

EĞİTİM YAPILARININ DEPREM GÜVENLİĞİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ ve TASARIM PRENSİPLERİ

EVALUATION OF EARTHQUAKE SAFETY OF SCHOOL BUILDINGS AND THEIR DESIGN PRINCIPLES

Akbulut, M. Tolga

Yıldız Teknik Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi

mtolgaakbulut@gmail.com

Anahtar Kelimeler: Deprem, Tasarım, Güvenlik, Eğitim Yapıları

ÖZET Ülkemizde ve dünyada özellikle ilk ve orta dereceli okulların yani eğitim yapılarının deprem güvenliği açısından tasarımları ve yapımları özel bir önem gerektirmektedir. Bu tip yapılar özel öneme sahiptir. Öncelikle fonksiyonlarına bağlı olarak sahip oldukları kullanıcıların karakteristikleri (çocuklar ve gençler tarafından yoğun kullanım), deprem sonrasında acil müdahale, idare ve geçici barınma ihtiyacının sağlanmasına yönelik üstlenecekleri görev ve deprem sonrasında özellikle toplumsal travmanın en aza indirilmesine yönelik çalışmaların yapılabileceği (kültürel, eğitsel, sportif vb) mekânsal ihtiyacı karşılayabilme özelliği. Eğitim yapılarının bu özellikleri, bu tip yapıların deprem güvenliği açısından tasarımlarını ve yapımlarını önemli kılmaktadır. Bildiri kapsamında öncelikle ülkemizdeki eğitim yapıları ele alınmakta ve bazı istatistikî veriler ile mevcut durum ortaya konmaya çalışılmaktadır. Deprem güvenliği açısından eğitim yapılarının durumu ele alınarak, bu yapıların fonksiyonel ve biçimsel özelliklerine bağlı mimari planlama, strüktürel biçimlenme ve strüktürel olmayan elemanların biçimlenme ilkelerinin deprem güvenliği bağlamında sorgulanması hedeflenmektedir.

ABSTRACT *Seismic design (form and construction) of education buildings like primary and secondary schools has a special importance in our country and also in the world. These types of buildings have main important issues; the special occupancy characteristics of their functions (intensive usage by child and teenagers), the service aimed to urgent intervention after earthquake, accommodate of the administrative and temporary housing needs, the features of meeting the place needs which responds the works aimed to reduce the social trauma after the earthquake. These issues belong to the education buildings make the seismic design and construction of these buildings more important. In the paper, it is aimed to reveal the current situation of education buildings by using the some statistical data and to interrogate earthquake vulnerability of educational buildings. Then it will be examined the performance requirements, seismic design problems (building forms), structural and construction problems and also design problems of the non structural elements of this building type.*

GİRİŞ

Toplumsal yaşantının bir parçası olan kamu yapıları içinde toplum için en hayati yapı tiplerinden biri okullardır. Okullar sadece eğitim verilen ve alınan mekânlar olmaktan öte aynı zamanda sosyal, kültürel ve sportif etkinliklere de hizmet veren ve bu hizmetin toplumun her kesimine sunulmasına olanak tanıyan yapı tipleridir. Sportif etkinlikler,

tiyatro, sinema, konferans işlevleri, afet ve acil durumlarda barınak olarak kullanılmaları nedeniyle toplumun her kesimine hizmet vermektedirler.

Ülkemizde ve dünyada özellikle ilk ve orta dereceli okulların yani eğitim yapılarının deprem güvenliği açısından tasarımları ve yapımları özel bir önem gerektirmektedir.

Bu yapı tiplerinin önemi aşağıda ana başlıklar altında kısaca özetlenmektedir.

- Öncelikle fonksiyonlarına bağlı olarak sahip oldukları kullanıcıların karakteristikleri (çocuklar ve gençler tarafından yoğun kullanım) ve üstlendikleri eğitim ve öğretim faaliyetleri,
- Deprem sonrasında ve acil durumlarda acil müdahale, idare ve geçici barınma ihtiyacının sağlanmasına yönelik üstlenecekleri görev,
- Deprem sonrasında özellikle toplumsal travmanın en aza indirilmesine yönelik çalışmaların yapılabileceği (kültürel, eğitsel, sportif vb) mekânsal ihtiyacı karşılayabilme özelliği.

