

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**UZAK FAY DEPREMLERİ ETKİSİNDEKİ
KONSOL KOLONLARIN PERFORMANSI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
Tuğba AVCI ÖZSOY**

Anabilim Dalı : İnşaat Mühendisliği

Programı : Yapı Mühendisliği

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Ercan YÜKSEL

HAZİRAN 2011

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**UZAK FAY DEPREMLERİ ETKİSİNDEKİ
KONSOL KOLONLARIN PERFORMANSI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
Tuğba AVCI ÖZSOY
(501081075)**

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 06 Mayıs 2011

Tezin Savunulduğu Tarih : 09 Haziran 2011

**Tez Danışmanı : Doç. Dr. Ercan YÜKSEL (İTÜ)
Eş Danışman : Prof. Dr. Engin ORAKDÖĞEN (İTÜ)
Diğer Jüri Üyeleri : Yard.Doç.Dr. Cenk ALHAN (İÜ)**

HAZİRAN 2011

Aileme,

ÖNSÖZ

Bu tez çalışmasında prefabrik konsol kolonlar dört ayrı kesit boyutunda ele alınmıştır. Boyuna donatı oranları %1 ve %2 olan her bir kesit için artımsal dinamik analiz yapılarak performansları belirlenmiştir. Bu amaçla uzak fay yer hareketi kayıtları kullanılarak, zaman tanım alanında hesap yapılmıştır.

Bu konunun tez kapsamında çalışılmasını sağlayan hocam Doç. Dr. Ercan YÜKSEL'e, bu çalışmada yardımlarını esirgemeyen ve tezin bitmesi için büyük destek sağlayan doktora öğrencisi Melih SÜRMEİ'ye, beraber yürüttüğümüz bu çalışmada yardımlarından dolayı Fatih ŞAHİN'e, desteklerini benden esirgemeyen mesai arkadaşlarıma teşekkürlerimi sunarım.

Tüm hayatım boyunca yanımda olup, kararlarımın arkasında duran ve manevi desteklerini esirgemeyen sevgili ANNEME ve BABAMA, bu çalışmada bana karşı gösterdiği sabır ve bana verdiği destekten dolayı sevgili EŞİME ve yardımlarını esirgemeyen yakın arkadaşım Fatma Sevil MALCIOĞLU'na sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Haziran 2011

Tuğba Avcı Özsoy

(İnşaat ve Jeofizik Mühendisi)

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ.....	v
İÇİNDEKİLER.....	vii
KISALTMALAR.....	ix
SEMBOL LİSTESİ.....	xi
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xiii
ŞEKİL LİSTESİ.....	xv
ÖZET.....	xix
SUMMARY.....	xxi
1. GENEL GİRİŞ.....	1
1.1 Prefabrik Yapı Sistemleri.....	1
1.2 Artımsal Dinamik Analiz (ADA).....	2
1.3 Çalışmanın Kapsam ve Amacı.....	2
1.4 Önceki Çalışmalar.....	3
2. ANALİTİK ÇALIŞMA.....	5
2.1 Modellenen Prefabrik Betonarme Kolonlar.....	7
2.2 Kullanılan Deprem Kayıtları.....	9
2.3 Model Doğrulamaları.....	12
2.4 Kullanılan Bilgisayar Programları.....	15
2.4.1 XTRACT programı.....	15
2.4.2 PERFORM-3D programı.....	16
2.5 Prefabrik Kolon Statik İtme Analizi.....	16
3. ARTIMSAL DİNAMİK ANALİZ.....	19
3.1 Kesit İçin Malzenin Tanımlanması.....	19
3.2 Kolon Modellerinin Oluşturulması.....	23
3.2.1 Modelleme fazı (Modelling phase).....	24
3.2.2 Analiz fazı (Analysis Phase).....	40
4. DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR.....	47
4.1 Dinamik Analiz Sonuçları.....	47
4.2 Statik İtme Analizi Sonuçları.....	57
5. SONUÇLAR.....	63
KAYNAKLAR.....	65
EKLER.....	67
ÖZGEÇMİŞ.....	93

KISALTMALAR

PGA	: Maksimum yer ivmesi (Peak ground acceleration)
PGV	: Maksimum hız (Peak ground velocity)
PGD	: Maksimum yer yerdeğiştirmesi (Peak ground displacement)
ADA	: Artımsal Dinamik Analiz (Incremental Dynamic Analysis, IDA)
FF	: Uzak Fay (Far Fault)
PEER	: Pasific Earthquake Engineering Research
USC	: University of Southern California
TSD	: Tek serbestlik dereceli

SEMBOL LİSTESİ

f_c'	: 28 günlük beton basınç dayanımı
f_{cc}'	: Sargılı beton dayanımı
f_c	: Beton gerilmesi
f_{ck}	: Karakteristik beton dayanımı
f_{cd}	: Tasarım beton dayanımı
f_{cp}	: Sargısız beton dayanımı
f_{cu}	: ϵ_{cu} 'ya karşılık gelen gerilme değeri
f_s	: Çelik gerilmesi
f_y	: Çelik akma gerilmesi
f_{ywk}	: Boyuna donatının karakteristik akma dayanımı
f_u	: Çelik kırılma gerilmesi
ϵ_c	: Beton birim şekildeğiştirmesi
ϵ_t	: Betonun gerilme kapasitesindeki şekildeğiştirmesi
ϵ_{cc}	: Maksimum gerilmedeki beton şekildeğiştirmesi
ϵ_{cu}	: Nihai beton şekildeğiştirmesi
ϵ_{sp}	: Kopma şekildeğiştirmesi
ϵ_y	: Akma şekildeğiştirmesi
ϵ_{max}	: Maksimum şekildeğiştirmesi
$(\epsilon_c)_{max}$: Sargılı betonun maksimum şekildeğiştirmesi
ϵ_s	: Boyuna donatı çeliği şekildeğiştirmesi
ϵ_{sh}	: Pekleşme şekildeğiştirmesi
ϵ_{su}	: Çeliğin kopma şekildeğiştirmesi
χ_y	: Akma eğriliği
S_a	: Spektral ivme
χ	: Eğrilik
M	: Moment

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 2.1 : Kolonların kesit özellikleri.....	8
Çizelge 2.2 : Uzak fay deprem parametreleri	11
Çizelge 2.3 : Uzak fay deprem kayıtları için dinamik parametreler.....	14
Çizelge 4.1 : Analiz sonucunda elde edilen veri sayısı	48

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1.1 : Prefabrik çerçeve sisteminin biçimi.....	1
Şekil 1.2 : Prefabrik sisteminin önden görünüşü	1
Şekil 2.1 : Çalışmanın akış şeması.	6
Şekil 2.2 : Kolon kesit görünümü.....	9
Şekil 2.3 : Uzak fay hareketlerinin tepki spektrumları.....	10
Şekil 2.4 : Moment-eğrilik ilişkileri.	14
Şekil 2.5 : XTRACT programında kolon kesit modeli	15
Şekil 2.6 : İtme analizi eğrileri.	17
Şekil 3.1 : Sargısız beton modeli için genel gerilme-şekil değiştirme diyagramı.....	20
Şekil 3.2 : Sargısız beton modeli için gerilme-şekil değiştirme diyagramı.....	21
Şekil 3.3 : Sargılı beton modeli için genel gerilme-şekil değiştirme diyagramı.....	21
Şekil 3.4 : Sargılı beton modeli için genel gerilme-şekil değiştirme diyagramı.....	22
Şekil 3.5 : Çelik için gerilme-şekil değiştirme diyagramı.	23
Şekil 3.6 : Modelleme fazı araç çubuğu.	24
Şekil 3.7 : Genel bilgi giriş arayüzü.	24
Şekil 3.8 : Nodes arayüzü.	25
Şekil 3.9 : Mesnet koşullarının tanımlandığı arayüz.	26
Şekil 3.10 : (a) Kütlelerin tanımlandığı arayüz, (b) Elemanın geometrik bakımdan doğrusal olup olmadığının tanımlandığı arayüz.....	27
Şekil 3.11 : Elemanın atandığı arayüz	28
Şekil 3.12 : Lokal eksenin belirlendiği arayüz.....	29
Şekil 3.13 : Sargısız beton malzeme lineerleştirilmesi.....	29
Şekil 3.14 : Sargılı beton malzeme lineerleştirilmesi.....	30
Şekil 3.15 : Çelik malzeme lineerleştirilmesi.	30
Şekil 3.16 : Materials sekmesi arayüzü	31
Şekil 3.17 : S420 donatı çeliğine ait malzeme bilgileri.....	32
Şekil 3.18 : S420 donatı çeliği histeretik davranış bilgileri.	32
Şekil 3.19 : Materials sekmesi Inelastic concrete materials arayüzü	33
Şekil 3.20 : Sargısız betona ait gerilme- birim şekildeğiştirme değerleri	33
Şekil 3.21 : Histeretik davranış giriş arayüzü.	34
Şekil 3.22 : Corss-aection arayüzü.	35
Şekil 3.23 : Kesit liflerinin tanımlandığı Structural Fiber arayüzü	35
Şekil 3.24 : Konsol kolonda plastik mafsallın görünüşü	36
Şekil 3.25 : Compound arayüzü.	37
Şekil 3.26 : Basic Components arayüzü.	37
Şekil 3.27 : Properties arayüzü	38
Şekil 3.28 : Nodal loads arayüzü.....	39
Şekil 3.29 : Limit states arayüzü.	39
Şekil 3.30 : Analiz fazı araç çubuğu.....	40
Şekil 3.31 : Load case arayüzü ve gravitenin yükünün tanımlanması.	40
Şekil 3.32 : Yatay yükün tanımlanması.	41
Şekil 3.33 : Deprem kayıtlarının programa girilmesi.....	42

Şekil 3.34 : İtme analizi için	43
Şekil 3.35 : Linear olmayan zaman tanım alanında analiz için verilmesin girilmesi	43
Şekil 3.36 : Statik ve dinamik analiz arayüzü.....	44
Şekil 4.1 : S50_%2 koonuna ait taban kesme kuvveti-görelî kat ötelemesi grafiği. .	48
Şekil 4.2 : Arleta (ARL090) istasyonu deprem kaydı için maksimum yer ivmesine karşılık beton ve çelik birim şekil değiştirme grafikleri	49
Şekil 4.3 : Arleta istasyonu deprem kaydı için maksimum yer ivmesine karşılık eğrilik ve enerji, görelî kat ötelemesine karşılık taban kesme kuvveti grafikleri.....	50
Şekil 4.4 : Arleta (ARL090) istasyonu deprem kaydı için görelî kat ötelemesine karşılık taban kesme kuvveti,kesme kuvveti/kat ğırlığı oranı grafikleri. .	51
Şekil 4.5 : S30x30_%1 kolonu görelî kat ötelemesi oranı-PGA diyagramı	52
Şekil 4.6 : S40x40_%1 kolonu görelî kat ötelemesi oranı-PGA diyagramı.....	52
Şekil 4.7 : S50x50_%1 kolonu görelî kat ötelemesi oranı-PGA diyagramı.....	53
Şekil 4.8 : S60x60_%1 kolonu görelî kat ötelemesi oranı-PGA diyagramı.....	53
Şekil 4.9 : S50x50_%2 kolonu maksimum beton birim şekildeğiştirme-Sa diyagramı.	54
Şekil 4.10 : S50x50_%2 kolonu maksimum beton birim şekildeğiştirme-Sa diyagramı	54
Şekil 4.11 : S50x50_%2 kolonu Eğrilik-Sa diyagramı.	55
Şekil 4.12 : S50x50_%2 kolonu Yutulan plastik enerji-Sa diyagramı.	55
Şekil 4.13 : S50x50_%2 kolonu görelî kat ötelemesi oranı- taban kesme kuvveti diyagramı.	56
Şekil 4.14 : S50x50_%2 kolonu görelî kat ötelemesi oranı- azaltılmış taban kesme kuvveti diyagramı	56
Şekil 4.15 : Göçme sınır durumları.....	57
Şekil 4.16 : 30x30 cm kolonuna ait performans sınır değerleri.....	58
Şekil 4.17 : 40x40 cm kolonuna ait performans sınır değerleri.....	59
Şekil 4.18 : 50x50 cm kolonuna ait performans sınır değerleri.....	60
Şekil 4.19 : 60x60 cm kolonuna ait performans sınır değerleri.....	61
Şekil 4.20 : Uzak fay hareketlerinin etkisinde görelî kat ötelemesi oranı-Sa grafiği	62
Şekil A.1 : Kesitlerin statik ivme analizi eğrileri.....	68
Şekil B.1 : S30_%1 kolonuna ait artımsal dinamik analiz sonuçlarının PGA ile değişimi.	69
Şekil B.2 : S30_%2 kolonuna ait artımsal dinamik analiz sonuçlarının PGA ile değişimi.	70
Şekil B.3 : S40_%1 kolonuna ait artımsal dinamik analiz sonuçlarının PGA ile değişimi.	71
Şekil B.4 : S40_%2 kolonuna ait artımsal dinamik analiz sonuçlarının PGA ile değişimi.	71
Şekil B.5 : S50_%1 kolonuna ait artımsal dinamik analiz sonuçlarının PGA ile değişimi.	73
Şekil B.6 : S50_%2 kolonuna ait artımsal dinamik analiz sonuçlarının PGA ile değişimi.	74
Şekil B.7 : S60_%1 kolonuna ait artımsal dinamik analiz sonuçlarının PGA ile değişimi.	75
Şekil B.8 : S60_%2 kolonuna ait artımsal dinamik analiz sonuçlarının PGA ile değişimi.....	76

Şekil C.1	: S30_%1 kolonuna ait artımsal dinamik analiz sonuçlarının Sa ile değişimi.....	77
Şekil C.2	: S30_%2 kolonuna ait artımsal dinamik analiz sonuçlarının Sa ile değişimi.....	78
Şekil C.3	: S40_%1 kolonuna ait artımsal dinamik analiz sonuçlarının Sa ile değişimi.....	79
Şekil C.4	: S40_%2 kolonuna ait artımsal dinamik analiz sonuçlarının Sa ile değişimi.....	80
Şekil C.5	: S50_%1 kolonuna ait artımsal dinamik analiz sonuçlarının Sa ile değişimi.....	81
Şekil C.6	: S50_%2 kolonuna ait artımsal dinamik analiz sonuçlarının Sa ile değişimi.....	82
Şekil C.7	: S60_%1 kolonuna ait artımsal dinamik analiz sonuçlarının Sa ile değişimi.....	83
Şekil C.8	: S60_%2 kolonuna ait artımsal dinamik analiz sonuçlarının Sa ile değişimi.....	84
Şekil D.1	: S30_%1 kolonuna ait artımsal dinamik analiz sonuçlarının görel kat ötelemesi ile değişimi	85
Şekil D.2	: S30_%2 kolonuna ait artımsal dinamik analiz sonuçlarının görel kat ötelemesi ile değişimi.....	86
Şekil D.3	: S40_%1 kolonuna ait artımsal dinamik analiz sonuçlarının görel kat ötelemesi ile değişimi.....	87
Şekil D.4	: S40_%2 kolonuna ait artımsal dinamik analiz sonuçlarının görel kat ötelemesi ile değişimi.....	88
Şekil D.5	: S50_%1 kolonuna ait artımsal dinamik analiz sonuçlarının görel kat ötelemesi ile değişimi.....	89
Şekil D.6	: S50_%2 kolonuna ait artımsal dinamik analiz sonuçlarının görel kat ötelemesi ile değişimi.....	90
Şekil D.7	: S60_%1 kolonuna ait artımsal dinamik analiz sonuçlarının görel kat ötelemesi ile değişimi.....	91
Şekil D.8	: S30_%1 kolonuna ait artımsal dinamik analiz sonuçlarının görel kat ötelemesi ile değişimi	92

UZAK FAY DEPREMLERİ ETKİSİNDEKİ KONSOL KOLONLARIN PERFORMANSI

ÖZET

Ülkemizde, prefabrik betonarme taşıyıcı sistemler çoğunlukla endüstriyel yapılarda kullanılmaktadır. Taşıyıcı sistem genelde soket biçimindeki temellere oturtulmuş, konsol olarak çalışan kare kesitli kolonlar ile bu kolonlara mafsallı olarak bağlanmış kirişlerden oluşmaktadır. Bu tip sistemlerin deprem etkisinde her iki deprem doğrultusunda da aynı davranışı gerçekleştirmesi beklenmektedir.

17 Ağustos 1999 Kocaeli depremi sonucunda, çok sayıda endüstri tipi prefabrik betonarme bina göçmüş ya da ağır hasara uğramıştır. Yerinde yapılan incelemeler sonucunda binaların başlıca göçme nedenlerinin kolon taban kesitindeki mafsallaşmalar ve kolon kiriş birleşimlerinin yeterli dönme kapasitesine sahip olamayışı olarak belirlenmiştir. Güncel çalışmalar yapının konumunun (fay hattına yakınlığının) deprem durumunda yapı davranışı üzerinde etkili olduğunu ortaya koymaktadır.

Prefabrik betonarme kolon elamanlarının deprem durumundaki davranışını anlayabilmek için 30x30 cm, 40x40 cm, 50x50 cm, 60x60 cm boyutlarında ve her bir kesit boyutu için %1, %2, boyuna donatı oranlarını içeren 8 adet kolonun zaman tanım alanında lineer olmayan analizi gerçekleştirilmiştir. Kolonların performanslarının belirlenmesinde artımsal dinamik analizler yapılmıştır. Yapılan analizler ile prefabrik betonarme kolonların performansının artan kesit boyutu ve artan donatı oranına bağlı olarak değerlendirilmesi amaçlanmaktadır. Northridge bölgesinde meydana gelen kuvvetli yer hareketlerinin farklı istasyonlardan elde edilmiş 21 adet deprem ivme kaydı doğrusal olmayan dinamik hesapta kullanılmıştır. İvme kayıtları seçilirken maksimum yer ivmesi (PGA), maksimum yer hızı (PGV) ve fay hattına uzaklık gibi özellikler dikkate alınmıştır. Bu çalışma kapsamında uzak fay (FF) deprem kayıtları ele alınmıştır. Seçilen 21 uzak fay yer hareketinin her birinin spektral ivme değerinin 0.05g değerinden 1.50g değerine kadar 0.05g'lik artımlar halinde zaman tanım alanında doğrusal olmayan "Artımsal Dinamik Analiz (*Incremental Dynamic Analysis, IDA*)" gerçekleştirilmiştir. Ayrıca kesitlerin moment-eğrilik etki diyagramlarının oluşturulması için XTRACT programından yararlanılmıştır.

Analizler sonucu moment-eğrilik ilişkileri, taban kesme kuvveti, görelî kat ötelemesi, yutulan enerji, ivme-şekildeğiştirme ilişkileri elde edilmiştir. Uzak fay depremleri etkisinde gerçekleşen farklı kesitlerde ki sonuçlar değerlendirilmiş ve yorumlanmıştır.

PERFORMANCE OF RC CANTILEVER COLUMNS SUBJECTED TO FAR-FAULT TYPE EARTHQUAKES

SUMMARY

In Turkey, precast concrete structural systems are commonly used in the industrial facilities because of their economy and construction speed. In general, the structural configuration consists of square-shaped cantilever columns founded in socket type foundations and with simply supported beams.

After the Kocaeli Earthquake August 17, 1999, many precast concrete industrial buildings were collapsed or extensively damaged. The main reasons of the building collapse were determined as the plastic hinging at the base of the column section and the inadequate connection details in the column-beam joints. The principal reasons of the plastic hinging is insufficient lateral rigidity, strength and ductility. Recent studies have revealed that response of structures exposed to earthquake loading is affected by location of structure closeness to fault line. The primary characteristics of near-fault ground motions, especially high peak ground velocity (PGV), make near-fault earthquakes more destructive compared to far fault ground motions.

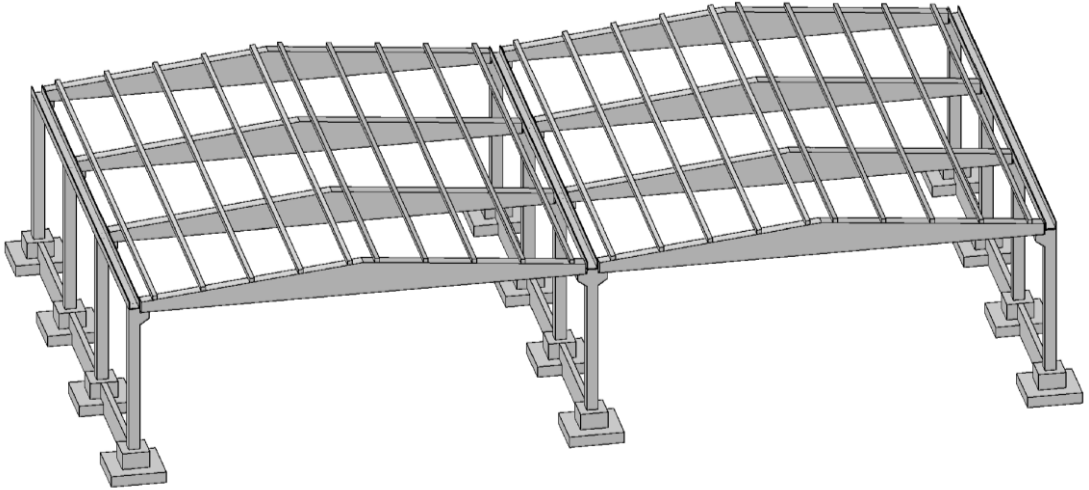
In order to find out the behavior of precast column elements subjected to the earthquake effects, 8 different columns which has the dimensions 30x30 cm, 40x40 cm, 50x50 cm, 60x60 cm and longitudinal reinforcement ratios 1%, 2% have been analyzed via non-linear time-history analysis method. Incremental dynamic analyses were done to determine the performance of the columns. The aim of the performed analysis is to evaluate the performance of precast columns having increasing sectional dimensions and longitudinal reinforcement ratio. 21 different earthquake acceleration records obtained from different stations of the strong ground motions occurred at Northridge region were used at nonlinear dynamic analyze. While choosing these ground records, peak ground acceleration (PGA), peak ground velocity (PGV) and the distance from the fault line were considered. Far fault (FF) is also considered at this study. For each selected 21 far fault ground motions' spectral acceleration values were increased from 0.05g to 1.50g by 0.05g acceleration intervals are performed via nonlinear time history analysis (*Incremental Dynamic Analysis*, IDA). Besides moment-curvature diagrams of the sections were constituted by using XTRACT.

As a consequence of the analysis the moment-curvature relations, base shear forces, relative floor displacement, absorbed energy, acceleration-deformation relations are obtained. The results obtained for the far-fault type earthquakes are evaluated and interpreted.

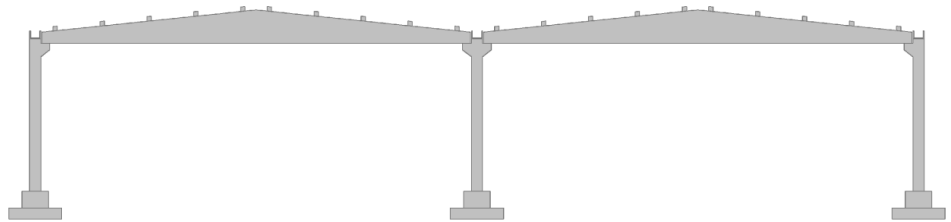
1. GENEL GİRİŞ

1.1 Prefabrik Yapı Sistemleri

Prefabrik yapı sistemleri özellikle çerçeve tipi yapılar endüstriyel tesis ve alışveriş merkezlerinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu yapı tipi, basit mesnetli prekast ve/veya öngerilmeli kirişlerle birleştirilmiş konsol kolonları içermektedir. Kolonların moment taşımayan kirişlere bağlantısı sahada yapılmaktadır. Yapının yanal dayanım ve rijitliği tamamıyla kolonlara bağlıdır (Yüksel, 2009). Prefabrik yapının genel yapısal biçimi ve önden görünüşünü sırasıyla Şekil 1.1 ve Şekil 1.2’de gösterilmiştir.



Şekil 1.1 : Prefabrik çerçeve sisteminin biçimi (Sürmeli, 2008).



Şekil 1.2 : Prefabrik sisteminin önden görünüşü (Sürmeli, 2008).

1.2 Artımsal Dinamik Analiz (ADA)

Artımsal dinamik analiz yakın zamanlarda ortaya çıkan birçok yapı formunun sismik yükler altında yapısal performansını hesaplayan parametrik bir analizdir. Artımsal Dinamik Analiz (ADA), Vamvatsikos and Cornell tarafından geliştirilmiş ve yürütülmüştür. Bu analiz yer hareketi kayıtlarına yapısal bir modeli konu edinir ve her kayıt farklı şiddet seviyelerinde ölçeklendirilir. Böylece her şiddet seviyelerine karşı tepki parametresi eğrileri oluşturulur (Vamvatsikos and Cornell, 2002). Bu çalışmada kullanılan deprem ivmeleri, 0.05g 'den 1.5g'ye kadar 0.05g'lik artımlarla ölçeklendirilmiş, dinamik analiz bu ölçeklendirmeye göre yapılmıştır.

Yapılan değerlendirmede her bir analiz için taban kesme kuvveti, görelî kat ötelenmesi, plastik mafsâl dönmesi, süneklik talebi, histeretik enerji sönümlenmeleri, kalıcı yerdeğıştirmenin maksimum değerleri kaydedilir. Her bir analiz için çizilen Artımsal Dinamik Analiz eğrileri (ADA eğrileri) , hasar ölçü parametreleri-PGA veya diğêr şiddet ölçü parametreleri grafiğidir. Artımsal Dinamik Analiz (ADA) aracılığıyla toplanan veriler, yapıların davranışının yorumlanması için öngörü sağlamaktadır.

1.3 Çalışmanın Kapsam ve Amacı

Bu çalışmanın amacı, modellenen her bir kolonun sismik performanslarını incelemek ve artımsal dinamik analiz ile hem ADA eğrileri hemde kesitlere etkiyen momentleri, taban kesme kuvvetlerini, görelî kat ötelemesini, kesitlerde oluşan basınç ve çekme gerilmeleri, taban kesme kuvveti/kat ağırlığı oranı yerdeğıştirme gibi eğrileri elde etmektir.

Bu çalışma tek serbestlik dereceli konsol kolonların uzak fay yer hareketi etkisi altındaki performanslarının belirlenmesini içermektedir. Bu kolonlar 4 farklı kesit ve 2 farklı boyuna donatı oranında değerlendirilmiştir. Çalışılan kesitler ile kesitlere ait donatı miktarı XTRACT programı yardımıyla belirlenmiştir. Kesitlerin dinamik analizi ise Perform3D programında 21 farklı istasyondan alınan uzak fay yer hareketi kayıtları kullanılarak yapılmıştır.

1.4 Önceki Çalışmalar

Bayraktar, A., Sevim B., ve bu çalışmayı yürüten diğer yazarlara göre, baraj, temel ve su deposu gibi yapılar yakın ve uzak deprem hareketi açısından karşılaştırılmıştır. Bu çalışma sonucunda, her iki yer hareketi için de yapıların yüksekliklerinin artmasıyla yerdeğiştirmelerin arttığı gözlenmiştir.

Bozdağ, Ö. ve Düzgün, M. yaptıkları çalışmada statik itme analizi ile zaman tanım alanında doğrusal olmayan dinamik artımsal analiz yapılmıştır. Sonuç olarak yüksek mod etkilerini dikkate alan alternatif bir artımsal itme analiz yöntemi önerilmiştir.

Brown, A. ve Saiidi, M.S.'nin çalışmasına göre iki benzer köprü ortaayakları biri yakın deprem etkisinde, diğeri uzak deprem etkisinde test edilmiştir. Bu sonuçlar karşılaştırılarak yakın deprem etkisinin uzak deprem etkisine göre daha zarar verici olduğu tespit edilmiştir.

Chopra, A.K., ve Chintanapakdee C. çalışmalarında uzak deprem ve yakın deprem hareketleri için tek serbestlikli sistemlerde elastik ve elastik olmayan tepki spektrumunu temel alan, iyi bilinen içerik ve sonuçları genişletmişlerdir.

Mander, J.B., Dhakol, R.P ve diğer yazarlar Yeni Zellanda, Japonya ve Amerikan standartlarına göre demiryolu köprülerinde artımsal dinamik analiz yapmışlardır. Sonuç olarak 500 yılda gelen bir deprem için yapının fazla hasar görmezken, 2000 yılda gelen gelen bir deprem için yapıda göçmelerin olduğu hasar tespit edilmiştir.

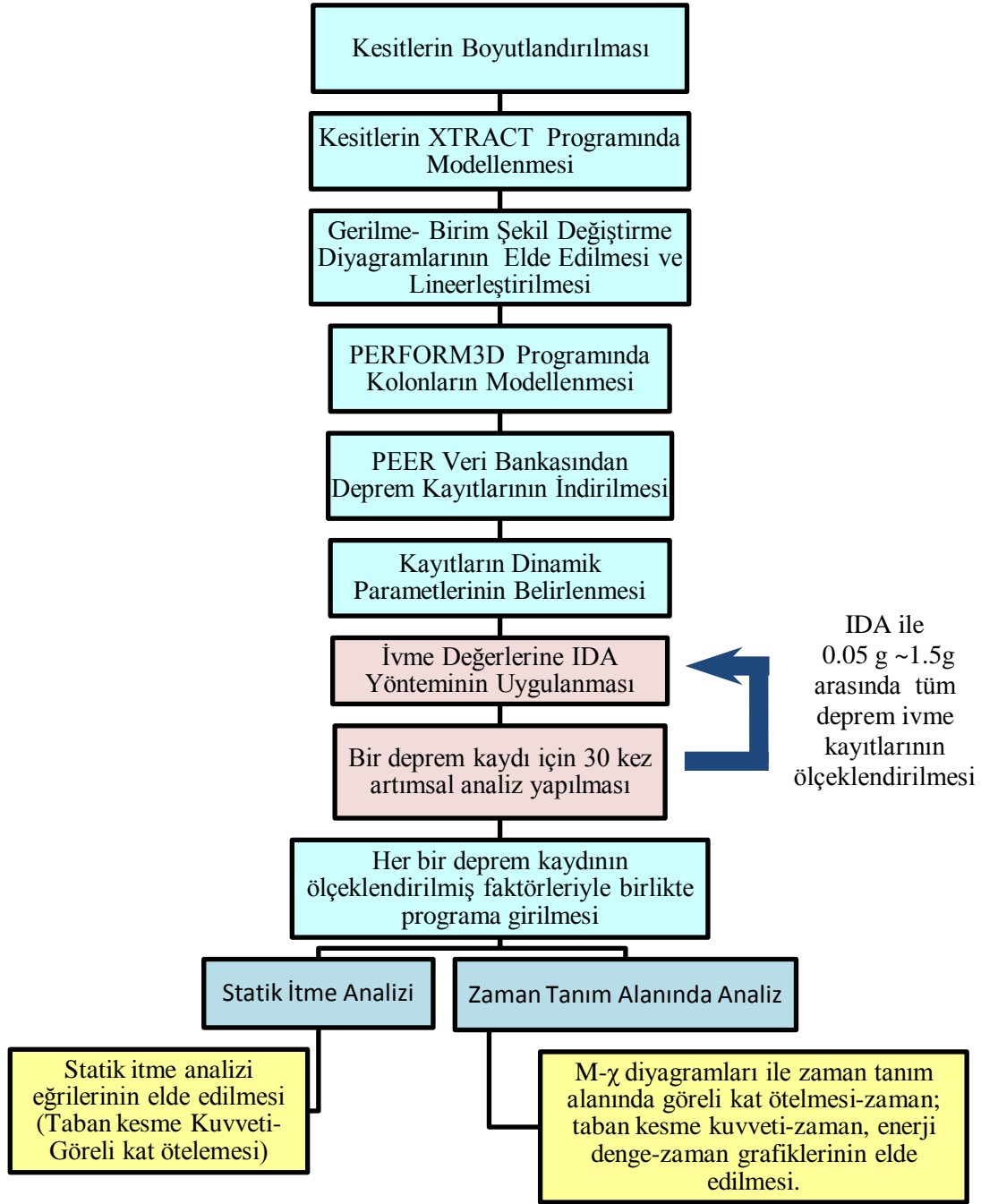
Kayhan, H.A ve Şenel, Ş.M.'nin 2010 yılında yaptıkları çalışmada 28 depreme ait 360 ivme kaydı ile doğrusal ötesi dinamik analiz yapılmıştır. Mevcut prefabrik yapılar için hasar olasılık eğrileri analitik yolla elde edilmiştir. Bu çalışmada, kolon enkesit boyutu ve etriye aralığı parametrelerinin hasar görülebilirlik eğrileri üzerinde daha etkin olduğu sonucuna varılmıştır.

Yılmaz, S., Kuyucular, A., Şenel, Ş.M., ve İnel, M.'nin 2007'de yürüttükleri çalışmaya göre 15 adet prefabrik yapı tasarlanarak, bu yapılardaki makasların çift pimli bağlantılarının yeterliliği araştırılmış ve bağlantı tasarım yöntemine bazı öneriler getirilmiştir.

Yüksel, E. Ve Sürmeli, M.'nin yaptıkları çalışmaya göre sismik yükler altındaki prefabrik kolonların elastik olmayan (inelastik) davranışları incelenmiştir. Çalışmada yakın depremlerin uzak depremlere göre kolonlarda göçmeye neden olan hasara daha fazla yol açtığı sonucuna varılmıştır.

2. ANALİTİK ÇALIŞMA

Bu bölümde, tezin farklı aşamaları anlatılmıştır. Çalışmaya kesit boyutlaması ile başlanılmıştır. Farklı programlar için kesit ve kolon davranışı modellenmiştir. Hazırlanan matematik modeller üzerinde farklı analizler yapılmıştır. Bunlar hem statik itme analizi hem de zaman tanım alanında doğrusal olmayan analizlerdir. Şekil 2.1 de bu çalışmaya ait genel akış diyagramı verilmiştir.



Şekil 2.1: Çalışmanın Akış Şeması

2.1 Modellenen Prefabrik Betonarme Kolonlar

Farklı boyutlara sahip dört adet kolon kesiti, %1 ile %2'lik boyuna donatı oranına göre tasarlanarak toplam 8 adet tek serbestlik dereceli (TSD) kolon oluşturulmuştur. Kolon kesitleri 30x30 cm, 40x40 cm, 50x50 cm ve 60x60 cm boyutlarında olup, seçilen tüm kesitler için kolon boyları 6 m, aksenal yük düzeyleri de aksenal yük taşıma kapasitesinin %10'dur. Beton ve çelik kalitesi sırasıyla C40 ve S420 olarak seçilmiştir. Kolon kesitinde kullanılan donatı detayı Şekil 2.2 'de gösterilmektedir.

X-TRACT programı ile kesitlere konacak donatı miktarları belirtilen donatı oranlarınca saptanmıştır. Kolonlara her kesit için ayrı ayrı aksenal ve yatay yükler etkilmiş ve bu kesitler için kullanılan donatı oranı, donatı miktarı, kesit boyutu ve uygulanan aksenal yük Çizelge (2.1)'de belirtilmiştir.

Kullanılan malzeme özellikleri:

Beton

Sınıfı	: C40
Elastisite modülü (E_c)	: 34000 MPa
Karakteristik basınç dayanımı (f_{ck})	: 40 MPa
Karakteristik aksenal çekme dayanımı (f_{ctk})	: 2.2 MPa
Poisson oranı (μ_c)	: 0.2

Celik

Sınıfı	: S420b
Elastisite modülü (E_s)	: 200000 MPa
Karakteristik akma dayanımı (f_{yk})	: 420 MPa
Kopma dayanımı (f_{su})	: 550 MPa

Modellenen kolonların donatı ve yük hesabı bir kesit için aşağıdaki gibidir.

Kesit boyutu ($b=h$)	: 50cmx50cm
Paspayı	: 2 cm.
Kolon boyu (L)	: 600 cm.
Boyuna donatı yüzdesi (ρ_t)	: %2

Enine donatı çapı ve aralığı : $\Phi 8/100$

Donatı sayısı : 8

Yük düzeyi : % 10

Donatı ve Yük Hesabı :

$$A_s = \rho_t \times b \times h / 8 ; A_s = 0.02 \times 500 \times 500 / 8 ; A_s = 625 \text{ mm}^2$$

$$\Phi = \sqrt{\frac{4 \times A_s}{\pi}} ; \Phi = \sqrt{\frac{4 \times 625}{\pi}} ; \Phi = 28.209 \text{ mm.} ; \Phi \cong 28 \text{ mm. Donatı} = \mathbf{8\Phi 28}$$

$$\text{Eksenel Yük} = 0.10 \times f_{ck} \times b \times h ; \text{Yük} = 0.1 \times 40 \times 500 \times 500$$

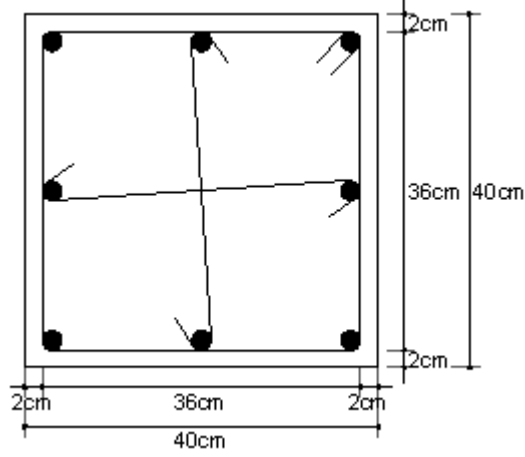
$$\text{Yük} = 1000000 \text{ N} ; \text{Yük} = \mathbf{1000 \text{ kN}}$$

Bir örnekle açıklanan eksenel yük ve donatı miktarlarının hesabı diğer kolon kesitleri için de yapılmış aşağıdaki çizelgede gösterilmiştir.

