

YÜKSEK YAPILAR İÇİN TASARIM DEPREMİ TANIMI

Haluk SUCUOĞLU*

Yüksek yapıların deprem tasarımı bakımından başlıca özellikleri esnek yapılar olmalarıdır. Dolayısıyla titreşim periyodları uzundur. Yüksek bir yapının yatay ötelenme davranışının hakim olduğu birinci mod periyodu yaklaşık 2-3 saniye aralığında. İkinci mod periyodu ise 0.5-1 saniye aralığında varsayılabilir. Yüksek bir yapının deprem tasarımında dinamik (modal) analiz gerekeceğinden deprem etkilerinin hesabında ilk iki modun en fazla katkısı yapması beklenir. İlk iki mod için varsaydığımız periyod aralıkları, deprem spektrumlarının uzun ve orta periyod bölgelerine rastlıyor.

Deprem yer hareketleri iki durumda orta ve uzun periyodlu yapıları önemli ölçüde etkilerler. Birincisi uzak alan (far field) deprem dalgalarının yapı clorımdokl yumuşak zemin koşulları nedeniyle enerjilerinin uzun periyodlara koyması ve buna bağlı olarak orta ve uzun periyodlu yapıları aşırı etkilemeleridir. Ancak bu duruma yüksek yapılarda pek sık rastlanmaz, zira yumuşak zeminlerde yapılacak yüksek yapılar genelde derin temellerle veya kazıklarla sert zeminlere mesnetlenirler ve yumuşak zemin özellikleri ile dinamik etkilere girmezler. İkinci durum ise yüksek yapıların yakın alan (near field) depremlerine maruz kalmalarıdır. Yakın alan, yapı ile kırılan fayın en yakın noktası arasındaki uzaklığını kırılan tay uzunluğundan az olduğu yapı alanlarını tanımlar. Bu tanımlı büyüklüğü (magnitüd) oden büyük depremler için bo-

sitleştirerek yakın alanı kabaca kırılan faydan uzaklığı 15 km'den az olan alanlar olarak tanımlamak da mümkündür.

Yakın alanlardaki yer hareketlerinin özellikleri uzak alan yer hareketlerinden oldukça farklıdır. Uzak alan yer hareketleri deprem kaynağı ile yapı arasında kalan yer kabuğunun dalga yayılma özellikleri ve yapının altındaki zeminin geoteknik özelliklerini yansıtırken, yakın alan yer hareketleri doğrudan tayın kırılma özelliklerinin (veya kayhak özelliklerini) yansıtır. Depremde bir fay düzgün bir şekilde ve bir defada kırılmaz. parçalar halinde kırılır. Kırılan en büyük parçanın etkisi yakın alandaki yer hareketinde bir ivme darbesi olarak kendini gösterir. Depremın magnitüdü arttıkça fayın kırılan parçalarının büyüklüğü artar. Dolayısıyla yaydıkları sismik enerji de artar ve yakın alan yer hareketinde daha uzun ivme darbeleri yaratırlar. Ne var ki yer hareketinin maksimum ivmesi enerji kaynağının magnitüde bağlı olan bu özelliklerinden fazlaca etkilenmez. Ancak darbe süresi uzadığından yer hareketinde daha büyük hızlar meydana gelir. Şekil 1'de aynı magnitüdü ve birbirine yakın maksimum yer ivmesine sahip olan yakın ve uzak alan yer hareketleri karşılaştırılmaktadır. Görüldüğü gibi maksimum yer hızları oldukça farklıdır.

Yakın alan yer hareketleri deprem kaynağının özelliklerini doğrudan yansıttıkları için depremin magnitüdü arttıkça yakın alan yer hareketi özellikleri de değişir. Yakın alan yer hareketinin maksimum hızının magnitüd ile artması yüksek yapılar için hayli önemlidir, zira yer hareketi hızı orta ve uzun periyodlu yapıların dinamik davranışı üzerinde çok etkilidir. Dolayısıyla deprem magnitüdü yakın alandaki yüksek yapılar için doğrudan bir deprem parametresi durumuna

* Prof. Dr., Orta Doğu Teknik Üniversitesi İnşaat Müh. Bölümü Deprem Müh. Araştırma Merkezi Başkanı

gelmektedir. Örnek olarak Tablo 1'de 5 adet büyük magnitüdü (6.7;M:;7.1)depremde ve 5 adet orta magnitüdü (4.6;M:6.1)depremde kaydedilmiş 13 yakın alan yer hareketinin özellikleri verilmektedir. Yer hareketlerinin etkin yer ivmeleri yaklaşık 0.3 g civarındadır. Tüm 13 yer hareketinin etkin yer ivmesi önce birinci derece deprem bölge katsayısı olan 0.4 g'ye ölçeklenmiş, daha sonra büyük ve orta magnitüdü yakın alan yer hareketlerinin elastik ivme spektrumları ayrı ayrı elde edilmiştir. Sonuçlar Şekil 2'de sunulmaktadır. Büyük ve orta magnitüdü depremlerin kısa periyod bölgelerinde yakın alan spektrum büyüklükleri birbirine oldukça yakın olmakla birlikte orta ve uzun periyod bölgelerinde çarpıcı biçimde farklıdır.

