



NONLINEAR PUSH OVER ANALYSIS FOR HIGH RISE R/C FRAME STRUCTURES

Armağan KORKMAZ*

*Süleyman Demirel Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü Çünür, Isparta
armagan@mmf.sdu.edu.tr

ABSTRACT

Performance based design is commonly used to evaluate the nonlinear behavior and seismic demands of structures under earthquake effects by performing pushover and time history analyses. It is suggested to use the pushover analysis for performance based design in FEMA and ATC which are pre-standard for retrofitting and design. It is a fact that time history analysis is more accurate but time consumer and very complicated. Due to the technical difficulties in Nonlinear time history analysis, Push Over analysis is suggested for nonlinear earthquake evaluation.

The main purpose of this recent study is to evaluate the push over analysis for high rise frame structures with various load distributions (patterns) and variety of natural periods by performing pushover and nonlinear dynamic time history analyses. The load distributions for pushover analyses are chosen as rectangular and triangular which are commonly used. The four frame structures used in this study are typically reinforced concrete (R/C) high rise frame structures with different natural periods. To evaluate the results from the pushover analyses for different load distributions, the nonlinear dynamic time history analyses are performed with 30 real earthquake ground motions records. The records are from 30 different stations during various earthquakes all over the world.

Key Words: *Performance Based Design, Push Over Analysis, Dynamic Time History Analysis*

ÇOK KATLI BETONARME ÇERÇEVE YAPILARIN ARTIMSAL İTME ANALİZLERİ

ÖZET

Yapıların deprem yükleri altında sismik davranışlarının belirlenmesinde kullanılan performansla ilgili analiz yöntemlerinde kullanılan iki temel doğrusal olmayan analiz yönteminden söz etmek mümkündür. Bunlar, artımsal itme ve zaman tanım alanında dinamik analiz yöntemleridir. Ön standart niteliğinde olan birçok yayında doğrusal olmayan analizlerden artımsal itme analizlerinin kullanılması önerilmektedir. Bunun başlıca sebebi, zaman tanım alanında dinamik analizin daha gerçekçi olmasına rağmen artımsal itme analizlerinin daha kolay uygulanabilir olmasıdır.

Bu çalışmada çok katlı betonarme yapılar ele alınmış ve bu yapılar için yapılan artımsal itme analizlerinin doğrulukları üzerinde çalışılmıştır. Farklı yük dağılımları altında, çok katlı betonarme çerçeve yapıların artımsal itme analiz sonuçları incelenmiştir. Çalışmada 10, 12, 14 katlı ve 16 katlı betonarme çerçeve yapı ele alınmış ve artımsal itme analizi için dikdörtgen ve üçgen yük dağılımları uygulanmıştır. Zaman tanım alanında dinamik analizlerinde 30 farklı deprem verisi kullanılmıştır. Çok katlı betonarme yapılar için artımsal itme ve zaman tanım alanında dinamik analiz sonuçları, artımsal itme analizlerinin kullanılabilirliklerinin değerlendirilmesi amacı ile karşılaştırılmıştır.

Anahtar Kelimeler: *Çok katlı Betonarme Çerçeve Yapılar, Artımsal itme analizi, Zaman tanım alanında dinamik analizi*

1. GİRİŞ

Ön standart niteliğinde olan, Applied Technology Council tarafından yayımlanan ATC 40'da ve Federal Emergency Management Agency tarafından yayımlanan FEMA 273, 274, 356 ve 440'da, performansla ilgili analizde kullanılan hesap yöntemleri açıklanmış; artımsal itme ve zaman tanım alanındaki analizleri detaylı olarak ele alınmıştır. Birçok yayında zaman tanım alanında dinamik analizin daha gerçekçi sonuçlar verdiği vurgulanmaktadır ve yöntemlerin sonuçlarının gerçeğe yakınlığı zaman tanım alanında dinamik analiz sonuçları ile karşılaştırılmaktadır [1-4].