Çizelge 2.1 : Kolonların kesit özellikleri.

	Kesit Boyutu	Boyuna Donatı miktarı	Eksenel Yük (kN)	Enine Donatı Miktarı	Kolon Boyu (6m)
Donatı Oranı %1	30x30 cm	8 Φ 12	360	$\Phi 8/100$	6
	40x40 cm	8 Φ 16	640	$\Phi 8/100$	6
	50x50 cm	8 Φ 20	1000	$\Phi 8/100$	6
	60x60 cm	8 Φ 24	1440	$\Phi 8/100$	6
Donatı Oranı %2	30x30 cm	8 Φ 16	360	$\Phi 8/100$	6
	40x40 cm	8 Φ 22	640	$\Phi 8/100$	6
	50x50 cm	8 Φ 28	1000	$\Phi 8/100$	6
	60x60 cm	8 Φ 32	1440	$\Phi 8/100$	6

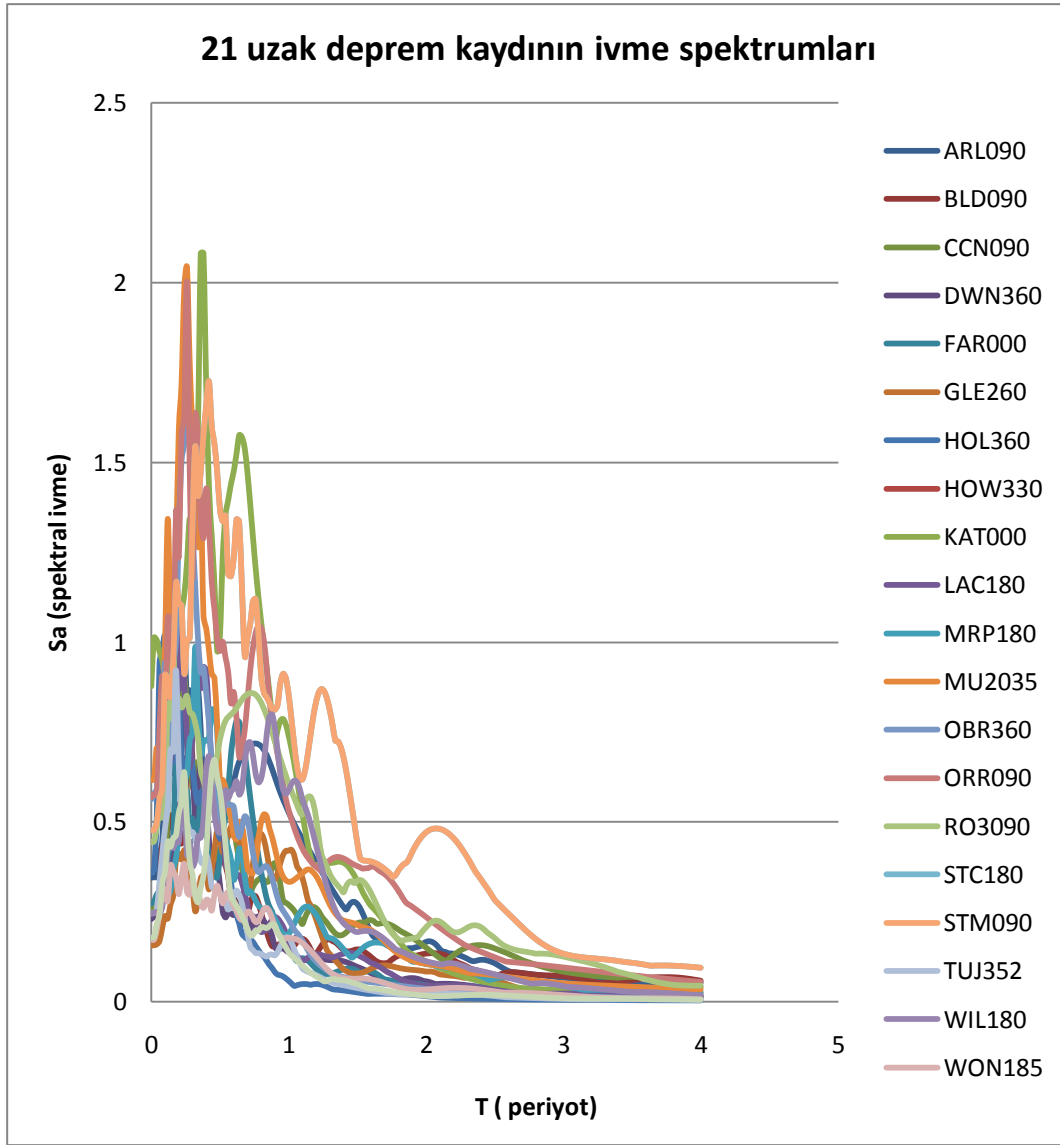
Bir kolona ait kesit görünümü Şekil 2.2'de gösterilmektedir.



Şekil 2.2 :Kolon kesit görünümü.

2.2 Kullanılan Deprem Kayıtları

Bu çalışmada uzak fay yer hareketlerinin kayıtlarından yararlanılmıştır. PEER (*Pacific Earthquake Engineering Research Center*)'dan alınan kayıtlara göre zaman tanım alanında çözümlenmiştir. Bu kayıtlar PGA, PGV, derinlik, depremin büyüklüğü gibi yer hareketi parametrelerini içermektedir. Bu çalışmada Northridge 1994 depremi ele alınarak, depremin 21 istasyondan elde edilen uzak deprem kayıtları ve parametreleri kullanılmıştır. Uzak deprem ivme kayıtlarına ait tepki spektrumu Şekil (2.3)'de gösterilmektedir.



Şekil 2.3: Uzak deprem kayıtlarının tepki spektrumları.

Yer hareketleri, depremi oluşturan faya olan yakınlığına göre yakın fay hareketi veya uzak fay hareketi olarak isimlendirilir. Bu çalışmada kullanılan uzak alan yer hareketleri de faya uzak olan depremlerdir. Merkezden uzaklaştıkça dalga genlikleri artar. Bu nedenle odak noktasından çıkan dalgalar, daha uzaklarda birbiriyle çakışarak daha şiddetli etkilere sahip olmaktadır (www.deprem.gov.tr)

Çalışmada deprem kayıtlarının dinamik parametreleri kullanılmıştır. Zaman tanım alanında değerlendirme yapmak amacıyla programa deprem kaydının pik ivme değeri, zaman aralığı, veri adedi, depremin süresi gibi veriler girilmiştir. Ayrıca diğer parametreler sistemin davranışının yorumlanması amacıyla kullanılmaktadır. Deprem kayıtlarına ait bu veriler Çizelge (2.2) ve Çizelge (2.3)'de gösterilmektedir.

Çizelge 2.2 : Uzak fay deprem kayıtları.

NO	İSTASYON İSMİ	TARİH	$\Delta t(s)$	NPTS	DURATION(s)
1	Arleta	17.01.1994	0.02	2000	38.80
2	LA-Baldwin Hills	17.01.1994	0.02	2000	38.80
3	LA-Century City CC	17.01.1994	0.02	2000	38.80
4	Downey	17.01.1994	0.02	2000	38.80
5	LA-N Faring Rd	17.01.1994	0.01	2999	29.98
6	Sun Land	17.01.1994	0.01	2999	29.98
7	LA-Hollywood Star FF	17.01.1994	0.02	2000	38.80
8	Burbank-Howard Rd.	17.01.1994	0.01	2999	29.98
9	Simi Valley	17.01.1994	0.01	2499	24.98
10	LA-City Terrace	17.01.1994	0.01	4000	39.99
11	Morpark-Fire Sta.	17.01.1994	0.02	2000	39.98
12	Beverly Hills	17.01.1994	0.01	2398	23.97
13	LA-Crescenta-New York	17.01.1994	0.01	2999	29.98
14	LA-Obregon Park	17.01.1994	0.02	2000	38.98
15	Castaic- old ridge route	17.01.1994	0.02	2000	38.98
16	Sun Valley	17.01.1994	0.01	3028	30.27
17	Norridge-1765 Saticoy St.	17.01.1994	0.01	2999	29.98
18	Santa Monica City Hall	17.01.1994	0.02	2000	38.98
19	Big Tujunga	17.01.1994	0.01	2999	29.98
20	Hollywood-Willoughby	17.01.1994	0.01	3499	34.98
21	LA- Wonderland Ave.	17.01.1994	0.01	2999	29.98

Çizelge 2.3 : Uzak fay deprem kayıtları için dinamik parametreler.

Sıra No	Dosya Adı	Deprem Adı	İstasyon Adı	Uzaklık (km)	PGA (g)	PGV (cm/s)	PGD (cm)
1	ARL090	Northridge	24087 Arleta – Nordhoff Fire Sta.	9.2	0.344	40.6	15.4
2	BLD090	Northridge	LA – Balwin Hill	31.3	0.239	14.9	6.17
3	CCN090	Northridge	LA – Century City CC North	25.7	0.256	21.1	6.68
4	DWN360	Northridge	Downey-Co Maint Bldg.	47.6	0.230	11.3	2.14
5	FAR000	Northridge	LA-N Faring Rd.	23.9	0.273	15.8	3.29
6	GLE260	Northridge	Sunland - Mt Gleasan Ave.	17.7	0.157	14.5	4.29
7	HOL360	Northridge	LA-Hollywood Star FF.	25.5	0.358	27.5	3.04
8	HOW330	Northridge	Burbank-Howard Rd.	20.0	0.163	8.5	1.81
9	KAT000	Northridge	Simi Valley- Katherine Rd.	14.6	0.877	40.9	5.29
10	LAC180	Northridge	LA-City Terrace	37.0	0.316	14.1	2.42
11	MRP180	Northridge	Moorpark- Fire Sta.	28.0	0.292	20.7	4.24
12	MU2035	Northridge	Beverly Hills-12520 Mulhol	20.8	0.614	40.8	8.57
13	NYA090	Northridge	LA- Crescenta-New York	22.3	0.178	12.5	1.14
14	OBR360	Northridge	LA-Obregon	37.9	0.563	24.5	2.79
15	ORR090	Northridge	24278 Castaic-Old Ridge route	22.6	0.568	52.1	4.21
16	RO3090	Northridge	Sun Valley – Roscoe Blud	12.3	0.443	38.2	10.04
17	STC180	Northridge	Northridge-17645 Saticoy St.	13.3	0.477	61.5	22.06
18	STM090	Northridge	Santa Monica City Hall	27.6	0.883	41.7	15.09
19	TUJ352	Northridge	Big Tujunga-Angeles Nat F.	24.0	0.245	12.7	1.12
20	WIL180	Northridge	Hollywood-Willoughby Ave.	25.7	0.245	33.5	6.28
21	WON185	Northridge	LA-Wonderland Ave.	22.7	0.172	11.8	2.77

2.3 Model Doğrulamaları

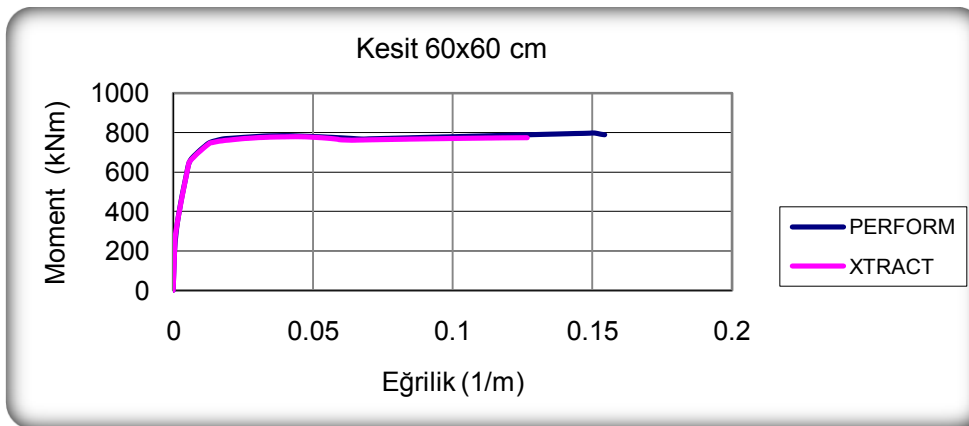
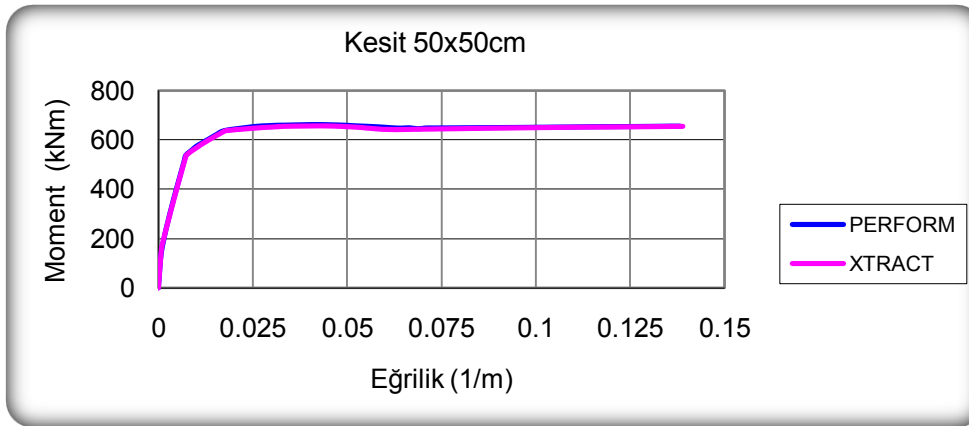
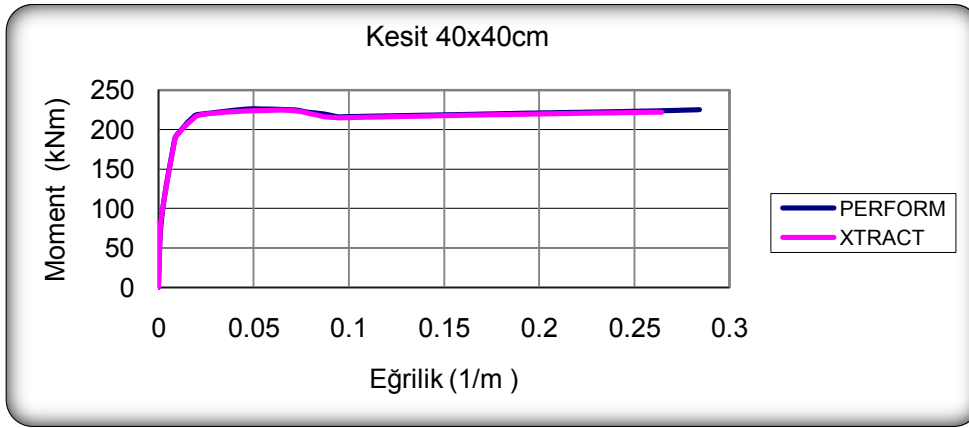
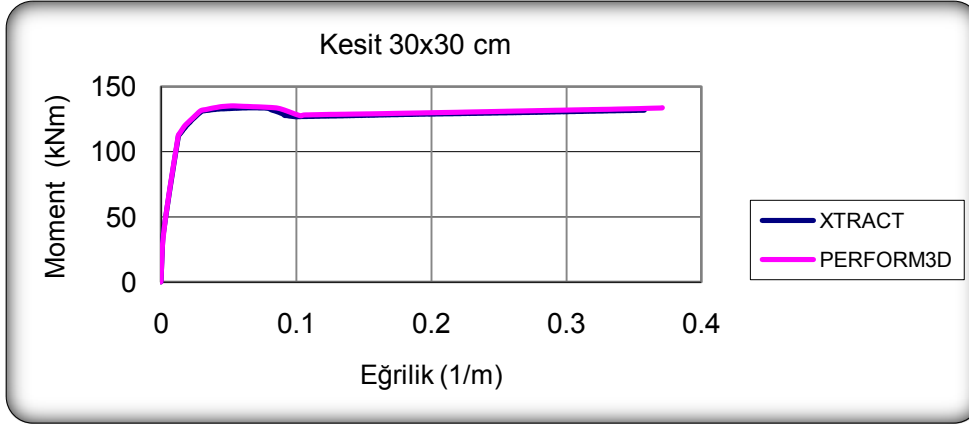
Perform-3D programında prefabrik kolonlar modellenmiş Artımsal Dinamik Analiz (IDA) gerçekleştirilerek zaman tanım alanında hesap yapılmıştır. Ayrıca XTRACT programında da kolon kesitleri modellenmiştir. Perform-3D programında malzeme

modelinin oluşturulabilmesi şekil değiştirme-gerilme diyagramları uygun şekilde idealleştirilerek gerekli noktalara ait değerler tespit edilmiştir. Moment-eğrilik ilişkisi dayanımı ve kesitin dönme kapasitesini belirler. Moment-eğrilik ilişkisi çıkarılırken malzeme modellerinin olabildiğince gerçekçi olması büyük önem taşır

XTRACT programı ile 30x30 cm, 40x40 cm, 50x50 cm, 60x60 cm boyutlarında 4 farklı kesit oluşturulmuş ve kesitlerin moment-eğrilik ilişkilerini gösteren grafikler elde edilmiştir. Perform3D programı yardımıyla da kolonlar modellenmiş ve moment eğrilik ilişkileri elde edilmiştir.

Perform-3D programında, modelin doğru girilip girilemediğini kontrol etmek amacıyla XTRACT ve Perform-3D programında hesaplanan moment-eğrilik ilişkileri karşılaştırmıştır.

Elde edile bu grafiklerin birbiri ile uyumlu olduğu aşağıdaki Şekil 2.4'de gösterilmektedir. X-TRACT programından ve Perform-3D programından alınan değerler Excel programı yardımı ile aynı grafik üzerinde gösterilmiş, böylece model doğrulaması elde edilmiştir.



Şekil 2.4: Moment-Eğrilik ilişkileri.

2.4 Kullanılan Bilgisayar Programları

Bu çalışma kapsamında başlıca iki program kullanılmıştır.

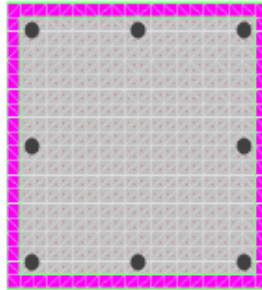
2.4.1 XTRACT Programı

XTRACT programı, Kaliforniya Üniversitesi'nde akademik ve araştırma amaçlı geliştirilmiştir. XTRACT betonarme kesitler için moment-eğrilik analizini gerçekleştiren ilk interaktif Microsoft Windows tabanlı bir program olmuştur. Programın, grafiksel bir ortam içinde artan dayanım ve sargılı betonun sünekliğinin yanı sıra doğrusal olmayan çelik davranışını içeren kesitlerin gerçekçi analizini gerçekleştirme yeteneği vardır (Vamvatsikos and Cornell, 2004).

Kesitin boyutlandırılması ve donatılarının belirlenmesi amacıyla XTRACT programı kullanılmıştır. XTRACT program, genel bir kesitte doğrusal olmayan hesap yapabilmektedir. Çözüm için eleman kesitlerinde otomatik olarak sonlu eleman ağı oluşturulmaktadır. Malzeme modelleri program kütüphanesinde yer alan modeller arasından seçilebileceği gibi, kullanıcı tarafından da tanımlanabilir. Bu özellik farklı malzemeler kullanılarak oluşturulmuş kompozit kesitler için de önemlidir.

XTRACT, bir kesitin beton ve çelik malzeme davranışlarının belirlenmesinde ve ayrıca deprem mühendisliği analizi için önemli bir programdır. Aynı zamanda Dünya etrafındaki tasarım ofisleri içinde beton sistemlerinin analiz ve tasarımı için bir üretim aracı haline dönüşmüştür.

Bu çalışmada yapılan kolonlardan genel bir kesit görünümü Şekil 2.5'de görülmektedir.



Şekil 2.5: XTRACT programında modellenen kolon kesit görünümü

2.4.2 PERFORM-3D programı

Analitik modelin oluşturulmasında ve zaman tanım alanında dinamik analizin gerçekleştirilmesinde kullanılan program ise Perform-3D' dir. PERFORM 3D, deprem mühendisliği hesapları için geliştirilmiş ileri düzeyde nonlinear hesap aracıdır. Karmaşık perde duvarlı ve düzensiz yapılar nonlinear olarak çok farklı seçeneklerle deplasman-tabanlı veya dayanım-tabanlı limit durumlar için hesaplanabilmektedir.

Model datası doğrudan SAP2000 veya ETABS'dan alınabilir. Çok çeşitli eleman tipleri desteklenmektedir. Bunlardan bazıları: (panel bölgesi dahil) kirişler, kolonlar, çaprazlar, delikli ve deliksiz perdeler, döşemeler, damperler ve sismik izolatörler. Nonlinear analiz statik ve/veya dinamik olabilir ve aynı modelde çalıştırılabilir. Dinamik deprem yükünü takibeden statik itme analizinde olduğu gibi yükler herhangi bir sıra ile uygulanabilir. PERFORM 3D güçlü performans tabanlı tasarım olanakları sunar ve tüm elemanlar ve tüm limit durumlar için talep/kapasite (kullanım) oranlarını hesaplar. Performans tasarımları ATC-40, FEMA-356 veya ATC-440'a dayanır ve tam otomatiktir. PERFORM 3D çıktıları şunları içerir; kapasite kullanım oranları grafikleri, enerji denge çizimleri, modal formlar, deplasmanlar, deplasman ve kuvvetlerin zaman tanım kayıtları (Computer&Engineering, 2003).

2.5 Prefabrik Kolon Statik İtme Analizi

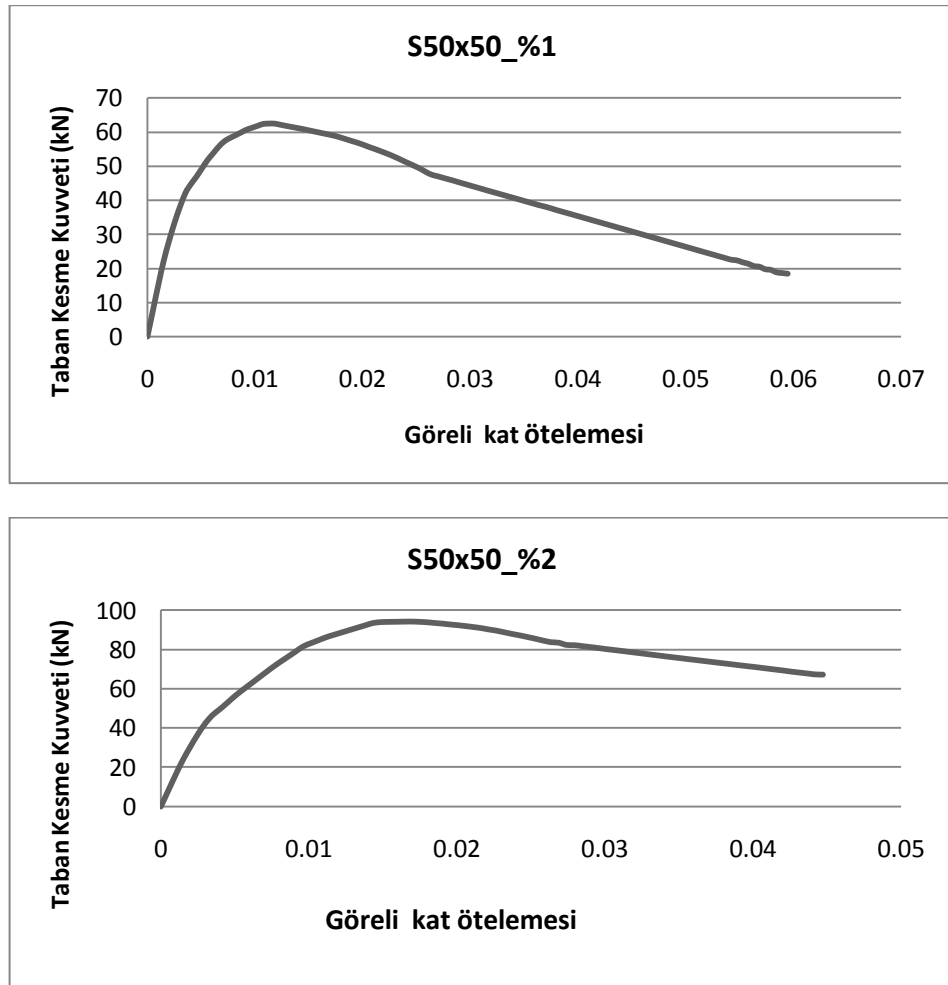
Yapıların doğrusal olmayan davranışlarının dikkate alındığı hesap yöntemleri, özellikle son yıllarda yaygın olarak kullanılmaktadır. Yapı sisteminin deprem etkisindeki davranışını temsil eden yerdeğiştirme ve şekildeğiştirme durumu, yapının doğrusal olmayan davranışını esas alan çeşitli yöntemler ile elde edilebilmektedir.

Performansa dayalı yapı tasarımı için uygun hesap yönteminin seçilmesi güncel bir konu olup, son yıllarda doğrusal olmayan hesap yöntemleri oldukça yaygınlaşmıştır. Doğrusal olmayan analiz için önerilen başlıca yöntemlerden biriside, statik itme analizidir.

Doğrusal olmayan statik itme analizi, yapı sistemlerinin yerdeğiştirme istemlerinin ve buna bağlı olarak bina kapasitesinin belirlenmesi için basit bir yaklaşım biçimidir. Bu yöntemde, sisteme etkiyen yatay deprem kuvvetleri yapı yüksekliği boyunca

çeşitli esaslara göre dağıtılmakta ve her bir analiz adımının sonunda da bir miktar arttırılmaktadır. Bu arttırma, deprem yerdeğiştirme istemine ulaşıncaya kadar devam ettirilir. Daha sonra, taşıyıcı sisteme ait ‘*Taban Kesme Kuvveti-Tepe Yatay Yerdeğiştirmesi*’ eğrisinden yola çıkılarak yapının kapasite eğrisi değerlendirilerek yapısal performans izlenebilir. Yapının yatay dayanım ve yerdeğiştirme kapasitesi itme eğrisi ile ifade edilebilir. Kuvvet veya yerdeğiştirme esaslı olarak gerçekleştirilebilen itme analizinin her adımı için yapı tabanında oluşan kesme kuvveti ile tepe yatay yerdeğiştirmesi değerleri grafiksel olarak gösterilmiştir.

Bu çalışma kapsamında modellenen kolon için itme analizi PERFORM-3D program ile yapılmıştır. Kolonlara kesitin boyutu ile orantılı aksel kuvvet ve 50 kN’luk yatay kuvvet etkilmiştir. $P\Delta$ etkileri de göz önüne alınarak statik itme analizi (push over) eğrileri elde edilmiştir. Bu eğriler; taban kesme kuvveti-görelî kat ötelemesi eğrileridir. Şekil 2.6’da 50x50 cm kolon için bu grafikler gösterilmiştir. Diğer kolonlara ait sonuçlar Ek A’da gösterilmektedir.



Şekil 2.6 : İtme Analizi Eğrileri.

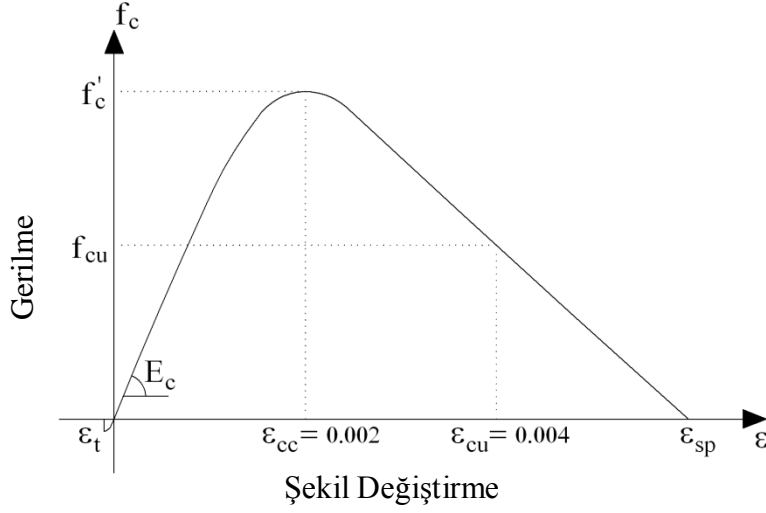
3. ARTIMSAL DİNAMİK ANALİZ

3.1 Kesit İçin Malzemenin Tanımlanması

Artımsal dinamik analiz çalışması öncesinde XTRACT programı ile malzeme modelleri Bu tez kapsamında artımsal dinamik analiz çalışması yapılabilmesi için öncelikle XTRACT programında malzeme modelleri oluşturulmuştur. Kolon kesiti modellenmiş ve donatı miktarları belirlenmiştir. Bu programa girilen verilen öncelikle kolon kesit boyutu, boyuna donatı miktarı, kullanılacak olan etriyelerin adedi ve çapı gibi değerlerdir. XTRACT programı ile hertürlü kesitin çözülebilmesi mümkün olup, hazır modellerde mevcuttur. Bu program moment-eğrilik, P-M etkileşim ve kapasite diyagramlarını içerir ama bu çalışmada yalnızca moment-eğrilik ilişkisi verileri kullanılmıştır. Moment-etkileşim diyagramlarını elde etmek amacıyla mander modeller vardır bunlar; sargılı beton, sargısız beton ve bilineer çelik modelidir Bu modeller malzemeyi tanımlamamızı sağlamıştır. Malzeme sargılı ve sargısız beton için birim şekil değiştirme-gerilme diyagramlarındaki akma sınır koşullarına göre tanımlanmaktadır.

Kesit moment-eğrilik ilişkisinin hesabında; beton için Mander sargılı ve sargısız modelleri, çelik için de pekleşmeli iki kollu davranış modeli kullanılmıştır. Kesit moment-eğrilik ilişkisinin hesabı, beton ve çelik davranış modellerinin oluşturulması için XTRACT programından yararlanılmıştır.

Sargısız beton modeli (unconfined concrete model) için, maksimum gerilmeye karşılık gelen şekil değiştirme ϵ_{cc} 0.002, kırılma ϵ_{cu} 0.004 ve pekleşme değeri ϵ_{sp} 0.006 alınmıştır. Bu modeli tanımlayan formüller ve genel şekil değiştirme-gerilme diyagramı Şekil 3.1'de gösterilmektedir.



Şekil 3.1: Sargısız beton modeli için genel gerilme-şekil değişirme diyagramı.

$$\text{Şekil değişirme için, } \varepsilon < 2 \cdot \varepsilon_t \quad f_c = 0 \quad (3.1)$$

$$\text{Şekil değişirme için, } \varepsilon < 0 \quad f_c = \varepsilon \cdot E_c \quad (3.2)$$

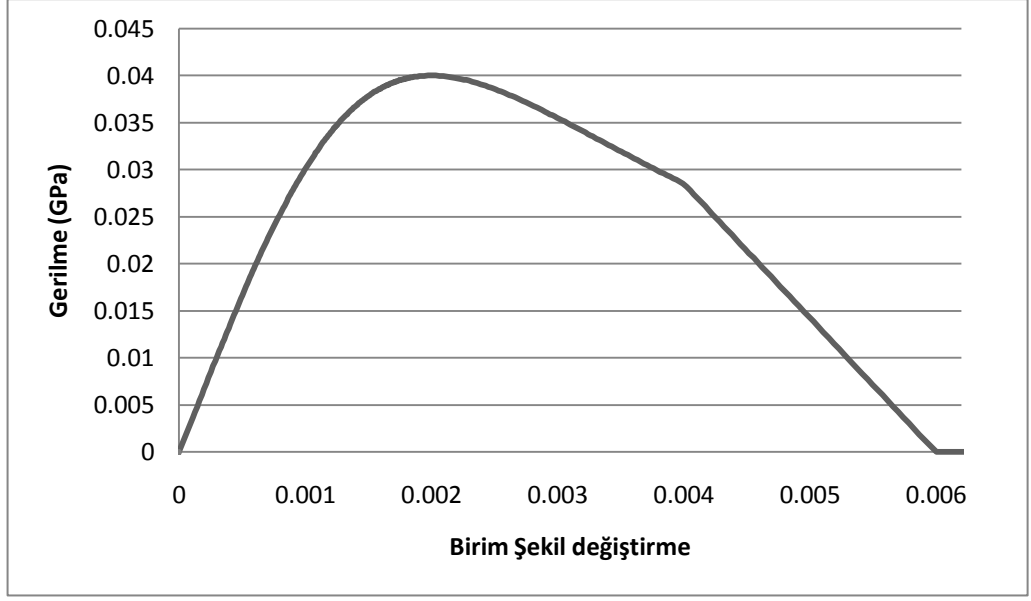
$$\text{Şekil değişirme için, } \varepsilon < \varepsilon_{cu} \quad f_c = \frac{f'_c \cdot x \cdot r}{r - 1 + x^r} \quad (3.3)$$

$$\text{Şekil değişirme için, } \varepsilon < \varepsilon_{sp} \quad f_c = f_{cu} + (f_{cp} - f_{cu}) \cdot \frac{\varepsilon - \varepsilon_{cu}}{\varepsilon_{sp} - \varepsilon_{cu}} \quad (3.4)$$

$$x = \frac{\varepsilon}{\varepsilon_{cc}} \quad (3.5)$$

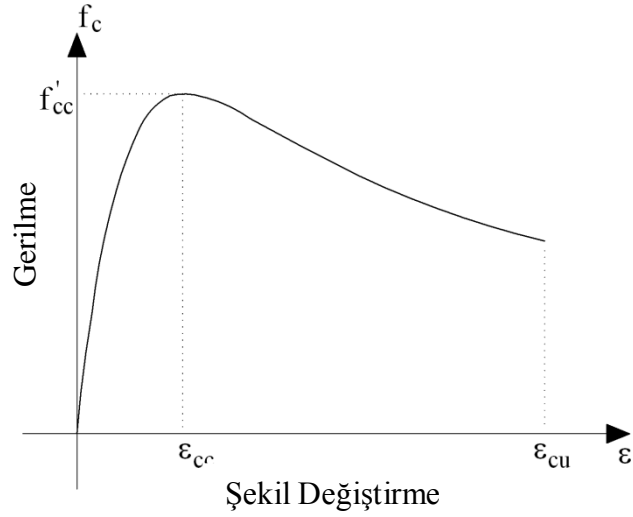
ε beton şekil değişirmesi, f_c beton gerilmesi, E_c elastik modul, ε_t çekme gerilmesi kapasitesi, ε_{cu} nihai beton şekil değişirmesi, ε_{cc} maksimum gerilmeye karşılık gelen şekil değişirme, ε_{sp} pekleşme şekil değişirme, f'_c 28 günlük beton basınç dayanımıdır.

Sargısız beton için gerilme-şekil değişirme diyagramı Şekil 3.2' de mevcuttur.



Şekil 3.2: Sargısız beton için gerilme-şekil değiştirme grafiği.

Sargılı beton modeli sargısız beton modeline benzemektedir. Bu modele ait formüller ve sargılı beton için genel şekil değiştirme-gerilme grafiği Şekil 3.3'te gösterilmektedir..



Şekil 3.3: Sargılı beton modeli için genel gerilme-şekil değiştirme diyagramı.

$$\text{Şekil değiştirme için, } \epsilon < 2 \cdot \epsilon_t \quad f_c = 0 \quad (3.6)$$

$$\text{Şekil değiştirme için, } \epsilon < 0 \quad f_c = \epsilon \cdot E_c \quad (3.7)$$

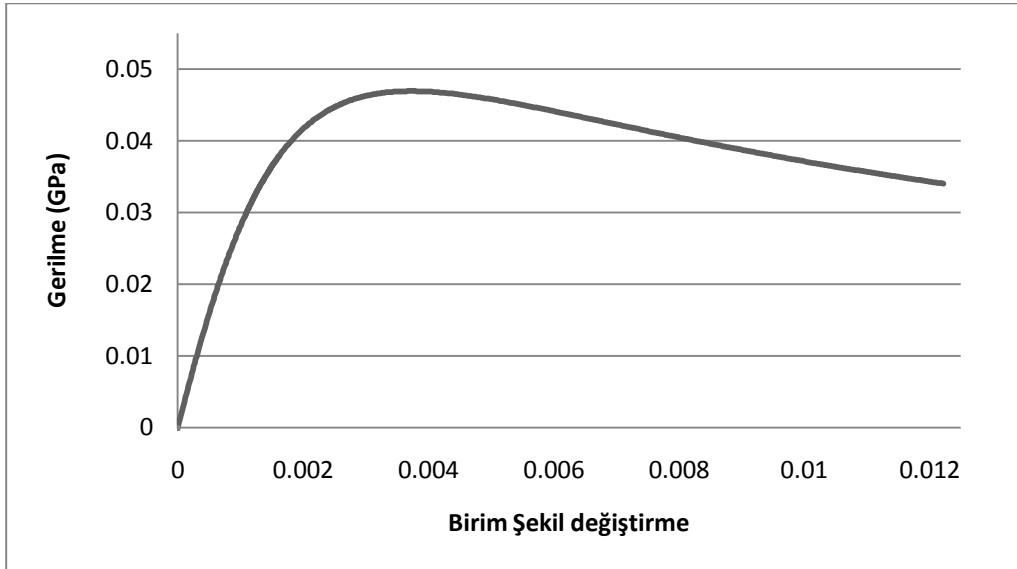
$$\text{Şekil değiştirme için, } \varepsilon < \varepsilon_{cu} \quad f_c = \frac{f'_{cc} \cdot x \cdot r}{r - 1 + x^r} \quad (3.8)$$

$$x = \frac{\varepsilon}{\varepsilon_{cc}} \quad (3.9)$$

$$\varepsilon_{cc} = 0.002 \cdot \left[1 + 5 \left(\frac{f'_{cc}}{f'_c} - 1 \right) \right] \quad (3.10)$$

f'_{cc} sargılı beton dayanımı..