Büyük ve orta magnitüdü depremlerin yakın alan spektrum ortalamaları elde edilerek Şekil 3'de karşılaştırılmıştır. Magnitüd etkisi bu şekilde çok belirgindir. Kullanılan 13 adet yer hareketinin kaydedildiği istasyonların ortalama zemin özellikleri Türkiye deprem yönetmeliğinde Z2 olarak tanımlanan sert zeminlere yakındır. Türkiye Deprem yönetmeliğinde birinci derece deprem bölgesi ve Z2 zeminini için verilen tasarım spektrumu aynı Şekil içinde çizilmiştir. Görüldüğü gibi yönetmelik tasarım spektrumu orta ve uzun periyodlarda ($T > 0.5$ saniye) büyük ve orta magnitüdü depremlerin yakın alan yer hareketi spektrumlarını ortalamaaktadır. Yönetmeliğin yüksek yapıların deprem tasarımında yakın alan depremleri için deprem magnitüdüne duysız olması iki tür sonuç doğurmaktadır. Yüksek yapı eğer büyük deprem üretme potansiyeli olmayan bir faya yakınsa oldukça emniyetli tasarlanmaktadır. Bunun ekonomik sonuçlar dışında belki fazlaca bir sakıncası olmayabilir. Ancak yakındaki fayın büyük magnitüdü deprem üretme potansiyeli

varsa tasarım kuvvetleri emniyetsiz yönde kalacaktır. Bu durum sakıncalıdır.

Magnitüdü 5.5'den büyük deprem üretme potansiyeline sahip faylar genellikle birinci derece deprem bölgesi içinde yer almaktadır. Yeni deprem bölgeleri haritasında birinci derece deprem bölgeleri Türkiye alanının %42'sine ulaşmaktadır. Su kadar geniş bir alan içinde aktif fayların yakın alanı olarak tanımlanabilecek bölgeler elbette çok sınırlıdır. Birinci derece deprem bölgesinde bulunan ve yüksek yapıların yapılabileceği büyük kentlerin durumu da bu bakımdan oldukça farklılık göstermektedir. Bilinen aktif faylar göz önüne alındığında İstanbul yakın alanda değildir, İzmir büyük olasılıkla, Izmit, Denizli, Antakya ve Erzincan ise kesinlikle yakın alandadır. Türkiye'nin tektonik yapısı daha iyi anlaşıldıkça ve sismolojik gözlemler arttıkça aktif faylara yakın alanlar daha büyük kesinlikle tanımlanabilecektir. Bu tür bilgilerin daha fazla olduğu ABD'de yürürlükte olan bina yönetmeliği (Uniform Building Code) UBC'ye yakın alan deprem kavramı 1997'de girmiştir. En aktif deprem bölgesi içinde yer alan yakın alanlar, yakınında oldukları aktif fayların magnitüd potansiyellerine göre sınıflandırılıyor ve her sınıf için farklı deprem tasarım spektrumu tanımlanmıştır. Örnek olarak TDY'de Z2 zemin sınıfına yakın özellikte olan USC'deki Sozemin sınıfı için büyük magnitüdü ($M \geq 6.5$) ve orta magnitüdü ($M < 6.5$) depremlerin yakın alan tasarım spektrumları Şekil 4'de verilmekte ve bu çalışmada kullanılan büyük magnitüdü deprem yer hareketlerinin ortalama spektrumları ile karşılaştırılmaktadır. Şekilden görüldüğü gibi magnitüdün yakın alanlardaki yapılar için tasarım parametresi olarak kullanılması, tasarım kuvvetlerinin özellikle yüksek yapı periyod bölgelerinde daha gerçekçi olarak tanımlanabilmesine olarak tanınmaktadır.

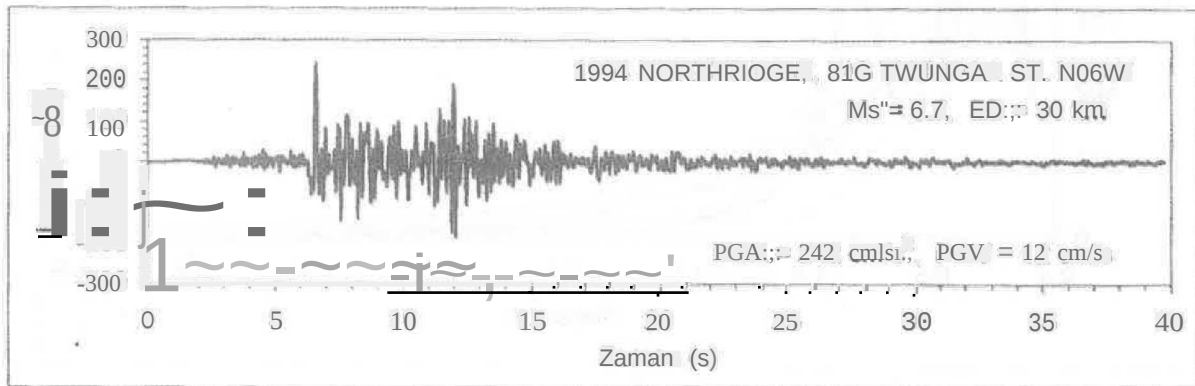
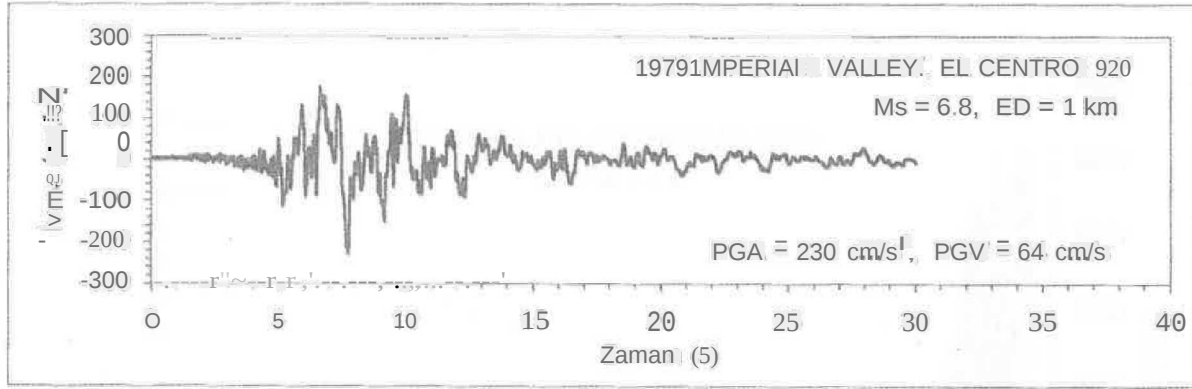
Tablo 1. Yakın Alan Deprem Yer Hareketlerinin Özellikleri

