

DEPREM NEDENİYLE OLUŞAN YAPI HASARLARINDA, YAPILARIN SAĞLAMLAŞTIRILMASINDA; MİMARIN YERİ VE GÖREVLERİNİN İNCELENMESİ

Doç. Dr. Nilüfer AKINCITÜRK

ÖZET

Deprem, uzmanların vurguladığına göre birçok bilinmeyen olan son derece karmaşık bir doğa olayıdır. Yurdumuzdaki depremsellik , neden olabileceği can ve mal kayıpları net bir biçimde bilinen acı gerçeklerdir. Doğal çevrede ani ve büyük boyutlu değişikliklere neden olan bu doğal afet, yapay çevrenin elemanları olan yapıların oluşturulmasında, planlama ve yapım sürecinde diğer teknik kişilerle koordine çalışan mimarın en önemli problemlerinden biridir.

Tasarım sırasında, depreme dayanıklılık kurallarının yeterince uygulanmaması, mimar- mühendis diyalogunun ön projelendirme safhasından itibaren yeterince sağlanmaması, malzeme seçimi ve kullanımındaki hatalar, yetersiz işçilik, denetim ve sürekli kontrol eksikliği, yapım koşulları, deprem nedeniyle oluşan yapı hasarlarında mimarın görev alanlarındaki problemler olarak belirlenebilir.

Depreme dayanıklı yapı tasarımında, gereken binalarda, aktif ve pasif kontrol sistemlerini araştırmak ve teknolojik olanakların yapıya girmesini sağlamak gereklidir. Mimar, araştırmacı ve yenilikçi , çok yönlü ve yapım sürecinde rol alan mühendislerle işbirliği yapan kişilikte olmalıdır.

Yapıların deprem nedeniyle oluşan hasarları veya farklı nedenlerle gereken onarım ve sağlamlaştırma konusunda da gerekli ve yeterli bilgiye sahip olması gereken kişilerden biri yine mimar rolü ile karışımıza çıkmaktadır.

Tasarım, malzeme, yapım konusunda depreme dayanımlı yapı bilinci mimarlık mesleği eğitimi ve uygulamasının ana ilkelerinden biri olmak zorundadır.

SUMMARY

STUDY OF POSITION AND DUTIES OF ARCHITECT IN THE BUILDING DAMAGES APPEARED THOROUGH EARTHQUAKE , TIGHTENING OF BUILDINGS

According to the emphaize of experts , eartquake is extremely comlicated natural event which has many unknown points. The earthquake property in our country , which may cause life and good loses , is a dramatic truth which is obviously known. This natural disaster , causing sudden and big changes in the natural environment, is one of the most important problems of the architect who studies to gether with other technic experts in the construction of buildings which are components of artificial environment , planning and construction process. During design stage , earthquake resistance rules are not sufficently put into practise , that dialogue of architect and engineer is not sufficently put into practise since preliminary design stage , mistakes in choosing and using of material , in sufficient labour , lack of control , consruction conditions may be determined as problems in the work place of architect in the building damages which appears to be caused during eartquake.

To research active and passive control systems in the earthquake resistant design and to supply usage of technological opportunity are neccessary. Architect is the

person who should be researcher , reformist and comprehensive and should collaborate with engineers who are taking over role in the construction process. Architect is also a person who has necessary and sufficient information about repair and tightening for damages which appear because of earthquake. Earthquake resistant building consciousness about design , material and construction have to be one of the most basic principles of architectural education and its practise.

GİRİŞ

Depremler, yapıların taşıyıcı sistemlerinde hasara ve bu nedenle fonksiyon ve mukavemetinin kaybına neden olabilirler.

Yapıların deprem etkilerine karşı tasarımında amaç, bu etkilerin en az zararlı atlatılması ve yapıların depremden sonra da ayakta kalmasının sağlanmasıdır.

Bir yapının deprem güvencesi, statik hesaplar ve proje doğrultusunda gerçekleşse de, mimarın yapacağı tasarım hataları, bu hesaplarda zorlama, karmaşıklık ,risk yaratabilir. Mimar ön tasarımında, yapının zeminini tanıyan,temel tipini, taşıyıcı sistemi , malzemeleri , yapıım sistemini bilerek planlama sürecinde yol alan kişi olmak zorundadır. Zeminin, taşıyıcı sistemin ve seçilen malzemelerin deprem dayanımlı tasarıma getirdiği kısıtlamalar veya sağladığı olanakları bilerek tasarımına yön vermektedir. Bu süreçte , özne kullanıcı isteklerini deprem dayanımını kuralları doğrultusunda nesnel kullanıcı ihtiyaçlarına dönüştürmek, inşaat mühendisi, projesi ve kullanıcı ile mimarisinin optimizasyonunu sağlamak gibi zor bir görevi etik kurallar doğrultusunda yürütmelidir. Tasarım, teknoloji, yaratıcılık, malzeme ile sanat ve tekniğin birlikteliğini vurgular.

Mühendis ise, taşıyıcı sistemi iç ve dış etkiler karşısında yapı ömrü boyunca olması gereken dayanım için ekonomik- estetik bir şekilde mimari istekler doğrultusunda da boyutlandırır kişidir.