Sargılı beton gerilme-şekil değiştirme diyagramı Şekil (3.4)'de gösterilmektedir.



Şekil 3.4: Sargılı beton için gerilme-şekil değiştirme diyagramı.

elik modeli için iki doğrulu pekleşen bir model oluşturulur. Bu model için genel gerilme-şekil değiştirme diyagramı Şekil (3.5)'de ve ilgili formüller aşağıda verilmiştir.

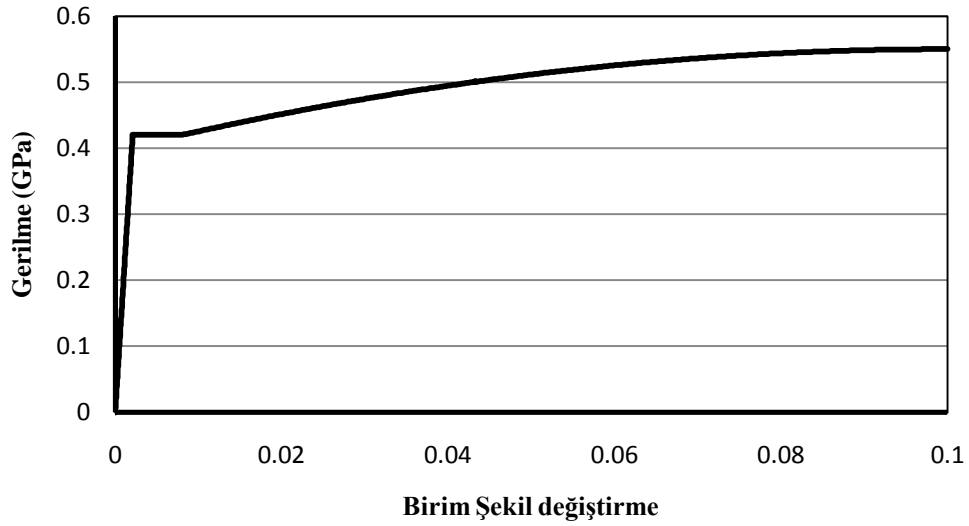
$$\text{Şekildeğiştirme için, } \varepsilon < 2 \cdot \varepsilon_y \quad f_s = E \cdot \varepsilon \quad (3.11)$$

$$\text{Şekildeğiştirme için, } \varepsilon < \varepsilon_{sh} \quad f_c = f_y \quad (3.12)$$

$$\text{Şekildeğiştirme için, } \varepsilon < \varepsilon_{su} \quad f_s = f_u - (f_u - f_y) \cdot \left(\frac{\varepsilon_{su} - \varepsilon}{\varepsilon_{su} - \varepsilon_{sh}} \right)^2 \quad (3.13)$$

ε_s çelik şekildeğiştirmesi, f_s çelik dayanımı, f_y akma gerilmesi, f_u kırılma gerilmesi, ε_y akma şekildeğiştirmesi, ε_{sh} pekleşme şekildeğiştirmesi (0.02), ε_{su} kopma şekildeğiştirmesi (0.010), E elastik modul'dür.

Çelik için genel şekildeğiştirme-gerilme grafiği Şekil 3.5'de gösterilmektedir.



Şekil 3.5: Çelik için gerilme-şekildeğiştirme diyagramı.

3.2 Kolon Modellerinin Oluşturulması

Kolon modelini oluşturabilmek için yukarıda malzeme modelleri açıklanan sistemden bazı veriler alınarak dinamik analizinin yapılabilmesi amacıyla Perform-3D programı kullanılmaktadır. Bu programda kolonların element özellikleri, mesnet koşulları, kesit özellikleri detaylı bir şekilde adım adım tanımlanmıştır.

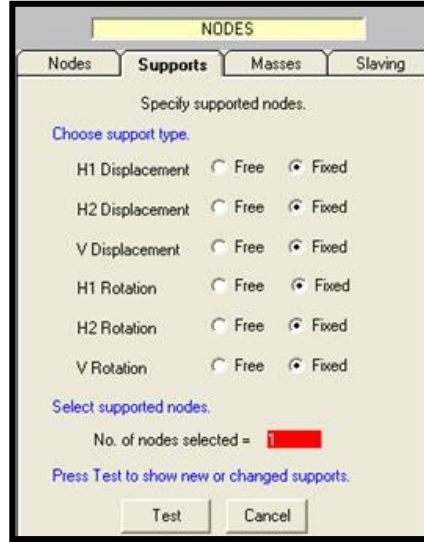
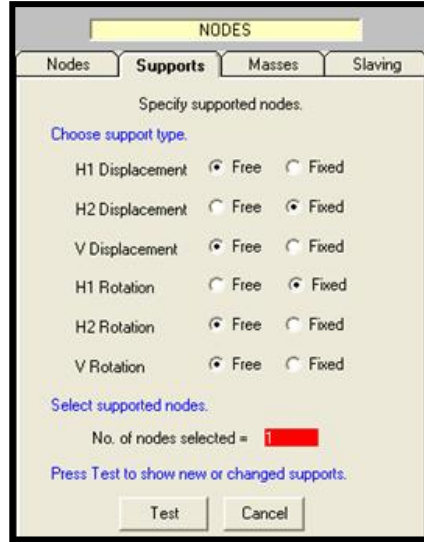
Perform-3D programında öncesinde modelleme ve sonrasında analiz olmak üzere iki faz vardır. Modelleme fazında, yapı modeli programa tarılır. Analiz fazında, analizi gerçekleştirmek için gerekli bilgi girişi ve görev tanımlama, analiz sonuçlarını görüntüleme ve işleme, davranış değerlendirme, talep-kapasite görüntüleme bölümlerinden oluşmaktadır.

girilmiştir. H1, H2 yatay eksenler ve V düşey eksenidir. Kolon boyu 6 m olduğu için kolon alt ucundaki düğüm noktası koordinatları H1=0, H2=0, V=0, alt ucundaki düğüm noktası koordinatları H1=0, H2=0, V=6 olarak belirlenmiştir. Bu bilgiler aynı arayüzde farklı sekmeler aracılığı ile programa giriş yapılmıştır. Öncelikle **Grid** sekmesinden yatay düşey eksenler belirlenmiştir.

The image shows a software interface for defining nodes. The main window is titled 'NODES' and has four tabs: 'Nodes', 'Supports', 'Masses', and 'Slaving'. The 'Nodes' tab is active. Below the tabs, there is a text box that says 'Add, move and delete nodes.' and a label 'Length unit for coordinates = m'. There are three sub-tabs: 'Single', 'Interpolate', and 'Duplicate'. The 'Grid' sub-tab is selected. Below the sub-tabs, there is a text box that says 'Create a regular grid of nodes. You can then use Move, Delete, etc. to make the grid irregular.' There are two sections: 'Specify orientation.' with radio buttons for 'Vertical' (selected) and 'Horizontal', and 'Specify dimensions.' with input fields for 'H1 Coordinate of Start', 'H2 Coordinate of Start', 'V Coordinate of Start', 'No. of Bays', 'No. of Stories', 'Bay Width', and 'Story Height'. There is also a section 'Specify action if nodes have same coordinates.' with radio buttons for 'Error' (selected) and 'Not an error. Ignore new node(s)'. At the bottom, there are 'Test' and 'Cancel' buttons. A small diagram on the right shows a grid of nodes with axes H1 and H2.

Şekil 3.8: Nodes arayüzü.

Sonrasında **Supports** sekmesi kullanılarak sistemin düğüm noktaları tanımlanmaktadır. Şekil 3.9’da görülen arayüz açılır ve buradan, kolonun alt ucundaki düğüm noktası seçilerek tüm yönlerdeki yerdeğiştirme ve dönmeleri **Fixed** olarak tanımlanır; daha sonra kolonun üst ucundaki düğüm noktası seçilmiştir, seçim sonrası H2 doğrultusunda yerdeğiştirme **Fixed**, H1 doğrultusundaki dönme **Fixed** alınmıştır.



Şekil 3.9: Mesnet koşullarının tanımlandığı arayüz.

Bir sonraki adım ise, **Masses** sekmesine tıklanarak sisteme kütlelerin tanımlanmasıdır. Öncelikle kütle atayabilmek için bir isim vermek gerekmektedir; **New** butonuna basılarak görüntülenen pencereye isim girilmiştir. Örneğin 50x50 boyutundaki kolon için, isim olarak “kutle_1000 kN” girilerek, kütlelerin atanacağı düğüm noktası seçilmiştir. Bu seçilen kolonun aksenal yük değeri olan 1000 kN, burada **H1 Translation** kutucuğuna 1000 girilerek aynı zamanda H2 içinde aynı değer atanılmış olmaktadır. Şekil 3.10-(a)’de kütle atanması için arayüz gösterilmiştir.

Bir sonraki adım ise sistemin gruplanarak, ikinci merteye etkilerinin modele dahil edilmesidir. Bu amaçla araç çubuğundan, **Elements** butonuna basılarak **Group Data** sekmesine tıklanarak aşağıda Şekil (3.10) –(b) de görülen arayüz açılmıştır.

NODES

Nodes Supports **Masses** Slaving

Specify up to 5 mass patterns. You can combine these patterns later to create mass distributions for analysis.

Choose pattern name to edit an existing pattern.

kutle_1000 kN

Specify weights or masses, and optional tributary area.

H1 Translation: 1000 Weight Units
 Mass Units
H2 Translation: Same as H1
V Translation:
H1 Rotation:
H2 Rotation:
V Rotation:

Weights are kN
Length unit = m
Tributary Area (default = 1.0)

Select nodes. No. of nodes selected =

Choose Add or Replace.
 Add to existing masses. Replace existing masses.
To delete, specify zero masses and choose Replace.

Press Test to show new or changed masses.

(a)

ELEMENTS

Current Group: Column

Element Type = Column

Properties Orientations Change Group

Group Data Add Elements Delete Elems

Properties of Current Group :

Group Name = Column

Rename Element Type = Column

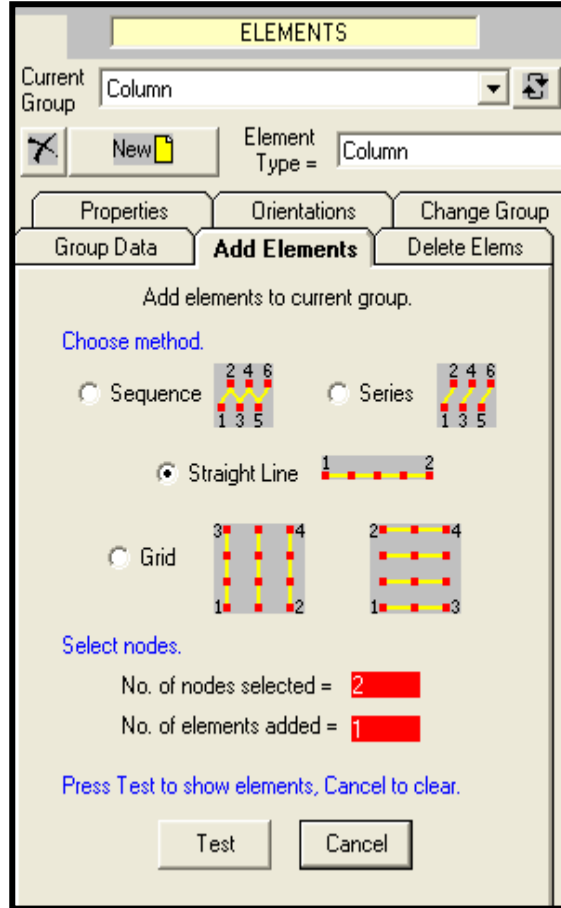
Geometric Nonlinearity
 None
 P-delta
 Large displacements

Scale Factor for Beta-K Damping
To reduce the Beta-K damping stiffness, specify a value < 1.

(b)

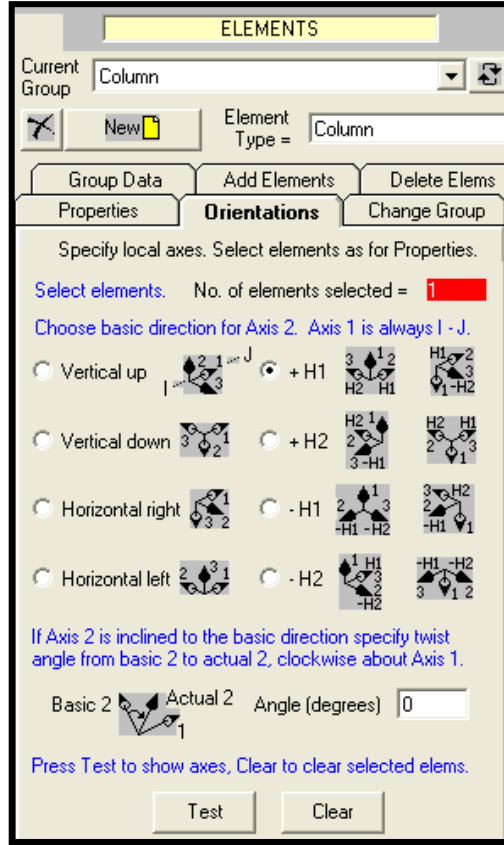
Şekil 3.10: (a) Kütlelerin tanımlandığı arayüz, (b) Elemanın geometrik bakımdan doğrusal olup olmadığının tanımlandığı arayüz.

Elements butonunun diğeri bir sekmesi olan **Add Elements** sekmesine tıklanarak aşağıdaki Şekil 3.11’de g6r6len aray6z açılmıştır. Tanımlanan alt ve 6stte bulunan 2 d6ğ6m noktasını birleştirerek çubuk eleman oluşturmak amacıyla **straight line** tıklanıp test butonuna basılmaktadır. B6ylece modeldeki bu işlem onaylanmış olup ve çubuk eleman oluşturulmuştur.



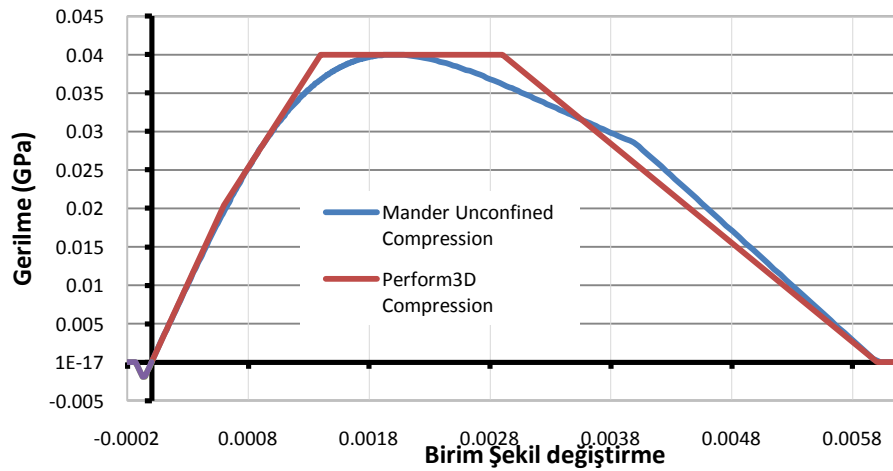
Şekil 3.11: Elemanın atandığı aray6z.

Bir sonraki adım ise **Orientations** sekmesi tıklanarak aşağıdaki Şekil 3.12’de g6r6len aray6zde elemanın lokal eksen y6n6 tayin edilmektedir. 6nce eleman seçilmiştir ve ardından **+H1** tıklanarak, **Test** butonuna basılmıştır. Onay alındığında lokal eksen y6n6 belirlenmiş olmuştur.

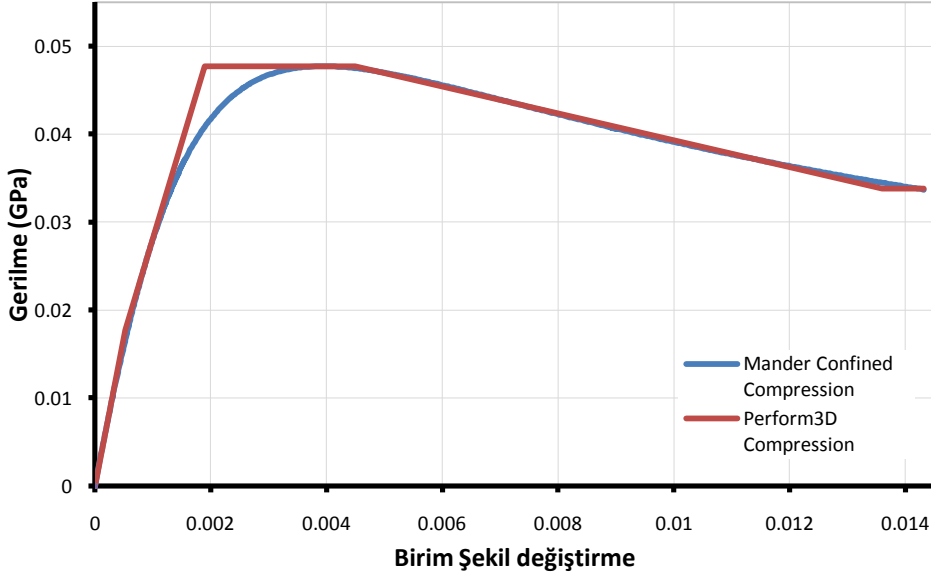


Şekil 3.12: Lokal eksen belirlendiği arayüz.

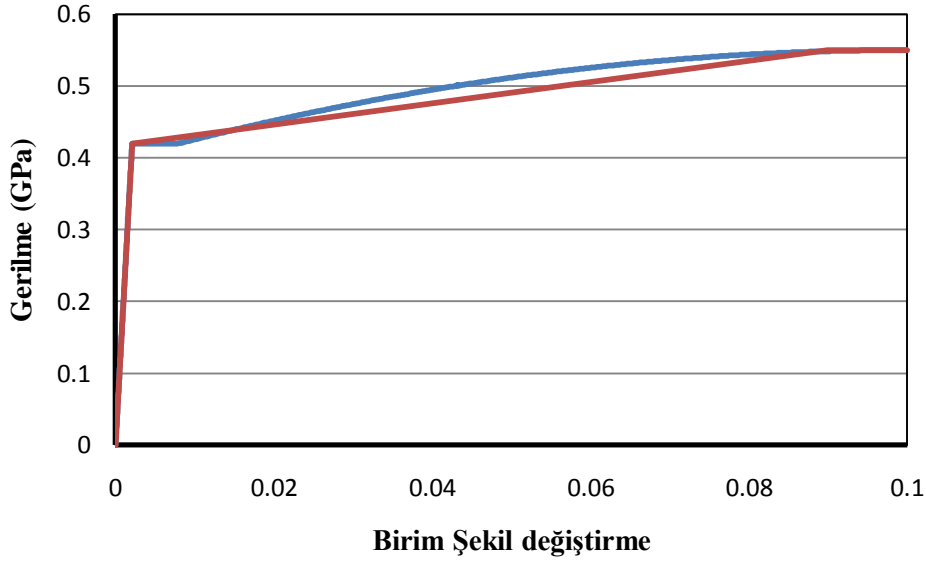
İzlenen adım Malzeme modellenmesi için gerekli olan bir adımdır. Malzemin doğrusal ve doğrusal olmayan özellikleri programa tanıtılmaktadır. Sargılı ve sargısız beton, çelik için Şekil 3.13, Şekil 3.14, Şekil 3.15’de belirtildiği gibi malzeme lineerleştirilerek XTRACT programından alınıp Perform3D programına aktarılmıştır. Bu lineerleştirme PERFORM3D’de bulunan model için yapılmıştır.



Şekil 3.13: Sargısız beton malzeme lineerleştirilmesi.



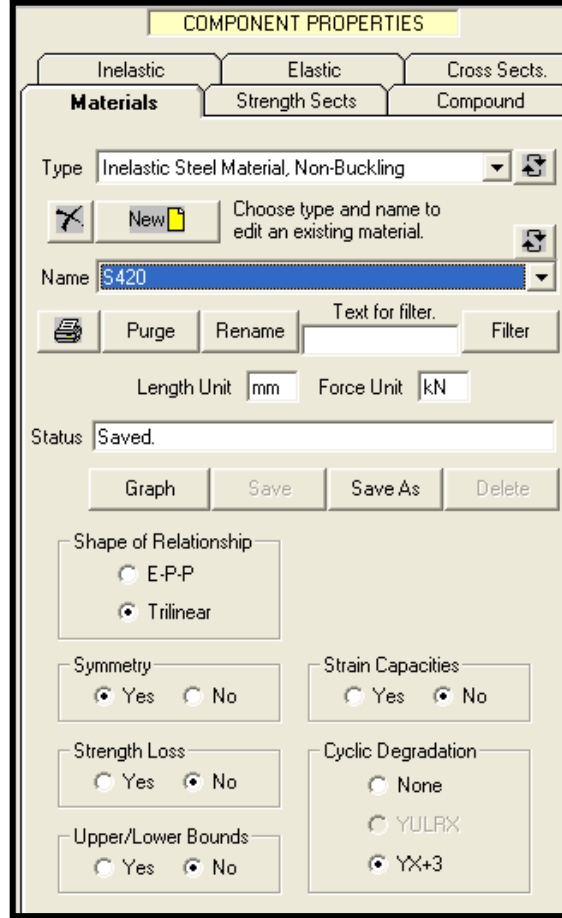
Şekil 3.14: Sargılı beton malzeme lineerleştirilmesi.



Şekil 3.15: Çelik malzeme lineerleştirilmesi.


Elemanlara özellikleri atanmadan bileşenlerin özellikleri belirlenmelidir. **Component Properties** butonundan **materials** sekmesi kullanılarak çeliğin özellikleri tanıtılmaktadır. Şekil 3.16’da gösterilmiştir. Bu adım doğrusal olmayan modelleme için en önemli adımdır. Çelik malzeme modeli materials sekmesinde çelik tipi için **Type** kutucuğundan “*Inelastic Steel Material, Non Buckling*” seçilmiştir.

Prefabrik betonarme kolonlar beton ve çelik malzemesinden meydana gelmiş olup bu malzemeler XTRACT paket programı aracılığıyla, kabuk betonunda Mander sargısız beton modeli, etriyelerle çevrili çekirdek betonunda ise Mander sargılı beton modeli, donatı çeliğinde pekleşmeyi de gözönüne alan pekleşmeli ideal elastoplastik (bilinear) modelleri kullanılmıştır. Sargısız beton ve donatı çeliği için gerilme-birim şekildeğiştirme ilişkileri Perform-3D yazılımında modellerin oluşturulması için kullanılmıştır.

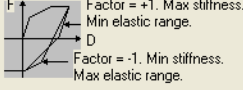


Şekil 3.16: Materials sekmesi arayüzü.

Kolonda çelik donatısı olarak S420 kullanılmıştır. Malzeme özellikleri pekleşmeli ideal elasto plastik olarak modellenmiştir. Malzeme bilgileri Şekil 3.17, histeretik davranış Şekil 3.18’de gösterilmiştir.

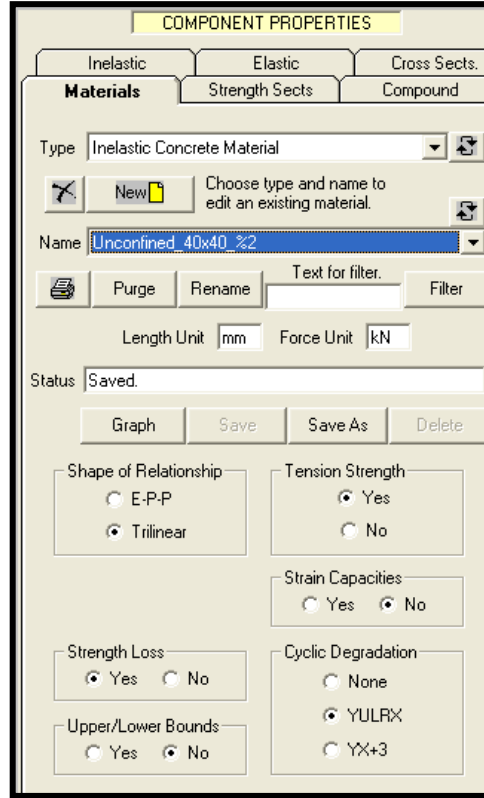
Cyclic Degradation	Upper/Lower Bounds	Strain Capacities
Basic Relationship	Strength Loss	Strain Capacities
F = stress. D = strain.		
Positive 	Tension Stresses FY 0.42 FU 0.55	Compression Stresses FY <input type="text"/> FU <input type="text"/>
Stiffness, K0 Modulus, E 200 KH/K0 Pos = 0.007 KH/K0 Neg = <input type="text"/>	Tension Strains DU 9.999999E-0 DX 0.1	Compression Strains DU <input type="text"/> DX <input type="text"/>

Şekil 3.17: S420b donatı çeliğine ait malzeme bilgileri

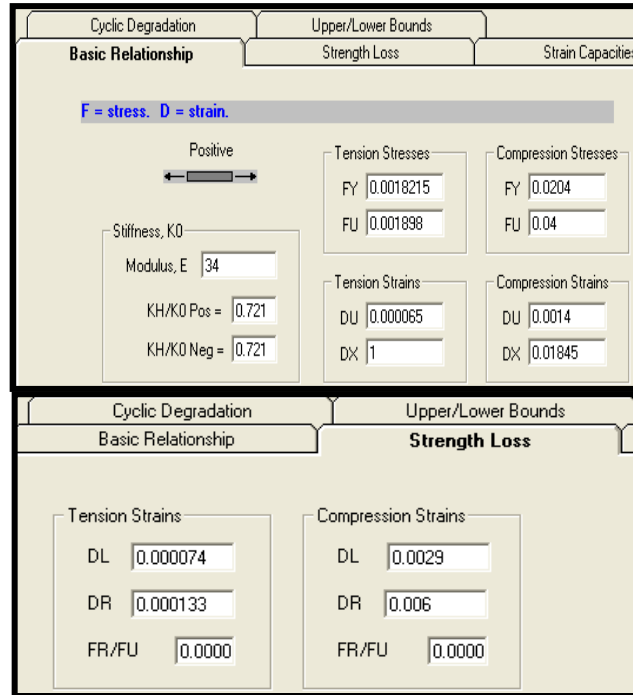
Basic Relationship	Strength Loss	Strain Capacities																																				
Cyclic Degradation	Upper/Lower Bounds	Strain Capacities																																				
For Tension Strains <table border="1"> <thead> <tr> <th>Point</th> <th>Deformation</th> <th>Energy Factor</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Y</td> <td></td> <td>0.5</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0.008</td> <td>0.5</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>0.05</td> <td>0.5</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>0.06</td> <td>0.5</td> </tr> <tr> <td>X</td> <td></td> <td>0.5</td> </tr> </tbody> </table>	Point	Deformation	Energy Factor	Y		0.5	1	0.008	0.5	2	0.05	0.5	3	0.06	0.5	X		0.5	For Compression Strains <table border="1"> <thead> <tr> <th>Point</th> <th>Deformation</th> <th>Energy Factor</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Y</td> <td></td> <td><input type="text"/></td> </tr> <tr> <td>1</td> <td><input type="text"/></td> <td><input type="text"/></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td><input type="text"/></td> <td><input type="text"/></td> </tr> <tr> <td>3</td> <td><input type="text"/></td> <td><input type="text"/></td> </tr> <tr> <td>X</td> <td></td> <td><input type="text"/></td> </tr> </tbody> </table>	Point	Deformation	Energy Factor	Y		<input type="text"/>	1	<input type="text"/>	<input type="text"/>	2	<input type="text"/>	<input type="text"/>	3	<input type="text"/>	<input type="text"/>	X		<input type="text"/>	
Point	Deformation	Energy Factor																																				
Y		0.5																																				
1	0.008	0.5																																				
2	0.05	0.5																																				
3	0.06	0.5																																				
X		0.5																																				
Point	Deformation	Energy Factor																																				
Y		<input type="text"/>																																				
1	<input type="text"/>	<input type="text"/>																																				
2	<input type="text"/>	<input type="text"/>																																				
3	<input type="text"/>	<input type="text"/>																																				
X		<input type="text"/>																																				
Unloading Behavior Unloading Stiffness Factor 0.5 Min -1 Max +1 This factor controls the unloading behavior for a trilinear F-D relationship. You can use Plot Loops to show the effect. See the User Guide for details.																																						
																																						
<input type="button" value="Paste"/> <input type="button" value="Copy"/> <input type="button" value="Clear"/>																																						

Şekil 3.18: S420b donatı çeliği histeretik davranış bilgileri.

XTRACT programından elde edilip ardından idealleştirilen kabuk ve çekirdek beton modelinin gerilme-birim şekildeğiştirme değerlerini bu programa aktarabilmek amacıyla **Type** kutucuğundan “Inelastic Concrete Material” seçilmektedir. Şekil 3.19’de gösterilen arayüzde malzeme ismi ve malzemenin davranışını belirten özellikler için şekilde de gösterildiği gibi kutucuklar işaretlenmiştir. Bir sonraki adımda ise **Basic Relationship** ve **Strength Loss** sekmesi ile Şekil 3.20’de de gösterildiği gibi malzeme özellikleri kutucuklara girilmiştir.



Şekil 3.19: Materials sekmesindeki “Inelastic Concrete Material” arayüzü.



Şekil 3.20: Sargısız betona ait gerilme-birim şekildeğiştirme değerleri.

Sargısız betonun histeretik davranışı **Cyclic Degradation** sekmesi aracılığıyla Şekil 3.21’de gösterildiği gibi programa girilmiştir.

Basic Relationship	Strength Loss	Strain Capacities												
Cyclic Degradation	Upper/Lower Bounds													
<p>Specify dissipation factors for compression only. There is assumed to be no energy dissipation in tension.</p>														
<p>For Compression Strains</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Point</th> <th>Energy Factor</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Y</td> <td><input type="text" value="0.5"/></td> </tr> <tr> <td>U</td> <td><input type="text" value="0.5"/></td> </tr> <tr> <td>L</td> <td><input type="text" value="0.5"/></td> </tr> <tr> <td>R</td> <td><input type="text" value="0.5"/></td> </tr> <tr> <td>X</td> <td><input type="text" value="0.5"/></td> </tr> </tbody> </table>			Point	Energy Factor	Y	<input type="text" value="0.5"/>	U	<input type="text" value="0.5"/>	L	<input type="text" value="0.5"/>	R	<input type="text" value="0.5"/>	X	<input type="text" value="0.5"/>
Point	Energy Factor													
Y	<input type="text" value="0.5"/>													
U	<input type="text" value="0.5"/>													
L	<input type="text" value="0.5"/>													
R	<input type="text" value="0.5"/>													
X	<input type="text" value="0.5"/>													

Şekil 3.21: Histeretik davranış giriş arayüzü.

Sonraki adım kolon kesitlerinin liflere ayrılarak analiz yapılmasını sağlamaktır. Fiber kesitler, çerçeve ve perde duvar elemanları için kullanılabilir. Kolon fiber sayısı en fazla 60 olmaktadır ve ne kadar çok fiber kesit kullanırsa analiz süresi artmaktadır. Elemanda kullanılan liflerin sayısı ne kadar fazla ise doğrusal olmayan davranışın anlaşılabilmesi daha iyi olmaktadır.

Kolon kesiti 59 fiber kesite ayrılmıştır ve her birine önceden tanımlanan malzemeler atanmıştır. Malzeme olarak sargılı ve sargısız beton (Inelastic Concrete Material) ve çelik (Non-buckling steel) kullanılmıştır.

Beton ve çelik malzemenin tanımlanması için araç çubuğundan **Component Properties** butonuna basılır ardından **Cross Sects** sekmesine tıklanmıştır . Şekil 3.22 'de görüldüğü gibi açılan arayüzden **Type** kutucuğundan “**Column, Inelastic Fiber Section**” seçilmiş, fiber kesite isim verilmesinin ardından Şekil 3.23'de belirtildiği üzere “**Structural Fibers**” arayüzü ile bölünmüş fiberler tanımlanmıştır.

COMPONENT PROPERTIES

Materials Strength Sects Compound

Inelastic Elastic **Cross Sects.**

Type: Column, Inelastic Fiber Section

New Choose type and name to edit an existing section.

Name: Fiber_50x50_%2

Purge Rename Text for filter. Filter

Length Unit: m Force Unit: kN

Status: Saved.

Fiber Areas and Coordinates

FIXED SIZE option

Section Properties

	Concrete	Steel
Area =	0.25	0.005
Inertia about Axis 3 =	0.005174	1.622e-4
Axis 2 Centroid =	0	0
Inertia about Axis 2 =	0.001152	1.622e-4
Axis 3 Centroid =	0	0

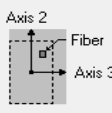
Şekil 3.22: Cross-Section arayüzü.

Structural Fibers Capacities Shear and Torsion Other Properties

STRUCTURAL FIBER TO BE ADDED OR CHANGED

Material Type: Inelastic Concrete Material

Material Name: Unconfined_50x50_%2

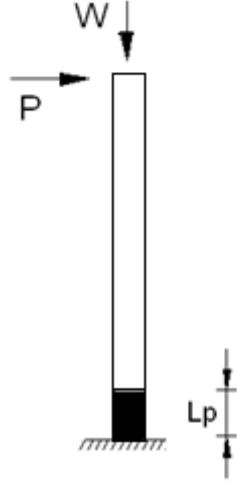
Fiber Area: Axis 2 Coord: Axis 3 Coord: 

STRUCTURAL FIBER LIST (MAX 60) Click to highlight row for Insert, Replace or Delete.

No.	Type	Material Name	Area	Axis 2 Coord	Axis 3 Coord
1	Concrete	Unconfined_50x50_%2	0.0004	-0.24	-0.24
2	Concrete	Unconfined_50x50_%2	0.0002	-0.225	-0.24
3	Concrete	Unconfined_50x50_%2	0.0002	-0.215	-0.24
4	Concrete	Unconfined_50x50_%2	0.0004	-0.2	-0.24
5	Concrete	Unconfined_50x50_%2	0.0006	-0.175	-0.24
6	Concrete	Unconfined_50x50_%2	0.0008	-0.14	-0.24
7	Concrete	Unconfined_50x50_%2	0.0008	-0.1	-0.24
8	Concrete	Unconfined_50x50_%2	0.001	-0.055	-0.24
9	Concrete	Unconfined_50x50_%2	0.0012	0	-0.24
10	Concrete	Unconfined_50x50_%2	0.001	0.055	-0.24
11	Concrete	Unconfined_50x50_%2	0.0008	0.1	-0.24
12	Concrete	Unconfined_50x50_%2	0.0008	0.14	-0.24
13	Concrete	Unconfined_50x50_%2	0.0006	0.175	-0.24
14	Concrete	Unconfined_50x50_%2	0.0004	0.2	-0.24
15	Concrete	Unconfined_50x50_%2	0.0002	0.215	-0.24
16	Concrete	Unconfined_50x50_%2	0.0002	0.225	-0.24
17	Concrete	Unconfined_50x50_%2	0.0004	0.24	-0.24
18	Concrete	Unconfined_50x50_%2	0.0092	-0.24	0
19	Concrete	Confined_50x50_%2	0.0046	-0.225	0
20	Concrete	Confined_50x50_%2	0.0046	-0.215	0

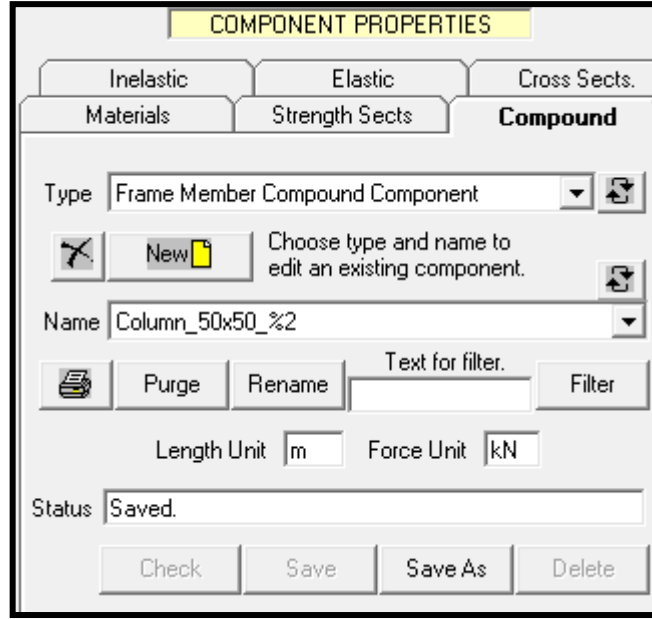
Şekil 3.23: Kesitlerde liflerin tanımlandığı Structural Fiber arayüzü.

Kolonlarda Şekil 3.24’de gösterildiği gibi plastik mafsallar tanımlanmıştır. Prefabrik betonarme kolonlarda doğrusal olmayan şekildeğişirmelerin plastik mafsal (plastik kesit) adı verilen kesitte toplandığı varsayılmaktadır. Bu plastik mafsalın boyu (L_p), kesitin çalışan boyutunun yarısı alınmıştır.

