

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

**MEVCUT YIĞMA YAPILARIN DEPREM
BAKIMINDAN İNCELENMESİ VE
GÜÇLENDİRİLMESİ**

**Nevzat SALLIO
İnşaat Mühendisi**

Yüksek Lisans Tezi

DENİZLİ – 2005

**MEVCUT YIĞMA YAPILARIN DEPREM
BAKIMINDAN İNCELENMESİ VE
GÜÇLENDİRİLMESİ**

**Pamukkale Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Tarafından Kabul Edilen
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı
Yüksek Lisans Tezi**

Nevzat SALLIO

Tez Savunma Sınavı Tarihi : 28.07.2005

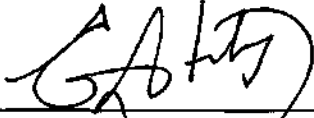
DENİZLİ - 2005

TEZ SINAV SONUÇ FORMU

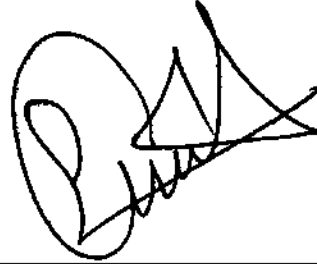
Bu tez tarafımızdan okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.



Prof. Dr. Hasan KAPLAN
(Yönetici)



Prof. Dr. Ergin ATIMTAY
(Jüri Üyesi)



Yrd. Doç. Dr. Yavuz Selim TAMA
(Jüri Üyesi)

Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun
10/08/2005. tarih ve ...16/15..... sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Prof. Dr. M. Ali SARIGÖL

Müdür

Fen Bilimleri Enstitüsü

TEŞEKKÜR

Bu Yüksek Lisans tezimin danışmanlığını üstlenen, teşvik edici yönetimi ve olumlu eleştirileriyle bana yol gösteren hocam Prof. Dr. Hasan KAPLAN'a öncelikle teşekkür ederim.

Gösterdikleri yakın alaka ve manevi destekleri dolayısıyla Araş. Gör. Salih YILMAZ'a çok teşekkür ederim.

Değerli çalışma arkadaşlarım ve Müdürlüğümü yapmış olan Adem SOLAK ve Kemal ÖZDÜLGER'e akademik çalışmalarında bana her zaman destek oldukları ve manevi yardımları için şükran borçluyum.

Öğrenimim süresince, yıllarca ve şefkatle beni destekleyen aileme minnettarım. Ayrıca ve özellikle, bu tez çalışmam sırasında gösterdiği anlayış ve sabırdan dolayı sevgili eşime de çok teşekkür ederim.

Nevzat SALLIO

ÖZET

Türkiye yapı stokunun yaklaşık %50'si yığma binalardan oluşmaktadır. Bu binalar genellikle mühendislik eğitimi almamış, ev sakinleri tarafından inşa edilmektedir. Bu evler genellikle ağır çatı kütleleri ile kapatılmaktadır ve bu çatılar deprem anında, yığma bina duvarlarının düzlem dışı ve düzlem içi yönündeki duvarların büyük bir kuvvetle itilmesine ve binanın şiddetli bir şekilde yıkılmasına neden olmaktadır. Eski kamu binalarının da büyük bir kısmı yığma yapılarıdır.

Özellikle kırsal alanlarda yoğun olarak üretilen yığma yapılar orta şiddetli depremlerde bile hasar görmekte veya yıkılarak can kayıplarına neden olmaktadır. Türkiye'de mevcut yapı stokunun önemli bir bölümünü oluşturan bu yapıların deprem dayanımlarının artırılması gerekmektedir.

1950'li yıllarda yığma olarak inşa edilen ve tez çalışması kapsamında incelenen Buldan Göğüs Hastalıkları Hastanesi binasının mevcut durumu kesme kuvvetlerini karşılayacak yeterli duvar alanına (rijitlik ve dayanıma) sahip değildir. Yapının rijitliğinin artırılması ve duvar kesme dayanımlarının yeterli düzeye çıkarılması için bazı duvarların püskürtme beton uygulaması ile güçlendirilmesi öngörülmüştür. Binanın mevcut durumu ile güçlendirilmiş durumu SAP 2000 de analiz edilerek sonuçlar karşılaştırılmıştır. Uygulamaya ait detaylar verilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Yığma Yapı, Deprem, Güçlendirme

Nevzat SALLIO

ABSTRACT

About half of the building stock in Turkey is masonry type and one fourth of the building stock is one-storey brick type masonry buildings. Especially the rural masonry houses are commonly constructed by their own residents without any engineering knowledge. Traditional masonry houses usually have heavy roofs which generate large lateral forces on walls during an earthquake. An important number of old state buildings are of masonry type.

Masonry structures were damaged even with moderate earthquakes and were caused life losses especially at rural areas. The earthquake resistance of this kinds of buildings that were used frequently in Turkey must be improved to prevent losses.

Masonry building of Buldan Breast Diseases Hospital which is investigated in this thesis constructed in 50's and it does not have enough wall area (rigidity and strenght) to resist against lateral earthquake forces. To increase rigidity of the structure and shear capacity of walls shotcrete aplication to some walls is suggested. Structural models for existing and strenghtened buildings prepared in SAP 2000 and analysis results are compared. Details of retrofit sistem is given too.

Key word: MasonryBuilding, Earthquake, Retrofitting

Nevzat SALLIO

İÇİNDEKİLER

| | Sayfa |
|-------------------------|-------|
| İçindekiler | VII |
| Şekiller Dizini | X |
| Çizelgeler Dizini | XVI |
| Simgeler Dizini | XVII |

BİRİNCİ BÖLÜM

GİRİŞ

| | |
|---|----|
| 1. Giriş..... | 1 |
| 1.1 Yapılarda Deprem Güvenliğinin Sağlanması | 4 |
| 1.1.1 Bugünkü Durum..... | 4 |
| 1.1.2 Yeni Yapılacak Yapıların Deprem Güvenliği..... | 6 |
| 1.1.3 Varolan Yapılarda Deprem Güvenliği..... | 8 |
| 1.1.4 Kentsel Kaçak Yapılar..... | 9 |
| 1.1.5 Kırsal Yapılar..... | 10 |
| 1.1.6 Tarihi ve Kültürel Değeri Bulunan Yapılar | 10 |
| 1.1.7 Varolan Yapılarla İlgili Öneriler - Parasal ve Yasal Alanlarda..... | 10 |
| 1.1.8 Varolan Yapılarla İlgili Öneriler – Mühendislik Alanında..... | 11 |
| 1.1.9 Öncelikle Güçlendirilmesi Gereken Yapılar | 12 |
| 1.2 Yığma Yapıların Deprem Davranışı | 13 |
| 1.3 Önceki Çalışmalar..... | 16 |

İKİNCİ BÖLÜM

YIĞMA YAPILARDA HASAR BİÇİMLERİ

| | | |
|-------|---|----|
| 2. | Yığma Yapılarda Hasar Biçimleri..... | 19 |
| 2.1. | Oturma Çatlakları ve Hasarı..... | 19 |
| 2.2. | Deprem Hasarı..... | 22 |
| 2.3. | Yığma Yapılarda Deprem Hasar Düzeyleri..... | 34 |
| 2.3.1 | Hasarsız yada Az Hasarlı Yapı..... | 34 |
| 2.3.2 | Az Hasarlı Yapı..... | 34 |
| 2.3.3 | Orta Hasarlı Yapı..... | 35 |
| 2.3.4 | Ağır Hasarlı Yığma Yapılar..... | 35 |
| 2.3.5 | Yıkılmış Yapılar..... | 36 |

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

GEÇMİŞ DEPREMLERDE HASAR GÖREN YIĞMA BİNALAR VE HASAR NEDENLERİ

| | | |
|------|--|----|
| 3. | Geçmiş Depremlerde Hasar Gören Yığma Binalar ve Hasar Nedenleri... | 38 |
| 3.1. | 1 Mayıs 2003 Bingöl Depremi..... | 38 |
| 3.2 | 23-26 Temmuz 2003 Buldan / Denizli Depremi..... | 45 |

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

BULDAN GÖĞÜS HASTALIKLARI HASTANESİNİN DEPREM BAKIMINDAN İNCELENMESİ

| | | |
|------|--|----|
| 4. | Buldan Göğüs Hastalıkları Hastanesinin Deprem Bakımından İncelenmesi..... | 64 |
| 4.1. | Yapının Mevcut Durumu..... | 64 |

| | | |
|------|---|----|
| 4.2. | Taşıyıcı Sistem İle İlgili Tespitler..... | 68 |
|------|---|----|

BEŞİNCİ BÖLÜM
BULDAN GÖĞÜS HASTALIKLARI
HASTANESİNİN GÜÇLENDİRİLMESİ

| | | |
|-------|---|-----|
| 5. | Buldan Göğüs Hastalıkları Hastanesinin Güçlendirilmesi..... | 85 |
| 5.1. | Güçlendirme Sistemi..... | 85 |
| 5.2. | Uygulama Detayları..... | 92 |
| 5.3. | SAP 2000 Modeli..... | 97 |
| 5.3.1 | Harman Tuğlası Özellikleri..... | 98 |
| 5.4. | Güçlendirilmiş Sistemin Performansı..... | 104 |
| 5.4.1 | Düzlem Dışı Deplasmanlar..... | 141 |

ALTINCI BÖLÜM
SONUÇLAR VE ÖNERİLER

| | | |
|----|---------------------------|-----|
| 6. | Sonuçlar ve Öneriler..... | 142 |
|----|---------------------------|-----|

| | |
|-----------------|-----|
| KAYNAKLAR | 144 |
|-----------------|-----|

| | |
|----------------|-----|
| ÖZGEÇMİŞ | 147 |
|----------------|-----|

ŞEKİLLER DİZİNİ

| | Sayfa |
|--|-------|
| Şekil 1.1: Yapıların Depremdeki Davranışlarının Dematik Açıklanması | 15 |
| Şekil 2.1: Yığma Yapılarda Oturma Çatlakları | 20 |
| Şekil 2.2: Yığma Yapılarda Oturma Çatlakları | 21 |
| Şekil 2.3: Yığma Yapı Duvarlarında Çatlak Oluşumları | 23 |
| Şekil 2.4: Yığma Yapılarda Deprem Yükünün Taşıyıcı Elemanlara Dağılımı . | 24 |
| Şekil 2.5: Derzlere Dik Yükler Altında Yığma Duvarda Kırılma | 25 |
| Şekil 2.6: Yatay Derzlere Paralel Etkiyen Yükler Altında Yığma Duvarlarda Kırılma Biçimleri..... | 25 |
| Şekil 2.7: Çeşitli Faktörlerin Duvar Çatlakları Üstündeki Etkisi | 26 |
| Şekil 2.8: Üst Başlarından Yeterli Biçimde Bağlanmamış yığma yapıların duvarlarında hasar biçimleri..... | 27 |
| Şekil 2.9: Yapı Köşelerinde Hasar, birbirini iten duvarlar | 28 |
| Şekil 2.10: Yığma Yapı Köşe Hasar Biçimleri | 29 |
| Şekil 2.11: Ahşap çatılı yığma yapılarda çatlaklar | 30 |
| Şekil 2.12: Betonarme Tabliyeli Yığma Yapılarda Duvar üstü hatlı ile duvar arasında yatay çatlaklar..... | 30 |
| Şekil 2.13: Narin Yığma Duvarlarda Eğilme Çatlakları..... | 31 |
| Şekil 2.14: Yığma Yapı Duvarlarında düşey yükler altında oluşan hasar örnekleri..... | 31 |
| Şekil 2.15: Yığma Yapı Duvarlarında düşey yükler altında oluşan hasar örnekleri..... | 32 |
| Şekil 2.16: Tuğla Yığma Yapıda düşey Basınç Altında Ezilme. | 32 |
| Şekil 2.17: Tuğla Duvarlarda Monotonik ve Tersinir Yükleme Altında Kesme Dayanımının Gelişimi..... | 37 |
| Şekil 3.1: Çimenli Köyünde tipik Köy evi ve deprem Hasarı..... | 39 |
| Şekil 3.2: Sadece görünüş esas alınarak yapılan duvar | 39 |

| | | |
|-------------|--|----|
| Şekil 3.3: | Yatay ötelenme ile Dış duvarda ayrılan taş kaplama ve duvarın diğer kısmı | 40 |
| Şekil 3.4: | Yığma yapılarda duvar örme hataları..... | 40 |
| Şekil 3.5: | Toprak ve Taş Yığını Altında İnsanların Kaldığı Bir Köy evi..... | 41 |
| Şekil 3.6: | Aynı Köy evinin Çatısı ve Ayakta kalan bir direk ile asılı olan paket.. | 41 |
| Şekil 3.7: | Yığma yapıda yetersiz köşe birleşimi ve hasar..... | 42 |
| Şekil 3.8: | Yıkılan evlerin damında kullanılan taş ve toprak örtü..... | 42 |
| Şekil 3.9: | Su izolasyonu için yapılan çatı..... | 43 |
| Şekil 3.10: | Yığma yapıda duvar yıkılması..... | 43 |
| Şekil 3.11: | Yıkılan bir hayvan barınağı..... | 43 |
| Şekil 3.12: | Taş ve toprak yığını haline gelen duvarlar..... | 44 |
| Şekil 3.13: | Bingöl’de yığma yapıların yıkılma nedenlerinden birisi, Yanlış örülen taşıyıcı Duvar Kesiti..... | 44 |
| Şekil 3.14: | Ağır Hasarlı Bir Ev..... | 45 |
| Şekil 3.15: | Buldan merkezinde tipik yığma yapı..... | 46 |
| Şekil 3.16: | Tarihi evlerde oluşan hasarlar | 47 |
| Şekil 3.17: | Tarihi evlerde oluşan hasarlar | 47 |
| Şekil 3.18: | Tarihi camide hasar..... | 48 |
| Şekil 3.19: | Derbent Köyü’nde hasar gören yapılardan bazıları..... | 48 |
| Şekil 3.20: | Köşede meydana gelen hasarın dıştan ve içten görünüşü..... | 49 |
| Şekil 3.21: | Birleşim bölgelerinde hasarlar..... | 49 |
| Şekil 3.22: | Köşeye çok yakın pencere boşluğunun neden olduğu hasar..... | 50 |
| Şekil 3.23: | Derbent Köyü’nde meydana gelen hasarlar..... | 50 |
| Şekil 3.24: | Derbent Köyü’nde meydana gelen hasarlar..... | 51 |
| Şekil 3.25: | Birleşim bölgesinde ayrışma..... | 51 |
| Şekil 3.26: | Binanın hasarsız olarak görünen dış görünüşü ve iç kısımdaki hasarlar..... | 52 |
| Şekil 3.27: | Kagir yapıda Köşede kenetlenme eksikliği ve uygunsuz boşluk hasarları..... | 52 |
| Şekil 3.28: | Yığma yapı yapım hataları ve oluşan hasarlar..... | 53 |
| Şekil 3.29: | Yatay ötelenmeden dolayı köşe noktalarda oluşan ayrışmalar..... | 54 |

| | |
|---|----|
| Şekil 3.30: Hasar gören yapıda köşe noktalarının görünüşü..... | 55 |
| Şekil 3.31: Hasar gören iç bölme duvarlar..... | 55 |
| Şekil 3.32: Yığma yapıda, çatı arası ve bölme duvarlarda hasar..... | 56 |
| Şekil 3.33: Yığma yapıda oluşan hasarlar..... | 56 |
| Şekil 3.34: Devrilen bacaların görüntüleri..... | 57 |
| Şekil 3.35: Hasar gören hayvan barınakları..... | 57 |
| Şekil 3.36: Doğanköy'de yığma yapılarda oluşan hasarlar..... | 58 |
| Şekil 3.37: Köşelerde meydana gelen ayrışmalar..... | 58 |
| Şekil 3.38: Uygun kenetlenme olmadığı için yıkılan ve ayrılan duvarlar..... | 59 |
| Şekil 3.39: Duvarda oluşan hasar..... | 59 |
| Şekil 3.40: Alt katı betonarme üst katı yığma olan bir bağ evinde üst kattaki hasar..... | 60 |
| Şekil 3.41: Daha önce hasar gören yapının üst katı artçı depremler ile yıkılmıştır. | 60 |
| Şekil 3.42: Duvar köşelerinde taşların yerleştirilmesi..... | 61 |
| Şekil 3.43: Kuru olarak yapılan moloz taş duvar..... | 61 |
| Şekil 3.44: Köşe noktada ve boşluklarda kenetlenme..... | 62 |
| Şekil 3.45: Dikey derzlerin tertibi..... | 62 |
| Şekil 4.1: Yamaçta yer alan Hastane binasının görünümü..... | 65 |
| Şekil 4.2: Hastane Binasından Buldan İlçesinin Görünümü..... | 65 |
| Şekil 4.3: İnceleme kapsamında olan Ana Binanın Ön Cepheden Görünüşü..... | 66 |
| Şekil 4.4: Göğüs hastalıkları hastanesi ana binası ve eklenen giriş holü..... | 66 |
| Şekil 4.5: 2000 yılında yapılan ek hasta yatakhanesi..... | 67 |
| Şekil 4.6: 2004 yılında yapılan ek hasta yatakhanesi..... | 67 |
| Şekil 4.7: Ana binaya sonradan eklenen asansör kovası..... | 68 |
| Şekil 4.8: Yapıda uygulanan duvar altı doğal taş temel..... | 69 |
| Şekil 4.9: Zemin kat kalıp planı..... | 70 |
| Şekil 4.10: Birinci kat kalıp planı..... | 71 |
| Şekil 4.11: İkinci kat kalıp planı..... | 72 |
| Şekil 4.12: Sonradan eklenen asansör ve giriş holünün yığma yapıya birleşimi.... | 73 |
| Şekil 4.13: Yığma yapıya sonradan eklenen betonarme asansör kovası ve giriş holü..... | 74 |

| | |
|---|----|
| Şekil 4.14: Yığma yapı ile betonarme asansör holünün birleşim yeri..... | 74 |
| Şekil 4.15: Mevcut yığma yapıda birbirine dik köşe birleşim yerinde duvar örgü şekli..... | 75 |
| Şekil 4.16: Yığma yapıda birbirine dik olarak birleşen duvarların örgü şeması... | 76 |
| Şekil 4.17: Taşıyıcı duvarda oluşan kesme çatlağı..... | 76 |
| Şekil 4.18: Mermer kaplı döşeme plağı..... | 77 |
| Şekil 4.19: İkinci katta var olup da birinci katta kaldırılan duvarlar..... | 78 |
| Şekil 4.20: Merdiven holünde, zemin katta var olan bir duvar..... | 78 |
| Şekil 4.21: Zemin katta var olan duvar birinci katta kaldırılmış..... | 78 |
| Şekil 4.22: Aynı yerde, ikinci katta uygulanan duvar..... | 79 |
| Şekil 4.23: Yığma yapıda aynı köşede duvar birleşim şekilleri ve pencere yaklaşım mesafeleri..... | 80 |
| Şekil 4.24: Bina köşesinde pencerelerin yerleşimi..... | 80 |
| Şekil 4.25: Hastane binasının inşaat aşaması (Seyirlik terasları)..... | 81 |
| Şekil 4.26: Mevcut durum (Seyirlik teraslar oda haline getirilmiş)..... | 81 |
| Şekil 4.27: Sonradan duvarla kapatılan teraslar..... | 81 |
| Şekil 4.28: Komşu pencere boşlukları arasındaki duvarın plandaki uzunluğu..... | 82 |
| Şekil 4.29: Birbirine çok yakın açılan pencere boşlukları..... | 82 |
| Şekil 5.1 : Zemin kat Güçlendirme planı..... | 86 |
| Şekil 5.2 : 1.kat Güçlendirme planı..... | 87 |
| Şekil 5.3 : 2.Kat Güçlendirme Planı..... | 88 |
| Şekil 5.4 : Güçlendirilmiş yapı arka görünüş..... | 89 |
| Şekil 5.5 : Güçlendirilmiş yapı ön görünüş..... | 89 |
| Şekil 5.6 : Güçlendirilmiş yapı ön yan görünüş | 90 |
| Şekil 5.7 : Güçlendirilmiş yapı arka yan görünüş | 90 |
| Şekil 5.8 : Güçlendirilmiş yapı üstten görünüş | 91 |
| Şekil 5.9: Güçlendirme kabuğu en kesiti..... | 93 |
| Şekil 5.10: Güçlendirme kabuğu önyüzü..... | 93 |
| Şekil 5.11: Güçlendirme kabuğu arka yüzü..... | 94 |
| Şekil 5.12: Güçlendirme kabuğu üst katlara bağlantı detayı..... | 95 |
| Şekil 5.13: Ankraj çubuğu | 95 |

| | |
|--|-----|
| Şekil 5.14: Daire kesitli kolon güçlendirme detayı | 96 |
| Şekil 5.15: Güçlendirme kabuğu temel hatılı bağlantı detayı | 96 |
| Şekil 5.16: Mevcut sistemin üç boyutlu deplasmanları..... | 97 |
| Şekil 5.17: Güçlendirilmiş sistemin üç boyutlu deplasmanları..... | 98 |
| Şekil 5.18: Harman Tuğlası Basınç Deneyi..... | 99 |
| Şekil 5.19: Harman Tuğlası Basınç Deneyi..... | 100 |
| Şekil 5.20: Harman Tuğlası Basınç Deneyi..... | 100 |
| Şekil 5.21: Basınç Deneyi Sonucu Tahrip Olan Numuneler..... | 101 |
| Şekil 5.22: Harman Tuğlası Basınç Deneyi Sonuçları ve Grafiği..... | 102 |
| Şekil 5.23: Güçlendirme kabuğu elastisite modülü hesabı..... | 103 |
| Şekil 5.24: D aksı deplasmanları..... | 104 |
| Şekil 5.25: C aksı deplasmanları..... | 104 |
| Şekil 5.26: B aksı deplasmanları..... | 105 |
| Şekil 5.27: A aksı deplasmanları..... | 105 |
| Şekil 5.28: A1 aksı deplasmanları..... | 106 |
| Şekil 5.29: 1 aksı deplasmanları..... | 107 |
| Şekil 5.30: 2 aksı deplasmanları..... | 108 |
| Şekil 5.31: 2A aksı deplasmanları..... | 109 |
| Şekil 5.32: 4 aksı deplasmanları..... | 110 |
| Şekil 5.33: 5 aksı deplasmanları..... | 111 |
| Şekil 5.34: 6 aksı deplasmanları..... | 112 |
| Şekil 5.35: 6A aksı deplasmanları..... | 113 |
| Şekil 5.36: 7 aksı deplasmanları..... | 114 |
| Şekil 5.37: 9 aksı deplasmanları..... | 115 |
| Şekil 5.38: Zemin kat döşeme deformasyonu..... | 115 |
| Şekil 5.39: 1. Kat döşeme deformasyonu..... | 116 |
| Şekil 5.40: 2. Kat döşeme deformasyonu..... | 117 |
| Şekil 5.41: Zemin Kat döşeme deformasyonu..... | 118 |
| Şekil 5.42: 1. Kat döşeme deformasyonu..... | 119 |
| Şekil 5.43: 2. Kat döşeme deformasyonu..... | 120 |
| Şekil 5.44: Katların mevcut ve güçlendirmeden sonraki deplasmanları..... | 121 |

| | |
|--|-----|
| Şekil 5.45: E Aksı kayma gerilmeleri..... | 122 |
| Şekil 5.46: D Aksı kayma gerilmeleri..... | 123 |
| Şekil 5.47: C1 Aksı kayma gerilmeleri..... | 124 |
| Şekil 5.48: C Aksı kayma gerilmeleri..... | 125 |
| Şekil 5.49: B Aksı kayma gerilmeleri..... | 126 |
| Şekil 5.50: A Aksı kayma gerilmeleri..... | 127 |
| Şekil 5.51: A1 Aksı kayma gerilmeleri..... | 128 |
| Şekil 5.52: 1 Aksı kayma gerilmeleri..... | 129 |
| Şekil 5.53: 2 Aksı kayma gerilmeleri..... | 130 |
| Şekil 5.54: 2A Aksı kayma gerilmeleri..... | 131 |
| Şekil 5.55: 3 Aksı kayma gerilmeleri..... | 132 |
| Şekil 5.56: 4 Aksı kayma gerilmeleri..... | 133 |
| Şekil 5.57: 4A Aksı kayma gerilmeleri..... | 134 |
| Şekil 5.58: 5 Aksı kayma gerilmeleri..... | 135 |
| Şekil 5.59: 5A Aksı kayma gerilmeleri..... | 136 |
| Şekil 5.60: 6 Aksı kayma gerilmeleri..... | 137 |
| Şekil 5.61: 6A Aksı kayma gerilmeleri..... | 138 |
| Şekil 5.62: 7 Aksı kayma gerilmeleri..... | 139 |
| Şekil 5.63: 9 aksı kayma gerilmeleri..... | 140 |
| Şekil 5.64: Merdiven boşluğu civarında sürekli devam eden ve etmeyen duvarlarda kayma gerilmesi dağılımı..... | 140 |
| Şekil 5.65: D Aksı Duvarının Düzlem Dışı Deplasmanları..... | 141 |

ÇİZELGELER DİZİNİ

| | Sayfa |
|---|-------|
| Çizelge 2.1: Çatlakların Genişliği ve Yığma Yapı Güvenliği..... | 33 |
| Çizelge 4.1: Ana Bina kat bilgileri..... | 64 |
| Çizelge 4.2: Yığma kargir binalar için depreme dayanıklı tasarım kuralları..... | 83 |
| Çizelge 5.1 Deney Sonucu Tuğla Basınç Dayanımları..... | 101 |
| Çizelge 5.2 Tuğla Duvarların Elastisite modülleri | 103 |

SİMGELER DİZİNİ

| | |
|-----------------|-------------------------------------|
| A_o | Ortalama Alan |
| A_1 | Tuğlanın alanı |
| A_2 | Güçlendirme kabuğu alanı |
| E | Elastisite modülü |
| $E_{tuğla}$ | Tuğlanın elastisite modülü |
| E_o | Ortalama elastisite modülü |
| F | Duvara etkiyen birim basınç kuvveti |
| f_d | Basınç dayanımı |
| t_1 | Tuğla kalınlığı |
| t_2 | Güçlendirme kabuğu kalınlığı |
| ε_1 | Tuğlanın deformasyonu |
| ε_2 | Güçlendirme kabuğunun deformasyonu |
| ε_o | Ortalama deformasyon |
| σ | Gerilme |

BİRİNCİ BÖLÜM

GİRİŞ

1. Giriş

Ülkemizin neredeyse tamamı deprem kuşağında yer almaktadır. Ülkemiz için yüzyılın afeti olarak da nitelenen Marmara-99 başta olmak üzere son on yılda onlarca deprem yaşadık ve acı tecrübeler edindik. Bundan sonra da bu depremleri yaşamaya devam edeceğiz. Mevcut yapılarımızın dayanım düzeyi yaşanan depremler ile bir kere daha dikkatlerimizi çekmiştir. Yeni yapılmakta olan yapılarımızın depreme dayanıklı olmasının yanında, deprem riski taşıyan yerleşim alanlarındaki yapıların bir depremde nasıl davranacağına bilinmesi de önemlidir. Denizli Birinci derece deprem bölgesindedir. Deprem riski taşıyan her bölge gibi, Denizlide de ne zaman olacağı bilinmeyen bir tasarım depreminin yaşanması kaçınılmazdır. Şu halde en önemli görevimiz “Depreme Dayanıklı Yapılar”ımızın olmasını sağlamaktır. Neredeyse hayatımızın tamamını içinde geçirdiğimiz yapıların depremde hasar görmemesi, yıkılmaması ve bize zarar vermemesi gerekir. Özellikle bu tür bir felakette ayakta kalması hayati önem taşıyan kamu binalarının (Hastane, Telekom, İtfaiye v.b.) incelenerek tedbirlerin alınması kaçınılmazdır.

Günümüz teknolojisi ile depremlerin önceden tahmin edilmesi mümkün değildir. Ancak daha önceden olan depremler ve bölgenin jeoteknik yapısı incelenerek deprem riski belirlenebilir. Genellikle 50 yıl içinde beklenen maksimum şiddetli bir depremin etkilerinin karşılanması amaçlanır. Özellikle 1939 Erzincan depreminden sonra depremle ilgili mevzuatlar yayınlanmış ve bu konuda ülkemiz dünyanın önde gelen ülkeleri arasında yer almıştır. Ülkemiz geneli için hazırlanan deprem bölgeleri haritası ile hemen hemen her yerleşim biriminin deprem riski tespit edilmiştir. Şu halde Erzincan ve Dinar'da depremin her an olabileceği önceden biliniyordu diyebiliriz.

Her an deprem olabileceği bilinen bölgelerde yapılaşma devam etmekte ve bir gün aniden ortaya çıkan depremle yapılar göçmekte, insanlar yaptıkları yapıların altında can vermekte, yaralanmakta ve büyük ölçüde maddi kayıp ortaya çıkmaktadır. Depremden hemen sonra bir çok şey söylenmekte önlemler tartışılmakta ancak belirli bir süre sonra bu unutulmaktadır

Yakın tarihimizde kent merkezini etkileyen 1970 Gediz ve 1992 Erzincan depremlerinden sonra meydana gelen 1995 Dinar ve 1999 Marmara depremleri ülkemizdeki yapıların durumu hakkında acı bir gerçeği ortaya koymaktadır. Son yıllarda ülkemizde yapılan yapılar, tasarım, yapım ve denetim bakımından önemli bir sınavdan geçmektedir. Diğer taraftan bu depremler yaptırım gücüne sahip olan otoritelerin ihmalini, yapım işini gerçekleştiren mühendis, teknisyen, usta ve işçilerimizin bilgisiz ve ilgisizliğini ortaya koymuştur.

Bir afet sonrası, içinde barınılan yapıların telafisi mümkün olmayan can ve mal kaybına uğraması, yapıları teşkil eden insanlar için önemli dersler olmalıdır. İnsanların, hem kendi hem de başkalarının canı ve malı ile ödeyeceği hataları bilerek yapması düşünülemez. Ancak, hala ülkemizde olan her depremde bir çok can ve mal kaybı gözlenmektedir.

Aktif bir deprem kuşağında yer alan ülkemizde ve özellikle birinci derecede deprem bölgesinde yer alan Denizli ilinde, Erzincan ve Dinar'da yaşanmış olduğu gibi depremler büyük hasarlara, can ve mal kaybına yol açabilir 1 Ekim 1995 Dinar depreminde, kentin %40 oranında hasar gördüğü bir çok kişi tarafından söylendi

13 Mart 1992 Erzincan, 1 Ekim 1995 Dinar ve 17 Ağustos 1999 Düzce depremlerinin ülkemizde sıkça yaşanan deprem afetlerinden sonuncuları olmayacağı bir gerçektir. Bu açıdan, yaşanmış olan bu acı olaylardan gerekli dersleri çıkarmak ve bu tür olayları tekrar yaşamamak için yapılması zorunlu olan çalışmalarını bir an önce yapmak gerekmektedir Marmara, Dinar, Erzincan'da yaşananlar bir çok açıdan üzerinde detaylı bir şekilde durulması ve incelenmesi gereken konuları açık olarak ortaya

çıkarmıştır. Olası bir depremde oluşacak olan hasarları en aza indirmek için bu konu ile ilgili yeni projeler üretmek gereklidir

Depremde meydana gelen maddi ve manevi zararların azaltılması bakımından yeni yapılacak olan mühendislik yapılarının depreme dayanıklı yapılması kadar, deprem riski büyük olan birinci derece deprem bölgelerinde mevcut olan yapıların durumlarının da öncelikle ele alınması gerekmektedir. Bu tür yapılar arasında kamu yaşamı için büyük bir önem arz eden Hastaneler, Okullar, Haberleşme Merkezleri, Enerji Üretimi Şebekeleri ve Belediye binaları ve büyük iş merkezlerinin olası bir deprem etkisinde nasıl davranacakları incelenmeli ve gerekiyorsa bu yapılar kısa zamanda takviye edilmelidir.

Deprem olayını bir kültür olarak ele alamayız. Yörede olabilecek bir depremde, mevcut yapıların ne şekilde davranacağı hemen hemen her kesimi ilgilendirmektedir. Türkiye'nin her açıdan önemli bir bölgesi olan Denizli'de olabilecek bir deprem sonrasında ortaya çıkacak can ve mal kaybı ekonomik ve sosyal olarak bütün ülkemizi etkileyecektir. Denizli ve yöresi için deprem zararlarını azaltma yönünde yürütülecek her türlü çalışmanın önemi büyüktür. Denizli ilindeki öncelikli yapıların muhtemel bir deprem etkisi altındaki davranışı incelenerek, gerekirse dayanımı düşük olan yapılar için iyileştirme projeleri hazırlanmalıdır

Mevcut Yapıların deprem bakımından incelenmesi ve gerekli olanlar için, yapının kullanım amacı da dikkate alınarak güçlendirme önerilerinin ortaya konulması önemlidir.

Ülkemiz topraklarının %92 si, nüfusumuzun ise %95'i deprem riski altındadır. Son 58 yılda 58 000 den fazla vatandaşımız hayatını kaybetmiş ve 400 000'den fazla binamız yıkılmıştır. Son 10 yıldaki kaybımız 18 000 kişi civarındayken, ekonomik kaybımız 20 milyar dolar seviyelerindedir. Depremlerin şehirlerde neden olduğu kayıp potansiyelinin yanında ülkemizin kırsal kesiminde ve gecekondular bölgelerinde oluşturduğu risklerde büyük ölçeklerdedir. Bu bölgelerdeki yapılarında çoğu yığılma yapılarıdır. DİE 2000 yılı verilerine göre; Ankara, İzmir, İstanbul ve Adana gibi büyük

şehirlerimizde bulunan yığma yapıların, bu şehirlerdeki toplam yapı sayısına oranı %40-45 ler gibi önemli seviyelere ulaşmaktadır. Yığma yapıların sayıca çoğunluğundan ve genellikle mühendislik hizmeti görmemiş oldukları için kalitesiz inşa edilmelerinden dolayı can kayıplarının önemli bir kısmı da bu tür yapılarda gerçekleşmektedir.

Son yıllarda yaşadığımız Marmara, Afyon, Bingöl, Tunceli ve Erzurum depremleri ile deprem felaketleri tekrar gündeme gelmiştir. Gerek bilimsel çalışmalarda, gerek meslek odalarında ve gerekse basında betonarme, prefabrike ve çelik taşıyıcı sistemli yapıların üzerine birçok araştırma yapılmakta, yeni takviye ve güçlendirme metotları geliştirilmekte ve önerilmektedir. 1970 ve 1990 yılları arasında meydana gelen bir çok depremde can kaybının ve ağır hasarlı yapıların çoğu kırsal kesimde yoğunlaştığından bu dönemlerde kırsal yapı tekniklerini güçlendirmeye yönelik çalışmalar yapılmış ama daha sonra bu konuya gerekli önem verilmemiştir. Kırsal konutlar için ucuz tekniklerle ve uygulanması kolay çözüm önerileri getirilememekte, bu yapılarda yaşayan insanımızın ekonomik ve eğitim seviyeleri ise içinde buldukları risk hakkında önlem almalarını engellemektedir.

1.1. Yapılarda Deprem Güvenliğinin Sağlanması

Deprem zararlarının azaltılmasında, yapıların yeterli düzeyde deprem güvenliği taşımasının önemi açıktır. Depremde yapıların yeterli bir davranış sergileyerek ağır hasar görmediği ve göçmediği durumlarda, depremin neden olacağı ekonomik zararın ve can kaybının en alt düzeyde olacağı herkes tarafından bilinmektedir. Bu konuda gelişme sağlamak amacıyla yapılabilecek çalışmalar ve alınabilecek önlemler bu bölümde değerlendirilmektedir.

1.1.1. Bugünkü Durum

Önemli bir deprem tehlikesi altında bulunan yerleşim bölgelerimizde çoğunluğu yakın dönemlerde inşa edilmiş büyük bir yapı stoku bulunmaktadır. Yalnızca İstanbul'da bir milyon kadar bina bulunduğu tahmin edilmektedir. Bu büyük yapı

stokundaki yapıların büyük bir bölümünün yeterli deprem güvenliği taşımadığı bilinmektedir. Zira, bunların pek çoğu mühendislik hizmeti görmemiş, dolayısıyla deprem etkileri göz önünde tutulmadan tasarlanmış ve yapılmıştır. Özellikle büyük kentlerin birçoğunda bulunan çok sayıdaki kaçak/ruhsatsız binalar ile kırsal konutların birçoğu bu niteliktedir. Ağır toprak damlı kerpiç binalar ile çamur harç ve yuvarlak taşlarla örülmüş duvarlardan oluşan binalar deprem açısından çok tehlikelidir. Oysa, doğru bir uygulama ile ve gerekli önlemler alınarak yapılan kerpiç binalar depreme dayanıklı olabilir. Mühendislik hizmeti gördüğü varsayılan yapıların da büyük bölümü benzer durumdadır. 1975 öncesinde, kapsamlı ve etkili bir deprem yönetmeliği bulunmadığından, bundan sonraki dönemde ise varolan yeterli deprem yönetmeliği gerektiği gibi uygulanmadığından, mevcut yapıların büyük çoğunluğu depreme karşı güvenli değildir.

Doksanlı yıllarda gerçekleşen kent depremleri, büyük yapı hasarına neden olmuş, yapılarımızın yeterince güvenli olmadığı düşüncesini doğrulamış, mühendislik uygulamalarımızın fazla başarılı olmadığını ortaya koymuştur. Ancak, bu gözlem genellenerek, mühendislik düzeyimizin yetersiz olduğu yargısına ulaşmak yanlıştır. Zira, mühendislerimiz ve yapı endüstrimiz gerek yurt içinde, gerek yurt dışında çok başarılı çalışmalar yaparak yeteneklerini kanıtlamışlardır. Bu tür çalışma ürünü yapıların ne deprem güvenliği açısından, ne de başka bir açıdan yetersiz olmadıkları kesindir. Yaygın ve önemli sorun, iyi yetişmemiş mühendislerle çalışan, değer ölçüleri tartışmalı yapımcıların, sağlıklı bir yapı denetimi olmadan ürettikleri yapılarda ortaya çıkmaktadır.

Deprem sonrası incelemeler, eğer çok kötü yapılmamışlarsa, az katlı binaların depremde büyük bir sorun yaratmadıklarını göstermektedir. Öte yandan çok yüksek ve özel yapılara önem verildiği, özen gösterildiği açıktır. Bu tür yapılarda üst düzey mühendislik uygulaması yapılmakta, tüm yönetmelik gereklerine ve teknik kurallara uyulmaktadır. Sonuç olarak, deprem güvenliği bu tür yapılarda önemli bir sorun olarak karşımıza çıkmamaktadır. Bir başka deyişle, Türkiye’de yapıların deprem güvenliği yetersizliği sorunu, özellikle mühendislik hizmeti görmemiş ve yığma tarzında yapılmış yapılarda yoğunlaşmaktadır

1.1.2. Yeni Yapılacak Yapıların Deprem Güvenliği

Bir yapının yeterli deprem güvenliğine sahip olup olmadığı, o yapının geçerli olan deprem yönetmeliği ile diğer yapı yönetmelikleri gereklerine ve teknik kurallara uygun olup olmadığına bakılarak değerlendirilir. Bir başka deyişle, o sırada yürürlükte olan deprem yönetmeliğinin deprem güvenliği ltleri, yapılarda aranan deprem güvenliği düzeyini de belirler. Deprem yönetmeliklerinde çeşitli performans düzeyleri temel alınabilirse de, bugün konut ve işyeri gibi özel olmayan binalar için yaygın olarak benimsenen “deprem güvenliği” anlayışı şöyle tanımlanabilir: Bir yapı, (i) hafif bir depremde hasar görmemelidir; (ii) orta şiddette bir depremde hasar görebilir, ancak bu hasar kolayca onarılabilir nitelikte olmalıdır; (iii) şiddetli bir depremde ise onarılamayacak kadar ağır hasar bile kabul edilebilir, ancak bina göçmeden ayakta kalabilmeli ve can kaybına neden olmamalıdır. Burada kullanılan “yeterli deprem güvenliği” deyimini bu tanımla algılanmalı, yeterli deprem güvenliğine sahip olduğu belirlenen bir binanın en şiddetli depremden bile hasarsız çıkması beklenmemelidir.

Yapıların deprem güvenliğine kavuşturulmasında atılacak ilk adım, kuşkusuz, yeni yapılacak yapıların yürürlükte olan deprem yönetmeliği kural ve koşulları ile tüm teknik gereklere uygun biçimde tasarlanması ve yapılmasının sağlanmasıdır. Doğal olarak her zaman bulunması gereken bu durumun gerçekleşmesi, çeşitli alanlarda çok sayıda gelişmenin sağlanmasına bağlıdır.

Öncelikle, etkin bir yapı denetimi sistemi gereklidir. Bu sistemin başarısı, sistemin iyi tasarlanmış olması yanı sıra, içinde görev alacak teknik elemanların iyi yetiştirilmiş, sağlam değer yargılarına sahip kişiler olmalarına bağlıdır. Bir başka deyişle, teknik eleman eğitimi büyük önem taşımaktadır. Son yıllarda, eğitsel altyapısı gerektiği gibi hazırlanmaksızın, biri biri ardından açılan üniversitelerin pek çoğunda teknik eleman yetiştiren bölümler vardır. Yeterli bir eğitim kadrosu bulunmayan bu bölümler, yeterli olmaktan uzak çok sayıda teknik eleman mezun etmektedir. Yurdumuzda meslek içi eğitimin yetersiz olması ve meslek elemanlarının bir süre deneyim kazandıktan sonra bir sınavla yetkinliklerini kanıtlaması ve böylece bazı yetkiler kazanması (yetkin meslek

adamı) uygulaması bulunmaması nedeniyle, eksik ve hatta yanlış bir eğitim sonunda mezun olan bir genç, en deneyimli ve en yetkin meslektaşıyla aynı yetkilere sahiptir. Bu anlayış içinde,

- Sayıca yeterli ve yetkin bir eğitim kadrosu oluşturulmadan teknik eleman yetiştirecek yeni üniversiteler açılmamalıdır. Açılmış olanların eğitim kadrolarının güçlendirilmesi sağlanmalıdır. Bunun sağlanamadığı durumlarda, yetersiz bölümler kapatılmalı, yetersiz teknik elemanlar üretilerek teknik eleman enflasyonu yaratılması önlenmelidir.

- ‘Yetkin mühendis’, ‘Yetkin mimar’ gibi adlandırılan yetkin meslek adamı kavramı mutlaka hayata geçirilmelidir. Bu amaçla oluşturulacak sistem, çoğunluğu mutlu edecek kolaycı bir yaklaşıma değil, gerçekçi değerlendirmelere dayalı olmalı, verilen süreli yetkiler belirli aralıklarla değerlendirilmeli, başarıya bağlı olarak yenilenmelidir.

- Meslek içi eğitim geliştirilmeli, gerekirse zorunlu kılınmalıdır. Bir görevin yerine getirilmesi anlayışı içinde düzenlenen yüzeysel kursların fazla yararlı olmadığı bilinmektedir. Bu kursların düzenli biçimde ve belirli içeriklerle uygulanması ve bir sınav yapılarak başarının değerlendirilmesi sağlanmalıdır.

Yurttaşların sahip oldukları anlayış ve sergiledikleri yaklaşım, yeni yapılacak yapılarda deprem güvenliği sağlanmasında ve yapı denetimi sisteminin doğru işleminde büyük bir etkiye sahiptir. Eğer yurttaş, binasının yeterli düzeyde deprem güvenliği taşımasına ve dolayısıyla orada yaşayacak çocuklarının can güvenliğine (hiç değilse banyosunun fayanslarına verdiği kadar) önem verirse ve bunun için küçük sayılabilecek bir bedel ödemeye hazır olursa, yapı endüstrisi bu gereksinimi karşılar. Öte yandan, eğer yurttaş uzun dönemli çıkarını değil, kısa dönemli küçük çıkarlarını önemsemeyi sürdürürse, güvensiz binaların üretilmesi de sürer gider ve yapı denetimi sisteminin yozlaştırılması da önlenemez. Bu anlayış içinde,

- Yurttaşların bu konuda doğru yaklaşımı benimsemelerine yönelik olarak, her türlü eğitim çalışmasına ağırlık verilmelidir. İlkokullardan başlayarak, televizyon, radyo ve basından en geniş kapsamda yararlanarak, yurttaşlara doğru bilgiler verilmeli, deprem güvenliği konusuna kadercilikle değil, bilime dayalı akılcı bir yaklaşımla bakılması gerektiği anlatılmalıdır.

- Bu çalışmalarda, önceliklere özen gösterilmeli, yanılıcı olmaktan kaçınılmalıdır. Örneğin, dolabın duvara çivilenmesi, kuşkusuz, yararlı bir önlemdir ama bunun yapılmış olması yapının depreme karşı güvenli olması gereksinimini ortadan kaldırmaz. Dolabın duvara çivilenmesi, ancak yapının depreme karşı güvenliği sağlandıktan sonra yapılırsa bir anlam taşır.

1.1.3. Varolan Yapılarda Deprem Güvenliği

Deprem bölgelerinde bulunan ve büyük bölümünün depreme karşı yeterli bir güvenlik taşımadığı bilinen büyük yapı stokunun, doğal eskime sonucunda, tümüyle kendiliğinden yenilenmesi uzun bir süre alacak, belki yüzyıllar gerektirecektir. Bütün güvensiz yapıların yıkılarak yenilenmesi ise hem ekonomik açıdan olanaksız, hem de mühendislik açısından anlamsızdır. Bu yapı stokunun önce bir sistematik düzen içinde deprem güvenliği açısından değerlendirilmesi, sonra da anlamlı bir öncelik sıralaması içinde depreme karşı güvenli duruma getirilmesi gerekmektedir. Bu çok geniş kapsamlı çalışmanın çeşitli boyutları burada kısaca ele alınmaktadır.

Kamu yapıları, bir öncelik sıralaması içinde, örneğin okullar ve hastanelerden başlanarak, sahibi olan kamu kuruluşunun sorumluluğunda ele alınmalı, deprem güvenliği açısından değerlendirilmeli ve güçlendirilmelidir. Kamu yapıları hem sayıca daha az, hem biraz daha düzenli bir kullanımda olduğu için bunlarla ilgili işlemler daha düzenli ve daha kolay biçimde gerçekleştirilebilir.

Oysa, çoğu konut niteliği taşıyan ve aralarında çok sayıda ruhsatsız/kaçak yapı (gecekondu) bulunan özel mülkiyet yapıları üzerindeki çalışmalar kuşkusuz daha karmaşık olacaktır. Özel mülkiyet yapılarının depreme güvenli duruma getirilmesi, doğal olarak yapı sahibinin yükümlülüğünde ise de, Devletin bu konuda yurttaşlarına yol göstermesi ve kolaylıklar sağlayarak yardımcı olması gereklidir. Bu tür yapılarla ilgili olarak yapılacak işlemlerde belediyelerin de etkin bir rol oynaması kaçınılmazdır. Bireysel yapı iyileştirme çalışmaları kapsamında, önemli işlevleri bulunan yerel yönetimlerin, her şeyden önce, yerel imar planı değişikliklerinde, yapı gruplarının

birlikte ele alındığı kentsel yenileme projeleri çerçevesindeki katkılarıyla, yapıların deprem güvenliğine kavuşturulması konusunda etkin olmaları beklenir.

Bu konudaki çalışmalar, önce imar planları düzeyinde başlamalı, mikro-bölgeler bazında önceliklere karar verilmelidir. Bunun ardından bir envanter çalışması yapılarak, deprem güvenliği değerlendirme çalışmaları başlatılmalıdır. Bu aşamada, teknik ayrıntılara girilmeden önce, önceliklere ilişkin bazı yönetsel ilke kararlarının alınması gerekli olacaktır. Daha sonra, yapı bazında bir tarama çalışmasına sıra gelecektir. Çok sayıda yapının birer birer ele alınacağı bu çalışma için uygulanacak yöntemle ilgili kurs görmüş, çok sayıda alt düzey teknik eleman gerekli olacaktır. Hızlı ve basit bir yöntem uygulanarak gerçekleştirilecek olan bu çalışma sonucunda, depreme karşı yeterli güvenlik taşıdığı kesinlikle belli olan yapılarla, güvensiz olduğu ve onarımının ekonomik olmadığı açıkça görülen yapılar belirlenebilecektir. Geriye kalan ve küçülmüş olan yapı stokundaki yapıların kapsamlı deneysel ve analitik bir inceleme ile değerlendirilmesi gerekli olacaktır. Yapının taşıdığı deprem güvenliği düzeyini güvenilir biçimde ortaya koyacak olan bu kapsamlı değerlendirme sonunda, her bir binaya uygulanacak işlem hakkında karar verilebilecektir.

1.1.4. Kentsel Kaçak Yapılar

Büyük kentlerin pek çoğunda, çok sayıda bulunan ruhsatsız/kaçak yapılar (gecekondu) yapılacak iyileştirme işlemlerini daha da güçleştirmektedir. Ruhsatsız, onaysız, projersiz, hatta teknik kurallar bile göz ardı edilerek yapılmış olan bu kaçak yapıların çoğuna (çeşitli çıkar hesaplarıyla) sonradan ruhsat verilerek, bu yapılar yasal niteliğe kavuşturulmuştur. Oysa, fiziksel yapıda hiç bir değişiklik yapılmamış, yapının taşıdığı yapı güvenliği hiç bir şekilde artırılmamıştır. Bu yapılar üzerinde yapılacak çalışma, kaçınılmaz olarak, hem daha karmaşık hem de daha yüksek maliyetli olacaktır.

Bu nedenle, bu tür kaçak yapıların yaygın ya da yoğun biçimde bulunduğu kentsel bölgelerde yapıların bireysel bazda değerlendirilmesi yerine, imar planı çerçevesinde yerel bazda toplu değerlendirme ve alansal düzenleme daha etkin sonuçlar sağlayabilir.

1.1.5. Kırsal Yapılar

Ülkemizin özellikle bazı bölgelerinde yaygın olarak bulunan ağır toprak damlı kerpiç yapılar ile çamur harç ve yuvarlak taşlarla örülmüş duvarlardan oluşan yapılar deprem açısından çok tehlikelidir. Oysa, doğru bir uygulama ile ve gerekli önlemler alınarak yapılan kerpiç yapılar depreme dayanıklı olabilir. Bu yapılardan hiç değilse bazılarının, deprem güvenliği bakımından bir dereceye kadar iyileştirilmesi olanağı bulunmaktadır. Bu tür yapılar için çözümler araştırılmalı, öneriler geliştirilmeli ve uygulama kolaylıkları getirilmelidir. Bu tür konutlarda yaşayan yurttaşlara, yapılarını nasıl yapmaları ya da deprem güvenliği bakımından ne tür önlemler almaları gerektiğini öğretmeye yönelik eğitim araçları geliştirilmeli, eğitim çalışmaları yapılmalıdır.

