

**İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**BETONARME BİNALARIN DEPREM GÜVENLİĞİNE  
ETKİLİ OLAN PARAMETRELERİN İNCELENMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**İnş. Müh. Mehmet GÜLŞEN**

**Anabilim Dalı: İnşaat Mühendisliği**

**Programı: DEPREM MÜHENDİSLİĞİ**

**Tez Danışmanı: Prof. Dr. Zekai CELEP**

**HAZİRAN 2007**

**İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**BETONARME BİNALARIN DEPREM GÜVENLİĞİNE  
ETKİLİ OLAN PARAMETRELERİN İNCELENMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ  
İnş. Müh. MEHMET GÜLŞEN  
(501031220)**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 7 Mayıs 2007  
Tezin Savunulduğu Tarih : 12 Haziran 2007**

**Tez Danışmanı : Prof. Dr. Zekai CELEP (İ.T.Ü.)  
Diğer Jüri Üyeleri Prof.Dr. Erkan ÖZER (İ.T.Ü.)  
Prof.Dr. Feridun ÇILI (İ.T.Ü.)**

**HAZİRAN 2007**

## ÖNSÖZ

Yüksek lisans öğrenimim boyunca bilgi ve deneyimleri ile bana yol gösteren, tez çalışmam boyunca karşılaştığım güçlüklerde bana yardımcı olan danışman hocam Sayın Prof. Dr. Zekai CELEP 'e ve bana yardımcı olan tüm öğretim üyelerine teşekkür eder , saygılarımı sunarım.

Ayrıca eğitim hayatım boyunca hiçbir fedakarlıktan kaçınmayan bu günlere gelmemde en büyük pay sahibi olan Annem, Babam ve tüm aileme teşekkür ederim.

Mayıs 2006

İnş. Müh Mehmet GÜLŞEN

## **İÇİNDEKİLER**

|                                                            |            |
|------------------------------------------------------------|------------|
| <b>KISALTMALAR</b>                                         | <b>v</b>   |
| <b>TABLO LİSTESİ</b>                                       | <b>vi</b>  |
| <b>ŞEKİL LİSTESİ</b>                                       | <b>ix</b>  |
| <b>SEMBOL LİSTESİ</b>                                      | <b>xii</b> |
| <b>ÖZET</b>                                                | <b>xv</b>  |
| <b>SUMMARY</b>                                             | <b>xvi</b> |
| <b>1. GİRİŞ</b>                                            | <b>1</b>   |
| <b>2. BETONARME MALZEME</b>                                | <b>3</b>   |
| 2.1 Beton ve Davranışı                                     | 3          |
| 2.2 Çelik ve Davranışı                                     | 3          |
| 2.3 İdeal Elastoplastik Kabul                              | 4          |
| <b>3. SÜNEKLİK KAVRAMI</b>                                 | <b>5</b>   |
| 3.1 Betonda Süneklik ve Betonarme Elemanlarda Sargı Etkisi | 5          |
| 3.2 Yapı Elemanlarında Süneklik                            | 6          |
| 3.2.1 Basit eğilme etkisi                                  | 6          |
| 3.2.2 Normal kuvvet etkisi                                 | 7          |
| 3.3 Yapı Sistemlerinde Süneklik                            | 8          |
| <b>4. PERFORMANSA DAYALI VE DEĞERLENDİRME</b>              | <b>9</b>   |
| 4.1 Yapı Elemanlarının Hasar Sınırları ve Hasar Bölgeleri  | 9          |
| 4.2 Kesit Hasar Sınırları                                  | 9          |
| 4.2.1 Kesit Hasar Bölgeleri                                | 10         |
| 4.3 Bina Deprem Performans Seviyeleri                      | 10         |
| 4.3.1 Hemen Kullanım Performans Düzeyi                     | 10         |
| 4.3.2 Can Güvenliği Performans Düzeyi                      | 11         |
| 4.3.3 Göçme Öncesi Performans Düzeyi                       | 11         |
| 4.3.4 Göçme Durumu                                         | 12         |
| 4.4 Deprem Düzeyleri                                       | 12         |
| 4.5 Deprem Hesabına İlişkin Genel İlke ve Kuralları        | 13         |
| 4.6 Depremde Bina performansının Belirlenmesi              | 15         |
| 4.6.1 Doğrusal Elastik Hesap Yöntemleri                    | 15         |
| 4.6.2 Doğrusal Olmayan Hesap Yöntemleri                    | 17         |
| <b>5. MEVCUT OKUL BİNASININ PERFORMANSININ DOĞRUSAL</b>    |            |

|                                                                         |            |
|-------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>ELASTİK HESAP YÖNTEMİYLE BELİRLEMESİ</b>                             | <b>27</b>  |
| 5.1 İncelenen Taşıyıcı Sistem Modeli                                    | 27         |
| 5.2 Genel Yapı Özellikleri                                              | 29         |
| 5.3 Okul Binasının Bilgisayar Modeli                                    | 30         |
| 5.4 Okul Binası Kirişler için Hasar Durumlarının Belirlenmesi           | 33         |
| 5.5 Okul Binası Kolonları için Hasar Durumlarının Belirlenmesi          | 46         |
| <b>6.DOĞRUSAL ELASTİK OLMAYAN HESAP YÖNTEMİYLE BELİRLEMESİ</b>          | <b>61</b>  |
| 6.1 Okul Binasının Doğrusal Elastik Olmayan Modeli                      | 61         |
| 6.2 Okul Binasının Kiriş Kesitleri için Hasar Durumlarının Belirlenmesi | 69         |
| 6.3 Okul Binasının Kolon Kesitleri için Hasar Durumlarının Belirlenmesi | 79         |
| <b>7. SONUÇ</b>                                                         | <b>89</b>  |
| <b>KAYNAKLAR</b>                                                        | <b>91</b>  |
| <b>EK A. ( 5. BÖLÜM )</b>                                               | <b>92</b>  |
| <b>EK B. ( 6. BÖLÜM )</b>                                               | <b>128</b> |
| <b>ÖZGEÇMİŞ</b>                                                         | <b>143</b> |

## KISALTMALAR

|                |                                                             |
|----------------|-------------------------------------------------------------|
| <b>SAP2000</b> | : Structural Analysis Programme 2000                        |
| <b>DBYBHY</b>  | : Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik |
| <b>PCACOL</b>  | : Porlant Cement Association Column                         |
| <b>XP</b>      | : X Pozitif Deprem Doğrultusundaki Yükleme Durumu           |
| <b>XN</b>      | : X Negatif Deprem Doğrultusundaki Yükleme Durumu           |
| <b>YP</b>      | : Y Pozitif Deprem Doğrultusundaki Yükleme Durumu           |
| <b>YN</b>      | : Y Negatif Deprem Doğrultusundaki Yükleme Durumu           |
| <b>(MN)</b>    | :Minimum Hasar Sınırı                                       |
| <b>(GV)</b>    | :Güvenlik Sınırı                                            |
| <b>(GÇ)</b>    | :Göçme Sınırı                                               |
| <b>POX</b>     | :X Doğrultusunda Doğrusal Elastik Olmayan Statik Analiz     |
| <b>POY</b>     | :Y Doğrultusunda Doğrusal Elastik Olmayan Statik Analiz     |
| <b>S101</b>    | :Birinci Kattaki 1 nolu Kolon Kesiti                        |
| <b>K101</b>    | :Birinci Kattaki 1 nolu Kiriş Kesiti                        |
| <b>C50</b>     | :Karakteristik Basınç Dayanımı $f_{ck}=50\text{MPa}$        |
| <b>C35</b>     | :Karakteristik Basınç Dayanımı $f_{ck}=35\text{MPa}$        |
| <b>C25</b>     | :Karakteristik Basınç Dayanımı $f_{ck}=25\text{MPa}$        |
| <b>C18</b>     | :Karakteristik Basınç Dayanımı $f_{ck}=18\text{MPa}$        |

## TABLO LİSTESİ

### SayfaNo

|                                                                                                                                                                 |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Tablo 4.1</b> : Farklı deprem düzeylerinde binalar için öngörülen minimum performans hedefleri .....                                                         | 13 |
| <b>Tablo 4.2</b> : Görelî kat ötelenmesi sınırları .....                                                                                                        | 27 |
| <b>Tablo 5.1</b> : Mevcut yapının özellikleri .....                                                                                                             | 30 |
| <b>Tablo 5.2</b> : Katlara ait toplam kat ağırlıkları, kütleleri ve kütle atalet momentleri ..                                                                  | 31 |
| <b>Tablo 5.3</b> : Eşdeğer deprem yükü ile katlara gelen deprem kuvvetleri .....                                                                                | 33 |
| <b>Tablo 5.4</b> : 1.Kat Kirişlerinin mesnetlerindeki donatı alanları ve donatı oranı .....                                                                     | 33 |
| <b>Tablo 5.7</b> : Betonarme kirişler için hasar sınırlarını tanımlayan etki/kapasite sınırları ( $r_s$ ).....                                                  | 33 |
| <b>Tablo 5.13</b> : 4 katlı mevcut AIO binasının kiriş hasar durumları dağılımı (4 katlı) ..                                                                    | 42 |
| <b>Tablo 5.14</b> : 3 katlı olarak çözümlenen AIO binasının kiriş hasar durumları dağılımı (3 katlı) .....                                                      | 44 |
| <b>Tablo 5.15</b> : 2 katlı olarak çözümlenen AIO binasının kiriş hasar durumları dağılımı (2 katlı) .....                                                      | 45 |
| <b>Tablo 5.16</b> : Mevcut okul binasını kolon özellikleri .....                                                                                                | 46 |
| <b>Tablo 5.17</b> : Dört farklı tip kolon için kesme kapasiteleri .....                                                                                         | 47 |
| <b>Tablo 5.19</b> : Betonarme kolonlar için hasar sınırlarını tanımlayan etki/kapasite oranları ( $r_s$ ).....                                                  | 47 |
| <b>Tablo 5.20</b> : AIO binası kolonlarının her biri için X ve Y yönü depremleri için karşılıklı etkileşim diyagramlarını idealleştiren doğru denklemleri ..... | 49 |
| <b>Tablo 5.23</b> : birleşim bölgesi kontrolü (4 katlı) .....                                                                                                   | 52 |
| <b>Tablo 5.29</b> : Kolon kesitlerinin performans değerleri dağılımı (4 Katlı) .....                                                                            | 55 |
| <b>Tablo 5.30</b> : Görelî kat ötelenmesi kontrolü (4 katlı).....                                                                                               | 56 |
| <b>Tablo 5.31</b> : Kolon kesitlerinin performans değerleri dağılımı (3 Katlı) .....                                                                            | 58 |
| <b>Tablo 5.32</b> : Görelî kat ötelenmesi kontrolü (3 Katlı).....                                                                                               | 58 |
| <b>Tablo 5.33</b> : Kolon kesitlerinin performans değerleri dağılımı (2 Katlı) .....                                                                            | 59 |

|                                                                                                                              |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Tablo 5.34</b> : Göreli kat ötelenmesi kontrolü (2 katlı).....                                                            | 60  |
| <b>Tablo 6.1</b> : X doğrultusunda tepe yer değıştirmesi-Taban kesme kuvveti değeri.....                                     | 62  |
| <b>Tablo 6.2</b> : Y doğrultusunda tepe yer değıştirmesi-Taban kesme kuvveti değeri.....                                     | 62  |
| <b>Tablo 6.3</b> : Mafsal dağılımı.....                                                                                      | 69  |
| <b>Tablo 6.9</b> : 4 katlı mevcut AIO binasının kiriş hasar durumları dağılımı (4 katlı) ...                                 | 75  |
| <b>Tablo 6.10</b> : 3 katlı olarak çözümlenen okul binasının kiriş hasar durumları dağılımı (3 katlı) .....                  | 77  |
| <b>Tablo 6.11</b> : 2 katlı olarak çözümlenen binasının kiriş hasar durumları dağılımı (2 katlı) .....                       | 78  |
| <b>Tablo 6.17</b> : Kolon kesitlerinin performans değeri dağılımı (4 katlı) .....                                            | 84  |
| <b>Tablo 6.18</b> : Kolon kesitlerinin performans değeri dağılımı (3 katlı) .....                                            | 86  |
| <b>Tablo 6.19</b> : Kolon kesitlerinin performans değeri dağılımı (2 katlı) .....                                            | 88  |
| <b>Tablo A 2:</b> SAP2000 programı ile kirişlerde elde edilen deprem ve düşey yüklemeler .....                               | 92  |
| <b>Tablo A 3</b> : Kiriş etki kapasite oranları (r) .....                                                                    | 98  |
| <b>Tablo A 4</b> : 1.kat kirişlerin $V_e$ moment kapasitelerine karşı gelen kesme kuvvetleri.....                            | 100 |
| <b>Tablo A 5</b> : 1. kat Kirişlerin i ucu için $r_s$ parametresi değeri (4 katlı).....                                      | 102 |
| <b>Tablo A 6</b> : 1. kat kirişlerin j ucu için $r_s$ parametresi değeri (4 katlı).....                                      | 107 |
| <b>Tablo A 7</b> : Kiriş hasar durumları (4katlı).....                                                                       | 110 |
| <b>Tablo A 8</b> : SAP2000 programı ile 1.kat kolonlarında elde edilen deprem ve düşey yüklemeler (4 katlı) .....            | 112 |
| <b>Tablo A 9</b> : Düşey ve deprem yükleri için 1. kat kolonları için $M_K$ ; $N_K$ kapasiteleri (4 katlı).....              | 115 |
| <b>Tablo A 10</b> : 1. kat kolonları için r etki/kapasite oranları (4 katlı) .....                                           | 117 |
| <b>Tablo A 11</b> : Kolon moment kapasitelerine karşı gelen $V_e$ kesme kuvvetleri (4 katlı).....                            | 118 |
| <b>Tablo A 12</b> : 1. kat kolonları için $\frac{V_e}{b_w df_{cm}}$ ve $\frac{N_k}{A_c f_{cm}}$ parametreleri (4 katlı)..... | 120 |
| <b>Tablo A 13</b> : 1. kat kolonların 2 yerel ekseninde r sınır değeri (4 katlı) .....                                       | 122 |
| <b>Tablo A 14</b> : 1. kat kolonların kirişlerin 3 yerel ekseninde r sınır değeri.....                                       | 124 |
| <b>Tablo A 15</b> : 4 katlı okul binasının kolon kesitlerinin performans değeri                                              |     |

|                                                                                                          |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| ve hasar bölgeleri (4 katlı).....                                                                        | 126 |
| <b>Tablo B 1:</b> 1 kat kiriş kesitleri plastik mafsal dönmeleri (4 katlı).....                          | 128 |
| <b>Tablo B 2 :</b> 1 kat kiriş kesitleri toplam eğrilikleri (4 katlı).....                               | 131 |
| <b>Tablo B 3 :</b> 1 kat kiriş kesitleri şekil değiştirme istemleri (4 katlı ).....                      | 132 |
| <b>Tablo B 4 :</b> 1 kat kiriş kesitleri birim şekil değiştirme sınırları (4 katlı).....                 | 133 |
| <b>Tablo B 5 :</b> 4 katlı bina kiriş kesitleri performans durumları (4 katlı ) .....                    | 134 |
| <b>Tablo B 6 :</b> 1 kat kolon kesitleri plastik mafsal dönmeleri (4 katlı).....                         | 135 |
| <b>Tablo B 7 :</b> 1 kat kolon kesitleri toplam eğrilikleri (4 katlı).....                               | 137 |
| <b>Tablo B 8 :</b> 1 kat kolon kesitleri beton ve çeliğin şekil değiştirme istemleri<br>(4 katlı ) ..... | 137 |
| <b>Tablo B 9 :</b> 1 kat kiriş kesitleri birim şekil değiştirme sınırları (4 katlı ).....                | 138 |
| <b>T ablo B 10 :</b> Kolon kesitlerinin performans değerleri ve<br>hasar bölgeleri (4 katlı).....        | 139 |

## ŞEKİL LİSTESİ

|                                                                                                              | <u>Sayfa No</u> |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| Şekil2.1 : Betonun gerilme-şekil değiştirme ilişkisi.....                                                    | 3               |
| Şekil2.2 : Çeliğin gerilme-şekil değiştirme ilişkisi .....                                                   | 4               |
| Şekil2.3 : İdealleştirilmiş beton ve çelik gerilme-şekil değiştirme ilişkileri .....                         | 4               |
| Şekil3.1 : Farklı dayanımda betonların gerilme-şekil değiştirme ilişkileri.....                              | 5               |
| Şekil3.2 : Sargı donatısının sünekliğe etkisi .....                                                          | 6               |
| Şekil3.3 : Basit eğilme etkisindeki betonarme kesitte eğilme moment-eğrilik ilişkisi .....                   | 7               |
| Şekil3.4 : Normal kuvvetin sünekliğe etkisi .....                                                            | 8               |
| Şekil4.1 : Kapasite eğrisinde kesit hasar bölgeleri.....                                                     | 10              |
| Şekil4.2 : Plastik kesit modelleri .....                                                                     | 20              |
| Şekil4.3 : Spektral kapasite eğrisi ( $T_1^{(1)} \geq T_B$ veya $(\omega_1^{(1)})^2 \leq \omega_B^2$ ) ..... | 23              |
| Şekil4.4 : Spektral kapasite eğrisi ( $T_1^{(1)} < T_B$ veya $(\omega_1^{(1)})^2 > \omega_B^2$ ) .....       | 24              |
| Şekil 5.1 : Okul binasının üç boyutlu taşıyıcı sistem modeli.....                                            | 27              |
| Şekil 5.2 : Okul Binasının kalıp planı.....                                                                  | 28              |
| Şekil 5.3 : 1.moda ait periyot ve etkin kütle oranı $T_x = 0,956$ s, $M_{x1} = \% 78$ .....                  | 31              |
| Şekil 5.4 : 2.moda ait periyot ve etkin kütle oranı $T_y = 0,683$ s , $M_{y1} = \% 76$ .....                 | 32              |
| Şekil5.5 : Artık moment kapasitesinin şekil üzerinde gösterilmesi .....                                      | 37              |
| Şekil 5.6 : 1. kat kirişleri performans değerleri (4 katlı).....                                             | 40              |
| Şekil 5.7 : 2. kat kirişleri performans değerleri (4 katlı).....                                             | 41              |
| Şekil 5.8 : 3. kat kirişleri performans değerleri (4 katlı).....                                             | 41              |
| Şekil 5.9 : 4. kat kirişleri performans değerleri (4katlı) .....                                             | 42              |
| Şekil 5.10 : 1. kat kirişleri performans değerleri (3 katlı).....                                            | 43              |
| Şekil5.11 : 2. kat kirişleri performans değerleri (3 katlı).....                                             | 43              |
| Şekil5.12 : 3. kat kirişleri performans değerleri (3 katlı).....                                             | 44              |
| Şekil5.13 : 1. kat kirişleri performans değerleri (2 katlı).....                                             | 45              |

|                                                                                                |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Şekil5.14</b> :2. kat kirişleri performans değerleri (2 katlı).....                         | 45 |
| <b>Şekil5.15</b> : Karşılıklı etkileşim diyagramının idealleştirilmesi.....                    | 48 |
| <b>Şekil5.16</b> : Karşılıklı etkileşim diyagramında düşey ve deprem yükleri.....              | 50 |
| <b>Şekil5.17</b> : 1. kat kolonları performans değerleri (GÇ)(4Katlı).....                     | 54 |
| <b>Şekil5.18</b> : 2. kat kolonları performans değerleri (GÇ)(4Katlı).....                     | 54 |
| <b>Şekil5.19</b> : 3. kat kolonları performans değerleri (GÇ) (4 Katlı).....                   | 55 |
| <b>Şekil5.20</b> : 4. kat kolonları performans değerleri (GÇ)(4Katlı).....                     | 55 |
| <b>Şekil5.21</b> :1. kat kolonları performans değerleri (GÇ) (3 Katlı).....                    | 57 |
| <b>Şekil5.22</b> :2. kat kolonları performans değerleri (GÇ) (3 Katlı).....                    | 57 |
| <b>Şekil5.23</b> :3. kat kolonları performans değerleri (GÇ) (3 Katlı).....                    | 57 |
| <b>Şekil5.24</b> :1. kat kolonları performans değerleri (GÇ) (2 katlı).....                    | 59 |
| <b>Şekil5.25</b> :2. kat kolonları performans değerleri (GÇ) (2 katlı).....                    | 59 |
| <b>Şekil6.1</b> : X doğrultusunda statik itme eğrisi .....                                     | 62 |
| <b>Şekil6.2</b> : Y doğrultusunda statik itme eğrisi .....                                     | 63 |
| <b>Şekil6.3</b> : Farklı aşılma olasılıkları olan ivme spektrum eğrileri ( $A_0=0,4$ ).....    | 64 |
| <b>Şekil6.4</b> :X yönünde spektral kapasite eğrisi. ....                                      | 64 |
| <b>Şekil6.5</b> :Y yönünde spektral kapasite eğrisi. ....                                      | 65 |
| <b>Şekil6.6</b> :X yönünde spektral kapasite eğrisi. ....                                      | 66 |
| <b>Şekil6.7</b> :Y yönünde spektral kapasite eğrisi. ....                                      | 66 |
| <b>Şekil6.8</b> :X doğrultusunda plastik mafsall oluşumu.....                                  | 67 |
| <b>Şekil6.9</b> :Y doğrultusunda plastik mafsall oluşumu.....                                  | 68 |
| <b>Şekil6.10</b> : Moment eğrilik ilişkisi .....                                               | 69 |
| <b>Şekil6.11</b> : Çift donatılı kiriş kesitinde şekil değiştirme durumu.....                  | 70 |
| <b>Şekil6.12</b> :K101 kiriş kesit görünümü .....                                              | 72 |
| <b>Şekil6.13</b> : 1. kat kirişleri performans değerleri (4 katlı).....                        | 74 |
| <b>Şekil6.14</b> : 2. kat kirişleri performans değerleri (4 katlı).....                        | 74 |
| <b>Şekil6.15</b> : 3. kat kirişleri performans değerleri (4 katlı).....                        | 75 |
| <b>Şekil6.16</b> :4. kat kirişleri performans değerleri (4 katlı).....                         | 75 |
| <b>Şekil6.17</b> :1. kat kirişleri performans değerleri (3 katlı).....                         | 75 |
| <b>Şekil6.18</b> :2. kat kirişleri performans değerleri (3 katlı).....                         | 76 |
| <b>Şekil6.19</b> :3. kat kirişleri performans değerleri (3 katlı).....                         | 77 |
| <b>Şekil6.20</b> :1. kat kirişleri performans değerleri (2 katlı).....                         | 78 |
| <b>Şekil6.22</b> :1. kat kolonları performans değerleri karşılaştırılması (GÇ) (4 katlı) ..... | 82 |

|                  |                                                                               |    |
|------------------|-------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Şekil6.23</b> | :2. kat kolonları performans değerleri karşılaştırılması (GÇ) (4 katlı) ..... | 83 |
| <b>Şekil6.24</b> | :3. kat kolonları performans değerleri karşılaştırılması (GÇ) (4 katlı) ..... | 83 |
| <b>Şekil6.25</b> | :4. kat kolonları performans değerleri karşılaştırılması (GÇ) (4 katlı) ..... | 83 |
| <b>Şekil6.26</b> | :1. kat kolonları performans değerleri (GÇ) (3 katlı).....                    | 85 |
| <b>Şekil6.27</b> | :2. kat kolonları performans değerleri (GÇ) (3 katlı).....                    | 86 |
| <b>Şekil6.28</b> | :3. kat kolonları performans değerleri (GÇ) (3 katlı).....                    | 86 |
| <b>Şekil6.30</b> | :2. kat kolonları performans değerleri (GÇ) (2 katlı).....                    | 87 |

## SEMBOL LİSTESİ

|                              |                                                                                                                 |
|------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $A(T_1)$                     | : Spektral İvme Katsayısı                                                                                       |
| $A_0$                        | : Etkin yer İvme Katsayısı                                                                                      |
| $A_c$                        | : Kolon uç bölgesinin brüt kesit alanı                                                                          |
| $A_{ck}$                     | : Sargı donatısının dışından dışına alınan ölçü inde çekirdek beton alanı                                       |
| $A_{sw}, a_1^{(i)}$          | : Enine donatı alanı                                                                                            |
| $a_1^{(i)}$                  | : Birinci moda ait modal ivme                                                                                   |
| $b_w$                        | : Kiriş gövde genişliği perdenin gövde kalınlığı                                                                |
| $b', bk$                     | : En dıştaki enine donatını eksenleri arasındaki uzaklık                                                        |
| $C_{R1}$                     | : Birinci moda ait spektral yer değiştirme oranı                                                                |
| $d_{1x}^{(i)}, d_{1y}^{(i)}$ | : (i)'inci itme adımının sonunda elde edilen birinci moda ait modal yer değiştirme (x ve y doğrultularında)     |
| $d$                          | : Kiriş veya kolon faydalı yüksekliği                                                                           |
| $d'$                         | : Pas payı                                                                                                      |
| $d_{fi}$                     | : Binanın i'inci katının $F_{fi}$ fiktif yüklerine göre hesaplanan yer değiştirme                               |
| $E_c, E_s$                   | : Beton ve donatının elastisite modülleri                                                                       |
| $(EI)_e$                     | : Çatlamış kesite ait etkin eğilme rijitliği                                                                    |
| $(EI)_0$                     | : Çatlamamış kesite ait etkin eğilme rijitliği                                                                  |
| $F_s, F_s', F_s''$           | : Üst, alt yüzeylerde ve ortada donatıda oluşan iç gerilme                                                      |
| $F_c$                        | : Beton basınç gerilmesi                                                                                        |
| $F_{fi}$                     | : Birinci doğal titreşim periyodu hesabında i'ci kata etkiyen fiktif kütle                                      |
| $F_i$                        | : Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi'nde i'ci kata etkiyen eşdeğer deprem yükü                                         |
| $f_{yd}$                     | : Boyuna donatının tasarım akma dayanımı                                                                        |
| $f_{cd}$                     | : Betonun tasarımbasınç dayanımı                                                                                |
| $f_{yw}$                     | : Sargıda çeliğin akma dayanımı                                                                                 |
| $f_{ctm}$                    | : Mevcut betonun çekme dayanımı                                                                                 |
| $f_{cm}$                     | : Mevcut beton dayanımı                                                                                         |
| $g$                          | : Yer çekimi ivmesi                                                                                             |
| $h_i$                        | : Binanın i'inci katının kat yüksekliği                                                                         |
| $H_i$                        | : Binanın i'inci katında temel üstünden itibaren ölçülen yüksekliği                                             |
| $h'$                         | : En dıştaki enine donatını eksenleri arasındaki uzaklık                                                        |
| $I$                          | : Bina Önem Katsayısı                                                                                           |
| $I_c, I_s$                   | : Beton ve donatının atalet momentleri                                                                          |
| $k_1$                        | : Gerilme bloğu katsayısı                                                                                       |
| $L_p$                        | : Plastik mafsallık boyu                                                                                        |
| $ln$                         | : Kolonun kirişler arasında kalan serbest yüksekliği ,kiriş veya kolon yüzeyleri arasında kalan serbest açıklık |

|                  |                                                                                                                                     |
|------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $M_A$            | : Artık moment kapasitesi                                                                                                           |
| $M_D$            | : Düşey yüklerden oluşan moment                                                                                                     |
| $M_{g+q}$        | : Düşey sabit yüklerden kesitte oluşan moment                                                                                       |
| $M_{g+q+E}$      | : Düşey sabit yüklerden ve deprem etkisinden kesitte oluşan moment                                                                  |
| $M_K$            | : Mevcut malzeme dayanımına göre hesaplanan moment kapasitesi                                                                       |
| $M_{pi}, M_{pj}$ | : Kirişin i ve j'ucundaki kolon yüzünde çeliğin pekleşmesi göz önüne alınarak hesaplanan pozitif ve negatif moment kapasitesi       |
| $M_{ri}, M_{rj}$ | : Kirişin i ve j ucunda mevcut malzeme dayanımlarına göre hesaplanan negatif ve pozitif taşıma gücü momenti                         |
| $M_{pü}, M_{pa}$ | : Kolonun alt ve üst ucunda çeliğin pekleşmesi göz önüne alınarak hesaplanan pozitif ve negatif moment kapasitesi                   |
| $M_y$            | : Kesitin eğilme momenti taşıma taşıma gücü (plastik moment)                                                                        |
| $M_{x1}, M_{y1}$ | : X deprem doğrultusunda doğal elastik davranış için tanımlanan birinci (hakim) moda ait etkin kütle                                |
| $m_i$            | : Binanın i'inci katının kütlesi                                                                                                    |
| $N_A$            | : Artık moment kapasitesi karşılık gelen eksenel kuvvet                                                                             |
| $N_D$            | : Düşey yüklerden oluşan eksenel kuvvet                                                                                             |
| $N_{g+q+E}$      | : Düşey sabit yüklerden ve deprem etkisinden kesitte oluşan moment                                                                  |
| $N_K$            | : Kesit moment kapasitesine karşı gelen eksenel kuvvet                                                                              |
| $R$              | : Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı                                                                                                |
| $R_a(T)$         | : Deprem Yüğü Azaltma Katsayısı                                                                                                     |
| $R_{y1}$         | : Birinci moda ait Dayanım Azaltma Katsayısı                                                                                        |
| $r$              | : Etki/Kapasite oranı                                                                                                               |
| $r_s$            | : Etki/Kapasite oranı sınır değerleri                                                                                               |
| $S$              | : Etriye aralığı                                                                                                                    |
| $S_{ae1}^{(1)}$  | : İtme analizinin ilk adımında birinci moda ait elastik spektral ivme                                                               |
| $S_{de1}^{(1)}$  | : İtme analizinin ilk adımında birinci moda ait doğrusal elastik spektral yer değiştirme                                            |
| $S_{di1}$        | : Birinci moda ait elastik olmayan (nonlinear) spektral yer değiştirme                                                              |
| $S(T)$           | : Spektrum Katsayısı                                                                                                                |
| $s_k$            | : Kiriş etriye aralığı DBYBHY 2007 3.4.4                                                                                            |
| $T_x, T_y$       | : Bina doğal titreşim periyodu x ve y doğrultusunda                                                                                 |
| $T1$             | : Bina birinci doğal titreşim periyodu                                                                                              |
| $T_A, T_B$       | : Spektrum Karakteristik periyotları                                                                                                |
| $u_n$            | : Tepe noktası yer değiştirmesi                                                                                                     |
| $u_{xn1}^{(i)}$  | : Binanın tepesinde (N'inci katında) x deprem doğrultusunda (i)'inci itme adımı sonunda elde edilen birinci moda ait yer değiştirme |
| $W$              | : Binanın hareketli yük katılım katsayısı kullanılarak bulunan toplam ağırlığı                                                      |
| $x$              | : Kesit basınç bloğu derinliği                                                                                                      |
| $V$              | : Yük katsayıları ile çarpılmış düşey yükler ve deprem yüklerinin ortak etkisi altında hesaplana kesme kuvveti                      |
| $V_c$            | : Betonun kesem dayanımına katkısı                                                                                                  |
| $V_{di}, V_{dj}$ | : Kirişler için i veya j ucunda düşey sabit yüklerden meydana gelen basit kiriş kesme kuvveti                                       |
| $V_e$            | : Kolon ve Kirişlerde taşıma gücü momentleri kullanılarak hesaplanan kesme kuvveti                                                  |
| $V_{max}$        | : Kesit maksimum kesme kuvveti                                                                                                      |
| $V_r$            | : Kolon,kiriş kesitin kesme dayanımı                                                                                                |
| $V_w$            | : Donatının kesme kuvvetine etkisi                                                                                                  |

|                                   |                                                                                                                                       |
|-----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $V_x, V_y$                        | : Eşdeğer deprem yükü yöntemiyle göz önüne alına deprem doğrultusunda binaya etkiyen toplam eşdeğer deprem yükü (taban kesme kuvveti) |
| $V_{x1}^{(i)}$                    | : X deprem doğrultusunda (i)' inci itme adımı sonunda elde edilen birinci moda (hakim moda) ait taban kesme kuvveti                   |
| $\lambda$                         | : Eşdeğer Deprem Yükü azaltma katsayısı                                                                                               |
| $\rho$                            | : Kiriş mesnedinde çekme donatısı alanı                                                                                               |
| $\rho'$                           | : Kiriş mesnedinde basış donatısı alanı                                                                                               |
| $\rho_b$                          | : Dende donatı alanı                                                                                                                  |
| $\rho_s$                          | : Kesitte mevcut bulunan özel deprem etriyeleri ve çirozları olarak düzenlenmiş enine donatının hacimsal oranı                        |
| $\rho_{sm}$                       | : Kesitte bulunması gereken enine donatının hacimsel oranı                                                                            |
| $\delta_{imax}$                   | : Maksimum görelî yatay yer değıştirme                                                                                                |
| $\omega_1^{(1)}$                  | : Başlangıçtaki (i=1) itme adımında birinci (deprem doğrultusunda hakim) titreşim moduna ait doğal açısal frekans                     |
| $\Phi_{xN1}$                      | : Binanın tepesinde (N'inci katında) x depremi doğrultusunda birinci moda ait mod şekli genliğı                                       |
| $\Gamma_{x1}$                     | : x depremi doğrultusunda birinci moda ait katkı çarpanı                                                                              |
| $\epsilon_s$                      | : Donatı çeliğı birim şekil değıştirmesi                                                                                              |
| $\epsilon_{cu}$                   | : Kesitin en dış lifindeki beton basınç birim şekil değıştirmesi                                                                      |
| $\theta_p$                        | : Plastik dönme istemi                                                                                                                |
| $\phi_u$                          | : Sınır dönme değeri                                                                                                                  |
| $\phi_t$                          | : Toplam eğrilik istemi                                                                                                               |
| $\phi_p$                          | : Plastik dönme istemi                                                                                                                |
| $\phi_y$                          | : Eşdeğer akma eğriliğı                                                                                                               |
| $\eta_{bi}$                       | : i'inci katta tanımlanan burulma düzensizliğı katsayısı                                                                              |
| $\sigma_c, \sigma_c', \sigma_c''$ | : Kesitteki akma gerilmeleri                                                                                                          |

## ÖZET

Yapı sistemlerini deprem güvenliğine karar verilirken yapının deprem performansının belirlenmesi gerekir. Deprem performansının belirlenmesinde doğrusal ve doğrusal olmayan elastik hesap yöntemler kullanılmaktadır. Doğrusal elastik yöntemde, malzemenin doğrusal elastik ve yer değiştirmelerin çok küçük olduğu varsayılarak, kesit kapasiteleri ve deprem istemleri karşılaştırılmakta daha sonra, kesit bazından yola çıkılarak bina deprem performansı hakkında karar verilmektedir. Doğrusal elastik olmayan hesap yönteminde ise, malzemenin doğrusal-elastik sınırın ötesindeki davranışı hesaba katılmakta ve yer değiştirmelerin çok küçük olmadıkları göz önüne alınarak kesit kapasiteleri ve deprem istemleri karşılaştırılır. Daha sonra doğrusal elastik yöntemdeki gibi bina performansı hakkında karar verilir.

Bu çalışmada dört katlı mevcut bir okul binası alınarak doğrusal elastik ve doğrusal elastik olmayan teoriye göre performans analizi yapılmış, daha sonra kat sayısı azaltılarak aynı binanın performans düzeyi üç katlı ve iki katlı olarak, her iki teoriye göre, kat azaltılmasının bina deprem performansına etkisi incelenmektedir.

Birinci adımda betonarme malzemenin davranışı hakkında ve süneklik kavramı hakkında açıklamalar yapılmıştır. Daha sonra performansa dayalı değerlendirme yöntemleri olan doğrusal elastik ve doğrusal elastik olmayan teorileri DBYBHY 2007'e göre açıklanmıştır. Ardından bu iki teoriye göre mevcut binanın dört üç ve iki katlı olarak performans değerlendirmesi yapılmıştır.

Sonuç olarak, bu çalışmada incelenen binaların, deprem performansını nasıl değiştiği hakkında bilgi verilmiştir. Çalışmanın sonunda Ek A. ve Ek B. de açıklanan çözümlemelerin daha iyi anlaşılması için mevcut dört katlı okul binasının 1. kat kolon ve kiriş kesitlerinin ilgili tabloları verilmiştir.

## **SUMMARY**

In the analysing of safety of buildings against earthquakes, a performance concept, has been taken into consideration where linear and non linear elastic methods are used. In Linear Elastic Methods, materials used are linearly elastic and displacements are minor. Accepting this fact, the section capacity and earthquake efficiency have been compared. Behaviour of materials should be taken into account and must be calculated due to the fact that such behaviour is over the linear elastic limit in the non linear elastic approach. Moreover the displacements are of considerable importance during analysis. According to this fact, the section capacity and earthquake efficiency have been compared. Initially for determining the performance level of a building one section is taken into calculation, following onto calculations of all elements, resulting in the knowledge of performance level against earthquake ..

In this research an existing four-storey school building has been considered, and analysed according to linear and non linear elastic theory. The building has been analysed as though it had three storey and another analysis as though it had two storey, in order to obtain the performance level of the building with less storey, according to linear and non-linear elastic theory.

In the first chapter, there is a description about the behaviour of the reinforcement materials and ductility concept. In the following chapter, linear and non-linear elastic theory have been explained according to D.B.Y.B.H.Y 2007 in the Assessment Method Based on Performance. In the final Chapter a performance analysis has been drafted with these two theories taken into account on four-storey, three-storey and two-storey school buildings.

In the chapter of conclusion a description has been given about the parameters that influence the performance level of buildings against earthquake. In addition EK. A and EK. B have been included to show the beam and column sections of the first floor in four-storey building, and to have a clear understanding of purposes taken into consideration in this research.

## 1. GİRİŞ

Önceden bir uyarı olmadan meydana gelmesi yönünden deprem, doğal afetler arasında kendine has bir özelliğe sahiptir. Deprem meydana gelmeden önce bazı ön işaretler görülebilirse de, günümüzde depremin tahmin edilmesi konusunda güvenilir sonuçlar henüz mevcut değildir. Bu konuda 1975 Hai Cheng (Çin) depreminde birkaç saat önce yapılan ön uyarı sonucu belki de binlerce hayat kurtarılmıştır. Ancak, daha sonra pek çok deprem, önceden beklenmeden meydana gelmiş veya yapılan deprem tahminleri doğru çıkmamıştır. Güvenilir bir uyarı sisteminin henüz mevcut olmaması, yapıların depreme karşı dayanıklı düzenlenerek, depremin etkilerinden korunmanın sağlanması gereğini ortaya çıkarmıştır.

Deprem esnasında yapıda tekrarlı ve yön değiştiren yatay kuvvetler oluşur. Zamanla hızlı değişen bu dış etkiler altında oluşan atalet kuvvetlerinin belirlenmesindeki zorluk, mühendisleri çeşitli kabuller götürmüştür. Bu kabullere göre yapılan hesap yöntemleri eşdeğer deprem yükü yöntemi, modların süperpozisyonu yöntemi, zaman tanım alanında çözüm yöntemleridir. Bu dış etkiler elastik ötesi davranışı temsil eden bir katsayı ile azaltılır. Böylece elastik hesaplarda bulunan dinamik etkilerden oluşan iç kuvvetler, yapıdaki elastik ötesi kapasite sebebiyle, belirli hasarları kabul edilebilir kılan bir katsayı ile azaltılır. Betonarme tasarımına esas teşkil eden bu kabulün genişletilmesi ile performansa dayalı tasarım yöntemleri ortaya çıkmıştır.

Performansa dayalı tasarım, deprem etkisi altında yapıdan beklenen performans seviyelerinin ortaya çıkması için kullanılacak yöntemleri verir. Performans seviyesi, depremden sonra yapıda meydana gelecek hasar seviyesi ile ölçülür.

Deprem mühendisliği diğer mühendislik dallarına göre daha yeni bir bilim dalıdır. Performansa dayalı tasarım ise, bu bilim dalında oldukça yeni oluşan bir kavramdır. Performansa dayalı tasarımda belirli bir deprem etkisinde yapılan birden fazla performans (hasar) seviyesinin ortaya çıkması öngörülür. Gerçekte deprem yönetmeliklerinde tanımlanan deprem etkisi ve sınır durumlar ile performans seviyesi tanımlanmıştır. Mevcut binaların deprem güvenliğinin belirlenmesi ve gerekenlerin güçlendirilmesi konusunda gelişmeler ise 10 önce ortaya çıkmaya başlamıştır.

Diğer bir açıdan deprem yönetmeliklerinin oluşumu incelendiğinde, 20 yıldan daha öncelerinde birden fazla performans seviyelerinin tanımlandığı görülebilir. Yapının küçük depremleri hasarsız atlatması, büyük depremleri can güvenliği tehlikesi sağlayan sınırlı hasarla atlatması ve çok büyük depremlerde toptan göçmenin önlenmesi şeklindedir. Performansa dayalı tasarım da bu amaçlar daha belirgin şekilde tanımlanarak kabul edilmiştir. Alışla gelmiş depreme dayanıklı yapı tasarımında can güvenliği olarak tanımlanan performans seviyesine karşı geldiği kabul edilen durum için yapılır. Performansa dayalı tasarımda, ek performans seviyeleri ön görülür ve bunların sağlanması için tasarım yöntemleri veya sınır durumları tanımlanır.

Yapılarda deprem etkisinin belirlenmesinde çok büyük yetersizliklerin olduğu bilinmektedir. Bunun gibi yapıların deprem etkisindeki davranışında da benzer belirsizliklerin olduğu kabul edilir. Bir taşıyıcı sistemin yatay yük taşıma kapasitesi, malzeme dayanımlarının, taşıyıcı sistem düzeni ve rijitlik dağılımının oldukça karmaşık bir fonksiyonudur. Bu sebepten ötürü yapıların deprem performansına etki eden parametrelerin daha iyi anlaşılması için daha fazla tecrübe sahibi olunmalıdır.

Bu tez çalışması binaların deprem performansına etki eden parametrelerin daha iyi anlamak ve bir örnek olması amacıyla, Deprem Bölgelerinde Kullanılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik 2007 kullanılarak yapılmıştır.

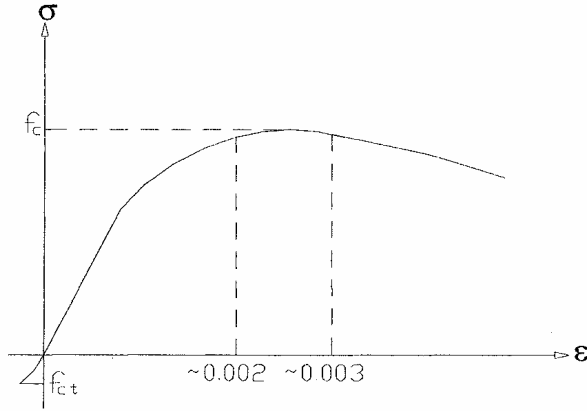
Bu çalışmada betonarme malzeme, eleman ve yapı bazında süneklik hakkında bilgi verilecektir. Daha sonra performans analizi yapılmak istenen dört katlı olarak tasarlanmış okul binası, simetrik hale getirmek için kalıp planı ve kolon boyutlarında çeşitli değişiklikler yapılarak, kat adedinin bina performans düzeyine olan etkisini incelemek amacıyla, üç katlı ve iki katlı olarak yeniden modellenmiştir. Elde edilen bu üç farklı yapı için, Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik 2007'de belirtilen doğrusal elastik ve doğrusal elastik olmayan hesap yöntemleriyle dört katlı, üç katlı ve iki katlı olarak performans analizi yapılacak ve sonuçlar karşılaştırılacaktır.

## 2. BETONARME MALZEME

Betonarme; agreg, su ve çimentodan oluşan beton malzemesinin içine elik çubukların yerleştirilmesi ile oluşmaktadır. Bu sayede basınç dayanımı, çekme dayanımı yüksek olan bir malzeme elde edilir. Gevrek bir yapı malzemesi olan betonun bu durumu elik kullanarak giderilmiş ve sünek bir malzeme elde edilir.

### 2.1 Betonun Davranışı

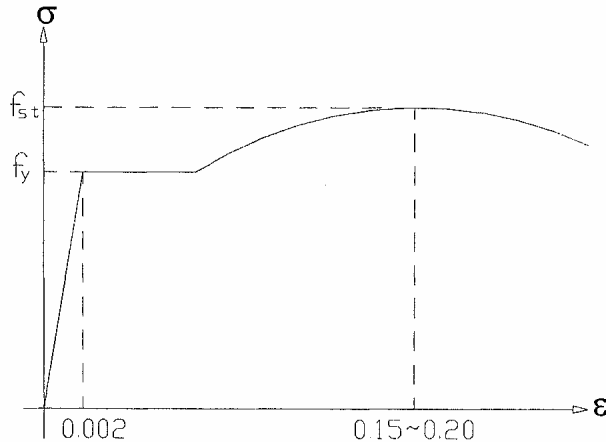
Belirli oranlarda karıştırılan agreg, imento ve sudan oluşan beton için gerilme-şekil değiştirme ilişkisi şekil 2.1’de verilmiştir. Betonun doğrusal davranış bölgesi  $0.60\sim0.70f_c$  gerilmesine arasındadır.



şekil 2.1: Betonun gerilme-şekil değiştirme ilişkisi

### 2.2 Çeliğin Davranışı

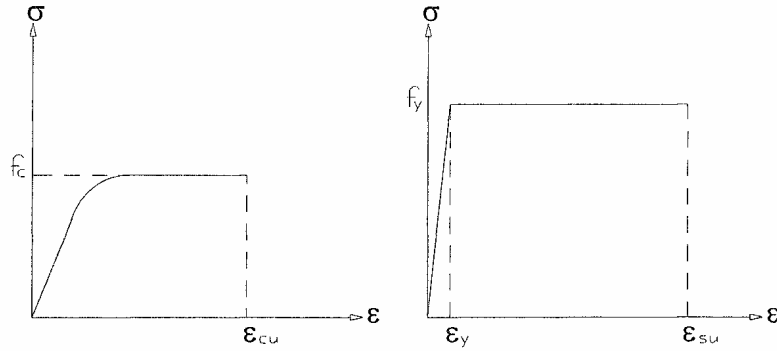
Çekme dayanımına sahip elik için eksenel gerilme-şekil değiştirme ilişkisi şekil 3.2’de görülmektedir. Çeliğin gerilme-şekil değiştirme ilişkisi  kısımdan oluşur. Birinci kısım doğrusal davranışın olduğu bölümdür. Bu bölümü akma sahanlığının bulunduğu ikinci bölüm takip eder. nc bölüm ise pekleşmeyi içeren son bölümdür. şekil2.2’den de görüleceği gibi, çeliğin elastik sınır ötesi kapasitesi ihmal edilemeyecek kadar fazladır.



**Şekil2.2:** Çeliğin gerilme-şekil değiştirme ilişkisi

### 2.3 İdeal Elastoplastik Kabul

Yapı sistemlerinde hesap yapılırken mevcut malzemelerin (beton ve çelik) gerilme-şekil değiştirme eğrileri, ideal elastoplastik gerilme-şekil değiştirme eğrisine dönüştürülür. Beton ve çelik malzeme için sınır ve taşıma gücü sınır değerleri elde edilerek, ideal elastoplastik davranış eğrileri oluşturulur.



**Şekil2.3:** İdealleştirilmiş beton ve çelik gerilme-şekil değiştirme ilişkileri

Şekil2.3 beton ve çelik için kabul edilebilir, elastoplastik gerilme-şekil değiştirme ilişkilerini görülmektedir. Malzemelerde doğrusal elastik bölgeyi plastikleşme bölgesi takip eder. Malzemelerin plastikleşme bölgelerindeki kapasitelerinin daha etkili kullanılması için doğrusal olmayan çözümleme yöntemleri ile gerçeğe daha yakın sonuçlar elde edilmektedir.

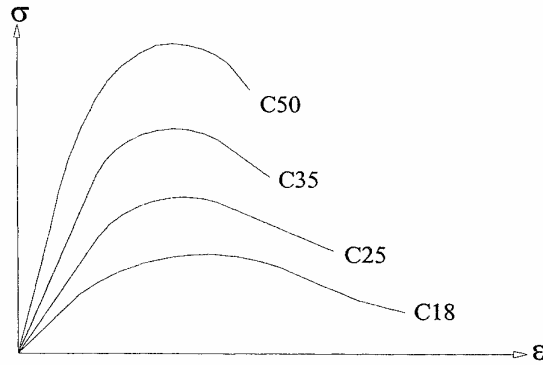
### 3. SÜNEKLİK KAVRAMI

Bir yapıda, yapı elemanlarının veya bir kesitin, taşıma kapasitesinde önemli bir azalma olmadan büyük şekil değiştirebilme yeteneğine süneklik denir. Sünek bir elemanda, kesite yada yapısal sistemde, ileri yük seviyelerinde dayanımı değişmezken önemli ölçüde şekil değiştirmeler meydana gelebilir. Sünek davranış gösteren yapılar ileri yük seviyelerinde, plastik şekil değiştirmeler sayesinde göçmeksizin yük taşımaya devam edebilir. Depremlerle oluşan dinamik etki, süneklik sayesinde yapının kazandığı şekil değiştirme kapasitesi kullanılarak sönmülebilmektedir. Süneklik ile, doğrusal sınır sonrasında oluşabilecek ani göçme oluşumu engellenmiş olur.

Sünek bir taşıyıcı sistem sünek kesitlere sahip elemanlardan oluşturulur. Betonarme kesitlerde doğrusal sınır geçilince beton ve çeliğin doğrusal olmayan davranışları betonarme malzemenin elastik ötesi davranışında önemli rol alır. Betonarme elemanda istenilen sünekliği, elemanı oluşturan beton ve çeliğin kabul edilebilir süneklikleriyle oluşur.

#### 3.1 Betonarme Elemanlarda Sargı Etkisi

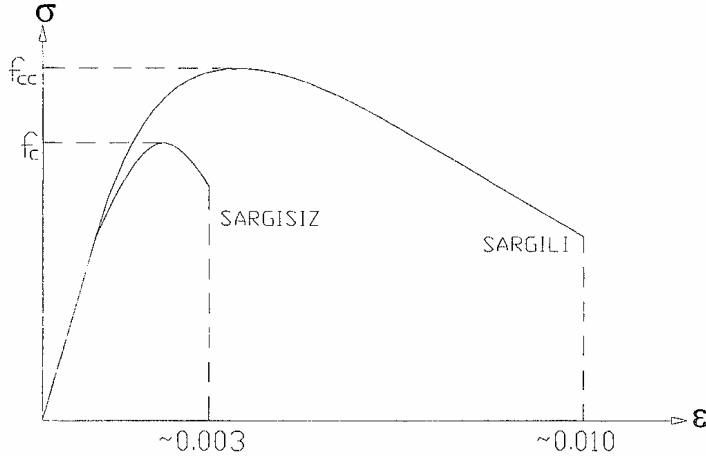
Beton, gevrek davranış gösteren bir yapı malzemesidir. Farklı dayanımlardaki betonların gerilme-şekil değiştirme eğrileri Şekil3.1 göstermektedir.



**Şekil3.1:** Farklı dayanımda betonların gerilme-şekil değiştirme ilişkileri

Görüldüğü üzere, beton basınç dayanımı arttıkça şekil değiştirme kapasitesi azalmaktadır. Düşük dayanımlı betonlar, kendilerinden daha yüksek dayanımlı betonlara oranla daha sünek bir davranış göstermektedir.

Betonarmede sargı donatısı kullanımı beton basınç dayanımını yükseltmektedir ve şekil değiştirmeleri sınırlarını artırmaktadır. Böylece artan etkiler altında kesit eğilme dayanımında önemli bir değişme olmadan şekil değiştirme yapabilmesi sağlanmış olur. Ayrıca



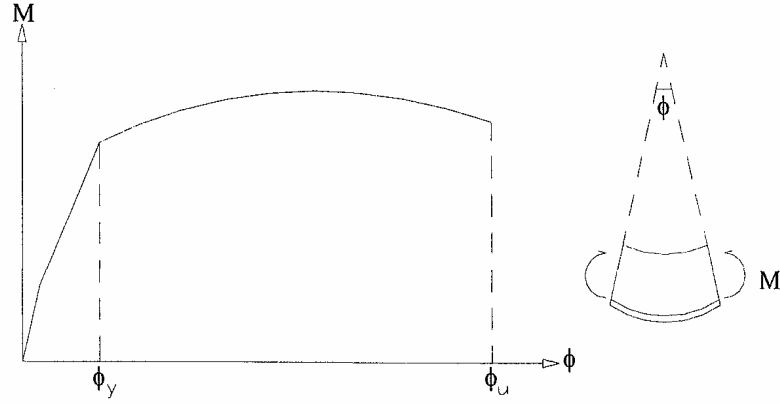
**Şekil3.2:** Sargı donatısının sünekliğe etkisi

Şekil3.2’de de görüldüğü gibi sargılı durumdaki beton sargısız durumdaki betona göre daha fazla şekil değiştirebilme yeteneği vardır. Eğrilerin altında kalan alan tüketilen enerjinin diğer bir ifadeyle sünekliği ifade etmektedir. Buda sargı donatısının, betonarme kesitlerin sünekliği önemli ölçüde artırdığını göstermektedir.

### 3.2 Yapı Elemanlarında Süneklik

#### 3.2.1 Basit eğilme etkisi

Betonarme çerçeveli yapı sistemlerinde kirişler, eğilme momentinin normal kuvvetlere oranla daha etkili olduğu elemanlardır. Eğilme momenti etkisindeki kirişlerde eğilmeden dolayı oluşan dönmeler görülür.



**Şekil3.3:** Basit eğilme durumunda betonarme kesitte momenti-eğrilik ilişkisi

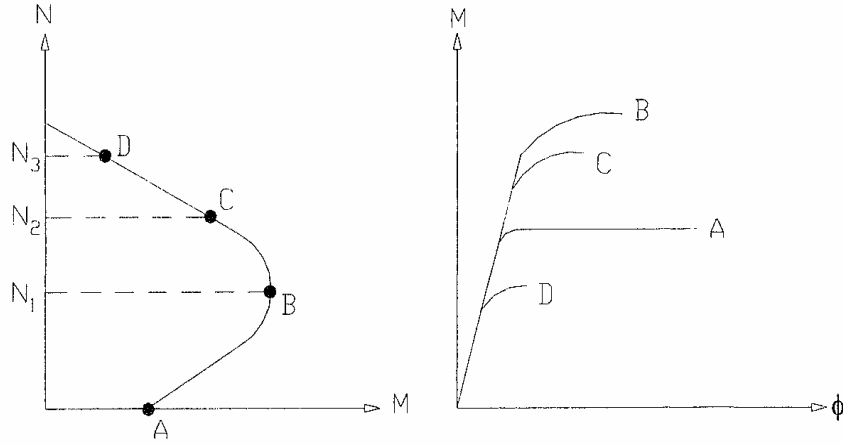
Şekil3.3 sünek bir kiriş kesitinin moment-eğrilik ilişkisini görülmektedir. Eğilme etkilerinin ön plana çıktığı kiriş kesitlerinde sünekliğin, etkisiyle kesit dayanımında önemli bir değişim olmadan dönebilme yeteneğinin artmaktadır . Kiriş kesiti için süneklik bağıntısı

$$\mu = \frac{\phi_u}{\phi_y} \quad (3. 1)$$

olarak tanımlanır. Kiriş kesitlerinin sünekliği, çeşitli parametrelere bağlıdır. Süneklik, çekme donatı oranı ve kalitesi ile ters, basınç donatısı oranı ve kalitesi ile doğru orantılıdır.

### 3.2.2 Normal kuvvet etkisi

Betonarme çerçeve yapı sistemlerinde kolonlar ise normal kuvvetin ve eğilme momentinin etkisindeki elemanlardır. Eğilme momenti ve normal kuvvet etkisindeki bir kolon kesitinin moment-dönme eğrisi Şekil3.4’de görülmektedir. Şekil3.4’de A durumu basit eğilme durumunu temsil etmektedir. Normal kuvvetin artması ile beraber, ulaşılan sınır durum eğrilik değerleri ( $\phi_u$ ) azalmaktadır. Süneklik; sınır durum eğrilik değerinin ( $\phi_u$ ) akma eğriliğine ( $\phi_y$ ) oranı olarak düşünüldüğünde, artan normal kuvvet etkilerindeki kesitte genel olarak süneklik azaldığı görülmektedir.



**Şekil3.4:** Normal kuvvetin sünekliğe etkisi

### 3.3 Yapı Sistemlerinde Süneklik

Yapı sistemlerinde süneklik, yapının enerji yutabilme yeteneğidir. Sünek yapılarda deprem etkilerden yani dinamik hareketlerden oluşan enerji, büyük genlikli titreşimlerle yutulur. Sünek yapılardaki bu büyük genlikli titreşimler yapının genel dayanımında önemli bir kayıp oluşturmaz. Süneklik sayesinde kesitler arası yardımlaşma meydana gelerek ve dinamik etkilerin ilerleyen kademelerinde doğrusal sınırı geçen kesitlerin plastik şekil değiştirmeleri ile enerji sönmünecek, iç kuvvetler daha az zorlanan kesitlere aktarılacaktır. Sünekliğin gereği olan plastik hareketin olduğu bölgelerinin oluşabilmesi için sistemin yüksek mertebeden hiperstatik olması gerekmektedir. Bu özellik yapının göçme şeklinin belirlenmesinde de yardımcı olmaktadır.

Sünek yapıların oluşturulabilmesi için sünek malzemeler, sünek kesitler ve sünek taşıyıcı sistemler gereklidir. Betonarme taşıyıcı sistemlerin sahip oldukları sönm kabiliyeti, süneklik özelliği ile birleştiğinde depreme dayanıklı betonarme yapı sistemleri oluşturulabilir. Süneklik düzeyi yüksek olmayan betonarme yapılarda, bir çok kesit kapasitesine ulaşmadan kat mekanizması gibi durumların oluşması sonucunda yapı stabilitesini yitirmektedir. Oysa süneklik düzeyi yüksek olarak tasarlanan yapılarda süneklik ile, kesitlerin yardımlaşmasına imkan verilerek şekil değiştirme ve yer değiştirme yeteneği artırılır.

## 4. PERFORMANSA DAYALI VE DEĞERLENDİRME

### 4.1 Yapı Elemanlarının Hasar Sınırları ve Hasar Bölgeleri

Yapıların deprem etkileri altındaki performanslarının değerlendirilmesi genel olarak iki farklı kritere göre yapılmaktadır. Doğrusal elastik değerlendirme yöntemlerinin esasını oluşturan ve dayanım bazlı değerlendirme adı verilen birinci tür değerlendirmede, yapı elemanlarının dayanım kapasiteleri elastik deprem yüklerinde oluşan ve doğrusal teoriye göre hesaplanan etkilerle karşılaştırılmakta ve yapı elemanının sünekliğinin göz önüne alan, eleman bazındaki bir tür deprem yükü azaltma katsayısı çerçevesinde, binadan beklenen performans hedefi kontrol edilmektedir.

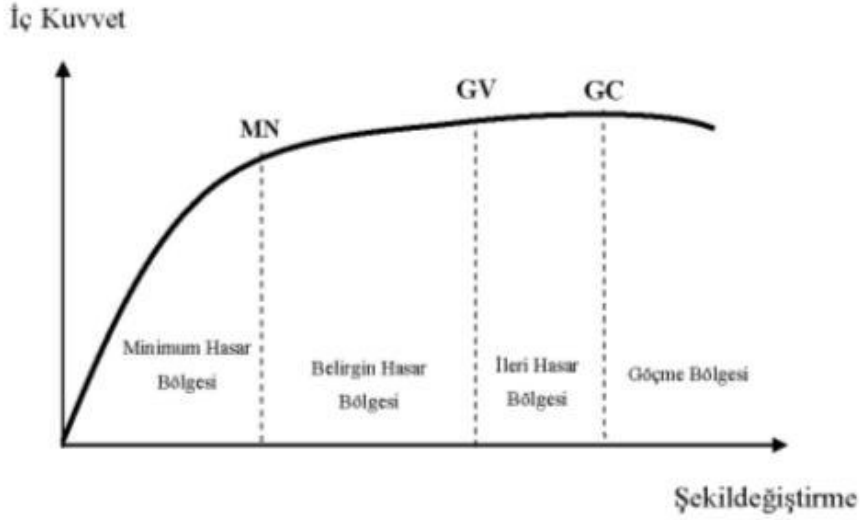
Doğrusal elastik olmayan değerlendirme yöntemlerinin esasını oluşturan, yer değiştirme ve şekil değiştirme bazlı değerlendirmenin esas alındığı ve genel olarak malzeme bakımından doğrusal olmayan sistem hesabına dayanan yöntemlerde ise, belirli bir deprem etkisi için binadaki yer değiştirme istemine ulaştığında, yapıdan beklenen hedefinin sağlanıp sağlanmadığı kontrol edilir. Her iki yaklaşımda da, yapı elemanları için hasar sınırları ve hasar bölgeleri tanımlanmıştır. Hasar sınırlarının belirlenmesinde, yapı elemanları sünek ve gevrek olarak iki sınıfa ayrılırlar. Sünek ve gevrek eleman tanımları, elemanların kapasitelerine hangi kırılma türü ile ulaştıkları ile ilgilidir.

### 4.2 Kesit Hasar Sınırları

Sünek elemanlar için kesit yüzeyinde üç sınır durumu tanımlanmıştır. Bunlar *Minimum Hasar Sınırı* (MN), *Güvenlik Sınırı* (GV) ve *Göçme Sınırı* (GÇ)'dir. Minimum hasar sınırı kesitte elastik ötesi davranışın sınırı, göçme sınırı ise kesitin göçme öncesi davranışının sınırını tanımlamaktadır. Gevrek olarak hasar gören elemanlarda bu sınıflandırma geçerli değildir.

#### 4.2.1 Kesit Hasar Bölgeleri

Kritik kesitlerinin hesabı MN 'ye ulaşmayan elemanlar *Minimum Hasar Bölgesi*'nde, MN ile GV arasında *Belirgin Hasar Bölgesi*'nde, GV ve GÇ arasında kalan elemanlar *İleri Hasar Bölgesi*'nde, GÇ 'yi aşan elemanlar ise *Göçme Bölgesi*'nde yer alırlar.



Şekil4.1: Kapasite eğrisinde kesit hasar bölgeleri

### 4.3 Bina Deprem Performans Seviyeleri

Binaların deprem performansı, uygulanan deprem etkisi altında oluşması beklenen hasar durumu ile ilişkilidir ve dört farklı hasar durumu esas alınarak tanımlanmıştır. Depremde bina performansın doğrusal elastik ve doğrusal elastik olmayan hesap yöntemlerinin uygulanması ve elaman hasar bölgelerine karar verilmesi ile bina deprem performans düzeyi belirlenir. Binanın deprem performansının belirlenmesi için uygulanacak kurallar aşağıda verilmiştir.

#### 4.3.1 Hemen Kullanım Performans Düzeyi

Herhangi bir katta, uygulanan her bir deprem doğrultusu için yapılan hesap sonucunda kirişlerin en fazla %10'u *Belirgin Hasar Bölgesi*'ne geçebilir. Eğer varsa, gevrek olarak hasar gören elamanların güçlendirilmesi kaydı ile, bu durumdaki binaların *Hemen Kullanım Performans Düzeyi*'nde kabul edilir.

#### 4.3.2 Can Güvenliği Performans Düzeyi

Eğer varsa , gevrek olarak hasar gören güçlendirilmesi kaydı ile aşağıdaki koşulları sağlayan binaların *Can Güvenliği Performans Düzeyi*'nde olduğu kabul edilir.

(a) Herhangi bir katta uygulanan her bir deprem doğrultusu için yapılan hesap

sonucunda, ikincil (yatay taşıyıcı sisteminde yer almayan) kirişler hariç olmak üzere, kirişlerin en fazla %30 ve kolonların aşağıdaki (b) paragrafında tanımlanan kadar *İleri Hasar Bölgesi*'ne geçebilir.

(b) *İleri Hasar Bölgesi*'nde kolonların her bir katta kolonlar tarafından kesme kuvvetine toplam katkısı %20'nin altında olmalıdır. en üst katta *İleri Hasar Bölgesi*'ndeki kolonların kesme kuvvetleri toplamının, o kattaki tüm kolonların kesme kuvvetlerinin toplamına oranı en fazla %40 olabilir.

(c) Diğer taşıyıcı elamanların tümü *Minimum Hasar Bölgesi* veya *Belirgin Hasar Bölgesi*'ndedir. Ancak, herhangi bir katta alt ve üst kesitlerinin ikisinde birden *Minimum Hasar Bölgesi* aşılmış olan kolonlar tarafından taşınan kesme kuvvetlerinin, o kattaki tüm kolonlar tarafından taşınan kesme kuvvetine oranının %30'u aşmaması gerekir.

#### 4.3.3 Göçme Öncesi Performans Düzeyi

Gevrek olarak hasar gören tüm elamanların *Göçme Bölgesi*'nde göz önüne alınması kaydı ile aşağıdaki koşulları sağlayan *Göçme Öncesi Performans Düzeyi*'nde olduğu kabul edilir.

(a) Herhangi bir katta uygulanan her bir deprem doğrultusu için yapılan hesap sonucunda , ikincil (yatay taşıyıcı sisteminde yer almayan) kirişler hariç olmak üzere, kirişlerin en fazla %20'si *Göçme Bölgesi*'ne geçebilir.

(b) Diğer taşıyıcı elamanların tümü *Minimum Hasar Bölgesi*, *Belirgin Hasar Bölgesi* veya *İleri Hasar Bölgesi*'ndedir. Ancak, herhangi bir kesitte alt ve üst kesitlerinin ikisinde birden *Minimum Hasar Sınırı* aşılmış kolonlar tarafından taşınan kesme kuvvetlerinin, o kattaki tüm kolonlar tarafından taşınan kesme kuvvetine oranının %30'u aşmaması gerekir. ( Doğrusal elastik yöntemle hesapta, alt ve üst düğüm noktalarının ikinde birden DBYBHY 2007 Denk.(3.3)'ün sağlandığı kolonlar bu hesaba dahil edilemez.)

(c) Binanın mevcut durumunda kullanımı can güvenliği bakımından sakıncalıdır.

#### 4.3.4 Göçme Durumu

Bina *Göçme Öncesi Performans Düzeyi*'ni sağlamıyorsa *Göçme Durumu*'ndadır. Binanın kullanımı can güvenliği bakımından sakıncalıdır.

#### 4.4 Deprem Düzeyleri

Performansa dayalı tasarım ve değerlendirmede farklı düzeyde üç deprem hareketi tanımlanmıştır. Bu deprem hareketleri genel olarak 50 yılda aşılma olasılıkları ve benzer depremlerin oluşumu arasındaki zaman aralığı (dönüş periyodu) ile ifade edilir.

(a) *Servis (kullanım) depremi:* 50 yılda aşılma olasılığı %50 olan deprem hareketidir. Yaklaşık dönüş periyodu 72 yıldır. Bu depremin etkisi tasarım depreminin yarısı kadardır.

(b) *Tasarım depremi:* 50 yılda aşılma olasılığı %10 olan yer hareketidir. Yaklaşık dönüş periyodu 475 yıldır. Bu deprem DBYBHY 2007 1.2.2’de tanımlanan ve esas alınan depremdir.

(c) *En büyük deprem:* 50 yılda aşılma olasılığı %2, dönüş periyodu yaklaşık 2475 yıl olan depremdir. Bu depremin etkisi tasarım depreminin 1.5 katı olarak kabul edilir.

Mevcut yada güçlendirilecek binaların deprem performanslarının belirlenmesinde esas alınacak deprem düzeyleri ve bu deprem düzeylerinde binalar için öngörülen minimum performans hedefleri Tablo 4.1’de görülmektedir.

**Tablo 4.1:** Farklı deprem düzeylerinde binalar için öngörülen minimum performans hedefleri

| Binanın Kullanım Amacı ve Türü                                                                                                                                                                                                    | Deprem Aşılma Olasılığı |                  |                 |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|------------------|-----------------|
|                                                                                                                                                                                                                                   | 50 yılda<br>% 50        | 50 yılda<br>% 10 | 50 yılda<br>% 2 |
| <b>Deprem Sonrası Kullanımı Gereken Binalar:</b> Hastaneler, sağlık tesisleri, itfaiye binaları, haberleşme ve enerji tesisleri, ulaşım istasyonları,vilayet kaymakamlık ve belediye yönetim binaları,afet yönetim merkezleri,vb. | -                       | HK               | CG              |
| <b>İnsanların Uzun Süreli ve Yoğun Olarak Bulunduğu Binalar:</b> Okullar, yatakhaneler, yurtlar pansiyonlar, askeri kışlalar, cezaevleri, müzeler, vb.                                                                            | -                       | HK               | CG              |
| <b>İnsanların Kısa Süreli ve Yoğun Olarak Bulunduğu Binalar:</b> sinema, tiyatro, konser salonları, kültür merkezleri, spor tesisleri                                                                                             | HK                      | CG               | -               |
| <b>Tehlikeli Madde İçeren Binalar:</b> Toksin, parlayıcı ve patlayıcı özellikleri olan maddelerin bulunduğu ve depolandığı binalar                                                                                                | -                       | HK               | GÖ              |
| <b>Diğer Binalar:</b> Yukarıdaki tanımlara girmeyen diğer binalar (konutlar, işyeri, oteller, turistik tesisler, endüstri yapıları, vb.)                                                                                          | -                       | CG               | -               |

#### 4.5 Deprem Hesabına İlişkin Genel İlke ve Kuralları

- Deprem etkisi altında tanımlanan DBYBHY 2007 2.4’de verilen elastik ivme spektrumu kullanılacak, ancak farklı aşılma olasılıkları için bu spektrum üzerinde 4.4’e göre işlem yapılır. Deprem hesabında Bina Önem Katsayısı uygulanır. ( $I = 0$ )
- Binaların deprem performansı, yapıya etkiyen düşey yüklerin ve deprem etkilerinin birleşik etkileri altında değerlendirilecektir. Deprem hesabında göz önüne alınacak kat ağırlıkları DBYBHY 2.7.1.2’ye göre hesaplanacak, kat kütleleri kat ağırlıkları ile uyumlu olarak tanımlanacaktır. Hareketli düşey yükler, bu tanıma göre deprem hesabında göz önüne alınan kütleler ile uyumlu olacak şekilde tanımlanacaktır.
- Deprem kuvvetleri binaya her iki doğrultuda ve her iki yönde ayrı ayrı etki ettirilecektir.
- Deprem hesabında kullanılacak zemin parametreleri DBYBHY 2007 Bölüm 6’ya göre belirlenir

- Bina taşıyıcı sistem modeli, deprem etkileri ile düşey yüklerin ortak etkileri altında yapı elemanlarında oluşacak iç kuvvetler, yer değiştirme ve şekil değiştirmeleri hesaplamak için yeterli doğrulukta hazırlanır.

