

Betonarme Perde Çerçevesi Yapılardaki Kiriş Süreksizliğinin Etkin Göreli Kat Ötelemeleri ve İkinci Mertebe Etkileri Bakımından İrdelenmesi

Sedat SEVEN¹, Ömer KELEŞOĞLU²

¹ İnşaat Bölümü, Teknik Bilimler MYO, Muş Alparslan Üniversitesi, Muş, Türkiye

² İnşaat Mühendisliği Bölümü, Teknoloji Fakültesi, Fırat Üniversitesi, Elazığ, Türkiye

✉: sedatseven@alparslan.edu.tr

Geliş (Received): 07.11.2018

Düzenleme (Revision):19.11.2018

Kabul (Accepted): 20.11.2018

ÖZ

Türkiye’de sıklıkla inşa edilen çıkmalı yapılardaki kirişlerin eksiltilmesi, kiriş süreksizliklerine sebep olmaktadır. Deprem etkisi altında yatay yüklerin taşınmasında aktif görev yapan kirişler, süreksiz olması durumunda yapı performansı üzerinde olumsuz sonuçlar doğurabilmektedir. Bu çalışmada perde-çerçeve taşıyıcı sisteme sahip 8, 10 ve 12 kattan oluşan yapı modelleri (düzenli, çıkmalı, çıkma ve cephe hareketli, düzensiz) olarak dört farklı durumda irdelenmiştir. Modellerdeki kiriş süreksizliği dikkate alınarak, Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik (DBYBHY-2007) doğrultusunda, mod Birleştirme Yöntemi ile STA4CAD paket programı kullanılarak analiz edilmiştir. Elde edilen sonuçlar etkin göreli kat ötelemeleri ve ikinci mertebe etkileri bakımından karşılaştırılmıştır. Çalışmanın sonunda kiriş süreksizliğine sahip modellerin daha büyük değerlere ulaştığı ve sınır değerlere yaklaştığı görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Kiriş süreksizliği, yatay düzensizlikler, etkin göreli kat ötelemesi, ikinci mertebe etkileri

The Investigation of Beam Discontinuities In Reinforced Concrete Structures With Shear-Wall Frame System in Terms of Effective Inter-Storey Drift and Second Order Effects

ABSTRACT

The reduction of beams in buildings with facade console, frequently built in Turkey, cause beam discontinuities. Active beams carrying of horizontal loads under the effect of earthquake may have negative consequences on the performance of the structure, if they have discontinuity. In this study 8, 10 and 12-story structures with the same story but different structural models (regular, console, console and mobile facade, and irregular) were analyzed using Mode Superposition Method in STA4CAD software from the standpoint of “Regulations for the Buildings in Earthquake Zones” (DBYBHY-2007) and of beam discontinuities. The results were compared according to effective inter-storey drift and second order effects. At the end of the study, it was observed that models with beam discontinuity reached higher values and approached the limit values.

Keywords: Beam discontinuities, horizontal irregularities, effective interstorey drifts, second order effects

GİRİŞ

Depremlerde meydana gelen can ve mal kayıpları, inşa edeceğimiz binaların depreme dayanıklı ve güvenli olması gerektiğini göstermektedir. Son yıllarda ülkemizin ekonomik gelişimine paralel olarak inşaat sektöründe ciddi büyümeler yaşanmıştır. Kentsel dönüşüm ile birlikte yapılaşmada da hızlı artış meydana gelmiştir. Bu durum geçmişte yönetmeliklere rağmen yapılan hataların tekrarlanması riskini de beraberinde getirmiştir. Gelişen teknolojiyle birlikte güncellenen yönetmelikler her ne kadar daha sağlıklı yapılar inşa etmemize olanak tanısa da bazı hususlarda daha detaylı inceleme gerektiren ve dikkat edilmesi gereken durumların olduğunu göstermektedir. Konutlaşmanın fazla olduğu, özellikle deprem riskinin yüksek olduğu kentler ve yakın bölgelerinde, depreme dayanıklı yapı tasarımında daha fazla titiz davranılması gerekmektedir. Depreme dayanıklı yapı tasarımında DBYBHY-2007’ye göre genel görüş, hafif şiddetli depremlerde binaların yapısal ve yapısal olmayan sistem elemanlarında

herhangi bir hasar meydana gelmemesi, orta şiddetli depremlerde ise oluşabilecek hasarların sınırlı ve onarılabilecek düzeyde kalmasıdır. Şiddetli depremlerde ise can güvenliğinin sağlanması amacı ile kalıcı yapısal hasar oluşumunun sınırlandırılmasıdır [1].

Ülkemizde depreme dayanıklı yapı denildiğinde her ne kadar akla ilk gelen işçilik ve malzeme gibi faktörler olduğu düşünülse de deprem sonrası yapılan incelemelerden elde edilen verilere bakıldığında depreme dayanıklı yapı tasarımının mimari tasarım aşamasında başlaması gerektiğini göstermektedir. Mimari tasarımın yapının deprem etkileri altındaki sonuçlarına etkisini öncelikle yapının geometrisine ve kendi içerisinde ise düşey ve yataydaki sürekliliğine bağlayabiliriz. Mimari tasarımın basit olması ve kesintisiz taşıyıcı sistemlerin kullanılması, depreme dayanıklı yapı tasarımında ilk koşul olarak gösterilebilir. Yüksek veya önemli yapılarda genellikle projelendirme safhası, projelerde disiplinler arası koordinasyonlar sağlanarak ve ilgili önlemler

profesyonel ekipler tarafından alınarak oluşturulur. Fakat aynı durum, orta ve küçük ölçekli yapılar için her zaman söz konusu olmamaktadır. Mimari tasarım aşamasında yapılan hatalar veya eksik düzenlemeler, burulma başta olmak üzere deprem yükleri altındaki yapıların bazı taşıyıcı kısımlarının zayıflaması gibi durumlara sebep olmaktadır. Bununla birlikte mimari kaygılardan dolayı kaldırılan ya da aksı değiştirilen kirişler, taşıyıcı sistemin güvenli bir çözüme ulaşılmasını zorlaştırırken özellikle deprem riskinin fazla olduğu bölgelerde deprem etkileri altında, taşıyıcı sistem üzerinde ciddi problemlere sebep olabilmektedir. Birçok imar yönetmeliklerinde, belediyelerin özellikle cadde ve yol üzerinde yapılacak binalarda cephe çıkımlarına belirli bir miktarda izin vermesi, yatay yükleri taşımada aktif görev yapan kirişlerin süreksiz olmasına ve yatay taşıyıcı sistemde düzensizliklerin artmasına sebep olabilmektedir.

