

## Bina Taşıyıcı Sistemlerinde Çerçeve Düzensizliklerinin Yatay Ötelemeye Etkisi

<sup>1</sup>Hüseyin KASAP

<sup>2</sup>Esra BAŞKAYA

<sup>2</sup> İmren BAŞAR

<sup>1</sup>\* Necati MERT

<sup>1</sup>Yrd.Doç.Dr, Sakarya Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü, Sakarya

<sup>2</sup>İnşaat Mühendisi, SAU Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya

### Abstract:

A clear provision for the beam discontinuities in multi-storey structures is non existent in earthquake regulations. This leads to some uncertainties and instability in practice, and often leads to negative and dangerous construction system choices. Architectural excursions are one of the most common features of the buildings in Turkey. In the majority of the buildings the ground floor ceilings have a regular carrier system. However, they are arranged to go upstairs. Often some beams are removed for architectural reasons on these floors. By providing the security of the structural system from a static point of view, the effects on the building behavior will be examined which will adversely affect the aesthetics in architectural design.

In this study, irregularities will be investigated and some proposals will be developed for project designers in case of the external accuracies and internal accuracies of the girder discontinuities in some frames due to various reasons in the bearing system by modeling in IDECAD.

**Keywords:** Beam discontinuity , Horizontal displacement

### Özet:

Deprem yönetmeliklerinde çok katlı yapılardaki kiriş süreksizlikleri konusunda belirgin bir hüküm yoktur. Bu durum uygulamada bazı belirsizliklere ve kararsızlıklara yol açmakta, çoğu kez olumsuz ve tehlikeli yapı sistemi seçimlerine gidilmektedir. Mimari nedenle yapılan çıkmalar, Türkiye'deki binalarda en çok karşılaşılan uygulamalardan biridir. Binaların çoğunda zemin kat tavanları düzenli bir taşıyıcı sisteme sahiptir. Ancak üst katlarda çıkmalar düzenlenmektedir. Çoğu kez bu katlarda mimari nedenlerle bazı kirişler kaldırılmaktadır. Bu çalışmada taşıyıcı sistemin statik açıdan güvenliği sağlanarak, mimari tasarımda estetiği olumsuz etkileyecek durumların yapı davranışına etkileri incelenecektir.

Bu çalışmada, taşıyıcı sistemde çeşitli nedenlerle bazı çerçevelerdeki kiriş süreksizliklerinin dış aksta ve iç aksta olması durumları IDECAD'te modellenerek elde edilen sonuçlar doğrultusunda düzensizlikler ele alınıp irdelenecek ve proje tasarımcıları için bazı öneriler geliştirilecektir.

**Anahtar Kelimeler:** Kiriş Süreksizliği, Yatay Ötelenme

\*Corresponding author: Yard. Doç. Dr. H.KASAP Address: Faculty of Engineering, Department of Civil Engineering Sakarya University, 54187, Sakarya TURKEY. E-mail address:hkasap@sakarya.edu.tr, Phone: +902642955754

## 1.Giriş

Mimari çıkmalar Türkiye’deki binalarda en çok karşılaşılan uygulamalardan biridir. Bu uygulama binaların gerek kütle dağılımını etkileyerek ve gerekse bina üzerinde düzensizlik meydana getirerek binanın yük altındaki davranışını etkiler. Ancak üst katlardaki bu dışarı doğru çıkma sadece kirişlerle birlikte döşeme parçasının dışarı doğru çıkması şeklinde olduğundan ve çevre kolonlarının kirişlerle bağlantısını kapsamadığından, çevre kolonlar arasında kirişsiz bir döşeme parçası kalmaktadır. Bu durum kısmen veya tamamen dış cephe çerçeve veya çerçevelerinin aslında bir yönde kirişsiz döşeme olarak çalışmasına neden olmaktadır. Burada önemli olan bu düzensizliklerin taşıyıcı sisteme olan etkisinin iyi analiz edilmesi ve düzensizliklerin oluşturacağı olumsuzlukların bir takım önlemlerle ortadan kaldırılmasıdır [1].

Bu çalışmada literatürde şu ana kadar sınırlı ölçüde ele alınmış olan yatay elemanların süreksizliği ile ilgili bir dizi irdeleme yapılmıştır. İrdeleme dört katlı betonarme çerçeve türü bir yapının modeli üzerinden gerçekleştirilmiştir. Analiz için belli akslardan seçilen kirişlerin kaldırılmasıyla ortaya çıkan yatay eleman süreksizliği durumunda periyodları ve deplasman oranları karşılaştırmalı olarak analiz edilmiştir.