- Döşemelerin yatay düzlemde rijit diyafram olarak çalıştığı binalarda, her katta iki yatay yer değiştirme ile düşey eksen etrafında dönme serbestlik dereceleri göz önüne alınacaktır. Kat serbestlik dereceleri her katın kütle merkezinde tanımlanacak, ek dış merkezlik uygulanmayacaktır.

- Mevcut binaların taşıyıcı sistemlerindeki belirsizlikler, binadan derlenen verilerin kapsamına göre DBYBHY 2007 7.2’de tanımlanan bilgi düzeyi katsayıları aracılığı ile hesap yöntemlerine yansıtılacaktır.

- DBYBHY 2007’e göre kısa kolon olarak tanımlanan kolonlar, taşıyıcı sistem modelinde gerçek serbest boyları ile tanımlanacaktır.

- Bir veya iki eksenli eğilme ve eksenel kuvvet etkisindeki betonarme kesitlerin etkileşim diyagramlarının tanımlanmasıyla ilgili koşullar:

(a) Analizde beton ve donatı çeliğinin DBYBHY 2007’de tanımlanan bilgi düzeyine göre tanımlanan mevcut dayanımları göz önüne alınır.

(b) Betonun maksimum basınç birim şekil değiştirmesi 0.003, donatı çeliğinin maksimum şekil değiştirmesi ise 0.01 alınabilir.

(c) Etkileşim diyagramları uygun biçimde doğrusallaştırıldığında çok doğrulu veya çok düzlemli diyagramlar olarak modellenir.

- Betonarme sistemlerin elaman boyutlarının tanımında birleşim bölgeleri sonsuz rijit uç bölgeleri olarak göz önüne alınabilir.

- Eğilme etkisindeki betonarme elemanlarda çatlamış kesite ait *etkin eğilme rijitlikleri*  $(EI)_e$  kullanılır. Daha kesin bir hesap yapılmadıkça ,etkin eğilme rijitlikleri için aşağıda verilen değerler kullanılır.

(a) Kirişlerde:  $(EI)_e = 0.4(EI)_o$

(b) Kolon ve perdelerde,  $N_D/(A_c f_{cm}) \leq 0.10$  olması durumunda:  $(EI)_e = 0.4(EI)_o$

$N_D/(A_c f_{cm}) \geq 0.10$  olması durumunda:  $(EI)_e = 0.8(EI)_o$

Eksenel basınç kuvveti  $N_D$ ’nin ara değerleri için doğrusal enterpolasyon yapılır.  $N_D$ ,

deprem hesabında esas alınan toplam kütlelerle uyumlu yüklerin göz önüne alındığı ve çatlamamış kesitlere ait  $(EI)_o$  eğilme rijitliklerinin kullanıldığı bir ön düşey yük hesabı ile belirlenir. Deprem hesabı için başlangıç durumu oluşturan düşey yük hesabı ise, yukarıda belirtildiği şekilde elde edilen etkin eğilme rijitliği  $(EI)_e$  kullanılarak, deprem hesabında esas alınan kütlelerle uyumlu yüklere göre yeniden yapılacaktır. Deprem hesabında da aynı rijitlikler kullanılır.

- Betonarme tablalı kirişlerin pozitif ve negatif plastik momentlerinin hesabında tabla betonu ve içindeki donatı hesabına katılabilir.
- Betonarme elemanlarda kenetlenme veya bindirme boyunun yetersiz olması durumunda, kesit kapasite momentinin hesabında ilgili donatının akma gerilmesi kenetlenme veya bindirme boyumdaki eksikliği oranında azaltılabilir.
- Zemin şekil değiştirmelerinin yapı davranışını etkileyebileceği durumlarda zemin özellikleri analiz modeline yansıtılacaktır.

#### **4.6 Depremde Bina performansının Belirlenmesi**

Performansa dayalı değerlendirmenin iki temel parametresi istem (talep) ve kapasitedir. İstem yapıya etkileyen deprem yer hareketini, kapasite ise yapının bu deprem etkisi altındaki davranışını temsil eder.

Mevcut ve güçlendirilecek binaların deprem performansının belirlenmesi için uygulanan yöntemler doğrusal elastik hesap yöntemleri ve doğrusal elastik olmayan hesap yöntemleridir.

##### **4.6.1 Doğrusal Elastik Hesap Yöntemleri**

Doğrusal elastik yöntemlerde yapı elemanlarının kapasiteleri eleman taşıma kapasitelerine ve süneklik özelliklerine bağlı olarak belirlenir. Buna karşılık, deprem istemi için elastik deprem etkileri altında doğrusal teoriye göre hesap yapılır. Doğrusal hesap yöntemlerinin başlıcaları Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi ve Mod Birleştirme Yöntemi'dir.

###### **4.6.1.1 Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi**

Bodrum üzerindeki toplam yüksekliği 25 metreyi ve toplam kat sayısı 8'i aşmayan ayrıca ek dış merkezlik göz önüne alınmaksızın hesaplanan burulma düzensizliği katsayısı  $\eta_{bi} < 1.4$  olan binalara uygulanacaktır. Toplam eşdeğer deprem yükünün

(taban kesme kuvveti) hesabında,deprem yükü azaltma katsayısı  $R_a=1$  alınır ve denklemin sağ tarafı  $\lambda$  katsayısı ile çarpılacaktır.  $\lambda$  katsayısı bodrum hariç bir ve iki katlı binalarda 1.0 , diğerlerinde 0.85 alınacaktır.

#### 4.6.1.2 Mod birleştirme yöntemi

Mod birleştirme yönteminde de  $R_a=1$  alınır. Uygulanan deprem doğrultusu ve yönü ile uyumlu eleman iç kuvvetlerinin ve kapasitelerinin hesabında, bu doğrultuda hakim olan moda elde edilen iç kuvvet doğrultuları esas alınır.

#### 4.6.1.3 Yapı Elemanlarında Hasar Düzeylerinin Belirlenmesi

Doğrusal elastik hesap yöntemleri ile betonarme sünek elemanların hasar düzeylerinin belirlenmesinde kiriş, kolon, perde elemanlarının ve güçlendirilmiş dolgu duvarı kesitlerinin etki/kapasite oranları ( $r$ ) olarak ifade edilen sayısal değerler kullanılmaktadır.

- Betonarme elemanlar kırılma türü eğilme ise “*sünek*” , kesme ise “*gevrek*” olarak sınıflandırılır.

(a) Kolon, kiriş ve perdelerin sünek eleman olarak sayılabilmeleri için bu elemanların kritik kesitlerinde eğilme kapasitesi ile uyumlu olarak hesaplanan kesme kuvveti  $V_e$ ’nin mevcut malzeme dayanımı değerleri kullanılarak TS-500’e göre hesaplanan kesme kapasitesi  $V_r$ ’yi aşmaması gereklidir.  $V_e$ ’nin hesabı kolonlar ve kirişler için DBYBHY 3.3.7 ve 3.4.5 yapılır. Kolon ve kirişlerde  $V_e$ ’nin hesabında pekleşmeli taşıma gücü momentleri kullanılır. Düşey yükler ile birlikte  $R_a=1$  alınarak depremden hesaplanan toplam kesme kuvvetinin  $V_e$ ’den küçük olması durumunda ise  $V_e$  yerine bu kesme kuvveti kullanılır.

(b) Yukarıda verilen koşulları sağlamayan kiriş veya kolon kesitleri, gevrek olarak hasar gören eleman olarak tanımlanır.

- Sünek kiriş ve kolon kesitlerinin etki/kapasite oranı, deprem etkisi altında  $R_a=1$  alınarak hesaplanan kesit momentlerinin kesit artık moment kapasitesine bölünmesi ile elde edilir. Etki/kapasite oranının hesabında, uygulanan deprem kuvvetinin yönü dikkate alınır.

(a) Kesit artık moment kapasitesi, kesitin eğilme momenti kapasitesi ile düşey yükler altında kesitte moment etkisinin farkıdır. Kiriş mesnetlerinde düşey yükler altında hesaplanan moment etkisi, yeniden dağılım ilkesine göre en fazla %15 oranında azaltılabilir.

(b) Kolon kesitlerinin etki kapasite oranı Şekil 5.5 açıklanmıştır.

(c) Sarılma bölgesindeki enine donatı koşulları bakımından DBYBHY 2007 3.3.4 ve 3.4.4'i sağlayan betonarme kolon ve kirişler “sargılanmış” sağlamayanlar ise “sargılanmamış” eleman sayılır. “Sargılanmış” sayılan elemanlarda sargı donatılarının özel deprem etriyeleri ve çirozları olarak düzenlenmiş olması gereklidir.

#### 4.6.1.4 Betonarme Elemanların Etki/Kapasite Oranları Sınır Değerleri

Doğrusal elastik hesap yöntemleri ile sünek elemanların hasar sınırlarının tanımında kiriş, kolon ve perde elemanlarının etki/kapasite oranları ( $r$ ) kullanılır. Etki /kapasite oranlarının sınır değerleri Tablo 5.5 ve

**Tablo 5.11**'da sünek ve gevrek elemanlar için ayrı ayrı görülmektedir.

#### 4.6.1.5 Göreli Kat Ötelenmelerinin Kontrolü

Doğrusal elastik yöntemlerle yapılan hesapta her bir denklem doğrultusunda binanın herhangi bir katındaki kolon ve perdelerin göreli kat ötelenmeleri, her bir hasar sınırı için Tablo 4.2'de verilen değerleri aşmamalıdır. Aksi durumda 4.6.1.3'de yapılan hasar değerlendirmeleri göz önüne alınmayacaktır. Tablo 4.2'de  $\delta_{ji}$  i'inci katta j'inci kolon veya perdenin alt ve üst uçları arasında yer değiştirme farkı olarak hesaplanan göreli kat ötelenmesidir.  $h_{ji}$  ise ilgili elemanın yüksekliğini göstermektedir.

**Tablo 4.2:** Göreli kat ötelenmesi sınırları

| Görelî Kat<br>Ötelenmesi Oranı | Hasar Sınırı |      |      |
|--------------------------------|--------------|------|------|
|                                | MN           | GV   | GÇ   |
| $\delta_{ji}/h_{ji}$           | 0.01         | 0.03 | 0.04 |

#### 4.6.2 Doğrusal Olmayan Hesap Yöntemleri

Deprem etkisi altında mevcut binaların yapısal performansının belirlenmesi ve güçlendirme analizi için kullanılacak doğrusal elastik olmayan hesap yöntemlerinin amacı, verilen bir deprem için sünek davranışa ilişkin plastik şekil değiştirme istemleri ile gevrek davranışa ilişkin iç kuvvet istemlerinin hesaplanmasıdır. Daha sonra bu istem büyüklükleri, bu bölümde tanımlanmış bulunan şekil değiştirme ve iç kuvvet kapasiteleri ile karşılaştırılarak, kesit ve bina düzeyinde yapısal performans değerlendirmesi yapılır.

Doğrusal elastik olmayan analiz yöntemlerinin başlıcaları *Artımsal Eşdeğer Deprem Yüklü Yöntemi*, *Artısal Mod Birleştirme Yöntemi* ve *Zaman Tanım Alanında Hesap Yöntemi*'dir. İlk iki yöntem, bu yönetmelikte doğrusal olmayan deprem performansının belirlenmesi ve güçlendirme hesapları için temel alınan *Artımsal İtme Analizi*'nde kullanılan yöntemlerdir.

#### **4.6.2.1 Artımsal İtme Analizi ile Performans Değerlendirmesi**

*Artımsal İtme Analizi* kullanılarak doğrusal elastik olmayan performans değerlendirmesinde izlenen adımlar aşağıda özetlenmiştir.

(a) 4.5'te tanımlanan genel ilke ve kurallara ek olarak, taşıyıcı sistem elemanlarında doğrusal olmayan davranışın idealleştirilmesi ile analiz modelinin oluşturulması için 4.6.2.2'deki tanımlar kullanılır.

(b) Artımsal itme analizinden önce, kütlelerle uyumlu düşey yüklerin göz önüne alındığı bir doğrusal olmayan statik analiz yapılır. Bu analizin sonuçları artımsal itme analizinin başlangıç koşulları olarak dikkate alınır.

(c) Artımsal itme analizinin *Artımsal Eşdeğer Deprem Yüklü Yöntemi* ile yapılması durumunda, koordinatları koordinatları "*modal yer değiştirme –modal ivme*" olarak tanımlanan birinci (hakim) moda ait "*modal kapasite diyagramı*" elde edilir. Bu diyagram ile birlikte, elastik davranış spektrumu ve farklı aşılma olasılıkları için bu spektrum üzerinde 4.4'te yapılan değişiklikler göz önüne alınarak, birinci hakim moda ait modal yer değiştirme istemi belirlenir. Son aşamada, modal yer değiştirme istemine karşı gelen yer değiştirme, plastik şekil değiştirme (plastik dönme) ve iç kuvvet istemleri hesaplanır.

(d) Artımsal itme analizi *Artısal Mod Birleştirme Yöntemi* ile yapılması durumunda göz önüne alınan tüm modlara ait "*modal kapasite diyagramları*" ile birlikte modal yer değiştirme istemleri de elde edilerek bunlara bağlı olarak taşıyıcı sistemde meydana gelen şekil değiştirme, plastik şekil değiştirme (plastik dönme) ve iç kuvvet istemleri hesaplanır.

(e) Plastikleşen (sünek) kesitlerde hesaplanmış buluna plastik dönme istemlerinden plastik eğrilik istemleri ve 4.6.2.5 e göre toplam eğrilik istemleri elde edilir. Daha sonra bunlara bağlı olarak betonarme kesitlerde betonda ve donatı çeliğinde meydana gelen birim şekil değiştirme istemleri hesaplanır. Bu istem değerleri, kesit düzeyinde çeşitli hasar sınırları için birim şekil değiştirme kapasiteleri ile karşılaştırarak kesit düzeyinde sünek davranışa ilişkin performans değerlendirmesi yapılır. Analiz

sonucunda elde edilen kesme kuvveti istemleri, taşıyıcı sistem elemanlarının mevcut kesit dayanımlarına göre hesaplanan kesme kuvveti kapasiteleri ile karşılaştırılarak kesit düzeyinde gevrek davranışa ilişkin performans değerlendirmesi yapılır.

#### 4.6.2.2 Doğrusal Elastik Olmayan Davranışın İdealleştirilmesi

Malzeme bakımından doğrusal elastik olmayan davranışın idealleştirilmesi için *Yığılı plastik davranış modeli* esas alınır. Basit eğilme durumunda plastik mafsallık hipotezi'ne karşı gelen bu modelde, çubuk eleman olarak idealleştirilen kiriş kolon ve perde türü taşıyıcı sistem elemanlarındaki iç kuvvetlerin plastik kapasitesine eriştiği sonlu uzunluktaki bölgeler boyunca, plastik şekil değiştirmelerin düzgün yayılı biçimde olduğu varsayılmaktadır. Plastik mafsallık boyu olarak adlandırılan *plastik şekil değiştirme bölgesi*'nin uzunluğu ( $L_p$ ), çalışan doğrultudaki kesit boyutu ( $h$ )'in yarısına eşit alınır. ( $L_p=0.5 h$ )

- Yığılı plastik şekil değiştirmeyi temsil eden plastik kesit teorik olarak plastik şekil değiştirme bölgesinin tam ortasına yerleştirilmelidir. Ancak pratik uygulamalarda aşağıdaki idealleştirilmeler yapılabilir.

(a) Kolon ve kirişlerde plastik kesitler, kolon kiriş bölgelerinin hemen dışında, diğer deyişle kolon veya kirişlerin net açıklıklarının uçlarına konulabilir. Ancak, düşey yüklerin etkisinden ötürü kiriş açıklıklarında da plastik mafsalların oluşabileceği göz önüne alınabilir.

(b) Betonarme perdelerde, plastik kesitler her katta perde kesiminin alt ucuna konulmasına izin verilebilir. U, T, L veya kutu kesitli perdeler, bütün kolları birlikte çalışan tek perde olarak idealleştirilmelidir. Binanın bodrum katlarında rijit çevre perdelerinin bulunması durumunda, bu perdelerden üst katlara doğru devam eden perdelerin plastik kesitleri bodrum üstünden başlamak üzere konulmalıdır.

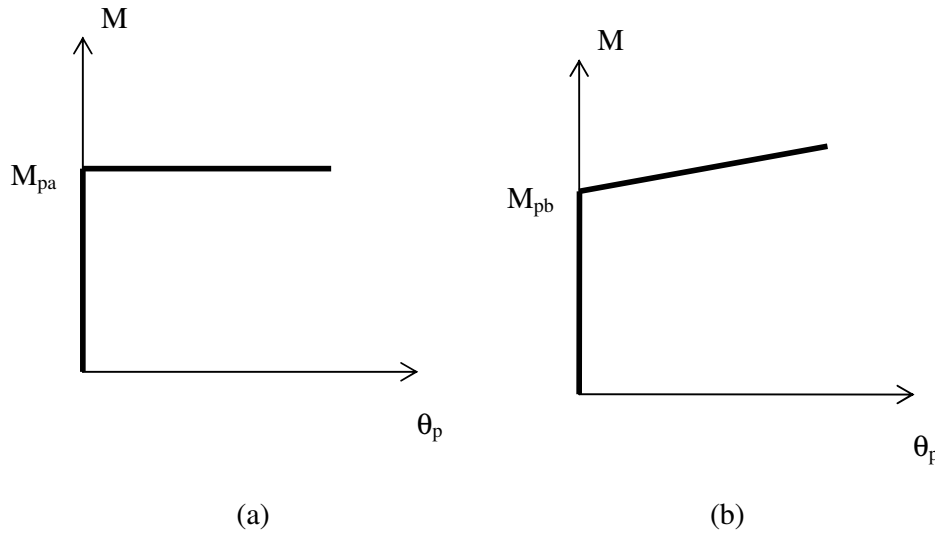
- Bir veya iki eksenli eğilme ve eksenel kuvvet etkisinde plastikleşen betonarme kesitlerin akma yüzeyleri olarak 4.5'te tanımlanan koşullara göre belirlenen etkileşim diyagramları kullanılır. Akma yüzeyleri bu tanımlara göre uygun biçimde doğrusallaştırılarak iki boyutlu davranış durumunda akam çizgileri, üç boyutlu davranış durumunda ise akam düzlemleri olarak modellenenebilir.

- İtme analizinde modelinde kullanılacak plastik kesitlerin iç kuvvet-plastik şekil değiştirme bağıntıları ile ilgili olarak aşağıdaki tanımlar dikkat alınır.

(a) İç kuvvet-plastik şekil değiştirme bağıntılarında pekleşme etkisi (plastik dönme artışına bağlı olarak plastik momentin artışı) yaklaşık olarak terk edilir. Şekil4.2 (a)

Bu durumda, bir veya iki eksenli eğilme ve eksenel kuvvet etkisindeki kesitlerde plastikleşmeyi izleyen itme adımlarında, iç kuvvetlerin akma yüzeyinin üzerinde kalması koşulu ile plastik şekil değiştirme vektörünün akma yüzeyine yaklaşık olarak dik olması koşulu göz önüne alınır.

(b) Pekleşme etkisinin göz önüne alınması durumunda Şekil4.2 (b), bir veya iki eksenli eğilme ve eksenel kuvvet etkisindeki plastikleşmeyi izleyen itme adımlarında iç kuvvetlerin ve plastik şekil değiştirme vektörünün sağlaması gereken koşullar, ilgili literatürden alınan uygun bir literatürden alınan uygun bir pekleşme modeline göre tanımlanmalıdır.



**Şekil4.2:** Plastik kesit modelleri

#### 4.6.2.3 Artımsal Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi ile İtme Analizi

*Artımsal Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi*'nin amacı, birinci ( deprem doğrultusunda hakim ) titreşim mod şekli ile orantılı olacak şekilde, deprem istem sınırına kadar monotonik olarak adım adım artırılan eşdeğer deprem yüklerinin etkisi altında doğrusal olmayan itme analizinin yapılmasıdır. Düşey yük analizi izleyen itme analizinin her bir adımda taşıyıcı sistemde meydana gelen yer değiştirme, plastik şekil değiştirme ve iç kuvvet artımları ile bunlara ait birikimli (kümülatif) değerler ve son adımda deprem istemine karşı gelen maksimum değerler hesaplanacaktır.

- Artımsal Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi'nin kullanılabilmesi için, binanın kat sayısı bodrum hariç sekizden fazla olmaması ve herhangi bir katta ek dış merkezlik

göz önüne alınmaksızın doğrusal elastik davranışa göre hesaplanan burulma düzensizliği katsayısının  $\eta_{bi} < 1.4$  koşulunu sağlamalıdır. Ayrıca göz önüne alınan deprem doğrultusunda, doğrusal elastik davranış esas alınarak hesaplanan birinci (hakim) titreşim moduna ait etkin kütlelerin toplam bina kütlelerinin toplam bina kütlelerine (rijit perdelerle çevrelenen bodrum katlarının kütleleri hariç) oran en az 0.70 olmalıdır.

- Artımsal itme analizi sırasında eşdeğer deprem yükü dağılımının , taşıyıcı sistemdeki plastik kesit oluşumlarından bağımsız biçimde sabit kaldığı varsayımı yapılır. Bu durumda yük dağılımı, analiz başlangıç adımında doğrusal elastik davranış için hesaplanan birinci (deprem doğrultusundaki hakim) doğal titreşim mod şekli ile genliği ile ilgili kütlelerin çarpımından elde edilen değerle orantılı olacak şekilde tanımlanır. Kat döşemeleri rijit diyagram olarak idealleştirilen binalarda, birinci (hakim) doğal titreşim mod şeklinin genlikleri olarak her katın kütle merkezindeki birbirine dik iki yatay öteleme ile kütle merkezinden geçen düşey eksen etrafındaki dönme göz önüne alınır.

- Bir önceki adımda tanımlanan sabit yük dağılımına göre yapılan itme analizi ile koordinatları *“tepe yer değiştirmesi-taban kesme kuvveti”* olan itme eğrisi elde edilir. Tepe yer değiştirmesi, binanın en üst katındaki kütle merkezinde, göz önüne alınan X deprem doğrultusunda her itme adımında hesaplanan yer değiştirmedir. Taban kesme kuvveti ise, her adımda eşdeğer deprem yüklerinin X doğrultusundaki toplamıdır. İtme eğrisine uygulanan koordinat dönüşümü ile, koordinatları *“modal yer değiştirme-modal ivme”* olan modal kapasite diyagramı aşağıdaki gibi elde edilir.

(a) (i)'inci itme adımında birinci (deprem doğrultusunda hakim) moda ait modal ivme  $a_1^{(i)}$  aşağıdaki gibi elde edilir

$$a_1^{(i)} = \frac{V_{x1}^{(i)}}{M_{x1}} \quad (4. 1)$$

Burada  $V_{x1}^{(i)}$  X deprem doğrultusunda (i)'inci itme adımı sonunda elde edilen birinci (hakim) ait taban kesme kuvveti,  $M_{x1}$  X deprem doğrultusunda doğrusal elastik davranışı için tanımlanan birinci (hakim) ait etkin kütle göstermektedir.

(b) (i)'inci itme adımında birinci (deprem doğrultusunda hakim) moda ait modal yer değiştirme  $d_1^{(i)}$  'nin hesabı için ise, aşağıdaki bağıntılardan yararlanılabilir.

$$d_1^{(i)} = \frac{u_{xN1}^{(i)}}{\Phi_{xN1} \Gamma_{x1}} \quad (4. 2)$$

Bu denklemde  $\Phi_{xN1}$  binanın N'inci katında X deprem doğrultusunda birinci moda ait mod şekli genliğidir.  $\Gamma_{x1}$  birinci (deprem doğrultusunda hakim) moda ait modal katkı çarpanıdır.

- İtme analizinin sonunda bir önceki adıma göre elde edilen modal kapasite diyagramı ile birlikte elastik davranış spektrumu ve farklı aşım olasılıkları için bu spektrum üzerinde 4.4'e göre yapılan değişiklikler göz önüne alınarak, birinci (hakim) moda ait maksimum modal yer değiştirme istemi hesaplanır. Tanım olarak modal yer değiştirme istemi  $d_1^{(p)}$ , doğrusal (nonlinear) spektral yer değiştirme  $S_{di1}$ 'e eşittir.

$$d_1^{(p)} = S_{di1} \quad (4.3)$$

Doğrusal elastik olmayan (nonlinear) spektral yer değiştirme,  $S_{di1}$  itme analizinin ilk adımında, doğrusal elastik davranış esas alınarak hesaplanan birinci (hakim) moda ait  $T_1^{(1)}$  başlangıç periyoduna karşılık gelen doğrusal elastik (linear) spektral yer değiştirme  $S_{de1}$ 'e bağlı olarak elde edilir.

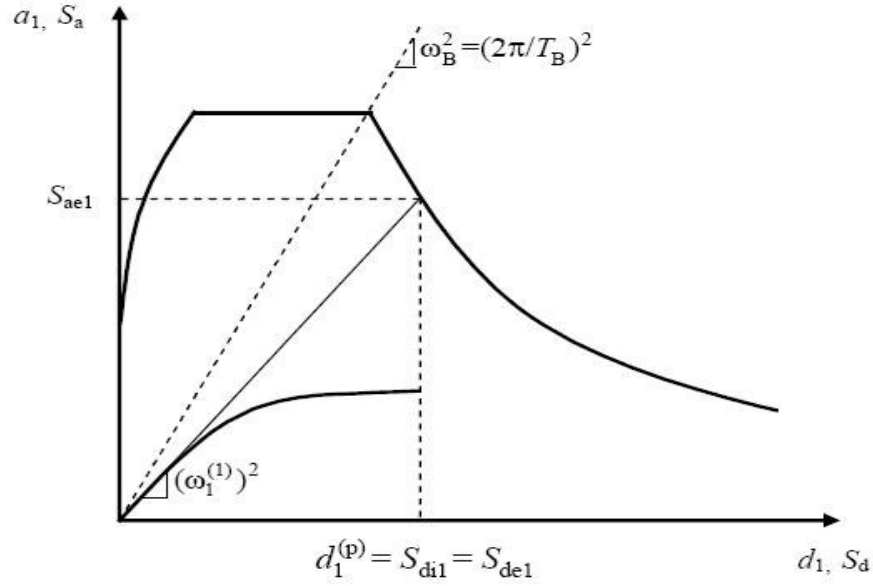
$$S_{di} = C_{R1} S_{de1} \quad (4.4)$$

Doğrusal elastik (linear) spektral yer değiştirme  $S_{de1}$ , itme analizinin ilk adımında birinci moda ait elastik spektral ivme  $S_{ae1}$ 'den hesaplanır.

$$S_{de1} = \frac{S_{ae1}}{(\omega_1^{(1)})^2} \quad (4.5)$$

Spektral yer değiştirme oranı  $C_{R1}$ , başlangıç periyodu  $T_1^{(1)}$ 'in değerine  $(T_1^{(1)} = 2\pi / \omega_1^{(1)})$  bağlı olarak iki şekilde hesaplanır.

(a)  $T_1^{(1)}$  başlangıç periyodunun, elastik davranış spektrumundaki karakteristik periyot  $T_B$ 'ye eşit veya daha uzun olması durumunda doğrusal elastik olmayan (nonlinear) spektral yer değiştirme  $S_{di1}$ , eşit yer değiştirme kuralları uyarınca doğal periyodu yine  $T_1^{(1)}$  olan *eşlenik doğrusal elastik sistem*'e ait linear elastik spektral yer değiştirme  $S_{de1}$ 'e eşit alınacaktır. Buna göre Denk. (4.4)'deki spektral yer değiştirme oranı  $C_{R1} = 1$  olur. Şekil 4.3'de birinci hakim moda ait ve koordinatları  $(d_1, a_1)$  modal kapasite diyagramı ile koordinatları "spektral yer değiştirme ( $S_d$ )-spektral ivme ( $S_a$ )" olan davranış spektrumu bir arada görülmektedir.



**Şekil4.3:** Spektral kapasite eğrisi ( $T_1^{(1)} \geq T_B$  veya  $(\omega_1^{(1)})^2 \leq \omega_B^2$ )

(b)  $T_1^{(1)}$  başlangıç periyodunun, elastik davranış spektrumundaki karakteristik periyot  $T_B$ ’den daha kısa olması durumunda spektral yer değiştirme  $C_{R1}$ , ardışık yaklaşımla hesaplanır.

İlk adım olarak modal kapasite diyagramı Şekil4.4 (a)’da gösterildiği üzere, yaklaşık olarak iki doğrultulu (bi- lineer) bir diyagrama dönüştürülür. Bu diyagramın başlangıç doğrusunun eğimi, itme analizinin ilk adımında ( $i=1$ ) doğrunun eğimi olan birinci moda ait özdeğerlere,  $(\omega_1^{(1)})^2$ , eşit alınır. ( $T_1^{(1)} = 2\pi / \omega_1^{(1)}$ )

Daha sonra ardışık yaklaşımın ilk adımında  $C_{R1}=1$  kabulü yapılarak, eşdeğer akma noktası’nın koordinatları eşit alanlar kuralı ile belirlenir. Şekil4.4 (a)’da görülen  $a_{y1}^0$  esas alınarak  $C_{R1}$  aşağıdaki şekilde hesaplanır.

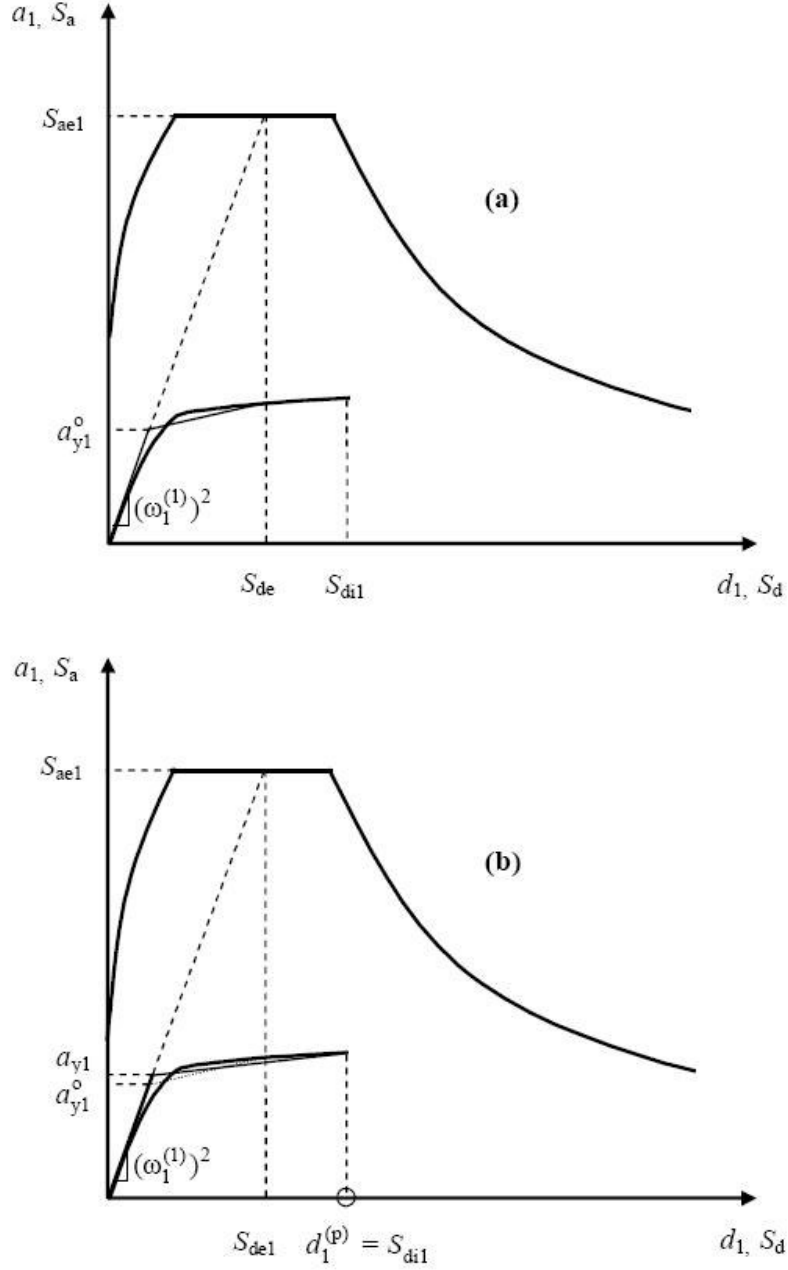
$$C_{R1} = \frac{1 + (R_{y1} - 1)T_B / T_1^{(1)}}{R_{y1}} \geq 1 \quad (4.6)$$

Bu bağıntıda  $R_{y1}$  birinci moda ait dayanım azaltma katsayısını göstermektedir.

$$R_{y1} = \frac{S_{ae1}}{a_{y1}} \quad (4.7)$$

Bulunan  $C_{R1}$  kullanılarak Denk. (4.4)’e göre hesaplanan  $S_{di1}$  esas alınarak eşdeğer akma noktasının koordinatları, Şekil4.4 (b)’de gösterildiği üzere eşit alanlar kuralı ile

yeniden belirlenir ve bunlara göre  $a_{y1}$ ,  $R_{y1}$  ve  $C_{R1}$  tekrar hesaplanır. Ardışık iki adımda elde edilen sonuçların kabul edilebilir ölçüde birbirlerine yaklaştıkları adımda ardışık yaklaşıma son verilir.



**Şekil4.4:** Spektral kapasite eğrisi ( $T_1^{(1)} < T_B$  veya  $(\omega_1^{(1)})^2 > \omega_B^2$ )

- Son itme adımı  $i = p$  için Denk. (4.3)'göre belirlenen modal yer değiştirme istemi  $d_1^{(p)}$ 'nin Denk. (4.2)'de yerine konulması ile, X depremi doğrultusundaki tepe yer değiştirmesi istemi  $u_{xN1}^{(p)}$  elde edilecektir.

$$u_{xN1}^{(p)} = \Phi_{xN1} \Gamma_{x1} d_1^{(p)} \quad (4.8)$$

Buna karşı gelen tüm istem büyüklükleri (yer değiştirme, şekil değiştirme ve iç kuvvet istemleri) mevcut itme analizi dosyasından elde edilecek veya tepe yer değiştirmesi istemine ulaşıncaya kadar yapılacak yeni bir itme analizi ile hesaplanır.

#### 4.6.2.4 Artımsal Mod Birleştirme ile İtme Analizi

*Artımsal Mod Birleştirme Yöntemi*'nin amacı taşıyıcı sistemin davranışını temsil eden yeteri sayıda doğal titreşim mod şekli ile orantılı olacak şekilde monotonik olarak adım adım artırılan ve birbirleri ile uygun biçimde ölçeklendirilen modal yer değiştirmeler veya onlarla uyumlu modal deprem yükleri esas alınarak *Mod Birleştirme Yöntemi*'nin artımsal olarak uygulanmasıdır.

#### 4.6.2.5 Birim Şekil Değiştirme İstemlerinin Belirlenmesi

*Artımsal Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi* veya *Artımsal Mod Birleştirme Yöntemi*'ne göre yapılan itme analizi hesabı sonucunda çıkış bilgisi olarak herhangi bir kesitte elde edilen  $\theta_p$  plastik dönme istemine bağlı olarak plastik eğrilik istemi aşağıdaki bağıntı ile hesaplanır.

$$\phi_p = \frac{\theta_p}{L_p} \quad (4.9)$$

Amaca uygun olarak seçilen bir beton modeli ile pekleşmeyi göz önüne alan donatı çeliği modeli kullanılarak, kesitteki eksenel kuvvet istemi altında yapılan analizden elde edilen iki doğrultulu moment eğrilik ilişkisi ile tanımlanan  $\phi_y$  eşdeğer akma eğriliği Denk. (4.9) ile tanımlanan  $\phi_t$  toplam eğrilik istemi elde edilecektir.

$$\phi_p = \phi_y + \phi_t \quad (4.10)$$

Betonarme sistemlerde betonun basınç birim şekil değiştirmesi istemi ile donatı çeliğindeki birim şekil değiştirme istemi Denk. (4.10) ile tanımlanan toplam eğrilik istemine göre moment-eğrilik analizi ile hesaplanır.

#### 4.6.2.6 Betonarme Elemanların Kesit Birim Şekil Değiştirme Kapasiteleri

Beton ve donatı çeliğinin birim şekil değiştirme çinisinde elde edilen deprem istemleri, aşağıda tanımlanan birim şekil değiştirme kapasiteleri ile karşılaştırılarak, kesit düzeyinde taşıyıcı sistem performansı belirlenir

Betonarme şekil değiştirmelerin meydana geldiği betonarme sünek taşıyıcı sistem elemanlarında, çeşitli kesit hasar sınırlarına göre izin verilen şekil değiştirme üst sınırları (kapasite) aşağıda tanımlanmıştır.

(a) *Kesit minimum hasar sınırı(MN)* için kesitin en dış lifindeki beton basınç birim şekil değiştirmesi ile donatı çeliği birim şekil değiştirmesi üst sınırları:

$$(\varepsilon_{cu})_{MN} = 0,0035 \Rightarrow (\varepsilon_s)_{MN} = 0,01 \quad (4.11)$$

(b) *Kesit güvenlik sınırı (GV)* için etriye içindeki bölgenin en dış lifindeki beton basınç birim şekil değiştirmesi ile donatı çeliği birim şekil değiştirmesi üst sınırları:

$$(\varepsilon_{cu})_{MN} = 0,0035 + 0,01(\rho_s / \rho_m) \leq 0,0135 \Rightarrow (\varepsilon_s)_{MN} = 0,04 \quad (4.12)$$

(c) *Kesit göçme sınırı (GÇ)* için etriye içindeki bölgenin en dış lifindeki beton basınç birim şekil değiştirmesi ile donatı çeliği birim şekil değiştirmesi üst sınırları:

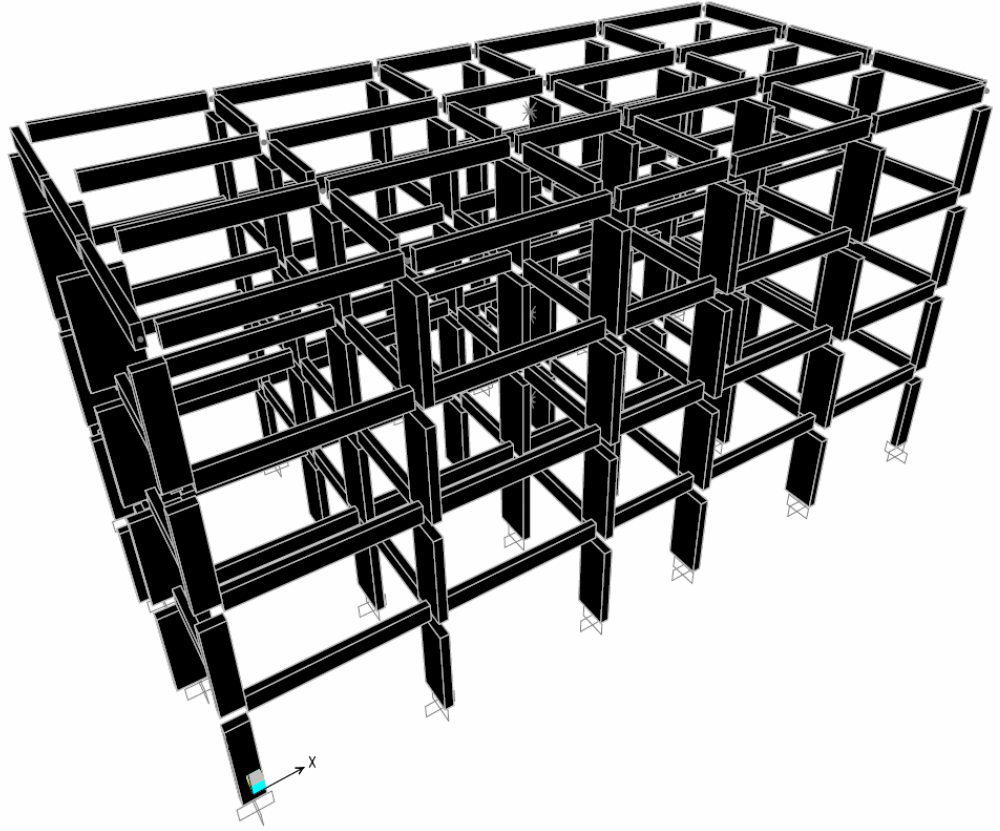
$$(\varepsilon_{cu})_{MN} = 0,004 + 0,014(\rho_s / \rho_m) \leq 0,018 \Rightarrow (\varepsilon_s)_{MN} = 0,06 \quad (4.13)$$

Göz önüne alınan donatıların DBYBHY 2007 3.2.8'e göre “*özel deprem etriyeleri ve çirozları*” olarak düzenlenmiş olması zorunludur.

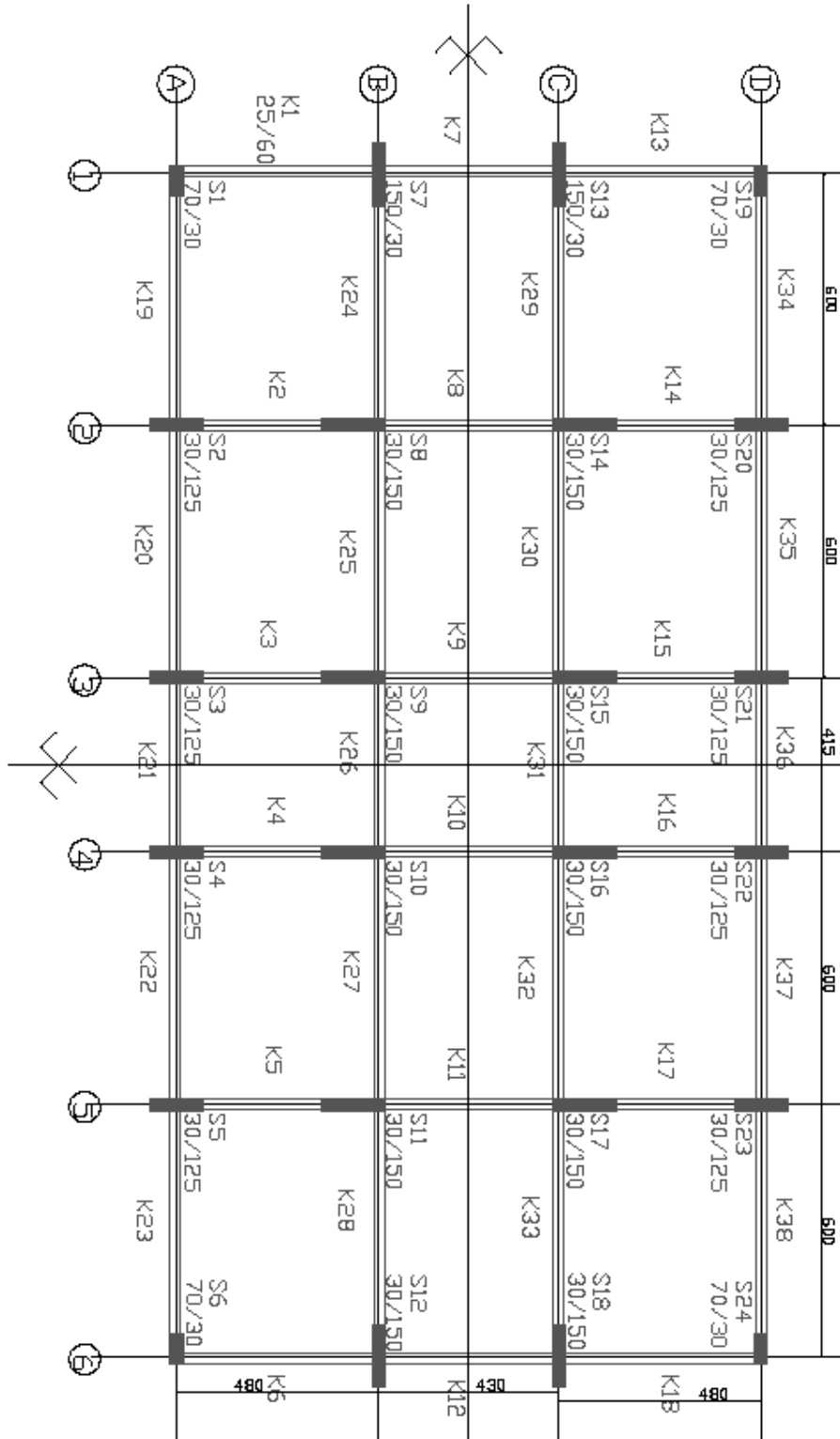
## 5. MEVCUT OKUL BİNASININ PERFORMANSININ DOĞRUSAL ELASTİK HESAP YÖNTEMİYLE BELİRLEMESİ

### 5.1 İncelenen Taşıyıcı Sistem Modeli

İncelenen İlköğretim Okul binası çerçeve sistemden oluşmaktadır. Bu okul binası 1998 Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmeliğine göre projelendirilmiştir. X doğrultusunda 5 açıklıklı Y doğrultusunda 3 açıklıklı ve dört katlı bir tip projedir. Bu okul binasının taşıyıcı sistem modelini Şekil 5.1’de görülmektedir. Ayrıca kalıp planı da Şekil 5.2’de görülmektedir.



Şekil 5.1: Okul binasının üç boyutlu taşıyıcı sistem modeli



Şekil 5.2: Okul Binasının kalıp planı

## 5.2 Genel Yapı Özellikleri

Köşe kolonlar 30×50 cm, X doğrultusunda dış akslardaki kolonlar 30×125'cm ve X doğrultusundaki iç akslarda bulunan kolonlar 30×150 cm'dir. Şekil 5.2'de görülmektedir.

Mevcut okul binasında X ve Y eksenlerindeki bütün kirişler 25×60 cm'dir.

|                                    |                                                                                                                    |
|------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Kat sayısı                         | :Zemin + 3 Kat                                                                                                     |
| Kat yüksekliği                     | :3.8 m                                                                                                             |
| Duvar kalınlığı                    | :19 cm (dış duvarlar), 9 cm (iç duvarlar)                                                                          |
| Döşeme kalınlığı                   | :15 cm                                                                                                             |
| Döşeme tipi                        | :Kirişli plak döşeme                                                                                               |
| Yapı önem katsayısı                | :I=1.4                                                                                                             |
| Hareketli yük katılım katsayısı    | :n=0.3                                                                                                             |
| Etkin yer ivmesi katsayısı         | :A <sub>0</sub> =0.4                                                                                               |
| Yapı davranış katsayısı            | :R=7                                                                                                               |
| Yerel zemin sınıfı                 | :Z3                                                                                                                |
| Spektrum karakteristik periyotları | :T <sub>A</sub> =0.15s , T <sub>B</sub> =0.6s                                                                      |
| Normal kat döşemeleri              | :g = 5.47 kN/m <sup>2</sup><br>:q = 3.50 kN/m <sup>2</sup> (normal sınıf)<br>:q = 5.00 kN/m <sup>2</sup> (koridor) |
| Çatı katı döşemesi                 | :g = 4.57 kN/m <sup>2</sup><br>:q = 2.00 kN/m <sup>2</sup>                                                         |

Binanın doğrusal hesap yöntemiyle değerlendirilmesinde E<sub>c</sub>= 28GPa alınmıştır. Mevcut okul binasının değerlendirilmesinde kullanılacak karakteristikler Tablo 5.1'de verilmiştir.

**Tablo 5.1:** Mevcut yapının özellikleri

| Mevcut Yapının Özellikleri                                                                       | 2007 Deprem Yönetmeliği Parametreleri |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|
| Binanın projesi: Var                                                                             | Deprem bölgesi: 1                     |
| Bilgi düzeyi: Kapsamlı                                                                           | Deprem bölge katsayısı: 0.4           |
| Bilgi düzeyi katsayısı: 1                                                                        | Bina önem katsayısı: 1.4              |
| Donatı gerçekleşme katsayısı: 1                                                                  | Zemin : Z3                            |
| Mevcut beton dayanımı: $f_{cm}=20\text{MPa}$                                                     |                                       |
| Mevcut çelik dayanımı: $f_{yw}=420\text{MPa}$                                                    |                                       |
| Hedeflenen performans düzeyi: Tasarım Depremi için(50yılıda%10), Hemen kullanım, Göçme Önlenmesi |                                       |

### 5.3 Okul Binasının Bilgisayar Modeli

Binanın sistem modeli tamamlandıktan sonra rijit diyafram davranışını her katta kabul edilerek kat seviyelerine diyafram tanımı yapılmıştır. Diyafram üzerine her katın kütle merkezine yatayda X ve Y eksenlerinde hareket serbestliği ve düşeyde Z ekseninde dönme serbestliği tanımlanarak her katın kütlesi ile kat kütle atalet momentleri girilmiştir. Kat serbestlikleri kat kütle merkezinde tanımlanarak ek dış merkezlik tanımlanmıştır. Sistem modellenirken çatlamış kesite ait etkin eğilme rijitlikleri  $(EI)_e$  kullanıldı.

Kirişlerde:  $(EI)_e = 0,4 (EI)_0$

Kolonlarda:  $N_D/(A_c \cdot f_{cm}) \leq 0,10$  olması durumunda:  $(EI)_e = 0,40(EI)_0$

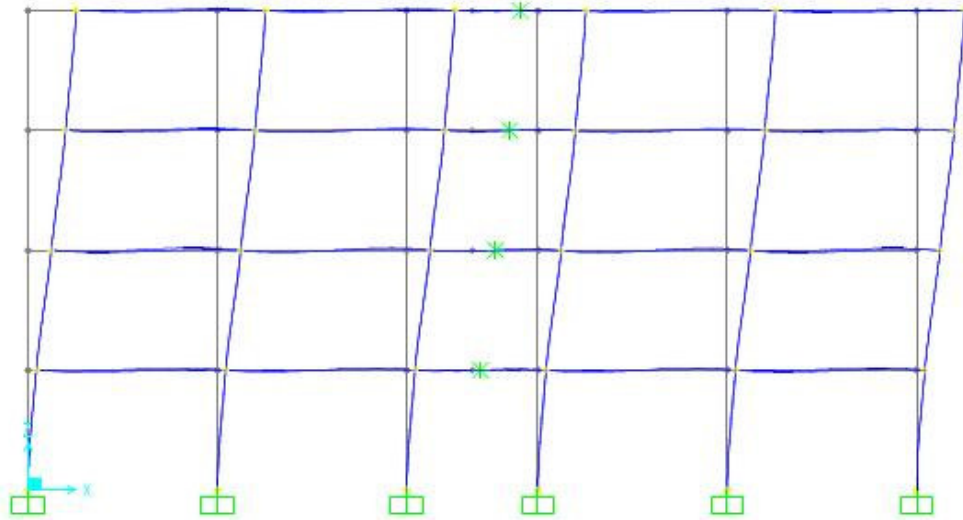
$N_D/(A_c \cdot f_{cm}) \geq 0,40$  olması durumunda:  $(EI)_e = 0,80(EI)_0$

Kat kütlelerinin hesabında sabit yüklerin tamamı, hareketli yüklerin ise hareketli yük katılım katsayısı ( $n = 0,3$ ) değeri dikkate alınarak hesaplanmıştır. Her kat için ayrı ayrı hesaplanan kat ağırlıkları ve kat kütleleri ile atalet momentleri Tablo 5.2’de verilmiştir.

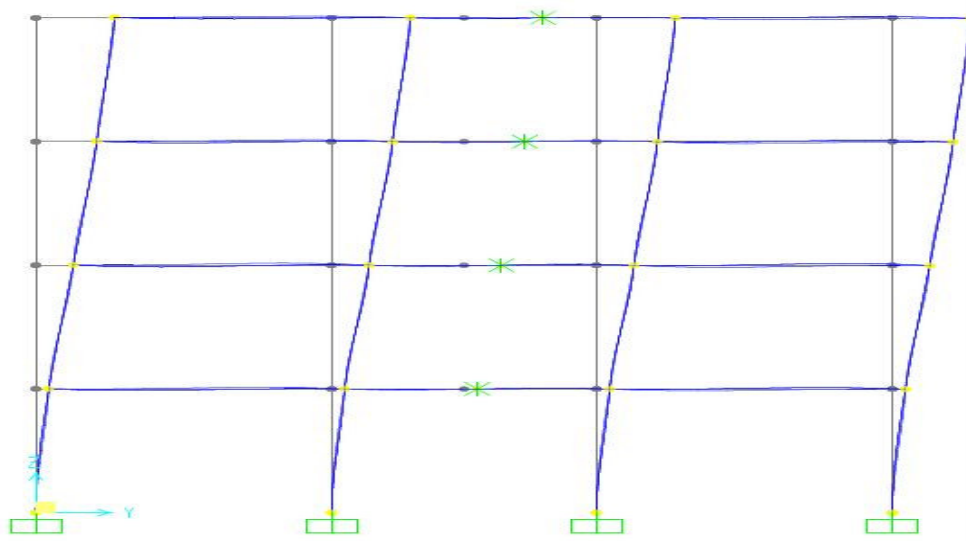
**Tablo 5.2:** Katlara ait toplam kat ağırlıkları, kütleleri ve kütle atalet momentleri

| Kat    | hi (m) | Hi (m) | Wi (kN) | Kat Kütleleri<br>(Mi) kNs <sup>2</sup> /m | Kütle Atalet<br>Momenti<br>(Ii) kNs <sup>2</sup> /m |
|--------|--------|--------|---------|-------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| 4      | 3,8    | 15,2   | 4384,3  | 446,9                                     | 36708,4                                             |
| 3      | 3,8    | 11,4   | 8757,06 | 892,7                                     | 73320,1                                             |
| 2      | 3,8    | 7,6    | 8757,06 | 892,7                                     | 73320,1                                             |
| 1      | 3,8    | 3,8    | 8757,06 | 892,7                                     | 73320,1                                             |
| Toplam |        |        | 30655,5 |                                           |                                                     |

X ve Y Doğrultusu doğal titreşim periyotları, mod şekilleri ve 1. moda ait etkin kütle oranları Şekil 5.3 ve Şekil 5.4’de verilmiştir.



**Şekil 5.3:** 1.moda ait periyot ve etkin kütle oranı  $T_x = 0,956$  s,  $M_{x1} = \% 78$



**Şekil 5.4:** 2. moda ait periyot ve etkin kütle oranı  $T_y = 0,683$  s ,  $M_{y1} = \% 76$

Okul binasının X ve Y doğrultularında 1. titreşim periyotlarının DHYBHY 2007 denklem 2.11'e göre kontrolü;

$$T_1 = 2\pi \left( \frac{\left( \sum_{i=1}^N m_i d_{fi}^2 \right)}{\sum_{i=1}^N F_{fi} d_{fi}} \right)^{1/2} \rightarrow T_{x1}, T_{y1}$$

$$T_x = 2\pi \left( \frac{(447 \times (2,28 \cdot 10^{-6})^2) + (893 \times (6,35 \cdot 10^{-6})^2) + (893 \times (1 \cdot 10^{-5})^2) + (593 \times (1,3 \cdot 10^{-5})^2)}{(0,125 \times 2,28 \cdot 10^{-6}) + (0,25 \times 6,35 \cdot 10^{-6}) + (0,375 \times 1 \cdot 10^{-5}) + (0,25 \times 1,3 \cdot 10^{-5})} \right)^{1/2}$$

$$T_x = 0,956s$$

$$T_x = 2\pi \left( \frac{(447 \times (1,09 \cdot 10^{-6})^2) + (893 \times (3,14 \cdot 10^{-6})^2) + (893 \times (5,2 \cdot 10^{-6})^2) + (593 \times (1,3 \cdot 10^{-5})^2)}{(0,125 \times 1,09 \cdot 10^{-6}) + (0,25 \times 3,14 \cdot 10^{-6}) + (0,375 \times 5,2 \cdot 10^{-6}) + (0,25 \times 6,9 \cdot 10^{-6})} \right)^{1/2}$$

$$T_x = 0,688s$$

X ve Y doğrultusu için taban kesme kuvvetinin hesabı:

$$V_i = \lambda W A(T_i) / R_a T_i$$

$$A(T_i) = A_0 I S(T_i)$$

$$S(T_x) = 2,5 \times (T_b / T_x)^{0,8} = 2,5 \times (0,6 / 0,955)^{0,8} = 1,723$$

$$S(T_y) = 2,5 \times (T_b / T_y)^{0,8} = 2,5 \times (0,6 / 0,683)^{0,8} = 2,254$$

$$V_x = 0,85 \times 0,40 \times 1 \times 1,723 \times 29047,2 / 1 = 17015kN$$

$$V_y = 0,85 \times 0,40 \times 1 \times 2,254 \times 29047,2 / 1 = 22259kN$$

$R_a(T_1) = 1$  ,  $I = 1$  ,  $A_0 = 0,4$  alınarak aşağıdaki eşdeğer deprem yükü yapılmıştır. Ayrıca X ve Y doğrultusunda taban kesme kuvvetleri katlara göre dağılışı Tablo 5.3'te verilmiştir.

**Tablo 5.3:** Eşdeğer deprem yükü ile katlara gelen deprem kuvvetleri

| Kat    | $h_i$ (m) | $H_i$ (m) | $W_i$ (kN) | $W_i.H_i$ | $F_x$ (kN) | $F_y$ (kN) |
|--------|-----------|-----------|------------|-----------|------------|------------|
| 4      | 3,8       | 15,2      | 4513,8     | 68610     | 4577       | 5987       |
| 3      | 3,8       | 11,4      | 8177,8     | 93227     | 6219       | 8136       |
| 2      | 3,8       | 7,6       | 8177,8     | 62151     | 4146       | 542        |
| 1      | 3,8       | 3,8       | 8177,8     | 31076     | 2073       | 2712       |
| Toplam | 15,2      |           | 29047,2    | 255064    | 17015      | 22259      |

#### 5.4 Okul Binası Kirişler için Hasar Durumlarının Belirlenmesi

$$d' = 30 \text{ cm} , d = 600 - 30 = 570 \text{ cm} , b_w = 250 \text{ cm}$$

Seçilen örnek kirişlerden K101 için çekme donatı oranı;

$$\rho = \frac{A_s}{b_w d} = \frac{872}{250 \times 570} = 0,006$$

$$\rho' = \frac{A_s'}{b_w d} = \frac{452}{250 \times 570} = 0,003$$

$$\rho - \rho' = 0,00598 - 0,00317 = 0,003$$

$$\rho_b = 0,0202 > 0,003$$

kesit denge altıdır.

**Tablo 5.4:** 1.Kat Kirişlerinin mesnetlerindeki donatı alanları ve donatı oranı

| Kiriş | $A_{si}$<br>(mm <sup>2</sup> ) | $A_{si}'$<br>(mm <sup>2</sup> ) | $A_{sj}$<br>(mm <sup>2</sup> ) | $A_{sj}'$<br>(mm <sup>2</sup> ) | $\rho_i$ | $\rho_i'$ | $\rho_j$ | $\rho_j'$ | $A_{sw}$<br>(mm <sup>2</sup> ) |
|-------|--------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|----------|-----------|----------|-----------|--------------------------------|
| K101  | 852                            | 452                             | 1328                           | 678                             | 0,0060   | 0,0032    | 0,0093   | 0,0048    | 100                            |
| K102  | 1080                           | 829                             | 628                            | 339                             | 0,0076   | 0,0058    | 0,0044   | 0,0024    | 100                            |
| K103  | 452                            | 226                             | 452                            | 226                             | 0,0032   | 0,0016    | 0,0032   | 0,0016    | 100                            |
| K104  | 452                            | 452                             | 452                            | 452                             | 0,0032   | 0,0032    | 0,0032   | 0,0032    | 100                            |
| K105  | 452                            | 226                             | 565                            | 339                             | 0,0032   | 0,0016    | 0,0040   | 0,0024    | 100                            |
| K106  | 452                            | 226                             | 452                            | 226                             | 0,0032   | 0,0016    | 0,0032   | 0,0016    | 100                            |
| K107  | 452                            | 452                             | 452                            | 452                             | 0,0032   | 0,0032    | 0,0032   | 0,0032    | 100                            |
| K108  | 1080                           | 829                             | 1080                           | 829                             | 0,0076   | 0,0058    | 0,0076   | 0,0058    | 100                            |
| K109  | 452                            | 452                             | 452                            | 452                             | 0,0032   | 0,0032    | 0,0032   | 0,0032    | 100                            |

|      |      |      |      |     |        |        |        |        |     |
|------|------|------|------|-----|--------|--------|--------|--------|-----|
| K110 | 452  | 379  | 452  | 339 | 0,0032 | 0,0027 | 0,0032 | 0,0024 | 100 |
| K111 | 452  | 226  | 452  | 226 | 0,0032 | 0,0016 | 0,0032 | 0,0016 | 100 |
| K112 | 452  | 226  | 452  | 226 | 0,0032 | 0,0016 | 0,0032 | 0,0016 | 100 |
| K113 | 1328 | 678  | 872  | 452 | 0,0093 | 0,0048 | 0,0061 | 0,0032 | 100 |
| K114 | 518  | 339  | 1080 | 829 | 0,0036 | 0,0024 | 0,0076 | 0,0058 | 100 |
| K115 | 452  | 226  | 452  | 226 | 0,0032 | 0,0016 | 0,0032 | 0,0016 | 100 |
| K116 | 452  | 452  | 452  | 452 | 0,0032 | 0,0032 | 0,0032 | 0,0032 | 100 |
| K117 | 678  | 339  | 452  | 226 | 0,0048 | 0,0024 | 0,0032 | 0,0016 | 100 |
| K118 | 452  | 226  | 452  | 226 | 0,0032 | 0,0016 | 0,0032 | 0,0016 | 100 |
| K119 | 1752 | 989  | 989  | 533 | 0,0123 | 0,0069 | 0,0069 | 0,0037 | 100 |
| K120 | 653  | 339  | 854  | 427 | 0,0046 | 0,0024 | 0,0060 | 0,0030 | 100 |
| K121 | 452  | 226  | 452  | 226 | 0,0032 | 0,0016 | 0,0032 | 0,0016 | 100 |
| K122 | 565  | 339  | 565  | 339 | 0,0040 | 0,0024 | 0,0040 | 0,0024 | 100 |
| K123 | 452  | 226  | 452  | 226 | 0,0032 | 0,0016 | 0,0032 | 0,0016 | 100 |
| K124 | 1874 | 1215 | 1407 | 759 | 0,0132 | 0,0085 | 0,0099 | 0,0053 | 100 |
| K125 | 879  | 515  | 829  | 515 | 0,0062 | 0,0036 | 0,0058 | 0,0036 | 100 |
| K126 | 452  | 226  | 452  | 226 | 0,0032 | 0,0016 | 0,0032 | 0,0016 | 100 |
| K127 | 540  | 307  | 734  | 420 | 0,0038 | 0,0022 | 0,0052 | 0,0029 | 100 |
| K128 | 678  | 339  | 533  | 379 | 0,0048 | 0,0024 | 0,0037 | 0,0027 | 100 |
| K129 | 603  | 452  | 1206 | 759 | 0,0042 | 0,0032 | 0,0085 | 0,0053 | 100 |
| K130 | 904  | 452  | 791  | 452 | 0,0063 | 0,0032 | 0,0056 | 0,0032 | 100 |
| K131 | 452  | 226  | 452  | 226 | 0,0032 | 0,0016 | 0,0032 | 0,0016 | 100 |
| K132 | 1005 | 515  | 540  | 402 | 0,0071 | 0,0036 | 0,0038 | 0,0028 | 100 |
| K133 | 678  | 226  | 452  | 735 | 0,0048 | 0,0016 | 0,0032 | 0,0052 | 100 |
| K134 | 1752 | 989  | 989  | 533 | 0,0123 | 0,0069 | 0,0069 | 0,0037 | 100 |
| K135 | 653  | 339  | 854  | 427 | 0,0046 | 0,0024 | 0,0060 | 0,0030 | 100 |
| K136 | 452  | 226  | 452  | 226 | 0,0032 | 0,0016 | 0,0032 | 0,0016 | 100 |
| K137 | 565  | 339  | 565  | 339 | 0,0040 | 0,0024 | 0,0040 | 0,0024 | 100 |
| K138 | 452  | 226  | 452  | 226 | 0,0032 | 0,0016 | 0,0032 | 0,0016 | 100 |

Tablo 5.4 de verilen bilgilerle K101 kirişinin üst moment ve alt moment kapasiteleri;

$$k_1c = \frac{(A_s - A'_s)}{b_w} \frac{f_{yd}}{0,85f_{cd}}$$

$$k_1c = \frac{(852 - 452)}{250} \frac{420}{0,85 \times 20} = 39mm$$

$$M_{r\ddot{u}} = 0,85f_{cd}b_wk_1c \left( d - \frac{k_1c}{2} \right) + A_s f_{yd} (d - d')$$

$$M_{r\ddot{u}} = 0,85 \times 20 \times 250 \times (46) \times (570 - (23)) + 452 \times 420 \times (570 - 30) / 10^6$$

$$M_{r\ddot{u}} = 194,95kNm$$

K101'nolu kirişin kesme kapasiteleri ;

$$V_r = V_c + V_s$$

$$V_c = 0,8 \times 0,65 f_{ctm} b_w d$$

$$V_c = 0,8 \times 0,65 \times 1,6 \times 250 \times 570 / 1000 = 116,0kN$$

$$V_s = A_{sw} f_{yd} / S$$

$$V_s = 100,5 \times 420 \times 570 / (150 \times 1000) = 267,3kN$$

$$V_r = V_c + V_s = 115,98 + 267,3 = 383,26kN$$

$$V_{max} = 0,22 f_{ctm} b_w d$$

$$V_{max} = 0,22 \times 1,6 \times 250 \times 570 = 627,0kN$$

Ek A Tablo A 1'de 4 katlı okul binasının 1. kat kirişlerinin moment ve kesme kuvveti kapasiteleri görülmektedir.

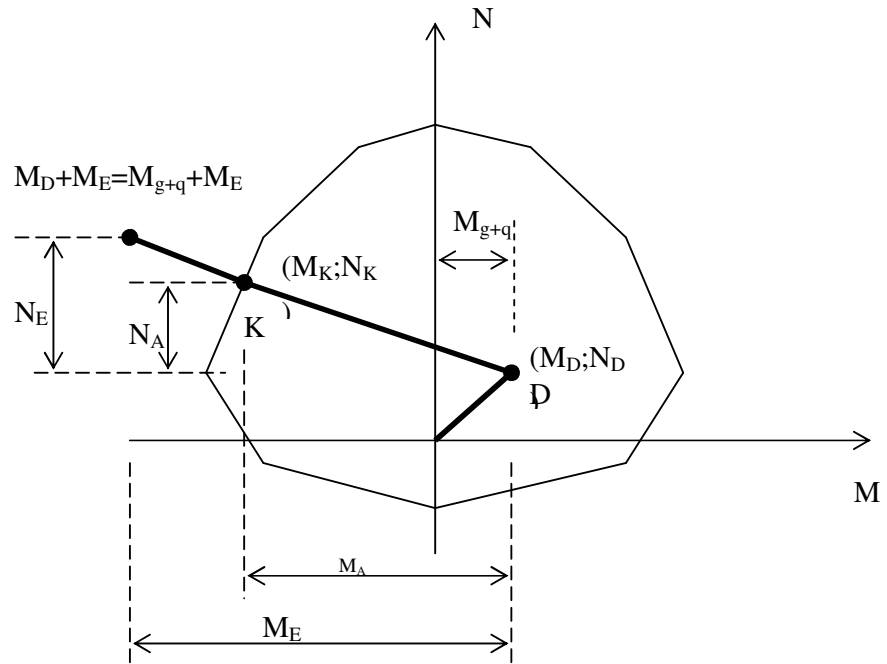
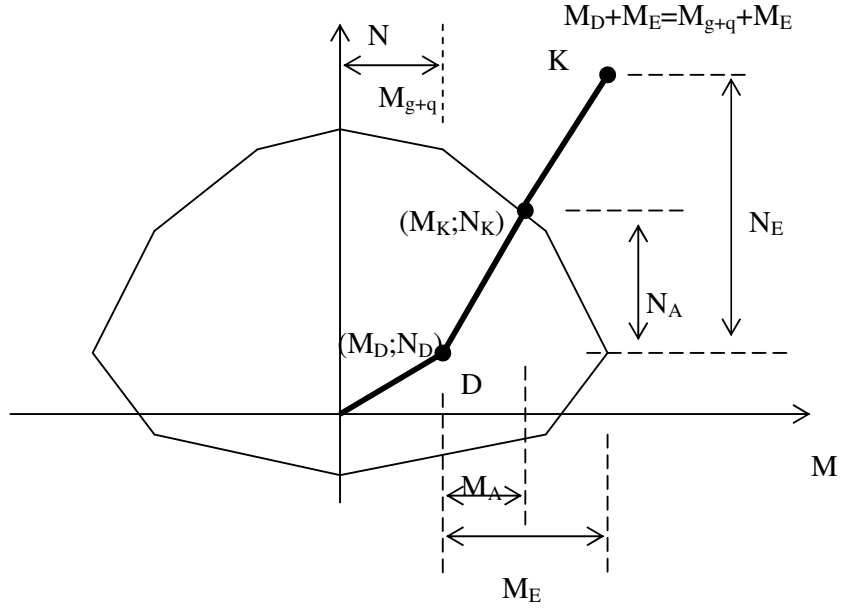
Yapı elemanlarının hasar düzeylerinin belirlenmesinde ilk önce kirişlerden başlanmıştır. Yapının hasar düzeyinin belirlenmesi için deprem kombinasyonu  $F_d=1,0G+1,0Q+1,0E$ 'dur. SAP2000 yapı analiz programı kullanarak bu kombinasyon ve düşey yük kombinasyonu ( $F_d=1,0G+0,3Q$ ) ile elde edilen kesme ve moment değerleri 1. kat kirişleri için aşağıda Tablo A 2'da görülmektedir. Ayrıca bu tablodaki 3'ncü ve 4'ncü sütundaki  $V_d$  kirişlerin i ve j uçlarında düşey yüklerden meydana gelen basit kiriş kesme kuvvetidir.