Bu çalışma kapsamında farklı yük dağılımları için çok katlı betonarme çerçeve sistemlerin doğrusal olmayan analizleri gerçekleştirilmiştir. Analizde 10, 12, 14 ve 16 katlı yapı sistemleri seçilmiş ve yük dağılımı olarak dikdörtgen ve üçgen dağılım kullanılmıştır. Ele alınan bu çerçeve yapılar üzerinde DRAIN 2D programı ile hem doğrusal olmayan artımsal itme analizi hem de doğrusal olmayan zaman tanım alanında dinamik analizi gerçekleştirilmiştir [5]. Böylelikle bu çalışma sonucunda bu iki analizin sonuçları çok katlı betonarme yapılar için karşılaştırılmalı olarak sunulmuştur.

Günümüzdeki mevcut Performans analiz yöntemleri, FEMA ve ATC'nin yayınladıkları yönetmeliklerde detaylı olarak verilmiştir. Performans analizlerinin geliştirilmesi için doğrusal olmayan analizlerin geliştirilmesi ve yöntemlerin uygulanabilir hale getirilmesi gereklidir [1-4]. Performansla ilgili analizlerinin gerçekleştirilmesinde artımsal itme

analizleri ve zaman tanım alanında dinamik analizler kullanılmaktadır. Zaman tanım alanında dinamik analizin uygulamadaki zorlukları, artımsal itme analizlerinin kullanılmasındaki önemli bir etkidir.

Sunulan Çalışmada artımsal itme analizlerinin çok katlı betonarme yapılarıdaki sonuçları üzerinde durulmuştur. Farklı yük dağılımları için artımsal itme analizleri yapılmış, bu analizler 30 deprem verisi için yapılan zaman tanım alanında dinamik analizleri ile karşılaştırılmıştır. 30 deprem verisi 4 yapıya ayrı ayrı etkiltilmiştir.

