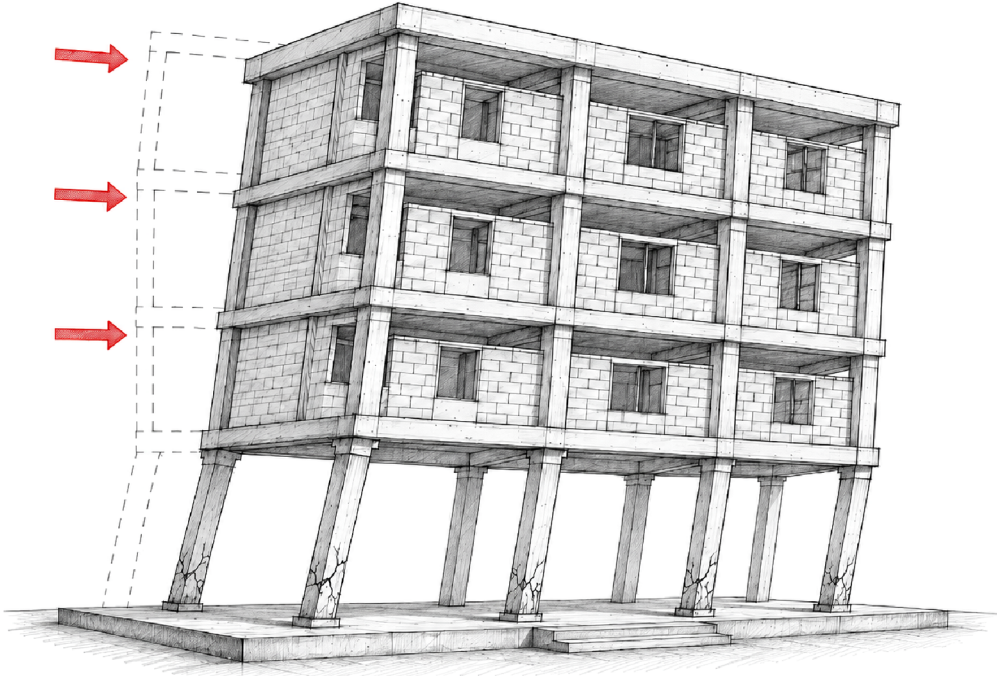




TBDY 2018

Yumuşak Kat Düzensizliği Nedir?

Yumuşak kat (B2) düzensizliği nedir? Zayıf kat (B1) farkı, TBDY 2018 η ki formülü, deprem hesap yöntemine ve bina yükseklik sınıfına etkisi, ASCE 7-22 karşılaştırması, sayısal örnek, dolgu duvar tehlikesi, güçlendirme stratejileri ve Türkiye'den gerçek vakalar.



Deprem mühendisliğinde yumuşak kat, bir binanın düşey doğrultuda katlar arasında oluşan belirgin rijitlik süreksizliğini, yani bir düşey rijitlik düzensizliğini ifade eder. Belirli bir katın yatay rijitliği komşu katlara göre önemli ölçüde azaldığında, deprem sırasında görelî kat ötelemeleri bu katta yoğunlaşabilir. Özellikle zemin katların dükkân, otopark veya lobi gibi kullanımlar nedeniyle daha yüksek yapılması, daha az kolon veya perde içermesi ya da üst katlardaki dolgu duvarların bu katta bulunmaması bu tür bir düşey rijitlik düzensizliğinin oluşmasına neden olabilir.

Bu yazıda yumuşak katın fiziksel mekanizmasını, TBDY 2018'deki B2 düzensizliği tanımını, deprem hesabı üzerindeki etkisini, kat yüksekliği ile rijitlik arasındaki ilişkiyi, ASCE 7-22 yaklaşımını ve dolgu duvarların bu davranıştaki rolünü inceleyeceğiz.

Yumuşak Kat (B2 Düzensizliği) Nedir?

Yumuşak kat, bir katın yatay deformasyona karşı davranışının komşu katlardan belirgin biçimde farklılaşması sonucunda görelî kat ötelemelerinin o katta yoğunlaşmasıdır.

TBDY 2018 Tablo 3.6'da bu durum **“B2 – Komşu Katlar Arası Rijitlik Düzensizliği (Yumuşak Kat)”** olarak tanımlanır. Yönetmelik B2 düzensizliğini doğrudan eleman rijitliklerinin toplamı üzerinden değil, komşu katlardaki **ortalama görelî kat ötelemesi oranlarını** karşılaştırarak belirler.

