

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Mehmet Buğra ÖZBEY

**DOĞRUSAL YÖNTEMLER İLE BİNA PERFORMANS
ANALİZİ**

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ADANA-2022

ÖZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

DOĞRUSAL YÖNTEMLER İLE BİNA PERFORMANS ANALİZİ

Mehmet Buğra ÖZBEY

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

Danışman : Prof. Dr. Hacı Murat ARSLAN
Yıl:2022, Sayfa:179
Jüri : Prof. Dr. Hacı Murat ARSLAN
: Prof. Dr. Faruk Fırat ÇALIM
: Doç. Dr. Baki BAĞRIAÇIK

Bu çalışmada, Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği'nde Bölüm 15'te yer alan doğrusal analiz yöntemleri ile bina performans değerlendirmesi konusu irdelenmiştir. Bunun için 2 adet uygulama gerçekleştirilmiştir. Birinci uygulamada giriş ve kolonlardan meydana gelen 3 katlı çerçevenin eşdeğer deprem yükü yöntemi ile analizi gerçekleştirilmiştir. Sonrasında Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği 2018'deki Bölüm 15'e göre performans analizi yapılmıştır. İkinci uygulamada ise, 2 katlı betonarme yapı irdelenip doğrusal yöntemler ile deprem hesabı yapıp betonarme yapı elemanlarının hasar türleri tespit edilmiştir. Sonrasında ise, TBDY 2018'deki Bölüm 15'e göre deprem performansı belirlenmiştir. Analiz için SAP2000 ve Xtract V.3.08. programları kullanılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Deprem, Deprem kuvvetleri, Mevcut bina, Performans, Doğrusal analiz,

ABSTRACT

MSc THESIS

BUILDING PERFORMANCE ANALYSIS WITH LINEAR METHODS

Mehmet Buğra ÖZBEY

**ÇUKUROVA UNIVERSITY
INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES
DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING**

Supervisor : Prof. Dr. Hacı Murat ARSLAN
Year:2022, Page:179
Jury : Prof. Dr Hacı Murat ARSLAN
: Prof. Dr. Faruk Fırat ÇALIM
: Assoc. Prof. Dr. Baki BAĞRIAÇIK

In this study, the subject of building performance evaluation with linear analysis methods included in Chapter 15 of the Turkish Building Earthquake Regulation was examined. For this, 2 applications were carried out. In the first application, the analysis of the 3-storey carcass frame consisting of beams and columns was performed using the equivalent earthquake load method. Afterwards, a performance analysis was made according to Chapter 15. In our second application, the 2-storey reinforced concrete structure was examined, earthquake calculations were made with linear calculation methods and the damage types of reinforced concrete structural elements were determined. Afterwards, the earthquake performance was determined according to Chapter 15. SAP2000 and Xtract V.3.08 programs have been used for analysis.

Keywords: Earthquake, Earthquake forces, Existing building, Performance, Linear analysis,

GENİŞLETİLMİŞ ÖZET

1 Ocak 2019'da resmi olarak Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği hayatımıza girmiştir. Bu yönetmelikle beraber ülkemizdeki deprem tehlike haritaları, deprem hesapları ve bina performans analizi gibi konularda belirgin ölçüde değişikliğe gidilmiştir. Mevcut binaların performansının değerlendirilmesi konusu Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği 2018'in 15. Bölümü'nde işlenmektedir. Konu üzerine 2 adet uygulama gerçekleştirilmiş ve bu uygulamalarda bina tasarlanırken Dayanım Göre Tasarım, performans değerlendirmesi gerçekleştirilirken ise bina mevcut bir bina olarak kabul edildiği için Şekil Değiştirmeye Göre Değerlendirme ve Tasarım analiz adımları izlenmiştir. Gerçekleştirilen ilk uygulamada, Adana İli, Sarıçam İlçesi, Çukurova Üniversitesi kampüsü Mühendislik Fakültesi Enlem: 37.062114°, Boylam: 35.062114°'te yer alan 3 katlı, kiriş ve kolonlardan oluşan karkas çerçeveye sahip betonarme bir bina irdelenmiştir. Döşeme, duvar yükleri ve hareketli yük kirişlere aktarılacak şekilde yapı SAP2000 programı aracılığıyla modellenmiştir. Eşdeğer deprem yükü yöntemi aracılığıyla deprem yükleri tespit edilip binaya etkiletilmiştir. TBDY-2018'de bahsi geçen yük kombinasyonları oluşturulup sırasıyla eşdeğer deprem yükü hesabı, yapı düzensizlikleri kontrolü, kiriş kapasite hesabı, kiriş kesme kontrolü, kolon kapasite hesabı, kolon kesme kontrolü, güçlü kolon zayıf kiriş kontrolü, kolon-kiriş birleşim bölgesi kesme kontrolü, kolon performans değerlendirmesi, kiriş performans değerlendirmesi, bina performansının belirlenmesi işlemleri gerçekleştirilmiştir. Yapı taşıyıcı elemanlarında kesme kontrolü yapılırken kullanılan V_e 'nin hesabı $V_e = V_{dy} \pm (M_{pi} + M_{pj})/l_n$ formülü ile gerçekleştirilmiş ve yine bu hesapta kullanılan, SAP2000 programından alınan, deprem yükünün D dayanım fazlalığıyla artırılıp toplam yük kombinasyonlarına etki ettirilmesi sonucu oluşan max kesme olan $V_{envelope}$ değeri, belirtilen formül aracılığıyla bulunan maksimum V_e değeri ile kıyaslanarak nihai kesme kuvveti değerine ($V_e = (V_{envelope}, V_{emax})_{min}$) ulaşılmıştır. Ayrıca, doğrusal performans analizi

bakımından DBYBHY-07 ve TBDY-2018 yönetmelikleri arasındaki fark ortaya konulmuştur.

İkinci uygulamada ise Ferhat Kıran (2010) tarafından DBYBHY-07 çerçevesinde incelenen düzgün bir aks sistemine ve sadece çerçevelerden meydana gelen taşıyıcı sisteme sahip 2 katlı İstanbul İli, Enlem: 41.000818°, Boylam: 28.789015° koordinatlarında yer alan bir betonarme bina TBDY-2018'e göre irdelenmiştir. Bina performans hedefi Kontrollü Hasar olarak bulunmuştur. SAP2000 programı aracılığıyla bu binanın modellenmesi gerçekleştirilmiş ve duvar, döşeme ve hareketli yükler kirişlere aktarılmıştır. Eşdeğer deprem yükü yöntemi vasıtasıyla katlara etkiyen deprem yükleri tespit edilmiş ve bu deprem yükleri binaya +-%5 eksantrisine ile uygulanmıştır. Yapı taşıyıcı elemanları olan kolon, kiriş ve kolon-kiriş birleşim bölgelerinde kesme kontrolünün yapılmasının yanı sıra kolonlarda güçlü kolon zayıf kiriş prensibi kontrol edilmiş, yapıda düzensizlik kontrolleri (A1, A2, A3, B1, B2, B3, Görelî Kat Öteleme ve İkincil Mertebe Etkileri) gerçekleştirilmiş ve yapı taşıyıcı elemanlarında hasar tespiti yapılmıştır. Kolon ve kirişlerde performans değerlendirmesi gerçekleştirilip son olarak bina performans değerlendirmesi yapıp aynı binanın Kıran (2010)'da gerçekleştirilmiş Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik 2007'ye göre performans analizi ile kıyaslaması gerçekleştirilmiş ve hangi yönetmeliğe göre elde edilen sonuçların daha elverişsiz olduğu tespit edilmiştir.

