

KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ  
ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

OKUL BİNALARINDA UYGULANAN GÜÇLENDİRME  
YÖNTEMLERİNİN KARŞILAŞTIRMALI ANALİZİ

YASİN KARATEPE

KOCAELİ 2024

**KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ**  
**ANABİLİM DALI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**OKUL BİNALARINDA UYGULANAN GÜÇLENDİRME**  
**YÖNTEMLERİNİN KARŞILAŞTIRMALI ANALİZİ**

**YASİN KARATEPE**

**Dr. Öğr. Üyesi Hilal MEYDANLI ATALAY**

**Danışman, Kocaeli Üniv.**

.....

**Dr. Öğr. Üyesi Serkan ENGİN**

**Jüri Üyesi, Kocaeli Üniv.**

.....

**Dr. Öğr. Üyesi Mehmet ÖZGÜR**

**Jüri Üyesi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniv.**

.....

**Tezin Savunulduğu Tarih: 09.02.2024**

## ETİK BEYAN VE ARAŞTIRMA FONU DESTEĞİ

Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada,

- Bu tezin bana ait, özgün bir çalışma olduğunu,
- Çalışmamın hazırlık, veri toplama, analiz ve bilgilerin sunumu olmak üzere tüm aşamalarında bilimsel etik ilke ve kurallara uygun davrandığımı,
- Bu çalışma kapsamında elde edilen tüm veri ve bilgiler için kaynak gösterdiğimi ve bu kaynaklara kaynakçada yer verdiğimi,
- Bu çalışmanın Kocaeli Üniversitesi'nin abone olduğu intihal yazılım programı kullanılarak Fen Bilimleri Enstitüsü'nün belirlemiş olduğu ölçütlere uygun olduğunu,
- Kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- Tezin/Projenin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya başka bir üniversitede başka bir tez/proje çalışması olarak sunmadığımı,

beyan ederim.

☒ Bu tez çalışmasının herhangi bir aşaması hiçbir kurum/kuruluş tarafından maddi/alt yapı desteği ile desteklenmemiştir.

☐ Bu tez çalışması kapsamında üretilen veri ve bilgiler ..... tarafından ..... no'lu proje kapsamında maddi/alt yapı desteği alınarak gerçekleştirilmiştir.

Herhangi bir zamanda, çalışmamla ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması durumunda, ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçları kabul ettiğimi bildiririm.

Yasin KARATEPE

## YAYIMLAMA VE FİKRİ MÜKİYET HAKLARI

Fen Bilimleri Enstitüsü tarafından onaylanan lisansüstü tezimin tamamını veya herhangi bir kısmını, basılı ve elektronik formatta arşivleme ve aşağıda belirtilen koşullarla kullanıma açma izninin Kocaeli Üniversitesi'ne verdiğimi beyan ederim. Bu izinle Üniversiteye verilen kullanım hakları dışındaki tüm fikri mülkiyet haklarım bende kalacak, tezimin tamamının ya da bir bölümünün gelecekteki çalışmalarda (makale, kitap, lisans ve patent vb.) kullanımı bana ait olacaktır.

Tezin kendi özgün çalışmam olduğunu, başkalarının haklarını ihlal etmediğimi ve tezimin tek yetkili sahibi olduğumu beyan ve taahhüt ederim. Tezimde yer alan telif hakkı bulunan ve sahiplerinden yazılı izin alınarak kullanılması zorunlu metinlerin yazılı izin alarak kullandığımı ve istenildiğinde suretlerini Üniversiteye teslim etmeyi taahhüt ederim.

Yükseköğretim kurulu tarafından yayınlanan **“Lisansüstü Tezlerin Elektronik Ortamda Toplanması, Düzenlenmesi ve Erişime Açılmasına İlişkin Yönerge”** kapsamında tezim aşağıda belirtilen koşullar haricinde YÖK Ulusal Tez Merkezi/ Kocaeli Üniversitesi Kütüphaneleri Açık Erişim Sisteminde erişime açılır.

☐ Enstitü yönetim kurulu kararı ile tezimin/projemin erişime açılması mezuniyet tarihinden itibaren 2 yıl ertelenmiştir.

☐ Enstitü yönetim kurulu gerekçeli kararı ile tezimin/projemin erişime açılması mezuniyet tarihinden itibaren 6 ay ertelenmiştir.

☒ Tezim/projem ile ilgili gizlilik kararı verilmemiştir.

Yasin KARATEPE

## ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

Yüksek lisans ve lisans eğitimim boyunca çok değerli bilgi ve deneyimlerini aktaran emeği geçen tüm hocalarıma, tez danışman hocama, değerli jüri üyelerine çok teşekkür ederim.

Her zaman yanımda olan, yardımlarını benden hiç esirgemeyen, varlıklarıyla bana güç veren çok değerli aileme, desteklerini hissettiğim arkadaşlarıma tüm içtenliğimle teşekkürlerimi sunarım.

Ocak – 2024

Yasin KARATEPE



## İÇİNDEKİLER

|                                                                                        |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| ETİK BEYAN VE ARAŞTIRMA FONU DESTEĞİ .....                                             | i   |
| YAYIMLAMA VE FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI .....                                              | ii  |
| ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR .....                                                                | iii |
| İÇİNDEKİLER .....                                                                      | iv  |
| ŞEKİLLER DİZİNİ .....                                                                  | vii |
| TABLOLAR DİZİNİ.....                                                                   | x   |
| SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ .....                                                   | xi  |
| ÖZET .....                                                                             | xv  |
| ABSTRACT .....                                                                         | xvi |
| 1. GİRİŞ .....                                                                         | 1   |
| 2. MEVCUT BİNALARIN PERFORMANSININ DEĞERLENDİRİLMESİ .....                             | 4   |
| 2.1. Binalardan Bilgi Toplanması .....                                                 | 4   |
| 2.2. Bilgi Düzeyleri .....                                                             | 4   |
| 2.3. Binaların Deprem Performansının Belirlenmesinde Kullanılan Hesap Yöntemleri ..... | 4   |
| 2.4. Taşıyıcı Sistemlerin Tasarım Yaklaşımları .....                                   | 5   |
| 2.5. Yapı Elemanlarında Hasar Sınırları ve Hasar Bölgeleri .....                       | 6   |
| 2.6. Mevcut Binaların Deprem Performanslarının Belirlenmesi .....                      | 7   |
| 3. BİNALARIN ONARIM VE GÜÇLENDİRİLMESİ .....                                           | 10  |
| 3.1. Eleman Düzeyinde Güçlendirme .....                                                | 10  |
| 3.1.1. Kolonların Sarılması .....                                                      | 11  |
| 3.1.2. Kirişlerin Sarılması .....                                                      | 15  |
| 3.1.3. Bölme Duvarlarının Güçlendirilmesi .....                                        | 18  |
| 3.2. Sistem Düzeyinde Güçlendirme .....                                                | 19  |
| 3.2.1. Betonarme Taşıyıcı Sistemlerin Ek Betonarme Perdelerle Güçlendirilmesi .....    | 20  |
| 3.2.2. Betonarme Taşıyıcı Sistemlerin Çelik Elemanlarla Güçlendirilmesi .....          | 23  |
| 3.2.3. Betonarme Sisteme Yeni Çerçeveler Eklenmesi .....                               | 25  |
| 3.2.4. Mevcut Yapı Sisteminin Kütlesinin Azaltılması .....                             | 25  |
| 3.3. Betonarme Binalarda Güçlendirme Türlerinin Değerlendirilmesi .....                | 26  |
| 4. MEVCUT BETONARME BİR OKUL BİNASININ DEPREM PERFORMANSININ BELİRLENMESİ .....        | 28  |
| 4.1. Mevcut Yapının Genel Özellikleri .....                                            | 28  |
| 4.1.1. Mevcut Yapının Malzeme Özellikleri .....                                        | 30  |
| 4.1.2. Mevcut Yapı Yükleri .....                                                       | 30  |
| 4.1.3. Mevcut Yapının Zemin Özellikleri.....                                           | 31  |
| 4.1.4. Bina Özellikleri ve TBDY 2018'e göre Yapılan Kabuller .....                     | 31  |
| 4.1.5. Yatay Elastik Tasarım Spektrumu ve Parametrelerinin Belirlenmesi .....          | 33  |
| 4.1.6. Bina Performans Hedefinin Belirlenmesi .....                                    | 35  |
| 4.2. Mevcut Okul Binasının Taşıyıcı Sistem Modelinin Oluşturulması .....               | 35  |
| 4.2.1. Hesap Yöntemi İçin Yapılan Kabuller .....                                       | 36  |
| 4.2.2. Malzeme Modellerinin Tanımlanması .....                                         | 37  |
| 4.2.3. Betonarme Elemanlar İçin Davranış Modeli Tanımlanması .....                     | 39  |

|                                                                                                                         |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 4.2.4. Betonarme Elemanlar İçin Etkin Kesit Rijitliklerinin Belirlenmesi .....                                          | 40  |
| 4.2.5. Betonarme Elemanlar İçin İzin Verilen Şekil Değişirme ve Dönme Sınırlarının Belirlenmesi .....                   | 44  |
| 4.2.6. Mevcut Okul Binasının Modellemesinde Kirişlerin ve Kolonların Etiketleri .....                                   | 49  |
| 4.3. Mevcut Okul Binasının Statik İtme Analizi ve Performansının Belirlenmesi .....                                     | 52  |
| 4.3.1. Tek Modlu İtme Yöntemi ile Modal Kapasite Diyagramının Elde Edilmesi .....                                       | 55  |
| 4.3.2. Depremin Modal Yer Değişirme Talebinin Doğrusal Olmayan Spektral Yer Değişirme Olarak Bulunması .....            | 58  |
| 4.3.3. Mevcut Okul Binasında Betonarme Elemanların Performanslarının İncelenmesi .....                                  | 59  |
| 4.3.4. Mevcut Okul Binasının Performansının Belirlenmesi .....                                                          | 73  |
| 5. MEVCUT BETONARME OKUL BİNASININ İKİ FARKLI YÖNTEMLE GÜÇLENDİRİLMESİ .....                                            | 78  |
| 5.1. Betonarme Taşıyıcı Sistemlerin Çelik Çaprazlarla güçlendirilmesi .....                                             | 78  |
| 5.1.1. Çelik Çaprazlarla Güçlendirilen Yapının Taşıyıcı Sistem Modellemesi .....                                        | 79  |
| 5.1.2. Çelik Çaprazlarla Güçlendirilen Okul Binasında Betonarme Elemanların Performanslarının İncelenmesi .....         | 82  |
| 5.1.3. Çelik Çaprazlarla Güçlendirilen Okul Binasının Performansının Belirlenmesi .....                                 | 93  |
| 5.2. Betonarme Taşıyıcı Sistemlerin Ek Betonarme Perdeler ile Güçlendirilmesi .....                                     | 97  |
| 5.2.1. Ek Betonarme Perdeler İçin Malzeme Modellerinin Tanımlanması .....                                               | 98  |
| 5.2.2. Ek Betonarme Perdeler İçin Davranış Modeli Tanımlanması .....                                                    | 99  |
| 5.2.3. Ek Betonarme Perdeler İçin Etkin Kesit Rijitliklerinin Belirlenmesi .....                                        | 99  |
| 5.2.4. Betonarme Perdeler ile Güçlendirilen Yapının Taşıyıcı Sistem Modellemesi .....                                   | 99  |
| 5.2.5. Ek Betonarme Perdeler ile Güçlendirilen Okul Binasında Betonarme Elemanların Performanslarının İncelenmesi ..... | 102 |
| 5.2.6. Ek Betonarme Perdeler ile Güçlendirilen Okul Binasının Performansının Belirlenmesi .....                         | 113 |
| 6. GENEL MALİYET ANALİZİ .....                                                                                          | 118 |
| 6.1. Uygulanan Güçlendirme Maliyetleri .....                                                                            | 118 |
| 6.1.1. Çelik Çaprazlar İle Güçlendirilen Mevcut Bina'nın Maliyet Analizi .....                                          | 118 |
| 6.1.2. Ek Betonarme Perdeler İle Güçlendirilen Mevcut Yapının Maliyet Analizi .....                                     | 119 |
| 6.1.3. Mevcut Yapının Yeniden Yapılması Durumunda Maliyet Analizi .....                                                 | 120 |
| 6.2. Elde Edilen Maliyet Bedellerinin Yorumlanması .....                                                                | 121 |
| 7. SONUÇLAR VE ÖNERİLER .....                                                                                           | 126 |
| KAYNAKLAR .....                                                                                                         | 130 |

|                                |     |
|--------------------------------|-----|
| EKLER .....                    | 134 |
| KİŞİSEL YAYIN VE ESERLER ..... | 195 |
| ÖZGEÇMİŞ .....                 | 196 |



## ŞEKİLLER DİZİNİ

|             |                                                                                                    |    |
|-------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Şekil 2.1.  | TBDY 2018’de verilen kesit hasar bölgeleri .....                                                   | 7  |
| Şekil 3.1.  | Eleman düzeyinde güçlendirmenin etkisi .....                                                       | 11 |
| Şekil 3.2.  | (a) Betonarmeyle sarılma, (b) Çelik elamanlarla sarılma ve<br>(c) Lifli polimerlerle sarılma ..... | 11 |
| Şekil 3.3.  | Kolanların betonarme ile sarılmasının çeşitleri .....                                              | 12 |
| Şekil 3.4.  | Kolonların betonarme ile sarılması .....                                                           | 13 |
| Şekil 3.5.  | Kolonların çelik ile sarılması .....                                                               | 14 |
| Şekil 3.6.  | Kolonların etrafının lifli polimerler (LP) ile sarılması .....                                     | 15 |
| Şekil 3.7.  | Kirişlere dıştan etriye eklenmesi .....                                                            | 16 |
| Şekil 3.8.  | Kirişlerin çelik ile sarılması .....                                                               | 16 |
| Şekil 3.9.  | Kirişlerin betonarme ile sarılması .....                                                           | 17 |
| Şekil 3.10. | Lifli polimerler ile kirişlerin kesme dayanımının artırılması .....                                | 18 |
| Şekil 3.11. | Lifli polimerler ile kirişlerin eğilme kapasitelerinin artırılması .....                           | 18 |
| Şekil 3.12. | Sistem düzeyinde güçlendirmenin etkisi .....                                                       | 20 |
| Şekil 3.13. | Yeni eklenen perde temelının mevcut temelle bağlantısı .....                                       | 21 |
| Şekil 3.14. | Sisteme yeni betonarme perde eklenmesi .....                                                       | 21 |
| Şekil 3.15. | Deprem perdesi kesitlerinin arttırılması .....                                                     | 22 |
| Şekil 3.16. | Çerçeve düzlemi içine eklenen perdeler .....                                                       | 22 |
| Şekil 3.17. | Yapıya çerçeve düzlemine bitişik yeni perde eklenmesi .....                                        | 23 |
| Şekil 3.18. | Taşıyıcı sistemin çelik çaprazlarla güçlendirilmesi .....                                          | 24 |
| Şekil 3.19. | Merkezi çaprazlı çelik çerçeveler .....                                                            | 25 |
| Şekil 3.20. | Dışmerkez çaprazlı çelik çerçeveler .....                                                          | 25 |
| Şekil 3.21. | Sistem düzeyinde güçlendirme yöntemlerinin karşılaştırılması .....                                 | 26 |
| Şekil 4.1.  | Mevcut binanın zemin kat statik rölövesi .....                                                     | 28 |
| Şekil 4.2.  | Mevcut binanın 1. Kat statik rölövesi .....                                                        | 29 |
| Şekil 4.3.  | Mevcut binanın 2. Kat statik rölövesi .....                                                        | 29 |
| Şekil 4.4.  | Yatay elastik tasarım spektrumları .....                                                           | 34 |
| Şekil 4.5.  | Mevcut binanın üç boyutlu taşıyıcı sistem modeli .....                                             | 36 |
| Şekil 4.6.  | Sargılı ve sargısız betona ait gerilme-şekil değiştirme eğrisi .....                               | 37 |
| Şekil 4.7.  | Kabul edilen beton sınıfı için malzeme modeli .....                                                | 38 |
| Şekil 4.8.  | S220 çeliği için malzeme modeli .....                                                              | 39 |
| Şekil 4.9.  | (a) B30X60 kiriş kesiti ve (b) kiriş etriye detayları .....                                        | 41 |
| Şekil 4.10. | B30X50 kirişi kesit analizi ve moment-eğrilik grafiği .....                                        | 41 |
| Şekil 4.11. | (a) C30X50 kolon kesiti ve (b) kolon etriye detayları .....                                        | 43 |
| Şekil 4.12. | C30X50 kolonu kesit sonuçları ve moment-eğrilik grafiği .....                                      | 43 |
| Şekil 4.13. | Zemin kat kiriş elemanlarının etiketleri .....                                                     | 49 |
| Şekil 4.14. | 1. Kat kiriş elemanlarının etiketleri .....                                                        | 50 |
| Şekil 4.15. | 2. Kat kiriş elemanlarının etiketleri .....                                                        | 50 |
| Şekil 4.16. | Binanın A aksındaki kolon elemanlarının etiketleri .....                                           | 51 |
| Şekil 4.17. | Binanın B aksındaki kolon elemanlarının etiketleri .....                                           | 51 |
| Şekil 4.18. | Binanın C aksındaki kolon elemanlarının etiketleri .....                                           | 51 |
| Şekil 4.19. | Binanın D aksındaki kolon elemanlarının etiketleri .....                                           | 52 |
| Şekil 4.20. | Binanın E aksındaki kolon elemanlarının etiketleri .....                                           | 52 |
| Şekil 4.21. | Binanın F aksındaki kolon elemanlarının etiketleri .....                                           | 52 |
| Şekil 4.22. | X ve Y yönü için elde edilen itme eğrileri .....                                                   | 56 |
| Şekil 4.23. | X ve Y yönü için oluşturulan modal kapasite eğrileri .....                                         | 57 |

|             |                                                                                                                 |    |
|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Şekil 4.24. | DD-1 ve DD-3 yer hareketi düzeylerindeki tasarım spektrumları .....                                             | 58 |
| Şekil 4.25. | DD-1 ve DD-3 Spektral Yer Değiştirme-İvme Eğrisi .....                                                          | 59 |
| Şekil 4.26. | X yönü için modal kapasite eğrisi ve DD-1 Spektrumu .....                                                       | 61 |
| Şekil 4.27. | (a) Zemin Kat, (b) 1. Kat ve (c) 2. Kat Kirişlerin Performans<br>Bölgelerindeki Sayısı ve Yüzdesi (X-DD1) ..... | 62 |
| Şekil 4.28. | (a) Zemin Kat, (b) 1. Kat ve (c) 2. Kat Kolonların Performans<br>Bölgelerindeki Sayısı ve Yüzdesi (X-DD1) ..... | 63 |
| Şekil 4.29. | X yönü için modal kapasite eğrisi ve DD-3 Spektrumu .....                                                       | 64 |
| Şekil 4.30. | (a) Zemin Kat, (b) 1. Kat ve (c) 2. Kat Kirişlerin Performans<br>Bölgelerindeki Sayısı ve Yüzdesi (X-DD3) ..... | 65 |
| Şekil 4.31. | (a) Zemin Kat, (b) 1. Kat ve (c) 2. Kat Kolonların Performans<br>Bölgelerindeki Sayısı ve Yüzdesi (X-DD3) ..... | 66 |
| Şekil 4.32. | Y yönü için modal kapasite eğrisi ve DD-1 Spektrumu .....                                                       | 67 |
| Şekil 4.33. | (a) Zemin Kat, (b) 1. Kat ve (c) 2. Kat Kirişlerin Performans<br>Bölgelerindeki Sayısı ve Yüzdesi (Y-DD1) ..... | 68 |
| Şekil 4.34. | (a) Zemin Kat, (b) 1. Kat ve (c) 2. Kat Kolonların Performans<br>Bölgelerindeki Sayısı ve Yüzdesi (Y-DD1) ..... | 69 |
| Şekil 4.35. | Y yönü için modal kapasite eğrisi ve DD-3 Spektrumu .....                                                       | 71 |
| Şekil 4.36. | (a) Zemin Kat, (b) 1. Kat ve (c) 2. Kat Kirişlerin Performans<br>Bölgelerindeki Sayısı ve Yüzdesi (Y-DD3) ..... | 72 |
| Şekil 4.37. | (a) Zemin Kat, (b) 1. Kat ve (c) 2. Kat Kolonların Performans<br>Bölgelerindeki Sayısı ve Yüzdesi (Y-DD3) ..... | 73 |
| Şekil 5.1.  | Çelik çaprazlarla güçlendirilen binanın kalıp planı .....                                                       | 79 |
| Şekil 5.2.  | Çelik çaprazlarla güçlendirilen binanın üç boyutlu taşıyıcı<br>sistem modeli .....                              | 80 |
| Şekil 5.3.  | Binanın A aksındaki çelik çaprazlar .....                                                                       | 80 |
| Şekil 5.4.  | Binanın C aksındaki çelik çaprazlar .....                                                                       | 81 |
| Şekil 5.5.  | X yönü için modal kapasite eğrisi ve DD-1 Spektrumu .....                                                       | 82 |
| Şekil 5.6.  | (a) Zemin Kat, (b) 1. Kat ve (c) 2. Kat Kirişlerin Performans<br>Bölgelerindeki Sayısı ve Yüzdesi (X-DD1) ..... | 83 |
| Şekil 5.7.  | (a) Zemin Kat, (b) 1. Kat ve (c) 2. Kat Kolonların Performans<br>Bölgelerindeki Sayısı ve Yüzdesi (X-DD1) ..... | 84 |
| Şekil 5.8.  | X yönü için modal kapasite eğrisi ve DD-3 Spektrumu .....                                                       | 85 |
| Şekil 5.9.  | (a) Zemin Kat, (b) 1. Kat ve (c) 2. Kat Kirişlerin Performans<br>Bölgelerindeki Sayısı ve Yüzdesi (X-DD3) ..... | 86 |
| Şekil 5.10. | (a) Zemin Kat, (b) 1. Kat ve (c) 2. Kat Kolonların Performans<br>Bölgelerindeki Sayısı ve Yüzdesi (X-DD3) ..... | 87 |
| Şekil 5.11. | Y yönü için modal kapasite eğrisi ve DD-1 Spektrumu .....                                                       | 88 |
| Şekil 5.12. | (a) Zemin Kat, (b) 1. Kat ve (c) 2. Kat Kirişlerin Performans<br>Bölgelerindeki Sayısı ve Yüzdesi (Y-DD1) ..... | 89 |
| Şekil 5.13. | (a) Zemin Kat, (b) 1. Kat ve (c) 2. Kat Kolonların Performans<br>Bölgelerindeki Sayısı ve Yüzdesi (Y-DD1) ..... | 90 |
| Şekil 5.14. | Y yönü için modal kapasite eğrisi ve DD-3 Spektrumu .....                                                       | 91 |
| Şekil 5.15. | (a) Zemin Kat, (b) 1. Kat ve (c) 2. Kat Kirişlerin Performans<br>Bölgelerindeki Sayısı ve Yüzdesi (Y-DD3) ..... | 91 |
| Şekil 5.16. | (a) Zemin Kat, (b) 1. Kat ve (c) 2. Kat Kolonların Performans<br>Bölgelerindeki Sayısı ve Yüzdesi (Y-DD3) ..... | 92 |
| Şekil 5.17. | Ek betonarme perdelerle güçlendirilen binanın kalıp planı .....                                                 | 98 |

|             |                                                                                                              |     |
|-------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Şekil 5.18. | Ek betonarme perdelerle güçlendirilen binanın üç boyutlu taşıyıcı sistem modeli .....                        | 100 |
| Şekil 5.19. | Binanın C aksındaki ek betonarme perdeler .....                                                              | 100 |
| Şekil 5.20. | Binanın 5 aksındaki ek betonarme perdeler .....                                                              | 101 |
| Şekil 5.21. | X yönü için modal kapasite eğrisi ve DD-1 Spektrumu .....                                                    | 102 |
| Şekil 5.22. | (a) Zemin Kat, (b) 1. Kat ve (c) 2. Kat Kirişlerin Performans Bölgelerindeki Sayısı ve Yüzdesi (X-DD1) ..... | 103 |
| Şekil 5.23. | (a) Zemin Kat, (b) 1. Kat ve (c) 2. Kat Kolonların Performans Bölgelerindeki Sayısı ve Yüzdesi (X-DD1) ..... | 104 |
| Şekil 5.24. | X yönü deprem modal kapasite eğrisi ve DD-3 Spektrumu .....                                                  | 105 |
| Şekil 5.25. | (a) Zemin Kat, (b) 1. Kat ve (c) 2. Kat Kirişlerin Performans Bölgelerindeki Sayısı ve Yüzdesi (X-DD3) ..... | 106 |
| Şekil 5.26. | (a) Zemin Kat, (b) 1. Kat ve (c) 2. Kat Kolonların Performans Bölgelerindeki Sayısı ve Yüzdesi (X-DD3) ..... | 107 |
| Şekil 5.27. | Y yönü için modal kapasite eğrisi ve DD-1 Spektrumu .....                                                    | 108 |
| Şekil 5.28. | (a) Zemin Kat, (b) 1. Kat ve (c) 2. Kat Kirişlerin Performans Bölgelerindeki Sayısı ve Yüzdesi (Y-DD1) ..... | 109 |
| Şekil 5.29. | (a) Zemin Kat, (b) 1. Kat ve (c) 2. Kat Kolonların Performans Bölgelerindeki Sayısı ve Yüzdesi (Y-DD1) ..... | 110 |
| Şekil 5.30. | Y yönü için modal kapasite eğrisi ve DD-3 Spektrumu .....                                                    | 111 |
| Şekil 5.31. | (a) Zemin Kat, (b) 1. Kat ve (c) 2. Kat Kirişlerin Performans Bölgelerindeki Sayısı ve Yüzdesi (Y-DD3) ..... | 111 |
| Şekil 5.32. | (a) Zemin Kat, (b) 1. Kat ve (c) 2. Kat Kolonların Performans Bölgelerindeki Sayısı ve Yüzdesi (Y-DD3) ..... | 112 |

## TABLolar DİZİNİ

|             |                                                                                                                                           |     |
|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tablo 3.1.  | Farklı güçlendirme uygulamalarına göre ortalama maliyetler .....                                                                          | 27  |
| Tablo 4.1.  | TBDY 2018’de verilen yerel zemin sınıfları .....                                                                                          | 31  |
| Tablo 4.2.  | TBDY 2018’de verilen bina kullanım sınıfları ve bina önem katsayıları .....                                                               | 32  |
| Tablo 4.3.  | TBDY 2018’de verilen Deprem Tasarım Sınıfları (DTS) .....                                                                                 | 33  |
| Tablo 4.4.  | TBDY 2018’de verilen bina yükseklik sınıfları ile deprem tasarım sınıflarına göre belirlenen bina yükseklik aralıkları .....              | 33  |
| Tablo 4.5.  | AFAD’ın Türkiye deprem tehlike haritaları sitesinden alınan sismik parametreler .....                                                     | 34  |
| Tablo 4.6.  | DTS’ye göre yeni yapılacak veya mevcut yapılar için performans hedefleri ile uygulanması gereken değerlendirme/tasarım yaklaşımları ..... | 35  |
| Tablo 4.7.  | Donatı çeliklerine ait bilgiler .....                                                                                                     | 38  |
| Tablo 4.8.  | Kiriş elemanların etkin kesit rijitlik çarpanlarının hesabı .....                                                                         | 42  |
| Tablo 4.9.  | Kolon elemanların etkin kesit rijitlik çarpanlarının hesabı .....                                                                         | 44  |
| Tablo 4.10. | Kiriş elemanların beton şekil değiştirme sınırları .....                                                                                  | 46  |
| Tablo 4.11. | Kiriş elemanların donatı çeliği şekil değiştirme sınırları .....                                                                          | 46  |
| Tablo 4.12. | Kolon elemanların beton şekil değiştirme sınırları .....                                                                                  | 46  |
| Tablo 4.13. | Kolon elemanların donatı çeliği şekil değiştirme sınırları .....                                                                          | 47  |
| Tablo 4.14. | Kiriş elemanlar için müsaade edilen plastik dönme sınır değerleri .....                                                                   | 48  |
| Tablo 4.15. | Kolon elemanlar için müsaade edilen plastik dönme sınır değerleri .....                                                                   | 49  |
| Tablo 4.16. | Ex yüklemesinde A1 - Burulma Düzensizliği Katsayısı .....                                                                                 | 54  |
| Tablo 4.17. | Ey yüklemesinde A1 - Burulma Düzensizliği Katsayısı .....                                                                                 | 54  |
| Tablo 4.18. | Mevcut okul binasının dinamik özellikleri .....                                                                                           | 55  |
| Tablo 4.19. | Mevcut binanın performans bölgelerindeki toplam kiriş sayısı .....                                                                        | 76  |
| Tablo 4.20. | Mevcut binanın performans bölgelerindeki toplam kolon sayısı .....                                                                        | 76  |
| Tablo 5.1.  | Çelik çaprazlarla güçlendirilen okul binasının dinamik özellikleri .....                                                                  | 81  |
| Tablo 5.2.  | Çelik çaprazlarla güçlendirilen binanın performans bölgelerindeki toplam kiriş sayısı .....                                               | 96  |
| Tablo 5.3.  | Çelik çaprazlarla güçlendirilen binanın performans bölgelerindeki toplam kolon sayısı .....                                               | 96  |
| Tablo 5.4.  | Ek betonarme perdelerle güçlendirilen okul binasının dinamik özellikleri .....                                                            | 101 |
| Tablo 5.5.  | Ek betonarme perdelerle güçlendirilen binanın performans bölgelerindeki toplam kiriş sayısı .....                                         | 116 |
| Tablo 5.6.  | Ek betonarme perdelerle güçlendirilen binanın performans bölgelerindeki toplam kolon sayısı .....                                         | 116 |
| Tablo 6.1.  | Çelik çaprazlar ile güçlendirilen mevcut binanın iş kalemleri ve maliyeti .....                                                           | 119 |
| Tablo 6.2.  | Ek betonarme perdelerle güçlendirilen mevcut binanın iş kalemleri ve maliyeti .....                                                       | 120 |
| Tablo 6.3.  | Bina yaşı - maliyet oranı .....                                                                                                           | 123 |

## SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

|                        |                                                                                                                  |
|------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $R_a$                  | : Deprem yükü azaltma katsayısı                                                                                  |
| $f_{ck}$               | : Betonun karakteristik basınç dayanımı [MPa]                                                                    |
| $E_c$                  | : Betonun elastisite modülü                                                                                      |
| $E_s$                  | : Çeliğin elastisite modülü                                                                                      |
| $f_{yk}$               | : Çeliğin minimum akma sınırı [MPa]                                                                              |
| $I$                    | : Bina önem katsayısı                                                                                            |
| $H_N$                  | : Bina toplam yüksekliği [m]                                                                                     |
| $S_S$                  | : Kısa periyot harita spektral ivme katsayısı                                                                    |
| $S_1$                  | : 1.0 Saniye periyot için harita spektral ivme katsayısı                                                         |
| $F_S$                  | : Kısa periyot bölgesi için yerel zemin etki katsayısı                                                           |
| $F_1$                  | : 1,0 saniye periyot için yerel zemin etki katsayısı                                                             |
| $S_{DS}$               | : Kısa periyot tasarım spektral ivme katsayısı                                                                   |
| $S_{D1}$               | : 1,0 Saniye periyot için tasarım spektral ivme katsayısı                                                        |
| $T_A$                  | : Yatay elastik tasarım ivme spektrumu köşe periyodu [s]                                                         |
| $T_B$                  | : Yatay elastik tasarım ivme spektrumu köşe periyodu [s]                                                         |
| $M_Y$                  | : Etkin akma momenti [kNm]                                                                                       |
| $\theta_Y$             | : Akma durumu için yer değiştirmiş eksen dönmesi [rad]                                                           |
| $L_S$                  | : Kesme açıklığı [m]                                                                                             |
| $(EI)_e$               | : Yığılı plastik davranışına göre modellenen kolon, kiriş, bağ kirişi veya perdenin etkin kesit rijitliği        |
| $\phi_Y$               | : Akma eğriliği [ $m^{-1}$ ]                                                                                     |
| $h$                    | : Kesit yüksekliği [m]                                                                                           |
| $d_b$                  | : Boyuna donatı çapı (çekmede ortalama) [m]                                                                      |
| $f_{ce}$               | : Betonun ortalama (beklenen) basınç dayanımı [MPa]                                                              |
| $f_{ye}$               | : Çeliğin ortalama (beklenen) akma dayanımı [MPa]                                                                |
| $G$                    | : Sabit yük etkisi                                                                                               |
| $Q$                    | : Hareketli yük etkisi                                                                                           |
| $n$                    | : Hareketli yük katılım katsayısı                                                                                |
| $\varepsilon_s^{(GÖ)}$ | : Göçmenin Önlenmesi performans düzeyi için izin verilen donatı çeliği birim şekil değiştirmesi sınırı           |
| $\varepsilon_c^{(GÖ)}$ | : Göçmenin Önlenmesi performans düzeyi için izin verilen sargılı beton birim kısalması sınırı                    |
| $\omega_{we}$          | : Etkin sargı donatısının mekanik donatı oranı                                                                   |
| $\alpha_{se}$          | : Sargı donatısı etkinlik katsayısı                                                                              |
| $\rho_{sh,min}$        | : İki yatay doğrultuda hacimsel enine donatı oranının küçük olanı                                                |
| $f_{ywe}$              | : Enine donatının ortalama (beklenen) akma dayanımı [MPa]                                                        |
| $a_i$                  | : Yatayda bir etriye kolu veya çiroz tarafından mesnetlenen boyuna donatıların eksenleri arasındaki uzaklık [mm] |
| $b_o$                  | : Göbek betonunu sargılayan etriyelerin eksenleri arasında kalan kesit boyutu [mm]                               |
| $h_o$                  | : Göbek betonunu sargılayan etriyelerin eksenleri arasında kalan kesit boyutu [mm]                               |
| $s$                    | : Sargı donatısı aralığı [m]                                                                                     |
| $\rho_{sh}$            | : Gözönüne alınan doğrultuda enine donatının hacimsel oranı                                                      |
| $A_{sh}$               | : Enine donatı alanı (dikdörtgen kesit) [mm <sup>2</sup> ]                                                       |

|                          |                                                                                                                                                                                                               |
|--------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $b_k$                    | : Çekirdek boyutu (en dıştaki enine donatı eksenleri arasındaki uzaklık) [mm]                                                                                                                                 |
| $\varepsilon_{su}$       | : Maksimum dayanıma karşı gelen donatı birim uzaması                                                                                                                                                          |
| $\varepsilon_s^{(KH)}$   | : Kontrollü Hasar performans düzeyi için izin verilen sargılı beton birim kısalması sınırı                                                                                                                    |
| $\varepsilon_s^{(SH)}$   | : Sınırlı Hasar performans düzeyi için izin verilen sargılı beton birim kısalması sınırı                                                                                                                      |
| $\varepsilon_c^{(KH)}$   | : Kontrollü Hasar performans düzeyi için izin verilen donatı çeliği birim şekil değiştirmesi sınırı                                                                                                           |
| $\varepsilon_c^{(SH)}$   | : Sınırlı Hasar performans düzeyi için izin verilen donatı çeliği birim şekil değiştirmesi sınırı                                                                                                             |
| $\theta_p^{(GÖ)}$        | : Göçmenin Önlenmesi performans düzeyi için izin verilen plastik dönme sınırı [rad]                                                                                                                           |
| $\phi_u$                 | : Göçme öncesi eğrilik [ $m^{-1}$ ]                                                                                                                                                                           |
| $L_p$                    | : Plastik mafsallık boyu [m]                                                                                                                                                                                  |
| $\theta_p^{(KH)}$        | : Kontrollü Hasar performans düzeyi için izin verilen plastik dönme sınırı [rad]                                                                                                                              |
| $\theta_p^{(SH)}$        | : Sınırlı Hasar performans düzeyi için izin verilen plastik dönme sınırı [rad]                                                                                                                                |
| $E_x$                    | : X yönündeki deprem doğrultusu                                                                                                                                                                               |
| $E_y$                    | : Y yönündeki deprem doğrultusu                                                                                                                                                                               |
| $d_i^{(min)}$            | : İlgili katın bina tabanına göre minimum yer değiştirmesi                                                                                                                                                    |
| $d_i^{(max)}$            | : İlgili katın bina tabanına göre maximum yer değiştirmesi                                                                                                                                                    |
| $(\Delta_i^{(x)})_{min}$ | : İlgili kattaki minimum görelî kat ötelemesi                                                                                                                                                                 |
| $(\Delta_i^{(x)})_{max}$ | : İlgili kattaki maximum görelî kat ötelemesi                                                                                                                                                                 |
| $\Delta_i^{(x)}_{ort}$   | : İlgili kattaki ortalama görelî kat ötelemesi                                                                                                                                                                |
| $\eta_{bi}$              | : Burulma düzensizliği katsayısı                                                                                                                                                                              |
| $d_1^{(X,k)}$            | : X deprem doğrultusu için k'inci itme adımında birinci moda ait modal tek serbestlik dereceli sistemin modal yer değiştirmesi [m]                                                                            |
| $u_{Nx1}^{(X,k)}$        | : X deprem doğrultusu için k'inci itme adımında N'inci katta (binanın tepesinde) x eksenî doğrultusunda hesaplanan yer değiştirme [m]                                                                         |
| $\Phi_{Nx1}^{(1)}$       | : N'inci katta yani binanın tepesinde 1. İtme adımında belirlenen ve itme hesabı süresince aynı kalan sabit mod şeklinin X doğrultusundaki genliği                                                            |
| $\Gamma_1^{(X,1)}$       | : X deprem doğrultusu için birinci itme adımında belirlenen ve itme hesabı boyunca hiç değiştirilmeyen sabit mod şekline göre hesaplanan modal katkı çarpanı                                                  |
| $a_1^{(X,k)}$            | : X deprem doğrultusu için k'inci itme adımında birinci moda ait modal tek serbestlik dereceli sistemin modal sözde-ivmesi [ $m/s^2$ ]                                                                        |
| $V_{tx1}^{(X,k)}$        | : X deprem doğrultusu için k'inci itme adımında x eksenî doğrultusunda hesaplanan taban kesme kuvveti [kN]                                                                                                    |
| $m_{tx1}^{(X,1)}$        | : (X) deprem doğrultusu için x eksenî doğrultusunda birinci itme adımında belirlenen ve itme hesabı boyunca hiç değiştirilmeyen sabit mod şekline göre hesaplanan taban kesme kuvveti modal etkin kütlesi [t] |
| $F$                      | : Kuvvet [kN]                                                                                                                                                                                                 |
| $m$                      | : Kütle [t]                                                                                                                                                                                                   |
| $S_{ae}$                 | : Spektral ivme [ $m/s^2$ ]                                                                                                                                                                                   |

|                   |                                                                                                     |
|-------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $k$               | : Kuvvet sabiti                                                                                     |
| $x$               | : Yer değiştirme miktarı [m]                                                                        |
| $T$               | : Periyot [s]                                                                                       |
| $S_{de}$          | : Spektral yer değiştirme [m]                                                                       |
| $d_{1,max}^{(X)}$ | : X deprem doğrultusu için modal tek serbestlik dereceli sistemin en büyük yer değiştirmesi [m]     |
| $d_{1,max}^{(Y)}$ | : Y deprem doğrultusu için modal tek serbestlik dereceli sistemin en büyük yer değiştirmesi [m]     |
| $S_{di}(T_1)$     | : Birinci doğal titreşim periyodu $T_1$ 'e karşı gelen doğrusal olmayan spektral yer değiştirme [m] |
| $C_R$             | : Spektral yer değiştirme oranı                                                                     |
| $S_{de}(T_1)$     | : Birinci doğal titreşim periyodu $T_1$ 'e karşı gelen doğrusal elastik spektral yer değiştirme [m] |
| $T_1$             | : Birinci moda ait doğal titreşim periyodu [s]                                                      |
| $T_B$             | : Yatay elastik tasarım ivme spektrumu köşe periyodu [s]                                            |
| $d$               | : Modal yer değiştirme [m]                                                                          |
| $a$               | : Modal ivme [ $m/s^2$ ]                                                                            |
| $T_1^{(x)}$       | : X yönü deprem doğrultusu için taşıyıcı sistemin birinci doğal titreşim periyodu                   |
| $T_1^{(y)}$       | : Y yönü deprem doğrultusu için taşıyıcı sistemin birinci doğal titreşim periyodu                   |
| $C_R$             | : Güçlendirme Maliyeti                                                                              |
| $C_N$             | : Yeniden yapım maliyeti                                                                            |
| $L_D$             | : Mevcut yapı için tasarlanan yapı ömrü                                                             |
| $L_P$             | : Mevcut yapının yaşı                                                                               |
| $m$               | : Metre                                                                                             |
| $cm$              | : Santimetre                                                                                        |
| $mm$              | : Milimetre                                                                                         |

### Kısaltmalar

|      |                                                                                                |
|------|------------------------------------------------------------------------------------------------|
| AFAD | : Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı                                                       |
| AGD  | : Aşmaması Gereken Değer                                                                       |
| BHB  | : Belirli Hasar Bölgesi                                                                        |
| BKS  | : Bina Kullanım Sınıfı                                                                         |
| BYS  | : Bina Yükseklik Sınıfı                                                                        |
| CSI  | : Computer & Science Inc.                                                                      |
| DD-1 | : 50 yılda aşılma olasılığı %2 (tekrarlanma periyodu 2475 yıl) olan deprem yer hareketi düzeyi |
| DD-3 | : 50 yılda aşılma olasılığı %50 (tekrarlanma periyodu 72 yıl) olan deprem yer hareketi düzeyi  |
| DGT  | : Dayanıma Göre Tasarım                                                                        |
| DTS  | : Deprem Tasarım Sınıfı                                                                        |
| FEMA | : Federal Emergency Management Agency (Fedaral Acil Durum Ajansı)                              |
| GB   | : Göçme Bölgesi                                                                                |
| GM   | : Güçlendirme Maliyeti                                                                         |
| GÖ   | : Göçme Öncesi                                                                                 |

|         |                                                                                       |
|---------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| İHB     | : İleri Hasar Bölgesi                                                                 |
| KH      | : Kontrollü Hasar                                                                     |
| LP      | : Lifli Polimer                                                                       |
| MYM     | : Mevcut yapının yaşı                                                                 |
| PGA     | : Peak Ground Acceleration (En büyük yer ivmesi) [g]                                  |
| SAP2000 | : Structural Analysis Program                                                         |
| SH      | : Sınırlı Hasar                                                                       |
| SHB     | : Sınırlı Hasar Bölgesi                                                               |
| ŞGDT    | : Şekil Değiştirmeye Göre Değerlendirme ve Tasarım                                    |
| TBDY    | : Türk Bina Deprem Yönetmeliği                                                        |
| TS 500  | : Betonarme Yapıların Tasarım ve Yapım Kuralları Standardı                            |
| TS 498  | : Yapı Elemanlarının Boyutlandırılmasında Alınacak Yüklerin Hesap Değerleri Standardı |
| YGD     | : Yapının güncel değeri                                                               |
| YÖ      | : Mevcut yapı için tasarlanan yapı ömrünü [yıl]                                       |
| YYM     | : Yeniden yapım maliyeti                                                              |
| Y-DD1   | : Deprem doğrultusu Y yönü olan ve DD-1 Yer hareketi düzeyindeki deprem etkisi        |
| Y-DD3   | : Deprem doğrultusu Y yönü olan ve DD-3 Yer hareketi düzeyindeki deprem etkisi        |
| X-DD1   | : Deprem doğrultusu X yönü olan ve DD-1 Yer hareketi düzeyindeki deprem etkisi        |
| X-DD3   | : Deprem doğrultusu X yönü olan ve DD-3 Yer hareketi düzeyindeki deprem etkisi        |

# OKUL BİNALARINDA UYGULANAN GÜÇLENDİRME YÖNTEMLERİNİN KARŞILAŞTIRMALI ANALİZİ

## ÖZET

Can ve mal kayıplarının önlenmesi için mevcut yapıların deprem güvenliği kapsamında değerlendirilmesi ve güçlendirilmesi hem maliyet hem de uygulama süresi bakımından depreme karşı etkili bir çözüm olarak değerlendirilmektedir. Deprem performansı belirlenerek güçlendirilmesi gerektiği tespit edilen bina için çeşitli güçlendirme yöntemlerinden hangisinin uygulanabileceğine; binanın konumu, mevcut durumu, kullanım amacı, mimari özellikleri güçlendirme için gereken süre ve maliyet değerlendirilerek karar verilmelidir. Sunulan bu çalışmada, mevcut binaların performansının belirlenmesi için binalardan bilgi toplanması, uygulanan değerlendirme/tasarım yaklaşımları, kullanılan hesap yöntemleri, yapı elemanlarındaki hasar sınırları ile hasar bölgelerinin tanımları ve betonarme binalara uygulanabilecek olan güçlendirme yöntemleri incelenmiştir. Çalışma kapsamında mevcut betonarme bir okul binasının Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği'nde (TBDY-2018) verilen esaslar dikkate alınarak doğrusal olmayan hesap yöntemlerinden tek modlu itme yöntemi ile analiz yapılarak deprem etkileri altındaki performansı belirlenmiştir. Mevcut okul binasının performansının, TBDY-2018'de tanımlanan hedef performans seviyesinin altında kaldığı tespit edilmiş ve sistem düzeyinde güçlendirme yöntemlerinin uygulanması tercih edilmiştir. Okul binasına betonarme taşıyıcı sistemlerin çelik çapraz ilavesi ile güçlendirme ve betonarme perde ilavesi ile güçlendirme yöntemleri ayrı ayrı uygulanmıştır. Güçlendirilmiş okul binasının performansının belirlenmesi için TBDY-2018'de verilen esaslar dikkate alınarak tek modlu itme yöntemi ile analiz tekrarlanmıştır. Analiz sonuçları değerlendirilerek güçlendirilmiş okul binasının sismik performansının yönetmelikte tanımlanmış hedef performans seviyesini sağladığı belirlenmiştir. Çalışmanın son aşamasında okul binasının yeniden yapım maliyeti, taşıyıcı sistemin çelik çaprazlar ile güçlendirme maliyeti ve taşıyıcı sistemin ek betonarme perdeler ile güçlendirme maliyeti hesaplanmış, elde edilen maliyetlere göre binanın güçlendirmesine ya da binanın yeniden yapılmasına karar vermek için farklı değerlendirme yöntemleri karşılaştırılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Betonarme Bina, Deprem Güvenliği, Güçlendirme Yöntemleri, Tek Modlu İtme Yöntemi.

# COMPARATIVE ANALYSIS OF REINFORCEMENT METHODS APPLIED IN SCHOOL BUILDINGS

## ABSTRACT

To prevent loss of life and property, evaluating and strengthening existing structures within the scope of earthquake safety is considered an effective solution against earthquakes in terms of both cost and implementation time. It should be decided which of the various strengthening methods can be applied to the building, which is determined to need to be strengthened by determining its seismic performance, evaluating the location of the building, its current condition, its intended use, the time required to strengthen the architectural features, and the cost. In this study, collecting information from buildings to determine the performance of existing buildings, applied evaluation and design approaches, calculation methods, damage limits on building elements and definitions of damage zones, and strengthening methods that can be applied to reinforced concrete buildings are examined. Within the scope of the study, the performance of an existing reinforced concrete school building under earthquake effects was determined by analyzing it using single-mode pushover analysis, one of the non-linear analysis methods, considering the principles given in the Turkish Building Earthquake Code (TBEC-2018). The performance of the existing school building was found to be below the target performance level defined in TBEC-2018, and it was suggested to use system-based strengthening methods. The methods of strengthening the reinforced concrete load-bearing system with a steel cross bracing system and an additional reinforced concrete shear wall were applied separately to the current school building. To determine the performance of the reinforced school building, the analysis was repeated with a single-mode pushover analysis, considering the principles given in TBEC-2018. By evaluating the analysis results it was determined that the seismic performance of the strengthening school building reached the target performance defined in the code. In the last stage of the study, the reconstruction cost of the school building, the cost of strengthening the load-bearing system with a steel cross-bracing system, and the additional reinforced concrete shear walls were calculated. According to the calculated costs, different evaluation methods were compared to decide whether the building should be strengthened or to re-built.

**Keywords:** Reinforced Concrete Building, Earthquake Safety, Strengthening Methods, Single Mode Pushover Analysis.

## 1. GİRİŞ

Depremler, dünyanın farklı yerlerinde birçok can ve mal kayıplarına neden olan doğal afetlerden biridir. Son yüzyılda yeryüzünde çok sayıda büyük depremin meydana geldiği ve bu depremlerde birçok insanın hayatını kaybettiği, pek çok binanın yıkıldığı veya ağır hasar aldığı bilinmektedir. Coğrafi olarak bulunduğu konumdan dolayı ülkemizde sıklıkla hasarlara yol açan büyük depremler meydana gelmiştir.

Binaların depreme dayanıklı olabilmesi için yürürlükte olan deprem yönetmeliği esaslarına göre projelendirilmesi ve projesine uygun inşa edilmesi gerekmektedir. Ancak özellikle büyükşehirlerde yapı stokunun önemli bir bölümünü oluşturan ve önceki deprem yönetmeliklerine göre projelendirilerek inşa edilen veya projesi olmayan çok sayıda bina, yürürlükteki standart ve yönetmelik koşullarına uymamaktadır. Dolayısıyla yaşanan depremlerde oluşan hasarlar, mevcut yapı stokunun deprem güvenliği açısından yetersizliğini göstermektedir. Bu kapsamda can ve mal kayıplarının önlenmesi için mevcut yapıların deprem güvenliği yönünden değerlendirilmesi ve güçlendirilmesi hem maliyet hem de uygulama süresi bakımından depreme karşı etkili bir çözüm olarak değerlendirilmektedir.

Mevcut binaların deprem etkilerine karşı güçlendirilmesi, yapının rijitlik, süneklik ve dayanımındaki yetersizliklerin giderilerek maruz kalabileceği bir depremde hedeflenen sismik performans seviyesini sağlaması amacıyla gerçekleştirilen tasarım ve uygulama faaliyetleri olarak tanımlanmaktadır. Güçlendirme için öncelikle mevcut binanın performans seviyesinin deprem yönetmeliği esaslarına göre belirlenmesi gerekmektedir. Mevcut yapıların taşıyıcı sistem elemanlarının kapasitelerinin belirlenmesi ile deprem dayanımlarının değerlendirilmesinde kullanılan eleman detaylarına, taşıyıcı sistem geometrisine ve malzeme özelliklerine ait bilgiler, binaların projelerinden raporlarından, binadan alınan malzeme örneklerine uygulanacak deneylerden, binada yapılan gözlem ve ölçümlerden elde edilecektir.

Deprem performansı yetersiz olan binanın taşıyıcı sistem elemanlarındaki ve sistemin yapısal davranış karakteristiklerindeki zayıflıklar güçlendirme yöntemleriyle giderilebilmektedir. Bu kapsamda betonarme sargılama, çelik sargılama ve lifli polimer sargılama biçimindeki güçlendirme yöntemleri taşıyıcı sistem elemanlarının

kapasitesinin artırılması için uygulanabilmektedir. Taşıyıcı sistemin yapısal davranış karakteristiklerindeki yetersizliklerin giderilmesi için taşıyıcı sistemlerin yerinde dökme betonarme perdelerle güçlendirilmesi veya taşıyıcı sistemlerin çelik çaprazlarla güçlendirilmesi yöntemleri kullanılabilir.

Güçlendirme yöntemlerinin doğru algılanması ve uygulanması önemli olduğu kadar güçlendirilecek binanın tüm özelliklerinin de iyi bilinmesi gerekmektedir. Mevcut yapıya çeşitli güçlendirme yöntemlerinden hangisinin uygulanacağına binanın konumu, mevcut durumu, kullanım amacı, mimari özellikleri ve güçlendirme için gereken maliyet ile inşaat süresi değerlendirilerek karar verilmektedir.

Planlanan tez çalışmasında mevcut bir okul binasının güncel deprem yönetmeliğine göre deprem güvenliğinin belirlenmesi ve uygulanabilecek güçlendirme yöntemlerinin maliyet açısından karşılaştırılması amaçlanmıştır. Bu kapsamda tez çalışması dört aşamalı olarak kurgulanmıştır.

Öncelikle çalışmada mevcut binaların performansının belirlenmesi ve güçlendirilmesi süreci içinde binalardan bilgi toplanması, uygulanan değerlendirme/tasarım yaklaşımları, kullanılan hesap yöntemleri, yapı elemanlarındaki hasar sınırları ile hasar bölgelerinin tanımı, mevcut binaların deprem performansının belirlenmesi ve betonarme binalara uygulanabilecek olan güçlendirme yöntemleri incelenmiştir.

İkinci aşamada 1975 yönetmeliği olan Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik (ABYYHY-1975) esaslarına göre tasarlanmış betonarme çerçeve sistemden oluşan bir okul binası incelenmiştir. Mevcut okul binasının Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği (TBDY-2018)'ne göre iki farklı hedef performans seviyesini sağlaması gerektiği tespit edilmiştir. Hedeflenen ilk performans seviyesi 50 senede geçilme ihtimali %2, tekrarlanma periyodu 2475 sene olan deprem yer hareketi düzeyi (DD-1) için Kontrollü Hasar (KH) performans seviyesidir. Bir diğer hedeflenen performans seviyesi ise 50 senede geçilme ihtimali %50, tekrarlanma periyodu 72 sene olan deprem yer hareketi düzeyi (DD-3) için Sınırlı Hasar (SH) performans seviyesi olduğu belirlenmiştir. Okul binasının TBDY-2018'de verilen modelleme esasları dikkate alınarak doğrusal olmayan hesap yöntemlerinden olan tek modlu itme yöntemi ile deprem etkileri altında sismik performansı belirlenmiştir. Mevcut okul binasının performansının, TBDY-

2018’de tanımlanan hedef performans seviyesinin altında kaldığı görülmüştür.

Çalışmanın üçüncü aşamasında deprem güvenliği yetersiz olan okul binasında sistem düzeyinde güçlendirme yöntemlerinin uygulanması tercih edilmiştir. Okul binasına betonarme taşıyıcı sistemlerin çelik çaprazlarla güçlendirilmesi ve betonarme taşıyıcı sistemlerin ek betonarme perde ilavesi ile güçlendirilmesi yöntemleri ayrı ayrı uygulanmıştır. Güçlendirilmiş okul binalarının sismik performanslarının belirlenmesi için TBDY- 2018’de verilen modelleme esasları dikkate alınarak tek modlu itme yöntemi ile analiz tekrar edilmiştir. Her iki deprem doğrultusu olan X ve Y yönü için DD-1 ile DD-3 yer hareketi düzeylerine maruz kalan güçlendirilmiş okul binasının taşıyıcı sistem elemanlarının hasar bölgeleri belirlenerek binanın deprem performans düzeyi tespit edilmiştir. Yapılan analizlerin sonucunda farklı yöntemlerle güçlendirilmiş her iki okul binasının sismik performansının hedef performans seviyesine ulaştığı belirlenmiştir.

Son aşamada ise okul binasının yeniden yapım maliyeti, çelik çaprazlar ile güçlendirme maliyeti ve ek betonarme perdeler ile güçlendirme maliyeti hesaplanmıştır. Elde edilen maliyetlere göre yapının güçlendirmesine ya da yapının yeniden yapılmasına karar vermek için dört farklı değerlendirme yapılmıştır. Yapılan tüm değerlendirmelere göre mevcut okul binasının çelik çaprazlar ile güçlendirme maliyetinin ve ek betonarme perdeler ile güçlendirme maliyetinin belirlenen sınırı aşmadığı bunun için ekonomik yönden uygulanabilir olduğu sonucuna varılmıştır.

## **2. MEVCUT BİNALARIN PERFORMANSININ DEĞERLENDİRİLMESİ**

Mevcut binaların deprem performansının belirlenebilmesi için TBDY 2018’de tanımlanan aşamalar, hesap yöntemleri, tasarım yaklaşımları, hasar bölgeleri ve performans düzeyleri aşağıda kısaca özetlenmiştir.

### **2.1. Binalardan Bilgi Toplanması**

Mevcut yapıların taşıyıcı sistem elemanlarındaki kapasitelerin bulunması ve deprem dayanımlarının belirlenmesi için binalar hakkında bazı bilgilerin elde edilmesi gerekmektedir. Bu kapsamda yapılacaklar arasında, yapısal sistemin tanımlanması, yapı geometrisinin, temel sisteminin ve zemin özelliklerinin tespit edilmesi, yapıda mevcut hasarın, daha önce yapılmış olan onarımların veya değişikliklerin saptanması, eleman boyutlarının, malzeme özelliklerinin belirlenmesi, sahadan elde edilen tüm bu bilgilerin yapının varsa projesine olan uygunluk kontrolü olarak tanımlanır (TBDY 2018).

### **2.2. Bilgi Düzeyleri**

Binalardan bilgi toplanması sonucunda elde edilen bilgilerinin kapsamına göre, her yapı türü için bilgi düzeyi ve buna göre bilgi düzeyi katsayıları belirlenir. Bilgi düzeyleri sınırlı ya da kapsamlı olarak tanımlanır. İncelenen binalardan edinilen bilgi düzeylerine göre kullanılacak Bilgi Düzeyi Katsayısı TBDY 2018’de tanımlanmıştır. Bu katsayı sınırlı bilgi düzeyi için 0,75, kapsamlı bilgi düzeyi için 1,00 olarak dikkate alınmaktadır. Bilgi düzeyi katsayısı taşıyıcı elemanlarının kapasitesi belirlenirken göz önüne alınmaktadır.

### **2.3. Binaların Deprem Performansının Belirlenmesinde Kullanılan Hesap Yöntemleri**

Binaların deprem performansını belirlemek için doğrusal veya doğrusal olmayan hesap yöntemleri kullanılır. Teorik olarak farklı yaklaşımları temel alan bu yöntemlerden incelenecek bina türüne bağlı olarak daha çok doğrusal hesap yöntemleri tercih edilirken bilgisayar teknolojisi ve yazılımların gelişmesi ile doğrusal olmayan hesap yöntemlerinin de kullanımı yaygınlaşmıştır.

Doğrusal hesap yöntemleri uygulanırken yapının taşıyıcı sisteminin deprem etkileri altında doğrusal davranış gösterdiği kabul edilir. Bu hesap yöntemlerinde yapıların

dayanım kapasitesine göre tasarım yapılırken yer deşiştirmelerin elastik olarak gerçekleştiği dikkate alınır. Deprem kuvvetleri altında doğrusal davranış ötesindeki doğrusal olmayan davranış etkileri deprem azaltma katsayısı ( $R_a$ ) kullanılarak hesaba katılmaktadır. Yapıların deprem performanslarının tespit edilmesinde kullanılan yöntemler Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi ile Mod Birleştirme Yöntemi doğrusal hesap yöntemleridir.

Binaların deprem kuvvetleri altındaki performanslarının tespit edilmesinde ve güçlendirme hesaplarında kullanılan doğrusal olmayan hesap yöntemlerinin hedefi, ilgili depremde sünek davranış olarak ortaya çıkan plastik şekil değiştirme ve plastik dönme talepleriyle gevrek davranışa dair iç kuvvet taleplerinin hesaplanarak elde edilmesidir. Sonrasında elde edilen bu talep büyüklükleri, şekil değiştirme ve iç kuvvet kapasiteleriyle kıyas edilerek eleman ve yapı düzeyinde performans değerlendirmesi yapılmaktadır.

Doğrusal olmayan hesap yöntemleri kullanılırken yapının taşıyıcı sisteminin deprem karşısında doğrusal olmayan davranış gösterdiği kabul edilir. Bu hesap yöntemlerinde yapıların şekil değiştirmeye göre tasarım yapılırken yer değiştirmelerin elastik yerine plastik yani elastik ötesi olarak gerçekleştiği dikkate alınır. Doğrusal olmayan hesap yöntemleri ile daha gerçekçi ve ekonomik yapılar tasarlanabilmektedir. Binaların deprem performanslarının belirlenmesinde kullanılan Tek Modlu İtme Yöntemleri, ok Modlu İtme Yöntemleri ve Zaman Tanım Alanında Doğrusal Olmayan Hesap Yöntemi doğrusal olmayan hesap yöntemleridir.

#### **2.4. Taşıyıcı Sistemlerin Tasarım Yaklaşımları**

Deprem yüğü altındaki yapı taşıyıcı sistemlerinin tasarımında iki ana yaklaşım vardır. Bunlar Dayanıma Göre Tasarım (DGT) yaklaşımı ile şekil Değiştirmeye Göre Değerlendirme ve Tasarım (şGDT) yaklaşımıdır.

TBDY 2018’de tanımlanan dayanıma göre tasarım yaklaşımında;

- Belirli bir hedef performansa göre tanımlanan taşıyıcı sistem süneklik kapasitesi için öncelikle azaltılmış deprem yükleri tespit edilir.
- Azaltılmış deprem kuvvetleri etkisinde taşıyıcı sistemin deprem etkisi altında doğrusal hesap yöntemleri ile analizi yapılır. Bu hesap yapıldıktan sonra belirlenen eleman

azaltılmış iç kuvvetleri, yapıya etki eden diğer yükler nedeniyle oluşan iç kuvvetlerle birleştirilerek dayanım talepleri belirlenir.

- Eleman dayanım talepleri, hedef performans seviyesi için tanımlanmış eleman iç kuvvet kapasiteleriyle yani dayanım kapasiteleri ile karşılaştırılır. Deprem hesabıyla bulunan göreceli kat ötelemeleri de müsaade edilen sınır değerleriyle karşılaştırılır.
- Dayanım taleplerinin dayanım kapasitelerini geçmediği ve göreceli kat ötelemelerinin izin verilen sınır değerlerinin altında olduğu durumda tasarım yapılır. Aksi durumda ise eleman rijitlikleri değiştirilerek analiz tekrarlanır ve daha sonra tasarım yapılır.

TBDY 2018’de tanımlanan şekil değiştirmeye göre değerlendirme ve tasarım yaklaşımında;

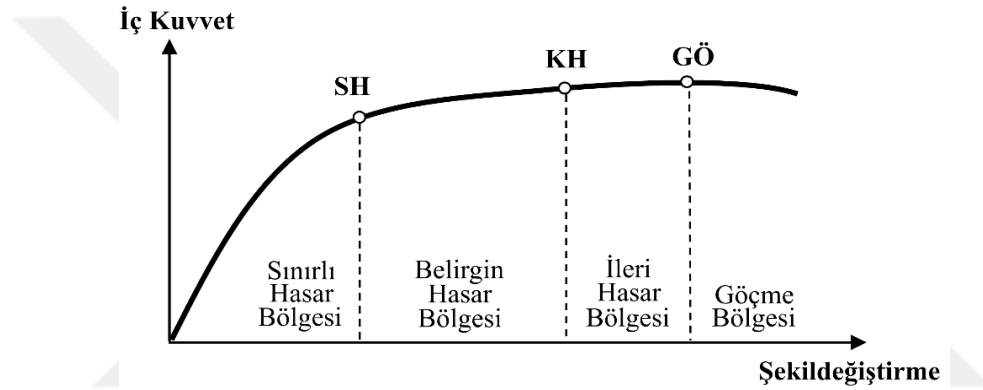
- Mevcut bir binanın taşıyıcı sistem elemanlarının doğrusal olmayan modelleme yaklaşımlarıyla uygun olan iç kuvvet – şekil değiştirme bağıntıları belirlenir.
- Hedeflenen performans seviyesine göre belirlenen deprem yer hareketleri etkisinde, taşıyıcı sistem statik veya zaman tanım alanında dinamik artımsal yöntemlerle analiz yapılır. Sonrasında doğrusal olmayan sünük davranışa dair şekil değiştirme talepleri ve gevrek davranışa dair dayanım talepleri tespit edilir.
- Bulunan şekil değiştirme ile iç kuvvet talepleri, hedeflenen performans seviyesine uygun olarak tanımlanan şekil değiştirme ve dayanım kapasiteleriyle kıyaslanır.
- Mevcut yapılarda şekil değiştirme ve dayanım talepleri, şekil değiştirme ve dayanım kapasitelerini aşmadığı veya onların üzerinde olduğu tespit edilerek şekil değiştirmeye göre değerlendirme sonlandırılır.
- Yeni yapılacak ya da güçlendirilecek mevcut yapılarda ise şekil değiştirme ve dayanım talepleri, şekil değiştirme ve dayanım kapasitelerinin altında kalmışsa şekil değiştirmeye göre tasarım sonuçlandırılır. Eğer altında değilse taşıyıcı eleman rijitlikleri değiştirilerek analiz tekrarlanır ve yeniden değerlendirme yapılarak şekil değiştirmeye göre tasarım tamamlanır.

## **2.5. Yapı Elemanlarında Hasar Sınırları ve Hasar Bölgeleri**

TBDY 2018’de sünük elemanlar için üç hasar durumu ve hasar sınırı belirlenmiştir. Bunlar Sınırlı Hasar (SH), Kontrollü Hasar (KH) ile Göçme Öncesi Hasar (GÖ) durumları ve bunların sınır değerleridir. Sınırlı hasar ilgili elemanda sınırlı düzeyde elastik ötesi

davranışı, kontrollü hasar ilgili elemanın güvenle taşıyabileceği elastik ötesi davranışı, göçme öncesi hasar durumu ise ilgili elemanda ileri düzeyde elastik ötesi davranışı belirtmektedir. Bu sınıflandırma gevrek olarak hasar gören elemanlar için yapılmamaktadır.

TBDY 2018’de verilen kesit hasar bölgeleri aşağıda Şekil 2.1’de gösterilmiştir. Kesitlerin hasarı incelendiğinde SH’ye ulaşmayan elemanların Sınırlı Hasar Bölgesi’nde, SH ile KH arasındaki elemanların Belirgin Hasar Bölgesi’nde, KH ile GÖ arasındaki elemanların İleri Hasar Bölgesi’nde, GÖ’yü aşan elemanlar da Göçme Bölgesi’nde bulunduğu belirtilmiştir.



Şekil 2.1. TBDY 2018’de verilen kesit hasar bölgeleri

Doğrusal ve doğrusal olmayan hesap yöntemleri ile hesaplanan şekil değiştirmelerin veya iç kuvvetlerin, kesit hasar sınırları için tanımlanan sayısal değerler ile kıyaslanması sonucunda kesitlerin bulundukları hasar bölgeleri belirlenmektedir. TBDY 2018’e göre eleman hasarı, elemanın en çok hasar alan kesiti dikkate alınarak tespit edilmektedir.

## 2.6. Mevcut Binaların Deprem Performansının Belirlenmesi

Mevcut binaların deprem performansının tespit edilmesi için yapısal modelin oluşturulması, analizinde dikkate alınacak kriterler, malzeme katsayıları, taşıyıcı sistem davranış katsayısı gibi kabuller ile uyulması gereken kurallar ilk defa 2007 Türkiye Deprem Yönetmeliğinde (TDY 2007) tanımlanmıştır. Depremler sonrası yapılan saha çalışmaları, araştırma projeleri ve akademik çalışmalardan elde edilen sonuçların değerlendirilmesi ile deprem yönetmeliği güncellenerek TBDY 2018 yürürlüğe girmiştir. Yürürlükte olan yönetmeliğe göre mevcut binaların deprem performansı, deprem kuvveti

altında yapıda gerçekleşmesi beklenen hasarlar ile ilgili olup farklı hasar seviyeleri dikkate alınarak tanımlanmıştır. Doğrusal veya doğrusal olmayan hesap yöntemleri uygulanarak şekil değiştirme sınırlarına göre eleman performanslarının belirlenmesi ile bina deprem performans seviyesi tespit edilmektedir.

**Kesintisiz Kullanım Performans Düzeyi:** Bina taşıyıcı sistem elemanlarında yapısal hasarın oluşmadığı veya hasarın ihmal edilebilir boyutta olduğu durum olarak tanımlanmaktadır.

**Sınırlı Hasar Performans Düzeyi:** Yapının taşıyıcı sistem elemanlarında sınırlı seviyede hasarın oluştuğu, yani doğrusal olmayan davranışın sınırlı kaldığı hasar düzeyi olarak tanımlanmaktadır. Bu performans düzeyinde, betonarme yapıların herhangi bir katında uygulanan her bir doğrultudaki deprem etkileri için yapılan hesaplama sonucunda kirişlerin en fazla %20'si belirgin hasar bölgesine ulaşabilir, yalnız diğer taşıyıcı elemanların hepsi sınırlı hasar bölgesinde olmalıdır. Gevrek olarak hasar alan elemanlar varsa o elemanların güçlendirilmeleri şartıyla, bu durumda olan yapıların performansı, sınırlı hasar performans seviyesi olarak tanımlanır. Çelik ve prefabrike betonarme binalar için bu istisnalar kabul edilmemektedir.

**Kontrollü Hasar Performans Düzeyi:** Can güvenliğini sağlamak amacıyla bina taşıyıcı sistem elemanlarında çok fazla olmayan ve genellikle onarılabilen seviyedeki hasar seviyesi olarak tanımlanmaktadır. TBDY 2018'e göre gevrek olarak hasar alan elemanlar varsa o elemanların güçlendirilmeleri koşuluyla, aşağıdaki esaslara uyan yapıların performansı, kontrollü hasar performans düzeyi olarak belirtilmektedir. Bu performans düzeyinde, betonarme yapıların herhangi bir katında, uygulanan her bir doğrultudaki deprem etkileri için yapılan hesaplama sonucunda kirişlerin en fazla %35'i ve düşey elemanların aşağıda belirtilen kadarı İleri Hasar Bölgesi'ne ulaşabilir. İleri Hasar Bölgesi'ndeki düşey elemanların, her bir katta tüm düşey elemanların taşıdığı kesme kuvvetine toplam katkısı %20'den daha az olmalıdır. En üst kattaki düşey elemanlar için bu oran en fazla %40 olabilir. Diğer taşıyıcı elemanların tamamı Sınırlı Hasar Bölgesi veya Belirgin Hasar Bölgesi'nde olmalıdır. Yalnız, herhangi bir katta alt ve üst kesitlerinin ikisinde de Belirgin Hasar Sınırı geçilmiş olan düşey elemanların taşıdığı kesme kuvvetlerinin, o kattaki tüm düşey elemanların taşıdığı kesme kuvvetine oranının %30'u geçmemesi gereklidir.

Göçmenin Önlenmesi Performans Düzeyi: Binanın taşıyıcı sistem elemanlarında ileri seviyede ağır hasar olduğu göçme öncesi durum olarak tanımlanmaktadır. Binanın bir kısmının veya tamamen göçmesi engellenmiştir. TBDY 2018'e göre gevrek olarak hasar alan tüm elemanların göçme bölgesinde olduğunun dikkate alınması şartıyla, aşağıdaki esaslara uyan yapıların performansı göçmenin önlenmesi performans seviyesi olarak belirtilmektedir. Bu performans düzeyinde, betonarme yapıların herhangi bir katında, uygulanan her bir deprem doğrultusu için yapılan hesaplama sonucunda, kirişlerin en fazla %20'si Göçme Bölgesi'ne ulaşabilir. Diğer taşıyıcı elemanların hepsi Sınırlı Hasar Bölgesi, Belirgin Hasar Bölgesi veya İleri Hasar Bölgesi'nde bulunur. Yalnız herhangi bir katta alt ve üst kesitlerinin her ikisinde de Belirgin Hasar Sınırı geçilmiş olan düşey elemanların taşıdığı kesme kuvvetlerinin, o kattaki tüm düşey elemanların taşıdığı kesme kuvvetine oranının %30'u geçmemesi gereklidir. Doğrusal yöntemle hesapta, alt ve üst düğüm noktalarının her ikisinde de kolonların kirişlerden daha güçlü olması koşulunu sağlayan kolonlar bu hesaba katılmazlar. Bu performans düzeyindeki yapının kullanımı can güvenliği açısından tehlikelidir.

Göçme Durumu: Bina performansının göçmenin önlenmesi performans düzeyini aşması olarak tanımlanmaktadır. Bu performans düzeyindeki yapının kullanımı can güvenliği açısından tehlikelidir.

### **3. BETONARME BİNALARIN ONARIM VE GÜÇLENDİRİLMESİ**

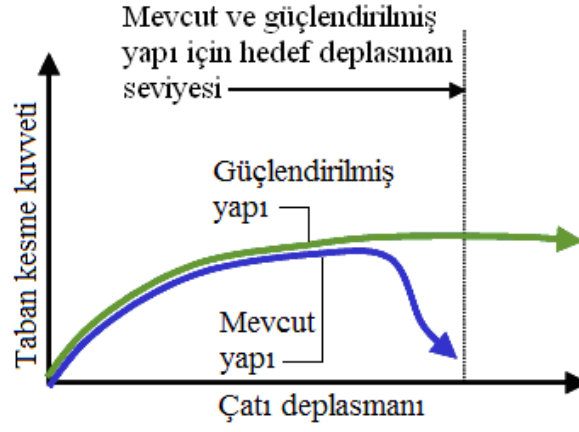
Onarım ve güçlendirme, benzer anlamlarda kullanılmasına karşılık amaçları birbirinden farklı olduğu için şu şekilde tanımlanabilirler. Onarım, mevcut hasarlı binanın iyileştirilerek eski durumuna, projesinde belirtilen dayanıma ulaştırılmasıdır (URL-1, 25 Şubat 2023).

Güçlendirme ise bir yapı elemanının veya taşıyıcı sistemin deprem yükleri etkisinde beklenen rijitlik, süneklik ve dayanımı gösterebilmesi için gerekli yapısal önlemleri ifade etmektedir. Güçlendirme işlemi, mevcut binanın performans seviyesi belirlendikten sonra yönetmelikte tanımlanan hedef performans düzeyini sağlamadığı durumlarda uygulanmaktadır. Bunun için binanın hasar görmüş olması gerekmemektedir. Betonarme bir bina çeşitli nedenlerden dolayı güçlendirilebilir. Yapının kullanım amacının değişmesi, mevcut yapıya kat ilave edilmesi, taşıyıcı duvarların kaldırılması, proje veya yapım kusurlarının tespiti, zaman içerisinde deprem yönetmeliğinin değişmesi, bölgenin sismik parametrelerinin güncellenmesi ve yapı sahibinin ileri düzey sismik performans beklentisi gibi sebeplerle mevcut bir yapının güçlendirme gereksinimi ortaya çıkabilmektedir (Batmacı, 2011). Betonarme binalarda uygulanan güçlendirme türleri, eleman düzeyinde güçlendirme ve sistem düzeyinde güçlendirme olmak üzere iki farklı başlıkta incelenecektir.

#### **3.1. Eleman Düzeyinde Güçlendirme**

TBDY 2018’de yapının kolon, kiriş, perde, gibi taşıyıcı sistem elemanlarında dayanım ve şekil değiştirme kapasitelerini artırmak için uygulanan çalışmalar, eleman düzeyinde güçlendirme olarak tanımlanmaktadır.

Eleman düzeyinde güçlendirmede kapasitesi zayıf elemanların kapasiteleri ve süneklikleri arttırılarak elemanlarda hasar oluşumunun engellenmesi sağlanır. Buna karşın eleman düzeyinde güçlendirmede yapının yatay yük tasıma kapasitesinde artış oranı kısıtlıdır. Eleman düzeyinde güçlendirme ile yapının hedef yer değiştirmeye ulaşması amaçlanır. Şekil 3.1’de eleman düzeyinde güçlendirmenin yapı taban kesme kuvveti ve çatı deplasmanına etkisi gösterilmiştir (Çalışkan, 2010).

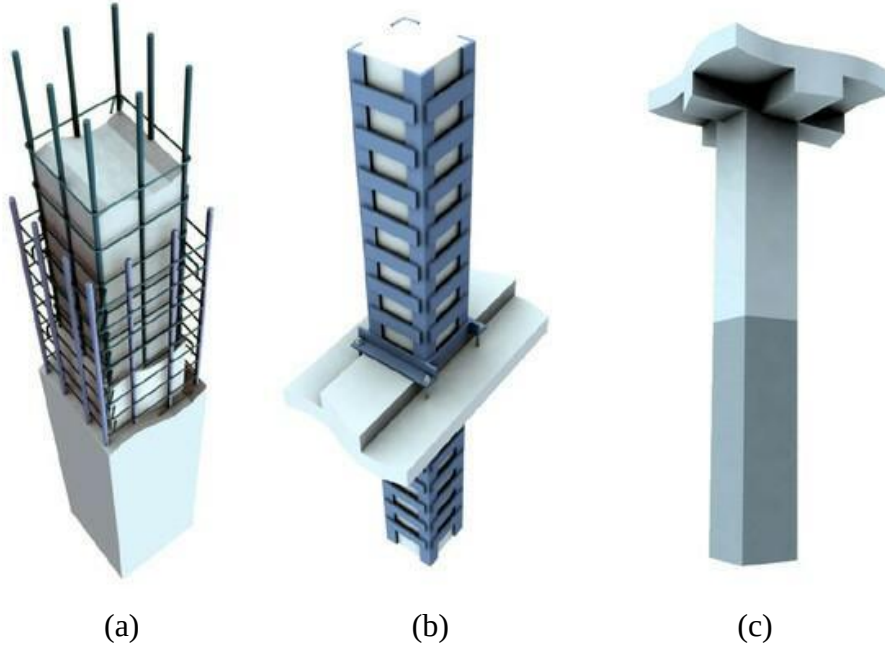


Şekil 3.1. Eleman düzeyinde güçlendirmenin etkisi (Moehle, 2000)

Eleman düzeyinde güçlendirme yöntemleri kapsamında kolonların sarılması, kirişlerin sarılması ve bölme duvarlarının güçlendirilmesi uygulamaları sayılabilir.

### 3.1.1. Kolonların Sarılması

Kolonun kesme ile basınç dayanımlarının artırılarak sünekliğinin artırılması ve bindirmeli eklerdeki yetersizliklerin önüne geçilmesi amacıyla uygulanan farklı güçlendirme uygulamaları literatürde mevcuttur. Deprem yönetmeliğinde tanımlanmış güçlendirme uygulamaları ise Şekil 3.2'deki gösterilmektedir.

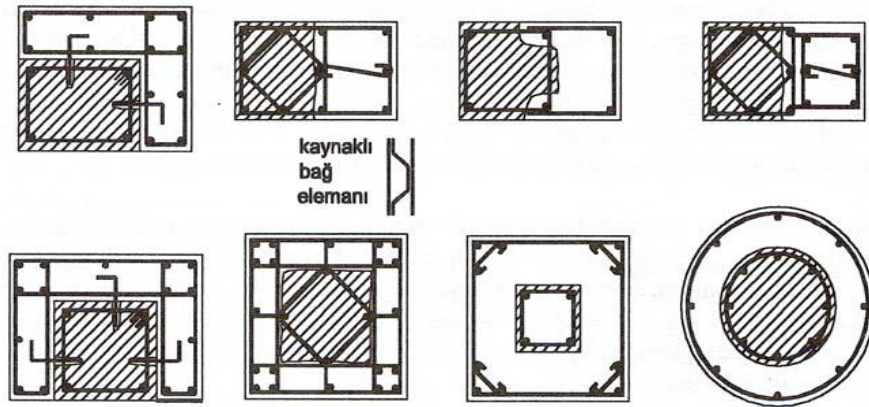


Şekil 3.2. (a) Betonarmeyle sarılma, (b) Çelik elamanlarla sarılma ve (c) Lifli polimerlerle sarılma (Şik, 2014)

Kolonların güçlendirilmesi için betonarmeyle sarılma, çelik elamanlarla sarılma ve lifli polimerle sarılma yöntemlerinden herhangi biri tercih edilebilir. Bu yöntemlerden lifli polimerle sarılması yöntemi dışındaki diğer yöntemlerin yapıya ek yük getirebileceği de dikkate alınmalıdır (Yıldırım, 2008).

**Kolonların Betonarme ile Sarılması:** TBDY 2018’de tanımlanan bu yöntemde önce mevcut kolunun beton örtüsünün yüzeyleri temizlenip pürüzlendirilerek yeni dökülecek betonun eski beton ile birlikte çalışması sağlanmalıdır. Güçlendirilecek kolona yatay ve düşey donatıların yerleştirilebilmesi, beton dökülebilmesi ve minimum beton örtüsünün sağlanabilmesi için uygulanacak betonarme sargı kalınlığının en az 10 cm olmalıdır. Uygulanacak betonarme ile sarılma işlemi kat döşemesinin üzerinde başlar ve üst kattaki döşemenin altında biter. Betonarme ile sarılarak güçlendirilen kolon için kesme ve basınç dayanımlarının hesaplanmasında, sargılanmış kolonun ebatlarıyla sargı betonunun tasarım dayanımı dikkate alınacak, yalnız bulunan dayanımlar 0.9 ile çarpılarak düşürülecektir.

Kolonların güçlendirilmesi için en çok tercih edilen güçlendirme tekniği kolonun betonarme ile sarılmasıdır. Kolonlarda uygulanan betonarme sargılama uygulama ve kesit örnekleri farklı şekillerde betonarme sargılama çeşitleri Şekil 3.3’te verilmiştir.



Şekil 3.3. Kolonların betonarme ile sarılmasının çeşitleri (Şirin, 2006)

Betonarme sargılamanın kat yüksekliğinde yapılmasıyla kesme kuvveti ve eksenel kuvvet kapasiteleri artırılmış olur. Bununla birlikte betonarme sargılarının donatıları üst kattaki döşemelerde açılan deliklerden geçirilip Şekil 3.4’teki gibi devam ettirilerek kolonun

eğilme kapasitesi artırılması ve yapının bir bütün olarak çalışması sağlanacaktır (Değertekin ve Şik, 2014).



Şekil 3.4. Kolonların betonarme ile sarılması (Karatepe, 2021)

Kolonların Çelik ile Sarılması: TBDY 2018’de tanımlanan bu yöntem betonarme dikdörtgen şeklindeki kolonun köşelerine dört adet boyuna köşebent konulması ve köşebentlerin belli aralıklarla yerleştirilen yatay plakalarla kaynaklanmasıyla yapılır. Kullanılan çelik malzemeler ile betonarme yüzeylerin arasında boşluk bırakılmamalı ve yatay plakalar kolonun dört yüzeyinde de devam etmelidir. Çelik sargıyla kolonun eğilme ile eksenel yük kapasitelerini arttırmak için köşebentlerin alt ve üst döşemeler arasında devam etmesi ve döşemelere başlık plakalarıyla üzerindeki basıncı aktarması gerekmektedir. Belirli durumlarda köşebentlere ön yükleme yapılmasıyla mevcut betonarme kolonun düşey yüklerin neden olduğu eksenel basınç yükü düşürülebilir.

Kolonun eksenel kapasitesini artırmada etkili, eğilme kapasitesini artırmada ise elverişli olmayan bu yöntemin imalatı kolaydır (Tankut, 2008). Çeliğin yangına karşı dayanımı zayıf olduğu için çelik sargı üzerine koruyucu malzemeye ihtiyaç vardır (Sargın, 2020). Bu yöntemin uygulama örneği Şekil 3.5’te gösterilmiştir.



Şekil 3.5. Kolonların çelik ile sarılması (Şik, 2014)

Kolonların Lifli Polimerler (LP) ile Sarılması: Lifli Polimer katmanının kolon etrafına, lifler enine yani yatay donatılara paralel konumda olacak şekilde yapıştırılarak sarılma işlemi yapılır. LP sargılama yöntemi kullanılarak betonarme kolonun süneklik kapasitesi ile basınç ve kesme dayanımları artırılır. Boyuna donatıların bindirme boyunun yeterli olmadığı durumlarda donatıların kenetlenme dayanımına olumlu yönde katkı sağlar. (Kaltakçı ve diğ. 2006) TBDY 2018’de tanımlanan kolonların lifli polimer ile sarılmasında elemanın tüm çevresi sarılmalı ve sargılama sonunda minimum 20 cm bindirme yapılması gereklidir. LP sargısının uygulanabilmesi için dikdörtgen kolonlardaki kolon köşelerinin minimum 30 mm yarıçapında yuvarlatılması gerekir. LP ile sargı uygulaması üretici tarafından tavsiye edilen yöntem dikkate alınarak gerçekleştirilmelidir.

Lifli polimerler beton dayanımı belirli bir sınırın üzerinde olan elemanlara Şekil 3.6’daki gibi uygulanabilir. LP ile yapılan güçlendirmenin en önemli avantajları yapının yükünü önemli ölçüde artırmaması ve imalatının hızlı olmasıdır. Ancak yangına karşı dayanıksız olması nedeniyle bir koruyucu malzeme ile kaplanması gereklidir. Bununla birlikte betonarme ve çelik güçlendirme yöntemlerine göre malzeme ve nitelikli işçilik gerekliliğinden maliyeti daha yüksektir (Sargın, 2020).

