



Kamu Yönetimi Enstitüsü Sosyal Bilimler Dergisi

*Institute of Public Administration
Journal of Social Sciences*

Cilt 3, Sayı 4, Yaz/Haziran

DEPREM ETKİSİ ALTINDA YAPILARIN YATAY VE DÜŞEY DOĞRULTUDAKİ DÜZENSİZLİKLERİNİN İNCELENMESİ

Investigation of Horizontal and Vertical
Effect of Earthquake

Araştırma

Görüş

Mimarlık Bölümü

...i.edu.tr

-0009-1840-4170

Geliş Tarihi/Received: 14.05.2023
Kabul Tarihi/Accepted: 22.05.2023

Atıf/Citation

Şengül, Ü. (2023). Deprem Etkisi Altında Yapıların Yatay ve Düşey Doğrultudaki Düzensizliklerinin İncelenmesi. *Kamu Yönetimi Enstitüsü Sosyal Bilimler Dergisi*. (4), 215-231.

Kamu Yönetimi Enstitüsü
Türkiye Kamu Çalışanları Kalkınma ve Dayanışma Vakfı kuruluşudur

RETRACTED/MAKALE GERİ ÇEKİLDİ!

Öz

Mimari tasarım ve strüktürel konfigürasyon, betonarme binaların deprem davranışlarını etkileyen önemli iki konudur. Yapının deprem güvenilirliğinin genellikle sadece taşıyıcı elemanlarının düzenlemesine bağlı olarak değişebildiği kabul edilmektedir. Fakat mimari tasarım kararları yapıların deprem davranışı bakımından büyük öneme sahiptir. Türkiye deprem bölgesinde yer alan bir ülke olduğundan yapılardaki deprem güvenliğini sağlamak kaçınılmaz bir amaç olmaktadır. 6 şubat 2023 tarihinde meydana gelen 7.7 ve 7.6 büyüklüğündeki Kahramanmaraş depremlerinde yaklaşık 25 bin bina yıkılmış ve yaklaşık 198 bin bina az ve orta hasar almıştır. Yaşanan bu büyük deprem, depreme dayanıklı bina tasarımı konusunu yeniden gündemimize oturtmuştur. Bir yapının deprem yükleri altındaki başarısızlığı mimari tasarım sürecinde başlamaktadır. Bu nedenle binaların deprem dayanımı bina tasarımının erken safhalarında düşünülmelidir. Mimari tasarım sadece plan düzleminde yapılan işlevsel ve estetik kaygıların giderildiği bir düzenlemeden ibaret değildir. Düşey doğrultuda yani yapının kesit ve cephelerinde alınan tasarım kararları plan düzleminde alınan kararlar kadar yapının deprem performansında etkin role sahiptir. Bu nedenle çalışmada hem yatay hem de düşey doğrultudaki yapı düzensizlikleri ve literatürdeki çözüm önerileri 2018 Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği'ne ve Japonya Mimarlar Enstitüsü (JIA) ve Japonya Asismik Emniyet Organizasyonu (JASO) tarafından yayınlanan "Mimarlar İçin Depreme Dayanıklı Tasarım" el kitabına göre detaylı bir biçimde incelenmiştir. Çalışmada, düzensizlik yaratan durumların mimari tasarım aşamasında göz önünde bulundurulmasının önemini vurgulamak ve konuyla ilgili çalışmalara kaynak sağlamak amaçlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Deprem, Yapı Düzensizlikleri, Depreme Dayanıklı Mimari Tasarım

Abstract

Architectural design and structural configuration are two important issues that affect the earthquake behavior of reinforced concrete buildings. It is generally accepted that the earthquake reliability of the structure can only change depending on the arrangement of the load-bearing elements. However, architectural design decisions are of great importance in terms of earthquake behavior of buildings. Since Turkey is a country located in an earthquake zone, it is an inevitable goal to ensure earthquake safety in buildings. In the Kahramanmaraş earthquakes of 7.7 and 7.6 magnitude that occurred on February 6, 2023, approximately 25 thousand buildings were destroyed and 198 thousand buildings suffered minor and moderate damage. This great earthquake has put the issue of earthquake resistant building design on our agenda again. The failure of a structure under earthquake loads begins in the architectural design process. Therefore, earthquake resistance of buildings should be considered in the early stages of building design. Architectural design is not just an arrangement made at the plan level, in which functional and aesthetic concerns are eliminated. The design decisions taken in the vertical direction, that is, on the sections and facades of the building, have an active role in the earthquake performance of the building as much as the decisions taken on

the plan plane. For this reason, in this study, structural irregularities in both horizontal and vertical directions and the solution proposals in the literature are based on the 2018 Turkish Building Earthquake Code and the "Earthquake Resistant Design for Architects" handbook published by the Japan Institute of Architects (JIA) and the Japan Asismic Safety Organization (JASO) has been studied in detail. In the study, it is aimed to emphasize the importance of considering the irregularities in the architectural design phase and to provide resources for the studies on the subject.

