

DEPREMLERDEN HASAR GÖRMÜŞ BETONARME YAPILARIN HASARI
İLE İLGİLİ ÇALIŞMALAR VE İLKELER

INVESTIGATIONS AND PRINCIPLES CONCERNING BUILDING
DAMAGES DUE TO EARTHQUAKES

Halit Demir¹

SUMMARY

It may be sometimes necessary to repair and/or strengthen buildings damaged by earthquakes or in cases in which the building is designed or constructed not sufficiently strong for the loads to act on the structure or for the increase in the loads due to the change in the use.

In this paper repair and strengthening is considered from several points of view. Considering especially the case of earthquakes, general principles to be taken into account are given. General investigations and measures of urgency are cited with the points to be paid attention. Complementary investigations necessary for repair and strengthening are also pointed out.

In the part of concluding remarks urgency and importance of investigations to be made, of measures to be taken and of design and construction of repair and strengthening works is emphasized.

ÖZET

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

Bu bildiride onarım ve güçlendirme ile ilgili çalışmalara ve dikkat edilmesi gereken hususlara çeşitli bakımlardan değinilmiştir. Özellikle deprem hasarları hali ele alınmıştır. Acil inceleme ve önlemlere değinildikten sonra esaslı onarım ve güçlendirme ile ilgili esaslar ve çalışmalar sayılmıştır.

¹ Prof. Dr., İ.T.Ü. İnşaat Fakültesi, Maslak, İstanbul

Son notlar kısmında bu çalışmaların işin sağlık, ekonomik, sosyal, siyasal, oy, itibar gibi bakımlarda ivediligi üzerinde durulmuştur.

GİRİŞ VE GENEL BİLGİLER

Taşıyıcı sistemler bazı nedenlerle niteliklerinden ve özelliklerinden kaybederek hasar görebilirler ve kendilerinden beklenen fonksiyonu yerine getiremeyecek duruma düşebilirler. Bu duruma düşmeleri kullanırlılık veya dayanım bakımlarından olabilir. Böyle durumlarda yapının onarılması ve/veya güçlendirilmesi gerekir. Bazı kere de niteliklerinden kaybetmediği halde kullanım amaçlarındaki değişiklik dolayısıyla onarım ve/veya güçlendirme gerekebilir.

Yapıların ömürleri süresince hasar görmemeleri gerek projelendirme, gerek inşaat, gerekse kullanım sırasında amaç edinilir.

Bütün bunlara rağmen uygulamada yapıların hasara uğradıklarına çok rastalanır. Esasen deprem için projelendirmede hiç hasar olmaması şart koşulmaz, bir derece hasara razı olunur. Deprem için projelendirmenin felsefesinde şu ilkeler kabul edilir:

Yapılar

1. Küçük depremlere hasar görmeden mukavemet etmelidirler.
2. Orta depremlerde taşıyıcı sistemler hasar görmemelidir fakat taşıyıcı olmayan kısımlar hasar görebilirler.
3. Yapının ekonomik ömrü içinde bölgede bir veya iki defa olabilecek büyük bir depremde taşıyıcı sistemde ve taşıyıcı olmayan kısımlarda (hatta önemli) hasar olması kabul edilir. Fakat taşıyıcı sistem yıkılmamalıdır.

Görüldüğü üzere çok kuvvetli depremde yapının taşıyıcı olan ve olmayan kısımlarında önemli telakki edilecek hasarlara peşinen razı olunmaktadır. Bu koşullarda bu türlü hasara razı olunması bir taraftan yapının deprem enerjisini yapacağı deformasyonlarla tüketebilmesi gereğinden, bir taraftan da ekonomik sebeplerden ileri gelir. Hiç hasar olmaması istenseydi bunu ekonomik durumu çok iyi olan toplumlar da karşılayamazdı. Çünkü insanların önemli olan pek çok ihtiyacı vardır. Depreme karşı dayanıklılık bunlardan sadece biridir.

Yapılar hasarlı duruma girdiğinde bunların üzerinde bazı çalışma yapmak ve sakıncalı durumları gidermek veya düzeltmek gerekir. İste bu durumda söz konusu yapının veya bazı elemanlarının onarım ve/veya güçlendirilmesi söz konusu olur.