NO	DEPREM	İSTASYON	TARİH	YÖN	M.	ED	PGA	EPA	PGV
1	LOMAPRİETA	CORRAUTOS	1989	00	7,1	2	469	336	47
2	MONTENEGRO	TOWN ASSEMBLY	1979	EN	7.0	14	356	346	52
3	CAMPANO-LUCANO	STURNO	1980	EW	6,9	18	316	336	61
4	ERZİNCAN	ERZİNCAN	1992	EW	6.8	2	460	383	92
5	ERZİNCAN	ERZİNCAN	1992	N5	6.8	2	394	264	107
6	NORTHRIOGE	ROSCOE BIVO. SUN VALEY	1994	N90E	6.7	11	292	292	42
7	WHINIER	ALHAMBRA FREMONT	1967	270	6.1	12	374	262	17
8	WHINIER	ALHAMBRA FREMONT	1967	180	6.1	12	286	290	22
9	DINAR	DINAR	1995	SOUTH	6.0	5	287	332	18
10	DINAR	DINAR	1995	EAST	6.0	5	289	312	21
11	KALAMATA	KALAMATA	1966	N10W	5.7	12	269	296	24
12	PARKFIELD	TEMBLOR	1966	S2SW	5.5	11	341	290	23
13	ANCONA	ANCONA	1972	N	4.6	8	376	279	18

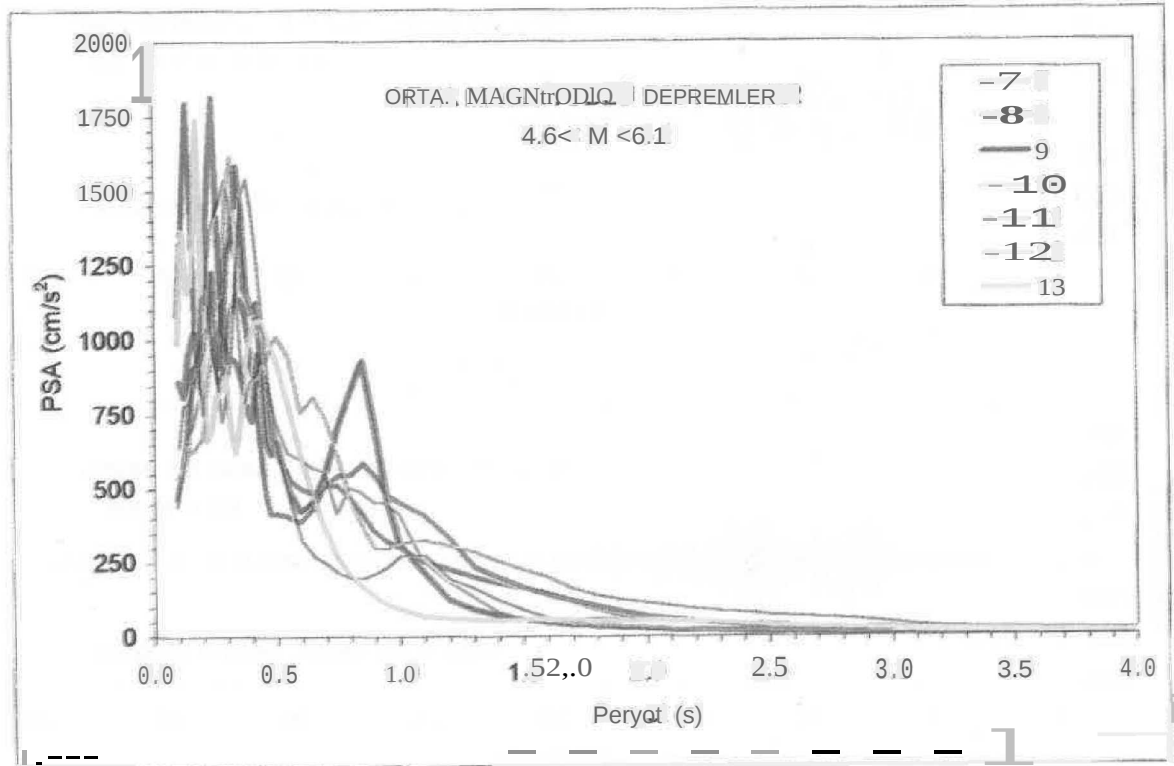
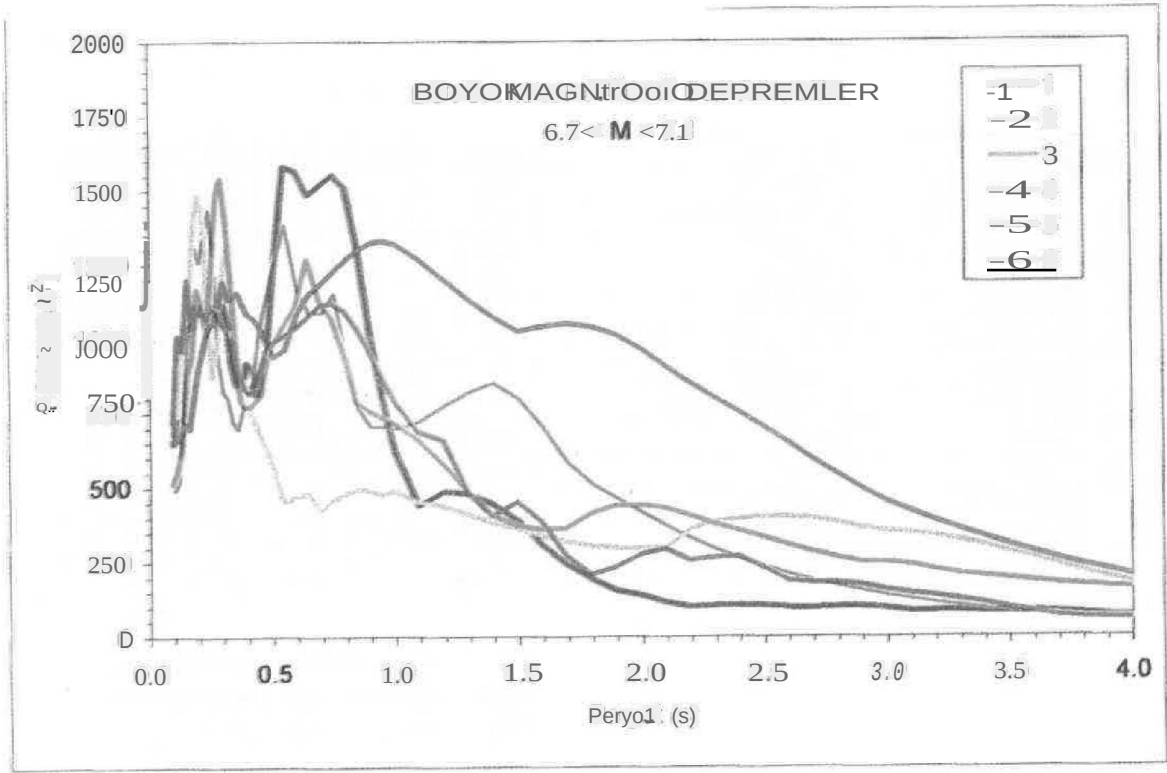
ED : İstasyonun faydan uzaklığı (km)

