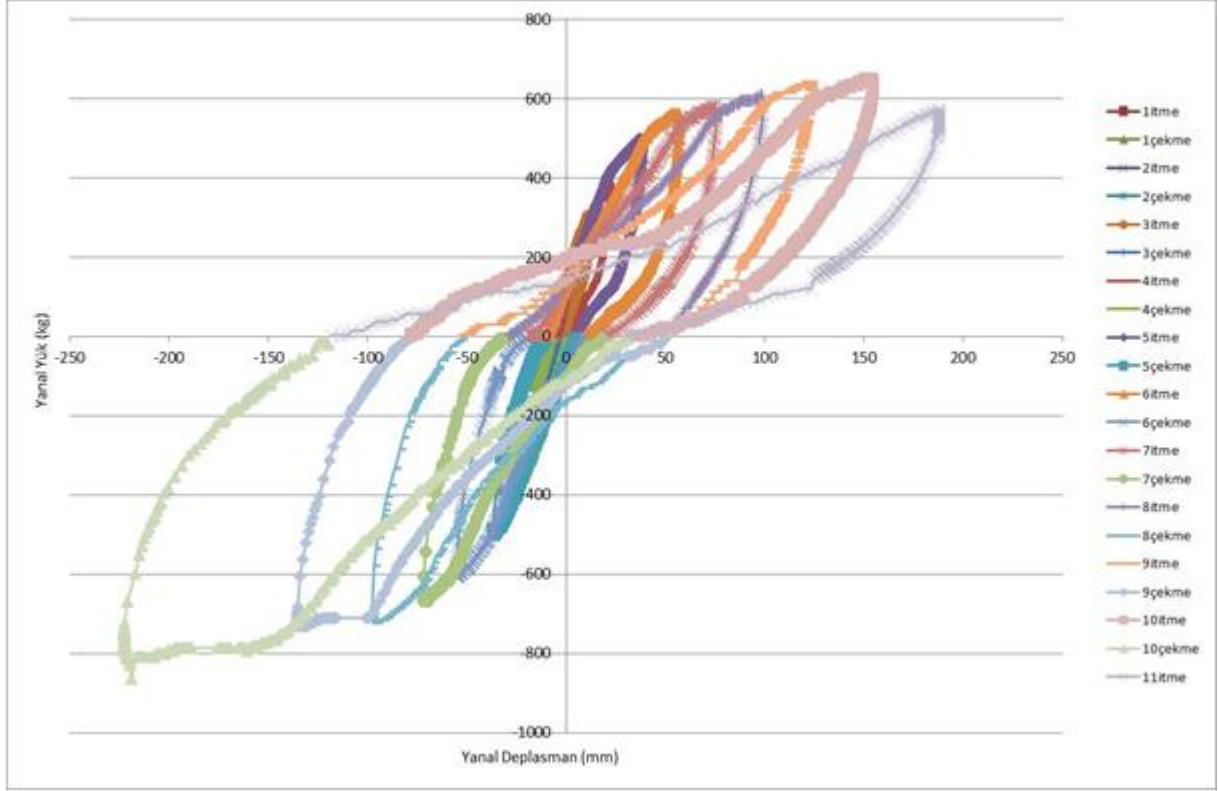


Şekil 126: Sekizinci çerçeveye ait yükleme şeması

Test sonucunda elde edilen yanıl yük-yanıl deplasman grafikleri Şekil 127-128'de verilmektedir.

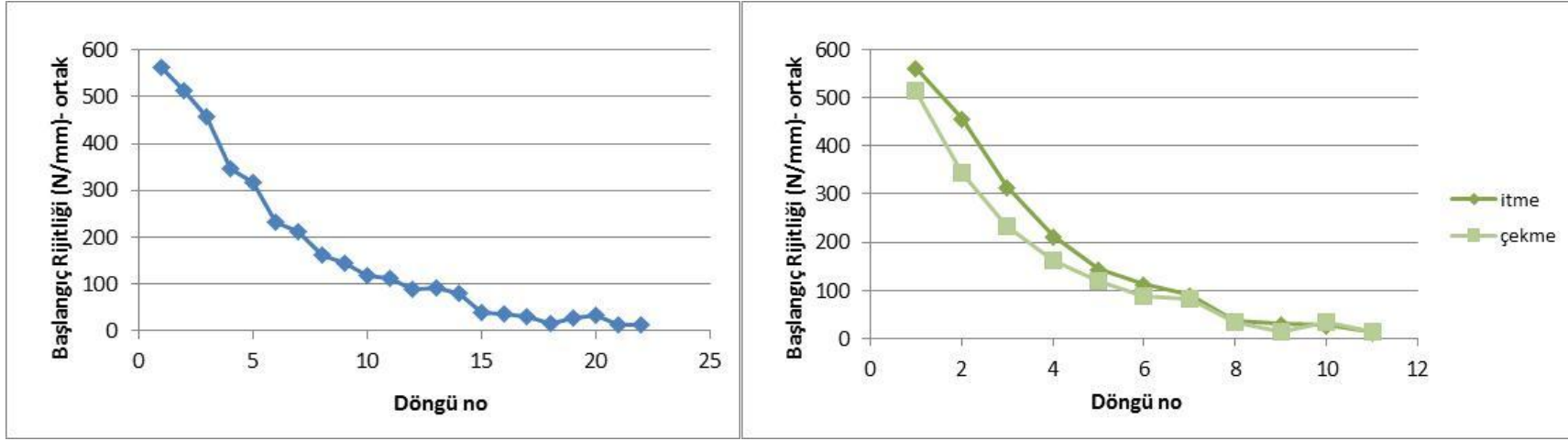


Şekil 127: Sekizinci çerçeveye ait yanıl yük - maksimum yanıl deplasman grafiği

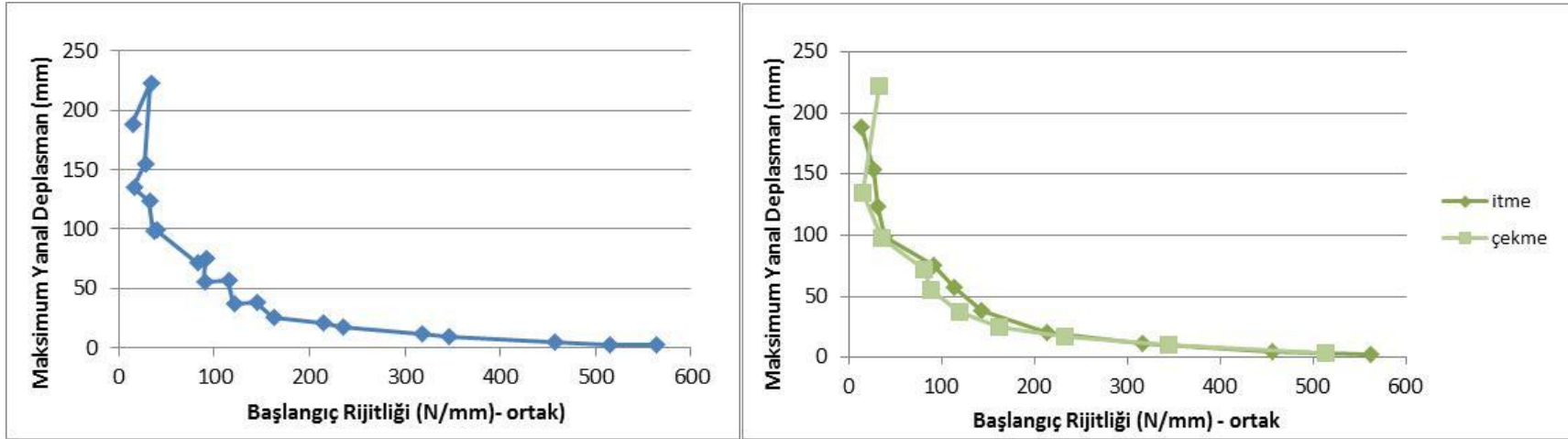


Şekil 128: Sekizinci çerçeveye ait itme – çekme döngülerinin gösterildiği yanal yük - maksimum yanal deplasman grafiği

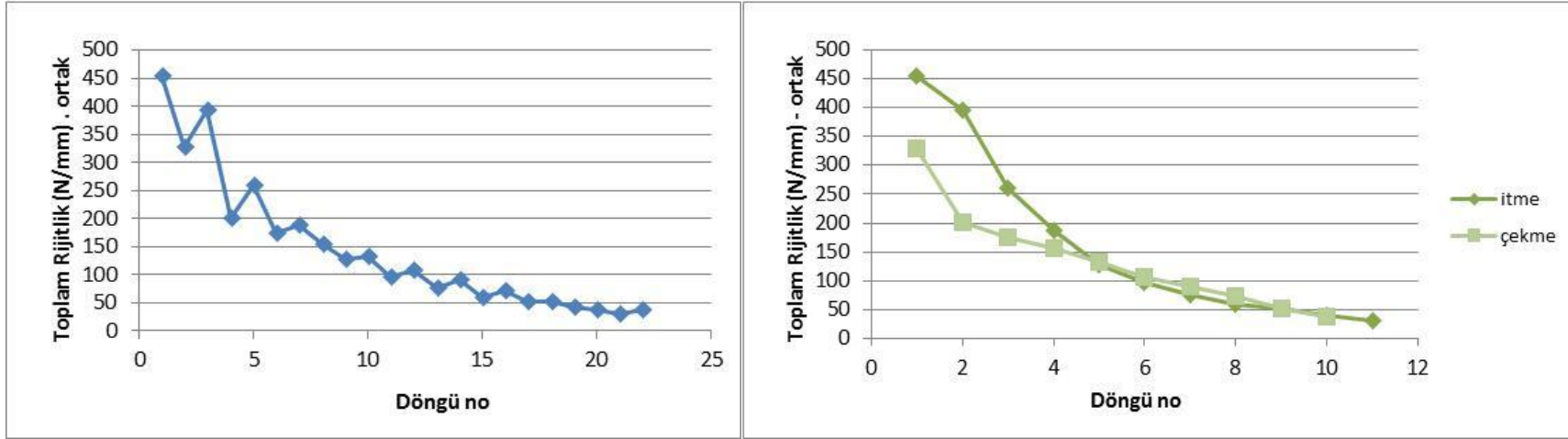
Test sonucunda elde edilen yük, deplasman, rijitlik ve enerji değişimleri için bkz. Şekil 129-142.



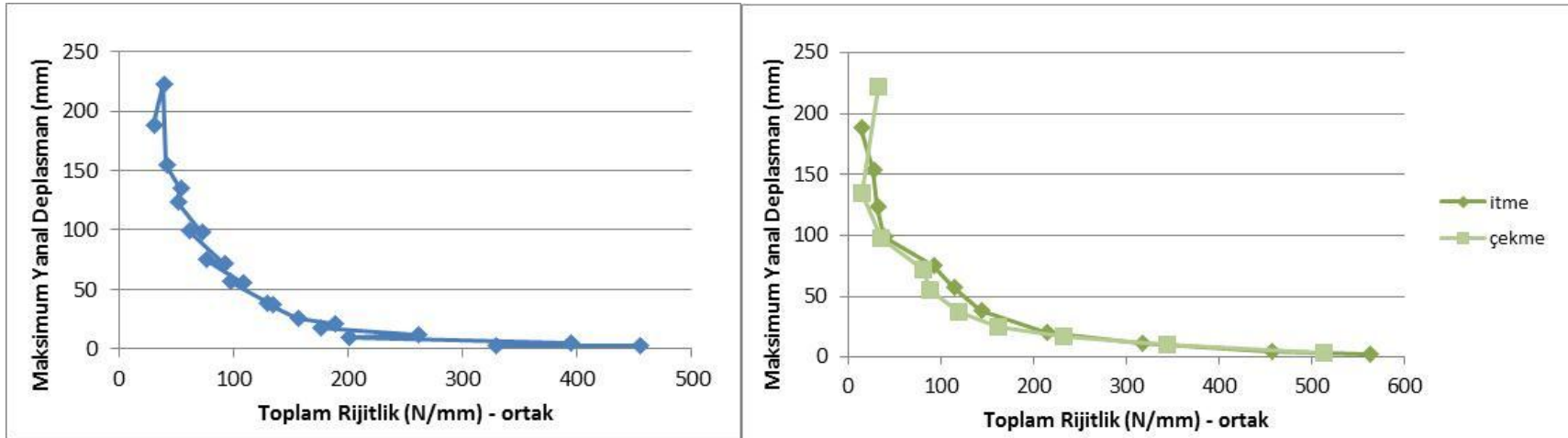
Şekil 129: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş başlangıç rijitliği değişimi



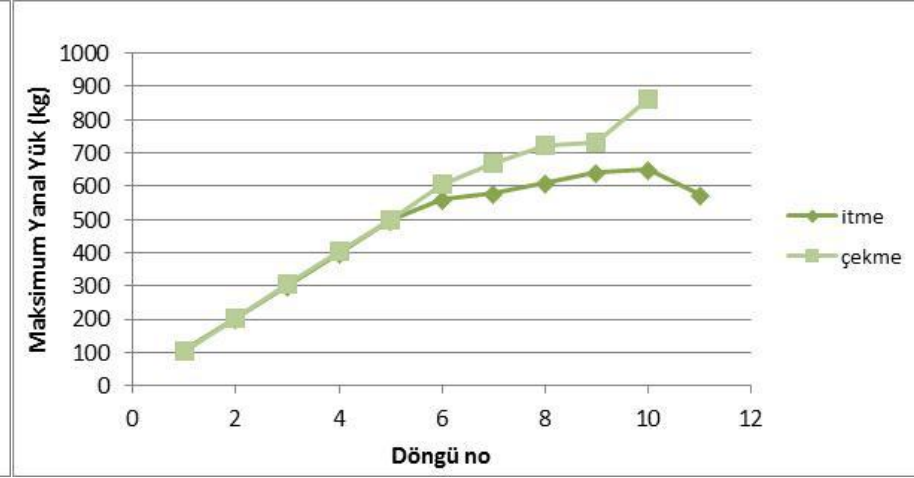
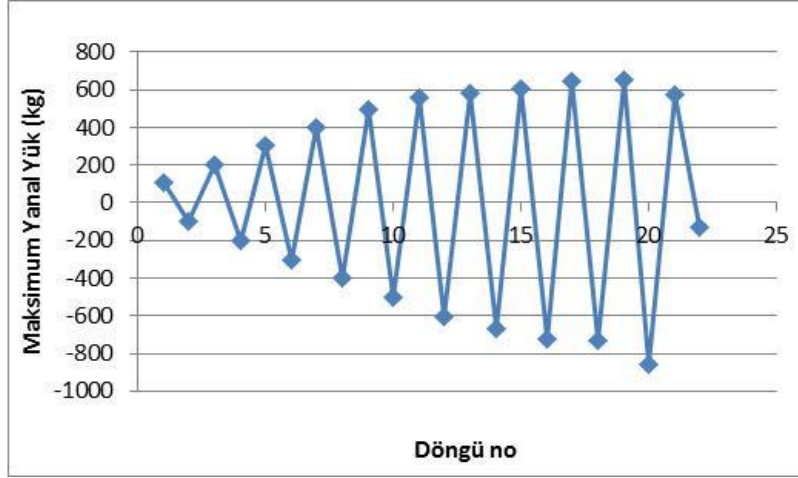
Şekil 130: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş, her bir adım başlangıç rijitliği - maksimum yanıl deplasman değişimi



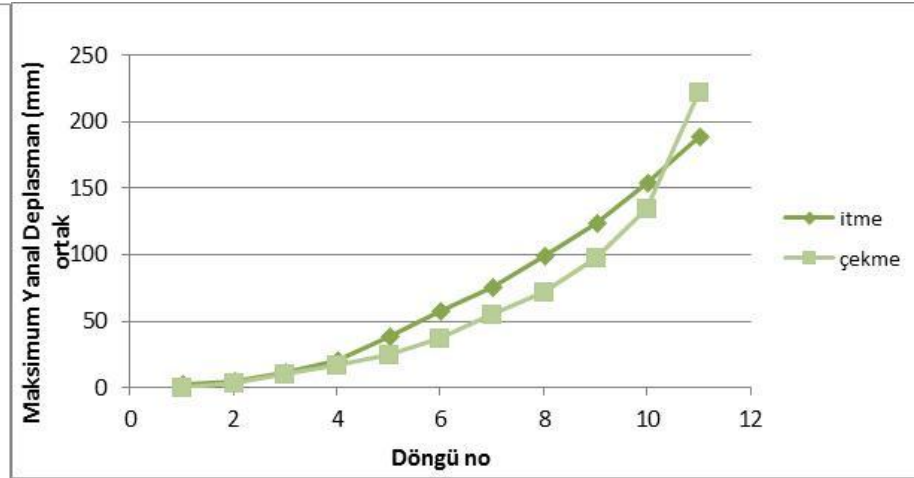
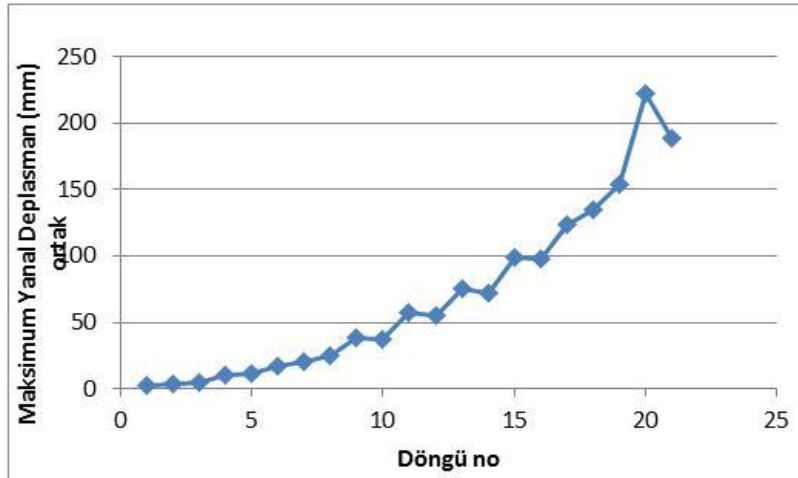
Şekil 131: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş toplam rijitlik değişimi



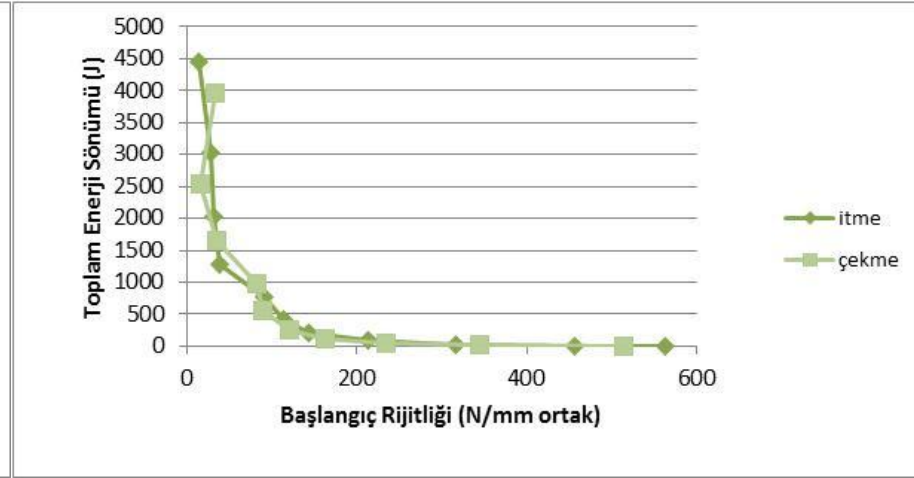
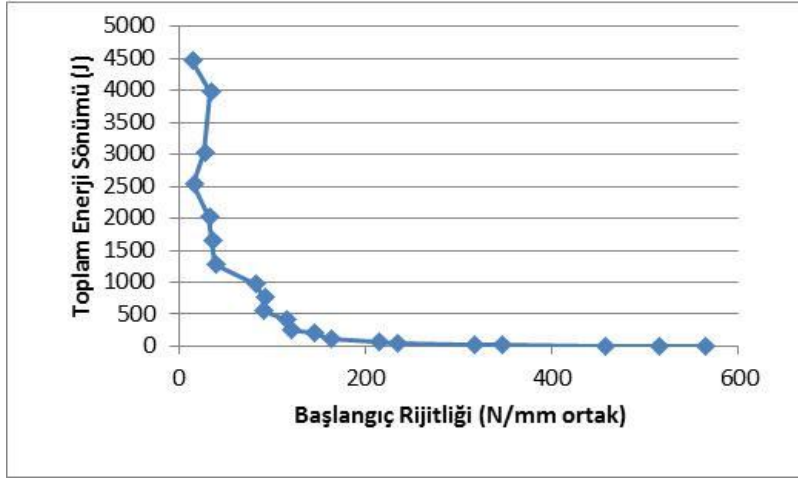
Şekil 132: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş, her bir adım toplam rijitlik - maksimum yanıl deplasman değişimi



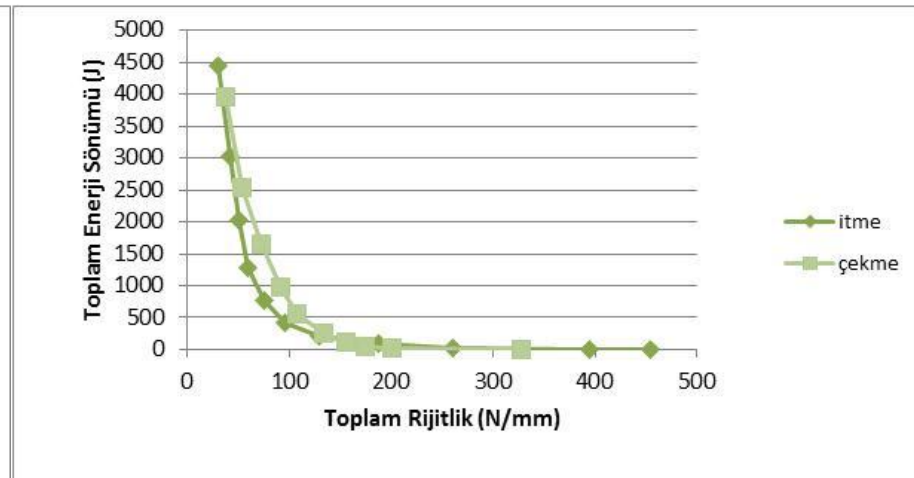
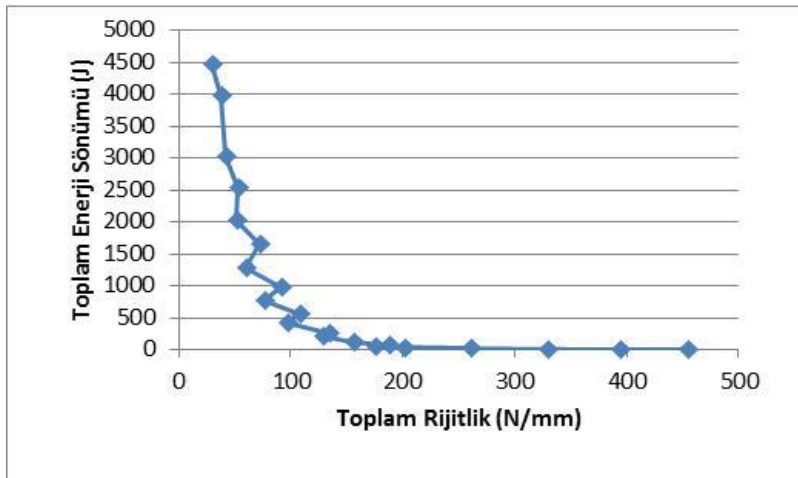
Şekil 133: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş maksimum yanıl yük değışimi



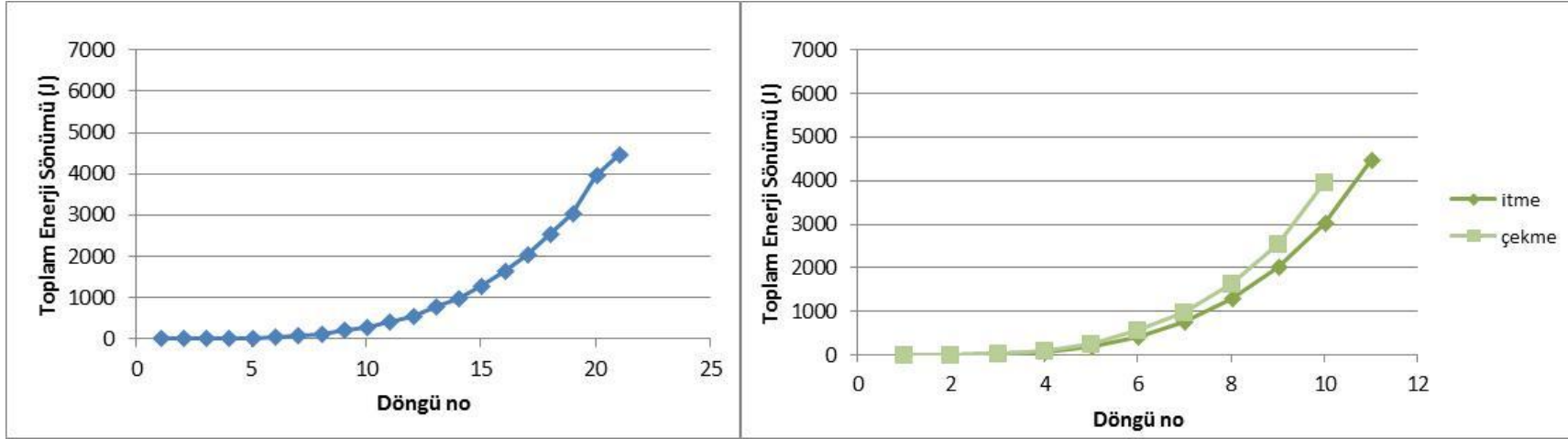
Şekil 134: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş her bir adım sonundaki maksimum yanıl deplasman değışimi



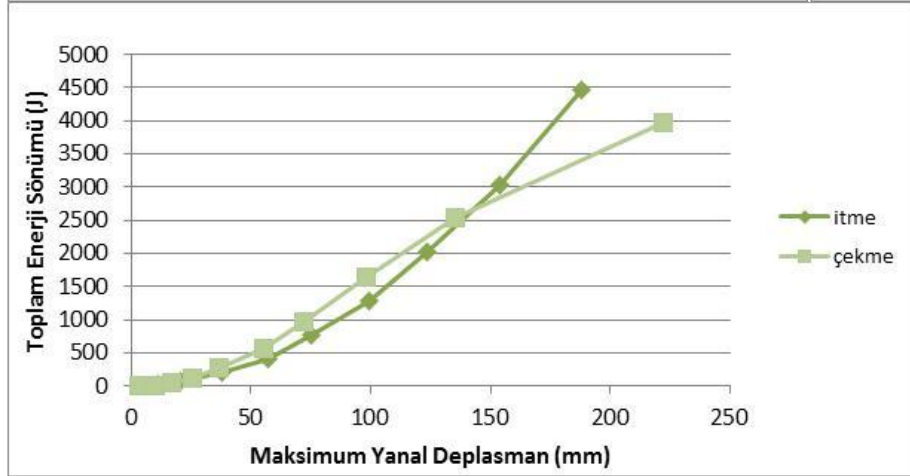
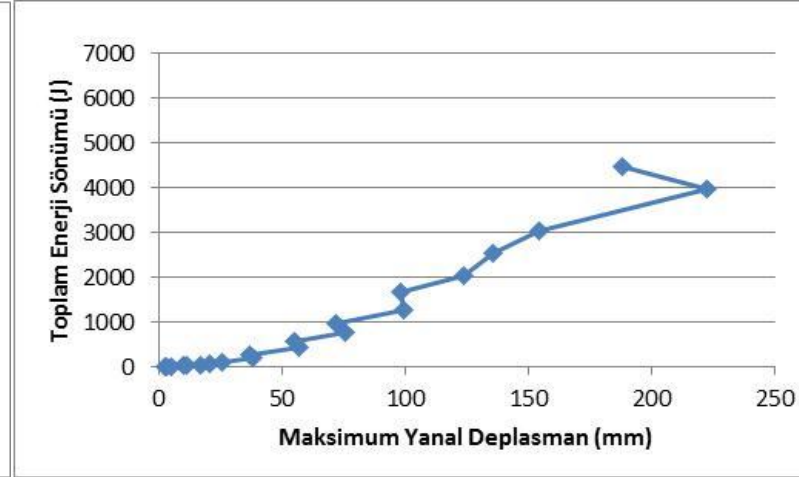
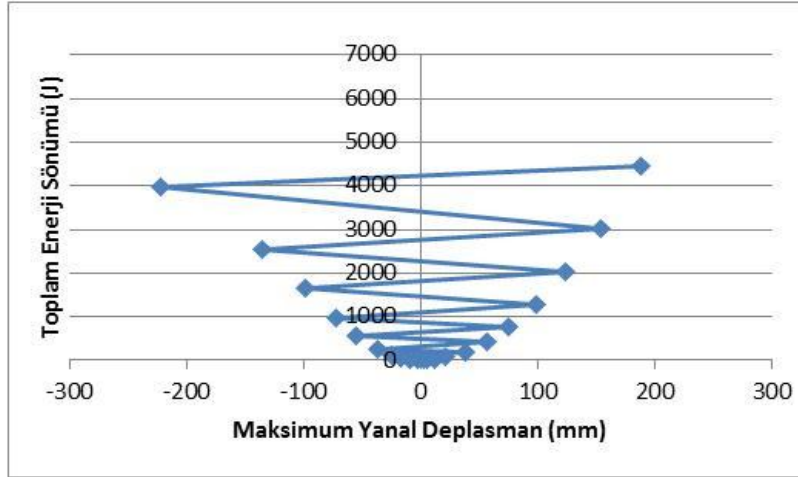
Şekil 135: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş, her bir adım sonundaki sönümlenmiş toplam enerji – başlangıç rijitliği değişimi



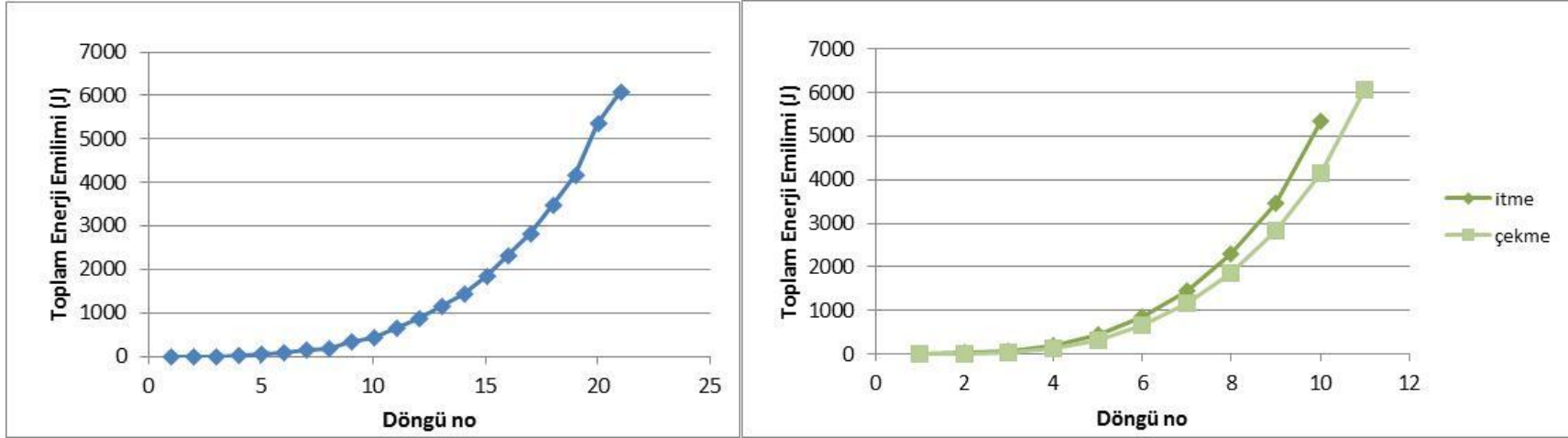
Şekil 136: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş, her bir adım sonundaki sönümlenmiş toplam enerji – toplam rijitlik değişimi



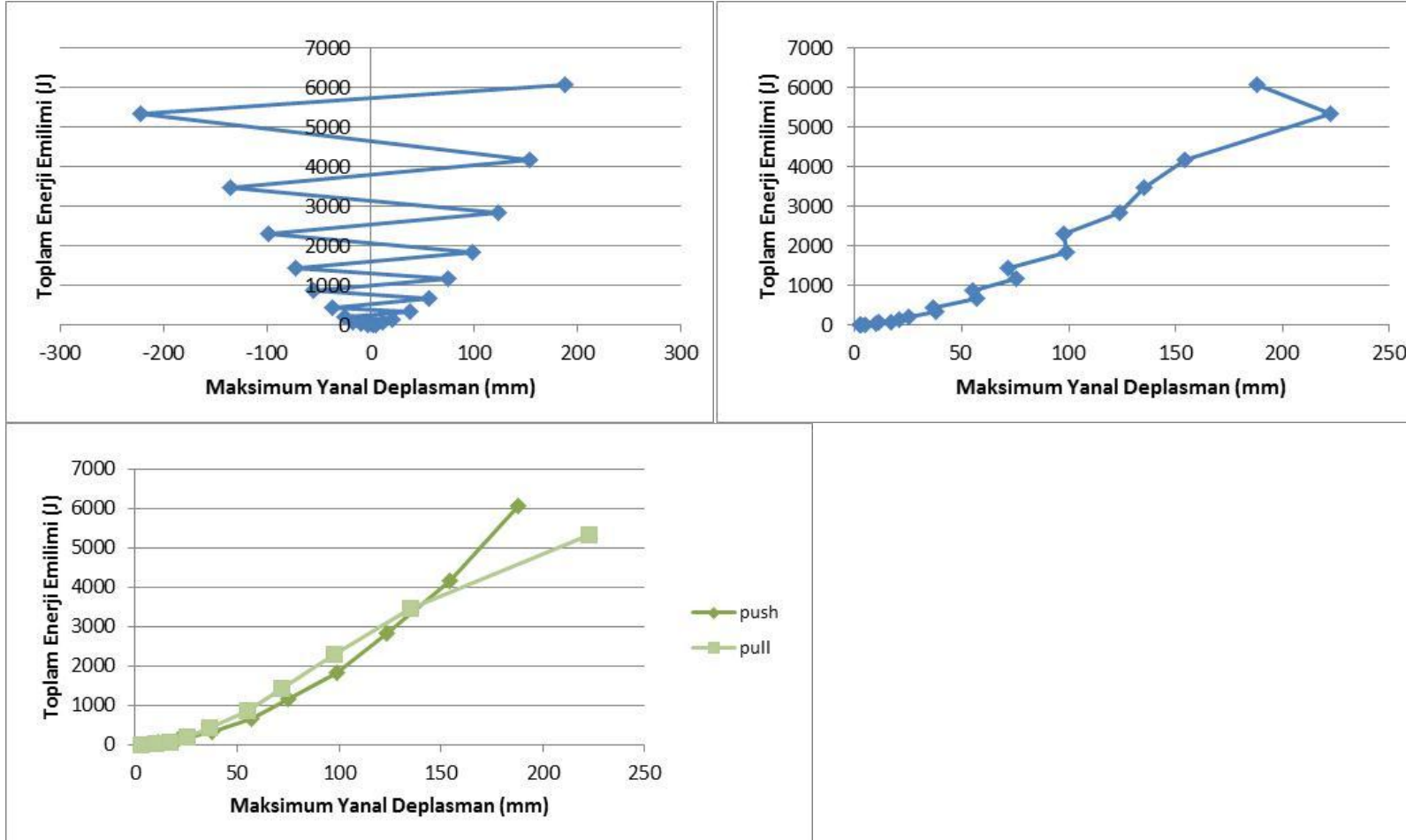
Şekil 137: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş her bir adım sonundaki toplam enerji sönümü



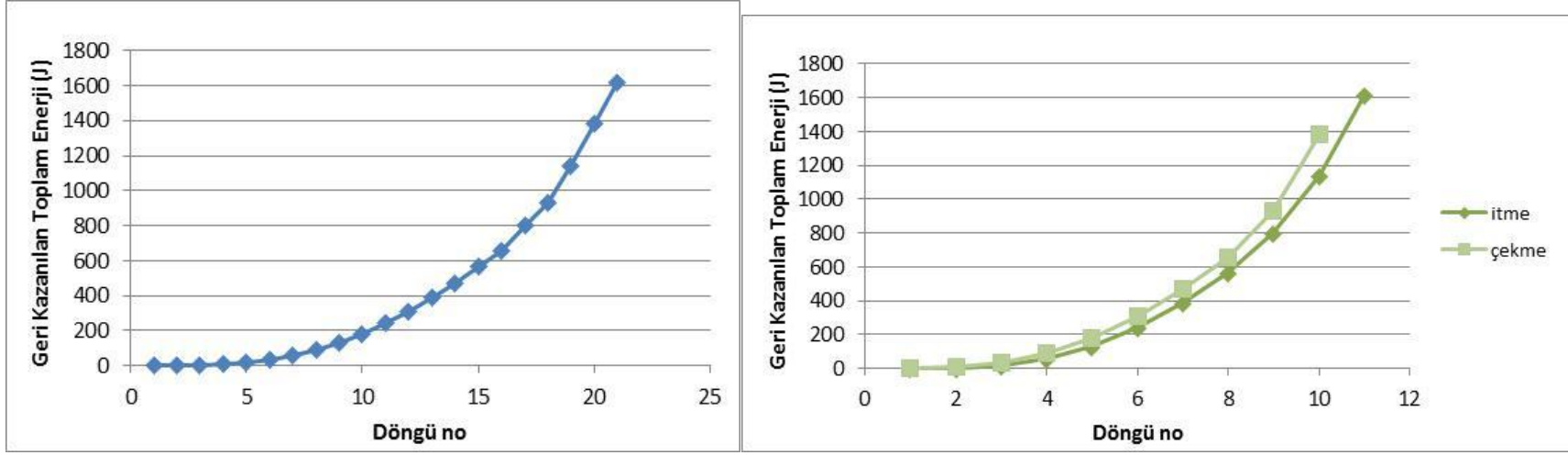
Şekil 138: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için (sırasıyla, pozitif itme / negatif çekme ve mutlak değer olarak) ayrı ayrı gösterilmiş, her bir adım sonundaki sönümlenmiş toplam enerji - maksimum yanal deplasman değişimi



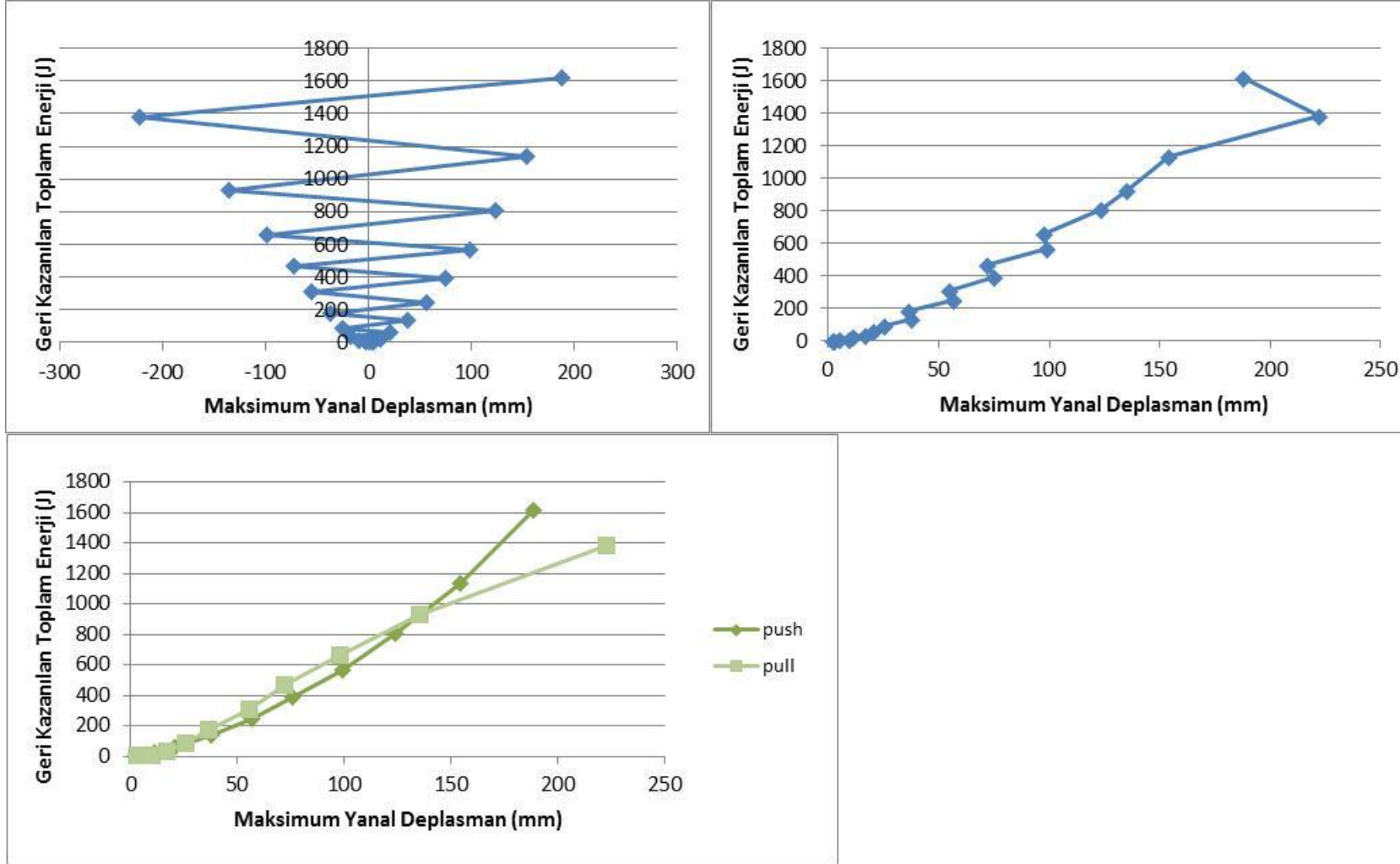
Şekil 139: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş her bir adım sonundaki toplam enerji emilimi



Şekil 140: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için (sırasıyla, pozitif itme / negatif çekme ve mutlak değer olarak) ayrı ayrı gösterilmiş, her bir adım sonundaki toplam enerji emilimi - maksimum yanıl deplasman değışimi



Şekil 141: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş her bir adım sonundaki geri kazanılan toplam enerji



Şekil 142: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için (sırasıyla, pozitif itme / negatif çekme ve mutlak değer olarak) ayrı ayrı gösterilmiş, her bir adım sonundaki geri kazanılan toplam enerji - maksimum yanıl deplasman değışimi

Şekil 143'ten görüldüğü gibi, 8 numaralı çerçevenin testinin ardından da bağlantılarda kalıcı açılmalar gözlemlenmiş, bunun sonucunda çerçeveyi oluşturan ahşap elemanlarda birbirlerine göre meydana gelen düzlem dışı kalıcı oynamalar gerçekleşmiştir (Şekil 143-144).



Şekil 143: Sekizinci çerçevenin boş halde test edilmesinin ardından bağlantılarda oluşan kalıcı açılmalar



Şekil 144: Sekizinci çerçevenin boş halde test edilmesinin ardından ahşap elemanlarda birbirlerine göre meydana gelen düzlem dışı kalıcı oynamalar

1.12. DOLU HALDE TEST EDİLEN BİRİNCİ ÇERÇEVENİN DENEYİNDEN ELDE EDİLEN SONUÇLAR

Bu deneyde öncelikle, daha evvel boş olarak test edilmiş olan bir numaralı çerçeve, yerinden çıkan ya da ornayan mafsalları yeniden çivileyerek tamir edilmiştir. Bu tamir işlemi sırasında aynı çeşit çiviler kullanılmasına ve her bir mafsaldaki çivi sayısının orijinal tutulmasına özen gösterilmiştir. Daha sonra, çerçevenin içi çamur harçlı kerpiç örgü ile doldurulmuştur (Şekil 145-147).



Şekil 145: Kerpiç dolgunun örülmesi

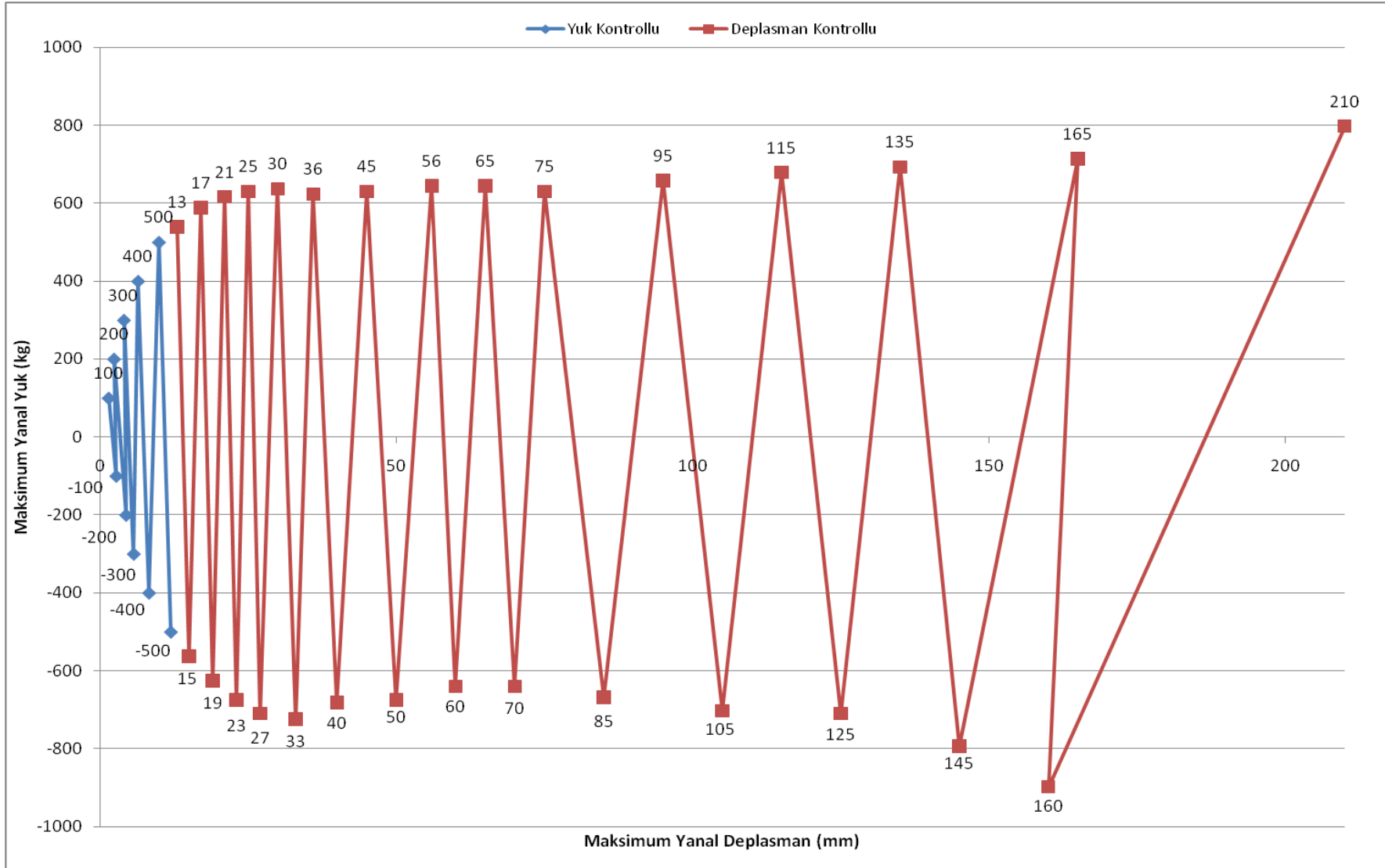


Şekil 146: Dolgunun tamamlanmasının ardından çerçevenin üstünün sıvanması



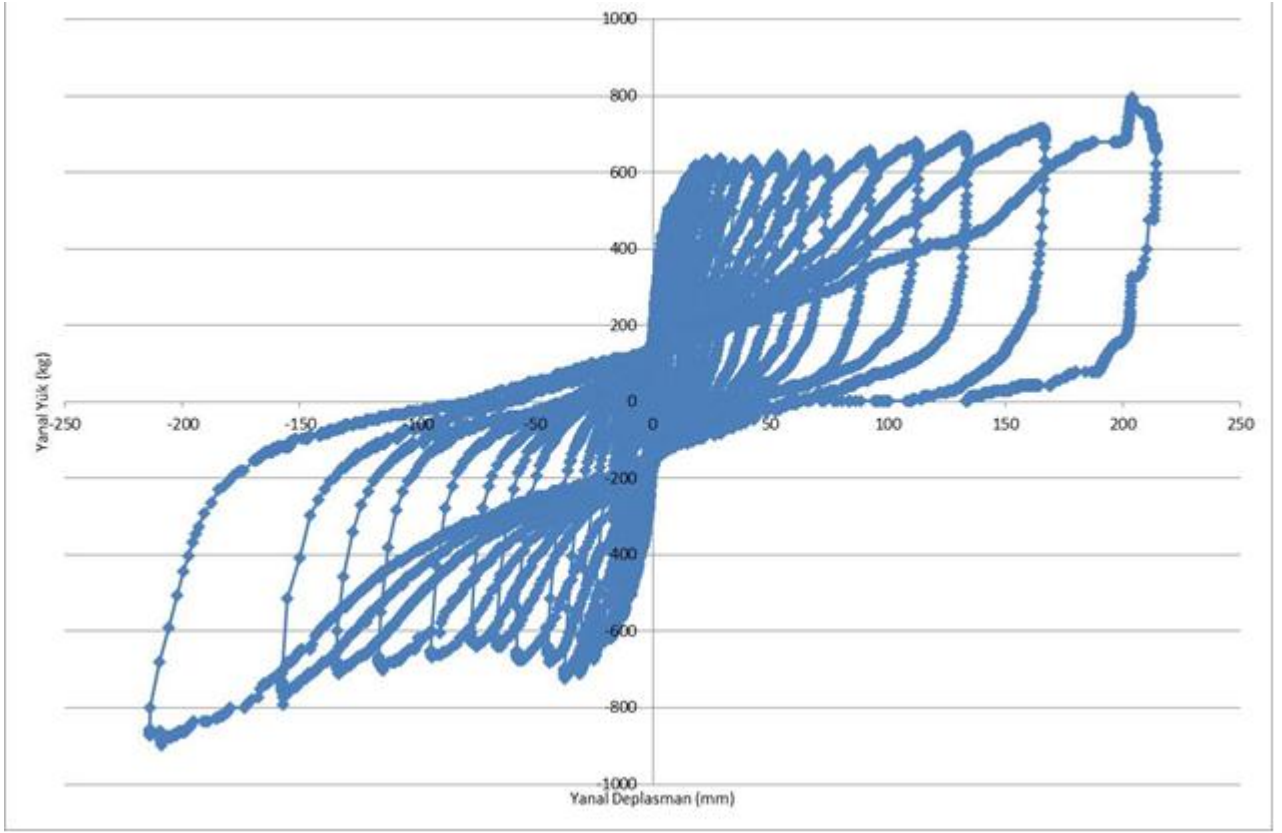
Şekil 147: Çerçevenin dolgusunun tamamlanmasının ardından son hali

Bu deneyde, her 2 adımda (bir itme ve bir çekme) 100'er kg artırarak yanal doğrultuda 500 kg değerindeki yüke ulaşıldıktan sonra deplasman kontrollü devam edilmiştir (Şekil 148).

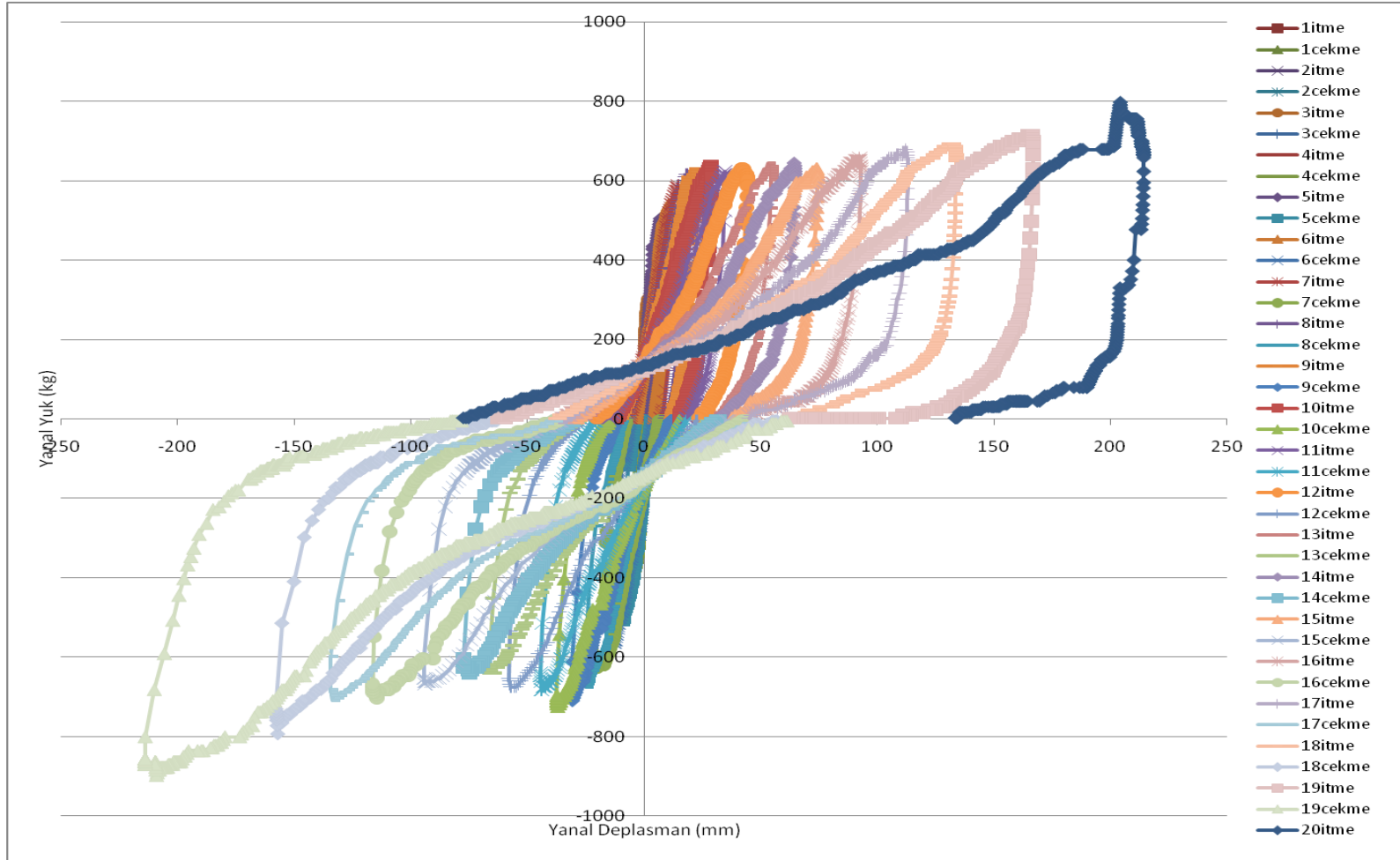


Şekil 148: Dolu halde test edilmiş birinci çerçeveye ait yükleme şeması

1 numaralı çerçevenin kerpiç dolgu ile test edilmesinin ardından elde edilen yanal yük – yanal deplasman grafikleri Şekil 149 ve Şekil 150’de verilmektedir.

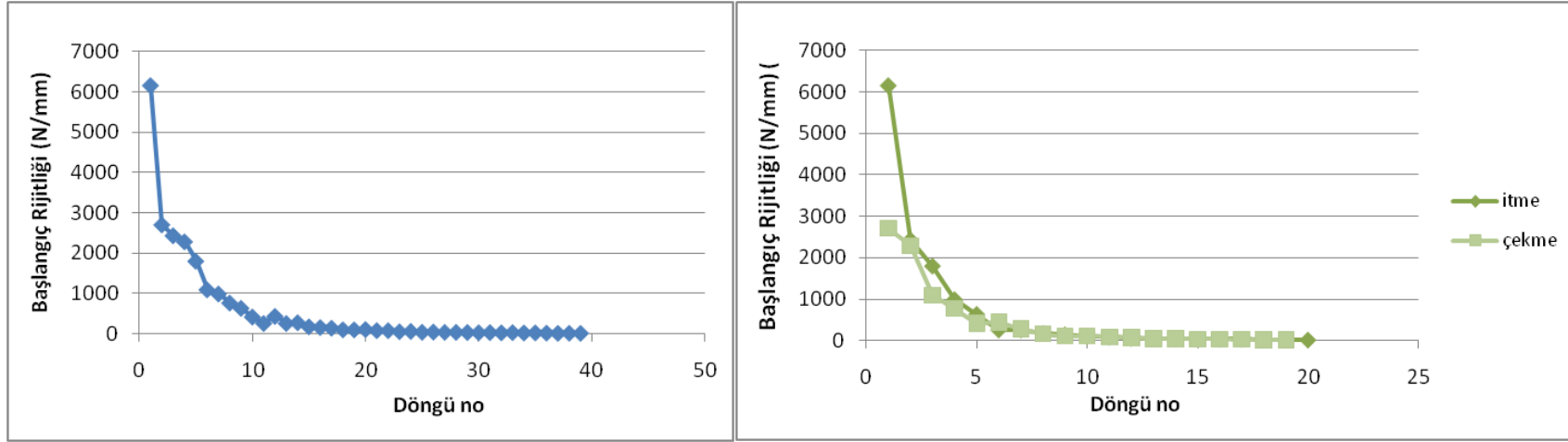


Şekil 149: Dolu halde test edilmiş birinci çerçeveye ait yanal yük - maksimum yanal deplasman grafiği

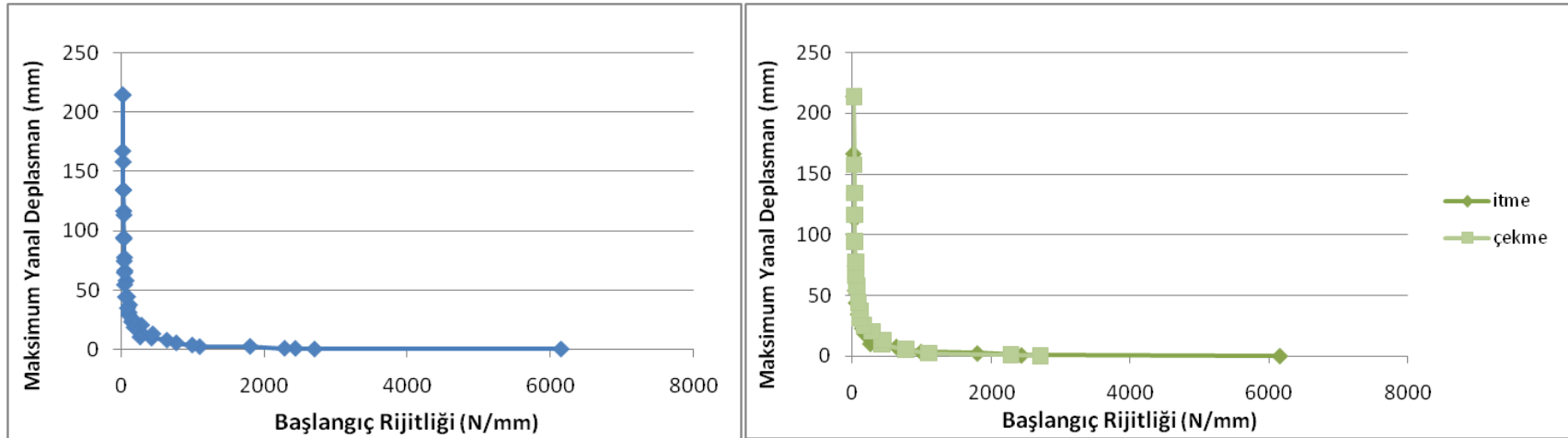


Şekil 150: Dolu halde test edilmiş birinci çerçeveye ait itme – çekme döngülerinin gösterildiği yanal yük - maksimum yanal deplasman grafiği

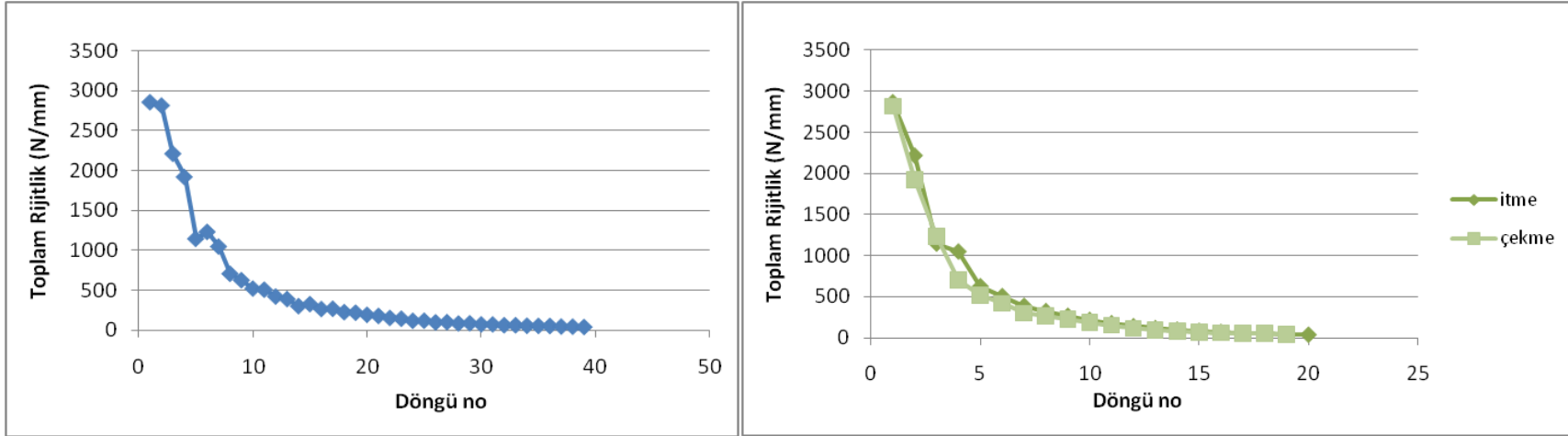
Test sonucunda elde edilen yük, deplasman, rijitlik ve enerji değişimleri için bkz. Şekil 151-164.



