

BETONARME YAPILARIN GÜÇLENDİRME TEKNİKLERİ

Muzaffer ELMAS, Hasan ÇALIŞKAN

Özet – Yapılan bu çalışmada genel olarak, betonarme yapılarda oluşan hasar tipleri ve betonarme yapıların onarım ve güçlendirme teknikleri anlatılmıştır. Mevcut yapılardaki eksiklikler açıklanmış, güçlendirme konusunun önemi vurgulanmıştır.

Anahtar Kelimeler – Yapı hasarları, onarım ve güçlendirme uygulamaları

Abstract – This summary generally describes different kinds of damage, repair and reinforcement techniques in concrete constructions. It contains an explanation of deficiencies in existing constructions, emphasizing the importance of reinforcement.

Key Words – Damages to structure, repairing, apply to strengthening

I. GİRİŞ

Taşıyıcı sistemler bazı nedenlerden dolayı niteliklerini ve özelliklerini kaybederek hasar görebilir ve kendilerinden beklenen fonksiyonları yerine getiremeyebilirler. Böyle durumlarda yapının onarılması ve/veya güçlendirilmesi gerekir. Bazı durumlarda ise yapıda nitelik kaybı olmadığı halde kullanım amaçlarındaki değişiklik nedeniyle güçlendirilmesi gerekebilir[1].

Bu konu ile ilgili çalışmalardan bir kısmı şöylece özetlenebilir.

Kasap H., Gülen S.'in çalışmalarında; dinamik yöntemlerden söz edilmiş ve yapıların dinamik analizi, betonarme yapılarda oluşabilecek deprem hasarları, onarım yöntemleri ve malzemeler anlatılmıştır. Konuyla ilgili deneysel çalışmalar ve sonuçları açıklanmış ve bazı bilgisayar uygulamalarına yer verilmiştir.

Bikçe M., çalışmasında; değişik geometriye sahip çok sıra boşluklu perdelerin sürekli bağlantı yöntemi ile analiz yapılmış ve pratikte kullanılabilecek birer bilgisayar programı hazırlanmıştır. Bu analizde, değişik perdelerdeki eksenel kuvvetlerin değişimi koordinat fonksiyonları cinsinden ifade edilmiştir.

Folz B., Filiatrault A. tarafından yapılan çalışmada ahşap perde duvarların döngüsel analizi yapılmaktadır. CASHEW (Perde duvarların döngüsel analizi) bilgisayar modeli içinde perde duvarların modellenmesi bulunmaktadır. Bu programın kapasite tahmini için tam ölçekli ahşap perde duvarlarda, sabit ve döngüsel testlerle karşılaştırma yapılmaktadır.

Kıyatsıl S., tarafından yapılan çalışmada 17 Ağustos 1999 da yaşanan deprem sonrası Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Afet İşleri Genel Müdürlüğü tarafından orta hasarlı olarak nitelendirilen yapıların onarım ve güçlendirilmesi sırasında göz ardı edilen tasarım hatalarına değinilmektedir.

I.1. Çalışmanın Amacı

Bu çalışmanın amacı, güçlendirme yöntemlerinin araştırılması ve çeşitli uygulamaların karşılaştırılmasıdır.

Deprem ile ilgili yönetmelikler genellikle yeni yapılacak yapıların depremde kabul edilebilir davranış göstermeleri için uyulması gereken kuralları içerir. Bunun gibi, deprem tehlikesini gösteren haritalar, zemin koşullarının daha ayrıntılı ve küçük ölçekte belirlenmesi ve depreme hareketinin ölçümü genellikle hep yeni yapılacak yapılara dönebilir. Ancak, depremden sonra binalardaki hasarın tespit edilmesi ve hasar derecesine göre onarım(tamir) ve güçlendirme(takviye) veya yıkıma karar verilmesi de önemlidir. İyi projelendirilmemiş veya uygulamasında özen gösterilmemiş binalarda hasar meydana gelme olasılığı, depremin şiddetine bağlı olarak büyüktür. Bunun yanında, projelendirilmesi ve uygulamasına gerekli özen gösterilen binalarda da şiddetli depremlerde hasar meydana gelebilir. Bu nedenle hasar belirlenmesi ve devamında gerekli güçlendirmenin yapılması deprem mühendisliği ile inşaat mühendisliğinin önemli konularından biridir[2].