## 2. Yatay Süreksizlikler

Betonarme yapıların birçoğu yapısal düzensizliklerden dolayı depremlerden sonra daha büyük hasar almakta ya da tamamen yıkılmaktadır. Bu yüzden yönetmeliklerde belirtildiği üzere yapısal düzensizliklerin deprem sırasında meydana getirebileceği yıkıcı etkilerin önceden belirlenmesi yapı güvenliği açısından önemlidir. Düzensizliklerin olumsuz etkisinin giderilmesi amacıyla deprem yönetmelikleri bir dizi yaptırımlar uygulamaktadır.

Türk Deprem Yönetmeliği düzensizlikleri iki kısımda incelemektedir. TDY-2007’de düzensizlikler binaların planda ve düşey doğrultuda olmak üzere belirli sınırlar içinde kalmasını öngörmüştür.

Tablo 1. TDY-2007’ye göre planda ve düşey doğrultuda düzensizlik durumları

Düzensizlik İsimleri	Düzensizlik Durumları
Burulma düzensizliği (A <sub>1</sub> )	<b>Planda Düzensizlik Durumları - A</b>
Döşeme süreksizliği (A <sub>2</sub> )	
Planda çıkıntılar bulunması (A <sub>3</sub> )	
Komşu katlar arası dayanım düzensizliği (B <sub>1</sub> )	<b>Düşey Doğrultuda Düzensizlik Durumları-B</b>
Komşu katlar arası rijitlik düzensizliği (B <sub>2</sub> )	
Taşıyıcı sistemin düşey elemanlarının süreksizliği (B <sub>3</sub> )	

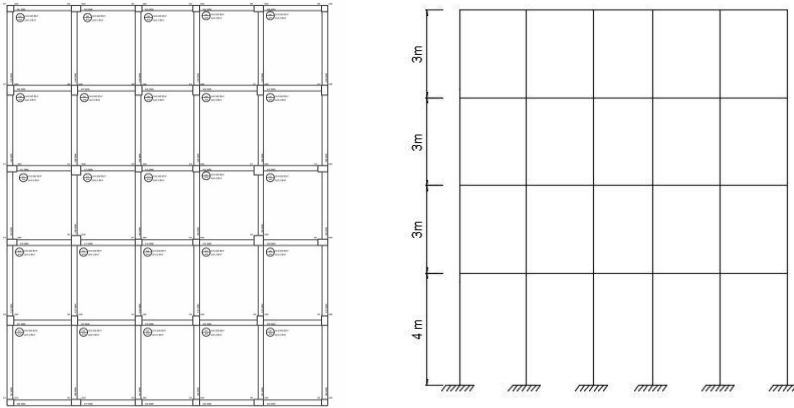
Her ne kadar düşey doğrultudaki düzensizlikler arasında düşey taşıyıcı elemanların “süreksizliği” göz önüne alınmışsa da yatay elemanların süreksizlikleri konusunda belirgin bir yönetmelik hükmü yoktur. Bu durum uygulamada bazı belirsizliklere ve kararsızlıklara yol açmakta, çoğu kez yanlış ve tehlikeli yapı sistemi seçimlerine yol açmaktadır. Kiriş süreksizliği konusunun da incelenmesi ve bir yönetmelik hükmüne bağlanmasının gerekli olduğu açıktır [6].

### 3. Analitik Çalışma

Bu çalışmada kiriş süreksizliğinin irdelenebilmesi için diğer düzensizlikleri içermeyen taşıyıcı sistemi oldukça sade seçilmiş bir betonarme model oluşturulmuştur. Modelde kat yüksekliği zemin katta 4 metre normal katlarda ise 3'er metre seçilmiştir. Tasarlanan dört katlı betonarme bina İDECAD' de modellenmiştir.

Bina 1.derece deprem bölgesinde düşünülmüş olup TDY-2007'de belirtilen şekilde etkin yer ivmesi 0.4g olarak hesaba dahil edilmiştir. Binanın bulunduğu zemin TDY-2007'de Z4 türü zemin sınıfı olarak kabul edilmiştir. Bu tür zeminlerde spektrum karakteristik periyodları 0.2 sn ile 0.90 sn. olarak hesaba alınmaktadır.