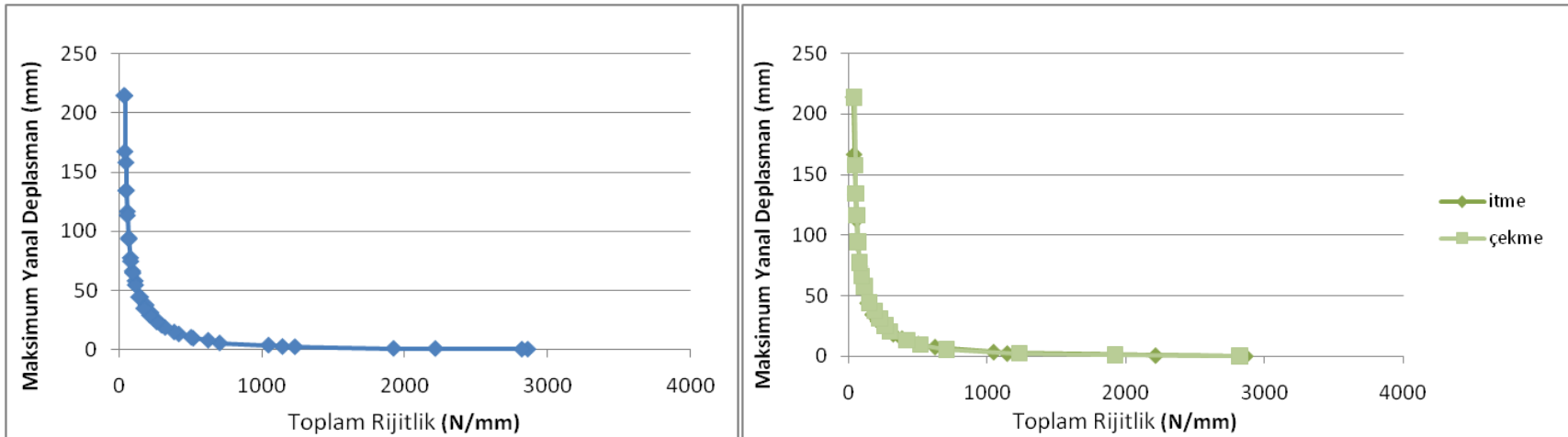
Şekil 151: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş başlangıç rijitliği değişimi



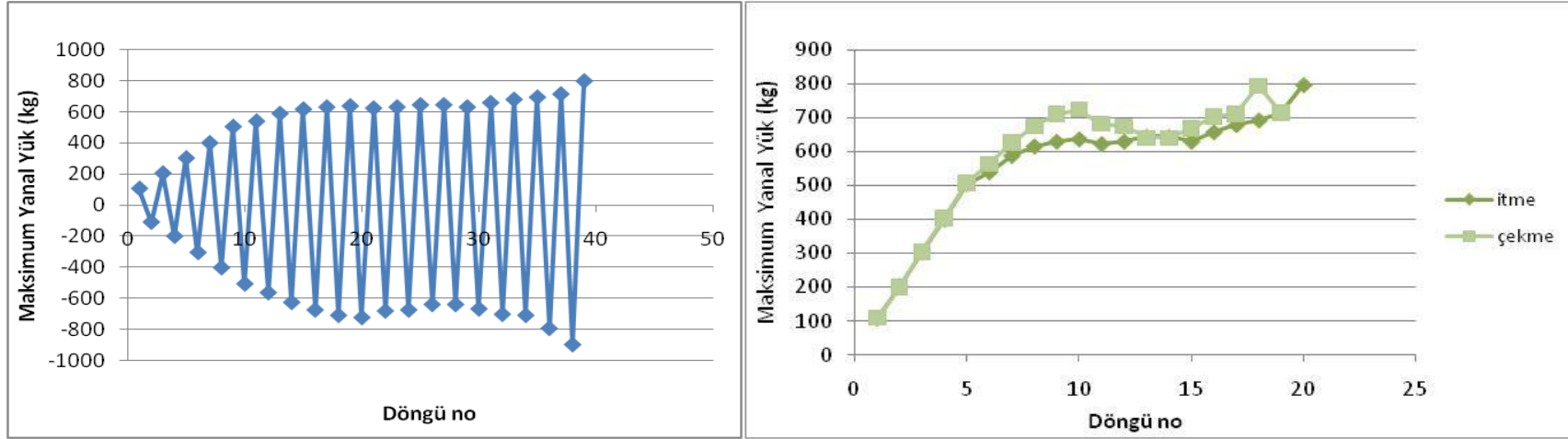
Şekil 152: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş, her bir adım başlangıç rijitliği - maksimum yanal deplasman değişimi



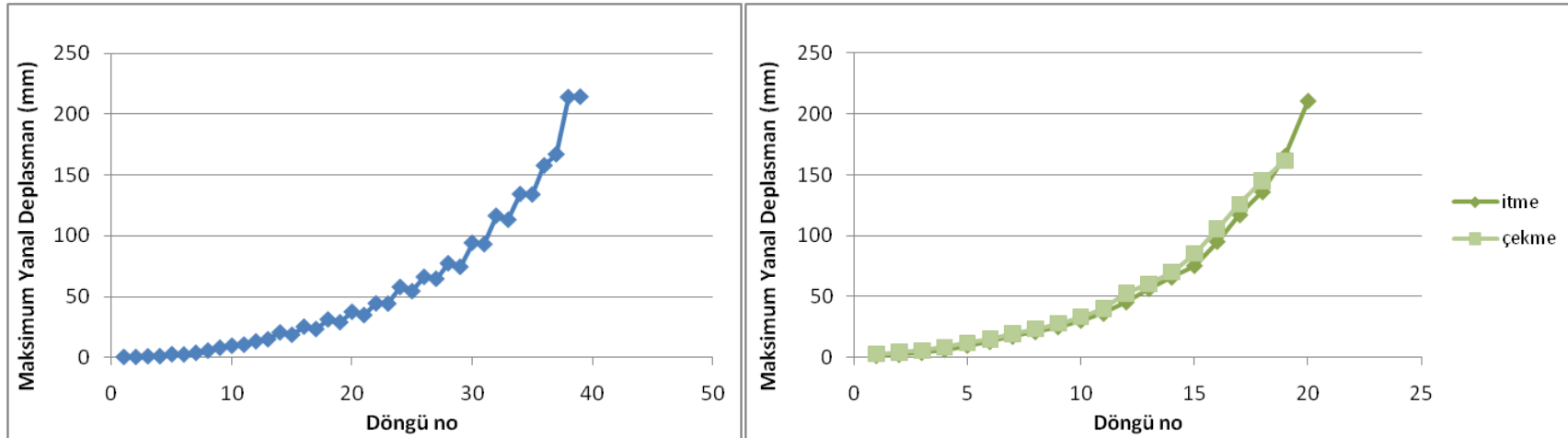
Şekil 153: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş toplam rijitlik değişimi



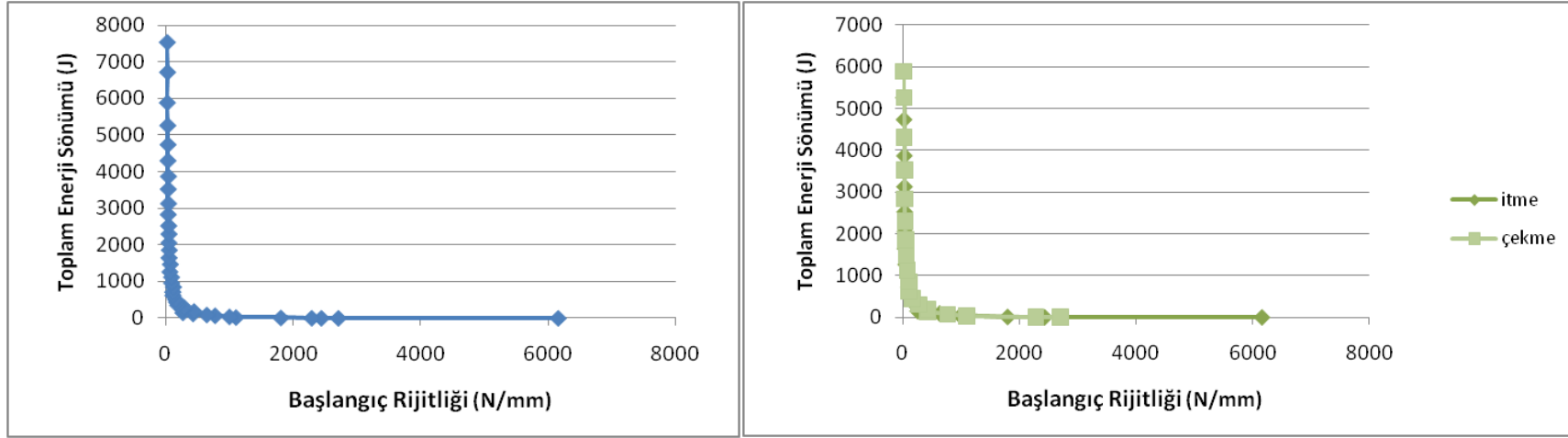
Şekil 154: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş, her bir adım toplam rijitlik - maksimum yanal deplasman değişimi



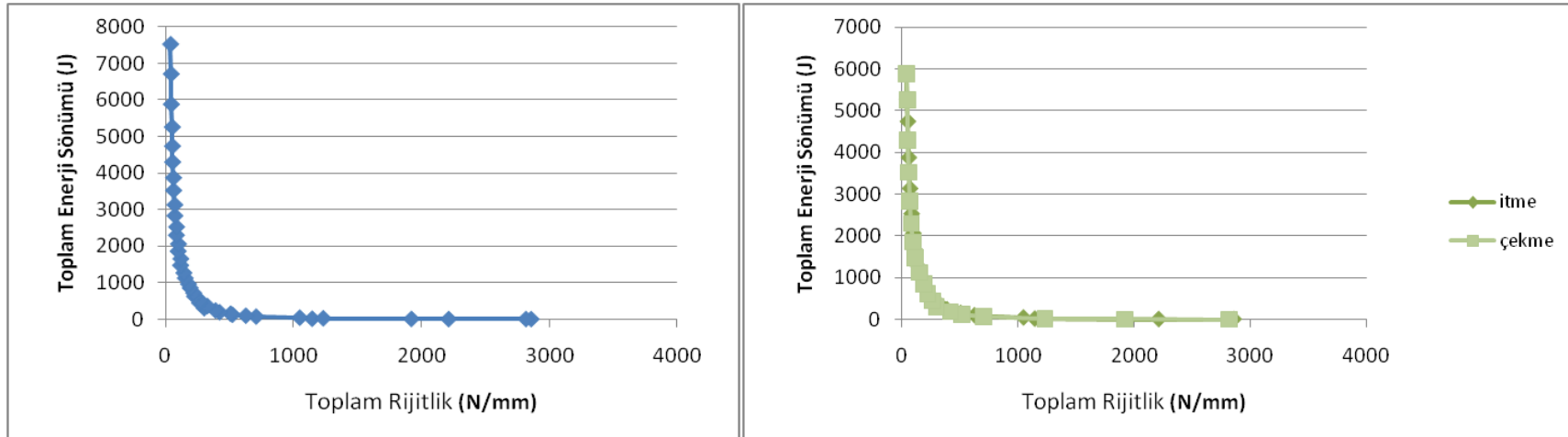
Şekil 155: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş maksimum yanıl yük değışimi



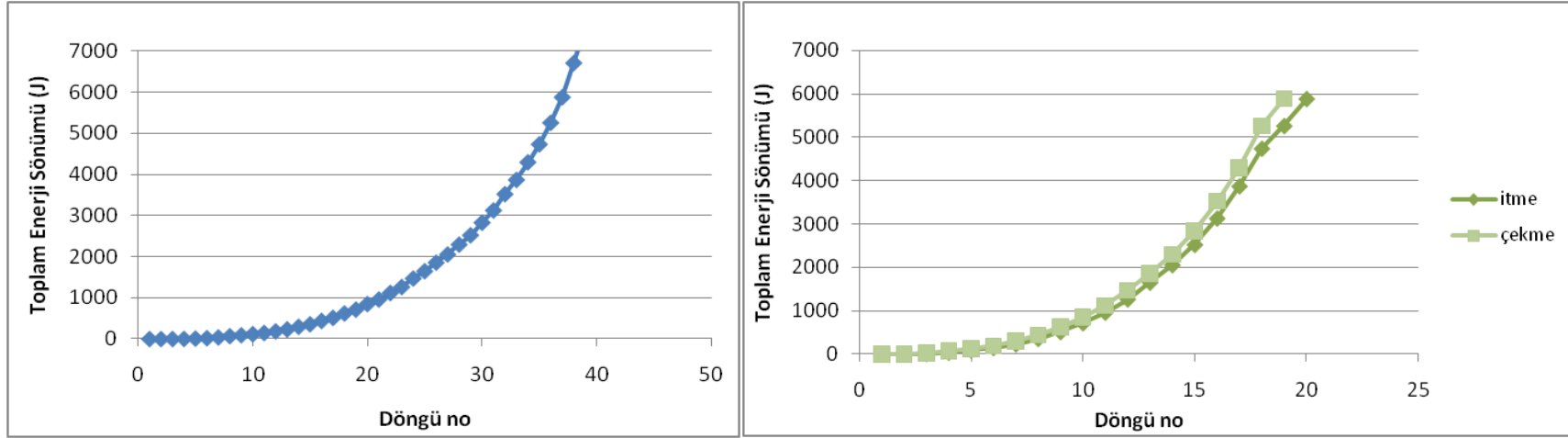
Şekil 156: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş maksimum yanıl deplasman değışimi



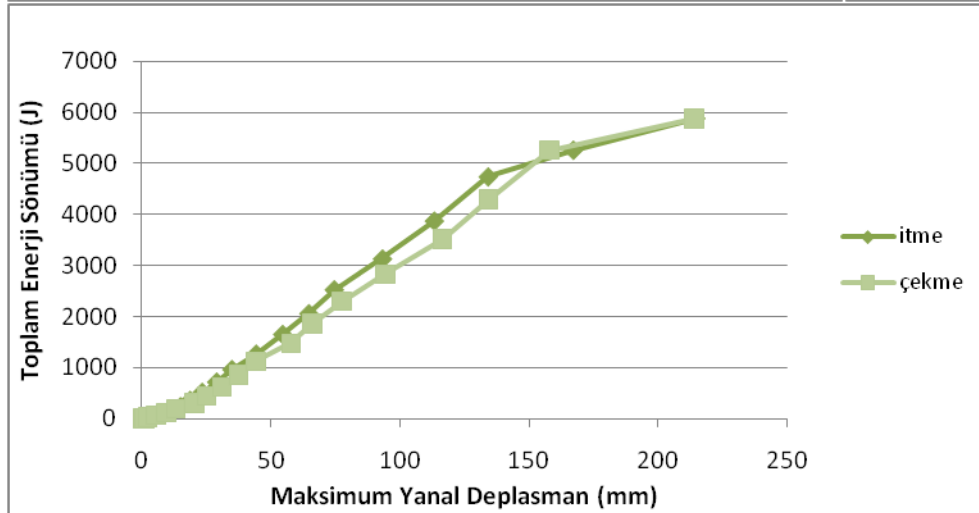
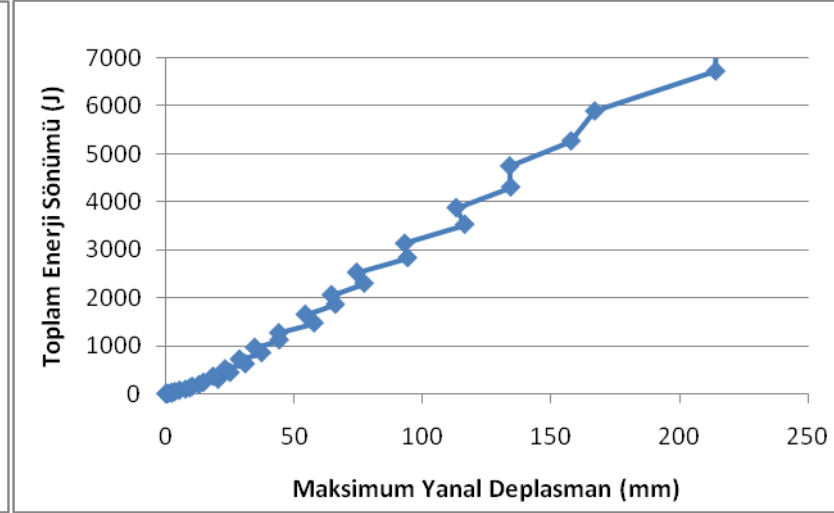
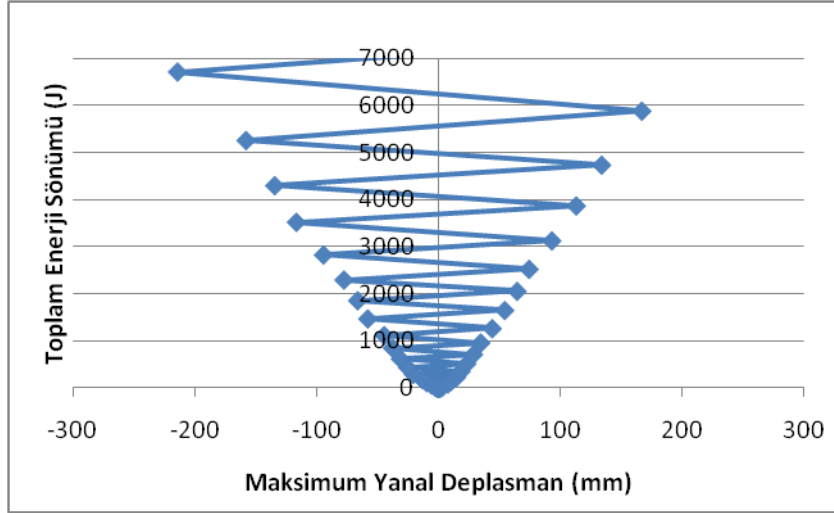
Şekil 157: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş, her bir adım başlangıç rijitliği - toplam enerji sönümü değişimi



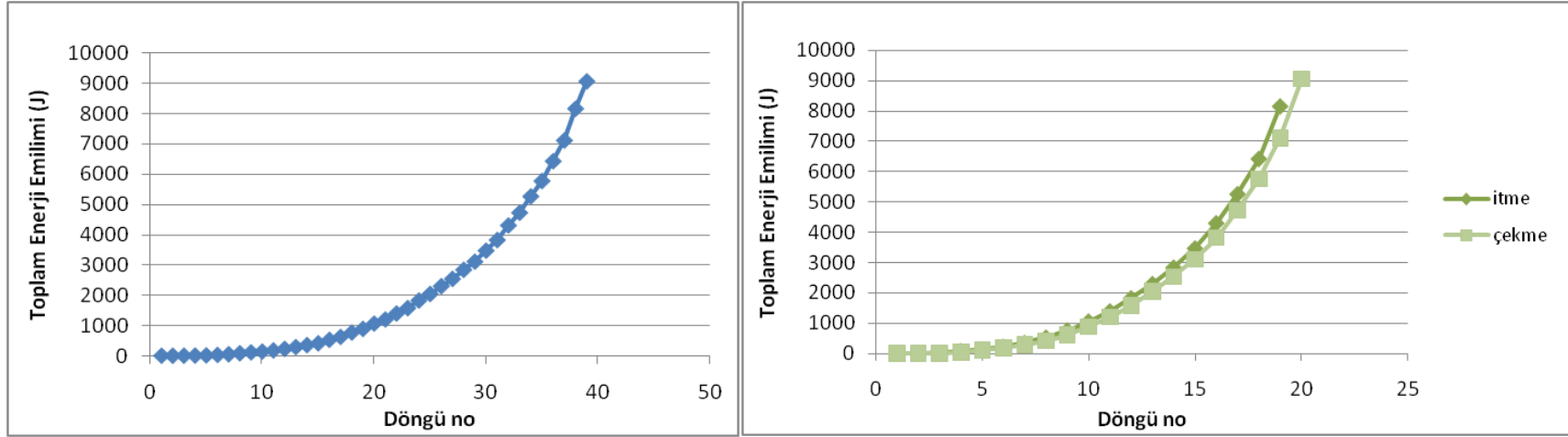
Şekil 158: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş, her bir adım toplam rijitlik - toplam enerji sönümü değişimi



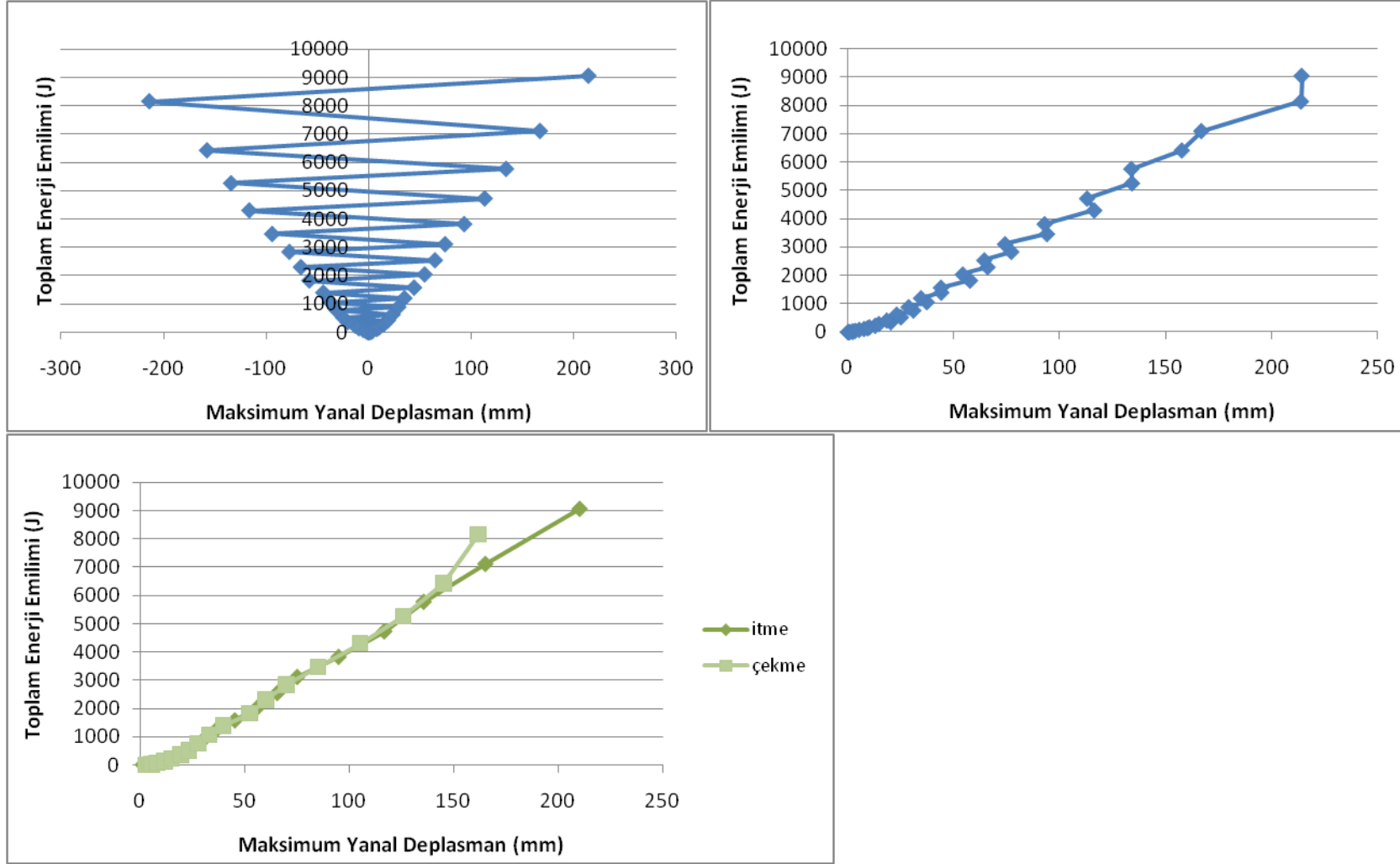
Şekil 159: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş her bir adım sonundaki toplam enerji sönümü



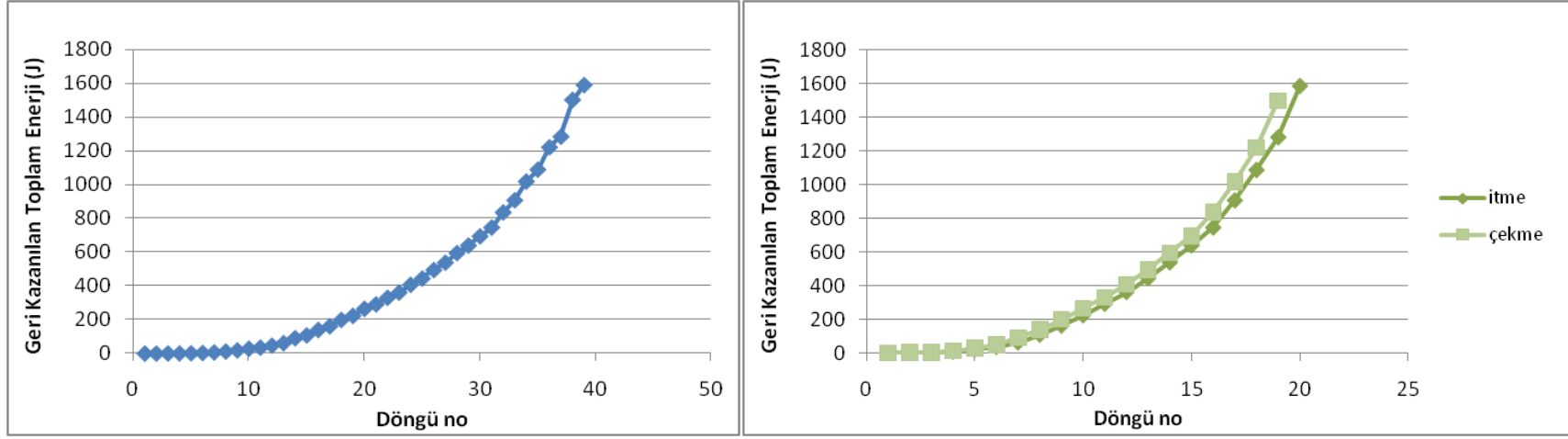
Şekil 160: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için (sırasıyla, pozitif itme / negatif çekme ve mutlak değer olarak) ayrı ayrı gösterilmiş, her bir adım sonundaki maksimum yanıl deplasman - sönümlenmiş toplam enerji değışimi



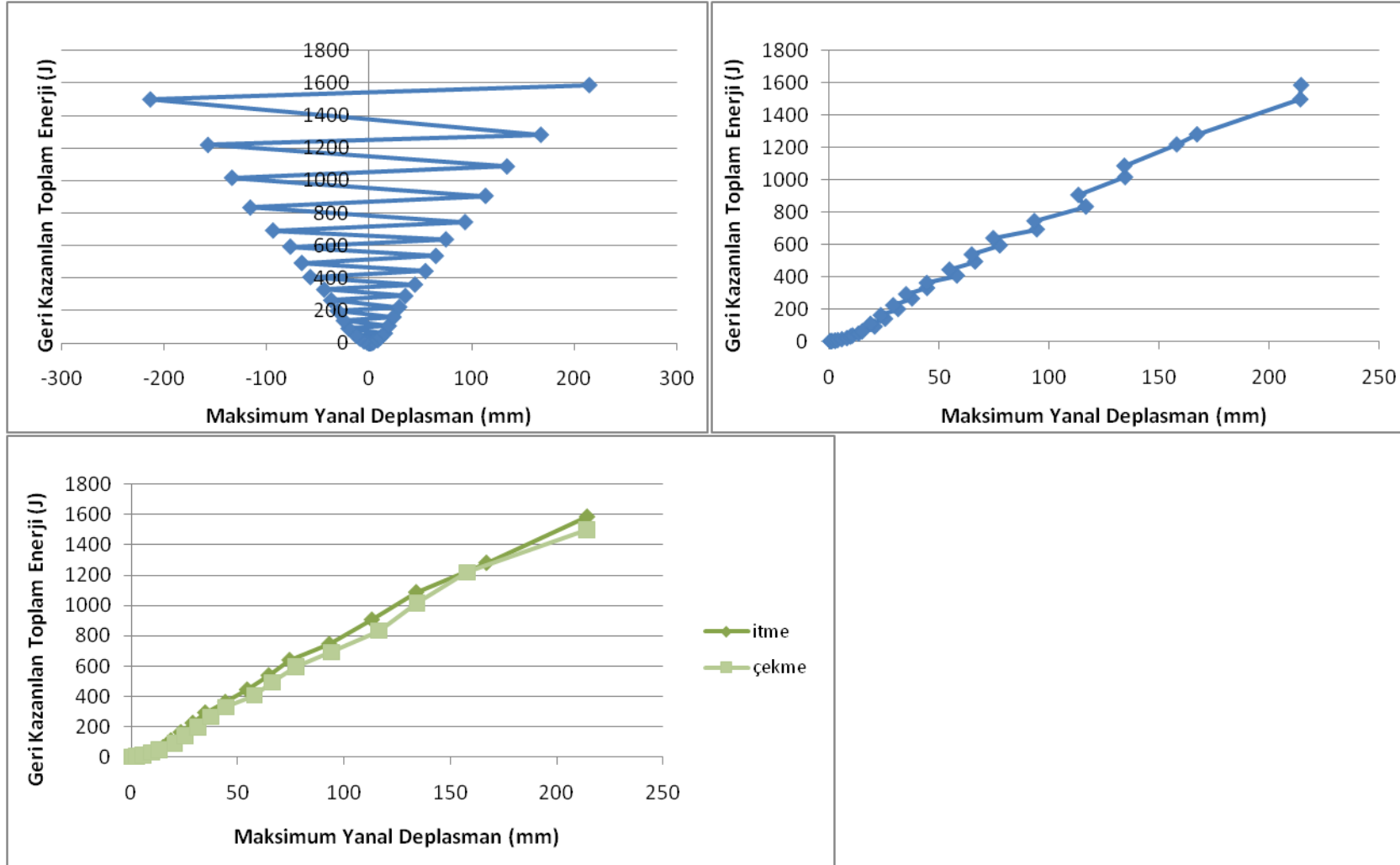
Şekil 161: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş her bir adım sonundaki toplam enerji emilimi



Şekil 162: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için (sırasıyla, pozitif itme / negatif çekme ve mutlak değer olarak) ayrı ayrı gösterilmiş, her bir adım sonundaki maksimum yanar deplasman - toplam enerji emilimi değişimi



Şekil 163: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş her bir adım sonundakigeri kazanılmış toplam enerji



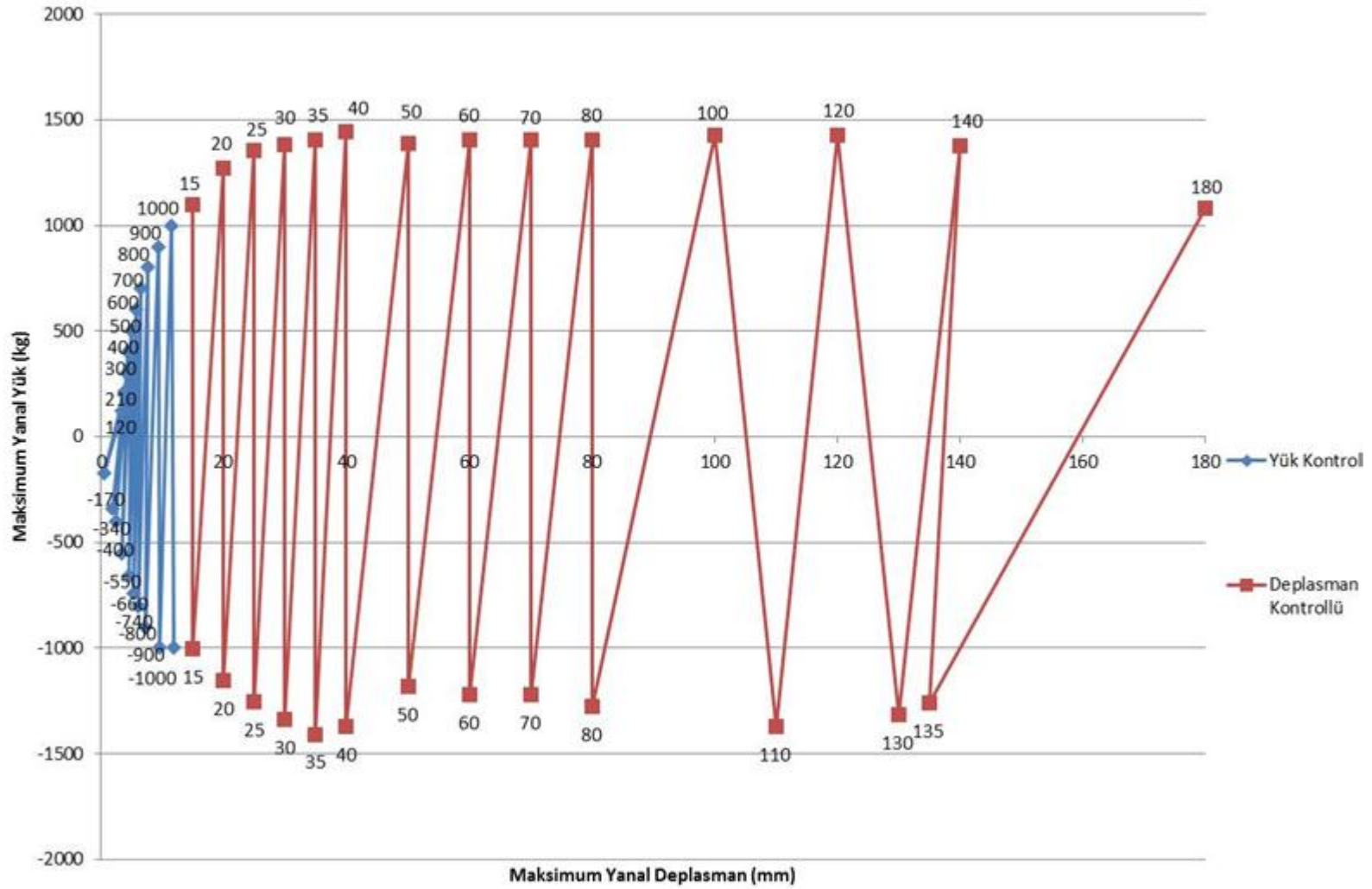
Şekil 164: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için (sırasıyla, pozitif itme / negatif çekme ve mutlak değer olarak) ayrı ayrı gösterilmiş, her bir adım sonundaki geri kazanılan toplam enerji - maksimum yanal deplasman değişimi

1.13. DOLU HALDE TEST EDİLEN İKİNCİ ÇERÇEVENİN DENEYİNDEN ELDE EDİLEN SONUÇLAR

Bu deneyde öncelikle, daha evvel boş olarak test edilmiş olan iki numaralı çerçeve, yerinden çıkan ya da ornayan mafsalları yeniden çivileyerek tamir edilmiştir. Bu tamir işlemi sırasında aynı çeşit çiviler kullanılmasına ve her bir mafsaldaki çivi sayının orijinal tutulmasına özen gösterilmiştir. Daha sonra, çerçevenin içi çamur harçlı kerpiç örgü ile doldurulmuştur (Şekil 165). 18 Aralık 2009 tarihinde gerçekleştirilen deneyde 1000 kg'lık değere ulaşıncaya kadar 100'er kg artırarak yük kontrollü, ardından deplasman kontrollü yükleme yapılmıştır (Şekil 166).

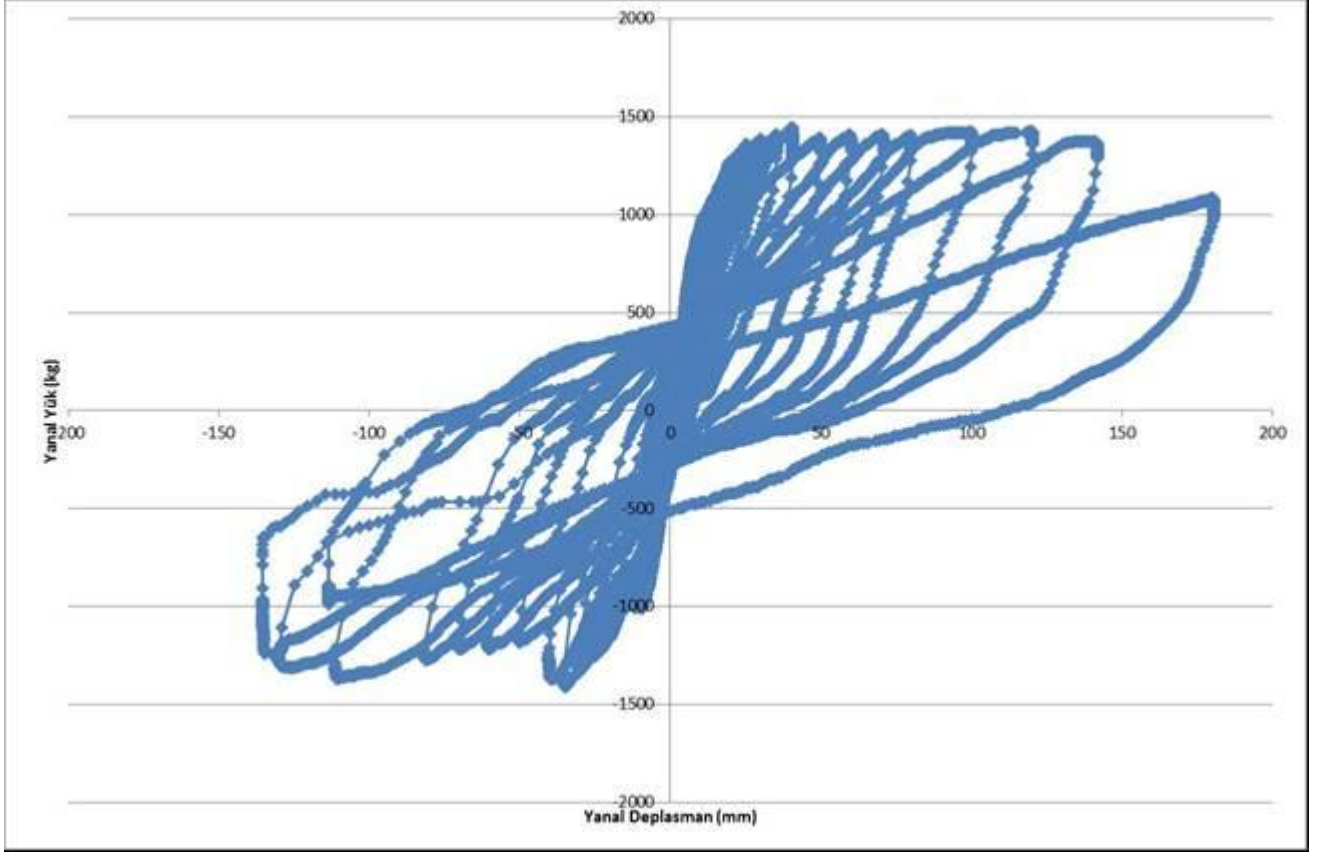


Şekil 165: Kerpiç dolgunun hazırlanması

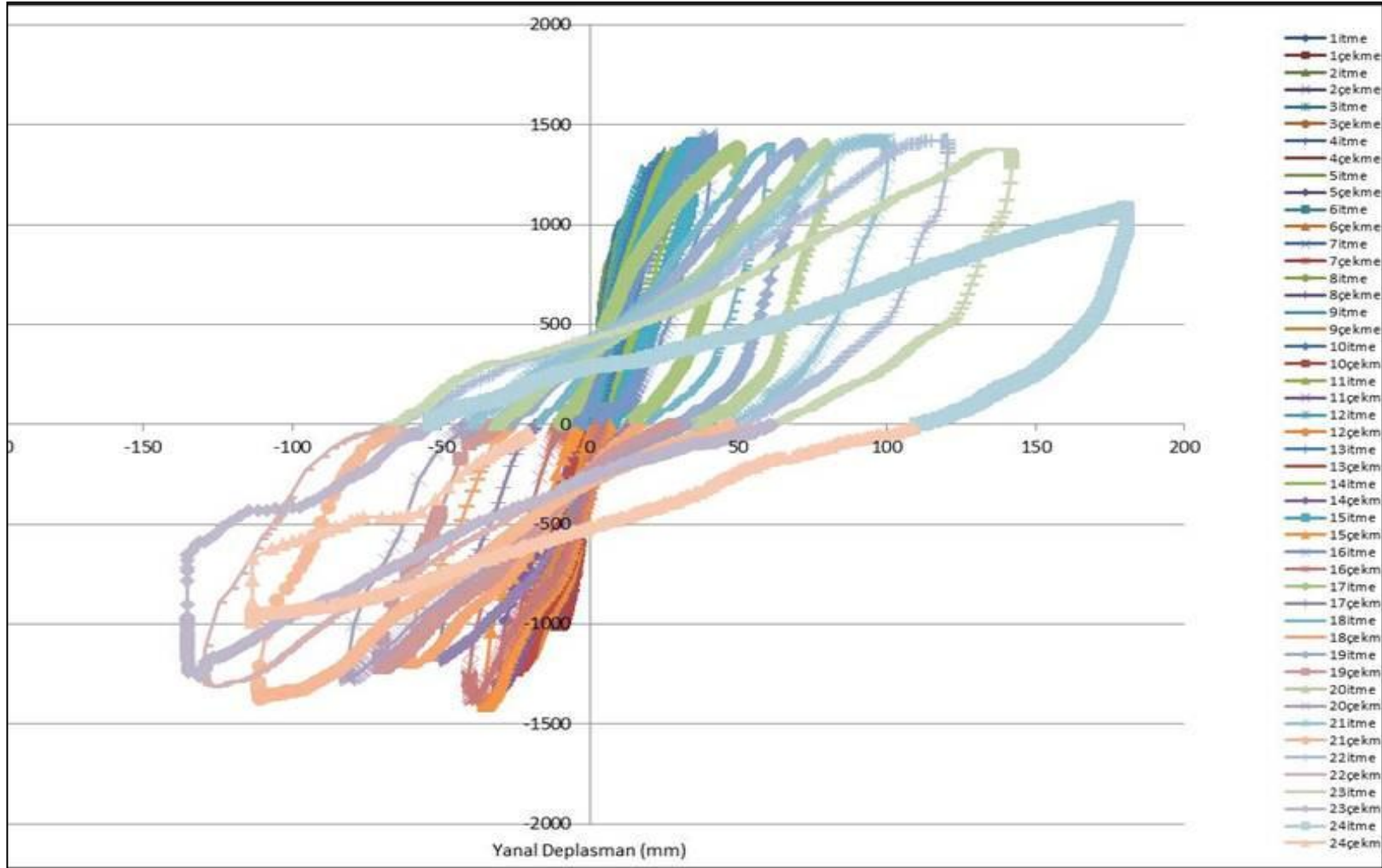


Şekil 166: Dolu halde test edilmiş ikinci çerçeveye ait yükleme şeması

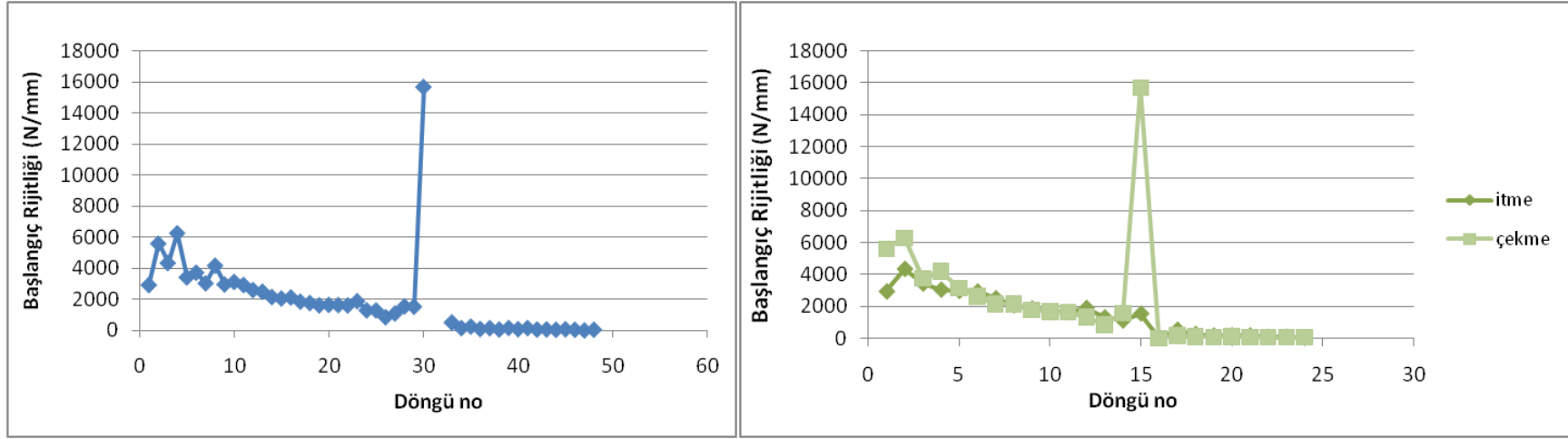
Test sonucunda elde edilen yanal yük yanal deplasman grafikleri Şekil 167-168'de gösterilmektedir.



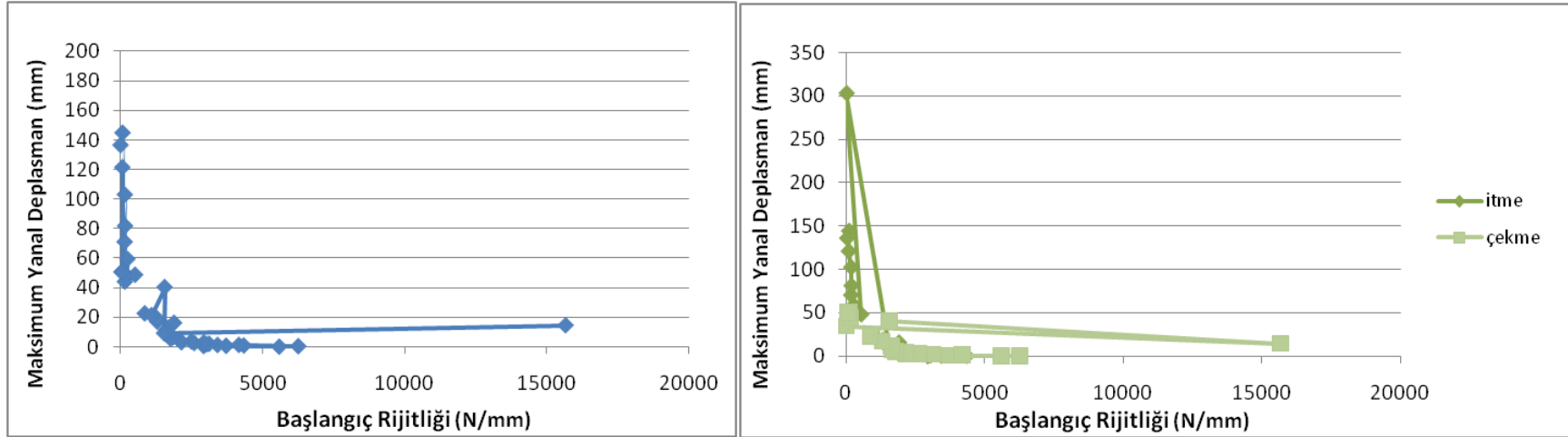
Şekil 167: Dolu halde test edilmiş ikinci çerçeveye ait yanal yük - maksimum yanal deplasman grafiği



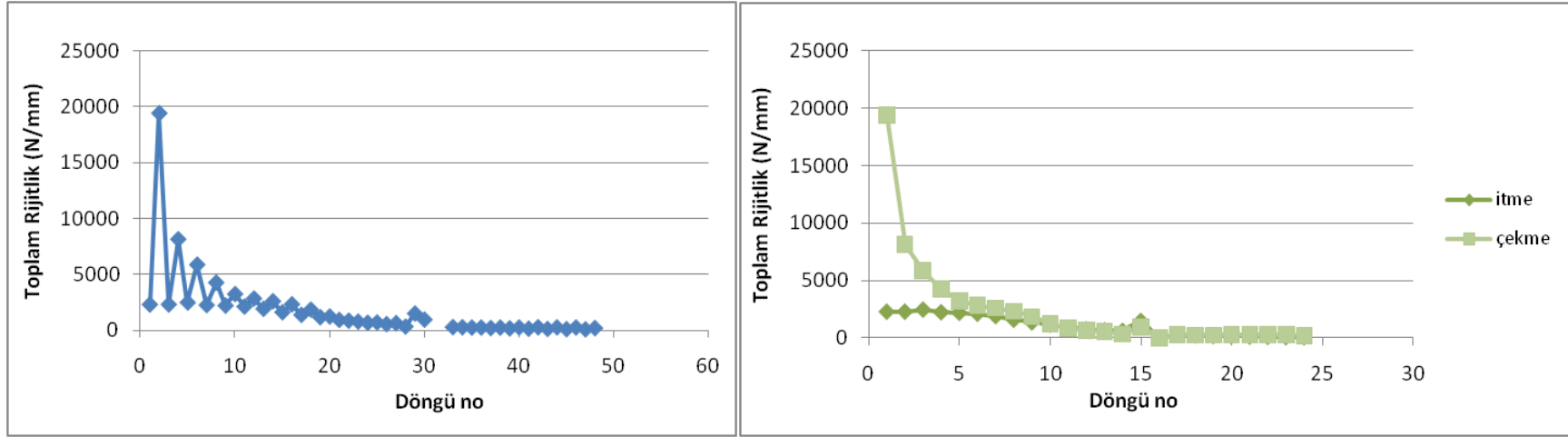
Şekil 168: Dolu halde test edilmiş ikinci çerçeveye ait itme – çekme döngülerinin gösterildiği yanıl yük - maksimum yanıl deplasman grafiği
 Test sonucunda elde edilen yük, deplasman, rijitlik ve enerji değişimleri için bkz. Şekil 169-182.



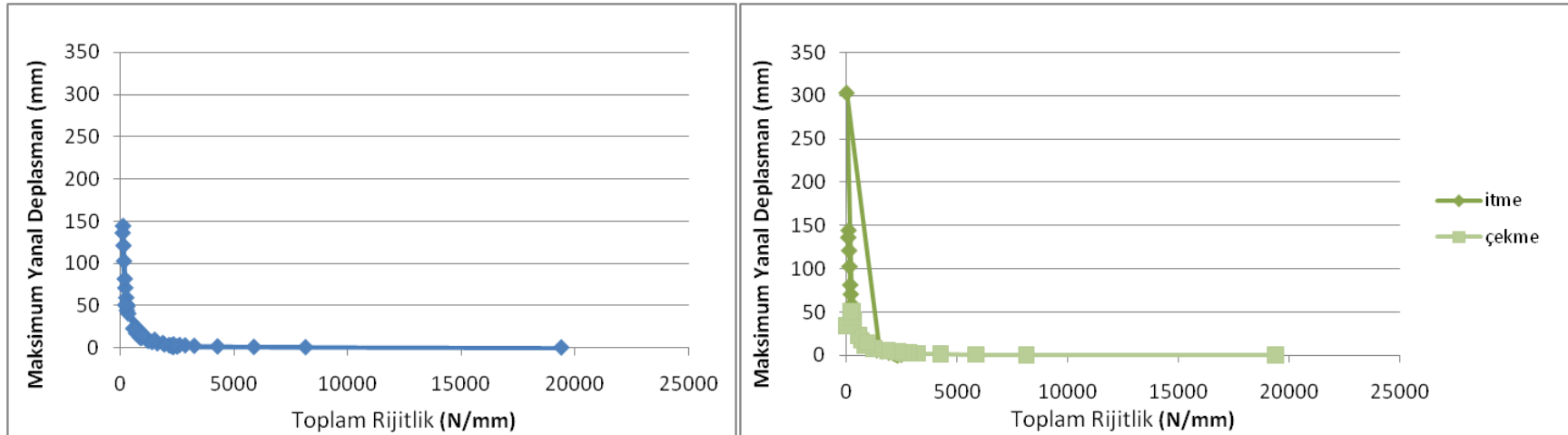
Şekil 169: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş başlangıç rijitliği değişimi



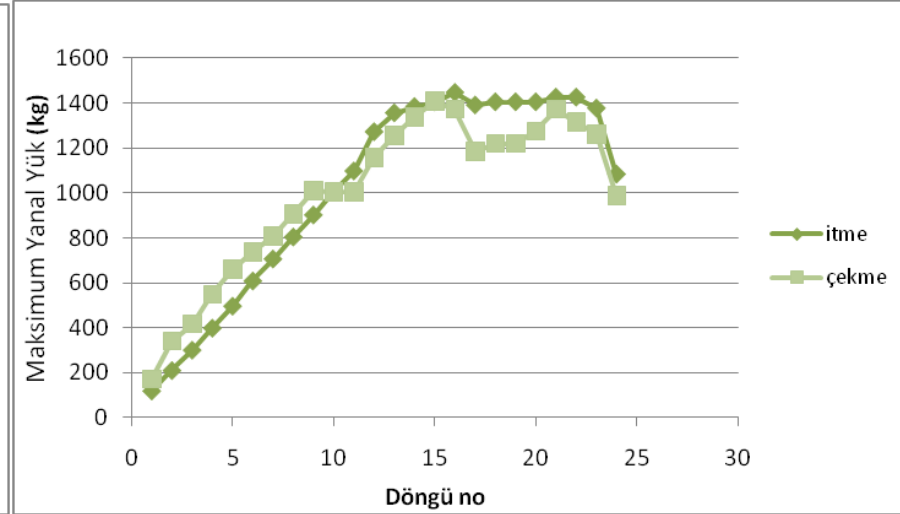
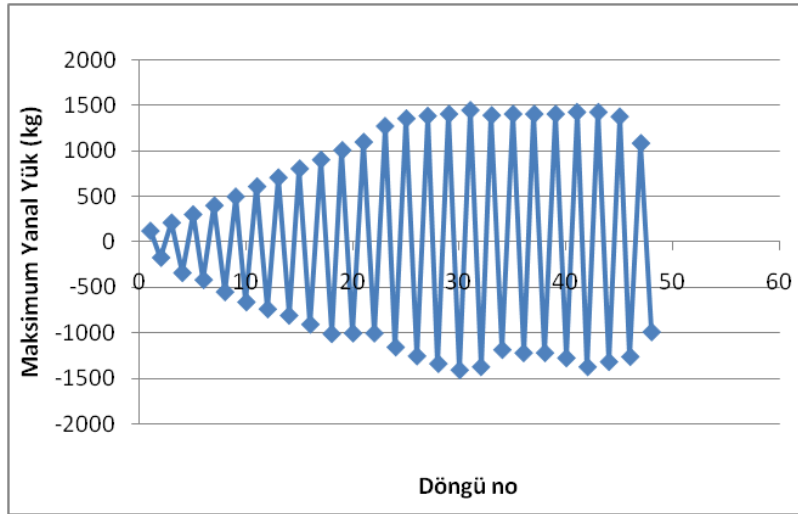
Şekil 170: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş, her bir adım başlangıç rijitliği - maksimum yanıl deplasman değişimi



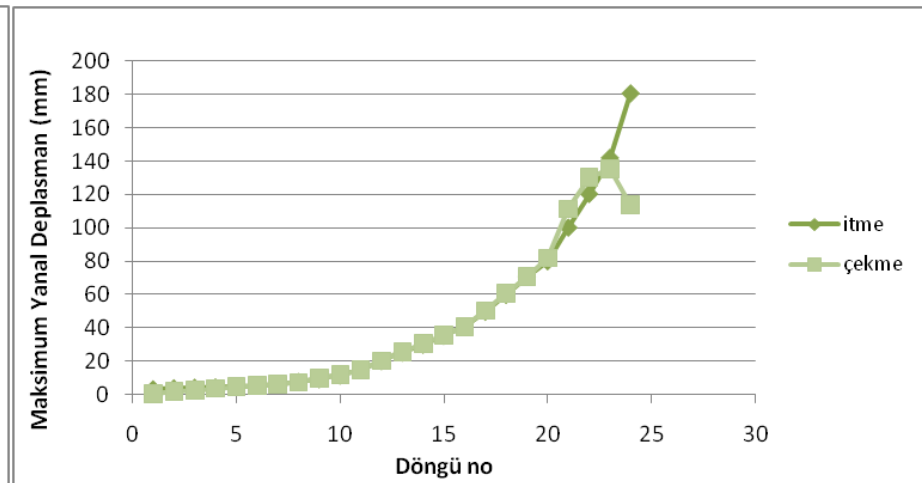
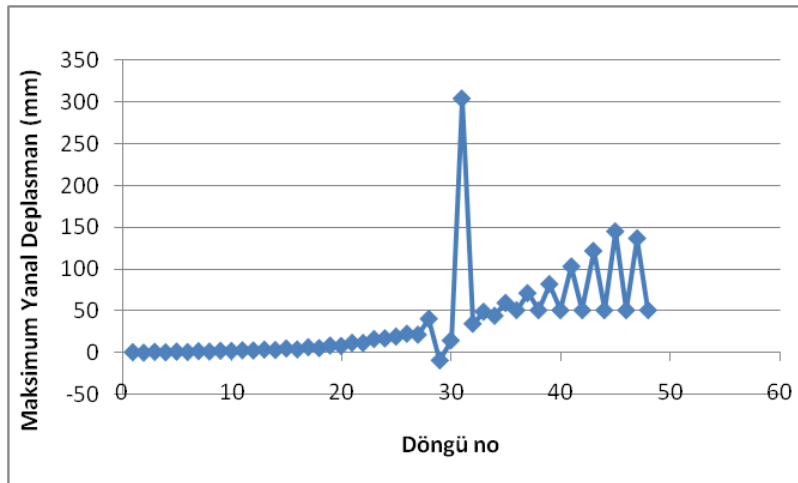
Şekil 171: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş toplam rijitlik değişimi



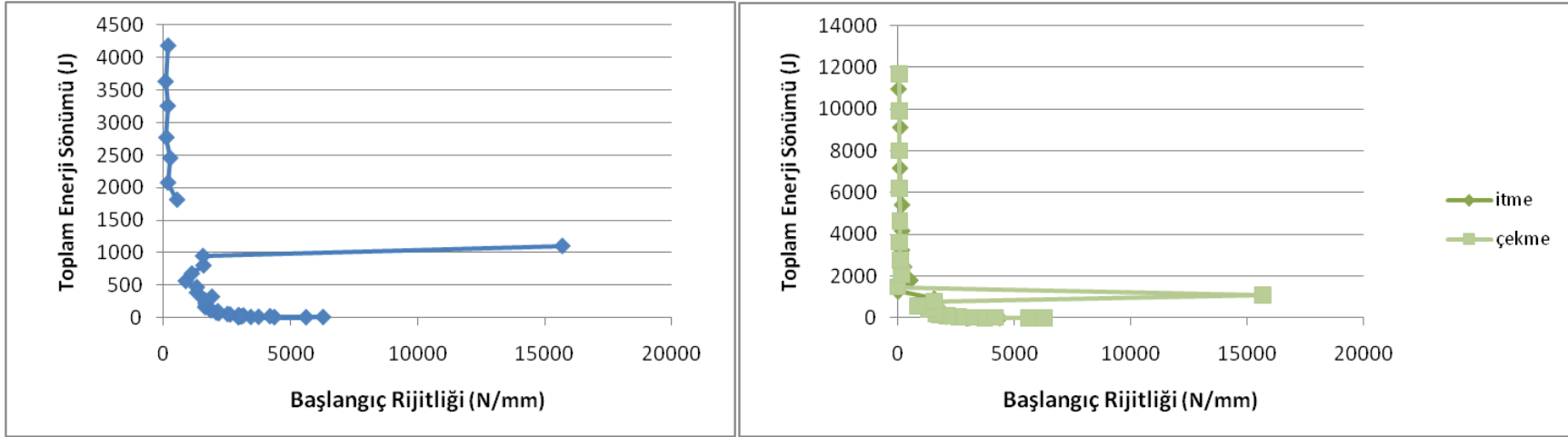
Şekil 172: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş, her bir adım toplam rijitlik - maksimum yanal deplasman değişimi



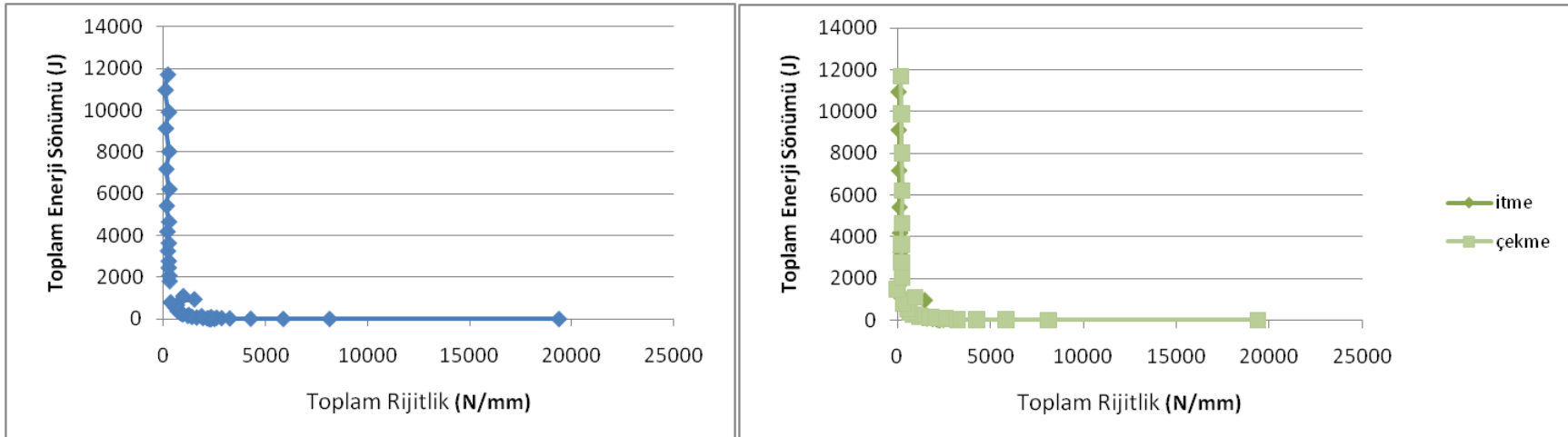
Şekil 173: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş maksimum yanıl yük değışimi



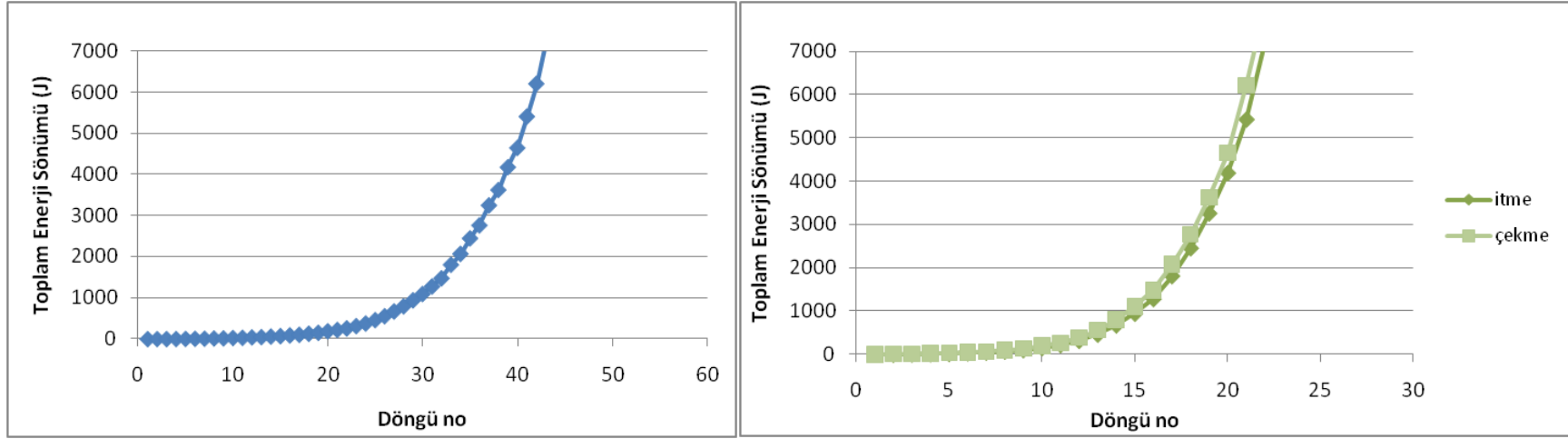
Şekil 174: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş maksimum yanıl deplasman değışimi



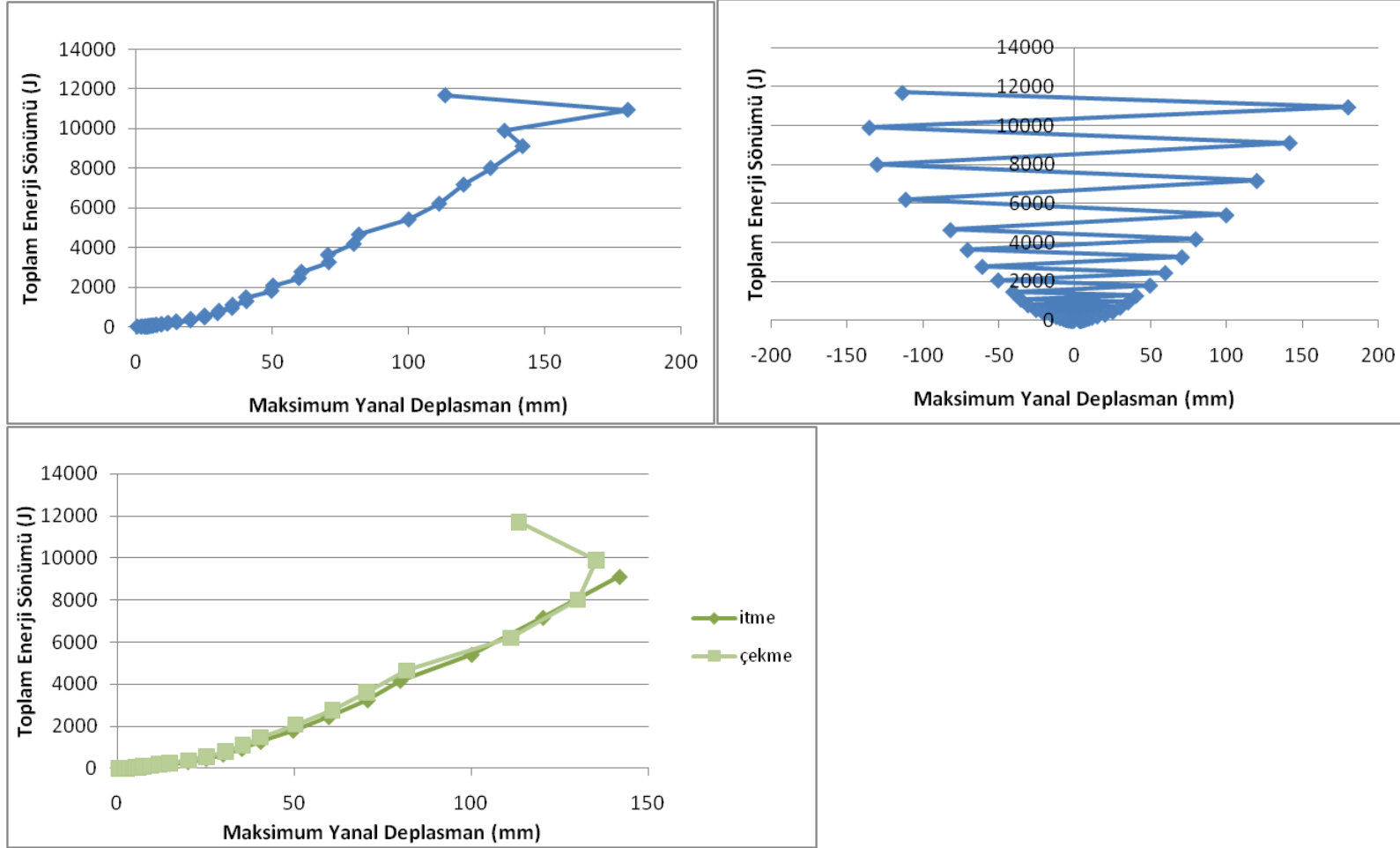
Şekil 175: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş, her bir adım başlangıç rijitliği - toplam enerji sönümü değişimi



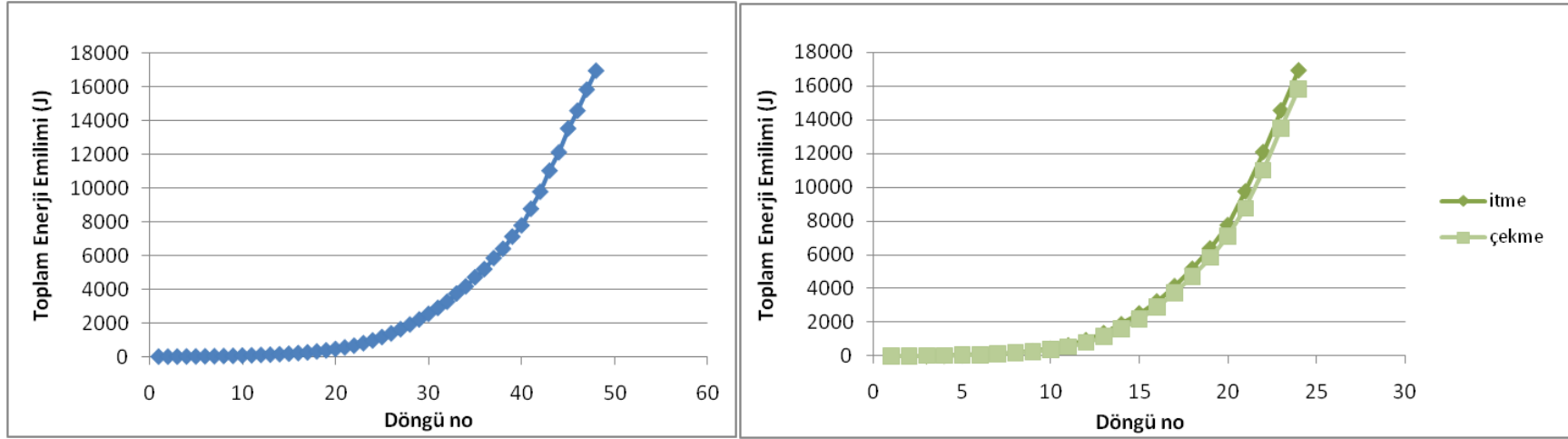
Şekil 176: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş, her bir adım toplam rijitlik - toplam enerji sönümü değişimi