Eğitim yapılarına ait bu temel özellikler, bu tip yapıların tasarımlarını ve yapımlarını deprem güvenliği açısından daha önemli kılmaktadır.

Bu nedenle ülkemizde yürürlükteki son deprem yönetmeliğinde binaların kullanım amacına veya türüne göre bina tipleri için tanımlanan bina önem kat sayısı, eğitim yapılarının, "insanların uzun süreli olarak ve yoğun olarak bulunduğu binalar" olarak tanımlanmasından dolayı (insan fazlalığı riskinin diğer binalara göre -konutlar, işyerleri, oteller- daha fazla olması nedeniyle) daha yüksek tanımlanmıştır.

Mevcut durumu saptamak adına eğitim istatistiklerine baktığımızda, Türkiye İstatistik Kurumu'nun 2006-2007 yılı verilerine göre ülkemizde okul öncesi eğitim, ilköğretim, ortaöğretim, genel, mesleki ve teknik ortaöğretim faaliyetlerinin yaklaşık 56388 okulda yürütüldüğü, yaklaşık toplam 19,5 milyon öğrenci bulunduğu ve bu okulların üçte ikisinin 1. ve 2. deprem bölgesinde olduğu bilinmektedir [1].

Yine Milli Eğitim Bakanlığı'nca yürütülen "Eğitim Binalarının Depreme Karşı Güçlendirilmesi" çalışmaları, çok sayıda okulun deprem güvenliği açısından yeterli düzeyde olmadığını göstermektedir [2].

Ülkemizin aktif ve tehlikeli deprem kuşaklarının birinin üzerinde yer alması, deprem güvenliği yeterli düzeyde olmayan mevcut yapıların deprem güvenliklerinin artırılmasını ve yeni yapılacak yapıların deprem güvenliklerinin üst düzeyde olmasını zorunlu kılmaktadır.

2. KAPSAM ve HEDEF

Ülkemizde ve dünyada bugüne kadar karşı karşıya kalınan depremler incelendiğinde, deprem güvenli bir yapının ortaya konabilmesinin temelde üç koşula bağlı olduğu sonucu çıkmaktadır. Bu üç temel koşulu ana başlıklar altında kısaca özetlemek gerekirse

- Deprem güvenli mimarlık anlayışı,
- Yasa ve yönetmeliklere uygunluk,
- Nitelikli malzeme seçimi, uygulama ve denetim

olarak sınıflandırabiliriz.

Bu sınıflandırmada, "Nitelikli malzeme seçimi, uygulama ve denetim" alt başlığı altında yer alan problemler üzerinde sıklıkla durulan ve zaten uyulması gerektiği açıkça bilinen bir olgu olduğundan bu bildiri kapsamında ayrıntılı olarak ele alınmamıştır. Bunun yerine özellikle mimarları daha fazla ilgilendiren ve mimari tasarım yaklaşımları ile ilgili problemler ortaya konmaya çalışılmıştır.

Bildiri kapsamında genel yapı biçimlenmesi ile birlikte eğitim yapıları özelinde ülkemizde ve dünyada depremlerde ortaya çıkmış hasar nedenlerinin incelenmesine dayalı çalışmalar referans alınmış ve eğitim yapılarının tasarımında deprem faktörüne yönelik kriterler ortaya konmaya çalışılmıştır. Bildiri kapsamında yararlanılan en önemli çalışmalardan biri Amerika Birleşik Devletleri Federal Acil Yönetim Kurumu (Federal Emergency Management Agency-FEMA) tarafından "Deprem Hasarlarını Azaltma Serisi" kapsamında hazırlanan "İlk ve Orta Dereceli Okullar İçin Deprem Etkeni / Seismic Considerations – Elementary And Secondary Schools" isimli çalışmadır.

Bildiri bir yönüyle mevcut durumu incelemeyi diğer yönüyle yeni yapılacak yapıların tasarımı ve yapımı açısından ortaya çıkabilecek sorunların çözümüne yönelik dikkat edilmesi gereken kriterleri ortaya koymayı hedeflemektedir.

Mimarların yapıların deprem güvenliği konusunda ciddi bir bilgi birikimine sahip olmaları zorunluluğu zaman içinde üretilen yeni araştırmalar ve elde edilen sonuçlar temelinde bilgilerini güncellemeleri gerekliliğini zorunlu kılmaktadır.