2. ÖRNEK BETONARME ÇERÇEVE YAPI SİSTEMLERİ

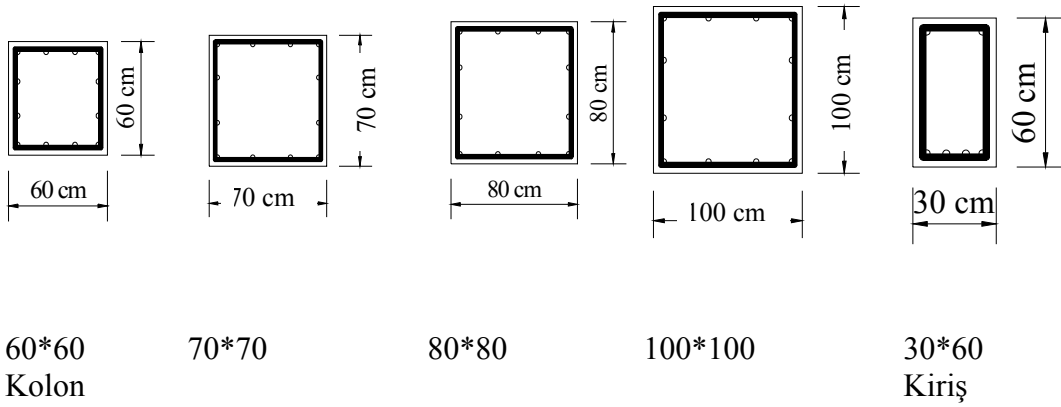
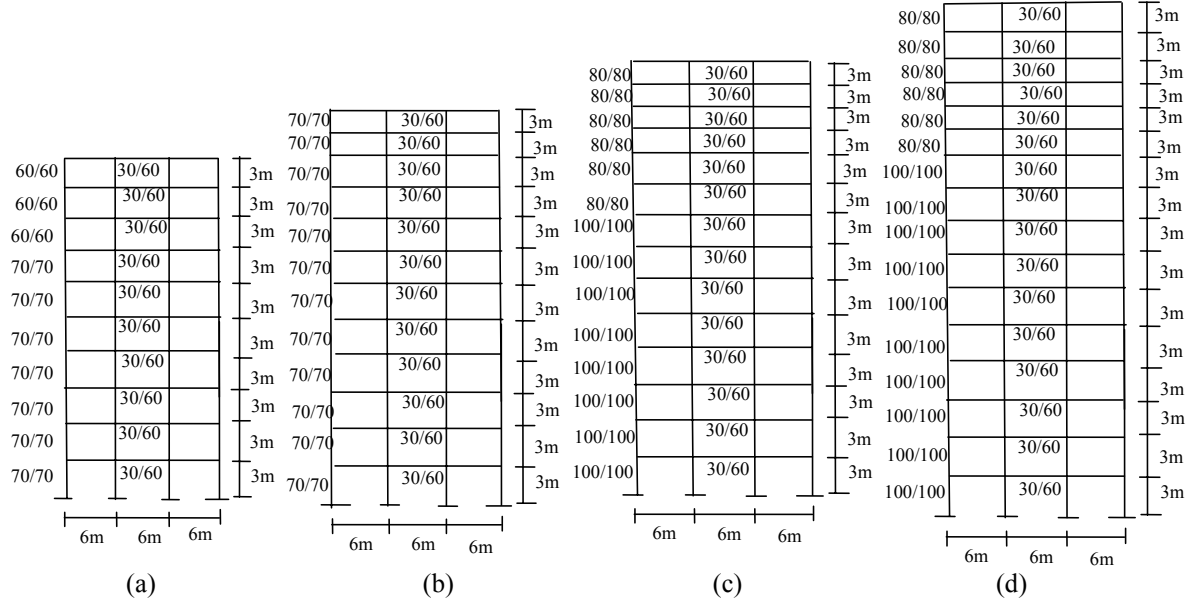
Çalışmada çok katlı betonarme çerçeve yapıların sismik taleplerinin performansa bağlı analizi için gerçekleştirilmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla çok katlı yapıları temsil eden 10, 12, 14 ve 16 katlı betonarme çerçeve yapılar seçilmiştir. Seçilen bu çok katlı betonarme çerçeve yapılar ve kesitleri Şekil 1’de gösterilmektedir. Betonarme çerçeve yapılar TS 500 ve Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkındaki Yönetmeliğe göre boyutlandırılmışlardır [6,7]. Yapıların önem katsayısı 1, zemin sınıfı ise Z1 olarak alınmıştır. Sabit, hareketli ve sismik yükler tasarımda hesaba katılmıştır. Tüm betonarme çerçeve yapılar üç açıklıklı olarak ele alınmıştır. Her açıklık 6 m alınmıştır. Kat yüksekliği 3 m’dir. Kolonların zemine ankastre olarak mesnetlendiği düşünülmüştür. Akma Dayanımı 420 Mpa, betonun basınç dayanımı ise 20 Mpa olarak alınmıştır. Hesaplarda kat ağırlıkları 400kN olarak alınmıştır. DRAIN 2D ile yapılmış olan analizlerde kiriş ve kolonların kesme dayanımları kontrol edilmiş ve kesme dayanımlarının sağlandığı belirlenmiştir [5].

10 katlı çerçeve yapının doğal periyodu 0.72 s ve tüm kirişlerinin kesitleri dikdörtgen ve 30/60 ve $A_s = 4500 \text{ mm}^2$ ’dir. Kolon boyutları ise kare ve ilk yedi kat için 70/70, $A_s = 10200 \text{ mm}^2$ ’dir. Son üç kat için ise 60/60 ve $A_s = 7500 \text{ mm}^2$ ’dir.

12 katlı ve 14 katlı yapıların doğal periyotları sırasıyla 0.89 s ve 1.05 s’dir. Her iki yapı için kiriş boyutları dikdörtgen ve 30/60 ve $A_s = 4500 \text{ mm}^2$ ’dir. 12 katlı yapının kolon boyutları, tüm katları için 70/70, $A_s = 102.00 \text{ cm}^2$ ’dir. 14 katlı yapının ilk sekiz katı için 100/100, $A_s = 20540 \text{ mm}^2$ ve son altı katı için 80/80, $A_s = 14515 \text{ mm}^2$ olarak belirlenmiştir.