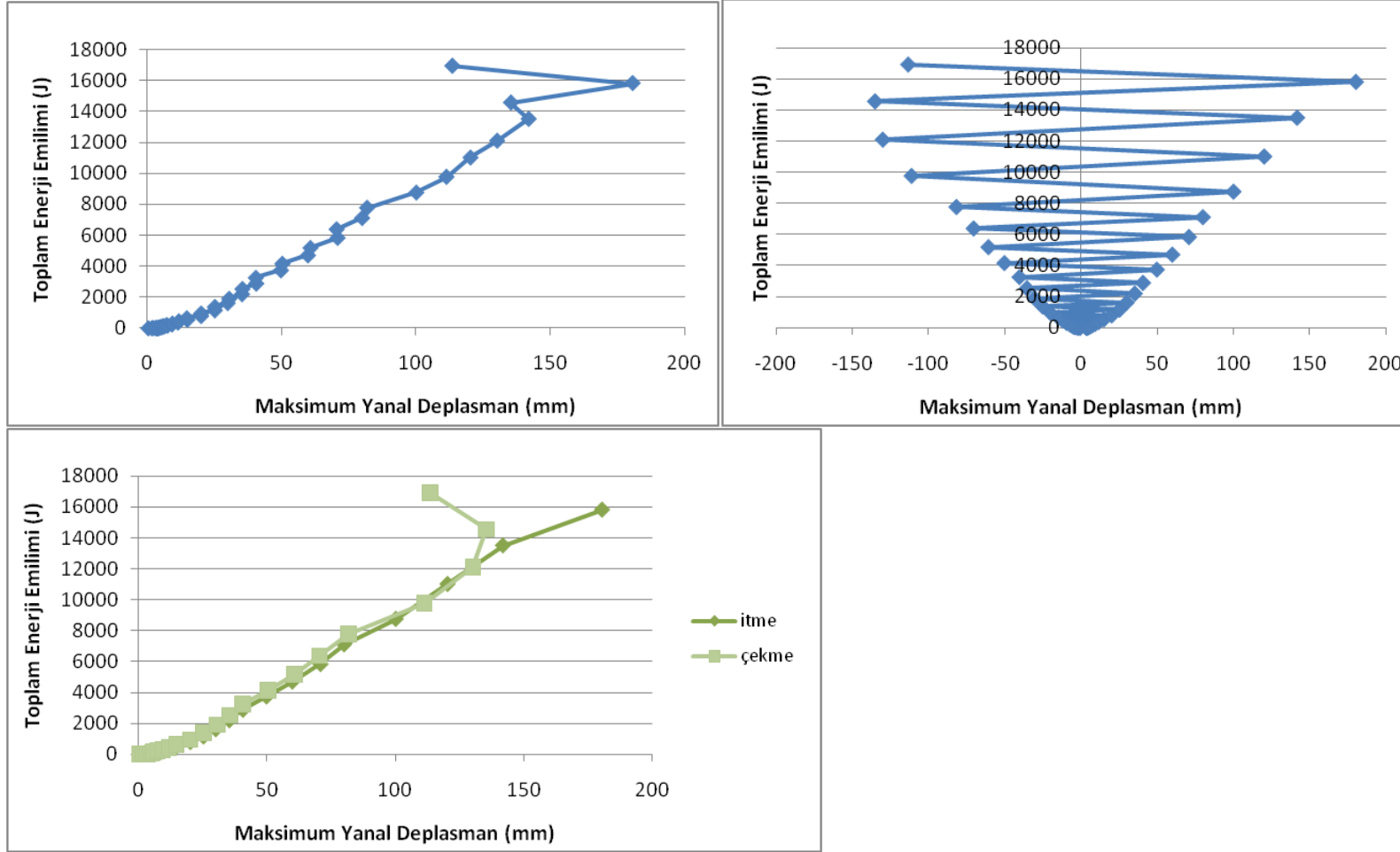
Şekil 177: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş her bir adım sonundaki toplam enerji sönümü



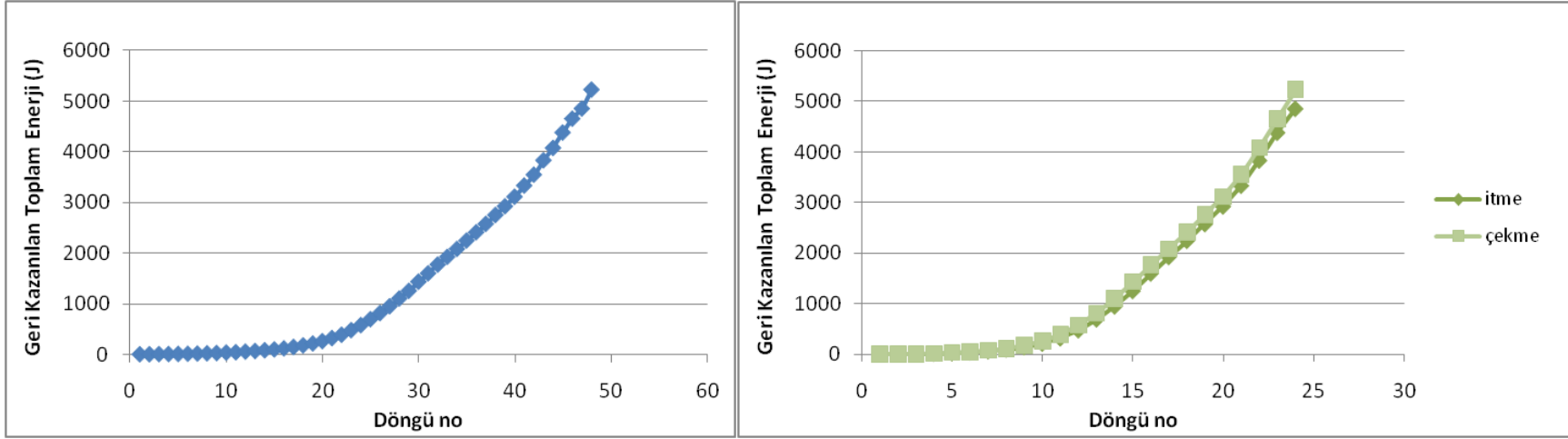
Şekil 178: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için (sırasıyla, pozitif itme / negatif çekme ve mutlak değer olarak) ayrı ayrı gösterilmiş, her bir adım sonundaki maksimum yanıl deplasman - sönümlenmiş toplam enerji değışimi



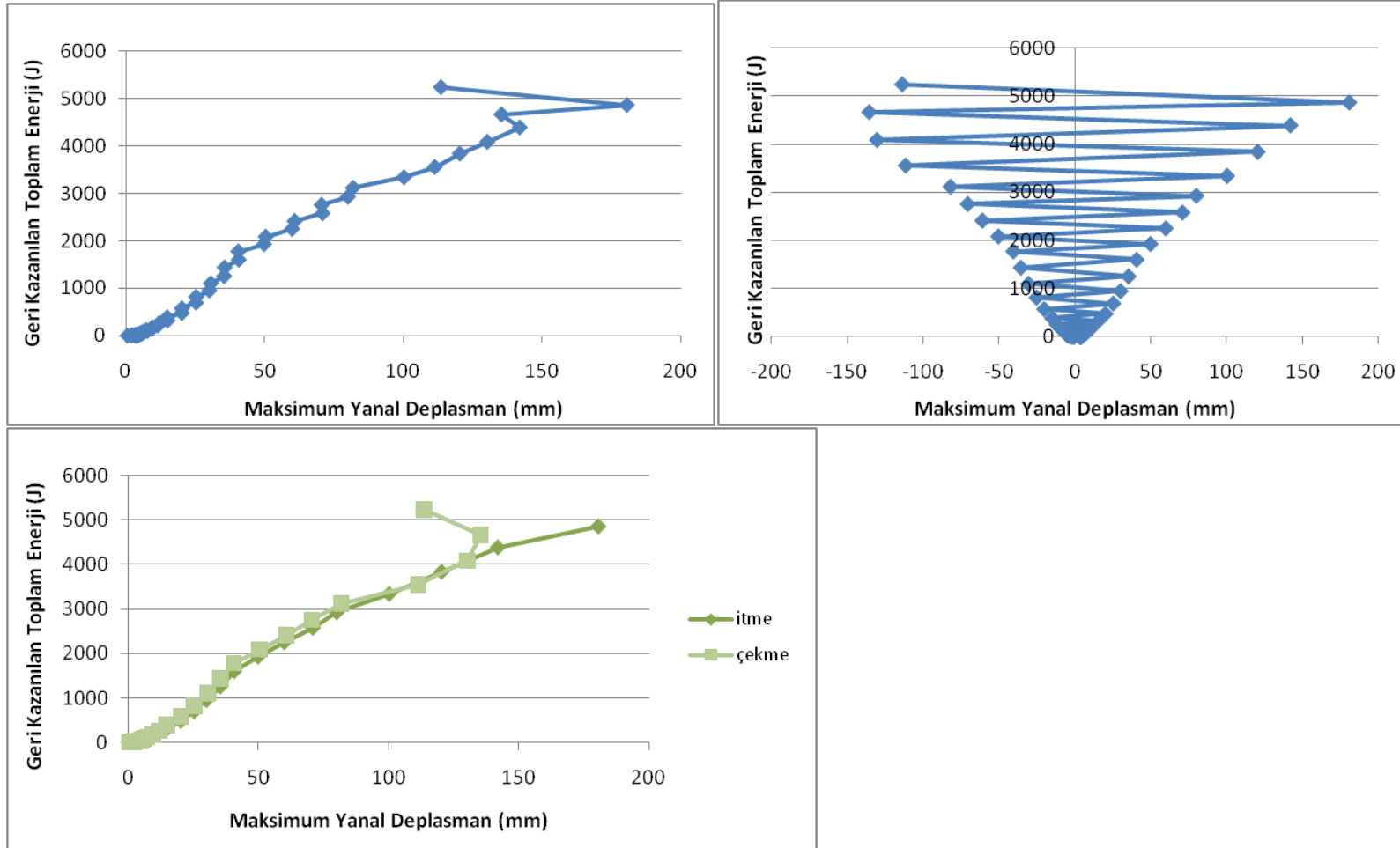
Şekil 179: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş her bir adım sonundaki toplam enerji emilimi



Şekil 180: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için (sırasıyla, pozitif itme / negatif çekme ve mutlak değer olarak) ayrı ayrı gösterilmiş, her bir adım sonundaki maksimum yanar deplasman - toplam enerji emilimi değışimi



Şekil 181: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş her bir adım sonundakigeri kazanılmış toplam enerji



Şekil 182: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için (sırasıyla, pozitif itme / negatif çekme ve mutlak değer olarak) ayrı ayrı gösterilmiş, her bir adım sonundaki geri kazanılan toplam enerji - maksimum yanıl deplasman değışımi

1.14. DOLU HALDE TEST EDİLEN ÜÇÜNCÜ ÇERÇEVENİN DENEYİNDEN ELDE EDİLEN SONUÇLAR

Üçüncü çerçeve şam dolma tekniği ile kaplanmıştır. Bu teknikte, 8-10 cm genişliğinde ahşap elemanlar, çerçeve yüzeyini (pencere boşukları hariç) kapatacak şekilde çivilenir. Bu işlem esnasında ahşap elemanların aralarında birkaç cm boşluk kalmasına özen gösterilir. Daha sonra, yüzey sıvanır (Şekil 183-185).



Şekil 183: Şam dolma örgü için ahşap elemanların çakılması

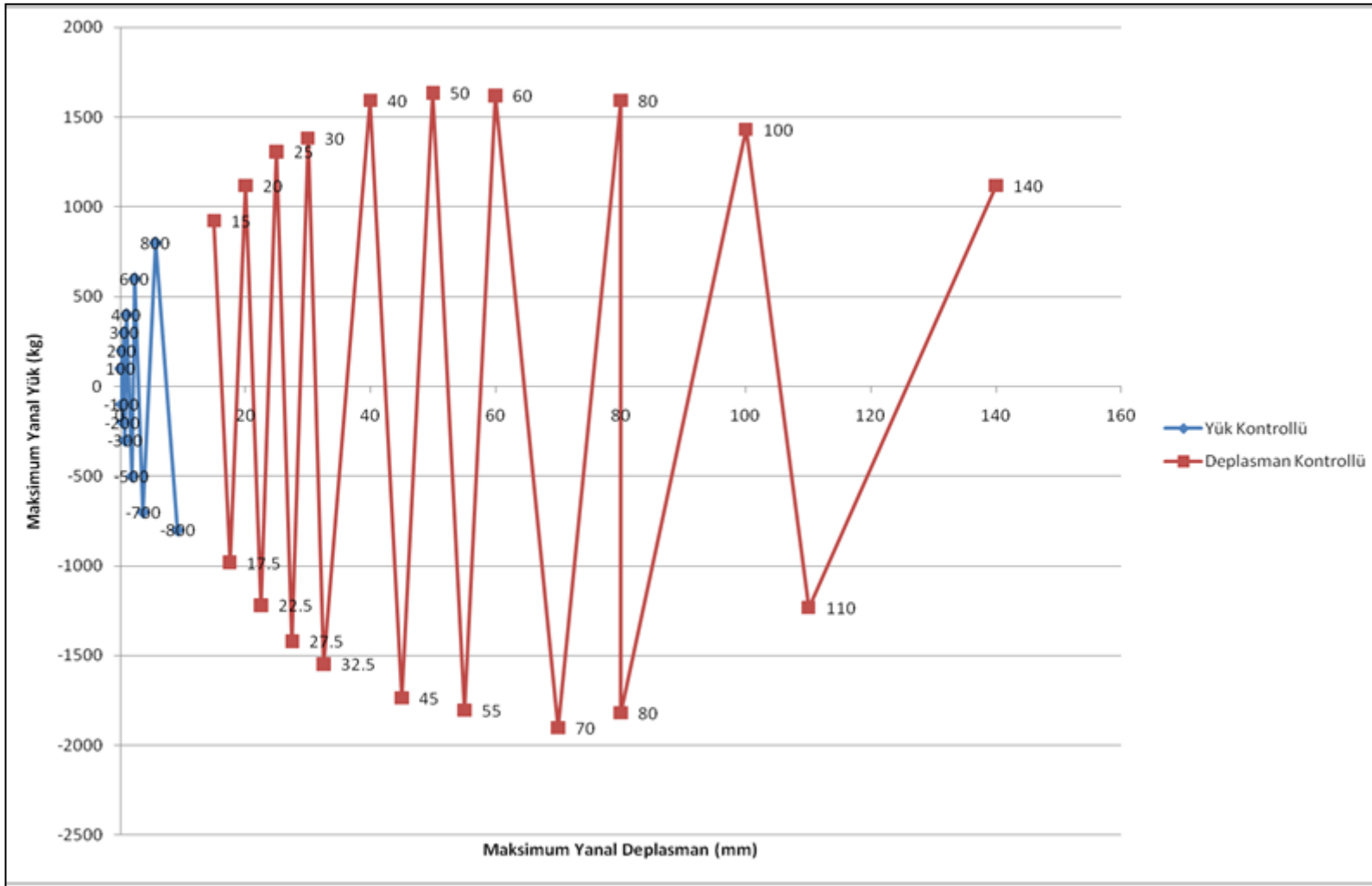


Şekil 184: Şam dolma dolgunun üzerine siva uygulanması



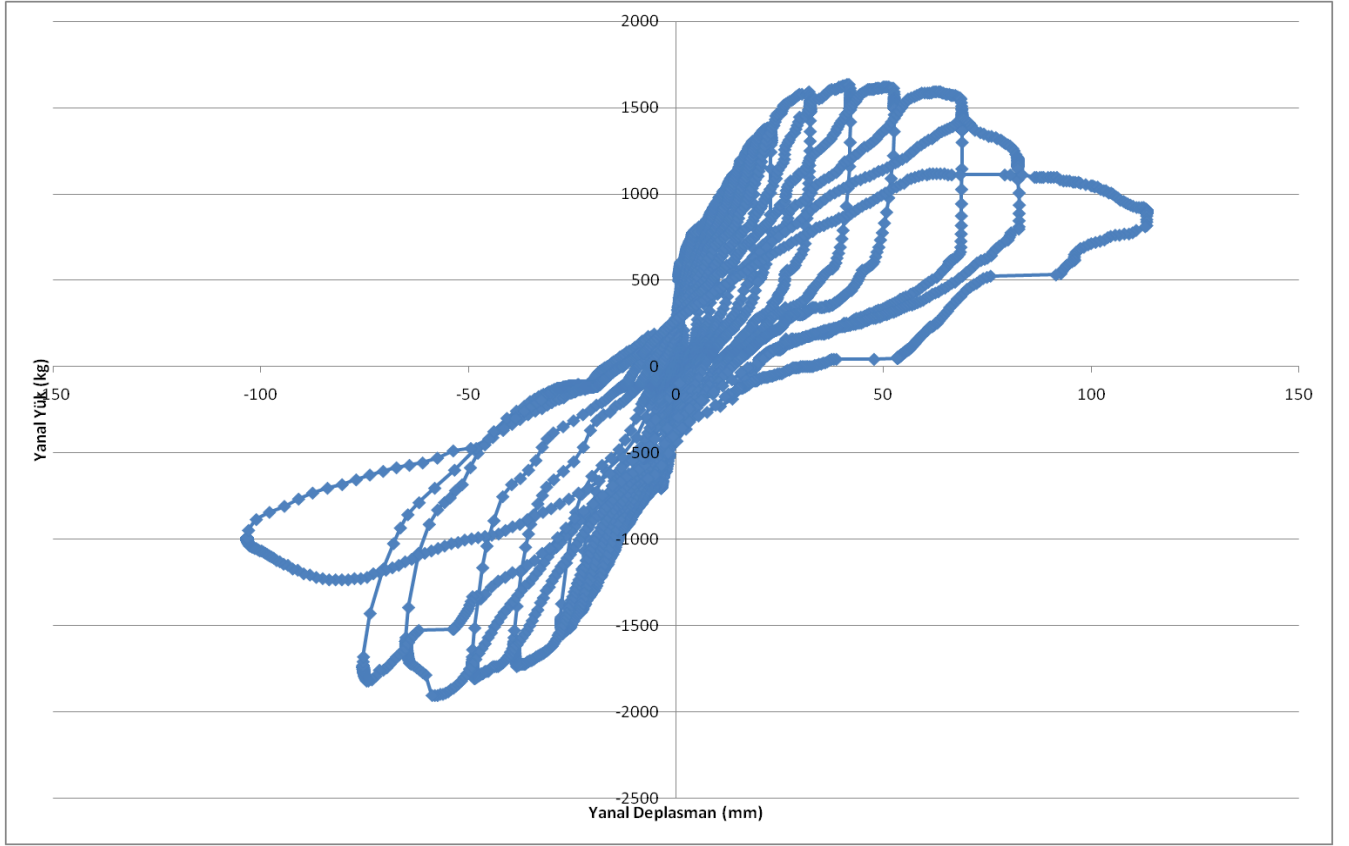
Şekil 185: Şam dolgu örgü ve sıvala işlemlerinin ardından çerçevenin son hali

Bu deneyde, ilk 2 adımda (bir itme ve bir çekme) yanal doğrultuda 800 kg değerindeki yüke ulaşıldıktan sonra deplasman kontrollü devam edilmiştir (Şekil 186).

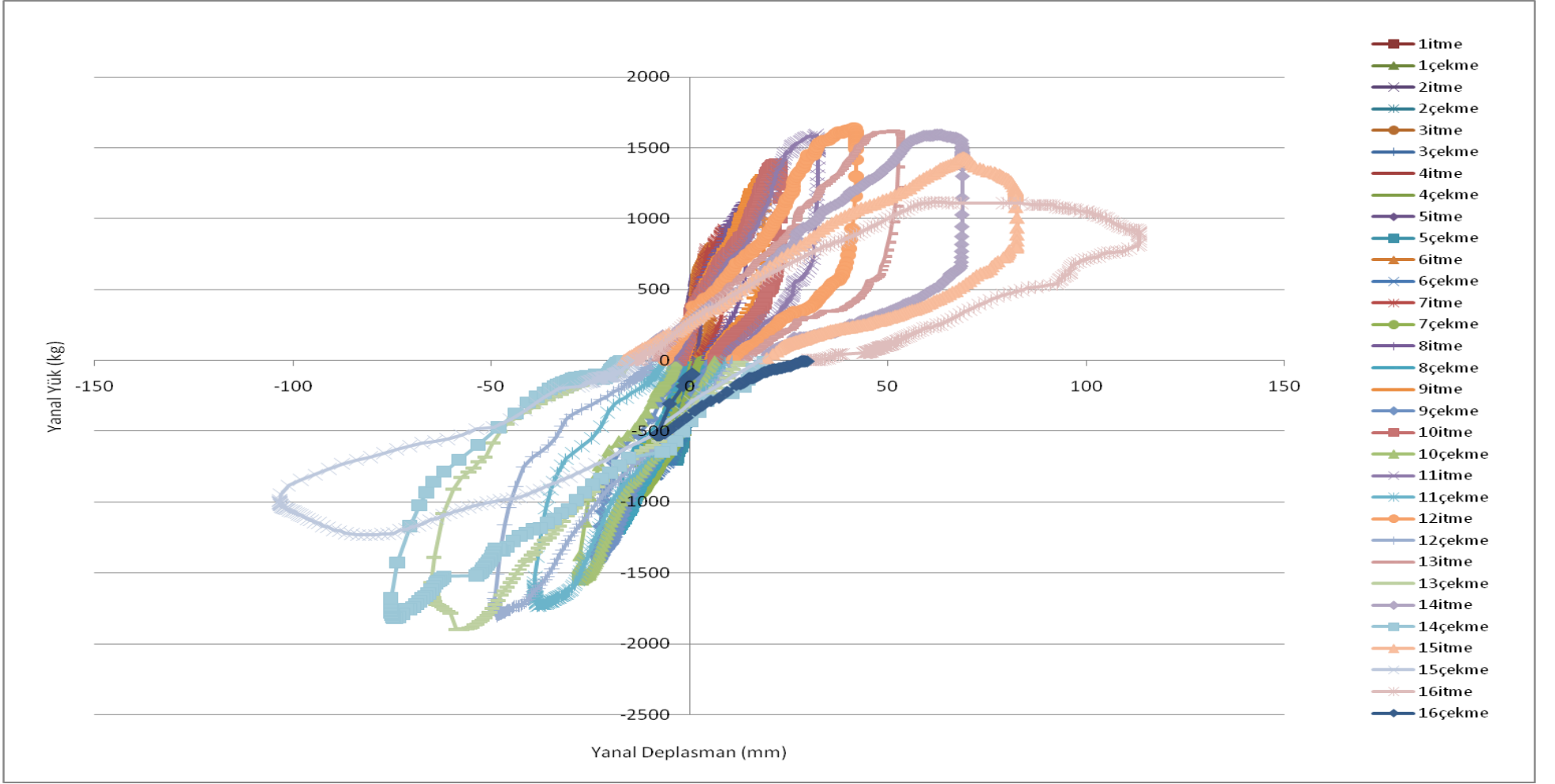


Şekil 186: Dolu halde test edilmiş üçüncü çerçeveye ait yükleme şeması

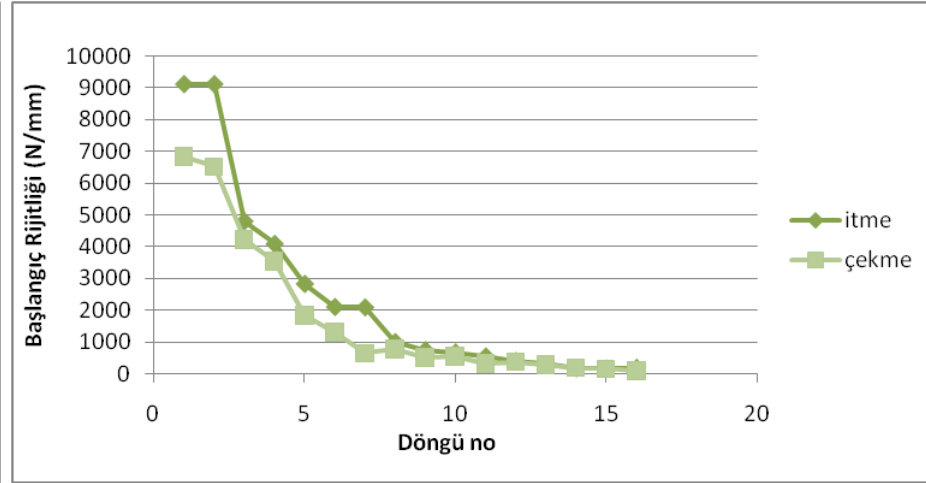
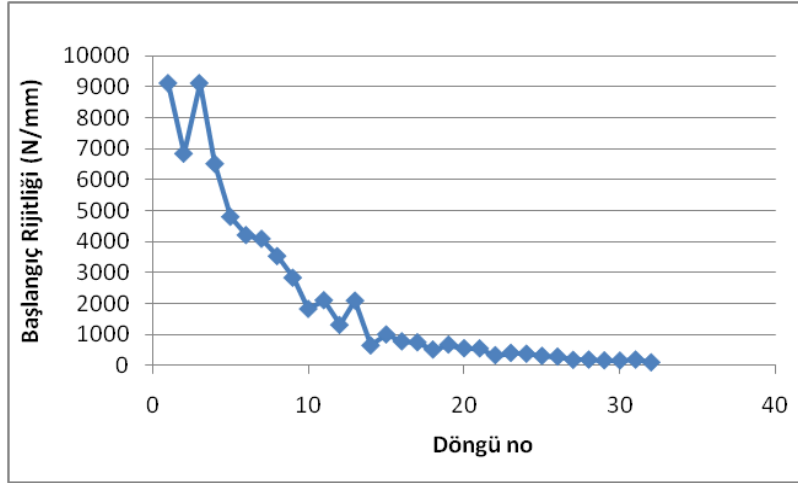
Buna göre elde edilen sonuçlar Şekil 187-188'de verilmektedir.



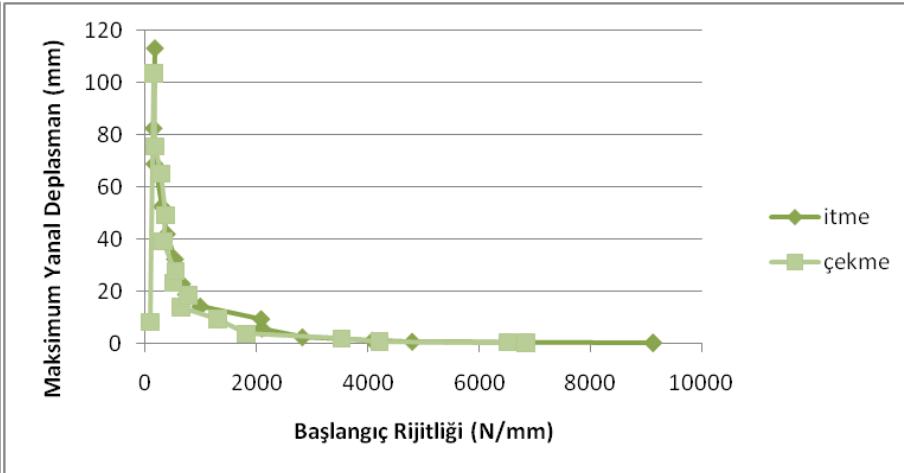
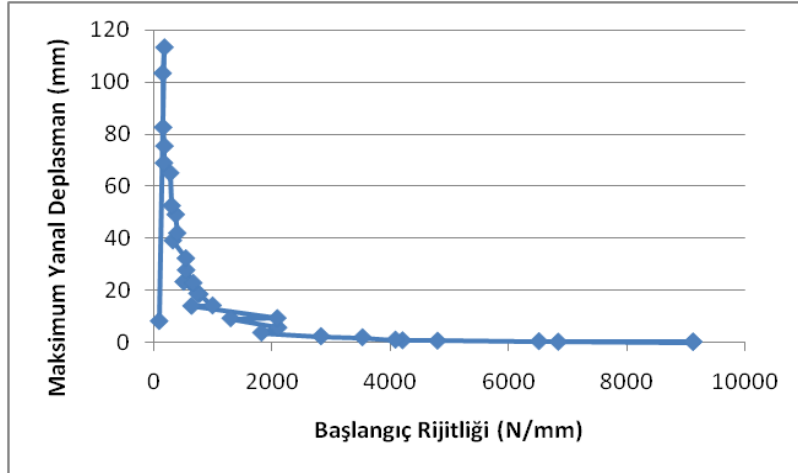
Şekil 187: Dolu halde test edilmiş üçüncü çerçeveye ait yanal yük - maksimum yanal deplasman grafiği



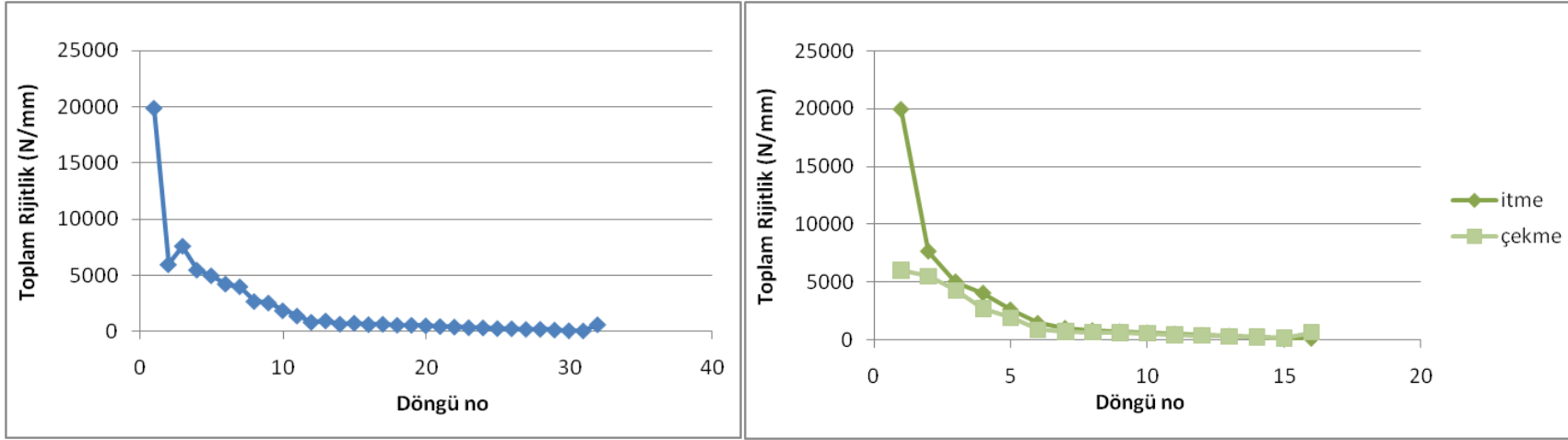
Şekil 188: Dolu halde test edilmiş üçüncü çerçeveye ait itme – çekme döngülerinin gösterildiği yanal yük - maksimum yanal deplasman grafiği
 Test sonucunda elde edilen yük, deplasman, rijitlik ve enerji değişimleri için bkz. Şekil 189-202.



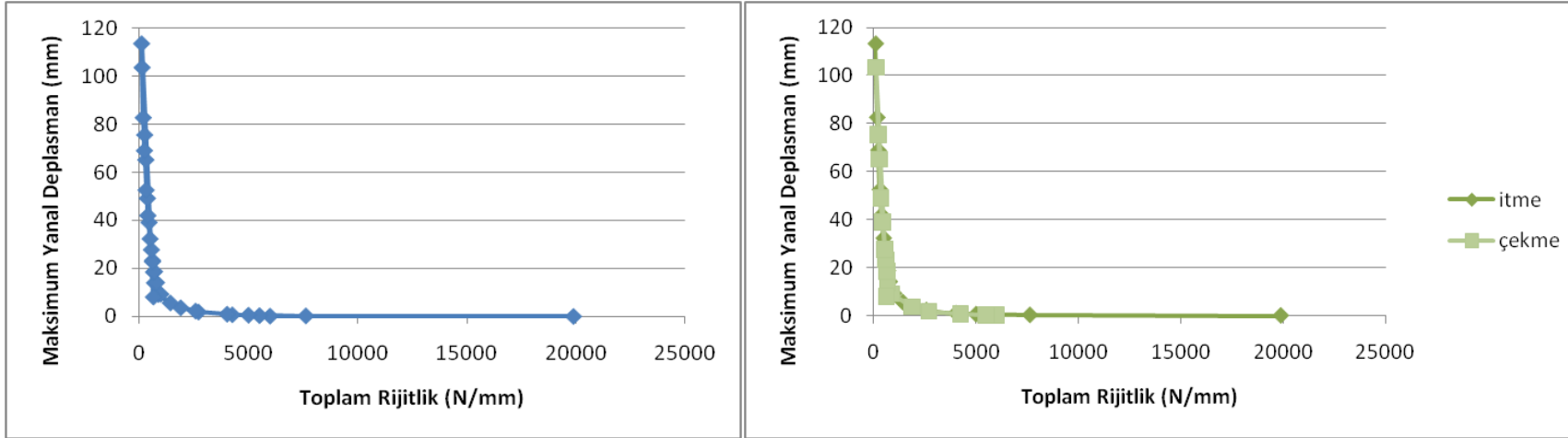
Şekil 189: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş başlangıç rijitliği değişimi



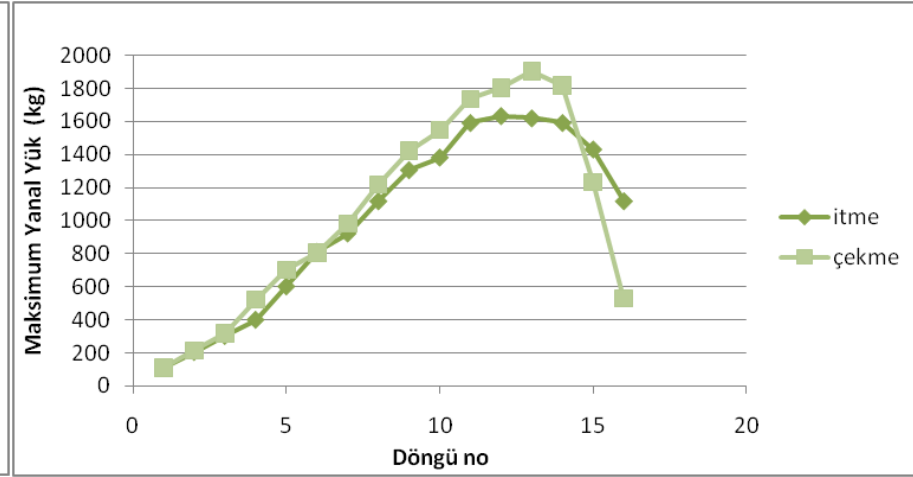
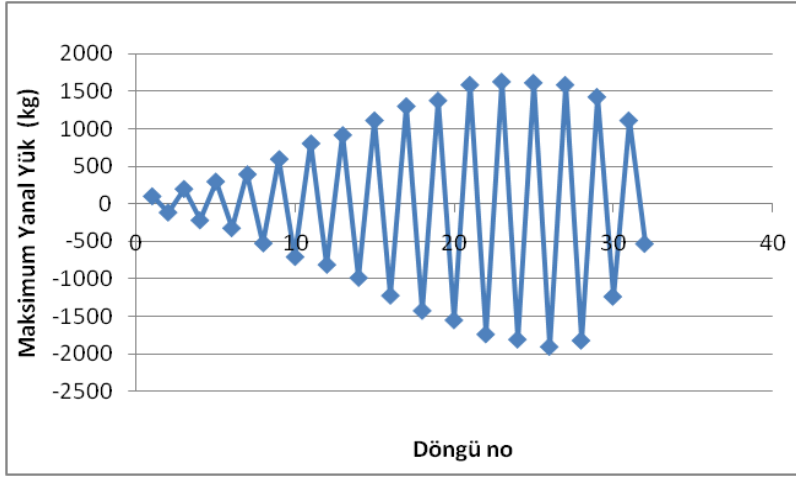
Şekil 190: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş, her bir adım başlangıç rijitliği - maksimum yanar deplasman değişimi



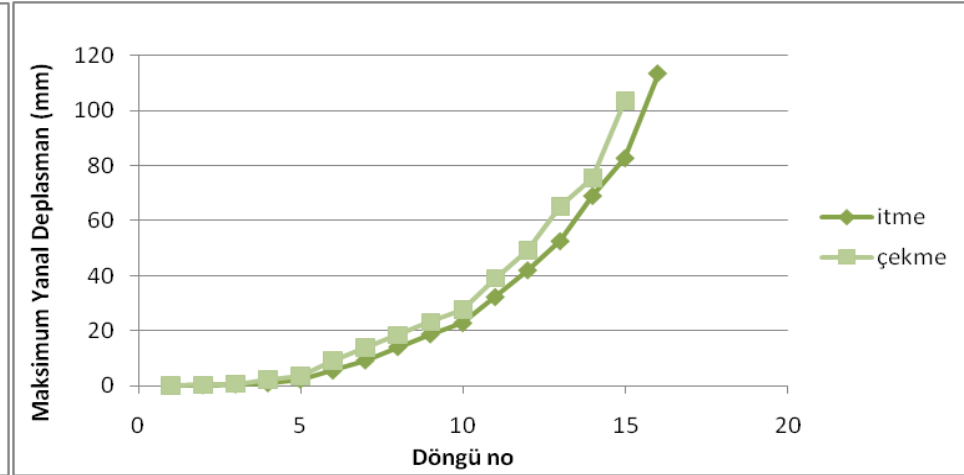
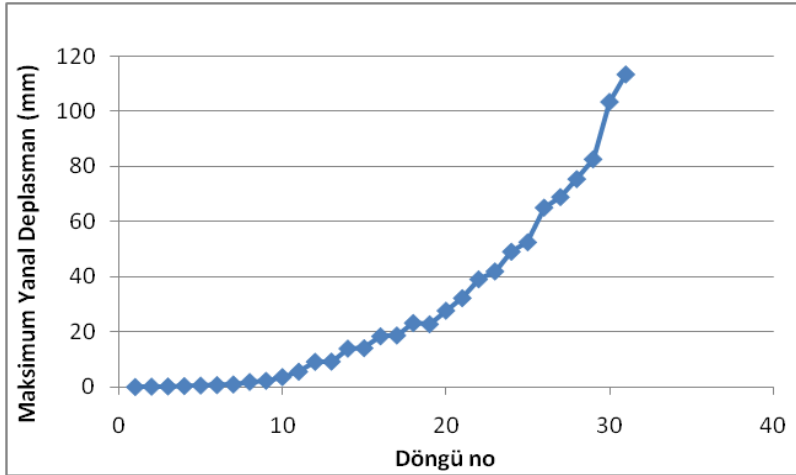
Şekil 191: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş toplam rijitlik değişimi



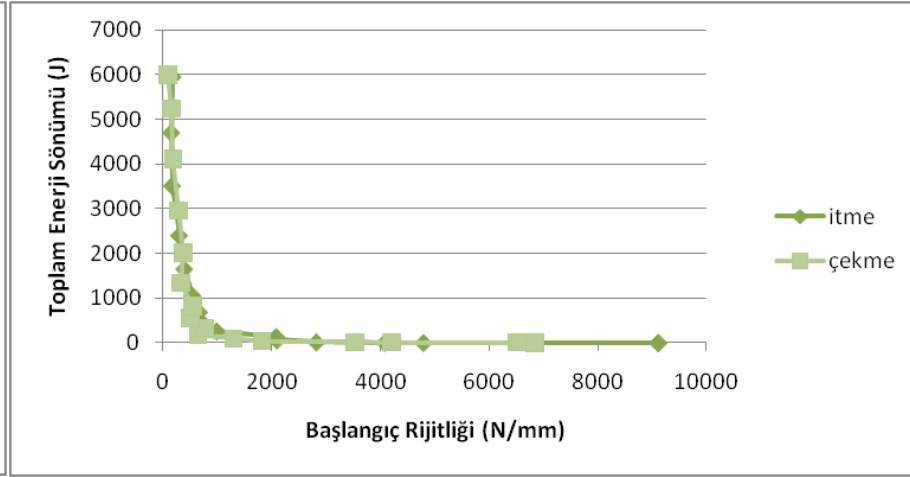
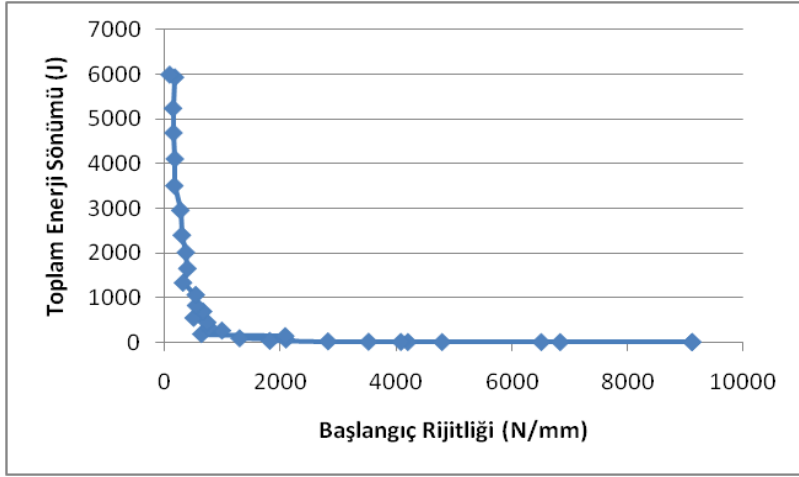
Şekil 192: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş, her bir adım toplam rijitlik - maksimum yanıl deplasman değişimi



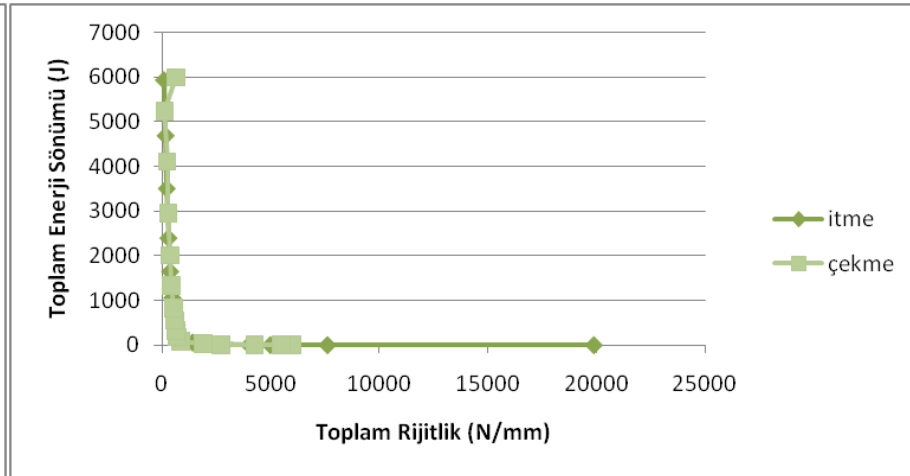
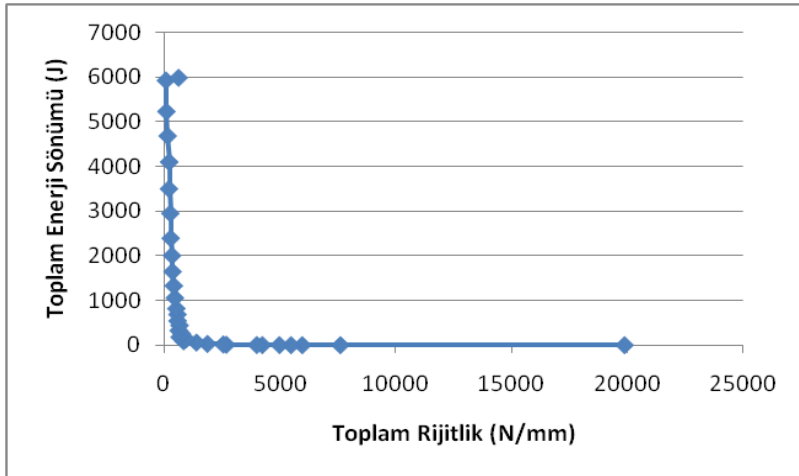
Şekil 193: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş maksimum yanıl yük değışimi



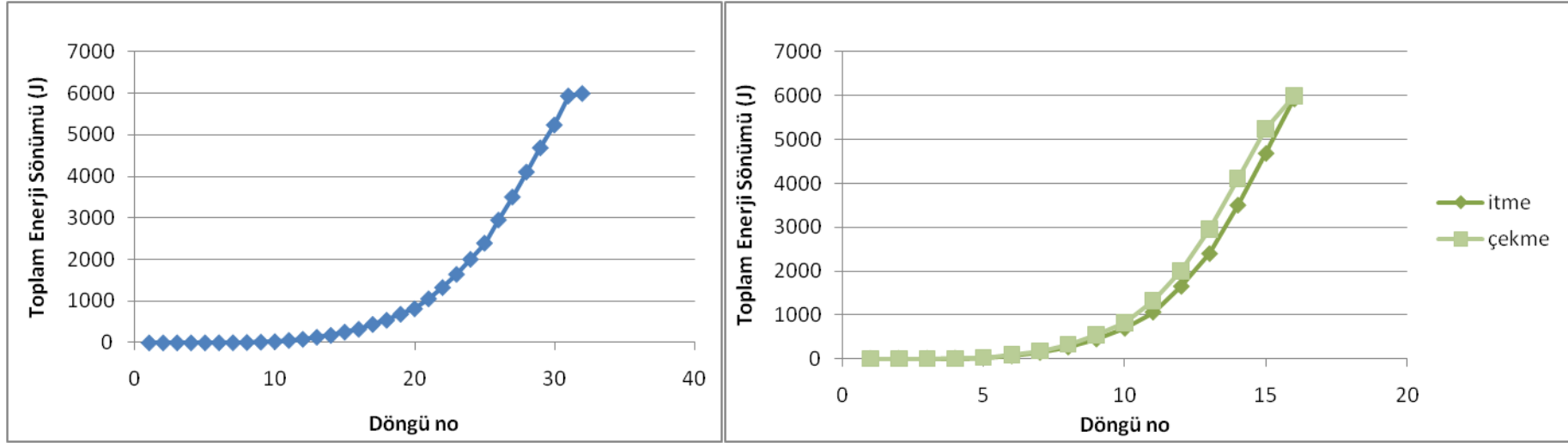
Şekil 194: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş her bir adım sonundaki maksimum yanıl deplasman değışimi



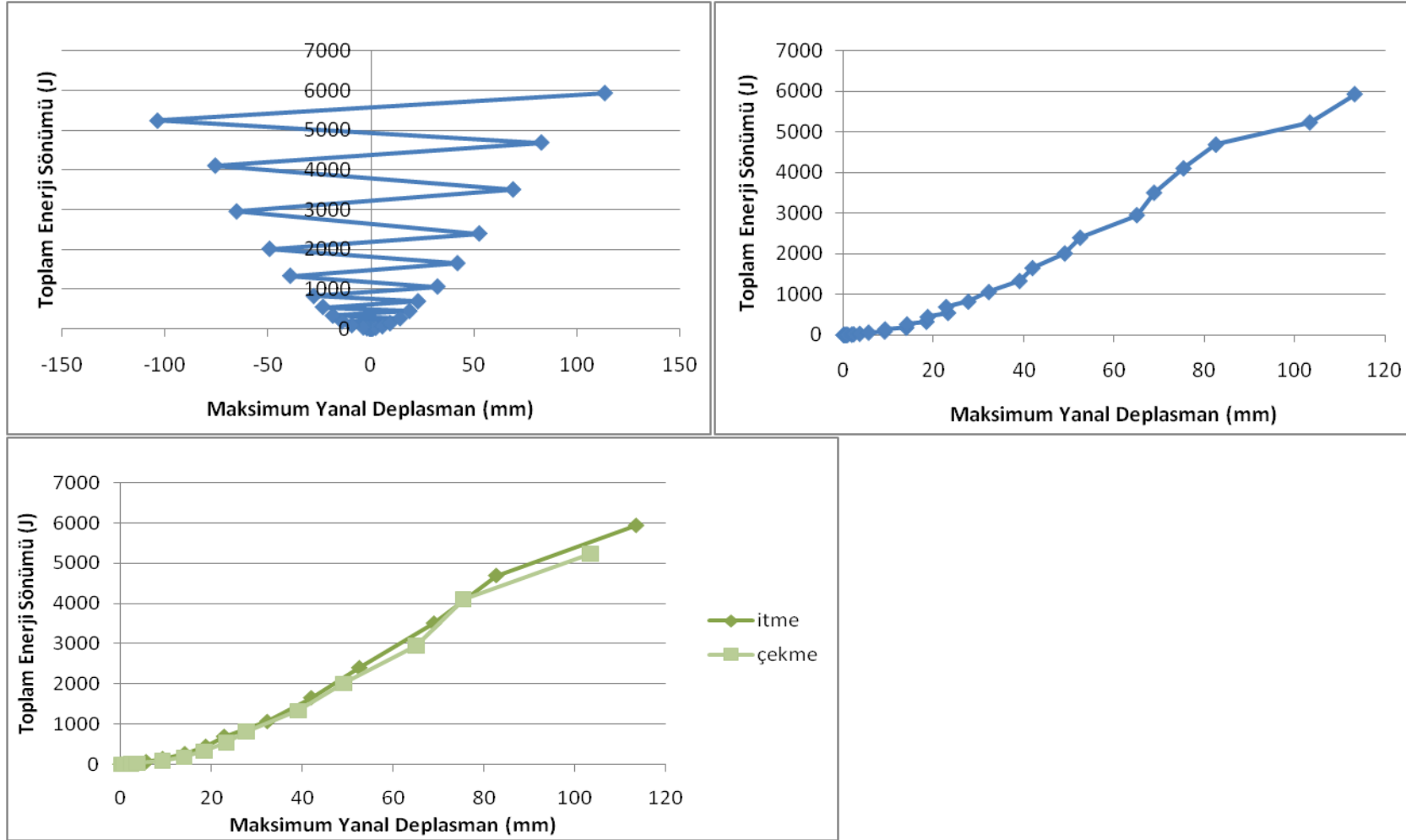
Şekil 195: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş, her bir adım başlangıç rijitliği - toplam enerji sönümü değişimi



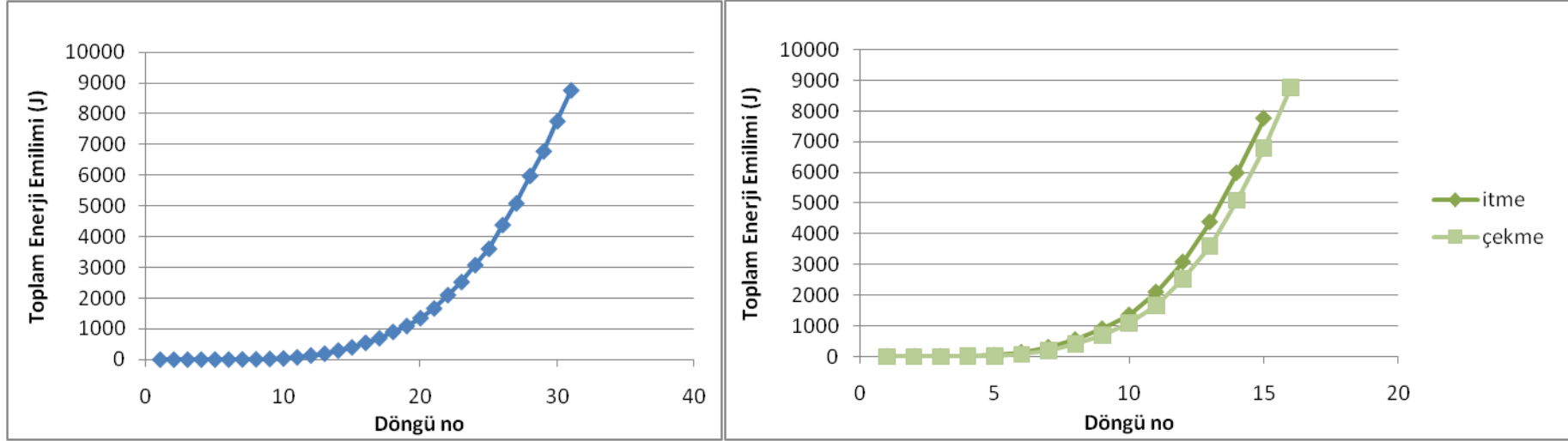
Şekil 196: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş, her bir adım toplam rijitlik - toplam enerji sönümü değişimi



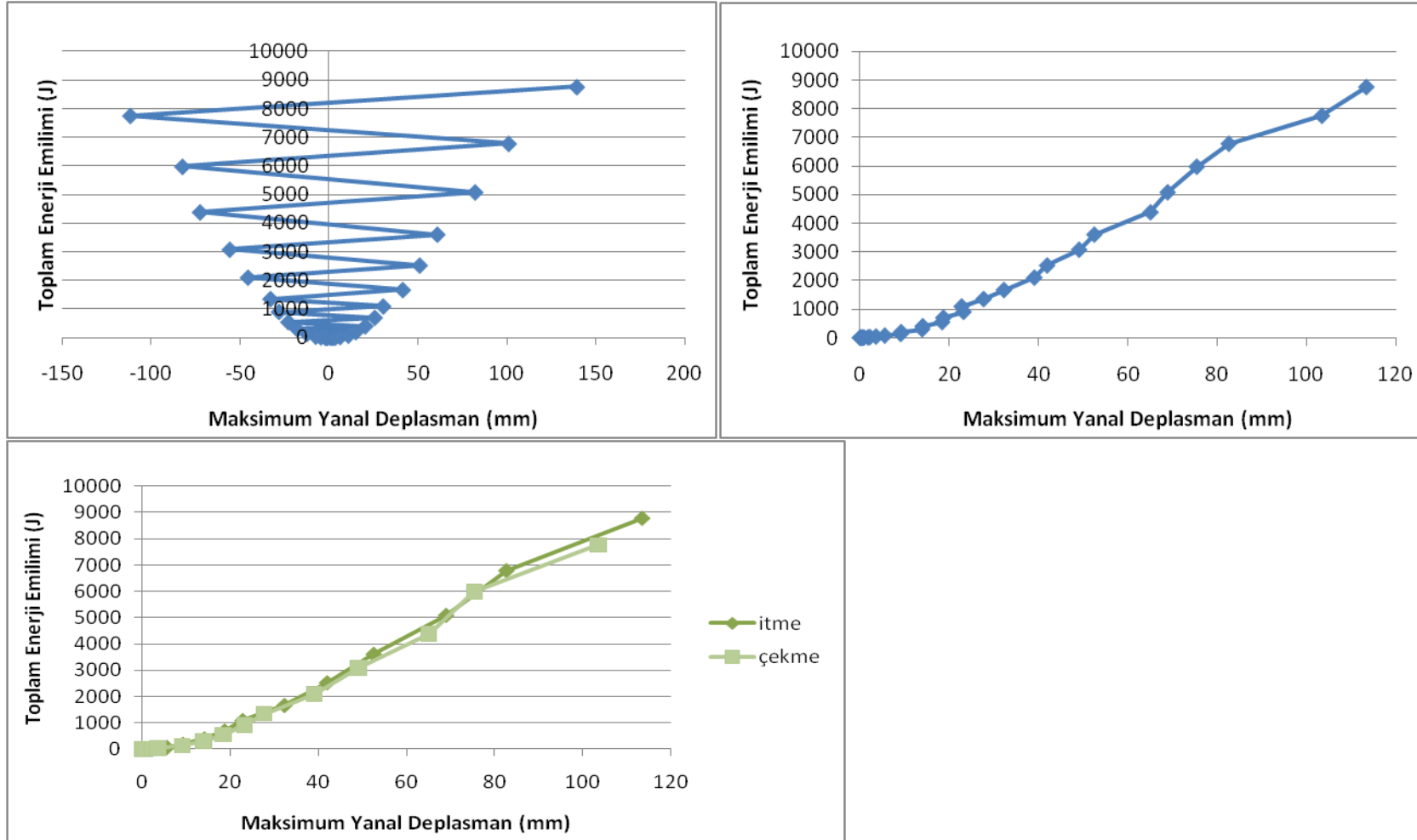
Şekil 197: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş her bir adım sonundaki toplam enerji sönümü



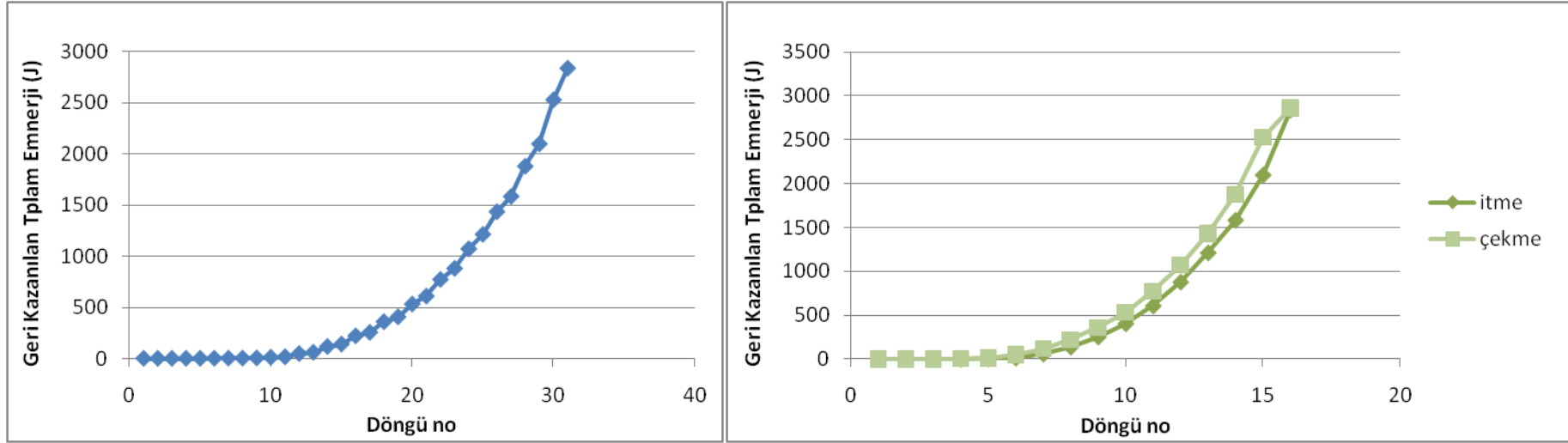
Şekil 198: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için (sırasıyla, pozitif itme / negatif çekme ve mutlak değer olarak) ayrı ayrı gösterilmiş, her bir adım sonundaki sönümlenmiş toplam enerji - maksimum yanıl deplasman değışimi



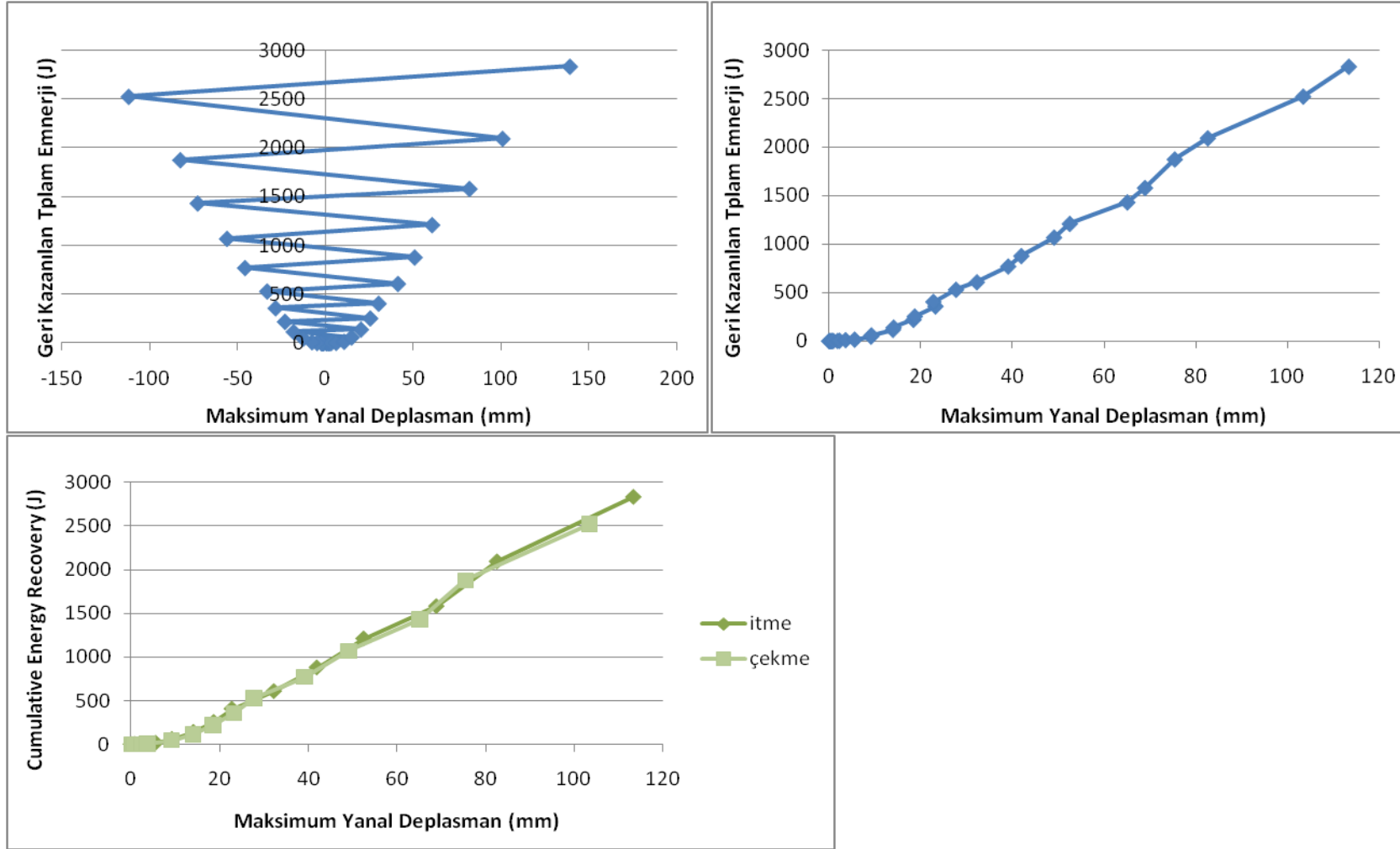
Şekil 199: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş her bir adım sonundaki toplam enerji emilimi



Şekil 200: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için (sırasıyla, pozitif itme / negatif çekme ve mutlak değer olarak) ayrı ayrı gösterilmiş, her bir adım sonundaki toplam enerji emilimi- maksimum yanıl deplasman değışimi



Şekil 201: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş her bir adım sonundaki geri kazanılmış toplam enerji



Şekil 202: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için (sırasıyla, pozitif itme / negatif çekme ve mutlak değer olarak) ayrı ayrı gösterilmiş, her bir adım sonundaki geri kazanılan toplam enerji - maksimum yanıl deplasman değışimi

1.15. DOLU HALDE TEST EDİLMİŞ DÖRDÜNCÜ ÇERÇEVENİN DENEYİNDEN ELDE EDİLEN SONUÇLAR

Daha önce içi boş olarak test edilen dördüncü çerçeve, hasar gören bağlantıları orijinalinde sahip olduğu sayıda çivi kullanılarak onarılmış ve ardından tuğla ile doldurulup sıvanmıştır (Şekil 203-204).

