

TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası İzmir Şubesi
4 Ocak 2013

DEPREM ETKİSİ ALTINDA YÜKSEK BİNALARDA TASARIM SORUNLARI

Mehmet Nuray Aydınolu
Boğaziçi Üniversitesi, Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma
Enstitüsü, Deprem Mühendisliği Anabilim Dalı

GİRİŞ

Yüksek binaların deprem etkisi altında **performansa göre tasarımı**, son yıllarda deprem mühendisliğinde dikkatleri üzerine en fazla çeken araştırma ve uygulama alanlarından biri olarak ortaya çıkmaktadır.

Yüksek binaların deprem bölgelerinde yoğunlukla inşa edilmeleri, oldukça yeni gelişen bir olgudur.

Mühendislik disiplininin, profesyonel iç denetimin ve kamu denetiminin en geniş biçimde uygulandığı Japonya ve Amerika (California) gibi ülkelerde bugüne kadar inşa edilen yüksek binalar, standard deprem yönetmeliği uygulamalarının dışında, yetkili makamlarca (örneğin yerel belediyelerce) proje bazında oluşturulan özel bilim/uygulama kurullarının gözetim ve denetimi altında gerçekleştirilmiştir.

Böyle özel bir mekanizmanın uygulanmasının nedeni, mevcut deprem yönetmeliklerinin yüksek binalar düşünülerek geliştirilmediğinin ve yüksek binalarda **standart yönetmeliklerin üstüne çıkılarak daha ileri düzeyde analiz ve tasarım yöntemlerinin kullanılması** gereğinin **sorumluluk sahibi meslek adamları ve yerel yönetimler** tarafından takdir edilmesidir.

Öte yandan son yirmi yılda yüksek binalar konusunda yapılan araştırmalar, bu binaların deprem davranışının daha iyi anlaşılmasına yol açmıştır. Bu bağlamda yüksek bina tasarımında, **azaltılmış deprem yüklerinin etkisi altında doğrusal (lineer) analize dayalı “Dayanıma Göre Tasarım” yaklaşımının birçok bakımdan yetersiz, hatta sakıncalı olduğu** anlaşılmıştır.

Deprem mühendisliğinde gelişen eğilim, yüksek binaların tasarımının **“Performansa Göre Tasarım” çerçevesinde “Şekildeğiştirmeye Göre Tasarım” yaklaşımı** ile yapılması doğrudur. Bu kapsamda, yüksek binaların deprem etkisi altında tasarımı için **zaman tanım alanında doğrusal olmayan (nonlineer) analizin** yapılması zorunlu olmaktadır.

Yüksek binaların deprem etkisi altında tasarımına ilişkin yöntem ve kuralların mühendislik camiasına aktarılması konusunda son beş yıl içinde özellikle ABD (California)'da çok önemli gelişmeler kaydedilmiştir.

Bu bağlamda, yüksek binaların deprem tasarımına ilişkin **2005'de ve 2008'de Los Angeles** kenti için, **2007'de San Francisco** kenti için “*yol gösterici – kılavuz*” dökümanlar yayınlanmıştır. Bu arada, bir uluslararası kuruluş olan **Council on Tall Buildings and Urban Habitat** 2008'de yüksek binaların deprem tasarımı için bir “*öneriler*” dökümanı hazırlamıştır.

Nihayet, **Pacific Earthquake Engineering Research Center (PEER)** bünyesinde oluşturulan “**Tall Buildings Initiative (TBI)**” üç yıllık geniş kapsamlı bir proje çalışması sonucunda 2010 yılı sonunda performansla göre yüksek bina tasarımı konusunda ayrıntılı bir **tasarım kılavuzu** yayınlamıştır.

Türkiye’de ise yüksek bina tasarım ve yapımı, mevcut yönetmeliklerin yüksek bina için yeterli olup olmadığına, tasarımcının bu konuda yetkinliğinin bulunup bulunmadığına bakılmaksızın ve en ufak bir denetimden bile yoksun biçimde, olanca hızı ile devam etmektedir.