16 katlı çerçeve yapının doğal periyodu 1.25 s ve tüm kirişlerinin kesitleri dikdörtgen ve 30/60 ve $A_s = 4500 \text{ mm}^2$ ’dir. Yapının kolon boyutları ilk 10 katı için 100/100, $A_s = 20540 \text{ mm}^2$, son altı katı için 80/80, $A_s = 14515 \text{ mm}^2$ olarak belirlenmiştir.

Şekil 1’de betonarme çerçeve yapıların şematik gösterimi ve kolon-kiriş kesit alanları verilmiştir.



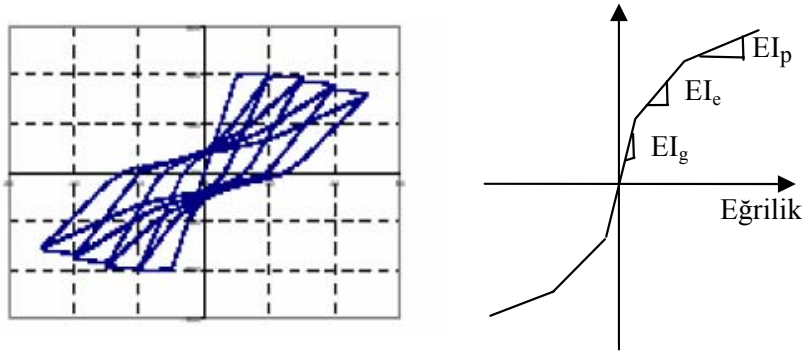
Şekil 1. (a)10 (b)12 (c)14 ve (d) 16 Katlı Betonarme Çerçeve Yapıların Şematik Gösterimi ve Yapıların Kolon-Kiriş Kesitleri

3. BETONARME ÇERÇEVE YAPILARIN DOĞRUSAL OLMAYAN ANALİZLERİ

3.1. Betonarme Çerçeve Yapıların Doğrusal Olmayan Artımsal İtme Analizi

Artımsal itme Analizi temel olarak, yapının yatay kuvvetler altındaki dayanımını ifade eden yatay kuvvet-yer değiştirme ilişkisinin, malzeme ve geometri değişimi bakımından elde edilmesine ve bunun değerlendirilmesine dayanmaktadır. Artımsal itme analizinde elde edilen yatay kuvvet-yer değiştirme eğrisiyle, yapının zayıf elemanları ve yerleri, olabilecek kısmi veya toptan göçme mekanizması durumları, tüm yapının ve elemanların deformasyon talepleri belirlenebilmektedir [8,9]. Betonarme çerçeve sistemlerin boyutlandırılması tamamlandıktan sonra, doğrusal olmayan davranış için kabul edilen yük değerleri altında doğrusal olmayan artımsal itme analizine başlanmıştır. Artımsal itme analizi için, deprem boyunca sismik talep eğrisinin geçtiği maksimum değer amaçlanan yer değiştirme değerine ulaşıldığı anda olacağı kabul edilmiştir. Artımsal itme Analizi için Drain 2D programı kullanılmıştır. 10, 12, 14 ve 16 katlı betonarme çerçeveler için dikdörtgen ve üçgen yükleme dağılımları IBC (International Building Code)'da belirtildiği şekliyle kullanılarak analizler gerçekleştirilmiştir [10]. Binaya etkiyen yanal yüklere ilave olarak, çerçeveler, sabit ve hareketli yükler etkisi altındadır. Ayrıca Artımsal itme Analizinde P-Δ etkisi de dikkate alınmıştır. Çerçeve sistemi analiz etmek için kiriş ve kolon elemanları kullanılmıştır. Kirişlerin yatay düzlemde rijid olduğu kabulü yapılmıştır. Doğrusal olmayan etkiler eleman uç noktalarında düşünülen plastik mafsallar şeklinde tanımlanmıştır. Pekleşme tüm elemanlar için ihmal edilmiştir. ACI 318'de açıklanmış olan Eksenel Yük-Moment, P-M, ilişkisi kolon elemanın akma yüzeyi olarak kullanılmıştır [11]. Analizde Çatlak kesitlerin Atalet Moment I_{ef} , değeri hem kirişler hem de kolonlar için kullanılmıştır. I_{etkin} Atalet Momenti, I_{toplam} değerinin yarısı olarak alınmıştır.