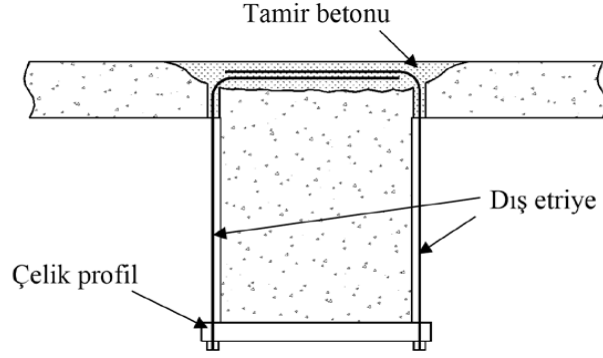


Şekil 3.6. Kolonların etrafının lifli polimerler (LP) ile sarılması (Yıldırım, 2008)

### 3.1.2. Kirişlerin Sarılması

Betonarme kirişin sarılmasıyla kirişin kesme dayanımı ve bazı durumlarda süneklik kapasitesi arttırılmış olur. Kirişlerin güçlendirilmesi için aşağıdaki yöntemler tercih edilebilir.

**Kirişlere Dıştan Etriye Eklenmesi:** TBDY 2018’de tanımlanan bu yöntemde kesme dayanımı yeterli olmayan kirişlerin mesnet bölgelerinde belirli sayıdaki etriye çubuğu kirişlerin iki tarafına Şekil 3.7’de görüldüğü gibi dıştan eklenir. Kiriş altına konulan çelik bir profile bulonla sabitlenen çubuklar, üst döşemedeki açılan deliklerden geçirilerek döşemenin üst tarafında açılan çukurun içine bükülüp yerleştirilir. Sonrasında betonda açılan çukurlar tamir betonuyla doldurulur. Kirişlere dıştan etriye eklenmesinde aynı esaslara uyularak farklı detaylar da kullanılabilir. Kirişlere dıştan etriyeler eklenmesiyle arttırılacak kesme dayanımı TS 500’e göre hesaplanır. Dıştan eklenen etriyelerin sargılamaya etkisi olmaz ve kiriş elemanlar için sünekliği arttırmaz. Kullanılan bu yöntemde profil ve bulonlar koruyucu bir malzeme ile kaplanarak dış etkilere karşı korunmalıdır.



Şekil 3.7. Kirişlere dıştan etriye eklenmesi (TBDY 2018)

Kirişlerin Çelik ile Sarılması: Bu yöntemle kirişlerin kesme dayanımı ve süneklik kapasitesinde iyileşme sağlanır. Bu yöntem birkaç farklı şekilde hızla uygulanabildiği için hasar görmüş kirişlerin güçlendirilmesi için sıklıkla kullanılan bir yöntemdir (Tekeli ve diğ., 2016 ve Değertekin, 2015). Uygulama da kullanılan tekniklerden biri Şekil 3.8’de gösterildiği gibi kirişlerin alt köşelerine yerleştirilen L profillerin kaynaklanmasıyla yapılır. Çelik profillerin betonla arasında boşluk bırakılmamalı hem çelik profillerin hem de betonun yüzeyleri hazırlanarak tam ve sağlıklı bir yapışma sağlanmalıdır (URL-2, 27 Şubat 2023).



Şekil 3.8. Kirişlerin çelik ile sarılması (Şik, 2014)

Kirişlerin Betonarme ile Sarılması: Betonarme kirişlerin kesme dayanımı ve eğilme kapasitesinin artırılması amacıyla yeni donatı eklenmesi ve beton katmanla her iki yüzeyinin güçlendirilmesi mevcut betonarme binalarda sıklıkla uygulanan bir yöntemdir (Aykaç ve diğ.,2011). Kirişlerin betonarme ile sarılmasıyla kesme dayanımları ve eğilme

kapasitelerinin arttırılması amaçlanır. Mevcut kirişte beton örtüsünün yüzeyleri temizlenip pürüzlendirilerek yeni dökülecek beton ile birlikte çalışması sağlanacaktır. Kirişe uygulanan betonarme sargı donatıları kirişin eğilmeye karşı kapasitesini artırması için komşu açıklıklara Şekil 3.9'daki gibi devam ettirilmeli ya da sıyrılarak ayrılmayacak şekilde epoksi ile kolon içine ankre edilmelidir (Yıldırım, 2008).



Şekil 3.9. Kirişlerin betonarme ile sarılması (Öncü, 2011)

Kirişlerin Lifli Polimerler (LP) ile Sarılması: Lifli polimerler ile betonarme kirişlerin eğilme dayanımının artırılması oldukça yaygın olarak kullanılmaktadır ve bu alanda literatürde pek çok çalışma mevcuttur (Çetinkaya ve diğ. 2004 ve Köksal ve diğ. 2017). TBDY 2018'de tanımlanan kriterlere göre kirişler lifli polimer ile sargılanırken kirişlerin sünekliklerinin ve kesme dayanımlarının arttırılması için elemanın tüm çevresi sarılmalı ve sargının sonunda minimum 200 mm bindirme yapılması gereklidir. LP sargısının uygulanabilmesi için dikdörtgen kiriş köşelerinin minimum 30 mm yarıçapında yuvarlatılmalıdır. LP uygulaması üreticinin tavsiye ettiği yöntem dikkate alınarak gerçekleştirilmelidir.

Lifli polimerler beton dayanımı belirli bir sınırın üzerinde olan elemanlara uygulanabilir. LP ile yapılan güçlendirmenin en önemli avantajları yapının yükünü önemli ölçüde arttırmaması ve imalatının hızlı olmasıdır. Ancak yangına karşı dayanımı zayıf olduğu için üzeri bir koruyucu malzeme ile kaplanması gereklidir. Bununla birlikte betonarme ve çelik güçlendirme yöntemlerine göre genel olarak daha maliyetlidir (Sargın, 2020).

Lifli polimerler ile kirişlerin sargılması son zamanlarda çok tercih edilen

yöntemlerdendir. Lifli polimerler kirişlerin kesme dayanımını artırmak için Şekil 3.10'daki gibi kullanılırken, kirişlerin eğilme kapasitelerinin artırması için ise Şekil 3.11'deki gibi uygulanır (Şik, 2014).



Şekil 3.10. Lifli polimerler ile kirişlerin kesme dayanımının artırılması (Şik, 2014)



Şekil 3.11. Lifli polimerler ile kirişlerin eğilme kapasitelerinin artırılması (Şik, 2014)

### 3.1.3. Bölme Duvarlarının Güçlendirilmesi

Temel üstünden yukarıya kadar devamlı olan betonarme çerçeve içerisindeki tuğla, briket gibi malzemelerle inşa edilmiş bölme duvarının rijitliği ve kesme kuvveti kapasitesi, farklı güçlendirme teknikleriyle artırılabilir. Bu yöntemler dolgu duvarın hasır çelik donatılı özel sıva ile güçlendirilmesi ve dolgu duvarının lifli polimerler ile güçlendirilmesidir (Anıl, 2014, Sezer ve Akın, 2011, Tekeli ve diğ. 2015, Tekeli ve diğ.

2019). TBDY 2018'e göre güçlendirilecek bina için esas güçlendirme yöntemi olarak bölme duvarların güçlendirilmesi tercih edilmişse güçlendirilecek bina bodrum hariç en fazla üç katlı olabilir.

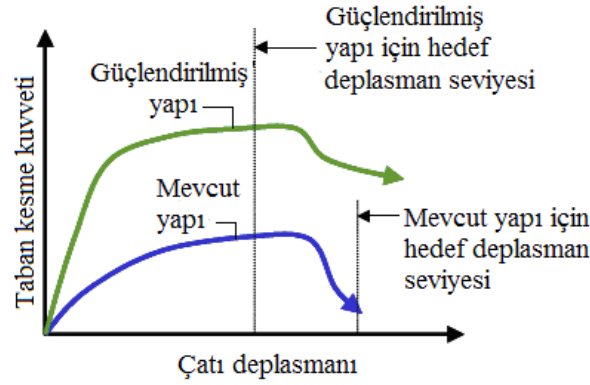
Bu güçlendirme teknikleri klasik güçlendirme yöntemlerine göre daha hızlı olmak birlikte ev sahipleri binayı terk etmek zorunda kalmadan uygulanabilmektedir.

### **3.2. Sistem Düzeyinde Güçlendirme**

Binanın sistem düzeyinde güçlendirilmesiyle deprem yükleri etkisinde beklenen rijitlik, süneklik ve dayanımı gösterebilmesi ve iç kuvvetlerin dağılımında sürekliliğin sağlanabilmesi amaçlanır. Sistem düzeyindeki güçlendirme deprem güvenliğini arttırmak için yeni elemanlar eklenmesi ve kütle azaltılması gibi uygulamaları içerir.

Sistem iyileştirmesi ile genel olarak çerçevelerden oluşan, deprem etkilerine karşı zayıf bir taşıyıcı sistem yerine rijit düşey elemanlardan oluşan yeni bir taşıyıcı sistem oluşturulur. Sistem iyileştirmesi, fazla sayıda elemanın güçlendirilme ihtiyacı duyduğu ve yapının yanal rijitliğinin zayıf olduğu durumlar karşısında en güvenilir, en ekonomik ve en pratik çözüm olarak akla gelmektedir. Mevcut taşıyıcı sistemde, yumuşak kat, kısa kolon gibi farklı zayıflıkların olduğu durumlarda da sistem düzeyinde iyileştirme kullanılmaktadır. Farklı araştırmalarda ülkemizde mevcut binaların büyük bir bölümünde yukarıda sıralanan kusur ve yetersizlikler görüldüğünden, sistem düzeyinde güçlendirme yöntemleri daha çok kullanılmaktadır (Ersoy, 2007).

Sistem iyileştirmesiyle yapının rijitliği artırılıp deplasman talebi azaltılır. Amaç eleman düzeyi güçlendirmesinde olduğu gibi hedef deplasmana ulaşmak değil hedef deplasmanın düşürülmesidir. Sistem düzeyinde güçlendirmede süneklikte önemli bir değişiklik görülmez. Taşıyıcı sisteme yeni elemanlar eklenmesi ile binanın yatay yük taşıma kapasitesi artırılmaktadır. Sekil 3.12'de sistem güçlendirmesinin taban kesme kuvvetine ve çatı deplasmanına etkisi gösterilmiştir (Çalışkan, 2010).



Sekil 3.12. Sistem düzeyinde güçlendirmenin etkisi (Moehle, 2000)

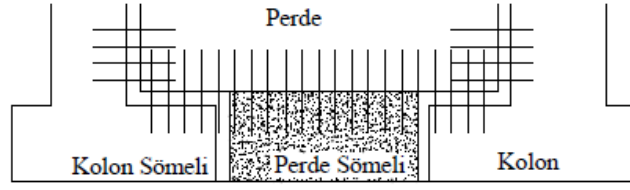
### 3.2.1. Betonarme Taşıyıcı Sistemlerin Ek Betonarme Perdelerle Güçlendirilmesi

Yeterli yanal rijitliğe ve dayanıma sahip olmayan betonarme taşıyıcı sistemler, ek betonarme perdelerle güçlendirilerek gerekli olan rijitlik ve dayanımı kazanırlar. İlave edilen betonarme perde mevcut çerçeve düzleminin içinde ya da çerçeve düzlemine bitişik olarak düzenlenebilir (Yılmaz E. ve diğ. 2018).

Mevcut çerçeve düzlemi içine yeni eklenecek betonarme perde ile güçlendirme yöntemi, özellikle 1999 yılı öncesi ve eski deprem yönetmeliğine göre yapılan binaların güçlendirilmesinde yaygın olarak tercih edilen bir yöntemdir. Çerçeve düzlemi içine eklenen perdeler temel seviyesinden başlayarak mevcut yapı yüksekliği boyunca devam etmelidir. Devam etmemeleri durumunda kesildikleri katta deprem etkilerinin birden değişmesi mevcut yapıyı olumsuz yönde etkilemektedir (Turan, 2022)

Betonarme sisteme yeni perde eklenmesiyle yapıya gelen deprem kuvvetlerinin önemli bir bölümünü yeni eklenen perdelerin taşıdığı görülür. Bu nedenle çerçeve düzlemi içine yeni eklenecek betonarme perde ile güçlendirme yöntemi en çok tercih edilen klasik yöntemdir. Perdelerin rijitlikleri fazla olduğu için yeni perdelerin eklenmesiyle yapının yatay yer değiştirmeleri sınırlandırılarak deprem karşısında hedeflenen bir performansa ulaşılması sağlanır (Karaca, 2022)

Sisteme yeni eklenecek perdenin altına yapılan perde temeli, perde altında oluşan iç kuvvetleri temelin zeminine güvenle aktarabilecek şekilde tasarlanmalıdır. Yeni eklenecek perde temelinin mevcut temel sistemi ile Şekil 3.13'teki gibi birlikte çalışması sağlanmalıdır.



Şekil 3.13. Yeni eklenen perde temelinin mevcut temelle bağlantısı (Yıldırım, 2008)

Çerçeve düzlemi içine eklenen perdelerin temelde olduğu gibi çerçeve elemanlarıyla da ankraj bağlantısı yapılarak birlikte çalışmaları sağlanmalıdır. TBDY 2018’de ankraj çubukları hesabında TS500’deki sürtünme kesmesi esasları dikkate alınması önerilmektedir. Ankraj çubuğunun minimum çapı 16 mm, minimum ankraj derinliği çubuk çapının on katı ve çubuk aralığının en fazla 400 mm olması gereklidir.

Taşıyıcı sisteme yeni eklenecek perde ucunda mevcut kolon yoksa yeni eklenecek perdenin perde uç bölgelerinde eğilme etkisiyle meydana gelecek zorlanmaları karşılamak için perde uç bölgesi Şekil 3.14’teki gibi oluşturulmalıdır. Perdenin ucunda mevcut kolon varsa mevcut kolon uç bölgesi olarak kullanılabilir. Perde uç bölgesine eklenecek düşey donatıların katlar arasında sürekliliği sağlanmalıdır.



Şekil 3.14. Sisteme yeni betonarme perde eklenmesi (Karatepe, 2021)

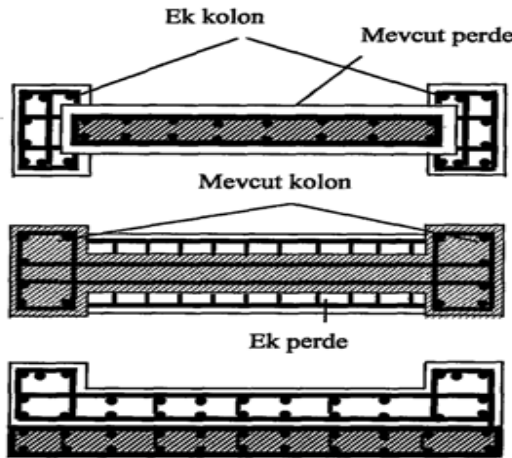
Çerçeve sisteminin kesme kuvveti kapasitesi yükseltmek isteniyorsa mevcut taşıyıcı sistemdeki perde gövdesine yeni betonarme katman ilave edilmesi yeterli olur. Bu

durumda perde uç bölgelerinin oluşturulmasına gerek yoktur. Mevcut perdede beton örtüsünün yüzeyleri temizlenip pürüzlendirilerek yeni dökülecek beton ile birlikte çalışması sağlanmalıdır. Yeni eklenen perdenin özel ankraj çubukları ile mevcut perdeye bağlantısı Şekil 3.15'teki gibi yapılmalıdır.



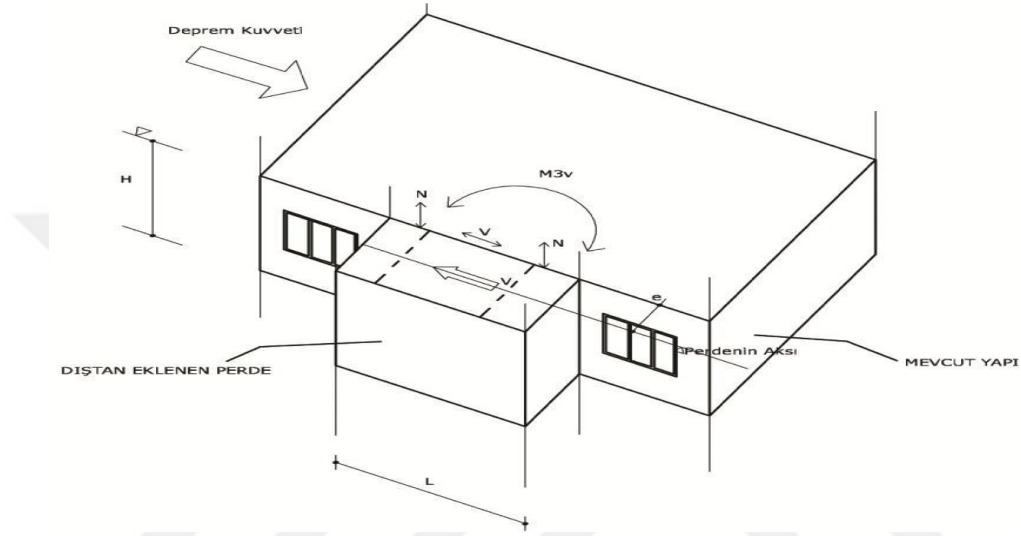
Şekil 3.15. Deprem perdesi kesitlerinin arttırılması (Karatepe, 2023)

Çerçeve düzlemi içine eklenen perdelerle taşıyıcı sistemin eğilme ve kesme dayanımlarının arttırılması isteniyorsa, bu durumda hem perde uç bölgelerinin oluşturulması hem de perdenin gövdesine yeni betonarme katman ilave edilerek perde kesiti arttırılmalıdır. Aşağıdaki Şekil 3.16'da çerçeve düzlemi içine eklenen farklı perdeler gösterilmiştir (Yıldırım, 2008).



Şekil 3.16. Çerçeve düzlemi içine eklenen perdeler (Yıldırım, 2008)

Çerçeve düzlemine eklenecek betonarme perdeler dış çerçeve aksı dışında, çerçeveye bitişik şekilde yerleştirilebilir. Eklenen perdeler temel seviyesinden başlayarak mevcut yapı yüksekliği boyunca devam etmelidir. Çerçeve düzlemine bitişik eklenen perdelerin çerçeve elemanlarıyla ankraj bağlantısı yapılarak birlikte çalışmaları sağlanmalıdır. TBDY 2018’de ankraj çubuklarının tasarımı için çerçeve düzlemi içinde betonarme perde eklenmesi bölümündeki esaslara dikkate alınacaktır.



Şekil 3.17. Yapıya çerçeve düzlemine bitişik yeni perde eklenmesi (Gürol, 2007)

Çerçeve düzlemine bitişik betonarme perde eklenmesi yöntemiyle yapılan güçlendirmede amaç binaya yatay doğrultuda gelebilecek deprem etkilerinin karşılanmasıdır. Bu güçlendirme çalışmasında yeni yapılacak betonarme perde Şekil 3.17'deki gibi yapı kenarına paralel olarak tasarlanır. Genelde yapı dışına konumlandırılan güçlendirme perdesi yapılırken bina içinde süren yaşam alanına müdahale edilmeden güçlendirme tamamlanır. Yapılacak yeni perdelerin kendi içinde perde uç bölgesi oluşturulmalı ve perdenin uç bölgesine eklenen düşey donatıların katların arasında devamlılığı sağlanmalıdır. Çerçeve düzlemine bitişik yeni eklenen betonarme perdeler gelen bütün yükleri zemine aktarmak için yeni temel sisteminin de yapılması gerekmektedir (Şik, 2014).

### 3.2.2. Betonarme Taşıyıcı Sistemlerin Çelik Elemanlarla Güçlendirilmesi

Çelik elemanlarla taşıyıcı sistem güçlendirmesi deprem etkisinde yapının rijitliğini arttırılarak deplasman talebini azaltılır (Korkmaz, 2007; Aydın ve Boru, 2020). Bu

yöntemde genel olarak çerçeveye Şekil 3.18'deki gibi çelik çaprazlar konularak güçlendirme yapılır. Çelik elemanlarla güçlendirilen binaların ağırlığı betonarme eleman ilavesi ile güçlendirilen binalara göre daha fazla artmadığı için yapıya etki edecek deprem kuvvetleri de fazla artmayacaktır. Çelik elemanlarla yapılan güçlendirme, güçlendirme için yeni eklenen betonarme perdelerle göre daha kısa sürelerde uygulanabilirken yatay kuvvetler karşısında daha zayıf bir davranış göstermekle birlikte maliyeti daha yüksek olabilmektedir (Şik, 2014).

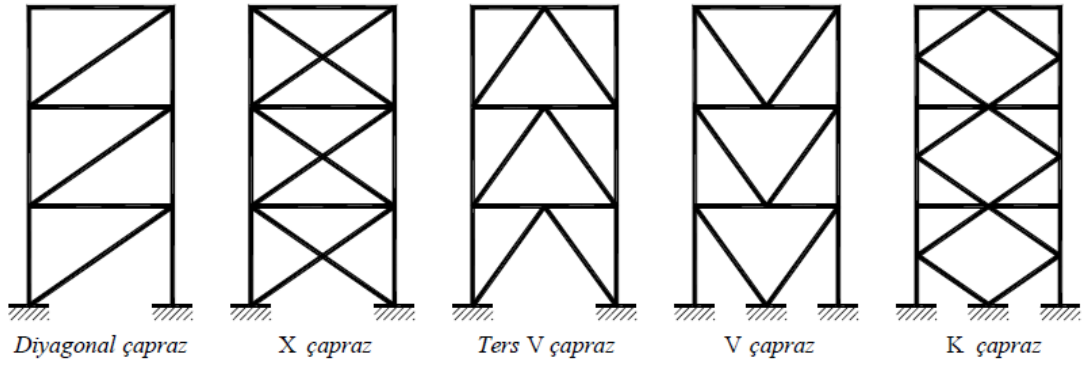


Şekil 3.18. Taşıyıcı sistemin çelik çaprazlarla güçlendirilmesi (Yıldırım, 2008)

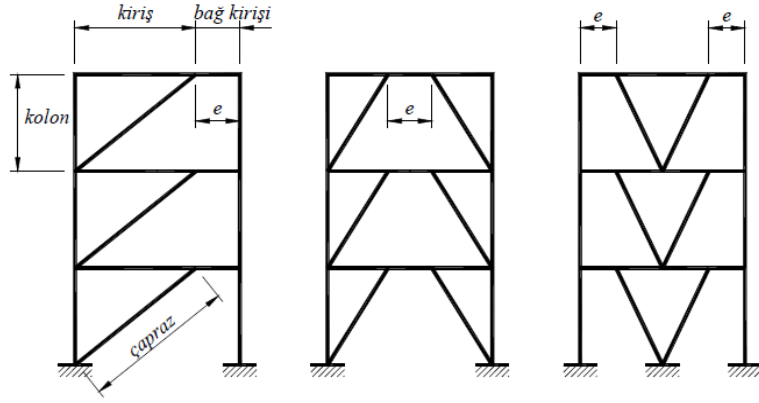
Betonarme binaların çelik çaprazlarla güçlendirilmesinde çelik çaprazların ekleneceği betonarme taşıyıcı sistemle bir bütün olarak çalışması yani mevcut sistemle yeni eklenen elemanlar arasında kuvvet aktarımının sağlanması gerekmektedir.

Mevcut betonarme binadaki beton sınıfının genellikle yetersiz olması ve taşıyıcı sistem elemanlarında önemli tasarım kusurlarının bulunması nedeniyle, çelik çaprazların betonarme çerçeveyle birleştikleri bölgelerde, yeni çelik çaprazlarla kazanılan kapasiteye ulaşılmadan önce kırılma gerçekleşebilmektedir (Tankut, 2008).

Betonarme taşıyıcı sistemlerin çelik çaprazlarla güçlendirilmesinde, seçilecek olan uygulama yöntemi sistem elemanlarının etkileşimi ve binanın mimarisi gibi birçok etkene göre belirlenmektedir. Çelik çaprazlı çerçeveler, çaprazların düzenine göre Şekil 3.19'da gösterilen merkezi çaprazlı çelik çerçeveler ve Şekil 3.20'de gösterilen dışmerkez çaprazlı çelik çerçeveler olmak üzere iki başlık altında sınıflandırılır.



Şekil 3.19. Merkezi çaprazlı çelik çerçeveler (TBDY 2018)



Şekil 3.20. Dışmerkez çaprazlı çelik çerçeveler (TBDY 2018)

### 3.2.3. Betonarme Sisteme Yeni Çerçeveler Eklenmesi

Betonarme sisteme yeni çerçevelerin eklenmesiyle yapıya gelen deprem kuvvetlerinin bir bölümünün yeni eklenecek çerçeveler tarafından karşılanması amaçlanır. TBDY 2018'e göre yeni çerçevelerin temelleri mevcut yapının temelleriyle birlikte düzenlenmelidir. Yeni eklenen çerçevelerin mevcut yapının taşıyıcı sistemiyle beraber çalışabilmesi amacıyla bu çerçeveler mevcut yapının döşemelerine gerekli yük aktarımını sağlayacak biçimde bağlanmalıdır.

### 3.2.4. Mevcut Yapı Sisteminin Kütlesinin Azaltılması

Deprem etkilerinin azaltılması amacıyla bina kütlesi azaltılabilir. Bunun için uygulanabilecek en etkin yöntemler binanın üst katlarının kaldırılarak kat sayısının azaltılması, mevcut çatı yerine hafif bir çatı yapılması, çatıda bulunan çeşitli ağırlıklarının

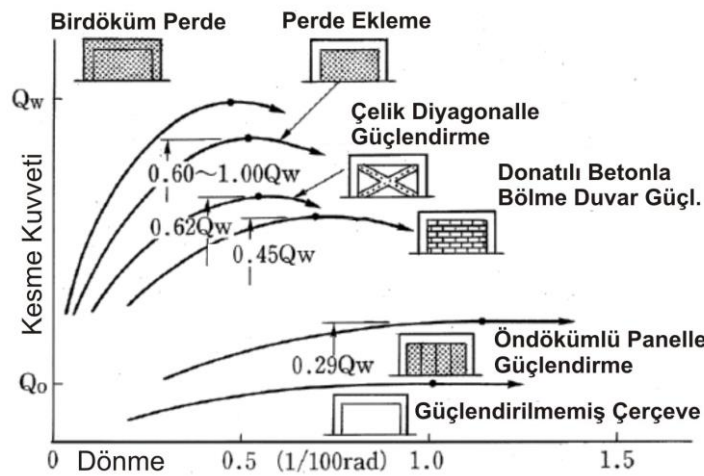
zemine indirilmesi ve diğer taşıyıcı sistem dışındaki ağır yapı elemanlarının daha hafif elemanlar ile değiştirilmesidir (TBDY 2018).

Bina kütlelerinin azaltılması gerçekte bir yapı güçlendirme teknikleri arasında değildir. Yalnız binadaki düşey yükler ve bina kütlesi azaldığında etkiyen deprem kuvvetinin de küçülmesi bina güvenliğini arttıracaktır. Binadaki azaltılacak ya da kaldırılacak kütlelerin yapı üst kotlarına yakın olması deprem güvenliğini arttırmada etkilidir (Yıldırım, 2008).

### 3.3. Betonarme Binalarda Güçlendirme Türlerinin Değerlendirilmesi

Güçlendirilmesi gereken binaya farklı güçlendirme yöntemlerinden hangisinin uygulanacağı, binanın konumu, mevcut durumu, kullanım amacı, mimari özellikleri ve güçlendirme için gereken süre ve maliyeti değerlendirilerek kararlaştırılmalıdır.

Betonarme binalarda uygulanan güçlendirme türleri eleman düzeyinde güçlendirme ve sistem düzeyinde güçlendirme olmak üzere iki farklı başlıkta incelenmiştir. Eleman düzeyinde güçlendirme yönteminde ilgili elemanın sünekliği artırılarak hedef deplasmana ulaşması sağlanır. Sistem düzeyinde güçlendirme yöntemi ise yapının rijitliğini artırarak deplasman talebini azaltır. Genel olarak mevcut yapılar için sistem düzeyinde güçlendirme yönteminin daha uygun olduğu bu nedenle daha yaygın kullanıldığı görülmektedir. Sistem düzeyinde güçlendirme yöntemleri ile ilgili birçok deneysel çalışma yapılmıştır. Bu çalışmaların birinde yapıya uygulanacak güçlendirme yöntemlerinin dayanım ve sünekliğe etkisi Şekil 3.21’de gösterilmiştir.



Şekil 3.21. Sistem düzeyinde güçlendirme yöntemlerinin karşılaştırılması (Öncü, 2011)

Farklı güçlendirme uygulamalarının, bir metrekare için ortalama güçlendirme maliyetleri ve önemli avantaj ve dezavantajları Tablo 3.1’de kısaca özetlenmiştir (Yılmaz Z. ve diğ., 2018)

Tablo 3.1. Farklı güçlendirme uygulamalarına göre ortalama maliyetler (Naja ve Baytüyeh 2014)

| Güçlendirme Yöntemi                          | Maliyet / m <sup>2</sup> (\$) | Açıklama                                                                                                       |
|----------------------------------------------|-------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Çelik çapraz takviye                         | 81                            | En düşük maliyetli yöntemdir. Bina, uygulama sürecinde kullanılmaya devam edilebilir.                          |
| Kolonların genişletilmesi                    | 103                           | Mimari açıdan görüntümü hoş değildir ve uygulama sürecinde binanın kullanımını engeller.                       |
| Perde duvar                                  | 123                           | Maliyet açısından avantajlıdır, ancak uygulama sürecinde binanın kullanımını engeller.                         |
| Çelik mantolama                              | 154                           | Pahalı bir yöntemdir. Estetik açıdan avantajlıdır, ancak uygulama sürecinde binanın kullanımını engeller.      |
| Kolonların lifli polimer sargı ile sarılması | 196                           | En pahalı ve estetik olarak en çok tercih edilen yöntemdir. Uygulama sürecinde binanın kullanımını engellemez. |

Yukarıdaki tabloda bir binanın güçlendirilmesi için kolonların lifli polimerle sargılanması en maliyetli güçlendirme uygulamasıyken, çelik çapraz takviye işleminin en ucuz yöntem olduğu görülmüştür.

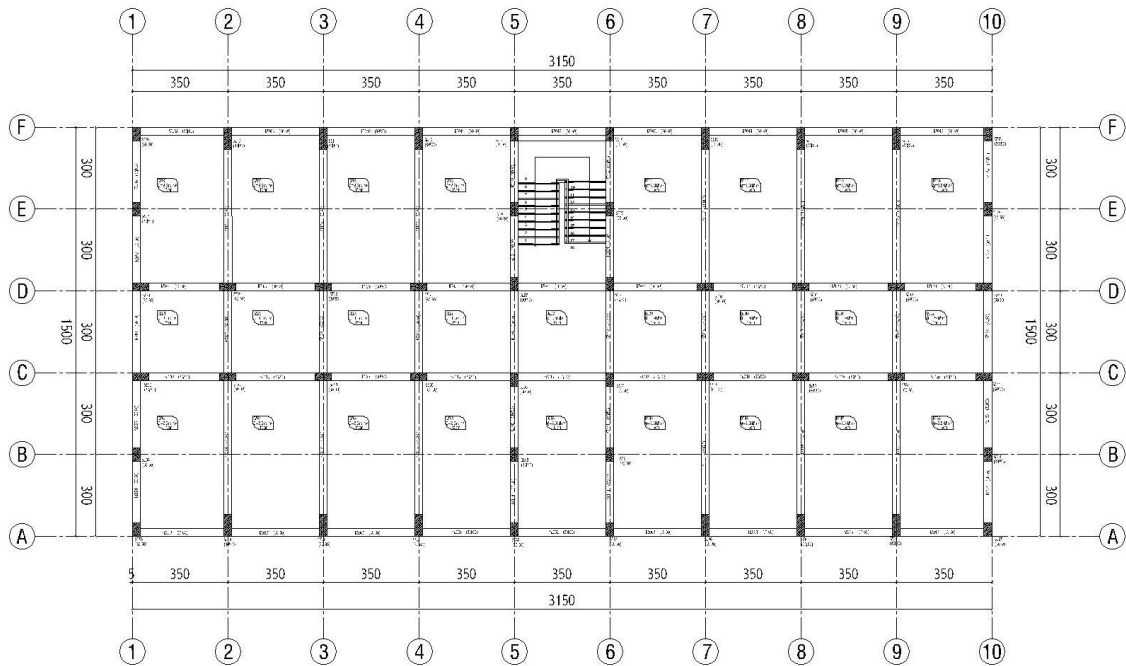
Güçlendirme yöntemlerinin binanın konumu, mevcut durumu, kullanım amacı, mimari özellikleri ve güçlendirme için gereken süre gibi birçok parametreye bağlı olarak yüksek maliyetlere neden olduğu düşünülmektedir. Ancak, mevcut binanın yeniden yapılması için gereken süre ve maliyet göz önüne alındığında güçlendirmenin deprem tehlikesi karşısında iyi bir çözüm olduğu unutulmamalıdır. Olası bir depremin gerçekleşmesi durumunda meydana gelebilecek can kayıpları ve depremin ülke ekonomisine vereceği zarar düşünüldüğünde güçlendirmenin önemi anlaşılmaktadır.

#### 4. MEVCUT BETONARME BİR OKUL BİNASININ DEPREM PERFORMANSININ BELİRLENMESİ

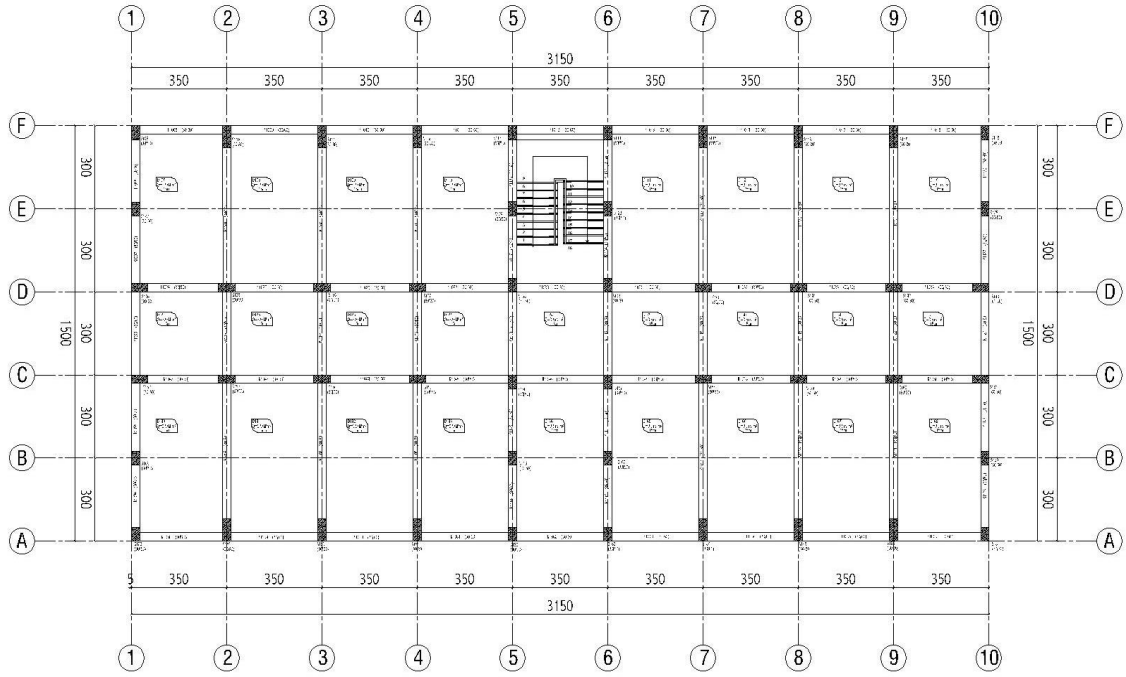
Çalışma kapsamında yapılacak karşılaştırmalı analiz için betonarme çerçeve sisteme sahip ve hâlihazırda fiilen kullanılan bir okul binası seçilmiştir. Okul binasının kabul edilen geometrik özellikleri, malzeme ve zemin özellikleri, deprem parametreleri, uygulanan hesap yöntemi ve tasarım yaklaşımı bu bölümde ayrıntılı olarak açıklanmıştır.

##### 4.1. Mevcut Yapının Genel Özellikleri

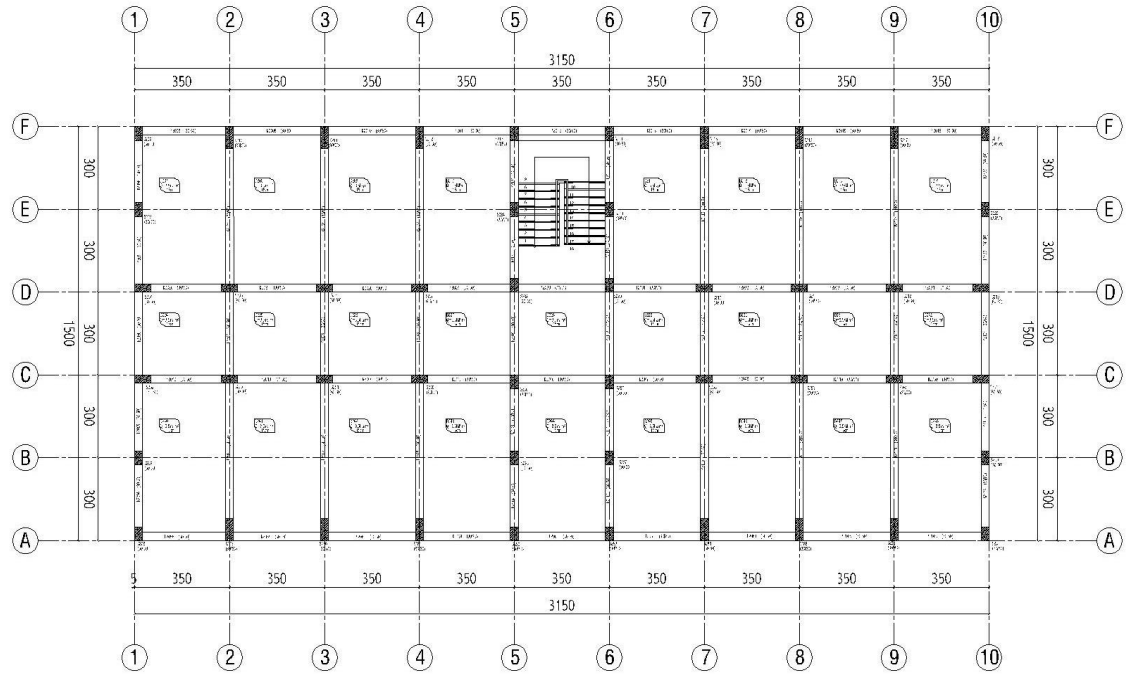
Çalışma kapsamında incelenen yapı Kocaeli ili, Gebze ilçesinde yer almaktadır. Okul olarak kullanılan bina, zemin kat ve üzerinde 2 normal kat ile birlikte toplam 3 katlı betonarme taşıyıcı sisteme ve dikdörtgen bir geometriye sahiptir. Kat yükseklikleri eşit ve 3,30 m, binanın en üst kotunun yüksekliği 9,90 m olarak belirlenmiştir. Mevcut yapının temel seviyesindeki oturum alanı yaklaşık  $\sim 31.50$  m x  $\sim 15.00$  m olduğu tespit edilmiş ve taşıyıcı sisteminin betonarme kolonlar, kirişler ve döşeme elemanlarından oluştuğu belirlenmiştir. Bina tasarımında 1975 yönetmeliği olan “Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik”in koşulları esas alınmıştır. Mevcut yapının statik rölövesi ve taşıyıcı elemanlarıyla ilgili detaylar Şekil 4.1., Şekil 4.2. ve Şekil 4.3’te verilmektedir.



Şekil 4.1. Mevcut binanın zemin kat statik rölövesi



Şekil 4.2. Mevcut binanın 1. Kat statik rölövesi



Şekil 4.3. Mevcut binanın 2. Kat statik rölövesi

Mevcut binanın tüm katlarının kalıp planının aynı olduğu kabul edilmiştir. Yapının yatay taşıyıcı elamanlarını oluşturan kirişler dikdörtgen geometriye sahip olup tüm katlarda bulunan kirişlerin boyutları 30x50 cm ve 30x60 cm olarak tespit edilmiştir. Binadaki tüm döşemelerin kalınlığı her katta aynı olmakla birlikte 15 cm olarak kabul edilmiştir. Yapının düşey taşıyıcı elamanları da dikdörtgen geometriye sahiptir ve tüm katlarda kolon boyutları 30x50 cm, 30x80 cm ve 60x30 cm olarak belirlenmiştir. Elde edilen mevcut durum bilgilerine göre binanın kapsamlı bilgi düzeyinde olduğu kabul edilmiş ve eleman kapasitelerine uygulanacak bilgi düzeyi katsayısının 1,00 olduğu dikkate alınmıştır.

#### **4.1.1. Mevcut Yapının Malzeme Özellikleri**

Mevcut betonarme okul binasına ait malzeme bilgisi farklı yöntemler kullanılarak belirlenmiştir. Alınan karot numuneleriyle elde edilen basınç dayanımı değerlerine göre yapıda mevcut betonun basınç dayanımı 12 MPa olarak ölçülmüş ve beton sınıfı C12 olduğu kabul edilmiştir.

TS500’de betonun elastisite modülü ( $E_c$ ) için verilen denklem aşağıda Denklem (4.1) olarak verilmiştir ve denkleme göre betonun elastisite modülü ( $E_c$ ) 25250 Mpa olarak belirlenmiştir.

$$E_c = 3250\sqrt{f_{ck}} + 14000 \text{ (MPa)} \quad (4.1)$$

Mevcut betonarme okul binasında donatı sınıfını belirlemek adına yeterli sayıda elemanda pas payının sıyırılması işlemi ve ferroskan (röntgen) yöntemi kullanılarak donatı tipi ve konfigürasyonu belirlenmiştir. Mevcut donatı çeliğinin akma dayanımının 220 MPa olduğu, Elastisite Modülünün 200000 MPa olduğu kabul edilmiştir.

Bu bilgilerle birlikte binanın şekil değiştirmeye göre değerlendirilmesinde TBDY-2018’de belirtildiği gibi beton ve donatı çeliğinin mevcut dayanımları esas alınacaktır.

#### **4.1.2. Mevcut Yapı Yükleri**

Mevcut yapının analizinde kullanılan sabit ve hareketli yüklerin belirlenmesinde Yapı Elemanlarının Boyutlandırılmasında Alınacak Yüklerin Hesap Değerleri Standardı (TS 498) dikkate alınmıştır. Mevcut yapının hesaplarda dikkate alınan ölü yükleri

belirlenirken betonarme eleman kesitleri ve boyları, döşeme kalınlıkları, döşeme kaplaması çeşidi, döşeme kalınlığı ve duvar yükleri dikkate alınmıştır. Hareketli yükler ise yapının kullanım amacına bağlı olarak yine yönetmeliğe uygun olarak belirlenmiştir.

Mevcut betonarme okul binasında sabit yük (kaplama + sıva)  $2,5 \text{ kN/m}^2$  olarak kabul edilmiş, hareketli yükler ise ilgili yönetmelikte olduğu gibi  $5 \text{ kN/m}^2$  olarak dikkate alınmıştır.

#### 4.1.3. Mevcut Yapının Zemin Özellikleri

Mevcut yapının analizi için gerekli olan yerel zemin sınıfı, yapı zeminin ilgili verileri kullanılarak TBDY 2018’de tanımlanan zemin sınıfları Tablo 4.1’e göre belirlenmiştir. Yapının bulunduğu zemin cinsi nedeniyle yerel zemin sınıfı ZC olarak kabul edilmiştir.

Tablo 4.1. TBDY 2018’de verilen yerel zemin sınıfları

| Yerel Zemin Sınıfı | Zemin Cinsi                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Üst 30 metrede ortalama |                                   |                       |
|--------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|-----------------------------------|-----------------------|
|                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | $(V_s)_{30}$<br>[m/s]   | $(N_{60})_{30}$<br>[darbe /30 cm] | $(c_u)_{30}$<br>[kPa] |
| ZA                 | Sağlam, sert kayalar                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | > 1500                  | –                                 | –                     |
| ZB                 | Az ayrılmış, orta sağlam kayalar                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 760 – 1500              | –                                 | –                     |
| ZC                 | Çok sıkı kum, çakıl ve sert kil tabakaları veya ayrılmış, çok çatlaklı zayıf kayalar                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 360 – 760               | > 50                              | > 250                 |
| ZD                 | Orta sıkı – sıkı kum, çakıl veya çok katı kil tabakaları                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 180 – 360               | 15 – 50                           | 70 – 250              |
| ZE                 | Gevşek kum, çakıl veya yumuşak – katı kil tabakaları veya<br>$PI > 20$ ve $w > \% 40$ koşullarını sağlayan toplamda 3 metreden daha kalın yumuşak kil tabakası ( $c_u < 25 \text{ kPa}$ ) içeren profiller                                                                                                                                                                                                                                                                             | < 180                   | < 15                              | < 70                  |
| ZF                 | Sahaya özel araştırma ve değerlendirme gerektiren zeminler:<br>1) Deprem etkisi altında çökme ve potansiyel göçme riskine sahip zeminler (sıvılaştırılabilir zeminler, yüksek derecede hassas killeri, göçebilir zayıf çimentolu zeminler vb.),<br>2) Toplam kalınlığı 3 metreden fazla turba ve/veya organik içeriği yüksek killeri,<br>3) Toplam kalınlığı 8 metreden fazla olan yüksek plastisiteli ( $PI > 50$ ) killeri,<br>4) Çok kalın (> 35 m) yumuşak veya orta katı killeri. |                         |                                   |                       |

#### 4.1.4. Bina Özellikleri ve TBDY 2018’e göre Yapılan Kabuller

Bina kullanım sınıfları ve bina önem katsayısı TBDY 2018’de belirtilmiştir. Yönetmelikte yer alan tanıma göre insanların uzun süre ve yoğun olarak bulunduğu yapılar (Okullar, diğer eğitim bina ve tesisleri, yurt ve yatakhaneler, askeri kışlalar,

cezaevleri, vb.) kapsamında Bina Kullanım Sınıfı (BKS) 1 ve buna bağlı olarak Bina Önem Katsayısı (I) 1,50 olarak belirlenmiştir. Yönetmelikte bulunan ilgili Tablo 4.2’de verilmiştir.

Tablo 4.2. TBDY 2018’de verilen bina kullanım sınıfları ve bina önem katsayıları

| Bina Kullanım Sınıfı | Binanın Kullanım Amacı                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Bina Önem Katsayısı (I) |
|----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
| BKS = 1              | <p><b>Deprem sonrası kullanımı gereken binalar, insanların uzun süreli ve yoğun olarak bulunduğu binalar, değerli eşyanın saklandığı binalar ve tehlikeli madde içeren binalar</b></p> <p><b>a)</b> Deprem sonrasında hemen kullanılması gerekli binalar (Hastaneler, dispanserler, sağlık ocakları, itfaiye bina ve tesisleri, PTT ve diğer haberleşme tesisleri, ulaşım istasyonları ve terminalleri, enerji üretim ve dağıtım tesisleri, vilayet, kaymakamlık ve belediye yönetim binaları, ilk yardım ve afet planlama istasyonları)</p> <p><b>b)</b> Okullar, diğer eğitim bina ve tesisleri, yurt ve yatakhaneler, askeri kışlalar, cezaevleri, vb.</p> <p><b>c)</b> Müzeler</p> <p><b>d)</b> Toksik, patlayıcı, parlayıcı, vb. özellikleri olan maddelerin bulunduğu veya depolandığı binalar</p> | 1.5                     |
| BKS = 2              | <p><b>İnsanların kısa süreli ve yoğun olarak bulunduğu binalar</b></p> <p>Alışveriş merkezleri, spor tesisleri, sinema, tiyatro, konser salonları, ibadethaneler, vb.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 1.2                     |
| BKS = 3              | <p><b>Diğer binalar</b></p> <p>BKS=1 ve BKS=2 için verilen tanımlara girmeyen diğer binalar (Konutlar, işyerleri, oteller, bina türü endüstri yapıları, vb.)</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 1.0                     |

Deprem tasarım sınıfları TBDY 2018’de belirtilmiştir. Mevcut yapı için Bina Kullanım Sınıfı (BKS = 1) daha önce belirlenmiştir. DD-2 Deprem Yer Hareketi Düzeyinde Kısa Periyot Tasarım Spektral İvme Katsayısı ( $S_{DS} = 1.577$ ) ise Afet Acil Durum Yönetimi Başkanlığının Türkiye Deprem Tehlike Haritaları İnteraktif Web Uygulamasından daha önce belirlenen Yerel Zemin Sınıfı (ZC) ve mevcut binanın konumu dikkate alınarak belirlenmiştir. İlgili  $S_{DS} = 1.577$  değeri ve BKS = 1 değeri için Tablo 4.3. kullanılarak mevcut binanın Deprem Tasarım Sınıfının (DTS) 1a olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 4.3. TBDY 2018’de verilen Deprem Tasarım Sınıfları (DTS)

| DD-2 Deprem Yer Hareketi Düzeyinde Kısa Periyot Tasarım Spektral İvme Katsayısı ( $S_{DS}$ ) | Bina Kullanım Sınıfı |            |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|------------|
|                                                                                              | BKS = 1              | BKS = 2, 3 |
| $S_{DS} < 0.33$                                                                              | DTS = 4a             | DTS = 4    |
| $0.33 \leq S_{DS} < 0.50$                                                                    | DTS = 3a             | DTS = 3    |
| $0.50 \leq S_{DS} < 0.75$                                                                    | DTS = 2a             | DTS = 2    |
| $0.75 \leq S_{DS}$                                                                           | DTS = 1a             | DTS = 1    |

Bina Toplam Yüksekliği ( $H_N$ ) ve Deprem Tasarım Sınıfına (DTS) göre belirlenen Bina Yükseklik Sınıfı (BYS), TBDY 2018’de belirtilmiştir. Daha önce mevcut bina için Deprem Tasarım Sınıfı (DTS=1a) olarak belirlenmiştir. Bina Toplam Yüksekliği ( $H_N = 9,9$  m) olduğu bilindiği için Tablo 4.4. kullanılarak Bina Yükseklik Sınıfı (BYS) 7 olarak tespit edilmiştir.

Tablo 4.4. TBDY 2018’de verilen bina yükseklik sınıfları ile deprem tasarım sınıflarına göre belirlenen bina yükseklik ayarları

| Bina Yükseklik Sınıfı | Bina Yükseklik Sınıfları ve Deprem Tasarım Sınıflarına Göre Tanımlanan Bina Yükseklik Aralıkları [m] |                        |                     |
|-----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|---------------------|
|                       | DTS = 1, 1a, 2, 2a                                                                                   | DTS = 3, 3a            | DTS = 4, 4a         |
| BYS = 1               | $H_N > 70$                                                                                           | $H_N > 91$             | $H_N > 105$         |
| BYS = 2               | $56 < H_N \leq 70$                                                                                   | $70 < H_N \leq 91$     | $91 < H_N \leq 105$ |
| BYS = 3               | $42 < H_N \leq 56$                                                                                   | $56 < H_N \leq 70$     | $56 < H_N \leq 91$  |
| BYS = 4               | $28 < H_N \leq 42$                                                                                   | $42 < H_N \leq 56$     |                     |
| BYS = 5               | $17.5 < H_N \leq 28$                                                                                 | $28 < H_N \leq 42$     |                     |
| BYS = 6               | $10.5 < H_N \leq 17.5$                                                                               | $17.5 < H_N \leq 28$   |                     |
| BYS = 7               | $7 < H_N \leq 10.5$                                                                                  | $10.5 < H_N \leq 17.5$ |                     |
| BYS = 8               | $H_N \leq 7$                                                                                         | $H_N \leq 10.5$        |                     |

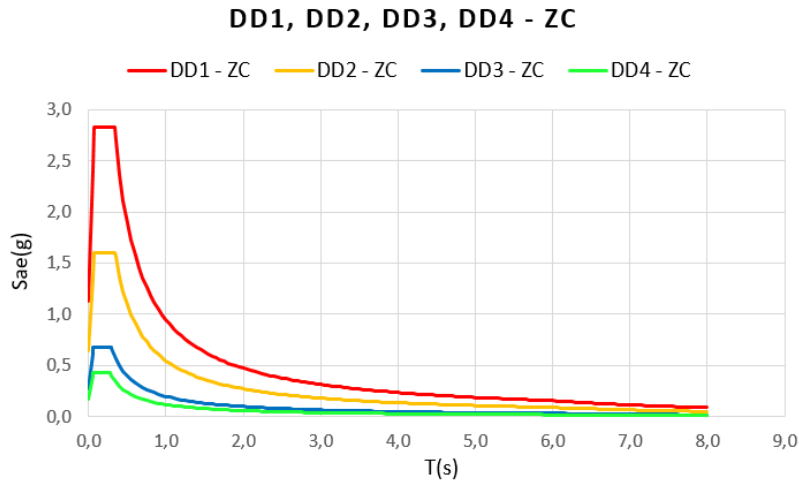
#### 4.1.5. Yatay Elastik Tasarım Spektrumu ve Parametrelerinin Belirlenmesi

Mevcut betonarme okul binasının yatay elastik tasarım spektrumu ve parametrelerinin belirlenmesi için Afet Acil Durum Yönetimi Başkanlığının Türkiye Deprem Tehlike Haritaları İnteraktif Web Uygulamasından yararlanılmıştır (URL-3, 14 Mart 2023). Bina konumu, deprem yer hareketi düzeyi ve zemin sınıfına göre belirlenen ve analizlerde dikkate alınacak sismik parametreler Tablo 4.5’te gösterilmektedir. Deprem yer hareketi

düzeyleri için yatay elastik tasarım spektrumları Şekil 4.4'te gösterilmiştir. Tablodaki DD-1 spektral büyüklüklerin 50 yılda aşılma olasılığının %2 ve buna karşı gelen tekrarlanma periyodunun 2475 yıl olduğu deprem yer hareketini, DD-2 spektral büyüklüklerin 50 yılda aşılma olasılığının %10 ve buna karşı gelen tekrarlanma periyodunun 475 yıl olduğu deprem yer hareketini, DD-3 spektral büyüklüklerin 50 yılda aşılma olasılığının %50 ve buna karşı gelen tekrarlanma periyodunun 72 yıl olduğu sık deprem yer hareketini ve DD-4 spektral büyüklüklerin 50 yılda aşılma olasılığının %68 ve buna karşı gelen tekrarlanma periyodunun 43 yıl olduğu deprem yer hareketini ifade etmektedir.  $S_s$  kısa periyot harita spektral ivme katsayısı,  $S_1$  1.0 saniye periyot için harita spektral ivme katsayısı, PGA En Büyük Yer İvmesi (g),  $F_s$  kısa periyot bölgesi için yerel zemin etki katsayısı,  $F_1$  1,0 saniye periyot için yerel zemin etki katsayısıdır.  $S_{Ds}$  ve  $S_{D1}$  sırasıyla kısa periyot ve 1,0 saniye periyot tasarım spektral ivme katsayısı,  $T_A$  ve  $T_B$  ise yatay elastik tasarım ivme spektrumu köşe periyodu değerlerine karşılık gelir.

Tablo 4.5. AFAD'ın Türkiye deprem tehlike haritaları sitesinden alınan sismik parametreler

|             | $S_s$ | $S_1$ | PGA   | $F_s$ | $F_1$ | $S_{Ds}$ | $S_{D1}$ | $T_A$ | $T_B$ |
|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|----------|----------|-------|-------|
| <b>DD-1</b> | 2,355 | 0,676 | 0,935 | 1,200 | 1,400 | 2,826    | 0,946    | 0,067 | 0,335 |
| <b>DD-2</b> | 1,336 | 0,365 | 0,545 | 1,200 | 1,500 | 1,603    | 0,548    | 0,068 | 0,342 |
| <b>DD-3</b> | 0,523 | 0,133 | 0,225 | 1,291 | 1,500 | 0,675    | 0,200    | 0,059 | 0,296 |
| <b>DD-4</b> | 0,328 | 0,080 | 0,142 | 1,300 | 1,500 | 0,426    | 0,120    | 0,056 | 0,281 |



Şekil 4.4. Yatay elastik tasarım spektrumları

#### 4.1.6. Bina Performans Hedefinin Belirlenmesi

Okul olarak kullanılan mevcut betonarme binanın performans hedefi ve uygulanması gereken değerlendirme/tasarım yaklaşımları TBDY 2018’de belirtilmiştir. Mevcut betonarme okul binası için belirlenen Bina Yükseklik Sınıfı (BYS = 7) ve Deprem Tasarım Sınıfı (DTS = 1a) değerleri göz önünde bulundurulduğunda performans seviyelerinin DD-3 ve DD-1 deprem yer hareketi düzeyleri için dikkate alınması gerektiği Tablo 4.6’da görülecektir. DD-3, spektral büyüklüklerin 50 yılda aşılma olasılığının %50 ve buna karşı gelen tekrarlanma periyodunun 72 yıl olduğu sık deprem yer hareketini temsil eden deprem yer hareketi düzeyidir. DD-1 ise spektral büyüklüklerin 50 yılda aşılma olasılığının %2 ve buna karşı gelen tekrarlanma periyodunun 2475 yıl olduğu çok seyrek deprem yer hareketini niteleyen deprem yer hareketi düzeyi olarak yönetmelikte tanımlanmıştır. Bu deprem yer hareketi, analiz ve tasarımda dikkate alınan en büyük deprem yer hareketi olarak tanımlanmaktadır.

Tablo 4.6. DTS’ye göre yeni yapılacak veya mevcut yapılar için performans hedefleri ile uygulanması gereken değerlendirme/tasarım yaklaşımları

(c) Mevcut Yerinde Dökme Betonarme, Önüretimli Betonarme ve Çelik Binalar  
(Yüksek Binalar dışında –  $BYS \geq 2$ )

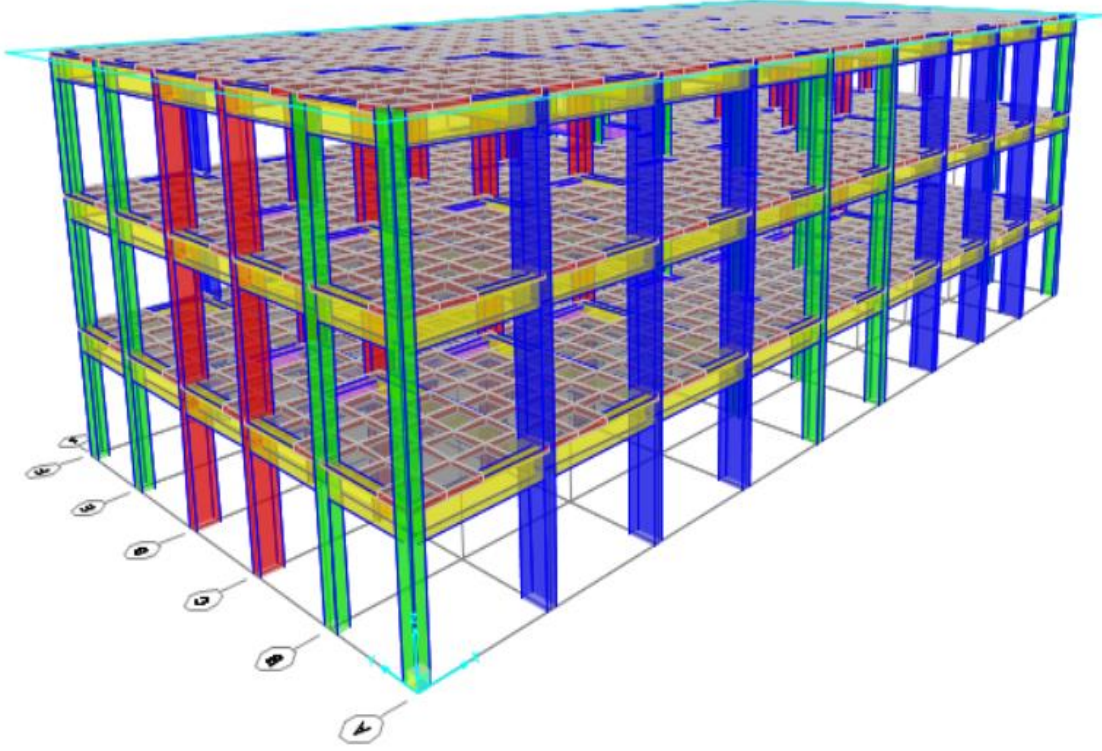
| Deprem<br>Yer H.<br>Düzeyi | DTS = 1, 2, 3, 3a, 4, 4a    |                                    | DTS = 1a, 2a               |                                    |
|----------------------------|-----------------------------|------------------------------------|----------------------------|------------------------------------|
|                            | Normal Performans<br>Hedefi | Değerlendirme/Tasarım<br>Yaklaşımı | İleri Performans<br>Hedefi | Değerlendirme/Tasarım<br>Yaklaşımı |
| DD-3                       | —                           | —                                  | SH                         | ŞGDT                               |
| DD-2                       | KH                          | ŞGDT                               | —                          | —                                  |
| DD-1                       | —                           | —                                  | KH                         | ŞGDT                               |

Tablo 4.6’ya göre mevcut okul binası için belirlenen performans hedefleri; DD-3 deprem yer hareketi düzeyi için Sınırlı Hasar (SH) performans seviyesi ve DD-1 deprem yer hareketi düzeyi için Kontrollü Hasar (KH) performans seviyesi olarak belirlenmiştir. Uygulanması gereken değerlendirme/tasarım yaklaşımları ise Şekil Değiştirmeye Göre Tasarım Yaklaşımı (ŞGDT) olduğu anlaşılmaktadır.

#### 4.2. Mevcut Okul Binasının Taşıyıcı Sistem Modelinin Oluşturulması

Mevcut bina için elde edilen veriler dikkate alınarak taşıyıcı sistemin matematiksel modelinin oluşturulması, deprem yüklerinin tanımlanması, doğrusal olmayan analiz

yöntemlerinin uygulanması ve deprem performansının belirlenerek sonuçların değerlendirilmesi için CSI (Computer & Science Inc.)'nin yapısal analiz programı olan SAP2000 (Structural Analysis Program) yazılımı kullanılacaktır. Mevcut yapının üç boyutlu taşıyıcı sistem modeli Şekil 4.5'te gösterilmiştir.



Şekil 4.5. Mevcut binanın üç boyutlu taşıyıcı sistem modeli

#### 4.2.1. Hesap Yöntemi İçin Yapılan Kabuller

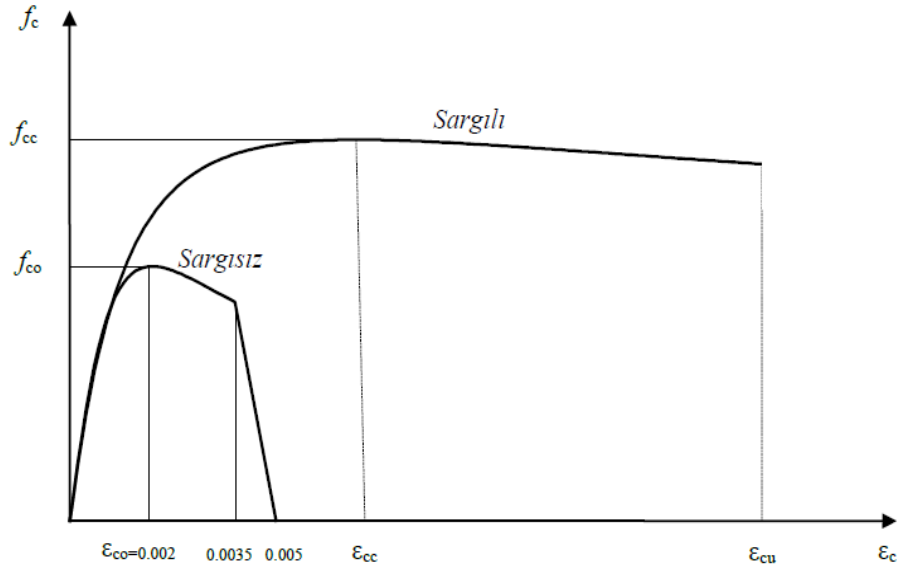
Mevcut okul binasının deprem performansının belirlenmesinde doğrusal olmayan hesap yöntemi için gerekli kabuller TBDY 2018'de tanımlanan esaslar dikkate alınmıştır. Mevcut okul binasının taşıyıcı sistem modeli oluşturulurken:

- Beton ve Çelik için malzeme modelleri program içerisinde tanımlı modellerden faydalanılarak tanımlanmıştır.
- Doğrusal olmayan davranış modeli için sonlu çubuk eleman olarak tanımlanan kolon ve kirişlerde Yığılı Plastik Davranış Modeli kullanılmıştır.
- Kolon ve kirişlerin etkin kesit rijitlikleri TBDY 2018'de tanımlanmış bağıntılar kullanılarak hesaplanmış ve analiz için programa tanımlanmıştır.
- Döşemeler için yatay düzlemde rijit diyafram kabulü yapılmıştır.

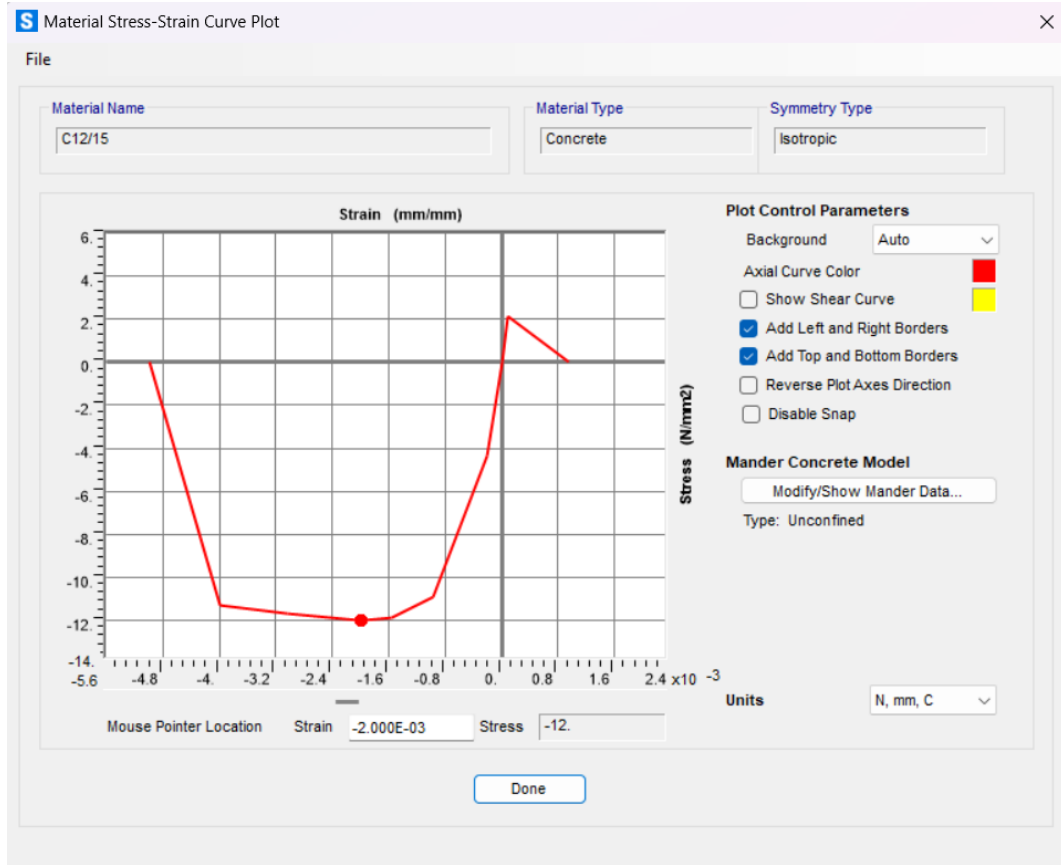
#### 4.2.2. Malzeme Modellerinin Tanımlanması

Şekil değiştirmeye göre değerlendirme yapılırken modellemelerde mevcut yapılar ve yeni yapılacak binalar için malzeme dayanımları birbirinden farklı olarak dikkate alınmaktadır. Mevcut yapıların şekil değiştirmeye göre yapılan değerlendirmesinde beton ve donatı çeliği malzemesinin TBDY 2018'e göre mevcut dayanımları kabul edilmektedir. Yeni yapılacak yapıların şekil değiştirmeye göre yapılan değerlendirme ve tasarımında ise beton ve donatı çeliği malzemelerinin beklenen (ortalama) dayanımları esas alınmaktadır.

Çalışma konusu olan binada doğrusal olmayan hesap yöntemleri kullanılarak şekil değiştirmeye göre tasarım yaklaşımı uygulanabilmesi için beton malzemesi modelinde TBDY 2018'de bulunan sargılı ve sargısız beton için gerilme ve şekil değiştirme denklemleri göz önüne alınmıştır. Sargılı ve sargısız betona ait gerilme - şekil değiştirme eğrisi Şekil 4.6'da gösterilmektedir. Yapıdaki mevcut betonun gerilme - şekil değiştirme davranışında Mander beton modeli dikkate alınmıştır. Betonarme okul binası için tespit edilen beton sınıfına göre tanımlanan doğrusal olmayan malzeme modeli Şekil 4.7'de verilmiştir.



Şekil 4.6. Sargılı ve sargısız betona ait gerilme-şekil değiştirme eğrisi



Şekil 4.7. Kabul edilen beton sınıfı için malzeme modeli

Donatı çeliği için TBDY 2018’de verilen gerilme şekil değiştirme bağıntıları ve donatı çeliklerinin bilgileri dikkate alınarak programda malzeme tanımı yapılmıştır. Donatı çeliklerine ait bilgiler Tablo 4.7’de gösterilmiştir. S220 donatı çeliği için gerilme-şekil değiştirme davranışı Şekil 4.8’de gösterilmektedir.

Tablo 4.7. Donatı çeliklerine ait bilgiler

| Kalite | $f_{sy}$ (Mpa) | $\epsilon_{sy}$ | $\epsilon_{sh}$ | $\epsilon_{su}$ | $f_{su} / f_{sy}$ |
|--------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-------------------|
| S220   | 220            | 0.0011          | 0.011           | 0.12            | 1.20              |
| S420   | 420            | 0.0021          | 0.008           | 0.08            | 1.15 – 1.35       |
| B420C  | 420            | 0.0021          | 0.008           | 0.08            | 1.15 – 1.35       |
| B500C  | 500            | 0.0025          | 0.008           | 0.08            | 1.15 – 1.35       |



Şekil 4.8. S220 çeliği için malzeme modeli

#### 4.2.3. Betonarme Elemanlar İçin Davranış Modeli Tanımlanması

Doğrusal olmayan davranış için kolon ve kiriş elemanlarının uçlarında belirlenen plastik şekil değiştirme kısımlarında, yığılı plastik davranış modeli ya da yayılı plastik davranış modeli kullanılabilir. Modellediğimiz mevcut olan bu yapıda kolon ve kiriş elemanlarda yığılı plastik davranış modeli kullanılmıştır.

Programda belirli yönetmeliklere uygun olacak şekilde malzeme özelliği ve eleman geometrisi gibi durumlara bağlı olarak kolon ve kiriş elemanlara otomatik plastik mafsallar tanımlanabilmektedir. Bununla birlikte plastik mafsallar kullanıcı tanımlı şeklinde de atanabilmektedir. Oluşturulan yapısal modelde kolon ve kiriş çubuk elemanlarının uçlarına plastik mafsalları tanımlanmıştır. Kolon ve kiriş elemanların plastik mafsallar arasında kalan bölümleri doğrusal elemanlar olarak modellenmiştir. Plastik mafsalları tanımlarında kirişlerin eğilme etkisinde olduğu, kolonların ise eğilme ve eksenel yük bileşik etkisine maruz kaldığı kabulü ile plastik mafsalları tanımlı yapılmıştır.

#### 4.2.4. Betonarme Elemanlar İçin Etkin Kesit Rijitliklerinin Belirlenmesi

TBDY 2018’de yeni yapılacak binaların tasarımı için etkin kesit rijitliklerinin nasıl hesaplanacağı ve mevcut binaların deprem performansının belirlenmesinde etkin kesit rijitlik çarpanları tanımlanmıştır.

Mevcut yapıda kolon ve kiriş elemanlar için yığılı plastik mafsallı model kullanılmıştır. Yığılı plastik davranışına göre modellenen kolonlara, kirişlere ve perdeler için etkin kesit rijitlikleri  $(EI)_e$  TBDY 2018’de verilen ve aşağıda Denklem 4.2 olarak gösterilen denklem kullanılarak hesaplanmıştır.

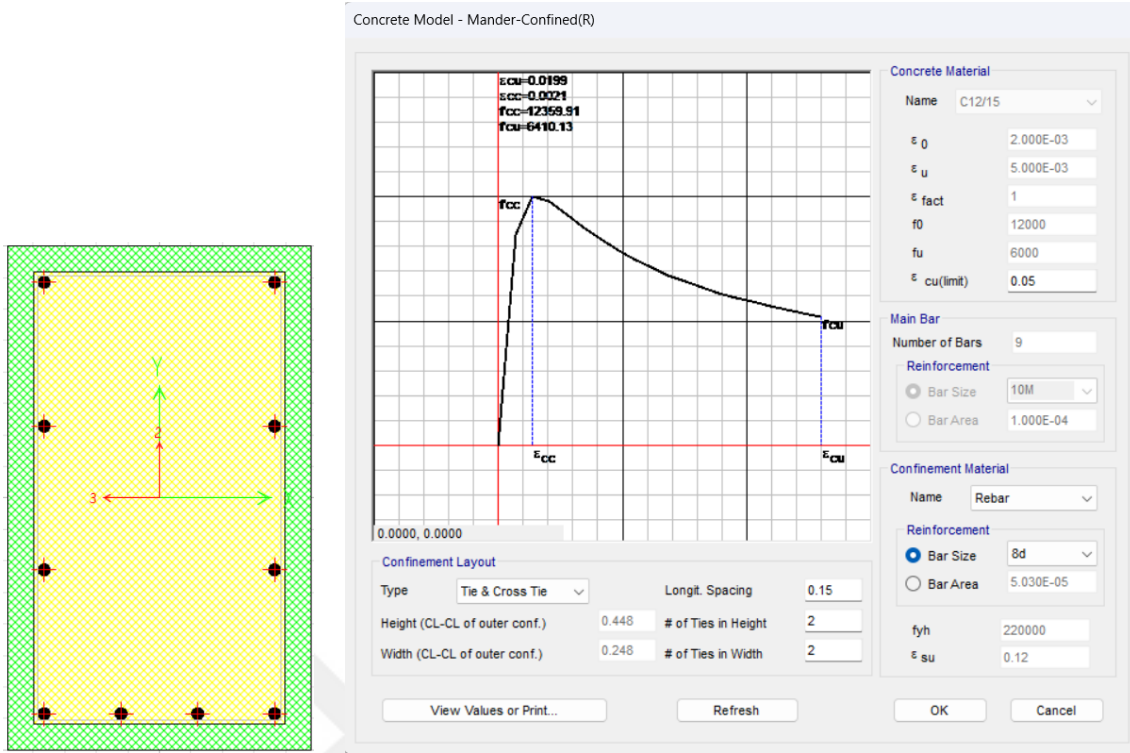
$$(EI)_e = \frac{M_Y L_S}{\theta_Y} \frac{1}{3} \quad (4.2)$$

Denklem (4.2)’de  $M_Y$  çubuk elemanların uç bölgelerindeki plastik mafsallar için etkin akma momentlerine,  $\theta_Y$  akma dönmelerinin ortalamalarına,  $L_S$  ise kesme açıklığına karşılık gelmektedir. Kesme açıklığının değeri kolon ve kiriş elemanlarda açıklığın yarısı, perdelerde ise perde temiz açıklığının yarısı olarak kabul edilebilir. Plastik mafsallı akma dönmesi olarak da tanımlanabilen  $\theta_Y$ , Denklem (4.3) ile hesaplanmaktadır.

$$\theta_Y = \frac{\phi_Y L_S}{3} + 0,0015\eta \left( 1 + 1,5 \frac{h}{L_S} \right) + \frac{\phi_Y d_b f_{ye}}{8\sqrt{f_{ce}}} \quad (4.3)$$

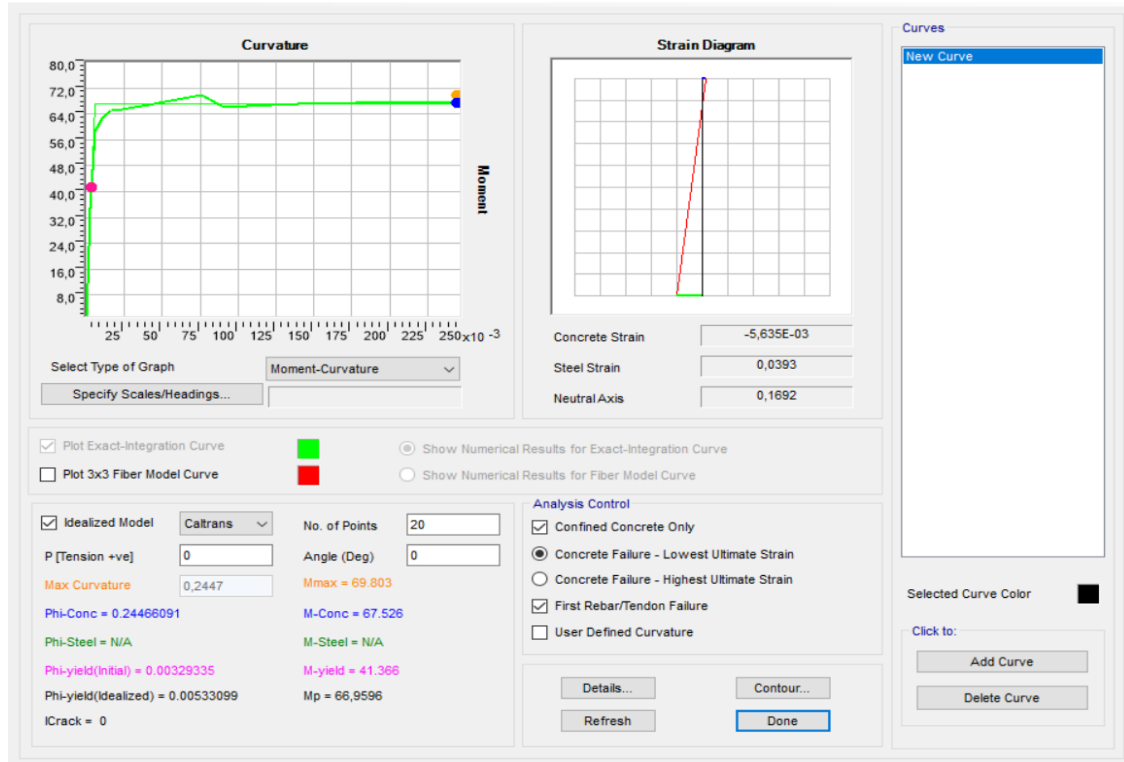
Denklemdaki  $\phi_Y$  plastik mafsallı kesitindeki etkin akma eğriliğine,  $h$  kesit yüksekliğine,  $d_b$  mesnede kenetlenen donatıların ortalama çapına,  $f_{ce}$ , betonun ortalama basınç dayanımına,  $f_{ye}$  ise donatının ortalama akma dayanımına karşılık gelmektedir. Yönetmeliğe göre kolon ve kirişlerde  $\eta = 1$ , perde elemanlarda ise  $\eta = 0.5$  olarak kabul edilir.

Kiriş elemanların etkin kesit rijitliklerinin tespitinde gerekli olan  $M_y$  ve  $\theta_y$  değerleri SAP2000 yapısal analiz programında Section Designer modülü aracılığıyla moment-eğrilik grafikleri kullanılarak elde edilmiştir. Yön olarak belirtilen  $0^\circ$  ve  $180^\circ$  ile alt ve üst donatılar dikkate alınmıştır. Kesit analizi sonucu elde edilen  $M_y$  ve  $\theta_y$  değerleri ile yukarıda verilen Denklem (4.2) ve Denklem (4.3) kullanılarak kiriş elemanların etkin kesit rijitlikleri hesaplanmıştır. Şekil 4.9’da kiriş kesit detayları ve Şekil 4.10’da B30X50 kirişi için kesit sonuçları ile moment- eğrilik grafiği gösterilmiştir, Tablo 4.10’da ise kiriş elemanların etkin kesit rijitlik çarpanlarının hesabı verilmiştir.



(a) (b)  
Şekil 4.9. (a) B30X60 kiriş kesiti ve (b) kiriş etriye detayları

Moment Curvature Curve (Limits: P(comp.) = -1767.074, P(ten.) = 248.6)



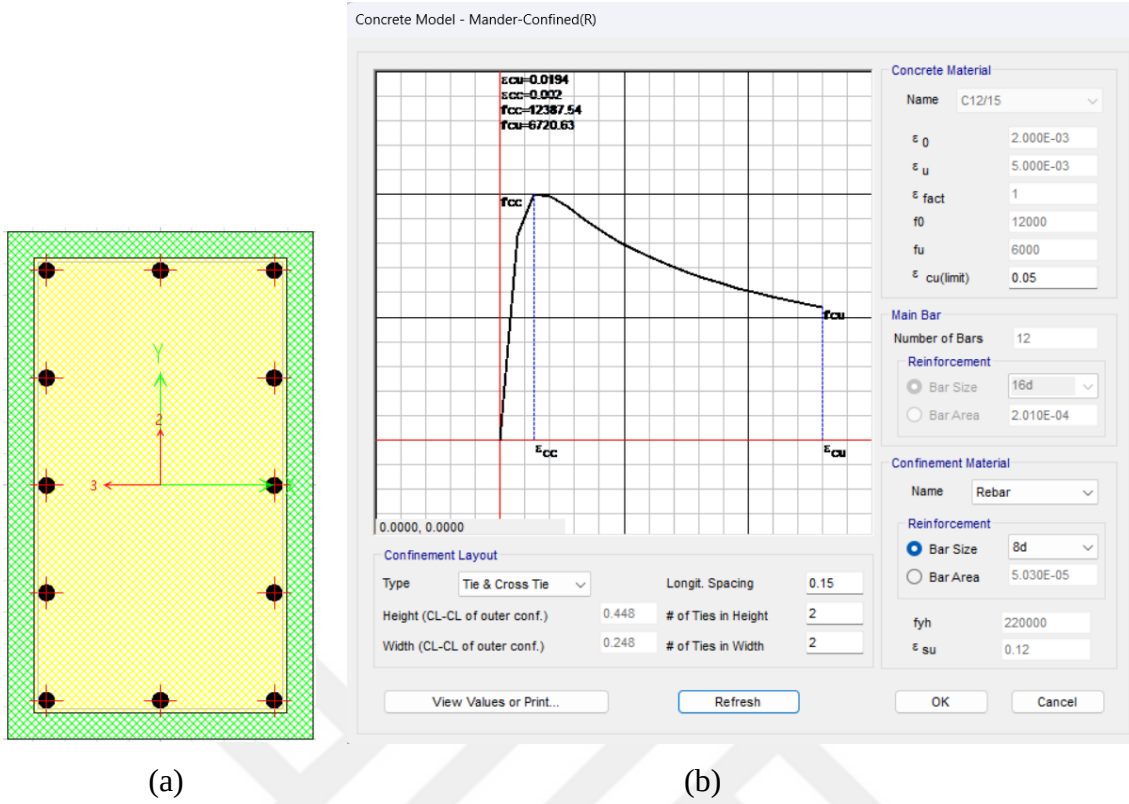
Şekil 4.10. B30X50 kiriş kesit analizi ve moment-eğrilik grafiği

Tablo 4.8. Kiriş elemanların etkin kesit rijitlik çarpanlarının hesabı

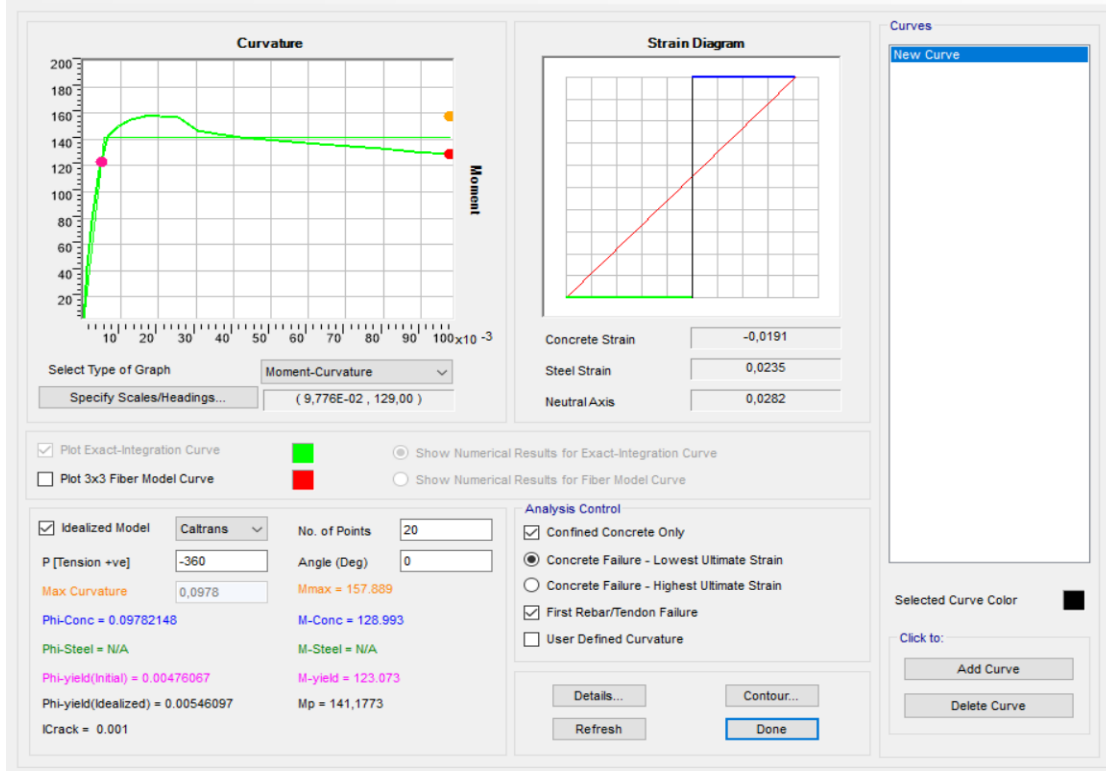
| Kiriş Tipi               | Yön  | $b_w$ (cm) | $h$ (cm) | $L_s$ (m) | $\Theta_y$ (rad) | $(EI)_e$ (kN.m <sup>2</sup> ) | Girilecek Katsayı |
|--------------------------|------|------------|----------|-----------|------------------|-------------------------------|-------------------|
| <b>B30X50<br/>(Tip1)</b> | 0°   | 30         | 50       | 1,75      | 0,0694           | 562,80                        | 0,005             |
|                          | 180° |            |          |           | 0,0692           | 402,34                        |                   |
| <b>B30X50<br/>(Tip2)</b> | 0°   | 30         | 50       | 1,5       | 0,0797           | 420,22                        | 0,004             |
|                          | 180° |            |          |           | 0,0795           | 300,25                        |                   |
| <b>B30X50<br/>(Tip3)</b> | 0°   | 30         | 50       | 3         | 0,0448           | 1493,38                       | 0,014             |
|                          | 180° |            |          |           | 0,0446           | 1071,22                       |                   |
| <b>B30X60<br/>(Tip1)</b> | 0°   | 30         | 60       | 1,75      | 0,0818           | 780,90                        | 0,004             |
|                          | 180° |            |          |           | 0,0816           | 561,96                        |                   |
| <b>B30X60<br/>(Tip2)</b> | 0°   | 30         | 60       | 1,5       | 0,0942           | 580,68                        | 0,003             |
|                          | 180° |            |          |           | 0,0941           | 417,73                        |                   |

Modellenen bina az katlı olması nedeniyle yönetmelikteki ilgili formüllerle hesaplanarak doğrusal olmayan hesap modelinde kullanılan kirişlerin etkin kesit rijitlik çarpanları 0,003 ile 0,014 arasında bulunmuştur. Elde edilen rijitlik çarpanları beklenen etkin rijitlik çarpanlarına göre çok daha küçük olduğundan kirişlerde etkin rijitlik çarpanları TBDY 2018’de yer alan doğrusal modelde olduğu gibi 0,35 olarak dikkate alınmıştır.

