

Research Article

Depremde Hasar Görmüş Yapılar İçin Farklı Güçlendirme Önerileri

Yusuf ÖZTÜRK¹

Geliş / Received: 1/12/2021

Revize / Revised: 30/12/2021

Kabul / Accepted: 05/01/2022

ÖZET

Ülkemiz mevcut konumundan dolayı çok büyük deprem hareketlerine maruz kalmaktadır. Depremlerde zarar gören yapılar yıkılıp tekrar yapmaktansa uygun ekonomik bir güçlendirme ile yapının kullanılması ve depreme karşı dayanıklı bir yapı haline getirilmesi çok önemlidir. Depremde hasar görmemiş ancak olabilecek bir depremde mevcut binanın hasar görmemesi ve dayanımını kaybetmeden ekonomik bir yolla binanın yıkılmadan kullanılmasını sağlamak güçlendirme olarak tanımlanmaktadır. Yapılarda hangi güçlendirmelerin daha avantajlı olacağı ve bunların avantajları incelenecektir. Yapılarda geometri ve hasarların çeşidine göre güçlendirme yöntemleri değişiklik göstermektedir. Binalarda genellikle incelemeler sonucunda hasarların proje hatalarından oluştuğu belirlenmiştir. Bu hasarlar doğru yöntemler ve uygulamalar ile düzeltilebilmektedir. Ülkemizde yeni yapılacak binalarda deprem gerçeğini kabul edip ciddiye alarak buna göre dayanıklı ve güvenli binalar yapılması gerekmektedir. Aksi takdirde can ve ekonomik kayıplar çok fazla olabilmektedir. Güçlendirmenin nasıl ve hangi durumlarda yapılması gerektiği ve dikkat edilmesi gereken önemli konular hakkında açıklamalar yapılmıştır.

ANAHTAR KELİMELELER: - *Güçlendirme yöntemleri, Deprem etkisi, Yapı eleman davranışı, Güçlendirme yöntemi karşılaştırmaları*

¹ Yusuf ÖZTÜRK İnşaat Mühendisliği Bölümü, İstanbul Aydın Üniversitesi, İSTANBUL

*Corresponding author: yusuf_ozturk_95@hotmail.com

Different Reinforcement Suggestions for Earthquake Damaged Structures

ABSTRACT

Due to its current location, our country is exposed to very large earthquake movements. It is very important to use the structure with appropriate economic reinforcement and to make it an earthquake-resistant structure, rather than demolishing and re-doing the damaged structures in the earthquake. Ensuring that the building is used in an economical way without demolition is defined as reinforcement. Which reinforcements will be more advantageous in buildings and their advantages will be examined. Reinforcement methods vary according to the geometry and type of damage in buildings. These damages can be corrected with the right methods and practices. In our country, new buildings should accept the earthquake reality and take it seriously and build durable and safe buildings accordingly. Otherwise, life and economic losses can be very high. In this article, strengthening a sample structure with a package program has been examined. good reinforcement recommendation is presented in the conclusion.

KEYWORDS: - *Reinforcement methods, Earthquake effect, Structural element behavior, Reinforcement method comparisons*

1. GİRİŞ

Yapıya müdahale demek, yapıdaki kuvvet akışının az ya da çok değişmesi demektir. Güçlendirme de yapıya bir müdahaledir, kuvvet akışını değiştirir. Bu yüzden güçlendirme kararını ve yöntemini belirlemek için iyi düşünmek gerekir. En iyi güçlendirme, en az müdahale ile yapılan güçlendirmedir.

Binanın rölevesini çıkarmak ya da mevcut projesini bulup bilgisayar programına girip, performans analizinde sıkıntılı elemanları büyütme güçlendirme değildir. Evet herhangi bir kuvvet konusunda yetersiz elemanlar büyütülebilir, ancak güçlendirmedeki ilk düşünce tarzı “acaba o elemana kapasitesi kadar kuvvet gelmesini sağlayabilir miyim” olmalıdır. Mühendis kuvvet akışını ayarlayabilir.(1)