II. BİNALARIN DEPREM HASARLARINI KOLAYLAŞTIRAN NEDENLER

- 1- Bina yapılırken yer altı suyunu alacak drenajın yapılmaması
- 2- Dökülen betonlarda vibratörün kullanılmaması (gerekli beton sıkıştırmasının yapılmaması)
- 3- Taşıyıcı perdelerin köşelerinde perde uç bölgesinin yapılmaması
- 4- Kiriş ve kolon demirlerinin ekleme kısımlarının kısa tutulması
- 5- Beton işçiliğini kolaylaştırmak için fazla su kullanılması
- 6- Zemin emniyet gerilmesinin ezberle alınarak proje yapılması
- 7- Kolon ve kiriş birleşim yerlerinde etriye sıkıştırmasının yapılmaması
- 8- Kolon aplike yönlerinin bir üst katlarda değiştirilmesi, ayrıca tek istikamette tasarım yapılması
- 9- Beton döküldükten sonra yeteri miktarda ve sürede sulanmaması(özellikle yaz aylarında)
- 10- Midyeli ve mıcırız deniz kumunun kullanılması
- 11- Kolon ve kiriş etriye bindirme paylarının kısa tutulması, bağ tellerinin kısa kesilmesi
- 12- Yapılmış olan veya yapılması gerekli olan kiriş ve kolonların iptal edilmesi
- 13- Kirişsiz balkonların üzerine sonradan duvar örülerek içeriye alınması
- 14- Ara kat yapılmasından kaynaklanan "kısa kolon" problemi

III.HASAR BELİRLENMESİ VE DEĞERLENDİRİLMESİ

Hasar belirlenmesinin en önemli zorluğu depremden hemen sonra yapılması gereğidir. Belirlemenin yapıldığı ortam bir afet bölgesi olduğundan çalışma imkanı sınırlıdır. Kısa zamanda yapılması gerektiğinden, konu ile ilgili yeterli eleman bulmak zordur. Elde edilen bilgilerin onarım ve güçlendirme açısından değerlendirilmesi ise genellikle daha rahat bir ortamda yapılır.

Hasar belirlenmesi ve değerlendirilmesinde önemli noktalar özetle aşağıdaki gibi sıralanabilir.

a) Binaların hasar belirlenmesi, bunların sınıflandırılması ve kullanım için karar verme,

b)Yapılan belirlemenin sistematik bir şekilde değerlendirilmesi ve bunun sonucu olarak oluşan zarar ve can kayıplarının belirlenmesi,

c) Elde edilen bilgilerin genel anlamda deprem tehlikesinin azaltılması için kullanılması.

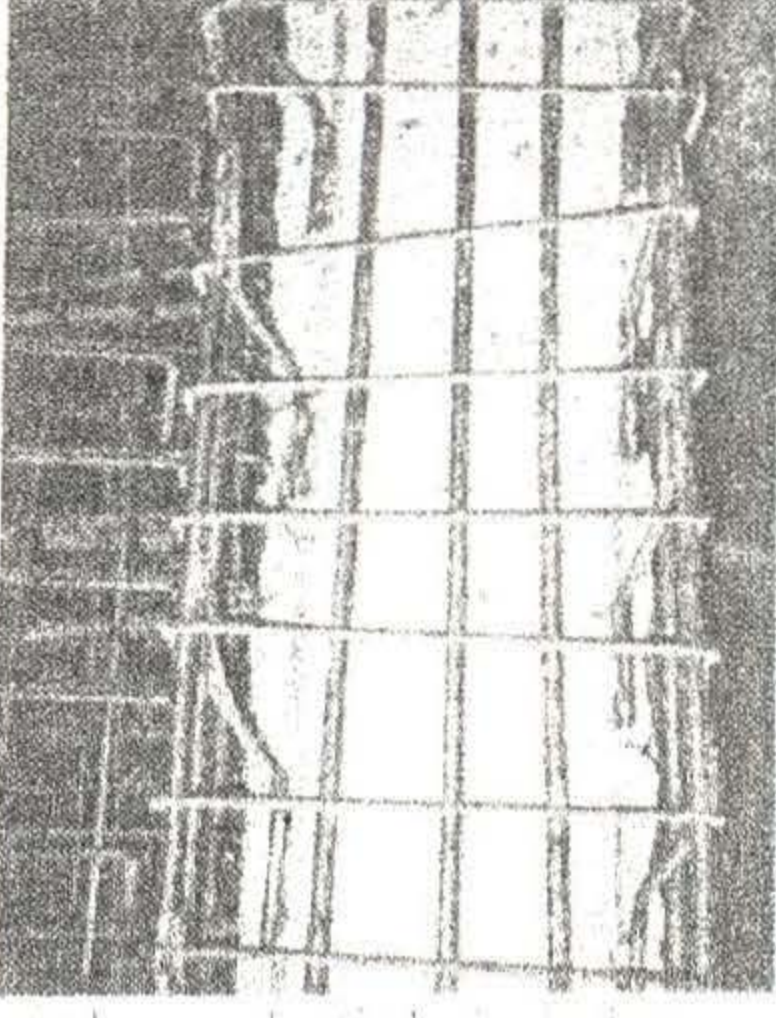
III.1 Hasar Tespitinden Sonra Güçlendirilmesi İçin İzlenmesi Gereken Yol