Deprem yönetmelikleri mühendisler kadar mimarları da yönlendiren , mimari tasarım ile deprem güvencesi kavramlarını ilişkilendiren kaynaklardır. Bu yönetmeliklerde yapılmaması gereken ve tariflenen tasarıma yönelik hatalar tanımlanmış ve detaylıca açıklanmıştır. Hataların oluş nedenlerini saptamak , daha sonraki araştırmalara veri tabanı oluşturacak ve problemlere çözüm üretmek için yol gösterici nitelikte girdileri belirleyecektir.

Yapıların depremden zarar görmemesi için, deprem mühendisliği ile işbirliği içinde geliştirilecek tasarımda sismik izolasyon konusu da , pasif ve aktif kontrol yöntemleriyle olaya başka bir boyut getirmektedir.Pasif sistemlerde, taban izolasyon sistemleri; temelde oluşturulan mafsallar, neopren yastıklar, helezoni yaylar ve visko söndürücüler yapının uygun yerlerine uygulanırlar.(1)

Aktif kontrol sistemlerinde değişen deprem etkisine göre kontrol etkisi de değişir. Ayrıca, aktif ve pasif sistemin birlikte kullanıldığı karma izolasyon sistemleri de kullanılması projelendirmede çok yönlü araştırma ve işbirliğini gerektirmektedir.(2)

1. MİMARİ TASARIMDA YAPILMAMASI GEREKEN HATALAR

Depremde yapılar; hafif, orta veya ağır hasarlar alırlar. Yapıya yerleştirilmiş enerji sönmüleyici pasif sistemleri veya daha yaygın olarak kullanılmayan aktif sistemlere sahip olmayan binalar, klasik yaklaşıma göre, şiddetli depremler sırasında elastik sınır ötesinde yer değiştirme yaparlar ve kalıcı deformasyon yapabilme yetenekleri ölçüsünde ayakta kalırlar. Elastik olmayan bu deformasyonlar sonucu, yapıda plastik mafsallar oluşur. Bu olayın sonucunda da plastik mafsallar oluşur ve süneklik artar ,

enerji sönümü gerçekleşir. Bu şekilde deprem enerjisinin büyük bir kısmı yapıda meydana gelen plastikleşme yani hasar ile karşılanır. Mimariden beklenen yapının en şiddetli depremden hafif hasarlarla kurtulmasıdır.

Mimari tasarım ile deprem güvencesi arasında sıkı bir ilişki vardır. Yapı büyüklüğü, plan ve yükseklik boyutları, gabarisi, geometrik şekilleri, bölme duvarlarının cins ve dağılımları, taşıyıcı sistemin seçimi, kütle ve rijitlik dağılımındaki düzen veya düzensizlikler, o binanın deprem güvencesini etkileyen en önemli faktörlerdir. (3)

Bir binanın tasarımında ve konfigürasyonuna karar verilmesinde en çok söz sahibi mimar olduğuna göre, deprem güvencesini doğrudan etkileyen mimari özelliklerin neler olduğu konusu ve bu konuların tartışılması mimarları yakından ilgilendirir.

Kütle ve rijitliği , plan ve kesitlerdeki düzensizlikleri, Türkiye Deprem Yönetmeliği (1998) ayrıntılı bir şekilde caydırıcı nitelikte yaptırımlarla tariflemiştir. (4):

Madde 6.2/3 : " Düzensiz binaların tasarımından ve yapımından kaçınılmalıdır . " Düzensiz binaların tasarımından ve yapımından kaçınılmalıdır. Taşıyıcı sistem planda simetrik veya simetriye yakın düzenlenmeli ve burulma düzensizliğine olabildiğince yer vermemelidir. Bı bağlamda, perde, v.b. rijit taşıyıcı sistem elemanlarının binaların burulmasına olanak vermeyecek biçimde yerleştirilmesine özen gösterilmelidir. Herhangi bir katta zayıf kat veya yumuşak kat (tehlike katı) durumu oluşturan düzensizliklerden kaçınılmalıdır. Bu bağlamda , taşıyıcı sistem hesabında gözönünde olmayan , ancak kendi düzlemlerinde önemli derecede rijitliğe sahip olabilen dolgu duvarlarının bazı katlarda ve özellikle binaların giriş katlarında kaldırılması ile oluşan ani rijitlik ve dayanım azalmalarının olumsuz etkilerinigidermek için bina taşıyıcı sistemlerinde gerekli önlemler alınmalıdır."

Madde 6.3.1 : " Depreme karşı davranışlarındaki olumsuzluklar nedeni ile , bu düzensizliklerin bulunduğu binaların tasarımından ve yapımından kaçınılması gereklidir..."

1.1. "KULLANILABİLİRLİK" kriteri:

Dünya' da hemen hemen tüm ülkelerin Deprem yönetmelikleri' nin geleneksel tasarım ilkesi özetle şöyledir. (5)

" Binanın ömrü boyunca meydana gelebilecek en şiddetli depremden, can kaybını önlemek amacı ile , binanın kısmen veya tamamen göçmesi önlenmelidir. Bu esnada , bölme duvarları, dolgu duvarları, siva ve kaplamalar gibi ikinci dercedeki yapısal olmayan elemanlar ağır hasar görebilir. Binanın yatay ve düşey yük taşıyıcı sisteminde bazı çatlaklar meydana gelmesine, kolon uçlarında plastik mafsallar oluşmasına müsaade edilir. Ancak , taşıyıcı sistemde herhangi bir göçme olmamalıdır."