Kolonların etkin kesit rijitliklerinin bulunması için gerekli olan  $M_y$  ve  $\Theta_y$  değerleri program aracılığı ile  $G + nQ$  yük kombinasyonu altındaki her iki doğrultu için moment-eğrilik grafikleri kullanılarak elde edilmiştir. Burada  $n$ , hareketli yük katılım katsayısına karşılık gelmektedir. Kesit analizi sonucu elde edilen  $M_y$  ve  $\Theta_y$  ile yukarıda verilen Denklem (4.2) ve Denklem (4.3) kullanılarak kolon elemanların etkin kesit rijitlikleri hesaplanmıştır. Şekil 4.11’de kolon kesit detayları ve Şekil 4.12’de C30X50 kolonu için kesit sonuçları ile moment-eğrilik grafiği gösterilmiştir. Tablo 4.9’da ise kolon elemanların etkin kesit rijitlik çarpanlarının hesabı verilmiştir.



Moment Curvature Curve (Limits: P(comp.) = -2036.038, P(ten.) = 530.64)



Şekil 4.12. C30X50 kolonu kesit analizi ve moment-eğrilik grafiği

Tablo 4.9. Kolon elemanların etkin kesit rijitlik çarpanlarının hesabı

| Kolon Tipi            | Yön | $b_w$ (cm) | $h$ (cm) | $L_s$ (m) | $\Theta_y$ (rad) | $(EI)_e$ (kN.m <sup>2</sup> ) | Rijitlik Çarpanları |
|-----------------------|-----|------------|----------|-----------|------------------|-------------------------------|---------------------|
| <b>C30X50 (Zemin)</b> | 0°  | 30         | 50       | 1,65      | 0,0734           | 1058,18                       | 0,013               |
|                       | 90° | 50         | 30       |           | 0,0487           | 976,67                        | 0,034               |
| <b>C30X50 (Kat-1)</b> | 0°  | 30         | 50       | 1,65      | 0,0734           | 992,78                        | 0,013               |
|                       | 90° | 50         | 30       |           | 0,0487           | 925,26                        | 0,033               |
| <b>C30X50 (Kat-2)</b> | 0°  | 30         | 50       | 1,65      | 0,0732           | 900,66                        | 0,011               |
|                       | 90° | 50         | 30       |           | 0,0481           | 859,19                        | 0,030               |
| <b>C30X80 (Zemin)</b> | 0°  | 30         | 80       | 1,65      | 0,1128           | 1498,03                       | 0,005               |
|                       | 90° | 80         | 30       |           | 0,0482           | 1372,71                       | 0,030               |
| <b>C30X80 (Kat-1)</b> | 0°  | 30         | 80       | 1,65      | 0,1128           | 1406,40                       | 0,004               |
|                       | 90° | 80         | 30       |           | 0,0483           | 1270,81                       | 0,028               |
| <b>C30X80 (Kat-2)</b> | 0°  | 30         | 80       | 1,65      | 0,1128           | 1300,86                       | 0,004               |
|                       | 90° | 80         | 30       |           | 0,0487           | 1150,28                       | 0,025               |
| <b>C60X30 (Zemin)</b> | 0°  | 60         | 30       | 1,65      | 0,0486           | 1173,62                       | 0,034               |
|                       | 90° | 30         | 60       |           | 0,0864           | 1275,85                       | 0,009               |
| <b>C60X30 (Kat-1)</b> | 0°  | 60         | 30       | 1,65      | 0,0483           | 1140,39                       | 0,033               |
|                       | 90° | 30         | 60       |           | 0,0863           | 1217,01                       | 0,009               |
| <b>C60X30 (Kat-2)</b> | 0°  | 60         | 30       | 1,65      | 0,0484           | 1046,88                       | 0,031               |
|                       | 90° | 30         | 60       |           | 0,0864           | 1138,28                       | 0,008               |

Modellenen bina az katlı olması nedeniyle yönetmelikteki ilgili formüllerle hesaplanarak doğrusal olmayan hesap modelinde kullanılan kolonların etkin kesit rijitlik çarpanları 0,004 ile 0,034 arasında bulunmuştur. Elde edilen rijitlik çarpanları beklenen etkin rijitlik çarpanlarına göre çok daha küçük olduğundan kolonlar için etkin rijitlik çarpanları TBDY 2018’de yer alan doğrusal modelde olduğu gibi 0,70 olarak dikkate alınarak tanımlanmıştır.

#### 4.2.5. Betonarme Elemanlara Ait İzin Verilen Şekil Değiştirme ve Dönme Sınırlarının Belirlenmesi

Göçmenin önlenmesi (GÖ) performans seviyesi için yapılan performans değerlendirmesi aşamasında hesaplanacak donatı çeliği birim değiştirmeleri  $\epsilon_s^{(GÖ)}$  ve beton birim değiştirmeleri  $\epsilon_c^{(GÖ)}$  için izin verilen sınır değerleri yönetmelikte tanımlanan denklemler ile belirlenir.

Göçmenin önlenmesi performans seviyesi için beton birim kısılması, dikdörtgen bir geometriye sahip kolon, kiriş ve perde elemanlarda Denklem (4.4) olarak gösterilen

bağıntı ile hesaplanır.

$$\varepsilon_c^{(G\ddot{O})} = 0,0035 + 0,04\sqrt{\omega_{we}} \leq 0,018 \quad (4.4)$$

Yukarıda verilen bağıntıdaki ilk terim kabuk betonunun birim kısalmasına,  $\omega_{we}$  ise etkin sargı donatısının mekanik donatı oranına karşılık gelir.  $\omega_{we}$  değeri Denklem (4.5) olarak gösterilen bağıntı ile elde edilir.

$$\omega_{we} = \alpha_{se} \rho_{sh,min} \frac{f_{ywe}}{f_{ce}} \quad (4.5)$$

Yukarıdaki denklemde  $\alpha_{se}$  sargı donatısı etkinlik katsayısına,  $\rho_{sh,min}$  dikdörtgen kesitte iki yatay doğrultudaki hacimsel donatı oranının daha az olanına,  $f_{ywe}$  enine donatının ortalama akma dayanımına,  $f_{ce}$  betonun ortalama basınç dayanımı karşılık gelmektedir. Sargı donatısı etkinlik katsayısı ( $\alpha_{se}$ ) Denklem (4.6)'da gösterilen bağıntı ile bulunur.

$$\alpha_{se} = \left(1 - \frac{\sum a_i^2}{6b_0h_0}\right) \left(1 - \frac{s}{2b_0}\right) \left(1 - \frac{s}{2h_0}\right) \quad ; \quad \rho_{sh} = \frac{A_{sh}}{b_k s} \quad (4.6)$$

Bu denklemde  $a_i$  bir etriyenin ya da çirozun mesnetlendiği boyuna donatıların merkezleri arasındaki uzaklığına,  $b_0$  ile  $h_0$  sargı donatısının merkezinden ölçülen sargılı beton genişliğine ve yüksekliğine,  $s$  enine donatı aralığına,  $\rho_{sh}$  ve  $A_{sh}$  dikkate alınan doğrultu için enine donatının hacimsel oranına ve alanına,  $b_k$  en dıştaki enine donatı merkezleri arasındaki uzaklığa karşılık gelmektedir.

Göçmenin önlenmesi performans seviyesi için donatı çeliğinin birim şekil değiştirme sınırı Denklem (4.7)'ye göre belirlenmektedir.

$$\varepsilon_s^{(G\ddot{O})} = 0,4 \varepsilon_{su} \quad (4.7)$$

Burada  $\varepsilon_{su}$  çekme dayanımına karşılık gelen birim uzamayı temsil etmektedir.

Yapısal modelde hesaplanan sargılı beton birim kısalması sınırları ile donatı çeliği birim şekil değiştirme sınırları, sırasıyla kirişler için Tablo 4.10'da ve Tablo 4.11'de, kolonlar için Tablo 4.12'de ve Tablo 4.13'te gösterilmektedir.

Tablo 4.10. Kiriş elemanların beton şekil değiştirme sınırları

| Kiriş Tipi           | $\rho_{sh}$ | $\alpha_{se}$ | $\omega_{we}$ | Sargılı beton birim kısalması sınırları |                     |                     |
|----------------------|-------------|---------------|---------------|-----------------------------------------|---------------------|---------------------|
|                      |             |               |               | $\epsilon_c^{(GÖ)}$                     | $\epsilon_c^{(KH)}$ | $\epsilon_c^{(SH)}$ |
| <b>B30X50 (Tip1)</b> | 0,0134      | 0,9535        | 0,2343        | 0,0180                                  | 0,0135              | 0,0025              |
| <b>B30X50 (Tip2)</b> | 0,0134      | 0,9535        | 0,2343        | 0,0180                                  | 0,0135              | 0,0025              |
| <b>B30X60 (Tip1)</b> | 0,0134      | 0,9565        | 0,2350        | 0,0180                                  | 0,0135              | 0,0025              |
| <b>B30X60 (Tip2)</b> | 0,0134      | 0,9565        | 0,2350        | 0,0180                                  | 0,0135              | 0,0025              |
| <b>B30X60 (Tip3)</b> | 0,0134      | 0,9565        | 0,2350        | 0,0180                                  | 0,0135              | 0,0025              |

Tablo 4.11. Kiriş elemanların donatı çeliği şekil değiştirme sınırları

| Donatı çeliği için birim şekil değiştirme sınırları |                     |                     |                     |
|-----------------------------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| $\epsilon_{su}$                                     | $\epsilon_s^{(GÖ)}$ | $\epsilon_s^{(KH)}$ | $\epsilon_s^{(SH)}$ |
| 0,12                                                | 0,0480              | 0,0360              | 0,0075              |

Tablo 4.12. Kolon elemanların beton şekil değiştirme sınırları

| Kolon Tipi            | Yön | $\rho_{sh}$ | $\alpha_{se}$ | $\omega_{we}$ | Sargılı beton birim kısalması sınırları |                     |                     |
|-----------------------|-----|-------------|---------------|---------------|-----------------------------------------|---------------------|---------------------|
|                       |     |             |               |               | $\epsilon_c^{(GÖ)}$                     | $\epsilon_c^{(KH)}$ | $\epsilon_c^{(SH)}$ |
| <b>C30X50 (Zemin)</b> | 0°  | 0,007       | 0,953         | 0,130         | 0,0179                                  | 0,0134              | 0,0025              |
|                       | 90° | 0,013       | 0,953         | 0,234         | 0,0180                                  | 0,0135              | 0,0025              |
| <b>C30X50 (Kat-1)</b> | 0°  | 0,007       | 0,953         | 0,130         | 0,0179                                  | 0,0134              | 0,0025              |
|                       | 90° | 0,013       | 0,953         | 0,234         | 0,0180                                  | 0,0135              | 0,0025              |
| <b>C30X50 (Kat-2)</b> | 0°  | 0,007       | 0,953         | 0,130         | 0,0179                                  | 0,0134              | 0,0025              |
|                       | 90° | 0,013       | 0,953         | 0,234         | 0,0180                                  | 0,0135              | 0,0025              |
| <b>C30X80 (Zemin)</b> | 0°  | 0,004       | 0,960         | 0,079         | 0,0147                                  | 0,0110              | 0,0025              |
|                       | 90° | 0,013       | 0,960         | 0,236         | 0,0180                                  | 0,0135              | 0,0025              |
| <b>C30X80 (Kat-1)</b> | 0°  | 0,004       | 0,960         | 0,079         | 0,0147                                  | 0,0110              | 0,0025              |
|                       | 90° | 0,013       | 0,960         | 0,236         | 0,0180                                  | 0,0135              | 0,0025              |
| <b>C30X80 (Kat-2)</b> | 0°  | 0,004       | 0,960         | 0,079         | 0,0147                                  | 0,0110              | 0,0025              |
|                       | 90° | 0,013       | 0,960         | 0,236         | 0,0180                                  | 0,0135              | 0,0025              |
| <b>C60X30 (Zemin)</b> | 0°  | 0,013       | 0,956         | 0,235         | 0,0180                                  | 0,0135              | 0,0025              |
|                       | 90° | 0,006       | 0,956         | 0,107         | 0,0166                                  | 0,0124              | 0,0025              |
| <b>C60X30 (Kat-1)</b> | 0°  | 0,013       | 0,956         | 0,235         | 0,0180                                  | 0,0135              | 0,0025              |
|                       | 90° | 0,006       | 0,956         | 0,107         | 0,0166                                  | 0,0124              | 0,0025              |
| <b>C60X30 (Kat-2)</b> | 0°  | 0,013       | 0,956         | 0,235         | 0,0180                                  | 0,0135              | 0,0025              |
|                       | 90° | 0,006       | 0,956         | 0,107         | 0,0166                                  | 0,0124              | 0,0025              |

Tablo 4.13. Kolon elemanların donatı çeliği şekil değiştirme sınırları

| Donatı çeliği için birim şekil değiştirme sınırları |                     |                     |                     |
|-----------------------------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| $\epsilon_{su}$                                     | $\epsilon_s^{(GÖ)}$ | $\epsilon_s^{(KH)}$ | $\epsilon_s^{(SH)}$ |
| 0,12                                                | 0,0480              | 0,0360              | 0,0075              |

*Göçmenin Önlenmesi (GÖ) Performans Seviyesi* için yığılı plastik davranış modeline göre bulunan plastik dönmelere ait müsaade edilen sınır değerler  $\theta_p^{(GÖ)}$ , kesite etkileyen eksenel kuvvetle birlikte mevcut donatı çeliği ve beton modelleri göz önüne alınarak eğrilik analiziyle TBDY 2018’de yer alan ve aşağıda Denklem (4.8) olarak gösterilen bağıntıdan elde edilir.

$$\theta_p^{(GÖ)} = \frac{2}{3} \left[ (\phi_u - \phi_Y) L_P \left( 1 - 0,5 \frac{L_P}{L_S} \right) + 4,5 \phi_u d_p \right] \quad (4.8)$$

Denklem (4.8)’de yer alan  $\phi_u$ , daha önce anlatılan beton ve donatı çeliğinin birim şekil değiştirmeleri ile yönetmelikte belirtilen beton ve donatı çeliği modellerine göre elemanlara gelen eksenel yük göz önüne alınarak yapılacak eğrilik analiziyle bulunan göçme öncesi toplam eğriliği ifade etmektedir.  $L_P$  ise plastik mafsalları boyunu (kesit yüksekliğinin yarısı) ifade ederken diğer terimler önceki bölümlerde tanımlanmıştır.

*Kontrollü Hasar (KH) Performans Seviyesi* için yapılan değerlendirmede hesaplanan beton ve donatı çeliği için müsaade edilen toplam birim şekil değiştirmeleri  $\epsilon_c^{(KH)}$  ile  $\epsilon_s^{(KH)}$  ve plastik dönme sınırları  $\theta_p^{(KH)}$  göçmenin önlenmesi performans düzeyine bağlı olarak TBDY 2018’de yer alan aşağıda Denklem (4.9a ve 4.9b) olarak gösterilen bağıntılardan elde edilir.

$$\epsilon_c^{(KH)} = 0,075 \epsilon_c^{(GÖ)} \quad ; \quad \epsilon_s^{(KH)} = 0,075 \epsilon_s^{(GÖ)} \quad (4.9a)$$

$$\theta_p^{(KH)} = 0,075 \theta_p^{(GÖ)} \quad (4.9b)$$

*Sınırlı Hasar (SH) Performans Seviyesi* için yapılan değerlendirmede hesaplanan beton ve donatı çeliği için müsaade edilen toplam birim şekil değiştirmeler  $\epsilon_c^{(SH)}$  ile  $\epsilon_s^{(SH)}$  ve plastik dönme sınırları  $\theta_p^{(SH)}$  TBDY 2018’de yer alan ve aşağıda Denklem (4.10 ve 4.11)

olarak gösterilen bağıntıdan elde edilir. SH performans seviyesi için taşıyıcı sistemde plastik mafsall oluşumuna müsaade edilmeyeceği yönetmelikte belirtilmiştir.

$$\varepsilon_c^{(SH)} = 0,0025 \quad ; \quad \varepsilon_s^{(SH)} = 0,0075 \quad (4.10)$$

$$\theta_p^{(SH)} = 0 \quad (4.11)$$

Tüm bu bağıntıların kullanılması sonucunda kiriş ve kolonlarda göçmenin önlenmesi performans seviyesi için müsaade edilen plastik dönme sınır değerleri, daha önce hesaplanan şekil değiştirme sınırları ve kesit analizi ile oluşturulan moment - eğrilik grafiklerinden de yararlanılarak elde edilmiştir. Sonra kirişler ve kolonlar için kontrollü hasar performans seviyesi için müsaade edilen plastik dönme sınırı ve sınırlı hasar performans seviyesi için müsaade edilen plastik dönme sınır değerleri de hesaplanarak sırasıyla Tablo 4.14. ve 4.15'te gösterilmiştir. Analiz sonucunda belirlenecek değerler ile kiriş ve kolonlar için yönetmelikteki esaslara göre bulunan sınır değerlerin karşılaştırması sonucu hasar sınıfları belirlenecek ve en elverişsiz hasar düzeyleri mevcut kolon ve kirişlerin hasar düzeyleri olarak kabul edilecektir.

Tablo 4.14. Kiriş elemanlar için müsaade edilen plastik dönme sınır değerleri

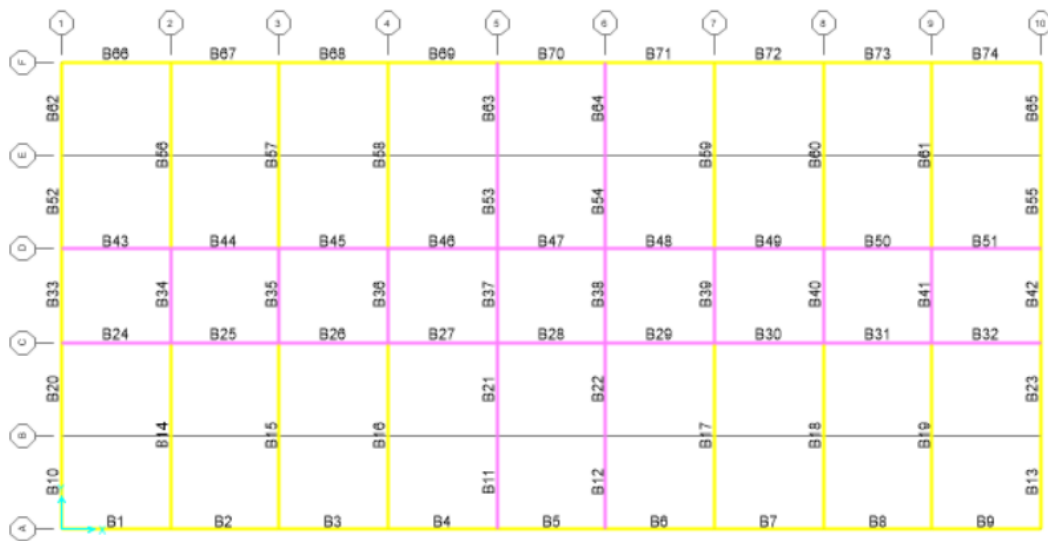
| Kiriş Tipi           | Yön  | b <sub>w</sub> (cm) | h (cm) | L <sub>s</sub> (m) | $\theta_p^{(G\ddot{O})}$ [rad] | $\theta_p^{(KH)}$ [rad] | $\theta_p^{(SH)}$ [rad] |
|----------------------|------|---------------------|--------|--------------------|--------------------------------|-------------------------|-------------------------|
| <b>B30X50 (Tip1)</b> | 0°   | 30                  | 50     | 1,75               | 0,0233                         | 0,0175                  | 0,0000                  |
|                      | 180° |                     |        |                    | 0,0209                         | 0,0156                  | 0,0000                  |
| <b>B30X50 (Tip2)</b> | 0°   | 30                  | 50     | 1,5                | 0,0231                         | 0,0173                  | 0,0000                  |
|                      | 180° |                     |        |                    | 0,0206                         | 0,0155                  | 0,0000                  |
| <b>B30X60 (Tip1)</b> | 0°   | 30                  | 60     | 3                  | 0,0237                         | 0,0178                  | 0,0000                  |
|                      | 180° |                     |        |                    | 0,0207                         | 0,0156                  | 0,0000                  |
| <b>B30X60 (Tip2)</b> | 0°   | 30                  | 60     | 1,75               | 0,0230                         | 0,0172                  | 0,0000                  |
|                      | 180° |                     |        |                    | 0,0201                         | 0,0151                  | 0,0000                  |
| <b>B30X60 (Tip3)</b> | 0°   | 30                  | 60     | 1,5                | 0,0227                         | 0,0170                  | 0,0000                  |
|                      | 180° |                     |        |                    | 0,0199                         | 0,0149                  | 0,0000                  |

Tablo 4.15. Kolon elemanlar için müsaade edilen plastik dönme sınır değerleri

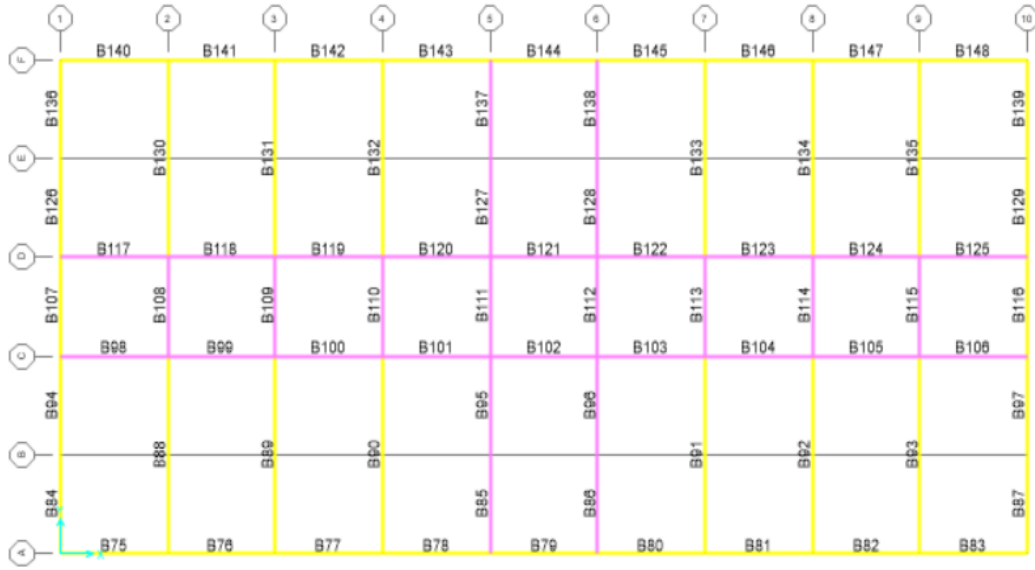
| Kolon Tipi            | Yön | b <sub>w</sub> (cm) | h (cm) | L <sub>s</sub> (m) | θ <sub>p</sub> (GÖ) [rad] | θ <sub>p</sub> (KH) [rad] | θ <sub>p</sub> (SH) [rad] |
|-----------------------|-----|---------------------|--------|--------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| <b>C30X50 (Zemin)</b> | 0°  | 30                  | 50     | 1,65               | 0,0180                    | 0,0135                    | 0,0000                    |
|                       | 90° | 50                  | 30     |                    | 0,0227                    | 0,0171                    | 0,0000                    |
| <b>C30X50 (Kat-1)</b> | 0°  | 30                  | 50     | 1,65               | 0,0239                    | 0,0179                    | 0,0000                    |
|                       | 90° | 50                  | 30     |                    | 0,0300                    | 0,0225                    | 0,0000                    |
| <b>C30X50 (Kat-2)</b> | 0°  | 30                  | 50     | 1,65               | 0,0292                    | 0,0219                    | 0,0000                    |
|                       | 90° | 50                  | 30     |                    | 0,0439                    | 0,0329                    | 0,0000                    |
| <b>C30X80 (Zemin)</b> | 0°  | 30                  | 80     | 1,65               | 0,0178                    | 0,0134                    | 0,0000                    |
|                       | 90° | 80                  | 30     |                    | 0,0266                    | 0,0199                    | 0,0000                    |
| <b>C30X80 (Kat-1)</b> | 0°  | 30                  | 80     | 1,65               | 0,0195                    | 0,0146                    | 0,0000                    |
|                       | 90° | 80                  | 30     |                    | 0,0353                    | 0,0265                    | 0,0000                    |
| <b>C30X80 (Kat-2)</b> | 0°  | 30                  | 80     | 1,65               | 0,0228                    | 0,0171                    | 0,0000                    |
|                       | 90° | 80                  | 30     |                    | 0,0514                    | 0,0385                    | 0,0000                    |
| <b>C60X30 (Zemin)</b> | 0°  | 60                  | 30     | 1,65               | 0,0209                    | 0,0157                    | 0,0000                    |
|                       | 90° | 30                  | 60     |                    | 0,0169                    | 0,0127                    | 0,0000                    |
| <b>C60X30 (Kat-1)</b> | 0°  | 60                  | 30     | 1,65               | 0,0265                    | 0,0199                    | 0,0000                    |
|                       | 90° | 30                  | 60     |                    | 0,0184                    | 0,0138                    | 0,0000                    |
| <b>C60X30 (Kat-2)</b> | 0°  | 60                  | 30     | 1,65               | 0,0378                    | 0,0283                    | 0,0000                    |
|                       | 90° | 30                  | 60     |                    | 0,0225                    | 0,0169                    | 0,0000                    |

#### 4.2.6. Mevcut Okul Binasının Modellemesinde Kirişlerin ve Kolonların Etiketleri

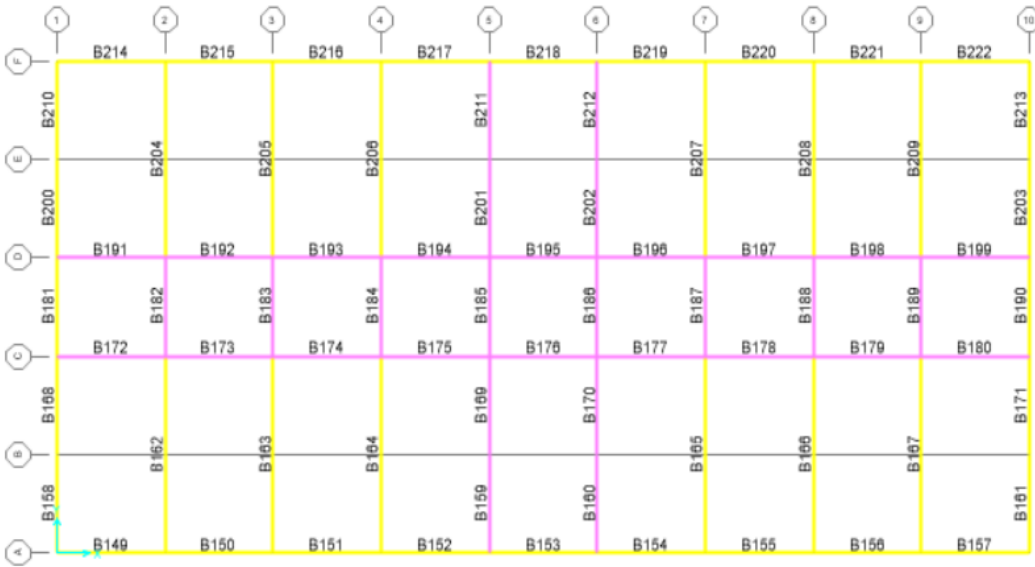
SAP2000 programında modellenen mevcut yapının giriş elemanlarının etiketleri her kat için Şekil 4.13., Şekil 4.14., ve Şekil 4.15'te verilmiştir.



Şekil 4.13. Zemin kat giriş elemanlarının etiketleri

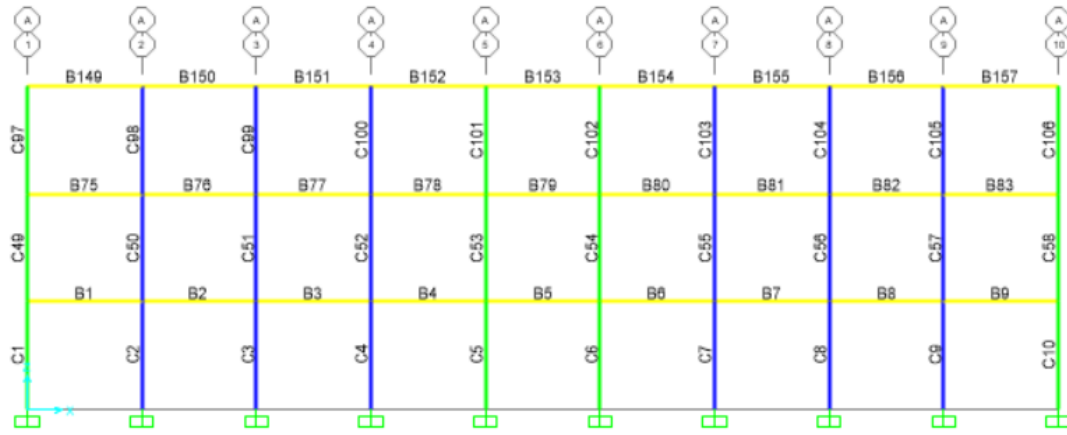


Şekil 4.14. 1. Kat kiriş elemanlarının etiketleri

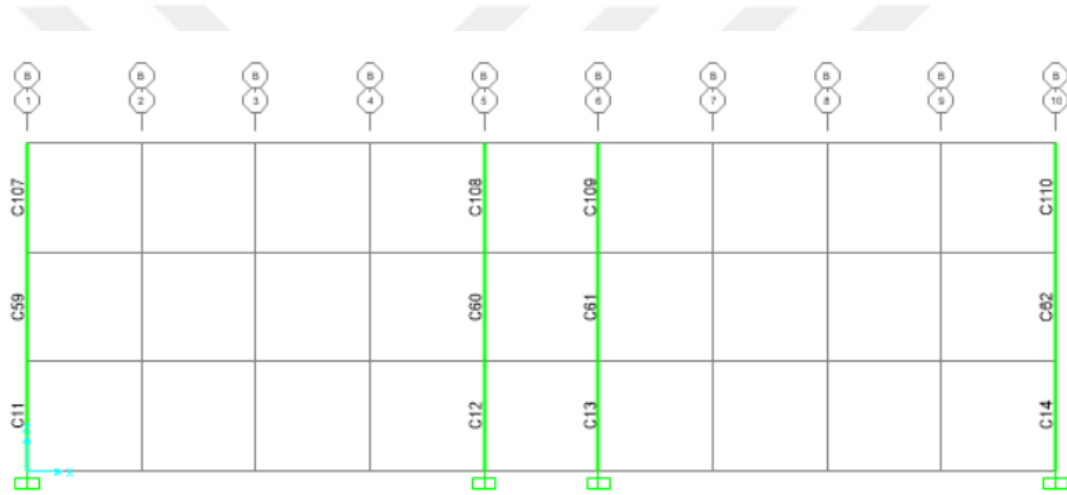


Şekil 4.15. 2. Kat kiriş elemanlarının etiketleri

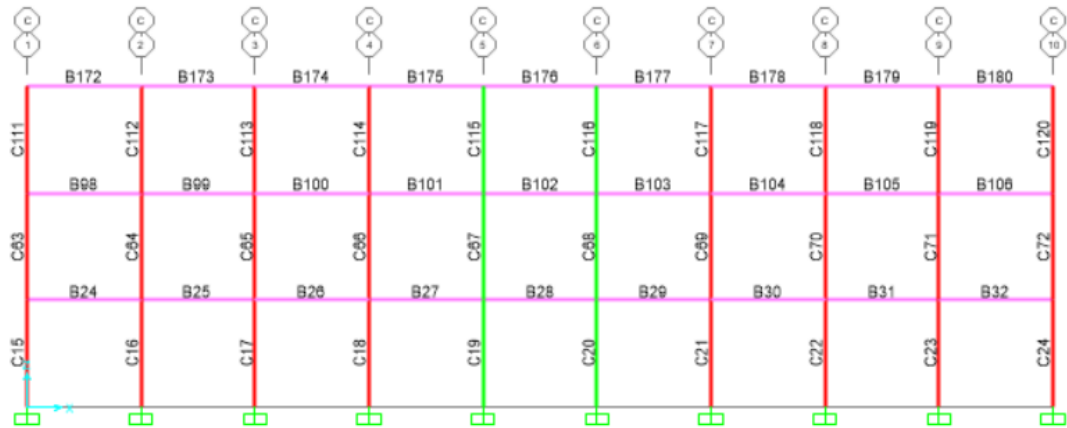
SAP2000 programında modellenen mevcut yapının kolon elemanlarının etiketleri her X-Z düzlemi için Şekil 4.16., Şekil 4.17., Şekil 4.18., Şekil 4.19., Şekil 4.20. ve Şekil 4.21’de gösterilmiştir.



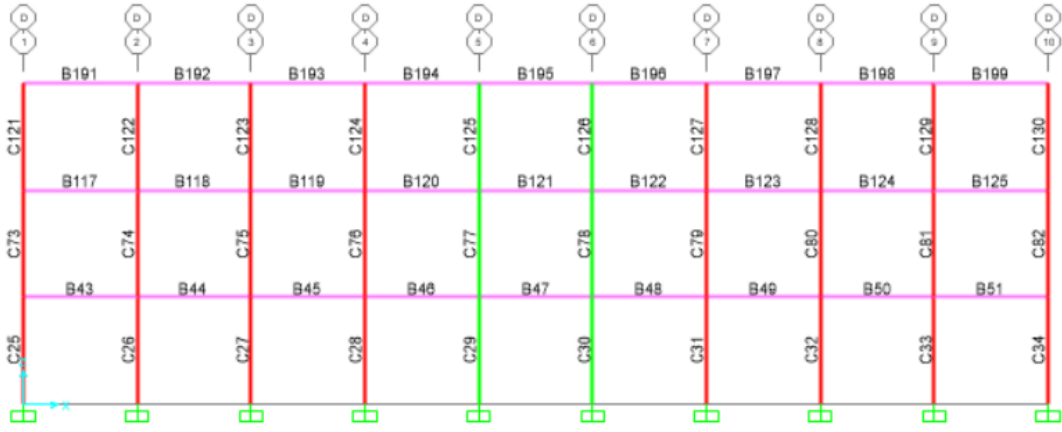
Şekil 4.16. Bina A aksındaki kolon elemanlarının etiketleri



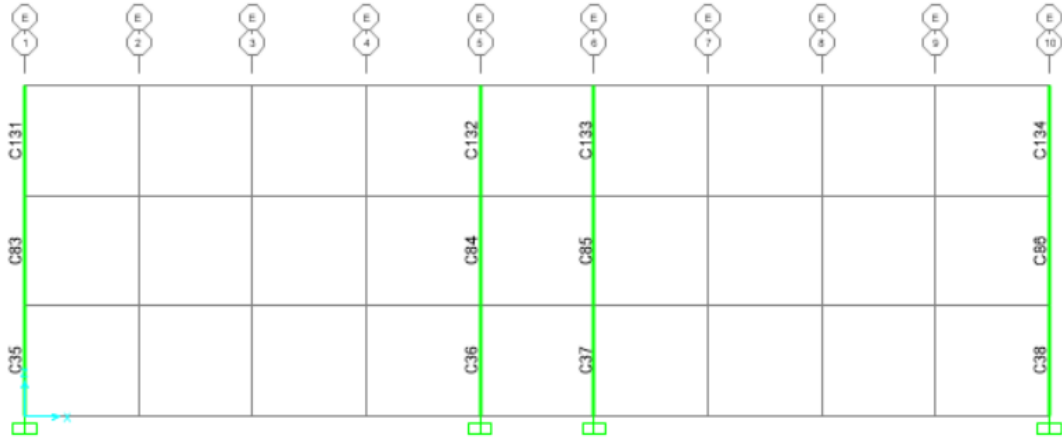
Şekil 4.17. Bina B aksındaki kolon elemanlarının etiketleri



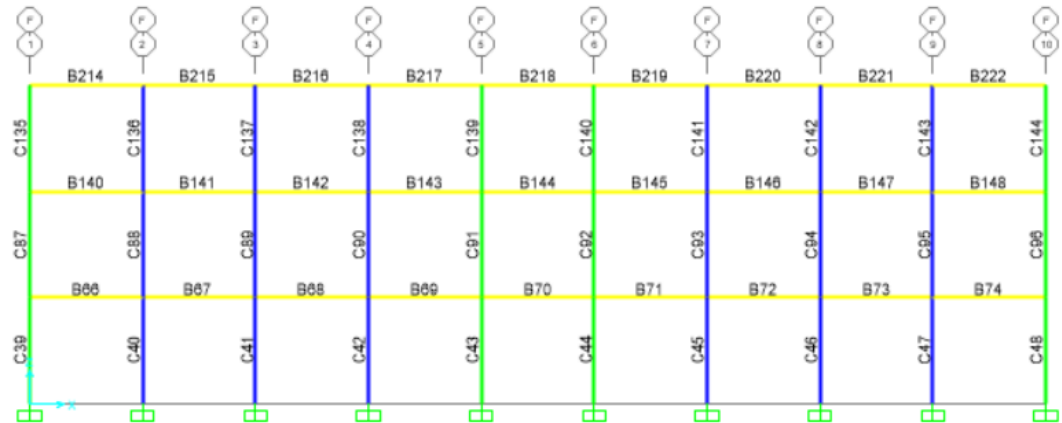
Şekil 4.18. Bina C aksındaki kolon elemanlarının etiketleri



Şekil 4.19. Binaın D aksındaki kolon elemanlarının etiketleri



Şekil 4.20. Binaın E aksındaki kolon elemanlarının etiketleri



Şekil 4.21. Binaın F aksındaki kolon elemanlarının etiketleri

#### 4.3. Mevcut Okul Binasının Statik İtme Analizi ve Performansının Belirlenmesi

Mevcut okul binasının deprem karşısında performansının belirlenmesi ve güçlendirme hesapları için Tek Modlu İtme yönteminin kullanılması düşünülmüştür. Tek Modlu İtme Yöntemi, Sabit Tek Modlu İtme Yöntemi ile Değişken Tek Modlu İtme Yöntemi olarak iki farklı şekilde sınıflandırılır. Sabit Tek Modlu İtme Yöntemi'nde belirlenen deprem doğrultusunda her bir itme adımındaki katlara etkiyen deprem yükü artımları, itme hesabı süresince aynı kalan sabit mod şekliyle orantılı olarak ifade edilir. Değişken Tek Modlu İtme Yöntemi'nde, belirlenen deprem doğrultusu için katlara etkiyen deprem yükü artımlarıyla birlikte kat yer değiştirme artımları, her bir itme adımından sonra tanımlanan plastik mafsallar dikkate alınarak yenilenen serbest titreşim hesabından bulunan değişken mod şekliyle orantılı olarak ifade edilir. Bir yapıya Tek Modlu İtme Yöntemlerini uygulanabilmek için aşağıdaki koşulların sağlanması gereklidir.

Hesabı yapılacak binanın TBDY 2018'de verilen koşula göre Bina Yükseklik Sınıfı (BYS) 5'ten büyük olmalıdır. Mevcut okul binası için bu değer 7 olduğundan ilgili koşul sağlanmıştır.

Hesabı yapılacak binanın TBDY 2018'de verilen ve aşağıda (a) ile (b) olarak gösterilen koşullara uyması gereklidir.

- (a) Herhangi bir katta ek dışmerkezlilik dikkate alınmadan doğrusal elastik davranış kabulü yapılarak Burulma Düzensizliği Katsayısı'nın ( $\eta_{bi}$ )  $< 1,4$  şartını yerine getirmesi gerekmektedir.
- (b) Belirlenen deprem doğrultusuna ait, doğrusal elastik davranış kabulü yapılarak bulunan hâkim titreşim modu için taban kesme kuvveti etkin kütesinin toplam yapı kütesine oranı en az 0,70 olması gerekmektedir.

Mevcut okul binasının deprem yüklemesi altında doğrusal elastik davranış yaptığı kabul edilerek her iki doğrultu için Burulma Düzensizliği Katsayıları Tablo 4.16. ve Tablo 4.17. ile hesaplanmıştır.

Tablo 4.16. Ex yüklemesinde A1 - Burulma Düzensizliği Katsayısı

| E <sub>x</sub> Yüklemesi İçin A1 - Burulma Düzensizliği Katsayısı |                    |                    |                               |             |
|-------------------------------------------------------------------|--------------------|--------------------|-------------------------------|-------------|
| Kat                                                               | $d_i^{(min)}$ [cm] | $d_i^{(max)}$ [cm] | $(\Delta_i^{(x)})_{ort}$ [cm] | $\eta_{bi}$ |
| 2                                                                 | 1,442              | 1,447              | 0,311                         | 1,000       |
| 1                                                                 | 1,131              | 1,136              | 0,517                         | 1,002       |
| Z                                                                 | 0,615              | 0,618              | 0,617                         | 1,003       |

Tablo 4.17. Ey yüklemesinde A1 - Burulma Düzensizliği Katsayısı

| E <sub>y</sub> Yüklemesi İçin A1 - Burulma Düzensizliği Katsayısı |                    |                    |                               |             |
|-------------------------------------------------------------------|--------------------|--------------------|-------------------------------|-------------|
| Kat                                                               | $d_i^{(min)}$ [cm] | $d_i^{(max)}$ [cm] | $(\Delta_i^{(x)})_{ort}$ [cm] | $\eta_{bi}$ |
| 2                                                                 | 1,377              | 1,377              | 0,338                         | 1,000       |
| 1                                                                 | 1,039              | 1,039              | 0,528                         | 1,000       |
| Z                                                                 | 0,511              | 0,511              | 0,511                         | 1,000       |

Tablolardaki  $d_i^{(min)}$  ile ilgili katın bina tabanına göre minimum yer değiştirmesi,  $d_i^{(max)}$  ile ilgili katın bina tabanına göre maximum yer değiştirmesi,  $(\Delta_i^{(x)})_{min}$  ile ilgili kattaki minimum görel kat ötelemesi,  $(\Delta_i^{(x)})_{max}$  ile ilgili kattaki maximum görel kat ötelemesi,  $(\Delta_i^{(x)})_{ort}$  ile ilgili kattaki ortalama görel kat ötelemesi ve  $\eta_{bi}$  ile ilgili kattaki burulma düzensizliği katsayısı ifade edilir. Yapılan hesaplar sonucunda binanın Burulma Düzensizliği Katsayıları her iki doğrultu için TBDY 2018’de verilen ilk koşulu sağladığı tespit edilmiştir.

Mevcut okul binasının deprem yüklemesi altında doğrusal elastik davranış yaptığı kabul edilerek hâkim titreşim modu için taban kesme kuvveti etkin kütlelerinin toplam yapı kütlelerine oranı X doğrultusunda 0,91 ile Y doğrultusunda 0,88 olduğu belirlenmiş ve Tablo 4.18’de mevcut okul binasının diğer dinamik özellikleri gösterilmiştir. Böylece her iki deprem doğrultusu için doğrusal elastik davranış kabulü yapılarak bulunan hâkim titreşim modu için taban kesme kuvveti etkin kütlelerinin toplam yapı kütlelerine oranı en az 0,70 olması koşulu da sağlanmış olur.

Tablo 4.18. Mevcut okul binasının dinamik özellikleri

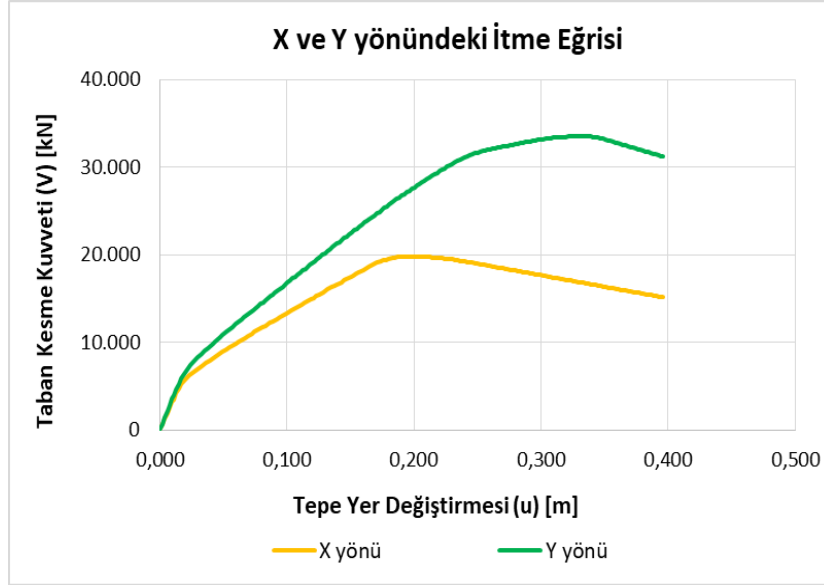
| Mod sayısı | Periyot | Kütle Katılım Oranı-X | Kütle Katılım Oranı-Y | Kütle Katılım Oranı-Z | Kümülatif Kütle Katılım Oranı-X | Kümülatif Kütle Katılım Oranı-Y | Kümülatif Kütle Katılım Oranı-Z |
|------------|---------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| 1          | 0,41    | 0,91                  | 0,00                  | 0,00                  | 0,91                            | 0,00                            | 0,00                            |
| 2          | 0,38    | 0,00                  | 0,88                  | 0,00                  | 0,91                            | 0,88                            | 0,00                            |
| 3          | 0,36    | 0,00                  | 0,00                  | 0,00                  | 0,91                            | 0,88                            | 0,00                            |
| 4          | 0,13    | 0,08                  | 0,00                  | 0,00                  | 0,99                            | 0,88                            | 0,00                            |
| 5          | 0,12    | 0,00                  | 0,09                  | 0,00                  | 0,99                            | 0,98                            | 0,00                            |
| 6          | 0,12    | 0,00                  | 0,00                  | 0,00                  | 0,99                            | 0,98                            | 0,00                            |
| 7          | 0,08    | 0,01                  | 0,00                  | 0,00                  | 1,00                            | 0,98                            | 0,00                            |
| 8          | 0,08    | 0,00                  | 0,00                  | 0,00                  | 1,00                            | 0,98                            | 0,00                            |
| 9          | 0,08    | 0,00                  | 0,00                  | 0,00                  | 1,00                            | 0,98                            | 0,00                            |
| 10         | 0,08    | 0,00                  | 0,00                  | 0,00                  | 1,00                            | 0,98                            | 0,00                            |

Sonuç olarak okul binasına Tek Modlu İtme Yöntemleri'nin uygulanabilmesi için TBDY 2018'deki koşulların her ikisini de sağlamıştır. Mevcut okul binasının deprem karşısında performansının belirlenmesinde ve güçlendirme hesaplarında kullanılacak doğrusal olmayan hesap yöntemi Sabit Tek Modlu İtme Yöntemi olarak seçilmiştir.

Yapılacak itme hesabıyla eksenlerinin tepe yer değiştirmesi ve taban kesme kuvvetinin olduğu itme eğrisi bulunur. Sonrasında bu itme eğrisinin koordinatları belirli işlemlerle modal yer değiştirme ve modal ivme koordinatlarına dönüştürülerek modal kapasite eğrisi elde edilir. Elde edilen bu eğri, belirlenen deprem karşısında modal yer değiştirme talebinin ve yapının taşıyıcı sisteminde oluşan iç kuvvet ile plastik şekil değiştirme taleplerinin belirlenmesinde kullanılır.

#### 4.3.1. Tek Modlu İtme Yöntemi İle Modal Kapasite Diyagramının Elde Edilmesi

Mevcut okul binamız için SAP2000 programında sabit tek modlu itme yöntemi uygulanarak eksenlerinin tepe yer değiştirmesi ve taban kesme kuvveti olan itme eğrisi, her iki deprem doğrultusunda X ve Y yönleri için Şekil 4.22'deki gibi elde edilir.



Şekil 4.22. X ve Y yönü için elde edilen itme eğrileri

Elde edilen itme eğrisini modal kapasite eğrisine dönüştürmek için yatay ve düşey eksenindeki koordinatlarına belirli işlemler uygulanır. İlk olarak itme eğrisinin yatay eksenindeki tepe yer değiştirmesi, modal yer değiştirmesine TBDY 2018’de verilen ve aşağıda Denklem (4.12) olarak gösterilen bağıntı kullanılarak dönüştürülür.

$$d_1^{(X,k)} = \frac{u_{N \times 1}^{(X,k)}}{\Phi_{N \times 1}^{(1)} \Gamma_1^{(X,1)}} \quad (4.12)$$

Denklem (4.12)’de verilen  $d_1^{(X,k)}$  ile X deprem doğrultusunda k’ıncı itme adımında 1. Moda ait modal tek serbestlik dereceli sistemin modal yer değiştirmesi [m] ifade edilir.  $u_{N \times 1}^{(X,k)}$  ile X deprem doğrultusunda k’ıncı itme adımında N’inci katta yani binanın tepesinde X eksenini doğrultusunda tanımlanan yer değiştirme [m] temsil edilir.  $\Phi_{N \times 1}^{(1)}$  ile N’inci katta yani binanın tepesinde 1. İtme adımında belirlenerek itme hesabı süresince aynı kalan sabit mod şeklinin X doğrultusundaki genliği (bina tepesinin 1. Moddaki yer değiştirmesi) ifade edilir.  $\Gamma_1^{(X,1)}$  ile X deprem doğrultusunda 1. İtme adımında belirlenerek itme hesabı süresince aynı kalan sabit mod şekline göre tanımlanan modal katkı çarpanı temsil edilir. Analiz sonucunda;

X yönü için  $\Phi_{N \times 1}^{(1)} = 0,030266$  m ve  $\Gamma_1^{(X,1)} = 40,923746$

Y yönü için  $\Phi_{N \times 1}^{(1)} = 0,030851$  m ve  $\Gamma_1^{(Y,1)} = 40,290712$

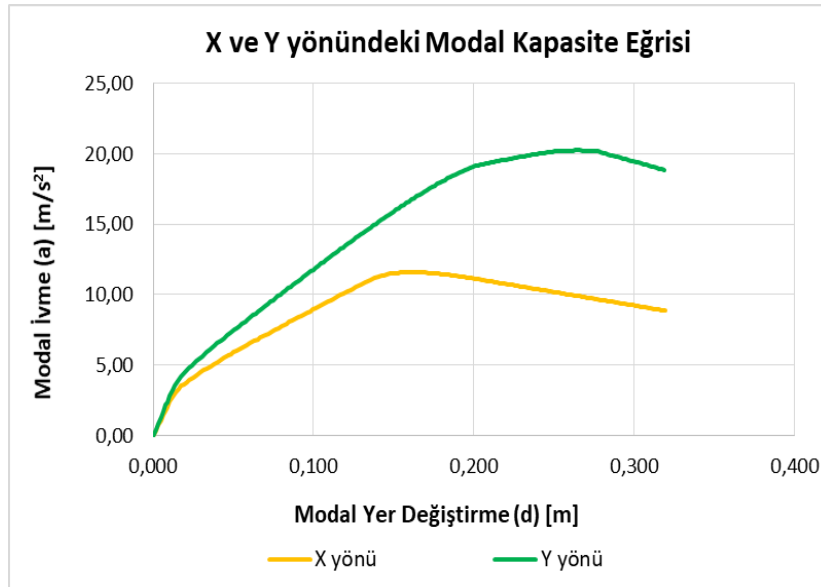
değerleri elde edilerek Denklem 4.12’de kullanılmıştır.

İtme eğrisinin düşey eksenindeki taban kesme kuvveti ise modal ivmeye dönüştürmek için TBDY 2018’de verilen ve aşağıda Denklem (4.13) olarak gösterilen bağıntı kullanılır.

$$a_1^{(X,k)} = \frac{V_{tx1}^{(X,k)}}{m_{tx1}^{(X,1)}} \quad (4.13)$$

Denklem (4.13)’de verilen  $a_1^{(X,k)}$  ile X deprem doğrultusunda k’ıncı itme adımında 1. Moda ait tek serbestlik dereceli sistemin modal sözde ivmesi [ $m/s^2$ ],  $V_{tx1}^{(X,k)}$  ile X deprem doğrultusunda k’ıncı itme adımında X yönü doğrultusunda hesaplanarak bulunan taban kesme kuvveti [kN] ve  $m_{tx1}^{(X,1)}$  ile X yönü doğrultusunda 1. İtme adımında belirlenen ve itme hesabı süresince aynı kalan sabit mod şekline göre tanımlanan modal etkin kütlesi [t] olarak ifade edilir. Burada  $m_{tx1}^{(X,k)}$  değeri binanın toplam kütlesi ve 1. Modun kütle katılım oranını çarparak bulunabilir.

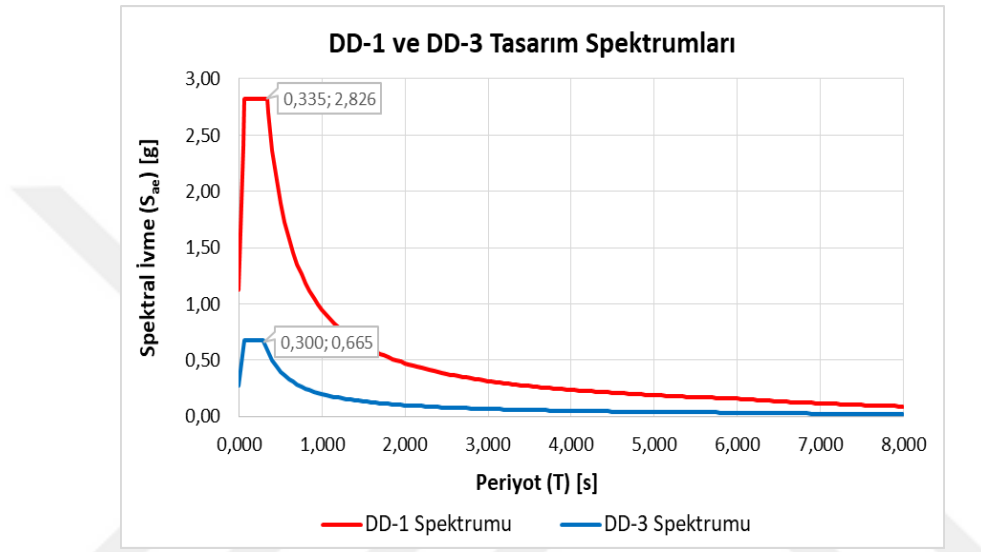
Her iki deprem doğrultusu olan X ve Y yönleri için itme eğrilerinin iki eksenini modal yer değiştirme – modal ivme değerlerine dönüştürülerek modal kapasite eğrileri Şekil 4.23’teki gibi elde edilmiştir.



Şekil 4.23. X ve Y yönü için oluşturulan modal kapasite eğrileri

#### 4.3.2. Depremın Modal Yer Değiştirme Taleplerinin Doğrusal Olmayan Spektral Yer Değiştirme Olarak Bulunması

Daha önceki bölümde tüm yer hareketi düzeyleri için elde edilen tasarım spektrumlarından Daha önceki bölümde tüm yer hareketi düzeyleri için elde edilen tasarım spektrumlarından DD-1 ve DD-3 yer hareketi düzeylerindeki tasarım spektrumları Şekil 4.24’de aynı grafik üzerinde gösterilmiştir.



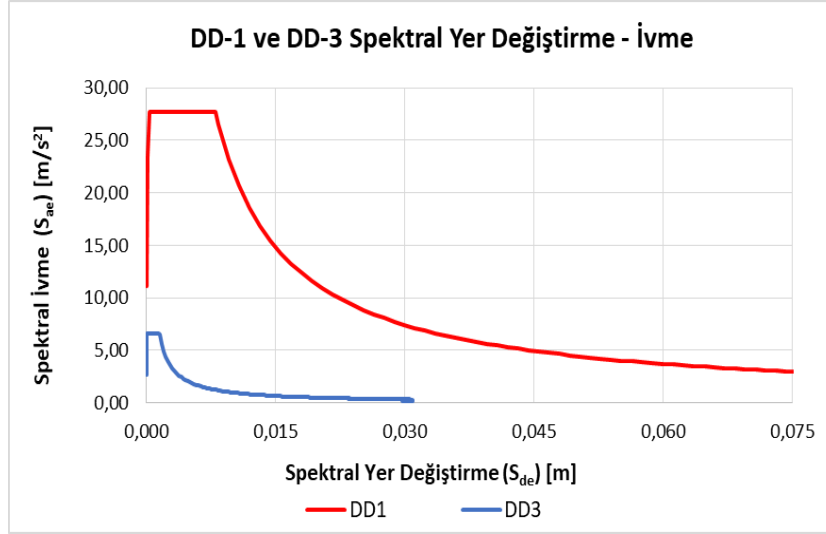
Şekil 4.24. DD-1 ve DD-3 yer hareketi düzeylerindeki tasarım spektrumları

Spektrumun periyot değerlerini ifade eden yatay eksendeki değerlerin spektral yer değıştirme değerlerine bilinen denklem takımları kullanılarak oluşturulan Denklem (4.14) ile ulaşılmıştır.

$$S_{de} = S_{ae} \left( \frac{T}{2\pi} \right)^2 \quad (4.14)$$

Yukarıda kullanılan bağıntılardaki  $S_{de}$  ile spektral yer değıştirme [m],  $S_{ae}$  ile spektral ivme [ $m/s^2$ ], T ile periyot [s] ifade edilir.

Spektrumun düşey eksenini ise spektral ivme olarak yer çekimi (g) cinsinden verildiğ i için sadece  $m/s^2$  birim dönüşümü sağlanır. DD-1 ve DD-3 için istenen dönüşüm olan spektral yer değıştirme ve ivme eğrileri Şekil 4.25’te gösterilmiştir.



Şekil 4.25. DD-1 ve DD-3 Spektral Yer Değiştirme - İvme eğrisi

#### 4.3.3. Mevcut Okul Binasında Betonarme Elemanların Performanslarının İncelenmesi

Her iki deprem doğrultusu olan X ve Y yönlerinde DD-1 ve DD-3 yer hareketi düzeylerindeki depremler için betonarme elemanların performanslarına, depremin hedef yer değiştirme talebinin elde edilmesiyle ulaşılabilir. Hedef yer değiştirme, depremin modal yer değiştirme talebiyle elde edilir. Modal yer değiştirme, ilgili deprem karşısında modal kapasite eğrisinin temsil ettiği modal tek serbestlik dereceli sistemin maksimum yer değiştirmesi olarak tanımlanır.

Modal tek serbestlik dereceli sistemde maksimum yer değiştirme, taşıyıcı sistemin 1. Doğal titreşim periyodu  $T_1$  için doğrusal olmayan spektral yer değiştirmesine karşılık geldiğinden TBDY 2018’de verilen ve aşağıda Denklem (4.15) olarak gösterilen bağıntı ile bulunur.

$$d_{1,max}^{(X)} = S_{di}(T_1) \quad (4.15)$$

Yukarıdaki denklem (4.15)’de verilen  $d_{1,max}^{(X)}$  ile modal tek serbestlik dereceli sistemde maksimum yer değiştirme,  $S_{di}(T_1)$  ile taşıyıcı sistemin 1. Doğal titreşim periyodu  $T_1$  için doğrusal olmayan spektral yer değiştirmesi ifade edilir ve TBDY 2018’de verilen ve aşağıda Denklem (4.16) olarak gösterilen bağıntı ile elde edilir.

$$S_{di}(T_1) = C_R S_{de}(T_1) \quad (4.16)$$

Yukarıdaki Denklem (4.16)'da verilen,  $C_R$  ile spektral yer değiştirme oranı,  $S_{de}(T_1)$  ile 1. Doğal titreşim periyodu  $T_1$ 'e karşılık olan doğrusal spektral yer değiştirme ifade edilir. TBDY 2018'de verilen ve aşağıda Denklem (4.17) olarak gösterilen koşulu sağlaması durumunda spektral yer değiştirme oranı  $C_R = 1$  olarak kabul edilir.

$$T_1 > T_B \quad \text{ise} \quad C_R = 1 \quad (4.17)$$

Denklem (4.17)'de verilen  $T_B$ , yatay elastik tasarım ivme spektrumunun köşe periyodudur.

Koşulu sağlamaması durumunda ise  $C_R$  değeri TBDY 2018'de verilen aşağıda Denklem (4.18) olarak gösterilen bağıntı ile elde edilir.

$$T_1 \leq T_B \quad \text{ise} \quad C_R = \frac{1+(R_y-1)\frac{T_B}{T_1}}{R_y} \geq 1 \quad (4.18)$$

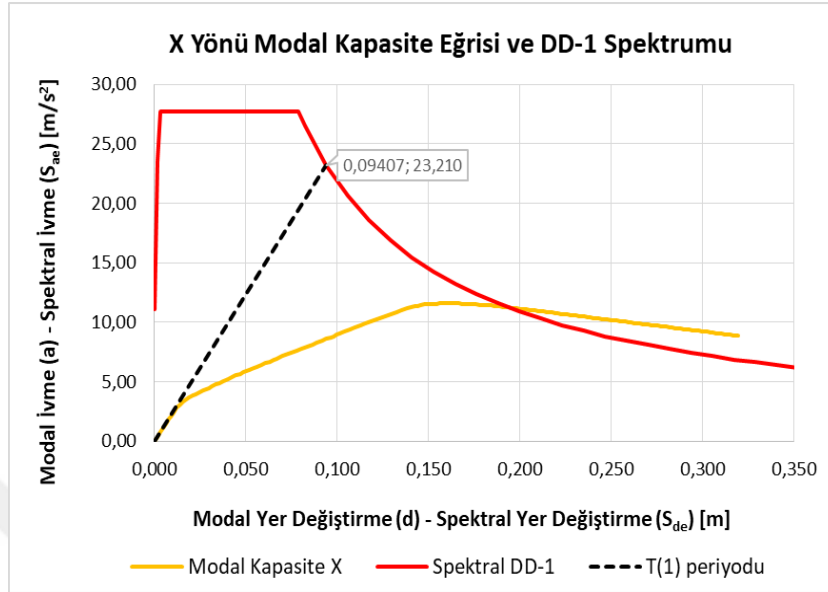
Denklem (4.18)'de verilen  $R_y$  ile akma dayanımı azaltma katsayısı ifade edilir.

Yukarıda verilen bağıntıların kullanılabilmesi için her iki deprem doğrultusu olan X ve Y yönü ile DD-1 ve DD-3 deprem yer hareketi düzeylerinde 1. Titreşim moduna ait ve eksenlerinin modal yer değiştirme (d) ve modal ivme (a) olduğu, modal kapasite eğrileri ile eksenlerinin spektral yer değiştirme ( $S_{de}$ ) ve spektral ivme ( $S_{ae}$ ) olduğu, doğrusal deprem spektrumları aynı grafik üzerinde gösterilir.

Deprem Doğrultusu X Yönü Olan ve DD-1 Yer Hareketi Düzeyindeki Deprem İçin Betonarme Elemanların Performanslarının Elde Edilmesi: Hedef yer değiştirme değerinin bulunabilmesi için daha önce verilen bağıntılar ve eğriler kullanılmıştır.

Şekil 4.24'de gösterilen DD-1 elastik tasarım spektrumundan elde edilen  $T_B$  değeri 0,335 s olarak elde edilmiştir. X yönü deprem doğrultusu için taşıyıcı sistemin birinci doğal titreşim periyodu  $T_1^{(x)}$  değeri 0,40572 s bulunmuştur. Denklem (4.17)'deki koşulda gösterildiği gibi  $T_1^{(x)}$  değeri  $T_B$  değerinden büyük olduğundan  $C_R = 1$  olarak alınmış ve  $S_{di}(T_1)$  değerinin,  $S_{de}(T_1)$  değerine eşit olduğu görülmüştür. Daha önceki bölümlerde nasıl elde edildiği anlatılan X yönü deprem doğrultusu için modal kapasite eğrisi ve DD-1

Spektral yer değiştirme-ivme eğrisi şekil 4.26'daki gibi aynı grafik üzerinde gösterilmiştir. Grafikten  $S_{de}(T_1)$  yaklaşık değerinin 0,09407 m olduğu tespit edilmiştir.



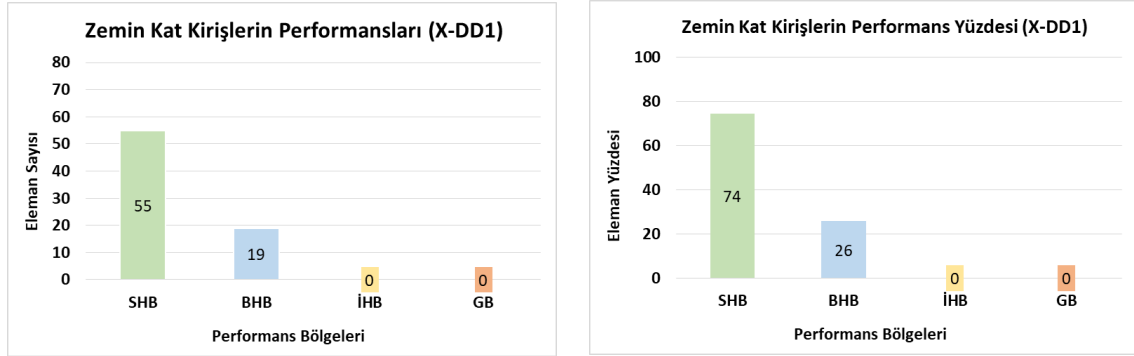
şeki 4.26. X yönü için modal kapasite eğrisi ve DD-1 Spektrumu

$S_{di}(T_1)$  değerinin  $d_{1,max}^{(X)}$  değerine eşit olduğu Denklem (4.15)'te verilmiştir. Daha önce  $d_{1,max}^{(X)}$  değeri, modal kapasite değeri olarak tanımlandığı için modal kapasite değeri 0,09407 m olarak belirlenmiştir. Elemanların mevcut durumlarının tespit edilmesinde kullanılacak hedef yer değiştirme miktarı ise modal yer değiştirme değerinden TBDY 2018'de verilen ve daha önce Denklem (4.12) olarak gösterilen bağıntı kullanılarak elde edilmiştir.

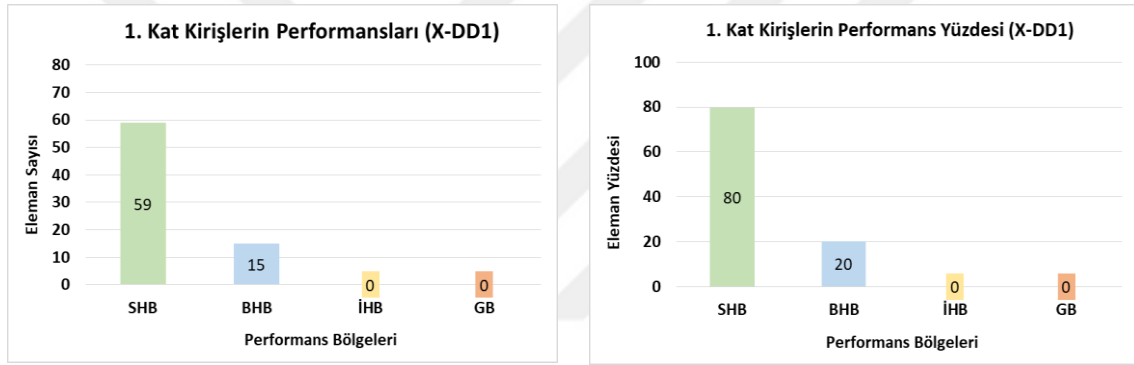
X yönü deprem doğrultusu ve DD-1 deprem yer hareketi için bulunan hedef yer değiştirme 0,11651 m olarak bulunmuştur. Sabit Tek Modlu İtme yöntemi gereğince adım adım itme uyguladığımız yapıımızda elde edilen hedef yer değiştirme değerine 49. adımda ulaşılmıştır. Bu nedenle X yönü deprem doğrultusu ve DD-1 deprem yer hareketi için 49. adımda elemanların performanslarının değerlendirilmesi gerekir. Kirişlerin ve kolonların performansları belirlendikten sonra ilgili koşullar altında yapının performansı elde edilir.

Mevcut okul binasındaki tüm kirişlerin performansları belirlendikten sonra yapının performansını belirlemek için gerekli olan kirişlerin performans bölgelerindeki sayısı ve yüzdesi şekil 4.27'de grafiksel olarak gösterilmiştir. Depremde en çok etkilenen kat olan

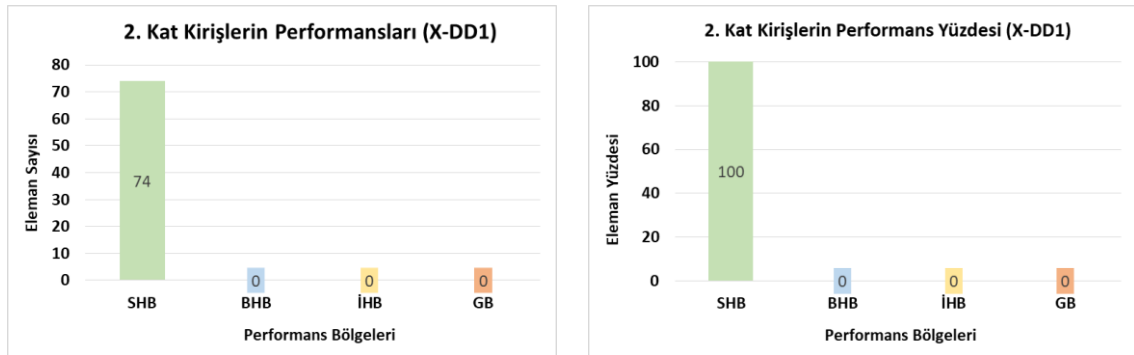
zemin kat kirişlerinin 55'i sınırlı hasar bölgesinde kalırken 19'u belirgin hasar bölgesine geçmiştir. Buna karşın 2. kat kirişlerinin tamamı sınırlı hasar bölgesindedir.



(a)



(b)

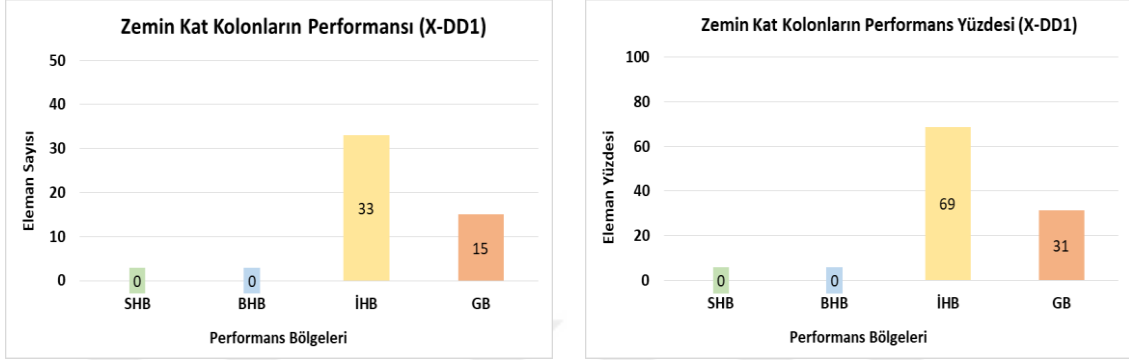


(c)

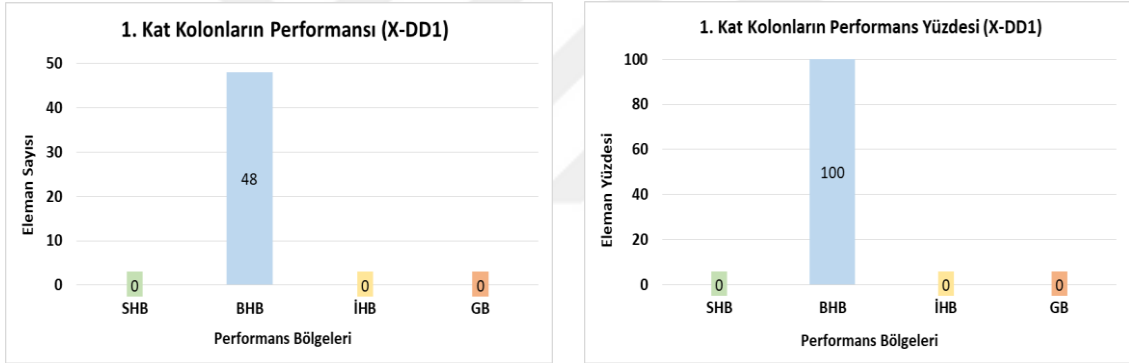
Şekil 4.27. (a) Zemin Kat, (b) 1. Kat ve (c) 2. Kat Kirişlerin Performans Bölgelerindeki Sayısı ve Yüzdesi (X-DD1)

Mevcut okul binasındaki tüm kolonların performansları belirlendikten sonra yapının performansını belirlemek için gerekli olan kolonların performans bölgelerindeki sayısı ve

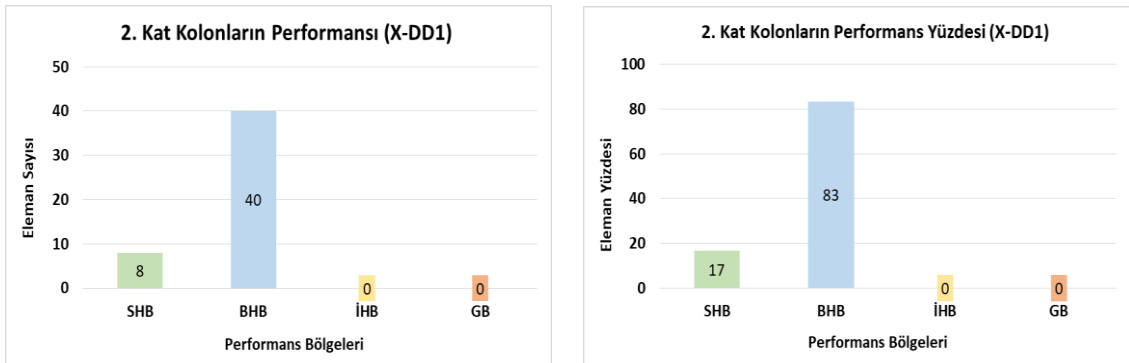
yüzdesi Şekil 4.28’de grafiksel olarak gösterilmiştir. Depremde en çok etkilenen kat olan zemin kat kolonlarının 33’ü ileri hasar bölgesinde kalırken 15’i göçme bölgesine geçmiştir. Buna karşın 2. kat kolonlarının 8’i sınırlı hasar bölgesindeyken 40’ı belirgin hasar bölgesindedir.



(a)



(b)

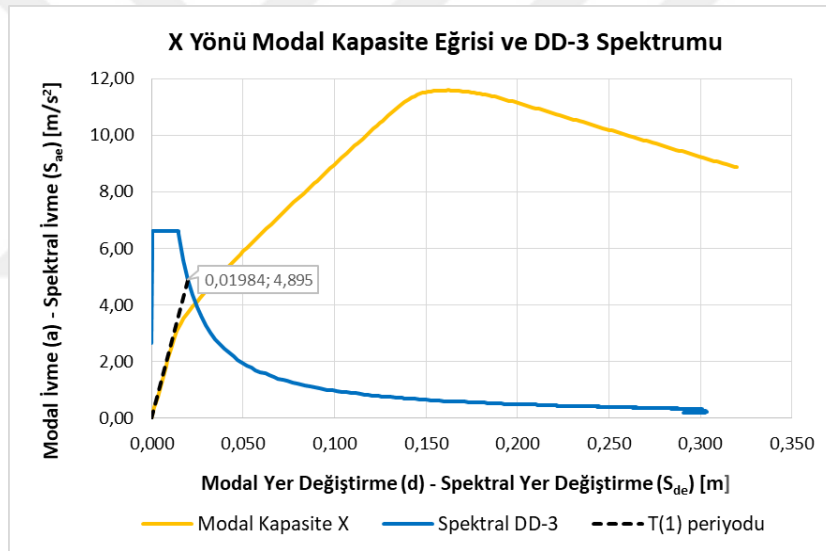


(c)

Şekil 4.28. (a) Zemin Kat, (b) 1. Kat ve (c) 2. Kat Kolonların Performans Bölgelerindeki Sayısı ve Yüzdesi (X-DD1)

Deprem Doğrultusu X Yönü Olan ve DD-3 Yer Hareketi Düzeyindeki Deprem İçin Betonarme Elemanların Performanslarının Elde Edilmesi: Hedef yer değiştirme değerinin bulunabilmesi için daha önce verilen bağıntılar ve eğriler kullanılmıştır.

Şekil 4.24’de gösterilen DD-3 elastik tasarım spektrumundan elde edilen  $T_B$  değeri 0,300 s olarak elde edilmiştir. X yönü deprem doğrultusu için taşıyıcı sistemin birinci doğal titreşim periyodu  $T_1^{(x)}$  değeri 0,40572 s bulunmuştur. Denklem (4.17)’deki koşulda gösterildiği gibi  $T_1^{(x)}$  değeri  $T_B$  değerinden büyük olduğundan  $C_R = 1$  olarak alınmış ve  $S_{di}(T_1)$  değerinin,  $S_{de}(T_1)$  değerine eşit olduğu görülmüştür. Daha önceki bölümlerde nasıl elde edildiği anlatılan X yönü deprem doğrultusu için modal kapasite eğrisi ve DD-3 Spektral yer değiştirme-ivme eğrisi Şekil 4.29’daki gibi aynı grafik üzerinde gösterilmiştir. Grafikten  $S_{de}(T_1)$  yaklaşık değerinin 0,01984 m olduğu tespit edilmiştir.



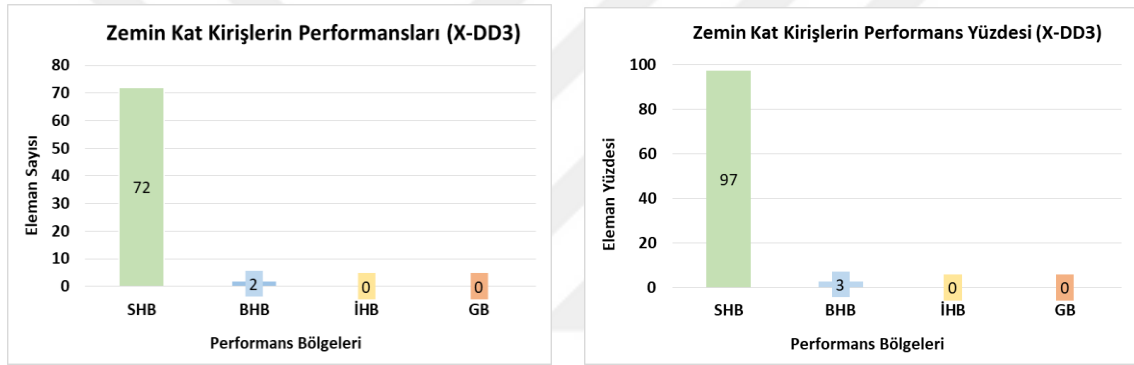
Şekil 4.29. X yönü için modal kapasite eğrisi ve DD-3 Spektrumu

$S_{di}(T_1)$  değerinin  $d_{1,max}^{(x)}$  değerine eşit olduğu Denklem (4.15)’de verilmiştir. Daha önce  $d_{1,max}^{(x)}$  değeri, modal kapasite değeri olarak tanımlandığı için modal kapasite değeri 0,01984 m olarak belirlenmiştir. Elemanların mevcut durumlarının tespit edilmesinde kullanılacak hedef yer değiştirme miktarı ise modal yer değiştirme değerinden TBDY 2018’de verilen ve daha önce Denklem (4.12) olarak gösterilen bağıntı kullanılarak elde edilmiştir.

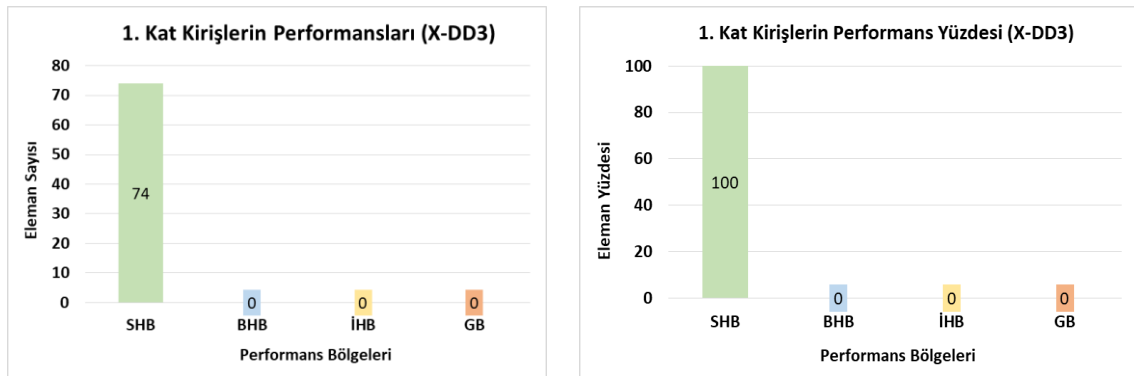
X yönü deprem doğrultusu ve DD-3 deprem yer hareketi için bulunan hedef yer

değiştirme 0,02457 m olarak bulunmuştur. Sabit Tek Modlu İtme yöntemi gereğince adım adım itme uyguladığımız yapıımızda elde edilen hedef yer değiştirme değerine 13. adımda ulaşılmıştır. Bu nedenle X yönü deprem doğrultusu ve DD-3 deprem yer hareketi için 13. adımda elemanların performanslarının değerlendirilmesi gerekir. Kirişlerin ve kolonların performansları belirlendikten sonra ilgili koşullar altında yapının performansı elde edilir.

