

**T.C.
HARRAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MEVCUT YAPILARIN DEĞERLENDİRİLMESİ VE GÜÇLENDİRİLMESİ

Abdullah GENÇ

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**ŞANLIURFA
2014**

**T.C.
HARRAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MEVCUT YAPILARIN DEĞERLENDİRİLMESİ VE GÜÇLENDİRİLMESİ

Abdullah GENÇ

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**ŞANLIURFA
2014**

Prof. Dr. Ziraddin MAMMADOV danışmanlığında, Abdullah GENÇ' in hazırladığı “Mevcut Yapıların Değerlendirilmesi ve Güçlendirilmesi” konulu bu çalışma 03/01/2014 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı'nda yüksek lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

İmza

Danışman: Prof. Dr. Ziraddin MAMMADOV

Jüri Üyesi: Doç. Dr. Mahmut BİLGEHAN

Jüri Üyesi: Yrd. Doç. Dr. Recep Kadir PEKGÖKGÖZ

Bu Tezin İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalında Yapıldığını ve Enstitümüz Kurallarına Göre Düzenlediğini Onaylarım.

Prof. Dr. Sinan UYANIK
Enstitü Müdürü

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
ŞEKİLLER DİZİNİ	iv
ÇİZELGELER DİZİNİ	vi
SİMGELER DİZİNİ	viii
1. GİRİŞ	1
1.1. Yer kürenin yapısı ve depremlerin oluşumu	3
1.2. Depremlerin oluşumu	5
1.3. Faylar	6
1.4. Deprem	9
1.5. Sismik dalgalar	12
1.6. Depremi doğa ve yapılar üzerindeki	13
1.7. Türkiye'nin depremselliği	15
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	23
3. MATERYAL ve YÖNTEM	26
3.1. Bilgi Düzeyleri	26
3.1.1. Sınırlı bilgi düzeyi	26
3.1.2. Orta bilgi düzeyi	26
3.1.3. Kapsamlı bilgi düzeyi	26
3.2. Bilgi Düzeyi Katsayıları	26
3.3. Betonarme Binalarda Sınırlı Bilgi Düzeyi	27
3.3.1. Bina Geometrisi	27
3.3.2. Eleman Detayları	27
3.3.3. Malzeme Özellikleri	28
3.4. Betonarme Binalarda Orta Bilgi Düzeyi	28
3.4.1. Bina Geometrisi	28
3.4.2. Eleman Detayları	28
3.4.3. Malzeme Özellikleri	29
3.5. Betonarme Binalarda Kapsamlı Bilgi Düzeyi	29
3.5.1. Bina Geometrisi	29
3.5.2. Eleman Detayları	30
3.5.3. Malzeme Özellikleri	30
3.6. Örnek yapının bilgi düzeyi	31
3.7. Taşıyıcı sistemlerin hasar tespit yöntemleri	31
3.7.1. Karot yöntemi	31
3.7.2. Donatı tespiti yöntemi	32
3.7.3. Zemin etüdü	34
3.8. Deprem hasarlarının türleri	34
3.8.1. Duvar hasarı	35
3.8.2. Döşeme hasarı	37
3.8.3. Kiriş Hasarı	37
3.8.4. Kolon Hasarı	39
3.8.5. Kiriş – Kolon birleşim bölgesi hasarı	42
3.8.6. Perde Hasarı	44
3.8.7. Temel Hasarı	45
3.9. Güçlendirme yöntemleri	45
3.9.1. Kolonların güçlendirilmesi	45
3.9.2. Kirişlerin güçlendirilmesi	49
3.9.3. Kiriş-Kolon birleşim bölgelerinin güçlendirilmesi	51
3.9.4. Perdelerle Güçlendirme	53

3.9.5. Çelik elemanlarla güçlendirme	54
3.9.6. Lif takviyeli kompozitlerle güçlendirme.....	56
3.9.7. Sismik izolasyon	57
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA	59
4.1. Sayısal uygulama.....	59
4.2. Binanın hasar durumunun değerlendirilmesi	61
4.2.1. Malzeme ve işçilik kalitesi, zemin ve temel durumu değerlendirilmesi	61
4.2.2. Mevcut yapı analiz yöntemi.....	63
4.2.3. 2007 deprem yönetmeliğine göre yapı performans değerlendirmeleri	63
4.2.3.1. Performans seviyeleri tanımları.....	64
4.2.3.2. Hemen kullanım performans düzeyi	64
4.2.3.3. Can güvenliği performans düzeyi.....	64
4.2.3.4. Göçme öncesi performans düzeyi	65
4.2.3.5. Göçme durumu.....	65
4.2.4. Mevcut binaların deprem performanslarının değerlendirilmesinde uygulanan yöntemler	65
4.2.4.1. Doğrusal elastik hesap yöntemleri	65
4.2.4.2. Doğrusal elastik olmayan hesap yöntemleri	66
4.2.5. Örnek binanın performans değerlendirmesi	66
4.3. Mevcut yapı analiz sonuçlarının değerlendirilmesi	67
4.3.1. A blok mevcut durum performans hesabı	68
4.3.1.1. A blok hemen kullanım bina performansının değerlendirilmesi	68
4.3.1.2. A blok can güvenliği bina performansının değerlendirilmesi	71
4.3.2. B blok mevcut durum performans hesabı	73
4.3.2.1. B blok hemen kullanım bina performansının değerlendirilmesi	73
4.3.2.2. B blok can güvenliği bina performansının değerlendirilmesi.....	77
4.4. Örnek binada seçilen güçlendirme yöntemi	80
4.4.1. A blok güçlendirilmiş durumun yapı analiz sonuçlarının değerlendirilmesi	82
4.4.1.1. A blok güçlendirilmiş durumun hemen kullanımının değerlendirilmesi	82
4.4.1.2. A blok güçlendirilmiş durumunun can güvenliğinin değerlendirilmesi	87
4.4.2. B blok güçlendirilmiş durumun yapı analiz sonuçlarının değerlendirilmesi.....	90
4.4.2.1. B blok güçlendirilmiş durumun hemen kullanımının değerlendirilmesi	90
4.4.2.2. B blok güçlendirilmiş durumun can güvenliğinin değerlendirilmesi	95
4.5. Güçlendirme maliyeti	99
5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER.....	109
5.1. Sonuçlar.....	109
KAYNAKLAR	111
ÖZGEÇMİŞ	113

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

MEVCUT YAPILARIN DEĞERLENDİRİLMESİ VE GÜÇLENDİRİLMESİ

Abdullah GENÇ

**Harran Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı**

**Danışman: Prof. Dr. Ziraddin MAMMADOV
YIL: 2014, Sayfa: 113**

Deprem kuşağında olan ülkemizde yapıların depreme dayanıklı yapılması ve uygun yapılmayan yapıların da güçlendirilmesi büyük önem arz etmektedir. Bunun için kentsel dönüşüm adı altında şu an ülkemizde ciddi çalışmalar yapılmaktadır. 2007 Deprem Yönetmeliğine göre, yapıların performans ve maliyet analizine göre durum değerlendirmesi yapıp, yapının yıkılması veya güçlendirilmesine karar verilmektedir. Bu çalışmada da eski bir yapı olan Siirt Sağlık Yüksekokulu Eğitim Binasının performans ve güçlendirme hesabı yapıp, güçlendirme metrajına göre maliyet analiz uygulaması gerçekleştirilmiştir. Söz konusu yapı, A ve B olmak üzere 2 bloktan oluşmaktadır. A blok bodrum+zemin olmak üzere 2 katlı, B blok ise bodrum+zemin + 3 kat olmak üzere 5 kattan oluşmaktadır. Siirt ili I. derece deprem bölgesinde bulunmaktadır. Bu hesaplamalar için, STA4CAD bilgisayar programı kullanılmıştır. Yapının performans analizi sonucuna göre güçlendirme ihtiyacı olduğu görülmüştür. Güçlendirme hesabı sonucuna göre yapılan güçlendirme maliyet hesabı yapılmıştır. Bu maliyet, 3A grubu yapının Çevre ve Şehircilik Bakanlığı birim fiyatlarına göre hesaplanan maliyetinin % 43'üne karşılık gelmektedir. Yapı güçlendirme maliyeti % 40'ı geçtiği takdirde yıkılmasının daha uygun olduğu düşünülmektedir. Yapının çok eski olması da göz önünde tutularak yapının yıkılmasına karar verilmiştir.

ANAHTAR KELİMELELER: Yapıların değerlendirilmesi, güçlendirme, STA4CAD, yapı performans analizi

ABSTRACT

MSc Thesis

STRENGTHENING AND EVALUATION OF EXISTING BUILDINGS

Abdullah GENÇ

**Harran University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Civil Engineering**

Supervisor: Prof. Dr. Ziraddin MAMMADOV

Year: 2014, Page: 113

Earthquake resistant structures and strengthening of non-earthquake resistant structures are of great importance in our country that located in earthquake zone. Therefore, under the name of urban renewal serious works are done in our country right now. According to the Earthquake Code-2007, the collapse or strengthening of the structure is decided by performance and cost analysis of the structure and assessment of the situation. In this study, application of the cost analysis has been applied according to strengthen quantities feature by doing strengthening and performance analysis of Siirt School of Health College Education Building which is an older building. The structure consists of 2 blocks called block A and block B. Block A has 2 floors including basement + ground storey, block B has 5 floors including basement + ground + 3 storey. Siirt is located in 1st seismic zones. For these calculations, the computer program of STA4CAD is used. It was found that to be in need of strengthening according to the results of the performance analysis of the structure. Strengthening cost analysis was performed according to the results of strengthen calculations. This cost corresponds to 43% of the costs of structure of Group 3A calculated by the unit prices of Ministry of Environment and Urban Planning. It is thought that if strengthening cost of the building is over 40% of the cost of reconstruction, destruction of the building is more suitable. Keeping in mind the structure of the building is very old, it was decided to structure collapse.

KEY WORDS: Evaluation of structure, reinforcement, STA4CAD, building performance analysis

TEŞEKKÜR

Bu yüksek lisans tezi, Prof. Dr. Ziraddin MAMMADOV' un danışmanlığında tamamlanmıştır.

Bu çalışmanın tüm safahatında desteğini esirgemeyen, beni sürekli yönlendiren ve zamanını büyük bir içtenlikle bana ayıran başta danışmanım Prof. Dr. Ziraddin MAMMADOV' a,

Yüksek Lisans tez savunmasına katılımlarından dolayı, jüri üyeleri Doç. Dr. Mahmut BİGEHAN' a ve Yrd. Doç. Dr. Recep Kadir PEKGÖKGÖZ' e

Hususan, Lisans mezuniyetimden bu yana maddi ve manevi desteğini benden hiçbir vakit esirgemeyen, akademik çalışmalarında yol gösteren komisyon jüri üyesi danışmanım Prof. Dr. Ziraddin MAMMADOV' a,

Tezim ile ortak konuları içeren çalışmalarından ve tecrübelerinden dolayı sürekli destek veren Öğr. Gör. Murat DOĞRUYOL' a,

Sabır, sebat ve özverili bir çalışma gerektiren akademik hayatımda sürekli yanımda olan ve manevi desteğini benden esirgemeyen aileme, teşekkürü bir borç bilirim.

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 1.1. Yerkürenin katmanlı iç yapısı	4
Şekil 1.2. Dünyamızın dış kısmındaki katmanları gösteren blok diyagram	4
Şekil 1.3. Esnek serbestlenme kuramı ışığında esnek bir yer bloğunun tektonik kuvvetler altında kırılması (faylanması) aşamaları	6
Şekil 1.4. Fay çeşitleri	8
Şekil 1.5. Horst ve Graben yapısı	9
Şekil 1.6. Eş-şiddet eğrileri	11
Şekil 1.7. Depremlerden oluşan sismik dalgaların türleri ve yer içinde yayılma özellikleri	13
Şekil 1.8. P, S ve yüzey dalgalarının kayıtçı izleri	13
Şekil 1.9. Marmara Denizi'nin batimetri haritası	16
Şekil 1.10. Anadolu levhasının batıya kayma mekanizması	19
Şekil 1.11. Türkiye'de diri fay haritası	20
Şekil 1.12. Türkiye episantır dağılım haritası	21
Şekil 1.13. Türkiye diri fay haritası	21
Şekil 3.1. Karot almadan önce taşıyıcı elemanlardaki donatı tespiti	32
Şekil 3.2. Karot alma yöntemi	32
Şekil 3.3. Donatı tespit yöntemi	33
Şekil 3.4. Zemin etüdü için sondaj yapma	34
Şekil 3.5. Betonarme binada bölme duvarı hasarı	36
Şekil 3.6. Marmara depremi sonrasında gölcükte 6 katlı bir yapının zemin kat duvar çatlağı	36
Şekil 3.7. Kiriş hasarları	38
Şekil 3.8. Marmara Depremi sonrasında oluşan bir kiriş hasarı	39
Şekil 3.9. Kolon hasarı	40
Şekil 3.10. Marmara depremi sonrasında Düzce' de yetersiz donatı ve kalitesi düşük beton kullanımı sonucu oluşmuş kolon hasarı	41
Şekil 3.11. a) Güçlü kolon b) Güçlü kiriş durumunda kiriş-kolon bileşim bölgesi hasarı	42
Şekil 3.12. Kiriş - Kolon birleşim bölgesinde çeşitli çatlama ve hasar durumları	43
Şekil 3.13. Etriye sıklaştırması yetersizliği	43
Şekil 3.14. Perdede a) Kesme Kuvveti b) Eğilme c) Kayma hasarı	44
Şekil 3.15. Kolonlarda meydana gelen hasarlar	46
Şekil 3.16. Kolon mantolaması	46
Şekil 3.17. Bazı mantolama örnekleri	47
Şekil 3.18. Kolonun perde içinde kalması	47
Şekil 3.19. Çelik takviyeli mantolama	48
Şekil 3.20. Güçlendirilmenin kolon üzerindeki etkileri	48
Şekil 3.21. Kolonu mantolayarak güçlendirme	49
Şekil 3.22. Kiriş mantolaması	50
Şekil 3.23. Birleşim bölgesi çatlakları	51
Şekil 3.24. Çelik lamalarla güçlendirilmiş bir birleşim bölgesi	52
Şekil 3.25. Dış perdenin mevcut kirişlere bağlanması	54
Şekil 3.26. Çıkmalı bir yapıda dış perde	54
Şekil 3.27. Çeşitli çelik çapraz kullanım şekilleri	55
Şekil 3.28. Çelik çaprazlarla güçlendirilmiş bir bina	55
Şekil 3.29. Liflerin gerilme-şekil değiştirme eğrileri	56
Şekil 3.30. Sismik izolasyonlu ve izolasyonsuz yapılar arasındaki salınım farkı	58
Şekil 3.31. Kauçuk izolatör detayı	58
Şekil 4.1. B blok (5 katlı) - a blok (2 katlı) görünüşü	59
Şekil 4.2. B blok (5 katlı) - A blok (2 katlı) temel röleve planı	60
Şekil 4.3. B blok (5 katlı) - a blok (2 katlı) zemin kat mimari röleve planı	60
Şekil 4.4. B blok (5 katlı) - a blok (2 katlı) zemin kat statik röleve planı	61
Şekil 4.5. Kesit hasar bölgeleri	63

Şekil 4.6. Elastik spektrum eğrisi	67
Şekil 4.7. A blok mevcut durum (sta4cad) 3 boyutlu görünüşü	68
Şekil 4. 8. A blok mevcut bodrum kat planı	69
Şekil 4. 9. A blok mevcut zemin kat planı.....	69
Şekil 4.10. B blok mevcut durum (sta4cad) 3 boyutlu görünüşü.....	74
Şekil 4. 11. B blok mevcut bodrum kat planı	74
Şekil 4. 12. B blok mevcut zemin kat ve diğer katların planı	75
Şekil 4.13. B blok (5 katlı) - A blok (2 katlı) güçlendirilmiş durum zemin kat planı.....	81
Şekil 4.14. A blok güçlendirilmiş durum (sta4cad) 3 boyutlu görünüşü	82
Şekil 4.15. A blok (2 katlı) güçlendirilmiş bodrum kat planı	83
Şekil 4.16. A blok (2 katlı) güçlendirilmiş zemin kat planı.....	83
Şekil 4.17. A blok güçlendirilmiş P149 perdenin malzeme bilgileri	84
Şekil 4.18. A blok güçlendirilmiş hemen kullanım x yönü performansı	84
Şekil 4.19. A blok güçlendirilmiş hemen kullanım y yönü performansı	85
Şekil 4.20. A blok güçlendirilmiş can güvenliği x yönü performansı	87
Şekil 4.21. A blok güçlendirilmiş can güvenliği y yönü performansı	88
Şekil 4.22. B blok güçlendirilmiş durum (sta4cad) 3 boyutlu görünüşü	90
Şekil 4.23. B blok (5 katlı) güçlendirilmiş durum bodrum kat planı	91
Şekil 4.24. B blok (5 katlı) güçlendirilmiş durum zemin ve normal kat planları	91
Şekil 4.25. B blok güçlendirilmiş P139 perdenin malzeme bilgileri	92
Şekil 4.26. B blok güçlendirilmiş hemen kullanım x yönü performansı	92
Şekil 4. 27. B blok güçlendirilmiş hemen kullanım y yönü performansı	93
Şekil 4. 28. B blok güçlendirilmiş can güvenliği x yönü performansı	95
Şekil 4. 29. B blok güçlendirilmiş can güvenliği y yönü performansı	96
Şekil 4. 30. Güçlendirme İçin Hazırlık Fotoğrafları.....	98

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa No

Çizelge 3.1. Binalar için bilgi düzeyi katsayıları.....	27
Çizelge 3.2. LTK malzeme özellikleri.....	56
Çizelge 4.1. A blok (2 katlı) karot kırım sonuçları.....	62
Çizelge 4.2. B blok (5 katlı) karot kırım sonuçları.....	62
Çizelge 4.3. Farklı deprem düzeylerinde binalar için öngörülen minimum performans hedefleri	64
Çizelge 4.4. Deprem bölgeleri beklenen ivme değerleri	67
Çizelge 4.5. Spektrum karakteristik periyotları tablosu (T_a , T_b).....	67
Çizelge 4.6. A blok mevcut durum hemen kullanım performansta kiriş hasar yüzdeleri.....	70
Çizelge 4.7. Kiriş sayıları.....	70
Çizelge 4.8. A blok mevcut durum hemen kullanım performansta kolon kesme kuvvet dağılımı	70
Çizelge 4.9. A blok mevcut durum hemen kullanım performansta alt ve üst kesitlerinde minimum hasar bölgesini aşan kolonların kesme kuvveti dağılımı	70
Çizelge 4.10. A blok mevcut durum hemen kullanım performansta can güvenliğini sağlamayan eleman dağılımı.....	71
Çizelge 4.11. Güçlendirme panel-kolon kesme kontrolü	71
Çizelge 4.12. A blok mevcut durum can güvenliği performansta kiriş hasar yüzdeleri	71
Çizelge 4.13. Kiriş sayıları	72
Çizelge 4.14. A blok mevcut durum can güvenliği performansta kolon kesme dayanımı	72
Çizelge 4.15. A blok mevcut durum can güvenliği performansta kolon alt ve üst kesitlerinde minimum hasar bölgesini aşan kolonların kesme kuvveti dağılımı	72
Çizelge 4.16. A blok mevcut durum can güvenliği performansta can güvenliğini sağlamayan eleman dağılımı.....	73
Çizelge 4.17. Güçlendirme panel-kolon kesme kontrolü	73
Çizelge 4.18. B blok mevcut durum hemen kullanım performansta kiriş hasar yüzdeleri	75
Çizelge 4.19. Kiriş sayıları	75
Çizelge 4.20. B blok mevcut durum hemen kullanım performansta kolon kesme kuvveti dağılımı .	76
Çizelge 4.21. B blok mevcut durum hemen kullanım performansta alt ve üst kesitlerinde minimum hasar bölgesini aşan kolonların kesme kuvveti dağılımı	76
Çizelge 4.22. B blok mevcut durum hemen kullanım performansta can güvenliğini sağlamayan eleman dağılımı.....	77
Çizelge 4.23. Güçlendirme panel-kolon kesme kontrolü	77
Çizelge 4.24. B blok mevcut durum can güvenliği performansta kiriş hasar yüzdeleri	78
Çizelge 4.25. Kiriş sayıları	78
Çizelge 4.26. B blok mevcut durum can güvenliği performansta kolon kesme kuvveti dağılımı	78
Çizelge 4.27. B blok mevcut durum can güvenliği performansta alt ve üst kesitlerinde minimum hasar bölgesini aşan kolonların kesme kuvveti dağılımı.....	79
Çizelge 4.28. B blok mevcut durum can güvenliği performansta can güvenliğini sağlamayan eleman dağılımı	79
Çizelge 4.29. Güçlendirme panel-kolon kesme kontrolü	79
Çizelge 4.30. Eklenecek güçlendirme perdeleri	81
Çizelge 4.31. A blok güçlendirilmiş durumun hemen kullanımı için kiriş hasar yüzdeleri.....	86
Çizelge 4.32. Kiriş sayıları	86
Çizelge 4.33. A blok güçlendirilmiş durumun hemen kullanımı için kolon kesme kuvveti dağılımı	86
Çizelge 4.34. A blok güçlendirilmiş durumun hemen kullanımı için alt ve üst kesitlerinde minimum hasar bölgesi aşan kolonların kesme kuvveti dağılımı	87
Çizelge 4.35. A blok güçlendirilmiş durumun can güvenliği için kiriş hasar yüzdesi.....	89
Çizelge 4.36. Kiriş sayısı.....	89
Çizelge 4.37. A blok güçlendirilmiş durumun can güvenliği için kolon kesme kuvveti dağılımı.....	89
Çizelge 4.38. A blok güçlendirilmiş durumun can güvenliği için alt ve üst kesitlerinde minimum hasar bölgesini aşan kolonların kesme kuvveti dağılımı.....	89
Çizelge 4.39. B blok güçlendirilmiş durumun hemen kullanım için kiriş hasar yüzdeleri	94

Çizelge 4.40. Kiriş sayısı.....	94
Çizelge 4.41. B blok güçlendirilmiş durumun hemen kullanım için alt ve üst kesitlerinde minimum hasar bölgesini aşan kolonların kesme kuvveti dağılımı	94
Çizelge 4.42. B blok güçlendirilmiş durumun can güvenliği için kiriş hasar yüzdeleri	97
Çizelge 4.43. Kiriş sayıları	97
Çizelge 4.44. B blok güçlendirilmiş durumun can güvenliği için kolon kesme kuvveti dağılımı	97
Çizelge 4.45. B blok güçlendirilmiş durumun can güvenliği için alt ve üst kesitlerinde minimum hasar bölgesini aşan kolonların kesme kuvveti dağılımı.....	98
Çizelge 4.46. Metraj cetveli.....	99
Çizelge 4.47. Metraj cetveli.....	100
Çizelge 4.48. Metraj cetveli.....	101
Çizelge 4.49. Metraj cetveli.....	102
Çizelge 4.50. Metraj cetveli.....	103
Çizelge 4.51. Demir metraji	103
Çizelge 4.52. Demir metraji	104
Çizelge 4.53. Demir metraji	105
Çizelge 4.54. Demir metraji	106
Çizelge 4.55. Toplam Demir metraji	107
Çizelge 4.56. Siirt Üniversitesi Sağlık Meslek Yüksekokulu güçlendirme inşaat işleri keşfi (2012 Birim fiyatlarıyla)	107
Çizelge 4.57. Siirt Üniversitesi Sağlık Meslek Yüksekokulu güçlendirme inşaat işleri keşfi (2012 Birim fiyatlarıyla)	108

SİMGELER DİZİNİ

A_o	Etkin Yer ivmesi Katsayısı
a_l	Deprem doğrultusunda 1. moda ait ivme
ABYYHY'75	Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik 1975
CG	Can Güvenliği Performans Düzeyi
DBYBHY'07	Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik 2007
E1	Güçlendirmede kullanılacak yeni malzemenin özellikleri
E2	Mevcut yapının malzeme özellikleri
F_{ck}	Karakteristik beton dayanımı
f_{cm}	Mevcut beton dayanımı
f_{ctd}	Betonun tasarım çekme dayanımı
f_{ctm}	Karakteristik beton çekme dayanımı
f_{yd}	Boyuna donatının tasarım akma dayanımı
f_{yk}	Boyuna donatının karakteristik akma dayanımı
f_{ywd}	Enine donatının tasarım akma dayanımı
f_{ywk}	Enine donatının karakteristik akma dayanımı
HK	Hemen Kullanım Performans Düzeyi
g	Yerçekimi ivmesi (9.81 m/s^2)
GÇ	Göçme Sınırı
GÖ	Göçme Öncesi Performans Düzeyi
GV	Güvenlik Sınırı
I	Bina Önem Katsayısı
MN	Minimum Hasar Sınırı
R	Taşıyıcı sistem davranış kat sayısı
$R_a(T)$	Deprem Yüğü Azaltma Katsayısı
R_y	Dayanım azaltma katsayısı
S_a	Spektral ivme
S_d	Spektral yer değiştirme
$S(T)$	Spektrum Katsayısı
T_a, T_b	Spektrum Karakteristik Periyotlar
TS500	Betonarme Yapıların Tasarım ve Yapım Kuralları
Φ	Donatı çapı

1. GİRİŞ

Yapılar; deprem etkisi, rüzgar etkisi, ilave yük eklenmesi, yangın, uzun süre hizmet vermesi gibi sebeplerden ötürü güçlendirilmeye ihtiyaç duyabilmektedir.

Onarım, görünüş veya kullanım bakımından hasar görmüş bir yapıda veya onun bir veya birkaç elemanında önceki haline getirmek için yapılan çalışma ve değişikliktir. Bu önceki haline getiriş onun görünüşü ve kullanımı (yük taşıma kapasitesi, rijitliği, duktilitesi ve dayanıklılığı vb.) her bakımdan olabilir (Demir, 1992).

Güçlendirme ise bir yapının yük taşıma kapasitesini, rijitliğini, duktilitesini ve stabilitesini veya bunlardan bazılarını önceki veya mevcut durumunun üzerine çıkarmak amacıyla yapılan değişikliktir (Demir, 1992).

Türkiye dünya'nın en etkin deprem kuşakları üzerinde yer almaktadır. Türkiye'nin %92'si deprem bölgelerinde yer alırken toplam nüfusunun yaklaşık %95'i deprem tehlikesi altındaki bölgelerde yaşamaktadır. TUDAP' ın 2005 verilerine göre sadece 1999 Kocaeli ve Düzce depremlerinde yaklaşık 20.000 insanımız hayatını kaybetmiş, 124.000 yıkık-ağır hasarlı konut, 110.000 orta hasarlı konut ve 100.000 az hasarlı konut olmak üzere toplam 334.000 konutta hasar saptanmış, bu depremlerin ülkemize verdiği ekonomik zararlar 20 milyar TL' ye ulaşmıştır. Bu tehlikenin bilinmesine rağmen Türkiye'de betonarme yapıların hatalı projelendirilmesi, kalifiye eleman eksikliği, malzemenin yetersiz ve yanlış kullanımı, öngörülemeyen koşullar, yapıların amacı dışında kullanılması gibi özelliklerden dolayı yapılar büyük risk taşımaktadırlar. Ayrıca büyük sanayi merkezlerimizin %98'i deprem bölgelerindedir. 1999 yılında sanayinin yoğun olduğu Kocaeli'ndeki depreminin ardından ülkemiz çok sayıda can ve mal kaybına uğramanın yanında sanayide büyük oranda etkilemiştir. Son olarak 2011 Van depremi de bizlere yüzlerce can kaybı yaşatması ve yüzlerce hasarlı bina oluşturması, depremin önceden

tahmin edilemeyen doğal bir afet olması bizlere bu tür doğal afetler karşısında ne denli yetersiz olduğumuzu gözler önüne sermiştir. Son yıllarda meydana gelen depremlerde, yaklaşık 60.000 vatandaşımızın hayatını kaybetmiş olması dolayısıyla yapılarımızın depreme dayanıklı yapılmadığı sonucuna varılabilir.

Son zamanlarda yaşanan depremler eski deprem yönetmeliklerinin yetersiz olduğunu göstermiştir. Buna bağlı olarak 2007 yılında çıkarılan DBYBHY'07 yönetmeliği eski yönetmeliklerin eksiklikleri giderilmesi ve yeni düzenlemeler getirilmesiyle 2007 yılından önce inşa edilmiş yapıların büyük oranda deprem riski taşıdığı ve olası bir depremde istenilen performansı gösteremeyeceği aşıkardır.

İnşa edildiği tarihin şartlarına uygun yapılmış yapılarda, yaşanan depremlere bağlı etkiler nedeni ile deprem yükü taşıma güçlerinde önemli azalmalar meydana gelebilmektedir.

Deprem tehlikesi altında olan her ülkede olduğu gibi, yurdumuzda da deprem mühendisliği alanında yapılan çalışılmalar neticesinde ABYYHY'98'in mevcut bölümlerinde kapsamlı revizyonlar yapılarak, 'Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik ' (DBYBHY'06) adı altında yeni bir deprem yönetmeliği hazırlanmıştır. Bu yönetmelik 2006 yılı Mart ayında yayınlanmış, tam bir yıl sonra 2007 yılı mart ayında ise DBYBHY'07 olarak yürürlüğe girmiştir (Yıldırım, 2008).

Mevcut yapı stokumuz göz önüne alındığında, performans değerlendirilmesi ve güçlendirme konularının ülkemiz için son derece önemli olduğu açıktır. Mevcut binaların deprem performanslarının belirlenmesi ve gerekiyorsa çeşitli güçlendirme metotlarıyla istenilen performans düzeyine getirilmesi gerekmektedir. Deprem bölgelerinde bulunan mevcut ve güçlendirilecek tüm binaların ve bina türü yapıların deprem etkileri altındaki davranışlarının değerlendirilmesinde uygulanacak hesap kuralları, güçlendirme kararlarında esas alınacak ilkeler DBYBHY'07 Bölüm 7 (Mevcut Binaların Değerlendirilmesi ve Güçlendirilmesi)' de yer almaktadır.

Yapıların performans değerlendirmesi ve güçlendirme konuları son derece önemlidir. Bu çalışmanın amacı da mevcut binaların deprem performanslarının belirlenmesi ve gerekiyorsa çeşitli güçlendirme metotlarıyla istenilen performans düzeyine getirilmesidir. Özellikle deprem bölgelerinde depremden hasar görmüş binaların performans analizi yapılarak DBYBHY'07 Yönetmeliğine göre uygulanacak hesap kuralları, güçlendirme kararlarında esas alınarak bu yapı elemanlarının uygun güçlendirme çalışmasının nasıl yapılması gerektiğini tespit etmektir.

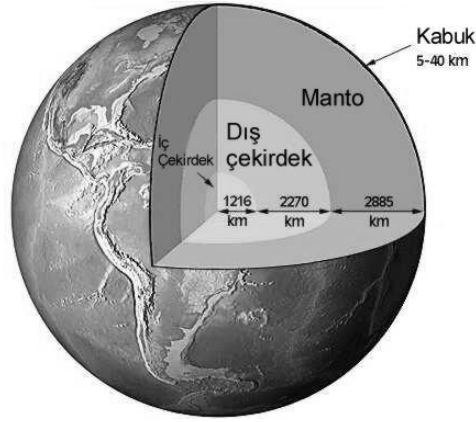
1.1. Yer kürenin yapısı ve depremlerin oluşumu

Yerküremiz, dıştan içe doğru Yerkabuğu, Manto ve Çekirdek olarak adlandırılan katmanlardan oluşmuştur (Şekil 1.1). Yerin en dıştaki katmanı olan yerkabuğu, kıtalar altında 25-80 km, okyanusların altında ise 5-8 km' lik bir kalınlığa sahiptir (Şekil 1.2). Yerkabuğu kendisi gibi katı olan ve Litosfer (Taş yuvar) adı verilen ve yaklaşık olarak 70-100 km kalın bir katmanın en üst kısmını oluşturur. Litosferin altında ise Üst Manto'nun daha yumuşak (akıcı) bölgesi olan ve Astenosfer olarak adlandırılan bölüm yer alır.

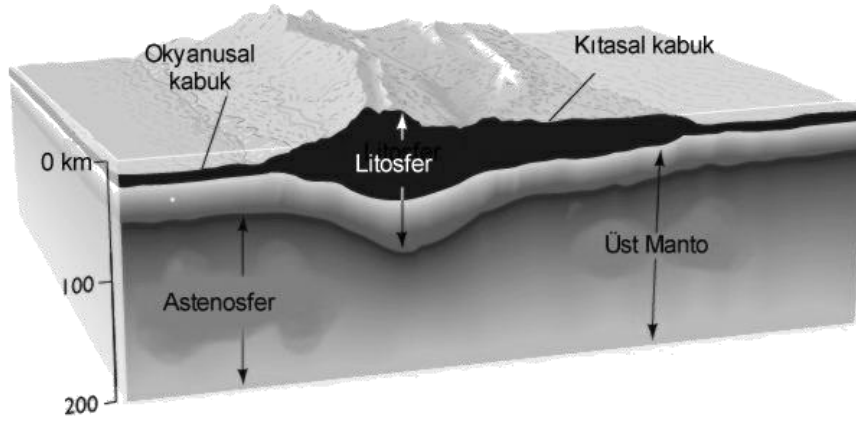
Okyanus tabanlarını ve kıtaları oluşturan yerkabuğu buralarda farklı fiziksel ve kimyasal özelliklere sahiptir. Kıtaları oluşturan kabuk alüminyum oksit ve silisyum oksitçe zengin ve az yoğun ($2.7-2.9 \text{ gr/cm}^3$) kayalardan, okyanus tabanlarını oluşturan kabuk ise demir ve magnezyum oksitçe zengin daha yoğun ($2.9-3.0 \text{ gr/cm}^3$) kayalardan oluşur.

Litosferin katı ve rijit yapısına karşılık Astenosfer kendi içerisinde senede santimetre mertebesinde bir hızla hareket etmektedir. Astenosferin bu hareketleri ısıtılan bir kaptaki suyun konveksiyon akımları ile kıyaslanabilir. Nasıl ki bir kaptaki ısıtılan su hafifleyip yukarıya doğru yükselmekte, yüzeyde ise soğuyup yoğunlaşarak tekrar alta doğru hareket etmekte ise Astenosfer de Dünya'nın çekirdeğinden aldığı ısı nedeniyle benzeri bir hareket yapmaktadır. Astenosfer içerisindeki bu konveksiyon akımları üstteki Litosfer'in parçalara ayrılmasına ve farklı yönlerde sürüklenmesine neden olur. Astenosfer' in senede santimetre mertebesindeki hareketleri sonucunda Litosfer birbirine göre hareket eden çeşitli boyutlardaki parçalara ayrılmıştır. Bu

litosfer parçalarına Levha, bunların hareketini inceleyen bilim dalına da Levha Tektoniği adı verilir.



Şekil 1.1. Yerkürenin katmanlı iç yapısı



Şekil 1.2. Dünyamızın dış kısmındaki katmanları gösteren blok diyagram

Dünyada yedi tane büyük, çok sayıda da küçük levha bulunur. Bunlar her yıl birbirlerine göre 1 ile 10 santimetre arasında hareket etmektedir. Çok yavaş olduğu için insan gözü ile fark edilmesi mümkün olmayan bu hareketler günümüzde uydular ile bağlantılı olarak çalışan GPS (Coğrafi Pozisyon Sistemi) cihazları yardımıyla ile hassas olarak ölçülebilmektedir.

Levhalar birbirlerine göre uzaklaşır, yaklaşır ya da yanal olarak kayarlar. Bu hareketlere bağlı olarak yerkabuğu parçaları da gerilerek, sıkıştırılarak, ya da makaslanarak deforme olurlar. Bu deformasyon, sünek kayalarda kıvrılma ve akma, kırılğan kayalarda ise kırılma ile sonuçlanır. Üzerine gerilme uygulanan kayalar

deforme olurken (yamulurken) bu gerilmeye (stress) farklı yanıt verirler. Bu yanıtlardan biri de kayaların fay adı verilen kırıklar boyunca yırtılmalarıdır. Bu yırtılma anında meydana gelen yer sarsıntısına ise deprem adı verilir.

1.2. Depremlerin oluşumu

İnsanlığın varoluşundan bu yana depremler insanları etkileyen en önemli doğal afetlerden biri olmuştur. Geçtiğimiz yüzyılda nüfus artışına, teknolojik ve ekonomik gelişime paralel olarak insanlar dağınık ve tenha yerleşim stilinden vazgeçerek kentlere göçmüşlerdir. Böylece şehirler büyümeye başlamış, insanoğlunun dünya üzerinde görülmesinden milyonlarca yıl önce de varolan depremlerin şehirler üzerindeki etkisi de giderek artan boyutta hissedilmeye başlamıştır. İlk dönemlerde insanlar depremlerin doğa üstü güçler tarafından oluşturulduğunu düşünmüş ve depremlerin nedenleri üzerinde bilimsel olmayan görüşler ileri sürmüşlerdir. Ancak 18. yüzyılın sonundan itibaren bu bağnaz görüşler etkisini yitirmiş, bilimsel düşünölmeye ve gözlemlerin bilimsel yöntemlerle değerlendirilmeye başlanması ile depremlerin nedenleri de ortaya konmaya başlanmıştır. 20. yüzyılda ise diğer bütün bilim dalları gibi deprem bilimi de büyük bir gelişim süreci yaşamıştır. Bugün deprem bilimi teknolojik yeniliklerden önemli oranda faydalanmakta hatta teknoloji üretmektedir.