Başlıbozukluk o denli başını alıp gitmiştir ki,
en tehlikeli deprem bölgelerinde inşa edilen ve
yüksek bina sınıfına giren binaların yapısal tasarımları bile, “*inek –sucuk*”
türü otomatik (mühendisin neredeyse hiçbir katkısı olmaksızın,
kendiliğinden) tasarım yapan hazır bilgisayar programları ile yapılmakta
ve bu duruma hiç kimse ses çıkarmamaktadır !

Özellikle İstanbul'da gelişen bu tehlikeli gidişin en azından bir nebze kontrol altına alınmasına bir başlangıç oluşturmak üzere, 2007 yılında

Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü
Deprem Mühendisliği Anabilim Dalı

tarafından İstanbul Büyükşehir Belediyesi'ne yapılan
ve kabul gören bir öneri doğrultusunda

İstanbul Yüksek Binalar Deprem Yönetmeliği Taslağı (İBB, 2008)
hazırlanmış, ancak uzman mühendisler ve yurt dışı mühendislik
çevrelerinde büyük ilgi gören bu yönetmelik taslağı, aradan üç yıl
geçmesine karşın İstanbul Büyükşehir Belediyesi'nce benimsenip
yürürlüğe konulmamıştır.

YÜKSEK BİNALARA ÖZGÜ DEPREM DAVRANIŞININ ORTAYA ÇIKARDIĞI ANALİZ VE TASARIM SORUNLARI

Deprem etkisi altında yüksek binaların kendilerine özgü davranışları,
pek çok analiz ve tasarım sorununu ortaya çıkarmaktadır.
Bu sorunlardan önemli olanlarına aşağıda kısaca değinilmiştir:

PERDELERE İLİŞKİN SORUNLAR

Çerçeve türü taşıyıcı sistemlerin yanında yüksek binalarda daima yer alan, hatta pek çok durumda tek başına taşıyıcı sistemi oluşturan **betonarme perdelerin nonlinear davranışı**, lineer davranışa göre önemli farklılıklar göstermektedir.

Nonlinear davranış, perde yüksekliğince eğilme momenti ve kesme kuvvetinin gerek büyüklüklerini ve gerekse değişimlerini önemli ölçüde etkilemektedir.

Bu bağlamda **kesme kuvvetlerinde gözlenen büyütme etkisi**, gevrek davranış açısından yaşamsal öneme sahiptir.

Bu etki, yüksek bina taşıyıcı sistemlerinin ancak zaman tanım alanında nonlinear yöntemlerle analiz edilmesi ile ortaya çıkarılabilmektedir (Fischinger et al 2011).

PERDELERE İLİŞKİN SORUNLAR (2)

Bağ kirişli perdelerde bağ kirişleri hemen her durumda nonlinear davranış göstermektedir. Bunların linear olarak alınması, perde kesit etkilerinde önemli hatalara yol açabilmektedir.

Bağ kirişlerinin rijitlik ve dayanımlarındaki değişimler, bu elemanların bağlı buldukları **perde parçalarının nonlinear davranışını da önemli ölçüde etkileyebilmektedir.** Bu bağlamda, bağ kirişlerindeki kesme kuvvetlerinden perde parçalarına aktarılan normal kuvvetlerin düzeyine bağlı olarak bu elemanlarda oluşan nonlinear şekildeğiştirmelerin hem büyüklükleri, hem de yükseklik boyunca dağılımları değişmektedir.

PERDELERE İLİŞKİN SORUNLAR (3)

Perdeler, tabandan itibaren önemli sayılabilecek bir yükseklik (yürürlükte yönetmeliğın terimi ile “**kritik perde yüksekliği**” – BİB **2007**) boyunca plastik şekildeğiştirmelere (diğer deyişle depremden kaynaklanan süneklik istemine) maruz kalabildiğinden, bu elemanların **süneklik kapasitelerinin yeterli olması** özel bir önem taşımaktadır.

Bu durum ise perdelerdeki normal gerilme düzeylerinin sınırlandırılmasını, diğer deyişle perde kalınlıklarının normal kuvvet istemine bağlı olarak belirlenmesi gereğini ortaya koymaktadır.