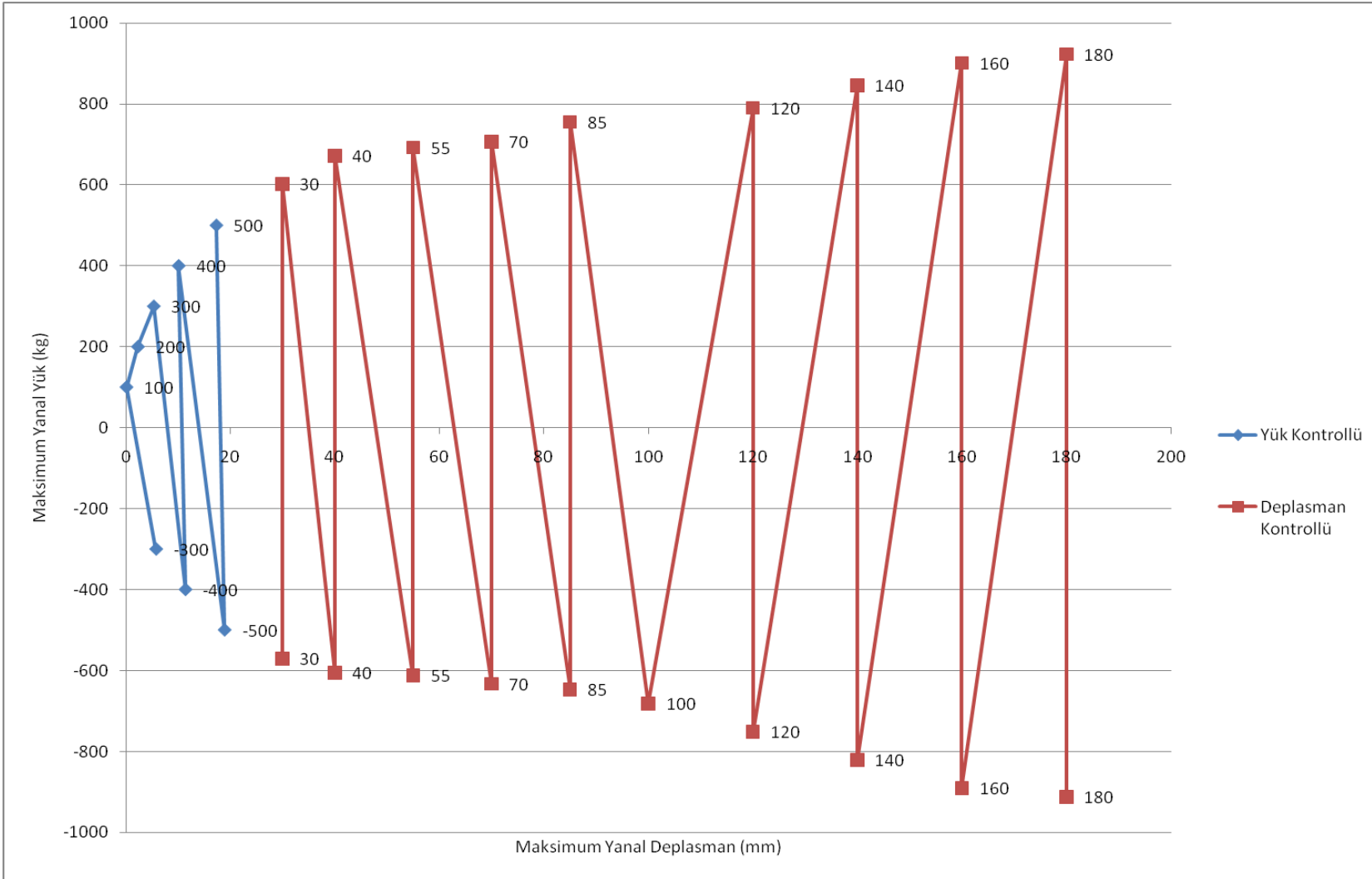


Şekil 203: Dolgunun örülmesi işlemi



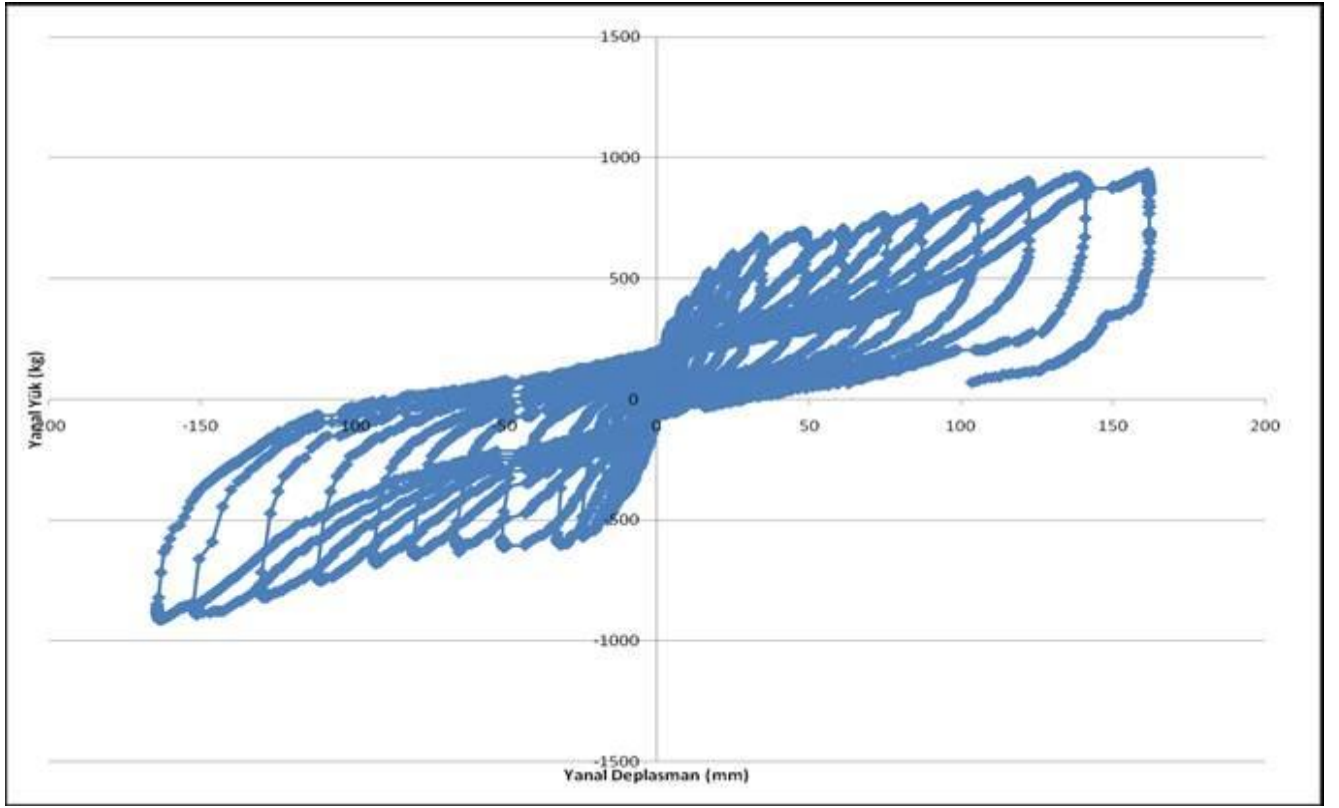
Şekil 204: Çerçevenin tuğla örgü ile doldurulup sıvandığından sonraki son hali

Bu deneyde çerçeveye etkiyen yanal yüklemeye çekme yönünde başlatılmış, daha sonraki üç adımda ise, itme yönünde, her defasında yük tamamen boşaltılmak suretiyle 100, 200 ve 300 kg gidilmiştir. Ardından, her ardışık itme ve çekme adımında 100 kg artırılarak 500 kg'a değerine ulaşılmıştır. Yük kontrollü gidilen bu aşamanın ardından, deneye deplasman kontrollü devam edilmiştir (Şekil 205).

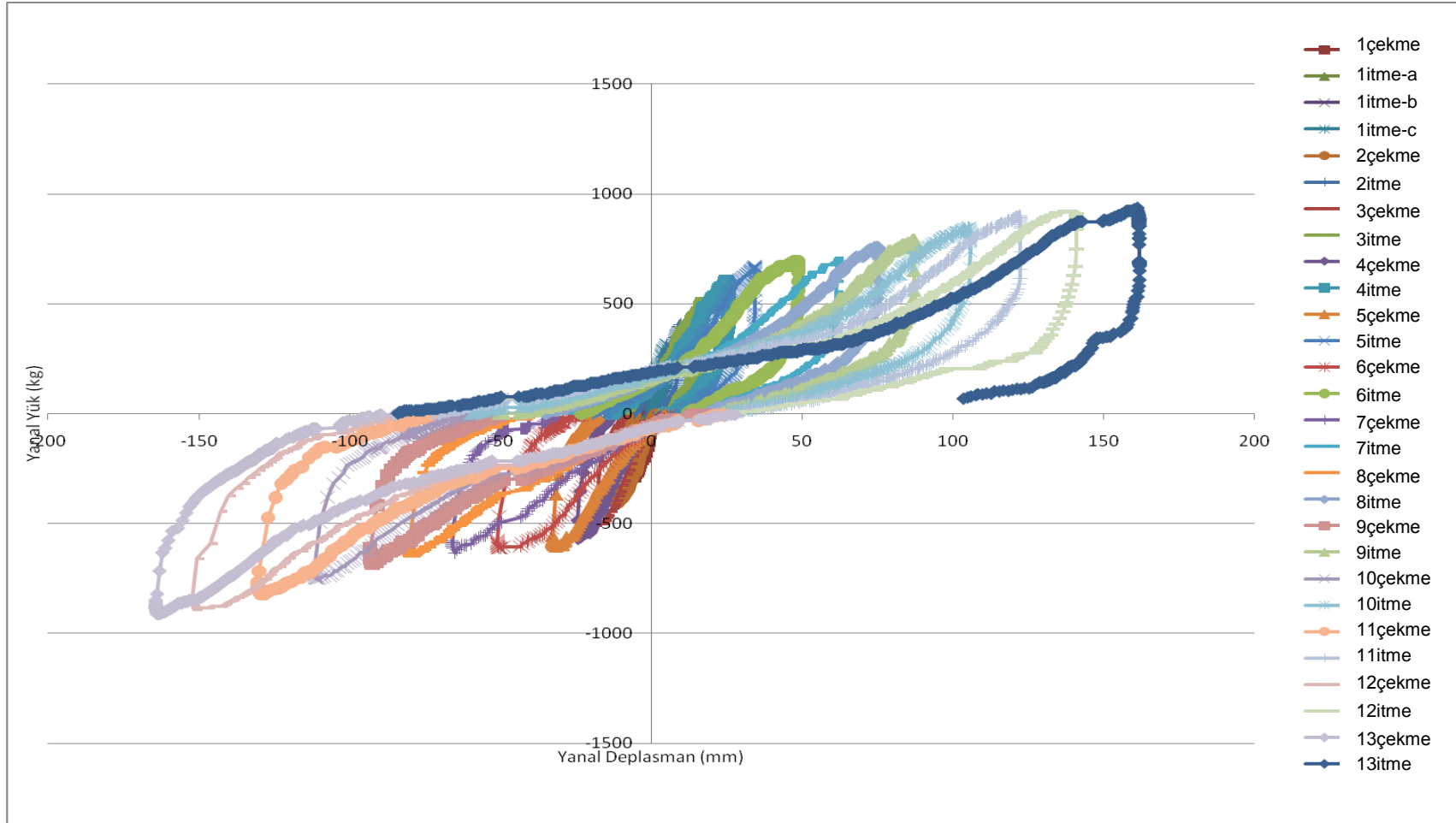


Şekil 205: Dolu halde test edilmiş dördüncü çerçeveye ait yükleme şeması

Buna göre, elde edilen sonuçlar Şekil 206 ve 207’de gösterilmektedir.

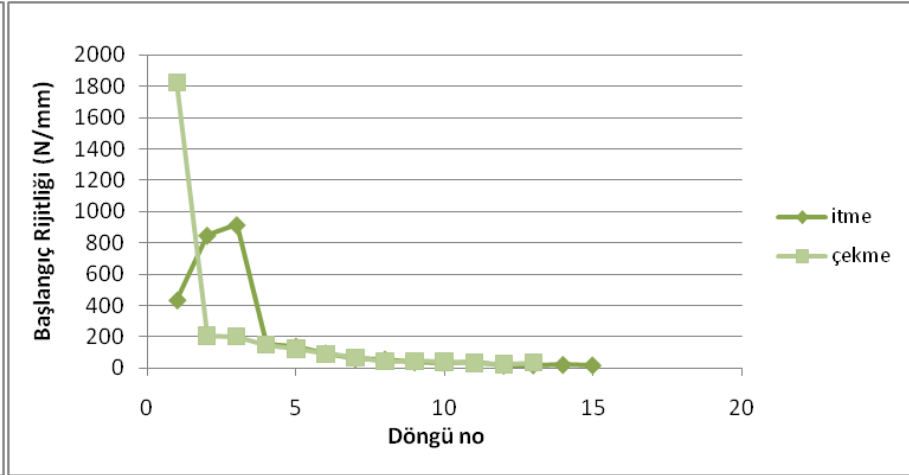
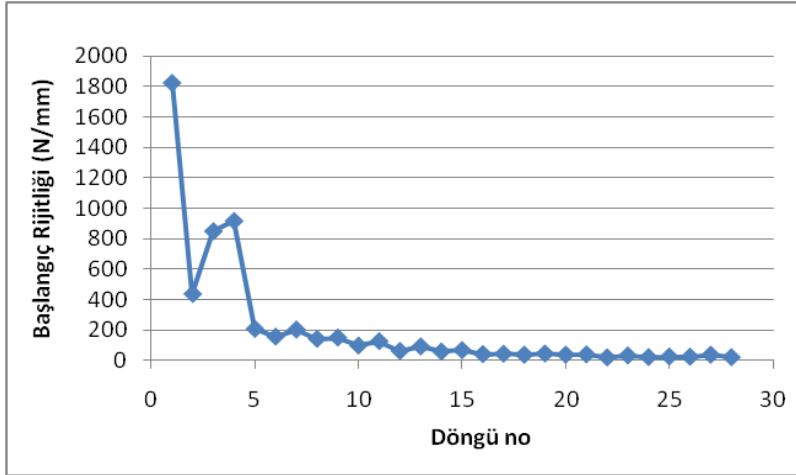


Şekil 206: Dolu halde test edilmiş dördüncü çerçeve için yanıl yük - maksimum yanıl deplasman grafiği

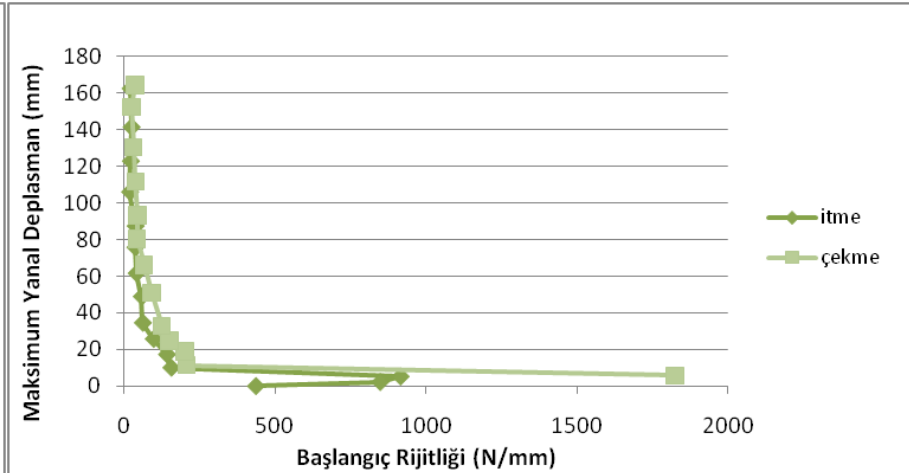
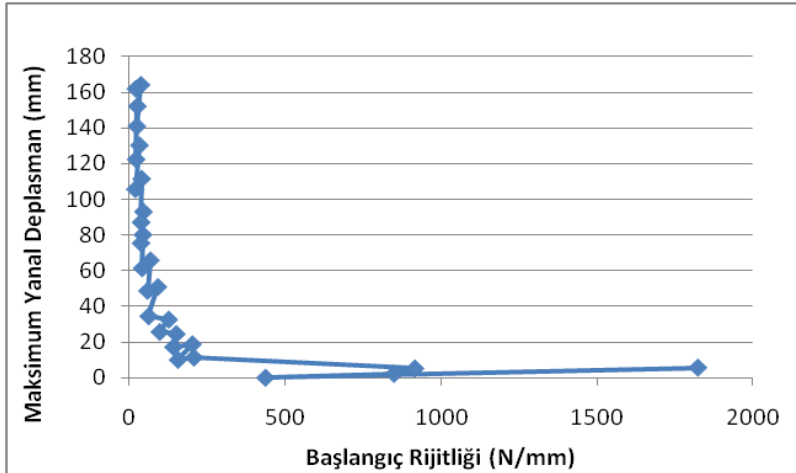


Şekil 207: Dolu halde test edilmiş dördüncü çerçeveye ait itme – çekme döngülerinin gösterildiği yanal yük - maksimum yanal deplasman grafiği

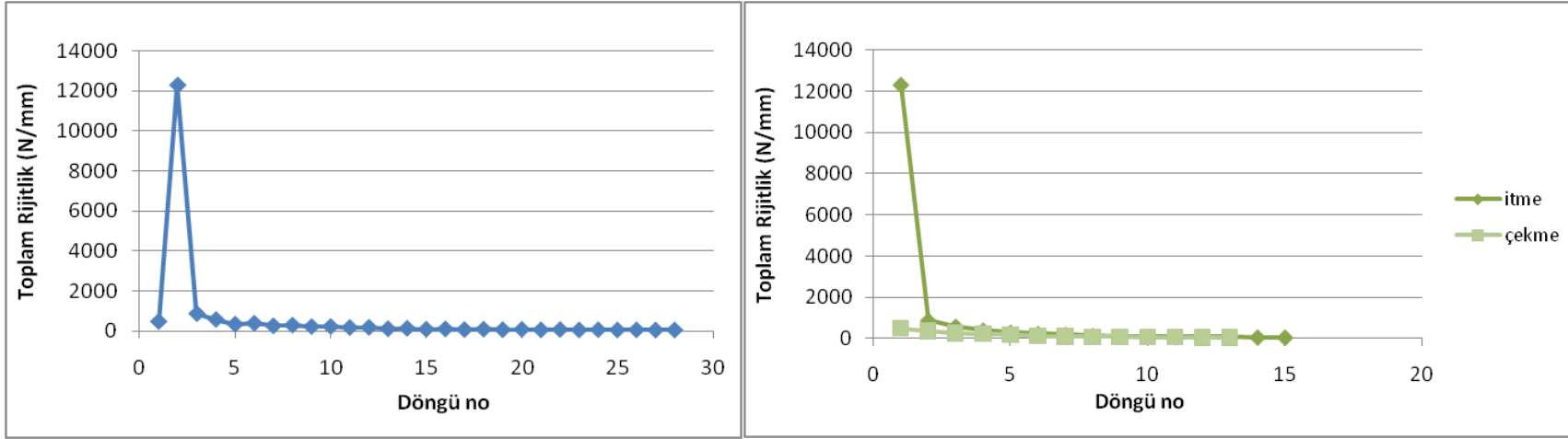
Test sonucunda elde edilen yük, deplasman, rijitlik ve enerji değişimleri için bkz. Şekil 208-221.



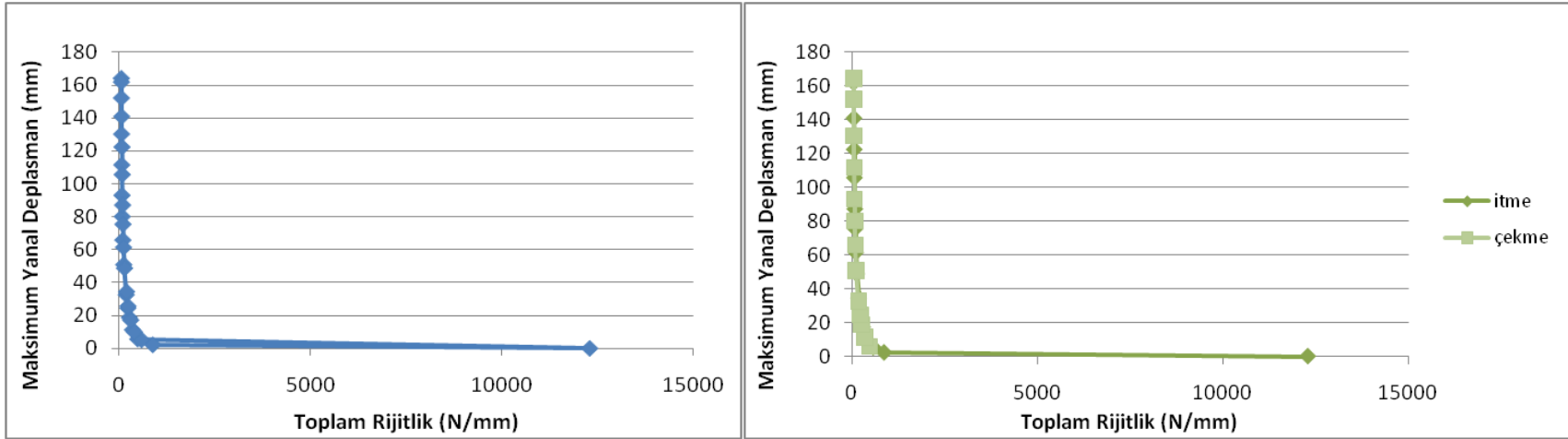
Şekil 208: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş başlangıç rijitliği değişimi



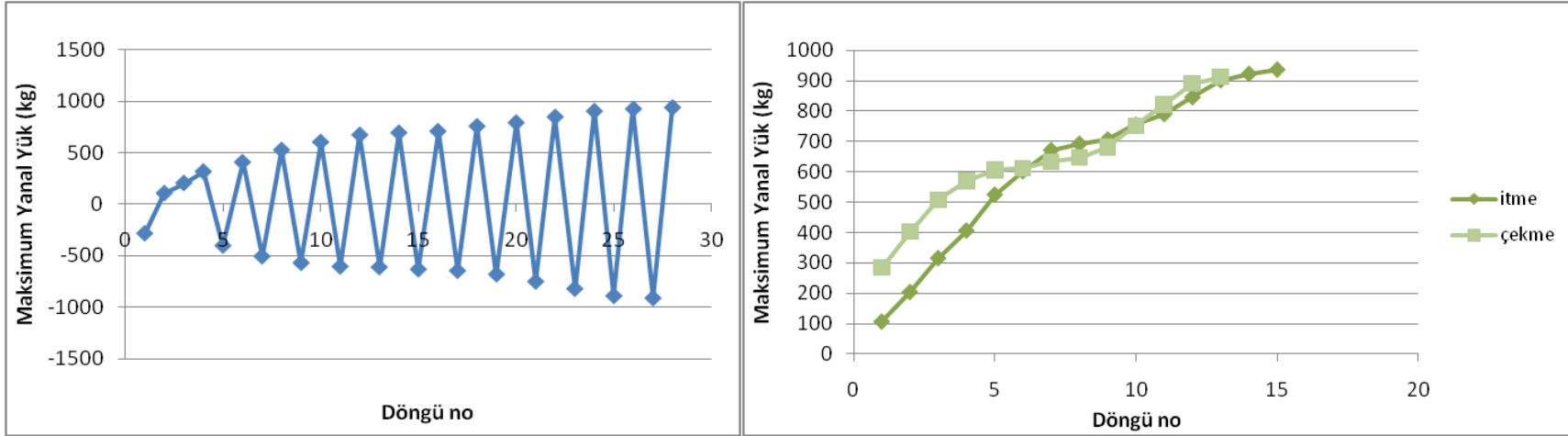
Şekil 209: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş, her bir adım başlangıç rijitliği - maksimum yanıl deplasman değişimi



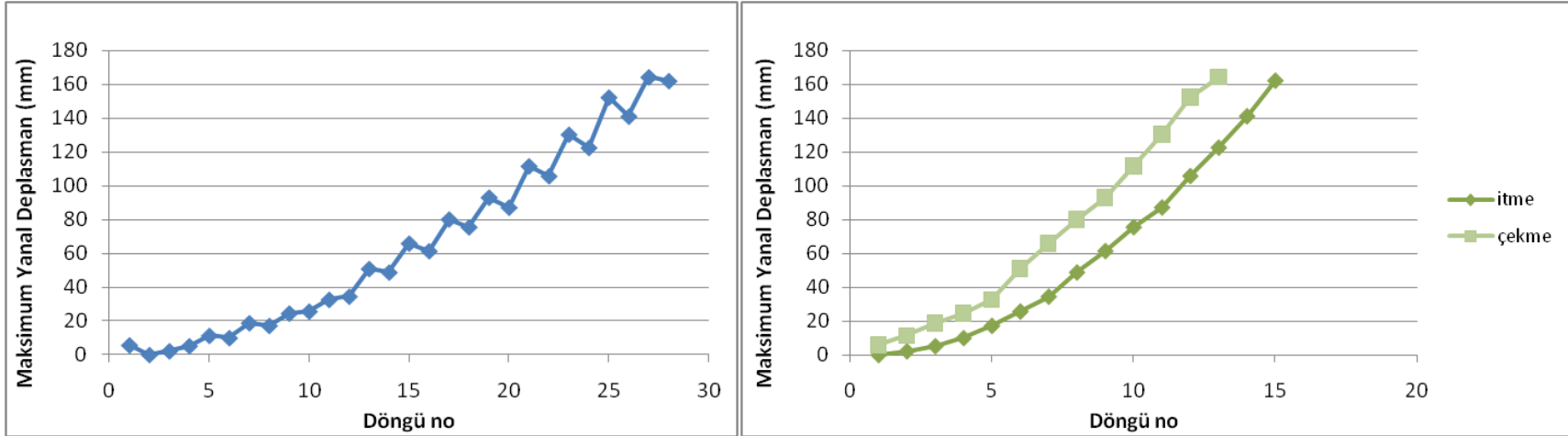
Şekil 210: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş toplam rijitlik değişimi



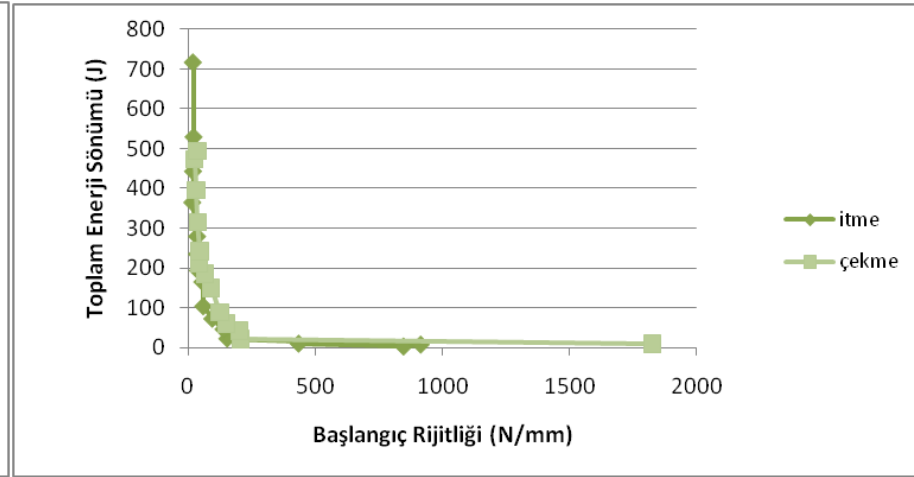
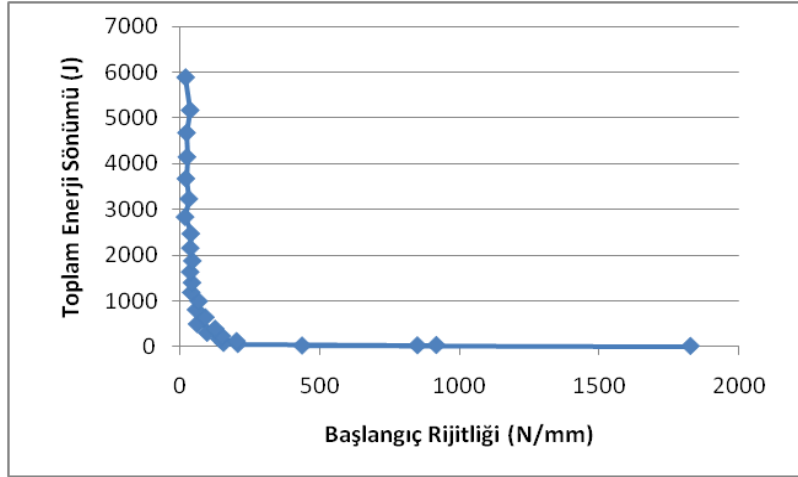
Şekil 211: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş, her bir adım toplam rijitlik - maksimum yanal deplasman değişimi



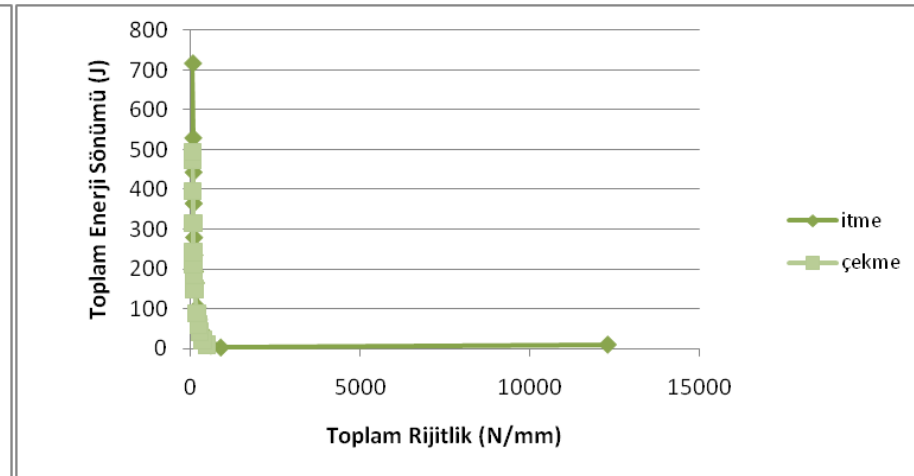
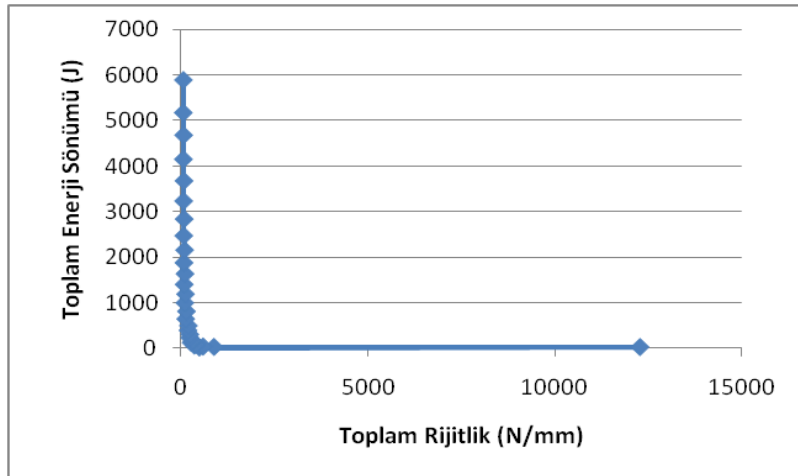
Şekil 212: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş maksimum yanıl yük değışimi



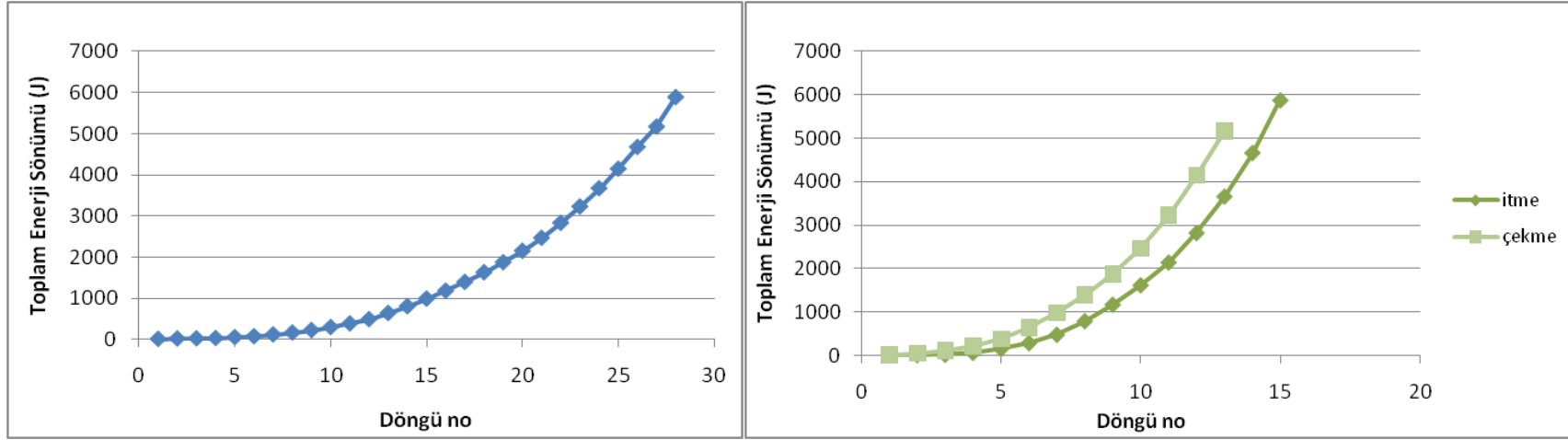
Şekil 213: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş her bir adım sonundaki maksimum yanıl deplasman değışimi



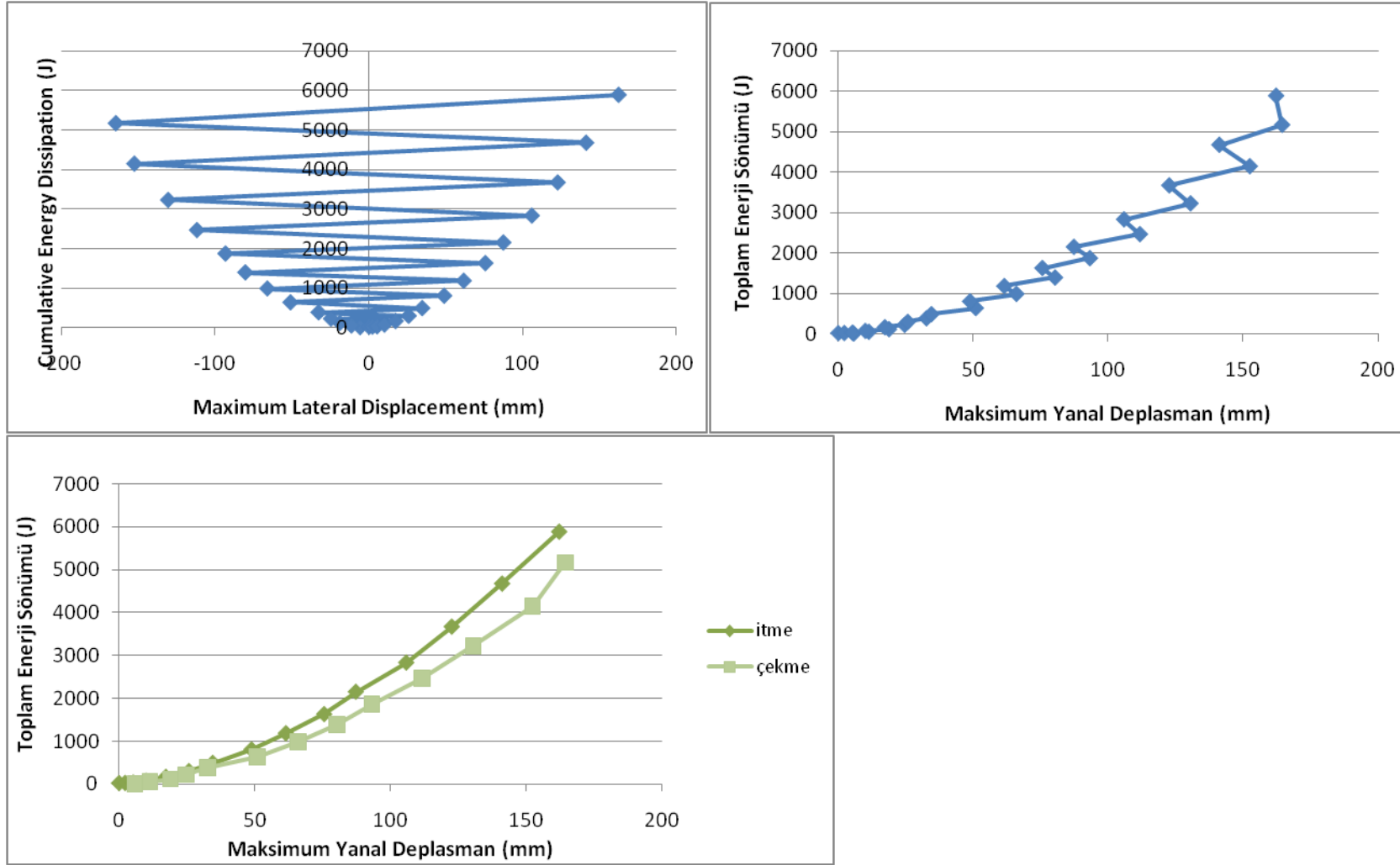
Şekil 214: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş, her bir adım başlangıç rijitliği - toplam enerji sönümü değişimi



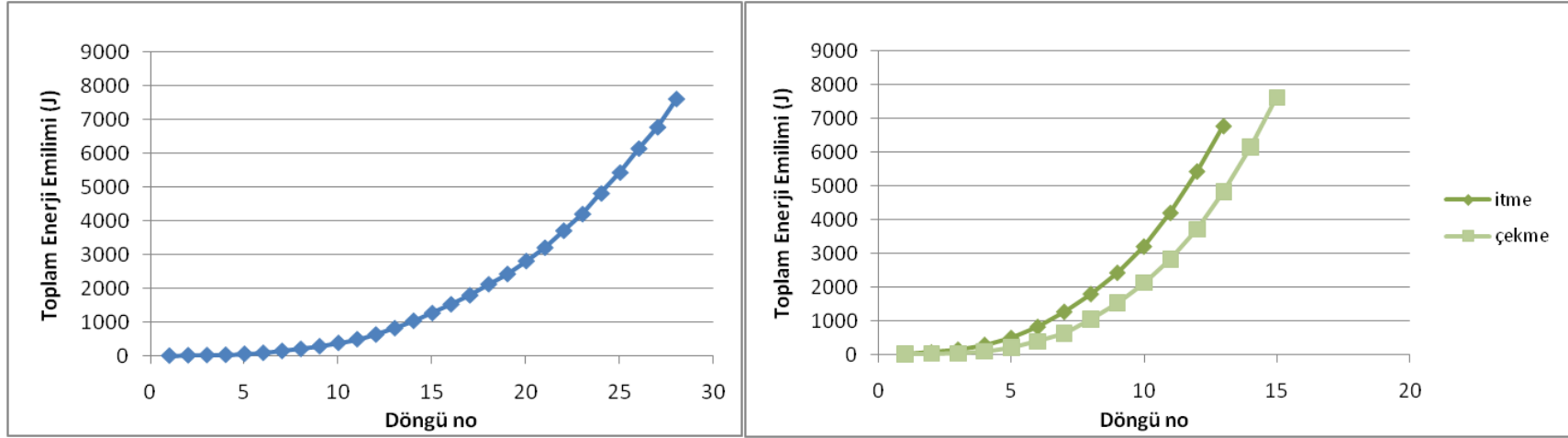
Şekil 215: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş, her bir adım toplam rijitlik - toplam enerji sönümü değişimi



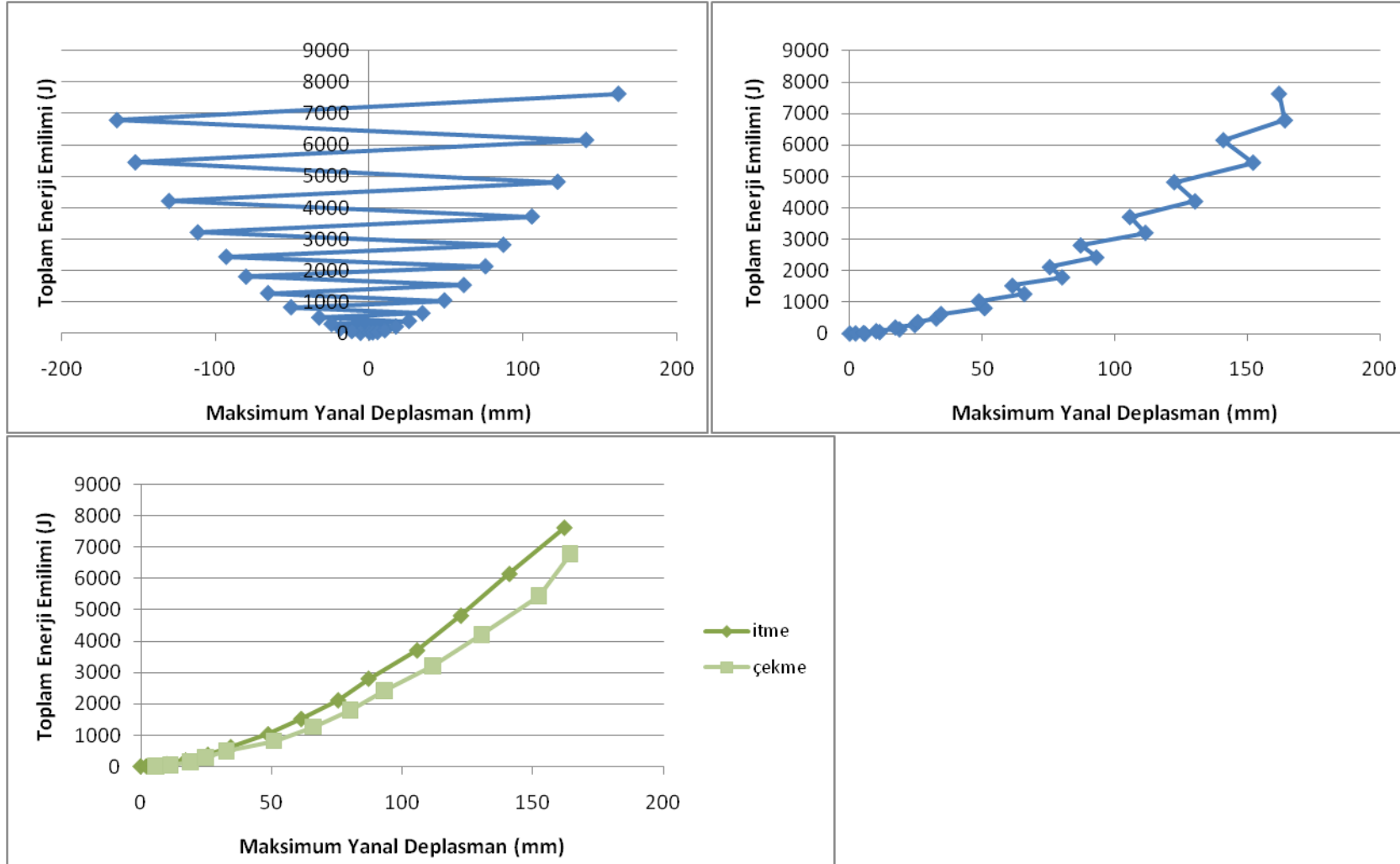
Şekil 216: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş her bir adım sonundaki toplam enerji sönümü



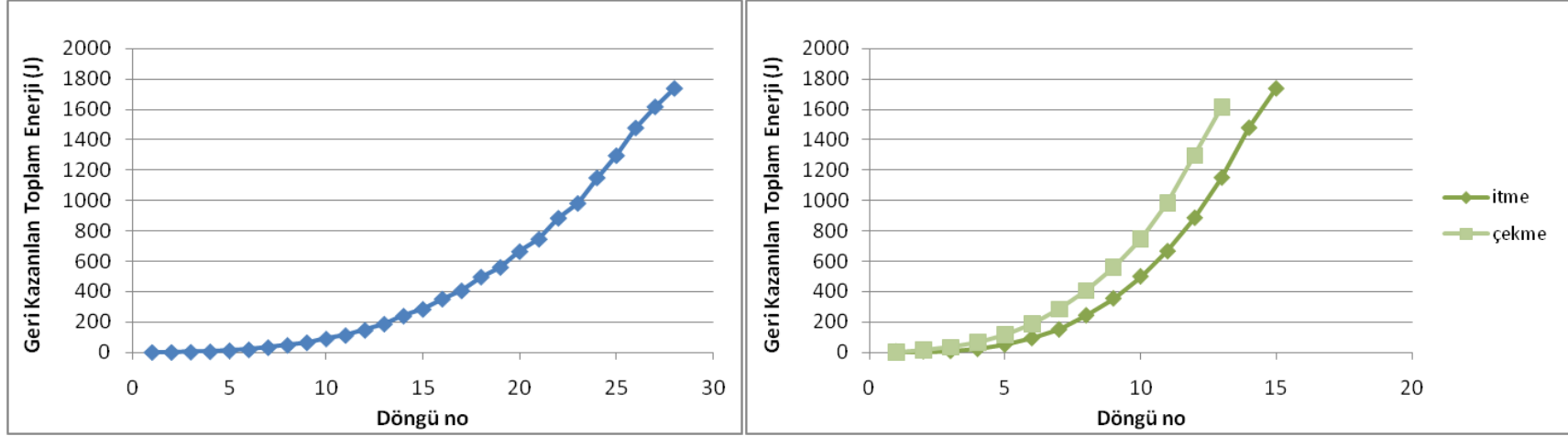
Şekil 217: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için (sırasıyla, pozitif itme / negatif çekme ve mutlak değer olarak) ayrı ayrı gösterilmiş, her bir adım sonundaki sönümlenmiş toplam enerji - maksimum yanal deplasman değişimi



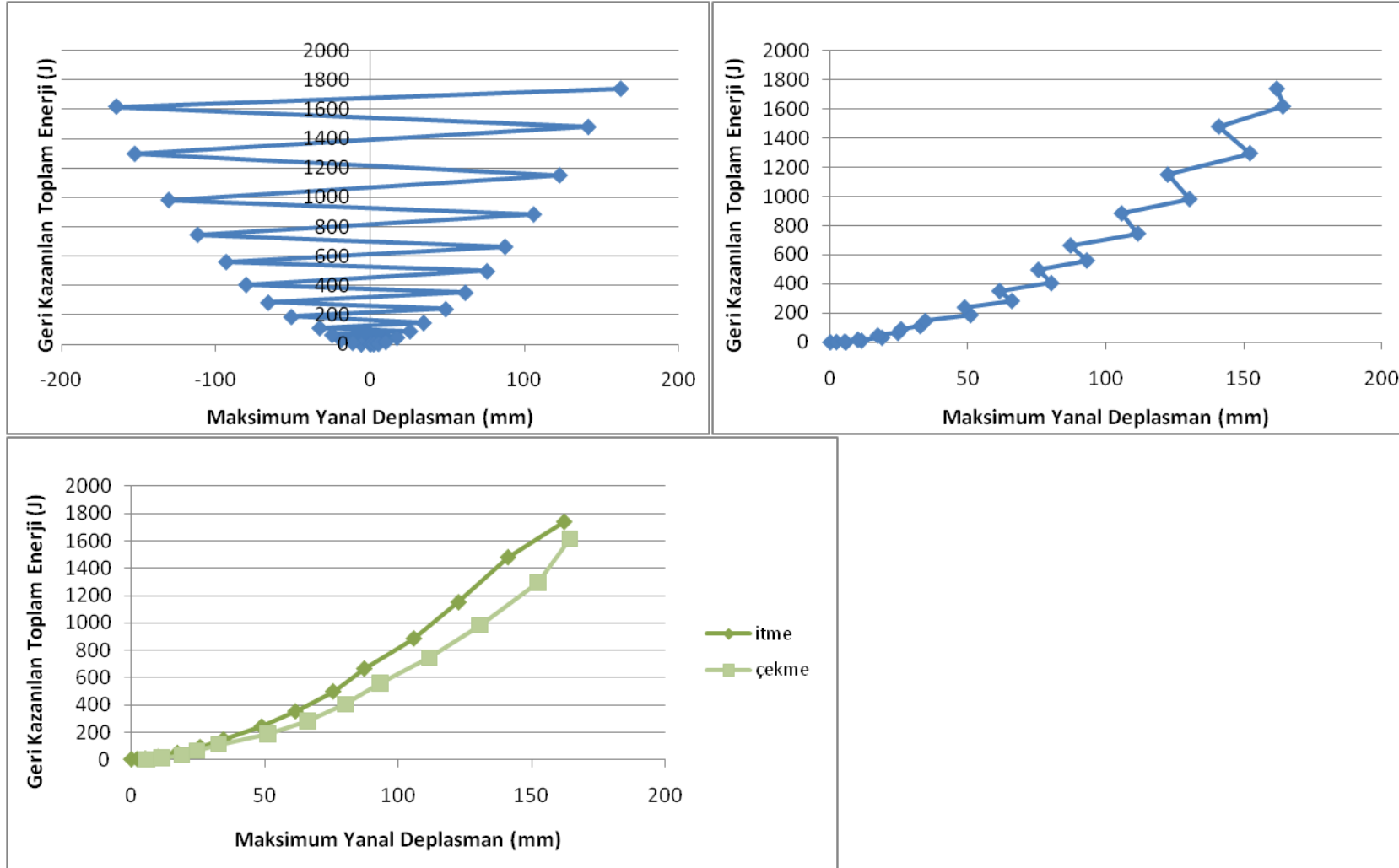
Şekil 218: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş her bir adım sonundaki toplam enerji emilimi



Şekil 219: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için (sırasıyla, pozitif itme / negatif çekme ve mutlak değer olarak) ayrı ayrı gösterilmiş, her bir adım sonundaki toplam enerji emilimi- maksimum yanal deplasman değişimi



Şekil 220: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş her bir adım sonundaki geri kazanılmış toplam enerji



Şekil 221: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için (sırasıyla, pozitif itme / negatif çekme ve mutlak değer olarak) ayrı ayrı gösterilmiş, her bir adım sonundaki geri kazanılan toplam enerji - maksimum yanıl deplasman değışim

Test sonrasında, sıva çatlakları ve boş test edilen çerçevelerde de gözlemlenmiş olan bağlantı açılmaları gözlemlenmiştir (Şekil 222-223).



Şekil 222: Bağlantılarda gerçekleşen açılmalar



Şekil 223: Deney sırasında sıvaların dökülmesi

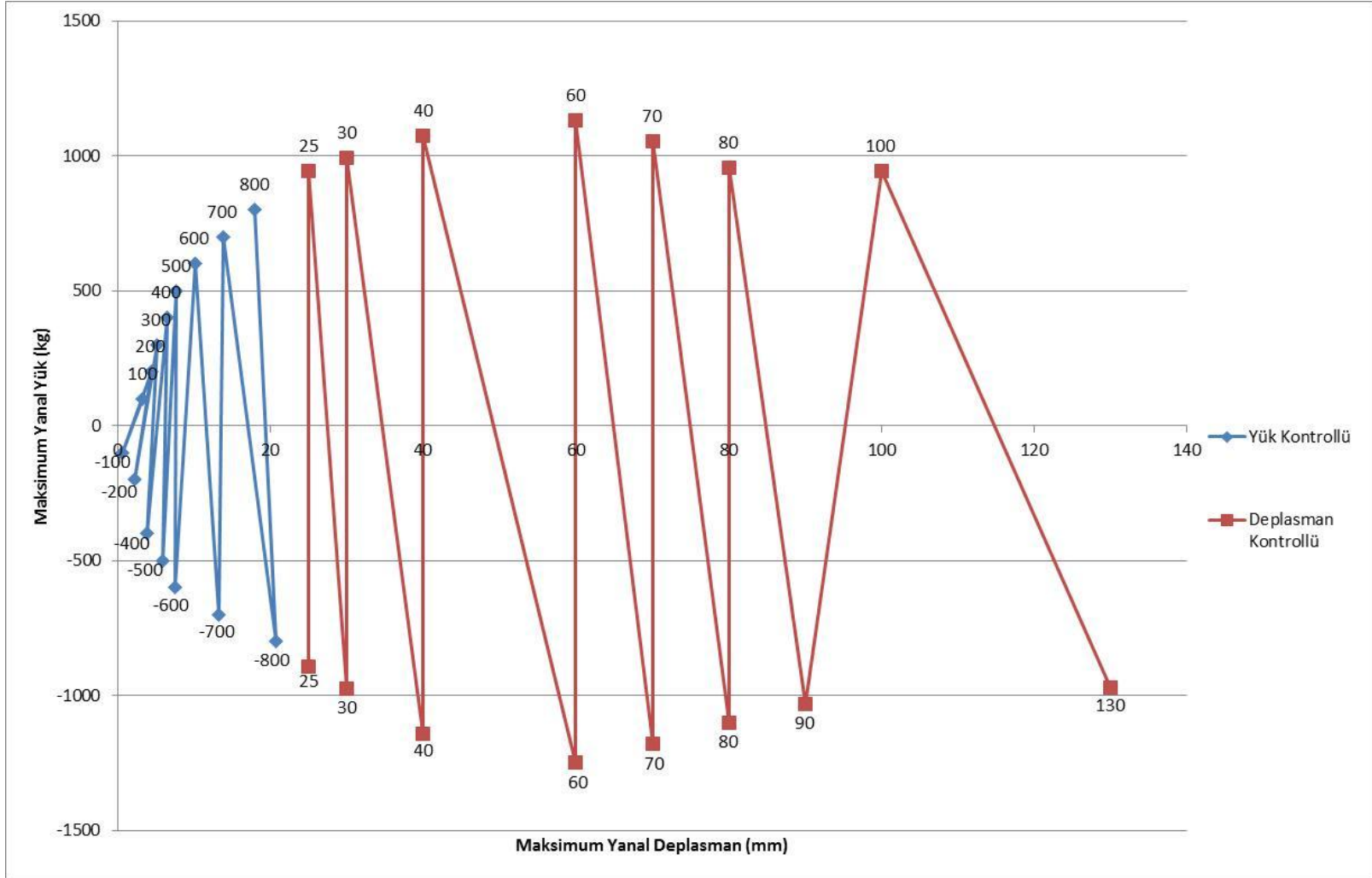
1.16. DOLU HALDE TEST EDİLEN BEŞİNCİ ÇERÇEVENİN DENEYİNDEN ELDE EDİLEN SONUÇLAR

Beşinci çerçeve bağdadi tekniği ile kaplanmıştır. Buna göre, 3-4 cm kalınlığında ahşap çitalar, aralarında birkaç cm'lik boşluk bırakılarak çerçeve yüzeyine kaplanmış ve üzeri sıvanmıştır (Şekil 224).



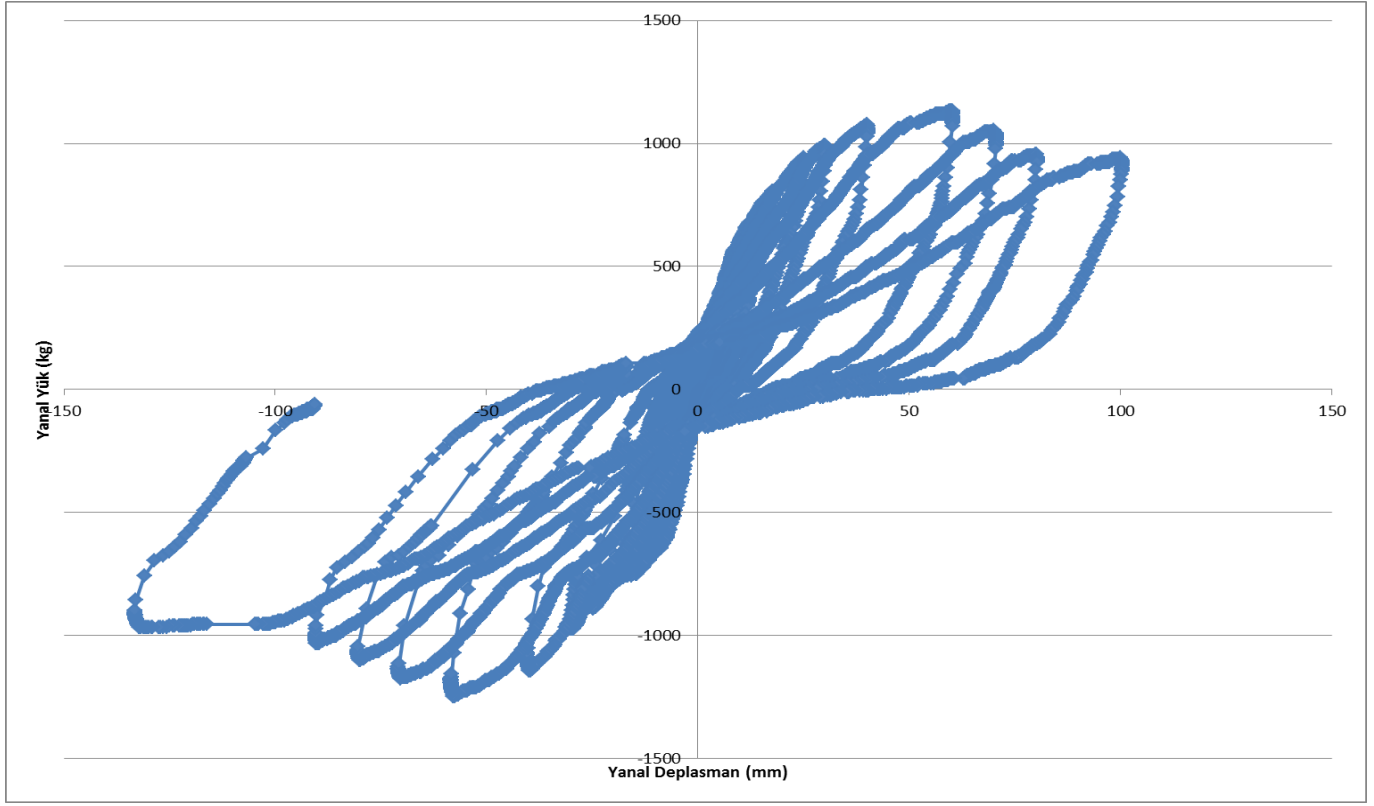
Şekil 224: Bağdadi kaplama

Bu deneyde, 100'er kg'lık artışlarla yanal doğrultuda 800 kg değerindeki yüke ulaşıldıktan sonra deplasman kontrollü devam edilmiştir (Şekil 226).

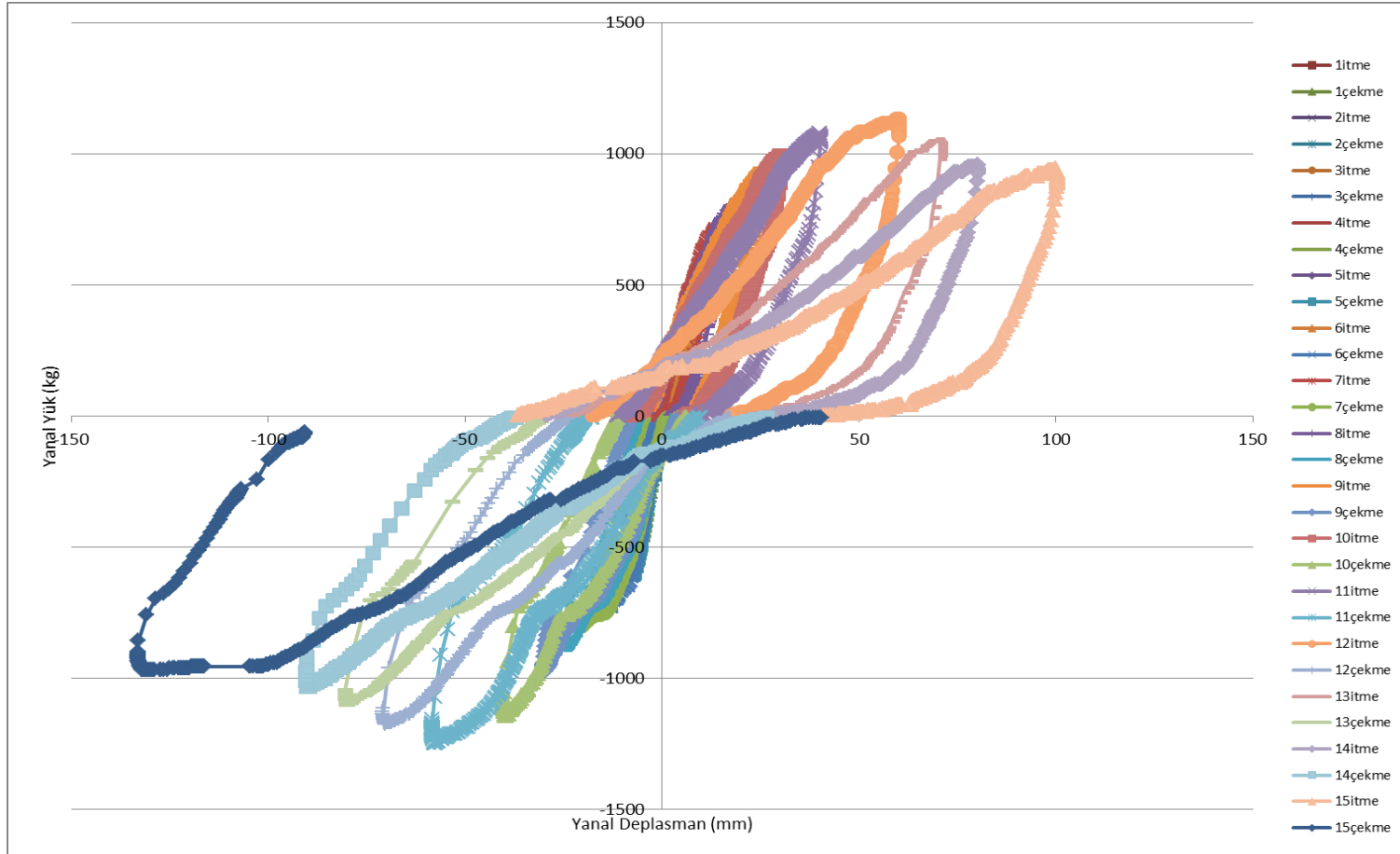


Şekil 225: Dolu halde test edilmiş beşinci çerçeveye ait yükleme şeması

Buna göre elde edilen sonuçlar Şekil 226 ve Şekil 227’de gösterildiği gibidir.

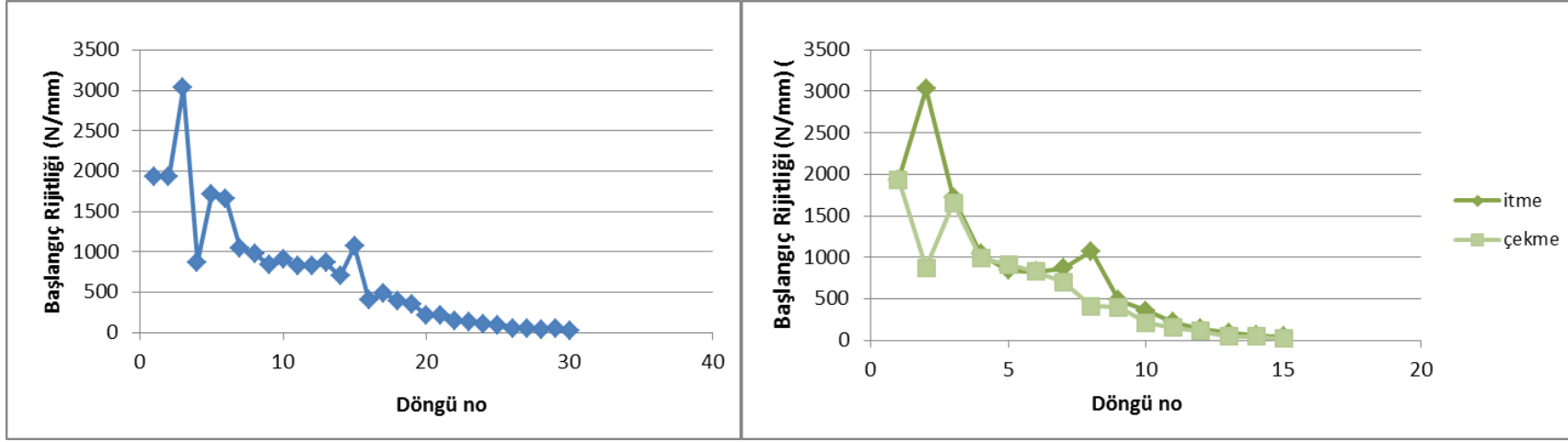


Şekil 226: Dolu halde test edilmiş beşinci çerçeveye ait yanıl yük - maksimum yanıl deplasman grafiği

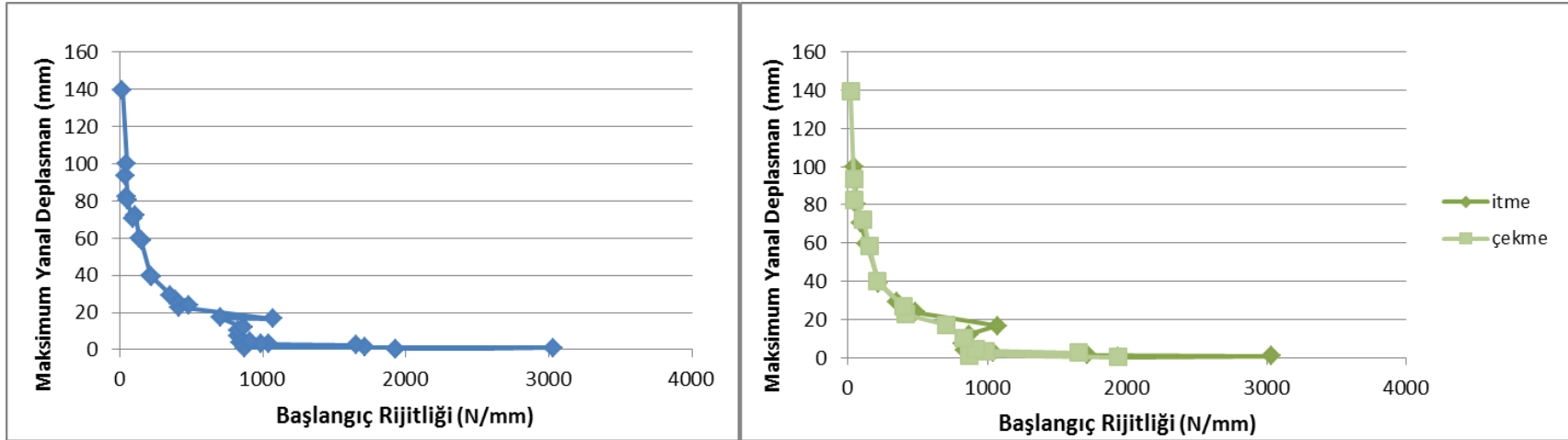


Şekil 227: Dolu halde test edilmiş beşinci çerçeveye ait itme – çekme döngülerinin gösterildiği yanal yük - maksimum yanal deplasman grafiği

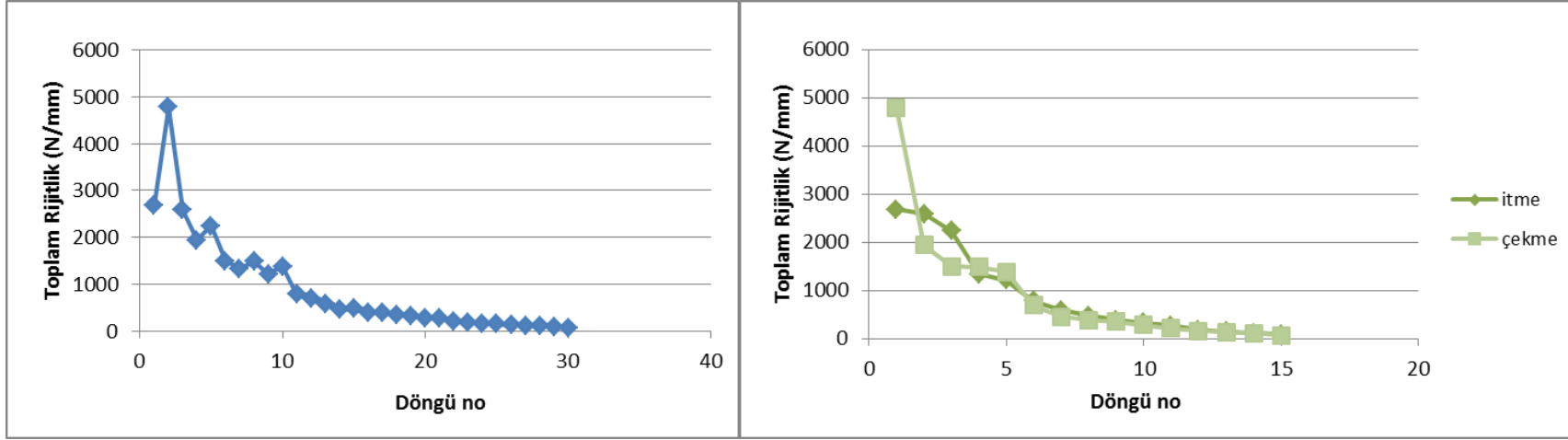
Test sonucunda elde edilen yük, deplasman, rijitlik ve enerji değişimleri için bkz. Şekil 228-241.