Gerekli saha ve laboratuvar çalışmaları yapılarak bilgisayar programına aktarılıp(Performans analizi yapılarak yapı kontrol edilir.Mevcut yapıların güçlendirme oerde ekleme mantolama çelik plaka ile güçlendirme ile olmaz.yapının performans analizi sonrası yapıda deplasman ve gerilmelerde sorunlar yapının davranışını olumsuz etkiler .bunun giderilmesi için en iyi çözüm yapıyı kuvvet akışını değiştirerek güçlendirmedir.yapıdan kat eksiltme veya bodrm katın rijitleştirilmesi gerekir.Türkiye yaşanan depremlerde bakıldığı zaman çok fazla mal ve can kaybı meydana gelirken çok daha fazla şiddetli ve büyük depremlere maruz kalan japonyada bu durum en az can kaybıyla atlatılmaktadır.Japonya gibi gelişmiş ülkelerde depreme karşı çok iyi önlemler alınmış ve uygulanmıştır.Yine büyük şiddette depremlere karşı ayarlı kütle önümleyiciler kullanılmış ve bir ok projede bunun faydaları görülmüştür.Ülkemizde hala orta şiddette depremlerde bile çok sayıda insan yaşamını kaybetmektedir. Bunun en büyük sebepleri arasında yapıların projedeki amaç için kullanılmaması tasarım hataları,denetim eksikliği gibi sorunlardır.Yaşadığımız depremlerden sonra yönetmeliklerimizde önemli değişiklikler gerçekleşmiştir.(2)Yönetmeliklerimizde yapılan çalışmalar sonucu bir çok kamu binasında güçlendirme çalışmaları başlatılmışır.Şuanda geerli olan yönetmelik Tbdy 2018 dir.Bu yönetmelik esli yapılara özellikle 1999 depremi öncesi yapılara bakıldığında yapıların çoğu riskli yapı stoğunda olduğu görülmektedir.Onarım ve Güçlendirme yapılması gerekliliği tespit edildikten sonra bunların uygulanmasında oldukça dikkat etmek gerekir.Yanlış yapılması durumunda güçlendirme yapıyı çok olumsuz etkileyebilir.Yapılan çalışmalar sonucu uygun güçlendirme yönteminin uygulanması yapının yıkılıp yeniden yapılmasından daha ekonomik sonuçlar elde edilmektedir.

2. GÜÇLENDİRME YÖNTEMLERİ

Güçlendirme Yöntemleri, her taşıyıcı sistem türünde eleman düzeyinde ve yapı sistemi düzeyinde olmak üzere iki farklı şekilde olmaktadır.Binaya ait taşıyıcı elemanları deprem kuvvetlerini karşılayan elemanların dayanımlarını artması uygulamalarına eleman bazında güçlendirme denir.Bina ağırlığı azaltılması dayanım ve şekil değiştirme kapasitesinin yükseltilmesi yeni elemanlar eklenmesi ise sistem güçlendirmesi denmektedir.

Kolonların güçlendirilmesi ,kirişlerin güçlendirilmesi döşeme ve temellerin güçlendirilmesi ayrı ayrı yöntem ve uygulamalar gerektirir bu uygulamalar benzerlikler göstermektedir.mantolama karbon fiber uygulaması,çelik profil gibi uygulamalar kolonlarda ve kirilerde ortak olarak kullanılabilir.makalede bu güçlendirme yöntemleri incelenektir.

2.1. Kolonların Güçlendirilmesi

Yapıların büyük bölümü tdy 2007 den önce yapıldığı için eski yönetmelikler nedeniyle perdelerin uygulanmaması ve düşey taşıyıcı olarak sadece kolonlar kullanılmıştır.Bu durum kolonların güçlendirilmesinin önemini daha fazla önemli hale getirmiştir.Kolonlarda eksenel yük taşıma düşük süneklik ve yetersiz eğilme momenti gibi problemler görülür.

Kolonların yetersizliği belirlenmeden güçlendirme yapmak beklenenin tersine yapıya ek yük veya fazla gerilme getirebilir. Bu nedenle yapıda hangi yöntemin uygulanması gerektiğine doğru karar vermek çok önemlidir. Ancak, amaç sadece sünekliğe katkıda bulunulması ise çelik lamalarla kolon eksenel yük taşıma kapasitesi artırılabilir.