PGA : Maksimum yer ivmesi (cm/s²)EPA : Elkin yer ivmesi (cm/s²)

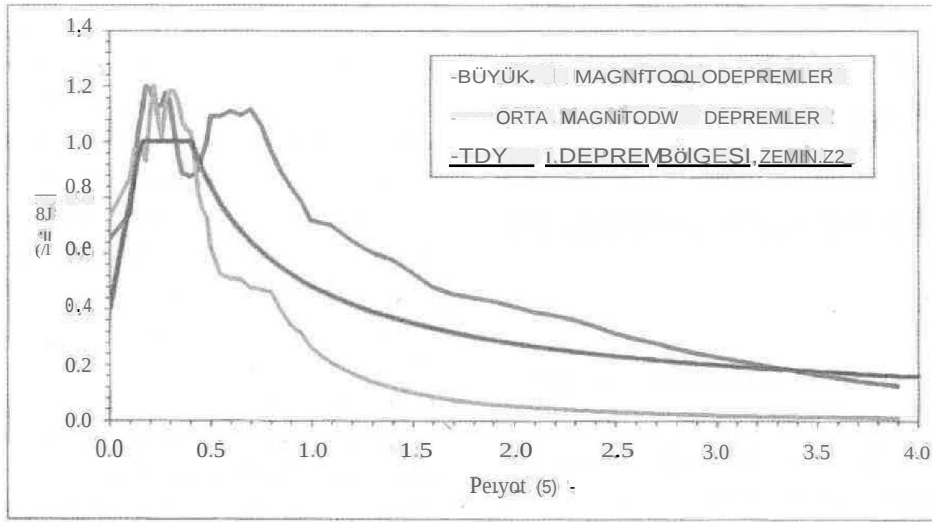
PGV : Maksimum yer hızı (cm/s)



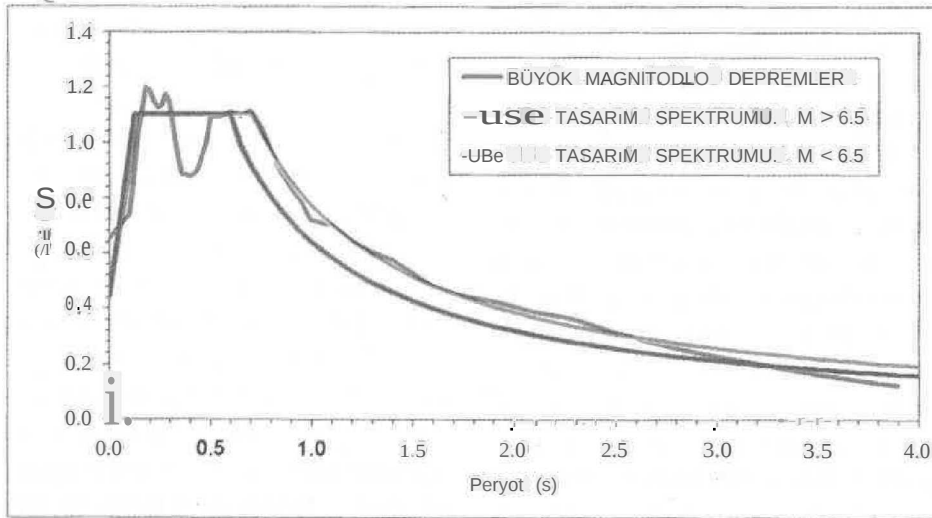
Şekil 1. Yakın ve uzak alan deprem yer hareketleri