1.1.6. Tarihi ve Kültürel Değeri Bulunan Yapılar

Yurdumuzun her tarafında, özellikle İstanbul'da, büyük tarihi ve kültürel değere sahip yığma tarzda yapılmış çok sayıda yapı bulunmaktadır. Bu yapıların birer birer özenle ele alınıp hem kendi içlerinde, hem de çevresel etkiler gözetilerek depreme karşı güvenli duruma getirilmeleri gereklidir. Bunların güçlendirilmesi, özel teknikler geliştirilmesini gerektirebilir. Bilinçli biçimde uygulanmazsa, yapılacak güçlendirme işlemleri, bu yapılara yarardan çok zarar verebilir.

1.1.7. Varolan Yapılarla İlgili Öneriler - Parasal ve Yasal Alanlarda

Varolan yapı stokunun deprem güvenliğine kavuşturulması ile ilgili olarak yukarıda özetlenen işlemlerin gerçekleştirilebilmesi, pek çok koşula bağlıdır. Bunların başında, parasal, yasal ve yönetsel konular gelmektedir. Bu işlemler için gerekli olan kaynağın yaratılması, verimli biçimde kullanılması ve geri dönüşünün sağlanması gerekmektedir. Hem kaynak sağlama mekanizmasının, hem teknik işlemlerin verimli biçimde yürütülebilmesi, iyi düzenlenmiş yönetim örgütlenmeleri gerektirir. Bu düzenlemelerin de ancak değiştirilecek ya da yeni çıkarılacak yasa, yönetmelik gibi yasal belgelerle sağlanabileceği açıktır.

Özel mülkiyet yapılarının depreme güvenli duruma getirilmesi yapı sahibinin yükümlülüğündedir. Ancak, Devlet bu konuda yurttaşlarına kolaylıklar sağlamalı ve yol göstermelidir. Yapısını depreme karşı güçlendirecek yurttaşa, küçük ama gerçek bir faizle, işlem için gerekli olan kaynağın önemli bir bölümünü karşılayabilecek kadar kredi verilmelidir. Bu amaçla kullanılabilir kaynaklar arasında, zorunlu deprem sigortası havuzundan bir bölüm ayrılması, en doğal ve uygun seçenektir. Bu tür kullanım, bu kaynağın en yerinde, en anlamlı ve en verimli kullanım alanıdır. Buna ek olarak, Dünya Bankası kredisi gibi bazı dış kaynakların da bu amaca yöneltilmesi düşünülebilir.

1.1.8. Varolan Yapılarla İlgili Öneriler -Mühendislik Alanında

Varolan yapılar üzerinde gerçekleştirilecek deprem güvenliği değerlendirmesi çalışmaları yukarıda özetlenirken, iki düzeyde iki ayrı çalışmadan söz edilmişti: Hızlı ve basit bir değerlendirme (tarama) ile kapsamlı deneysel ve analitik bir inceleme (değerlendirme). Bu iki değerlendirme aşamasında uygulanacak, Türkiye koşullarına uygun ve elverişli yöntemler geliştirilmesi gereklidir. Doksanlı yıllarda gerçekleşen kent depremleri ardından, ikinci aşama değerlendirme nitelikli çalışmalar yapılmıştır. Bu nedenle, birkaç üniversitemiz ve bazı mühendislik büroları bu tür çalışmalarla ilgili bilgi ve deneyim birikimine sahiptir. Bu bilginin yaygınlaştırılması, bu aşama için bir çözüm sağlayabilir. Ancak, büyük ve önemli sorun, çok sayıda yapıya uygulanması gereken tarama yönteminin geliştirilmesi ve bunu uygulamakla görevlendirilecek çok sayıda sıradan teknik elemanın bu amaçla eğitilmesidir.

ABD ve Japonya başta olmak üzere, bazı ülkelerde geliştirilmiş tarama yöntemleri bulunmaktaysa da, bunların hiçbiri Türkiye koşullarına uygun değildir; hiçbirinin doğrudan uygulanması mümkün değildir. Bu nedenle, ülkemizdeki yerel koşullar, yaygın yapı gereçleri, yerel mimari düzenlemeler, yaygın olarak kullanılan taşıyıcı yapı sistemleri, yerel yapım yöntem ve alışkanlıkları ile uyumlu ve geçmiş depremlerde toplanmış olan verilerle kalibre ve test edilmiş tarama yöntemleri geliştirilmesi gerekmektedir.

Yığıma yapılar, kerpiç yapılar, bağdadi yapılar, karma yapılar gibi, daha çok kırsal yerleşimlerde bulunan çeşitli yapılara uygulanacak değerlendirme yöntemlerinin geliştirilmesi için, geniş kapsamlı çalışmalar yapılması gereklidir.

Değerlendirme çalışması sonucunda güçlendirilmesi gerekli görülen yapılara uygulanacak güçlendirme yöntemlerinin geliştirilmesi büyük önem taşımaktadır. Çünkü, deprem sonrasında hasarlı yapılara uygulanmakta olan onarım yöntemlerinin deprem öncesinde kullanımda bulunan hasarsız yapılara uygulanması olanaklı değildir. Sözü edilen onarım yöntemi yapının en az altı ay süreyle boşaltılmasını ve yapının bir inşaat alanına dönüştürülmesini gerekli kılmaktadır. Oysa, deprem öncesinde uygulanacak güçlendirme yöntemleri yapının boşaltılmasını gerektirmemeli ve kullanıcıya fazla rahatsızlık vermeden uygulanabilmelidir. Bu tür yöntemler, çeşitli ülkelerde araştırılmakta olup henüz kesin sonuçlara ulaşılabilmiş değildir. Ayrıca, bir başka ülke koşulları için geliştirilen bir yöntemin ülkemizdeki koşullara uygun olacağını söylemek olanaksızdır.

Yukarıda sözü edilen çalışmalar sonucunda geliştirilen yöntemler ile yabancı kaynaklardan alınarak Türkiye koşullarına uyarlanan değerlendirme ve güçlendirme yöntemlerinin uygulanmasında hizmetlerinden yararlanılacak teknik personelin eğitimi konusu önemle ele alınmalıdır. Bu amaçla, meslek odalarının üniversiteler ve Bayındırlık ve İskan Bakanlığı ile işbirliği içinde, değişik düzeylerde ve çok sayıda kurslar düzenlemeleri, sınavlar uygulamaları ve sınav sonuçlarına dayalı belgeler vermeleri sağlanmalıdır. Özellikle güçlendirme tasarımı ve yapımı alanındaki eğitim uygulamalarının, yukarıda değinilen 'Yetkin mühendis', 'Yetkin mimar' sistemi ile ilişkilendirilmesinin uygun ve elverişli olabileceği düşünülmektedir.

1.1.9. Öncelikle Güçlendirilmesi Gereken Yapılar

Bütün yapıların yeterli düzeyde deprem güvenliğine kavuşturulması gerekmektedir. Bu bağlamda, bazı yapıların öncelikle ele alınması önem taşımaktadır. Bu bağlamda,

- Depremde hasar görerek kullanım dışında kalmaları ülkenin yaşamsal sistemlerini aksatabilecek, özellikle deprem sonrası çalışmaları güçleştirebilecek nitelikteki yapılar ile,
- Çok sayıda insanı yoğun biçimde barındırmaları nedeniyle, depremde hasar görmeleri sonucunda çok sayıda can kaybına yol açabilecek nitelikteki yapıların, deprem güvenliği bakımından değerlendirilmesine ve yeterli güvenlik taşımadığı anlaşılanların güçlendirilmesine öncelik verilmesi gerekmektedir.

1.2. Yığma Yapıların Deprem Davranışı

Doğal afetlerin en önemlilerinden biri olan deprem, yerkabuğunun bir titreşimi olduğu için, yapıların mesnetlerinde zamana bağlı bir yer değiştirme hareketi doğurarak dinamik bir etki oluşturur.

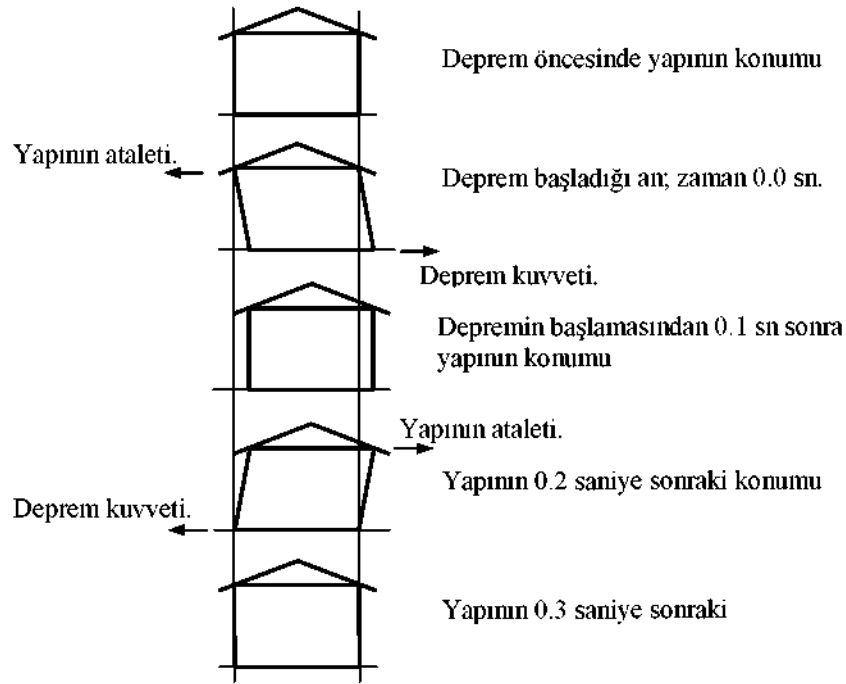
Depreme dayanıklı yapı tasarımının ana ilkesi; hafif şiddetteki depremlerde, yapılardaki yapısal ve yapısal olmayan sistem elemanlarının herhangi bir hasar görmemesi, orta şiddetteki depremlerde yapısal ve yapısal olmayan elemanlarda oluşabilecek hasarın onarılabilir düzeyde kalması, şiddetli depremlerde ise can kaybını önlemek amacıyla yapıların kısmen veya tamamen göçmesinin önlenmesidir (Afet Yönetmeliği, 1997).

Türkiye'de yapıların büyük bir oranı, yığma olarak yapılmaktadır. Yığma yapılar bazı açılardan üstün olmalarına karşın, çok ağır olmaları ve deprem gibi dinamik ve yatay yüklere dayanımlarının az olması nedeniyle, genellikle depreme dayanıklı yapı olarak nitelenmezler. Ancak ekonomik koşullar karşısında, Türkiye'de yığma yapı yapımı devam edeceğinden, bu yapıların elden geldiğince depreme dayanıklı yapılması, depremlerdeki davranışlarının bilinmesi ve deprem dayanımlarının artırılması gerekir (Bayülke, 1992).

Tuğla yığma yapılar depreme karşı, betonarme yapılara göre çok daha az dayanıklıdır. Kristal ve katmanlı bir yapısı olmayan tuğla ve harçtan oluşan yığma yapı

elemanlarının sünek davranması olarak dışıdır. Tuğla duvarlar, gevrek yapı elemanlarıdır. Betonarme gibi donatılı yığma olarak yapılırlarsa, sünek bir nitelikleri olmaktadır. Kalıcı deformasyon yaparak deprem enerjisi tüketme güçleri, betonarme yapılara göre çok azdır. Bu bakımdan 1. derece deprem bölgelerinde zemin ve birinci kat olmak üzere en çok iki katlı yapılabilirler. 2. ve 3. derece deprem bölgelerinde 3 katlı, 4. derece deprem bölgelerinde 4 katlı yapılabilirler. İstenirse bir de bodrum katları olabilir. Tuğla yığma yapıların konut dışında, içinde çok sayıda insan bulunabilen okul, cami, sağlıkevi, işyeri v.b. amaçlı yapılar olmaması gerekir. Burada verilen ayrıntılara uyularak yapılmış tuğla yığma yapıların deprem dayanımları biraz daha yükselmektedir (Bayülke, 1998a).

Yapıların depremlerdeki davranışlarını incelemeye önce, atalet kuvveti kavramından bahsetmek gerekir. Duran veya sabit bir hızla hareket eden her cisim, kendisini harekete geçirecek veya hızını değiştirecek herhangi bir dış kuvvete karşı, ağırlığından dolayı bir direnme gösterir. Bu direnme, tesir eden kuvvete aksi yönde oluşur. Bu kuvvetin bir örneği aniden kalkış yapan bir motorlu araç içindeki kişinin geriye doğru gitmesi ve aniden fren yapan arabadaki yolcunun öne doğru gitmesi olarak belirtilebilir. İşte bu şekilde oluşan kuvvetlere atalet kuvveti denir. Yapılarda ise zeminin depremde hareket etmesi, yapının ağırlığının da buna karşı direnmesi sonucu atalet kuvvetleri oluşur.



Şekil 1.1: Yapıların depremdeki davranışlarının şematik açıklanması (Bayülke, 1978)

Yapıların depremde davranışları Şekil 1.1'de gösterildiği gibi olmaktadır. Zeminde olan hareket, binayı bir tarafa doğru çekmeye başlar. Ancak yapı ağırlığı ile bu harekete karşı koyarak yapının tekrar eski haline gelmesini ister. Bu şekilde yapı sağa sola sallanıp kaykılarak deprem sırasında oynar. Söz konusu gidip gelme hareketi sırasında oluşan atalet kuvvetleri ve deprem kuvvetleri yapıyı iki ucundan çekmeye başlarlar. Eğer yapıyı meydana getiren elemanlar arasında yeterli bir direnç varsa, yani yapı elemanlarının yapı parçalarını bir arada tutabilme gücü varsa, yapı çatlama durabilir. Eğer bu güç yoksa çatlaklar oluşmaya başlar. Deprem devam etmesi ile bu çatlaklar genişler ve giderek yapının duvarlarının, kolonlarının parçalanıp dağılmasına ve katların birbirini üstüne çökmesine kadar varan yıkımlar olabilir (Bayülke, 1978).

Betonarme plak kat ve çatı döşemeleri olan, duvarları taşıyıcı yığma yapıların deprem hasarı düzeyleri aşağıdakiler gibidir.

A- Hasarsız ya da az hasarlı yapı: Bu hasar düzeyindeki yapıda ya hiç çatlak olmamıştır ya da kılcal boyutta sıva çatlakları vardır.

B- Az hasarlı yapılar: Bu hasar düzeyindeki yapılarda, yığma yapıların özelliği olan X-şeklindeki kesme çatlakları oluşmuştur. Yığma yapının kenar duvarı, çatıdan ve

temelden gelen etkilerin altında kesme kuvvetleri ile zorlanmaktadır. Bunun sonucu olarak kuvvetler, boşluklar arasındaki duvarlarda 45° eğimli çekme çatlakları oluşturmaktadır.

C- Orta hasarlı yığma yapılar: Bu düzeydeki hasarın belirtisi yine duvarlardaki tipik X-şeklindeki kesme çatlaklarıdır. Ancak duvarda oluşan kesme gerilmesinde ulaşılabilen max değere göre önemli (% 30-40) azalma olmuştur.

D- Ağır hasarlı yığma yapılar: Bu hasar düzeyine giren yapılarda çatlak aralıklarının 25 mm'yi aşmasından başka, duvarlarda düşeyden uzaklaşma, köşelerde duvarların ayrılması, kesme kuvvetlerinin oluşturduğu çatlakların etkisi ile zayıflamış ve parçalanmış duvarların düşey yükleri de taşıyamaz duruma gelmiş olduklarını gösteren duvarlarda düşey yüklerden dolayı şişmeler ve kısmen yıkılmış duvarlar görülür.

E- Yıkılmış yığma yapılar: Taşıyıcı duvarının önemli bölümü yıkılmış, döşemeleri birbiri üstüne yığılmış ya da duvarların yıkılması sonucu kendilerinde de çatlaklar ve kırılmalar oluşmuş döşemeleri olan yığma yapılardır. Bu tip hasarlı yapılar artık onarılamaz.

Yığma yapıların hasar düzeyi ve onarılıp onarılamayacağı ya da güçlendirmenin gerekip gerekmediği yapıda oluşan hasar ile depremin şiddeti arasındaki ilişkiden gidilerek bulunmalıdır. A ve B düzeyindeki hasar; yığma yapılarda VI-VII şiddetindeki depremlerde beklenmelidir. C ve D düzeyindeki hasar VIII-IX şiddetinde ve E düzeyindeki hasar ise IX'dan büyük şiddetlerde oluşması beklenen hasar düzeyleridir (İnangu ve Kırbaş, 1999).

1.3. Önceki Çalışmalar

Bayülke (1986), boşluklu beton bloklardan yapılmış iki model yapıyı sarsma tablasında denemiştir. Beton blokların boşluklarının harçla doldurulmasının yığma yapılarda daha iyi dayanım gösterdiğini tespit etmişlerdir.

Tolles ve Krawinkler (1986), çalışmalarında, modelin olanaklarını ve sınırlamalarını araştırmak ve kerpiç yapıların deprem davranışlarındaki birkaç yapısal ilerleme

tekniklerinin etkililiğini değerlendirmek amacıyla küçük ölçekli tek katlı kerpiç yapılar üzerinde araştırmalar yapmışlardır. Dayanımdaki farklılıkların, daha güçlü harç bağlantılarına bağlı olduğunu görmüşlerdir. Duvarlara iyi bağlantı sağlayan çatı kirişlerinin kullanımıyla yapı dayanımındaki gelişmelerin arttığı sonucuna ulaşmışlardır.

Bayülke ve diğ.. (1989), sarsma tablası üzerinde 235x185x290 mm boyutlu, % 50 düşey delik oranlı hafif tuğla kullanarak bir yığma yapıyı deprem davranışı yönünden incelemiştir. Bu deneyler sonunda blok tuğlalarda, düşey delik oranının % 40-45 arası bir değerde olmasının uygun olduğu, % 50 yi aşan oranlarda olmasının taşıyıcı duvarlar için uygun olmadığı sonucuna ulaşmıştır.

Bayülke (1990), daha önce sarsma tablasında denenmiş bir tuğla yığma yapıya çatlaklarını kesen gergi donatıları yardımı ile onarım yapmıştır. İlk deneyde oluşmuş çatlakları, harç ile doldurularak sıvamıştır. Onarılan yapıyı tekrar sarsma tablasında denemiş ve uygulanan onarım yönteminin etkinliğinin belirlenmesine çalışmıştır. Deneyler sonunda kullanılan onarım yönteminin hasarlı yapının dayanımını önemli ölçüde artırdığı sonucuna varmıştır.

Bayülke (1992), çalışmasında, gazbeton bloklar (60x25x20) ve harç tutkalı kullanarak yapılmış iki katlı yığma bir yapının dinamik yükler altındaki davranışları ve dayanımlarını incelemiştir. Deney sonunda, gazbeton bloktan yapılmış yığma yapıların, tuğla yığma yapılardan daha üstün olduklarını gözlemiştir.

Bayülke ve diğ. (1996), çalışmasında, sarsma tablası üzerinde, 290x190x395 mm boyutlarında ve % 35 düşey delik oranlı blok tuğlalarından oluşan bir model yapının deprem davranışını incelemiştir. Sonuçta, taşıyıcı blok tuğlalardaki delik oranının olabildiğince az olmasının, yatay ve düşey derzlere yüksek dayanımlı harç konulmasının, tuğlaların duvar örülürken suyla doymuş olmalarının ve duvarın tıpkı beton gibi örüldükten sonra bir süre ıslak tutulmasının yığma yapıların dayanımını artıracadığını bulmuştur.

Benedetti ve diğ. (1998), çalışmalarında 2 katlı, 1/2 ölçekli yığma yapı modelleri üzerinde deney yapmış ve yatay bağların yapının göçmesini önlemekte çok önemi olduğunu bulmuşlardır.

İKİNCİ BÖLÜM

YIĞMA YAPILARDA HASAR BİÇİMLERİ

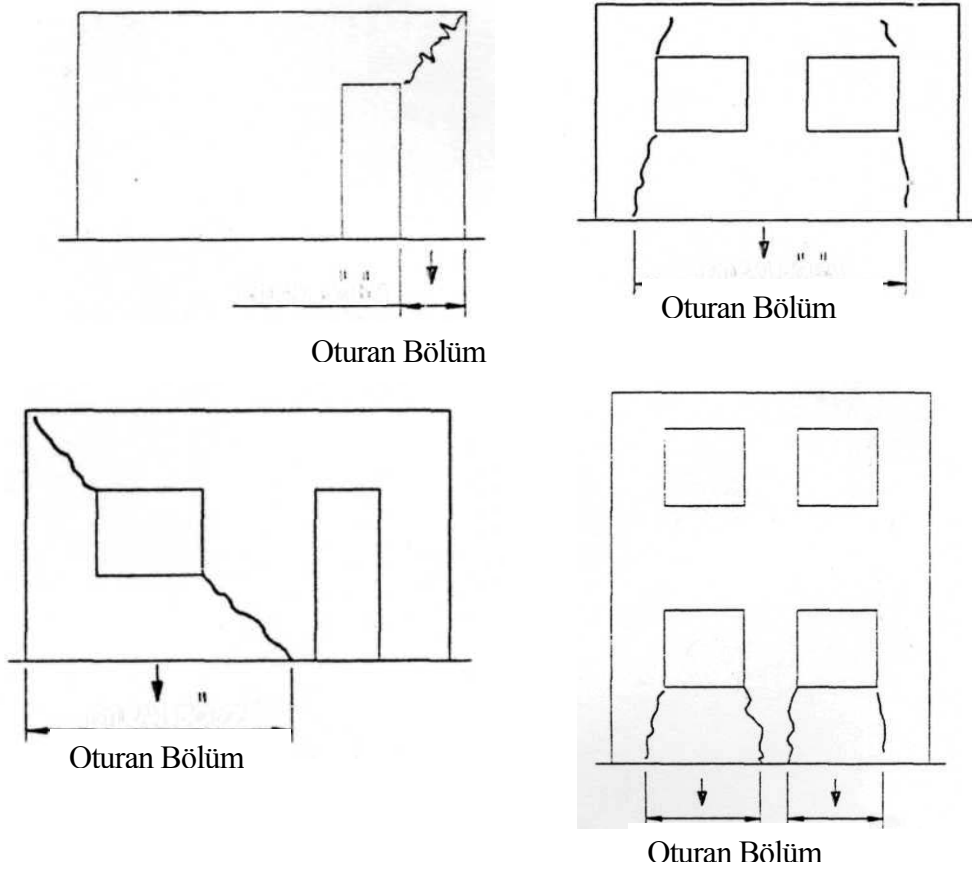
2. Yığma Yapılarda Hasar Biçimleri

Yığma yapılarda hemen tüm duvarlar taşıyıcı olduğu için duvarlardaki her türlü hasar doğrudan taşıyıcı sistemi etkiler ve bu açıdan betonarme yapılardaki gibi taşıyıcı ve taşıyıcı olmayan bölüm hasarı gibi bir ayrım yapılamaz. Yığma yapıların duvarları oturmalara karşı çok duyarlıdır. En küçük temel oturması duvarlarda hemen gözlenir. Bunun nedeni yığma duvarın gevrek nitelikli olması ve çatlama dayanabileceği elastik gerilim ya da yüklerin çok düşük olmasıdır. Dayanımı zayıf bir malzeme olduğu için kolayca hasar görür.

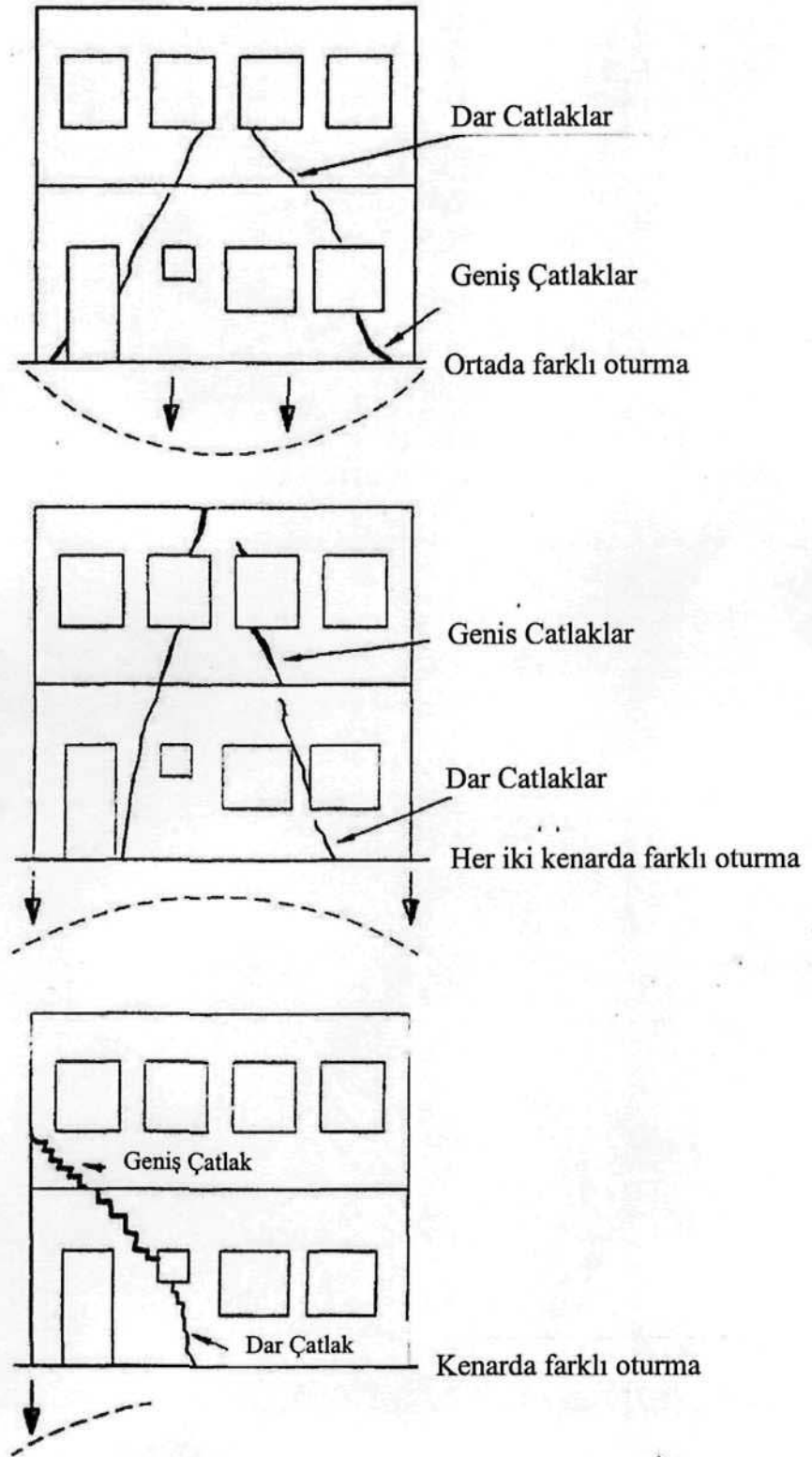
2.1. Oturma Çatlakları ve Hasarı

Şekil 2.1'de yığma yapılarda çeşitli oturma çatlakları verilmektedir. Oturma çatlakları yapının temelini daha çok oturduğu bölümler ile diğer bölümler arasındaki sınırı belirler. Şekil 2.2'de farklı oturma biçimlerine göre çatlaklarda olan açılmanın biçimleri verilmektedir. Bir cephenin ortasındaki oturma köşelerden fazla ise oturma çatlakları temele yakın bölümlerde daha geniştir. Eğer köşeler, ortaya göre daha çok oturuyorsa, eğik oturma çatlakları yukarıya doğru daha geniştir. Bir köşede oturma farklı ise üst taraftaki çatlak daha geniştir.

Yığma yapıların oturma hasarının nedeni çoğunlukla sömellerin altındaki özellikle killi zeminlerin taşıma gücünün su kaçakları sonucu zayıflamasıdır. Yığma yapıların duvarlarına gelen düşey gerilmeler ile kullanılan sömel boyutları karşılaştırılınca zemine aktarılan gerilmelerin oldukça küçük değerlerde olduğu görülür. Eğer çok sığ temel yapılmamış ise yapının kendi ağırlığından dolayı oturma olasılığı azdır. Ancak, kullanma suyu, kalorifer tesisat suyu kaçakları gibi basınç altındaki sular ile kanalizasyon kaçakları ya da başka yeraltı su sızıntıları nedeni ile sömellerin altının boşalması ya da buradaki killi zeminin kohezyonunun azalması oturma hasarına yol açmaktadır. Özellikle plastisitesi yüksek ve geçirimsiz olan killi bir zeminde oturma yavaş olmakta ve uzun bir süre sonra ortaya çıkmaktadır.



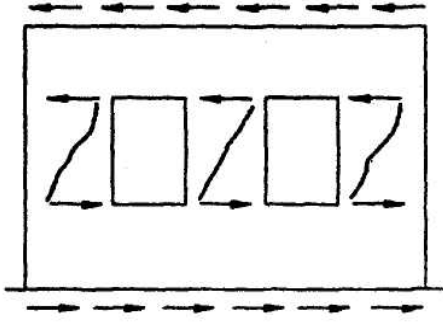
Şekil 2.1: Yığma Yapılarda Oturma Çatlakları (Bayülke, 2001)



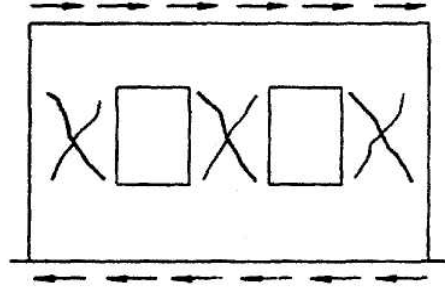
Şekil 2.2: Yığma Yapılarda Oturma Çatlakları (Bayülke, 2001)

2.2 Deprem Hasarı

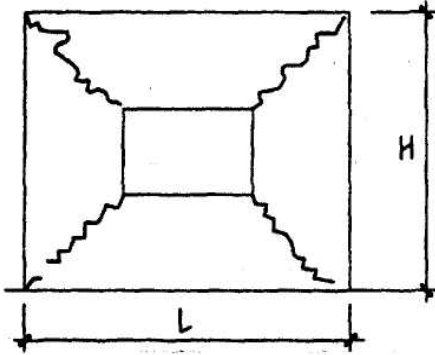
Deprem etkisi altındaki duvarlara etkiyen ve çekme çatlaklarına neden olan kuvvetlerin aşamaları Şekil 2.3a-b de gösterildiği gibidir. Duvar boyutlarının da çatlakların oluşumunda önemli etkenlerdendir (Şekil 2.3c-d). Şekil 2.4’de yığma yapıların deprem etkisi altında kuvvet dağılımı gösterilmektedir. Kenar duvar (B) çatıdan ve temelden gelen etkilerin altında kesme kuvvetleri ile zorlanmaktadır. Bunun sonucu olarak Şekil 2.4.a-b’de görülen kuvvetler boşluklar arasındaki duvarlarda 45 derecelik eğik çekme çatlakları oluşturmaktadır. Derzlere dik yükler altında yığma duvarda kırılmalar derzlere dik doğrultuda olmaktadır (Şekil 2.5). Harç dayanımı tuğla dayanımından daha düşük ise eğik çekme çatlakları derzlerden geçer . Harç dayanımı tuğla dayanımından daha yüksek ise eğik çekme çatlakları tuğlaları da keserek oluşur (Şekil 2.6). Deprem yükünün tersinir bir yük olması sonucu ilk oluşan çatlaklara dik yönde de çatlak olması sonucu X şeklinde eğik çekme çatlakları görülür. Düşey gerilme az ise çatlaklar arasında 90 derece açı olan 45 derece eğimli kesme çatlakları şeklindedir. Eğer duvar düzlemi içinde önemli düşey gerilim varsa, duvar boşlukları büyük olan yapı cephelerindeki dolu duvar parçalarında düşey gerilme yüksektir, kesme çatlaklarının açısı 45 dereceden daha büyük olur (Şekil 2.7c). Çatlakların yeri ve açısı duvardaki boşluk miktarına ve yerine göre değişir. Bu tür çatlaklar Şekil 2.3c-d ve Şekil 2.7a-b de gösterilmiştir.



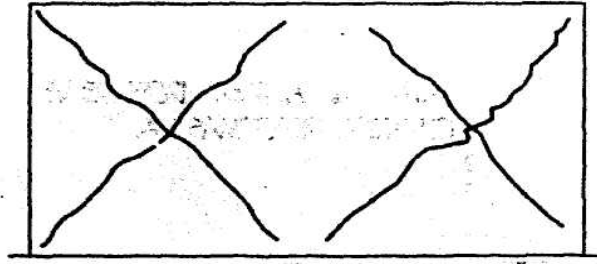
a) Duvarda eğik çekme çatlakları oluşturan kuvvetler ve çatlaklar ilk aşama



b) Duvarda eğik çekme çatlakları oluşturan kuvvetler ve çatlaklar ikinci aşama (deprem hareketinin yönü değişince)

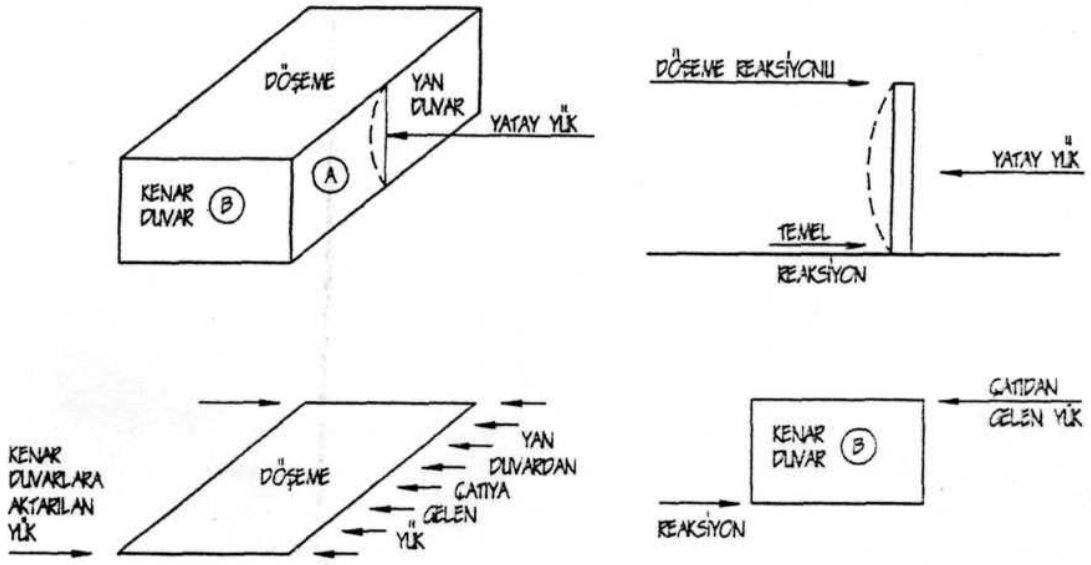


c) H/L oranı 1'e yakın ise kenardaki dolu duvar parçaları yerine bütün cephe birlikte davranır

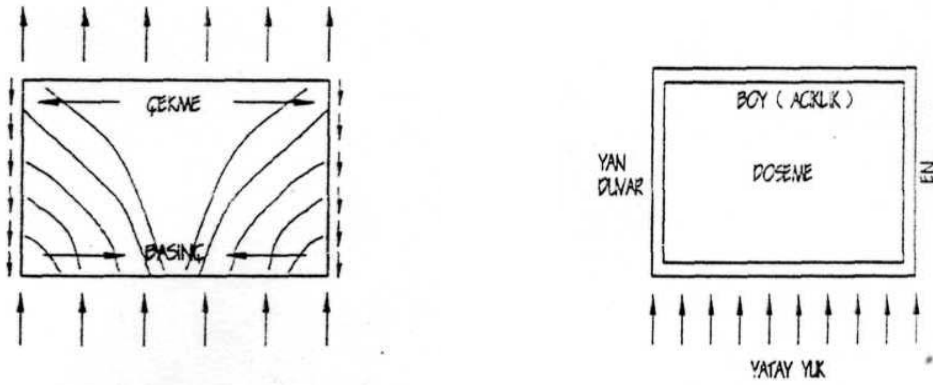


d) Uzun ve dolu duvarda birden fazla eğik çekme çatlakları oluşabilir

Şekil 2.3: Yığma Yapı Duvarlarında Çatlak Oluşumları (Bayülke, 2001)



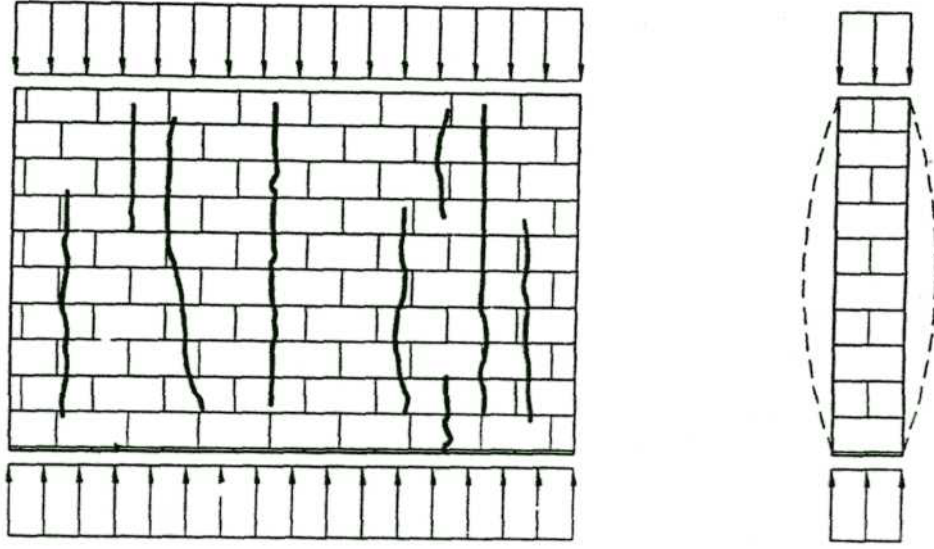
a) Yığma Yapılarda Yatay Yüklerin Dağılımı



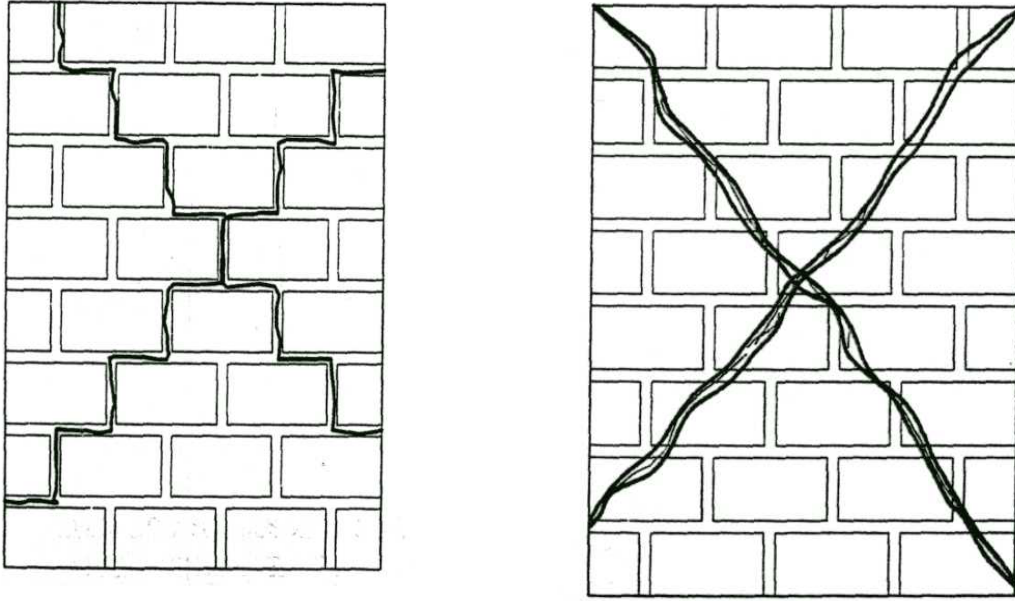
b) Döşeme Gerilme Dağılımı

c) Yatay yük altında döşeme ve duvarda deformasyon

Şekil 2.4: Yığma Yapılarda Deprem Yükünün Taşıyıcı Elemanlara Dağılımı
(Bayülke, 2001)

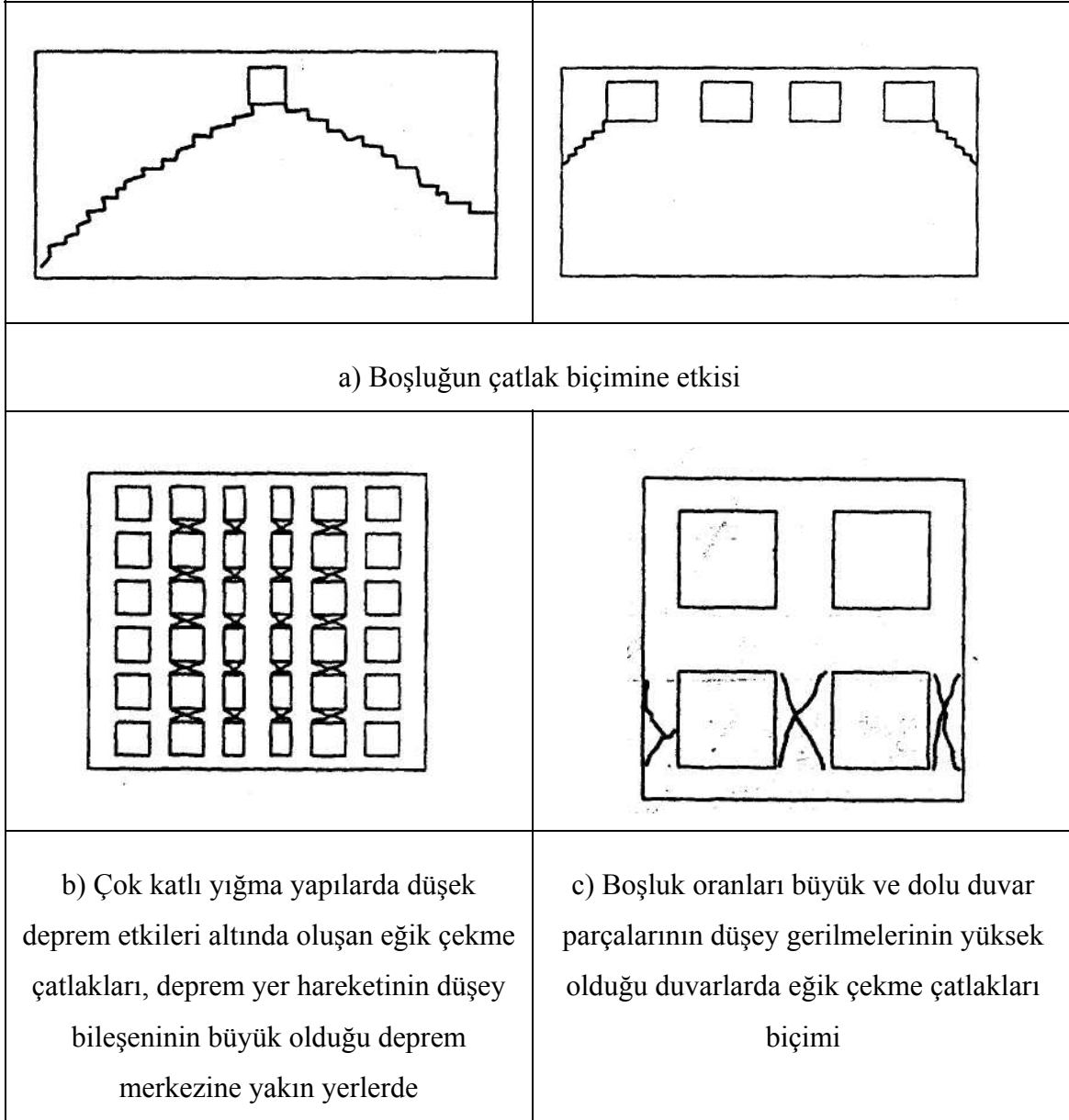


Şekil 2.5: Derzlere Dik Yükler Altında Yığma Duvarda Kırılma (Bayülke, 2001)



a) Harç Dayanımı Tuğla Dayanımından Küçük Derzlerden Geçen Çatlaklar b) Harç Dayanımı Tuğla Dayanımından Yüksek Tuğlaları da kesen Çatlak

Şekil 2.6: Yatay Derzlere Paralel Etkiyen Yükler Altında yığma Duvarlarda Kırılma Biçimleri (Bayülke, 2001)

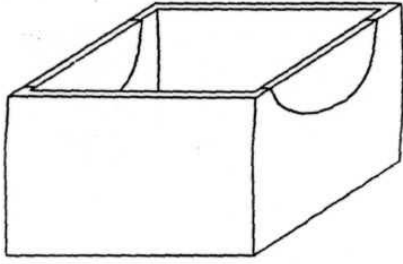


Şekil 2.7: Çeşitli Faktörlerin Duvar Çatlakları Üstündeki Etkisi (Bayülke, 2001)

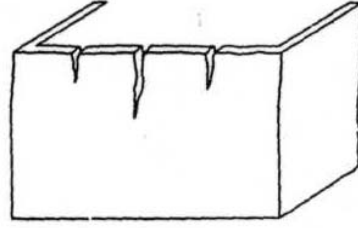
Eğer deprem yer hareketinin düşey bileşeni büyük ise, depremin merkezine yakın yerlerde düşey yöndeki deprem kuvvetleri önemli boyutlara ulaşabilir. Şekil 2.7b-c'de gösterilen türde boşluklar arasında düşey bölümlerde kesme çatlakları oluşabilir.

Yığma yapıların duvarları düzlemlerine dik yönde de hasar görebilir. Bu tür hasarın nedeni duvarların üst başlarından birbirine yeteri kadar rijit bir döşeme plağı, çatı makası ya da hatıl ile bağlanmamış olmasıdır. Bu durumda Şekil 2.4'de anlatılan davranış geçerli değildir. Üst başlarından yeterli biçimde bağlanmamış duvarlar ters pandül gibi,

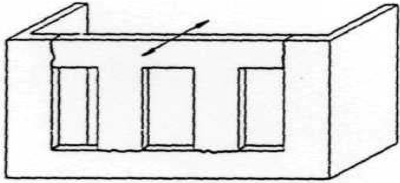
bahçe duvarları gibi, serbest durmaktadırlar. Geniş açıklıkları olan okul, cami gibi büyük hacimli alanları çeviren duvarlar betonarme bir plak sistemi ile de olsa birbirlerine rijit bir biçimde bağlanmamaktadır. Ayrıca aynı durum çok yüksek (3.00 metre ve daha fazla) duvarlarla çevrelenen hacimler için de geçerlidir. Sekil 2.8'de bu tür yığma yapı duvar hasarı örnekleri verilmektedir.



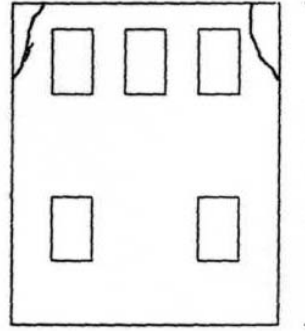
a) Zayıf duvar üst bağlantısı sonucu duvarda kırılma bölgeleri



b) Boşluksuz duvarda



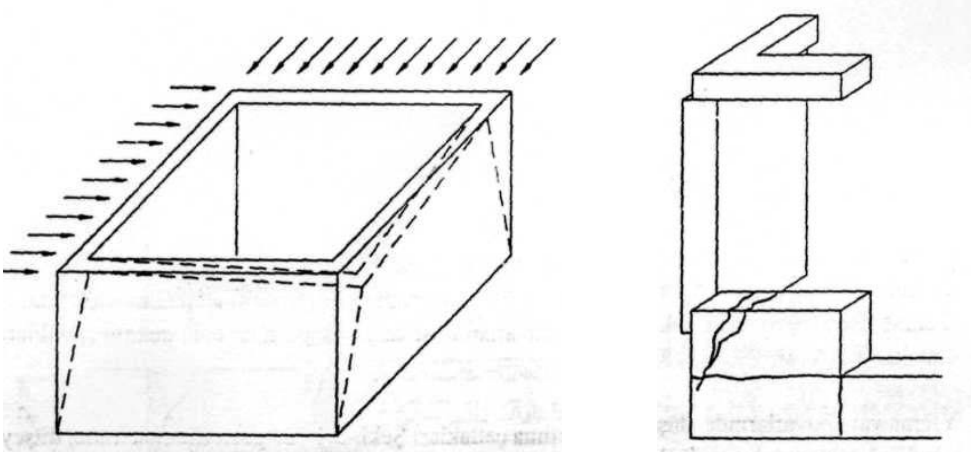
c) Boşluklu duvarda



d) Üst başından yetersiz bağlanmış yığma yapı duvar hasarı

Şekil 2.8: Üst Başlarından Yeterli Biçimde Bağlanmamış yığma yapıların duvarlarında hasar biçimleri (Bayülke, 2001)

Depremlerde yapılara her iki asal doğrultularında kuvvetler gelmektedir. Bu iki yönlü yükleme altında yığma yapı köşesinin durumu Sekil 2.9a'da verildiği gibidir. Eğer duvarlar köşede iyi bağlanmamış ve hatıl ya da tavan döşemesi yoksa duvarlar köşede birbirlerini düzlemleri dışına doğru itmektir ve Sekil 2.9b'de görülen hasar oluşmaktadır.



a) Yapı Köşelerinin iki yönlü yükleme altında deformasyonu

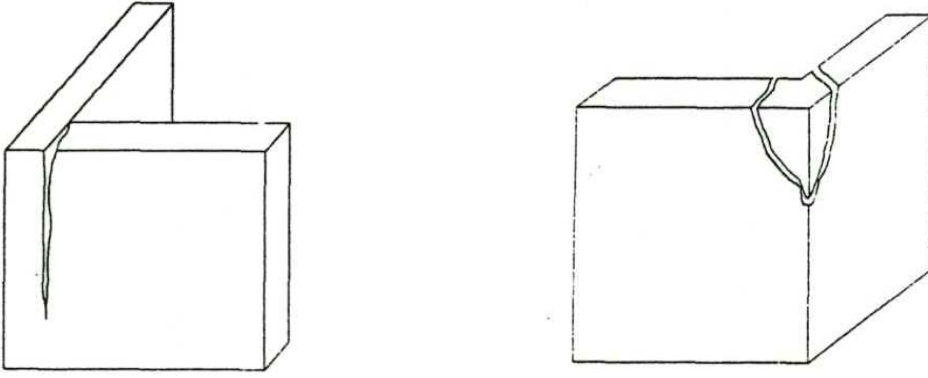
b) Köşelerde birbirini dışarı iten duvarlar

Şekil 2.9: Yapı Köşelerinde Hasar, birbirini iten duvarlar (Bayülke, 2001)

Sekil 2.10'da yığma yapıların köşe hasar biçimleri verilmektedir. Yığma yapılarda köşe hasarı üç farklı nedenden dolayı oluşabilir. Bunlar;

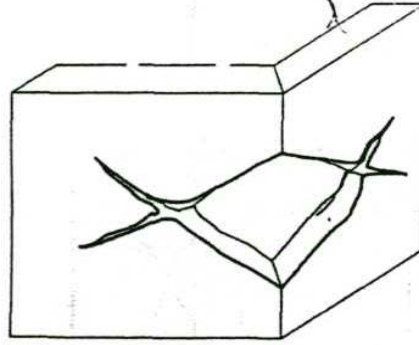
- 1-Duvarların köşede yeterli bir örgü düzeni ile bağlanmamış olması,
- 2-Yüksek ve uzun duvarların yetersiz rijitlikte bir çatı sistemi ile bağlanmış olması,
- 3-Kesişen duvarlara depremde gelen büyük zorlamalardır.