Keywords: Earthquake, Building Irregularities, Earthquake Resistant Architectural Design.

Giriş

Türkiye, Alp Himalaya deprem kuşağı üzerinde yer almakta ve sıklıkla ciddi ve büyük depremlerle karşı karşıya kalmaktadır. Ağır kayıpları olan 1939 Erzincan depremi, 1999 Kocaeli ve Düzce depremleri, 2011 Van depremi gibi depremler tehlikenin boyutunu gözler önüne sermiştir. Bu depremlerin üzerine en son yaşanan deprem 6 Şubat 2023 tarihinde gerçekleşmiştir. Depremi merkez üssü Kahramanmaraş olup toplam 11 ilimiz ciddi derecede depremden etkilenmiştir. Yaşanan can kayıpları ve binalardaki yıkım ve hasar oranları göz önünde bulundurulursa deprem bilincimizin hâlâ oluşmadığı söylenebilir.

Deprem anında yapılar yıkıcı deprem yüklerine maruz kalmaktadır. Bu durum sonucunda bazı binalar yıkılırken bazıları az, orta, ağır hasar almakta bazıları ise hiç hasar almamaktadır. Bu da hasar almayan binaların sismik performansının diğer binalara göre daha iyi olduğunu göstermektedir. Binaların deprem sırasındaki performansının iyi ya da kötü olmasını birçok faktör etkilemektedir. Bunların başlıcaları:

- Mimari tasarım
- Taşıyıcı elemanların konfigürasyonu
- Deprem bölgesi
- Coğrafik konumlanma (Fay hattı üzerinde konumlanma)
- Zemin sınıfı

- Yapı malzemenin niteliği
- Yapım kalitesi ve işçilik
- Yapı denetimi

Bahsedilen faktörler farklı disiplinleri ilgilendiren başlıklardan oluşmaktadır. Günümüzde hâlâ depreme dayanıklı bina denilince akla ilk olarak inşaat mühendisleri gelmektedir. Ancak bu konuda mimarlar, inşaat mühendisleri, jeoloji mühendisleri, müteahhitler, yapı denetim firmaları, şehir bölge planlamacıları koordine şekilde çalışmalıdır. Bu makalede birlikte çalışması gereken disiplinlerden mimarlık disiplini ele alınacaktır. Çünkü depreme dayanıklı tasarım, sanıldığı gibi aksine sadece inşaat mühendislerince yapılan statik hesaplamalara bağlı değildir. Yapının deprem davranışı mimari tasarım sürecinden itibaren başlamaktadır ve tasarım hatası hesapla düzeltilemez (Ersoy, 1999). Mimari tasarım kararları yapının deprem performansı üzerinde belirleyici bir role sahiptir (Arbabian, 2000). Bu nedenle çalışmada yapının deprem davranışında mimari tasarım kararlarının önemi vurgulanmaktadır. Ayrıca 2018 Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği'nde tarif edilmiş olan yatay ve düşey doğrultudaki yapı düzensizliklerine mimari açıdan yaklaşılarak, depreme dayanıklı yapı tasarımı için gerekli mimari tasarım ölçütleri araştırılmış, alanyazın yatay ve düşey doğrultudaki yapı düzensizlikleri için önerilen çözümler araştırılarak konuyla ilgili çalışmalara katkı sağlamak amaçlanmıştır.

1. Yapı Düzensizlikleri

Tipik bina konfigürasyon eksiklikleri, düzensiz geometri, katlarda zayıflık, kütle konsantrasyonu veya yanal kuvvete dayanıklı sistemdeki herhangi bir süreksizliği içerebilir. Düşey doğrultudaki düzensizlikler; mukayemet, rijitlik, geometri ve kütle başlıkları altında incelenir. Bunlar ayrı ayrı değerlendirilmekle birlikte birbiriyle ilişkilidir ve aynı anda ortaya çıkabilir. Örneğin, birinci katı diğer katlara göre daha yüksek olan bir bina, yumuşak kat oluşumuna, zayıf kat oluşumuna veya her ikisinin birlikte oluşmasına sebep olabilir. Bina formunun, bina deprem performansı üzerindeki önemli etkileri bilinmektedir. Bu etkinin nedeni, binanın şekli ve oranlarının, bina içinde ilerlerken deprem kuvvetlerinin dağılımı üzerinde