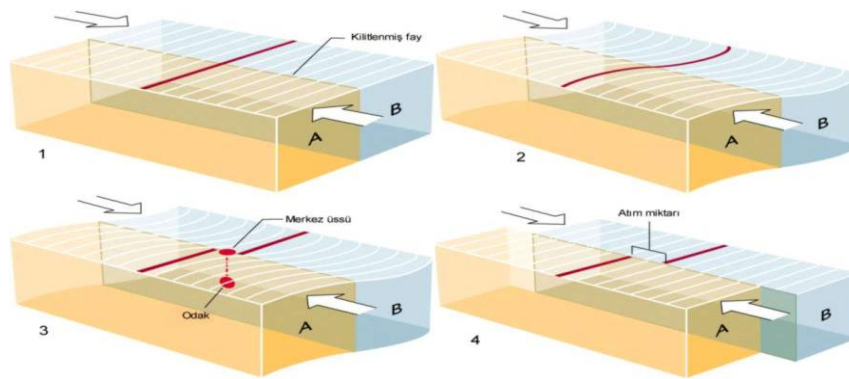
Bugün bilinen ve kabul edilen gerçek depremin yerin hareketleri sonucunda oluştuğudur. Depremler çeşitli nedenlerden dolayı oluşmaktadır. Bunlar başlıcaları olarak; volkanik patlamalara bağlı olarak oluşan depremler, yerkabuğı içerisindeki boşlukların çökmesi ile oluşan depremler ve en önemlisi olan faylanmaya bağlı olarak oluşan depremler sayılabilir.

Depremlerin en önemli kuramlarından biri 1910 yılında Amerikalı bilim adamı H.F. Reid tarafından ileri sürölen esnek yamulma enerji salınması (elastic rebound) kuramıdır. Bu kurama göre mevcut bir fayın iki tarafındaki bloklar fay düzlemi boyunca birbirlerine sürtündükleri için hareket edemez, üzerlerine gelen kuvvetleri deforme olarak karşılarlar. Bu durumdaki faylara kilitli fay denir. Üzerlerine yüklenen enerjiyi biriktiren ve deforme olan kayalar deformasyonun gücü sürtünme gücünü ya da bloklardan birini oluşturan kayaların kırılma dayanımını

yenecek seviyeye gelince aniden kırılır ve fay oluşur. Kayalar içerisinde o zamana kadar biriken enerji, depremin odak noktasında boşalır, fay hareketine geçerek bloklar bir miktar atılır. Fayın iki tarafındaki kayalar ise deformasyon öncesindeki hallerine dönerler. Kayalara etki eden kuvvet devam ettikçe bu döngü de sürer. Fay blokları arasında kaymanın başladığı yere depremin odak noktası, bu noktanın yeryüzündeki izdüşümüne merkez üssü ya da dış merkez denir. (Şekil 1.3.) esnek serbestlenme kuramına göre katı bir ortamda yer kabuğunun kırılması (faylanması) ve depremin oluşumunu zaman içinde aşamalı olarak göstermektedir.

1.3.Faylar

Dünyamızda oluşan yıkıcı depremlerin hemen hemen tamamı faylarla ilişkilidir. Bu nedenle faylar depremlerin anlaşılması açısından en önemli unsurlardan biridir. Eğer bir kırığın iki tarafındaki kayalar birbirlerine göre gözle görülür miktarda hareket etmişlerse (atım gelişmiş ise) bu kırığa fay adı verilir. Fayların boyutları birkaç santimetreden bir kaç yüz hatta bin kilometreye, atım miktarları ise birkaç santimetreden onlarca hatta bazen yüzlerce kilometreye kadar değişmektedir. Fayların boyu depremin büyüklüğü ile logaritmik olarak oranlıdır. Büyük ve sığ depremlerde yeryüzünde gözlenen fayın boyu yüzlerce kilometreye erişebilmektedir. Örneğin 1939 Erzincan depreminde oluşan fayın boyu 360 km olup üzerindeki en büyük yer değiştirme (atım) ise 750 cm' dir. Faylar segmentler (birbirinin devamı şeklindeki fay parçaları) şeklinde olabilirler.



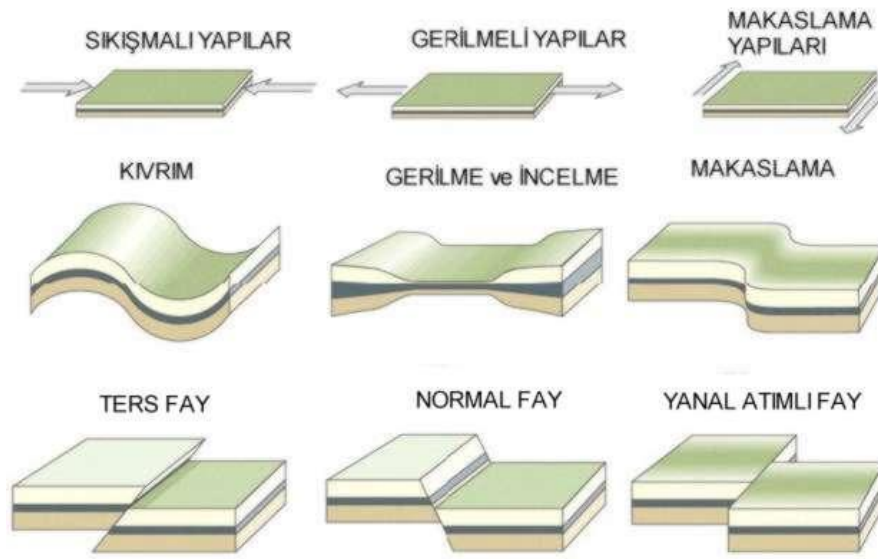
Şekil 1.3. Esnek serbestlenme kuramı ışığında esnek bir yer bloğunun tektonik kuvvetler altında kırılması (faylanması) aşamaları.

Faylar, blokların hareket yönü ile fay düzlemi arasındaki ilişkiye göre eğim atımlı, verev (oblik) ve doğrultu atımlı faylar olarak sınıflanır. Sıkışma, gerilme ya da makaslama kuvvetlerinin etkisi ile gelişir, kendilerini oluşturan kuvvete bağlı olarak farklı şekiller alırlar (Şekil 1.3.).

Blokların fay düzlemi boyunca birbirinden uzaklaşma miktarına atım veya ötelenme denir. Bir fay düzleminin iki tarafında yer alan ve fay tarafından birbirine göre ötelenen kayalar fay bloklarını oluştururlar. Fay düzlemi düşey ise bu bloklar hareket ettikleri yöne bağlı olarak alçalan veya yükselen blok adı ile bilinirler. Eğer fay düzlemi eğimli ise fay düzleminin eğimi yönündeki bloğa tavan bloğu, tersi yönündeki bloğa da taban bloğu adı verilir. Faylar, fay bloklarının fay düzlemine göre hareket ettikleri yön dikkate alınarak adlandırılır.

Eğim atımlı faylar blokların fay düzleminin eğimi yönünde (doğrultusuna dik olarak) hareket ettiği faylardır. Tavan bloğu taban bloğuna göre aşağı düşmüşse eğim atımlı normal faydan, tavan bloğu taban bloğuna göre yukarı çıkmışsa eğim atımlı ters faydan söz edilir. Normal faylar gerilmeli tektonik rejim altında gelişir ve bölgenin genişlemesine neden olurlar. Ters faylar ise sıkışmalı tektonik rejim altında gelişir ve bölgenin kısılmasına neden olur.

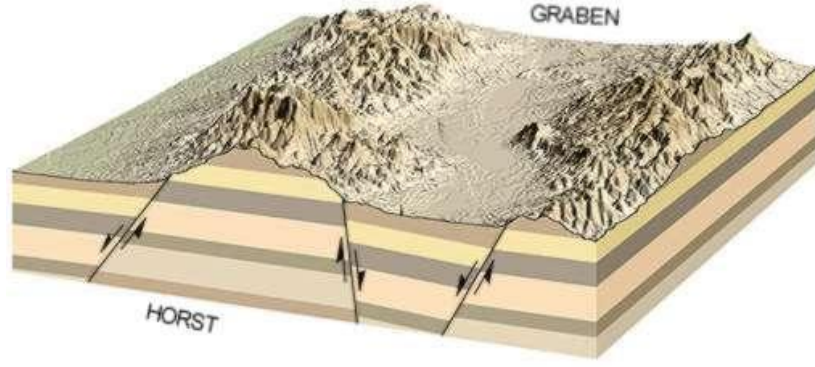
Doğrultu (yanal) atımlı faylar blokların fay düzleminin doğrultusu boyunca hareket ettiği faylardır. Bloklardan biri üzerinde durulup karşı bloğa bakıldığında karşı blok sağa doğru hareket etmişse sağ yanal, sola doğru hareket etmişse sol yanal atımlı faydan söz edilir. Bu tür faylar makaslama kuvvetleri etkisinde gelişir.



Şekil 1.4. Fay çeşitleri

Oblik (verev) faylar blokların hem doğrultu hem de eğim yönünde hareket ettiği faylardır. Bunlar eğer tavan bloğu alçalmışsa oblik normal fay, eğer tavan bloğu yükselmişse oblik ters fay olarak adlandırılır.

Ters fayların eğim açısı düşükse bindirme fayı adını alırlar. Yatay ya da yataya yakın eğimdeki ters faylara ise nap adı verilir. Bunlar atımı yüzlerce kilometreyi bulan ve büyük dağ sıralarının oluşumu esnasında gelişen sıkışmalı yapılardır. Karadeniz Bölgesinde, İç Anadolu'da, Toroslarda ve Güneydoğu Anadolu'da ilginç örnekleri vardır. Bir bölgede normal faylar ardışıklı olarak geliştikleri zaman horst-graben yapısının gelişimine yol açarlar (Şekil 1.5.) (Press ve Siever, 1999). Horstlar yükselen, grabenler ise alçalan fay bloklarına karşılık gelirler. Horstlar dağlık ve yüksek alanları, grabenler ise alçak ve düzlük alanları oluştururlar. Ege bölgesi bu tür horst-graben yapıları için iyi bir örnektir.



Şekil 1.5. Horst ve Graben yapısı

1.4. Deprem

Yukarıda da belirtildiği gibi en önemli depremler fayların harekete geçmesi (kırılması) esnasında oluşmaktadır. Deprem sırasında fayın kırılması anlık olmamakta, kırılma zaman içinde belirli bir hızla (2-3 km/s) çeşitli yönlerde ilerlemektedir. Bu ilerleme süresi aynı zamanda depremin de süresini tayin etmektedir. Faylar basit bir yaklaşımla tek bir düzlem olarak kabul edilirlerse de gerçekte kırılma tek bir düzlem şeklinde değil bir kırılma sonu şeklinde gerçekleşmektedir. Fayın üzerindeki gerilme farklılıkları, jeolojik yapının değişmesi nedeniyle oluşan engel ve pürüzler ve fay düzlemi üzerindeki sürtünme kuvvetinin değişmesi gibi etmenler faylanmanın karakterini, dolayısıyla depremin ve özellikle depreme yakın noktalardaki yer hareketlerinin kimliğini belirlemektedir.

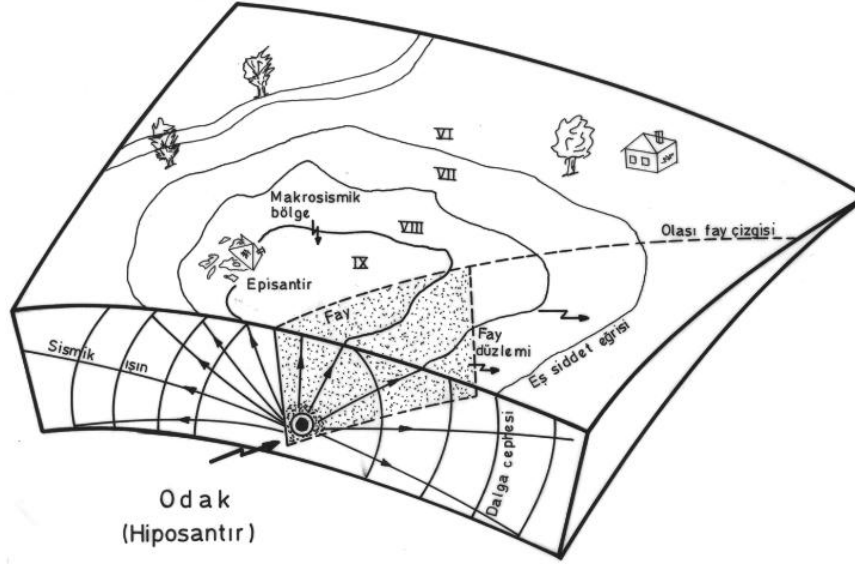
Birçok fiziksel olguda olduğu gibi depremi tanımlamak için de depremin oluş zamanı, episantr (üst merkez) koordinatı, hiposantr (odak, iç merkez) derinliği ve büyüklük (magnitüd) gibi parametreler kullanılır.

Bir depremin oluş zamanı fay üzerinde ilk kırılmanın olduğu andır. Depremin odak derinliği depremi oluşturan ilk kırılmanın başladığı odak noktasının (hiposantr) derinliğidir (Şekil 1.6.). Depremler odak derinliklerine göre sığ (0-60 km), orta (60-300 km) ve derin odaklı (300-700 km) depremler olarak üç sınıfa ayrılır. 700 km den daha derinde ise katı malzeme olmadığından deprem oluşmamaktadır.

1841 yılından itibaren depremleri kaydeden aygıtların (sismograf) yapılmaya başlanmasıyla birlikte aletsel kayıt dönemi başlamış, böylece depremin ölçüsünü

belirleyen ölçekler ortaya çıkmıştır. 1935 de Charles Richter deprem kayıtlarının genliklerinden hesaplanan ve Büyüklük adı verilen bir ölçek geliştirmiştir. Bu ölçeğin yararı depremin ölçüsünü bulunulan konumdan bağımsız olarak saptayabilmeyi olanaklı kılmaktır. Richter büyüklük ölçeği logaritmiktir, 4 büyüklüğünde bir depremin yer hareketi 3 büyüklüğündeki depreminkinden 10 kat daha fazladır. Ancak enerji açısından ele alındığında, 4 ölçeğindeki depremin enerjisi 3 ölçeğindeki kıyasla 30 kat daha fazla olmaktadır. Richter büyüklük ölçeğinin basit bir sismografa bağımlı olması, yalnızca sığ ve yakın depremler için kullanılabilmesi ve 2' den küçük depremlerin büyüklüğünü saptayamama gibi sınırlamaları vardır. Gutenberg ve Richter (1956), geliştirdikleri cisim ve yüzey dalgası büyüklükleri (M_b ve M_s) her türlü depreme uygulanabilmekte ve bu büyüklükler birbirleri cinsinden tanımlanabilmektedir. Ancak, sismolojik çalışmalar, çok büyük depremler için bu büyüklük ölçeklerinin yeterli olmadığını göstermiştir. Aki (1967), yaptığı çalışmalar sonucu kuramsal temeli daha sağlam olan ve M_0 simgesiyle verilen Sismik Moment adlı yeni bir ölçek geliştirmiştir. Sismik Moment deprem kaynağındaki kuvvetlerin mekanik momentinin karşılığıdır ve birimi Newton.m ya da dyne.cm' dir. Bugün büyüklük ölçekleri ile sismik moment ilişkilendirilmiş olarak kullanılabilir. Sismik moment kökenli büyüklüğe Moment Büyüklüğü denir ve M_w ile gösterilir. Özellikle yakın ve çok küçük depremlerin büyüklüklerini belirlemede kullanılan diğer bir büyüklük ölçeği de Süre büyüklüğüdür. Bu büyüklük deprem kaydının toplam kayıt uzunluğu (saniye) cinsinden elde edilir ve en fazla 200 km uzaklıkta olmuş küçük depremler için kullanılır.

Sismografların olmadığı dönemlerde, depremin gücünü belirleme amacıyla depremlerin canlılar, yapılar ve yer üzerindeki etkileri dikkate alınarak şiddet adı verilen ölçek ortaya çıkmıştır. Günümüzde yaygın olarak kullanılan ölçekler Medvedev-Sponheur-Karnik (MSK), Değiştirilmiş Mercalli (MM) ve Japon JM'dir. Şiddet ölçeği niteliksel bir ölçek özelliği taşır ve bu nedenle depremin büyüklüğünün tam bir ölçüsü değildir.



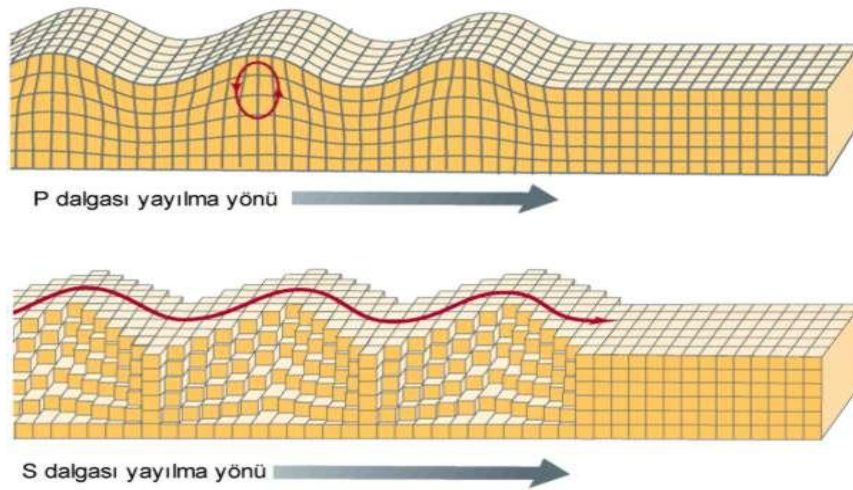
Şekil 1.6. Eş-şiddet eğrileri

Değiştirilmiş Mercalli (MM) ölçeğine göre I. Derece’de özel konumda ve uygun koşullar altında bulunan bir kaç kişiden başka genellikle insanlar tarafından duyulmamaktadır. II. Derece’de ancak istirahat eden (oturan, yatan) ve özellikle yapıların üst katlarındaki kişiler tarafından duyulur. III. Derece’de yapıların özellikle yapıların üst katlarında bulunan kişiler tarafından duyulur, ancak birçok kişi bunun deprem olduğunu anlayamaz. IV. Derece’de gündüzleri, yapıların içinde bulunan birçok kişi, dışarıda ise bazı kişiler tarafından duyulabilir. Tabaklar, pencereler, kapılar sallanır, duvarlar gıcırdama sesleri çıkarır. Duran araçlar sarsılır. V. Derece’de herkes tarafından duyulur, birçok kişi uyanır. Mutfak eşyalarından ve pencere camlarından bir bölümü kırılabilir. Sıvalar çatlayabilir ya da düşebilir. Sabit olmayan eşyalar devrilebilir. Bazen araçların, direklerin ve diğer yüksek eşyaların sallandığı görülür. Sarkaçlı saatler durabilir. Kötü yapılmış bacalar ve bahçe duvarları yıkılabilir. VI. Derece herkes tarafından duyulur. Ağır eşyalardan bir bölümü yerinden oynar. Bazı yerlerde sıvaların ve bacaların düştüğü görülür. İyi yapılmamış taş, tuğla ve kerpiç yığma yapılarda önemli çatlaklar oluşur. VII. Derece’de iyi hesaplanmış ve iyi yapılmış yapılarda önemsiz hasar olur. İyi yapılmamış taş, tuğla ve kerpiç yapılarda önemli hasar ve yıkıntı olur. Betonarme yapıların duvarlarının çerçeve sistemi ile temas eden yerlerinde çatlaklar oluşur. Araç kullanan kişiler depremin farkına varırlar. VIII. Derece’de özel olarak yapılmış yapılarda az, iyi yapılmamış taş, tuğla ve kerpiç yapılarda ağır hasar ya da tümüyle yıkılma görülür. İyi yapılmış yığma kagir yapılarda

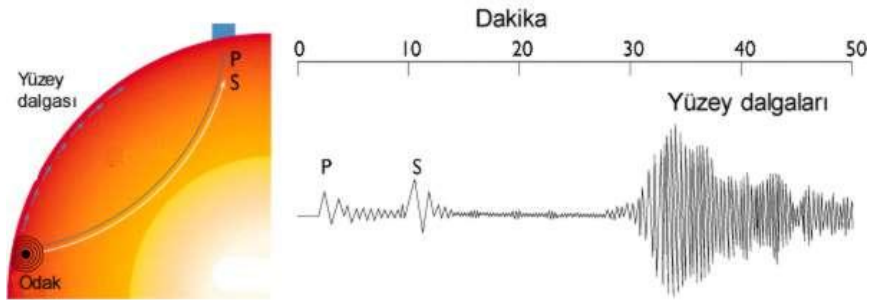
ağır hasar, iyi yapılmamış betonarme yapılarda taşıyıcı sistemlerde çatlaklar oluşabilir. Ağır eşyalar ters döner. Araç kullananlar rahatsız olurlar. Arazide kum fıskırmaları, çatlaklar ve yüzey kırıkları oluşur. Kayalar düşer ve heyelanlar olabilir. IX. Derece’de yığma kagir yapılar yıkılır ya da çok ağır hasar görür. Betonarme yapılarda taşıyıcı sistemde mafsallaşma başlar. Betonarme yapılarda önemli ötelemeler ve düşeyden kaymalar olur. Yeryüzünde büyük yarık ve çatlaklar oluşur. Yeraltındaki borular kopar. Kumlu zeminlerde sıvılaşma olur. X. Derece’de iyi yapılmamış ahşap karkas, betonarme yapılarda çok ağır hasar ya da kırılma başlangıcı görülür. Yeryüzünde büyük çatlaklar ortaya çıkar. Raylar bükülür. Irmak kıyılarında ve dik yamaçlarda heyelanlar olur, kum ve çamur akmaları (sıvılaşma) görülür. XI. Derece’de pek az yapı ayakta kalır. Köprüler yıkılır. Yeryüzünde geniş çatlaklar oluşur. Yeraltı boruları tümüyle işe yaramaz duruma gelir. Yumuşak zeminde yer kaymaları ve toprak yığıntıları olur. Raylar çok fazla eğilir. XII. Derece’de tüm yapılar yıkılır. Deprem bölgesindeki yeryüzü biçimi değişir. Yeryüzünde deprem dalgalarının ilerleyişi görülür.

1.5. Sismik dalgalar

Depremi oluşturan faylanma ile birlikte odaktan çevreye doğru çeşitli türde sismik dalgalar yayılır. Bunlar boyuna dalgalar (P dalgası), enine dalgalar (S dalgası) ve yüzey dalgalarıdır. Yapılarda en fazla hasara S dalgaları neden olurlar. S dalgalarının hızı P dalgalarından 1.7 kez daha yavaştır. Yüzey dalgaları, yeryüzünde en büyük genlikle oluşurlar ve derinlikle azalırlar. S dalgalarından sonra gelen bu dalgalar yakın depremlerde S dalgaları gibi yıkıcı özelliktedir (Şekil 1.7.) ve (Şekil 1.8.) (Press ve Siever, 1999).



Şekil 1.7. Depremlerden oluşan sismik dalgaların türleri ve yer içinde yayılma özellikleri



Şekil 1.8. P, S ve yüzey dalgalarının kayıtları izleri

1.6. Depremi doğa ve yapılar üzerindeki etkileri

Depremlerin oluşturduğu yer sarsıntısı gerek insan yapımı gerekse doğal yapılarda deformasyona neden olur. Yer sarsıntısının doğrudan neden olduğu bu hasarların yanı sıra depremler örneğin tsunami, su baskını ya da yangın gibi bazı olayları da tetiklemekte ve maddi-manevi zararlara neden olmaktadır.

Deprem nedeniyle yapılarda gözlenen hasarlar, depremin büyüklüğü ve derinliği, depremin oluş mekanizması, zeminin türü, zemin-yapı etkileşmesinin durumu ve nihayet yapının türü ve kalitesi gibi faktörler tarafından denetlenir. Hasarı azaltmak için bunlardan zemin kalitesine sınırlı olarak müdahale edilebilmekte ve zemin kısmen iyileştirilebilmektedir. Zemin koşulları ve olabilecek bir depremin bina üzerindeki etkileri tahmin edilerek yapılacak binalar ise depremi can kaybına yol açmadan ve minimum hasarla atlatabilmektedir. Geçtiğimiz yüzyılda ülkemizde ve

dünyada yaşanan depremlerden edinilen tecrübelerle göre hafif çelik yapılar en az hasara uğrayan yapılardır. Statik projeleri zemin ve deprem koşulları dikkate alınarak hazırlanmış betonarme yapılar depreme iyi dayanan yapılardır. Ahşap yapılar büyük depremlerde eğilme ve katlar arasında kayma göstermekle birlikte orta büyüklükteki depremlerde iyi davranmaktadır. Kagir ve kerpiç yığma yapılar ise depreme en az direnç gösteren yapılardır. Özellikle kerpiç yığma yapılar ortanın altında sayılabilecek büyüklükteki depremlerde dahi yıkılmakta ve ölümcül olmaktadır. 3 Şubat 2002' de Çay'da yaşanan depremde kerpiç binaların hemen hemen tamamı çökmüş ya da ağır hasar görmüşlerdir. İstatistiklere göre Türkiye, binaların depreme karşı davranışı ve hasar gören binaya oranla can kaybı açısından dünyanın en geri birkaç ülkesi arasında yer almaktadır.

Depremler doğal unsurlar üzerinde de ciddi tahribat oluşturabilmektedir. 6 dan büyük ve sığ depremler yeryüzünde fay kırıkları oluşturabilirler. Depremin büyüklüğüne bağlı olarak deprem esnasında fayın iki tarafında bulunan bloklar birbirine göre hareket eder, böylece yüzey kırıkları oluşturur. Bu kırıklar bazan yüzlerce kilometre uzunluğa ulaşabilmektedir. Örneğin 1939 Erzincan depreminde yüzey kırığı 360 km, 1999 Gölcük depreminde ise 130 km olarak belirlenmiştir. Kırıkların yer içine doğru olan derinliği ise genellikle kilometrelerle ifade edilmektedir. Depremin büyüklüğüne bağlı olarak fayın iki tarafındaki blokların birbirine göre hareket miktarı (atım) da farklı değerler almaktadır. Atım miktarı 1939 Erzincan depreminde 7.5 m, 1999 Gölcük depreminde 5 m, 2002 Çay depreminde ise 25 cm civarında olmuştur.

Depremler genellikle mevcut olan heyelanların tetiklenmesine de yol açarlar. Bu heyelanlar kara alanlarında olabildiği gibi 1999 Gölcük depreminde yaşandığı gibi deniz altında da olabilir ve bu durumda dev dalgalara (tsunami) da yol açabilir.

Depremler zaman zaman yer altı suyu içeren tabakaları etkileyerek suyun mevcut çatlaklardan yeryüzüne çıkmasını ve çamurla birlikte akmasına neden olmaktadır. Diğer yandan deprem esnasında henüz çimentolanmamış kayaların boşlukları içerisinde bulunan yeraltı suları yüksek basınç kazanarak zemin tanelerinin birbirlerine olan sürtünmelerini yok etmekte, böylece kum oranının fazla olduğu ya da zeminin gevşek olduğu ortamlar, depremlerin sarsıntısı etkisiyle sıvı gibi davranarak

özelliklerini kaybetmektedir. Sıvılaşma adı verilen bu olay sonucunda zemin taşıma gücünü kaybetmekte, binalar sıvılaşmış zemin üzerinde yüzdüklerinden devrilmekte ya da zemine batmaktadır. 1999 Gölcük depreminde Adapazarı merkezinde görülen hasarın büyük bir kısmı sıvılaşma nedeni ile olmuştur.

Denizler altındaki depremlerde oluşan faylanma ve deformasyonlar çok büyük su hacmini harekete geçirerek kıyılarda deniz basmasına ve büyük dalgalara neden olur. Bu dalgalara tsunami denir. Kıyıya yakın yerlerde bu dalgaların yüksekliği artar ve kıyılarda çok büyük zararlara neden olur. Yapılan araştırmalar Marmara çevresinde tarihsel dönemlerde en az 12 tsunami hadisesinin yaşandığını işaret etmektedir.

1.7. Türkiye'nin depremselliği

Türkiye dünyanın en aktif deprem kuşaklarından biri üzerinde bulunmaktadır. Yukarıda tanımlanan tektonik konumu nedeniyle Türkiye topraklarının hemen hemen tamamı deprem riski altında bulunmaktadır. Nitekim gerek tarihi gerekse aletsel dönem kayıtları ülkenin çok büyük bir kesiminde geçmişte büyük depremler olduğunu işaret etmektedir. Bu depremlerden en yıkıcı olanları ise Kuzey Anadolu Fayı üzerinde olmaktadır. Geçtiğimiz yüzyılda bu fay üzerinde yaşanan en büyük iki deprem ise 1939 Erzincan depremi (M=7.9) ile 1999 Gölcük (M=7.4) depremleridir.

1939 Erzincan depremini takiben Kuzey Anadolu Fayı üzerinde 1942, 1943, 1944, 1951, 1957, 1967 ve nihayet 1999 da oluşan büyük depremlere bakıldığında bunların batıya doğru göçen bir depremler zinciri şeklinde gerçekleştiği görülür. Bu durum çok sayıda bilim adamının dikkatini çekmiş ve kırılan fay parçalarının üzerlerinde biriken gerilmenin bir kısmını uçlarında bulunan diğer fay parçalarına transfer ettikleri kabul edilmiştir. Bu ve diğer verilerden hareketle 1999 Gölcük depremi ile 1999 Düzce-Kaynaşlı depreminin olacağı önceden tespit edilmiştir (Barka, 1992 ; Parsons ve ark., 2000).

Bunlardan 1999 Gölcük depremi büyük bir deprem olması yanısıra sanayileşmiş ve nüfusu yoğun bir bölgeyi vurması yüzünden büyük hasara yol açmış (20.000 i aşkın can kaybı, 12 milyar dolar direkt maddi kayıp), diğer yandan Marmara çevresinde gelecek bir depremi tetikleme ya da hızlandırma ihtimali nedeniyle de kamuoyunda

Parsons ve ark. (2000), tarihsel depremler üzerinde yaptıkları çalışmalarla Marmara Denizi içerisindeki fayların tekrarlanma aralıklarını araştırmış ve bunları GPS verileri ile denkleştirerek Marmara Denizi'nde deprem tekrarlanma zamanının çok yaklaştığı sonucuna ulaşmışlardır. Bu araştırmacılara göre İstanbul'da önümüzdeki 30 yıl içerisinde büyük bir depremin olma olasılığı deprem tekrarlanma aralıklarına göre %25 tir. Bu araştırmacılar diğer yandan tekrarlanma zamanlarından tahmin edilen zamana bağlı olmayan Poisson olasılığını da hesaplamışlar ve Marmara Denizi içerisindeki gelecekteki otuz yıl içinde büyük bir deprem olma olasılığını %25 olarak hesaplamışlardır. Üzerinde gerilimin arttığı fayların, gerilimi değişmemiş diğer faylardan daha önce kırılacağı göz önünde tutularak, deprem olasılık hesaplarına gerilim transferi de eklenmiştir. Sonuçta İstanbul'da önümüzdeki 30 yıl içerisinde kuvvetli bir sarsıntının (yer sarsıntısı ivmesi 0.34-0.65g) olma olasılığı % 62±15 olarak hesaplanmıştır. Bu oran önümüzdeki 22 yıl için %50±13 iken, önümüzdeki 10 yıl için %32±12 olarak belirlenmiştir.

Ülkemiz, depremler açısından dünyanın en aktif bölgelerinden biri üzerinde yer alır. Ülkemizde son 60 yılda olan depremlerde yaklaşık 60.000 kişi hayatını kaybetmiş, 125.000 kişi yaralanmış ve 415.000 bina da yıkılmıştır. Deprem nedeniyle yılda ortalama 1000 vatandaşımız hayatını kaybetmekte ve de 7000 bina yıkılmaktadır. Ülkemiz topraklarının %96'sı ilk dört derecedeki deprem bölgelerinin dağılımını göstermekte olup toplam nüfusun %98' i de bu bölgelerde yaşamaktadır. Ayrıca santrallerin %90'ı da ilk üç derecedeki deprem bölgelerindedir.

Alp-Himalaya deprem kuşağında yer alan ülkemizde olan depremler, Atlantik Okyanus ortası sırtının iki tarafa doğru yayılmasına bağlı olarak Afrika-Arabistan levhalarının kuzey-kuzeydoğuya doğru hareket etmeleriyle ilişkilidir. Ayrıca, Kızıldeniz'in uzun eksenini boyunca bugün de devam eden deniz tabanı yayılması nedeni ile Arabistan levhası kuzeye doğru itilmekte ve Avrasya levhasının altına doğru dalmaya zorlanmaktadır. Bu zorlanma ile Arabistan levhası ile Avrasya kıtası arasında kalan Doğu Anadolu bölgesinde yoğun sıkışma etkisi oluşmaktadır.

Kuzey Anadolu Fayı ve Doğu Anadolu Fayı gibi belli başlı büyük kırıkları harekete geçiren bu sıkışma milyonlarca yıldır devam etmekte günümüzde de yaşadığımız depremlerin ana nedenini oluşturmaktadır. Kuzey Anadolu Fayı 1400-

1500 km uzunluğunda bir faydır. Kuzey Anadolu Fayı ile Doğu Anadolu Fayı arasında kalan Anadolu levhası yılda 13-27 mm hızla, batıya doğru hareket etmekte ve en batıda ise sola doğru kıvrılarak Girit dalma-batma bölgesine doğru ilerlemektedir (Şekil 1.10.) (Okay ve ark., 1999). Arabistan levhasının kuzeye doğru ilerlemesi ile Atlas Okyanusu ve Akdeniz'i Hint okyanusuna bağlayan eski bir okyanus yok olmaya başlamış ve böylece Arabistan kıtası ile Avrasya kıtası birbirleri ile çarpışma sürecine girmiştir. Anadolu bu çarpışma zonu üzerinde bulunmaktadır. Çarpışma sırasında Anadolu'nun doğusunda kıta kabuğu kalınlaşmış olup bu kalınlaşma halen de devam etmektedir. Bu sayede Doğu Anadolu birkaç milyon yıldır yaklaşık 2000 m yükselmiştir.

Günümüzden yaklaşık 5 milyon yıl önce Kuzey Anadolu Fayı ile Doğu Anadolu Fayı Karlıova'da birleşmiş olup Anadolu levhası da 100 yılda 2 metre kuzeye doğru ilerleyen Arabistan levhasının sıkıştırması sonucunda o tarihten beri batıya doğru kaymaktadır. Anadolu levhasının batıya hareketi, Yunanistan-Ege coğrafyasındaki yer kabuğu tarafından engellenmeye çalışılmaktadır. Bu engelleme Batı Anadolu'da genişlemelere yol açmakta ve bu bölgede graben ve horst adı verilen çöküntü ve yükselti alanları oluşmaktadır.

Afrika levhasının kuzeyindeki, Akdeniz'in tabanındaki kalıntı okyanussal kabuk yaklaşık 15 milyon yıl önce Girit Adası'nın güneyinde, Avrasya levhasının altına dalmaya başlamış, dalan bölüm Manto içinde ergiyerek magmaya dönüşmüş ve bu magma tekrar yükselerek Ege Denizi'ndeki volkanik ada yayı kuşağını oluşturmuştur. Anadolu levhasındaki yaşanan bu süreç beraberinde de birçok fayın gelişmesine ve buna bağlı olarak da depremlerin oluşmasına neden olmaktadır.

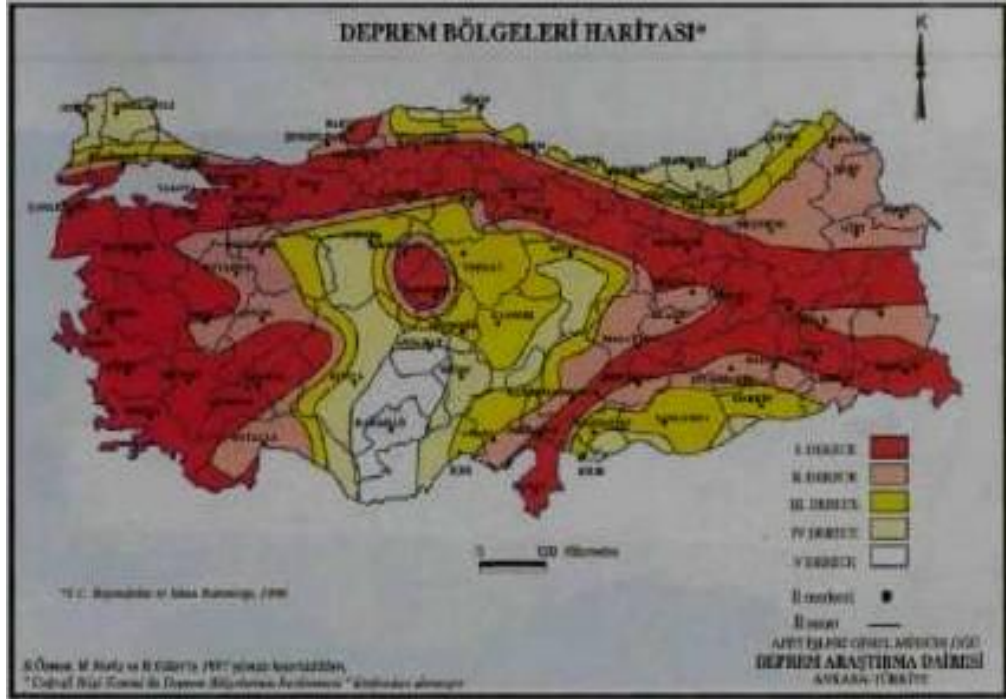
Türkiye deprem potansiyelinin daha iyi anlaşılabilmesi için (Şekil 1.11.) (Şaroğlu ve ark., 1992). Türkiye diri fay haritası, (Şekil 1.13.) (Şaroğlu ve ark., 1992). Türkiye deprem bölgeleri haritası ile (Şekil 1.12.) (Şaroğlu ve ark., 1992). Türkiye episantr dağılım haritasına bakmak yararlı olacaktır.