DÖŞEMELERE İLİŞKİN SORUNLAR

Özellikle çekirdek perdeli yüksek bina taşıyıcı sistemlerinde, üst katlardan aktarılan çok büyük perde moment ve kesme kuvvetlerinin altta çevre perdeleri ile rijitleştirilmiş bodrum katlarına aktarılmasında ortaya çıkan karmaşık davranış, zemin etkileşimi ile birlikte bodrum döşemelerinin nonlinear davranışlarının da gözönüne alınması gerektirebilmektedir.

DÖŞEMELERE İLİŞKİN SORUNLAR (2)

Üst katlarda da, döşemeler ve diğer yük aktarma elemanları bazı durumlarda zorlanmakta ve nonlinear davranış gösterebilmektedir. **Bu bağlamda perde-döşeme bağlantılarında önemli ölçüde nonlinear davranış ortaya çıkabilmektedir.**

Her halukarda, hesap olanaklarının kısıtlılığı nedeniyle eskiden beri kullanılarak alışkanlık haline getirilen **sonsuz rijit diyafram varsayımının artık terkedilmesi, yüksek binalarda döşemelerin hem düzlem içi (membran), hem de eğilme rijitliklerinin gözönüne alınması gerekmektedir.** Böyle yapıldığında, çoğu durumda binaların dinamik karakteristiklerinde önemli değişikliklerin meydana gelebildiği görülmüştür.

YÜKSEK DAYANIMLI BETON SORUNU

Yüksek binalarda giderek **artan kat sayıları ve mimari endişelerle** düşey taşıyıcı eleman (kolon, perde) boyutlarının çok arttırılmaması eğilimi, kaçınılmaz olarak **yüksek dayanımlı beton kullanımını gündeme getirmektedir.**

Yürürlükteki deprem yönetmelikleri genellikle beton kalitesini **C50 betonu** ile sınırlamaktadır. Bunun en belirgin nedeni, özellikle depremde **sünek davranışa ilişkin sargı donatısı gereklilikleri** ile ilgili olarak yeterli teorik/deneysel birikimin ve uygulama deneyiminin mevcut olmayışıdır.

Öte yandan, laboratuvar koşullarında üretilmesi genellikle pek zor olmayan yüksek dayanımlı betonun büyük miktarda **kütlesel üretimi ve üretimin kalite kontrolünün sürekliliği** de ayrı bir birikim ve deneyim konusudur.

NONLİNEER MODELLEME VE ANALİZ SORUNLARI

Yüksek binaların şiddetli depremlerin (50 yılda aşılma olasılığı %10) ve çok şiddetli depremlerin (50 yılda aşılma olasılığı %2) etkisi altında ileri düzeydeki performans hedeflerine ulaşp ulaşmadıklarına ilişkin değerlendirmeleri yapabilmek için **mutlaka nonlinear taşıyıcı sistem modellemesine ve nonlinear analize ihtiyaç vardır.**

Bu tür modelleme ve analiz, günümüzde artık rutin hale gelmiş bulunan lineer modelleme ve analize oranla çok daha karmaşık olduğundan, **özel bir bilgi birikimini ve uygulama deneyimini zorunlu kılmaktadır.**

NONLINEER MODELLEME VE ANALİZ SORUNLARI (2)

Yüksek binalarda perdeler genellikle **lif elemanlar (fiber elements)** ile modellenmektedir. Bu modelleme yöntemi kolon ve kirişlerde de kullanılabilir, ancak bu tür elemanlarda çoğunlukla **plastik mafsallı modelleme** tercih edilmektedir.

Özel olarak bağ kirişli çekirdek perdelerinin bağ kirişlerinin boyutlandırılması, donatılarının yerleştirilmesi ve nonlinear analiz için uygun biçimde modellenmesi yaşamsal önem taşımaktadır. **Bağ kirişlerinde çapraz donatının en uygun donatı düzeni olduğu konusunda fikir birliği vardır (BİB 2007, PEER/TBI 2010).** Ancak bunun için bağ kirişinde yükseklik / açıklık oranının 1/2'den daha az olmaması gereklidir.