Kiriş süreksizliği ile ilgili olarak yapılan çalışmalara bakıldığında; “Çevre çerçeve kirişi süreksizliğinin yapı deprem davranışı üzerindeki etkileri” adlı çalışmada mimari çıkımlar nedeniyle oluşturulan çerçeve kirişi süreksizliğini incelemiştir. Çeşitli yönetmeliklere ait düzenlemeler ışığında çerçeve kirişi süreksizliği ele alınmış ve tasarım mühendisleri için faydalı olabilecek sonuçlara ulaşılmıştır [2]. “Çok katlı yapılarda yatay süreksizlikler” adlı çalışmada, eksik kirişli mimari çıkımların genellikle ülkemize özgü bir uygulama olduğunu ve bu konuda yurtdışında yapılmış araştırma çalışmalarına rastlanmadığını dile getirilmiştir. Kiriş süreksizliği konusunda kısıtlı çalışmalar gözden geçirerek, özetlenmiş ve kiriş süreksizliği konusunda deprem yönetmeliğine madde(ler) eklenmesi gerektiği ve bu konuda daha kapsamlı çalışmalar yapılması gerektiği vurgulanmıştır [3]. “Betonarme yapılarda çerçeve süreksizliklerinin yapı davranışlarına etkisinin incelenmesi” adlı diğer bir çalışmada ise salt çerçeve betonarme yapılar üzerinde inceleme yapılarak yapı modellerinde kolonlara gelen kesme, moment değerleri ve meydana gelen toplam yanal yer değişimlerini incelemiştir [4]. Uluslararası çalışmalara bakıldığında ise genellikle plan süreksizliğine ait düzensizliklerin ele alındığı görülmüştür [5-6].

DBYBHY-2007’e göre Düzensizlikler

Deprem Bölgelerinde yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik (DBYBHY-2007)’de düzensizliklerle ilgili durumlar iki grupta toplanmıştır. Bunlar; planda düzensizlik durumları olarak;

-Burulma Düzensizliği (A1)

-Döşeme Süreksizlikleri (A2)

-Planda çıkıntılarının bulunması (A3)

Düşey doğrultuda düzensizlik durumları olarak ise;

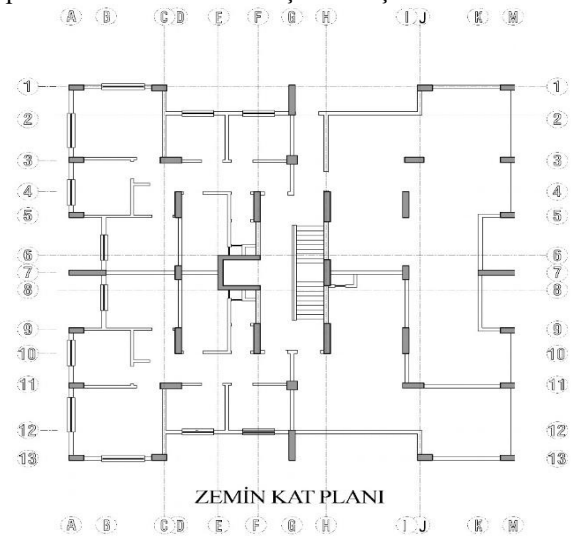
-Komşu katlar arası dayanım düzensizliği (B1)

-Komşu katlar arası rijitlik düzensizliği (B2)

-Taşıyıcı sistemin düşey elemanlarının süreksizliği (B3) olarak verilmiştir [1].

Bu çalışmada irdelenen yatay düzensizlikler

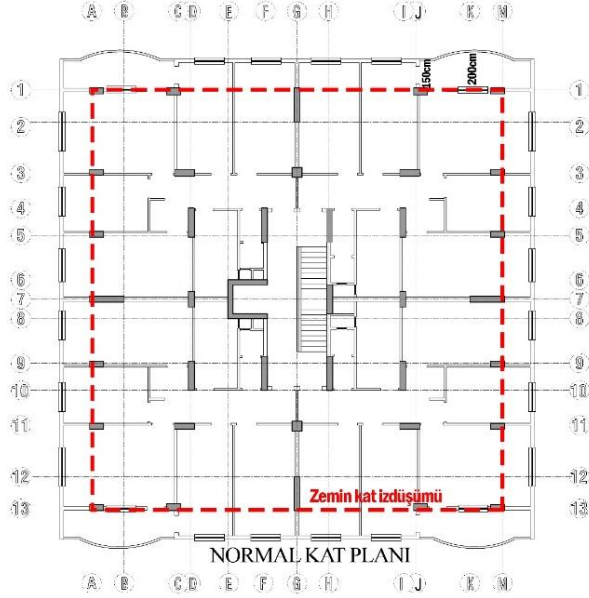
Yatay taşıyıcıların üzerine gelen yükleri kısa yoldan mesnetlendikleri düşey taşıyıcılara aktarması gerekmektedir. Süreksizliğe sebep olan veya yükleri dolaylı olarak aktaran yatay taşıyıcı sistemler, özellikle deprem kuvvetleri altında yapıda istenmeyen sonuçlar doğurabilmektedir. Yataydaki süreksizliklerin sebeplerine bakıldığında; özellikle değerli parsellerin ve bina yoğunluğunun fazla olduğu yerleşimlerde, imar yönetmeliklerindeki taban alanlarına bağlı kısıtlamalar ve hesaplamalar, zemine yakın katların (bodrum ve zemin) üst katlara göre daha az bir yerleşim alanına sahip olmasına neden olmaktadır. Zemin üstü katlarda ise 150 cm’ye kadar izin verilen konsol çıkımlar daha geniş daire, ofis vb. alanlar sunduğu için ticari anlamda daha cazip görünmektedir. Bu sebeplerden dolayı çıkmalı yapılar, deprem açısından sorun teşkil etmesine rağmen ülkemizde yaygın olarak tercih edilmekte ve uygulanmaktadır. Bu çıkımlar denetimin çok daha az olduğu yerleşimlerde ya da denetimin olmadığı kırsal bölgelerde, izin verilen çıkma boylarını da büyük miktarlarda aşmakta ve yapıyı dayanım anlamında tehlikeli duruma sokabilmektedir. Bu tür çıkmalı yapılarda kolonlar, bina dış çizgisinden çok daha içerideki akslarda kalmakta ve kirişlerle konsol olarak çalıştırılmaktadır. İç akslarda kalan kolonların diğer paralel kolonlar ile bağlantısını sağlayacak kirişlerin mahal içinde estetik olarak güzel görünmemesinden dolayı bu tür yapılarda kirişler kaldırılmakta ve dış çerçevede bulunan kirişler dolaylı olarak yatay çerçeveyi tamamlamaktadır. Bu çalışmada irdelenecek yapı modelleri oluşturulurken aşağıda Şekil 1 ve Şekil 2’de kat planları verilen ve uygulamada yapılan bir bina planı referans alınarak oluşturulmuştur.



Şekil 1. Planda çıkmalı yapıya ait zemin kat planı

Şekil 1.’de planda çıkmalı yapıya ait zemin kat planı, Şekil 2’de aynı yapıya ait normal kat planı ve Şekil 3’de ise bu kat planlarına ait çıkımlardan dolayı oluşan kiriş

süreksizliğini gösteren 3D görsel verilmiştir. Binaya ait mimariye bakıldığında zemin kat ve normal kat planlarında A-A, 1-1, 13-13, M-M akslardan dışarı doğru, 150cm'lik çıkma yapılarak 457m² kat alanına sahip zemin kat, büyütülerek normal katlarda 597m²'ye çıkarılmıştır.