büyük bir etkiye sahip olmasıdır. Geometrik konfigürasyon, yapısal elemanların tipi, bağlantı detayları ve inşaat malzemeleri, bir binanın yapısal-dinamik tepkisi üzerinde derin bir etkiye sahiptir. Bir binanın plan asimetrisi veya düşey süreksizlik gibi düzensiz özellikleri olduğunda, düzenli özelliklere sahip binalar için sismik kriterlerin geliştirilmesinde kullanılan varsayımlar geçerli olmayabilir. Bu nedenle, düzensiz özelliklere sahip binalar oluşturmaktan kaçınmak en iyisidir. Örneğin, bir binanın zemin katının ticari amaçlı kullanılabilmesi için dış duvarların boydan boya cam olması, zemin seviyesindeki kolonları yanal kuvvetlere direnecek yegane elemanlar olarak bırakmaktadır. Bu uygulama rijitlikte ani bir değişikliklere neden olacağından istenmeyen bir durumdur. Düzensizlik oluşturacak tasarımlar kaçınılmaz olduğunda, olağandışı dinamik özellikleri ve yapısal dirençteki ani değişikliklerde meydana gelen yük transferi ve gerilim konsantrasyonlarını hesaba katmak için özel tasarım teknikleri uygulamak gerekir (Taranath, 2004).

Düzensiz binalar, Türk Deprem Yönetmeliği'nde "depreme karşı davranışlarındaki olumsuzluklar nedeni ile tasarımından ve yapımından kaçınılması gereken binalar" olarak ifade edilmiştir (TDBY, 2018). Mimari tasarımın erken safhalarında yapı düzensizliklerine neden olabilecek ve kaçınılması gereken birçok durum oluşmaktadır. Düzensizliklere neden olarak yapıların deprem performansını olumsuz yönde etkileyen birçok etken bulunmaktadır. Binanın yatayda ve düşeyde uygun olarak tasarlanamaması, kütle ve rijitlik dağılımındaki süreksizlikler, strüktürel elemanların ortogonal olmayan akslar üzerinde konumlanması, katlar arasındaki yükseklik farkları, kısa kolonlar, yapıdaki çarpışma olayı vb. yapılarda düzensizliğe neden olabilecek başlıca etkenlerdir (Taranath, 2004).

Yapı düzensizliklerinin Türk Deprem Yönetmeliği'ndeki sınıflandırılması tablo 1'de gösterilmiştir.

Tablo 1. Türk Deprem Yönetmeliği'nde belirtilen yapı düzensizlikleri

Yatay doğrultuda (Plan düzleminde) düzensizlikler	Düşey doğrultuda (Kesit düzleminde) düzensizlikler
Burulma düzensizliği	Zayıf kat
Döşeme	Yumuşak kat
Süreksizliği	Düşey taşıyıcı elemanların süreksizliği
Planda çıkıntı bulunması	

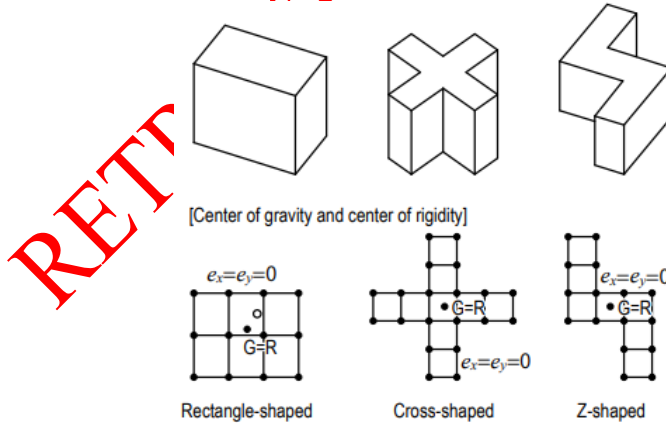
1.1.Planda düzensizlik durumları

Bu bölümde yatay doğrultuda yani plan düzlemindeki düzensizlikler incelenecektir. Bu düzensizlikler burulma düzensizliği, döşeme süreksizlikleri ve planda çıkıntı durumu başlıkları altında ele alınacaktır.

1.1.1. Burulma düzensizliği

Bir yapıda burulma düzensizliği, ağırlık merkezi ile rijitlik merkezi (kolonlar, kirişler, perde duvarlar ve payandalar dahil depreme dayanıklı elemanların merkezi) arasındaki farktan dolayı ortaya çıkmaktadır (JASO, 2012).

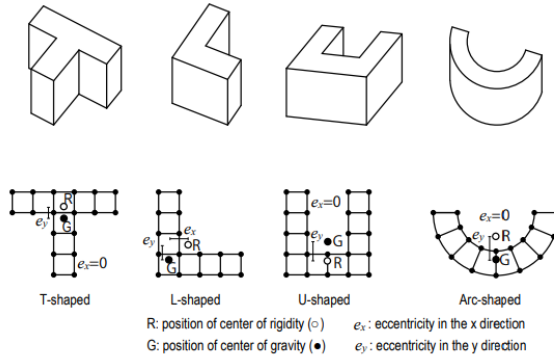
Şekil 1. Ağırlık ve rijitlik merkezleri çakışan bina formları(JASO, 2012).