Mevcut okul binasındaki tüm kirişlerin performansları belirlendikten sonra yapının performansını belirlemek için gerekli olan kirişlerin performans bölgelerindeki sayısı ve yüzdesi Şekil 4.30'da grafiksel olarak gösterilmiştir. Depremde en çok etkilenen kat olan zemin kat kirişlerinin 72'si sınırlı hasar bölgesinde kalırken 2'si belirgin hasar bölgesine geçmiştir. Buna karşın 2. kat kirişlerinin tamamı sınırlı hasar bölgesindedir.

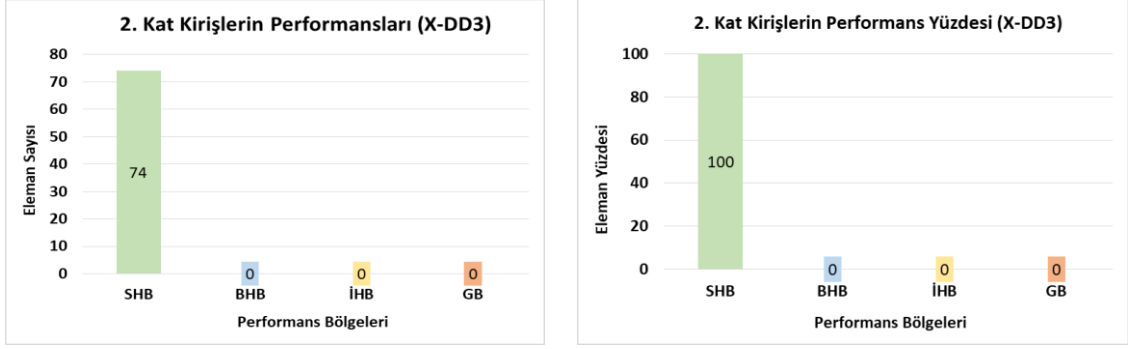


(a)



(b)

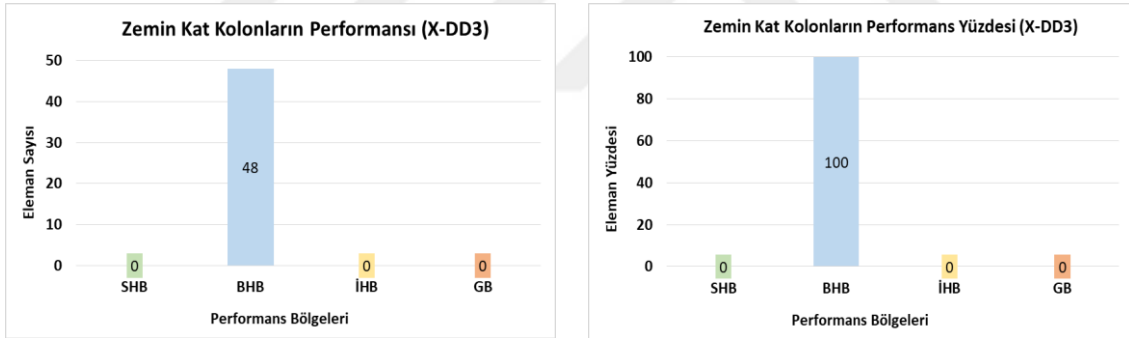
Şekil 4.30. (a) Zemin Kat, (b) 1. Kat ve (c) 2. Kat Kirişlerin Performans Bölgelerindeki Sayısı ve Yüzdesi (X-DD3)



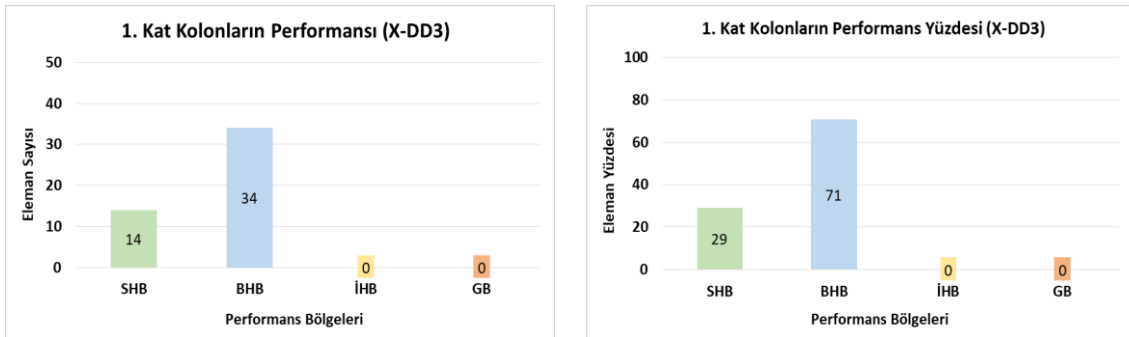
(c)

Şekil 4.30. (Devem) (a) Zemin Kat, (b) 1. Kat ve (c) 2. Kat Kirişlerin Performans Bölgelerindeki Sayısı ve Yüzdesi (X-DD3)

Mevut okul binasındaki tüm kolonların performansları belirlendikten sonra yapının performansını belirlemek için gerekli olan kolonların performans bölgelerindeki sayısı ve yüzdesi Şekil 4.31’de grafiksel olarak gösterilmiştir. Depremde en çok etkilenen kat olan zemin kat kolonlarının tamamı belirgin hasar bölgesinde kalmıştır. Buna karşın 2. kat kolonlarının 40’ı sınırlı hasar bölgesindeyken 8’i belirgin hasar bölgesindedir.

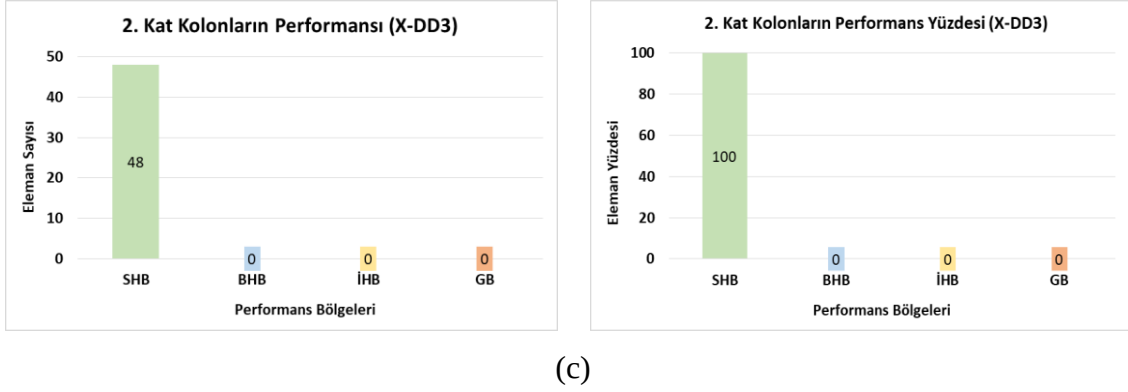


(a)



(b)

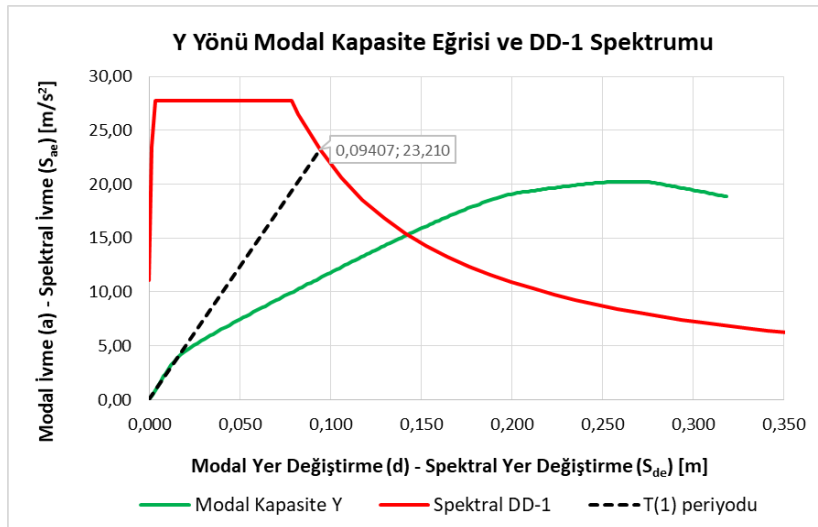
Şekil 4.31. (a) Zemin Kat, (b) 1. Kat ve (c) 2. Kat Kolonların Performans Bölgelerindeki Sayısı ve Yüzdesi (X-DD3)



Şekil 4.31. (Devam) (a) Zemin Kat, (b) 1. Kat ve (c) 2. Kat Kolonların Performans Bölgelerindeki Sayısı ve Yüzdesi (X-DD3)

Deprem Doğrultusu Y Yönü Olan ve DD-1 Yer Hareketi Düzeyindeki Deprem İçin Betonarme Elemanların Performanslarının Elde Edilmesi: Hedef yer değiştirme değerinin bulunabilmesi için yukarıda verilen bağıntılar ve oluşturulan eğriler kullanılır.

Şekil 4.24'te gösterilen DD-1 elastik tasarım spektrumundan elde edilen  $T_B$  değeri 0,335 olarak elde edilmiştir. Y yönü deprem doğrultusu için taşıyıcı sistemin birinci doğal titreşim periyodu  $T_1^{(Y)}$  değeri 0,37564 bulunmuştur. Denklem (4.17)'deki koşulda gösterildiği gibi  $T_1^{(Y)}$  değeri  $T_B$  değerinden büyük olduğundan  $C_R = 1$  olarak alınmış ve  $S_{di}(T_1)$  değerinin,  $S_{de}(T_1)$  değerine eşit olduğu görülmüştür. Daha önceki bölümlerde nasıl elde edildiği anlatılan Y yönü deprem doğrultusu için modal kapasite eğrisi ve DD-1 Spektral yer değiştirme-ivme eğrisi Şekil 4.32'deki gibi aynı grafik üzerinde gösterilmiştir. Grafikten  $S_{de}(T_1)$  yaklaşık değerinin 0,09407 m olduğu tespit edilmiştir.

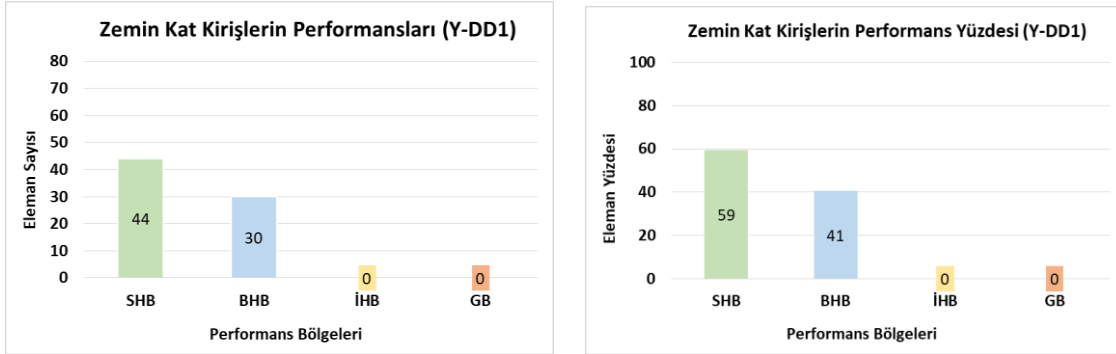


Şekil 4.32. Y yönü için modal kapasite eğrisi ve DD-1 Spektrumu

$S_{di}(T_1)$  değerinin  $d_{1,max}^{(Y)}$  değerine eşit olduğu Denklem (4.15)'de verilmiştir. Daha önce  $d_{1,max}^{(Y)}$  değeri, modal kapasite değeri olarak tanımlandığı için modal kapasite değeri 0,09407 m olarak belirlenmiştir. Elemanların mevcut durumlarının tespit edilmesinde kullanılacak hedef yer değiştirme miktarı ise modal yer değiştirme değerinden TBDY 2018'de verilen ve daha önce Denklem (4.12) olarak gösterilen bağıntı kullanılarak elde edilmiştir.

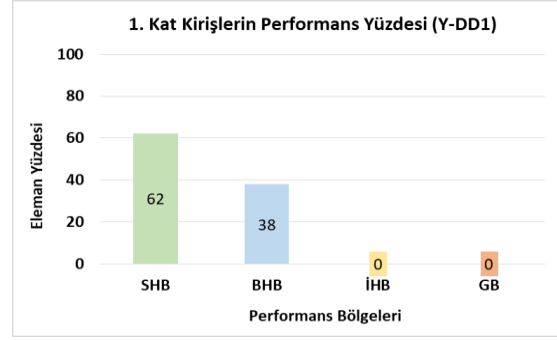
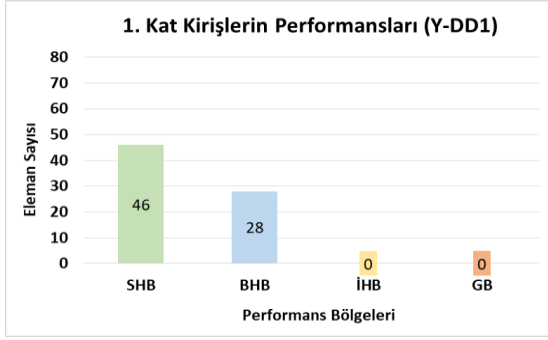
Y yönü deprem doğrultusu ve DD-1 deprem yer hareketi için bulunan hedef yer değiştirme 0,11693 m olarak bulunmuştur. Sabit Tek Modlu İtme yöntemi gereğince adım adım itme uyguladığımız yapıımızda elde edilen hedef yer değiştirme değerine 52. adımda ulaşılmıştır. Bu nedenle Y yönü deprem doğrultusu ve DD-1 deprem yer hareketi için 52. adımda elemanların performanslarının değerlendirilmesi gerekir. Kirişlerin ve kolonların performansları belirlendikten sonra ilgili koşullar altında yapının performansı elde edilir.

Mevcut okul binasındaki tüm kirişlerin performansları belirlendikten sonra yapının performansını belirlemek için gerekli olan kirişlerin performans bölgelerindeki sayısı ve yüzdesi Şekil 4.33'te grafiksel olarak gösterilmiştir. Depremde en çok etkilenen kat olan zemin kat kirişlerinin 44'ü sınırlı hasar bölgesinde kalırken 30'u belirgin hasar bölgesine geçmiştir. Buna karşın 2. kat kirişlerinin 70'i sınırlı hasar bölgesinde kalırken 4'ü belirgin hasar bölgesindedir.

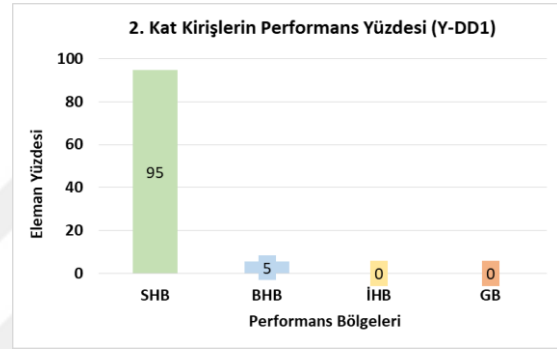
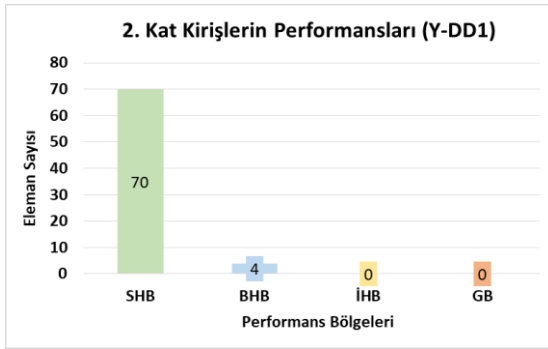


(a)

Şekil 4.33. (a) Zemin Kat, (b) 1. Kat ve (c) 2. Kat Performans Bölgelerindeki Sayısı ve Yüzdesi (Y-DD1)



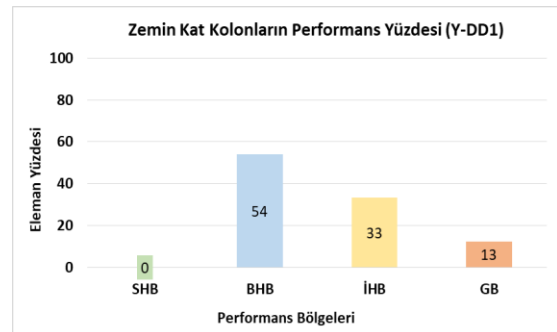
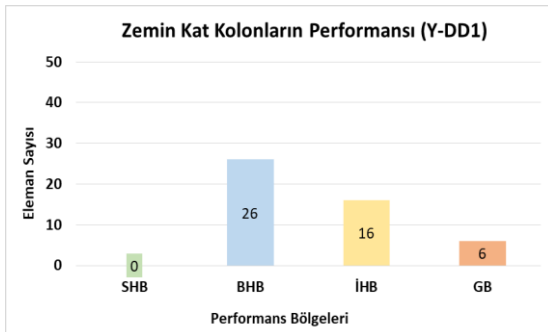
(b)



(c)

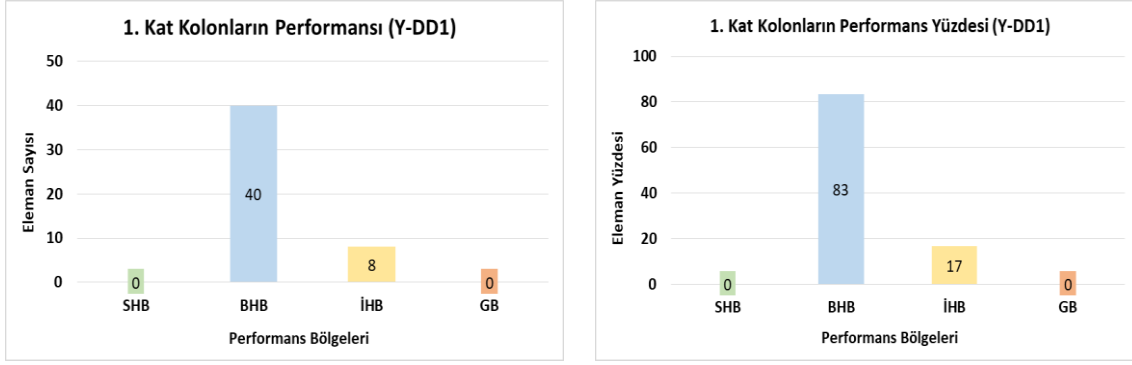
Şekil 4.33. (Devam) (a) Zemin Kat, (b) 1. Kat ve (c) 2. Kat Performans Bölgelerindeki Sayısı ve Yüzdesi (Y-DD1)

Mevcut okul binasındaki tüm kolonların performansları belirlendikten sonra yapının performansını belirlemek için gerekli olan kolonların performans bölgelerindeki sayısı ve yüzdesi Şekil 4.34'te grafiksel olarak gösterilmiştir. Depremde en çok etkilenen zemin kat kolonlarının 26'sı belirgin hasar, 16'sı ileri hasar bölgesinde kalırken 6'sı göçme bölgesine geçmiştir. Buna karşın 2. kat kolonlarının tamamı belirgin hasar bölgesindedir.

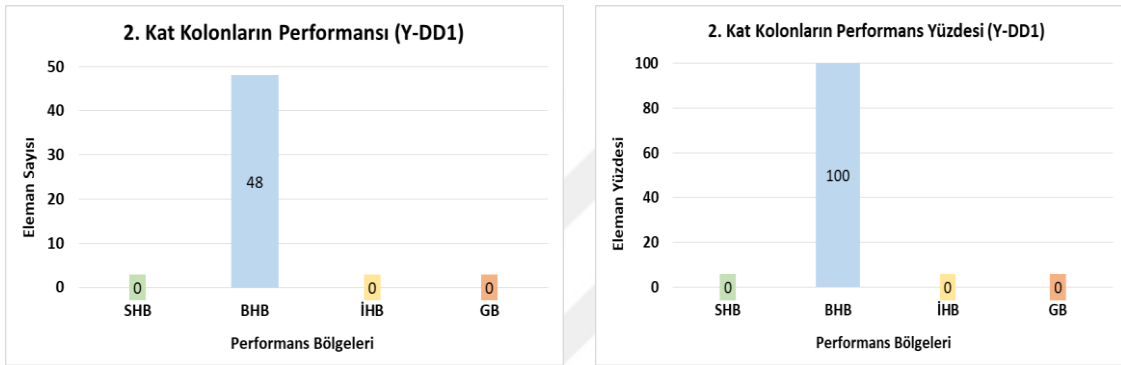


(a)

Şekil 4.34. (a) Zemin Kat, (b) 1. Kat ve (c) 2. Kat Kolonların Performans Bölgelerindeki Sayısı ve Yüzdesi (Y-DD1)



(b)

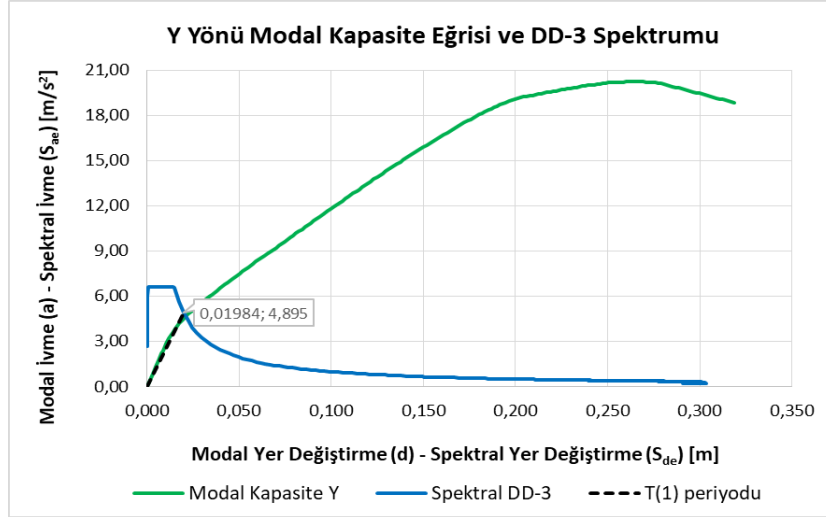


(c)

Şekil 4.34. (Devam) (a) Zemin Kat, (b) 1. Kat ve (c) 2. Kat Kolonların Performans Bölgelerindeki Sayısı ve Yüzdesi (Y-DD1)

Deprem Doğrultusu Y Yönü Olan ve DD-3 Yer Hareketi Düzeyindeki Deprem İçin Betonarme Elemanların Performanslarının Elde Edilmesi: Hedef yer değiştirme değerinin bulunabilmesi için yukarıda verilen bağıntılar ve oluşturulan eğriler kullanılır.

Şekil 4.24’de gösterilen DD-3 elastik tasarım spektrumundan elde edilen  $T_B$  değeri 0,300 olarak elde edilmiştir. Y yönü deprem doğrultusu için taşıyıcı sistemin birinci doğal titreşim periyodu  $T_1^{(Y)}$  değeri 0,37564 bulunmuştur. Denklem (4.17)’deki koşulda gösterildiği gibi  $T_1^{(Y)}$  değeri  $T_B$  değerinden büyük olduğundan  $C_R = 1$  olarak alınmış ve  $S_{di}(T_1)$  değerinin,  $S_{de}(T_1)$  değerine eşit olduğu görülmüştür. Daha önceki bölümlerde nasıl elde edildiği anlatılan Y yönü deprem doğrultusu için modal kapasite eğrisi ve DD-3 Spektral yer değiştirme-ivme eğrisi Şekil 4.35’teki gibi aynı grafik üzerinde gösterilmiştir. Grafikten  $S_{de}(T_1)$  yaklaşık değerinin 0,01984 m olduğu tespit edilmiştir.

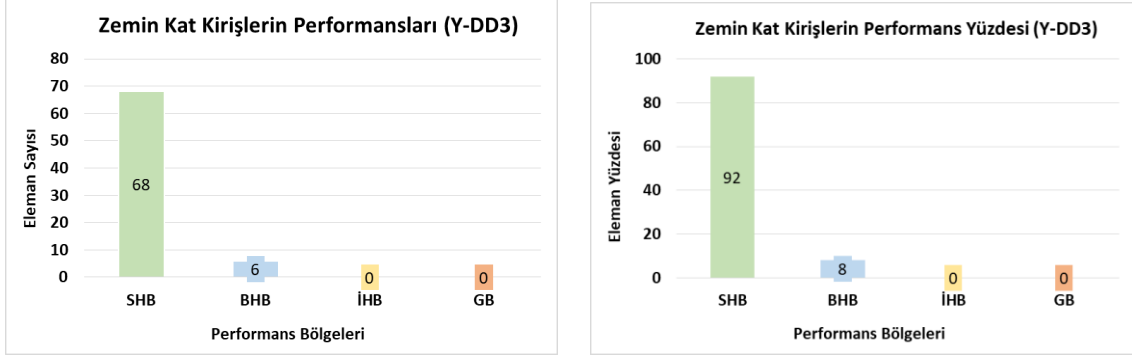


Şekil 4.35. Y yönü için modal kapasite eğrisi ve DD-3 Spektrumu

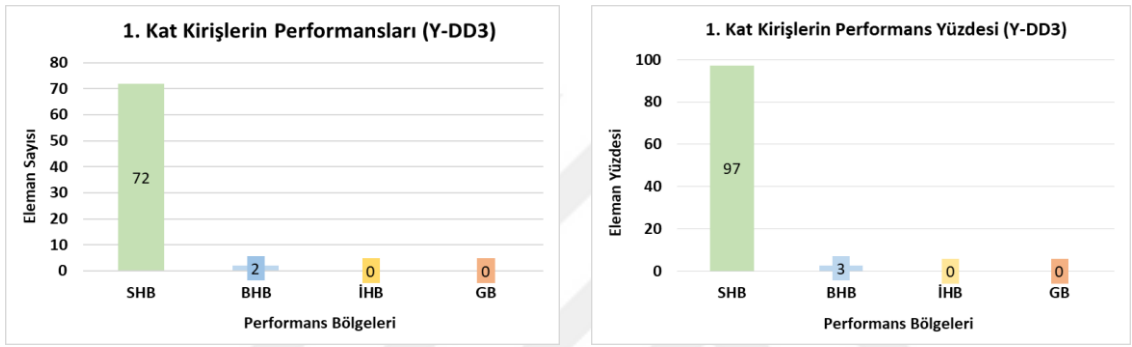
$S_{di}(T_1)$  değerinin  $d_{1,max}^{(Y)}$  değerine eşit olduğu Denklem (4.15)'de verilmiştir. Daha önce  $d_{1,max}^{(Y)}$  değeri, modal kapasite değeri olarak tanımlandığı için modal kapasite değeri 0,01984 m olarak belirlenmiştir. Elemanların mevcut durumlarının tespit edilmesinde kullanılacak hedef yer değiştirme miktarı ise modal yer değiştirme değerinden TBDY 2018'de verilen ve daha önce Denklem (4.12) olarak gösterilen bağıntı kullanılarak elde edilmiştir.

Y yönü deprem doğrultusu ve DD-1 deprem yer hareketi için bulunan hedef yer değiştirme 0,02446 m olarak bulunmuştur. Sabit Tek Modlu İtme yöntemi gereğince adım adım itme uyguladığımız yapıımızda elde edilen hedef yer değiştirme değerine 13. adımda ulaşılmıştır. Bu nedenle Y yönü deprem doğrultusu ve DD-3 deprem yer hareketi için 13. adımda elemanların performanslarının değerlendirilmesi gerekir. Kirişlerin ve kolonların performansları belirlendikten sonra ilgili koşullar altında yapının performansı elde edilir.

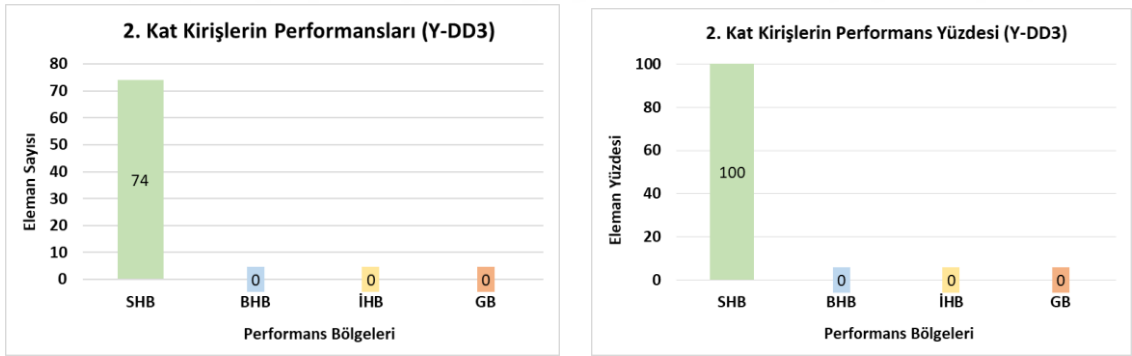
Mevcut okul binasındaki tüm kirişlerin performansları belirlendikten sonra yapının performansını belirlemek için gerekli olan kirişlerin performans bölgelerindeki sayısı ve yüzdesi Şekil 4.36'da grafiksel olarak gösterilmiştir. Depremde en çok etkilenen kat olan zemin kat kirişlerinin 68'i sınırlı hasar bölgesinde kalırken 6'sı belirgin hasar bölgesine geçmiştir. Buna karşın 2. kat kirişlerinin tamamı sınırlı hasar bölgesindedir.



(a)



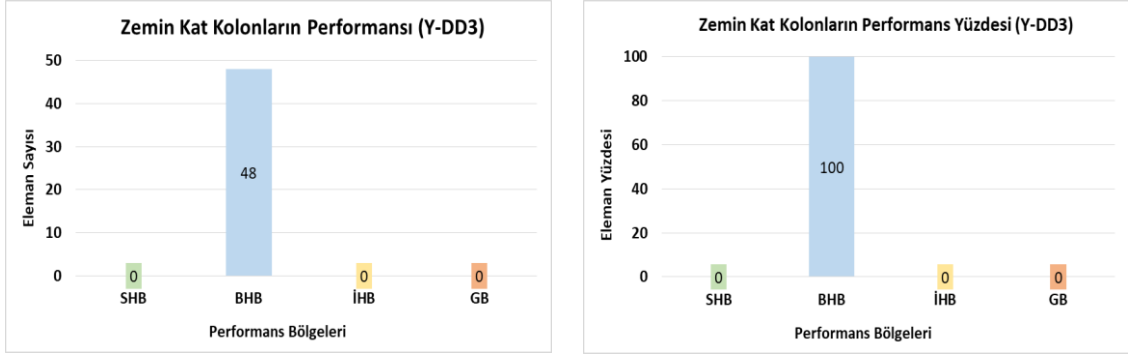
(b)



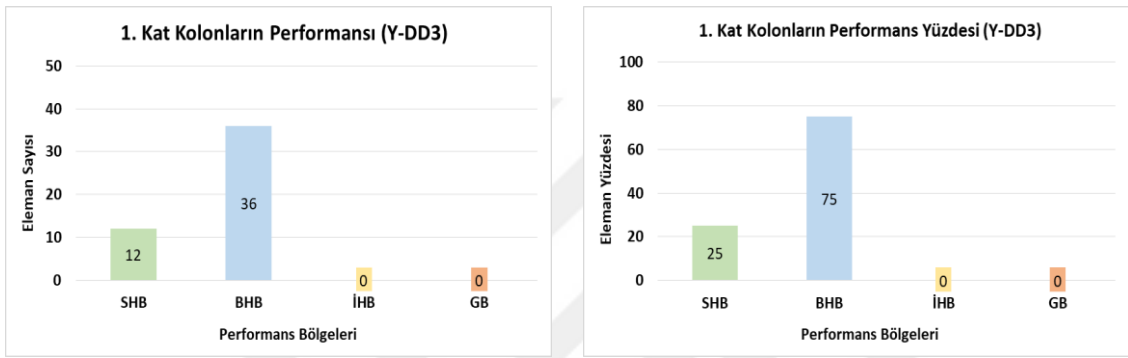
(c)

Şekil 4.36. (a) Zemin Kat, (b) 1. Kat ve (c) 2. Kat Kirişlerin Performans Bölgelerindeki Sayısı ve Yüzdesi (Y-DD3)

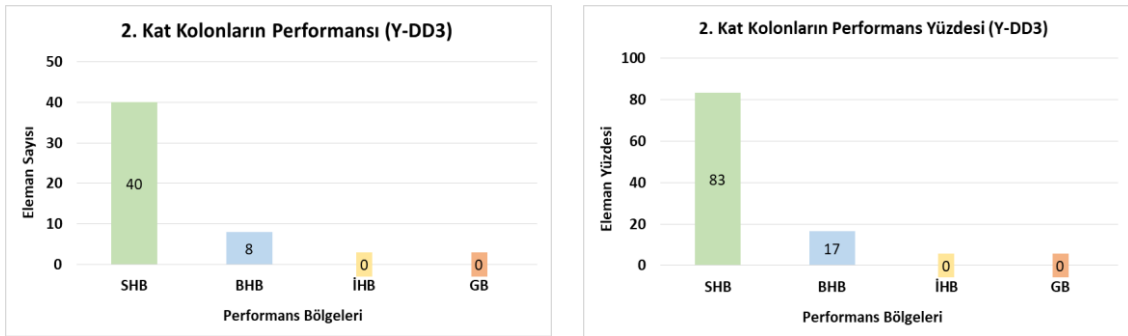
Mevcut okul binasındaki tüm kolonların performansları belirlendikten sonra yapının performansını belirlemek için gerekli olan kolonların performans bölgelerindeki sayısı ve yüzdesi Şekil 4.37’de grafiksel olarak gösterilmiştir. Depremde en çok etkilenen kat olan zemin kat kolonlarının tamamı belirgin hasar bölgesine geçmiştir. Buna karşın 2. kat kolonlarının 40’ı sınırlı hasar bölgesindeyken 8’i belirgin hasar bölgesindedir.



(a)



(b)



(c)

Şekil 4.37. (a) Zemin Kat, (b) 1. Kat ve (c) 2. Kat Kolonların Performans Bölgelerindeki Sayısı ve Yüzdesi (Y-DD3)

#### 4.3.4. Mevcut Okul Binasının Performansının Belirlenmesi

Mevcut okul binasındaki tüm taşıyıcı elemanların performanslarının Sınırlı Hasar Bölgesi'nde (SHB), Belirli Hasar Bölgesi'nde (BHB), İleri Hasar Bölgesi'nde (İHB) ve Göçme Bölgesi (GB) olduğu yüzdesel olarak bulunduktan sonra yapının performansı, TBDY 2018'de ve daha önce Bölüm 2.6'da verilen koşullara göre belirlenir. Her iki

deprem doğrultusu olan X ile Y yönünde DD-1 ve DD-3 yer hareketi düzeylerindeki depremler için mevcut okul binasının performansı ayrı ayrı belirlenmiştir.

Deprem Doğrultusu X Yönü ve DD-1 Deprem Yer Hareketi Düzeyi: Kirişler için ilgili şartlar altında en çok etkilenen kat olan zemin kat kirişleri dikkate alınmıştır. Şekil 4.27’de zemin kat kirişlerinin %74’ü SHB’de, %26’sı BHB’de olduğu görülmüştür. Bu nedenle kirişlerin en fazla %20’si BHB’ne geçebilir koşulu sağlanamadığı Sınırlı Hasar Performans Düzeyi aşılmıştır. Kirişlerin hiçbirisi İHB’ne geçmediği için kirişlerin en fazla %35’i İHB’ne geçebilir koşulu sağlanmıştır. Sonuç olarak kirişlere göre mevcut yapının performansı Kontrollü Hasar Performans Düzeyi olarak belirlenmiştir. Kolonlar için ilgili şartlar altında en çok etkilenen kat olan zemin kat kolonları dikkate alınmıştır. Şekil 4.28’de zemin kat kolonlarının %69’u İHB’de, %31’i ise GB’de olduğu görülmüştür. Mevcut yapıda SHB dışında taşıyıcı eleman olduğu için Sınırlı Hasar Performans Düzeyi aşılmıştır. İHB’deki kolonların, ilgili kattaki tüm kolonlar tarafından taşınan keme kuvvetine toplam katkısı %81 olarak bulunmuş ve yönetmelikte verilen %20 koşulu geçilmiştir. Bu nedenle Kontrollü Hasar Performans Düzeyi de aşılmıştır. Mevcut yapıımızda kolonların tümü İHB’de ve GB’de olduğundan taşıyıcı elemanların tümü SHB’de, BHB’de veya İHB’de olması gerekir koşulu sağlanamamıştır. Bu yüzden Göçmenin Önlenmesi Performans Düzeyi de aşılmıştır. Sonuç olarak kolonlara göre mevcut yapının performansı Göçme Durumu olarak belirlenmiştir.

Doğrultusu X yönü olan ve DD-1 yer hareketi düzeyindeki deprem için mevcut okul binasının deprem performansının en olumsuz durum dikkate alınarak Göçme Durumuna ulaştığı belirlenir.

Deprem Doğrultusu X Yönü ve DD-3 Deprem Yer Hareketi Düzeyi: Kirişler için ilgili şartlar altında en çok etkilenen kat olan zemin kat kirişleri dikkate alınmıştır. Zemin kat kirişlerinin Şekil 4.30’da görüldüğü gibi %97’si SHB’de, %3’ü BHB’de olduğu görülmüştür. Bu nedenle kirişlerin en fazla %20’si BHB’ye geçebilir koşulu sağlandığı için Sınırlı Hasar Performans Düzeyi aşılmamıştır. Sonuç olarak kirişlere göre yapının performansı Sınırlı Hasar Performans Düzeyi olarak belirlenmiştir. Kolonlar için aynı şartlar altında en çok etkilenen kat olan zemin kat kolonları dikkate alınmıştır. Şekil 4.31’de zemin kat kolonlarının %100’ü BHB’de olduğu görülmüştür. Mevcut yapıda SHB dışında taşıyıcı eleman olduğu için Sınırlı Hasar Performans Düzeyi aşılmıştır.

İHB’de kolon olmadığı için Kontrollü Hasar Performans Düzeyi aşılmamıştır. Sonuç olarak kolonlara göre yapının performansı Kontrollü Hasar Performans Düzeyi olarak belirlenir.

Doğrultusu X yönü olan ve DD-3 yer hareketi düzeyindeki deprem için mevcut okul binasının deprem performansının en olumsuz durum dikkate alınarak Kontrollü Hasar Performans Düzeyi olduğu belirlenir.

Deprem Doğrultusu Y Yönü ve DD-1 Deprem Yer Hareketi Düzeyi: Kirişler için ilgili şartlar altında en çok etkilenen kat olan zemin kat kirişleri dikkate alınmıştır. Şekil 4.33’te zemin kat kirişlerinin %59’u SHB’de, %41’i BHB’de olduğu görülmüştür. Bu nedenle kirişlerin en fazla %20’si BHB’ne geçebilir koşulu sağlanamadığı Sınırlı Hasar Performans Düzeyi aşılmıştır. Kirişlerin hiçbirisi İHB’ne geçmediği için kirişlerin en fazla %35’i İHB’ne geçebilir koşulu sağlanmıştır. Sonuç olarak kirişlere göre mevcut yapının performansı Kontrollü Hasar Performans Düzeyi olarak belirlenmiştir. Kolonlar için aynı şartlar altında en çok etkilenen kat olan zemin kat kolonları dikkate alınmıştır. Şekil 4.34’te zemin kat kolonlarının %54’ü, BHB’de, %33’ü İHB’de, %13’ü GB’de olduğu görülmüştür. Mevcut yapıda SHB dışında taşıyıcı eleman olduğu için Sınırlı Hasar Performans Düzeyi aşılmıştır. İHB’deki kolonların, ilgili kattaki tüm kolonlar tarafından taşınan keme kuvvetine toplam katkısı %17 olarak ve bulunmuş yönetmelikte verilen %20 koşulu geçilmemiştir. Ancak GB’de taşıyıcı eleman bulunduğu için Kontrollü Hasar Performans Düzeyi de aşılmıştır. Mevcut yapıımızda kolonların tümü BHB’de, İHB’de ve GB’de olduğundan taşıyıcı elemanların tümü SHB’de, BHB’de veya İHB’de olması gerekir koşulu sağlanamamıştır. Bu yüzden Göçmenin Önlenmesi Performans Düzeyi de aşılmıştır. Sonuç olarak kolonlara göre mevcut yapının performansı Göçme Durumu olarak belirlenmiştir.

Doğrultusu Y yönü olan ve DD-1 yer hareketi düzeyindeki deprem için mevcut okul binasının deprem performansının en olumsuz durum dikkate alınarak Göçme Durumuna ulaştığı belirlenir.

Deprem Doğrultusu Y Yönü ve DD-3 Deprem Yer Hareketi Düzeyi: Kirişler için ilgili şartlar altında en çok etkilenen kat olan zemin kat kirişleri dikkate alınmıştır. Zemin kat kirişlerinin Şekil 4.36’da görüldüğü gibi %92’si SHB’de, %8’i BHB’de olduğu

görülmüştür. Bu nedenle kirişlerin en fazla %20'si BHB'ne geçebilir koşulu sağlandığı için Sınırlı Hasar Performans Düzeyi aşılmamıştır. Sonuç olarak kirişlere göre yapının performansı Sınırlı Hasar Performans Düzeyi olarak belirlenmiştir. Kolonlar için aynı şartlar altında en çok etkilenen kat olan zemin kat kolonları dikkate alınmıştır. Şekil 4.37'de zemin kat kolonlarının %100'ü BHB'de olduğu görülmüştür. Mevcut yapıda SHB dışında taşıyıcı eleman olduğu için Sınırlı Hasar Performans Düzeyi aşılmıştır. İHB'de kolon olmadığı için Kontrollü Hasar Performans Düzeyi aşılmamıştır. Sonuç olarak kolonlara göre yapının performansı Kontrollü Hasar Performans Düzeyi olarak belirlenir.

Doğrultusu Y yönü olan ve DD-3 yer hareketi düzeyindeki deprem için mevcut okul binasının deprem performansının en olumsuz durum dikkate alınarak Kontrollü Hasar Performans Düzeyi olduğu belirlenir.

Her iki deprem doğrultusu olan X ve Y yönü için DD-1 ile DD-3 yer hareketi düzeylerindeki depremler karşısında mevcut okul binasının performans seviyeleri tespit edilmiştir. İlgili depremler etkisinde mevcut okul binasının taşıyıcı elemanlarının performans bölgelerindeki sayısı ise Tablo 4.19. ve Tablo 4.20. olarak gösterilmiştir.

Tablo 4.19. Mevcut binanın performans bölgelerindeki toplam kiriş sayısı

| Mevcut Binanın Performans Bölgelerindeki Toplam Kiriş Sayısı |     |     |     |    |
|--------------------------------------------------------------|-----|-----|-----|----|
| Depremler                                                    | SHB | BHB | İHB | GB |
| X - DD1                                                      | 188 | 34  | 0   | 0  |
| X - DD3                                                      | 220 | 2   | 0   | 0  |
| Y - DD1                                                      | 160 | 62  | 0   | 0  |
| Y - DD3                                                      | 214 | 8   | 0   | 0  |

Tablo 4.20. Mevcut binanın performans bölgelerindeki toplam kolon sayısı

| Mevcut Binanın Performans Bölgelerindeki Toplam Kolon Sayısı |     |     |     |    |
|--------------------------------------------------------------|-----|-----|-----|----|
| Depremler                                                    | SHB | BHB | İHB | GB |
| X - DD1                                                      | 8   | 88  | 33  | 15 |
| X - DD3                                                      | 62  | 82  | 0   | 0  |
| Y - DD1                                                      | 0   | 114 | 24  | 6  |
| Y - DD3                                                      | 52  | 92  | 0   | 0  |

Mevcut okul binasının deprem performansının bulunmasında göz önüne alınacak deprem yer hareketi düzeyleri ile bu deprem yer hareketi düzeylerinde okul binası için istenen performans hedefleri TBDY 2018’de verilmiş ve daha önce Tablo 4.6 olarak gösterilmiştir. İlgili tabloya göre mevcut okul binasının performans hedefi, DD-3 deprem yer hareketi düzeyinde Sınırlı Hasar (SH) performans seviyesi ve DD-1 deprem yer hareketi düzeyinde Kontrollü Hasar (KH) performans seviyesi olduğu daha önceden belirlenmiştir.

Her iki deprem doğrultusu olan X ve Y yönü için DD-1 ile DD-3 yer hareketi düzeylerindeki depremler karşısında mevcut okul binasının performansları, daha önceden belirlenen performans hedeflerinin altında kalmıştır. Bu durum binanın güçlendirmeye tabii tutularak her iki yönde ilgili yer hareketi düzeyleri için performans hedeflerine ulaşılmasını gerekli kılmıştır.

## **5. MEVCUT BETONARME OKUL BİNASININ İKİ FARKLI YÖNTEMLE GÜÇLENDİRİLMESİ**

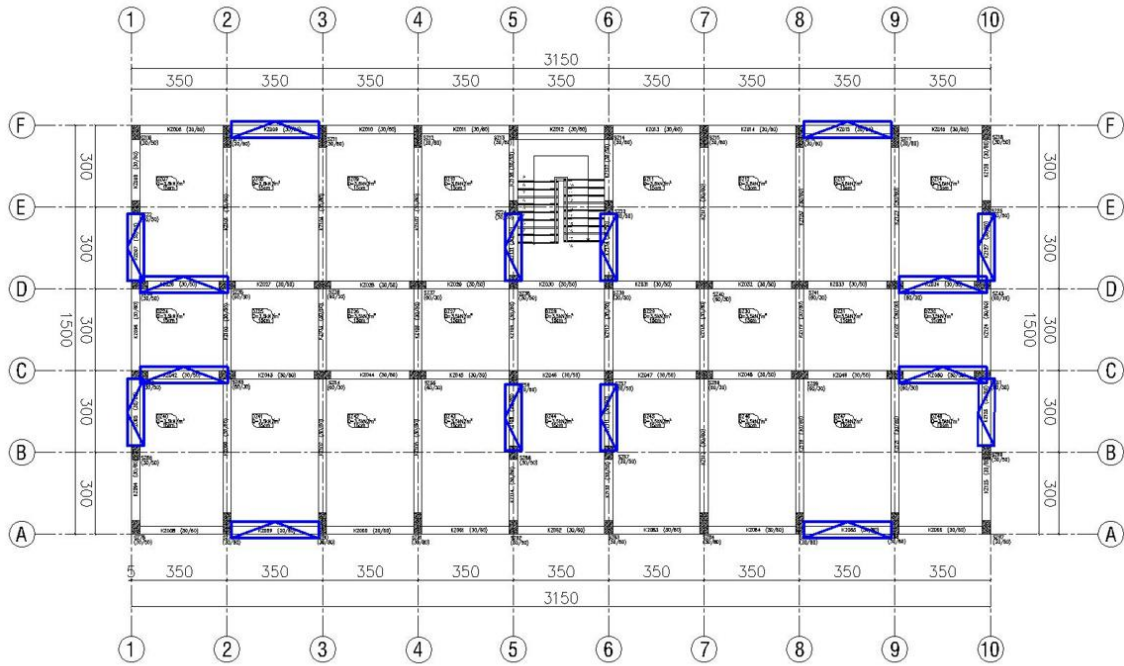
Çalışma kapsamında incelenen mevcut betonarme okul binasının TBDY 2018’de belirtilen esas ve koşullara göre ilgili depremler karşısındaki performansı, doğrusal olmayan hesap yöntemi kullanılarak önceki bölümde belirlenmiştir. Binanın analiz sonuçlarında tasarım esaslarında dikkate alınan depremler için hedeflenen performans seviyelerine ulaşmadığı, DD-1 yer hareketi düzeyinde Kontrollü Hasar (KH) performans seviyesini sağlaması gerekirken Göçme durumuna ulaştığı, DD-3 yer hareketi düzeyinde Sınırlı Hasar (SH) performans düzeyini sağlaması gerekirken ise Kontrollü Hasar Performans düzeyinde kaldığı belirlenmiştir. Bu sebeple binanın hedef performans seviyesine ulaşabilmesi için güçlendirilme uygulamasının zorunlu olduğu değerlendirilmiştir. Çalışmanın bu bölümünde mevcut okul binasına uygulanan farklı güçlendirme yöntemlerinin hedef performans seviyesine etkisi incelenecektir.

Mevcut yapılara uygulanabilecek güçlendirme yöntemlerinden sistem düzeyinde güçlendirme ile mevcut yapıda iç kuvvetleri dağılımının sürekliliği sağlanır. Bununla birlikte taşıyıcı sisteminin dayanım ve rijitliği artırılır. Dolayısıyla mevcut binanın performansı da iyileştirilmiş olur. Sistem düzeyinde uygulanacak güçlendirme yöntemi seçiminde yöntemin mevcut yapıya deprem güvenliği için katkı sağlaması, ekonomik olması ve uygulanabilecek olması gibi koşullar dikkate alınır. Mevcut betonarme okul binasının güçlendirilmesinde betonarme taşıyıcı sistemlerin çelik çaprazlarla güçlendirilmesi ve betonarme taşıyıcı sistemlerin yerinde dökme betonarme perdelerle güçlendirilmesi yöntemleri ayrı ayrı uygulanarak binanın hedeflenen performans seviyesine ulaşması amaçlanmıştır.

### **5.1. Betonarme Taşıyıcı Sistemlerin Çelik Çaprazlarla güçlendirilmesi**

Mevcut okul binanın taşıyıcı sistemine her iki doğrultuda farklı açıklıklara yeterli sayıda çelik çapraz profil eklenerek yatay deprem etkilerinin mevcut taşıyıcı elemanlar ve güçlendirme amaçlı yeni eklenen düşey çelik çapraz profiller tarafından karşılanması sağlanır. Güçlendirilmiş binanın TBDY-2018’e göre DD-3 deprem yer hareketi düzeyi için Sınırlı Hasar (SH) performans seviyesini ve DD-1 deprem yer hareketi düzeyi için Kontrollü Hasar (KH) performans seviyesini sağlaması beklenmektedir.

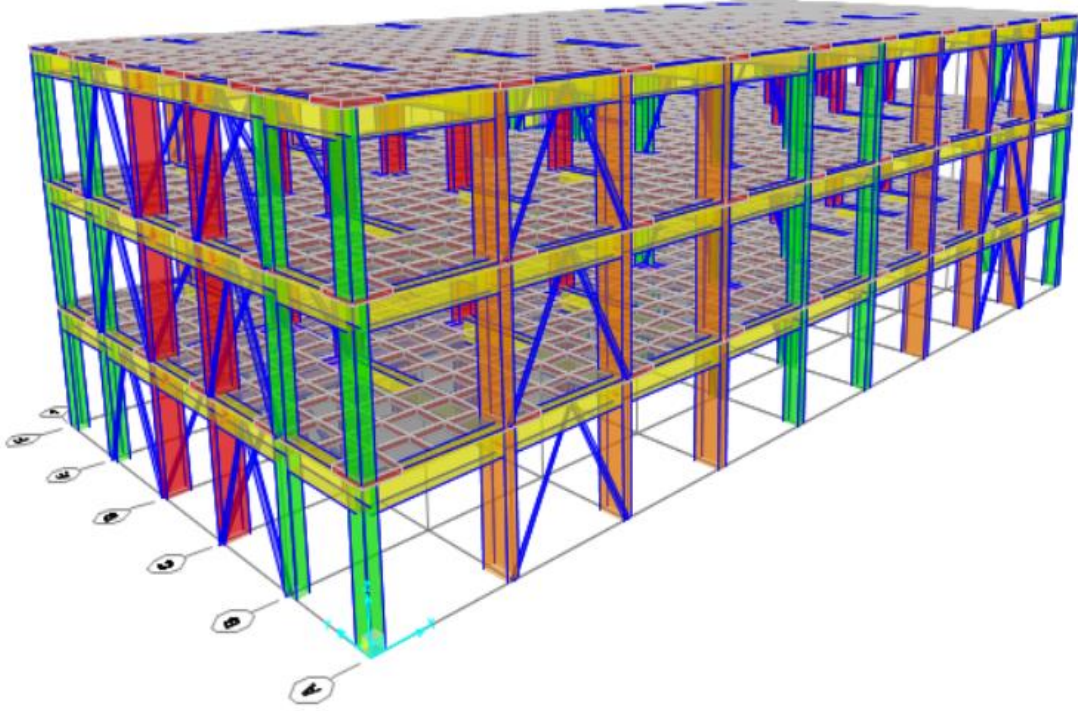
Çelik çaprazlar bina yüksekliği boyunca tüm katlarda Şekil 5.1’de verilen kalıp planında gösterilen yerlere eklenmiştir. Kalıp planında görüldüğü gibi bir katta toplam 16 adet çelik çapraz kullanılmıştır. Kullanılan çelik çaprazlar için L100/10 profili tercih edilmiş malzeme kalitesi ise S355 olarak seçilmiştir.



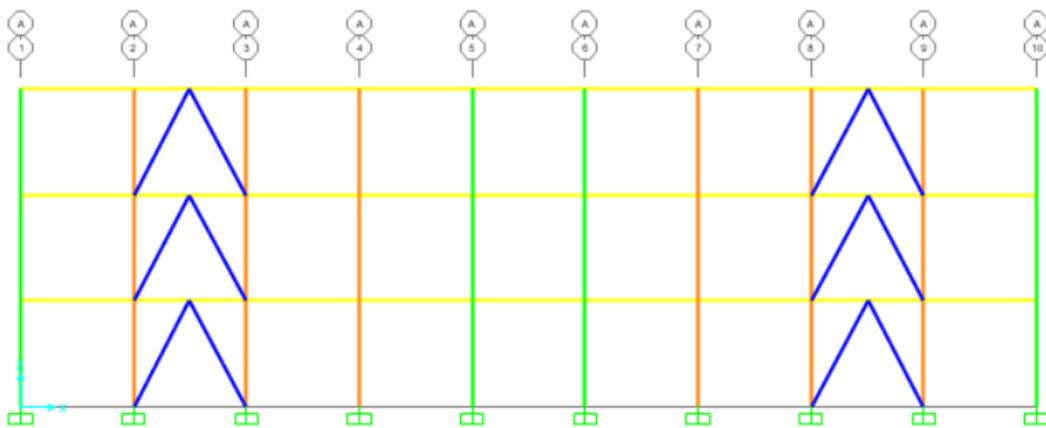
### 5.1.1. Çelik Çaprazlarla Güçlendirilen Yapının Taşıyıcı Sistem Modellemesi

79

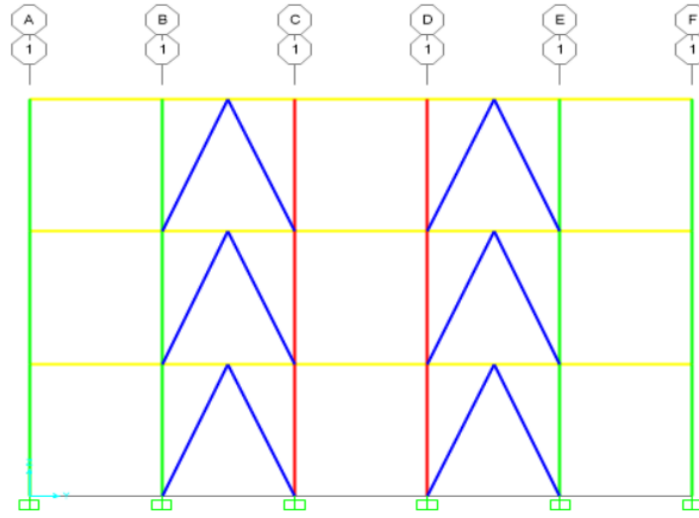
programı kullanılmıştır. Çelik çaprazlarla güçlendirilen binanın üç boyutlu taşıyıcı sistem modeli Şekil 5.2’deki gibi oluşturulmuştur. Okul binasının depreme karşı güçlendirilmesi için kullanılan çelik çapraz L profillerin, bina ön ve yan cephelerindeki konumları sırasıyla Şekil 5.3. ve Şekil 5.4’te gösterilmiştir.



Şekil 5.2. Çelik çaprazlarla güçlendirilen binanın üç boyutlu taşıyıcı sistem modeli



Şekil 5.3. Binanın A aksındaki çelik çaprazlar



Şekil 5.4. Binanın C aksındaki çelik çaprazlar

Çelik çaprazlarla güçlendirilen okul binasının doğrusal olmayan hesap modelinde TBDY 2018’de tanımlanan genel modelleme kuralları ve deprem hesabına dair genel esaslar dikkate alınmıştır. Deprem performansının belirlenebilmesi için doğrusal olmayan hesap yöntemlerinden olan tek modlu itme yönteminin uygulama adımları Bölüm 4’te detaylı olarak açıklanmıştır. Çelik çaprazlarla güçlendirilen okul binasının analiz sonucunda elde edilen dinamik özellikleri Tablo 5.1’de gösterilmektedir.

Tablo 5.1. Çelik çaprazlarla güçlendirilen okul binasının dinamik özellikleri

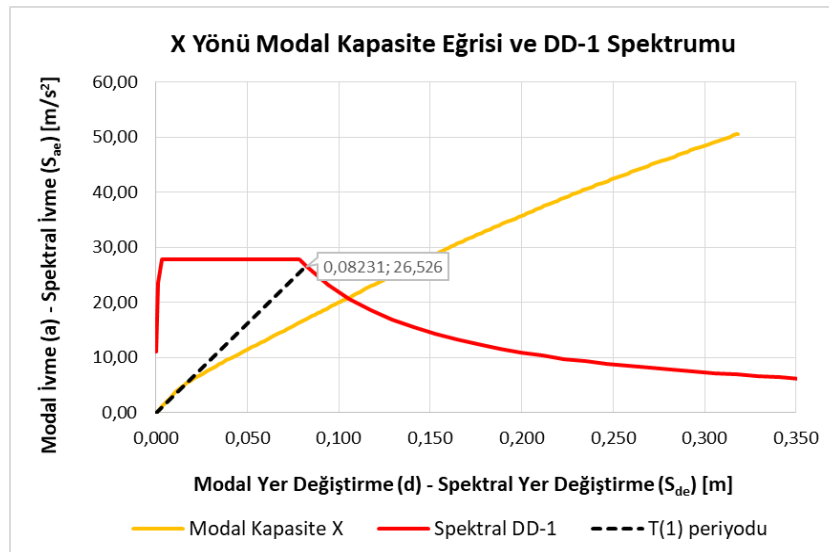
| Mod sayısı | Periyot | Kütle Katılım Oranı-X | Kütle Katılım Oranı-Y | Kütle Katılım Oranı-Z | Kümülatif Kütle Katılım Oranı-X | Kümülatif Kütle Katılım Oranı-Y | Kümülatif Kütle Katılım Oranı-Z |
|------------|---------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| 1          | 0,33    | 0,91                  | 0,00                  | 0,00                  | 0,91                            | 0,00                            | 0,00                            |
| 2          | 0,33    | 0,00                  | 0,89                  | 0,00                  | 0,91                            | 0,89                            | 0,00                            |
| 3          | 0,30    | 0,00                  | 0,00                  | 0,00                  | 0,91                            | 0,89                            | 0,00                            |
| 4          | 0,11    | 0,08                  | 0,00                  | 0,00                  | 0,99                            | 0,89                            | 0,00                            |
| 5          | 0,11    | 0,00                  | 0,09                  | 0,00                  | 0,99                            | 0,98                            | 0,00                            |
| 6          | 0,10    | 0,00                  | 0,00                  | 0,00                  | 0,99                            | 0,98                            | 0,00                            |
| 7          | 0,08    | 0,00                  | 0,00                  | 0,00                  | 0,99                            | 0,98                            | 0,00                            |
| 8          | 0,08    | 0,00                  | 0,00                  | 0,00                  | 0,99                            | 0,98                            | 0,00                            |
| 9          | 0,08    | 0,00                  | 0,00                  | 0,00                  | 0,99                            | 0,98                            | 0,00                            |
| 10         | 0,08    | 0,00                  | 0,00                  | 0,32                  | 0,99                            | 0,98                            | 0,32                            |

### 5.1.2. Çelik Çaprazlarla Güçlendirilen Okul Binasında Betonarme Elemanların Performanslarının İncelenmesi

Her iki deprem doğrultusu olan X ve Y yönlerinde DD-1 ve DD-3 yer hareketi düzeylerindeki depremler için betonarme elemanların performanslarına, depremin hedef yer değiştirme talebinin bulunmasıyla ulaşılabilir. Hedef yer değiştirme, depremin modal yer değiştirme talebiyle elde edilir. Modal yer değiştirme, ilgili deprem karşısında modal kapasite eğrisinin temsil ettiği modal tek serbestlik dereceli sistemin maksimum yer değiştirmesi olarak tanımlanır. Modal tek serbestlik dereceli sistemin maksimum yer değiştirmesi, taşıyıcı sistemin 1. Doğal titreşim periyodu  $T_1$  için doğrusal olmayan spektral yer değiştirmesine karşılık gelir.

Spektral yer değiştirmenin bulunabilmesi için her iki deprem doğrultusu olan X ve Y yönü ile DD-1 ve DD-3 deprem yer hareketi düzeylerinde 1. Titreşim moduna ait ve eksenlerinin modal yer değiştirme (d) ve modal ivme (a) olduğu, modal kapasite eğrileri ile eksenlerinin spektral yer değiştirme ( $S_{de}$ ) ve spektral ivme ( $S_{ae}$ ) olduğu, doğrusal deprem spektrumları aynı grafik üzerinde gösterilir.

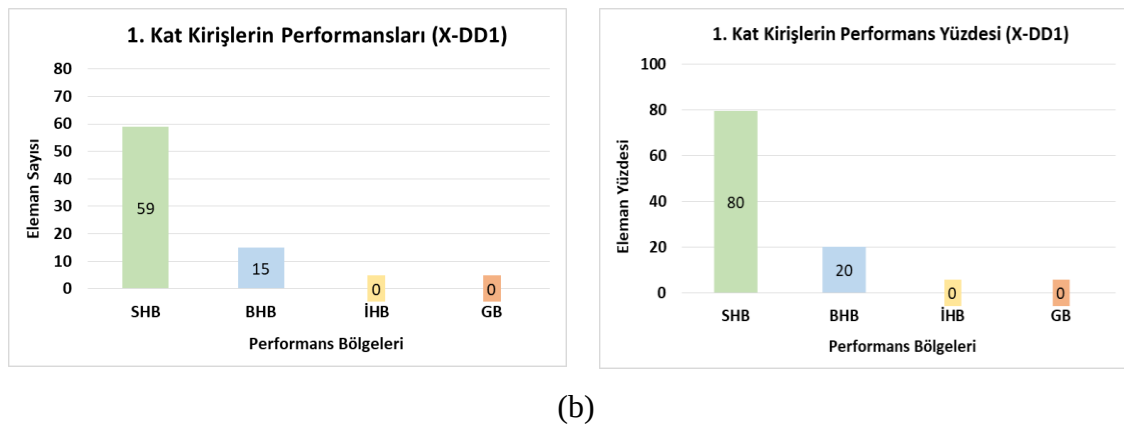
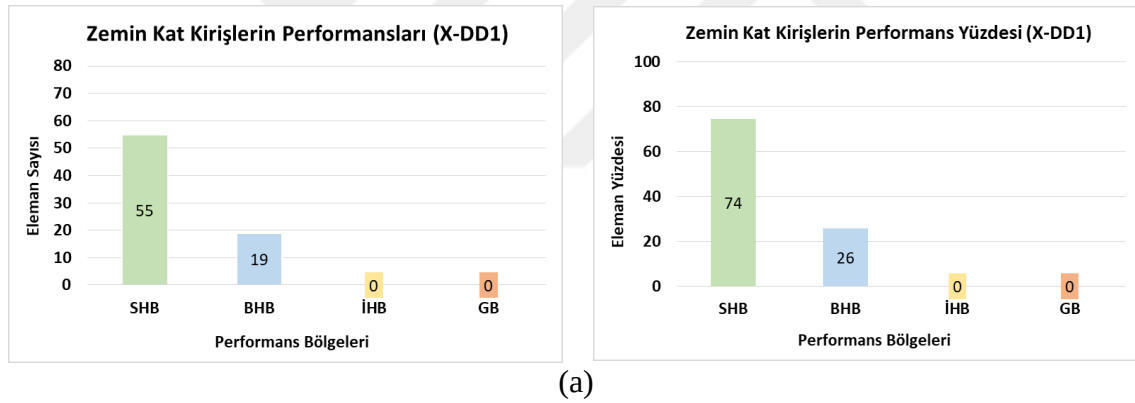
Deprem Doğrultusu X Yönü Olan ve DD-1 Yer Hareketi Düzeyindeki Deprem İçin Betonarme Elemanların Performanslarının Elde Edilmesi: Hedef yer değiştirme değerinin bulunabilmesi için Bölüm 4'te verilen bağıntılar ve eğriler kullanılmıştır.



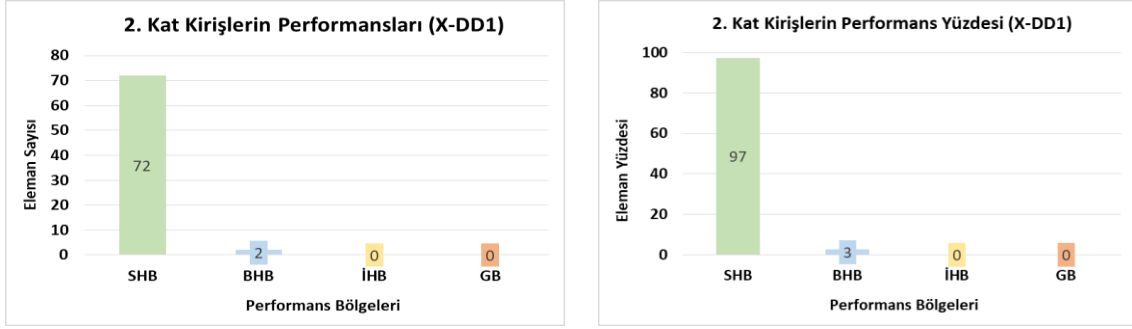
Şekil 5.5. X yönü için modal kapasite eğrisi ve DD-1 Spektrumu

İlgili bağıntılar ve Şekil 5.5. kullanılarak X yönü deprem doğrultusu ve DD-1 deprem yer hareketi için bulunan hedef yer değiştirme 0,10252 m olarak bulunmuştur. Sabit Tek Modlu İtme yöntemi gereğince adım adım itme uyguladığımız yapımızda elde edilen hedef yer değiştirme değerine 39. adımda ulaşılmıştır. Bu nedenle X yönü deprem doğrultusu ve DD-1 deprem yer hareketi için 39. adımda elemanların performanslarının değerlendirilmesi gerekir. Kirişlerin ve kolonların performansları belirlendikten sonra ilgili koşullar altında yapının performansı elde edilir.

Çelik çaprazlarla güçlendirilen okul binasındaki tüm kirişlerin performansları belirlendikten sonra yapının performansını belirlemek için gerekli olan kirişlerin performans bölgelerindeki sayısı ve yüzdesi Şekil 5.6'da grafiksel olarak verilmiştir. Depremde en çok etkilenen kat olan zemin kat kirişlerinin 55'i sınırlı hasar bölgesinde kalırken 19'u belirgin hasar bölgesine geçmiştir. Buna karşın 2. kat kirişlerinin 72'si sınırlı hasar bölgesindeyken 2'si belirgin hasar bölgesindedir.



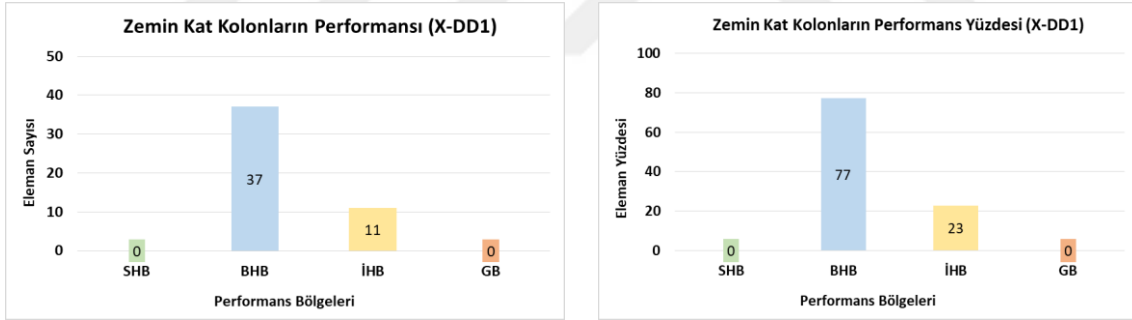
Şekil 5.6. (a) Zemin Kat, (b) 1. Kat ve (c) 2. Kat Kirişlerin Performans Bölgelerindeki Sayısı ve Yüzdesi (X-DD1)



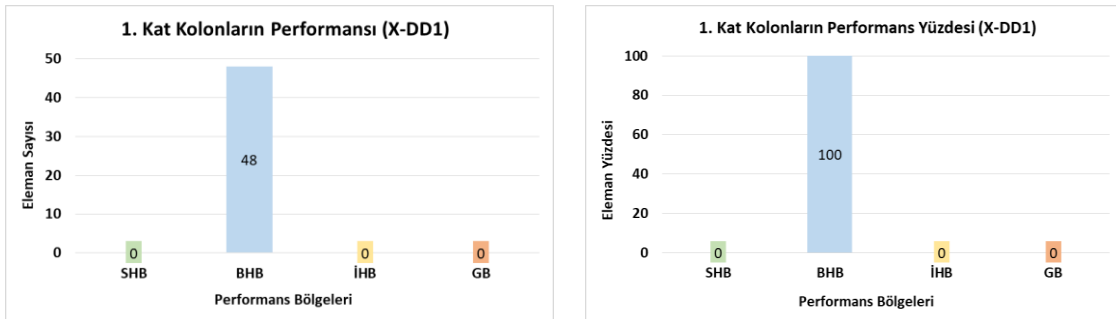
(c)

Şekil 5.6. (Devam) (a) Zemin Kat, (b) 1. Kat ve (c) 2. Kat Kirişlerin Performans Bölgelerindeki Sayısı ve Yüzdesi (X-DD1)

Çelik çaprazlarla güçlendirilen okul binasındaki tüm kolonların performansları belirlendikten sonra yapının performansını belirlemek için gerekli olan kolonların performans bölgelerindeki sayısı ve yüzdesi Şekil 5.7’de grafiksel olarak gösterilmiştir. Depremde en çok etkilenen kat olan zemin kat kolonlarının 37’si belirgin hasar bölgesinde kalırken 11’i ileri hasar bölgesine geçmiştir. Buna karşın 2. kat kolonlarının 2’si sınırlı hasar bölgesindeyken 46’sı belirgin hasar bölgesindedir.

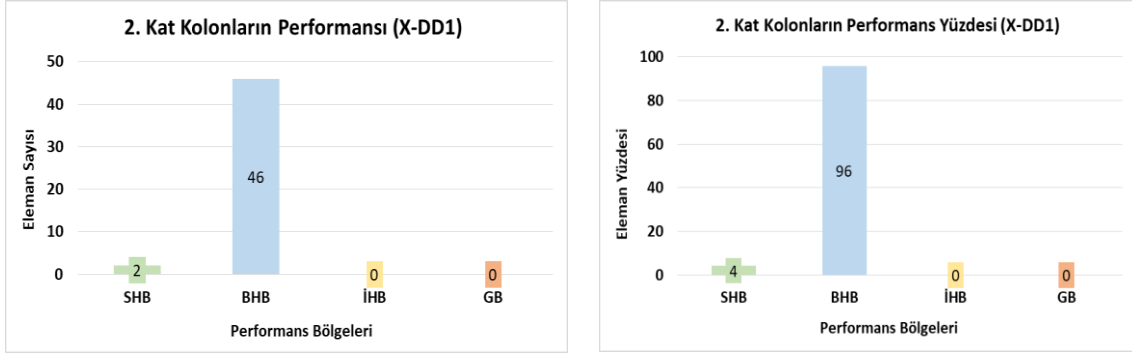


(a)



(b)

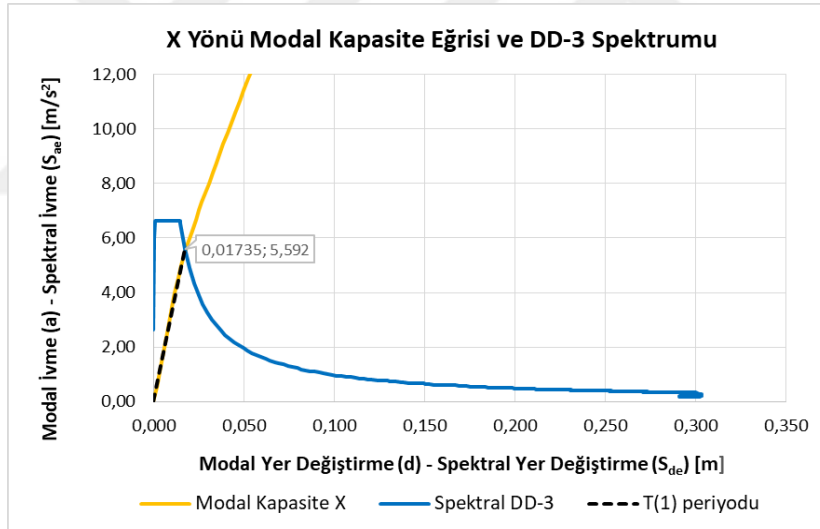
Şekil 5.7. (a) Zemin Kat, (b) 1. Kat ve (c) 2. Kat Kolonların Performans Bölgelerindeki Sayısı ve Yüzdesi (X-DD1)



(c)

Şekil 5.7. (Devam) (a) Zemin Kat, (b) 1. Kat ve (c) 2. Kat Kolonların Performans Bölgelerindeki Sayısı ve Yüzdesi (X-DD1)

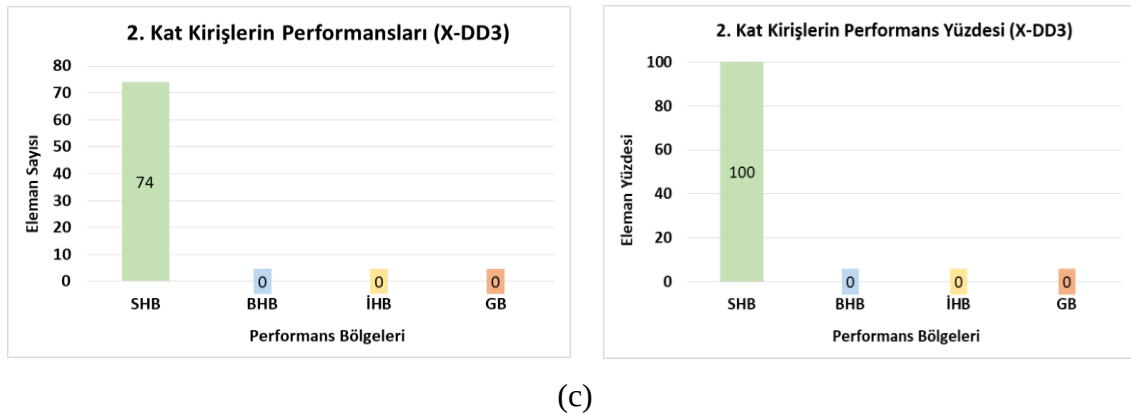
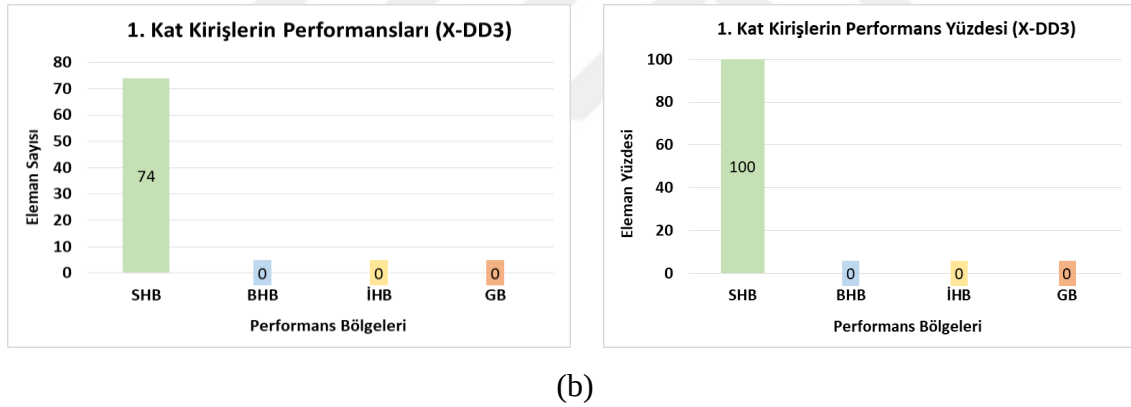
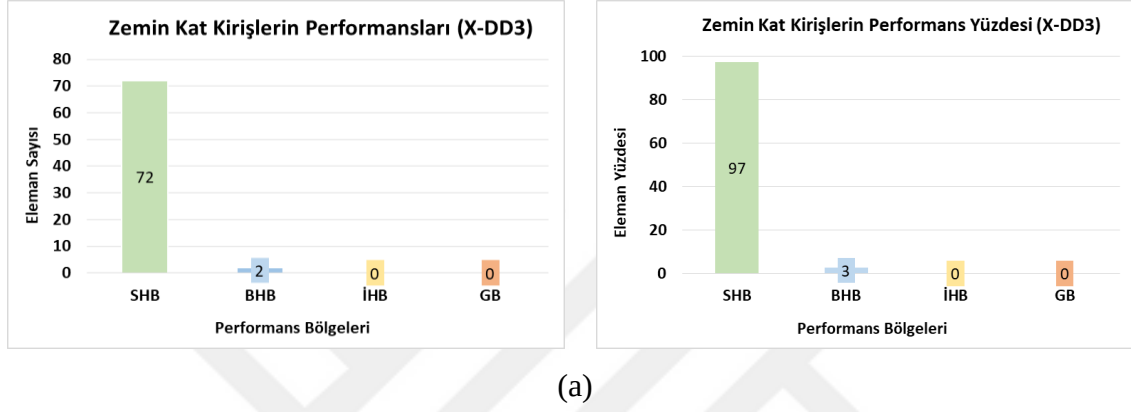
Deprem Doğrultusu X Yönü Olan ve DD-3 Yer Hareketi Düzeyindeki Deprem İçin Betonarme Elemanların Performanslarının Elde Edilmesi: Hedef yer değiştirme değerinin bulunabilmesi için Bölüm 4'te verilen bağıntılar ve eğriler kullanılmıştır.



Şekil 5.8. X yönü için modal kapasite eğrisi ve DD-3 Spektrumu

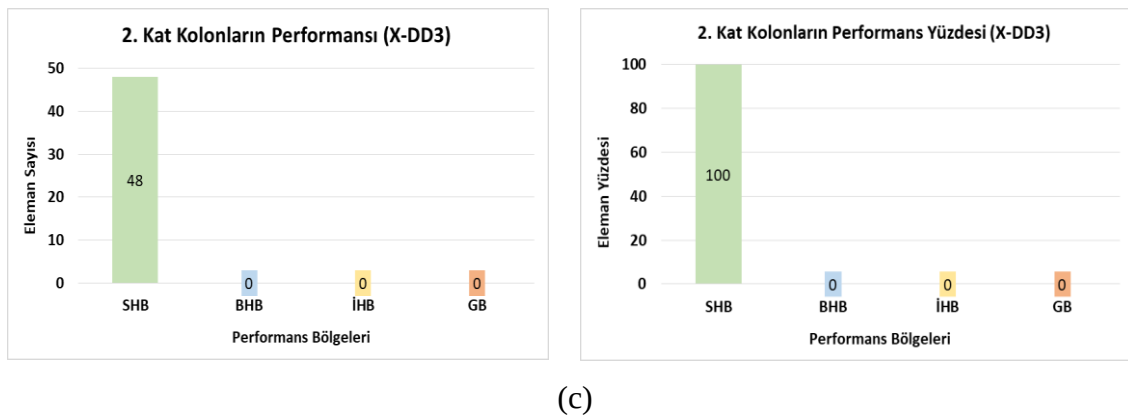
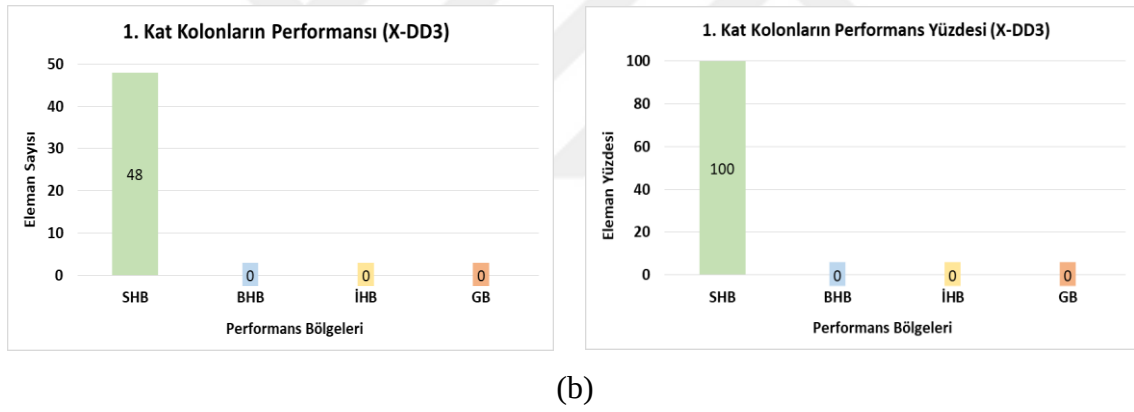
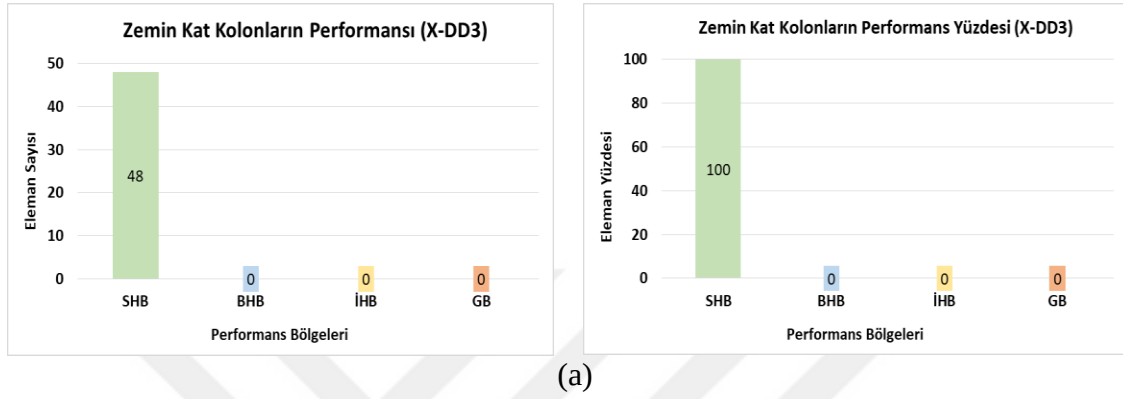
İlgili bağıntılar ve Şekil 5.8. kullanılarak X yönü deprem doğrultusu ve DD-3 deprem yer hareketi için bulunan hedef yer değiştirme 0,02161 m olarak bulunmuştur. Sabit Tek Modlu İtme yöntemi gereğince adım adım itme uyguladığımız yapımda elde edilen hedef yer değiştirme değerine 10. adımda ulaşılmıştır. Bu nedenle X yönü deprem doğrultusu ve DD-1 deprem yer hareketi için 10. adımda elemanların performanslarının değerlendirilmesi gerekir. Kirişlerin ve kolonların performansları belirlendikten sonra ilgili koşullar altında yapının performansı elde edilir.

Çelik çaprazlarla güçlendirilen okul binasındaki tüm kirişlerin performansları belirlendikten sonra yapının performansını belirlemek için gerekli olan kirişlerin performans bölgelerindeki sayısı ve yüzdesi Şekil 5.9’da grafiksel olarak gösterilmiştir. Depremde en çok etkilenen kat olan zemin kat kirişlerinin 72’si sınırlı hasar bölgesinde kalırken 2’si belirgin hasar bölgesine geçmiştir. Buna karşın 2. kat kirişlerinin tamamı sınırlı hasar bölgesindedir.