- 1- Yapının projesi elde edilmelidir.
- 2- Mevcut binanın rölevesi çıkarılmalıdır.
- 3- Mevcut binanın zemin durumu belirlenmelidir.
- 4- Mevcut proje ile röleve projenin mukayesesi yapılacak uyuşup uyuşmadığı kontrol edilmelidir.
- 5- Kontrol sonucunda proje ile röleve arasında fark söz konusu ise binanın röleveye göre yeniden statik dahil deprem hesabı yapılmalıdır.
- 6- Oluşturulan takviye projesi mutlaka denetimden geçirilecek, yapı için en uygun takviyenin projelendirildiğine emin olunduktan sonra uygulamaya geçilmelidir.

IV. ELEMAN ONARIMI

Yapım hataları, eksik malzeme ve deprem gibi zorlamalar sonucunda hasar gören betonarme kolon, perde ve kirişleri güçlendirmek amacıyla çeşitli teknikler geliştirilmiştir. Bu teknikler, genellikle kalıcı deformasyon yapmamış olan elemanların rijitliğinin ve sünekliğinin artırılması amacıyla başvurulmaktadır. Hasarlı elemanların güçlendirmesi çeşitli yöntemlerle gerçekleştirilebilir. Bu yöntemler içerisinde en sık kullanılanlar :

- Çelik Manto : Bu yöntem kolon ve kiriş içinde alması gereken sargı donatısı, çelik levhalar kullanılarak elemanların dışında kafes şeklinde oluşturulmaktadır. Bu şekilde hem aksel yük kapasitesi kısmen artırılmakta, hem de daha yüksek süneklik elde edilmektedir. Çelik mantoda katlar arası süneklik sağlanmadığı için kolonun eğilme kapasitesine bir katkı sağlamamaktadır.
- Betonarme Manto : Bu yöntem gelenekle kolonlarda uygulanmaktadır. Bu yöntem ile kolonun hem aksel yük kapasitesi hem de sünekliği artırılabilir. Manto içerisine yerleştirilen boyuna donatıları katlar arasında sürekli olarak sağlanarak, kolonun eğilme kapasitesi de artırılır. Şekil 4.1'de donatıları yerleştirilmiş tipik bir kolon mantosu görülmektedir. Mevcut kolon ile yeni dökülecek manto betonunun aderansının yüksek olabilmesi için mevcut kolonun donatıları ortaya çıkıncaya kadar kabuk betonu kırılmaktadır.



Şekil 4.1. Donatıları yerleştirilmiş kolonun mantolaması

- Epoksi Enjeksiyonu : Kolon, perde ve kiriş elemanlarında oluşmuş olan çatlakların belli bir genişliği aşmadığı yapılarda kullanılır. Aderansları arttırmak amacıyla çatlak enjeksiyonlanabilir. Ayrıca sarğı etkisini arttırabilmek amacıyla çelik levhalar yapıştırılabilir.