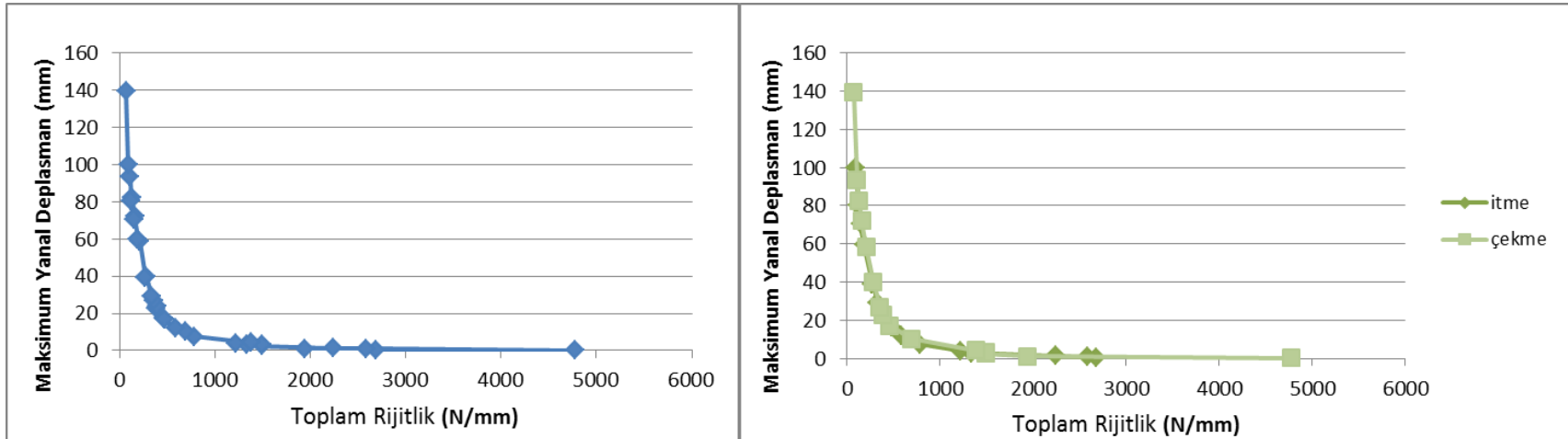
Şekil 228: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş başlangıç rijitliği değişimi



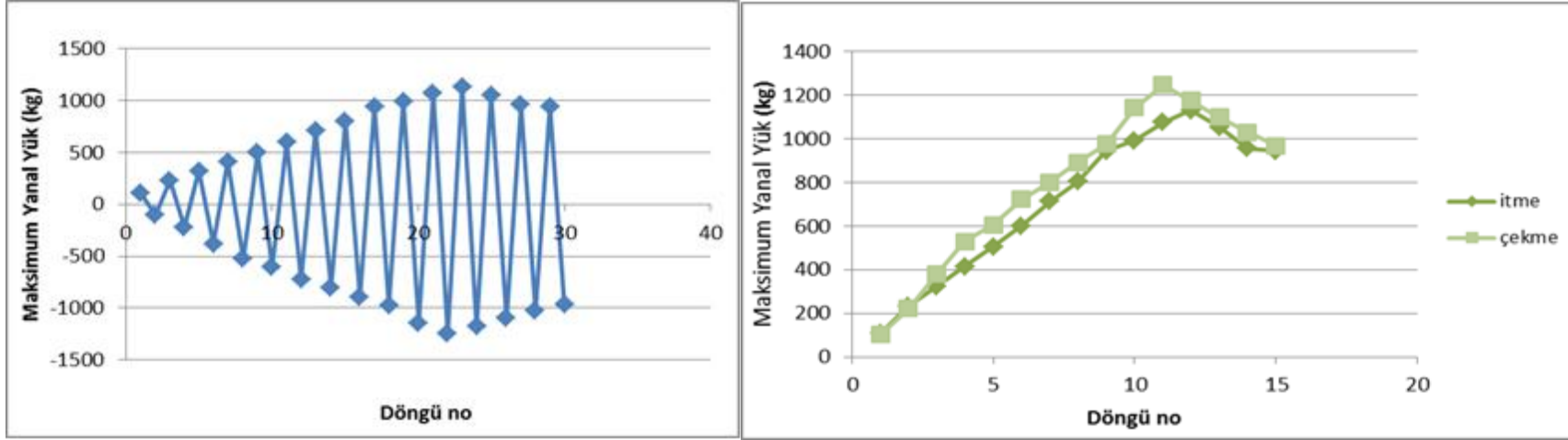
Şekil 229: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş, her bir adım başlangıç rijitliği - maksimum yanıl deplasman değişimi



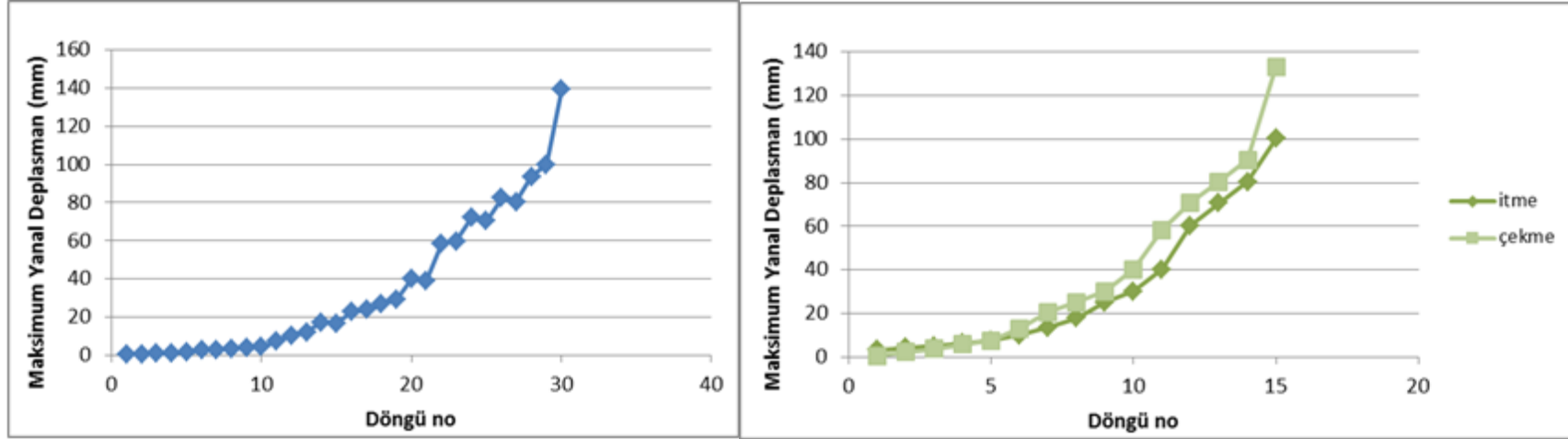
Şekil 230: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş toplam rijitlik değişimi



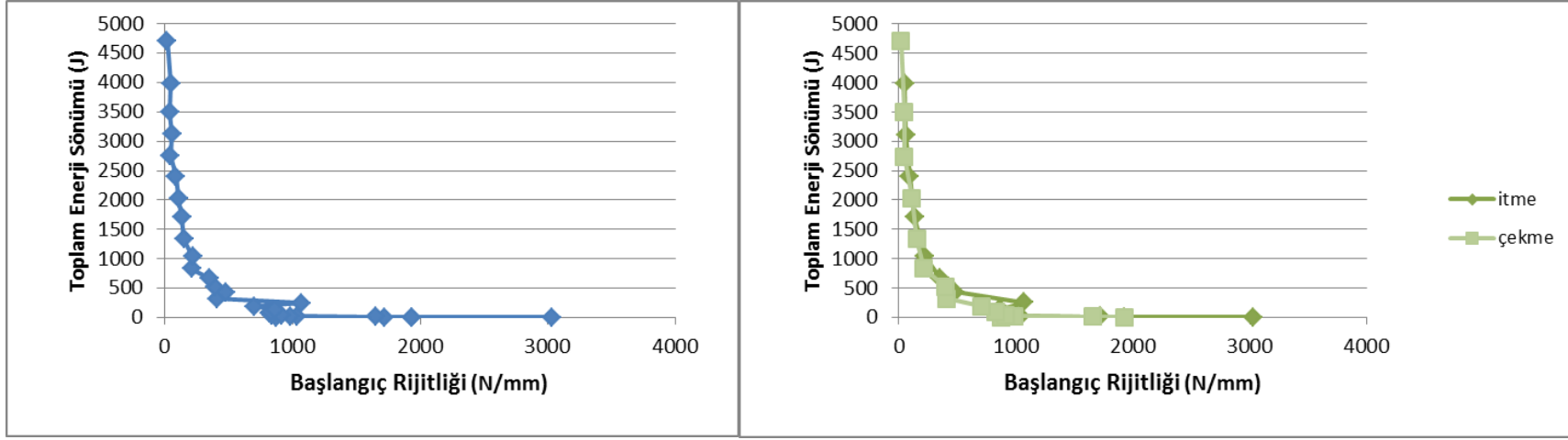
Şekil 231: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş, her bir adım toplam rijitlik - maksimum yanal deplasman değişimi



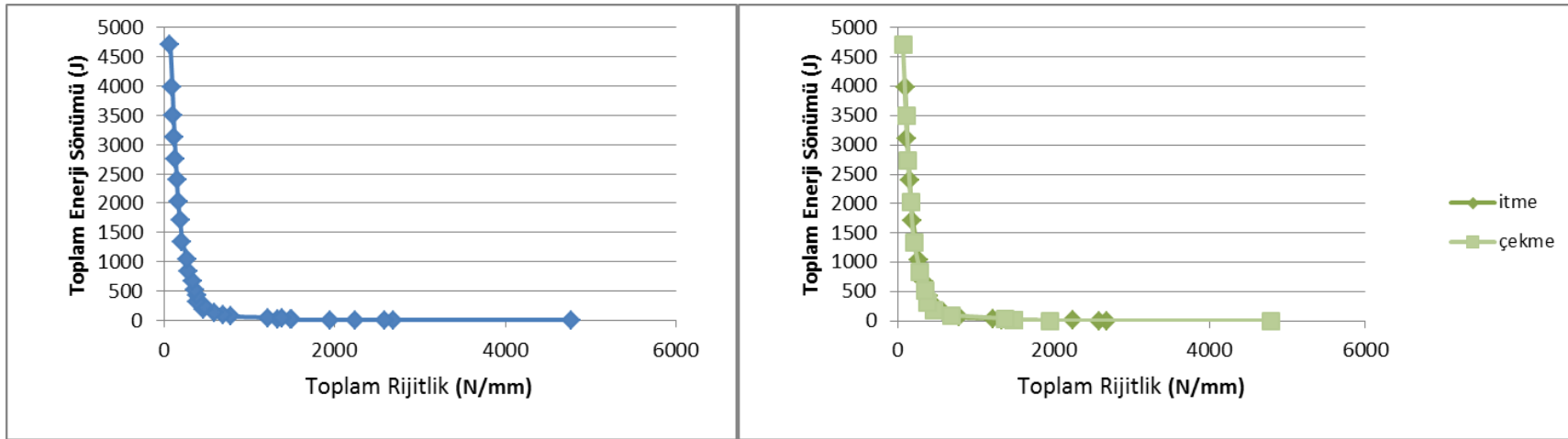
Şekil 232: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş maksimum yanıl yük değışimi



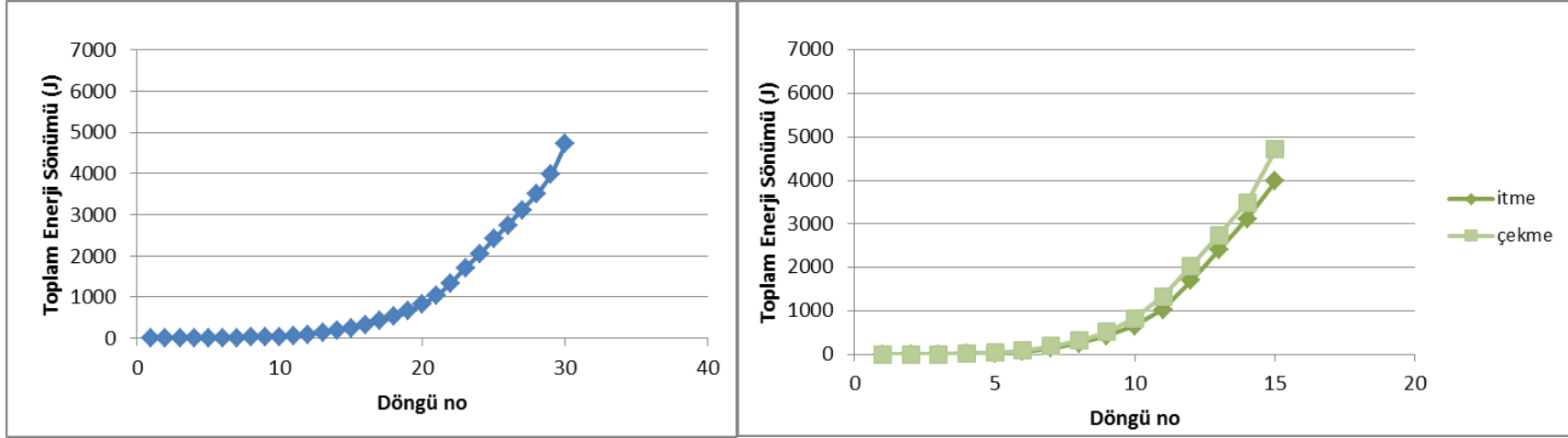
Şekil 233: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş her bir adım sonundaki maksimum yanıl deplasman değışimi



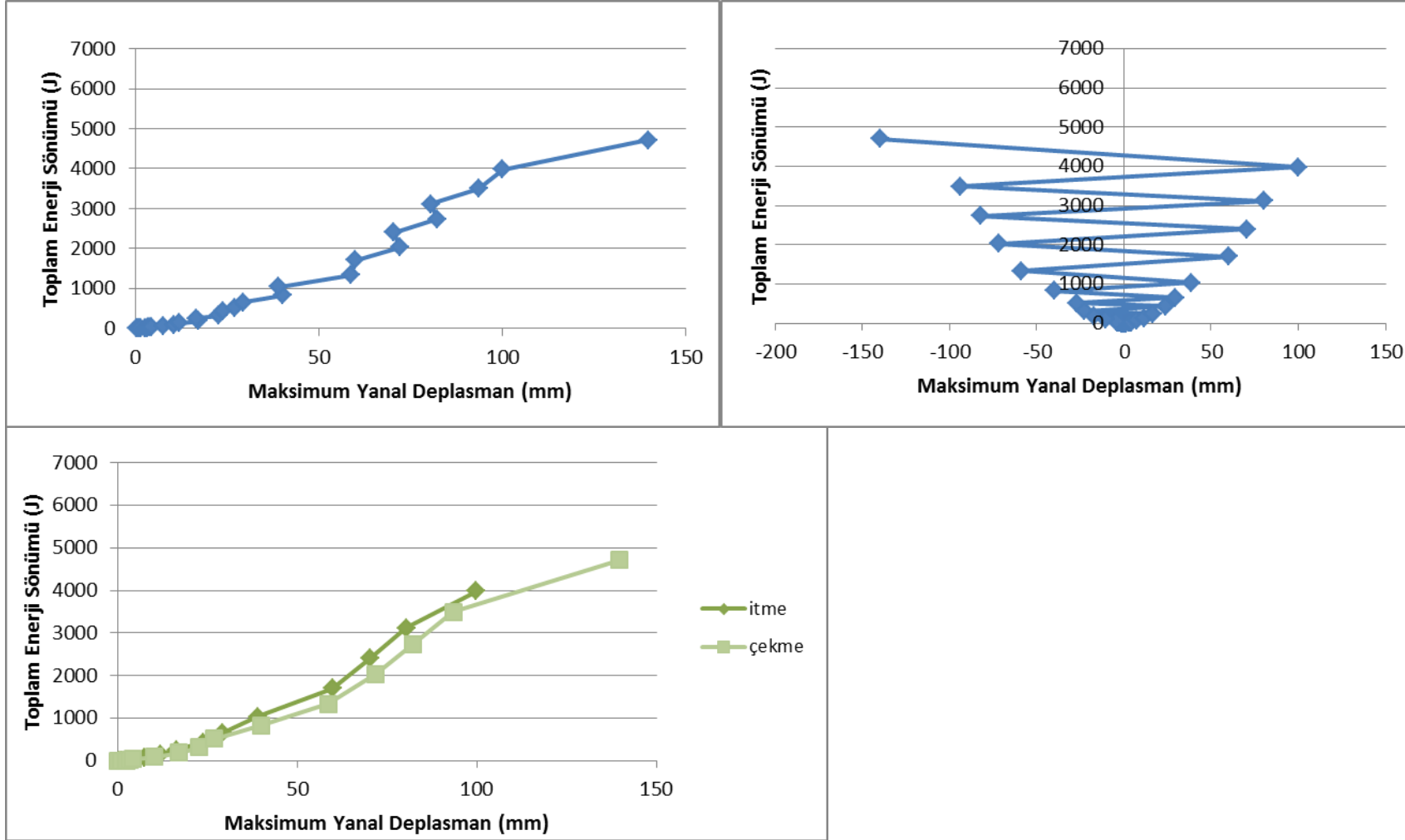
Şekil 234: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş, her bir adım başlangıç rijitliği - toplam enerji sönümü değişimi



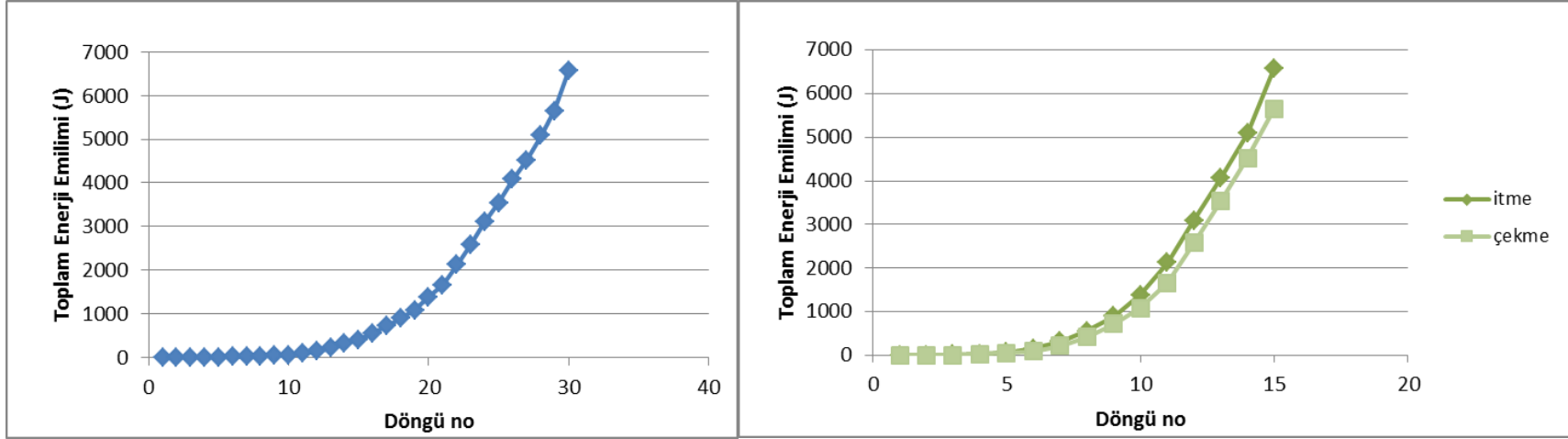
Şekil 235: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş, her bir adım toplam rijitlik - toplam enerji sönümü değişimi



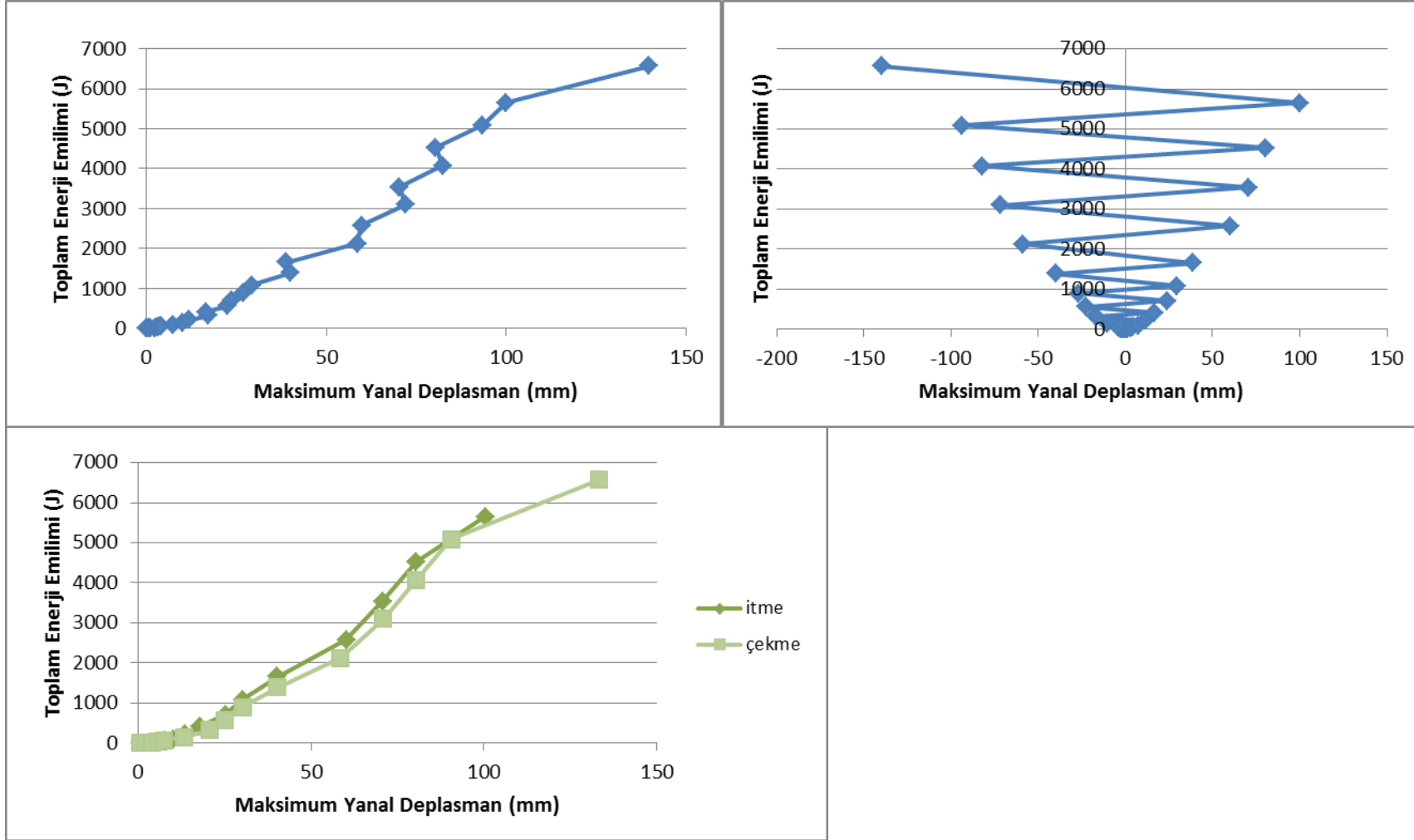
Şekil 236: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş her bir adım sonundaki toplam enerji sönümü



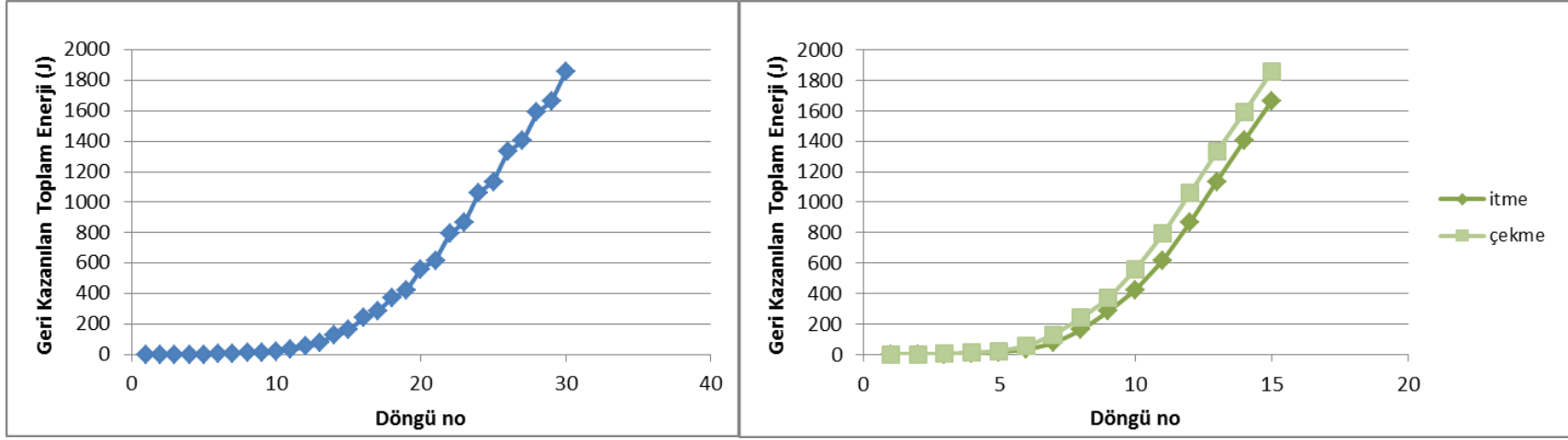
Şekil 237: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için (sırasıyla, pozitif itme / negatif çekme ve mutlak değer olarak) ayrı ayrı gösterilmiş, her bir adım sonundaki sönümlenmiş toplam enerji - maksimum yanıl deplasman değışimi



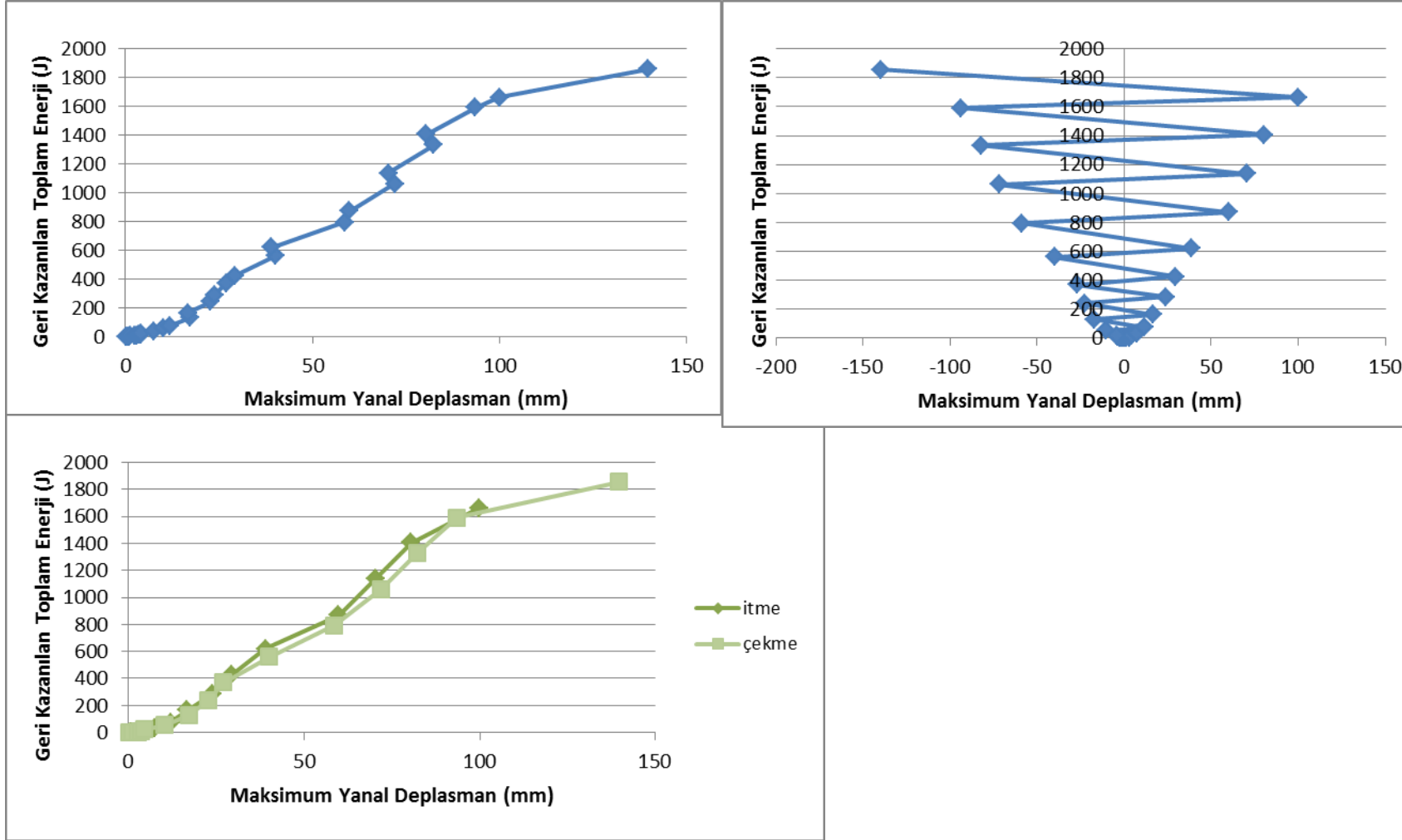
Şekil 238: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş her bir adım sonundaki toplam enerji emilimi



Şekil 239: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için (sırasıyla, pozitif itme / negatif çekme ve mutlak değer olarak) ayrı ayrı gösterilmiş, her bir adım sonundaki toplam enerji emilimi- maksimum yanıl deplasman değışimi



Şekil 240: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş her bir adım sonundaki geri kazanılmış toplam enerji



Şekil 241: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için (sırasıyla, pozitif itme / negatif çekme ve mutlak değer olarak) ayrı ayrı gösterilmiş, her bir adım sonundaki geri kazanılan toplam enerji - maksimum yanıl deplasman değışim

1.17. DOLU HALDE TEST EDİLEN ALTINCI ÇERÇEVENİN DENEYİNDEN ELDE EDİLEN SONUÇLAR

340 x 520 cm (H x L) boyutlarındaki altıncı çerçeve sarıçamdan yapılmıştır ve üç adet pencere boşluğu bulunan çerçevede çapraz elemanlar alt uçlarından, sağdan ve soldan 1'er olmak üzere toplam 2, üst uçlarından ise 2'si de geniş açılı tek taraflarından olmak üzere 2 çiviyle tutulmaktadır.

Bu çerçevede şam dolma tekniğiyle dolgu uygulanmıştır. Buna göre, önce yaklaşık 8-10 cm genişliğinde ve ince kesimli düzensiz tahtalar, aralarında birkaç cm boşluk kalacak şekilde çerçeveye çakılmakta ve daha sonra üstleri sıvanmaktadır (Şekil 242-243).

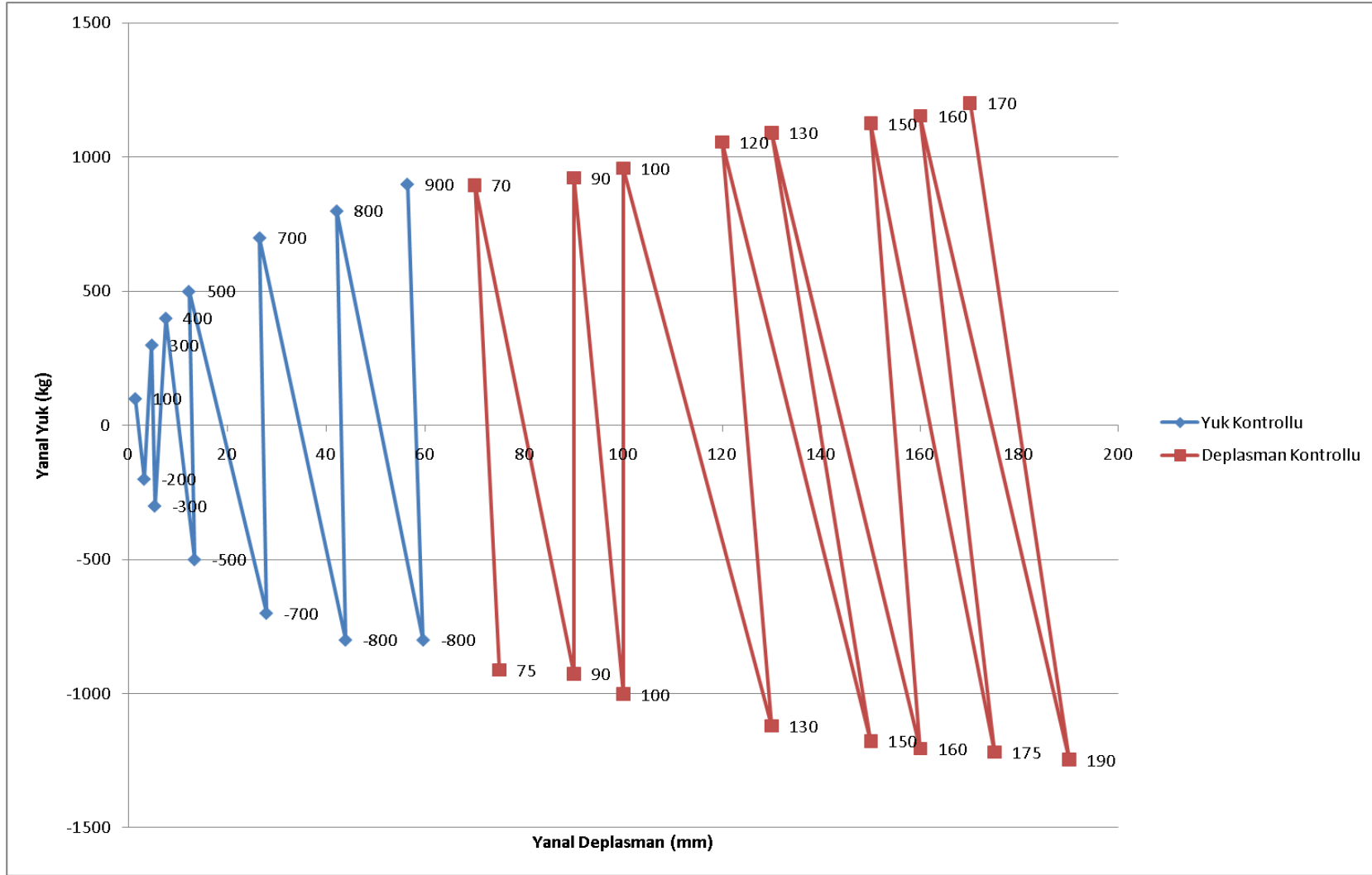


Şekil 242: Önce ahşap elemanlar, çerçeveye denk geldikleri her noktada 1 adet çiviyle çerçeveye sabitlenecek şekilde çakıldılar.

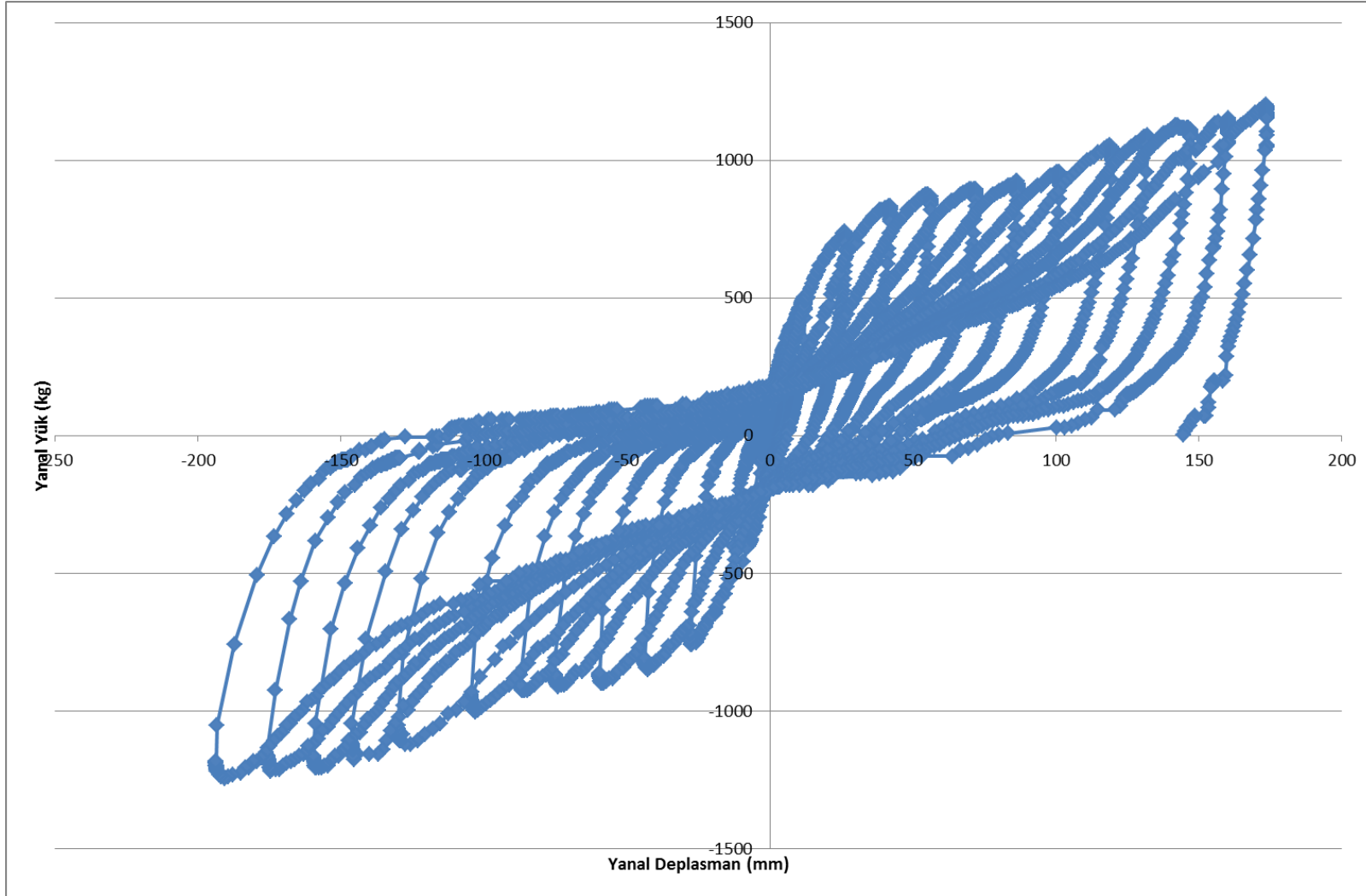


Şekil 243: Çerçeveye çakılan ahşap elemanların daha sonra üstleri sıvandı.

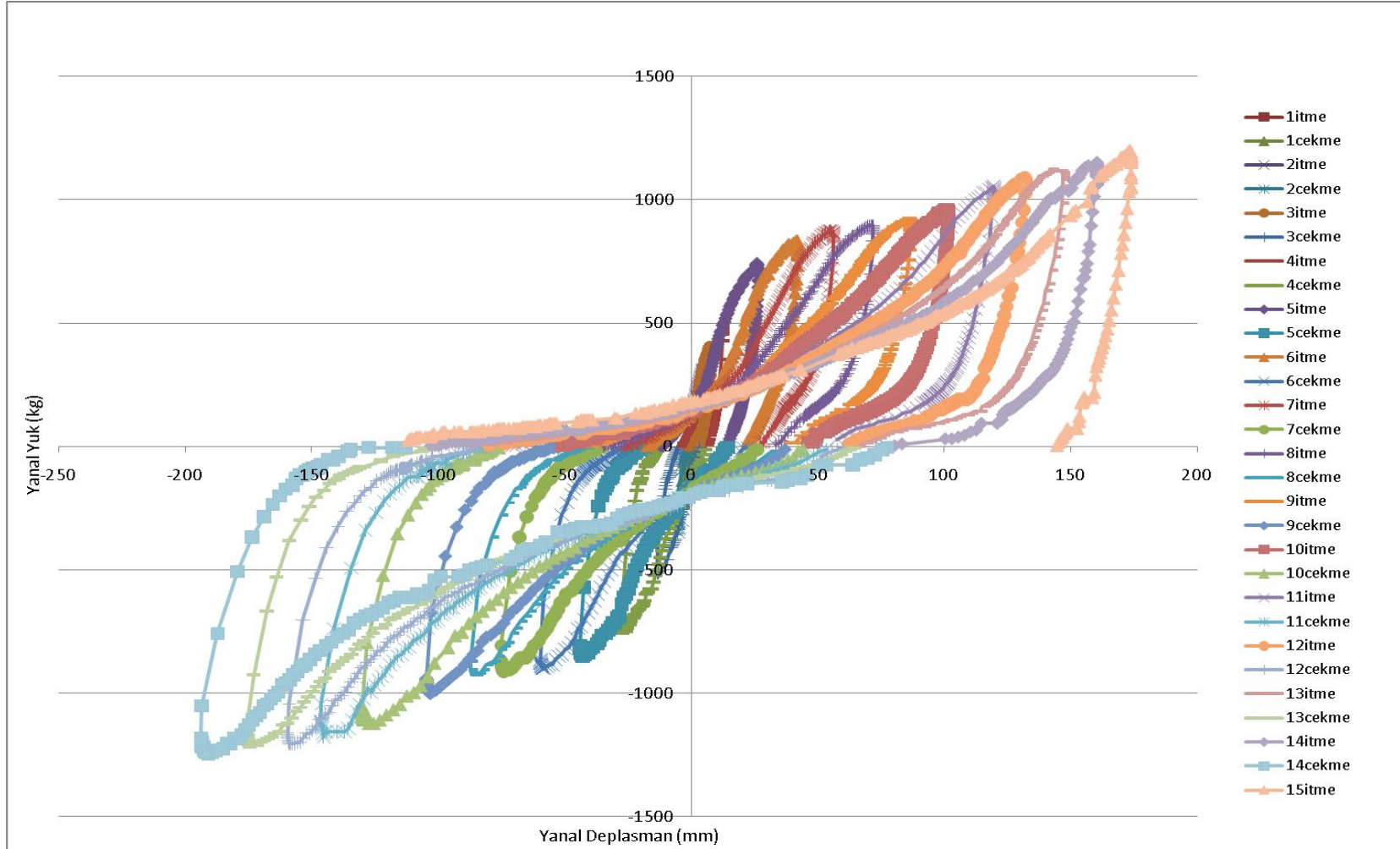
Bu deneyde, 900 kg değerindeki yüke ulaşıldıktan sonra deplasman kontrollü devam edilmiştir (Şekil 244). Buna göre elde edilen sonuçlar Şekil 245 ve Şekil 246'da gösterilmektedir.



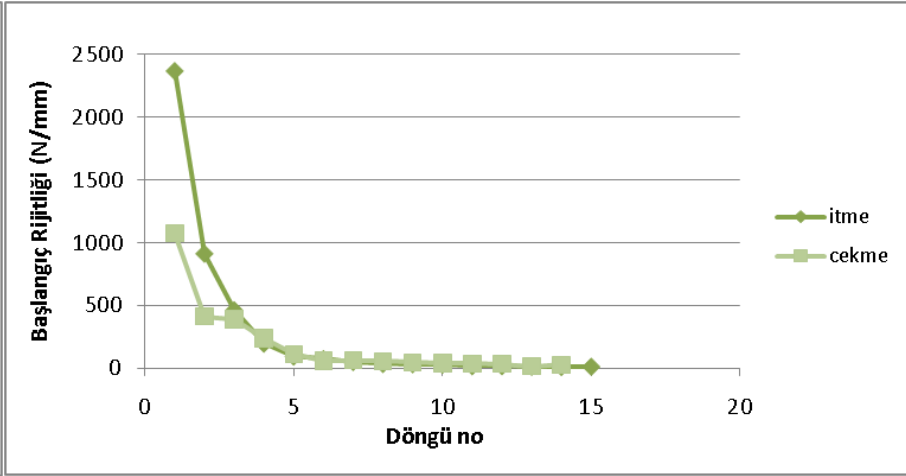
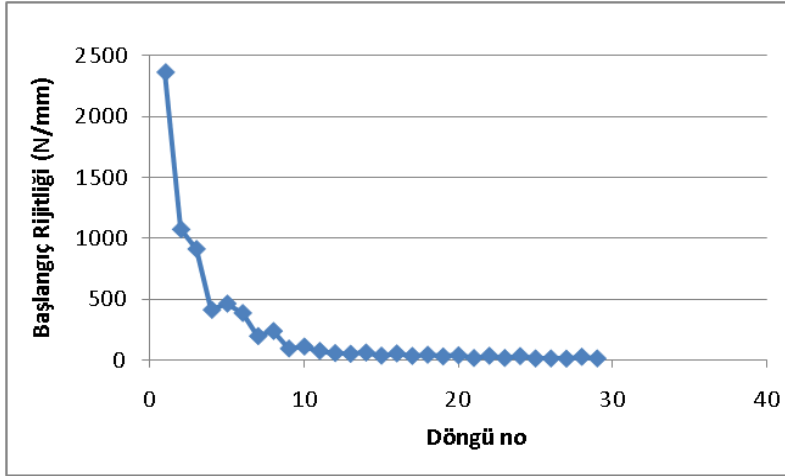
Şekil 244: Dolu halde test edilen altıncı çerçeveye ait yükleme şeması



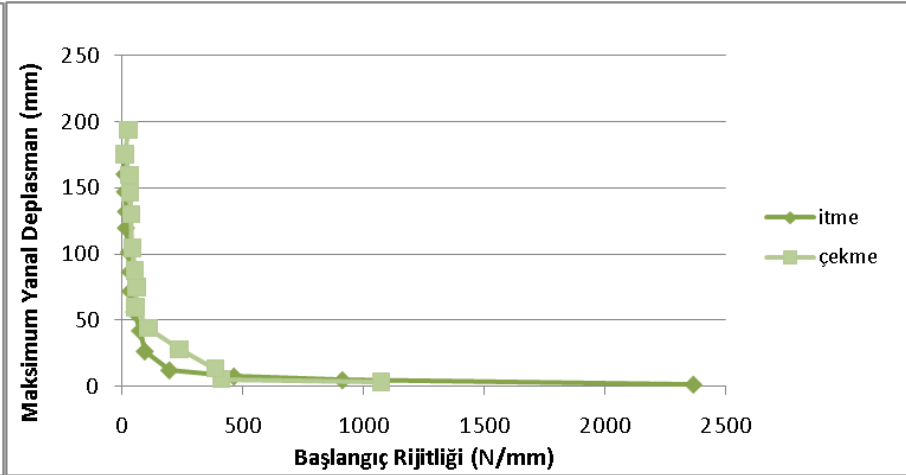
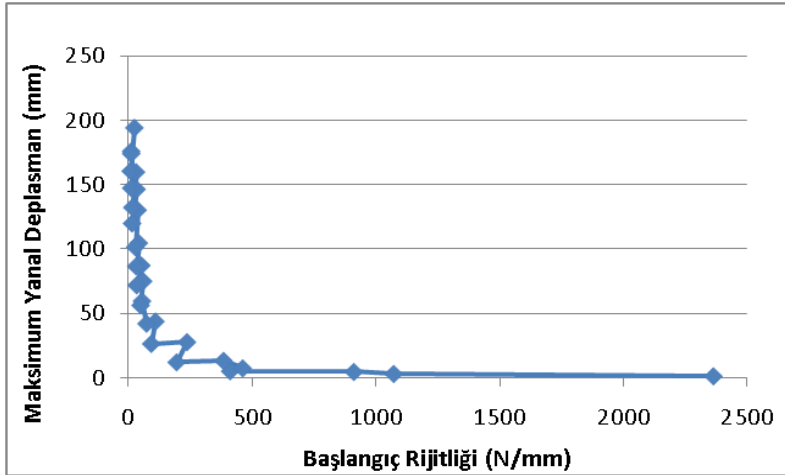
Şekil 245: Dolu halde test edilmiş altıncı çerçeveye ait yanal yük - maksimum yanal deplasman grafiği



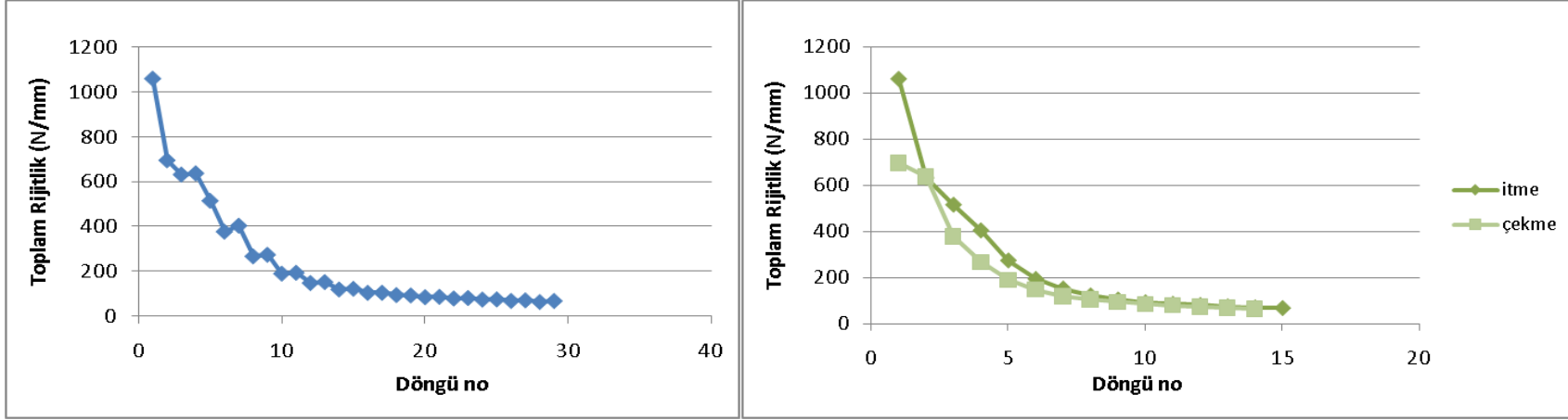
Şekil 246: Dolu halde test edilmiş altıncı çerçeveye ait itme – çekme döngülerinin gösterildiği yanal yük - maksimum yanal deplasman grafiği
 Test sonucunda elde edilen yük, deplasman, rijitlik ve enerji değişimleri için bkz. Şekil 247-260.



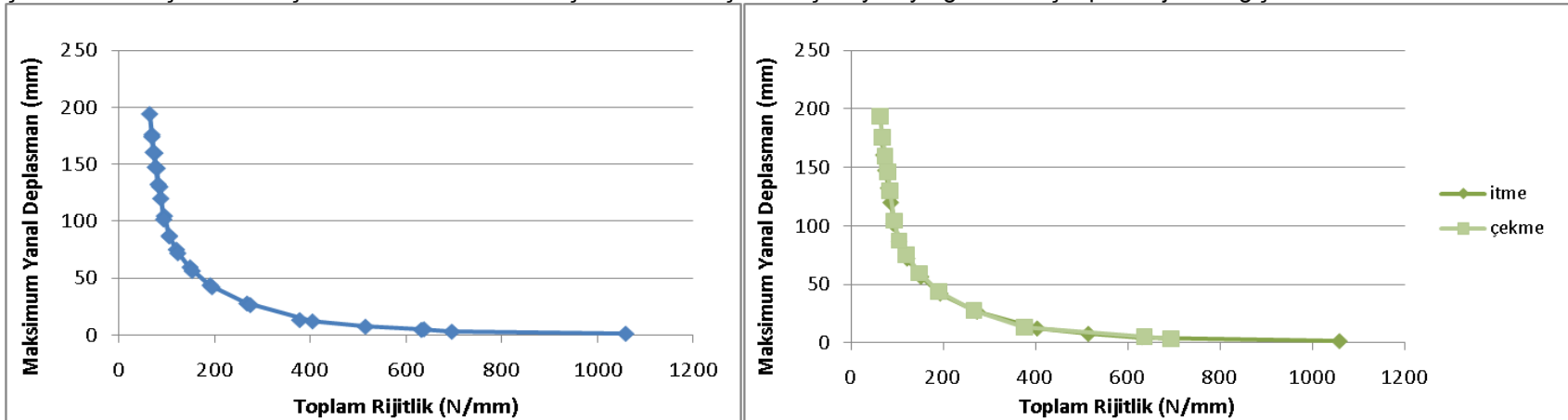
Şekil 247: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş başlangıç rijitliği değişimi



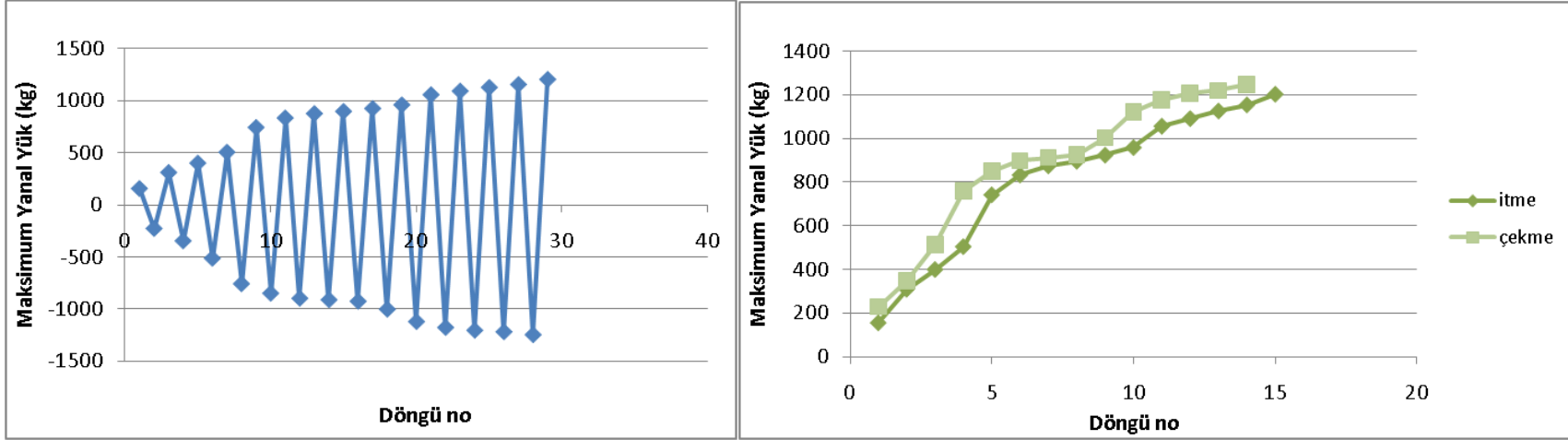
Şekil 248: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş, her bir adım başlangıç rijitliği - maksimum yanıl deplasman değışimi



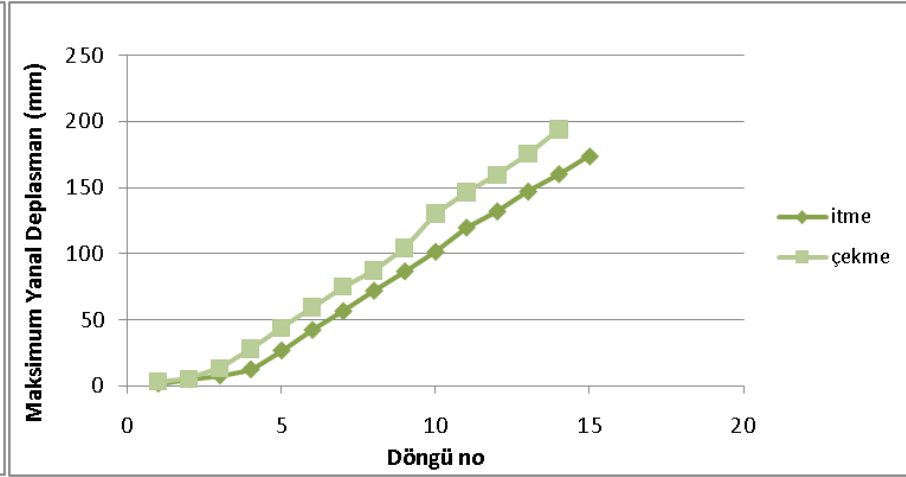
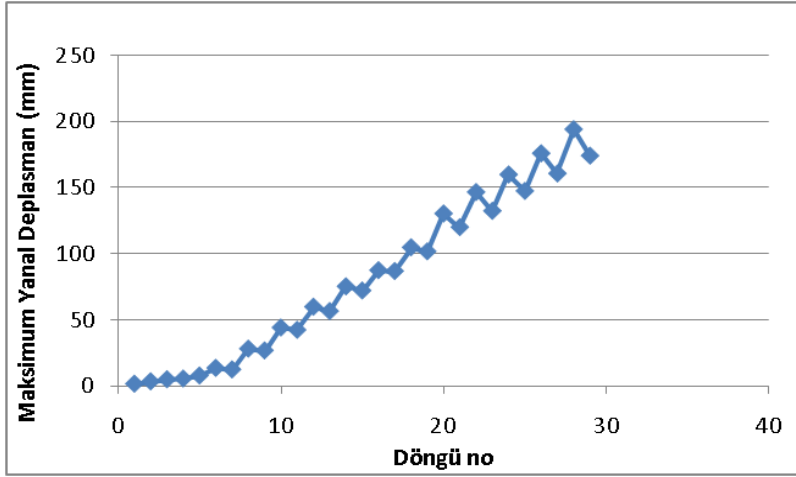
Şekil 249: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş toplam rijitlik değışimi



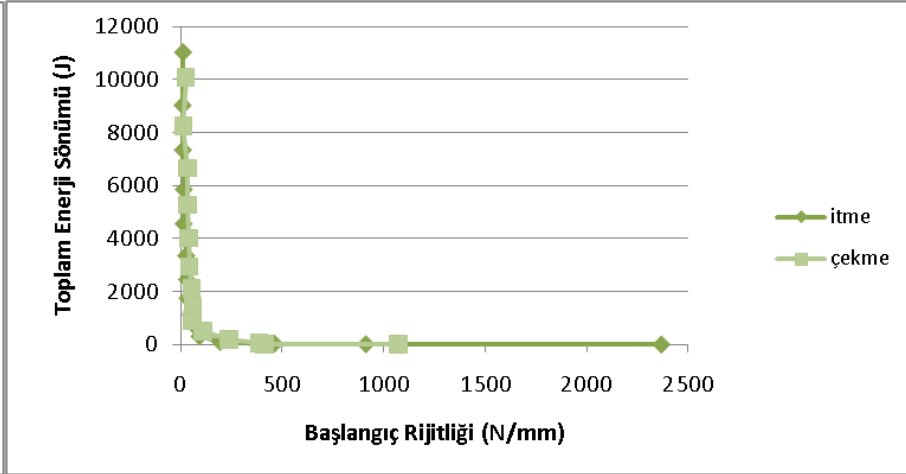
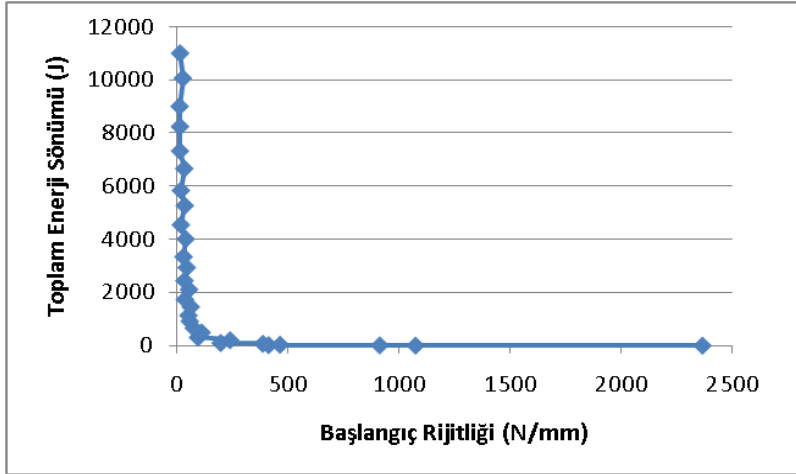
Şekil 250: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş, her bir adım toplam rijitlik - maksimum yanıl deplasman değışimi



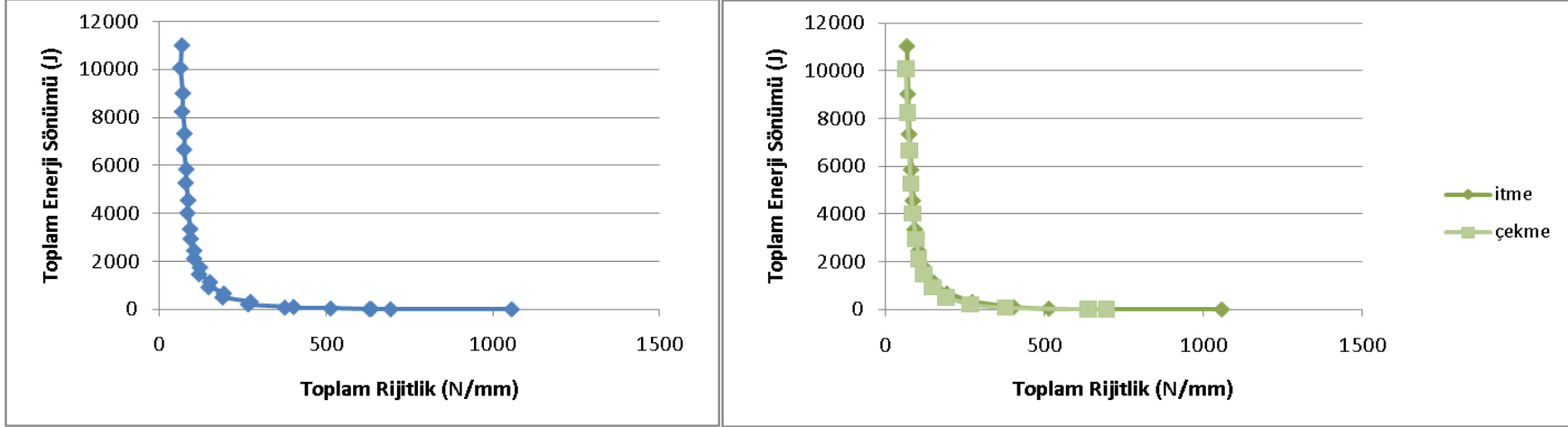
Şekil 251: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş maksimum yanıl yük değışimi



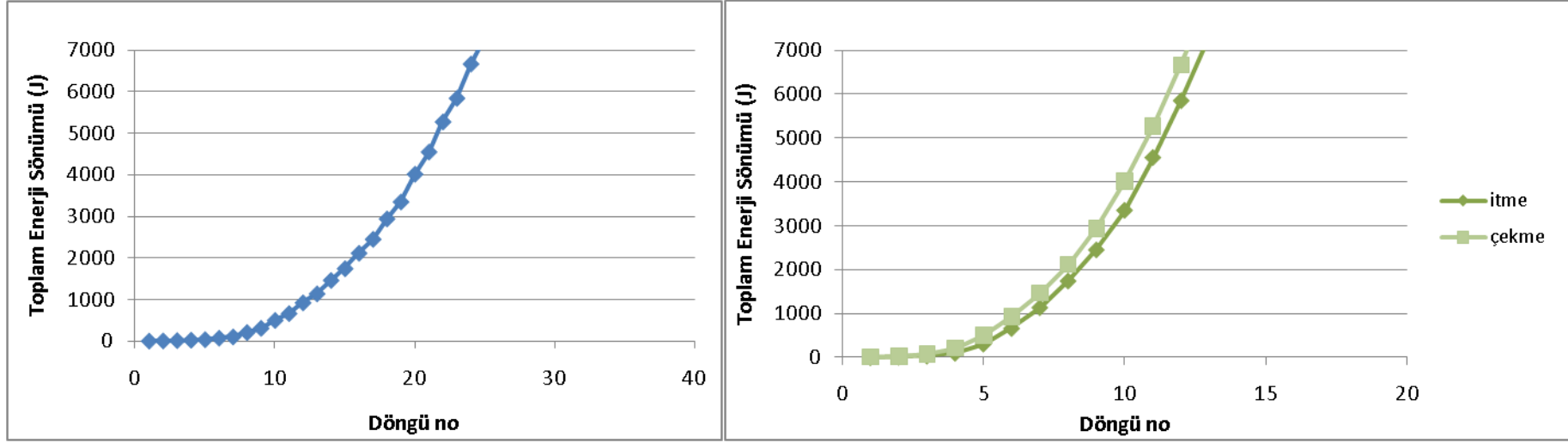
Şekil 252: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş maksimum yanıl deplasman değışimi