Drain 2D programında, betonarme kiriş ve kolon elemanların çevrimsel davranışları, eleman uç noktalarında tanımlanmıştır. Drain 2D programı Park malzeme modelini kullanmaktadır. Bu model rijitlik ve dayanım azaltımını dikkate almaktadır. Kiriş ve kolon elemanların yük-şekil değiştirme ilişkisi Şekil 2'de verilmiştir. Drain 2D'de kirişler, kolonlar ve diğer yapısal elemanlar benzer makro formülasyonları ile modellenmektedir. Eğilme, kesme ve yanal deformasyonlar, genel yapısal elemanlar da hesaba katılabilmektedir [5].



Şekil 2. DRAIN 2D'de Betonarme Kiriş-Kolon Eleman İçin Yük-Şekil Değiştirme Davranışı ve Moment-Eğrilik İlişkisi

Eğilme, kesme ve yanal deformasyonlar analizlerde dikkate alınmıştır. Ancak kirişlerdeki yanal şekil değiştirmeler ihmal edilmiştir. Program kesit özelliklerinin ve moment-eğrilik ilişkisinin dışardan verilmesini de kabul etmektedir. Ayrıca deprem sırasında elemanlarda meydana gelebilecek rijitlik değişimi de dikkate alınmıştır. Betonarme elemanlar için moment eğrilik ilişkisi, Şekil 2’de gösterildiği gibi modellenenmektedir [5, 12].

Bu yaklaşımlar altında betonarme çerçeve yapıların doğrusal olmayan analizleri gerçekleştirilmiştir. Artımsal itme eğrileri yük dağılımlarına göre her bir çerçeve için elde edilmiştir. Grafikler, her yükleme dağılımı ve çerçeve sistem için taban kesme kuvveti/ağırlık oranının kat yer değiştirmelerine karşı verdiği eğrileri göstermektedir. Kesme kuvveti, V , tüm katların kesme kuvvetleri toplamıdır. Bina ağırlığı W , ise tüm kat döşemelerinin toplam ağırlığı olarak alınmıştır. Şekil 3, 4, 5 ve 6’da seçilen örnek yapıların artımsal itme eğrileri yapının çatı katı için dikdörtgen ve üçgen yükleme altında çizdirilmiştir.

3.2. Betonarme Çerçeve Yapıların Doğrusal Olmayan Zaman Tanım Alanında Dinamik Analizi

Sismik taleplerin tahmin edilmesinde en iyi yöntem zaman tanım alanında dinamik analizdir çünkü deprem yüklerinin doğrudan binaya uygulanması ile yapılmaktadır [12]. Çalışmada artımsal itme Analizinin tamamlanmasının ardından doğrusal olmayan dinamik zaman tanım alanında dinamik analizine başlanmıştır. Artımsal itme analizinin yapıldığı bu dört yapı sabit ve hareketli yükler altında, P-Δ etkileri de ihmal edilmeksizin zaman tanım alanında dinamik analizi yapılmıştır. Analiz için DRAIN 2D programı kullanılmıştır [5].

Çerçeveler, 30 deprem verisi ile analiz edilmiştir. Bu deprem verileri, Parkfield, Morgan Hill, Kocaeli, Coyota Lake, Northridge, Loma Prieta, Kobe, Livemor, N. Palm Springs, Santa Barbara, Whittier Narrows ve Landers depremlerinden elde edilmiştir. Çizelge 1’de bu veriler verilmiştir. Seçilmiş olan deprem verileri farklı frekanslara ve PGA (en büyük zemin ivmesi) değerlerine sahiptir. Çizelge 1’de sırasıyla tüm veri değerleri sunulmuştur. Zaman tanım alanında dinamik analizinde kullanılan bu deprem verileri, PEER (Pacific Earthquake Engineering Research Center) sayfasından (<http://peer.berkeley.edu>) elde edilebilir [13].