Şekil 1.10. Anadolu levhasının batıya kayma mekanizması



Şekil 1.11. Türkiye'de diri fay haritası



Şekil 1.12. Türkiye episantır dağılım haritası



Şekil 1.13. Türkiye diri fay haritası

Önceki bölümlerde de bahsedildiği üzere depremlerin oluşumu kaçınılmazdır. Depremi hangi büyüklükte, ne zaman ve nerede meydana geleceğini tam olarak

bilmenin mümkün olmadığı kabul edilen bir gerçektir. Bu amaçla hem dünyada hem de ülkemizde çeşitli araştırmalar yapılmaktadır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Yıldırım (2008), yılındaki çalışmasına göre yapmış olduğu performans analizi neticesinde; yapıların 2. katından sonra kolon kesitlerindeki azalmalar ve perdeli-çerçevesel sistemin hatalı olmasından dolayı deprem anında yapı X deprem doğrultusunda istenilen performans seviyesini sağlamasına rağmen buna karşın yapı Y deprem doğrultusunda 2. kattan sonra kolon hasarlarının olduğu ve DBYBHY'07'de öngörülen "Can Güvenliği" performans düzeyini karşılamadığı görülmektedir. Ayrıca yapılan incelemelerde yapının kolonlarında özel deprem etriyelerinin uygun yapılmaması ve çiroz kullanılmaması, kolonlarda sargılama yapılmamış olduğu kabul edilmiş ve bu durumda depremde hasar düzeylerinin artmasına sebep olduğu tespit edilmiştir.

1975 Deprem Yönetmeliğine göre yapılmış yapılarda toplam yatay yük hesabında yatay yük çarpanı $C=0.064$ alınmıştır. Oysa DBYBHY'07' Yönetmeliğine göre yapılan hesapta + X deprem yönü için yatay yük katsayısı 0.68 alınması gerekmektedir. İki hesap şekli arasındaki fark olan süneklik düzeyi katsayısı R_a için; $R_a = 4$ (normal süneklikte yapı) kabulü yapıldığından yatay yük katsayısı DBYBHY'07'ye göre $0.68 / 4 = 0.17$ olur. Yani binadan talep edilen yatay yük taşıma kapasitesi, tasarım yüklerine göre yaklaşık 2.5 kat artmıştır. Binanın hedeflenen can güvenliği performans seviyesini bazı katlarda sağlayamaması, talep edilen yükün tasarım yüküne göre bu kadar büyük olmasından kaynaklanmaktadır.

Mevcut yapının analizinde ve kapasite tahkiklerinde düşey taşıyıcı elemanların, düşey yük, kesme kuvveti ve moment taşıma kapasitelerinde yetersizlikler olduğu ortaya çıkmıştır (Onur, 2006). Ayrıca mevcut yapıda, bina kenar akslarında bulunan taşıyıcı elemanların rijitliklerinin, dolayısıyla burulma rijitliklerinin küçük olması nedeniyle burulma düzensizlikleri ve kat düzlemindeki yatay yüklerin düşey taşıyıcı elemanlara aktarılmasını güçleştiren yerel döşeme boşlukları nedeniyle de döşeme süreksizlikleri bulunmaktadır. Bu gibi durumlarda yetersizlik ve olumsuzlukları ortadan kaldırmak için yapının güçlendirilmesi gerektiği vurgusu yapılmıştır.

Güçlendirme yöntemi olarak ise mevcut bir taşıyıcı sistemin yatay yük taşıma kapasitesi yeni taşıyıcı elemanlar ilave ederek mevcut yapının dayanımı artırılabilir. Bu doğrultuda mevcut bir yapının deprem davranışını iyileştirmek bakımından en iyi güçlendirme yöntemi yeni betonarme deprem perdeleri ilave etmektir. Mevcut taşıyıcı sisteme göre rijitliği önemli derecede yüksek olan deprem perdeleri ilave edilerek yapının yanal yük mukavemeti sağlanabilir.

Kavşut (2012), çalışmasında yapılan hesap sonucunda kesitleri yetersiz olan elamanlar mantolama yapılarak takviye edilmelidir. Ancak kesitleri yetersiz olan kolon perde ve kirişlerin mantolanarak takviye edilmesi yapının güçlendirilmesi için yeterli değildir. Esas olan yapının şiddetli deprem karşısında yeterli mukavemete erişmesini sağlamaktır.

Bunun için x ve y doğrultusunda deprem tesirlerinin %70 ini alabilecek yeni perde ilave edilmesi en ideal çözüm olmaktadır. Eski yönetmeliklerde öngörülen minimum malzeme değerleri ve hatta bu değerlerden de daha düşük değerdeki malzeme ile inşa edilen bir yapının Yeni deprem yönetmeliğine uyarlanması için yukarıda bahsedildiği gibi güçlü perdelerin yapının uygun yerlerine yerleştirilmesi ve bu perdelerin mevcut yapı ile birlikte çalışmasını sağlamak gerekir. Sisteme yeni ilave edilen perdelerle yatay deplasmanlar önlenerek eski yapı elemanların deprem tesirlerinden korunması sağlanır. Güçlendirme projesinde yerleştirilecek olan perdeler için önerilen koşullar aşağıda maddeler halinde açıklanmıştır:

- 1) Perdeler olabildiğince birbirine benzer boyut ve rijitliklerde olmalıdır.
- 2) Yapının x ve y doğrultularında rijitlik merkezi ile ağırlık merkezi birbirine yakın olmalı ve olabildiğince yapının kenarlarına burulma yaratmayacak şekilde yerleştirilmelidir.
- 3) Perdelerin yapı yüksekliğince sürekli olmasına dikkat edilmelidir.
- 4) Perdeler x ve y doğrultularında yatay deprem momentlerinin tabanda karşılanacak kapasitelerde oluşturulması sağlanmalıdır. Bu momentin %70 ini karşılayacak kapasitede süneklik düzeyi yüksek perdelerin eklenmesi halinde R katsayısının en fazla 6 alınması mümkündür.
- 5) Güçlendirme perdelerinin kısa kenarı 200 mm. den daha büyük olmalıdır.

- 6) Binada bodurum varsa çok rijit perdelerle çepeçevre donatılması halinde temellere gelen etkiler bodurum perdeleri tarafından karşılanacaktır. Bodurum perdeleri ile ilgili R katsayısı 1.5 alınmalıdır. Program bu değeri otomatik olarak kullanmaktadır.
- 7) Bodrumsuz yapıların zemin katında çevre duvarlarının olabildiğince perdeye dönüştürülmesi ile rijit bodurum gibi çalıştırılması yapı temel etkileşiminde çok önemli olmaktadır. Bu anlamda kalıp planında mimari projeyi de dikkate alarak uygun yerlere yeteri kadar perde ilave edilmesi ile bina modeli tekrar oluşturulmalıdır. Perde ve mantolama gibi yeni ilave edilecek elamanların yeni deprem yönetmeliğine göre boyutlandırılması malzemelerin buna göre seçilmesi gerekir.
- 8) Perdeler mutlaka mevcut çerçeve sistemi içinde oluşturulmalı mevcut kolon ve kirişlerin arasına alınmalıdır. Perdenin herhangi bir ucu kolona bağlanmıyorsa perde başlık kolonu oluşturulmalıdır.

Mevcut durum analizlerinde yapının mevcut malzeme dayanımları kullanıldığı için, saha çalışmasının önemi ortaya çıkmaktadır. Binalardan bilgi toplanması konusuna yeni yönetmelikte geniş yer verilmiştir. Yapılacak güçlendirme projesinin sonunda; öngörülen deprem etkisine karşı koyabilecek bir taşıyıcı sistem oluşturulması ve ekonomik çözümler sunulmasının bir arada sağlanması gerektiği unutulmamalıdır. Bunun için de, yapının mevcut durumunun yerinde görülmesi ve gerekli tetkiklerin yapılması gerekmektedir. Ayrıca güçlendirmenin yapıya ekonomik olarak bir külfet getirdiği unutulmamalıdır ve güçlendirmeden sonraki analiz sonuçları çok iyi incelenmeli, yönetmeliğin vermiş olduğu sınır değerlerin üzerinde bir yapı tasarlanmamasına ekonomik bir yapı tasarımı açısından dikkat edilmelidir.

Körlü (2003), “Depremde Hasar Gören Yapıların Güçlendirilmesi” başlıklı Yüksek Lisans tez çalışmasında çeşitli güçlendirme tekniklerini incelemiş, perde ve mantolama sistemi ile bir binanın güçlendirmesini çalışmıştır.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Bilgi düzeyleri

Binaların incelenmesinden elde edilecek mevcut durum bilgilerinin kapsamına göre, her bina türü için bilgi düzeyi ve buna bağlı olarak 3.2.'de belirtilen bilgi düzeyi katsayıları tanımlanacaktır. Bilgi düzeyleri sırasıyla sınırlı, orta ve kapsamlı olarak sınıflandırılacaktır. Elde edilen bilgi düzeyleri taşıyıcı eleman kapasitelerinin hesaplanmasında kullanılacaktır (DBYBHY, 2007).

3.1.1. Sınırlı bilgi düzeyi

Sınırlı bilgi düzey'inde binanın taşıyıcı sistem projeleri mevcut değildir. Taşıyıcı sistem özellikleri binada yapılacak ölçümlerle belirlenir. Sınırlı bilgi düzeyi Çizelge 4.3.' te tanımlanan "Deprem Sonrası Hemen Kullanımı Gereken Binalar" ile "İnsanların Uzun Süreli ve Yoğun Olarak Bulunduğu Binalar" için uygulanamaz.

3.1.2. Orta bilgi düzeyi

Orta bilgi düzey'inde eğer binanın taşıyıcı sistem projeleri mevcut değilse, sınırlı bilgi düzeyine göre daha fazla ölçüm yapılır. Eğer mevcut ise sınırlı bilgi düzeyinde belirtilen ölçümler yapılarak proje bilgileri doğrulanır.

3.1.3. Kapsamlı bilgi düzeyi

Kapsamlı bilgi düzey'inde binanın taşıyıcı sistem projeleri mevcuttur. Proje bilgilerinin doğrulanması amacıyla yeterli düzeyde ölçümler yapılır.

3.2. Bilgi düzeyi katsayıları

(a) İncelenen binalardan edinilen bilgi düzeylerine göre, eleman kapasitelerine uygulanacak Bilgi Düzeyi Katsayıları Çizelge 3.1.'de verilmektedir.

(b) Malzeme dayanımları, özellikle belirtilmedikçe ilgili tasarım yönetmeliklerinde

verilen malzeme katsayıları ile bölünmeyecektir. Eleman kapasitelerinin hesabında mevcut malzeme dayanımları kullanılacaktır.

Çizelge 3.1. Binalar için bilgi düzeyi katsayıları

Bilgi Düzeyi	Bilgi Düzeyi Katsayısı
Sınırlı	0.75
Orta	0.90
Kapsamlı	1.00

3.3. Betonarme binalarda sınırlı bilgi düzeyi

3.3.1. Bina geometrisi

Saha çalışması ile binanın taşıyıcı sistem plan rölevesi çıkarılacaktır. Mimari projeler mevcut ise, röleve çalışmalarına yardımcı olarak kullanılır. Elde edilen bilgiler tüm betonarme elemanların ve dolgu duvarlarının her kattaki yerini, eksen açıklıklarını, yüksekliklerini ve boyutlarını içermelidir ve binanın hesap modelinin oluşturulması için yeterli olmalıdır. Temel sistemi bina içinde veya dışında açılacak yeterli sayıda inceleme çukuru ile belirlenecektir. Binadaki kısa kolonlar ve benzeri olumsuzluklar kat planına ve kesitlere işlenecektir. Binanın komşu binalarla olan ilişkisi (ayrık, bitişik, derz var/yok) belirlenecektir.

3.3.2. Eleman detayları

Betonarme projeler veya uygulama çizimleri mevcut değildir. Betonarme elemanlardaki donatı miktarı ve detaylarının binanın yapıldığı tarihteki minimum donatı koşullarını sağladığı varsayılır. Bu varsayımın doğrulanması veya hangi oranda gerçekleştiğinin belirlenmesi için her katta en az birer adet olmak üzere perde ve kolonların %10'unun ve kirişlerin %5'inin pas payları sıyrılarak donatı ve donatı bindirme boyu tespiti yapılacaktır. Sıyırma işlemi kolonların ve kirişlerin uzunluğunun açıklık ortasındaki üçte birlik bölümde yapılmalı, ancak donatı bindirme boyunun tespiti amacıyla en az üç kolonda bindirme bölgelerinde yapılmalıdır. Sıyrılan yüzeyler daha sonra yüksek dayanımlı tamir harcı ile kapatılacaktır. Ayrıca pas payı sıyrılmayan elemanların %20'sinde enine ve boyuna donatı sayısı ve yerleşimi donatı tespit cihazları ile belirlenecektir. Donatı tespiti yapılan betonarme kolon ve kirişlerde bulunan mevcut donatının minimum donatıya

oranını ifade eden donatı gerçekleşme katsayısı kolonlar ve kirişler için ayrı ayrı belirlenecektir. Bu katsayı donatı tespiti yapılmayan diğer tüm elemanlara uygulanarak olası donatı miktarları belirlenecektir.

3.3.3. Malzeme özellikleri

Her katta kolonlardan veya perdelerden TS-10465'te belirtilen koşullara uygun şekilde en az iki adet beton örneği (karot) alınarak deney yapılacak ve örneklerden elde edilen en düşük basınç dayanımı mevcut beton dayanımı olarak alınacaktır.

3.4. Betonarme binalarda orta bilgi düzeyi

3.4.1. Bina geometrisi

Binanın betonarme projeleri mevcut ise, binada yapılacak ölçümlerle mevcut geometrinin projesine uygunluğu kontrol edilir. Proje yoksa, saha çalışması ile binanın taşıyıcı sistem rölevesi çıkarılacaktır. Elde edilen bilgiler tüm betonarme elemanların ve dolgu duvarlarının her kattaki yerini, açıklıklarını, yüksekliklerini ve boyutlarını içermelidir. Bina geometrisi bilgileri, bina kütesinin hassas biçimde tanımlanması için gerekli ayrıntıları içermelidir. Binadaki kısa kolonlar ve benzeri olumsuzluklar kat planına ve kesitlere işlenecektir. Binanın komşu binalarla olan ilişkisi (ayrık, bitişik, derz var/yok) belirlenecektir. Temel sistemi bina içinde veya dışında açılacak yeterli sayıda inceleme çukuru ile belirlenecektir.

3.4.2. Eleman detayları

Betonarme projeler veya imalat çizimleri mevcut değil ise 3.3.2'deki koşullar geçerlidir, ancak pas payları sıyrılarak donatı kontrolü yapılacak perde, kolon ve kirişlerin sayısı her katta en az ikişer adet olmak üzere o kattaki toplam kolon sayısının %20'sinden ve kiriş sayısının %10'undan az olmayacaktır. Betonarme projeler veya imalat çizimleri mevcut ise donatı kontrolü için 3.3.2'de belirtilen işlemler, aynı miktardaki betonarme elemanda uygulanacaktır. Ayrıca pas payı sıyrılmayan elemanların %20'sinde enine ve boyuna donatı sayısı ve yerleşimi donatı

tespit cihazları ile belirlenecektir. Proje ile uygulama arasında uyumsuzluk bulunması halinde, betonarme elemanlardaki mevcut donatının projede öngörülen donatıya oranını ifade eden donatı gerçekleşme katsayısı kolonlar ve kirişler için ayrı ayrı belirlenecektir. Eleman kapasitelerinin belirlenmesinde kullanılan bu katsayı 1'den büyük olamaz. Bu katsayı donatı tespiti yapılmayan diğer tüm elemanlara uygulanarak olası donatı miktarları belirlenecektir.

3.4.3. Malzeme özellikleri

Her kattaki kolonlardan veya perdelerden toplam üç adetten az olmamak üzere ve binada toplam 9 adetten az olmamak üzere, her 400 m²'den bir adet beton örneği (karot) TS-10465'te belirtilen koşullara uygun şekilde alınarak deney yapılacaktır. Elemanların kapasitelerinin hesaplanmasında örneklerden elde edilen (ortalama-standart sapma) değerleri mevcut beton dayanımı olarak alınacaktır. Beton dayanımının binadaki dağılımı, karot deney sonuçları ile uyarlanmış beton çekici okumaları veya benzeri hasarsız inceleme araçları ile kontrol edilebilir. Donatı sınıfı, yukarıdaki paragrafta açıklandığı şekilde sıyrılan yüzeylerde yapılan görsel inceleme ile tespit edilecek, bu sınıftaki çeliğin karakteristik dayanımı eleman kapasite hesaplarında mevcut çelik dayanımı olarak alınacaktır. Bu incelemede, donatısında korozyon gözlenen elemanlar planda işaretlenecek ve bu durum eleman kapasite hesaplarında dikkate alınacaktır.

3.5. Betonarme binalarda kapsamlı bilgi düzeyi

3.5.1. Bina geometrisi

Binanın betonarme projeleri mevcuttur. Binada yapılacak ölçümlerle mevcut geometrinin projelere uygunluğu kontrol edilir. Projeler ölçümler ile önemli farklılıklar gösteriyor ise proje yok sayılacak ve bina orta bilgi düzeyine uygun olarak incelenecektir. Binadaki kısa kolonlar ve benzeri olumsuzluklar kat planına ve kesitlere işlenecektir. Komşu binalarla ilişkisi (ayrık, bitişik, derz var/yok) belirlenecektir. Bina geometrisi bilgileri, bina kütesinin hassas biçimde tanımlanması için gerekli ayrıntıları içermelidir. Temel sistemi bina içinde veya dışında açılacak yeterli sayıda inceleme çukuru ile belirlenecektir.

3.5.2. Eleman detayları

Binanın betonarme detay projeleri mevcuttur. Donatının projeye uygunluğunun kontrolü için 3.4.2.'de belirtilen işlemler, aynı miktardaki betonarme elemanda uygulanacaktır. Ayrıca pas payı sıyrılmayan elemanların %20'sinde enine ve boyuna donatı sayısı ve yerleşimi donatı tespit cihazları ile belirlenecektir. Proje ile uygulama arasında uyumsuzluk bulunması halinde, betonarme elemanlardaki mevcut donatının projede öngörülen donatıya oranını ifade eden donatı gerçekleşme katsayısı kolonlar ve kirişler için ayrı ayrı belirlenecektir. Eleman kapasitelerinin belirlenmesinde kullanılan bu katsayı 1'den büyük olamaz. Bu katsayı donatı tespiti yapılmayan diğer tüm elemanlara uygulanarak olası donatı miktarları belirlenecektir.

3.5.3. Malzeme özellikleri

Her kattaki kolonlardan veya perdelerden toplam üç adetten az olmamak üzere ve binada toplam 9 adetten az olmamak üzere, her 200 m²'den bir adet beton örneği (karot) TS-10465'te belirtilen koşullara uygun şekilde alınarak deney yapılacaktır. Elemanların kapasitelerinin hesaplanmasında, örneklerden elde edilen (ortalama-standart sapma) değerleri mevcut beton dayanımı olarak alınacaktır. Beton dayanımının binadaki dağılımı, karot deney sonuçları ile uyarlanmış beton çekici okumaları veya benzeri hasarsız inceleme araçları ile kontrol edilebilir.

Donatı sınıfı, yukarıdaki paragrafta açıklandığı şekilde sıyrılan yüzeylerde yapılan inceleme ile tespit edilecek, her sınıftaki çelik için (S220, S420, vb.) birer adet örnek alınarak deney yapılacak, çeliğin akma ve kopma dayanımları ve şekil değiştirme özellikleri belirlenerek projeye uygunluğu saptanacaktır. Projesine uygun ise, eleman kapasite hesaplarında projede kullanılan çeliğin karakteristik akma dayanımı mevcut çelik dayanımı olarak alınacaktır. Uygun değil ise, en az üç adet örnek daha alınarak deney yapılacak, elde edilen en elverişsiz değer eleman kapasite hesaplarında mevcut çelik dayanımı olarak alınacaktır. Bu incelemede, donatısında korozyon gözlenen elemanlar planda işaretlenecek ve bu durum eleman kapasite hesaplarında dikkate alınacaktır.

3.6. Örnek yapının bilgi düzeyi

Sayısal uygulamada ele alınan Siirt Üniversitesi Sağlık Meslek Yüksekokulu binasının "Deprem Sonrası Hemen Kullanımı Gereken Binalar" performans düzeyi sınıfına girdiği ve mevcut projelerinin bulunmadığı için "Orta Bilgi Düzeyi" sınıfında değerlendirilmesi gerekmektedir.

3.7. Taşıyıcı sistemlerin hasar tespit yöntemleri

3.7.1. Karot yöntemi

Karot alımı, tahribatlı bir yöntem olup her koşulda yapıya zarar verir. Ancak karot alınacak elemanın taşıdığı eksenel/moment yük düzeyleri dikkate alınmalıdır. Yani alınacak karot Elemanların moment sıfır noktasından alınmalıdır . Düşey elemanlar için kabaca; Zemin katta ‘ alttan L/3 mesafeden Normal katlarda ‘alttan L/2 mesafeden alınabilir. Sayısal uygulamada yer alan yapı 3.6.'da belirtilen şartlara uymaktadır. Bu yüzden 3.4.3.'te belirtilen her kattaki kolonlardan veya perdelerden en az üç, tüm binadan dokuz (9) adetten az olmamak üzere, her 400 m²'den bir adet beton örneği (karot) alınarak test edilir. Elemanların kapasitelerinin hesaplanmasında elde edilen (ortalama-standart sapma) basınç dayanımı değerleri esas alınır.

Ultrases testi, Schmidt beton çekici testi, vb. yöntemler karot yerine kullanılabilir. Ancak bu tahribatsız yöntemler tek başlarına kullanıldıklarında %80'lere varan hatalar verebildikleri unutulmamalıdır (Boğaziçi Üni. Tekn. Şartn., 2007).



Şekil 3.1. Karot almadan önce taşıyıcı elemanlardaki donatı tespiti



Şekil 3.2. Karot alma yöntemi

3.7.2. Donatı tespiti yöntemi

Sayısal uygulamada yer alan yapı 3.6.'da belirtilen şartlara uymaktadır. Bu nedenle betonarme projeler veya imalat çizimleri mevcut olmadığı için 3.3.2'deki

koşullar geçerlidir, ancak pas payları sıyrılarak donatı kontrolü yapılacak perde, kolon ve kirişlerin sayısı her katta en az ikişer adet olmak üzere o kattaki toplam kolon sayısının %20'sinden ve kiriş sayısının %10'undan az olmayacaktır. Fakat son zamanlarda profometre veya benzeri cihazlarla tahribatsız olarak ölçüm yapılabilir.



Şekil 3.3. Donatı tespit yöntemi

TM-300 Donatı Tespit Cihazı, beton yapı içersindeki donatı çubukları tespit etmek için kullanılan portatif, hızlı ve kolay kullanımlı bir cihazdır. Donatı tespit cihazı manyetik alan oluşturarak, bu manyetik alan içersindeki manyetik malzemelerden dolayı oluşan manyetik alan değişimini ölçer. Bu değişikliği cihaz ekranında gösterilir, cihaz doğrudan donatının derinliğini ve çaplarını ölçebilecek şekilde kalibre edilmiştir. Cihazın kullanımı sadece donatıların tespiti ile sınırlı değildir, tüm manyetik malzemeleri ve ferro manyetik objeleri tespit edebilir (Boğaziçi Üni. Tekn. Şartn., 2007).

3.7.3. Zemin etüdü

Binaların değişik cephelerinde derinliği temel alt kotundan az olmamak üzere en az üç adet muayene çukuru açtırılarak zemin, mevcut şev aynaları ve çevre yapıları yönünden incelenmelidir. Böylece yapının üzerinde yer aldığı zemin tabakalarının cinsleri ve indeks özellikleri (zeminin; kuru,doygun ve doğal birim hacim ağırlıkları, içsel sürtünme açısı, kohezyonu, sıkışma yüzdesi, porozitesi, su muhtevası, Atterberg Limitleri ve diğer zemin karakteristikleri ile dane dağılımı), yer altı su durumu, zemin oturması ve sıvılaşma ihtimali ve 1998 “Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik” te belirtilen zemin grubu ve yerel zemin sınıfı belirlenerek jeoloji ve inşaat mühendisince ortaklaşa “Zemin ve Temel Etüdü Raporu” hazırlanır (Boğaziçi Üni. Tekn. Şartn.,2007).



Şekil 3.4. Zemin etüdü için sondaj yapma

3.8. Deprem hasarlarının türleri

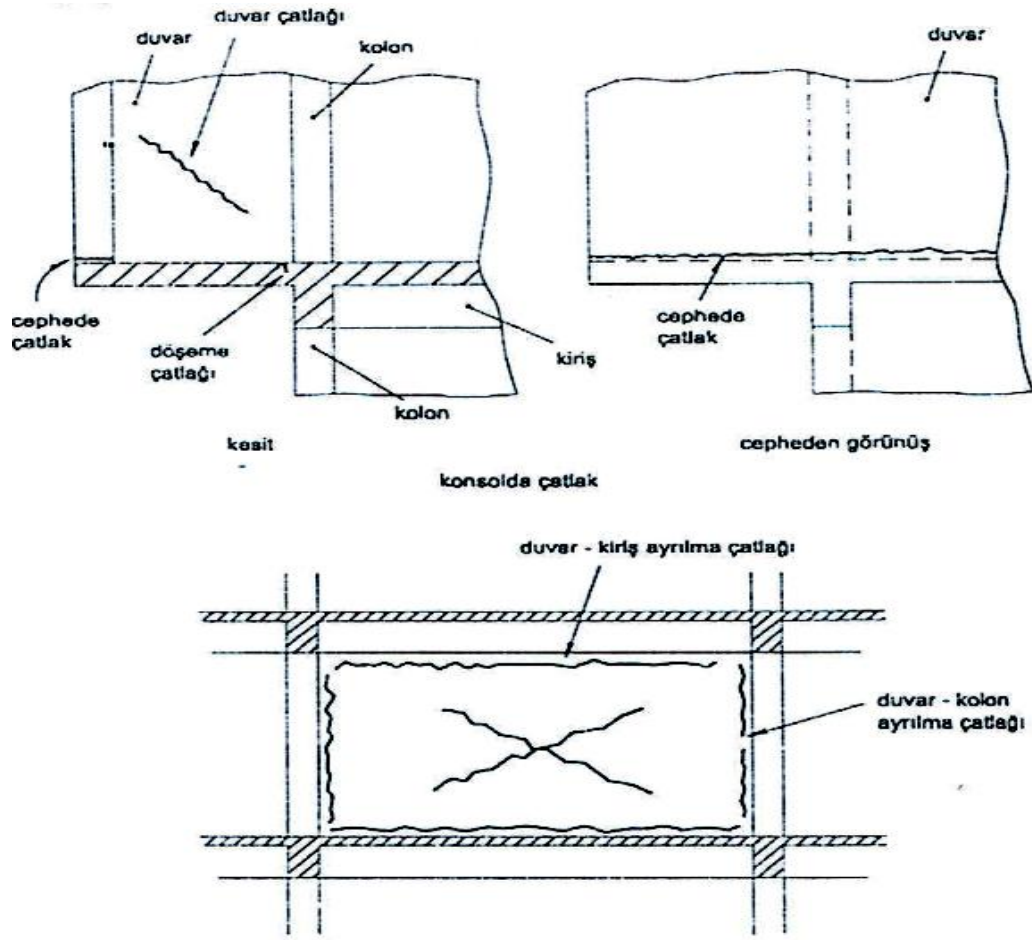
Kuvvetli bir deprem, yönetmelikte önemli değişikliklere, boyutlama ilkelerinin gözden geçirilmesine, projelendirme ve uygulamada sorumluluk bilincini yenilenmesine neden olabilir. Deprem hasarlarının sayısal olarak belirlenmesi ve bunların sebeplere bağlanması zordur. Olayın dinamik özelliği ve yapının elastik

olmayan davranışı, sonucun basitleştirilmiş bir modelle açıklanmasını engeller. Bu durum hasarın sınıflandırılmasını zorlaştırır.

3.8.1. Duvar hasarı

Betonarme binaların projelendirilmesinde, bölme duvarlarının taşıyıcı sistemin yatay rijitliğine ve kapasitesine olan etkisi hesaba katılmaz. Ancak, bu katkı düşünülerek, özellikle zemin katlarda rijitlik ve dayanım zayıflığı ortaya çıkmaması için tedbirler alınır. Bunun gibi, duvarlarda meydana gelen hasarların incelenmesi, taşıyıcı sistemin davranışının daha gerçekçi anlaşılmasına yardımcı olur. Taşıyıcı sistemin deprem yükü altındaki yatay ötelenmesinden dolayı, duvarlar da kesme kuvveti ile zorlanırlar. Duvar malzemesinin çekme gerilmelerine karşı zayıflığı, x şeklindeki çatlakların meydana gelmesine ve bazı duvarların dağılmasına sebep olur. Bazı durumlarda, duvarın kiriş ve kolonla olan ara kesitinde yatay ve düşey ayrılma çatlakları görülebilir. Hasar beklendiği gibi, zemin kattan yukarı çıkıldıkça azalır. Özellikle duvar, kiriş-kolon düzleminde bulunmuyorsa veya L şeklinde ise, duvarda çatlaklar ve hasar daha belirgin şekilde ortaya çıkar. Bina konsolları kolay sehim yapabildikleri ve bunlara mesnetli gevrek olan duvarın bunu takip edemediği için, konsola dik duvarlarda düşey yüklerden meydana gelen köşegen çatlaklar depremde daha büyür. Konsol ucuna oturan duvarda, döşeme ile birleşim yerlerinde yatay çatlaklar meydana gelir. Duvar çatlakları incelenerek, binanın hangi doğrultuda daha rijit olduğu veya depremin kuvvetli doğrultusu hakkında da tahmin yapılabilir.

Marmara depremi sonrasında gölcükte 6 katlı bir yapının zemin kat duvar çatlağı (Şekil 3.6.) (Bayülke, 1998)'da gösterilmiştir.



Şekil 3.5. Betonarme binada bölme duvarı hasarı



Şekil 3.6. Marmara depremi sonrasında gölcükte 6 katlı bir yapının zemin kat duvar çatlakları

3.8.2. Döşeme hasarı

Genellikle döşemelerde düşey yüklerden meydana gelen çatlaklar depremde daha belirgin hale gelir veya büyür. Çok önemlileri dışında döşeme çatlakları taşıyıcı sistemin güvenliğini büyük ölçüde etkilemez. Büyük açıklıklarda kirişli döşemelerde altta açıklıkta çatlaklar görülebilir. Bunun gibi, döşemenin kirişle birleştiği yerde üstte mesnette kiriş kenarına paralel çatlak meydana gelebilir. Bu durum, donatının yetersiz olmasına, donatı yüksekliğinin sağlanamadığına veya kalıbın erken alındığına işaret eder. Konsol döşemelerin mesnet kesitinde de benzer çatlaklar oluşabilir. Bu durum düşey yükler yanında depremin düşey bileşeninin etkisine de işaret edebilir. Önemli boşluğun bulunması durumunda döşeme köşelerinde gerilme yığılmaları nedeniyle çatlaklar oluşabilir. Kirişsiz döşemenin, kolona ve perdeye birleştiği kesitler, hem düşey yüklerde ve hem de deprem yüklemesinde önemli derecede zorlanır ve buralarda çatlaklar görülebilir.

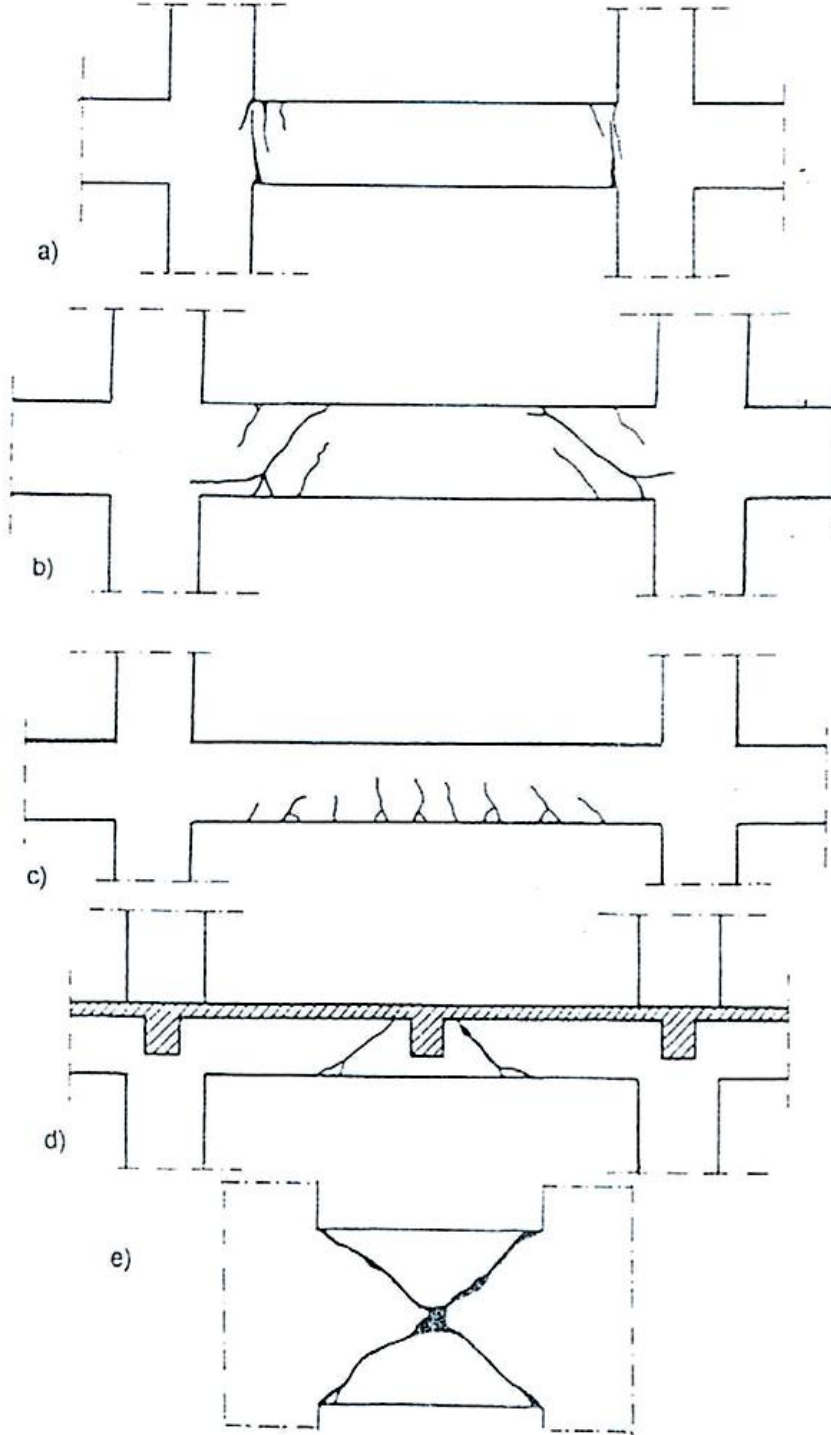
3.8.3. Kiriş Hasarı

Deprem etkisinde özellikle kirişin mesnet bölgeleri zorlanır ve buralarda altta ve üstte kiriş eksenine dik eğilme çatlakları ve köşegen kayma çatlakları oluşabilir. (Şekil 3.7.a.) ve (Şekil 3.7.b.). Açıklıkta çekme çatlakları deprem etkisiyle büyüyebilir. (Şekil 3.7.c.) dolaylı olarak mesnetlenen bir kiriş varsa bu bölgede eğilme ve kayma çatlakları meydana gelebilir (Şekil 3.7.d.).

Kirişlerde meydana gelen eğilme çatlakları büyük olmadıkları sürece taşıyıcı sistemin güvenliğini önemli derecede etkilemez. Kiriş çatlaklarının pek çoğu, düşey yüklerde mevcut olanların büyümesi şeklindedir. Eğilme çatlaklarına göre sünek olmayan özellikleri nedeniyle kayma çatlaklarının daha çok üzerinde durulması gerekir. Bunların da sistemin taşıyıcılık güvenliğini tehlikeye düşürmeleri ancak çatlak genişliğinin çok büyük olduğu ender durumlarda söz konusudur.

Eğer kısa açıklıklı bir kiriş bir perdeye birleşiyorsa, mesnet bölgesinde x şeklinde kayma çatlakları görülebilir (Şekil 3.7.e.). Bu durum oldukça sık görülür ve kısa kolonlarda meydana gelen duruma benzetilebilir. Özellikle, iki perde

arasında bulunan bağ kirişlerinde bu tür çatlaklar her iki mesnette meydana gelebilir.