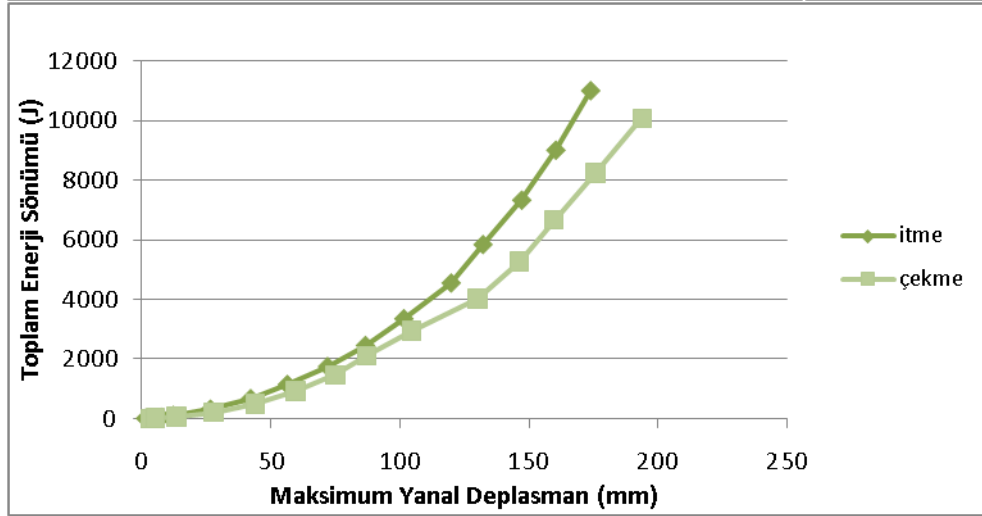
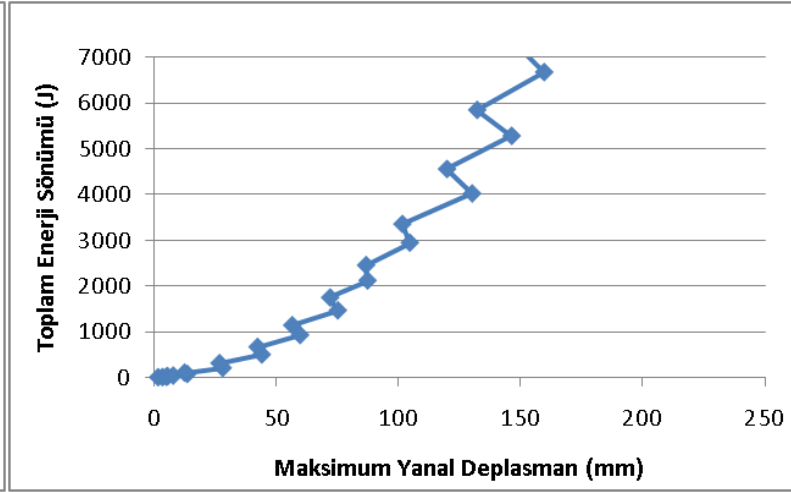
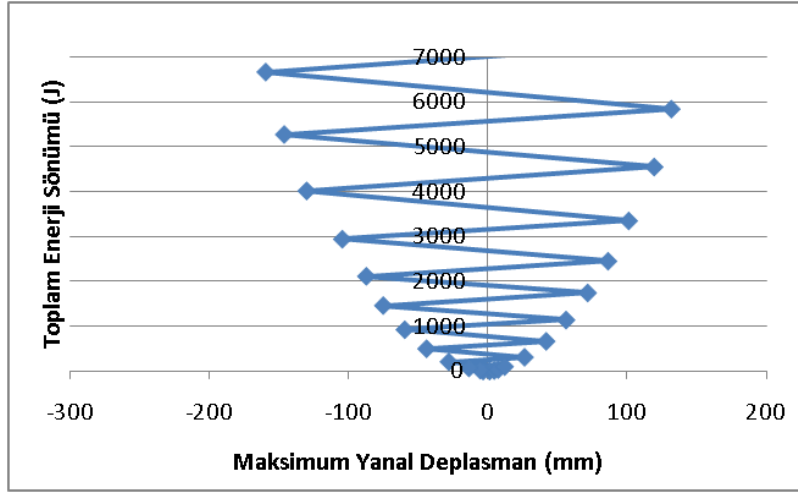
Şekil 253: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş, her bir adım başlangıç rijitliği - toplam enerji sönümü değişimi



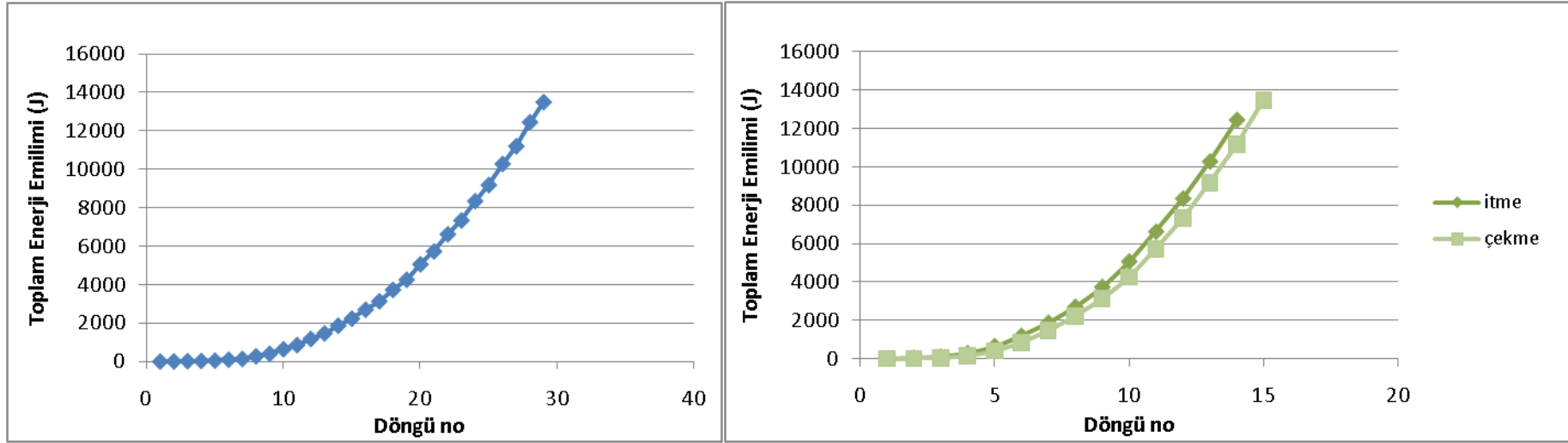
Şekil 254: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş, her bir adım toplam rijitlik - toplam enerji sönümü değişimi

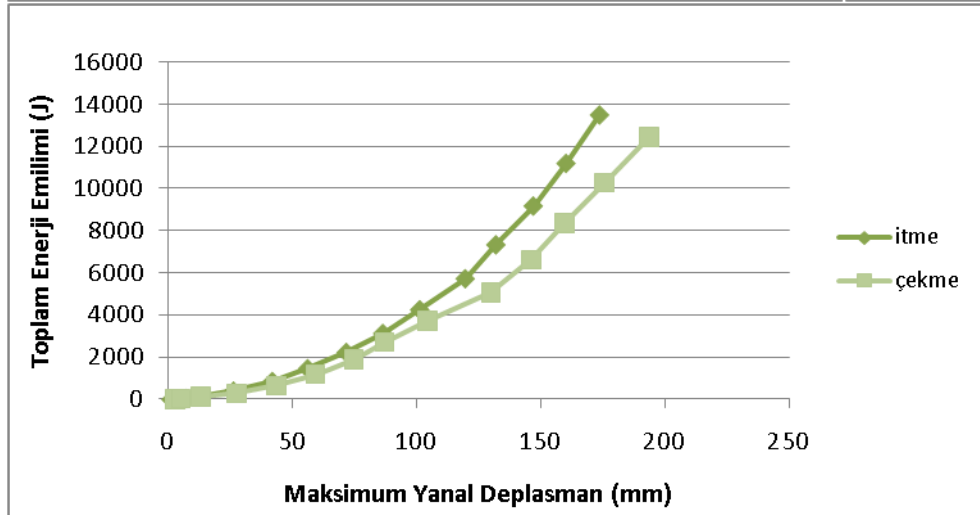
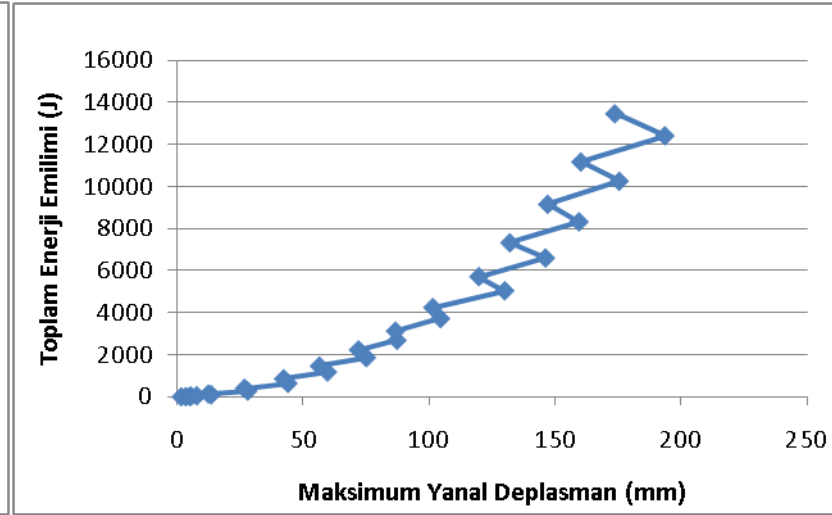
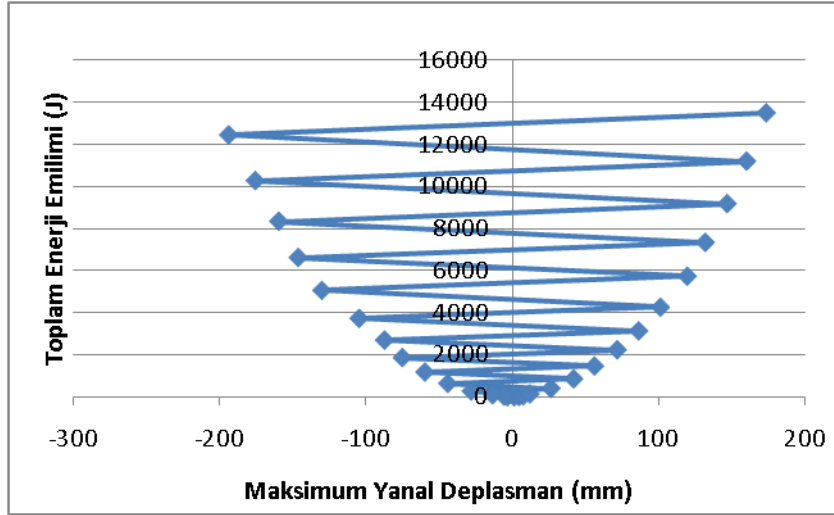


Şekil 255: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş her bir adım sonundaki toplam enerji sönümü

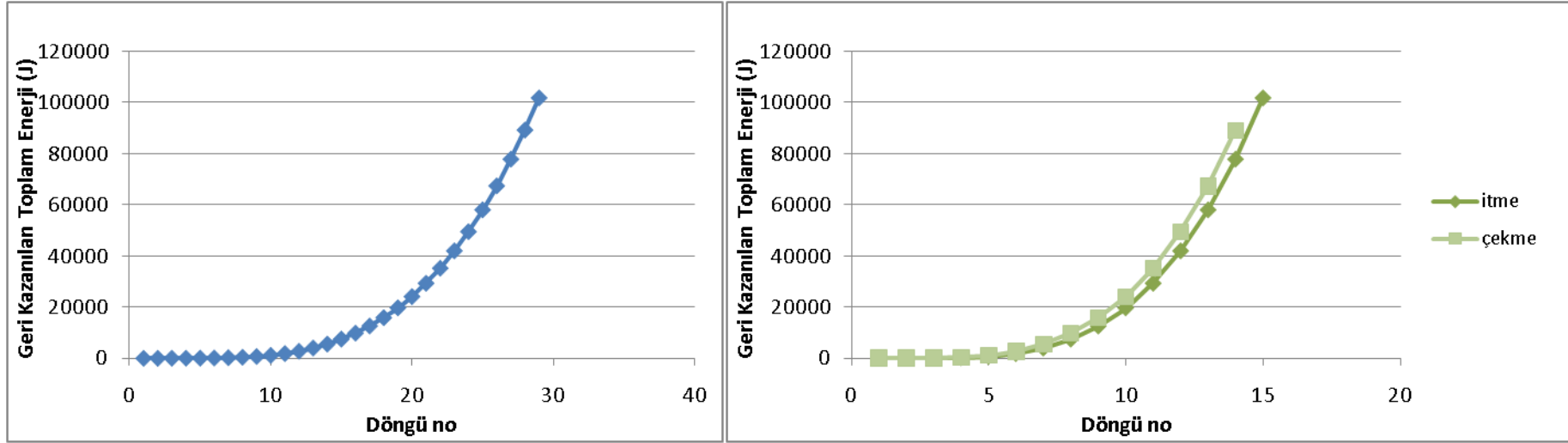


Şekil 256: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için (sırasıyla, pozitif itme / negatif çekme ve mutlak değer olarak) ayrı ayrı gösterilmiş, her bir adım sonundaki maksimum yanıl deplasman - sönümlenmiş toplam enerji değışimi

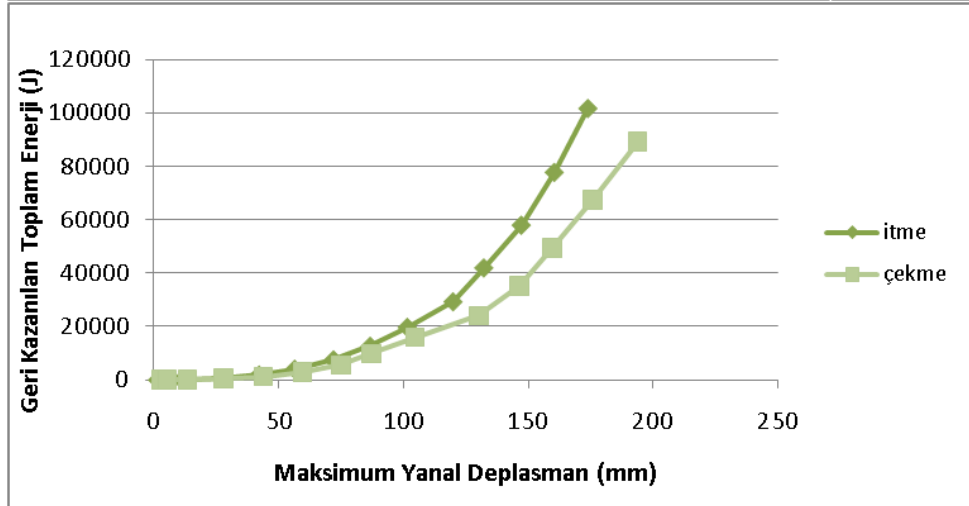
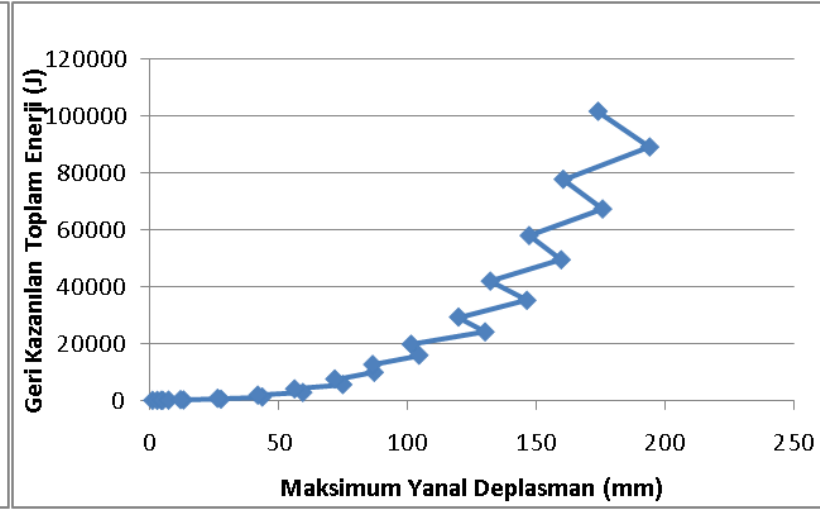
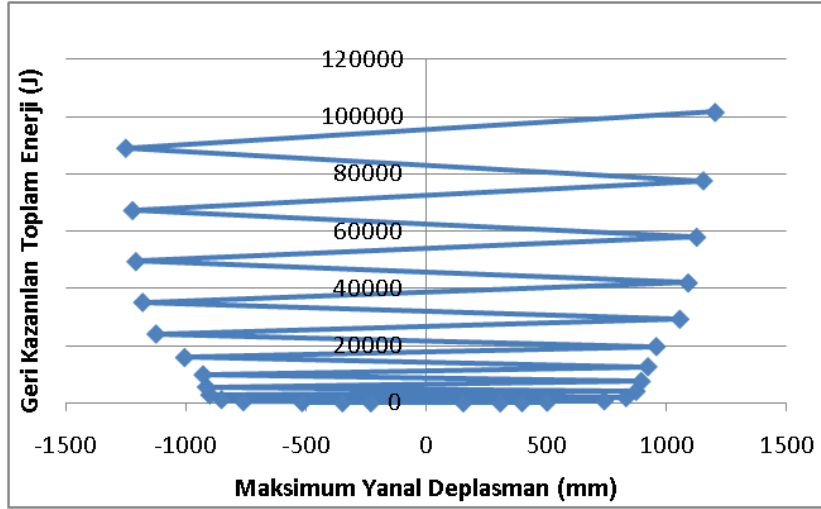




Şekil 258: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için (sırasıyla, pozitif itme / negatif çekme ve mutlak değer olarak) ayrı ayrı gösterilmiş, her bir adım sonundaki toplam enerji emilimi- maksimum yanıl deplasman değışimi



Şekil 259: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş her bir adım sonundaki geri kazanılmış toplam enerji



Şekil 260: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için (sırasıyla, pozitif itme / negatif çekme ve mutlak değer olarak) ayrı ayrı gösterilmiş, her bir adım sonundaki geri kazanılan toplam enerji - maksimum yanıl deplasman değışim

Deney sonunda, sıvalar büyük ölçüde çatlayıp dökülmüştür (Şekil 261). Ayrıca, bağlantılarda daha önceki deneyler için geçerli olan açılmalar burada da gözlemlenmiştir.



Şekil 261: Çerçevenin deney sonrası hali

1.18. DOLU HALDE TEST EDİLEN YEDİNCİ ÇERÇEVENİN DENEYİNDEN ELDE EDİLEN SONUÇLAR

Daha önce test edilmiş olan yedi numaralı çerçevenin hasar görmüş olan bağlantıları yeniden çakılarak tamir edilmiş, çerçeve boşluklarının içi tuğla ile örülerek üstü sıvanmış ve yaklaşık 2 ay sonra çerçeve bu kez dolgulu olarak test edilmiştir. Tuğla örgü balık sırtı şeklinde gerçekleştirilmiştir. Örgüde kullanılan harç için Beypazarı'ndan getirilmiş olan 1 ölçü suya, gene Beypazarı'ndan getirilmiş olan ½ ölçü kireç kullanılmış, sıvada ise (ustaların ağzından aktarmak gerekirse) "kireç miktarı biraz artırılarak su miktarı biraz azaltılmıştır". Sıva ve harç dayanım özelliklerinin belirlenebilmesi için standart silindir (7.5cm (d) x 15 cm (h)) aracılığıyla numunelendirilmiştir (Şekil 262-267).



Şekil 262: Geleneksel kireç harcının karılması



Şekil 263: 21 cm 10 cm boyutlarında içi dolu tuğla



Şekil 264: Yedinci çerçeve açıklıklarının tuğla ile doldurulması çalışmaları



Şekil 265: Dolgusu bitmiş, sıvanmaya hazır haldeki çerçeve

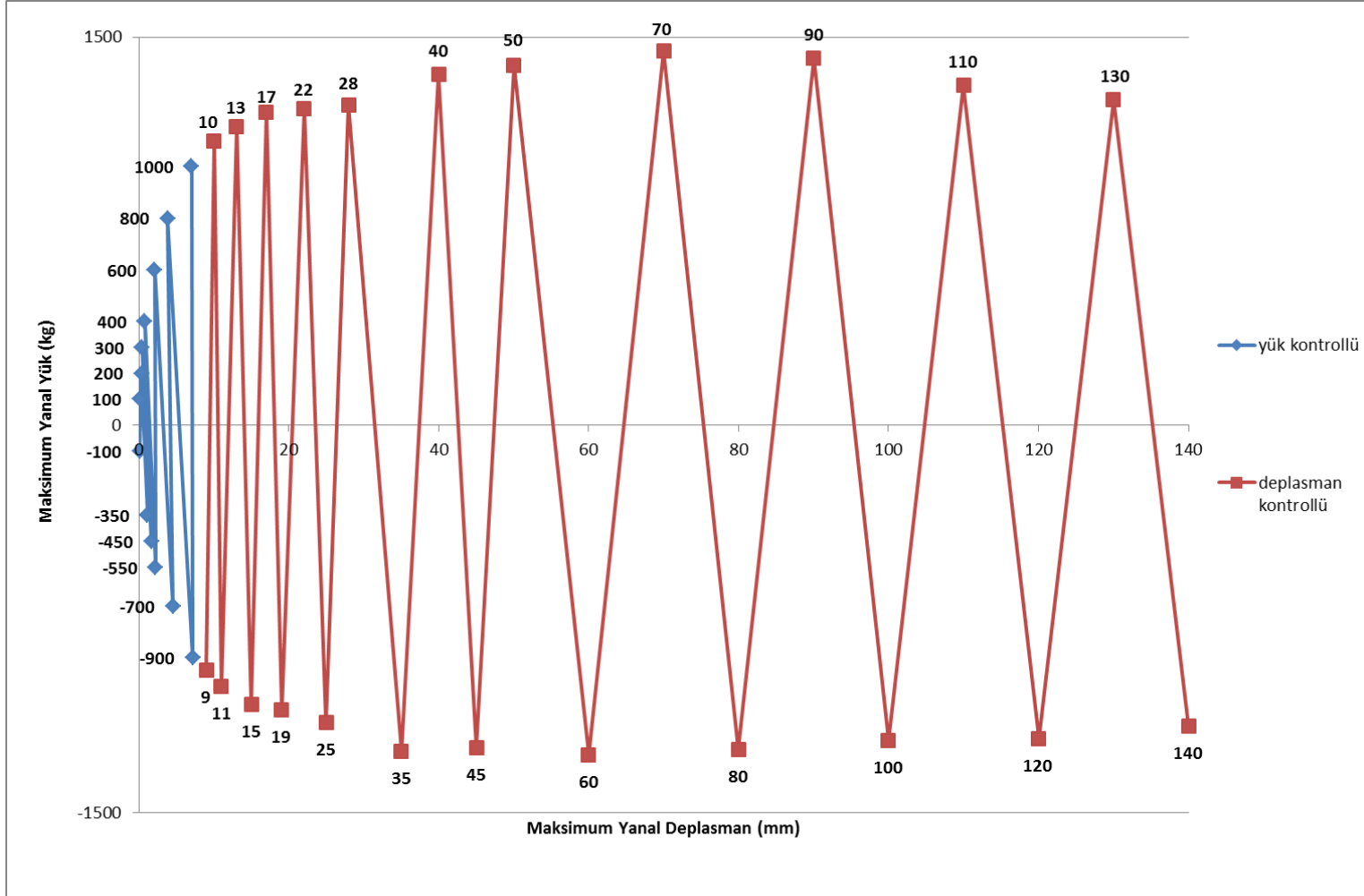


Şekil 266: Çerçevenin sıva aşaması görünümüleri



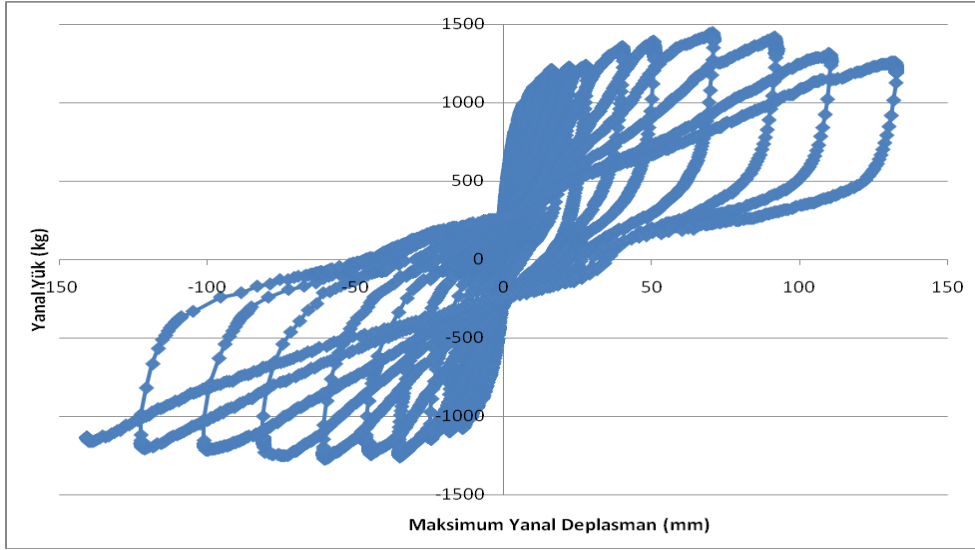
Şekil 267: Harç ve sıva örnekleri 7.5 cm (r) x 15 cm (h) boyutlarında standart silindirlerle toplandı.

Bu deneyde 1000 kg'a ulaşıncaya kadar 100'er kg artırarak yük kontrollü, daha sonra ise önce 2, 4 ve 6 mm ve ardından 10'ar mm artırılarak deplasman kontrollü devam edildi (Şekil 268).

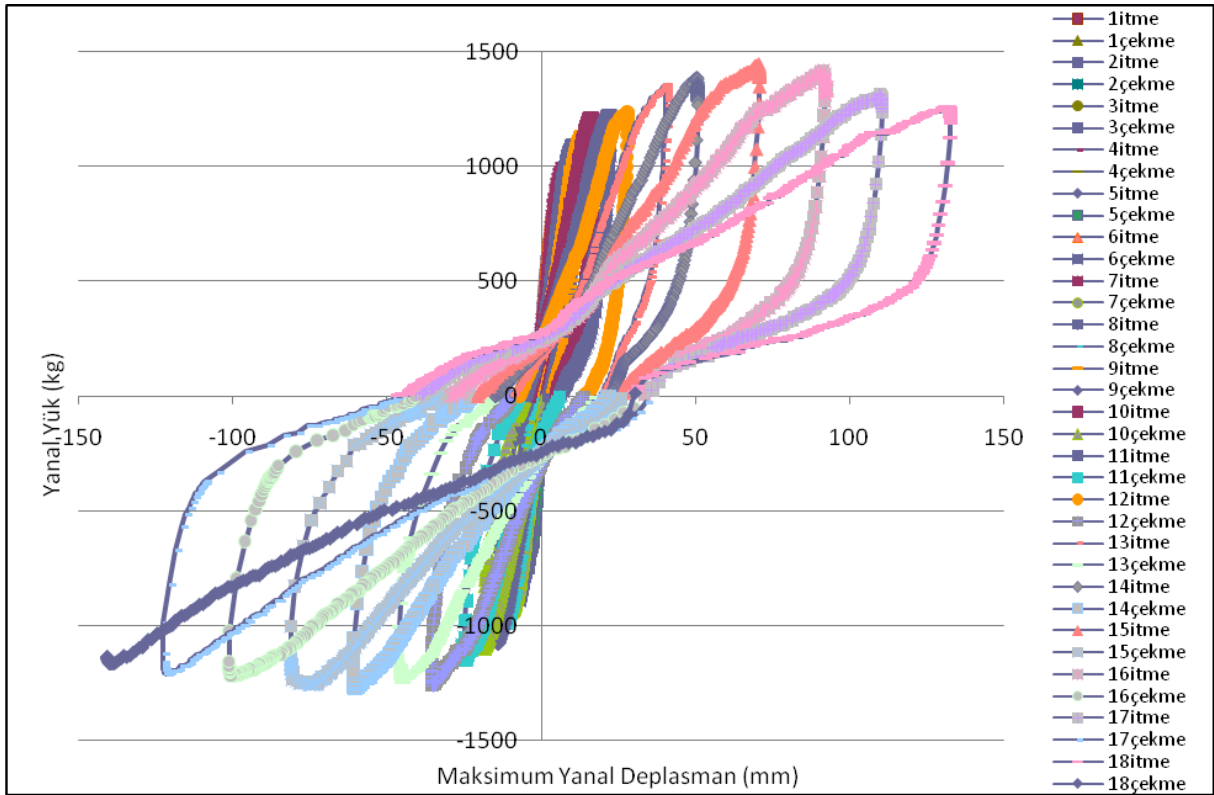


Şekil 268: Dolu halde test edilen yedinci çerçeveye ait yükleme şeması

Buna göre elde edilen yanal yük – yanal deplasman grafikleri Şekil 269 ve Şekil 270'de gösterildiği gibidir.

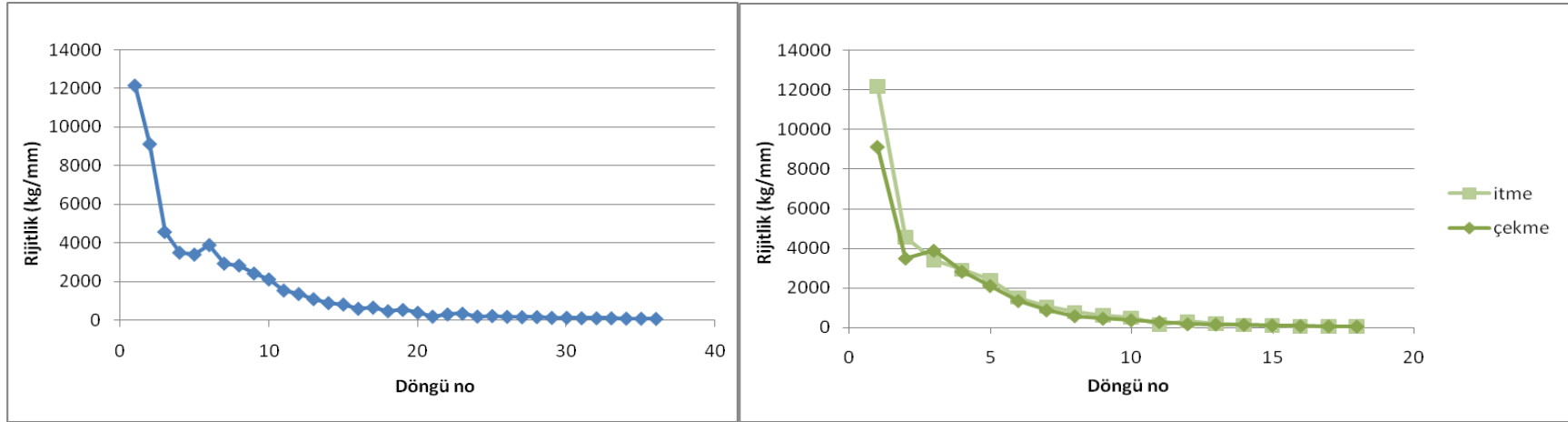


Şekil 269: Dolu halde test edilmiş yedinci yanal yük - maksimum yanal deplasman grafiği

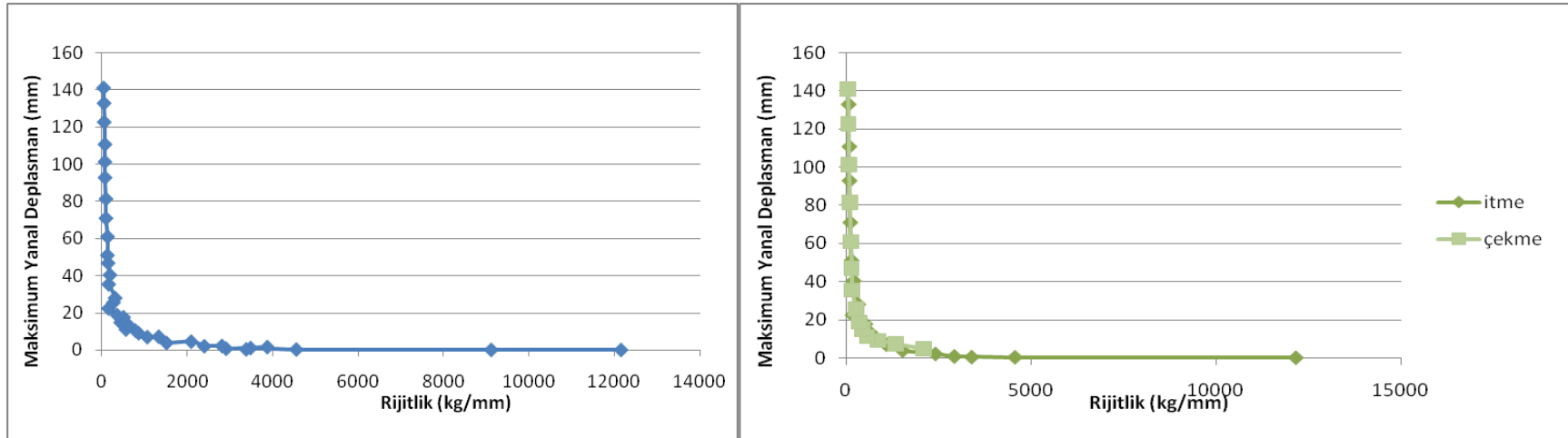


Şekil 270: Dolu halde test edilmiş yedinci çerçeveye ait itme – çekme döngülerinin gösterildiği yanal yük - maksimum yanal deplasman grafiği

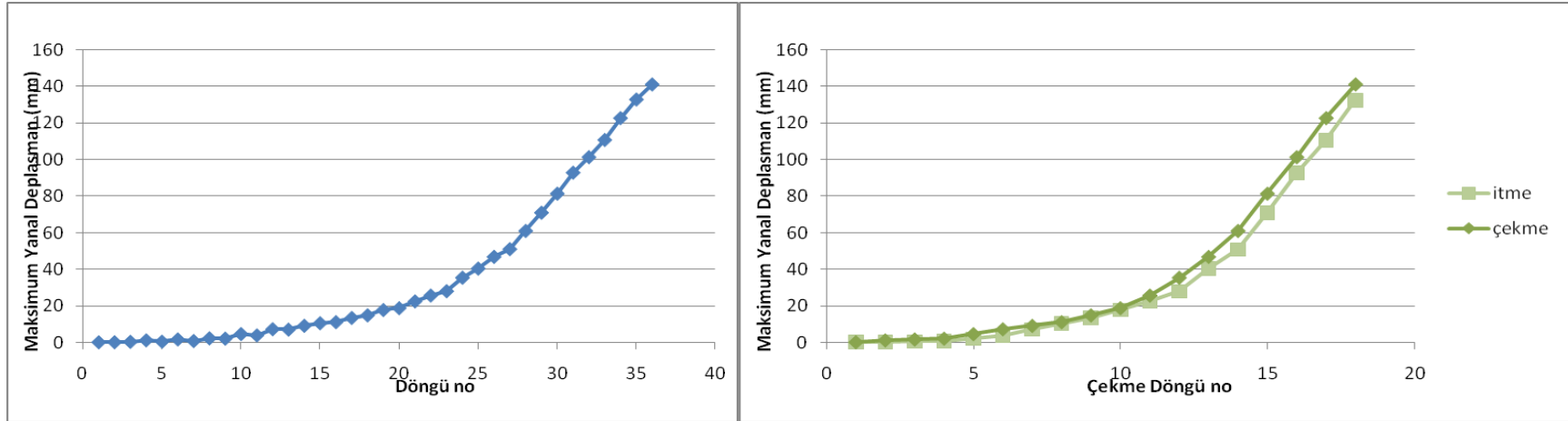
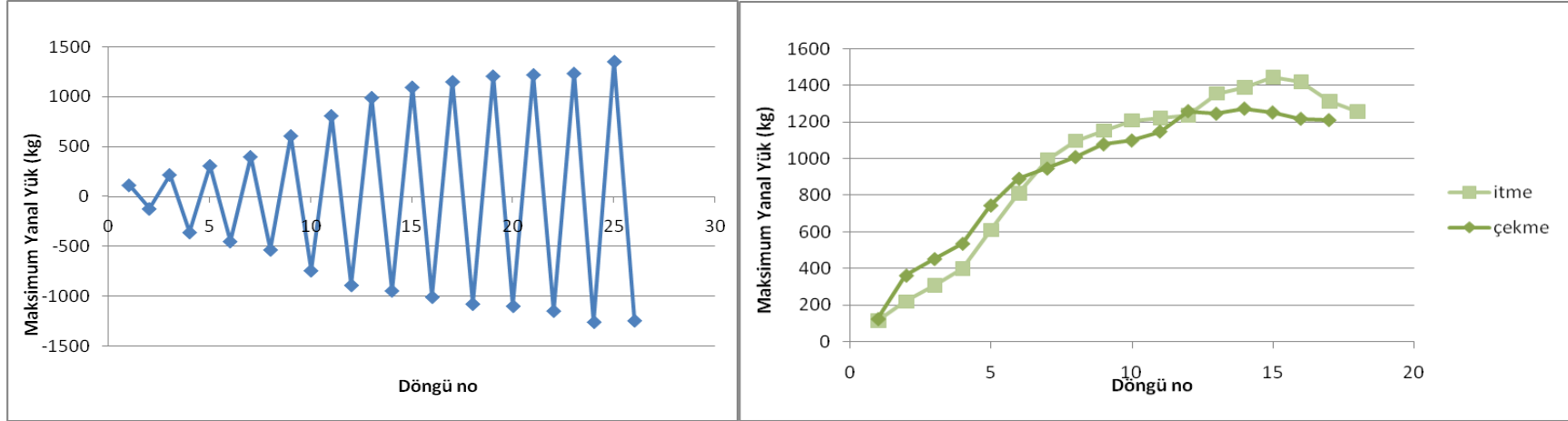
Test sonucunda elde edilen yük, deplasman, rijitlik ve enerji değişimleri için bkz. Şekil 271-280.

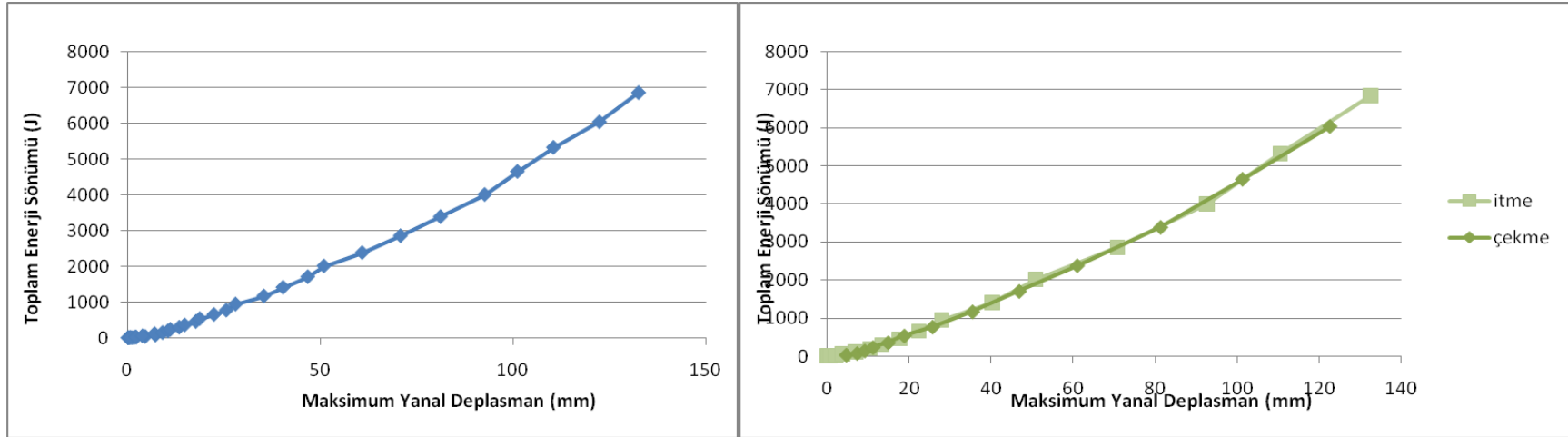


Şekil 271: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş rijitlik değişimi

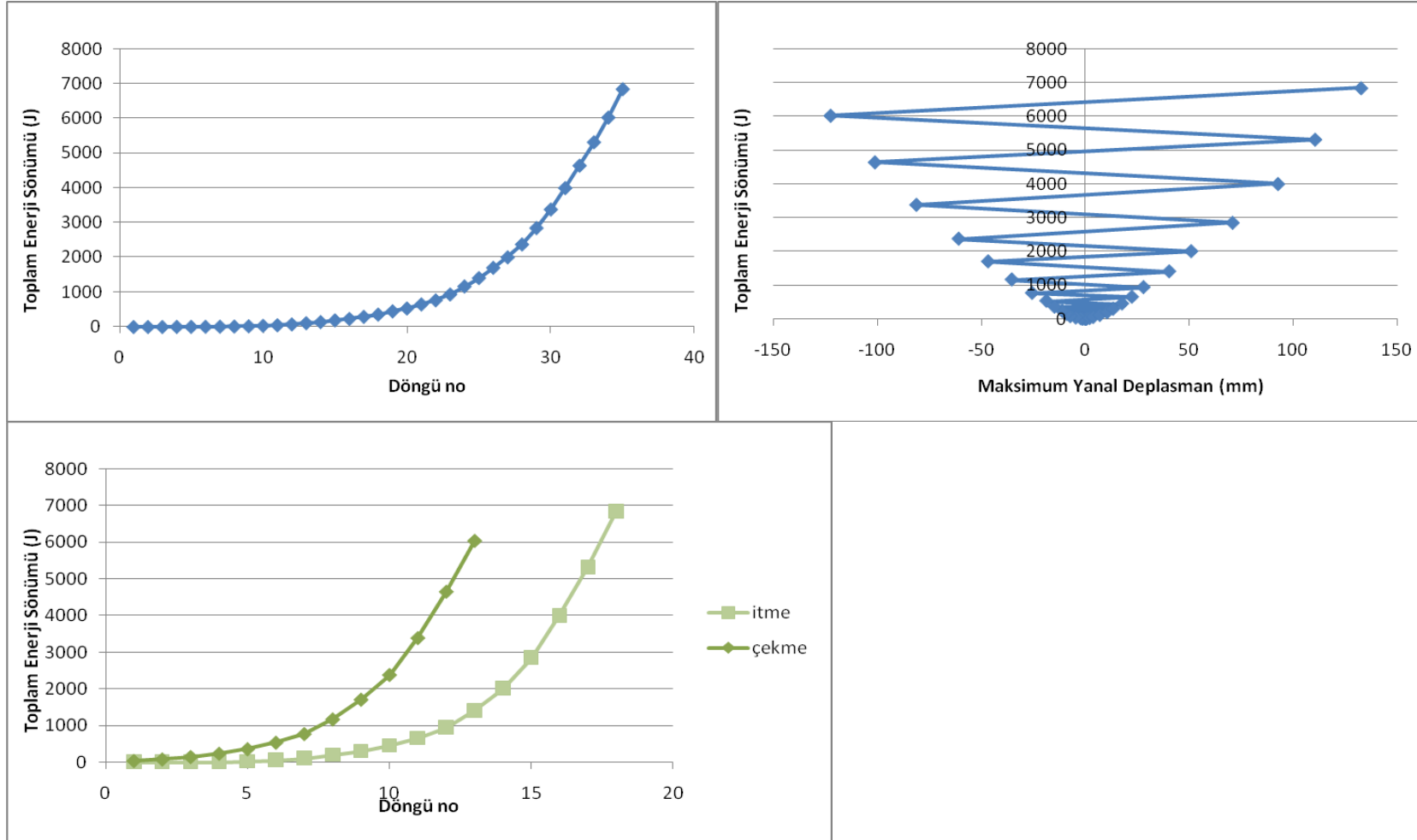


Şekil 272: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş, her bir adım rijitliği - maksimum yanıl deplasman değişimi

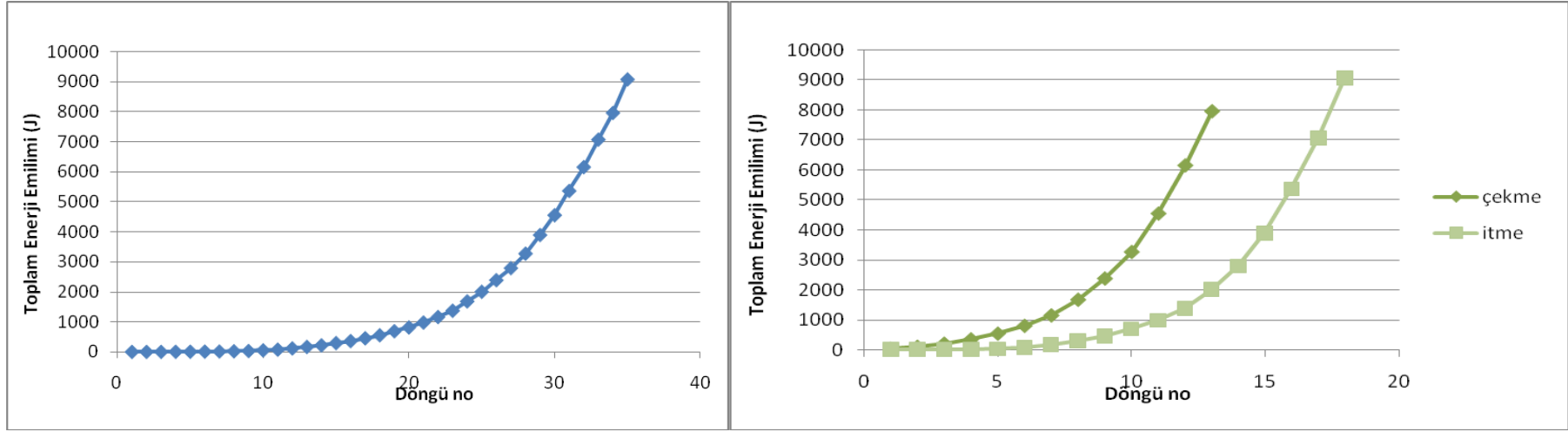




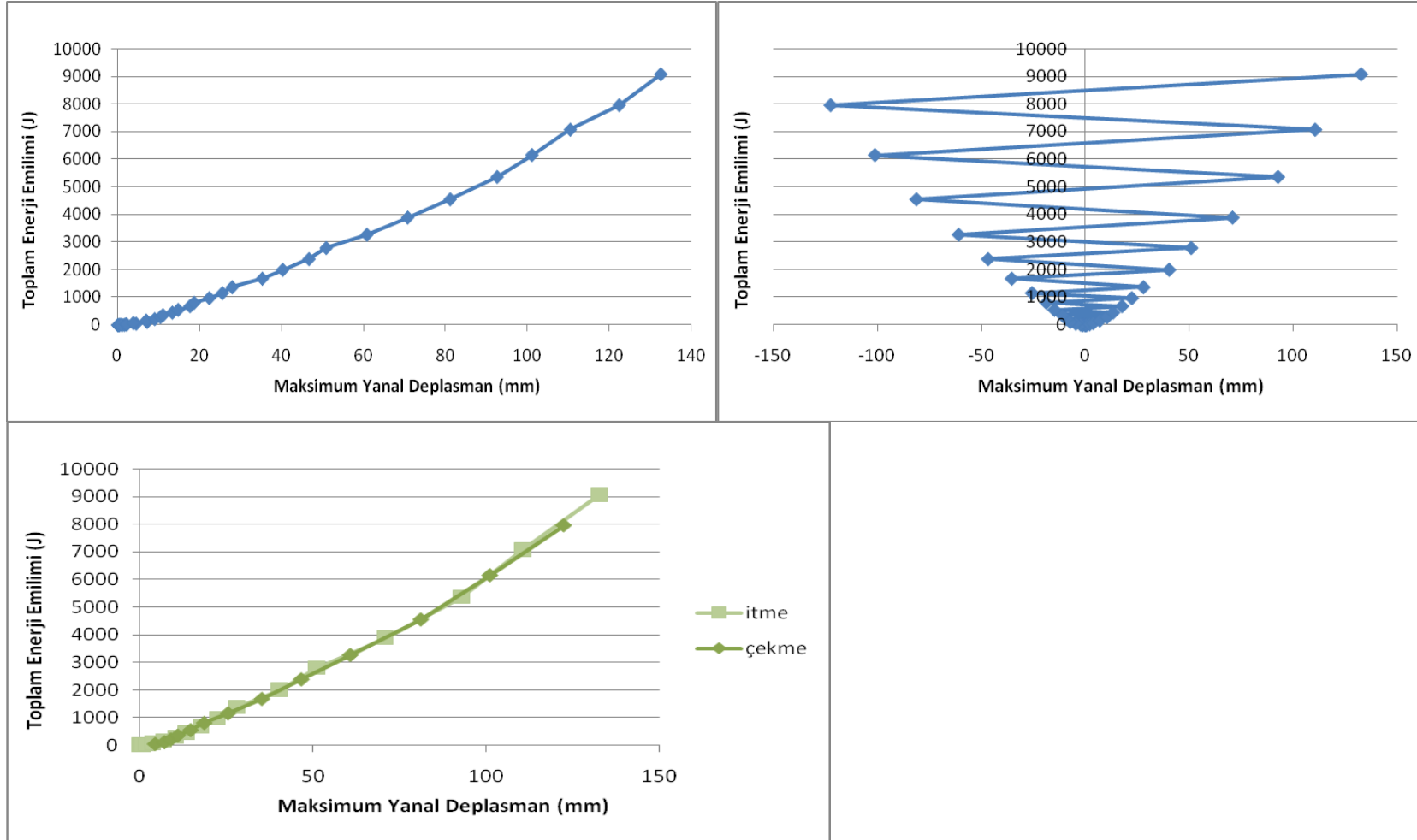
Şekil 275: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş her bir adım sonundaki toplam enerji sönümü



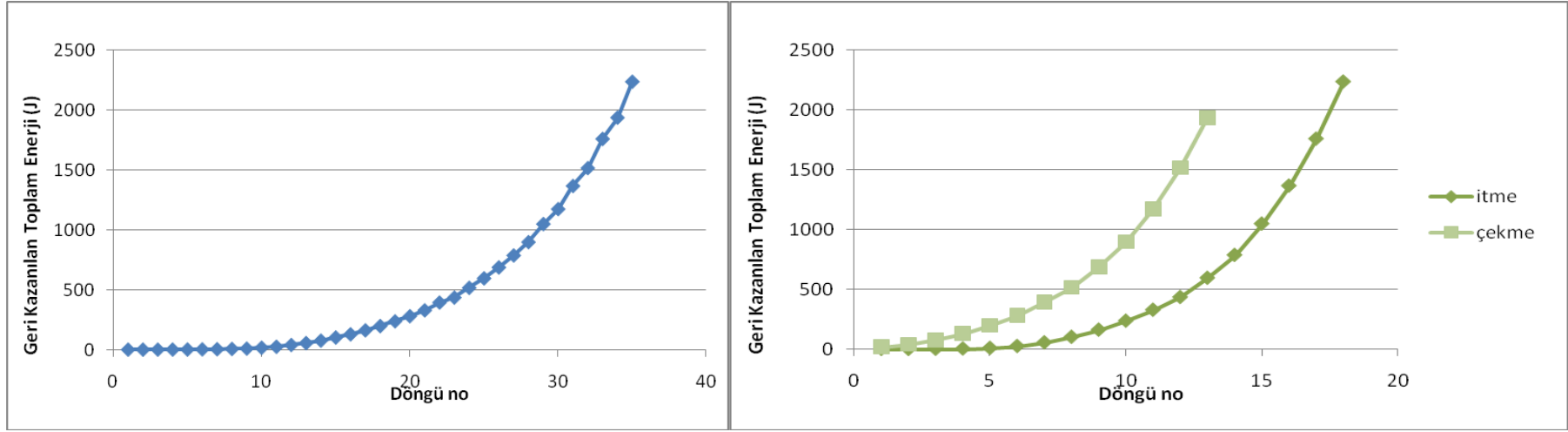
Şekil 276: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için (sırasıyla, pozitif itme / negatif çekme ve mutlak değer olarak) ayrı ayrı gösterilmiş, her bir adım sonundaki sökülmiş toplam enerji - maksimum yanıl deplasman değışimi



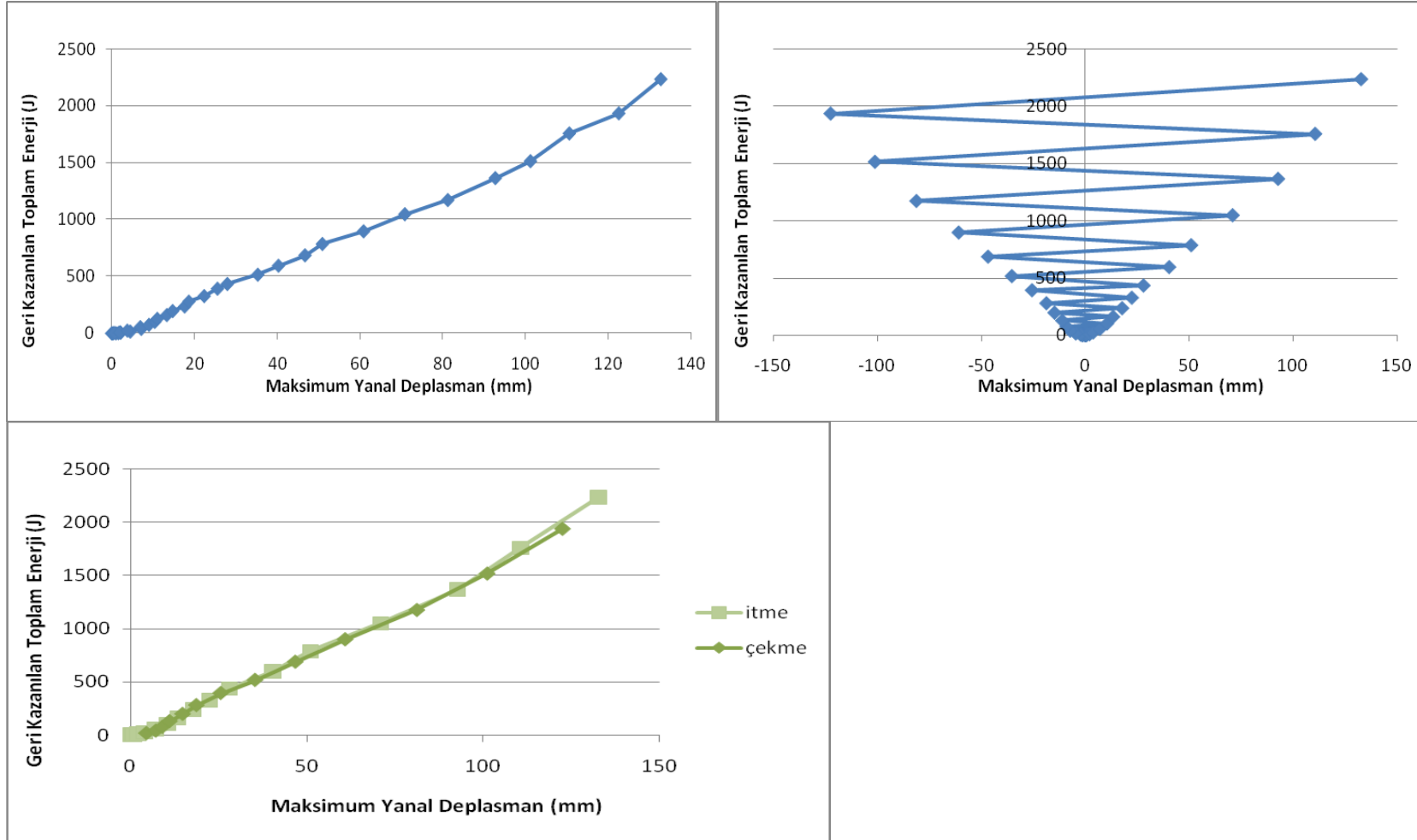
Şekil 277: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş her bir adım sonundaki toplam enerji emilimi



Şekil 278: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için (sırasıyla, pozitif itme / negatif çekme ve mutlak değer olarak) ayrı ayrı gösterilmiş, her bir adım sonundaki toplam enerji emilimi - maksimum yanıl deplasman değışimi



Şekil 279: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş her bir adım sonundaki geri kazanılmış toplam enerji miktarı



Şekil 280: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş, her bir adım sonundaki geri kazanılmış toplam enerji - maksimum yanıl deplasman değışimi

Bu tests sonrasında da sıva yer yer çatlayarak dökülmüş ve bağlantılarda açılmalar gözlemlenmiştir (Şekil 281-282).



Şekil 281: Deney sonrası içi dolu yedinci çerçevenin durumu



Şekil 282: Çerçeve bağlantılarında oluşan hasar görünümü

1.19. DOLU HALDE TEST EDİLEN SEKİZİNCİ ÇERÇEVENİN DENEYİNDEN ELDE EDİLEN SONUÇLAR

Sekizinci çerçeve, hasar gören bağlantıları onarılarak, bağdadi teknik ile kaplanmış (Şekil 283-285) ve Şekil 286'da gösterilen şekilde yüklenmiştir.



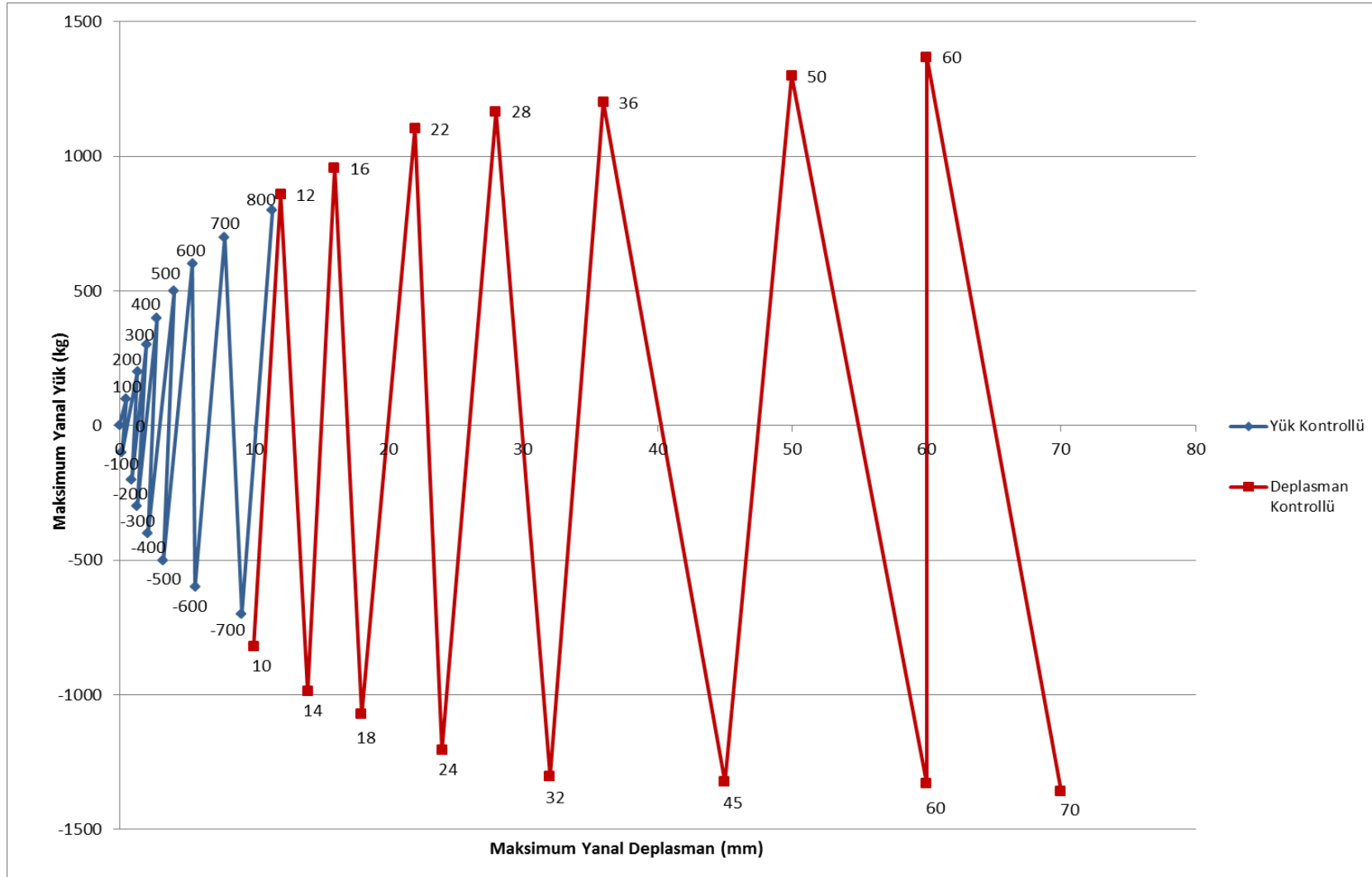
Şekil 283: Bağdadi kaplamanın uygulanması



Şekil 284: Sivanın hazırlanması

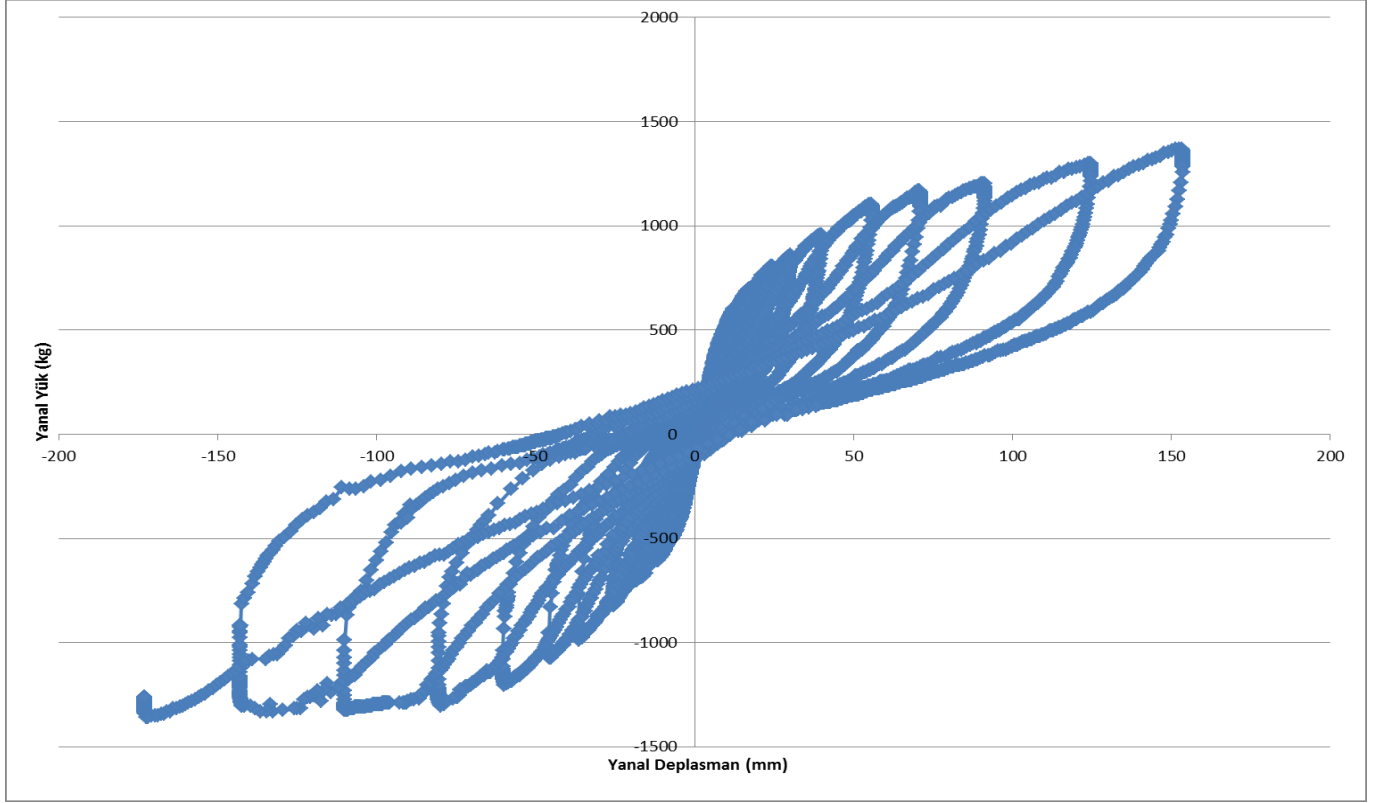


Şekil 285: Sivanın uygulanması

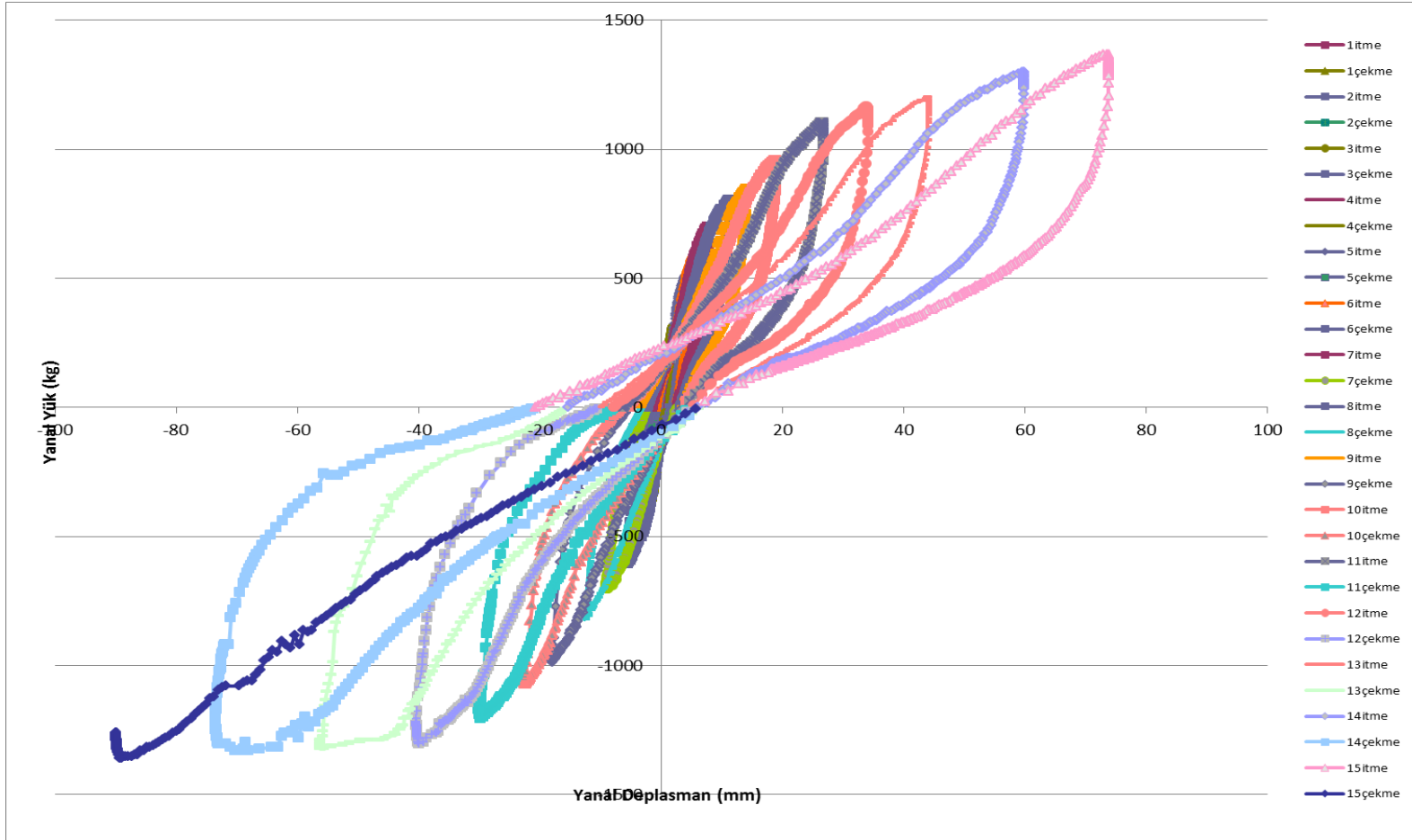


Şekil 286: Dolu halde test edilmiş sekizinci çerçeveye ait yükleme şeması

Buna göre elde edilen yanal yük - yanal deplasman grafikleri Şekil 287 ve Şekil 288'de gösterilmektedir.