NONLİNEER MODELLEME VE ANALİZ SORUNLARI (3)

Yüksek binaların zaman tanım alanındaki nonlinear analizi ile ilgili önemli sorunlardan biri de sönüm etkisinin ne alınacağı ve nasıl hesaba katılacağı sorunudur.

Yapı dinamiğinin en zor konularından biri olan bu konuda mühendislik kamuoyunda fikir birliği oluşmamıştır.

Nonlinear hesapta sönüm oranınının %2 olarak alınması önerilmektedir. **Ancak viskoz olarak varsayılan sönüm matrisinin oluşturulması için kullanılagelen Rayleigh yaklaşımının bilinen sorunlarının üstesinden gelinmiş değildir.**

NONLİNEER MODELLEME VE ANALİZ SORUNLARI (4)

Günümüzde yüksek binaların nonlinear modelleme ve analizine uygun ve mühendislik pratiği ile uyumlu bilgisayar yazılımlarının sayısı sınırlıdır.

Ancak performansa göre tasarımın gereği olan nonlinear modelleme ve analiz uygulamalarının yaygınlaşması ile bu alanda oluşacak rekabetle uyumlu olarak bu alanda hem nitel, hem de nicel anlamda hızlı gelişmelerin olması beklenmektedir.

YAPI – ZEMİN DİNAMİK ETKİLEŞİMİNE İLİŞKİN SORUNLAR

Genel olarak *yapı-zemin etkileşimi*, deprem etkisi altında zemin ortamı ile üstyapının birlikte gözönüne alındığı ortak bir sistem çerçevesinde yapı ve zeminin birbirlerini karşılıklı olarak etkilemesi olarak tanımlanabilir.

Normal koşullarda yeterli rijitlik ve dayanıma sahip yüksek frekanslı zeminler ile bu zeminlerin üzerinde inşa edilen düşük frekanslı yüksek binalar arasında önemli bir etkileşimin olması beklenmez (PEER/TBI 2010) ve bu nedenle yüksek bina tasarımında genellikle yapı-zemin dinamik etkileşimi gözönüne alınmaz.

YAPI – ZEMİN DİNAMİK ETKİLEŞİMİNE İLİŞKİN SORUNLAR (2)

Ancak, yüksek binaların çok zayıf zeminler üzerinde inşa edildiği bazı özel durumlara da rastlanabilmektedir.

Örneğin, İzmir Büyükşehir Belediyesi'nin yüksek binalar için tahsis ettiği Bayraklı bölgesindeki aşırı zayıf zemin koşulları, yüksek bina tasarımında “*üstyapı – kazık – zemin etkileşimi*”nin ayrıntılı bir biçimde gözönüne alınmasını zorunlu kılmaktadır (Aydınöğlu 2011).

Bu analizde kazık – zemin altsisteminin taban kayasında tanımlanan yer hareketi etkisi altında zaman tanım alanında üç boyutlu nonlineer analizi zorunludur. Sonuçta etkileşimin yüksek binayı olumsuz yönde etkilemesi olasılığı azdır. Ancak, özellikle kazıklarda plastik deformasyonların oluşması ve bu nedenle kazık tasarımında değişikliklere gidilmesi durumu ortaya çıkabilir.

SAHAYA ÖZEL DEPREM TEHLİKESİNİN BELİRLENMESİ, NONLİNEER ANALİZ İÇİN UYGUN DEPREM KAYITLARININ SEÇİMİ VE ÖLÇEKLENDİRİLMESİ

Yüksek binaların deprem etkisi altındaki tasarımında sahaya özel deprem tehlikesinin belirlenmesi çoğu durumda gerekli olmaktadır. Deprem tehlikesi analizi ile belirli aşılma olasılıkları (veya dönüş periyodları) için elastik tasarım spektrumunun ordinatları belirli bir periyod limitine kadar tanımlanır. Yüksek binaların kat sayıları arttıkça sözü edilen periyod limiti de giderek uzamaktadır. Son yıllarda geliştirilen deprem tahmin ilişkileri 10 sn.lik periyoda kadar olan periyod bandını kapsamaktadır.