Bu yöntemde kolonlarda beton yüzeyine çelik elamanlarla profil yerleştirilerek sarılmasıyla eksenel yük taşıma kapasitesinde ve süneklik olarak daha iyi sonuç amaçlanır. Şekil 1'de kolonların korniyer ile sarılarak güçlendirilmesi görülmektedir. Bu kolonun rijitliği değişmez. Bu uygulama sırasında betoarme kolon ile çeliğin birlikte çalışmasını sağlamak için aralarına reçine harcı ya da çimento ile doldurmak kuvvet aktarımı için gereklidir.

Lifli polimer ile kolonların sarılarak normal kuvvet ve kesme kuvveti karşılanabilir. Lifli polimer ile kolonun tüm çevresi sarılarak ve sargı sonunda bindirme yapılmalı ve kolon köşe geçişleri için Deprem Yönetmeliği'nde belirtilen koşullara uyulması gerekmektedir. (2)

2.1.2 Kirişlerin Betonarme İle Sarılması (Mantolama);

Kirişlerin betonla sarılmasında amaç kirişin kesme dayanımının artırılması ve kirişlerin eğilme kapasitelerinin artırılmasıdır. Mantolama ile kesitler büyüyeceği için boyuna donatı ve etriye ekleme imkanı oluşur. Kirişin eğilme ve kesme dayanımı artar. Bu uygulamada dikkat edilmesi en önemli hususlar mevcut kiriş sıvanın iyice sıyırılması ve çekirdek betonun temizlenmesi, Kirişte aderansının iyi olması için çekirdek betonda çentikler açılması, eklenecek donatının komşu açıklıklarda da devam etmesini sağlamak ya da bir sarsıntı halinde yeni manto donatılarının betondan sıyrılmadan kolon içine ve komşu kirişe devam ettirilmesi gereklidir.

Kirişlerin Lifli Polimer ile Sarılması ;Lifli polimerler ile kiriş sarılması son zamanlarda çok yaygın bir yöntemdir. Bu lifli polimerler yüksek lineer elastik davranışa sahiptir. lifli polimer şeritler üretici firmalar tarafından önerilen gibi uygulanır. Lifli polimerler karbon fiber malzeme olarak da adlandırılan kumaş ile kesme dayanımı büyük ölçüde artmaktadır. (3)

Şekil 2



Döşemeler düşey yükleri kolonlara aktarırlar. Yatay yük etkisinde bu yükleri düşey taşıyıcılara (kolon ve perde) iletecek dayanım ve rijitliğe sahip olmaları arzu edilir. Döşemelerde hasarlar genellikle boşluklu kısımlarda ve perde ile birleşim bölgelerinde meydana gelir. Hasarlar döşeme kalınlığının artırılmasıyla güçlendirilir. Epoksi ve

benzer reçineler ile çatlaklar doldurularak güçlendirme yapılabilir. Döşeme kalınlığının arttırılmasıyla, kesitin eğilme rijitliği arttırılır.Püskürtme yöntemiyle de beton kalınlığı artırabilir.

Betonarme taşıyıcı Sistemlerin Perde Duvarla Güçlendirilmesi, dayanımı ve yanal rijitliği yetersiz olan betonarme taşıyıcı sistemler betonarme perde duvarlarla güçlendirilebilir. Burada amaç, yapıya daha çok yatay yük taşıyacak elemanlar konmalıdır. Betonarme perdeler mevcut çerçeve düzlemi içinde veya çerçeveye bitişik olarak düzenlenebilir.

3. GÜÇLENDİRME SIRASINDA KARŞILAŞILAN ZORLUKLAR

Bir binanın güçlendirilmesi sırasında teknik hukuki ve ekonomik problemler ile karşılaşılabilir.teknik olarak yetrince bilgili personelin olmaması ekonomik koşulların da seçilen güçlendirme yöntemiyle doğrudan ilişkisi vardır hukuki olarak da kat sahiplerinin hakları ve taleplerinden oluşmaktadır.