Şekil 3.7. Kiriş hasarları



Şekil 3.8. Marmara depremi sonrasında oluşan bir kiriş hasarı

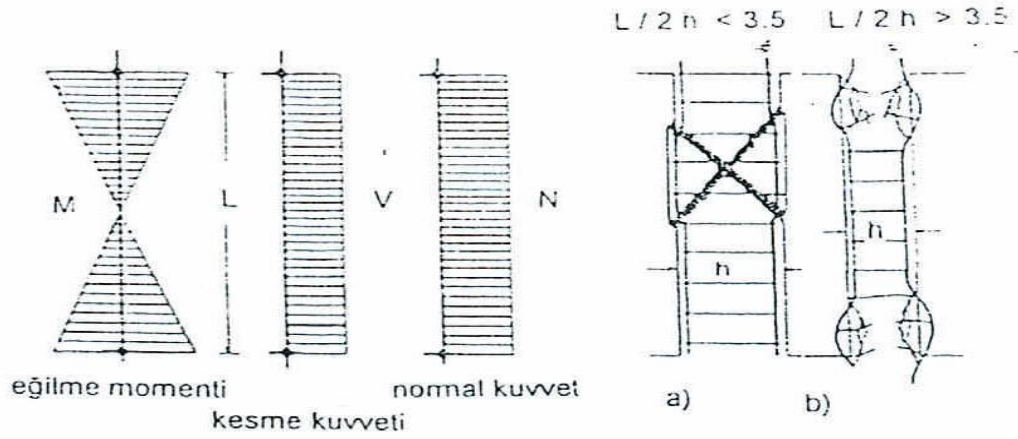
3.8.4. Kolon Hasarı

Kolonlarda normal kuvvet hakim durumda iken, kolon boyutlarına göre yön değiştiren eğilme momenti veya kesme kuvveti hasara sebep olur. Özellikle

$$\text{narınlığın büyük olduğu; } \alpha = \frac{M}{V \cdot h} = \frac{L}{2h} > 3,5$$

kolonlarda büyük eğilme momenti, hakim normal kuvvetle beraber beton basınç bölgesinde ezilme ve parçalanmalara sebep olur (Şekil 3.9.a.). Depremin yön değiştirmesi sonucu kolonun her iki yüzünde bu hasar meydana gelir Kolon uç bölgelerinde etriyenin seyrek olması hasarın artmasına ve boyuna donatının burkulmasına sebep olur. Etriyelerin kopması ve boyuna donatının burkulması, kolon başının dağılmasına ve aksenal yük altındaki kolonda bir kısalmaya sebep olur. Bunun sonucu olarak komşu taşıyıcı elemanlarda yeni bir kuvvet dağılımı ortaya çıkar. Kolona birleşen kirişlerin kapasitelerinin büyük olması bu olayın daha belirgin

oluşmasına sebep olur. Eğer kolon, kısa kolon $\alpha = \frac{M}{V \cdot h} = \frac{L}{2h} > 3,5$



Şekil 3.9. Kolon hasarı

ise hasarın oluşmasında kesme kuvveti etkili olur. Kesme kuvveti nedeniyle oluşan eğik çekme gerilmeleri sonucu ani oluşan bu tür hasar, binanın toptan göçmesine bile sebep olabilir (Şekil 3.9.b.) Bu hasarın ana sebebi kısa kolon kayma kapasitesinin. Eğilme kapasitesine göre daha düşük olmasıdır. Kısa kolon, taşıyıcı sistem düzeninin bir sonucu olarak oluşabileceği gibi, sonradan önden yığma duvarlarının etkisi sonucunda da meydana gelebilir. Bu tür hasar tespit edilmesi durumunda, geçici tedbir alınarak binanın toptan göçme tehlikesi önlenmelidir. Marmara depremi sonrasında Düzce' de yetersiz donatı ve kalitesi düşük beton kullanımı sonucu oluşmuş kolon hasarı (Şekil 3.10) (Beyen, 1999).

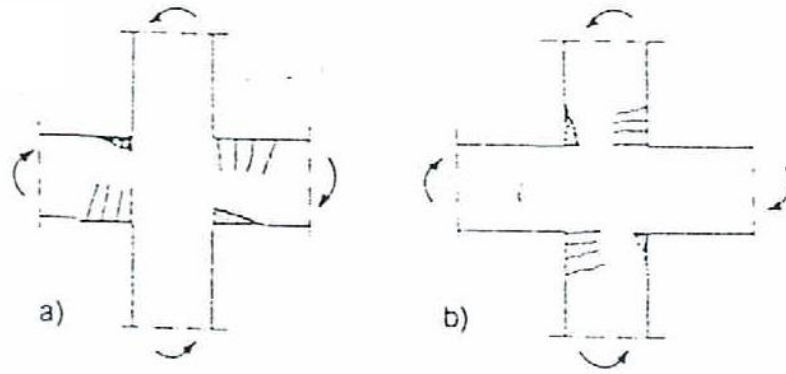


Şekil 3.10. Marmara depremi sonrasında Düzce' de yetersiz donatı ve kalitesi düşük beton kullanımı sonucu oluşmuş kolon hasarı

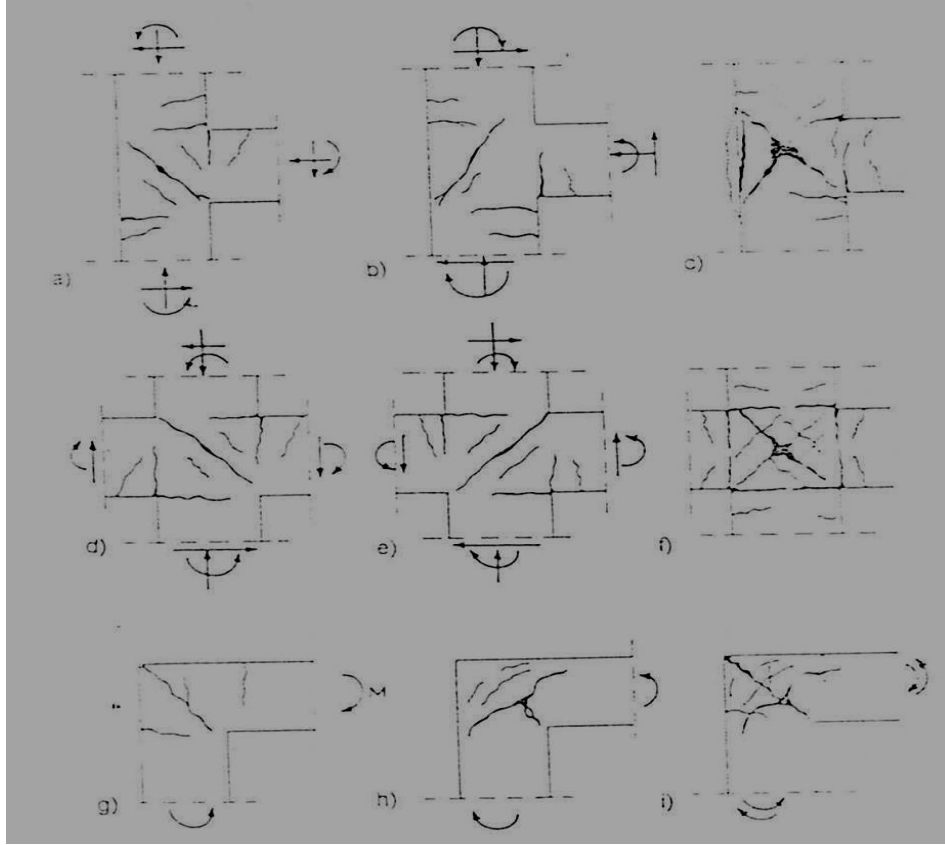
Kolonun alt ucundaki sarmal bölgede yetersiz etriye nedeniyle mevcut etriyeler açılarak dağılmıştır.

3.8.5. Kiriş – Kolon Birleşim Bölgesi Hasarı

Kiriş-kolon birleşim bölgesinde meydana gelen çatlama ve hasar, sistemin yatay yük taşıyıcılığının ve rijitliğinin doğrudan etkilediğinden, belirlenmesinde özen gösterilmelidir. Şekil 3.11.'de böyle bir bölgedeki güç tükenme biçimi gösterilmiştir. Uygun düzenlenmiş bir birleşim bölgesinde, kirişte plastik mafsall oluşumu öngörülebileceğinden Şekil 3.11.a.'da verilen türden bir güç tükenmesi beklenir ve bu suretle taşıyıcı sistemin genel kararlılığı korunmuş olur. Şekil 3.11.b. ise zayıf kolon-kuvvetli kiriş durumuna karşı geldiği için arzu edilmez. Birleşim bölgesinde oluşan çekme gerilmesi alanı sonucu oluşabilecek çatlak durumları Şekil 3.12. 'de gösterilmiştir. Bunlar yanında, bölgede betonun ezilip kopması da bölgenin dayanımını önemli ölçüde azaltır. Bölgeden geçen kiriş boyuna donatılarının aderansının çözülmesi, kalıcı şekil değiştirmelere sebep olması ve kesitin dayanımını azaltması bakımından tehlikelidir. Birleşim bölgesinde etriyenin bulunmaması veya betonda boşlukların bulunması, bu bölgenin dağılmasına sebep olur ki, bu durumda bölge mafsall durumuna gelerek sistemin toptan göçmesine sebep olabilir.



Şekil 3.11. a) Güçlü kolon b) Güçlü kiriş durumunda kiriş-kolon bileşim bölgesi hasarı



Şekil 3.12. Kiriş - Kolon birleşim bölgesinde çeşitli çatlama ve hasar durumları



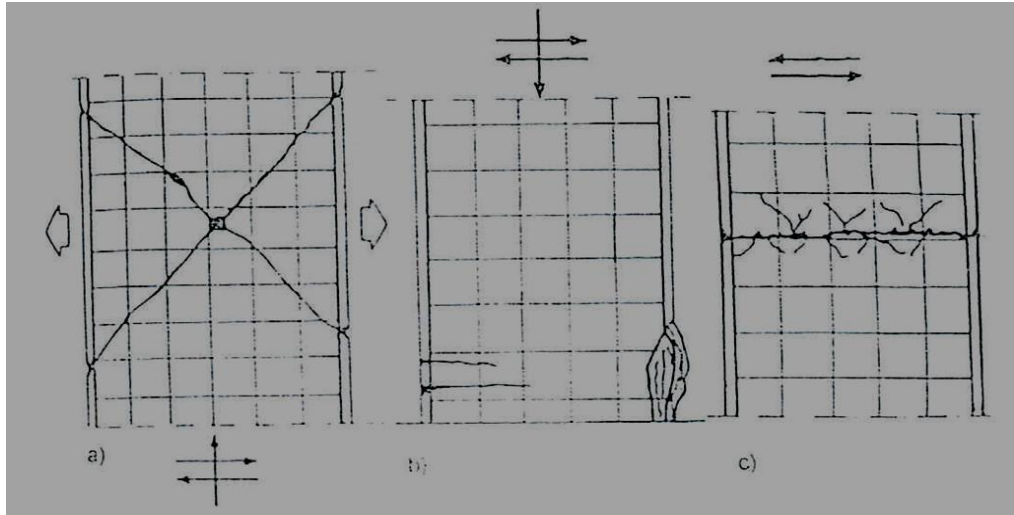
Şekil 3.13. Etriye sıklaştırması yetersizliği

(Şekil 3.13.). Zemin kat kolonunun üst ucunda meydana gelen ezilme ve eksenel basınç altında betonun ezilerek donatının akması görülmektedir. Kolonda

düşey donatının tek başına yeterli olmadığı ve bu bölgede etriye sıklaştırılması yapılmadığı görülüyor. Etriye sıklaştırılmasının önemi açıkça görülmektedir.

3.8.6. Perde Hasarı

Perdede en çok rastlanan çatlak ve hasar türü, X şeklinde çatlak oluşmasıdır. Sünek olmayan ve eğik çekme gerilmelerinin oluşturduğu güç tükenmesine işaret etmesi bakımından dikkat edilmesi gereken bir durumdur, Perdenin uç bölgelerinin iyi düzenlenmiş olması durumunda, bu hasara rağmen perde eğilme momenti taşımaya devam edebilir (Şekil 3.14.a.), Perdede eğilme çatlaklarına ve hasarına nadir olarak rastlanır. Muhtemelen bu ortaya yaklaşıldığında çoğu zaman temelde bir dönme meydana gelerek momentin kesit kapasitesinin üzerine çıkması önlenir. Buna karşılık kesme kuvveti artmaya devam ettiği için kayma güç tükenmesi daha sık oluşur (Şekil 3.14.b.), Perdenin kademeli inşa edilmesi nedeniyle oluşan inşaat derz yerinde kayma da rastlanan bir hasar durumudur. Bu olay, farklı zamanda dökülen iki betonun ara kesitinde yeterli bağın oluşmamasından kaynaklanır. Ara kesitte bulunan çatlakın yatay olması nedeniyle, kesit düşey yükler taşımaya devam ederek, sistemin tümünün taşıyıcılığını tehlikeye düşürecek bir durum ortaya çıkmayabilir (Şekil 3.14.c.).



Şekil 3.14. Perdede a) Kesme Kuvveti b) Eğilme c) Kayma hasarı

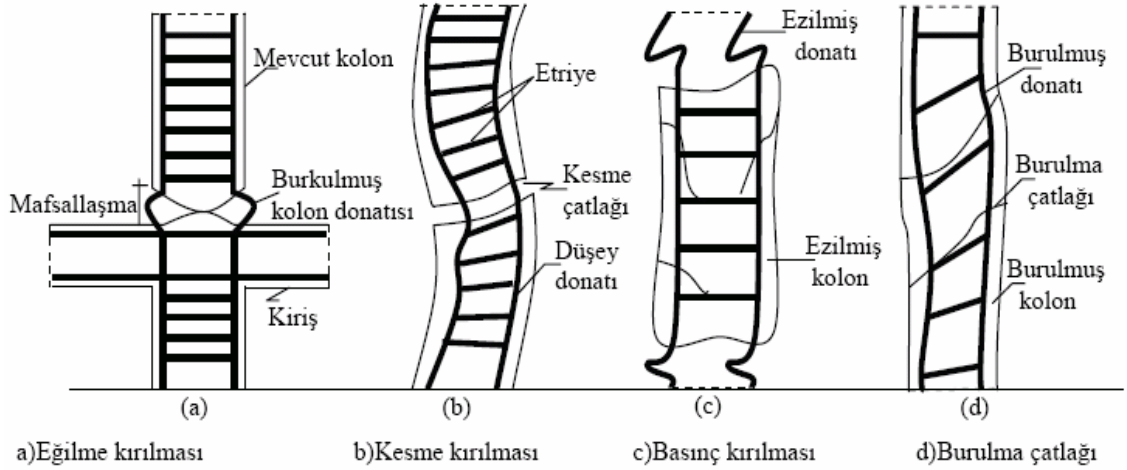
3.8.7. Temel Hasarı

Deprem sırasında akarsu havzalarında ve kıyı bölgesinde sık rastlanan bir olay da zeminin sıvılaşmasıdır. Zemin sıvılaşması veya benzeri nedenlerden zeminin taşıma kapasitesinde meydana gelen azalma, binanın bir bütün olarak düşey oturmasına veya otururken dönmesine sebep olabilir. Bu durum, hasar temel zemininde yeterli tedbirlerin alınmadığına veya zemin emniyet gerilmesinin yüksek seçildiğine işaret eder. Bu tür hareketler sonucunda kolonun tekil temelini veya plak temelini zımbalamaya zorlandığına işaret eden çatlaklar görülebilir. Temelin bir kısmının dolguda bir kısmının da sert yerel bir zeminde bulunması da deprem sırasında binada dönmeye sebep olabilir. Temel hasarı için zemin iyileştirilmesi veya temellerin genişletilmesi bir çözüm olabilir. Ancak bu konuda alınacak her tedbirin ayrıntılı bir geoteknik inceleme sonucu belirlenmesi gerektiği açıktır.

3.9. Güçlendirme yöntemleri

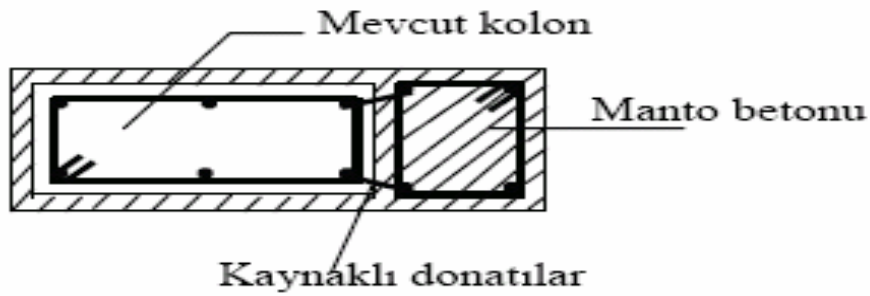
3.9.1. Kolonların güçlendirilmesi

Genel hatlarıyla betonarme kolonlarda 4 çeşit hasar meydana gelmektedir. Bunlardan eğilme kırılması, deprem etkileri ile kolona gelen eğilme momentinin artması sonucu kolon uçlarında mafsallaşma meydana gelmesi ile oluşur (Şekil 3.15.a.). Kesme kırılması, ise kolonun üzerine gelen kesme kuvvetini taşıyamaması sonucu oluşur (Şekil 3.15.b.). Kolon kesitinin en dış lifindeki beton ezilmeye başladığında, henüz akma birim uzamasına ulaşmamış ise kolonda basınç kırılmaları ortaya çıkmaktadır (Şekil 3.15.c.). Yapının kütle ve rijitlik merkezleri çakışık değilse kolonlarda oluşan burulma kırılmaları da belirlenmelidir (Şekil 3.15.d.).

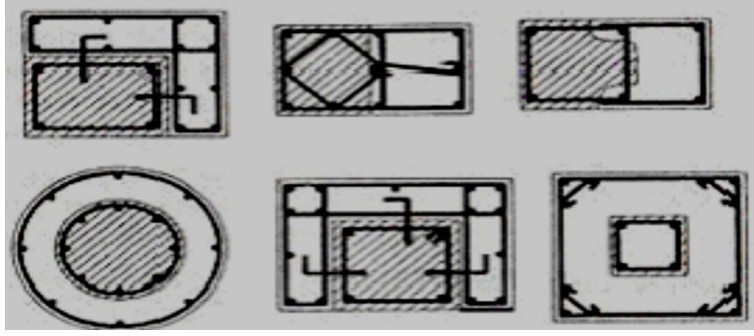


Şekil 3.15. Kolonlarda meydana gelen hasarlar.

Çatlamış betonarme kolonlarda reçineler veya çimento şerbeti kullanılabilir. Az hasarlı, donatıları burkulmamış, betonu gevşemiş kolonlarda yerel olarak gevşek beton kısmı kaldırılarak yeni beton dökülmesi suretiyle onarım yapılabilir. Kolonlarda oluşan hasar derecesine göre bir, iki, üç ya da dört taraftan mantolama yapılabilir. Mantolama, mevcut kolon etrafına boyuna takviye donatısının yerleştirilmesi ve etrafının normal veya helozonik etriye donatısı ile sarılması ve mevcut betonun etrafının beton dökülerek kapatılması işlemlerine denir. Kolonun mantolanması ile, kolon en kesit alanı artırılırken donatı yüzdesi de bir miktar artırılmış olur (Şekil 3.16.).



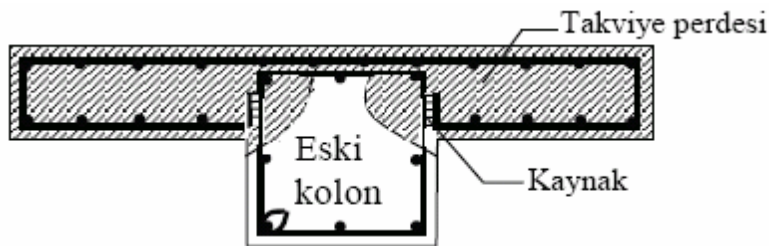
Şekil 3.16. Kolon mantolaması



Şekil 3.17. Bazı mantolama örnekleri.

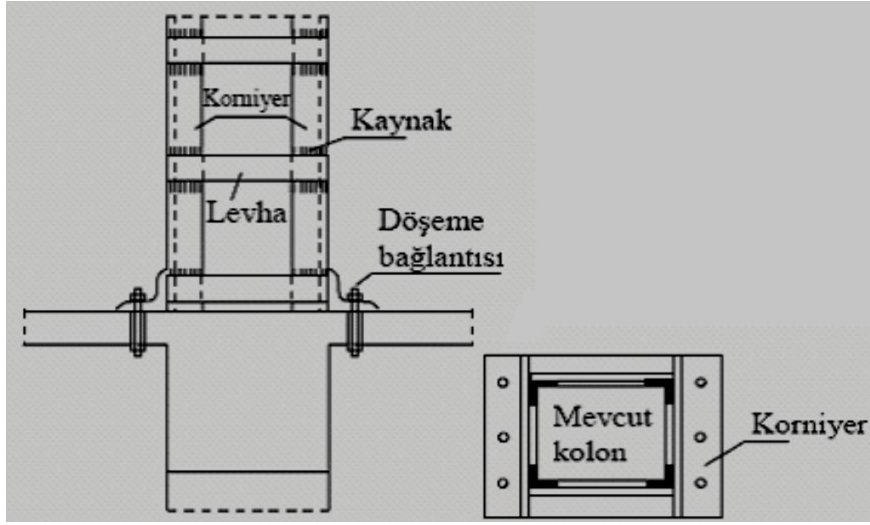
Kolon çevresinde mantolama yapılırken eski kolonda donatı ile çevrilmiş betonun dışında kalan kabuk betonunun tümünün sökülüp, daha sonra koyulacak takviye donatısı ile birlikte yeni kolonun betonlanması yerine, eski kolonun kabuk betonunda küçük kesme kamaları açılarak eski ve yeni betonun kaynaşması ve dış yük etkileri altında birlikte çalışmaları sağlanabilir.

Uygulanabilecek bir başka yöntem de, kolonun iki yanına kanat biçiminde perde duvar eklenmesidir. Bu durumda perdenin yatay donatısı, kolonun yatay donatısına kaynakla bağlanmaktadır. Daha sonra betonlama yapılarak eski betonun yeni perde içinde yer alması sağlanmaktadır. Böylece mevcut kolon betonarme perde arasına alınarak kesiti büyütülmüş ve yük taşıma kapasitesi arttırılmış olur. (Şekil 3.18.) Bu şekilde yapılan bir uygulamada perde uçları boşa bırakılmamalı, düzenlenmelidir.



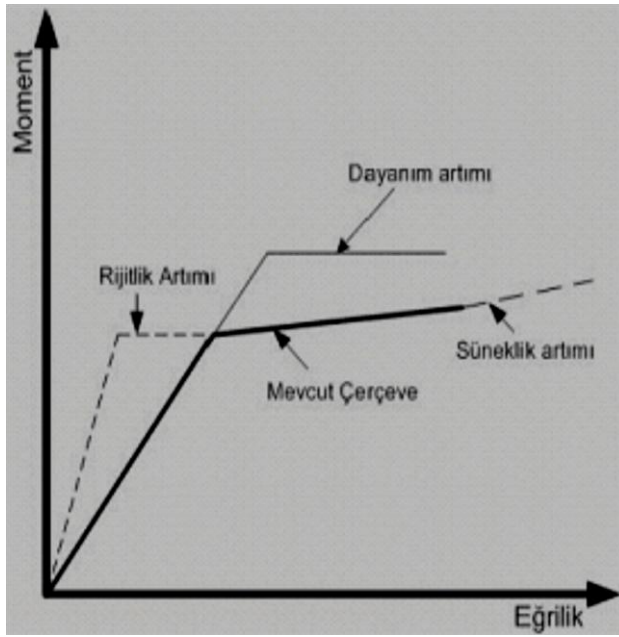
Şekil 3.18. Kolonun perde içinde kalması.

Kolonların takviyesini hızlandırmak için çelik profiller de kullanılabilir. Bu şekilde bir takviye ile kolonun moment ve aksenal yük taşıma kapasitesinde büyük artışlar sağlanabilir. Ancak mevcut kolon ile profiller birlikte çalışmadığından yüklerin askıya alınması olarak kabul edilmelidir.



Şekil 3.19. Çelik takviyeli mantolama.

Güçlendirmenin kolon özellikleri üzerindeki etkileri aşağıdaki grafikte gösterilmiştir.



Şekil 3.20. Güçlendirmenin kolon üzerindeki etkileri.

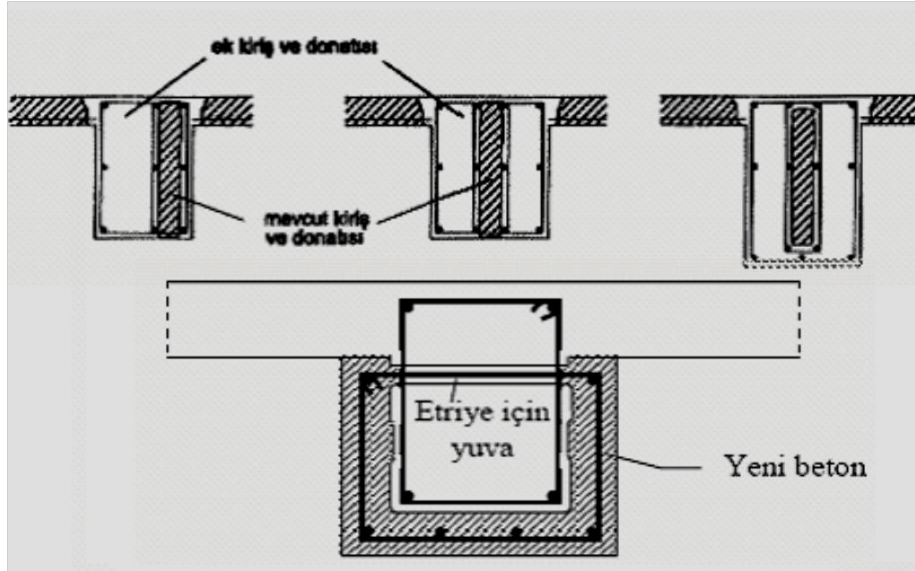


Şekil 3.21. Kolonu mantolayarak güçlendirme

3.9.2. Kirişlerin güçlendirilmesi

Hasar gören veya dayanım ve rijitliği yeterli olmayan kirişler değişik şekilde onarılır ve güçlendirilir. Bu işlem sırasında komşu kolonları da göz önüne alarak kuvvetli kiriş zayıf kolon türünden birleşim bölgesinin meydana getirilmemesine özen gösterilmelidir. Güçlendirme türü hasarın seviyesine (çatlama, beton ezilmesi, donatının sıyrılma ve kopması) bağlı olarak değişir. Hafif çatlaklı kirişler, epoksi veya çimento şerbeti enjeksiyonu ile onarılabilir. Betonun ezilmesi veya donatının kopması gibi hasarın ağır olduğu durumlarda, kirişin geçici olarak askıya alınması uygundur. Hasarlı yerel kısımlar, basınçlı su veya hava ile temizlenip, kopan veya burkulan donatıları kesilerek kaynakla eklendikten sonra betonlanması yoluyla onarılabilir. Yeterli açıklık donatısına sahip olmayan kirişlerde alttan çelik şeritler veya lif takviyeli karbon levha yapıştırılarak ilgili çatlaklar onarılıp kiriş güçlendirilebilir. Lif takviyeli karbon levha uygulaması yan yüzlere de yapılarak, kayma donatısı eksikliği giderilebilir ve ilgili çatlaklar onarılabilir. Bu amaçla sıva tabakasının kaldırılması, alt ve yan yüzün pürüzlendirilmesi gerekir. Kirişlerde çatlak onarımında epoksi enjeksiyonu da kullanılabilir. Bu işlemin başarılı olması için, betonun yeterli dayanıma sahip olması gerekir. Dağılan düşük dayanımlı beton

durumunda yerel bir onarım olan epoksi enjeksiyonunun uygulanması tavsiye edilmez. Kirişler, gerekli durumda dört veya üç tarafından beton manto giydirilerek güçlendirilebilir.

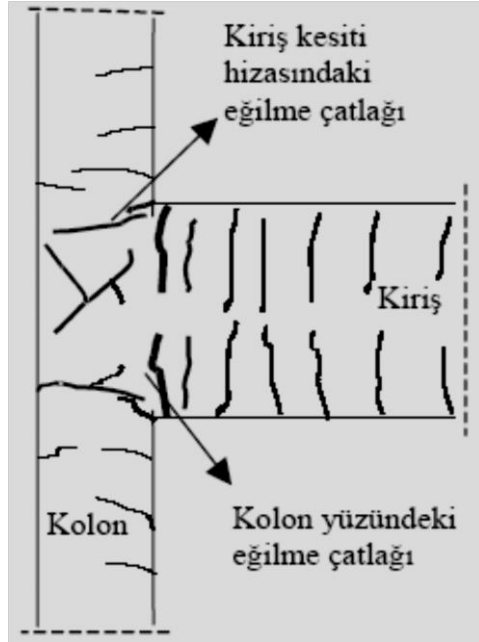


Şekil 3.22. Kiriş mantolaması.

Mevcut ve yeni betonun bütünleşmesini sağlamak amacıyla, mevcut betondaki beton örtü tabakasının kaldırılması ve yüzeyin temizlenmesi gerekir. Donatı düzeninde uygun kenetlenme, bırakılan uygun boylarla, kaynaklama ile veya kenetleme plakaları kullanılmasıyla sağlanmalıdır. Yeni donatılar döşemedeki deliklerden geçerek kirişi çevreleyen etriyelerle sarılmalıdır. Döşeme delikleri güçlendirme kirişine beton dökmek için de kullanılabilir. Güçlendirme için konulan donatılar, köşegen yönündeki çubuklarla veya çelik plakalarla mevcut donatılara bağlanmalıdır. Kirişin yalnız mesnet bölgelerinin güçlendirilmesi ile yetinilmesi söz konusu ise, mesnette döşeme kırılarak açılır, mesnet bölgesi için gerekli ek donatı yerleştirilerek etriyelerle sarılır. Kiriş kesitinin genişletilmesi tek veya çift taraflı olabilir ve kiriş yüksekliği de arttırılabilir. Kirişlerde mesnet kesitinin güçlendirilmesi, döşeme kalınlığının arttırılıp üst donatı eklenmesiyle veya alttan kolonu geçen bir donatı konulmasıyla yapılabilirse de, uygulaması zordur.

3.9.3. Kiriş-Kolon birleşim bölgelerinin güçlendirilmesi

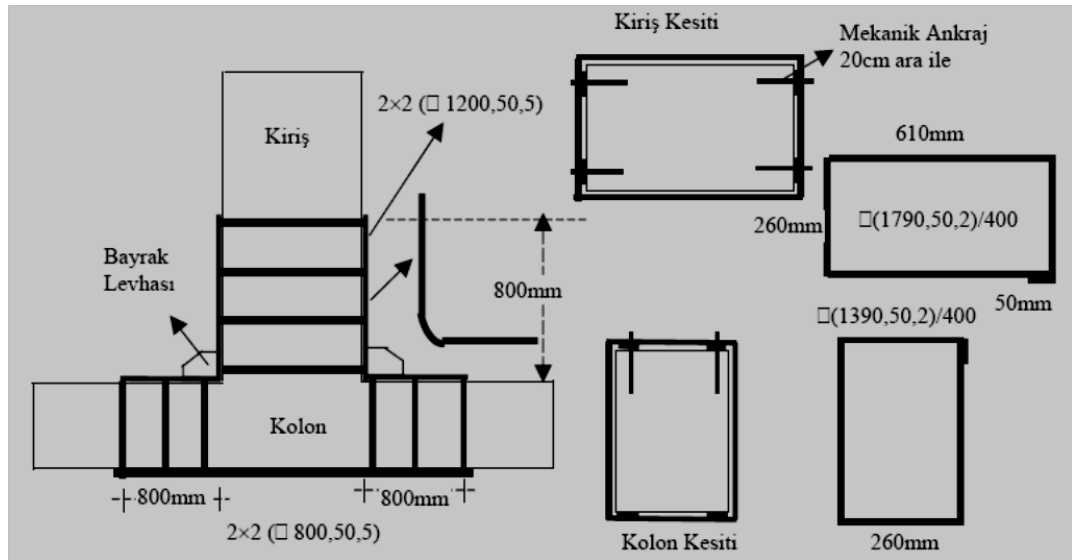
Depremde en fazla hasar gören kiriş-kolon birleşim bölgeleri, taşıyıcı sistemin en çok zorlanan ve güçlendirilmesi en zor olan kısımlarını oluşturur.



Şekil 3.23. Birleşim bölgesi çatlakları.

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, büyük şiddetteki depremlerde birleşim bölgesine birleşen kesitlerde meydana gelen plastik mafsallar sonucu büyük dönmeler, donatıda aderans çözümleri sonucu kaymalar ve geniş çatlaklar oluşabilir. Deprem etkisinde birleşim bölgesinin iki tarafındaki eğilme momentinin farklı işarette olması, kiriş kesitinde zıt gerilme durumları doğmasına ve bunun sonucu donatının birleşim bölgesinden çekilip çıkarılmak istenmesine yol açar. Bu nedenle 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. Çimento şerbetinin aderansın kazandırılmasında yeterli olmadığı bildirilmiştir. Birleşim bölgesinin lif takviyeli polimer levhalarla sarılması

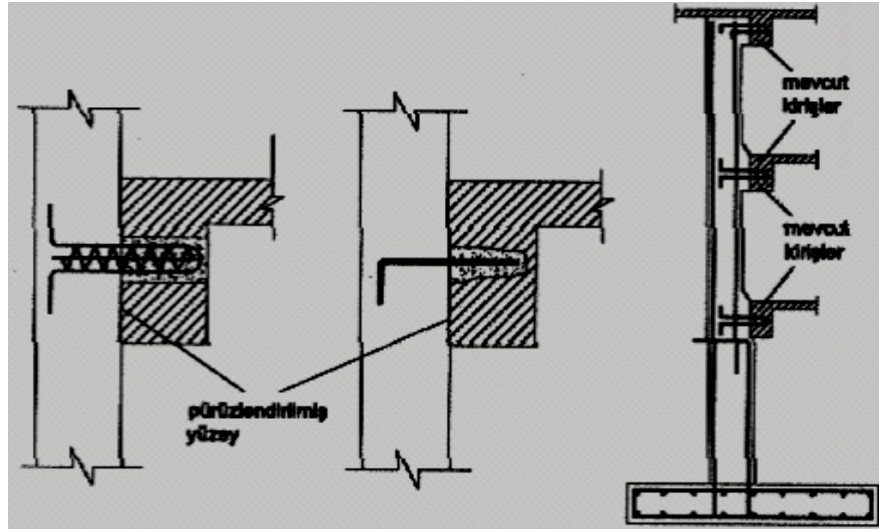
hem dağılmanın önlenmesi ve hem de kuvvet iletimini sağlamak için uygun olabilir. Hasarın daha da yaygın olması durumunda, kiriş-kolon birleşim bölgesi, çelik şeritler yapıştırılarak ve sarılarak güçlendirilebilir. Bu suretle, kesitlerin eğilme momenti kapasiteleri arttırılırken; sarılan şeritler, bu bölgede oluşturulan enine basınçla, betonun dolayısıyla elemanın sünekliği arttırılır. İhtiyaç olduğunda süneklik artırımı için etriyeleri eksik olan kolon ve kiriş kesitlerinde sadece sargı şeritleri kullanılabilir. Uygulama için bölgedeki ezilen beton temizlenir, yüzeyler düzeltilir ve özel yapıştırıcılar kullanılarak boyuna çelik şeritler yapıştırılır. Yapışmanın tam olması için şeritlerin betona işkence aletleriyle bağlanması gerekebilir. Daha sonra sargı şeritleri sarılarak uçları birbirinin üzerine yeterli boyda gelecek şekilde yapıştırılır. Bu sırada kiriş sargı şeritlerinin, o bölgedeki döşeme kaplamasının kaldırılmasından ve döşemede delikler açıldıktan sonra uygulanabileceği unutulmamalıdır. Betonda enine basıncın yeterli şekilde oluşması için şeritlerin geniş (50mm uygun genişlik) olması ve birbirlerine yakın (0.20m uygun aralık) yerleştirilmesi gerekir. Bu tür uygulama özel özene ihtiyaç gösterir. Ayrıca uygulanan güçlendirme şeklinin basit bile olsa, deneyle kontrolü önemlidir. Bütün bu işlemlerden sonra, bölgenin sıvanması ve şeritlerin kapatılması gerekir.



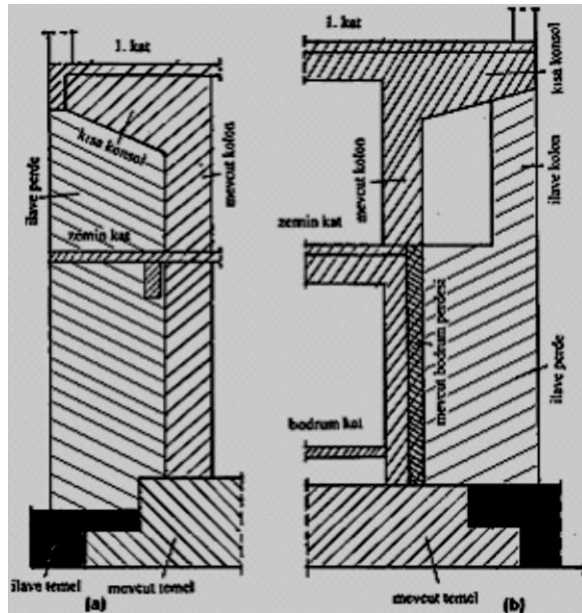
Şekil 3.24. Çelik lamalarla güçlendirilmiş bir birleşim bölgesi.