Her iki uygulamada da kolon ve kirişlerde kesme kontrolü gerçekleştirilirken kullanılan moment kapasiteleri, TBDY 2018'de, DBYBHY 2007'nin aksine moment-eksenel kuvvet etkileşim diyagramı kullanmak yerine f_{ck} ve f_{yk} beton ve donatı özellikleri kullanılarak belirlenmiştir.

Yapı taşıyıcı elemanlarının deprem performansı belirlenirken Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik 2007'de kullanılan etki/kapasite oranı yerine Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği 2018'de belirtildiği üzere plastik dönme değerleri kullanılmıştır.

TEŞEKKÜR

Tüm yüksek lisans aşamamda, bana her an yardımcı olan, desteğini hiç sakınmayan, deneyim ve bilgi hazinesiyle bana sonsuz bir katkıda bulunan değerli danışmanım Prof. Dr. Hacı Murat ARSLAN'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca, bana sürekli destek olan hep yanımda bulunan düşmeme, kırılmama hiç izin vermeyip sabır ve sevgilerini benden esirgemeyen aileme sonsuz teşekkürü bir borç bilirim.



İÇİNDEKİLER

SAYFA

ÖZ	I
ABSTRACT.....	II
GENİŞLETİLMİŞ ÖZET	III
TEŞEKKÜR.....	V
İÇİNDEKİLER	VI
ÇİZELGELER DİZİNİ	XII
ŞEKİLLER DİZİNİ	XX
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	XXII
1.GİRİŞ	1
1.1 Çalışmanın Önemi ve Amacı	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	3
3. MATERYAL VE METOT	7
4. BİNA PERFORMANS DEĞERLENDİRMESİ VE BİNA ELEMANLARINDAKİ HASAR SINIRLARI.....	9
4.1. Bina Performans Düzeyleri.....	9
4.1.1. Kesintisiz Kullanım (KK) Performans Düzeyi	9
4.1.2. Sınırlı Hasar (SH) Performans Düzeyi.....	9
4.1.3. Kontrollü Hasar (KH) Performans Düzeyi.....	9
4.1.4. Göçmenin Önlenmesi (GÖ) Performans Düzeyi	9
4.2. Binalardan Bilgi Toplanması	10
4.2.1. Binalardan Alınacak Bilginin Kapsamı.....	10
4.3. Bina Bilgi Düzeyleri	10
4.3.1. Betonarme Binalarda Sınırlı Bilgi Düzeyi	11
4.3.2. Betonarme Binalarda Kapsamlı Bilgi Düzeyi.....	13
4.3.3. Bina Bilgi Düzeyi Katsayıları	15
4.4. Yapı Elemanlarında Hasar Sınırları ve Hasar Bölgeleri	15
4.4.1. Kesit Hasar Durumları	15

4.4.2. Kesit Hasar Bölgeleri	16
4.4.3. Eleman ve Kesit Hasarlarının Tanımlanması.....	16
4.5. Deprem Hesabı Hakkında Genel İlke ve Kurallar	17
4.6. Doğrusal Yöntemlerle Deprem Hesabı.....	19
4.6.1. Hesaplama Yöntemleri.....	19
4.6.2. Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi Aracılığıyla Deprem Hesabı	19
4.6.2.1 Etkileyen Toplam Eşdeğer Deprem Yüğü'nün Hesaplanması.....	20
4.6.2.2. Binalarda Bulunan Doğal Titreşim Periyodunun Tespiti ...	21
4.6.2.3 Binalarda Bulunan Katlara Etkileyen Eşdeğer Deprem Yüklerinin Tespiti.....	23
4.6.3. Betonarme Binalarda Bulunan Yapı Elemanlarında Hasar Türlerinin Tespiti İçin Yapılacaklar	24
4.6.3.1. Kolonlar için Hasar Türü Tespiti.....	25
4.6.3.2. Kirişler için Hasar Türü Tespiti.....	29
4.6.3.3. Kolon-Kiriş Birleşimi için Hasar Türü Tespiti.....	30
4.6.3.4. Perdeler için Hasar Türü Tespiti.....	32
4.7. Şekildeğiştirme ve Şekildeğiştirme Sınırları	35
4.8. Mevcut Halde Bulunan Binaların Deprem Performansının Tespiti.....	38
4.8.1. Mevcut veya Güçlendirme İşlemi Gerçekleşecek Binalardan İstenilen Deprem Performansı.....	38
4.8.2. Mevcut veya Güçlendirme İşlemi Gerçekleşecek Binaların Deprem Performansı	38
4.8.3. Mevcut Durumdaki Binalarda Sınırlı Hasar Performans Düzeyi	39
4.8.4. Mevcut Durumdaki Binalarda Kontrollü Hasar Performans Düzeyi	39
4.8.5. Mevcut Durumdaki Binalarda Göçmenin Önlenmesi Performans Düzeyi.....	40

4.8.6. Göçme Durumu	41
4.8.7. Betonarme Binalarda Güçlendirilmesi Gerçekleştirilmiş Bölme Duvarların Performans Düzeyleri.....	41
5. SAYISAL UYGULAMALAR	43
5.1. Örnek 1	44
5.1.1. Bina Bilgileri	44
5.1.1.1. Malzeme Bilgileri	44
5.1.1.2. Yükler	44
5.1.2. Elemanlara Gelen Yük Tespiti	46
5.1.2.1. Döşeme Yükleri	46
5.1.2.2. Kirişlere Gelen Yükler	46
5.1.3. Sap2000 Programına Malzemelerin Tanıtılması	48
5.1.4. Etkin Kesit Rijitliği Çarpanı Tespiti.....	49
5.1.5. Mass Source Tanımlama	50
5.1.6. Eşdeğer Deprem Yükü Analizi.....	52
5.1.6.1. Yapı Deprem Bilgileri.....	52
5.1.6.2. Eşdeğer Deprem Yükü Hesabı.....	56
5.1.7. Deprem Yüklerinin Yapıya Tanımlanması.....	58
5.1.8. Yapı Düzensizlikleri Kontrolü.....	60
5.1.8.1. Görelî Kat Ötelemeleri.....	61
5.1.8.2. A1 Burulma Düzensizliği Kontrolü	65
5.1.8.3. A2 Döşeme Süreksizliği Kontrolü	65
5.1.8.4. A3 Planda Bulunan Çıkıntı Düzensizlikleri.....	66
5.1.8.5. B1 Düzensizliği.....	66
5.1.8.6. B2 Komşu Katlar Arası Rijitlik Düzensizliği (Yumuşak Kat).....	66
5.1.8.7. B3 Taşıyıcı Sistemdeki Düşey Elemanların Süreksizliği	67
5.1.8.8. Görelî Kat Öteleme Kontrolü.....	67