Seçilen depremler özellikle yakın merkezli olarak seçilmeye çalışılmıştır. Odak uzaklıkları 0-20 km arasında değişmektedir. Deprem verilerinin özellikle yakın odaklı seçilmesinin sebebi hız-impuls etkilerinin önemini vurgulanması ve daha etkili zaman tanım alanında dinamik analiz sonuçlarının sunulmasının amaçlanmasıdır. 10, 12, 14 ve 16 katlı betonarme çerçeve binalar için yapılan zaman tanım alanında dinamik analizi sonuçları artımsal itme analizleri grafiklerinde gösterilmiştir. Depremlerin zemin sınıfları USGS sınıflandırımına göre A, B, C ve D sınıflarıdır. A Sınıfı için, $V_s > 750$ m/s; B sınıfı için, $V_s : 360$ m/s ile 750 m/s arasında; C sınıfı için 180 m/s ile 360 m/s, D sınıfı için, > 180 m/s’dir [13].

Seçilen yapıların performanslarının belirlenmesinde kullanılan analiz yöntemlerinden, gerçekçi ancak karmaşık olan yöntem doğrusal olmayan dinamik zaman tanım alanında dinamik analizdir. Çalışmada her yapı için gerçekleştirilen analizler, uygulamada sıkça kullanılan, artımsal itme analizlerinin çok katlı yapılarda nasıl sonuçlar verdiğinin

incelenmesi amacı ile kullanılmıştır. Bu amaçla 10, 12, 14 ve 16 katlı üç açıklıklı betonarme çerçeve yapı sistemleri için analizler gerçekleştirilmiştir. Yapılar önce TS 500 ve ABYYHY koşulları altında boyutlandırılmıştır [6,7]. Daha sonra artımsal itme ve ardından zaman tanım alanında dinamik analiz yöntemlerine göre incelenmiştir. Artımsal itme analizlerinde dikdörtgen ve üçgen yük dağılım tipleri seçilmiştir. Şekil 7’de yapılmış olan zaman tanım alanında dinamik analizlerinin sonuçları artımsal itme eğrisi ile birlikte her bir yapı için sunulmuştur. Şekil 7’de 30 adet deprem verisine bağlı olarak DRAIN 2D bilgisayar programı ile gerçekleştirilen zaman tanım alanında dinamik analizlerinden, A, B, C ve D zemin sınıfları için her bir deprem verisinden elde edilen en büyük yer değiştirmeye karşı gelen en büyük V/W oranına bağlı sonuçlar verilmiştir. Zaman tanım alanında dinamik analizinden elde edilen bu sonuçlar, dikdörtgen ve üçgen yük dağılımları kullanılarak elde edilen artımsal itme eğrileri ile karşılaştırılmıştır.