Bu nedenle bir katın geometrik veya yapısal olarak daha esnek görünmesi tek başına yönetmelik anlamında B2 bulunduğunu göstermez. B2 kararı, yönetmelikte tanımlanan η_{ki} katsayısının hesabı sonucunda verilir.

Yumuşak Kat (B2) ile Zayıf Kat (B1) Arasındaki Fark

Yumuşak kat ve zayıf kat kavramları birbirine yakın görünse de aynı fiziksel özelliği ifade etmez.

Yumuşak kat, esas olarak rijitlik ve deformasyon davranışıyla ilgilidir. TBDY 2018'de B2 düzensizliği, komşu katlardaki normalize edilmiş görelî kat ötelemelerinin karşılaştırılmasıyla belirlenir.

Zayıf kat ise dayanım süreksizliğiyle ilgilidir. Bununla birlikte TBDY 2018, B1 düzensizliğini doğrudan doğrusal olmayan gerçek kat taşıma kapasitesini hesaplayarak değil, düşey taşıyıcı elemanların **etkili kesme alanlarını** esas alan η_{ci} katsayısı üzerinden tanımlar.

Dolayısıyla bir kat yumuşak olup zayıf olmayabileceği gibi, zayıf olup belirgin bir B2 düzensizliği göstermeyebilir. Uygulamada ise özellikle açık veya yüksek zemin katlı eski betonarme yapılarda iki problem aynı katta birlikte görülebilir.

Tablo 1 - Yumuşak Kat (B2) ve Zayıf Kat (B1) Karşılaştırması

Özellik	Yumuşak Kat (B2)	Zayıf Kat (B1)
Temel Problem	Rijitlik süreksizliği	Dayanım süreksizliği
TBDY Ölçütü	Normalize görelî öteleme oranı η_{ki}	Kat kesme kuvveti kapasitesi η_{ci}
TBDY 2018 Sınırı	$\eta_{ki} > 2.0$	$\eta_{ci} < 0.80$
Başlıca Sonuç	Görelî ötelemenin belirli katta yoğunlaşması	Katın yatay yük taşıma kapasitesinin görelî olarak düşük olması

Mekanizma: Yumuşak Kat Neden Tehlikelidir?

Bir binanın belirli bir katı diğer katlara göre daha esnek olduğunda deprem sırasında toplam yatay deformasyonun önemli bir bölümü bu katta yoğunlaşabilir. Böylece üst katlar görece daha küçük kat ötelemeleri yaparken, yumuşak katta kolon ve perdeler daha büyük çevrimsel deformasyon taleplerine maruz kalır.

Deformasyon yoğunlaşması: Yumuşak kattaki görelî ötelemenin büyümesi, o kattaki düşey taşıyıcı elemanlarda eğilme ve kesme taleplerini artırabilir. Sorun yalnızca büyük toplam bina deplasmanı değil, bu deplasmanın belirli bir katta yoğunlaşmasıdır.

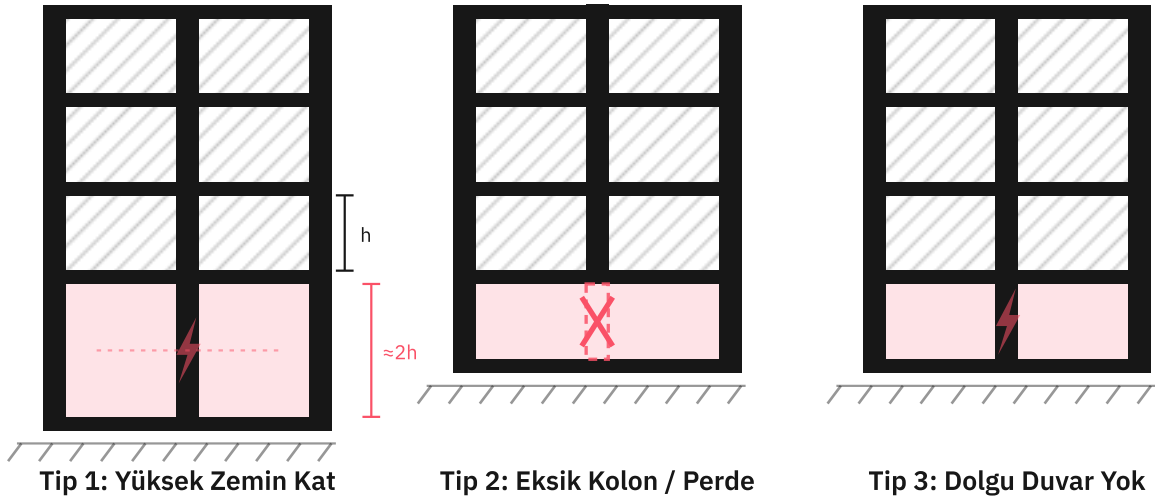
P-Delta etkisi: Büyük görelî kat ötelemelerinde düşey yüklerin yatay deplasman üzerinden oluşturduğu ikinci mertebe momentleri önem kazanır. Bu etkiler katın efektif yanal rijitliğini ve kararlılığını daha da olumsuz etkileyebilir.