Şekil 2. Büyük ve orta magnitüdü depremlerin ivme spektrumları



Şekil 3. Yakın ve orta magnitudü depremlerin yakın alan ortalama spektrumları ve IDY tasarım spektrumları karşılaştırması



Şekil 4. Büyük magnitudü depremlerin yakın alan ortalama spektrumları ve UBe yakın alan tasarım spektrumları karşılaştırması

Yüksek yapılar önemli mühendislik yön-
rimleridir. Birinci derece deprem bölgelerin-
de yapılacak yüksek yapıların bu bölgeler-
deki aktif fayların yakın alanında olması
deprem tasarım kuvvetlerini önemli ölçüde
etkilemektedir. Dolayısıyla bu durumda olabi-
lecek yüksek yapıların için Türkiye Deprem
yönetmeliğinde verilen tasarım spektrumları
ile yetinilmemesi ve yakındaki aktif fayların

üretebileceği deprem magnitudleri hesap-
lanarak buna göre deprem tasarım kuvvet-
lerinin belirlenmesi en gerçekçi yaklaşımdır.
Böyle bir çalışma için yapılacak harcamalar
yüksek yapının yatırım maliyeti yanında ih-
mal edilir düzeyde kalacaktır. Ancak yüksek
yapının deprem güvenliğinde elde edilecek
artış şüphesiz ihmal edilir düzeyin üzerinde
olacaktır.

UYGULAMA BAŞLAYACAK VE UYGULAMADAN siz SORUMLUSUNUZ VE YÜKSEK YAPI PROJESİ KARŞINIZDA DURUYOR ... NE YAPARSINIZ?

ÖRNESİNİ AŞAĞIDAKİ MÜHENDİSLİK SOHBETİNİ AKLINIZA GETİREBİLİRSİNİZ...

F. KARADOĞAN, V. KARA-YEL, A. BAL.

Çok katlı ya da önemli sayılan bir binanın yapımı başlarken, uygulamadan sorumlu olduğunu düşünen kişi tasarımı önüne koyup, mühendisçe bir kez daha durumu değerlendirmelidir. Çünkü zamana meydan okuyacak önemli bir işe başlamak üzeredir ve yanlış izin vermek istememektedir.

Tasarım aşamasındaki rekabet koşullarının ocınoszlıç mimari anlamsız baskılar projeyi olumsuz etkilemiş olabilir. Denetim yetersizlikleri bazı aksaklıkları ortaya çıkarmamış olabilir, ne olursa olsun bilgi eksiklikleri önemli yanlışlara yol açmamalı ve sonunda dört dörtlük bir yapı ortaya çıkmalıdır. Bu sonuca ulaşmak için iş programı, maliyeti etkileyen çeşitli nedenler, parasal kaynak akışının düzenlenmesi, iş hukuk ve benzeri konularla ilgili sorunlar bu yazının dışında tutularak olaya yapı mühendisliği açısından bakılacak ve burada daha çok gözden geçirilmesi gerekli önemli noktalar kalıp kalmadığı, ek bir teknik yardıma ve doğrulamaya gereksinim bulunup bulunmadığının saptanabilmesi için üzerinde durulmuş olması gereken bazı önemli hususlar sıralanacak. daha çok ülkemizde yaygın olan betonarme binalarla ilgilenecektir. Çok katlı çelik yapılar ya da yatay yükleri betonarme çekirdeklere taşıtılan kompozit döşemeli karma yapılar için de bu söylemler önemli ölçüde geçerlidir. Burada diğer yüklerden çok yatay depremden kaynaklanan yüklere göre boyutlandırma üzerinde durulacaktır.

Yüksek betonarme yapılarda yatay deprem yüklerini taşıyacak sistem betonarme boşluklu ya da boşluksuz perdelerdir. Projenin değerlendirilmesine bu elemanların gözden geçirilmesi ile başlanabilir.

Deprem yükleri ve sistem davranışı

Deprem yükleri kütlenin olduğu yerde ortaya çıkan ve yatay rijidliğin bulunduğu yere doğru aktarılan kuvvetlerdir. Bu aktarılma işi genellikle döşemeler aracılığı ile olur. İyi bir değerlendirme yapabilmek için hatırdan tutulması gereken önemli hususlardan biri buysa diğeri de perdelerin genellikle eksenel yükü görelilik olarak az olan, geniş oldukları için eğilme şekil değiştirmeleri yanında kayma şekil değiştirmeleri de önem kazanabilen esas itibarıyla bir eğilme elemanı oluşudur.

Modern deprem yönetmelikleri mühendisleri sünek yapı yapmaya yönlendirmektedir. Sünek yapı kırılmadan önce büyük yer değiştirmeler yapıp tekrar toparlayabilen yapı demektir ? Bu nasıl sağlanacaktır? Önce en çok zorlanma olasılığı bulunan kesitlerde sağlanacaktır. Yani o kesitler kırılmadan önce öngörülen ölçüde şekil değiştirme yapabilecek durumda olacaklardır. Bu betonarme nasıl sağlanacaktır? Öncelikle beton liflerinin ezilip harap olmadan yapabilecekleri kısalma miktarı artırılarak sağlanacaktır. Bu betonun sarılması ile ilgilidir. O da etriye kullanmak demektir. Bu hem kolon kırış kesitlerinde hem de düğüm noktası içinde olacaktır. Aynı olayı etkileyen diğer neden de boyuna donatıdır. İki yönlü bir etki olan deprem etkisi altında kırışya da kolon kesitinin iki yönde de birbirini benzer sünek davranışı gösterebilmesi önemlidir.