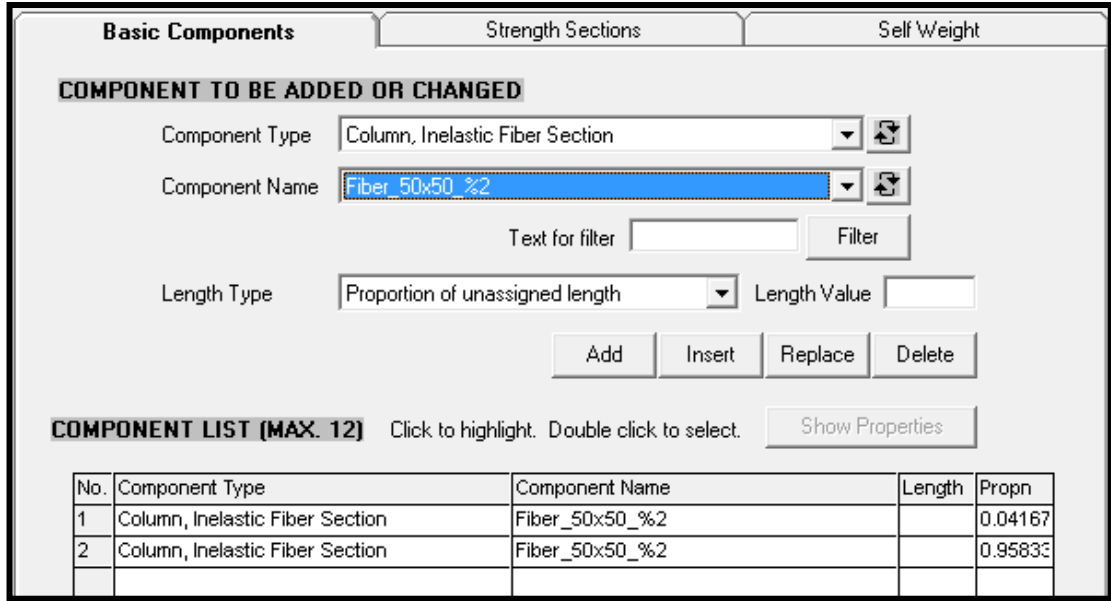


Şekil 3.24: Konsol kolonda plastik mafsalın görünüşü.

Perform-3D programı, kolonun boyca tek veya birden çok parça halinde tanımlanmasına izin verir. Bunun için, araç çubuğundaki **Component Properties** butonuna basılmış, ardından **Compound** sekmesine tıklanmıştır ve açılan arayüzden Şekil 3.25 de gösterildiği gibi **Type** kutucuğundan “**Frame Member Compound Component**” seçilmiştir. Bütün halindeki kolona bu arayüzde isim verilmiştir. **Basic Components** sekmesi tıklanmış, açılan arayüz Şekil 3.26’da gösterilmiştir. Kolon alt ucu plastik mafsallık kısmı olmak üzere iki parça halindedir.

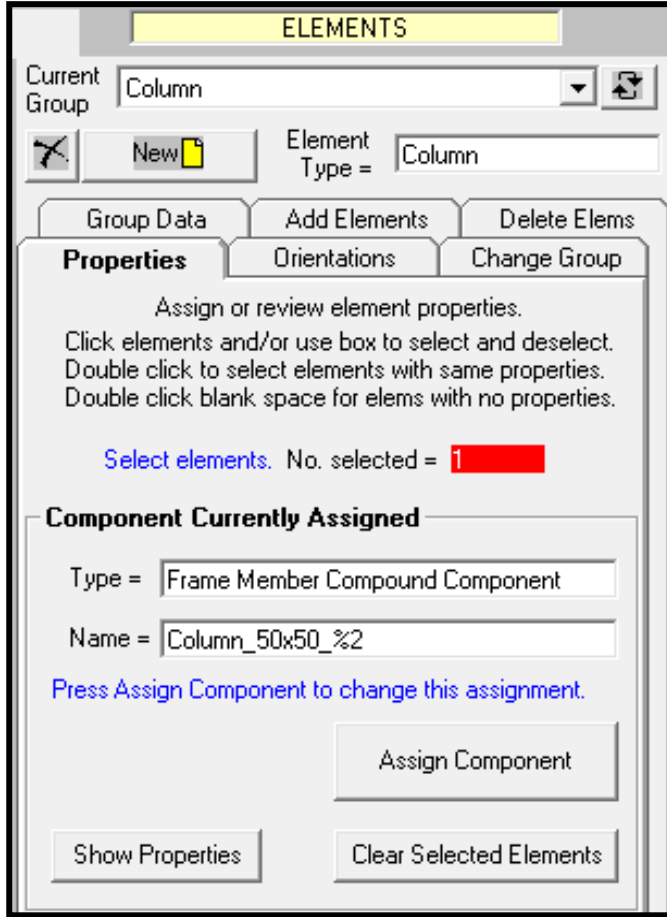


Şekil 3.25: Compound arayüzü.



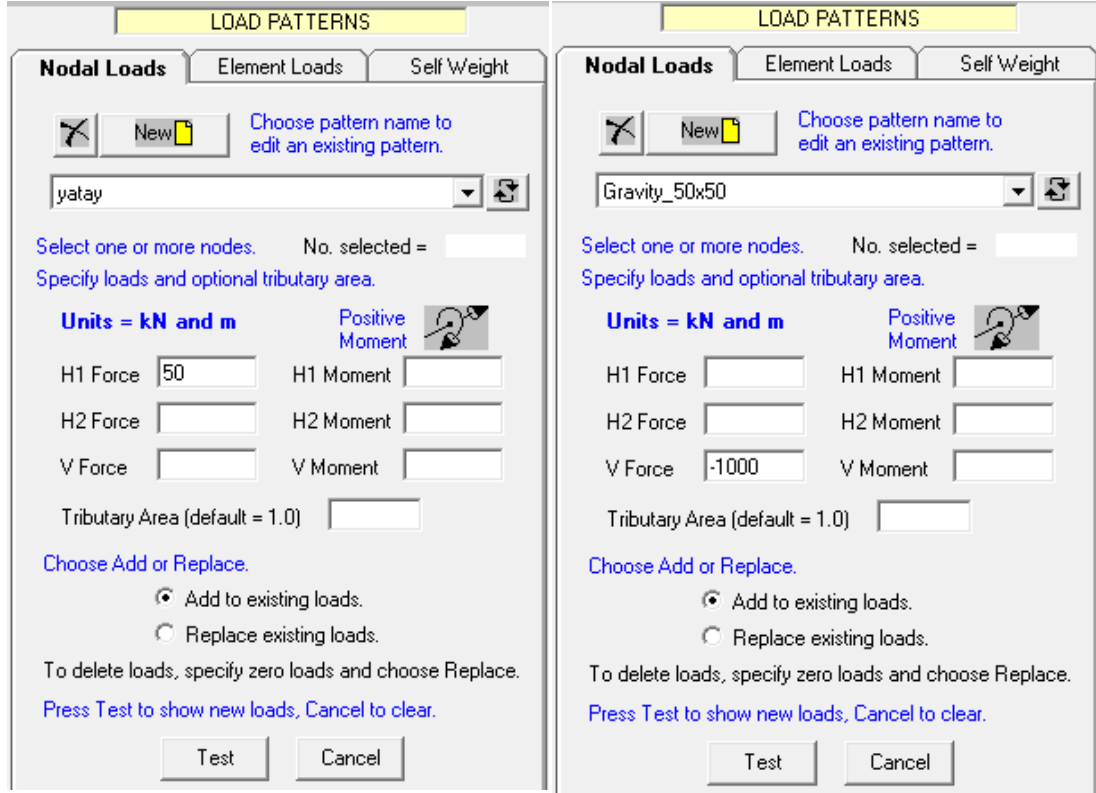
Şekil 3.26: Basic Components arayüzü.

Araç çubuğundan **Elements** butonuna basılarak **Properties** sekmesine tıklanmıştır. Açılan arayüzden Şekil 3.27’de gösterildiği gibi seçilen yapı elemanına önceden tanımlanan özellikler girilmiştir.



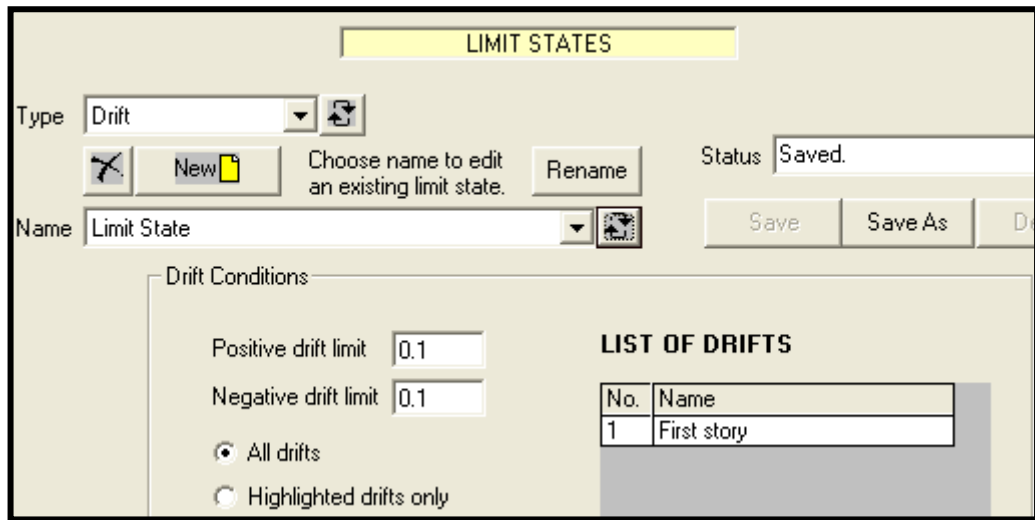
Şekil 3.27: Properties arayüzü.

Perform-3D programında, araç çubuğundan **Load Patterns** butonuna basılarak, **Nodal Loads** sekmesine tıklanmıştır. Açılan Şekil 3.28’de mevcut arayüzde, 8 tip konsol kolonun üst ucuna etkiyen 4 farklı aksenal yük değerleri ve yatay yük tanımlanmıştır.



Şekil 3.28: Nodal Loads arayüzü.

Sınır durumlar, yapının performans gerekliliklerini yerine getirip getirmediğini açıklayan sonuçları ayrıştırır. Yapılacak analizler için, araç çubuğundan **Limit States** butonuna basılmıştır ardından **Type** kutucuğundan **Drift** seçilmiştir. Açılan arayüzde Şekil 3.29'da gösterildiği gibi sistemin tepe noktası için her iki zıt yönde en fazla %10'luk görelî kat ötelemesine kadar izin verilmiştir.



Şekil 3.29: Limit States arayüzü.

LOAD CASES

Load Case Type: Status:

Load Case Name:

Analysis Method

Nonlinear (usual option)
See control information to right.

Linear (currently not allowed)

Load Type

Nodal Load Patterns

Displacement Pattern

Mode Shapes

Control Information for Nonlinear Analysis

No. of Load Steps:

Max. Events in any Step:

Initial Step to First Event? Yes No

Maximum Allowable Drift (see Controlled Drifts):

Limit State to Stop Analysis. Type:

Name:

Reference Drift:

The reference drift is usually the roof drift relative to the base. It is used as the main deformation measure for plotting push-over analysis results.

Nodal Load Patterns

LOAD PATTERN LIST (MAX. 20) Click to highlight for Insert/Replace/Delete.

No.	Type	Name	Factor
1	Node	yatay	1

Controlled Drifts

LOAD PATTERN TO BE ADDED OR CHANGED

Name:

Scale Factor: The sign of the scale factor defines the load direction, and hence the push-over direction.

Şekil 3.32: Sisteme yatay yükün tanımlanması.

İtme analizi için girilen yüklerden sonra, nonlinear hesap için yine Load Case butonundan yükün tipi ve yükün adı girilmektedir. Önce deprem kaydı seçilir ve sırasıyla depremin süresi, zaman aralığı, depremin ivme değeri (PGA), ve artımsal dinamik analiz için belirlenen ivme ölçeklendirme faktörü programa giriş yapılmaktadır. Bu her bir deprem kaydı için tekrarlanarak analiz için hazırlanmaktadır. Şekil 3.33’de gösterilen arayüzde yükleme sayfası gösterilmektedir.

LOAD CASES

Load Case Type: Status:

Load Case Name:

Control Information for Dynamic Analysis

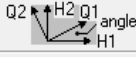
Total Time (sec): Time Step (sec): Limit State to Stop Analysis. Type:

Max Events in any Step (analysis stops if exceeded): Name:

Save results every time steps (default = every step) Reference Drift:

This affects time history plots. Usage ratios are still calculated every step. This is used only for "thumbnail" plots of the response.

Earthquake Direction in Plan

Angle from structure H1 axis to earthquake Q1 axis (degrees): 

Q1 Earthquake

Group: Name:

Peak Acceln (g) = Duration (sec) = Acceln Scale Factor Time Scale Factor

Q2 Earthquake

Group: Name:

Peak Acceln (g) = Duration (sec) = Acceln Scale Factor Time Scale Factor

Şekil 3.33: Deprem dinamik parametrelerinin programa girilmesi.

Yüklemeler tamamlandıktan sonra analize geçilmektedir. Analiz için **Analysis Series** butonundan yapılacak olan analizin ismi ve tanımlaması yazılır. Ayrıca hangi kesit için analiz yapılıyorsa o kesite ait yük düzeyinin ölçü faktörü 1 yapılmaktadır. İşlem **Basic+Masses** sekmesinde ayarlanmaktadır. Bu anlatım sırasında S50x50_%2 kolonu örnek olarak gösterildiğinden kütle 1000kN olarak seçilmiştir. Ayrıca bu sekmede P-delta etkilerini de içermesi için “yes” kutucuğu işaretlenmektedir. Hemen bu sekmenin yanındaki **Modal Damping** sekmesinden sönüm oranı %5 olarak seçilmektedir. Bu işlemler arayüz olarak; itme analizi için Şekil 3.34’de, zaman tanım alanında analiz için Şekil 3.35’de gösterilmektedir.

ANALYSIS SERIES

Structure is OK

The structure is checked automatically when you start a new analysis series. If you wish, you can check it beforehand by pressing this button.

TYPE OF OPERATION

Start a new analysis series

Continue or change an existing series

Delete an existing series

CONTINUE OR CHANGE AN EXISTING SERIES

Series name: Pushover Number of analyses = 2

Description: pushover

**Change analysis series properties below if desired.
Press OK to save properties and continue.**

Basic + Masses | Modal Damping | Rayleigh Damping | U/L Bounds | Quick'n'Dirty

Basic Parameters

Type of load sequence

Standard General

Include P-Delta effects?

Yes No

We recommend ignoring P-Delta effects until you are sure the analysis model is correct.

Event overshoot factor (%; default = 1)

1

Masses

Number of mode shapes (max. 50) 1

Mass Pattern	Scale Factor
kutle_1000 kN	1
kutle_640 kN	0
kutle_1440 kN	0
kutle_360 kN	0

Şekil 3.34: İtme analizi için verilerin girilmesi.

ANALYSIS SERIES

Structure is OK

The structure is checked automatically when you start a new analysis series. If you wish, you can check it beforehand by pressing this button.

TYPE OF OPERATION

Start a new analysis series

Continue or change an existing series

Delete an existing series

CONTINUE OR CHANGE AN EXISTING SERIES

Series name: NTH Number of analyses = 631

Description: NONLINEAR TIME HISTORY

**Change analysis series properties below if desired.
Press OK to save properties and continue.**

Basic + Masses | Modal Damping | Rayleigh Damping | U/L Bounds | Quick'n'Dirty

Basic Parameters

Type of load sequence

Standard General

Include P-Delta effects?

Yes No

We recommend ignoring P-Delta effects until you are sure the analysis model is correct.

Event overshoot factor (%; default = 1)

1

Masses

Number of mode shapes (max. 50) 1

Mass Pattern	Scale Factor
kutle_1000 kN	1
kutle_640 kN	0
kutle_1440 kN	0
kutle_360 kN	0

Şekil 3.35: Doğrusal olmayan zaman tanım alanında analiz için verilerin girilmesi.

Analizler tamamlandıktan sonra sıra sonuçların alınmasına gelmektedir. Analiz fazının üzerindeki energy balance, time history ve hysteresis loops butonları kullanılarak programın elde ettiği grafiklerin sayısal verileri kayıt altına alınmıştır. Bu çalışma kapsamında itme analizi için her kesite ait taban kesme kuvveti-görelî kat ötelemesi grafikleri elde edilmiştir. Zaman tanım alanında çözüm yapılarak, zamana karşı taban kesme kuvveti, görelî kat ötelemesi, yutulan enerji, maksimum çekme ve basınç gerilmeleri ile $M-\chi$ diyagramları elde edilmiştir. Elde edilen bu sonuçlar excel programı yardımıyla yazılan makrolar ile her kesit için toplu grafikler elde edilmek üzere çalıştırılmıştır. Ayrıca bu grafiklerden alınan veriler artımsal dinamik analiz eğrileri elde edilmek üzere kullanılmıştır.

Çalıştırılan excel makroları elde edilen sonuçlar; beton birim şekildeğiştirmesi-maksimum yer ivmesi, çelik birim şekildeğiştirmesi-maksimum yer ivmesi, eğrilik-maksimum yer ivmesi, yutulan enerji-maksimum yer ivmesi, taban kesme kuvveti-görelî kat ötelenmesi, yatay dayanım oranı (V/W)-görelî kat ötelenmesi grafikleridir.

Ayrıca, tüm kesitler için S_a -görelî kat ötelemesi grafikleri noktasal dağılım şeklinde grafikleştirilerek eğilim çizgileri oluşturulmuştur. Bu diyagram tüm kesitleri birarada yorumlayabilme fırsatı sunmaktadır.

4. DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

4.1 Dinamik Analiz Sonuçları

Bu tez kapsamında yapılan artımsal dinamik analiz sonuçlarına göre tüm veriler değerlendirilmiştir. Elde edilen sonuçlar çok fazla olduğundan buna paralel olarak elde edilen grafikler de oldukça fazladır. Bu nedenle grafikler bir araya toplanmaya çalışılmıştır. Tüm kesitler için elde edilen veri sayısı Çizelge (4.1)'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.1 : Analiz sonunda elde edilen veri sayısı

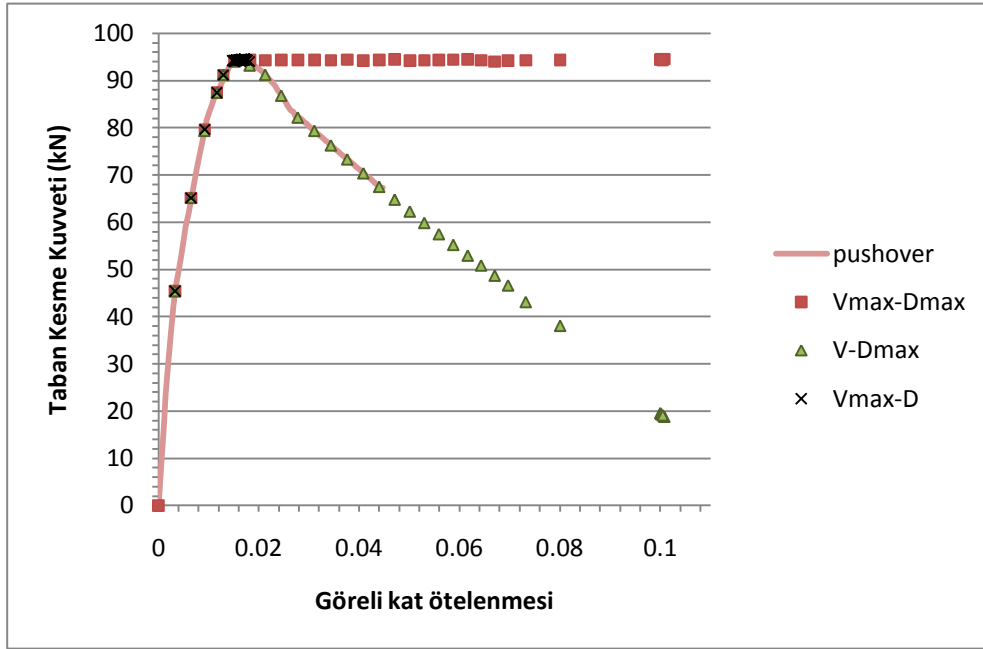
Kesit (cm)	Donatı Oranı	Deprem Kaydı Miktarı	Bir Deprem İçin IDA Yönteminde Kullanılan Veri Adım Sayısı	Analiz İçin Programa Girilen Veri Sayısı	Bir Deprem Kaydı İçin Elde Edilen Veri Sayısı	Zaman Tanım Alanında Alınan Veri Sayısı
30x30	1%	21	30	21*30=630	6*30	21*30*6=3780
40x40		21	30	21*30=630	6*30	21*30*6=3780
50x50		21	30	21*30=630	6*30	21*30*6=3780
60x60		21	30	21*30=630	6*30	21*30*6=3780
30x30	2%	21	30	21*30=630	6*30	21*30*6=3780
40x40		21	30	21*30=630	6*30	21*30*6=3780
50x50		21	30	21*30=630	6*30	21*30*6=3780
60x60		21	30	21*30=630	6*30	21*30*6=3780

Tüm Kesitlerden Elde Edilen Toplam Veri Sayısı 3780*8=30240

Bu tez kapsamında analiz için öncelikle kesitler boyutlandırılmış, kolon kesitleri ve kesit modelleri oluşturulmuştur. Dinamik analiz için deprem ivme kayıtları kullanılmıştır.

Northridge depremine ait Arleta (ARL090) istasyonundan alınan ivme kayıtlarının analizi ile S50_%2 kolonunun Artımsal Dinamik Analiz sonucunda elde edilen Taban Kesme Kuvveti-Görelî Kat Ötelenmesi ilişkisinin, Perform3D programında yapılan analiz ile elde edilen İtme Analizi (Pushover) sonucu oluşturulan kapasite

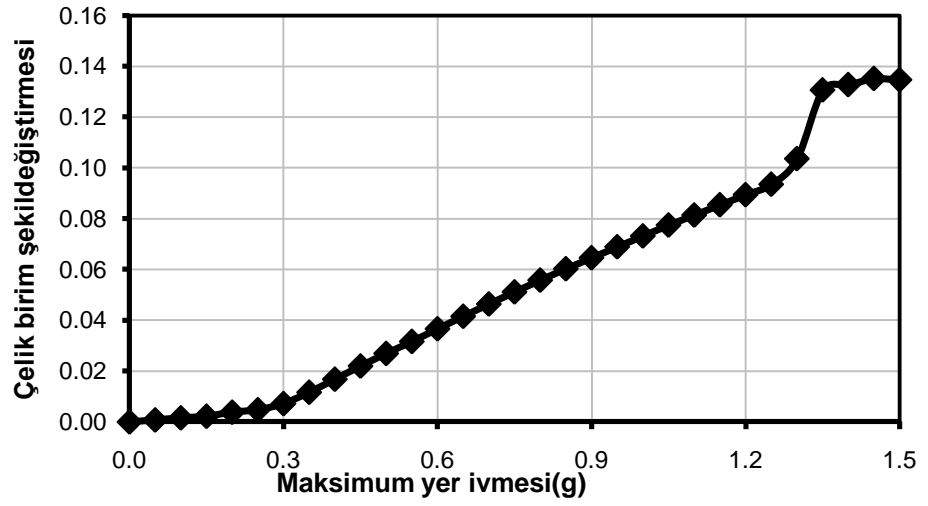
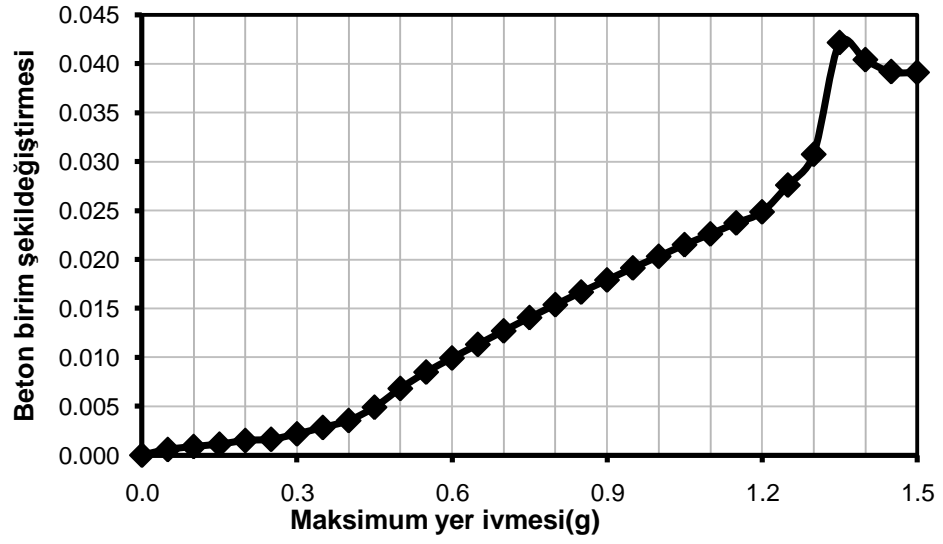
eğrisi ile karşılaştırılması Şekil 4.1’de gösterilmektedir. Grafikte statik analiz ile dinamik analiz arasındaki ilişki verilmiştir.



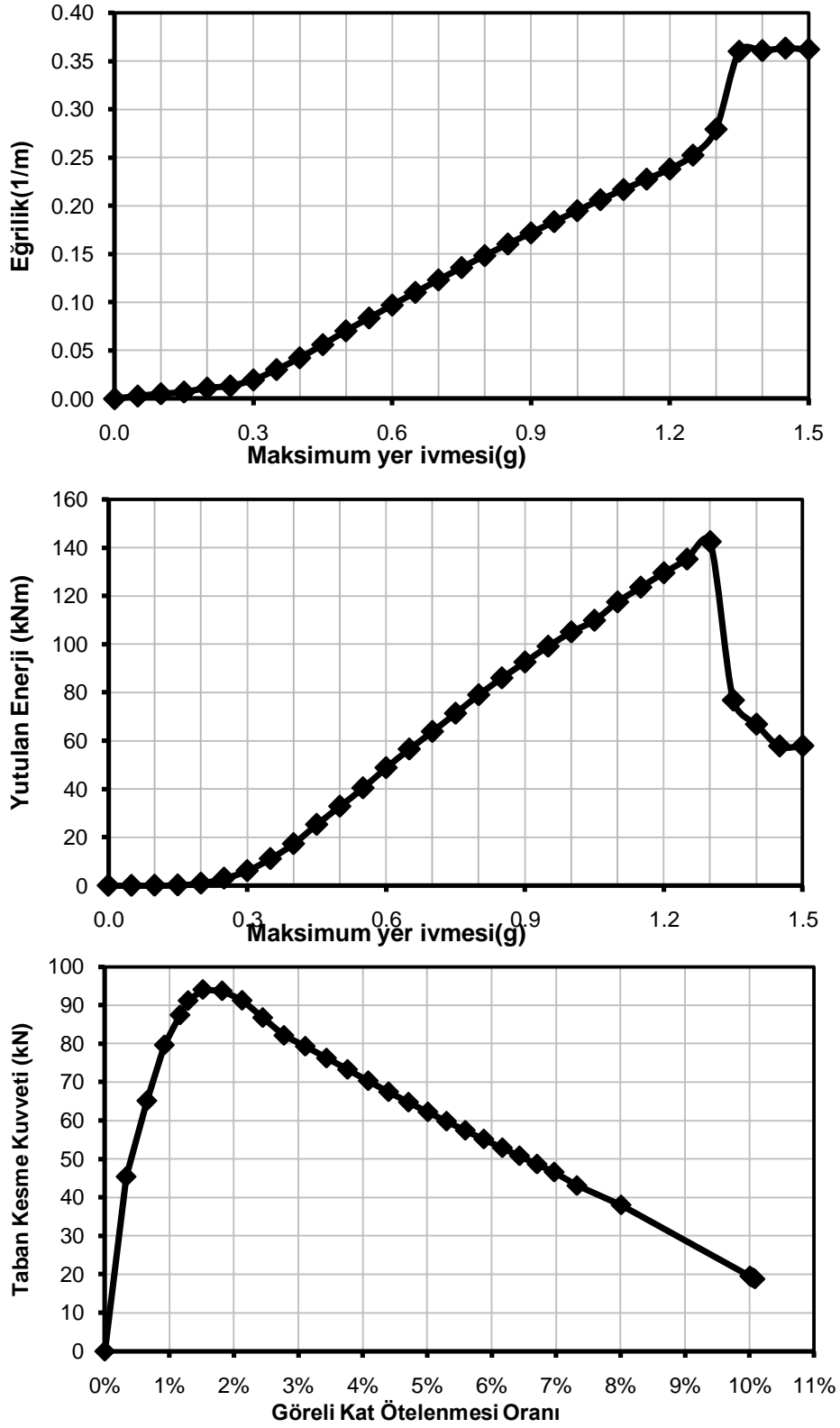
Şekil 4.1: S50_%2 kolonuna ait Taban kesme kuvveti-Görelî kat ötelenmesi grafiği.

Yapılan analizler sonucu tüm deprem kayıtları için birçok grafik elde edilmiştir. Bu grafikler, Excel programı yardımıyla yazılan makrolar ile biraraya toplanmaya çalışılmıştır. Yine de bir deprem kaydı için 8, bir kesit için 168 grafik elde edilmiştir. Bu hesap tüm kesitler için yapıldığında $8 \cdot 168 = 1344$ grafik elde edilir ki bunun tez kapsamında sunulamayacağı açıktır. Bu nedenle bir deprem kaydı için 50x50_%2 kolonu ele alındığında elde edilen grafikler Şekil 4.2, Şekil 4.3 ve Şekil 4.4’de yer almaktadır.

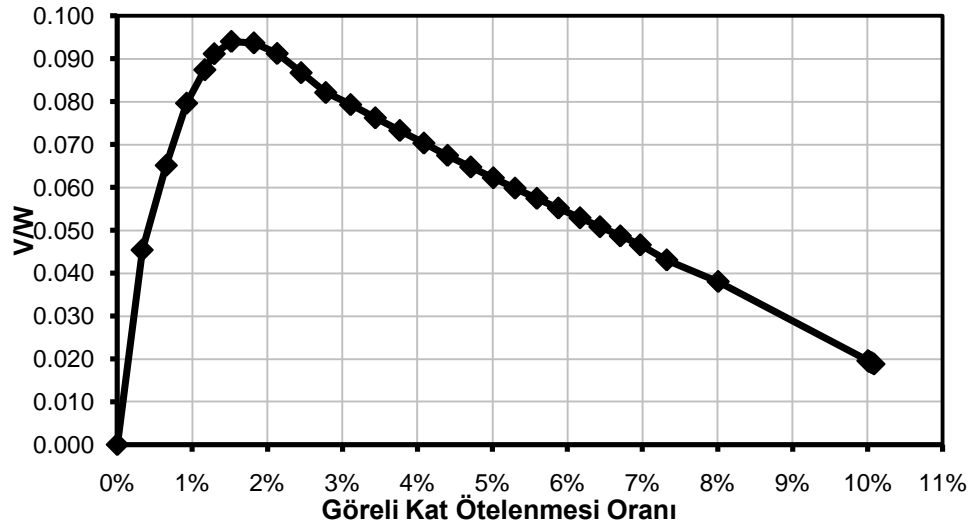
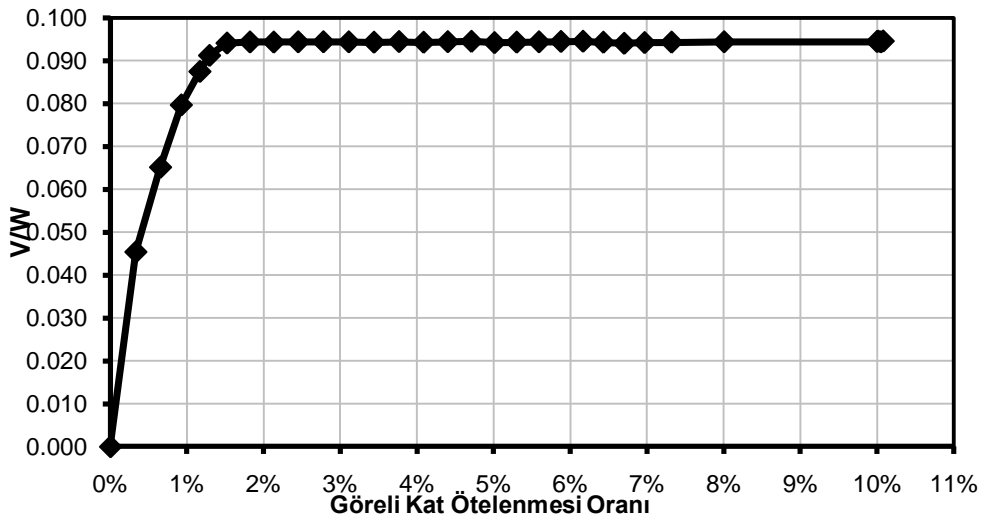
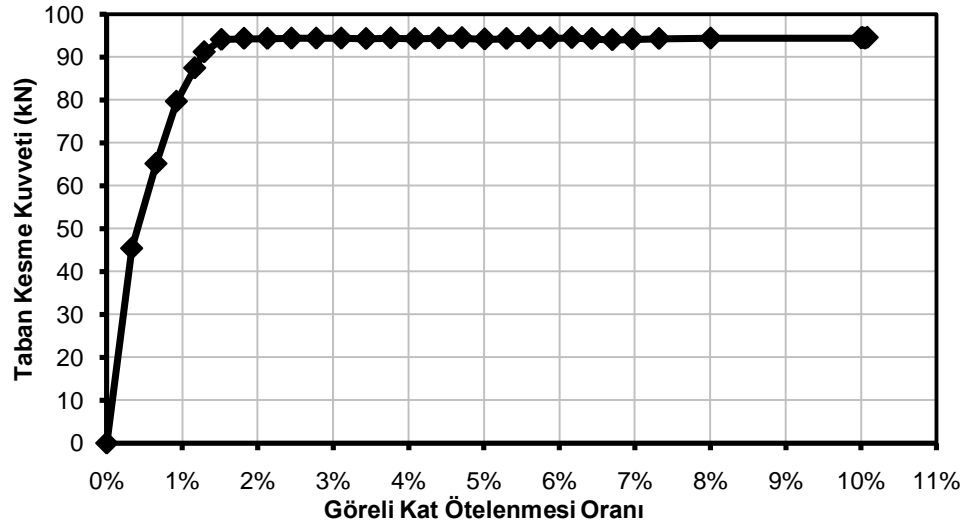
Bu grafikler maksimum yer ivmesine karşı beton birim şekil değiştirme, çelik birim şekil değiştirme, yutulan enerji ve eğrilik grafiklerini içermektedir. Ayrıca bu grafikler arasında görelî kat ötelemesine karşın kat kesme kuvveti ve taban kesme kuvveti grafikleri de yer almaktadır.



Şekil 4.2: Arleta (ARL090) istasyonu deprem kaydı için maksimum yer ivmesine karşılık beton ve çelik birim şekil değıştirme grafikleri.

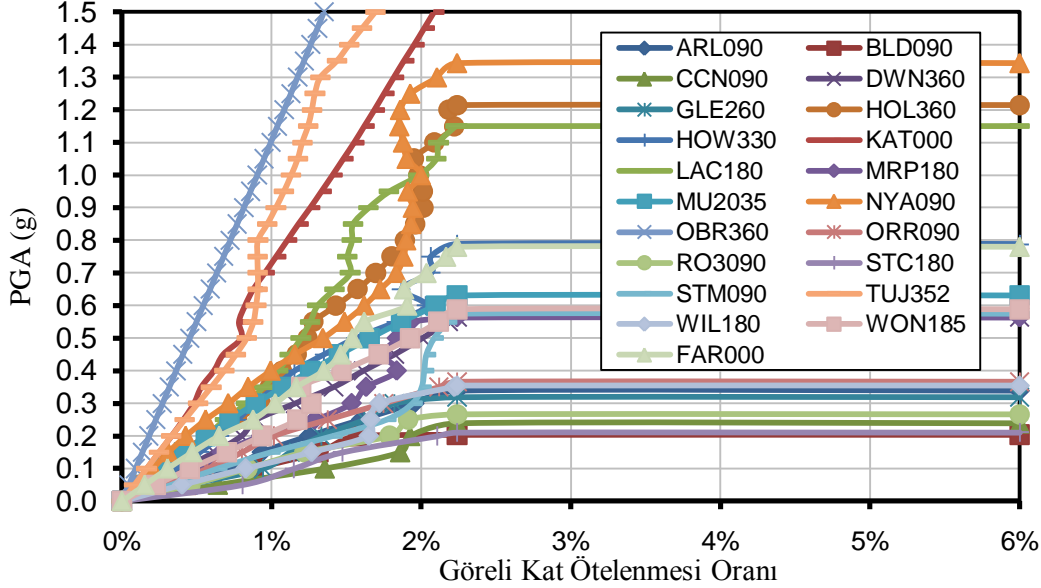


Şekil 4.3: Arleta istasyonu deprem kaydı için maksimum yer ivmesine karşılık eğrilik ve enerji, görelî kat ötelenmesine karşılık taban kesme kuvveti grafikleri.