Bu türlü çalışmaların kapsamı ve nasıl olacağı hakkında bilgi kaynaklar listesinde verilen yayınlarda [1-7] ve daha başka kaynaklarda bulunabilir.

Burada onarım ve güçlendirme terimlerini ve aralarındaki farkı açıklamak uygun olacaktır.

O n a r ı m (t a m i r) : Görünüş veya kullanım bakımından hasar görmüş bir yapıda veya onun bir veya bir kaç 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, sünekliği ve dayanıklılığı dahil) bakımlarından olabilir.

G ü ç l e n d i r m e (t a k v i y e) : Bir yapının taşıma gücünü, rijitliğini, düktilitesini veya stabilitesini önceki durumunun üstüne çıkarmak için yapılan değişikliktir. Bunun için, yukarıda da söylendiği üzere, yapının hasar görmüş olması gerekmez. Yapının kullanım veya işletme yüklerinde bir artmanın söz konusu olması halinde güçlendirme gerekebileceği gibi öngörülen yükler için eksik projelendirilmiş veya inşa edilmiş bir yapının da takviyesi gerekebilir.

Görülüyorki onarımda amaç önceki durumu geri getirmek veya mevcut durumu önceki durumu geçmeyen bir duruma yükseltmektir. Bu, kullanım bakımından olabileceği gibi mukavemet ve statik gibi mekanik karakteristikler bakımından da olabilir. Güçlendirmede ise amaç, mukavemet ve benzeri karakteristiklerini önceki düzeyin üstüne çıkarmaktır.

Onarımın hasar görmüş bir yapıda yapılmasına karşın güçlendirme için yapının hasar görmüş olması gerekmez. Hasar görmemiş bir yapının da takviyesi söz konusu olabilir. Örneğin

- Yapının yetersiz kapasitede projeledirildiğinin veya inşa edildiğinin anlaşılması halinde,
 - Yapının kullanım amacının veya koşullarının değişmesi nedeni ile daha ağır yüklere maruz kalmasının söz konusu olduğu hallerde
- yapı hasarlı olmadığı halde takviyesi söz konusu olur.

Onarım ve/veya güçlendirmenin planlanması teknik, ekonomik, sosyal, kültürel ve politik yönleri olan bir iştir.

Teknik yönü, teknik bakımdan yapılabilirliği içerir.

Ekonomik bakıma gelince bazı kere bir yapının onarım ve güçlendirilmesi değil yıkımı tümde daha ekonomik olabilir. Örneğin arsanın kıymetlenmiş olması ve imar durumunda bir iyileşmenin yani artmanın olması hali. Bazı kere yapı hatta hasarlı dahi olmasa yıkılması ve yenisinin yapılması daha ekonomik gelir ve bu duruma oldukça sık rastlanır.

Bazı kere de bazı katlarının kaldırılıp yüklerinin azaltılması daha ekonomik olabilir. Örneğin arsanın çok kıymetli olmadığı hallerde.

Bazan da yükleri azaltmak ve bu sayede daha az bir güçlendirme ile işin içinden çıkmak uygun ve daha ekonomik olabilir. Örneğin kullanım amacını değiştirmek veya hafifletmek, ya da duvarlar, çatılar, merdivenler gibi elemanlarını hafifletmek.

Bunlara karşı bazı sosyal, kültürel ve politik etkenler ve nedenler ortaya çıkabilir ve ekonomik etkenlerin önüne geçebilir. Örneğin prestij, tarihi ve kültürel değerlerle ilgili etkenlerin birinin veya bir kaçının söz konusu olması hali.

Sunlar onarım ve/veya güçlendirmeyi gerekli kılabilir:

- Düşük düzeyde projelendirme,
- düşük kalitede inşaat,
- düşük kalitede bakım,
- hatalı ve kusurlu bakım,
- yeni çevre etkileri,
- yüklerde bir artım yapılma isteği
- yapının ömrünün artırılmak istenmesi

Onarım ve güçlendirme işinin ne çapta olacağı

- yapının gerçek durumu,
- beklenen çevre şartları,
- yükleme şartları ve
- yapının bundan sonraki ömrü boyunca göreceği bakımın kalitesine göre seçilmelidir.