Daha sonra tüm bu şekildeki kesit davranışlarının bir toplamı olarak yapının bütünü kontrollü büyük deplasmanlar yapabilecektir. Dolayısıyla sistemin tümüyle başarılı olması, kritik kesitlerin davranışına bağlıdır. Başka türlü söylemek gerekirse bölgesel kırılmalar ya da göçmeler mutlaka önlenmelidir. Özellikle kolon kesilmemelidir. Sistem sünektiği gibi pek açık olmayan bir kavram hesabın başlangıcından deprem yüklerini de tanımlamaktadır. Bu tanımda da belirsizlikler vardır. Ama hepsinin çaresi yapıya, bölgesel göçmelerden korunacak kadar kesit sünekliliği kazandırmak ve böylelikle sistemin bütününde daha büyük sünekliklere ulaşabilme olanağı yaratmaktır. Bu, yapıda pek çok kesit rohotken, bazılarının aşırı zorlanması anlamına da gelir. Örneğin, zemin katındaki kolonlar cılız, zorlanıyor ve kalıcı şekil değiştirmeler yapıyor, üst katlar elastik davranıyor.

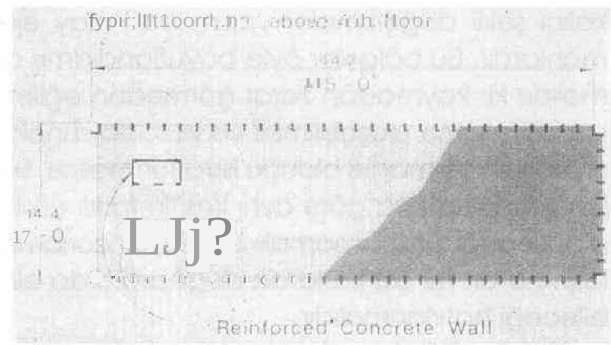
Perdeler planda burulmayı önleyecek ya da azaltacak biçimde yerleştirilebilmiş midir?

Yüksek yapılarda simetrik taşıyıcı sistem oluşturmak, deprem kaynaklı pek çok belirsizliğin etkisini azaltır. Bunlar içerisinde en elverişsiz deprem doğrultusunun kestirilmesi ve bölgesel göçme olasılıklarının azaltılması gibi nedenler sayılabilir. Nitekim burulma göz önüne alınmadan boyutlandırılmış bir eleman burulma nedeniyle beklenenden daha çok iç kuvvet çekebilir ve hasar görebilir. Burulma merkezinden uzakta yer alan ve rijid olan elemanlar bu durumdan en çok zarar görebilecek elemanlardır. Tüm deprem yönetmelikleri burulmaya açık yapıları bir anlamda cezalandırıcı yani ek önlemler ve daha yüksek deprem yüklerine göre hesap gibi zorlamalar bulundurmaktadır. Hesabın burulmaya göre dikkatle yapılmasını yani yaklaşık yöntemler yerine zorunlu olarak ayrıntılı daha karmaşık hesapların kullanılmasını ister, deplasman sınırlamalarına daha ağır koşullar getirir.

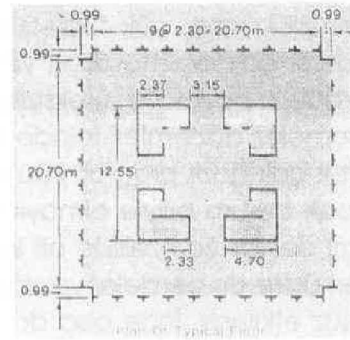
Burulma etkisini azaltmak ve çok katlı yapılarda artan deprem yüklerini alabilmek için yapıya konacak elemanları mimariyi önemli ölçüde kontrol eden elemanlardır. Bunun yanı sıra çok iyi değerlendirilmesi ve çözümlerin buna göre oluşturulması önemlidir. Bilinçli bir mal sahibinin de bu yönde hareket etmesi beklenir. Yukarıda anlatılanlara bir örnek mi istersiniz? Sayısız örnek içinden işte bir tanesi: 23 Aralık 1972 Managua, Nikaragua Depremi ($M=6.2$) ve iki farklı davranış sergilemiş olan Banco Central de Nikaragua ve Banco de America binaları (Bkz. Fotoğraf #1 deki iki yüksek yapı). Tipik kalıp planları sırasıyla Şekil #1 ve Şekil #2' de verilmiştir. Bunlardan 15 katlı Banco Central de Nikaragua binasının taşıyıcı sistemi 14,4 m. açıklığındaki kirişleri taşıyan kolonlardan ve planda rijidlikleri simetrik dağıtılmamış asansör ve merdiven kovası etrafındaki rijid perde duvarlardan oluşmaktadır. Bu binada depremden sonra, binanın taşıyıcı sistemini oluşturan kiriş-kolon birleşim noktalarında çok önemli hasarlar oluşmuştur, binanın zemin üstündeki katları depremden sonra yıktırılmıştır. Buna karşılık 17 katlı ve yatay yük taşıyıcı çekirdek perdeleri ve çerçeveleri planda simetrik dağılım gösteren Banco de America Binası, aynı depremi çok hafif yapısal olmayan hasarlar ile atlattır. (1).



Fotoğraf #1



Şekil 1



Şekil 2

Perde uçlarında gerekli önlemler alınmış mıdır?