Doğrusal olmayan davranış: Kolon veya perdelerde plastikleşme başladığında rijitlik daha da azalabilir ve deformasyon talebi aynı katta yoğunlaşmaya devam edebilir. Çevrimsel dayanım ve rijitlik kaybı, kesme hasarı veya eksenel yük taşıma kapasitesinin azalması gibi mekanizmalar da gelişirse kat mekanizması ve göçme ortaya çıkabilir.

Yumuşak kat bulunması binanın mutlaka “pancake” biçiminde çökeceği anlamına gelmez. Ancak özellikle süneklik kapasitesi sınırlı betonarme yapılarda, deformasyonun tek bir katta yoğunlaşması göçme riskini önemli ölçüde artıran bir mekanizmadır.

Yumuşak Katın Üç Farklı Oluşum Şekli

Yumuşak kat farklı mimari ve taşıyıcı sistem kararlarının sonucu olarak ortaya çıkabilir. Özellikle üç durum dikkat çekicidir.



Görsel 1 - Yumuşak katın üç oluşum tipi: yüksek zemin kat, eksik kolon, dolgu duvarsız zemin kat (kırmızı: yumuşak kat)

Tip 1: Yüksek Tavanlı Zemin Kat

Kat yüksekliği arttıkça kolonların eğilme deformasyonuna karşı rijitliği önemli ölçüde azalır.

İki ucundaki dönmelerin tamamen kısıtlandığı idealize prizmatik bir kolon için öteleme rijitliği:

$$k = \frac{12EI}{h^3}$$

şeklinde ifade edilebilir.

Bu bağıntı gerçek bir binanın kat rijitliğini tek başına vermez; ancak kat yüksekliğinin kolon eğilme rijitliği üzerindeki güçlü etkisini gösterir. Aynı kesit ve malzemeye sahip kolonlarda yükseklik artışı, diğer koşullar aynı kaldığında kolonun yatay rijitliğini ciddi biçimde azaltabilir.

Tip 2: Eksik Kolon veya Perde

Bir katın yatay rijitliği yalnızca kolon yüksekliğine değil, o katta bulunan kolon ve perdelerin özelliklerine ve tüm taşıyıcı sistemin birlikte davranışına bağlıdır.

Zemin katta kolon veya perde sayısının azaltılması, perde sürekliliğinin değiştirilmesi ya da eleman kesitlerinin küçülmesi bu katın yatay deformasyonunu artırabilir. Rijitlik kaybı yeterince büyük olduğunda TBDY 2018'e göre B2 düzensizliği oluşabilir.

Taşıyıcı sistemin düşey elemanlarının bazı katlarda sonlandırıldığı durumlarda ayrıca B3 düşey taşıyıcı eleman süreksizliği koşulları da kontrol edilmelidir.

Tip 3: Dolgu Duvar Süreksizliği

Betonarme çerçevelerde dolgu duvarlar genellikle taşıyıcı sistem hesabında ana taşıyıcı eleman olarak kabul edilmez. Buna rağmen çerçeveyle temas hâlindeki dolgu duvarlar, deprem sırasında çerçevenin gerçek yatay rijitliğine önemli katkı yapabilir.

Üst katlarda yoğun dolgu duvar bulunurken zemin katın dükkân veya otopark nedeniyle açık bırakılması, üst katlarla zemin kat arasında önemli bir efektif rijitlik farkı oluşturabilir.

Bu durum her zaman yönetmelik anlamında B2 bulunduğu anlamına gelmez; ancak B2 oluşumunu kuvvetle teşvik eden önemli nedenlerden biridir.