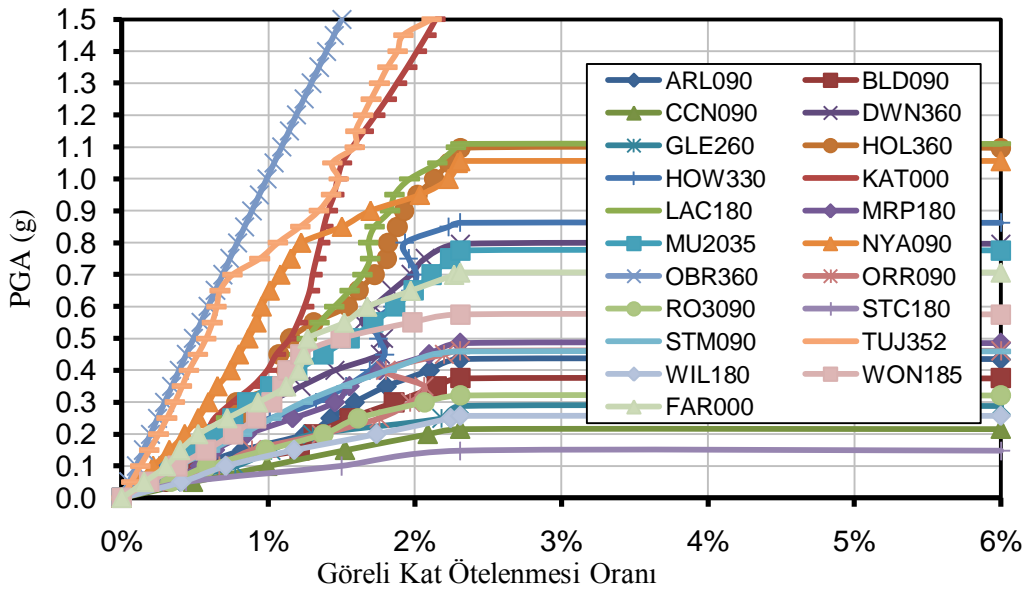


Şekil 4.4: Arleta (ARL090) istasyonu deprem kaydı için görelî kat ötelenmesine karşılık taban kesme kuvveti, kesme kuvveti/kat ğırlığı oranı grafikleri.

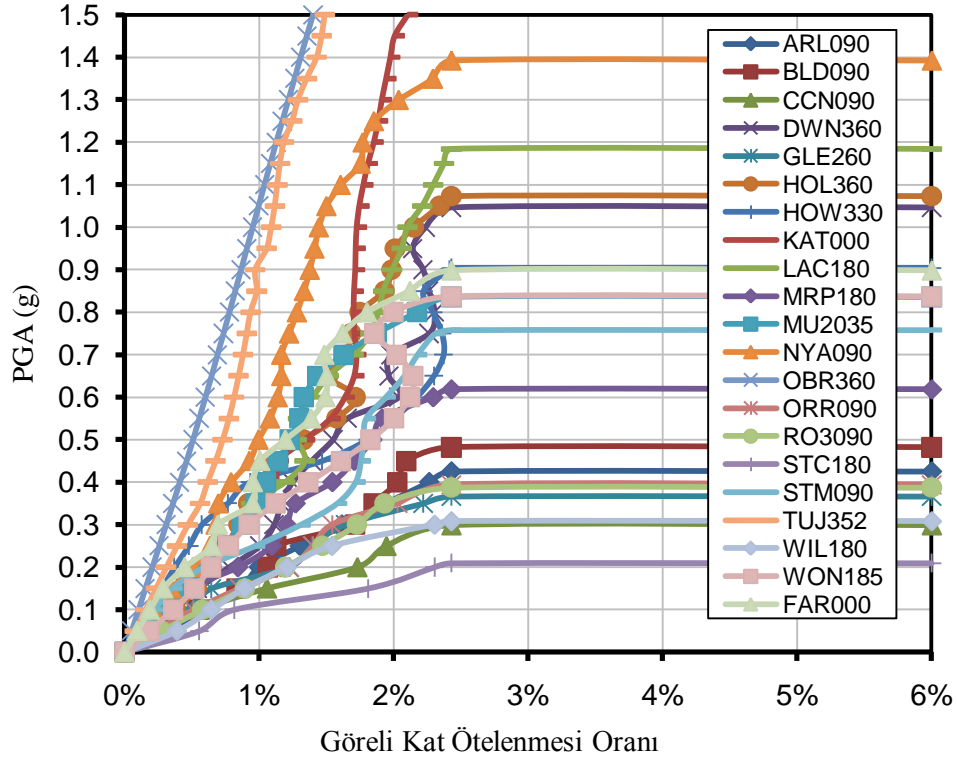
Tüm grafikler oldukça fazla olduğundan daha önce de belirtildiği gibi, veriler birkaç grafikte toplanmak istenmektedir. Bu amaçla Excel’de yazılan makrolar ile kesit bazında birçok grafik yerini birkaç grafiğe bırakmıştır. Donatı oranı sabit farklı kesitler incelenmiştir. Şekil 4.5’den Şekil 4.14’e kadar bu grafikler gösterilmektedir. Diğer grafikler Ek B, Ek C ve Ek D’de gösterilmiştir.



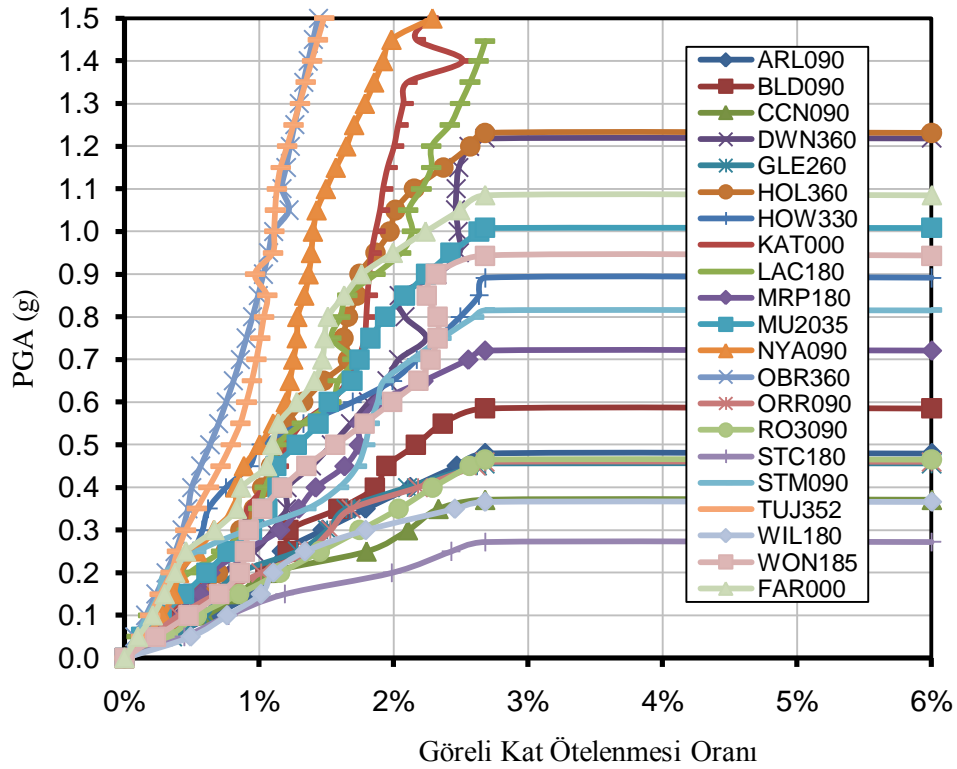
Şekil 4.5: S30x30_%1 kolonu Görelî kat ötelenmesi oranı-PGA diyagramı.



Şekil 4.6: S40x40_%1 kolonu Görelî kat ötelenmesi oranı-PGA diyagramı.

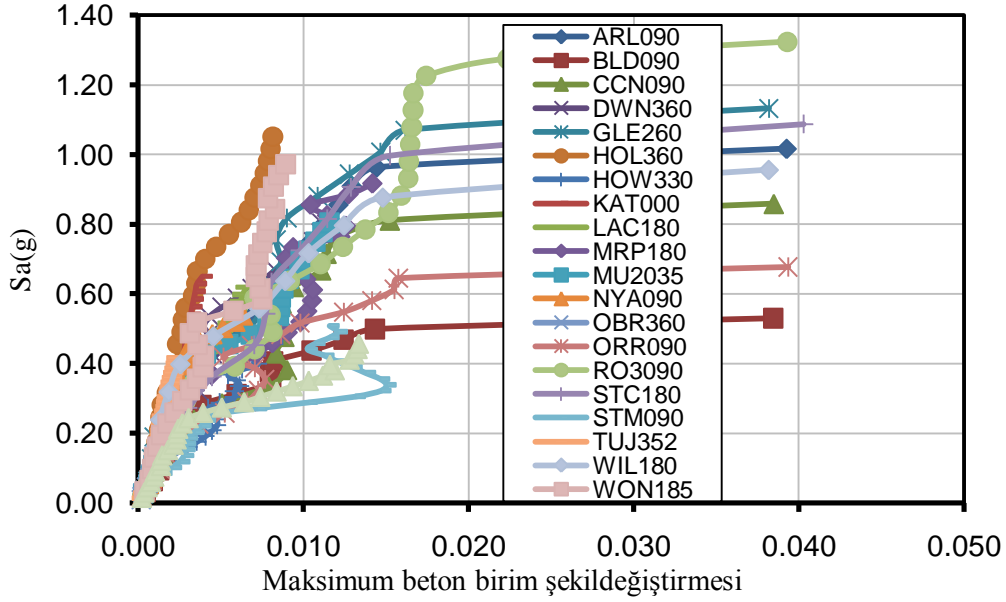


Şekil 4.7: S50x50_%1 kolonu Görelî kat ötelenmesi oranı-PGA diyagramı.

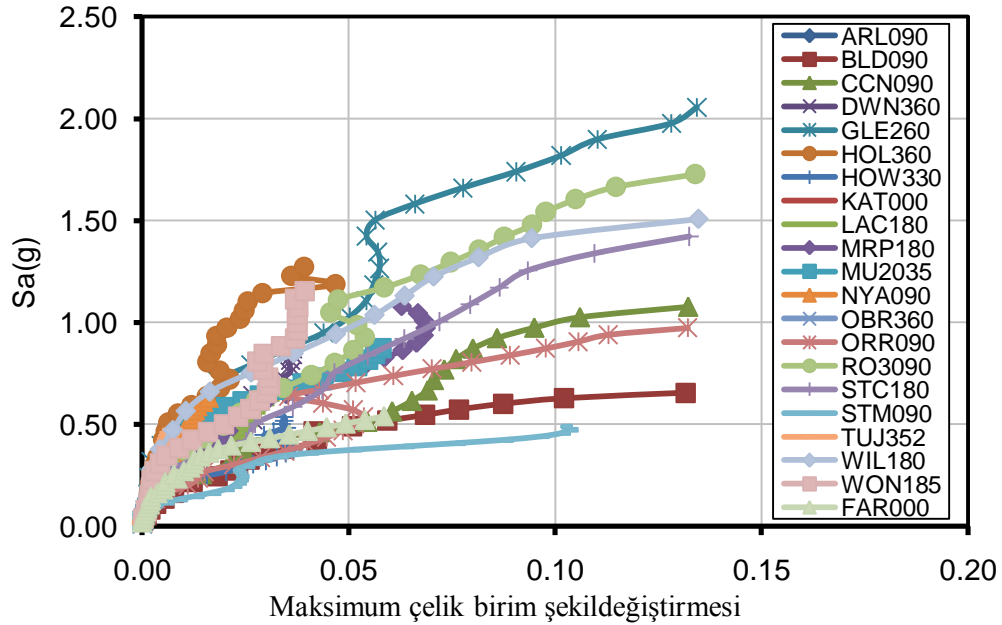


Şekil 4.8: S60x60_%1 kolonu Görelî kat ötelenmesi oranı-PGA diyagramı.

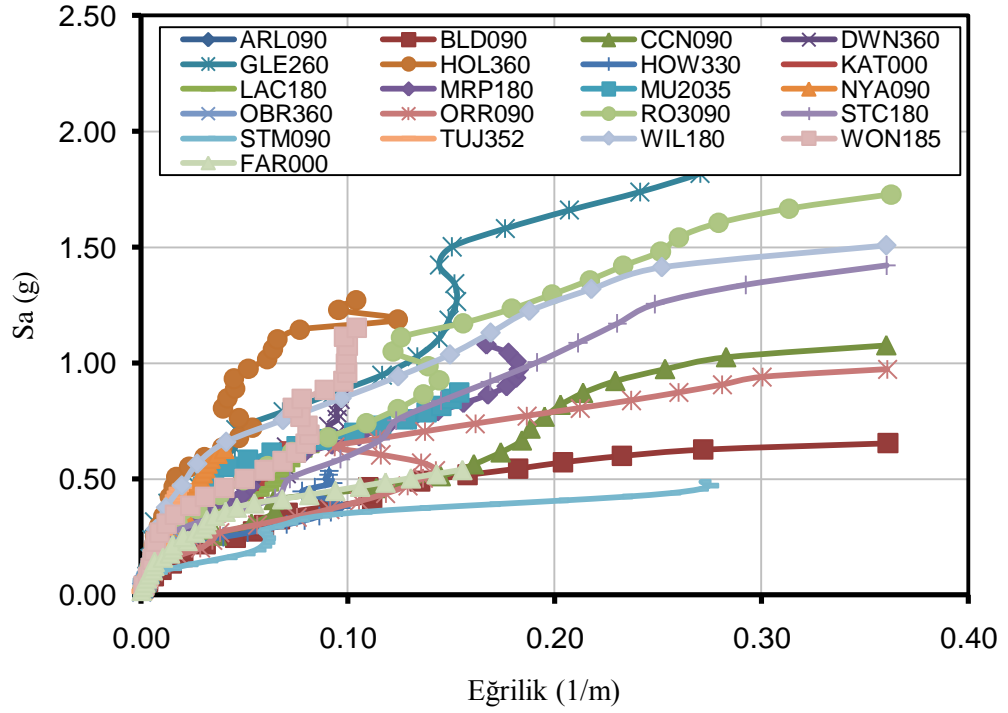
Şekiller incelendiğinde yatay deplasman kolon kesit boyutu arttıkça artmaktadır. Bazı kayıtlar elastik davranışını kaybetmemiştir. Bu elastik davranış kolon kesit boyutu arttıkça korunmaktadır. 50x50_%2 kolonuna ait bazı grafikler aşağıda Şekil 4.9'dan Şekil 4.19'a kadar gösterilmiştir.



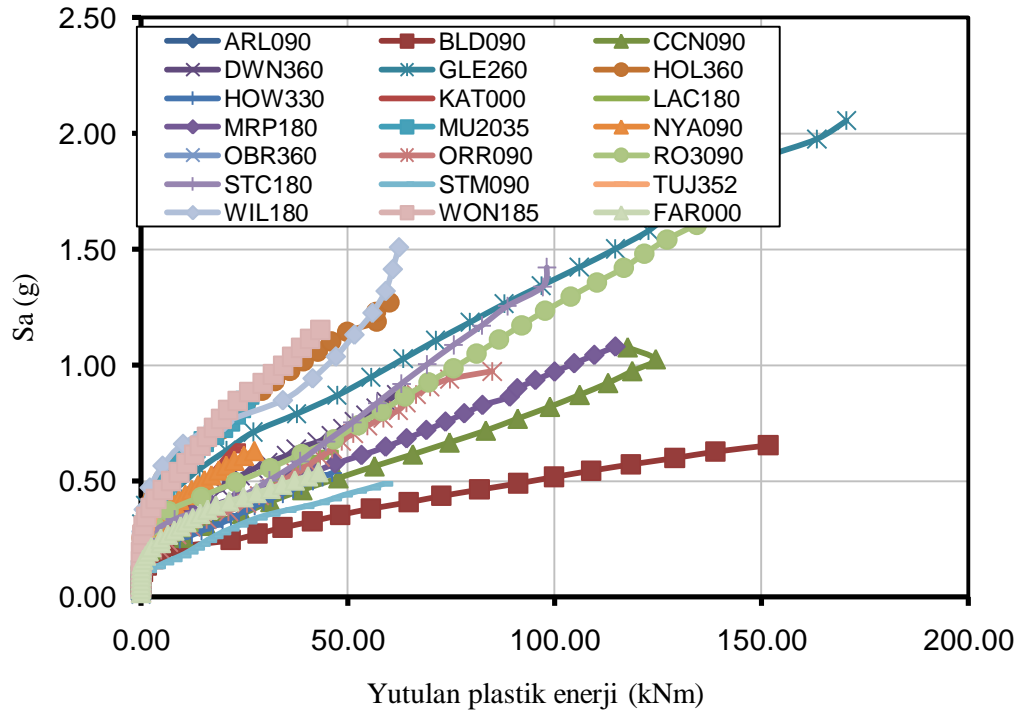
Şekil 4.9: S50x50_%2 kolonuna ait maksimum beton birim şekil değişimi-Sa diyagramı



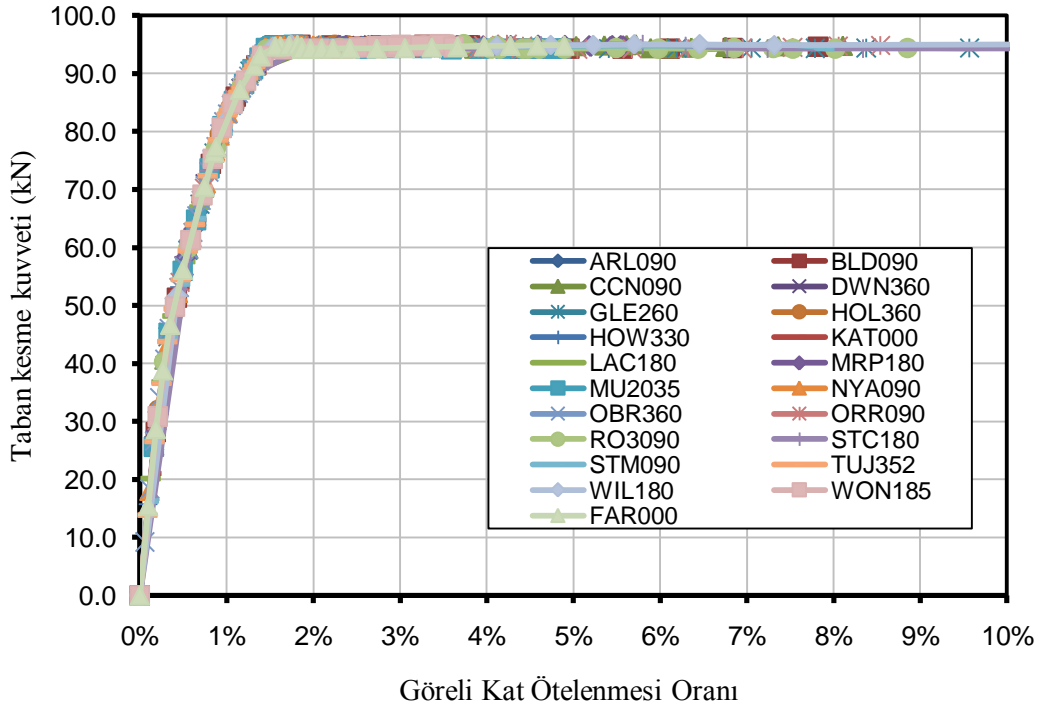
Şekil 4.10: S50x50_%2 kolonuna ait maksimum çelik birim şekil değişimi-Sa diyagramı.



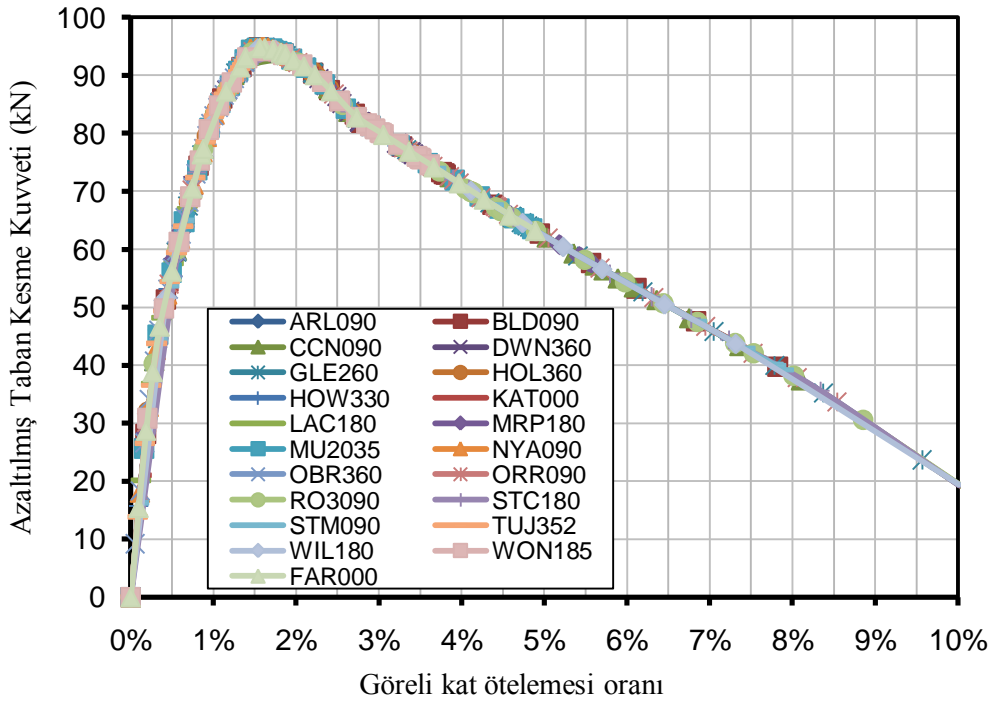
Şekil 4.11: S50x50_%2 kolonuna ait eğrilik-Sa diyagramı.



Şekil 4.12: S50x50_%2 kolonuna ait yutulan enerji-Sa diyagramı.



Şekil 4.13: S50x50_%2 kolonuna ait görelî kat öteleme oranı-taban kesme kuvveti diyagramı.



Şekil 4.14: S50x50_%2 kolonuna ait görelî kat öteleme oranı-azaltılmış taban kesme kuvveti diyagramı.

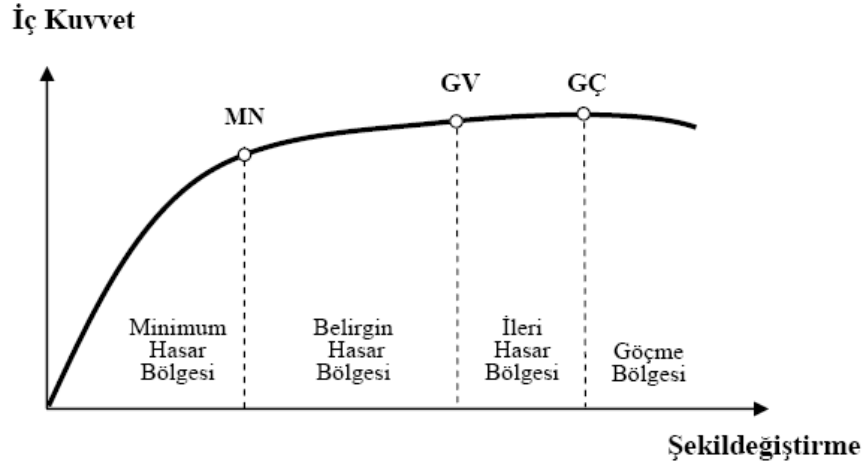
4.2 Statik İtme Analizi Sonuçları

Deneysel çalışma sonuçları da dikkate alınarak en büyük dayanımın %80 ine düşüldüğünde kolonun göçmeye eriştiği varsayılmıştır.

İtme analizi eğrilerinin performans sınır değerleri de grafikler aracılığıyla belirlenmiştir.

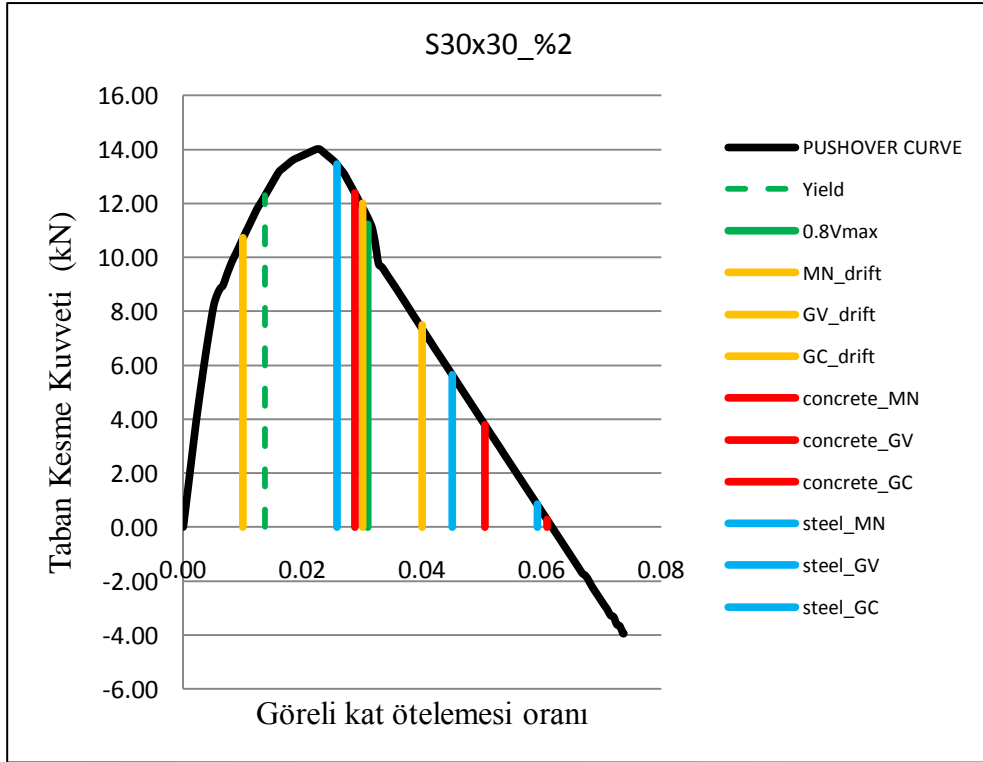
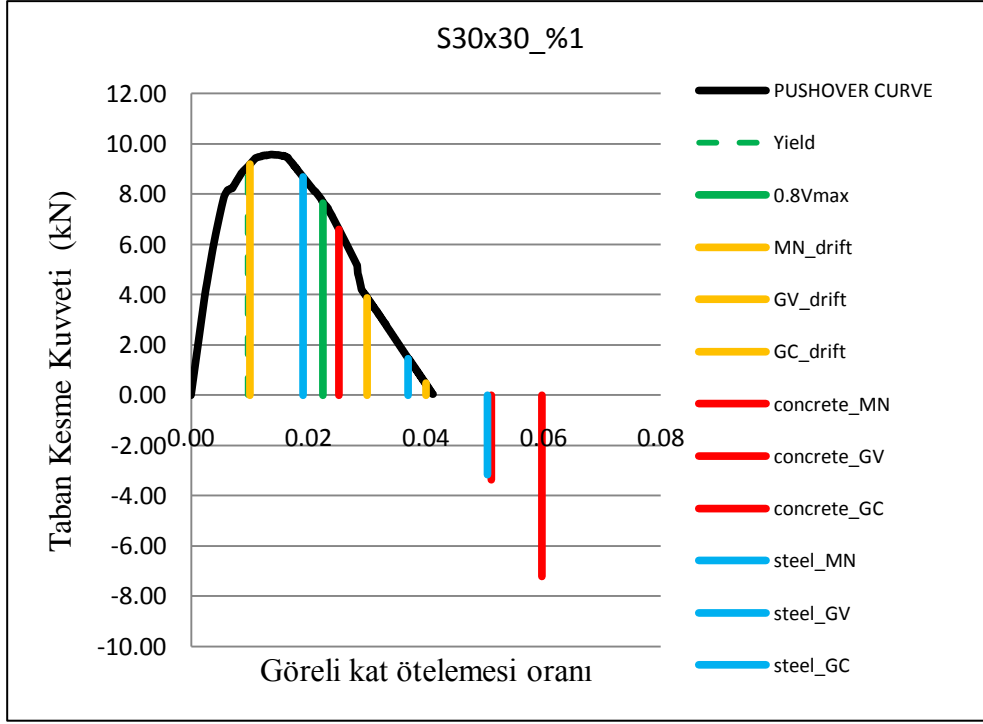
DBYBHY 2007’de de bahsedildiği üzere Sünek elemanlar için kesit düzeyinde üç sınır durum tanımlanmıştır. Bunlar *Minimum Hasar Sınırı* (MN), *Güvenlik Sınırı* (GV) ve *Göçme Sınırı* (GÇ)’ dir.

Kritik kesitleri MN sınırına ulaşmayan elemanlar minimum hasar bölgesinde, MN ile GV arasında kalan elemanlar belirgin hasar bölgesinde, GV ile GÇ sınırları arasında kalan elemanlar ileri hasar bölgesinde, GÇ sınırını aşan elemanlar ise göçme bölgesinde kabul edilirler.İç kuvvet-şekildeğiştirme grafiği için performans bölgeleri Şekil 4.15’de gösterilmiştir.

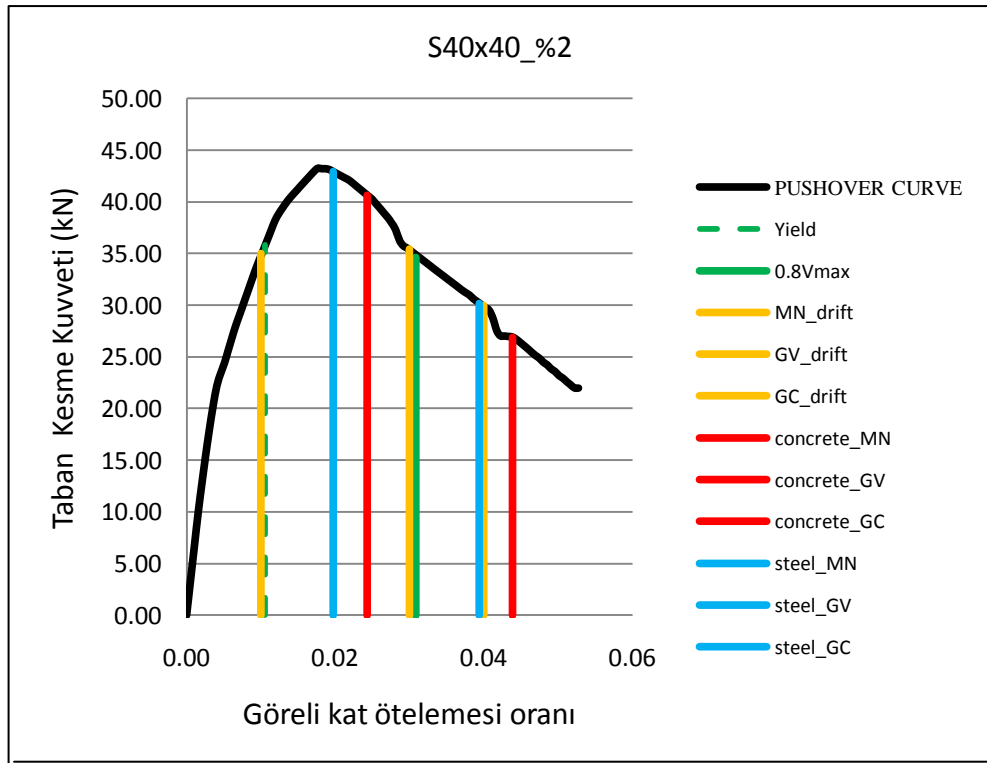
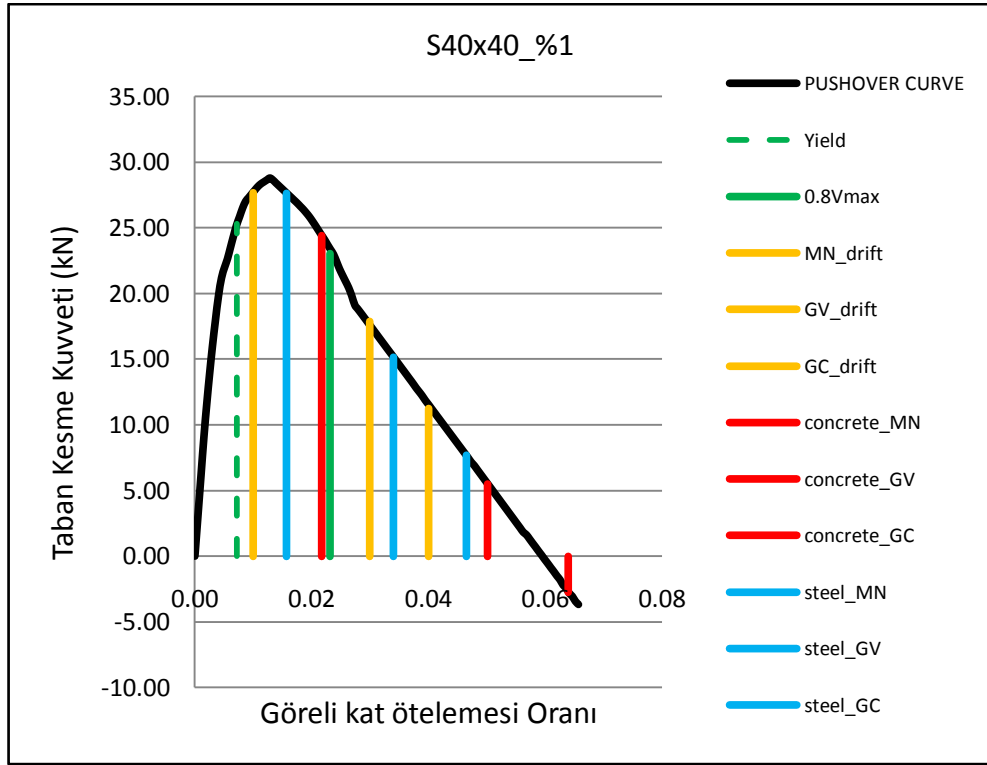


Şekil 4.15: Göçme Sınır Durumları (DBYBHY, 2007)

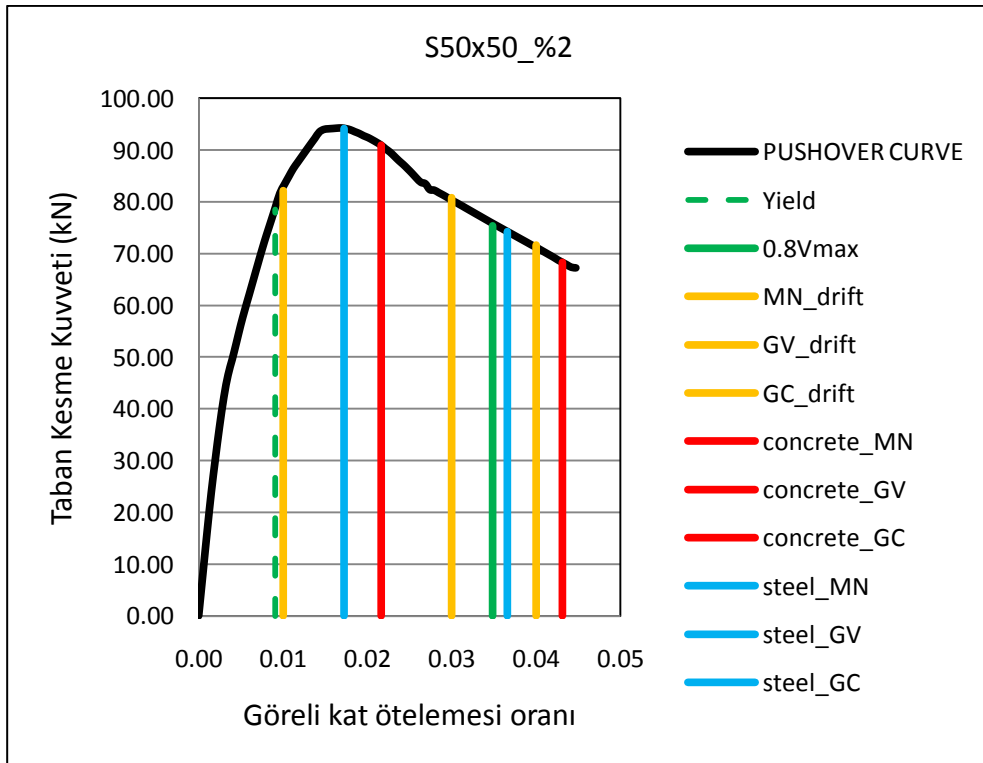
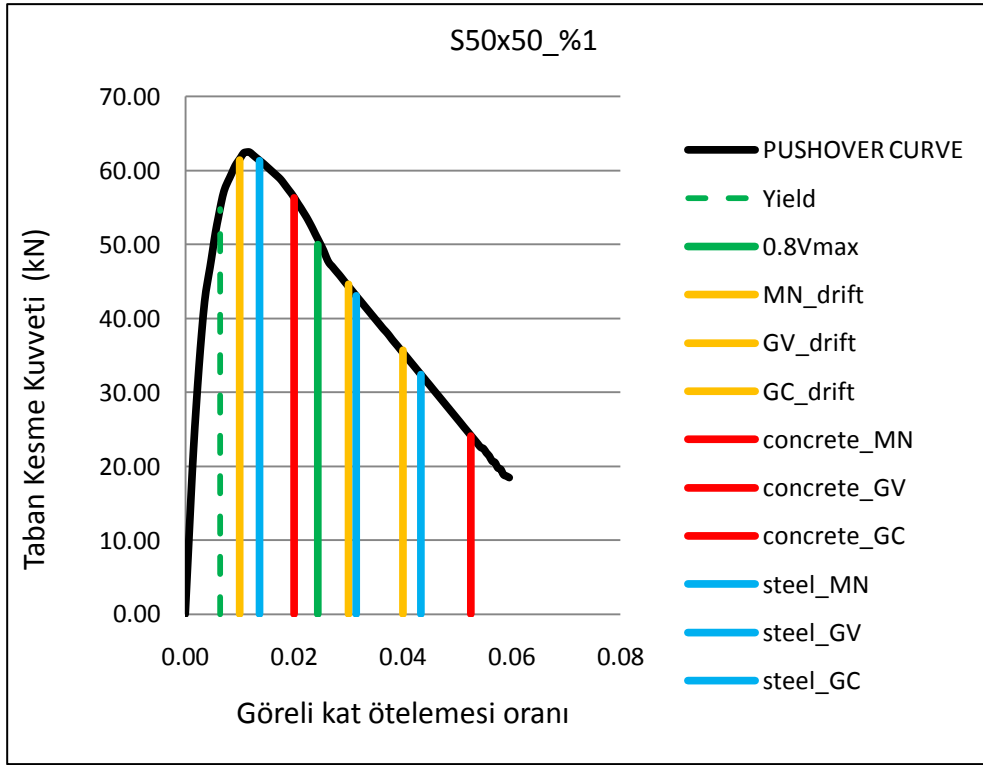
Tüm kesitler için performans sınır değerleri Şekil 4.16’den Şekil 4.19’a kadar olan grafikler yardımıyla gösterilmektedir. Performans sınır değerleri aynı renk içinde itme analizi eğrisi altında soldan sağa doğru sırasıyla MN, GV ve GÇ olarak sıralanmaktadır.