2. HATALI MİMARİ PLANLAMALAR

Genelde deprem güvenceli tasarımda dikkat edilmesi gereken hususlar ve yapılmaması gereken hatalı planlamalardan bazıları şu şekilde sıralanabilir:

. Yapının tasarlanacağı zeminin genel jeolojik ve jeofizik özellikleri; (tabakalaşma , kalınlık ve yönleri, yeraltı suyu), yapının önem derecesi işlevi veya üreteceği - depolayacağı malzemeye göre (Gemlik azot fabrikasının, kritik bir bölgede yapılanması örneği v.b.), faylanma , deprem dalgası hızları bilinmeden, araştırılmadan , incelenmeden planlama kararları verilmemelidir.

. Yapının herhangi bir yönünde herhangi bir kotta düşey elemanların (kolon- perde)

rijitlikleri simetrik dağılmamışsa, binada rijitliğin az olduğu taraf , çok olduğu tarafa nazaran daha çok deplasman yapar.Bu şekilde dengesizliklerle burulmaya neden olabilecek düzensizliklerden kaçınılmalıdır.

.Düşey taşıyıcıların plandaki iki doğrultuda boyutlama ve yerleştirmedeki dengesizlikler oluşturulmamalıdır.

.Taşıyıcılar plandaki iki doğrultudan farklı ortogonal olmama durumunda yerleştirilmemelidir.

. Giriş katlarında bölme duvarları azaltılmamalıdır.

. Konsola oturan kolonlar yapılması yasaklanmıştır.

. Perdeler altta kesilerek, düşeyde perde düzensizliği yaratılması yasaklanmıştır.

. Katlar arasında döşemelerde boşluklar, düzensizlikler yapılmamalıdır.

. Yapı giriş kotu ve temel kotu arasındaki bölüm; boşluklu döşemeli, bölme veya taşıyıcı duvarsız, çerçeve ile yumuşak kat oluşturacak şekilde uygulamalardan kaçınılmalıdır.

. Kat yüksekliklerinde düzensizlikler yapılmamalıdır.

. Planda ve kesitte kütle dağılımındaki düzensizliklerden kaçınılmalıdır.

. Kuvvetli, derin kiriş; zayıf kolon ilişkisi yaratılmamalı, özellikle çerçevesi sistemde zayıf kolonlarla taşıyıcı sistem oluşturulmamalıdır.

. Esnek zemin kat oluşturulmamalıdır. İşlevsellik kaygısıyla yapının taşıyıcı sistemini bozacak kolon kaldırma veya yapımda aksdan çıkacak şekilde döndürmelerden kesinlikle kaçınılmalıdır.

. Taşıyıcı görevi olmasa da, sistemin stabilitesinde önemli bir rol üstlenen bölme duvarları kaldırılmamalıdır.

. Yalıtım amaçlı boşluklu veya birbirine iyi bağlanmamış sandviç duvarlardan kaçınılmalıdır.

. Kiriş sarkmaması için ve çok geniş açıklıklarda kolon ve döşemeler asmollele zorlanmamalıdır.

. Kısa kolon etkisi yapacak; bant pencere duvarlardan, asma katlardan ve merdiven uygulamalarından kaçınılmalıdır.

. Ağır cephe kaplama elemanları, ağır cephe askıları ve paneller kullanılmamalıdır.

. Taşıyıcı sistem mukavemetinin yanısıra, süneklik (düktilite) sağlanmalı,gereksiz rijitlikten kaçınılmalıdır.

. Cephe detaylarında, gereksiz dişler, bacalar oluşturulmamalıdır.

. Çatıda iyi bağlanmamış, ince kalkan duvarları gibi duyarsız , yük veren, ve yatay itkilere açık elemanlardan kaçınılmalıdır.

. Tesisat yerleri taşıyıcı sistemde önceden beton dökülmeden uygun bir malzeme ve şekilde bırakılmalı, sonradan elektrik, v.b. işler için taşıyıcı yapı elemanlarında kesit zayıflatılmasına izin verilmemelidir.

. Yakın kitleler arası gabariler, kat hizaları çarpışma ortamı hazırlamamalıdır.

. Afet bölgelerinde uyulması gereken kurallara ait yönetmelik, mimarlar tarafından da çok iyi bilinmeli ve tasarıma yönelik uygulanmalıdır.

. Yapılarda mimari bir değişikliğe gidileceği veya mevcut bir yapıya kat ilave edileceği zaman proje taşıyıcılar tekrar ele alınmalı, yeni düşey ve deprem yüklerine göre statik hesapları, zemin ve temel durumuna göre de düşünülerek hesaplanmalı ve projelendirmelidir.

. Proje müellifi olarak; hesapsız, kontrolsüz hiçbir değişikliğe izin vermemelidir.

3.YAPILARIN SAĞLAMLAŞTIRILMASI

Yapıların ömürleri süresince hasar görmemeleri gerek projelendirme, gerek inşaat, gerekse kullanım sırasında amaç edilse de , kısa veya uzun süreli kullanımlarında herhangi bir zamanda deprem etkisinden , kullanım hatasından veya beklenmeyen bir başka dış etki nedeniyle taşıma gücü yitirilebilir, zarar görebilir ve sağlamlaştırılması gerekebilir.Yapılar hasarlı duruma girdiğinde, bunların üzerinde detaylı çalışmalar yapmak, sakıncalı durumları gidermek veya düzeltmek gerekmektedir.