TBDY 2018 B2 Düzensizliği: η_{ki} Formülü ve Sınırlar

TBDY 2018, B2 düzensizliğini doğrudan EI veya kat rijitliği K_i üzerinden tanımlamaz. Bunun yerine katlardaki ortalama göreceli ötelemeleri kat yüksekliğine bölerek komşu katlar arasında karşılaştırır.

Herhangi bir i . kat için üst komşu kata göre:

$$\eta_{ki} = \frac{(\Delta_i/h_i)_{ort}}{(\Delta_{i+1}/h_{i+1})_{ort}}$$

ve alt komşu kata göre:

$$\eta_{ki} = \frac{(\Delta_i/h_i)_{ort}}{(\Delta_{i-1}/h_{i-1})_{ort}}$$

oranları dikkate alınır.

Bu oranlardan herhangi birinin:

$$\eta_{ki} > 2.0$$

olması durumunda ilgili deprem doğrultusunda **B2 Komşu Katlar Arası Rijitlik Düzensizliği** vardır.

Kontrol bodrum katlar dışında yapılır. Göreli kat ötelemeleri hesaplanırken yönetmelikte tanımlanan $\pm\%5$ ek dışmerkezlilik etkileri de dikkate alınır.

B2 Düzensizliği Deprem Hesap Yöntemini Nasıl Etkiler?

B2 düzensizliği, deprem hesabında kullanılabilecek yöntemin seçiminde etkili olan düzensizliklerden biridir. Ancak **B2 bulunan her binada Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi yasak değildir.**

TBDY 2018 Tablo 4.4, Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi'nin uygulanabileceği binaları DTS ve BYS'ye göre sınırlar.

Dolayısıyla B2 düzensizliği, Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi'nin kullanım alanını daraltır; fakat yöntemi bütün binalar için otomatik olarak yasaklamaz.

Modal Hesap Yöntemleri ise yönetmelik kapsamındaki bütün binalarda kullanılabilir.

Burada önemli bir başka nokta da şudur: **B2 düzensizliği binanın BYS değerini değiştirmez.** BYS, bina yüksekliği ve DTS esas alınarak belirlenir. B2, belirlenmiş olan BYS üzerinden hangi hesap yönteminin kullanılabileceğini etkiler.

η_{ki} Formülü Aslında Neyi Ölçüyor?

TBDY'deki B2 kontrolü doğrudan kat rijitliklerinin oranını hesaplamaz. Yönetmelik, kat yüksekliği ile normalize edilmiş göreli kat ötelemelerini karşılaştırır.

Örneğin:

$$h_1 = 5 \text{ m}, \quad h_2 = 3 \text{ m}$$

ve

$$\Delta_1 = 30 \text{ mm}, \quad \Delta_2 = 10 \text{ mm}$$

olsun. Bu durumda:

$$\eta_{k1} = \frac{\frac{30}{5000}}{\frac{10}{3000}} = 1.80$$

elde edilir.

Sonuç 2.0'den küçük olduğu için bu örnek, yalnız bu karşılaştırmaya göre TBDY anlamında B2 düzensizliği oluşturmaz.

Bir kat için rijitlik basitçe

$$K_i = \frac{V_i}{\Delta_i}$$

biçiminde ifade edilse bile farklı katlarda V_i değerleri genel olarak aynı değildir. Dolayısıyla yalnızca Δ_i/Δ_{i+1} oranından doğrudan K_i/K_{i+1} sonucu çıkarılamaz.

TBDY'nin Δ/h normalizasyonu, katların şekil değiştirme oranlarını karşılaştırmak için fiziksel olarak anlamlı bir ölçüttür. Ancak bu ölçütü **doğrudan kat rijitliği oranı** olarak yorumlamamak gerekir.

Özellikle yüksek zemin katlı sistemlerde, yönetmelik kontrolüne ek olarak taşıyıcı sistemin gerçek kat rijitliği dağılımını incelemek yararlı olabilir. Böyle bir kontrol yapılacaksa kullanılan kat rijitliği tanımı ve yükleme yöntemi açık biçimde belirtilmelidir.

Yönetmeliklerin Karşılaştırması: TBDY 2018 ve ASCE 7-22

TBDY 2018 ile ASCE 7-22 yumuşak katı farklı ölçütlerle tanımlar.