Eğitim yapıları özelinde ele alınan tasarımda deprem faktörü, özellikle mimarların ilgisini hedeflediğinden çalışma çizimler ve fotoğraflarla desteklenmiştir.

2. EĞİTİM YAPILARININ TASARIMINDA DEPREM FAKTÖRÜ

Eğitim yapılarının deprem sırasındaki performansını olumsuz yönde etkileyen temel problemler aşağıda ana başlıklar altında sıralanmıştır (FEMA 149):

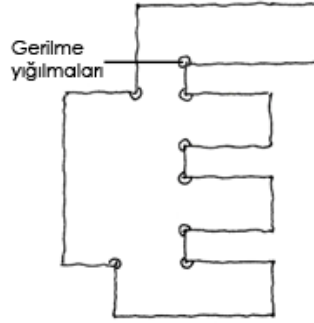
- Yatayda ve düşeyde uygun olmayan biçimlenme,
- Planda ve düşeyde strüktürel düzensizlikler,
- Döşeme süreksizlikleri,
- Strüktürel olmayan elemanların taşıyıcı sisteme etkileri,
- Yapı elemanlarının birbirleri ile bağlantı problemleri,
- Strüktürel olmayan yapı elemanlarının ve yapı içinde yer alan elemanların hasarları.

Bu temel problemler daha ayrıntılı olarak aşağıda ele alınmaya çalışılacaktır.

A. Yatayda ve düşeyde uygun olmayan biçimlenme (yapı formu)

A1. Planda girinti ve çıkıntılar (çok sayıda dik ve dar açılı köşe)

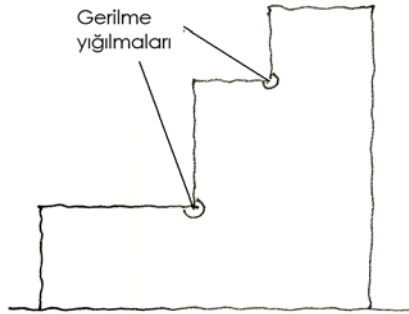
Deprem sırasında, farklı narinliğe sahip yapı parçaları depremin doğrultusuna göre farklı tepki verir. Özellikle planda girinti ve çıkıntılara sahip uzun yapı kollarından oluşan (dar açılı köşelerden oluşan plan kurgusu) yapıların köşe ara kesitlerinde gerilme yığılmaları oluşabilir. Bu gerilme yığılmaları nedeniyle kesişme noktalarında önemli hasarların oluşması olasıdır.



Şekil-1. Uzun yapı kolları ile kurgulanan yapı formu, dilatasyon ön görülmemesi nedeniyle dar açılı köşelerde gerilme yığılmaları oluşmasına neden olmaktadır

A2. Düşeyde girinti ve çıkıntılar (çok sayıda dik ve dar açılı köşeler)

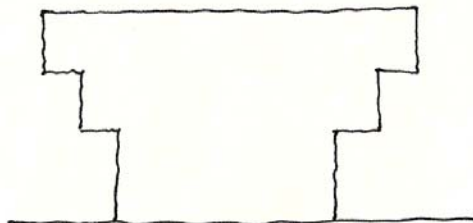
Deprem sırasında salınım etkilerine bağlı olarak farklı yükseklikteki yapı parçaları farklı salınım özelliğine sahiptir. Düşeyde girinti ve çıkıntılar (kademeli geri çekilme veya konsollar) bu bölgelerde gerilme yığılmalarına neden olabilir. Gerilme yığılmalarına bağlı olarak, geri çekilmelerin alt kısımlarında hasarlar oluşabilir. Hasarların önemi ve derecesi geri çekilmelerin miktarı ve üst katların narinliğine bağlı olarak artmaktadır.



Şekil-2. Düşeyde geri çekilerek oluşturulmuş katlar ve bu katların duvar ve döşeme ara kesitlerinde gerilme yığılmalarına bağlı oluşması olası hasar bölgeleri

A3. Yükseklik boyunca kütle artışı

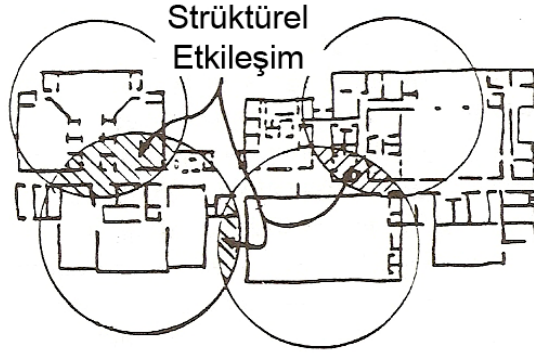
Yükseklik boyunca kütle artışı yapı formlarında, ağırlık merkezinin de yükselmesine bağlı olarak devrilme momentinin artması bu tip yapıların devrilmelerini kolaylaştırmaktadır. Bu nedenle T biçimli yapı formlarının tasarımına dikkat etmek, hatta kaçınmak gerekmektedir.