Yapıların depremlerden hasar görmesi, söz konusu olacak yükler için projelendirilmemesinin ve / veya inşaatının yetersiz olması, ya da önceden düşünülmeyen daha yüksek yüklerin etkimesinin söz konusu olduğu hallerde onarım ve / veya güçlendirme problemi gündeme gelir. (6)

3.1 . Onarım ve Güçlendirme

Onarım ve güçlendirme terimleri ve aralarındaki fark şu şekilde açıklanabilir. (7),

Onarım (tamir) : Görünüş ve kullanım bakımından hasar görmüş bir yapıda ya da , onun bir veya birkaç elemanında önceki haline kısmen veya tamamen getirmek için yapılan çalışma ve değişikliktir. Bu önceki haline getiriş (veya ona yaklaşma) , yapının görünüşü ve kullanımı (yük taşıma kapasitesi, rijitliği, sünekliliği ve dayanıklılığı dahil) bakımlarından olabilir.

Güçlendirme (takviye) : Bir yapının taşıma gücünü, rijitliğini, düktilitesini veya stabilitesini, önceki durumunun üstüne çıkarmak için yapılan değişikliktir. Bunun için , yapının hasar görmüş olması gerekmez. Yapının kullanım ve işletme yüklerinde bir artmanın söz konusu olması halinde , güçlendirmenin gerekebileceği gibi öngörülen yükler için eksik projelendirilmiş veya inşa edilmiş bir yapının da takviyesi gerekebilir. Onarım ile hasar görmüş taşıyıcı yapı elemanları deprem öncesi durumuna getirilmiş sayılır. Güçlendirmede ise, eğer yapının aldığı ağır veya orta bir hasar varsa, zemin durumundan başlayarak, projeye uygunluk , malzeme özellikleri gibi, birçok faktörün devreye girdiği bir yapım süreci oluşur.

Yapı, 1975 deprem yönetmeliğinden önce yapılmış ise, mevcut son 1998 yönetmeliğine göre güçlendirme hesapları yapılır. 1975 yönetmeliğine göre yapılmış yapılar ise, bu yönetmeliğe uygun olup olmadığı kontrol edilip, 1998 yönetmeliğine göre de güçlendirme yapılmalıdır.

Onarım ve/ veya güçlendirmenin planlanması; teknik, ekonomik, sosyal, kültürel ve politik yönleri olan bir iştir. Teknik yönü ise, teknik bakımdan yapılabilirliği içerir.

Gerekli şekilde projelendirilmiş ve projeye uygun yapıları gerçekleştirilmişse, en şiddetli depremleri dahi yıkılmadan atlatabilirler. Bununla birlikte, eski yapıların yanısıra yeni yapılarında büyük hasarlar aldıkları son yüzyıl depremlerinde izlenmektedir. Depreme dayanıklılık için, mukavemetle birlikte ,taşıyıcı sistemin düktilitesi olup yapı elemanlar ve oluştukları malzemelerin akma sınırlarını zorlasalar da kopma durumuna gelmeyecek bütünlükte yatay ve düşey itkilere, burulma, kayma, kesme ve makaslama mekanik özelliklerle direnmeleri gerekmektedir.

Her yapının depremden etkilenişi farklıdır. Dolayısıyla gerekli incelemelerden sonra, kararlar verilerek , detaylar üretilmelidir.

3.2. Onarım ve Güçlendirme Kriterleri ve İzlenecek Yol

İstenilen ve gereken deprem mukavemetine, hasar düzeyine ve birleşimlerine göre, taşıyıcı sistem kısımları onarılabilir ve / veya güçlendirilebilir.

Onarım ve güçlendirme işlemlerinde ilk adım yapının uzmanlar tarafından değerlendirilmesidir. Değerlendirme için bilgi tabanı oluşturacak listeler hazırlanır. Hasar saptama işlemi ve yapının durumunun değerlendirilmesi yapılır.

Bir onarım güçlendirme çalışmasının vazgeçilemez derecede ilk önemli aşaması değerlendirme çalışmasıdır. Bu aşamada , yapı üzerinde ve eğer elde bulunuyorsa projesi üzerinde özenli birer inceleme yapılarak taşıyıcı sistemin tüm geometri ve malzeme özellikleri belirlenir. ve yapı sistemi tanımlanır. Yapıda görülen hasar , zayıflıklar, yönetmeliğe aykırı durumlar vb özellikler belirlenerek kaydedilir. Bu aşamada yapılacak sağlıklı bir taşıyıcı yapı rölevisi son derece yararlı olur. Taşıyıcı yapının varolan tüm özelliklerini yansıtan matematiksel modeli , şu sıralarda yürürlükte olan yönetmeliklerin öngördüğü yükler ve etkiler altında çözümlenir ve elemanlarda oluşan zorlamalar ve deformasyonlar (özellikle yanal ötelenmeler) belirlenir. Elde edilen değerlerin varolan kapasiteleri ya da sınırları aşip aşmadığına, aşılıyorsa ne oranda aştığına ve yapıda gözlenen yönetmeliklere aykırı özelliklere bakılarak , yapının deprem davranış ve dayanımına (daha doğrusu , Deprem Yönetmeliği' ne uygunluk düzenine) ilişkin birsonuca ulaşılır.(8)

Uzman sistemlerce elde edilecek bilgilere yönelik sorular dört ana başlık altında toplanabilir.