Şekil 2. Planda çıkmalı yapıya ait normal kat planı



Şekil 3. Planda çıkmalı ve süreksiz kirişlere sahip yapıya ait 3D görsel

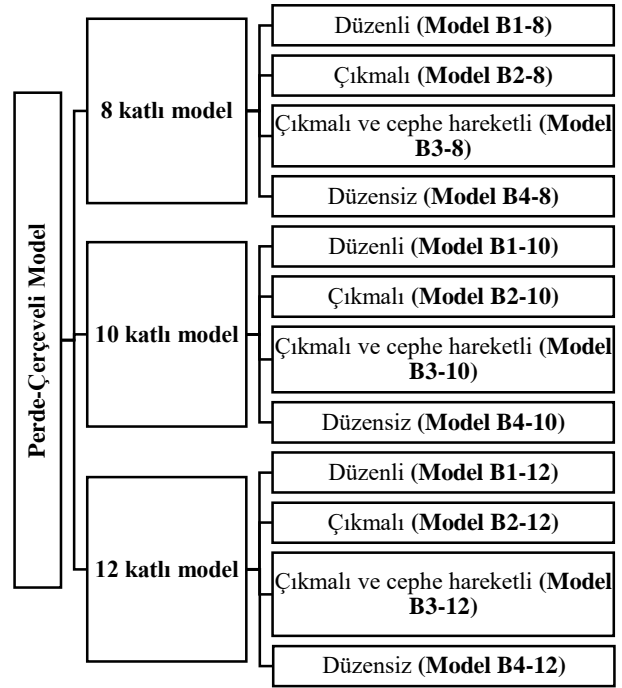
150cm'ye kadar çıkmaya sahip binalarda, gerekli analizler yapılarak bina kat durumuna göre perde-çerçeve sistemlerle ve iyi denetim altında uygulama ile depreme dayanıklı olarak uygulanabilir. Fakat taşıyıcı sistem tasarımındaki deneyim, uygulama aşamasındaki denetim ve işçilik gibi faktörlerin standart bir kalitede olmamasından dolayı, özellikle salt çerçeve ve herhangi bir perdeye sahip olmayan yapılarda ve deprem riski yüksek olan bölgelerde bu tarz düzensizliklerden dolayı yapıyı tehlikeli sınıfa sokabilmektedir.

Yukarıda tanımlanan durumlardan ötürü, kolonlar bina dış hatlarında bulunmamakta kolonların bulunduğu akslar üzerinde estetik kaygılardan dolayı yatay

bağlantılar, dolaylı yollardan çerçeveyle bağlanmak suretiyle yatayda düzensizlikler oluşturulmakta ve basit anlaşılabilir bir statik tasarımdan uzaklaşmaktadır. İç aksta kirişlerin olmadığı ve dış çerçeve ile dolaylı bağlantı oluşturan yatay taşıyıcı sistemlerde, kirişlerin gerisinde kalan akslarda bulunan kolonların yatay rijitlikleri düşüktür ve bu bölgeye etki eden yatay yüklerin büyük bir bölümü kiriş bağlantısının olmadığı kolonlar tarafından taşınmaya zorlanır [7].

MATERYAL ve YÖNTEM

Çalışmada özellikle konut projelerinde pratik oluşundan ötürü hesap mühendisleri tarafından yaygın olarak kullanılan statik hesap programlarından biri olan STA4-CAD tercih edilmiştir. Modeller, dinamik analiz (mod birleştirme) yöntemi, rijit diyafram kabulü ile DBYBHY-2007 yönetmeliği doğrultusunda ve Tablo 1'de verilen parametreler kullanılarak irdelenmiştir. Aynı düşey taşıyıcı sisteme ve kullanılan modellere ait hiyerarşi Şekil 4'de gösterilmiştir.



Şekil 4. Kullanılan yapı modeline ait hiyerarşi

B harfiyle kodlandırılan, perde-çerçeve 8, 10, 12 katlı yapılar ve her kata ait 4 farklı model (düzenli, çıkmalı, çıkma ve cephe hareketli, düzensiz) olarak tanımlanan kat planları birbirleriyle karşılaştırılarak yatay düzensizliklerle ilgili farklılıklar etkin görel kat ötelemelerine ve ikinci mertbe etkilerine göre karşılaştırılmıştır [8-14].

Kullanılan Modeller

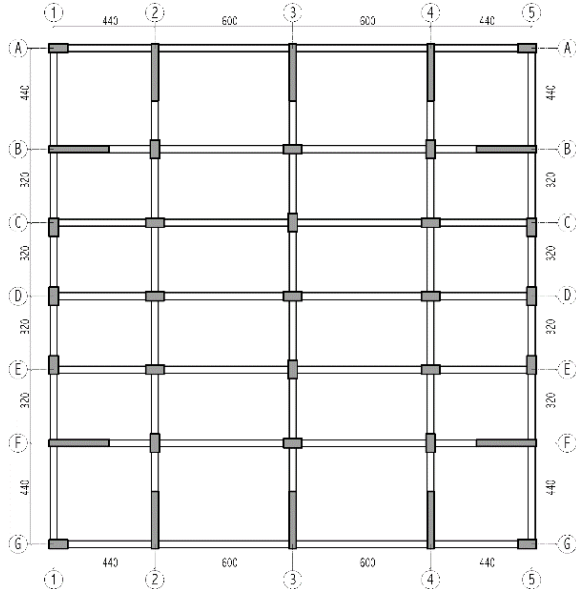
Model B1-8, B1-10, B1-12 Bu gruptaki modeller. Herhangi bir çıkma ya da yatay düzensizliğe sahip

olmayan ve kat alanı 449,28m² olan düzenli bir konut yapısı 8, 10 ve 12 katlı olarak seçilmiştir. Şekil 5'te kalıp planı ve Şekil 6'da ise örnek 3D görseli verilen modelde görüldüğü gibi ortogonal akslar üzerinde X ve Y doğrultusunda simetrik bir sistem düşünülmüştür.

Tablo 1. Yapı Parametreleri

Yapı Parametreleri	
Kat Sayısı	: 8, 10, 12 Kat
Bina Türü	: Konut
Taşıyıcı Sistem Türü	: Perde-Çerçeveseli
Bina Kat Yüksekliği (<i>h</i>)	: 3m
Deprem Bölgesi	: 1. Bölge
Deprem bölge katsayısı (<i>A₀</i>)	: 0.4
Deprem yapı davranış katsayısı (<i>R</i>)	: 7
Deprem yapı önem katsayısı	: 1
Yerel Zemin Sınıfı	: Z4
Spektrum karakteristik periyodu	: 0.2 / 0.9
Hareketli yük katsayısı (<i>n</i>)	: 0.3
Zemin yatak kat sayısı (<i>t/m³</i>)	: 1500
Zemin emniyet gerilmesi (<i>t/m²</i>)	: 15
Deprem yükü eksantirisitesi	: 0.05
Modal analiz min.yük oranı <i>n</i> (<i>β</i>)	: 0.9
Analiz Türü	: Dinamik
Kullanılan Beton ve Çelik Sınıfı	: C30 / S420

Bu sayede planda meydana gelebilecek düzensizliklerin önüne geçilmesi hedeflenmiş ve elde edilecek sonuçların doğrudan kiriş süreksizliğine ait olacak şekilde daha sağlıklı karşılaştırma yapılması hedeflenmiştir.