Şekil-3. Kademeli konsollar ile dışa doğru büyüyen T biçimli yapı formu.

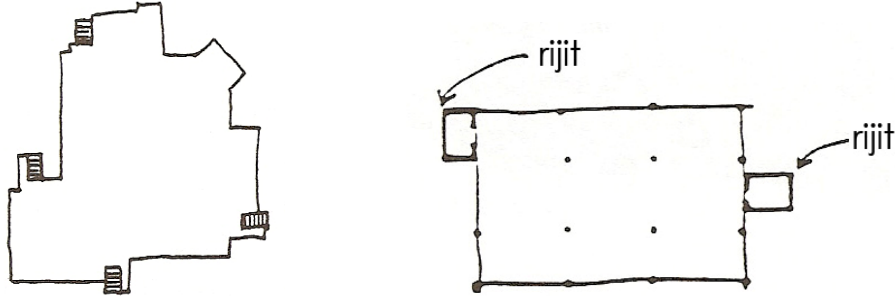
A4. Burulma düzensizliği

- Plan düzleminde yüksek, geniş açıklıklı ve esnek okul mekanları (oditoryum, spor salonu, kafeterya) ile alçak, kısa açıklıklı ve esnek olmayan mekanların (sınıflar, koridorlar) dengesiz dağılımı (tasarım kurgusu) burulmaya yol açabilir (FEMA 149). Bu nedenle okul yapılarında mekânların doğru organizasyonu büyük önem taşımaktadır.



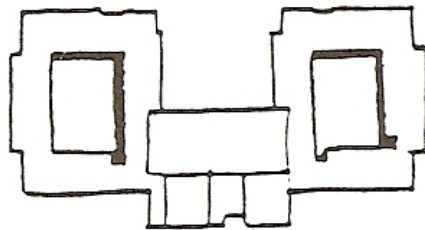
Şekil-4. Farklı mekansal özelliğe sahip hacimlerin dengesiz dağılımı olumsuz strüktürel etkileşimlere neden olabilmektedir (FEMA 149)

- Merdivenlerin plan düzleminde dengesiz dağılımı burulma etkilerine neden olabilir. Özellikle rijit merdiven evlerinin kat rijitliğinde dengesizliğe yol açacak bir kurguda asimetrik olarak yerleştirilmeleri önemli tasarım hatalarından biridir.



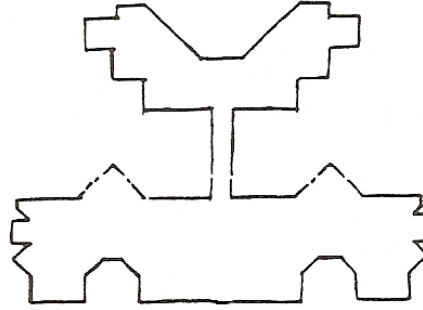
Şekil-5. Plan kurgusunda asimetrik olarak yerleştirilen rijit merdiven evleri burulmaya yol açabilir (FEMA 149).

- İç avlulu plan kurgularında, yapının iç köşelerinde burulma etkileri ortaya çıkabilir (FEMA 149).



Şekil-6. İç avlulardan oluşmuş plan kurgusu (FEMA 149).

- Plan düzleminde biçimlenmeye bağlı olarak oluşturulmuş zayıf yapı kolları burulma etkilerine (ve dar açılı köşelerde gerilme yığılmalarına bağlı hasar oluşumlarına) neden olabilir.



Şekil-7. Zayıf yapı kolları ile oluşturulmuş plan kurgusu (FEMA 149).