Yapı elemanlarının hasar düzeylerinin belirlenmesi için DBYBHY 2007'de tanımlanan etki kapasite oranları kirişler için Tablo 5.5'de verilmiştir.

**Tablo 5.5:** Betonarme kirişler için hasar sınırlarını tanımlayan etki/kapasite sınır oranları ( $r_s$ )

| Sünek Kirişler                |           |                                        | Hasar Sınırı |     |    |
|-------------------------------|-----------|----------------------------------------|--------------|-----|----|
| $\frac{\rho - \rho'}{\rho_b}$ | Sargılama | $\frac{V_e}{b_w \cdot d \cdot f_{cm}}$ | MN           | GV  | GÇ |
| $\leq 0.0$                    | Var       | $\leq 0.65$                            | 3            | 7   | 10 |
| $\leq 0.0$                    | Var       | $\geq 1.30$                            | 2.5          | 5   | 8  |
| $\geq 0.5$                    | Var       | $\leq 0.65$                            | 3            | 5   | 7  |
| $\geq 0.5$                    | Var       | $\geq 1.30$                            | 2.5          | 4   | 5  |
| $\leq 0.0$                    | Yok       | $\leq 0.65$                            | 2.5          | 4   | 6  |
| $\leq 0.0$                    | Yok       | $\geq 1.30$                            | 2            | 3   | 5  |
| $\geq 0.5$                    | Yok       | $\leq 0.65$                            | 2            | 3   | 5  |
| $\geq 0.5$                    | Yok       | $\geq 1.30$                            | 1.5          | 2.5 | 4  |

Betonarme sünek kirişler için hasar sınırını tanımlayan  $r_s$  etki/kapasite oranı DBYBHY 2007, 7.5.2.3'te tanımlanmıştır. Sünek kiriş, kolon ve perde kesitlerinin etki kapasite oranı, deprem etkisi altında  $R_a = 1$  alınarak hesaplanan kesit momentlerinin kesit artık momentlerine bölünmesidir. Kesit artık moment kapasitesi ise kesitin eğilme momenti kapasitesi ile düşey yükler altında kesitte hesaplanan moment etkisinin farkıdır.



**Şekil5.5:** Artık moment kapasitesinin şekil üzerinde gösterilmesi

$r_s = \frac{M_E}{M_K - M_D}$  Etki kapasite oranının kirişlerde ve kolonlarda **Şekil5.5**'da gösterildiği gibi karşılıklı etkileşim diyagramından pratik olarak hesaplanabilir. Kirişlerde eksenel kuvvet olmadığı için kiriş moment kapasitesi  $M_r = M_k$  'dır.

K101 kirişi için i ve j ucu için  $F_d = 1,0G + 1,0Q + 1,0E$  deprem kombinasyonunun X ve Y, pozitif ve negatif olmak üzere r (etki/kapasite oranı)'leri;

$$r = \frac{M_E}{M_K - M_D}$$

i ucu için r (etki/kapasite oranı);

$$r_{iXP} = \frac{-2,44}{-94,1 - (-41)} = 0,05$$

$$r_{iXN} = \frac{2,44}{194,95 - (-41)} = 0,01$$

$$r_{iYP} = \frac{424,65}{194,95 - (-41)} = 1,80$$

$$r_{iYN} = \frac{-424,65}{-94,1 - (-41)} = 7,99$$

j ucu için r (etki/kapasite oranı);

$$r_{jXPDP} = \frac{2,67}{300,61 - (-67,49)} = 0,01$$

$$r_{jXNDP} = \frac{-2,67}{-136,81 - (-67,49)} = 0,04$$

$$r_{jYPDP} = \frac{-423,82}{-136,81 - (-67,49)} = 6,11$$

$$r_{jYNDP} = \frac{423,82}{300,61 - (-67,49)} = 1,15$$

Kiriş moment kapasiteleri Tablo A 1'de görülmektedir. Aynı işlem tüm kirişlere uygulanır. 1.kat kirişlerinin (etki/kapasite) oranlarını Tablo A 3'deki gibi olmaktadır.

Bina performans düzeyini tespit edebilmek için kirişlerin hasar sınırlarını tanımlayan

$r_s$  hesaplanmalıdır.  $r_s$  değerlerini bulmak için her bir kirişin  $\frac{V_e}{b_w df_{ctm}}$  ve  $\frac{\rho - \rho'}{\rho_b}$

değerleri hesaplanır. Daha sonra  $r_s$  değerleri Tablo 5.5 göre iterasyon yapılarak bulunur.

$V_e$  ve  $\rho_b$  değerleri K101 kirişi için hesaplanırsa;

$$V_e = V_{dy} \pm (M_{pi} + M_{pj}) / l_n$$

Kiriş uçlarında kesin bir hesap yapılmadığı sürece pekleşmeli taşıma gücü momenti  $M_{pi} \cong 1,4 M_{ri}$  ,  $M_{pj} \cong 1,4 M_{rj}$  olarak alınabilir. Ama DBYBHY 2007 7.5.2.2 (a) da belirtildiği üzere mevcut binaların değerlendirilmesinde  $M_{pi} \cong M_{ri}$  ,  $M_{pj} \cong M_{rj}$  olarak taşıma gücü momentleri kullanılır.  $V_{dy}$  ise kirişlerin i ve j uçlarında düşey yüklerden

meydana gelen basit kiriş kesme kuvvetidir.

$V_e$ , moment kapasitelerine karşı gelen kesme kuvvetini K101'nolu kiriş için i ucunda;

$$V_e = V_{dy} \pm (M_{pi} + M_{pj}) / l_n$$

$$V_{eiXP} = -92,03 \pm (194,95 + 136,81) / 4,8 = 161,14 kN$$

$$V_{eiXN} = -92,03 \pm (94,15 + 300,61) / 4,8 = 174,27 kN$$

$$V_{eiYP} = -92,03 \pm (194,95 + 136,81) / 4,8 = 161,14 kN$$

$$V_{eiYN} = -92,03 \pm (94,15 + 300,61) / 4,8 = 174,27 kN$$

$V_e$ , moment kapasitelerine karşı gelen kesme kuvvetini K101'nolu kiriş için j ucunda;

$$V_e = V_{dy} \pm (M_{pi} + M_{pj}) / l_n$$

$$V_{ejXP} = -92,03 \pm (194,95 + 136,81) / 4,8 = 161,14 kN$$

$$V_{ejXN} = -92,03 \pm (94,15 + 300,61) / 4,8 = 174,27 kN$$

$$V_{ejYP} = -92,03 \pm (194,95 + 136,81) / 4,8 = 161,14 kN$$

$$V_{ejYN} = -92,03 \pm (94,15 + 300,61) / 4,8 = 174,27 kN$$

Ek A Tablo A 4'da 4 katlı okul binası için, 1. kat kirişlerin  $V_e$  moment kapasitelerine karşı gelen kesme kuvvetleri görülmektedir.

$$\rho_{bal} = (0,85 \beta_1 f_{cm} / f_{ym}) . 600 / (600 + f_{ym})$$

$$\rho_{bal} = (0,85 \times 0,85 \times 20 / 420) . 600 / (600 + 420) = 0,0202$$

Tablo 5.5'i kullanarak  $r_s$  değerlerini bulmak için her bir kirişin  $\frac{V_e}{b_w df_{ctm}}$  ve  $\frac{\rho - \rho'}{\rho_b}$  değerleri hesaplanır. 1. kat kiriş kesitleri için bu değerler Ek A. Tablo A 5 ve Tablo A 6'da görülmektedir. Mevcut binadaki yapı elemanlarının hepsi yönetmelikte tanımlanan sargılama kurallarına uymaktadır. Ayrıca kirişlerin sünek yada gevrek olduğuna karar verilmesi gerekmektedir.

$V_e \leq V_r$  olması durumunda kirişler sünek davrandığı kabul edilir.

$$V_{eX} \leq V_r \Rightarrow 161,14 \leq 383,26 kN$$

$$V_{eY} \leq V_r \Rightarrow 174,27 \leq 383,26 kN$$

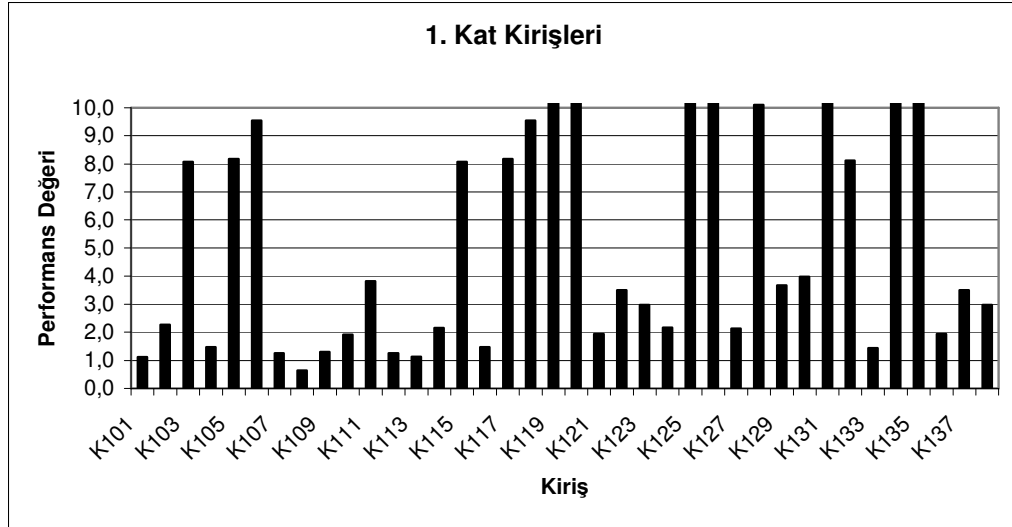
K101'nolu kirişi sünek davranmaktadır. Bu işlem bütün kirişler için tekrarlanır. Daha sonra Tablo 5.5'i kullanılarak elde edilen  $\frac{V_e}{b_w df_{ctm}}$  ve  $\frac{\rho - \rho'}{\rho_b}$  değerlerinin yardımıyla

iterasyonlar yapılarak elde edilen  $r$  parametresini  $i$  ucu için, Ek A. Tablo A 5 ve  $j$  ucu için Tablo A 6’da görülmektedir.

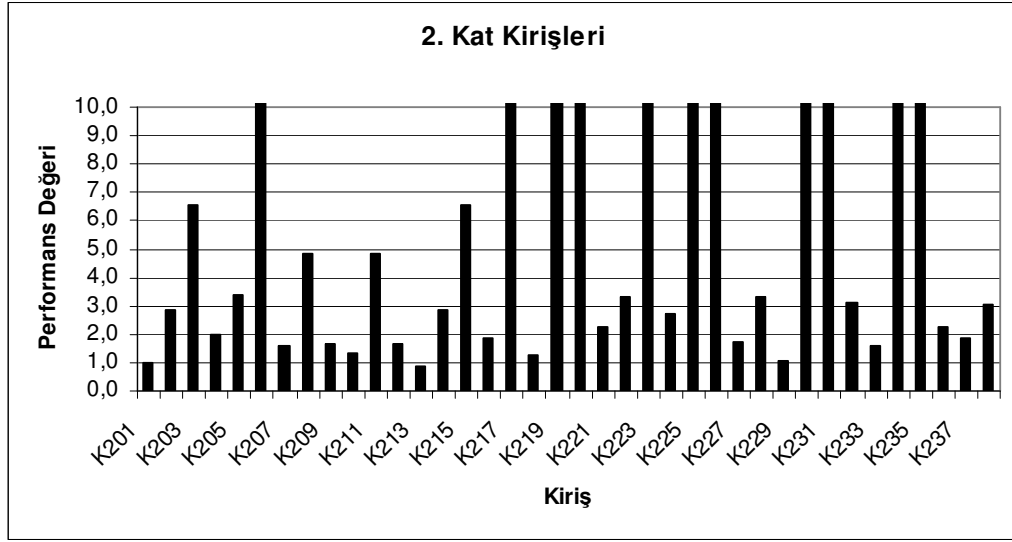
Tablo A 3’de hesaplanan  $r$  (etki/kapasite oranı)’ ile Tablo A 5 ve Tablo A 6’da elde edilen  $r_s$  ile kıyaslayarak kesit performansı hakkında karar verilmiş olur.

$r/r_s > 1$  ise kiriş göçme durumunda ve 1’in altında ise kiriş gerekli dayanıma sahiptir. 4 katlı olarak modellenen okul binasının kirişlerin hasar durumları Ek A. Tablo A 7’de görülmektedir. Herhangi bir kesitin performansı değeri belirlenirken,  $i$  ve  $j$  ucunda maksimum olan performans değeri o kesitin performans değeri olduğu için, bir kesitte sadece bir tane performans değeri alınmıştır.

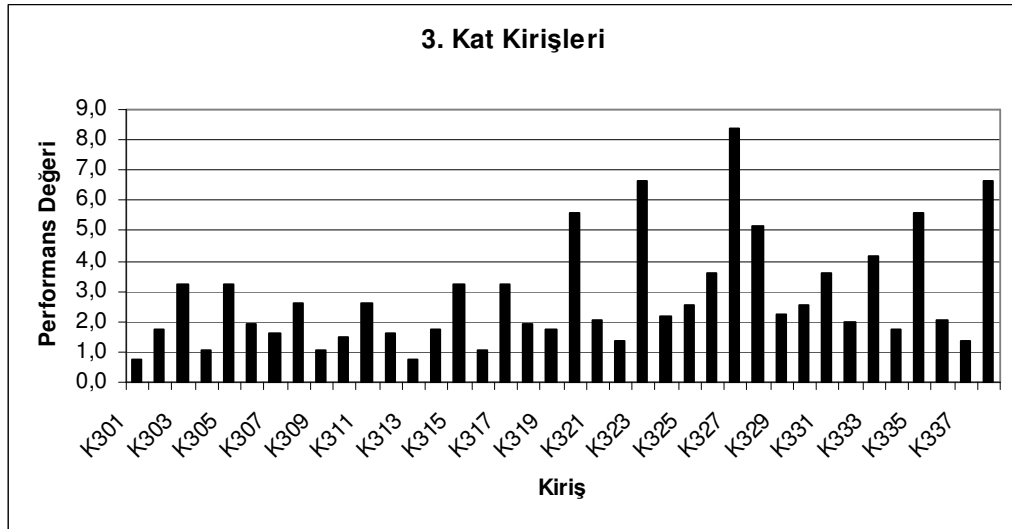
4 katı olarak modellenmiş okul binasının bütün kat kirişlerinin performans değerlerinin karşılaştırması katlara göre dağılımı Şekil 5.6 Şekil 5.7 Şekil 5.8 ve Şekil 5.9, performans değerleri dağılımı Tablo 5.6 görülmektedir. Bu tablolarda performans değeri 10’un üstünde olan kirişlerin performans değerleri, tabloyu daha iyi anlamak için 10 değerinden kesildiği için görülmemektedir.



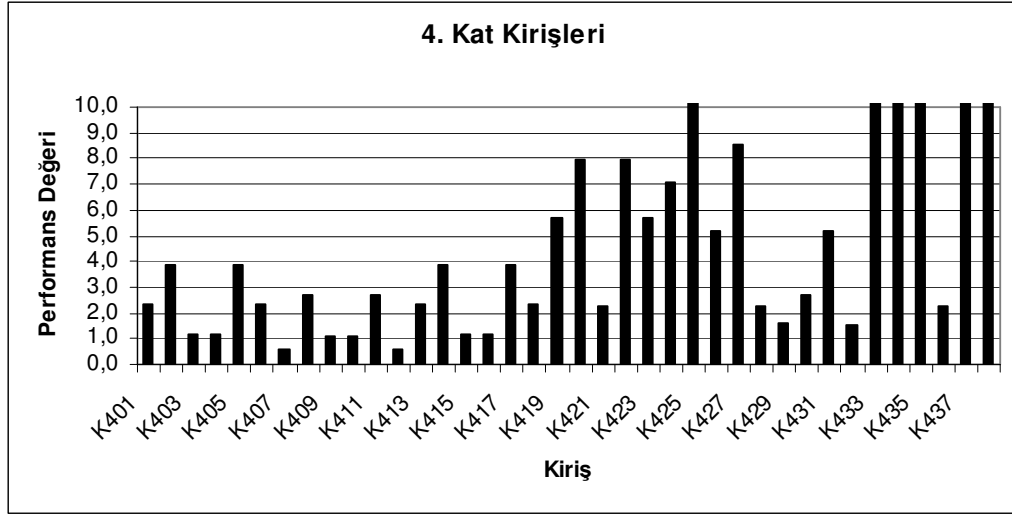
**Şekil 5.6:** 1. kat kirişleri performans değerleri (4 katlı)



**Şekil 5.7:** 2. kat kirişleri performans değerleri (4 katlı)



**Şekil 5.8:** 3. kat kirişleri performans değerleri (4 katlı)

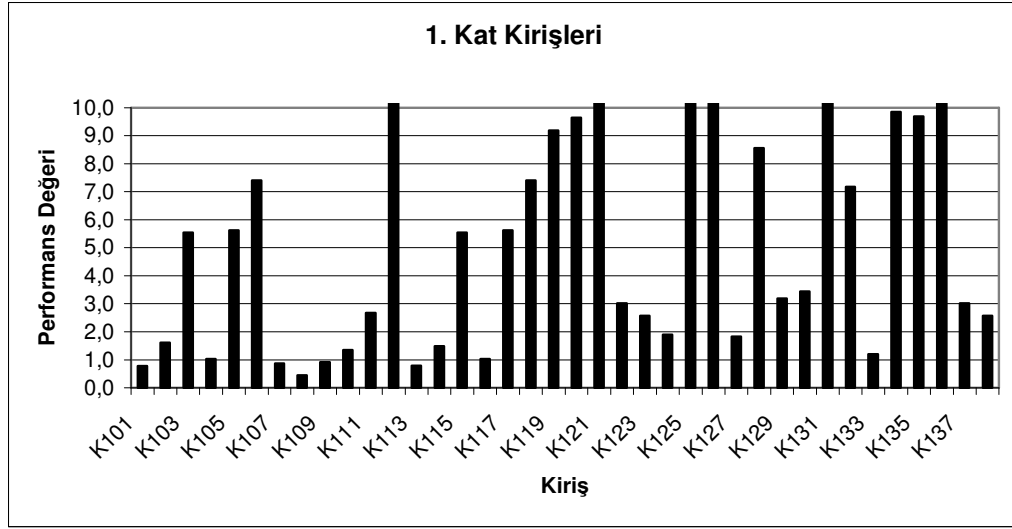


**Şekil 5.9:** 4. kat kirişleri performans değerleri (4katlı)

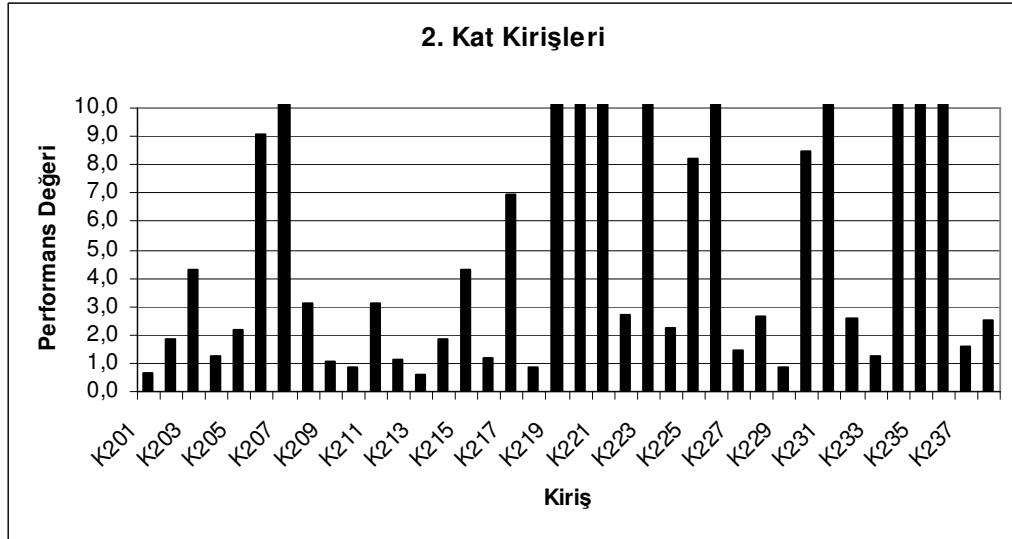
**Tablo 5.6:** 4 katlı mevcut okul binasının kiriş hasar durumları dağılımı (4 katlı)

| Kat    | Toplam Eleman Sayısı | MN            | GV  | GÇ  | MN%    | GV% | GÇ% |
|--------|----------------------|---------------|-----|-----|--------|-----|-----|
|        |                      | Eleman Sayısı |     |     | Oran % |     |     |
| 1      | 38                   | 38            | 37  | 37  | 100    | 97  | 97  |
| 2      | 38                   | 38            | 38  | 36  | 100    | 100 | 95  |
| 3      | 38                   | 38            | 38  | 36  | 100    | 100 | 95  |
| 4      | 38                   | 38            | 36  | 36  | 100    | 95  | 95  |
| Toplam | 152                  | 152           | 149 | 145 | 100    | 98  | 95  |

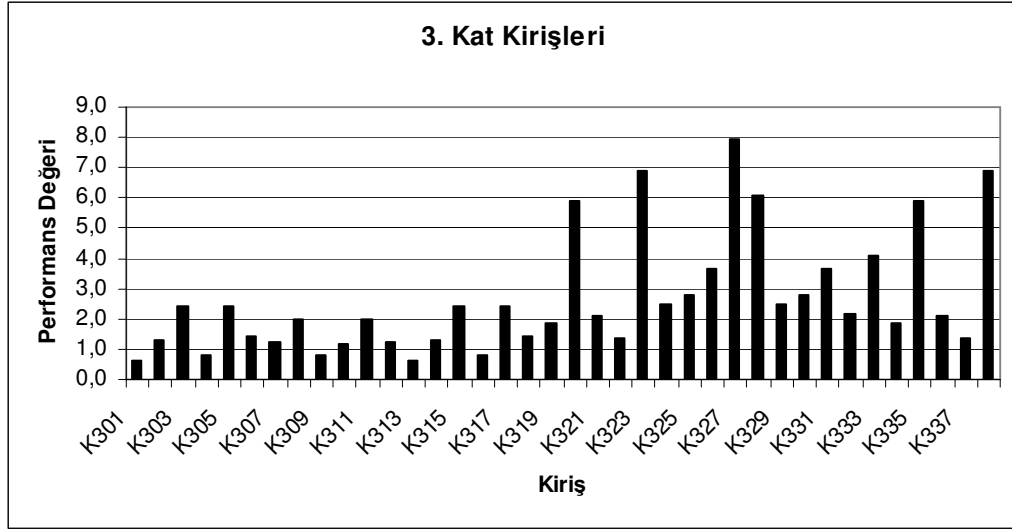
Dört katlı olan okul binası için yapılan bu performans analizi aynı modelleme tanımlarıyla üç katlı olarak ta performans analizi yapılmıştır. Okul binasının üç katlı modelinin kiriş kesitleri, katlara göre performans değerleri karşılaştırması Şekil 5.10, Şekil5.11 ve Şekil5.12, performans değerleri dağılımı Tablo 5.7 'te gösterilmektedir.



**Şekil 5.10:** 1. kat kirişleri performans değerleri (3 katlı)



**Şekil5.11:** 2. kat kirişleri performans değerleri (3 katlı)

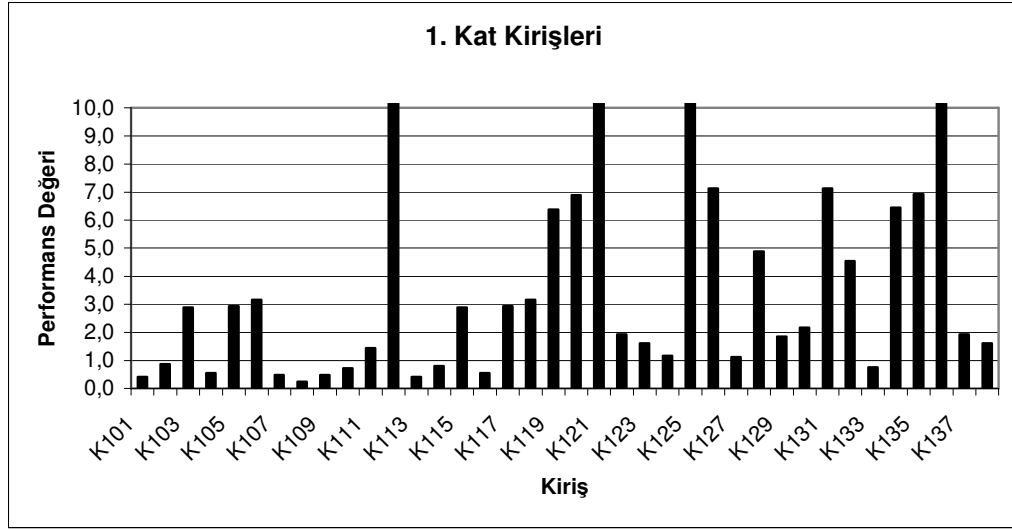


**Şekil5.12:** 3. kat kirişleri performans değerleri (3 katlı)

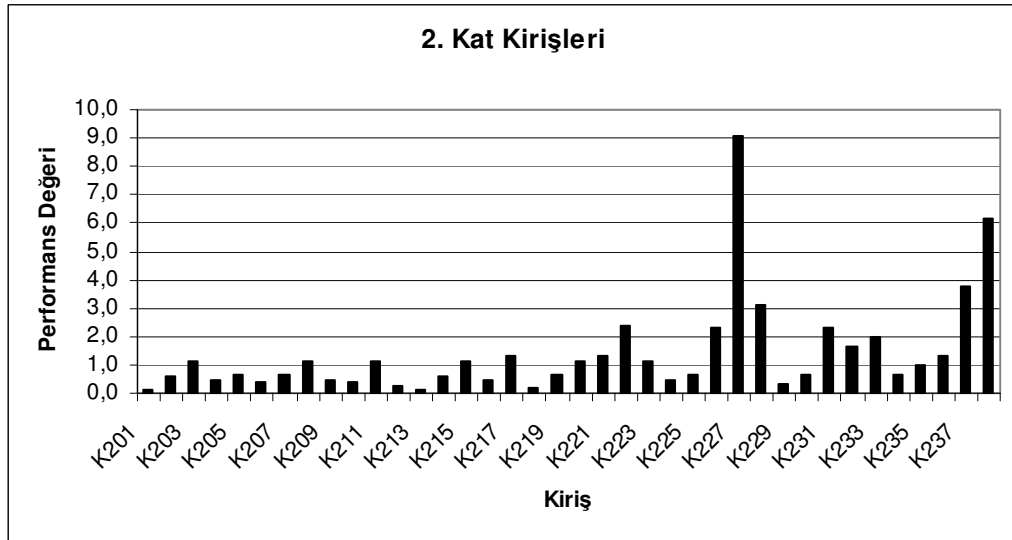
**Tablo 5.7:** 3 katlı olarak çözümlenen okul binasının kiriş hasar durumları dağılımı (3 katlı)

| Kat    | Toplam Eleman Sayısı | MN            | GV  | GÇ | MN%    | GV% | GÇ% |
|--------|----------------------|---------------|-----|----|--------|-----|-----|
|        |                      | Eleman Sayısı |     |    | Oran % |     |     |
| 1      | 38                   | 38            | 37  | 33 | 100    | 97  | 87  |
| 2      | 38                   | 38            | 36  | 33 | 100    | 95  | 87  |
| 3      | 38                   | 38            | 36  | 33 | 100    | 95  | 87  |
| Toplam | 114                  | 114           | 109 | 99 | 100    | 96  | 87  |

Aynı modelleme tanımlarıyla iki katlı olarak modellenen ve performans analizi yapılan okul binasının iki katlı modelinin kiriş kesitleri, katlara göre performans değerleri karşılaştırması Şekil5.13 Şekil5.14’de performans değerleri dağılımı Tablo 5.8’te görülmektedir



**Şekil5.13:** 1. kat kirişleri performans değerleri (2 katlı)



**Şekil5.14:** 2. kat kirişleri performans değerleri (2 katlı)

**Tablo 5.8:** 2 katlı olarak çözümlenen okul binasının kiriş hasar durumları dağılımı (2 katlı)

| Kat    | Toplam Eleman Sayısı | MN            | GV | GÇ | MN%    | GV% | GÇ% |
|--------|----------------------|---------------|----|----|--------|-----|-----|
|        |                      | Eleman Sayısı |    |    | Oran % |     |     |
| 1      | 38                   | 35            | 28 | 25 | 92     | 74  | 66  |
| 2      | 38                   | 31            | 19 | 12 | 82     | 50  | 32  |
| Toplam | 76                   | 66            | 47 | 37 | 87     | 62  | 49  |

## 5.5 Okul Binası Kolonları için Hasar Durumlarının Belirlenmesi

Okul binasının kolonlarının hasar düzeylerinin belirlerken kirişlerle aynı deprem ve düşey yüklemelerini kullanacaktır. Performans analizini yapılan binaların her bir kesit için X ve Y deprem doğrultularında, depremin pozitif ve negatif yönleri için, 2 ve 3 kesit yerel eksenlerinde performans düzeyleri belirlenecektir. Yapıda 4 farklı tipte kolon vardır ve bu kolonlar Şekil5.2’de görülmektedir. Tablo 5.9’de mevcut kolonların özellikleri verilmiştir. Okul binasının dört katının da kolonları aynı özelliktedir.

**Tablo 5.9:** Mevcut okul binasını kolon özellikleri

| Kolon | $b_w$ (mm) | $d$ (mm) | $h$ (mm) | $A_{swx}$ (mm <sup>2</sup> ) | $A_{swy}$ (mm <sup>2</sup> ) | $S$ (mm) | $A_s$ (mm <sup>2</sup> ) |
|-------|------------|----------|----------|------------------------------|------------------------------|----------|--------------------------|
| S101  | 700        | 275      | 300      | 200                          | 150                          | 100      | 2143                     |
| S102  | 30         | 1225     | 1250     | 150                          | 350                          | 100      | 3789                     |
| S103  | 30         | 1225     | 1250     | 150                          | 350                          | 100      | 3789                     |
| S104  | 30         | 1225     | 1250     | 150                          | 350                          | 100      | 3789                     |
| S105  | 30         | 1225     | 1250     | 150                          | 350                          | 100      | 3789                     |
| S106  | 700        | 275      | 300      | 200                          | 150                          | 100      | 2143                     |
| S107  | 1500       | 275      | 300      | 400                          | 150                          | 100      | 4405                     |
| S108  | 300        | 1475     | 1500     | 150                          | 400                          | 100      | 4405                     |
| S109  | 300        | 1475     | 1500     | 150                          | 400                          | 100      | 4405                     |
| S110  | 300        | 1475     | 1500     | 150                          | 400                          | 100      | 4405                     |
| S111  | 300        | 1475     | 1500     | 150                          | 400                          | 100      | 4405                     |
| S112  | 1500       | 275      | 300      | 400                          | 150                          | 100      | 4405                     |
| S113  | 1500       | 275      | 300      | 400                          | 150                          | 100      | 4405                     |
| S114  | 300        | 1475     | 1500     | 150                          | 400                          | 100      | 4405                     |
| S115  | 300        | 1475     | 1500     | 150                          | 400                          | 100      | 4405                     |
| S116  | 300        | 1475     | 1500     | 150                          | 400                          | 100      | 4405                     |
| S117  | 300        | 1475     | 1500     | 150                          | 400                          | 100      | 4405                     |
| S118  | 1500       | 275      | 300      | 400                          | 150                          | 100      | 4405                     |
| S119  | 700        | 275      | 300      | 200                          | 150                          | 100      | 2143                     |
| S120  | 30         | 1225     | 1250     | 150                          | 350                          | 100      | 3789                     |
| S121  | 30         | 1225     | 1250     | 150                          | 350                          | 100      | 3789                     |
| S122  | 30         | 1225     | 1250     | 150                          | 350                          | 100      | 3789                     |
| S123  | 30         | 1225     | 1250     | 150                          | 350                          | 100      | 3789                     |
| S124  | 700        | 275      | 300      | 200                          | 150                          | 100      | 2143                     |

S101’olu kolonun kesme kapasiteleri ;

$$V_r = V_c + V_s = 0,8V_{cr} + V_w$$

$$V_c = 0,8 \times 0,65 f_{cm} b_w d$$

$$V_c = 0,8 \times 0,65 \times 1,6 \times 700 \times 275 / 1000 = 160,16 kN$$

$$V_w = A_{sw} f_{ym} d / S$$

$$V_w = 200 \times 420 \times 570 / (100 \times 1000) = 231,00 kN$$

$$V_r = V_c + V_s = 160,16 + 231,00 = 391,16 kN$$

Seçilen 4 farklı tip kolon için kesme kapasiteleri X ve Y depremi yönünde Tablo 5.10’de verilmiştir.

**Tablo 5.10:** Dört farklı tip kolon için kesme kapasiteleri

| Kolon | Deprem Yönü | $V_{cr}(kN)$ | $V_c(kN)$ | $V_w(kN)$ | $V_r(kN)$ |
|-------|-------------|--------------|-----------|-----------|-----------|
| S101  | X           | 200,2        | 160,2     | 154       | 314,2     |
|       | Y           | 210,6        | 168,5     | 283,5     | 452       |
| S102  | X           | 382,2        | 305,8     | 593,7     | 899,4     |
|       | Y           | 357,5        | 286       | 311       | 597       |
| S107  | X           | 429          | 343,2     | 308       | 651,2     |
|       | Y           | 210,6        | 168,5     | 283,5     | 452       |
| S108  | X           | 460,2        | 368,2     | 619,5     | 987,7     |
|       | Y           | 429          | 343,2     | 308       | 651,2     |

Kesitlerin hasar düzeyinin belirlenmesi için kirişlerle aynı deprem kombinasyonu  $F_d=1,0G+1,0Q+1,0E$  ‘nu ve düşey yük kombinasyonu ( $F_d =1,0G +0,3Q$ ) ile elde edilen eksenel, kesme ve moment değerleri aşağıda 4 katlı okul binasının 1. kat kolonları için Ek A. Tablo A 8’de görülmektedir.

Yapı elemanlarının hasar düzeylerinin belirlenmesi için DBYBHY 2007’de tanımlanan etki kapasite oranları kolonlar için Tablo 5.11’de verilmiştir.

**Tablo 5.11:** Betonarme kolonlar için hasar sınırlarını tanımlayan etki/kapasite oranları ( $r_s$ )

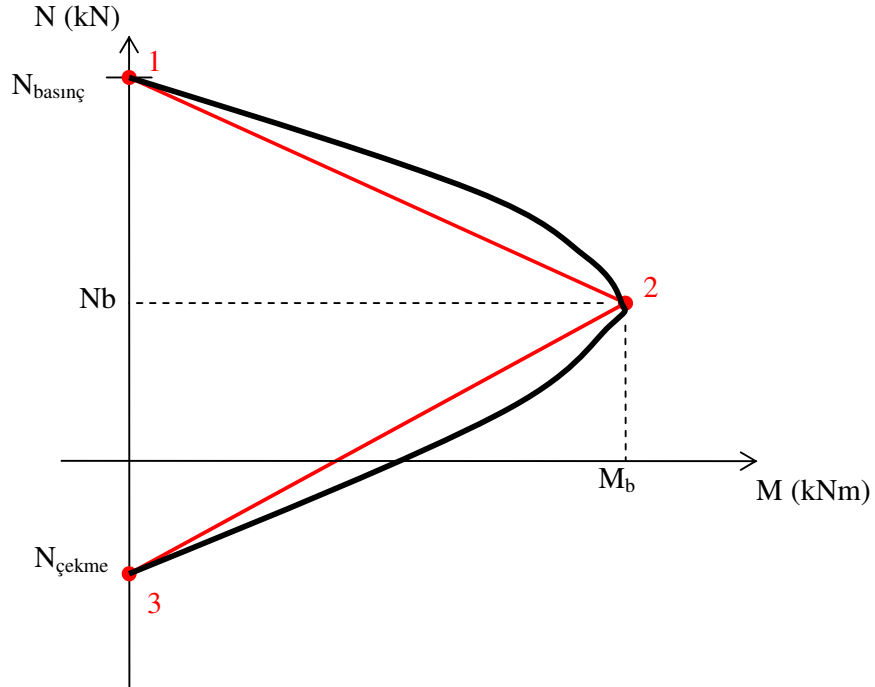
| Sünek Kolonlar                 |           |                                           | Hasar Sınırı |     |     |
|--------------------------------|-----------|-------------------------------------------|--------------|-----|-----|
| $\frac{N_k}{A_c \cdot f_{cm}}$ | Sargılama | $\frac{V_e}{b_w \cdot d \cdot f_{ctm}}$ " | MN           | GV  | GÇ  |
| $\leq 0.1$                     | Var       | $\leq 0.65$                               | 3            | 6   | 8   |
| $\leq 0.1$                     | Var       | $\geq 1.30$                               | 2.5          | 5   | 6   |
| $\geq 0.4$ ve $\leq 0.7$       | Var       | $\leq 0.65$                               | 2            | 4   | 6   |
| $\geq 0.4$ ve $\leq 0.7$       | Var       | $\geq 1.30$                               | 1,5          | 2,5 | 3,5 |
| $\leq 0.1$                     | Yok       | $\leq 0.65$                               | 2            | 3.5 | 5   |
| $\leq 0.1$                     | Yok       | $\geq 1.30$                               | 1.5          | 2.5 | 3.5 |
| $\geq 0.4$ ve $\leq 0.7$       | Yok       | $\leq 0.65$                               | 1.5          | 2   | 3   |
| $\geq 0.4$ ve $\leq 0.7$       | Yok       | $\geq 1.30$                               | 1            | 1.5 | 2   |
| $\geq 0.7$                     | -         | -                                         | 1            | 1   | 1   |

Betonarme kolonlar için hasar sınırını tanımlayan  $r_s$  etki/kapasite oranı DBYBHY 2007, 7.5.2.3’te tanımlanmıştır. Sünek kiriş, kolon ve perde kesitlerinin etki kapasite

oranı, deprem etkisi altında  $R_a = 1$  alınarak hesaplanan kesit momentlerinin kesit artık momentlerine bölünmesidir. Kesit artık moment kapasitesi ise kesitin eğilme momenti kapasitesi ile düşey yükler altında kesitte hesaplanan moment etkisinin farkıdır.

$$r = \frac{M_E}{M_K - M_D}$$

Etki kapasite oranının kirişlerde ve kolonlarda Şekil5.5'te gösterildiği gibi karşılıklı etkileşim diyagramından pratik olarak hesaplanabilir. Kolonlarda her yükleme için eksenel kuvvet yükleme durumuna göre değiştiği için kolonlarda karşılıklı etkileşim diyagramı kullanılarak kolon  $M_K$  eğilme kapasitesi hesaplanabilir. Bunun pratik olarak hesaplayabilmek için PCACOL programı kullanılarak kolonların karşılıklı etkileşim diyagramları elde edilmiştir. Kesiti 70/30 cm olan kolon için PCACOL programı kullanılarak elde edilen karşılıklı etkileşim diyagramı Şekil5.15 de gösterilmiştir.



**Şekil5.15:** Karşılıklı etkileşim diyagramının idealleştirilmesi

Eğer bir eğriden oluşan karşılıklı etkileşim diyagramını Şekil5.15'deki gibi

idealleştirilirse başlangıç ve bitiş noktası belli iki adet doğru elde edilir ve bu doğruların denklemlerini bularak pratik bir şekilde herhangi bir eksenel yük altındaki kolonun eğilme kapasitesini elde edilebilir. Bu yaklaşım yapıldığında  $M_k$  ve  $N_k$  kapasite değerlerinin gerçeğiyle çok yakın olduğu görülmektedir.

1-2 doğrusu denklemi;

$$1 \text{ noktasını koordinatları} \quad N = N_{\text{mak}} \quad M = 0$$

$$2 \text{ noktasının koordinatları} \quad N = N_b \quad M = M_b$$

$$aM + b = N$$

$$a \times 0 + b = N_{\text{basnç}}$$

$$aM_b + b = N_b$$

$$\text{Bu iki denklemin çözümü ile 1-2 doğrusu denklemi : } \left( \frac{M_b - N_{\text{basnç}}}{N_b} \right) M + N_{\text{basnç}} = N$$

olarak bulunur.

2-3 doğrusu denklemi;

$$2 \text{ noktası koordinatları} \quad N = N_b \quad M = N_b$$

$$3 \text{ noktası koordinatları} \quad N = -N_{\text{ç}} \quad M = 0$$

$$2-3 \text{ doğrusu denklemi : } \left( \frac{M_b - N_{\text{basnç}}}{N_b} \right) M + N_{\text{basnç}} = N \text{ olarak bulunur.}$$

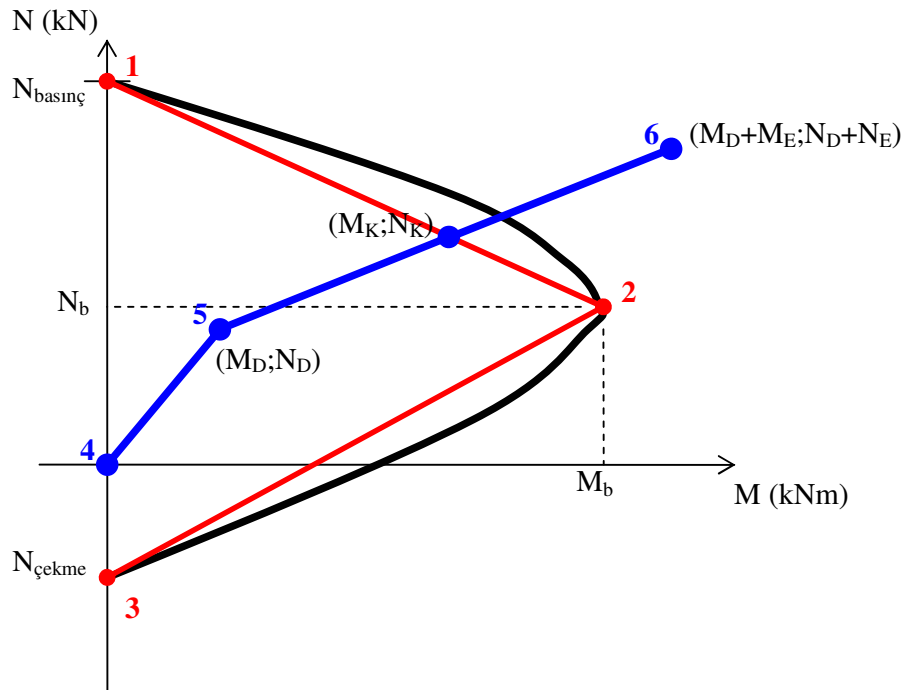
Okul binası kolonlarının kesitlerinin her biri için X ve Y yönü depremleri için karşılıklı etkileşim diyagramlarını idealleştiren doğru denklemleri Tablo 5.12’de görülmektedir.

**Tablo 5.12:** Mevcut binanın kolonlarının her biri için X ve Y yönü depremleri için karşılıklı etkileşim diyagramlarını idealleştiren doğru denklemleri

| 70/30 (cm) X  |         |       |   |          | 70/30 (cm) Y  |         |       |   |          |
|---------------|---------|-------|---|----------|---------------|---------|-------|---|----------|
|               | M (kNm) | N(kN) |   | aM+b=N   |               | M (kNm) | N(kN) |   | aM+b=N   |
| 1             | 0       | -4432 | a | 13,14    | 1             | 0       | -4432 | a | 5,03     |
| 2             | 219     | -1555 | b | -4432,00 | 2             | 529     | -1769 | b | -4432,00 |
| 2             | 219     | -1555 | a | -11,21   | 2             | 529     | -1769 | a | -5,04    |
| 3             | 0       | 899   | b | 899,00   | 3             | 0       | 899   | b | 899,00   |
| 150/30 (cm) X |         |       |   |          | 150/30 (cm) Y |         |       |   |          |
|               | M (kNm) | N(kN) |   | aM+b=N   |               | M (kNm) | N(kN) |   | aM+b=N   |
| 1             | 0       | -9425 | a | 13,36    | 1             | 0       | -9425 | a | 2,40     |
| 2             | 457     | -3320 | b | -9425,00 | 2             | 2358    | -3758 | b | -9425,00 |

|               |         |       |   |          |               |         |       |   |          |
|---------------|---------|-------|---|----------|---------------|---------|-------|---|----------|
| 2             | 457     | -3320 | a | -11,31   | 2             | 2358    | -3758 | a | -2,38    |
| 3             | 0       | 1850  | b | 1850,00  | 3             | 0       | 1850  | b | 1850,00  |
| 30/125 (cm) X |         |       |   |          | 30/125 (cm) Y |         |       |   |          |
|               | M (kNm) | N(kN) |   | aM+b=N   |               | M (kNm) | N(kN) |   | aM+b=N   |
| 1             | 0       | -7902 | a | 2,86     | 1             | 0       | -7902 | a | 12,88    |
| 2             | 1664    | -3141 | b | -7902,00 | 2             | 398     | -2776 | b | -7902,00 |
| 2             | 1664    | -3141 | a | -2,84    | 2             | 398     | -2776 | a | -10,97   |
| 3             | 0       | 1591  | b | 1591,00  | 3             | 0       | 1591  | b | 1591,00  |
| 30/150 (cm) X |         |       |   |          | 30/150 (cm) Y |         |       |   |          |
|               | M (kNm) | N(kN) |   | aM+b=N   |               | M (kNm) | N(kN) |   | aM+b=N   |
| 1             | 0       | -9425 | a | 2,40     | 1             | 0       | -9425 | a | 13,36    |
| 2             | 2358    | -3758 | b | -9425,00 | 2             | 457     | -3320 | b | -9425,00 |
| 2             | 2358    | -3758 | a | -2,38    | 2             | 457     | -3320 | a | -11,31   |
| 3             | 0       | 1850  | b | 1850,00  | 3             | 0       | 1850  | b | 1850,00  |

Her iki doğrultuda idealleştirilen karşılıklı etkileşim diyagramlarından doğru denklemini elde edildiğine göre, kolonların maruz kaldığı herhangi bir eksenel yük için eğilme momenti kapasitesi bulabilir. Şekil5.16'de deprem ve düşey yükleri karşılıklı etkileşim diyaframı üzerinde görülmektedir.



**Şekil5.16:** Karşılıklı etkileşim diyagramında düşey ve deprem yükleri

Aynı şekilde 4-5 ve 5-6 doğrularının denklemleri bulunur.

4-5 doğrususu denklemi;

4 noktasının koordinatları;  $N = 0$   $M = 0$

5 noktası koordinatları;  $N = -N_D$   $M = M_D$

$$a \times 0 + b = 0$$

$$aM_D + b = N_D$$

4-5 doğrusu denklemi :  $\left( \frac{M_D}{N_D} \right) M = N$  olarak bulunur.

5-6 doğrusu denklemi;

5 noktasının koordinatları;  $N = -N_D$   $M = M_D$

6 noktasının koordinatları;  $N = -N_E$   $M_n = M_E$

$$aM_D + b = N_D$$

$$a \times M_E + b = N_E$$

4-5 doğrusu denklemi :  $\frac{M_D(N_E M_D - N_D M_E)}{M_D - M_E} M + \frac{(N_E M_D - N_D M_E)}{M_D - M_E} = N$  olarak

bulunur. Şekil5.16'da görülen bütün doğruların denklemleri elde edilmiş olur. 5-6 ile 1-2 doğrularının denklemlerini eşitleyerek ( $M_K$ ;  $N_K$ ) noktasının koordinatlarını bulunur. 4 katlı okul binası için 1. kat kolonları için  $M_K$ ;  $N_K$  kapasiteleri Ek A. Tablo A 9'da görülmektedir.

S101 kolon kesiti için i ve j ucu için  $F_d=1,0G+1,0Q+1,0E$  deprem kombinasyonunun X ve Y doğrultularında, pozitif, negatif deprem için r (etki/kapasite oranı)'ları hesaplanırsa ;

$$r = \frac{M_E}{M_K - M_D}$$

i ucu için kolunu 2 eksen r (etki/kapasite oranı);

$$r_{2iYP} = \frac{246,29}{174,02 - (-12,75)} = 1,41$$

$$r_{2iYN} = \frac{-246,29}{-270,16 - (-12,75)} = 0,48$$

j ucu için r (etki/kapasite oranı);

$$r_{3jXP} = \frac{242,93}{106,45 - (47,81)} = 4,14$$

$$r_{3jXN} = \frac{-242,93}{-158,21 - (-41)} = 0,61$$

$M_E$  deprem momenti eğrinin içerisinde ise etki/kapasite oranının 1 den küçük olacağı

açıktır. Aynı işlemleri yapılarak elde edilen  $r$  (etki/kapasite) oranları 1 . kat kolonları için Ek A. Tablo A 10 'da elde edilmektedir.

Kolon hasar seviyelerini tespit edebilmek için, kirişlerin hasar sınırlarını tanımlayan  $r_s$  (etki/kapasite) sınır değerlerinin hesaplaması gerekir. Tablo 5.11'de  $r_s$  değerlerini iterasyon yaparak bulmak için her bir kolonun  $\frac{V_e}{b_w d f_{ctm}}$  ve  $\frac{N_k}{A_c f_{cm}}$  değerleri hesaplanır. Daha sonra  $r_s$  değerleri bu tabloya göre iterasyon yaparak bulunur.

$V_e$  değerlerini S101 kolon kesiti için hesaplandığında;

$$V_e = (M_{p\ddot{u}} + M_{pa}) / l_n$$

Kolon uçlarında deprem yüklemeleri için eksenel yükler biliniyor. Bu eksenel yüklerden idealleştirilen karşılıklı etkileşim diyagramını kullanarak elde edilen kolon moment alt ve üst uç kapasiteleri Ek A. Tablo A 9'de görülmektedir.

$V_e$  Kesme kapasitelerini S101'nolu kolon için hesaplandığında;

$$V_e = (M_{p\ddot{u}} + M_{pa}) / l_n$$

$$V_{eXP} = (139,4 + 136,0) / 3,8 = 72,5kN$$

$$V_{eXN} = (495,5 + 498,7) / 3,8 = 261,6kN$$

$$V_{eYP} = (68,9 + 67,5) / 3,8 = 35,9kN$$

$$V_{eYN} = (201,0 + 199,6) / 3,8 = 105,4kN$$

Birleşim bölgesi kontrolünü: 4 katlı olan okul binasının birinci kat birleşimleri için birleşim bölgesi kontrolü DBYBHY 2007 3.4'e göre yapıldı ve Tablo 5.13 elde edildi. Tablo 5.13 görüldüğü gibi okul binasında birleşim bölgesi kontrolü sağlanmaktadır.

**Tablo 5.13:** birleşim bölgesi kontrolü (4 katlı)

| Kesit | Kuşatılma<br>(X) | Kuşatılma<br>(Y) | $V_{ex}$<br>(kN) | $V_{ey}$<br>(kN) | $V_{rx}$<br>(kN) | $V_{ry}$<br>(kN) | $V_{ex}/V_{rx}$ | $V_{ey}/V_{ry}$ |
|-------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|-----------------|-----------------|
| S101  | var              | yok              | 521,3            | 232,2            | 2520             | 1890             | 0,2             | 0,1             |
| S102  | yok              | var              | 611,1            | 454,3            | 3375             | 4500             | 0,2             | 0,1             |
| S103  | yok              | var              | 525,9            | 138,3            | 3375             | 4500             | 0,2             | 0,0             |
| S104  | yok              | var              | 303,7            | 257,0            | 3375             | 4500             | 0,1             | 0,1             |
| S105  | yok              | var              | 348,7            | 137,7            | 3375             | 4500             | 0,1             | 0,0             |
| S106  | var              | yok              | 47,6             | 113,5            | 2520             | 1890             | 0,0             | 0,1             |
| S107  | var              | yok              | 473,9            | 858,4            | 5400             | 4050             | 0,1             | 0,2             |
| S108  | yok              | var              | 907,3            | 493,6            | 4050             | 5400             | 0,2             | 0,1             |
| S109  | yok              | var              | 505,1            | 204,0            | 4050             | 5400             | 0,1             | 0,0             |
| S110  | yok              | var              | 275,1            | 165,7            | 4050             | 5400             | 0,1             | 0,0             |

|      |     |     |        |        |      |      |      |      |
|------|-----|-----|--------|--------|------|------|------|------|
| S111 | yok | var | 492,9  | 144,0  | 4050 | 5400 | 0,1  | 0,0  |
| S112 | var | yok | -375,0 | 279,9  | 5400 | 4050 | -0,1 | 0,1  |
| S113 | var | yok | 73,3   | 497,2  | 5400 | 4050 | 0,0  | 0,1  |
| S114 | yok | var | 432,2  | 197,4  | 4050 | 5400 | 0,1  | 0,0  |
| S115 | yok | var | 458,9  | -192,3 | 4050 | 5400 | 0,1  | 0,0  |
| S116 | yok | var | 278,8  | -73,6  | 4050 | 5400 | 0,1  | 0,0  |
| S117 | yok | var | 686,1  | -132,3 | 4050 | 5400 | 0,2  | 0,0  |
| S118 | var | yok | -417,5 | 259,9  | 5400 | 4050 | -0,1 | 0,1  |
| S119 | var | yok | 521,3  | 378,5  | 2520 | 1890 | 0,2  | 0,2  |
| S120 | yok | var | 611,1  | -41,0  | 3375 | 4500 | 0,2  | 0,0  |
| S121 | yok | var | 525,9  | -371,3 | 3375 | 4500 | 0,2  | -0,1 |
| S122 | yok | var | 303,7  | -371,3 | 3375 | 4500 | 0,1  | -0,1 |
| S123 | yok | var | 348,7  | -370,7 | 3375 | 4500 | 0,1  | -0,1 |
| S124 | var | yok | 47,6   | 158,0  | 2520 | 1890 | 0,0  | 0,1  |

Okul binasının 4 katlı modelinin 1. kat kolonları için  $V_e$  kesme kapasitelerini Ek A. Tablo A 11’de görülmektedir.

S101 için  $\frac{V_e}{b_w df_{ctm}}$  ve  $\frac{N_k}{A_c f_{cm}}$  değerleri;

$$XN \Rightarrow \frac{V_e}{b_w df_{ctm}} = \frac{189,72}{700 \times 275 \times 1,6} = 0,616 \quad YN \Rightarrow \frac{V_e}{b_w df_{ctm}} = \frac{79,30}{300 \times 675 \times 1,6} = 0,245$$

$$XP_{2i} \Rightarrow \frac{N_k}{A_c f_{cm}} = \frac{-905,32 \times 1000}{300 \times 700 \times 20} = -0,216 \quad XP_{3j} \Rightarrow \frac{N_k}{A_c f_{cm}} = \frac{938,51 \times 1000}{300 \times 700 \times 20} = 0,223$$

$$YP_{2j} \Rightarrow \frac{N_k}{A_c f_{cm}} = \frac{886,72 \times 1000}{300 \times 700 \times 20} = -0,211 \quad YP_{3j} \Rightarrow \frac{N_k}{A_c f_{cm}} = \frac{293,83 \times 1000}{300 \times 700 \times 20} = 0,070$$

1. kat kolonları için yukarıdaki gibi elde edilen  $\frac{V_e}{b_w df_{ctm}}$  ve  $\frac{N_k}{A_c f_{cm}}$  değerleri Ek A.

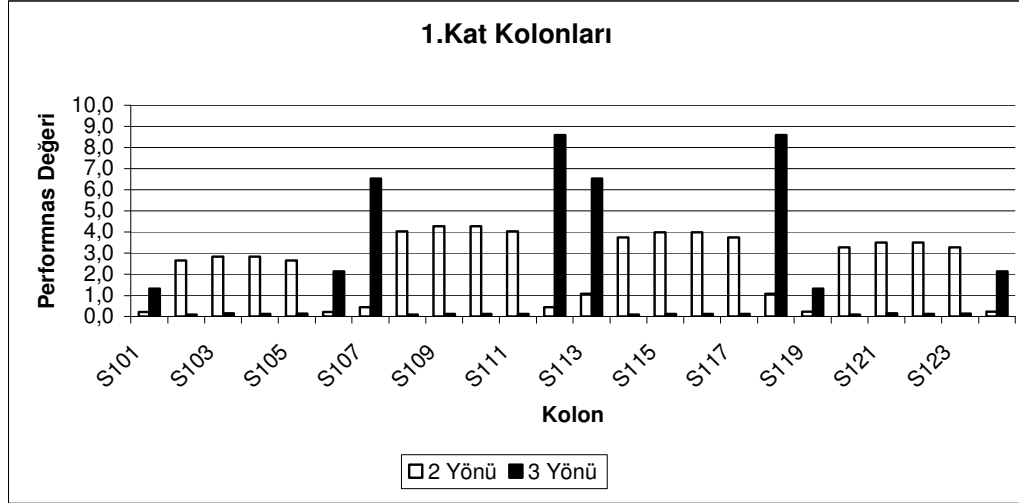
Tablo A 12’de görülmektedir. S101’nolu kirişi sünek davranmaktadır. Tablo A 12’yi kullanarak,  $\frac{V_e}{b_w df_{ctm}}$  ve  $\frac{N_k}{A_c f_{cm}}$  değerlerinin yardımıyla iterasyonlar yapılarak elde

edilen MN ,GV ve GÇ sınır değerleri i ucu için Tablo A 13 ve j ucu için Tablo A 14’de görülmektedir.

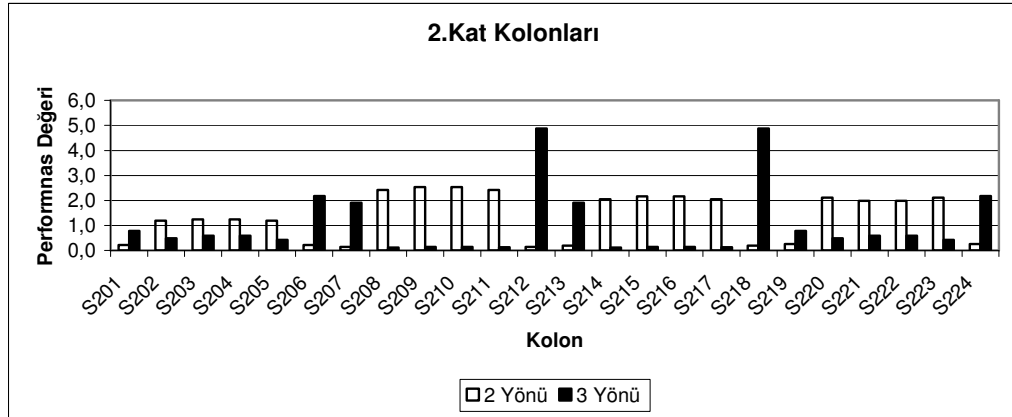
Tablo A 10’de hesaplanan r (etki/kapasite oranı) ile Tablo A 13 ve Tablo A 14’de elde edilen  $r_s$  değerine bölerek kolon hasar durumu hakkında karar verilmiş olur.  $r/r_s > 1$  ise kolon gerekli performansı sağlamamakta ve 1’in altında ise kiriş gerekli dayanıma sahiptir. Kolon kesitlerinin performans değerleri 2 ve 3 yerel eksenlerinde X ve Y, pozitif ve negatif deprem doğrultularında hesaplandığında Ek A. Tablo A 15 elde edilir.

Mevcut okul binasının performans değerleri GÇ hasar sınırı için ve performans

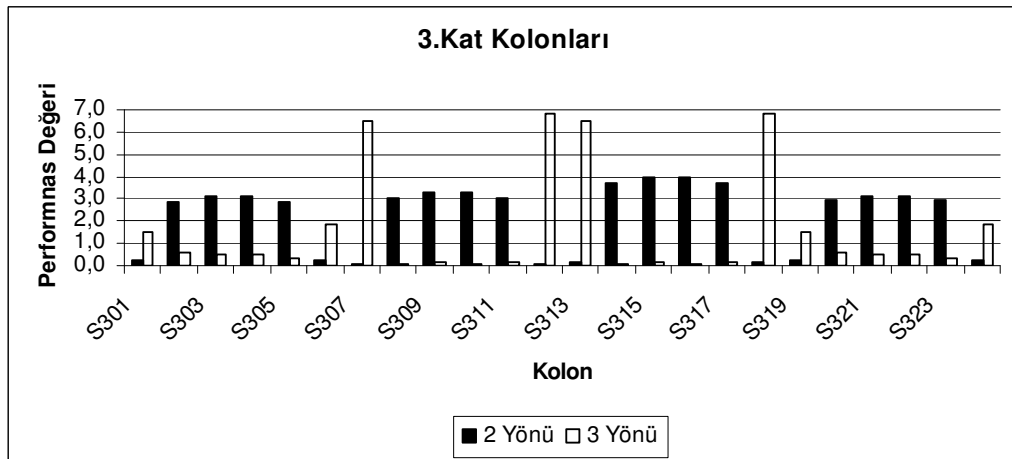
değerleri dağılımı Şekil5.17, Şekil5.18, Şekil5.19 ve Şekil5.20’de görülmektedir. Okul binasının kolon kesitlerinin performans değerleri dağılımı Tablo 5.14’da görülmektedir.



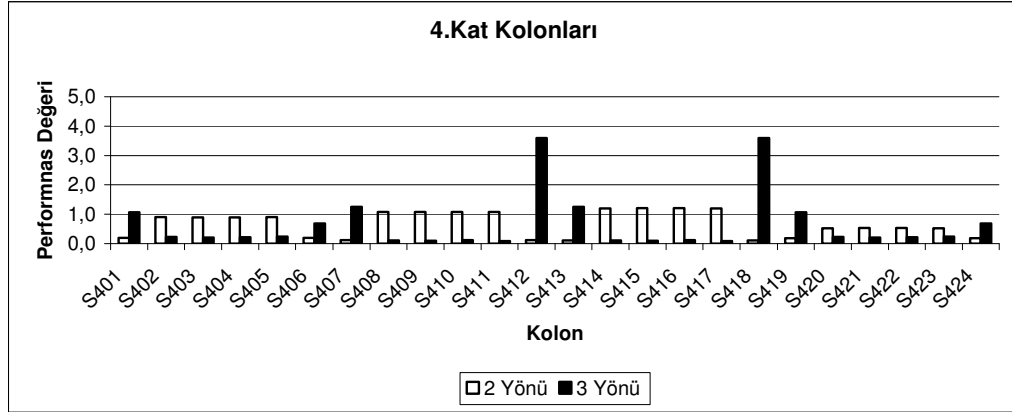
**Şekil5.17:** 1. kat kolonları performans değerleri (GÇ) (4 Katlı)



**Şekil5.18:** 2. kat kolonları performans değerleri (GÇ) (4 Katlı)



**Şekil5.19:** 3. kat kolonları performans değerleri (GÇ) (4 Katlı)



**Şekil5.20:** 4. kat kolonları performans değerleri (GÇ) (4 Katlı)

**Tablo 5.14:** Kolon kesitlerinin performans değerleri dağılımı (4 Katlı)

| Kat    | Toplam<br>Eleman Sayısı | MN <sub>2</sub> | GV <sub>2</sub> | GÇ <sub>2</sub> | MN <sub>3</sub> | GV <sub>3</sub> | GÇ <sub>3</sub> | MN     | GV  | GÇ  |
|--------|-------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|--------|-----|-----|
|        |                         | Eleman Sayısı   |                 |                 | Eleman Sayısı   |                 |                 | Oran % |     |     |
|        |                         |                 |                 |                 |                 |                 |                 |        |     |     |
| 1      | 24                      | 18              | 18              | 18              | 8               | 8               | 8               | 100    | 100 | 100 |
| 2      | 24                      | 16              | 16              | 16              | 8               | 8               | 6               | 100    | 100 | 92  |
| 3      | 24                      | 16              | 16              | 16              | 8               | 8               | 8               | 100    | 100 | 100 |
| 4      | 24                      | 16              | 12              | 8               | 8               | 6               | 6               | 100    | 75  | 58  |
| Toplam | 96                      | 66              | 62              | 58              | 32              | 30              | 28              | 100    | 96  | 90  |

Mevcut okul binasının performansının doğrusal elastik yöntemle belirlenmesi:

Kiriş ve kolonlarda kesit hasar durumları;

- Doğrusal elastik analizi yapılan okul binasının kiriş kesitlerinin %96'i ileri hasar bölgesinde,
- Doğrusal elastik analizi yapılan okul binasının kolon kesitlerinin %90'sı göçme bölgesinde,
- Mevcut okul binasının doğrusal elastik olan performans analizi yapıldığında Bina göçme öncesi performans düzeyini sağlamamakta ve tasarım depremi için göçme

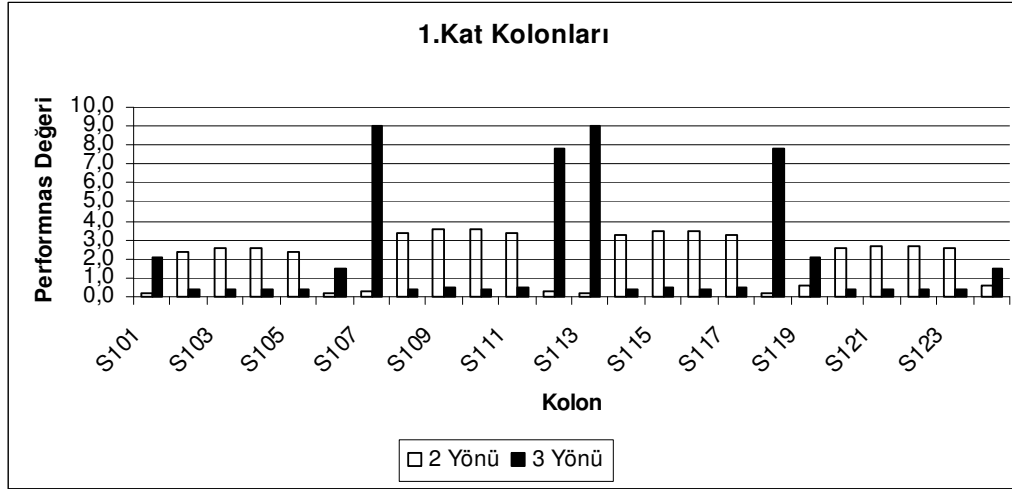
durumundadır.