3.9.4. Perdelerle Güçlendirme

Sistem güçlendirmesinde perdelerle güçlendirme halen en yaygın ve geleneksel uygulama şeklidir. Perde ilave edilmesinde dikkat edilmesi gereken en önemli husus, yeni durumun yapıda burulma etkileri oluşturmamasıdır. Yapının kütle ve rijitlik merkezi mümkün olduğunca yakın kalmalıdır. Ayrıca yeni elemanların betonu dökülmeden önce bu elemanlara yük aktarması söz konusu olan döşemeler askıya alınmalıdır. Güçlendirme perdeleri her iki doğrultuda en az ikişer tane olmalıdır. Yapının kat adedinin ve plandaki alanının az olması halinde toplam perde sayısı üçe de indirilebilir. Perdenin iki kolon arasında kalması tercih edilmelidir. Bazı hallerde bir taraftan bir kolona birleşmesi düşünülebilir. Bu durumda diğer tarafta perde ucu düzenlenmelidir. İki uçtan da kolona bitişik olmayan döşemeyi delip geçen perde ile döşeme arasında çok büyük gerilme yığılmaları meydana geleceğinden bu tür perdeler yapılmamalıdır. Perdelerin temellerinin oluşturulması da çok önemlidir. Komşu kolonları da kapsayacak şekilde sürekli veya plak temel düzenlemesi yapmak gerekir. Bu şekilde kolonların normal kuvvetlerinden faydalanarak perdeye komşu tekil temeller birleştirilerek büyük bir perde temeli yapılması gerekir. Bu durum perdenin mevcut sistemle bütünleşmesini sağlayacağı gibi, perdenin uçlarında meydana gelecek çekme kuvvetinin kolon basınç kuvvetini göz önüne alarak azaltılmasını da sağlar. Bunun yanında perde temelini düzenlenmesinde kolon basınç kuvvetinin olumlu katkısı hesaba katılmış olur. Kapı ve pencere boşluğunun bulunması durumunda perde bir uçtan komşu kolona bağlanırken, diğer taraftan perde için bir uç bölgesi oluşturulur. Her iki durumda da perde kat seviyelerinde döşemeyi başlık bölgelerinde deler, bu suretle başlık donatılarının sürekliliği sağlanır. Bunun yanında perde gövdesinde döşemede yer yer boşluklar açılarak, hem beton dökümü için kolaylık sağlanırken, bu boşluklara yerleştirilecek çapraz donatılarla perdenin katlar arası bütünleşmesi daha da rahatlatılmış olur. (Tonyalı, 2006).



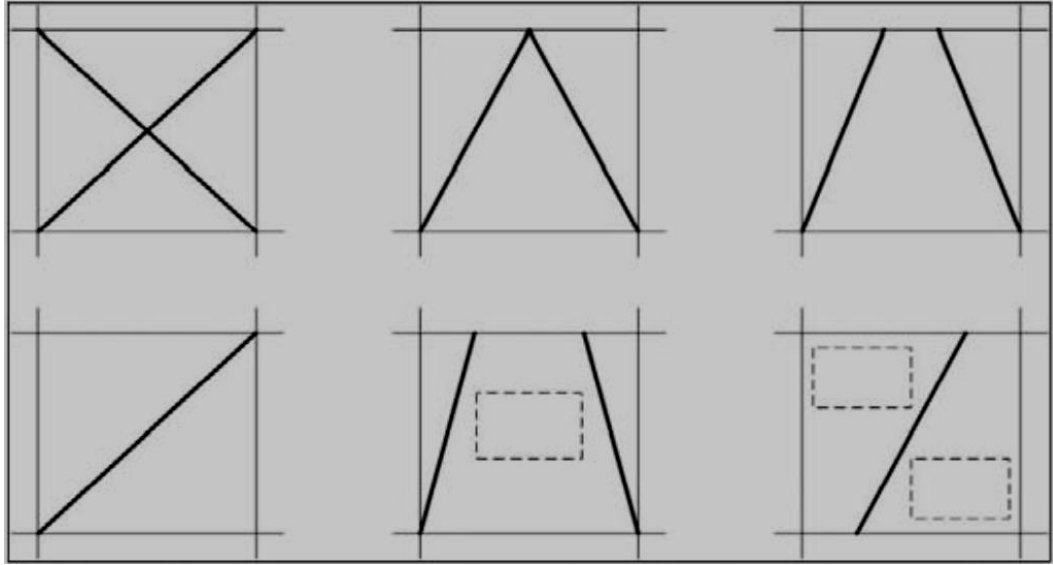
Şekil 3.25. Dış perdenin mevcut kirişlere bağlanması.



Şekil 3.26. Çıkmalı bir yapıda dış perde.

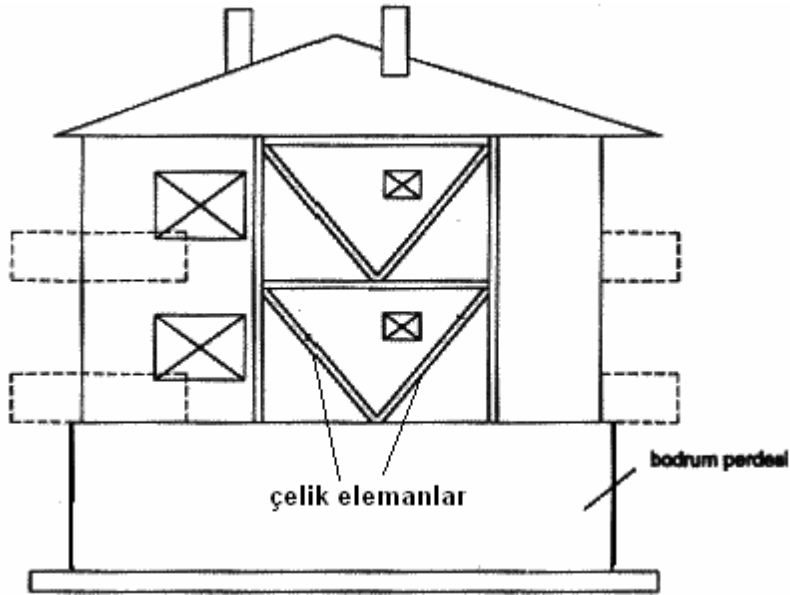
3.9.5. Çelik elemanlarla güçlendirme

Taşıyıcı sistem betonarme perdeler yerine çelik çaprazlar kullanılarak da güçlendirilebilir.



Şekil 3.27. Çeşitli çelik çapraz kullanım şekilleri.

Bu durumda en basit uygulama kiriş-kolon düzlemine yerleştirilecek çaprazlar yanında kolon ve kirişe bitişik konulacak çelik elemanlarla yapılabilir. Eksenel çelik çaprazlar yanında dış merkez çaprazlar da kullanılabilir (Şekil 3.28.)



Şekil 3.28. Çelik çaprazlarla güçlendirilmiş bir bina.

Ancak, bu durumda dışmerkezlik nedeniyle kuvvetlerin alınması yeni güçlükler doğurabilir. Çaprazlar betonarme çerçevenin içinde oluşturabildiği gibi, dışında da oluşturulup ona bağlanabilir. Kolona ve kirişe bitişik olan çelik elemanlarla kuvvetin olabildiğince düzgün yayılı iletilmesi sağlanır. Ancak,

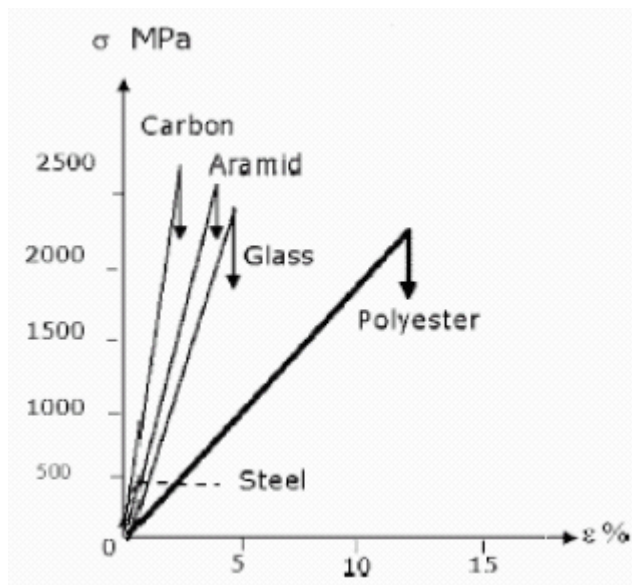
çaprazlar nedeniyle köşelerde büyük yoğun çekme ve basınç kuvvetlerinin betonarme ve çelik taşıyıcı sistem arasında iletilmesi gerekir. Özellikle, beton kalitesinin çok düşük olması durumunda büyük köşe levhalarına ihtiyaç duyulur. Çaprazlı çelik kafes sistemde kuvvetlerin kattan kata geçmesinin sağlanmasına özen gösterilmelidir. Bunun için kolona bitişik düşey çelik elemanların katlar arası sürekliliğinin sağlanması gereklidir. Çelik elemanların rijitliklerinin betonarmeye göre düşük olması nedeniyle, yatay deprem yüklerinin önemli bir bölümünün taşınması ancak çok büyük çelik kesitleriyle mümkün olur. Bunun yanında mevcut betonarme sistemle çelik sistemin bütünleşmesini sağlamak ve betonarme sistemde oluşan deprem kuvvetlerinin önemli bir kısmını çelik taşıyıcılara iletmek ayrıntılı çalışma gerektiren bir husustur (Tonyalı, 2006).

3.9.6. Lif takviyeli kompozitlerle güçlendirme

Lif takviyeli kompozitler (LTK) son yıllarda yapıların onarım ve güçlendirmesinde kullanılmaya başlanmıştır.

Çizelge 3.2. LTK malzeme özellikleri

Lifler	Dayanım(MPa)	Elastisite modülü (GPa)	Özgül ağırlığı (kg/m ³)
Cam Lifler	1700-2100	50	2500
Karbon Lifler	1700-2500	150-190	1900
Aramid Lifler	1700-2100	65-120	1400

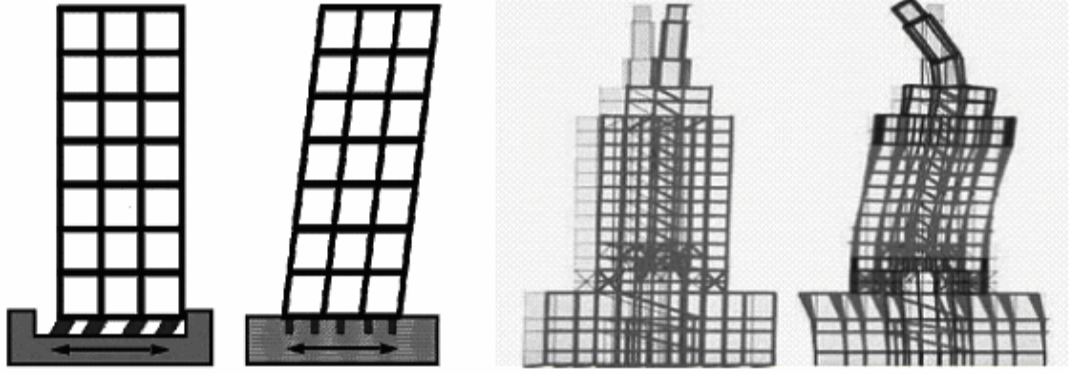


Şekil 3.29. Liflerin gerilme-şekil değiştirme eğrileri.

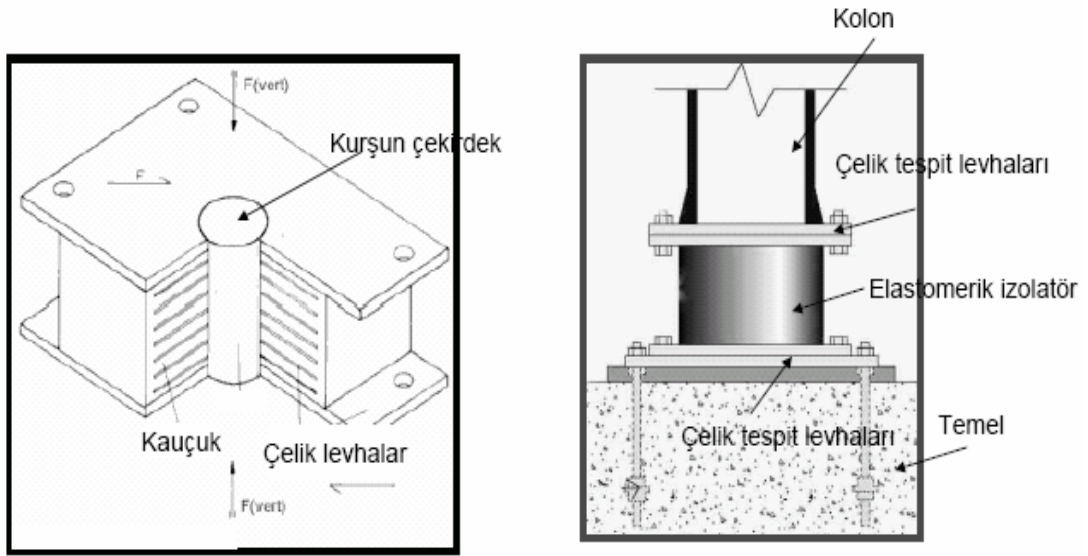
Yapıların dolgu duvarlarının LTK' lerle güçlendirilmesi ve perde gibi çalışabilen elemanlar haline getirilmesi yani sisteme yönelik iyileştirmelerin yapılabilmesi çalışmaları henüz yenidir. Bu konuda deneysel çalışmalar sürdürülmektedir. LTK, binaların boşaltılmadan güçlendirilmesini sağlayabilecek bir yöntem olması itibariyle giderek önem kazanmaktadır. Duvar güçlendirmesini hedefleyen LTK tasarımı süneklik artırmadan ziyade dayanım artırma amacıyla yapılmalıdır. Daha çok beton kalitesinin iyi olduğu ancak enine ve boyuna donatının yetersiz olduğu durumlarda kullanılabilir (Tonyalı, 2006).

3.9.7. Sismik izolasyon

Sismik izolasyon yapının ve deprem ivmesinin özellikleri dikkate alınarak; yapının rijitliğini azaltmak, periyodunu ve sönümünü artırarak yapıya daha küçük deprem kuvvetlerinin gelmesini sağlamak ve yapının küçük veya orta şiddetli depremlerdeki hasarının önlenmesi ve şiddetli depremlerdeki hasarının da en aza indirgenmesini sağlamaktır. Bu yöntem mevcut yapılara uygulanabileceği gibi, yeni yapılacak yapılarda daha avantajlı biçimde kullanılabilir. Sismik izolasyondaki amaç bütün deplasmanların temel ile üst yapı arasında olmasını sağlamak ve sönümleyici elemanın mümkün olduğu kadar deprem enerjisini yutmasını ve sönümlemesini temin etmektir. Bu amaçla yapının dinamik özellikleri değiştirilerek depremde yapıya gelecek yatay yükün azaltılması hedeflenir. Yapının sönümü artırılırsa yapıya gelen hem ivme hem de ötelenme azalacaktır. Yapının rijitliği azaltılır, periyodu uzatılırsa yapıya daha küçük bir deprem kuvveti gelecektir. Yapının periyodu 2-2.5 sn kadar uzatılırsa, deprem kuvvetlerinde önemli bir azalma olmaktadır. İzolasyonlu sistemde yapının yer hareketini büyütme oranı 0.9-1.0 civarındadır. İzolasyonlu yapı rijit kütle hareketi yapmaktadır. Bu rakam izolasyonsuz yapıda 3-6 kat arasındadır.



Şekil 3.30. Sismik izolasyonlu ve izolasyonsuz yapılar arasındaki salınım farkı.



Şekil 3.31. Kauçuk izolatör detayı.

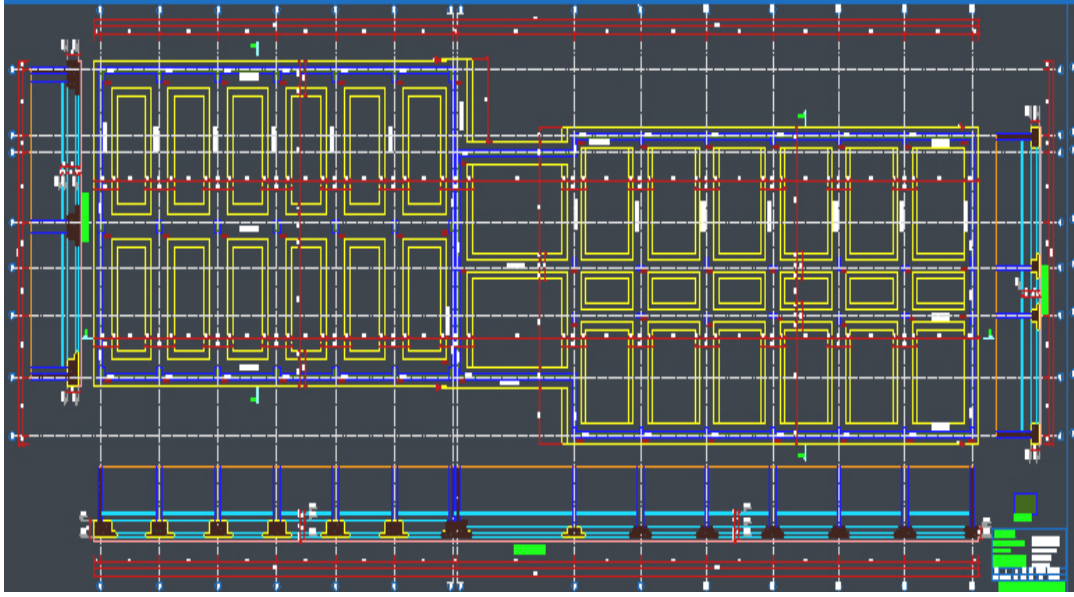
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

4.1. Sayısal uygulama

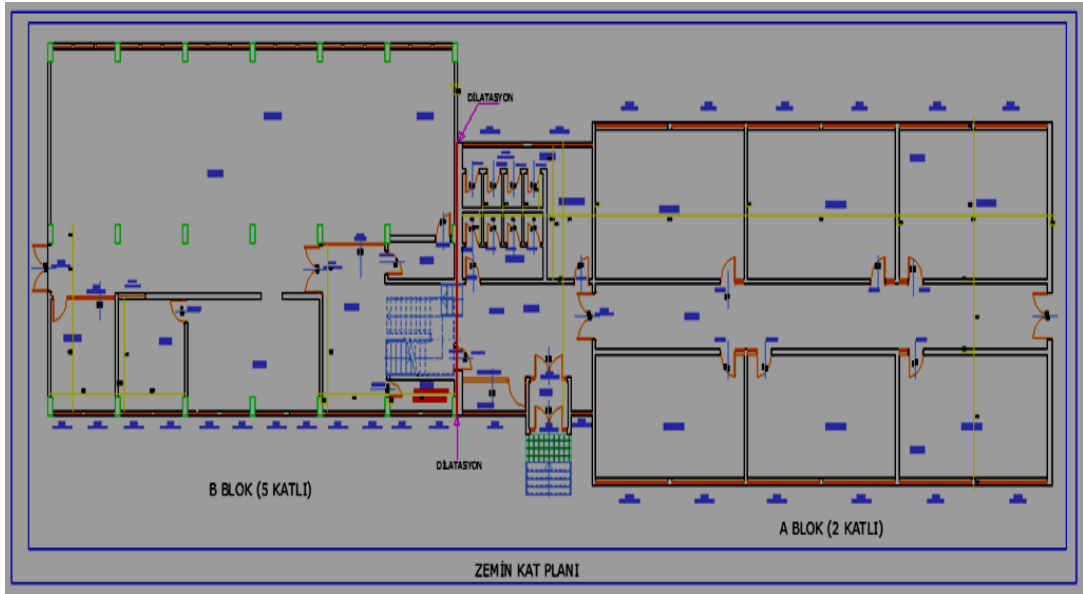
Siirt ilinde yer alan Sağlık Yüksekokulu, birbirinden dilatasyon ile ayrılmıő 2 blok olarak teşkil edilmiştir. Plandaki Şekilleri dikdörtgen olan her iki blokta da derslikler mevcut olup, A blok Bodrum+Zemin olmak üzere 2 katlı, B Blok ise Bodrum+Zemin+3 normal blok olmak üzere 5 katlı kat olarak teşkil edilmiştir bir yapıdır. Bloklar arasında yaklaşık 150 cm kot farkı bulunmaktadır. Her 2 bloğun çatısı ahşap oturtma çatı üzerine galvanizli oluklu saç kaplama olarak teşkil edilmiştir. Bodrum katta da dış duvarı taőtan yapılmış olup taş duvarın üzerinde betonarme hatıl mevcuttur.



Şekil 4.1. B blok (5 katlı) - a blok (2 katlı) görünüş



Şekil 4.2. B blok (5 katlı) - A blok (2 katlı) temel röleve planı



Şekil 4.3. B blok (5 katlı) - a blok (2 katlı) zemin kat mimari röleve planı

Plandaki şekli yukarıda verilen binaların taşıyıcı sisteminde yükler 2 katlı A blokta 18 cm plak döşemelerle zemin katta $20 \times 60 \text{ cm}^2$ en kesitli, bodrum katta ise $20 \times 80 \text{ cm}^2$ en kesitli kirişlere, oradan $20 \times 50 \text{ cm}^2$ en kesitli kolonlar ile her 2 yönde teşkil edilmiş 50 cm kalınlıklı sürekli temellere; 5 katlı b blokta 16 cm plak döşemelerle bodrum/zemin/normal katta $25 \times 80 \text{ cm}^2$ en kesitli kirişlere, oradan bodrum katta 40/60 cm/cm en kesitli, diğer katlarda 25/60 cm/cm en kesitli kolonlar ile her 2 yönde teşkil edilmiş 80 cm kalınlıklı sürekli temellere aktarılmaktadır.



Şekil 4.4. B blok (5 katlı) - a blok (2 katlı) zemin kat statik röleve planı

Çokgen bir plan geometrisi olan binalardan A Blok 465 m², B Blok ise yaklaşık olarak 348 m² oturma alanına sahip olup her 2 bloğun bodrum kat ise dış akslar taş duvar ile teşkil edilmiştir. İnceleme tarihi itibari ile yapıda taşıyıcı sistemi statik yükler altında etkileyecek herhangi bir yapısal hasar gözlemlenmemiştir. Zeminde ise taşıyıcı sistemi etkileyecek bir oturma gözlemlenmemiş olmakla birlikte söz konusu yapı hâli hazırda kullanılmaktadır.

4.2. Binanın hasar durumunun değerlendirilmesi

4.2.1. Malzeme ve işçilik kalitesi, zemin ve temel durumu değerlendirilmesi

Yapının taşıyıcı sistem mimari ve işçilik kalitesinin iyi olduğu değerlendirilmiştir. Donatı özelliğinin belirlenmesi amacı kolonlardan yapılan sıyrılmalar sonucu S220 donatı kullanıldığı anlaşılmıştır. Ayrıca, aşağıdaki tabloda verildiği üzere her kattan 3 adet olmak üzere A bloktan 9 adet, B bloktan ise 15 adet olmak üzere toplam 24 adet karot alınmış, basınç deneyi sonucunda elde edilen sonuçlar aşağıda verilmiştir. Mevcut durum değerlendirilmesinde beton dayanımı olarak 5 ve 5.9 MPa kullanılmış olup DBYBHY (2007)'e göre düşük sınıf olarak değerlendirilmiştir.

Çizelge 4.1. A blok (2 katlı) karot kırım sonuçları.

A BLOK

Karot no	Aks ismi	Kırılma basıncı (MPa)
1	Bodrum kat k/1	11,45
2	Bodrum kat k/2	6,54
3	Bodrum kat k/3	8,18
4	Bodrum kat k/4	6,49
5	Zemin kat k/5	6,62
6	Zemin kat k/6	7,60
7	Zemin kat k/7	7,27
8	Zemin kat k/8	5,89
9	Zemin kat k/9	10,09
Ortalama:		7,79
Standart sapma:		1,85
Orta-stdsapma:		5,94
Silindir dayanımı:		5,05
Kullanılmış beton sınıfı:		5,0

Çizelge 4.2. B blok (5 katlı) karot kırım sonuçları

B BLOK

Karot no	Aks ismi	Kırılma basıncı (MPa)
1	Bodrum kat k/1	6,80
2	Bodrum kat k/2	10,67
3	Bodrum kat k/3	7,73
4	Zemin kat k/4	10,98
5	Zemin kat k/5	6,31
6	Zemin kat k/6	4,93
7	1.kat k/7	11,71
8	1.kat k/8	13,19
9	1.kat k/9	8,57
10	2.kat k/10	9,84
11	2.kat k/11	8,94
12	2.kat k/12	9,01
13	3.kat /13	10,53
14	3.kat /14	16,63
15	3.kat /15	10,77
Ortalama:		9,77
Standart sapma:		2,90
Orta-stdsapma:		6,88
Silindir dayanımı:		5,85
Kullanılmış beton sınıfı:		5,9

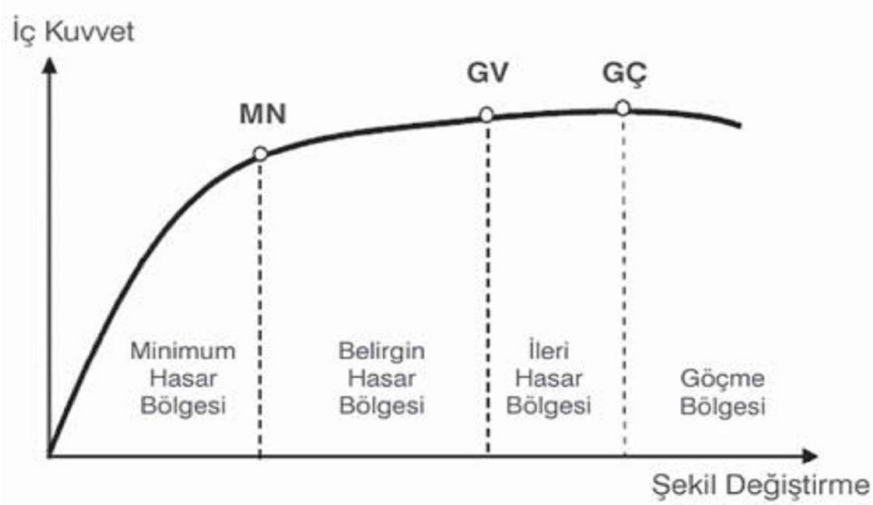
Binanın oturduğu zeminde yapılan sondaj çalışmaları sonucu geoteknik rapora göre elde edilen zemin özellikleri şu şekildedir;

- * Hesaplanan emniyetli taşıma gücü: $\sigma_{emn} = 1.47 \text{ kg/cm}^2$,
- * Yerel Zemin Sınıfı: Z2
- * Zemin Karakteristik Periyotları: $T_A = 0.15 \text{ sn}$, $T_B = 0.40 \text{ sn}$
- * Zemin Yatak Katsayısı: 1500 t/m^3
- * Zeminde sıvılaşma riski, farklı oturma riski olmadığı değerlendirilmiş, zemin ve/veya temel iyileştirilmesi hususu güçlendirme projesine göre değerlendirilmelidir.

4.2.2. Mevcut yapı analiz yöntemi

Mevcut yapının 2007 Deprem Yönetmeliğinden önce yapıldığı tahmin edilmektedir. Ancak yapının güvenliği tespiti çalışmaları şu an yürürlükte olan 2007 Deprem Yönetmeliğinin 7. Bölümü (Mevcut Binaların Değerlendirilmesi ve Güçlendirilmesi) kapsamında yapılacaktır.

4.2.3. 2007 deprem yönetmeliğine göre yapı performans değerlendirmeleri



Çizelge 4.3. Farklı deprem düzeylerinde binalar için öngörülen minimum performans hedefleri

Binanın kullanım amacı ve türü	Depremi aşılma olasılığı		
	50 yılda %50	50 yılda %10	50 yılda %2
Deprem sonrası kullanımı gereken binalar: Hastaneler, sağlık tesisleri, itfaiye binaları, haberleşme ve enerji tesisleri, ulaşım istasyonları, afet yönetim merkezleri vb.	-	HK	CG
İnsanların uzun süreli ve yoğun olarak bulunduğu binalar : Okullar, yatakhaneler, yurtlar, pansiyonlar, askeri kıışlalar, ceza evleri, müzeler vb.	-	HK	CG
İnsanların kısa süreli ve yoğun olarak bulunduğu binalar: Sinema, tiyatro, konser salonları, kültür merkezleri, spor tesisleri	HK	CG	-
Tehlikeli madde içeren binalar: Toksik, parlayıcı ve patlayıcı özellikleri olan maddelerin bulunduğu ve depolandığı binalar	-	HK	GÖ
Diğer binalar: Yukarıdaki tanımlara girmeyen diğer binalar(konutlar, iş yerleri, oteller, turistik tesisler, endüstri yapıları, vb.)	-	CG	-
HK : Hemen Kullanım; CG : Can Güvenliği; GÖ : Göçme Öncesi			

4.2.3.1. Performans seviyeleri tanımları

Binaların deprem performansı, uygulanan deprem etkisi altında, bir yapı sistemini oluşturan yapı elemanlarının hasar durumlarına bağlı olarak belirlenir. DBYBHY'07'de dört farklı bina deprem performans seviyeleri Hemen Kullanım Performans Düzeyi, Can Güvenliği Performans Düzeyi, Göçme Öncesi Performans Düzeyi, Göçme Durumu şeklinde verilmiştir.

4.2.3.2. Hemen kullanım performans düzeyi

Uygulanan deprem etkisi altında yapısal elemanlarda oluşan hasar minimum düzeydedir ve elemanlar rijitlik ve dayanım özelliklerini korumaktadırlar. Yapıda kalıcı ötelenmeler oluşmamıştır. Az sayıda elemanda akma sınırı aşılmış olabilir. Yapısal olmayan elemanlarda çatlamlar görülebilir, ancak bunlar onarılabılır düzeydedir. Tüm taşıyıcı elemanlar minimum bölgede fakat kirişlerin en fazla % 10 'nu belirgin hasar bölgesinde olabilir.

4.2.3.3. Can güvenliği performans düzeyi

Kirişlerin en fazla %30 u ileri hasar bölgesine geçebilir.

Her kat için, İleri Hasar Bölgesindeki Kolonların Kesme kuvveti, o kattaki tüm kolonların kesme kuvvetine katkısı %20' i geçmemelidir. Ancak En Üst kat için ileri hasar bölgesinde bulunan kolonların kesme kuvveti toplamı, o kattaki kolonların kesme kuvvetleri toplamına oranı en fazla % 40 olabilir.

Diğer taşıyıcı elemanların tümü minimum veya belirgin hasar bölgelerinde ise; herhangi bir katta minimum hasar bölgesi sınırını aşan kolonların kesme kuvveti toplamının, o kattaki tüm kolonların kesme kuvveti toplamına oranı %30'u aşmaması gerekir.

4.2.3.4. Göçme öncesi performans düzeyi

Kirişlerin en fazla %20 'si Göçme Bölgesine girebilir.

Diğer taşıyıcı elemanların tümü minimum veya belirgin hasar bölgelerinde ise; herhangi bir katta minimum hasar bölgesi sınırını aşan kolonların kesme kuvveti toplamının, o kattaki tüm kolonların kesme kuvveti toplamına oranı %30'u aşmaması gerekir.

4.2.3.5. Göçme durumu

Yapı uygulanan deprem etkisi altında göçme durumuna ulaşır. Düşey elemanların bir bölümü göçmüştür. Göçmeyen elemanlar düşey yükleri taşıyabilmektedir; fakat rijitlikleri ve dayanımları çok azalmıştır. Yapısal olmayan elemanların büyük çoğunluğu göçmüştür. Yapıda belirgin kalıcı ötelenmeler oluşmuştur. Yapı tamamen göçmüştür veya yıkılmanın eşiğindedir ve daha sonra meydana gelebilecek hafif şiddetteki bir yer hareketi altında bile yıkılma olasılığı yüksektir.

4.2.4. Mevcut binaların deprem performanslarının değerlendirilmesinde uygulanan yöntemler

4.2.4.1. Doğrusal elastik hesap yöntemleri

Bu yöntemlerle öncelikle, bir deprem etkisi altında, $R_a = 1$ değeri için hesaplanan deprem yükleri ile yapı elemanlarının artık kapasiteleri arasındaki etki /

kapasite (r) oranlar hesaplanır. Daha sonra hesaplanan bu (r) değerlerin, ilgili sınır değerler ile karşılaştırılması suretiyle yapı elemanlarının kesit hasar bölgeleri belirlenir ve bunlardan yararlanarak bina düzeyinde performans değerlendirmesinin yapılır.

4.2.4.2. Doğrusal Elastik Olmayan Hesap Yöntemleri

Bu yöntemlerle, verilen bir deprem için, sünek davranışa ilişkin plastik şekil değiştirme istemleri ile gevrek davranışa ilişkin iç kuvvet istemleri hesaplanır. Bu istem büyüklüklerinin, kesitlerin şekil değiştirme ve iç kuvvet kapasiteleri ile karşılaştırılması suretiyle, kesit ve bina düzeyinde yapısal performans değerlendirmesi yapılır.

4.2.5. Örnek Binanın Performans Değerlendirmesi

Siirt İl Merkezi 1. derece deprem bölgesinde yer almaktadır. 2007 Deprem Yönetmeliği gereği Etkin Yer İvmesi Katsayısı $A_0=0.4$ olarak alınmaktadır. Yapının okul binası olması, deprem sonrası öncelikli kullanılmasını gerektiğinden, yapı Önem Katsayısı $I=1.5$ alınarak 50 yılda aşılma olasılığı %10 olan deprem kuvvetleri altında Hemen Kullanım ve 50 yılda aşılma olasılığı %2 olan deprem kuvvetleri altında Can Güvenliği performans seviyelerinin her ikisinin de sağlaması gerekmektedir. Bu durum, spektrum çarpanı 1.0 ve 1.5 alınarak sağlanmıştır. Mevcut yapı Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı $R=1$ alınarak hesaplar yapılmıştır. Çözümlerde kullanılan yükler aşağıdaki gibidir:

Sabit Yükler;

16-18 cm plak döşeme zati ağırlığı 0.400 t/m^2 & 0.450 t/m^2

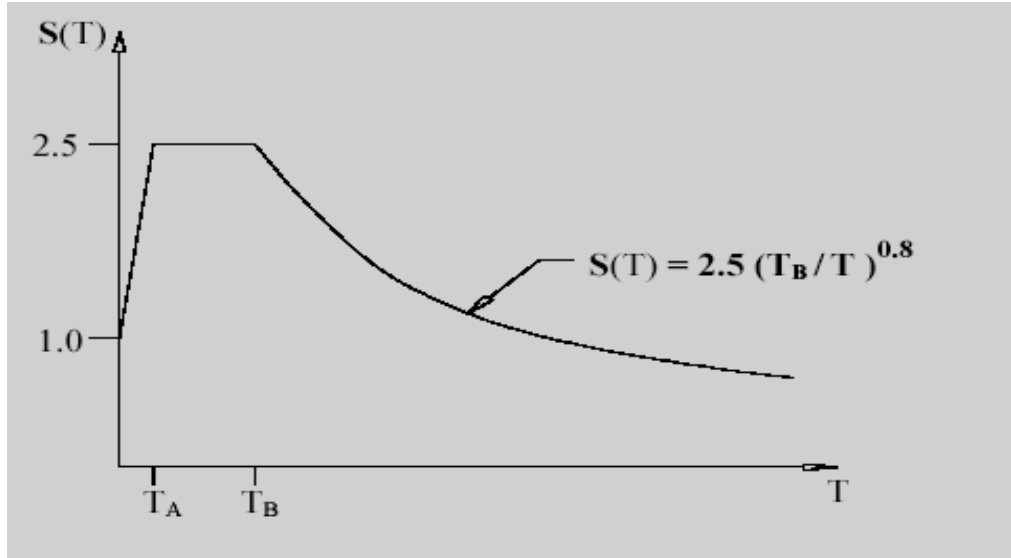
Kaplama ağırlığı 0.212 t/m^2 & 0.170 t/m^2 & 0.148 t/m^2

Hareketli Yükler;

Çatı Döşemelerinde 0.150 t/m^2

Sınıf Döşemelerinde 0.350 t/m^2

Ortak Mahal Döşemelerinde 0.500 t/m^2



Şekil 4.6. Elastik spektrum eğrisi

Çizelge 4.4. Deprem bölgeleri beklenen ivme değerleri

Deprem bölgesi	Beklenen ivme değeri
1. Derece	>0.40 g
2. Derece	0.40 g - 0.30 g
3. Derece	0.30 g - 0.20 g
4. Derece	0.20 g - 0.10 g
5. Derece	<0.10 g

Çizelge 4.5. Spektrum karakteristik periyotları tablosu (Ta, Tb)

Yerel zemin sınıfı	TA (saniye)	TB (saniye)
Z1	0.10	0.30
Z2	0.15	0.40
Z3	0.15	0.60
Z4	0.20	0.90

4.3. Mevcut yapı analiz sonuçlarının değerlendirilmesi

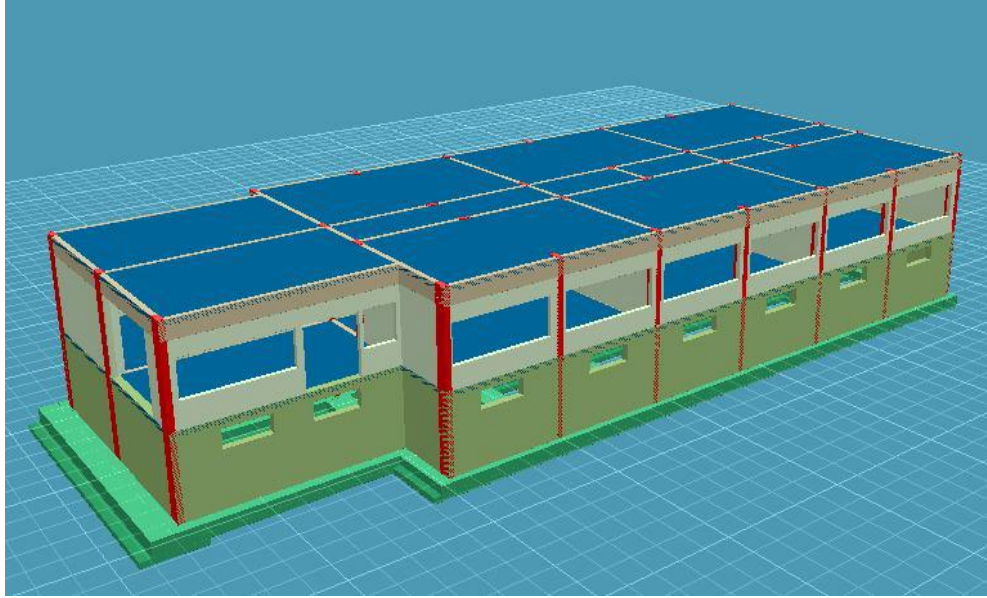
2007 "Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmeliğin" öngördüğü koşullar ve belirlenen malzeme özellikleri ile yapılan mevcut durum statik analizlerinin sonuçları "Mevcut Durum Hesap Raporu"nda sunulan dokümanlar ile verilmiştir. Aynı raporda yapıların modeli, alınan yük değerleri, hesap girdilerine ait katsayılar, zemin değerleri, malzeme özellikleri de tablo olarak görülebilmektedir.