5.1.8.9. İkincil Mertebe Etkilerinin Kontrolü.....	69
5.1.9. Kiriş Moment Kapasite Hesabı.....	71
5.1.10. Kiriş Kesme Kontrolü.....	72
5.1.11. Kolon Kontrolleri	78
5.1.11.1. Kolon Moment Kapasite Tespiti	82
5.1.11.2. Güçlü Kolon Zayıf Kiriş Kontrolü	93
5.1.11.3. Kolon Kesme Kontrolü	97
5.1.12. Kolon Kiriş Birleşim Bölgesi Kesme Kontrolü.....	99
5.1.13. Kolon Performans Değerlendirmesi	102
5.1.13.1. 35x35 Kolon Xtract Moment Eğrilik İlişkisi	102
5.1.13.2. 35x35 Kolon Performans Değerlendirmesi	103
5.1.13.3. 30x30 Kolon Performans Değerlendirmesi	107
5.1.14. Kiriş Performans Değerlendirmesi	113
5.1.14.1. 1. Kat Kiriş Performans Değerlendirmesi	114
5.1.14.2. 2. ve 3. Kat Kiriş Performans Değerlendirmesi	115
5.1.15. Bina Performansının Belirlenmesi.....	118
5.2 Örnek 2	119
5.2.1. Bina Bilgileri	119
5.2.1.1. Bina Hakkında Genel Bilgiler	120
5.2.1.2. Binaya Ait Malzeme Bilgileri	120
5.2.1.3. Bina Döşeme Kalınlık Tespiti	121
5.2.1.4. Binaya Ait Yük Bilgileri	121
5.2.1.5. Kirişe Gelen Yük.....	122
5.2.2. SAP2000 Programına Malzemelerin Tanıtılması.....	123
5.2.3. Etkin Kesit Rijitliği Çarpanı Tespiti.....	124
5.2.4. Mass Source Tanımlama	124
5.2.5. Eşdeğer Deprem Yüğü Analizi.....	124
5.2.5.1. Yapı Deprem Bilgileri.....	124
5.2.5.2. Eşdeğer Deprem Yüğü Hesabı	125

5.2.6. Deprem Yüklerinin Yapıya Tanımlanması.....	127
5.2.7. Yapı Düzensizlikleri Kontrolü.....	128
5.2.7.1. Görelî Kat Ötelemeleri	128
5.2.7.2. A1 Burulma Düzensizliğı Kontrolü	130
5.2.7.3. A2 Döşeme Süreksizliğı Kontrolü	131
5.2.7.4. A3 Planda Bulunan Çıkıntı Düzensizlikleri	131
5.2.7.5. B1 Düzensizliğı	131
5.2.7.6. B2 Komşu Katlar Arası Rijitlik Düzensizliğı (Yumuşak Kat)	132
5.2.7.7. B3 Taşıyıcı Sistemdeki Düşey Elemanların Süreksizliğı	133
5.2.7.8. Görelî Kat Öteleme Kontrolü	133
5.2.7.9. İkincil Mertebe Etkilerinin Kontrolü.....	135
5.2.8. Kiriş Moment Kapasite Hesabı.....	136
5.2.9. Kiriş Kesme Kontrolü.....	136
5.2.10. Kolon Kontrolleri	141
5.2.10.1. Kolon Moment Kapasite Tespiti	142
5.2.10.2. Güçlü Kolon Zayıf Kiriş Kontrolü	147
5.2.10.3. Kolon Kesme Kontrolü	149
5.2.11. Kolon Kiriş Birleşim Bölgesi Kesme Kontrolü.....	151
5.2.12. Kolon Performans Değerlendirmesi	152
5.2.12.1. Kolon Xtract Moment Eğrilik İlişkisi	152
5.2.12.2. Kolon Performans Değerlendirmesi	153
5.2.13. Kiriş Performans Değerlendirmesi	158
5.2.13.1. X Yönlü Kiriş Performans Değerlendirmesi	158
5.2.13.2. Y Yönlü Kiriş Performans Değerlendirmesi	160
5.2.14. Bina Performansının Belirlenmesi.....	161

5.2.15. Aynı Yapıda Kıran 2010'da DBYBHY-07'ye Göre Gerçekleştirilen Doğrusal Yöntemler ile Performans Analizi ve Bu Çalışmada Gerçekleştirilen TBDY-2018'e Göre Doğrusal Performans Analizinin Karşılaştırılması.....	162
5.2.15.1. Kesit Düzeyinde Karşılaştırılma	162
5.2.15.2. Bina Performans Karşılaştırılması.....	164
6.SONUÇLAR VE ÖNERİLER	167
KAYNAKLAR	175
ÖZGEÇMİŞ	179

ÇİZELGELER DİZİNİ

SAYFA

Çizelge.4.1. Bina Bilgi Düzeyi Katsayıları.....	15
Çizelge.4.2. Eşdeğer Deprem Yüğü Yönteminin Uygulanabileceğı Binalar.....	19
Çizelge.4.3. Donatı Çeliğı Özellikleri.....	37
Çizelge.4.4. Mevcut Yerinde Dökme Betonarme Binalar BYS>2	38
Çizelge.4.5. Güçlendirilmesi Gerçekleşmiş Bölme Duvarlar için Performans Sınırlarını Tanımlayan Kayma Açıları.....	41
Çizelge.5.1. Döşemelerden Kirişlere Yüğü Aktarımı	46
Çizelge.5.2 Kirişlere Gelen Yüğü 1	47
Çizelge.5.3 Kirişlere Gelen Yüğü 2.....	48
Çizelge.5.4. Etkin Kesit Rijitlik Çarpanı	50
Çizelge.5.5. Hareketli Yüğü Katılım Katsayısı.....	50
Çizelge.5.6. AFAD'dan Alınıp Kullanılan Veriler	52
Çizelge.5.7. Bina Önem Katsayısı ve Bina Kullanım Sınıfı	52
Çizelge.5.8. Deprem Tasarım Sınıfı.....	52
Çizelge.5.9. Bina Yüğüseklik Sınıfı.....	53
Çizelge.5.10. Yeni Yapılacak Yerinde Dökme Betonarme, Öñüretimli Betonarme ve Çelik Binalar (Yüğüsek Binalar Dışında BYS≥2).....	53
Çizelge.5.11. Mevcut Yerinde Dökme Betonarme, Öñüretimli Betonarme ve Çelik Binalar (Yüğüsek Binalar dışında BYS≥2).....	54
Çizelge.5.12. Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı, Dayanım Fazlalığı Katsayısı, Bina Yüğüseklik Sınıfı Tespiti.....	55
Çizelge.5.13. Eşdeğer Deprem Yüğü Hesabında Kullanılacak Veriler	56
Çizelge.5.14. Katlara Göre Bina Ağırlığı	56
Çizelge.5.15. X Yöñü Eşdeğer Deprem Yüğü Hesabı Parametreleri.....	57
Çizelge.5.16. Y Yöñü Eşdeğer Deprem Yüğü Hesabı Parametreleri.....	57
Çizelge.5.17. X ve Y Yöñlü Eşdeğer Deprem Yüğü Tespiti	58
Çizelge.5.18. 3. Kat EXP Deprem Yüğü İçin Göreli Kat Öteleme.....	61

Çizelge.5.19. 2.Kat EXP Deprem Yüğü İçin Görelî Kat Öteleme.....	61
Çizelge.5.20. 1.Kat EXP Deprem Yüğü İçin Görelî Kat Öteleme.....	61
Çizelge.5.21. 3.Kat EXN Deprem Yüğü İçin Görelî Kat Öteleme	62
Çizelge.5.22. 2.Kat EXN Deprem Yüğü İçin Görelî Kat Öteleme	62
Çizelge.5.23. 1.Kat EXN Deprem Yüğü İçin Görelî Kat Öteleme	62
Çizelge.5.24. 3.Kat EYP Deprem Yüğü İçin Görelî Kat Öteleme.....	63
Çizelge.5.25. 2.Kat EYP Deprem Yüğü İçin Görelî Kat Öteleme.....	63
Çizelge.5.26. 1.Kat EYP Deprem Yüğü İçin Görelî Kat Öteleme.....	63
Çizelge.5.27. 3.Kat EYN Deprem Yüğü İçin Görelî Kat Öteleme	64
Çizelge.5.28. 2.Kat EYN Deprem Yüğü İçin Görelî Kat Öteleme	64
Çizelge.5.29. 1.Kat EYN Deprem Yüğü İçin Görelî Kat Öteleme	64
Çizelge.5.30. EXP Deprem Yüğü İçin Burulma Düzensizliğı Kontrolü	65
Çizelge.5.31. EXN Deprem Yüğü İçin Burulma Düzensizliğı Kontrolü.....	65
Çizelge.5.32. EXP Yumuşak Kat Kontrolü	67
Çizelge.5.33. EXN Yumuşak Kat Kontrolü.....	67
Çizelge.5.34. EXP Görelî Kat Öteleme Kontrolü.....	68
Çizelge.5.35. EXN Görelî Kat Öteleme Kontrolü	69
Çizelge.5.36. EYP Görelî Kat Öteleme Kontrolü.....	69
Çizelge.5.37. EYN Görelî Kat Öteleme Kontrolü	69
Çizelge.5.38. Katlara Etkiyen Deprem Yüğü.....	70
Çizelge.5.39. 3. Kat İkincil Mertebe Etkileri Kontrolü.....	70
Çizelge.5.40. 2. Kat İkincil Mertebe Etkileri Kontrolü.....	70
Çizelge.5.41. 1. Kat İkincil Mertebe Etkileri Kontrolü.....	70
Çizelge.5.42. X Yönündeki Kirişlerin Kesme Kontrolü	72
Çizelge.5.43. Y Yönündeki Kirişlerin Kesme Kontrolü	73
Çizelge.5.44. Denk. 4.14'te Verilen İkinci Şartın X Yönlü Kirişlerdeki Kontrolü.....	74
Çizelge.5.45. Denk. 4.14'te Verilen İkinci Şartın Y Yönlü Kirişlerdeki Kontrolü.....	75