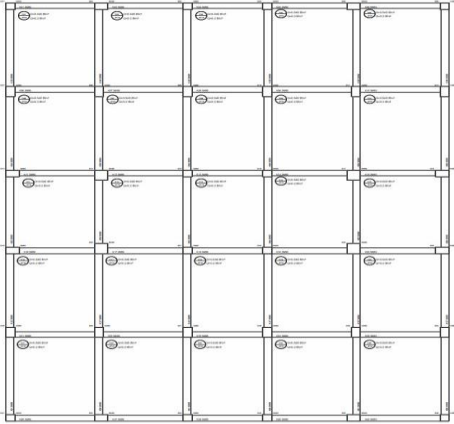
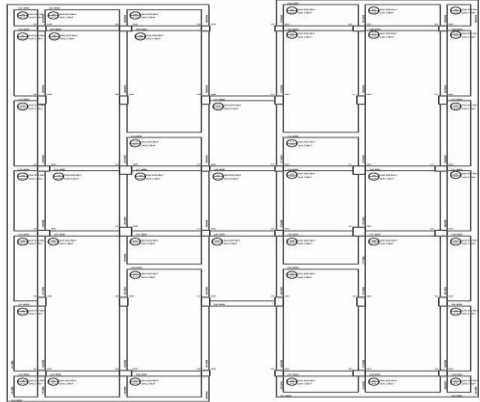
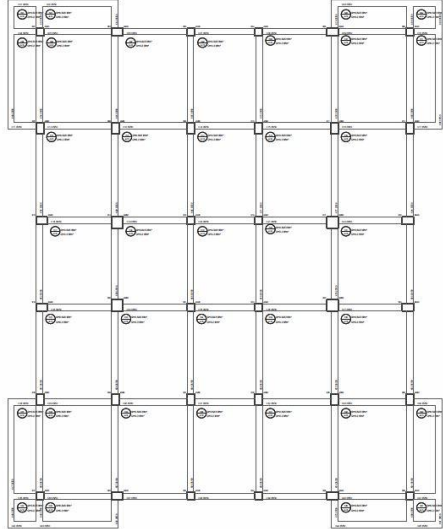
Taşıyıcı sistemde kesitler kolonlar için 40/40 cm,40/60 cm ve 60/60 cm, kirişler için 35/50 cm olarak belirlenmiştir. Kesitler her katta sabit aynı seçilmiştir. Döşeme kirişli olarak tasarlanmış ve kalınlığı 15 cm alınmıştır. Yapı geometrisi belirlenmiş olan sistemde C25 sınıfı beton ve S420 sınıfı donatı kullanılmıştır. Ayrıca TS-498 [TS-498,1997] ve TS-500-2000'e göre döşemeden kirişlere gelen yük  $g=0.545 \text{ t/m}^2$  ve  $q= 0.20 \text{ t/m}^2$  olarak kabul edilmiştir. Şekil 1'de İncelenen yapıların düzenli modelinin plan geometrisi ve kesiti verilmiştir. Kiriş ve kolonların tahkiki ACI 318'e [ACI 318, 1995] paralel olan TS-500-2000'e ve TDY-2007'ye göre yapılmıştır. Binanın deprem hesabında çerçeve türü yapılar için geçerli olan deprem yükü süneklik düzeyi yüksek sistemler için azaltma katsayısı 8 olarak kabul edilmiştir.



Şekil 1. İncelenen yapıların düzenli modelinin kat planı ve düşey kesiti

Çalışmada söz konusu model üzerinden kirişlerin yatay düzensizliklerine göre iki farklı düzensiz model oluşturulmuştur. Modellerin zemin kat planları Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. Model isimleri ve açıklamaları

Model (Tip) İsmi	Zemin Kat Planı
<p style="text-align: center;"><math>T_0</math> (Referans Model, tüm kirişlerin sürekli olması durumu)</p>	
<p style="text-align: center;"><math>T_1</math> (İç aksta kirişlerin süreksiz olması durumu)</p>	
<p style="text-align: center;"><math>T_2</math> (Dış aksta kirişlerin süreksiz olması durumu)</p>	