Sekil 2.10'da verilen yığma yapı hasar örnekleri henüz çatlakların ilk oluşmaya başladığı aşamaları göstermektedir. Daha sonraki aşamalarda çatlaklar genişlemekte ve bütün duvara yayılmaktadır. Çatlakların genişlemesi ile duvar paralanmakta ve düşey yükleri taşıyamaz duruma geldikten sonra ezilen duvar yıkılmakta ve bununla birlikte yapının tabliyeleri üst üste yığılarak göçmektedir.



a) Birbirine yeterli örgü ile bağlanmamış yığma duvar köşelerinde deprem hasarı

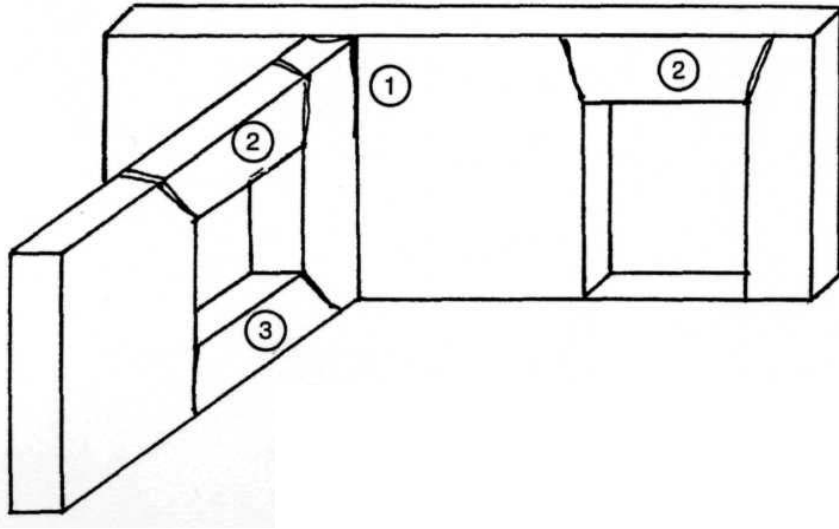
b) Yüksek ve uzun duvarların yetersiz rijitlikte bir çatı sistemi ile bağlanmış olması sonucu oluşan hasar biçimi



c) Kesişen duvarlara depremde gelen zorlamaların büyüklüğü nedeni ile oluşan hasar biçimi

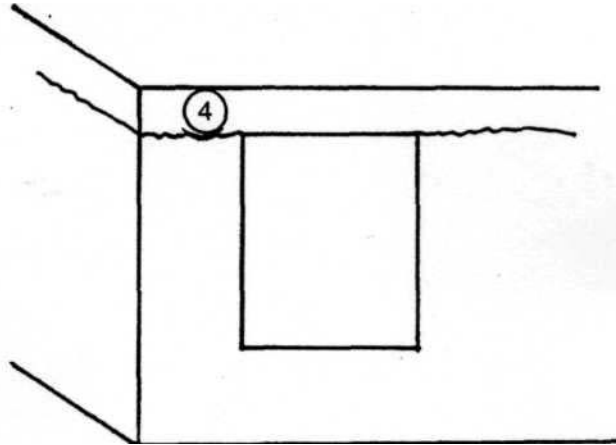
Şekil 2.10: Yığma Yapı Köşe Hasar Biçimleri (Bayülke, 2001)

Tek katlı ve ahşap makas çatılı yığma yapılarda hasar Şekil 2.11'de gösterildiği gibi duvar köşelerinde ayrışma, pencere üstündeki hatılların uçlarında çekme çatlakları ve pencere aralarında düşey çatlaklar biçiminde olmaktadır. Betonarme tabliyesi olan tek katlı yığma yapılarda (Şekil 2.12) ise köşelerde ayrılma çatlağı oluşmamakta ancak pencere ve kapı boşlukları üstündeki düşey çekme çatlakları ve duvar üstündeki (tabliye ile birlikte dökülmüş) hatıllar ile tuğla duvar arasında yatay çatlaklar oluşmaktadır.



- 1- Duvarların köşelerinde açılma
- 2- Pencere ve kapı lentolarında çekme çatlakları
- 3- Pencere alt duvarında düşey çatlak

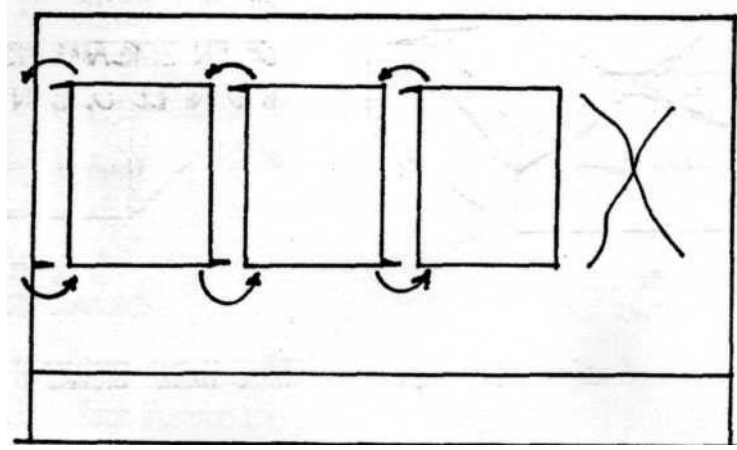
Şekil 2.11: Ahşap çatılı yığma yapılarda çatlaklar(Bayülke, 2001)



Şekil 2.12: Betonarme Tabliyeli Yığma Yapılarda Duvar üstü hatılı ile duvar arasında yatay çatlaklar (Bayülke, 2001)

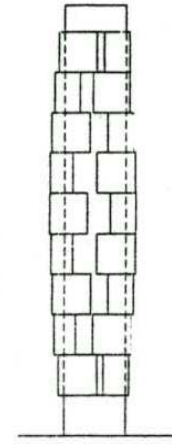
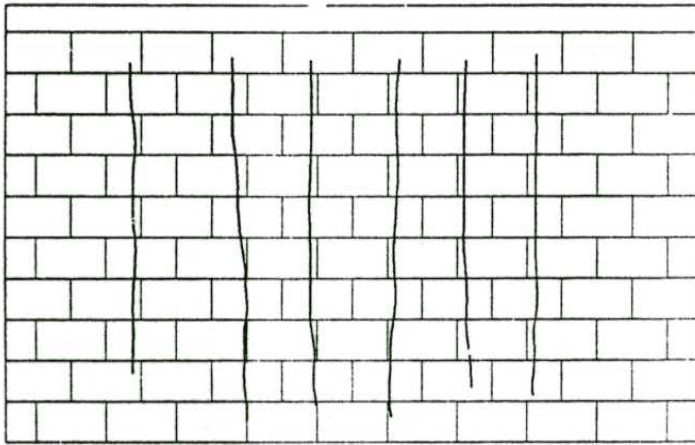
Pencere boşlukları arasında çok dar duvar parçaları varsa bu duvar bölümleri "kolon" gibi davranmakta ve bu duvar parçalarının alt ve üst başlarında "eğilme" tipi çatlaklar oluşmaktadır (Şekil 2.13). Aynı cephedeki daha uzun duvarlarda ise daha sık görülen eğik

çekme çatlakları oluşmaktadır.



Şekil 2.13: Narin Yığma Duvarlarda Eğilme Çatlakları (Bayülke, 2001)

Yığma yapı duvarlarında düşey yükler kırılma çatlakları Şekil 2.14'de gösterilen biçimde, düşey yönde olmakta ve duvar düzlemine dik yönde genişlemektedir. Şekil 2.15'de tuğla ve taş yığma duvarlarda düşey yükler altında duvarda olan şişme verilmektedir. Boşlukların çok büyük ve tuğlaların don nedeni ile basınç dayanımının çok azalmış olduğu bir tuğla yığma yapı duvarında olan ezilmeler Şekil 2.16' da verilmektedir.



a) Tuğla duvarda düşey yüklerden dolayı oluşan basınç hasarı

b) Basınçtan şişmiş tuğla duvar

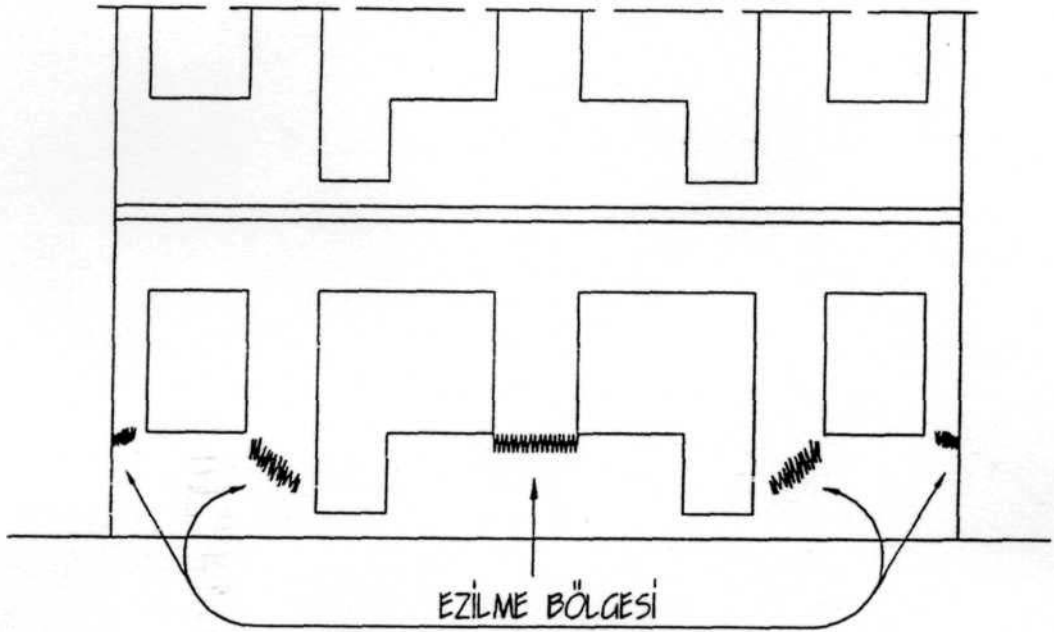
Şekil 2.14: Tuğladan Yapılmış Yığma Yapı Duvarlarında Düşey Yükler Altında Oluşan Hasar Örnekleri (Bayülke, 2001)



a) Düşey Yükler altında şişmiş taş yığma duvar

b) Yalnız bir taraftaki taşları şişmiş taş yığma duvar

Şekil 2.15: Taş Yığma Yapı Duvarlarında düşey yükler altında oluşan hasar örnekleri (Bayülke, 2001)



Şekil 2.16: Tuğla Yığma Yapıda düşey Basınç Altında Ezilme (Bayülke, 2001)

Yığma yapılarıdaki çatlakların genişliği ile yapının kullanılabilirlik ve güvenliği arasındaki ilişki Çizelge 2.1'deki gibi kabul edilebilir:

Çizelge 2.1: Çatlakların Genişliği ve Yığma Yapı Güvenliği

| Çatlak Genişliği | Hasar Derecesi | Açıklamalar |
|------------------|---------------------------|---|
| 0.1'den az | Önemsiz | Yapıya ve kullanıma etkisi yoktur |
| 0.1-0.3 mm | Önemsiz, Az | Taşıyıcı sisteme ve yapının kullanımına etkisi yoktur. |
| 0.3-1.0 mm | Az | Taşıyıcı sisteme bir etkisi yoktur. Estetik açıdan sakıncalı olabilir. Dış cephe elemanlarının yıpranması hızlanır. Buraya kadar olan çatlaklar kılcal çatlaklardır. Çoğu zaman gözden kaçabilir. 1 mm yakın çatlaklarda duvar kağıtlarında buruşukluklar gözlenebilir. |
| 1.0-2.0 mm | Orta | Taşıyıcı sisteme bir etkisi yoktur. Estetik açıdan sakıncalı olabilir. Dış cephe elemanlarının yıpranması hızlanır. Bu düzeydeki çatlaklar tuğla ve briketleri, pencere ve kapı lentolarını çatlatır. Birkaç metre uzaktan fark edilebilirler. Bu düzeyden daha ileri düzeydeki çatlaklar yapıda oturanları önlem alınması için harekete geçirebilir. |
| 25 mm | Orta | Taşıyıcı sistemi etkilemeye başlar. Dış duvarlardan içeriye hava akımları duyumsanmaya başlar, pencere ve kapılar sıkışır ve kapanmamaya başlayabilir. Yapının kullanımı etkilenmeye başlar. |
| 5.0-15.0 mm | OrtaAğır | Kapı ve pencereler sıkışabilir. Su ve kanal bağlantıları kırılabilir. Yapıya su ve soğuk girer. Pencere camları çatlar ve kırılabilir, sıvalar dökülmeye başlar. Tuğla duvarlar parçalanır. Yığma kemerler çökebilir. Bu boyutlardaki çatlaklar kabul edilemez çatlak sınırını oluşturur. |
| 15.0-25.0 mm | Ağır | Ciddi onarım ve güçlendirme gerekir. Yapının stabilitesi çok büyük bir tehlike altındadır. |
| 25.0 mm'den Çok | Çok Ağır ve Çok Tehlikeli | Yapıda ağır hasar, ciddi onarım ya da yeniden yapım gerekir Yapı artık yıkılma aşamasındadır. |

Temelleri sağlam ve yeterli boyutlarda olan yığma bir yapıda çatlaklar 1 mm'den daha büyük bir genişliğe ulaşmazlar. Genişliği bu miktarı aşan çatlaklar oturanlar tarafından hemen doldurulur. Çatlakların 3 mm aşması yapıda oturanları ve inşaatçıları düşündürmeğe ve rahatsız etmeğe başlar. Müşteriler evi satın almaktan vazgeçebilirler. Yapı değer kaybetmeğe başlar. Yapının yıkılma riski olmasa bile beklentilere uymadığı için bir yetersizlik söz konusudur (Pryke, 1981).

2.3 Yığma Yapılardaki Deprem Hasar Düzeyleri

Taş, tuğla, beton, briket yığma yapıların hasar düzeyleri beş aşamalı bir ölçek ile belirlenebilir. Burada incelenen yapı betonarme kat ve çatı döşemeleri olan ve duvarları taşıyıcı olan yığma bir yapıdır. Bir diğer deyişle "kuru" davranışı (Şekil 2.4) gösterecek olan yığma yapıdır.

2.3.1 Hasarsız Yada Az Hasarlı Yapı

Bu hasar düzeyinde yapıda ya hiç çatlak olmamıştır ya da kılcal boyutta (1.0 mm'den daha ince) sıva çatlakları vardır. Çatlakların derinliği yüzeysel olup sıva tabakası ile sınırlıdır. Bu hasar düzeyindeki yapılar bir depremden sonra herhangi bir onarım ve güçlendirme gerekmeden kullanılabilir.

2.3.2 Az Hasarlı Yapılar

Bu hasar düzeyindeki yapılarda yığma yapıların özelliği olan X-şeklindeki kesme çatlakları oluşmuştur. Çatlakların genişliği 1.0-10.0 mm arasındadır ve büyük olasılık ile duvarın içine kadar uzanmaktadır. Duvara nominal kesme gerilmeleri taşıma limiti; yaklaşık 1.0-2.0 kg/cm² (Bayülke 1992), kadar yatay yüklerden kesme gerilmesi gelmiştir. Duvarın elastik olarak taşıyabileceği gerilme limiti ancak aşılmıştır.

2.3.3 Orta Hasarlı Yapılar

Bu düzeydeki hasarın belirtisi yine duvarlardaki tipik X şeklindeki kesme çatlaklarıdır. Ancak çatlak genişlikleri bir önceki hasar düzeyine göre daha fazladır, 10-25 mm gibi. Duvarda oluşan nominal kesme gerilmesinde ulaşılabilen maksimum değere göre önemli (% 30 - 40) azalma olmuştur. Ancak Duvarların genel olarak boyutlarında önemli bir değişme yoktur, duvar düzlemi dışına fazla deforme olmamıştır, şakulden uzaklaşmamıştır. Aslında B ve C hasar aşamaları tek bir gurup içinde değerlendirilebilir. Ancak onarım açısından B-sınıfı, hasar yapının deprem öncesine göre daha fazla dayanıma sahip olmasını gerektirmeyen bir hasar düzeyi olarak düşünülürken, C-sınıfı hasar, yapının güçlendirilmesini gerektiren ayrıntılar isteyen düzeyde bir hasar olarak düşünülmektedir.

2.3.4 Ağır Hasarlı Yığma Yapılar

Bu hasar düzeyine giren yapılarda çatlakların boyutlarının 25 mm'yi aşmasından başka:

- 1- Duvarlarda düşeyden uzaklaşma,
- 2- Köşelerde duvarların ayrışması,
- 3- Duvarlarda düşey yüklerden dolayı şişmeler (bunlar kesme kuvvetlerinin oluşturduğu çatlakların etkisi ile zayıflamış ve paralanmış duvarların düşey yükleri taşıyamaz duruma gelmiş olduklarını gösterir),
- 4- Kısmen yıkılmış duvarlar.

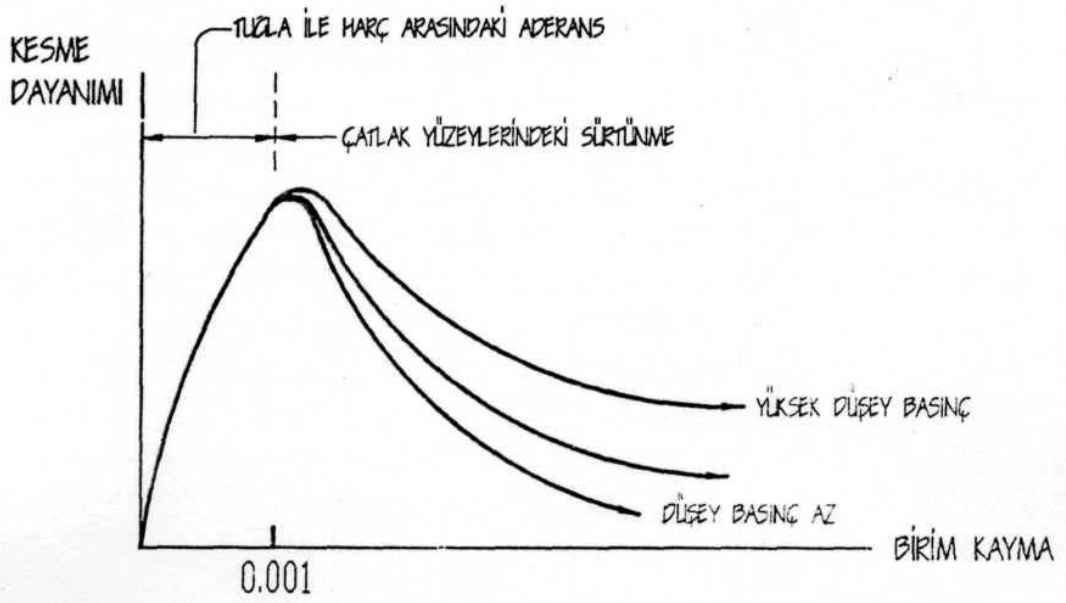
Bu tür hasar düzeyinde yapının zemin katının şakulden uzaklaşma miktarı (5/h) 1/50'den fazladır. D-sınıfı hasar gören yığma yapıların bazıları onarılabilir. Özellikle duvarda yıkılma, şişme ve şakulden uzaklaşma olayının az sayıda görüldüğü ve döşemelerin mesnetlendiği duvarlardaki bu hasarın yarattığı aşırı deformasyondan etkilenmedikleri durumlarda onarım ve takviye düşünülebilir. Ancak yapı güçlendirilse bile kullanma biçiminin değiştirilmesi gerekir. Bu düzeyde hasar görmüş bir sağlık ocağı onarıldıktan sonra konut olarak kullanılmalıdır.

2.3.5 Yıkılmış Yapılar

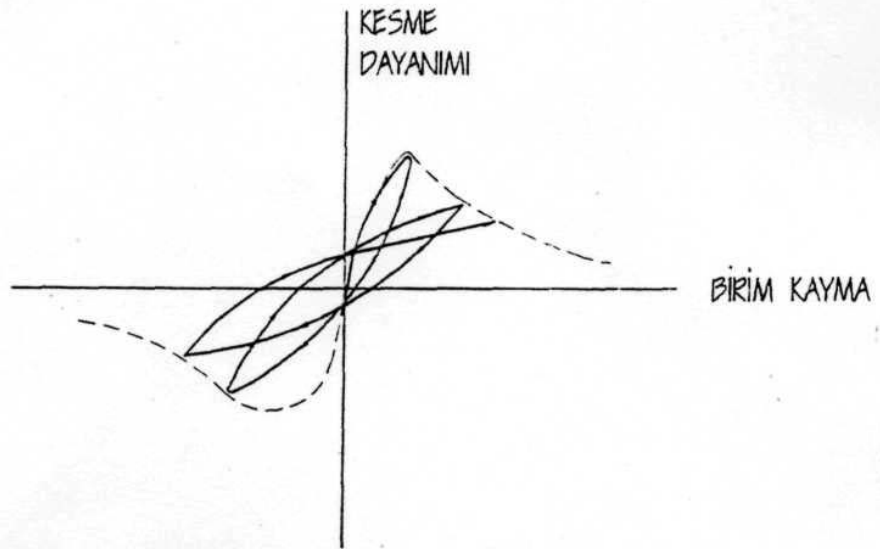
Taşıyıcı duvarlarının önemli bölümü yıkılmış, döşemeleri birbiri üstüne yığılmış ya da oturdukları duvarların yıkılması sonucu kendilerinde de çatlaklar ve kırılmalar olmuş döşemeleri olan yığma yapılardır. Onarılamazlar.

Yığma yapıların hasar düzeyi ve onarılıp onarılamayacağı ya da güçlendirmenin gerekip gerekmediği yine yapıdaki hasar ile oluşan depremin şiddeti arasındaki ilişkiden gidilerek yapılmalıdır. A ve B düzeyindeki hasar, yığma yapılarda VI-VII şiddetindeki depremlerde beklenmelidir. C ve D düzeyindeki hasar VIII-IX şiddetlerinde ve E düzeyindeki hasar ise IX'dan büyük şiddetlerde oluşması beklenen hasar düzeyleridir. Eğer ulaşılan hasar düzeyi beklenenden daha küçük bir şiddet düzeyinde olmuş ise güçlendirme, yani yapıyı deprem öncesinden daha yüksek dayanımlı bir duruma getirmek gerekir. Öte yandan eğer yığma yapının ekonomik ömrü bitmiş ise yıkılarak yeniden yapılması daha doğru olur. Yapı yakın bir gelecekte yıkılarak örneğin betonarme karkas olarak yapılırsa onarımın düzeyi düşük tutulabilir.

Yığma yapıların hasar düzeyleri belirlenirken duvarların yatay yükleri taşıma gücü göz önünde tutulmalıdır. Yığma duvarların düzlemlerine paralel gelen kesme kuvvetleri altındaki gerilme birim deformasyon ilişkisi Şekil 2.17'de verilen biçimdedir. Başlangıçta dayanım tuğla ile harç arasındaki yapışma ile sağlanmaktadır. Derzlerin çatlaması ile aderansın sağladığı dayanım ortadan kalkmakta, geriye tuğla ile harç arasındaki çatlak yüzeylerindeki sürtünme kuvvetinin sağladığı kesme kuvveti taşıma gücü kalmaktadır. Ötelenme ile gelişen kesme kuvveti taşıma gücü, tuğla ya da beton blokların birbiri üzerinden kayması, çatlakların genişlemesi ile, giderek azalmaktadır. Tuğlaların ve beton blokların arasındaki kayma, düşey yüklerin taşındığı net alanın da azalmasına yol açtığı için düşey yüklere karşı emniyet payı da azalmaktadır. Duvarları çatlamış bir yığma yapının hasar değerlendirmesinde çatlakların genişliği, duvarda kalan kesme ve düşey yük taşıma gücünün göstergesidir.



(A) MONOTONİK YÜKLEME ALTINDA TUĞLA DUVARLARDA KESME DAYANIMININ GELİŞİMİ



(B) TERSİNİR YÜKLEME ALTINDA TUĞLA DUVAR KESME DAYANIMININ GELİŞİMİ

Şekil 2.17: Tuğla Duvarlarda Monotonik ve Tersinir Yükleme Altında Kesme Dayanımının Gelişimi (Bayülke, 2001)

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

GEÇMİŞ DEPREMLERDE HASAR GÖREN YIĞMA BİNALAR VE HASAR NEDENLERİ

3. Geçmiş Depremlerde Hasar Gören Binalar ve Hasar Nedenleri

3.1. 1 Mayıs 2003 Bingöl Depremi

01.05.2003 tarihinde Türkiye'nin doğusunda yer alan Bingöl ilinde 6.4 Büyüklüğünde bir deprem meydana gelmiştir. Meydana gelen depremde 308 yapının yıkıldığı, 2566 yapının ağır hasar gördüğü, 2546 yapının hafif hasarlı olduğu belirtilmiştir. Bu değerler yapılacak olan hasar tespitleri sonucuna göre değişecektir. Bu depremde 174 kişi hayatını kaybetmiş, 520 kişide yaralanmıştır (Bingöl Valiliği).

Yığma yapılarla ilgili önemli tespitler 13 kişinin vefat ettiği çimenli köyünde yapılmıştır. Bu köyde hemen hemen her evde aynı tür yığma yapı tarzı uygulanmıştır. Genelde tek katlı toprak damlı ve üzerinde metal çatı örtüsü bulunan yapıların tamamı ağır hasar görmüştür. Bu yapıları yapan ustalardan birisinin de evi yıkılmış ve vefat etmiştir. 1971 depreminde de benzer yapılar yıkılmış ve can kaybı olmuştur. Köye 1971 depreminden sonra yıkılan evlerin bulunduğu yamacın karşısına afet konutları yapılmıştır. Afet konutlarında, genişletilmeye çalışılan ve bu nedenle hasar gören biri dışında herhangi bir hasar gözlenmemiştir.

Yığma yapılarda çamur harç ile kalın duvarlar teşkil edilmiştir. Dış kısımdaki kalın duvarlar iki kısımdan oluşmaktadır. Dıştan bakıldığında çok sağlam görüntüsü veren kaplama kısım ve bunun hemen içine uygun olmayan taşlar ile dolgu tarzında örülen duvar kısmı. Dış kısımdaki taşlar 25x40x80-150 cm boyutlarına kadar varmaktadır. Ağır taşlar dış kısımda adeta kaplama olarak kullanılmış, iç kısımdaki duvar niteliksiz bir şekilde teşkil edilmiştir. 50-80 cm kalınlığına kadar değişen ağır duvarların üzerine ahşap merteklere oturan toprak damlar yapılmıştır. Ahşap mertekler üzerine de

toprakları tutmak üzere taşlar konulduğu görülmüştür. Su yalıtımı için toprak dam üzerine yine ahşap malzeme ile metal çatı örtüsü teşkil edilmiştir.

Konutlar tek katlı olmasına rağmen oldukça ağır ve düzensiz bir yapıya sahiptir. Yatay ötelenmelerle birlikte duvarlar iki parçaya ayrılmakta, düzensiz duvarlar yıkılmaktadır. Duvarlarda kullanılan ve duvar örmeye müsait olmayan çok ağır taşlar ile kaplama amaçlı kullanılan yine oldukça büyük taşlar insanların ölmelerine sebep olmuştur.



Şekil 3.1: Çimenli Köyünde tipik Köy evi ve deprem Hasarı



Şekil 3.2: Sadece görünüş esas alınarak yapılan duvar

Bingöl köylerinde hasar gören ya da yıkılan yığma yapılar Şekil 3.1-14’de verilmiş olup şu sonuçlar tespit edilmiştir; Çamurdan yapılan bağlayıcılar ile örülen taş duvarlarda duvar sıraları uygun teşkil edilmemiştir. Yapıların taşıyıcı duvarlarının dış yüzüne kaplama şeklinde teşkil edilen kısımlar, iç kısım ile irtibatlandırılmadığından deprem esnasında duvarın yıkılmasına neden olmuştur. İki katlı yapılan yapıların 1. kat tavanında toprak örtü teşkil edilmiştir. Bu örtü, ahşap mertekler üzerine çakılan tahta bazen de yer yer taşlar doldurulmak sureti ile teşkil edilmiştir. Toprak örtünün kalınlığı çok fazladır. Yapının ağırlığını artırmıştır.



Şekil 3.3: Yatay ötelenme ile Dış duvarda ayrılan taş kaplama ve duvarın diğer kısmı



a) İç Yüz

b) Duvar Kesiti

Şekil 3.4: Yığma yapılarda duvar örme hataları



Şekil 3.5: Toprak ve Taş Yığımlı Altında İnsanların Kaldığı Bir Köy evi



Şekil 3.6: Aynı Köy evinin Çatısı ve Ayakta kalan bir direk ile asılı olan paket



Şekil 3.7: Yığma yapıda yetersiz köşe birleşimi ve hasar



Şekil 3.8: Yıkılan evlerin damında kullanılan taş ve toprak örtü



Şekil 3.9: Su izolasyonu için yapılan çatı



Şekil 3.10: Yiğma yapıda duvar yıkılması



Şekil 3.11: Yıkılan bir hayvan barınağı



Şekil 3.12: Taş ve toprak yığına haline gelen duvarlar



Şekil 3.13: Yanlış örülen taşıyıcı Duvar Kesiti



Şekil 3.14: Ağır Hasarlı Bir Ev

3.2. 23-26 Temmuz 2003 Buldan / Denizli Depremi

Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Afet İşleri Genel Müdürlüğü Deprem Araştırma Dairesi Başkanlığı tarafından yapılan açıklamaya göre; 23 Temmuz 2003 günü, saat 07:56'da $M_d=5.3$; 26 Temmuz 2003 günü saat 04:00'te $M_d=5.1$, saat 11:36'da $M_d=5.5$ ve 16:31'de $M_d=5.0$ büyüklüklerinde orta şiddette 4 ayrı deprem olmuştur. Depremler, Denizli ve Aydın'da şiddetli bir şekilde hissedilmiştir.

Bayındırlık İl Müdürlüğü yetkililerince yapılan tespitlerde, yapıların 330'u ağır(oturulamaz), 313'ü hafif hasarlı (oturulur) şeklinde değerlendirilmiştir. Yetkililerce yapılan açıklamaya göre toplam 643 yapı depremde hasar görmüştür. Bunların dışında hasar gören hayvan barınakları vardır. Hasarlar genelde yağma yapılarda meydana gelmiştir. Buldan ilçe merkezinde yer alan ve anıt değeri olduğu için koruma altına alınan bazı eski Buldan evleri de hasar görmüştür. Buldan merkezinde, sit alanında bulunan tarihi evlerden bazıları da hasar görmüştür. (Şekil 3.15-18)



Şekil 3.15: Buldan merkezinde tipik yağma yapı



(a)



(b)



(c)



(d)

Şekil 3.16: Tarihi evlerde oluşan hasarlar (Şekil 3.16c-d: Bağdadi duvar hasarı)



Şekil 3.17: Tarihi evlerde oluşan hasarlar



Şekil 3.18: Tarihi camide hasar

Periyodik tamir ve bakım işlerinin yapılmaması nedeniyle, bu yapılar bakımsız durumda olduklarından deprem olmadan da bazı hasarlara uğramaktadır. Taşıyıcı sistemlerinde ahşap bulunan evler zamanla dış etkilerle hasara uğramıştır. Bazı evlerde deprem ile birlikte bu hasarlar daha belirgin hale gelmiştir.

Derbent Köyü: Derbent köyü, Derbent barajı nedeni ile 1967 yılında yeni yerleşim alanında kurulmuştur. Hem yeni yerleşim yeri hem de eski yerleşim yeri olan ve Eski Derbent olarak adlandırılan köyde hasar meydana gelmiştir, (Şekil 3.19-22).



Şekil 3.19: Derbent Köyü'nde hasar gören yapılardan bazıları



Şekil 3.20: Köşede meydana gelen hasarın dıştan ve içten görünüşü



Şekil 3.21: Birleşim bölgelerinde hasarlar



Şekil 3.22: Köşeye çok yakın pencere boşluğunun neden olduğu hasar

Eski Derbent: Bu köyde az sayıda konut vardır. Konutlar toprak harçlı taş duvar ve ahşap merteklerden oluşmaktadır. Hayvan barınaklarının damlarında genelde toprak kullanılmıştır. Bu uygulama yapı ağırlığını artırmaktadır. Bu yapılardan bazıları ağır



Şekil 3.23: Derbent Köyü'nde meydana gelen hasarlar



Şekil 3.24: Derbent Köyü'nde meydana gelen hasarlar



Şekil 3.25: Birleşim bölgesinde ayrışma

Dımbazlar Köyü: Buldan'a bağlı Dımbazlar köyünde toprak, taş ve ahşap kullanılarak yapılan iki katlı evler hasar görmüştür. Hasar gören evlerde duvar kalınlıkları yeterli değildir,(Şekil 3.26).



Şekil 3.26: Binanın hasarsız olarak görünen dış görünüşü ve iç kısımdaki hasarlar

Bölmekaya Köyü: Hasar en fazla Bölmekaya köyünde meydana gelmiştir. Köyde betonarme karkas yapılar ve yığma yapılar bulunmaktadır. Yığma yapıların su basman seviyesine kadar olan bölümleri çamur kullanılarak örülen taş duvarlardan oluşmaktadır. Zemin katlar kerpiç, birinci katlar ise ahşap bölmeler arasında örülen tuğla duvarlar şeklindedir.

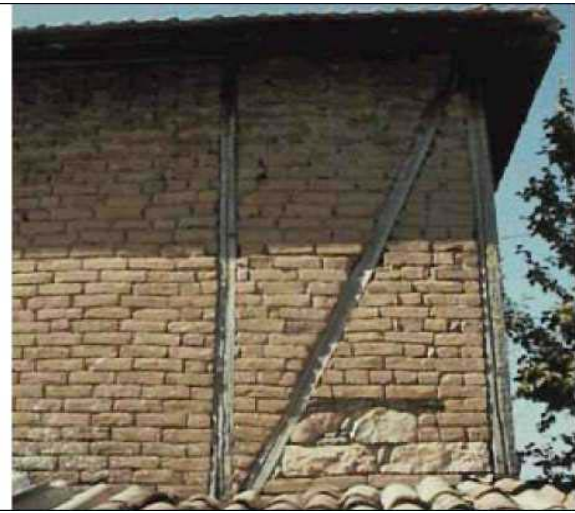


Şekil 3.27: Kagir yapıda Köşede kenetlenme eksikliği ve uygunsuz boşluk hasarları

Şekil 3.27’de görülen eski tipik bir yığma yapının alt katı hayvan barınağı ve depo olarak üst katı da konut olarak kullanılmaktadır. Yapının köşelerinde diğer kısımla

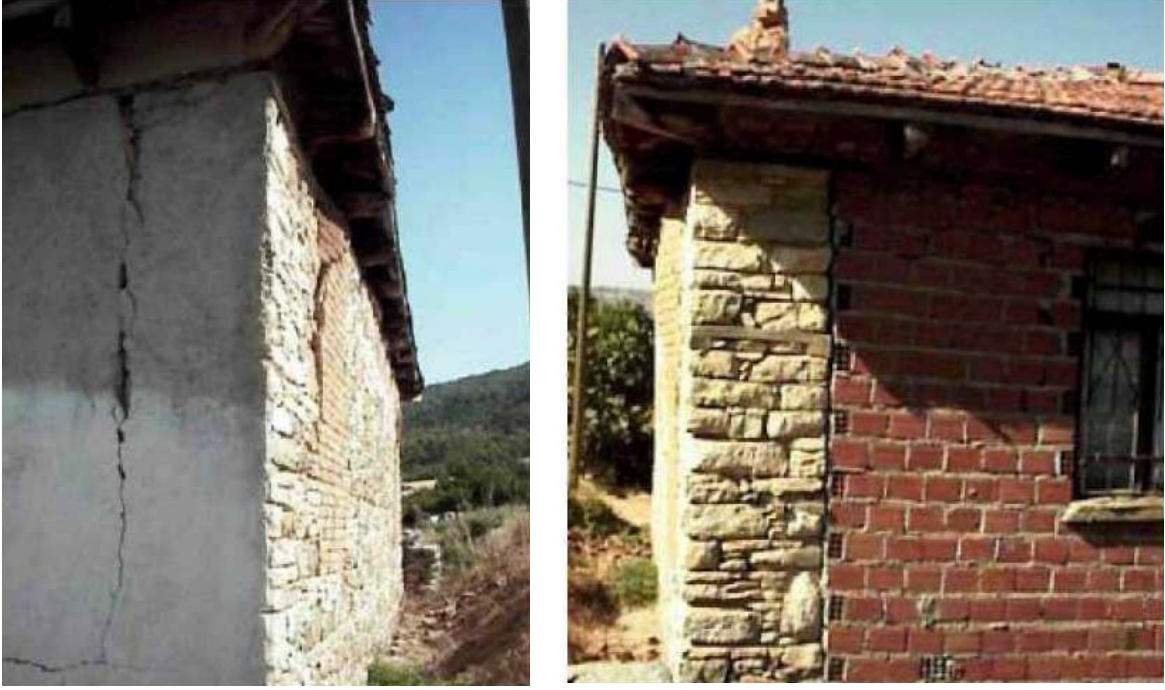
irtibatlandırılmamış taş duvar devam etmektedir. Bu duvarlar sadece çatıdan gelecek olan düşey yükler için teşkil edilmiştir. Diğer kısımlar ile birlikte çalışmayan bu duvar parçaları yatay etkiler ile ayrılmıştır. Daha büyük bir depremde tehlike arz etmektedir.

Bazı yapılarda üst katlar komple tuğla ile teşkil edilmiş ve çatı düşey ahşaplara oturtulmuştur. Şekil 3.28’de görüldüğü gibi ahşap ızgaralar arasına dikey olarak örülen dolu tuğla ile duvar teşkil edilmiştir. Çok ince olan ve ahşap ızgarayla birlikte çalışması sağlanmayan bu duvar yatay etkilerle iç veya dış yüze doğru dağılmıştır. Ayrıca kullanılan ahşap dilmeler köşe noktalarında da sürekli yapılmamıştır.



Şekil 3.28: Yığma yapı yapım hataları ve oluşan hasarlar.

Yatayda sürekli olmayan duvarlar köşe noktalarından ayrılarak hasar görmüştür,(Şekil 3.29-30). İleri aşamada çatının da ağırlığı ile bu yapıların ani olarak göçmesi de mümkündür. Bu yapılarda deprem etkisi hiç hesaba katılmamıştır. Konulan elemanlar sadece düşey yükleri karşılayacak şekilde düşünülmüştür.



Şekil 3.29: Yatay ötelenmeden dolayı köşe noktalarda oluşan ayrışmalar



Şekil 3.30: Hasar gören yapıda köşe noktalarının görünüşü

Şekil 3.31’de görülen iç bölme duvarlar ahşap ızgaralar arasına doldurulan kerpiç veya tuğladan teşkil edilmiştir. Yapının ötelenmesi ile birlikte bazı kısımlar dökülmüştür. (Şekil 3.32-33)



Şekil 3.31: Hasar gören iç bölme duvarlar



Şekil 3.32: Yığma yapıda, çatı arası ve bölme duvarlarda hasar.



Şekil 3.33: Yığma yapıda oluşan hasarlar.

Özellikle eski yapılardaki tüm bacalar devrilmiştir. Genellikle taş duvar ile örülen bacalar komşu evlerin üzerine veya sokaklara dökülmüştür. (Şekil 3.34)



Şekil 3.34: Devrilen bacaların görüntüleri

Bölmekaya köyünde bazı hayvan barınakları da hasar görmüştür. Bu yapılar taş ya da kerpiç duvarlardan teşkil edilmiştir. Özellikle köşe noktalarında kilitlenmeyen duvarlar yıkılmıştır. (Şekil 3.35)



Şekil 3.35: Hasar gören hayvan barınakları

Köy içerisinde bazı yerlerde zeminde çatlakları gözlenmiştir. Bu çatlakların bir kısmı dereye doğru zemin kaymasından da kaynaklanmaktadır. Ayrıca derenin ormana doğru uzantısında heyelan da meydana gelmiştir.

Doğanköy: Doğanköy'de bazı yığma yapılar hasar görmüştür. (Şekil 3.36-41)



Şekil 3.36: Doğanköy'de yığma yapılarda oluşan hasarlar



Şekil 3.37: Köşelerde meydana gelen ayrışmalar.



Şekil 3.38: Uygun kenetlenme olmadığı için yıkılan ve ayrılan duvarlar



Şekil 3.39: Duvarda oluşan hasar.



Şekil 3.40: Alt katı betonarme üst katı yığma olan bir bağ evinde üst kattaki hasar



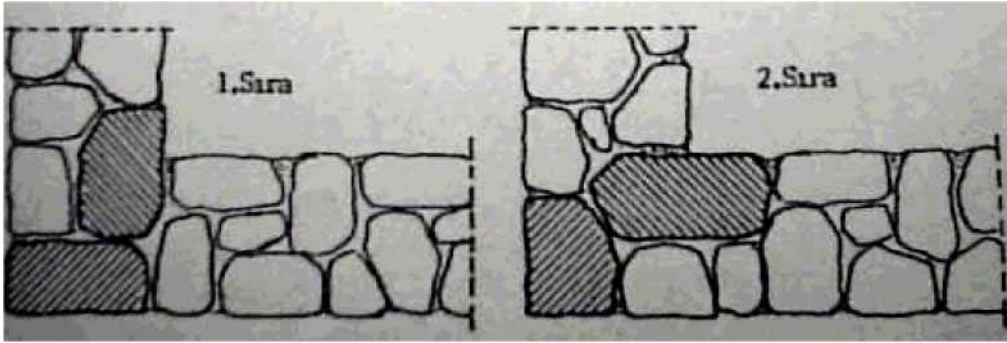
Şekil 3.41: Daha önce hasar gören yapının üst katı artçı depremler ile yıkılmıştır

5.6 büyüklüğündeki Buldan depremi, Afet Yönetmeliğinin birinci derece deprem bölgesi için öngördüğü tasarım depremine kıyasla hafif bir depremdir. Bu deprem çok sık tekrarlanabilecek bir deprem olarak nitelendirilip, yapılar ekonomik ömürleri içerisinde birkaç defa bu büyüklükteki depremi yaşayabilir. Afet Yönetmeliği bu tür depremlerde, yapılarda yapısal ve yapısal olmayan elemanlarda hasar meydana gelmemesini öngörmektedir.

Özellikle kırsal kesimdeki sağlıklı yapılaşma deprem bakımından risk oluşturmaktadır. Yatay yükler göz önüne alınmadan yapılan iki katlı yapılar, hafif

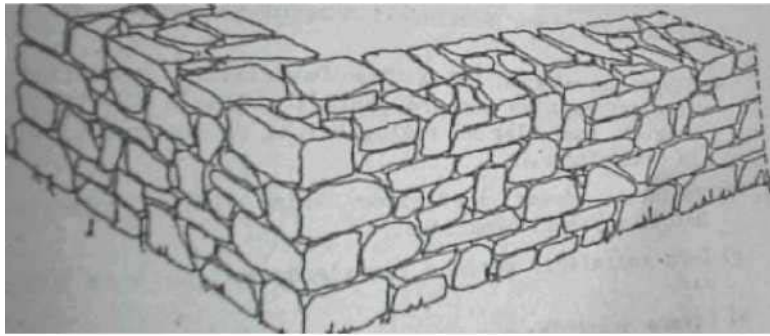
sayılabilecek bir depremde hasar görmüş ve maddi kayba neden olmuştur. Basit önlemler alınarak bu yapıların hasar görmemeleri sağlanabilirdi.

Yığma yapılarda duvarların kesiştiği noktalar çok önemlidir. Bu noktaların sürekli ve duvarların birbirine kenetli olması gerekmektedir. (Şekil 3.42-45)



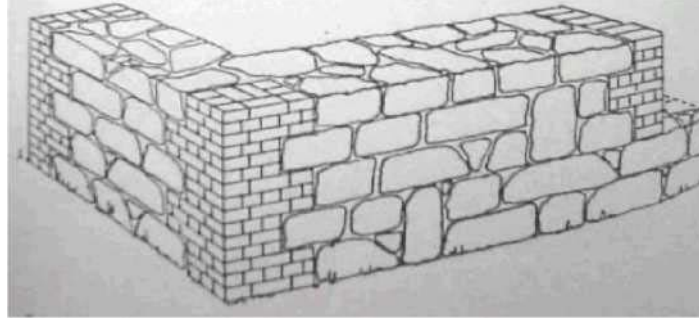
Şekil 3.42: Duvar köşelerinde taşların yerleştirilmesi (Özcan, 1982)

Taşlar iç ve dış köşelerde birbirini bağlayacak şekilde yerleştirilmelidir. Dikey derzlerin duvar içerisinde üst üste gelmemesine dikkat edilmelidir. Taş sıraları ve hatıllar yatay olarak düzenlenmeli, arazi eğimine uydurmak için eğimli olarak yapılmamalıdır.



Şekil 3.43: Kuru olarak yapılan moloz taş duvar (Özcan, 1982)

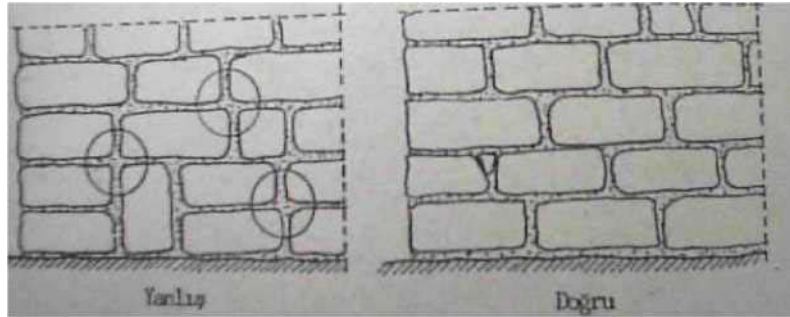
Köşelere yakın pencere ve kapı boşlukları bırakılmamalıdır. Duvarlar hem düşey hem de yatay etkileri emniyetle aktaracak şekilde teşkil edilmelidir.



Şekil 3.44: Köşe noktada ve boşluklarda kenetlenme (Özcan,1982)

Hasar gören yapıların tümünde yetersiz duvarlara rastlanmıştır. Bir çok yapıda taşıyıcı duvar eksenlerinin aynı düşey düzlem içerisinde bulunmadığı gözlenmiştir.

Özellikle tuğla veya özel baca blokları kullanılarak bacaların örülmesi sağlanmalıdır.



Şekil 3.45: Dikey derzlerin tertibi (Özcan,1982)

Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik (1998), deprem bölgelerinde yapılacak olan, hem düşey hem de yatay yükler için tüm taşıyıcı sistemi doğal veya yapay malzemeli duvarlar ile oluşturulan yığma kargir binaların boyutlandırılması ve donatılması ile ilgili kuralları belirlemiştir. Bu kurallardan bazıları şunlardır:

- Yığma kargir binalarda her bir katın yüksekliği döşeme üstünden döşeme üstüne 3m'den fazla olmamalıdır. Ayrıca taşıyıcı duvarlar planda mutlaka üst üste gelecek biçimde yapılmalıdır. (Düşey süreklilik sağlanmalı)
- Birinci derece deprem bölgelerinde izin verilen en fazla kat sayısı (tek bodrum katı hariç)2'dir.
- Bina köşesine yakın pencere veya kapı boşluğu ile bina köşesi arasında

bırakılacak dolu duvar parçasının plandaki uzunluğu, birinci ve ikinci derece deprem bölgelerinde 1.5m'den az olmamalıdır. Buna ek olarak, bina köşeleri dışında, pencere ve kapı boşlukları arasında kalan dolu duvar parçalarının plandaki uzunluğu, birinci ve ikinci derece deprem bölgelerinde 1.0m'den az olmamalıdır.

Depremde hasar gören yapıların ilgili yönetmelik hükümlerine göre inşa edilmediği görülmüştür. Benzer durumların yaşanmaması için, ilgili birimlerin koordinasyonu ile sağlıklı yapılaşma konularında eğitim seminerleri başlatılabilir. Ülkemizin her yerinde bu tür yapılar bulunmaktadır. 1995 Dinar, 2000 Orta Çankırı, 2002 Çay-Sultandağı/Afyon ve en son 1 Mayıs 2003 Bingöl depremlerinde de benzer yapılar hasar görmüştür.

Halk arasında betonarme yapıların daha sağlam olduğu gibi bir kanaat vardır. Oysa tekniğine uygun bir şekilde yapılan yığma yapılarda dayanıklıdır. Geleneksel yapılar zamanla değişime uğramış ve ortaya karma sistemler çıkmıştır. Buldan depreminde hasar gören yapılarda; zemin katta 50-60 cm kalınlığındaki bir duvarın, birinci katta 10 cm kalınlığa kadar azaltılmış olduğu görülmüştür. Yapısal düzensizliklerden dolayı hasarlar oluşmuştur.

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM
BULDAN GÖĞÜS HASTALIKLARI
HASTANESİNİN DEPREM BAKIMINDAN
İNCELENMESİ

4. Buldan Göğüs Hastalıkları Hastanesinin Deprem Bakımından İncelenmesi

Göğüs Hastalıkları Hastanesi; 1950 li yıllarda yapılmış olan ana yığma yapı ve bu yapıya 2000 ve 2004 yıllarında eklenen betonarme karkas yapılardan oluşmaktadır. Hastanenin ana binası, Buldan halkı tarafından imece usulü ile inşa edilmiştir. 2000 ve 2004 yılında hizmete açılan diğer kısımlar, 1998 Afet Yönetmeliği uygulamaya girdikten sonra projelendirilip inşa edildiği için, inceleme kapsamına alınmamıştır. İnceleme konusu olan ana bina kat bilgileri Çizelge 4.1 de verilmiştir. Ayrıca, hastane binalarının genel görünüşleri Şekil 4.1-7 de verilmiştir.