Yüksek yatay rijidliği nedeniyle yükleri kendine çekmiş bulunan, genellikle küçük eksenel kuvetlerle büyük eğilme momentlerini taşımak durumunda olan perdelerin uçlarında büyük gerilme yığılmaları oluşacaktır. Bu bölgelerdeki basınç gerilmelerini azaltmak, döşeme dik burkulma olasılığını düşürmek, izin verilebilir en büyük beton eksenel boy kısalmasını arttırmak ve perdenin sünekliğini yükseltmek için çeşitli önlemler alınmalıdır. Bunlardan bazıları perde uçlarında başlık oluşturmak üzere genişletmeye gitmek, yeterli boyuna ve enine donatıyı bulundurmak ve sadece en alt kesit-

te bırakılmayıp bu önlemlerin uygun yüksekliğe kadar sürdürülmesini sağlamaktır. Özellikle do-natının yoğun olduğu bu bölgeler, filizler de göz önüne alınarak, beton yerleştirilebilirliği açısından incelenmelidir. Bu bölgelerde hangi nedenle olursa olsun kesitin zayıflatılmaması yerinde olacaktır.

Perdeye saplanan kırılma kesitleriyle yakın çevresinde önlem alınmış mıdır?

Perdeye yük aktaran elemanlar döşemeler ve kırılmalardır. Özellikle iki perde arasında yer alan kısa kırışlar yüksek kesme kuvveti ve büyük eğilme momentleri etkisinde kalarak önemli kalıcı şekil değiştirmeler yapmaya aday elemanlardır. Bu bölgeler öyle boyutlandırılmış olmalıdır ki; kaymadan zarar görmeden eğilme kapasitelerine ulaşabilmeli ve burada süneklik sınırlarının aşılmamış olduğu ispatlanmalıdır. Bu-lundukları katlara göre aynı kesitin farklı etkiler alabileceği unutulmamalı en büyük zorlamaların ne alt ne üst katlarda değil aralarda olabileceği hatırlanmalıdır.

yatay yükleri perdelerle aktaracak döşemelerde süreksizlik var mıdır?

Perdeler gibi yatay yük taşıyıcı düşey ele-manların arası çok açılmadıkça ya da döşe-me içinde büyük boşluk ve süreksizlik bulunma-dıkça döşemeler düzlemleri içinde sonsuz rijid sayılırlar. Pek çok hazır program bu varsayım-la çalışır. Ancak durum böyle olmayınca iç kuv-vet dağılımı değişir ve özellikle alt kat orta ko-lanları ile en üstte dış perdeler ve döşeme bun-dan olumsuz etkilenir. İnce olsa da perde ke-narında bırakılan tesisat yarıkları, osorular, mer-diven ve/veya atrium benzeri boşluklar birbiri-ne yaklaşır ve döşemeyi düzlemi içinde zayıfla-tırır. İnce döşeme kullanılmakta ise, döşeme-lerin aktardığı kuvvet akışı gözden geçirilmeli, döşemenin düzlemi içinde kalıcı şekil değiştir-me yapması ve büyük şekil değiştirmeleri ön-lenmelidir; çünkü iç kuvvet dağılımı önemli öl-çüde etkilenip perdelerin iş görmez duruma gelmesi yani beklenen yatay yükleri alamaz duruma girmesi söz konusudur. [2]

Çekirdeğin topladığı yatay yüklerin, örneğin genişleyen bodrum çevre perdelerine aktarı-labilmesi döşeme aracılığı ile olacak, varsa boşluklar kalıcı şekil değiştirmeler ve kayma şe-kil değiştirmeleri bu aktarımı etkileyebilecek nedenlerdir. Bodrum çevresindeki derin per-

delerin yapının deprem davranışına katkısı özel bir hesaplamayı gerektirmektedir.

Perde kesitleri yapı yüksekliğince sabit midir?

Perde kesitlerinin kattan kata değişken ol-ması ve her kattaki perdeler için bu değişimle-rin farklı olması düşey doğrultuda bir çeşit ya-tay rijidlik düzensizliği yaratır. Bu görelî kat öte-lemelerinin gözden geçirilmesi, hesaplarda matematik modelin uygun kurulmuş ve kullanı-lacak programın yeterli olmasını gerektirir. Bu özelliklerle birlikte döşemelerinde zorunlu boş-luklar bulundurmaz, ya da planda düzensizlik-lerin oluşu kuvvet dağılımını kaçınılmaz olarak etkileyecektir. Öyleki perdelerde tersine kesme kuvvetleri oluşması mümkündür. Aynı durumla perdeleri en üst kata kadar düzenli olarak yük-selen perdeli çerçeve li sistemlerde de karşıla-şılmakta ve üst katlardaki perdeler tersine kes-me kuvveti olarak o kattaki çerçeve kolonları-nın gereksiz yere daha zorlanmasına neden olabilmektedir. Bu nedendir ki perdeli çerçe-veli çok katlı sistemlerde perdelerin tümünün en üst katlara değin sürdürülmesi gerekme-mektedir. Perde kesitleri yapı yüksekliğince ay-nı kaldığı takdirde, buruinoz yatay yük hesabı perde eylemsizlik momentleri esas alınarak bo-site indirgenip kolay bir doğrulama yöntemine dönüşmektedir. (3)

Perde temelleri yeterli midir?

Yapının yatay yük hesabı temeli ile birlikte mi yapılmıştır? Yapılmamışsa perde tabanı için yapılan mesnedlenme varsayımı nedir? An-kastre sayılan bir perde temeli dönerse iç kuv-vet dağılımı önemli ölçüde değişebilecek ve diğer bazı elemanlar, perdenin alması bekle-nen iç kuvvetlerin bir bölümüne daha maruz kalıp, beklenmeyen bir davranışa girebilecek, hasar görebilecektir. Eksenel kuvveti az olan perdelerin, eksenel kuvvet toplayan komşu ko-lon temelleriyle bütünleştirilip ortak mesned-lendirilmeleri uygun çözümler oluşturabilecek-tir.