Şekil 5. Model B1 (Düzenli) gruba ait kalıp planı
Analizlerde kullanılan tüm (B1, B2, B3, B4) kat planında yatayda D, düşeyde ise 3 akslarında simetri eksenini oluşturacak şekilde düzenlenmiş ve bu şekilde taşıyıcı sistemin kütle merkezi ve rijitlik merkezi D3 birleşiminde toparlanmıştır. Tüm modellerde A2, A3, A4, G2, G3 ve G4 akslarında 30x250cm boyutlarında

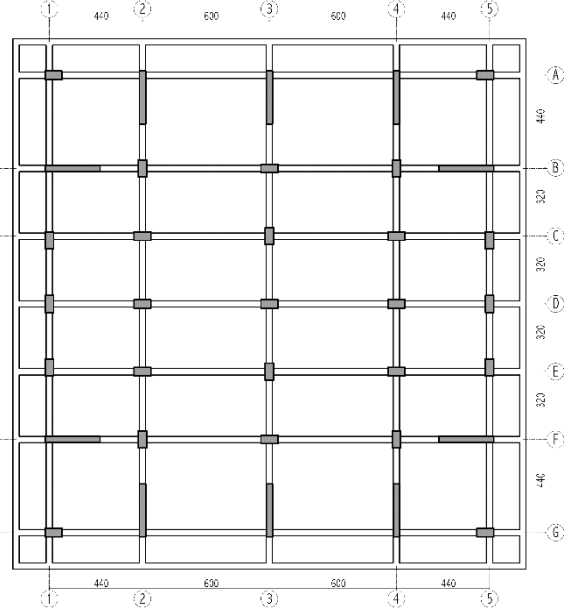
perde, B1, B5, F1 ve F5 akslarında ise 30x260cm boyutunda perdeler bulunmaktadır. Plandaki tüm kolonlar 40x80cm, kirişler 30x55cm ve döşeme ise 13cm olarak boyutlandırılmıştır.



Şekil 6. Model B1 (Düzenli) gruba ait 3D görsel

Model B2-8, B2-10, B2-12

B1 grubu planlara, 4 cepheden imar yönetmeliklerin izin verdiği maksimum oranda, 150cm çıkma oluşturularak daha önce 449,28m² olan kat alanı yaklaşık %32 artırılarak 592,76m² çıkarılmış ve kiriş süreksizliği olmayan bir kat planı seçilmiştir. Şekil 7'de kalıp planı, Şekil 8'de ise 3D görseli verilmiştir.



Şekil 7. Model B2 (Çıkmalı) gruba ait kalıp planı

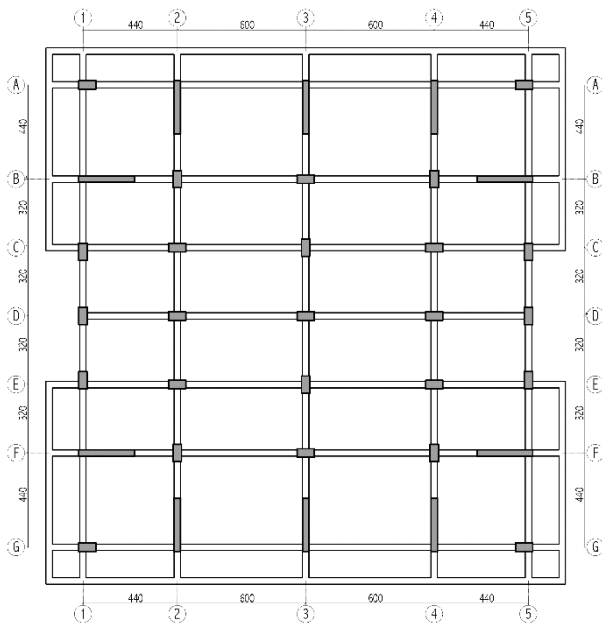
Model B3-8, B3-10, B3-12

Şekil 9'da kalıp planı ve Şekil 10'da 3D görseli verilen B3 modellerinde; B2 grubu planlara, sağ ve sol cephelerden C ve E aksları arasındaki kirişler ve döşeme iptal edilerek cephe de çıkma kesintiye uğratarak, cephede girinti oluşturulmuştur. Her katta çıkarılan 6 adet kiriş ve 4 adet döşeme ile birlikte 592,76m² olan kat alanı yaklaşık %3,4 kadar azalarak kat alanı 572,60m²' ye düşmüştür. Cephede çıkarılan kiriş ve döşemelerden dolayı ortaya çıkan süreksizliklerin yapı

ve taşıyıcı sistem üzerindeki etkileri diğer modellerle karşılaştırılıp değerlendirilmiştir.



Şekil 8. Model B2 (Çıkmalı) gruba ait 3D görsel



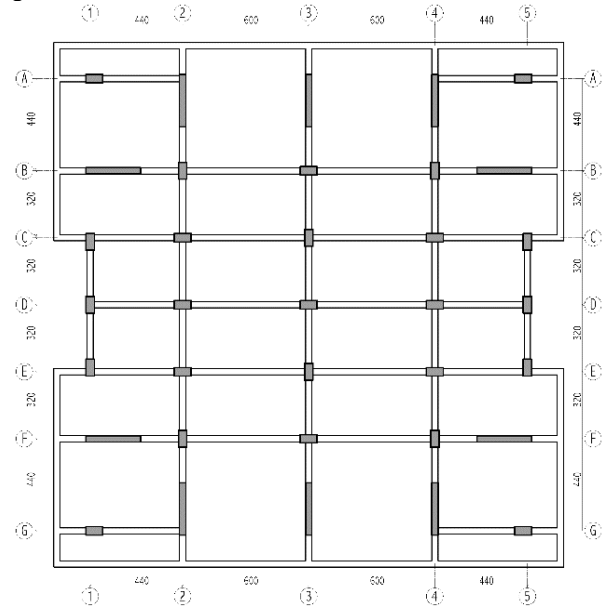
Şekil 9. Model B3 (Çıkmalı ve cephe hareketli) gruba ait kalıp planı

Model B4-8, B4-10, B4-12

Şekil 11'de kalıp planı, Şekil 12'de 3D görseli verilen B4 modeli, B3 grubu planına, A2-A4, A1-C1, E1-G1, G2-G4, A5-C5, E5-G5 aks aralarındaki kirişler ile yine A1, A5, G1, G5 akslarının çıkma çerçeve kiriş arasındaki kirişlerin çıkarılması ile elde edilmiştir. Planda simetri olmasına rağmen, çıkarılan kirişler ile meydana gelen yatay süreksizliklerin yapı etkileri diğer B1, B2 ve B3 gruptaki modellerle karşılaştırılarak sonuçlar değerlendirilmiştir.



Şekil 10. Model B3 (Çıkmalı ve cephe hareketli) gruba ait 3D görsel



Şekil 11. Model B4 (Düzensiz) gruba ait kalıp planı



Şekil 12. Model B4 (Düzensiz) gruba ait 3D görsel

Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik (DBYBHY-2007), etkin görelî kat ötelemeleri ve ikinci mertbe etkilerini aşağıdaki şekilde açıklamıştır.

Etkin görelî kat ötelemelerinin hesaplanması ve sınırlandırılması

Herhangi bir kolon ya da perde için, birbirini takip eden iki kat arasındaki yer değiştirme farkını ifade eden *azaltılmış görelî kat ötelemesi*, Δ_i , Denklem (1.1)'e göre hesaplanacaktır.

$$\Delta_i = d_i - d_{i-1} \quad (1.1)$$

Denklem (1.1)'de d_i ve d_{i-1} , her bir deprem doğrultusu için binanın i 'inci ve $(i-1)$ 'inci katlarındaki herhangi bir kolon ya da perdenin uçlarında azaltılmış deprem yüklerine göre hesaplanan yatay yer değiştirmeleri ifade etmektedir.