Çizelge 4.1: Ana Bina kat bilgileri

| Kat Numarası | Genişlik (m) | Uzunluk (m) | Kat Alanı (m ²) |
|--------------------------|--------------|-------------|-----------------------------|
| Bodrum Kat | | | |
| Zemin Kat | 16.0 | 41.0 | 656 |
| 1.Normal Kat | 16.0 | 41.0 | 656 |
| 2.Normal Kat | 16.0 | 41.0 | 565 |
| Toplam Bina Alanı | | | 1877 |

4.1.Yapının Mevcut Durumu

Denizli ili Buldan İlçesi Göğüs Hastalıkları Hastanesi, Buldan ilçesinin arkasında yer alan dağın yamacında, orman içinde konuşlanmıştır.



Şekil 4.1: Yamaçta yer alan Hastane binasının görünümü



Şekil 4.2: Hastane Binasından Buldan İlçesinin Görünümü



a) Yapıldığı dönemdeki açılış töreni



b)Mevcut durum

Şekil 4.3: İnceleme kapsamında olan Ana Binanın Ön Cepheden Görünüşü



Şekil 4.4:Göğüs hastalıkları hastanesi ana binası ve eklenen giriş holü



Şekil 4.5: 2000 yılında yapılan ek hasta yatakhaneşi



Şekil 4.6: 2004 yılında yapılan ek hasta yatakhaneşi



Ana binaya sonradan eklenen betonarme asansör bloğu

Şekil 4.7: Ana binaya sonradan eklenen asansör kovası

4.2. Taşıyıcı Sistem İle İlgili Tespitler

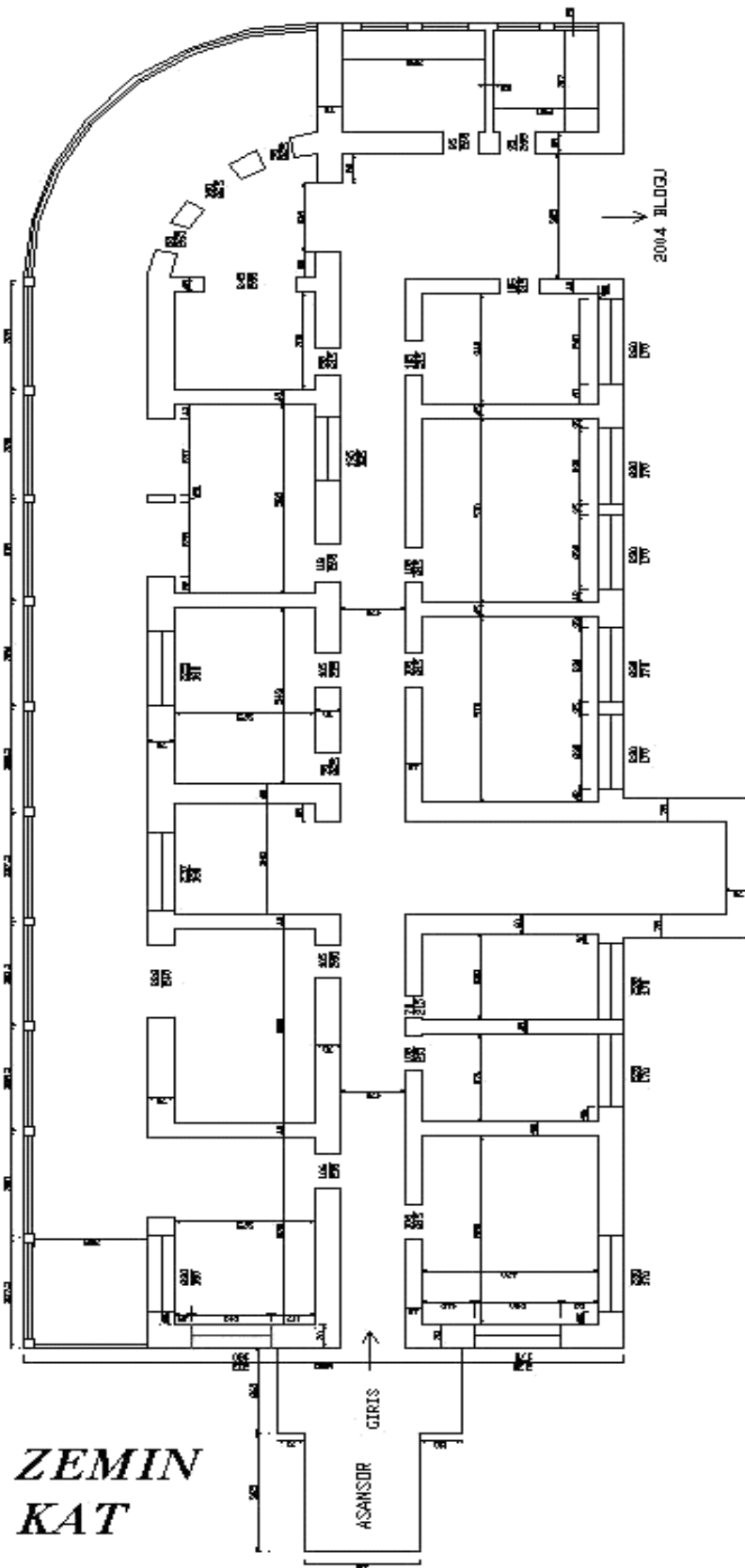
Hastane binası yerinde incelenmiştir. İnceleme konusu olan yapı belde halkı tarafından imece usulü ile yapılan eski bir yapı olduğu için (50 yıldır hastane olarak hizmet vermektedir) yapının ilk haline ait herhangi bir mimari çizim veya detaya ulaşamamıştır. Sadece hastane arşivinden yapının yapımı sırasında çekilmiş olan bazı fotoğraflar temin edilebilmiştir. Bu nedenle de mevcut yapının detaylı bir rölevesi çıkartılmıştır. Bu röleve planlarında; duvarların, pencerelerin ve kapıların yer ve ölçüleri belirlenmiştir. Elde edilen ölçüler esas alınarak mevcut yapının kat kalıp planları hazırlanmıştır. Yapıya ait zemin kat, birinci kat ve ikinci kat kalıp planları sırasıyla Şekil 4.9-11 de verilmiştir.

İnceleme kapsamında olan Buldan Göğüs Hastalıkları hastanesinin ana binası; kısmi bodrum+zemin+2 normal katlı yığma bir yapıdır.

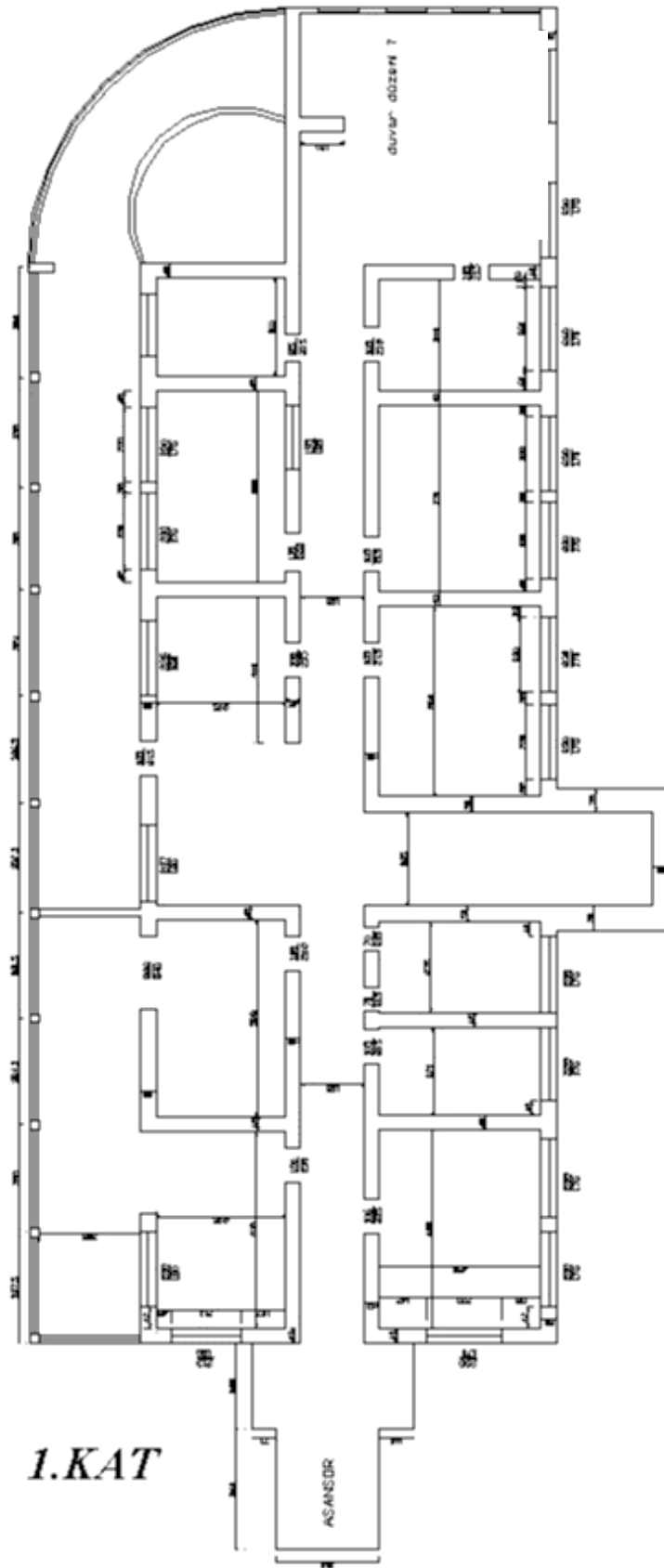
Yığma yapının temel kısmında taş duvar teşkil edilmiştir. Bu taş duvarlar yığma yapının duvar altı temelini oluşturmaktadır. Yapıya ait temel uygulaması Şekil 4.8’de verilmiştir, (Bu resim hastane arşivinden alınmıştır).



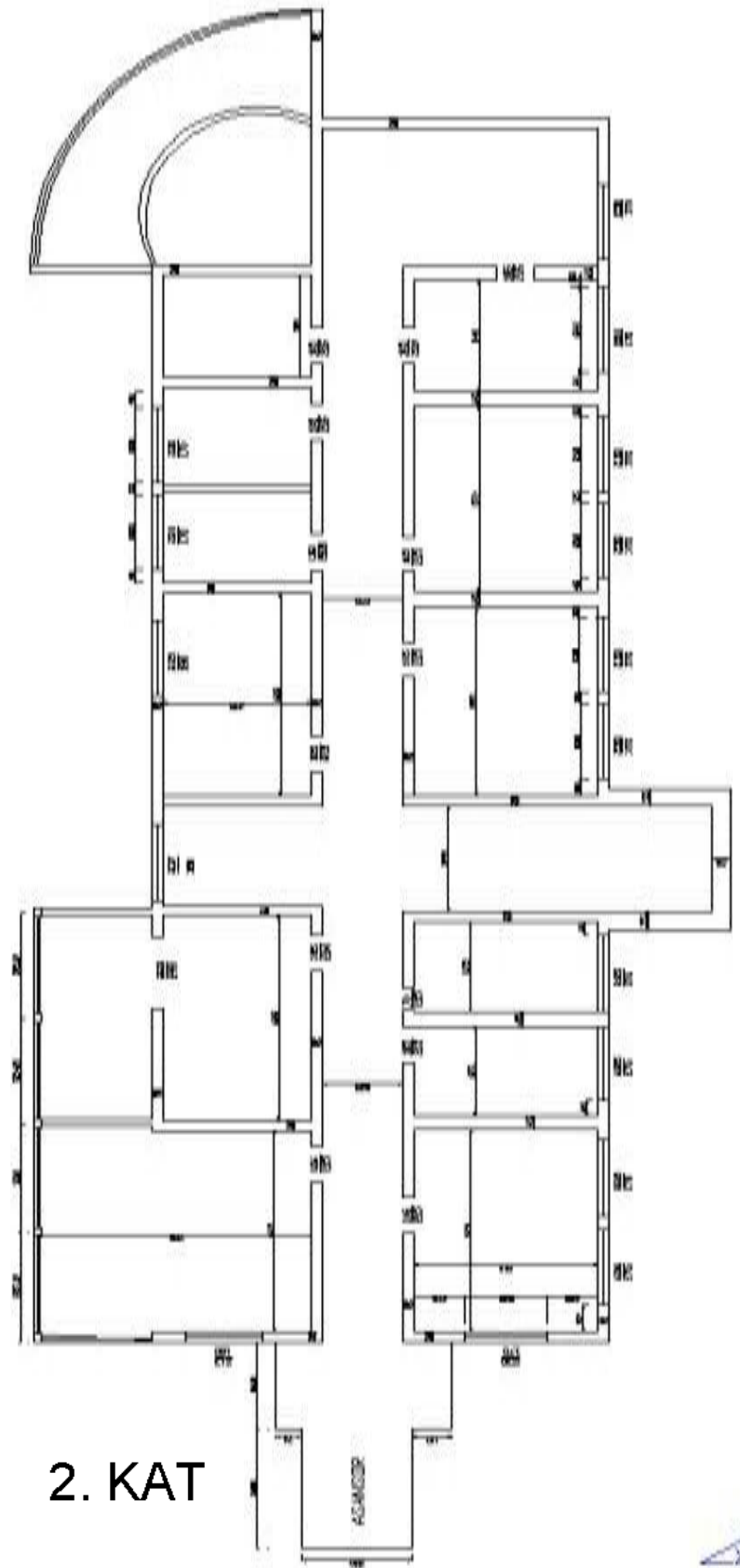
Şekil 4.8: Yapıda uygulanan duvar altı doğal taş temel (Hastane arşivinden alınmıştır)



Şekil 4.9: Zemin kat kalıp planı



Şekil 4.10: Birinci kat kalıp planı

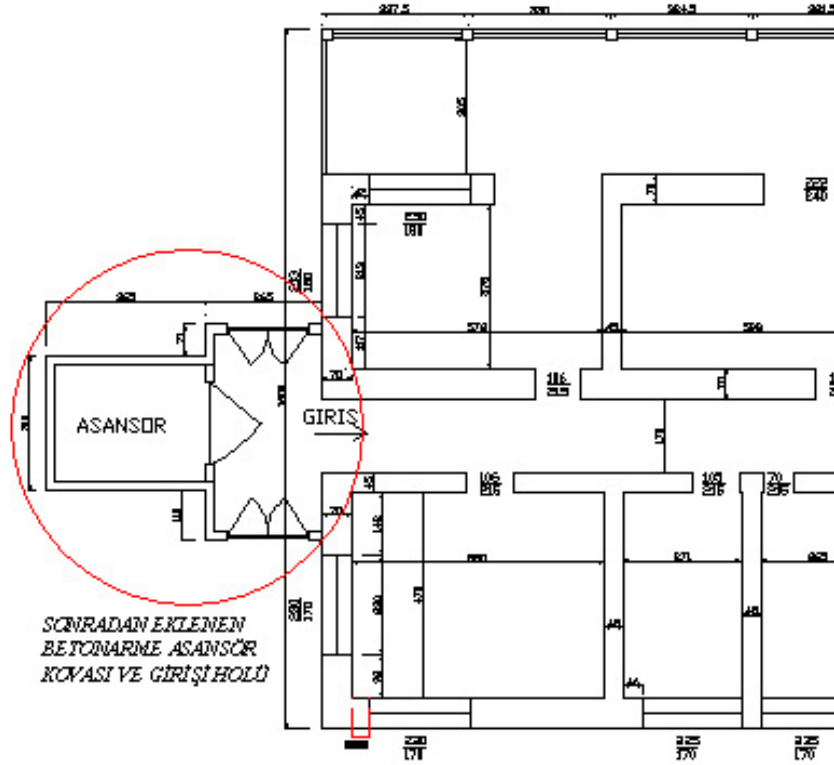


Şekil 4.11: İkinci kat kalıp planı

Katlar arasındaki sirkülasyonu kolaylaştırmak için, Şekil 4.12-13 görüldüğü gibi, sonradan betonarme bir asansör bloğu teşkil edilmiştir. Sonradan ilave edilen betonarme yapıyla eski yığma yapının birleşim bölgesindeki derz yetersizdir (Şekil 4.14). Buradaki birleşim derzi tekniğine uygun yapılmadığı için yapılar arasında deprem sırasında çarpışmanın oluşmasına neden olacaktır.



Şekil 4.12: Sonradan eklenen asansör ve giriş holünün yığma yapıya birleşimi

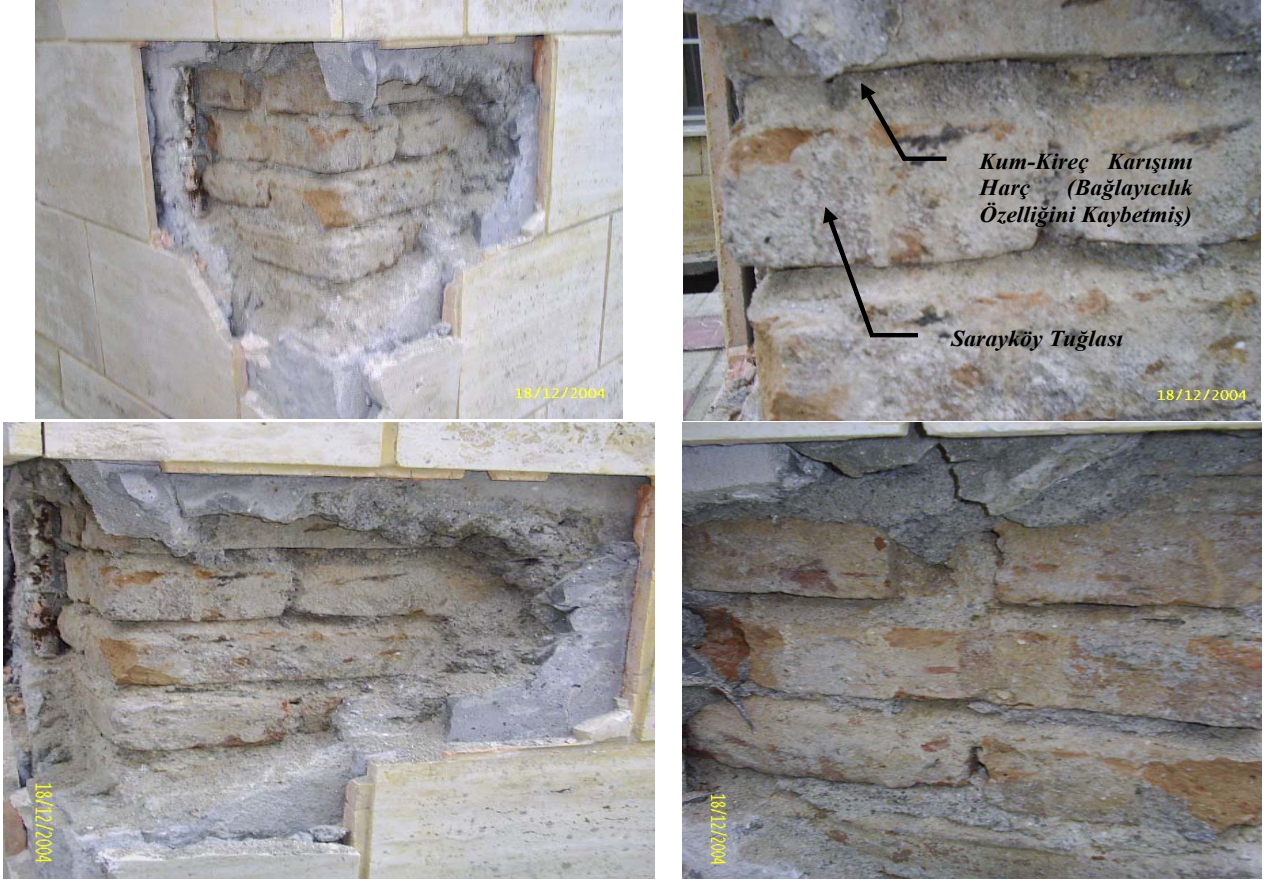


Şekil 4.13: Yığma yapıya sonradan eklenen betonarme asansör kovası ve giriş holü

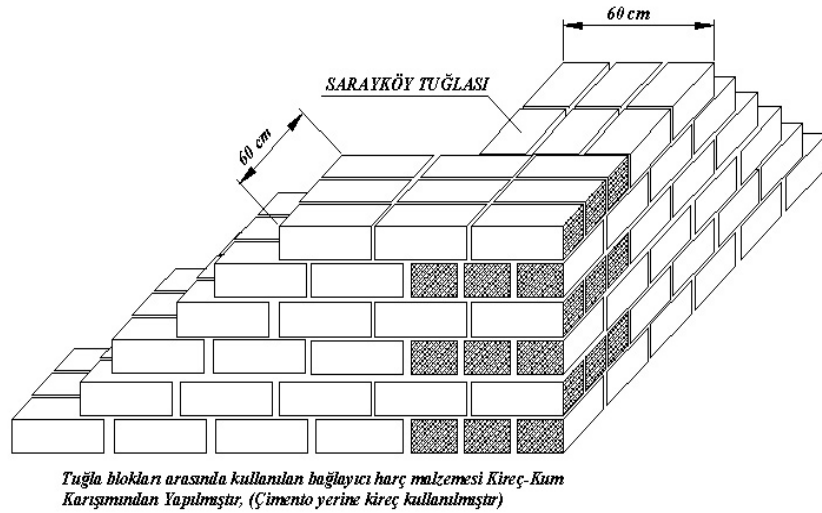


Şekil 4.14: Yığma yapı ile betonarme asansör holünün birleşim yeri

Yığma yapıda kullanılan duvar malzemesinin cinsini ve köşe bölgede duvarların örülme şeklini belirlemek için kaplama malzemesi kaldırılarak inceleme yapılmıştır (Şekil 4.15). Duvar örülmesinde, kireçli harç ve dolu tuğla (Sarayköy tuğlası) kullanılmıştır. Köşe birleşim yerinde, birbirine dik doğrultuda gelen duvarların Şekil 4.16 da şematik olarak gösterildiği gibi, geçmeli olarak örüldüğü de tespit edilmiştir.

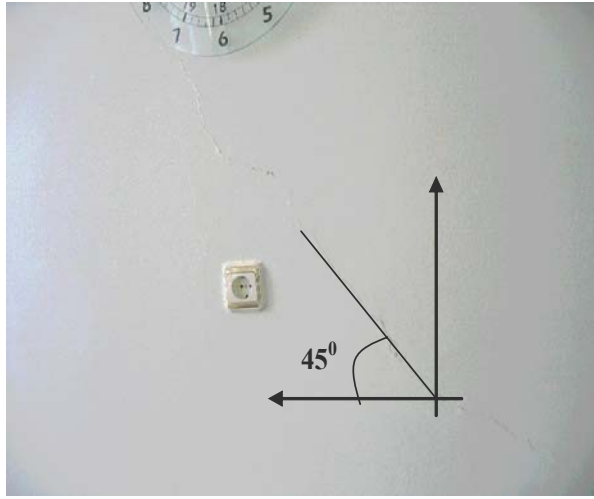


Şekil 4.15: Mevcut yığma yapıda birbirine dik köşe birleşim yerinde duvar örgü şekli



Şekil 4.16: Yığma yapıda birbirine dik olarak birleşen duvarların örgü şeması

Yapı içersinde yapılan incelemede, zemin kattaki bir duvarda 45^0 eğik kesme çatlakı görülmüştür, (Şekil 4.17). Terasın oda haline getirilmesi için sonradan yapılan 20 cm kalınlığındaki duvarda oluşan bu çatlak, 2003 Buldan depreminde meydana gelmiştir.



Şekil 4.17: Taşıyıcı duvarda oluşan kesme çatlağı

Yapıda, duvar üstü hatıllara oturan betonarme döşeme sistemi uygulanmıştır. Hastanenin inşaat, yapım, bakım ve onarım işleri ile ilgilenen teknik elemanın (çalışan) beyanına göre, betonarme döşeme üzerinde kaplama malzemesi olarak ilk önce mozaik kaplama yapıldığı, sonraki yıllarda mozaik kaplamanın üzerine marley kaplandığı ve en son olarak da yakın geçmişte Şekil 4.18'de görüldüğü gibi mermer kaplama yapıldığı anlaşılmıştır. Bu şekilde, üst üste yapılan döşeme kaplamaları nedeniyle yapıda döşeme kalınlığı 30 cm'ye yaklaşmıştır. Bunun doğal bir sonucu olarak da taşıyıcı duvarlara döşemelerden olması gerekenden çok daha fazla yük aktarımı olmaktadır.

Yapının kat yükseklikleri; Zemin katta, birinci ve ikinci normal katlarda sırasıyla 4.05 m, 3.70 m, 2.65 m olarak ölçülmüştür. Yürürlükte olan Afet yönetmeliği(1998) Bölüm 10.2.4. de **“Yığma-kargir binalarda her bir katın yüksekliği, döşeme üstünden döşeme üstüne 3.0 m den fazla olmayacaktır”** denilmektedir. İncelenen bu yapıda zemin kat ve birinci katta bu şart aşılmıştır.

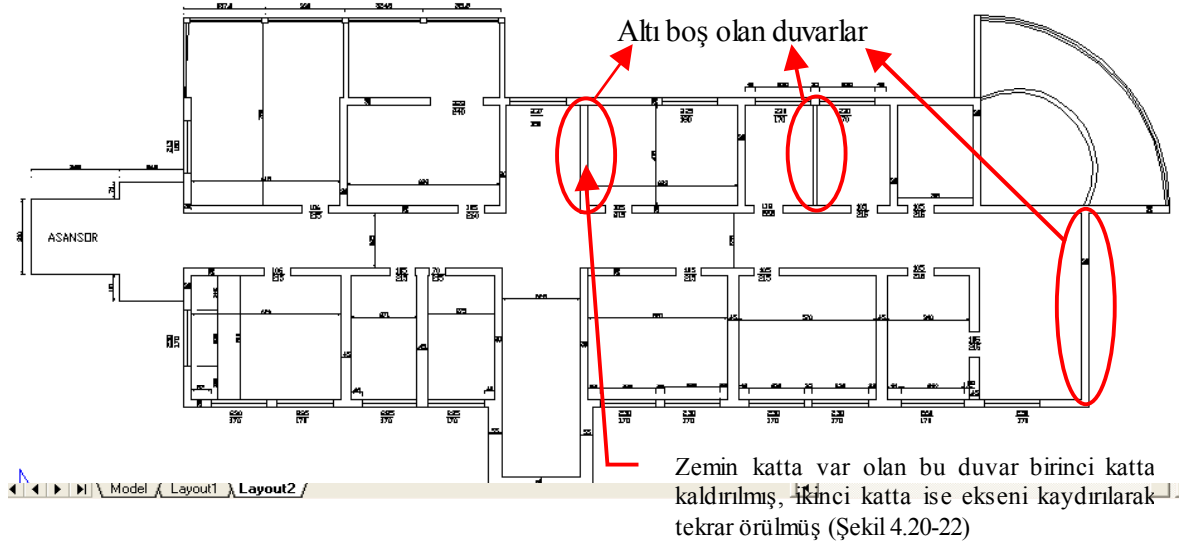
Yapıda duvar kalınlıkları 75 cm ile 30 cm arasında değişmektedir. Kalınlıklar; katlar arasında, hatta aynı katta bile değişkenlik göstermektedir. Zemin katta duvarlar 75 cm ve 45 cm olarak iki farklı kalınlıkta uygulanmıştır. Zemin katta dış duvarlar genelde 75 cm dir. Birinci normal katta ise duvar kalınlıkları 50 cm ile 45 cm arasında değişmektedir. İkinci normal katta duvar kalınlıkları 30 cm olarak uygulanmıştır.



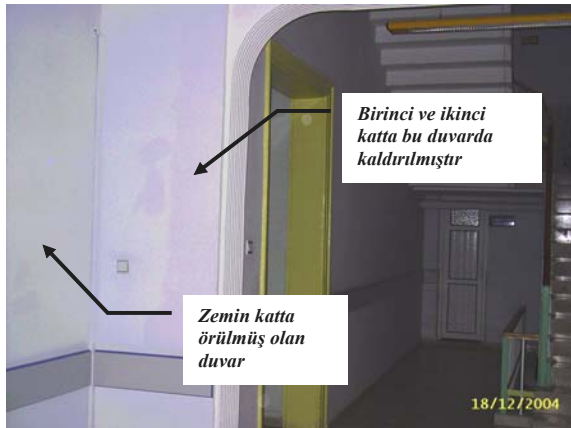
Şekil 4.18: Mermer kaplı döşeme plağı

Yığma yapılarda, yapıya etkiyen düşey ve yatay yüklerin tamamı duvarlar tarafından taşınarak temele aktarılmaktadır. Bu nedenle mevcut A.B.Y.Y.H.Yönetmelik Bölüm.10.2.5. de **“Yığma-kargir binaların taşıyıcı duvarları, planda olabildiğince düzenli ve ana aksenlere göre simetrik veya simetriğe yakın biçimde düzenlenecektir”** denilmektedir. Yani; yığma bir yapıda farklı mekanlar oluşturmak için duvarların yerleri ve kalınlıkları değiştirilemez. Katlar arasında farklı duvar uygulaması yapılamaz. Oysaki yapı yerinde yapılan incelemelerde Şekil 4.9-11 ve Şekil 4.19’da verilen kat kalıp planlarından da görülebileceği gibi, yapının bazı yerlerinde zemin kat, birinci kat

ve ikinci katlar arasında çok farklı duvar eksenleri uygulanmıştır. Katın birisinde var olan duvar diğer katta yok veya yeri kaydırılmış. Örneğin merdiven holünde; Zemin katta duvar örülen bir mekanda birinci katta yapılmadığı, ikinci katta ise yeniden aynı yerde örülmüş olduğu görülmüştür, (Şekil 4.20-21). Bu şekilde katlar arasında düşey süreksizlikler oluşturulmuş ve üst kat duvarından gelen yüklerin tamamı kat döşemesine yüklenmiştir.



Şekil 4.19: İkinci katta var olup da birinci katta kaldırılan (yani altları boş –mesnetsiz kalan) duvarlar



Şekil 4.20: Merdiven holünde, zemin katta var olan bir duvar

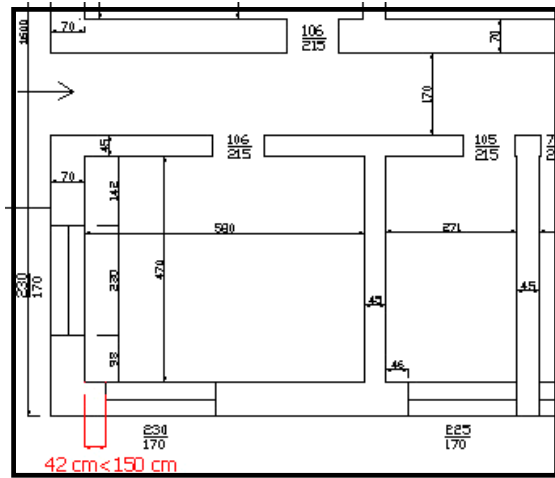


Şekil 4.21: Zemin katta var olan duvar birinci katta kaldırılmış

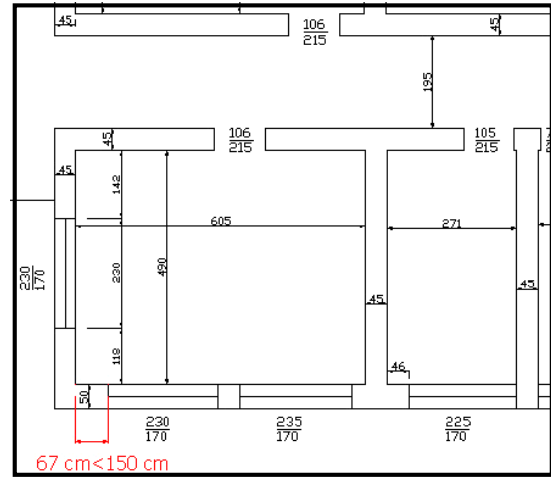


Şekil 4.22: Aynı yerde, ikinci katta uygulanan duvar

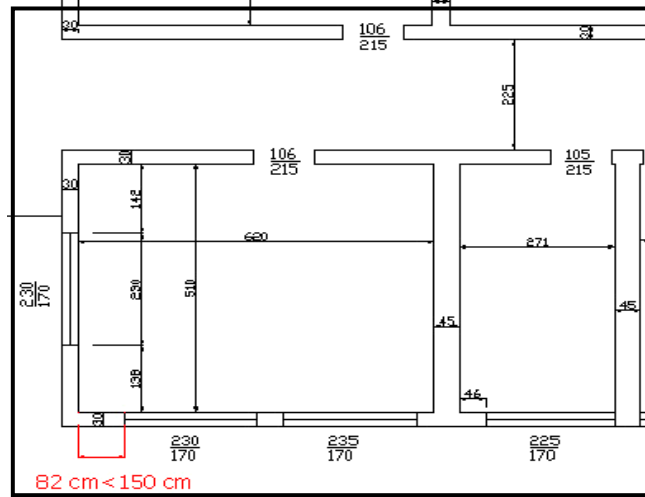
Yığma yapılarda bina köşesine en yakın pencere veya kapı boşluğu ile bina köşesi arasında bırakılacak dolu duvar parçasının plandaki uzunluğunun, birinci ve ikinci derece deprem bölgelerinde 1.5 m den, üçüncü ve dördüncü derece deprem bölgelerinde ise 1.0 m' den daha az olmaması gerektiği yürürlükte olan Afet yönetmeliğinin Bölüm. 10.3.5.1. de ifade edilmiştir. Şekil 4.23-24'de görülebileceği gibi mevcut yapıda bu değer; en fazla olduğu yerde bile 82 cm yi geçmemektedir. Yapı birinci derece deprem bölgesinde bulunduğu için bu değer 1.50 m den daha az olmaması gerekir. Ayrıca Şekil 4.23-24'de dikkat edilmesi gereken önemli bir ayrıntı da katlar arasında pencere yerlerinin ve duvar akslarının değişken olmasıdır. Oysaki yığma yapılarda duvarların eksenlerinin katlar arasında aynı olması gerekir. Ayrıca, katlar arasında pencerelerin yerlerinin de değişken olmaması gereklidir.



a) Zemin kat köşe duvar birleşimi



b) Birinci katta aynı köşe duvar birleşimi



c) İkinci katta aynı köşe duvar birleşimi

Şekil 4.23: Yığma yapıda aynı köşede duvar birleşim şekilleri ve pencere yaklaşım mesafeleri



Şekil 4.24: Bina köşesinde pencerelerin yerleşimi

Binanın ilk yapıldığı yıllarda seyir terası olarak bırakılan mekanların daha sonradan ihtiyaca göre duvarla kapatılarak oda haline getirildiği yerinde tespit edilmiştir. Bu durum binanın kaba inşaatının yapıldığı sırada çekilen (Şekil 4.25) fotoğrafla yapının şimdiki halini gösteren (Şekil 4.26-27) fotoğraflardan açık olarak görülmektedir. Şekil 4.25'den de görülebileceği gibi üst katlar teras olarak düşünüldüğü için 4.05 m yüksekliğindeki zemin katta ve 3.70 m yüksekliğindeki birinci katta taşıyıcı sistem 25/25 cm boyutlarındaki narin kolonlar ve bu kolonlara oturan kirişlerden oluşturulmuştur. Yapının mevcut durumunda ise bu mekanlar, zemin katta camla

kaplanmış, birinci ve ikinci katta ise duvar örülerek oda haline getirilmiştir. Bu nedenle de zemin kattaki kolonlar çok narin kalmıştır.



Teras olarak yapılan yapı bölümleri
Narin kolon ve kirişler



Şekil 4.26: Mevcut durum
(Seyirlik teraslar oda haline getirilmiş)

Şekil 4.25: Hastane binasının inşaat aşaması (Seyirlik terasları)



İlk yapıldığı yıllarda teras olarak inşa edilen fakat sonradan duvarlarla örülerek oda ya dönüştürülen bölüm

18/12/2009



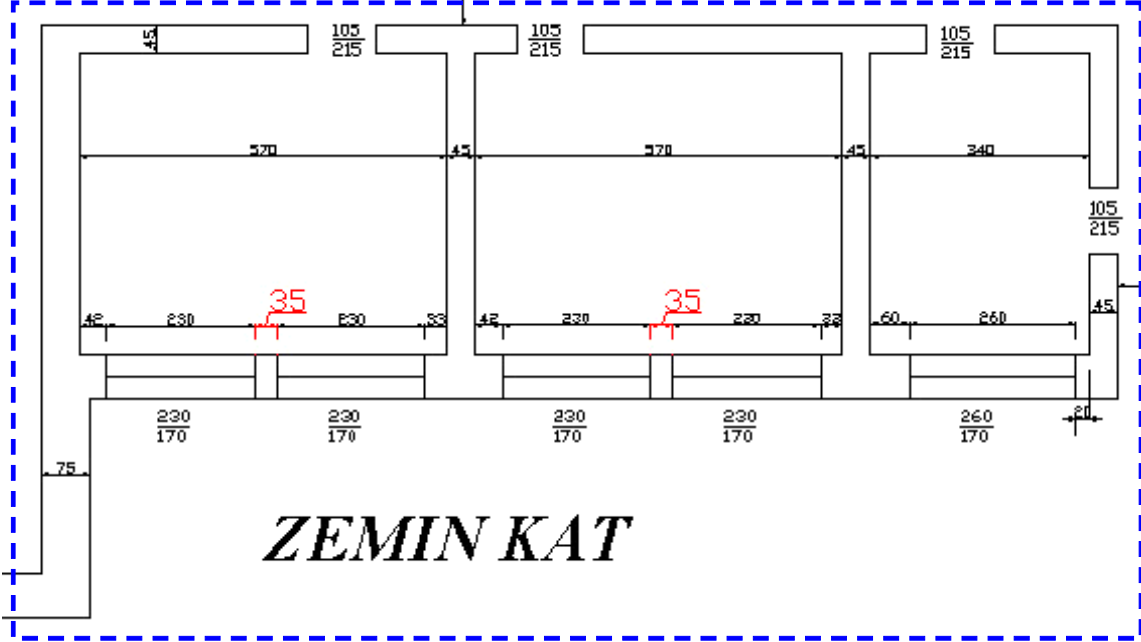
Duvar örülerek odaya dönüştürülen yerler

Teras olarak yapılan kısım camerkanla kaplanmış

Şekil 4.27: Sonradan duvarla kapatılan teraslar

Bina köşeleri dışında, pencere ve kapı boşlukları arasında kalan dolu duvar parçalarının plandaki uzunluğu tespit edilmiştir. Yürürlükte olan Afet yönetmeliği Bölüm 10.3.5.2. de, iki boşluk arasında kalan yığma duvarın plandaki uzunluğunun, birinci ve ikinci derece deprem bölgelerinde 1.0 m' den, üçüncü ve dördüncü derece deprem bölgelerinde ise 0.8 m' den az olamayacağı ifade edilmektedir. Yerinde yapılan ölçümlerde bu değer 35 cm ye kadar düştüğü tespit edilmiştir. Yapı birinci derece deprem bölgesinde olduğu için bu değer en az 1.0 m olması gereklidir. Pencere ve

kapı boşluklarının birbirine ne kadar yakın açıldığı Şekil 4.28-29'da açıkça görülmektedir. Bu uygulama, özellikle dış cephede, tüm katlarda yapılmıştır.



Şekil 4.28: Komşu pencere boşlukları arasındaki duvarın plandaki uzunluğu



Şekil 4.29: Birbirine çok yakın açılan pencere boşlukları

Yapının yığma yapı olması nedeniyle incelemeye esas olarak günümüzde geçerli 1998 Afet Yönetmeliğinin yığma-kargir binalar için depreme dayanıklı tasarım kuralları (Bölüm 10) esas alınmıştır. Bu kurallar Çizelge 4.2'de listelenmiştir. Yerinde yapılan inceleme ve ölçümler neticesinde binanın 1998 Afet Yönetmeliği'ne uygunluğu aynı tabloda değerlendirilmiştir.

Çizelge 4.2: Yığma kargir binalar için depreme dayanıklı tasarım kuralları

| <i>Yön. Madde</i> | <i>Hüküm</i> | <i>Sınır</i> | <i>Yapı Mevcut Durumu</i> | <i>Uygunluk</i> |
|-----------------------|--|----------------------|--|-----------------|
| 10.2.2 | Yığma kargir binalar için kat sayısı 1.Derece Deprem Bölgelerinde en fazla 2 olabilir | 2 | Yapı Zemin ve 2 normal kattan oluşmaktadır. | Değil |
| 10.2.4 | Yığma kargir binalarda her bir katın yüksekliği, döşeme üstünden döşeme üstüne 3 m'den fazla olmayacaktır. | 3 m | Zemin kat yüksekliği 4 metredir. | Değil |
| 10.2.5 | Yığma kargir binaların taşıyıcı duvarları, planda olabildiğince düzenli ve ana eksenlere göre simetrik veya simetriğe yakın biçimde düzenlenecektir. Kısmi bodrum yapılmasından olabildiğince kaçınılmalıdır | olabildiğince | Kısa doğrultuda uzanan duvarlar yaklaşık olarak simetrik denilebilir. Uzun doğrultuda ise 2 teras katı taşıyan 25x25 cm ebadındaki kolonlar simetriyi bozmaktadır. Ayrıca yapıda kısmi bodrum mevcuttur. | Değil |
| 10.2.6 | Tüm taşıyıcı duvarlar planda mutlaka üst üste gelecek biçimde yapılacaktır. | | Bazı taşıyıcı duvarların altları boş kalmıştır. | Değil |
| 10.3.1.1 | Taşıyıcı duvar yapımında yığma kargir malzemeleri olarak Türk Standardlarına uygun doğal taş, dolu tuğla, TS-2510 ve TS-705'te tanımlanan maksimum boşluk oranlarını sağlayan düşey boşluklu tuğlalar, dolu beton briket veya benzeri bloklar kullanılacaktır. | | Duvar malzemesi olarak Sarayköy tuğlası kullanılmıştır. | Uygun |
| 10.3.1.3 | Doğal taş taşıyıcı duvarlar, yığma binaların sadece bodrum ve zemin katlarında kullanılacaktır. | | Binada duvarla taş ile imal edilmemiştir. | Uygun |
| 10.3.2 | 1. Derece deprem bölgelerinde doğal taş taşıyıcı duvarlar bodrum ve zemin katta en az 50 cm olacaktır. | 50 cm | | Uygun |
| 10.3.4.1 | Herhangi bir taşıyıcı duvarın, planda kendisine dik olarak saplanan taşıyıcı duvar eksenleri arasında kalan mesnetlenmemiş uzunluğu, birinci derece deprem | 5.5 m | Yer yer 5.8 metreye kadar çıkmaktadır. | Değil |

| | | | | |
|----------|---|--------------------------|---|-------|
| | bölgesinde 5.5 m'yi, diğer deprem bölgelerinde ise 7.0 m'yi geçmeyecektir. | | | |
| 10.3.4 | Yığma yapılarda aşağıdaki şart bir yönde dahi sağlanmaz ise ek önlem alınmalıdır. $L_d/A > 0.25 \cdot I$ I: Bina Önem Katsayısı (Hastane için 1.5) | $0.25 \cdot 1.5 = 0.375$ | 0.19 | Değil |
| 10.3.5.1 | Bina köşesine en yakın pencere veya kapı boşluğu ile bina köşesi arasında bırakılacak dolu duvar parçasının plandaki uzunluğu, birinci ve ikinci derece deprem bölgelerinde 1.5 m'den, üçüncü ve dördüncü derece deprem bölgelerinde ise 1.0 m'den az olmayacaktır. | 1.5 m | Bu dolu duvar parçası en uzun olduğu yerde bile 82 cm'yi geçmemektedir. | Değil |
| 10.3.5.2 | Bina köşeleri dışında, pencere ve kapı boşlukları arasında kalan dolu duvar parçalarının plandaki uzunluğu, birinci ve ikinci derece deprem bölgelerinde 1.0 m'den, üçüncü ve dördüncü derece deprem bölgelerinde ise 0.8 m'den az olmayacaktır. | 1.0 m | İki boşluk arası mesafe 35 cm'ye kadar düşmektedir. | Değil |
| 10.3.5.4 | Bina köşeleri dışında, birbirini dik olarak kesen duvarların arakesitine en yakın pencere veya kapı boşluğu ile duvarların arakesiti arasında bırakılacak dolu duvar parçasının plandaki uzunluğu, tüm deprem bölgelerinde 0.50 m'den az olmayacaktır. | 0.5 m | 5 cm olduğu yerler bile mevcuttur. | Değil |
| 10.3.5.5 | Kapı ve pencere boşluklarının herbirinin plandaki uzunluğu 3.0 m'den fazla olmayacaktır. | 3.0 m | En büyük boşluk 3.85 metredir. | Değil |
| 10.3.5.6 | Herhangi bir duvarın 10.3.4'te tanımlanan mesnetlenmemiş uzunluğu boyunca kapı ve pencere boşluklarının plandaki uzunluklarının toplamı, mesnetlenmemiş duvar uzunluğunun %40'ından fazla olmayacaktır. | 40% | Banyoların bulunduğu tarafta pencereler oldukça fazla | Değil |

BEŞİNCİ BÖLÜM

BULDAN GÖĞÜS HASTALIKLARI HASTANESİNİN GÜÇLENDİRİLMESİ

5. Buldan Göğüs Hastalıkları Hastanesinin Güçlendirilmesi

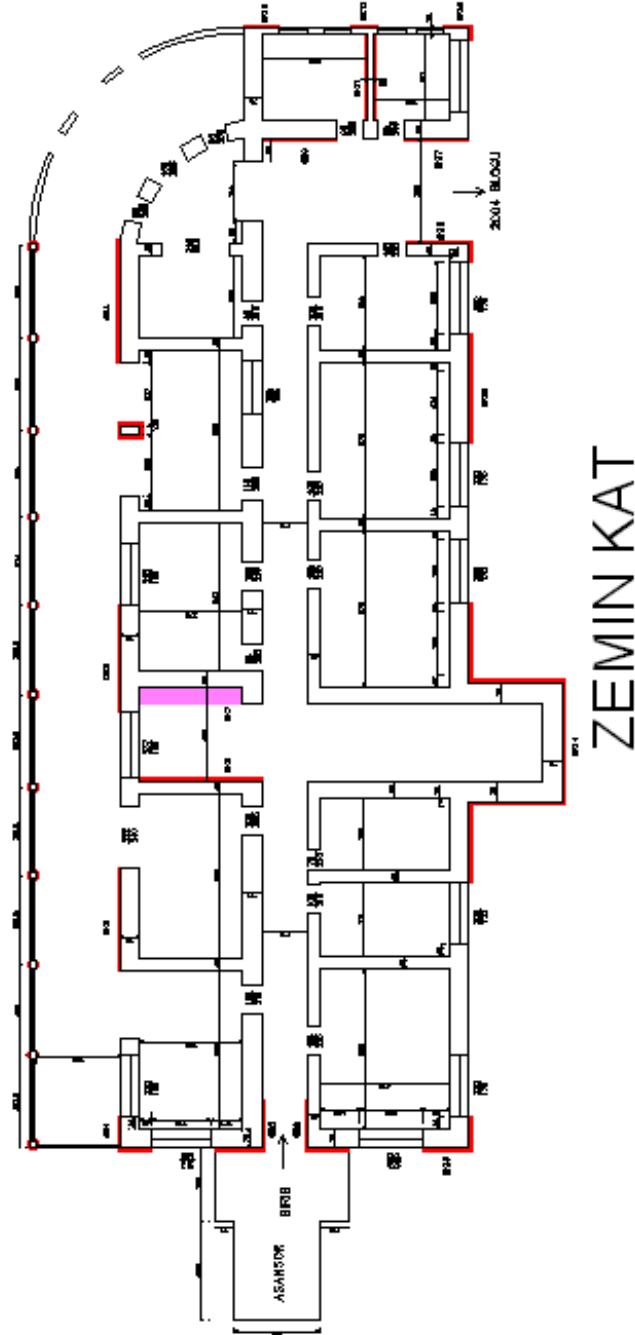
5.1. Güçlendirme Sistemi

Göğüs hastalıkları binası, konumu, tarihi ve yapım tarzı itibarıyla korunması gereken bir binadır. Deprem afetinden hemen sonra kullanılacak olan sağlık yapılarının hasar görmemesi gerekir. İncelenen bina muhtemel bir depremde düzensizlikleri sebebiyle hasar görebilir. 2003 yılında meydana gelen 5.6 büyüklüğündeki Buldan depreminde yapının sadece 1 duvarı imalat hatası nedeniyle çatlamıştır. Ancak, bu deprem tasarım depreminden oldukça küçüktür. Binanın güçlendirilmesi mümkündür ve gereklidir. Bu güçlendirme öncesinde yapıdaki bazı düzensizliklerin giderilmesi veya bunlardan kaynaklanan kusurları giderecek önlemlerin alınması gerekmektedir.