- Görelî kat ötelenmesi kontrolü;

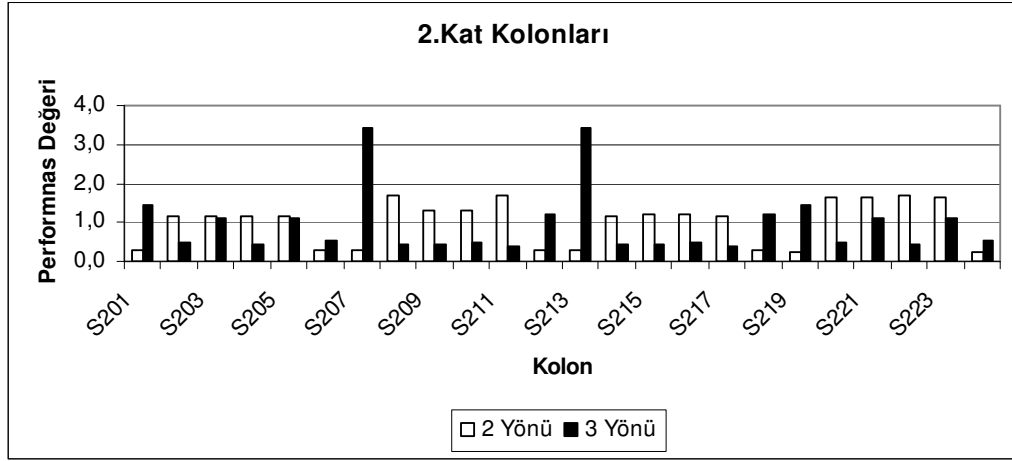
**Tablo 5.15:** Görelî kat ötelenmesi kontrolü (4 katlı)

| Kat   | $h_i$ | Görelî Kat<br>Ötelenmesi (X) |                     | Görelî Kat<br>Ötelenmesi (Y) |                     | Hasar<br>Sınırı |
|-------|-------|------------------------------|---------------------|------------------------------|---------------------|-----------------|
|       |       | $\delta_{imax}$              | $\delta_{imax}/h_i$ | $\delta_{imax}$              | $\delta_{imax}/h_i$ |                 |
| 1.Kat | 3,8   | 0,039                        | 0,0103              | 0,024                        | 0,0064              | <0,03           |
| 2.Kat | 3,8   | 0,070                        | 0,0184              | 0,046                        | 0,0121              | <0,03           |
| 3.Kat | 3,8   | 0,067                        | 0,0176              | 0,047                        | 0,0123              | <0,03           |
| 4.Kat | 3,8   | 0,052                        | 0,0136              | 0,039                        | 0,0102              | <0,03           |

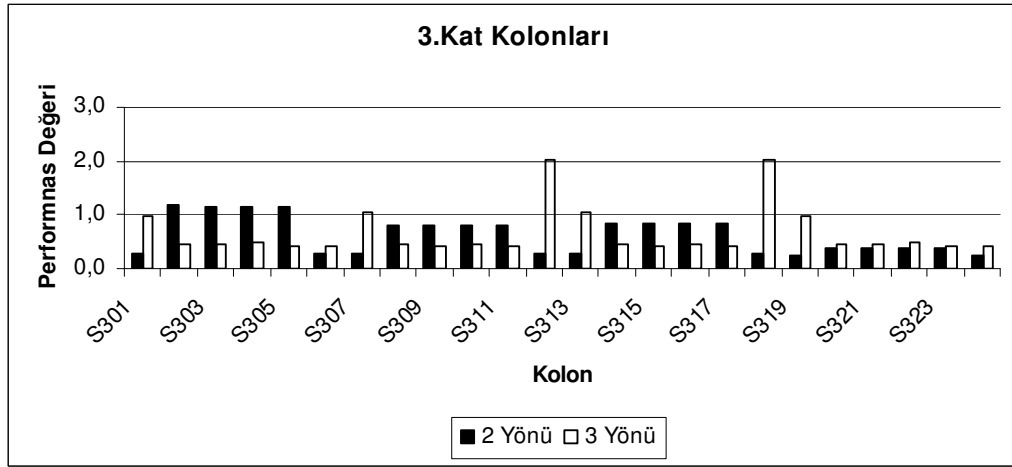
Aynı modelleme tanımlarıyla üç katlı olarak modellenen ve performans analizi yapılan okul binasının üç katlı modeli kolon kesitleri, katlara göre performans değerleri karşılaştırması Şekil5.21, Şekil5.22 ve Şekil5.23’de performans değerleri dağılımı Tablo 5.16.’da görülmektedir



**Şekil5.21:** 1. kat kolonları performans değerleri (GÇ) (3 Katlı)



**Şekil5.22:** 2. kat kolonları performans değerleri (GÇ) (3 Katlı)



**Şekil5.23:** 3. kat kolonları performans değerleri (GÇ) (3 Katlı)

**Tablo 5.16:** Kolon kesitlerinin performans değerleri dağılımı (3 Katlı)

| Kat    | Toplam Eleman Sayısı | MN <sub>2</sub> | GV <sub>2</sub> | GÇ <sub>2</sub> | MN <sub>3</sub> | GV <sub>3</sub> | GÇ <sub>3</sub> | MN     | GV  | GÇ  |
|--------|----------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|--------|-----|-----|
|        |                      | Eleman Sayısı   |                 |                 | Eleman Sayısı   |                 |                 | Oran % |     |     |
| 1      | 24                   | 16              | 16              | 16              | 22              | 8               | 8               | 100    | 100 | 100 |
| 2      | 24                   | 16              | 16              | 16              | 24              | 10              | 10              | 100    | 92  | 92  |
| 3      | 24                   | 16              | 12              | 4               | 24              | 6               | 4               | 71     | 58  | 21  |
| Toplam | 72                   | 48              | 44              | 36              | 70              | 24              | 22              | 90     | 86  | 74  |

Üç katlı olarak modellenen okul binasının performansının doğrusal elastik hesap

yöntemiyle belirlenmesi:

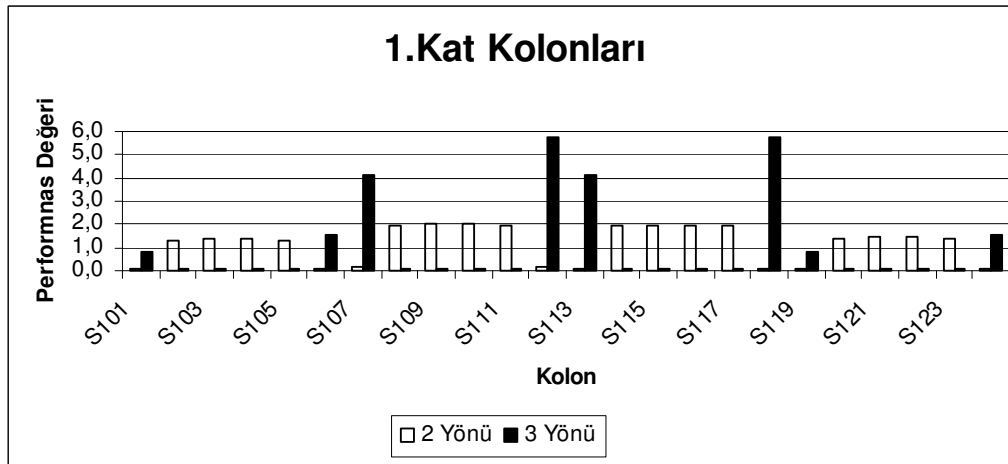
Kiriş ve kolonlarda kesit hasar durumları;

- Doğrusal elastik analizi yapılan üç katlı okul binasının kiriş kesitlerinin %86'ı ileri hasar bölgesinde,
- Doğrusal elastik analizi yapılan okul binasının kolon kesitlerinin %74'sı göçme bölgesinde,
- Üç katlı olarak modellenen okul binasının doğrusal elastik olarak performans analizi yapıldığında bina göçme öncesi performans düzeyini sağlamamakta ve tasarım depremi için göçme durumundadır.
- Göreli kat ötelenmesi kontrolü;

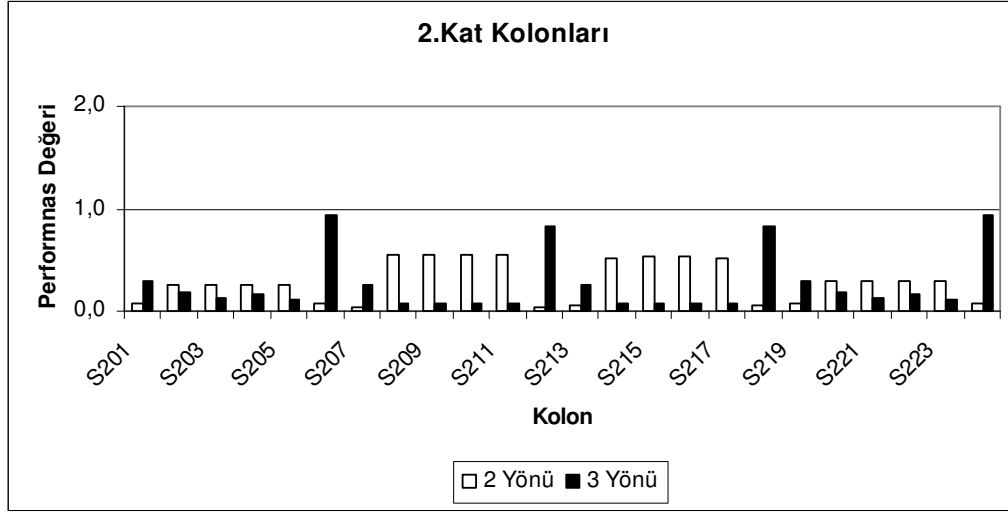
**Tablo 5.17:** Göreli kat ötelenmesi kontrolü (3 Katlı)

| Kat   | $h_i$ (m) | Görelî Kat Ötelenmesi (X) |                     | Görelî Kat Ötelenmesi (Y) |                     | Hasar Sınırı |
|-------|-----------|---------------------------|---------------------|---------------------------|---------------------|--------------|
|       |           | $\delta_{imax}$ (m)       | $\delta_{imax}/h_i$ | $\delta_{imax}$           | $\delta_{imax}/h_i$ |              |
| 1.Kat | 3,8       | 0,035                     | 0,009               | 0,017                     | 0,005               | <0,03        |
| 2.Kat | 3,8       | 0,058                     | 0,015               | 0,031                     | 0,008               | <0,03        |
| 3.Kat | 3,8       | 0,052                     | 0,014               | 0,029                     | 0,008               | <0,03        |

Aynı modelleme tanımlarıyla üç katlı olarak modellenen ve performans analizi yapılan okul binasının iki katlı modeli kolon kesitleri, katlara göre performans değerleri karşılaştırması Şekil5.24 ve Şekil5.25'de performans değerleri dağılımı Tablo 5.18'da görülmektedir



**Şekil5.24:** 1. kat kolonları performans değerleri (GÇ) (2 katlı)



**Şekil5.25:** 2. kat kolonları performans değerleri (GÇ) (2 katlı)

**Tablo 5.18:** Kolon kesitlerinin performans değerleri dağılımı (2 Katlı)

| Kat    | Toplam<br>Eleman<br>Sayısı | MN <sub>2</sub> | GV <sub>2</sub> | GÇ <sub>2</sub> | MN <sub>3</sub> | GV <sub>3</sub> | GÇ <sub>3</sub> | MN     | GV  | GÇ |
|--------|----------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|--------|-----|----|
|        |                            | Eleman Sayısı   |                 |                 | Eleman Sayısı   |                 |                 | Oran % |     |    |
|        |                            |                 |                 |                 |                 |                 |                 |        |     |    |
| 1      | 24                         | 16              | 16              | 16              | 8               | 8               | 6               | 100    | 100 | 92 |
| 2      | 24                         | 8               | 0               | 0               | 4               | 4               | 0               | 50     | 17  | 0  |
| Toplam | 48                         | 24              | 16              | 16              | 12              | 12              | 6               | 75     | 58  | 46 |

İki katlı olarak modellenen okul binasının performansının doğrusal elastik yöntemle belirlenmesi:

Kiriş ve kolonlarda kesit hasar durumları;

- Doğrusal elastik analizi yapılan iki katlı okul binasının kiriş kesitlerinin %58'i ileri hasar bölgesinde,
- Doğrusal elastik analizi yapılan okul binasının kolon kesitlerinin %46'sı göçme bölgesinde,
- İki katlı olarak modellenen okul binasının doğrusal elastik olarak performans analizi yapıldığında bina göçme öncesi performans düzeyini sağlamamakta ve tasarım depremi için göçme durumundadır.

- Göreli kat ötelenmesi kontrolü;

**Tablo 5.19:** Göreli kat ötelenmesi kontrolü (2 katlı)

| Kat   | $h_i$ (m) | Göreli Kat<br>Ötelenmesi (X) |                     | Göreli Kat<br>Ötelenmesi (Y) |                     | Hasar<br>Sınırı |
|-------|-----------|------------------------------|---------------------|------------------------------|---------------------|-----------------|
|       |           | $\delta_{imax}$ (m)          | $\delta_{imax}/h_i$ | $\delta_{imax}$              | $\delta_{imax}/h_i$ | MN              |
| 1.Kat | 3,8       | 0,022                        | 0,006               | 0,010                        | 0,003               | <0,01           |
| 2.Kat | 3,8       | 0,032                        | 0,008               | 0,015                        | 0,004               | <0,01           |

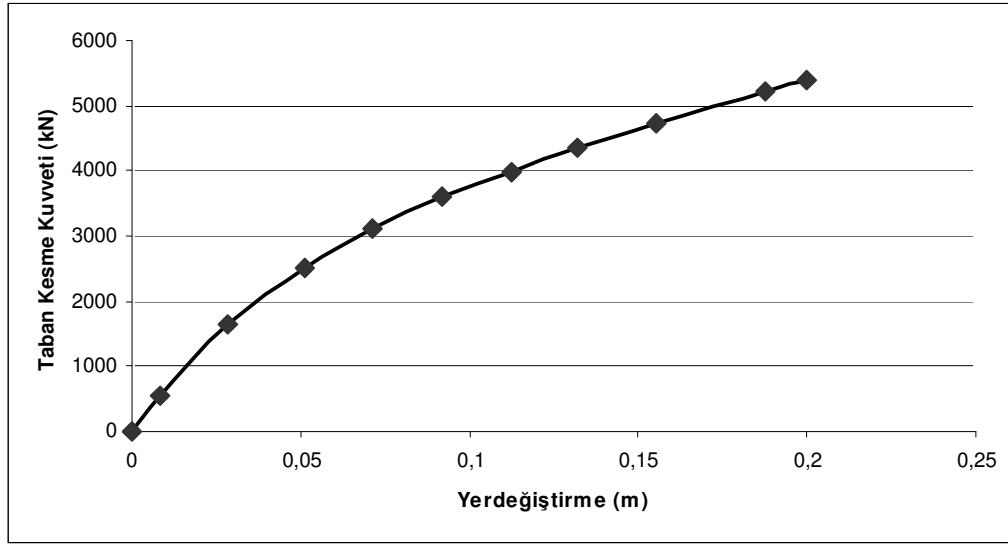
## 6. DOĞRUSAL ELASTİK OLMAYAN HESAP YÖNTEMİYLE BELİRLEMESİ

### 6.1 Okul Binasının Doğrusal Elastik Olmayan Modeli

Doğrusal hesap yöntemiyle performans seviyesi belirlenen okul binasının doğrusal olmayan hesap yöntemiyle performansının belirlenmesi için SAP2000 program modelinde doğrusal elastik olmayan davranışın idealleştirilmesi gerekir.

İlk önce kolon ve kiriş taşıyıcı sistem elemanlarında iç kuvvetlerin plastik kapasiteye erişebileceği bölgelerde plastik mafsalları tanımlanmalıdır. Kolon ve kirişlerde plastik kesitler, kolon kiriş bileşim bölgelerinin dışına ( $L_p=0,5h$ ) diğer deyişle kolon veya kirişlerin net açıklıklarının uçlarına konulur. Plastik kesitte iç kuvvet plastik şekil değiştirme bağıntılarında pekleşme etkisi göz önüne alınacak şekilde modellenmiştir. Plastik mafsallar SAP2000 mevcut, kolon ve perdeler için hem eğilme hem de normal kuvvet etkisinin dikkate alan PMM, kirişler için sadece eğilmeyi dikkate alan M3 mafsalları atanır. Doğrusal elastik olmayan hesap yöntemi yani statik itme analizi SAP2000 programında iki adımda yapılmaktadır. İlk aşamada düşey yüklerin göze alındığı bir statik analizi yapılır. Bu adımın tanımlanmasının amacı düşey yüklerin yapının yanal stabilitesine olan etkisini göz önüne almaktır. Birinci adım tamamlandıktan sonra düşey yüklerden dolayı oluşan şekil değiştirmeler kaydedilerek ikinci adıma geçilir. İkinci aşamada X ve Y yönünde yatay statik itme analizi yapılır. Bu aşamada program sistemi kütle merkezinden tanımlanan yer değiştirme değerine kadar itilir. Bu yer değiştirme değeri toplam bina yüksekliğinin %0,2 katı olarak tanımlanabilir. Daha sonra yatay yük çarpanları tanımlanır. Ayrıca statik itme analizi esnasındaki iterasyonlar için toplam iterasyon adımları ve hassasiyetleri değiştirilebilir. Analizin deformasyon kontrol yada kuvvet kontrol olacağına karar verilmelidir. Bu analiz deplasman kontrol olarak yapılacaktır. Bu adımda yatay deprem kuvvetleri yapıda ilk kesit kapasitesine ulaşana kadar artırılır. Kapasiteye ulaşan kesite tanımlanan mafsalları devreye girer ve program bu şekilde belirlenen deplasmana kadar yatay yükü artırmaya devam eder. Tüm bu adımları için program şekil değiştirme ve taban kesme kuvvetlerini kaydeder. X ve Y yatay doğrultular için taban kesme kuvveti şekil değiştirme eğrileri Şekil6.1 ve

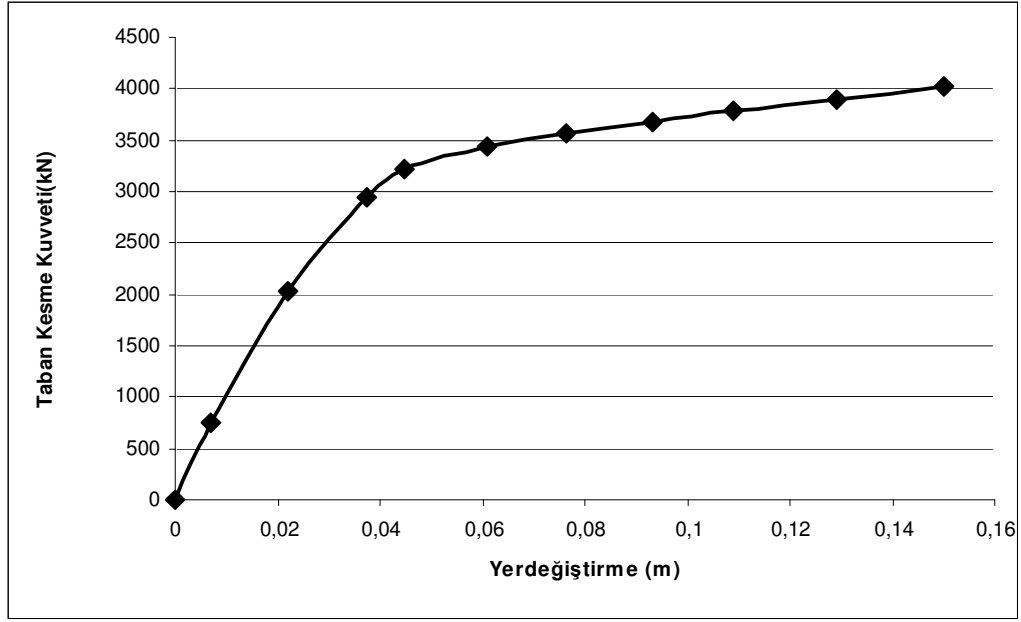
Şekil6.2’de görülmektedir.



Şekil6.1: X doğrultusunda statik itme eğrisi

Tablo 6.1: X doğrultusunda tepe yer değiştirmesi-Taban kesme kuvveti değerleri

| İtme Adımı | $u_n$ (m) | $V_b$ (kN) |
|------------|-----------|------------|
| 0          | 0         | 0          |
| 1          | 0,008     | 544,2      |
| 2          | 0,028     | 1635,1     |
| 3          | 0,051     | 2518,3     |
| 4          | 0,071     | 3111,3     |
| 5          | 0,092     | 3598,0     |
| 6          | 0,112     | 3989,9     |
| 7          | 0,132     | 4347,1     |
| 8          | 0,155     | 4723,6     |
| 9          | 0,188     | 5212,4     |
| 10         | 0,200     | 5386,6     |

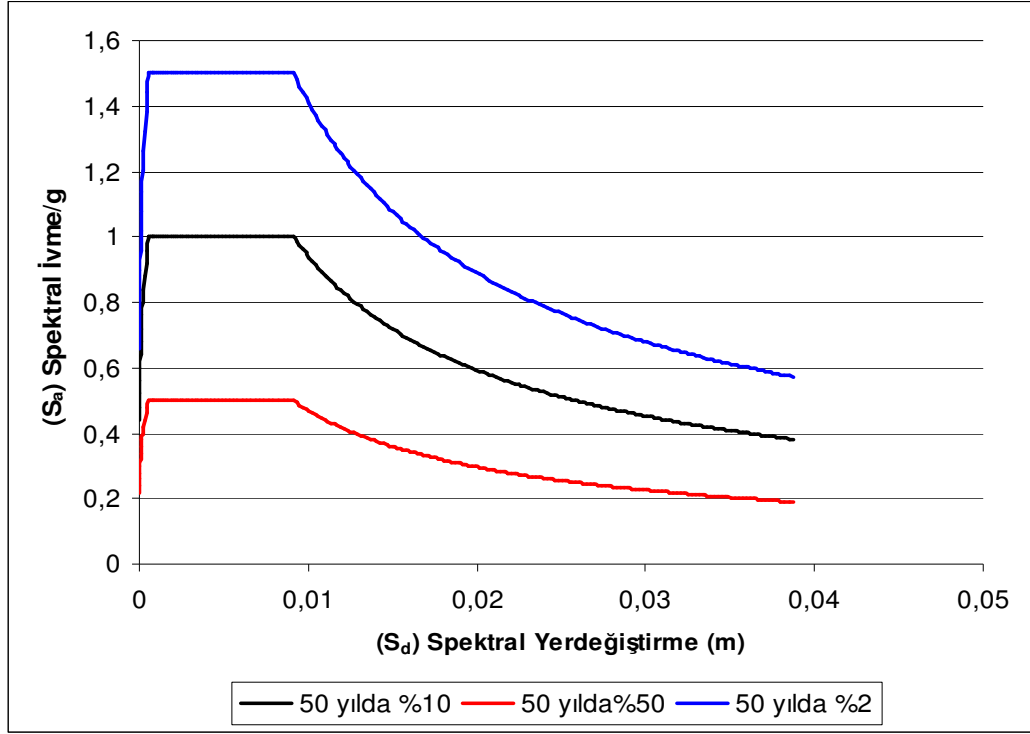


**Şekil 6.2:** Y doğrultusunda statik itme eğrisi

**Tablo 6.2:** Y doğrultusunda tepe yer değiştirmesi-Taban kesme kuvveti değerleri

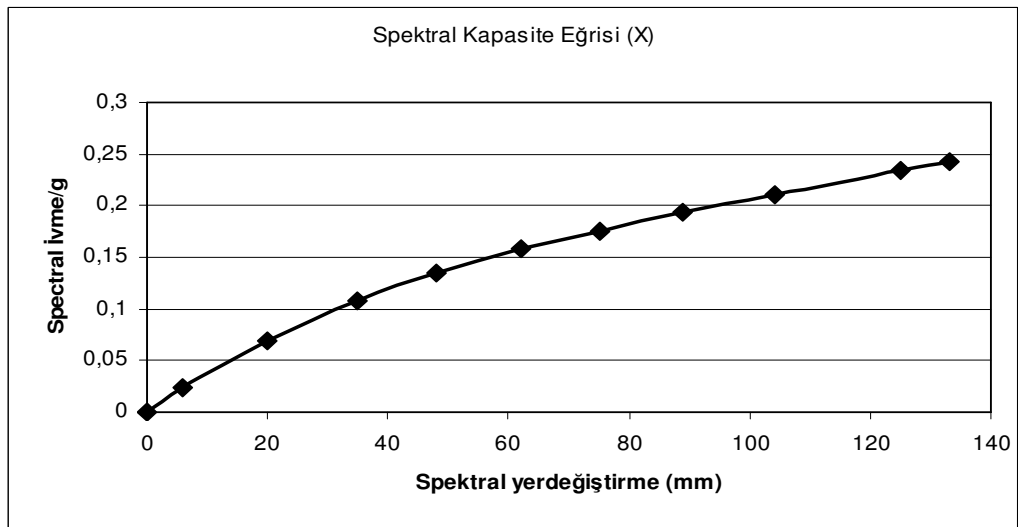
| İtme Adımı | $u_n$ (m) | $V_b$ (kN) |
|------------|-----------|------------|
| 0          | 0,000     | 0,0        |
| 1          | 0,007     | 741,5      |
| 2          | 0,022     | 2036,1     |
| 3          | 0,037     | 2939,3     |
| 4          | 0,045     | 3214,0     |
| 5          | 0,061     | 3430,0     |
| 6          | 0,077     | 3563,6     |
| 7          | 0,093     | 3679,2     |
| 8          | 0,109     | 3781,5     |
| 9          | 0,129     | 3901,9     |
| 10         | 0,150     | 4032,8     |

Performans hedefleri 50 yılda aşılma olasılığı %50 olan kullanım depremi 50 yılda aşılma olasılığı %10 tasarım depremi ve 50 yılda aşılma olasılığı %2 olan maksimum deprem düzeyleri için yapılmıştır. DBYBHY 2007’de 2.4’te tanımlanan elastik ivme spektrumu tasarım depremini esas almaktadır. Kullanım depremi ve maksimum deprem değerlerine ulaşmak için gerekli bilgi 4.3’de açıklanmaktadır.

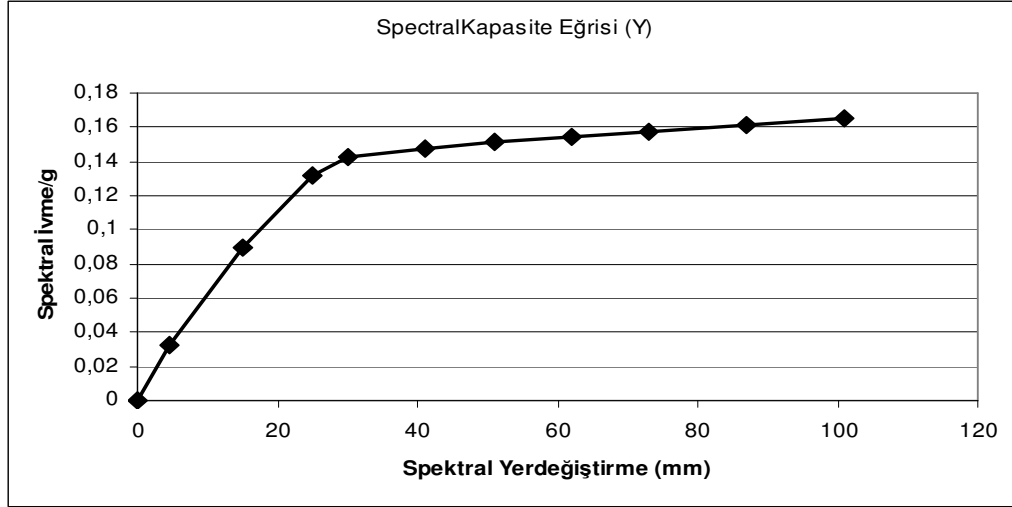


**Şekil6.3** Farklı aşılma olasılıkları olan ivme spektrum eğrileri ( $A_0=0,4$ )

SAP2000 programından aynı zamanda X ve Y yönlerinde spektral kapasite eğrisini de alabilmekteyiz. Spektral kapasite eğrileri X ve Y doğrultuları için Şekil6.4 ve Şekil6.5’de görülmektedir.



**Şekil6.4** X yönünde spektral kapasite eğrisi



**Şekil6.5:** Y yönünde spektral kapasite eğrisi

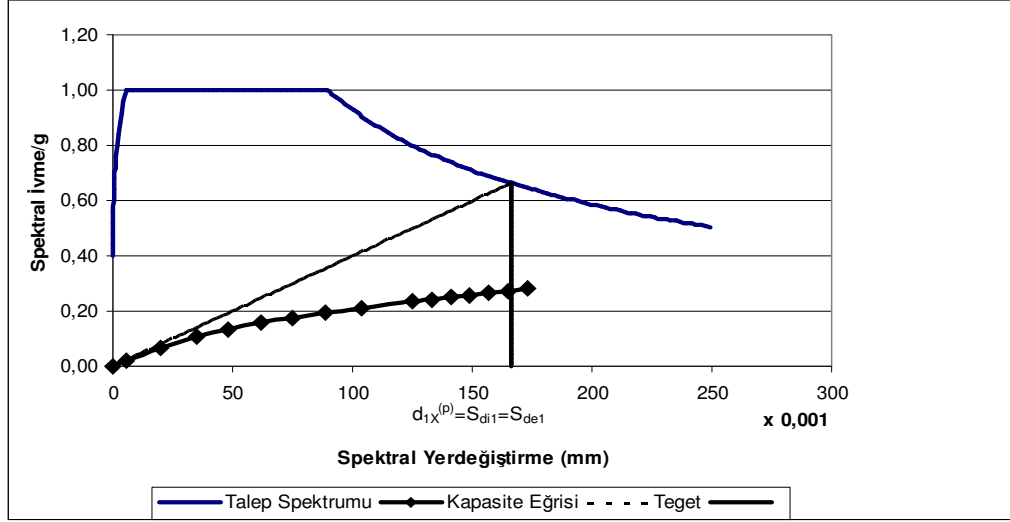
Spektral kapasite eğrileri elde edildikten sonra modal yer değiştirme istemi belirlenmelidir.

Modal yer değiştirme istemi belirlenirken ilk önce talep ivme spektrumu ile spektral kapasite eğrisi üst üste çakıştırılır. 4.6.2.3 de belirtildiği gibi  $T_{1X}^{(1)} = 0,956s, T_{1Y}^{(1)} = 0,683s > T_B = 0,6s$  olduğu için spektral kapasite diyagramının başlangıç eğimi doğrultusunda bir doğru uzatılarak talep spektrumunu kesmesi sağlanır. Talep spektrumu ile uzatılan doğrunun kesiştiği noktadan diyaframın yataydaki eksenine doğru dik bir çizgi çizilir. Bu doğrunun yatay eksenini kestiği değer doğrusal elastik olmayan spektral yer değiştirme,  $S_{d1}$  elde edilir. Eğer inilen dik doğru modal kapasite diyagramını kesmiyorsa yapı depremin şekil değiştirme talebine ulaşmadan göçtüğü anlamına gelir.

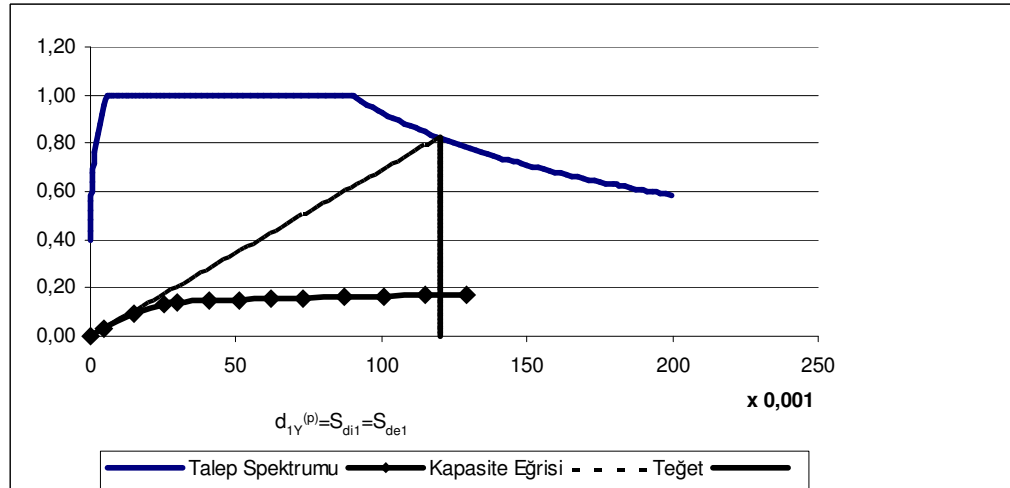
Doğrusal elastik olmayan spektral yer değiştirme,  $S_{d1}$ , itme analizinin ilk adımında doğrusal elastik davranış esas alınarak hesaplanan birinci (hakim) moda ait  $T_1^{(1)}$  başlangıç periyoduna karşılık gelen doğrusal elastik (lineer) spektral yer değiştirme  $S_{de1}$ 'e bağlı olarak  $S_{d1} = C_{R1} S_{de1}$  denklemini kullanılarak elde edilir. Doğrusal elastik (lineer) spektral yer değiştirme  $S_{de1}$  itme analizinin ilk adımında birinci moda ait elastik spektral ivme  $S_{ae1}$ 'e bağlı olarak  $S_{de1} = S_{ae1} / (\omega_1^{(1)})^2$  bu formülü kullanılarak elde edilir. Şekil6.3 'de  $S_a$  ve  $S_d$  'e bağlı talep spektrumları farkı aşılma olasılıklarına bağlı olarak görülmektedir.

Spektrum yer değiştirme oranı  $C_{R1}$  ise başlangıç periyodu  $T_1^{(1)}$  'in değerine ( $T_1^{(1)} = 2\pi / \omega_1^{(1)}$ ) bağlı olarak 4.6.2.3 anlatıldığı gibi hesaplanır.

Eğer  $T_1^{(1)}$  başlangıç periyodu DBYBHY 2007 2.4’de tanımlanan karakteristik periyot  $T_B$  eşit veya daha uzun olmasında spektral yer değiştirme oranı  $C_{R1}=1$  alınır. Bu prensibe göre hesaplanan X ve Y doğrultularında 4 katlı olan okul binasının doğrusal elastik olmayan spektral yer değiştirmesi  $S_{d1}$  Şekil6.6 Şekil6.7 görülmektedir.



**Şekil6.6:** X yönünde spektral kapasite eğrisi.



**Şekil6.7:** Y yönünde spektral kapasite eğrisi

Şekil6.6 ve Şekil6.7 de görüldüğü gibi yapı depremin deplasman talebine ulaşmadan geçmektedir. Bu durumda binanın X ve Y doğrultularındaki yapabildikleri en büyük deplasman değerinden performans analizi yapılacaktır.

Son adım olarak  $i=p$  için bu grafikler yardımıyla elde edilen spektral yer değiştirme

$S_{di1}$ 'i aşığdaki denklem (1.1) kullanarak X ve Y deprem doğrultularındaki tepe yer değıştirme istemi  $u_{xN1}^{(p)}$  hesaplanmış olur.

Tepe yer değıştirme isteminin hesaplanması;

$$u_{xN1}^{(p)} = d_{1(i)} \Phi_{xN1} \Gamma_{x1}$$

Grafik yardımıyla  $d_{1X(i)} = 0,134m$  ,  $d_{1Y(i)} = 0,101m$  bulunmuştur. Ayrıca SAP2000 programdan  $\Phi_{xN1} \Gamma_{x1}$  çarpanlarını da alınır.

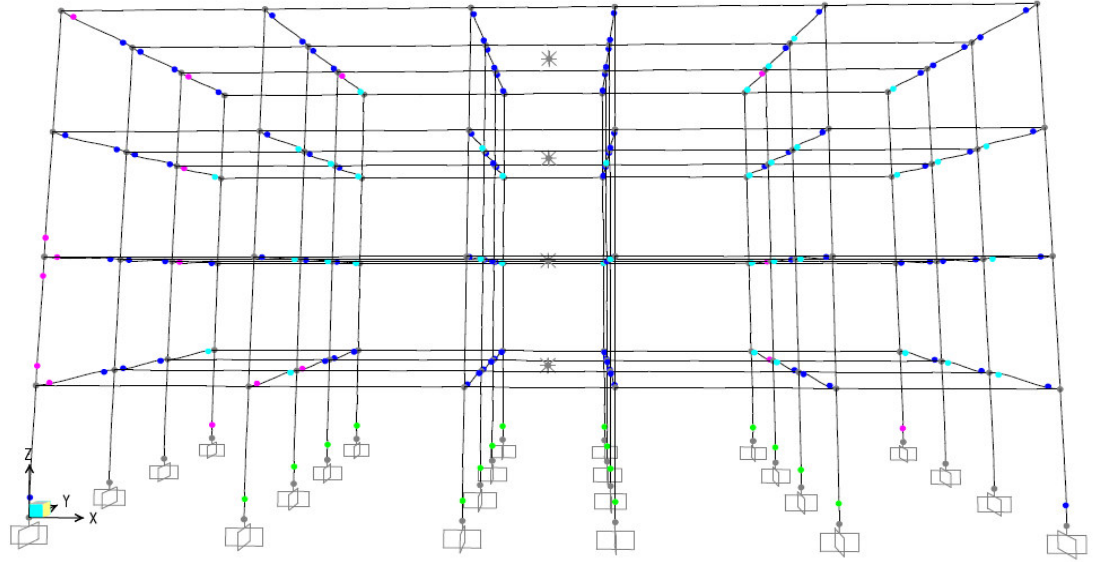
$$\Phi_{xN1} \Gamma_{x1} = 1,503$$

$$\Phi_{yN1} \Gamma_{y1} = 1,1489$$

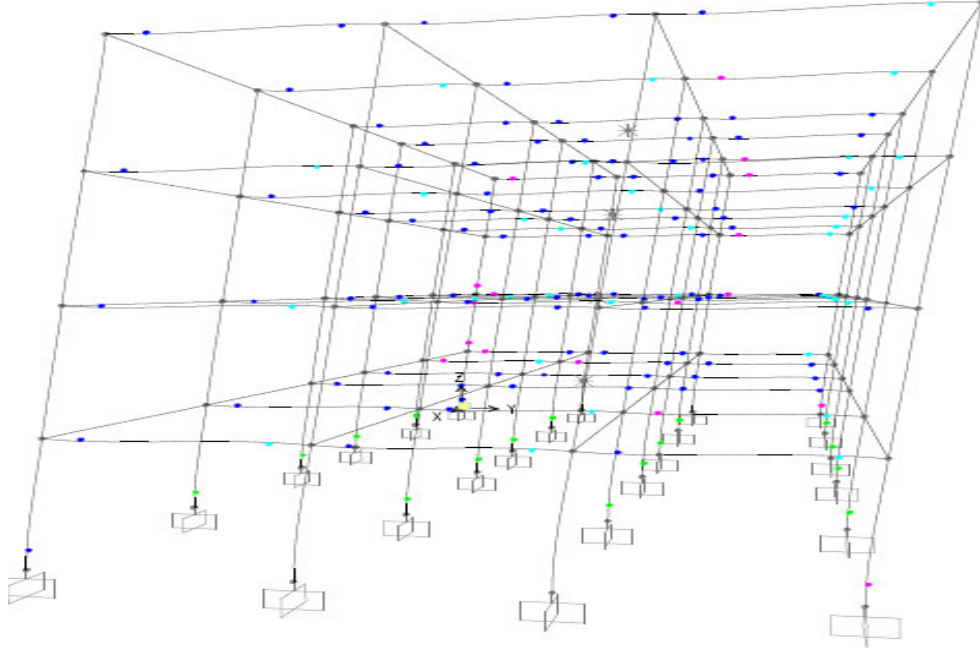
$$u_{xN1}^{(p)} = 0,166 \times 1,503 = 0,249m$$

$$u_{yN1}^{(p)} = 0,120 \times 1,489 = 0,179m$$

hesaplanan tepe yer değıştirme istemlerini SAP2000 programına tanımlanır ve statik itme analizi tekrarlanır. Doğrusal elastik olmayan itme analiz 4 katlı bina için tamamlanmış olur. X ve Y doğrultusunda binanın tepe deplasmanına ulaştığı adımda oluşan plastik mafsallar Şekil6.8, Şekil6.9'da görölmektedir.



**Şekil6.8:** X doğrultusunda plastik mafsall oluşumu



**Şekil6.9:** Y doğrultusunda plastik mafsall oluşumu

Mevcut okul binasının tepe deplasman istemine ulaştığı zaman oluşan mafsall dağılımı Tablo 6.3 görülmektedir.

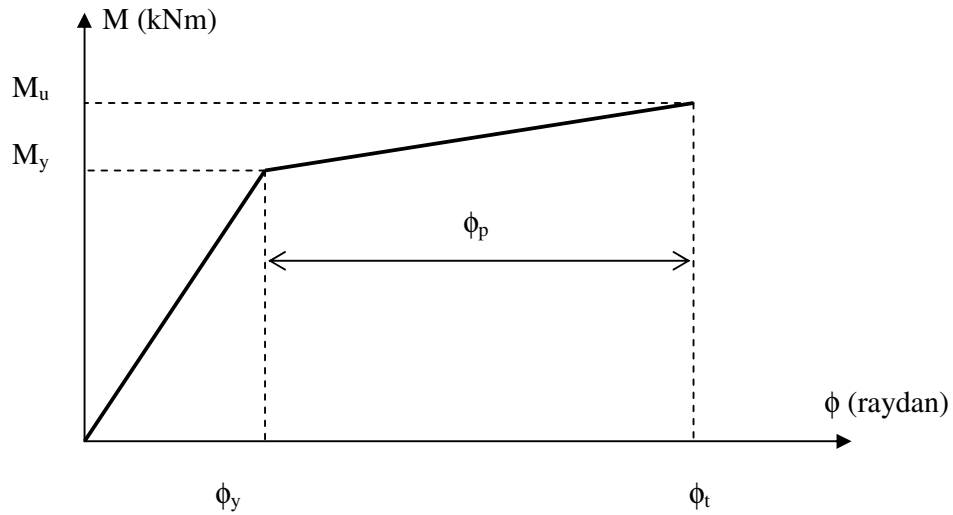
**Tablo 6.3:** Mafsall dağılımı

| Kat   | Oluşan mafsall sayısı (X) |       | Oluşan mafsall sayısı (Y) |       |
|-------|---------------------------|-------|---------------------------|-------|
|       | Kolon                     | Kiriş | Kolon                     | Kiriş |
| 1.Kat | 20                        | 36    | 20                        | 36    |
| 2.Kat | 20                        | 40    | 2                         | 36    |
| 3.Kat | 5                         | 40    | 1                         | 36    |
| 4.Kat | 15                        | 30    | 0                         | 36    |

## 6.2 Okul Binasının Kiriş Kesitleri için Hasar Durumlarının Belirlenmesi

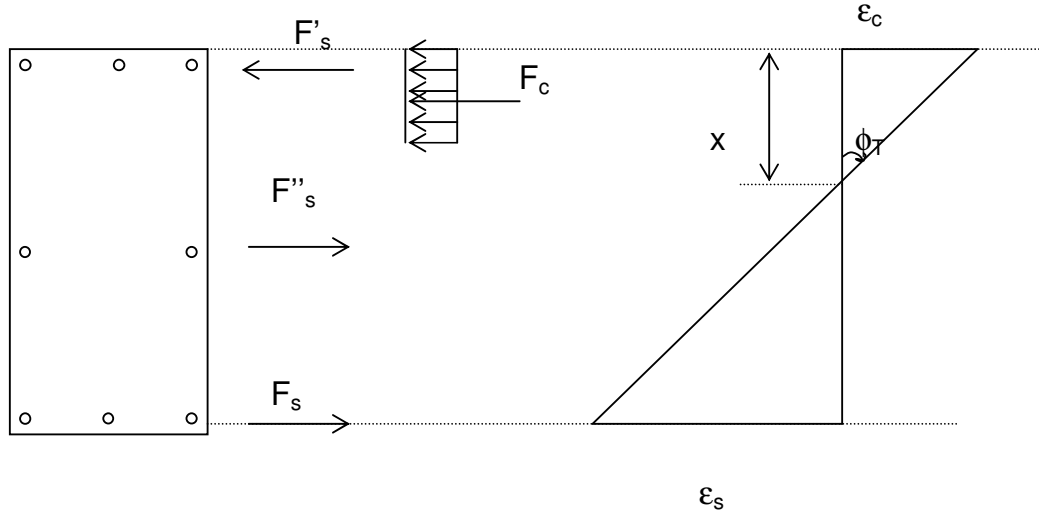
Mafsallardan plastik dönme ve moment değerleri alınarak kesitlerin performans değerlendirmesi doğrusal elastik yöntemde olduğu gibi X ve Y doğrultularında, pozitif ve negatif deprem için 2 ve 3 lokal eksenlerinde hesaplanmıştır. Ek B. Tablo B 1’de 4 katlı okul binasının 1. kat kirişlerini ve plastik mafsal plastik dönmeleri görülmektedir.

Yapının performans seviyesini belirleyebilmek için her bir kesit için moment eğrilik diyagramlarından yola çıkarak kesit birim şekil değiştirmeleri istemleri belirlenebilir 4.6.2.6’da birim şekil değiştirme sınırları tanımlanmıştır, bu değerlerle kıyaslayarak kesitin performans değeri hakkında karar verilir. Bir kesitin moment eğrilik ilişkisi Şekil6.10’da görüldüğü gibidir.



**Şekil6.10:** Moment eğrilik ilişkisi

Kesit akma eğriliği hesabını K101 için yapılırsa; ( $\phi_y$  raydan/m)



**Şekil6.11:** Çift donatılı kiriş kesitinde şekil değiştirme durumu

Kiriş alt donatısının kapasitesi ulaştığı düşünülerek şekil değiştirme kesit bağıntısını yazılırsa;

$$N_{s+q+E} = \frac{1}{2}bx\sigma_c + A_s\sigma_s - A'_s\sigma'_s + A''_s\sigma''_s = 0$$

$$\sigma_c = \frac{f_y / n}{d - x} x$$

$$\sigma_s = f_y \Rightarrow A_s = \rho b d$$

$$\sigma'_s = (f_y / n) \frac{x - d'}{d - x} \Rightarrow A'_s = \rho' b d$$

$$A''_s \sigma''_s = 0$$

Kiriş kesitlerinde kesit ortasında donatı yoktur.

$$k_x = \left[ (\rho + \rho')^2 n^2 + 2(\rho + \rho' d' / d) n \right]^{1/2} - (\rho + \rho') n$$

K101 kiriş Kesiti için negatif eğilme momenti :

$$n = E_s / E_c = 200 / 28 = 7,14$$

$$\varepsilon_y = f_{ym} / E_c = 420 / 200000 = 0,0021$$

$$\frac{d}{x} = \left[ (\rho + \rho')^2 n^2 + 2(\rho + \rho' d' / d) n \right]^{1/2} - (\rho + \rho') n = 0,238$$

$$x = 136 \text{ mm}$$

$$\phi_y = \frac{\varepsilon_y}{(d-x)} = \frac{0,0021}{0,570-0,136} = 0,0048 \text{radyan} / m$$

Pozitif eğilme momenti için:

$$\frac{d}{x} = \left[ (\rho + \rho')^2 n^2 + 2(\rho + \rho' d' / d) n \right]^{1/2} - (\rho + \rho') n = 0,167$$

$$x = 95 \text{mm}$$

$$\phi_y = \frac{0,0021}{0,570-0,095} = 4,4 \times 10^{-3} \text{radyan} / m$$

Plastik eğriliği K101 kiriş kesiti için hesaplanırsa; ( $\phi_{\text{plastik}}$  radyan/m)

$$\theta_{\text{plastik}} = \phi_{\text{plastik}} \times 0,5h$$

$$\phi_{\text{plastik}} = \frac{0,003167}{0,5 \times 0,6} = 1,055 \times 10^{-2} \text{radyan} / m$$

Toplam eğrilik;

$$\phi_{\text{toplam}} = \phi_y + \phi_{\text{plastik}}$$

$$\phi_{\text{toplam}} = 0,0048 + 0,01055 = 14,98 \times 10^{-2} \text{radyan} / m$$

4 katlı okul binasının 1. kat kiriş kesitlerinin toplam eğrilikleri Ek B. Tablo B 2’de görülmektedir. Kesit plastik dönmesi elde edildikten sonra kesit moment-eğrilik ilişkisini kullanarak kesitin toplam plastik dönmesine karşılık gelen moment ( $M_y$  kNm) elde edilir. Şekil6.11’de kesit orta donatısı olmadığını düşünerek çekme donatısına göre moment alındığında;

$$M_y = F_c \left( d - \frac{0,85x}{2} \right) + F_s' (d - d')$$

$$M_y = 0,85 f_{cm} b_w 0,85x \left( d - \frac{0,85x}{2} \right) + A_s' f_y (d - d')$$

bu denklemde tek bilinmeyen basınç bölgesi derinliği  $x$ ’dir. Kesit iç kuvvet değişimini gösteren Şekil6.11’de üçgen benzerliği yaparak beton ve çeliğin şekil değiştirme istemleri bulunmuş olur.

$$\varepsilon_{ci} = \phi_{\text{toplam}} x$$

$$\varepsilon_{si} = \phi_{\text{toplam}} (d - x)$$

Toplam eğriliğin açısı değeri çok küçük olduğu için açının tanjantı kendisine eşittir. Kiriş kesitlerinin şekil değiştirme istemleri Ek B. Tablo B 3’de görülmektedir.

Kiriş kesitlerinin birim şekil değiştirme sınırları 4.6.2.6’da kesit enine donatı özelliklerine bağlı olarak verilmiştir.

Kesit minimum hasar sınırı(MN):

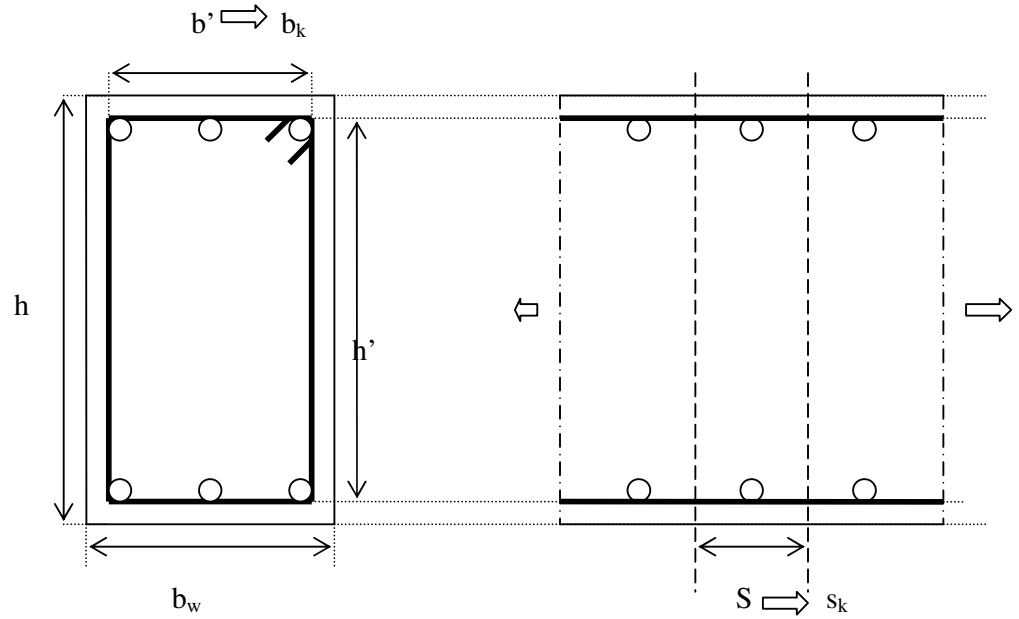
$$(\varepsilon_{cu})_{MN} = 0,0035 \Rightarrow (\varepsilon_s)_{MN} = 0,01$$

Kesit güvenlik sınırı (GV):

$$(\varepsilon_{cu})_{MN} = 0,0035 + 0,01(\rho_s / \rho_m) \leq 0,0135 \Rightarrow (\varepsilon_s)_{MN} = 0,04$$

Kesit göçme sınırı (GÇ):

$$(\varepsilon_{cu})_{MN} = 0,004 + 0,014(\rho_s / \rho_m) \leq 0,018 \Rightarrow (\varepsilon_s)_{MN} = 0,06$$



**Şekil6.12:** K101 kirişi kesit görünümü

DBYBHY 2007 3.4.4.'e göre  $s_k=96$  mm hesaplanır.

$$\rho_s = A_{sw} \left( \frac{2b' + 2h'}{b'h'S} \right)$$
$$\rho_s = 100,5 \left( \frac{2 \times 190 + 2 \times 540}{190 \times 540 \times 90} \right) = 0,00794$$
$$\rho_{sm} = A_{sw} \left( \frac{2b' + 2h'}{b'h's_k} \right)$$
$$\rho_s = 100,5 \left( \frac{2 \times 190 + 2 \times 540}{190 \times 540 \times 96} \right) = 0,00745$$

Minimum hasar sınırı şekil değiştirme sınırları bütün kesitler için aynıdır.

$$(\varepsilon_{cu})_{MN} = 0,0035 \Rightarrow (\varepsilon_s)_{MN} = 0,01$$

Kesit güvenlik sınırı için K101kiriş kesit birim şekil değiştirme sınırları;

$$(\varepsilon_{cu})_{MN} = 0,0035 + 0,01(0,00794/0,00745) \leq 0,0135$$
$$(\varepsilon_{cu})_{MN} = 0,0142 \geq 0,0135$$
$$(\varepsilon_{cu})_{MN} = 0,0135$$
$$(\varepsilon_s)_{MN} = 0,04$$

Kesit göçme sınırı için K101kiriş kesit birim şekil değiştirme sınırları;

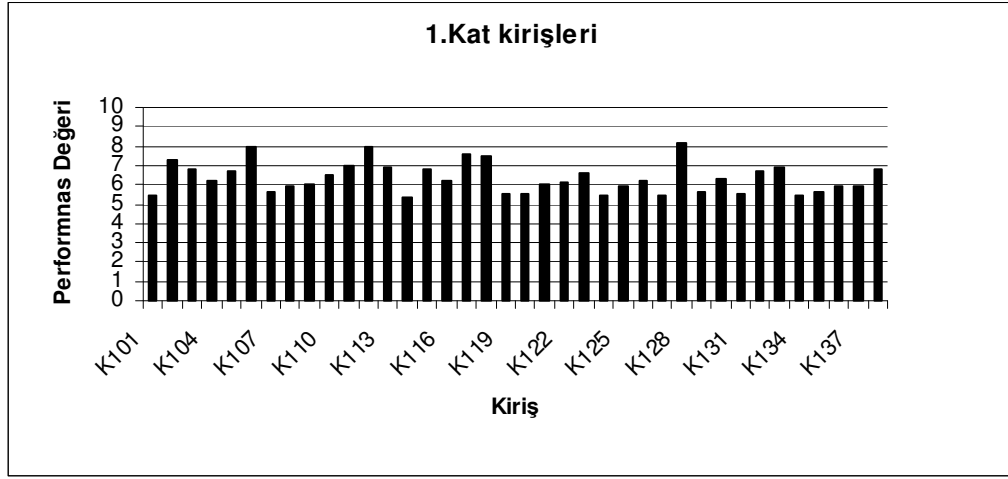
$$(\varepsilon_{cu})_{MN} = 0,004 + 0,014(0,00794/0,00745) \leq 0,018$$
$$(\varepsilon_{cu})_{MN} = 0,0189 \geq 0,018$$
$$(\varepsilon_{cu})_{MN} = 0,018$$
$$(\varepsilon_s)_{MN} = 0,06$$

4 katlı olan mevcut okul binasının 1. kat kiriş kesitlerinin birim şekil değiştirme sınırları Ek B. Tablo B 4 görülmektedir.

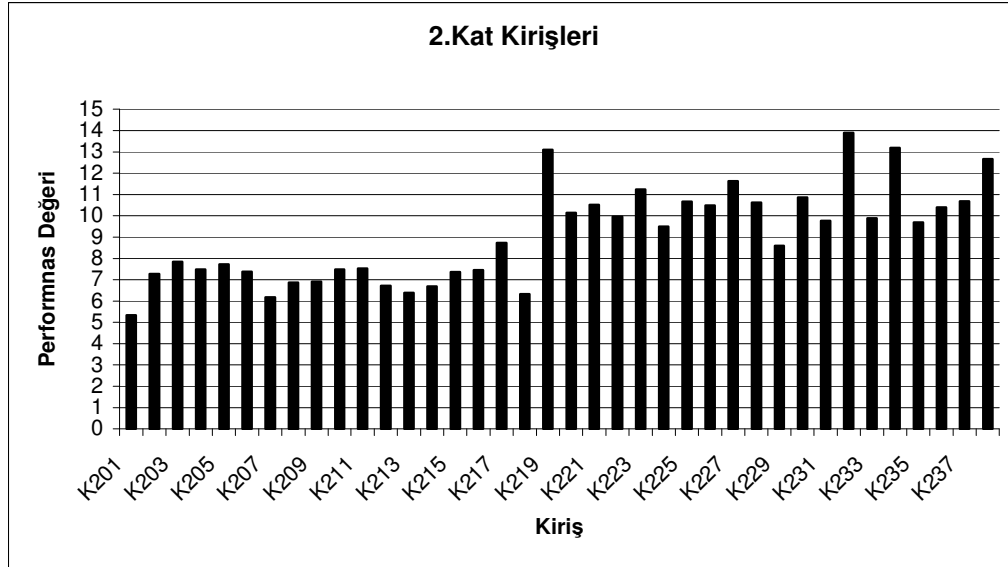
Kiriş kesitlerinin performans değerleri doğrusal elastik olmayan yöntemde, kesit şekil değiştirme istemleri istenilen performans sınırına göre kesit birim şekil değiştirme sınırlarıyla karşılaştırılır kesit performans değeri elde edilir. Kesit performans değeri 1'in altında ise kesit gerekli performans değerini sağlamaktadır. Mevcut yapının kiriş kesitleri performans durumları Ek B. Tablo B 5'da görülmektedir.

Bütün kat kirişlerinin performans değerlerinin karşılaştırması Şekil 6.13

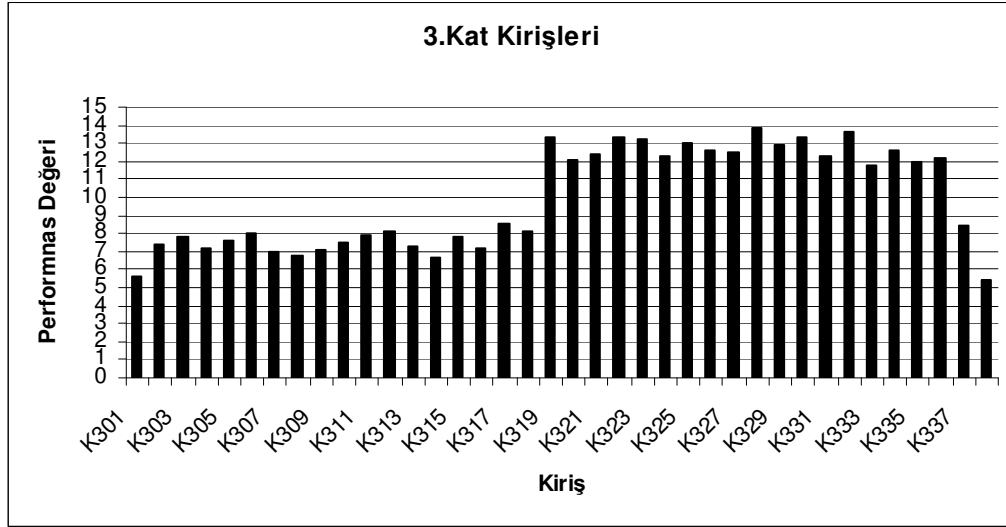
Şekil6.13, Şekil 6.14, Şekil 6.15 ve Şekil 6.16, performans değerleri dağılımı ise Tablo 6.4 görülmektedir.



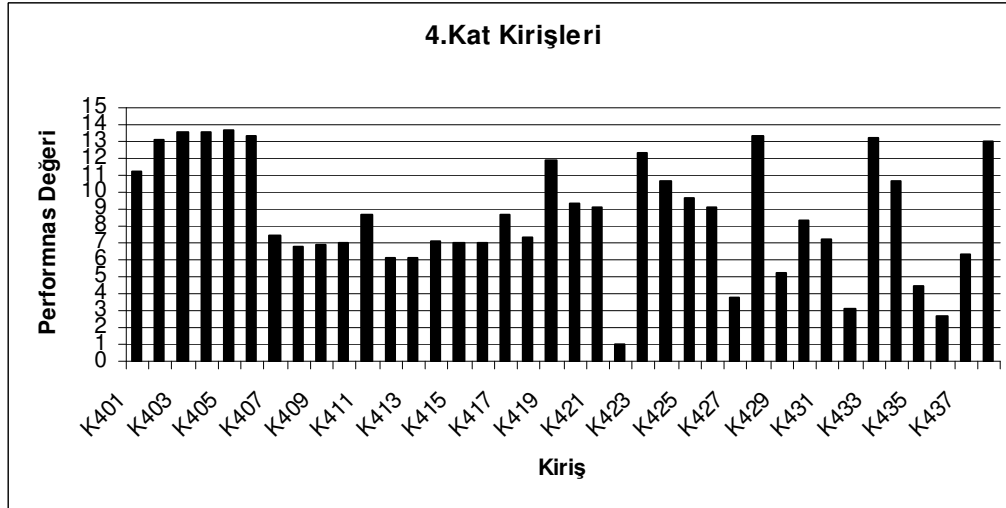
**Şekil6.13:** 1. kat kirişleri performans değerleri (4 katlı)



**Şekil6.14:** 2. kat kirişleri performans değerleri (4 katlı)



**Şekil6.15:** 3. kat kirişleri performans değerleri (4 katlı)

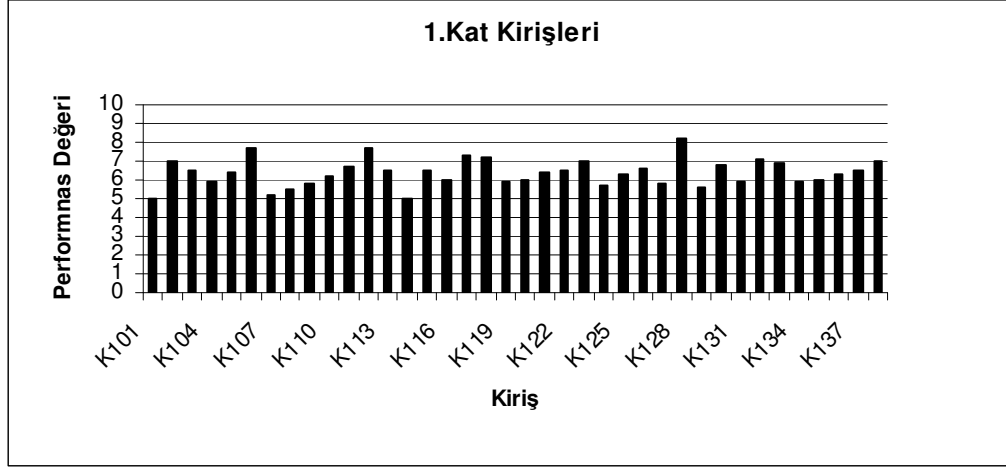


**Şekil6.16:** 4. kat kirişleri performans değerleri (4 katlı)

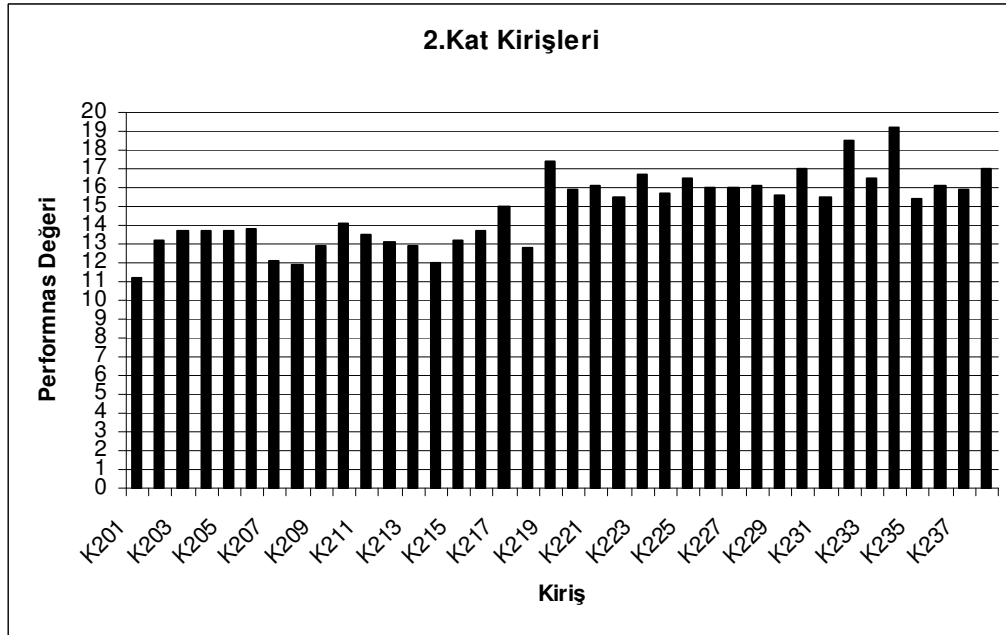
**Tablo 6.4:** 4 katlı mevcut okul binasının kiriş hasar durumları dağılımı (4 katlı)

| KAT    | Toplam Eleman Sayısı | MN            | GV  | GÇ  | MN%   | GV% | GÇ% |
|--------|----------------------|---------------|-----|-----|-------|-----|-----|
|        |                      | Eleman Sayısı |     |     | Oran% |     |     |
| 1      | 38                   | 38            | 38  | 38  | 100   | 100 | 100 |
| 2      | 38                   | 38            | 38  | 38  | 100   | 100 | 100 |
| 3      | 38                   | 38            | 38  | 38  | 100   | 100 | 100 |
| 4      | 38                   | 38            | 38  | 37  | 100   | 100 | 97  |
| Toplam | 152                  | 152           | 152 | 151 | 100   | 100 | 99  |

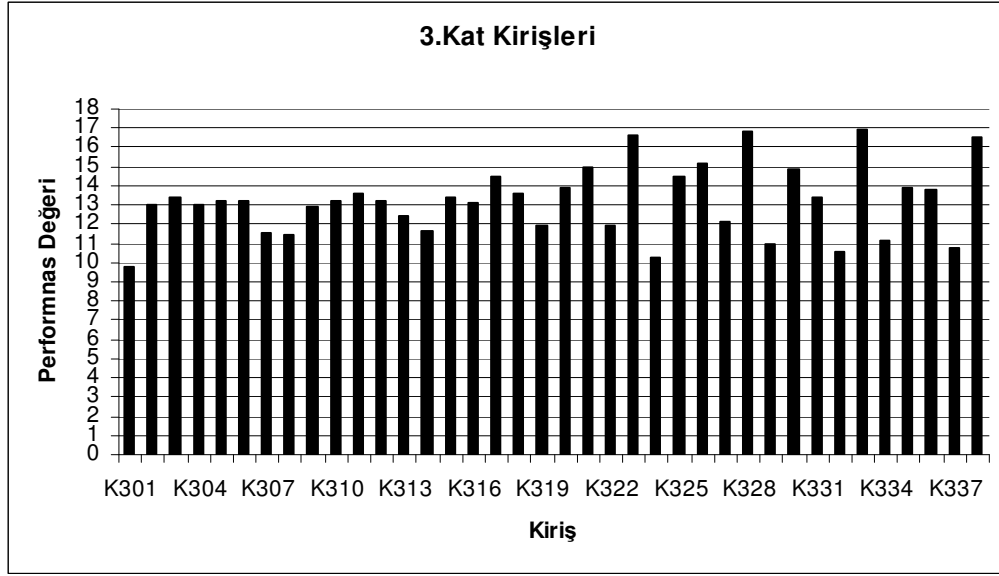
Dört katlı olan okul binası bu doğrusal elastik olmayan performans analizi aynı modelleme tanımlarıyla üç katlı olarak çözümlendiğinde binasının üç katlı modelinin kiriş kesitlerinin katlara göre performans değerleri karşılaştırması Şekil6.17, Şekil6.18 ve Şekil6.19’da performans değerleri dağılımı Tablo 6.5 ’da görülmektedir.



**Şekil6.17:** 1. kat kirişleri performans değerleri (3 katlı)



**Şekil6.18:** 2. kat kirişleri performans değerleri (3 katlı)

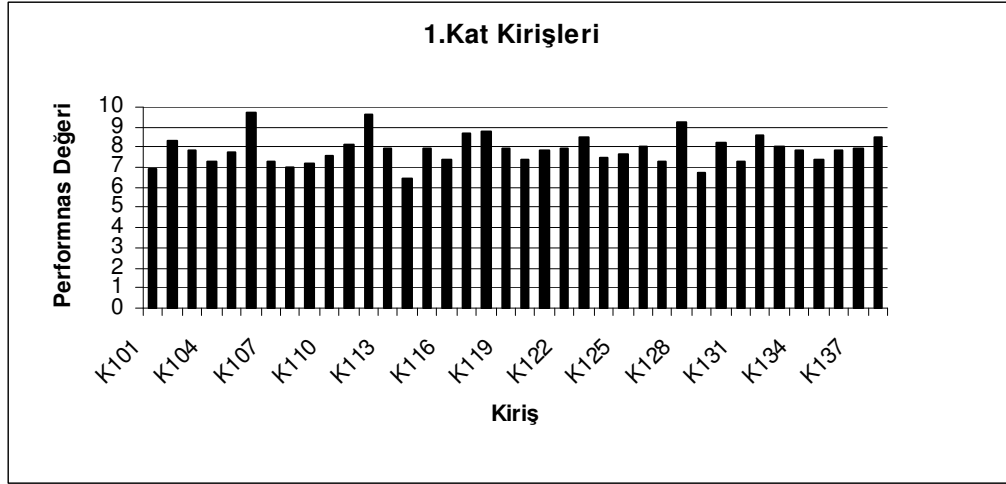


**Şekil6.19:** 3. kat kirişleri performans değerleri (3 katlı)

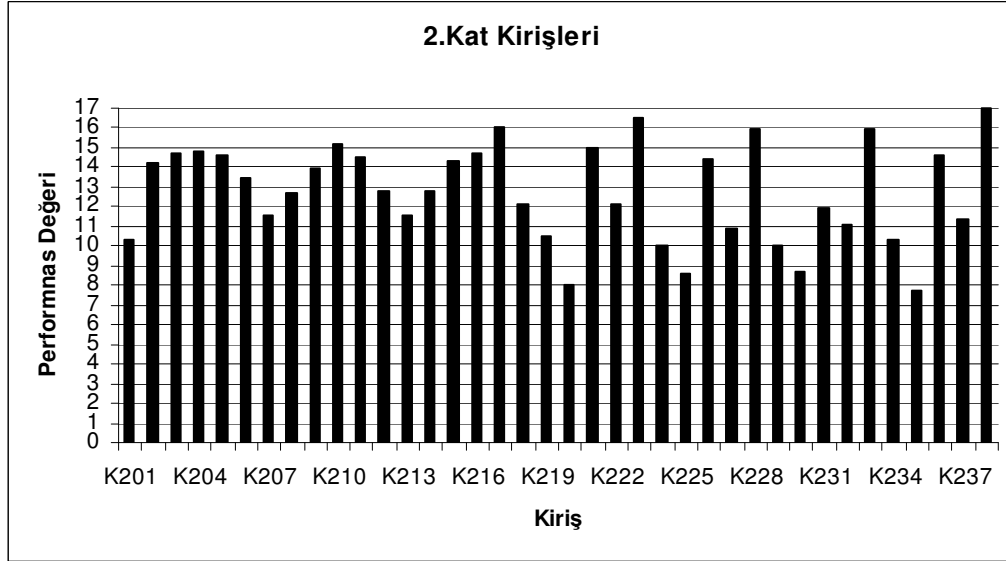
**Tablo 6.5:** 3 katlı olarak çözümlenen okul binasının kiriş hasar durumları dağılımı (3 katlı)

| KAT    | Toplam Eleman Sayısı | MN            | GV  | GÇ  | MN%   | GV% | GÇ% |
|--------|----------------------|---------------|-----|-----|-------|-----|-----|
|        |                      | Eleman Sayısı |     |     | Oran% |     |     |
| 1      | 38                   | 38            | 38  | 38  | 100   | 100 | 100 |
| 2      | 38                   | 38            | 38  | 38  | 100   | 100 | 100 |
| 3      | 38                   | 38            | 38  | 38  | 100   | 100 | 100 |
| Toplam | 114                  | 114           | 114 | 114 | 100   | 100 | 100 |

Aynı tanımlarla doğrusal elastik olmayan performans analizi iki katlı binanın kiriş kesitleri, katlara göre performans değerleri karşılaştırması Şekil6.20 ve Şekil 6.21’de performans değerleri dağılımı Tablo 6.6’de görülmektedir



**Şekil6.20:** 1. kat kirişleri performans değerleri (2 katlı)



**Şekil6.21:** 2. kat kirişleri performans değerleri (2 katlı)

**Tablo 6.6:** 2 katlı olarak çözümlenen binasının kiriş hasar durumları dağılımı (2 katlı)

| KAT    | Toplam Eleman Sayısı | MN            | GV | GÇ | MN%   | GV% | GÇ% |
|--------|----------------------|---------------|----|----|-------|-----|-----|
|        |                      | Eleman Sayısı |    |    | Oran% |     |     |
| 1      | 38                   | 38            | 38 | 38 | 100   | 100 | 100 |
| 2      | 38                   | 38            | 38 | 38 | 100   | 100 | 100 |
| Toplam | 76                   | 76            | 76 | 76 | 100   | 100 | 100 |

### 6.3 Okul Binasının Kolon Kesitleri için Hasar Durumlarının Belirlenmesi

Mafsallardan plastik dönme, moment değerleri ve kesit eksenel kuvvetlerini alınarak kesitlerin performans değerlendirmesi hesaplanır. Mevcut binanın 1. kat kolonlarının Ek B. Tablo B 6'da plastik mafsal plastik dönmeleri görülmektedir.