Her bir deprem doğrultusu için, binanın i 'inci katındaki kolon ya da perdeler için etkin görelî kat ötelemesi (δ_i), azaltılmış görelî kat ötelemesi (Δ_i) değerinin taşıyıcı sistem davranış katsayısı (R) ile çarpılarak, Denklem (1.2)'deki gösterildiği gibi hesaplanır.

$$\delta_i = R \Delta_i \quad (1.2)$$

Her bir deprem doğrultusu için, binanın herhangi bir i 'inci katındaki kolon ya da perdeler de, Denklem (1.2)'de hesaplanan δ_i etkin görelî kat ötelemelerinin kat içindeki en büyük değeri (δ_i)_{max}, 'ın kat yüksekliğine olan oranı, Denklem (1.3)'deki koşulu sağlamalıdır.

$$\frac{(\delta_i)_{max}}{h_i} \leq 0.02 \quad (1.3)$$

Denklem (1.3)'deki koşulun binanın herhangi bir katında sağlanmaması durumunda, taşıyıcı sistemin rijitliği artırılarak deprem hesabı tekrarlanacaktır [1].

İkinci mertbe etkileri

Taşıyıcı sistem elemanlarının doğrusal elastik olmayan davranışını esas alan daha kesin bir hesap yapılmadığa, ikinci mertbe etkileri yaklaşık olarak aşağıda verilen şekilde göz önüne alınabilir.

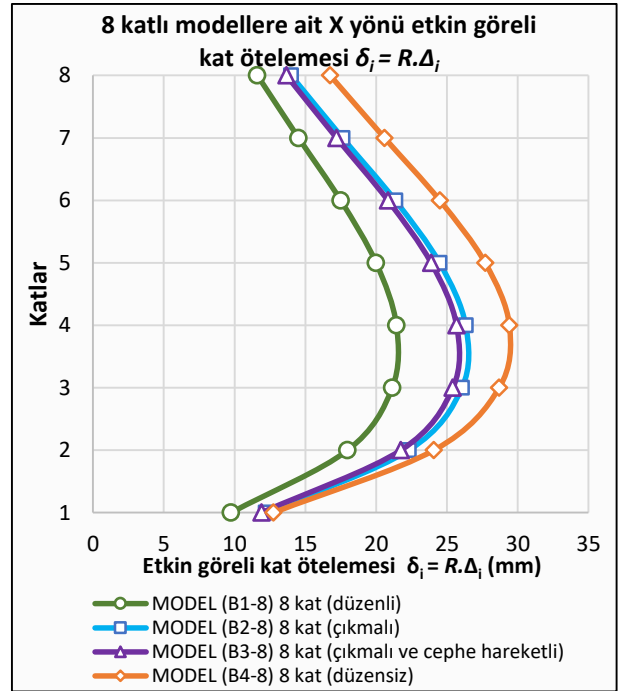
Göz önüne alınan deprem doğrultusundaki her bir katta, İkinci mertbe gösterge değeri, θ_i 'nin Denklem (1.4)'te verilen koşulu sağlaması durumunda, ikinci mertbe etkileri yürürlükteki betonarme ve çelik yapı yönetmeliklerine göre değerlendirilecektir.

$$\theta_i = \frac{(\Delta_i)_{ort} \sum_{j=i}^N w_j}{V_i h_i} \leq 0.12 \quad (1.4)$$

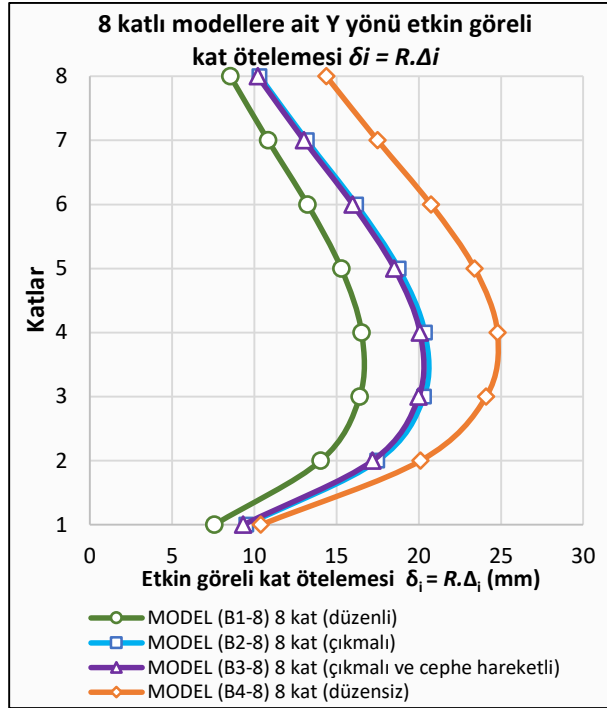
Burada $(\Delta_i)_{ort}$, i 'inci kattaki kolon ve perdelerde hesaplanan azaltılmış görelî kat ötelemelerinin kat içindeki ortalama değeri olarak Denklem (1.1)'e göre bulunacaktır [1].

BULGULAR

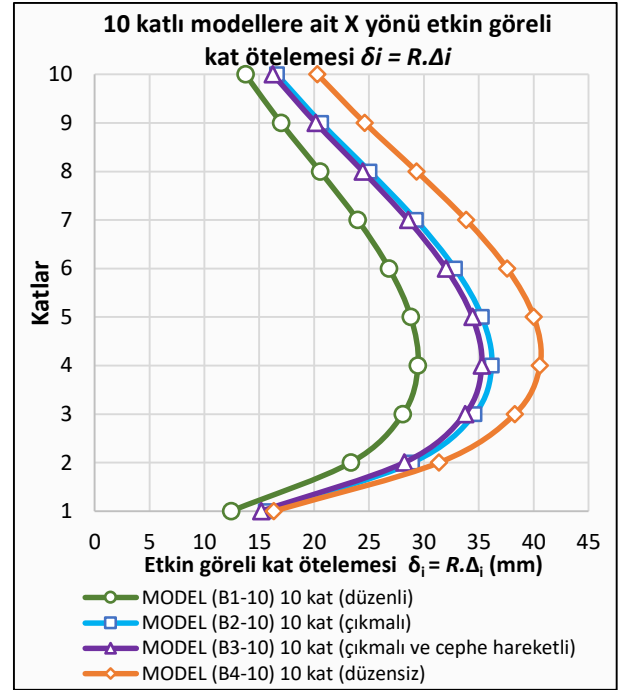
şekil 13-18'deki bulgulara bakıldığında kat sayısı arttığa etkin görelî kat öteleme değerlerinin de arttığı görülmüştür. En fazla artış 47,5mm etkin görelî kat ötelemesi değeri ile en yüksek kata sahip olan şekil 17'de gösterilen 12 katlı B4-12 (düzensiz) modelinde X yönünde 5.katta meydana gelmiştir. Kat sayısı arttığa düzensiz modellerin sınır değere yaklaştığı gözlemlenmiştir. B1-12 (düzenli) modelde 37,6mm olan görelî kat ötelemesi yaklaşık %26 artarak B4-12 (düzensiz) modelinde 47,5mm'e ulaşmıştır. şekil 18'de verilen 12 katlı Y yönü değerlere bakıldığında ise B1-12 (düzenli) modelde 28,6mm olan değer yaklaşık %51 oranında artarak B4-12 (düzensiz) modelinde 43,2mm'e ulaşmıştır. B4-12 (düzensiz) model ile B4-12 modeline plan olarak en yakın olan B3-12 (ıkmalı ve cephe hareketli) kirişleri eksiltilmeyen model kıyaslandığında, X yönünde etkin görelî kat ötelemesi farkı %12, Y yönünde ise bu değer %25 olduğu görülmektedir.