Yapının mevcut durumunu ortaya koyan "Mevcut Durum Performans Hesabı" sonucu elde edilen sonuç özeti aşağıdaki gibidir.

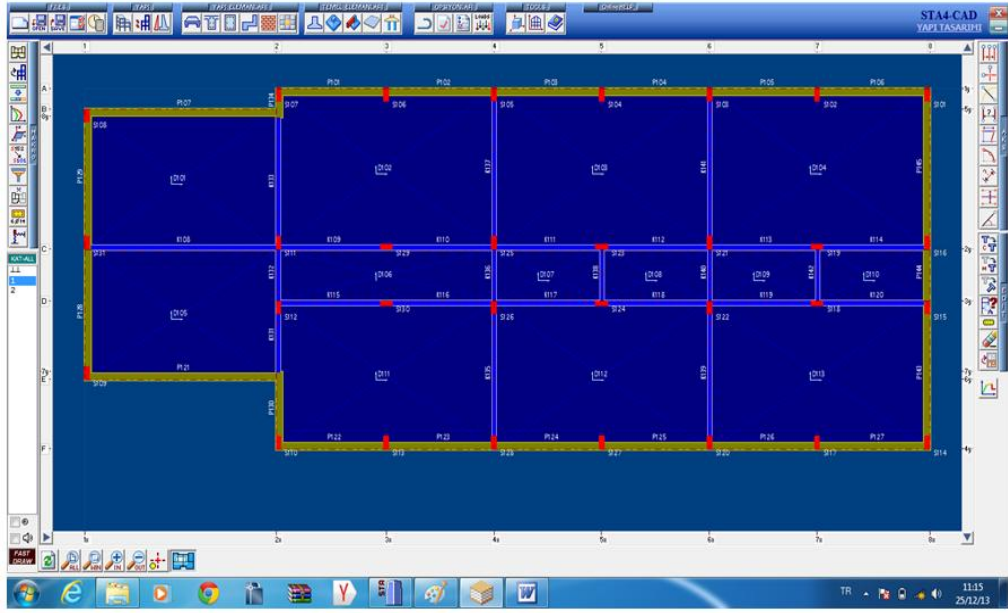
4.3.1. A blok mevcut durum performans hesabı

4.3.1.1. A blok hemen kullanım bina performansının değerlendirilmesi

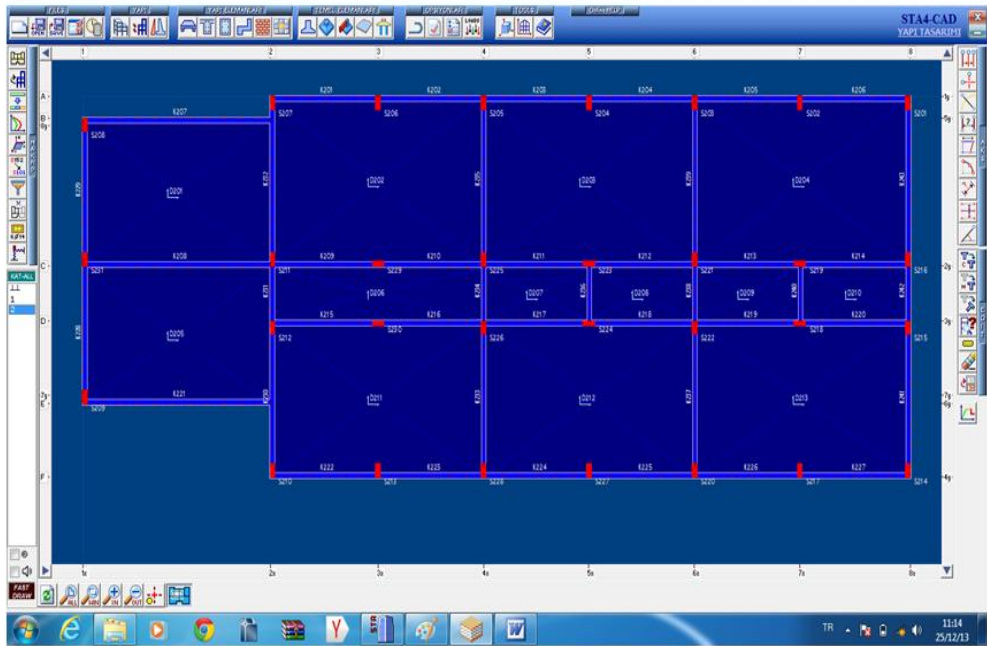
Deprem aşılma olasılığı	: 50 yılda % 10
İstenilen performansı	: Hemen kullanım
İvme spektrum çarpanı	: 1.0
Bilgi düzeyi	: 0.9
Etkin yer ivmesi katsayısı	: 0.4
Deprem bölgesi	: 1



Şekil 4.7. A blok mevcut durum (sta4cad) 3 boyutlu gürünüŐü



Şekil 4. 8. A blok mevcut bodrum kat planı



Şekil 4. 9. A blok mevcut zemin kat planı

Çizelge 4. 6. A blok mevcut durum hemen kullanım performansında kiriş hasar yüzdeleri

Kat No	(-X)				(X)			
	MH	BH	İH	GB	MH	BH	İH	GB
2	37.0	37.0	22.2	3.7	48.1	29.6	22.2	0.0
1	53.8	46.2	0.0	0.0	84.6	15.4	0.0	0.0
Max.		46.2			84.6			
Kat No	(-Y)				(Y)			
	MH	BH	İH	GB	MH	BH	İH	GB
2	18.8	37.5	18.8	25.0	12.5	43.8	37.5	6.3
1	54.4	18.2	0.0	27.3	63.6	36.4	0.0	0.0
Max.				27.3			37.5	

Çizelge 4.7. Kiriş sayıları

Doğrultusu	1.kat kiriş sayısı	2.kat kiriş sayısı
X Yönü	13	27
Y Yönü	11	16

Çizelge 4.8. A blok mevcut durum hemen kullanım performansında kolon kesme kuvvet dağılımı

Kat No	(-X)				(X)			
	MH	BH	İH	GB	MH	BH	İH	GB
2	0.0	0.0	11.5	88.5	0.0	13.3	0.0	86.7
1	99.1	0.7	0.2	0.0	99.4	0.6	0.0	0.0
Max.				88.5				
Kat No	(-Y)				(Y)			
	MH	BH	İH	GB	MH	BH	İH	GB
2	13.9	17.2	16.4	52.5	14.0	18.0	16.7	51.2
1	99.9	0.1	0.0	0.0	99.9	0.1	0.0	0.0
Max.	99.9					18.0	16.7	

Çizelge 4.9. A blok mevcut durum hemen kullanım performansında alt ve üst kesitlerinde minimum hasar bölgesini aşan kolonların kesme kuvveti dağılımı

Kat No	(-X)		(X)		(-Y)		(Y)	
	MH	BH+İH+GB	MH	BH+İH+GB	MH	BH+İH+GB	MH	BH+İH+GB
2	0.5	99.5	17.3	82.7	58.0	42.0	64.1	35.9
1	100.	0.0	100.	0.0	100	0.0	100	0.0
Max	100	99.5						

Göçme bölgesi kiriş hasar oranı = %27.3 > %20 Göçmenin önlenmesi durumu

Göçme durumu, Güçlendirme gereklidir. Can güvenliği X

Göçmenin önlenmesi durumu yeterlilik kontrolü :

Göçme bölgesi kiriş hasar oranı = %27.3 > % 20 X

kolon kesme kuvveti oranı = %99.5 > %30 X

Çizelge 4.10. A blok mevcut durum hemen kullanım performansında can güvenliğini sağlamayan eleman dağılımı

Kat No	X Yönü		Y Yönü	
	Kiriş (%)	Kolon(%)	Kiriş (%)	Kolon(%)
2	7/27 (%25.9)	31/31 (%100.0)	7/16 (%43.8)	19/31 (%61.3)
1	0/13 (%0.0)	2/52 (%3.8)	3/11 (%27.3)	0/52 (%0.0)

Çizelge 4.11. Güçlendirme panel-kolon kesme kontrolü

C 5	S 220
$f_{cd} = 5 / 1.5 = 3,33 \text{ Mpa}$	$f_{yd} = 220 / 1.15 = 191.3 \text{ Mpa}$
$f_{ctd} = 0,52 \text{ Mpa}$	

4.3.1.2. A blok can güvenliği bina performansının değerlendirilmesi

Deprem aşılma olasılığı : 50 yılda % 2

İstenilen performans : Can güvenliği

İvme spektrum çarpanı : 1.5

Bilgi düzeyi : 0.9

Etkin yer ivmesi katsayısı : 0.4

Deprem bölgesi : 1

Çizelge 4.12. A blok mevcut durum can güvenliği performansında kiriş hasar yüzdeleri

Kat No	(-X)				(X)			
	MH	BH	İH	GB	MH	BH	İH	GB
2	29.6	7.4	37.0	25.9	29.6	18.5	29.6	22.2
1	15.4	38.5	46.2	0.0	7.7	84.6	7.7	0.0
Max.			46.2			84.6		
Kat No	(-Y)				(Y)			
	MH	BH	İH	GB	MH	BH	İH	GB
2	0.0	25.0	31.3	43.8	0.0	12.5	43.8	43.8
1	45.5	27.3	0.0	27.3	45.0	36.4	18.2	0.0
Max.	45.5			43.8				

Çizelge 4.13. Kiriş sayıları

Doğrultusu	1.Kat kiriş sayısı	2.Kat kiriş sayısı
X Yönü	13	27
Y Yönü	11	16

Çizelge 4.14. A blok mevcut durum can güvenliği performansında kolon kesme dayanımı

Kat No	(-X)				(X)			
	MH	BH	İH	GB	MH	BH	İH	GB
2	0.0	0.0	11.5	88.5	0.0	13.3	0.0	86.7
1	99.1	0.7	0.2	0.0	99.4	0.6	0.0	0.0
Max.				88.5				
Kat No	(-Y)				(Y)			
	MH	BH	İH	GB	MH	BH	İH	GB
2	13.9	17.2	16.4	52.5	14.0	18.0	16.7	51.2
1	99.9	0.1	0.0	0.0	99.9	0.1	0.0	0.0
Max.	99.9					18.0	16.7	

Çizelge 4.15. A blok mevcut durum can güvenliği performansında kolon alt ve üst kesitlerinde minimum hasar bölgesini aşan kolonların kesme kuvveti dağılımı

Kat No	(-X)		(X)		(-Y)		(Y)	
	MH	BH+İH+G B	MH	BH+İH+GB	MH	BH+İH+G B	MH	BH+İH+G B
2	0.5	99.5	17.3	82.7	58. 0	42.0	64.1	35.9
1	100.	0.0	100.	0.0	100	0.0	100	0.0
Ma x.	100	99.5						

Göçme bölgesi Kiriş Hasarı oranı = % 43.8 > % 20 Göçmenin önlenmesi durumu X

Göçme durumu, güçlendirme gereklidir. Can güvenliği X

Göçmenin önlenmesi durumu yeterlilik kontrolü :

Göçme bölgesi kiriş hasar oranı = % 43.8 > % 20

Kolon kesme kuvveti oranı = % 99.5 > %30 X

Çizelge 4.16. A blok mevcut durum can güvenliği performansında can güvenliği sağlamayan eleman dağılımı

Kat No	X Yönü		Y Yönü	
	Kiriş (%)	Kolon(%)	Kiriş (%)	Kolon(%)
2	7/27 (%63.0)	31/31 (%100.0)	14/16 (%87.5)	23/31 (%74.2)
1	6/13 (%46.2)	7/52 (%13.5)	3/11 (%27.3)	1/52 (%1.9)

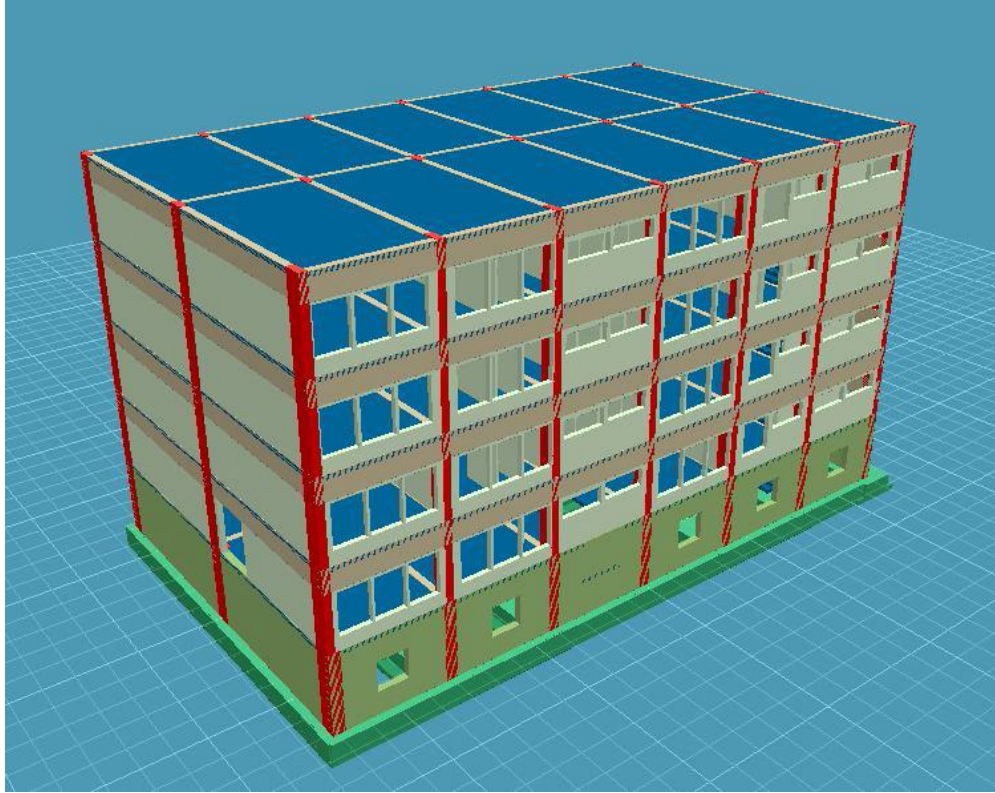
Çizelge 4.17. Güçlendirme panel-kolon kesme kontrolü

C 5	S 220
$f_{cd} = 5 / 1.5 = 3,33 \text{ Mpa}$	$f_{yd} = 220 / 1.15 = 191.3 \text{ Mpa}$
$f_{ctd} = 0,52 \text{ Mpa}$	

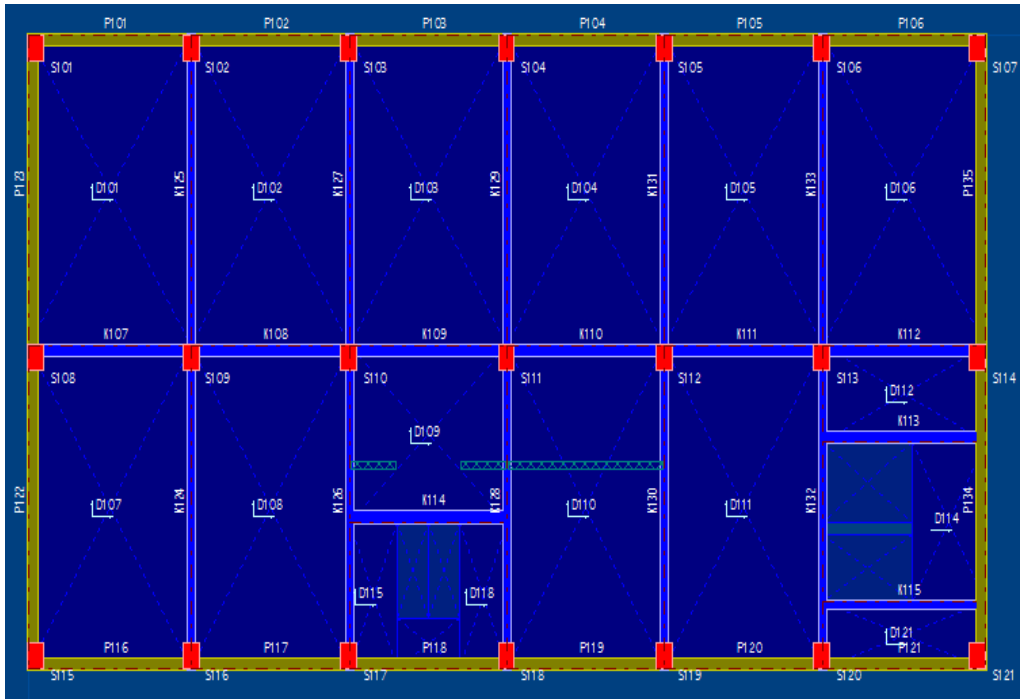
4.3.2. B blok mevcut durum performans hesabı

4.3.2.1. B blok hemen kullanım bina performansının değerlendirilmesi

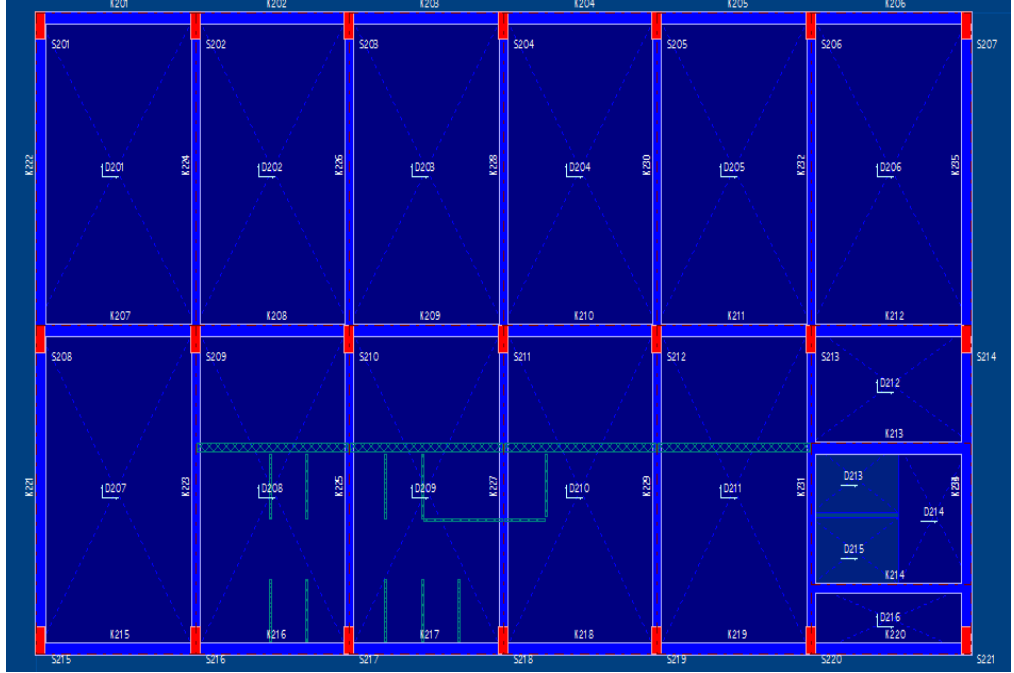
Deprem aşılma olasılığı	: 50 yılda % 10
İstenilen performans	: Hemen kullanım
İvme spektrum çarpanı	: 1.0
Bilgi düzeyi	: 0.9
Etkin yer ivmesi katsayısı	: 0.4
Deprem bölgesi	: 1



Şekil 4.10. B blok mevcut durum (sta4cad) 3 boyutlu görünüşü



Şekil 4. 11. B blok mevcut bodrum kat planı



Şekil 4. 12. B blok mevcut zemin kat ve diğer katların planı

Çizelge 4.18. B blok mevcut durum hemen kullanım performansında kiriş hasar yüzdeleri

Kat No	(-X)				(X)			
	MH	BH	İH	GB	MH	BH	İH	GB
5	77.8	22.2	0.0	0.0	72.2	27.8	0.0	0.0
4	0.0	0.0	66.7	33.3	0.0	0.0	66.7	33.3
3	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.
2	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.
1	0.0	83.3	0.0	16.7	0.0	83.3	0.0	16.7
Max.	77.8	83.3	66.7					
Kat No	(-Y)				(Y)			
	MH	BH	İH	GB	MH	BH	İH	GB
5	0.0	14.3	50.0	35.7	0.0	50.0	14.3	35.7
4	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	13.3	86.7
3	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.
2	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.
1	10.0	0.0	50.0	40.0	0.0	40.0	0.0	60.0
Max.				100.				

Çizelge 4.19. Kiriş sayıları

Doğrultusu	Kiriş Sayısı				
	1.Kat	2.Kat	3.Kat	4.Kat	5.Kat
X Yönü	6	18	18	18	18
Y Yönü	10	15	15	15	14

Çizelge 4.20. B blok mevcut durum hemen kullanım performansında kolon kesme kuvveti dağılımı

Kat No	(-X)				(X)			
	MH	BH	İH	GB	MH	BH	İH	GB
5	0.0	14.1	78.1	7.8	0.0	14.0	78.5	7.6
4	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.
3	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.
2	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.
1	99.8	0.1	0.0	0.1	99.9	0.0	0.1	0.0
Max.				100.	99.9		78.5	
Kat No	(-Y)				(Y)			
	MH	BH	İH	GB	MH	BH	İH	GB
5	26.4	8.1	57.8	7.7	26.2	11.6	44.1	18.2
4	0.0	19.2	6.2	74.6	0.0	23.1	0.0	76.9
3	0.0	0.0	23.4	76.6	0.0	7.3	20.1	72.6
2	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.
1	98.1	1.6	0.0	0.2	98.1	1.5	0.0	0.4
Max.						23.1		

Çizelge 4.21. B blok mevcut durum hemen kullanım performansında alt ve üst kesitlerinde minimum hasar bölgesini aşan kolonların kesme kuvveti dağılımı

Kat No	(-X)		(X)		(-Y)		(Y)	
	MH	BH+İH+G B	MH	BH+İH+GB	MH	BH+İH+G B	MH	BH+İH+G B
5	23.7	76.3	20.0	80.0	48.5	51.5	51.8	48.2
4	15.8	84.2	15.4	84.6	45.7	54.3	46.6	53.4
3	16.3	83.4	15.9	84.1	54.5	45.5	67.3	32.7
2	24.5	75.5	24.0	76.0	85.9	14.1	80.9	19.1
1	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0
Max			100.	84.6				

Göçme bölgesi giriş hasar oranı = % 100 > % 20 göçmeni önlenmesi durumu x

Göçme durumu, güçlendirme gereklidir. Can güvenliği x

Göçmenin önlenmesi durumu yeterlilik kontrolü :

Göçme bölgesi giriş hasar oranı = %100 > %20 x

Kolon kesme kuvveti oranı = % 84.6 > %30 x

Çizelge 4.22. B blok mevcut durum hemen kullanım performansında can güvenliğini sağlamayan eleman dağılımı

Kat No	X Yönü		Y Yönü	
	Kiriş (%)	Kolon(%)	Kiriş (%)	Kolon(%)
5	0/18 (%0.0)	18/21 (%85.7)	5/14 (%35.7)	23/21 (%61.9)
4	6/18 (%33.3)	21/21 (%100)	15/15 (%100.0)	15/21 (%71.4)
3	18/18 (%100.0)	21/21 (%100.0)	15/15 (%100.0)	21/21 (%100.0)
2	18/18 (%100.0)	21/21 (%100.0)	15/15 (%100.0)	21/21 (%100.0)
1	1/6 (%16.7)	4/37 (%100.0)	6/10 (%60.0)	5/37 (%13.5)

Çizelge 4.23. Güçlendirme panel-kolon kesme kontrolü

C 5,9	S 220
$f_{cd} = 5,9 / 1.5 = 3,93 \text{ MPa}$	$f_{yd} = 220 / 1.15 = 191.3 \text{ MPa}$
$f_{ctd} = 0,56 \text{ MPa}$	

4.3.2.2. B blok can güvenliği bina performansının değerlendirilmesi

Deprem aşılma olasılığı	: 50 yılda %2
İstenilen performans	: Can güvenliği
İvme spektrum çarpanı	: 1.5
Bilgi düzeyi	: 0.9
Etkin yer ivmesi katsayısı	: 0.4
Deprem bölgesi	: 1

Çizelge 4.24. B blok mevcut durum can güvenliği performansında kiriş hasar yüzdeleri

Kat No	(-X)				(X)			
	MH	MH	BH	İH	MH	BH	İH	GB
5	77.8	22.2	0.0	0.0	72.2	27.8	0.0	0.0
4	0.0	0.0	66.7	33.3	0.0	0.0	66.7	33.3
3	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.
2	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.
1	0.0	83.3	0.0	16.7	0.0	83.3	0.0	16.7
Max.	77.8	83.3	66.7					
Kat No	(-Y)				(Y)			
	MH	MH	BH	İH	MH	BH	İH	GB
5	0.0	14.3	50.0	35.7	0.0	50.0	14.3	35.7
4	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	13.3	86.7
3	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.
2	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.
1	10.0	0.0	50.0	40.0	0.0	40.0	0.0	60.0
Max.				100.				

Çizelge 4.25. Kiriş sayıları

Doğrultusu	Kiriş Sayısı				
	1.Kat	2.Kat	3.Kat	4.Kat	5.Kat
X Yönu	6	18	18	18	18
Y Yönu	10	15	15	15	14

Çizelge 4.26. B blok mevcut durum can güvenliği performansında kolon kesme kuvveti dağılımı

Kat No	(-X)				(X)			
	MH	BH	İH	GB	MH	BH	İH	GB
5	0.0	5.3	8.7	85.9	0.0	5.3	8.6	86.0
4	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.
3	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.
2	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.
1	99.8	0.0	0.1	0.1	99.9	0.0	0.0	0.1
Max.		5.3		100.	99.9			
Kat No	(-Y)				(Y)			
	MH	BH	İH	GB	MH	BH	İH	GB
5	26.4	0.0	8.1	65.5	26.2	0.0	8.0	65.9
4	0.0	0.0	19.2	80.8	0.0	3.3	19.8	76.9
3	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	3.6	96.4
2	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.
1	98.1	0.0	1.6	0.2	98.1	0.0	1.5	0.4
Max.							19.8	

Çizelge 4.27. B blok mevcut durum can güvenliği performansında alt ve üst kesitlerinde minimum hasar bölgesini aşan kolonların kesme kuvveti dağılımı

Kat No	(-X)		(X)		(-Y)		(Y)	
	MH	BH+İH+G B	MH	BH+İH+GB	MH	BH+İH+G B	MH	BH+İH+G B
5	9.7	90.3	6.1	93.9	40.5	59.5	43.8	56.2
4	15.8	84.2	15.4	84.6	45.7	54.3	46.6	53.4
3	16.6	83.4	15.9	84.1	54.5	45.5	67.3	32.7
2	24.5	75.5	24.0	76.0	85.9	14.1	80.9	19.1
1	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0
Max			100.	93.9				

Göçme bölgesi kiriş hasar oranı = %100 > %20 göçmenin önlenmesi durumu x

Göçme durumu, güçlendirme gereklidir. Can güvenliği x

Göçmenin önlenmesi durumu yeterlilik kontrolü :

Göçme bölgesi kiriş hasar oranı = %100 > %20 x

Kolon kesme kuvveti oranı = % 93,9 > %30 x

Çizelge 4.28. B blok mevcut durum can güvenliği performansında can güvenliğini sağlamayan eleman dağılımı

Kat No	X Yönü		Y Yönü	
	Kiriş (%)	Kolon(%)	Kiriş (%)	Kolon(%)
5	0/18 (%0.0)	20/21 (%95.2)	12/14 (%85.7)	14/21 (%66.7)
4	6/18 (%100.0)	21/21 (%100)	15/15 (%100.0)	15/21 (%100.0)
3	18/18 (%100.0)	21/21 (%100.0)	15/15 (%100.0)	21/21 (%100.0)
2	18/18 (%100.0)	21/21 (%100.0)	15/15 (%100.0)	21/21 (%100.0)
1	1/6 (%16.7)	5/37 (%13.5)	9/10 (%90.0)	10/37 (%27.0)

Çizelge 4.29. Güçlendirme panel-kolon kesme kontrolü

C 5,9	S 220
$f_{cd} = 5,9 / 1.5 = 3,93 \text{ MPa}$	$f_{yd} = 220 / 1.15 = 191.3 \text{ MPa}$
$f_{ctd} = 0,56 \text{ MPa}$	

Yukarıda verilen mevcut durum analiz özet bilgileri ışığında söz konusu yapının 50 yılda gelme olasılığı %10 olan deprem yükleri altında Hemen kullanım ve 50 yılda gelme olasılığı %2 olan deprem yükleri altında Can güvenliği performans

seviyelerinin sağlanmadığı, yapının DBYBHY gereği güçlendirilmesi gerektiği anlaşılmaktadır.

4.4. Örnek Binada Seçilen Güçlendirme Yöntemi

Belirlenen Güçlendirme Yöntemi ve Uygulamasına İlişkin Değerlendirmeler;
Mevcut yapı ile ilgili yukarıda anlatılan tüm incelemelerin sonucunda yapılan değerlendirmeye göre belirlenen güçlendirme yöntemi ve teknik özellikleri şu şekildedir:

* Yapının mevcut durumu öngörülen deprem yüklerine karşı ile DBYBHY (2007) belirtilen performans seviyelerini sağlayamayacağı tespit edilmiş, yapının mimari kullanım alanlarının işlevselliği de dikkate alınarak binaya dengeli yük dağılımı sağlayacak ve olabildiğince simetrik yerleştirilmiş her iki yönde perde ilavesi ile hedeflenen performans seviyelerinin sağlanabileceği düşünülmüştür.

* Yeni yapılacak düşünülen imalatlarda C25 ($f_{ck}=25$ MPa) sınıfı beton, S420 ($f_{yk}=420$ MPa) sınıfı donatı kullanılmasının uygun olacağı değerlendirilmiştir.

Güçlendirilmiş Yapı Analiz Yöntemi;

Yapının deprem güvenliği tespiti çalışmaları şu anda yürürlükte bulunan DBYBHY (2007) hükümlerine göre yapılmıştır. Güçlendirme projesi de aynı şekilde DBYBHY (2007) kapsamında hazırlanacaktır.

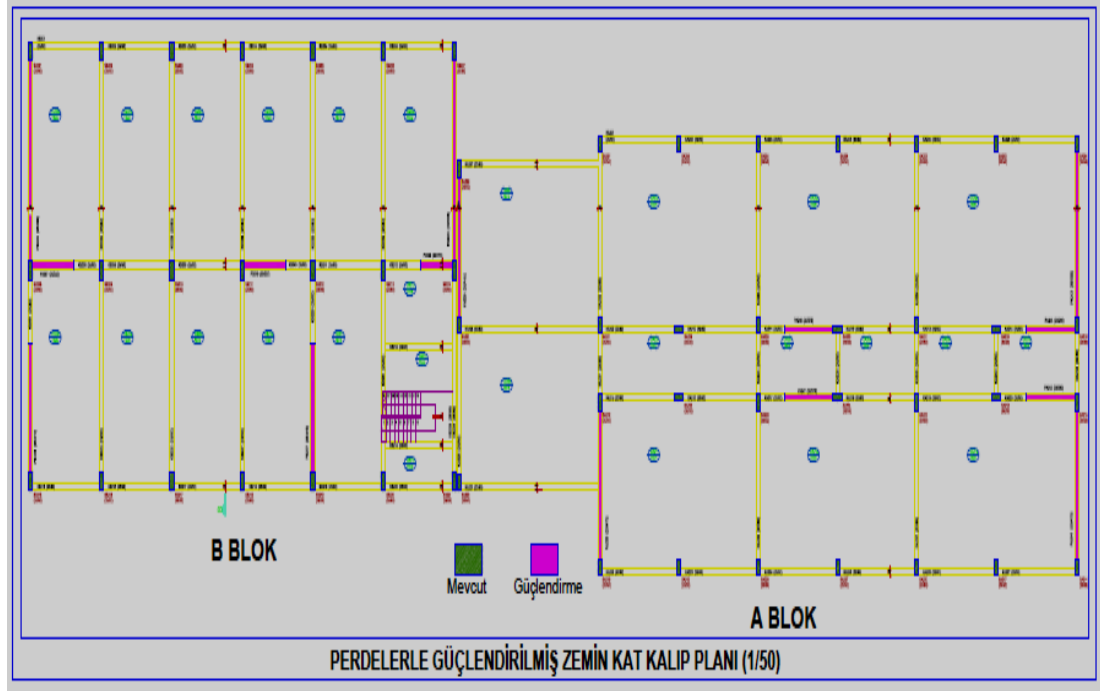
Mevcut yapı analizinde olduğu gibi güçlendirilmiş yapı analizinde de; Etkin Yer İvmesi Katsayısı $A_0=0.4$ alınmıştır. Söz konusu yapı için 50 yılda gelme olasılığı %10 olan deprem yükleri altında Hemen kullanım ve 50 yılda gelme olasılığı %2 olan deprem yükleri altında Can güvenliği performans seviyelerinin sağlanması beklenmekte, hesap girdilerinde ise Yapı Önem Katsayısı (I)=1.5, Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı (R)=1, Bilgi Düzeyi Katsayısı =0.9 alınmıştır.

Yeni eklenecek betonarme elemanlar için yapının analizleri sırasında beton karakteristik basınç dayanımı C25 ($f_{ck}=25$ MPa), donatı çeliği sınıf ve dayanımı ise S 420 ($f_{yk}=420$ Mpa) olarak kullanılmıştır.