Kolon alt donatısının akmaya ulaştığı düşünülerek şekil değiştirme kesit bağıntısını yazılırsa;

$$\begin{aligned}
 N_{g+q+E} &= F_c + F'_s - F_s - F''_s \\
 N_{g+q+E} &= \frac{1}{2}bx\sigma_c + A'_s\sigma'_s - A_sf_y - A''_s\sigma''_s \\
 \sigma_c &= \frac{\varepsilon_y}{d-x}xE_c \\
 \sigma'_s &= \frac{\varepsilon_y}{d-x}(x-d')E_s \\
 \sigma''_s &= \frac{\varepsilon_y}{d-x}\left(\frac{h}{2}-d'\right)E_s \\
 N_{g+q+E} &= \frac{1}{2}bx\frac{\varepsilon_y}{d-x}xE_c + A'_s\frac{\varepsilon_y}{d-x}(x-d')E_s - A_sf_y - A''_s\frac{\varepsilon_y}{d-x}\left(\frac{h}{2}-d'\right)E_s
 \end{aligned}$$

Elde edilen bu denklemi kullanarak basınç bölgesi derinliği x bulunur. S102 kolon kesiti için 2 yerel ekseninde akma eğriliği:

$$N_{g+q+E} = -139 \text{ kNm}$$

$$x = 53 \text{ mm}$$

$$\phi_y = \frac{\varepsilon_y}{(d-x)} = \frac{0,0021}{0,275-0,212} = 9,5 \times 10^{-3} \text{ radyan/m}$$

Plastik eğrilik K101 kiriş kesiti için; ( $\phi_{\text{plastik}}$  radyan/m)

$$\begin{aligned}
 \theta_{\text{plastik}} &= \phi_{\text{plastik}} \times 0,5h \\
 \phi_{\text{plastik}} &= \frac{0,007354}{0,5 \times 0,3} = 4,9 \times 10^{-2} \text{ radyan/m}
 \end{aligned}$$

Toplam eğrilik;

$$\phi_{toplam} = \phi_y + \phi_{plastik}$$

$$\phi_{toplam} = 0,0095 + 0,049 = 58,5 \times 10^{-3} \text{ radyan / m}$$

Mevcut okul binasının kolon kesitlerinin 1. kat toplam eğrilikleri Ek B. Tablo 2’de görülmektedir. Kesit plastik dönmesi elde edildikten sonra kesit moment-eğrilik ilişkisini kullanarak kesitin toplam plastik dönmesine karşılık gelen moment ( $M_y$  kNm) elde edilir.

Şekil6.11’de çekme donatısına göre moment alındığında;

$$M_y = F_c \left( d - \frac{0,85x}{2} \right) + F'_s (d - d') + F''_s \left( d - \frac{h}{2} \right)$$

$$M_y = 0,85 f_{cm} b_w 0,85x \left( d - \frac{0,85x}{2} \right) + A'_s f_y (d - d') + A''_s f_y \left( d - \frac{h}{2} \right)$$

Denklemden tek bilinmeyen basınç bölgesi derinliği  $x$ ’dir. Denklem çözülerek basınç bölgesi derinliği  $x$  bulunur. Kesit iç kuvvet değişimini gösteren Şekil6.11’de üçgen benzerliği yaparak beton ve çeliğin şekil değiştirme istemleri bulunmuş olur.

$$\epsilon_{ci} = \phi_{toplam} x$$

$$\epsilon_{si} = \phi_{toplam} (d - c)$$

Daha iyi anlaşılması amacıyla mevcut binanın 1. kat kolon kesitlerinin şekil değiştirme istemleri Tablo B 8’de görülmektedir.

Kolon kesitlerinin birim şekil değiştirme kapasiteleri DBYBHY 2007 7.6.9’da kesit enine donatı özelliklerine bağlı olarak verilmiştir.

$$b_w = 1250 \text{ mm}$$

$$h = 300 \text{ mm}$$

$$d = 275 \text{ mm}$$

$$d' = 25 \text{ mm}$$

$$b_k = 1250 - 2 \times 25 = 1200 \text{ mm}$$

$$h_k = 275 - 25 = 250 \text{ mm}$$

$$S = 100 \text{ mm}$$

DBYBHY 2007 3.3.4.’e göre  $s_k = 100$  mm hesaplanır.

$$A_{sh} \geq 0,30 s b_k \left( (A_c / A_{ck}) - 1 \right) (f_{ck} / f_{ywk})$$

$$A_{sh} \geq 0,075 s b_k (f_{ck} / f_{ywk})$$

$A_{sh}=89 \text{ mm}^2$  bulunur.

$$\rho_s = A_{sw} \left( \frac{2b' + 2h'}{b'h'S} \right)$$

$$\rho_s = 200 \times \left( \frac{2 \times 1200 + 2 \times 250}{1200 \times 250 \times 100} \right) = 0,015$$

$$\rho_{sm} = A_{sw} \left( \frac{2b' + 2h'}{b'h's_k} \right)$$

$$\rho_s = 89 \times \left( \frac{2 \times 1200 + 2 \times 250}{1200 \times 250 \times 100} \right) = 0,0043$$

Minimum hasar sınırı şekil değıştirme kapasitesi bütün kesitler için aynıdır.

$$(\epsilon_{cu})_{MN} = 0,0035 \Rightarrow (\epsilon_s)_{MN} = 0,01$$

Kesit güvenlik sınırı için S102 kolon kesiti 2 yerel yönünde birim şekil değıştirme kapasitesi;

$$(\epsilon_{cu})_{MN} = 0,0035 + 0,01(0,015/0,0043) = 0,037 > 0,0135$$

$$(\epsilon_{cu})_{MN} = 0,0135$$

$$(\epsilon_s)_{MN} = 0,04$$

Kesit göçme sınırı için S102 kolon kesiti 2 yerel yönünde birim şekil değıştirme kapasitesi;

$$(\epsilon_{cu})_{MN} = 0,004 + 0,014(0,015/0,043) = 0,044 > 0,018$$

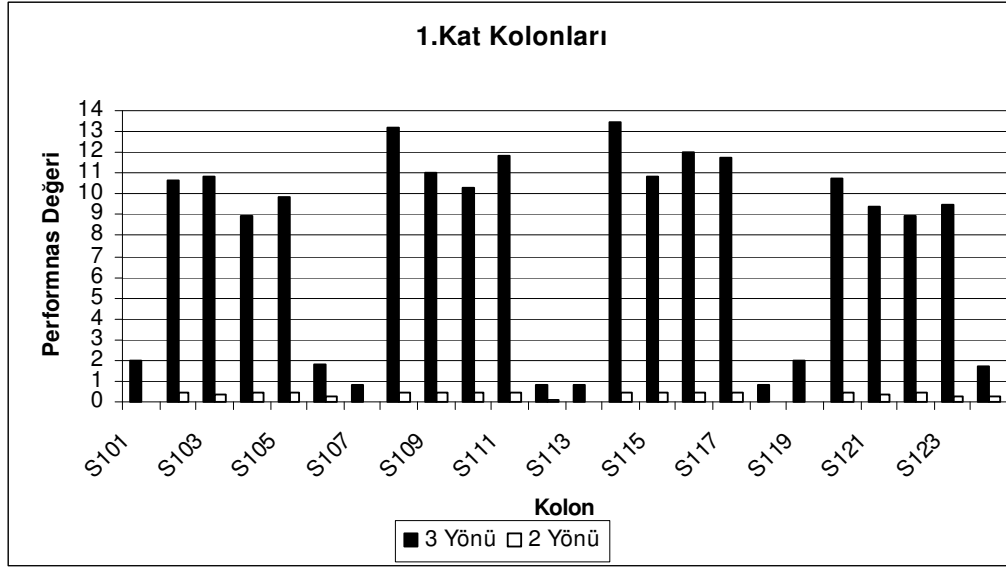
$$(\epsilon_{cu})_{MN} = 0,018$$

$$(\epsilon_s)_{MN} = 0,06$$

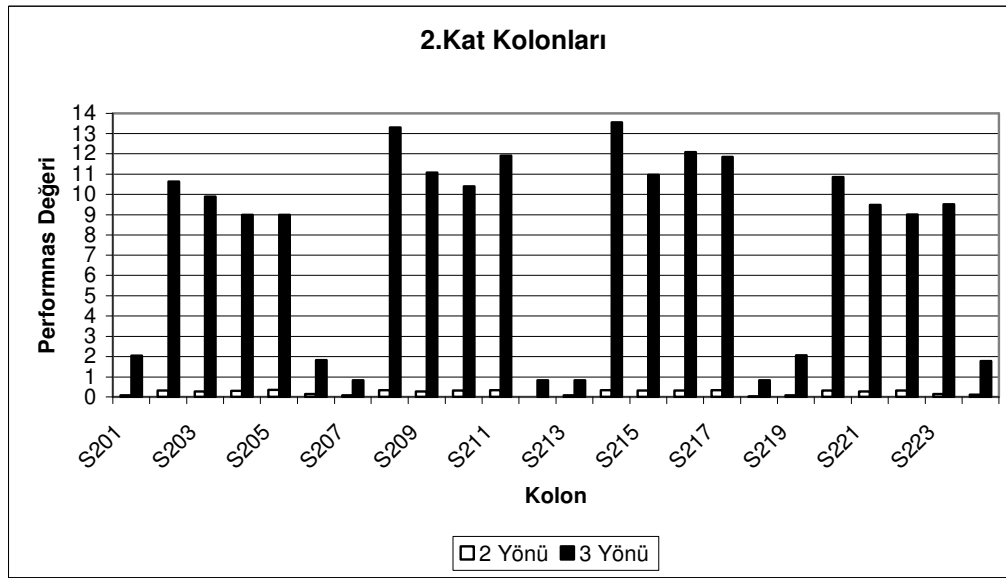
Yukarıda açıklandığı gibi hesaplanan birim şekil değıştirme sınırları 1 kat kiriş kesitleri için Tablo B 9'da görölmektedir.

Kolon kesitlerinin performans değeri doğrusal elastik olmayan yöntemde, kesit şekil değıştirme istemleri istenilen performans sınırına göre kesit birim şekil değıştirme sınırlarına karşılaştırılır ve kesit performans değeri elde edilir. Kesit performans değeri 1'in üstünde ise kesit gerekli performans değerini sağlamamaktadır. Mevcut binanın Tablo B 10'da kolon kesitlerinin performans değeri ve hasar bölgeleri verilmiştir.

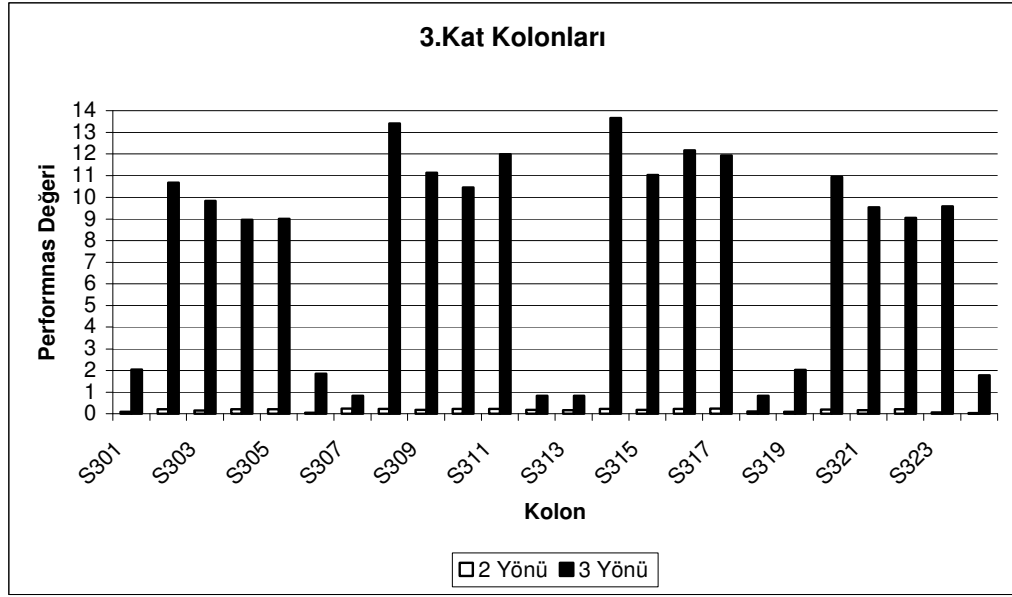
Kolon kesitlerinin katlara göre performans değeri karşılaştırması GÇ hasar sınırı için Şekil6.22, Şekil6.23, Şekil6.24 ve Şekil6.25 kolon kesitleri performans değeri dağılımı Tablo 6.7'de görölmektedir.



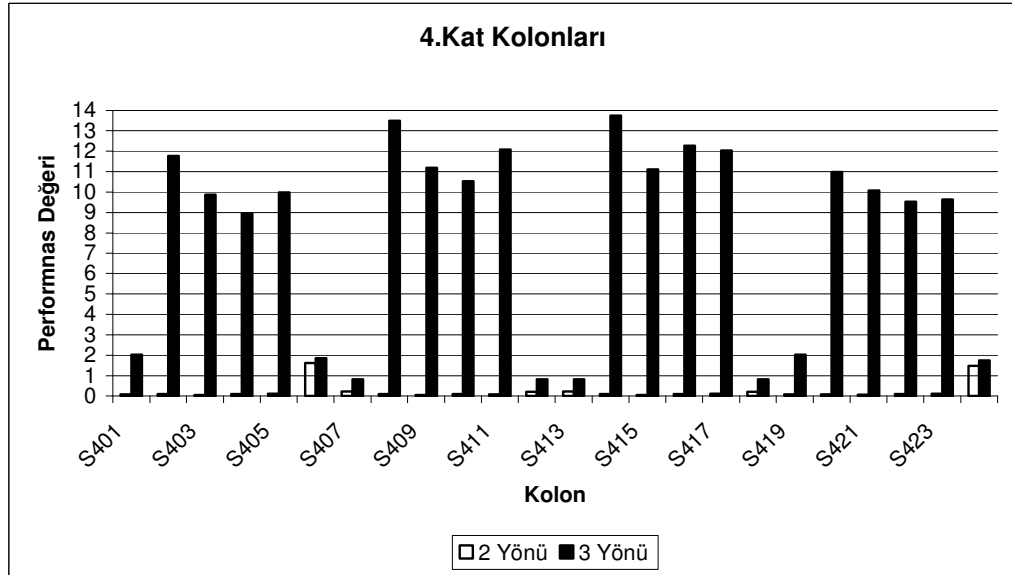
**Şekil6.22:** 1. kat kolonları performans değerleri karşılaştırılması (GÇ) (4 katlı)



**Şekil6.23:** 2. kat kolonları performans değerleri karşılaştırılması (GÇ) (4 katlı)



**Şekil6.24:** 3. kat kolonları performans değerleri karşılaştırılması (GÇ) (4 katlı)



**Şekil6.25:** 4. kat kolonları performans değerleri karşılaştırılması (GÇ) (4 katlı)

**Tablo 6.7:** Kolon kesitlerinin performans değerleri dağılımı (4 katlı)

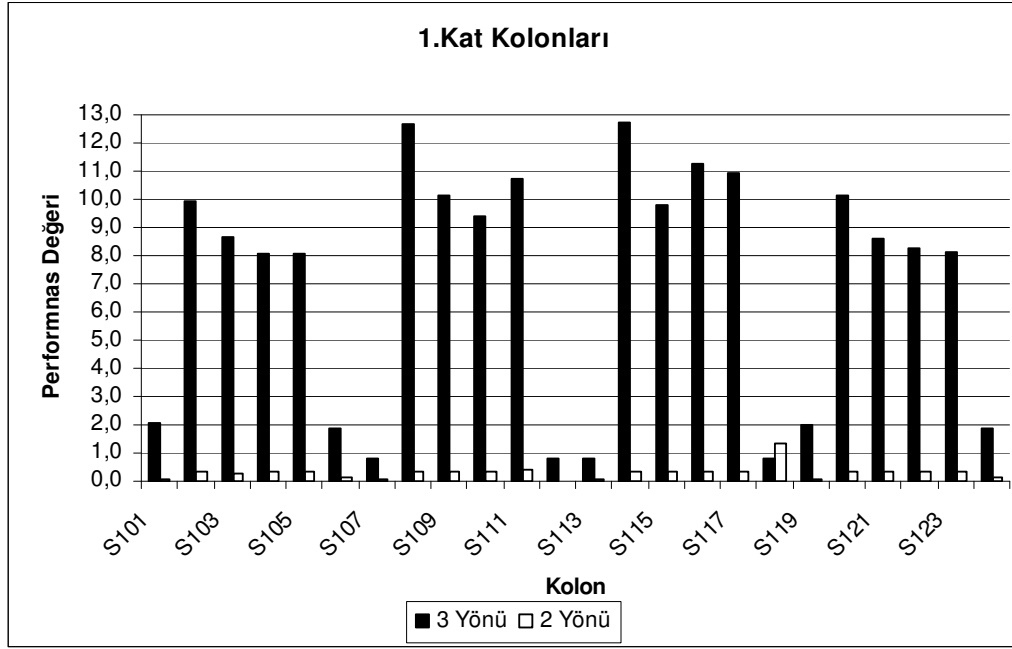
| KAT    | Toplam Eleman Sayısı | MN <sub>2</sub> | GV <sub>2</sub> | GÇ <sub>2</sub> | MN <sub>3</sub> | GV <sub>3</sub> | GÇ <sub>3</sub> | MN     | GV  | GÇ |
|--------|----------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|--------|-----|----|
|        |                      | Eleman Sayısı   |                 |                 | Eleman Sayısı   |                 |                 | Oran % |     |    |
| 1      | 24                   | 24              | 24              | 0               | 24              | 24              | 20              | 100    | 100 | 42 |
| 2      | 24                   | 24              | 24              | 0               | 24              | 24              | 20              | 100    | 100 | 42 |
| 3      | 24                   | 24              | 24              | 0               | 24              | 24              | 20              | 100    | 100 | 42 |
| 4      | 24                   | 24              | 24              | 2               | 24              | 24              | 20              | 100    | 100 | 46 |
| Toplam | 96                   | 96              | 96              | 2               | 96              | 96              | 80              | 100    | 100 | 43 |

4 katlı okul binasının performansının doğrusal elastik olmayan yöntemle belirlenmesi:

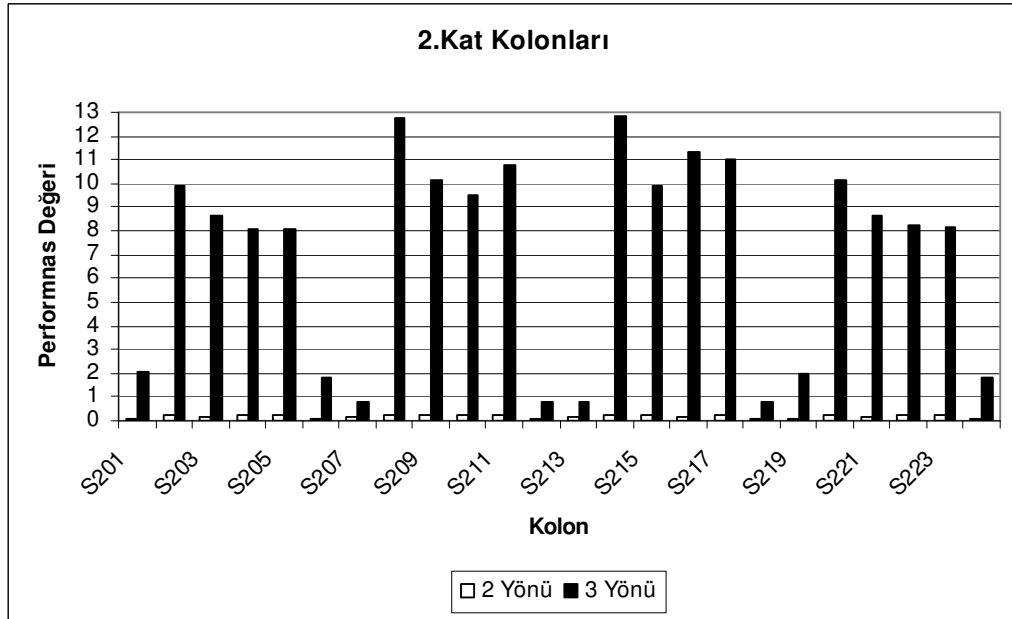
Kiriş ve kolonlarda kesit hasar durumları;

- Doğrusal elastik analizi yapılan 4 katlı okul binasının kiriş kesitlerinin %99'i ileri hasar bölgesinde,
- Doğrusal elastik analizi yapılan 4 katlı okul binasının kolon kesitlerinin %46'sı göçme bölgesinde,
- Mevcut 4 katlı okul binasının doğrusal elastik olan performans analizi yapıldığında Bina göçme öncesi performans düzeyini sağlamamakta ve tasarım depremi için göçme durumundadır.

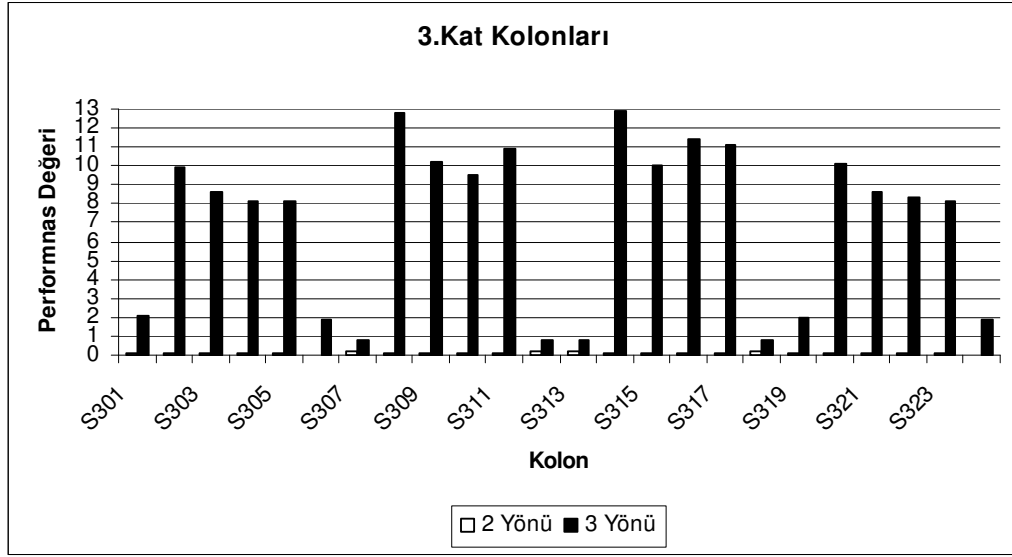
Doğrusal elastik olmayan performans analizi yapılan 4 katlı okul binası bir kat eksiltilerek 3 katlı olarak modellendiğinde ve performans analizi yapıldığında. 4 katlı okul binasının üç katlı modelinin kolon kesitlerinin katlara göre performans değerleri karşılaştırması Şekil6.26, Şekil6.27 ve Şekil6.28'de performans değerleri dağılımı Tablo 6.8'da görülmektedir



**Şekil6.26:** 1. kat kolonları performans değerleri (GÇ) (3 katlı)



**Şekil6.27:** 2. kat kolonları performans değerleri (GÇ) (3 katlı)



**Şekil6.28:** 3. kat kolonları performans değerleri (GÇ) (3 katlı)

**Tablo 6.8:** Kolon kesitlerinin performans değerleri dağılımı (3 katlı)

| KAT    | Toplam Eleman Sayısı | MN <sub>2</sub> | GV <sub>2</sub> | GÇ <sub>2</sub> | MN <sub>3</sub> | GV <sub>3</sub> | GÇ <sub>3</sub> | MN     | GV  | GÇ |
|--------|----------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|--------|-----|----|
|        |                      | Eleman Sayısı   |                 |                 | Eleman Sayısı   |                 |                 | Oran % |     |    |
| 1      | 24                   | 24              | 23              | 0               | 24              | 24              | 20              | 100    | 98  | 42 |
| 2      | 24                   | 24              | 24              | 0               | 24              | 24              | 20              | 100    | 100 | 42 |
| 3      | 24                   | 24              | 24              | 0               | 24              | 24              | 20              | 100    | 100 | 42 |
| Toplam | 96                   | 72              | 71              | 0               | 72              | 72              | 60              | 100    | 99  | 42 |

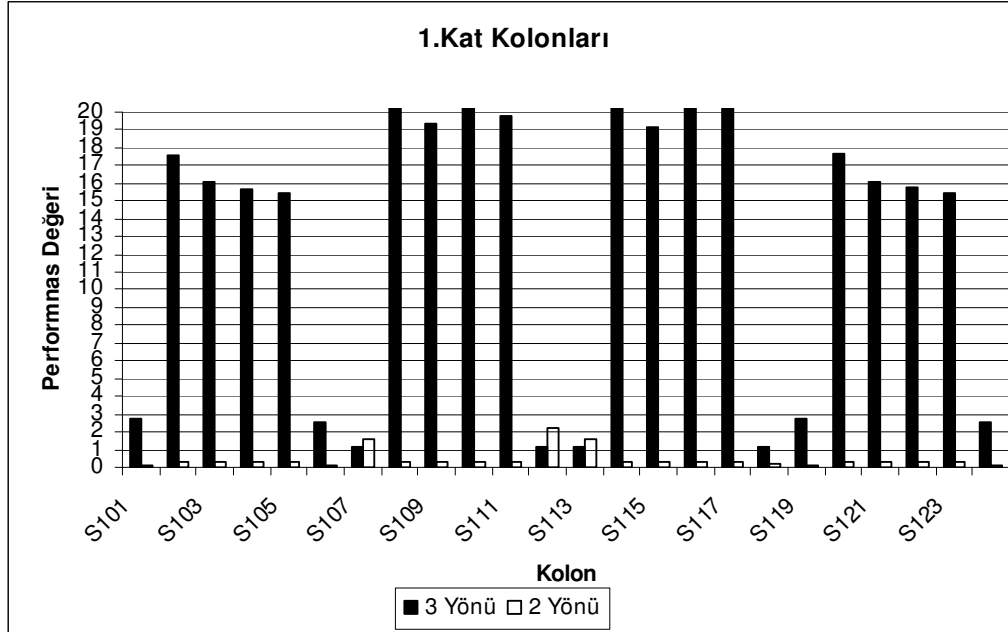
Üç katlı olarak modellenmiş okul binasının performansının doğrusal elastik olmayan yöntemle belirlenmesi :

Kiriş ve kolonlarda kesit hasar durumları;

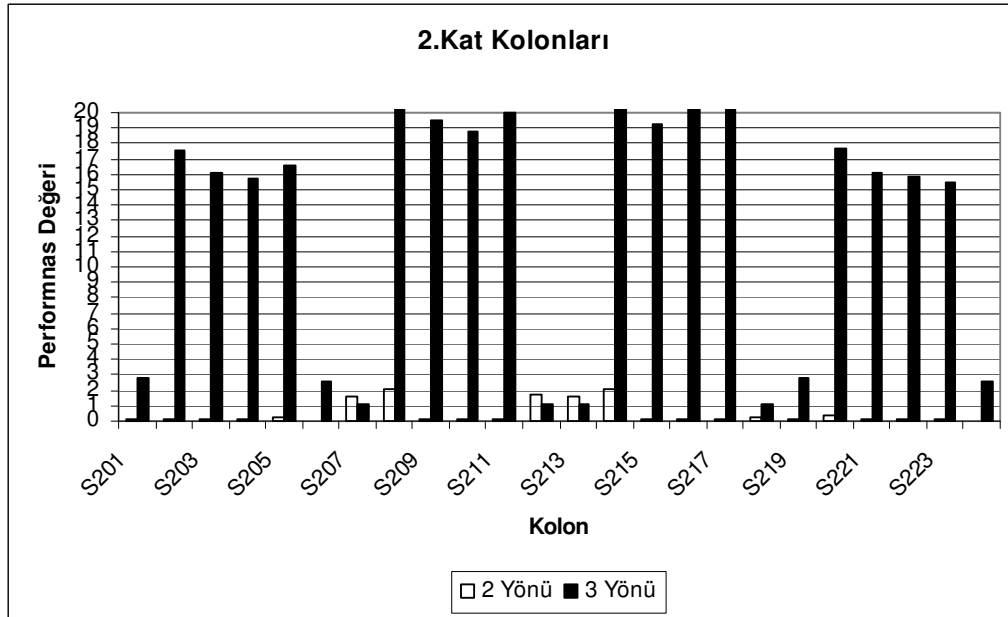
- Doğrusal elastik analizi yapılan 3 katlı okul binasının kiriş kesitlerinin %100'i ileri hasar bölgesinde,
- Doğrusal elastik analizi yapılan 3 katlı okul binasının kolon kesitlerinin %42'sı göçme bölgesinde,
- 3 katlı okul binasının doğrusal elastik olan performans analizi yapıldığında; bina göçme öncesi performans düzeyini sağlamamakta ve tasarım depremi için göçme durumundadır.

Doğrusal elastik olmayan performans analizi yapılan dört katlı okul binası iki kat

eksilti olarak iki katlı olarak modellendi ve performans analizi yapıldı. Okul binasının iki katlı modelinin kolon kesitlerinin katlara göre performans değerleri karşılaştırması Şekil6.29 ve Şekil6.30’de, performans değerleri dağılımı Tablo 6.9’da görülmektedir.



**Şekil6.29:** 1. kat kolonları performans değerleri (GÇ) (2 katlı)



**Şekil6.30:** 2. kat kolonları performans değerleri (GÇ) (2 katlı)

**Tablo 6.9:** Kolon kesitlerinin performans değerleri dağılımı (2 katlı)

| KAT    | Toplam Eleman Sayısı | MN <sub>2</sub> | GV <sub>2</sub> | GÇ <sub>2</sub> | MN <sub>3</sub> | GV <sub>3</sub> | GÇ <sub>3</sub> | MN     | GV | GÇ |
|--------|----------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|--------|----|----|
|        |                      | Eleman Sayısı   |                 |                 | Eleman Sayısı   |                 |                 | Oran % |    |    |
| 1      | 24                   | 24              | 21              | 0               | 24              | 18              | 16              | 100    | 81 | 33 |
| 2      | 24                   | 24              | 20              | 0               | 24              | 18              | 16              | 100    | 79 | 33 |
| Toplam | 96                   | 72              | 60              | 6               | 48              | 36              | 32              | 100    | 80 | 33 |

İki katlı olarak modellenmiş okul binasının performansının doğrusal elastik olmayan yöntemle belirlenmesi :

Kiriş ve kolonlarda kesit hasar durumları;

- Doğrusal elastik analizi yapılan 2 katlı okul binasının kiriş kesitlerinin %100'i ileri hasar bölgesinde,
- Doğrusal elastik analizi yapılan 2 katlı okul binasının kolon kesitlerinin %33'sı göçme bölgesinde,
- İki katlı okul binasının doğrusal elastik olan performans analizi yapıldığında Bina göçme öncesi performans düzeyini sağlamamakta ve tasarım depremi için göçme durumundadır.

## 7. SONUÇ

Bu çalışmada orta yükseklikte olan okul binası DBYBHY 2007 'de öngörülen doğrusal ve doğrusal olmayan hesap yöntemleri kullanılarak yapının deprem performansı belirlenmiş daha sonra yapıdan kat eksiltilerek performans düzeyi yeniden incelenmiştir. Performans analizi yapılan okul binalarının her biri için tasarım depremini (50 yılda aşılma olasılığı %10) göçme önlenmesi performans düzeyi sağlayacak şekilde karşılaması istenmiştir.

Doğrusal hesap yönteminde betonarme yapı elemanları için hasar sınırlarını tanımlayan etki/kapasite oranı kullanılarak performans düzeyi belirlenmiştir. Kesitlerde yeterli kapasite dayanımı olmadığı için bina performansı düşüktür. Doğrusal olmayan hesap yönteminde ise kesitlerin toplam plastik dönmelerinden yola çıkarak kesit şekil değiştirme istemleri ile kesit birim şekil değiştirme istemleriyle kıyaslanarak performans düzeyleri belirlenmiştir.

Dört katlı olarak modellenmiş mevcut okul binasının doğrusal elastik olarak performans analizi yapıldığında, yapı hedeflenen performans düzeyini sağlamadığı görülmüştür. Yapı dört katlı olmasına rağmen yapı periyodu oldukça yüksektir. Ayrıca yapıda kolon ve kiriş kesitlerinde minimuma çok yakın donatı kullanılmış olmasından dolayı kesit kapasiteleri yeterli performans değerine ulaşamamaktadır. Okul binası üç katlı ve iki katlı kabul edildiğinde ise yapının performans durumu hedeflenen performansı yine sağlamamaktadır. 3 katlı yapının performansı kirişlerde %9, kolonlarda %16 daha iyi durumdadır. 2 katlı yapının performanssı ise kirişlerde %46, kolonlarda %44 daha iyi durumdadır.

Mevcut okul binasının doğrusal elastik olmayan performans analizi ile bina deprem performans düzeyi belirlemeye çalışıldığında ise kolon ve kiriş kesitlerinde şekil değiştirme istemleri kabul edilebilir şekil değiştirme sınırlarını aşmakta ve yapı hedeflenen performans düzeyini sağlamamaktadır. 3 katlı yapının performansında, kolonlarda %1-2 mertebesinde iyileşme görülmektedir. 2 katlı yapının performansında ise kolonlarda %10 daha iyi durumdadır. Ama yapı doğrusal elastik yöntemde olduğu gibi üç katlı ve iki katlı olarak doğrusal elastik olmayan performans analizi yapıldığında da yapı hedeflenen performans düzeyini sağlamamaktadır.

DBYBHY 2007’de doğrusal elastik yöntem ile doğrusal elastik olmayan yöntemde kesit performansları değerlerinde farklı sonuçlar elde edilse de, bina deprem performans düzeyleri benzerlik göstermektedir. Yapılan bu incelemede önceden beklendiği üzere, kat azaltılmasının bina performansını olumlu etkilediği görülmüştür.

## KAYNAKLAR

- [1] **Celep, Z. ve Kumbasar, N.**, 2005 Betonarme Yapılar, Beta Dağıtım, İstanbul.
- [2] **Celep, Z. ve Kumbasar, N.**, Deprem Mühendisliğine Giriş ve Depreme Dayanıklı Yapı Tasarımı, Beta Dağıtım, İstanbul.
- [3] **Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik**, 2007 İmar Bakanlığı, Deprem Araştırma Enstitüsü.
- [4] **TS500**, 2000. Betonarme Yapıların Tasarım Ve Yapım Kuralları, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- [5] **Ersoy, U, ve Özcebe, G**, 2001. Betonarme, Evrim Yayınevi, İstanbul.
- [6] **Ersoy, U, ve Özcebe, G**, 2001. Betonarme, Microsoft ® Excel 2000 için yazılmış olan programlar, [www.ce.metu.edu.tr/~betonarme/](http://www.ce.metu.edu.tr/~betonarme/)
- [7] **Özer, E.**, 2005. Yapı Sistemlerinin Lineer Olmayan Analizi Ders Notları, İstanbul.
- [8] **SAP200 Advanced 9.1.6**, 2005. Computers and Structures, Inc. Berkley, California
- [9] **Aydınöğlu, N., Celep, Z., Özer, E., Sucuoğlu, H.**, 2006. Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik Örnekler Kitabı. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, Ankara.
- [10] **Darılmaz K.**, SAP2000 ile Betonarme Yapı Sistemlerinin Çözümü, İ.M.O. Şube Eğitim Semineri.
- [11] **FEMA-356, 2000**. Prestandart and Commentary for the Seismic Rehabilitation of Building, Federal Emergency Management Agency, Washington.
- [12] **Xtract Education 3.0.5**, 2006. Imbsen and Associates, Inc. Sacramento.
- [13] **PCACOL 2.30**, Design and Investigation of Reinforcement Concrete Column Section, Porlant Cement Association Skokie, IL-USA.

**EK A. ( 5. BÖLÜM )****Tablo A 1:** 1.Kat kirişlerinin moment ve kesme kapasiteleri (4 katlı)

| Kiriş | $M_{riü}(\text{kNm})$ | $M_{ria}(\text{kNm})$ | $M_{rjü}(\text{kNm})$ | $M_{rja}(\text{kNm})$ | $V_c(\text{kN})$ | $V_s(\text{kN})$ | $V_r(\text{kN})$ | $V_{max}(\text{kN})$ |
|-------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|------------------|------------------|------------------|----------------------|
| K101  | 194,95                | 94,15                 | 300,61                | 136,81                | 115,98           | 133,64           | 249,62           | 627,00               |
| K102  | 246,80                | 183,55                | 144,34                | 71,51                 | 115,98           | 133,64           | 249,62           | 627,00               |
| K103  | 104,30                | 47,35                 | 104,30                | 47,35                 | 115,98           | 133,64           | 249,62           | 627,00               |
| K104  | 102,51                | 102,51                | 102,51                | 102,51                | 115,98           | 133,64           | 249,62           | 627,00               |
| K105  | 104,30                | 47,35                 | 129,93                | 72,98                 | 115,98           | 133,64           | 249,62           | 627,00               |
| K106  | 104,30                | 47,35                 | 104,30                | 47,35                 | 115,98           | 133,64           | 249,62           | 627,00               |
| K107  | 102,51                | 102,51                | 102,51                | 102,51                | 115,98           | 133,64           | 249,62           | 627,00               |
| K108  | 246,80                | 183,55                | 246,80                | 183,55                | 115,98           | 133,64           | 249,62           | 627,00               |
| K109  | 102,51                | 102,51                | 102,51                | 102,51                | 115,98           | 133,64           | 249,62           | 627,00               |
| K110  | 103,32                | 84,93                 | 103,67                | 75,20                 | 115,98           | 133,64           | 249,62           | 627,00               |
| K111  | 104,30                | 47,35                 | 104,30                | 47,35                 | 115,98           | 133,64           | 249,62           | 627,00               |
| K112  | 104,30                | 47,35                 | 104,30                | 47,35                 | 115,98           | 133,64           | 249,62           | 627,00               |
| K113  | 300,61                | 136,81                | 199,40                | 93,56                 | 115,98           | 133,64           | 249,62           | 627,00               |
| K114  | 119,07                | 73,96                 | 246,80                | 183,55                | 115,98           | 133,64           | 249,62           | 627,00               |
| K115  | 104,30                | 47,35                 | 104,30                | 47,35                 | 115,98           | 133,64           | 249,62           | 627,00               |
| K116  | 102,51                | 102,51                | 102,51                | 102,51                | 115,98           | 133,64           | 249,62           | 627,00               |
| K117  | 155,66                | 70,23                 | 104,30                | 47,35                 | 115,98           | 133,64           | 249,62           | 627,00               |
| K118  | 104,30                | 47,35                 | 104,30                | 47,35                 | 115,98           | 133,64           | 249,62           | 627,00               |
| K119  | 394,89                | 202,61                | 225,74                | 110,82                | 115,98           | 133,64           | 249,62           | 627,00               |
| K120  | 150,01                | 70,88                 | 195,28                | 87,68                 | 115,98           | 133,64           | 249,62           | 627,00               |
| K121  | 104,30                | 47,35                 | 104,30                | 47,35                 | 115,98           | 133,64           | 249,62           | 627,00               |
| K122  | 129,93                | 72,98                 | 129,93                | 72,98                 | 115,98           | 133,64           | 249,62           | 627,00               |
| K123  | 104,30                | 47,35                 | 104,30                | 47,35                 | 115,98           | 133,64           | 249,62           | 627,00               |
| K124  | 424,31                | 258,25                | 318,56                | 155,26                | 115,98           | 133,64           | 249,62           | 627,00               |
| K125  | 201,19                | 109,47                | 189,93                | 110,80                | 115,98           | 133,64           | 249,62           | 627,00               |
| K126  | 104,30                | 47,35                 | 104,30                | 47,35                 | 115,98           | 133,64           | 249,62           | 627,00               |
| K127  | 124,28                | 65,57                 | 168,38                | 89,25                 | 115,98           | 133,64           | 249,62           | 627,00               |
| K128  | 155,66                | 70,23                 | 122,33                | 83,52                 | 115,98           | 133,64           | 249,62           | 627,00               |

|      |        |        |        |        |        |        |        |        |
|------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| K129 | 138,19 | 100,14 | 275,01 | 162,36 | 115,98 | 133,64 | 249,62 | 627,00 |
| K130 | 206,48 | 92,58  | 181,29 | 95,86  | 115,98 | 133,64 | 249,62 | 627,00 |
| K131 | 104,30 | 47,35  | 104,30 | 47,35  | 115,98 | 133,64 | 249,62 | 627,00 |
| K132 | 229,13 | 105,65 | 123,82 | 89,04  | 115,98 | 133,64 | 249,62 | 627,00 |
| K133 | 155,23 | 41,32  | 97,29  | 168,60 | 115,98 | 133,64 | 249,62 | 627,00 |
| K134 | 394,89 | 202,61 | 225,74 | 110,82 | 115,98 | 133,64 | 249,62 | 627,00 |
| K135 | 150,01 | 70,88  | 195,28 | 87,68  | 115,98 | 133,64 | 249,62 | 627,00 |
| K136 | 104,30 | 47,35  | 104,30 | 47,35  | 115,98 | 133,64 | 249,62 | 627,00 |
| K137 | 129,93 | 72,98  | 129,93 | 72,98  | 115,98 | 133,64 | 249,62 | 627,00 |
| K138 | 104,30 | 47,35  | 104,30 | 47,35  | 115,98 | 133,64 | 249,62 | 627,00 |

**Tablo A 2:** SAP2000 programı ile kirişlerde elde edilen deprem ve düşey yüklemeler

| Kiriş | Yükleme | V <sub>di</sub> (kN) | V <sub>di</sub> (kN) | V <sub>2i</sub> (kN) | V <sub>2i</sub> (kN) | M <sub>3i</sub> (kNm) | M <sub>3i</sub> (kNm) |
|-------|---------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|
| K101  | DÜŞEY   | -92,03               | 92,03                | -77,32               | 89,10                | -40,99                | -67,49                |
|       | XP      | -92,03               | 92,03                | -1,14                | -1,14                | -2,45                 | 2,67                  |
|       | XN      | -92,03               | 92,03                | 1,14                 | 1,14                 | 2,45                  | -2,67                 |
|       | YP      | -92,03               | 92,03                | 188,55               | 188,55               | 424,65                | -423,82               |
|       | YN      | -92,03               | 92,03                | -188,55              | -188,55              | -424,65               | 423,82                |
| K102  | DÜŞEY   | -88,11               | 88,11                | -76,14               | 73,23                | -35,25                | -30,27                |
|       | XP      | -88,11               | 88,11                | -0,23                | -0,23                | -0,40                 | 0,39                  |
|       | XN      | -88,11               | 88,11                | 0,23                 | 0,23                 | 0,40                  | -0,39                 |
|       | YP      | -88,11               | 88,11                | 395,59               | 395,59               | 692,55                | -662,35               |
|       | YN      | -88,11               | 88,11                | -395,59              | -395,59              | -692,55               | 662,35                |
| K103  | DÜŞEY   | -87,46               | 87,46                | -75,69               | 72,74                | -35,09                | -30,03                |
|       | XP      | -87,46               | 87,46                | -0,20                | -0,20                | -0,35                 | 0,34                  |
|       | XN      | -87,46               | 87,46                | 0,20                 | 0,20                 | 0,35                  | -0,34                 |
|       | YP      | -87,46               | 87,46                | 395,74               | 395,74               | 692,82                | -662,57               |
|       | YN      | -87,46               | 87,46                | -395,74              | -395,74              | -692,82               | 662,57                |
| K104  | DÜŞEY   | -87,46               | 87,46                | -75,69               | 72,74                | -35,09                | -30,03                |
|       | XP      | -87,46               | 87,46                | 0,20                 | 0,20                 | 0,35                  | -0,34                 |
|       | XN      | -87,46               | 87,46                | -0,20                | -0,20                | -0,35                 | 0,34                  |
|       | YP      | -87,46               | 87,46                | 395,74               | 395,74               | 692,82                | -662,57               |
|       | YN      | -87,46               | 87,46                | -395,74              | -395,74              | -692,82               | 662,57                |
| K105  | DÜŞEY   | -88,11               | 88,11                | -76,14               | 73,23                | -35,25                | -30,27                |
|       | XP      | -88,11               | 88,11                | 0,23                 | 0,23                 | 0,40                  | -0,39                 |
|       | XN      | -88,11               | 88,11                | -0,23                | -0,23                | -0,40                 | 0,39                  |

|      |       |        |       |         |         |         |         |
|------|-------|--------|-------|---------|---------|---------|---------|
|      | YP    | -88,11 | 88,11 | 395,59  | 395,59  | 692,55  | -662,35 |
|      | YN    | -88,11 | 88,11 | -395,59 | -395,59 | -692,55 | 662,35  |
| K106 | DÜŞEY | -92,03 | 92,03 | -77,32  | 89,10   | -40,99  | -67,49  |
|      | XP    | -92,03 | 92,03 | 1,14    | 1,14    | 2,45    | -2,67   |
|      | XN    | -92,03 | 92,03 | -1,14   | -1,14   | -2,45   | 2,67    |
|      | YP    | -92,03 | 92,03 | 188,55  | 188,55  | 424,65  | -423,82 |
|      | YN    | -92,03 | 92,03 | -188,55 | -188,55 | -424,65 | 423,82  |
|      |       |        |       |         |         |         |         |
| K107 | DÜŞEY | -78,82 | 78,82 | -71,79  | 71,79   | -48,28  | -48,28  |
|      | XP    | -78,82 | 78,82 | 0,00    | 0,00    | 0,22    | 0,22    |
|      | XN    | -78,82 | 78,82 | 0,00    | 0,00    | -0,22   | -0,22   |
|      | YP    | -78,82 | 78,82 | 238,02  | 238,02  | 476,04  | -476,04 |
|      | YN    | -78,82 | 78,82 | -238,02 | -238,02 | -476,04 | 476,04  |
| K108 | DÜŞEY | -67,84 | 67,84 | -58,02  | 58,02   | -19,01  | -19,01  |
|      | XP    | -67,84 | 67,84 | 0,00    | 0,00    | 0,00    | 0,00    |
|      | XN    | -67,84 | 67,84 | 0,00    | 0,00    | 0,00    | 0,00    |
|      | YP    | -67,84 | 67,84 | 540,32  | 540,32  | 756,45  | -756,45 |
|      | YN    | -67,84 | 67,84 | -540,32 | -540,32 | -756,45 | 756,45  |
| K109 | DÜŞEY | -67,82 | 67,82 | -58,00  | 58,00   | -18,99  | -18,99  |
|      | XP    | -67,82 | 67,82 | 0,00    | 0,00    | 0,00    | 0,00    |
|      | XN    | -67,82 | 67,82 | 0,00    | 0,00    | 0,00    | 0,00    |
|      | YP    | -67,82 | 67,82 | 540,45  | 540,45  | 756,63  | -756,63 |
|      | YN    | -67,82 | 67,82 | -540,45 | -540,45 | -756,63 | 756,63  |
| K110 | DÜŞEY | -67,82 | 67,82 | -58,00  | 58,00   | -18,99  | -18,99  |
|      | XP    | -67,82 | 67,82 | 0,00    | 0,00    | 0,00    | 0,00    |
|      | XN    | -67,82 | 67,82 | 0,00    | 0,00    | 0,00    | 0,00    |
|      | YP    | -67,82 | 67,82 | 540,45  | 540,45  | 756,63  | -756,63 |
|      | YN    | -67,82 | 67,82 | -540,45 | -540,45 | -756,63 | 756,63  |
| K111 | DÜŞEY | -67,84 | 67,84 | -58,02  | 58,02   | -19,01  | -19,01  |
|      | XP    | -67,84 | 67,84 | 0,00    | 0,00    | 0,00    | 0,00    |
|      | XN    | -67,84 | 67,84 | 0,00    | 0,00    | 0,00    | 0,00    |
|      | YP    | -67,84 | 67,84 | 540,32  | 540,32  | 756,45  | -756,45 |
|      | YN    | -67,84 | 67,84 | -540,32 | -540,32 | -756,45 | 756,45  |
| K112 | DÜŞEY | -78,82 | 78,82 | -71,79  | 71,79   | -48,28  | -48,28  |
|      | XP    | -78,82 | 78,82 | 0,00    | 0,00    | -0,22   | -0,22   |
|      | XN    | -78,82 | 78,82 | 0,00    | 0,00    | 0,22    | 0,22    |
|      | YP    | -78,82 | 78,82 | 238,02  | 238,02  | 476,04  | -476,04 |
|      | YN    | -78,82 | 78,82 | -238,02 | -238,02 | -476,04 | 476,04  |

|      |       |         |        |         |         |         |         |
|------|-------|---------|--------|---------|---------|---------|---------|
| K113 | DÜŞEY | -92,03  | 92,03  | -89,10  | 77,32   | -67,49  | -40,99  |
|      | XP    | -92,03  | 92,03  | 1,14    | 1,14    | 2,67    | -2,45   |
|      | XN    | -92,03  | 92,03  | -1,14   | -1,14   | -2,67   | 2,45    |
|      | YP    | -92,03  | 92,03  | 188,55  | 188,55  | 423,82  | -424,65 |
|      | YN    | -92,03  | 92,03  | -188,55 | -188,55 | -423,82 | 424,65  |
| K114 | DÜŞEY | -88,11  | 88,11  | -73,23  | 76,14   | -30,27  | -35,25  |
|      | XP    | -88,11  | 88,11  | 0,23    | 0,23    | 0,39    | -0,40   |
|      | XN    | -88,11  | 88,11  | -0,23   | -0,23   | -0,39   | 0,40    |
|      | YP    | -88,11  | 88,11  | 395,59  | 395,59  | 662,35  | -692,55 |
|      | YN    | -88,11  | 88,11  | -395,59 | -395,59 | -662,35 | 692,55  |
| K115 | DÜŞEY | -87,46  | 87,46  | -72,74  | 75,69   | -30,03  | -35,09  |
|      | XP    | -87,46  | 87,46  | 0,20    | 0,20    | 0,34    | -0,35   |
|      | XN    | -87,46  | 87,46  | -0,20   | -0,20   | -0,34   | 0,35    |
|      | YP    | -87,46  | 87,46  | 395,74  | 395,74  | 662,57  | -692,82 |
|      | YN    | -87,46  | 87,46  | -395,74 | -395,74 | -662,57 | 692,82  |
| K116 | DÜŞEY | -87,46  | 87,46  | -72,74  | 75,69   | -30,03  | -35,09  |
|      | XP    | -87,46  | 87,46  | -0,20   | -0,20   | -0,34   | 0,35    |
|      | XN    | -87,46  | 87,46  | 0,20    | 0,20    | 0,34    | -0,35   |
|      | YP    | -87,46  | 87,46  | 395,74  | 395,74  | 662,57  | -692,82 |
|      | YN    | -87,46  | 87,46  | -395,74 | -395,74 | -662,57 | 692,82  |
| K117 | DÜŞEY | -88,11  | 88,11  | -73,23  | 76,14   | -30,27  | -35,25  |
|      | XP    | -88,11  | 88,11  | -0,23   | -0,23   | -0,39   | 0,40    |
|      | XN    | -88,11  | 88,11  | 0,23    | 0,23    | 0,39    | -0,40   |
|      | YP    | -88,11  | 88,11  | 395,59  | 395,59  | 662,35  | -692,55 |
|      | YN    | -88,11  | 88,11  | -395,59 | -395,59 | -662,35 | 692,55  |
| K118 | DÜŞEY | -92,03  | 92,03  | -89,10  | 77,32   | -67,49  | -40,99  |
|      | XP    | -92,03  | 92,03  | -1,14   | -1,14   | -2,67   | 2,45    |
|      | XN    | -92,03  | 92,03  | 1,14    | 1,14    | 2,67    | -2,45   |
|      | YP    | -92,03  | 92,03  | 188,55  | 188,55  | 423,82  | -424,65 |
|      | YN    | -92,03  | 92,03  | -188,55 | -188,55 | -423,82 | 424,65  |
| K119 | DÜŞEY | -119,60 | 119,60 | -102,70 | 111,04  | -80,38  | -103,31 |
|      | XP    | -119,60 | 119,60 | 240,20  | 240,20  | 687,78  | -633,32 |
|      | XN    | -119,60 | 119,60 | -240,20 | -240,20 | -687,78 | 633,32  |
|      | YP    | -119,60 | 119,60 | 0,28    | 0,28    | 0,78    | -0,78   |
|      | YN    | -119,60 | 119,60 | -0,28   | -0,28   | -0,78   | 0,78    |
| K120 | DÜŞEY | -123,95 | 123,95 | -112,80 | 108,72  | -105,82 | -94,21  |
|      | XP    | -123,95 | 123,95 | 185,84  | 185,84  | 534,06  | -525,21 |

|      |       |         |        |         |         |         |         |
|------|-------|---------|--------|---------|---------|---------|---------|
|      | XN    | -123,95 | 123,95 | -185,84 | -185,84 | -534,06 | 525,21  |
|      | YP    | -123,95 | 123,95 | -0,02   | -0,02   | -0,09   | 0,04    |
|      | YN    | -123,95 | 123,95 | 0,02    | 0,02    | 0,09    | -0,04   |
| K121 | DÜŞEY | -75,00  | 75,00  | -68,48  | 68,48   | -48,81  | -48,81  |
|      | XP    | -75,00  | 75,00  | 379,80  | 379,80  | 731,11  | -731,11 |
|      | XN    | -75,00  | 75,00  | -379,80 | -379,80 | -731,11 | 731,11  |
|      | YP    | -75,00  | 75,00  | 0,00    | 0,00    | 0,00    | 0,00    |
|      | YN    | -75,00  | 75,00  | 0,00    | 0,00    | 0,00    | 0,00    |
| K122 | DÜŞEY | -123,95 | 123,95 | -108,72 | 112,80  | -94,21  | -105,82 |
|      | XP    | -123,95 | 123,95 | 185,84  | 185,84  | 525,21  | -534,06 |
|      | XN    | -123,95 | 123,95 | -185,84 | -185,84 | -525,21 | 534,06  |
|      | YP    | -123,95 | 123,95 | 0,02    | 0,02    | 0,04    | -0,09   |
|      | YN    | -123,95 | 123,95 | -0,02   | -0,02   | -0,04   | 0,09    |
| K123 | DÜŞEY | -119,60 | 119,60 | -111,04 | 102,70  | -103,31 | -80,38  |
|      | XP    | -119,60 | 119,60 | 240,20  | 240,20  | 633,32  | -687,78 |
|      | XN    | -119,60 | 119,60 | -240,20 | -240,20 | -633,32 | 687,78  |
|      | YP    | -119,60 | 119,60 | -0,28   | -0,28   | -0,78   | 0,78    |
|      | YN    | -119,60 | 119,60 | 0,28    | 0,28    | 0,78    | -0,78   |
| K124 | DÜŞEY | -141,93 | 141,93 | -111,55 | 126,47  | -73,62  | -111,67 |
|      | XP    | -141,93 | 141,93 | 281,28  | 281,28  | 717,29  | -717,24 |
|      | XN    | -141,93 | 141,93 | -281,28 | -281,28 | -717,29 | 717,24  |
|      | YP    | -141,93 | 141,93 | 0,40    | 0,40    | 0,98    | -1,04   |
|      | YN    | -141,93 | 141,93 | -0,40   | -0,40   | -0,98   | 1,04    |
| K125 | DÜŞEY | -158,66 | 158,66 | -134,85 | 131,20  | -125,23 | -114,81 |
|      | XP    | -158,66 | 158,66 | 196,27  | 196,27  | 562,11  | -556,60 |
|      | XN    | -158,66 | 158,66 | -196,27 | -196,27 | -562,11 | 556,60  |
|      | YP    | -158,66 | 158,66 | -0,03   | -0,03   | -0,10   | 0,04    |
|      | YN    | -158,66 | 158,66 | 0,03    | 0,03    | 0,10    | -0,04   |
| K126 | DÜŞEY | -91,55  | 91,55  | -78,51  | 78,51   | -55,55  | -55,55  |
|      | XP    | -91,55  | 91,55  | 406,18  | 406,18  | 781,90  | -781,90 |
|      | XN    | -91,55  | 91,55  | -406,18 | -406,18 | -781,90 | 781,90  |
|      | YP    | -91,55  | 91,55  | 0,00    | 0,00    | 0,00    | 0,00    |
|      | YN    | -91,55  | 91,55  | 0,00    | 0,00    | 0,00    | 0,00    |
| K127 | DÜŞEY | -158,66 | 158,66 | -131,20 | 134,85  | -114,81 | -125,23 |
|      | XP    | -158,66 | 158,66 | 196,27  | 196,27  | 556,60  | -562,11 |
|      | XN    | -158,66 | 158,66 | -196,27 | -196,27 | -556,60 | 562,11  |
|      | YP    | -158,66 | 158,66 | 0,03    | 0,03    | 0,04    | -0,10   |

|      |       |         |        |         |         |         |         |
|------|-------|---------|--------|---------|---------|---------|---------|
|      | YN    | -158,66 | 158,66 | -0,03   | -0,03   | -0,04   | 0,10    |
| K128 | DÜŞEY | -141,93 | 141,93 | -126,47 | 111,55  | -111,67 | -73,62  |
|      | XP    | -141,93 | 141,93 | 281,28  | 281,28  | 717,24  | -717,29 |
|      | XN    | -141,93 | 141,93 | -281,28 | -281,28 | -717,24 | 717,29  |
|      | YP    | -141,93 | 141,93 | -0,40   | -0,40   | -1,04   | 0,98    |
|      | YN    | -141,93 | 141,93 | 0,40    | 0,40    | 1,04    | -0,98   |
| K129 | DÜŞEY | -141,93 | 141,93 | -111,55 | 126,47  | -73,62  | -111,67 |
|      | XP    | -141,93 | 141,93 | 281,28  | 281,28  | 717,29  | -717,24 |
|      | XN    | -141,93 | 141,93 | -281,28 | -281,28 | -717,29 | 717,24  |
|      | YP    | -141,93 | 141,93 | -0,40   | -0,40   | -0,98   | 1,04    |
|      | YN    | -141,93 | 141,93 | 0,40    | 0,40    | 0,98    | -1,04   |
| K130 | DÜŞEY | -158,66 | 158,66 | -134,85 | 131,20  | -125,23 | -114,81 |
|      | XP    | -158,66 | 158,66 | 196,27  | 196,27  | 562,11  | -556,60 |
|      | XN    | -158,66 | 158,66 | -196,27 | -196,27 | -562,11 | 556,60  |
|      | YP    | -158,66 | 158,66 | 0,03    | 0,03    | 0,10    | -0,04   |
|      | YN    | -158,66 | 158,66 | -0,03   | -0,03   | -0,10   | 0,04    |
| K131 | DÜŞEY | -91,55  | 91,55  | -78,51  | 78,51   | -55,55  | -55,55  |
|      | XP    | -91,55  | 91,55  | 406,18  | 406,18  | 781,90  | -781,90 |
|      | XN    | -91,55  | 91,55  | -406,18 | -406,18 | -781,90 | 781,90  |
|      | YP    | -91,55  | 91,55  | 0,00    | 0,00    | 0,00    | 0,00    |
|      | YN    | -91,55  | 91,55  | 0,00    | 0,00    | 0,00    | 0,00    |
| K132 | DÜŞEY | -158,66 | 158,66 | -131,20 | 134,85  | -114,81 | -125,23 |
|      | XP    | -158,66 | 158,66 | 196,27  | 196,27  | 556,60  | -562,11 |
|      | XN    | -158,66 | 158,66 | -196,27 | -196,27 | -556,60 | 562,11  |
|      | YP    | -158,66 | 158,66 | -0,03   | -0,03   | -0,04   | 0,10    |
|      | YN    | -158,66 | 158,66 | 0,03    | 0,03    | 0,04    | -0,10   |
| K133 | DÜŞEY | -141,93 | 141,93 | -126,47 | 111,55  | -111,67 | -73,62  |
|      | XP    | -141,93 | 141,93 | 281,28  | 281,28  | 717,24  | -717,29 |
|      | XN    | -141,93 | 141,93 | -281,28 | -281,28 | -717,24 | 717,29  |
|      | YP    | -141,93 | 141,93 | 0,40    | 0,40    | 1,04    | -0,98   |
|      | YN    | -141,93 | 141,93 | -0,40   | -0,40   | -1,04   | 0,98    |
| K134 | DÜŞEY | -119,60 | 119,60 | -102,70 | 111,04  | -80,38  | -103,31 |
|      | XP    | -119,60 | 119,60 | 240,20  | 240,20  | 687,78  | -633,32 |
|      | XN    | -119,60 | 119,60 | -240,20 | -240,20 | -687,78 | 633,32  |
|      | YP    | -119,60 | 119,60 | -0,28   | -0,28   | -0,78   | 0,78    |
|      | YN    | -119,60 | 119,60 | 0,28    | 0,28    | 0,78    | -0,78   |
| K135 | DÜŞEY | -123,95 | 123,95 | -112,80 | 108,72  | -105,82 | -94,21  |

|      |       |         |        |         |         |         |         |
|------|-------|---------|--------|---------|---------|---------|---------|
|      | XP    | -123,95 | 123,95 | 185,84  | 185,84  | 534,06  | -525,21 |
|      | XN    | -123,95 | 123,95 | -185,84 | -185,84 | -534,06 | 525,21  |
|      | YP    | -123,95 | 123,95 | 0,02    | 0,02    | 0,09    | -0,04   |
|      | YN    | -123,95 | 123,95 | -0,02   | -0,02   | -0,09   | 0,04    |
| K136 | DÜŞEY | -75,00  | 75,00  | -68,48  | 68,48   | -48,81  | -48,81  |
|      | XP    | -75,00  | 75,00  | 379,80  | 379,80  | 731,11  | -731,11 |
|      | XN    | -75,00  | 75,00  | -379,80 | -379,80 | -731,11 | 731,11  |
|      | YP    | -75,00  | 75,00  | 0,00    | 0,00    | 0,00    | 0,00    |
|      | YN    | -75,00  | 75,00  | 0,00    | 0,00    | 0,00    | 0,00    |
| K137 | DÜŞEY | -123,95 | 123,95 | -108,72 | 112,80  | -94,21  | -105,82 |
|      | XP    | -123,95 | 123,95 | 185,84  | 185,84  | 525,21  | -534,06 |
|      | XN    | -123,95 | 123,95 | -185,84 | -185,84 | -525,21 | 534,06  |
|      | YP    | -123,95 | 123,95 | -0,02   | -0,02   | -0,04   | 0,09    |
|      | YN    | -123,95 | 123,95 | 0,02    | 0,02    | 0,04    | -0,09   |
| K138 | DÜŞEY | -119,60 | 119,60 | -111,04 | 102,70  | -103,31 | -80,38  |
|      | XP    | -119,60 | 119,60 | 240,20  | 240,20  | 633,32  | -687,78 |
|      | XN    | -119,60 | 119,60 | -240,20 | -240,20 | -633,32 | 687,78  |
|      | YP    | -119,60 | 119,60 | 0,28    | 0,28    | 0,78    | -0,78   |
|      | YN    | -119,60 | 119,60 | -0,28   | -0,28   | -0,78   | 0,78    |

**Tablo A 3: Kiriş etki kapasite oranları (r)**

| Kiriş | Yükleme | ri    | rj    | Kiriş | Yükleme | ri     | rj     |
|-------|---------|-------|-------|-------|---------|--------|--------|
| K101  | XP      | 0,05  | 0,01  | K120  | XP      | 2,09   | 80,40  |
|       | XN      | 0,01  | 0,04  |       | XN      | 15,29  | 1,81   |
|       | YP      | 1,80  | 6,11  |       | YP      | 0,00   | 0,00   |
|       | YN      | 7,99  | 1,15  |       | YN      | 0,00   | 0,01   |
| K102  | XP      | 0,00  | 0,00  | K121  | XP      | 4,77   | 499,09 |
|       | XN      | 0,00  | 0,01  |       | XN      | 499,09 | 4,77   |
|       | YP      | 2,46  | 16,06 |       | YP      | 0,00   | 0,00   |
|       | YN      | 4,67  | 3,79  |       | YN      | 0,00   | 0,00   |
| K103  | XP      | 0,03  | 0,00  | K122  | XP      | 2,34   | 16,26  |
|       | XN      | 0,00  | 0,02  |       | XN      | 24,73  | 2,27   |
|       | YP      | 4,97  | 38,27 |       | YP      | 0,00   | 0,00   |
|       | YN      | 56,52 | 4,93  |       | YN      | 0,00   | 0,00   |
| K104  | XP      | 0,00  | 0,00  | K123  | XP      | 3,05   | 20,82  |
|       | XN      | 0,01  | 0,00  |       | XN      | 11,32  | 3,72   |

|      |    |        |        |      |    |       |        |
|------|----|--------|--------|------|----|-------|--------|
|      | YP | 5,03   | 9,14   |      | YP | 0,01  | 0,00   |
|      | YN | 10,28  | 5,00   |      | YN | 0,00  | 0,02   |
| K105 | XP | 0,00   | 0,01   | K124 | XP | 1,44  | 16,47  |
|      | XN | 0,03   | 0,00   |      | XN | 3,89  | 1,67   |
|      | YP | 4,96   | 15,51  |      | YP | 0,00  | 0,02   |
|      | YN | 57,23  | 4,13   |      | YN | 0,01  | 0,00   |
| K106 | XP | 0,02   | 0,13   | K125 | XP | 1,72  | 138,81 |
|      | XN | 0,39   | 0,02   |      | XN | 35,67 | 1,83   |
|      | YP | 2,92   | 21,04  |      | YP | 0,01  | 0,00   |
|      | YN | 66,77  | 2,47   |      | YN | 0,00  | 0,01   |
| K107 | XP | 0,00   | 0,00   | K126 | XP | 4,89  | 95,32  |
|      | XN | 0,00   | 0,00   |      | XN | 95,32 | 4,89   |
|      | YP | 3,16   | 8,78   |      | YP | 0,00  | 0,00   |
|      | YN | 8,78   | 3,16   |      | YN | 0,00  | 0,00   |
| K108 | XP | 0,00   | 0,00   | K127 | XP | 2,33  | 15,63  |
|      | XN | 0,00   | 0,00   |      | XN | 11,30 | 1,91   |
|      | YP | 2,85   | 4,60   |      | YP | 0,00  | 0,00   |
|      | YN | 4,60   | 2,85   |      | YN | 0,00  | 0,00   |
| K109 | XP | 0,00   | 0,00   | K128 | XP | 2,68  | 72,57  |
|      | XN | 0,00   | 0,00   |      | XN | 17,31 | 3,65   |
|      | YP | 6,23   | 9,06   |      | YP | 0,03  | 0,00   |
|      | YN | 9,06   | 6,23   |      | YN | 0,00  | 0,10   |
| K110 | XP | 0,00   | 0,00   | K129 | XP | 3,39  | 14,16  |
|      | XN | 0,00   | 0,00   |      | XN | 27,05 | 1,85   |
|      | YP | 6,15   | 13,46  |      | YP | 0,04  | 0,00   |
|      | YN | 11,49  | 6,17   |      | YN | 0,00  | 0,02   |
| K111 | XP | 0,00   | 0,00   | K130 | XP | 1,69  | 29,37  |
|      | XN | 0,00   | 0,00   |      | XN | 17,22 | 1,88   |
|      | YP | 6,13   | 26,69  |      | YP | 0,00  | 0,00   |
|      | YN | 26,69  | 6,13   |      | YN | 0,00  | 0,00   |
| K112 | XP | 0,23   | 0,23   | K131 | XP | 4,89  | 95,32  |
|      | XN | 0,00   | 0,00   |      | XN | 95,32 | 4,89   |
|      | YP | 3,12   | 509,37 |      | YP | 0,00  | 0,00   |
|      | YN | 509,37 | 3,12   |      | YN | 0,00  | 0,00   |
| K113 | XP | 0,01   | 0,05   | K132 | XP | 1,62  | 15,64  |
|      | XN | 0,04   | 0,01   |      | XN | 60,30 | 2,26   |

|      |    |       |       |      |    |        |        |
|------|----|-------|-------|------|----|--------|--------|
|      | YP | 1,15  | 7,96  |      | YP | 0,00   | 0,00   |
|      | YN | 6,02  | 1,77  |      | YN | 0,00   | 0,00   |
| K114 | XP | 0,00  | 0,00  | K133 | XP | 2,69   | 7,55   |
|      | XN | 0,01  | 0,00  |      | XN | 10,20  | 4,18   |
|      | YP | 4,44  | 4,67  |      | YP | 0,00   | 0,01   |
|      | YN | 14,82 | 2,46  |      | YN | 0,01   | 0,01   |
|      |    |       |       |      |    |        |        |
| K115 | XP | 0,00  | 0,03  | K134 | XP | 1,45   | 84,34  |
|      | XN | 0,02  | 0,00  |      | XN | 5,63   | 1,92   |
|      | YP | 4,93  | 56,52 |      | YP | 0,01   | 0,00   |
|      | YN | 38,27 | 4,97  |      | YN | 0,00   | 0,10   |
| K116 | XP | 0,00  | 0,00  | K135 | XP | 2,09   | 80,40  |
|      | XN | 0,00  | 0,01  |      | XN | 15,29  | 1,81   |
|      | YP | 5,00  | 10,28 |      | YP | 0,00   | 0,01   |
|      | YN | 9,14  | 5,03  |      | YN | 0,00   | 0,00   |
| K117 | XP | 0,01  | 0,00  | K136 | XP | 4,77   | 499,09 |
|      | XN | 0,00  | 0,03  |      | XN | 499,09 | 4,77   |
|      | YP | 3,56  | 57,23 |      | YP | 0,00   | 0,00   |
|      | YN | 16,57 | 4,96  |      | YN | 0,00   | 0,00   |
| K118 | XP | 0,13  | 0,02  | K137 | XP | 2,34   | 16,26  |
|      | XN | 0,02  | 0,39  |      | XN | 24,73  | 2,27   |
|      | YP | 2,47  | 66,77 |      | YP | 0,00   | 0,00   |
|      | YN | 21,04 | 2,92  |      | YN | 0,00   | 0,00   |
| K119 | XP | 1,45  | 84,34 | K138 | XP | 3,05   | 20,82  |
|      | XN | 5,63  | 1,92  |      | XN | 11,32  | 3,72   |
|      | YP | 0,00  | 0,10  |      | YP | 0,00   | 0,02   |
|      | YN | 0,01  | 0,00  |      | YN | 0,01   | 0,00   |