TBDY 2018 Yaklaşımı

TBDY, komşu katlardaki kat yüksekliği ile normalize edilmiş ortalama göreceli ötelemeleri karşılaştırır.

$$\eta_{ki} > 2.0$$

olması B2 düzensizliği olarak kabul edilir.

Bu nedenle ölçüt, doğrudan K_i kat rijitliklerinin oranı değildir; analiz sonucunda oluşan deformasyon dağılımı üzerinden tanımlanır.

ASCE 7-22 Yaklaşımı

ASCE 7-22 ise düşey rijitlik düzensizliğini kat rijitliği K_i üzerinden tanımlar.

Soft Story Irregularity aşağıdaki koşullardan herhangi birinde oluşur:

$$K_i < 0.70K_{i+1}$$

veya

$$K_i < 0.80 \left(\frac{K_{i+1} + K_{i+2} + K_{i+3}}{3} \right)$$

Extreme Soft Story Irregularity için sınırlar daha ağırdır:

$$K_i < 0.60K_{i+1}$$

veya

$$K_i < 0.70 \left(\frac{K_{i+1} + K_{i+2} + K_{i+3}}{3} \right)$$

Buradaki önemli fark, ASCE'nin ölçütünde kat yüksekliğinin ayrı bir h_i normalizasyon terimi olarak bulunmamasıdır. Bununla birlikte kat yüksekliği doğal olarak K_i 'nin kendisini etkilediği için ASCE yaklaşımının kat yüksekliğini fiziksel olarak göz ardı ettiği söylenemez.

Tablo 2 - TBDY 2018 ve ASCE 7-22 Yumuşak Kat Kontrol Yöntemlerinin Karşılaştırması

Özellik	TBDY 2018	ASCE 7-22
Temel Ölçüt	Normalize görelî öteleme oranı	Kat rijitliğı
Yumuşak kat sınırı	$\eta_{ki} > 2.0$	$K_i < 0.70K_{i+1}$ veya üç üst kat ortalamasının %80'i
Aşırı yumuşak kat	Ayrı sınıf yok	$K_i < 0.60K_{i+1}$ veya üç üst kat ortalamasının %70'i
Kat yüksekliğı etkisi	Açıkça Δ/h içinde	K_i üzerinden dolaylı olarak etkili
Sonuçları	Hesap yöntemi uygulanabilirliğini etkiler	SDC ve diğér koşullara bağılı ek kısıtlar doğurur

Sayısal Örnek: Kat Yüksekliğı Farkının Rijitliğe Etkisi

Kat yüksekliğinin yanal rijitlik üzerindeki etkisini görmek için idealize bir kolon ele alalım.

İki ucundaki dönmeler tamamen kısıtlanmış, prizmatik ve doğrusal elastik bir kolonun öteleme rijitliğı:

$$k = \frac{12EI}{h^3}$$

olarak yazılabilir.

$EI = 1$ birim kabul edilirse:

$$k_{3m} = \frac{12}{3^3} = 0.444$$

$$k_{4m} = \frac{12}{4^3} = 0.188$$

Dolayısıyla:

$$Oran = \frac{k_{3m}}{k_{4m}} = \left(\frac{4}{3}\right)^3 \approx 2.37$$

Aynı kesit, aynı malzeme ve aynı uç koşulları altında 3 m uzunluğundaki kolon, 4 m uzunluğundaki kolondan yaklaşık **2.37 kat daha büyük öteleme rijitliğine** sahiptir.

Benzer şekilde 5 m yüksekliğinde:

$$k_{5m} = \frac{12}{5^3} = 0.096$$

ve

$$Oran = \frac{k_{3m}}{k_{5m}} = \left(\frac{5}{3}\right)^3 \approx 4.63$$

elde edilir.

Bu sonuç **“5 m yüksekliğindeki bir katın bina kat rijitliği kesin olarak 4.63 kat daha düşüktür”** anlamına gelmez. Gerçek bir yapının kat rijitliği; giriş rijitlikleri, kolon ve perde düzeni, çatlamış kesit rijitlikleri, birleşim koşulları ve tüm sistemin etkileşimiyle belirlenir.

Örnek yalnızca kat yüksekliğinin kolon eğilme rijitliği üzerindeki güçlü etkisini göstermek amacıyla verilmiştir.

Dolgu Duvar Meselesi: Türkiye’ye Özgü Tehlike

Dolgu duvarlar taşıyıcı sistemin bir parçası olarak tasarlanmamış olsalar bile betonarme çerçeveye temas ettiklerinde deprem sırasında yatay rijitliğe önemli katkı sağlayabilir.