Çizelge.5.46. V_c Hesaplaması Kontrolü.....	76
Çizelge.5.47. Denk.(4.14)'te Verilen İki Şartın da Kontrolü.....	77
Çizelge.5.48. Denk.(4.14)'te Verilen İki Şartın da Kontrolü.....	78
Çizelge.5.49. Kolon Kontrolü 1-1.....	79
Çizelge.5.50. Kolon Kontrolü 1-2.....	80
Çizelge.5.51. Kolon Kontrolü 2-1.....	81
Çizelge.5.52. Kolon Kontrolü 2-2.....	81
Çizelge.5.53. Kolon Moment Tespiti 1.....	82
Çizelge.5.54. Kolon Moment Tespiti 2.....	82
Çizelge.5.55. Kolon Moment Tespiti 3.....	83
Çizelge.5.56. Kolon Moment Tespiti 4.....	83
Çizelge.5.57. Kolon Moment Tespiti 5.....	84
Çizelge.5.58. Kolon Moment Tespiti 6.....	84
Çizelge.5.59. Kolon Moment Tespiti 7.....	85
Çizelge.5.60. Kolon Moment Tespiti 8.....	85
Çizelge.5.61. Kolon Moment Tespiti 9.....	86
Çizelge.5.62. Kolon Moment Tespiti 10.....	86
Çizelge.5.63. Kolon Moment Tespiti 11.....	87
Çizelge.5.64. Kolon Moment Tespiti 12.....	87
Çizelge.5.65. Kolon Moment Tespiti 13.....	88
Çizelge.5.66. Kolon Moment Tespiti 14.....	88
Çizelge.5.67. Kolon Moment Tespiti 15.....	89
Çizelge.5.68. Kolon Moment Tespiti 16.....	89
Çizelge.5.69. Kolon Moment Tespiti 17.....	90
Çizelge.5.70. Kolon Moment Tespiti 18.....	90
Çizelge.5.71. Kolon Moment Tespiti 19.....	91
Çizelge.5.72. Kolon Moment Tespiti 20.....	91
Çizelge.5.73. Kolon Moment Tespiti 21.....	92
Çizelge.5.74. Kolon Moment Tespiti 22.....	92

Çizelge.5.75. Kolon Moment Tespiti 23	93
Çizelge.5.76. Kolon Moment Tespiti 24.....	93
Çizelge.5.77. X Yönü İçin Güçlü Kolon- Zayıf Kiriş Tespiti 1	95
Çizelge.5.78. X Yönü İçin Güçlü Kolon- Zayıf Kiriş Tespiti 2.....	96
Çizelge.5.79. Y Yönü İçin Güçlü Kolon- Zayıf Kiriş Tespiti 1	96
Çizelge.5.80. Y Yönü İçin Güçlü Kolon- Zayıf Kiriş Tespiti 2.....	97
Çizelge.5.81. Kolon Kesme Kontrolü.....	98
Çizelge.5.82. Kolon Kesme Kontrolü.....	99
Çizelge.5.83. Kolon-Kiriş Birleşimi X Yönü Kesme Kontrolü	100
Çizelge.5.84. Kolon-Kiriş Birleşimi Y Yönü Kesme Kontrolü	101
Çizelge.5.85. Plastik Dönme Sınır Kontrolü.....	104
Çizelge.5.86. 35x35 Kolon Performans Değerlendirmesi 1	105
Çizelge.5.87. 35x35 Kolon Performans Değerlendirmesi 2	106
Çizelge.5.88. Plastik Dönme Sınır Kontrolü.....	108
Çizelge.5.89. 30x30 Kolon Performans Değerlendirmesi 1	109
Çizelge.5.90. 30x30 Kolon Performans Değerlendirmesi 2	110
Çizelge.5.91. 30x30 Kolon Performans Değerlendirmesi 3	111
Çizelge.5.92. 30x30 Kolon Performans Değerlendirmesi 4	112
Çizelge.5.93. Plastik Dönme Sınır Kontrolü.....	113
Çizelge.5.94. 1. Kat Kiriş Performans Değerlendirmesi 1	115
Çizelge.5.95. 1. Kat Kiriş Performans Değerlendirmesi 2.....	115
Çizelge.5.96. 2.Kat Kiriş Performans Değerlendirmesi 1	116
Çizelge.5.97. 2.Kat Kiriş Performans Değerlendirmesi 2.....	117
Çizelge.5.98. 3.Kat Kiriş Performans Değerlendirmesi 1	117
Çizelge.5.99. 3.Kat Kiriş Performans Değerlendirmesi 2.....	118
Çizelge.5.100. Örnek 2 Döşemeden Gelecek Yükler	121
Çizelge.5.101. Örnek 2 Döşemeden Gelecek Hesap Yükleri	121
Çizelge.5.102. Örnek 2 Kirişler Üzerine Gelen Yükler.....	122
Çizelge.5.103. Örnek 2 AFAD'dan Alınıp Kullanılacak Veriler	124