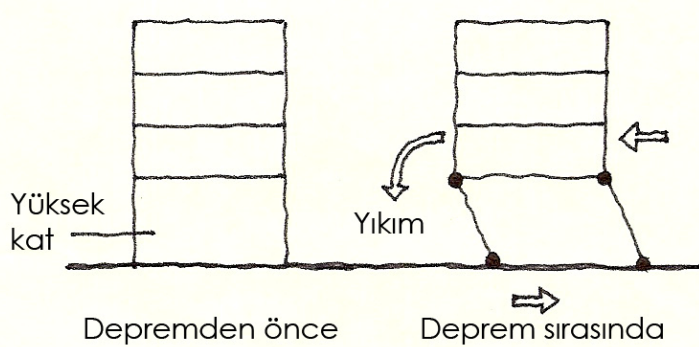
B. Planda ve düşeyde strüktürel düzensizlikler

B1. Geniş açıklıklı mekanlarda (oditoryum, kafeterya), sınırlı sayıda taşıyıcı sistem elemanı (kolon) kullanılması (FEMA 149).

B2. Komşu katlar arası rijitlik düzensizliği (yumuşak kat) (Deprem Yönetmeliği, 2007)

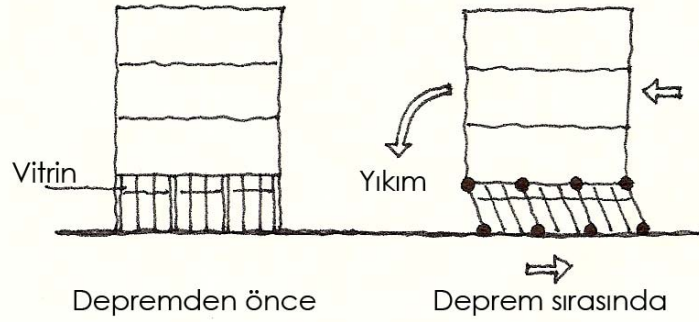
Yumuşak kat etkisine bağlı olarak çok sayıda yapının kısmen veya tamamen çöktüğü gözlemlenmiştir. Sorun yumuşak kat olarak tanımlanan katın ya da katların yatay rijitliklerinin diğer katlara göre daha az olmasından kaynaklanmaktadır. Deprem etkisine bağlı olarak yapının yapacağı toplam deplasman bütün kat yüksekliği boyunca bölüşüleceği yerde, ağırlıkla yumuşak kat diye tanımlanan kat üzerinde ortaya çıkmaktadır (Önel ve Akbulut, 2003).

- Giriş katlarının, üst katlara oranla daha yüksek olması



Şekil-8. Zemin katı diğer katlara göre daha yüksek olan bir yapının deprem sırasında yumuşak kat etkisine bağlı olarak yıkılması (Akbulut, 2001)

- Giriş katların, üst katlara oranla daha saydam olması

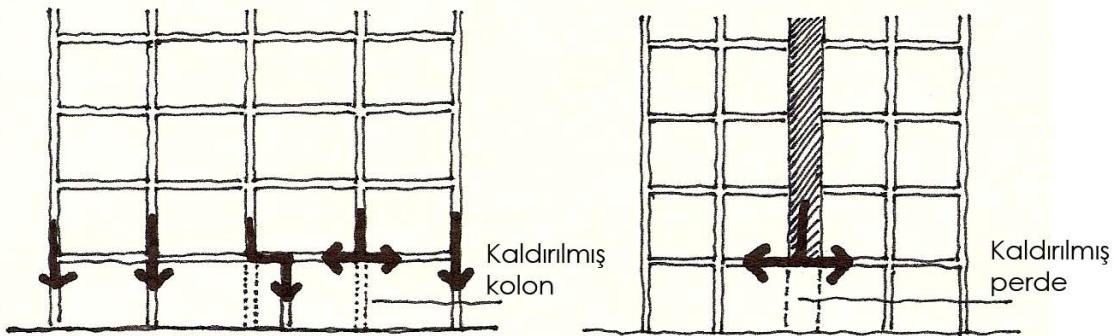


Şekil-9. Zemin katı diğer katlara göre daha saydam olan bir yapının deprem sırasında yumuşak kat etkisine bağlı olarak yıkılması (Akbulut, 2001)

B3. Komşu katlar arası dayanım düzensizliği (zayıf kat) (Deprem Yönetmeliği, 2007)

B4. Taşıyıcı sistemin düşey elemanlarının süreksizliği (Deprem Yönetmeliği, 2007)

Özellikle zemin katlarda daha geniş hacimler elde etmek amacıyla kaldırılan perde ve/veya kolonlar yapının deprem sırasındaki davranışını olumsuz yönde etkilemektedir. Deprem yönetmeliğinde taşıyıcı sistem düşey elemanlarının süreksizliği ile ilgili ciddi kurallar bulunmakla birlikte mevcut uygulamalarda yine de benzer sorunlarla karşılaşmaktadır.