1. İdari bilgiler (binanın sahibi, adresi v.b.)
2. Genel bilgiler (geometrik / mimari özellikler, yapısal özellikler, açıklıklar v.b.)
3. Taşıyıcı sistem özellikleri (çerçeve , perde- çerçeve, kutu, döşeme sistemi, yerinde dökme veya prefabrike oluşu, dolgu duvar özellikleri, malzeme mukavemeti, temel sistemi, malzeme ve işçilik kalitesi, v.b.)
4. Hasara ait bilgiler (kalıcı yer değiştirmeler, kolon , giriş, duvar veya döşemedeki hasarın şiddeti ve yaygınlığı).

Deprem sonrası yapılan ilk acil iş tecrübeye dayalı uzman kişilerce verilen gözlemsel verilerle çok hasarlı binaların yıkım kararının verilmesidir.

İncelemelerde kullanılan araştırma yöntemleri, genellikle de, birden fazlası birarada kullanılmak üzere, bilgi toplama , inceleme, gözlem, anket, tecrübeye dayalı sezgisel, aletsel ve deneysel ölçüm metodları, v.b. dir.

İncelenen yapının o sıradaki durumu, gelecekteki kullanımlar ve gereksinimler içinde master planlar için değerlendirilir.

. Taşıyıcı yapı sisteminin türü, boyutları, gereç özellikleri belirlenmelidir. (Bu noktada mimar devreye girebilir. Mimari ve statik projelerin mevcut yapı ile karşılaştırılması, yapı elemanlarının boyutları projeden farklı ise kesit ve boylarının ölçülerek belirlenmesi - Beton kalitesinin çeşitli yöntemlerle yerinde veya karot alınarak numuneler üzerinde laboratuvar deneyleri yaparak, teknolojik özelliklerini, elastiklik modülünü belirleyerek, donatı yeri ve çapını, miktarını, çeşitli aletler kullanarak saptayarak ve tüm bu bilgileri toplayıp gerekirse bilgisayar ortamına aktarıp, mühendislik hesaplarına ve onarım sistemi seçimiyle eleman boyutlandırmasında ve projelendirilmesinde veri tabanı oluşturulabilir.)

. Sorunlu elemanların belirlenmesi; çatlakların yeri, yönü genişlikleri sıva üstünden veya kaldırılarak, aletsel ölçümlerle (ultrasonik ses ölçüm aletleri , veya en basit şekilde cam deneyi hazırlanabilir.) , deformasyonlar belirlenir, bazı bölümlerin askıya alınmasına karar verilebilir.

. Düşey elemanlardaki kalıcı yatay ötelenmeler ve düşeyden sapmaların ölçülmesi, yatay elemanlardaki düzeye uzaklaşmalar , düşey deformasyonlar ve sehimlerinin ölçülmesi gereklidir.

. Sorunlar varsayımlar, gözlem, sezgi, tecrübe, yorum ve sonuca varma şeklinde de tanılamaya gidilebilir.

. Sorun mekanizması tanımlanır ve yapı güvenliği değerlendirilir.

Onarım yöntemleri : a) süratli, b) güvenilir, c) ekonomik, d) estetik olması önemlidir.(9).

4.ONARIM VE TAKVİYELERDE ETKİN FAKTÖRLER

Yapıların depreme karşı veya herhangi bir nedenle sağlamlaştırma yöntemlerinin gerek yöntem olarak gerekse seçilen malzemeye ilişkin çok çeşitleri vardır.

Yapının yeri, yapı türü (hastane, okul, konut, v.b.), orijinal malzemesi, tarihselliği, yapının mevcut durumu , onarım ve güçlendirme gereksiniminin ivediliği, klasik yöntemlerin veya kimyasalların seçimi, olası yangın riski faktörü, ekonomik boyut, işçilik sorunu ve mevcut olanaklar yöntem seçiminde karar vermede etkili olan konulardır. Hesap sonuçları doğrultusunda alternatif yöntemler değerlendirildikten sonra işlem gerçekleştirilir.

Bütün bunlar sorumlulukları ve etik kavramları düşündürmektedir. Yapıların deprem öncesi ve sonrası , depreme karşı dayanımlılık raporlarının yeterli ve gerekli incelemelerin yapılmadan verilmemesi gerekmektedir. Bu işlerin uzman ve bilinçli kişilerce yürütülmesi gerekmektedir.

Yöntem seçiminde malzeme bilgisi önemlidir. Değişik yapı malzemelerinin; beton , çelik, tuğla, yığma, v.b. , yük taşıma ve dayanım özelliklerinin bilinmesi gereklidir.Ayrıca yapı malzemelerinin zamana ve ortam şartlarına bağlı olan değişmelerinin boyutları da bilinmelidir.

4.1. Sağlamlaştırma Yöntem Seçiminde Kriterler

Hasarlı yapıların onarımı ve güçlendirilmesi için yapılacak eklentilerin eski elemanlarla kaynaşması ve yük taşımaya katkısının ne ölçüde olabileceği, bir diğer deyişle onarım ve güçlendirmenin etkinliği de kullanılacak onarım yöntemlerinin belirlenmesinde etkili olabilmektedir.

Düzce ve Kaynaşlı' da 17 Ağustos 1999 Depremi sonrası yapılan birtakım hatalı güçlendirme işlemleri, bu binaları 12 Kasım 1999 depreminden kurtaramamıştır.