Çizelge.5.104. Örnek 2 Eşdeğer Deprem Yüğü Hesabında Kullanılacak Veriler	125
Çizelge.5.105. Örnek 2 Katlara Göre Bina Ağırlığı	126
Çizelge.5.106. Örnek 2 X Yönü Eşdeğer Deprem Yüğü Hesabı Parametreleri ...	126
Çizelge.5.107. Örnek 2 Y Yönü Eşdeğer Deprem Yüğü Hesabı Parametreleri ...	126
Çizelge.5.108. Örnek 2 X ve Y Yönlü Eşdeğer Deprem Yüğü Tespiti.....	127
Çizelge.5.109. Örnek 2 2. Kat EXP Deprem Yüğü İçin Göreli Kat Öteleme	128
Çizelge.5.110. Örnek 2 1. Kat EXP Deprem Yüğü İçin Göreli Kat Öteleme	129
Çizelge.5.111. Örnek 2 1. Kat EXN Deprem Yüğü İçin Göreli Kat Öteleme.....	129
Çizelge.5.112. Örnek 2 1. Kat EXN Deprem Yüğü İçin Göreli Kat Öteleme.....	129
Çizelge.5.113. Örnek 2 2. Kat EYP Deprem Yüğü İçin Göreli Kat Öteleme	129
Çizelge.5.114. Örnek 2 1. Kat EYP Deprem Yüğü İçin Göreli Kat Öteleme	130
Çizelge.5.115. Örnek 2 2. Kat EYN Deprem Yüğü İçin Göreli Kat Öteleme.....	130
Çizelge.5.116. Örnek 2 1. Kat EYN Deprem Yüğü İçin Göreli Kat Öteleme.....	130
Çizelge.5.117. Örnek 2 EXP Deprem Yüğü İçin Burulma Düzensizliği Kontrolü	131
Çizelge.5.118. Örnek 2 EXN Deprem Yüğü İçin Burulma Düzensizliği Kontrolü	131
Çizelge.5.119. Örnek 2 EXP Yumuşak Kat Kontrolü	132
Çizelge.5.120. Örnek 2 EXN Yumuşak Kat Kontrolü	132
Çizelge.5.121. Örnek 2 EXP Göreli Kat Öteleme Kontrolü	134
Çizelge.5.122. Örnek 2 EXN Göreli Kat Öteleme Kontrolü.....	134
Çizelge.5.123. Örnek 2 EYP Göreli Kat Öteleme Kontrolü	134
Çizelge.5.124. Örnek 2 EYN Göreli Kat Öteleme Kontrolü.....	134
Çizelge.5.125. Örnek 2 Katlara Etkiyen Deprem Yüğü	135
Çizelge.5.126. Örnek 2 2. Kat İkincil Mertebe Etkileri Kontrolü	135
Çizelge.5.127. Örnek 2 1. Kat İkincil Mertebe Etkileri Kontrolü	135
Çizelge.5.128. Örnek 2 X Yönündeki Kirişlerin Kesme Kontrolü	136
Çizelge.5.129. Örnek 2 Y Yönündeki Kirişlerin Kesme Kontrolü	136

Çizelge.5.130. Örnek 2 Denk. 4.14'te Verilen İkinci Şartın X Yönlü Kirişlerdeki Kontrolü	137
Çizelge.5.131. Örnek 2 Denk. 4.14'te Verilen İkinci Şartın Y Yönlü Kirişlerdeki Kontrolü	137
Çizelge.5.132. Örnek 2 V_c Hesaplaması Kontrolü	138
Çizelge.5.133. Örnek 2 V_c Hesap Türü Tespiti	139
Çizelge.5.134. Örnek 2 V_r Tespiti	140
Çizelge.5.135. Örnek 2 Denk.(4.14)'te Verilen İki Şartın da Kontrolü	140
Çizelge.5.136. Örnek 2 Kolon Kontrolü 1	141
Çizelge.5.137. Örnek 2 Kolon Kontrolü 2	142
Çizelge.5.138. Örnek 2 Kolon Moment Tespiti 1	143
Çizelge.5.139. Örnek 2 Kolon Moment Tespiti 2	143
Çizelge.5.140. Örnek 2 Kolon Moment Tespiti 3	143
Çizelge.5.141. Örnek 2 Kolon Moment Tespiti 5	144
Çizelge.5.142. Örnek 2 Kolon Moment Tespiti 6	144
Çizelge.5.143. Örnek 2 Kolon Moment Tespiti 7	144
Çizelge.5.144. Örnek 2 Kolon Moment Tespiti 8	145
Çizelge.5.145. Örnek 2 Kolon Moment Tespiti 9	145
Çizelge.5.146. Örnek 2 Kolon Moment Tespiti 10	145
Çizelge.5.147. Örnek 2 Kolon Moment Tespiti 11	146
Çizelge.5.148. Örnek 2 Kolon Moment Tespiti 12	146
Çizelge.5.149. Örnek 2 Kolon Moment Tespiti 13	146
Çizelge.5.150. Örnek 2 X Yönü İçin Güçlü Kolon- Zayıf Kiriş Tespiti	148
Çizelge.5.151. Örnek 2 Y Yönü İçin Güçlü Kolon- Zayıf Kiriş Tespiti	149
Çizelge.5.152. Örnek 2 Kolon X Yönü Kesme Kontrolü.....	150
Çizelge.5.153. Örnek 2 Kolon-Kiriş Birleşimi X Yönü Kesme Kontrolü.....	151
Çizelge.5.154. Örnek 2 Kolon-Kiriş Birleşimi Y Yönü Kesme Kontrolü.....	151
Çizelge.5.155. Örnek 2 Plastik Dönme Sınır Kontrolü	154
Çizelge.5.156. Örnek 2 Kolon Performans Değerlendirmesi 1	155

Çizelge.5.157. Örnek 2 Kolon Performans Değerlendirmesi 2	156
Çizelge.5.158. Örnek 2 Kolon Performans Değerlendirmesi 3	157
Çizelge.5.159. Örnek 2 Plastik Dönme Sınır Kontrolü	158
Çizelge.5.160. Örnek 2 X Yönlü Kiriş Performans Değerlendirmesi	160
Çizelge.5.161. Örnek 2 Y Yönlü Kiriş Performans Değerlendirmesi-1	161
Çizelge.5.162. Örnek 2 Y Yönlü Kiriş Performans Değerlendirmesi-2.....	161
Çizelge.5.163. Kolon Performanslarının DBYBHY-07 ve TBDY 2018 Üzerinden Karşılaştırılması.....	163
Çizelge.5.164. Kiriş Performanslarının +X Yönünde DBYBHY-07 ve TBDY 2018 Üzerinden Karşılaştırılması.....	164
Çizelge.5.165. Kiriş Performanslarının +Y Yönünde DBYBHY-07 ve TBDY 2018 Üzerinden Karşılaştırılması.....	164
Çizelge.5.166. +X Yönündeki Taşıyıcı Elaman Hasar Bölgesi Oranları	164
Çizelge.5.167. +Y Yönündeki Taşıyıcı Elaman Hasar Bölgesi Oranları	165
Çizelge.6.1. +X Deprem Yönü İçin Kolon Kesme Kontrolü (Kıran,2018).....	170
Çizelge.6.2. +Y Deprem Yönü İçin Kolon Kesme Kontrolü (Kıran, 2018)....	171
Çizelge.6.3. +X Deprem Yönü İçin Kiriş Kesme Kontrolü (Kıran, 2018).....	172
Çizelge.6.4. +Y Deprem Yönü İçin Kiriş Kesme Kontrolü (Kıran, 2018).....	172
Çizelge.6.5. +X Deprem Yönü İçin Kolon Kiriş Birleşimi Kesme Kontrolü (Kıran, 2018)	173
Çizelge.6.6. +Y Deprem Yönü İçin Kolon Kiriş Birleşimi Kesme Kontrolü (Kıran, 2018)	173