Çizelge 1. Analizlerde Kullanılan Deprem Verileri

No	Deprem	Tarih	Kaynak	İsim	PGA (g)	Sınıf
1	Parkfield	06/28/1966	CDMG	C12320	0.0633	B
2	Morgan Hill	04/24/1984	CDMG	GIL067	0.1144	B
3	Kocaeli	08/17/1999	KOERI	ARC000	0.2188	B
4	Morgan Hill	04/24/1984	CDMG	G06090	0.2920	B
5	Lytle Creek	09/12/1970	USGS	WTW115	0.162	B
6	N. Palm Springs	07/08/1986	CDMG	DSP000	0.331	B
7	N. Palm Springs	07/08/1986	USGS	FVR045	0.129	B
8	N. Palm Springs	07/08/1986	USGS	MVH-UP	0.395	B
9	Santa Barbara	08/13/1978	USGS	SBA222	0.203	B
10	Whittier Narrow	10/04/1987	CDMG	ALH270	0.178	B
11	Anza Horse Canyon	02/25/1980	USGS	AZF315	0.046	A
12	Anza Horse Canyon	02/25/1980	USGS	PFT135	0.131	A
13	Anza Horse Canyon	02/25/1980	USGS	TVY045	0.131	A
14	Coyote Lake	08/06/1979	CDMG	G01320	0.132	A
15	Hollister	11/28/1974	CDMG	G01247	0.132	A
16	Kocaeli	08/17/1999	ERD	GBZ000	0.244	A
17	Kocaeli	08/17/1999	ERD	IZT180	0.152	A
18	Whittier Narrow	10/04/1987	CDMG	OBR270	0.374	B
19	Morgan Hill	04/24/1984	CDMG	G01320	0.098	A
20	San Frans.	03/22/1957	USGS	GGP100	0.112	A
21	Whittier Narrow	10/01/1987	USC	GRN180	0.304	A
22	Anza Horse Canyon	02/25/1980	USGS	RDA045	0.097	B
23	Cape Mendocino	04/25/1992	CDMG	FOR000	0.116	B
24	N. Palm Springs	07/08/1986	CDMG	PSA090	0.187	C
25	Coyote Lake	08/06/1979	CDMG	G02140	0.339	C
26	Central Calif	01/20/1960	USGS	BHCH271	0.063	C
27	Imperial Valley	10/15/1979	USGS	H-E03140	0.266	D
28	Imperial Valley	10/15/1979	USGS	A-E03140	0.179	D
29	Kobe	01/16/1995	USGS	OSA000	0.079	D
30	Kobe	01/16/1995	CUE	SHI000	0.243	D

Şekil 3 – 4 gelecek

Şekil 5 – 6 gelecek

Şekil 7

3.3. Betonarme Çerçeve Yapıların Doğrusal Olmayan Artımsal İtme ve Zaman Tanım Alanında Dinamik Analizlerinin Karşılaştırılması

Bu grafikler iki analiz sonucundan elde edilen değerlerinin, birbirleri ile tam olarak örtüşmediğini göstermektedir. Özellikle kat adedi arttıkça artımsal itme eğrileri, zaman tanım alanında dinamik analizi sonuçlarından uzaklaşmaktadır. Bu durum, 14 katlı yapıda daha belirgin olarak görülmektedir. Ancak artımsal itme analizlerindeki dikdörtgen yük dağılımına bağlı artımsal itme eğrileri, üçgen yük dağılımından elde edilen artımsal itme eğrilerine göre, zaman tanım alanında dinamik analizinden elde edilen eğrilere daha çok yaklaşmaktadır.

4. SONUÇLAR

Bu çalışmada, yapı sistemlerinin performansının belirlenmesinde kullanılan, en gerçekçi ancak karmaşık olan doğrusal olmayan dinamik zaman tanım alanında dinamik analiz yöntemlerinin yerine uygulamada kullanılması FEMA ve ATC tarafından önerilen artımsal itme analizlerindeki yükleme tipi etkilerinin, performansa bağlı analizde sonuçları nasıl etkilediği araştırılmıştır. Bu amaçla 10, 12, 14 ve 16 katlı üç açıklıklı betonarme çerçeve yapılar ele alınmış, önce TS 500 ve Afet Yönetmeliği 1998 koşulları altında boyutlandırılmıştır [6,7]. Daha sonra artımsal itme ve zaman tanım alanında dinamik analiz yöntemlerine göre incelenmiştir. Artımsal itme analizlerinde dikdörtgen ve üçgen yük dağılım tipleri seçilmiştir. Ele alınan betonarme çerçeve yapıların, üç farklı yük dağılımı için artımsal itme analizleri ve farklı 30 deprem verisi için zaman tanım alanında dinamik analizleri DRAIN 2D programı ile yapılmıştır [5]. Seçilen deprem verileri yakın odaklı ve farklı zemin sınıflarına ait verilerdir. Betonarme çerçeve sistemlerin boyutlandırılması ve detaylandırılması tamamlandıktan sonra, elastik olmayan davranış için kabul edilen yük değerleri altında doğrusal olmayan artımsal itme ve zaman tanım alanında dinamik analizi, yapısal sismik analizin sonuçlarının belirlenmesi için tamamlanır. Dikdörtgen yük dağılımı, üçgen yük dağılımı ile karşılaştırıldığında her zaman yüksek taban kesme kuvveti / kat ağırlığı oranı vermektedir.