**Tablo A 4:** 1. kat kirişlerin  $V_e$  moment kapasitelerine karşı gelen kesme kuvvetleri

| Kiriş | Yüklem | $V_{ei}$ (kN) | $V_{ej}$ (kN) | Kiriş | Yüklem | $V_{ei}$ (kN) | $V_{ej}$ (kN) |
|-------|--------|---------------|---------------|-------|--------|---------------|---------------|
| K101  | XP     | 174,27        | 161,14        | K120  | XP     | 163,56        | 163,56        |
|       | XN     | 161,14        | 161,14        |       | XN     | 168,31        | 168,31        |
|       | YP     | 174,27        | 174,27        |       | YP     | 163,56        | 163,56        |
|       | YN     | 161,14        | 161,14        |       | YN     | 168,31        | 168,31        |
| K102  | XP     | 154,42        | 154,42        | K121  | XP     | 111,54        | 111,54        |
|       | XN     | 156,42        | 156,42        |       | XN     | 111,54        | 111,54        |

|      |    |        |        |      |    |        |        |
|------|----|--------|--------|------|----|--------|--------|
|      | YP | 154,42 | 154,42 |      | YP | 111,54 | 111,54 |
|      | YN | 156,42 | 156,42 |      | YN | 111,54 | 111,54 |
| K103 | XP | 119,05 | 119,05 | K122 | XP | 157,76 | 157,76 |
|      | XN | 119,05 | 119,05 |      | XN | 157,76 | 157,76 |
|      | YP | 119,05 | 119,05 |      | YP | 157,76 | 157,76 |
|      | YN | 119,05 | 119,05 |      | YN | 157,76 | 157,76 |
|      |    |        |        |      |    |        |        |
| K104 | XP | 130,17 | 130,17 | K123 | XP | 144,87 | 144,87 |
|      | XN | 130,17 | 130,17 |      | XN | 144,87 | 144,87 |
|      | YP | 130,17 | 130,17 |      | YP | 144,87 | 144,87 |
|      | YN | 130,17 | 130,17 |      | YN | 144,87 | 144,87 |
| K105 | XP | 125,04 | 125,04 | K124 | XP | 238,53 | 238,53 |
|      | XN | 125,04 | 125,04 |      | XN | 238,10 | 238,10 |
|      | YP | 125,04 | 125,04 |      | YP | 238,52 | 238,52 |
|      | YN | 125,04 | 125,04 |      | YN | 238,17 | 238,17 |
| K106 | XP | 123,62 | 123,62 | K125 | XP | 208,56 | 208,56 |
|      | XN | 123,62 | 123,62 |      | XN | 210,66 | 210,66 |
|      | YP | 123,62 | 123,62 |      | YP | 208,56 | 208,56 |
|      | YN | 123,62 | 123,62 |      | YN | 210,66 | 210,66 |
| K107 | XP | 126,50 | 126,50 | K126 | XP | 128,10 | 128,10 |
|      | XN | 126,50 | 126,50 |      | XN | 128,10 | 128,10 |
|      | YP | 126,50 | 126,50 |      | YP | 128,10 | 128,10 |
|      | YN | 126,50 | 126,50 |      | YN | 128,10 | 128,10 |
| K108 | XP | 167,92 | 167,92 | K127 | XP | 197,65 | 197,65 |
|      | XN | 167,92 | 167,92 |      | XN | 194,25 | 194,25 |
|      | YP | 167,92 | 167,92 |      | YP | 197,65 | 197,65 |
|      | YN | 167,92 | 167,92 |      | YN | 194,25 | 194,25 |
| K109 | XP | 115,50 | 115,50 | K128 | XP | 181,80 | 181,80 |
|      | XN | 115,50 | 115,50 |      | XN | 174,07 | 174,07 |
|      | YP | 115,50 | 115,50 |      | YP | 181,79 | 181,79 |
|      | YN | 115,50 | 115,50 |      | YN | 174,14 | 174,14 |
| K110 | XP | 109,33 | 109,33 | K129 | XP | 204,46 | 204,46 |
|      | XN | 111,67 | 111,67 |      | XN | 192,02 | 192,02 |
|      | YP | 109,44 | 109,44 |      | YP | 204,53 | 204,53 |
|      | YN | 111,67 | 111,67 |      | YN | 192,01 | 192,01 |
| K111 | XP | 103,11 | 103,11 | K130 | XP | 209,05 | 209,05 |
|      | XN | 103,11 | 103,11 |      | XN | 204,30 | 204,30 |
|      | YP | 103,11 | 103,11 |      | YP | 209,05 | 209,05 |

|      |    |        |        |      |    |        |        |
|------|----|--------|--------|------|----|--------|--------|
|      | XN | 103,11 | 103,11 |      | YN | 204,30 | 204,30 |
| K112 | XP | 114,09 | 114,09 | K131 | XP | 125,25 | 125,25 |
|      | XN | 114,09 | 114,09 |      | XN | 125,25 | 125,25 |
|      | YP | 114,09 | 114,09 |      | YP | 125,25 | 125,25 |
|      | YN | 114,09 | 114,09 |      | YN | 125,25 | 125,25 |
| K113 | XP | 162,07 | 162,07 | K132 | XP | 211,69 | 211,69 |
|      | XN | 174,20 | 174,20 |      | XN | 196,90 | 196,90 |
|      | YP | 162,18 | 162,18 |      | YP | 211,84 | 211,84 |
|      | YN | 174,31 | 174,31 |      | YN | 196,88 | 196,88 |
| K114 | XP | 151,15 | 151,15 | K133 | XP | 165,03 | 165,03 |
|      | XN | 154,99 | 154,99 |      | XN | 195,90 | 195,90 |
|      | YP | 151,15 | 151,15 |      | YP | 165,12 | 165,12 |
|      | YN | 155,09 | 155,09 |      | YN | 195,90 | 195,90 |
| K115 | XP | 119,05 | 119,05 | K134 | XP | 203,88 | 203,88 |
|      | XN | 119,05 | 119,05 |      | XN | 190,99 | 190,99 |
|      | YP | 119,05 | 119,05 |      | YP | 203,88 | 203,88 |
|      | YN | 119,05 | 119,05 |      | YN | 190,99 | 190,99 |
| K116 | XP | 130,17 | 130,17 | K135 | XP | 168,31 | 168,31 |
|      | XN | 130,17 | 130,17 |      | XN | 163,56 | 163,56 |
|      | YP | 130,17 | 130,17 |      | YP | 168,31 | 168,31 |
|      | YN | 130,17 | 130,17 |      | YN | 163,56 | 163,56 |
| K117 | XP | 124,47 | 124,47 | K136 | XP | 111,54 | 111,54 |
|      | XN | 130,40 | 130,40 |      | XN | 111,54 | 111,54 |
|      | YP | 124,47 | 124,47 |      | YP | 111,54 | 111,54 |
|      | YN | 130,40 | 130,40 |      | YN | 111,54 | 111,54 |
| K118 | XP | 123,62 | 123,62 | K137 | XP | 157,76 | 157,76 |
|      | XN | 123,62 | 123,62 |      | XN | 157,76 | 157,76 |
|      | YP | 123,62 | 123,62 |      | YP | 157,76 | 157,76 |
|      | YN | 123,62 | 123,62 |      | YN | 157,76 | 157,76 |
| K119 | XP | 190,99 | 190,99 | K138 | XP | 144,87 | 144,87 |
|      | XN | 203,88 | 203,88 |      | XN | 144,87 | 144,87 |
|      | YP | 190,99 | 190,99 |      | YP | 144,87 | 144,87 |
|      | YN | 204,21 | 204,21 |      | YN | 144,87 | 144,87 |

**Tablo A 5:** 1. kat Kirişlerin i ucu için  $r_s$  parametresi değerleri (4 katlı)

| Kiriş | Yükleme | $((\rho-\rho')/\rho_b)_i$ | $V_i/b_wdf_{ctm}$ | $MN_{i(sınır)}$ | $GV_{i(sınır)}$ | $GÇ_{i(sınır)}$ |
|-------|---------|---------------------------|-------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| K101  | XP      | 0,139                     | 0,707             | 2,96            | 5,00            | 7,09            |
|       | XN      | 0,139                     | 0,764             | 2,91            | 5,00            | 7,18            |
|       | YP      | 0,139                     | 0,707             | 2,96            | 5,00            | 7,09            |
|       | YN      | 0,139                     | 0,764             | 2,91            | 5,00            | 7,18            |
| K102  | XP      | 0,087                     | 0,686             | 2,97            | 5,00            | 7,06            |
|       | XN      | 0,087                     | 0,677             | 2,98            | 5,00            | 7,04            |
|       | YP      | 0,087                     | 0,686             | 2,97            | 5,00            | 7,06            |
|       | YN      | 0,087                     | 0,677             | 2,98            | 5,00            | 7,04            |
| K103  | XP      | 0,079                     | 0,522             | 2,50            | 5,00            | 7,00            |
|       | XN      | 0,079                     | 0,522             | 2,50            | 5,00            | 7,00            |
|       | YP      | 0,079                     | 0,522             | 2,50            | 5,00            | 7,00            |
|       | YN      | 0,079                     | 0,522             | 2,50            | 5,00            | 7,00            |
| K104  | XP      | 0,000                     | 0,571             | 2,50            | 5,00            | 7,00            |
|       | XN      | 0,000                     | 0,571             | 2,50            | 5,00            | 7,00            |
|       | YP      | 0,000                     | 0,571             | 2,50            | 5,00            | 7,00            |
|       | YN      | 0,000                     | 0,571             | 2,50            | 5,00            | 7,00            |
| K105  | XP      | 0,079                     | 0,548             | 2,50            | 5,00            | 7,00            |
|       | XN      | 0,079                     | 0,548             | 2,50            | 5,00            | 7,00            |
|       | YP      | 0,079                     | 0,548             | 2,50            | 5,00            | 7,00            |
|       | YN      | 0,079                     | 0,548             | 2,50            | 5,00            | 7,00            |
| K106  | XP      | 0,079                     | 0,542             | 2,50            | 5,00            | 7,00            |
|       | XN      | 0,079                     | 0,542             | 2,50            | 5,00            | 7,00            |
|       | YP      | 0,079                     | 0,542             | 2,50            | 5,00            | 7,00            |
|       | YN      | 0,079                     | 0,542             | 2,50            | 5,00            | 7,00            |
| K107  | XP      | 0,000                     | 0,555             | 2,50            | 5,00            | 7,00            |
|       | XN      | 0,000                     | 0,555             | 2,50            | 5,00            | 7,00            |
|       | YP      | 0,000                     | 0,555             | 2,50            | 5,00            | 7,00            |
|       | YN      | 0,000                     | 0,555             | 2,50            | 5,00            | 7,00            |
| K108  | XP      | 0,087                     | 0,737             | 2,93            | 5,00            | 7,13            |
|       | XN      | 0,087                     | 0,737             | 2,93            | 5,00            | 7,13            |
|       | YP      | 0,087                     | 0,737             | 2,93            | 5,00            | 7,13            |
|       | YN      | 0,087                     | 0,737             | 2,93            | 5,00            | 7,13            |
| K109  | XP      | 0,000                     | 0,507             | 2,50            | 5,00            | 7,00            |
|       | XN      | 0,000                     | 0,507             | 2,50            | 5,00            | 7,00            |
|       | YP      | 0,000                     | 0,507             | 2,50            | 5,00            | 7,00            |
|       | YN      | 0,000                     | 0,507             | 2,50            | 5,00            | 7,00            |

|      |    |       |       |      |      |      |
|------|----|-------|-------|------|------|------|
| K110 | XP | 0,026 | 0,490 | 2,50 | 5,00 | 7,00 |
|      | XN | 0,026 | 0,480 | 2,50 | 5,00 | 7,00 |
|      | YP | 0,026 | 0,490 | 2,50 | 5,00 | 7,00 |
|      | YN | 0,027 | 0,480 | 2,50 | 5,00 | 7,00 |
| K111 | XP | 0,079 | 0,452 | 2,50 | 5,00 | 7,00 |
|      | XN | 0,079 | 0,452 | 2,50 | 5,00 | 7,00 |
|      | YP | 0,079 | 0,452 | 2,50 | 5,00 | 7,00 |
|      | YN | 0,079 | 0,452 | 2,50 | 5,00 | 7,00 |
| K112 | XP | 0,079 | 0,500 | 2,50 | 5,00 | 7,00 |
|      | XN | 0,079 | 0,500 | 2,50 | 5,00 | 7,00 |
|      | YP | 0,079 | 0,500 | 2,50 | 5,00 | 7,00 |
|      | YN | 0,079 | 0,500 | 2,50 | 5,00 | 7,00 |
| K113 | XP | 0,225 | 0,764 | 2,91 | 5,00 | 7,18 |
|      | XN | 0,225 | 0,711 | 2,95 | 5,00 | 7,09 |
|      | YP | 0,225 | 0,765 | 2,91 | 5,00 | 7,18 |
|      | YN | 0,224 | 0,712 | 2,95 | 5,00 | 7,10 |
| K114 | XP | 0,062 | 0,680 | 2,98 | 5,00 | 7,05 |
|      | XN | 0,061 | 0,663 | 2,99 | 5,00 | 7,02 |
|      | YP | 0,061 | 0,680 | 2,98 | 5,00 | 7,05 |
|      | YN | 0,061 | 0,663 | 2,99 | 5,00 | 7,02 |
| K115 | XP | 0,079 | 0,522 | 2,50 | 5,00 | 7,00 |
|      | XN | 0,079 | 0,522 | 2,50 | 5,00 | 7,00 |
|      | YP | 0,079 | 0,522 | 2,50 | 5,00 | 7,00 |
|      | YN | 0,079 | 0,522 | 2,50 | 5,00 | 7,00 |
| K116 | XP | 0,000 | 0,571 | 2,50 | 5,00 | 7,00 |
|      | XN | 0,000 | 0,571 | 2,50 | 5,00 | 7,00 |
|      | YP | 0,000 | 0,571 | 2,50 | 5,00 | 7,00 |
|      | YN | 0,000 | 0,571 | 2,50 | 5,00 | 7,00 |
| K117 | XP | 0,118 | 0,572 | 2,50 | 5,00 | 7,00 |
|      | XN | 0,118 | 0,546 | 2,50 | 5,00 | 7,00 |
|      | YP | 0,118 | 0,572 | 2,50 | 5,00 | 7,00 |
|      | YN | 0,118 | 0,546 | 2,50 | 5,00 | 7,00 |
| K118 | XP | 0,079 | 0,542 | 2,50 | 5,00 | 7,00 |
|      | XN | 0,079 | 0,542 | 2,50 | 5,00 | 7,00 |
|      | YP | 0,079 | 0,542 | 2,50 | 5,00 | 7,00 |
|      | YN | 0,079 | 0,542 | 2,50 | 5,00 | 7,00 |
| K119 | XP | 0,265 | 0,894 | 2,81 | 5,00 | 7,38 |

|      |    |       |       |      |      |      |
|------|----|-------|-------|------|------|------|
|      | XN | 0,265 | 0,838 | 2,86 | 5,00 | 7,29 |
|      | YP | 0,265 | 0,896 | 2,81 | 5,00 | 7,38 |
|      | YN | 0,265 | 0,838 | 2,86 | 5,00 | 7,29 |
| K120 | XP | 0,109 | 0,738 | 2,93 | 5,00 | 7,14 |
|      | XN | 0,109 | 0,717 | 2,95 | 5,00 | 7,10 |
|      | YP | 0,109 | 0,738 | 2,93 | 5,00 | 7,14 |
|      | YN | 0,109 | 0,717 | 2,95 | 5,00 | 7,10 |
| K121 | XP | 0,079 | 0,489 | 2,50 | 5,00 | 7,00 |
|      | XN | 0,079 | 0,489 | 2,50 | 5,00 | 7,00 |
|      | YP | 0,079 | 0,489 | 2,50 | 5,00 | 7,00 |
|      | YN | 0,079 | 0,489 | 2,50 | 5,00 | 7,00 |
| K122 | XP | 0,079 | 0,692 | 2,97 | 5,00 | 7,06 |
|      | XN | 0,079 | 0,692 | 2,97 | 5,00 | 7,06 |
|      | YP | 0,079 | 0,692 | 2,97 | 5,00 | 7,06 |
|      | YN | 0,079 | 0,692 | 2,97 | 5,00 | 7,06 |
| K123 | XP | 0,079 | 0,635 | 2,50 | 5,00 | 7,00 |
|      | XN | 0,079 | 0,635 | 2,50 | 5,00 | 7,00 |
|      | YP | 0,079 | 0,635 | 2,50 | 5,00 | 7,00 |
|      | YN | 0,079 | 0,635 | 2,50 | 5,00 | 7,00 |
| K124 | XP | 0,229 | 1,044 | 2,70 | 5,00 | 7,61 |
|      | XN | 0,229 | 1,046 | 2,70 | 5,00 | 7,61 |
|      | YP | 0,229 | 1,045 | 2,70 | 5,00 | 7,61 |
|      | YN | 0,229 | 1,046 | 2,70 | 5,00 | 7,61 |
| K125 | XP | 0,126 | 0,924 | 2,79 | 5,00 | 7,42 |
|      | XN | 0,126 | 0,915 | 2,80 | 5,00 | 7,41 |
|      | YP | 0,126 | 0,924 | 2,79 | 5,00 | 7,42 |
|      | YN | 0,126 | 0,915 | 2,80 | 5,00 | 7,41 |
| K126 | XP | 0,079 | 0,562 | 2,50 | 5,00 | 7,00 |
|      | XN | 0,079 | 0,562 | 2,50 | 5,00 | 7,00 |
|      | YP | 0,079 | 0,562 | 2,50 | 5,00 | 7,00 |
|      | YN | 0,079 | 0,562 | 2,50 | 5,00 | 7,00 |
| K127 | XP | 0,081 | 0,852 | 2,84 | 5,00 | 7,31 |
|      | XN | 0,081 | 0,867 | 2,83 | 5,00 | 7,33 |
|      | YP | 0,081 | 0,852 | 2,84 | 5,00 | 7,31 |
|      | YN | 0,081 | 0,867 | 2,83 | 5,00 | 7,33 |
| K128 | XP | 0,118 | 0,763 | 2,91 | 5,00 | 7,17 |
|      | XN | 0,118 | 0,797 | 2,89 | 5,00 | 7,23 |

|      |    |       |       |      |      |      |
|------|----|-------|-------|------|------|------|
|      | YP | 0,118 | 0,764 | 2,91 | 5,00 | 7,18 |
|      | YN | 0,118 | 0,797 | 2,89 | 5,00 | 7,23 |
| K129 | XP | 0,052 | 0,842 | 2,85 | 5,00 | 7,30 |
|      | XN | 0,052 | 0,897 | 2,81 | 5,00 | 7,38 |
|      | YP | 0,052 | 0,842 | 2,85 | 5,00 | 7,30 |
|      | YN | 0,052 | 0,897 | 2,81 | 5,00 | 7,38 |
|      |    |       |       |      |      |      |
| K130 | XP | 0,157 | 0,896 | 2,81 | 5,00 | 7,38 |
|      | XN | 0,157 | 0,917 | 2,79 | 5,00 | 7,41 |
|      | YP | 0,157 | 0,896 | 2,81 | 5,00 | 7,38 |
|      | YN | 0,157 | 0,917 | 2,79 | 5,00 | 7,41 |
| K131 | XP | 0,079 | 0,549 | 2,50 | 5,00 | 7,00 |
|      | XN | 0,079 | 0,549 | 2,50 | 5,00 | 7,00 |
|      | YP | 0,079 | 0,549 | 2,50 | 5,00 | 7,00 |
|      | YN | 0,079 | 0,549 | 2,50 | 5,00 | 7,00 |
| K132 | XP | 0,171 | 0,864 | 2,84 | 5,00 | 7,33 |
|      | XN | 0,171 | 0,929 | 2,79 | 5,00 | 7,43 |
|      | YP | 0,171 | 0,864 | 2,84 | 5,00 | 7,33 |
|      | YN | 0,172 | 0,930 | 2,78 | 5,00 | 7,43 |
| K133 | XP | 0,157 | 0,859 | 2,84 | 5,00 | 7,32 |
|      | XN | 0,157 | 0,724 | 2,94 | 5,00 | 7,11 |
|      | YP | 0,157 | 0,859 | 2,84 | 5,00 | 7,32 |
|      | YN | 0,157 | 0,725 | 2,94 | 5,00 | 7,11 |
| K134 | XP | 0,265 | 0,838 | 2,86 | 5,00 | 7,29 |
|      | XN | 0,265 | 0,894 | 2,81 | 5,00 | 7,38 |
|      | YP | 0,265 | 0,838 | 2,86 | 5,00 | 7,29 |
|      | YN | 0,265 | 0,894 | 2,81 | 5,00 | 7,38 |
| K135 | XP | 0,109 | 0,717 | 2,95 | 5,00 | 7,10 |
|      | XN | 0,109 | 0,738 | 2,93 | 5,00 | 7,14 |
|      | YP | 0,109 | 0,717 | 2,95 | 5,00 | 7,10 |
|      | YN | 0,109 | 0,738 | 2,93 | 5,00 | 7,14 |
| K136 | XP | 0,079 | 0,489 | 2,50 | 5,00 | 7,00 |
|      | XN | 0,079 | 0,489 | 2,50 | 5,00 | 7,00 |
|      | YP | 0,079 | 0,489 | 2,50 | 5,00 | 7,00 |
|      | YN | 0,079 | 0,489 | 2,50 | 5,00 | 7,00 |
| K137 | XP | 0,079 | 0,692 | 2,97 | 5,00 | 7,06 |
|      | XN | 0,079 | 0,692 | 2,97 | 5,00 | 7,06 |
|      | YP | 0,079 | 0,692 | 2,97 | 5,00 | 7,06 |

|      |    |       |       |      |      |      |
|------|----|-------|-------|------|------|------|
|      | YN | 0,079 | 0,692 | 2,97 | 5,00 | 7,06 |
| K138 | XP | 0,079 | 0,635 | 2,50 | 5,00 | 7,00 |
|      | XN | 0,079 | 0,635 | 2,50 | 5,00 | 7,00 |
|      | YP | 0,079 | 0,635 | 2,50 | 5,00 | 7,00 |
|      | YN | 0,079 | 0,635 | 2,50 | 5,00 | 7,00 |
|      | YN | 0,079 | 0,635 | 2,50 | 5,00 | 7,00 |

**Tablo A 6:** 1. kat kirişlerin j ucu için  $r_s$  parametresi değerleri (4 katlı)

| Kiriş | Yükleme | $((p-p')/p)_j$ | $V_j/b_w df_{ctm}$ | $MN_{j(sınır)}$ | $GV_{j(sınır)}$ | $GC_{j(sınır)}$ |
|-------|---------|----------------|--------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| K101  | XP      | 0,226          | 0,707              | 2,96            | 5,00            | 7,09            |
|       | XN      | 0,226          | 0,764              | 2,91            | 5,00            | 7,18            |
|       | YP      | 0,226          | 0,707              | 2,96            | 5,00            | 7,09            |
|       | YN      | 0,226          | 0,764              | 2,91            | 5,00            | 7,18            |
| K102  | XP      | 0,100          | 0,686              | 2,97            | 5,00            | 7,06            |
|       | XN      | 0,100          | 0,677              | 2,98            | 5,00            | 7,04            |
|       | YP      | 0,100          | 0,686              | 2,97            | 5,00            | 7,06            |
|       | YN      | 0,100          | 0,677              | 2,98            | 5,00            | 7,04            |
| K103  | XP      | 0,079          | 0,522              | 3,00            | 5,00            | 7,00            |
|       | XN      | 0,079          | 0,522              | 3,00            | 5,00            | 7,00            |
|       | YP      | 0,079          | 0,522              | 3,00            | 5,00            | 7,00            |
|       | YN      | 0,079          | 0,522              | 3,00            | 5,00            | 7,00            |
| K104  | XP      | 0,000          | 0,571              | 3,00            | 5,00            | 7,00            |
|       | XN      | 0,000          | 0,571              | 3,00            | 5,00            | 7,00            |
|       | YP      | 0,000          | 0,571              | 3,00            | 5,00            | 7,00            |
|       | YN      | 0,000          | 0,571              | 3,00            | 5,00            | 7,00            |
| K105  | XP      | 0,079          | 0,548              | 3,00            | 5,00            | 7,00            |
|       | XN      | 0,079          | 0,548              | 3,00            | 5,00            | 7,00            |
|       | YP      | 0,079          | 0,548              | 3,00            | 5,00            | 7,00            |
|       | YN      | 0,079          | 0,548              | 3,00            | 5,00            | 7,00            |
| K106  | XP      | 0,079          | 0,542              | 3,00            | 5,00            | 7,00            |
|       | XN      | 0,079          | 0,542              | 3,00            | 5,00            | 7,00            |
|       | YP      | 0,079          | 0,542              | 3,00            | 5,00            | 7,00            |
|       | YN      | 0,079          | 0,542              | 3,00            | 5,00            | 7,00            |
| K107  | XP      | 0,000          | 0,555              | 3,00            | 5,00            | 7,00            |
|       | XN      | 0,000          | 0,555              | 3,00            | 5,00            | 7,00            |
|       | YP      | 0,000          | 0,555              | 3,00            | 5,00            | 7,00            |
|       | YN      | 0,000          | 0,555              | 3,00            | 5,00            | 7,00            |
| K108  | XP      | 0,087          | 0,737              | 2,93            | 5,00            | 7,13            |
|       | XN      | 0,087          | 0,737              | 2,93            | 5,00            | 7,13            |
|       | YP      | 0,087          | 0,737              | 2,93            | 5,00            | 7,13            |
|       | YN      | 0,087          | 0,737              | 2,93            | 5,00            | 7,13            |
| K109  | XP      | 0,039          | 0,490              | 3,00            | 5,00            | 7,00            |
|       | XN      | 0,039          | 0,480              | 3,00            | 5,00            | 7,00            |
|       | YP      | 0,039          | 0,490              | 3,00            | 5,00            | 7,00            |

|      |    |       |       |      |      |      |
|------|----|-------|-------|------|------|------|
|      | YN | 0,039 | 0,480 | 3,00 | 5,00 | 7,00 |
| K110 | XP | 0,079 | 0,452 | 3,00 | 5,00 | 7,00 |
|      | XN | 0,079 | 0,452 | 3,00 | 5,00 | 7,00 |
|      | YP | 0,079 | 0,452 | 3,00 | 5,00 | 7,00 |
|      | YN | 0,079 | 0,452 | 3,00 | 5,00 | 7,00 |
| K111 | XP | 0,079 | 0,500 | 3,00 | 5,00 | 7,00 |
|      | XN | 0,079 | 0,500 | 3,00 | 5,00 | 7,00 |
|      | YP | 0,079 | 0,500 | 3,00 | 5,00 | 7,00 |
|      | YN | 0,079 | 0,500 | 3,00 | 5,00 | 7,00 |
| K112 | XP | 0,146 | 0,764 | 2,91 | 5,00 | 7,18 |
|      | XN | 0,145 | 0,711 | 2,95 | 5,00 | 7,09 |
|      | YP | 0,145 | 0,765 | 2,91 | 5,00 | 7,18 |
|      | YN | 0,145 | 0,712 | 2,95 | 5,00 | 7,10 |
| K113 | XP | 0,087 | 0,680 | 2,98 | 5,00 | 7,05 |
|      | XN | 0,087 | 0,663 | 2,99 | 5,00 | 7,02 |
|      | YP | 0,087 | 0,680 | 2,98 | 5,00 | 7,05 |
|      | YN | 0,087 | 0,663 | 2,99 | 5,00 | 7,02 |
| K114 | XP | 0,079 | 0,522 | 3,00 | 5,00 | 7,00 |
|      | XN | 0,079 | 0,522 | 3,00 | 5,00 | 7,00 |
|      | YP | 0,079 | 0,522 | 3,00 | 5,00 | 7,00 |
|      | YN | 0,079 | 0,522 | 3,00 | 5,00 | 7,00 |
| K115 | XP | 0,000 | 0,571 | 3,00 | 5,00 | 7,00 |
|      | XN | 0,000 | 0,571 | 3,00 | 5,00 | 7,00 |
|      | YP | 0,000 | 0,571 | 3,00 | 5,00 | 7,00 |
|      | YN | 0,000 | 0,571 | 3,00 | 5,00 | 7,00 |
| K116 | XP | 0,079 | 0,572 | 3,00 | 5,00 | 7,00 |
|      | XN | 0,079 | 0,546 | 3,00 | 5,00 | 7,00 |
|      | YP | 0,079 | 0,572 | 3,00 | 5,00 | 7,00 |
|      | YN | 0,079 | 0,546 | 3,00 | 5,00 | 7,00 |
| K117 | XP | 0,079 | 0,542 | 3,00 | 5,00 | 7,00 |
|      | XN | 0,079 | 0,542 | 3,00 | 5,00 | 7,00 |
|      | YP | 0,079 | 0,542 | 3,00 | 5,00 | 7,00 |
|      | YN | 0,079 | 0,542 | 3,00 | 5,00 | 7,00 |
| K118 | XP | 0,158 | 0,894 | 2,81 | 5,00 | 7,38 |
|      | XN | 0,158 | 0,838 | 2,86 | 5,00 | 7,29 |
|      | YP | 0,158 | 0,896 | 2,81 | 5,00 | 7,38 |
|      | YN | 0,158 | 0,838 | 2,86 | 5,00 | 7,29 |
| K119 | XP | 0,148 | 0,738 | 2,93 | 5,00 | 7,14 |
|      | XN | 0,148 | 0,717 | 2,95 | 5,00 | 7,10 |
|      | YP | 0,148 | 0,738 | 2,93 | 5,00 | 7,14 |
|      | YN | 0,148 | 0,717 | 2,95 | 5,00 | 7,10 |
| K120 | XP | 0,079 | 0,489 | 3,00 | 5,00 | 7,00 |
|      | XN | 0,079 | 0,489 | 3,00 | 5,00 | 7,00 |
|      | YP | 0,079 | 0,489 | 3,00 | 5,00 | 7,00 |
|      | YN | 0,079 | 0,489 | 3,00 | 5,00 | 7,00 |
| K121 | XP | 0,079 | 0,692 | 2,97 | 5,00 | 7,06 |
|      | XN | 0,079 | 0,692 | 2,97 | 5,00 | 7,06 |

|      |    |        |       |      |      |       |
|------|----|--------|-------|------|------|-------|
|      | YP | 0,079  | 0,692 | 2,97 | 5,00 | 7,06  |
|      | YN | 0,079  | 0,692 | 2,97 | 5,00 | 7,06  |
| K122 | XP | 0,079  | 0,635 | 3,00 | 5,00 | 7,00  |
|      | XN | 0,079  | 0,635 | 3,00 | 5,00 | 7,00  |
|      | YP | 0,079  | 0,635 | 3,00 | 5,00 | 7,00  |
|      | YN | 0,079  | 0,635 | 3,00 | 5,00 | 7,00  |
| K123 | XP | 0,225  | 1,044 | 2,70 | 5,00 | 7,61  |
|      | XN | 0,226  | 1,046 | 2,70 | 5,00 | 7,61  |
|      | YP | 0,226  | 1,045 | 2,70 | 5,00 | 7,61  |
|      | YN | 0,227  | 1,046 | 2,70 | 5,00 | 7,61  |
| K124 | XP | 0,109  | 0,924 | 2,79 | 5,00 | 7,42  |
|      | XN | 0,109  | 0,915 | 2,80 | 5,00 | 7,41  |
|      | YP | 0,109  | 0,924 | 2,79 | 5,00 | 7,42  |
|      | YN | 0,109  | 0,915 | 2,80 | 5,00 | 7,41  |
| K125 | XP | 0,079  | 0,562 | 3,00 | 5,00 | 7,00  |
|      | XN | 0,079  | 0,562 | 3,00 | 5,00 | 7,00  |
|      | YP | 0,079  | 0,562 | 3,00 | 5,00 | 7,00  |
|      | YN | 0,079  | 0,562 | 3,00 | 5,00 | 7,00  |
| K126 | XP | 0,109  | 0,852 | 2,84 | 5,00 | 7,31  |
|      | XN | 0,109  | 0,867 | 2,83 | 5,00 | 7,33  |
|      | YP | 0,109  | 0,852 | 2,84 | 5,00 | 7,31  |
|      | YN | 0,109  | 0,867 | 2,83 | 5,00 | 7,33  |
| K127 | XP | 0,054  | 0,763 | 2,91 | 5,00 | 7,17  |
|      | XN | 0,054  | 0,797 | 2,89 | 5,00 | 7,23  |
|      | YP | 0,055  | 0,764 | 2,91 | 5,00 | 7,18  |
|      | YN | 0,055  | 0,797 | 2,89 | 5,00 | 7,23  |
| K128 | XP | 0,156  | 0,842 | 2,85 | 5,00 | 7,30  |
|      | XN | 0,156  | 0,897 | 2,81 | 5,00 | 7,38  |
|      | YP | 0,156  | 0,842 | 2,85 | 5,00 | 7,30  |
|      | YN | 0,157  | 0,897 | 2,81 | 5,00 | 7,38  |
| K129 | XP | 0,118  | 0,896 | 2,81 | 5,00 | 7,38  |
|      | XN | 0,118  | 0,917 | 2,79 | 5,00 | 7,41  |
|      | YP | 0,118  | 0,896 | 2,81 | 5,00 | 7,38  |
|      | YN | 0,118  | 0,917 | 2,79 | 5,00 | 7,41  |
| K130 | XP | 0,079  | 0,549 | 3,00 | 5,00 | 7,00  |
|      | XN | 0,079  | 0,549 | 3,00 | 5,00 | 7,00  |
|      | YP | 0,079  | 0,549 | 3,00 | 5,00 | 7,00  |
|      | YN | 0,079  | 0,549 | 3,00 | 5,00 | 7,00  |
| K131 | XP | 0,048  | 0,864 | 2,84 | 5,00 | 7,33  |
|      | XN | 0,047  | 0,929 | 2,79 | 5,00 | 7,43  |
|      | YP | 0,047  | 0,864 | 2,84 | 5,00 | 7,33  |
|      | YN | 0,047  | 0,930 | 2,78 | 5,00 | 7,43  |
| K132 | XP | -0,098 | 0,859 | 3,00 | 7,00 | 10,00 |
|      | XN | -0,098 | 0,724 | 3,00 | 7,00 | 10,00 |
|      | YP | -0,097 | 0,859 | 3,00 | 7,00 | 10,00 |
|      | YN | -0,097 | 0,725 | 3,00 | 7,00 | 10,00 |
| K133 | XP | 0,158  | 0,838 | 2,86 | 5,00 | 7,29  |

|      |    |       |       |      |      |      |
|------|----|-------|-------|------|------|------|
|      | XN | 0,158 | 0,894 | 2,81 | 5,00 | 7,38 |
|      | YP | 0,158 | 0,838 | 2,86 | 5,00 | 7,29 |
|      | YN | 0,158 | 0,894 | 2,81 | 5,00 | 7,38 |
| K134 | XP | 0,148 | 0,717 | 2,95 | 5,00 | 7,10 |
|      | XN | 0,148 | 0,738 | 2,93 | 5,00 | 7,14 |
|      | YP | 0,148 | 0,717 | 2,95 | 5,00 | 7,10 |
|      | YN | 0,148 | 0,738 | 2,93 | 5,00 | 7,14 |
| K135 | XP | 0,079 | 0,489 | 2,95 | 5,00 | 7,10 |
|      | XN | 0,079 | 0,489 | 2,93 | 5,00 | 7,14 |
|      | YP | 0,079 | 0,489 | 2,95 | 5,00 | 7,10 |
|      | YN | 0,079 | 0,489 | 2,93 | 5,00 | 7,14 |
| K136 | XP | 0,079 | 0,489 | 3,00 | 5,00 | 7,00 |
|      | XN | 0,079 | 0,489 | 3,00 | 5,00 | 7,00 |
|      | YP | 0,079 | 0,489 | 3,00 | 5,00 | 7,00 |
|      | YN | 0,079 | 0,489 | 3,00 | 5,00 | 7,00 |
| K137 | XP | 0,079 | 0,692 | 2,97 | 5,00 | 7,06 |
|      | XN | 0,079 | 0,692 | 2,97 | 5,00 | 7,06 |
|      | YP | 0,079 | 0,692 | 2,97 | 5,00 | 7,06 |
|      | YN | 0,079 | 0,692 | 2,97 | 5,00 | 7,06 |
| K138 | XP | 0,079 | 0,635 | 3,00 | 5,00 | 7,00 |
|      | XN | 0,079 | 0,635 | 3,00 | 5,00 | 7,00 |
|      | YP | 0,079 | 0,635 | 3,00 | 5,00 | 7,00 |
|      | YN | 0,079 | 0,635 | 3,00 | 5,00 | 7,00 |

**Tablo A 7: Kiriş hasar durumları (4katlı)**

| Kiriş | MN   | GV   | GÇ  | Hasar Bölgesi | Kiriş | MN  | GV  | GÇ  | Hasar Bölgesi |
|-------|------|------|-----|---------------|-------|-----|-----|-----|---------------|
| K101  | 2,7  | 1,6  | 1,1 | >GÇ           | K301  | 1,8 | 1,1 | 0,8 | GÇ            |
| K102  | 5,4  | 3,2  | 2,3 | >GÇ           | K302  | 4,8 | 2,4 | 1,7 | >GÇ           |
| K103  | 22,6 | 11,3 | 8,1 | >GÇ           | K303  | 9,1 | 4,5 | 3,2 | >GÇ           |
| K104  | 4,1  | 2,1  | 1,5 | >GÇ           | K304  | 3,0 | 1,5 | 1,1 | >GÇ           |
| K105  | 22,9 | 11,4 | 8,2 | >GÇ           | K305  | 9,1 | 4,6 | 3,3 | >GÇ           |
| K106  | 26,7 | 13,4 | 9,5 | >GÇ           | K306  | 4,5 | 2,7 | 1,9 | >GÇ           |
| K107  | 3,5  | 1,8  | 1,3 | >GÇ           | K307  | 4,5 | 2,3 | 1,6 | >GÇ           |
| K108  | 1,6  | 0,9  | 0,6 | GV            | K308  | 6,7 | 3,6 | 2,6 | >GÇ           |
| K109  | 3,6  | 1,8  | 1,3 | >GÇ           | K309  | 3,0 | 1,5 | 1,1 | >GÇ           |
| K110  | 4,6  | 2,7  | 1,9 | >GÇ           | K310  | 3,6 | 2,1 | 1,5 | >GÇ           |
| K111  | 10,7 | 5,3  | 3,8 | >GÇ           | K311  | 7,2 | 3,6 | 2,6 | >GÇ           |
| K112  | 3,5  | 1,8  | 1,3 | >GÇ           | K312  | 4,5 | 2,3 | 1,6 | >GÇ           |
| K113  | 2,8  | 1,6  | 1,1 | >GÇ           | K313  | 1,8 | 1,1 | 0,8 | GÇ            |
| K114  | 5,1  | 3,0  | 2,2 | >GÇ           | K314  | 4,2 | 2,4 | 1,7 | >GÇ           |
| K115  | 18,8 | 11,3 | 8,1 | >GÇ           | K315  | 7,6 | 4,5 | 3,2 | >GÇ           |

|      |      |      |      |     |      |      |      |     |     |
|------|------|------|------|-----|------|------|------|-----|-----|
| K116 | 3,7  | 2,1  | 1,5  | >GÇ | K316 | 2,7  | 1,5  | 1,1 | >GÇ |
| K117 | 19,1 | 11,4 | 8,2  | >GÇ | K317 | 7,6  | 4,6  | 3,3 | >GÇ |
| K118 | 22,3 | 13,4 | 9,5  | >GÇ | K318 | 5,4  | 2,7  | 1,9 | >GÇ |
| K119 | 30,0 | 16,9 | 11,4 | >GÇ | K319 | 4,3  | 2,5  | 1,7 | >GÇ |
| K120 | 27,4 | 16,1 | 11,3 | >GÇ | K320 | 13,2 | 7,9  | 5,6 | >GÇ |
| K121 | 5,4  | 2,7  | 1,9  | >GÇ | K321 | 5,7  | 2,9  | 2,0 | >GÇ |
| K122 | 8,3  | 4,9  | 3,5  | >GÇ | K322 | 3,2  | 1,9  | 1,4 | >GÇ |
| K123 | 6,9  | 4,2  | 3,0  | >GÇ | K323 | 18,5 | 9,3  | 6,6 | >GÇ |
| K124 | 6,1  | 3,3  | 2,2  | >GÇ | K324 | 5,8  | 3,3  | 2,2 | >GÇ |
| K125 | 49,8 | 27,8 | 18,7 | >GÇ | K325 | 6,6  | 3,8  | 2,6 | >GÇ |
| K126 | 38,1 | 19,1 | 13,6 | >GÇ | K326 | 10,0 | 5,0  | 3,6 | >GÇ |
| K127 | 5,5  | 3,1  | 2,1  | >GÇ | K327 | 21,6 | 12,3 | 8,4 | >GÇ |
| K128 | 24,9 | 14,5 | 10,1 | >GÇ | K328 | 12,8 | 7,4  | 5,1 | >GÇ |
| K129 | 9,6  | 5,4  | 3,7  | >GÇ | K329 | 5,8  | 3,3  | 2,2 | >GÇ |
| K130 | 10,4 | 5,9  | 4,0  | >GÇ | K330 | 6,7  | 3,8  | 2,6 | >GÇ |
| K131 | 38,1 | 19,1 | 13,6 | >GÇ | K331 | 10,0 | 5,0  | 3,6 | >GÇ |
| K132 | 21,6 | 12,1 | 8,1  | >GÇ | K332 | 5,2  | 2,9  | 2,0 | >GÇ |
| K133 | 3,5  | 2,0  | 1,4  | >GÇ | K333 | 10,9 | 6,1  | 4,1 | >GÇ |
| K134 | 29,5 | 16,9 | 11,6 | >GÇ | K334 | 4,3  | 2,5  | 1,8 | >GÇ |
| K135 | 27,3 | 16,1 | 11,3 | >GÇ | K335 | 13,2 | 7,9  | 5,6 | >GÇ |
| K136 | 5,4  | 2,7  | 1,9  | >GÇ | K336 | 5,7  | 2,9  | 2,0 | >GÇ |
| K137 | 8,3  | 4,9  | 3,5  | >GÇ | K337 | 3,2  | 1,9  | 1,4 | >GÇ |
| K138 | 6,9  | 4,2  | 3,0  | >GÇ | K338 | 18,5 | 9,3  | 6,6 | >GÇ |
| K201 | 2,4  | 1,4  | 1,0  | GÇ  | K401 | 5,5  | 3,3  | 2,4 | >GÇ |
| K202 | 8,1  | 4,0  | 2,9  | >GÇ | K402 | 10,9 | 5,4  | 3,9 | >GÇ |
| K203 | 15,2 | 9,1  | 6,5  | >GÇ | K403 | 3,2  | 1,6  | 1,1 | >GÇ |
| K204 | 5,5  | 2,7  | 2,0  | >GÇ | K404 | 3,2  | 1,6  | 1,1 | >GÇ |
| K205 | 9,5  | 4,8  | 3,4  | >GÇ | K405 | 10,9 | 5,4  | 3,9 | >GÇ |
| K206 | 32,2 | 19,3 | 13,8 | >GÇ | K406 | 5,5  | 3,3  | 2,4 | >GÇ |
| K207 | 4,4  | 2,2  | 1,6  | >GÇ | K407 | 1,7  | 0,8  | 0,6 | GV  |
| K208 | 13,5 | 6,7  | 4,8  | >GÇ | K408 | 7,6  | 3,8  | 2,7 | >GÇ |
| K209 | 4,6  | 2,3  | 1,6  | >GÇ | K409 | 3,0  | 1,5  | 1,1 | >GÇ |
| K210 | 3,7  | 1,8  | 1,3  | >GÇ | K410 | 2,5  | 1,5  | 1,1 | >GÇ |
| K211 | 13,5 | 6,7  | 4,8  | >GÇ | K411 | 7,6  | 3,8  | 2,7 | >GÇ |
| K212 | 4,6  | 2,3  | 1,6  | >GÇ | K412 | 1,7  | 0,8  | 0,6 | GV  |
| K213 | 2,1  | 1,2  | 0,9  | GÇ  | K413 | 6,6  | 3,3  | 2,4 | >GÇ |
| K214 | 6,8  | 4,0  | 2,9  | >GÇ | K414 | 9,1  | 5,4  | 3,9 | >GÇ |

|      |      |      |      |     |      |       |      |      |     |
|------|------|------|------|-----|------|-------|------|------|-----|
| K215 | 18,3 | 9,1  | 6,5  | >GÇ | K415 | 2,8   | 1,6  | 1,1  | >GÇ |
| K216 | 4,7  | 2,6  | 1,9  | >GÇ | K416 | 2,8   | 1,6  | 1,1  | >GÇ |
| K217 | 26,6 | 16,0 | 11,4 | >GÇ | K417 | 9,1   | 5,4  | 3,9  | >GÇ |
| K218 | 3,6  | 1,8  | 1,3  | >GÇ | K418 | 6,6   | 3,3  | 2,4  | >GÇ |
| K219 | 80,4 | 45,3 | 30,8 | >GÇ | K419 | 15,8  | 7,9  | 5,7  | >GÇ |
| K220 | 92,2 | 53,9 | 37,7 | >GÇ | K420 | 18,6  | 11,2 | 8,0  | >GÇ |
| K221 | 6,4  | 3,2  | 2,3  | >GÇ | K421 | 6,3   | 3,2  | 2,3  | >GÇ |
| K222 | 7,8  | 4,7  | 3,3  | >GÇ | K422 | 22,4  | 11,2 | 8,0  | >GÇ |
| K223 | 28,6 | 17,0 | 12,1 | >GÇ | K423 | 13,2  | 7,9  | 5,7  | >GÇ |
| K224 | 7,5  | 4,1  | 2,7  | >GÇ | K424 | 19,9  | 10,0 | 7,1  | >GÇ |
| K225 | 27,6 | 15,3 | 10,3 | >GÇ | K425 | 136,4 | 68,2 | 48,7 | >GÇ |
| K226 | 56,9 | 28,4 | 20,3 | >GÇ | K426 | 14,4  | 7,2  | 5,2  | >GÇ |
| K227 | 4,5  | 2,6  | 1,8  | >GÇ | K427 | 23,9  | 11,9 | 8,5  | >GÇ |
| K228 | 8,3  | 4,8  | 3,3  | >GÇ | K428 | 6,4   | 3,2  | 2,3  | >GÇ |
| K229 | 3,0  | 1,6  | 1,0  | >GÇ | K429 | 3,9   | 2,3  | 1,6  | >GÇ |
| K230 | 29,5 | 16,3 | 10,9 | >GÇ | K430 | 6,3   | 3,8  | 2,7  | >GÇ |
| K231 | 56,9 | 28,4 | 20,3 | >GÇ | K431 | 14,4  | 7,2  | 5,2  | >GÇ |
| K232 | 8,6  | 4,7  | 3,1  | >GÇ | K432 | 3,6   | 2,2  | 1,5  | >GÇ |
| K233 | 4,0  | 2,3  | 1,6  | >GÇ | K433 | 38,6  | 23,2 | 16,5 | >GÇ |
| K234 | 79,2 | 45,3 | 31,1 | >GÇ | K434 | 77,2  | 46,3 | 33,1 | >GÇ |
| K235 | 91,8 | 53,9 | 37,8 | >GÇ | K435 | 118,5 | 59,3 | 42,3 | >GÇ |
| K236 | 6,4  | 3,2  | 2,3  | >GÇ | K436 | 6,3   | 3,2  | 2,3  | >GÇ |
| K237 | 4,3  | 2,6  | 1,9  | >GÇ | K437 | 98,8  | 59,3 | 42,3 | >GÇ |
| K238 | 7,1  | 4,3  | 3,1  | >GÇ | K438 | 92,7  | 46,3 | 33,1 | >GÇ |

**Tablo A 8:** SAP2000 programı ile 1. kat kolonlarında elde edilen deprem ve düşey yüklemeler (4 katlı)

| Kolon | Yükleme | P <sub>i</sub> (kN) | P <sub>j</sub> (kN) | V <sub>2i</sub> (kN) | V <sub>2j</sub> (kN) | V <sub>3i</sub> (kN) | V <sub>3j</sub> (kN) | M <sub>2i</sub> (kNm) | M <sub>2j</sub> (kNm) | M <sub>3i</sub> (kNm) | M <sub>3j</sub> (kNm) |
|-------|---------|---------------------|---------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| S101  | DÜŞEY   | -831,7              | -814,9              | -24,0                | -24,0                | -10,3                | -10,3                | -12,8                 | 20,1                  | -28,9                 | 47,8                  |
|       | XP      | 919,0               | 919,0               | 402,2                | 402,2                | -0,4                 | -0,4                 | -0,5                  | 0,7                   | 1530,1                | 242,9                 |
|       | XN      | -919,0              | -919,0              | -402,2               | -402,2               | 0,4                  | 0,4                  | 0,5                   | -0,7                  | -1530,1               | -242,9                |
|       | YP      | 789,4               | 789,4               | 0,1                  | 0,1                  | 101,8                | 101,8                | 246,3                 | -79,3                 | 0,1                   | -0,2                  |
|       | YN      | -789,4              | -789,4              | -0,1                 | -0,1                 | -101,8               | -101,8               | -246,3                | 79,3                  | -0,1                  | 0,2                   |
| S102  | DÜŞEY   | -1467,9             | -1437,9             | -0,7                 | -0,7                 | -19,4                | -19,4                | -21,4                 | 40,6                  | -0,8                  | 1,3                   |
|       | XP      | -204,0              | -204,0              | 300,8                | 300,8                | -0,1                 | -0,1                 | -0,1                  | 0,2                   | 716,8                 | -245,8                |
|       | XN      | 204,0               | 204,0               | -300,8               | -300,8               | 0,1                  | 0,1                  | 0,1                   | -0,2                  | -716,8                | 245,8                 |
|       | YP      | 1693,9              | 1693,9              | 0,1                  | 0,1                  | 954,4                | 954,4                | 4767,6                | 1713,6                | 0,1                   | -0,2                  |
|       | YN      | -1693,9             | -1693,9             | -0,1                 | -0,1                 | -954,4               | -954,4               | -4767,6               | -1713,6               | -0,1                  | 0,2                   |
| S103  | DÜŞEY   | -1278,9             | -1248,9             | 10,6                 | 10,6                 | -18,9                | -18,9                | -20,9                 | 39,5                  | 13,2                  | -20,8                 |

|      |       |         |         |         |         |         |         |         |         |          |         |
|------|-------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|---------|
|      | XP    | 735,1   | 735,1   | 319,1   | 319,1   | -0,1    | -0,1    | -0,1    | 0,1     | 739,5    | -281,5  |
|      | XN    | -735,1  | -735,1  | -319,1  | -319,1  | 0,1     | 0,1     | 0,1     | -0,1    | -739,5   | 281,5   |
|      | YP    | 1697,2  | 1697,2  | 0,0     | 0,0     | 952,2   | 952,2   | 4765,2  | 1718,3  | 0,0      | 0,0     |
|      | YN    | -1697,2 | -1697,2 | 0,0     | 0,0     | -952,2  | -952,2  | -4765,2 | -1718,3 | 0,0      | 0,0     |
| S104 | DÜŞEY | -1278,9 | -1248,9 | -10,6   | -10,6   | -18,9   | -18,9   | -20,9   | 39,5    | -13,2    | 20,8    |
|      | XP    | -735,1  | -735,1  | 319,1   | 319,1   | 0,1     | 0,1     | 0,1     | -0,1    | 739,5    | -281,5  |
|      | XN    | 735,1   | 735,1   | -319,1  | -319,1  | -0,1    | -0,1    | -0,1    | 0,1     | -739,5   | 281,5   |
|      | YP    | 1697,2  | 1697,2  | 0,0     | 0,0     | 952,2   | 952,2   | 4765,2  | 1718,3  | 0,0      | 0,0     |
|      | YN    | -1697,2 | -1697,2 | 0,0     | 0,0     | -952,2  | -952,2  | -4765,2 | -1718,3 | 0,0      | 0,0     |
| S105 | DÜŞEY | -1467,9 | -1437,9 | 0,7     | 0,7     | -19,4   | -19,4   | -21,4   | 40,6    | 0,8      | -1,3    |
|      | XP    | 204,0   | 204,0   | 300,8   | 300,8   | 0,1     | 0,1     | 0,1     | -0,2    | 716,8    | -245,8  |
|      | XN    | -204,0  | -204,0  | -300,8  | -300,8  | -0,1    | -0,1    | -0,1    | 0,2     | -716,8   | 245,8   |
|      | YP    | 1693,9  | 1693,9  | -0,1    | -0,1    | 954,4   | 954,4   | 4767,6  | 1713,6  | -0,1     | 0,2     |
|      | YN    | -1693,9 | -1693,9 | 0,1     | 0,1     | -954,4  | -954,4  | -4767,6 | -1713,6 | 0,1      | -0,2    |
| S106 | DÜŞEY | -831,7  | -814,9  | 24,0    | 24,0    | -10,3   | -10,3   | -12,8   | 20,1    | 28,9     | -47,8   |
|      | XP    | -919,0  | -919,0  | 402,2   | 402,2   | 0,4     | 0,4     | 0,5     | -0,7    | 1530,1   | 242,9   |
|      | XN    | 919,0   | 919,0   | -402,2  | -402,2  | -0,4    | -0,4    | -0,5    | 0,7     | -1530,1  | -242,9  |
|      | YP    | 789,4   | 789,4   | -0,1    | -0,1    | 101,8   | 101,8   | 246,3   | -79,3   | -0,1     | 0,2     |
|      | YN    | -789,4  | -789,4  | 0,1     | 0,1     | -101,8  | -101,8  | -246,3  | 79,3    | 0,1      | -0,2    |
| S107 | DÜŞEY | -1428,4 | -1392,4 | -35,3   | -35,3   | 4,4     | 4,4     | 5,5     | -8,7    | -36,8    | 76,3    |
|      | XP    | 1109,1  | 1109,1  | 2537,3  | 2537,3  | -0,4    | -0,4    | -0,5    | 0,7     | 12924,0  | 4804,6  |
|      | XN    | -1109,1 | -1109,1 | -2537,3 | -2537,3 | 0,4     | 0,4     | 0,5     | -0,7    | -12924,0 | -4804,6 |
|      | YP    | 214,9   | 214,9   | 0,2     | 0,2     | 219,7   | 219,7   | 529,8   | -173,2  | 0,2      | -0,4    |
|      | YN    | -214,9  | -214,9  | -0,2    | -0,2    | -219,7  | -219,7  | -529,8  | 173,2   | -0,2     | 0,4     |
| S108 | DÜŞEY | -2127,3 | -2091,3 | -3,2    | -3,2    | 5,0     | 5,0     | 5,2     | -10,7   | -3,9     | 6,2     |
|      | XP    | -336,8  | -336,8  | 340,3   | 340,3   | -0,1    | -0,1    | -0,1    | 0,2     | 834,5    | -254,5  |
|      | XN    | 336,8   | 336,8   | -340,3  | -340,3  | 0,1     | 0,1     | 0,1     | -0,2    | -834,5   | 254,5   |
|      | YP    | 624,2   | 624,2   | 0,1     | 0,1     | 1669,4  | 1669,4  | 8153,3  | 2811,2  | 0,2      | -0,3    |
|      | YN    | -624,2  | -624,2  | -0,1    | -0,1    | -1669,4 | -1669,4 | -8153,3 | -2811,2 | -0,2     | 0,3     |
| S109 | DÜŞEY | -1895,4 | -1859,4 | 14,7    | 14,7    | 4,8     | 4,8     | 4,9     | -10,3   | 18,3     | -28,8   |
|      | XP    | 801,8   | 801,8   | 354,0   | 354,0   | -0,1    | -0,1    | -0,1    | 0,2     | 851,5    | -281,2  |
|      | XN    | -801,8  | -801,8  | -354,0  | -354,0  | 0,1     | 0,1     | 0,1     | -0,2    | -851,5   | 281,2   |
|      | YP    | 627,4   | 627,4   | 0,0     | 0,0     | 1667,4  | 1667,4  | 8151,2  | 2815,6  | 0,0      | 0,0     |
|      | YN    | -627,4  | -627,4  | 0,0     | 0,0     | -1667,4 | -1667,4 | -8151,2 | -2815,6 | 0,0      | 0,0     |
| S110 | DÜŞEY | -1895,4 | -1859,4 | -14,7   | -14,7   | 4,8     | 4,8     | 4,9     | -10,3   | -18,3    | 28,8    |
|      | XP    | -801,8  | -801,8  | 354,0   | 354,0   | 0,1     | 0,1     | 0,1     | -0,2    | 851,5    | -281,2  |
|      | XN    | 801,8   | 801,8   | -354,0  | -354,0  | -0,1    | -0,1    | -0,1    | 0,2     | -851,5   | 281,2   |
|      | YP    | 627,4   | 627,4   | 0,0     | 0,0     | 1667,4  | 1667,4  | 8151,2  | 2815,6  | 0,0      | 0,0     |
|      | YN    | -627,4  | -627,4  | 0,0     | 0,0     | -1667,4 | -1667,4 | -8151,2 | -2815,6 | 0,0      | 0,0     |
| S111 | DÜŞEY | -2127,3 | -2091,3 | 3,2     | 3,2     | 5,0     | 5,0     | 5,2     | -10,7   | 3,9      | -6,2    |
|      | XP    | 336,8   | 336,8   | 340,3   | 340,3   | 0,1     | 0,1     | 0,1     | -0,2    | 834,5    | -254,5  |
|      | XN    | -336,8  | -336,8  | -340,3  | -340,3  | -0,1    | -0,1    | -0,1    | 0,2     | -834,5   | 254,5   |
|      | YP    | 624,2   | 624,2   | -0,1    | -0,1    | 1669,4  | 1669,4  | 8153,3  | 2811,2  | -0,2     | 0,3     |
|      | YN    | -624,2  | -624,2  | 0,1     | 0,1     | -1669,4 | -1669,4 | -8153,3 | -2811,2 | 0,2      | -0,3    |
| S112 | DÜŞEY | -1428,4 | -1392,4 | 35,3    | 35,3    | 4,4     | 4,4     | 5,5     | -8,7    | 36,8     | -76,3   |
|      | XP    | -1109,1 | -1109,1 | 2537,3  | 2537,3  | 0,4     | 0,4     | 0,5     | -0,7    | 12924,0  | 4804,6  |
|      | XN    | 1109,1  | 1109,1  | -2537,3 | -2537,3 | -0,4    | -0,4    | -0,5    | 0,7     | -12924,0 | -4804,6 |
|      | YP    | 214,9   | 214,9   | -0,2    | -0,2    | 219,7   | 219,7   | 529,8   | -173,2  | -0,2     | 0,4     |
|      | YN    | -214,9  | -214,9  | 0,2     | 0,2     | -219,7  | -219,7  | -529,8  | 173,2   | 0,2      | -0,4    |
| S113 | DÜŞEY | -1428,4 | -1392,4 | -35,3   | -35,3   | -4,4    | -4,4    | -5,5    | 8,7     | -36,8    | 76,3    |
|      | XP    | 1109,1  | 1109,1  | 2537,3  | 2537,3  | 0,4     | 0,4     | 0,5     | -0,7    | 12924,0  | 4804,6  |
|      | XN    | -1109,1 | -1109,1 | -2537,3 | -2537,3 | -0,4    | -0,4    | -0,5    | 0,7     | -12924,0 | -4804,6 |

|      |       |         |         |         |         |         |         |         |         |          |         |
|------|-------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|---------|
|      | YP    | -214,9  | -214,9  | -0,2    | -0,2    | 219,7   | 219,7   | 529,8   | -173,2  | -0,2     | 0,4     |
|      | YN    | 214,9   | 214,9   | 0,2     | 0,2     | -219,7  | -219,7  | -529,8  | 173,2   | 0,2      | -0,4    |
| S114 | DÜŞEY | -2127,3 | -2091,3 | -3,2    | -3,2    | -5,0    | -5,0    | -5,2    | 10,7    | -3,9     | 6,2     |
|      | XP    | -336,8  | -336,8  | 340,3   | 340,3   | 0,1     | 0,1     | 0,1     | -0,2    | 834,5    | -254,5  |
|      | XN    | 336,8   | 336,8   | -340,3  | -340,3  | -0,1    | -0,1    | -0,1    | 0,2     | -834,5   | 254,5   |
|      | YP    | -624,2  | -624,2  | -0,1    | -0,1    | 1669,4  | 1669,4  | 8153,3  | 2811,2  | -0,2     | 0,3     |
|      | YN    | 624,2   | 624,2   | 0,1     | 0,1     | -1669,4 | -1669,4 | -8153,3 | -2811,2 | 0,2      | -0,3    |
| S115 | DÜŞEY | -1895,4 | -1859,4 | 14,7    | 14,7    | -4,8    | -4,8    | -4,9    | 10,3    | 18,3     | -28,8   |
|      | XP    | 801,8   | 801,8   | 354,0   | 354,0   | 0,1     | 0,1     | 0,1     | -0,2    | 851,5    | -281,2  |
|      | XN    | -801,8  | -801,8  | -354,0  | -354,0  | -0,1    | -0,1    | -0,1    | 0,2     | -851,5   | 281,2   |
|      | YP    | -627,4  | -627,4  | 0,0     | 0,0     | 1667,4  | 1667,4  | 8151,2  | 2815,6  | 0,0      | 0,0     |
|      | YN    | 627,4   | 627,4   | 0,0     | 0,0     | -1667,4 | -1667,4 | -8151,2 | -2815,6 | 0,0      | 0,0     |
| S116 | DÜŞEY | -1895,4 | -1859,4 | -14,7   | -14,7   | -4,8    | -4,8    | -4,9    | 10,3    | -18,3    | 28,8    |
|      | XP    | -801,8  | -801,8  | 354,0   | 354,0   | -0,1    | -0,1    | -0,1    | 0,2     | 851,5    | -281,2  |
|      | XN    | 801,8   | 801,8   | -354,0  | -354,0  | 0,1     | 0,1     | 0,1     | -0,2    | -851,5   | 281,2   |
|      | YP    | -627,4  | -627,4  | 0,0     | 0,0     | 1667,4  | 1667,4  | 8151,2  | 2815,6  | 0,0      | 0,0     |
|      | YN    | 627,4   | 627,4   | 0,0     | 0,0     | -1667,4 | -1667,4 | -8151,2 | -2815,6 | 0,0      | 0,0     |
| S117 | DÜŞEY | -2127,3 | -2091,3 | 3,2     | 3,2     | -5,0    | -5,0    | -5,2    | 10,7    | 3,9      | -6,2    |
|      | XP    | 336,8   | 336,8   | 340,3   | 340,3   | -0,1    | -0,1    | -0,1    | 0,2     | 834,5    | -254,5  |
|      | XN    | -336,8  | -336,8  | -340,3  | -340,3  | 0,1     | 0,1     | 0,1     | -0,2    | -834,5   | 254,5   |
|      | YP    | -624,2  | -624,2  | 0,1     | 0,1     | 1669,4  | 1669,4  | 8153,3  | 2811,2  | 0,2      | -0,3    |
|      | YN    | 624,2   | 624,2   | -0,1    | -0,1    | -1669,4 | -1669,4 | -8153,3 | -2811,2 | -0,2     | 0,3     |
| S118 | DÜŞEY | -1428,4 | -1392,4 | 35,3    | 35,3    | -4,4    | -4,4    | -5,5    | 8,7     | 36,8     | -76,3   |
|      | XP    | -1109,1 | -1109,1 | 2537,3  | 2537,3  | -0,4    | -0,4    | -0,5    | 0,7     | 12924,0  | 4804,6  |
|      | XN    | 1109,1  | 1109,1  | -2537,3 | -2537,3 | 0,4     | 0,4     | 0,5     | -0,7    | -12924,0 | -4804,6 |
|      | YP    | -214,9  | -214,9  | 0,2     | 0,2     | 219,7   | 219,7   | 529,8   | -173,2  | 0,2      | -0,4    |
|      | YN    | 214,9   | 214,9   | -0,2    | -0,2    | -219,7  | -219,7  | -529,8  | 173,2   | -0,2     | 0,4     |
| S119 | DÜŞEY | -831,7  | -814,9  | -24,0   | -24,0   | 10,3    | 10,3    | 12,8    | -20,1   | -28,9    | 47,8    |
|      | XP    | 919,0   | 919,0   | 402,2   | 402,2   | 0,4     | 0,4     | 0,5     | -0,7    | 1530,1   | 242,9   |
|      | XN    | -919,0  | -919,0  | -402,2  | -402,2  | -0,4    | -0,4    | -0,5    | 0,7     | -1530,1  | -242,9  |
|      | YP    | -789,4  | -789,4  | -0,1    | -0,1    | 101,8   | 101,8   | 246,3   | -79,3   | -0,1     | 0,2     |
|      | YN    | 789,4   | 789,4   | 0,1     | 0,1     | -101,8  | -101,8  | -246,3  | 79,3    | 0,1      | -0,2    |
| S120 | DÜŞEY | -1467,9 | -1437,9 | -0,7    | -0,7    | 19,4    | 19,4    | 21,4    | -40,6   | -0,8     | 1,3     |
|      | XP    | -204,0  | -204,0  | 300,8   | 300,8   | 0,1     | 0,1     | 0,1     | -0,2    | 716,8    | -245,8  |
|      | XN    | 204,0   | 204,0   | -300,8  | -300,8  | -0,1    | -0,1    | -0,1    | 0,2     | -716,8   | 245,8   |
|      | YP    | -1693,9 | -1693,9 | -0,1    | -0,1    | 954,4   | 954,4   | 4767,6  | 1713,6  | -0,1     | 0,2     |
|      | YN    | 1693,9  | 1693,9  | 0,1     | 0,1     | -954,4  | -954,4  | -4767,6 | -1713,6 | 0,1      | -0,2    |
| S121 | DÜŞEY | -1278,9 | -1248,9 | 10,6    | 10,6    | 18,9    | 18,9    | 20,9    | -39,5   | 13,2     | -20,8   |
|      | XP    | 735,1   | 735,1   | 319,1   | 319,1   | 0,1     | 0,1     | 0,1     | -0,1    | 739,5    | -281,5  |
|      | XN    | -735,1  | -735,1  | -319,1  | -319,1  | -0,1    | -0,1    | -0,1    | 0,1     | -739,5   | 281,5   |
|      | YP    | -1697,2 | -1697,2 | 0,0     | 0,0     | 952,2   | 952,2   | 4765,2  | 1718,3  | 0,0      | 0,0     |
|      | YN    | 1697,2  | 1697,2  | 0,0     | 0,0     | -952,2  | -952,2  | -4765,2 | -1718,3 | 0,0      | 0,0     |
| S122 | DÜŞEY | -1278,9 | -1248,9 | -10,6   | -10,6   | 18,9    | 18,9    | 20,9    | -39,5   | -13,2    | 20,8    |
|      | XP    | -735,1  | -735,1  | 319,1   | 319,1   | -0,1    | -0,1    | -0,1    | 0,1     | 739,5    | -281,5  |
|      | XN    | 735,1   | 735,1   | -319,1  | -319,1  | 0,1     | 0,1     | 0,1     | -0,1    | -739,5   | 281,5   |
|      | YP    | -1697,2 | -1697,2 | 0,0     | 0,0     | 952,2   | 952,2   | 4765,2  | 1718,3  | 0,0      | 0,0     |
|      | YN    | 1697,2  | 1697,2  | 0,0     | 0,0     | -952,2  | -952,2  | -4765,2 | -1718,3 | 0,0      | 0,0     |
| S123 | DÜŞEY | -1467,9 | -1437,9 | 0,7     | 0,7     | 19,4    | 19,4    | 21,4    | -40,6   | 0,8      | -1,3    |
|      | XP    | 204,0   | 204,0   | 300,8   | 300,8   | -0,1    | -0,1    | -0,1    | 0,2     | 716,8    | -245,8  |
|      | XN    | -204,0  | -204,0  | -300,8  | -300,8  | 0,1     | 0,1     | 0,1     | -0,2    | -716,8   | 245,8   |
|      | YP    | -1693,9 | -1693,9 | 0,1     | 0,1     | 954,4   | 954,4   | 4767,6  | 1713,6  | 0,1      | -0,2    |
|      | YN    | 1693,9  | 1693,9  | -0,1    | -0,1    | -954,4  | -954,4  | -4767,6 | -1713,6 | -0,1     | 0,2     |

|      |       |        |        |        |        |        |        |        |       |         |        |
|------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|---------|--------|
| S124 | DÜŞEY | -831,7 | -814,9 | 24,0   | 24,0   | 10,3   | 10,3   | 12,8   | -20,1 | 28,9    | -47,8  |
|      | XP    | -919,0 | -919,0 | 402,2  | 402,2  | -0,4   | -0,4   | -0,5   | 0,7   | 1530,1  | 242,9  |
|      | XN    | 919,0  | 919,0  | -402,2 | -402,2 | 0,4    | 0,4    | 0,5    | -0,7  | -1530,1 | -242,9 |
|      | YP    | -789,4 | -789,4 | 0,1    | 0,1    | 101,8  | 101,8  | 246,3  | -79,3 | 0,1     | -0,2   |
|      | YN    | 789,4  | 789,4  | -0,1   | -0,1   | -101,8 | -101,8 | -246,3 | 79,3  | -0,1    | 0,2    |