SAHAYA ÖZEL DEPREM TEHLİKESİNİN BELİRLENMESİ, NONLİNEER ANALİZ İÇİN UYGUN DEPREM KAYITLARININ SEÇİMİ VE ÖLÇEKLENDİRİLMESİ (2)

Yüksek binaların zaman tanım alanında nonlinear analizlerinde tasarım ivme spektrumu ile uyumlu olacak şekilde seçilerek ölçeklendirilen deprem kayıtlarının kullanılması gerekir.

Zorunlu olmadıkça yapay (benzeştirilmiş) deprem kayıtlarının veya mevcut kayıtlarının değiştirilerek kullanılmaması, sadece yerel deprem koşulları ile uyumlu gerçek deprem kayıtlarının ölçeklendirilerek kullanılması önerilmektedir.

SAHAYA ÖZEL DEPREM TEHLİKESİNİN BELİRLENMESİ, NONLİNEER ANALİZ İÇİN UYGUN DEPREM KAYITLARININ SEÇİMİ VE ÖLÇEKLENDİRİLMESİ (3)

Bilindiği gibi, “*uniform tehlike spektrumu*” olarak da adlandırılan tasarım ivme spektrumunun bütün periyotları ile uyumlu deprem kayıtlarının mevcut olması olanaklı değildir. Çünkü tasarım ivme spektrumunun çeşitli periyod bölgelerinde tanımlanan ordinatların esasında farklı farklı depremlerden kaynaklandığı bilinmektedir.

O nedenle ilgili yönetmeliklerde genellikle sınırlı bir periyod bölgesinde (örneğin binanın doğal titreşim periyodunun 0.2’si ile 1.2 katı kadar olan bölgede) seçilen kayıtların spektrumlarının ortalaması ile tasarım ivme spektrumunun uyumu aranır (İBB 2008). Bu durumda bile, deprem koşulları yerel koşullara yakın olan yeteri kadar sayıda kayıt bulmanın zor olduğu ve bu şekilde seçilen kayıtların ivme spektrumlarında ortalamaya göre çok büyük saçılmaların bulunduğu bilinmektedir.

SAHAYA ÖZEL DEPREM TEHLİKESİNİN BELİRLENMESİ, NONLİNEER ANALİZ İÇİN UYGUN DEPREM KAYITLARININ SEÇİMİ VE ÖLÇEKLENDİRİLMESİ (4)

Son birkaç yıl içinde geliştirilen

“koşullu ortalama spektrum – conditional mean spectrum”

kavramı yardımıyla yukarıda belirtilen *uygun kayıt seçme* sorununun çözümünde önemli bir aşama kaydedilmiştir (Baker ve Cornell 2005, 2006). Bu yeni yaklaşımda, yüksek binanın davranışına önemli katkıda bulunacağı düşünülen tüm titreşim periyotları için, sahaya özel deprem tehlikesi analizinde **“ayırıştırma – deaggregation”** analizi yapılarak o periyotlarda olasılıksal bazlı ivme spektrumuna en fazla oranda katkıda bulunan deprem veya depremlerin büyüklüğü ile uzaklıkları belirlenir. Bunlar esas alınarak, seçilen her bir doğal periyod ve yakın çevresi için geçerli olmak üzere oluşturan **koşullu ortalama spektrumlar**'a çok daha iyi uyum sağlayan çok sayıda gerçek deprem kaydı bulmak mümkün olmaktadır.

YÜKSEK BİNALARLA İLGİLİ TÜRKİYE'YE ÖZGÜ TASARIM SORUNLARI

Yüksek binaların deprem etkisi altında analizi ve tasarımı ile ilgili olarak yukarıda özetlenmeye çalışılan genel sorunların yanısıra, bu konuda ülkemizdeki uygulamaya yönelik birtakım tasarım sorunların bulunduğu bilinen bir gerçektir.

Bunların içinden önemli görülenleri aşağıda kısaca özetlenmiştir.