ŞEKİLLER DİZİNİ

SAYFA

Şekil.4.1.	Eleman Hasar Sınırları ve Bölgeleri.....	16
Şekil.4.2.	M_a ve M_u 'nün Hesaplanması	26
Şekil.4.3.	Kolon Taşıma Gücü Abağı.....	27
Şekil.4.4.	Kolon-Kiriş Birleşim	32
Şekil.4.5.	Perdelerde Tasarım Esaslı Eğilme Momentlerinin Elde Edilmesi	34
Şekil.4.6.	Sargılı Sargısız Beton Özellikleri.....	37
Şekil.5.1.	Bina Plan Görünüşü.....	45
Şekil.5.2.	Bina Kat Planı	46
Şekil.5.3.	K103 Örnek Kiriş Üzerine Gelen Yüklerin Gösterimi	47
Şekil.5.4.	SAP2000 C25 Beton Tanımlama	48
Şekil.5.5.	SAP2000 S420 Donatı Çeliği Tanımlama.....	49
Şekil.5.6.	SAP2000 Üzerinde Mass Source Oluşturma.....	51
Şekil.5.7.	SAP2000'e Z Yönlü Deprem Kuvveti Tanımlama	59
Şekil.5.8.	SAP2000'e Tanımlanan Yük Kombinasyonları	60
Şekil.5.9.	Kiriş En Kesiti ve Moment Kapasite Hesabı.....	71
Şekil.5.10.	Kiriş Uçlarındaki Moment Kapasitesi Gösterimi	71
Şekil.5.11.	S101-S201-K101 Birleşim Düğüm Noktası Güçlü Kolon Kontrolü	94
Şekil.5.12.	Xtract'a Tanımlanan Sargılı-Sargısız Beton ve Çelik Özellikleri	102
Şekil.4.1.	Eleman Hasar Sınırları ve Bölgeleri.....	119
Şekil.5.13.	Örnek 2 Bina Kat Planı	119
Şekil.5.14.	Örnek 2 Bina Plan Görünüşü.....	120
Şekil.5.15.	Örnek 2 K2 Kirişi Üzerine Gelen Yükler	122
Şekil.5.16.	Örnek 2 SAP2000 C20 Beton Tanımlama	123
Şekil.5.17.	Örnek 2 SAP2000 S420 Donatı Çeliği Tanımlama.....	123
Şekil.5.18.	Örnek 2 SAP2000'e Z Yönlü Deprem Kuvveti Tanımlama	128

Şekil.5.19. Örnek 2 S101-S201-K101 Birleşim Düğüm Noktası Güçlü Kolon Kontrolü	147
Şekil.5.20. Örnek 2 Xtract'a Tanımlanan Sargılı-Sargısız Beton ve Çelik Özellikleri.....	152



SİMGELER VE KISALTMALAR

A_1	: Burulma düzensizliği
A_2	: Döşeme düzensizliği
A_3	: Planda bulunan çıkıntı düzensizliği
A	: Termal genleşme katsayısı
a	: Kolon veya perdelerin uç kısımlarında bulunan etriye kolları veya çirozlar arası mesafe
A_c	: Yapı taşıyıcı elemanının brüt kesit alanı
A_{ch}	: Bağ kirişli perdede bulunan her bir perde parçasının, boşluğu olmayan perdenin, boşluğu bulunan döşemede her bir döşeme parçasının veya döşemenin brüt alanı
A_e	: Herhangi bir katta, dikkate alınan deprem doğrultusundaki etkili kesme alanı [m^2]
ΣA_c	: Yapının herhangi bir katında irdelenen deprem ile aynı doğrultudaki etkili kesme alanı
AFAD	: Afet ve acil durum yönetim başkanlığı
A_{sw}	: Etriye donatı alanı
A_{s1}	: Kirişte bulunan negatif momenti taşımak amaçlı kiriş-kolon birleşiminin bir ucunda üst tarafa yerleştirilen toplam çekme donatısı alanı
A_{s2}	: Kirişte bulunan pozitif momenti taşımak amaçlı kiriş-kolon birleşiminin A_{s1} 'deki ucunun tam tersine ve üst tarafa yerleştirilen toplam çekme donatısı alanı
A_{si1}	: Kirişin i ucunda üst tarafa yerleştirilen donatı
A_{si2}	: Kirişin i ucunda alt tarafa yerleştirilen donatı
A_{sj1}	: Kirişin j ucunda üst tarafa yerleştirilen donatı
A_{sj2}	: Kirişin j ucunda alt tarafa yerleştirilen donatı

A_{sh}	: Perde veya kolonların uç kısmındaki bütün etriyelerin ve çirozların alanlarının b_k 'ya dik durumdaki izdüşümlerinin s enine donatı aralığı yüksekliği boyunca toplamı
A_t	: Ampirik doğal titreşim periyodu hesabında kullanılan eşdeğer alan [m^2]
A_{wj}	: j'inci perdenin gövde enkesit alanı [m^2]
B1	: Komşu katlar arası dayanım düzensizliği
B2	: Komşu katlar arası rijitlik düzensizliği
B3	: Taşıyıcı sistemin düşey elemanlarının süreksizliği
b	: Kolon genişliği
BH	: Belirgin Hasar
BHB	: Belirgin Hasar Bölgesi
b_w	: Kirişlerde genişliği, perdelerde ise gövde genişliği
b_j	: Depremi etkilediği doğrultudaki kiriş genişliği kolon genişliği ile aynıysa veya daha fazlaysa kolon genişliği olarak, öyle değilse kiriş düşey orta ekseninden kolon kenarına olan mesafelerden küçük olanın 2 katı olarak alınır. Fakat birleşim yüksekliği ile kiriş genişliğinin toplamından fazla olamaz
BKS	: Bina Kullanım Sınıfı
BYS	: Bina Yükseklik Sınıfı
C_h	: İkinci mertebe hesabında kullanılan ampirik katsayı
C_t	: Ampirik doğal titreşim periyodu hesabında kullanılan katsayı
D	: Dayanım fazlalığı katsayısı
d	: Kiriş veya kolon kesitlerinin faydalı yüksekliği
d'	: Beton örtüsü
d_b	: Mesnede kenetlenen donatı çeliklerinin ortalama çapı
DBYBHY	: Deprem bölgelerinde yapılacak binalar hakkında yönetmelik 2007

DD-1	: 50 yılda aşılma olasılığı %2 (tekrarlanma periyodu 2475 yıl) olan deprem yer hareketi düzeyi
DD-2	: 50 yılda aşılma olasılığı %10 (tekrarlanma periyodu 475 yıl) olan deprem yer hareketi düzeyi
DD-3	: 50 yılda aşılma olasılığı %50 (tekrarlanma periyodu 72 yıl) olan deprem yer hareketi düzeyi
DD-4	: 50 yılda aşılma olasılığı %68 (tekrarlanma periyodu 43 yıl) olan deprem yer hareketi düzeyi
DGT	: Dayanıma göre tasarım
$d_{fi}^{(X)}$	: (X) deprem doğrultusunda binanın hakim doğal titreşim periyodunun hesabında i'inci kata etki ettirilen fiktif yükten oluşan yerdeğiştirme [m]
d_b	: Boyuna donatı çapı (çekmede ortalama) [m]
D_{bi}	: i'inci katta ek dışmerkezlik büyütme katsayısı
DTS	: Deprem Tasarım Sınıfı
d_x	: X yönündeki faydalı yükseklik, yani (mesafe-paspayı)
E	: Deprem Etkisi
E_c	: Beton elastisite modülü
E_d	: Doğrultu birleştirmesi uygulanmış tasarıma esas toplam deprem etkisi
$E_d^{(H)}$	: Doğrultu birleştirmesi uygulanmış tasarıma esas yatay deprem etkisi
$E_d^{(Z)}$	: (Z) doğrultusundaki depremin etkisi altında tasarıma esas deprem etkisi
EDZ	: (Z) doğrultusundaki depremin etkisi altında tasarıma esas deprem etkisi
E_s	: Donatı çeliği elastisite modülü
EKO	: Etki/kapasite oranı