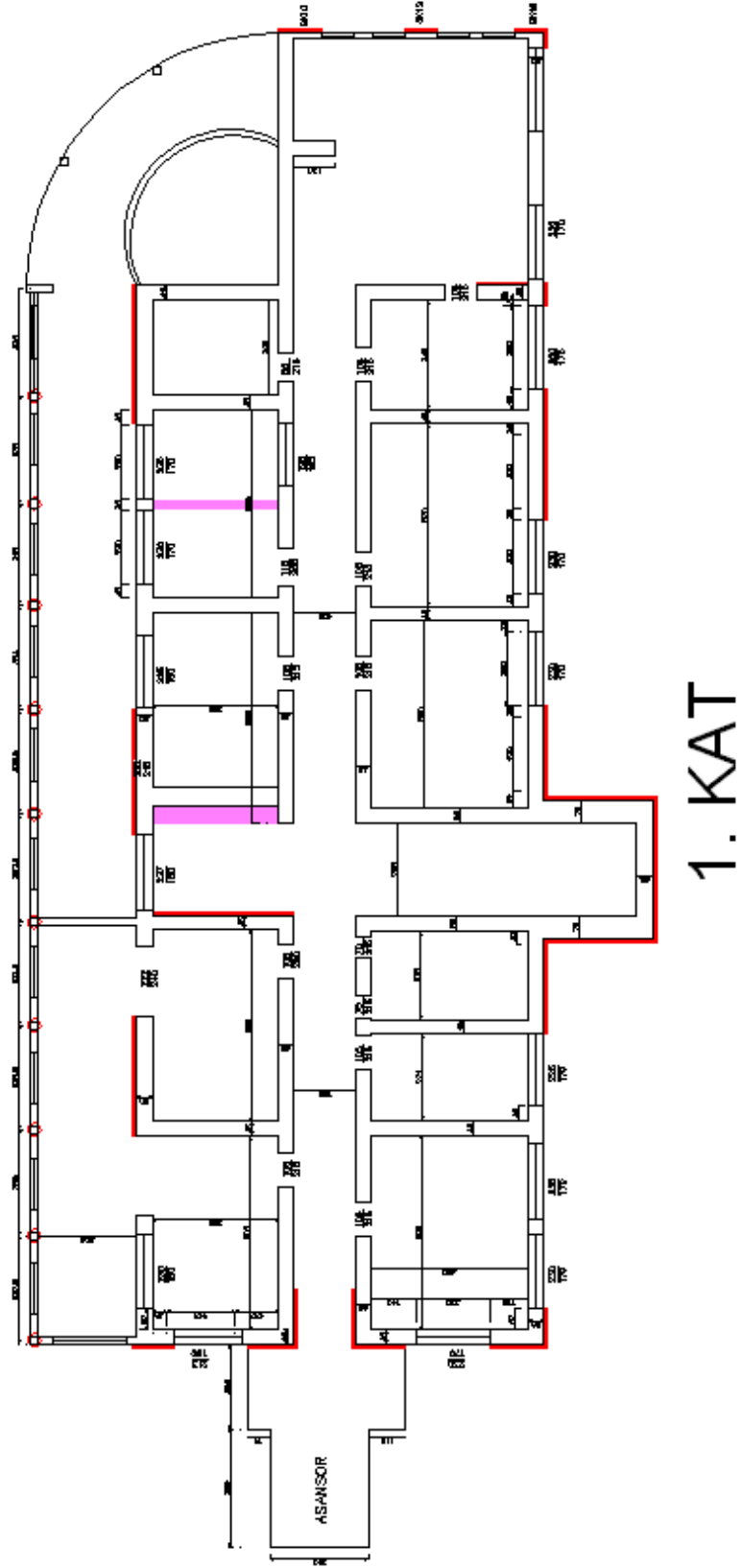
Yığma yapılarda genellikle gözlenen deprem hasarları deprem kesme kuvvetlerini zemine aktaracak yeterli duvar alanının olmayışı (duvarlarda büyük ve düzensiz boşlukların bulunması) ve duvarların yeterli düzlem dışı rijitliğe sahip olmamasından kaynaklanmaktadır.

Buldan Göğüs Hastalıkları Hastanesi binasının mevcut durumu daha önceki bölümlerde belirtildiği gibi kesme kuvvetlerini karşılayacak yeterli duvar alanına (rijitlik ve dayanıma) sahip değildir. Yapının rijitliğinin artırılması ve duvar kesme dayanımlarının yeterli düzeye çıkarılması için bazı duvarların püskürtme beton uygulaması ile güçlendirilmesi öngörülmüştür. Güçlendirme kabuğunun uygulanacağı duvarlar katlara göre Şekil 5.1-3'te kat planlarında gösterilmiştir. Güçlendirme kabuğunun uygulanacağı yerler seçilirken, binanın ağırlık merkezi ile rijitlik merkezinin mümkün olduğunca birbirine yaklaştıracak şekilde olmasına sağlanarak binanın burulmaya maruz kalması engellenmiştir. Ayrıca; güçlendirme kabuğunun uygulama kolaylığı ve burulma rijitliğini artırması düşüncesiyle özellikle dış cephede olmasına

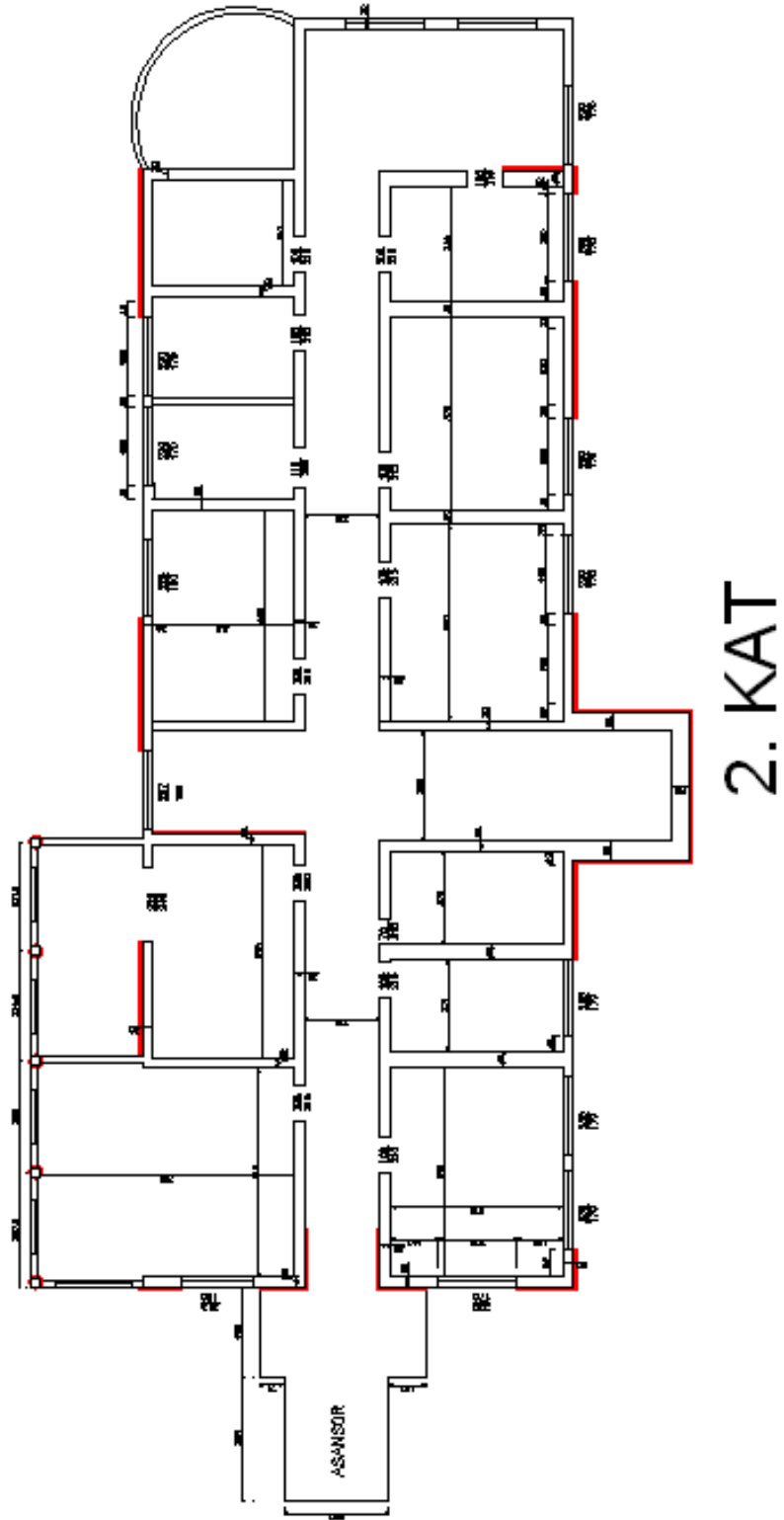
özen gösterilmiştir. Köşe noktalarına ve birbirine yakın olan pencereler kapatılmıştır. Düşeyde devam etmeyen duvarların altına yeni duvar yapılarak bu düzensizlikte ortadan kaldırılmıştır. Binanın ön cephesinde bulunan düşey yükleri bile taşımakta zorlanan narin kolonlar da mantolanmıştır. Güçlendirme sisteminin 3 boyutlu görüntüleri Şekil 5.4-7 de verilmiştir.



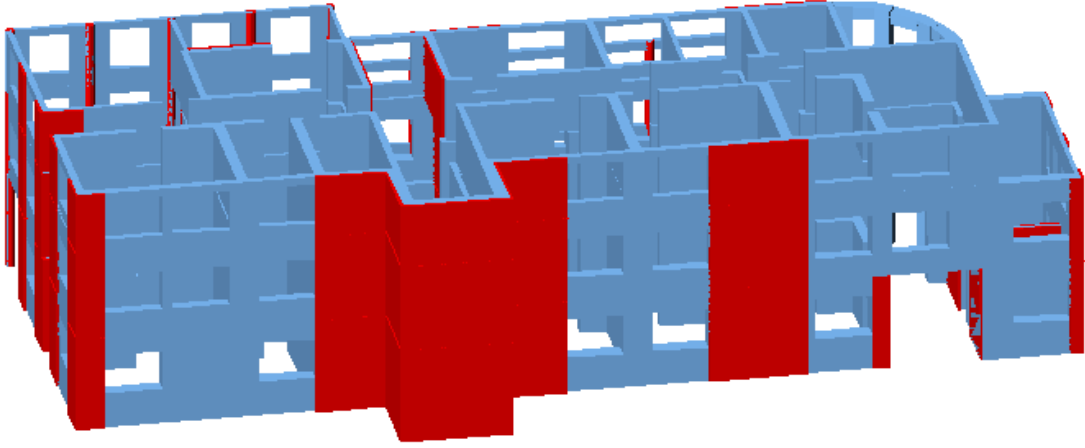
Şekil 5.1 : Zemin kat Güçlendirme planı



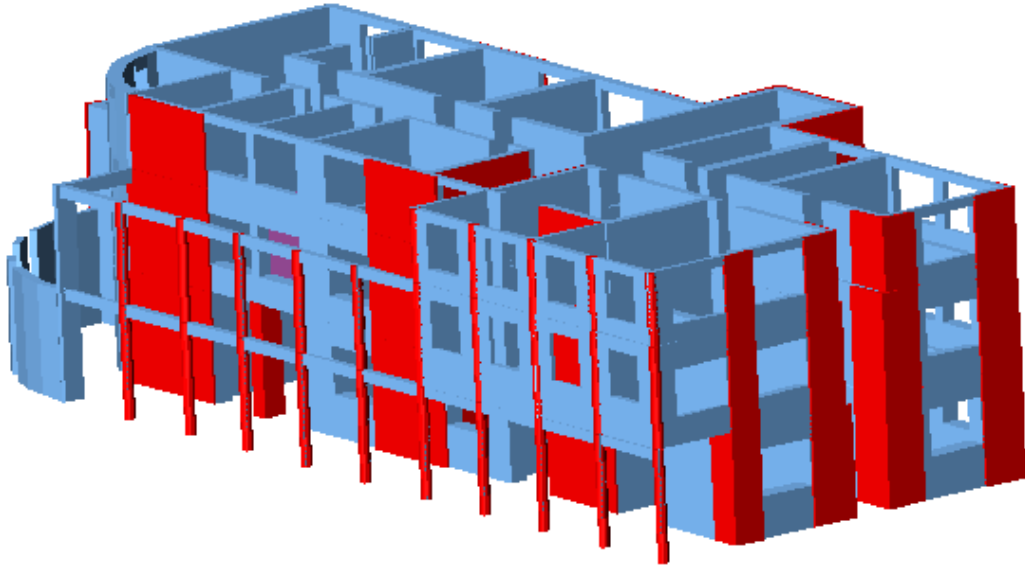
Şekil 5.2 : 1.kat Güçlendirme planı



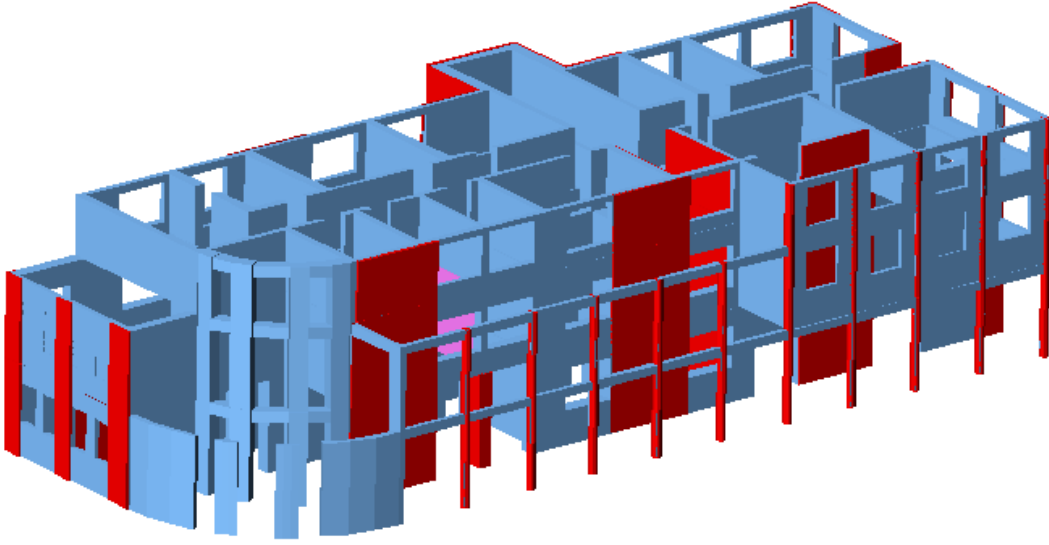
Şekil 5.3 : 2.Kat Güçlendirme Planı



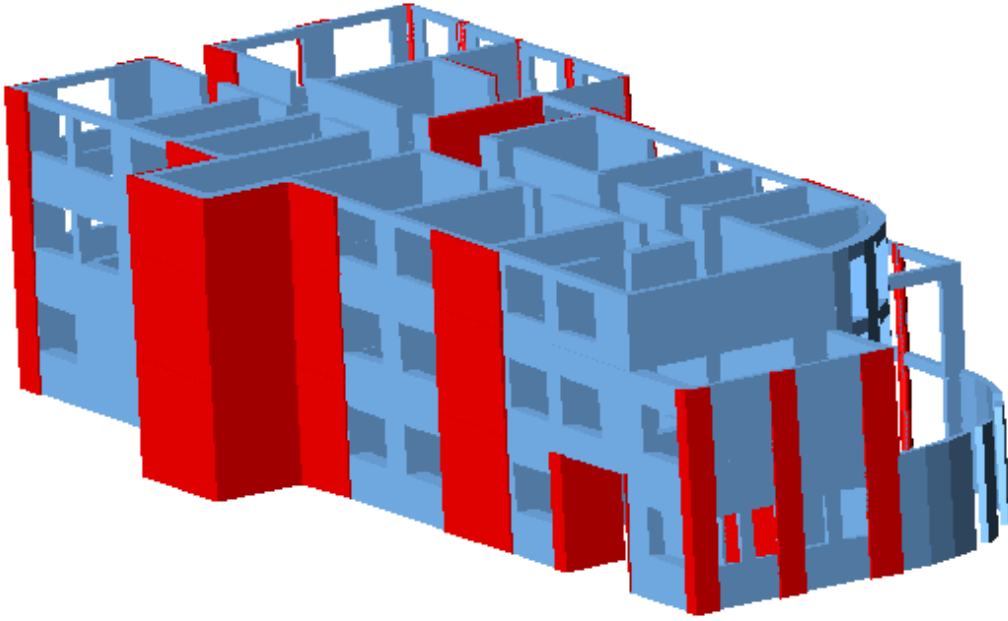
Şekil 5.4 : Güçlendirilmiş yapı arka görünüş



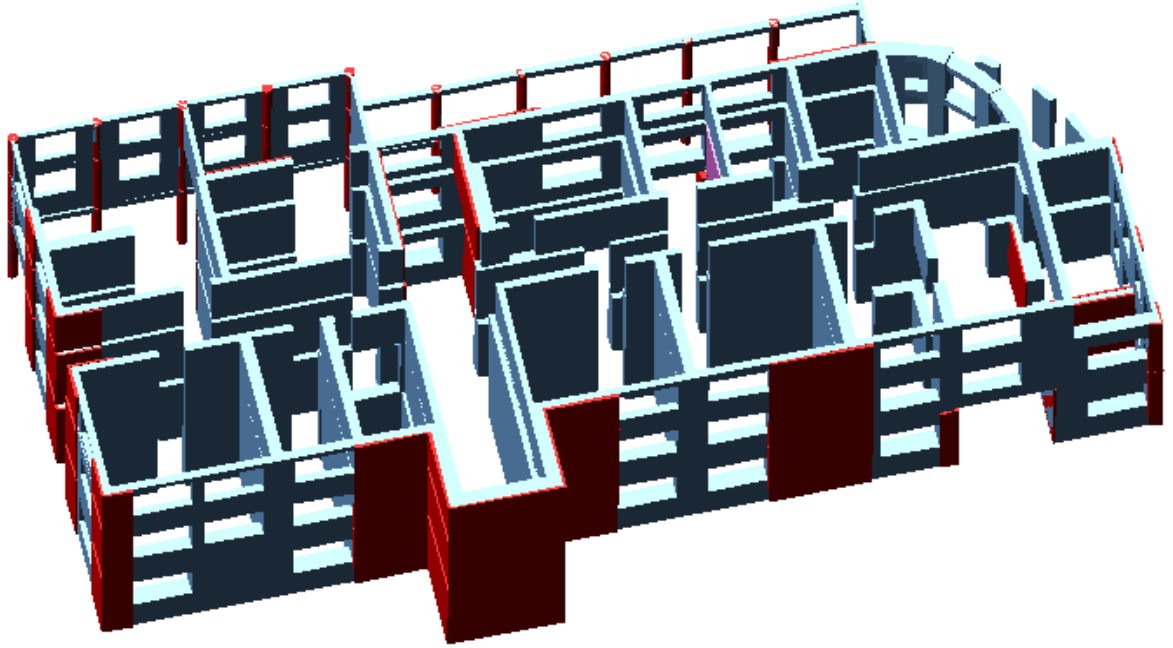
Şekil 5.5 : Güçlendirilmiş yapı ön görünüş



Şekil 5.6 : Güçlendirilmiş yapı ön yan görünüş



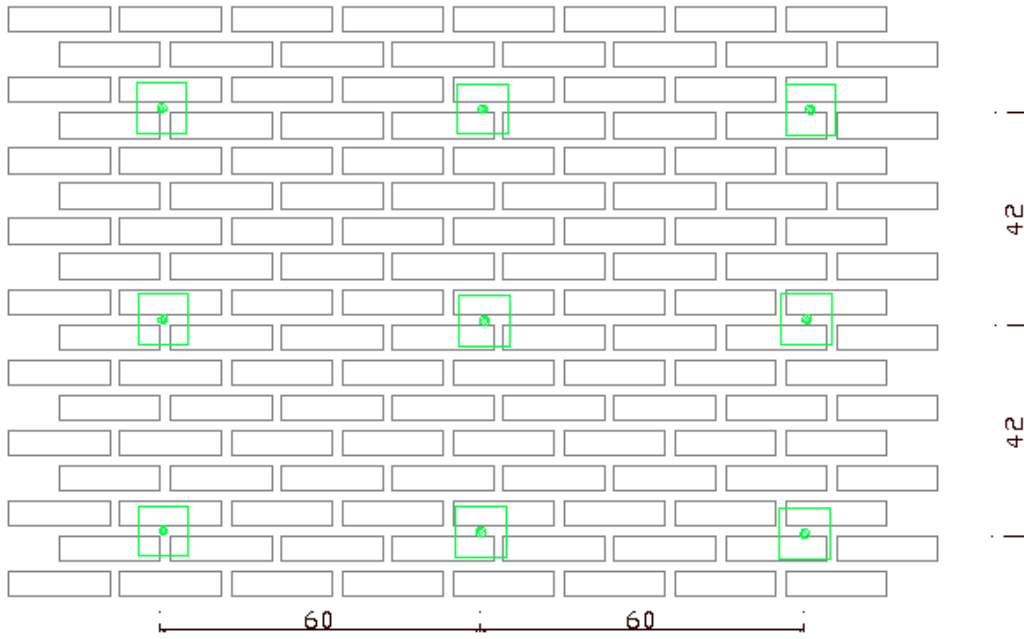
Şekil 5.7 : Güçlendirilmiş yapı arka yan görünüş



Şekil 5.8 : Güçlendirilmiş yapı üstten görünüş

5.2 Uygulama Detayları

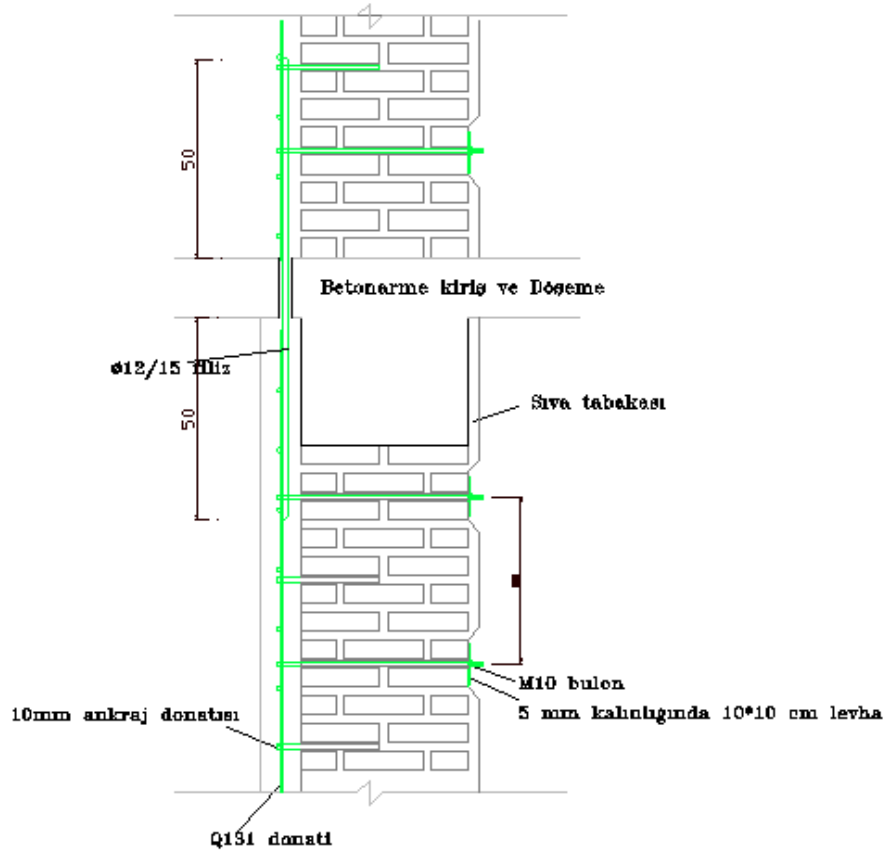
Öncelikle güçlendirme kabuğu uygulanacak duvarların sıva tabakası Şekil 5.1, 5.2 ve 5.3 deki planlarda gösterildiği yer ve boyutlarda olacak şekilde kaldırılacaktır. Sıva tabakası kaldırılan yüzey basınçlı su veya havayla temizlenecektir. Düz ve pürüzsüz bir duvar yüzeyi elde edildikten sonra Şekil 5.9-11'de gösterildiği aralıklarla 12 mm çapında delik açılacaktır. Bu delikler açıldıktan sonra şekil 5.9 ve Şekil 5.10'da gösterildiği gibi açılan tam deliklerin üç tuğla yukarisından ve köşegen ortasına gelecek şekilde, ortalama 15 cm derinliğinde yarım delikler açılacaktır. Daha sonra bu delikler basınçlı hava ile temizlenecektir. Güçlendirme kabuğunun donatısı olan Q131 hasır çelik, kabuğun tam ortasına gelecek şekilde (duvara 5 cm mesafede) yerleştirilecek ve daha sonra Şekil 5.13 de gösterilen ve bir tarafına dış açılmış ankraj çubukları tam deliklerden geçirilerek, karşı tarafında hazırlanmış olan 5 mm kalınlığında ve 10x10 cm ebadındaki levhaya bulonla tutturulacaktır. Tam delikler arasında kalan yarım deliklere de Şekil 5.13'deki gibi fakat dış açılmamış ankraj çubukları yerleştirilecektir. Çubuğun etrafında kalan boşluğa akıcı kıvamda çimento ve şerbeti taşıyacak şekilde enjekte edilecektir. Güçlendirme kabuğu kalınlığı 10 cm olacak şekilde, BS 30 betonu yüzeye basınçla püskürtülmek (shotcrete) suretiyle tatbik edilecektir. Donatılı güçlendirme kabuğu betonu döküldükten 15 gün sonra blonlar sıkılarak noktalanacak ve üstü kapatılacaktır.



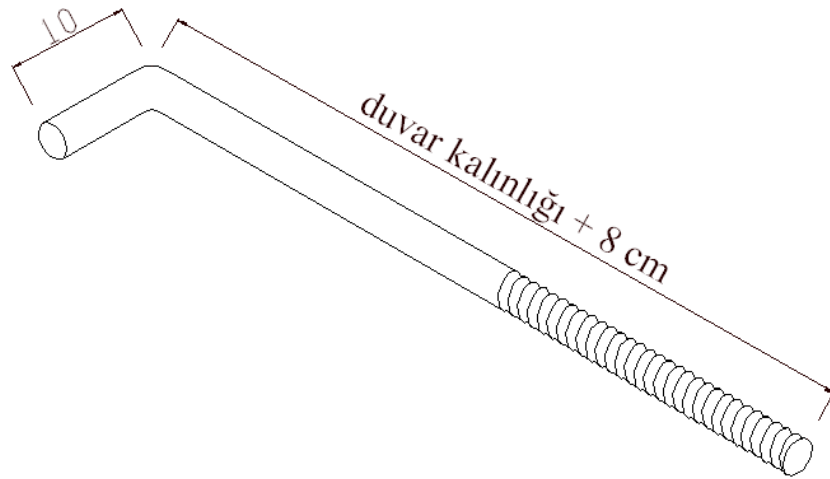
B YÜZÜ

Şekil 5.11: Güçlendirme kabuğu arka yüzü

Üst katlara devam eden donatılı güçlendirme kabuğunun üst katlara bağlantı detayı Şekil 5.12 verilmiştir. Burada da döşemede 15 cm arayla delikler açılacak ve hazırlanmış olan filiz donatısı ile her iki kattaki hasır donatılar birbirine bağlanacaktır.

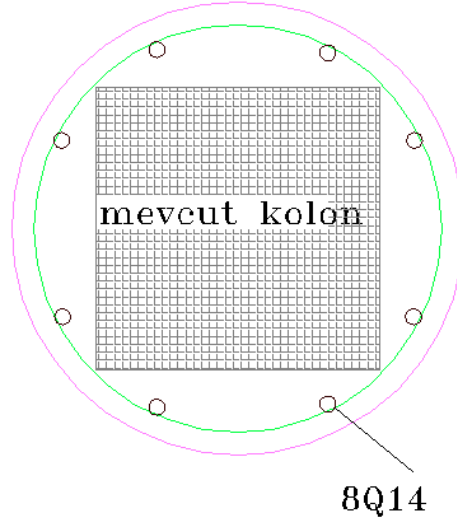


Şekil 5.12: Güçlendirme kabuğu üst katlara bağlantı detayı

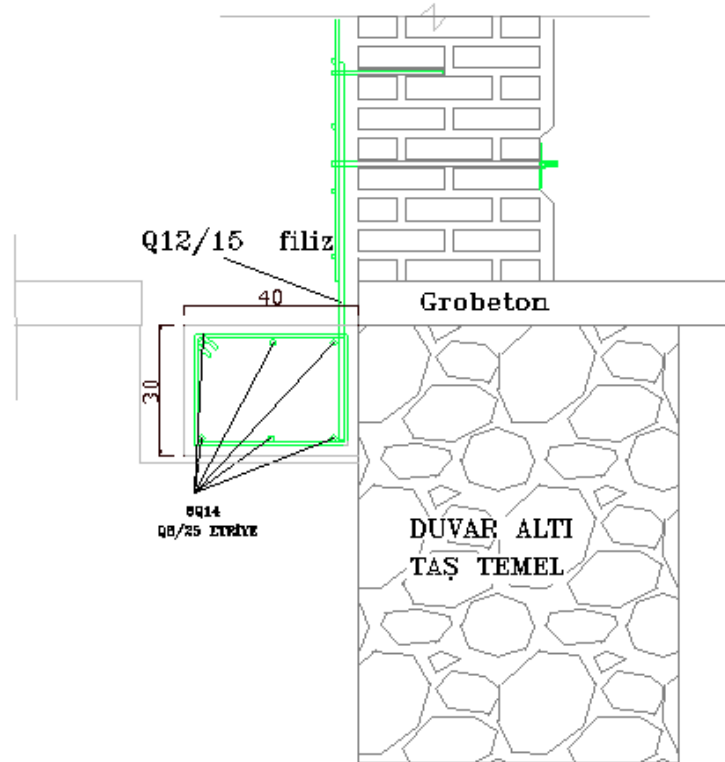


Şekil 5.13: Ankraj çubuğu

Binanın ön cephesinde bulunan narin kolonların sıva tabakası kaldırılacak ve dışından Şekil 5.14 de gösterildiği şekilde mantolanacaktır. Güçlendirme kabuğunun temel sistemine bağlantısı da Şekil 5.15 de verilmiştir.



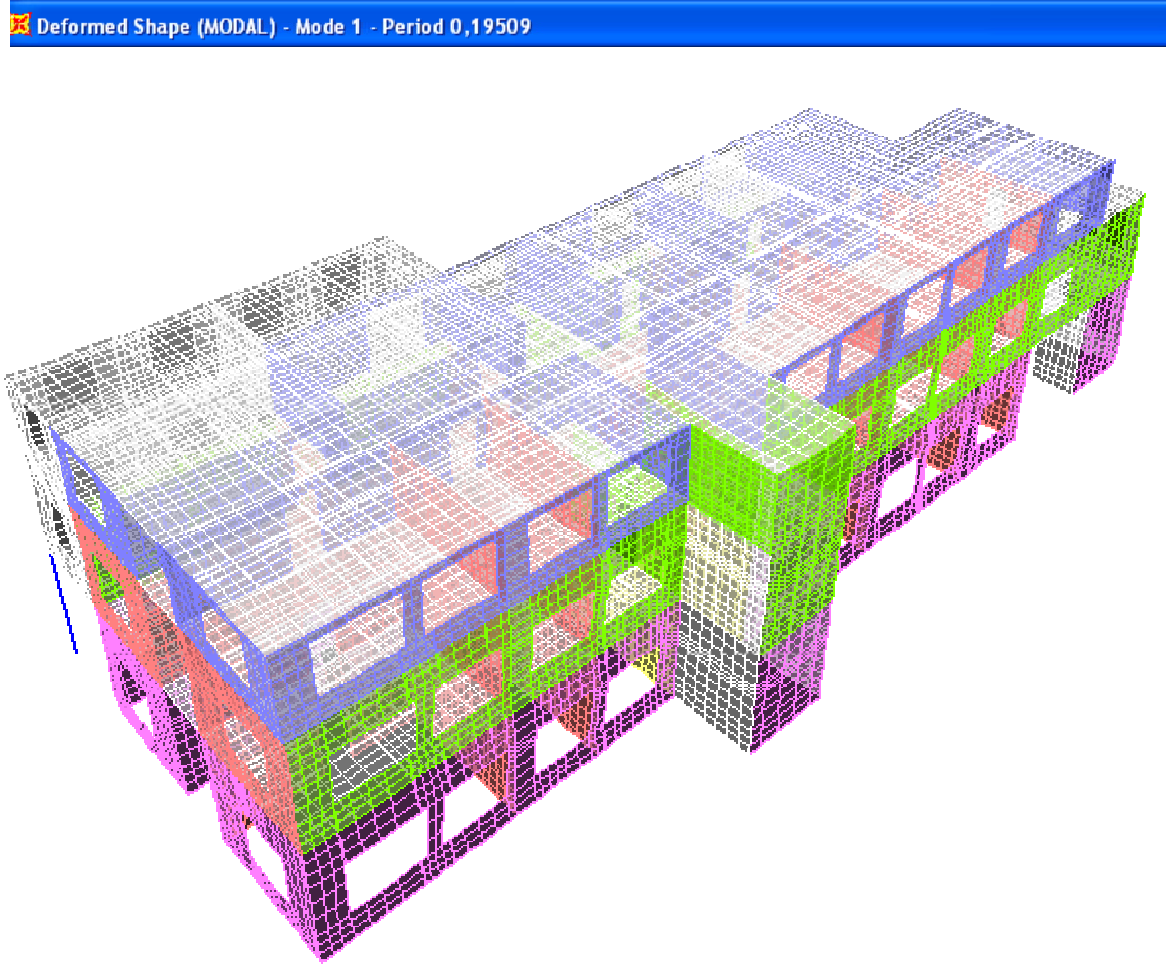
Şekil 5.14: Daire kesitli kolon güçlendirme detayı



Şekil 5.15: Güçlendirme kabuğu temel hatlı bağlantı detayı

5.3 SAP 2000 Modeli

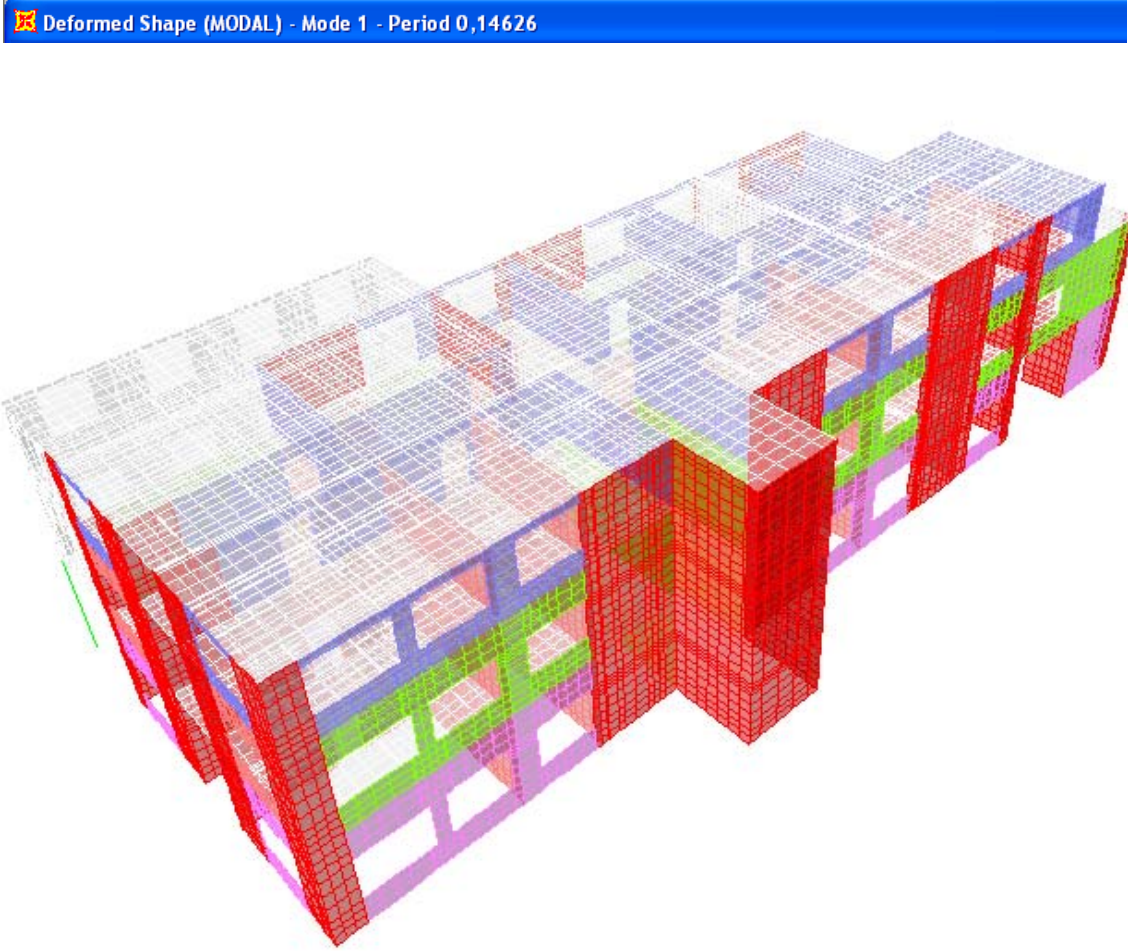
Güçlendirme yapılacak bina Sap 2000 programında mevcut ve güçlendirilmiş olmak üzere iki ayrı sistem olarak tanımlanmıştır. Bu modellere ait üç boyutlu görüntüler Şekil 5.16 ve Şekil 5.17’de verilmiştir.



Şekil 5.16 : Mevcut sistemin üç boyutlu deplasmanları

Yapı iki boyutlu alan elemanı ve çerçeve elemanları kullanılarak modellenmiştir. Modelde 37.585 düğüm, 17 çerçeve elemanı ve 38.075 kabuk elemanı kullanılmıştır. Dolayısıyla modelde bilinmeyen denklem sayısı 225.510 adet olmuştur. Kat seviyelerinde döşeme elemanları shell olarak modellenmiş, rijit diyafram tanımlanmamıştır. Shell elemanların en büyük boyutu 30 cm olacak şekilde tanımlanmıştır. Yapıya SAP 2000 programıyla response spectrum (tepki spektrumu)

analizi yaptırılmıştır. Son teknoloji bilgisayarla yapılan çözümler her bir sistem için ortalama 6 saat sürmüştür.



Şekil 5.17 : Güçlendirilmiş sistemin üç boyutlu deplasmanları

5.3.1 Harman Tuğlası Özellikleri

1970'li yılların başlarına kadar oldukça yaygın olarak kullanılan harman tuğlasının üretimi ve kullanımı son yıllarda oldukça azalmıştır. Bu bakımdan harman tuğlasının basınç dayanımının bilinmesi daha çok eski ve harman tuğlası ile yapılmış yığma yapıların analizi için gerekmektedir. 1964-1975 yıllarında o zamanki İmar ve İskan Bakanlığı Yapı Malzemesi Genel Müdürlüğü Laboratuvarlarında 43 değişik parti harman tuğlası üzerinde yapılmış basınç dayanımı deneylerinde ortalama basınç dayanımı $55 \pm 18 \text{ kg/cm}^2$; deney yapılan partiler içinde rastlanan en büyük ortalama basınç dayanımı

105 kg/cm², en küçük ortalama basınç dayanımı 23 kg/cm² olarak bulunmuştur. Harman tuğlaları Ankara İl sınırları içindeki tuğla ocaklarından alınmıştır.

Postacıoğlu (1962), kendi yaptığı basınç dayanımı deneylerinde 67 harman tuğlası için ortalama 16-27 kg/cm² basınç dayanımı bulmuştur. Yine bu deneylerde tuğla dayanımının 16 kg/cm²'den küçük olma ihtimali % 5, 40 kg/cm²'den küçük olma ihtimali % 17 ve 75 kg/cm²'den küçük olma ihtimali % 69'dur.

TS 704 Harman tuğlası hakkındaki standartta az dayanımlı dolu harman tuğlası için basınç dayanımı 25 kg/cm² olarak verilmiştir.

Denizli yöresinde Sarayköy tuğlası olarak adlandırılan dolu harman tuğlasının basınç dayanımının belirlenmesi amacıyla deneysel çalışma yapılmıştır (Şekil 5.18-21). Bu deneyde 3 adet numune üzerinde tek eksenli basınç deneyi yapılmıştır. Deney numuneleri 19/9/5 cm boyutlarında iki adet harman tuğlasının çimentolu harç kullanılarak birleştirilmesi ile oluşturulmuştur.



Şekil 5.18 : Harman Tuğlası Basınç Deneyi



Şekil 5.19 : Harman Tuğlası Basınç Deneyi



Şekil 5.20 : Harman Tuğlası Basınç Deneyi



Şekil 5.21 : Basınç Deneyi Sonucu Tahrip Olan Numuneler

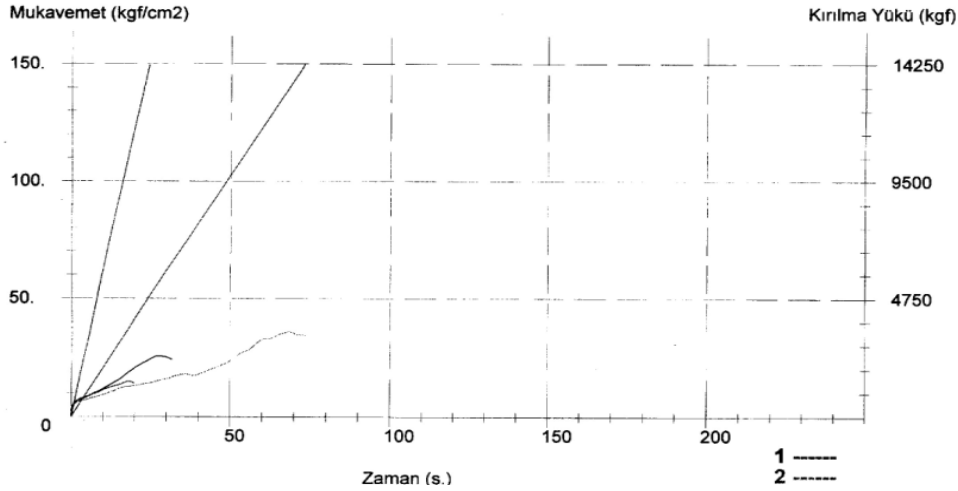
Harman tuğlası üzerinde yapılan basınç deneyi sonucunda elde edilen basınç değerleri Çizelge 5.1 de verilmiş ve ortalama basınç dayanımı $25,6 \text{ (kg/cm}^2\text{)}$ olarak bulunmuştur. Deney sonuçlarına ait zaman gerilme grafiği Şekil 5.22 de verilmiştir.

Çizelge 5.1: Deney Sonucu Tuğla Basınç Dayanımları

| Numune No | Basınç Dayanımı (kg/cm ²) |
|-----------|---------------------------------------|
| 1 | 25,7 |
| 2 | 36 |
| 3 | 14,95 |
| Ortalama | 25,6 |

Deney Sonuçları :

| Nr. | Kesit cm ² . | Hacim cm ³ . | Ağırlık gr. | Birim Ağır. kg/dm ³ | Yaş gün | Alınış Tarihi | Test Tarihi | Kırılma Yüğü kgf. | Mukavemet kgf/cm ² | Beton Sıc. °C |
|-----------|----------------------------|----------------------------|----------------|-----------------------------------|------------|---------------|-------------|----------------------|----------------------------------|------------------|
| 1 | 95. | 950. | 2961 | 3.12 | | | 02.08.05 | 2436 | 25.64 | |
| 2 | 95. | 950. | 2799 | 2.95 | | | 02.08.05 | 3420 | 36. | |
| 3 | 95. | 950. | 2940. | 3.09 | | | 02.08.05 | 1420 | 14.95 | |
| Ortalama: | | | | | | | | 2425 | 25.53 | |

Deney Grafiği

Şekil 5.22 : Harman Tuğlası Basınç Deneyi Sonuçları ve Grafiği

Yukarıda açıklanan çalışmalar ve deneysel çalışma sonucunda harman tuğlası (sarayköy tuğlası) için basınç dayanımı ortalama 25 kg/cm^2 olarak alınabilir, fakat bu basınç değerini etkileyen birincil faktör tuğlalar arasındaki harç kalitesidir. Kabul edilebilir değer olarak ifade ettiğimiz 25 kg/cm^2 lik basınç dayanımı, harç dayanımının yüksek olduğu çimento karışimli harçların kullanılması durumunda geçerlidir. İnceleme konusu Hastane binamızda kullanılan harç ise kireç karışimli olup, bir çok yerde de bağlayıcı özelliğini yitirmiştir.

Yukarıda açıklanan nedenlerden mütevellit, harç kalitesinin çok düşük olması sonucu SAP 2000 programında malzeme özellikleri tanımlanırken harman tuğlasının basınç dayanımı $f_d=10 \text{ kg/cm}^2$ olarak alınmıştır. Harman tuğlası için elastisite modülü $E=1000 f_d$ (CEN TC 250 1995)(Köksal, vd, 2004) olarak verildiğinden $E_{\text{tuğla}}= 10 \text{ t/cm}^2$ olarak alınmıştır. Güçlendirme kabuğu betonu BS 30 için $E = 320 \text{ t/cm}^2$ olarak alınmıştır. Güçlendirilmiş duvarın elastisite modülü hesabı 70 cm kalınlığındaki mevcut duvar için Şekil 5.23'de verilmiştir. Benzer şekilde her kalınlık için elastisite modülü bulunmuştur. Kabuk kalınlığı tüm duvarlar için 10 cm dir. Bulunan elastisite modülleri çizelge 5.2 de verilmiştir.

Mevcut tuğla duvar

Güçlendirme Kabuğu

t_1 t_2

$$\sigma = \varepsilon * E$$

$$F = \sigma * A$$

$$F = \varepsilon * E * A$$

$$F = \varepsilon_1 * E * A_1 + \varepsilon_2 * E * A_2 \text{ ise}$$

$$t_1 = 70 \text{ cm ve } t_2 = 10 \text{ cm olan sistemin } \varepsilon_0 = ?$$

$$\varepsilon_0 * E_0 * A_0 = \varepsilon_1 * E_1 * A_1 + \varepsilon_2 * E_2 * A_2$$

$$\varepsilon_0 = \varepsilon_1 = \varepsilon_2 \text{ olduğundan}$$

$$80 E_0 = 70 * 10 + 10 * 320$$

$$t_0 = 80 \text{ cm lik güçlendirilmiş duvar için}$$

$$E_0 = 48 \text{ t/cm}^2 \text{ olarak bulunur.}$$

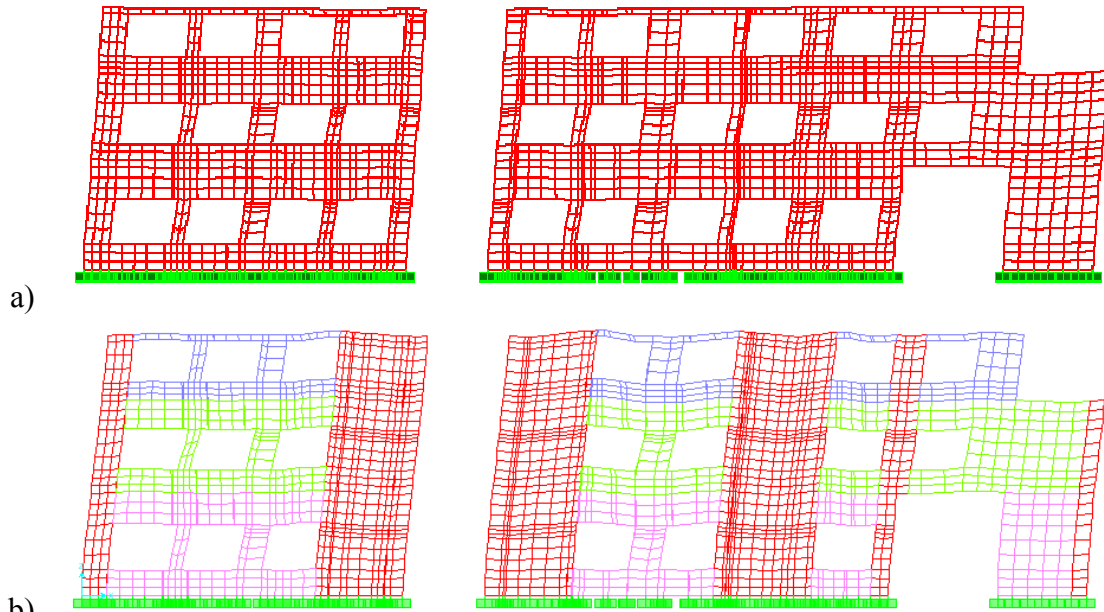
Şekil 5.23: Güçlendirme kabuğu elastisite modülü hesabı

Çizelge 5.2: Tuğla Duvarların Elastisite modülleri

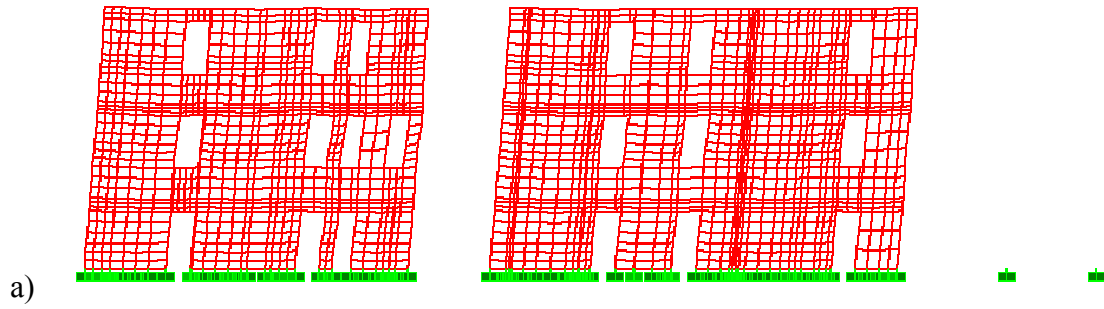
| Duvar kalınlığı (cm) | Kaç yönden güçlendirildiği | Elastisite modülü (t/cm^2) |
|-------------------------|-------------------------------|--|
| 20 | tek | 113 |
| 20 | çift | 165 |
| 30 | tek | 87 |
| 45 | tek | 66 |
| 50 | tek | 61 |
| 65 | tek | 51 |
| 70 | tek | 48 |

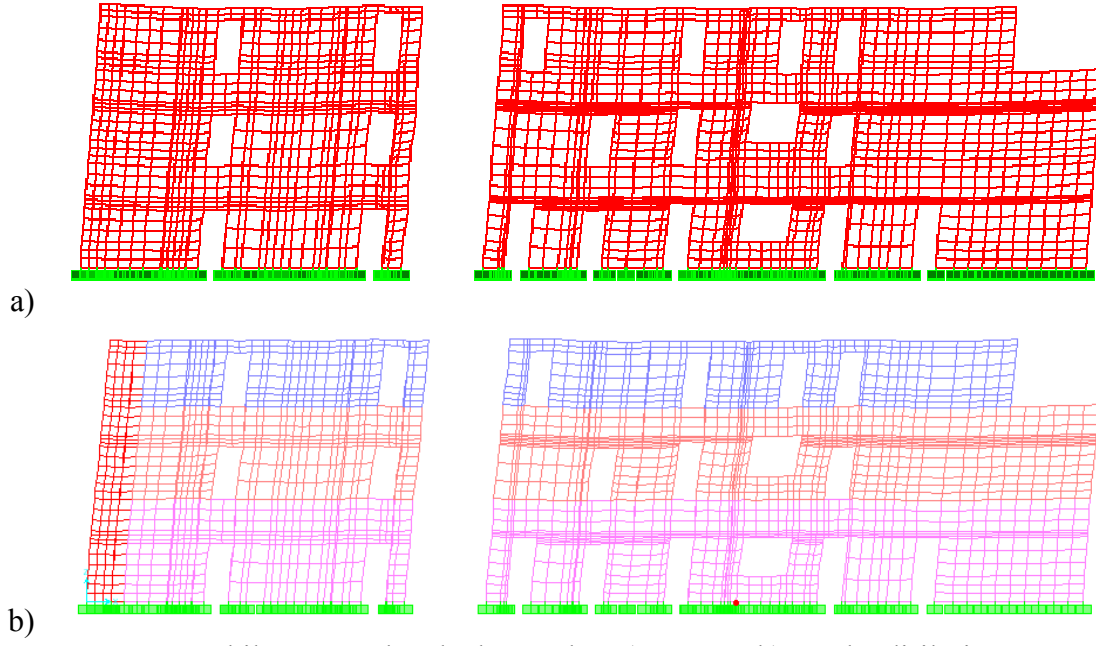
5.4. Güçlendirilmiş Sistemin Performansı

Deformasyon şekilleri X yönündeki yükleme için Şekil 5.24-28 ve Y yönündeki yükleme için ise Şekil 5.29-37’de verilmiştir.