KOLON KİRİŞ BÖLGESİ Depremde en fazla hasar gören ve en çok deprem kuvveti alan bölge kolon kiriş birleşim bölgesidir.Bu bölgeyi güçlendirmek çok zordur.Birleşim bölgesi kesitler gerilmeler birbiriyle dengelenir.Büyük şiddetteki depremlerde birleşim bölgesine birleşen kesitlerde meydana gelen plastik mafsallar sonucu büyük dönmeler, donatıda aderans çözülmesi sonucu kaymalar ve geniş çatlaklar oluşabilir.Deprem etkisinde birleşim bölgesinin iki tarafındaki eğilme momentinin farklı işarette olması, kiriş kesitinde farklı gerilme durumları doğmasına ve bunun sonucu donatının birleşim bölgesinden çekilip çıkarılmak istenmesine yol açar. Bu sebeple donatı kenetlenmelerine ve eklerine özen göstermek gerekir.Hasarın yerel olması ve çatlaklar şeklinde görülmesi durumunda, epoksi reçinesi enjekte edilmesi onarım ve güçlendirme için yeterli olabilir. Aderansı çözülmüş donatının aderansının tekrar oluşturulması için de epoksi enjeksiyonu önerilir

KOLON-KİRİŞ BÖLGESİ Depremde en fazla hasar gören kiriş kolon birleşim bölgeleri, taşıyıcı sistemin en çok zorlanan ve güçlendirilmesi en zor olan kısımlarını oluşturur. Birleşim bölgesinde farklı doğrultudaki elemanlar birleşerek, kesit etkileri birbirleriyle dengelenir. Deprem yükleri altında bu bölgede kesme kuvveti dayanımının ve donatı kenetlenmelerinin yeterli olmaması en çok rastlanan hasar türlerini oluşturur. Ayrıca, Çimento şerbetinin aderansın kazandırılmasında yeterli olmadığı bildirilmiştir. Hasarın daha da yaygın olması durumunda kiriş kolon birleşim bölgesi, çelik lamalar yapıstırılarak ve sarılarak güçlendirilebilir. Bu suretle , kesitlerin eğilme momenti kapasiteleri arttırılırken; sarılan lamalarla, bu bölgede oluşturulan enine basınçla, betonun dolayısıyla elemanın sünekliği arttırılır. İhtiyaç olduğunda süneklik artırımı için etriyeleri eksik olan kolon ve kiriş kesitlerinde sadece sargılamaları kullanılabilir.

Yapılarda kolon-kiriş birleşim bölgeleri yatay ve düşey doğrultuda gelen tüm yüklerin aktarımının yapıldığı bölgelerdir. Bu sebepten dolayı yapılarda yapı performansını direk olarak etkileyen bölgelerdir. Kolon-kiriş birleşim bölgelerinde farklı doğrultudaki elemanların kesit etkileri karşılıklı dengelenir. Bu bölgelerin zayıf olması, yapının performansını gösterememesine ve çoğu zaman yapının göçmesine neden olmaktadır.

Yapılarda kolon -kiriş birleşim bölgeleri tüm yük aktarımları bu birleşimlerden geçmektedir .deprem yükleri bu düğüm noktalarında etki eder.Bu sebepten dolayı yapılarda yapı performansını direk olarak etkiler. Kolon-kiriş birleşim bölgesinin güçlendirilmesi için uygulanan yöntemlerin ilki çelik levhalarla sarılmadır. Bu yöntem uygulama kolaylığı ve birleşim bölgesinde az yer kaplayıp küçük şekil değişiklikleriyle yapılabildiği için tercih edilmektedir. Çelik levhaların uygulanabilmesi için kolon-kiriş birleşim bölgesinin yüzeyi pürüzsüz olmalıdır. Eğer birleşim yüzeyi pürüzlü ise çimento harcı ile düzeltilmelidir.Bu bölgeler lifli polimerler ile de güçlendirilebilir.Ancak doğru uygulama yapılmalı ve çok iyi teknik elemanlarla çalışma yapılarak hatasız bir işlem yapmak gerekmektedir.