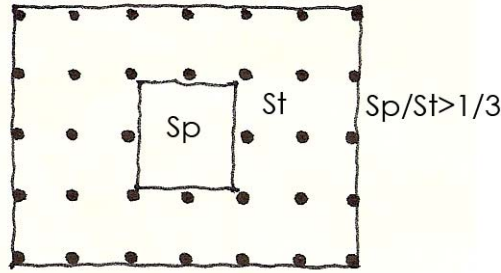


Şekil-10. Zemin katta çeşitli sebeplere bağlı olarak taşıyıcı sistem düşey elemanlarının kaldırılması, düşey yüklerin zemine dolaylı olarak aktarılmasına neden olmaktadır

C. Döşeme süreksizlikleri (Deprem Yönetmeliği, 2007)

C1. Merdiven ve asansör boşlukları dahil, boşluk alanları toplamının kat brüt alanının 1/3'ünden fazla olması (Deprem Yönetmeliği, 2007)

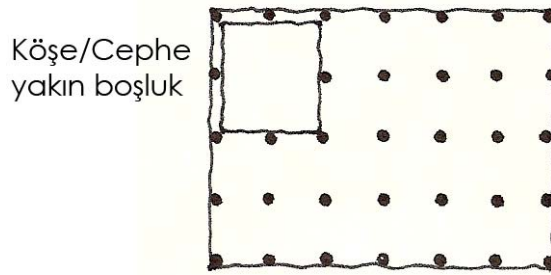
Merdiven evleri ve tesisat şaftları gibi boşlukların önemli boyutlara ulaşması durumunda, taşıyıcı sistemde diyafram rolü üstlenen döşemelerin rijitliklerinde önemli ölçüde azalmalar ve gerilme yığılmaları ortaya çıkmaktadır.



Şekil-11. Döşemede yer alan boşluk alanının, toplam kat döşeme brüt alanının 1/3'ünden fazla olması durumu

C2. Deprem yüklerinin düşey taşıyıcı sistem elemanlarına güvenle aktarılabilmesini güçleştiren yerel döşeme boşluklarının bulunması (Deprem Yönetmeliği, 2007)

Cepheye veya köşelere yakın olarak yerleştirilen döşeme boşlukları döşeme rijitliğini olumsuz yönde etkilemektedir.



Şekil-12. Döşemede yer alan boşlukların cepheye ve/veya köşelere yakın olması durumu

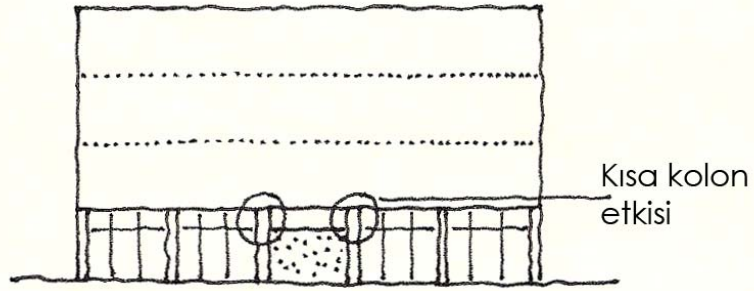
C3. Döşemenin düzlem içi rijitlik ve dayanımında ani azalmaların olması (Deprem Yönetmeliği, 2007)

D. Strüktürel olmayan elemanların taşıyıcı sisteme etkileri

D1. Kısa kolon etkisi

Tuvaletlerde, soyunma odalarında vb. yapı bölümlerinde kolonlar arasında bant pencere oluşturmak için öngörülen dolgu duvarlar, kısa kolon oluşumuna yol açarak hesaplamalarda öngörülenden daha yüksek yüklerin etki etmesine neden olabilir.