**Tablo A 9:** Düşey ve deprem yükleri için 1. kat kolonları için  $M_K$ ;  $N_K$  kapasiteleri (4 katlı)

| Kolon | Yükleme | $N_{K2i}$ (kN) | $N_{K2j}$ (kN) | $N_{K3i}$ (kN) | $N_{K3j}$ (kN) | $M_{K2i}$<br>(kNm) | $M_{K2j}$<br>(kNm) | $M_{K3i}$<br>(kNm) | $M_{K3j}$<br>(kNm) |
|-------|---------|----------------|----------------|----------------|----------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| S101  | XP      | 905,32         | 886,72         | -938,51        | -293,83        | -0,56              | 1,10               | 163,98             | 106,45             |
|       | XN      | -2154,03       | -1514,27       | -756,82        | -704,98        | 173,40             | -109,82            | -163,99            | -158,21            |
|       | YP      | -2134,32       | -3260,79       | 822,22         | 916,81         | 174,90             | -70,29             | 15,22              | -3,53              |
|       | YN      | -785,06        | -701,30        | -1158,60       | -932,12        | -270,16            | 283,98             | -44,99             | 266,41             |
| S102  | XP      | -1905,51       | -2171,71       | -4154,53       | -3385,61       | -28,84             | 64,67              | 1309,76            | -384,74            |
|       | XN      | 1542,67        | 1694,90        | 1215,56        | 687,27         | 17,00              | -36,53             | -1309,69           | 317,79             |
|       | YP      | -1680,87       | -1061,46       | 10374,55       | 3022,54        | 298,19             | 241,74             | 0,48               | -0,24              |
|       | YN      | -1480,12       | -1388,98       | 1606,79        | 1445,49        | -277,49            | -279,38            | -1,44              | 13,26              |
| S103  | XP      | -81,88         | -157,03        | -195,86        | 3379,90        | -8,51              | 17,84              | 628,35             | -629,06            |
|       | XN      | 1363,17        | 2238,47        | -2408,64       | -3986,69       | 80,12              | -227,68            | -628,32            | 1368,43            |
|       | YP      | -1466,81       | -917,09        | 8022,69        | 1798,19        | 278,68             | 228,58             | -7,12              | 0,70               |
|       | YN      | -1299,93       | -1167,78       | 1336,86        | 5005,63        | -259,31            | -264,29            | 23,16              | -311,20            |
| S104  | XP      | 1363,17        | 2238,47        | -3816,60       | -2469,19       | 80,12              | -227,68            | 1427,87            | -598,39            |
|       | XN      | -81,88         | -157,03        | 1211,99        | 775,36         | -8,51              | 17,84              | -1427,94           | 286,82             |
|       | YP      | -1466,81       | -917,09        | 7870,01        | 1814,95        | 278,68             | 228,58             | 6,79               | -0,82              |
|       | YN      | -1299,93       | -1167,78       | 1867,23        | 481,19         | -259,31            | -264,29            | -25,18             | 101,15             |
| S105  | XP      | 1542,67        | 1694,90        | -187,43        | 3822,73        | 17,00              | -36,53             | 625,38             | -784,78            |
|       | XN      | -1905,51       | -2171,71       | -2751,66       | -8399,81       | -28,84             | 64,67              | -625,42            | 1378,50            |
|       | YP      | -1680,87       | -1061,46       | 10385,01       | 3017,21        | 298,19             | 241,74             | -0,48              | 0,24               |
|       | YN      | -1480,12       | -1388,98       | 1575,28        | 1750,42        | -277,49            | -279,38            | 1,43               | -14,53             |
| S106  | XP      | -2154,03       | -1514,27       | -765,39        | -712,65        | 173,40             | -109,82            | 148,53             | 143,83             |
|       | XN      | 905,32         | 886,72         | -929,96        | 48,26          | -0,56              | 1,10               | -148,54            | -144,95            |
|       | YP      | -2134,32       | -3260,79       | 999,67         | 885,82         | 174,90             | -70,29             | -19,96             | 2,61               |
|       | YN      | -785,06        | -701,30        | -1762,04       | -944,28        | -270,16            | 283,98             | 74,65              | -289,09            |
| S107  | XP      | 1861,48        | 1832,59        | -1464,93       | -1286,08       | -1,01              | 1,54               | 293,02             | 277,21             |
|       | XN      | -4642,18       | -3311,11       | -1399,97       | -1414,06       | 56,07              | -62,19             | -293,02            | -285,50            |
|       | YP      | 1000,30        | 2920,71        | 1794,25        | 2055,74        | 780,40             | -450,20            | 23,44              | -86,51             |
|       | YN      | -3114,28       | -4234,72       | -2690,45       | -2640,03       | -722,90            | 388,53             | -88,20             | 156,67             |
| S108  | XP      | 1864,67        | 1819,59        | -5897,05       | -5116,51       | -6,17              | 12,78              | 1467,96            | -422,01            |
|       | XN      | -1098,09       | -1077,02       | 1622,43        | 1067,02        | 3,05               | -6,33              | -1467,89           | 329,22             |
|       | YP      | -2013,71       | -2472,16       | 15372,78       | 1877,88        | 341,53             | 382,06             | 2,47               | -2,46              |
|       | YN      | -2192,08       | -1905,27       | 1923,23        | -3078,85       | -346,01            | -365,83            | -6,47              | 10,19              |
| S109  | XP      | 1854,35        | 1840,98        | -85,60         | 3019,03        | -1,83              | 3,79               | 813,86             | -491,54            |
|       | XN      | -3448,82       | -3363,13       | -3788,41       | -10839,04      | 11,87              | -24,62             | -813,83            | 2114,65            |
|       | YP      | -1797,06       | -2184,59       | 14592,34       | 1708,64        | 322,38             | 356,64             | -11,71             | 12,50              |
|       | YN      | -1946,98       | -1713,87       | 1529,85        | -2586,34       | -326,64            | -341,54            | 28,30              | -45,74             |
| S110  | XP      | -3448,82       | -3363,13       | -5578,27       | -4422,92       | 11,87              | -24,62             | 1600,60            | -583,14            |
|       | XN      | 1854,35        | 1840,98        | 1704,19        | 1111,35        | -1,83              | 3,79               | -1600,66           | 310,58             |
|       | YP      | -1797,06       | -2184,59       | 14332,63       | 2033,92        | 322,38             | 356,64             | 11,24              | -16,26             |

|      |    |          |          |           |           |         |         |          |         |
|------|----|----------|----------|-----------|-----------|---------|---------|----------|---------|
|      | YN | -1946,98 | -1713,87 | 2192,04   | -3992,76  | -326,64 | -341,54 | -30,23   | 78,58   |
| S111 | XP | -1098,09 | -1077,02 | -69,80    | 3136,33   | 3,05    | -6,33   | 807,22   | -540,86 |
|      | XN | 1864,67  | 1819,59  | -4204,89  | -8142,52  | -6,17   | 12,78   | -807,25  | 850,34  |
|      | YP | -2013,71 | -2472,16 | 15428,96  | 1823,47   | 341,53  | 382,06  | -2,49    | 2,35    |
|      | YN | -2192,08 | -1905,27 | 1777,80   | -2858,39  | -346,01 | -365,83 | 6,38     | -9,30   |
| S112 | XP | -4642,18 | -3311,11 | -1400,60  | -1414,24  | 56,07   | -62,19  | 287,34   | 288,54  |
|      | XN | 1861,48  | 1832,59  | -1464,30  | -1271,69  | -1,01   | 1,54    | -287,34  | -304,41 |
|      | YP | 1000,30  | 2920,71  | 1910,94   | 1685,79   | 780,40  | -450,20 | -25,62   | 69,04   |
|      | YN | -3114,28 | -4234,72 | -3154,97  | -1993,86  | -722,90 | 388,53  | 107,12   | -115,03 |
| S113 | XP | 1839,02  | 1868,70  | -1464,95  | -1286,08  | 0,97    | -1,65   | 293,02   | 277,21  |
|      | XN | -3565,20 | -5367,16 | -1399,99  | -1414,06  | -39,13  | 119,56  | -293,02  | -285,50 |
|      | YP | -2620,12 | -3934,38 | -714,19   | -2640,03  | 509,39  | -346,56 | -23,44   | 156,67  |
|      | YN | 70,70    | 1198,59  | 1640,24   | 2055,74   | -483,80 | 273,90  | 88,20    | -86,51  |
| S114 | XP | 1835,52  | 1881,29  | -5897,20  | -5116,51  | 6,09    | -13,16  | 1467,89  | -422,01 |
|      | XN | -1083,65 | -1107,43 | 1622,28   | 1067,02   | -3,02   | 6,46    | -1467,96 | 329,22  |
|      | YP | -2194,20 | -1922,23 | 1877,97   | -3078,85  | 357,49  | 333,44  | -2,47    | 10,19   |
|      | YN | -2006,62 | -2413,67 | -18783,27 | 1877,88   | -362,55 | -321,73 | 6,47     | -2,46   |
| S115 | XP | 1845,69  | 1859,19  | -85,53    | 3019,03   | 1,81    | -3,86   | 813,83   | -491,54 |
|      | XN | -3392,95 | -3482,98 | -3788,33  | -10839,04 | -11,62  | 25,77   | -813,86  | 2114,65 |
|      | YP | -1948,40 | -1725,08 | 1717,47   | -2586,34  | 335,76  | 316,02  | 11,71    | -45,74  |
|      | YN | -1791,44 | -2138,65 | -17836,89 | 1708,64   | -340,53 | -304,81 | -28,30   | 12,50   |
| S116 | XP | -3392,95 | -3482,98 | -5578,13  | -4422,92  | -11,62  | 25,77   | 1600,66  | -583,14 |
|      | XN | 1845,69  | 1859,19  | 1704,33   | 1111,35   | 1,81    | -3,86   | -1600,60 | 310,58  |
|      | YP | -1948,40 | -1725,08 | 1977,18   | -3992,76  | 335,76  | 316,02  | -11,24   | 78,58   |
|      | YN | -1791,44 | -2138,65 | -18499,07 | 2033,92   | -340,53 | -304,81 | 30,23    | -16,26  |
| S117 | XP | -1083,65 | -1107,43 | -69,88    | 3136,33   | -3,02   | 6,46    | 807,25   | -540,86 |
|      | XN | 1835,52  | 1881,29  | -4204,97  | -8142,52  | 6,09    | -13,16  | -807,22  | 850,34  |
|      | YP | -2194,20 | -1922,23 | 1821,79   | -2858,39  | 357,49  | 333,44  | 2,49     | -9,30   |
|      | YN | -2006,62 | -2413,67 | -18637,84 | 1823,47   | -362,55 | -321,73 | -6,38    | 2,35    |
| S118 | XP | -3565,20 | -5367,16 | -1400,62  | -1414,24  | -39,13  | 119,56  | 287,34   | 288,54  |
|      | XN | 1839,02  | 1868,70  | -1464,32  | -1271,69  | 0,97    | -1,65   | -287,34  | -304,41 |
|      | YP | -2620,12 | -3934,38 | -830,88   | -1993,86  | 509,39  | -346,56 | 25,62    | -115,03 |
|      | YN | 70,70    | 1198,59  | 2104,76   | 1685,79   | -483,80 | 273,90  | -107,12  | 69,04   |
| S119 | XP | 891,60   | 908,55   | -938,64   | -293,83   | 0,66    | -0,85   | 163,99   | 106,45  |
|      | XN | -1628,93 | -1943,06 | -756,91   | -704,98   | -99,48  | 189,46  | -163,98  | -158,21 |
|      | YP | -783,69  | -709,06  | -318,45   | -932,12   | 277,71  | -265,97 | -15,22   | 266,41  |
|      | YN | -1973,92 | -4132,14 | 672,08    | 916,81    | -151,80 | 102,48  | 44,99    | -3,53   |
| S120 | XP | -2077,81 | -1835,24 | -4154,74  | -3385,61  | 31,75   | -53,65  | 1309,69  | -384,74 |
|      | XN | 1642,98  | 1500,71  | 1215,35   | 687,27    | -18,28  | 31,75   | -1309,76 | 317,79  |
|      | YP | -1480,24 | -1390,16 | 1596,22   | 1445,49   | 279,91  | 271,70  | -0,48    | 13,26   |
|      | YN | -1658,13 | -875,29  | -12430,82 | 3022,54   | -264,06 | -341,19 | 1,44     | -0,24   |
| S121 | XP | -131,73  | -60,97   | -195,78   | 3379,90   | 9,02    | -15,94  | 628,32   | -629,06 |
|      | XN | 1874,39  | 1175,20  | -2408,56  | -3986,69  | -99,65  | 146,22  | -628,35  | 1368,43 |
|      | YP | -1300,30 | -1171,13 | 1512,82   | 5005,63   | 263,51  | 251,74  | 7,12     | -311,20 |
|      | YN | -1447,90 | -764,34  | -10870,17 | 1798,19   | -248,54 | -315,62 | -23,16   | 0,70    |
| S122 | XP | 1874,39  | 1175,20  | -3816,41  | -2469,19  | -99,65  | 146,22  | 1427,94  | -598,39 |
|      | XN | -131,73  | -60,97   | 1212,17   | 775,36    | 9,02    | -15,94  | -1427,87 | 286,82  |
|      | YP | -1300,30 | -1171,13 | 1665,51   | 481,19    | 263,51  | 251,74  | -6,79    | 101,15  |
|      | YN | -1447,90 | -764,34  | -11400,54 | 1814,95   | -248,54 | -315,62 | 25,18    | -0,82   |
| S123 | XP | 1642,98  | 1500,71  | -187,52   | 3822,73   | -18,28  | 31,75   | 625,42   | -784,78 |
|      | XN | -2077,81 | -1835,24 | -2751,76  | -8399,81  | 31,75   | -53,65  | -625,38  | 1378,50 |
|      | YP | -1480,24 | -1390,16 | 1585,76   | 1750,42   | 279,91  | 271,70  | 0,48     | -14,53  |

|      |    |          |          |           |         |         |         |         |         |
|------|----|----------|----------|-----------|---------|---------|---------|---------|---------|
|      | YN | -1658,13 | -875,29  | -12399,32 | 3017,21 | -264,06 | -341,19 | -1,43   | 0,24    |
| S124 | XP | -1628,93 | -1943,06 | -765,46   | -712,65 | -99,48  | 189,46  | 148,54  | 143,83  |
|      | XN | 891,60   | 908,55   | -930,07   | 48,26   | 0,66    | -0,85   | -148,53 | -144,95 |
|      | YP | -783,69  | -709,06  | -495,90   | -944,28 | 277,71  | -265,97 | 19,96   | -289,09 |
|      | YN | -1973,92 | -4132,14 | 1275,52   | 885,82  | -151,80 | 102,48  | -74,65  | 2,61    |

**Tablo A 10:** 1. kat kolonları için r etki/kapasite oranları (4 katlı)

| Kolon | Yükleme | r <sub>2l</sub> | r <sub>2j</sub> | r <sub>3l</sub> | r <sub>3j</sub> | Kolon | Yükleme | r <sub>2l</sub> | r <sub>2j</sub> | r <sub>3l</sub> | r <sub>3j</sub> |
|-------|---------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-------|---------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| S101  | XP      | 0,04            | 0,04            | 7,93            | 4,14            | S113  | XP      | 0,07            | 0,07            | 39,19           | 23,91           |
|       | XN      | 0,00            | 0,01            | 0,90            | 0,61            |       | XN      | 0,01            | 0,01            | 0,98            | 0,94            |
|       | YP      | 1,41            | 1,14            | 0,00            | 0,00            |       | YP      | 1,04            | 0,50            | 0,00            | 0,00            |
|       | YN      | 0,48            | 0,22            | 0,00            | 0,00            |       | YN      | 0,52            | 0,39            | 0,00            | 0,00            |
| S102  | XP      | 0,01            | 0,01            | 0,55            | 0,64            | S114  | XP      | 0,01            | 0,01            | 0,57            | 0,59            |
|       | XN      | 0,01            | 0,01            | 0,35            | 0,44            |       | XN      | 0,03            | 0,03            | 0,36            | 0,44            |
|       | YP      | 15,99           | 7,08            | 0,00            | 0,00            |       | YP      | 22,80           | 8,44            | 0,00            | 0,00            |
|       | YN      | 0,94            | 0,86            | 0,08            | 0,02            |       | YN      | 0,96            | 0,90            | 0,03            | 0,10            |
| S103  | XP      | 0,01            | 0,01            | 1,20            | 0,46            | S115  | XP      | 0,01            | 0,01            | 1,07            | 0,61            |
|       | XN      | 0,00            | 0,00            | 0,54            | 0,17            |       | XN      | 0,01            | 0,01            | 0,51            | 0,12            |
|       | YP      | 17,10           | 7,51            | 0,00            | 0,00            |       | YP      | 24,27           | 8,91            | 0,00            | 0,00            |
|       | YN      | 0,95            | 0,87            | 0,00            | 0,00            |       | YN      | 0,96            | 0,90            | 0,00            | 0,00            |
| S104  | XP      | 0,00            | 0,00            | 0,51            | 0,45            | S116  | XP      | 0,01            | 0,01            | 0,53            | 0,46            |
|       | XN      | 0,01            | 0,01            | 0,34            | 0,50            |       | XN      | 0,04            | 0,04            | 0,35            | 0,48            |
|       | YP      | 17,09           | 7,52            | 0,00            | 0,00            |       | YP      | 24,28           | 8,91            | 0,00            | 0,00            |
|       | YN      | 0,95            | 0,87            | 0,00            | 0,00            |       | YN      | 0,96            | 0,90            | 0,00            | 0,00            |
| S105  | XP      | 0,00            | 0,00            | 1,15            | 0,31            | S117  | XP      | 0,04            | 0,04            | 1,04            | 0,48            |
|       | XN      | 0,00            | 0,00            | 0,53            | 0,15            |       | XN      | 0,01            | 0,01            | 0,51            | 0,23            |
|       | YP      | 15,98           | 7,09            | 0,00            | 0,00            |       | YP      | 22,81           | 8,43            | 0,00            | 0,00            |
|       | YN      | 0,94            | 0,86            | 0,08            | 0,01            |       | YN      | 0,96            | 0,90            | 0,03            | 0,10            |
| S106  | XP      | 0,00            | 0,01            | 12,79           | 1,27            | S118  | XP      | 0,01            | 0,01            | 51,58           | 13,17           |
|       | XN      | 0,45            | 0,40            | 0,91            | 0,63            |       | XN      | 0,33            | 0,31            | 0,98            | 0,94            |
|       | YP      | 1,40            | 1,12            | 0,00            | 0,00            |       | YP      | 1,04            | 0,50            | 0,00            | 0,00            |
|       | YN      | 0,48            | 0,22            | 0,00            | 0,00            |       | YN      | 0,52            | 0,39            | 0,00            | 0,01            |
| S107  | XP      | 0,07            | 0,07            | 39,19           | 23,91           | S119  | XP      | 0,04            | 0,04            | 7,93            | 4,14            |
|       | XN      | 0,01            | 0,01            | 0,98            | 0,94            |       | XN      | 0,00            | 0,00            | 0,90            | 0,61            |
|       | YP      | 0,68            | 0,39            | 0,00            | 0,00            |       | YP      | 0,89            | 0,30            | 0,00            | 0,00            |
|       | YN      | 0,42            | 0,31            | 0,00            | 0,00            |       | YN      | 0,62            | 0,44            | 0,00            | 0,07            |
| S108  | XP      | 0,01            | 0,01            | 0,57            | 0,59            | S120  | XP      | 0,01            | 0,01            | 0,55            | 0,64            |
|       | XN      | 0,03            | 0,03            | 0,36            | 0,44            |       | XN      | 0,01            | 0,01            | 0,35            | 0,44            |
|       | YP      | 23,88           | 7,35            | 0,00            | 0,00            |       | YP      | 17,03           | 6,31            | 0,00            | 0,00            |
|       | YN      | 0,96            | 0,88            | 0,03            | 0,03            |       | YN      | 0,95            | 0,83            | 0,08            | 0,46            |
| S109  | XP      | 0,01            | 0,01            | 1,07            | 0,61            | S121  | XP      | 0,01            | 0,01            | 1,20            | 0,46            |
|       | XN      | 0,01            | 0,01            | 0,51            | 0,12            |       | XN      | 0,00            | 0,00            | 0,54            | 0,17            |
|       | YP      | 25,29           | 7,89            | 0,00            | 0,00            |       | YP      | 18,08           | 6,83            | 0,00            | 0,00            |
|       | YN      | 0,96            | 0,89            | 0,00            | 0,00            |       | YN      | 0,95            | 0,84            | 0,00            | 0,01            |
| S110  | XP      | 0,01            | 0,01            | 0,53            | 0,46            | S122  | XP      | 0,00            | 0,00            | 0,51            | 0,45            |
|       | XN      | 0,04            | 0,04            | 0,35            | 0,48            |       | XN      | 0,01            | 0,01            | 0,34            | 0,50            |
|       | YP      | 25,28           | 7,90            | 0,00            | 0,00            |       | YP      | 18,09           | 6,82            | 0,00            | 0,00            |
|       | YN      | 0,96            | 0,89            | 0,00            | 0,00            |       | YN      | 0,95            | 0,84            | 0,00            | 0,01            |
| S111  | XP      | 0,04            | 0,04            | 1,04            | 0,48            | S123  | XP      | 0,00            | 0,00            | 1,15            | 0,31            |
|       | XN      | 0,01            | 0,01            | 0,51            | 0,23            |       | XN      | 0,00            | 0,00            | 0,53            | 0,15            |
|       | YP      | 23,87           | 7,36            | 0,00            | 0,00            |       | YP      | 17,04           | 6,30            | 0,00            | 0,00            |
|       | YN      | 0,96            | 0,88            | 0,03            | 0,03            |       | YN      | 0,95            | 0,83            | 0,08            | 0,46            |

|      |    |      |      |       |       |      |    |      |      |       |      |
|------|----|------|------|-------|-------|------|----|------|------|-------|------|
| S112 | XP | 0,01 | 0,01 | 51,58 | 13,17 | S124 | XP | 0,00 | 0,00 | 12,79 | 1,27 |
|      | XN | 0,32 | 0,33 | 0,98  | 0,94  |      | XN | 0,41 | 0,46 | 0,91  | 0,63 |
|      | YP | 0,68 | 0,38 | 0,00  | 0,00  |      | YP | 0,89 | 0,30 | 0,00  | 0,01 |
|      | YN | 0,42 | 0,31 | 0,00  | 0,00  |      | YN | 0,62 | 0,44 | 0,00  | 0,09 |

**Tablo A 11:** Kolon moment kapasitelerine karşı gelen  $V_e$  kesme kuvvetleri (4 katlı)

| Kolon | Yükleme | $P_i$ (kN) | $P_j$ (kN) | $M_{ej}$ (kNm) | $M_{ej}$ (kNm) | $V_{ei}$ (kN) |
|-------|---------|------------|------------|----------------|----------------|---------------|
| S101  | XP      | 918,99     | 918,99     | -3,96          | -3,96          | -2,09         |
|       | XN      | -918,99    | -918,99    | 360,46         | 360,46         | 189,72        |
|       | YP      | 789,39     | 789,39     | 9,78           | 9,78           | 5,15          |
|       | YN      | -789,39    | -789,39    | 150,68         | 150,68         | 79,30         |
| S102  | XP      | -204,02    | -204,02    | 163,59         | 163,59         | 86,10         |
|       | XN      | 204,02     | 204,02     | 126,41         | 126,41         | 66,53         |
|       | YP      | 1693,85    | 1693,85    | -36,17         | -36,17         | -19,04        |
|       | YN      | -1693,85   | -1693,85   | 1155,11        | 1155,11        | 607,95        |
| S103  | XP      | 735,13     | 735,13     | 78,00          | 78,00          | 41,05         |
|       | XN      | -735,13    | -735,13    | 212,00         | 212,00         | 111,58        |
|       | YP      | 1697,20    | 1697,20    | -37,35         | -37,35         | -19,66        |
|       | YN      | -1697,20   | -1697,20   | 1156,29        | 1156,29        | 608,57        |
| S104  | XP      | -735,13    | -735,13    | 212,00         | 212,00         | 111,58        |
|       | XN      | 735,13     | 735,13     | 78,00          | 78,00          | 41,05         |
|       | YP      | 1697,20    | 1697,20    | -37,35         | -37,35         | -19,66        |
|       | YN      | -1697,20   | -1697,20   | 1156,29        | 1156,29        | 608,57        |
| S105  | XP      | 204,02     | 204,02     | 126,41         | 126,41         | 66,53         |
|       | XN      | -204,02    | -204,02    | 163,59         | 163,59         | 86,10         |
|       | YP      | 1693,85    | 1693,85    | -36,17         | -36,17         | -19,04        |
|       | YN      | -1693,85   | -1693,85   | 1155,11        | 1155,11        | 607,95        |
| S106  | XP      | -918,99    | -918,99    | 360,46         | 360,46         | 189,72        |
|       | XN      | 918,99     | 918,99     | -3,96          | -3,96          | -2,09         |
|       | YP      | 789,39     | 789,39     | 9,78           | 9,78           | 5,15          |
|       | YN      | -789,39    | -789,39    | 150,68         | 150,68         | 79,30         |
| S107  | XP      | 1109,10    | 1109,10    | 311,53         | 311,53         | 163,96        |
|       | XN      | -1109,10   | -1109,10   | 1244,21        | 1244,21        | 654,85        |
|       | YP      | 214,87     | 214,87     | 144,54         | 144,54         | 76,07         |
|       | YN      | -214,87    | -214,87    | 182,52         | 182,52         | 96,06         |
| S108  | XP      | -336,83    | -336,83    | 193,30         | 193,30         | 101,74        |
|       | XN      | 336,83     | 336,83     | 133,76         | 133,76         | 70,40         |
|       | YP      | 624,17     | 624,17     | 515,43         | 515,43         | 271,28        |
|       | YN      | -624,17    | -624,17    | 1040,31        | 1040,31        | 547,53        |
| S109  | XP      | 801,79     | 801,79     | 92,66          | 92,66          | 48,77         |
|       | XN      | -801,79    | -801,79    | 234,40         | 234,40         | 123,37        |
|       | YP      | 627,37     | 627,37     | 514,08         | 514,08         | 270,57        |
|       | YN      | -627,37    | -627,37    | 1041,66        | 1041,66        | 548,24        |
| S110  | XP      | -801,79    | -801,79    | 234,40         | 234,40         | 123,37        |
|       | XN      | 801,79     | 801,79     | 92,66          | 92,66          | 48,77         |
|       | YP      | 627,37     | 627,37     | 514,08         | 514,08         | 270,57        |
|       | YN      | -627,37    | -627,37    | 1041,66        | 1041,66        | 548,24        |
| S111  | XP      | 336,83     | 336,83     | 133,76         | 133,76         | 70,40         |
|       | XN      | -336,83    | -336,83    | 193,30         | 193,30         | 101,74        |
|       | YP      | 624,17     | 624,17     | 515,43         | 515,43         | 271,28        |

|      |    |          |          |         |         |        |
|------|----|----------|----------|---------|---------|--------|
|      | YN | -624,17  | -624,17  | 1040,31 | 1040,31 | 547,53 |
| S112 | XP | -1109,10 | -1109,10 | 1244,21 | 1244,21 | 654,85 |
|      | XN | 1109,10  | 1109,10  | 311,53  | 311,53  | 163,96 |
|      | YP | 214,87   | 214,87   | 144,54  | 144,54  | 76,07  |
|      | YN | -214,87  | -214,87  | 182,52  | 182,52  | 96,06  |
| S113 | XP | 1109,10  | 1109,10  | 311,53  | 311,53  | 163,96 |
|      | XN | -1109,10 | -1109,10 | 1244,21 | 1244,21 | 654,85 |
|      | YP | -214,87  | -214,87  | 182,52  | 182,52  | 96,06  |
|      | YN | 214,87   | 214,87   | 144,54  | 144,54  | 76,07  |
| S114 | XP | -336,83  | -336,83  | 193,30  | 193,30  | 101,74 |
|      | XN | 336,83   | 336,83   | 133,76  | 133,76  | 70,40  |
|      | YP | -624,17  | -624,17  | 1040,31 | 1040,31 | 547,53 |
|      | YN | 624,17   | 624,17   | 515,43  | 515,43  | 271,28 |
| S115 | XP | 801,79   | 801,79   | 92,66   | 92,66   | 48,77  |
|      | XN | -801,79  | -801,79  | 234,40  | 234,40  | 123,37 |
|      | YP | -627,37  | -627,37  | 1041,66 | 1041,66 | 548,24 |
|      | YN | 627,37   | 627,37   | 514,08  | 514,08  | 270,57 |
| S116 | XP | -801,79  | -801,79  | 234,40  | 234,40  | 123,37 |
|      | XN | 801,79   | 801,79   | 92,66   | 92,66   | 48,77  |
|      | YP | -627,37  | -627,37  | 1041,66 | 1041,66 | 548,24 |
|      | YN | 627,37   | 627,37   | 514,08  | 514,08  | 270,57 |
| S117 | XP | 336,83   | 336,83   | 133,76  | 133,76  | 70,40  |
|      | XN | -336,83  | -336,83  | 193,30  | 193,30  | 101,74 |
|      | YP | -624,17  | -624,17  | 1040,31 | 1040,31 | 547,53 |
|      | YN | 624,17   | 624,17   | 515,43  | 515,43  | 271,28 |
| S118 | XP | -1109,10 | -1109,10 | 1244,21 | 1244,21 | 654,85 |
|      | XN | 1109,10  | 1109,10  | 311,53  | 311,53  | 163,96 |
|      | YP | -214,87  | -214,87  | 182,52  | 182,52  | 96,06  |
|      | YN | 214,87   | 214,87   | 144,54  | 144,54  | 76,07  |
| S119 | XP | 918,99   | 918,99   | -3,96   | -3,96   | -2,09  |
|      | XN | -918,99  | -918,99  | 360,46  | 360,46  | 189,72 |
|      | YP | -789,39  | -789,39  | 150,68  | 150,68  | 79,30  |
|      | YN | 789,39   | 789,39   | 9,78    | 9,78    | 5,15   |
| S120 | XP | -204,02  | -204,02  | 163,59  | 163,59  | 86,10  |
|      | XN | 204,02   | 204,02   | 126,41  | 126,41  | 66,53  |
|      | YP | -1693,85 | -1693,85 | 1155,11 | 1155,11 | 607,95 |
|      | YN | 1693,85  | 1693,85  | -36,17  | -36,17  | -19,04 |
| S121 | XP | 735,13   | 735,13   | 78,00   | 78,00   | 41,05  |
|      | XN | -735,13  | -735,13  | 212,00  | 212,00  | 111,58 |
|      | YP | -1697,20 | -1697,20 | 1156,29 | 1156,29 | 608,57 |
|      | YN | 1697,20  | 1697,20  | -37,35  | -37,35  | -19,66 |
| S122 | XP | -735,13  | -735,13  | 212,00  | 212,00  | 111,58 |
|      | XN | 735,13   | 735,13   | 78,00   | 78,00   | 41,05  |
|      | YP | -1697,20 | -1697,20 | 1156,29 | 1156,29 | 608,57 |
|      | YN | 1697,20  | 1697,20  | -37,35  | -37,35  | -19,66 |
| S123 | XP | 204,02   | 204,02   | 126,41  | 126,41  | 66,53  |
|      | XN | -204,02  | -204,02  | 163,59  | 163,59  | 86,10  |
|      | YP | -1693,85 | -1693,85 | 1155,11 | 1155,11 | 607,95 |
|      | YN | 1693,85  | 1693,85  | -36,17  | -36,17  | -19,04 |
| S124 | XP | -918,99  | -918,99  | 360,46  | 360,46  | 189,72 |
|      | XN | 918,99   | 918,99   | -3,96   | -3,96   | -2,09  |
|      | YP | -789,39  | -789,39  | 150,68  | 150,68  | 79,30  |

|  |    |        |        |      |      |      |
|--|----|--------|--------|------|------|------|
|  | YN | 789,39 | 789,39 | 9,78 | 9,78 | 5,15 |
|--|----|--------|--------|------|------|------|

**Tablo A 12:** 1. kat kolonları için  $\frac{V_e}{b_w df_{cm}}$  ve  $\frac{N_k}{A_c f_{cm}}$  parametreleri (4 katlı)

| Kolon | Yükleme | $N_{2k}/A_c f_{cm}$ | $N_{2k}/A_c f_{cm}$ | $N_{3k}/A_c f_{cm}$ | $N_{3k}/A_c f_{cm}$ | $V_e/b_w df_{cm}$ |
|-------|---------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|-------------------|
| S101  | XP      | -0,216              | -0,211              | 0,223               | 0,070               | -0,007            |
|       | XN      | 0,513               | 0,361               | 0,180               | 0,168               | 0,616             |
|       | YP      | 0,508               | 0,776               | -0,196              | -0,218              | 0,016             |
|       | YN      | 0,187               | 0,167               | 0,276               | 0,222               | 0,245             |
| S102  | XP      | 0,254               | 0,290               | 0,554               | 0,451               | 0,146             |
|       | XN      | -0,206              | -0,226              | -0,162              | -0,092              | 0,113             |
|       | YP      | 0,224               | 0,142               | -1,383              | -0,403              | -0,035            |
|       | YN      | 0,197               | 0,185               | -0,214              | -0,193              | 1,105             |
| S103  | XP      | 0,011               | 0,021               | 0,026               | -0,451              | 0,070             |
|       | XN      | -0,182              | -0,298              | 0,321               | 0,532               | 0,190             |
|       | YP      | 0,196               | 0,122               | -1,070              | -0,240              | -0,036            |
|       | YN      | 0,173               | 0,156               | -0,178              | -0,667              | 1,106             |
| S104  | XP      | -0,182              | -0,298              | 0,509               | 0,329               | 0,190             |
|       | XN      | 0,011               | 0,021               | -0,162              | -0,103              | 0,070             |
|       | YP      | 0,196               | 0,122               | -1,049              | -0,242              | -0,036            |
|       | YN      | 0,173               | 0,156               | -0,249              | -0,064              | 1,106             |
| S105  | XP      | -0,206              | -0,226              | 0,025               | -0,510              | 0,113             |
|       | XN      | 0,254               | 0,290               | 0,367               | 1,120               | 0,146             |
|       | YP      | 0,224               | 0,142               | -1,385              | -0,402              | -0,035            |
|       | YN      | 0,197               | 0,185               | -0,210              | -0,233              | 1,105             |
| S106  | XP      | 0,513               | 0,361               | 0,182               | 0,170               | 0,616             |
|       | XN      | -0,216              | -0,211              | 0,221               | -0,011              | -0,007            |
|       | YP      | 0,508               | 0,776               | -0,238              | -0,211              | 0,016             |
|       | YN      | 0,187               | 0,167               | 0,420               | 0,225               | 0,245             |
| S107  | XP      | -0,207              | -0,204              | 0,163               | 0,143               | 0,248             |
|       | XN      | 0,516               | 0,368               | 0,156               | 0,157               | 0,992             |
|       | YP      | -0,238              | -0,695              | -0,427              | -0,489              | 0,235             |
|       | YN      | 0,741               | 1,008               | 0,641               | 0,629               | 0,296             |
| S108  | XP      | -0,207              | -0,202              | 0,655               | 0,569               | 0,144             |
|       | XN      | 0,122               | 0,120               | -0,180              | -0,119              | 0,099             |
|       | YP      | 0,224               | 0,275               | -1,708              | -0,209              | 0,411             |
|       | YN      | 0,244               | 0,212               | -0,214              | 0,342               | 0,830             |
| S109  | XP      | -0,206              | -0,205              | 0,010               | -0,335              | 0,069             |
|       | XN      | 0,383               | 0,374               | 0,421               | 1,204               | 0,174             |
|       | YP      | 0,200               | 0,243               | -1,621              | -0,190              | 0,410             |
|       | YN      | 0,216               | 0,190               | -0,170              | 0,287               | 0,831             |
| S110  | XP      | 0,383               | 0,374               | 0,620               | 0,491               | 0,174             |
|       | XN      | -0,206              | -0,205              | -0,189              | -0,123              | 0,069             |

|      |    |        |        |        |        |        |
|------|----|--------|--------|--------|--------|--------|
|      | YP | 0,200  | 0,243  | -1,593 | -0,226 | 0,410  |
|      | YN | 0,216  | 0,190  | -0,244 | 0,444  | 0,831  |
| S111 | XP | 0,122  | 0,120  | 0,008  | -0,348 | 0,099  |
|      | XN | -0,207 | -0,202 | 0,467  | 0,905  | 0,144  |
|      | YP | 0,224  | 0,275  | -1,714 | -0,203 | 0,411  |
|      | YN | 0,244  | 0,212  | -0,198 | 0,318  | 0,830  |
| S112 | XP | 0,516  | 0,368  | 0,156  | 0,157  | 0,992  |
|      | XN | -0,207 | -0,204 | 0,163  | 0,141  | 0,248  |
|      | YP | -0,238 | -0,695 | -0,455 | -0,401 | 0,235  |
|      | YN | 0,741  | 1,008  | 0,751  | 0,475  | 0,296  |
| S113 | XP | -0,204 | -0,208 | 0,163  | 0,143  | 0,248  |
|      | XN | 0,396  | 0,596  | 0,156  | 0,157  | 0,992  |
|      | YP | 0,624  | 0,937  | 0,170  | 0,629  | 0,296  |
|      | YN | -0,017 | -0,285 | -0,391 | -0,489 | 0,235  |
| S114 | XP | -0,204 | -0,209 | 0,655  | 0,569  | 0,144  |
|      | XN | 0,120  | 0,123  | -0,180 | -0,119 | 0,099  |
|      | YP | 0,244  | 0,214  | -0,209 | 0,342  | 0,830  |
|      | YN | 0,223  | 0,268  | 2,087  | -0,209 | 0,411  |
| S115 | XP | -0,205 | -0,207 | 0,010  | -0,335 | 0,069  |
|      | XN | 0,377  | 0,387  | 0,421  | 1,204  | 0,174  |
|      | YP | 0,216  | 0,192  | -0,191 | 0,287  | 0,831  |
|      | YN | 0,199  | 0,238  | 1,982  | -0,190 | 0,410  |
| S116 | XP | 0,377  | 0,387  | 0,620  | 0,491  | 0,174  |
|      | XN | -0,205 | -0,207 | -0,189 | -0,123 | 0,069  |
|      | YP | 0,216  | 0,192  | -0,220 | 0,444  | 0,831  |
|      | YN | 0,199  | 0,238  | 2,055  | -0,226 | 0,410  |
| S117 | XP | 0,120  | 0,123  | 0,008  | -0,348 | 0,099  |
|      | XN | -0,204 | -0,209 | 0,467  | 0,905  | 0,144  |
|      | YP | 0,244  | 0,214  | -0,202 | 0,318  | 0,830  |
|      | YN | 0,223  | 0,268  | 2,071  | -0,203 | 0,411  |
| S118 | XP | 0,396  | 0,596  | 0,156  | 0,157  | 0,992  |
|      | XN | -0,204 | -0,208 | 0,163  | 0,141  | 0,248  |
|      | YP | 0,624  | 0,937  | 0,198  | 0,475  | 0,296  |
|      | YN | -0,017 | -0,285 | -0,501 | -0,401 | 0,235  |
| S119 | XP | -0,212 | -0,216 | 0,223  | 0,070  | -0,007 |
|      | XN | 0,388  | 0,463  | 0,180  | 0,168  | 0,616  |
|      | YP | 0,187  | 0,169  | 0,076  | 0,222  | 0,245  |
|      | YN | 0,470  | 0,984  | -0,160 | -0,218 | 0,016  |
| S120 | XP | 0,277  | 0,245  | 0,554  | 0,451  | 0,146  |
|      | XN | -0,219 | -0,200 | -0,162 | -0,092 | 0,113  |
|      | YP | 0,197  | 0,185  | -0,213 | -0,193 | 1,105  |
|      | YN | 0,221  | 0,117  | 1,657  | -0,403 | -0,035 |
| S121 | XP | 0,018  | 0,008  | 0,026  | -0,451 | 0,070  |
|      | XN | -0,250 | -0,157 | 0,321  | 0,532  | 0,190  |
|      | YP | 0,173  | 0,156  | -0,202 | -0,667 | 1,106  |
|      | YN | 0,193  | 0,102  | 1,449  | -0,240 | -0,036 |
| S122 | XP | -0,250 | -0,157 | 0,509  | 0,329  | 0,190  |
|      | XN | 0,018  | 0,008  | -0,162 | -0,103 | 0,070  |

|      |    |        |        |        |        |        |
|------|----|--------|--------|--------|--------|--------|
|      | YP | 0,173  | 0,156  | -0,222 | -0,064 | 1,106  |
|      | YN | 0,193  | 0,102  | 1,520  | -0,242 | -0,036 |
| S123 | XP | -0,219 | -0,200 | 0,025  | -0,510 | 0,113  |
|      | XN | 0,277  | 0,245  | 0,367  | 1,120  | 0,146  |
|      | YP | 0,197  | 0,185  | -0,211 | -0,233 | 1,105  |
|      | YN | 0,221  | 0,117  | 1,653  | -0,402 | -0,035 |
| S124 | XP | 0,388  | 0,463  | 0,182  | 0,170  | 0,616  |
|      | XN | -0,212 | -0,216 | 0,221  | -0,011 | -0,007 |
|      | YP | 0,187  | 0,169  | 0,118  | 0,225  | 0,245  |
|      | YN | 0,470  | 0,984  | -0,304 | -0,211 | 0,016  |

**Tablo A 13:** 1. kat kolonların 2 yerel ekseninde r sınır değerleri (4 katlı)

| Kolon | Yükleme | $MN_{i(smr)}$ | $GV_{i(smr)}$ | $GC_{i(smr)}$ | $MN_{j(smr)}$ | $GV_{j(smr)}$ | $GC_{j(smr)}$ |
|-------|---------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| S101  | XP      | 3,00          | 6,00          | 8,00          | 3,00          | 6,00          | 8,00          |
|       | XN      | 2,00          | 4,00          | 6,00          | 2,50          | 5,00          | 6,00          |
|       | YP      | 2,00          | 4,00          | 6,00          | 1,00          | 1,00          | 1,00          |
|       | YN      | 2,50          | 5,00          | 6,00          | 2,50          | 5,00          | 6,00          |
| S102  | XP      | 2,50          | 5,00          | 6,00          | 2,50          | 5,00          | 6,00          |
|       | XN      | 3,00          | 6,00          | 8,00          | 3,00          | 6,00          | 8,00          |
|       | YP      | 2,50          | 5,00          | 6,00          | 2,50          | 5,00          | 6,00          |
|       | YN      | 2,35          | 4,70          | 6,00          | 2,35          | 4,70          | 6,00          |
| S103  | XP      | 3,00          | 6,00          | 8,00          | 3,00          | 6,00          | 8,00          |
|       | XN      | 3,00          | 6,00          | 8,00          | 3,00          | 6,00          | 8,00          |
|       | YP      | 2,50          | 5,00          | 6,00          | 2,50          | 5,00          | 6,00          |
|       | YN      | 2,35          | 4,70          | 6,00          | 2,35          | 4,70          | 6,00          |
| S104  | XP      | 3,00          | 6,00          | 8,00          | 3,00          | 6,00          | 8,00          |
|       | XN      | 3,00          | 6,00          | 8,00          | 3,00          | 6,00          | 8,00          |
|       | YP      | 2,50          | 5,00          | 6,00          | 2,50          | 5,00          | 6,00          |
|       | YN      | 2,35          | 4,70          | 6,00          | 2,35          | 4,70          | 6,00          |
| S105  | XP      | 3,00          | 6,00          | 8,00          | 3,00          | 6,00          | 8,00          |
|       | XN      | 2,50          | 5,00          | 6,00          | 2,50          | 5,00          | 6,00          |
|       | YP      | 2,50          | 5,00          | 6,00          | 2,50          | 5,00          | 6,00          |
|       | YN      | 2,35          | 4,70          | 6,00          | 2,35          | 4,70          | 6,00          |
| S106  | XP      | 2,00          | 4,00          | 6,00          | 2,50          | 5,00          | 6,00          |
|       | XN      | 3,00          | 6,00          | 8,00          | 3,00          | 6,00          | 8,00          |
|       | YP      | 2,00          | 4,00          | 6,00          | 1,00          | 1,00          | 1,00          |
|       | YN      | 2,50          | 5,00          | 6,00          | 2,50          | 5,00          | 6,00          |
| S107  | XP      | 3,00          | 6,00          | 8,00          | 3,00          | 6,00          | 8,00          |
|       | XN      | 1,74          | 3,21          | 4,68          | 2,26          | 4,53          | 6,00          |
|       | YP      | 3,00          | 6,00          | 8,00          | 3,00          | 6,00          | 8,00          |
|       | YN      | 1,00          | 1,00          | 1,00          | 1,00          | 1,00          | 1,00          |
| S108  | XP      | 3,00          | 6,00          | 8,00          | 3,00          | 6,00          | 8,00          |
|       | XN      | 2,50          | 5,00          | 6,00          | 2,50          | 5,00          | 6,00          |
|       | YP      | 2,50          | 5,00          | 6,00          | 2,50          | 5,00          | 6,00          |
|       | YN      | 2,14          | 4,28          | 6,00          | 2,14          | 4,28          | 6,00          |

|      |    |      |      |      |      |      |      |
|------|----|------|------|------|------|------|------|
| S109 | XP | 3,00 | 6,00 | 8,00 | 3,00 | 6,00 | 8,00 |
|      | XN | 2,50 | 5,00 | 6,00 | 2,50 | 5,00 | 6,00 |
|      | YP | 2,50 | 5,00 | 6,00 | 2,50 | 5,00 | 6,00 |
|      | YN | 2,14 | 4,28 | 6,00 | 2,14 | 4,28 | 6,00 |
| S110 | XP | 2,50 | 5,00 | 6,00 | 2,50 | 5,00 | 6,00 |
|      | XN | 3,00 | 6,00 | 8,00 | 3,00 | 6,00 | 8,00 |
|      | YP | 2,50 | 5,00 | 6,00 | 2,50 | 5,00 | 6,00 |
|      | YN | 2,14 | 4,28 | 6,00 | 2,14 | 4,28 | 6,00 |
| S111 | XP | 2,50 | 5,00 | 6,00 | 2,50 | 5,00 | 6,00 |
|      | XN | 3,00 | 6,00 | 8,00 | 3,00 | 6,00 | 8,00 |
|      | YP | 2,50 | 5,00 | 6,00 | 2,50 | 5,00 | 6,00 |
|      | YN | 2,14 | 4,28 | 6,00 | 2,14 | 4,28 | 6,00 |
| S112 | XP | 1,74 | 3,21 | 4,68 | 2,26 | 4,53 | 6,00 |
|      | XN | 3,00 | 6,00 | 8,00 | 3,00 | 6,00 | 8,00 |
|      | YP | 3,00 | 6,00 | 8,00 | 3,00 | 6,00 | 8,00 |
|      | YN | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| S113 | XP | 3,00 | 6,00 | 8,00 | 3,00 | 6,00 | 8,00 |
|      | XN | 2,26 | 4,53 | 6,00 | 1,74 | 3,21 | 4,68 |
|      | YP | 2,00 | 4,00 | 6,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
|      | YN | 3,00 | 6,00 | 8,00 | 3,00 | 6,00 | 8,00 |
| S114 | XP | 3,00 | 6,00 | 8,00 | 3,00 | 6,00 | 8,00 |
|      | XN | 2,50 | 5,00 | 6,00 | 2,50 | 5,00 | 6,00 |
|      | YP | 2,14 | 4,28 | 6,00 | 2,14 | 4,28 | 6,00 |
|      | YN | 2,50 | 5,00 | 6,00 | 2,50 | 5,00 | 6,00 |
| S115 | XP | 3,00 | 6,00 | 8,00 | 3,00 | 6,00 | 8,00 |
|      | XN | 2,50 | 5,00 | 6,00 | 2,50 | 5,00 | 6,00 |
|      | YP | 2,14 | 4,28 | 6,00 | 2,14 | 4,28 | 6,00 |
|      | YN | 2,50 | 5,00 | 6,00 | 2,50 | 5,00 | 6,00 |
| S116 | XP | 2,50 | 5,00 | 6,00 | 2,50 | 5,00 | 6,00 |
|      | XN | 3,00 | 6,00 | 8,00 | 3,00 | 6,00 | 8,00 |
|      | YP | 2,14 | 4,28 | 6,00 | 2,14 | 4,28 | 6,00 |
|      | YN | 2,50 | 5,00 | 6,00 | 2,50 | 5,00 | 6,00 |
| S117 | XP | 2,50 | 5,00 | 6,00 | 2,50 | 5,00 | 6,00 |
|      | XN | 3,00 | 6,00 | 8,00 | 3,00 | 6,00 | 8,00 |
|      | YP | 2,14 | 4,28 | 6,00 | 2,14 | 4,28 | 6,00 |
|      | YN | 2,50 | 5,00 | 6,00 | 2,50 | 5,00 | 6,00 |
| S118 | XP | 2,26 | 4,53 | 6,00 | 1,74 | 3,21 | 4,68 |
|      | XN | 3,00 | 6,00 | 8,00 | 3,00 | 6,00 | 8,00 |
|      | YP | 2,00 | 4,00 | 6,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
|      | YN | 3,00 | 6,00 | 8,00 | 3,00 | 6,00 | 8,00 |
| S119 | XP | 3,00 | 6,00 | 8,00 | 3,00 | 6,00 | 8,00 |
|      | XN | 2,50 | 5,00 | 6,00 | 2,00 | 4,00 | 6,00 |
|      | YP | 2,50 | 5,00 | 6,00 | 2,50 | 5,00 | 6,00 |
|      | YN | 2,00 | 4,00 | 6,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| S120 | XP | 2,50 | 5,00 | 6,00 | 2,50 | 5,00 | 6,00 |
|      | XN | 3,00 | 6,00 | 8,00 | 3,00 | 6,00 | 8,00 |
|      | YP | 2,35 | 4,70 | 6,00 | 2,35 | 4,70 | 6,00 |
|      | YN | 2,50 | 5,00 | 6,00 | 2,50 | 5,00 | 6,00 |

|      |    |      |      |      |      |      |      |
|------|----|------|------|------|------|------|------|
| S121 | XP | 3,00 | 6,00 | 8,00 | 3,00 | 6,00 | 8,00 |
|      | XN | 3,00 | 6,00 | 8,00 | 3,00 | 6,00 | 8,00 |
|      | YP | 2,35 | 4,70 | 6,00 | 2,35 | 4,70 | 6,00 |
|      | YN | 2,50 | 5,00 | 6,00 | 2,50 | 5,00 | 6,00 |
| S122 | XP | 3,00 | 6,00 | 8,00 | 3,00 | 6,00 | 8,00 |
|      | XN | 3,00 | 6,00 | 8,00 | 3,00 | 6,00 | 8,00 |
|      | YP | 2,35 | 4,70 | 6,00 | 2,35 | 4,70 | 6,00 |
|      | YN | 2,50 | 5,00 | 6,00 | 2,50 | 5,00 | 6,00 |
| S123 | XP | 3,00 | 6,00 | 8,00 | 3,00 | 6,00 | 8,00 |
|      | XN | 2,50 | 5,00 | 6,00 | 2,50 | 5,00 | 6,00 |
|      | YP | 2,35 | 4,70 | 6,00 | 2,35 | 4,70 | 6,00 |
|      | YN | 2,50 | 5,00 | 6,00 | 2,50 | 5,00 | 6,00 |
| S124 | XP | 2,50 | 5,00 | 6,00 | 2,00 | 4,00 | 6,00 |
|      | XN | 3,00 | 6,00 | 8,00 | 3,00 | 6,00 | 8,00 |
|      | YP | 2,50 | 5,00 | 6,00 | 2,50 | 5,00 | 6,00 |
|      | YN | 2,00 | 4,00 | 6,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |

**Tablo A 14:** 1. kat kolonların kirişlerin 3 yerel ekseninde r sınır değerleri

| Kolon | Yükleme | $MN_{i(sınır)}$ | $GV_{i(sınır)}$ | $GC_{i(sınır)}$ | $MN_{j(sınır)}$ | $GV_{j(sınır)}$ | $GC_{j(sınır)}$ |
|-------|---------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| S101  | XP      | 2,50            | 5,00            | 6,00            | 3,00            | 6,00            | 8,00            |
|       | XN      | 2,50            | 5,00            | 6,00            | 2,50            | 5,00            | 6,00            |
|       | YP      | 3,00            | 6,00            | 8,00            | 3,00            | 6,00            | 8,00            |
|       | YN      | 2,50            | 5,00            | 6,00            | 2,50            | 5,00            | 6,00            |
| S102  | XP      | 2,00            | 4,00            | 6,00            | 2,00            | 4,00            | 6,00            |
|       | XN      | 3,00            | 6,00            | 8,00            | 3,00            | 6,00            | 8,00            |
|       | YP      | 3,00            | 6,00            | 8,00            | 3,00            | 6,00            | 8,00            |
|       | YN      | 2,65            | 5,30            | 6,60            | 2,65            | 5,30            | 6,60            |
| S103  | XP      | 3,00            | 6,00            | 8,00            | 3,00            | 6,00            | 8,00            |
|       | XN      | 2,50            | 5,00            | 6,00            | 2,00            | 4,00            | 6,00            |
|       | YP      | 3,00            | 6,00            | 8,00            | 3,00            | 6,00            | 8,00            |
|       | YN      | 2,65            | 5,30            | 6,60            | 2,65            | 5,30            | 6,60            |
| S104  | XP      | 2,00            | 4,00            | 6,00            | 2,50            | 5,00            | 6,00            |
|       | XN      | 3,00            | 6,00            | 8,00            | 3,00            | 6,00            | 8,00            |
|       | YP      | 3,00            | 6,00            | 8,00            | 3,00            | 6,00            | 8,00            |
|       | YN      | 2,65            | 5,30            | 6,60            | 2,65            | 5,30            | 6,60            |
| S105  | XP      | 3,00            | 6,00            | 8,00            | 3,00            | 6,00            | 8,00            |
|       | XN      | 2,50            | 5,00            | 6,00            | 1,00            | 1,00            | 1,00            |
|       | YP      | 3,00            | 6,00            | 8,00            | 3,00            | 6,00            | 8,00            |
|       | YN      | 2,65            | 5,30            | 6,60            | 2,65            | 5,30            | 6,60            |
| S106  | XP      | 2,50            | 5,00            | 6,00            | 2,50            | 5,00            | 6,00            |
|       | XN      | 2,50            | 5,00            | 6,00            | 3,00            | 6,00            | 8,00            |
|       | YP      | 3,00            | 6,00            | 8,00            | 3,00            | 6,00            | 8,00            |
|       | YN      | 2,00            | 4,00            | 6,00            | 2,50            | 5,00            | 6,00            |
| S107  | XP      | 2,50            | 5,00            | 6,00            | 2,50            | 5,00            | 6,00            |
|       | XN      | 2,26            | 4,53            | 6,00            | 2,26            | 4,53            | 6,00            |
|       | YP      | 3,00            | 6,00            | 8,00            | 3,00            | 6,00            | 8,00            |
|       | YN      | 2,00            | 4,00            | 6,00            | 2,00            | 4,00            | 6,00            |
| S108  | XP      | 2,00            | 4,00            | 6,00            | 2,00            | 4,00            | 6,00            |

|      |    |      |      |      |      |      |      |
|------|----|------|------|------|------|------|------|
|      | XN | 3,00 | 6,00 | 8,00 | 3,00 | 6,00 | 8,00 |
|      | YP | 3,00 | 6,00 | 8,00 | 3,00 | 6,00 | 8,00 |
|      | YN | 2,86 | 5,72 | 7,45 | 2,14 | 4,28 | 6,00 |
| S109 | XP | 3,00 | 6,00 | 8,00 | 3,00 | 6,00 | 8,00 |
|      | XN | 2,00 | 4,00 | 6,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
|      | YP | 3,00 | 6,00 | 8,00 | 3,00 | 6,00 | 8,00 |
|      | YN | 2,86 | 5,72 | 7,44 | 2,14 | 4,28 | 6,00 |
| S110 | XP | 2,00 | 4,00 | 6,00 | 2,00 | 4,00 | 6,00 |
|      | XN | 3,00 | 6,00 | 8,00 | 3,00 | 6,00 | 8,00 |
|      | YP | 3,00 | 6,00 | 8,00 | 3,00 | 6,00 | 8,00 |
|      | YN | 2,86 | 5,72 | 7,44 | 1,86 | 3,58 | 5,31 |
| S111 | XP | 3,00 | 6,00 | 8,00 | 3,00 | 6,00 | 8,00 |
|      | XN | 2,00 | 4,00 | 6,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
|      | YP | 3,00 | 6,00 | 8,00 | 3,00 | 6,00 | 8,00 |
|      | YN | 2,86 | 5,72 | 7,45 | 2,14 | 4,28 | 6,00 |
| S112 | XP | 2,26 | 4,53 | 6,00 | 2,26 | 4,53 | 6,00 |
|      | XN | 2,50 | 5,00 | 6,00 | 2,50 | 5,00 | 6,00 |
|      | YP | 3,00 | 6,00 | 8,00 | 3,00 | 6,00 | 8,00 |
|      | YN | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 2,00 | 4,00 | 6,00 |
| S113 | XP | 2,50 | 5,00 | 6,00 | 2,50 | 5,00 | 6,00 |
|      | XN | 2,26 | 4,53 | 6,00 | 2,26 | 4,53 | 6,00 |
|      | YP | 2,50 | 5,00 | 6,00 | 2,00 | 4,00 | 6,00 |
|      | YN | 3,00 | 6,00 | 8,00 | 3,00 | 6,00 | 8,00 |
| S114 | XP | 2,00 | 4,00 | 6,00 | 2,00 | 4,00 | 6,00 |
|      | XN | 3,00 | 6,00 | 8,00 | 3,00 | 6,00 | 8,00 |
|      | YP | 2,86 | 5,72 | 7,45 | 2,14 | 4,28 | 6,00 |
|      | YN | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 3,00 | 6,00 | 8,00 |
| S115 | XP | 3,00 | 6,00 | 8,00 | 3,00 | 6,00 | 8,00 |
|      | XN | 2,00 | 4,00 | 6,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
|      | YP | 2,86 | 5,72 | 7,44 | 2,14 | 4,28 | 6,00 |
|      | YN | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 3,00 | 6,00 | 8,00 |
| S116 | XP | 2,00 | 4,00 | 6,00 | 2,00 | 4,00 | 6,00 |
|      | XN | 3,00 | 6,00 | 8,00 | 3,00 | 6,00 | 8,00 |
|      | YP | 2,86 | 5,72 | 7,44 | 1,86 | 3,58 | 5,31 |
|      | YN | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 3,00 | 6,00 | 8,00 |
| S117 | XP | 3,00 | 6,00 | 8,00 | 3,00 | 6,00 | 8,00 |
|      | XN | 2,00 | 4,00 | 6,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
|      | YP | 2,86 | 5,72 | 7,45 | 2,14 | 4,28 | 6,00 |
|      | YN | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 3,00 | 6,00 | 8,00 |
| S118 | XP | 2,26 | 4,53 | 6,00 | 2,26 | 4,53 | 6,00 |
|      | XN | 2,50 | 5,00 | 6,00 | 2,50 | 5,00 | 6,00 |
|      | YP | 2,50 | 5,00 | 6,00 | 2,00 | 4,00 | 6,00 |
|      | YN | 3,00 | 6,00 | 8,00 | 3,00 | 6,00 | 8,00 |
| S119 | XP | 2,50 | 5,00 | 6,00 | 3,00 | 6,00 | 8,00 |
|      | XN | 2,50 | 5,00 | 6,00 | 2,50 | 5,00 | 6,00 |
|      | YP | 3,00 | 6,00 | 8,00 | 2,50 | 5,00 | 6,00 |
|      | YN | 3,00 | 6,00 | 8,00 | 3,00 | 6,00 | 8,00 |
| S120 | XP | 2,00 | 4,00 | 6,00 | 2,00 | 4,00 | 6,00 |
|      | XN | 3,00 | 6,00 | 8,00 | 3,00 | 6,00 | 8,00 |
|      | YP | 2,65 | 5,30 | 6,60 | 2,65 | 5,30 | 6,60 |
|      | YN | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 3,00 | 6,00 | 8,00 |
| S121 | XP | 3,00 | 6,00 | 8,00 | 3,00 | 6,00 | 8,00 |

|      |    |      |      |      |      |      |      |
|------|----|------|------|------|------|------|------|
|      | XN | 2,50 | 5,00 | 6,00 | 2,00 | 4,00 | 6,00 |
|      | YP | 2,65 | 5,30 | 6,60 | 2,65 | 5,30 | 6,60 |
|      | YN | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 3,00 | 6,00 | 8,00 |
| S122 | XP | 2,00 | 4,00 | 6,00 | 2,50 | 5,00 | 6,00 |
|      | XN | 3,00 | 6,00 | 8,00 | 3,00 | 6,00 | 8,00 |
|      | YP | 2,65 | 5,30 | 6,60 | 2,65 | 5,30 | 6,60 |
|      | YN | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 3,00 | 6,00 | 8,00 |
| S123 | XP | 3,00 | 6,00 | 8,00 | 3,00 | 6,00 | 8,00 |
|      | XN | 2,50 | 5,00 | 6,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
|      | YP | 2,65 | 5,30 | 6,60 | 2,65 | 5,30 | 6,60 |
|      | YN | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 3,00 | 6,00 | 8,00 |
| S124 | XP | 2,50 | 5,00 | 6,00 | 2,50 | 5,00 | 6,00 |
|      | XN | 2,50 | 5,00 | 6,00 | 3,00 | 6,00 | 8,00 |
|      | YP | 2,50 | 5,00 | 6,00 | 2,50 | 5,00 | 6,00 |
|      | YN | 3,00 | 6,00 | 8,00 | 3,00 | 6,00 | 8,00 |

**Tablo A 15:** 4 katlı okul binasının kolon kesitlerinin performans değerleri ve hasar bölgeleri (4 katlı)

| Kolon | MN   | GV  | GÇ  | Hasar Bölgesi | Kolon | MN   | GV  | GÇ  | Hasar Bölgesi |
|-------|------|-----|-----|---------------|-------|------|-----|-----|---------------|
| S101  | 0,7  | 0,3 | 0,2 | MN            | S301  | 0,6  | 0,3 | 0,2 | MN            |
| S102  | 6,8  | 3,4 | 2,7 | >GÇ           | S302  | 7    | 3,5 | 2,9 | >GÇ           |
| S103  | 7,2  | 3,6 | 2,8 | >GÇ           | S303  | 7,4  | 3,7 | 3,1 | >GÇ           |
| S104  | 7,2  | 3,6 | 2,8 | >GÇ           | S304  | 7,4  | 3,7 | 3,1 | >GÇ           |
| S105  | 6,8  | 3,4 | 2,7 | >GÇ           | S305  | 7    | 3,5 | 2,9 | >GÇ           |
| S106  | 0,7  | 0,3 | 0,2 | MN            | S306  | 0,6  | 0,3 | 0,2 | MN            |
| S107  | 0,4  | 0,4 | 0,4 | MN            | S307  | 0,2  | 0,1 | 0,1 | MN            |
| S108  | 11,2 | 5,6 | 4   | >GÇ           | S308  | 8,1  | 4,1 | 3,1 | >GÇ           |
| S109  | 11,8 | 5,9 | 4,3 | >GÇ           | S309  | 8,6  | 4,3 | 3,3 | >GÇ           |
| S110  | 11,8 | 5,9 | 4,3 | >GÇ           | S310  | 8,6  | 4,3 | 3,3 | >GÇ           |
| S111  | 11,2 | 5,6 | 4   | >GÇ           | S311  | 8,1  | 4,1 | 3,1 | >GÇ           |
| S112  | 0,4  | 0,4 | 0,4 | MN            | S312  | 0,2  | 0,1 | 0,1 | MN            |
| S113  | 1,1  | 1,1 | 1,1 | >GÇ           | S313  | 0,4  | 0,2 | 0,2 | MN            |
| S114  | 10,5 | 5,3 | 3,7 | >GÇ           | S314  | 10,9 | 5,5 | 3,7 | >GÇ           |
| S115  | 11,2 | 5,6 | 4   | >GÇ           | S315  | 11,6 | 5,8 | 4   | >GÇ           |
| S116  | 11,2 | 5,6 | 4   | >GÇ           | S316  | 11,6 | 5,8 | 4   | >GÇ           |
| S117  | 10,5 | 5,3 | 3,7 | >GÇ           | S317  | 10,9 | 5,5 | 3,7 | >GÇ           |
| S118  | 1,1  | 1,1 | 1,1 | >GÇ           | S318  | 0,4  | 0,2 | 0,2 | MN            |
| S119  | 0,6  | 0,3 | 0,2 | MN            | S319  | 0,6  | 0,3 | 0,2 | MN            |
| S120  | 7,9  | 3,9 | 3,3 | >GÇ           | S320  | 7,8  | 3,9 | 2,9 | >GÇ           |

|      |     |     |     |     |      |     |     |     |     |
|------|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|
| S121 | 8,4 | 4,2 | 3,5 | >GÇ | S321 | 8,3 | 4,2 | 3,1 | >GÇ |
| S122 | 8,4 | 4,2 | 3,5 | >GÇ | S322 | 8,3 | 4,2 | 3,1 | >GÇ |
| S123 | 7,9 | 3,9 | 3,3 | >GÇ | S323 | 7,8 | 3,9 | 2,9 | >GÇ |
| S124 | 0,6 | 0,3 | 0,2 | MN  | S324 | 0,6 | 0,3 | 0,2 | MN  |
| S201 | 0,6 | 0,3 | 0,2 | MN  | S401 | 0,5 | 0,3 | 0,2 | MN  |
| S202 | 3,2 | 1,6 | 1,2 | >GÇ | S402 | 2,4 | 1,2 | 0,9 | GÇ  |
| S203 | 3,3 | 1,7 | 1,2 | >GÇ | S403 | 2,4 | 1,2 | 0,9 | GÇ  |
| S204 | 3,3 | 1,7 | 1,2 | >GÇ | S404 | 2,4 | 1,2 | 0,9 | GÇ  |
| S205 | 3,2 | 1,6 | 1,2 | >GÇ | S405 | 2,4 | 1,2 | 0,9 | GÇ  |
| S206 | 0,6 | 0,3 | 0,2 | MN  | S406 | 0,5 | 0,3 | 0,2 | MN  |
| S207 | 0,4 | 0,2 | 0,1 | MN  | S407 | 0,3 | 0,1 | 0,1 | MN  |
| S208 | 6,8 | 3,4 | 2,4 | >GÇ | S408 | 2,9 | 1,4 | 1,1 | >GÇ |
| S209 | 7,1 | 3,5 | 2,5 | >GÇ | S409 | 2,9 | 1,4 | 1,1 | >GÇ |
| S210 | 7,1 | 3,5 | 2,5 | >GÇ | S410 | 2,9 | 1,4 | 1,1 | >GÇ |
| S211 | 6,8 | 3,4 | 2,4 | >GÇ | S411 | 2,9 | 1,4 | 1,1 | >GÇ |
| S212 | 0,4 | 0,2 | 0,1 | MN  | S412 | 0,3 | 0,1 | 0,1 | MN  |
| S213 | 0,6 | 0,3 | 0,2 | MN  | S413 | 0,3 | 0,1 | 0,1 | MN  |
| S214 | 5,9 | 2,9 | 2   | >GÇ | S414 | 3,2 | 1,6 | 1,2 | >GÇ |
| S215 | 6,2 | 3,1 | 2,2 | >GÇ | S415 | 3,2 | 1,6 | 1,2 | >GÇ |
| S216 | 6,2 | 3,1 | 2,2 | >GÇ | S416 | 3,2 | 1,6 | 1,2 | >GÇ |
| S217 | 5,9 | 2,9 | 2   | >GÇ | S417 | 3,2 | 1,6 | 1,2 | >GÇ |
| S218 | 0,6 | 0,3 | 0,2 | MN  | S418 | 0,3 | 0,1 | 0,1 | MN  |
| S219 | 0,7 | 0,4 | 0,3 | MN  | S419 | 0,5 | 0,3 | 0,2 | MN  |
| S220 | 5,1 | 2,5 | 2,1 | >GÇ | S420 | 1,4 | 0,7 | 0,5 | GV  |
| S221 | 5,3 | 2,7 | 2   | >GÇ | S421 | 1,4 | 0,7 | 0,5 | GV  |
| S222 | 5,3 | 2,7 | 2   | >GÇ | S422 | 1,4 | 0,7 | 0,5 | GV  |
| S223 | 5,1 | 2,5 | 2,1 | >GÇ | S423 | 1,4 | 0,7 | 0,5 | GV  |
| S224 | 0,7 | 0,4 | 0,3 | MN  | S424 | 0,5 | 0,3 | 0,2 | MN  |