Bu fark büyüdüğünde, rijitlik merkezi çevresinde sismik kuvvetin neden olduğu burulma deformasyonu ortaya çıkar. Şekil 1'de görülen

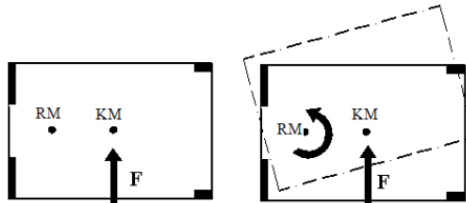
dikdörtgen, çapraz ve Z-biçimli binalar gibi nokta-simetrik düzlemsel şekle sahip binalar, ağırlık merkezi ve rijitlik merkezi çakıştığı için eksantriklik nedeniyle burulma oluşturmeyen iyi dengelenmiş binalardır. Buna karşılık, T, L, U gibi çizgi simetrik düzlemsel şekle sahip binalar ve yay şeklindeki binalar, asimetric yönlerde ağırlık merkezi ile rijitlik merkezi arasındaki eksantriklik nedeniyle büyük burulma üreten dengesiz binalardır.

Şekil 2. Ağırlık ve rijitlik merkezleri çakışmayan bina formları(JASO, 2012)



Bir binanın burulma davranışı

Ağırlık merkezi ve rijitlik merkezinin konumu farklı olduğunda, sismik kuvvet binayı rijitlik merkezi etrafında döndürür ve bu merkez etrafında burulma olarak bilinen bir dönme yer değiştirmesi oluşturur. Normal binalarda, bir döşeme levhasının levha içi rijitliği çok yüksek olduğu için yatay sismik kuvvetin bir döşeme levhasında levha içi bükülmeye neden olmadığı varsayılabilir (buna rijit zemin varsayımı denir). Rijit kat varsayımının geçerli olduğu binalarda, bir bina ne kadar iyi dengelenirse katın her kısmında o kadar benzer yer değiştirmeler meydana gelir. Bu tür paralel yer değiştirmeye öteleme denir (JASO, 2012).

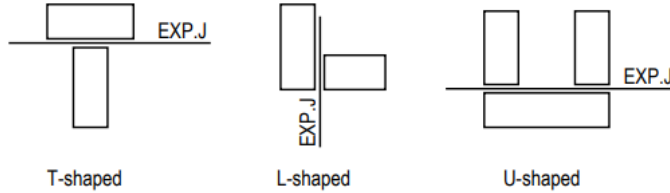


Şekil 3. Burulmalı dönme davranışı (TBDY, 2018)

Ağırlık merkezi ve rijitlik merkezi konumları farklı olduğunda ötelemeye ek olarak binanın dönme hareketi meydana gelir ve yerdeğiştirme farkları oluşur. Eksantrik mesafe arttıkça yer değiştirme farkı artar ve rijitlik merkezine olan mesafe arttıkça yer değiştirme farkı artar (Şekil 3). Sonuç olarak, binaya sismik kuvvet etki ettiğinde burulmalı dönme davranışı oluşmakta, rijitlik merkezinden uzak olan kısımlar lokal olarak çökmekte ve bina büyük hasara uğramaktadır.

Dengesiz binaları iyileştirmenin yolları şunlardır:

1. Kolon, kiriş ve perde kesitlerini ayarlayarak ve perde duvarların yerleşimini değiştirerek, ağırlık merkezi ile rijitlik merkezini mümkün olduğunca çakıştırarak burulmayı en aza indirmek.
2. Stresin yoğunlaştığı herhangi bir parçayı güçlendirmek.
3. Depreme dayanıklılık dayanımını dengeli bir binanınkinden daha yükseğe çıkarmak.

Şekil 4. Genleşme derzi tekniği (JASO, 2012)

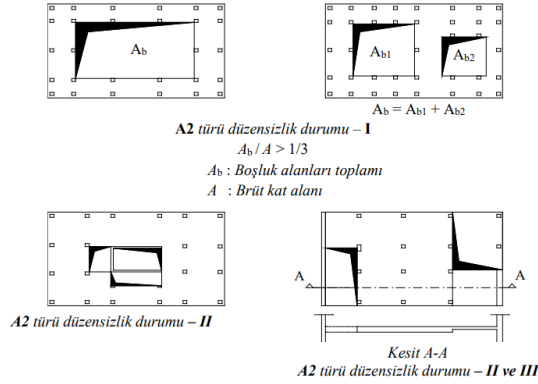
4. Bir yapıyı genleşme derzi kullanarak ayırmak (EXP. J) ve her bir parçayı dengeli bir şekle sokmak (Şekil 4). Bu teknik yaygın olarak kullanılmaktadır; ayrıca etkili ve son zamanlarda giderek daha popüler hale gelen bir yöntem, sismik olarak izole edilmiş bir yapının benimsenmesidir (JASO, 2012).