#### 4. Analitik Çalışma Sonuçları

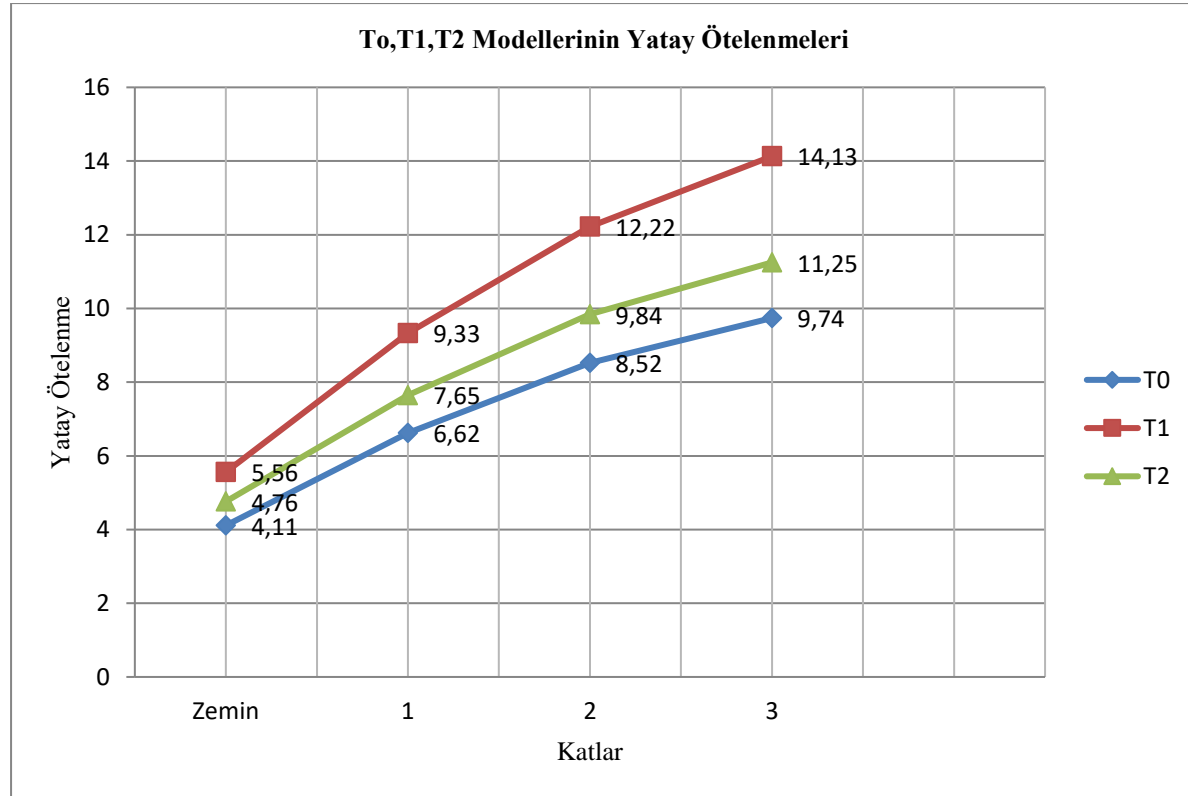
Çalışmada yatay elemanların süreksizliğinin olduğu bir adet referans toplam üç farklı model üzerinden analizler gerçekleştirilmiştir. Analiz için akslardan seçilen kirişler kaldırılmış ve ortaya çıkan yatay eleman süreksizliği durumunda yatay ötelenmedeki değişim analiz edilmiştir.

Kirişlerin kaldırılmasıyla sistemin rijitliği azalacağı için birinci mod periyodunun artması beklenmelidir. Analizlerde diğer modellerin periyodları referans çerçevenin periyoduna göre daha fazla bulunmuştur. Tablo 3'te her bir çerçevenin birinci mod periyodu verilmiştir.

Tablo 3. Mod Periyot Değerleri

Model (Tip) İsmi	T <sub>0</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>
Periyot ( sn)	0,47202	0,56548	0,50467

Periyotlara bağlı olarak deplasman değerleri de değişmektedir. Her bir kata karşılık gelen kat deplasman değerleri Şekil 2'de gösterilmiştir. Periyodu düşük olan yapının daha az deplasman yapması açıktır.