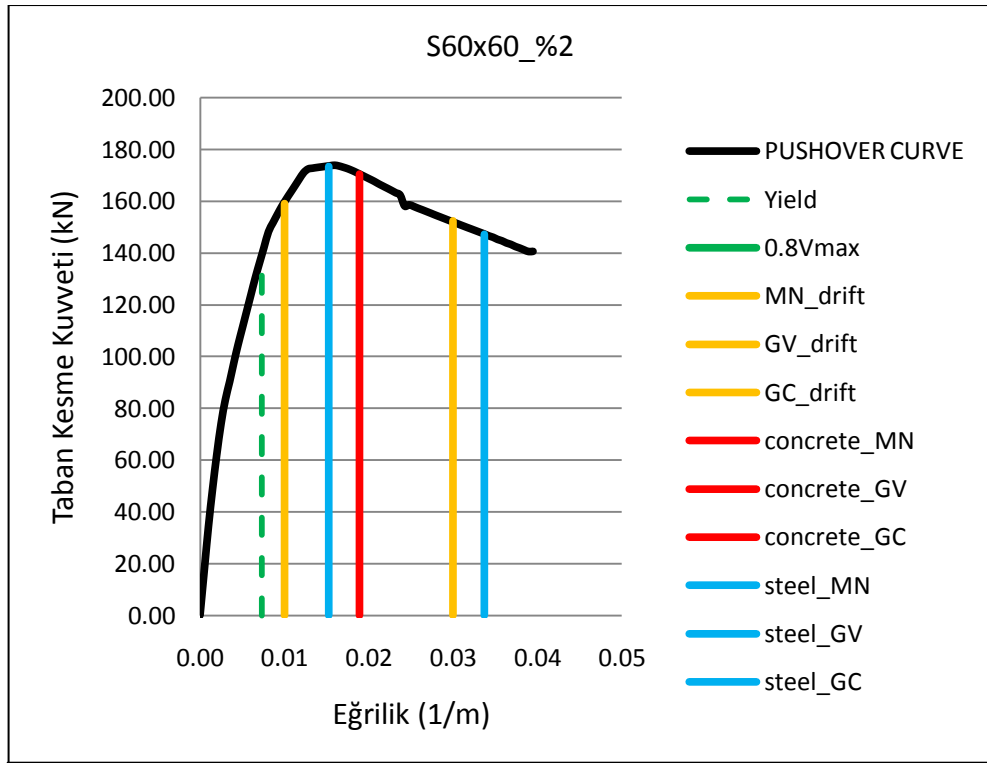
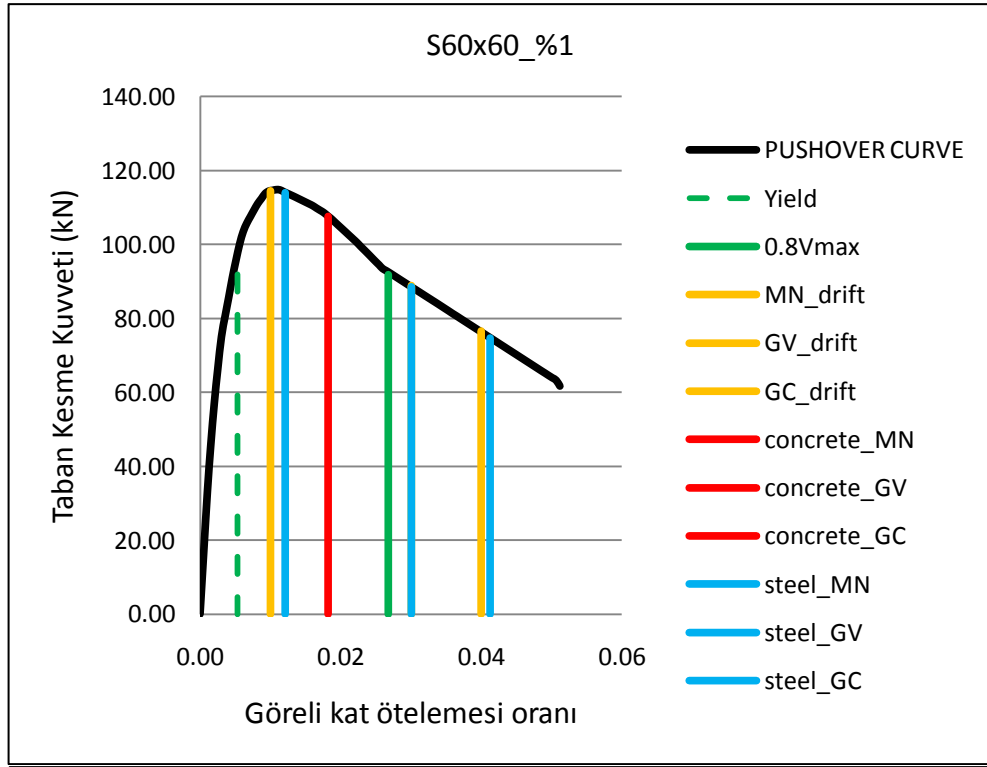
Şekil 4.16: 30x30 cm kolonuna ait performans sınır değerleri.



Şekil 4.17: 40x40 cm kolonuna ait performans sınır değerleri.



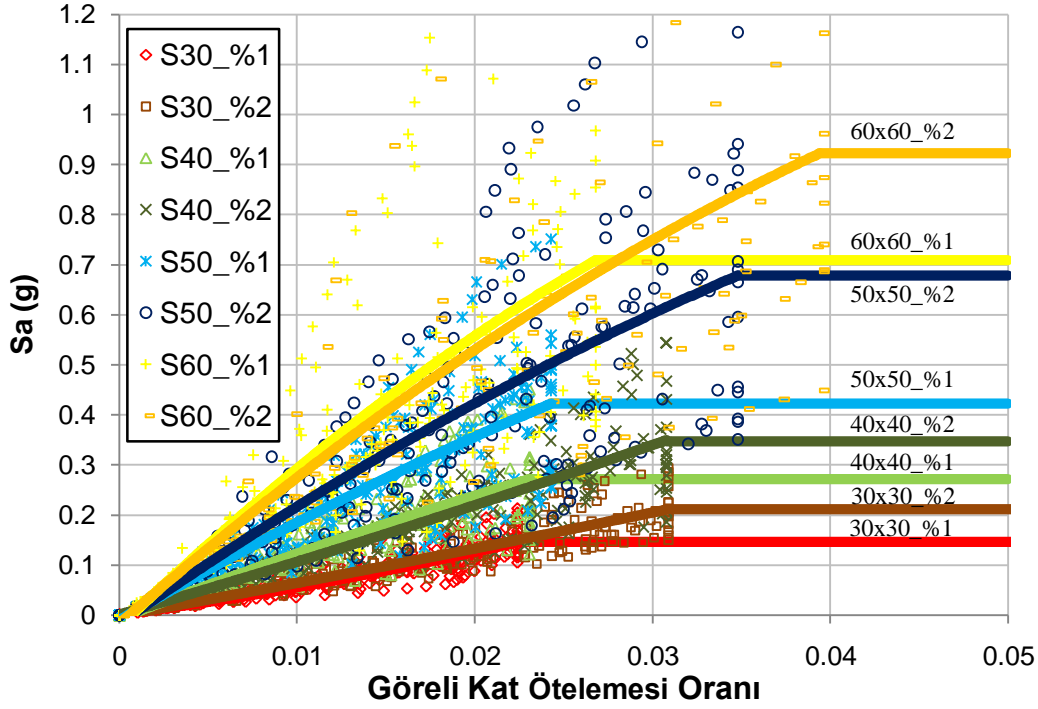
Şekil 4.18: 50x50cm kolonuna ait performans sınır değerleri.



Şekil 4.19: 60x60cm kolonuna ait performans sınır değerleri.

Boyuna donatı oranı eşitken kesitlerdeki değişim çok fazla anlamlı değilken, donatı oranı farklı olan kesitlerde deplasman kapasitesinde artış gözlenmektedir.

Son olarak tüm kesitlerin birarada toplandığı bir grafik elde edilmiştir. Bu grafikte Sa'ya karşılık görel kat ötelemesi oranı yer almaktadır. Dağılım şeklinde çizilen bu grafikte eğilim çizgileri geçirilmiştir. Böylece kesitlerin karşılaştırılabileceği bir diyagram elde edilmiştir.



Şekil 4.20: Uzak deprem hareketlerinin kesitlere etkisi ve görel kat ötelemesi Sa (spektral ivme) ilişkisi grafiği.

5. SONUÇLAR

Bu çalışma kapsamında elde edilen veriler grafiklere dönüştürülmüştür. Sonrasında bu grafikler incelenmiş, birbirleri ile karşılaştırılmış ve aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır.

- Taban kesme kuvveti-görelî kat ötelenmesi grafiğinde, elastik kısmın bire bir örtüştüğü, azalan kolda ise farklılıklar gözlenmiştir. Görelî kat ötelenmesinin 0.02 değerinden sonra saçılmaların büyüdüğü görülmektedir.
- Performans sınır değerleri DBYBHY (2007)'ye göre görelî kat ötelenmesi oranı, beton ve çelik birim şekil değiştirme sınırlarına bağı olarak irdelenmiştir. 30x30_%1 kolonundan 60x60_%2 kolonuna kadar incelendiğinde, kolon boyutu ve donatı oranı arttıkça sağlanan performansın iyileştiği görülmektedir.
- Kolon kesit boyutu arttıkça yatay dayanım artmaktadır. Bu davranış %1 ve %2 lik donatı oranına göre de değişmektedir. Aynı kesit boyutunda farklı donatı oranına sahip kolonlarda %2 lik boyuna donatı oranlı kolonların dayanımı daha yüksektir.
- Elde edilen sonuçlardan kolonların boyuna donatı oranına ve kesit boyutuna göre yapısal tepkileri incelenmiştir. Kolon boyutu arttıkça kolona etkiyen spektral ivme değeri daha fazla olması ile birlikte göçmelerin daha az olduğu gözlemlenmiştir.
- Sonuçlardan elde edilen grafikler incelendiğinde 30x30_%1 kolonu performans olarak en olumsuz sonuçları vermiştir. Kesit boyutunun ve donatı oranının yetersizliği olumsuz sonuç doğurmaktadır. Buna karşılık, 60x60_%2 kolonu performans olarak en olumlu sonuçları vermektedir. Bu kesit diğer kesitlere oranla daha verimli kullanılabilir.

- 21 istasyondan alınan uzak deprem ivme kayıtlarının etkileri kolonlarda incelendiğinde 30x30_%1 kolonunun neredeyse tüm kayıtlar için göçtüğü, kesit boyutu ve boyuna donatı oranı arttıkça (60x60_%2 kolonuna kadar) göçmenin azaldığı görülmüştür. Ayrıca deprem ivme kayıtlarının bazılarının tüm kesitler için kesitin göçmeye ulaşmadan 1.5g değerine ulaştığı yani elastik davranışını koruduğu, bazılarının ise düşük ivme değerlerinde kesiti göçmeye zorladığı görülmüştür. Bunun sebebinin depremlerin faya olan uzaklıklarının farklı olmasından kaynaklandığı öngörülmüştür.

KAYNAKLAR

- Bayraktar, A., Sevim, B., Kartal, M., E., ve diğ.,** 2009. Comparison of Near-Fault and Far-Fault Ground Motion Effect on the Nonlinear Response of Dam-Reservuar-Foundation System, *Nonlinear Dynamic*, Volume 58, pp. 655-673
- Bozdağ, Ö., Düzgün, M.** 2010. Mevcut Prefabrike Bir Binanın Deprem Performansının Artımsal İtme Analizi Yöntemleri İle Belirlenmesi, *Beton Prefabrikasyon*, Sayı:3.
- Brown, A., Saïdi, M.S.** Investigation of Near-Fault vs. Far-Fault Ground Motion Effects on a Substandart Bridge Bent, *University of Nevada*, pp. 99-109
- Computer & Engineering Software consulting,** 2003
<http://www.comp-engineering.com/products/PERFORM3D/Perform3DTR.html>
- Chopra, A.K., Chintanapakdee, C.,** 2001. Compraing Response of SDF Systems to Near-Fault and Far-Fault Earthquake Motions in the Context of Spectral Regions, *Earthquake Eng. Struct. Dyn.*v:30, pp. 1769-1789
- Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik,** 2007. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, Ankara
- Kayhan, A.H., Şenel, Ş.M.** 2010. Tek Katlı Prefabrik Sanayi Yapıları için Hasar Görülebilirlik Eğrileri, *İmo Teknik Dergi*, Yazı 336, syf. 5161-5184
- Mander, J.B., D., Dhakol, R.P., ve diğ.,** 2007. Incremental Dynamic Analysis Applied , *Earthquake Spectra*, Volume 20, pp. 523-553
- PERFORM3D V4.0.3.,** 2007. Nonlinear Analysis and Performance Assesment of 3D Structure, USA
- PEER Strong Motion Database,** 2000. Pacific Earthquake Engineering Research Center, California, <http://peer.berkeley.edu/smcat/>
- Sürmeli, M.,** 2008. Performance Evaluation of Prekast Columns Under Seismic Excitation, *Yüksek Lisans Tezi*.

Url-1 <<http://www.deprem.com>>, 02.05.2011.

Vamvatsikos, D., Cernell, C.A. 2002. Incremental Dynamic Analysis, *Earthquake Engng Struct. Dyn.* v:31, pp. 491

Vamvatsikos, D., Cernell, C.A. 2004. Applied Incremental Dynamic Analysis, *Earthquake Spectra*, Volume 20, pp. 523-553

Yılmaz, S., Kuyucular, A., ve diğ. 2007. Betonarme Prefabrik Yapıların Deprem Dayanımı, *İmo Teknik Dergi*, Yazı 274, syf. 4157-4160

Yüksel, E., Sürmeli, M., 2009. Failure Analysis of One-Story Precast Structures For Near Fault and Far-Fault Strong Ground Motion, *Bull Earthquake Engineering*.

XTRACT V3.0.7., 2006. Cross-sectional Structural Analysis of Components. Imbsen Software Systems, Sacramento, CA.

EKLER

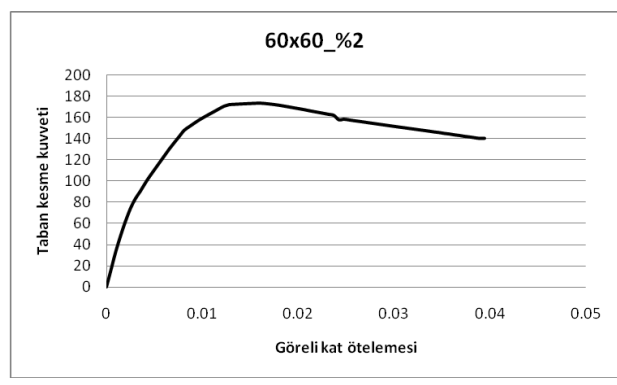
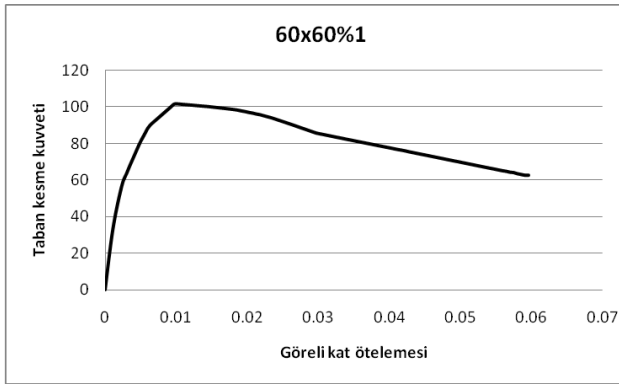
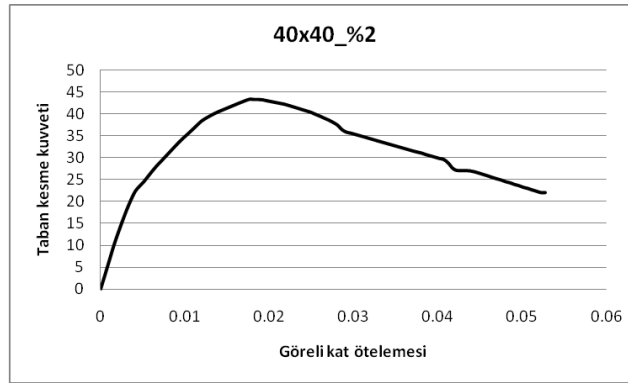
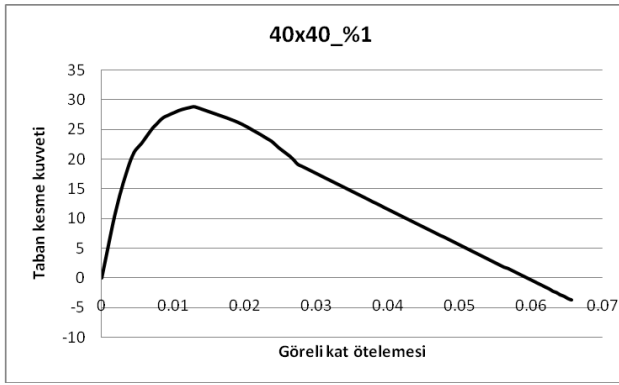
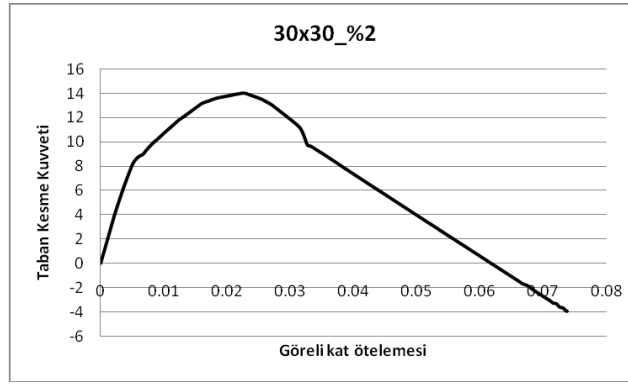
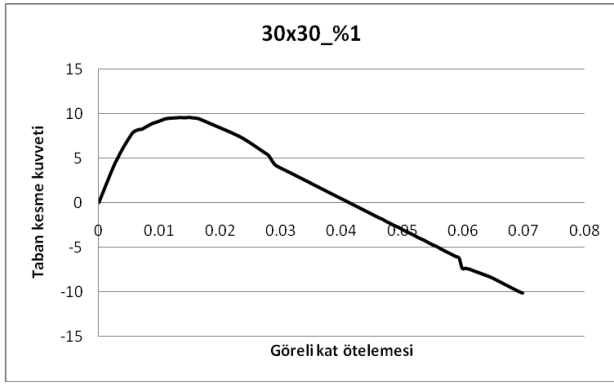
EK A.1: Kesitlerin statik itme analizi eğrileri.

EK B.1: Artımsal dinamik analiz sonuçlarının PGA ile değişimi.

EK C.1: Artımsal dinamik analiz sonuçlarının S_a ile değişimi.

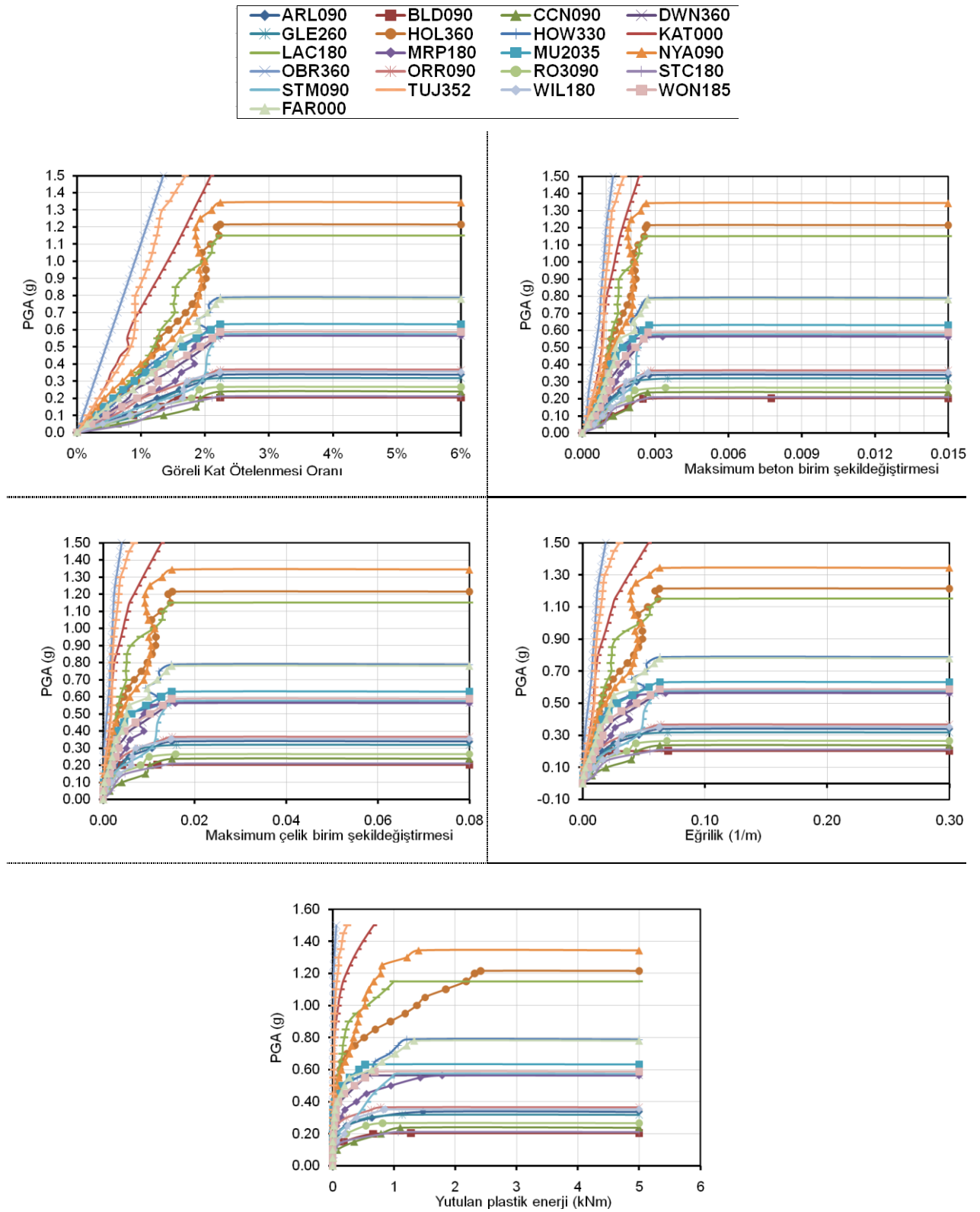
EK D.1: Artımsal dinamik analiz sonuçlarının göreli kat ötelemesi ile değişimi.

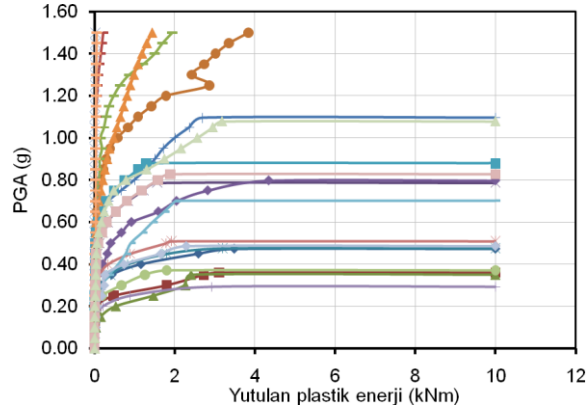
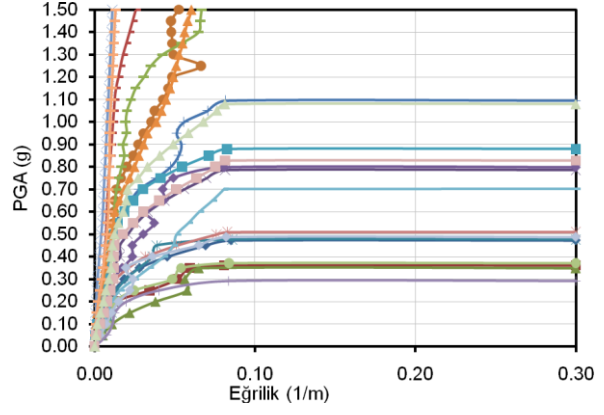
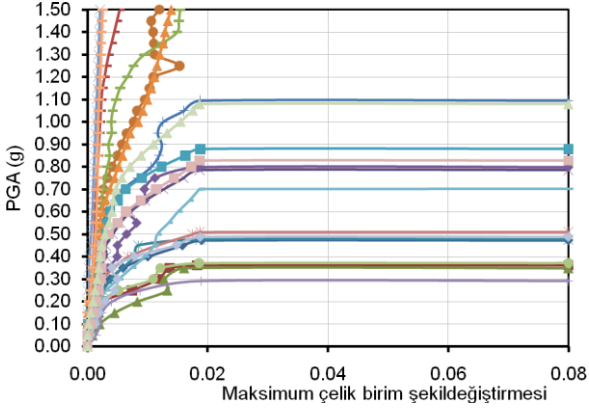
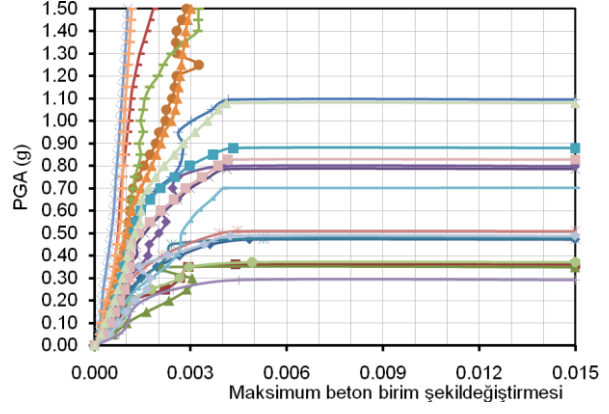
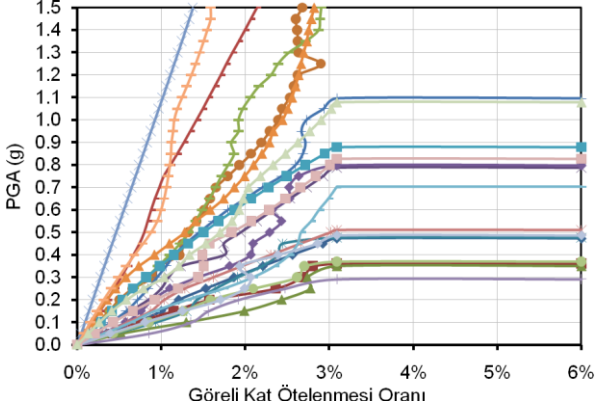
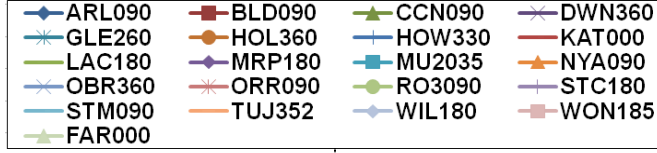
EKA.1



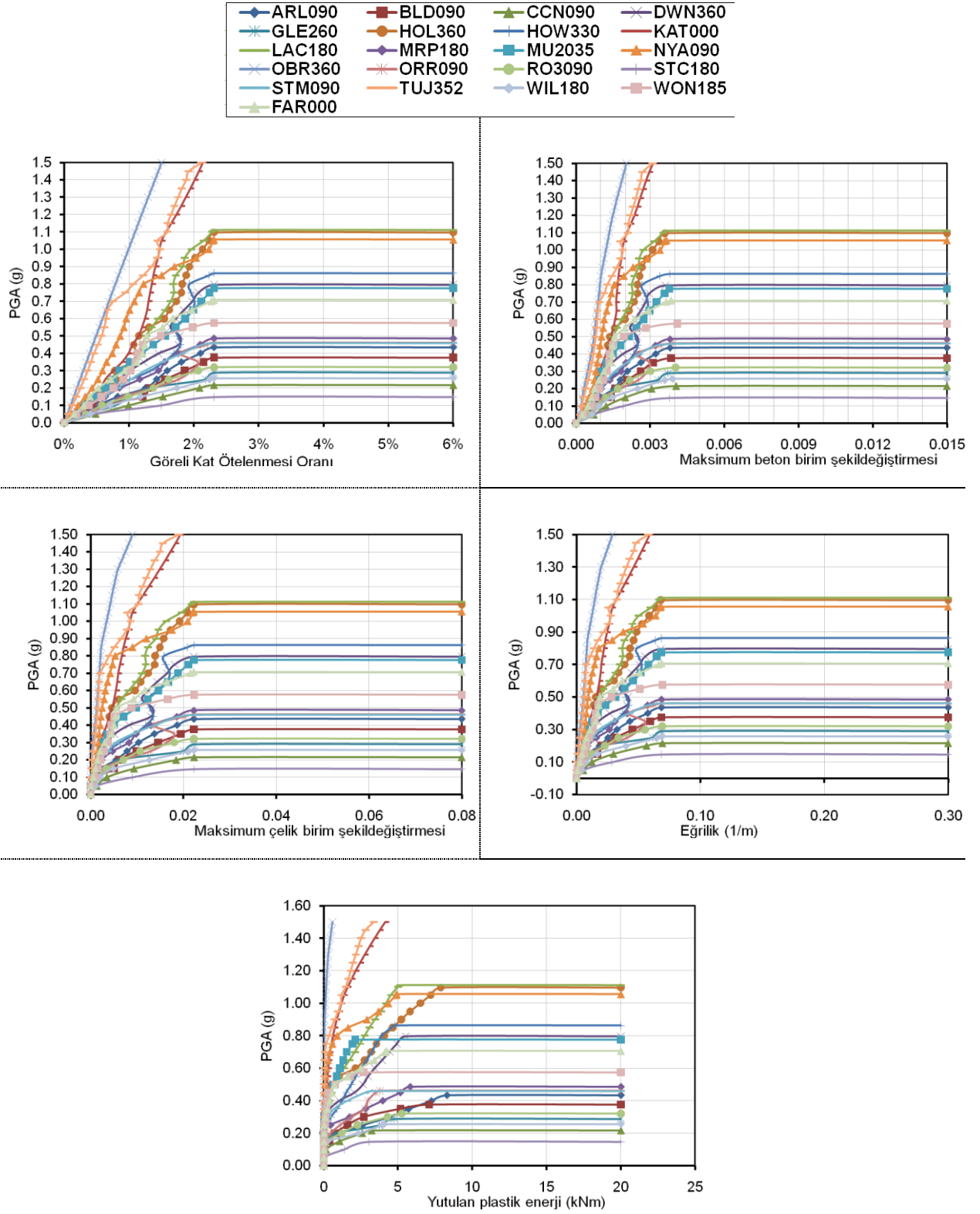
Şekil A1: Kesitlerin statik ivme analizi eğrileri

EKB.1

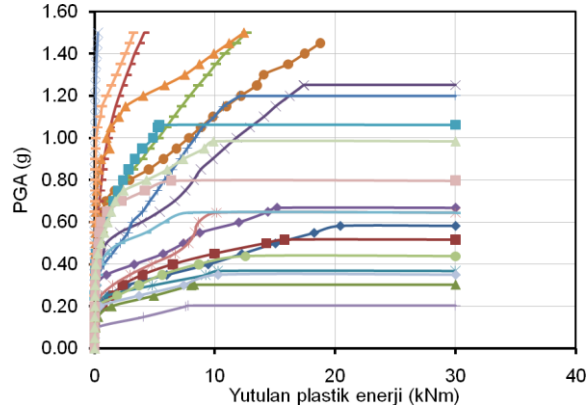
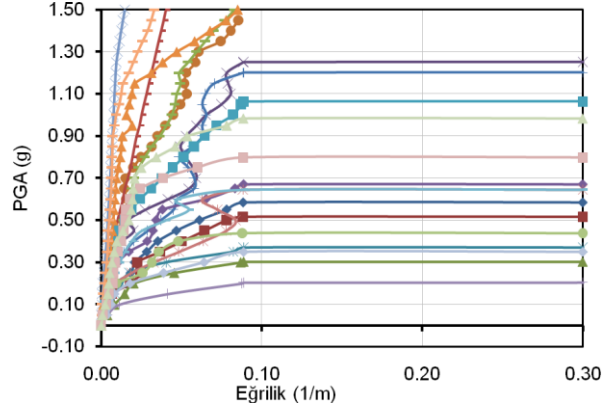
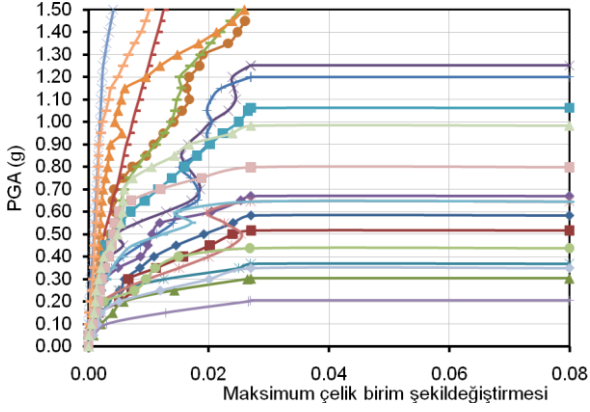
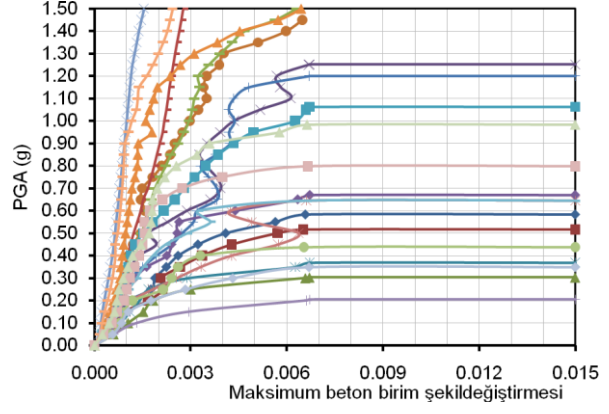
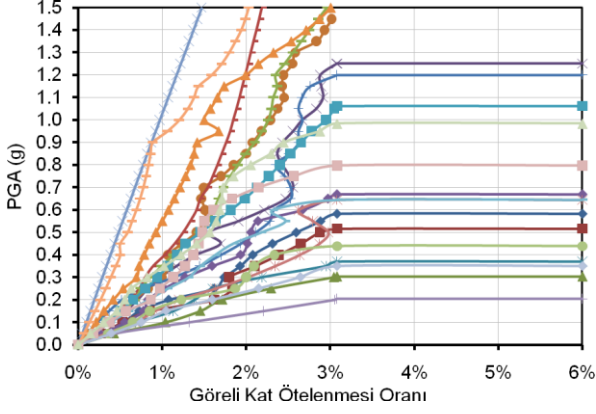
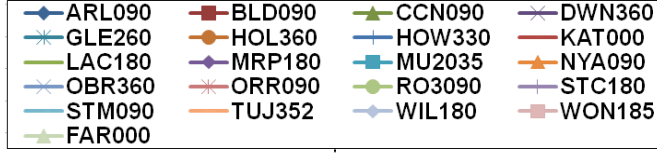