## EK B. ( 6. BÖLÜM )

**Tablo B 1:** 1 kat kiriş kesitleri plastik mafsalsal dönmeleri (4 katlı)

| Kiriş | Yükleme | Yükleme Adımı | $M_i$<br>(kNm) | $M_j$<br>(kNm) | Plastik<br>Dönme $\theta_{3i}$<br>(radyan) | Plastik<br>Dönme $\theta_{3j}$<br>(radyan) |
|-------|---------|---------------|----------------|----------------|--------------------------------------------|--------------------------------------------|
| K101  | POX     | mak           | -4,65          | -9,54          | -                                          | -                                          |
|       | POX     | min           | -8,25          | -11,58         | -                                          | -                                          |
|       | POY     | mak           | 198,04         | -11,58         | 0,0032                                     | -                                          |
|       | POY     | min           | -7,28          | -141,61        | -                                          | -0,0099                                    |
| K102  | POX     | mak           | -13,08         | -12,73         | -                                          | -                                          |
|       | POX     | min           | -14,42         | -13,72         | -                                          | -                                          |
|       | POY     | mak           | 250,45         | -13,53         | 0,0030                                     | -                                          |
|       | POY     | min           | -13,62         | -74,55         | -                                          | -0,0126                                    |
| K103  | POX     | mak           | -13,02         | -12,82         | -                                          | -                                          |
|       | POX     | min           | -14,16         | -13,71         | -                                          | -                                          |
|       | POY     | mak           | 108,23         | -13,45         | 0,0075                                     | -                                          |
|       | POY     | min           | -13,54         | -49,05         | -                                          | -0,0116                                    |
| K104  | POX     | mak           | -12,50         | -13,45         | -                                          | -                                          |
|       | POX     | min           | -13,54         | -14,04         | -                                          | -                                          |
|       | POY     | mak           | 106,98         | -13,45         | 0,0087                                     | -                                          |
|       | POY     | min           | -13,54         | -107,09        | -                                          | -0,0100                                    |
| K105  | POX     | mak           | -11,85         | -13,53         | -                                          | -                                          |
|       | POX     | min           | -13,63         | -15,15         | -                                          | -                                          |
|       | POY     | mak           | 108,75         | -13,53         | 0,0085                                     | -                                          |
|       | POY     | min           | -13,62         | -76,27         | -                                          | -0,0113                                    |
| K106  | POX     | mak           | -3,31          | -11,58         | -                                          | -                                          |
|       | POX     | min           | -7,28          | -14,91         | -                                          | -                                          |
|       | POY     | mak           | 108,57         | -11,58         | 0,0082                                     | -                                          |
|       | POY     | min           | -7,28          | -50,64         | -                                          | -0,0139                                    |
| K107  | POX     | mak           | -8,46          | -5,24          | -                                          | -                                          |
|       | POX     | min           | -11,70         | -8,47          | -                                          | -                                          |
|       | POY     | mak           | 106,69         | -8,47          | 0,0089                                     | -                                          |
|       | POY     | min           | -8,47          | -106,30        | -                                          | -0,0087                                    |
| K108  | POX     | mak           | -10,43         | -9,07          | -                                          | -                                          |
|       | POX     | min           | -11,71         | -10,51         | -                                          | -                                          |
|       | POY     | mak           | 252,43         | -10,43         | 0,0055                                     | -                                          |
|       | POY     | min           | -10,43         | -191,75        | -                                          | -0,0089                                    |
| K109  | POX     | mak           | -10,21         | -9,92          | -                                          | -                                          |
|       | POX     | min           | -10,94         | -10,71         | -                                          | -                                          |
|       | POY     | mak           | 107,03         | -10,43         | 0,0088                                     | -                                          |

|      |     |     |        |         |        |         |
|------|-----|-----|--------|---------|--------|---------|
|      | POY | min | -10,43 | -106,54 | -      | -0,0097 |
| K110 | POX | mak | -9,86  | -10,43  | -      | -       |
|      | POX | min | -10,43 | -11,18  | -      | -       |
|      | POY | mak | 107,79 | -10,43  | 0,0086 | -       |
|      | POY | min | -10,43 | -79,23  | -      | -0,0107 |
|      | POX | mak | -9,12  | -10,43  | -      | -       |
| K111 | POX | min | -10,43 | -11,61  | -      | -       |
|      | POY | mak | 107,87 | -10,43  | 0,0086 | -       |
|      | POY | min | -10,43 | -49,69  | -      | -0,0119 |
|      | POX | mak | -5,04  | -8,44   | -      | -       |
|      | POX | min | -8,53  | -12,33  | -      | -       |
| K112 | POY | mak | 109,79 | -8,47   | 0,0105 | -       |
|      | POY | min | -8,47  | -50,62  | -      | -0,0138 |
|      | POX | mak | -11,34 | -3,06   | -      | -       |
|      | POX | min | -14,51 | -7,50   | -      | -       |
|      | POY | mak | 302,44 | -7,28   | 0,0012 | -       |
| K113 | POY | min | -11,58 | -97,16  | -      | -0,0122 |
|      | POX | mak | -13,27 | -12,34  | -      | -       |
|      | POX | min | -14,67 | -13,69  | -      | -       |
|      | POY | mak | 123,63 | -13,62  | 0,0088 | -       |
|      | POY | min | -13,53 | -189,01 | -      | -0,0070 |
| K114 | POX | mak | -13,38 | -13,04  | -      | -       |
|      | POX | min | -13,86 | -13,55  | -      | -       |
|      | POY | mak | 108,18 | -13,54  | 0,0074 | -       |
|      | POY | min | -13,45 | -49,35  | -      | -0,0116 |
|      | POX | mak | -13,44 | -12,86  | -      | -       |
| K115 | POX | min | -13,87 | -13,54  | -      | -       |
|      | POY | mak | 106,32 | -13,54  | 0,0087 | -       |
|      | POY | min | -13,45 | -107,61 | -      | -0,0100 |
|      | POX | mak | -12,02 | -13,55  | -      | -       |
|      | POX | min | -13,61 | -15,30  | -      | -       |
| K116 | POY | mak | 160,64 | -13,62  | 0,0064 | -       |
|      | POY | min | -13,53 | -49,70  | -      | -0,0130 |
|      | POX | mak | -10,65 | -2,99   | -      | -       |
|      | POX | min | -12,26 | -7,93   | -      | -       |
|      | POY | mak | 109,59 | -7,28   | 0,0101 | -       |
| K117 | POY | min | -11,58 | -50,40  | -      | -0,0129 |
|      | POX | mak | 245,56 | -17,79  | -      | -       |
|      | POX | min | -16,03 | -115,62 | -      | -0,0094 |
|      | POY | mak | 4,31   | -17,78  | -      | -       |
|      | POY | min | -16,05 | -32,49  | -      | -       |
| K118 | POX | mak | 151,81 | -15,77  | 0,0028 | -       |
|      | POX | min | -17,85 | -91,75  | -      | -0,0096 |
|      | POY | mak | -5,23  | -15,77  | -      | -       |
|      | POY | min | -17,85 | -27,53  | -      | -       |
|      | POX | mak | 107,59 | -8,58   | 0,0066 | -       |
| K119 | POX | min | -8,58  | -49,67  | -      | -0,0101 |
|      | POY | mak | 7,54   | -8,58   | -      | -       |
|      | POY | min | -8,58  | -25,01  | -      | -       |
|      | POX | mak | 132,92 | -17,85  | 0,0050 | -       |
|      | POX | min | -15,77 | -76,58  | -      | -0,0102 |
| K120 | POY | mak | -4,58  | -17,85  | -      | -       |

|      |     |     |        |         |        |         |
|------|-----|-----|--------|---------|--------|---------|
|      | POY | min | -15,77 | -28,57  | -      | -       |
| K123 | POX | mak | 107,02 | -16,03  | 0,0053 | -       |
|      | POX | min | -17,79 | -49,99  | -      | -0,0113 |
|      | POY | mak | -4,82  | -16,03  | -      | -       |
|      | POY | min | -17,79 | -34,42  | -      | -       |
|      | POX | mak | 372,39 | -22,76  | -      | -       |
| K124 | POX | min | -22,81 | -160,52 | -      | -0,0097 |
|      | POY | mak | -14,78 | -22,76  | -      | -       |
|      | POY | min | -22,81 | -29,90  | -      | -       |
|      | POX | mak | 201,19 | -21,17  | 0,0004 | -       |
| K125 | POX | min | -23,49 | -115,97 | -      | -0,0101 |
|      | POY | mak | -16,76 | -21,17  | -      | -       |
|      | POY | min | -23,49 | -27,02  | -      | -       |
|      | POX | mak | 107,56 | -10,86  | 0,0067 | -       |
| K126 | POX | min | -10,86 | -49,73  | -      | -0,0105 |
|      | POY | mak | -3,97  | -10,68  | -      | -       |
|      | POY | min | -11,14 | -17,86  | -      | -       |
|      | POX | mak | 127,50 | -23,49  | 0,0054 | -       |
| K127 | POX | min | -21,17 | -93,16  | -      | -0,0091 |
|      | POY | mak | -15,93 | -22,78  | -      | -       |
|      | POY | min | -21,28 | -28,90  | -      | -       |
|      | POX | mak | 157,76 | -22,81  | 0,0031 | -       |
| K128 | POX | min | -22,76 | -89,36  | -      | -0,0140 |
|      | POY | mak | -16,99 | -22,80  | -      | -       |
|      | POY | min | -22,77 | -30,20  | -      | -       |
|      | POX | mak | 143,92 | -22,76  | 0,0092 | -       |
| K129 | POX | min | -22,81 | -166,10 | -      | -0,0050 |
|      | POY | mak | -22,81 | -15,66  | -      | -       |
|      | POY | min | -28,80 | -22,76  | -      | -       |
|      | POX | mak | 199,71 | -21,17  | -      | -       |
| K130 | POX | min | -23,49 | -100,85 | -      | -0,0109 |
|      | POY | mak | -23,49 | -16,87  | -      | -       |
|      | POY | min | -29,70 | -21,17  | -      | -       |
|      | POX | mak | 107,84 | -10,86  | 0,0069 | -       |
| K131 | POX | min | -10,86 | -49,52  | -      | -0,0092 |
|      | POY | mak | -10,86 | -3,74   | -      | -       |
|      | POY | min | -16,50 | -10,86  | -      | -       |
|      | POX | mak | 228,15 | -23,49  | 0,0001 | -       |
| K132 | POX | min | -21,17 | -93,37  | -      | -0,0111 |
|      | POY | mak | -21,17 | -14,77  | -      | -       |
|      | POY | min | -28,82 | -23,49  | -      | -       |
|      | POX | mak | 158,73 | -22,81  | 0,0047 | -       |
| K133 | POX | min | -22,76 | -176,81 | -      | -0,0105 |
|      | POY | mak | -22,75 | -16,33  | -      | -       |
|      | POY | min | -30,99 | -22,82  | -      | -       |
|      | POX | mak | 243,77 | -17,79  | -      | -       |
| K134 | POX | min | -16,03 | -115,57 | -      | -0,0092 |
|      | POY | mak | -16,02 | -3,61   | -      | -       |
|      | POY | min | -32,69 | -17,80  | -      | -       |
|      | POX | mak | 151,95 | -15,77  | 0,0027 | -       |
| K135 | POX | min | -17,85 | -91,73  | -      | -0,0097 |
|      | POY | mak | -17,85 | -4,36   | -      | -       |

|      |     |     |        |        |        |         |
|------|-----|-----|--------|--------|--------|---------|
|      | POY | min | -29,80 | -15,77 | -      | -       |
| K136 | POX | mak | 107,50 | -8,58  | 0,0067 | -       |
|      | POX | min | -8,58  | -49,63 | -      | -0,0100 |
|      | POY | mak | -8,58  | 7,96   | -      | -       |
|      | POY | min | -24,76 | -8,58  | -      | -       |
|      | POX | mak | 132,41 | -17,85 | 0,0048 | -       |
| K137 | POX | min | -15,77 | -76,57 | -      | -0,0099 |
|      | POY | mak | -15,77 | -5,73  | -      | -       |
|      | POY | min | -27,75 | -17,85 | -      | -       |
|      | POX | mak | 106,48 | -16,03 | 0,0050 | -       |
| K138 | POX | min | -17,79 | -50,04 | -      | -0,0116 |
|      | POY | mak | -17,79 | 0,75   | -      | -       |
|      | POY | min | -32,34 | -16,03 | -      | -       |
|      | POX | mak | 106,48 | -16,03 | 0,0050 | -       |

**Tablo B 2:** 1 kat kiriş kesitleri toplam eğrilikleri (4 katlı)

|       | $\phi_{yi}$ | $\phi_{yj}$ | $\phi_i$ plastik | $\phi_j$ plastik | $\phi_i$ toplam | $\phi_j$ toplam |
|-------|-------------|-------------|------------------|------------------|-----------------|-----------------|
| Kiriş | (1/m)×1000  | (1/m)×1000  | (1/m)×1000       | (1/m)×1000       | (1/m)×1000      | (1/m)×1000      |
| K101  | 10,56       | -32,88      | 4,42             | 4,84             | 14,98           | 37,71           |
| K102  | 9,86        | -42,08      | 4,71             | 4,93             | 14,56           | 47,01           |
| K103  | 25,11       | -38,66      | 4,22             | 4,52             | 29,33           | 43,18           |
| K104  | 29,06       | -33,20      | 4,48             | 4,48             | 33,54           | 37,68           |
| K105  | 28,42       | -37,73      | 4,22             | 4,52             | 32,64           | 42,25           |
| K106  | 27,28       | -46,28      | 4,22             | 4,52             | 31,50           | 50,79           |
| K107  | 29,70       | -28,97      | 4,48             | 4,48             | 34,18           | 33,45           |
| K108  | 18,21       | -29,79      | 4,71             | 4,93             | 22,91           | 34,72           |
| K109  | 29,38       | -32,17      | 4,48             | 4,48             | 33,86           | 36,65           |
| K110  | 28,82       | -35,79      | 4,40             | 4,49             | 33,22           | 40,28           |
| K111  | 28,58       | -39,83      | 4,22             | 4,52             | 32,81           | 44,35           |
| K112  | 35,09       | -46,00      | 4,22             | 4,52             | 39,32           | 50,52           |
| K113  | 4,05        | -40,60      | 4,55             | 5,14             | 8,60            | 45,74           |
| K114  | 29,31       | -23,35      | 4,35             | 4,56             | 33,66           | 27,91           |
| K115  | 24,77       | -38,77      | 4,22             | 4,52             | 28,99           | 43,29           |
| K116  | 28,98       | -33,17      | 4,48             | 4,48             | 33,46           | 37,65           |
| K117  | 21,35       | -43,42      | 4,33             | 4,71             | 25,68           | 48,13           |
| K118  | 33,80       | -42,98      | 4,22             | 4,52             | 38,03           | 47,50           |
| K119  | 0,00        | -31,21      | 4,72             | 5,34             | 4,72            | 36,55           |
| K120  | 9,40        | -32,11      | 4,33             | 4,69             | 13,73           | 36,80           |
| K121  | 21,98       | -33,81      | 4,22             | 4,52             | 26,20           | 38,33           |
| K122  | 16,50       | -34,13      | 4,35             | 4,61             | 20,85           | 38,74           |
| K123  | 17,76       | -37,59      | 4,22             | 4,52             | 21,98           | 42,10           |
| K124  | 0,00        | -32,26      | 4,85             | 5,36             | 4,85            | 37,62           |
| K125  | 1,29        | -33,82      | 4,48             | 4,84             | 5,77            | 38,67           |
| K126  | 22,36       | -34,95      | 4,22             | 4,52             | 26,58           | 39,46           |
| K127  | 17,92       | -30,46      | 4,31             | 4,59             | 22,23           | 35,05           |
| K128  | 10,24       | -46,66      | 4,33             | 4,71             | 14,57           | 51,37           |
| K129  | 30,70       | -16,59      | 4,46             | 4,62             | 35,16           | 21,21           |
| K130  | 0,00        | -36,39      | 4,42             | 4,88             | 4,42            | 41,27           |
| K131  | 22,89       | -30,63      | 4,22             | 4,52             | 27,11           | 35,15           |
| K132  | 0,38        | -36,85      | 4,46             | 4,94             | 4,84            | 41,80           |

|      |       |        |      |      |       |       |
|------|-------|--------|------|------|-------|-------|
| K133 | 15,70 | -35,00 | 4,20 | 4,73 | 19,90 | 39,73 |
| K134 | 0,00  | -30,67 | 4,72 | 5,34 | 4,72  | 36,00 |
| K135 | 8,86  | -32,42 | 4,33 | 4,69 | 13,19 | 37,11 |
| K136 | 22,31 | -33,33 | 4,48 | 4,48 | 26,79 | 37,81 |
| K137 | 16,10 | -33,07 | 4,35 | 4,61 | 20,44 | 37,68 |
| K138 | 16,58 | -38,70 | 4,22 | 4,52 | 20,80 | 43,22 |

**Tablo B 3:** 1 kat kiriş kesitleri şekil değiştirme istemleri (4 katlı )

| Kiriş | $\varepsilon_{si}$ (m) | $\varepsilon_{ci}$ (m) | $\varepsilon_{sj}$ (m) | $\varepsilon_{cj}$ (m) |
|-------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| K101  | 0,138                  | 0,011                  | 0,327                  | 0,049                  |
| K102  | 0,138                  | 0,007                  | 0,438                  | 0,029                  |
| K103  | 0,278                  | 0,014                  | 0,409                  | 0,021                  |
| K104  | 0,333                  | 0,001                  | 0,373                  | 0,002                  |
| K105  | 0,309                  | 0,015                  | 0,399                  | 0,021                  |
| K106  | 0,299                  | 0,015                  | 0,480                  | 0,025                  |
| K107  | 0,339                  | 0,001                  | 0,332                  | 0,001                  |
| K108  | -0,315                 | 0,543                  | -0,475                 | 0,820                  |
| K109  | 0,336                  | 0,001                  | 0,363                  | 0,001                  |
| K110  | 0,325                  | 0,005                  | 0,390                  | 0,010                  |
| K111  | 0,311                  | 0,015                  | 0,420                  | 0,022                  |
| K112  | 0,372                  | 0,019                  | 0,478                  | 0,025                  |
| K113  | 0,075                  | 0,010                  | 0,415                  | 0,040                  |
| K114  | 0,322                  | 0,013                  | 0,264                  | 0,014                  |
| K115  | 0,275                  | 0,013                  | 0,410                  | 0,021                  |
| K116  | 0,332                  | 0,001                  | 0,373                  | 0,002                  |
| K117  | 0,238                  | 0,017                  | 0,455                  | 0,024                  |
| K118  | 0,360                  | 0,018                  | 0,449                  | 0,023                  |
| K119  | 0,044                  | 0,003                  | 0,330                  | 0,033                  |
| K120  | 0,128                  | 0,008                  | 0,335                  | 0,032                  |
| K121  | 0,249                  | 0,012                  | 0,363                  | 0,018                  |
| K122  | 0,198                  | 0,009                  | 0,367                  | 0,019                  |
| K123  | 0,209                  | 0,010                  | 0,399                  | 0,020                  |
| K124  | 0,046                  | 0,002                  | 0,326                  | 0,048                  |
| K125  | 0,054                  | 0,004                  | 0,355                  | 0,029                  |
| K126  | 0,252                  | 0,012                  | 0,374                  | 0,019                  |
| K127  | 0,211                  | 0,010                  | 0,327                  | 0,022                  |
| K128  | 0,135                  | 0,010                  | 0,492                  | 0,019                  |
| K129  | 0,338                  | 0,011                  | 0,193                  | 0,018                  |
| K130  | 0,042                  | 0,002                  | 0,382                  | 0,029                  |
| K131  | 0,257                  | 0,013                  | 0,333                  | 0,017                  |
| K132  | 0,045                  | 0,003                  | 0,402                  | 0,013                  |
| K133  | 0,180                  | 0,018                  | -0,554                 | 0,949                  |
| K134  | 0,044                  | 0,003                  | 0,325                  | 0,033                  |
| K135  | 0,123                  | 0,008                  | 0,337                  | 0,032                  |
| K136  | 0,254                  | 0,012                  | 0,358                  | 0,018                  |
| K137  | 0,194                  | 0,009                  | 0,357                  | 0,018                  |
| K138  | 0,198                  | 0,009                  | 0,409                  | 0,021                  |

**Tablo B 4:** 1 kat kiriş kesitleri birim şekil değiştirme sınırları (4 katlı)

| Kiriş | $(\epsilon_{cu})_{MN}$ | $(\epsilon_s)_{MN}$ | $(\epsilon_{cgl})_{GV}$ | $(\epsilon_{cgl})_{GV}$ | $(\epsilon_s)_{GV}$ | $(\epsilon_{cgl})_{GC}$ | $(\epsilon_{cgl})_{GC}$ | $(\epsilon_s)_{GC}$ |
|-------|------------------------|---------------------|-------------------------|-------------------------|---------------------|-------------------------|-------------------------|---------------------|
| K101  | 0,0035                 | 0,01                | 0,0135                  | 0,0135                  | 0,04                | 0,018                   | 0,018                   | 0,06                |
| K102  | 0,0035                 | 0,01                | 0,0135                  | 0,0135                  | 0,04                | 0,018                   | 0,018                   | 0,06                |
| K103  | 0,0035                 | 0,01                | 0,0135                  | 0,0135                  | 0,04                | 0,018                   | 0,018                   | 0,06                |
| K104  | 0,0035                 | 0,01                | 0,0135                  | 0,0135                  | 0,04                | 0,018                   | 0,018                   | 0,06                |
| K105  | 0,0035                 | 0,01                | 0,0135                  | 0,0135                  | 0,04                | 0,018                   | 0,018                   | 0,06                |
| K106  | 0,0035                 | 0,01                | 0,0135                  | 0,0135                  | 0,04                | 0,018                   | 0,018                   | 0,06                |
| K107  | 0,0035                 | 0,01                | 0,0135                  | 0,0135                  | 0,04                | 0,018                   | 0,018                   | 0,06                |
| K108  | 0,0035                 | 0,01                | 0,0135                  | 0,0135                  | 0,04                | 0,018                   | 0,018                   | 0,06                |
| K109  | 0,0035                 | 0,01                | 0,0135                  | 0,0135                  | 0,04                | 0,018                   | 0,018                   | 0,06                |
| K110  | 0,0035                 | 0,01                | 0,0135                  | 0,0135                  | 0,04                | 0,018                   | 0,018                   | 0,06                |
| K111  | 0,0035                 | 0,01                | 0,0135                  | 0,0135                  | 0,04                | 0,018                   | 0,018                   | 0,06                |
| K112  | 0,0035                 | 0,01                | 0,0135                  | 0,0135                  | 0,04                | 0,018                   | 0,018                   | 0,06                |
| K113  | 0,0035                 | 0,01                | 0,0135                  | 0,0135                  | 0,04                | 0,018                   | 0,018                   | 0,06                |
| K114  | 0,0035                 | 0,01                | 0,0135                  | 0,0135                  | 0,04                | 0,018                   | 0,018                   | 0,06                |
| K115  | 0,0035                 | 0,01                | 0,0135                  | 0,0135                  | 0,04                | 0,018                   | 0,018                   | 0,06                |
| K116  | 0,0035                 | 0,01                | 0,0135                  | 0,0135                  | 0,04                | 0,018                   | 0,018                   | 0,06                |
| K117  | 0,0035                 | 0,01                | 0,0135                  | 0,0135                  | 0,04                | 0,018                   | 0,018                   | 0,06                |
| K118  | 0,0035                 | 0,01                | 0,0135                  | 0,0135                  | 0,04                | 0,018                   | 0,018                   | 0,06                |
| K119  | 0,0035                 | 0,01                | 0,0135                  | 0,0135                  | 0,04                | 0,018                   | 0,018                   | 0,06                |
| K120  | 0,0035                 | 0,01                | 0,0135                  | 0,0135                  | 0,04                | 0,018                   | 0,018                   | 0,06                |
| K121  | 0,0035                 | 0,01                | 0,0135                  | 0,0135                  | 0,04                | 0,018                   | 0,018                   | 0,06                |
| K122  | 0,0035                 | 0,01                | 0,0135                  | 0,0135                  | 0,04                | 0,018                   | 0,018                   | 0,06                |
| K123  | 0,0035                 | 0,01                | 0,0135                  | 0,0135                  | 0,04                | 0,018                   | 0,018                   | 0,06                |
| K124  | 0,0035                 | 0,01                | 0,0135                  | 0,0135                  | 0,04                | 0,018                   | 0,018                   | 0,06                |
| K125  | 0,0035                 | 0,01                | 0,0135                  | 0,0135                  | 0,04                | 0,018                   | 0,018                   | 0,06                |
| K126  | 0,0035                 | 0,01                | 0,0135                  | 0,0135                  | 0,04                | 0,018                   | 0,018                   | 0,06                |
| K127  | 0,0035                 | 0,01                | 0,0135                  | 0,0135                  | 0,04                | 0,018                   | 0,018                   | 0,06                |
| K128  | 0,0035                 | 0,01                | 0,0135                  | 0,0135                  | 0,04                | 0,018                   | 0,018                   | 0,06                |
| K129  | 0,0035                 | 0,01                | 0,0135                  | 0,0135                  | 0,04                | 0,018                   | 0,018                   | 0,06                |
| K130  | 0,0035                 | 0,01                | 0,0135                  | 0,0135                  | 0,04                | 0,018                   | 0,018                   | 0,06                |
| K131  | 0,0035                 | 0,01                | 0,0135                  | 0,0135                  | 0,04                | 0,018                   | 0,018                   | 0,06                |
| K132  | 0,0035                 | 0,01                | 0,0135                  | 0,0135                  | 0,04                | 0,018                   | 0,018                   | 0,06                |
| K133  | 0,0035                 | 0,01                | 0,0135                  | 0,0135                  | 0,04                | 0,018                   | 0,018                   | 0,06                |
| K134  | 0,0035                 | 0,01                | 0,0135                  | 0,0135                  | 0,04                | 0,018                   | 0,018                   | 0,06                |
| K135  | 0,0035                 | 0,01                | 0,0135                  | 0,0135                  | 0,04                | 0,018                   | 0,018                   | 0,06                |
| K136  | 0,0035                 | 0,01                | 0,0135                  | 0,0135                  | 0,04                | 0,018                   | 0,018                   | 0,06                |
| K137  | 0,0035                 | 0,01                | 0,0135                  | 0,0135                  | 0,04                | 0,018                   | 0,018                   | 0,06                |
| K138  | 0,0035                 | 0,01                | 0,0135                  | 0,0135                  | 0,04                | 0,018                   | 0,018                   | 0,06                |

**Tablo B 5:** 4 katlı bina kiriş kesitleri performans durumları (4 katlı )

| Kiriş | MN   | GV   | GÇ  | Hasar Bölgesi | Kiriş | MN   | GV   | GÇ  | Hasar Bölgesi |
|-------|------|------|-----|---------------|-------|------|------|-----|---------------|
| K101  | 32,7 | 8,2  | 5,4 | >GÇ           | K301  | 33,6 | 8,4  | 5,6 | >GÇ           |
| K102  | 43,8 | 11,0 | 7,3 | >GÇ           | K302  | 44,6 | 11,1 | 7,4 | >GÇ           |

|      |       |      |      |     |      |       |       |      |     |
|------|-------|------|------|-----|------|-------|-------|------|-----|
| K103 | 40,9  | 10,2 | 6,8  | >GÇ | K303 | 46,6  | 11,6  | 7,8  | >GÇ |
| K104 | 37,3  | 9,3  | 6,2  | >GÇ | K304 | 43,3  | 10,8  | 7,2  | >GÇ |
| K105 | 39,9  | 10,0 | 6,7  | >GÇ | K305 | 45,4  | 11,4  | 7,6  | >GÇ |
| K106 | 48,0  | 12,0 | 8,0  | >GÇ | K306 | 48,2  | 12,0  | 8,0  | >GÇ |
| K107 | 33,9  | 8,5  | 5,6  | >GÇ | K307 | 42,0  | 10,5  | 7,0  | >GÇ |
| K108 | 234,4 | 60,8 | 45,6 | >GÇ | K308 | 40,8  | 10,2  | 6,8  | >GÇ |
| K109 | 36,3  | 9,1  | 6,1  | >GÇ | K309 | 42,5  | 10,6  | 7,1  | >GÇ |
| K110 | 39,0  | 9,8  | 6,5  | >GÇ | K310 | 45,0  | 11,2  | 7,5  | >GÇ |
| K111 | 42,0  | 10,5 | 7,0  | >GÇ | K311 | 47,6  | 11,9  | 7,9  | >GÇ |
| K112 | 47,8  | 11,9 | 8,0  | >GÇ | K312 | 48,5  | 12,1  | 8,1  | >GÇ |
| K113 | 41,5  | 10,4 | 6,9  | >GÇ | K313 | 43,5  | 10,9  | 7,3  | >GÇ |
| K114 | 32,2  | 8,1  | 5,4  | >GÇ | K314 | 40,2  | 10,1  | 6,7  | >GÇ |
| K115 | 41,0  | 10,2 | 6,8  | >GÇ | K315 | 46,8  | 11,7  | 7,8  | >GÇ |
| K116 | 37,3  | 9,3  | 6,2  | >GÇ | K316 | 43,3  | 10,8  | 7,2  | >GÇ |
| K117 | 45,5  | 11,4 | 7,6  | >GÇ | K317 | 51,0  | 12,7  | 8,5  | >GÇ |
| K118 | 44,9  | 11,2 | 7,5  | >GÇ | K318 | 48,8  | 12,2  | 8,1  | >GÇ |
| K119 | 33,0  | 8,3  | 5,5  | >GÇ | K319 | 79,9  | 20,0  | 13,3 | >GÇ |
| K120 | 33,5  | 8,4  | 5,6  | >GÇ | K320 | 72,8  | 18,2  | 12,1 | >GÇ |
| K121 | 36,3  | 9,1  | 6,0  | >GÇ | K321 | 74,1  | 18,5  | 12,4 | >GÇ |
| K122 | 36,7  | 9,2  | 6,1  | >GÇ | K322 | 79,9  | 20,0  | 13,3 | >GÇ |
| K123 | 39,9  | 10,0 | 6,6  | >GÇ | K323 | 79,2  | 19,8  | 13,2 | >GÇ |
| K124 | 32,6  | 8,2  | 5,4  | >GÇ | K324 | 73,6  | 18,4  | 12,3 | >GÇ |
| K125 | 35,5  | 8,9  | 5,9  | >GÇ | K325 | 78,3  | 19,6  | 13,0 | >GÇ |
| K126 | 37,4  | 9,3  | 6,2  | >GÇ | K326 | 75,5  | 18,9  | 12,6 | >GÇ |
| K127 | 32,7  | 8,2  | 5,4  | >GÇ | K327 | 75,2  | 18,8  | 12,5 | >GÇ |
| K128 | 49,2  | 12,3 | 8,2  | >GÇ | K328 | 83,2  | 20,8  | 13,9 | >GÇ |
| K129 | 33,8  | 8,5  | 5,6  | >GÇ | K329 | 204,3 | 53,0  | 39,7 | >GÇ |
| K130 | 38,2  | 9,5  | 6,4  | >GÇ | K330 | 80,2  | 20,0  | 13,4 | >GÇ |
| K131 | 33,3  | 8,3  | 5,6  | >GÇ | K331 | 73,8  | 18,5  | 12,3 | >GÇ |
| K132 | 40,2  | 10,1 | 6,7  | >GÇ | K332 | 82,0  | 20,5  | 13,7 | >GÇ |
| K133 | 271,2 | 70,3 | 52,7 | >GÇ | K333 | 464,1 | 120,3 | 90,2 | >GÇ |
| K134 | 32,5  | 8,1  | 5,4  | >GÇ | K334 | 75,7  | 18,9  | 12,6 | >GÇ |
| K135 | 33,7  | 8,4  | 5,6  | >GÇ | K335 | 72,0  | 18,0  | 12,0 | >GÇ |
| K136 | 35,8  | 9,0  | 6,0  | >GÇ | K336 | 73,4  | 18,3  | 12,2 | >GÇ |
| K137 | 35,7  | 8,9  | 5,9  | >GÇ | K337 | 50,4  | 12,6  | 8,4  | >GÇ |
| K138 | 40,9  | 10,2 | 6,8  | >GÇ | K338 | 32,4  | 8,1   | 5,4  | >GÇ |
| K201 | 32,1  | 8,0  | 5,3  | >GÇ | K401 | 61,0  | 15,2  | 11,2 | >GÇ |
| K202 | 43,6  | 10,9 | 7,3  | >GÇ | K402 | 78,7  | 19,7  | 13,1 | >GÇ |
| K203 | 47,1  | 11,8 | 7,8  | >GÇ | K403 | 81,0  | 20,3  | 13,5 | >GÇ |
| K204 | 44,8  | 11,2 | 7,5  | >GÇ | K404 | 81,6  | 20,4  | 13,6 | >GÇ |
| K205 | 46,3  | 11,6 | 7,7  | >GÇ | K405 | 81,8  | 20,5  | 13,6 | >GÇ |
| K206 | 44,3  | 11,1 | 7,4  | >GÇ | K406 | 80,0  | 20,0  | 13,3 | >GÇ |
| K207 | 37,0  | 9,3  | 6,2  | >GÇ | K407 | 44,3  | 11,1  | 7,4  | >GÇ |
| K208 | 41,2  | 10,3 | 6,9  | >GÇ | K408 | 40,6  | 10,1  | 6,8  | >GÇ |
| K209 | 41,5  | 10,4 | 6,9  | >GÇ | K409 | 41,7  | 10,4  | 6,9  | >GÇ |
| K210 | 297,7 | 77,2 | 57,9 | >GÇ | K410 | 272,6 | 70,7  | 53,0 | >GÇ |
| K211 | 45,1  | 11,3 | 7,5  | >GÇ | K411 | 51,7  | 12,9  | 8,6  | >GÇ |
| K212 | 40,3  | 10,1 | 6,7  | >GÇ | K412 | 36,4  | 9,1   | 6,1  | >GÇ |
| K213 | 38,2  | 9,6  | 6,4  | >GÇ | K413 | 36,9  | 9,2   | 6,2  | >GÇ |
| K214 | 40,1  | 10,0 | 6,7  | >GÇ | K414 | 42,6  | 10,6  | 7,1  | >GÇ |
| K215 | 44,2  | 11,0 | 7,4  | >GÇ | K415 | 41,7  | 10,4  | 6,9  | >GÇ |
| K216 | 44,7  | 11,2 | 7,4  | >GÇ | K416 | 42,2  | 10,6  | 7,0  | >GÇ |

|      |       |      |      |     |      |       |      |      |     |
|------|-------|------|------|-----|------|-------|------|------|-----|
| K217 | 52,4  | 13,1 | 8,7  | >GÇ | K417 | 52,0  | 13,0 | 8,7  | >GÇ |
| K218 | 252,4 | 65,4 | 49,1 | >GÇ | K418 | 43,9  | 11,0 | 7,3  | >GÇ |
| K219 | 78,6  | 19,6 | 13,1 | >GÇ | K419 | 61,3  | 15,9 | 11,9 | >GÇ |
| K220 | 60,9  | 15,2 | 10,1 | >GÇ | K420 | 56,2  | 14,1 | 9,4  | >GÇ |
| K221 | 63,1  | 15,8 | 10,5 | >GÇ | K421 | 54,6  | 13,9 | 10,4 | >GÇ |
| K222 | 59,7  | 14,9 | 10,0 | >GÇ | K422 | 45,6  | 11,8 | 8,9  | >GÇ |
| K223 | 67,4  | 16,9 | 11,2 | >GÇ | K423 | 74,2  | 18,5 | 12,4 | >GÇ |
| K224 | 57,0  | 14,2 | 9,5  | >GÇ | K424 | 54,7  | 14,2 | 10,6 | >GÇ |
| K225 | 64,0  | 16,0 | 10,7 | >GÇ | K425 | 58,3  | 14,6 | 9,7  | >GÇ |
| K226 | 62,9  | 15,7 | 10,5 | >GÇ | K426 | 54,4  | 13,6 | 9,1  | >GÇ |
| K227 | 69,8  | 17,5 | 11,6 | >GÇ | K427 | 29,2  | 7,6  | 5,7  | >GÇ |
| K228 | 63,7  | 15,9 | 10,6 | >GÇ | K428 | 80,0  | 20,0 | 13,3 | >GÇ |
| K229 | 157,0 | 40,7 | 30,5 | >GÇ | K429 | 150,3 | 39,0 | 29,2 | >GÇ |
| K230 | 65,2  | 16,3 | 10,9 | >GÇ | K430 | 50,3  | 12,6 | 8,4  | >GÇ |
| K231 | 58,6  | 14,6 | 9,8  | >GÇ | K431 | 50,5  | 13,1 | 9,8  | >GÇ |
| K232 | 83,4  | 20,8 | 13,9 | >GÇ | K432 | 31,5  | 8,2  | 6,1  | >GÇ |
| K233 | 379,1 | 98,3 | 73,7 | >GÇ | K433 | 79,6  | 19,9 | 13,3 | >GÇ |
| K234 | 79,1  | 19,8 | 13,2 | >GÇ | K434 | 54,8  | 14,2 | 10,7 | >GÇ |
| K235 | 58,1  | 14,5 | 9,7  | >GÇ | K435 | 26,9  | 6,7  | 4,5  | >GÇ |
| K236 | 62,4  | 15,6 | 10,4 | >GÇ | K436 | 42,0  | 10,9 | 8,2  | >GÇ |
| K237 | 64,0  | 16,0 | 10,7 | >GÇ | K437 | 38,0  | 9,5  | 6,3  | >GÇ |
| K238 | 76,0  | 19,0 | 12,7 | >GÇ | K438 | 78,0  | 19,5 | 13,0 | >GÇ |

**Tablo B 6:** 1 kat kolon kesitleri plastik mafsal dönmeleri (4 katlı)

| Kiriş | Yükleme | Yükleme Adımı | P <sub>i</sub> (kN) | P <sub>j</sub> (kN) | Plastik Dönme $\theta_{2i}$ (radyan) | Plastik Dönme $\theta_{3i}$ (radyan) |
|-------|---------|---------------|---------------------|---------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| S101  | POX     | mak           | -14,63              | 5,32                | -                                    | 0,001242                             |
|       | POX     | min           | -191,60             | -171,65             | -                                    | -                                    |
|       | POY     | mak           | 20,11               | 40,06               | 0,000105                             | 1,77E-10                             |
|       | POY     | min           | -191,60             | -171,65             | -                                    | -                                    |
| S102  | POX     | mak           | -342,58             | -306,95             | -                                    | -                                    |
|       | POX     | min           | -392,15             | -356,53             | -                                    | -                                    |
|       | POY     | mak           | -165,47             | -129,84             | 0,001582                             | 6,14E-20                             |
|       | POY     | min           | -342,58             | -306,95             | -                                    | -                                    |
| S103  | POX     | mak           | -265,23             | -229,61             | -                                    | -                                    |
|       | POX     | min           | -314,11             | -278,49             | -                                    | -                                    |
|       | POY     | mak           | -161,36             | -125,73             | 0,001725                             | 6,7E-20                              |
|       | POY     | min           | -314,11             | -278,49             | -                                    | -                                    |
| S104  | POX     | mak           | -314,11             | -278,49             | -                                    | -                                    |
|       | POX     | min           | -362,14             | -326,52             | -                                    | -                                    |
|       | POY     | mak           | -138,68             | -103,06             | 0,001844                             | 7,16E-20                             |
|       | POY     | min           | -314,11             | -278,49             | -                                    | -                                    |
| S105  | POX     | mak           | -336,62             | -300,99             | -                                    | -                                    |
|       | POX     | min           | -366,27             | -330,65             | -                                    | -                                    |
|       | POY     | mak           | -184,48             | -148,85             | 0,00196                              | 7,61E-20                             |
|       | POY     | min           | -342,58             | -306,95             | -                                    | -                                    |
| S106  | POX     | mak           | -191,60             | -171,65             | -                                    | 0,000625                             |
|       | POX     | min           | -294,37             | -274,42             | -                                    | -                                    |

|      |     |     |         |         |          |          |
|------|-----|-----|---------|---------|----------|----------|
|      | POY | mak | -63,08  | -43,13  | 0,000289 | 4,87E-10 |
|      | POY | min | -191,60 | -171,65 | -        | -        |
| S107 | POX | mak | -134,55 | -91,80  | -        | -        |
|      | POX | min | -355,47 | -312,72 | -        | -        |
|      | POY | mak | -346,99 | -304,24 | -        | -        |
|      | POY | min | -388,45 | -345,70 | -        | -        |
|      |     |     |         |         |          |          |
| S108 | POX | mak | -464,43 | -421,68 | -        | -        |
|      | POX | min | -523,56 | -480,81 | -        | -        |
|      | POY | mak | -441,01 | -398,26 | 0,001721 | -        |
|      | POY | min | -464,43 | -421,68 | -        | -1,6E-20 |
| S109 | POX | mak | -383,56 | -340,81 | -        | -        |
|      | POX | min | -428,03 | -385,28 | -        | -        |
|      | POY | mak | -353,46 | -310,71 | 0,00187  | 0,000034 |
|      | POY | min | -428,03 | -385,28 | -        | -        |
| S110 | POX | mak | -428,03 | -385,28 | -        | -        |
|      | POX | min | -486,03 | -443,28 | -        | -        |
|      | POY | mak | -402,99 | -360,24 | 0,001965 | -        |
|      | POY | min | -428,03 | -385,28 | -        | -1,8E-20 |
| S111 | POX | mak | -434,65 | -391,90 | -        | -        |
|      | POX | min | -464,43 | -421,68 | -        | -        |
|      | POY | mak | -448,37 | -405,62 | 0,002092 | -        |
|      | POY | min | -466,28 | -423,53 | -        | -2E-20   |
| S112 | POX | mak | -355,47 | -312,72 | -        | -        |
|      | POX | min | -514,25 | -471,50 | -        | -        |
|      | POY | mak | -304,33 | -261,58 | -        | -        |
|      | POY | min | -355,47 | -312,72 | -        | -        |
| S113 | POX | mak | -117,64 | -74,89  | -        | -        |
|      | POX | min | -355,47 | -312,72 | -        | -        |
|      | POY | mak | -334,37 | -291,62 | -        | -        |
|      | POY | min | -363,57 | -320,82 | -        | -        |
| S114 | POX | mak | -464,43 | -421,68 | -        | -        |
|      | POX | min | -539,95 | -497,20 | -        | -        |
|      | POY | mak | -454,89 | -412,14 | 0,001714 | -        |
|      | POY | min | -478,43 | -435,68 | -        | -1,6E-20 |
| S115 | POX | mak | -379,19 | -336,44 | -        | -        |
|      | POX | min | -428,03 | -385,28 | -        | -        |
|      | POY | mak | -428,03 | -385,28 | 0,001843 | -        |
|      | POY | min | -495,65 | -452,90 | -        | -1,7E-20 |
| S116 | POX | mak | -428,03 | -385,28 | -        | -        |
|      | POX | min | -471,39 | -428,64 | -        | -        |
|      | POY | mak | -428,03 | -385,28 | 0,001948 | -        |
|      | POY | min | -453,06 | -410,31 | -        | -1,8E-20 |
| S117 | POX | mak | -411,60 | -368,85 | -        | -        |
|      | POX | min | -464,43 | -421,68 | -        | -        |
|      | POY | mak | -461,87 | -419,12 | 0,002083 | -        |
|      | POY | min | -497,02 | -454,27 | -        | -2E-20   |
| S118 | POX | mak | -355,47 | -312,72 | -        | -        |
|      | POX | min | -562,27 | -519,52 | -        | -        |
|      | POY | mak | -355,47 | -312,72 | -        | -        |
|      | POY | min | -387,29 | -344,54 | -        | -        |
| S119 | POX | mak | -19,72  | 0,23    | -        | 0,001203 |
|      | POX | min | -191,60 | -171,65 | -        | -        |

|      |     |     |         |         |          |          |
|------|-----|-----|---------|---------|----------|----------|
|      | POY | mak | -191,60 | -171,65 | -        | -        |
|      | POY | min | -391,45 | -371,50 | -        | -        |
| S120 | POX | mak | -342,58 | -306,95 | -        | -        |
|      | POX | min | -360,11 | -324,48 | -        | -        |
|      | POY | mak | -342,58 | -306,95 | 0,001434 | 1,7E-20  |
|      | POY | min | -547,94 | -512,31 | -        | -        |
| S121 | POX | mak | -277,43 | -241,81 | -        | -        |
|      | POX | min | -314,11 | -278,49 | -        | -        |
|      | POY | mak | -314,11 | -278,49 | 0,001571 | 1,86E-20 |
|      | POY | min | -466,52 | -430,90 | -        | -        |
| S122 | POX | mak | -314,11 | -278,49 | -        | -        |
|      | POX | min | -377,36 | -341,73 | -        | -        |
|      | POY | mak | -314,11 | -278,49 | 0,00167  | 1,98E-20 |
|      | POY | min | -489,42 | -453,79 | -        | -        |
| S123 | POX | mak | -275,14 | -239,52 | -        | -        |
|      | POX | min | -342,58 | -306,95 | -        | -        |
|      | POY | mak | -342,58 | -306,95 | 0,00181  | 2,15E-20 |
|      | POY | min | -519,33 | -483,71 | -        | -        |
| S124 | POX | mak | -191,60 | -171,65 | -        | 0,000586 |
|      | POX | min | -378,22 | -358,27 | -        | -        |
|      | POY | mak | -191,60 | -171,65 | -        | -        |
|      | POY | min | -335,02 | -315,07 | -        | -        |

**Tablo B 7: 1 kat kolon kesitleri toplam eğrilikleri (4 katlı)**

| Kolon | $\phi_{yi}$<br>(1/m)×1000 | $\phi_{yj}$<br>(1/m)×1000 | $\phi_i$ plastik<br>(1/m)×1000 | $\phi_j$ plastik<br>(1/m)×1000 | $\phi_i$ toplam<br>(1/m)×1000 | $\phi_j$ toplam<br>(1/m)×1000 |
|-------|---------------------------|---------------------------|--------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| S101  | 18,091                    | 18,757                    | 3,830                          | 9,541                          | 21,921                        | 25,357                        |
| S102  | 49,027                    | 29,780                    | 9,464                          | 2,072                          | 58,490                        | 30,172                        |
| S103  | 50,740                    | 27,598                    | 9,464                          | 2,072                          | 60,203                        | 27,752                        |
| S104  | 52,293                    | 24,980                    | 9,464                          | 2,072                          | 61,757                        | 25,246                        |
| S105  | 54,053                    | 25,519                    | 9,464                          | 2,072                          | 63,497                        | 25,446                        |
| S106  | 18,603                    | 16,764                    | 3,830                          | 9,541                          | 22,433                        | 22,958                        |
| S107  | 0,000                     | 0,000                     | 4,046                          | 9,416                          | 4,046                         | 9,416                         |
| S108  | 49,627                    | 31,191                    | 9,416                          | 1,712                          | 59,043                        | 31,892                        |
| S109  | 51,593                    | 26,008                    | 9,416                          | 1,712                          | 61,009                        | 26,346                        |
| S110  | 52,797                    | 24,401                    | 9,416                          | 1,712                          | 62,196                        | 24,766                        |
| S111  | 55,017                    | 28,077                    | 9,416                          | 1,712                          | 64,409                        | 28,472                        |
| S112  | 0,000                     | 0,000                     | 4,046                          | 9,416                          | 4,046                         | 9,416                         |
| S113  | 0,000                     | 0,000                     | 4,046                          | 9,416                          | 4,046                         | 9,416                         |
| S114  | 49,887                    | 31,465                    | 9,416                          | 1,712                          | 59,303                        | 32,446                        |
| S115  | 53,507                    | 24,589                    | 9,416                          | 1,712                          | 62,923                        | 26,166                        |
| S116  | 53,656                    | 27,821                    | 9,416                          | 1,712                          | 63,056                        | 28,892                        |
| S117  | 54,833                    | 27,711                    | 9,416                          | 1,712                          | 64,216                        | 28,352                        |
| S118  | 0,000                     | 0,000                     | 4,046                          | 9,416                          | 4,046                         | 9,416                         |
| S119  | 12,767                    | 16,063                    | 3,830                          | 9,541                          | 15,830                        | 25,603                        |
| S120  | 49,540                    | 28,993                    | 9,464                          | 2,072                          | 59,004                        | 31,066                        |
| S121  | 51,761                    | 25,000                    | 9,464                          | 2,072                          | 61,197                        | 27,072                        |

|      |        |        |       |       |        |        |
|------|--------|--------|-------|-------|--------|--------|
| S122 | 53,172 | 23,620 | 9,464 | 2,072 | 62,610 | 25,692 |
| S123 | 55,216 | 25,107 | 9,464 | 2,072 | 64,630 | 27,179 |
| S124 | 17,313 | 12,177 | 3,830 | 9,541 | 19,890 | 21,718 |

**Tablo B 8:** 1 kat kolon kesitleri beton ve çeliğin şekil değiştirme istemleri (4 katlı )

| Kolon | $\epsilon_{s2}$ (mm) | $\epsilon_{c2}$ (mm) | $\epsilon_{s3}$ (mm) | $\epsilon_{c3}$ (mm) |
|-------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| S101  | 0,022                | -0,002               | 0,163                | -0,009               |
| S102  | 0,424                | 0,004                | 0,011                | -0,001               |
| S103  | 0,443                | 0,005                | 0,011                | -0,001               |
| S104  | 0,461                | 0,005                | 0,011                | -0,001               |
| S105  | 0,475                | 0,007                | 0,011                | -0,001               |
| S106  | 0,025                | -0,002               | 0,139                | -0,005               |
| S107  | 0,022                | -0,002               | 0,127                | -0,017               |
| S108  | 0,523                | 0,014                | 0,007                | 0,001                |
| S109  | 0,551                | 0,012                | 0,009                | -0,001               |
| S110  | 0,565                | 0,015                | 0,009                | -0,001               |
| S111  | 0,584                | 0,017                | 0,009                | -0,001               |
| S112  | 0,022                | -0,002               | 0,033                | 0,078                |
| S113  | 0,022                | -0,002               | 0,033                | 0,078                |
| S114  | 0,524                | 0,013                | 0,009                | -0,001               |
| S115  | 0,544                | 0,015                | 0,009                | -0,001               |
| S116  | 0,561                | 0,015                | 0,009                | -0,001               |
| S117  | 0,582                | 0,017                | 0,009                | -0,001               |
| S118  | 0,022                | -0,002               | 0,029                | 0,082                |
| S119  | 0,021                | -0,002               | 0,161                | -0,009               |
| S120  | 0,397                | 0,010                | 0,011                | -0,001               |
| S121  | 0,417                | 0,009                | 0,011                | -0,001               |
| S122  | 0,430                | 0,010                | 0,011                | -0,001               |
| S123  | 0,449                | 0,011                | 0,011                | -0,001               |
| S124  | 0,021                | -0,002               | 0,137                | -0,005               |

**Tablo B 9:** 1 kat kiriş kesitleri birim şekil değiştirme sınırları (4 katlı )

| Kolon | $(\epsilon_{cu})_{MN}$ | $(\epsilon_s)_{MN}$ | $(\epsilon_{cgl})_{GV}$ | $(\epsilon_{cgl})_{GV}$ | $(\epsilon_s)_{GV}$ | $(\epsilon_{cgl})_{GC}$ | $(\epsilon_{cgl})_{GC}$ | $(\epsilon_s)_{GC}$ |
|-------|------------------------|---------------------|-------------------------|-------------------------|---------------------|-------------------------|-------------------------|---------------------|
| S101  | 0,0035                 | 0,01                | 0,0135                  | 0,0135                  | 0,04                | 0,018                   | 0,018                   | 0,06                |
| S102  | 0,0035                 | 0,01                | 0,0135                  | 0,0135                  | 0,04                | 0,018                   | 0,018                   | 0,06                |

|      |        |      |        |        |      |       |       |      |
|------|--------|------|--------|--------|------|-------|-------|------|
| S103 | 0,0035 | 0,01 | 0,0135 | 0,0135 | 0,04 | 0,018 | 0,018 | 0,06 |
| S104 | 0,0035 | 0,01 | 0,0135 | 0,0135 | 0,04 | 0,018 | 0,018 | 0,06 |
| S105 | 0,0035 | 0,01 | 0,0135 | 0,0135 | 0,04 | 0,018 | 0,018 | 0,06 |
| S106 | 0,0035 | 0,01 | 0,0135 | 0,0135 | 0,04 | 0,018 | 0,018 | 0,06 |
| S107 | 0,0035 | 0,01 | 0,0135 | 0,0135 | 0,04 | 0,018 | 0,018 | 0,06 |
| S108 | 0,0035 | 0,01 | 0,0135 | 0,0135 | 0,04 | 0,018 | 0,018 | 0,06 |
| S109 | 0,0035 | 0,01 | 0,0135 | 0,0135 | 0,04 | 0,018 | 0,018 | 0,06 |
| S110 | 0,0035 | 0,01 | 0,0135 | 0,0135 | 0,04 | 0,018 | 0,018 | 0,06 |
| S111 | 0,0035 | 0,01 | 0,0135 | 0,0135 | 0,04 | 0,018 | 0,018 | 0,06 |
| S112 | 0,0035 | 0,01 | 0,0135 | 0,0135 | 0,04 | 0,018 | 0,018 | 0,06 |
| S113 | 0,0035 | 0,01 | 0,0135 | 0,0135 | 0,04 | 0,018 | 0,018 | 0,06 |
| S114 | 0,0035 | 0,01 | 0,0135 | 0,0135 | 0,04 | 0,018 | 0,018 | 0,06 |
| S115 | 0,0035 | 0,01 | 0,0135 | 0,0135 | 0,04 | 0,018 | 0,018 | 0,06 |
| S116 | 0,0035 | 0,01 | 0,0135 | 0,0135 | 0,04 | 0,018 | 0,018 | 0,06 |
| S117 | 0,0035 | 0,01 | 0,0135 | 0,0135 | 0,04 | 0,018 | 0,018 | 0,06 |
| S118 | 0,0035 | 0,01 | 0,0135 | 0,0135 | 0,04 | 0,018 | 0,018 | 0,06 |
| S119 | 0,0035 | 0,01 | 0,0135 | 0,0135 | 0,04 | 0,018 | 0,018 | 0,06 |
| S120 | 0,0035 | 0,01 | 0,0135 | 0,0135 | 0,04 | 0,018 | 0,018 | 0,06 |
| S121 | 0,0035 | 0,01 | 0,0135 | 0,0135 | 0,04 | 0,018 | 0,018 | 0,06 |
| S122 | 0,0035 | 0,01 | 0,0135 | 0,0135 | 0,04 | 0,018 | 0,018 | 0,06 |
| S123 | 0,0035 | 0,01 | 0,0135 | 0,0135 | 0,04 | 0,018 | 0,018 | 0,06 |
| S124 | 0,0035 | 0,01 | 0,0135 | 0,0135 | 0,04 | 0,018 | 0,018 | 0,06 |

**Tablo B 10:** Kolon kesitlerinin performans değerleri ve hasar bölgeleri (4 katlı)

| Kolon | MN <sub>3</sub> | GV <sub>3</sub> | GÇ <sub>3</sub> | Hasar Bölgesi | Kolon | MN <sub>2</sub> | GV <sub>2</sub> | GÇ <sub>2</sub> | Hasar Bölgesi |
|-------|-----------------|-----------------|-----------------|---------------|-------|-----------------|-----------------|-----------------|---------------|
| S101  | 12,0            | 3,0             | 2,0             | >GÇ           | S101  | 25,8            | 6,5             | 0,0             | GÇ            |
| S102  | 63,7            | 15,9            | 10,6            | >GÇ           | S102  | 27,3            | 6,8             | 0,4             | GÇ            |
| S103  | 64,8            | 16,2            | 10,8            | >GÇ           | S103  | 28,3            | 7,1             | 0,4             | GÇ            |
| S104  | 53,5            | 13,4            | 8,9             | >GÇ           | S104  | 28,9            | 7,2             | 0,4             | GÇ            |
| S105  | 59,2            | 14,8            | 9,9             | >GÇ           | S105  | 29,6            | 7,4             | 0,5             | GÇ            |
| S106  | 11,0            | 2,7             | 1,8             | >GÇ           | S106  | 25,9            | 6,5             | 0,3             | GÇ            |
| S107  | 4,9             | 1,2             | 0,8             | GÇ            | S107  | 4,8             | 1,2             | 0,0             | GÇ            |
| S108  | 79,4            | 19,8            | 13,2            | >GÇ           | S108  | 27,5            | 6,9             | 0,5             | GÇ            |
| S109  | 66,1            | 16,5            | 11,0            | >GÇ           | S109  | 28,5            | 7,1             | 0,4             | GÇ            |
| S110  | 61,9            | 15,5            | 10,3            | >GÇ           | S110  | 29,0            | 7,3             | 0,5             | GÇ            |

|      |      |      |      |     |      |      |     |     |    |
|------|------|------|------|-----|------|------|-----|-----|----|
| S111 | 70,9 | 17,7 | 11,8 | >GÇ | S111 | 30,0 | 7,5 | 0,5 | GÇ |
| S112 | 4,9  | 1,2  | 0,8  | GÇ  | S112 | 4,6  | 1,1 | 0,1 | GÇ |
| S113 | 4,9  | 1,2  | 0,8  | GÇ  | S113 | 4,8  | 1,2 | 0,0 | GÇ |
| S114 | 80,6 | 20,1 | 13,4 | >GÇ | S114 | 27,6 | 6,9 | 0,5 | GÇ |
| S115 | 65,3 | 16,3 | 10,9 | >GÇ | S115 | 29,4 | 7,4 | 0,4 | GÇ |
| S116 | 72,0 | 18,0 | 12,0 | >GÇ | S116 | 29,4 | 7,4 | 0,5 | GÇ |
| S117 | 70,6 | 17,6 | 11,8 | >GÇ | S117 | 30,0 | 7,5 | 0,5 | GÇ |
| S118 | 4,9  | 1,2  | 0,8  | GÇ  | S118 | 4,8  | 1,2 | 0,0 | GÇ |
| S119 | 12,2 | 3,0  | 2,0  | >GÇ | S119 | 18,7 | 4,7 | 0,0 | GÇ |
| S120 | 64,7 | 16,2 | 10,8 | >GÇ | S120 | 27,5 | 6,9 | 0,4 | GÇ |
| S121 | 56,6 | 14,1 | 9,4  | >GÇ | S121 | 28,7 | 7,2 | 0,4 | GÇ |
| S122 | 53,6 | 13,4 | 8,9  | >GÇ | S122 | 29,3 | 7,3 | 0,4 | GÇ |
| S123 | 56,8 | 14,2 | 9,5  | >GÇ | S123 | 30,5 | 7,6 | 0,3 | GÇ |
| S124 | 10,6 | 2,6  | 1,8  | >GÇ | S124 | 23,0 | 5,7 | 0,2 | GÇ |
| S201 | 12,2 | 3,1  | 2,0  | >GÇ | S201 | 26,0 | 6,5 | 0,1 | GÇ |
| S202 | 63,8 | 16,0 | 10,6 | >GÇ | S202 | 27,5 | 6,9 | 0,3 | GÇ |
| S203 | 59,3 | 14,8 | 9,9  | >GÇ | S203 | 28,4 | 7,1 | 0,3 | GÇ |
| S204 | 54,0 | 13,5 | 9,0  | >GÇ | S204 | 29,1 | 7,3 | 0,3 | GÇ |
| S205 | 53,9 | 13,5 | 9,0  | >GÇ | S205 | 29,8 | 7,5 | 0,4 | GÇ |
| S206 | 10,9 | 2,7  | 1,8  | >GÇ | S206 | 26,2 | 6,5 | 0,2 | GÇ |
| S207 | 5,0  | 1,2  | 0,8  | GÇ  | S207 | 4,9  | 1,2 | 0,1 | GÇ |
| S208 | 79,8 | 20,0 | 13,3 | >GÇ | S208 | 27,7 | 6,9 | 0,3 | GÇ |
| S209 | 66,4 | 16,6 | 11,1 | >GÇ | S209 | 28,8 | 7,2 | 0,3 | GÇ |
| S210 | 62,4 | 15,6 | 10,4 | >GÇ | S210 | 29,3 | 7,3 | 0,3 | GÇ |
| S211 | 71,5 | 17,9 | 11,9 | >GÇ | S211 | 30,3 | 7,6 | 0,3 | GÇ |
| S212 | 5,0  | 1,2  | 0,8  | GÇ  | S212 | 4,8  | 1,2 | 0,0 | GÇ |
| S213 | 5,0  | 1,2  | 0,8  | GÇ  | S213 | 4,9  | 1,2 | 0,1 | GÇ |
| S214 | 81,4 | 20,3 | 13,6 | >GÇ | S214 | 27,9 | 7,0 | 0,3 | GÇ |
| S215 | 65,7 | 16,4 | 11,0 | >GÇ | S215 | 29,6 | 7,4 | 0,3 | GÇ |
| S216 | 72,5 | 18,1 | 12,1 | >GÇ | S216 | 29,7 | 7,4 | 0,3 | GÇ |
| S217 | 71,1 | 17,8 | 11,8 | >GÇ | S217 | 30,2 | 7,6 | 0,3 | GÇ |
| S218 | 5,0  | 1,2  | 0,8  | GÇ  | S218 | 4,7  | 1,2 | 0,0 | GÇ |
| S219 | 12,3 | 3,1  | 2,1  | >GÇ | S219 | 18,8 | 4,7 | 0,1 | GÇ |
| S220 | 65,1 | 16,3 | 10,8 | >GÇ | S220 | 27,7 | 6,9 | 0,3 | GÇ |
| S221 | 56,9 | 14,2 | 9,5  | >GÇ | S221 | 28,9 | 7,2 | 0,3 | GÇ |
| S222 | 54,0 | 13,5 | 9,0  | >GÇ | S222 | 29,5 | 7,4 | 0,3 | GÇ |
| S223 | 57,0 | 14,3 | 9,5  | >GÇ | S223 | 30,7 | 7,7 | 0,2 | GÇ |

|      |      |      |      |     |      |      |     |     |     |
|------|------|------|------|-----|------|------|-----|-----|-----|
| S224 | 10,7 | 2,7  | 1,8  | >GÇ | S224 | 23,2 | 5,8 | 0,1 | GÇ  |
| S301 | 12,2 | 3,1  | 2,0  | >GÇ | S301 | 26,0 | 6,5 | 0,1 | GÇ  |
| S302 | 64,0 | 16,0 | 10,7 | >GÇ | S302 | 27,7 | 6,9 | 0,2 | GÇ  |
| S303 | 59,0 | 14,7 | 9,8  | >GÇ | S303 | 28,6 | 7,2 | 0,2 | GÇ  |
| S304 | 53,7 | 13,4 | 9,0  | >GÇ | S304 | 29,3 | 7,3 | 0,2 | GÇ  |
| S305 | 54,1 | 13,5 | 9,0  | >GÇ | S305 | 30,1 | 7,5 | 0,2 | GÇ  |
| S306 | 11,1 | 2,8  | 1,8  | >GÇ | S306 | 26,4 | 6,6 | 0,0 | GÇ  |
| S307 | 5,0  | 1,2  | 0,8  | GÇ  | S307 | 5,2  | 1,3 | 0,2 | GÇ  |
| S308 | 80,4 | 20,1 | 13,4 | >GÇ | S308 | 27,9 | 7,0 | 0,2 | GÇ  |
| S309 | 66,8 | 16,7 | 11,1 | >GÇ | S309 | 29,0 | 7,2 | 0,2 | GÇ  |
| S310 | 62,7 | 15,7 | 10,5 | >GÇ | S310 | 29,5 | 7,4 | 0,2 | GÇ  |
| S311 | 72,0 | 18,0 | 12,0 | >GÇ | S311 | 30,5 | 7,6 | 0,2 | GÇ  |
| S312 | 5,0  | 1,2  | 0,8  | GÇ  | S312 | 4,4  | 1,1 | 0,2 | GÇ  |
| S313 | 5,0  | 1,2  | 0,8  | GÇ  | S313 | 5,1  | 1,3 | 0,2 | GÇ  |
| S314 | 81,9 | 20,5 | 13,7 | >GÇ | S314 | 28,1 | 7,0 | 0,2 | GÇ  |
| S315 | 66,2 | 16,6 | 11,0 | >GÇ | S315 | 29,9 | 7,5 | 0,2 | GÇ  |
| S316 | 73,0 | 18,3 | 12,2 | >GÇ | S316 | 29,9 | 7,5 | 0,2 | GÇ  |
| S317 | 71,6 | 17,9 | 11,9 | >GÇ | S317 | 30,4 | 7,6 | 0,2 | GÇ  |
| S318 | 5,0  | 1,2  | 0,8  | GÇ  | S318 | 4,9  | 1,2 | 0,1 | GÇ  |
| S319 | 12,1 | 3,0  | 2,0  | >GÇ | S319 | 18,8 | 4,7 | 0,1 | GÇ  |
| S320 | 65,6 | 16,4 | 10,9 | >GÇ | S320 | 28,0 | 7,0 | 0,2 | GÇ  |
| S321 | 57,2 | 14,3 | 9,5  | >GÇ | S321 | 29,1 | 7,3 | 0,2 | GÇ  |
| S322 | 54,3 | 13,6 | 9,1  | >GÇ | S322 | 29,7 | 7,4 | 0,2 | GÇ  |
| S323 | 57,5 | 14,4 | 9,6  | >GÇ | S323 | 30,9 | 7,7 | 0,1 | GÇ  |
| S324 | 10,6 | 2,7  | 1,8  | >GÇ | S324 | 23,4 | 5,8 | 0,0 | GÇ  |
| S401 | 12,2 | 3,0  | 2,0  | >GÇ | S401 | 26,0 | 6,5 | 0,1 | GÇ  |
| S402 | 70,6 | 17,6 | 11,8 | >GÇ | S402 | 27,9 | 7,0 | 0,1 | GÇ  |
| S403 | 59,1 | 14,8 | 9,9  | >GÇ | S403 | 28,8 | 7,2 | 0,1 | GÇ  |
| S404 | 53,8 | 13,5 | 9,0  | >GÇ | S404 | 29,5 | 7,4 | 0,1 | GÇ  |
| S405 | 59,9 | 15,0 | 10,0 | >GÇ | S405 | 30,3 | 7,6 | 0,1 | GÇ  |
| S406 | 11,2 | 2,8  | 1,9  | >GÇ | S406 | 29,3 | 7,3 | 1,6 | >GÇ |
| S407 | 5,0  | 1,2  | 0,8  | GÇ  | S407 | 5,2  | 1,3 | 0,2 | GÇ  |
| S408 | 81,0 | 20,3 | 13,5 | >GÇ | S408 | 28,2 | 7,0 | 0,1 | GÇ  |
| S409 | 67,2 | 16,8 | 11,2 | >GÇ | S409 | 29,2 | 7,3 | 0,1 | GÇ  |
| S410 | 63,2 | 15,8 | 10,5 | >GÇ | S410 | 29,7 | 7,4 | 0,1 | GÇ  |
| S411 | 72,5 | 18,1 | 12,1 | >GÇ | S411 | 30,8 | 7,7 | 0,1 | GÇ  |
| S412 | 5,0  | 1,2  | 0,8  | GÇ  | S412 | 5,1  | 1,3 | 0,2 | GÇ  |

|      |      |      |      |     |      |      |     |     |     |
|------|------|------|------|-----|------|------|-----|-----|-----|
| S413 | 5,0  | 1,2  | 0,8  | GÇ  | S413 | 5,2  | 1,3 | 0,2 | GÇ  |
| S414 | 82,5 | 20,6 | 13,7 | >GÇ | S414 | 28,3 | 7,1 | 0,1 | GÇ  |
| S415 | 66,7 | 16,7 | 11,1 | >GÇ | S415 | 30,1 | 7,5 | 0,1 | GÇ  |
| S416 | 73,5 | 18,4 | 12,3 | >GÇ | S416 | 30,1 | 7,5 | 0,1 | GÇ  |
| S417 | 72,2 | 18,0 | 12,0 | >GÇ | S417 | 30,6 | 7,7 | 0,1 | GÇ  |
| S418 | 5,0  | 1,2  | 0,8  | GÇ  | S418 | 5,1  | 1,3 | 0,2 | GÇ  |
| S419 | 12,2 | 3,0  | 2,0  | >GÇ | S419 | 18,8 | 4,7 | 0,1 | GÇ  |
| S420 | 65,9 | 16,5 | 11,0 | >GÇ | S420 | 28,2 | 7,0 | 0,1 | GÇ  |
| S421 | 60,4 | 15,1 | 10,1 | >GÇ | S421 | 29,2 | 7,3 | 0,1 | GÇ  |
| S422 | 57,2 | 14,3 | 9,5  | >GÇ | S422 | 29,9 | 7,5 | 0,1 | GÇ  |
| S423 | 57,7 | 14,4 | 9,6  | >GÇ | S423 | 30,8 | 7,7 | 0,1 | GÇ  |
| S424 | 10,5 | 2,6  | 1,8  | >GÇ | S424 | 26,1 | 6,5 | 1,5 | >GÇ |

## **ÖZGEÇMİŞ**

Mehmet GÜLŞEN, 1982 yılında Kastamonu’da doğdu. İlk öğretimini Ayvalı Köyü İlköğretim Okulu ve Kastamonu İlk Öğretim Okulu’nda orta öğretimini İstanbul Bağcılar Dr. Kemal Naci Ekşi Lisesi’nde tamamladı. 2003 yılında, İstanbul Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü’nden mezun oldu. Aynı yıl İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsüne bağlı İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Deprem Mühendisliği Programında Yüksek Lisans öğrenimine başlamıştır.