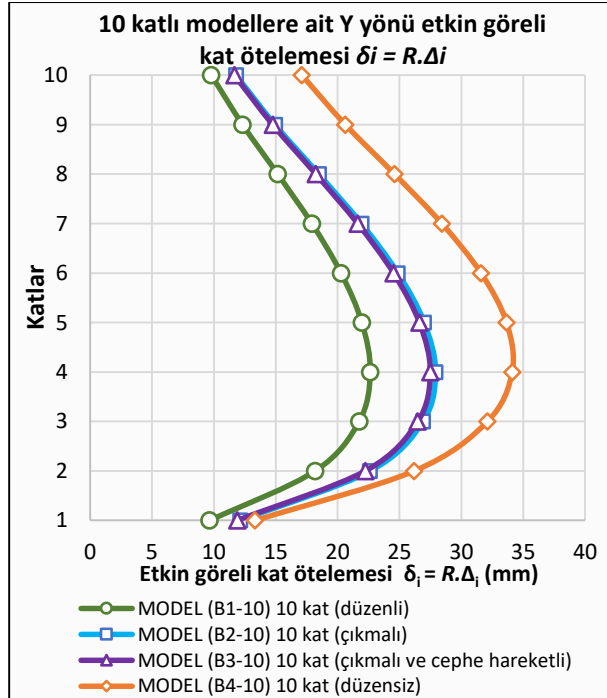
şekil 13. 8 katlı modellere ait X yönü etkin görelî kat ötelemesinin karşılaştırılması



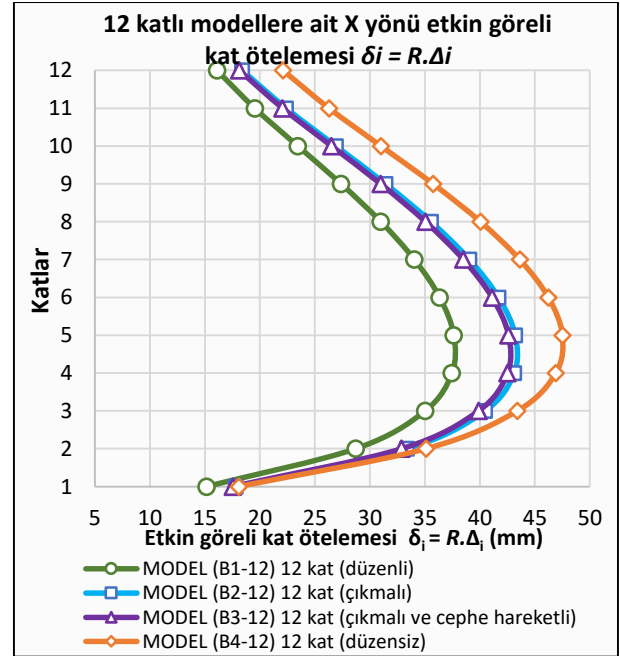
Şekil 14. 8 katlı modellere ait Y yönü etkin görel kat ötelemesinin karşılaştırılması



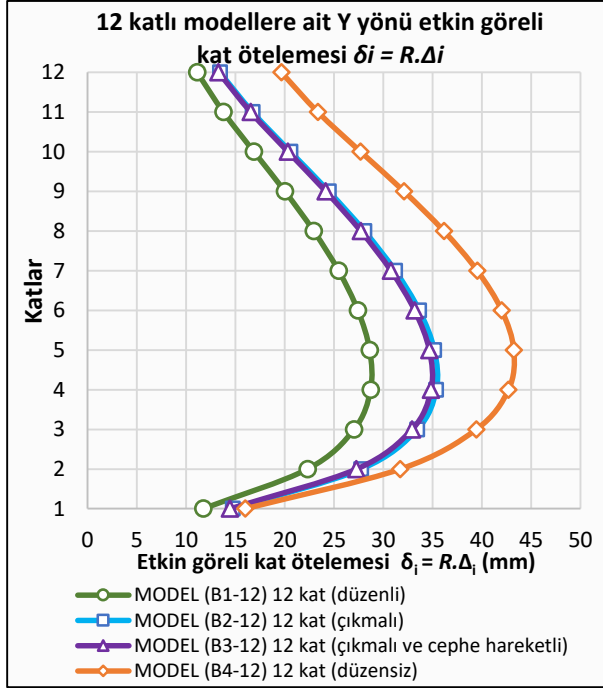
Şekil 15. 10 katlı modellere ait X yönü etkin görel kat ötelemesinin karşılaştırılması



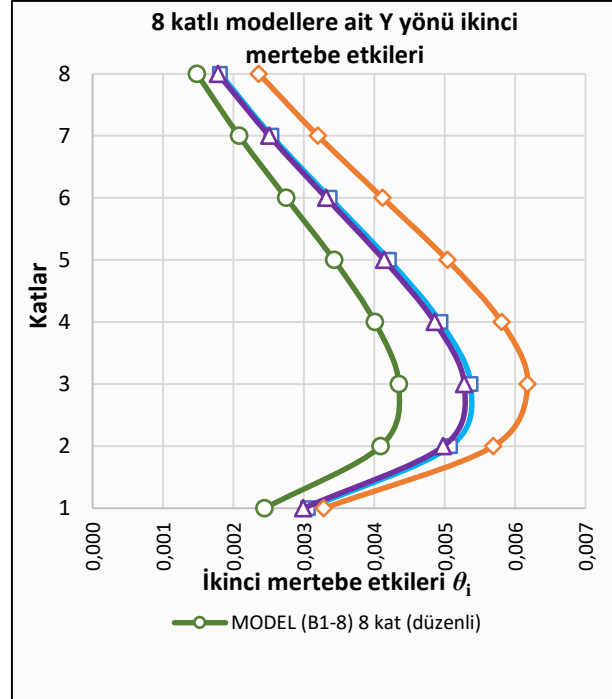
Şekil 16. 10 katlı modellere ait Y yönü etkin görel kat ötelemesinin karşılaştırılması



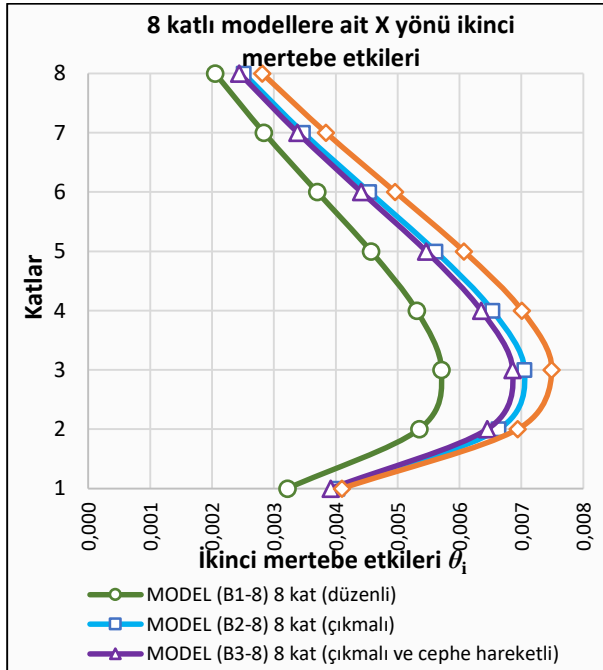
Şekil 17. 12 katlı modellere ait X yönü etkin görel kat ötelemesinin karşılaştırılması