YÖNETMELİKLE İLGİLİ SORUNLAR

Halen yürürlükte olan Deprem Yönetmeliği'nde (BİB 2007), yüksek binaların taşıyıcı sistemlerini ve analiz/tasarım yöntemlerini tanımlayan özel hükümler bulunmamaktadır. Gerçekten, 1990'ların ilk yarısındaki bina tipolojisi ve yapım teknolojilerini esas alan mevcut yönetmelik, yüksek binalar düşünülerek hazırlanmış bir yönetmelik değildir. Bu konuda çarpıcı bir örnek, Yönetmelik'te yüksek bina taşıyıcı sistemlerinin

“süneklik düzeyi normal sistemler”

olarak düzenlenmesini önleyen herhangi bir hükmün bulunmamasıdır.

Yönetmelikte **perde kalınlıklarının aksenal gerilmelere bağlı olarak tanımlanmasını** öngören hükümler bulunmamaktadır.

Mevcut yönetmelikte yeni yapılacak binalar için **etkin kesit rijitliği (çatlamış kesit rijitliği)** kullanılmamaktadır.

YÖNETMELİKLE İLGİLİ SORUNLAR (2)

Yüksek binaların deprem tasarımında gözönüne alınacak deprem yer hareketinin tanımlanması açısından mevcut

Deprem Yönetmeliği'nin hükümlerinin, bu konudaki son gelişmeler çerçevesinde **yetersiz kaldığı görülmektedir.**

Tünel kalıpla yapılan ve yüksek bina sınıfına giren binalara da yönetmelik izin vermektedir. Bu tür binalarda mevcut yönetmeliğin gövde donatıları için verdiği donatı oranının yetersiz olduğu düşünölmektedir.

Ayrıca tünel kalıpla yapılan binalarda perdeler için dinamik kesme büyütmesi etkisi ihmal edilmektedir.

Bağ kirişli perdelerin doğrusal (lineer) analizi ile ilgili yönetmelik hükümlerinin yüksek binalar için geçerli olamayacağı açıktır.

YÖNETMELİKLE İLGİLİ SORUNLAR (3)

Yüksek binaların deprem etkisi altında tasarımı için mevcut deprem yönetmeliğine özel bir bölümün eklenmesi gereği açıkça ortaya çıkmıştır.

Bu konuda ilk çalışmalar başlamış bulunmaktadır.

UYGULAMADAKİ SORUNLAR

Giderek yaygınlaşan yüksek dayanımlı beton kullanımı ile birlikte, özellikle tünel kalıplı yüksek binalarda, **çok yüksek aksenal zorlanmalara** maruz kalabilen, dolayısıyla depremde **sünek davranış göstermesi kuşkulu olan çok ince perdelerin** kullanıldığı gözlenmektedir.

Bu perdelerde mevcut yönetmeliğe göre **gövde donatısı için çok düşük bir donatı oranının** kullanılagelmesinin meydana getirebileceği sorunlar irdelenmiş değildir.

Mevcut yönetmelikte yeni yapılacak binalar için **etkin kesit rijitliği (çatlamış kesit rijitliği)** kullanılmadığından, deprem yükleri bir miktar daha küçük olarak alınsa bile, **yerdeğıştirmelerin ve görelî kat ötelemelerinin olması gerekenden daha küçük olarak hesaplanması** durumu ortaya çıkmaktadır.

UYGULAMADAKİ SORUNLAR (2)

Uygulamada **çekirdek perdelerinin idealleştirilmesinde ve betonarme tasarımında** önemli sorunlar vardır. Çok yanlış uygulama örneklerinin varlığından sözedilmektedir. Örneğin L veya U perdelerin idealleştirmesinde ve kesme kapasitelerinin hesaplanmasında yanlışlar yapıldığı ifade edilmektedir.

Uygulamada planda genişliği çok az olan **çok narin binalar** yapıldığı gözlenmektedir. Bunların stabilitesi ile ilgili sorunlar olup olmadığı bilinmemektedir. Böyle durumlarda kullanılabilen **çıkmalı kat kirişi (outrigger)** uygulamasına ülkemizde pek rastlanmamaktadır.

UYGULAMADAKİ SORUNLAR (3)

Tünel kalıplı sistemlerde **uygun taşıyıcı sistem oluşturulması ile ilgili ciddi sorunlar** olduğu bilinmektedir.