1.1.2. Döşeme süreksizlikleri

Herhangi bir kattaki döşemede (Şekil 5);

1. Merdiven ve asansör boşlukları dahil, boşluk alanları toplamının kat brüt alanının 1/3'ünden fazla olması durumu,
2. Deprem yüklerinin düşey taşıyıcı sistem elemanlarına güvenle aktarılabilmesini güçleştiren yerel döşeme boşluklarının bulunması durumu,
3. Döşemenin düzlem içi rijitlik ve dayanımında ani azalmaların olması durumu döşeme süreksizlikleri kapsamında incelenen durumlardır.

Şekil 5. Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği'ne göre döşeme düzensizlikleri (TBDY,2018)

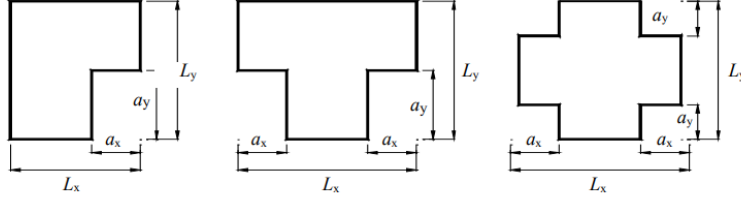


1.1.3. Planda çıkıntılar bulunması

Bina kat planlarında çıkıntı yapan kısımların birbirine dik iki doğrultudaki boyutlarının her ikisinin de binanın o katının aynı doğrultudaki toplam plan boyutlarının %20'sinden daha büyük olması durumudur (Şekil 6). Planda çıkıntı olması durumunda bina deprem yüklerine karşı her yönde aynı davranamayacağı için istenmeyen durumlardan biridir.

Şekil 6. Türkiye Bina deprem Yönetmeliği'ne göre planda çıkıntılar bulması durumuna örnekler (TBDY, 2018)

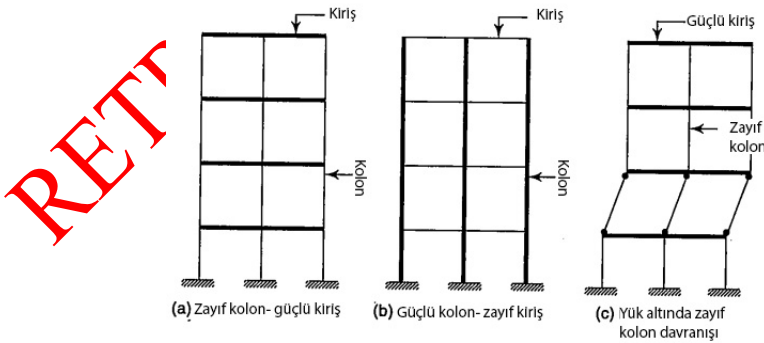
1.2.Düşey doğrultudaki Düzensizlikler



A3 türü düzensizlik durumu:
 $a_x > 0.2 L_x$ ve aynı zamanda $a_y > 0.2 L_y$

Bu bölümde deprem anında kesitte yer alan yatay taşıyıcılarda (kiriş ve döşemeler) ve dikey taşıyıcılarda (kolonlar) sorun olabilecek durumlar ele alınacaktır. Betonarme binalarda kiriş ve döşeme, kolonlara göre daha zayıf olabilir. Çünkü plastik bükülmenin meydana geldiği ciddi bir kiriş deformasyonunda (plastik mafsallara) bile kiriş ve döşeme düşmezken yeterli deformasyon gerçekleştiğinde kolonlar dikey yükler altında hızla çökmektedir. Deprem bölgelerinde zayıf kolon-güçlü kiriş kombinasyonunun önerilmemesinin nedenleri şunlardır:

Şekil 7. Zayıf kolon-güçlü kiriş tasarımı gösterimi (a) Zayıf kolon-güçlü kiriş tasarımı-önerilmeyen, b) Güçlü kolon-zayıf kiriş tasarımı-önerilen, c) zayıf kolon-güçlü kiriş tasarımının yükler karşısındaki performansı) (Duggal,2007)



A. Bir kolonun zarar görmesi, tüm binanın çökmesi anlamına gelir.

- B. Zayıf kirişe sahip bir yapıda plastik deformasyon özellikle katlarda yoğunlaşmıştır ve nispeten büyük bir süneklik faktörü gereklidir.
- C. Kolonların hem kesme hem de bükülmeden kaynaklı deformasyonları kirişlere göre daha fazladır (Duggal, 2007).