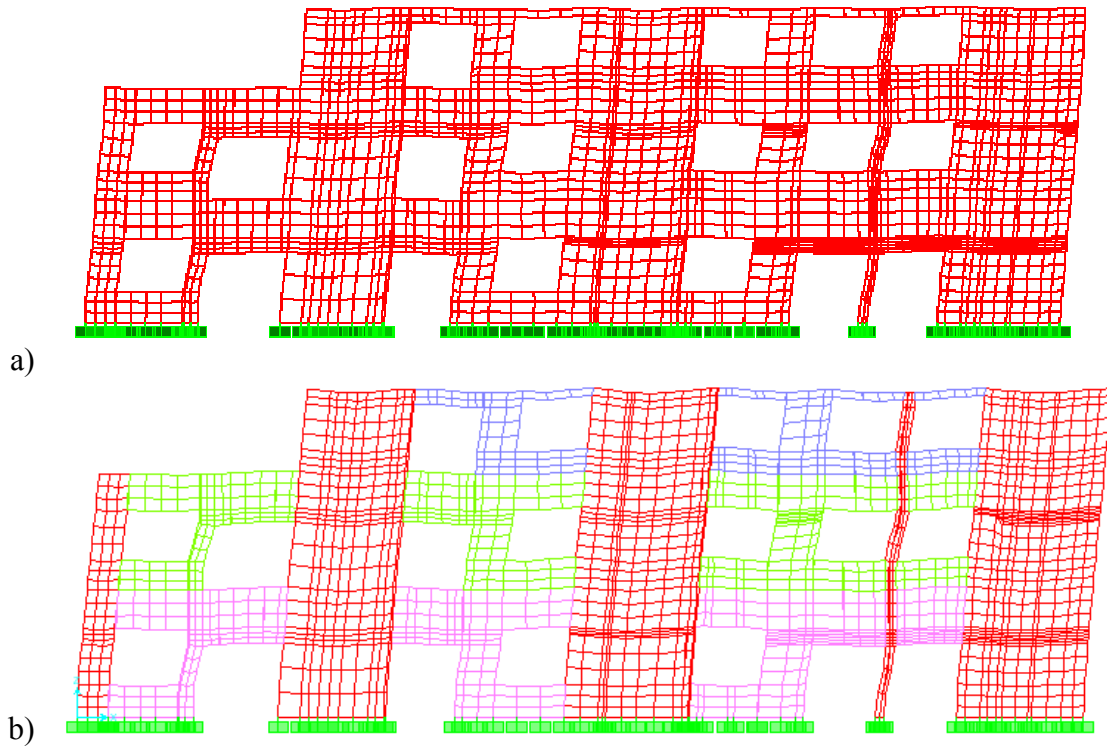


Şekil 5.24: D aksı deplasmanları a) Mevcut b) Güçlendirilmiş

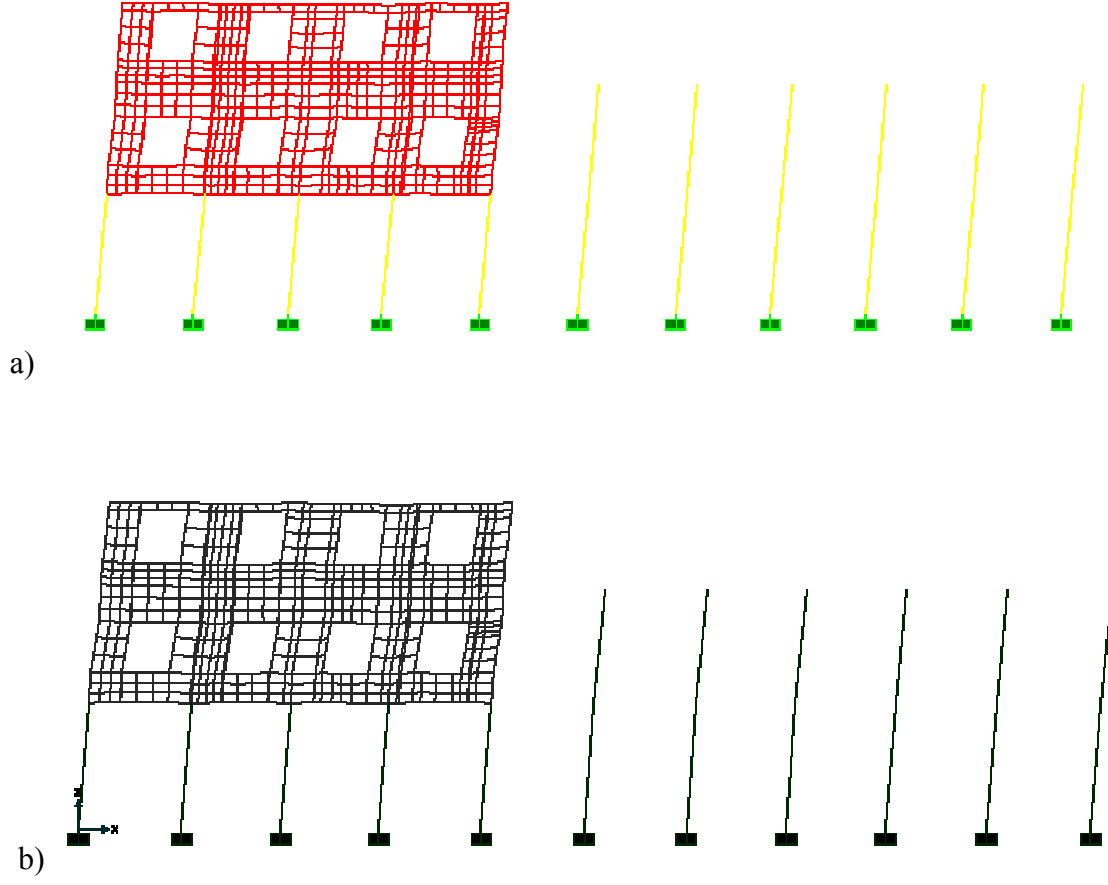




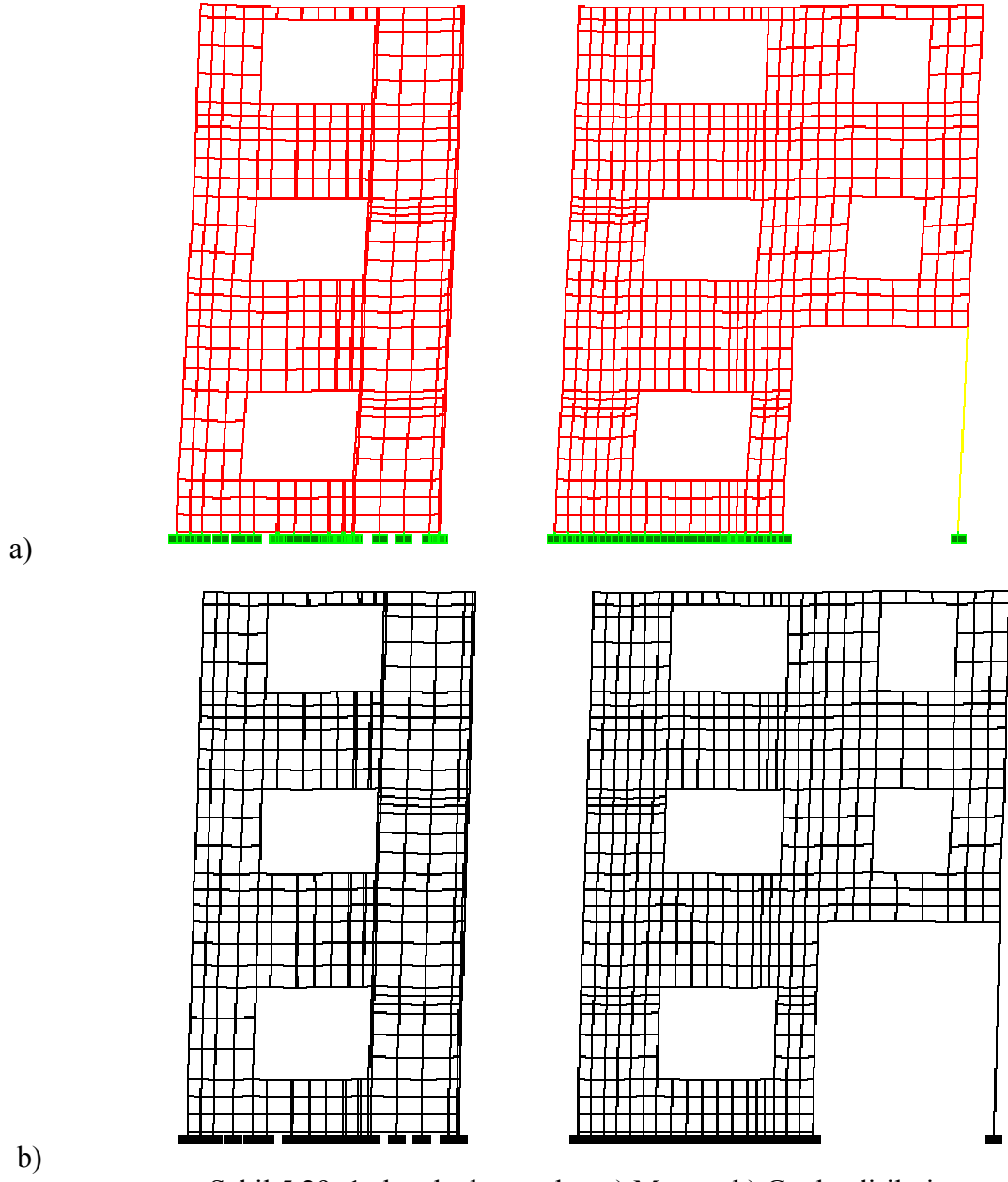
Şekil 5.26: B aksı deplasmanları a) Mevcut b) Güçlendirilmiş



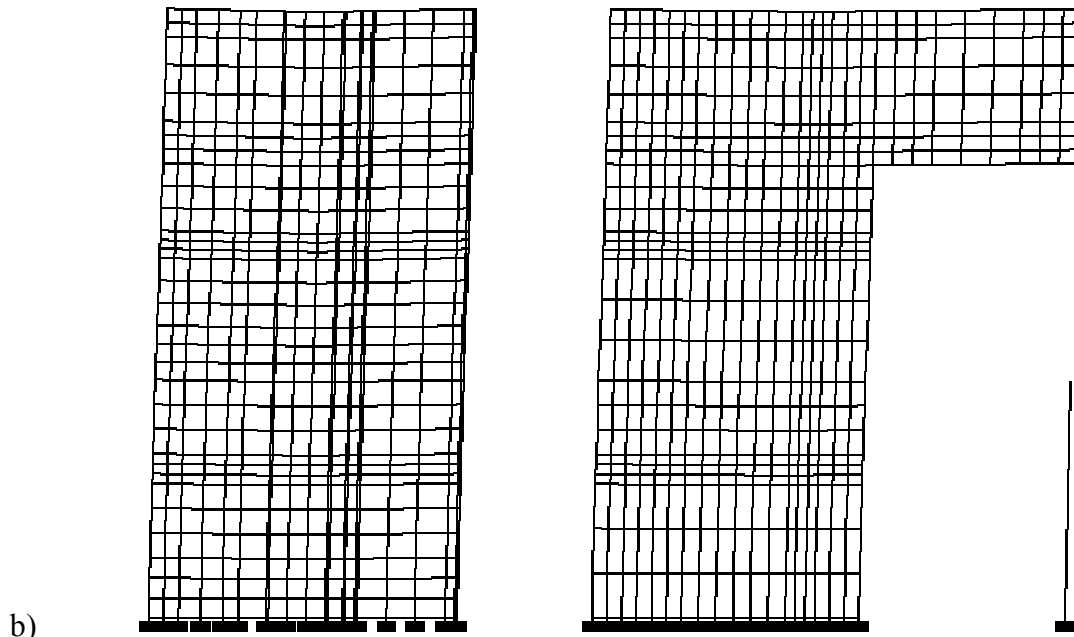
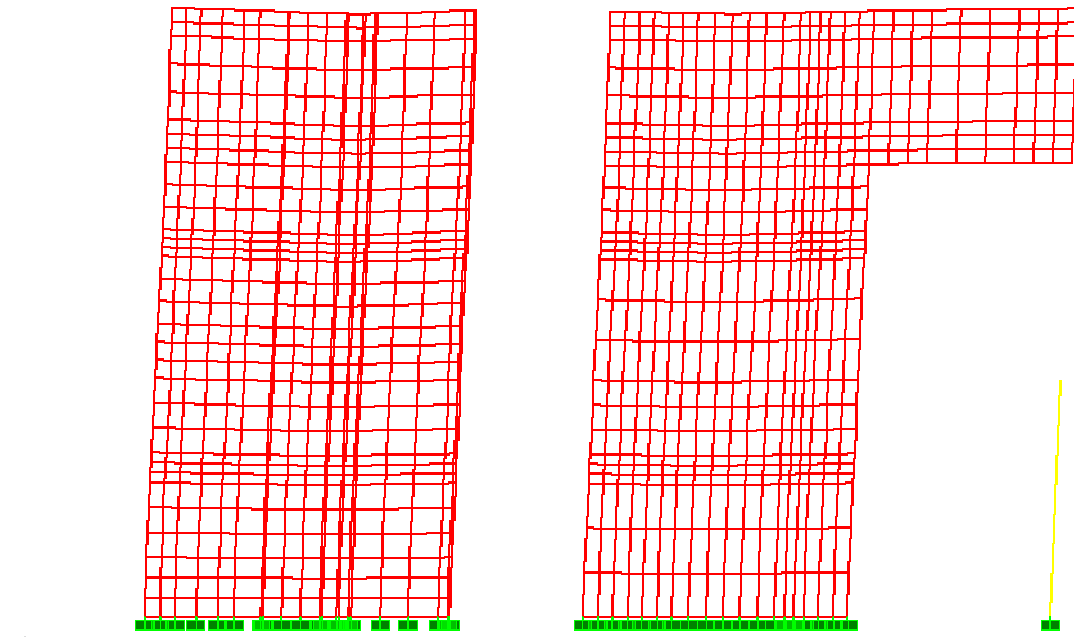
Şekil 5.27: A aksı deplasmanları a) Mevcut b) Güçlendirilmiş



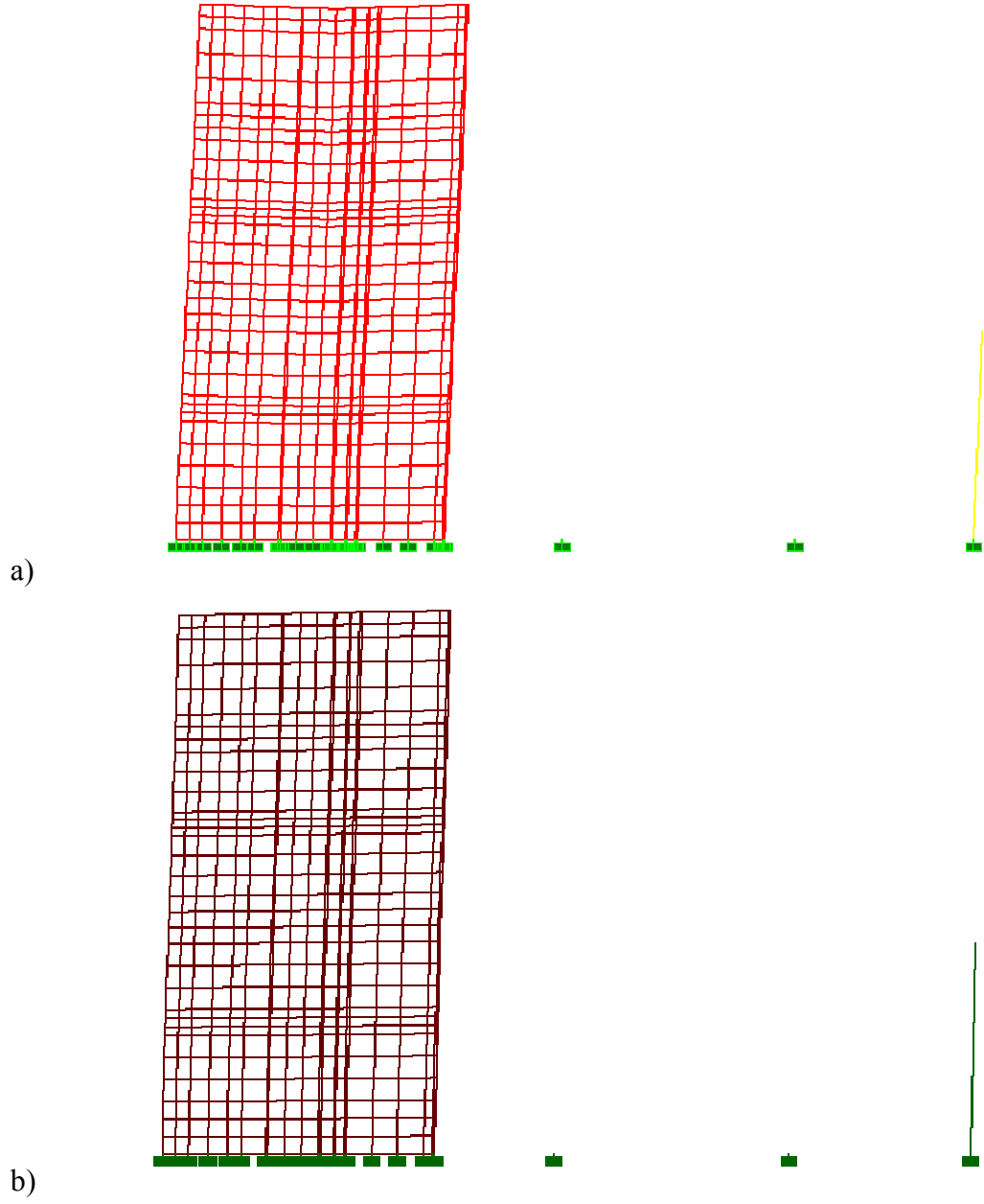
Şekil 5.28: A1 aksı deplasmanları a) Mevcut b) Güçlendirilmiş

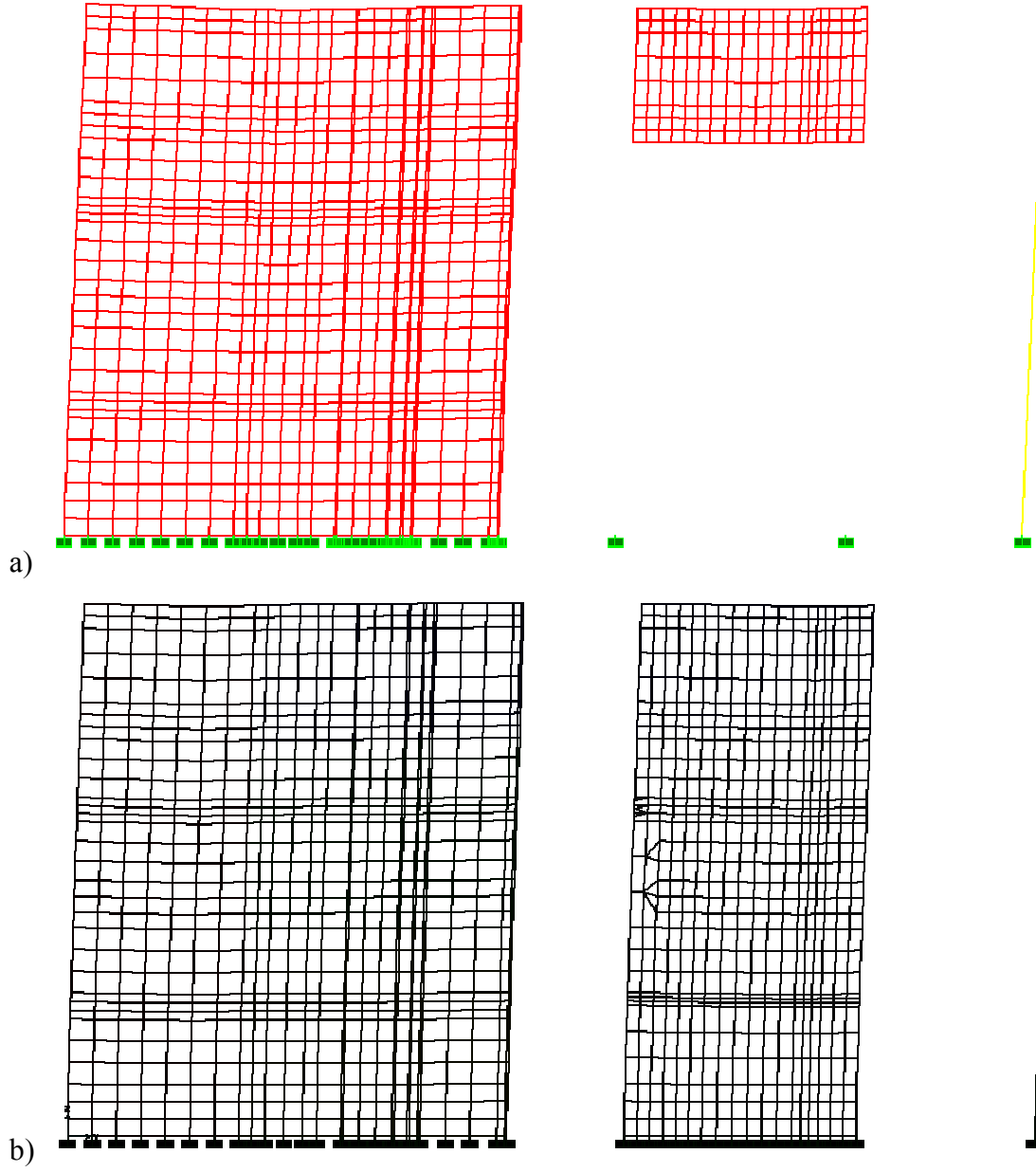


Şekil 5.29: 1 aksı deplasmanları a) Mevcut b) Güçlendirilmiş

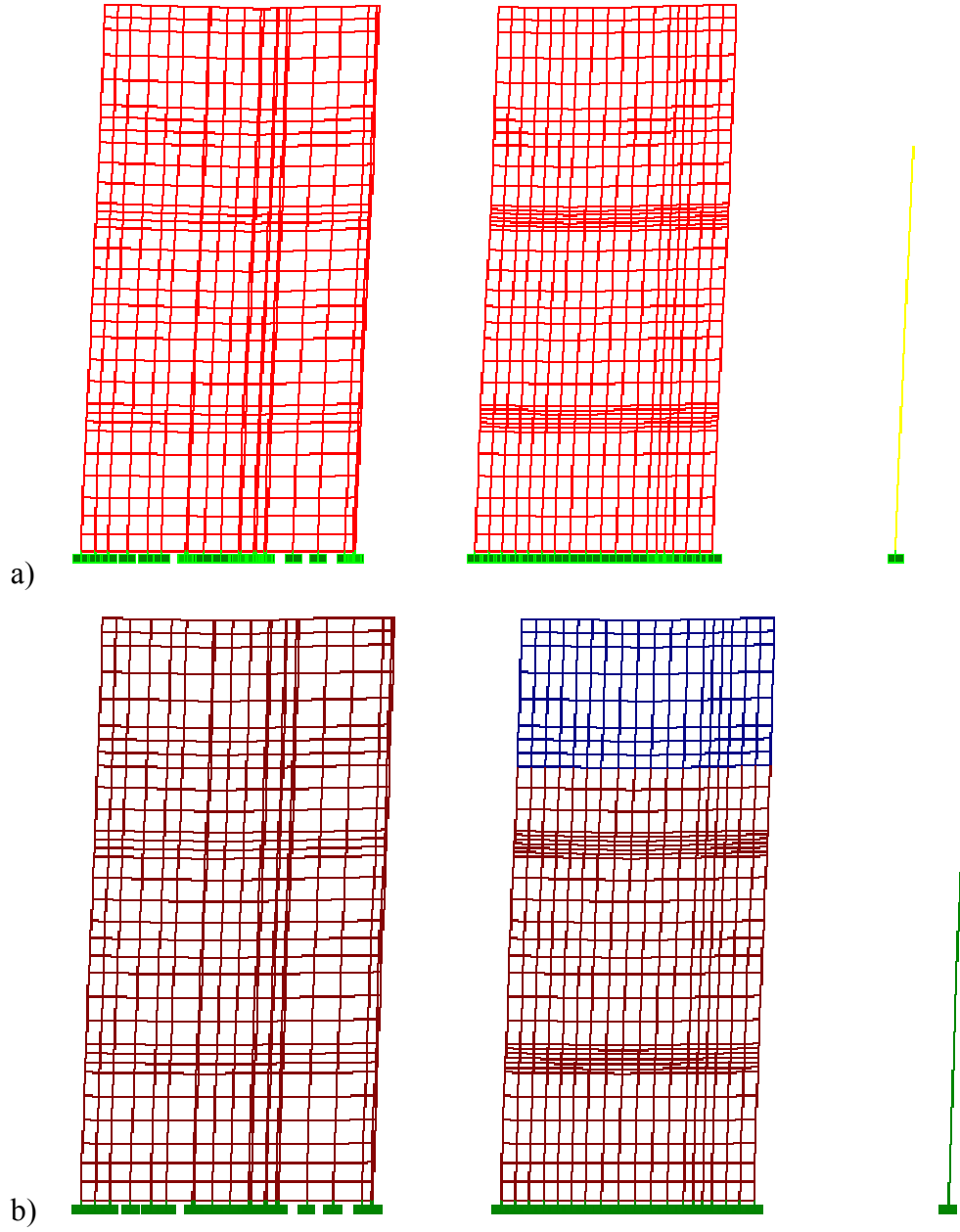


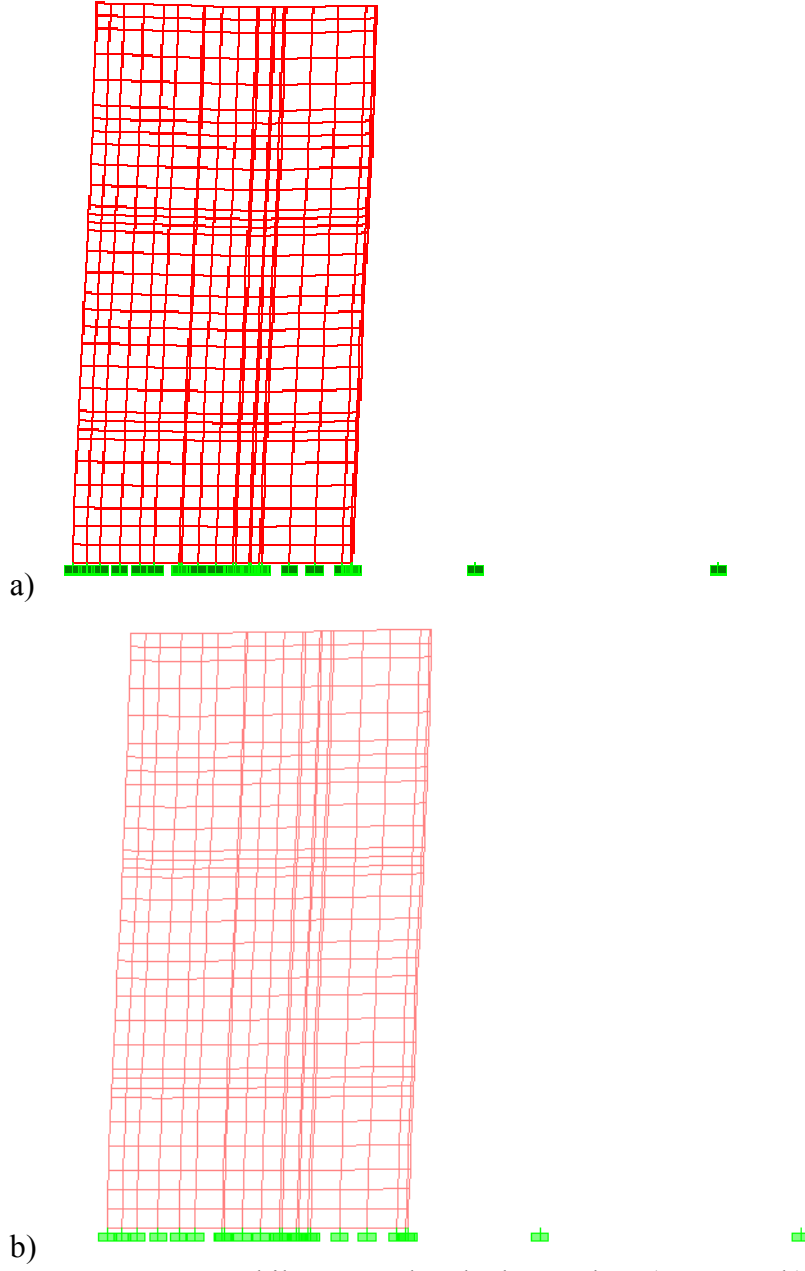
Şekil 5.30: 2 aksı deplasmanları a) Mevcut b) Güçlendirilmiş



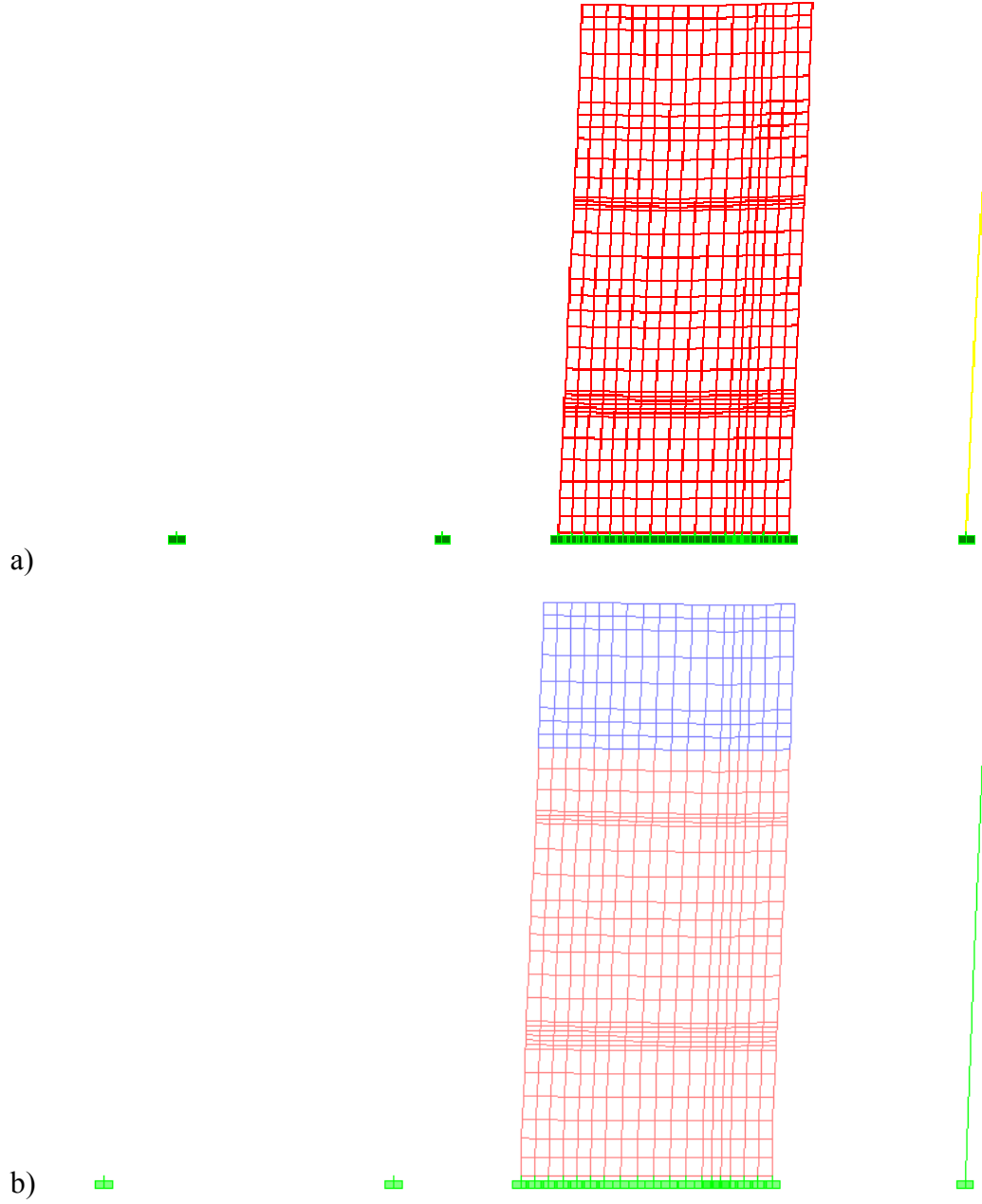


Şekil 5.32: 4 aksı deplasmanları a) Mevcut b) Güçlendirilmiş

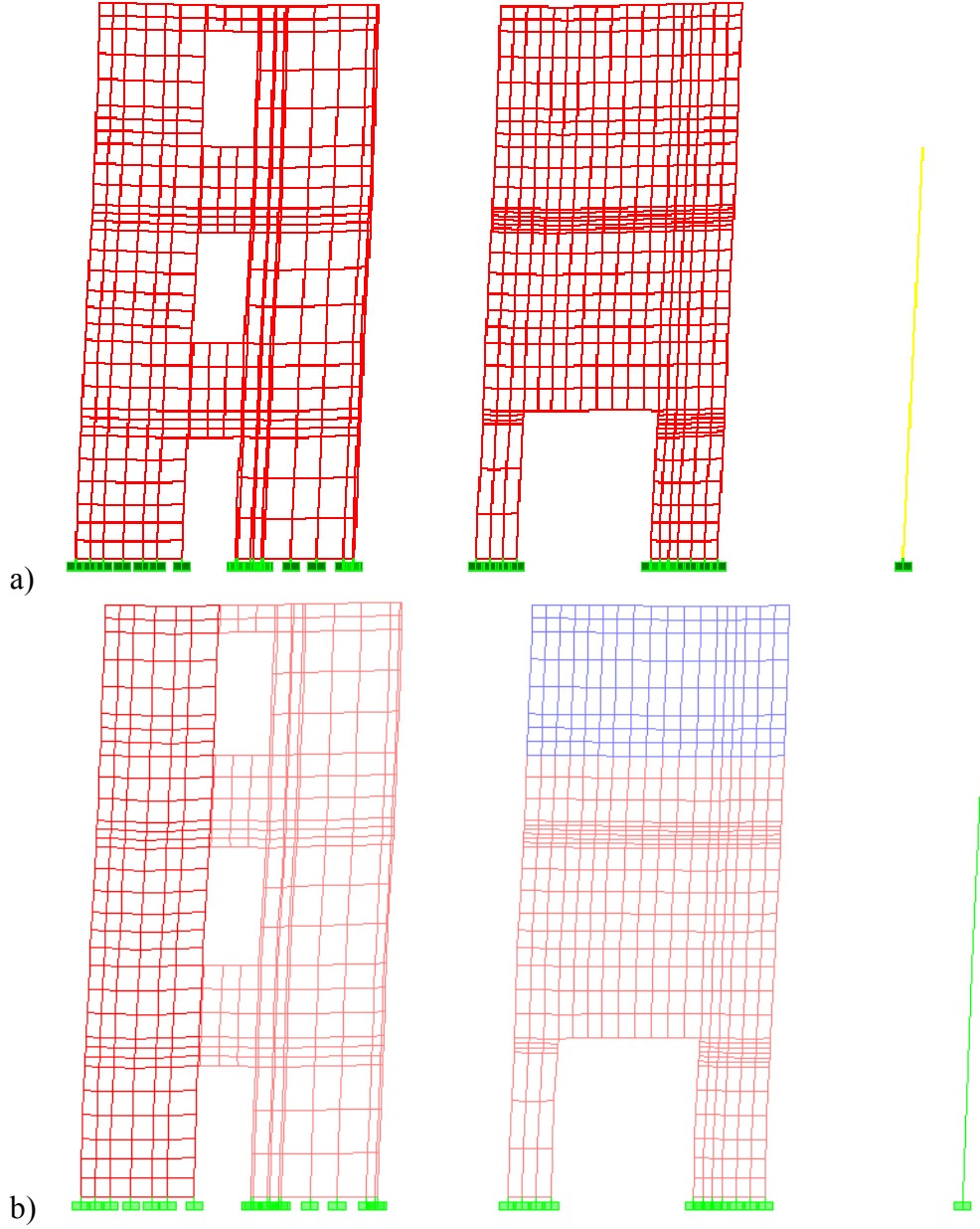




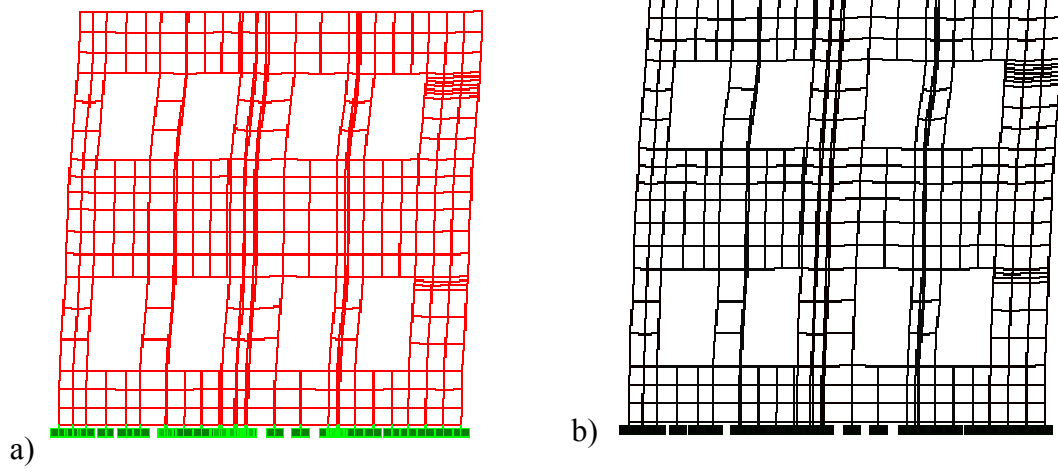
Şekil 5.34: 6 aksı deplasmanları a) Mevcut b) Güçlendirilmiş



Şekil 5.35: 6A aksı deplasmanları a) Mevcut b) Güçlendirilmiş

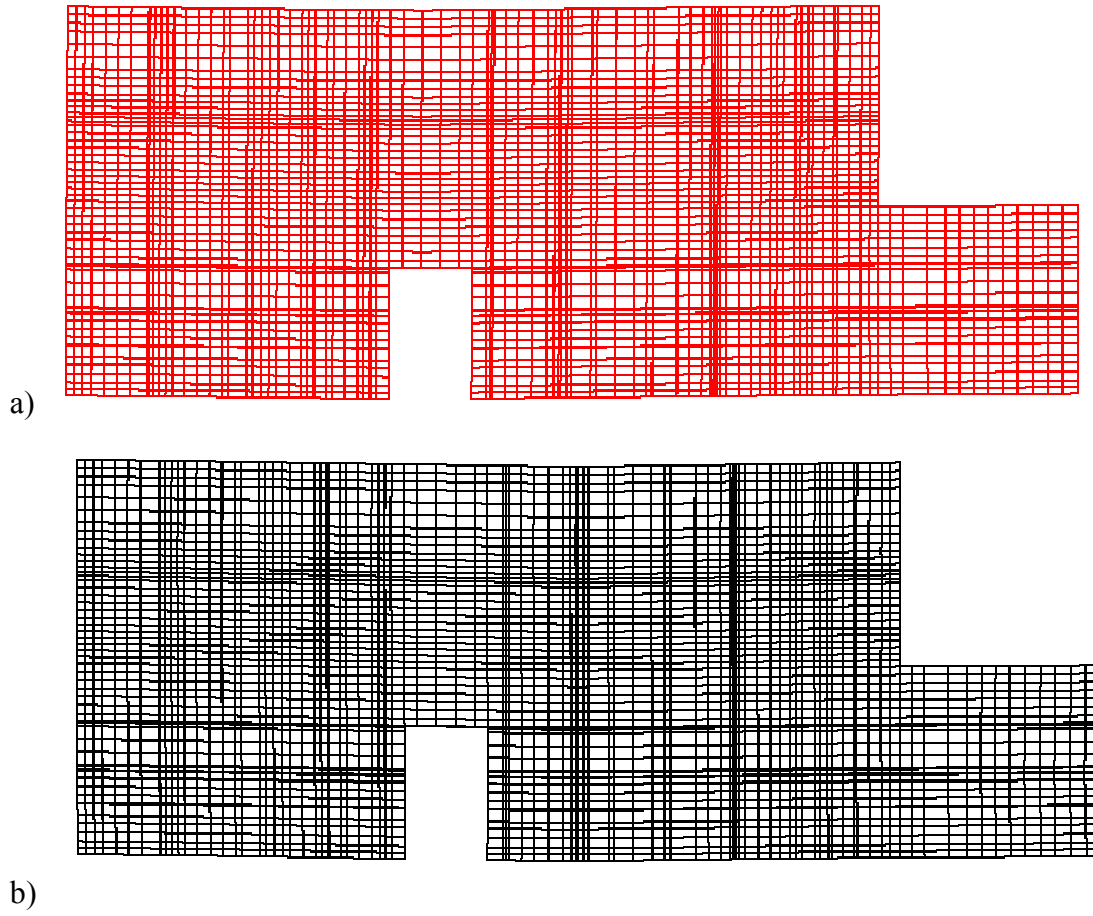


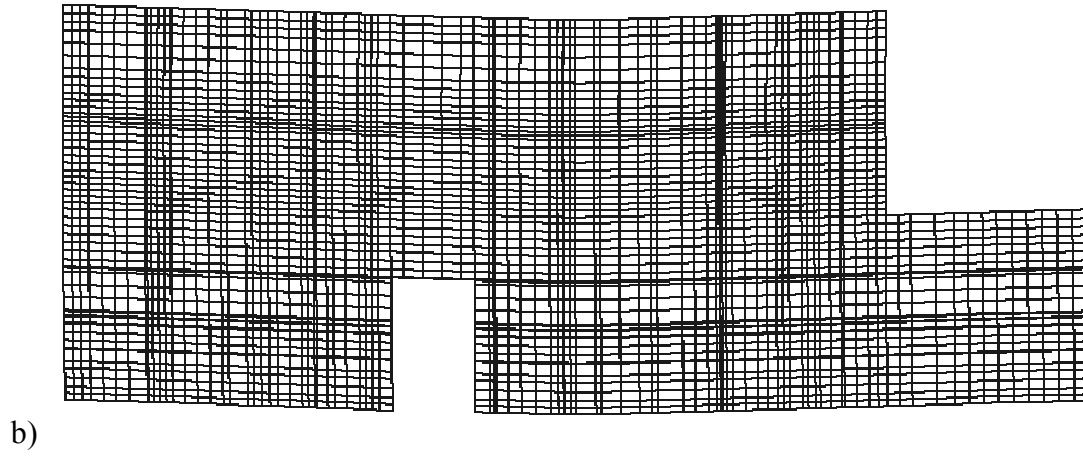
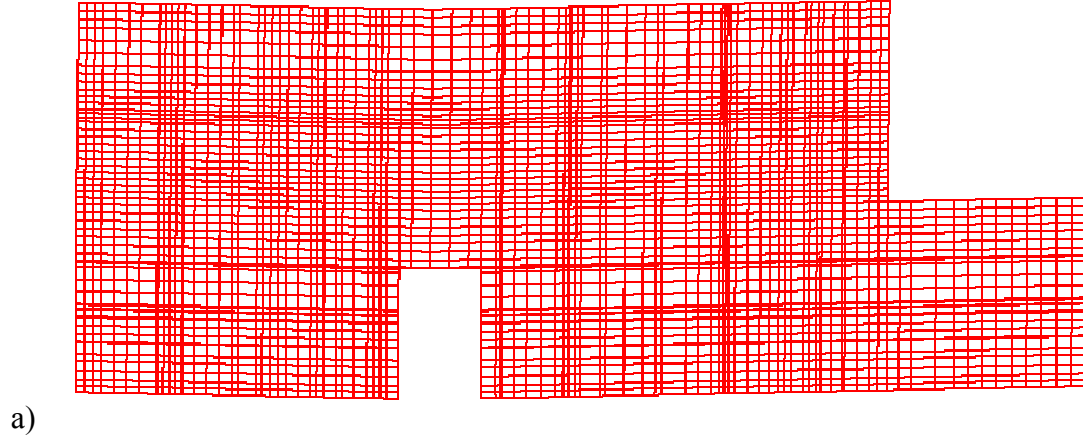
Şekil 5.36: 7 aksı deplasmanları a) Mevcut b) Güçlendirilmiş



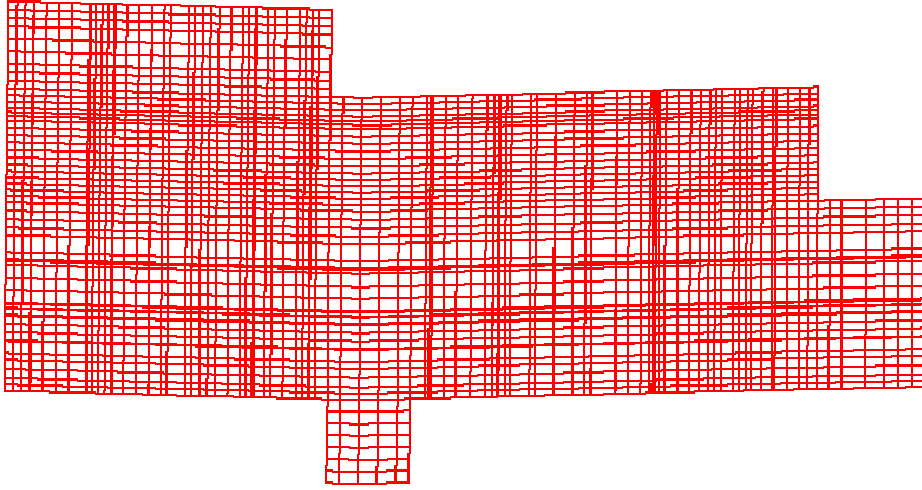
Şekil 5.37: 9 aksı deplasmanları a) Mevcut b) Güçlendirilmiş

Kat hizalarında döşeme deformasyon şekilleri X yönündeki yükleme için Şekil 5.38-40 ve Y yönündeki yükleme için ise Şekil 5.41-43 de verilmiştir.