Yapılar gerekli şekilde projelendirilmiş ve inşa edilmişlerse şiddetli depremleri dahi yıkılmadan atla-

tabilirler. Bununla beraber yalnız eski yapıların değil yeni yapıların da depremler sırasında ciddi hasar gördükleri, hatta yıkıldıkları ve can ve mal kaybına sebep oldukları çok görülmektedir. Depreme dayanıklılık için taşıyıcı sistemler yalnız mukavemetli değil, ayrıca yeterli süneklikte (düktilitede) olmalıdırlar. Böylelikle akma sınırlarının ötesinde şekil değiştirme durumuna geldiklerinde hala bütünlüklerini koruyabilirler.

Güçlendirme, taşıyıcı sistemin ileride olacak depremlerde daha iyi bir davranış göstermesi için elemanların mukavemetinin, düktilitesinin ve rijidliğinin veya bunlardan bazısının veya bazılarının uygun şekilde, yararlı yönde değiştirilmesi ile olabileceği gibi bunlara ilave olarak veya bunlar yapılmadan, sistemin yük taşıma gücünün yeni ilave elemanlarla artırılması ile de olabilir. Deprem için güçlendirme, özellikle yatay yükler için, mukavemetin artırılması söz konusu olur.

Bazı kere güçlendirme sırasında bazı elemanların, sistemde taşıyıcı elemanların etkileşimini iyileştirmek ve civardaki bir elemanın erken kırılmasını önlemek için zayıflatılması dahi söz konusu olabilir.

Her yapı kendine özgü bir sistemdir ve depremde gördüğü hasar diğer yapılardan farklıdır. Bu sebepten özel bir onarım ve güçlendirme çözümü ve kendine özgü detaylar gerektirir. Onarım ve/veya güçlendirme metodu ve uygun inşaat tekniği için karar çeşitli etkenlere bağlıdır. Bu arada yapı yeri ile ilgili şartlar, yapının tipi ve yaşı, hasarın tipi ve derecesi, müsaade edilen zaman, özel rehabilitasyon işi ile ilgili ekipman ve personel, mimari gerekler ve istekler, maliyet ve gerekli görülen sismik güvenlik düzeyi gibi hususlar sayılabilir. Her halükarda, hasarlı bir yapının rehabilitasyonu çalışmalarında, karar verme işi sorumluluğun en yüksek olduğu işlerden biridir.

2. ACIL HASAR TESBİTİ VE ÖNLEMLER

Bir depremden hemen sonra acil hasar tesbit işleri yapılır ve hangi binalarda güvenlikle oturulamıyacağı saptanır. Tehlikeli veya şüpheli görülen binalar daha sonra yeniden incelenecektir. Ön incelemede geçici koruma için uygun acil önlemler belirlenir. Daha sonraki ve tamamlayıcı incelemeler, bir takım kriterler göz önünde tutularak, bir onarım ve/veya güçlendirme şemasını ortaya çıkarır. Tabii bunun için onarım ve güçlendirme malzemelerinin ve tekniklerinin bilinmesi ve ta-

nınması gerekir. Özellikle de piyasadan temin edilebi-
cek malzemenin ve bu iş için gerekli, nitelikli perso-
nelin sağlanma olanaklarının göz önünde tutulması gere-
kektir.

Demekki depremde sonra bir acil inceleme ve ge-
çici koruma önlemlerinin alınması söz konusudur. Bu
incelemeler sonucunda yapıların hasar durumuna göre üç
guruba ayrılması ve yeşil, sarı veya kırmızı yafta ile
işaretlenmesi tavsiye olunmaktadır.

Y e ş i l : Bu renkte yafta ile işaretlenmiş bina-
ların önceki sismik kapasitesinde bir azalma olmamış-
tır. Onarımı gerektiren hafif hasar bulunabilir. Can
tehlikesi arz etmezler, hemen kullanılabilecek durumdadırlar ve sınırsız girişe müsaade edilmiştir.

S a r ı : Bu guruba giren binaların sismik kapatesi
azalmıştır. Sürekli kullanılmasına müsaade yoktur.
Sonuca ait sorumluluğu mülk sahibine ait olmak üzere
sınırlı girişe müsaade vardır. Bu türlü binalarda
onarım ve/veya güçlendirme gerekir. Binanın ve çevre-
sinin korunması ve desteklenmesi, askıya alınması ihti-
yacı söz konusudur.