Kısa kolon etkisi, genellikle yükseklikleri çok az ya da deformasyonları diğer elemanlar tarafından engellenen kolonlar üzerinde ortaya çıkmaktadır. Sorun kısa kolonların rijitliklerinin fazla olmasına bağlı olarak, deprem yüklerinin bu elemanlar üzerinde yoğunlaşması ve bu kolonların deformasyon yeteneklerinin sınırlı olmasından dolayı kesme kuvvetlerine bağlı olarak hasarların oluşmasıdır (Önel ve Akbulut, 2003)



Şekil-13. Deformasyonu dolgu duvar(lar) ile engellenen kolonların tepe noktalarında kısa kolon etkisine bağlı olarak hasar oluşumu

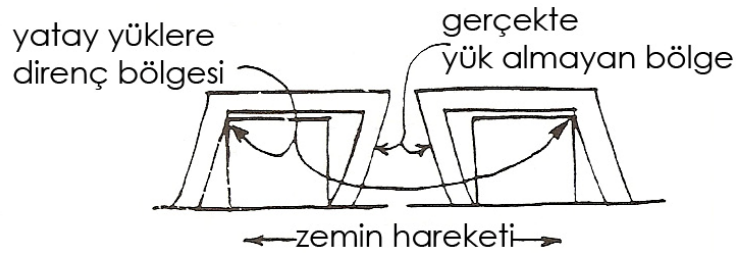


Şekil-14. Düzce Lisesi- Kısa kolon etkisine bağlı olarak kolonlarda ortaya çıkan hasarlar (Çelik, Çili, Özgen, 2000)

D2. Yığma dolgu duvarların taşıyıcı sisteme etkisi

Mekânları birbirinden ayıran strüktürel olmayan rijit dolgu duvarlar, kolonların rijitliğinin hesaplamada öngörülenden çok artmasına neden olabilir.

Özellikle deprem sırasında, taşıyıcı sistemin deformasyona bağlı olarak kolonların farklı bölgelerinde öngörülmeyen yüklerin ortaya çıktığı görülmektedir (FEMA 149).



Şekil-15. Dolgu duvarların taşıyıcı sistem elemanlarının performansları üzerinde olumsuz etkileri (FEMA 149)

E. Strüktürel olmayan yapı elemanlarının ve yapı içinde yer alan elemanlarının hasarları

E1. Dolgu duvarların, strüktürel sisteme uygun bir biçimde tutturulmaması.

Özellikle dolgu duvarların örülmesi sırasında kiriş ve tuğla arasında kalan ince yüzeyin harç ile doldurulamaması, dolgu duvarların sisteme doğru bir biçimde bağlanabilmesini engellemekte ve buna bağlı olarak deprem sırasında duvarların devrilmesine neden olmaktadır. Duvarların metal elemanlar ile mekanik olarak bağlanmaları ya da daha farklı duvar çözümleri aranması gereklidir.



Şekil-16. İki yatakhane arasında yer alan dolgu duvarın yıkılması (Gülkan, 2004)

E2. İç bölme sistemleri, pencereler, tavan sistemleri, asansörler, mekanik ekipmanlar, elektrik ve aydınlatma ekipmanlarının yapı sistemine doğru bağlanmaması nedeniyle ortaya çıkan hasarlar ciddi yaralanmalara ve hatta can kayıplarına yol açabilir.



Şekil-17. Sınıf mekanında asma tavan sisteminin taşıyıcı sisteme doğru bağlanmamasına bağlı olarak yıkılması, Northridge, CA, 1994
(FEMA 424 – Kaynak: Gary McGavin, Redlands, CA)

F. Deprem sonrası kaçış yolları ile ilgili sorunlar

Deprem sonrasında ilk yapılması gereken, deprem geçirmiş yapı içinden kullanıcıların en kısa sürede güvenli bir biçimde çıkarılmalarıdır. Bu nedenle özellikle kaçış yolları ve merdiven evlerinin deprem sonrasında yapıdan çıkışı etkilemeyecek biçimde güvenli kalmaları için gerekli tedbirlerin alınması gereklidir. Kaçış yollarının fonksiyonunu engelleyecek problemler aşağıda yer almaktadır.