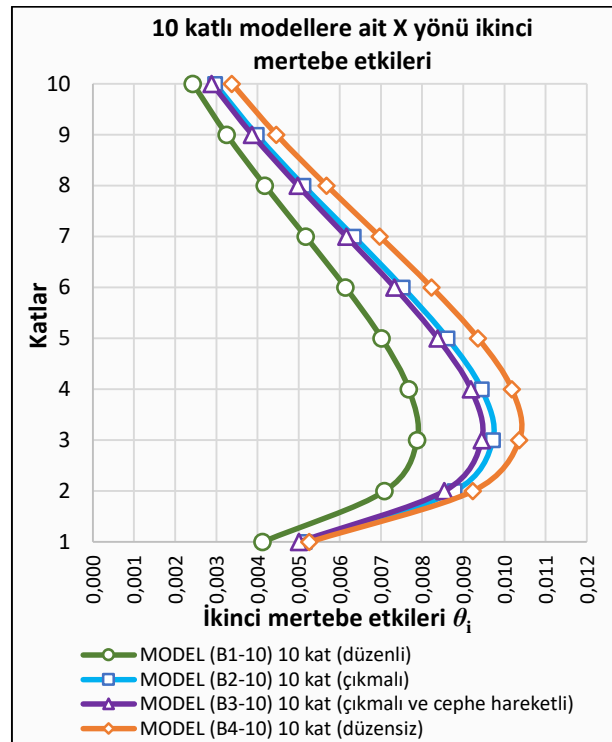
Şekil 18. 12 katlı modellere ait Y yönü etkin görelî kat ötelemesinin karşılaştırılması



Şekil 20. 8 katlı modellere ait Y yönü ikinci mertebeye etkilerinin karşılaştırılması

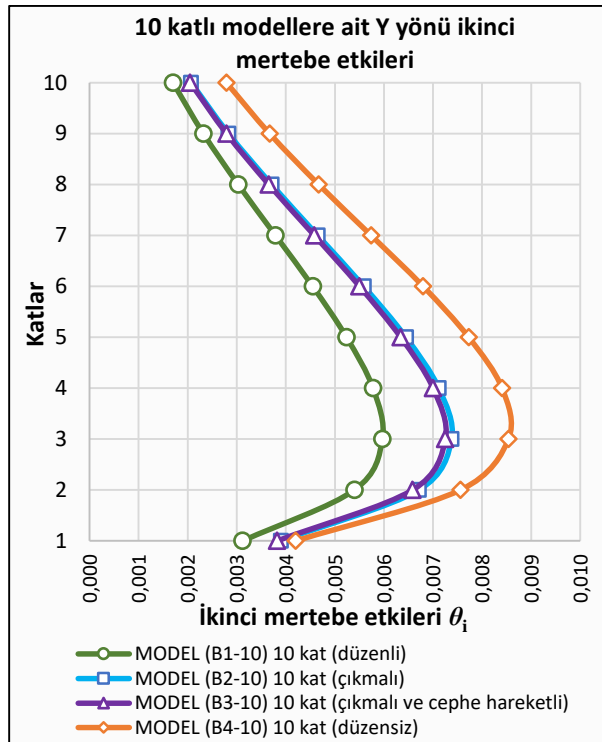


Şekil 19. 8 katlı modellere ait X yönü ikinci mertebeye etkilerinin karşılaştırılması

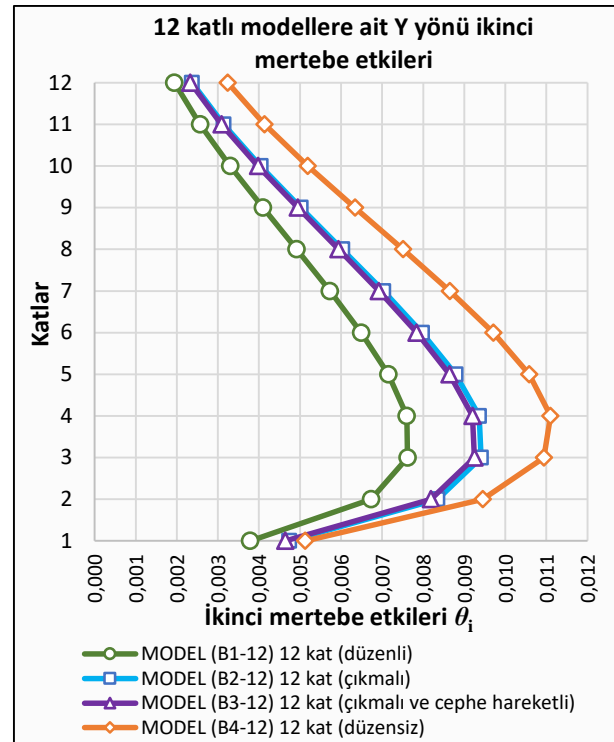


Şekil 21. 10 katlı modellere ait X yönü ikinci mertebeye etkilerinin karşılaştırılması

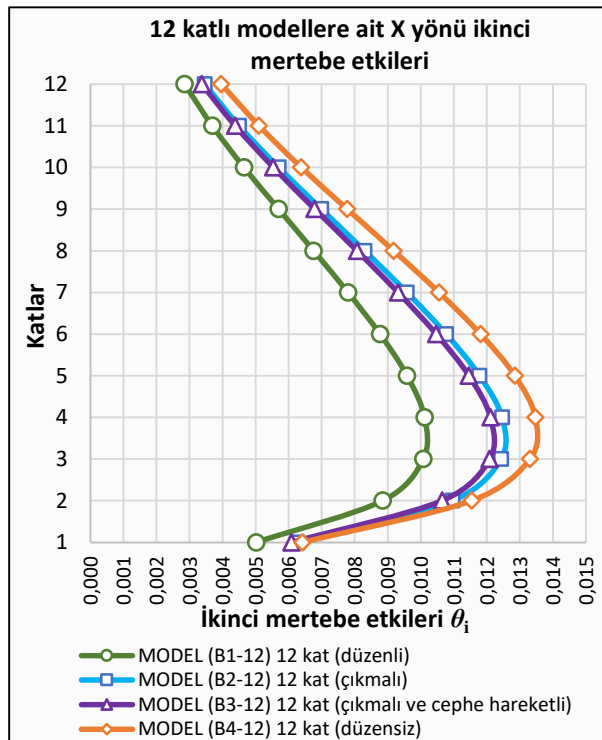
Şekil 19-24'deki bulgulara bakıldığında En fazla ikinci mertebeye etkisi Şekil 23'te gösterilen 12 katlı B4-12 (düzensiz) modelinde X yönünde 4.katta meydana gelmiştir. B4-12 (düzensiz) model, B4-12 (düzenli) modele oranla X yönünde %34, Y yönünde ise %46 artmıştır. B4-12 (düzensiz) modelle B3-12 (çıkmalı ve cephe hareketli model) kıyaslandığında ise bu oran X yönünde %12, Y yönünde ise %21 olarak artmıştır.