Bu davranışın modellenmesinde kullanılan yaygın yaklaşımlardan biri **eşdeğer çapraz basınç çubuğu** modelidir.

Basitleştirilmiş bir eşdeğer çapraz için yatay rijitlik katkısı:

$$k_{dolgu} = \frac{E_m A_d}{L_d} \cos^2 \theta$$

şeklinde ifade edilebilir.

Burada:

- E_m : dolgu duvarın elastisite modülü,
- A_d : eşdeğer çaprazın etkin kesit alanı,

- L_d : çapraz uzunluğu,
- θ : çaprazın yatayla yaptığı açıdır.

A_d değeri doğrudan gerçek duvar kesit alanı değildir; kullanılan eşdeğer çapraz modeline, çerçeve ve dolgu özelliklerine göre belirlenir.

Dolgu duvarın gerçek rijitlik katkısı; duvar malzemesine, çerçeveyle temasına, açıklıklara, çatlama düzeyine ve çevrimsel hasara bağlı olarak büyük ölçüde değişebilir. Bu nedenle bütün dolgu duvarlar için geçerli tek bir “5 kat” veya “10 kat” rijitlik artışından söz etmek doğru değildir.

Ancak üst katlarda yoğun ve çerçeveyle temas eden dolgu duvarlar bulunurken zemin katın tamamen açık bırakılması, gerçek yapıda önemli bir düşey rijitlik süreksizliği meydana getirebilir.

Çözüm: Dolgu Duvarın Taşıyıcı Sistemden Ayrılması

Dolgu duvarların istenmeyen rijitlik katkısını azaltmanın yollarından biri, duvar ile taşıyıcı çerçeve arasında yeterli deformasyona izin veren detaylar kullanmaktır.

Amaç, tasarım depremindeki görelî kat ötelemeleri sırasında dolgu duvarın çerçeveye erken temas ederek basınç çaprazı gibi çalışmasını engellemektir.

Böyle bir detayda yalnızca boşluk bırakılması yeterli değildir. Duvarın:

- düzlem dışı stabilitesinin sağlanması,
- bağlantılarının görelî harekete izin vermesi,
- beklenen kat ötelemesi boyunca çerçeveyle istenmeyen temas oluşturmaması

gerekir.

Dolgu duvarların çerçeveden ayrılması tek çözüm değildir. Alternatif olarak dolgu duvarın taşıyıcı sisteme etkisi uygun bir modelle hesaba katılabilir. Önemli olan, hesap modelindeki davranış ile inşa edilen yapının gerçek davranışı arasında büyük bir uyumsuzluk bırakmamaktır.

Yumuşak Kat Düzensizliği Nasıl Giderilir?

Yumuşak kat problemi bulunan mevcut bir yapıda çözüm yalnızca “o katı rijitleştirmek” değildir. Yapılacak müdahalenin bütün binanın rijitlik, dayanım, süneklik ve burulma davranışı üzerindeki etkisi birlikte değerlendirilmelidir.

A. Betonarme Perde veya Çelik Çapraz Eklenmesi

Yumuşak katta yeni betonarme perdeler veya çelik çaprazlı sistemler eklemek yatay rijitliği ve dayanımı artırabilir.

Çelik çaprazlı sistemlerde merkezi çaprazlı çerçeveler yüksek rijitlik sağlayabilir; dışmerkez çaprazlı sistemler ise uygun tasarımla sünek enerji tüketimi sağlayabilir.

Yeni elemanların konumu önemlidir. Plansız bir rijitlik artışı, yumuşak kat sorununu azaltırken yapıda yeni bir burulma düzensizliği yaratabilir.

B. Kolonların Güçlendirilmesi

Mevcut kolonların betonarme mantolama, çelik mantolama veya uygun diğer yöntemlerle güçlendirilmesi kesit rijitliğini, dayanımını ve bazı durumlarda deformasyon kapasitesini artırabilir.

Ancak yalnızca tek tek kolonların güçlendirilmesiyle yetinilmeden, oluşacak kuvvetlerin kirişlere, birleşimlere ve temele güvenli biçimde aktarılması gerekir.

C. Sönümleyici Sistemler

Viskoz veya sürtünmeli sönümleyiciler deprem enerjisinin bir bölümünü tüketerek yapıdaki deformasyon ve kuvvet taleplerini azaltabilir.