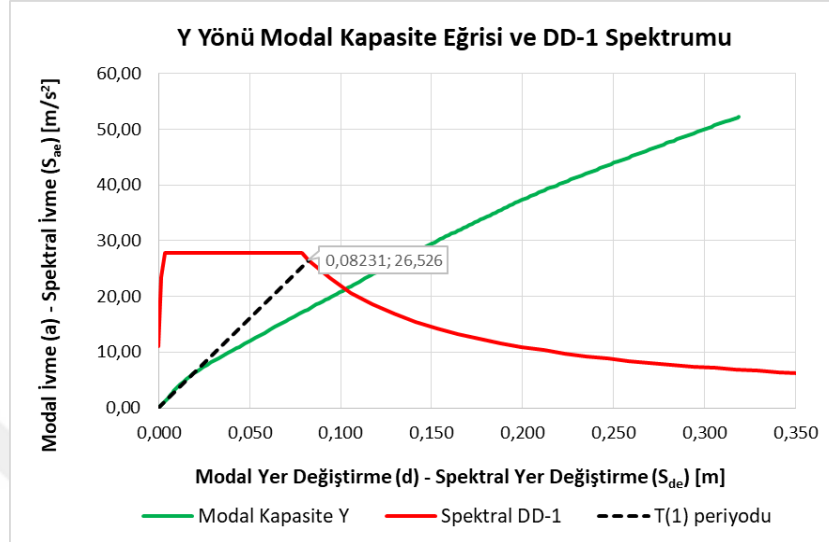
Şekil 5.9. (a) Zemin Kat, (b) 1. Kat ve (c) 2. Kat Kirişlerin Performans Bölgelerindeki Sayısı ve Yüzdesi (X-DD3)

Çelik çaprazlarla güçlendirilen okul binasındaki tüm kolonların performansları belirlendikten sonra yapının performansını belirlemek için gerekli olan kolonların performans bölgelerindeki sayısı ve yüzdesi Şekil 5.10'da grafiksel olarak gösterilmiştir. Depremde en çok etkilenen kat olan zemin kat kolonlarının ve 2. kat kolonlarının tamamı sınırlı hasar bölgesinde kalmıştır.



Şekil 5.10. (a) Zemin Kat, (b) 1. Kat ve (c) 2. Kat Kolonların Performans Bölgelerindeki Sayısı ve Yüzdesi (X-DD3)

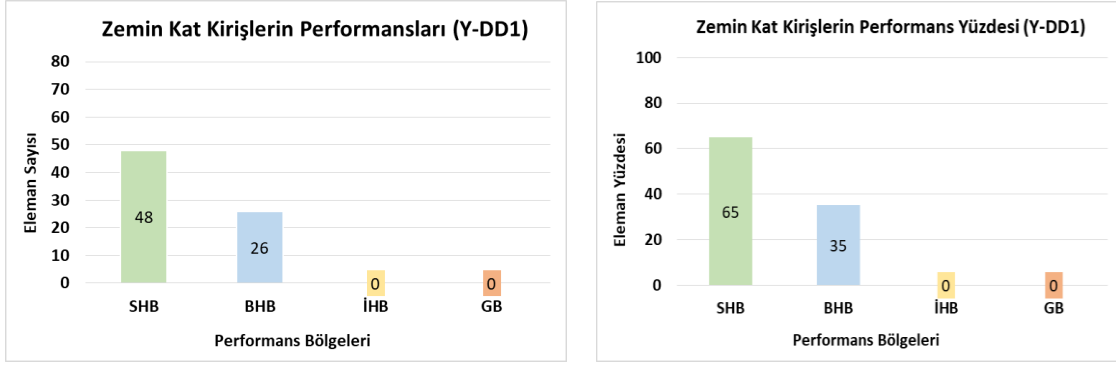
Deprem Doğrultusu Y Yönü Olan ve DD-1 Yer Hareketi Düzeyindeki Deprem İçin Betonarme Elemanların Performanslarının Elde Edilmesi: Hedef yer değiştirme değerinin bulunabilmesi için Bölüm 4’te verilen bağıntılar ve eğriler kullanılmıştır.



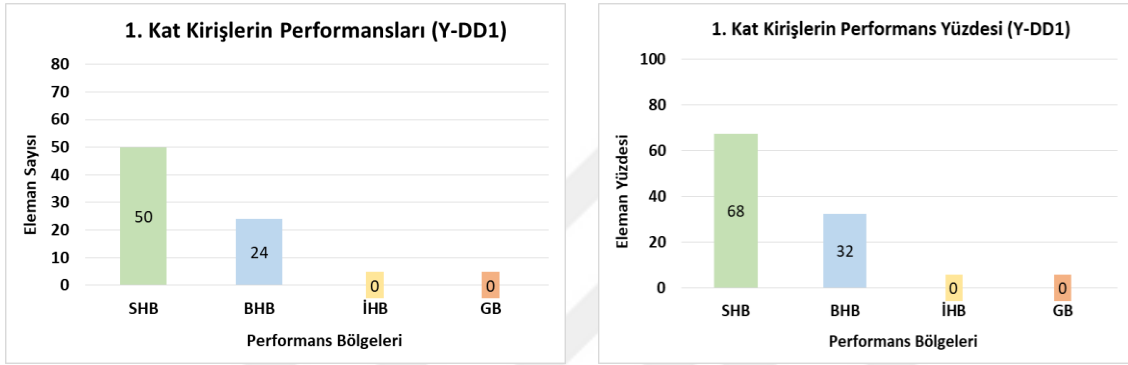
Şekil 5.11. Y yönü için modal kapasite eğrisi ve DD-1 Spektrumu

İlgili bağıntılar v Şekil 5.11. kullanılarak Y yönü deprem doğrultusu ve DD-1 deprem yer hareketi için bulunan hedef yer değiştirme 0,10217 m olarak bulunmuştur. Sabit Tek Modlu İtme yöntemi gereğince adım adım itme uyguladığımız yapımızda elde edilen hedef yer değiştirme değerine 40. adımda ulaşılmıştır. Bu nedenle Y yönü deprem doğrultusu ve DD-1 deprem yer hareketi için 40. adımda elemanların performanslarının değerlendirilmesi gerekir. Kirişlerin ve kolonların performansları belirlendikten sonra ilgili koşullar altında yapının performansı elde edilir.

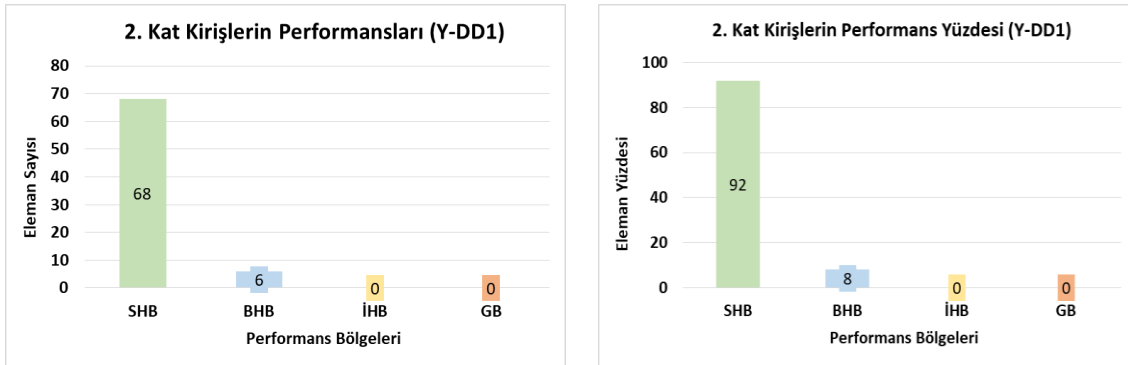
Çelik çaprazlarla güçlendirilen okul binasındaki tüm kirişlerin performansları belirlendikten sonra yapının performansını belirlemek için gerekli olan kirişlerin performans bölgelerindeki sayısı ve yüzdesi Şekil 5.12’de grafiksel olarak gösterilmiştir. Depremde en çok etkilenen kat olan zemin kat kirişlerinin 48’i sınırlı hasar bölgesinde kalırken 26’sı belirgin hasar bölgesine geçmiştir. Buna karşın 2. kat kirişlerinin 68’i sınırlı hasar bölgesindeyken 6’sı belirgin hasar bölgesindedir.



(a)



(b)

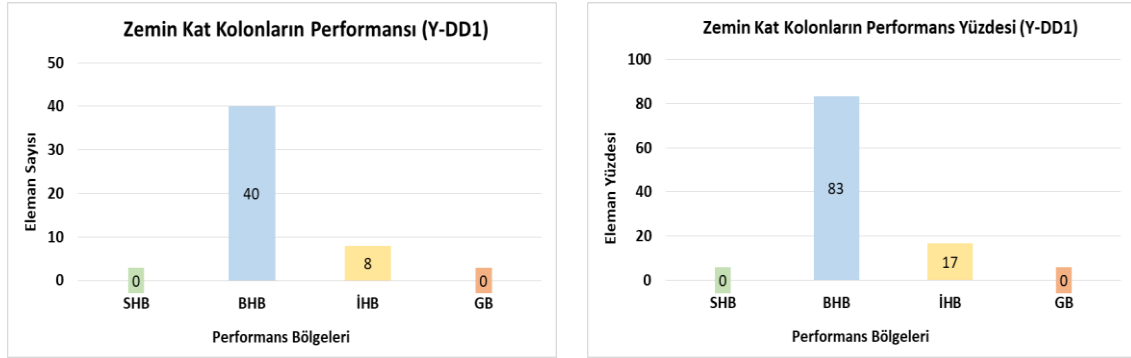


(c)

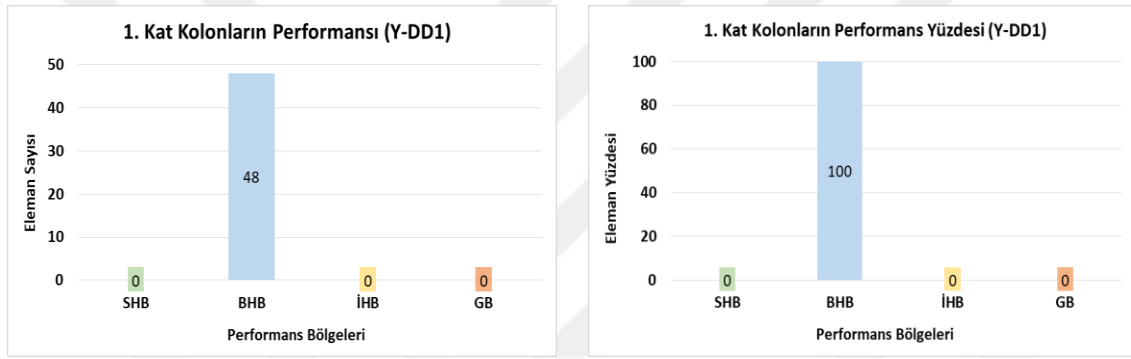
Şekil 5.12. (a) Zemin Kat, (b) 1. Kat ve (c) 2. Kat Kirişlerin Performans Bölgelerindeki Sayısı ve Yüzdesi (Y-DD1)

Çelik çaprazlarla güçlendirilen okul binasındaki tüm kolonların performansları belirlendikten sonra yapının performansını belirlemek için gerekli olan kolonların performans bölgelerindeki sayısı ve yüzdesi Şekil 5.13'te grafiksel olarak gösterilmiştir. Depremde en çok etkilenen kat olan zemin kat kolonlarının 40'ı belirgin hasar bölgesinde

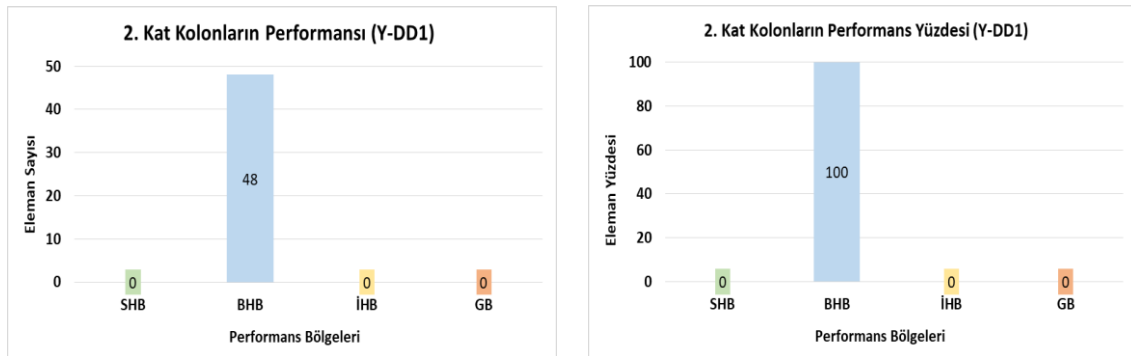
kalırken 8'i ileri hasar bölgesine geçmiştir. Buna karşın 2. kat kolonlarının tamamı belirgin hasar bölgesindedir.



(a)



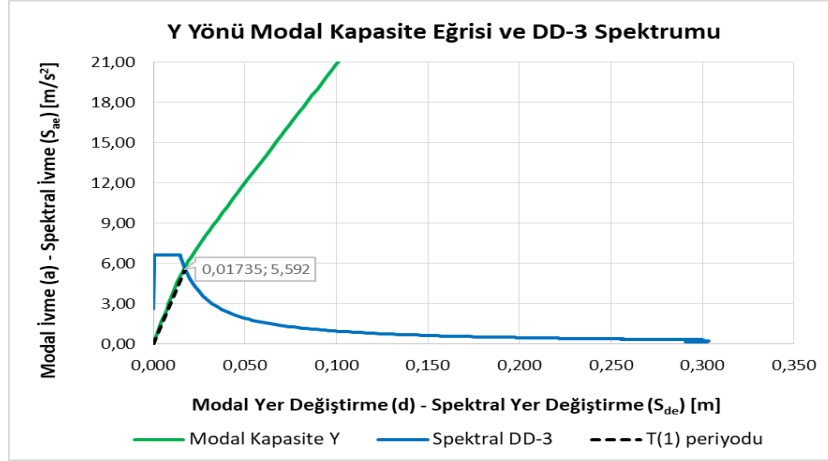
(b)



(c)

Şekil 5.13. (a) Zemin Kat, (b) 1. Kat ve (c) 2. Kat Kolonların Performans Bölgelerindeki Sayısı ve Yüzdesi (Y-DD1)

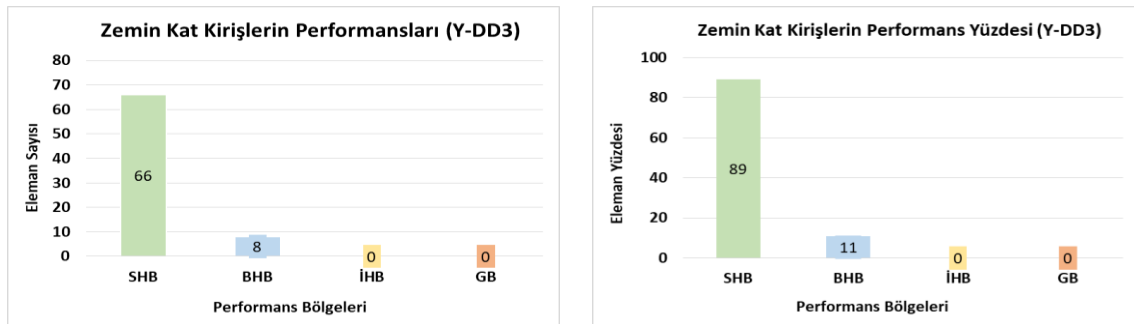
Deprem Doğrultusu Y Yönü Olan ve DD-3 Yer Hareketi Düzeyindeki Deprem İçin Betonarme Elemanların Performanslarının Elde Edilmesi: Hedef yer değiştirme değerinin bulunabilmesi için Bölüm 4'te verilen bağıntılar ve eğriler kullanılmıştır.



Şekil 5.14. Y yönü için modal kapasite eğrisi ve DD-3 Spektrumu

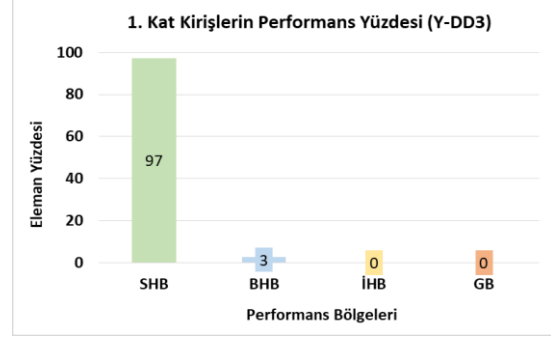
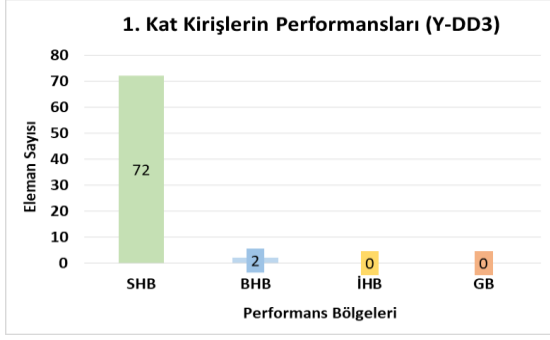
İlgili bağıntılar ve Şekil 5.14. kullanılarak Y yönü deprem doğrultusu ve DD-3 deprem yer hareketi için bulunan hedef yer değiştirme 0,02154 m olarak bulunmuştur. Sabit Tek Modlu İtme yöntemi gereğince adım adım itme uyguladığımız yapımızda elde edilen hedef yer değiştirme değerine 11. adımda ulaşılmıştır. Bu nedenle Y yönü deprem doğrultusu ve DD-1 deprem yer hareketi için 11. adımda elemanların performanslarının değerlendirilmesi gerekir. Kirişlerin ve kolonların performansları belirlendikten sonra ilgili koşullar altında yapının performansı elde edilir.

Çelik çaprazlarla güçlendirilen okul binasındaki tüm kirişlerin performansları belirlendikten sonra yapının performansını belirlemek için gerekli olan kirişlerin performans bölgelerindeki sayısı ve yüzdesi Şekil 5.15'te grafiksel olarak verilmiştir. Depremde en çok etkilenen kat olan zemin kat kirişlerinin 66'sı sınırlı hasar bölgesinde kalırken 8'i belirgin hasar bölgesine geçmiştir. Buna karşın 2. kat kirişlerinin tamamı sınırlı hasar bölgesindedir.

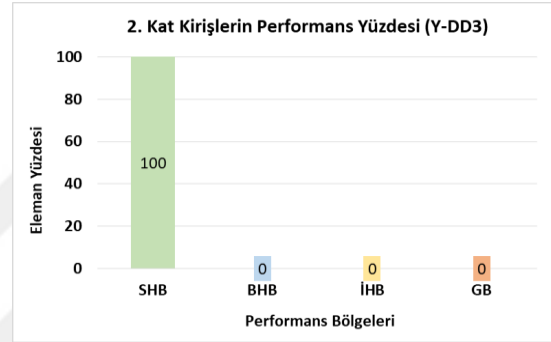
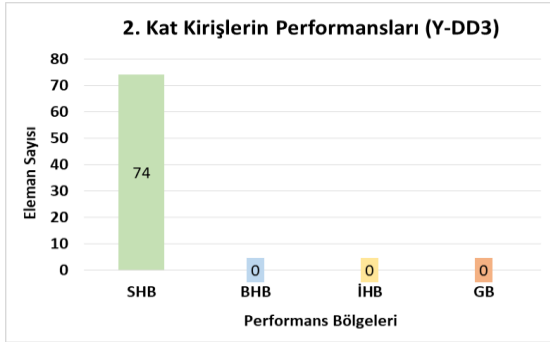


(a)

Şekil 5.15. (a) Zemin Kat, (b) 1. Kat ve (c) 2. Kat Kirişlerin Performans Bölgelerindeki Sayısı ve Yüzdesi (Y-DD3)



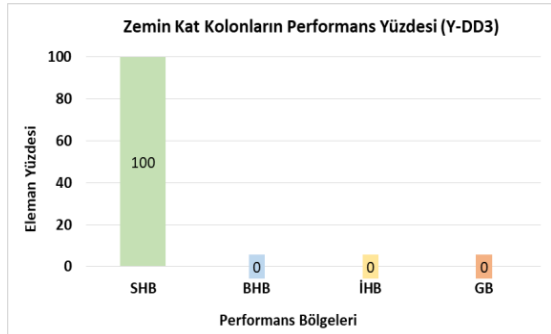
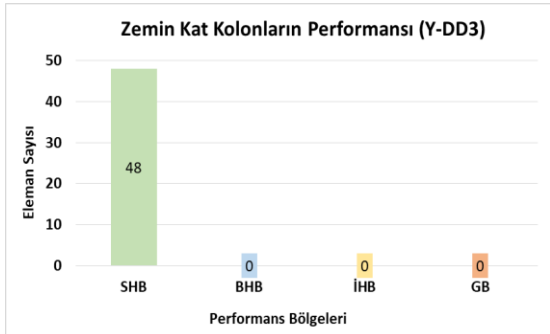
(b)



(c)

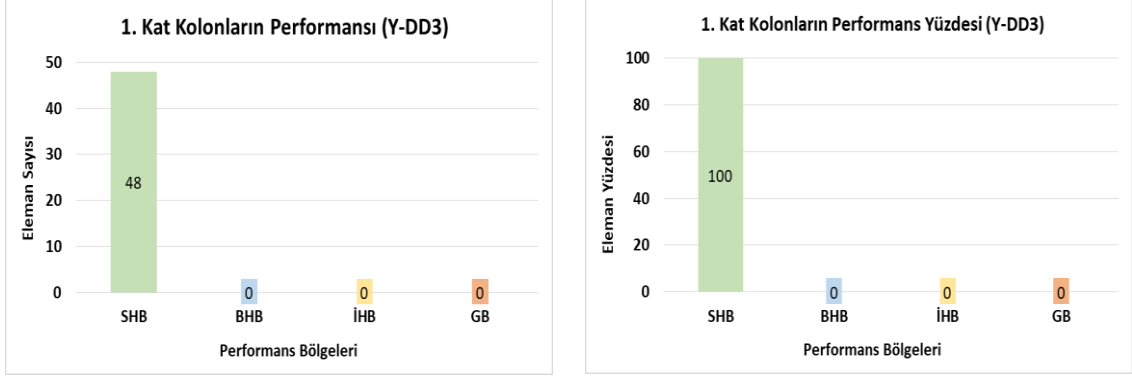
Şekil 5.15. (Devam) (a) Zemin Kat, (b) 1. Kat ve (c) 2. Kat Kirişlerin Performans Bölgelerindeki Sayısı ve Yüzdesi (Y-DD3)

Çelik çaprazlarla güçlendirilen okul binasındaki tüm kolonların performansları belirlendikten sonra yapının performansını belirlemek için gerekli olan kolonların performans bölgelerindeki sayısı ve yüzdesi Şekil 5.16'da grafiksel olarak gösterilmiştir. Depremde en çok etkilenen kat olan zemin kat kolonlarının ve 2. kat kolonlarının tamamı sınırlı hasar bölgesinde kalmıştır.

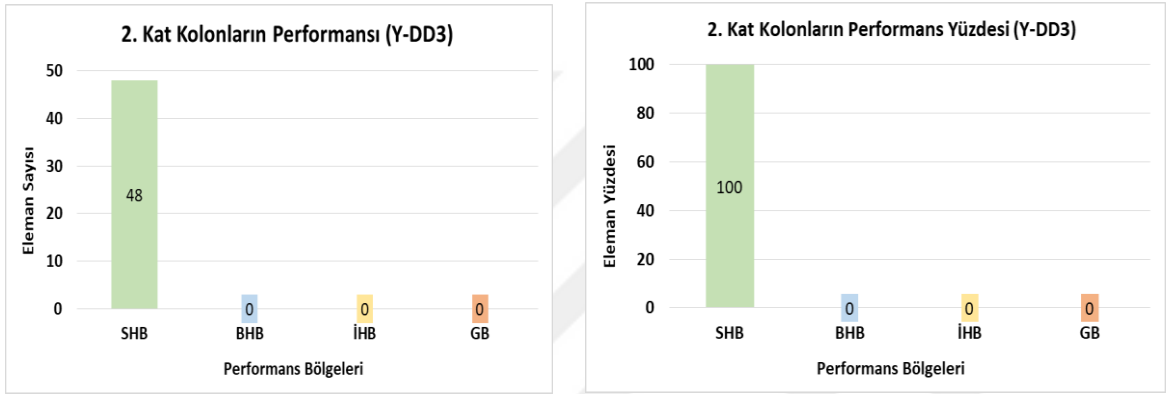


(a)

Şekil 5.16. (a) Zemin Kat, (b) 1. Kat ve (c) 2. Kat Kolonların Performans Bölgelerindeki Sayısı ve Yüzdesi (Y-DD3)



(b)



(c)

Şekil 5.16. (Devam) (a) Zemin Kat, (b) 1. Kat ve (c) 2. Kat Kolonların Performans Bölgelerindeki Sayısı ve Yüzdesi (Y-DD3)

### 5.1.3. Çelik Çaprazlarla Güçlendirilen Okul Binasının Performansının Belirlenmesi

Çelik çaprazlarla güçlendirilen okul binasındaki tüm taşıyıcı elemanların performanslarının Sınırlı Hasar Bölgesi'nde (SHB), Belirli Hasar Bölgesi'nde (BHB), İleri Hasar Bölgesi'nde (İHB) ve Göçme Bölgesi (GB) olduğu yüzdesel olarak bulunduktan sonra yapının performansı, TBDY 2018'de verilen ve daha önce Bölüm 2.6'da gösterilen koşullara göre belirlenir. Her iki deprem doğrultusu olan X ile Y yönünde DD-1 ve DD-3 yer hareketi düzeylerindeki depremler için çelik çaprazlarla güçlendirilen okul binasının performansı ayrı ayrı belirlenmiştir.

Deprem Doğrultusu X Yönü ve DD-1 Deprem Yer Hareketi Düzeyi: Kirişler için ilgili şartlar altında en çok etkilenen kat olan zemin kat kirişleri dikkate alınmıştır. Şekil 5.6'da

zemin kat kirişlerinin %74'ü SHB'de, %26'sı BHB'de olduğu görülmüştür. Bu nedenle kirişlerin en fazla %20'si BHB'ne geçebilir koşulu sağlanamadığı Sınırlı Hasar Performans Düzeyi aşılmıştır. Kirişlerin hiçbirisi İHB'ne geçmediği için kirişlerin en fazla %35'i İHB'ne geçebilir koşulu sağlanmıştır. Sonuç olarak kirişlere göre mevcut yapının performansı Kontrollü Hasar Performans Düzeyi olarak belirlenmiştir. Kolonlar için ilgili şartlar altında en çok etkilenen kat olan zemin kat kolonları dikkate alınmıştır. Şekil 5.7'de zemin kat kolonlarının %77'si BHB'de, %23'ü ise İHB'de olduğu görülmüştür. Çelik çaprazlarla güçlendirilen yapıda SHB dışında taşıyıcı eleman olduğu için Sınırlı Hasar Performans Düzeyi aşılmıştır. İHB'deki kolonların, ilgili kattaki tüm kolonlar tarafından karşılanan kesme kuvvetine toplam katkısı %14 olarak bulunmuş ve yönetmelikte verilen %20 koşulu geçilmemiştir. Bu nedenle Kontrollü Hasar Performans Düzeyi aşılmamıştır. Sonuç olarak kolonlara göre mevcut yapının performansı Kontrollü Hasar Performans Düzeyi olarak belirlenmiştir.

Doğrultusu X yönü olan ve DD-1 yer hareketi düzeyindeki deprem için çelik çaprazlarla güçlendirilen okul binasının deprem performansının en olumsuz durum dikkate alınarak Kontrollü Hasar Performans Düzeyi olduğu belirlenir.

Deprem Doğrultusu X Yönü ve DD-3 Deprem Yer Hareketi Düzeyi: Kirişler için ilgili şartlar altında en çok etkilenen kat olan zemin kat kirişleri dikkate alınmıştır. Zemin kat kirişlerinin Şekil 5.9'da görüldüğü gibi %97'si SHB'de, %3'ü BHB'de olduğu görülmüştür. Bu nedenle kirişlerin en fazla %20'si BHB'ne geçebilir koşulu sağlandığı için Sınırlı Hasar Performans Düzeyi aşılmamıştır. Sonuç olarak kirişlere göre yapının performansı Sınırlı Hasar Performans Düzeyi olarak belirlenmiştir. Kolonlar için aynı şartlar altında en çok etkilenen kat olan zemin kat kolonları dikkate alınmıştır. Şekil 5.10'da zemin kat kolonlarının %100'ü SHB'de olduğu görülmüştür. Çelik çaprazlarla güçlendirilen yapıda SHB dışında taşıyıcı eleman olmadığı için Sınırlı Hasar Performans Düzeyi aşılmamıştır. Sonuç olarak kolonlara göre yapının performansı Sınırlı Hasar Performans Düzeyi olarak belirlenir.

Doğrultusu X yönü olan ve DD-3 yer hareketi düzeyindeki deprem için çelik çaprazlarla güçlendirilen okul binasının deprem performansının en olumsuz durum dikkate alınarak Sınırlı Hasar Performans Düzeyi olduğu belirlenir.

Deprem Doğrultusu Y Yönü ve DD-1 Deprem Yer Hareketi Düzeyi: Kirişler için ilgili şartlar altında en çok etkilenen kat olan zemin kat kirişleri dikkate alınmıştır. Şekil 5.12’de zemin kat kirişlerinin %65’i SHB’de, %35’i BHB’de olduğu görülmüştür. Bu nedenle kirişlerin en fazla %20’si BHB’ne geçebilir koşulu sağlanamadığı Sınırlı Hasar Performans Düzeyi aşılmıştır. Kirişlerin hiçbirisi İHB’ne geçmediği için kirişlerin en fazla %35’i İHB’ne geçebilir koşulu sağlanmıştır. Sonuç olarak kirişlere göre mevcut yapının performansı Kontrollü Hasar Performans Düzeyi olarak belirlenmiştir. Kolonlar için aynı şartlar altında en çok etkilenen kat olan zemin kat kolonları dikkate alınmıştır. Şekil 5.13’te zemin kat kolonlarının %83’ü, BHB’de, %17’si İHB’de olduğu görülmüştür. Çelik çaprazlarla güçlendirilen yapıda SHB dışında taşıyıcı eleman olduğu için Sınırlı Hasar Performans Düzeyi aşılmıştır. İHB’deki kolonların, ilgili kattaki tüm kolonlar tarafından karşılanan kesme kuvvetine toplam katkısı %6 olarak bulunmuş ve yönetmelikte verilen %20 koşulu geçilmemiştir. Bu nedenle Kontrollü Hasar Performans Düzeyi aşılmamıştır. Sonuç olarak kolonlara göre mevcut yapının performansı Kontrollü Hasar Performans Düzeyi olarak belirlenmiştir.

Doğrultusu Y yönü olan ve DD-1 yer hareketi düzeyindeki deprem için çelik çaprazlarla güçlendirilen okul binasının deprem performansının en olumsuz durum dikkate alınarak Kontrollü Hasar Performans Düzeyi olduğu belirlenir.

Deprem Doğrultusu Y Yönü ve DD-3 Deprem Yer Hareketi Düzeyi: Kirişler için ilgili şartlar altında en çok etkilenen kat olan zemin kat kirişleri dikkate alınmıştır. Zemin kat kirişlerinin Şekil 5.15’te görüldüğü gibi %89’si SHB’de, %11’i BHB’de olduğu görülmüştür. Bu nedenle kirişlerin en fazla %20’si BHB’ne geçebilir koşulu sağlandığı için Sınırlı Hasar Performans Düzeyi aşılmamıştır. Sonuç olarak kirişlere göre yapının performansı Sınırlı Hasar Performans Düzeyi olarak belirlenmiştir. Kolonlar için aynı şartlar altında en çok etkilenen kat olan zemin kat kolonları dikkate alınmıştır. Şekil 5.16’da zemin kat kolonlarının %100’ü SHB’de olduğu görülmüştür. Çelik çaprazlarla güçlendirilen yapıda SHB dışında taşıyıcı eleman olmadığı için Sınırlı Hasar Performans Düzeyi aşılmamıştır. Sonuç olarak kolonlara göre yapının performansı Sınırlı Hasar Performans Düzeyi olarak belirlenir.

Doğrultusu Y yönü olan ve DD-3 yer hareketi düzeyindeki deprem için çelik çaprazlarla güçlendirilen okul binasının deprem performansının en olumsuz durum dikkate alınarak

Sınırlı Hasar Performans Düzeyi olduğu belirlenir.

Her iki deprem doğrultusu olan X ve Y yönü için DD-1 ile DD-3 yer hareketi düzeylerindeki depremler karşısında çelik çaprazlarla güçlendirilmiş okul binasının performans seviyeleri yukarıdaki başlıklar altında verilmiştir. İlgili depremler etkisinde çelik çaprazlarla güçlendirilmiş okul binasının mevcut taşıyıcı elemanlarının performans bölgelerindeki sayısı ise Tablo 5.2. ve Tablo 5.3. olarak aşağıda gösterilmiştir.

Tablo 5.2. Çelik çaprazlarla güçlendirilen binanın performans bölgelerindeki toplam giriş sayısı

| Çelik Çaprazlarla Güçlendirilen Binanın Performans Bölgelerindeki Toplam Giriş Sayısı |     |     |     |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------|-----|-----|-----|----|
| Depremler                                                                             | SHB | BHB | İHB | GB |
| X - DD1                                                                               | 186 | 36  | 0   | 0  |
| X - DD3                                                                               | 220 | 2   | 0   | 0  |
| Y - DD1                                                                               | 166 | 56  | 0   | 0  |
| Y - DD3                                                                               | 212 | 10  | 0   | 0  |

Tablo 5.3. Çelik çaprazlarla güçlendirilen binanın performans bölgelerindeki toplam kolon sayısı

| Çelik Çaprazlarla Güçlendirilen Binanın Performans Bölgelerindeki Toplam Kolon Sayısı |     |     |     |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------|-----|-----|-----|----|
| Depremler                                                                             | SHB | BHB | İHB | GB |
| X - DD1                                                                               | 2   | 131 | 11  | 0  |
| X - DD3                                                                               | 144 | 0   | 0   | 0  |
| Y - DD1                                                                               | 0   | 136 | 8   | 0  |
| Y - DD3                                                                               | 144 | 0   | 0   | 0  |

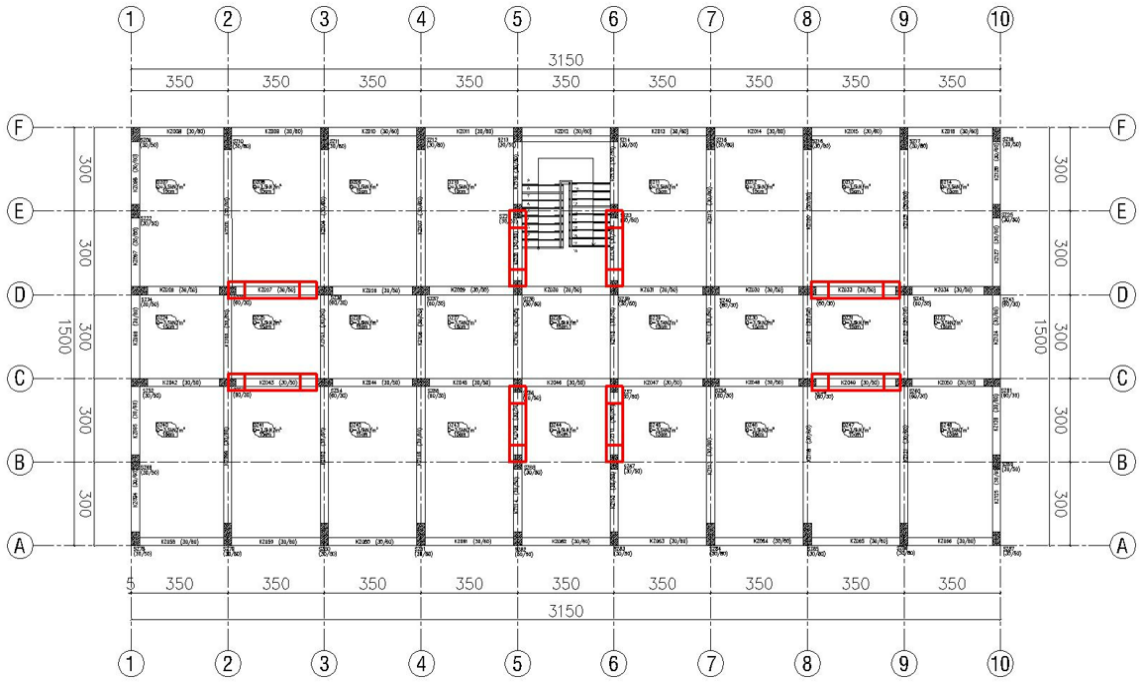
Mevcut okul binasının deprem performansının bulunmasında göz önüne alınacak deprem yer hareketi düzeyleri ile bu deprem yer hareketi düzeylerinde okul binası için istenen performans hedefleri TBDY 2018’de verilmiş ve daha önce Tablo 4.6 olarak gösterilmiştir. İlgili tabloya göre mevcut okul binasının performans hedefi, DD-3 deprem yer hareketi düzeyinde Sınırlı Hasar (SH) performans seviyesi ve DD-1 deprem yer hareketi düzeyinde Kontrollü Hasar (KH) performans seviyesi olduğu daha önceden belirlenmiştir.

Her iki deprem doğrultusu olan X ve Y yönü için DD-1 ile DD-3 yer hareketi düzeylerindeki depremler karşısında çelik çaprazlarla güçlendirilen okul binasının performansları, önceden belirlenen performans hedeflerine ulaşmıştır. Bu nedenle çelik çaprazlar ile güçlendirme yönteminin; yapının mevcut durumu, kullanım amacı, mimari özellikleri, güçlendirme için gereken süre ve yapım inşaat maliyeti gibi etkenlere bağlı olarak hedeflenen performans sonuçlarını verebilecek bina güçlendirme yöntemlerinden biri olduğu görülmüştür.

## **5.2. Betonarme Taşıyıcı Sistemlerin Ek Betonarme Perdeler ile Güçlendirilmesi**

Mevcut okul binanın taşıyıcı sistemine her iki doğrultuda yeterli sayıda yeni betonarme perde eklenerek yatay deprem etkilerinin mevcut taşıyıcı elemanlar ve güçlendirme amaçlı yeni eklenen perde elemanlar tarafından karşılanması sağlanır. Mevcut okul binasının deprem performansının bulunmasında göz önüne alınacak deprem yer hareketi düzeyleri ile bu deprem yer hareketi düzeylerinde okul binası için istenen performans hedefleri TBDY 2018’de verilmiş ve daha önce Tablo 4.6 olarak gösterilmiştir. Mevcut yapıya eklenmesi planlanan ilave betonarme perdelerle yapının hedeflenen performansı, DD-3 deprem yer hareketi düzeyi için Sınırlı Hasar (SH) performans seviyesinde ve DD-1 deprem yer hareketi düzeyi için Kontrollü Hasar (KH) performans seviyesine kalması beklenmektedir.

Betonarme taşıyıcı sistemlerin yeni betonarme perde eklenerek güçlendirilmesi yönteminde, mevcut yapıya sonradan eklenen perdeler temelden başlayarak mevcut yapı yüksekliği boyunca devam etmelidir. Devam etmemeleri durumunda kesildikleri katta deprem etkilerinin birden değişmesi mevcut yapıyı olumsuz yönde etkilemektedir. Yeni eklenecek betonarme perdelerin başlık bölgeleri ve perde donatı detayları TBDY 2018’de verilen esaslara göre belirlenmiştir. Yeni perdelerin bina yüksekliği boyunca tüm katlar için Şekil 5.17’de verilen kalıp planındaki gösterilen yerlerde bulunan çerçeve sisteme ankraj donatılarıyla bağlanarak sistemin bir bütün olarak davranış göstermesi gerekmektedir. Kalıp planında görüldüğü gibi bir katta 30 cm kalınlığında toplam 8 adet yeni betonarme perde eklenmiştir.



Şekil 5.17. Ek betonarme perdelerle güçlendirilen binanın kalıp planı

### 5.2.1. Ek Betonarme Perdeler İçin Malzeme Modellerinin Tanımlanması

Doğrusal olmayan malzeme modeli için yeni eklenecek betonarme perdelerde C30 sınıfındaki betonu ile B420C kalitesindeki donatı çeliği kullanılacağı varsayılmış ve malzeme özellikleri yapısal analiz programında tanımlanmıştır.

Ek betonarme perdelerle güçlendirilen binada doğrusal olmayan yöntemler kullanılarak şekil değiştirmeye göre değerlendirme yapabilmek amacıyla beton malzemesi modelinde TBDY 2018’de bulunan sargılı ve sargısız beton için gerilme ve şekil değiştirme denklemleri göz önüne alınmıştır. Sargılı ve sargısız betona ait gerilme - şekil değiştirme eğrisi daha önce Şekil 4.6’da verilmiştir. Yeni eklenecek betonarme perdeler için betonunun gerilme - şekil değiştirme davranışında Mander beton modeli dikkate alınmıştır.

Donatı çeliği için TBDY 2018’de verilen gerilme şekil değiştirme bağıntıları ve donatı çeliklerinin bilgileri dikkate alınarak programda malzeme tanımı yapılmıştır. Donatı çeliklerine ait bilgiler daha önce Tablo 4.7’de gösterilmiştir.

### **5.2.2. Ek Betonarme Perdeler İçin Davranış Modeli Tanımlanması**

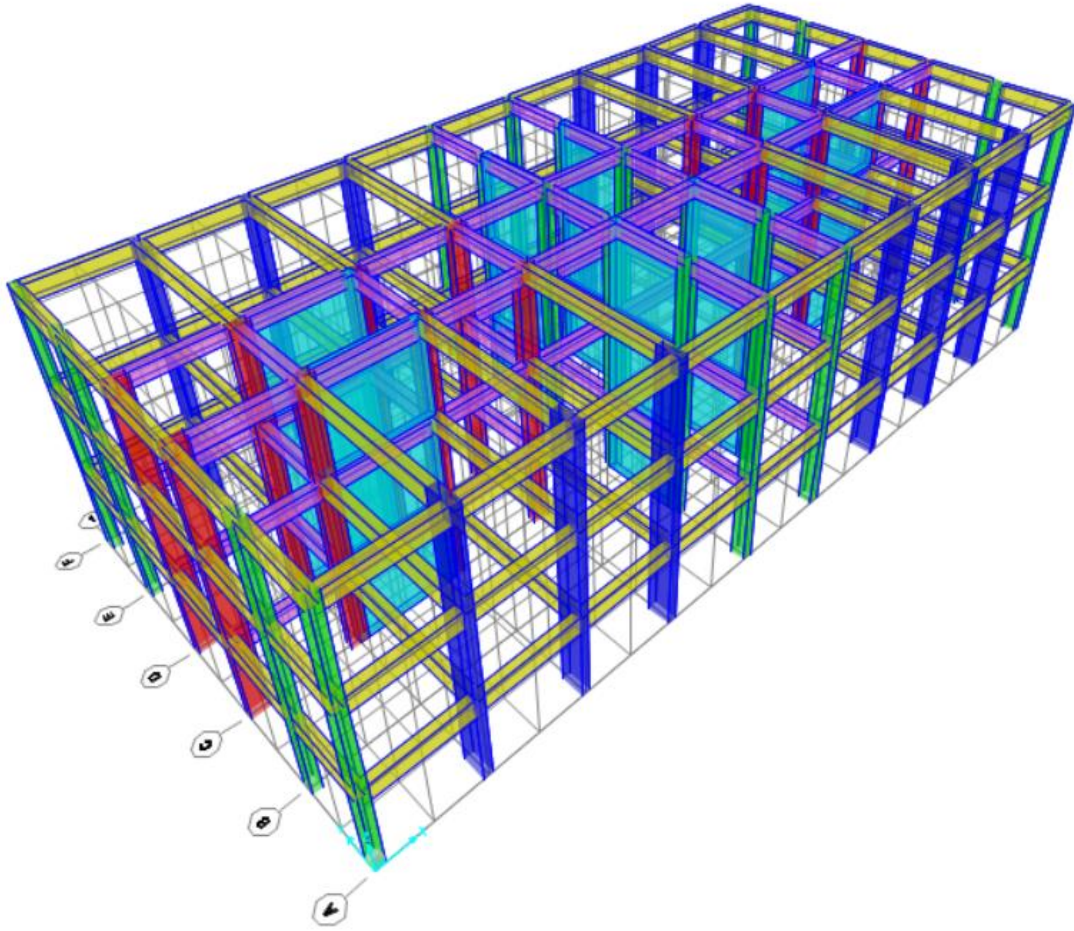
Ek betonarme perdelerle güçlendirilecek okul binasının deprem hesabı statik itme yöntemiyle bulunurken yeni perdeler için doğrusal olmayan davranış modeli olarak Yığılı Plastik Davranış (Plastik Mafsal) Modeli'nin kullanılabileceği ve plastik mafsalların perdelerin alt ucuna konulabileceği TBDY 2018'de belirtilmiştir. Bu nedenle plastik mafsallar perde alt ucuna Bölüm 4'teki gibi konumlandırılmıştır. Oluşturulan yapısal modelde ek betonarme perdelerle tanımlanan plastik mafsallar eğilme ve eksenel yük bileşik etkisinde tanımlanmış, ek betonarme perde elemanların plastik mafsallar arasında kalan bölümleri ise doğrusal elemanlar olarak modellenmiştir.

### **5.2.3. Ek Betonarme Perdeler İçin Etkin Kesit Rijitliklerinin Belirlenmesi**

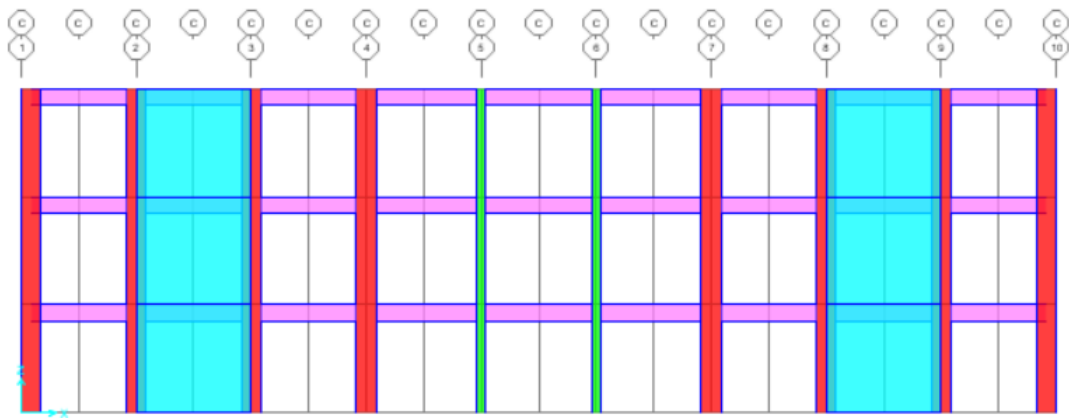
Çalışmada incelenen bina az katlı olduğu için yönetmelikteki ilgili formüllerle hesaplanarak doğrusal olmayan hesap yönteminde kullanılan kolon ve kirişlerin etkin rijitlik çarpanları, beklenen etkin rijitlik çarpanlarına göre çok daha küçük olduğundan sisteme ilave edilen betonarme perdelerde deprem yönetmeliğinde tanımlanan etkin kesit rijitlik katsayıları dikkate alınmıştır.

### **5.2.4. Betonarme Perdeler ile Güçlendirilmiş Yapının Taşıyıcı Sistem Modellemesi**

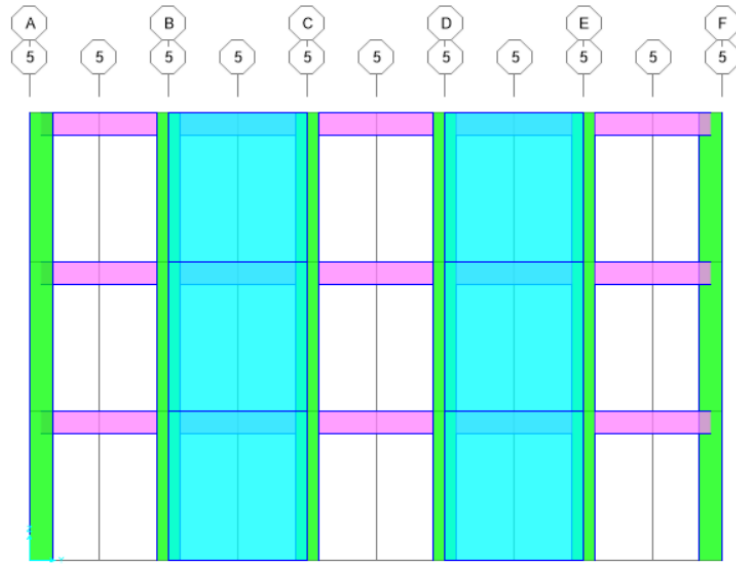
Ek betonarme perdelerle güçlendirilen binanın geometrik özellikleri, malzeme ve zemin özellikleri dikkate alınarak taşıyıcı sistem modelinin oluşturulması, deprem yüklerinin tanımlanması, doğrusal olmayan analiz yöntemlerinin uygulanması ve deprem performansının belirlenerek sonuçların değerlendirilmesi için SAP2000 yapısal analiz programı kullanılmıştır. Ek betonarme perdelerle güçlendirilen binanın üç boyutlu taşıyıcı sistem modeli Şekil 5.18'deki gibi oluşturulmuştur. Okul binasının depreme karşı güçlendirilmesi için eklenen betonarme perdelerin ön ve yan cephelerindeki kesit görünüşleri sırasıyla Şekil 5.19 ve Şekil 5.20'de gösterilmiştir.



Şekil 5.18. Ek betonarme perdelerle güçlendirilen binanın üç boyutlu taşıyıcı sistem modeli



Şekil 5.19. Binanın C aksındaki ek betonarme perdeler



Şekil 5.20. Bina'nın 5 aksındaki ek betonarme perdeler

Ek betonarme perdelerle güçlendirilen okul binasının doğrusal olmayan hesap modelinde TBDY 2018’de tanımlanan genel modelleme kuralları ve deprem hesabına dair genel esaslar dikkate alınmıştır. Deprem performansının belirlenebilmesi için doğrusal olmayan hesap yöntemlerinden olan tek modlu itme yönteminin uygulama adımları Bölüm 4’te detaylı olarak açıklanmıştır. Ek betonarme perdelerle güçlendirilen okul binasının analiz sonucunda elde edilen dinamik özellikleri Tablo 5.4’te gösterilmektedir.

Tablo 5.4. Ek betonarme perdelerle güçlendirilen okul binasının dinamik özellikleri

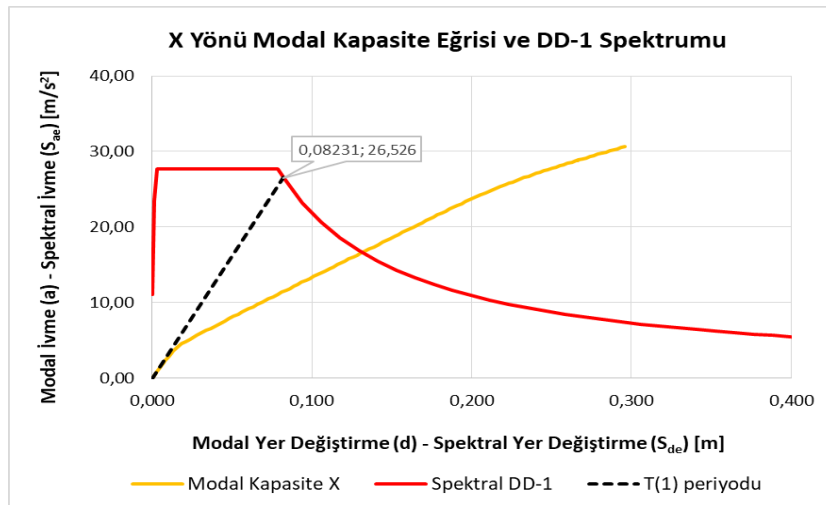
| Mod sayısı | Periyot | Kütle Katılım Oranı-X | Kütle Katılım Oranı-Y | Kütle Katılım Oranı-Z | Kümülatif Kütle Katılım Oranı-X | Kümülatif Kütle Katılım Oranı-Y | Kümülatif Kütle Katılım Oranı-Z |
|------------|---------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| 1          | 0,37    | 0,88                  | 0,00                  | 0,00                  | 0,88                            | 0,00                            | 0,00                            |
| 2          | 0,37    | 0,00                  | 0,87                  | 0,00                  | 0,88                            | 0,87                            | 0,00                            |
| 3          | 0,36    | 0,01                  | 0,00                  | 0,00                  | 0,89                            | 0,87                            | 0,00                            |
| 4          | 0,11    | 0,00                  | 0,00                  | 0,00                  | 0,89                            | 0,87                            | 0,00                            |
| 5          | 0,09    | 0,00                  | 0,10                  | 0,00                  | 0,89                            | 0,98                            | 0,00                            |
| 6          | 0,08    | 0,10                  | 0,00                  | 0,00                  | 0,99                            | 0,98                            | 0,00                            |
| 7          | 0,08    | 0,00                  | 0,00                  | 0,00                  | 0,99                            | 0,98                            | 0,00                            |
| 8          | 0,08    | 0,00                  | 0,00                  | 0,00                  | 0,99                            | 0,98                            | 0,00                            |
| 9          | 0,08    | 0,00                  | 0,00                  | 0,24                  | 0,99                            | 0,98                            | 0,24                            |
| 10         | 0,08    | 0,00                  | 0,00                  | 0,00                  | 0,99                            | 0,98                            | 0,24                            |

### 5.2.5. Ek Betonarme Perdeler ile Güçlendirilmiş Okul Binasında Betonarme Elemanların Performanslarının İncelenmesi

Her iki deprem doğrultusu olan X ve Y yönlerinde DD-1 ve DD-3 yer hareketi düzeylerindeki depremler için betonarme elemanların performanslarına, depremin hedef yer değiştirme talebinin bulunmasıyla ulaşılabilir. Hedef yer değiştirme, depremin modal yer değiştirme talebiyle elde edilir. Modal yer değiştirme, ilgili deprem karşısında modal kapasite eğrisinin temsil ettiği modal tek serbestlik dereceli sistemin maksimum yer değiştirmesi olarak tanımlanır. Modal tek serbestlik dereceli sistemde maksimum yer değiştirme, taşıyıcı sistemin 1. Doğal titreşim periyodu  $T_1$  için doğrusal olmayan spektral yer değiştirmeye karşılık gelir.

Spektral yer değiştirmenin bulunabilmesi için her iki deprem doğrultusu olan X ve Y yönü ile DD-1 ve DD-3 deprem yer hareketi düzeylerinde 1. Titreşim moduna ait ve eksenlerinin modal yer değiştirme (d) ve modal ivme (a) olduğu, modal kapasite eğrileri ile eksenlerinin spektral yer değiştirme ( $S_{de}$ ) ve spektral ivme ( $S_{ae}$ ) olduğu, doğrusal deprem spektrumları birlikte çizdirilmelidir. Gerekli dönüşümlerin sağlanmasında ve ilgili bağıntıların kullanılmasında Bölüm 4'te detaylı olarak açıklanan adımlar uygulanmıştır.

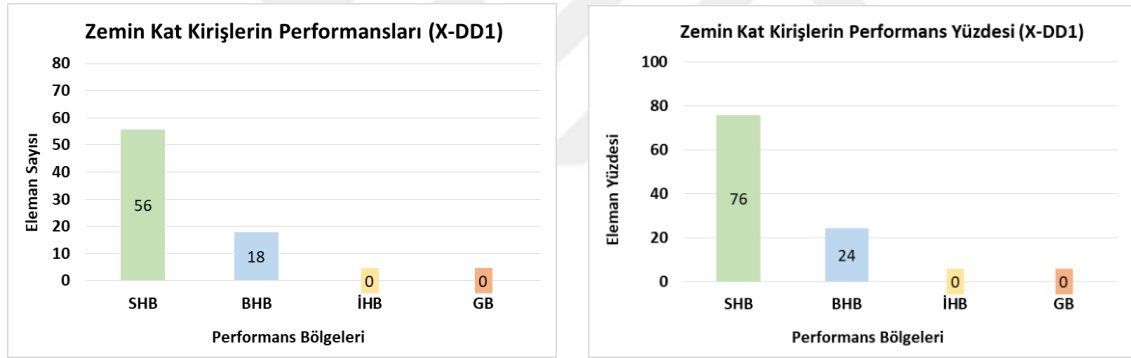
Deprem Doğrultusu X Yönü Olan ve DD-1 Yer Hareketi Düzeyindeki Deprem İçin Betonarme Elemanların Performanslarının Elde Edilmesi: Hedef yer değiştirme değerinin bulunabilmesi için Bölüm 4'te verilen bağıntılar ve eğriler kullanılır.



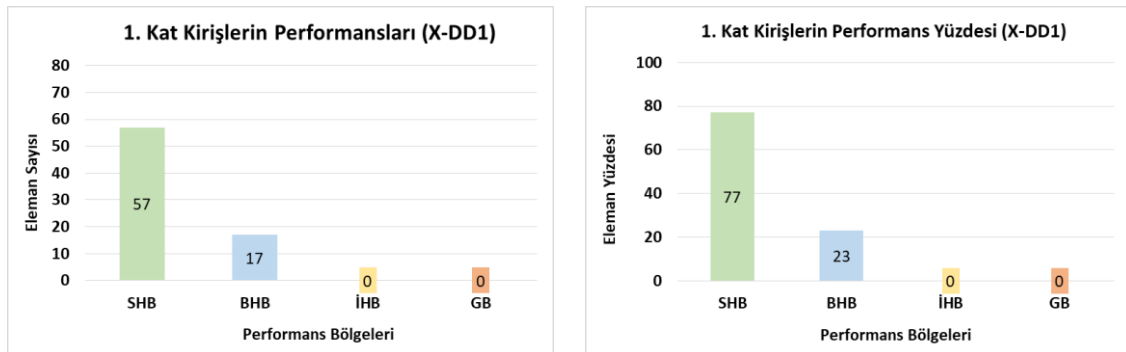
Şekil 5.21. X yönü için modal kapasite eğrisi ve DD-1 Spektrumu

İlgili bağıntılar ve Şekil 5.21. kullanılarak X yönü deprem doğrultusu ve DD-1 deprem yer hareketi için bulunan hedef yer değiştirme 0,11012 m olarak bulunmuştur. Sabit Tek Modlu İtme yöntemi gereğince adım adım itme uyguladığımız yapımızda elde edilen hedef yer değiştirme değerine 30. adımda ulaşılmıştır. Bu nedenle X yönü deprem doğrultusu ve DD-1 deprem yer hareketi için 30. adımda elemanların performanslarının değerlendirilmesi gerekir. Kirişlerin ve kolonların performansları belirlendikten sonra ilgili koşullar altında yapının performansı elde edilir.

Yeni betonarme perdeler eklenerek güçlendirilen okul binasındaki tüm kirişlerin performansları belirlendikten sonra yapının performansını belirlemek için gerekli olan kirişlerin performans bölgelerindeki sayısı ve yüzdesi Şekil 5.22’de grafiksel olarak verilmiştir. Depremde en çok etkilenen kat olan zemin kat kirişlerinin 56’sı sınırlı hasar bölgesinde kalırken 18’i belirgin hasar bölgesine geçmiştir. Buna karşın 2. kat kirişlerinin 64’ü sınırlı hasar bölgesindeyken 12’si belirgin hasar bölgesindedir.

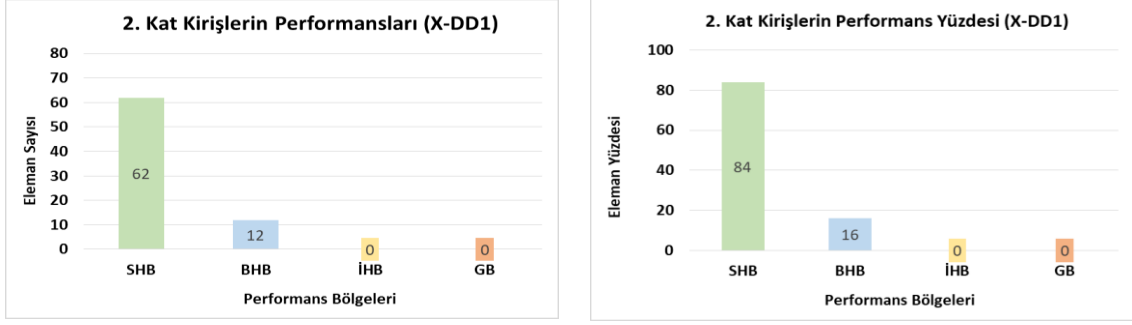


(a)



(b)

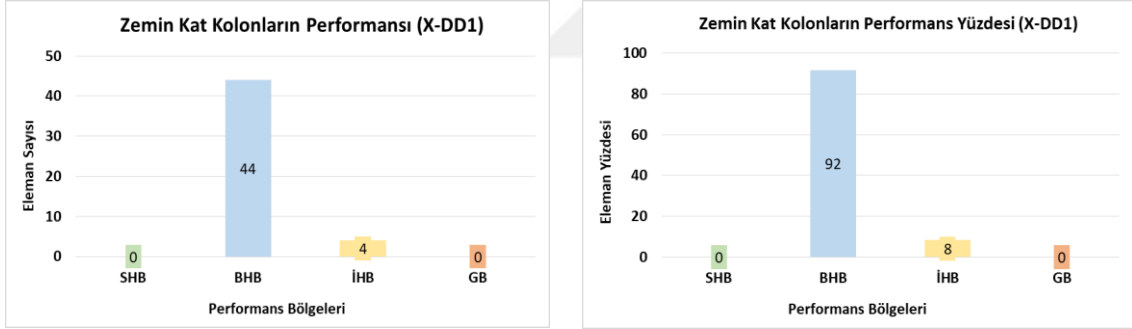
Şekil 5.22. (a) Zemin Kat, (b) 1. Kat ve (c) 2. Kat Kirişlerin Performans Bölgelerindeki Sayısı ve Yüzdesi (X-DD1)



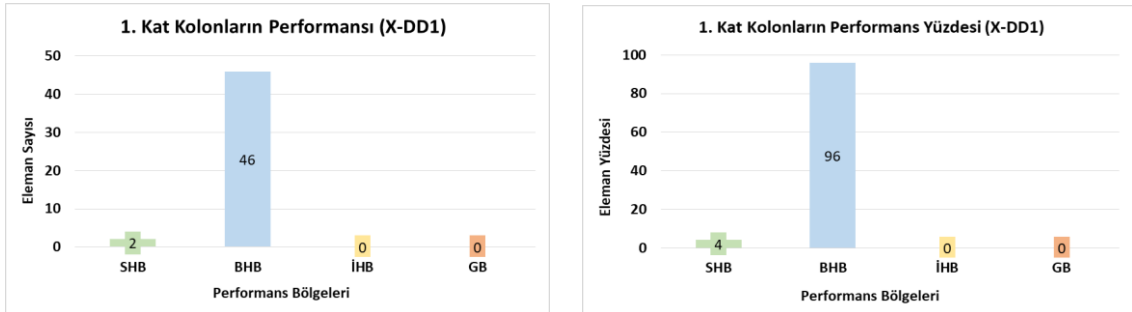
(c)

Şekil 5.22. (Devam) (a) Zemin Kat, (b) 1. Kat ve (c) 2. Kat Kirişlerin Performans Bölgelerindeki Sayısı ve Yüzdesi (X-DD1)

Yeni betonarme perdeler eklenerek güçlendirilen okul binasındaki tüm kolonların performansları belirlendikten sonra yapının performansını belirlemek için gerekli olan kolonların performans bölgelerindeki sayısı ve yüzdesi Şekil 5.23'te grafiksel olarak gösterilmiştir. Depremde en çok etkilenen kat olan zemin kat kolonlarının 44'ü belirgin hasar bölgesinde kalırken 4'ü ileri hasar bölgesine geçmiştir. Buna karşın 2. kat kolonlarının tamamı belirgin hasar bölgesindedir.

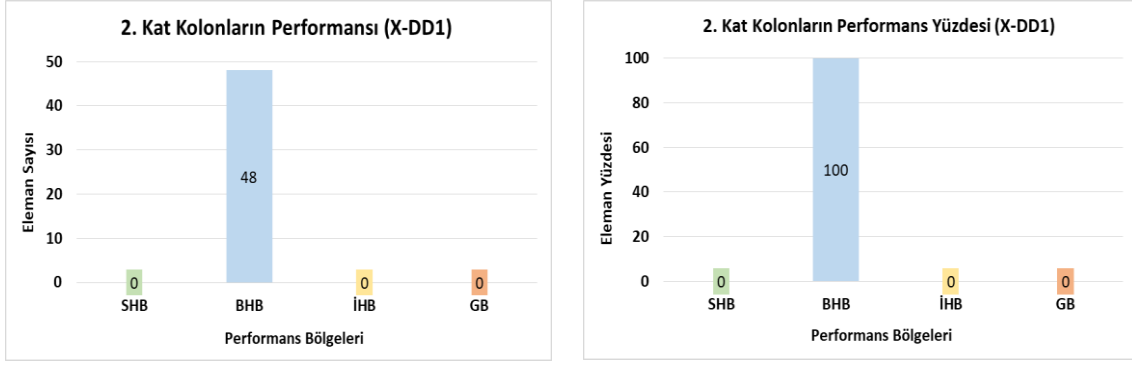


(a)



(b)

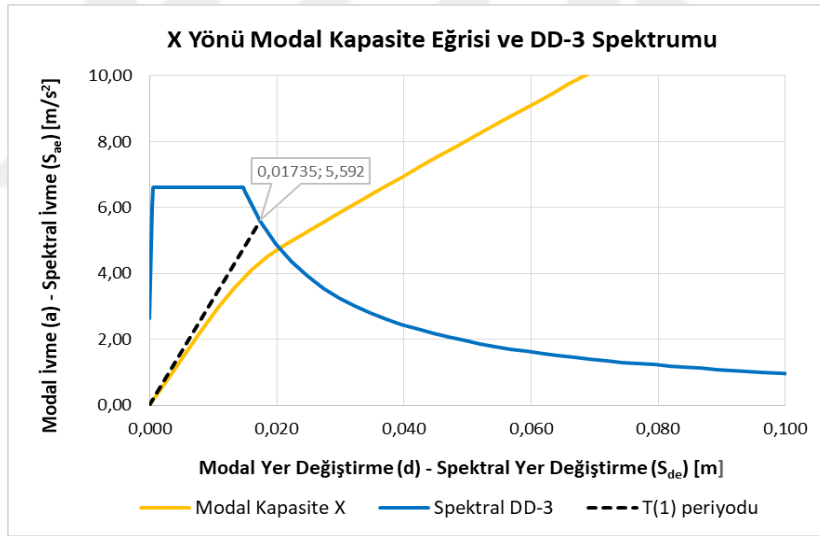
Şekil 5.23. (a) Zemin Kat, (b) 1. Kat ve (c) 2. Kat Kolonların Performans Bölgelerindeki Sayısı ve Yüzdesi (X-DD1)



(c)

Şekil 5.23. (Devam) (a) Zemin Kat, (b) 1. Kat ve (c) 2. Kat Kolonların Performans Bölgelerindeki Sayısı ve Yüzdesi (X-DD1)

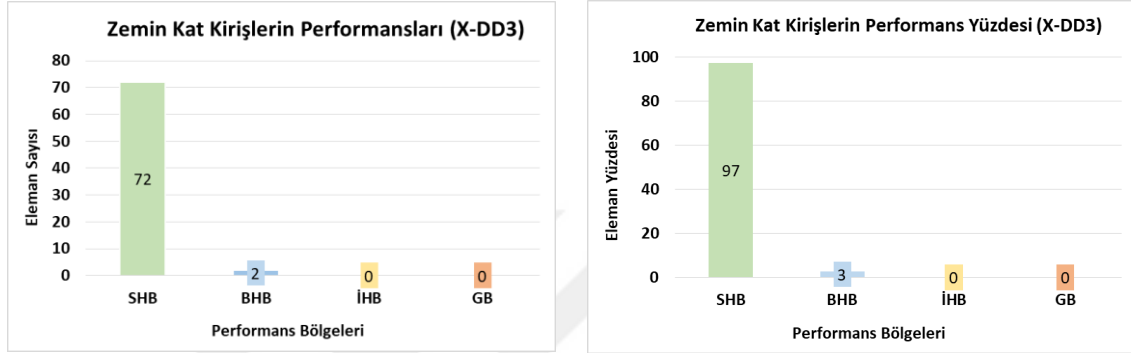
Deprem Doğrultusu X Yönü Olan ve DD-3 Yer Hareketi Düzeyindeki Deprem İçin Betonarme Elemanların Performanslarının Elde Edilmesi: Hedef yer değiştirme değerinin bulunabilmesi için Bölüm 4'te verilen bağıntılar ve eğriler kullanılır.



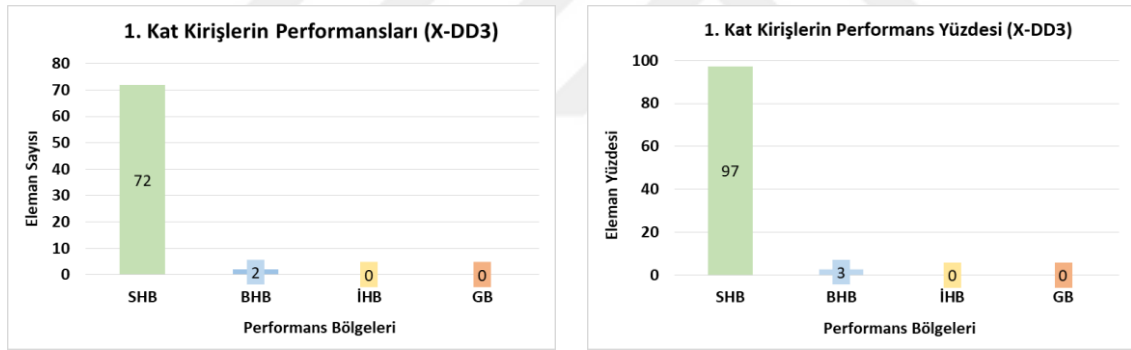
Şekil 5.24. X yönü için modal kapasite eğrisi ve DD-3 Spektrumu

İlgili bağıntılar ve Şekil 5.24. kullanılarak X yönü deprem doğrultusu ve DD-3 deprem yer hareketi için bulunan hedef yer değiştirme 0,02321 m olarak bulunmuştur. Sabit Tek Modlu İtme yöntemi gereğince adım adım itme uyguladığımız yapıımızda elde edilen hedef yer değiştirme değerine 8. adımda ulaşılmıştır. Bu nedenle X yönü deprem doğrultusu ve DD-1 deprem yer hareketi için 8. adımda elemanların performanslarının değerlendirilmesi gerekir. Kirişlerin ve kolonların performansları belirlendikten sonra ilgili koşullar altında yapının performansı elde edilir.

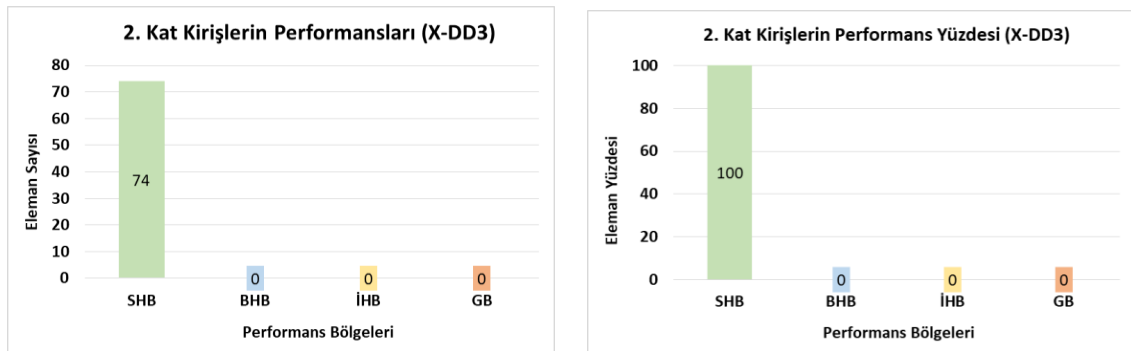
Yeni betonarme perdeler eklenerek güçlendirilen okul binasındaki tüm kirişlerin performansları belirlendikten sonra yapının performansını belirlemek için gerekli olan kirişlerin performans bölgelerindeki sayısı ve yüzdesi Şekil 5.25'te grafiksel olarak gösterilmiştir. Depremde en çok etkilenen kat olan zemin kat kirişlerinin 72'si sınırlı hasar bölgesinde kalırken 2'si belirgin hasar bölgesine geçmiştir. Buna karşın 2. kat kirişlerinin tamamı sınırlı hasar bölgesindedir.



(a)



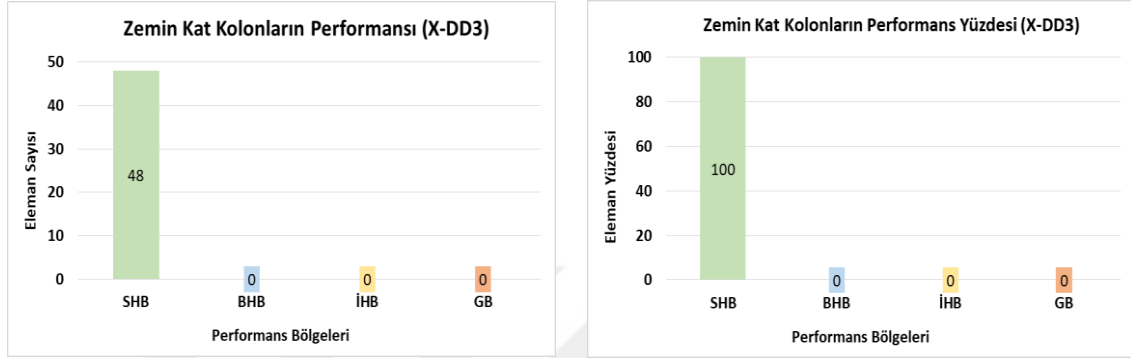
(b)



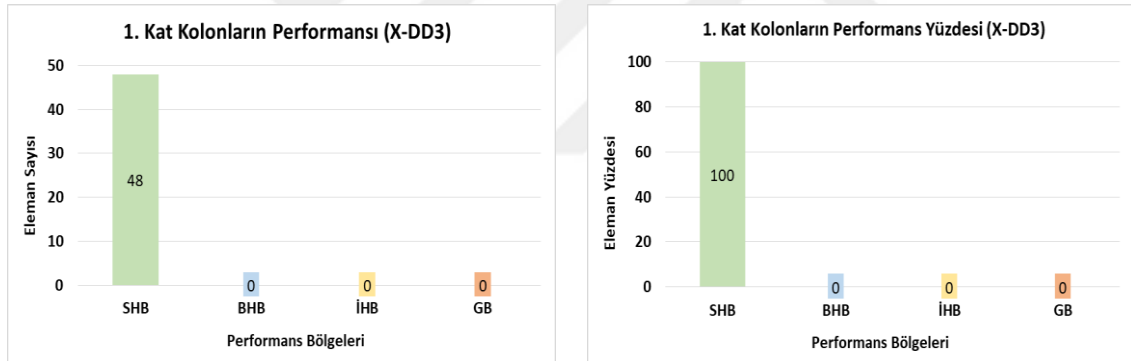
(c)

Şekil 5.25. (a) Zemin Kat, (b) 1. Kat ve (c) 2. Kat Kirişlerin Performans Bölgelerindeki Sayısı ve Yüzdesi (X-DD3)

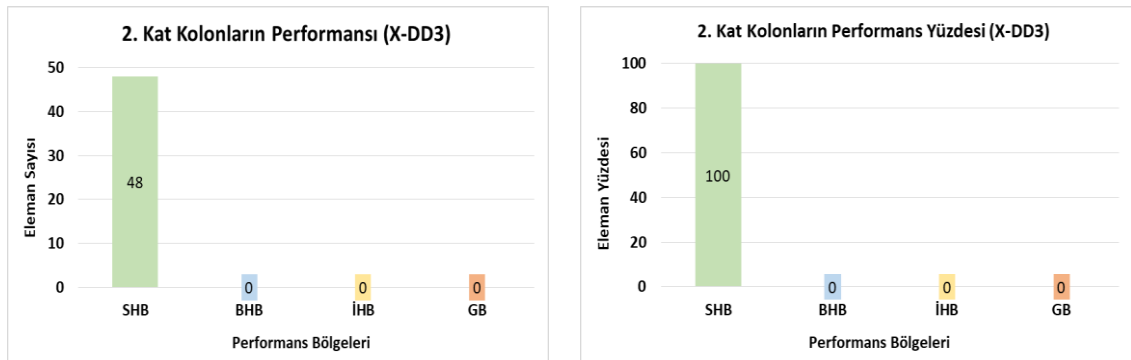
Yeni betonarme perdeler eklenerek güçlendirilen okul binasındaki tüm kolonların performansları belirlendikten sonra yapının performansını belirlemek için gerekli olan kolonların performans bölgelerindeki sayısı ve yüzdesi Şekil 5.26’da grafiksel olarak verilmiştir. Depremde en çok etkilenen kat olan zemin kat kolonlarının ve 2. kat kolonlarının tamamı sınırlı hasar bölgesindedir.



(a)



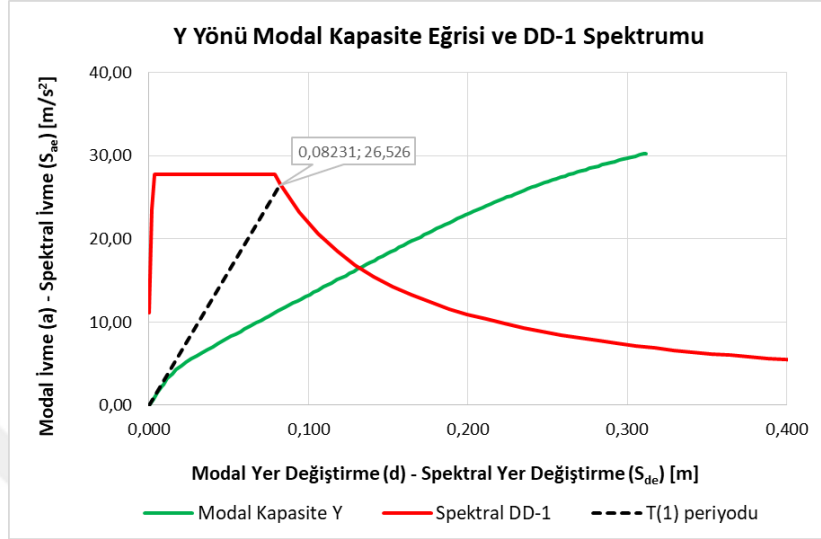
(b)



(c)

Şekil 5.26. (a) Zemin Kat, (b) 1. Kat ve (c) 2. Kat Kolonların Performans Bölgelerindeki Sayısı ve Yüzdesi (X-DD3)

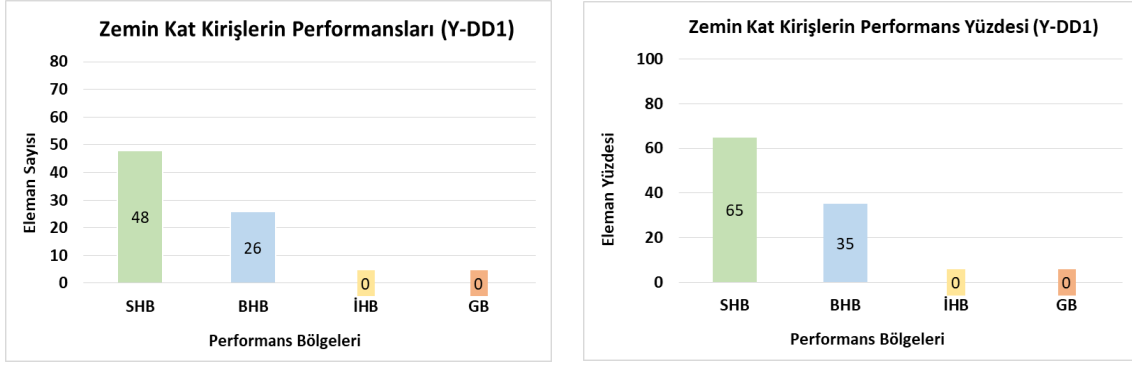
Deprem Doğrultusu Y Yönü Olan ve DD-1 Yer Hareketi Düzeyindeki Deprem İçin Betonarme Elemanların Performanslarının Elde Edilmesi: hedef yer değiştirme değerinin bulunabilmesi için Bölüm 4’te verilen bağıntılar ve eğriler kullanılır.



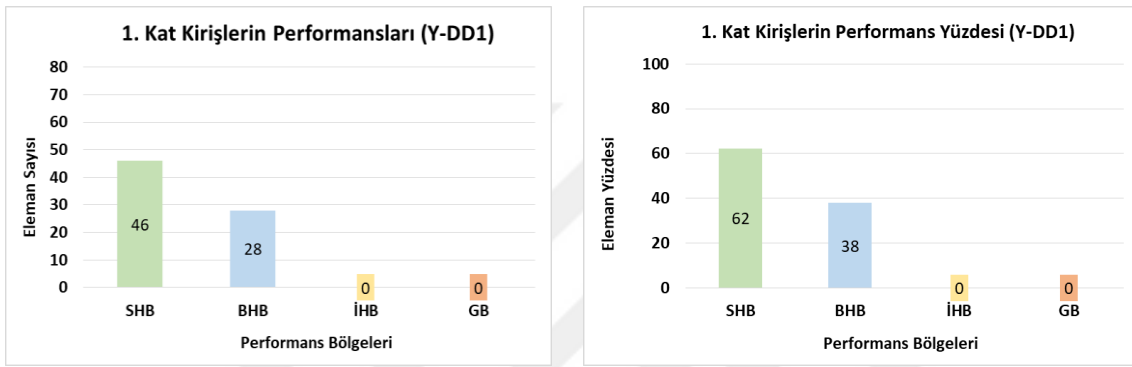
Şekil 5.27. Y yönü için modal kapasite eğrisi ve DD-1 Spektrumu

İlgili bağıntılar ve Şekil 5.27. kullanılarak Y yönü deprem doğrultusu ve DD-1 deprem yer hareketi için bulunan hedef yer değiştirme 0,10463 m olarak bulunmuştur. Sabit Tek Modlu İtme yöntemi gereğince adım adım itme uyguladığımız yapımızda elde edilen hedef yer değiştirme değerine 27. adımda ulaşılmıştır. Bu nedenle Y yönü deprem doğrultusu ve DD-1 deprem yer hareketi için 27. adımda elemanların performanslarının değerlendirilmesi gerekir. Kirişlerin ve kolonların performansları belirlendikten sonra ilgili koşullar altında yapının performansı elde edilir.

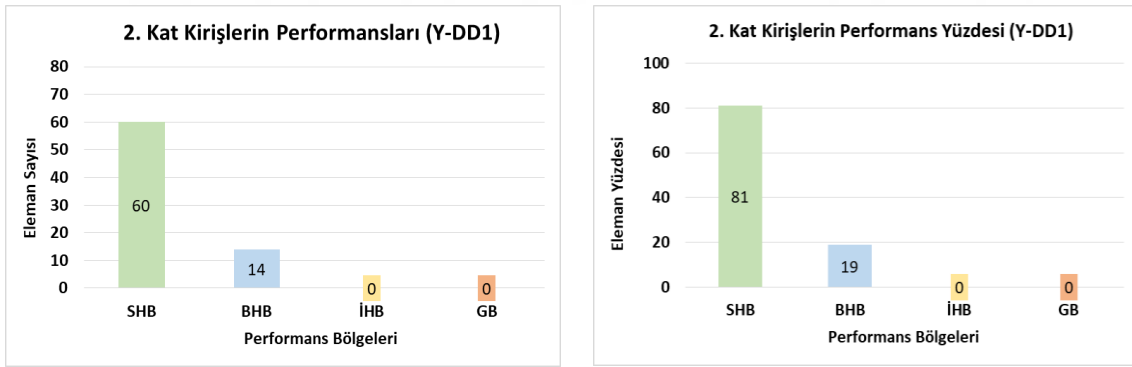
Yeni betonarme perdeler eklenerek güçlendirilen okul binasındaki tüm kirişlerin performansları belirlendikten sonra yapının performansını belirlemek için gerekli olan kirişlerin performans bölgelerindeki sayısı ve yüzdesi Şekil 5.28’de grafiksel olarak verilmiştir. Depremde en çok etkilenen kat olan zemin kat kirişlerinin 48’i sınırlı hasar bölgesinde kalırken 26’sı belirgin hasar bölgesine geçmiştir. Buna karşın 2. kat kirişlerinin 60’ı sınırlı hasar bölgesindeyken 14’ü belirgin hasar bölgesindedir.