K ı r m ı z ı : Bu gurutaki binalar ani olarak
çökebilecek derecede güvensizdirler. Giriş yasaktır ve
bina çevresi korunmaya alınmalıdır. Yıkımla ilgili
karar, daha kapsamlı bir incelemeden sonra, onarım ve
güçlendirme için teknik olanaklar ve ekonomik gerekçe-
ler göz önüne alınarak verilir.

Depremi hemen sonrası acil önlemler, daha sonra
da esas onarım ve güçlendirme işleri söz konusu olur.
Deprem sonunda bir organizasyon bozukluğu ortaya çıkar.
Hava şartları da kötü olabilir. Diğer taraftan sağ
kalanlar için bir çok ertelenemeyecek ihtiyaçlar söz
konusudur. Bunlardan biri de barınak sorunudur.

- Hangi binalar kullanılabilecektir,
- hangileri kullanılmamalıdır?
- Hangilerine ne türlü acil müdahale yapılmalıdır?

İşte bu ilk ve acil ihtiyaca cevap vermek için ilk
incelemeler yapılır ve bu incelemelerden edinilen bilgi
ve kanaata göre ilk önlemler alınır.

İlk incelemenin esas amacı hasarın cinsini ve
derecesini detaylı olarak belirlemektir. Ayrıca can
kaybı ve yaralanmalara karşı tehlikeyi gidermek için
geçici destekleme askıya alma ve benzeri işlerin ve

önlemlerin projelendirilmesi ve kurulması gibi hususların belirtilmesi ve hasarın artması halinde mal kaybının minimuma indirilmesinin tasarlanmasıdır. Esas deprem şokundan sonraki günlerde artçı depremlerin gelmesi yani depremlerin tekrarlaması ihtimali yüksektir. Ayrıca depremden ileri gelen hasarlar yüzünden çatıdan temellere doğru yüklerin akış ve aktarılış yolunda kısmi veya tam kesintiler olduğundan artık bundan sonra ölü ve hareketli düşey yükler dolayısıyla de hasarlarda artma olabilecektir.

İlk inceleme, daha sonraki daimi onarım ve/veya güçlendirme çalışma ve önlemlerinde de faydalı olur.

İlk inceleme ve yapının değerlendirilmesi sırasında taşıyıcı olmayan parçaların, sıvaların, beton örtülerin ve benzerinin kaldırılması gerekebilir. Bu incelemelerde çatlaklar, donatı akması, aşırı deformasyonlar, birleşim hasar ve tahribatı gibi bütün kusurlar ve hasar kaydedilmeli ve tanıtıcı bilgi verilmelidir. Bu hasarların taşıyıcı elemanların deprem kuvvetlerini ve ölü ve hareketli yükleri taşıma kapasitesi üzerindeki etkileri tahmin ve takdir edilmelidir. Bu ilk inceleme sırasında yapının kapasitesi ile ilgili yapılacak tahmin ve takdirler mühendisin sağduyu ve mesleki tecrübesine dayanır.

İlk incelemelere ve hasar ve yapının statik ve betonarme projeleri üzerinde yapılan değerlendirmelere dayanarak geçici koruma önlemleri için gerek olup olmadığı belirlenir. Bu ilk incelemelerin sonucu uygun olan geçici korumanın tipini göstermelidir.

Zaman elverdiğinde taşıyıcı sistem için uygun onarım yöntemleri ve güçlendirme ihtiyacı gösterilir ve not edilir. Fakat bu işlerin geçici olmayan sürekli amaçlı kısmı daha esaslı inceleme ve çalışmayı gerektirir.

Bir depremden sonra ciddi hasar görmüş fakat yıkılmamış binaların, çalışmalar sırasında can güvenliğini tehlikeye sokmuyorsa, hemen geçici olarak desteklenmesi tavsiye olunur. Ciddi hasar bir kolonun kırılması, taşıyıcı duvarların ciddi şekilde çatlaması gibi şekillerde ortaya çıkar. Bu türlü, hemen alınan tedbirler ve yapılan müdahaleler hasar görmüş elemanları ilave geçici elemanlar vasıtasıyla üzerlerindeki yüklerin bir kısmından kurtarır. Böylelikle yapı gelebilecek yeni bir depremin etkilerine ve ciddi hasarlı elemanlar üzerindeki ağırlık kuvvetlerinin etkilerine karşı

korunmuş olur.