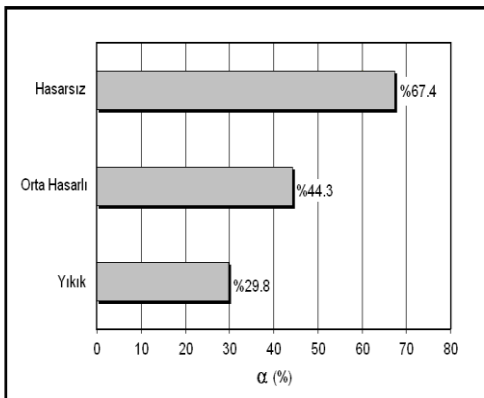


Şekil 2. Her bir model için yatay ötelenme değerleri

## 5. Sonuçlar

Yapıların deprem esnasında performansını kötü yönde etkileyen, yatay doğrultuda yapı düzensizliğine neden olan kiriş süreksizliğinin daha derin araştırılıp belirli normlara göre sınırlandırılarak deprem yönetmeliğinde bir hükme bağlanması gerekmektedir. Bu çalışmada 4 katlı çerçeve sistemi sade bir betonarme bina model olarak ele alınmıştır. Yatayda oluşan düzensizliklerin ve bunların yaratmış olduğu farklılıklarını gözlemlemek amacıyla süreksiz farklı tipte modeller oluşturulmuştur. ( T1,T2).Belirli akslardan seçilen kirişlerin kaldırılmasıyla ortaya çıkan yatay ötelenmedeki değişim elde edilmiştir. Yapılan analitik çalışma sonucunda şu sonuçlara varılmıştır;

- Bu çalışmada bir parametre olarak yer alan deprem bölgesi, zemin özellikleri kat yüksekliklerinin değişken olması, taşıyıcı sistemde diğer düzensizliklerin bulunması gibi diğer faktörlerin elde edilen sonuçların değişmesine neden olacaktır.
- Türk Deprem Yönetmeliği'nde bu tip bir düzensizliğin, tasarım mühendislerine kolon-döşeme birleşimlerini kontrol etmeyi zorunlu kılan bir yöntemin önerilmesi gerekmektedir.
- Kiriş bağlantısı olmayan kolonların yatay rijitlikleri çok düşüktür. Bu durumda yatay yüklerin önemli bölümünü kiriş bağlantısı olan kolonlar taşır. Kiriş bağlantısı olan kolonların hem rijitlik hem de dayanım bakımından yeterli olmaları gerekir.
- Tasarım yapılırken kiriş süreksizliğinin güvenli olup olmadıklarının saptanması için M.Erkan tarafından incelenen 1~8 katlı 58 adet yapı istatistiksel yöntemler kullanılarak incelenmiş. Çalışmanın "Hasar durumları" bölümünde, incelenen yapılar kiriş süreksizlikleri bakımından sınıflandırılmış ve bir  $\alpha$  süreksizlik katsayısı tanımlanmış.  $\alpha$  süreksizlik katsayısının 0,70 'den büyük olması gerektiği vurgulanmıştır.



$$\alpha_{x(y)} = \frac{\text{Kirişlerle bağlanan kolon sayısı}}{\text{Toplam kolon sayısı}} \geq 0,70$$

- Kirişlerle bağlanan kolon sayısının hesaplanmasında konsollar ile diğer ucu kirişe oturan kirişler göz önüne alınmayacaktır.

## 6.Kaynaklar

- [1] İ.E. Bal ve Z.Özdemir, Çevre Çerçeve Kirişi Süreksizliğinin Yapı Deprem Davranışı Üzerindeki Etkileri, İ.M.O. İstanbul Bülten, Sayı: 87, 2006.
- [2] Erkan, M., Mücavir Alan Sınırları İçerisinde Zemin Özelliklerinin 12 Kasım Düzce Depremi Hasar Dağılımına ve Yapılaşma Parametrelerine Etkisinin İncelenmesi, Düzce Belediyesi , 2003
- [3] Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik, Bayındırlık ve İskan Bakanlığı , Ankara, Mart 2007
- [4] TS 498 – Yapı Elemanlarının Boyutlandırılmasında Alınacak Yüklerin Hesap Değerleri
- [5] TS-500, Betonarme Yapıların Tasarım ve Yapım Kuralları, 2000
- [6] G.Özmen , Çok Katlı Yapılarda Yatay ve Düşey Süreksizlikler , İ.M.O İstanbul Bülten , Sayı : 119 ,2012