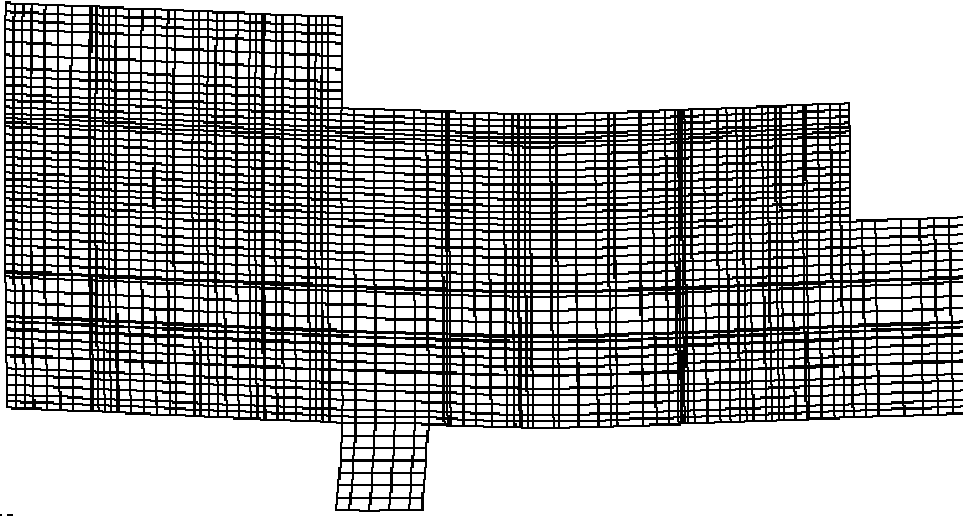




Şekil 5.39: 1. Kat döşeme deformasyonu a) Mevcut b) Güçlendirilmiş

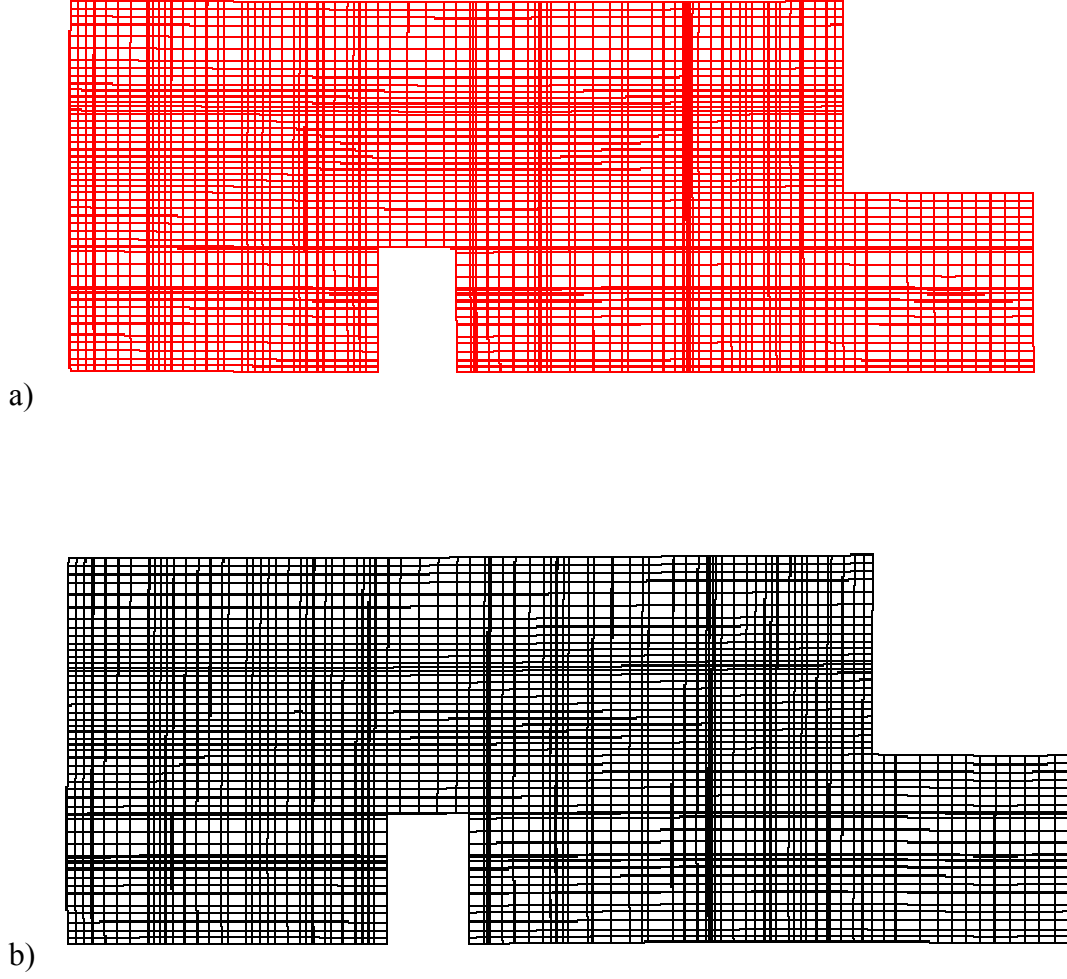


a)

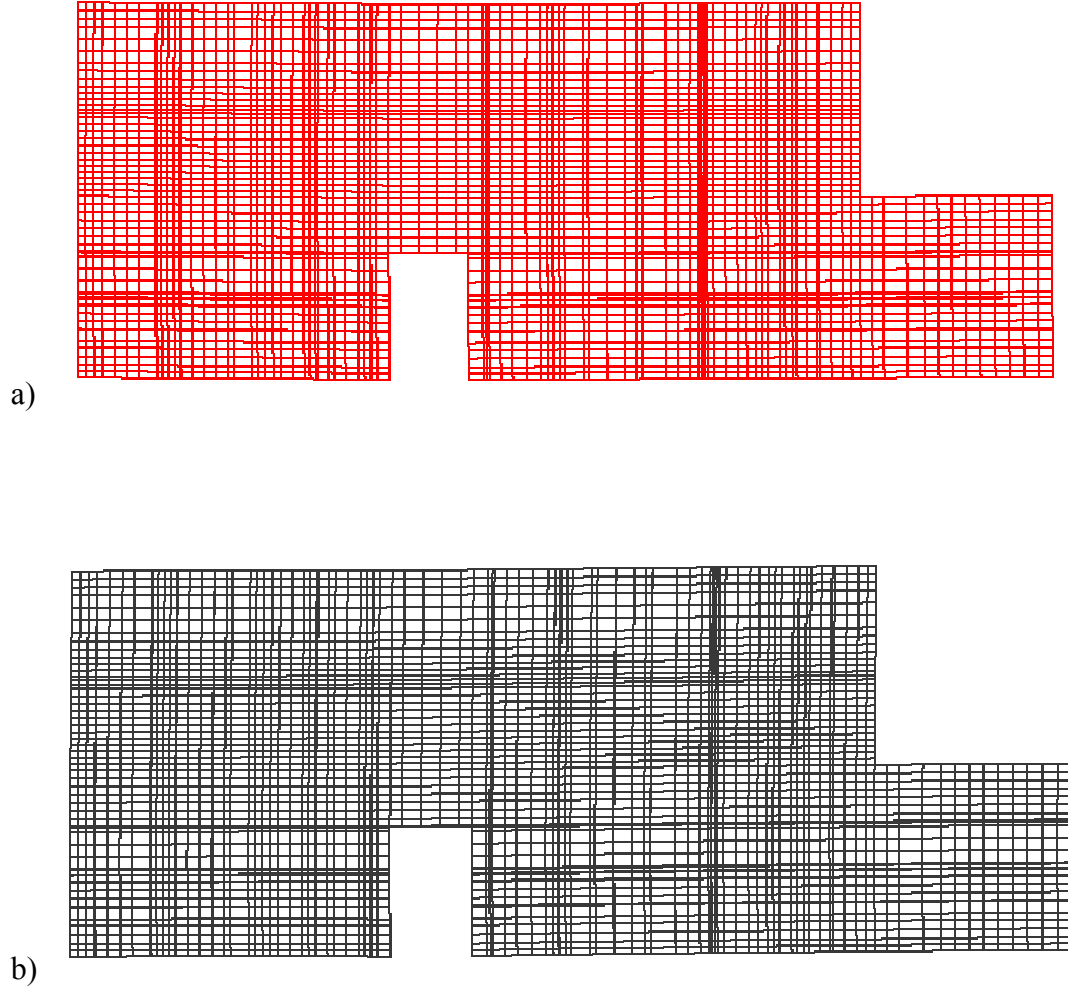


b) ..

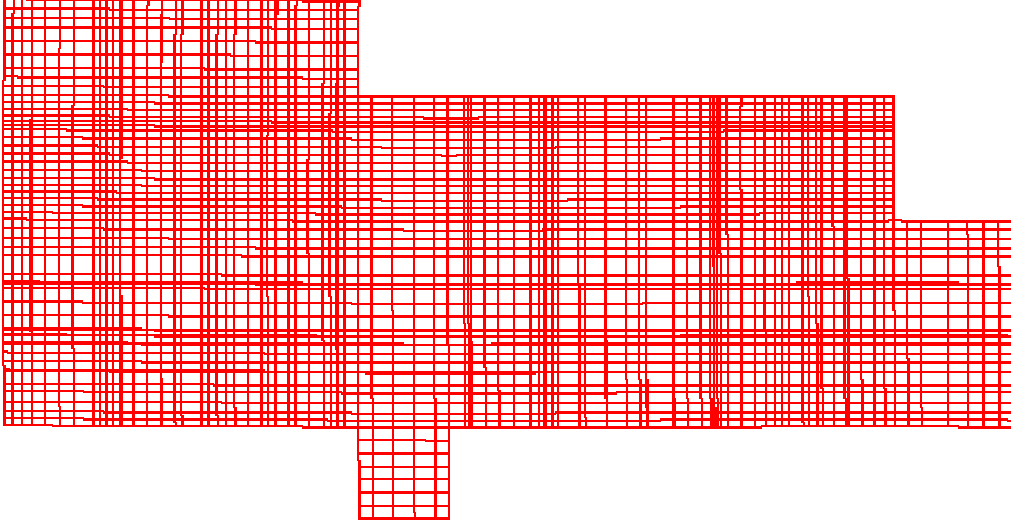
Şekil 5.40: 2. Kat döşeme deformasyonu a) Mevcut b) Güçlendirilmiş



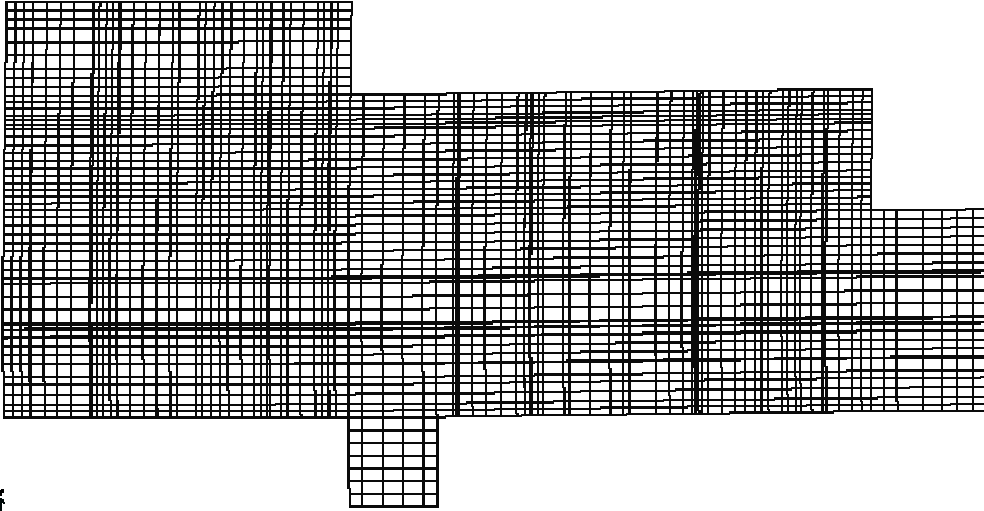
Şekil 5.41: Zemin Kat döşeme deformasyonu a) Mevcut b) Güçlendirilmiş



Şekil 5.42: 1. Kat döşeme deformasyonu a) Mevcut b) Güçlendirilmiş



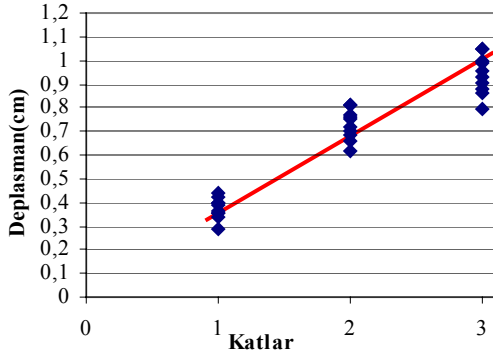
a)



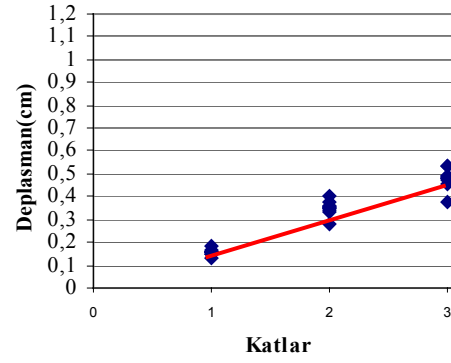
b)

Şekil 5.43: 2. Kat döşeme deformasyonu a) Mevcut b) Güçlendirilmiş

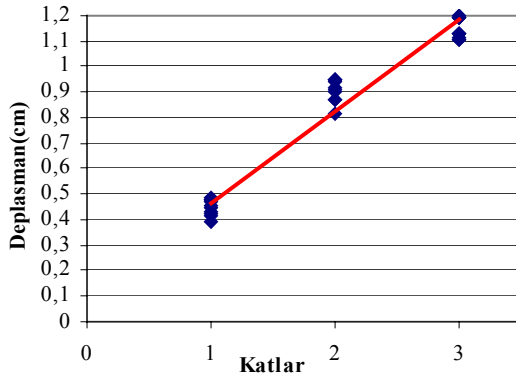
Döşeme deformasyon şekillerinde de görüleceği gibi döşeme rijit diyafram gibi davranmamıştır. Bina burulmaya maruz kalmıştır.



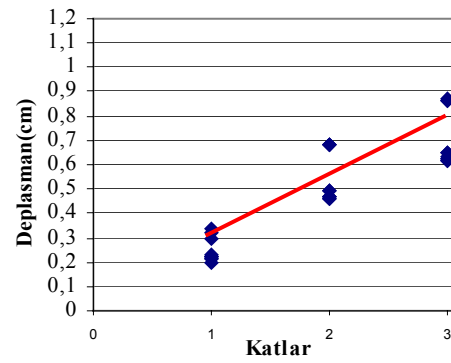
a) X Yönü Mevcut



b) X Yönü Güçlendirilmiş



c) Y Yönü Mevcut



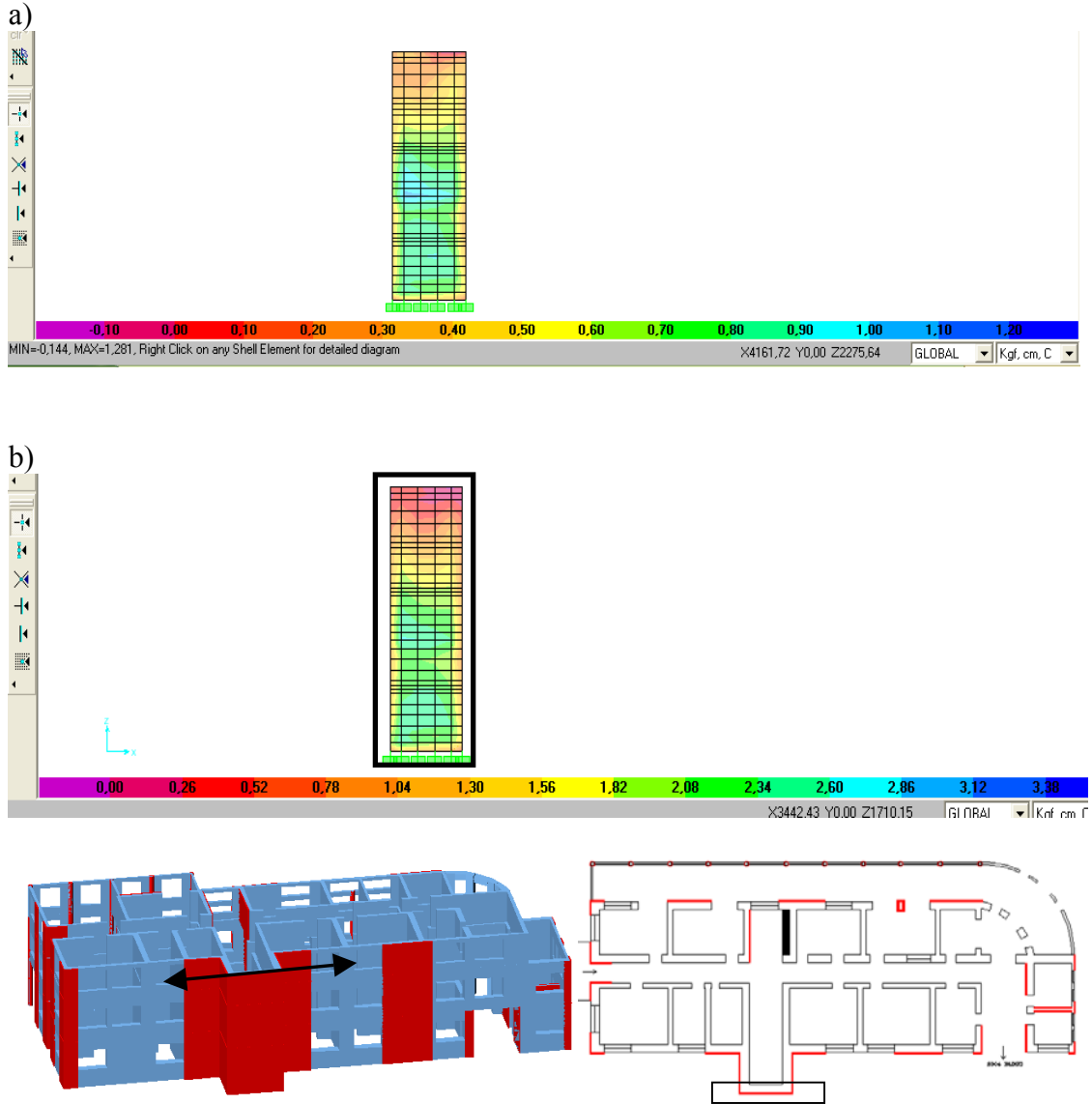
d) Y Yönü Güçlendirilmiş

Şekil 5.44: Katların mevcut ve güçlendirmeden sonraki deplasmanları

Kat hizalarında yükleme durumuna göre bina köşelerinin deplasmanları Şekil 5.44'de görülmektedir. X yönündeki yükleme durumunda mevcut sistem ile güçlendirilmiş sistem arasında %60 lara varan deplasman farkı olduğu görülmektedir. Yani yapıyı güçlendirmekle X yönündeki deplasmanları %60 azalmıştır. Aynı şekilde Y yönündeki deplasmanlarda %50 mertebelerinde azalmıştır.

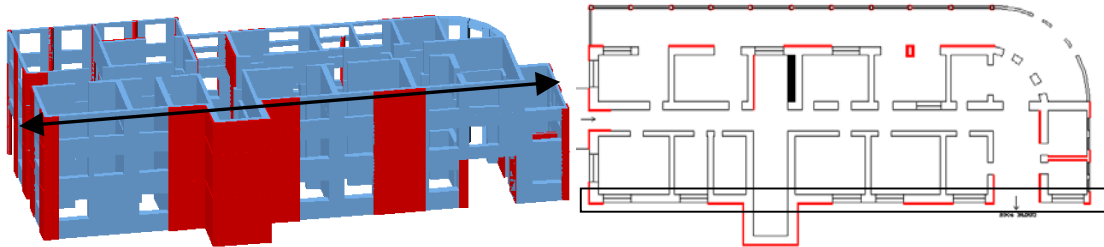
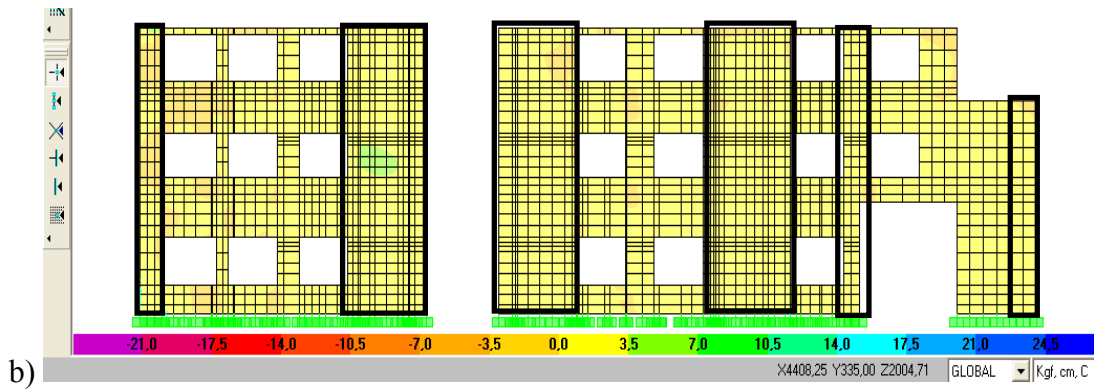
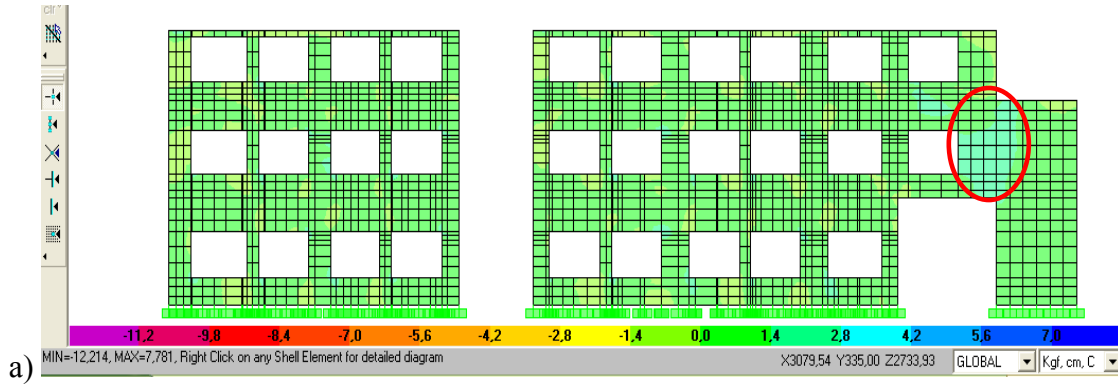
Yapılan analiz sonucunda oluşan kayma gerilmeleri mevcut durum ve güçlendirilmiş durum için Şekil 5.45-64'de verilmiştir. Bu şekillerden de anlaşılacağı gibi güçlendirme yapılan duvarlar daha fazla kayma gerilmesi almışlardır. Çünkü duvarın rijitliği ve kalınlığı artmış dolayısıyla da kayma gerilmesi taşıma kapasiteleri artmıştır. Buda sistemde bulunan ve güçlendirilmeyen diğer duvarların da kayma

gerilmelerinin azalmasına dolayısıyla duvarlara gelen kesme kuvvetlerinde azalmasına sebep olmuştur.



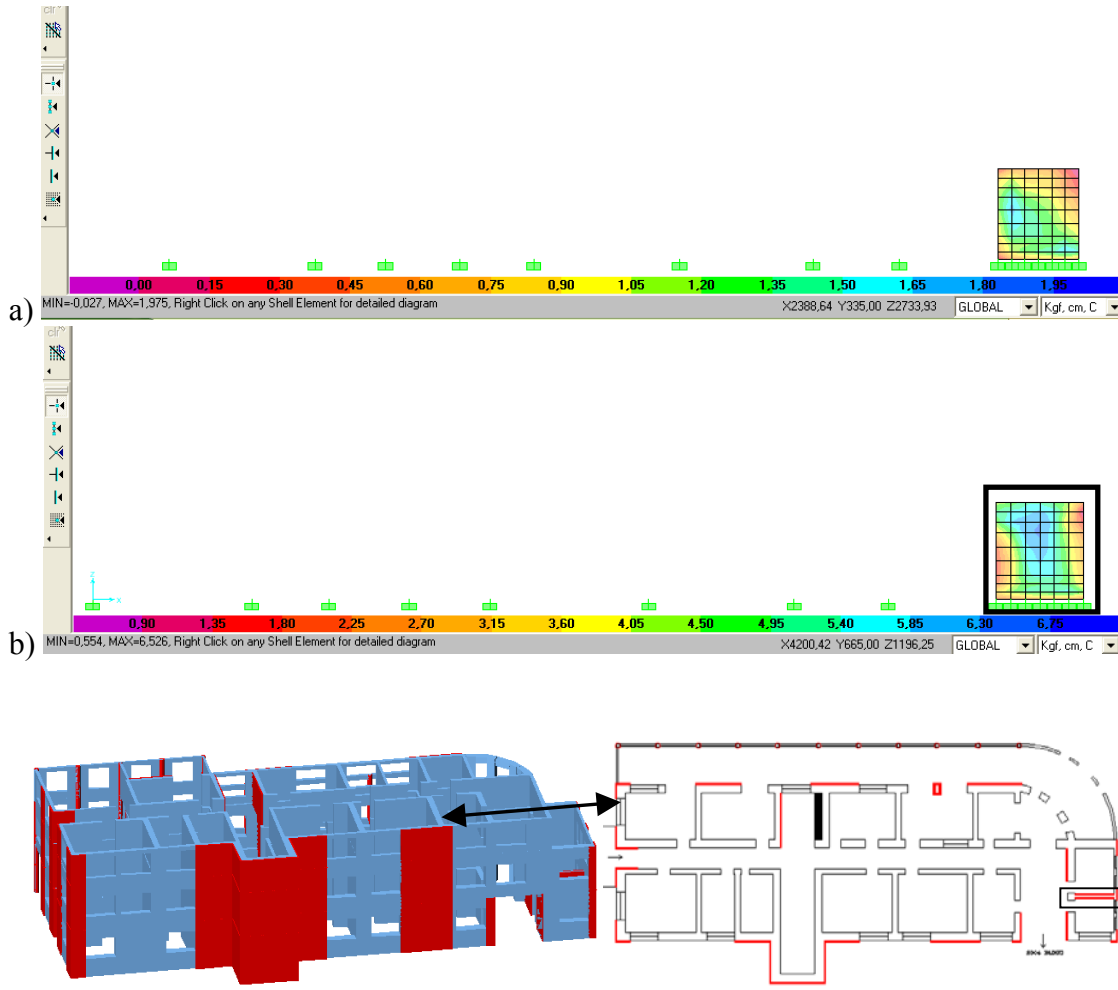
Şekil 5.45: E Aksı kayma gerilmeleri a)mevcut b) Güçlendirilmiş

Şekil 5.45’de gösterilen duvar güçlendirildikten sonra ortalama 3 kat daha fazla gerilmeye maruz kalmıştır.



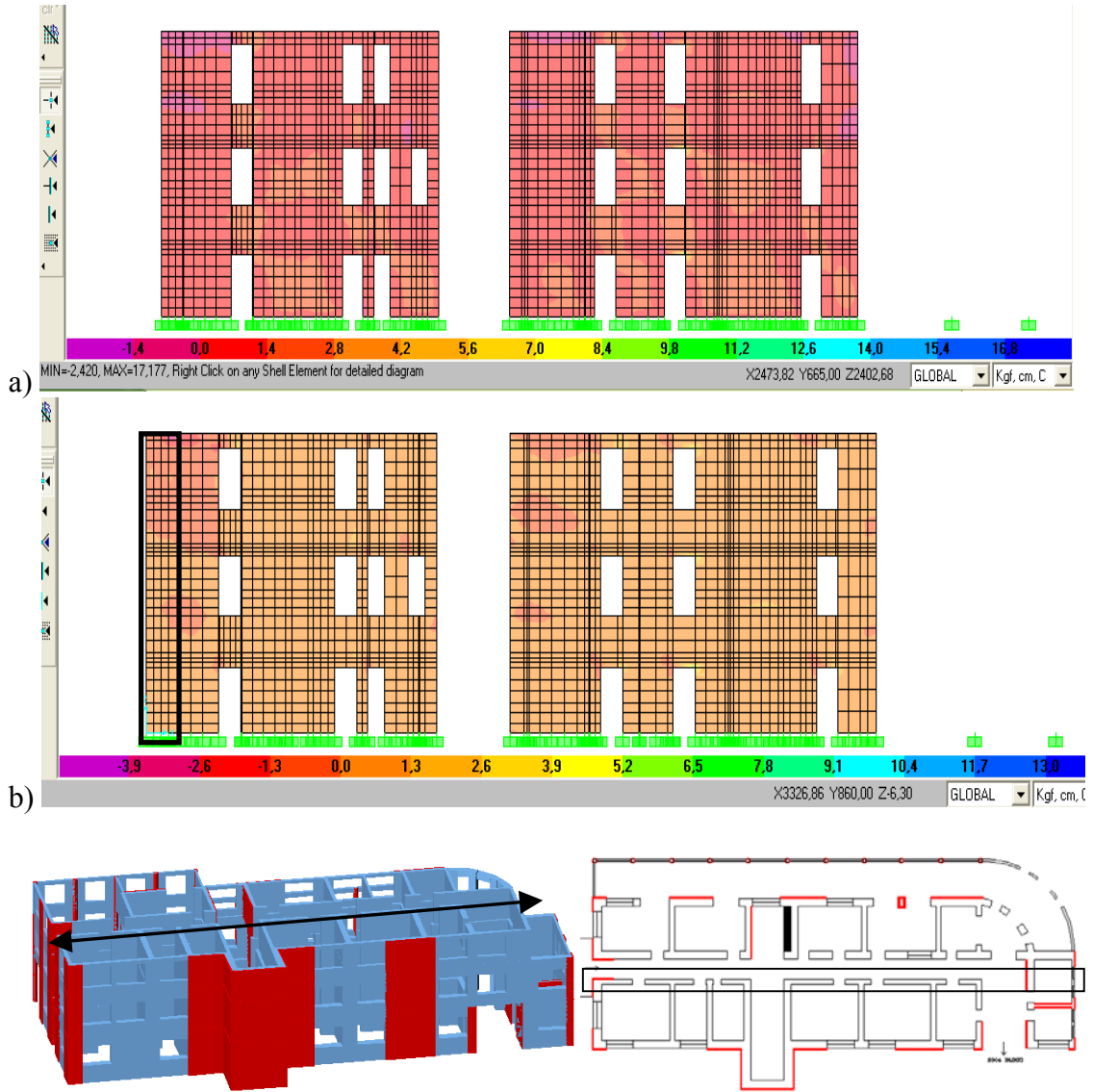
Şekil 5.46: D Aksı kayma gerilmeleri a)mevcut b) Güçlendirilmiş

Şekil 5.46'da D Aksı kayma gerilmeleri verilmiş olup, özellikle mevcut durumda zorlanması ve deformasyon olması muhtemel kırmızı daire içinde gösterilen alan güçlendirilmiş sistemde rahatlamış gözükmektedir.



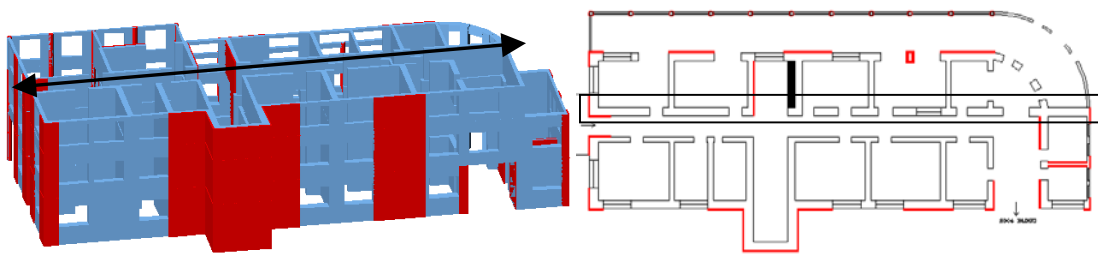
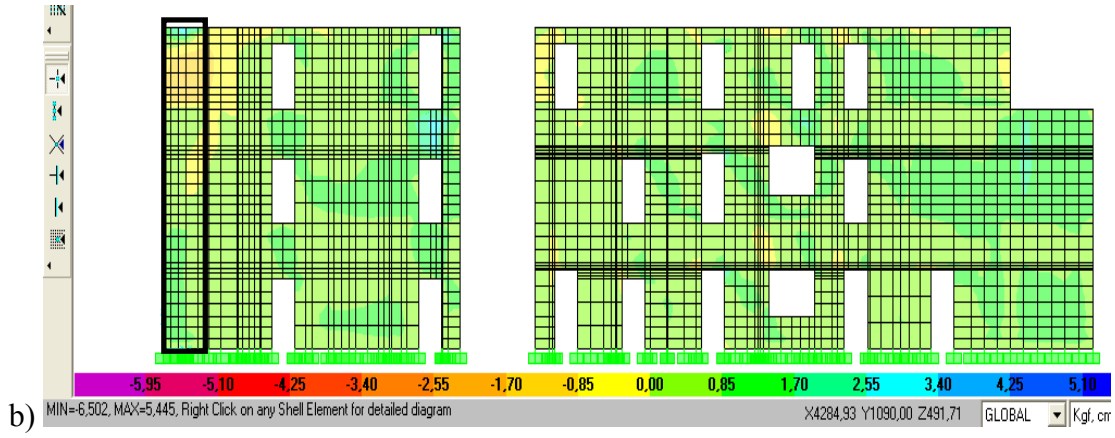
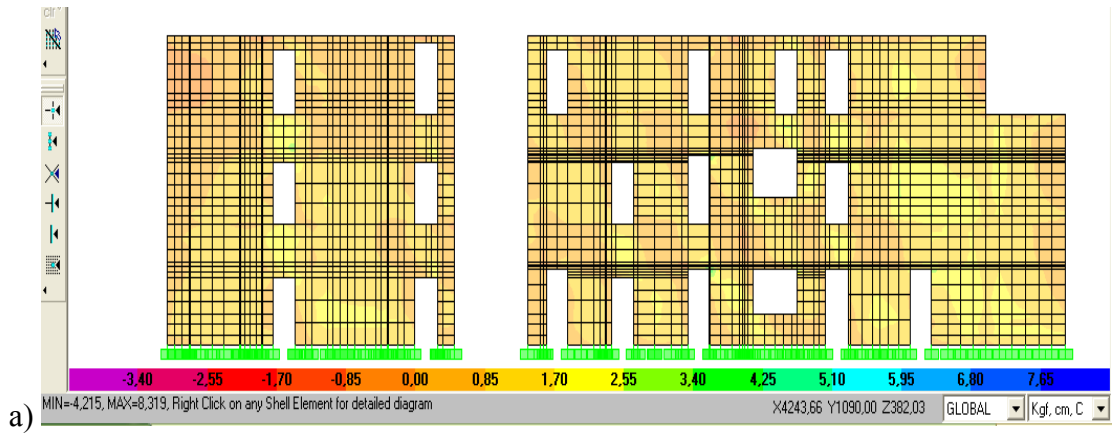
Şekil 5.47: C1 Aksı kayma gerilmeleri a)mevcut b) Güçlendirilmiş

Şekil 5.47’de görülen zemin kattaki duvar her iki yönde güçlendirilmiştir. Bundan dolayı da bu perdeye gelen kayma gerilmeleri duvarın orta noktasında $1,5 \text{ kg/cm}^2$ mertebelerinde iken, rijitlik ve kesitin artmasından dolayı 5 kg/cm^2 seviyesine çıkmıştır. Bu duvara etkiyen toplam kesme kuvveti mevcut halinde 12 ton iken, her iki yönde güçlendirilmiş duvara gelen kesme kuvveti ortalama 80 ton olmuştur. Burada sadece güçlendirme kabuğunun karşıladığı kesme kuvveti ise 150 ton ($V_{cr}=0.65.f_{ctd}.b_w.d$) seviyelerindedir. Bu sonuçta bize duvara gelen kesme kuvvetlerinde daha fazlasını güçlendirme kabuğunun taşıyabildiğini göstermesi bakımından önemlidir.

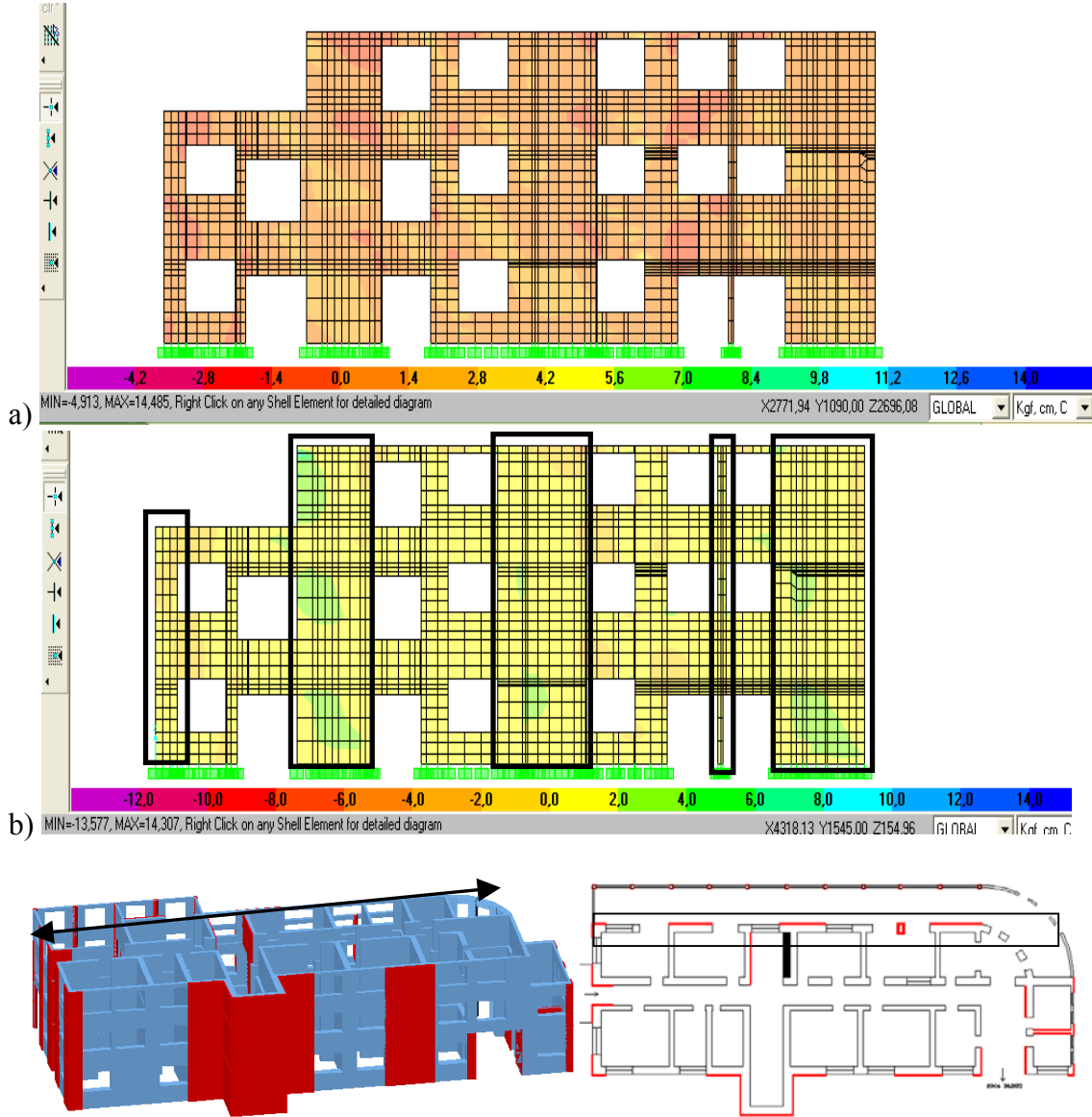


Şekil 5.48: C Aksı kayma gerilmeleri a)mevcut b) Güçlendirilmiş

Şekil 5.48’de görülen C aksının kayma gerilmeleri güçlendirilen bölgede artarken diğer kısımlarda ise azaldığı görülmektedir.

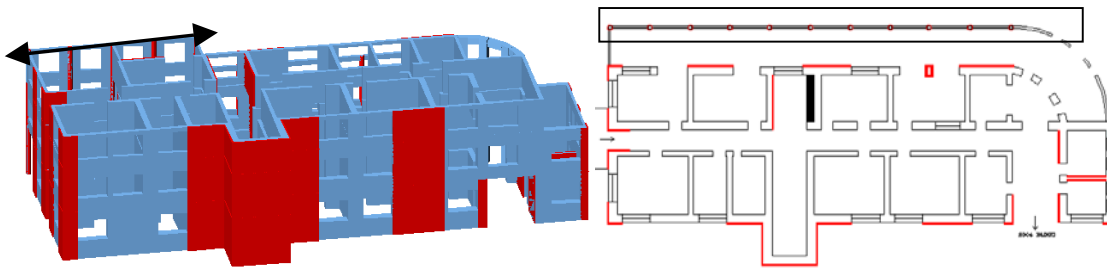
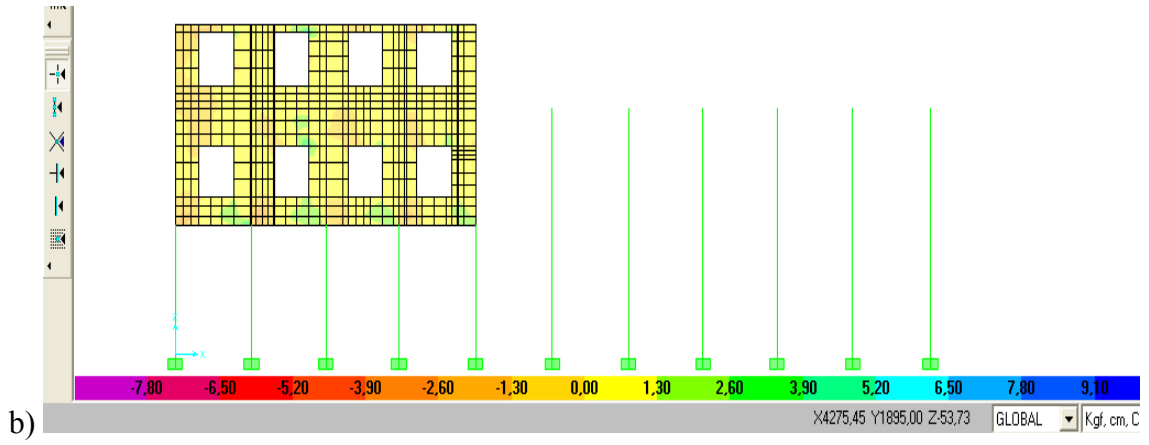
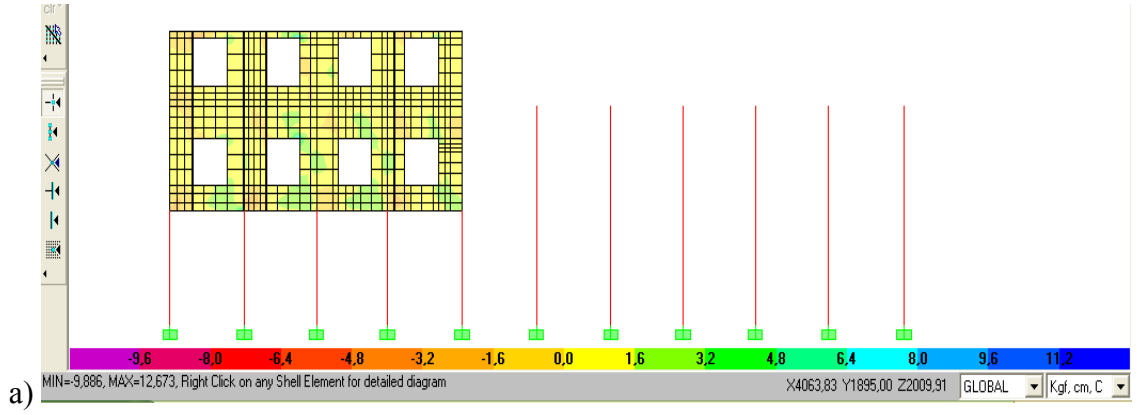


Şekil 5.49: B Aksı kayma gerilmeleri a)mevcut b) Güçlendirilmiş

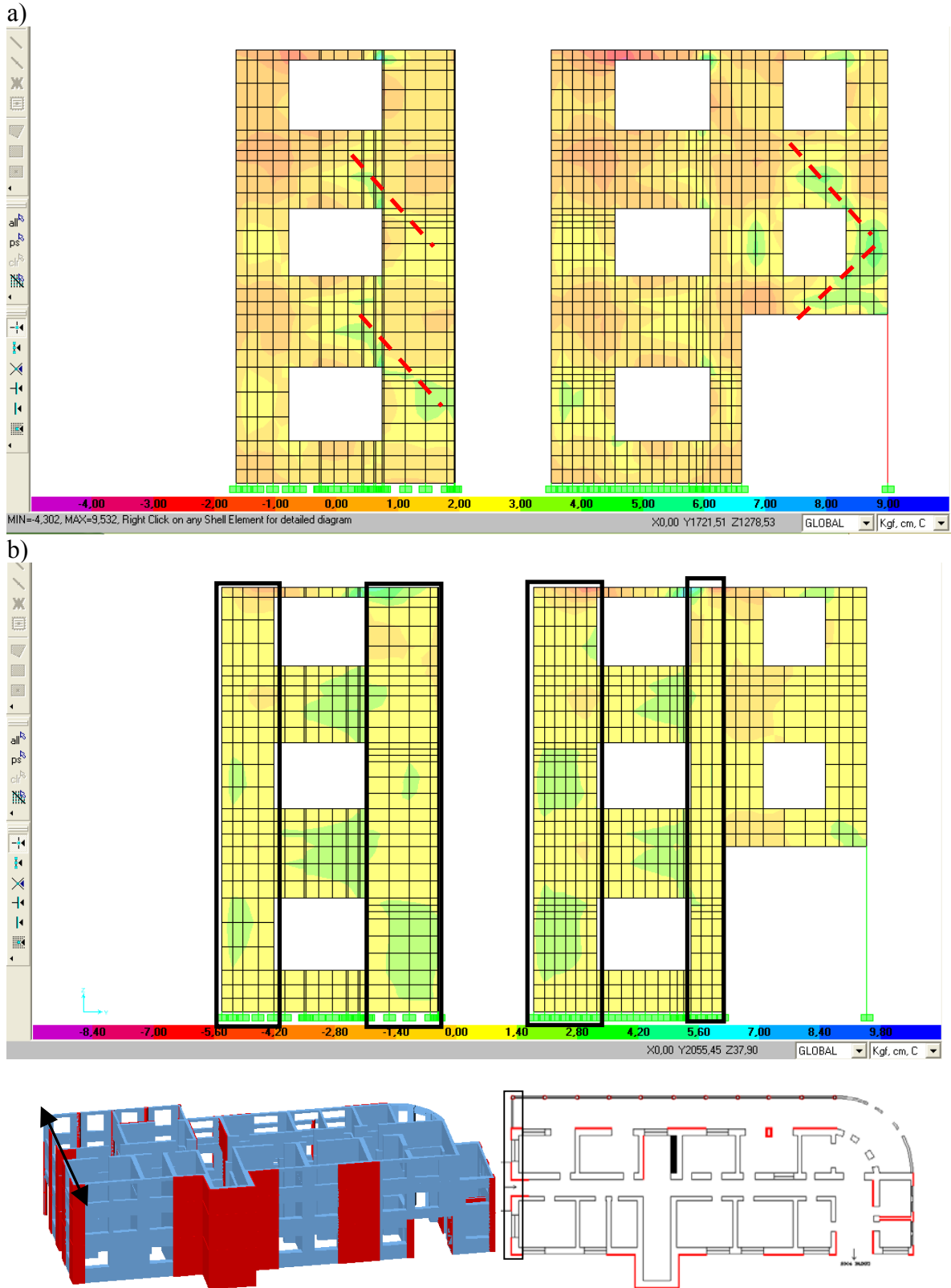


Şekil 5.50: A Aksı kayma gerilmeleri a)mevcut b) Güçlendirilmiş

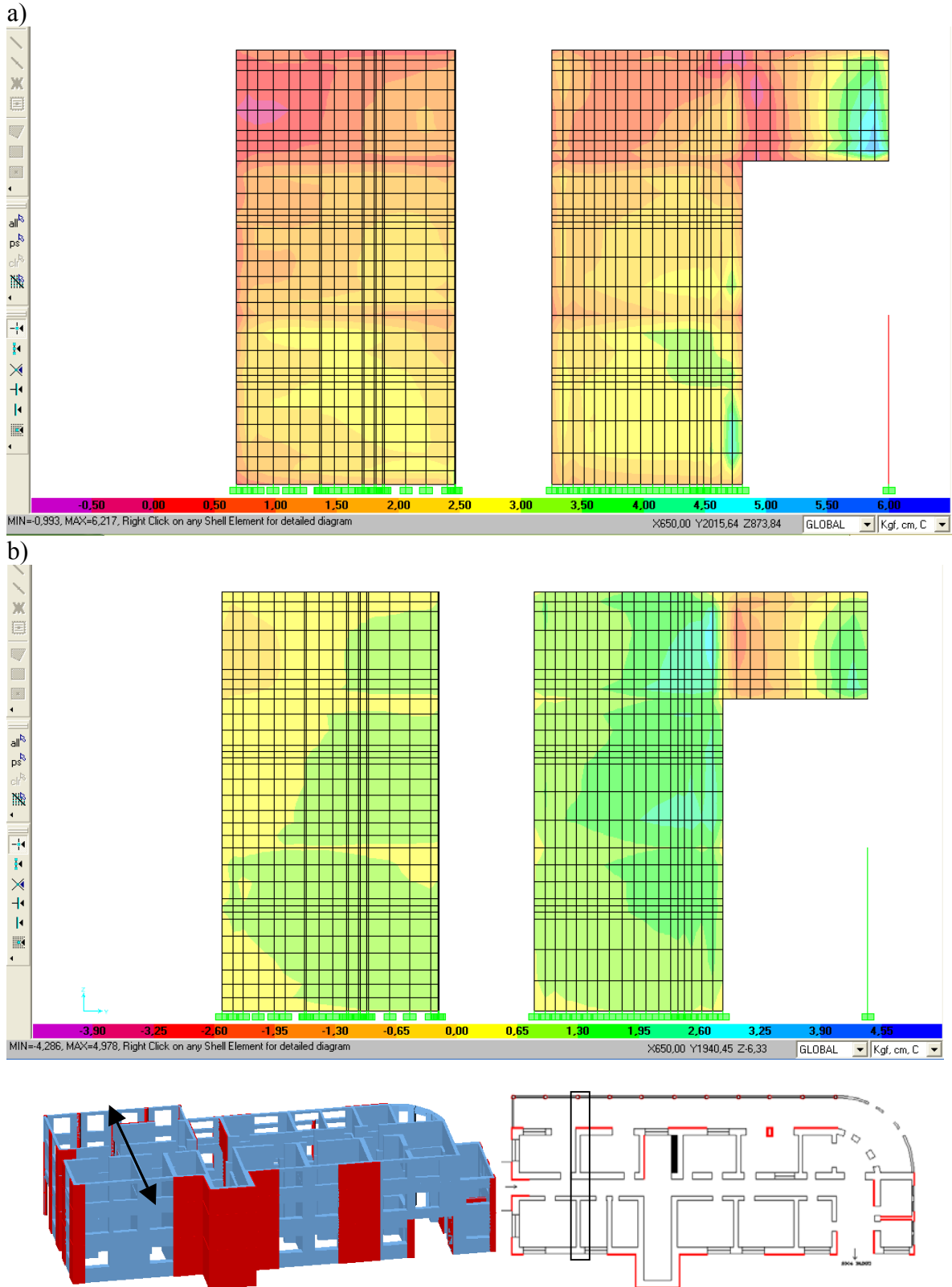
Şekil 5.50’de A aksı kayma gerilmeleri görülmektedir. Yukarıda da belirtildiği gibi güçlendirilen duvarların kayma gerilmeleri artmış diğer duvarların ise azalmıştır.