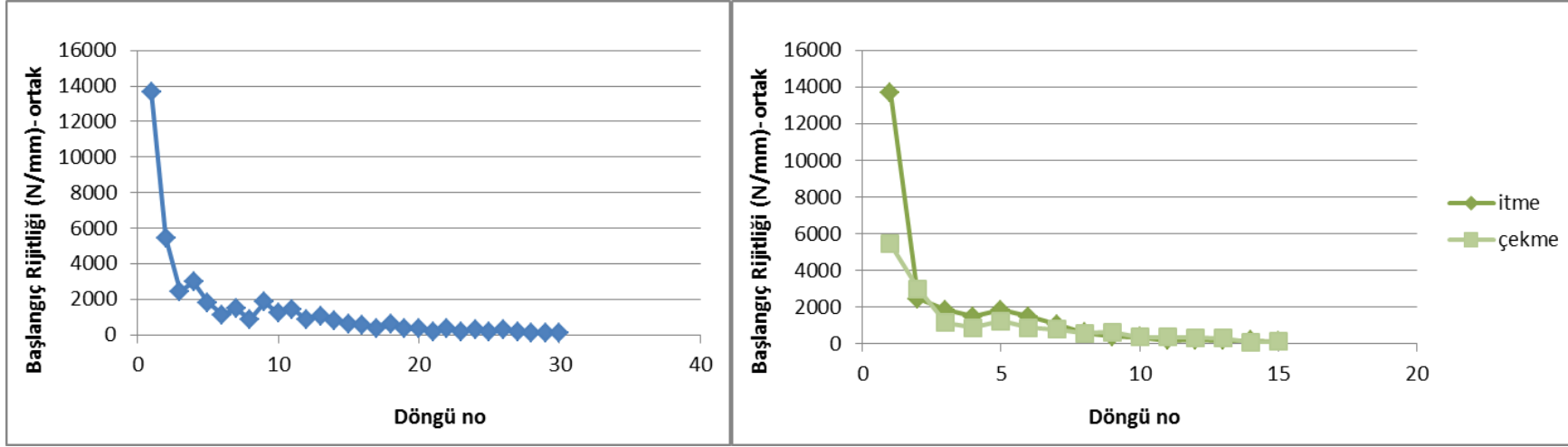


Şekil 287: Dolu halde test edilmiş sekizinci çerçeveye ait yanal yük - maksimum yanal deplasman grafiği

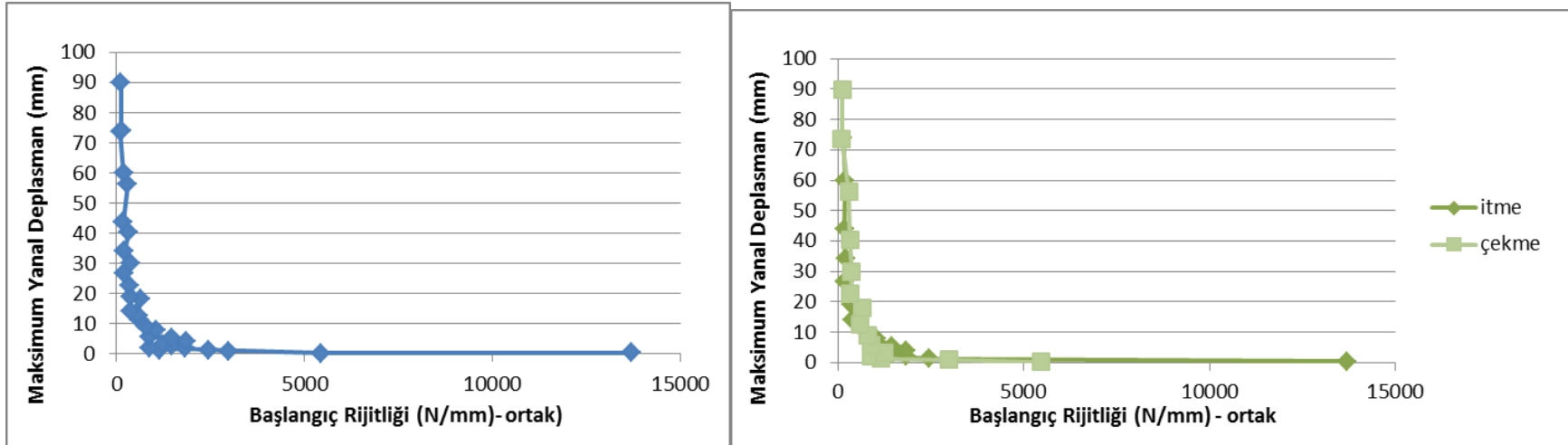


Şekil 288: Dolu halde test edilmiş sekizinci çerçeveye ait itme – çekme döngülerinin gösterildiği yanal yük - maksimum yanal deplasman grafiği

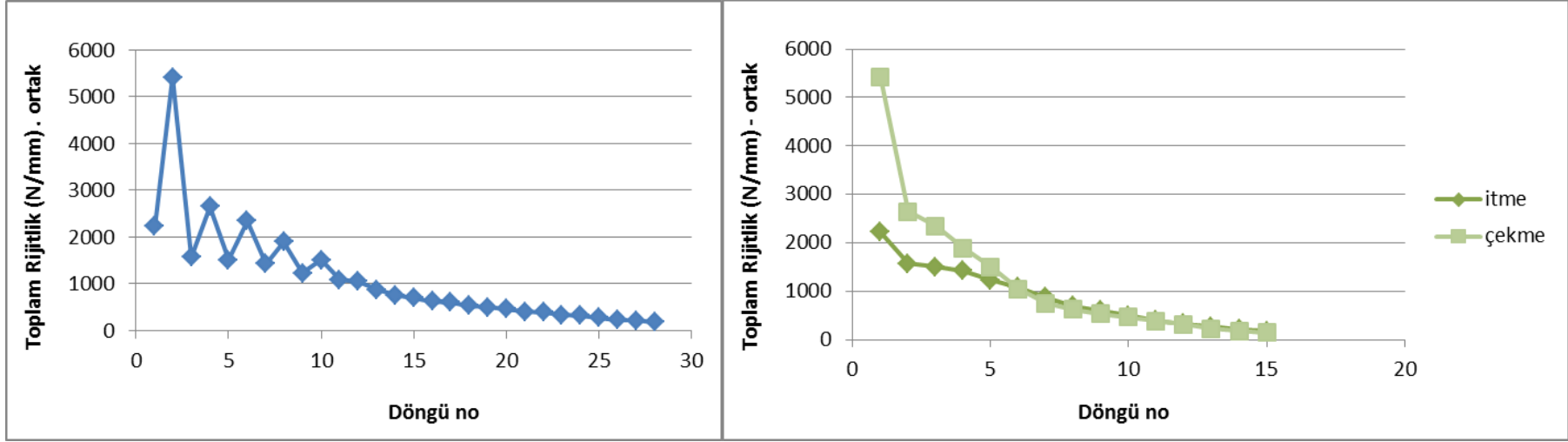
Test sonucunda elde edilen yük, deplasman, rijitlik ve enerji değişimleri için bkz. Şekil 289-302.



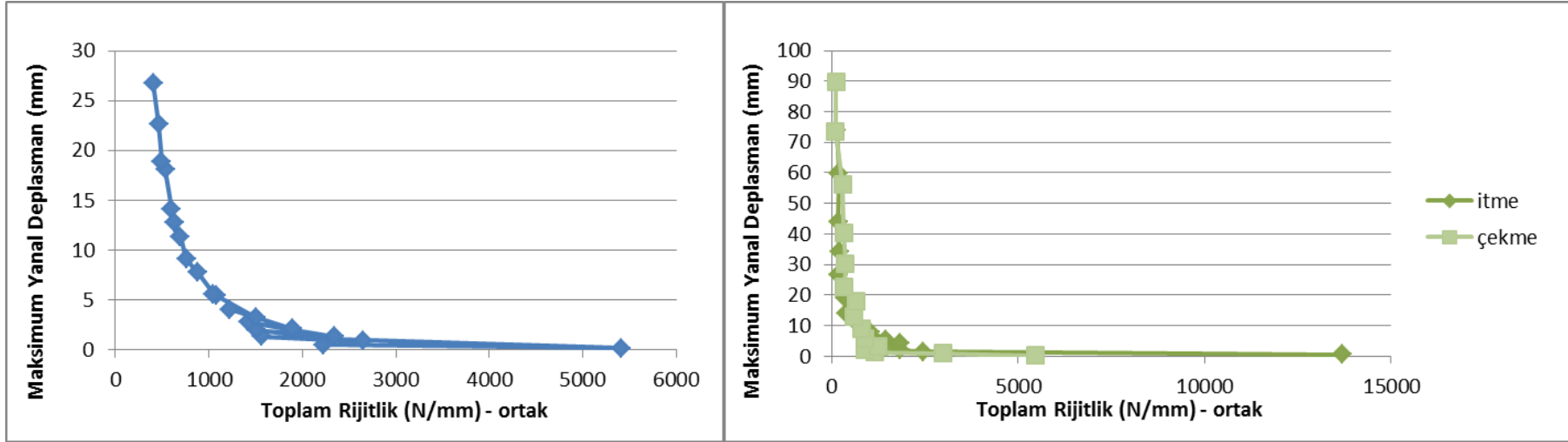
Şekil 289: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş başlangıç rijitliği değişimi



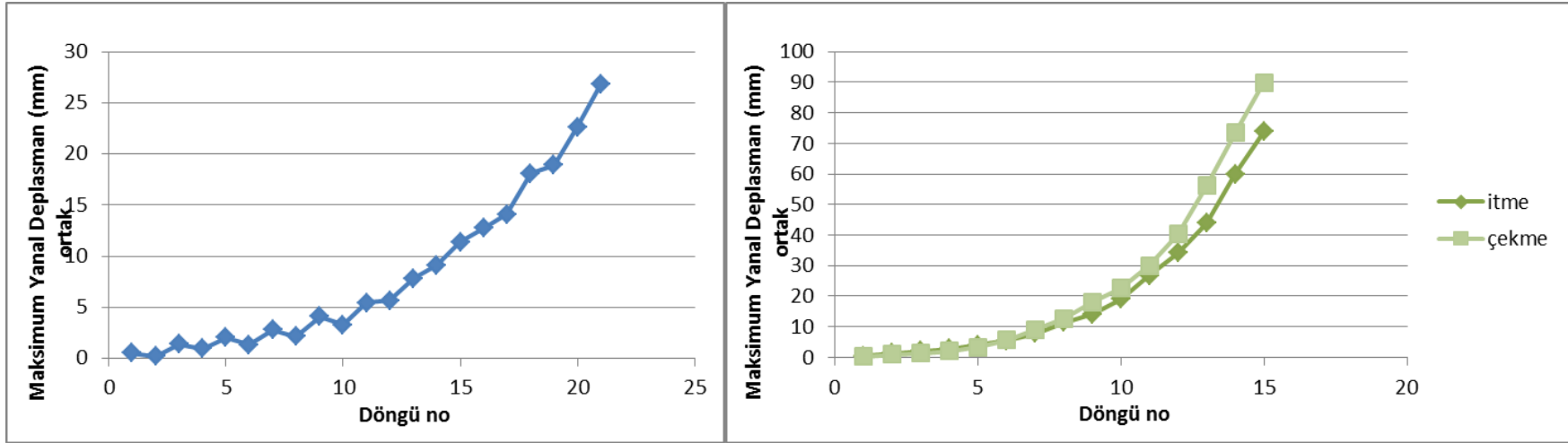
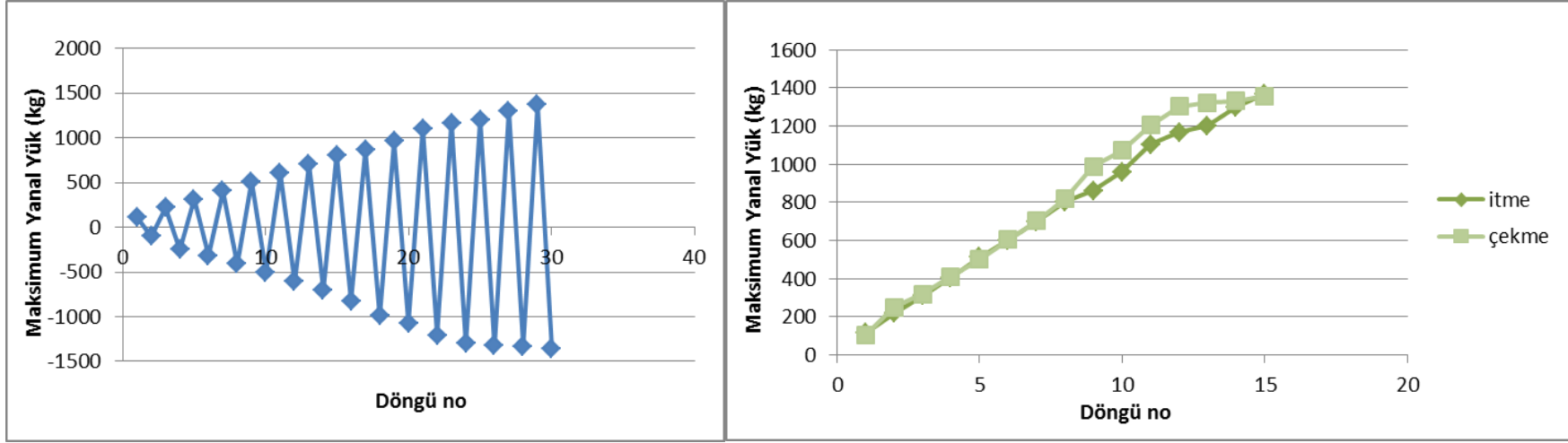
Şekil 290: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş, her bir adım başlangıç rijitliği - maksimum yanıl deplasman değişimi

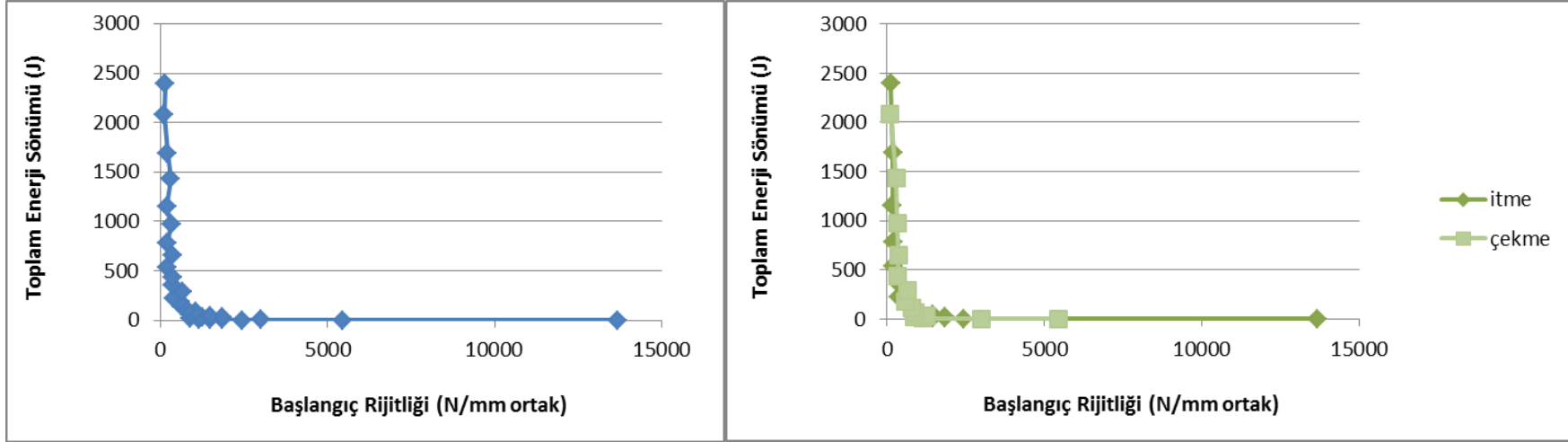


Şekil 291: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş toplam rijitlik değişimi

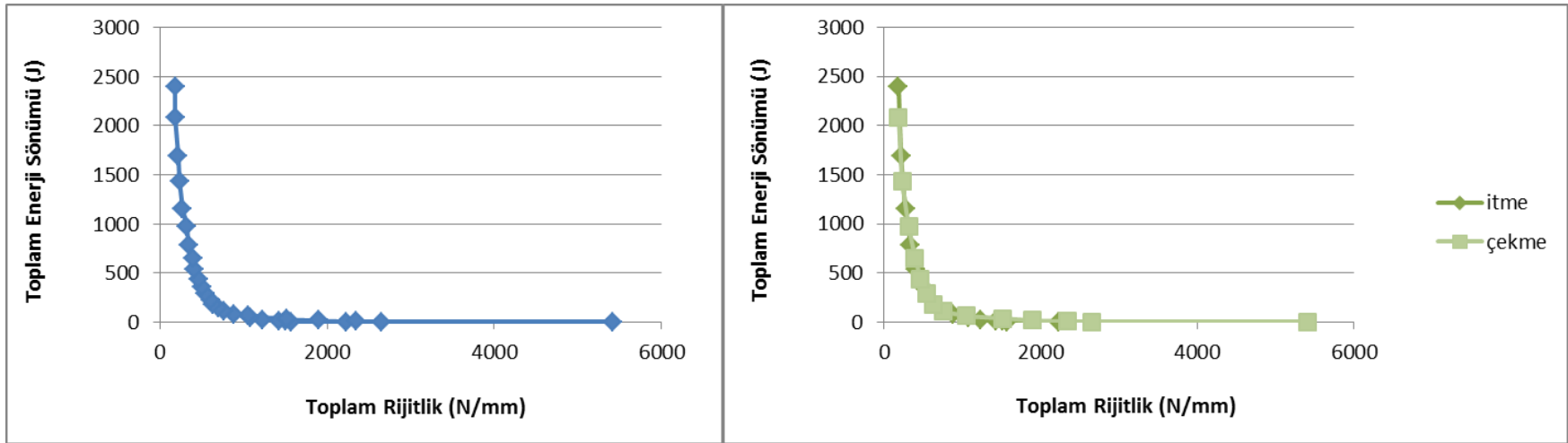


Şekil 292: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş, her bir adım toplam rijitlik - maksimum yanıl deplasman değişimi

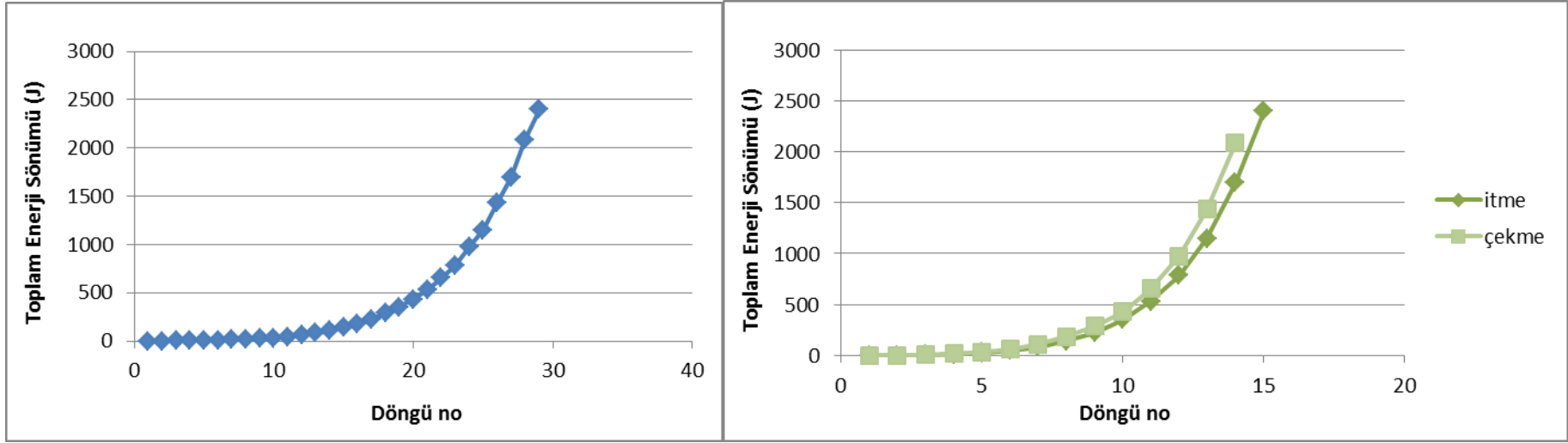




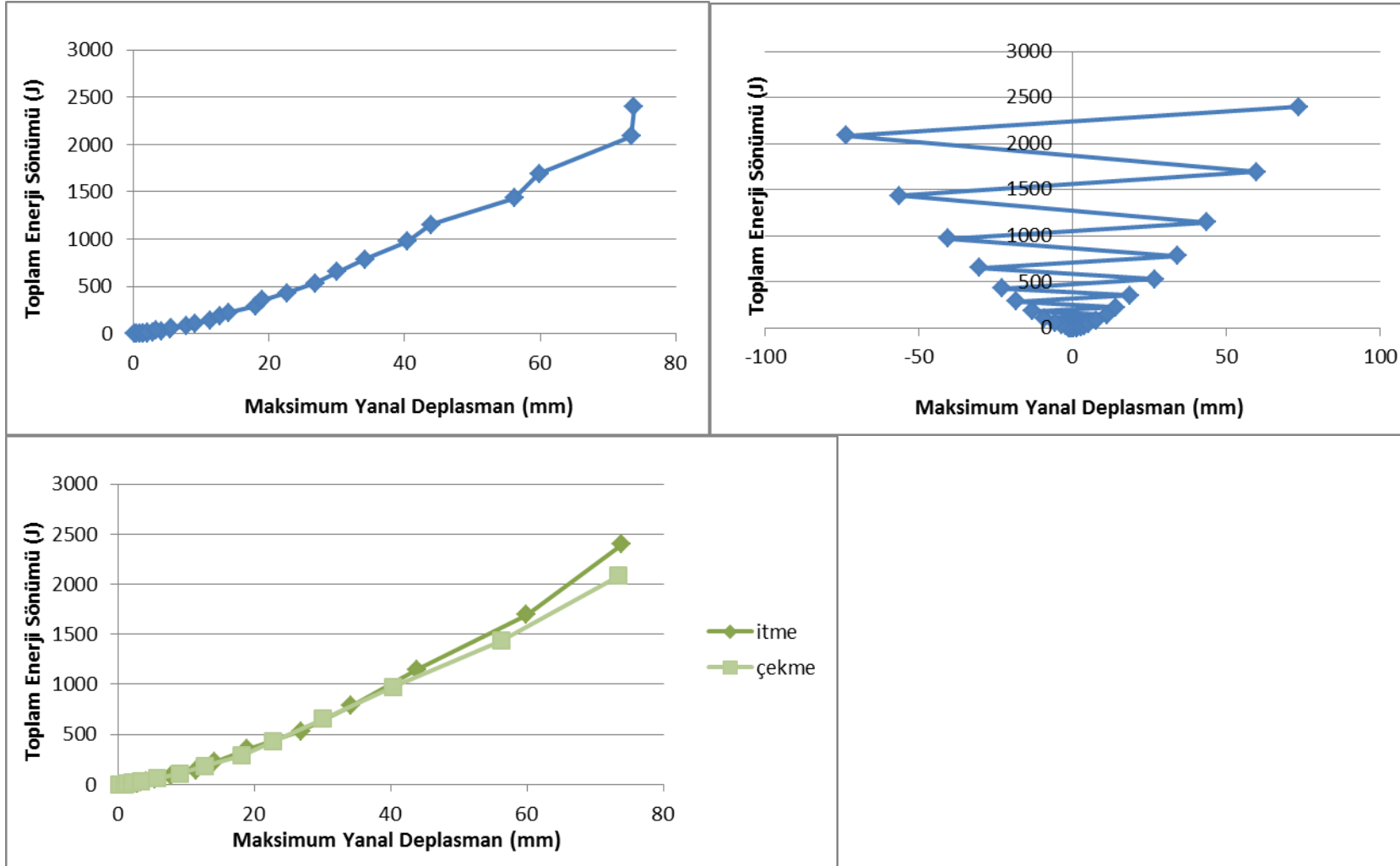
Şekil 295: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş, her bir adım başlangıç rijitliği - toplam enerji sönümü değişimi



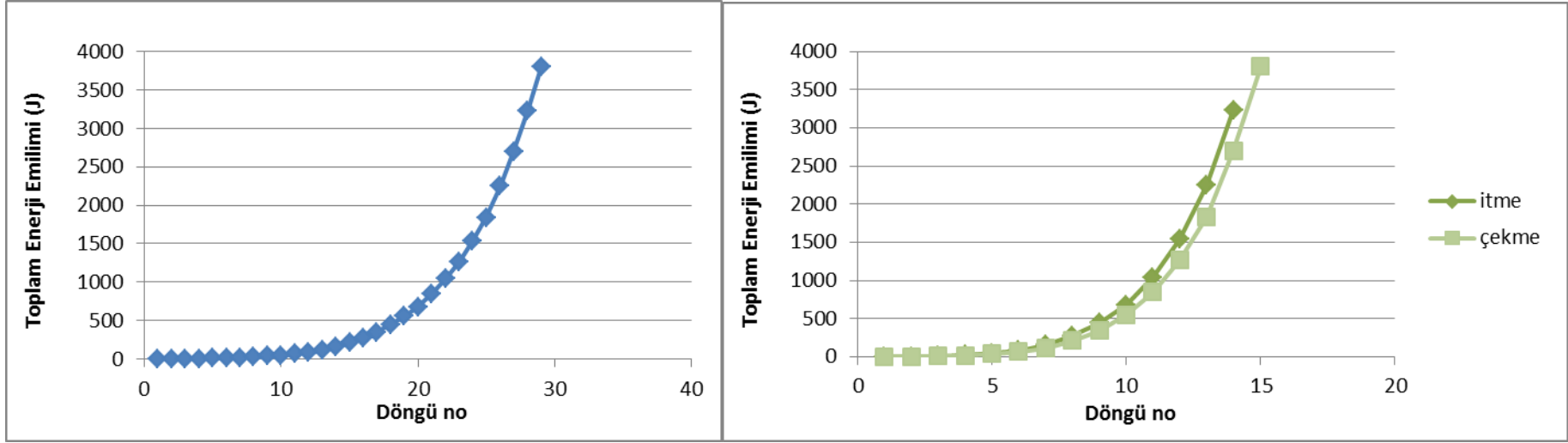
Şekil 296: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş, her bir adım toplam rijitlik - toplam enerji sönümü değişimi



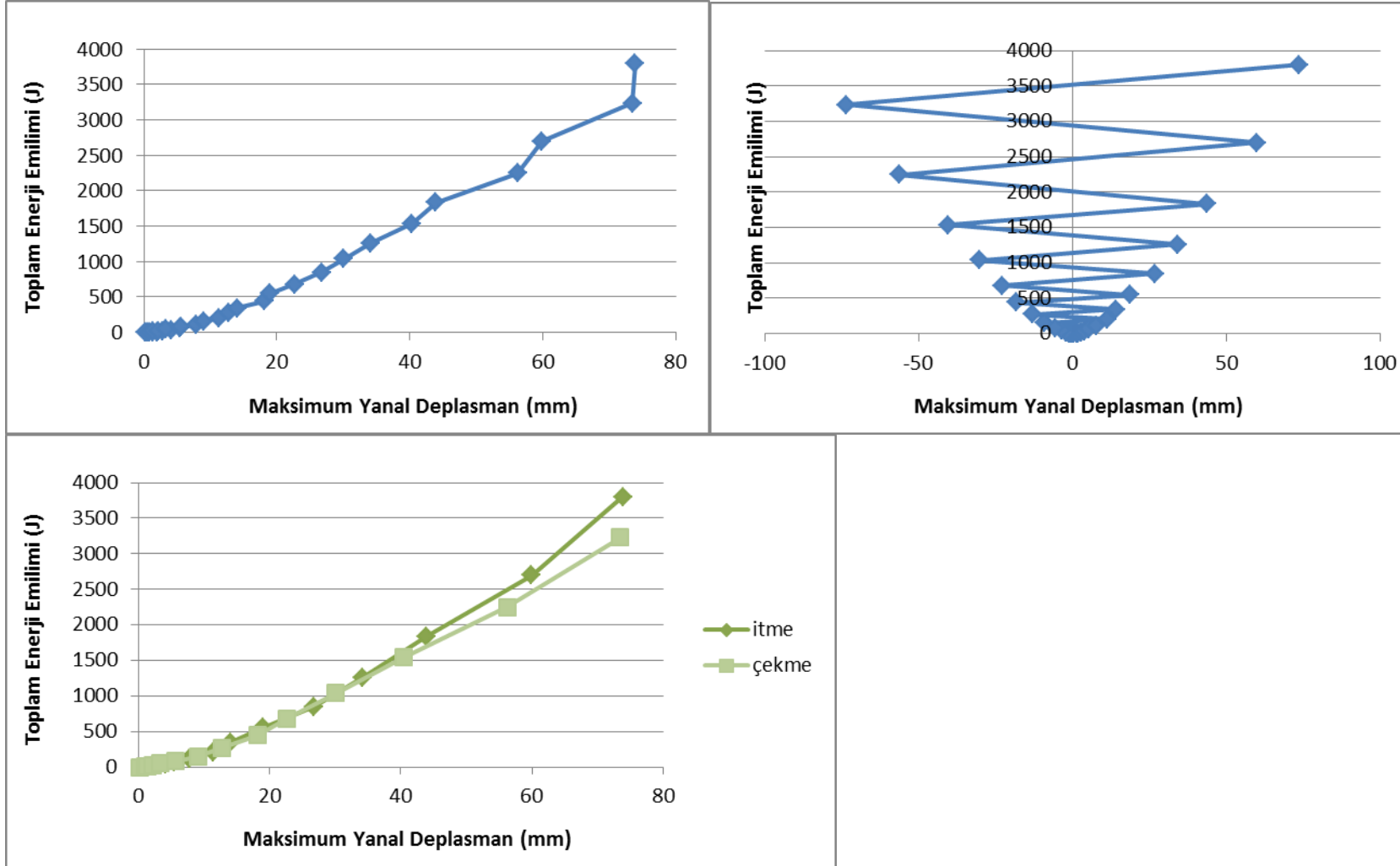
Şekil 297: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş her bir adım sonundaki toplam enerji sönümü



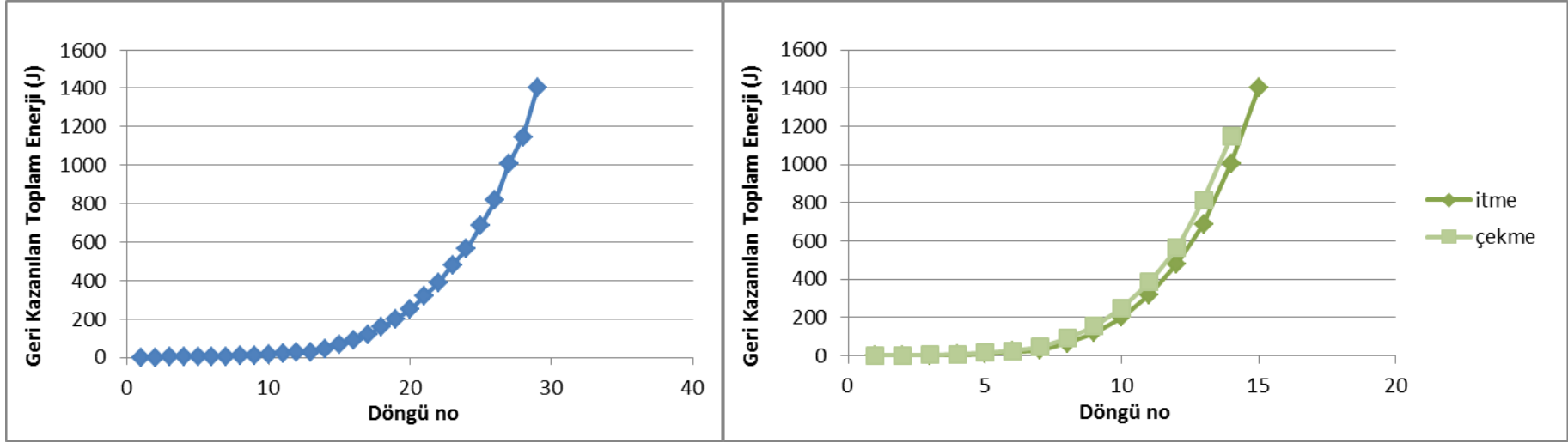
Şekil 298: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için (sırasıyla, pozitif itme / negatif çekme ve mutlak değer olarak) ayrı ayrı gösterilmiş, her bir adım sonundaki sönümlenmiş toplam enerji - maksimum yanıl deplasman değışimi



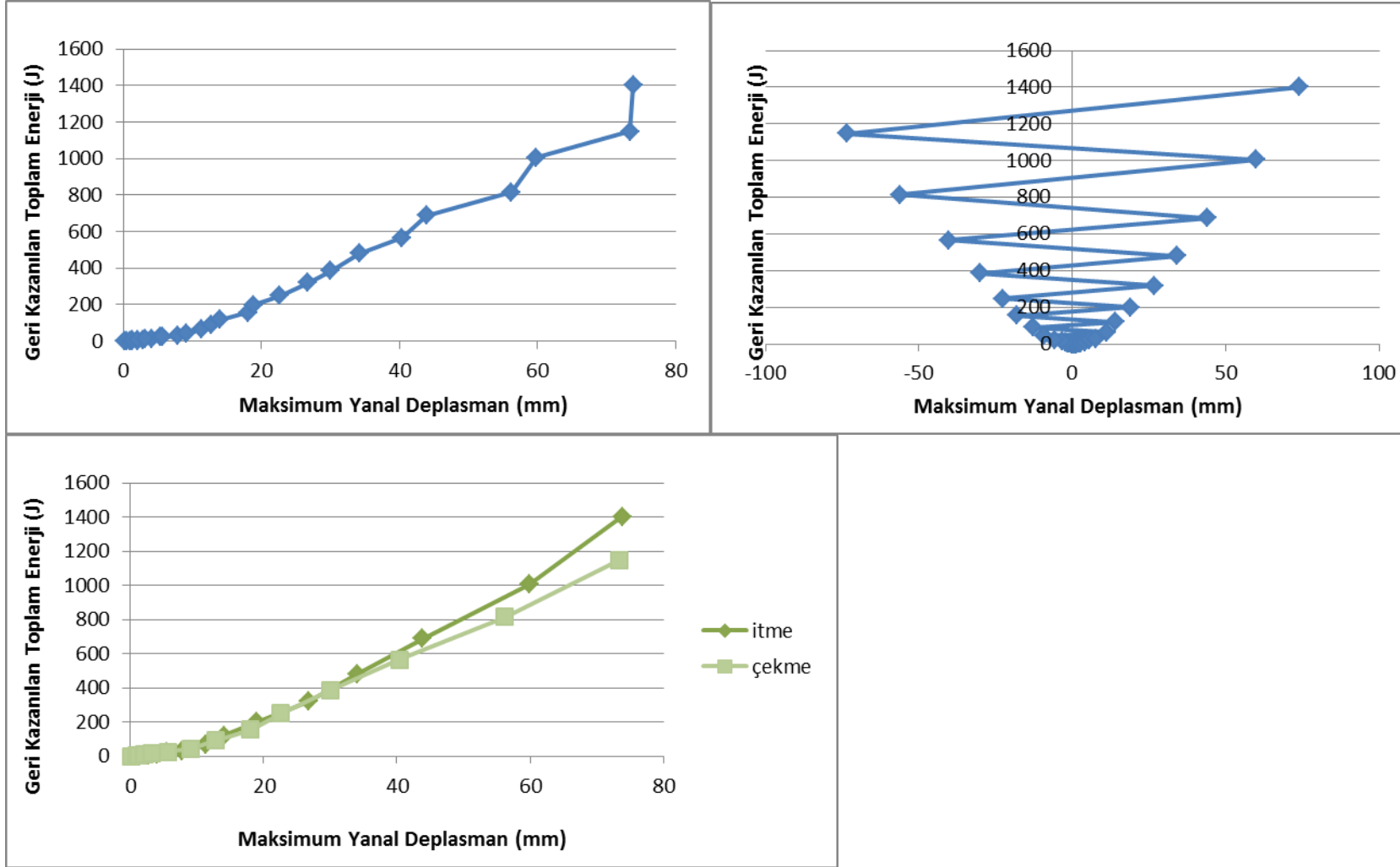
Şekil 299: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş her bir adım sonundaki toplam enerji emilimi



Şekil 300: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için (sırasıyla, pozitif itme / negatif çekme ve mutlak değer olarak) ayrı ayrı gösterilmiş, her bir adım sonundaki toplam enerji emilimi- maksimum yanıl deplasman değışimi



Şekil 301: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için ve itme ile çekme için ayrı ayrı gösterilmiş her bir adım sonundaki geri kazanılmış toplam enerji



Şekil 302: Ardışık itme ve çekme adımlarının tümü için (sırasıyla, pozitif itme / negatif çekme ve mutlak değer olarak) ayrı ayrı gösterilmiş, her bir adım sonundaki geri kazanılan toplam enerji - maksimum yanar deplasman değışimi

Bağlantılarda meydana gelen açılma ve hasarlar için bkz. Şekil 303.



Şekil 303: Bağlantılarda meydana gelen hasarlara örnekler

2. MALZEME TESTLERİ

2.1. ÇİVİ TESTLERİ

Çerçevelerdeki tüm çiviler 12 cm uzunluğunda ve 4.5 mm kalınlığındadır. Çivinin imal edildiği malzemenin dayanım özelliklerinin anlaşılması amacıyla, çiviye çekme testi uygulanmıştır. Çivi 1300 kg'da kopmuş ve kopuncaya kadar gerilim sertleşmesi ya da boy uzaması sergilemeksizin kırılğan bir malzemedan yapılmış gibi davranmıştır (Şekil 304). Buna göre, malzemenin çekme dayanımı 82 kgf/mm², yani 820 Mpa olmaktadır.



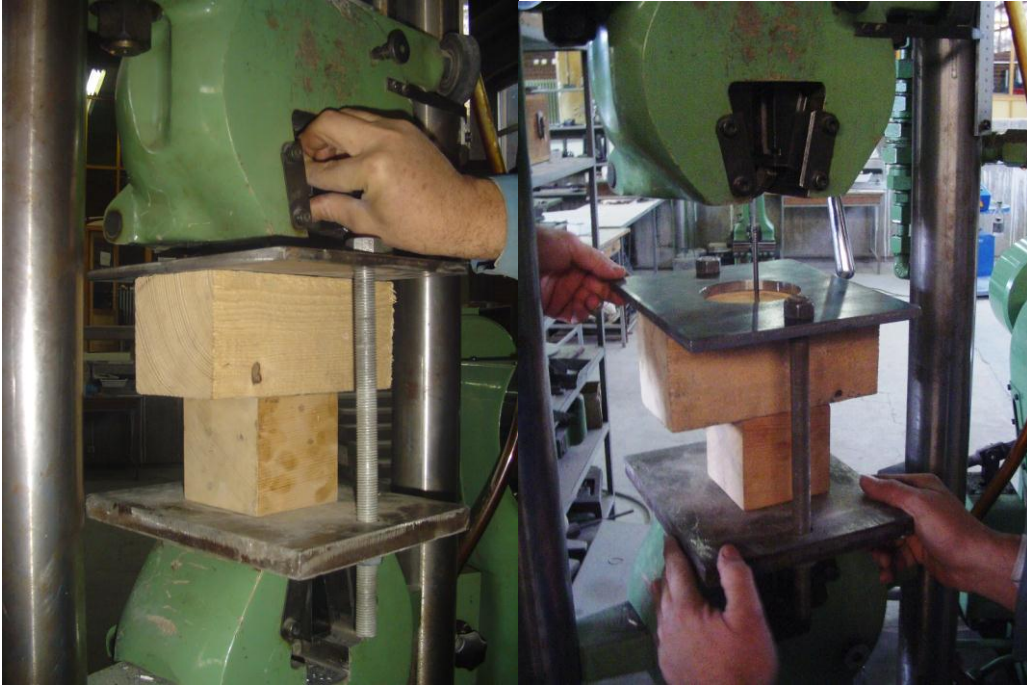
Şekil 304: Çivilerde hem sünek hem de kırılğan davranışta kopma gözlemlenmiştir.

2.2. ÇEKME TESTLERİ

Çekme testleri çivinin ahşap malzemedan çıkma dayanımının belirlenmesi amacıyla yapılmıştır. Bu testlerin gerçekleştirilebilmesi için, çivi ahşap bir elemana çakılmış, daha sonra çekme deneyinin gerçekleştirileceği aletin çiviyi daha sağlam tutabilmesi için çivinin başı kesilmiştir (Şekil 305-306).

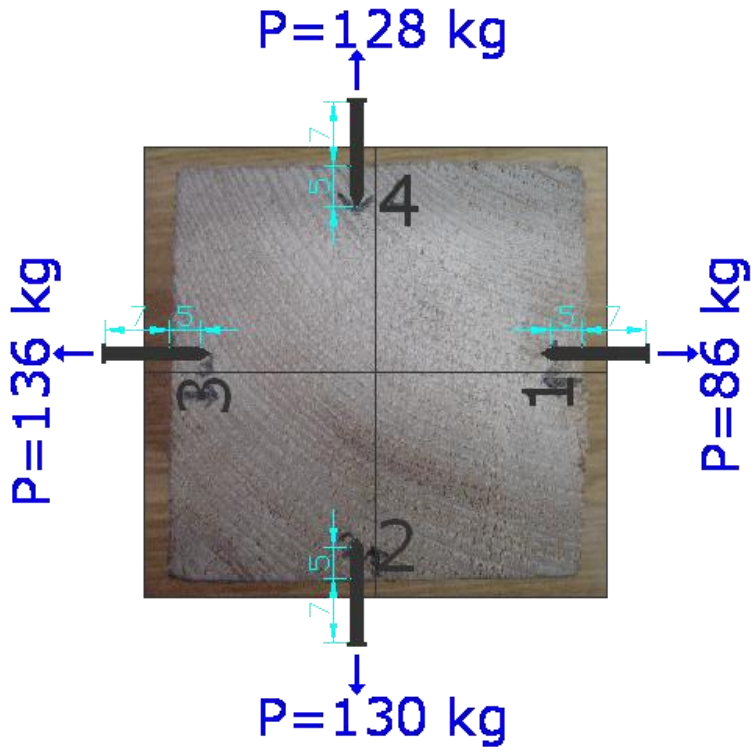


Şekil 305: Çivinin başının kesilmesi



Şekil 306: Çekme testi

Çekme testi, ahşabın lif yönünün sonuca etkisinin de araştırılması amacıyla dört yönde gerçekleştirilmiştir. Sonuçlar Şekil 307’de gösterilmektedir.



Şekil 307: Çekme testi sonuçları

2.3. KERPIÇ, TUĞLA, SIVA VE HARÇ TESTLERİ

Kerpiç, tuğla, sıva ve harçtan alınan numuneler üzerinde basınç dayanımlarının belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilecek testleri için, numunelerin öncelikle kenarları düzeltilmiştir (Şekil 308). Bu şekilde, yükün numunenin üzerine daha homojen bir şekilde yayılması amacıyla yapılacak olan başlıkların numuneye daha iyi oturması sağlanmıştır. Başlıklar çimento harcı ile yapılmıştır (Şekil 309). Numunelerin bir taraflarına başlık yapıldıktan sonra, birkaç gün kurumaları beklenmiş ve aynı işlem diğer taraflarına da uygulanmıştır (Şekil 310-312).



Şekil 308: Kerpiç ve tuğla numunelerin kenarlarının kesilerek düzeltilmesi



Şekil 309: Başlık için hazırlanan çimento harcı



Şekil 310: Başlıkların düzgünlüğünün su terazisiyle kontrol edilmesi



Şekil 311: Yanlarda biriken fazla harcın alınması



Şekil 312: Diğer tarafına da aynı işlem uygulanmadan evvel başlıkların kurutulmak üzere bekletilmesi

Bu şekilde hazırlanan numunelerden elde edilen basınç dayanımları Tablo 2'de gösterilmektedir.

Tablo 2: Kerpiç ve tuğla ile çamur ve kireç harcından standart silindirlerle alınan numunelere ait basınç dayanımları

KERPİÇLER:

NUMUNE NO	ALT YÜZEY (CM)	ÜST YÜZEY (CM)	KIRILMA YÜKÜ (KG)	DAYANIM (KG/CM2)
1	21 x 9,5	20 x 10	3700	4,630788
2	20 x 10	21,5 x 9	2950	3,748412
3	20,5 x 10,5	20,5 x 10	5050	6,008328
4	21,5 x 11,5	20 x 11,5	3000	3,143007

TUĞLALAR

NUMUNE NO	ALT VE ÜST YÜZEY (CM)	İÇ BOŞLUK (CM) (tek yüzde)	KIRILMA YÜKÜ (KG)	DAYANIM (KG/CM2)
1	21 x 10	14,5 x 4,5	18930	106,723
2	21 x 10	14,5 x 4,5	27740	156,3918
3	21 x 10	14,5 x 4,5	15870	89,47146
4	21 x 10	14,5 x 4,5	11140	62,80479

ÇAMUR SİLİNDİRLER

NUMUNE NO	ÇAP (CM)	YÜKSEKLİK (CM)	KIRILMA YÜKÜ (KG)	DAYANIM (KG/CM2)
1	7	13,5	500	12,99224
2	7	13,5	510	13,25209
3	7	13,5	480	12,47255

KİREÇ SİLİNDİRLER

NUMUNE NO	ÇAP (CM)	YÜKSEKLİK (CM)	KIRILMA YÜKÜ (KG)	DAYANIM (KG/CM2)
1	7,5	15	1109	25,10262
2	7,5	15	1320	29,87869
3	7,5	15	1110	25,35161

2.4. YIĞMA NUMUNELERİN TEST EDİLMESİ

Yığma malzemelerden alınan numunelerin test edilmesi için de (aynı kerpiç, tuğla, sıva ve harçtan alınan numuneler üzerinde yapılan testlerde olduğu gibi), öncelikle başlık yapılmıştır (Şekil 313-314).



Şekil 313: Başlık yapımı



Şekil 314: Başlık yüzeyinin düzgünlüğünün su terazisiyle kontrol edilmesi

Başlıkların yapılmasının ardından numuneler Şekil 315'te gösterilen alette basınç yüklemesi altında test edilmiştir. Testlerin ardından numunelerin son hali için bkz. Şekil 316.



Şekil 315: Yığıma numunelerin test edildiği alet



Şekil 316: Numunelerin kırıldıktan sonraki hali

Bu testler sonucunda elde edilen basınç dayanımı değerleri Tablo3'te gösterilmektedir.

Tablo 3: 4 adet tuğla ve kerpiç yığma numuneye ait basınç dayanımları

Numune	Yüzey alanı – yükseklik (cm)	Kırılma yükü (kg)	Basınç Dayanımı (kg/cm ²)
Tuğla 1	30 x 8.5 – 22.5	4750	18.63
Tuğla 2	29.5 x 8.5 – 22.2	3600	14.36
Tuğla 3	30 x 8.5 – 22.8	4000	15.69
Tuğla 4	39 x 9 – 21.7	5250	14.96
Kerpiç 1	33 x 9.5 - 35	1500	4.79
Kerpiç 2	33 x 10 - 35	1200	3.63
Kerpiç 3	36 x 9 – 36.5	1580	4.88
Kerpiç 4	44 x 12 – 32	2240	4.24

Bu sonuçlara göre, tuğla ve kerpiç yığma numunelerin ortalama basınç dayanımları, sırasıyla 1559 ve 430 kPa olmaktadır.

2.5. İTME ÇEKME TESTİ

Laboratuvarda, tersinir tekrarlı yükleme altında gerçekleştirilen testlerin ardından bağlantıların büyük önem taşıdığı ortaya çıkmıştır. Bu testlerde, bir yöne doğru yapılan yükleme esnasında ters yönde yer alan çivilerin kısmen yerinden çıktığı ve bir sonraki döngüde (diğer yönde yükleme yapılırken), bu çivilerin yerine geri girdiği her test sonunda gözlemlenen bir mekanizmadır. Bu sebeple, çivilerin sergilediği bu davranışı daha iyi incelemek amacıyla, bir adet Doğrusal Değişken Fark Transformatörü (LVDT), bir adet yük hücresi ve motor aracılığıyla yukarı aşağı hareket ettirilebilen bir kaideden meydana gelen bir deney düzeneği oluşturulmuş (şekil 317) ve çivili bağlantı burada test edilmiştir.



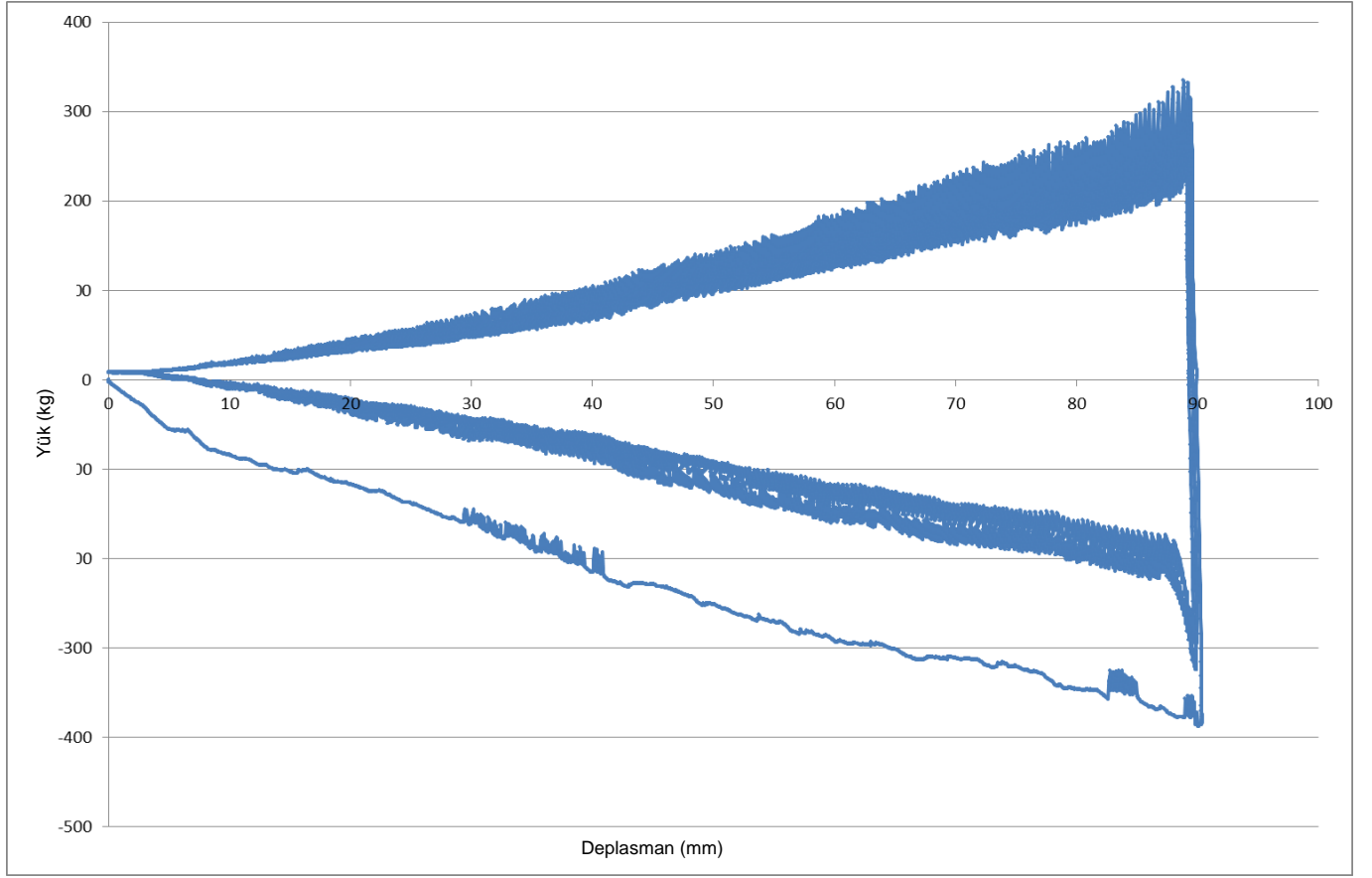
Doğrusal
Değişken Fark
Transformatörü
(LVDT) (100 mm)

Yük hücresi
(5 ton)

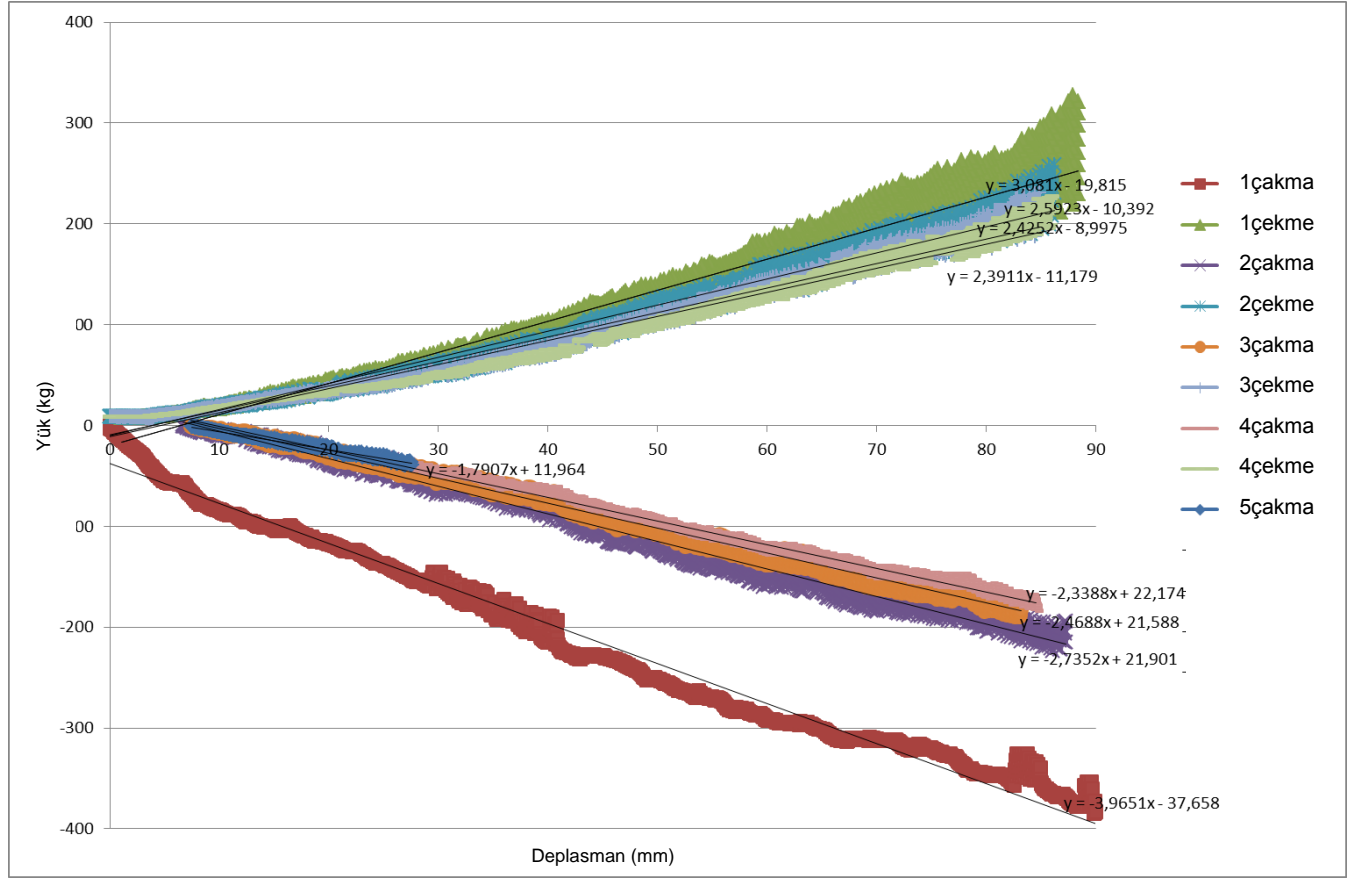
çivi

Şekil 317: Çiviye uygulanan itme çekme testi için oluşturulan deney düzeneği

Bu testten elde edilen veriler Şekil 318 ve Şekil 319'da gösterilmektedir.



Şekil 318: Çivi itme çekme testinden elde edilen yük deplasman grafiği



Şekil 319: Her bir döngüde yük deplasman ilişkisine ait eğimin düşüşünü gösteren grafik

Şekil 319, çivinin yerine her girişinin ya da her çıkışının bir öncekine göre nasıl daha az yüklerle gerçekleştiğini, yani bağlantılardaki rijitlik düşüşünü açıkça göstermektedir.

3. KAPASİTE HESAPLARI

Bu çalışmada, çerçevelerin test edilmelerinin ardından elde edilen sonuçlar AST-40'ta verilen yöntemle çerçevelerin sismik kapasitelerinin değerlendirilmesi için kullanılmıştır. Buna göre, öncelikle kapasite eğrileri elde edilmiştir:

$$S_a = \frac{V/W}{\alpha_1}$$

$$S_d = \frac{\Delta_{roof}}{PF_1 \phi_{roof,1}}$$

burada,

PF_1 = ilk mod için mod katılım katsayısı (AST-40'de önerilen değerler içinde yer alan 1.4 kabul edilmiştir).

α_1 = ilk mod için modal kütle katsayısı (AST-40'de önerilen değerler içinde yer alan 0.8 kabul edilmiştir).

W_i/g = i seviyesine atanan kütle

ϕ_{i1} = i seviyesinde birinci mod genliği

N = yapıda yer alan en üst ana kütleli seviyesi

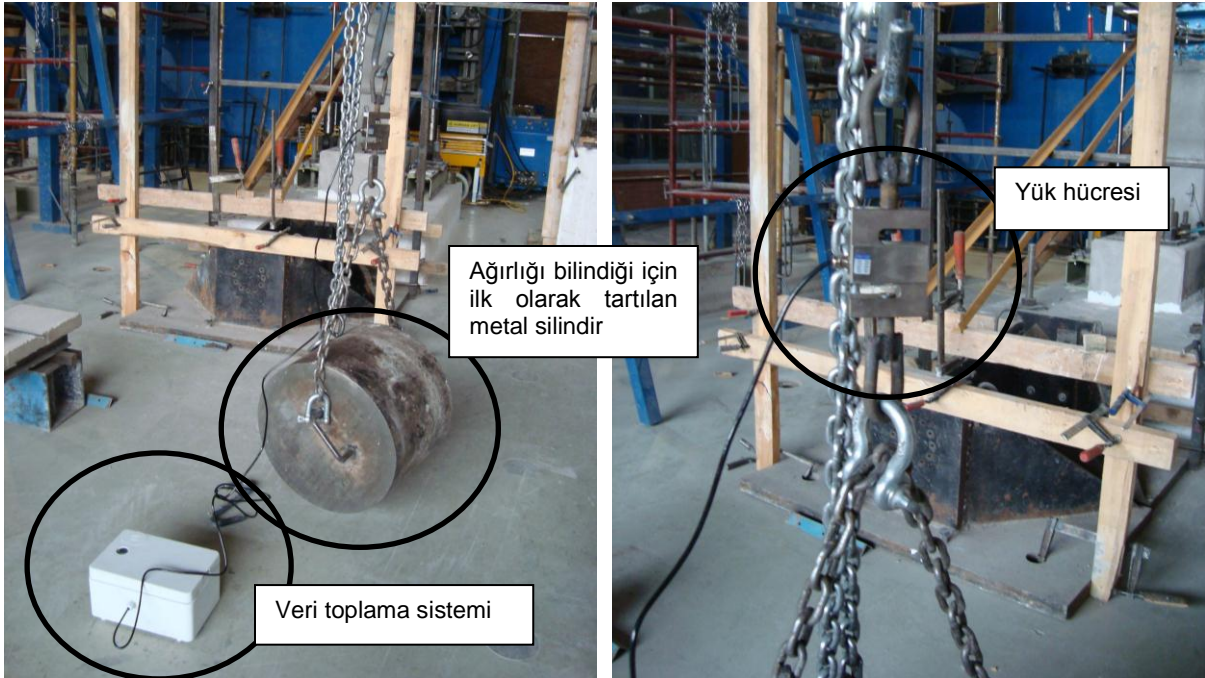
V = zemin kesme kuvveti

Δ_{roof} = yapının kendi ağırlığı ile canlı yüklerin toplamı

S_a = spektral ivme

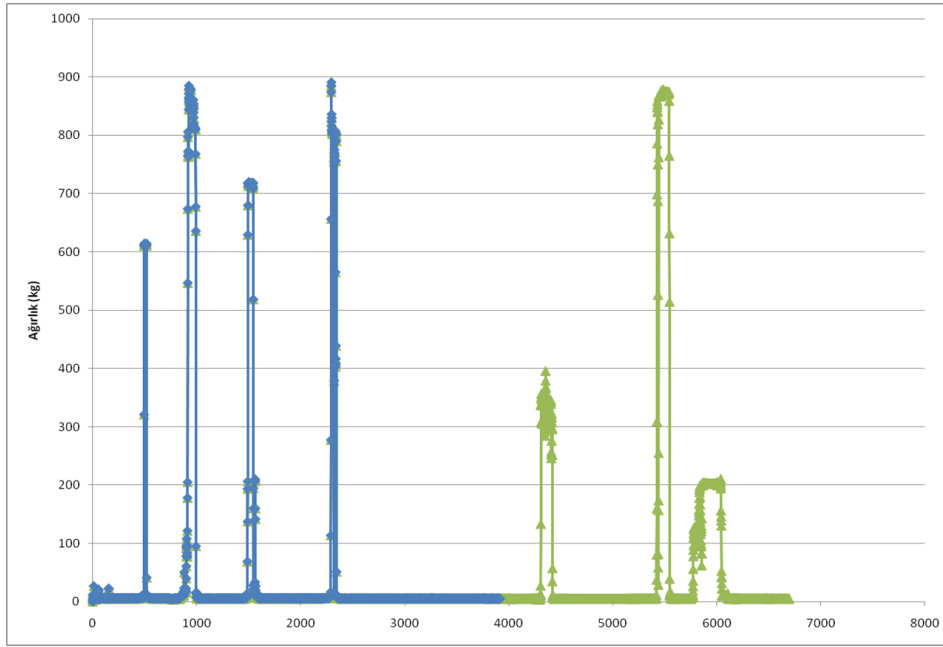
S_d = spektral deplasman

Çerçevelerin, kapasite hesaplarında kullanılacak boş ve dolu ağırlıklarının belirlenebilmesi amacıyla, çerçeveler ucuna bir yük hücresi tutturulan vinç ile havaya kaldırılarak bir süre beklenmiş ve ağırlık değerlerinin yük hücresine bağlı veri toplama sistemine aktarılması sağlanmıştır. Okumaların kontrol edilebilmesi amacıyla, çerçeve tartımlarından evvel ağırlığı bilinen bir metal silindir tartılmıştır (Şekil 320).



Şekil 320: Okuma kontrolü için ilk olarak tartılan metal silindir ve yük hücresi

Bu işlemin sonunda elde edilen tipik veri grafiği Şekil 321'de gösterildiği gibidir.



Şekil 321: Çerçeve ağırlıklarının ölçümlerine ait tipik veri grafiği

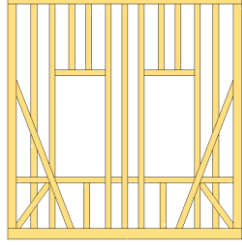
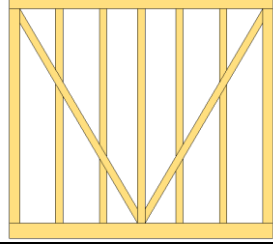
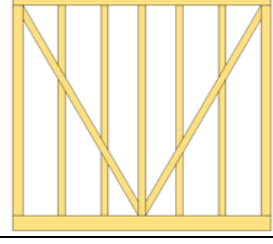
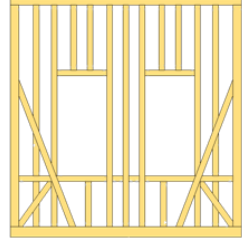
Bu işlemler sonucunda elde edilen çerçeve ağırlık değerleri Tablo4'te gösterilmektedir.