Bu işi bilmeyen mühendislerin, bu projeleri yapmaya kalkışmaları da etik kavramın olmadığını gösteren bir başka örnektir. Hasar gören yapıların hızlı bir değerlendirmesinde yapılan hatalar, 12 Kasım depreminde acıörneklere dönüşmüştür. Hasar değerlendirmesi yapan bazı mühendislerin, güçlendirme işinde hiç deneyimleri olmadığı halde, bina sahiplerine hasarlı olan kolonu mantolamanın yeterli olacağı gibi öneriler de diğer olumsuz etik örneklerdir. Kolonlardaki donatılarda korozyon araştırması yapılmadan, iki kolon arasında betonarme perde önerilerinin doğruluğunun irdelenmesi gereklidir. (10)

Onarım ve güçlendirmenin son aşaması da fiziki uygulama ve ayrıntılardır.Örneğin hasarlı betonarme bir kolonun en kesiti mantolama ile büyütülecek ise , eski ve yeni betonun kaynaşması, eski ve yeni donatıların birbirine kuvvet aktarması, yeni donatıların ankraji ve betona aderansı gibi ayrıntılar önceden planlanmalıdır.(11)

Az hasarlı mimari onarım gerektiren yapılarda ise bazen kullanım bile aksamadan problemler giderilebilir.

4.2. Onarım ve Güçlendirme İlkeleri

1. Yapının ağırlığı azaltılmalıdır. Bölme duvarları, yalıtım malzemeleri, kaplamalar hafifletilebilir.

2. Yapının düktilitesi artırılmalıdır. Yapının enerji tüketme gücü, rijit kolon- kiriş yerine mafsallı çözümlere dönüştürülmelidir. Kesiti arttırılan yapı elemanlarında bunu sağlamak zorlaşır.
3. Yapının taşıma gücü artırılmalıdır. Yapıda yatay ve düşey yükleri alacak yeni elemanlarla veya mevcut elemanların enkesitlerinin arttırılmasıyla gerçekleştirilenilir.
4. Yapının dinamik özelliklerinin iyileştirilmelidir. Yapının sönüm oranının arttırılması, yapıdaki katlar arası rijitlik değişimlerinin olumlu veuyumlu hale getirilmesidir. Yapının rijitliğinin üst katlardan aşağıya doğru giderek artması, katlar arası ani ve büyük rijitlik farklarının, üst kattan gelen perde duvarını zemin katta olmaması veya yapılan perde duvarının üst katta kesilmesi gibi hataların giderilmesi, yaapının dinamik özelliklerini büyük ölçüde iyileştirir.
5. Burulma etkisi azaltılmalıdır. Birçok yapıda hasar, yapının katlarındaki ağırlık ve rijitlik merkezleşerinin birbirinden uzak olmasının ortaya çıkardığı burulma etkisi ile oluşmaktadır. Örneğin perde duvarlarının yapının bir yanında toplanmış olması veya bölme duvarlarındaki dengesiz yerleşimler bu etkiyi yaratırken, yeni oluşturulacak perdelerin yerleri ve düzenleri de burulma dikkate alınarak yerleştirilmelidir.(12)

5. ONARIM YÖNTEMLERİ

Onarımı yapılacak yapılar farklı yapım sistemleri ve malzemelerden veya karma sistemlerden oluşmuştur. Yiğma ve kırsal kesim yapıları veya betonarme yapılar ve elemanlar olabilir. Genel olarak betonarme yapılardaki hasar giderilmesi ele alınacaktır. Eski ve yeni elemanlar arası aderans ve yük aktarımıyla , sistemde beraber çalışma en önemli konulardır.

5.1. Çatlakların Onarımı

Kılcal çatlaklar denilen 1-2 mm' lik çatlakların kapatılmasındaki en büyük amaç , bu çatlaklardan sızan nemin betonarme donatısında paslanmaya yol açabilmesi ve çatlamış kesitli beton elemanlarının rijitliklerinin azalmasını dolayısıyla da yapının dinamik özelliklerinin değişmesini önlemektir. çatlakların doldurulması çeşitli şekillerde olabilir. Çatlak enjeksiyonları çatlak tipi, yeri ve kalınlığına göre çeşitli kimyasallar ve dolgu maddeleri ile uygulanırlar. Bunlar:(13)

5.1.1. Epoksi Reçineleri

Kiriş kolon ve betonarme perdelerdeki 0.2 mm -0.5 mm kalınlıkta olan çatlaklar, epoxy enjeksiyonu ile onarılır. İslatılarak tümü belirlenen çatlak yeri temizlenir. Yerleştirilen enjeksiyon başlıklarına alttan başlıyarak, macunla kapatılmış tüm çatlak boşluğuna madde enjekte edilir. Genellikle 5 mm² ye kadar olan çatlaklara yalnız epoksi daha geniş çatlaklara ise, dolgu maddesi katılmış epoksi harcı kullanılmaktadır.

5.1.1.1. Çimento Şerbeti

İnce teneli yüksek portlant çimentosunun veya genleşen çimento harcı ya da şerbetinin 0.1 mm' den büyük çatlaklara gerekirse basınç altında doldurulmasıdır.

5.1.2. Çimento Enjeksiyonu

Sıva ile kapatılan duvara yerleştirilen borular yardımıyla, düşük basınç altında çimento şerbeti uygulanır.