Geçici korumadan amaç tüm taşıyıcı sistemin güvenliğinin bağlı olduğu hasarlı elemanlara ve birleşimlere, geçici olarak mukavemet veya destek temin etmektir. Ayrıca onarım işlerini yapacak ve güçlendirme elemanlarını yerleştirecek işçiler için de güvenlik temin edilmelidir. Yapıların bu şekilde desteklenmesi, askıya alınması, onarım ve/veya güçlendirme öngörüldüğü zaman olduğu gibi, yapının sürekli çalışması gereken durumlarda da söz konusu olur.

Geçici koruma elemanlarını kuracak işçiler için aşık bir tehlike olması halinde destekleme, askıya alma planlanmamalı ve uygulanmamalıdır. Böyle tehlikeli yapıların yıkılması cihetine gidilmelidir.

Acil koruma yöntemleri ile ilgili olarak düşey yükler için destekleme yöntemleri ve yanıl destek temin etme yöntemleri söz konusu olur. Bunlarda kamalama problemleri de geçer ve önem arzeder.

3. ONARIM VE GÜÇLENDİRMENİN PROJELENDİRME ESASLARI

Acil önlemlerden sonra hasarlı yapıların onarım ve güçlendirilmesi söz konusu olur. Bunun için bölgenin sismik parametrelerinin belirlenmesi çalışmaları yapılmalıdır. Onarım ve güçlendirme için sismik kriter o ülkede geçerli olan yapı yönetmelikleri veya standartları olabilir. Bunlar minimum şartlar olarak göz önünde tutulmalıdır ve esasen de yönetmeliklerin ve standartların metinlerinde "Bu yönetmelik (standard) için uyulması gereken minimum şartları verir" şeklinde bir ibare bulunur. Özellikle önemli yapılar halinde bu yönetmelik ve standartların koyduğundan daha ağır koşullar, yapı ile ilgili hususlar gözönüne alınarak, kriter olarak kabul edilebilir. Proje mühendisinin modern yönetmelikler ve standartlarda değinilmeyen eski malzemenin mekanik karakteristiklerini seçmesi gerekebilir.

4. TAMAMLAYICI İNCELEMELER

Depremden sonra yapılacak ilk incelemeye dayanarak uygun görülen geçici koruma için uygun olabilecek geçici önlemler saptanır ve uygulanır. Onarım ve/veya güçlendirme işlerinin projelendirilmesi için ilk incelemenin verilerini kullanmakla beraber tamamlayıcı incelemeler yapmak ve tamamlayıcı veriler toplamak gerekir. Bunun için söz konusu yapının projeleri ve ilgili dokümanlar mümkün olduğunca bulunur ve toplanır.

Bu bilgiler yapının bu bilgilere uygun olduğu anlamına gelmez; arada farklılıklar olabilir ve bu farklılıklar toplumun eğitim ve kültür düzeyi düştükçe artar. Bu bakımdan dokümanlardaki bilgi ile uygulama arasında uyum olup olmadığı kontrol edilmeli, farklılıklar kaydedilmelidir.

Eğer yapı ile ilgili bilgiler yoksa ve bulunamıyorsa yapının depremde önceki durumunu belirlemek için yerinde gözlemler ve ölçmeler yapılmalıdır. Taşıyıcı elemanların malzeme durumunu belirlemek için yüzeysel örtü ve kaplama gibi kısımların kaldırılması gerekebilir. Eğer temeller tehlike gösteriyorsa veya oturmuşsa, ya da yeni temellerin ilavesi gerekiyorsa yeni zemin sondajları yapılması zorunluluğu ortaya çıkabilir.

İlk incelemelerde başlıyan yerinde inceleme tamamlanmalıdır. Bu iş onarım ve güçlendirme işlerinde önemli ve temel aşamadır. Herbir taşıyıcı eleman kontrolden geçirilmeli, hasar olması ve olmaması not edilmelidir. Neden hasar olmadığı hususu neden hasar olduğu kadar önemli telakki edilmelidir. Hasarlı elemanların krokisi çizilmeli ve fotoğrafı alınmalıdır. Çatlak genişlikleri, parçalanmış alanlar, eğilmiş veya kırılmış donatı ve benzeri hususlar kaydedilmelidir. Notlar o açıklıkta ve o şekilde alınmalıdır ki projelendirme işi mühendisin bürosunda yapının bulunduğu yere tekrar tekrar gitmeye gerek kalmadan yapılabilirsin.