Buna rağmen **55 kata kadar tünel kalıplı binalar inşa edilmiş bulunmaktadır.**

Normal koşullarda

güçlü bir çekirdek perdesi olmayan, inşaat sistemi gereği iki uzun cephesinde perde başlığı yapma olanağı bulunmayan taşıyıcı sistemlerin deprem etkisi altında uygun nonlinear davranış gösterip göstermedikleri ayrıntılı olarak incelenmiş ve anlaşılmış değildir.

UYGULAMADAKİ SORUNLAR (4)

Yüksek binalarda hemen her durumda **nonlineer çalıştığı bilinen bağ kirişlerinin** bu davranışı hiçbir biçimde tasarıma yansıtılmamaktadır.

Hemen tüm durumlarda döşemeler **a-priori sonsuz rijit diyafram** olarak kabul edilmektedir.

Döşemelerde **yük aktarım mekanizmaları** hemen hiç düşünülmemektedir.

Bu bağlamda **setback / podium etkilerinin** gözönüne alınmasında ve **transfer katlarının** tasarımında **ciddi ihmaller, yanlışlıklar ve eksiklikler** bulunduğu bilinmektedir.

BAĞIMSIZ TASARIM KONTROL VE ONAY SİSTEMİNİN GEREKLİLİĞİ

Yüksek binaların deprem etkisi altında performansa göre tasarımı,
alışılagelmiş tasarım uygulamalarından farklı olarak
çok daha karmaşık, modern analiz yöntemlerinin kullanılmasını
gerektirdiğinden, bütün dünyada uzmanlık ve deneyim gerektiren
özel bir mühendislik hizmeti olarak değerlendirilmektedir.

TÜRKİYE DIŞINDA TASARIM DENETİMİ

Yüksek bina tasarımında denetim olgusunu **rasyonel** bir biçimde gerçekleştiren ülkelerde;

a) öncelikle yüksek bina tasarımının sadece mesleki yeterliliği belgelendirilmiş “**sertifikalı mühendisler**” veya “**profesyonel mühendisler**” tarafından yapılmasına izin verilmekte,

b) buna ek olarak, oluşturulan bir “**tasarım kontrol ve onay sistemi**” çerçevesinde özel olarak yetkilendirilmiş “**bağımsız tasarım kontrol uzmanları**” tarafından

deprem tasarımının başlangıcından (taşıyıcı sistem seçimi aşamasından) itibaren bütün aşamalarında ayrıntılı olarak kontrol edilerek onaylanması zorunlu tutulmaktadır.

TÜRKİYE'DE DURUM

Türkiye'de “**yetkin mühendislik**” olarak adlandırılan “**mesleki yeterlilik sistemi**”, son 15 yıldan beri gündemde olmasına rağmen maalesef henüz hayata geçirilememiştir.

Bu nedenle Türkiye'de önemi, büyüklüğü ve özelliğı ne olursa olsun, herhangi bir mühendislik yapısının tasarımının, **yeterli birikim ve deneyime sahip olmayan mühendisler tarafından yapılmasının önünde yasal hiçbir engel bulunmamaktadır.**

TÜRKİYE'DE DURUM (2)

Bu durum, ülkemizde **sağlıksız ve güvenilirliği devamlı tartışma konusu olan** bir bina tasarım sürecinin oluşmasına ve bugüne dek sürdürülmesine neden olmuştur.

Bu sürecin temelinde, birtakım girişimciler tarafından hazırlanarak ülke çapında geniş bir biçimde pazarlanan ve **mühendisin hemen hemen hiçbir katkısı olmaksızın**, binanın mevcut yönetmelikler çerçevesinde yapısal ve deprem tasarımının yapılmasını hedefleyen “**hazır bilgisayar programları**” yer almaktadır.

TÜRKİYE'DE DURUM (3)

Yıllardır süregiden bu sağlıksız uygulama, son yıllarda kat sayıları ve yükseklikleri hızla artan “yüksek binalar”ın deprem bölgelerinde de giderek daha fazla sayılarda yapılmaları ile ülke için daha da tehlikeli olmaya başlamıştır.