F1. Merdiven sahanlıklarının kısa kolon etkisine yol açabilecek şekilde taşıyıcı sistem elemanlarına bağlanmaları



Şekil-18. Merdiven ara sahanlığının neden olduğu kısa kolon etkisi (Ken, 1997) [3]

F2. Merdiven evi duvarlarının deprem sırasında yıkılarak kaçış yollarını geçilemez hale getirmeleri

Yıkılma tehlikesi gösterebilecek, tuğla duvar, beton blok veya alçı duvar gibi merdiven evi duvarlarından kaçınılmalıdır. Perde veya metal konstrüksiyon üzerine alçıpan duvarlar tercih edilmelidir (Zacek, 1999)



Şekil-19. Deprem sonrasında merdiven sahanlığı ve kaçış yollarının kopan malzeme parçaları ile kapanması (FEMA 149)

F3. Malzeme dolaplarının, asma tavanların, aydınlatma sistemlerinin, havalandırma sistemlerinin yıkılarak kaçış yollarını geçilemez duruma getirmeleri



Şekil-20. Deprem sonrasında kaçış yollarının kopan malzeme parçaları ve tefriş elemanları ile geçilemez duruma gelmesi, Bakersfield, Kern County, CA, 1952 (FEMA 424 – Kaynak: National Information Service For Earthquake Engineering, University of California, Berkeley)

SONUÇ

Bildiri kapsamında eğitim yapılarının deprem sırasındaki performansını olumsuz yönde etkileyebilecek, özellikle mimari ve strüktürel tasarım problemleri ortaya konmaya çalışılmış, kalitesiz malzeme seçimi, hatalı uygulama ve yetersiz denetime bağlı ortaya çıkan problemlere ayrıntılı olarak değinilmemiştir.

Deprem yönetmelikleri güvenli yapı tasarımına ilişkin temel ilkeleri ortaya koymakla birlikte, ortaya çıkan problemler de göstermektedir ki etkinlikleri ancak uygun mimari ve strüktürel biçimlenme ile gerçekleştirilmektedir.

Yapılarımızın deprem güvenliklerini üst seviyede kılabilme, öncelikle problemlerin farkında olmayı, sonrasında olumsuzluğa yol açabilecek her türlü olasılığa yönelik çözüm önerileri geliştirmeyi gerektirmektedir.

Bu nedenle mimarlara kavramsal aşamadan itibaren yapılarının deprem güvenliğini sağlamaya yönelik önemli görevler düşmektedir.

KAYNAKLAR:

Gülkan, P., 2004, Obstacles To Improving Seismic Safety of School Buildings in Turkey, Report, Chapter 4, OECD, Paris.

FEMA 149, 1990, Seismic Considerations: Elementary and Secondary Schools, Revised Edition, Earthquakes Hazards Reduction Series 34, Developed by the Building Seismic Safety Council for FEMA, Washington D.C.

FEMA 424, 2004, Design Guide for Improving School Safety in Earthquakes, Floods and High Winds, Risk Management Series.

Çelik, O. C., Çili, F., Özgen, K., 1999, 17 Ağustos 1999 Kocaeli (İzmit) Depremi'nden Gözlemler, Yapı Dergisi, 218, İstanbul.

Önel, H., Akbulut, M. T., 2003, Deprem Bölgelerinde Güvenli Yapı Tasarımına İlişkin Temel Yaklaşımlar, Deprem Bölgelerinde Yapı Üretimi Sempozyumu 15-16 Şubat 2002, TMMOB Mimarlar Odası İstanbul Büyükkent Şubesi.

Akbulut, M. T., 2001 Etude De Dommages Sismiques Dus A Une Conception Inadequate En Turquie, Memoire du DPEA, Ecole D'Architecture De Marseille-Luminy, Marseille, France.

Zacek, M., 1999, Depreme Dayanıklı Yapı Tasarımı Ön Proje Aşaması (Conception Parasismique Des Batiments, Niveau Avant-Projet), Depreme Dayanıklılık Semineri, Fransa, Yıldız Teknik Üniversitesi ICUS Uluslar arası kentsel Çalışmalar Araştırma Merkezi, Üniversite Yayın No:YTÜ.ICUS.YK-02.0660, İstanbul, 2002.

Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik, 2007

Web Kaynakları

[1] <http://www.tuik.gov.tr/VeriBilgi.do>
Eğitim Kurumlarının Kademelere Göre Okul, Öğrenci, ve Öğretmen Sayısı

[2] <http://www.meb.gov.tr/haberler/haberayrinti.asp?ID=1184>
Eğitim Binalarının Depreme Karşı Güçlendirilmesi Çalışmaları

[3] http://nisee.berkeley.edu/cgi-bin/browse_equiis/tmp
Photo: Elwood, Ken