Mavi Yapı firması tarafından binanın güçlendirme değerlendirmeleri sonucunda binanın belli köşelerine ve orta kısmına güçlendirme perdeleri uygulanması düşünülmüştür. Güçlendirme için yapılması düşünülen güçlendirme perdeleri aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

Çizelge 4.30. Eklenecek güçlendirme perdeleri

Perde Duvar(adet)	Eni (cm)	Boyu (cm)
10	25	640
10	25	410
10	25	230
5	25	160
6	20	475
8	20	280
2	20	525

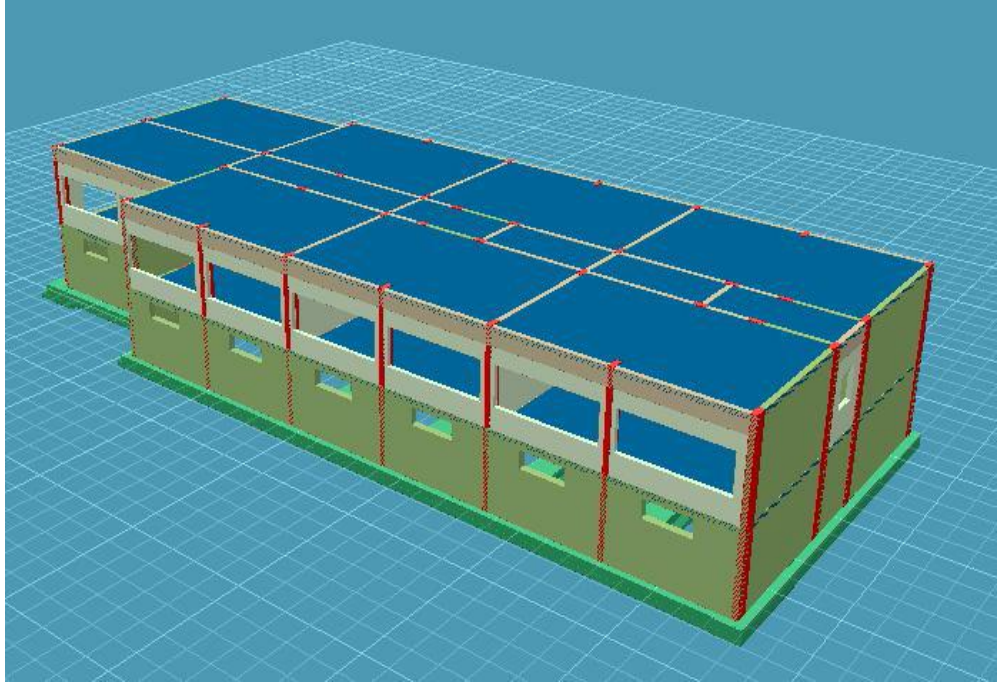


Şekil 4.13. B blok (5 katlı) - A blok (2 katlı) güçlendirilmiş durum zemin kat planı

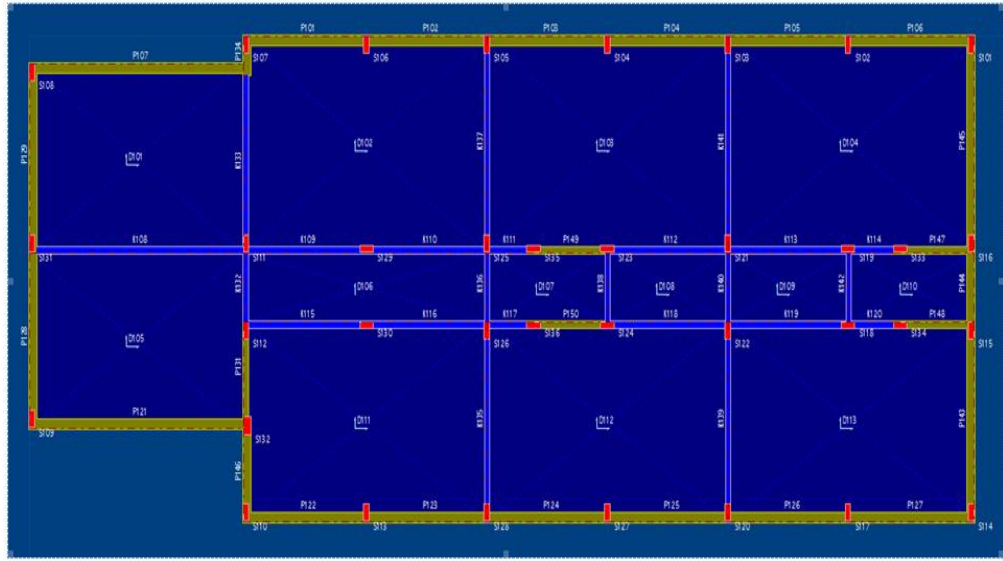
4.4.1. A blok güçlendirilmiş durumun yapı analiz sonuçlarının değerlendirilmesi

4.4.1.1. A blok güçlendirilmiş durumun hemen kullanımının değerlendirilmesi

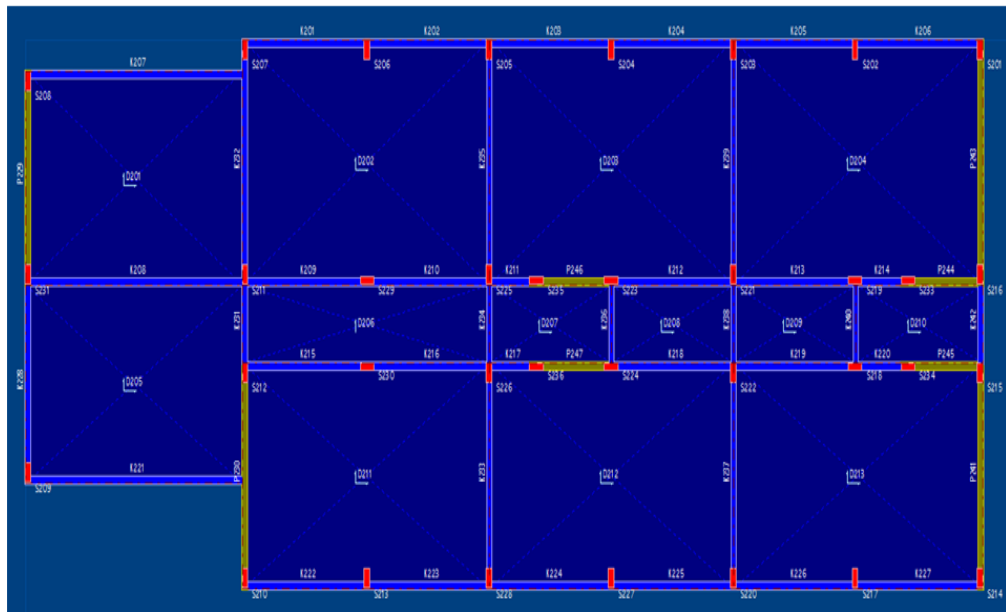
Deprem aşılma olasılığı	: 50 yılda %10
İstenilen performans	: Hemen kullanım
İvme spektrum çarpanı	: 1.0
Bilgi düzeyi	: 0.9
Etkin yer ivmesi katsayısı	: 0.4
Deprem bölgesi	: 1



Şekil 4.14. A blok güçlendirilmiş durum (sta4cad) 3 boyutlu görünüşü



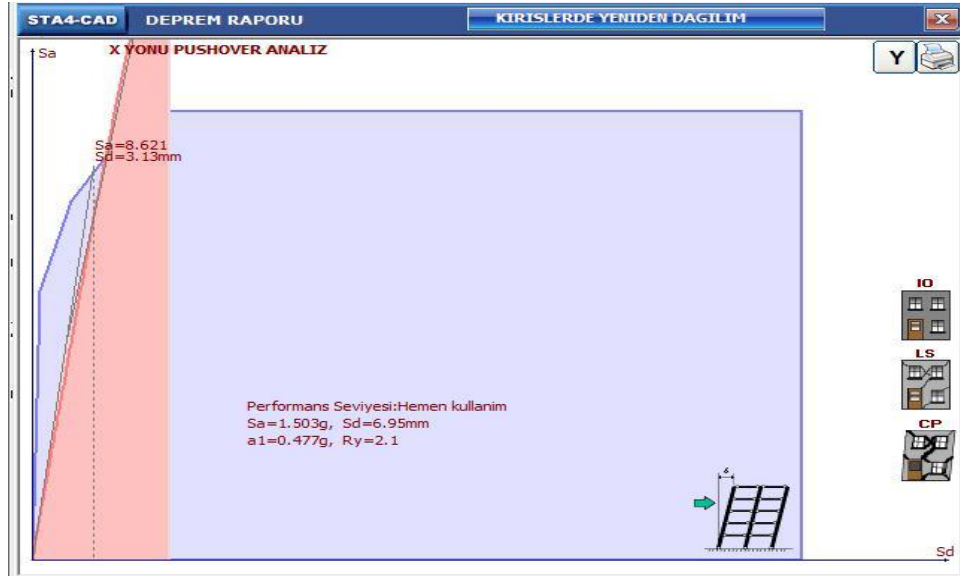
Şekil 4.15. A blok (2 katlı) güçlendirilmiş bodrum kat planı



Şekil 4.16. A blok (2 katlı) güçlendirilmiş zemin kat planı



Şekil 4.17. A blok güçlendirilmiş P149 perdenin malzeme bilgileri

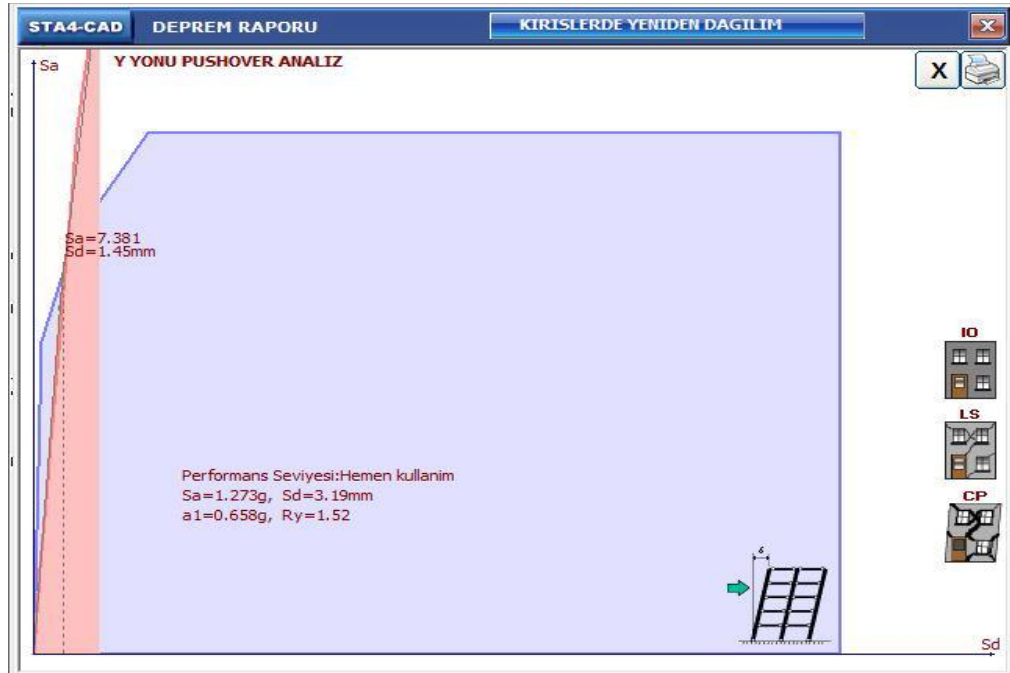


Şekil 4.18. A blok güçlendirilmiş hemen kullanım x yönü performansı

Yukarıdaki diyagramda mavi renk ile gösterilen eğri pushover diyagramı, pembe renk ile gösterilen eğri ise binanın performansını gösteren eğridir. Pushover

hemen kullanım performans seviyesi için; $a_1=0.477$, $R_y=2.1$ ve $S_a=1.503'$ lük bir spektral ivme karşılık $S_d=6.95$ mm spektral yer değişikliği oluşmuştur. Ancak binaya ait Performans seviyesindeki spektral yer değişikmesini bulmak için; pekleşme (kalıcı hal) zamanını bulmak gerekir. Bunun için bina performansı diyagramına paralel doğru çizilir, aynı zamanda da bina performansı doğrusuna teğette çizilerek bu doğrular birleştirilir. Bu doğrular ile yapı performansı lineermiş gibi farz edilir. Böylece teğet doğrusunun pushover eğrisini kestiği nokta ($S_a=8.266$ ile $S_d=51.4$ mm) binanın kalıcı şekil değişikmesine başladığı anı gösterir.

Yukarıdaki pushoverın hemen kullanım performans seviyesinde zemin parametreleri ve kullanım depremine göre kirişlerde x yönünde spektral şekil değiştirme ($S_d=6.95$ mm) olmaktadır. Ancak binaya ait x yönünde kirişlerde spektral şekil değiştirme ($S_d= 3.33$ mm) olduğu anlaşılmaktadır. $S_d=3.33 < S_d=6.95$ olduğunda kirişlerde % 0 bir kalıcı hasar oluşmaktadır. Yani x doğrultusunda minimum hasar sınırlarını aşan kiriş elemanları bulunmamaktadır.



Şekil 4.19. A blok güçlendirilmiş hemen kullanım y yönü performansı

Pushover' ın hemen kullanım performans seviyesinde zemin parametreleri ve kullanım depremine göre kirişlerde y yönünde spektral şekil değiştirme ($S_d=3.19$ mm) olmaktadır. Ancak binaya ait y yönünde kirişlerde spektral şekil değiştirme

($S_d = 1.45$ mm) olduğu anlaşılmaktadır. $S_d = 1.45 < S_d = 3.19$ olduğunda kirişlerde % 0 bir kalıcı hasar oluşmaktadır. Yani y doğrultusunda minimum hasar sınırlarını aşan kiriş elemanları bulunmamaktadır.

Çizelge 4.31. A blok güçlendirilmiş durumun hemen kullanımı için kiriş hasar yüzdeleri

Kat No	(-X)				(X)			
	MH	BH	İH	GB	MH	BH	İH	GB
2	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
1	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
Max.	100.							
Kat No	(-Y)				(Y)			
	MH	BH	İH	GB	MH	BH	İH	GB
2	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
1	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
Max.	100							

Çizelge 4.32. Kiriş sayıları

Doğrultusu	Kiriş sayısı	
	1.Kat	2.Kat
X Yönü	13	27
Y Yönü	10	12

Çizelge 4.33. A blok güçlendirilmiş durumun hemen kullanımı için kolon kesme kuvveti dağılımı

Kat No	(-X)				(X)			
	MH	BH	İH	GB	MH	BH	İH	GB
2	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
1	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
Max.	100.							
Kat No	(-Y)				(Y)			
	MH	BH	İH	GB	MH	BH	İH	GB
2	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
1	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
Max.	100							

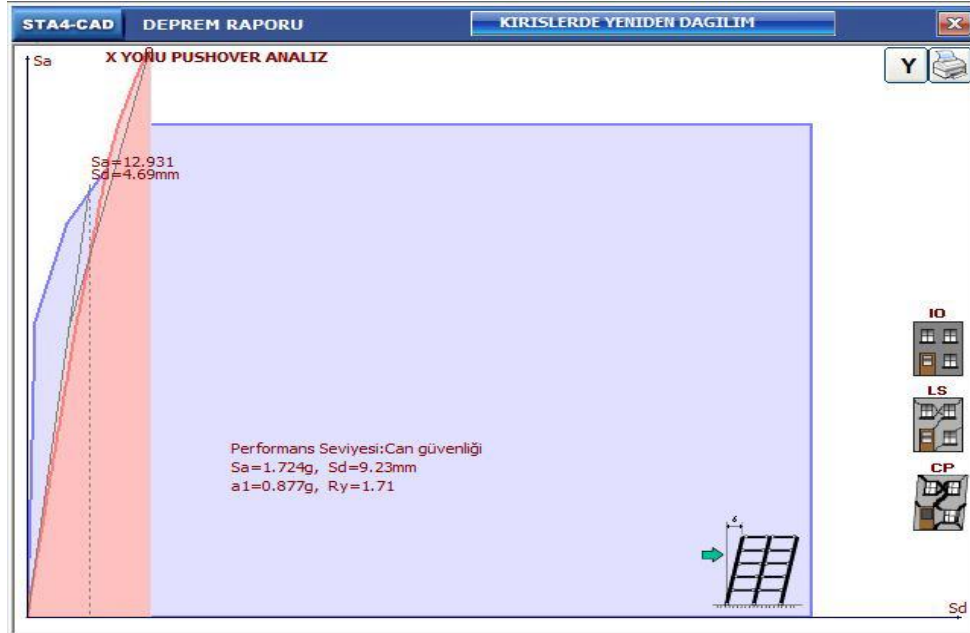
Çizelge 4.34. A blok güçlendirilmiş durumun hemen kullanımı için alt ve üst kesitlerinde minimum hasar bölgesi aşan kolonların kesme kuvveti dağılımı

Kat No	(-X)		(+X)		(-Y)		(Y)	
	MH	BH+İH+G B	MH	BH+İH+GB	MH	BH+İH+G B	MH	BH+İH+G B
2	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0
1	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0
Max	100							

Belirgin Kiriş Hasar oranı = %0 < %10 Hemen Kullanım

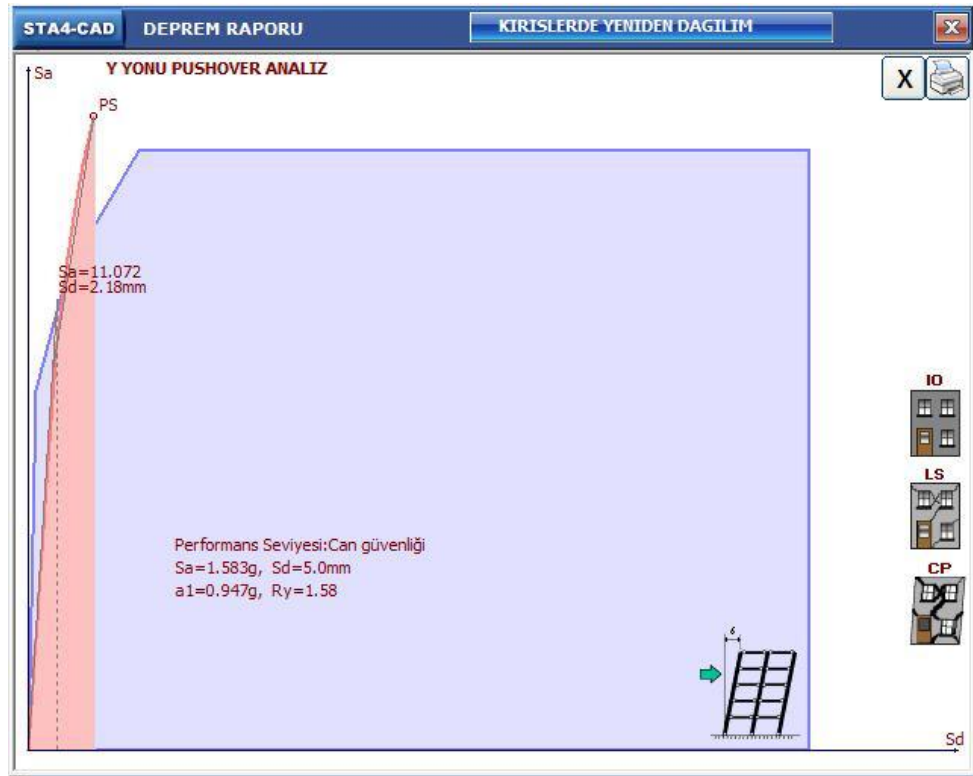
4.4.1.2. A blok güçlendirilmiş durumunun can güvenliğinin değerlendirilmesi

Deprem aşılma olasılığı : 50 yılda %2
İstenilen performans : Can güvenliği
İvme spektrum çarpanı : 1.5
Bilgi düzeyi : 0.9
Etkin yer ivmesi katsayısı : 0.4
Deprem bölgesi : 1



Şekil 4.20. A blok güçlendirilmiş can güvenliği x yönü performansı

Pushover' in can güvenliği performans seviyesinde zemin parametreleri ve kullanım depremine göre kirişlerde x yönünde spektral şekil değiştirme ($S_d=9.23$ mm) olmaktadır. Ancak binaya ait x yönünde kirişlerde spektral şekil değiştirme ($S_d= 4.69$ mm) olduğu anlaşılmaktadır. $S_d=4.69 < S_d=9.23$ olduğundan kirişlerde % 0 bir kalıcı hasar oluşmaktadır. Yani x doğrultusunda minimum hasar sınırlarını aşan kiriş elemanları bulunmamaktadır.



Şekil 4.21. A blok güçlendirilmiş can güvenliği y yönü performansı

Pushover' in can güvenliği performans seviyesinde zemin parametreleri ve kullanım depremine göre kirişlerde y yönünde spektral şekil değiştirme ($S_d=5$ mm) olmaktadır. Ancak binaya ait y yönünde kirişlerde spektral şekil değiştirme ($S_d= 2.18$ mm) olduğu anlaşılmaktadır. $S_d=2.18 < S_d=5$ olduğundan kirişlerde % 0 bir kalıcı hasar oluşmaktadır. Yani y doğrultusunda minimum hasar sınırlarını aşan kiriş elemanları bulunmamaktadır.

Çizelge 4.35. A blok güçlendirilmiş durumun can güvenliği için kiriş hasar yüzdesi

Kat No	(-X)				(+X)			
	MH	BH	İH	GB	MH	BH	İH	GB
2	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
1	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
Max.	100.							
Kat No	(-Y)				(+Y)			
	MH	BH	İH	GB	MH	BH	İH	GB
2	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
1	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
Max.	100							

Çizelge 4.36. Kiriş sayısı

Doğrultusu	Kiriş sayısı	
	1. Kat	2. Kat
X Yönü	13	27
Y Yönü	10	12

Çizelge 4.37. A blok güçlendirilmiş durumun can güvenliği için kolon kesme kuvveti dağılımı

Kat No	(-X)				(+X)			
	MH	BH	İH	GB	MH	BH	İH	GB
2	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
1	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
Max.	100.							
Kat No	(-Y)				(+Y)			
	MH	BH	İH	GB	MH	BH	İH	GB
2	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
1	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.2	0.0	0.0
Max.						0.2		

Çizelge 4.38. A blok güçlendirilmiş durumun can güvenliği için alt ve üst kesitlerinde minimum hasar bölgesini aşan kolonların kesme kuvveti dağılımı

Kat No	(-X)		(+X)		(-Y)		(+Y)	
	MH	BH+İH+GB	MH	BH+İH+GB	MH	BH+İH+GB	MH	BH+İH+GB
2	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0
1	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0
Max	100							

Can güvenliği durumu, güçlendirme gerekli değildir.

Kiriş hasar oranı = $(\dot{I}H=\%0.0\leq\%30 \checkmark), (GB=\%0. \checkmark)$

Kolon hasar oranı = $(\dot{I}H=\%0.0\leq\%20 \checkmark), (GB=\%0. \checkmark)$

Üst kat V_c oranı = $(\dot{I}H=\%0.0\leq\%40 \checkmark), (GB=\%0. \checkmark)$

Kolon V_c oranı = $(BH+\dot{I}H+GB=\%0.0\leq\%30 \checkmark)$

Minimum hasar bölgesini aşan kolonlarınız bulunmamaktadır.

4.4.2. B blok güçlendirilmiş durumun yapı analiz sonuçlarının değerlendirilmesi

4.4.2.1. B blok güçlendirilmiş durumun hemen kullanımının değerlendirilmesi

Deprem aşılma olasılığı : 50 yılda %10

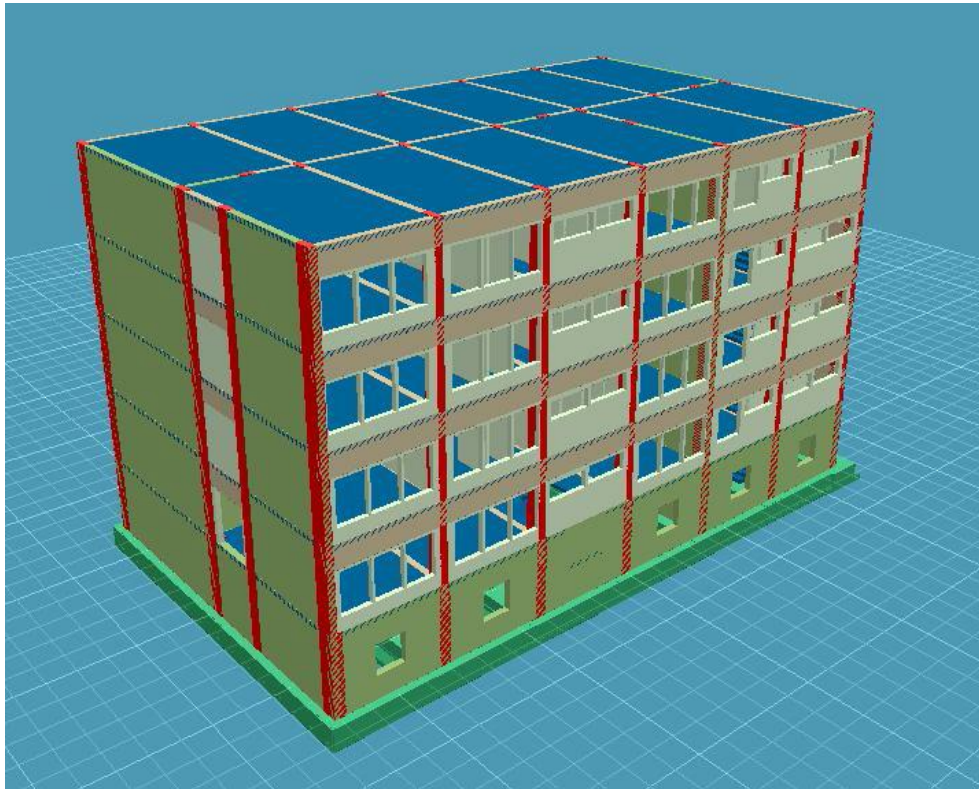
İstenilen performans : Hemen kullanım

İvme spektrum çarpanı : 1.0

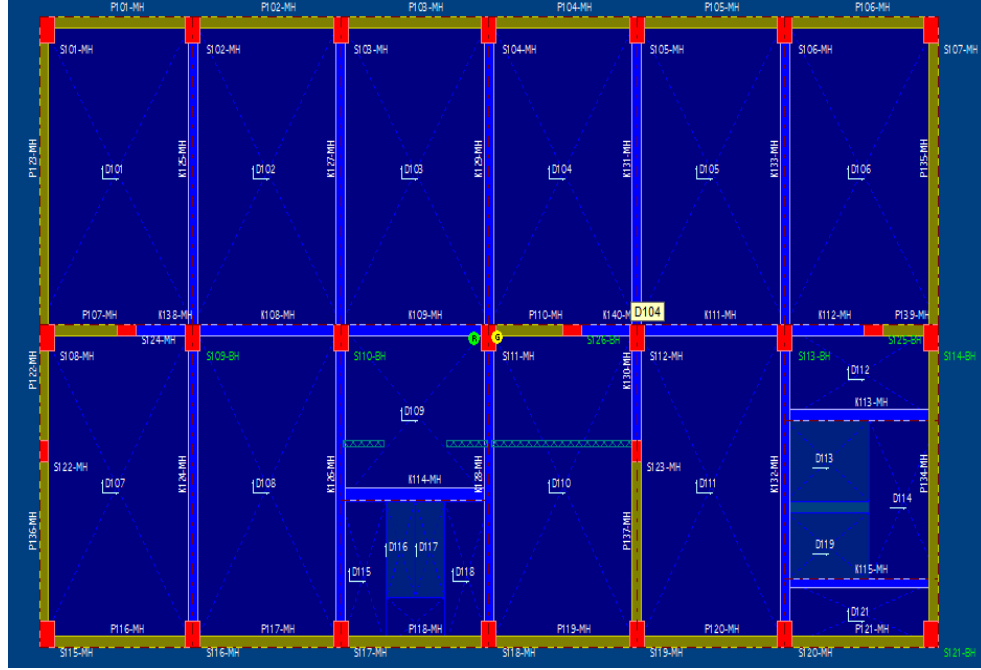
Bilgi düzeyi : 0.9

Etkin yer ivmesi katsayısı : 0.4

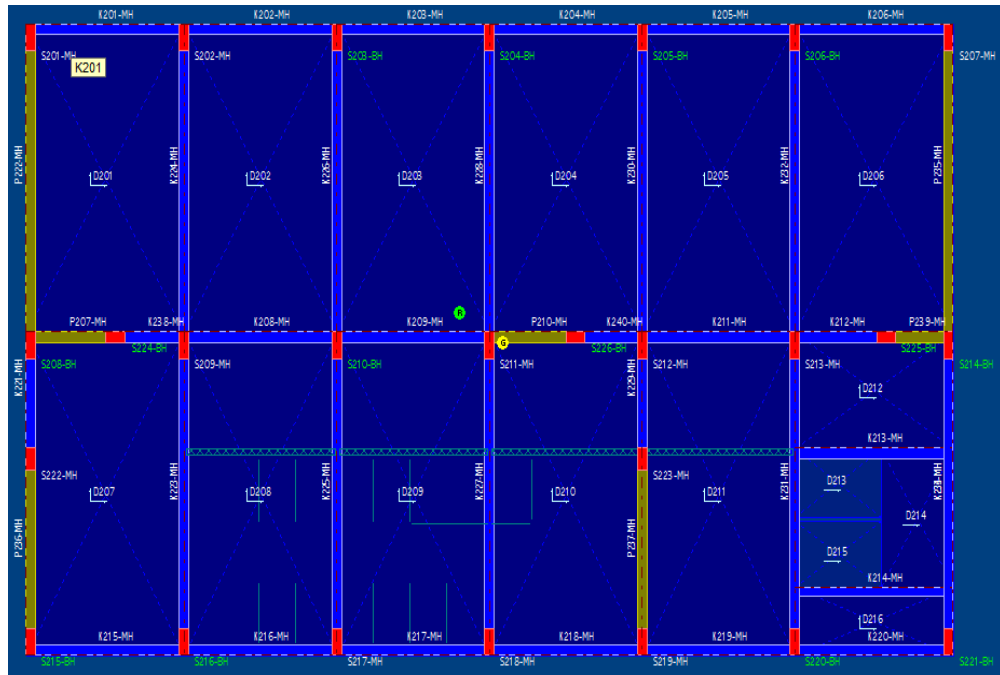
Deprem bölgesi : 1



Şekil 4.22. B blok güçlendirilmiş durum (sta4cad) 3 boyutlu görünüşü



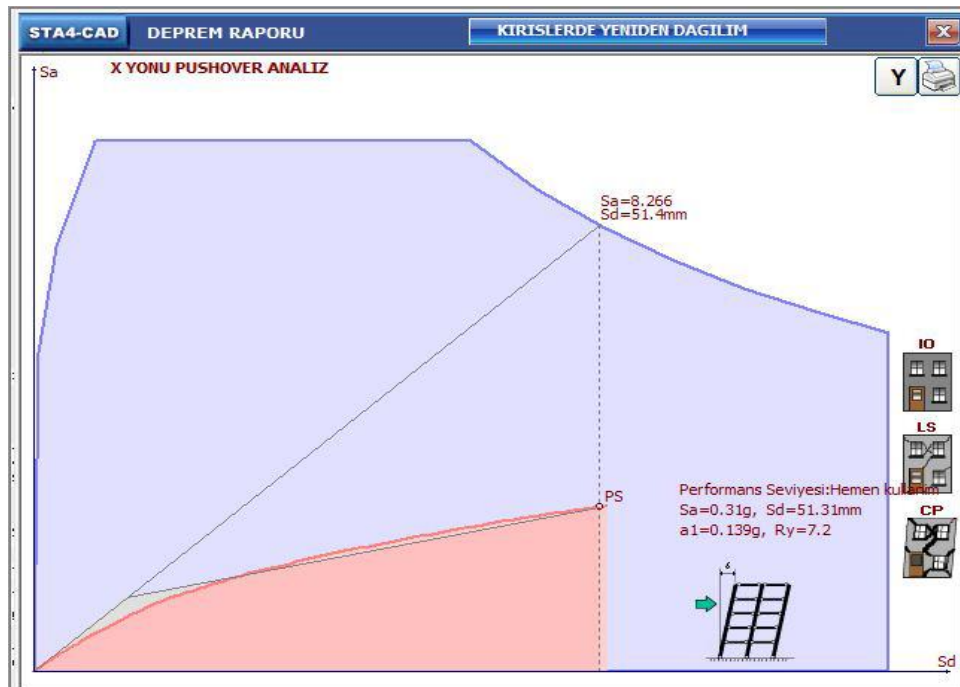
Şekil 4.23. B blok (5 katlı) güçlendirilmiş durum bodrum kat planı



Şekil 4.24. B blok (5 katlı) güçlendirilmiş durum zemin ve normal kat planları



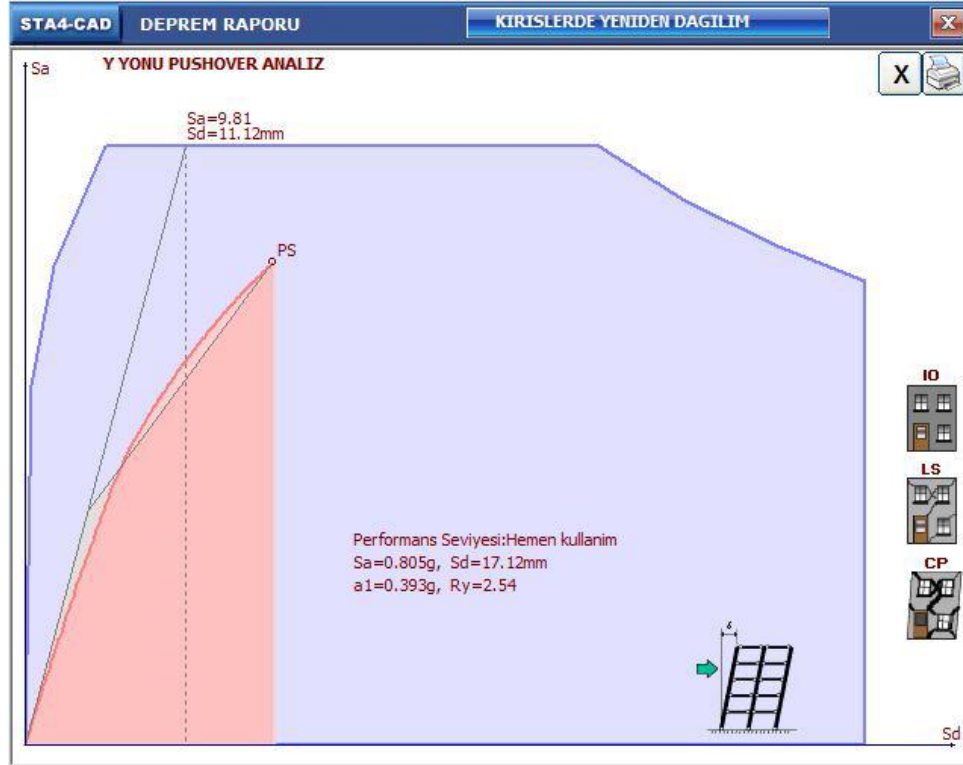
Şekil 4.25. B blok güçlendirilmiş P139 perdenin malzeme bilgileri



Şekil 4.26. B blok güçlendirilmiş hemen kullanım x yönü performansı

Pushover' ın hemen kullanım performans seviyesinde zemin parametreleri ve kullanım depremine göre kirişlerde x yönünde spektral şekil değiştirme ($S_d=51.31$

mm) olmaktadır. Ancak binaya ait x yönünde kirişlerde spektral şekil değiştirme ($S_d= 51.4$ mm) olduğu anlaşılmaktadır. $S_d=51.4 > S_d=51.31$ olduğunda kirişlerde %5.6 bir kalıcı hasar oluşmaktadır. Yani x doğrultusunda kirişlerin %5.6' sını belirgin hasar bölgesine geçmiştir. Hemen kullanımda kirişlerin ($\%5.6 < \%10$) olduğundan x yönünde hemen kullanım performansını sağlamıştır.



Şekil 4. 27. B blok güçlendirilmiş hemen kullanım y yönü performansı

Pushover' in hemen kullanım performans seviyesinde zemin parametreleri ve kullanım depremine göre kirişlerde y yönünde spektral şekil değiştirme ($S_d=17.12$ mm) olmaktadır. Ancak binaya ait y yönünde kirişlerde spektral şekil değiştirme ($S_d= 11.12$ mm) olduğu anlaşılmaktadır. $S_d=11.12 < S_d=17.12$ olduğunda kirişlerde %0 bir kalıcı hasar oluşmaktadır. Yani y doğrultusunda minimum hasar sınırlarını aşan kiriş elemanları bulunmamaktadır.

Çizelge 4.39. B blok güçlendirilmiş durumun hemen kullanım için kiriş hasar yüzdeleri

Kat No	(-X)				(+X)			
	MH	BH	İH	GB	MH	BH	İH	GB
5	94.4	5.6	0.0	0.0	94.4	5.6	0.0	0.0
4	95.0	5.0	0.0	0.0	95.0	5.0	0.0	0.0
3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Max.		5.6						
Kat No	(-Y)				(+Y)			
	MH	BH	İH	GB	MH	BH	İH	GB
	100.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0
	100.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0
	100.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0
2	100.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0
1	100.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0
Max.	100.							

Çizelge 4.40. Kiriş sayısı

Doğrultusu	Kiriş sayısı				
	1.kat	2.kat	3.kat	4.kat	5.kat
X yönü	9	20	20	20	18
Y yönü	10	13	13	13	12

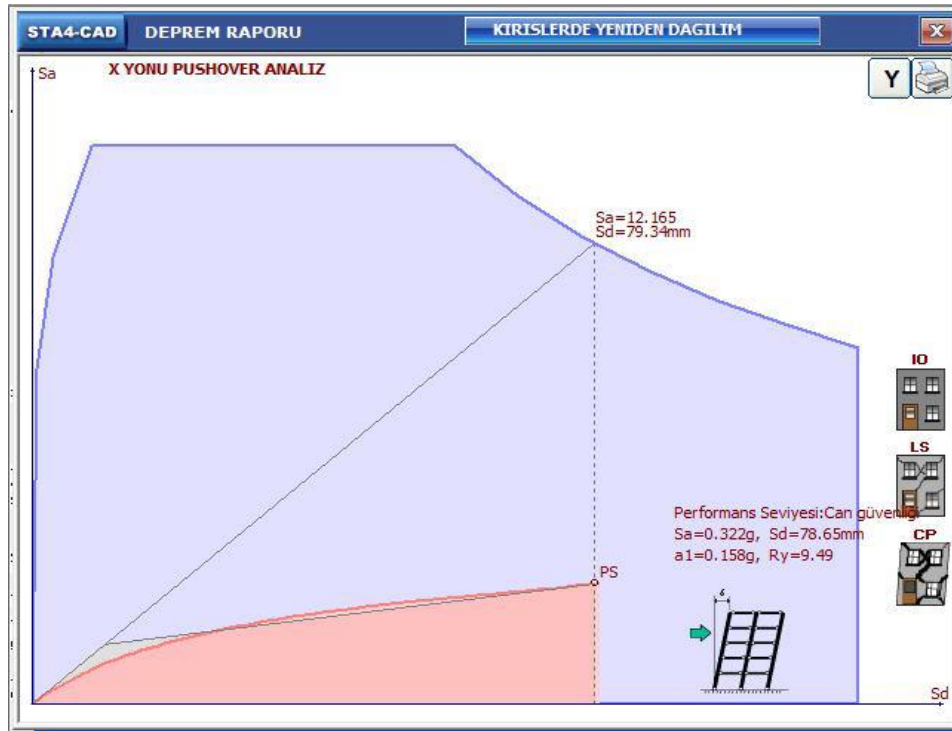
Çizelge 4.41. B blok güçlendirilmiş durumun hemen kullanım için alt ve üst kesitlerinde minimum hasar bölgesini aşan kolonların kesme kuvveti dağılımı

Kat No	(-X)		(+X)		(-Y)		(+Y)	
	MH	BH+İH+GB	MH	BH+İH+GB	MH	BH+İH+GB	MH	BH+İH+GB
5	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0
4	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0
3	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0
2	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0
1	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0
Max	100.							