Bu durum, yukarıda belirtildiği üzere, son on yıl içinde yapılan araştırmalarla yüksek binaların deprem tasarımı için mevcut deprem yönetmeliklerinin tam anlamı ile yeterli olmadıklarının anlaşılması ile daha da ciddi bir hal almıştır.

TÜRKİYE'DE DURUM (4)

Öte yandan, ülkemizde **mesleki yeterlilik**, diğer deyişle **yetkin mühendislik sistemi**'nin tesis edilememiş olması nedeni ile, **etkili bir tasarım denetimi sistemi de oluşturulamamıştır.**

Mevcut Yapı Denetim Kanunu ile tasarım denetimine yönelik getirilen düzenlemelerin yeterli olduğunu söylemek güçtür.

Uygulamada, yapısal tasarım ve özellikle deprem tasarımı, bilgiye, deneyime dayalı etkili bir denetime tabi olmaksızın sürdürülmektedir.

Yüksek binalar söz konusu olduğunda, tasarımda olduğu gibi tasarım denetiminde de çok tehlikeli bir sürecin yaşanmakta olduğu açıkça görülmektedir.

TÜRKİYE'DE DURUM (5)

Yukarıda açıklanan hususlar çerçevesinde, bu ülkede yüksek binaların performansa göre tasarımının sağlıklı bir biçimde gerçekleştirilebilmesinin vazgeçilmez bileşenlerinden birinin “*bağımsız bir tasarım kontrol sistemi*” olduğu açıktır.

Bu doğrultuda, yüksek binaların deprem tasarımlarının, bu alanda teorik ve pratik bilgi ve deneyim sahibi bağımsız

“*Yüksek Binalar Tasarım Kontrol Uzmanları*”

tarafından tasarımın başlangıcından (taşıyıcı sistem seçimi aşamasından) itibaren bütün aşamalarında ayrıntılı olarak kontrol edilmesi önerilmektedir.

Bu konuda İstanbul Yüksek Binalar Deprem Yönetmeliği (İBB 2008) taslağı Bölüm 7'de bir model önerilmiştir.

SON SÖZLER

- 1) Zeminden itibaren yüksekliği 60 m ve daha fazla olan binalar olarak tanımlanan **yüksek binaların deprem etkisi altında tasarımının, deprem yönetmeliklerinin kapsamındaki standart binalardan farklı olması gerektiği** konusunda deprem mühendisliği camiasında fikir birliği oluşmuştur.
- 2) Bu doğrultuda yüksek binaların deprem tasarımlarının **Performansa Göre Tasarım** yaklaşımı çerçevesinde **taşıyıcı sistemlerin nonlineer davranışları** gözönüne alınarak yapılması esastır.
- 3) Bu anlamda yüksek binaların deprem tasarımı bütün dünyada **uzmanlık ve deneyim gerektiren özel bir mühendislik hizmeti** olarak değerlendirilmektedir.

SON SÖZLER

4) **Türkiye’de** ise, özellikle İstanbul başta olmak üzere büyük kentlerde giderek yoğunluk kazanan **yüksek binaların deprem etkisi altında tasarımı**, son yıllarda bu konuda dünyada meydana gelen **modern gelişmelerden kopuk ve kontrolsuz bir biçimde süregitmektedir.**

5) Yürürlükteki deprem yönetmeliğine **yüksek binaların tasarımı için özel bir bölüm eklenmesi** ve mevcut yönetmelik hükümlerinin bu bölümle uyumlu olacak şekilde yeniden düzenlenmesi konusu ile birlikte,

6) Yüksek binaların deprem tasarımlarının **bağımsız bir tasarım kontrol sistemi** kapsamında denetlenmesini sağlayacak **etkin bir denetim mekanizmasının oluşturulması**, gündemdeki temel konulardır.

DEPREM MÜHENDİSLİĞİNDE
DAHA YÜKSEK DÜZEYLERE
ULAŞABİLMEMİZ
DİLEĞİ İLE

TEŞEKKÜR EDERİM.