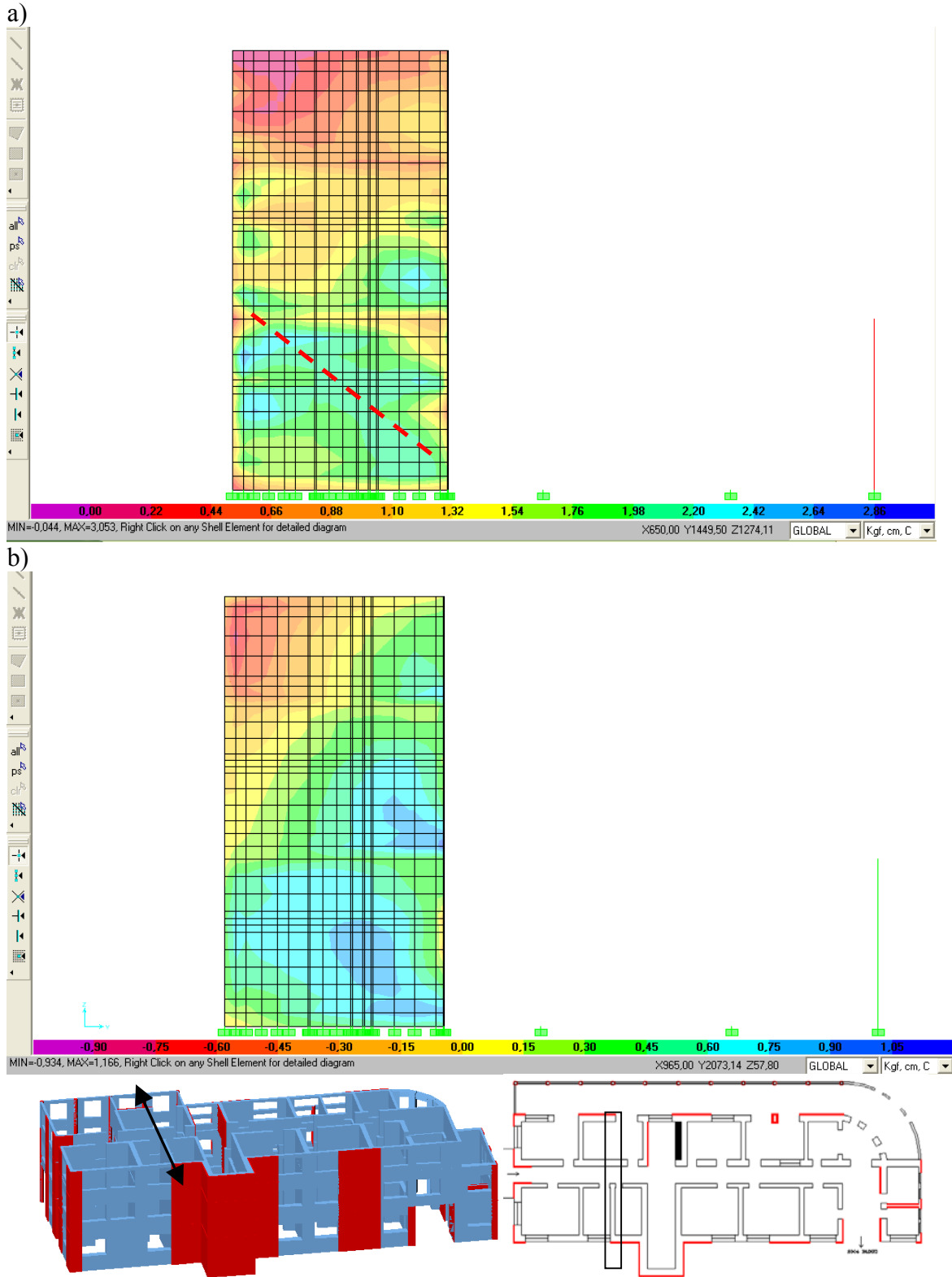


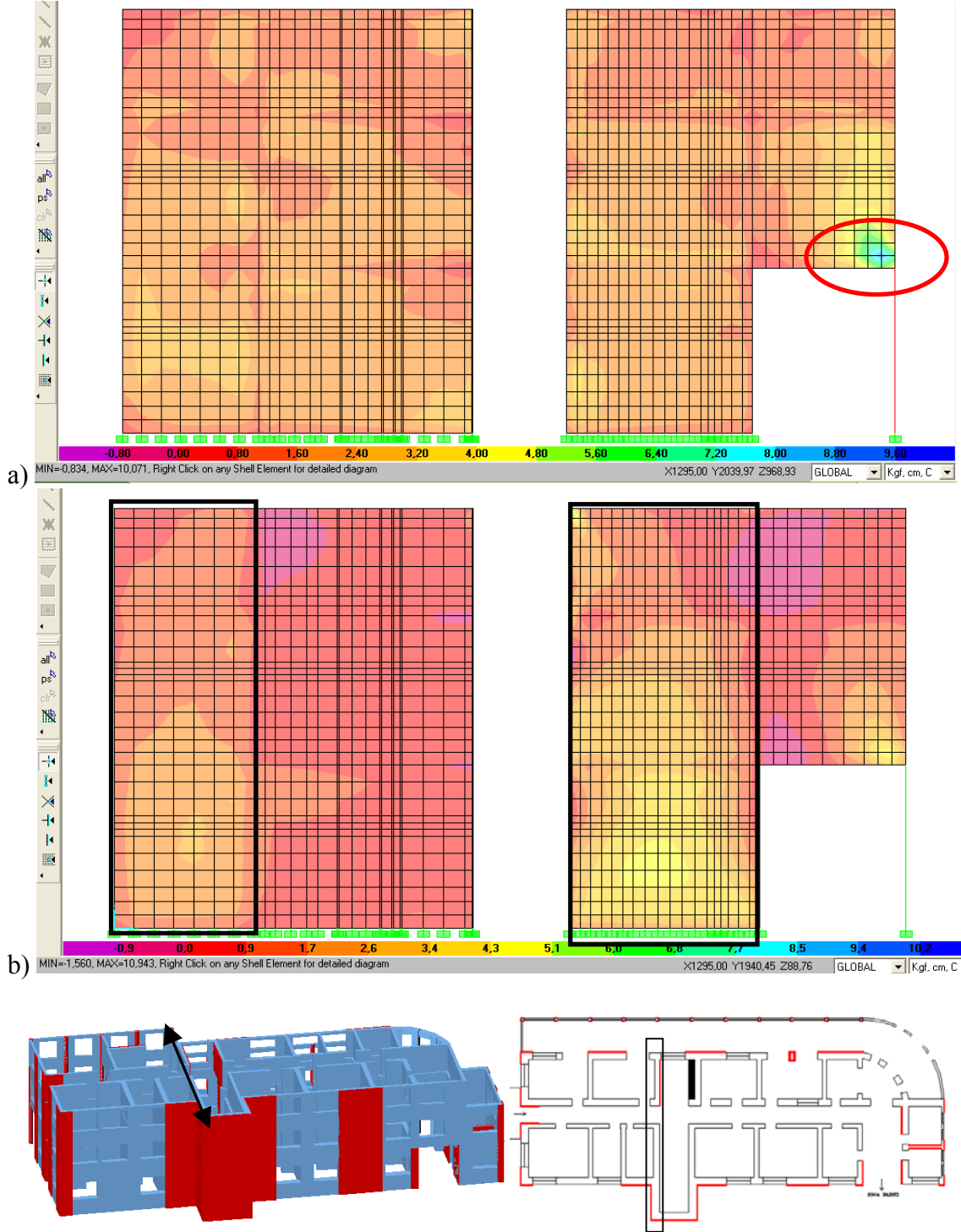
Şekil 5.51: A1 Aksı kayma gerilmeleri a)mevcut b) Güçlendirilmiş



Şekil 5.52: 1 Aksı kayma gerilmeleri a)mevcut b) Güçlendirilmiş

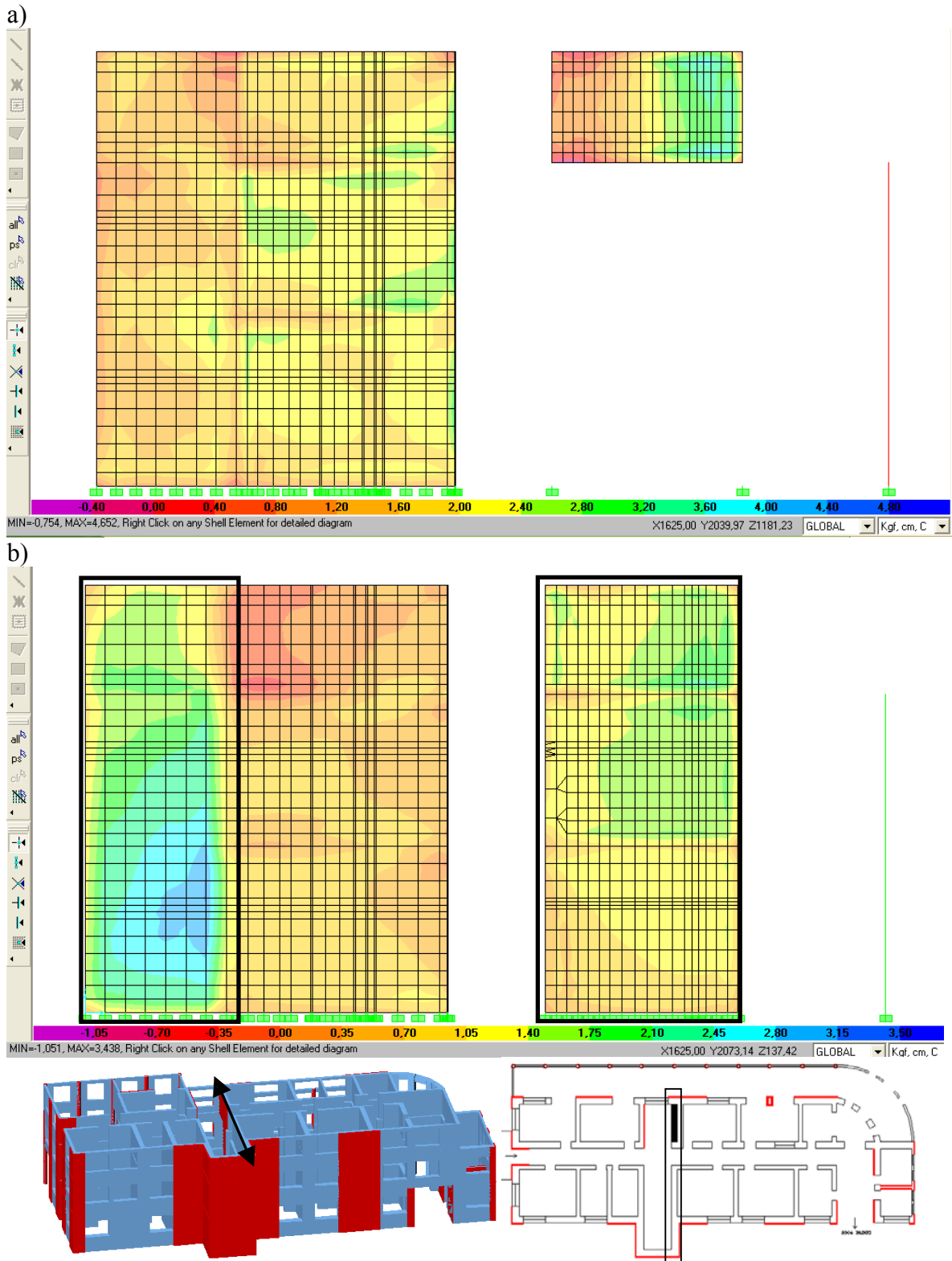






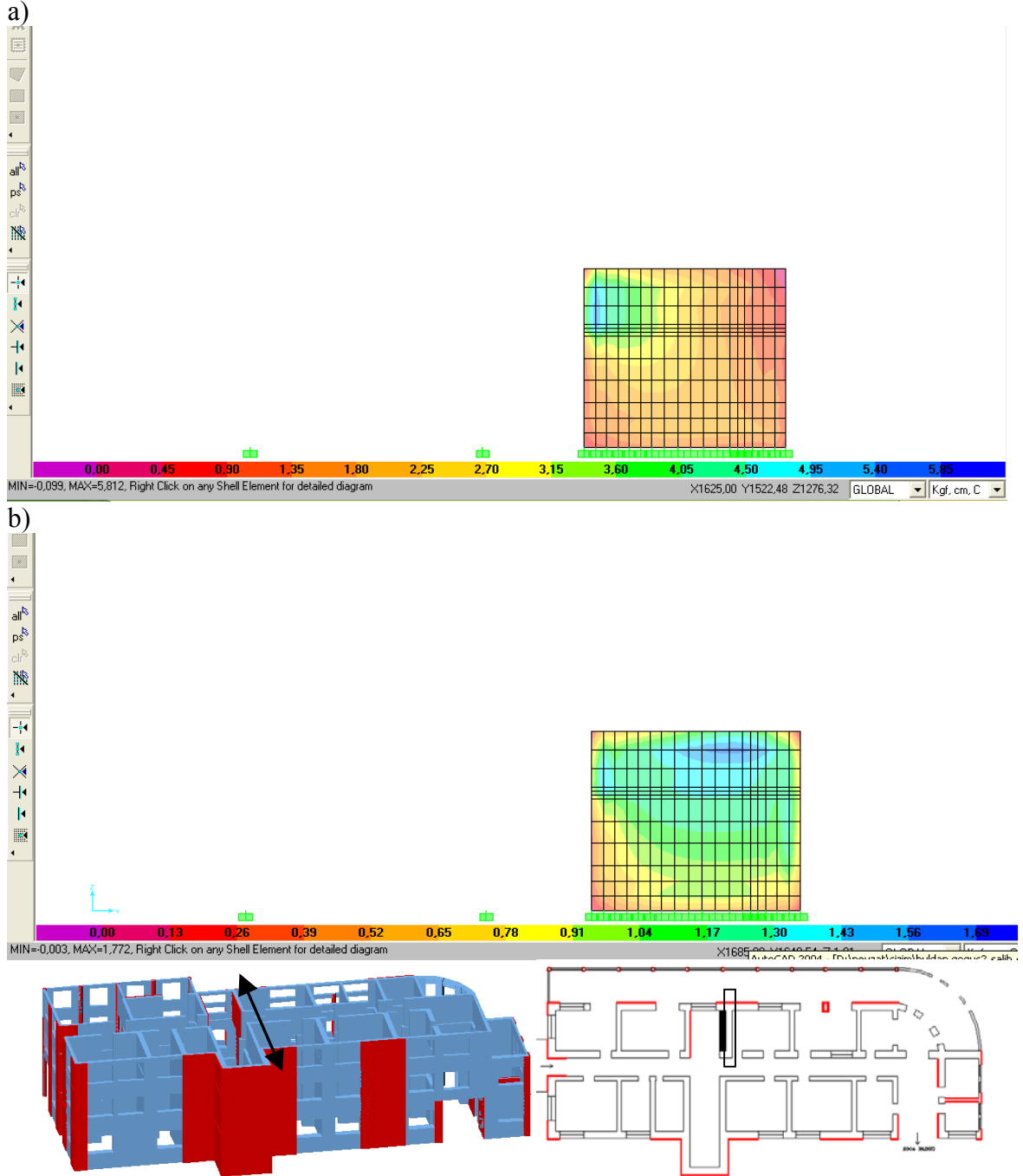
Şekil 5.55: 3 Aksı kayma gerilmeleri a)mevcut b) Güçlendirilmiş

Şekil 5.55’de sistemin mevcut haliyle kolon birleşim noktasında gerilmenin yoğunlaştığı görülmektedir. Güçlendirilmiş durumda ise o bölgedeki gerilmeler yarıya düşmüştür.

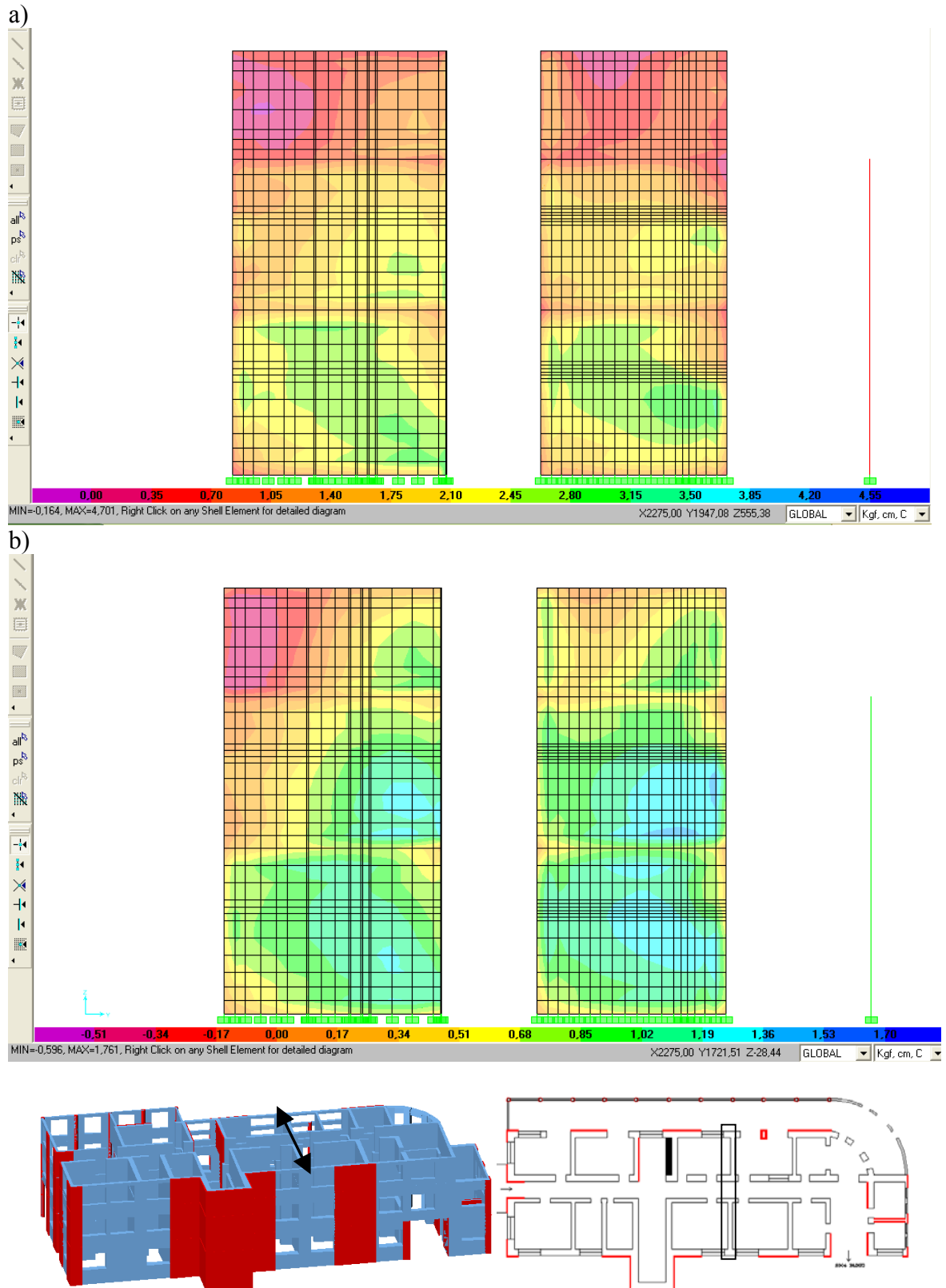


Şekil 5.56'da görülen 4 aksı kayma gerilmeleri, aynı düzlem içindeki sürekli duvarın güçlendirilen kısmı ile güçlendirilmeyen kısmı arasındaki gerilme dağılımı farkını

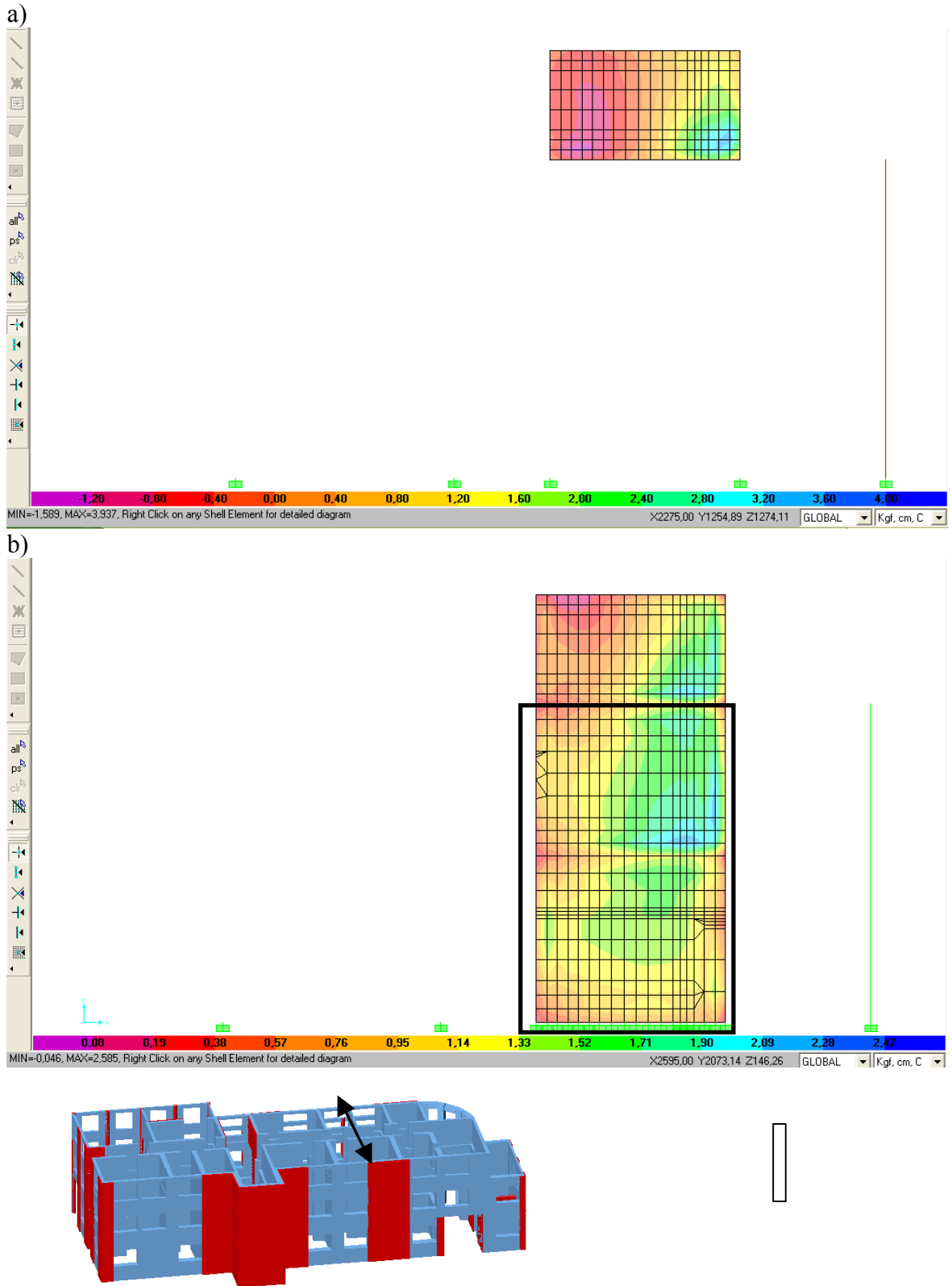
açıkça ortaya koymaktadır. Ayrıca düşeyde devam etmeyen duvarda devam edene oranla 2 kat daha fazla gerilmeye maruz kaldığı anlaşılmaktadır.



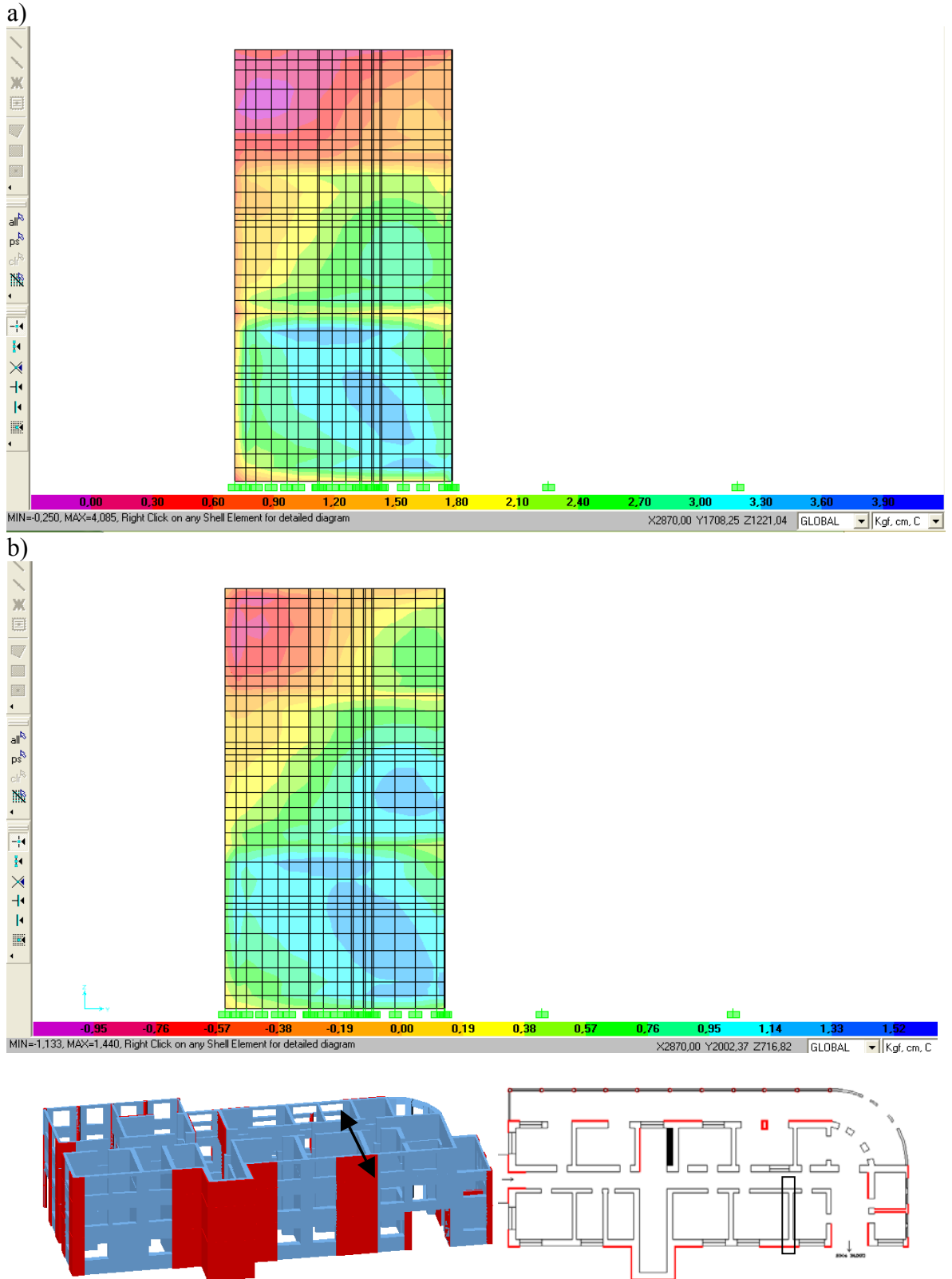
Şekil 5.57: 4A Aksı kayma gerilmeleri a)mevcut b) Güçlendirilmiş

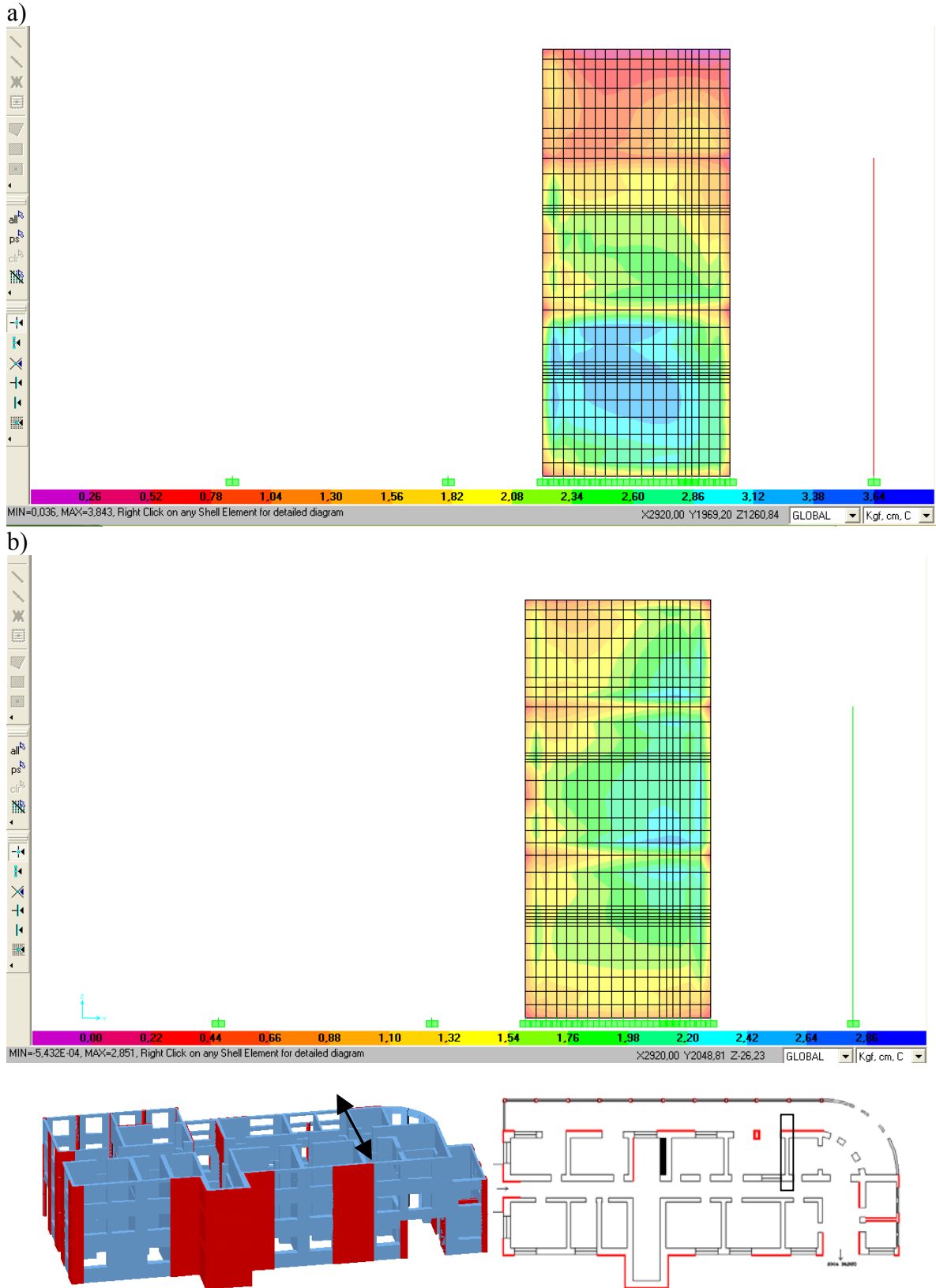


Şekil 5.58: 5 Aksı kayma gerilmeleri a)mevcut b) Güçlendirilmiş

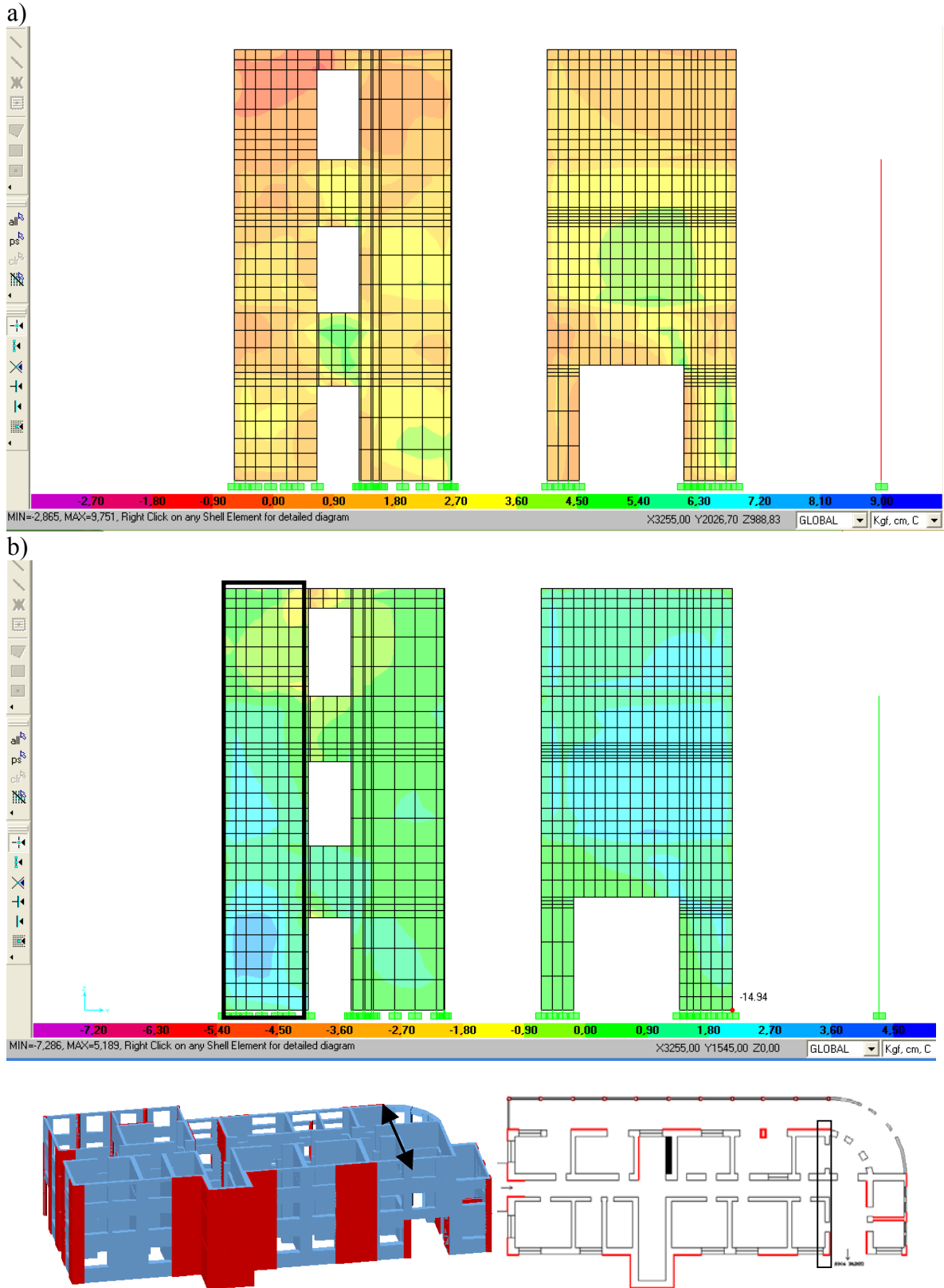


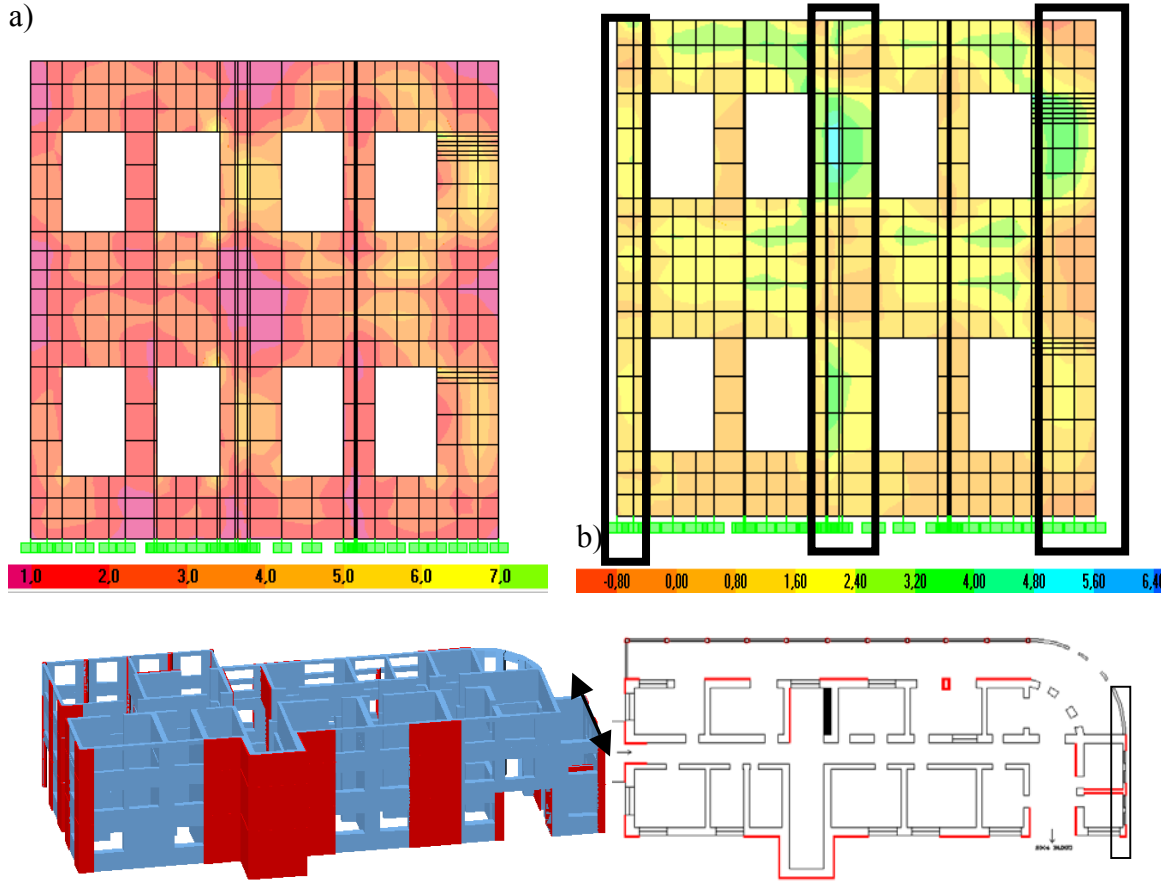
Şekil 5.59: 5A Aksı kayma gerilmeleri a)mevcut b) Güçlendirilmiş



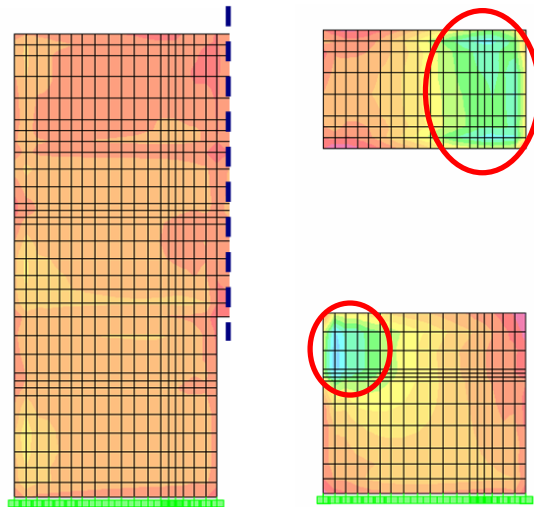


Şekil 5.61: 6A Aksı kayma gerilmeleri a)mevcut b) Güçlendirilmiş



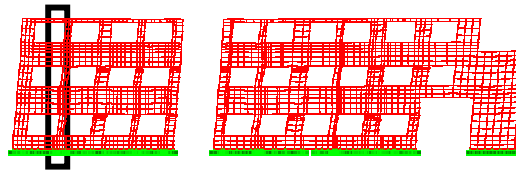
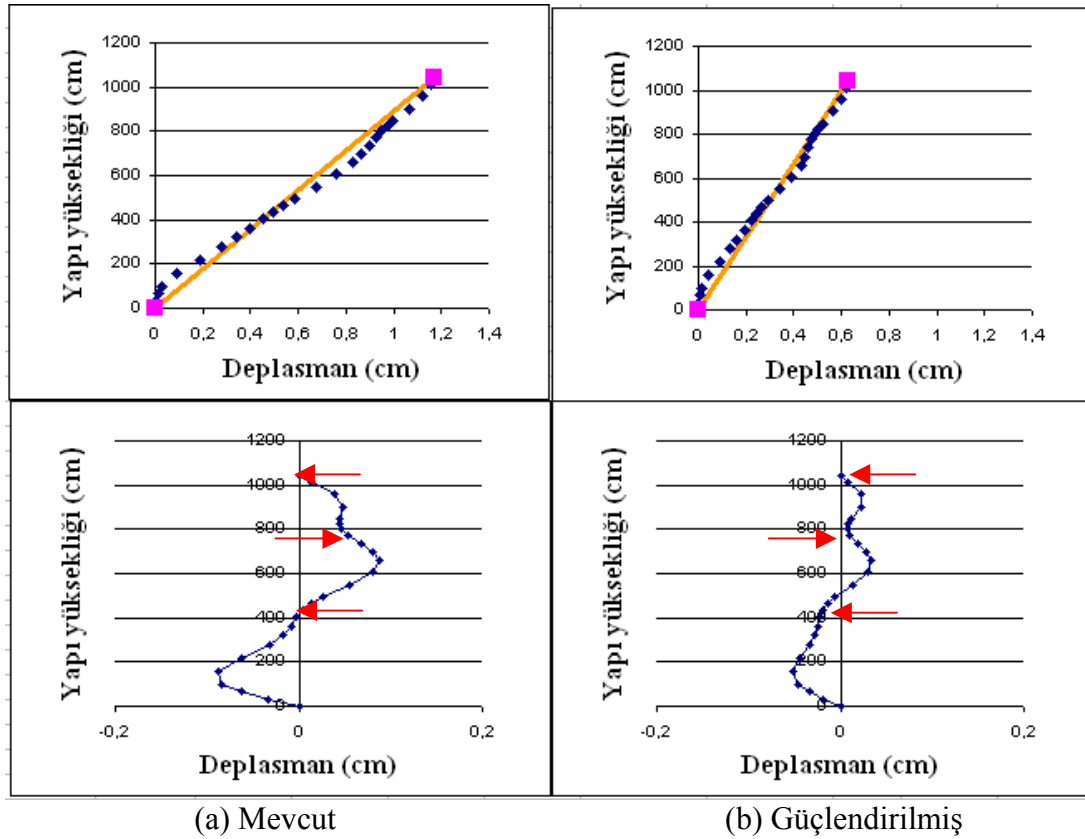


Şekil 5.64’de merdiven kenarında bulunan ve güçlendirilmemiş mevcut durumda analiz edilen düşeyde sürekli devam eden ve etmeyen duvarların kayma gerilmeleri farkı görülmektedir.



5.4.1. Düzlem dışı deplasmanlar

Yığma yapı hasar nedenlerinin en başında gelen ve belkide yapının göçme mekanizmasını hızlandıran duvarın düzlem dışı deplasmanları inceleme konusu bina içinde incelenmiş olup, Şekil 5.65 de mevcut durum ve güçlendirilmiş durum için verilmiştir. Şekil 5.65a ve b'nin üstünde bulunan grafik, duvarın düzlem dışı deplasmanları ile kat deplasmanları bina yüksekliği boyunca verilmiş olup, altında bulunan grafik ise duvarın kat deplasmanlarından bağımsız kendi düzlemi içindeki düzlem dışı deplasmanlarını göstermektedir. Bu şekillerden de anlaşılacağı gibi güçlendirilmiş sistemde duvar rijitliklerinin artmasından dolayı düzlem dışı deplasmanlar azalmıştır.



Şekil 5.65: D Aksı Duvarının Düzlem Dışı Deplasmanları

ALTINCI BÖLÜM

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

6. Sonuçlar ve Öneriler

Buldan Göğüs Hastalıkları Hastanesi olarak kullanılan yapı yerinde incelenmiştir. 1950’li yıllarda hastane olarak inşa edilen yığma yapı, zemin ve iki normal kattan oluşmaktadır. Binanın rölevesi çıkartılarak mevcut durumu 1998 Afet Yönetmeliğinin yığma yapılarla ilgili hükümleri esas alınarak değerlendirilmiştir.

Yapının güçlendirilerek Afet Yönetmeliği hükümlerine göre yeterli güvenlik düzeyine çıkarılması mümkündür. Bunun için yapılan analiz neticesinde elde edilen sonuçlar ve diğer çözüm önerileri aşağıda verilmiştir.

1. Yapının doğal titreşim periyodu mevcut halinde 0,195 sn iken güçlendirilmiş sistemde 0,146 sn’ye düşmüştür.

2. Yapının yanal rijitliği artırılmalıdır. Bu amaçla taşıyıcı sistemde bazı duvarlar güçlendirilerek bu duvarların dolayısıyla yapının rijitliği artırılmıştır.

3. Duvarların kesme kapasitesi artırılmalı yada duvarlar gelen kesme kuvvetleri azaltılmalıdır. Duvar kesme kapasitelerinin artırılması için bazı duvarlar güçlendirilmiştir. Güçlendirme sonucu rijitliği artan bu duvarların karşıladığı taban kesme kuvveti rijitlik artışına orantılı olarak artmış ve diğer duvarların karşılaması gereken kesme kuvveti bu sebeple azalmıştır.

Yapıya gelen taban kesme kuvvetleri;

| | <u>Mevcut sistem</u> | <u>Güçlendirilmiş sistem</u> |
|-----------------------|----------------------|------------------------------|
| X yönü yüklemesi için | 1416 ton | 1455 ton |
| Y yönü yüklemesi için | 1335 ton | 1526 ton |

4. Yığma yapıların en zayıf bölgelerinden biriside yakınlarında boşluk bulunan köşe noktalardır. Güçlendirilen duvarların da bu zayıf noktalara özellikle konulmuş olması yapının dayanımına olumlu katkısı olmuştur.

5. Yığma yapıların yük taşıyan elemanları duvarlardır. Bu duvarların tüm yapı boyunca sürekli devam etmesi yapı güvenliği açısından büyük önem arz etmektedir. Hastane binasında katlar arasındaki duvar süreksizlikleri yeni duvar ilave edilerek ortadan kaldırılmış ve yapının zafiyeti giderilmiştir.

6. Yapının ön kısımlarındaki terasları taşıyan 25x25 narin kolonlar mantolanarak düşey ve yatay yükler altında yeterli hale getirilmiştir.

7. Yığma yapılarda en çok karşılaşılan hasar nedenlerinde olan düzlem dışı kuvvetler, uygulanan güçlendirme kabuğu sayesinde azaltılmıştır. Bazı duvarlarda uygulanan 10 cm kalınlığındaki hasır donatılı betonarme güçlendirme kabuğu düzlem dışı kuvvetler karşısında bir bakıma döşeme davranışı sergilemiş ve düzlem dışı deplasmanlar azalmıştır.

KAYNAKLAR

- Bayülke, N.,Yapıların Onarım Ve Güçlendirilmesi, 9. Baskı, İMO İzmir Şubesi., 2001
- Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik, T.C. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, Ankara, 1998.
- TS2514, Kagir Duvarlar Hesap ve Yapım Kuralları, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 1977.
- TS704, Harman Tuğlası, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 1979.
- Eurocode 6, Design of Masonry Structures –Part 1-1: General Rules for buildings – Rules for Reinforced and Unreinforced Masonry, European Committee for Standardization, Brussels, 1995.
- Demir, H., Depremlerden Hasar Görmüş Betonarme Yapıların Onarım Ve Güçlendirilmesi, İTÜ İnşaat Fakültesi Matbaası, İstanbul,1992.
- TS ENV 1996-1-1, Kagir yapıların Tasarımı-Bölüm 1-1: Binalar İçin Genel Kurallar- Donatılı ve Donatısız Kagir Kuralları (Eurocode 6), Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, Ocak 2001.
- Özcebe, G., Sucuoğlu, H., Ersoy, U., Gazbeton Duvarların Yapısal Davranışının Deneysel Olarak İncelenmesi, ODTÜ, Ankara, 1999.
- Bozkurt, H.B., Cost Comparison of Clay and AAC Masonry Walls Employed in Seismic Resistant Masonary and Reinforced Concrete Building, M.Sc. Thesis, ODTÜ, Ankara, 2001.

- Bayülke, N., Yığma Yapılar 2nci Baskı, T.C. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Afet İşleri Genel Müdürlüğü Deprem Araştırma Dairesi Başkanlığı, Ankara, 1992.
- Alakoç C.A., An Experimental Investigation on Autoclaved Aerated Concrete (AAC) Blocks and Walls, M.Sc. Thesis, ODTÜ, Ankara, 1999.
- Bayülke, N., Doğan,A., “13 Mart 1992 Erzincan Depremi Raporu”, Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, Afet İşleri Gen. Müdürlüğü Deprem Araştırma Merkezi, Ankara ,1993
- Kaplan, H., “18 Ağustos 1995 Kaklık Depreminde Hasar Gören Betonarme Yapılar”, Süleyman Demirel Üniversitesi, IX. Mühendislik Sempozyumu, Isparta, 1996.
- Kaplan, H., Mevcut Yapıların Onarım Ve Güçlendirilmesi, 2003 Kocaeli deprem Sempozyumu, 12-14.03.2003, Kocaeli, 2003.
- Kaplan, H., Küçük, B., "Betonarme Yapılarda Üretim Hataları ve Önlemler", İnşaat Malzemeleri ve Uygulamaları Dergisi 35: 82-88, 1990.
- Kaplan, H., Küçük, B., "Betonarme Yapılarda Çevre Etkileri ve Korunma Önlemleri", İnşaat Malzemeleri ve Uygulamaları Dergisi, 36: 59-61, 1990.
- Kaplan, H., "1 Ekim 1995 Dinar Depremi Sonucu Oluşan Hasarlar ve Önleme Çareleri", Mühendislik Bilimleri Dergisi,1996,2(1),25-34, 1996.
- Kaplan H., “Mevcut Yapıların İncelenmesi ve Güçlendirilmesi”, TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası Denizli Şubesi Bülteni, Sayı 39, 2003
- Solak, A., Denizlideki Kamu Binalarının Deprem Dayanımlarının Araştırılması, Pamukkale Üniversitesi Fen Bil. Enst. Denizli, 1996.

Karaıslı, T. D., Mevcut Binaların Deprem Açısından İncelenmesi-Denizli Devlet Hastanesi, Pamukkale Üniversitesi Fen Bil. Enst. Denizli, 1997.

Çetinkaya, N., Betonarme Yapı Elemanlarının FRP Malzemelerle Onarım ve Güçlendirilmesi., Pamukkale Üniversitesi Fen Bil. Enst. Denizli, 2002.

Fema, A Handbook for Seismic Evaluation of Existing Buildings(Preliminary) Earthquake Hazard Reduction Series 47, FEMA-178, June 1989

Gülkan, P., Quantification of Seismic Damage and Structural İntervention, Second Japon-Turkey Workshop on Earthquake Engineering., İstanbul, Feb 1998

Kaplan, H., Tama, Y.S., Şenel, Ş.M., İnel, M., Akyol, E., Ün, H., Yılmaz, S., Özsoy, İ., Kayhan, A.H., Baloğlu, Y., “Buldan Göğüs Hastanesi Depremsellik İnceleme Raporu”, Kasım 2004

Kaplan, H., Tama, Y.S., Şenel, Ş.M., İnel, M., Akyol, E., Ün, H., Yılmaz, S., Özsoy, İ., Kayhan, A.H., Baloğlu, Y., “Buldan Devlet Hastanesi Depremsellik İnceleme Raporu”, Kasım 2004

Köksal, E., Köksal, H.O., Yıldırım, H., “Eksenel Basınç Altında Beton Biriket Yığıma Prizmaların Sonlu Eleman Analizi”, İMO Teknik Dergi, 2004

ÖZGEÇMİŞ

Adı, Soyadı : Nevzat SALLIO

Ana Adı : Mahinur

Baba Adı : İsmail

Doğum Yeri ve Tarihi : Tavas / 03.03.1978

Lisans : Pamukkale Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümü, 1997

Çalıştığı Yer : Denizli İl Telekom Müdürlüğü, Yapı İşleri Müdürlüğü

Yabancı Dil : İngilizce