Belirgin Kiriş Hasar oranı=%5.6<=%10 Hemen kullanım ✓

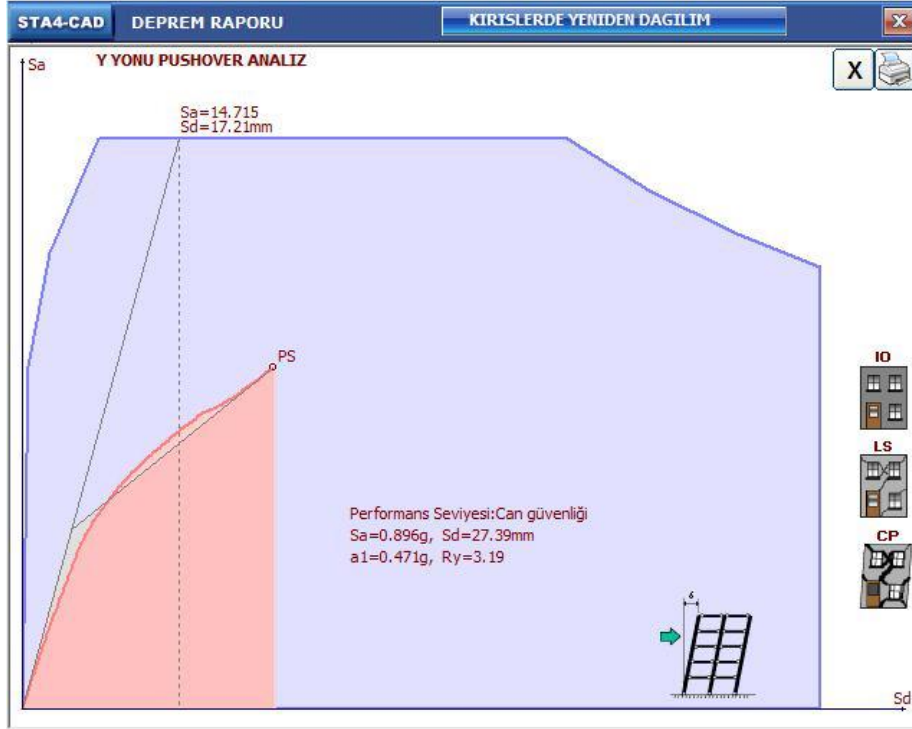
4.4.2.2. B blok güçlendirilmiş durumun can güvenliğinin değerlendirilmesi

Deprem aşılma olasılığı	: 50 yılda %2
İstenilen performans	: Can güvenliği
İvme spektrum çarpanı	: 1.5
Bilgi düzeyi	: 0.9
Etkin yer ivmesi katsayısı	: 0.4
Deprem bölgesi	: 1



Şekil 4. 28. B blok güçlendirilmiş can güvenliği x yönü performansı

Pushover' in can güvenliği performans seviyesinde zemin parametreleri ve kullanım depremine göre kirişlerde x yönünde spektral şekil değiştirme ($S_d=78.65$ mm) olmaktadır. Ancak binaya ait x yönünde kirişlerde spektral şekil değiştirme ($S_d= 79.34$ mm) olduğu anlaşılmaktadır. $S_d=79.34 > S_d=78.65$ olduğunda kirişlerde % 10 bir kalıcı hasar oluşmaktadır. Yani x doğrultusunda kirişlerin %10 ' u belirgin hasar bölgesine geçmiştir. Can güvenliği performans seviyesinde kirişlerin ($\%10 < \%30$) olduğundan x yönünde can güvenliği performansını sağlamıştır.



Şekil 4. 29. B blok güçlendirilmiş can güvenliği y yönü performansı

Pushover' in can güvenliği performans seviyesinde zemin parametreleri ve kullanım depremine göre kirişlerde y yönünde spektral şekil değiştirme ($S_d=27.39$ mm) olmaktadır. Ancak binaya ait y yönünde kirişlerde spektral şekil değiştirme ($S_d=17.21$ mm) olduğu anlaşılmaktadır. $S_d=17.21 < S_d=27.39$ olduğundan kirişlerde %0 bir kalıcı hasar oluşmaktadır. Yani y doğrultusunda minimum hasar sınırlarını aşan kiriş elemanları bulunmamaktadır.

Çizelge 4.42. B blok güçlendirilmiş durumun can güvenliği için kiriş hasar yüzdeleri

Kat No	(-X)				(X)			
	MH	BH	İH	GB	MH	BH	İH	GB
5	94.4	5.6	0.0	0.0	94.4	5.6	0.0	0.0
4	90.0	10.0	0.0	0.0	95.0	5.0	0.0	0.0
3	90.0	10.0	0.0	0.0	95.0	5.0	0.0	0.0
2	100.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0
1	100.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0
Max.		10.0						
Kat No	(-Y)				(Y)			
	MH	BH	İH	GB	MH	BH	İH	GB
	100.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0
	100.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0
	100.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0
2	100.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0
1	100.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0
Max.	100.							

Çizelge 4.43. Kiriş sayıları

Doğrultusu	Kiriş sayısı				
	1.kat	2.kat	3.kat	4.kat	5.kat
X yönü	9	20	20	20	18
Y yönü	10	13	13	13	12

Çizelge 4.44. B blok güçlendirilmiş durumun can güvenliği için kolon kesme kuvveti dağılımı

Kat No	(-X)				(X)			
	MH	BH	İH	GB	MH	BH	İH	GB
5	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
4	96.7	3.3	0.0	0.0	98.1	1.9	0.0	0.0
3	99.0	1.0	0.0	0.0	99.0	1.0	0.0	0.0
2	95.6	4.4	0.0	0.0	95.5	4.5	0.0	0.0
1	100.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0
Max.	100					4.5		
Kat No	(-Y)				(Y)			
	MH	BH	İH	GB	MH	BH	İH	GB
	100.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0
	100.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0
	99.8	0.2	0.0	0.0	99.8	0.2	0.0	0.0
2	99.7	0.3	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0
1	99.2	0.8	0.0	0.0	99.3	0.7	0.0	0.0
Max.								

Çizelge 4.45. B blok güçlendirilmiş durumun can güvenliği için alt ve üst kesitlerinde minimum hasar bölgesini aşan kolonların kesme kuvveti dağılımı

Kat No	(-X)		(X)		(-Y)		(Y)	
	MH	BH+İH+GB	MH	BH+İH+GB	MH	BH+İH+GB	MH	BH+İH+GB
5	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0
4	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0
3	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0
2	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0
1	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0
Max	100.							

Can güvenliği durumu, güçlendirme gerekli değildir.

Kiriş hasar oranı=($IH=0.0 \leq 30 \sqrt{}$),($GB=0. \sqrt{}$)

Kolon hasar oranı=($IH=0.0 \leq 20 \sqrt{}$),($GB=0. \sqrt{}$)

Üst kat V_c oranı=($IH=0.0 \leq 40 \sqrt{}$),($GB=0. \sqrt{}$)

Kolon V_c oranı=($BH+IH+GB=0.0 \leq 30 \sqrt{}$)

Minimum Hasar bölgesini aşan kolonlarınız bulunmaktadır.



Şekil 4. 30. Güçlendirme İçin Hazırlık Fotoğrafları

4.5. Güçlendirme maliyeti

Örnek yapının güçlendirme maliyeti için metrajlar aşağıda hesaplanmıştır. Bu metrajlar ile 2012 yılı Çevre ve Şehircilik Bakanlığı birim fiyatları ile örnek yapının keşfi hesaplanmıştır. Bu örnek yapı için güçlendirme maliyeti 517.360,54 TL olduğu hesaplanmıştır.

Çizelge 4.46. Metraj cetveli

S.No.	Poz No	Yapılan işin mahali	Adet	Boy	Eni	Yük.	Azı	Çoğu
1	14.012/2	Elle yumuşak,sert toprak dar derin kazı yapılması	m ³					
	Temel	İlave temel araları	10	1,85	5,00	1,00	92,50	
	Temel	İlave temel araları	2	4,10	6,00	1,00	49,20	
	Temel	İlave temel araları	8	2,95	4,85	1,00	114,46	
	Temel	İlave temel araları	4	2,90	1,10	1,00	12,76	
							Toplam	268,92
2	16.003	250 dozlu demirsiz beton	m ³					
	Temel	İlave temel araları	10	1,85	5,00	0,20	18,50	
	Temel	İlave temel araları	2	4,10	6,00	0,20	9,84	
	Temel	İlave temel araları	8	2,95	4,85	0,20	22,89	
	Temel	İlave temel araları	4	2,90	1,10	0,20	2,55	
							Toplam	53,78
3	Msb. 324	Kendinden yerleşen beton	m ³					
	Temel	İlave temel araları	10	1,85	5,00	0,30	27,75	
	Temel	İlave temel araları	2	4,10	6,00	0,30	14,76	
	Temel	İlave temel araları	8	2,95	4,85	0,30	34,34	
	Temel	İlave temel araları	4	2,90	1,10	0,30	3,83	
	Tüm katlar	25/640 Perdeleri	10	6,40	0,25	2,20	35,20	
	Tüm katlar	25/410 Perdeleri	10	4,10	0,25	2,20	22,55	
	Tüm katlar	25/230 Perdeleri	10	2,30	0,25	2,20	12,65	
	Tüm katlar	25/160 Perdeleri	5	1,60	0,25	2,20	4,40	
	Tüm katlar	20/475 Perdeleri	6	4,75	0,20	2,20	12,54	
	Tüm katlar	20/280 Perdeleri	8	2,80	0,20	2,20	9,86	
	Tüm katlar	20/525 Perdeleri	2	5,25	0,20	2,20	4,62	
							Toplam	182,49

Çizelge 4.47. Metraj cetveli

S.No.	Poz No	Yapılan işin mahali	Adet	Boy	Eni	Yük.	Azı	Çoğu
6	18.192	Her türlü iç sıva sökümü	m ²					
	Tüm katlar	25/640 Perdeleri	10	10,80	0,25		27,00	
	Tüm katlar	25/410 Perdeleri	10	8,50	0,25		21,25	
	Tüm katlar	25/230 Perdeleri	10	6,70	0,25		16,75	
	Tüm katlar	25/160 Perdeleri	5	6,00	0,25		7,50	
	Tüm katlar	20/475 Perdeleri	6	9,15	0,20		10,98	
	Tüm katlar	20/280 Perdeleri	8	7,20	0,20		11,52	
	Tüm katlar	20/525 Perdeleri	2	9,65	0,20		3,86	
							Toplam	98,86
9	21.017	Düz yüzeyli çıplak beton ve betonarme kalıbı (playwood)	m ²					
	Tüm katlar	25/640 Perdeleri	20	6,40		2,20	281,60	
	Tüm katlar	25/410 Perdeleri	20	4,10		2,20	180,40	
	Tüm katlar	25/230 Perdeleri	20	2,30		2,20	101,20	
	Tüm katlar	25/160 Perdeleri	10	1,60		2,20	35,20	
	Tüm katlar	20/475 Perdeleri	12	4,75		2,20	125,40	
	Tüm katlar	20/280 Perdeleri	16	2,80		2,20	98,56	
	Tüm katlar	20/525 Perdeleri	4	5,25		2,20	46,20	
							Toplam	868,56
10	21.054	Ahşap kalıp iskelesi	m ³					
	Tüm katlar	25/640 Perdeleri	20	6,40	1,10	2,20	309,76	
	Tüm katlar	25/410 Perdeleri	20	4,10	1,10	2,20	198,44	
	Tüm katlar	25/230 Perdeleri	20	2,30	1,10	2,20	111,32	
	Tüm katlar	25/160 Perdeleri	10	1,60	1,10	2,20	38,72	
	Tüm katlar	20/475 Perdeleri	12	4,75	1,10	2,20	137,94	
	Tüm katlar	20/280 Perdeleri	16	2,80	1,10	2,20	108,42	
	Tüm katlar	20/525 Perdeleri	4	5,25	1,10	2,20	50,82	
							Toplam	955,42
S.No.	Poz no	Yapılan işin mahali	Adet	Boy	Eni	Yük.	Azı	Çoğu
11	21.065	İş iskelesi (duvar için)	m ²					
	Tüm katlar	Bina dış cephesi	1,00	80,00	1,00	15,00	1200,00	
	Tüm katlar	Bina dış cephesi	1,00	85,00	1,00	6,00	510,00	
							Toplam	1.710,00
12	23.155	Bükme saç kapı kasası yapılması	Kg					
	Tüm katlar	Güçlendirmenin bozduğu kapı kasaları	50,00	31,50	1,00	1,00	1575,00	
							Toplam	1.575,00

Çizelge 4.48. Metraj cetveli

S.No	Poz No	Yapılan işin mahali	Adet	Boy	Eni	Yük.	Azı	Çoğu
13	25.016/1	Demir imalatın 2 kat antipas 2 kat yağlı boyayla boyanması	m ²					
	Tüm katlar	Güçlendirmenin bozduğu kapı kasaları	50,00	5,20	0,40	1,00	104,00	
							Toplam	104,00
14	25.034/2	Çıplak beton veya ince sıva üzerine silikon esaslı grenli cephe malz. kaplama yapıl.	m ²					
	Tüm katlar	Bina dış cephesi	1,00	80,00	1,00	15,00	1200,00	
	Tüm katlar	Bina dış cephesi	1,00	85,00	1,00	6,00	510,00	
	Tüm katlar	Minha pencere	-50,00	1,00	1,60	1,30	-104,00	
	Tüm katlar	Minha kapı	-12,00	1,00	1,00	2,10	-25,20	
							Toplam	1.580,80
15	26.007/079a	30x30 cm düz yüzeyli, her renk ve desende, sırlı porselen (granit) karolar ile fugalı döşeme kaplama (seramik)	m ²					
	Tüm katlar	Wc-duş(duv.)	5,00	56,00	1,00	2,70	756,00	
	Tüm katlar	Wc-duş(duv.)	2,00	26,00	1,00	2,70	140,40	
	Tüm katlar	Tüm zeminler (döş.)	5,00	23,00	13,00	1,00	1495,00	
	Tüm katlar	Tüm zeminler (döş.)	2,00	35,00	13,00	1,00	910,00	
							TOPLAM	3.301,40
16	26.206/c	3 cm renkli mermer ile döşeme kaplaması yapılması (3 x 30cm x serbest boy)	m ²					
	Tüm katlar	merdiven sahanlığı	50	1,20	2,70	1,00	162,00	
							Toplam	162,00
18	26.622/a	renkli mermer ile merdiven basamağı kaplanması	m					
	Tüm katlar	merdiven basamağı	20,00	1,20	1,00	1,00	24,00	
							Toplam	24,00

Çizelge 4.49. Metraj cetveli

S.No	Poz No	Yapılan İşin Mahali	Adet	Boy	Eni	Yük.	Azı	Çoğu
20	27.531	Kireç-çimento karışımı harçla düz sıva yapılması	m ²					
	Tüm katlar	25/640 PERDELERİ	20	6,40		2,20	281,60	
	Tüm katlar	25/410 PERDELERİ	20	4,10		2,20	180,40	
	Tüm katlar	25/230 PERDELERİ	20	2,30		2,20	101,20	
	Tüm katlar	25/160 PERDELERİ	10	1,60		2,20	35,20	
	Tüm katlar	20/475 PERDELERİ	12	4,75		2,20	125,40	
	Tüm katlar	20/280 PERDELERİ	16	2,80		2,20	98,56	
	Tüm katlar	20/525 PERDELERİ	4	5,25		2,20	46,20	
							Toplam	868,56
21	25.043/3	Eski boyalı yüzeylere iki kat ipek mat su bazlı plastik boya yapılması (sentetik boya yapılmayan yüzeylere)	m ²					
	Tüm bina	Tüm bina boyası (duvar)	1,00	2410,00	1,00	2,40	5784,00	
		Tüm bina boyası (tavan)	1,00	2410,00	1,00	0,90	2169,00	
K	Tüm katlar	Minha (kapı)	-126,00	1,00	1,00	2,20	-277,20	
P	Tüm katlar	Minha (pencere)	-80,00	1,00	0,80	1,40	-89,60	
							G. TOPLAM	7.586,20
	Tüm katlar	25/640 Perdeleri	10	10,80	0,25		27,00	
	Tüm katlar	25/410 Perdeleri	10	8,50	0,25		21,25	
	Tüm katlar	25/230 Perdeleri	10	6,70	0,25		16,75	
	Tüm katlar	25/160 Perdeleri	5	6,00	0,25		7,50	
	Tüm katlar	20/475 Perdeleri	6	9,15	0,20		10,98	
	Tüm katlar	20/280 Perdeleri	8	7,20	0,20		11,52	
	Tüm katlar	20/525 Perdeleri	2	9,65	0,20		3,86	
							Toplam	98,86
23	Msb. 157	Epoksi enjeksiyon ile çatlak tamiri	m					
	Tüm katlar	Muhtelif çatlaklar	3	10,00	1,00		30,00	
							Toplam	30,00
24	Msb. 158	Pas payının kırılarak açığa çıkartılması	m ²					
	Tüm katlar	25/640 Perdeleri	10	10,80	0,25		27,00	
	Tüm katlar	25/410 Perdeleri	10	8,50	0,25		21,25	
	Tüm katlar	25/230 Perdeleri	10	6,70	0,25		16,75	
	Tüm katlar	25/160 Perdeleri	5	6,00	0,25		7,50	
	Tüm katlar	20/475 Perdeleri	6	9,15	0,20		10,98	
	Tüm katlar	20/280 Perdeleri	8	7,20	0,20		11,52	
	Tüm katlar	20/525 Perdeleri	2	9,65	0,20		3,86	
							Toplam	98,86

Çizelge 4.50. Metraj cetveli

S.No.	Poz No	Yapılan İşin Mahali	Adet	Boy	Eni	Yük.	Azı	Çoğu
25	Msb. 678/b	Φ 14 düz veya nervürlü demirle epoksi ile filiz ekimi	AD					
	Tüm katlar	Perdeler	3290				3290,00	
							Toplam	3.290,00
25	Msb.678/c	Φ 16 düz veya nervürlü demirle epoksi ile filiz ekimi	AD					
	Tüm katlar	Perdeler	1350				1350,00	
							Toplam	1.350,00
26	Msb. 678/f	Φ 22 düz veya nervürlü demirle epoksi ile filiz ekimi	AD					
	Tüm katlar	Perdeler	1900				1900,00	
							Toplam	1.900,00

Çizelge 4.51. Demir metrajı

S.No.	Yapılan İşin Mahali	Adet	Boy	Φ10	Φ12	Φ14	Φ16	Φ18	Φ20	Φ22	Φ24
				0,617 kg/m	0,888 kg/m	1,21 kg/m	1,58 kg/m	2,00 kg/m	2,47 kg/m	2,98 kg/m	3,55 kg/m
1	25/410 Perdeler Φ 22 düşey filiz(2*16*8)	256	1,20							915,46	
2	25/410 Perdeler Φ 16 düşey filiz (2*11*8)	176	1,20				333,70				
3	25/410 Perdeler Φ 16 Düşey (2*5*26)	260	1,95				801,06				
4	25/410 Perdeler Φ 12 düşey (2*5*20)	200	2,15		381,84						
5	25/410 Perdeler Φ 22 rot (2*5*18)	180	1,10							590,04	
6	25/410 Perdeler Φ 10 tevzi (2*5*2*14)	280	4,75	820,61							
7	25/410 Perdeler Φ 10 etr (2*5*2*21)	420	2,70	699,68							

Çizelge 4.52. Demir metraji

S.No.	Yapılan İşin Mahali	Adet	Boy	Φ10	Φ12	Φ14	Φ 16	Φ 18	Φ20	Φ 22	Φ24
				0,617 kg/m	0,888 kg/m	1,21 kg/m	1,58 kg/m	2,00 kg/m	2,47 kg/m	2,98 kg/m	3,55 kg/m
8	25/410 Perdeler Φ10 çiroz (2*100)	200	0,50	61,70							
9	25/640 Perdeler Φ22 düşey filiz(2*16*8)	256	1,20							915,46	
10	25/640 Perdeler Φ16 düşey filiz (2*11*8)	176	1,20				333,70				
11	25/640 Perdeler Φ16 düşey (2*5*26)	260	1,95				801,06				
12	25/640 Perdeler Φ12 düşey (2*5*42)	420	2,15		801,86						
13	25/640 Perdeler Φ22 rot (2*5*18)	180	1,10							590,04	
14	25/640 Perdeler Φ10 tevzi (2*5*2*14)	280	7,03	1.214,50							
15	25/640 Perdeler Φ10 etr (2*5*2*21)	800	2,70	1.332,72							
16	25/640 Perdeler Φ10 çiroz (2*150)	300	0,50	92,55							
17	25/230 Perdeler Φ22 düşey filiz(3*10*8)	240	1,20							858,24	
18	25/230 Perdeler Φ16 düşey filiz (3*5*8)	120	1,20				227,52				
19	25/230 Perdeler Φ16 düşey (3*5*18)	270	1,95				831,87				
20	25/230 Perdeler Φ12 düşey (3*5*8)	200	2,15		381,84						
21	25/230 Perdeler Φ22 rot (2*5*18)	120	1,10							393,36	

Çizelge 4.53. Demir metraji

S.No.	Yapılan İşin Mahali	Adet	Boy	Φ10	Φ12	Φ14	Φ16	Φ18	Φ20	Φ22	Φ24
				0,617 kg/m	0,888 kg/m	1,21 kg/m	1,58 kg/m	2,00 kg/m	2,47 kg/m	2,98 kg/m	3,55 kg/m
22	25/230 Perdeler Φ10 tevzi (2*5*2*14)	280	2,85	492,37							
23	25/230 Perdeler Φ10 etr (2*5*2*21)	420	1,80	466,45							
24	25/230 Perdeler Φ10 çiroz (2*100)	200	0,50	61,70							
25	25/280 Perdeler Φ22 düşey filiz(4*16*4)	256	1,20							915,46	
26	25/280 Perdeler Φ16 düşey filiz (4*4*4)	64	1,20				121,34				
27	25/280 Perdeler Φ16 düşey (4*2*26)	208	1,95				640,85				
28	25/280 Perdeler Φ12 düşey (4*2*6)	48	2,15		91,64						
29	25/280 Perdeler Φ22 rot (4*2*18)	144	1,10							472,03	
30	25/280 Perdeler Φ10 tevzi (4*2*2*14)	224	3,30	456,09							
31	25/280 Perdeler Φ10 etr (4*2*2*21)	736	1,80	817,40							
32	25/280 Perdeler Φ10 çiroz (2*100)	200	0,50	61,70							
33	25/475 Perdeler Φ22 düşey filiz(4*16*2)	128	1,20							457,73	
34	25/475 Perdeler Φ16 düşey filiz (4*16*2)	128	1,20				242,69				

Çizelge 4.54. Demir metrajı

S. No	Yapılan İşin Mahali	Adet	Boy	Φ10	Φ12	Φ14	Φ16	Φ18	Φ20	Φ22	Φ24
				0,67 kg/m	0,888 kg/m	1,21 kg/m	1,58 kg/m	2,00 kg/m	2,47 kg/m	2,98 kg/m	3,55 kg/m
35	25/475 Perdeler Φ16 düşey (4*26)	208	5,85				1.922, 54				
36	25/475 Perdeler Φ12 düşey (4*30)	120	5,85		623,38						
37	25/475 Perdeler Φ22 rot (4*32)	128	1,10							419,58	
38	25/475 Perdeler Φ10 tevzi (4*2*34)	272	5,80	973,38							
39	25/475 Perdeler Φ10 etr (4*2*52)	416	2,60	667,35							
40	25/475 Perdeler Φ10 çiroz (4*100)	400	0,50	123,40							
41	Radye filizleri Φ14	3290	0,80			3.184, 72					
42	Radye gövde donatı Φ 14	2000	5,00			12.100 ,00					
		Toplam (Kg)		8.341, 59	2.280, 56	15.284 ,72	6.256, 33	0,00	0,00	6.527, 39	0,00

Çizelge 4.55. Toplam Demir metrajı

23	Φ8-12 mm demir miktarı (Tn)	10,62	Tn
23	Φ14-26 mm demir miktarı (Tn)	28,07	Tn

Çizelge 4.56. Siirt Üniversitesi Sağlık Meslek Yüksekokulu güçlendirme inşaat işleri keşfi (2012 Birim fiyatlarıyla)

S/N	Poz no	Yapılacak işin tarifi	Birim	Miktar	2012 Birim fiyatı	Tutarı
1	14.012/2	Elle yumuşak,sert toprak dar derin kazı yapılması	m ³	268,92	21,91	5.892,04
2	16.003	250 dozlu demirsiz beton	m ³	53,78	97,64	5.251,08
3	MSB.324	Kendinden yerleşen beton	m ³	182,49	247,84	45.228,32
4	18.071/3	Yatay delikli fabrika tuğlası (19x19x13.5 cm) ile 250 doz çimento harçlı yarım tuğla duvar yapılması	m ²	550,00	15,10	8.305,00
5	18,183	Patlayıcısız çim. Harçlı kargir, horosan inş. Yıkımı	m ³	101,82	39,85	4.057,53
6	18,192	Her türlü iç sıva sökümü	m ²	98,86	3,20	316,35
8	21.017	Düz yüzeyli çıplak beton ve betonarme kalıbı (playwood)	m ²	868,56	26,49	23.008,15
9	21.054	Ahşap kalıp iskelesi	m ³	955,42	3,14	3.000,02
10	21,065	İş iskelesi (duvar için)	m ²	1.710,00	4,26	7.284,60
11	23.014	Q8-q12 mm nervürlü demir imalatı	ton	10,62	1.935,89	20.559,15
12	23.015	Q14-q26 nervürlü demir imalatı	ton	28,07	1.920,08	53.896,65
13	23.155	Bükme saç kapı kasası yapılması	kg	1.575,00	5,75	9.056,25
14	25.016/1	Demir imalatın 2 kat antipas 2 kat yağlı boyayla boyanması	m ²	104,00	12,64	1.314,56
15	25.034/2	Çıplak beton veya ince sıva üzerine silikon esaslı grenli cephe malz. Kaplama yapıl.	m ²	1.580,80	10,94	17.293,95
16	25.043/3A	Eski boyalı yüzeylere iki kat su bazlı %3-30 fluora polimerler/klorofluora polimerler (co-polimerler dahil) ihva eden katkı ipek mat boya yapılması	m ²	7.586,20	7,44	56.441,33

Çizelge 4. 57. Siirt Üniversitesi Sağlık Meslek Yüksekokulu güçlendirme inşaat işleri keşfi (2012 Birim fiyatlarıyla)

S/n	Poz no	Yapılacak işin tarifi	Birim	Miktar	2012 birim fiyatı	Tutarı
17	26.007/079A	30x30 cm düz yüzeyle, her renk ve desende, sırlı porselen (granit) karolar ile fugalı döşeme kaplama (seramik)	m ²	3.301,40	22,30	73.621,22
18	26.206/C1	3 cm renkli mermer ile döşeme kaplaması yapılması (30cm x serbest boy)	m ²	162,00	78,19	12.666,78
20	26.622/A	Renkli mermer ile merdiven basamağı kaplanması	m	24,00	43,70	1.048,80
21	27.531/1	Kireç-çimento karışımı harçla düz sıva yapılması	m ²	868,56	11,01	9.562,85
22	M.S.B.153	Bozuk betonarme yüzeylerin temizlenmesi	m ²	98,86	11,88	1.174,46
23	MSB.157	Epoksi enjeksiyon ile çatlak tamiri	m	30,00	451,08	13.532,40
24	MSB.158	Pas payının kırılarak açığa çıkartılması(tak proje)	m ²	98,86	31,88	3.151,66
25	MSB.678/B	Q14 düz veya nervürlü demirle epoksi ile filiz ekimi	AD	3.290,00	11,51	37.867,90
25	MSB.678/C	Q16 düz veya nervürlü demirle epoksi ile filiz ekimi	AD	1.350,00	11,51	15.538,50
26	MSB.678/F	Q22 düz veya nervürlü demirle epoksi ile filiz ekimi	AD	1.900,00	14,89	28.291,00
Sayfa sonu yekunu						457.360,54 TL

5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

5.1. Sonuçlar

Deprem çeşitli nedenlerle oluşmakla birlikte yıkıcı depremlerin çoğu yerin iç kesiminden kaynaklanan levha hareketlerinin yer kabuğunu deforme etmesi sonucunda oluşmaktadır. 4.7 milyar yıldır dünyamızı etkileyen bu hareketler insanoğlunun yer yüzeyinde görülmeye başladığı 2 milyon yıl önce de mevcuttu ve her zaman mevcut olacaktır. Depremin olacağı yerleri belirlemek, yapılan çok disiplinli araştırmalarla mümkün olabilmektedir. Ancak durdurmak, geciktirmek ya da olacağı anı önceden bilmek günümüzde mümkün değildir. Diğer yandan depremlerin nerede ne kadar etkili olacağı da büyük bir doğruluk oranı ile tahmin edilebilmektedir. Bu veriler dikkate alınırsa deprem olması beklenen alanlarda zemin koşulları da dikkate alınarak deprem hasarları minimuma indirilebilir. Bugün dünyada kabul edilen görüş de bu yöndedir.

Farklı disiplinlerin verileri kullanılarak yapılan araştırmalar Marmara çevresinde önümüzdeki 30 yıl içerisinde 7 ve üzerinde büyüklükte bir deprem olacağı öngörülmektedir. Bu durum dikkate alınarak gerekli maddi ve hukuki düzenlemeler yapılarak ülkenin olanaklarının önemli bölümü seferber edilmeli ve yaklaşan depreme karşı acil tedbir alınmalıdır.

Siirt ilinde yer alan Sağlık Yüksekokulu A-B Bloklar; olası deprem kuvvetleri altındaki mevcut taşıyıcı sistemlerinin performanslarının belirlenmesi amacı ile DBYBHY 2007' nin 7. Bölümü kapsamında incelenmiş, A Blok mevcut beton dayanımı 5.0 MPa, B Blok mevcut beton dayanımı 5.9 MPa olduğu tespit edilmiş ve her iki bloğun da yönetmeliğin istediği 50 yılda gelme olasılığı %10 olan deprem yükleri altında Hemen kullanım ve 50 yılda gelme olasılığı %2 olan deprem yükleri altında Can güvenliği performans seviyelerinin sağlamadığı anlaşılmıştır.

Bu bağlamda her iki bloğa da mümkün olduğunca dengeli ve simetrik her iki yönde $d=25$ cm kalınlıklı perde ilavesi ve bu perdelerin altındaki gerilmeleri karşılayacak şekilde $d=30$ cm kalınlıklı kısmi radye temel yapılmış, yeni elemanlar için malzeme sınıfları C25 ($f_{ck} = 25$ MPa) sınıfı beton, S420 ($f_{yk} = 420$ MPa) kalitede donatı seçilmiş ve bunun neticesinde yapılan analizler sonucunda yönetmeliğin istediği performans seviyelerinin sağlandığı ayrıca hasar seviyelerinin DBYBHY 2007' de istenilen oranlarda kaldığı görüş ve kanaatine varılmıştır.

Yapılan maliyet çalışmaları neticesinde binanın yeniden yapım maliyetinin binanın güçlendirme ve güçlendirme sebebiyle oluşacak onarım maliyetine oranının % 43 olduğu tespit edilmiştir. Yapının beton kalitesinin düşük olması ve günümüz koşullarındaki meslek yüksek okulu standartlarını karşılayamacağı da düşünüldüğünde güçlendirmenin ekonomik olmayacağı ve yıkılarak yeniden yapılmasının daha uygun olacağı düşünülmektedir.

Sonuç olarak binanın yeniden yapım maliyeti Çevre ve Şehircilik Bakanlığının Yapı yaklaşık maliyet hesabına göre yapı maliyeti $2550 \text{ m}^2 * 475,00 \text{ TL/m}^2$ (3A GRUBU) = 1.211.250,00 TL dir. Güçlendirme maliyetinin yeni yapım maliyetine oranı ise $517.360,54 \text{ TL} / 1.211.250,00 \text{ TL} = \%43$ olduğundan yapının yıkılıp yeniden yapılması uygun görülmektedir.

KAYNAKLAR

- Aki, K., 1967. Article first published online: 6 DEC 2012. DOI: 10.1029/ ... Volume 72, Issue 4: 1217–1231.
- BARKA, A. A., 1992. The north anatolian fault zone. *Annales tectonicae*, special issue, suppl. to vol. VI, 164-195.
- BAYÜLKE N., 1998. www.deprem.gov.tr Adana-Ceyhan depreminde yapısal hasar.
- BAYÜLKE, N., 1998. Depremlerde hasar gören yapıların onarımı ve güçlendirilmesi.
- BEYEN, K., 1999. www.koeri.boun.edu.tr General Building Damage in Düzce-Bolu.
- BOĞAZIÇI ÜNİVERSİTESİ, 2007. Binaların depreme karsi değerlendirilmesi ve güçlendirilmesi teknik şartnamesi.
- BULLEN, K.E., 1963. An introduction to the theory of seismology. Cambridge University Press.
- CELEP, Z., KUMBASAR, N., 2004. Deprem mühendisliğine giriş ve depreme dayanıklı yapı tasarımı (Bölüm11: Performans kavramına dayalı tasarım), Beta Yayıncılık, İstanbul.
- ÇATAL, H., 1990. Depremden hasar gören yapıların onarım ve güçlendirilmesi, Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Afet İşleri Genel Müdürlüğü Deprem Araştırma Dairesi Deprem Araştırma Bülteni, No.68, Ankara.
- DEMİR H., 1992. Depremlerden hasar görmüş betonarme yapıların onarım ve güçlendirilmesi
- DEPREM YÖNETMELİĞİ, 2006. "Deprem bölgelerinde yapılacak binalar hakkında yönetmelik", Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, Ankara.
- DEPREM YÖNETMELİĞİ, 2007. "Deprem bölgelerinde yapılacak binalar hakkında yönetmelik", Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, Ankara.
- ERSOY, U. ve ÖZCEBE, G., 2001. Kesme etkisindeki elemanların taşıma gücü, Betonarme Kitabı , 518.
- GUTENBERG, B. ve RICHTER, C.F., 1956. Earthquake magnitude, intensity, energy and acceleration. *Bull. Seism. Soc. Amer.*, 46: 105-145.
- GÜRBÜZ, A., 1990. Betonarme taşıyıcı sistemlerin takviyesi ve onarımı, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, yüksek lisans tezi, Konya.
<http://www.belgeler.com/blg/1kq3/inşaat-güçlendirme-ve-onarım-son-tez>, 2010.
- İMO Antalya Şubesi, Deprem fotoğrafları CD' si.
- KAVŞUT N., 2012. Depremde hasar gören yapıların güçlendirilmesi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü , yüksek lisans tezi.
- KETİN, İ., 1988. genel jeoloji, yer bilimlerine giriş, cilt I, İtü vakfı, No.22.
- KÖRLÜ, M.S., 2003. Depremde hasar gören yapıların güçlendirilmesi, yüksek lisans tezi, Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, 109s.
- LE PİCHON, X., ŞENGÖR, A.M.C., DEMİRBAĞ, E., RANGIN, C., İMREN, B., ARMİJO, R., GÖRÜR, N., ÇAĞATAY, N., MERCIER, B., MEYER, B., SAATÇILAR, B., TOK, B., 2001. The avtive main Marmara fault. *Earth and Planet. sci. lett.*, 192: 595-616.

- MCCLUSKY, S., BALASSANIAN, S., BARKA, A., DEMİR, C., ERGİNTAV, S., GEORGIËV, I., GÜRKAN, O., HAMBURGER, M., HURST, K., KAHLE, H., KASTENS, K., KEKELIDZE, K., KING, R., KOTZEV, V., LENK, O., MAHMOUD, S., MISHIN, A., NADARIYA, M., OUZOUNIS, A., PARADISSIS, D., PETER, Y., PRILEPIN, M., REILINGER, R., SANL I., SEEGER, H., TEALEB, A., TOKSÖZ, M.N., VEİS, G., 2000. Global positioning system constraints on plate kinematics and dynamics in the Eastern Mediterranean and Caucasus. *J. Geophys. Res.*, 105: 5695-5719.
- OKAY, A., KAŞLILAR, Ö., BOZTEPE, G., ve KUŞÇU, I., 1999. Marmara depreminde İstanbul'u tehdit eden kırıklar, *Cumhuriyet Bilim Teknik*, 648: 9.
- ONUR H., 2006. Betonarme binaların taşıyıcı eleman ve sistem ilave edilerek iyileştirilmesi ve güçlendirilmesi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Y. Lisans Tezi.
- PARSONS, T., SHINJI, T., STEIN, R.S., BARKA, A., DIETRICH, J.H., 2000. Heightened odds of large earthquakes near Istanbul, an interaction- based probability calculation. *Science*, 288: 661-665.
- PRESS, F. ve SIEVER, R., 1999. *Understanding Earth*. w.h. freeman and company
- REID, M., 1910. The mechanism of the earthquake. The California earthquake of April 8, 1906. Report of the state investigation commission (Carnegie institution of Washington), 2.
- RICHTER, C.F., 1935. An instrument earthquake magnitude scale. *Bull. Seism. Soc. Amer.*, 25: 1-32.
- ŞAROĞLU, R., EMRE, Ö. VE KUŞÇU, I., 1992. Türkiye diri fay haritası, MTA yayınları.
- TONYALI H., 2006. Betonarme binalarda duvar etkisi ve güçlendirilmesi İstanbul Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü bitirme tezi.
- TS 10465, 1992. Beton Deney metotları, yapı ve yapı bileşenlerinde sertleşmiş betondan numune alınması ve basınç mukavemetinin tayini (tahribatlı metot), Türk Standardı.
- TS-500, 2000. Betonarme Yapıların tasarım ve yapım kuralları, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TUDAP 2005. Türkiye ulusal deprem araştırmaları programı. 2005-2014.
- TÜYSÜZ, O., 2003. İstanbul için deprem senaryolarının hazırlanmasında coğrafi bilgi istemlerinin kullanımı. İTÜ Bilimsel Araştırma Projesi Raporu, 80.
- YILDIRIM C., 2008. "2007 Deprem yönetmeliği' ne göre mevcut bir yapının performansının belirlenmesi ve bir güçlendirme önerisi", Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, yüksek lisans tezi.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Abdullah GENÇ
Uyruğu : TC
Doğum Yeri ve Tarihi : Batman / 1986
Telefon : 0 539 315 44 75
Faks : -
e-mail : abduallah_72x@hotmail.com

EĞİTİM

Derece	Adı	İlçe	İl	Bitirme Yılı
Lise	: Fatih Lisesi	Merkez	Batman	2003
Üniversite	: Harran Üniversitesi	Merkez	Şanlıurfa	2010

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	Kurum	Görevi
2010-2011	Batman Demyap Yapı Denetim	İnşaat Mühendisi
2011 -	Siirt Üniversitesi	İnşaat Mühendisi