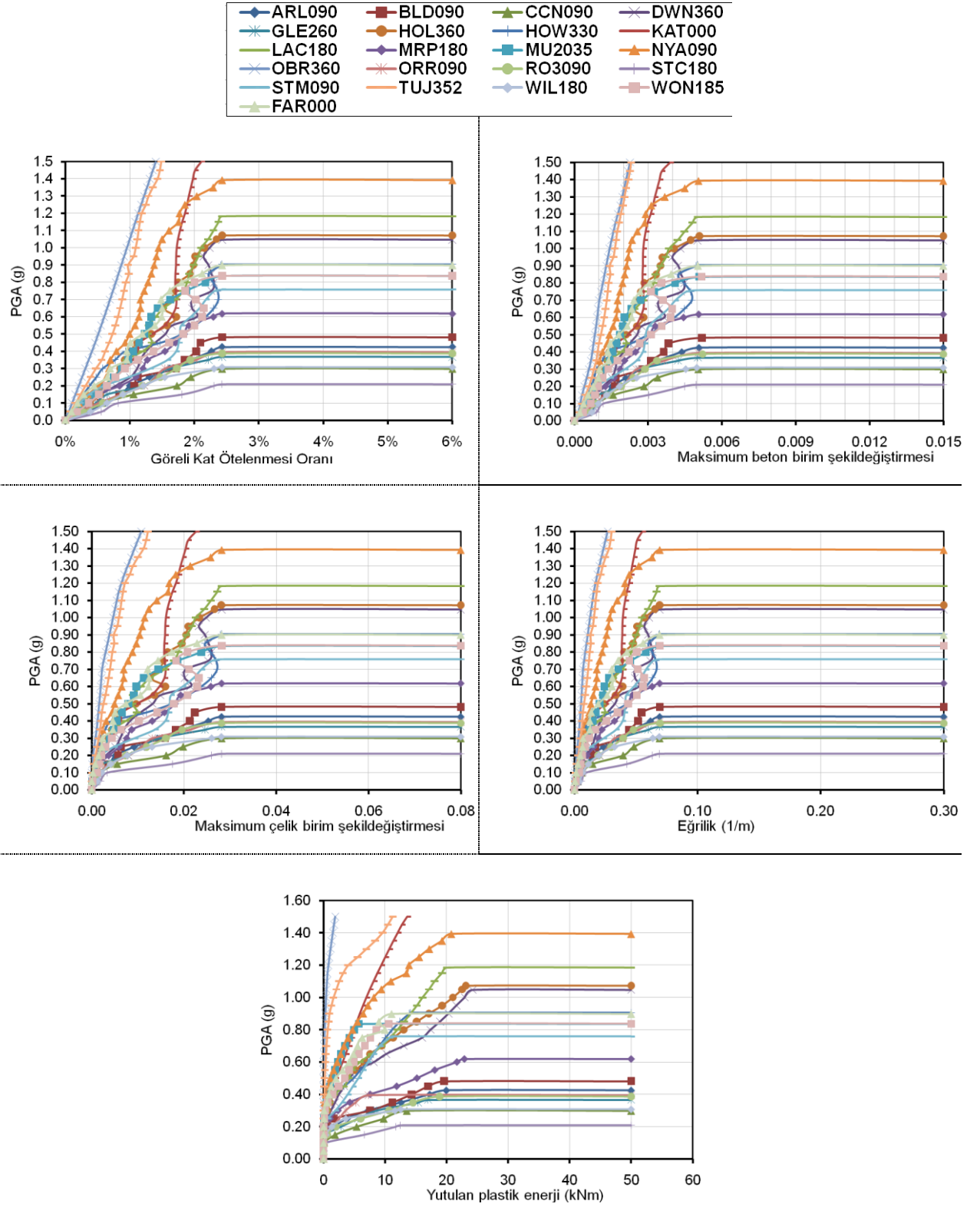
Şekil B.2 : S30_%2 kolonuna ait artımsal dinamik analiz sonuçlarının PGA ile değişimi



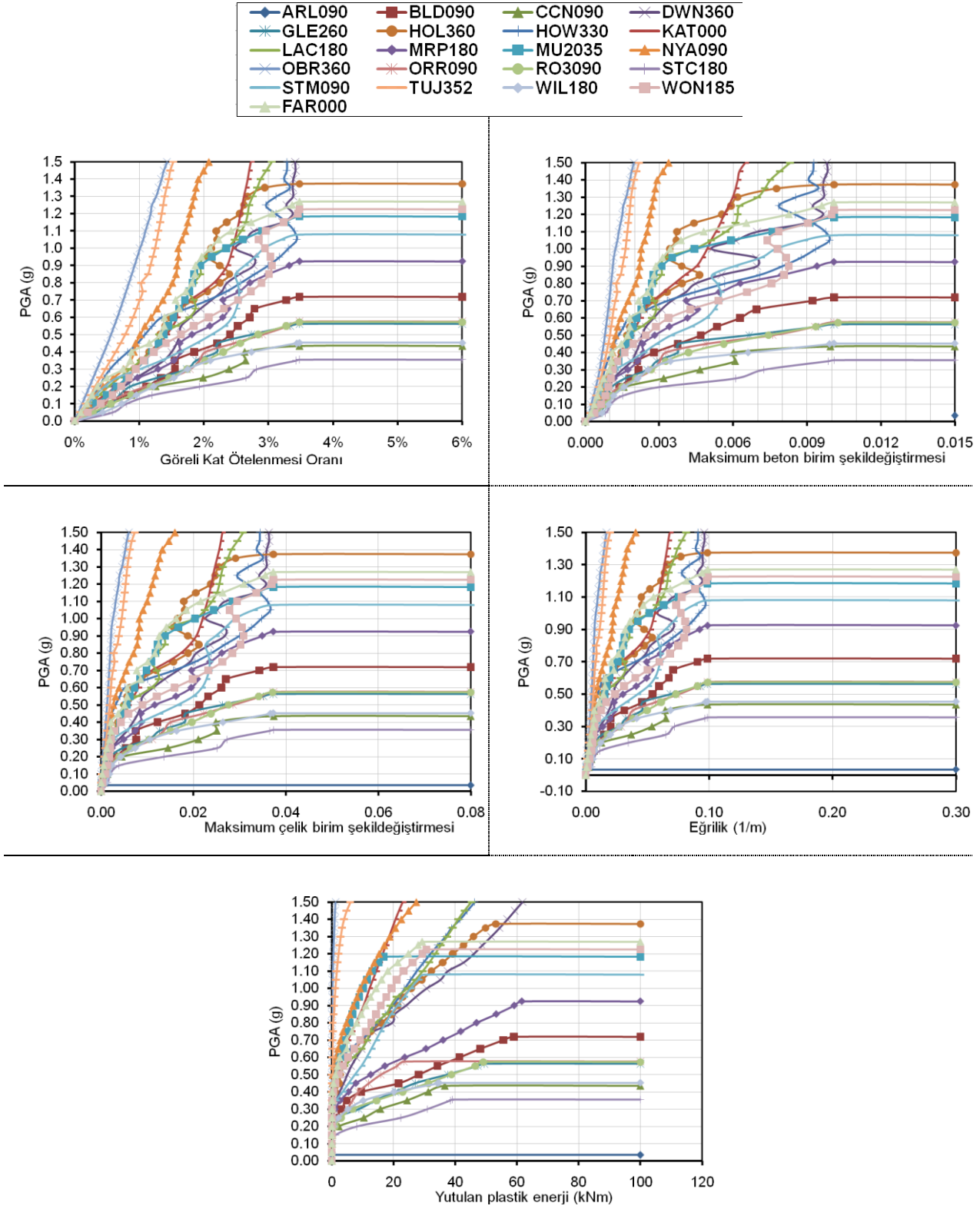
Şekil B.3 : S40_%1 kolonuna ait artımsal dinamik analiz sonuçlarının PGA ile değişimi



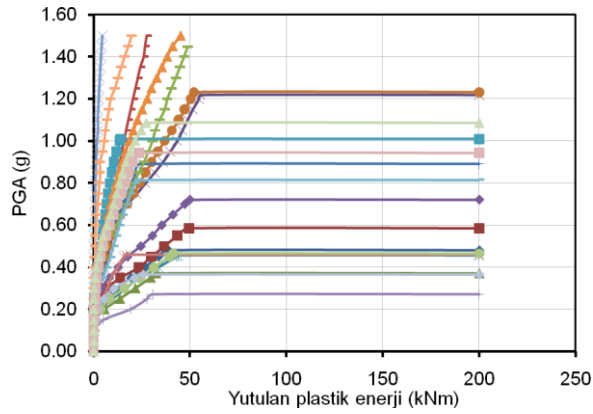
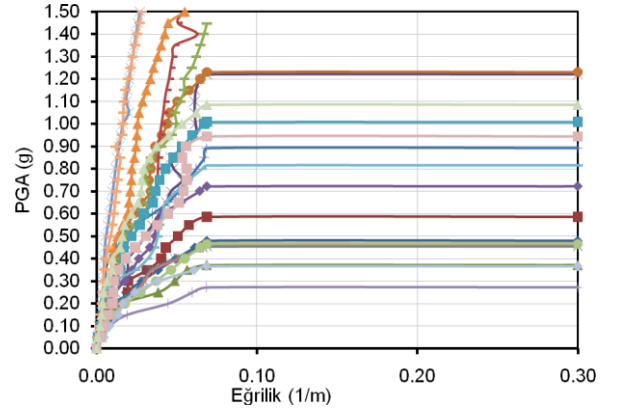
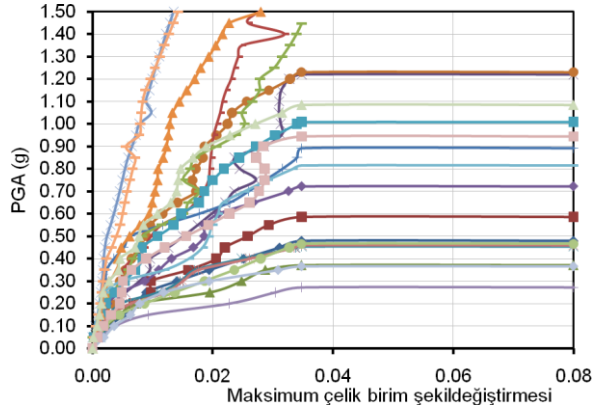
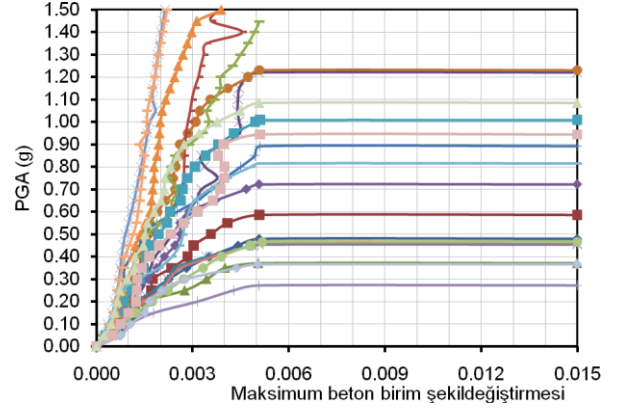
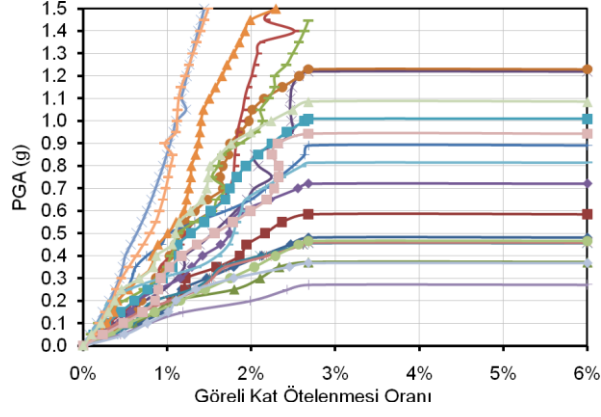
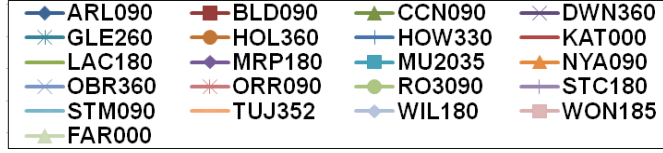
Şekil B.4 : S40_%2 kolonuna ait artımsal dinamik analiz sonuçlarının PGA ile değişimi



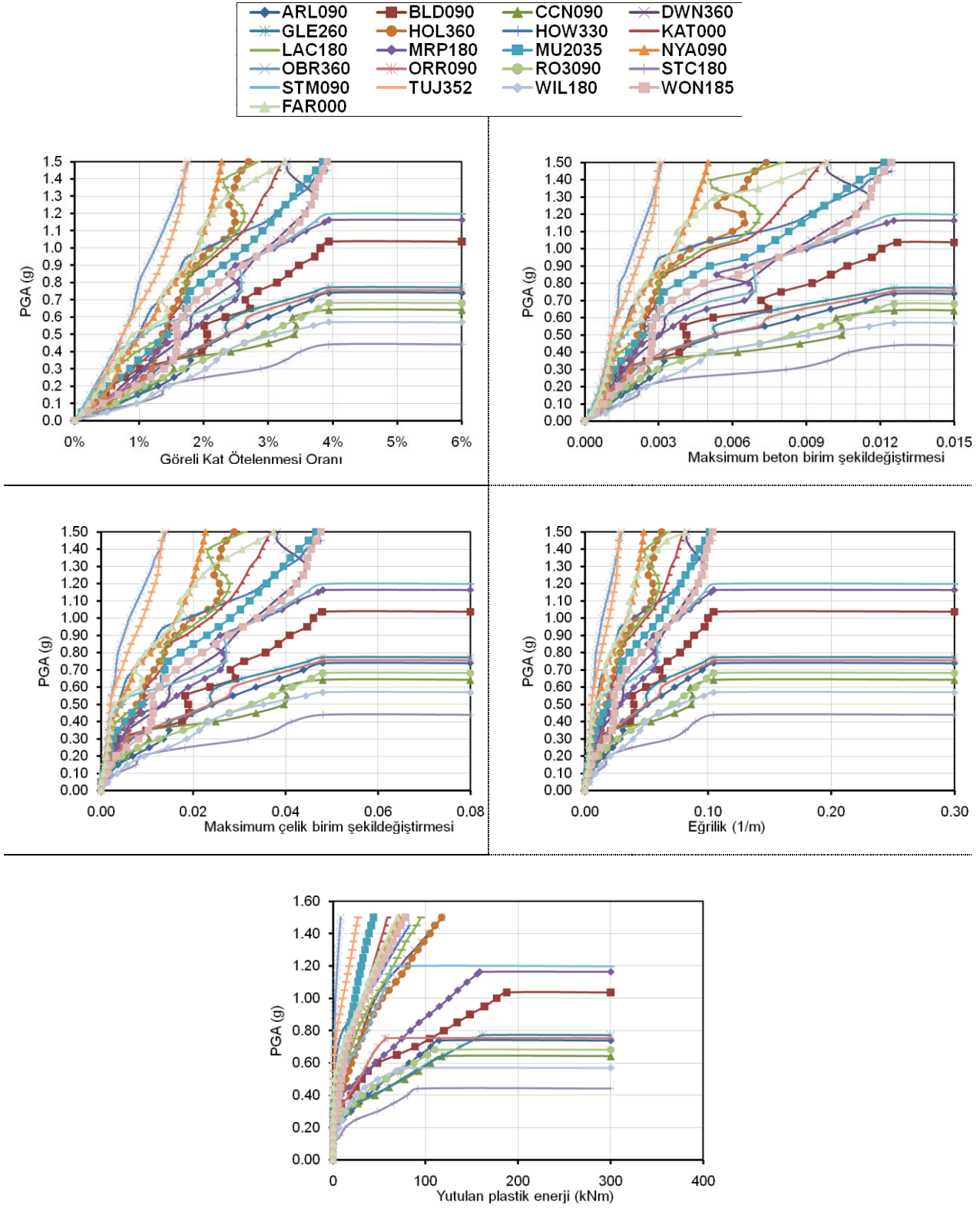
Şekil B.5 : S50_%1 kolonuna ait artımsal dinamik analiz sonuçlarının PGA ile değişimi



Şekil B.6 : S50_%2 kolonuna ait artımsal dinamik analiz sonuçlarının PGA ile değişimi

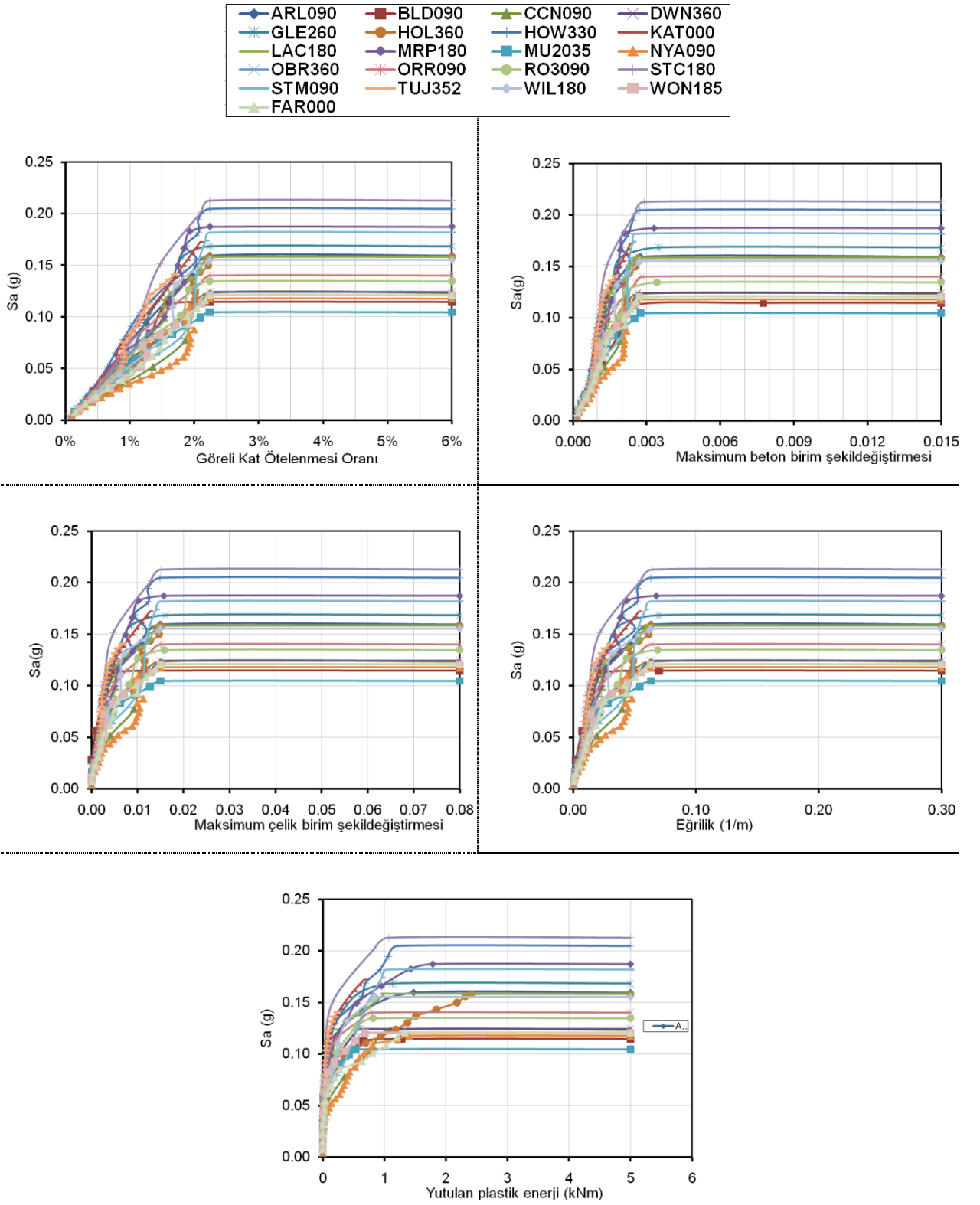


Şekil B.7 : S60_%1 kolonuna ait artımsal dinamik analiz sonuçlarının PGA ile değişimi

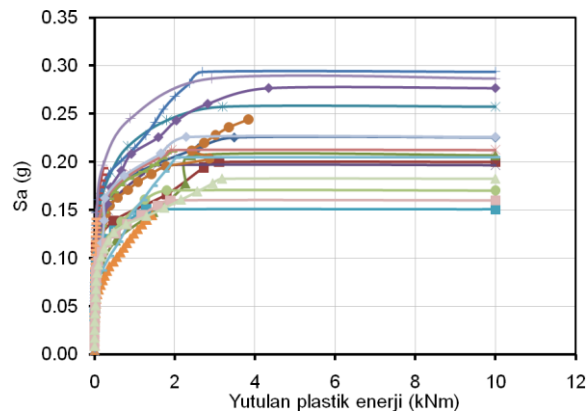
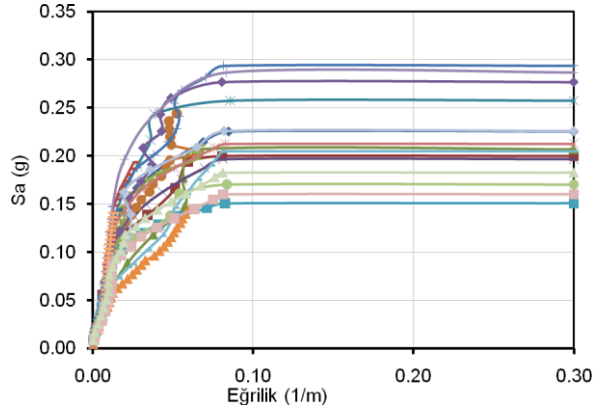
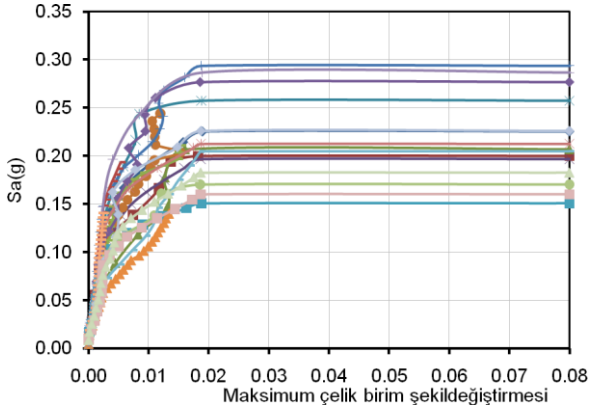
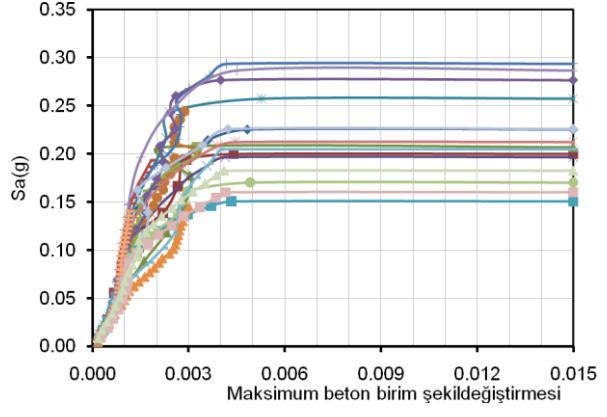
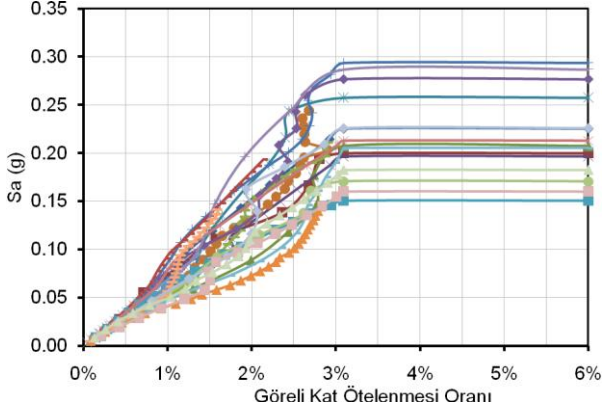
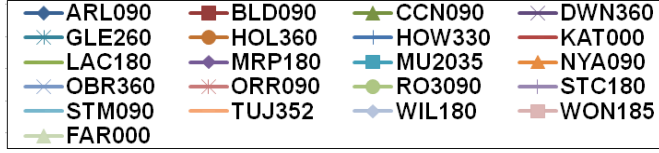


Şekil B.8 : S60_%2 kolonuna ait artımsal dinamik analiz sonuçlarının PGA ile değişimi

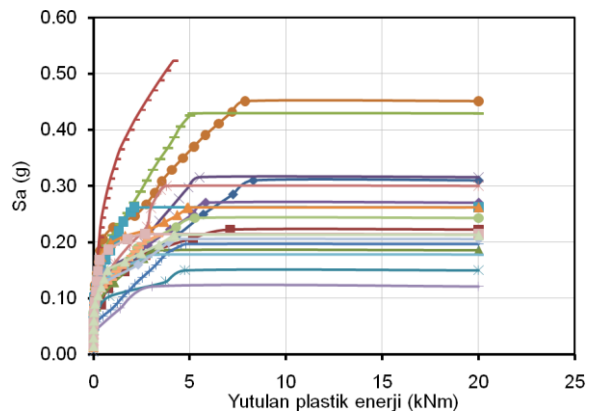
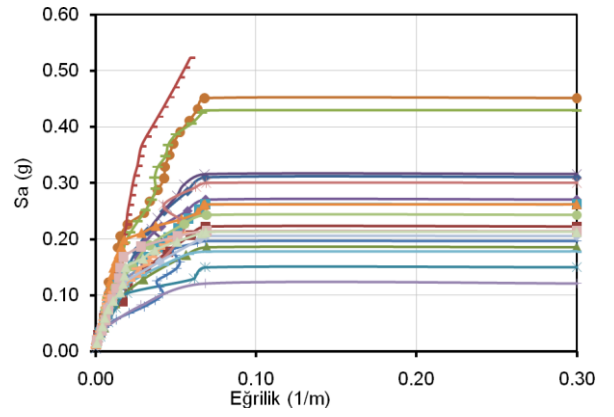
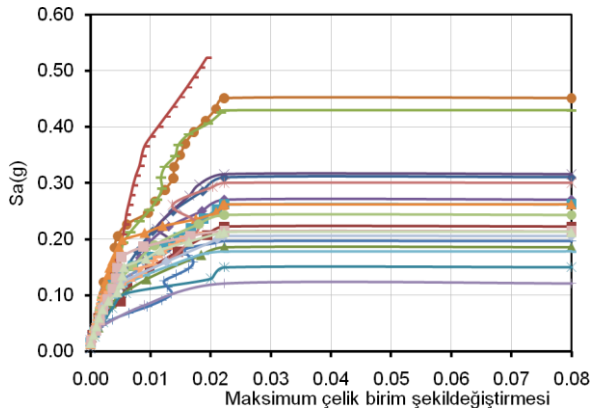
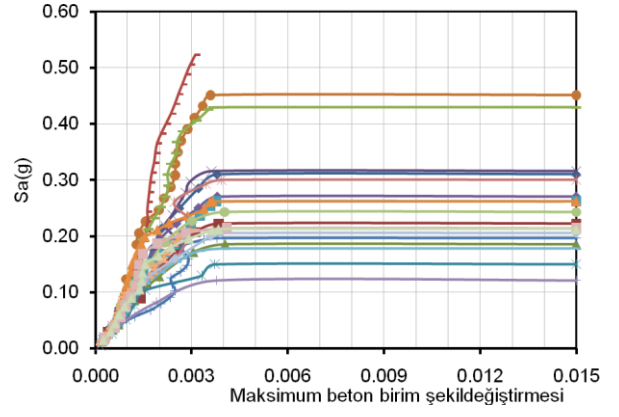
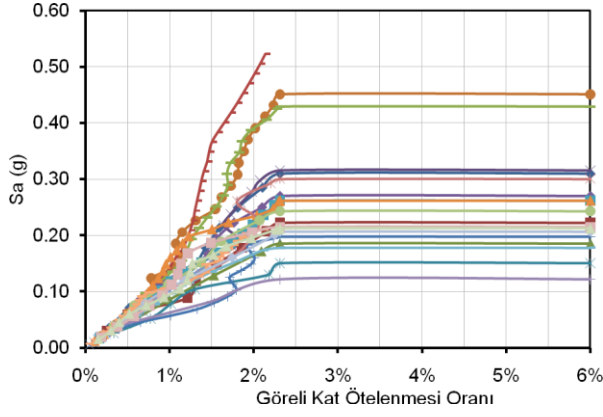
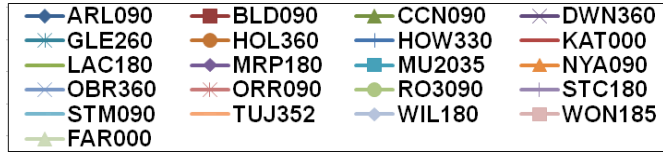
EK C.1



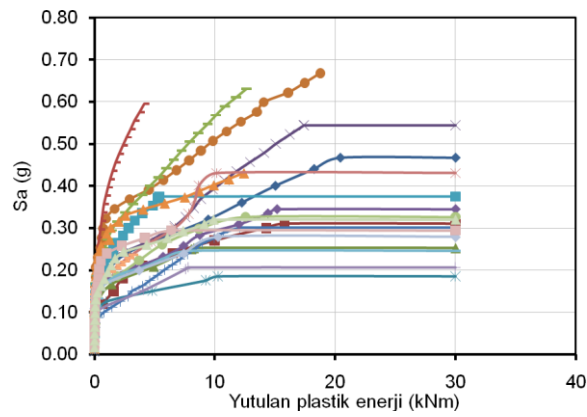
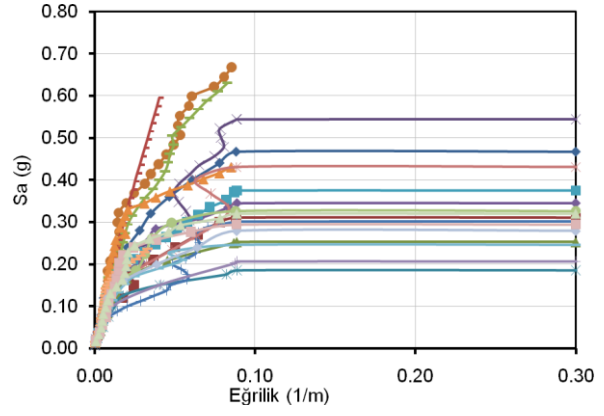
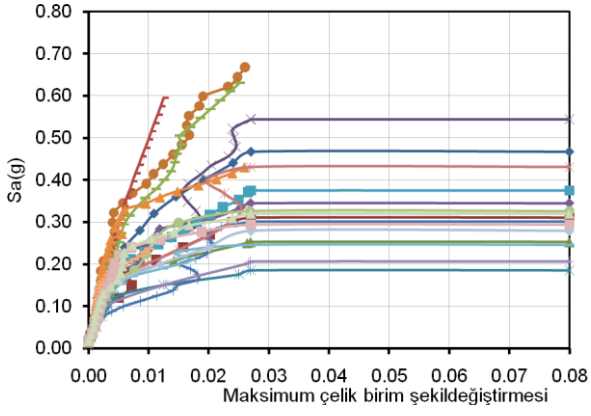
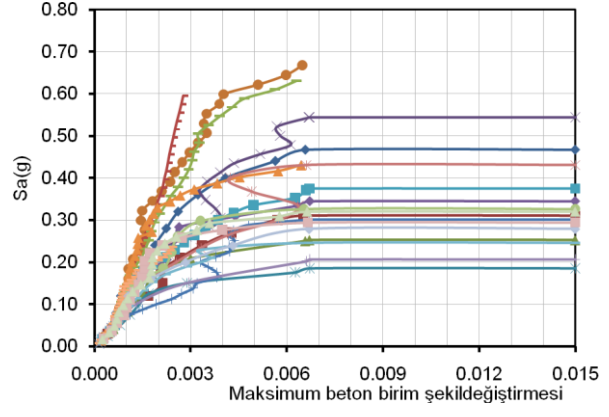
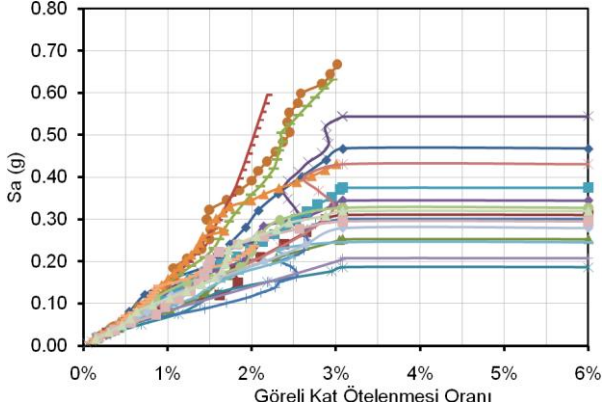
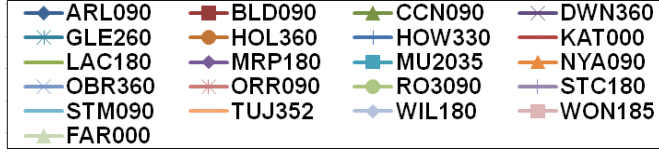
Şekil C.1 : S30_%1 kolonuna ait artımsal dinamik analiz sonuçlarının Sa ile değişimi



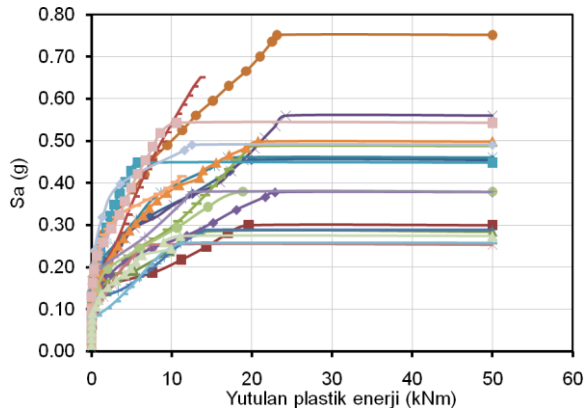
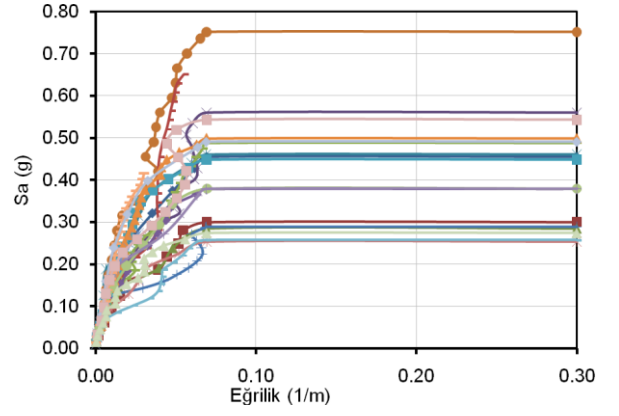
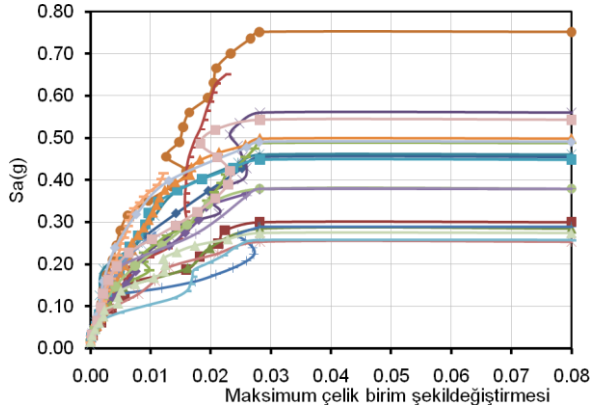
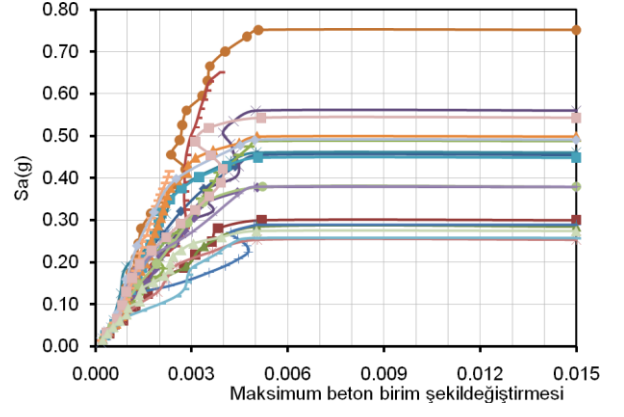
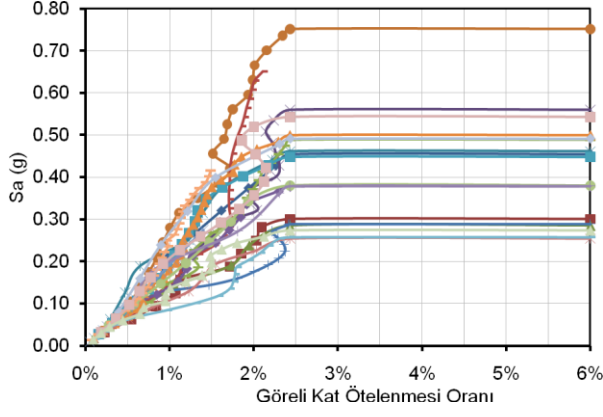
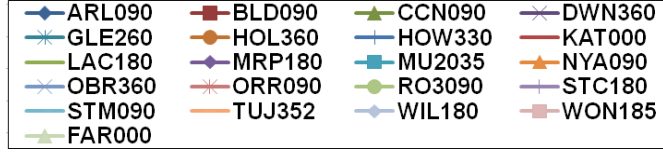
Şekil C.2 : S30_%2 kolonuna ait artırsal dinamik analiz sonuçlarının Sa ile değişimi