Bu sistemler klasik anlamda yalnızca “kat rijitliğini artıran” elemanlar değildir. Etkileri yapının dinamik özelliklerine bağlı olduğundan, çözüm mutlaka bütün yapı modeli üzerinden değerlendirilmelidir.

Gerçek Vakalar: Türkiye’den Örnekler

1999 Kocaeli ve Düzce Depremleri

1999 Kocaeli depremi sonrasında yapılan saha incelemelerinde, özellikle zemin katları ticari kullanım nedeniyle açık bırakılmış betonarme çerçeveli yapılarda yumuşak ve zayıf kat mekanizmaları önemli hasar nedenleri arasında raporlanmıştır.

Üst katlarda dolgu duvarların bulunup zemin katların açık bırakıldığı yapılarda düşey rijitlik süreksizliği gözlenmiştir.

2023 Kahramanmaraş Deprem Dizisi

6 Şubat 2023 Kahramanmaraş deprem dizisi sonrasında yapılan saha incelemelerinde de zemin veya giriş katındaki yumuşak kat mekanizmaları çok sayıda ağır hasarlı veya göçmüş yapıda gözlenen önemli düşey düzensizliklerden biri olmuştur.

Özellikle ticari kullanım nedeniyle zemin katta az sayıda dolgu duvar bulunması ve üst katlarda daha yoğun dolgu duvar kullanılması, bazı yapılarda deformasyonun alt katlarda yoğunlaşmasına katkıda bulunmuştur.

Sonuç

Yumuşak kat, yalnızca “zemin katın yüksek olması” veya “zemin katta duvar bulunmaması” şeklinde tanımlanabilecek basit bir geometrik problem değildir. Esas problem, yatay deformasyon talebinin belirli bir katta yoğunlaşması ve bu katın deprem sırasında yapının geri kalanından çok daha büyük şekil değiştirmelere maruz kalabilmesidir.

TBDY 2018 bu düzensizliği **B2 Komşu Katlar Arası Rijitlik Düzensizliği** olarak tanımlar ve kat yüksekliği ile normalize edilmiş ortalama görelî kat ötelemelerini karşılaştırır.

$$\eta_{ki} > 2.0$$

olması B2 düzensizliğini gösterir.

B2’nin bulunması:

- Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi'ni her durumda yasaklamaz,
- ancak Tablo 4.4'e göre yöntemin uygulanabileceği BYS sınırını daha kısıtlayıcı hâle getirir.

Yüksek katlar, kolon veya perde miktarındaki süreksizlikler ve dolgu duvar dağılımındaki ani değişiklikler B2 oluşumunu teşvik edebilir. Ancak bu durumların hiçbirisi tek başına yönetmelik anlamında B2 bulunduğunu göstermez; karar η_{ki} hesabıyla verilmelidir.

Ayrıca TBDY'deki η_{ki} ölçütünün doğrudan bir K_i/K_{i+1} kat rijitliği oranı olmadığı unutulmamalıdır. Özellikle belirgin kat yüksekliği veya taşıyıcı sistem değişimleri bulunan yapılarda, yönetmelik kontrolünün yanında gerçek rijitlik ve deformasyon dağılımının mühendislik açısından ayrıca incelenmesi yararlı olabilir.

Kaynaklar

1. AFAD (2018). Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği (TBDY 2018). Resmi Gazete, 18 Mart 2018.
2. Sucuoğlu, H. ve Akkar, S. (2014). Deprem Mühendisliği Temel İlkeleri. ODTÜ Yayıncılık, Ankara.
3. ASCE/SEI 7-22 (2022). Minimum Design Loads and Associated Criteria for Buildings and Other Structures. American Society of Civil Engineers.
4. Paulay, T. & Priestley, M. J. N. (1992). Seismic Design of Reinforced Concrete and Masonry Buildings. John Wiley & Sons.

Bizi Takip Edin



LinkedIn

Yapı Tasarım Akademisi



YouTube

Yapı Tasarım Akademisi



Apple Podcasts

Yapısal Podcast



Instagram

@yapitasarimakademisi



Spotify

Yapısal Podcast



X (Twitter)

@AkademisiYap

Bu belge eğitim amaçlı hazırlanmıştır. Proje ve uygulama kararlarında güncel yönetmelik ve ilgili standartlara başvurunuz. Hata bildirimi için: iletisim@yapitasarimakademisi.com