3.1 Hasar tipleri

Hasarlar deprem kuvveti veya farklı bir dış etkenden dolayı mesnet çökmesi bina oturması gibi nedenlerdem dolayı olabilir.Yapıda ki hasarlardan yapının güçlendirme yöntemine karar verilip hangi yöntem kullanılırsa daha iyi bir sonuç alınacağı seçilir ve buna göre yol izlenir.hasarlar duvarlarda kolon kiriş birleşim bölgelerinde perdelerin uç bölgelerinde kolonlarda kısa kolon oluşması durumunda veya basınç kırılması şeklinde olurken kirişlerde ise bu durum kesme ve eğilme kırılması şeklinde oluşur.Duvarlarda taşıyıcı olmamasına rağmen çeşitli hasarlar meydana gelebilmektedir.(5)

3.2 Kiriş Hasarları

Kısa açıklıklı bir kiriş perdeye birleşiyorsa bağlantı bölgesinde x tipi kayma gerilmesinden oluşan çatlaklar görülebilir.Kirişlerde çok küçük olan eğilme çatlakları yapıyı olumsuz etkilememektedir.kayma çatlakları süneklik davranışına aykırı olduğundan dikkat edilmelidir.Ancak çatlak genişliği çok fazla olursa sistem güvenli olmayan bir yapıya dönüşebilir.

3.3 Kolon Hasarları

Kolonlarda normal kuvvet hakimdir ancak yön değiştiren eğilme momenti ve kesme kuvveti çok ağır hasarlara neden olabilmektedir.Narin kolonlarda büyük momentlerin oluşması normal kuvvet ile birleştiğinde basınç bölgelerinde kırılma ve ezilmeye bağlı hasarlara neden olur.Kolonların uç bölgesinde etriyelerin seyrek olması donatıların bükülmesine neden olur.Donatının burkulması kolonun başkısımında çökme kısalmaya neden olurken komşu taşıyıcı elemanlarda yeni bir yük dağılımı ve kuvvet akışı oluşmaktadır.

3.4 Kiriş-Kolon Birleşim Bölgesi Hasarları

En tehlikeli hasar tiplerinden biridir BİRLEŞİM BÖLGELERİNDE etriyenin sık olmaması ve boşlukların olması bu bölgelerde hasarlara neden olur.Plastik mafsallaşma denilen olay görülür böyle bir durumda mafsalsal durumu sonucu yapı göçebilir.

3.5 Perde Hasarları

En çok görülen hasarlardan X şeklinde hasar görülebilir. Gevrek kırılma ve çekme gerilmelerinden oluşan güç tüketmesi nedeniyle oluşur. Perde uç bölgelerinin iyi tasarlanmış olması halinde bu tip hasarlarda da perde eğilme momentlerini taşımaya güvenli olmaya devam eder.

Güçlendirme Projesinin Hazırlanması

- Güçlendirmesi yapılacak Binanın rölevesinin hazırlamak gerekir
- Bina taşıyıcılarının rölevesinin hazırlanmak gerekir
- Hasarlı bölgelerin rölevesinin hazırlanması
- Beton kalitesinin belirlenmesi
- Donatı kalite ve düzeninin belirlenmesi
- Geoteknik raporunun oluşturulması
- Taşıyıcı sistemin yeterli olup olmadığının kontrolü –DBYBHY, Bölüm 7
- Güçlendirme yönteminin seçilmesi
- Güçlendirilme analizi yapılması
- Uygulama detaylarının hazırlanması(6)

4. BİLGİ TOPLAMA İŞLEMLERİ

1. kolon giriş ve perde gibi çok önemli taşıyıcıların donatılarının bilgilerine ulaşmak gerekir. sıralanacak olursa
2. boyuna donatı adeti
3. donatı detay bilgileri boyuna ve enine etriye adet ve kenetlenme miktarı, kanca özellikleri donatıların korozyon bilgileri olarak söylenebilir.(7)

Uygulamada Dikkat Edilmesi Gereken Önemli Konular

- -Binaya sonradan bir perde yapılacak ise kolon ve girişlerle arasında ki bağlantı iyi yapılmazsa süneklik kısıtlanır ve kolonlarda kesmeye bağlı kırılmalar oluşur.
- -perde duvar eklenmesi durumunda olabildiğince simetrik ekleme yapılmalı yapının ağırlık merkeziyle rijitlik merkezi çakışır şekilde olması sağlamalıdır.
- Yapı ağırlığını artıran kalın kaplama, sıva, çatı örtüsü (bazı durumlarda çatıya serilen çakıl örtü) v.b. kaldırılıp hafifleriyle değiştirilebilir
- Yapının ağırlığını hafifletmek için kalın kaplama çatı örtüsü kaldırılmalıdır. yapı ne kadar hafif olursa o kadar daha iyi yük aktarımı olur.
- Eski ve yeni donatılar birbirleriyle kaynaklarsa çok faydalı bir bağlantı yapılarak donatıların güç tüketme gücünü arttırır.