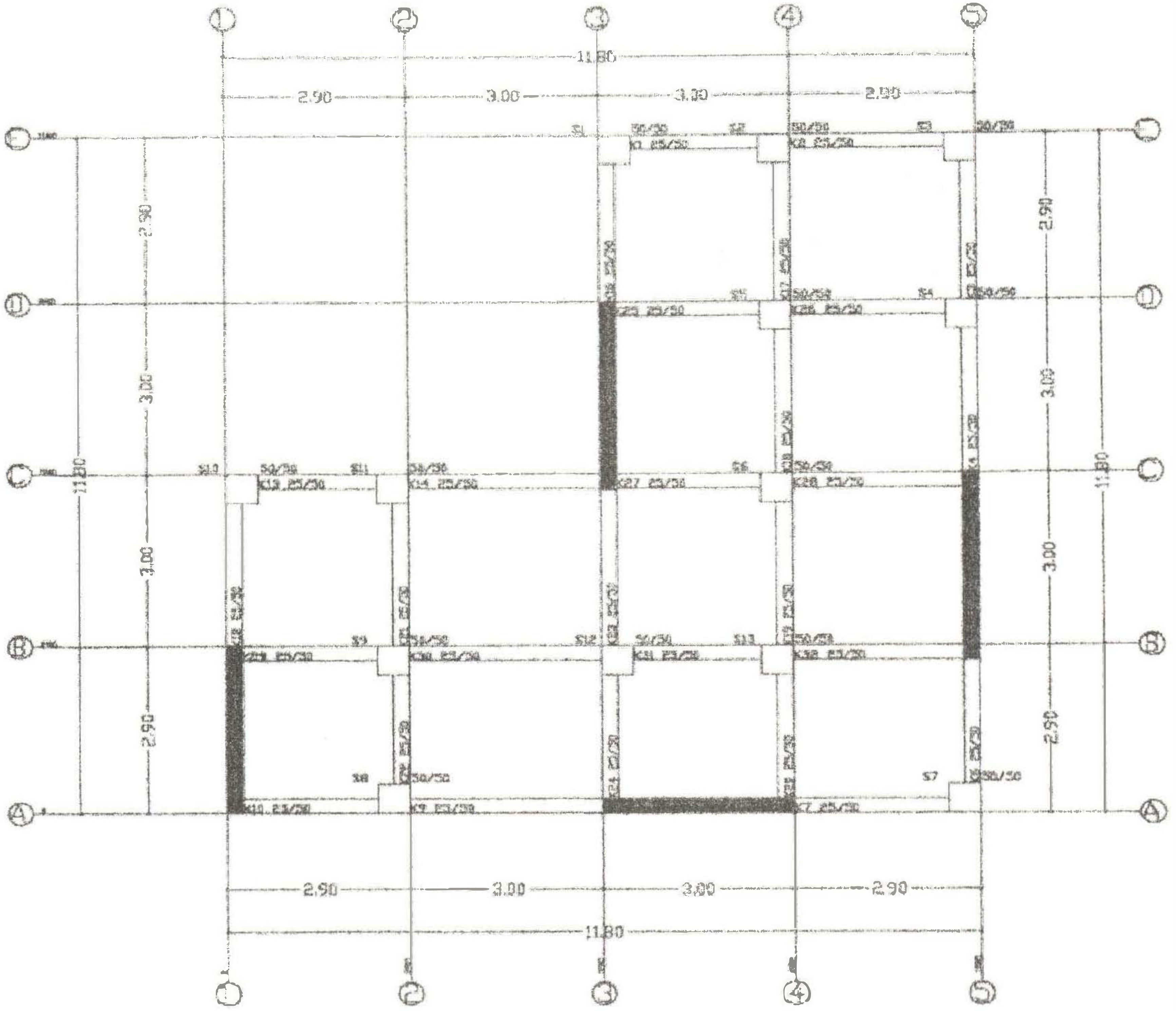
V. YAPILARDA BURULMA DÜZENSİZLİĞİ KONTROLÜ

Burulma düzensizliği birbirine dik iki deprem doğrultusunun herhangi biri için, herhangi bir katta en büyük göreli kat ötelenişinin o katta aynı doğrultudaki ortalama göreli ötelemeye oranını ifade eden Burulma Düzensizliği Katsayısı μ nin 1.2' den büyük olması durumunu ifade eder[5].

$$C_{Dort} = 1/2(C_{Dmax} + C_{Dmin})$$
$$\mu = C_{Dmax} / C_{Dort}$$

Geometrik bakımdan düzensiz olan yapıların deprem etkileri altındaki davranışlarını incelemek amacıyla "Sayısal Deneç" yöntemi kullanılmıştır. Bunun için rütlük dağılımı bakımından düzensiz olan tipik yapı seçilerek deprem analizi yapılmıştır.

Tip 1 Yapı Planı Şekil 6.1'de gösterilmiştir. Bu yapı 5 kattan ibaret olup, her bir katın ağırlığı 1327,6 kN'dır. Toplam yapı ağırlığı $W = 6638$ kN'dır. Kat yükseklikleri her bir kat için 2,8 m olup toplam kat yüksekliği $H_k = 14$ m olmaktadır. Perde kalınlıkları 25 cm'dir. Tüm katlardaki kirişler 25cm/50cm boyutundadır. Bütün katlardaki kolon boyutları ise 50cm/50cm boyutundadır. Yapılan analizler sonucunda Tip 1 Yapı Planı için X ve Y doğrultusunda 0.05 dışmerkezli yüklemeye ait μ burulma düzensizliği katsayıları Tablo 6.1'de gösterilmiştir.