Bu maddeler düşey taşıyıcı sistem tasarımında dikkat edilmesi gerekenlerin temelini oluşturmaktadır. Bu kısımdan sonra zayıf kat düzensizliği, yumuşak kat düzensizliği ve düşey taşıyıcı sistemlerin süreksizliği başlıkları altında sorunlar detaylı ele alınacaktır.

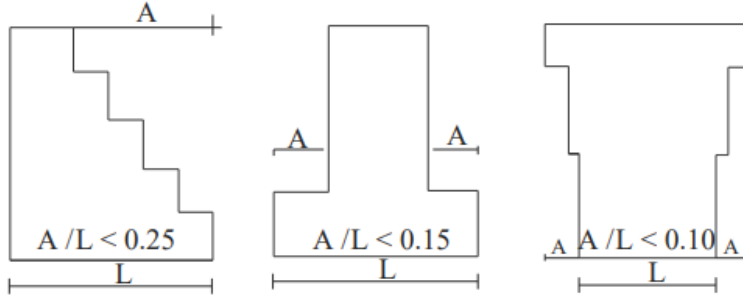
1.2.1. Zayıf Kat Düzensizliği

Yapının herhangi bir katında bulunan kolon, perde ve bölme duvarların hepsi bir alt katta veya bir üst katta aynen devam etmeyebilir. Genelde, Türkiye’de binaların zemin katları dükkan, restoran gibi geniş pencere açıklıklarına sahip mekanlar olarak kullanılmasından ötürü kolonlar, perdeler ve bölme duvarlar bu katlarda daha az bırakılmaktadır. Diğer yandan üst katlar konut olarak tasarlanmakta ve duvar alanları daha fazla olmaktadır. Bu durum da binanın katları arasında dayanım süreksizliğine yani zemin katta zayıf kat oluşumuna neden olmaktadır (Doğan & Kırış & Gönen, 2002).

Bu düzensizliklere katlardaki farklı işlevsel düzenlemeler neden olmaktadır. Örneğin, çıkmalı binalarda ve özellikle düşey doğrultuda geri çekilmelerle oluşturulmuş katlar deprem anında diğer normal katlarla aynı frekansta salınmazlar ve zıt yönde deplasman etkisi ile gerilme yığılmalarına neden olmaktadır (Ambrose, Vergun, 1985). Burulma momentleri, yapı ağırlık merkezi zemin seviyesinden üst seviyelere çıktıkça artmaktadır. Bu nedenle ters piramid şeklinde veya üst katlara doğru gittikçe artan çıkmaya sahip olan yapı tasarımlarından kesinlikle kaçınılmalıdır. Bu tarz yapı planlaması yerine piramid şeklinde (Şekil 8) zeminden kademelerle geri çekilerek oluşturulmuş olan formlara yönelmek bu düzensizlik oluşumuna mahal vermemek adına önem teşkil etmektedir. Bu form yapının rijitliğini arttırmakta ve yapının doğal titreşim periyodunu azaltmaktadır (Dowrick, 1987). Ayrıca dar açılı girintili, çıkıntılı alan oluşumundan doğan gerilme yığılmalarının da önüne geçmektedir.

Şekil 8. Ağırlık merkezi ve piramid form

Binanın cephelerini hareketlendirmek amacı ile düşeyde yapılmış olan çekme katlar ve ağır çıkmalar deprem kuvvetleri karşısında yapının davranışını komplike hale getirmektedir (Doğan& Üntüoğlu& Özbaşaran, 2007). Düşeydeki maksimum çıkma miktarları Şekil 9'daki gibi tarif edilmiştir (Bayülke, 2001).

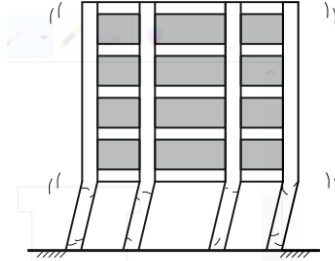
Şekil 9. Düşeydeki maksimum çıkma miktarları (Bayülke, 2001)

Yukarıda bahsedildiği gibi deprem anındaki burulmalar dikkate alınarak biçim belirlemek gerekir. Katlar arasındaki farkları azaltmak ya da maksimum çıkma değerlerini aşmamak çözümler arasında yer almaktadır.

1.2.2. Yumuşak Kat Düzensizliği

Yumuşak kat düzensizliği binanın katları arasındaki rijitliliğin farklı olmasından kaynaklanmaktadır. Yapıya gelen deprem kuvvetlerinin tüm katlara kat döşemesi hizasında etkidiği farz edilmektedir ve yapının yapacağı toplam deplasman toplam kat yüksekliği boyunca bölüşülmek yerine rijitliği az olan kat diğer katlara göre daha fazla deplasman yapmakta ve o kat yumuşak kat olarak adlandırılmaktadır (Çağatay & Güzeldağ, 2002).