Şekil 8’de, Dikdörtgen ve üçgen yük dağılımları için elde edilen artımsal itme analizleri ile yakın merkezli 30 adet deprem verisi için yapılmış olan zaman tanım alanında dinamik analizinden elde edilen sonuçlar karşılaştırılmıştır. Şekil 8’den de anlaşılacağı gibi artımsal itme analizi sonuçları ile zaman tanım alanında dinamik analizinden elde edilen sonuçlar birebir örtüşmemektedir. Özellikle kat yüksekliği arttıkça sonuçların farklılığı büyümektedir. 14 ve 16 katlı betonarme çerçeve sistemler için elde edilen sonuçlar bunu göstermektedir. Dolayısıyla çok katlı yapıların performansa bağlı deprem değerlendirme yöntemlerinde doğrusal olmayan itme analizlerinin kullanılabilirliğinin sorgulanması gerektiği sonucu bu çalışma neticesinde varılan önemli bir noktadır. Yapısal deprem değerlendirme, çalışmalarının öncelikle sağlam bir zemine oturtulması yöntem içinde kullanılan analizlerin gerçekçiliğinin belirlenmesi ile sağlanabilir. Şekil 8’den dikdörtgen yük dağılımı için elde edilen artımsal itme analizi sonuçlarının maksimum sismik talebin elde edilmesinde üçgen yük dağılımına göre daha iyi sonuç verdiği görülmektedir. Sonuçlar ayrıca artımsal itme analizlerinde kullanılması gerekli yük tipinin, tüm mod bileşenlerini de kapsadığını kabul edebileceğimiz dikdörtgen yük tipi olduğunu göstermektedir. Bunun sonucunda pratikte artımsal itme analizlerinin uygulanmasında, dikdörtgen yük dağılımının kullanılmasının daha gerçekçi olacağı söylenebilir.

**Şekillerin sonuncusu
Gelecek**

KAYNAKLAR

- [1] ATC-40, 1996, "Seismic evaluation and Retrofit of Concrete Buildings", Vol.1, Applied Technology Council, Redwood City, CA.
- [2] FEMA 273-274, 1997, NEHRP Guidelines for the Seismic Rehabilitation of Buildings, federal Emergency Management Agency, Washington
- [3] FEMA 356, 2000, Prestandard And Commentary For The Seismic Rehabilitation of Buildings, NEHRP Guidelines, Washington
- [4] FEMA 440, 2005, Improvement Of Nonlinear Static Seismic Analysis Procedures, "NEHRP Guidelines", Washington
- [5] Prakash, V., Powell, G., Campbell, S. (1993), DRAIN 2D Kullanım Klavuzu V 1.10, University of California at Berkeley, CA.
- [6] Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik, 1998, IMO, İzmir Şubesi,
- [7] TS 500, 2000 Betonarme Yapıların Tasarım ve Yapım Kuralları, T.S.E. Kurumu,
- [8] Akbaş, B., Shen J., Kara İ., Tugsal M, Gunay K. 2003, Seismic Behavior and Pushover Analyses in Steel frames, 5.Deprem Konferansı, İstanbul
- [9] Chintanapakdee C. ve Chopra A. K., 2003, Evaluation of Modal Pushover Analysis Using Generic Frames, Earthquake Engineering
- [10] IBC (2000) "International Building Code"
- [11] ACI 318, 2000, Building Code Requirements for R/C, American Concrete Institute, Michigan, USA,
- [12] Li, Y.R., 1996, Non-Linear Time History And Pushover Analyses for Seismic Design and Evaluation, Doktora Tezi, UT, Austin, TX. ,
- [13] PEER (Pasific Earthquake Engineering) İnternet Sayfası, <http://peer.berkeley.edu>