(a)



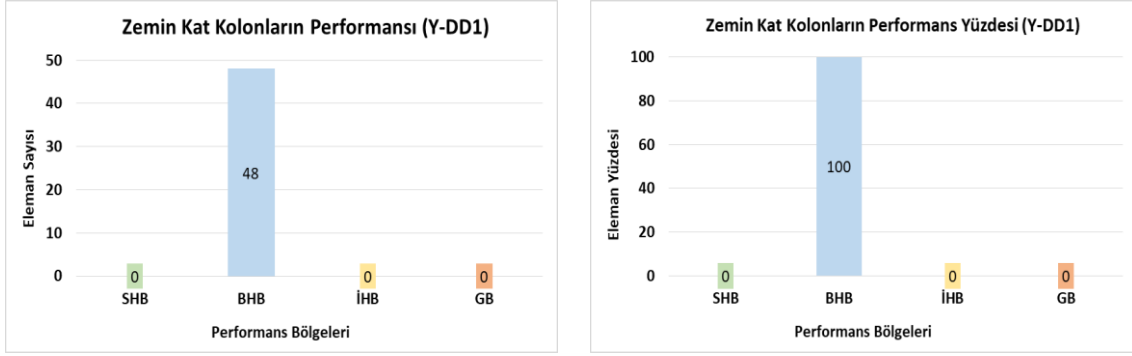
(b)



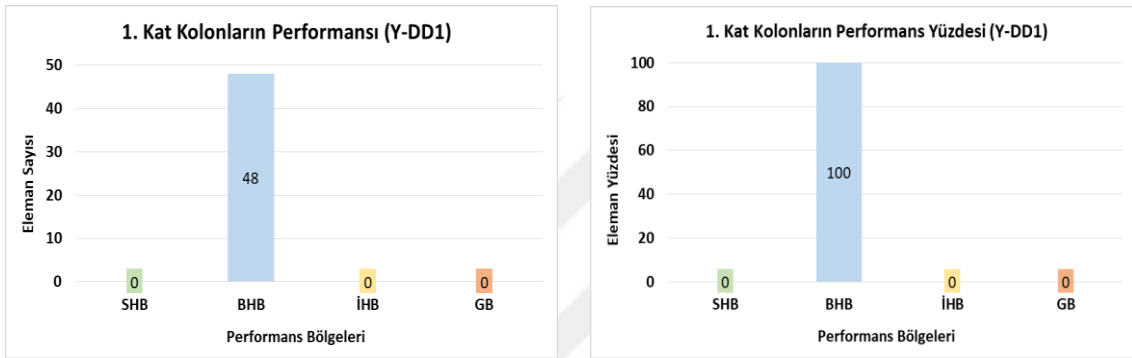
(c)

Şekil 5.28. (a) Zemin Kat, (b) 1. Kat ve (c) 2. Kat Kirişlerin Performans Bölgelerindeki Sayısı ve Yüzdesi (Y-DD1)

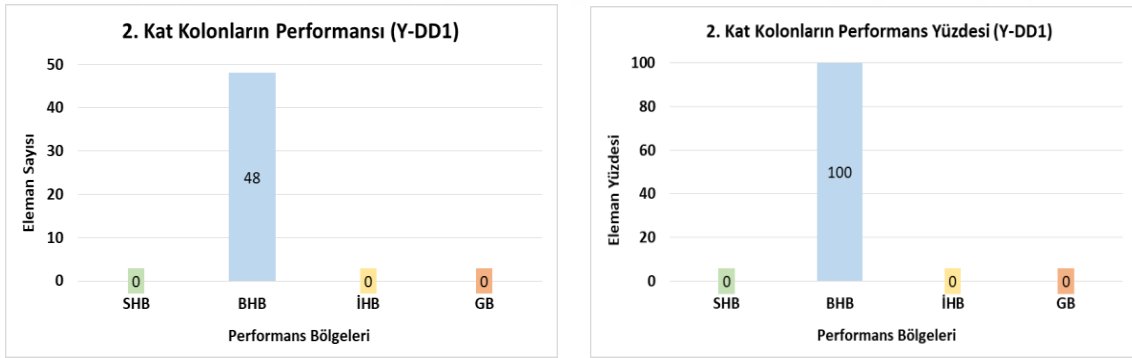
Yeni betonarme perdeler eklenerek güçlendirilen okul binasındaki tüm kolonların performansları belirlendikten sonra yapının performansını belirlemek için gerekli olan kolonların performans bölgelerindeki sayısı ve yüzdesi Şekil 5.29’da grafiksel olarak verilmiştir. Depremde en çok etkilenen kat olan zemin kat kolonlarının ve 2. kat kolonlarının tamamı belirgin hasar bölgesindedir.



(a)



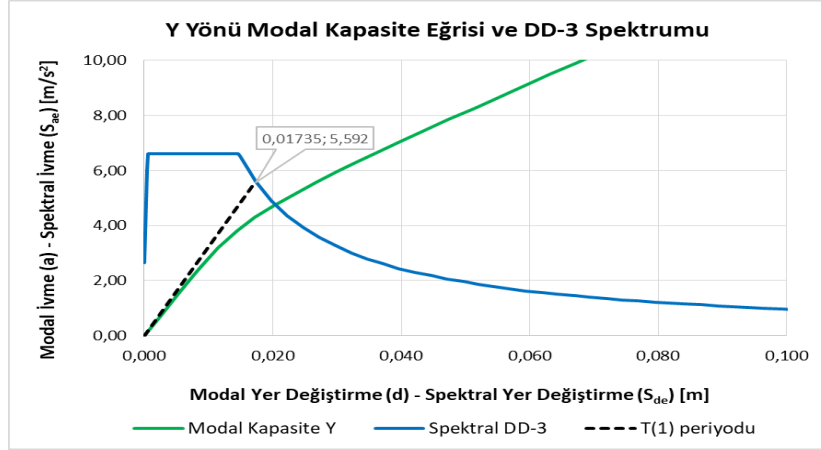
(b)



(c)

Şekil 5.29. (a) Zemin Kat, (b) 1. Kat ve (c) 2. Kat Kolonların Performans Bölgelerindeki Sayısı ve Yüzdesi (Y-DD1)

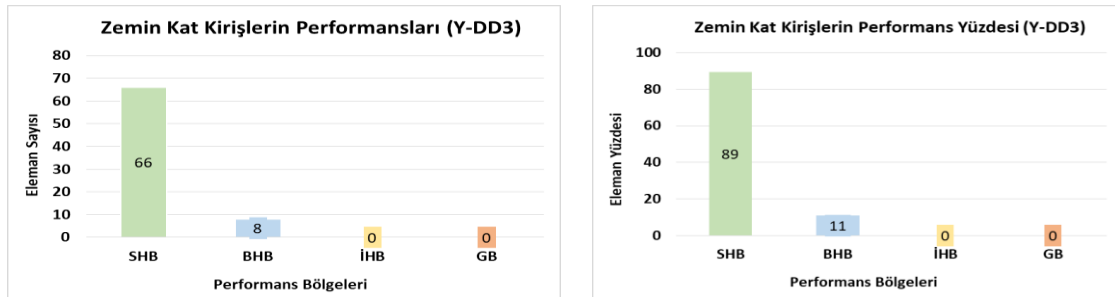
Deprem Doğrultusu Y Yönü Olan ve DD-3 Yer Hareketi Düzeyindeki Deprem İçin Betonarme Elemanların Performanslarının Elde Edilmesi: Hedef yer değiştirme değerinin bulunabilmesi için Bölüm 4'te verilen bağıntılar ve eğriler kullanılır.



Şekil 5.30. Y yönü için modal kapasite eğrisi ve DD-3 Spektrumu

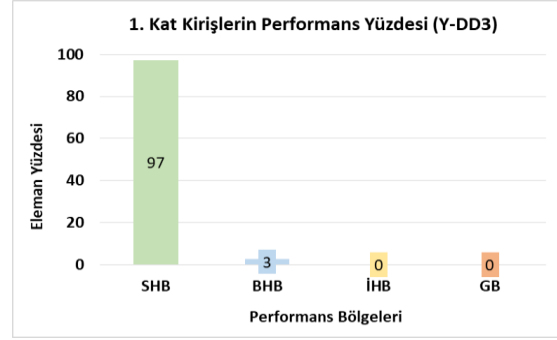
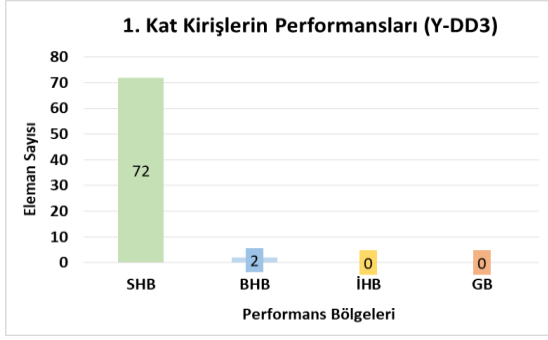
İlgili bağıntılar ve Şekil 5.30. kullanılarak Y yönü deprem doğrultusu ve DD-3 deprem yer hareketi için bulunan hedef yer değiştirme 0,02206 m olarak bulunmuştur. Sabit Tek Modlu İtme yöntemi gereğince adım adım itme uyguladığımız yapımızda elde edilen hedef yer değiştirme değerine 7. adımda ulaşılmıştır. Bu nedenle Y yönü deprem doğrultusu ve DD-3 deprem yer hareketi için 7. adımda elemanların performanslarının değerlendirilmesi gerekir. Kirişlerin ve kolonların performansları belirlendikten sonra ilgili koşullar altında yapının performansı elde edilir.

Yeni betonarme perdeler eklenerek güçlendirilen okul binasındaki tüm kirişlerin performansları belirlendikten sonra yapının performansını belirlemek için gerekli olan kirişlerin performans bölgelerindeki sayısı ve yüzdesi Şekil 5.31’de grafiksel olarak verilmiştir. Depremde en çok etkilenen kat olan zemin kat kirişlerinin 66’sı sınırlı hasar bölgesinde kalırken 8’i belirgin hasar bölgesine geçmiştir. Buna karşın 2. kat kirişlerinin tamamı sınırlı hasar bölgesindedir.

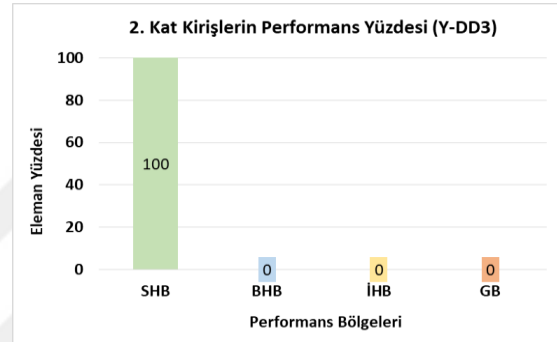
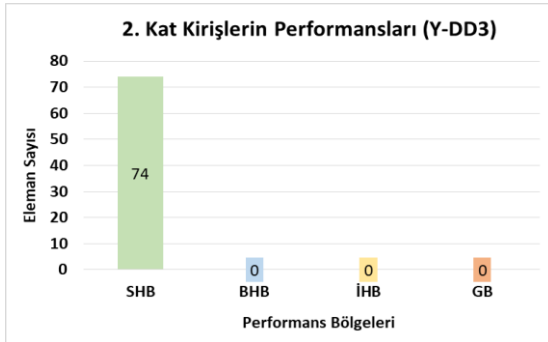


(a)

Şekil 5.31. (a) Zemin Kat, (b) 1. Kat ve (c) 2. Kat Kirişlerin Performans Bölgelerindeki Sayısı ve Yüzdesi (Y-DD3)



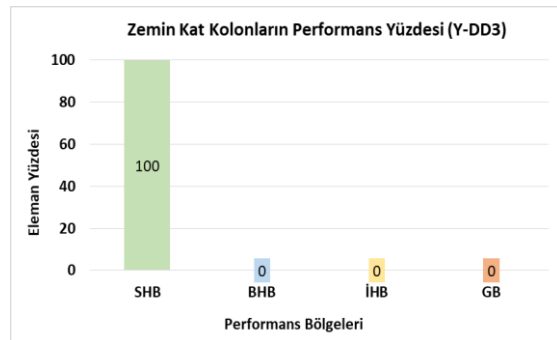
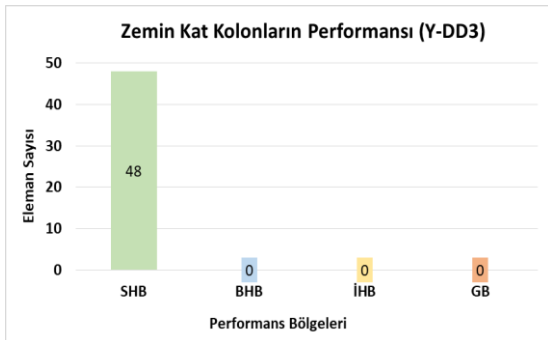
(b)



(c)

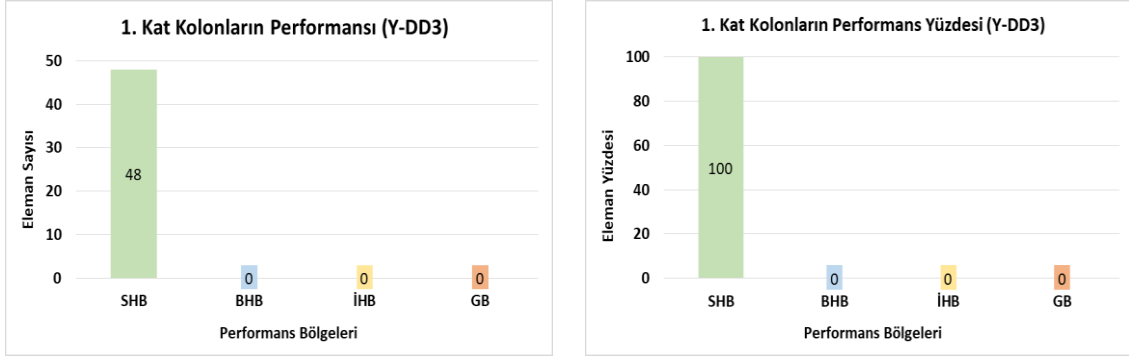
Şekil 5.31. (Devam) (a) Zemin Kat, (b) 1. Kat ve (c) 2. Kat Kirişlerin Performans Bölgelerindeki Sayısı ve Yüzdesi (Y-DD3)

Yeni betonarme perdeler eklenerek güçlendirilen okul binasındaki tüm kolonların performansları belirlendikten sonra yapının performansını belirlemek için gerekli olan kolonların performans bölgelerindeki sayısı ve yüzdesi Şekil 5.33'te grafiksel olarak gösterilmiştir. Depremde en çok etkilenen kat olan zemin kat kolonlarının ve 2. kat kolonlarının tamamı sınırlı hasar bölgesindedir.

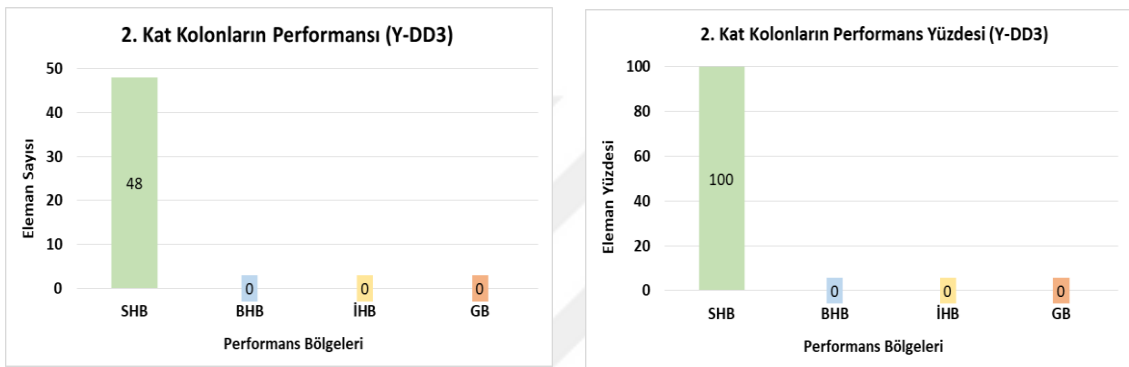


(a)

Şekil 5.33. (a) Zemin Kat, (b) 1. Kat ve (c) 2. Kat Kolonların Performans Bölgelerindeki Sayısı ve Yüzdesi (Y-DD3)



(b)



(c)

Şekil 5.33. (Devam) (a) Zemin Kat, (b) 1. Kat ve (c) 2. Kat Kolonların Performans Bölgelerindeki Sayısı ve Yüzdesi (Y-DD3)

#### 5.2.6. Ek Betonarme Perdelerle Güçlendirilen Okul Binasının Performansının Belirlenmesi

Yeni betonarme perdeler eklenerek güçlendirilen okul binasındaki tüm taşıyıcı elemanlarının performanslarının Sınırlı Hasar Bölgesi'nde (SHB), Belirli Hasar Bölgesi'nde (BHB), İleri Hasar Bölgesi'nde (İHB) ve Göçme Bölgesi (GB) olduğu yüzdesel olarak bulunduktan sonra yapının performansı, TBDY 2018'de ve daha önce Bölüm 2.6'da verilen koşullara göre belirlenir. Her iki deprem doğrultusu olan X ile Y yönünde DD-1 ve DD-3 yer hareketi düzeylerindeki depremler için ek betonarme perdeler eklenerek güçlendirilen okul binasının performansı ayrı ayrı belirlenmiştir.

Deprem Doğrultusu X Yönü ve DD-1 Deprem Yer Hareketi Düzeyi: Kirişler için ilgili şartlar altında en çok etkilenen kat olan zemin kat kirişleri dikkate alınmıştır. Şekil 5.22'de zemin kat kirişlerinin %76'sı SHB'de, %24'ü BHB'de olduğu görülmüştür. Bu

nedenle kirişlerin en fazla %20'si BHB'ne geçebilir koşulu sağlanamadığı Sınırlı Hasar Performans Düzeyi aşılmıştır. Kirişlerin hiçbiri İHB'ne geçmediği için kirişlerin en fazla %35'i İHB'ne geçebilir koşulu sağlanmıştır. Sonuç olarak kirişlere göre mevcut yapının performansı Kontrollü Hasar Performans Düzeyi olarak belirlenmiştir. Kolonlar için ilgili şartlar altında en çok etkilenen kat olan zemin kat kolonları dikkate alınmıştır. Şekil 5.23'te zemin kat kolonlarının %92'si BHB'de, %8'i ise İHB'de olduğu görülmüştür. Yeni betonarme perdelerle güçlendirilen yapıda SHB dışında taşıyıcı eleman olduğu için Sınırlı Hasar Performans Düzeyi aşılmıştır. İHB'deki kolonların, ilgili kattaki tüm kolonlar tarafından karşılanan kesme kuvvetine toplam katkısı %10 olarak bulunmuş ve yönetmelikte verilen %20 koşulu geçilmemiştir. Bu nedenle Kontrollü Hasar Performans Düzeyi aşılmamıştır. Sonuç olarak kolonlara göre mevcut yapının performansı Kontrollü Hasar Performans Düzeyi olarak belirlenmiştir.

Doğrultusu X yönü olan ve DD-1 yer hareketi düzeyindeki deprem için yeni betonarme perdelerle güçlendirilen okul binasının deprem performansının en olumsuz durum dikkate alınarak Kontrollü Hasar Performans Düzeyi olduğu belirlenir.

Deprem Doğrultusu X Yönü ve DD-3 Deprem Yer Hareketi Düzeyi: Kirişler için ilgili şartlar altında en çok etkilenen kat olan zemin kat kirişleri dikkate alınmıştır. Zemin kat kirişlerinin Şekil 5.25'te görüldüğü gibi %97'si SHB'de, %3'ü BHB'de olduğu görülmüştür. Bu nedenle kirişlerin en fazla %20'si BHB'ne geçebilir koşulu sağlandığı için Sınırlı Hasar Performans Düzeyi aşılmamıştır. Sonuç olarak kirişlere göre yapının performansı Sınırlı Hasar Performans Düzeyi olarak belirlenmiştir. Kolonlar için aynı şartlar altında en çok etkilenen kat olan zemin kat kolonları dikkate alınmıştır. Şekil 5.26'da zemin kat kolonlarının %100'ü SHB'de olduğu görülmüştür. Yeni betonarme perdelerle güçlendirilen yapıda SHB dışında taşıyıcı eleman olmadığı için Sınırlı Hasar Performans Düzeyi aşılmamıştır. Sonuç olarak kolonlara göre yapının performansı Sınırlı Hasar Performans Düzeyi olarak belirlenir.

Doğrultusu X yönü olan ve DD-3 yer hareketi düzeyindeki deprem için yeni betonarme perdelerle güçlendirilen okul binasının deprem performansının en olumsuz durum dikkate alınarak Sınırlı Hasar Performans Düzeyi olduğu belirlenir.

Deprem Doğrultusu Y Yönü ve DD-1 Deprem Yer Hareketi Düzeyi: Kirişler için ilgili

şartlar altında en çok etkilenen kat olan zemin kat kirişleri dikkate alınmıştır. Şekil 5.28'de zemin kat kirişlerinin %65'i SHB'de, %35'i BHB'de olduğu görülmüştür. Bu nedenle kirişlerin en fazla %20'si BHB'ne geçebilir koşulu sağlanamadığı Sınırlı Hasar Performans Düzeyi aşılmıştır. Kirişlerin hiçbiri İHB'ne geçmediği için kirişlerin en fazla %35'i İHB'ne geçebilir koşulu sağlanmıştır. Sonuç olarak kirişlere göre mevcut yapının performansı Kontrollü Hasar Performans Düzeyi olarak belirlenmiştir. Kolonlar için aynı şartlar altında en çok etkilenen kat olan zemin kat kolonları dikkate alınmıştır. Şekil 5.30'da zemin kat kolonlarının %100,0'ü, BHB'de olduğu görülmüştür. Yeni betonarme perdelerle güçlendirilen yapıda SHB dışında taşıyıcı eleman olmadığı için Sınırlı Hasar Performans Düzeyi aşılmamıştır. Sonuç olarak kolonlara göre mevcut yapının performansı Sınırlı Hasar Performans Düzeyi olarak belirlenmiştir.

Doğrultusu Y yönü olan ve DD-1 yer hareketi düzeyindeki deprem için yeni betonarme perdelerle güçlendirilen okul binasının deprem performansının en olumsuz durum dikkate alınarak Kontrollü Hasar Performans Düzeyi olduğu belirlenir.

Deprem Doğrultusu Y Yönü ve DD-3 Deprem Yer Hareketi Düzeyi: Kirişler için ilgili şartlar altında en çok etkilenen kat olan zemin kat kirişleri dikkate alınmıştır. Zemin kat kirişlerinin Şekil 5.31'de görüldüğü gibi %89'u SHB'de, %11'i BHB'de olduğu görülmüştür. Bu nedenle kirişlerin en fazla %20'si BHB'ne geçebilir koşulu sağlandığı için Sınırlı Hasar Performans Düzeyi aşılmamıştır. Sonuç olarak kirişlere göre yapının performansı Sınırlı Hasar Performans Düzeyi olarak belirlenmiştir. Kolonlar için aynı şartlar altında en çok etkilenen kat olan zemin kat kolonları dikkate alınmıştır. Şekil 5.32'de zemin kat kolonlarının %100'ü SHB'de olduğu görülmüştür. Yeni betonarme perdelerle güçlendirilen yapıda SHB dışında taşıyıcı eleman olmadığı için Sınırlı Hasar Performans Düzeyi aşılmamıştır. Sonuç olarak kolonlara göre yapının performansı Sınırlı Hasar Performans Düzeyi olarak belirlenmiştir.

Doğrultusu Y yönü olan ve DD-3 yer hareketi düzeyindeki deprem için yeni betonarme perdelerle güçlendirilen okul binasının deprem performansının en olumsuz durum dikkate alınarak Sınırlı Hasar Performans Düzeyi olduğu belirlenir.

Her iki deprem doğrultusu olan X ve Y yönü için DD-1 ile DD-3 yer hareketi düzeylerindeki depremler karşısında ek betonarme perdelerle güçlendirilmiş okul

binasının performans seviyeleri yukarıda verilmiştir. İlgili depremler etkisinde ek betonarme perdelerle güçlendirilmiş okul binasının mevcut taşıyıcı elemanlarının performans bölgelerindeki sayısı ise Tablo 5.5. ve Tablo 5.6. olarak aşağıda gösterilmiştir.

Tablo 5.5. Ek betonarme perdelerle güçlendirilen binanın performans bölgelerindeki toplam kiriş sayısı

| <b>Ek Betonarme Perdelerle Güçlendirilen Binanın Performans Bölgelerindeki Toplam Kiriş Sayısı</b> |            |            |            |           |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|------------|------------|-----------|
| <b>Depremler</b>                                                                                   | <b>SHB</b> | <b>BHB</b> | <b>İHB</b> | <b>GB</b> |
| <b>X - DD1</b>                                                                                     | 175        | 47         | 0          | 0         |
| <b>X - DD3</b>                                                                                     | 218        | 4          | 0          | 0         |
| <b>Y - DD1</b>                                                                                     | 154        | 68         | 0          | 0         |
| <b>Y - DD3</b>                                                                                     | 212        | 10         | 0          | 0         |

Tablo 5.6. Ek betonarme perdelerle güçlendirilen binanın performans bölgelerindeki toplam kolon sayısı

| <b>Ek Betonarme Perdelerle Güçlendirilen Binanın Performans Bölgelerindeki Toplam Kolon Sayısı</b> |            |            |            |           |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|------------|------------|-----------|
| <b>Depremler</b>                                                                                   | <b>SHB</b> | <b>BHB</b> | <b>İHB</b> | <b>GB</b> |
| <b>X - DD1</b>                                                                                     | 2          | 138        | 4          | 0         |
| <b>X - DD3</b>                                                                                     | 144        | 0          | 0          | 0         |
| <b>Y - DD1</b>                                                                                     | 0          | 144        | 0          | 0         |
| <b>Y - DD3</b>                                                                                     | 144        | 0          | 0          | 0         |

Mevcut okul binasının deprem performansının bulunmasında göz önüne alınacak deprem yer hareketi düzeyleri ile bu deprem yer hareketi düzeylerinde okul binası için istenen performans hedefleri TBDY 2018’de verilmiş ve daha önce Tablo 4.6 olarak gösterilmiştir. İlgili tabloya göre mevcut okul binasının performans hedefi, DD-3 deprem yer hareketi düzeyinde Sınırlı Hasar (SH) performans seviyesi ve DD-1 deprem yer hareketi düzeyinde Kontrollü Hasar (KH) performans seviyesi olduğu daha önceden belirlenmiştir.

Her iki deprem doğrultusu olan X ve Y yönü için DD-1 ile DD-3 yer hareketi düzeylerindeki depremler karşısında ek betonarme perdelerle güçlendirilen okul binasının

performansları, önceden belirlenen performans hedeflerine ulaşmıştır. Bu nedenle ek betonarme perdeler ile güçlendirme yönteminin; yapının mevcut durumu, kullanım amacı, mimari özellikleri, güçlendirme için gereken süre ve inşaat yapım maliyeti gibi etkenlere bağlı olarak hedeflenen performans sonuçlarını verebilecek bina güçlendirme yöntemlerinden biri olduğu görülmüştür.



## **6. GENEL MALİYET ANALİZİ**

Mevcut betonarme yapıya uygulanan güçlendirme yöntemlerinin maliyetleri ve mevcut yapının yeniden yapılması durumunda gerekli olan yaklaşık maliyet bu bölümde ele alınmıştır. Uygulanan güçlendirme maliyetleri yeniden yapım maliyeti karşılaştırılarak değerlendirilmiştir.

### **6.1. Uygulanan Güçlendirme Maliyetleri**

Mevcut betonarme okul binasının ilgili yer hareketi düzeylerinde istenen minimum performans hedeflerine ulaşılabilmesi için sistem düzeyinde güçlendirme yöntemlerinden olan betonarme taşıyıcı sistemlerin çelik çaprazlarla güçlendirilmesi ve betonarme taşıyıcı sistemlerin ek betonarme perdeler ile güçlendirilmesi yöntemleri uygulanmıştır. Güçlendirme yöntemleri uygulanırken gerekli olan malzeme miktarlarının metrajları yaklaşık olarak hesaplanmıştır. Güçlendirme imalatları için çeşitli işçilik maliyetleri de ortalama olarak hesaba dahil edilmiştir.

Uygulanan güçlendirme yöntemlerinde gerekli olan malzemeler ve işçilik ücretleri birim fiyatları için T.C. ÇEVRE, ŞEHİRCİLİK VE İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ BAKANLIĞI tarafından yayınlanan, “İnşaat Birim Fiyatlarına Esas İşçilik – Araç ve Gereç Rayiç Listeleri” dikkate alınmıştır. İlgili listede olmayan malzeme ve işçilik ücretlerinin birim fiyatları, piyasa araştırması yapılarak belirlenmiştir.

#### **6.1.1. Çelik Çaprazlar İle Güçlendirilen Mevcut Binanın Maliyet Analizi**

Çelik çapraz ile güçlendirilen mevcut binanın maliyet analizinde mevcut betonarme yapının güçlendirilmesi için binaya eklenecek çelik çapraz profiller için gerekli olan malzeme ve çeşitli işçilik maliyetleri hesaplanmıştır. Kullanılan toplam malzeme miktarı birim fiyatlar ile çarpılarak hesap yapılmış bununla birlikte imalat için gerekli olan işçilik ücreti de yaklaşık maliyete dahil edilmiştir. Hesaplamalar sonucunda mevcut betonarme okul binasının çelik çaprazlar ile güçlendirme toplam maliyeti 4.103.809,10 ₺ olarak bulunmuş hesap detayları Tablo 6.1’de gösterilmiştir.

Tablo 6.1. Çelik çaprazlar ile güçlendirilen mevcut binanın iş kalemleri ve maliyeti

| Çelik Çaprazlar İle Güçlendirilen Mevcut Binanın İş Kalemleri ve Maliyet Tablosu |                                                                                                                                                                                                         |                |        |                      |                |
|----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|--------|----------------------|----------------|
| Poz No                                                                           | İş Türü                                                                                                                                                                                                 | Birim          | Miktar | Ortalama Birim Fiyat | Toplam Maliyet |
| Özel-1                                                                           | Taşıyıcı sistemin güçlendirme hazırlığı (yıkım, söküm vb.)                                                                                                                                              | m <sup>3</sup> | 230    | 328,13 ₺             | 75.469,90 ₺    |
| Özel-2                                                                           | Kimyasal Ankraj                                                                                                                                                                                         | Adet           | 2300   | 539,06 ₺             | 1.239.838,00 ₺ |
| 15.165.1003                                                                      | Her çeşit profil, çelik çubuk ve çelik sacarla karkas, (çerçeve) inşaat yapılması, yerine tespiti (yapı karkası, köprülerde profil demirlerinden kirişler, başlıklar, bağlantılar ve benzeri imalatlar) | Ton            | 15     | 43.334,80 ₺          | 650.022,00 ₺   |
| Özel-3                                                                           | Taşıyıcı sistemin güçlendirme sonrası imatları (duvar, sıva, boya vb.)                                                                                                                                  | m <sup>2</sup> | 670    | 3.191,76 ₺           | 2.138.479,20 ₺ |
| Çelik Çaprazlar İle Güçlendirilen Mevcut Binanın Maliyet Analizi                 |                                                                                                                                                                                                         |                |        |                      | 4.103.809,10 ₺ |

#### 6.1.2. Ek Betonarme Perdeler İle Güçlendirilen Mevcut Yapının Maliyet Analizi

Ek betonarme perdeler ile güçlendirilen mevcut binanın maliyet analizinde mevcut betonarme yapının güçlendirilmesi için binaya eklenecek betonarme perdeler için gerekli olan malzeme ve çeşitli işçilik maliyetleri hesaplanmıştır. Kullanılan toplam malzeme miktarı birim fiyatlar ile çarpılarak hesap yapılmış bununla birlikte imalat için gerekli olan işçilik ücreti de yaklaşık maliyete dâhil edilmiştir. Hesaplamalar sonucunda mevcut betonarme okul binasının ek betonarme perdeler ile güçlendirme toplam maliyeti 4.212.749,95 ₺ olarak bulunmuş hesap detayları Tablo 6.2’de verilmiştir.

Tablo 6.2. Ek betonarme perdelerle güçlendirilen mevcut binanın iş kalemleri ve maliyeti

| Ek Betonarme Perdeler İle Güçlendirilen Mevcut Binanın İş Kalemleri ve Maliyet Tablosu |                                                                                                                                                                          |                |        |                      |                |
|----------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|--------|----------------------|----------------|
| Poz No                                                                                 | İş Türü                                                                                                                                                                  | Birim          | Miktar | Ortalama Birim Fiyat | Toplam Maliyet |
| Özel-1                                                                                 | Taşıyıcı sistemin güçlendirme hazırlığı (yıkım, sökülme vb.)                                                                                                             | m <sup>3</sup> | 250    | 409,38 ₺             | 102.345,00 ₺   |
| Özel-2                                                                                 | Epoksili filiz imal edilmesi                                                                                                                                             | Adet           | 1920   | 509,06 ₺             | 977.395,20 ₺   |
| 15.160.1003                                                                            | Ø 8- Ø 12 mm nervürlü beton çelik çubuğu, çubukların kesilmesi, bükülmesi ve yerine konulması                                                                            | Ton            | 3      | 26.318,95 ₺          | 78.956,85 ₺    |
| 15.160.1004                                                                            | Ø 14- Ø 28 mm nervürlü beton çelik çubuğu, çubukların kesilmesi, bükülmesi ve yerine konulması                                                                           | Ton            | 12     | 25.828,95 ₺          | 309.947,40 ₺   |
| 15.180.1003                                                                            | Plywood ile düz yüzeyli betonarme kalıbı yapılması                                                                                                                       | m <sup>2</sup> | 770    | 401,88 ₺             | 309.447,60 ₺   |
| 15.150.1006                                                                            | Beton santralinde üretilen veya satın alınan ve beton pompasıyla basılan, C 30/37 basınç dayanım sınıfında, gri renkte, normal hazır beton dökülmesi (beton nakli dahil) | m <sup>3</sup> | 110    | 1.772,39 ₺           | 194.962,90 ₺   |
| Özel-3                                                                                 | Taşıyıcı sistemde güçlendirme nedeniyle yapılacak imalatlar (duvar, sıva, boya vb.)                                                                                      | m <sup>2</sup> | 670    | 2.437,30 ₺           | 1.632.991,00 ₺ |
| Özel-4                                                                                 | Taşıyıcı sistemin güçlendirme sonrası tamiratları (döşeme, duvar vb.)                                                                                                    | m <sup>2</sup> | 350    | 1.733,44 ₺           | 606.704,00 ₺   |
| Ek Betonarme Perdeler İle Güçlendirilen Mevcut Binanın Maliyet Analizi                 |                                                                                                                                                                          |                |        |                      | 4.212.749,95 ₺ |

### 6.1.3. Mevcut Yapının Yeniden Yapılması Durumunda Maliyet Analizi

Mevcut yapının yeniden yapılması durumunda m<sup>2</sup> cinsinden resmi gazetede yayınlanan, Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığının “MİMARLIK VE MÜHENDİSLİK HİZMET BEDELLERİNİN HESABINDA KULLANILACAK 2023/2 YILI YAPI

YAKLAŞIK BİRİM MALİYETLERİ HAKKINDA TEBLİĞ "si dikkate alınarak yapı yaklaşık birim maliyeti belirlenmiştir. Yeniden yapılması durumunda mevcut betonarme okul binasının yapı yaklaşık birim maliyeti için III. Sınıf yapılardan B Grubu yapılar içerisinde olduğu değerlendirilmiştir. Bu kapsamda mevcut betonarme okul binasının yeniden yapılması için yaklaşık birim maliyeti 9.000,00 TL/ m<sup>2</sup> olarak belirlenmiştir. Mevcut yapının toplam kullanım alanı 1417,5 m<sup>2</sup> olarak hesaplanmıştır. Sonuç olarak mevcut betonarme okul binasının yeniden yapım maliyeti 12.757.500,00 ₺ olarak hesaplanmıştır.

## **6.2. Elde Edilen Maliyet Bedellerinin Değerlendirilmesi**

Mevcut betonarme okul binasının yeniden yapılması durumunda gerekli olan yaklaşık maliyeti ve uygulanan güçlendirme yöntemlerinin maliyetleri ve bu bölümde karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir. Mevcut betonarme okul binasının yeniden yapım maliyeti yaklaşık 12.757.500,00 ₺, yapının çelik çaprazlar ile güçlendirme toplam maliyeti yaklaşık 4.103.809,10 ₺ ve yapının ek betonarme perdeler ile güçlendirme toplam maliyeti yaklaşık 4.212.749,95 ₺ olarak bulunmuştur. Elde edilen maliyetlere göre yapının güçlendirmesine ya da yapının yeniden yapılmasına karar vermek için farklı değerlendirme yöntemlerinin olduğu görülmüştür.

1. Ekonomik değerlendirme için uygulanan güçlendirme maliyetleri ile binanın yeniden yapım maliyeti karşılaştırılır. Genellikle hesaplanan güçlendirme maliyeti, binanın yeniden yapım maliyetinin %40'ından düşük olması durumunda güçlendirme yapılabileceği, yüksek olması durumunda ise yapının yeniden yapılmasının daha uygun olabileceği kabul edilir. Mevcut betonarme okul binasının çelik çaprazlar ile güçlendirme maliyeti, yeniden yapım maliyetinin %32,2'sine eşittir. Ek betonarme perdeler ile güçlendirme maliyeti ise yeniden yapım maliyetinin %33,0'üne karşılık gelir. Bu durumda her iki güçlendirme yöntemi için hesaplanan maliyet oranlarının genel kabul değeri olan %40 sınırını aşmadığı ve güçlendirme maliyetlerinin ekonomik açıdan uygun olduğu görülür.

2. Ekonomik değerlendirme için Amerika Birleşik Devletleri'ndeki Fedaral Acil Durum Ajansı (Federal Emergency Management Agency - FEMA) tarafından hazırlanan yönetmelikteki afetten zarar görmüş herhangi bir tesisin onarılması veya yenilenmesi koşulu dikkate alınmıştır. Bu koşula göre güçlendirme maliyetinin binanın yeniden yapım

maliyetinin %50'sinden düşük olmalıdır. Mevcut betonarme okul binasının çelik çaprazlar ile güçlendirme maliyeti, yeniden yapım maliyetinin %32,2'sine, ek betonarme perdeler ile güçlendirme maliyeti ise yeniden yapım maliyetinin %33,0'üne karşılık gelir. Bu durumda her iki güçlendirme yönteminin de FEMA'nın belirlediği %50 limitini aşmadığı ve güçlendirme maliyetlerinin ekonomik açıdan uygun olduğu görülür.

3. Ekonomik değerlendirmede bir bağıntı kullanılarak mevcut yapının güçlendirilmesine ya da yeniden yapılmasına karar verilir. Mutlu A.H. (2015) tarafından yapılan çalışmaya göre güçlendirme maliyeti değerlendirilirken yeniden yapım maliyeti, bina ömrü ve bina yaşı parametreleri Denklem (6.1)'deki gibi kullanılmıştır.

$$C_R \leq 0,80 C_N [(L_D - L_P) / L_D] \quad (6.1)$$

Denklem (6.1)'deki  $C_R$  Güçlendirme Maliyetini (GM),  $C_N$  Yeniden yapım maliyetini (YYM),  $L_D$  Mevcut yapı için tasarlanan yapı ömrünü (YÖ) ve  $L_P$  Mevcut yapının yaşını (MY) ifade eder.

Mevcut betonarme okul binası için:

$$C_R = 4.103.809,10 \text{ ₺} \quad (\text{Çelik çaprazlar ile güçlendirme maliyeti})$$

$$C_R = 4.212.749,95 \text{ ₺} \quad (\text{Ek betonarme perdeler ile güçlendirme maliyeti})$$

$$C_N = 12.757.500,00 \text{ ₺}$$

$$L_D = 50 \text{ yıl}$$

$$L_P = 27 \text{ yıl}$$

Çelik çaprazlar ile güçlendirme maliyeti Denklem (6.1)'e göre aşağıda değerlendirilmiştir.

$$4.103.809,10 \leq 0,80 \times 12.757.500,00 \times [(50-27)/50]$$

$$4.103.809,10 \text{ ₺} \leq 4.694.760,00 \text{ ₺}$$

Yukarıda yapılan hesaplamada çelik çaprazlar ile güçlendirme maliyeti, mevcut betonarme binanın Denklem (6.1)'e göre belirlenen güçlendirme maliyet sınırının altında kaldığı görülmüştür.

Ek betonarme perdeler ile güçlendirme maliyeti Denklem (6.1)'e göre aşağıda değerlendirilmiştir.

$$4.212.749,95 \leq 0,80 \times 12.757.500,00 \times [(50-27)/50]$$

$$4.212.749,95 \text{ ₺} \leq 4.694.760,00 \text{ ₺}$$

Yukarıda yapılan hesaplamada ek betonarme perdeler ile güçlendirme maliyeti, mevcut betonarme binanın Denklem (6.1)'e göre belirlenen güçlendirme maliyet sınırının altında kaldığı görülmüştür.

Daha önce her iki güçlendirme maliyetinin mevcut binanın yeniden yapım maliyetinin yüzde kaçına karşılık geldiği hesaplanmıştı. Bu değer in çelik çaprazlar ile güçlendirme için %32,2 olduğu, ek betonarme perdeler ile güçlendirme için ise %33,0 olduğu bulunmuştu. Yukarıda ilgili denkleme göre bulunan güçlendirme maliyet sınırının ise mevcut binanın yeniden yapım maliyetinin %36,8'ine eşit olduğu hesaplanmıştır. Mutlu A.H. (2015) tarafından yapılan çalışmada farklı yaşlardaki binalar için güçlendirme maliyetinin yeniden yapım maliyetine oranı Tablo 6.3.'te verilmiştir.

Tablo 6.3. Bina yaşı - maliyet oranı (Mutlu, 2015)

| Binanın Yaşı | Maliyet Oranı |
|--------------|---------------|
| 50           | 0             |
| 40           | 16            |
| 30           | 32            |
| 25           | 40            |
| 20           | 48            |
| 10           | 64            |
| 5            | 72            |
| 1            | 78            |

4. Ekonomik değerlendirmede Mutlu A.H. (2020) tarafından yapılan bir diğer çalışmadaki bağıntılar kullanılmıştır. İlgili çalışmada binanın yıpranma payı göz önüne alınarak hesaplanan Yapının Güncel Değeri (YGD) Denklem (6.2)'deki bulunmuştur.

$$YGD = [(YÖ - MYY)/ YÖ] \times YYM \quad (6.2)$$

Denklem (6.2)'deki YÖ yapı ömrünü. MYY mevcut yapı yaşını ve YYM ise yeniden

yapım maliyetini ifade etmektedir. Yapının Güncel Değeri (YGD) bulunduktan sonra Denklem (6.3) kullanılarak güçlendirme maliyetinin yeniden yapım maliyetine oranının Aşmaması Gereken Değer (AGD) belirlenmiştir.

$$AGD = 1 - (YYM - YGD) / YYM \quad (6.3)$$

Aşılmaması Gereken Değer (AGD) bulunduktan sonra Denklem (6.4)'deki verilen koşula göre mevcut yapının güçlendirilmesine ya da yeniden yapılmasına karar verilmiştir.

$$(GM / YYM) \leq AGD \quad (6.4)$$

Denklem (6.4)'deki GM güçlendirme maliyetini ifade etmektedir. Verilen koşulun sağlanması durumunda mevcut yapının ekonomik yönden güçlendirilebilir olduğu değerlendirilir.

Mevcut betonarme okul binası için:

$$YGD = [(50 - 27) / 50] \times 12.757.500,00$$

$$YGD = 5.868.450,00 \text{ ₺}$$

$$AGD = 1 - (12.757.500,00 - 5.868.450,00) / 12.757.500,00$$

$$AGD = 0,46$$

$$(4.103.809,10 / 12.757.500,00) \leq 0,46 \quad (\text{Çelik çaprazlar ile güçlendirme için})$$

$$0,32 \leq 0,46$$

$$(4.212.749,95 / 12.757.500,00) \leq 0,46 \quad (\text{Ek betonarme perdeler ile güçlendirme için})$$

$$0,33 \leq 0,46$$

Uygulanan güçlendirme maliyetlerinin Mutlu A.H. (2020) çalışmasında değerlendirilmesi için yapının güncel değeri (YGD) ve aşılmaması gereken değer (AGD) bulunmuştur. Daha sonra her iki güçlendirme yöntemi için güçlendirme maliyetinin yeniden yapım maliyetine oranları, aşılmaması gereken değer (AGD) ile karşılaştırılmış ve oranların ilgili değerden az olduğu yukarıda belirlenmiştir. Bu durumda 4. Ekonomik değerlendirme olan ilgili çalışma için de her iki güçlendirme yönteminin maliyet yönünden uyumabileceği görülmüştür.

Mevcut betonarme okul binasının elik çaprazlar ile güçlendirme maliyeti ve ek betonarme perdeler ile güçlendirme maliyeti karşılaştırıldığında maliyet farkının çok düşük olduğu görülmektedir. Ancak uygulanacak güçlendirme yöntemine sadece maliyetle değil binanın konumu, mevcut durumu, kullanım amacı, mimari özellikleri ve güçlendirme için gereken süre gibi pek çok değişkene bağlı olarak karar verilmelidir.



## 7. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Mevcut binaların depreme dayanıklı olabilmesi için performanslarının yürürlükte olan Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği (TBDY 2018) esaslarına göre değerlendirilmesi gerekmektedir. Mevcut binaların hedeflenen performans seviyelerini sağlamaması durumunda güçlendirmeye tabi tutulmalıdır. Bu çalışmada ilk olarak güçlendirme işlemi öncesine ve uygulanacak güçlendirme yöntemlerine yer verilmiş sonrasında mevcut bir okul binasının doğrusal olmayan analizle deprem performansı belirlenerek uygulanabilecek güçlendirme yöntemleri ve maliyetleri karşılaştırılmıştır.

Tez çalışması kapsamında 1975 yönetmeliği olan “Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik” esaslarına göre tasarlanıp inşa edilmiş betonarme bir okul binası incelenmiştir. Mevcut okul binasının TBDY 2018’e göre iki farklı hedef performans seviyesini sağlaması gerektiği tespit edilmiştir. Hedeflenen ilk performans seviyesi 50 senede geçilme ihtimali %2, tekrarlanma periyodu 2475 sene olan deprem yer hareketi düzeyi (DD-1) için Kontrollü Hasar (KH) performans seviyesidir. Bir diğer hedeflenen performans seviyesinin ise 50 senede geçilme ihtimali %50, tekrarlanma periyodu 72 sene olan deprem yer hareketi düzeyi (DD-3) için Sınırlı Hasar (SH) performans seviyesi olduğu belirlenmiştir.

Mevcut okul binasının geometrik özelliklerine, malzeme özelliklerine, yük ve sismik parametrelerine göre oluşturulan matematiksel modeli doğrusal olmayan hesap yöntemlerinden tek modlu statik itme yöntemi ile analiz edilmiştir. Her iki deprem doğrultusu olan X ve Y yönü için DD-1 ile DD-3 yer hareketi düzeylerindeki depremler etkisinde performansları belirlenmiştir.

Her iki deprem doğrultusu olan X ve Y yönü için DD-1 ile DD-3 yer hareketi düzeylerindeki depremler karşısında mevcut okul binasının performansı hedef performans seviyelerinin altında kalmıştır. Bu durum binanın güçlendirmeye tabii tutularak her iki yönde ilgili yer hareketi düzeyleri için performans hedeflerine ulaşılmasını gerekli kılmıştır.

Güçlendirmenin gerekli görüldüğü mevcut okul yapısında sistem düzeyinde güçlendirme yöntemlerinin kullanılması uygun görülmüştür. Sistem düzeyinde güçlendirme

yöntemlerinden ise rijitliği artırarak deplasman talebini azaltan uygulamalar olan betonarme taşıyıcı sistemlerin çelik çaprazlarla güçlendirilmesi ve betonarme taşıyıcı sistemlerin ek betonarme perdeler ile güçlendirilmesi yöntemleri ayrı ayrı uygulanmıştır.

Çelik çaprazlarla güçlendirilmiş okul binasının aynı analiz koşulları ile değerlendirilmesi sonucunda X ve Y doğrultularında DD-1 yer hareketi düzeyindeki deprem için kontrollü hasar performans seviyesine, DD-3 yer hareketi düzeyindeki deprem için sınırlı hasar performans seviyesine ulaştığı belirlenmiştir.

Ek betonarme perdelerle güçlendirilmiş okul binasının aynı analiz koşulları ile değerlendirilmesi sonucunda X ve Y doğrultularında DD-1 yer hareketi düzeyindeki deprem için kontrollü hasar performans seviyesine, DD-3 yer hareketi düzeyindeki deprem için sınırlı hasar performans seviyesine ulaştığı belirlenmiştir.

Çelik çaprazlarla güçlendirilmiş okul binasının performansı ve ek betonarme perdelerle güçlendirilmiş okul binasının performansı X ve Y doğrultuları için DD-1 ile DD-3 yer hareketi düzeylerindeki depremler karşısında hedeflenen performans seviyelerini sağlamıştır.

Güçlendirme yöntemleriyle mevcut yapının hedeflenen performans seviyelerine ulaşması, yapının güçlendirilebilmesi için tek başına yeterli değildir. Mevcut binaya güçlendirme yönteminin uygulanabilir olması ve maliyetinin ekonomik olması oldukça önemlidir. Mevcut betonarme okul binasının yeniden yapım maliyeti yaklaşık 12.757.500,00 ₺, yapının çelik çaprazlar ile güçlendirme toplam maliyeti yaklaşık 4.103.809,10 ₺ ve yapının ek betonarme perdeler ile güçlendirme toplam maliyeti yaklaşık 4.212.749,95 ₺ olarak bulunmuştur. Elde edilen maliyetlere göre yapının güçlendirmesine ya da yapının yeniden yapılmasına karar vermek için farklı değerlendirme yöntemleri dikkate alınmıştır.

1. Ekonomik değerlendirme için uygulanan güçlendirme maliyetleri ile binanın yeniden yapım maliyeti karşılaştırılır. Genellikle hesaplanan güçlendirme maliyeti, binanın yeniden yapım maliyetinin %40'ından düşük olması durumunda güçlendirme yapılabileceği, yüksek olması durumunda ise yapının yeniden yapılmasının daha uygun olabileceği kabul edilir. Mevcut betonarme okul binasının çelik çaprazlar ile güçlendirme maliyeti, yeniden yapım maliyetinin %32,2'sine eşittir. Ek betonarme perdeler ile güçlendirme maliyeti ise

yeniden yapım maliyetinin %33,0'üne karşılık gelir. Bu durumda her iki güçlendirme yöntemi için hesaplanan maliyet oranlarının genel kabul değeri olan %40 sınırını aşmadığı ve güçlendirme maliyetlerinin ekonomik açıdan uygun olduğu görülür.

2. Ekonomik değerlendirme için Amerika Birleşik Devletleri'ndeki Fedaral Acil Durum Ajansı (Federal Emergency Management Agency - FEMA) tarafından hazırlanan yönetmelikteki afetten zarar görmüş herhangi bir tesisin onarılması veya yenilenmesi koşulu dikkate alınmıştır. Bu koşula göre güçlendirme maliyetinin binanın yeniden yapım maliyetinin %50'sinden düşük olmalıdır. Mevcut betonarme okul binasının çelik çaprazlar ile güçlendirme maliyeti, yeniden yapım maliyetinin %32,2'sine, ek betonarme perdeler ile güçlendirme maliyeti ise yeniden yapım maliyetinin %33,0'üne karşılık gelir. Bu durumda her iki güçlendirme yönteminin de FEMA'nın belirlediği %50 limitini aşmadığı ve güçlendirme maliyetlerinin ekonomik açıdan uygun olduğu görülür.

3. Ekonomik değerlendirme için belirli bağıntılar kullanılarak mevcut yapının güçlendirilmesine ya da yeniden yapılmasına karar verilir. Mutlu A.H. (2015) tarafından yapılan çalışmaya göre güçlendirme maliyeti değerlendirilirken yeniden yapım maliyeti, bina ömrü ve bina yaşı parametreler kullanılmıştır. Yapılan hesaplamada mevcut betonarme bina için belirlenen güçlendirme maliyet sınırı 4.694.760,00 ₺ olarak belirlenmiştir. Çelik çaprazlar ile güçlendirme maliyetinin ve ek betonarme perdeler ile güçlendirme maliyetinin, mevcut betonarme bina için belirlenen güçlendirme maliyet sınırının altında kaldığı görülmüştür. Sonuç olarak bu değerlendirmeye göre mevcut okul binası için seçilen her iki güçlendirme yönteminin ekonomik yönden uygulanabilir olduğu anlaşılmıştır.

4. Ekonomik değerlendirmede Mutlu A.H. (2020) tarafından yapılan bir diğer çalışmada uygulanan güçlendirme maliyetlerinin değerlendirilmesi için yapının güncel değeri ve aşılması gereken değer bulunmuştur. Bu değerlendirmeye göre okul binasında uygulanan her iki güçlendirme yöntemi için güçlendirme maliyetinin yeniden yapım maliyetine oranları, %46 olarak bulunan aşılması gereken değer ile karşılaştırılmıştır. Yapılan değerlendirmede her iki güçlendirme yönteminin maliyetinin aşılması gereken değerden az olduğu belirlenmiştir. Bu durumda 4. Ekonomik değerlendirmeye göre mevcut okul binasında uygulanan her iki güçlendirme yönteminin maliyet yönünden uygulanabileceği anlaşılmıştır.

Mevcut betonarme okul binasının elik çaprazlar ile güçlendirme maliyeti ve ek betonarme perdeler ile güçlendirme maliyeti karşılaştırıldığında maliyet farkının çok düşük olduğu görülmektedir. Ancak uygulanacak güçlendirme yöntemine sadece maliyetle değil binanın konumu, mevcut durumu, kullanım amacı, mimari özellikleri ve güçlendirme için gereken süre gibi pek çok değişkene bağlı olarak karar verilmelidir.

Güçlendirme yöntemlerinin birçok değişkene bağlı olarak yüksek maliyetlere neden olduğu düşünülmektedir. Oysaki mevcut binanın yeniden yapılması için gereken süre ve maliyet göz önüne alındığında güçlendirmenin deprem tehlikesi karşısında iyi bir çözüm olduğu unutulmamalıdır. Olası bir depremin gerçekleşmesi durumunda ortaya çıkabilecek can kayıpları ile depremin ülke ekonomisinde neden olacağı zarar göz önüne alındığında güçlendirmenin önemi anlaşılmaktadır.

## KAYNAKLAR

- Anıl, Ö., Tuğla Dolgu Duvarların Düzlem Dışı Davranışlarının CFRP Şeritlerle Güçlendirilmesi. *DEPAR Bilim ve Haber Dergisi*, 2, 3-30, 2014.
- Aydın, E. ve Boru, E., (2020), Betonarme Bir Çerçevenin Farklı Yerleşim Düzenlerine Sahip Merkezi Çelik Çaprazlarla Güçlendirilmesi. *APJES*, 8(2), 286–294.
- Aykaç, S., Tankut, T., & Can, H. (2011). Güçlendirilmiş Betonarme Kirişlerin Deprem Davranışı. *International Journal of Engineering Research and Development*, 3(2), 42-46.
- Batmacı, H., (2011). Depremde Hasar Gören Bir Binanın Mantolama, Perde İlavesi ve Kat Azaltılması Yöntemi ile Güçlendirilmelerinin Karşılaştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi, Sakarya, Fen Bilimleri Enstitüsü, 287307.
- Canbay E., (2015). *Betonarme Yapıların Onarımı ve Güçlendirilmesi*. [https://eski.imo.org.tr/resimler/dosya\\_ekler/0f124ec125d030b\\_ek.pdf?tipi=1&turu=X&sube=10](https://eski.imo.org.tr/resimler/dosya_ekler/0f124ec125d030b_ek.pdf?tipi=1&turu=X&sube=10), (Ziyaret Tarihi: 19 Şubat 2023).
- Çalışkan, Ö., (2010). Mevcut Betonarme Binaların Dış Perde Duvar İle Güçlendirilmesinde Ankraj Uygulamalarının Deneysel Olarak Araştırılması, Doktora Tezi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir, 266413.
- Çavdar Ö., (2017). Farklı Şekilde Çapraz Elemanlı Çelik Yapıların Dinamik Davranışının İncelenmesi, *Uluslararası Katılımlı 7. Çelik Yapılar Sempozyumu*, Gaziantep, 26-27-28 Ekim 2017.
- Çetinkaya, N., Kaplan, H., & Şenel, Ş. M. (2004). Betonarme Kirişlerin Lifli Polimer (Frp) Malzemeler Kullanılarak Onarım Ve Güçlendirilmesi. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 10(3), 291-298.
- Değertekin, S. Ö., Haluk, Ş., 2015. Deprem Güvenliği Yetersiz Betonarme Bir Bina İçin Farklı Güçlendirme Önerilerinin Karşılaştırılması. *Dicle Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mühendislik Dergisi*, 6, 121-129.
- Ersoy, U., (2007). Betonarme Yapıların Onarımı ve Güçlendirilmesi Uygulama ve Araştırmalar, *Altıncı Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı*, İstanbul, 16-20 Ekim 2007.
- Gürol, K. B., (2007). Deprem Dayanımı Yetersiz Betonarme Binaları Güçlendirme Yöntemleri, Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, 213107.
- Karaca, N., (2022). Mevcut Betonarme Bir Okul Binasının Deprem Güvenliğinin İncelenmesi ve TBDY 2018'e Göre Alternatif Güçlendirme Yöntemlerinin

Araştırılması Ve Çözüm Önerileri, Yüksek Lisans Tezi, Konya Teknik Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Konya, 715336.

Kaltakçı, M. Y., Köken, A., Yılmaz, Ü. S. (2006), Eksenel Yük Altındaki Çelik Lifli ve Lifsiz Etriyeli Betonarme Kolonların Davranışının Deneysel Ve Analitik Olarak İncelenmesi. *Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Fen ve Mühendislik Dergisi*, 8(1), 65-85.

Karatepe, Y., (2021 ve 2023). Betonarme Binaların Güçlendirilmesi Arşivi.

Korkmaz, K. A. (2007). Çelik Çapraz Elemanlarla Güçlendirilen Betonarme Yapıların Deprem Davranışlarının İncelenmesi. *Doğuş Üniversitesi Dergisi*, 8(2), 191-201.

Köksal, H. O., Altınsoy, F., Aktan, S., Karahan, Ş., et al. (2017). Üç Noktalı Eğilme Altındaki Betonarme Kirişlerde Karbon Lifli Polimerin Etkin ve Ekonomik Kullanımı. *Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 3(2), 1-16.

Mutlu, A. H., (2015). Mevcut Yapıların Güçlendirilmesi ya da Yıkılmasına Karar Verilmesi Aşamasında Göz Önüne Alınması Gereken Kriterler, 3. *Türkiye Deprem Mühendisliği ve Sismoloji Konferansı*, İzmir, 2015.

Mutlu, A. H. (2020). Binaların Güçlendirme/Yıkım Kararı Sürecindeki Ekonomik Değerlendirme İçin Yeni Bir Yöntem Önerisi, Eğitim Yapıları Örneği. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, Özel Sayı, 46-56.

Moehle, J. P. (2000, June). State of research on seismic retrofit of concrete building structures in the US. In *US-Japan Symposium and Workshop on Seismic Retrofit of Concrete Structures*, USA, 2000.

Naja, M. K., & Baytiyeh, H. (2014). Towards safer public school buildings in Lebanon: An advocacy for seismic retrofitting initiative. *International journal of disaster risk reduction*, 8, 158-165.

Öncü, G., (2011). Mevcut Betonarme ve Yığma Binaların Depreme Karşı Onarım ve Güçlendirme Yöntemleri ve İzmir'deki Bazı Uygulama Örneklerinin İrdelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, 307101.

Sancioğlu S., Arıbaş S., Bayram B., Şimşek M., Çarbaş S., Ö., (2019). Çelik Bir Binada Kullanılan Çapraz Tiplerinin Deprem Etkisi Altında Analizi, 8. *Uluslararası Çelik Yapılar Sempozyumu*, Konya, 24-25-26 Ekim 2019.

Sargın, H., (2020). Mevcut Betonarme Bir Binanın Sistem İyileştirmesi ve Taşıyıcı Eleman Güçlendirme Yöntemlerine Göre Karşılaştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kütahya, 623182.

- Sezer, R. ve Akın, A., Dolgu Duvarları Önüretimli Beton Panellerle Güçlendirilmiş Betonarme Çerçevelerin Deprem Davranışının İncelenmesi, *e-Journal of New World Sciences Academy Engineering Sciences*, 6(4), 1127-1145, 2011
- Şik, H., (2014). Deprem Güvenliği Yetersiz Betonarme Bir Bina İçin Farklı Güçlendirme Önerilerinin Karşılaştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Dicle Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Diyarbakır, 377383.
- Şirin, C., (2006). Yapılarda Oluşan Hasar Biçimleri Ve Nedenleri Ve Yapıların Onarım Ve Güçlendirilmesi Teknikleri İle Bir Yapının Güçlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 223079.
- Tankut, T., (2008). *Türkiye'deki Bina Yapıları İçin Güçlendirme Stratejisi*. <https://eski.imo.org.tr/resimler/ekutuphane/pdf/11056.pdf>, (Ziyaret Tarihi: 01 Mart 2023).
- Tekeli, H., Esen, B., Övey, H. M., Arapoğlu, M., vd. (2016). Betonarme Kirişlerin Çelik Levhalarla Kesmeye Karşı Güçlendirilmesi. *Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 4(1), 13-20.
- Tekeli, H., Avcı, C., Üreyen, M., Sasa, V. (2019). Dolgu Duvarların Lifli Polimerler İle Güçlendirilmesinin DeneySEL Olarak İncelenmesi. *Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 8(1), 158-170.
- Turan, M.E., (2022). Mevcut Betonarme Bir Binanın Deprem Performansının Zaman Tanım Alanında Doğrusal Olmayan Hesap Yöntemi İle Belirlenmesi, Güçlendirme Önerileri Ve Maliyet Analizi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İstanbul, 740285.
- Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği (2018). T.C. Resmi Gazete (30364, 18 Mart 2018). ÇŞB (TC Çevre ve Şehircilik Bakanlığı).
- URL-1: [https://www.ipkb.gov.tr/e-kutuphane/guclendirme-ve-yeniden-yapim-calismalari\\_63/](https://www.ipkb.gov.tr/e-kutuphane/guclendirme-ve-yeniden-yapim-calismalari_63/), (Ziyaret Tarihi: 25 Şubat 2023).
- URL-2: [https://www.ipkb.gov.tr/e-kutuphane/depreme-karsi-yapisal-guclendirme\\_51/](https://www.ipkb.gov.tr/e-kutuphane/depreme-karsi-yapisal-guclendirme_51/), (Ziyaret Tarihi: 27 Şubat 2023).
- URL-3: <https://tdth.afad.gov.tr/>, (Ziyaret Tarihi: 14 Mart 2023).
- Yıldırım, M., (2008). Deprem Etkisindeki Betonarme Yapıların Onarım ve Güçlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Hatay, 179923.
- Yılmaz E. E., Uzun M., Çöğür M. T., 2018, Betonarme çerçevelerin güçlendirilmesi ve deprem performansının iyileştirilmesi. *Selçuk-Teknik Dergisi*, 17(3), 100-111.

Yılmaz, Z., Çankaya, F., Karakaya, A., (2018). Bina Maliyet Oranı Ve Bina Güçlendirme Maliyetini Etkileyen Faktörler Arasındaki İlişki. *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 51, 151-174.





## Ek-A

### Deprem Doğrultusu X Yönü Olan ve DD-1 Yer Hareketi Düzeyindeki Deprem İçin Betonarme Elemanların Performanslarının Elde Edilmesi

Mevcut binadaki kirişlerin X yönü deprem doğrultusu ve DD-1 deprem yer hareketi için 49. adımdaki performansları, plastik dönme sınır değerleri bulunurken belirtilen kiriş tiplerine göre gruplandırılarak Tablo A.1., Tablo A.2. ve Tablo A.3'te verilmiştir.

Tablo A.1. B30x50 Tip1 Kiriş Elemanlarının Performansları (X-DD1)

| B30x50 Tip1 Kiriş Elemanlarının Performansları (X-DD1) |                      |                                               |                      |
|--------------------------------------------------------|----------------------|-----------------------------------------------|----------------------|
| Katlar                                                 | Elemanın Etiketi (n) | Elemanın Plastik Dönmesi ( $\theta_p^{(n)}$ ) | Elemanın Performansı |
| Zemin Kat                                              | B44                  | 0,00091                                       | BHB                  |
|                                                        | B45                  | 0,00116                                       | BHB                  |
|                                                        | B46                  | 0,00039                                       | BHB                  |
|                                                        | B47                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B48                  | 0,00068                                       | BHB                  |
|                                                        | B49                  | 0,00092                                       | BHB                  |
|                                                        | B50                  | 0,00064                                       | BHB                  |
|                                                        | B25                  | 0,00092                                       | BHB                  |
|                                                        | B27                  | 0,00039                                       | BHB                  |
|                                                        | B28                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B29                  | 0,00070                                       | BHB                  |
|                                                        | B31                  | 0,00066                                       | BHB                  |
|                                                        | B43                  | 0,00151                                       | BHB                  |
|                                                        | B24                  | 0,00151                                       | BHB                  |
|                                                        | B51                  | 0,00319                                       | BHB                  |
|                                                        | B32                  | 0,00323                                       | BHB                  |
|                                                        | B26                  | 0,00118                                       | BHB                  |
|                                                        | B30                  | 0,00093                                       | BHB                  |
| 1. Kat                                                 | B118                 | 0,00036                                       | BHB                  |
|                                                        | B119                 | 0,00044                                       | BHB                  |
|                                                        | B120                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B121                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B122                 | 0,00019                                       | BHB                  |
|                                                        | B123                 | 0,00026                                       | BHB                  |
|                                                        | B124                 | 0,00033                                       | BHB                  |
|                                                        | B99                  | 0,00037                                       | BHB                  |
|                                                        | B101                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B102                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B103                 | 0,00021                                       | BHB                  |
|                                                        | B105                 | 0,00034                                       | BHB                  |
|                                                        | B117                 | 0,00061                                       | BHB                  |
|                                                        | B98                  | 0,00061                                       | BHB                  |
|                                                        | B125                 | 0,00139                                       | BHB                  |
|                                                        | B106                 | 0,00139                                       | BHB                  |
|                                                        | B100                 | 0,00045                                       | BHB                  |
|                                                        | B104                 | 0,00027                                       | BHB                  |
| 2. Kat                                                 | B192                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B193                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B194                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B195                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B196                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B197                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B198                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B173                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B175                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B176                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B177                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B179                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B191                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B172                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B199                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B180                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B174                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B178                 | 0,00000                                       | SHB                  |

| B30x50 Tip2 Kiriş Elemanlarının Performansları (X-DD1) |                      |                                               |                      |
|--------------------------------------------------------|----------------------|-----------------------------------------------|----------------------|
| Katlar                                                 | Elemanın Etiketi (n) | Elemanın Plastik Dönmesi ( $\theta_p^{(n)}$ ) | Elemanın Performansı |
| Zemin Kat                                              | B34                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B41                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B35                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B36                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B11                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B21                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B37                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B12                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B22                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B38                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B39                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B40                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B53                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B63                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B54                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B64                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B108                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B115                 | 0,00000                                       | SHB                  |
| 1. Kat                                                 | B109                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B110                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B85                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B95                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B111                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B86                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B96                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B112                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B113                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B114                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B127                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B137                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B128                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B138                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B182                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B189                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B183                 | 0,00000                                       | SHB                  |
| 2. Kat                                                 | B184                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B159                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B169                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B185                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B160                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B170                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B186                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B187                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B188                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B201                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B211                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B202                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B212                 | 0,00000                                       | SHB                  |

Tablo A.2. B30x60 Tip1 ve B30x60 Tip2 Kiriş Elemanlarının Performansları (X-DD1)

| B30x60 Tip1 Kiriş Elemanlarının Performansları (X-DD1) |                      |                                               |                      |
|--------------------------------------------------------|----------------------|-----------------------------------------------|----------------------|
| Katlar                                                 | Elemanın Etiketi (n) | Elemanın Plastik Dönmesi ( $\theta_p^{(n)}$ ) | Elemanın Performansı |
| Zemin Kat                                              | B14                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B56                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B19                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B61                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B15                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B57                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B16                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B58                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B17                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B59                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B18                  | 0,00000                                       | SHB                  |
| 1. Kat                                                 | B60                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B88                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B130                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B93                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B135                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B89                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B131                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B90                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B132                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B91                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B133                 | 0,00000                                       | SHB                  |
| 2. Kat                                                 | B92                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B134                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B162                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B204                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B167                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B209                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B163                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B205                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B164                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B206                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B165                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B207                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B166                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B208                 | 0,00000                                       | SHB                  |

| B30x60 Tip2 Kiriş Elemanlarının Performansları (X-DD1) |                      |                                               |                      |
|--------------------------------------------------------|----------------------|-----------------------------------------------|----------------------|
| Katlar                                                 | Elemanın Etiketi (n) | Elemanın Plastik Dönmesi ( $\theta_p^{(n)}$ ) | Elemanın Performansı |
| Zemin Kat                                              | B67                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B68                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B69                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B70                  | 0,00049                                       | BHB                  |
|                                                        | B71                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B72                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B73                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B2                   | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B3                   | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B4                   | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B5                   | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B6                   | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B7                   | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B8                   | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B66                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B1                   | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B74                  | 0,00025                                       | BHB                  |
|                                                        | B9                   | 0,00027                                       | BHB                  |
| 1. Kat                                                 | B141                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B142                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B143                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B144                 | 0,00008                                       | BHB                  |
|                                                        | B145                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B146                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B147                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B76                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B77                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B78                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B79                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B80                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B81                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B82                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B140                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B75                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B148                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B83                  | 0,00000                                       | SHB                  |
| 2. Kat                                                 | B215                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B216                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B217                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B218                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B219                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B220                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B221                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B150                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B151                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B152                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B153                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B154                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B155                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B156                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B214                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B149                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B222                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B157                 | 0,00000                                       | SHB                  |

Tablo A.3. B30x60 Tip3 Kiriş Elemanlarının Performansları (X-DD1)

| B30x60 Tip3 Kiriş Elemanlarının Performansları (X-DD1) |                      |                                               |                      |
|--------------------------------------------------------|----------------------|-----------------------------------------------|----------------------|
| Katlar                                                 | Elemanın Etiketi (n) | Elemanın Plastik Dönmesi ( $\theta_p^{(n)}$ ) | Elemanın Performansı |
| Zemin Kat                                              | B10                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B20                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B33                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B52                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B62                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B13                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B23                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B42                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B55                  | 0,00000                                       | SHB                  |
| 1. Kat                                                 | B65                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B84                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B94                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B107                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B126                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B136                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B87                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B97                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B116                 | 0,00000                                       | SHB                  |
| 2. Kat                                                 | B129                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B139                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B158                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B168                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B181                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B200                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B210                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B161                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B171                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B190                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B203                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B213                 | 0,00000                                       | SHB                  |

Mevcut binadaki kolonların X yönü deprem doğrultusu ve DD-1 deprem yer hareketi için 49. adımdaki performansları, plastik dönme sınır değerleri bulunurken belirtilen kolon tiplerine göre gruplandırılarak Tablo A.4. ve Tablo A.5'te gösterilmiştir.

Tablo A.4. C30x50 ve C30x80 Kolon Elemanlarının Performansları (X-DD1)

| C30x50 Kolon Elemanlarının Performansları (X-DD1) |                      |                                               |                      |
|---------------------------------------------------|----------------------|-----------------------------------------------|----------------------|
| Katlar                                            | Elemanın Etiketi (n) | Elemanın Plastik Dönmesi ( $\theta_p^{(n)}$ ) | Elemanın Performansı |
| Zemin Kat                                         | C5                   | 0,01862                                       | GB                   |
|                                                   | C43                  | 0,01676                                       | İHB                  |
|                                                   | C6                   | 0,01889                                       | GB                   |
|                                                   | C44                  | 0,01859                                       | GB                   |
|                                                   | C36                  | 0,01454                                       | İHB                  |
|                                                   | C29                  | 0,01628                                       | İHB                  |
|                                                   | C19                  | 0,01637                                       | İHB                  |
|                                                   | C12                  | 0,01538                                       | İHB                  |
|                                                   | C37                  | 0,01535                                       | İHB                  |
|                                                   | C30                  | 0,01842                                       | GB                   |
|                                                   | C20                  | 0,01843                                       | GB                   |
|                                                   | C13                  | 0,01563                                       | İHB                  |
|                                                   | C1                   | 0,02047                                       | GB                   |
|                                                   | C39                  | 0,01964                                       | GB                   |
|                                                   | C35                  | 0,01681                                       | İHB                  |
|                                                   | C11                  | 0,01762                                       | İHB                  |
|                                                   | C10                  | 0,01697                                       | İHB                  |
|                                                   | C48                  | 0,01576                                       | İHB                  |
|                                                   | C38                  | 0,01361                                       | İHB                  |
|                                                   | C14                  | 0,01422                                       | İHB                  |
| 1. Kat                                            | C53                  | 0,01161                                       | BHB                  |
|                                                   | C91                  | 0,01059                                       | BHB                  |
|                                                   | C54                  | 0,01171                                       | BHB                  |
|                                                   | C92                  | 0,01095                                       | BHB                  |
|                                                   | C84                  | 0,00329                                       | BHB                  |
|                                                   | C77                  | 0,01022                                       | BHB                  |
|                                                   | C67                  | 0,01021                                       | BHB                  |
|                                                   | C60                  | 0,00397                                       | BHB                  |
|                                                   | C85                  | 0,00333                                       | BHB                  |
|                                                   | C78                  | 0,01101                                       | BHB                  |
|                                                   | C68                  | 0,01107                                       | BHB                  |
|                                                   | C61                  | 0,00422                                       | BHB                  |
|                                                   | C49                  | 0,01136                                       | BHB                  |
|                                                   | C87                  | 0,01103                                       | BHB                  |
|                                                   | C83                  | 0,00459                                       | BHB                  |
|                                                   | C59                  | 0,00477                                       | BHB                  |
|                                                   | C58                  | 0,00974                                       | BHB                  |
|                                                   | C96                  | 0,00926                                       | BHB                  |
|                                                   | C86                  | 0,00232                                       | BHB                  |
|                                                   | C62                  | 0,00210                                       | BHB                  |
| 2. Kat                                            | C101                 | 0,00359                                       | BHB                  |
|                                                   | C139                 | 0,00360                                       | BHB                  |
|                                                   | C102                 | 0,00357                                       | BHB                  |
|                                                   | C140                 | 0,00323                                       | BHB                  |
|                                                   | C132                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                   | C125                 | 0,00315                                       | BHB                  |
|                                                   | C115                 | 0,00316                                       | BHB                  |
|                                                   | C108                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                   | C133                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                   | C126                 | 0,00322                                       | BHB                  |
|                                                   | C116                 | 0,00326                                       | BHB                  |
|                                                   | C109                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                   | C97                  | 0,00297                                       | BHB                  |
|                                                   | C135                 | 0,00287                                       | BHB                  |
|                                                   | C131                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                   | C107                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                   | C106                 | 0,00281                                       | BHB                  |
|                                                   | C144                 | 0,00270                                       | BHB                  |
|                                                   | C134                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                   | C110                 | 0,00000                                       | SHB                  |

| C30x80 Kolon Elemanlarının Performansları (X-DD1) |                      |                                               |                      |
|---------------------------------------------------|----------------------|-----------------------------------------------|----------------------|
| Katlar                                            | Elemanın Etiketi (n) | Elemanın Plastik Dönmesi ( $\theta_p^{(n)}$ ) | Elemanın Performansı |
| Zemin Kat                                         | C2                   | 0,01855                                       | GB                   |
|                                                   | C40                  | 0,01755                                       | İHB                  |
|                                                   | C3                   | 0,01878                                       | GB                   |
|                                                   | C41                  | 0,01775                                       | İHB                  |
|                                                   | C4                   | 0,01875                                       | GB                   |
|                                                   | C42                  | 0,01788                                       | GB                   |
|                                                   | C7                   | 0,01898                                       | GB                   |
|                                                   | C45                  | 0,01772                                       | İHB                  |
|                                                   | C8                   | 0,01891                                       | GB                   |
|                                                   | C46                  | 0,01770                                       | İHB                  |
|                                                   | C9                   | 0,01938                                       | GB                   |
|                                                   | C47                  | 0,01822                                       | GB                   |
|                                                   | C50                  | 0,01146                                       | BHB                  |
|                                                   | C88                  | 0,01110                                       | BHB                  |
| 1. Kat                                            | C51                  | 0,01158                                       | BHB                  |
|                                                   | C89                  | 0,01122                                       | BHB                  |
|                                                   | C52                  | 0,01155                                       | BHB                  |
|                                                   | C90                  | 0,01119                                       | BHB                  |
|                                                   | C55                  | 0,01168                                       | BHB                  |
|                                                   | C93                  | 0,01124                                       | BHB                  |
|                                                   | C56                  | 0,01173                                       | BHB                  |
|                                                   | C94                  | 0,01124                                       | BHB                  |
|                                                   | C57                  | 0,01182                                       | BHB                  |
|                                                   | C95                  | 0,01134                                       | BHB                  |
| 2. Kat                                            | C98                  | 0,00365                                       | BHB                  |
|                                                   | C136                 | 0,00354                                       | BHB                  |
|                                                   | C99                  | 0,00375                                       | BHB                  |
|                                                   | C137                 | 0,00368                                       | BHB                  |
|                                                   | C100                 | 0,00374                                       | BHB                  |
|                                                   | C138                 | 0,00355                                       | BHB                  |
|                                                   | C103                 | 0,00373                                       | BHB                  |
|                                                   | C141                 | 0,00366                                       | BHB                  |
|                                                   | C104                 | 0,00382                                       | BHB                  |
|                                                   | C142                 | 0,00373                                       | BHB                  |
|                                                   | C105                 | 0,00368                                       | BHB                  |
|                                                   | C143                 | 0,00360                                       | BHB                  |

Tablo A.5. C60x30 Kolon Elemanlarının Performansları (X-DD1)

| C60x30 Kolon Elemanlarının Performansları (X-DD1) |                      |                                               |                      |
|---------------------------------------------------|----------------------|-----------------------------------------------|----------------------|
| Katlar                                            | Elemanın Etiketi (n) | Elemanın Plastik Dönmesi ( $\theta_p^{(n)}$ ) | Elemanın Performansı |
| Zemin Kat                                         | C16                  | 0,01848                                       | İHB                  |
|                                                   | C26                  | 0,01825                                       | İHB                  |
|                                                   | C17                  | 0,01871                                       | İHB                  |
|                                                   | C27                  | 0,01849                                       | İHB                  |
|                                                   | C18                  | 0,01821                                       | İHB                  |
|                                                   | C28                  | 0,01800                                       | İHB                  |
|                                                   | C21                  | 0,01907                                       | İHB                  |
|                                                   | C31                  | 0,01884                                       | İHB                  |
|                                                   | C22                  | 0,01867                                       | İHB                  |
|                                                   | C32                  | 0,01845                                       | İHB                  |
|                                                   | C23                  | 0,01940                                       | İHB                  |
|                                                   | C33                  | 0,01922                                       | İHB                  |
|                                                   | C15                  | 0,01979                                       | İHB                  |
|                                                   | C25                  | 0,01950                                       | İHB                  |
|                                                   | C24                  | 0,01643                                       | İHB                  |
|                                                   | C34                  | 0,01625                                       | İHB                  |
| 1. Kat                                            | C64                  | 0,01039                                       | BHB                  |
|                                                   | C74                  | 0,01031                                       | BHB                  |
|                                                   | C65                  | 0,01051                                       | BHB                  |
|                                                   | C75                  | 0,01043                                       | BHB                  |
|                                                   | C66                  | 0,00989                                       | BHB                  |
|                                                   | C76                  | 0,00983                                       | BHB                  |
|                                                   | C69                  | 0,01034                                       | BHB                  |
|                                                   | C79                  | 0,01027                                       | BHB                  |
|                                                   | C70                  | 0,01057                                       | BHB                  |
|                                                   | C80                  | 0,01050                                       | BHB                  |
|                                                   | C71                  | 0,01090                                       | BHB                  |
|                                                   | C81                  | 0,01084                                       | BHB                  |
|                                                   | C63                  | 0,00815                                       | BHB                  |
|                                                   | C73                  | 0,00807                                       | BHB                  |
|                                                   | C72                  | 0,00605                                       | BHB                  |
|                                                   | C82                  | 0,00601                                       | BHB                  |
| 2. Kat                                            | C112                 | 0,00344                                       | BHB                  |
|                                                   | C122                 | 0,00342                                       | BHB                  |
|                                                   | C113                 | 0,00358                                       | BHB                  |
|                                                   | C123                 | 0,00356                                       | BHB                  |
|                                                   | C114                 | 0,00332                                       | BHB                  |
|                                                   | C124                 | 0,00331                                       | BHB                  |
|                                                   | C117                 | 0,00338                                       | BHB                  |
|                                                   | C127                 | 0,00335                                       | BHB                  |
|                                                   | C118                 | 0,00367                                       | BHB                  |
|                                                   | C128                 | 0,00367                                       | BHB                  |
|                                                   | C119                 | 0,00359                                       | BHB                  |
|                                                   | C129                 | 0,00358                                       | BHB                  |
|                                                   | C111                 | 0,00178                                       | BHB                  |
|                                                   | C121                 | 0,00177                                       | BHB                  |
|                                                   | C120                 | 0,00161                                       | BHB                  |
|                                                   | C130                 | 0,00160                                       | BHB                  |

## EK-B

### Deprem Doğrultusu X Yönü Olan ve DD-3 Yer Hareketi Düzeyindeki Deprem İçin Betonarme Elemanların Performanslarının Elde Edilmesi

Mevcut binadaki kirişlerin X yönü deprem doğrultusu ve DD-3 deprem yer hareketi için 13. adımdaki performansları, plastik dönme sınır değerleri bulurken belirtilen kiriş tiplerine göre gruplandırılarak Tablo B.1., Tablo B.2. ve Tablo B.3'te verilmiştir.

Tablo B.1. B30x50 Tip1 Kiriş Elemanlarının Performansları (X-DD3)

| B30x50 Tip1 Kiriş Elemanlarının Performansları (X-DD3) |                      |                                               |                      |
|--------------------------------------------------------|----------------------|-----------------------------------------------|----------------------|
| Katlar                                                 | Elemanın Etiketi (n) | Elemanın Plastik Dönmesi ( $\theta_p^{(n)}$ ) | Elemanın Performansı |
| Zemin Kat                                              | B44                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B45                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B46                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B47                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B48                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B49                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B50                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B25                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B27                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B28                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B29                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B31                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B43                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B24                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B51                  | 0,00046                                       | BHB                  |
|                                                        | B32                  | 0,00047                                       | BHB                  |
|                                                        | B26                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B30                  | 0,00000                                       | SHB                  |
| 1. Kat                                                 | B118                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B119                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B120                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B121                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B122                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B123                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B124                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B99                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B101                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B102                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B103                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B105                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B117                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B98                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B125                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B106                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B100                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B104                 | 0,00000                                       | SHB                  |
| 2. Kat                                                 | B192                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B193                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B194                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B195                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B196                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B197                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B198                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B173                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B175                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B176                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B177                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B179                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B191                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B172                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B199                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B180                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B174                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B178                 | 0,00000                                       | SHB                  |

| B30x50 Tip2 Kiriş Elemanlarının Performansları (X-DD3) |                      |                                               |                      |
|--------------------------------------------------------|----------------------|-----------------------------------------------|----------------------|
| Katlar                                                 | Elemanın Etiketi (n) | Elemanın Plastik Dönmesi ( $\theta_p^{(n)}$ ) | Elemanın Performansı |
| Zemin Kat                                              | B34                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B41                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B35                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B36                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B11                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B21                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B37                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B12                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B22                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B38                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B39                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B40                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B53                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B63                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B54                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B64                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B108                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B115                 | 0,00000                                       | SHB                  |
| 1. Kat                                                 | B109                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B110                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B85                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B95                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B111                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B86                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B96                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B112                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B113                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B114                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B127                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B137                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B128                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B138                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B182                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B189                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B183                 | 0,00000                                       | SHB                  |
| 2. Kat                                                 | B184                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B159                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B169                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B185                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B160                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B170                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B186                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B187                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B188                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B201                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B211                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B202                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B212                 | 0,00000                                       | SHB                  |

Tablo B.2. B30x60 Tip1 ve B30x60 Tip2 Kiriş Elemanlarının Performansları (X-DD3)

| B30x60 Tip1 Kiriş Elemanlarının Performansları (X-DD3) |                      |                                               |                      |
|--------------------------------------------------------|----------------------|-----------------------------------------------|----------------------|
| Katlar                                                 | Elemanın Etiketi (n) | Elemanın Plastik Dönmesi ( $\theta_p^{(n)}$ ) | Elemanın Performansı |
| Zemin Kat                                              | B14                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B56                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B19                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B61                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B15                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B57                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B16                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B58                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B17                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B59                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B18                  | 0,00000                                       | SHB                  |
| 1. Kat                                                 | B60                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B88                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B130                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B93                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B135                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B89                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B131                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B90                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B132                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B91                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B133                 | 0,00000                                       | SHB                  |
| 2. Kat                                                 | B92                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B134                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B162                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B204                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B167                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B209                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B163                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B205                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B164                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B206                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B165                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B207                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B166                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B208                 | 0,00000                                       | SHB                  |

| B30x60 Tip2 Kiriş Elemanlarının Performansları (X-DD3) |                      |                                               |                      |
|--------------------------------------------------------|----------------------|-----------------------------------------------|----------------------|
| Katlar                                                 | Elemanın Etiketi (n) | Elemanın Plastik Dönmesi ( $\theta_p^{(n)}$ ) | Elemanın Performansı |
| Zemin Kat                                              | B67                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B68                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B69                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B70                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B71                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B72                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B73                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B2                   | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B3                   | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B4                   | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B5                   | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B6                   | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B7                   | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B8                   | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B66                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B1                   | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B74                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B9                   | 0,00000                                       | SHB                  |
| 1. Kat                                                 | B141                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B142                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B143                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B144                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B145                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B146                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B147                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B76                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B77                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B78                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B79                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B80                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B81                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B82                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B140                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B75                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B148                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B83                  | 0,00000                                       | SHB                  |
| 2. Kat                                                 | B215                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B216                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B217                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B218                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B219                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B220                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B221                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B150                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B151                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B152                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B153                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B154                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B155                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B156                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B214                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B149                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B222                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B157                 | 0,00000                                       | SHB                  |

Tablo B.3. B30x60 Tip3 Kiriş Elemanlarının Performansları (X-DD3)

| B30x60 Tip3 Kiriş Elemanlarının Performansları (X-DD3) |                      |                                               |                      |
|--------------------------------------------------------|----------------------|-----------------------------------------------|----------------------|
| Katlar                                                 | Elemanın Etiketi (n) | Elemanın Plastik Dönmesi ( $\theta_p^{(n)}$ ) | Elemanın Performansı |
| Zemin Kat                                              | B10                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B20                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B33                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B52                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B62                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B13                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B23                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B42                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B55                  | 0,00000                                       | SHB                  |
| 1. Kat                                                 | B65                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B84                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B94                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B107                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B126                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B136                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B87                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B97                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B116                 | 0,00000                                       | SHB                  |
| 2. Kat                                                 | B129                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B139                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B158                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B168                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B181                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B200                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B210                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B161                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B171                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B190                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B203                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B213                 | 0,00000                                       | SHB                  |

Mevcut binadaki kolonların X yönü deprem doğrultusu ve DD-3 deprem yer hareketi için 13. adımdaki performansları, plastik dönme sınır değerleri bulurken belirtilen kolon tiplerine göre gruplandırılarak Tablo B.4. ve Tablo B.5'te verilmiştir.