- Güçlendirilen yapı özellikle yatay yükler altında tekrar test edilmeli ve yapılan mantolama ve eklenen perdelerin yeterliliği kontrol edilmelidir.
- Perde eklendiği takdirde mevcut temel genişletilmeli veya yeni temel yapılar eklenmelidir. Bu temellerin boyutlandırılması yeni statik hesaba göre belirlenir.
- Uygulama sırasından doğru ve kolay bir uygulama yapabilmek için kesitlerin ve donatıların ayrıntı ve ölçüleri detaylı bir şekilde çizilmelidir.(8)

Binalara Eklenecek elemanların tasarımında ilgili deprem yönetmeliğinin depreme dayanıklı yapı tasarımıyla alakalı bölümleri ve geçerli diğer standart ve yönetmelikler temel alınır. (9)

5. SONUÇ

Bir yapının onarımına yada güçlendirilmesi kararına varmak için gerekli şartlardan biri yapının olumsuz durumu iken diğer bir şart ise maliyet konusudur. Yapıda yapılacak güçlendirmelerin farklı yöntemler ve farklı malzemelerden oluştuğu için farklı maliyetler ve ekonomik yükler getirir. Tarihi değer taşıyan ,yıkıp yeniden yapma imkanı olmayan hizmete devam etmesi gereken yapıların onarımı ve güçlendirilmesi maliyete bakılmadan zorunlulukla yapılmalıdır. Ancak yıkılıp yeniden yapılması güçlendirme maliyetine yaklaşan yapıların yıkılarak tekrar yapılması daha iyi bir çözüm olacaktır. Dolayısıyla bazı binalar güçlendirilme yerine yıkıp tekrar yapmak daha ekonomik olabilir. Yapılarda gerekli analizler yapılarak doğru güçlendirme uygulamaları yapılması önemlidir. Yapılan hatalar hem maliyeti hemde yapının güvenliğini etkileyebilmektedir. Ülkemizde Deprem konusu daha çok ciddiye alınması yeni yönetmeliklere göre yapılan binaların ve eski yönetmeliklere göre yapılmış hasarlı veya dayanımı zayıf binaların iyi incelenerek ekonomiye uygun ve analiz edilerek güçlendirilmesi çok önemlidir.

KAYNAKÇA

- (1)Hitit Üniversitesi Alper Cumhuri YAPILARIN ONARIM VE GÜÇLENDİRİLMESİ
- (2)OMÜ Doç.Dr.Varol Koç Yapıların Onarımı Ve Güçlendirmesi
- (3)Betonarme Yapıların Onarımı ve Güçlendirilmesi Dr.Erdem Canbay
- (4) T.C. DİCLE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ DEPREM GÜVENLİĞİ YETERSİZ BETONARME BİR BİNA İÇİN FARKLI GÜÇLENDİRME ÖNERİLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI Haluk ŞİK
- (5)<https://www.insaatudunyasi.com.tr/bolumler/makale/betonarme-yapilarda-onarim-ve-guclendirme/>
- (6)<https://www.sanalsantiye.com/betonarme-yapilarda-onarim-ve-guclendirme/>
Betonarme Hasar Onarım Özet (MEHMET TERZİ)
- (7) <https://www.besoglu.com/yapi-guclendirme/>
- (8) T.C. NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ HASTANE BİNALARINDA
SİSMİK GÜÇLENDİRME SONRASI MEYDANA GELEN MEKÂNSAL DEĞİŞİMİN ANALİZİ
BURAK KÖKEN
- (9) T.C. SAKARYA ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MEVCUT ÇOK KATLI YAPININ
STATİK İTME
(PUSHOVER) YÖNTEMİ İLE ANALİZİ YÜKSEK LİSANS TEZİ İnş.Müh. Ali BOZAN