Şekil 22. 10 katlı modellere ait Y yönü ikinci mertebe etkilerinin karşılaştırılması



Şekil 24. 12 katlı modellere ait Y yönü ikinci mertebe etkilerinin karşılaştırılması



Şekil 23. 12 katlı modellere ait X yönü ikinci mertebe etkilerinin karşılaştırılması

TARTIŞMA ve SONUÇ

Bu çalışmada aynı planlara sahip perde-çerçeve 8, 10, 12 katlı yapı ve her katta 4 farklı model incelenmiştir. Öncelikli olarak çalışmada DBYBHY-2007

yönetmeliğinde bahsi geçen planda herhangi bir burulma etkisi olmayan, X ve Y yönlerinde simetrik bina modelleri kullanılmıştır. Planın tüm cephelerinde oluşturulan çıkmalar imar yönetmeliklerinin maksimum izin verdiği 150cm çıkma yapılarak modellenmiş ve cephe kiriş süreksizliği dışında bina iç akslarında herhangi bir süreksizliğe ve saplama kirişin oluşumuna izin verilmemiştir. Uygulamada yapılan düzensiz yapılar, birden fazla düzensizliğe sahip olma ihtimali ve inşaa aşamasında işçilik, malzeme, proje yetersizliği, denetim eksikliği vb. faktörlerde hesaba katıldığında bu çalışmada elde edilen değerlerin uygulamada daha yüksek değerlere ulaşabileceği söylenebilir.

Çalışmada kullanılan yapılar modellenirken B1 düzenli modelde ilk verilen kesitler yükleri karşılayabilecekken, B2, B3 ve özellikle B4 modellerinde aynı kesitler yeterli gelmemiş ve kesitler yukarıda belirlenen son ölçülere getirilmiş ve tüm modellerde aynı kesitler kullanılarak tekrar analiz edilmiştir. B4 düzensiz modellerde mahal içinde eksiltelen kirişler daha fazla döşeme açıklığına sebep olmuş ve ilk taslak çalışmada 12cm olarak belirlenen döşeme kalınlığı yetersiz kalmış ve dolayısıyla tüm modellerde 13cm olarak güncellenmiştir. Bu aşamada binadaki kiriş süreksizliklerine sahip modeller, deprem etkileri altında düzenli modellere kıyasla daha fazla kesite ihtiyaç duymuştur.


Çıkmalı B2 modellerde etkin kat ötelemesi miktarı ve ikinci mertebe etkileri B1 düzenli modele göre artmıştır. B3 çıkmalı ve cephe hareketli modellerde ise B2 çıkmalı modele göre konsol olarak çalışan çıkmalardan eksiltelen kiriş ve döşemelerden ötürü yükler


azaldığından dolayı B2 çıkmalı modellere oranla azalmıştır. Yapı performansı için olumsuz etkiye sahip olan kat çıkmaları, B3 modellerinde eksiltilmesinden dolayı etkin görelî öteleme değerini ve ikinci mertbe etkilerini azaltmıştır.

B4 modelleri B3 modellerine oranla daha az bir yapı yüküne sahip olmasına rağmen en büyük değerler B4 modellerinde gerçekleşmiştir. Çıkmalar nedeniyle yapının iç akslarında kalan kolonlara bağlanan kirişlerin mimari estetik kaygılardan ötürü eksiltilmesi yatay sistemde süreksizliklere sebep olmuştur. Bu durum hem etkin görelî kat öteleme değerinin sınır değere yaklaşmasına hem de ikinci mertbe etkilerinin artmasına sebep olmuştur.

Bu sonuçlar kiriş süreksizliğinin deprem etkileri altında olumsuz etkiler oluşturduğunu göstermektedir. Mimari planlar hazırlanırken disiplinler arası koordinasyon sağlanarak dayanımdan ödün verilmeden çözümler geliştirilerek planlanması gerekmektedir. Kirişlerin estetik kaygılardan dolayı mahal içerisinde kaldırılması durumunda yapının; yüksekliğine, deprem bölgesine, kullanılan taşıyıcı sistemin türüne göre yeniden analiz yapılması gerekmektedir. Bu analiz sonucunda kirişlerin eksiltip, eksilmeyeceği duruma bakılmalıdır. Eğer sınır değerler aşıyorsa yapının rijitliği artırılarak yeniden analiz edilmeli ya da kirişler eksiltilmemeli ve dolaylı bağlantılar oluşturulmamalıdır. Bu kirişleri eksiltmek yerine uygun yapı malzemeleri kullanılarak, iç mimari ve mimari dekoratif uygulamalar ile gizlenerek dayanım anlamında kirişler eksiltilmeden çözümleme yapılmalıdır.

ORCID

Sedat SEVEN  <http://orcid.org/0000-0003-1245-2381>

Ömer KELEŞOĞLU  <http://orcid.org/0000-0001-8967-5976>

KAYNAKÇA

- [1] DBYBHY, Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik, Bayındırlık ve İskân Bakanlığı, Ankara, 2007.
- [2] Bal İ.E., Özdemir Z. Çevre çerçeve kirişi süreksizliğinin yapı deprem davranışı üzerindeki etkileri, İnşaat Mühendisleri Odası İstanbul Bülten, 87 10-18, 2006.
- [3] Özmen G. Çok katlı yapılarda yatay süreksizlikler, İnşaat Mühendisleri Odası İstanbul Bülten, 119 16-22, 2012.
- [4] İlkhun M., Kasap H. Betonarme yapılarda çerçeve süreksizliklerinin yapı davranışlarına etkisinin incelenmesi, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 21:5 842-850, 2017.
- [5] Gaur H., Goliya R.K., Murari K., Mullick A.K. A parametric study of multy-storey r/c buildings with horizontal irregularity, International Journal of Research in Engineering and Technology (IJRET). 3:4 360-364, 2014.
- [6] Monish S., Karuna S. A Study On Seismic Performance of High Rise Irregular RC Framed Buildings, International Journal of Research in Engineering and Technology (IJRET). 4:5 340-346, 2015.
- [7] Celep Z., Kumbasar N. Deprem Mühendisliğine Giriş ve Depreme Dayanıklı Yapı Tasarımı, Beta Dağıtım, İstanbul, 2004.
- [8] Amasralı S. Structural Analysis For Computer Aided Design, İstanbul, 2004.
- [9] Celep Z. Betonarme Yapılar, Beta Dağıtım, İstanbul, 2011.
- [10] Doğangün A. Betonarme Yapıların Hesap ve Tasarımı, Birsen Yayınevi, İstanbul, 2016.
- [11] Christopher A. Mimari tasarımda deprem, Designing for Earthquakes A manual for Architects. 2006.
- [12] Seven S. Kiriş Düzensizliğinin Deprem Etkileri Altında İrdelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi, Elazığ, 2018.
- [13] TS 498. Yapı Elemanlarının Boyutlandırmasında Alınacak Yüklerin Hesap Değerleri, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 1997.
- [14] TS 500. Betonarme Yapıların Hesap ve Yapım Kuralları, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 2000.