Birbirine dik deprem doğrultularından herhangi biri için binanın herhangi bir katındaki ortalama görelî kat ötelemesi oranının binanın bir üst veya bir alt katındaki ortalama görelî kat ötelemesine oranını ifade eden rijitlik düzensizlik katsayısının $\eta_{ki} > 2.00$ olması durumudur (TBDY, 2018).



Şekil 10. Zemin katı yüksek bina şematik gösterim

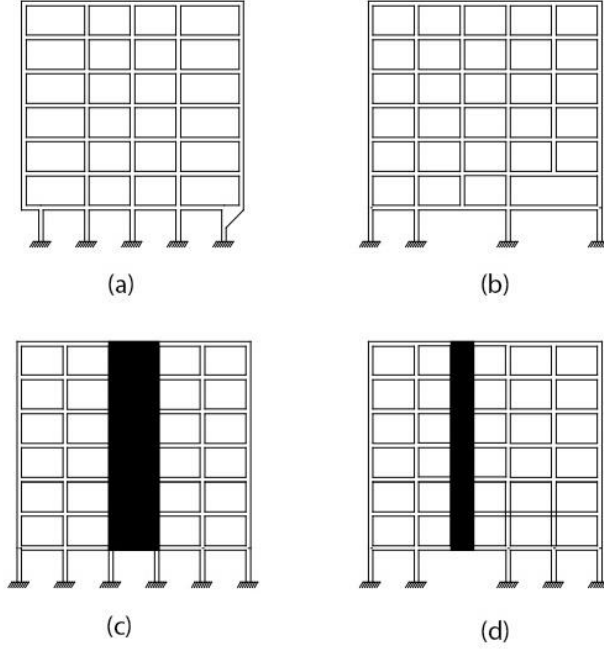
Genellikle ticari amaçlı kullanılan zemin katların diğer katlara göre daha yüksek yapılması yumuşak kat oluşumunda en çok karşımıza çıkan nedenlerdendir. Burada zemin katın rijitliği diğer katlara göre daha düşüktür ve bu durum bu katlarda kat deplasmanlarının daha fazla olmasına neden olur. Bu deplasmanlar oluşurken yapının deprem sonrası ayakta kalabilmesini sağlayabilmek adına mafsallaşmaların kolonlar yerine kirişlerde olması istenir (Şekil 10). Bu nedenle zemin kat kolon kesitlerini arttırmak veya yumuşak kat düzensizliğinin olduğu kattaki kolonların daha sık etriyelerle sarılmasını sağlamak bu duruma katkı sağlayacaktır (Ambrose & Vergun, 1985).

1.2.3. Düşey Taşıyıcı Sistem Elemanların Süreksizliği

Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği'ne göre düşey taşıyıcı sistem elemanlarının zemine kadar devam etmemesi durumunda oluşan düzensizliklerdir. Bu düzensizlikler farklı katlarda, genellikle zemin katta daha büyük hacimler elde etmek için düşey taşıyıcı elemanların zemin kata kadar devam ettirilmemesi sonucu karşımıza çıkmaktadır. Düşey taşıyıcı elemanların süreksizliği ile ilgili istenmeyen durumlar şekilde gösterilmiştir.

- (a) Kolonların binanın herhangi bir katında konsol kirişlerin veya alttaki kolonlarda oluşturulan guselerin üstüne veya ucuna oturtulmasına hiçbir zaman izin verilmez.
- (b) Kolonun iki ucundan mesnetli bir kirişe oturması durumunda, düşey deprem hesabı yapılması yeterlidir.
- (c) Üst katlardaki perdenin altta kolonlara oturtulmasına hiçbir zaman izin verilmez.
- (d) Perdelerin binanın herhangi bir katında, kendi düzlemleri içinde kirişlerin üstüne açıklık ortasında oturtulmasına hiçbir zaman izin verilmez (TBDY, 2018).

Şekil 11. Düşey taşıyıcı elemanların süreksizliği (TBDY, 2018)



Bahsedilen maddelerde belirtildiği gibi kolon ve perdelerin zemine kadar sürekli ve doğrusal olması gerekmektedir (Şekil 11).

Sonuç

Bu çalışmada, yapıların deprem esnasında performansını kötü yönde etkileyen, yatay ve düşey doğrultuda yapı düzensizliğine neden olan faktörler incelenmiş ve bu düzensizlikleri önlemek için alanyazında önerilmiş olan çözüm önerileri araştırılmıştır. Düşey doğrultuda yapı düzensizliklerine neden olan başlıca faktörler; yapının plan geometrisi, binadaki katların farklılaşması, kolonların perde veya kirişe oturması, binanın kat yüksekliklerinin farklı olması, taşıyıcı sistem elemanlarının düşey doğrultuda düzensiz dağılımı, zayıf kolon-güçlü kiriş durumları (kolonda oluşan plastik mafsallaşmalar) olduğu görülmüştür. Yatay düzlemdeki düzensizlikler ise; yapının rijitlik merkezi ve ağırlık merkezinin çakışmaması, döşeme süreksizlikleri, planda çıkıntı bulunması gibi başlıklar altında incelenmiştir.