Şekil 6.1 Tip 1 Yapı Kalıp Planı

Tablo 6.1 Tip 1 yapı planı için x ve y doğrultusundaki burulma düzensizliği katsayıları α

KATIN YERİ	Deprem Yönü ve Kuvvetin Uygulama Yönü			
	+X	-X	+Y	-Y
5	1.24	1.33	3.06	2.35
4	1.29	1.26	2.92	2.31
3	1.32	1.22	2.75	2.24
2	1.34	1.17	2.63	2.19
1	1.36	1.10	2.57	2.17

Burada deprem yönünü koordinat eksenlerinin yönü olacak şekilde alırsak, ortaya çıkan sonuca göre; X ve Y yönündeki burulma düzensizliği katsayıları 1.2 sınır değerinden büyüktür.

Tip 2 Yapı Planı Şekil 6.2 'de gösterilmiştir. Bu yapıda 5 kattan ibaret olup, her bir katın ağırlığı 1338.9 kN'dur. Toplam yapı ağırlığı $W = 6694.5$ kN'dur. Kat yükseklikleri her bir kat için 2.8 m olup toplam yapı

yüksekliği $H_N = 14$ m olmaktadır. Perde kalınlıkları 25 cm dir. Tüm katlardaki kirişler 25cm/50cm boyutundadır. Bütün katlardaki kolon boyutları ise 50cm/50cm boyutundadır.

Yapılan analizler sonucunda Tip 2 Yapı Planı için X ve Y doğrultusunda +0.05 dışmerkezlik yüklemeye ait α burulma düzensizliği katsayıları Tablo 6.2 de gösterilmiştir.

VI. SONUÇLAR

Düzensiz yapıların zayıf akslarında yapılan düzeltmeler ve iyileştirmeler sonucunda burulma düzensizliği katsayısı 1,2 değerinin altına inmektedir.

Yapılan analiz sonucunda taşıyıcı sistem yetersiz binalar hasarsız dahi olsa güçlendirilmelidir.

Ekonomik sınırlar içerisinde kalması kaydıyla her yapının onarılması ve güçlendirilmesi mümkündür. Bilinçli yapılan onarım ve güçlendirme, binaların gerçek anlamda depreme dayanıklı hale gelmesini sağlamaktadır ve güvenle kullanılabilirler. Hiçbir binanın şiddetli bir depremi hasarsız atlatması garanti edilemez, ancak en önemli mühendislik hedefi göçmenin önlenmesidir.

KAYNAKLAR

- [1] DEMİR H., "Depremde Hasar Görmüş Yapıların Hasarı İle İlgili Çalışmalar ve İlkeleri", 2.Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı, Mart 1993
- [2] CELEP Z., KUMBASAR N., "Deprem Mühendisliğine Giriş ve Depreme Dayanıklı Yapı Tasarımı" İ.T.Ü. İnşaat Fakültesi, İstanbul, 2000
- [3] GÜLEN S., "Betonarme Yapıların Onarım ve Güçlendirilmesi" Sakarya Üniversitesi Yüksek Lisans Bitirme Tezi 2002
- [4] BİKÇE M., "Çok Sıra Boşluklu Perdelerin Sürekli Bağlantı Yöntemini Kullanılarak Statik Analizi" Çukurova Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, sayı 1-2 Haziran/Aralık 1997
- [5] Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, "Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik" 02 Eylül 1997 tarih ve 23098 Mükerrer Sayılı Resmi Gazete
- [6] FOLZ B., FİLİATRAULT A., "Cyclic Analysis of Wood Shear Walls" Journal of Structural Engineering, April 2001
- [7] KIYATSIL S., "Depremde Hasar Gören Yapılar ve Onarım Güçlendirme Sorunları" Sakarya Üniversitesi Yüksek Lisans Bitirme Tezi, Eylül 2001
- [8] BAYÜLKE N., "Depremde Hasar Gören Yapıların Onarım ve Güçlendirilmesi" İzmir 1999
- [9] İnşaat Mühendisleri Odası İstanbul Şubesi, İstanbul Bülten Sayı:55, Temmuz-Ağustos
- [10] ÖZTEKİN E., YILMAZ A.D., ULUÖZ N., "Onarım ve Güçlendirme" Hazır Beton Dergisi Kasım-Aralık 2002
- [11] KUBİN J., "Depreme Dayanıklı Yapı Tasarımı ve Onarım/güçlendirme Teknikleri" ODTÜ