Tablo B.4. C30x50 ve C30x80 Kolon Elemanlarının Performansları (X-DD3)

| C30x50 Kolon Elemanlarının Performansları (X-DD3) |                      |                                      |                      |
|---------------------------------------------------|----------------------|--------------------------------------|----------------------|
| Katlar                                            | Elemanın Etiketi (n) | Plastik Dönmesi ( $\theta_p^{(n)}$ ) | Elemanın Performansı |
| Zemin Kat                                         | C5                   | 0,00154                              | BHB                  |
|                                                   | C43                  | 0,00121                              | BHB                  |
|                                                   | C6                   | 0,00168                              | BHB                  |
|                                                   | C44                  | 0,00193                              | BHB                  |
|                                                   | C36                  | 0,00027                              | BHB                  |
|                                                   | C29                  | 0,00095                              | BHB                  |
|                                                   | C19                  | 0,00092                              | BHB                  |
|                                                   | C12                  | 0,00026                              | BHB                  |
|                                                   | C37                  | 0,00041                              | BHB                  |
|                                                   | C30                  | 0,00145                              | BHB                  |
|                                                   | C20                  | 0,00135                              | BHB                  |
|                                                   | C13                  | 0,00031                              | BHB                  |
|                                                   | C1                   | 0,00254                              | BHB                  |
|                                                   | C39                  | 0,00247                              | BHB                  |
|                                                   | C35                  | 0,00108                              | BHB                  |
|                                                   | C11                  | 0,00124                              | BHB                  |
|                                                   | C10                  | 0,00116                              | BHB                  |
|                                                   | C48                  | 0,00097                              | BHB                  |
|                                                   | C38                  | 0,00017                              | BHB                  |
|                                                   | C14                  | 0,00024                              | BHB                  |
| 1. Kat                                            | C53                  | 0,00041                              | BHB                  |
|                                                   | C91                  | 0,00019                              | BHB                  |
|                                                   | C54                  | 0,00048                              | BHB                  |
|                                                   | C92                  | 0,00032                              | BHB                  |
|                                                   | C84                  | 0,00000                              | SHB                  |
|                                                   | C77                  | 0,00000                              | SHB                  |
|                                                   | C67                  | 0,00000                              | SHB                  |
|                                                   | C60                  | 0,00000                              | SHB                  |
|                                                   | C85                  | 0,00000                              | SHB                  |
|                                                   | C78                  | 0,00011                              | BHB                  |
|                                                   | C68                  | 0,00011                              | BHB                  |
|                                                   | C61                  | 0,00000                              | SHB                  |
|                                                   | C49                  | 0,00043                              | BHB                  |
|                                                   | C87                  | 0,00037                              | BHB                  |
|                                                   | C83                  | 0,00000                              | SHB                  |
|                                                   | C59                  | 0,00000                              | SHB                  |
|                                                   | C58                  | 0,00000                              | SHB                  |
|                                                   | C96                  | 0,00000                              | SHB                  |
|                                                   | C86                  | 0,00000                              | SHB                  |
|                                                   | C62                  | 0,00000                              | SHB                  |
| 2. Kat                                            | C101                 | 0,00000                              | SHB                  |
|                                                   | C139                 | 0,00000                              | SHB                  |
|                                                   | C102                 | 0,00000                              | SHB                  |
|                                                   | C140                 | 0,00000                              | SHB                  |
|                                                   | C132                 | 0,00000                              | SHB                  |
|                                                   | C125                 | 0,00000                              | SHB                  |
|                                                   | C115                 | 0,00000                              | SHB                  |
|                                                   | C108                 | 0,00000                              | SHB                  |
|                                                   | C133                 | 0,00000                              | SHB                  |
|                                                   | C126                 | 0,00000                              | SHB                  |
|                                                   | C116                 | 0,00000                              | SHB                  |
|                                                   | C109                 | 0,00000                              | SHB                  |
|                                                   | C97                  | 0,00000                              | SHB                  |
|                                                   | C135                 | 0,00000                              | SHB                  |
|                                                   | C131                 | 0,00000                              | SHB                  |
|                                                   | C107                 | 0,00000                              | SHB                  |
|                                                   | C106                 | 0,00000                              | SHB                  |
|                                                   | C144                 | 0,00000                              | SHB                  |
|                                                   | C134                 | 0,00000                              | SHB                  |
|                                                   | C110                 | 0,00000                              | SHB                  |

| C30x80 Kolon Elemanlarının Performansları (X-DD3) |                      |                                      |                      |
|---------------------------------------------------|----------------------|--------------------------------------|----------------------|
| Katlar                                            | Elemanın Etiketi (n) | Plastik Dönmesi ( $\theta_p^{(n)}$ ) | Elemanın Performansı |
| Zemin Kat                                         | C2                   | 0,00168                              | BHB                  |
|                                                   | C40                  | 0,00156                              | BHB                  |
|                                                   | C3                   | 0,00171                              | BHB                  |
|                                                   | C41                  | 0,00157                              | BHB                  |
|                                                   | C4                   | 0,00169                              | BHB                  |
|                                                   | C42                  | 0,00160                              | BHB                  |
|                                                   | C7                   | 0,00183                              | BHB                  |
|                                                   | C45                  | 0,00161                              | BHB                  |
|                                                   | C8                   | 0,00177                              | BHB                  |
|                                                   | C46                  | 0,00157                              | BHB                  |
| 1. Kat                                            | C9                   | 0,00185                              | BHB                  |
|                                                   | C47                  | 0,00164                              | BHB                  |
|                                                   | C50                  | 0,00050                              | BHB                  |
|                                                   | C88                  | 0,00042                              | BHB                  |
|                                                   | C51                  | 0,00052                              | BHB                  |
|                                                   | C89                  | 0,00044                              | BHB                  |
|                                                   | C52                  | 0,00049                              | BHB                  |
|                                                   | C90                  | 0,00045                              | BHB                  |
|                                                   | C55                  | 0,00058                              | BHB                  |
|                                                   | C93                  | 0,00051                              | BHB                  |
| 2. Kat                                            | C56                  | 0,00056                              | BHB                  |
|                                                   | C94                  | 0,00048                              | BHB                  |
|                                                   | C57                  | 0,00057                              | BHB                  |
|                                                   | C95                  | 0,00049                              | BHB                  |
|                                                   | C98                  | 0,00000                              | SHB                  |
|                                                   | C136                 | 0,00000                              | SHB                  |
|                                                   | C99                  | 0,00000                              | SHB                  |
|                                                   | C137                 | 0,00000                              | SHB                  |
|                                                   | C100                 | 0,00000                              | SHB                  |
|                                                   | C138                 | 0,00000                              | SHB                  |
|                                                   | C103                 | 0,00000                              | SHB                  |
|                                                   | C141                 | 0,00000                              | SHB                  |
|                                                   | C104                 | 0,00000                              | SHB                  |
|                                                   | C142                 | 0,00000                              | SHB                  |
|                                                   | C105                 | 0,00000                              | SHB                  |
|                                                   | C143                 | 0,00000                              | SHB                  |

Tablo B.5. C60x30 Kolon Elemanlarının Performansları (X-DD3)

| C60x30 Kolon Elemanlarının Performansları (X-DD3) |                         |                                         |                      |
|---------------------------------------------------|-------------------------|-----------------------------------------|----------------------|
| Katlar                                            | Elemanın Etiketi<br>(n) | Plastik Dönmesi<br>( $\theta_p^{(n)}$ ) | Elemanın Performansı |
| Zemin Kat                                         | C16                     | 0,00254                                 | BHB                  |
|                                                   | C26                     | 0,00250                                 | BHB                  |
|                                                   | C17                     | 0,00257                                 | BHB                  |
|                                                   | C27                     | 0,00253                                 | BHB                  |
|                                                   | C18                     | 0,00240                                 | BHB                  |
|                                                   | C28                     | 0,00237                                 | BHB                  |
|                                                   | C21                     | 0,00266                                 | BHB                  |
|                                                   | C31                     | 0,00263                                 | BHB                  |
|                                                   | C22                     | 0,00256                                 | BHB                  |
|                                                   | C32                     | 0,00253                                 | BHB                  |
|                                                   | C23                     | 0,00268                                 | BHB                  |
|                                                   | C33                     | 0,00265                                 | BHB                  |
|                                                   | C15                     | 0,00305                                 | BHB                  |
|                                                   | C25                     | 0,00301                                 | BHB                  |
| 1. Kat                                            | C24                     | 0,00211                                 | BHB                  |
|                                                   | C34                     | 0,00208                                 | BHB                  |
|                                                   | C64                     | 0,00067                                 | BHB                  |
|                                                   | C74                     | 0,00067                                 | BHB                  |
|                                                   | C65                     | 0,00070                                 | BHB                  |
|                                                   | C75                     | 0,00069                                 | BHB                  |
|                                                   | C66                     | 0,00052                                 | BHB                  |
|                                                   | C76                     | 0,00051                                 | BHB                  |
|                                                   | C69                     | 0,00066                                 | BHB                  |
|                                                   | C79                     | 0,00065                                 | BHB                  |
|                                                   | C70                     | 0,00073                                 | BHB                  |
|                                                   | C80                     | 0,00071                                 | BHB                  |
|                                                   | C71                     | 0,00077                                 | BHB                  |
|                                                   | C81                     | 0,00076                                 | BHB                  |
| 2. Kat                                            | C63                     | 0,00008                                 | BHB                  |
|                                                   | C73                     | 0,00008                                 | BHB                  |
|                                                   | C72                     | 0,00000                                 | SHB                  |
|                                                   | C82                     | 0,00000                                 | SHB                  |
|                                                   | C112                    | 0,00000                                 | SHB                  |
|                                                   | C122                    | 0,00000                                 | SHB                  |
|                                                   | C113                    | 0,00000                                 | SHB                  |
|                                                   | C123                    | 0,00000                                 | SHB                  |
|                                                   | C114                    | 0,00000                                 | SHB                  |
|                                                   | C124                    | 0,00000                                 | SHB                  |
|                                                   | C117                    | 0,00000                                 | SHB                  |
|                                                   | C127                    | 0,00000                                 | SHB                  |
|                                                   | C118                    | 0,00000                                 | SHB                  |
|                                                   | C128                    | 0,00000                                 | SHB                  |
|                                                   | C119                    | 0,00000                                 | SHB                  |
|                                                   | C129                    | 0,00000                                 | SHB                  |
|                                                   | C111                    | 0,00000                                 | SHB                  |
|                                                   | C121                    | 0,00000                                 | SHB                  |
|                                                   | C120                    | 0,00000                                 | SHB                  |
|                                                   | C130                    | 0,00000                                 | SHB                  |

## EK-C

### Deprem Doğrultusu Y Yönü Olan ve DD-1 Yer Hareketi Düzeyindeki Deprem İçin Betonarme Elemanların Performanslarının Elde Edilmesi

Mevcut binadaki kirişlerin Y yönü deprem doğrultusu ve DD-1 deprem yer hareketi için 52. adımdaki performansları, plastik dönme sınır değerleri bulurken belirtilen kiriş tiplerine göre gruplandırılarak Tablo C.1., Tablo C.2. ve Tablo C.3'te verilmiştir.

Tablo C.1. B30x50 Tip1 Kiriş Elemanlarının Performansları (Y-DD1)

| B30x50 Tip1 Kiriş Elemanlarının Performansları (Y-DD1) |                      |                                               |                      |
|--------------------------------------------------------|----------------------|-----------------------------------------------|----------------------|
| Katlar                                                 | Elemanın Etiketi (n) | Elemanın Plastik Dönmesi ( $\theta_p^{(n)}$ ) | Elemanın Performansı |
| Zemin Kat                                              | B44                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B45                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B46                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B47                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B48                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B49                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B50                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B25                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B27                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B28                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B29                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B31                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B43                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B24                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B51                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B32                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B26                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B30                  | 0,00000                                       | SHB                  |
| 1. Kat                                                 | B118                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B119                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B120                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B121                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B122                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B123                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B124                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B99                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B101                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B102                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B103                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B105                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B117                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B98                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B125                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B106                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B100                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B104                 | 0,00000                                       | SHB                  |
| 2. Kat                                                 | B192                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B193                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B194                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B195                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B196                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B197                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B198                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B173                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B175                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B176                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B177                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B179                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B191                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B172                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B199                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B180                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B174                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B178                 | 0,00000                                       | SHB                  |

| B30x50 Tip2 Kiriş Elemanlarının Performansları (Y-DD1) |                      |                                               |                      |
|--------------------------------------------------------|----------------------|-----------------------------------------------|----------------------|
| Katlar                                                 | Elemanın Etiketi (n) | Elemanın Plastik Dönmesi ( $\theta_p^{(n)}$ ) | Elemanın Performansı |
| Zemin Kat                                              | B34                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B41                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B35                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B36                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B11                  | 0,00143                                       | BHB                  |
|                                                        | B21                  | 0,00107                                       | BHB                  |
|                                                        | B37                  | 0,00097                                       | BHB                  |
|                                                        | B12                  | 0,00143                                       | BHB                  |
|                                                        | B22                  | 0,00107                                       | BHB                  |
|                                                        | B38                  | 0,00097                                       | BHB                  |
|                                                        | B39                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B40                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B53                  | 0,00088                                       | BHB                  |
|                                                        | B63                  | 0,00366                                       | BHB                  |
|                                                        | B54                  | 0,00088                                       | BHB                  |
|                                                        | B64                  | 0,00366                                       | BHB                  |
| 1. Kat                                                 | B108                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B115                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B109                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B110                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B85                  | 0,00092                                       | BHB                  |
|                                                        | B95                  | 0,00058                                       | BHB                  |
|                                                        | B111                 | 0,00052                                       | BHB                  |
|                                                        | B86                  | 0,00092                                       | BHB                  |
|                                                        | B96                  | 0,00058                                       | BHB                  |
|                                                        | B112                 | 0,00052                                       | BHB                  |
|                                                        | B113                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B114                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B127                 | 0,00075                                       | BHB                  |
|                                                        | B137                 | 0,00217                                       | BHB                  |
|                                                        | B128                 | 0,00075                                       | BHB                  |
|                                                        | B138                 | 0,00217                                       | BHB                  |
| 2. Kat                                                 | B182                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B189                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B183                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B184                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B159                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B169                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B185                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B160                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B170                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B186                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B187                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B188                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B201                 | 0,00003                                       | BHB                  |
|                                                        | B211                 | 0,00018                                       | BHB                  |
|                                                        | B202                 | 0,00003                                       | BHB                  |
|                                                        | B212                 | 0,00018                                       | BHB                  |

Tablo C.2. B30x60 Tip1 ve B30x60 Tip2 Kiriş Elemanlarının Performansları (Y-DD1)

| B30x60 Tip1 Kiriş Elemanlarının Performansları (Y-DD1) |                      |                                               |                      |
|--------------------------------------------------------|----------------------|-----------------------------------------------|----------------------|
| Katlar                                                 | Elemanın Etiketi (n) | Elemanın Plastik Dönmesi ( $\theta_p^{(n)}$ ) | Elemanın Performansı |
| Zemin Kat                                              | B14                  | 0,00084                                       | BHB                  |
|                                                        | B56                  | 0,00170                                       | BHB                  |
|                                                        | B19                  | 0,00084                                       | BHB                  |
|                                                        | B61                  | 0,00170                                       | BHB                  |
|                                                        | B15                  | 0,00171                                       | BHB                  |
|                                                        | B57                  | 0,00287                                       | BHB                  |
|                                                        | B16                  | 0,00159                                       | BHB                  |
|                                                        | B58                  | 0,00271                                       | BHB                  |
|                                                        | B17                  | 0,00159                                       | BHB                  |
|                                                        | B59                  | 0,00271                                       | BHB                  |
|                                                        | B18                  | 0,00171                                       | BHB                  |
|                                                        | B60                  | 0,00287                                       | BHB                  |
| 1. Kat                                                 | B88                  | 0,00028                                       | BHB                  |
|                                                        | B130                 | 0,00058                                       | BHB                  |
|                                                        | B93                  | 0,00028                                       | BHB                  |
|                                                        | B135                 | 0,00058                                       | BHB                  |
|                                                        | B89                  | 0,00068                                       | BHB                  |
|                                                        | B131                 | 0,00112                                       | BHB                  |
|                                                        | B90                  | 0,00065                                       | BHB                  |
|                                                        | B132                 | 0,00108                                       | BHB                  |
|                                                        | B91                  | 0,00065                                       | BHB                  |
|                                                        | B133                 | 0,00108                                       | BHB                  |
|                                                        | B92                  | 0,00068                                       | BHB                  |
|                                                        | B134                 | 0,00112                                       | BHB                  |
| 2. Kat                                                 | B162                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B204                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B167                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B209                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B163                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B205                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B164                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B206                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B165                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B207                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B166                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B208                 | 0,00000                                       | SHB                  |

| B30x60 Tip2 Kiriş Elemanlarının Performansları (Y-DD1) |                      |                                               |                      |
|--------------------------------------------------------|----------------------|-----------------------------------------------|----------------------|
| Katlar                                                 | Elemanın Etiketi (n) | Elemanın Plastik Dönmesi ( $\theta_p^{(n)}$ ) | Elemanın Performansı |
| Zemin Kat                                              | B67                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B68                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B69                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B70                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B71                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B72                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B73                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B2                   | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B3                   | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B4                   | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B5                   | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B6                   | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B7                   | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B8                   | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B66                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B1                   | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B74                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B9                   | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B141                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B142                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B143                 | 0,00000                                       | SHB                  |
| 1. Kat                                                 | B144                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B145                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B146                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B147                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B76                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B77                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B78                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B79                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B80                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B81                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B82                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B140                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B75                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B148                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B83                  | 0,00000                                       | SHB                  |
| 2. Kat                                                 | B215                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B216                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B217                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B218                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B219                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B220                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B221                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B150                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B151                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B152                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B153                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B154                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B155                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B156                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B214                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B149                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B222                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B157                 | 0,00000                                       | SHB                  |

Tablo C.3. B30x60 Tip3 Kiriş Elemanlarının Performansları (Y-DD1)

| B30x60 Tip3 Kiriş Elemanlarının Performansları (Y-DD1) |                      |                                               |                      |
|--------------------------------------------------------|----------------------|-----------------------------------------------|----------------------|
| Katlar                                                 | Elemanın Etiketi (n) | Elemanın Plastik Dönmesi ( $\theta_p^{(n)}$ ) | Elemanın Performansı |
| Zemin Kat                                              | B10                  | 0,00044                                       | BHB                  |
|                                                        | B20                  | 0,00008                                       | BHB                  |
|                                                        | B33                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B52                  | 0,00013                                       | BHB                  |
|                                                        | B62                  | 0,00203                                       | BHB                  |
|                                                        | B13                  | 0,00044                                       | BHB                  |
|                                                        | B23                  | 0,00008                                       | BHB                  |
|                                                        | B42                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B55                  | 0,00013                                       | BHB                  |
|                                                        | B65                  | 0,00203                                       | BHB                  |
| 1. Kat                                                 | B84                  | 0,00018                                       | BHB                  |
|                                                        | B94                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B107                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B126                 | 0,00015                                       | BHB                  |
|                                                        | B136                 | 0,00109                                       | BHB                  |
|                                                        | B87                  | 0,00018                                       | BHB                  |
|                                                        | B97                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B116                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B129                 | 0,00015                                       | BHB                  |
|                                                        | B139                 | 0,00109                                       | BHB                  |
| 2. Kat                                                 | B158                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B168                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B181                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B200                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B210                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B161                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B171                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B190                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B203                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B213                 | 0,00000                                       | SHB                  |

Mevcut binadaki kolonların Y yönü deprem doğrultusu ve DD-1 deprem yer hareketi için 52. adımdaki performansları, plastik dönme sınır değerleri bulunurken belirtilen kolon tiplerine göre gruplandırılarak Tablo C.4. ve Tablo C.5'te verilmiştir.

Tablo C.4. C30x50 ve C30x80 Kolon Elemanlarının Performansları (Y-DD1)

| C30x50 Kolon Elemanlarının Performansları (Y-DD1) |                      |                                      |                      |
|---------------------------------------------------|----------------------|--------------------------------------|----------------------|
| Katlar                                            | Elemanın Etiketi (n) | Plastik Dönmesi ( $\theta_p^{(n)}$ ) | Elemanın Performansı |
| Zemin Kat                                         | C5                   | 0,01786                              | IHB                  |
|                                                   | C43                  | 0,01352                              | BHB                  |
|                                                   | C6                   | 0,01786                              | IHB                  |
|                                                   | C44                  | 0,01352                              | BHB                  |
|                                                   | C36                  | 0,01677                              | BHB                  |
|                                                   | C29                  | 0,01591                              | BHB                  |
|                                                   | C19                  | 0,01553                              | BHB                  |
|                                                   | C12                  | 0,01538                              | BHB                  |
|                                                   | C37                  | 0,01677                              | BHB                  |
|                                                   | C30                  | 0,01591                              | BHB                  |
|                                                   | C20                  | 0,01553                              | BHB                  |
|                                                   | C13                  | 0,01538                              | BHB                  |
|                                                   | C1                   | 0,01850                              | IHB                  |
|                                                   | C39                  | 0,01408                              | BHB                  |
|                                                   | C35                  | 0,01755                              | IHB                  |
|                                                   | C11                  | 0,01583                              | BHB                  |
|                                                   | C10                  | 0,01850                              | IHB                  |
|                                                   | C48                  | 0,01408                              | BHB                  |
|                                                   | C38                  | 0,01755                              | IHB                  |
|                                                   | C14                  | 0,01583                              | BHB                  |
| 1. Kat                                            | C53                  | 0,01072                              | BHB                  |
|                                                   | C91                  | 0,00757                              | BHB                  |
|                                                   | C54                  | 0,01072                              | BHB                  |
|                                                   | C92                  | 0,00757                              | BHB                  |
|                                                   | C84                  | 0,01243                              | BHB                  |
|                                                   | C77                  | 0,01253                              | BHB                  |
|                                                   | C67                  | 0,01214                              | BHB                  |
|                                                   | C60                  | 0,01177                              | BHB                  |
|                                                   | C85                  | 0,01243                              | BHB                  |
|                                                   | C78                  | 0,01253                              | BHB                  |
|                                                   | C68                  | 0,01214                              | BHB                  |
|                                                   | C61                  | 0,01177                              | BHB                  |
|                                                   | C49                  | 0,01227                              | BHB                  |
|                                                   | C87                  | 0,00933                              | BHB                  |
|                                                   | C83                  | 0,01345                              | BHB                  |
|                                                   | C59                  | 0,01275                              | BHB                  |
|                                                   | C58                  | 0,01227                              | BHB                  |
|                                                   | C96                  | 0,00933                              | BHB                  |
|                                                   | C86                  | 0,01345                              | BHB                  |
|                                                   | C62                  | 0,01275                              | BHB                  |
| 2. Kat                                            | C101                 | 0,00378                              | BHB                  |
|                                                   | C139                 | 0,00308                              | BHB                  |
|                                                   | C102                 | 0,00378                              | BHB                  |
|                                                   | C140                 | 0,00308                              | BHB                  |
|                                                   | C132                 | 0,00517                              | BHB                  |
|                                                   | C125                 | 0,00572                              | BHB                  |
|                                                   | C115                 | 0,00550                              | BHB                  |
|                                                   | C108                 | 0,00507                              | BHB                  |
|                                                   | C133                 | 0,00517                              | BHB                  |
|                                                   | C126                 | 0,00572                              | BHB                  |
|                                                   | C116                 | 0,00550                              | BHB                  |
|                                                   | C109                 | 0,00507                              | BHB                  |
|                                                   | C97                  | 0,00453                              | BHB                  |
|                                                   | C135                 | 0,00383                              | BHB                  |
|                                                   | C131                 | 0,00556                              | BHB                  |
|                                                   | C107                 | 0,00554                              | BHB                  |
|                                                   | C106                 | 0,00453                              | BHB                  |
|                                                   | C144                 | 0,00383                              | BHB                  |
|                                                   | C134                 | 0,00556                              | BHB                  |
|                                                   | C110                 | 0,00554                              | BHB                  |

| C30x80 Kolon Elemanlarının Performansları (Y-DD1) |                      |                                      |                      |
|---------------------------------------------------|----------------------|--------------------------------------|----------------------|
| Katlar                                            | Elemanın Etiketi (n) | Plastik Dönmesi ( $\theta_p^{(n)}$ ) | Elemanın Performansı |
| Zemin Kat                                         | C2                   | 0,01547                              | BHB                  |
|                                                   | C40                  | 0,01358                              | BHB                  |
|                                                   | C3                   | 0,01507                              | BHB                  |
|                                                   | C41                  | 0,01317                              | BHB                  |
|                                                   | C4                   | 0,01506                              | BHB                  |
|                                                   | C42                  | 0,01334                              | BHB                  |
|                                                   | C7                   | 0,01506                              | BHB                  |
|                                                   | C45                  | 0,01334                              | BHB                  |
|                                                   | C8                   | 0,01507                              | BHB                  |
|                                                   | C46                  | 0,01317                              | BHB                  |
|                                                   | C9                   | 0,01547                              | BHB                  |
|                                                   | C47                  | 0,01358                              | BHB                  |
| 1. Kat                                            | C50                  | 0,00652                              | BHB                  |
|                                                   | C88                  | 0,00522                              | BHB                  |
|                                                   | C51                  | 0,00561                              | BHB                  |
|                                                   | C89                  | 0,00439                              | BHB                  |
|                                                   | C52                  | 0,00579                              | BHB                  |
|                                                   | C90                  | 0,00456                              | BHB                  |
|                                                   | C55                  | 0,00579                              | BHB                  |
|                                                   | C93                  | 0,00456                              | BHB                  |
|                                                   | C56                  | 0,00561                              | BHB                  |
|                                                   | C94                  | 0,00439                              | BHB                  |
| 2. Kat                                            | C57                  | 0,00652                              | BHB                  |
|                                                   | C95                  | 0,00522                              | BHB                  |
|                                                   | C98                  | 0,00223                              | BHB                  |
|                                                   | C136                 | 0,00229                              | BHB                  |
|                                                   | C99                  | 0,00159                              | BHB                  |
|                                                   | C137                 | 0,00186                              | BHB                  |
|                                                   | C100                 | 0,00176                              | BHB                  |
|                                                   | C138                 | 0,00188                              | BHB                  |
|                                                   | C103                 | 0,00176                              | BHB                  |
|                                                   | C141                 | 0,00188                              | BHB                  |
|                                                   | C104                 | 0,00159                              | BHB                  |
|                                                   | C142                 | 0,00186                              | BHB                  |
|                                                   | C105                 | 0,00223                              | BHB                  |
|                                                   | C143                 | 0,00229                              | BHB                  |

Tablo C.5. C60x30 Kolon Elemanlarının Performansları (Y-DD1)

| C60x30 Kolon Elemanlarının Performansları (Y-DD1) |                      |                                         |                         |
|---------------------------------------------------|----------------------|-----------------------------------------|-------------------------|
| Katlar                                            | Elemanın Etiketİ (n) | Plastik Dönmesi<br>( $\theta_p^{(n)}$ ) | Elemanın<br>Performansı |
| Zemin Kat                                         | C16                  | 0,01382                                 | IHB                     |
|                                                   | C26                  | 0,01832                                 | GB                      |
|                                                   | C17                  | 0,01384                                 | IHB                     |
|                                                   | C27                  | 0,01845                                 | GB                      |
|                                                   | C18                  | 0,01390                                 | IHB                     |
|                                                   | C28                  | 0,01788                                 | GB                      |
|                                                   | C21                  | 0,01390                                 | IHB                     |
|                                                   | C31                  | 0,01788                                 | GB                      |
|                                                   | C22                  | 0,01384                                 | IHB                     |
|                                                   | C32                  | 0,01845                                 | GB                      |
|                                                   | C23                  | 0,01382                                 | IHB                     |
|                                                   | C33                  | 0,01832                                 | GB                      |
|                                                   | C15                  | 0,01464                                 | IHB                     |
|                                                   | C25                  | 0,01658                                 | IHB                     |
|                                                   | C24                  | 0,01464                                 | IHB                     |
|                                                   | C34                  | 0,01658                                 | IHB                     |
| 1. Kat                                            | C64                  | 0,01289                                 | BHB                     |
|                                                   | C74                  | 0,01489                                 | IHB                     |
|                                                   | C65                  | 0,01289                                 | BHB                     |
|                                                   | C75                  | 0,01497                                 | IHB                     |
|                                                   | C66                  | 0,01291                                 | BHB                     |
|                                                   | C76                  | 0,01462                                 | IHB                     |
|                                                   | C69                  | 0,01291                                 | BHB                     |
|                                                   | C79                  | 0,01462                                 | IHB                     |
|                                                   | C70                  | 0,01289                                 | BHB                     |
|                                                   | C80                  | 0,01497                                 | IHB                     |
|                                                   | C71                  | 0,01289                                 | BHB                     |
|                                                   | C81                  | 0,01489                                 | IHB                     |
|                                                   | C63                  | 0,01287                                 | BHB                     |
|                                                   | C73                  | 0,01407                                 | IHB                     |
|                                                   | C72                  | 0,01287                                 | BHB                     |
|                                                   | C82                  | 0,01407                                 | IHB                     |
| 2. Kat                                            | C112                 | 0,00597                                 | BHB                     |
|                                                   | C122                 | 0,00596                                 | BHB                     |
|                                                   | C113                 | 0,00599                                 | BHB                     |
|                                                   | C123                 | 0,00597                                 | BHB                     |
|                                                   | C114                 | 0,00596                                 | BHB                     |
|                                                   | C124                 | 0,00587                                 | BHB                     |
|                                                   | C117                 | 0,00596                                 | BHB                     |
|                                                   | C127                 | 0,00587                                 | BHB                     |
|                                                   | C118                 | 0,00599                                 | BHB                     |
|                                                   | C128                 | 0,00597                                 | BHB                     |
|                                                   | C119                 | 0,00597                                 | BHB                     |
|                                                   | C129                 | 0,00596                                 | BHB                     |
|                                                   | C111                 | 0,00570                                 | BHB                     |
|                                                   | C121                 | 0,00614                                 | BHB                     |
|                                                   | C120                 | 0,00570                                 | BHB                     |
|                                                   | C130                 | 0,00614                                 | BHB                     |

## EK-D

### Deprem Doğrultusu Y Yönü Olan ve DD-3 Yer Hareketi Düzeyindeki Deprem İçin Betonarme Elemanların Performanslarının Elde Edilmesi

Mevcut binadaki kirişlerin Y yönü deprem doğrultusu ve DD-3 deprem yer hareketi için 13. Adımdaki performansları, plastik dönme sınır değerleri bulurken belirtilen kiriş tiplerine göre gruplandırılarak Tablo D.1., Tablo D.2. ve Tablo D.3'te verilmiştir.

Tablo D.1. B30x50 Tip1 Kiriş Elemanlarının Performansları (Y-DD3)

| B30x50 Tip1 Kiriş Elemanlarının Performansları (Y-DD3) |                      |                                               |                      |
|--------------------------------------------------------|----------------------|-----------------------------------------------|----------------------|
| Katlar                                                 | Elemanın Etiketi (n) | Elemanın Plastik Dönmesi ( $\theta_p^{(n)}$ ) | Elemanın Performansı |
| Zemin Kat                                              | B44                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B45                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B46                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B47                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B48                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B49                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B50                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B25                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B27                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B28                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B29                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B31                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B43                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B24                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B51                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B32                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B26                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B30                  | 0,00000                                       | SHB                  |
| 1. Kat                                                 | B118                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B119                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B120                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B121                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B122                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B123                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B124                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B99                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B101                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B102                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B103                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B105                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B117                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B98                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B125                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B106                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B100                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B104                 | 0,00000                                       | SHB                  |
| 2. Kat                                                 | B192                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B193                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B194                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B195                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B196                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B197                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B198                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B173                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B175                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B176                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B177                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B179                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B191                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B172                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B199                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B180                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B174                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B178                 | 0,00000                                       | SHB                  |

| B30x50 Tip2 Kiriş Elemanlarının Performansları (Y-DD3) |                      |                                               |                      |
|--------------------------------------------------------|----------------------|-----------------------------------------------|----------------------|
| Katlar                                                 | Elemanın Etiketi (n) | Elemanın Plastik Dönmesi ( $\theta_p^{(n)}$ ) | Elemanın Performansı |
| Zemin Kat                                              | B34                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B41                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B35                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B36                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B11                  | 0,00004                                       | BHB                  |
|                                                        | B21                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B37                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B12                  | 0,00004                                       | BHB                  |
|                                                        | B22                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B38                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B39                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B40                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B53                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B63                  | 0,00074                                       | BHB                  |
|                                                        | B54                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B64                  | 0,00074                                       | BHB                  |
|                                                        | B108                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B115                 | 0,00000                                       | SHB                  |
| 1. Kat                                                 | B109                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B110                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B85                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B95                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B111                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B86                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B96                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B112                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B113                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B114                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B127                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B137                 | 0,00020                                       | BHB                  |
|                                                        | B128                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B138                 | 0,00020                                       | BHB                  |
|                                                        | B182                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B189                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B183                 | 0,00000                                       | SHB                  |
| 2. Kat                                                 | B184                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B159                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B169                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B185                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B160                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B170                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B186                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B187                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B188                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B201                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B211                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B202                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B212                 | 0,00000                                       | SHB                  |

Tablo D.2. B30x60 Tip1 ve B30x60 Tip2 Kiriş Elemanlarının Performansları (Y-DD3)

| B30x60 Tip1 Kiriş Elemanlarının Performansları (Y-DD3) |                      |                                               |                      |
|--------------------------------------------------------|----------------------|-----------------------------------------------|----------------------|
| Katlar                                                 | Elemanın Etiketi (n) | Elemanın Plastik Dönmesi ( $\theta_p^{(n)}$ ) | Elemanın Performansı |
| Zemin Kat                                              | B14                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B56                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B19                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B61                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B15                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B57                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B16                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B58                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B17                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B59                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B18                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B60                  | 0,00000                                       | SHB                  |
| 1. Kat                                                 | B88                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B130                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B93                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B135                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B89                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B131                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B90                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B132                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B91                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B133                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B92                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B134                 | 0,00000                                       | SHB                  |
| 2. Kat                                                 | B162                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B204                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B167                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B209                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B163                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B205                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B164                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B206                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B165                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B207                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B166                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B208                 | 0,00000                                       | SHB                  |

| B30x60 Tip2 Kiriş Elemanlarının Performansları (Y-DD3) |                      |                                               |                      |
|--------------------------------------------------------|----------------------|-----------------------------------------------|----------------------|
| Katlar                                                 | Elemanın Etiketi (n) | Elemanın Plastik Dönmesi ( $\theta_p^{(n)}$ ) | Elemanın Performansı |
| Zemin Kat                                              | B67                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B68                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B69                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B70                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B71                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B72                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B73                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B2                   | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B3                   | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B4                   | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B5                   | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B6                   | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B7                   | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B8                   | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B66                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B1                   | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B74                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B9                   | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B141                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B142                 | 0,00000                                       | SHB                  |
| 1. Kat                                                 | B143                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B144                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B145                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B146                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B147                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B76                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B77                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B78                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B79                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B80                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B81                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B82                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B140                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B75                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B148                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B83                  | 0,00000                                       | SHB                  |
| 2. Kat                                                 | B215                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B216                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B217                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B218                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B219                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B220                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B221                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B150                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B151                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B152                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B153                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B154                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B155                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B156                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B214                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B149                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B222                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B157                 | 0,00000                                       | SHB                  |

Tablo D.3. B30x60 Tip3 Kiriş Elemanlarının Performansları (Y-DD3)

| B30x60 Tip3 Kiriş Elemanlarının Performansları (Y-DD3) |                      |                                               |                      |
|--------------------------------------------------------|----------------------|-----------------------------------------------|----------------------|
| Katlar                                                 | Elemanın Etiketi (n) | Elemanın Plastik Dönmesi ( $\theta_p^{(n)}$ ) | Elemanın Performansı |
| Zemin Kat                                              | B10                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B20                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B33                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B52                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B62                  | 0,00026                                       | BHB                  |
|                                                        | B13                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B23                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B42                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B55                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B65                  | 0,00026                                       | BHB                  |
| 1. Kat                                                 | B84                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B94                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B107                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B126                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B136                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B87                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B97                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B116                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B129                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B139                 | 0,00000                                       | SHB                  |
| 2. Kat                                                 | B158                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B168                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B181                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B200                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B210                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B161                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B171                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B190                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B203                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B213                 | 0,00000                                       | SHB                  |

Mevcut binadaki kolonların Y yönü deprem doğrultusu ve DD-3 deprem yer hareketi için 13. adımdaki performansları, plastik dönme sınır değerleri bulunurken belirtilen kolon tiplerine göre gruplandırılarak Tablo D.4. ve Tablo D.5'te verilmiştir.

Tablo D.4. C30x50 ve C30x80 Kolon Elemanlarının Performansları (Y-DD3)

| C30x50 Kolon Elemanlarının Performansları (Y-DD3) |                      |                                      |                      |
|---------------------------------------------------|----------------------|--------------------------------------|----------------------|
| Katlar                                            | Elemanın Etiketi (n) | Plastik Dönmesi ( $\theta_p^{(n)}$ ) | Elemanın Performansı |
| Zemin Kat                                         | C5                   | 0,00238                              | BHB                  |
|                                                   | C43                  | 0,00102                              | BHB                  |
|                                                   | C6                   | 0,00238                              | BHB                  |
|                                                   | C44                  | 0,00102                              | BHB                  |
|                                                   | C36                  | 0,00191                              | BHB                  |
|                                                   | C29                  | 0,00169                              | BHB                  |
|                                                   | C19                  | 0,00156                              | BHB                  |
|                                                   | C12                  | 0,00154                              | BHB                  |
|                                                   | C37                  | 0,00191                              | BHB                  |
|                                                   | C30                  | 0,00169                              | BHB                  |
|                                                   | C20                  | 0,00156                              | BHB                  |
|                                                   | C13                  | 0,00154                              | BHB                  |
|                                                   | C1                   | 0,00282                              | BHB                  |
|                                                   | C39                  | 0,00121                              | BHB                  |
|                                                   | C35                  | 0,00225                              | BHB                  |
|                                                   | C11                  | 0,00178                              | BHB                  |
|                                                   | C10                  | 0,00282                              | BHB                  |
|                                                   | C48                  | 0,00121                              | BHB                  |
|                                                   | C38                  | 0,00225                              | BHB                  |
|                                                   | C14                  | 0,00178                              | BHB                  |
| 1. Kat                                            | C53                  | 0,00072                              | BHB                  |
|                                                   | C91                  | 0,00000                              | SHB                  |
|                                                   | C54                  | 0,00072                              | BHB                  |
|                                                   | C92                  | 0,00000                              | SHB                  |
|                                                   | C84                  | 0,00129                              | BHB                  |
|                                                   | C77                  | 0,00133                              | BHB                  |
|                                                   | C67                  | 0,00120                              | BHB                  |
|                                                   | C60                  | 0,00110                              | BHB                  |
|                                                   | C85                  | 0,00129                              | BHB                  |
|                                                   | C78                  | 0,00133                              | BHB                  |
|                                                   | C68                  | 0,00120                              | BHB                  |
|                                                   | C61                  | 0,00110                              | BHB                  |
|                                                   | C49                  | 0,00135                              | BHB                  |
|                                                   | C87                  | 0,00040                              | BHB                  |
|                                                   | C83                  | 0,00171                              | BHB                  |
|                                                   | C59                  | 0,00148                              | BHB                  |
|                                                   | C58                  | 0,00135                              | BHB                  |
|                                                   | C96                  | 0,00040                              | BHB                  |
|                                                   | C86                  | 0,00171                              | BHB                  |
|                                                   | C62                  | 0,00148                              | BHB                  |
| 2. Kat                                            | C101                 | 0,00000                              | SHB                  |
|                                                   | C139                 | 0,00000                              | SHB                  |
|                                                   | C102                 | 0,00000                              | SHB                  |
|                                                   | C140                 | 0,00000                              | SHB                  |
|                                                   | C132                 | 0,00000                              | SHB                  |
|                                                   | C125                 | 0,00014                              | BHB                  |
|                                                   | C115                 | 0,00009                              | BHB                  |
|                                                   | C108                 | 0,00000                              | SHB                  |
|                                                   | C133                 | 0,00000                              | SHB                  |
|                                                   | C126                 | 0,00014                              | BHB                  |
|                                                   | C116                 | 0,00009                              | BHB                  |
|                                                   | C109                 | 0,00000                              | SHB                  |
|                                                   | C97                  | 0,00000                              | SHB                  |
|                                                   | C135                 | 0,00000                              | SHB                  |
|                                                   | C131                 | 0,00019                              | BHB                  |
|                                                   | C107                 | 0,00017                              | BHB                  |
|                                                   | C106                 | 0,00000                              | SHB                  |
|                                                   | C144                 | 0,00000                              | SHB                  |
|                                                   | C134                 | 0,00019                              | BHB                  |
|                                                   | C110                 | 0,00017                              | BHB                  |

| C30x80 Kolon Elemanlarının Performansları (Y-DD3) |                      |                                      |                      |
|---------------------------------------------------|----------------------|--------------------------------------|----------------------|
| Katlar                                            | Elemanın Etiketi (n) | Plastik Dönmesi ( $\theta_p^{(n)}$ ) | Elemanın Performansı |
| Zemin Kat                                         | C2                   | 0,00208                              | BHB                  |
|                                                   | C40                  | 0,00164                              | BHB                  |
|                                                   | C3                   | 0,00195                              | BHB                  |
|                                                   | C41                  | 0,00159                              | BHB                  |
|                                                   | C4                   | 0,00197                              | BHB                  |
|                                                   | C42                  | 0,00161                              | BHB                  |
|                                                   | C7                   | 0,00197                              | BHB                  |
|                                                   | C45                  | 0,00161                              | BHB                  |
|                                                   | C8                   | 0,00195                              | BHB                  |
|                                                   | C46                  | 0,00159                              | BHB                  |
|                                                   | C9                   | 0,00208                              | BHB                  |
|                                                   | C47                  | 0,00164                              | BHB                  |
|                                                   | C50                  | 0,00007                              | BHB                  |
|                                                   | C88                  | 0,00000                              | SHB                  |
| 1. Kat                                            | C51                  | 0,00000                              | SHB                  |
|                                                   | C89                  | 0,00000                              | SHB                  |
|                                                   | C52                  | 0,00000                              | SHB                  |
|                                                   | C90                  | 0,00000                              | SHB                  |
|                                                   | C55                  | 0,00000                              | SHB                  |
|                                                   | C93                  | 0,00000                              | SHB                  |
|                                                   | C56                  | 0,00000                              | SHB                  |
|                                                   | C94                  | 0,00000                              | SHB                  |
|                                                   | C57                  | 0,00007                              | BHB                  |
|                                                   | C95                  | 0,00000                              | SHB                  |
| 2. Kat                                            | C98                  | 0,00000                              | SHB                  |
|                                                   | C136                 | 0,00000                              | SHB                  |
|                                                   | C99                  | 0,00000                              | SHB                  |
|                                                   | C137                 | 0,00000                              | SHB                  |
|                                                   | C100                 | 0,00000                              | SHB                  |
|                                                   | C138                 | 0,00000                              | SHB                  |
|                                                   | C103                 | 0,00000                              | SHB                  |
|                                                   | C141                 | 0,00000                              | SHB                  |
|                                                   | C104                 | 0,00000                              | SHB                  |
|                                                   | C142                 | 0,00000                              | SHB                  |
|                                                   | C105                 | 0,00000                              | SHB                  |
|                                                   | C143                 | 0,00000                              | SHB                  |

Tablo D.5. C60x30 Kolon Elemanlarının Performansları (Y-DD3)

| C60x30 Kolon Elemanlarının Performansları (Y-DD3) |                      |                                      |                      |
|---------------------------------------------------|----------------------|--------------------------------------|----------------------|
| Katlar                                            | Elemanın Etiketi (n) | Plastik Dönmesi ( $\theta_p^{(n)}$ ) | Elemanın Performansı |
| Zemin Kat                                         | C16                  | 0,00037                              | BHB                  |
|                                                   | C26                  | 0,00076                              | BHB                  |
|                                                   | C17                  | 0,00037                              | BHB                  |
|                                                   | C27                  | 0,00061                              | BHB                  |
|                                                   | C18                  | 0,00036                              | BHB                  |
|                                                   | C28                  | 0,00057                              | BHB                  |
|                                                   | C21                  | 0,00036                              | BHB                  |
|                                                   | C31                  | 0,00057                              | BHB                  |
|                                                   | C22                  | 0,00037                              | BHB                  |
|                                                   | C32                  | 0,00061                              | BHB                  |
|                                                   | C23                  | 0,00037                              | BHB                  |
|                                                   | C33                  | 0,00076                              | BHB                  |
|                                                   | C15                  | 0,00064                              | BHB                  |
|                                                   | C25                  | 0,00121                              | BHB                  |
|                                                   | C24                  | 0,00064                              | BHB                  |
|                                                   | C34                  | 0,00121                              | BHB                  |
| 1. Kat                                            | C64                  | 0,00086                              | BHB                  |
|                                                   | C74                  | 0,00081                              | BHB                  |
|                                                   | C65                  | 0,00081                              | BHB                  |
|                                                   | C75                  | 0,00063                              | BHB                  |
|                                                   | C66                  | 0,00080                              | BHB                  |
|                                                   | C76                  | 0,00061                              | BHB                  |
|                                                   | C69                  | 0,00080                              | BHB                  |
|                                                   | C79                  | 0,00061                              | BHB                  |
|                                                   | C70                  | 0,00081                              | BHB                  |
|                                                   | C80                  | 0,00063                              | BHB                  |
|                                                   | C71                  | 0,00086                              | BHB                  |
|                                                   | C81                  | 0,00081                              | BHB                  |
|                                                   | C63                  | 0,00095                              | BHB                  |
|                                                   | C73                  | 0,00137                              | BHB                  |
|                                                   | C72                  | 0,00095                              | BHB                  |
|                                                   | C82                  | 0,00137                              | BHB                  |
| 2. Kat                                            | C112                 | 0,00000                              | SHB                  |
|                                                   | C122                 | 0,00000                              | SHB                  |
|                                                   | C113                 | 0,00000                              | SHB                  |
|                                                   | C123                 | 0,00000                              | SHB                  |
|                                                   | C114                 | 0,00000                              | SHB                  |
|                                                   | C124                 | 0,00000                              | SHB                  |
|                                                   | C117                 | 0,00000                              | SHB                  |
|                                                   | C127                 | 0,00000                              | SHB                  |
|                                                   | C118                 | 0,00000                              | SHB                  |
|                                                   | C128                 | 0,00000                              | SHB                  |
|                                                   | C119                 | 0,00000                              | SHB                  |
|                                                   | C129                 | 0,00000                              | SHB                  |
|                                                   | C111                 | 0,00000                              | SHB                  |
|                                                   | C121                 | 0,00000                              | SHB                  |
|                                                   | C120                 | 0,00000                              | SHB                  |
|                                                   | C130                 | 0,00000                              | SHB                  |

## EK-E

### Deprem Doğrultusu X Yönü Olan ve DD-1 Yer Hareketi Düzeyindeki Deprem İçin Betonarme Elemanların Performanslarının Elde Edilmesi

Çelik çaprazlarla güçlendirilen binadaki kirişlerin X yönü deprem doğrultusu ve DD-1 deprem yer hareketi için 39. adımdaki performansları, plastik dönme sınır değerleri bulunurken belirtilen kiriş tiplerine göre gruplandırılarak Tablo E.1., Tablo E.2. ve Tablo E.3'te verilmiştir.

Tablo E.1. B30x50 Tip1 Kiriş Elemanlarının Performansları (X-DD1)

| B30x50 Tip1 Kiriş Elemanlarının Performansları (X-DD1) |                      |                                               |                      |
|--------------------------------------------------------|----------------------|-----------------------------------------------|----------------------|
| Katlar                                                 | Elemanın Etiketi (n) | Elemanın Plastik Dönmesi ( $\theta_p^{(n)}$ ) | Elemanın Performansı |
| Zemin Kat                                              | B44                  | 0,00085                                       | BHB                  |
|                                                        | B45                  | 0,00092                                       | BHB                  |
|                                                        | B46                  | 0,00019                                       | BHB                  |
|                                                        | B47                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B48                  | 0,00050                                       | BHB                  |
|                                                        | B49                  | 0,00062                                       | BHB                  |
|                                                        | B50                  | 0,00029                                       | BHB                  |
|                                                        | B25                  | 0,00085                                       | BHB                  |
|                                                        | B27                  | 0,00019                                       | BHB                  |
|                                                        | B28                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B29                  | 0,00050                                       | BHB                  |
|                                                        | B31                  | 0,00030                                       | BHB                  |
|                                                        | B43                  | 0,00066                                       | BHB                  |
|                                                        | B24                  | 0,00066                                       | BHB                  |
|                                                        | B51                  | 0,00299                                       | BHB                  |
|                                                        | B32                  | 0,00301                                       | BHB                  |
|                                                        | B26                  | 0,00093                                       | BHB                  |
|                                                        | B30                  | 0,00063                                       | BHB                  |
| 1. Kat                                                 | B118                 | 0,00049                                       | BHB                  |
|                                                        | B119                 | 0,00049                                       | BHB                  |
|                                                        | B120                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B121                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B122                 | 0,00022                                       | BHB                  |
|                                                        | B123                 | 0,00013                                       | BHB                  |
|                                                        | B124                 | 0,00068                                       | BHB                  |
|                                                        | B99                  | 0,00049                                       | BHB                  |
|                                                        | B101                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B102                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B103                 | 0,00023                                       | BHB                  |
|                                                        | B105                 | 0,00068                                       | BHB                  |
|                                                        | B117                 | 0,00052                                       | BHB                  |
|                                                        | B98                  | 0,00053                                       | BHB                  |
|                                                        | B125                 | 0,00150                                       | BHB                  |
|                                                        | B106                 | 0,00151                                       | BHB                  |
|                                                        | B100                 | 0,00049                                       | BHB                  |
|                                                        | B104                 | 0,00013                                       | BHB                  |
| 2. Kat                                                 | B192                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B193                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B194                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B195                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B196                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B197                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B198                 | 0,00009                                       | BHB                  |
|                                                        | B173                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B175                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B176                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B177                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B179                 | 0,00009                                       | BHB                  |
|                                                        | B191                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B172                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B199                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B180                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B174                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B178                 | 0,00000                                       | SHB                  |

| B30x50 Tip2 Kiriş Elemanlarının Performansları (X-DD1) |                      |                                               |                      |
|--------------------------------------------------------|----------------------|-----------------------------------------------|----------------------|
| Katlar                                                 | Elemanın Etiketi (n) | Elemanın Plastik Dönmesi ( $\theta_p^{(n)}$ ) | Elemanın Performansı |
| Zemin Kat                                              | B34                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B41                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B35                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B36                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B11                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B21                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B37                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B12                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B22                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B38                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B39                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B40                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B53                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B63                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B54                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B64                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B108                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B115                 | 0,00000                                       | SHB                  |
| 1. Kat                                                 | B109                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B110                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B85                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B95                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B111                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B86                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B96                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B112                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B113                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B114                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B127                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B137                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B128                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B138                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B182                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B189                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B183                 | 0,00000                                       | SHB                  |
| 2. Kat                                                 | B184                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B159                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B169                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B185                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B160                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B170                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B186                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B187                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B188                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B201                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B211                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B202                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B212                 | 0,00000                                       | SHB                  |

Tablo E.2. B30x60 Tip1 ve B30x60 Tip2 Kiriş Elemanlarının Performansları (X-DD1)

| B30x60 Tip1 Kiriş Elemanlarının Performansları (X-DD1) |                      |                                               |                      |
|--------------------------------------------------------|----------------------|-----------------------------------------------|----------------------|
| Katlar                                                 | Elemanın Etiketi (n) | Elemanın Plastik Dönmesi ( $\theta_p^{(n)}$ ) | Elemanın Performansı |
| Zemin Kat                                              | B14                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B56                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B19                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B61                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B15                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B57                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B16                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B58                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B17                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B59                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B18                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B60                  | 0,00000                                       | SHB                  |
| 1. Kat                                                 | B88                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B130                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B93                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B135                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B89                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B131                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B90                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B132                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B91                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B133                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B92                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B134                 | 0,00000                                       | SHB                  |
| 2. Kat                                                 | B162                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B204                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B167                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B209                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B163                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B205                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B164                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B206                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B165                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B207                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B166                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B208                 | 0,00000                                       | SHB                  |

| B30x60 Tip2 Kiriş Elemanlarının Performansları (X-DD1) |                      |                                               |                      |
|--------------------------------------------------------|----------------------|-----------------------------------------------|----------------------|
| Katlar                                                 | Elemanın Etiketi (n) | Elemanın Plastik Dönmesi ( $\theta_p^{(n)}$ ) | Elemanın Performansı |
| Zemin Kat                                              | B67                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B68                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B69                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B70                  | 0,00030                                       | BHB                  |
|                                                        | B71                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B72                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B73                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B2                   | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B3                   | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B4                   | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B5                   | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B6                   | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B7                   | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B8                   | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B66                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B1                   | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B74                  | 0,00018                                       | BHB                  |
|                                                        | B9                   | 0,00020                                       | BHB                  |
|                                                        | B141                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B142                 | 0,00000                                       | SHB                  |
| 1. Kat                                                 | B143                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B144                 | 0,00005                                       | BHB                  |
|                                                        | B145                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B146                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B147                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B76                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B77                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B78                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B79                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B80                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B81                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B82                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B140                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B75                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B148                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B83                  | 0,00000                                       | SHB                  |
| 2. Kat                                                 | B215                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B216                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B217                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B218                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B219                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B220                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B221                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B150                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B151                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B152                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B153                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B154                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B155                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B156                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B214                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B149                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B222                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B157                 | 0,00000                                       | SHB                  |

Tablo E.3. B30x60 Tip3 Kiriş Elemanlarının Performansları (X-DD1)

| B30x60 Tip3 Kiriş Elemanlarının Performansları (X-DD1) |                      |                                               |                      |
|--------------------------------------------------------|----------------------|-----------------------------------------------|----------------------|
| Katlar                                                 | Elemanın Etiketi (n) | Elemanın Plastik Dönmesi ( $\theta_p^{(n)}$ ) | Elemanın Performansı |
| Zemin Kat                                              | B10                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B20                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B33                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B52                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B62                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B13                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B23                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B42                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B55                  | 0,00000                                       | SHB                  |
| 1. Kat                                                 | B65                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B84                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B94                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B107                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B126                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B136                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B87                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B97                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B116                 | 0,00000                                       | SHB                  |
| 2. Kat                                                 | B129                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B139                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B158                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B168                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B181                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B200                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B210                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B161                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B171                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B190                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B203                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B213                 | 0,00000                                       | SHB                  |

Çelik çaprazlarla güçlendirilen binadaki kolonların X yönü deprem doğrultusu ve DD-1 deprem yer hareketi için 39. adımdaki performansları, plastik dönme sınır değerleri bulunurken belirtilen kolon tiplerine göre gruplandırılarak Tablo E.4. ve Tablo E.5'te gösterilmiştir.

Tablo E.4. C30x50 ve C30x80 Kolon Elemanlarının Performansları (X-DD1)

| C30x50 Kolon Elemanlarının Performansları (X-DD1) |                      |                                               |                      |
|---------------------------------------------------|----------------------|-----------------------------------------------|----------------------|
| Katlar                                            | Elemanın Etiketi (n) | Elemanın Plastik Dönmesi ( $\theta_p^{(n)}$ ) | Elemanın Performansı |
| Zemin Kat                                         | C5                   | 0,01304                                       | BHB                  |
|                                                   | C43                  | 0,01194                                       | BHB                  |
|                                                   | C6                   | 0,01315                                       | BHB                  |
|                                                   | C44                  | 0,01342                                       | BHB                  |
|                                                   | C36                  | 0,00993                                       | BHB                  |
|                                                   | C29                  | 0,01137                                       | BHB                  |
|                                                   | C19                  | 0,01137                                       | BHB                  |
|                                                   | C12                  | 0,01035                                       | BHB                  |
|                                                   | C37                  | 0,01055                                       | BHB                  |
|                                                   | C30                  | 0,01320                                       | BHB                  |
|                                                   | C20                  | 0,01311                                       | BHB                  |
|                                                   | C13                  | 0,01057                                       | BHB                  |
|                                                   | C1                   | 0,01531                                       | IHB                  |
|                                                   | C39                  | 0,01513                                       | IHB                  |
|                                                   | C35                  | 0,01296                                       | BHB                  |
|                                                   | C11                  | 0,01318                                       | BHB                  |
|                                                   | C10                  | 0,01135                                       | BHB                  |
|                                                   | C48                  | 0,01080                                       | BHB                  |
|                                                   | C38                  | 0,00869                                       | BHB                  |
|                                                   | C14                  | 0,00908                                       | BHB                  |
| 1. Kat                                            | C53                  | 0,01065                                       | BHB                  |
|                                                   | C91                  | 0,00975                                       | BHB                  |
|                                                   | C54                  | 0,01068                                       | BHB                  |
|                                                   | C92                  | 0,01005                                       | BHB                  |
|                                                   | C84                  | 0,00236                                       | BHB                  |
|                                                   | C77                  | 0,00939                                       | BHB                  |
|                                                   | C67                  | 0,00937                                       | BHB                  |
|                                                   | C60                  | 0,00300                                       | BHB                  |
|                                                   | C85                  | 0,00232                                       | BHB                  |
|                                                   | C78                  | 0,01015                                       | BHB                  |
|                                                   | C68                  | 0,01021                                       | BHB                  |
|                                                   | C61                  | 0,00323                                       | BHB                  |
|                                                   | C49                  | 0,01130                                       | BHB                  |
|                                                   | C87                  | 0,01110                                       | BHB                  |
|                                                   | C83                  | 0,00485                                       | BHB                  |
|                                                   | C59                  | 0,00501                                       | BHB                  |
|                                                   | C58                  | 0,00898                                       | BHB                  |
|                                                   | C96                  | 0,00858                                       | BHB                  |
|                                                   | C86                  | 0,00084                                       | BHB                  |
|                                                   | C62                  | 0,00067                                       | BHB                  |
| 2. Kat                                            | C101                 | 0,00475                                       | BHB                  |
|                                                   | C139                 | 0,00470                                       | BHB                  |
|                                                   | C102                 | 0,00473                                       | BHB                  |
|                                                   | C140                 | 0,00434                                       | BHB                  |
|                                                   | C132                 | 0,00025                                       | BHB                  |
|                                                   | C125                 | 0,00424                                       | BHB                  |
|                                                   | C115                 | 0,00426                                       | BHB                  |
|                                                   | C108                 | 0,00045                                       | BHB                  |
|                                                   | C133                 | 0,00024                                       | BHB                  |
|                                                   | C126                 | 0,00434                                       | BHB                  |
|                                                   | C116                 | 0,00439                                       | BHB                  |
|                                                   | C109                 | 0,00050                                       | BHB                  |
|                                                   | C97                  | 0,00473                                       | BHB                  |
|                                                   | C135                 | 0,00458                                       | BHB                  |
|                                                   | C131                 | 0,00053                                       | BHB                  |
|                                                   | C107                 | 0,00060                                       | BHB                  |
|                                                   | C106                 | 0,00420                                       | BHB                  |
|                                                   | C144                 | 0,00396                                       | BHB                  |
|                                                   | C134                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                   | C110                 | 0,00000                                       | SHB                  |

| C30x80 Kolon Elemanlarının Performansları (X-DD1) |                      |                                               |                      |
|---------------------------------------------------|----------------------|-----------------------------------------------|----------------------|
| Katlar                                            | Elemanın Etiketi (n) | Elemanın Plastik Dönmesi ( $\theta_p^{(n)}$ ) | Elemanın Performansı |
| Zemin Kat                                         | C2                   | 0,01701                                       | IHB                  |
|                                                   | C40                  | 0,01651                                       | IHB                  |
|                                                   | C3                   | 0,01105                                       | BHB                  |
|                                                   | C41                  | 0,01053                                       | BHB                  |
|                                                   | C4                   | 0,01253                                       | BHB                  |
|                                                   | C42                  | 0,01225                                       | BHB                  |
|                                                   | C7                   | 0,01395                                       | IHB                  |
|                                                   | C45                  | 0,01326                                       | BHB                  |
|                                                   | C8                   | 0,01737                                       | IHB                  |
|                                                   | C46                  | 0,01674                                       | IHB                  |
|                                                   | C9                   | 0,01105                                       | BHB                  |
|                                                   | C47                  | 0,01066                                       | BHB                  |
|                                                   | C50                  | 0,01138                                       | BHB                  |
|                                                   | C88                  | 0,01106                                       | BHB                  |
| 1. Kat                                            | C51                  | 0,00952                                       | BHB                  |
|                                                   | C89                  | 0,00923                                       | BHB                  |
|                                                   | C52                  | 0,01055                                       | BHB                  |
|                                                   | C90                  | 0,01030                                       | BHB                  |
|                                                   | C55                  | 0,01140                                       | BHB                  |
|                                                   | C93                  | 0,01102                                       | BHB                  |
|                                                   | C56                  | 0,01162                                       | BHB                  |
|                                                   | C94                  | 0,01125                                       | BHB                  |
|                                                   | C57                  | 0,00980                                       | BHB                  |
|                                                   | C95                  | 0,00948                                       | BHB                  |
| 2. Kat                                            | C98                  | 0,00421                                       | BHB                  |
|                                                   | C136                 | 0,00413                                       | BHB                  |
|                                                   | C99                  | 0,00496                                       | BHB                  |
|                                                   | C137                 | 0,00484                                       | BHB                  |
|                                                   | C100                 | 0,00499                                       | BHB                  |
|                                                   | C138                 | 0,00476                                       | BHB                  |
|                                                   | C103                 | 0,00535                                       | BHB                  |
|                                                   | C141                 | 0,00522                                       | BHB                  |
|                                                   | C104                 | 0,00433                                       | BHB                  |
|                                                   | C142                 | 0,00421                                       | BHB                  |
|                                                   | C105                 | 0,00493                                       | BHB                  |
|                                                   | C143                 | 0,00476                                       | BHB                  |

Tablo E.5. C60x30 Kolon Elemanlarının Performansları (X-DD1)

| C60x30 Kolon Elemanlarının Performansları (X-DD1) |                      |                                               |                      |
|---------------------------------------------------|----------------------|-----------------------------------------------|----------------------|
| Katlar                                            | Elemanın Etiketi (n) | Elemanın Plastik Dönmesi ( $\theta_p^{(n)}$ ) | Elemanın Performansı |
| Zemin Kat                                         | C16                  | 0,01217                                       | BHB                  |
|                                                   | C26                  | 0,01206                                       | BHB                  |
|                                                   | C17                  | 0,01336                                       | BHB                  |
|                                                   | C27                  | 0,01324                                       | BHB                  |
|                                                   | C18                  | 0,01307                                       | BHB                  |
|                                                   | C28                  | 0,01297                                       | BHB                  |
|                                                   | C21                  | 0,01375                                       | BHB                  |
|                                                   | C31                  | 0,01367                                       | BHB                  |
|                                                   | C22                  | 0,01365                                       | BHB                  |
|                                                   | C32                  | 0,01359                                       | BHB                  |
|                                                   | C23                  | 0,01686                                       | IHB                  |
|                                                   | C33                  | 0,01681                                       | IHB                  |
|                                                   | C15                  | 0,01727                                       | IHB                  |
|                                                   | C25                  | 0,01703                                       | IHB                  |
|                                                   | C24                  | 0,01066                                       | BHB                  |
|                                                   | C34                  | 0,01060                                       | BHB                  |
| 1. Kat                                            | C64                  | 0,00885                                       | BHB                  |
|                                                   | C74                  | 0,00878                                       | BHB                  |
|                                                   | C65                  | 0,00974                                       | BHB                  |
|                                                   | C75                  | 0,00968                                       | BHB                  |
|                                                   | C66                  | 0,00907                                       | BHB                  |
|                                                   | C76                  | 0,00902                                       | BHB                  |
|                                                   | C69                  | 0,00943                                       | BHB                  |
|                                                   | C79                  | 0,00939                                       | BHB                  |
|                                                   | C70                  | 0,01029                                       | BHB                  |
|                                                   | C80                  | 0,01025                                       | BHB                  |
|                                                   | C71                  | 0,01079                                       | BHB                  |
|                                                   | C81                  | 0,01076                                       | BHB                  |
|                                                   | C63                  | 0,00770                                       | BHB                  |
|                                                   | C73                  | 0,00764                                       | BHB                  |
|                                                   | C72                  | 0,00395                                       | BHB                  |
|                                                   | C82                  | 0,00390                                       | BHB                  |
| 2. Kat                                            | C112                 | 0,00440                                       | BHB                  |
|                                                   | C122                 | 0,00438                                       | BHB                  |
|                                                   | C113                 | 0,00482                                       | BHB                  |
|                                                   | C123                 | 0,00479                                       | BHB                  |
|                                                   | C114                 | 0,00440                                       | BHB                  |
|                                                   | C124                 | 0,00438                                       | BHB                  |
|                                                   | C117                 | 0,00442                                       | BHB                  |
|                                                   | C127                 | 0,00440                                       | BHB                  |
|                                                   | C118                 | 0,00525                                       | BHB                  |
|                                                   | C128                 | 0,00523                                       | BHB                  |
|                                                   | C119                 | 0,00402                                       | BHB                  |
|                                                   | C129                 | 0,00401                                       | BHB                  |
|                                                   | C111                 | 0,00212                                       | BHB                  |
|                                                   | C121                 | 0,00212                                       | BHB                  |
|                                                   | C120                 | 0,00177                                       | BHB                  |
|                                                   | C130                 | 0,00171                                       | BHB                  |

## EK-F

### Deprem Doğrultusu X Yönü Olan ve DD-3 Yer Hareketi Düzeyindeki Deprem İçin Betonarme Elemanların Performanslarının Elde Edilmesi

Çelik çaprazlarla güçlendirilen binadaki kirişlerin X yönü deprem doğrultusu ve DD-3 deprem yer hareketi için 10. adımdaki performansları, plastik dönme sınır değerleri bulunurken belirtilen kiriş tiplerine göre gruplandırılarak Tablo F.1., Tablo F.2. ve Tablo F.3'te verilmiştir.

Tablo F.1. B30x50 Tip1 Kiriş Elemanlarının Performansları (X-DD3)

| B30x50 Tip1 Kiriş Elemanlarının Performansları (X-DD3) |                      |                                               |                      |
|--------------------------------------------------------|----------------------|-----------------------------------------------|----------------------|
| Katlar                                                 | Elemanın Etiketi (n) | Elemanın Plastik Dönmesi ( $\theta_p^{(n)}$ ) | Elemanın Performansı |
| Zemin Kat                                              | B44                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B45                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B46                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B47                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B48                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B49                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B50                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B25                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B27                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B28                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B29                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B31                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B43                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B24                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B51                  | 0,00026                                       | BHB                  |
|                                                        | B32                  | 0,00027                                       | BHB                  |
|                                                        | B26                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B30                  | 0,00000                                       | SHB                  |
| 1. Kat                                                 | B118                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B119                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B120                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B121                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B122                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B123                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B124                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B99                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B101                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B102                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B103                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B105                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B117                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B98                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B125                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B106                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B100                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B104                 | 0,00000                                       | SHB                  |
| 2. Kat                                                 | B192                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B193                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B194                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B195                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B196                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B197                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B198                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B173                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B175                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B176                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B177                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B179                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B191                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B172                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B199                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B180                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B174                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B178                 | 0,00000                                       | SHB                  |

| B30x50 Tip2 Kiriş Elemanlarının Performansları (X-DD3) |                      |                                               |                      |
|--------------------------------------------------------|----------------------|-----------------------------------------------|----------------------|
| Katlar                                                 | Elemanın Etiketi (n) | Elemanın Plastik Dönmesi ( $\theta_p^{(n)}$ ) | Elemanın Performansı |
| Zemin Kat                                              | B34                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B41                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B35                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B36                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B11                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B21                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B37                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B12                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B22                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B38                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B39                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B40                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B53                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B63                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B54                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B64                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B108                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B115                 | 0,00000                                       | SHB                  |
| 1. Kat                                                 | B109                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B110                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B85                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B95                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B111                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B86                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B96                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B112                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B113                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B114                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B127                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B137                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B128                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B138                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B182                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B189                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B183                 | 0,00000                                       | SHB                  |
| 2. Kat                                                 | B184                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B159                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B169                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B185                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B160                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B170                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B186                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B187                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B188                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B201                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B211                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B202                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B212                 | 0,00000                                       | SHB                  |

Tablo F.2. B30x60 Tip1 ve B30x60 Tip2 Kiriş Elemanlarının Performansları (X-DD3)

| B30x60 Tip1 Kiriş Elemanlarının Performansları (X-DD3) |                      |                                               |                      |
|--------------------------------------------------------|----------------------|-----------------------------------------------|----------------------|
| Katlar                                                 | Elemanın Etiketi (n) | Elemanın Plastik Dönmesi ( $\theta_p^{(n)}$ ) | Elemanın Performansı |
| Zemin Kat                                              | B14                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B56                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B19                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B61                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B15                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B57                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B16                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B58                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B17                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B59                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B18                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B60                  | 0,00000                                       | SHB                  |
| 1. Kat                                                 | B88                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B130                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B93                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B135                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B89                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B131                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B90                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B132                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B91                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B133                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B92                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B134                 | 0,00000                                       | SHB                  |
| 2. Kat                                                 | B162                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B204                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B167                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B209                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B163                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B205                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B164                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B206                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B165                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B207                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B166                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B208                 | 0,00000                                       | SHB                  |

| B30x60 Tip2 Kiriş Elemanlarının Performansları (X-DD3) |                      |                                               |                      |
|--------------------------------------------------------|----------------------|-----------------------------------------------|----------------------|
| Katlar                                                 | Elemanın Etiketi (n) | Elemanın Plastik Dönmesi ( $\theta_p^{(n)}$ ) | Elemanın Performansı |
| Zemin Kat                                              | B67                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B68                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B69                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B70                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B71                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B72                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B73                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B2                   | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B3                   | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B4                   | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B5                   | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B6                   | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B7                   | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B8                   | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B66                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B1                   | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B74                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B9                   | 0,00000                                       | SHB                  |
| 1. Kat                                                 | B141                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B142                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B143                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B144                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B145                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B146                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B147                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B76                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B77                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B78                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B79                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B80                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B81                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B82                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B140                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B75                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B148                 | 0,00000                                       | SHB                  |
| 2. Kat                                                 | B83                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B215                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B216                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B217                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B218                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B219                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B220                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B221                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B150                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B151                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B152                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B153                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B154                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B155                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B156                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B214                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B149                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B222                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B157                 | 0,00000                                       | SHB                  |

Tablo F.3. B30x60 Tip3 Kiriş Elemanlarının Performansları (X-DD3)

| B30x60 Tip3 Kiriş Elemanlarının Performansları (X-DD3) |                      |                                               |                      |
|--------------------------------------------------------|----------------------|-----------------------------------------------|----------------------|
| Katlar                                                 | Elemanın Etiketi (n) | Elemanın Plastik Dönmesi ( $\theta_p^{(n)}$ ) | Elemanın Performansı |
| Zemin Kat                                              | B10                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B20                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B33                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B52                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B62                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B13                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B23                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B42                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B55                  | 0,00000                                       | SHB                  |
| 1. Kat                                                 | B65                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B84                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B94                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B107                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B126                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B136                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B87                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B97                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B116                 | 0,00000                                       | SHB                  |
| 2. Kat                                                 | B129                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B139                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B158                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B168                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B181                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B200                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B210                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B161                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B171                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B190                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B203                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B213                 | 0,00000                                       | SHB                  |

Çelik çaprazlarla güçlendirilen binadaki kolonların X yönü deprem doğrultusu ve DD-3 deprem yer hareketi için 10. adımdaki performansları, plastik dönme sınır değerleri bulunurken belirtilen kolon tiplerine göre gruplandırılarak Tablo F.4. ve Tablo F.5'te verilmiştir.

Tablo F.4. C30x50 ve C30x80 Kolon Elemanlarının Performansları (X-DD3)

| C30x50 Kolon Elemanlarının Performansları (X-DD3) |                      |                                      |                      |
|---------------------------------------------------|----------------------|--------------------------------------|----------------------|
| Katlar                                            | Elemanın Etiketi (n) | Plastik Dönmesi ( $\theta_p^{(n)}$ ) | Elemanın Performansı |
| Zemin Kat                                         | C5                   | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C43                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C6                   | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C44                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C36                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C29                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C19                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C12                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C37                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C30                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C20                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C13                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C1                   | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C39                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C35                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C11                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C10                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C48                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C38                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C14                  | 0,000                                | SHB                  |
| 1. Kat                                            | C53                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C91                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C54                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C92                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C84                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C77                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C67                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C60                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C85                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C78                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C68                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C61                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C49                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C87                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C83                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C59                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C58                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C96                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C86                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C62                  | 0,000                                | SHB                  |
| 2. Kat                                            | C101                 | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C139                 | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C102                 | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C140                 | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C132                 | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C125                 | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C115                 | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C108                 | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C133                 | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C126                 | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C116                 | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C109                 | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C97                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C135                 | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C131                 | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C107                 | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C106                 | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C144                 | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C134                 | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C110                 | 0,000                                | SHB                  |

| C30x80 Kolon Elemanlarının Performansları (X-DD3) |                      |                                      |                      |
|---------------------------------------------------|----------------------|--------------------------------------|----------------------|
| Katlar                                            | Elemanın Etiketi (n) | Plastik Dönmesi ( $\theta_p^{(n)}$ ) | Elemanın Performansı |
| Zemin Kat                                         | C2                   | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C40                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C3                   | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C41                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C4                   | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C42                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C7                   | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C45                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C8                   | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C46                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C9                   | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C47                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C50                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C88                  | 0,000                                | SHB                  |
| 1. Kat                                            | C51                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C89                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C52                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C90                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C55                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C93                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C56                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C94                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C57                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C95                  | 0,000                                | SHB                  |
| 2. Kat                                            | C98                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C136                 | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C99                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C137                 | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C100                 | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C138                 | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C103                 | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C141                 | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C104                 | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C142                 | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C105                 | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C143                 | 0,000                                | SHB                  |

Tablo F.5. C60x30 Kolon Elemanlarının Performansları (X-DD3)

| C60x30 Kolon Elemanlarının Performansları (X-DD3) |                      |                                      |                      |
|---------------------------------------------------|----------------------|--------------------------------------|----------------------|
| Katlar                                            | Elemanın Etiketi (n) | Plastik Dönmesi ( $\theta_p^{(n)}$ ) | Elemanın Performansı |
| Zemin Kat                                         | C16                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C26                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C17                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C27                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C18                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C28                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C21                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C31                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C22                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C32                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C23                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C33                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C15                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C25                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C24                  | 0,000                                | SHB                  |
| 1. Kat                                            | C34                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C64                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C74                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C65                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C75                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C66                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C76                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C69                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C79                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C70                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C80                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C71                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C81                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C63                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C73                  | 0,000                                | SHB                  |
| 2. Kat                                            | C72                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C82                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C112                 | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C122                 | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C113                 | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C123                 | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C114                 | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C124                 | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C117                 | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C127                 | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C118                 | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C128                 | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C119                 | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C129                 | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C111                 | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C121                 | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C120                 | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C130                 | 0,000                                | SHB                  |

## EK-G

### Deprem Doğrultusu Y Yönü Olan ve DD-1 Yer Hareketi Düzeyindeki Deprem İçin Betonarme Elemanların Performanslarının Elde Edilmesi

Çelik çaprazlarla güçlendirilen binadaki kirişlerin Y yönü deprem doğrultusu ve DD-1 deprem yer hareketi için 40. adımdaki performansları, plastik dönme sınır değerleri bulunurken belirtilen kiriş tiplerine göre gruplandırılarak Tablo G.1., Tablo G.2. ve Tablo G.3'te verilmiştir.

Tablo G.1. B30x50 Tip1 Kiriş Elemanlarının Performansları (Y-DD1)

| B30x50 Tip1 Kiriş Elemanlarının Performansları (Y-DD1) |                      |                                               |                      |
|--------------------------------------------------------|----------------------|-----------------------------------------------|----------------------|
| Katlar                                                 | Elemanın Etiketi (n) | Elemanın Plastik Dönmesi ( $\theta_p^{(n)}$ ) | Elemanın Performansı |
| Zemin Kat                                              | B44                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B45                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B46                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B47                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B48                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B49                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B50                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B25                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B27                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B28                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B29                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B31                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B43                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B24                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B51                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B32                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B26                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B30                  | 0,00000                                       | SHB                  |
| 1. Kat                                                 | B118                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B119                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B120                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B121                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B122                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B123                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B124                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B99                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B101                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B102                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B103                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B105                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B117                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B98                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B125                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B106                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B100                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B104                 | 0,00000                                       | SHB                  |
| 2. Kat                                                 | B192                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B193                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B194                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B195                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B196                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B197                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B198                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B173                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B175                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B176                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B177                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B179                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B191                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B172                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B199                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B180                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B174                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B178                 | 0,00000                                       | SHB                  |

| B30x50 Tip2 Kiriş Elemanlarının Performansları (Y-DD1) |                      |                                               |                      |
|--------------------------------------------------------|----------------------|-----------------------------------------------|----------------------|
| Katlar                                                 | Elemanın Etiketi (n) | Elemanın Plastik Dönmesi ( $\theta_p^{(n)}$ ) | Elemanın Performansı |
| Zemin Kat                                              | B34                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B41                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B35                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B36                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B11                  | 0,00120                                       | BHB                  |
|                                                        | B21                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B37                  | 0,00151                                       | BHB                  |
|                                                        | B12                  | 0,00120                                       | BHB                  |
|                                                        | B22                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B38                  | 0,00151                                       | BHB                  |
|                                                        | B39                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B40                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B53                  | 0,00003                                       | BHB                  |
|                                                        | B63                  | 0,00355                                       | BHB                  |
|                                                        | B54                  | 0,00003                                       | BHB                  |
|                                                        | B64                  | 0,00355                                       | BHB                  |
|                                                        | B108                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B115                 | 0,00000                                       | SHB                  |
| 1. Kat                                                 | B109                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B110                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B85                  | 0,00117                                       | BHB                  |
|                                                        | B95                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B111                 | 0,00148                                       | BHB                  |
|                                                        | B86                  | 0,00117                                       | BHB                  |
|                                                        | B96                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B112                 | 0,00148                                       | BHB                  |
|                                                        | B113                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B114                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B127                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B137                 | 0,00227                                       | BHB                  |
|                                                        | B128                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B138                 | 0,00227                                       | BHB                  |
|                                                        | B182                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B189                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B183                 | 0,00000                                       | SHB                  |
| 2. Kat                                                 | B184                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B159                 | 0,00010                                       | BHB                  |
|                                                        | B169                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B185                 | 0,00044                                       | BHB                  |
|                                                        | B160                 | 0,00010                                       | BHB                  |
|                                                        | B170                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B186                 | 0,00044                                       | BHB                  |
|                                                        | B187                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B188                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B201                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B211                 | 0,00034                                       | BHB                  |
|                                                        | B202                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B212                 | 0,00034                                       | BHB                  |

Tablo G.2. B30x60 Tip1 ve B30x60 Tip2 Kiriş Elemanlarının Performansları (Y-DD1)

| B30x60 Tip1 Kiriş Elemanlarının Performansları (Y-DD1) |                      |                                               |                      |
|--------------------------------------------------------|----------------------|-----------------------------------------------|----------------------|
| Katlar                                                 | Elemanın Etiketi (n) | Elemanın Plastik Dönmesi ( $\theta_p^{(n)}$ ) | Elemanın Performansı |
| Zemin Kat                                              | B14                  | 0,00057                                       | BHB                  |
|                                                        | B56                  | 0,00125                                       | BHB                  |
|                                                        | B19                  | 0,00057                                       | BHB                  |
|                                                        | B61                  | 0,00125                                       | BHB                  |
|                                                        | B15                  | 0,00134                                       | BHB                  |
|                                                        | B57                  | 0,00223                                       | BHB                  |
|                                                        | B16                  | 0,00126                                       | BHB                  |
|                                                        | B58                  | 0,00225                                       | BHB                  |
|                                                        | B17                  | 0,00126                                       | BHB                  |
|                                                        | B59                  | 0,00225                                       | BHB                  |
|                                                        | B18                  | 0,00134                                       | BHB                  |
|                                                        | B60                  | 0,00223                                       | BHB                  |
| 1. Kat                                                 | B88                  | 0,00015                                       | BHB                  |
|                                                        | B130                 | 0,00048                                       | BHB                  |
|                                                        | B93                  | 0,00015                                       | BHB                  |
|                                                        | B135                 | 0,00048                                       | BHB                  |
|                                                        | B89                  | 0,00055                                       | BHB                  |
|                                                        | B131                 | 0,00099                                       | BHB                  |
|                                                        | B90                  | 0,00051                                       | BHB                  |
|                                                        | B132                 | 0,00092                                       | BHB                  |
|                                                        | B91                  | 0,00051                                       | BHB                  |
|                                                        | B133                 | 0,00092                                       | BHB                  |
|                                                        | B92                  | 0,00055                                       | BHB                  |
|                                                        | B134                 | 0,00099                                       | BHB                  |
| 2. Kat                                                 | B162                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B204                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B167                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B209                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B163                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B205                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B164                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B206                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B165                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B207                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B166                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B208                 | 0,00000                                       | SHB                  |

| B30x60 Tip2 Kiriş Elemanlarının Performansları (Y-DD1) |                      |                                               |                      |
|--------------------------------------------------------|----------------------|-----------------------------------------------|----------------------|
| Katlar                                                 | Elemanın Etiketi (n) | Elemanın Plastik Dönmesi ( $\theta_p^{(n)}$ ) | Elemanın Performansı |
| Zemin Kat                                              | B67                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B68                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B69                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B70                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B71                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B72                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B73                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B2                   | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B3                   | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B4                   | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B5                   | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B6                   | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B7                   | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B8                   | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B66                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B1                   | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B74                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B9                   | 0,00000                                       | SHB                  |
| 1. Kat                                                 | B141                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B142                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B143                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B144                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B145                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B146                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B147                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B76                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B77                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B78                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B79                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B80                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B81                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B82                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B140                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B75                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B148                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B83                  | 0,00000                                       | SHB                  |
| 2. Kat                                                 | B215                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B216                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B217                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B218                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B219                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B220                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B221                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B150                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B151                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B152                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B153                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B154                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B155                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B156                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B214                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B149                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B222                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B157                 | 0,00000                                       | SHB                  |

Tablo G.3. B30x60 Tip3 Kiriş Elemanlarının Performansları (Y-DD1)

| B30x60 Tip3 Kiriş Elemanlarının Performansları (Y-DD1) |                      |                                               |                      |
|--------------------------------------------------------|----------------------|-----------------------------------------------|----------------------|
| Katlar                                                 | Elemanın Etiketi (n) | Elemanın Plastik Dönmesi ( $\theta_p^{(n)}$ ) | Elemanın Performansı |
| Zemin Kat                                              | B10                  | 0,00053                                       | BHB                  |
|                                                        | B20                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B33                  | 0,00042                                       | BHB                  |
|                                                        | B52                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B62                  | 0,00196                                       | BHB                  |
|                                                        | B13                  | 0,00053                                       | BHB                  |
|                                                        | B23                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B42                  | 0,00042                                       | BHB                  |
|                                                        | B55                  | 0,00000                                       | SHB                  |
| 1. Kat                                                 | B65                  | 0,00196                                       | BHB                  |
|                                                        | B84                  | 0,00043                                       | BHB                  |
|                                                        | B94                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B107                 | 0,00042                                       | BHB                  |
|                                                        | B126                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B136                 | 0,00115                                       | BHB                  |
|                                                        | B87                  | 0,00043                                       | BHB                  |
|                                                        | B97                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B116                 | 0,00042                                       | BHB                  |
| 2. Kat                                                 | B129                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B139                 | 0,00115                                       | BHB                  |
|                                                        | B158                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B168                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B181                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B200                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B210                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B161                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B171                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B190                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B203                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B213                 | 0,00000                                       | SHB                  |

Çelik çaprazlarla güçlendirilen binadaki kolonların Y yönü deprem doğrultusu ve DD-1 deprem yer hareketi için 40. adımdaki performansları, plastik dönme sınır değerleri bulunurken belirtilen kolon tiplerine göre gruplandırılarak Tablo G.4. ve Tablo G.5'te verilmiştir.