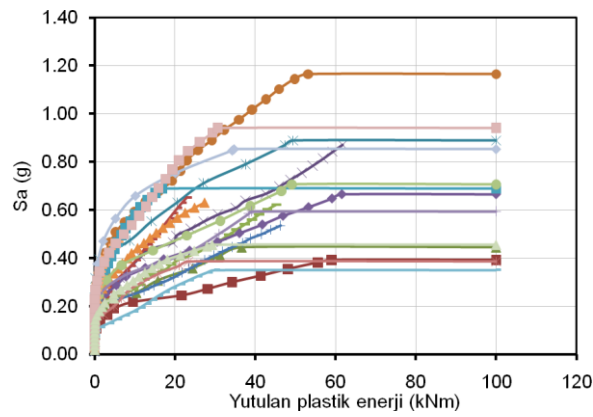
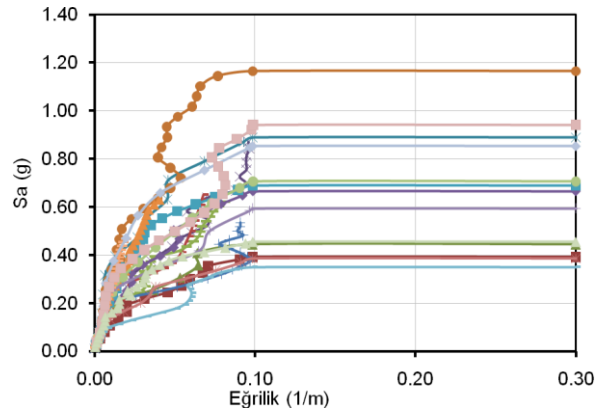
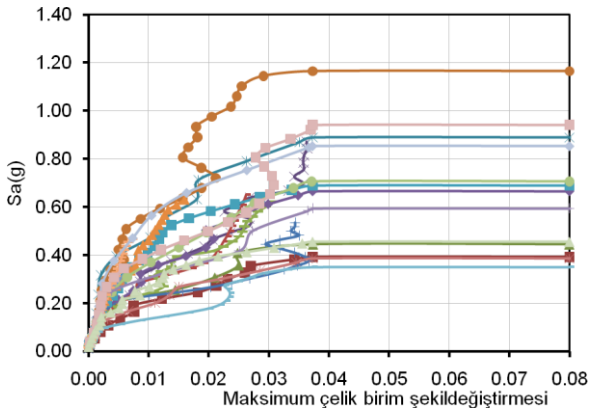
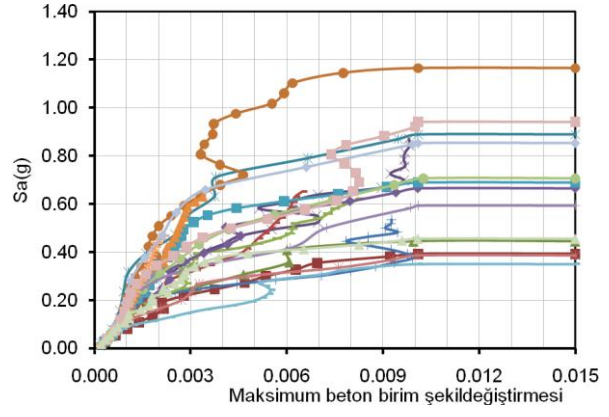
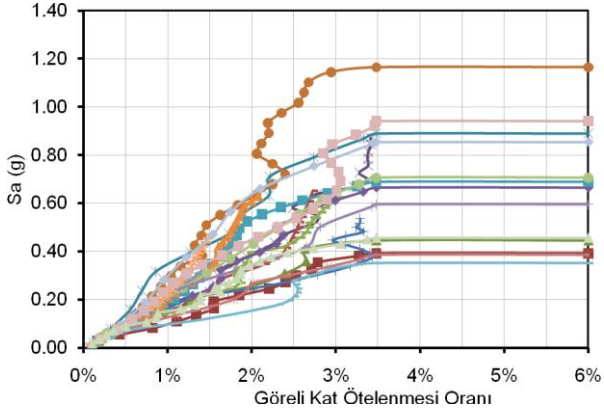
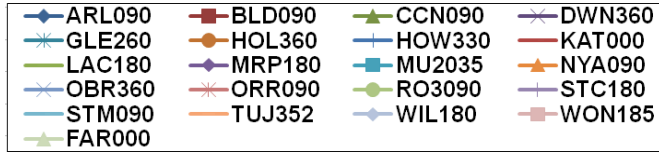
Şekil C.3 : S40_%1 kolonuna ait artımsal dinamik analiz sonuçlarının Sa ile değişimi



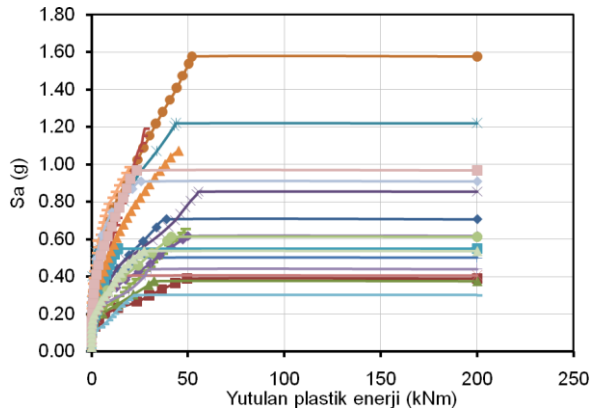
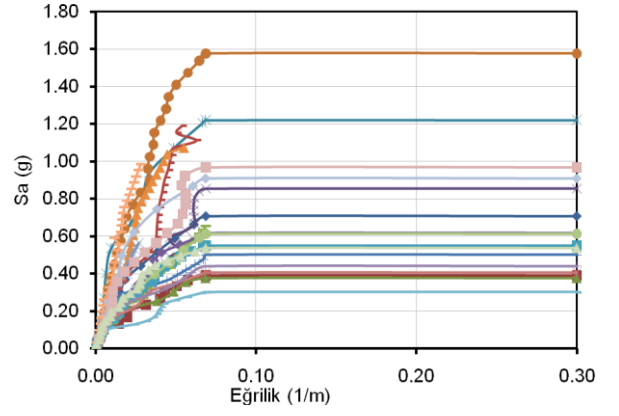
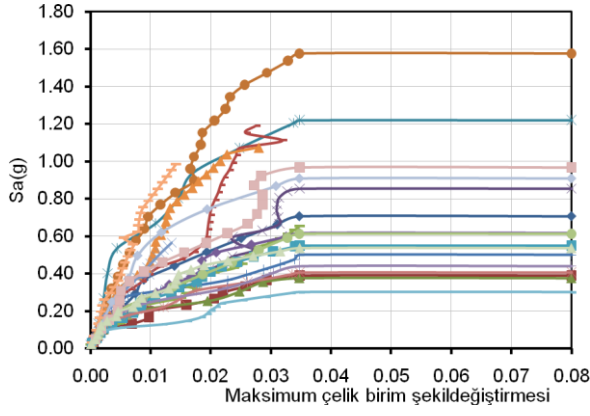
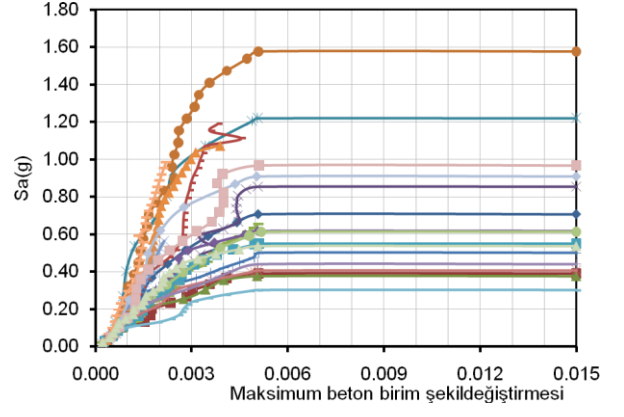
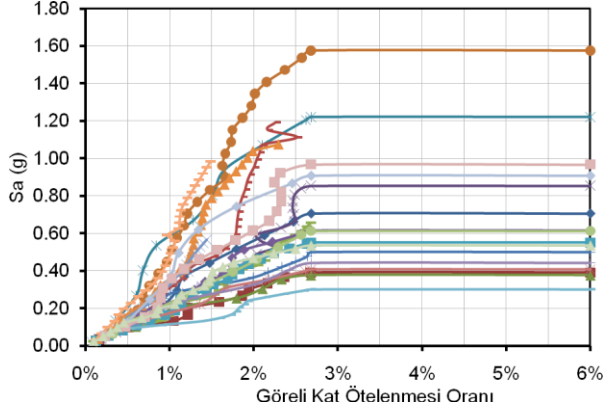
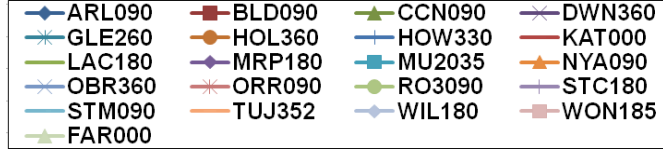
Şekil C.4 : S40_%2 kolonuna ait artımsal dinamik analiz sonuçlarının Sa ile değişimi



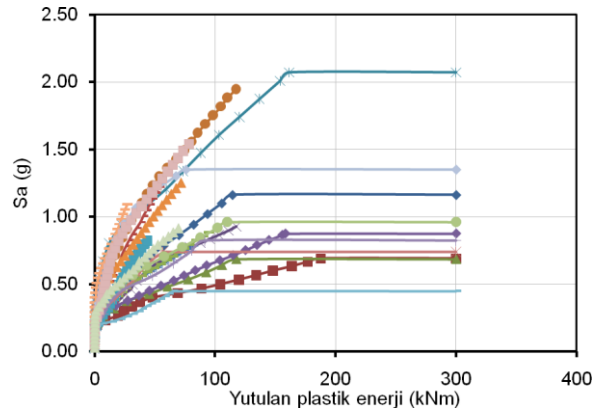
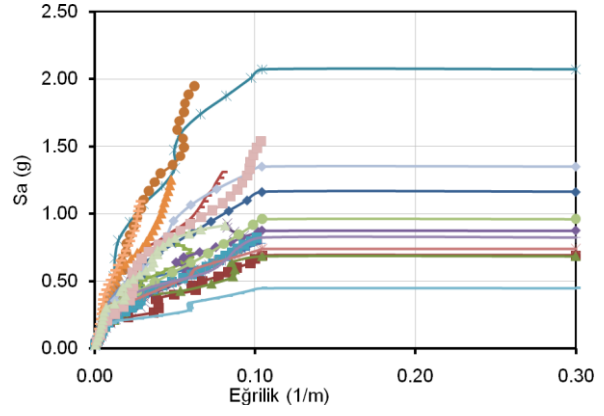
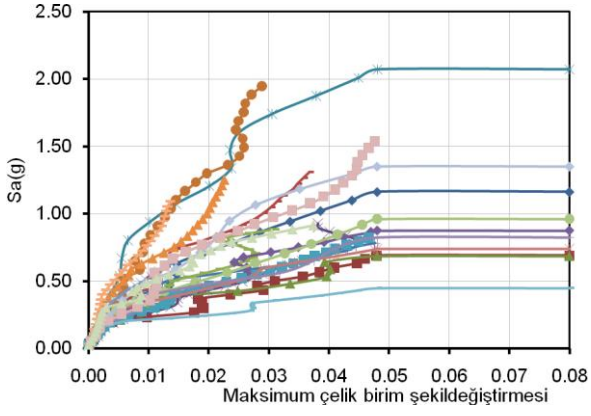
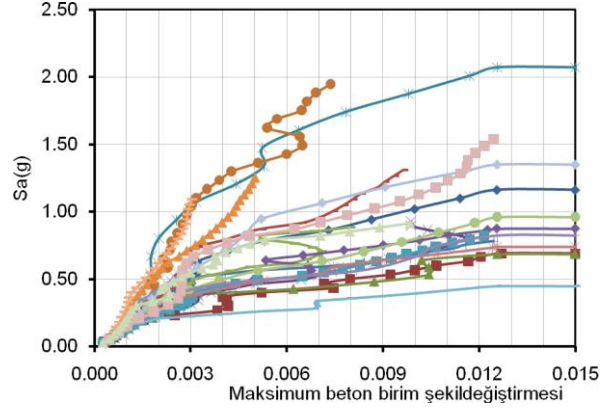
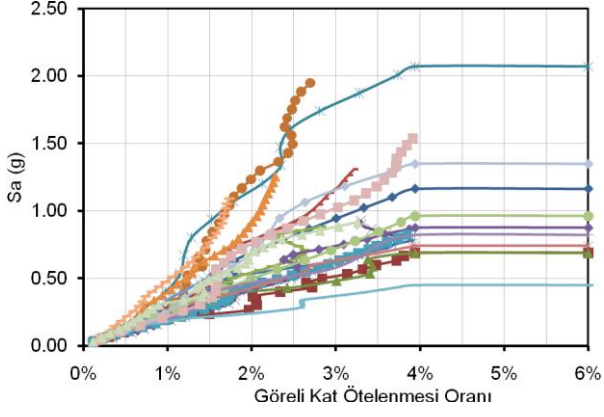
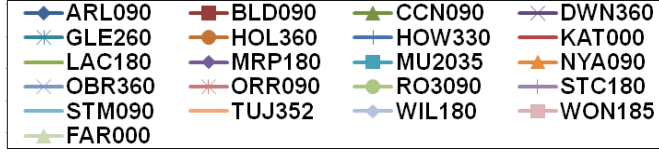
Şekil C.5 : S50_%1 kolonuna ait artımsal dinamik analiz sonuçlarının Sa ile değişimi



Şekil C.6 : S50_%2 kolonuna ait artımsal dinamik analiz sonuçlarının Sa ile değişimi

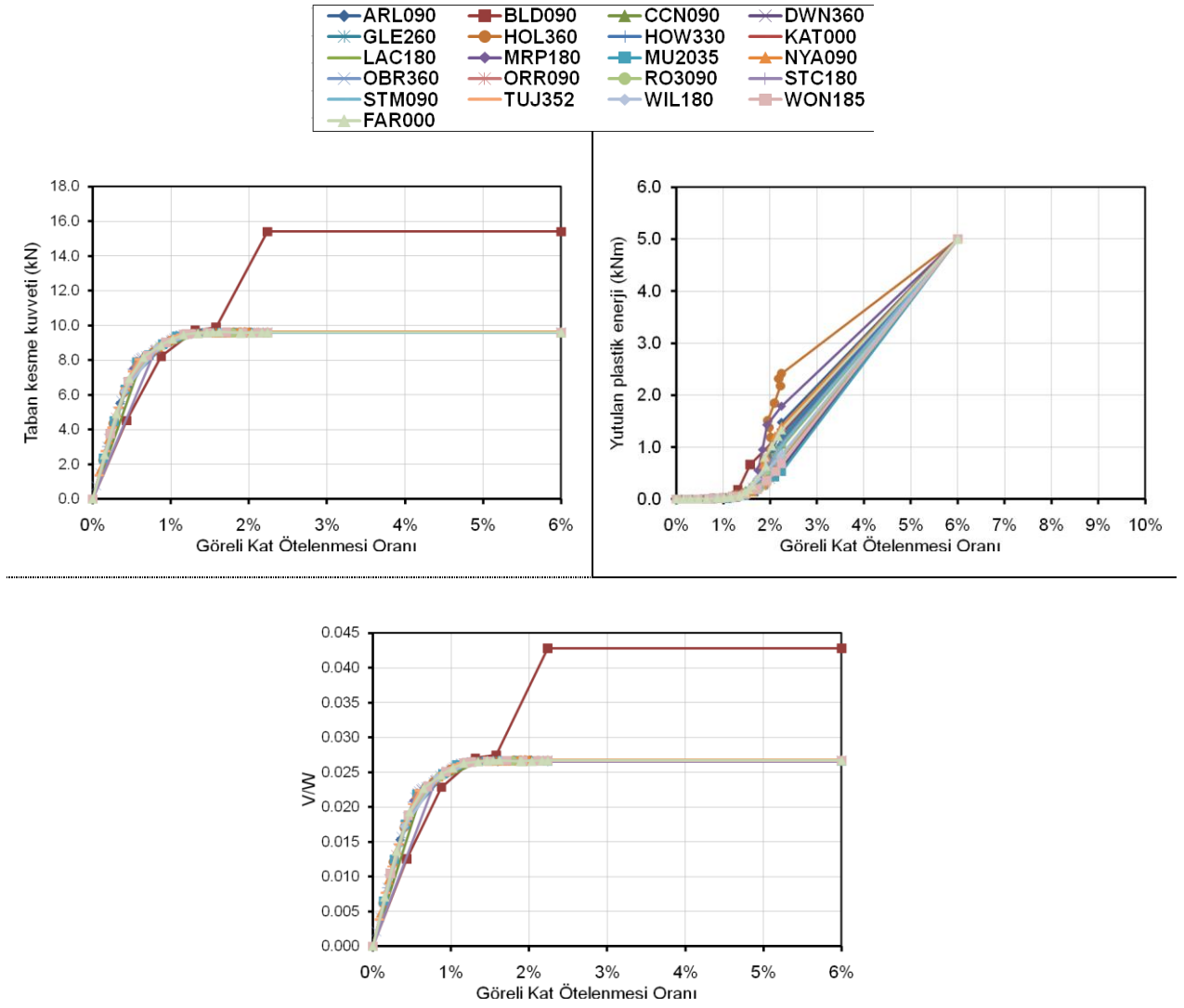


Şekil C.7 : S60_%1 kolonuna ait artımsal dinamik analiz sonuçlarının Sa ile değişimi

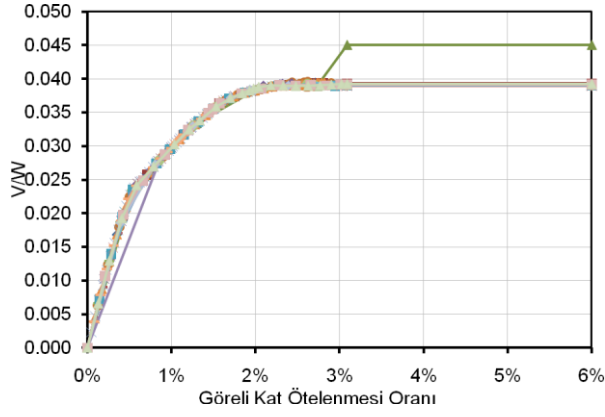
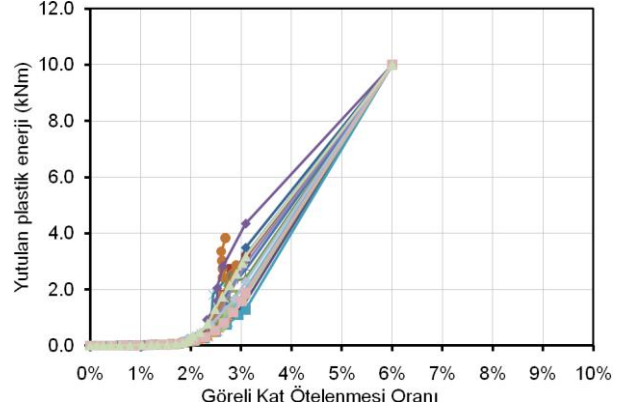
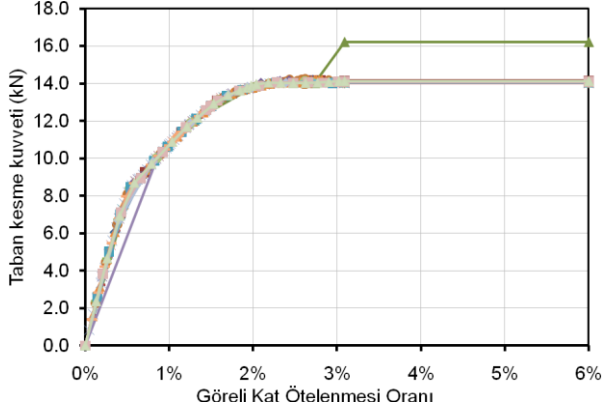
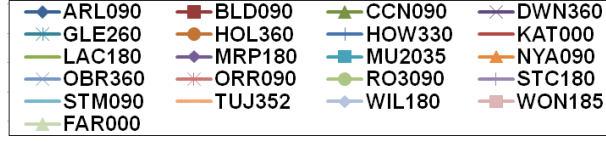


Şekil C.8 : S60_%2 kolonuna ait artırsal dinamik analiz sonuçlarının Sa ile değişimi

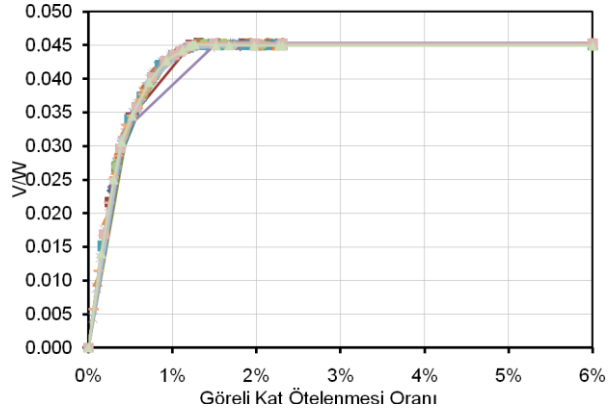
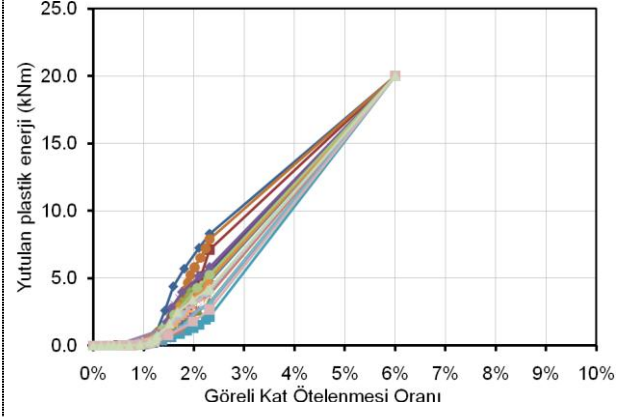
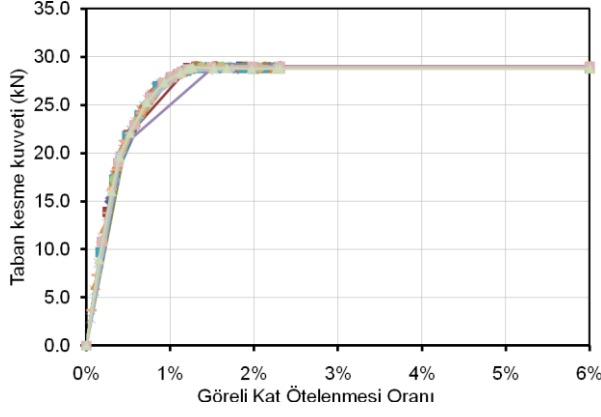
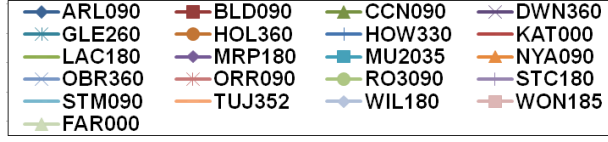
EK D.1



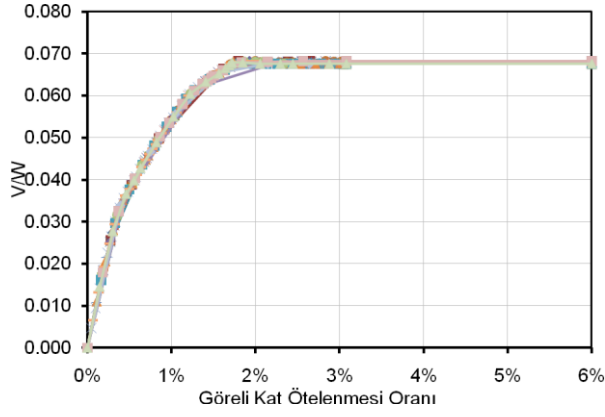
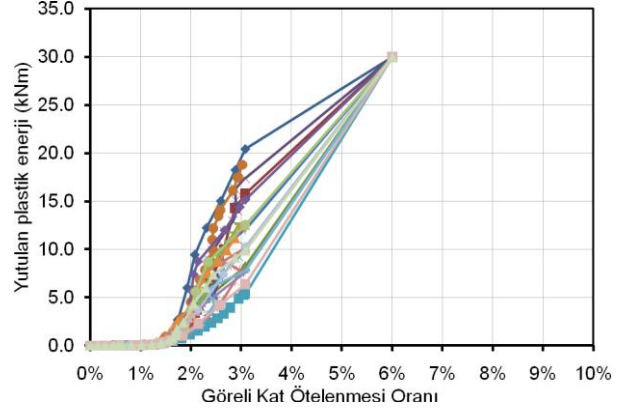
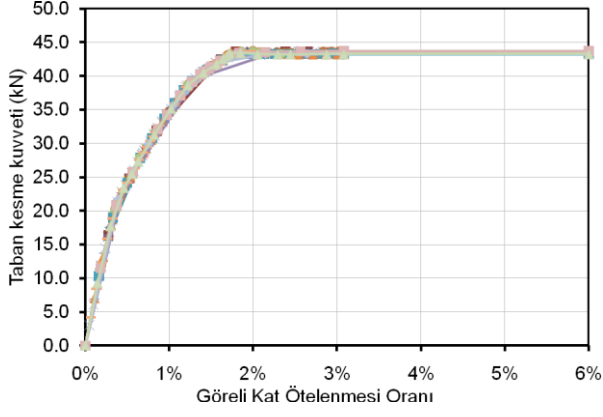
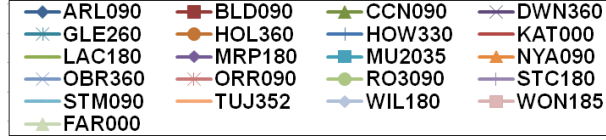
Şekil D.1 : S30_%1 kolonuna ait artımsal dinamik analiz sonuçlarının görelî kat ötelenmesi ile değışmi.



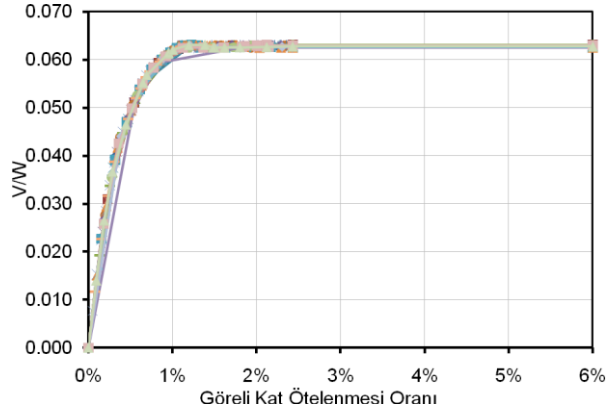
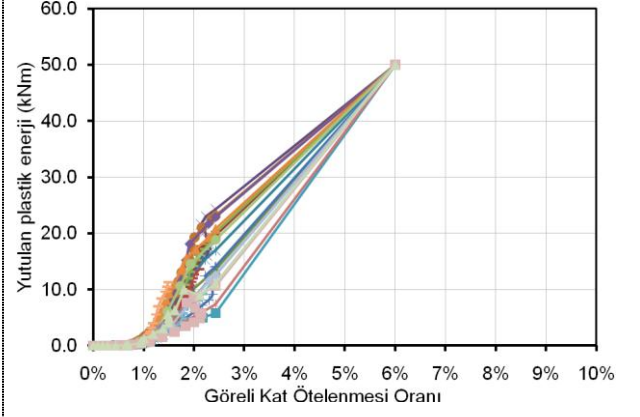
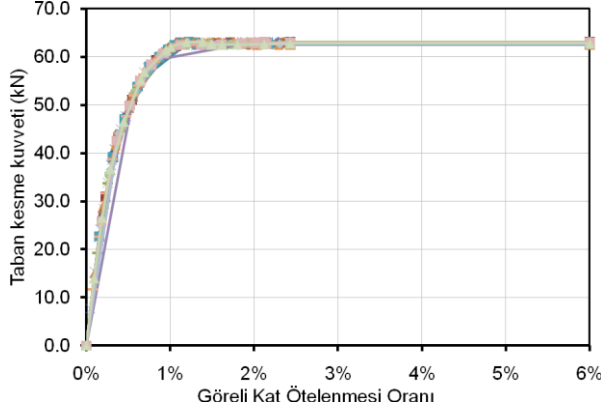
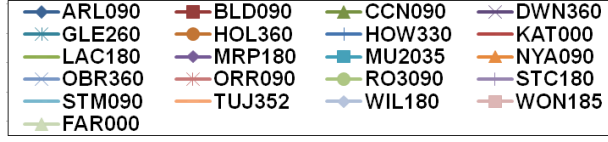
Şekil D.2 : S30_%2 kolonuna ait artımsal dinamik analiz sonuçlarının görelî kat ötelenmesi ile değişmi.



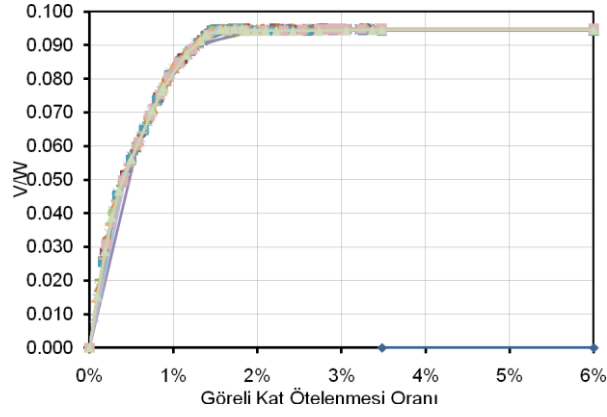
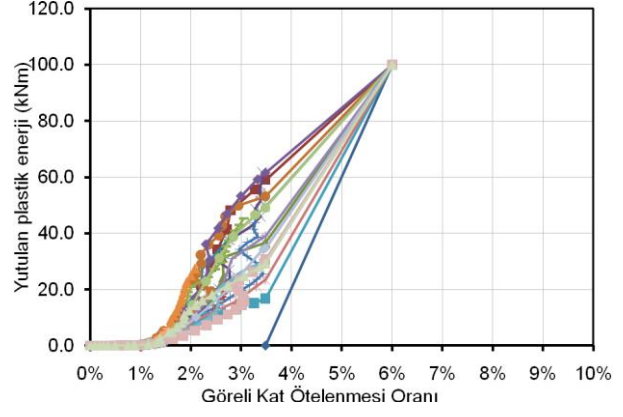
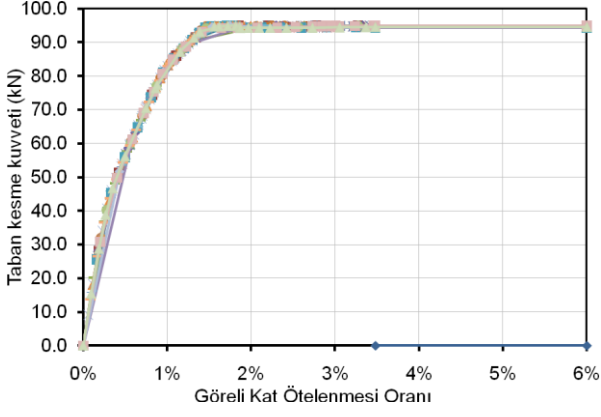
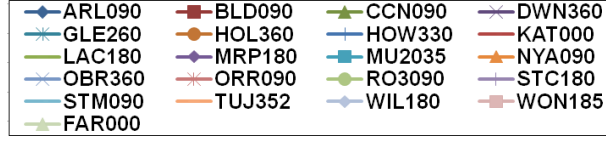
Şekil D.3 : S40_%1 kolonuna ait artımsal dinamik analiz sonuçlarının görelî kat ötelenmesi ile değışimi.



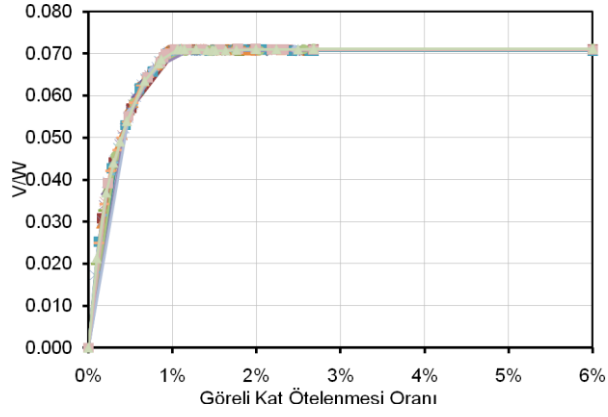
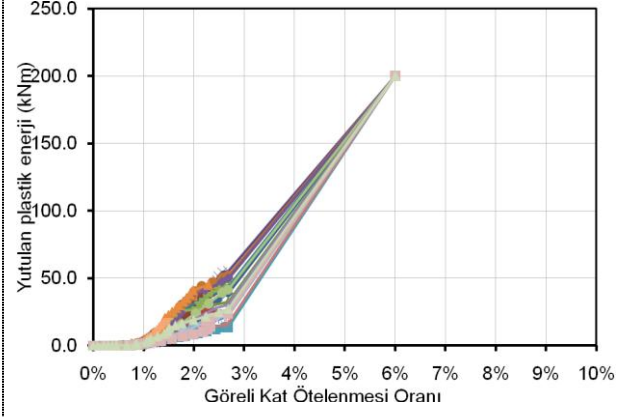
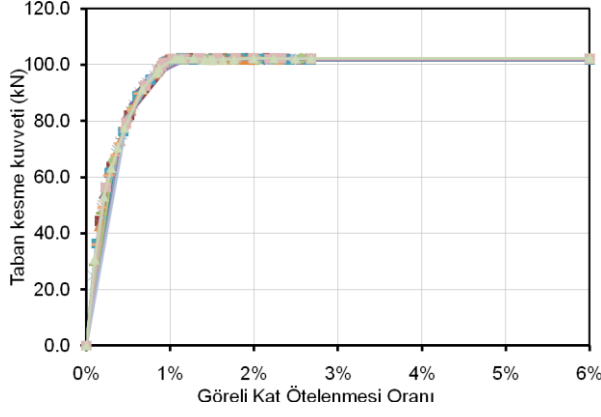
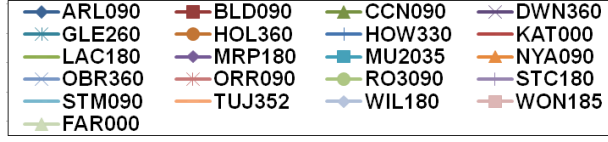
Şekil D.4 : S40_%2 kolonuna ait artımsal dinamik analiz sonuçlarının görelî kat ötelenmesi ile değişmi.



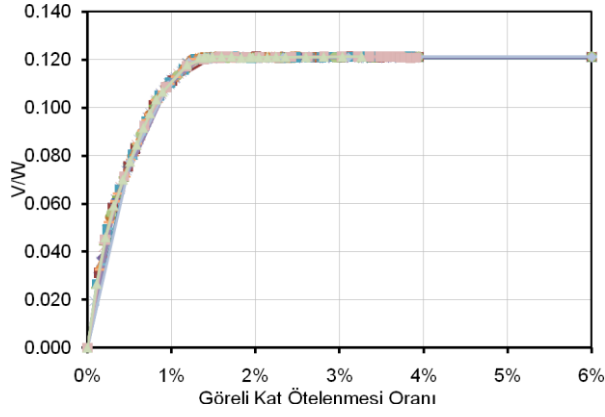
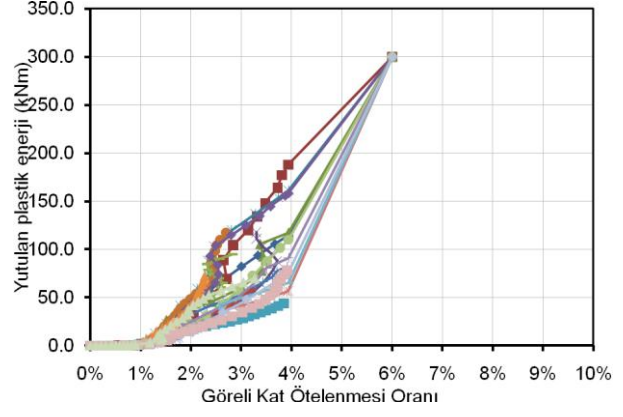
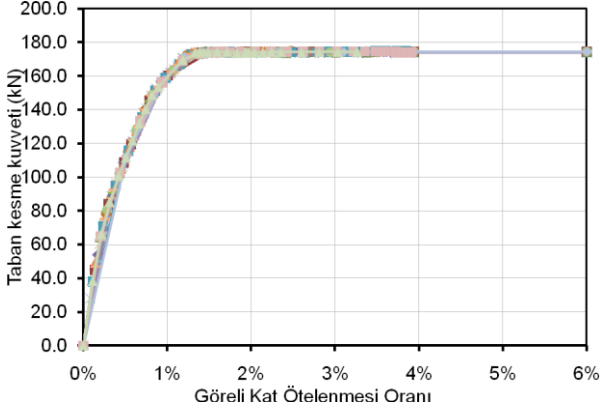
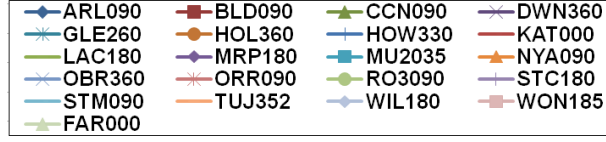
Şekil D.5 : S50_%1 kolonuna ait artımsal dinamik analiz sonuçlarının görelî kat ötelenmesi ile değışimi.



Şekil D.6 : S50_%2 kolonuna ait artımsal dinamik analiz sonuçlarının görelî kat ötelenmesi ile değışimi.



Şekil D.7 : S60_%1 kolonuna ait artımsal dinamik analiz sonuçlarının görelî kat ötelenmesi ile değışimi.



Şekil D.8 : S60_%2 kolonuna ait artımsal dinamik analiz sonuçlarının görelî kat ötelenmesi ile değişmi.

ÖZGEÇMİŞ

Ad Soyad: Tuğba AVCI ÖZSOY

Doğum Yeri ve Tarihi: Bartın / 05.02.1983

Adres: Libadiye cad. Zümrüt sk. No:36/6 Üsküdar / İSTANBUL

Lisans Üniversitesi: İstanbul Teknik Üniversitesi, Jeofizik Mühendisliği Bölümü

İstanbul Teknik Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü

Yayın Listesi:

- Avcı, T., Taymaz, T., 2007: 24 October 2006 Gulf of Gemlik Earthquake Source Mechanism Solution. *International Earthquake Symposium*, October 22-24, 2007 Kocaeli, Turkey.