Hasarlı elemanların fotoğrafları hem projelendirme için iyi bir kayıt teşkil eder, hem de sürekli ve kalıcı bir doküman oluşturur. Herbir eleman için bir yapı - rak kağıt ayırmak hasarı onun üzerinde göstermek, fotoğrafların baskısı yapıldığı zaman da ilgili fotoğrafı ona eklemek uygun olur. Çok kere hasarın ne kadar gittiğini belirlemek için elemanın yüzey işlerini kaldırmak gerekir.

Taşıyıcı olmayan elemanlardaki hasarın ve yerinin de kaydedilmesi gerekir. Çünkü bunlar da onarılacaktır.

Taşıyıcı olmayan elemanların yerinin de taşıyıcı sistemle ilgili güçlendirme çözümlerini etkileyeceği göz önünde tutulmalı ve bununla ilgili notlar alınmalıdır. Bu türlü elemanlar güçlendirme işlerinin yürütülmesinde engel de teşkil edebilirler veya işi zorlaştırabilirler. Bu bakımdan bu hususun göz önünde tutulması gerekir.

Bütün hasarlar ve hasar dereceleri kaydedilmelidir. Çünkü onarım işleri bu kayıtlara dayanılarak yapılacaktır.

Uygun ve mümkün görülen durumlarda hasarlı elemanların kalan mukavemetleri takdir ve tahmin edilmeli ve kayda geçirilmelidir. İnşaatta kullanılmış olan malzemelerin bugünkü durumu, karakteristikleri ve mukavemetleri de bu incelemeler sırasında tahmin ve takdir edilmelidir. Bu, laboratuvarla denenmek üzere yapıdan numune parçalar alınması ve/veya yerinde tahribatsız yöntemler kullanılması suretiyle yapılabilir.

5. SON NOTLAR

Deprem bölgelerinde hasar tesbiti çalışmaları ve hasarların tesbiti için kilit noktasını teşkil eder. Bu çalışmaların ve tesbitin rastgele değil, hazırlıklı ve belirli normlara göre eksiksiz yapılması, elde edilen bilgilerin sınıflandırılmasının ve değerlendirilmesinin kolay olması, ayrıca bu değerlendirmenin sübjektiflikten çıkarılıp objektif duruma getirilmesi gerekir. Bu suretle hem doğru değerlendirme ve çözümlere varılır, hem de bu işler daha az emek ve zaman kaybı ile gerçekleştirilir. Bu bakımdan bu türlü incelemeler için neler yapılacağı hususunda önceden bilgili ve hazırlıklı olmak gerekir. Bunun şu bakımdan da büyük bir önemi vardır: Depremden sonraki tesbit çalışmaları beklemeye ve gecikmeye tahammülü olmayan çalışmalardır. Çünkü depremden hasar görmüş yapıların onarım ve takviyesinin kısa sürede tamamlanması sağlık, ekonomik, sosyal, siyasal, oy, prestij gibi bir çok bakımlardan gerekir.

KAYNAKLAR

- 1.Demir, H.(1984) "Theory and Practice of Earthquake Engineering", Ders Notları, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Yıldız Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- 2.Demir, H.(1991) "Repair and Strenghtening of Structures" Ders Notları, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü,
- 3.Demir, H.(1992) "Depremlerden Hasar Görmüş Betonarme Yapıların Onarım ve Güçlendirilmesi", İstanbul Teknik Üniversitesi İnşaat Fakültesi Matbaası.
- 4.Abdulla, A.S.(1993)"State of the Art in Repair and Strenghtening of Reinforced Concrete Buildings", Thesis for Master of Science Degree, Advisor and Supervisor: Prof. H.Demir.

5. UNDP/UNIDO(1983) "Repair and Strengthening of Reinforced Concrete, Stone and Brick-Masonry Buildings".
6. AIJ "Guidelines for Post Earthquake Damage Inspection and Restoration Techniques of Reinforced Concrete Buildings".
7. CEB(1983) "Assesment of Concrete Structures and Design Procedures for Upgrading (Redesign), Bulletin Information No.162.