Tablo G.4. C30x50 ve C30x80 Kolon Elemanlarının Performansları (Y-DD1)

| C30x50 Kolon Elemanlarının Performansları (Y-DD1) |                      |                                      |                      |
|---------------------------------------------------|----------------------|--------------------------------------|----------------------|
| Katlar                                            | Elemanın Etiketi (n) | Plastik Dönmesi ( $\theta_p^{(n)}$ ) | Elemanın Performansı |
| Zemin Kat                                         | C5                   | 0,01552                              | BHB                  |
|                                                   | C43                  | 0,01095                              | BHB                  |
|                                                   | C6                   | 0,01552                              | BHB                  |
|                                                   | C44                  | 0,01095                              | BHB                  |
|                                                   | C36                  | 0,01188                              | BHB                  |
|                                                   | C29                  | 0,01553                              | BHB                  |
|                                                   | C19                  | 0,01165                              | BHB                  |
|                                                   | C12                  | 0,01557                              | BHB                  |
|                                                   | C37                  | 0,01188                              | BHB                  |
|                                                   | C30                  | 0,01553                              | BHB                  |
|                                                   | C20                  | 0,01165                              | BHB                  |
|                                                   | C13                  | 0,01557                              | BHB                  |
|                                                   | C1                   | 0,01628                              | BHB                  |
|                                                   | C39                  | 0,01137                              | BHB                  |
|                                                   | C35                  | 0,01249                              | BHB                  |
|                                                   | C11                  | 0,01560                              | BHB                  |
|                                                   | C10                  | 0,01628                              | BHB                  |
|                                                   | C48                  | 0,01137                              | BHB                  |
|                                                   | C38                  | 0,01249                              | BHB                  |
|                                                   | C14                  | 0,01560                              | BHB                  |
| 1. Kat                                            | C53                  | 0,01015                              | BHB                  |
|                                                   | C91                  | 0,00638                              | BHB                  |
|                                                   | C54                  | 0,01015                              | BHB                  |
|                                                   | C92                  | 0,00638                              | BHB                  |
|                                                   | C84                  | 0,00957                              | BHB                  |
|                                                   | C77                  | 0,01057                              | BHB                  |
|                                                   | C67                  | 0,01006                              | BHB                  |
|                                                   | C60                  | 0,01009                              | BHB                  |
|                                                   | C85                  | 0,00957                              | BHB                  |
|                                                   | C78                  | 0,01057                              | BHB                  |
|                                                   | C68                  | 0,01006                              | BHB                  |
|                                                   | C61                  | 0,01009                              | BHB                  |
|                                                   | C49                  | 0,01160                              | BHB                  |
|                                                   | C87                  | 0,00792                              | BHB                  |
|                                                   | C83                  | 0,01069                              | BHB                  |
|                                                   | C59                  | 0,01085                              | BHB                  |
|                                                   | C58                  | 0,01160                              | BHB                  |
|                                                   | C96                  | 0,00792                              | BHB                  |
|                                                   | C86                  | 0,01069                              | BHB                  |
|                                                   | C62                  | 0,01085                              | BHB                  |
| 2. Kat                                            | C101                 | 0,00426                              | BHB                  |
|                                                   | C139                 | 0,00313                              | BHB                  |
|                                                   | C102                 | 0,00426                              | BHB                  |
|                                                   | C140                 | 0,00313                              | BHB                  |
|                                                   | C132                 | 0,00480                              | BHB                  |
|                                                   | C125                 | 0,00466                              | BHB                  |
|                                                   | C115                 | 0,00557                              | BHB                  |
|                                                   | C108                 | 0,00414                              | BHB                  |
|                                                   | C133                 | 0,00480                              | BHB                  |
|                                                   | C126                 | 0,00466                              | BHB                  |
|                                                   | C116                 | 0,00557                              | BHB                  |
|                                                   | C109                 | 0,00414                              | BHB                  |
|                                                   | C97                  | 0,00484                              | BHB                  |
|                                                   | C135                 | 0,00382                              | BHB                  |
|                                                   | C131                 | 0,00532                              | BHB                  |
|                                                   | C107                 | 0,00474                              | BHB                  |
|                                                   | C106                 | 0,00484                              | BHB                  |
|                                                   | C144                 | 0,00382                              | BHB                  |
|                                                   | C134                 | 0,00532                              | BHB                  |
|                                                   | C110                 | 0,00474                              | BHB                  |

| C30x80 Kolon Elemanlarının Performansları (Y-DD1) |                      |                                      |                      |
|---------------------------------------------------|----------------------|--------------------------------------|----------------------|
| Katlar                                            | Elemanın Etiketi (n) | Plastik Dönmesi ( $\theta_p^{(n)}$ ) | Elemanın Performansı |
| Zemin Kat                                         | C2                   | 0,01276                              | BHB                  |
|                                                   | C40                  | 0,01145                              | BHB                  |
|                                                   | C3                   | 0,01234                              | BHB                  |
|                                                   | C41                  | 0,01116                              | BHB                  |
|                                                   | C4                   | 0,01253                              | BHB                  |
|                                                   | C42                  | 0,01095                              | BHB                  |
|                                                   | C7                   | 0,01253                              | BHB                  |
|                                                   | C45                  | 0,01095                              | BHB                  |
|                                                   | C8                   | 0,01234                              | BHB                  |
|                                                   | C46                  | 0,01116                              | BHB                  |
|                                                   | C9                   | 0,01276                              | BHB                  |
|                                                   | C47                  | 0,01145                              | BHB                  |
|                                                   | C50                  | 0,00556                              | BHB                  |
|                                                   | C88                  | 0,00412                              | BHB                  |
| 1. Kat                                            | C51                  | 0,00459                              | BHB                  |
|                                                   | C89                  | 0,00343                              | BHB                  |
|                                                   | C52                  | 0,00463                              | BHB                  |
|                                                   | C90                  | 0,00352                              | BHB                  |
|                                                   | C55                  | 0,00463                              | BHB                  |
|                                                   | C93                  | 0,00352                              | BHB                  |
|                                                   | C56                  | 0,00459                              | BHB                  |
|                                                   | C94                  | 0,00343                              | BHB                  |
|                                                   | C57                  | 0,00556                              | BHB                  |
|                                                   | C95                  | 0,00412                              | BHB                  |
| 2. Kat                                            | C98                  | 0,00215                              | BHB                  |
|                                                   | C136                 | 0,00187                              | BHB                  |
|                                                   | C99                  | 0,00146                              | BHB                  |
|                                                   | C137                 | 0,00148                              | BHB                  |
|                                                   | C100                 | 0,00159                              | BHB                  |
|                                                   | C138                 | 0,00171                              | BHB                  |
|                                                   | C103                 | 0,00159                              | BHB                  |
|                                                   | C141                 | 0,00171                              | BHB                  |
|                                                   | C104                 | 0,00146                              | BHB                  |
|                                                   | C142                 | 0,00148                              | BHB                  |
|                                                   | C105                 | 0,00215                              | BHB                  |
|                                                   | C143                 | 0,00187                              | BHB                  |

Tablo G.5. C60x30 Kolon Elemanlarının Performansları (Y-DD1)

| C60x30 Kolon Elemanlarının Performansları (Y-DD1) |                      |                                      |                      |
|---------------------------------------------------|----------------------|--------------------------------------|----------------------|
| Katlar                                            | Elemanın Etiketi (n) | Plastik Dönmesi ( $\theta_p^{(n)}$ ) | Elemanın Performansı |
| Zemin Kat                                         | C16                  | 0,01118                              | BHB                  |
|                                                   | C26                  | 0,01513                              | IHB                  |
|                                                   | C17                  | 0,01120                              | BHB                  |
|                                                   | C27                  | 0,01497                              | IHB                  |
|                                                   | C18                  | 0,01115                              | BHB                  |
|                                                   | C28                  | 0,01486                              | IHB                  |
|                                                   | C21                  | 0,01114                              | BHB                  |
|                                                   | C31                  | 0,01486                              | IHB                  |
|                                                   | C22                  | 0,01120                              | BHB                  |
|                                                   | C32                  | 0,01497                              | IHB                  |
|                                                   | C23                  | 0,01118                              | BHB                  |
|                                                   | C33                  | 0,01513                              | IHB                  |
|                                                   | C15                  | 0,01072                              | BHB                  |
|                                                   | C25                  | 0,01640                              | IHB                  |
|                                                   | C24                  | 0,01072                              | BHB                  |
|                                                   | C34                  | 0,01640                              | IHB                  |
| 1. Kat                                            | C64                  | 0,01087                              | BHB                  |
|                                                   | C74                  | 0,01290                              | BHB                  |
|                                                   | C65                  | 0,01090                              | BHB                  |
|                                                   | C75                  | 0,01271                              | BHB                  |
|                                                   | C66                  | 0,01087                              | BHB                  |
|                                                   | C76                  | 0,01260                              | BHB                  |
|                                                   | C69                  | 0,01087                              | BHB                  |
|                                                   | C79                  | 0,01260                              | BHB                  |
|                                                   | C70                  | 0,01090                              | BHB                  |
|                                                   | C80                  | 0,01271                              | BHB                  |
|                                                   | C71                  | 0,01087                              | BHB                  |
|                                                   | C81                  | 0,01290                              | BHB                  |
|                                                   | C63                  | 0,01084                              | BHB                  |
|                                                   | C73                  | 0,01163                              | BHB                  |
|                                                   | C72                  | 0,01084                              | BHB                  |
|                                                   | C82                  | 0,01163                              | BHB                  |
| 2. Kat                                            | C112                 | 0,00548                              | BHB                  |
|                                                   | C122                 | 0,00568                              | BHB                  |
|                                                   | C113                 | 0,00553                              | BHB                  |
|                                                   | C123                 | 0,00558                              | BHB                  |
|                                                   | C114                 | 0,00550                              | BHB                  |
|                                                   | C124                 | 0,00550                              | BHB                  |
|                                                   | C117                 | 0,00550                              | BHB                  |
|                                                   | C127                 | 0,00550                              | BHB                  |
|                                                   | C118                 | 0,00553                              | BHB                  |
|                                                   | C128                 | 0,00558                              | BHB                  |
|                                                   | C119                 | 0,00548                              | BHB                  |
|                                                   | C129                 | 0,00568                              | BHB                  |
|                                                   | C111                 | 0,00601                              | BHB                  |
|                                                   | C121                 | 0,00481                              | BHB                  |
|                                                   | C120                 | 0,00601                              | BHB                  |
|                                                   | C130                 | 0,00481                              | BHB                  |

## EK-H

### Deprem Doğrultusu Y Yönü Olan ve DD-3 Yer Hareketi Düzeyindeki Deprem İçin Betonarme Elemanların Performanslarının Elde Edilmesi

Çelik çaprazlarla güçlendirilen binadaki kirişlerin Y yönü deprem doğrultusu ve DD-3 deprem yer hareketi için 11. adımdaki performansları, plastik dönme sınır değerleri bulurken belirtilen kiriş tiplerine göre gruplandırılarak Tablo H.1., Tablo H.2. ve Tablo H.3'te verilmiştir.

Tablo H.1. B30x50 Tip1 Kiriş Elemanlarının Performansları (Y-DD3)

| B30x50 Tip1 Kiriş Elemanlarının Performansları (Y-DD3) |                      |                                               |                      |
|--------------------------------------------------------|----------------------|-----------------------------------------------|----------------------|
| Katlar                                                 | Elemanın Etiketi (n) | Elemanın Plastik Dönmesi ( $\theta_p^{(n)}$ ) | Elemanın Performansı |
| Zemin Kat                                              | B44                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B45                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B46                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B47                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B48                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B49                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B50                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B25                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B27                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B28                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B29                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B31                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B43                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B24                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B51                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B32                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B26                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B30                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B118                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B119                 | 0,00000                                       | SHB                  |
| 1. Kat                                                 | B120                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B121                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B122                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B123                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B124                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B99                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B101                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B102                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B103                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B105                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B117                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B98                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B125                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B106                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B100                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B104                 | 0,00000                                       | SHB                  |
| 2. Kat                                                 | B192                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B193                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B194                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B195                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B196                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B197                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B198                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B173                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B175                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B176                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B177                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B179                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B191                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B172                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B199                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B180                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B174                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B178                 | 0,00000                                       | SHB                  |

| B30x50 Tip2 Kiriş Elemanlarının Performansları (Y-DD3) |                      |                                               |                      |
|--------------------------------------------------------|----------------------|-----------------------------------------------|----------------------|
| Katlar                                                 | Elemanın Etiketi (n) | Elemanın Plastik Dönmesi ( $\theta_p^{(n)}$ ) | Elemanın Performansı |
| Zemin Kat                                              | B34                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B41                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B35                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B36                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B11                  | 0,00003                                       | BHB                  |
|                                                        | B21                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B37                  | 0,00007                                       | BHB                  |
|                                                        | B12                  | 0,00003                                       | BHB                  |
|                                                        | B22                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B38                  | 0,00007                                       | BHB                  |
|                                                        | B39                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B40                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B53                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B63                  | 0,00058                                       | BHB                  |
|                                                        | B54                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B64                  | 0,00058                                       | BHB                  |
| 1. Kat                                                 | B108                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B115                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B109                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B110                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B85                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B95                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B111                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B86                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B96                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B112                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B113                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B114                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B127                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B137                 | 0,00011                                       | BHB                  |
|                                                        | B128                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B138                 | 0,00011                                       | BHB                  |
| 2. Kat                                                 | B182                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B189                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B183                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B184                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B159                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B169                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B185                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B160                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B170                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B186                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B187                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B188                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B201                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B211                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B202                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B212                 | 0,00000                                       | SHB                  |

Tablo H.2. B30x60 Tip1 Kiriş Elemanlarının Performansları (Y-DD3)

| B30x60 Tip1 Kiriş Elemanlarının Performansları (Y-DD3) |                      |                                               |                      |
|--------------------------------------------------------|----------------------|-----------------------------------------------|----------------------|
| Katlar                                                 | Elemanın Etiketi (n) | Elemanın Plastik Dönmesi ( $\theta_p^{(n)}$ ) | Elemanın Performansı |
| Zemin Kat                                              | B14                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B56                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B19                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B61                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B15                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B57                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B16                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B58                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B17                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B59                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B18                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B60                  | 0,00000                                       | SHB                  |
| 1. Kat                                                 | B88                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B130                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B93                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B135                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B89                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B131                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B90                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B132                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B91                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B133                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B92                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B134                 | 0,00000                                       | SHB                  |
| 2. Kat                                                 | B162                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B204                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B167                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B209                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B163                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B205                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B164                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B206                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B165                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B207                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B166                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B208                 | 0,00000                                       | SHB                  |

| B30x60 Tip2 Kiriş Elemanlarının Performansları (Y-DD3) |                      |                                               |                      |
|--------------------------------------------------------|----------------------|-----------------------------------------------|----------------------|
| Katlar                                                 | Elemanın Etiketi (n) | Elemanın Plastik Dönmesi ( $\theta_p^{(n)}$ ) | Elemanın Performansı |
| Zemin Kat                                              | B67                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B68                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B69                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B70                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B71                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B72                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B73                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B2                   | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B3                   | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B4                   | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B5                   | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B6                   | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B7                   | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B8                   | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B66                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B1                   | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B74                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B9                   | 0,00000                                       | SHB                  |
| 1. Kat                                                 | B141                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B142                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B143                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B144                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B145                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B146                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B147                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B76                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B77                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B78                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B79                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B80                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B81                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B82                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B140                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B75                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B148                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B83                  | 0,00000                                       | SHB                  |
| 2. Kat                                                 | B215                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B216                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B217                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B218                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B219                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B220                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B221                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B150                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B151                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B152                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B153                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B154                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B155                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B156                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B214                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B149                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B222                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B157                 | 0,00000                                       | SHB                  |

Tablo H.3. B30x60 Tip3 Kiriş Elemanlarının Performansları (Y-DD3)

| B30x60 Tip3 Kiriş Elemanlarının Performansları (Y-DD3) |                      |                                               |                      |
|--------------------------------------------------------|----------------------|-----------------------------------------------|----------------------|
| Katlar                                                 | Elemanın Etiketi (n) | Elemanın Plastik Dönmesi ( $\theta_p^{(n)}$ ) | Elemanın Performansı |
| Zemin Kat                                              | B10                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B20                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B33                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B52                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B62                  | 0,00015                                       | BHB                  |
|                                                        | B13                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B23                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B42                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B55                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B65                  | 0,00015                                       | BHB                  |
| 1. Kat                                                 | B84                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B94                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B107                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B126                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B136                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B87                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B97                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B116                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B129                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B139                 | 0,00000                                       | SHB                  |
| 2. Kat                                                 | B158                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B168                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B181                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B200                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B210                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B161                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B171                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B190                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B203                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B213                 | 0,00000                                       | SHB                  |

Çelik çaprazlarla güçlendirilen binadaki kolonların Y yönü deprem doğrultusu ve DD-3 deprem yer hareketi için 11. adımdaki performansları, plastik dönme sınır değerleri bulunurken belirtilen kolon tiplerine göre gruplandırılarak Tablo H.4. ve Tablo H.5'te verilmiştir.

Tablo H.4. C30x50 ve C30x80 Kolon Elemanlarının Performansları (Y-DD3)

| C30x50 Kolon Elemanlarının Performansları (Y-DD3) |                      |                                      |                      |
|---------------------------------------------------|----------------------|--------------------------------------|----------------------|
| Katlar                                            | Elemanın Etiketi (n) | Plastik Dönmesi ( $\theta_p^{(n)}$ ) | Elemanın Performansı |
| Zemin Kat                                         | C5                   | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C43                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C6                   | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C44                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C36                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C29                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C19                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C12                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C37                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C30                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C20                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C13                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C1                   | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C39                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C35                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C11                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C10                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C48                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C38                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C14                  | 0,000                                | SHB                  |
| 1. Kat                                            | C53                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C91                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C54                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C92                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C84                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C77                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C67                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C60                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C85                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C78                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C68                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C61                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C49                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C87                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C83                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C59                  | 0,000                                | SHB                  |
| 2. Kat                                            | C58                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C96                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C86                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C62                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C101                 | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C139                 | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C102                 | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C140                 | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C132                 | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C125                 | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C115                 | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C108                 | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C133                 | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C126                 | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C116                 | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C109                 | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C97                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C135                 | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C131                 | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C107                 | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C106                 | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C144                 | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C134                 | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C110                 | 0,000                                | SHB                  |

| C30x80 Kolon Elemanlarının Performansları (Y-DD3) |                      |                                      |                      |
|---------------------------------------------------|----------------------|--------------------------------------|----------------------|
| Katlar                                            | Elemanın Etiketi (n) | Plastik Dönmesi ( $\theta_p^{(n)}$ ) | Elemanın Performansı |
| Zemin Kat                                         | C2                   | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C40                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C3                   | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C41                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C4                   | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C42                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C7                   | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C45                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C8                   | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C46                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C9                   | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C47                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C50                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C88                  | 0,000                                | SHB                  |
| 1. Kat                                            | C51                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C89                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C52                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C90                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C55                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C93                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C56                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C94                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C57                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C95                  | 0,000                                | SHB                  |
| 2. Kat                                            | C98                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C136                 | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C99                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C137                 | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C100                 | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C138                 | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C103                 | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C141                 | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C104                 | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C142                 | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C105                 | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C143                 | 0,000                                | SHB                  |

Tablo H.5. C60x30 Kolon Elemanlarının Performansları (Y-DD3)

| C60x30 Kolon Elemanlarının Performansları (Y-DD3) |                      |                                      |                      |
|---------------------------------------------------|----------------------|--------------------------------------|----------------------|
| Katlar                                            | Elemanın Etiketi (n) | Plastik Dönmesi ( $\theta_p^{(n)}$ ) | Elemanın Performansı |
| Zemin Kat                                         | C16                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C26                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C17                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C27                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C18                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C28                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C21                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C31                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C22                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C32                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C23                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C33                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C15                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C25                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C24                  | 0,000                                | SHB                  |
| 1. Kat                                            | C34                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C64                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C74                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C65                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C75                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C66                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C76                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C69                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C79                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C70                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C80                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C71                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C81                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C63                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C73                  | 0,000                                | SHB                  |
| 2. Kat                                            | C72                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C82                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C112                 | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C122                 | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C113                 | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C123                 | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C114                 | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C124                 | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C117                 | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C127                 | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C118                 | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C128                 | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C119                 | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C129                 | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C111                 | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C121                 | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C120                 | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C130                 | 0,000                                | SHB                  |

## EK-I

### Deprem Doğrultusu X Yönü Olan ve DD-1 Yer Hareketi Düzeyindeki Deprem İçin Betonarme Elemanların Performanslarının Elde Edilmesi

Ek betonarme perdelerle güçlendirilen binadaki kirişlerin X yönü deprem doğrultusu ve DD-1 deprem yer hareketi için 30. adımdaki performansları, plastik dönme sınır değerleri bulurken belirtilen kiriş tiplerine göre gruplandırılarak Tablo I.1., Tablo I.2. ve Tablo I.3'te verilmiştir.

Tablo I.1. B30x50 Tip1 Kiriş Elemanlarının Performansları (X-DD1)

| B30x50 Tip1 Kiriş Elemanlarının Performansları (X-DD1) |                      |                                               |                      |
|--------------------------------------------------------|----------------------|-----------------------------------------------|----------------------|
| Katlar                                                 | Elemanın Etiketi (n) | Elemanın Plastik Dönmesi ( $\theta_p^{(n)}$ ) | Elemanın Performansı |
| Zemin Kat                                              | B44                  | 0,00203                                       | BHB                  |
|                                                        | B45                  | 0,00099                                       | BHB                  |
|                                                        | B46                  | 0,00016                                       | BHB                  |
|                                                        | B47                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B48                  | 0,00028                                       | BHB                  |
|                                                        | B49                  | 0,00021                                       | BHB                  |
|                                                        | B50                  | 0,00208                                       | BHB                  |
|                                                        | B25                  | 0,00215                                       | BHB                  |
|                                                        | B27                  | 0,00020                                       | BHB                  |
|                                                        | B28                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B29                  | 0,00034                                       | BHB                  |
|                                                        | B31                  | 0,00222                                       | BHB                  |
|                                                        | B43                  | 0,00086                                       | BHB                  |
|                                                        | B24                  | 0,00080                                       | BHB                  |
|                                                        | B51                  | 0,00251                                       | BHB                  |
|                                                        | B32                  | 0,00264                                       | BHB                  |
|                                                        | B26                  | 0,00103                                       | BHB                  |
|                                                        | B30                  | 0,00027                                       | BHB                  |
| 1. Kat                                                 | B118                 | 0,00127                                       | BHB                  |
|                                                        | B119                 | 0,00084                                       | BHB                  |
|                                                        | B120                 | 0,00004                                       | BHB                  |
|                                                        | B121                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B122                 | 0,00005                                       | BHB                  |
|                                                        | B123                 | 0,00060                                       | BHB                  |
|                                                        | B124                 | 0,00130                                       | BHB                  |
|                                                        | B99                  | 0,00134                                       | BHB                  |
|                                                        | B101                 | 0,00008                                       | BHB                  |
|                                                        | B102                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B103                 | 0,00007                                       | BHB                  |
|                                                        | B105                 | 0,00137                                       | BHB                  |
|                                                        | B117                 | 0,00093                                       | BHB                  |
|                                                        | B98                  | 0,00093                                       | BHB                  |
|                                                        | B125                 | 0,00209                                       | BHB                  |
|                                                        | B106                 | 0,00216                                       | BHB                  |
|                                                        | B100                 | 0,00087                                       | BHB                  |
|                                                        | B104                 | 0,00062                                       | BHB                  |
| 2. Kat                                                 | B192                 | 0,00129                                       | BHB                  |
|                                                        | B193                 | 0,00024                                       | BHB                  |
|                                                        | B194                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B195                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B196                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B197                 | 0,00035                                       | BHB                  |
|                                                        | B198                 | 0,00132                                       | BHB                  |
|                                                        | B173                 | 0,00132                                       | BHB                  |
|                                                        | B175                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B176                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B177                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B179                 | 0,00139                                       | BHB                  |
|                                                        | B191                 | 0,00017                                       | BHB                  |
|                                                        | B172                 | 0,00020                                       | BHB                  |
|                                                        | B199                 | 0,00059                                       | BHB                  |
|                                                        | B180                 | 0,00062                                       | BHB                  |
|                                                        | B174                 | 0,00025                                       | BHB                  |
|                                                        | B178                 | 0,00037                                       | BHB                  |

| B30x50 Tip2 Kiriş Elemanlarının Performansları (X-DD1) |                      |                                               |                      |
|--------------------------------------------------------|----------------------|-----------------------------------------------|----------------------|
| Katlar                                                 | Elemanın Etiketi (n) | Elemanın Plastik Dönmesi ( $\theta_p^{(n)}$ ) | Elemanın Performansı |
| Zemin Kat                                              | B34                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B41                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B35                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B36                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B11                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B21                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B37                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B12                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B22                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B38                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B39                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B40                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B53                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B63                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B54                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B64                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B108                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B115                 | 0,00000                                       | SHB                  |
| 1. Kat                                                 | B109                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B110                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B85                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B95                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B111                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B86                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B96                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B112                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B113                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B114                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B127                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B137                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B128                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B138                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B182                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B189                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B183                 | 0,00000                                       | SHB                  |
| 2. Kat                                                 | B184                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B159                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B169                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B185                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B160                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B170                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B186                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B187                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B188                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B201                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B211                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B202                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B212                 | 0,00000                                       | SHB                  |

Tablo I.2. B30x60 Tip1 ve B30x60 Tip2 Kiriş Elemanlarının Performansları (X-DD1)

| B30x60 Tip1 Kiriş Elemanlarının Performansları (X-DD1) |                      |                                               |                      |
|--------------------------------------------------------|----------------------|-----------------------------------------------|----------------------|
| Katlar                                                 | Elemanın Etiketi (n) | Elemanın Plastik Dönmesi ( $\theta_p^{(n)}$ ) | Elemanın Performansı |
| Zemin Kat                                              | B14                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B56                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B19                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B61                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B15                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B57                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B16                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B58                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B17                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B59                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B18                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B60                  | 0,00000                                       | SHB                  |
| 1. Kat                                                 | B88                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B130                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B93                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B135                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B89                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B131                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B90                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B132                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B91                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B133                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B92                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B134                 | 0,00000                                       | SHB                  |
| 2. Kat                                                 | B162                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B204                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B167                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B209                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B163                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B205                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B164                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B206                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B165                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B207                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B166                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B208                 | 0,00000                                       | SHB                  |

| B30x60 Tip2 Kiriş Elemanlarının Performansları (X-DD1) |                      |                                               |                      |
|--------------------------------------------------------|----------------------|-----------------------------------------------|----------------------|
| Katlar                                                 | Elemanın Etiketi (n) | Elemanın Plastik Dönmesi ( $\theta_p^{(n)}$ ) | Elemanın Performansı |
| Zemin Kat                                              | B67                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B68                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B69                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B70                  | 0,00025                                       | BHB                  |
|                                                        | B71                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B72                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B73                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B2                   | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B3                   | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B4                   | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B5                   | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B6                   | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B7                   | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B8                   | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B66                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B1                   | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B74                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B9                   | 0,00005                                       | BHB                  |
|                                                        | B141                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B142                 | 0,00000                                       | SHB                  |
| 1. Kat                                                 | B143                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B144                 | 0,00026                                       | BHB                  |
|                                                        | B145                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B146                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B147                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B76                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B77                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B78                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B79                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B80                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B81                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B82                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B140                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B75                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B148                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B83                  | 0,00000                                       | SHB                  |
| 2. Kat                                                 | B215                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B216                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B217                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B218                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B219                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B220                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B221                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B150                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B151                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B152                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B153                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B154                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B155                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B156                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B214                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B149                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B222                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B157                 | 0,00000                                       | SHB                  |

Tablo I.3. B30x60 Tip3 Kiriş Elemanlarının Performansları (X-DD1)

| B30x60 Tip3 Kiriş Elemanlarının Performansları (X-DD1) |                      |                                               |                      |
|--------------------------------------------------------|----------------------|-----------------------------------------------|----------------------|
| Katlar                                                 | Elemanın Etiketİ (n) | Elemanın Plastik Dönmesi ( $\theta_p^{(n)}$ ) | Elemanın Performansı |
| Zemin Kat                                              | B10                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B20                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B33                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B52                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B62                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B13                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B23                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B42                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B55                  | 0,00000                                       | SHB                  |
| 1. Kat                                                 | B65                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B84                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B94                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B107                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B126                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B136                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B87                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B97                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B116                 | 0,00000                                       | SHB                  |
| 2. Kat                                                 | B129                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B139                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B158                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B168                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B181                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B200                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B210                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B161                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B171                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B190                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B203                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B213                 | 0,00000                                       | SHB                  |

Ek betonarme perdelerle güçlendirilen binadaki kolonların X yönü deprem doğrultusu ve DD-1 deprem yer hareketi için 30. adımdaki performansları, plastik dönme sınır değerleri bulunurken belirtilen kolon tiplerine göre gruplandırılarak Tablo I.4. ve Tablo I.5'te gösterilmiştir.

Tablo I.4. C30x50 ve C30x80 Kolon Elemanlarının Performansları (X-DD1)

| C30x50 Kolon Elemanlarının Performansları (X-DD1) |                      |                                               |                      |
|---------------------------------------------------|----------------------|-----------------------------------------------|----------------------|
| Katlar                                            | Elemanın Etiketi (n) | Elemanın Plastik Dönmesi ( $\theta_p^{(n)}$ ) | Elemanın Performansı |
| Zemin Kat                                         | C5                   | 0,01166                                       | BHB                  |
|                                                   | C43                  | 0,00876                                       | BHB                  |
|                                                   | C6                   | 0,01195                                       | BHB                  |
|                                                   | C44                  | 0,01019                                       | BHB                  |
|                                                   | C36                  | 0,00769                                       | BHB                  |
|                                                   | C29                  | 0,00941                                       | BHB                  |
|                                                   | C19                  | 0,00994                                       | BHB                  |
|                                                   | C12                  | 0,00894                                       | BHB                  |
|                                                   | C37                  | 0,00767                                       | BHB                  |
|                                                   | C30                  | 0,01066                                       | BHB                  |
|                                                   | C20                  | 0,01095                                       | BHB                  |
|                                                   | C13                  | 0,00896                                       | BHB                  |
|                                                   | C1                   | 0,01290                                       | BHB                  |
|                                                   | C39                  | 0,01191                                       | BHB                  |
|                                                   | C35                  | 0,00897                                       | BHB                  |
|                                                   | C11                  | 0,01169                                       | BHB                  |
|                                                   | C10                  | 0,01103                                       | BHB                  |
|                                                   | C48                  | 0,00819                                       | BHB                  |
|                                                   | C38                  | 0,00673                                       | BHB                  |
|                                                   | C14                  | 0,00798                                       | BHB                  |
| 1. Kat                                            | C53                  | 0,01102                                       | BHB                  |
|                                                   | C91                  | 0,00845                                       | BHB                  |
|                                                   | C54                  | 0,01113                                       | BHB                  |
|                                                   | C92                  | 0,00881                                       | BHB                  |
|                                                   | C84                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                   | C77                  | 0,00909                                       | BHB                  |
|                                                   | C67                  | 0,00939                                       | BHB                  |
|                                                   | C60                  | 0,00065                                       | BHB                  |
|                                                   | C85                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                   | C78                  | 0,00925                                       | BHB                  |
|                                                   | C68                  | 0,00960                                       | BHB                  |
|                                                   | C61                  | 0,00061                                       | BHB                  |
|                                                   | C49                  | 0,01071                                       | BHB                  |
|                                                   | C87                  | 0,00959                                       | BHB                  |
|                                                   | C83                  | 0,00254                                       | BHB                  |
|                                                   | C59                  | 0,00366                                       | BHB                  |
|                                                   | C58                  | 0,00921                                       | BHB                  |
|                                                   | C96                  | 0,00706                                       | BHB                  |
|                                                   | C86                  | 0,00127                                       | BHB                  |
|                                                   | C62                  | 0,00091                                       | BHB                  |
| 2. Kat                                            | C101                 | 0,00897                                       | BHB                  |
|                                                   | C139                 | 0,00801                                       | BHB                  |
|                                                   | C102                 | 0,00894                                       | BHB                  |
|                                                   | C140                 | 0,00758                                       | BHB                  |
|                                                   | C132                 | 0,00117                                       | BHB                  |
|                                                   | C125                 | 0,00791                                       | BHB                  |
|                                                   | C115                 | 0,00808                                       | BHB                  |
|                                                   | C108                 | 0,00162                                       | BHB                  |
|                                                   | C133                 | 0,00093                                       | BHB                  |
|                                                   | C126                 | 0,00752                                       | BHB                  |
|                                                   | C116                 | 0,00774                                       | BHB                  |
|                                                   | C109                 | 0,00147                                       | BHB                  |
|                                                   | C97                  | 0,00836                                       | BHB                  |
|                                                   | C135                 | 0,00736                                       | BHB                  |
|                                                   | C131                 | 0,00333                                       | BHB                  |
|                                                   | C107                 | 0,00386                                       | BHB                  |
|                                                   | C106                 | 0,00808                                       | BHB                  |
|                                                   | C144                 | 0,00688                                       | BHB                  |
|                                                   | C134                 | 0,00261                                       | BHB                  |
|                                                   | C110                 | 0,00252                                       | BHB                  |

| C30x80 Kolon Elemanlarının Performansları (X-DD1) |                      |                                               |                      |
|---------------------------------------------------|----------------------|-----------------------------------------------|----------------------|
| Katlar                                            | Elemanın Etiketi (n) | Elemanın Plastik Dönmesi ( $\theta_p^{(n)}$ ) | Elemanın Performansı |
| Zemin Kat                                         | C2                   | 0,01187                                       | BHB                  |
|                                                   | C40                  | 0,01007                                       | BHB                  |
|                                                   | C3                   | 0,01141                                       | BHB                  |
|                                                   | C41                  | 0,00940                                       | BHB                  |
|                                                   | C4                   | 0,01167                                       | BHB                  |
|                                                   | C42                  | 0,00964                                       | BHB                  |
|                                                   | C7                   | 0,01201                                       | BHB                  |
|                                                   | C45                  | 0,00939                                       | BHB                  |
|                                                   | C8                   | 0,01252                                       | BHB                  |
|                                                   | C46                  | 0,00977                                       | BHB                  |
|                                                   | C9                   | 0,01258                                       | BHB                  |
|                                                   | C47                  | 0,00988                                       | BHB                  |
|                                                   | C50                  | 0,01103                                       | BHB                  |
|                                                   | C88                  | 0,00948                                       | BHB                  |
|                                                   | C51                  | 0,01084                                       | BHB                  |
| 1. Kat                                            | C89                  | 0,00905                                       | BHB                  |
|                                                   | C52                  | 0,01097                                       | BHB                  |
|                                                   | C90                  | 0,00922                                       | BHB                  |
|                                                   | C55                  | 0,01116                                       | BHB                  |
|                                                   | C93                  | 0,00923                                       | BHB                  |
|                                                   | C56                  | 0,01151                                       | BHB                  |
|                                                   | C94                  | 0,00935                                       | BHB                  |
|                                                   | C57                  | 0,01124                                       | BHB                  |
|                                                   | C95                  | 0,00922                                       | BHB                  |
|                                                   | C98                  | 0,00902                                       | BHB                  |
| 2. Kat                                            | C136                 | 0,00816                                       | BHB                  |
|                                                   | C99                  | 0,00910                                       | BHB                  |
|                                                   | C137                 | 0,00802                                       | BHB                  |
|                                                   | C100                 | 0,00914                                       | BHB                  |
|                                                   | C138                 | 0,00798                                       | BHB                  |
|                                                   | C103                 | 0,00913                                       | BHB                  |
|                                                   | C141                 | 0,00812                                       | BHB                  |
|                                                   | C104                 | 0,00935                                       | BHB                  |
|                                                   | C142                 | 0,00816                                       | BHB                  |
|                                                   | C105                 | 0,00902                                       | BHB                  |
|                                                   | C143                 | 0,00806                                       | BHB                  |

Tablo I.5. C60x30 Kolon Elemanlarının Performansları (X-DD1)

| C60x30 Kolon Elemanlarının Performansları (X-DD1) |                      |                                               |                      |
|---------------------------------------------------|----------------------|-----------------------------------------------|----------------------|
| Katlar                                            | Elemanın Etiketi (n) | Elemanın Plastik Dönmesi ( $\theta_p^{(n)}$ ) | Elemanın Performansı |
| Zemin Kat                                         | C16                  | 0,01660                                       | İHB                  |
|                                                   | C26                  | 0,01582                                       | İHB                  |
|                                                   | C17                  | 0,01037                                       | BHB                  |
|                                                   | C27                  | 0,00994                                       | BHB                  |
|                                                   | C18                  | 0,01076                                       | BHB                  |
|                                                   | C28                  | 0,01025                                       | BHB                  |
|                                                   | C21                  | 0,01198                                       | BHB                  |
|                                                   | C31                  | 0,01160                                       | BHB                  |
|                                                   | C22                  | 0,01676                                       | İHB                  |
|                                                   | C32                  | 0,01622                                       | İHB                  |
|                                                   | C23                  | 0,01029                                       | BHB                  |
|                                                   | C33                  | 0,00988                                       | BHB                  |
|                                                   | C15                  | 0,01319                                       | BHB                  |
|                                                   | C25                  | 0,01227                                       | BHB                  |
|                                                   | C24                  | 0,00941                                       | BHB                  |
|                                                   | C34                  | 0,00905                                       | BHB                  |
| 1. Kat                                            | C64                  | 0,01313                                       | BHB                  |
|                                                   | C74                  | 0,01278                                       | BHB                  |
|                                                   | C65                  | 0,00748                                       | BHB                  |
|                                                   | C75                  | 0,00705                                       | BHB                  |
|                                                   | C66                  | 0,00902                                       | BHB                  |
|                                                   | C76                  | 0,00863                                       | BHB                  |
|                                                   | C69                  | 0,01013                                       | BHB                  |
|                                                   | C79                  | 0,00983                                       | BHB                  |
|                                                   | C70                  | 0,01341                                       | BHB                  |
|                                                   | C80                  | 0,01284                                       | BHB                  |
|                                                   | C71                  | 0,00776                                       | BHB                  |
|                                                   | C81                  | 0,00755                                       | BHB                  |
|                                                   | C63                  | 0,00839                                       | BHB                  |
|                                                   | C73                  | 0,00778                                       | BHB                  |
|                                                   | C72                  | 0,00472                                       | BHB                  |
|                                                   | C82                  | 0,00463                                       | BHB                  |
| 2. Kat                                            | C112                 | 0,00919                                       | BHB                  |
|                                                   | C122                 | 0,00908                                       | BHB                  |
|                                                   | C113                 | 0,00661                                       | BHB                  |
|                                                   | C123                 | 0,00635                                       | BHB                  |
|                                                   | C114                 | 0,00871                                       | BHB                  |
|                                                   | C124                 | 0,00850                                       | BHB                  |
|                                                   | C117                 | 0,00923                                       | BHB                  |
|                                                   | C127                 | 0,00901                                       | BHB                  |
|                                                   | C118                 | 0,00930                                       | BHB                  |
|                                                   | C128                 | 0,00907                                       | BHB                  |
|                                                   | C119                 | 0,00676                                       | BHB                  |
|                                                   | C129                 | 0,00673                                       | BHB                  |
|                                                   | C111                 | 0,00755                                       | BHB                  |
|                                                   | C121                 | 0,00732                                       | BHB                  |
|                                                   | C120                 | 0,00623                                       | BHB                  |
|                                                   | C130                 | 0,00612                                       | BHB                  |

## EK-J

### Deprem Doğrultusu X Yönü Olan ve DD-3 Yer Hareketi Düzeyindeki Deprem İçin Betonarme Elemanların Performanslarının Elde Edilmesi

Ek betonarme perdelerle güçlendirilen binadaki kirişlerin X yönü deprem doğrultusu ve DD-3 deprem yer hareketi için 8. adımdaki performansları, plastik dönme sınır değerleri bulurken belirtilen kiriş tiplerine göre gruplandırılarak Tablo J.1., Tablo J.2. ve Tablo J.3'te verilmiştir.

Tablo J.1. B30x50 Tip1 Kiriş Elemanlarının Performansları (X-DD3)

| B30x50 Tip1 Kiriş Elemanlarının Performansları (X-DD3) |                      |                                               |                      |
|--------------------------------------------------------|----------------------|-----------------------------------------------|----------------------|
| Katlar                                                 | Elemanın Etiketi (n) | Elemanın Plastik Dönmesi ( $\theta_p^{(n)}$ ) | Elemanın Performansı |
| Zemin Kat                                              | B44                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B45                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B46                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B47                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B48                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B49                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B50                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B25                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B27                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B28                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B29                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B31                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B43                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B24                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B51                  | 0,00028                                       | BHB                  |
|                                                        | B32                  | 0,00031                                       | BHB                  |
|                                                        | B26                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B30                  | 0,00000                                       | SHB                  |
| 1. Kat                                                 | B118                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B119                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B120                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B121                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B122                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B123                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B124                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B99                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B101                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B102                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B103                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B105                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B117                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B98                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B125                 | 0,00008                                       | BHB                  |
|                                                        | B106                 | 0,00009                                       | BHB                  |
|                                                        | B100                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B104                 | 0,00000                                       | SHB                  |
| 2. Kat                                                 | B192                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B193                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B194                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B195                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B196                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B197                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B198                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B173                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B175                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B176                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B177                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B179                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B191                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B172                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B199                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B180                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B174                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B178                 | 0,00000                                       | SHB                  |

| B30x50 Tip2 Kiriş Elemanlarının Performansları (X-DD3) |                      |                                               |                      |
|--------------------------------------------------------|----------------------|-----------------------------------------------|----------------------|
| Katlar                                                 | Elemanın Etiketi (n) | Elemanın Plastik Dönmesi ( $\theta_p^{(n)}$ ) | Elemanın Performansı |
| Zemin Kat                                              | B34                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B41                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B35                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B36                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B11                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B21                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B37                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B12                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B22                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B38                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B39                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B40                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B53                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B63                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B54                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B64                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B108                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B115                 | 0,00000                                       | SHB                  |
| 1. Kat                                                 | B109                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B110                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B85                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B95                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B111                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B86                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B96                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B112                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B113                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B114                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B127                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B137                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B128                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B138                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B182                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B189                 | 0,00000                                       | SHB                  |
| 2. Kat                                                 | B183                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B184                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B159                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B169                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B185                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B160                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B170                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B186                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B187                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B188                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B201                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B211                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B202                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B212                 | 0,00000                                       | SHB                  |

Tablo J.2. B30x60 Tip1 ve B30x60 Tip2 Kiriş Elemanlarının Performansları (X-DD3)

| B30x60 Tip1 Kiriş Elemanlarının Performansları (X-DD3) |                      |                                               |                      |
|--------------------------------------------------------|----------------------|-----------------------------------------------|----------------------|
| Katlar                                                 | Elemanın Etiketi (n) | Elemanın Plastik Dönmesi ( $\theta_p^{(n)}$ ) | Elemanın Performansı |
| Zemin Kat                                              | B14                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B56                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B19                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B61                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B15                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B57                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B16                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B58                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B17                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B59                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B18                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B60                  | 0,00000                                       | SHB                  |
| 1. Kat                                                 | B88                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B130                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B93                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B135                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B89                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B131                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B90                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B132                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B91                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B133                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B92                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B134                 | 0,00000                                       | SHB                  |
| 2. Kat                                                 | B162                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B204                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B167                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B209                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B163                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B205                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B164                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B206                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B165                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B207                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B166                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B208                 | 0,00000                                       | SHB                  |

| B30x60 Tip2 Kiriş Elemanlarının Performansları (X-DD3) |                      |                                               |                      |
|--------------------------------------------------------|----------------------|-----------------------------------------------|----------------------|
| Katlar                                                 | Elemanın Etiketi (n) | Elemanın Plastik Dönmesi ( $\theta_p^{(n)}$ ) | Elemanın Performansı |
| Zemin Kat                                              | B67                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B68                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B69                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B70                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B71                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B72                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B73                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B2                   | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B3                   | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B4                   | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B5                   | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B6                   | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B7                   | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B8                   | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B66                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B1                   | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B74                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B9                   | 0,00000                                       | SHB                  |
| 1. Kat                                                 | B141                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B142                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B143                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B144                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B145                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B146                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B147                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B76                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B77                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B78                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B79                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B80                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B81                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B82                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B140                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B75                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B148                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B83                  | 0,00000                                       | SHB                  |
| 2. Kat                                                 | B215                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B216                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B217                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B218                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B219                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B220                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B221                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B150                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B151                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B152                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B153                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B154                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B155                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B156                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B214                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B149                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B222                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B157                 | 0,00000                                       | SHB                  |

Tablo J.3. B30x60 Tip3 Kiriş Elemanlarının Performansları (X-DD3)

| B30x60 Tip3 Kiriş Elemanlarının Performansları (X-DD3) |                      |                                               |                      |
|--------------------------------------------------------|----------------------|-----------------------------------------------|----------------------|
| Katlar                                                 | Elemanın Etiketi (n) | Elemanın Plastik Dönmesi ( $\theta_p^{(n)}$ ) | Elemanın Performansı |
| Zemin Kat                                              | B10                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B20                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B33                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B52                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B62                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B13                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B23                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B42                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B55                  | 0,00000                                       | SHB                  |
| 1. Kat                                                 | B65                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B84                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B94                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B107                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B126                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B136                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B87                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B97                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B116                 | 0,00000                                       | SHB                  |
| 2. Kat                                                 | B129                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B139                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B158                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B168                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B181                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B200                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B210                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B161                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B171                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B190                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B203                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B213                 | 0,00000                                       | SHB                  |

Ek betonarme perdelerle güçlendirilen binadaki kolonların X yönü deprem doğrultusu ve DD-3 deprem yer hareketi için 8. adımdaki performansları, plastik dönme sınır değerleri bulunurken belirtilen kolon tiplerine göre gruplandırılarak Tablo J.4. ve Tablo J.5'te verilmiştir.

Tablo J.4. C30x50 ve C30x80 Kolon Elemanlarının Performansları (X-DD3)

| C30x50 Kolon Elemanlarının Performansları (X-DD3) |                      |                                      |                      |
|---------------------------------------------------|----------------------|--------------------------------------|----------------------|
| Katlar                                            | Elemanın Etiketi (n) | Plastik Dönmesi ( $\theta_p^{(n)}$ ) | Elemanın Performansı |
| Zemin Kat                                         | C5                   | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C43                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C6                   | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C44                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C36                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C29                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C19                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C12                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C37                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C30                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C20                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C13                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C1                   | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C39                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C35                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C11                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C10                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C48                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C38                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C14                  | 0,000                                | SHB                  |
| 1. Kat                                            | C53                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C91                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C54                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C92                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C84                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C77                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C67                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C60                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C85                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C78                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C68                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C61                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C49                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C87                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C83                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C59                  | 0,000                                | SHB                  |
| 2. Kat                                            | C58                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C96                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C86                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C62                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C101                 | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C139                 | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C102                 | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C140                 | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C132                 | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C125                 | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C115                 | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C108                 | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C133                 | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C126                 | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C116                 | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C109                 | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C97                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C135                 | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C131                 | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C107                 | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C106                 | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C144                 | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C134                 | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C110                 | 0,000                                | SHB                  |

| C30x80 Kolon Elemanlarının Performansları (X-DD3) |                      |                                      |                      |
|---------------------------------------------------|----------------------|--------------------------------------|----------------------|
| Katlar                                            | Elemanın Etiketi (n) | Plastik Dönmesi ( $\theta_p^{(n)}$ ) | Elemanın Performansı |
| Zemin Kat                                         | C2                   | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C40                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C3                   | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C41                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C4                   | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C42                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C7                   | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C45                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C8                   | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C46                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C9                   | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C47                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C50                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C88                  | 0,000                                | SHB                  |
| 1. Kat                                            | C51                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C89                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C52                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C90                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C55                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C93                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C56                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C94                  | 0,000                                | SHB                  |
| 2. Kat                                            | C57                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C95                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C98                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C136                 | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C99                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C137                 | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C100                 | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C138                 | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C103                 | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C141                 | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C104                 | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C142                 | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C105                 | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C143                 | 0,000                                | SHB                  |

Tablo J.5. C60x30 Kolon Elemanlarının Performansları (X-DD3)

| C60x30 Kolon Elemanlarının Performansları (X-DD3) |                      |                                      |                      |
|---------------------------------------------------|----------------------|--------------------------------------|----------------------|
| Katlar                                            | Elemanın Etiketi (n) | Plastik Dönmesi ( $\theta_p^{(n)}$ ) | Elemanın Performansı |
| Zemin Kat                                         | C16                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C26                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C17                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C27                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C18                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C28                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C21                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C31                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C22                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C32                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C23                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C33                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C15                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C25                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C24                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C34                  | 0,000                                | SHB                  |
| 1. Kat                                            | C64                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C74                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C65                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C75                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C66                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C76                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C69                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C79                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C70                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C80                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C71                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C81                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C63                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C73                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C72                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C82                  | 0,000                                | SHB                  |
| 2. Kat                                            | C112                 | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C122                 | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C113                 | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C123                 | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C114                 | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C124                 | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C117                 | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C127                 | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C118                 | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C128                 | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C119                 | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C129                 | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C111                 | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C121                 | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C120                 | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C130                 | 0,000                                | SHB                  |

## EK-K

### Deprem Doğrultusu Y Yönü Olan ve DD-1 Yer Hareketi Düzeyindeki Deprem İçin Betonarme Elemanların Performanslarının Elde Edilmesi

Ek betonarme perdelerle güçlendirilen binadaki kirişlerin Y yönü deprem doğrultusu ve DD-1 deprem yer hareketi için 27. adımdaki performansları, plastik dönme sınır değerleri bulurken belirtilen kiriş tiplerine göre gruplandırılarak Tablo K.1., Tablo K.2. Tablo K.3'te verilmiştir.

Tablo K.1. B30x50 Tip1 Kiriş Elemanlarının Performansları (Y-DD1)

| B30x50 Tip1 Kiriş Elemanlarının Performansları (Y-DD1) |                      |                                               |                      |
|--------------------------------------------------------|----------------------|-----------------------------------------------|----------------------|
| Katlar                                                 | Elemanın Etiketi (n) | Elemanın Plastik Dönmesi ( $\theta_p^{(n)}$ ) | Elemanın Performansı |
| Zemin Kat                                              | B44                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B45                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B46                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B47                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B48                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B49                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B50                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B25                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B27                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B28                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B29                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B31                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B43                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B24                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B51                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B32                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B26                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B30                  | 0,00000                                       | SHB                  |
| 1. Kat                                                 | B118                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B119                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B120                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B121                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B122                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B123                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B124                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B99                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B101                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B102                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B103                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B105                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B117                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B98                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B125                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B106                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B100                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B104                 | 0,00000                                       | SHB                  |
| 2. Kat                                                 | B192                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B193                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B194                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B195                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B196                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B197                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B198                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B173                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B175                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B176                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B177                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B179                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B191                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B172                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B199                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B180                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B174                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B178                 | 0,00000                                       | SHB                  |

| B30x50 Tip2 Kiriş Elemanlarının Performansları (Y-DD1) |                      |                                               |                      |
|--------------------------------------------------------|----------------------|-----------------------------------------------|----------------------|
| Katlar                                                 | Elemanın Etiketi (n) | Elemanın Plastik Dönmesi ( $\theta_p^{(n)}$ ) | Elemanın Performansı |
| Zemin Kat                                              | B34                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B41                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B35                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B36                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B11                  | 0,00069                                       | BHB                  |
|                                                        | B21                  | 0,00156                                       | BHB                  |
|                                                        | B37                  | 0,00014                                       | BHB                  |
|                                                        | B12                  | 0,00069                                       | BHB                  |
|                                                        | B22                  | 0,00156                                       | BHB                  |
|                                                        | B38                  | 0,00014                                       | BHB                  |
|                                                        | B39                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B40                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B53                  | 0,00176                                       | BHB                  |
|                                                        | B63                  | 0,00295                                       | BHB                  |
|                                                        | B54                  | 0,00176                                       | BHB                  |
|                                                        | B64                  | 0,00295                                       | BHB                  |
| 1. Kat                                                 | B108                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B115                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B109                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B110                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B85                  | 0,00125                                       | BHB                  |
|                                                        | B95                  | 0,00082                                       | BHB                  |
|                                                        | B111                 | 0,00100                                       | BHB                  |
|                                                        | B86                  | 0,00125                                       | BHB                  |
|                                                        | B96                  | 0,00082                                       | BHB                  |
|                                                        | B112                 | 0,00100                                       | BHB                  |
|                                                        | B113                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B114                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B127                 | 0,00146                                       | BHB                  |
|                                                        | B137                 | 0,00292                                       | BHB                  |
|                                                        | B128                 | 0,00146                                       | BHB                  |
|                                                        | B138                 | 0,00292                                       | BHB                  |
| 2. Kat                                                 | B182                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B189                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B183                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B184                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B159                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B169                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B185                 | 0,00023                                       | BHB                  |
|                                                        | B160                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B170                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B186                 | 0,00023                                       | BHB                  |
|                                                        | B187                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B188                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B201                 | 0,00007                                       | BHB                  |
|                                                        | B211                 | 0,00070                                       | BHB                  |
|                                                        | B202                 | 0,00007                                       | BHB                  |
|                                                        | B212                 | 0,00070                                       | BHB                  |

Tablo K.2. B30x60 Tip1 ve B30x60 Tip2 Kiriş Elemanlarının Performansları (Y-DD1)

| B30x60 Tip1 Kiriş Elemanlarının Performansları (Y-DD1) |                      |                                               |                      |
|--------------------------------------------------------|----------------------|-----------------------------------------------|----------------------|
| Katlar                                                 | Elemanın Etiketi (n) | Elemanın Plastik Dönmesi ( $\theta_p^{(n)}$ ) | Elemanın Performansı |
| Zemin Kat                                              | B14                  | 0,00033                                       | BHB                  |
|                                                        | B56                  | 0,00104                                       | BHB                  |
|                                                        | B19                  | 0,00033                                       | BHB                  |
|                                                        | B61                  | 0,00104                                       | BHB                  |
|                                                        | B15                  | 0,00099                                       | BHB                  |
|                                                        | B57                  | 0,00198                                       | BHB                  |
|                                                        | B16                  | 0,00095                                       | BHB                  |
|                                                        | B58                  | 0,00187                                       | BHB                  |
|                                                        | B17                  | 0,00095                                       | BHB                  |
|                                                        | B59                  | 0,00187                                       | BHB                  |
|                                                        | B18                  | 0,00099                                       | BHB                  |
|                                                        | B60                  | 0,00198                                       | BHB                  |
| 1. Kat                                                 | B88                  | 0,00026                                       | BHB                  |
|                                                        | B130                 | 0,00067                                       | BHB                  |
|                                                        | B93                  | 0,00026                                       | BHB                  |
|                                                        | B135                 | 0,00067                                       | BHB                  |
|                                                        | B89                  | 0,00082                                       | BHB                  |
|                                                        | B131                 | 0,00141                                       | BHB                  |
|                                                        | B90                  | 0,00076                                       | BHB                  |
|                                                        | B132                 | 0,00133                                       | BHB                  |
|                                                        | B91                  | 0,00076                                       | BHB                  |
|                                                        | B133                 | 0,00133                                       | BHB                  |
|                                                        | B92                  | 0,00082                                       | BHB                  |
|                                                        | B134                 | 0,00141                                       | BHB                  |
| 2. Kat                                                 | B162                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B204                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B167                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B209                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B163                 | 0,00007                                       | BHB                  |
|                                                        | B205                 | 0,00027                                       | BHB                  |
|                                                        | B164                 | 0,00002                                       | BHB                  |
|                                                        | B206                 | 0,00024                                       | BHB                  |
|                                                        | B165                 | 0,00002                                       | BHB                  |
|                                                        | B207                 | 0,00024                                       | BHB                  |
|                                                        | B166                 | 0,00007                                       | BHB                  |
|                                                        | B208                 | 0,00027                                       | BHB                  |

| B30x60 Tip2 Kiriş Elemanlarının Performansları (Y-DD1) |                      |                                               |                      |
|--------------------------------------------------------|----------------------|-----------------------------------------------|----------------------|
| Katlar                                                 | Elemanın Etiketi (n) | Elemanın Plastik Dönmesi ( $\theta_p^{(n)}$ ) | Elemanın Performansı |
| Zemin Kat                                              | B67                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B68                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B69                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B70                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B71                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B72                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B73                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B2                   | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B3                   | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B4                   | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B5                   | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B6                   | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B7                   | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B8                   | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B66                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B1                   | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B74                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B9                   | 0,00000                                       | SHB                  |
| 1. Kat                                                 | B141                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B142                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B143                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B144                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B145                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B146                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B147                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B76                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B77                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B78                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B79                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B80                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B81                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B82                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B140                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B75                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B148                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B83                  | 0,00000                                       | SHB                  |
| 2. Kat                                                 | B215                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B216                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B217                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B218                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B219                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B220                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B221                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B150                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B151                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B152                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B153                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B154                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B155                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B156                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B214                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B149                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B222                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B157                 | 0,00000                                       | SHB                  |

Tablo K.3. B30x60 Tip3 Kiriş Elemanlarının Performansları (Y-DD1)

| B30x60 Tip3 Kiriş Elemanlarının Performansları (Y-DD1) |                      |                                               |                      |
|--------------------------------------------------------|----------------------|-----------------------------------------------|----------------------|
| Katlar                                                 | Elemanın Etiketi (n) | Elemanın Plastik Dönmesi ( $\theta_p^{(n)}$ ) | Elemanın Performansı |
| Zemin Kat                                              | B10                  | 0,00011                                       | BHB                  |
|                                                        | B20                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B33                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B52                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B62                  | 0,00148                                       | BHB                  |
|                                                        | B13                  | 0,00011                                       | BHB                  |
|                                                        | B23                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B42                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B55                  | 0,00000                                       | SHB                  |
| 1. Kat                                                 | B65                  | 0,00148                                       | BHB                  |
|                                                        | B84                  | 0,00017                                       | BHB                  |
|                                                        | B94                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B107                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B126                 | 0,00014                                       | BHB                  |
|                                                        | B136                 | 0,00115                                       | BHB                  |
|                                                        | B87                  | 0,00017                                       | BHB                  |
|                                                        | B97                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B116                 | 0,00000                                       | SHB                  |
| 2. Kat                                                 | B129                 | 0,00014                                       | BHB                  |
|                                                        | B139                 | 0,00115                                       | BHB                  |
|                                                        | B158                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B168                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B181                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B200                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B210                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B161                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B171                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B190                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B203                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B213                 | 0,00000                                       | SHB                  |

Ek betonarme perdelerle güçlendirilen binadaki kolonların Y yönü deprem doğrultusu ve DD-1 deprem yer hareketi için 27. adımdaki performansları, plastik dönme sınır değerleri bulunurken belirtilen kolon tiplerine göre gruplandırılarak Tablo K.4. ve Tablo K.5'te verilmiştir.

Tablo K.4. C30x50 ve C30x80 Kolon Elemanlarının Performansları (Y-DD1)

| C30x50 Kolon Elemanlarının Performansları (Y-DD1) |                      |                                      |                      |
|---------------------------------------------------|----------------------|--------------------------------------|----------------------|
| Katlar                                            | Elemanın Etiketi (n) | Plastik Dönmesi ( $\theta_p^{(n)}$ ) | Elemanın Performansı |
| Zemin Kat                                         | C5                   | 0,01228                              | BHB                  |
|                                                   | C43                  | 0,00844                              | BHB                  |
|                                                   | C6                   | 0,01228                              | BHB                  |
|                                                   | C44                  | 0,00844                              | BHB                  |
|                                                   | C36                  | 0,00969                              | BHB                  |
|                                                   | C29                  | 0,01340                              | BHB                  |
|                                                   | C19                  | 0,00928                              | BHB                  |
|                                                   | C12                  | 0,01341                              | BHB                  |
|                                                   | C37                  | 0,00969                              | BHB                  |
|                                                   | C30                  | 0,01340                              | BHB                  |
|                                                   | C20                  | 0,00928                              | BHB                  |
|                                                   | C13                  | 0,01341                              | BHB                  |
|                                                   | C1                   | 0,01283                              | BHB                  |
|                                                   | C39                  | 0,00883                              | BHB                  |
|                                                   | C35                  | 0,01182                              | BHB                  |
|                                                   | C11                  | 0,01026                              | BHB                  |
|                                                   | C10                  | 0,01283                              | BHB                  |
|                                                   | C48                  | 0,00883                              | BHB                  |
|                                                   | C38                  | 0,01182                              | BHB                  |
|                                                   | C14                  | 0,01026                              | BHB                  |
| 1. Kat                                            | C53                  | 0,00937                              | BHB                  |
|                                                   | C91                  | 0,00544                              | BHB                  |
|                                                   | C54                  | 0,00937                              | BHB                  |
|                                                   | C92                  | 0,00544                              | BHB                  |
|                                                   | C84                  | 0,00956                              | BHB                  |
|                                                   | C77                  | 0,01242                              | BHB                  |
|                                                   | C67                  | 0,00954                              | BHB                  |
|                                                   | C60                  | 0,01230                              | BHB                  |
|                                                   | C85                  | 0,00956                              | BHB                  |
|                                                   | C78                  | 0,01242                              | BHB                  |
|                                                   | C68                  | 0,00954                              | BHB                  |
|                                                   | C61                  | 0,01230                              | BHB                  |
|                                                   | C49                  | 0,01040                              | BHB                  |
|                                                   | C87                  | 0,00677                              | BHB                  |
|                                                   | C83                  | 0,01112                              | BHB                  |
|                                                   | C59                  | 0,01014                              | BHB                  |
| 2. Kat                                            | C58                  | 0,01040                              | BHB                  |
|                                                   | C96                  | 0,00677                              | BHB                  |
|                                                   | C86                  | 0,01112                              | BHB                  |
|                                                   | C62                  | 0,01014                              | BHB                  |
|                                                   | C101                 | 0,00745                              | BHB                  |
|                                                   | C139                 | 0,00600                              | BHB                  |
|                                                   | C102                 | 0,00745                              | BHB                  |
|                                                   | C140                 | 0,00600                              | BHB                  |
|                                                   | C132                 | 0,00811                              | BHB                  |
|                                                   | C125                 | 0,00953                              | BHB                  |
|                                                   | C115                 | 0,00864                              | BHB                  |
|                                                   | C108                 | 0,00913                              | BHB                  |
|                                                   | C133                 | 0,00811                              | BHB                  |
|                                                   | C126                 | 0,00953                              | BHB                  |
|                                                   | C116                 | 0,00864                              | BHB                  |
|                                                   | C109                 | 0,00913                              | BHB                  |
|                                                   | C97                  | 0,00743                              | BHB                  |
|                                                   | C135                 | 0,00645                              | BHB                  |
|                                                   | C131                 | 0,00857                              | BHB                  |
|                                                   | C107                 | 0,00841                              | BHB                  |
|                                                   | C106                 | 0,00743                              | BHB                  |
|                                                   | C144                 | 0,00645                              | BHB                  |
|                                                   | C134                 | 0,00857                              | BHB                  |
|                                                   | C110                 | 0,00841                              | BHB                  |

| C30x80 Kolon Elemanlarının Performansları (Y-DD1) |                      |                                      |                      |
|---------------------------------------------------|----------------------|--------------------------------------|----------------------|
| Katlar                                            | Elemanın Etiketi (n) | Plastik Dönmesi ( $\theta_p^{(n)}$ ) | Elemanın Performansı |
| Zemin Kat                                         | C2                   | 0,01049                              | BHB                  |
|                                                   | C40                  | 0,00858                              | BHB                  |
|                                                   | C3                   | 0,01018                              | BHB                  |
|                                                   | C41                  | 0,00829                              | BHB                  |
|                                                   | C4                   | 0,01001                              | BHB                  |
|                                                   | C42                  | 0,00843                              | BHB                  |
|                                                   | C7                   | 0,01001                              | BHB                  |
|                                                   | C45                  | 0,00843                              | BHB                  |
|                                                   | C8                   | 0,01018                              | BHB                  |
|                                                   | C46                  | 0,00829                              | BHB                  |
|                                                   | C9                   | 0,01049                              | BHB                  |
|                                                   | C47                  | 0,00858                              | BHB                  |
|                                                   | C50                  | 0,00472                              | BHB                  |
|                                                   | C88                  | 0,00286                              | BHB                  |
| 1. Kat                                            | C51                  | 0,00351                              | BHB                  |
|                                                   | C89                  | 0,00175                              | BHB                  |
|                                                   | C52                  | 0,00342                              | BHB                  |
|                                                   | C90                  | 0,00187                              | BHB                  |
|                                                   | C55                  | 0,00342                              | BHB                  |
|                                                   | C93                  | 0,00187                              | BHB                  |
|                                                   | C56                  | 0,00351                              | BHB                  |
|                                                   | C94                  | 0,00175                              | BHB                  |
|                                                   | C57                  | 0,00472                              | BHB                  |
|                                                   | C95                  | 0,00286                              | BHB                  |
| 2. Kat                                            | C98                  | 0,00463                              | BHB                  |
|                                                   | C136                 | 0,00425                              | BHB                  |
|                                                   | C99                  | 0,00372                              | BHB                  |
|                                                   | C137                 | 0,00349                              | BHB                  |
|                                                   | C100                 | 0,00364                              | BHB                  |
|                                                   | C138                 | 0,00344                              | BHB                  |
|                                                   | C103                 | 0,00364                              | BHB                  |
|                                                   | C141                 | 0,00344                              | BHB                  |
|                                                   | C104                 | 0,00372                              | BHB                  |
|                                                   | C142                 | 0,00349                              | BHB                  |
|                                                   | C105                 | 0,00463                              | BHB                  |
|                                                   | C143                 | 0,00425                              | BHB                  |

Tablo K.5. C60x30 Kolon Elemanlarının Performansları (Y-DD1)

| C60x30 Kolon Elemanlarının Performansları (Y-DD1) |                      |                                      |                      |
|---------------------------------------------------|----------------------|--------------------------------------|----------------------|
| Katlar                                            | Elemanın Etiketi (n) | Plastik Dönmesi ( $\theta_p^{(n)}$ ) | Elemanın Performansı |
| Zemin Kat                                         | C16                  | 0,00921                              | BHB                  |
|                                                   | C26                  | 0,01042                              | BHB                  |
|                                                   | C17                  | 0,00919                              | BHB                  |
|                                                   | C27                  | 0,01034                              | BHB                  |
|                                                   | C18                  | 0,00850                              | BHB                  |
|                                                   | C28                  | 0,01225                              | BHB                  |
|                                                   | C21                  | 0,00850                              | BHB                  |
|                                                   | C31                  | 0,01225                              | BHB                  |
|                                                   | C22                  | 0,00919                              | BHB                  |
|                                                   | C32                  | 0,01034                              | BHB                  |
|                                                   | C23                  | 0,00921                              | BHB                  |
|                                                   | C33                  | 0,01042                              | BHB                  |
|                                                   | C15                  | 0,00897                              | BHB                  |
|                                                   | C25                  | 0,01084                              | BHB                  |
|                                                   | C24                  | 0,00897                              | BHB                  |
|                                                   | C34                  | 0,01084                              | BHB                  |
| 1. Kat                                            | C64                  | 0,01054                              | BHB                  |
|                                                   | C74                  | 0,01103                              | BHB                  |
|                                                   | C65                  | 0,01048                              | BHB                  |
|                                                   | C75                  | 0,01095                              | BHB                  |
|                                                   | C66                  | 0,01005                              | BHB                  |
|                                                   | C76                  | 0,01239                              | BHB                  |
|                                                   | C69                  | 0,01005                              | BHB                  |
|                                                   | C79                  | 0,01239                              | BHB                  |
|                                                   | C70                  | 0,01048                              | BHB                  |
|                                                   | C80                  | 0,01095                              | BHB                  |
|                                                   | C71                  | 0,01054                              | BHB                  |
|                                                   | C81                  | 0,01103                              | BHB                  |
|                                                   | C63                  | 0,01020                              | BHB                  |
|                                                   | C73                  | 0,01147                              | BHB                  |
|                                                   | C72                  | 0,01020                              | BHB                  |
|                                                   | C82                  | 0,01147                              | BHB                  |
| 2. Kat                                            | C112                 | 0,00883                              | BHB                  |
|                                                   | C122                 | 0,00852                              | BHB                  |
|                                                   | C113                 | 0,00883                              | BHB                  |
|                                                   | C123                 | 0,00851                              | BHB                  |
|                                                   | C114                 | 0,00892                              | BHB                  |
|                                                   | C124                 | 0,00937                              | BHB                  |
|                                                   | C117                 | 0,00892                              | BHB                  |
|                                                   | C127                 | 0,00937                              | BHB                  |
|                                                   | C118                 | 0,00883                              | BHB                  |
|                                                   | C128                 | 0,00851                              | BHB                  |
|                                                   | C119                 | 0,00883                              | BHB                  |
|                                                   | C129                 | 0,00852                              | BHB                  |
|                                                   | C111                 | 0,00867                              | BHB                  |
|                                                   | C121                 | 0,00915                              | BHB                  |
|                                                   | C120                 | 0,00867                              | BHB                  |
|                                                   | C130                 | 0,00915                              | BHB                  |

## EK-L

### Deprem Doğrultusu Y Yönü Olan ve DD-3 Yer Hareketi Düzeyindeki Deprem İçin Betonarme Elemanların Performanslarının Elde Edilmesi

Ek betonarme perdelerle güçlendirilen binadaki kirişlerin Y yönü deprem doğrultusu ve DD-3 deprem yer hareketi için 7. adımdaki performansları, plastik dönme sınır değerleri bulunurken belirtilen kiriş tiplerine göre gruplandırılarak Tablo L.1., Tablo L.2. ve Tablo L.3'te verilmiştir.

Tablo L.1. B30x50 Tip1 Kiriş Elemanlarının Performansları (Y-DD3)

| B30x50 Tip1 Kiriş Elemanlarının Performansları (Y-DD3) |                      |                                               |                      |
|--------------------------------------------------------|----------------------|-----------------------------------------------|----------------------|
| Katlar                                                 | Elemanın Etiketi (n) | Elemanın Plastik Dönmesi ( $\theta_p^{(n)}$ ) | Elemanın Performansı |
| Zemin Kat                                              | B44                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B45                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B46                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B47                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B48                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B49                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B50                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B25                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B27                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B28                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B29                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B31                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B43                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B24                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B51                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B32                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B26                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B30                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B118                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B119                 | 0,00000                                       | SHB                  |
| 1. Kat                                                 | B120                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B121                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B122                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B123                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B124                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B99                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B101                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B102                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B103                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B105                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B117                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B98                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B125                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B106                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B100                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B104                 | 0,00000                                       | SHB                  |
| 2. Kat                                                 | B192                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B193                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B194                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B195                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B196                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B197                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B198                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B173                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B175                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B176                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B177                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B179                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B191                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B172                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B199                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B180                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B174                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B178                 | 0,00000                                       | SHB                  |

| B30x50 Tip2 Kiriş Elemanlarının Performansları (Y-DD3) |                      |                                               |                      |
|--------------------------------------------------------|----------------------|-----------------------------------------------|----------------------|
| Katlar                                                 | Elemanın Etiketi (n) | Elemanın Plastik Dönmesi ( $\theta_p^{(n)}$ ) | Elemanın Performansı |
| Zemin Kat                                              | B34                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B41                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B35                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B36                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B11                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B21                  | 0,00001                                       | BHB                  |
|                                                        | B37                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B12                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B22                  | 0,00001                                       | BHB                  |
|                                                        | B38                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B39                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B40                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B53                  | 0,00010                                       | BHB                  |
|                                                        | B63                  | 0,00042                                       | BHB                  |
|                                                        | B54                  | 0,00010                                       | BHB                  |
|                                                        | B64                  | 0,00042                                       | BHB                  |
|                                                        | B108                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B115                 | 0,00000                                       | SHB                  |
| 1. Kat                                                 | B109                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B110                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B85                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B95                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B111                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B86                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B96                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B112                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B113                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B114                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B127                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B137                 | 0,00037                                       | BHB                  |
|                                                        | B128                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B138                 | 0,00037                                       | BHB                  |
| 2. Kat                                                 | B182                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B189                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B183                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B184                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B159                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B169                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B185                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B160                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B170                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B186                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B187                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B188                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B201                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B211                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B202                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B212                 | 0,00000                                       | SHB                  |

Tablo L.2. B30x60 Tip1 ve B30x60 Tip2 Kiriş Elemanlarının Performansları (Y-DD3)

| B30x60 Tip1 Kiriş Elemanlarının Performansları (Y-DD3) |                      |                                               |                      |
|--------------------------------------------------------|----------------------|-----------------------------------------------|----------------------|
| Katlar                                                 | Elemanın Etiketi (n) | Elemanın Plastik Dönmesi ( $\theta_p^{(n)}$ ) | Elemanın Performansı |
| Zemin Kat                                              | B14                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B56                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B19                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B61                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B15                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B57                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B16                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B58                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B17                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B59                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B18                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B60                  | 0,00000                                       | SHB                  |
| 1. Kat                                                 | B88                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B130                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B93                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B135                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B89                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B131                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B90                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B132                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B91                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B133                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B92                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B134                 | 0,00000                                       | SHB                  |
| 2. Kat                                                 | B162                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B204                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B167                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B209                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B163                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B205                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B164                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B206                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B165                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B207                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B166                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B208                 | 0,00000                                       | SHB                  |

| B30x60 Tip2 Kiriş Elemanlarının Performansları (Y-DD3) |                      |                                               |                      |
|--------------------------------------------------------|----------------------|-----------------------------------------------|----------------------|
| Katlar                                                 | Elemanın Etiketi (n) | Elemanın Plastik Dönmesi ( $\theta_p^{(n)}$ ) | Elemanın Performansı |
| Zemin Kat                                              | B67                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B68                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B69                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B70                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B71                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B72                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B73                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B2                   | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B3                   | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B4                   | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B5                   | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B6                   | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B7                   | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B8                   | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B66                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B1                   | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B74                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B9                   | 0,00000                                       | SHB                  |
| 1. Kat                                                 | B141                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B142                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B143                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B144                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B145                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B146                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B147                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B76                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B77                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B78                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B79                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B80                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B81                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B82                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B140                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B75                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B148                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B83                  | 0,00000                                       | SHB                  |
| 2. Kat                                                 | B215                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B216                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B217                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B218                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B219                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B220                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B221                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B150                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B151                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B152                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B153                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B154                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B155                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B156                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B214                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B149                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B222                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B157                 | 0,00000                                       | SHB                  |

Tablo L.3. B30x60 Tip3 Kiriş Elemanlarının Performansları (Y-DD3)

| B30x60 Tip3 Kiriş Elemanlarının Performansları (Y-DD3) |                      |                                               |                      |
|--------------------------------------------------------|----------------------|-----------------------------------------------|----------------------|
| Katlar                                                 | Elemanın Etiketi (n) | Elemanın Plastik Dönmesi ( $\theta_p^{(n)}$ ) | Elemanın Performansı |
| Zemin Kat                                              | B10                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B20                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B33                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B52                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B62                  | 0,00014                                       | BHB                  |
|                                                        | B13                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B23                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B42                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B55                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B65                  | 0,00014                                       | BHB                  |
| 1. Kat                                                 | B84                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B94                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B107                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B126                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B136                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B87                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B97                  | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B116                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B129                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B139                 | 0,00000                                       | SHB                  |
| 2. Kat                                                 | B158                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B168                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B181                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B200                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B210                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B161                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B171                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B190                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B203                 | 0,00000                                       | SHB                  |
|                                                        | B213                 | 0,00000                                       | SHB                  |

Ek betonarme perdelerle güçlendirilen binadaki kolonların Y yönü deprem doğrultusu ve DD-3 deprem yer hareketi için 11. adımdaki performansları, plastik dönme sınır değerleri bulunurken belirtilen kolon tiplerine göre gruplandırılarak Tablo L.4. ve Tablo L.5'te verilmiştir.

Tablo L.4. C30x50 ve C30x80 Kolon Elemanlarının Performansları (Y-DD3)

| C30x50 Kolon Elemanlarının Performansları (Y-DD3) |                      |                                      |                      |
|---------------------------------------------------|----------------------|--------------------------------------|----------------------|
| Katlar                                            | Elemanın Etiketi (n) | Plastik Dönmesi ( $\theta_p^{(n)}$ ) | Elemanın Performansı |
| Zemin Kat                                         | C5                   | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C43                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C6                   | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C44                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C36                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C29                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C19                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C12                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C37                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C30                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C20                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C13                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C1                   | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C39                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C35                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C11                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C10                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C48                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C38                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C14                  | 0,000                                | SHB                  |
| 1. Kat                                            | C53                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C91                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C54                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C92                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C84                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C77                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C67                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C60                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C85                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C78                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C68                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C61                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C49                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C87                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C83                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C59                  | 0,000                                | SHB                  |
| 2. Kat                                            | C58                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C96                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C86                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C62                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C101                 | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C139                 | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C102                 | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C140                 | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C132                 | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C125                 | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C115                 | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C108                 | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C133                 | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C126                 | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C116                 | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C109                 | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C97                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C135                 | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C131                 | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C107                 | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C106                 | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C144                 | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C134                 | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C110                 | 0,000                                | SHB                  |

| C30x80 Kolon Elemanlarının Performansları (Y-DD3) |                      |                                      |                      |
|---------------------------------------------------|----------------------|--------------------------------------|----------------------|
| Katlar                                            | Elemanın Etiketi (n) | Plastik Dönmesi ( $\theta_p^{(n)}$ ) | Elemanın Performansı |
| Zemin Kat                                         | C2                   | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C40                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C3                   | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C41                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C4                   | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C42                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C7                   | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C45                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C8                   | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C46                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C9                   | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C47                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C50                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C88                  | 0,000                                | SHB                  |
| 1. Kat                                            | C51                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C89                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C52                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C90                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C55                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C93                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C56                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C94                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C57                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C95                  | 0,000                                | SHB                  |
| 2. Kat                                            | C98                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C136                 | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C99                  | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C137                 | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C100                 | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C138                 | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C103                 | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C141                 | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C104                 | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C142                 | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C105                 | 0,000                                | SHB                  |
|                                                   | C143                 | 0,000                                | SHB                  |

Tablo L.5. C60x30 Kolon Elemanlarının Performansları (Y-DD3)

| C60x30 Kolon Elemanlarının Performansları (Y-DD3) |                         |                                         |                      |
|---------------------------------------------------|-------------------------|-----------------------------------------|----------------------|
| Katlar                                            | Elemanın Etiketi<br>(n) | Plastik Dönmesi<br>( $\theta_p^{(n)}$ ) | Elemanın Performansı |
| Zemin Kat                                         | C16                     | 0,000                                   | SHB                  |
|                                                   | C26                     | 0,000                                   | SHB                  |
|                                                   | C17                     | 0,000                                   | SHB                  |
|                                                   | C27                     | 0,000                                   | SHB                  |
|                                                   | C18                     | 0,000                                   | SHB                  |
|                                                   | C28                     | 0,000                                   | SHB                  |
|                                                   | C21                     | 0,000                                   | SHB                  |
|                                                   | C31                     | 0,000                                   | SHB                  |
|                                                   | C22                     | 0,000                                   | SHB                  |
|                                                   | C32                     | 0,000                                   | SHB                  |
|                                                   | C23                     | 0,000                                   | SHB                  |
|                                                   | C33                     | 0,000                                   | SHB                  |
|                                                   | C15                     | 0,000                                   | SHB                  |
|                                                   | C25                     | 0,000                                   | SHB                  |
|                                                   | C24                     | 0,000                                   | SHB                  |
|                                                   | C34                     | 0,000                                   | SHB                  |
| 1. Kat                                            | C64                     | 0,000                                   | SHB                  |
|                                                   | C74                     | 0,000                                   | SHB                  |
|                                                   | C65                     | 0,000                                   | SHB                  |
|                                                   | C75                     | 0,000                                   | SHB                  |
|                                                   | C66                     | 0,000                                   | SHB                  |
|                                                   | C76                     | 0,000                                   | SHB                  |
|                                                   | C69                     | 0,000                                   | SHB                  |
|                                                   | C79                     | 0,000                                   | SHB                  |
|                                                   | C70                     | 0,000                                   | SHB                  |
|                                                   | C80                     | 0,000                                   | SHB                  |
|                                                   | C71                     | 0,000                                   | SHB                  |
|                                                   | C81                     | 0,000                                   | SHB                  |
|                                                   | C63                     | 0,000                                   | SHB                  |
|                                                   | C73                     | 0,000                                   | SHB                  |
|                                                   | C72                     | 0,000                                   | SHB                  |
|                                                   | C82                     | 0,000                                   | SHB                  |
| 2. Kat                                            | C112                    | 0,000                                   | SHB                  |
|                                                   | C122                    | 0,000                                   | SHB                  |
|                                                   | C113                    | 0,000                                   | SHB                  |
|                                                   | C123                    | 0,000                                   | SHB                  |
|                                                   | C114                    | 0,000                                   | SHB                  |
|                                                   | C124                    | 0,000                                   | SHB                  |
|                                                   | C117                    | 0,000                                   | SHB                  |
|                                                   | C127                    | 0,000                                   | SHB                  |
|                                                   | C118                    | 0,000                                   | SHB                  |
|                                                   | C128                    | 0,000                                   | SHB                  |
|                                                   | C119                    | 0,000                                   | SHB                  |
|                                                   | C129                    | 0,000                                   | SHB                  |
|                                                   | C111                    | 0,000                                   | SHB                  |
|                                                   | C121                    | 0,000                                   | SHB                  |
|                                                   | C120                    | 0,000                                   | SHB                  |
|                                                   | C130                    | 0,000                                   | SHB                  |

## KİŞİSEL YAYIN VE ESERLER

**Karatepe Y.** (2023). Mevcut Binaların Performanslarının Belirlenmesi Ve Güçlendirilmesi, *Atılım Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Ve Araştırmaları Öğrenci Kongresi*, Atılım Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Ankara, 11-12 Mayıs 2023.



## ÖZGEÇMİŞ

Yasin Karatepe, Sivas'ta ilk ve orta öğreniminden sonra liseyi Şehit Muhammet Onur Demir Anadolu Lisesinde tamamladı. 2013 yılında girdiği Kocaeli Üniversitesi İngilizce hazırlık eğitiminden sonra İnşaat Mühendisliği Bölümü'nden 2018 yılında mezun oldu. Özel sektördeki çalışmaları 2023 yılına kadar devam etti. 2023 yılından beri Sakarya İl Milli Eğitim Müdürlüğünde İnşaat Mühendisi olarak görev yapmaktadır.