5.1.3. Mekanik Bağlayıcılar

Çatlakların epoksi reçinesi, çimento şerbeti ya da harçla onarımı genellikle artık genişlemeyen, durmuş çatlakların doldurulması amacı ile yapılmaktadır. Çatlakta genişleme sürüyorsa çatlağın mekanik bağlayıcılarla dikilmesi gereklidir. Bu dikişler

çatlağı kesen çubuklar ve çubukların ucunun uygun bir biçimde bağlanması ile olur.(14)

5.2. Eski ve Yeni Betonun kaynaştırma Yöntemleri

Betonarme yapı elemanının onarım ya da güçlendirilmesinde, eğer beton en kesidinin büyütülmesi gerekiyorsa daha önce dökülmüş beton ile, yeni betonun birlikte, monolitik tek parça olarak çalışması gerekir. Bu bir anlamda eski ve yeni beton arasında süreklilik, kuvvet aktarımı sağlanması demektir. Eski ve yeni beton arasındaki kesme, basınç ve çekme kuvvetlerinin aktarılması gerektiği durumlar vardır.

5.2.1. Basınç Kuvvetleri Aktarımı

Eski beton yüzeyi pürüzlendirilir, taze betona ise hafif basınç uygulanır. Bazen özel bağlayıcı maddeler de kullanılabilir.

5.2.2. Kesme Kuvvetleri Etkisi Altında Kaynaşma

Farklı zamanda dökülmüş iki betonun ar yüzeyinin kesme etkisi altında kuvvet aktarımı betonların birbirine yapışması (adhezyon) ve sürtünme ile gerçekleşmektedir.

5.2.1. Kama Donatısı İle Kaynaştırma

Kama etkisinden yararlanılacak filiz demirlerinin eski betonda açılacak yuvalara , yüksek dayanımlı ve genleşen çimentolu harç yerleştirilmesi gerekir. Ankraj boyları yeterli olmalıdır. Perde duvarı yerleştirme ve kolon mantolamasında , kolonda açılan yuvalara kanca donatısı yerleştirilerek, kesme kuvvetini aktarma işleminden yararlanılabilir.

5.2.1. Epoksi Reçineleri İle Kaynaştırma Eski ve yeni beton ara yüzeyindeki epoksi tabakası 2 mm' den ince ise, dayanım artar. Çekme dayanımı ise betondan yüksektir.

5.3. Donatının Betona Ankraşı Beton ve donatının birlikte çalışması için iyi bir adarans gereklidir. Ankrajlama ve kamalama işlemleri, sentetik yapıştırıcılar kullanılır.

6.YAPI ELEMANLARININ GÜÇLENDİRİLMESİ

6.1. Betonarme Kirişlerin Güçlendirilmesi

Kiriş en kesitinin güçlendirilmesi, eski ve yeni donatıların birbirine kaynaklanarak bağlanması ve etriyelerle çekme çatlaklarının takviyesi işlemidir.

6.1. Betonarme Kolonların Güçlendirilmesi

Kolonun beton en kesitinin ve boyuna donatısının artırılmasıdır. Amaç eski elemandan yeni bölüme yük aktarmak için, donatıların ankraşı ve betonların adaransını sağlamaktır.

.Betonarme Mantolama

Temel amaç kolonun düşey yük taşıma kapasitesini arttırmak ve düşey yüklere güvenlik payını arttırmaktır.

. Çelik Profil İskelet Geçirme

.Çelik Levha Kılıf Geçirme

.Kolon Kiriş Düğüm Noktalarını Çelik Lama İle Sarma

Betonarme kesitin veya düğüm noktasının plastik mafsallaşmaya başladığı durumlarda veya donatıların eğilme ve burkulmaya uğradığı yerlerde özellikle etriye noksanlığından dolayı, betonun sarılmasının gerekli olduğu yerlerde, betonarme

kesitin etrafına çepeçevre veya üç yüzüne U- şeklinde lamalar yapıştırılarak, etkin bir sarma işlemi beklenen yerlere bu tip onarım uygulanır. (15)

Kumlanarak betona yapıştırılan saç şerit lamalar, birbirlerine eleman geçişlerinde bindirmeli ve betona küreme uygulanmalıdır.

6.1. Betonarme Çerçevelerin Doldurularak Güçlendirilmesi

Dolgu duvarları ile yapılacak güçlendirmeler; a) donatısız yığma duvarlarla doldurma, b) donatılı yığma duvarlarla doldurma, c) yerinde dökme betonarme perde duvarla doldurma, d) hazır dökülmüş panolarla dolgu, e) çelik diyagonal elemanlarla güçlendirme, şeklinde yapılabilir.

6.1. Temel Güçlendirilmesi

Temel boyutlarının gelen yükleri taşımada yetersiz olması, güçlendirmedeki eklenen yeni elemanlar için yeni temel yapılması veya mevcut temelin genişletilmesi şeklinde olur. Bu işlemlerde eski ve yeni temel donatılarının bağlanması ile sömel ilişkileri önemlidir.

7. SONUÇLAR

Depreme dayanıklı yapı tasarımı ; " depremle yaşamayı öğrenmek - depreme hazırlıklı olmak " felsefesinin temel ilkesidir.