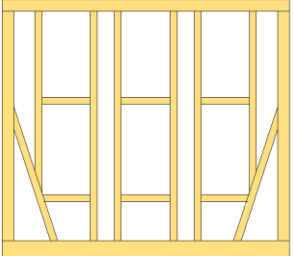
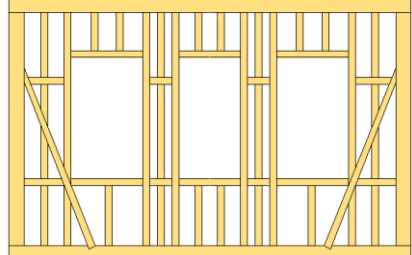
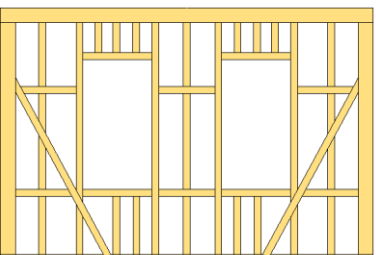
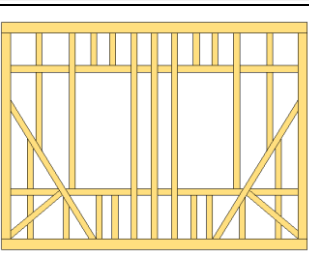
Tablo 4: Çerçeve ağırlıkları

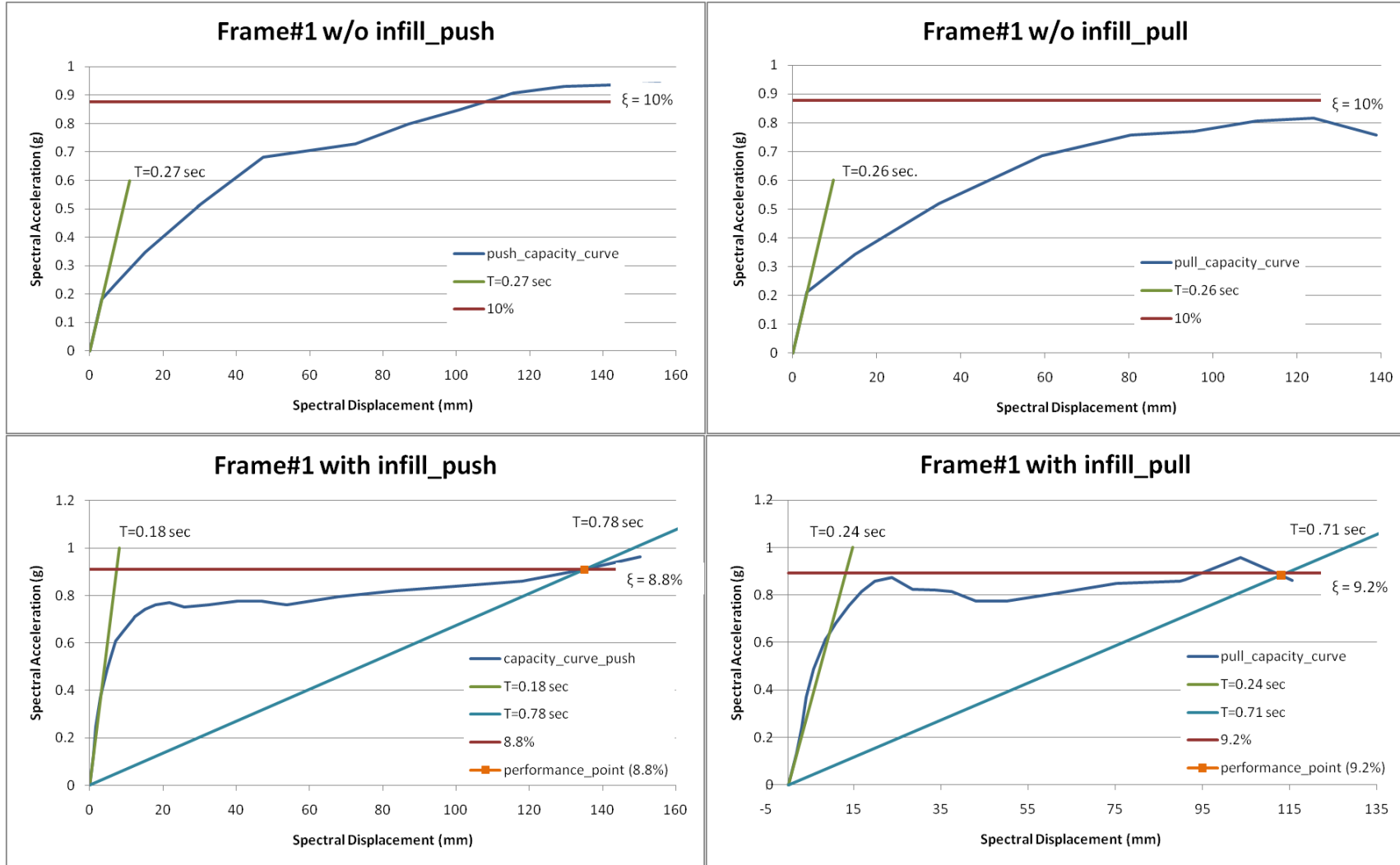
Çerçeve No	Boş		Dolgu			Ağırlık Artışı
	Ağırlık(kg)	Ölçüldü / Hesaplandı	Dolgu Tipi	Ağırlık(kg)	Ölçüldü / Hesaplandı	
1	187	Ölçüldü	Kerpiç	790	Ölçüldü	% 422,5
2	158	Ölçüldü	Kerpiç	1073	Eksik ölçüldü, geri kalanı hesaplandı	% 679,1
3	184	Ölçüldü	Şam dolma	769.3	Eksik ölçüldü, geri kalanı hesaplandı	% 418,1
4	187	Ölçüldü	Tuğla	855	Hesaplandı	% 457,2
5	229	Hesaplandı	Bağdadi	664	Ölçüldü	% 298.96
6	380	Ölçüldü	Şam dolma	1251	Ölçüldü	% 329.2
7	274	Ölçüldü	Tuğla	1362	Hesaplandı	% 497.1
8	209	Ölçüldü	Bağdadi	645.5	Eksik ölçüldü, geri kalanı hesaplandı	% 308.9

Verilen eşitliklere göre ve ağırlıklara göre her çerçeveye ait kapasiteler, çerçevelerin dolgu ve dolgusuz halleri için, her iki yönde de hesaplanmıştır (Tablo 5). Kapasite hesaplarından elde edilen grafikler için bkz. Şekil 322-329.

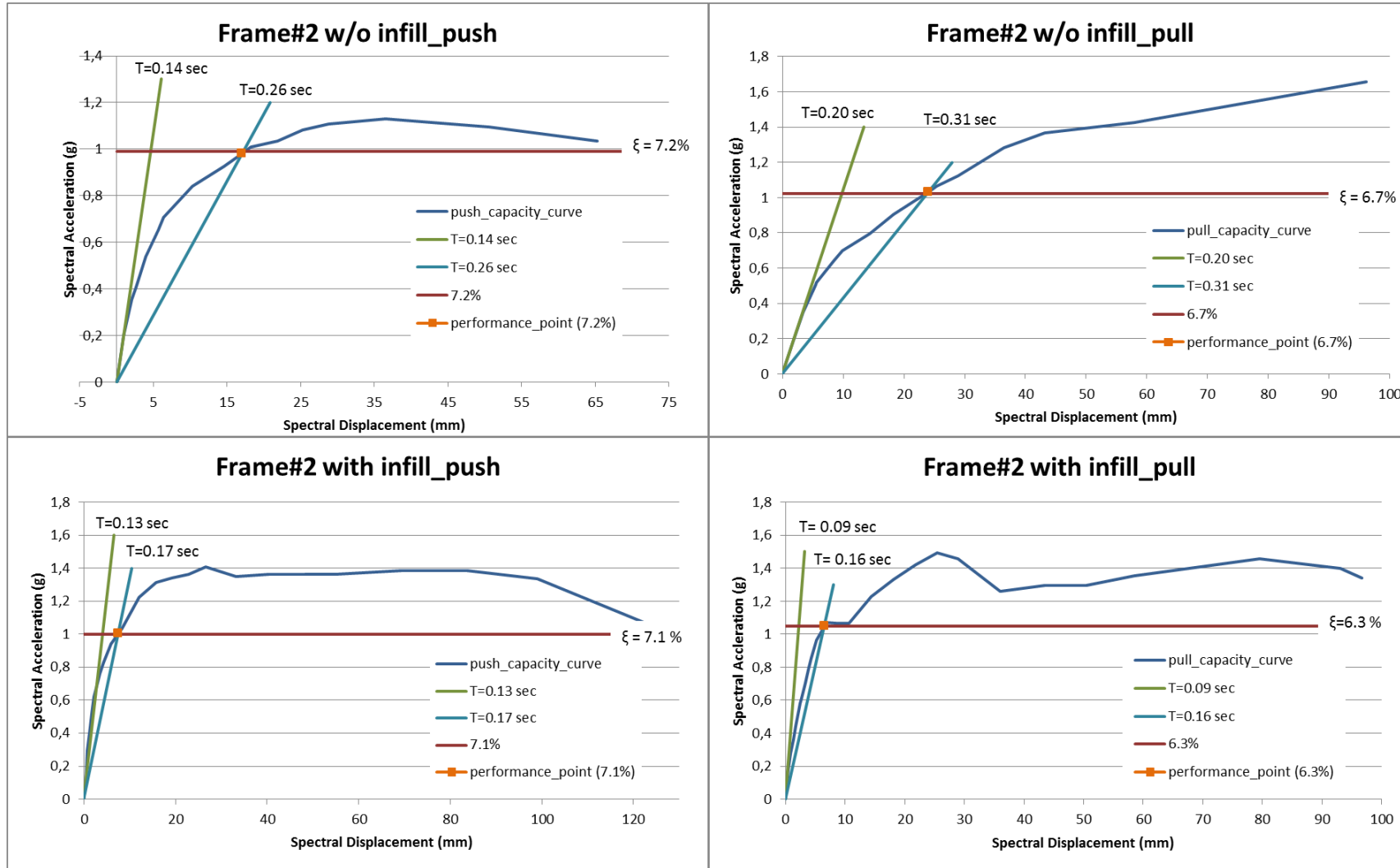
Tablo 5: Herbir çerçeve için gerçekleştirilen kapasite hesaplarından elde edilen sonuçlar

Çerçeve	Çizim	Genel Bilgi	Dolgusuz	Dolgu Malzemesi	Dolgulu
#1		<p>Boyut (H x L): 325 cm x 310 cm Sarıçam</p> <p>Herbiri 135 cm x 67 cm boyutlarında 2 pencere</p> <p>Pencere açıklıklarının çerçevenin toplam yüzey alanına oranı: 0.180</p>	itme: T=0.27 sec	Kerpiç	itme: Ti=0.18 sec Ta= 0.78 sec Sd= 135 mm ξ = 8.8%
			çekme: T=0.26 sec		çekme: Ti=0.24 sec Ta= 0.71 sec Sd= 113 mm ξ = 9.2%
#2		<p>Boyut (H x L): 360 cm x 330 cm Sarıçam</p> <p>Penceresiz</p>	itme: Ti=0.14 sec Ta=0.27 sec Sd= 18.2 mm ξ = 7.2%	Kerpiç	itme: Ti=0.13 sec Ta= 0.17 sec Sd= 7.5 mm ξ = 7.1%
			çekme: Ti=0.20 sec Ta=0.51 sec Sd= 25.4 mm ξ = 6.7%		çekme: Ti=0.09 sec Ta=0.16 sec Sd= 6.5 mm ξ = 6.3%
#3		<p>Boyut (H x L): 360 cm x 330 cm Kök nar</p> <p>Penceresiz</p>	itme: Ti=0.18 sec Ta=0.31 sec Sd= 25.5 mm ξ = 6.4%	Sam Dolma	itme: Ti=0.03 sec Ta=0.13 sec Sd= 4 mm ξ = 7.3%
			çekme: Ti=0.18 sec Ta=0.39 sec Sd= 36.9 mm ξ = 7.1%		çekme: Ti=0.06 sec Ta=0.16 sec Sd= 6.6 mm ξ = 8%
#4		<p>Boyut (H x L): 325 cm x 310 cm Kök nar</p> <p>Herbiri 135 cm x 67 cm boyutlarında 2 pencere</p> <p>Pencere açıklıklarının çerçevenin toplam yüzey alanına oranı: 0.180</p>	itme: T=0.29 sec	Tuğla Her bir sırada, bir öncekine göre yapım tuğla boyu kadar kaydırılmıştır.	itme: Ti=0.04 sec Ta=0.53 sec Sd= 65 mm ξ = 8%
			çekme: T=0.40 sec		çekme: Ti=0.22 sec Ta=0.62 sec Sd= 93.2 mm ξ = 7.6%

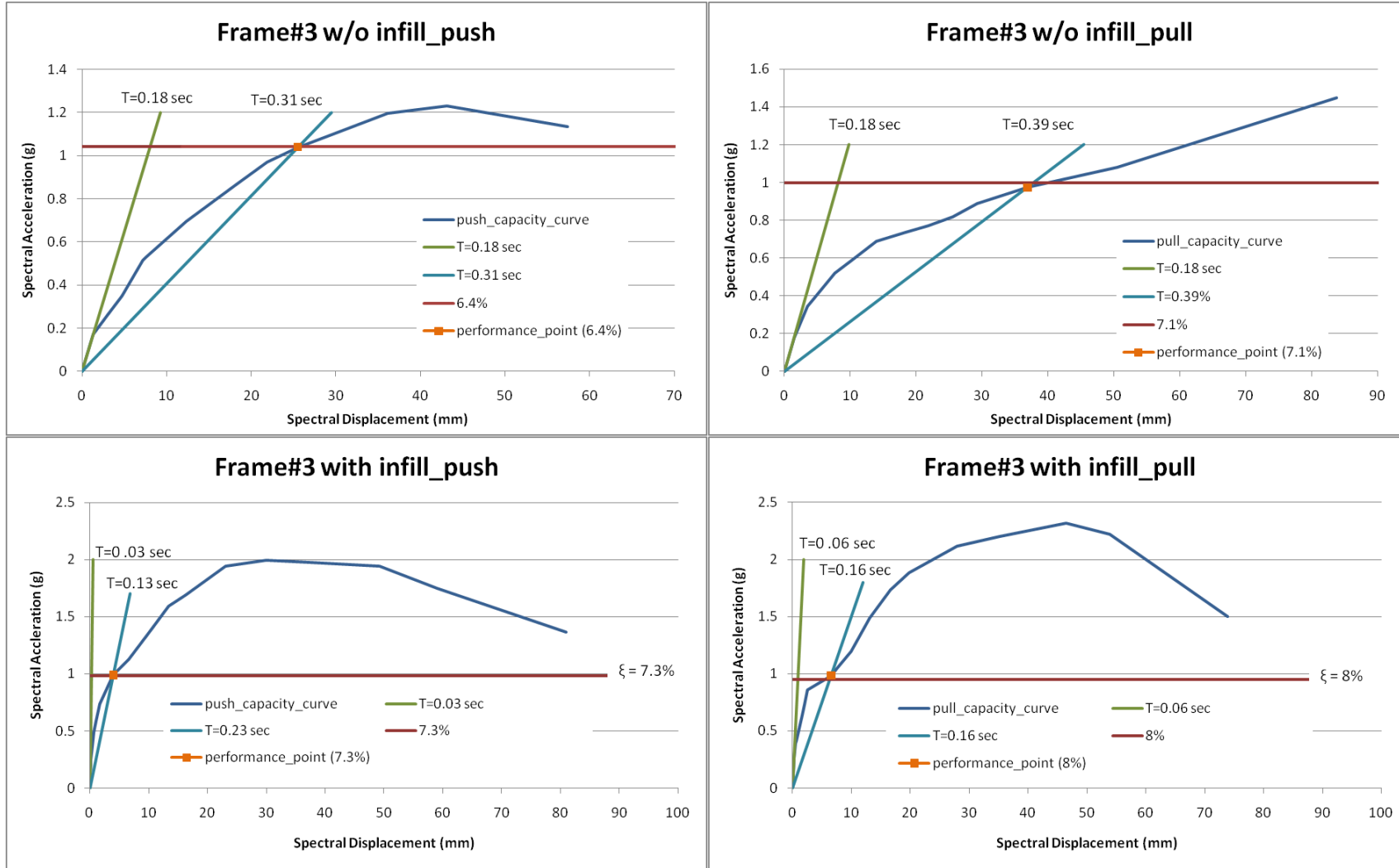
#5		<p>Boyut (H x L): 330 cm x 370 cm Sarıçam</p> <p>Herbiri 116 cm x 62 cm boyutlarında 3 pencere</p> <p>Pencere açıklıklarının çerçevenin toplam yüzey alanına oranı: 0.177</p>	<p>İtme: T=0.38 sec</p>	<i>Bagdadi</i>	<p>itme: Ti=0.14 sec Ta=0.23 sec Sd= 13.5 mm ξ= 6.9%</p>
			<p>çekme: T=0.38 sec</p>		<p>çekme: Ti=0.11 sec Ta=0.23 sec Sd= 12.9 mm ξ= 7.3%</p>
#6		<p>Boyut (H x L): 340 cm x 520 cm Sarıçam</p> <p>Herbiri 157 cm x 93 cm boyutlarında 3 pencere</p> <p>Pencere açıklıklarının çerçevenin toplam yüzey alanına oranı: 0.248</p>	<p>itme: T=0.30 sec</p>	<i>Sam Dolma</i>	<p>itme: Ti=0.16 sec Ta=0.56 sec Sd= 72.5 mm ξ= 8.2%</p>
			<p>çekme: T=0.18 sec</p>		<p>çekme: Ti=0.20 sec Ta=0.54 sec Sd= 68 mm ξ= 8.1%</p>
#7		<p>Boyut (H x L): 340 cm x 485 cm Sarıçam</p> <p>Herbiri 169 cm x 89.5 cm boyutlarında 2 pencere</p> <p>Pencere açıklıklarının çerçevenin toplam yüzey alanına oranı: 0.184</p>	<p>itme: Ti=0.19 sec Ta=0.32 sec Sd= 26 mm ξ= 7.0%</p>	Tuğla Balık sırtı stilinde örülmüştür.	<p>itme: Ti=0.05 sec Ta=0.16 sec Sd= 5.6 mm ξ= 7.4%</p>
			<p>çekme: i=0.22 sec Ta=0.42 sec Sd= 46 mm ξ= 6.6%</p>		<p>çekme: Ti=0.06 sec Ta=0.19 sec Sd= 8.9 mm ξ= 7.5%</p>
#8		<p>Boyut (H x L): 300 cm x 400 cm Sarıçam</p> <p>Herbiri of 156 cm x 75 cm boyutlarında 2 pencere</p> <p>Pencere açıklıklarının çerçevenin toplam yüzey alanına oranı: 0.195</p>	<p>itme: Ti=0.19 sec Ta=0.45 sec Sd= 49 mm ξ= 7.7%</p>	<i>Bagdadi</i>	<p>itme: Ti=0.08 sec Ta=0.18 sec Sd= 6.3 mm ξ= 6.8%</p>
			<p>çekme: Ti=0.23 sec Ta=0.40 sec Sd= 41 mm ξ= 6.6%</p>		<p>çekme: Ti=0.06 sec Ta=0.16 sec Sd= 6.5 mm ξ= 7.3%</p>



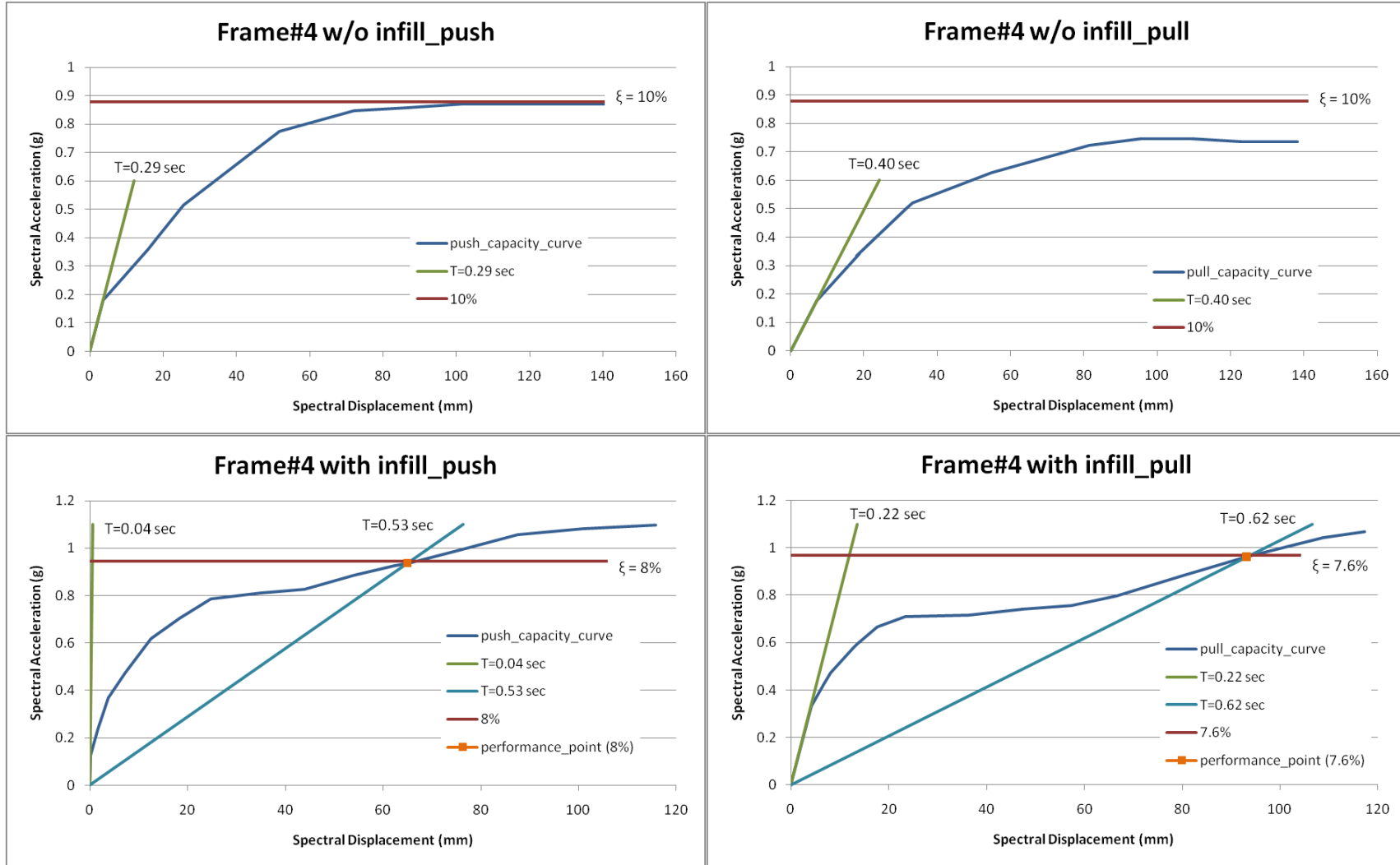
Şekil 322: Birinci çerçevenin dolgulu ve dolgusuz durumları ile itme ve çekme yönleri için oluşturulmuş Sd-Sa grafikleri (%10 sönümlenme çizgisi, performans noktasının elde edilemediği çerçevelerde referans oluşturması amacıyla gösterilmiştir).



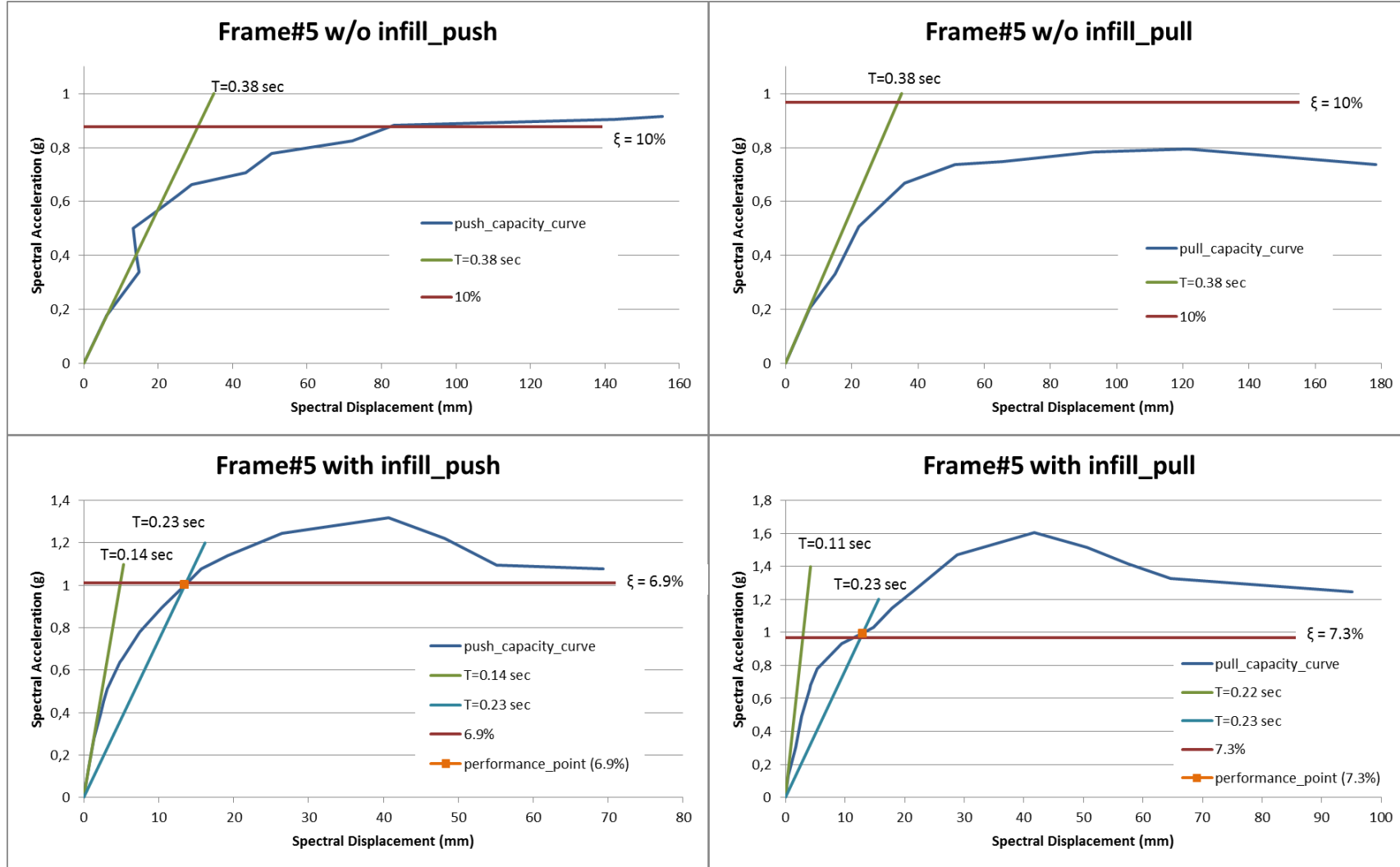
Şekil 323: İkinci çerçevenin dolgulu ve dolgusuz durumları ile itme ve çekme yönleri için oluşturulmuş Sd-Sa grafikleri



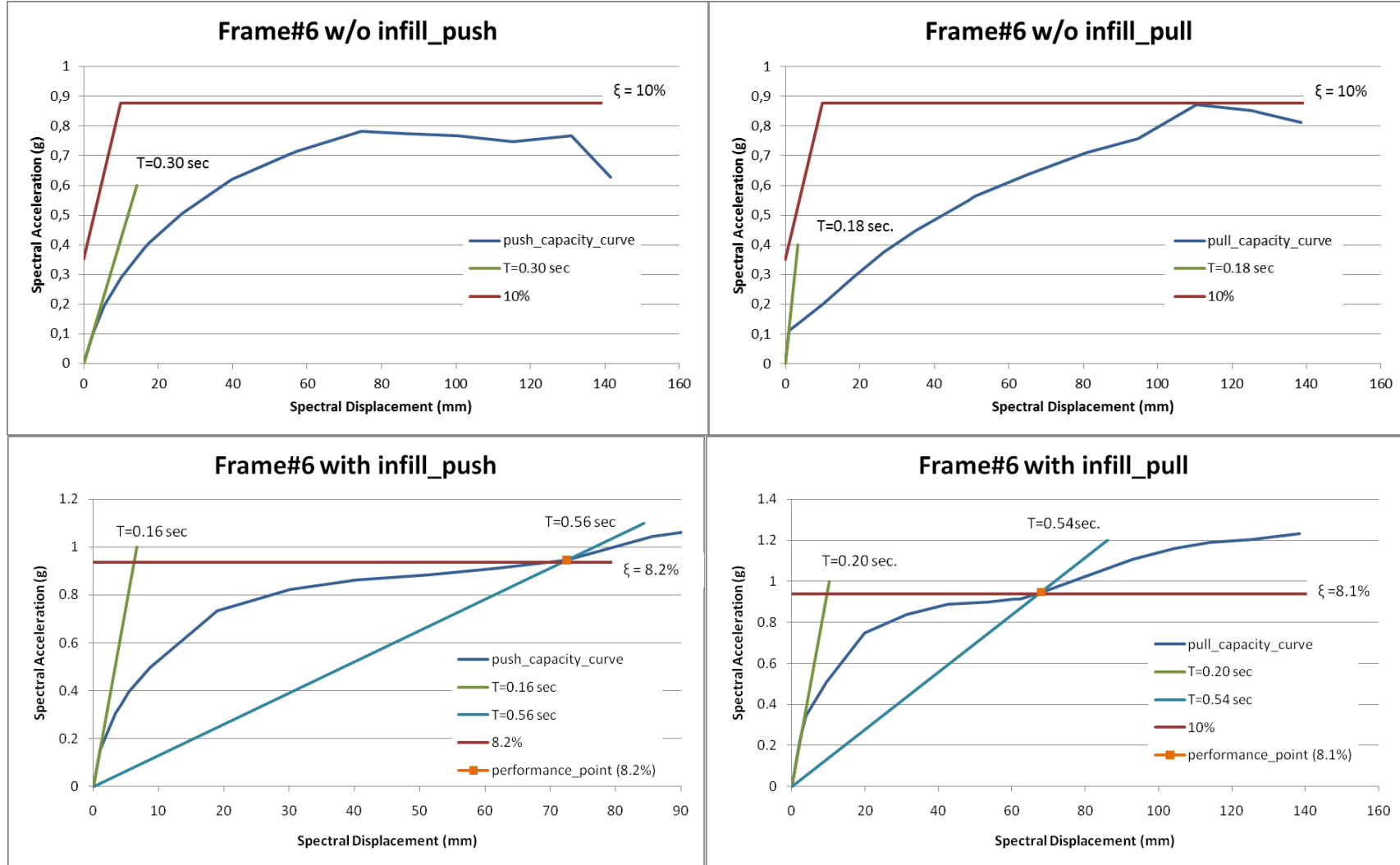
Şekil 324: Üçüncü çerçevenin dolgulu ve dolgusuz durumları ile itme ve çekme yönleri için oluşturulmuş Sd-Sa grafikleri



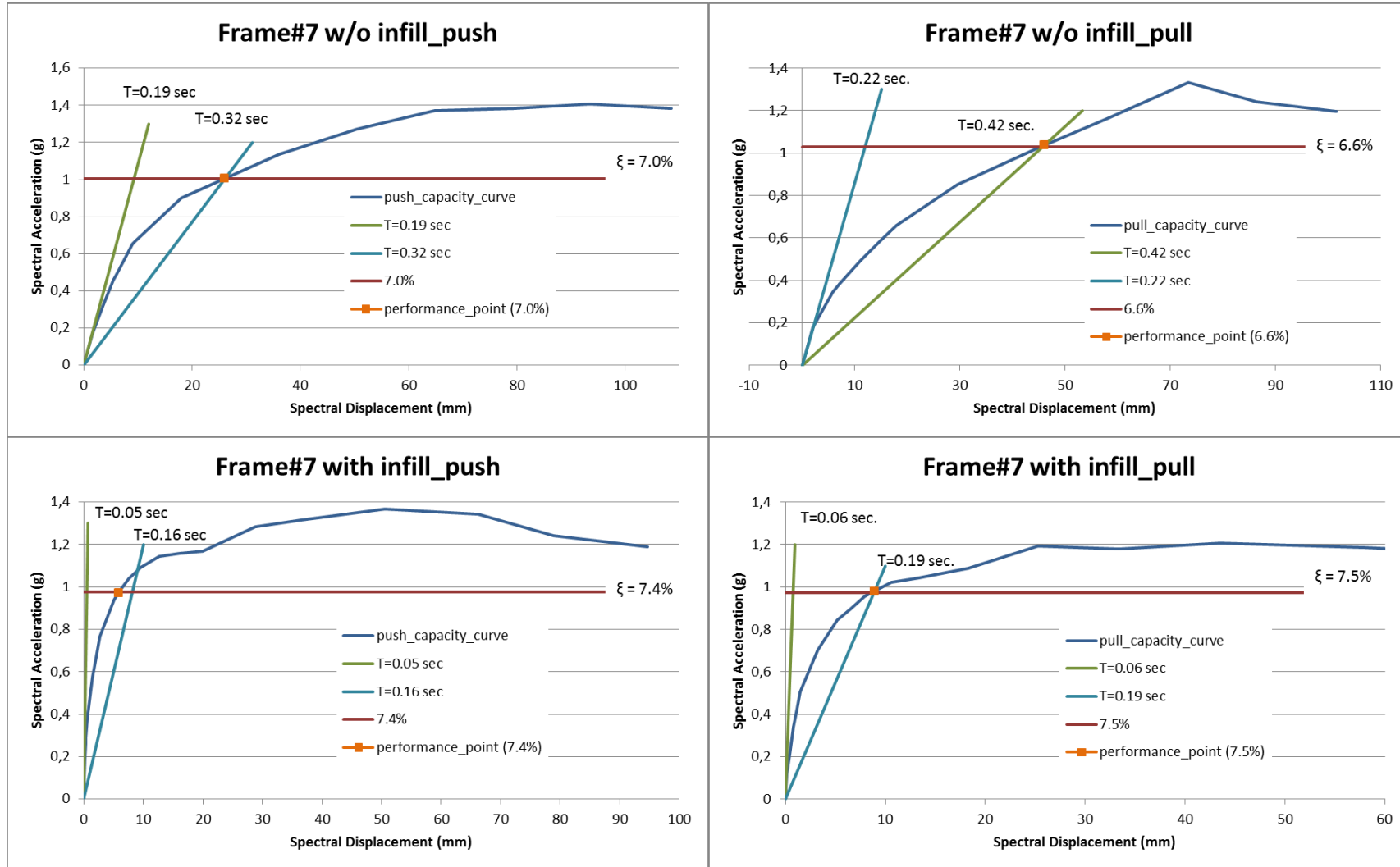
Şekil 325: Dördüncü çerçevenin dolgulu ve dolgusuz durumları ile itme ve çekme yönleri için oluşturulmuş Sd-Sa grafikleri (%10 sönümlenme çizgisi, performans noktasının elde edilemediği çerçevelerde referans oluşturması amacıyla gösterilmiştir).



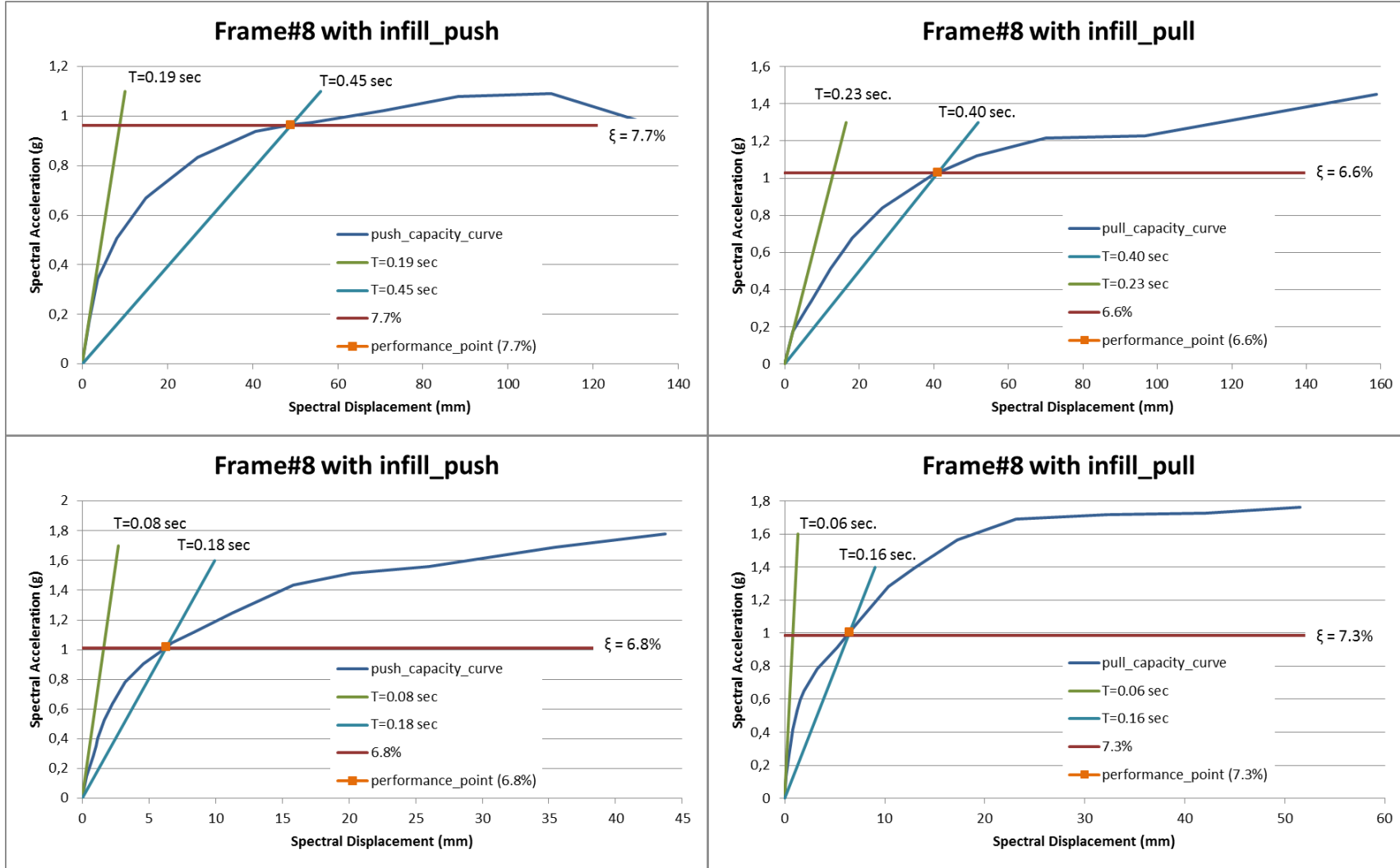
Şekil 326: Beşinci çerçevenin dolgulu ve dolgusuz durumları ile itme ve çekme yönleri için oluşturulmuş Sd-Sa grafikleri (%10 sönümlenme çizgisi, performans noktasının elde edilemediği çerçevelerde referans oluşturması amacıyla gösterilmiştir).



Şekil 327: Altıncı çerçevenin dolgulu ve dolgusuz durumları ile itme ve çekme yönleri için oluşturulmuş Sd-Sa grafikleri (%10 sönümlenme çizgisi, performans noktasının elde edilemediği çerçevelerde referans oluşturması amacıyla gösterilmiştir).



Şekil 328: Yedinci çerçevenin dolgulu ve dolgusuz durumları ile itme ve çekme yönleri için oluşturulmuş Sd-Sa grafikleri

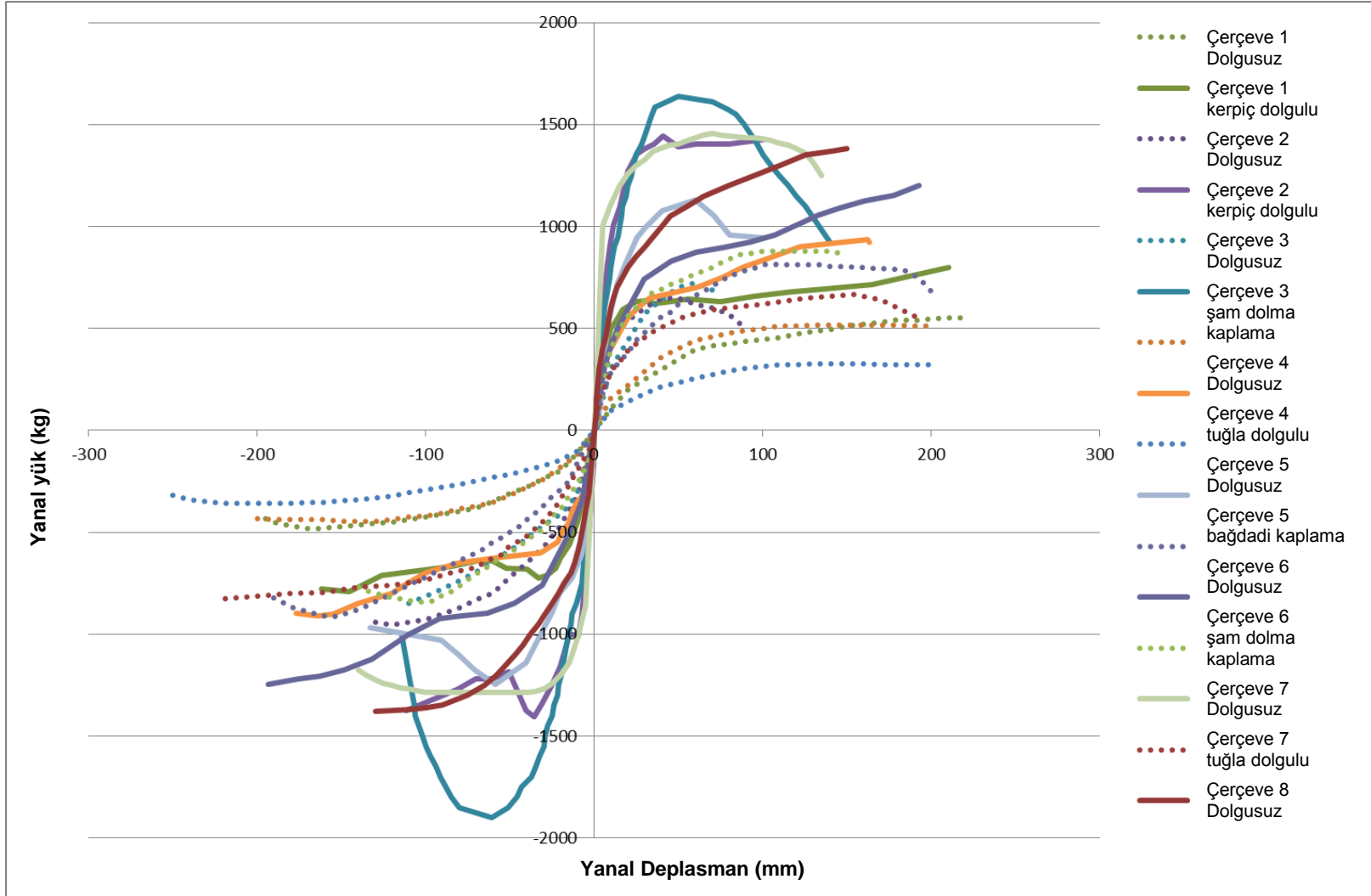


Şekil 329: Sekizinci çerçevenin dolgulu ve dolgusuz durumları ile itme ve çekme yönleri için oluşturulmuş Sd-Sa grafikleri

4. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Gerçekleştirilen 16 adet deney ve malzeme testleri ile kapasite hesapları sonunda, şu sonuçlara ulaşılmıştır:


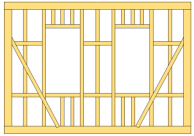

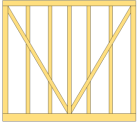
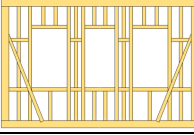


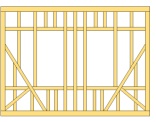
- Çerçevelerde gerçekleştirilen tuğla ve kerpiç yığma dolgular ile bağdadi ve şam dolma kaplamalar çerçevelerin aynı deplasman altında taşıdığı yük miktarını artırmaktadır (Şekil 330).
- Çerçevelerin deney sonunda elde edilen davranışları (1) elemanları birarada tutan çivilerin sayısı ve (2) bu çivilerin çakılma açısı (çakılma açıları, çivilerin aynı ya da birbirine çok yakın yerlere girmesini sağlayacak şekilde ise, bağlantıda daha kolay oynama olmaktadır) önem taşımaktadır. Dolayısıyla, işçilik davranışı büyük ölçüde etkilemektedir. Düzlem dışı çakılan bağlantılar ile, çivinin kısmen çakıldığı bağlantıların daha zayıf davranması kaçınılmazdır.

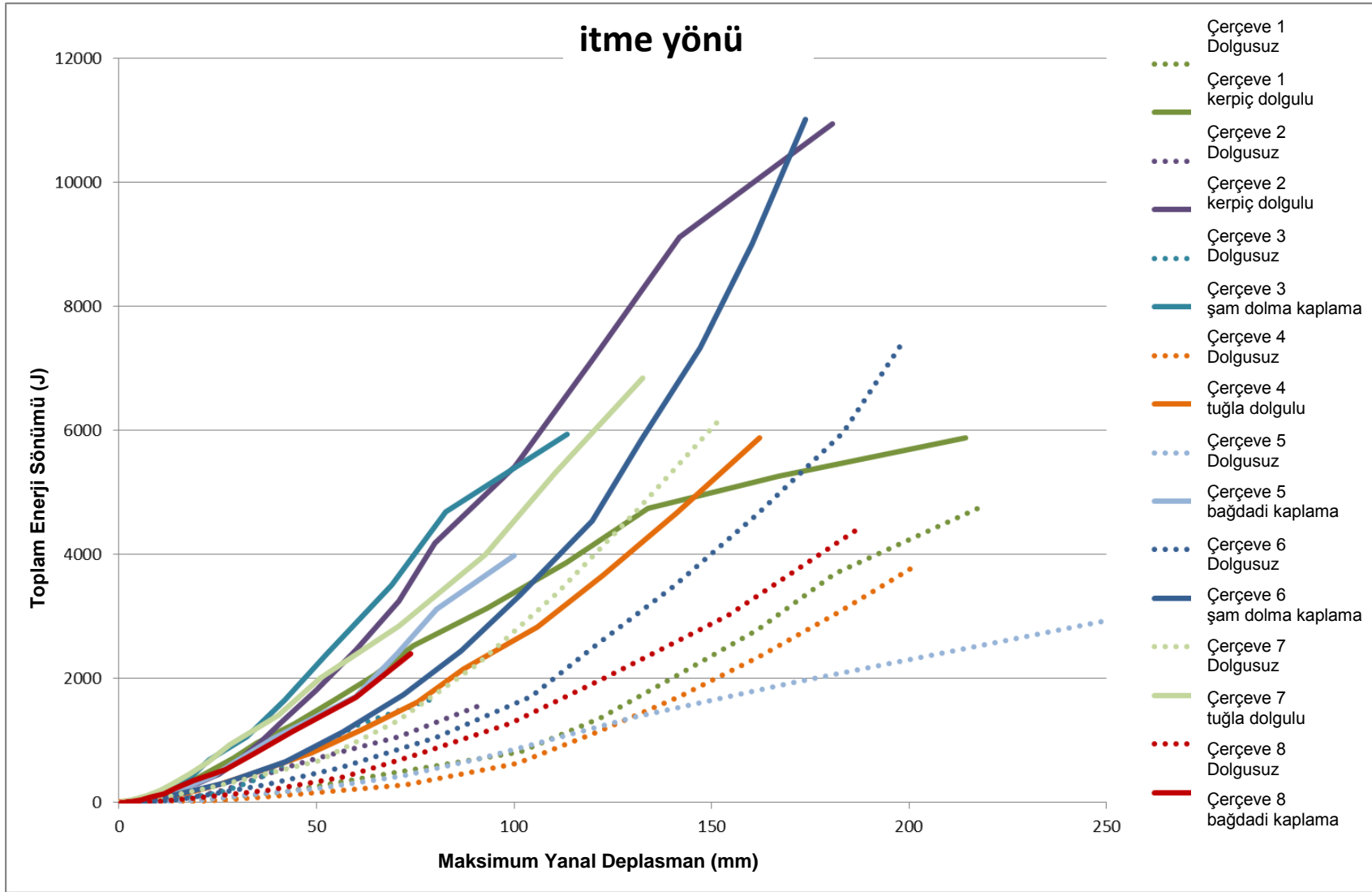


Şekil 330: Çerçevelerin dolgunsuz ve dolgulu olarak test edilmelerinin ardından elde edilen zarf eğrileri

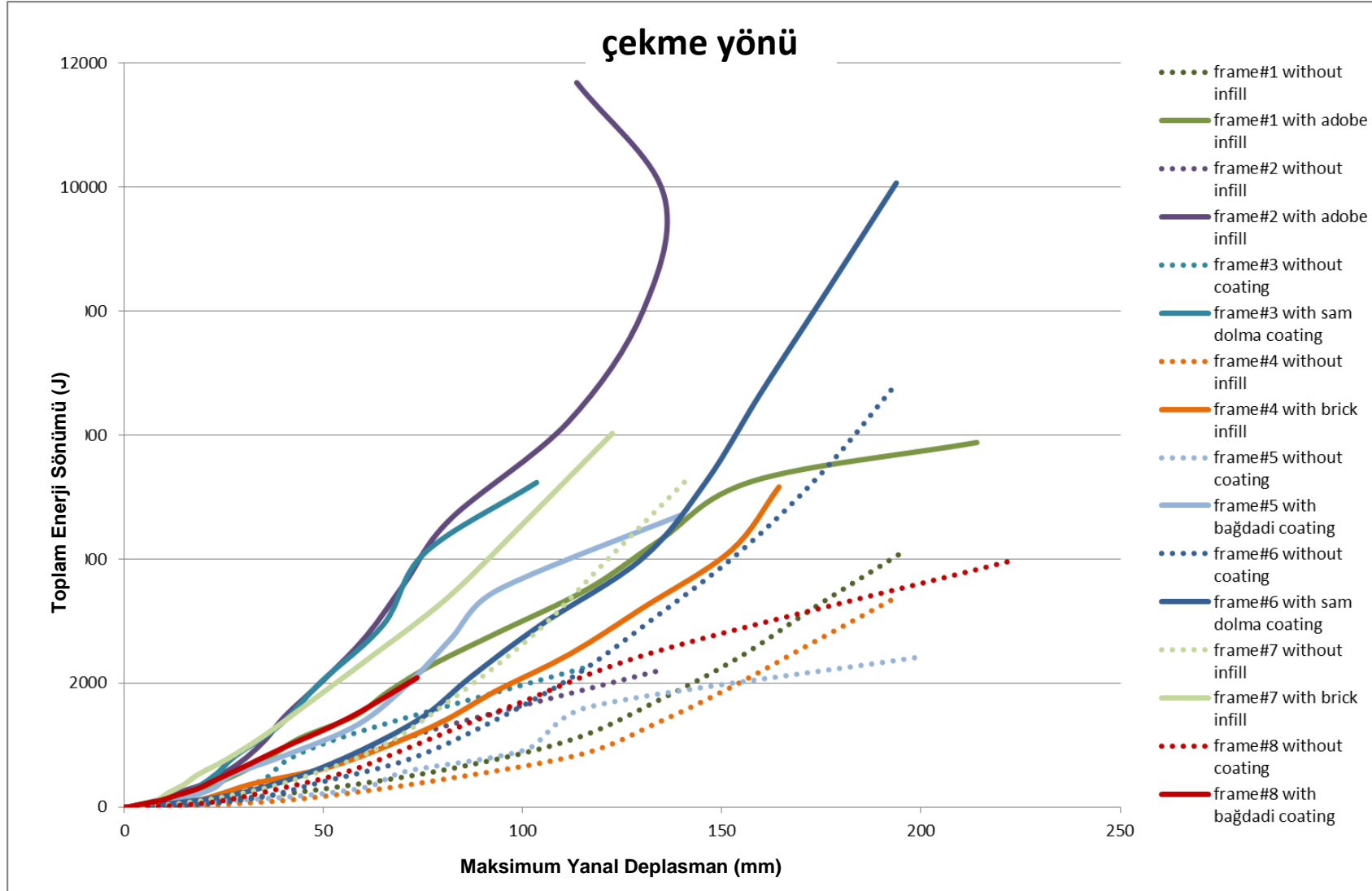
- Boş haline kıyasla, yük taşıma kapasitesinde ve rijitlikte en yüksek, ağırlıkta ise en düşük artışa sebep olan dolgu/kaplama türü 5 numaralı çerçeveye uygulanan bağdadi kaplama olarak görülmektedir (Tablo 6). Bu durumun neden diğer bağdadi kaplamalı çerçeve (çerçeve no 8) ya da aynı şekilde düşük ağırlık artışına sebep olan şam dolma kaplamaları çerçeveler (çerçeve no 6 ve 3) için geçerli olmadığı incelendiğinde, 5 nolu çerçevenin kaplamasız halinin diğer çerçevelerin tümüne göre daha zayıf davranmış olması olduğu ortaya çıkmaktadır. Zira 5 nolu çerçeve, diğerleri gibi pencere boşlukları haricindeki alanlarda, düşey ve yatay elemanlar aracılığıyla küçük alanlara bölünmemiştir, bu da çerçeveyi yanal yüklemeye karşı daha zayıf hale getirmiştir. Buradan, çerçeve performansını etkileyen tek faktörün dolgu/kaplama biçimi değil, aynı zamanda geometri olduğu ortaya çıkmaktadır. Buna göre, çerçevede yer alan pencere sayısı ve boyutlarının sınırlandırılması ve pencere boşlukları dışında kalan bölgelerin yatay ve düşey elemanlarla daha küçük alanlara bölünmesi önerilmektedir.
- Dolgu ya da kaplama yapılması çerçevelerin toplam enerji sönümleme kapasitesini her koşulda artırmaktadır. Dolayısıyla, yük taşıma kapasitesindeki artış, ağırlıktaki artıştan düşük olduğu durumda dahi (yani, dolgu/kaplamanın olumludan ziyade olumsuz etki ettiğinin düşünülebileceği durumlarda bile) enerji sönümleme kapasitesi açısından gelişme kaydedilmektedir (Tablo 6 ve Şekil 331-332). 5 nolu çerçeve için geçerli olan özel durum burada da gözlemlenmektedir. Boş haliyle, en düşük enerji sönümleme kapasitesine sahip çerçeve iken, bağdadi kaplamalı halinde en yüksek enerji sönümleme kapasitesi artışı bu çerçevede yaşanmıştır. Bu durum, geometrinin öneminin altını birkez daha çizmektedir.

Tablo 6: Dolgu/kaplamasız ve dolgu/kaplamalı test edilen her bir çerçeve için, dolu/kaplamalı hallerinde boş hallerine göre gerçekleşen ortalama yük taşıma kapasitesi, rijitlik ve ağırlık artışı değerleri

Dolgu / Kaplama	Çerçeve no		Yük Taşıma Kapasitesinde Ortalama Artış	Rijitlikte Ortalama Artış	Ağırlıkta Ortalama Artış
Tuğla Dolgu	4		2.06	2.22	4.57
	7		1.59	1.72	4.97
Kerpiç Dolgu	1		1.46	3.73	4.22
	2		1.83	1.30	6.79
Samdolma kaplama	6		1.46	1.56	3.29
	3		2.27	1.78	4.18
Bağdadi kaplama	5		3.50	6.87	2.99
	8		1.84	5.61	3.09



Şekil 331: Toplam sönmölenen enerji miktarı maksimum yanai deplasman ilişkişi (itme yönü)



Şekil 332: Toplam sökülünen enerji miktarı maksimum yanıl deplasman ilişkişisi (çekme yönü)

KAYNAKLAR

- Akarsu, S., Şahin Güçhan, N., 2006. "An evaluation on post disaster & timber framed houses by macroapproach based assessment" V International Conference on Structural Analysis of Historical Constructions, New Delhi, Nov, Vol.1, (2006), Pp. 511-519
- Benedetti, D., Benzoni, G.M., 1984, "A Numerical Model for Seismic Analysis of Masonry Buildings: Experimental Correlations," Earthquake Engineering and Structural Dynamics, vol. 12, (1984), Pp. 817-831.
- CEN, 1995. Timber Structures – Test Methods- Cyclic Testing of Joints made with mechanical fasteners. European Committee for Standardization, Brussels, Belgium.
- Clough, R.W. and Penzien, J., "Dynamics of Structures", McGraw Hill, New York, (1975).
- Dean, J.A., W.G. Stewart, A.J. Carr., "The Seismic Behaviour of Plywood Sheathed Shearwalls" Bulletin of the New Zealand National Society for Earthquake Engineering, Vol.19, No.1, (1986), Pp.48-63.
- Dinehart, D.W. and H.W. Shenton, "Comparison of Static and Dynamic Response of Timber Shear Walls.", Journal of Structural Engineering, ASCE, Vol. 124., No. 6, (1998), Pp. 686-695.
- Dinehart, D.W. and H.W. Shenton, "Model for Dynamic Analysis of Wood Frame Shear Walls.", Journal of Engineering Mechanics, ASCE, Vol. 126., No. 9, (1998), Pp. 899-907.
- Dolan, J.D., "The Dynamic Response of Timber Shear Walls". Thesis submitted in partial fulfillment of the requirements for PhD. University of British Columbia, Vancouver, Canada, (1989).
- Durham, J.P., "Seismic Response of Wood Shearwalls with oversized oriented strand board panels". Master's thesis. University of British Columbia, Vancouver, Canada, (1998).
- Gatto, K., Uang, C.M., "Cyclic Response of Woodframe Shearwalls: Loading Protocol and Rate of Loading Effects", CUREE-Caltech Project Report No. W-13, Consortium of Universities for Research in Earthquake Engineering, Richmond, CA.
- He, M., Lam, F., Prion, H.G.L., "Influence of Cyclic Test Protocols on Performance of Wood-based Shear Walls", Canadian Journal of Civil Engineering. Ottawa, Vol. 25, No. 3 , (1998), Pp. 539-550.
- Kappos, A.J., Penelis, G.G., Drakopoulos, C.G., "Evaluation of Simplified Models for Lateral Load Analysis of Unreinforced Masonry Buildings", Journal of Structural Engineering, Vol. 128, No. 7, (2002).
- Karacabeyli, E., Ceccotti, A., "Nailed Wood-frame shear walls for seismic loads", Structural Engineering World Wide, San Francisco, CA, Paper T207-6, (1998).
- Kivell, B.T., Moss, P.J., Carr, A.J., "Hysteretic Modeling of Moment-Resisting Nailed Timber Joints", Bulletin of New Zealand Society for Earthquake Engineering, Vol. 14, No. 4, (1981), Pp. 233-243.
- Krawinkler, H., Parisi, F., Ibarra, L., Ayoub, A., Medina, R., "Development of a testing protocol for wood frame structures", CUREE-Caltech Woodframe project report No. W-02, Consortium of Universities for Research in Earthquake Engineering, Richmond, CA, (2001).
- Lourenço, P.B., "Computatations on Historic Masonry Structures", Prog. Struct. Eng. Mat., (2002), 4, 2002, Pp. 301-319
- Malhorta, S.K., Ritchie, R.A.G., Behaviour and reliability analysis of nailed timber connections under cyclic loads. In: International conference on engineering for

- protection from natural disasters. Asian Institute of Technology, Bangkok, (1980), Pp. 261- 271.
- Morais J.L., Xavier J.C., Dourado N.M., Louzada J.L., “Mechanical Behaviour of Wood in the Orthotropic Directions”, Proceedings of the First International Conference of the European Society for Wood Mechanics, Building Materials Laboratory, Materials Science and Engineering Department, Swiss Federal Institute of Technology Lausanne (EPFL), April 19th-21 (2001), Pp. 47-59.
- Ohlsson, S., (1994). “Timber Structures in Seismic Regions”, Materials & Structures, (1994).
- Özgüner, Orhan, Köyde Mimari Doğu Karadeniz, ODTÜ, Mimarlık Fakültesi Yayını, Ankara, (1970).
- Parisi, M. A ,Piazza, M., “Seismic behavior and retrofitting of joints in traditional timber roof structures”, Soil Dynamics and Earthquake Engineering 22 (2002) 1183–1191
- Peterson, J, “Bibliography on Lumber and Wood Panel Diagrams”, Journal of Structural Engineering, Vol. 24, No. 5, (1983), Pp. 22-25
- Piao, C., Shupe, T.F., Tang, R.C., “Finite Element Analysis of Wood Laminated Composite Poles”, Wood and Fiber Sciences 37 (3) (2005) Pp. 535-541.
- Porter, M.L., (1987), “Sequential Phased Displacement Procedure for TCCMAR Testing”, 3rd Meeting of the Joint Technical Coordinating Committee on Masonry Research, US-Japan Coordinated Research Program.
- Rose, J.D., “Performance of Wood Structural Panel Shear Walls Under Cyclic Loading”, Technical Forum Presentation, Portland, Oregon, (1995).
- Safranbolu Kaymakamlığı, “Safranbolunun tarihi”, (2003),
- Salekinovich, A.J., “The Racking Performance of Light-Frame Shear Walls, PhD dissertation, Virginia Polytechnic Institute and State University, Blacksburg, VA, (2000).
- Salenikovich, A.J., Postdoctoral Associate at Missipi State University. Personal communication. Missipi State, MS. 14 March 2003, (2003).
- Stewart, W.G., “The Seismic Design of Plywood Sheated Shearwalls. PhD Thesis, University of Canterbury, New Zealand, (1987).
- Sümerkan, M. Reşat, “Biçimlendiren Etkenler Açısından Doğu Karadeniz Kırsal Kesiminde Geleneksel Evlerin Yapı Özellikleri”, Karadeniz Teknik Üniversitesi, FBE, Yayınlanmamış Doktora Tezi, Trabzon, (1990).
- Şahin Güçhan, N., (2007). “Observations on Earthquake Resistance of Traditional Timber Framed Houses in Turkey”, Building and Environment, 42 (2), Pp. 840-851, Feb 2007.
- Şahin, N., “A Study on Conservation and Rehabilitation Problems of Historic Timber Framed Houses in Ankara”, Yayınlanmamış Doktora Tezi, ODTÜ, Mimarlık Fakültesi, Restorasyon ABD., Ankara, (1995).
- Thurston, S.J., Flack, P.F., “Cyclic Load Performance of Timber Sheathed Bracing Wallsé, Central Laboratories Report 5-80/10, New Zealand, (1980).
- Skaggs, T.D., Rose, J.D., “Cyclic Load Testing of Wood Structural Panel Shear Walls”, Proceedings of International Wood Engineering Conference, New Orleans, Louisiana, IWC 2-195-200, (1996).
- Smart, J.V., “Capacity Resistance and Performance of Single-Shear Bolted and Nailed Connections: An Experimental Investigation”, Master Thesis, Virginia Polytechnic Institute and State University, Blacksburg, VA, (2002).

Toothman, A.J., "Monotonic and Cyclic Performance of Light-Frame Shear Walls with Various Sheathing Materials", Master thesis, Virginia Polytechnic Institute and State University, Blacksburg, VA, (2003).

Vignoli, A., " Non-linear Seismic Analysis of Structures" in Proceedings of the Workshop on Structural Behaviour of Timber Construction in Seismic Zones, 1989, (1989), Pp. 99-122.

TÜBİTAK
PROJE ÖZET BİLGİ FORMU

Proje No: 106M499
Proje Başlığı: Tarihi Geleneksel Ahşap Karkas / Hımiş Konutların Sismik Performansının Değerlendirilmesi
Proje Yürütücüsü ve Araştırmacılar: Prof. Dr. Uğurhan AKYÜZ, Doç. Dr. Ahmet Türer, Doç. Dr. Neriman Şahin Güçhan, Doktora öğrencisi Yasemin Didem Aktaş Erdem
Projenin Yürütüldüğü Kuruluş ve Adresi: Orta Doğu Teknik Üniversitesi, 06531 Ankara/TÜRKİYE
Destekleyen Kuruluş(ların) Adı ve Adresi: TÜBİTAK, Tunus Caddesi No:80 06100 Kavaklıdere / Ankara
Projenin Başlangıç ve Bitiş Tarihleri:
Öz (en çok 70 kelime) Bu projede, Türkiye’de bulunan tarihi mirasın büyük kısmını oluşturarak ahşap çerçeveli ‘hımiş’ yapıların deprem dayanımlarının değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Bu hedef doğrultusunda, bir dizi deneysel çalışma gerçekleştirilmiş ve bu deneylerin sonuçlarına dayanarak, yapıların deprem yükü altındaki davranışlarına ilişkin sonuçlar sunulmuştur.
Anahtar Kelimeler: Hımiş, Ahşap Çerçeve, deprem dayanımı
Fikri Ürün Bildirim Formu Sunuldu mu? Evet <input type="checkbox"/> Gerekli Değil <input checked="" type="checkbox"/> Fikri Ürün Bildirim Formu’nun tesliminden sonra 3 ay içerisinde patent başvurusu yapılmalıdır.
Projeden Yapılan Yayınlar: Aktaş Erdem Y.D., Akyüz U., Erdil B., Türer A., Şahin Güçhan N.; Assessment of seismic behavior of traditional timber frame Ottoman Houses: Frame tests; Proceedings of Structures and Architecture; July, 21-23, Guimaraes, Portugal; ed. Cruz P.; Taylor and Francis Group, 1130-1137 Aktaş Erdem Y. D., Türer A., Erdil B., Akyüz, U., Şahin Güçhan N.; Testing and Seismic Capacity Evaluation of a Typical Traditional Ottoman Timber Frame; Proceedings of the 7th International Conference on Structural Analysis of Historical Constructions (SAHC) – Strengthening and Retrofitting; Trans Tech Publications Ltd., Switzerland; Advanced Material Research Vols. 133-134, ed. Xianglin Gu and Xiaobin Song; October 6-8, 2010, Shanghai, People’s Republic of China, 629-634 Aktas, Y.D., Erdil B., Akyuz, U., Sahin-Guchan, N., Turer, A.; Structural Behavior of Timber Frame Ottoman Traditional “Hımiş” Houses – Frame Loading Experiments; International Symposium on Historical Earthquakes and Conservation of Monuments and Sites in the Eastern Mediterranean Region for the 500th Anniversary Year of the 1509 September 10, Marmara Earthquake, September 10-12 2009; Istanbul, Turkey; pp. 364-366