Yapılan deprem hesaplarının hemen tümü, temellerin deprem sırasında ortak hareket etti-ği varsayımına dayandığından tüm temel par-çalarının her iki yönde birbirine yeterince bağ-lanmış olması gereklidir. Çok katlı yapılarda radye temel yatay yük taşıyıcı düşey eleman-ların tabanda birlikte çalışmasını en iyi biçimde karşılayacaktır. Temelde kademe bulunması

durumunda iki kotu bağlayan rijid diyaframlardan yararlanılması düşünülebilecektir. Radyenin genellikle yapıldığı gibi düşey kazıklara oturması durumunda, kazık ara mesafeleri, kazıkların etkin kullanılabilmesi açısından çok önemli bir değişkendir. Grup etkisi dolayısıyla kazıkların düşey ve yatay yük taşıma kapasitelerinin düşeceği unutulmamalıdır. Kazık taşıma kapasitelerinin özenle yani zemin etüdleriyle saptanmış olmaları ve gereken biçimde imal edilmiş olmaları önemlidir. Danışmanlık hizmeti gerektiren bir önemli konu da sivilaşma tehlikesinin bulunup bulunmadığının belirlenmesidir. Depremde sivilaşan zemin, taşıyıcı olma özelliğini yitirecektir. Projelendirme sırasında bu çalışmalar yapılmı~ mıdır?

Planda birbirine saplanan perde grupları oluşmakta mıdır?

Deprem gibi iki yönlü etkilere karşı koyacak en uygun perde ve perde grubu kesitleri arasında iki eksene göre de simetrik bulunan planda **I**, **D** vb. şekilleri oluşturan perdeler yer almaktadır. Başlıkları oluşturan perdelerin çok büyük olmaması durumunda bu perde grupları düşeyeksenleri etrafında bütünüyle birlikte çalışabilir. Ancak plandaki perde kesitleri karmaşık olmaya, başlıklar genişlemeye başladıkça bu perde gruplarının hep birlikte bir tek kesit gibi çalıştıklarını varsaymak zorlaşmaktadır. Matematik model kurulurken perde parçaları tablayı oluşturan perdelerin çalışabilecek parçalarıyla birlikte ele alınıp, bölüm bölüm hesaba aktarılmalıdır. Acaba hesapta böyle mi hareket edilmiştir?

Yüksek yapının tasanımıyla da ilgili olan diğer bazı önemli hususlarda aşağıdaki gibi sıralanabilir;

- Yüksek katlı yapılara komşu yapıların bu binalar arasındaki boşluk önemle gözden geçirilerek yeterli olup olmadığı saptanmalıdır. Farklı titreşim periyotlarına sahip komşu yapıların deprem sırasında birbiriyle çarpışarak zarar verme olasılığı böylelikle ortadan kaldırılmalıdır. Komşu binaların döşeme düzeyleri birbirinden farklı olur da ara mesafelerde yeterli olmazsa çarpışma sırasında kolonların kesilme olasılığı çok yükselecektir. Bu durumlar gözden geçirilmiş midir? Yüksek binanın bir şekilde cephe kaplaması dışında kalıp, sıcaklık değişiminden daha çok etkilenen elemanlar; bunlar kolon kiriş

ve perde gibi elemanlar okunabilir, sistemde ek iç kuvvetlere neden olurlar. Bu durum hesaba katılmış mıdır?

- Kolon - kiriş birleşim bölgeleri ve yakın çevreleri iç kuvvet aktarımı ve süneklik açısından önemli bölgelerdir. Yeterli özen gösterilerek tasarlanmışlar mıdır?
 - Tesisat delik ve boşlukları projelere işlenmiş ve gereken önlemler alınmış mıdır? Döşeme ve perde delikleri uygun yerlerde midir?
 - Zaman içerisinde özellikle konsol ve büyük açıklık kırışlarda yer değiştirmelerin artması önemli çatlakların ortaya çıkmasına karşı önlem alınmış mıdır?
 - Kiriş saplanan kırışlar için mesnedlenme ayrıntıları gözden geçirilmiş midir?
 - Tasarımla ilgili önemli tüm hususların hesapla desteklenmiş olması mümkündür ve önemlidir. Buna gereksinim duyulan noktalar kalmış mıdır?
- Sonuç mu ?

Araştırmaların dünya çapında yaygın olarak sürdüğü, pek çok yönetmeliğin yeni bulgularla donatıldığı, üzerinde dltler dolusu kitaplar yazılmış bir konuda söylenecek şeylerin çok olduğu ve bunların bir yazıya sığdırılmayacağı açıktır. Amaç uygulamanın içinde bulunanlara çok kısa bir özet sunmaktan ibarettir. Ancak yukarıdaki soruları geç kalmış olarak soruyor olabiliriz. Bu o kadar önemli değildir. Yapım sırasında da gereken bazı önlem ve değişikliklere olanak bulunabilecektir.

Ama en kötüsü bu soruları hiç sormamaktır. bu konulara hiç değinmemektir.

Selam ve saygılar.

Kaynaldar

1. Tezcon. S.S., "Depreme Dayanıklı Tasarım İçin Bir Mimarın Seyir Defteri I", Eylül 1998, TDV / KT 98-024

2. Karadoğan F., Pala S., Karayel V., "Döşemelerinde Boşlukları olan Yapıların Depreme Karşı Davranışı - I", VII. Ulusal Mekanik Kongresi, 2 - 6 Eylül 1991 Antalya.

3. R. Park And T. Paulay " Reinforced Concrete Structures ", 1975, John Wiley & Sons