Düşey ve yatay doğrultuda yapı düzensizliklerine neden olan etkili faktörler incelediğinde, bu faktörlerin birçoğuna mimari tasarımın ilk safhalarında karar verildiği söylenebilir. Mimarlık sadece plan düzleminde alınan tasarım kararlarına bağlı değildir. Aynı zamanda bina cephe ve kesiti göz önünde bulundurularak alınan tasarım kararlarına bağlıdır ve bu kararlar yapının deprem performansında belirleyici rol sergilemektedir. Mimari tasarım kararları aşamasında özellikle yapıların zemin katında düzenlenen ticari amaçlı mekanlardan vazgeçilmelidir. Bina mümkünse çıkmasız tasarlanmalı ya da yapının plan düzlemindeki simetrisi bozulmadan, ağır olmayan çıkıntılar yapılmalıdır. Yapının plan düzlemindeki rijitlik merkezi ve geometrik merkezi çakışmalı ya da mümkün olduğunda yakın tutulmalıdır. Yapının kesit düzlemindeki geometrik merkezi ise zemine yaklaştıkça yapının deprem yüklerine dayanımının arttığı bilinmektedir.

Sonuç olarak, çalışmada ülkemizde depreme dayanıklı bina tasarımında sıkça görülen sorunlara çözümler sunmak amaçlanmıştır. Yapılarda hem yatay hem de düşey doğrultudaki yapı düzensizlikleri ve alanyazındaki çözüm önerileri 2018 Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği'ne ve Japonya Mimarlar Enstitüsü (JIA) ve Japonya Asismik Emniyet Organizasyonu (JASO) tarafından yayınlanan "Mimarlar İçin Depreme Dayanıklı Tasarım" el kitabına göre detaylı bir biçimde incelenmiştir. Çalışmada, düzensizlik

yaratan durumların mimari tasarım aşamasında göz önünde bulundurulmasının önemini vurgulamak ve konuyla ilgili çalışmalara kaynak sağlamak amaçlanmıştır.

KAYNAKÇA

- Arbajian, H., The Role of Architects in Seismic Design, International Conference on the Seismic Performance of Traditional Buildings, İstanbul, Türkiye, 16-18 Kasım, 2000.
- Ambrose, J. ve Vergun, D., Seismic Design of Buildings, U John Wiley & Sons, New York, A.B.D., 1985.
- Bayülke, N., Depreme Dayanıklı Betonarme ve Yığma Yapı Tasarımı, İnşaat mühendisliği oda yayınları, İzmir, Türkiye, 2001.
- Çağatay, İ. H. ve Güzeldağ, S., Yeni Deprem Yönetmeliği SAP2000N Uygulamaları, Birsen yayınları, Adana, Türkiye, 2002.
- Doğan, M., Kıraç, N., ve Gönen, H., Soft Storey Behaviour in an Earthquake and Samples of İzmit-Düzce, ECAS Uluslararası Yapı ve Deprem Mühendisliği Sempozyumu, ODTÜ, Ankara, 14 Ekim 2002.
- Doğan, M., Ünlüoğlu, E. ve Özbaşaran, H., Earthquake failures of cantilever projections buildings, Engineering Failure Analysis, 14, 8, 1458-1465, 2007.
- Dowrick, D.J., Earthquake Resistant Design for Engineers and Architects, John Wiley & Sons, Chichester, A.B.D., 1987
- Duggal, S.K. - Earthquake Resistant Design of Structures-Oxford University Press (2007)
- Ersoy, U., Binaların Mimarisinin ve Taşıyıcı Sisteminin Deprem Dayanımına Etkisi, Deprem güvenli konut sempozyumu, ODTÜ, Ankara, 65-77, 1999.

JASO (Japan Institute of Architects and Japan Aseismic Safety Organization), Earthquake-resistant Building Design for Architects, Revised edition, 2012.

TBDY (Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği)., Resmi Gazete No. 30364, 2018.

Tezcan, S., Depreme Dayanıklı Tasarım için Bir Mimarın Seyir Defteri, Türk Deprem Vakfı İstanbul, Türkiye, 1998.

Taranath, B. S., Wind and Earthquake Resistant Buildings_ Sturctural Analysis and Design, CRC Pre

RETRACTED / GERİ ÇEKİLDİ