Mimarın , bir yapının oluşturulmasında görev alan mühendislerle işbirliği içinde çalışarak, projesini çok farklı boyutlarda ele alması gereklidir. Özellikle deprem boyutunun mimari planlama ile, yapım süreciyle ve seçilen malzemenin doğru kullanımı ile yakından ilişkisi vardır. Mimarın tasarımın ilk safhalarında, konfigürasyon kaonusunda vereceği kararların binanın deprem güvencesi ile uyum içinde olması gereklidir. Projelendirme safhasında, bir yapıda sismik izalasyon kararları verilip, uygun sistem seçilebilir.

Yapı onarım ve güçlendirme konusu ise, daha ayrıntılı çalışma gerektiren bir konudur. Bu konuda da mimara yönelik görevler vardır. Mevcut durum ile projeler arasındaki farklılıkları incelemek ve inşaat mühendislerinin yapacağı işlere veri tabanı oluşturmak üzere , araştırma, gözlem ve aletsel ölçümler yapılması gereklidir. İncelemeler doğrultusunda hangi yapı elemanlarında ne tür bir değişiklik yapılacağı belirlenir, öneriler doğrultusunda tamir ve güçlendirme kapsayan yapım süreci gerçekleştirilir.

8. KAYNAKLAR

1. Tezcan, S., (1998) , " Depreme Dayanıklı Yapı Tasarımı İçin - Bir Mimarın Seyir Defteri ",. Binanın Pasif ve Aktif Kontrolü , s:101-117, Türkiye Deprem Vakfı , Eylül, İstanbul.
2. Şahin, M., (1999) , " Depreme Dayanıklı Yapı Tasarımın Pasif ve Aktif Kontrol Sistemleri ", Tasarım + Kuram Dergisi, M.S.Ü. Cilt:1, Sayı:1, s:64. İstanbul.
3. Tezcan, S., (1998) , " Depreme Dayanıklı Yapı Tasarımı İçin - Bir Mimarın Seyir Defteri ",. , s:2, Türkiye Deprem Vakfı , Eylül, İstanbul.

4. Anonim, " Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik," Afet İşleri Genel Müdürlüğü, Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, 2 Eylül 1997 tarih ve 23098 mükerrer sayılı Resmi Gazete
5. Tezcan, S., (1998) , " Depreme Dayanıklı Yapı Tasarımı İçin - Bir Mimarın Seyir Defteri " , s:49, Türkiye Deprem Vakfı , Eylül, İstanbul.
6. Demir , H .,(1993) , " Depremden Hasar Görmüş Betonarme Yapıların Hesabı İle İlgili Çalışmalar İlkeler" ,s: 10 , 2. Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı, 10-13 Mart 1993 , TMMOB İnş. Müh. Odası . İstanbul Şubesi.
7. Demir , H .,(1993) , " Depremden Hasar Görmüş Betonarme Yapıların Hesabı İle İlgili Çalışmalar İlkeler" ,s: 12 , 2. Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı, 10-13 Mart 1993 , TMMOB İnş. Müh. Odası . İstanbul Şubesi.
8. Tankut , T ., (1999) , " Betonarme Yapıların Deprem Dayanımı Bakımından Değerlendirilmesi ve Güçlendirilmesi " , s:90-91. Depreme Güvenli Konut Sempozyumu, Mesa Yayınları , Ankara.
9. Tekel , H., (1993) .," Erzincan 'da Uygulanan Değişik Bir Onarım Ve Takviye Tekniği " , s:253., Türkiye İnşaat Mühendisliği XII. Teknik Kongre Bildiriler Kitabı. 25-27 Mayıs , Ankara.
10. Boruroğlu , H ., (2000) " Depremde Evlerin Çöküşü ve Hesap Bilmeyen Mühendisler ve Etik" ,s:10, Cumhuriyet Bilim Teknik. 15 Nisan 2000 , sayı: 682.
11. Demir, H., (1995) .," Depremlerde Hasar Gören Yapıların Kolonlarının Onarım ve Güçlendirilmesi " , s:496, Üçüncü Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı., 27-31 Mart 1995, İstanbul.
12. Bayülke, N., (1990) ., " Depremlerde Hasar Gören Yapıların Onarım ve Güçlendirilmesi " , TMMOB , s:117-120, İnş. Müh. O. İzmir Şubesi.
13. Bayülke, N., (1990) ., " Depremlerde Hasar Gören Yapıların Onarım ve Güçlendirilmesi " , TMMOB , s:120-140, İnş. Müh. O. İzmir Şubesi.
14. Bayülke, N., (1990) ., " Depremlerde Hasar Gören Yapıların Onarım ve Güçlendirilmesi " , TMMOB , s:141-145, İnş. Müh. O. İzmir Şubesi.
15. Bayülke, N., (1990) ., " Depremlerde Hasar Gören Yapıların Onarım ve Güçlendirilmesi " , TMMOB , s:145-170, İnş. Müh. O. İzmir Şubesi



Burkulma nedeniyle yapının yan yatması / GÖLCÜK



Bir yapıdaki deformasyonun sağlam binaya verdiği hasar / ADAPAZARI



Yumuşak kat, çarpışma, sağlam bina çürük binayı tam göçmeden kurtarıyor / GÖLCÜK



Geniş açıklık, farklı oturma ve bölümsel göçme / YALOVA



Ticari maksatla yapılan yumuşak kat, çökme, çarpışma / GÖLCÜK



Alt katların ani göçmesi ve binada oluşan ağır hasar / YALOVA