$(EI)_e$	: Yığılı plastik davranışına göre modellenen kolon, kiriş, ba kirişi veya perdenin etkin kesit rijitliği
EXP	: %5 pozitif dış merkezli X yönlü deprem kuvveti
EXN	: %5 negatif dış merkezli X yönlü deprem kuvveti
EYP	: %5 pozitif dış merkezli Y yönlü deprem kuvveti
EYN	: %5 negatif dış merkezli y yönlü deprem kuvveti
F_1	: 1.0 saniye periyot için yerel zemin etki katsayısı
f_c	: Sargılı betonda beton basınç gerilmesi
f'_c	: Özelleşmiş beton basınç dayanımı
f_{cc}	: Sargılı beton dayanımı
f_{ce}	: Betonun ortalama (beklenen) basınç dayanımı
f_{cd}	: Betonun tasarım basınç dayanımı
f_{ck}	: Betona ait karakteristik basınç dayanımı
f_{co}	: Sargısız betonun basınç dayanımı
f_{ctd}	: Betonun tasarım çekme dayanımı
f_{cm}	: Betonun mevcut dayanımı
f_{ctm}	: 4.3.1 (c)'de tanımı yapılan mevcut betonun çekme dayanımı
F_{fi}	: i'inci kata etkiyen fiktif yük
$F_{iE}^{(X)}$	: (X) doğrultusunda kat kütle merkezine etkiyen eşdeğer deprem yükü
$f_{jE}^{(S)}$	: j'inci sonlu eleman düğüm noktasına etkiyen eşdeğer deprem yükü [kN]
F_S	: Kısa periyot bölgesi için yerel zemin etki katsayısı
f_s	: Donatı çeliğindeki gerilme
f_{su}	: Donatı çeliğinin kopma dayanımı
f_{sy}	: Donatı çeliğinin akma dayanımı
f_u	: Minimum çekme gerilmesi
f_{ue}	: Beklenen çekme gerilmesi

F_x	: Bina katlarına etkiyen X yönlü deprem kuvveti
F_y	: Bina katlarına etkiyen Y yönlü deprem kuvveti
f_y	: Minimum akma gerilmesi
f_{yd}	: Donatının boyuna olan kısmının tasarım akma dayanımı
f_{ye}	: Beklenen akma gerilmesi
f_{yk}	: Donatının boyuna kısmı için karakteristik akma dayanımı
f_{ywd}	: Donatının enine olan kısmı için geçerli olan tasarım akma dayanımı
f_{ywk}	: Donatının enine olan kısmı için karakteristik akma dayanımı
G	: Sabit yük etkisi
G	: Kesme modülü
g	: Yerçekimi ivmesi [m/s^2]
g_d	: Hesap sabit yük etkisi
$G\ddot{O}$	: Göçme öncesi hasar
H	: Dikkate alınan deprem doğrultusunda bulunan kolon enkesit boyu
h	: Dikdörtgen kolon için kolon derinliği
H	: Yatay zemin itkisi etkisi
H_{cr}	: Kritik perde yüksekliği
h_k	: Kiriş yüksekliği
H_i	: Binanın bodrum katlarının üstündeki üst bölüm’de i’inci katın üst bölümün tabanından itibaren ölçülen yüksekliği [m]
h_i	: i’inci katın yüksekliği
H_N	: Binanın bodrum katlarının üstündeki üst bölüm’ünün toplam yüksekliği [m]
H_w	: Temel üzerinden veyahut zemin kat döşemesinden itibaren ölçülen perde toplam yüksekliği
I	: Bina önem katsayısı

$\dot{I}H$	: İleri Hasar
$\dot{I}HB$	: İleri Hasar Bölgesi
KH	: Kontrollü hasar
KK	: Kesintisiz kullanım
l_b	: Çekmeye çalışan donatı için TS 500'deki kenetlenme boyu
l_c	: Eleman net açıklığı
l_n	: Perde veya kolon yüzlerinin kiriş ile aralarında kalan serbest açıklık, kolonun kirişler arasındaki serbest yüksekliği
L_p	: Plastik mafsal boyu [m]
L_s	: Kesme açıklığı [m]
l_{sn}	: Döşeme kısa kenar doğrultusundaki serbest açıklık
l_w	: Bağ kirişli perde parçasının veya perdenin planda bulunan uzunluğu
m	: Çift doğrultuda çalışan döşeme için döşeme uzun kenarının kısa kenarına oranı
M_a	: Kolon kesme kuvvetinin hesap edilmesinde kullanılan kolonun alt ucundaki moment değeri
$(M_d)_t$	: Deprem yüklerinin ve yük katsayıları ile çarpılarak arttırılmış düşey yüklerin ortak etkisi ile perde tabanında hesap edilen moment
M_{ha}	: i'inci kat kolonu alt ucunda bulunan deprem etkisinde bulunan binaların dayanıma göre tasarım hesap ve değerlendirilme esaslarına göre bulunan moment
$M_{hü}$	: i'inci kat kolonu üst ucunda bulunan deprem etkisinde bulunan binaların dayanıma göre tasarım hesap ve değerlendirilme esaslarına göre bulunan moment
m_i	: i'inci katın toplam kütlesi [t]
$m_j^{(S)}$	: Tipik sonlu eleman düğüm noktası j'ye etkiyen tekil kütle [t]

MN	: Minimum Hasar
MNB	: Minimum Hasar Bölgesi
$M_o^{(x)}$	: (X) deprem doğrultusunda binanın tümü için deprem yüklerinden tabanda meydana gelen toplam devrilme momenti [kNm]
$M_o^{(y)}$	: (Y) deprem doğrultusunda binanın tümü için deprem yüklerinden tabanda meydana gelen toplam devrilme momenti [kNm]
M_{pa}	: Beton ve çeliğin dayanımlarını ifade eden f_{ck} ve f_{yk} ile birlikte çeliğin dayanım artışı da dikkate alınarak kolunun serbest yüksekliğinin alt tarafında hesap edilen moment kapasitesi
M_{pi}	: Beton ve çeliğin dayanımlarını ifade eden f_{ck} ve f_{yk} ile birlikte çeliğin dayanım artışı da dikkate alınarak kirişin sol ucunu ifade eden i'deki kolon yüzünde hesap edilen pozitif veya negatif moment kapasitesi
M_{pj}	: Beton ve çeliğin dayanımlarını ifade eden f_{ck} ve f_{yk} ile birlikte çeliğin dayanım artışı da dikkate alınarak kirişin sağ ucunu ifade eden j'deki kolon yüzünde hesap edilen pozitif veya negatif moment kapasitesi
ΣM_p	: Düğüm noktasında birleşen kirişlerin düğümün aynı yöndeki dönmesine karşı gelen moment kapasitelerinin toplamı
$M_{pü}$	: Beton ve çeliğin dayanımlarını ifade eden f_{ck} ve f_{yk} ile çeliğin dayanım artışı da dikkate alınarak kolunun serbest yüksekliğinin üst tarafında hesap edilen moment kapasitesi
$(M_p)_t$	: Beton ve çeliğin dayanımlarını ifade eden f_{cd} ve f_{yd} dikkate alınarak perde veya kolon serbest yüksekliğinin alt noktasında taşıma gücü formülleri ile hesap edilen moment

:

- M_{ra} : Beton ve çeliğin dayanımlarını ifade eden f_{cd} ve f_{yd} dikkate alınarak kiriş i ucu yani sol ucundaki perde veya kolon yüzünde taşıma gücü formülleri aracılığıyla kirişin alt kısmındaki donatılar ile hesap edilen moment
- M_{ri1} : Beton ve çeliğin dayanımlarını ifade eden f_{cd} ve f_{yd} dikkate alınarak kiriş i ucu yani sol ucundaki perde veya kolon yüzünde taşıma gücü formülleri aracılığıyla kirişin üst kısmındaki donatılar ile hesap edilen moment
- M_{ri2} : Beton ve çeliğin dayanımlarını ifade eden f_{cd} ve f_{yd} dikkate alınarak kiriş i ucu yani sol ucundaki perde veya kolon yüzünde taşıma gücü formülleri aracılığıyla kirişin alt kısmındaki donatılar ile hesap edilen moment
- M_{rj1} : Beton ve çeliğin dayanımlarını ifade eden f_{cd} ve f_{yd} dikkate alınarak kiriş j ucu yani sağ ucundaki perde veya kolon yüzünde taşıma gücü formülleri aracılığıyla kirişin üst kısmındaki donatılar ile hesap edilen moment
- M_{rj2} : Beton ve çeliğin dayanımlarını ifade eden f_{cd} ve f_{yd} dikkate alınarak kiriş j ucu yani sağ ucundaki perde veya kolon yüzünde taşıma gücü formülleri aracılığıyla kirişin alt kısmındaki donatılar ile hesap edilen moment
- M_{ri} : Beton ve çeliğin dayanımlarını ifade eden f_{cd} ve f_{yd} dikkate alınarak kiriş i ucu yani sol ucundaki perde veya kolon yüzünde taşıma gücü formülleri aracılığıyla hesap edilen pozitif veya negatif moment
- M_{rj} : Beton ve çeliğin dayanımlarını ifade eden f_{cd} ve f_{yd} dikkate alınarak kiriş j ucu yani sağ ucundaki perde veya kolon yüzünde taşıma gücü formülleri aracılığıyla hesap edilen pozitif veya negatif moment

$(M_r)_t$	: Beton ve çeliğin dayanımlarını ifade eden f_{cd} ve f_{yd} dikkate alınarak perde tabanındaki kesitte taşıma gücü formülleri yardımıyla hesap edilen moment
$M_{r\bar{u}}$	: Beton ve çeliğin dayanımlarını ifade eden f_{cd} ve f_{yd} dikkate alınarak perde veya kolon serbest yüksekliğinin üst noktasında taşıma gücü formülleri ile hesap edilen moment
M_{rx}	: Kolon x yönündeki taşıma gücü momenti
M_{ry}	: Kolon y yönündeki taşıma gücü momenti
m_t	: Binanın toplam kütlesi
$M_{\bar{u}}$	: Kolonlardaki kesme kuvvetinin hesap edilmesinde kullanılan kolon serbest yüksekliğinin üst ucundaki moment
M_y	: Etkin akma momenti
N	: Hareketli yük katılım katsayısı
N	: Binanın bodrum katlarının üstündeki üst bölüm'deki toplam kat sayısı
N_d	: Deprem yükleri ve yük katsayıları ile çarparak artırılmış düşey yüklerin ortak etkisi ile hesap edilen eksenel kuvvet
N_{dm}	: Deprem yükleri ve düşey yüklerin ortak etkisi ile TS 498'de hareketli yükler için tanımlanan azaltma katsayıları da göz önünde bulundurularak hesap edilen eksenel basınç kuvvetlerinden en büyüğü
Q	: Hareketli yükün etkisi
q_d	: Hareketli yük hesabında kullanılan hareketli yük
R	: Taşıyıcı sistem davranış katsayısı
R_a	: Öngörülen süneklik kapasitesi ve periyoda bağlı deprem yükü azaltma katsayısı
S	: Kar yükü etkisi
s	: Sargı/spiral donatı adımı, enine donatı aralığı

S_1	: 1.0 saniye periyot için harita spektral ivme katsayısı [boyutsuz]
$S_{ae}(T)$	: Yatay elastik tasarım spektral ivmesi [g]
$S_{ae}(T_x)$	: X yönü yatay elastik tasarım spektral ivmesi [g]
$S_{ae}(T_y)$	: Y yönü yatay elastik tasarım spektral ivmesi [g]
$S_{aR}(T_p^{(X)})$	: (X) deprem doğrultusu için binanın hakim doğal titreşim periyodu göz önüne alınarak hesaplanan azaltılmış tasarım spektral ivme
$S_{aR}(T_p^{(Y)})$	: (Y) deprem doğrultusu için binanın hakim doğal titreşim periyodu göz önüne alınarak hesaplanan azaltılmış tasarım spektral ivme
S_{D1}	: 1.0 saniye periyot için tasarım spektral ivme katsayısı [boyutsuz]
S_{DS}	: Kısa periyot tasarım spektral ivme katsayısı [boyutsuz]
S_s	: Kısa periyot harita spektral ivme katsayısı [boyutsuz]
SH	: Sınırlı Hasar
ŞGDT	: Şekildeğiştirmeye göre değerlendirme ve tasarım
T	: Doğal titreşim periyodu [s]
T_A	: Yatay elastik tasarım ivme spektrumu köşe periyodu [s]
T_B	: Yatay elastik tasarım ivme spektrumu köşe periyodu [s]
TBDY	: Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği
T_L	: Yatay elastik tasarım spektrumunda sabit yer değiştirme bölgesine geçiş periyodu [s]
$T_p^{(X)}$	: (X) deprem doğrultusunda binanın hakim doğal titreşim periyodu [s]
T_{Pa}	: Ampirik olarak hesaplanan doğal titreşim periyodu
$T_{p, tüm}$	: Birbirine dik bina eksenlerinin her birinin doğrultusundaki hakim titreşim modunda, bodrum katlar dahil binanın tümü için aynı doğrultuda hesaplanan doğal titreşim periyodu [s]

$T_{p,\text{üst}}$	: Birbirine dik bina eksenlerinin her birinin doğrultusundaki hakim titreşim modunda, binanın tümüne ait taşıyıcı sistemde zemin kat döşemesi dahil tüm bodrum kütleleri hesaba katılmaksızın aynı doğrultuda hesaplanan doğal titreşim periyodu [s]
T_x	: Binanın x yönündeki doğal titreşim periyodu
T_y	: Binanın y yönündeki doğal titreşim periyodu
$u_i^{(X)}$	: (X) deprem doğrultusunda herhangi bir kolon veya perde için, i'inci kattaki azaltılmış yerdeğiştirme [m]
u_i	: Herhangi bir kolon veya perde için i'inci kattaki azaltılmış yer değiştirme
U	: Poisson katsayısı
V_a	: Düğüm noktasının üstünde kolon alt ucunda sadece deprem yüklemesinden oluşan kesme kuvveti
V_c	: Beton kesme kuvvetinin dayanıma katkısı
V_{cr}	: Kesitin kesmede çatlama dayanımı
V_d	: Deprem yükleri ve yük katsayıları ile çarpılmış düşey yüklerin ortak etkisi ile hesap edilen kesme kuvveti
$V_{(\text{depremlı durum})}$	: Düşey yük ve deprem yüklerinin yük kombinasyonlarından elde edilen kesme kuvveti
V_{dy}	: Kirişte bulunan herhangi bir kesitte yük katsayıları etki ettirilmemiş düşey yüklerden ortaya çıkan basit kiriş kesme kuvveti
V_e	: Kiriş, kolon, birleşim bölgesi ve perdede enine donatı hesap edilmesinde göz önünde bulundurulan kesme kuvveti
V_{emax}	: Kiriş i ve j ucundaki enine donatı hesap edilmesinde göz önünde bulundurulan kesme kuvveti değerlerinden en büyüğü

V_{envelope}	: Dayanım fazlalığı katsayısı ile arttırılmış toplam yük kombinasyonlarının etki ettirilmesi ile oluşan maksimum kesme değeri
V_{ekol}	: Düğüm noktasının üzerinde ve altında binalarda dayanıma göre tasarım esaslarına göre hesap edilen kolon kesme kuvvetlerinden en küçüğü
V_r	: Kolon, kiriş veya perde kesitinin kesme kuvveti dayanımı
$V_{\text{tE}}^{(X)}$	: (X) deprem doğrultusunda binanın tümüne etkiyen toplam eşdeğer deprem yükü (taban kesme kuvveti)
$V_{\text{ü}}$	: Düğüm noktasının altında kolon üst ucunda sadece deprem yüklemesinden oluşan kesme kuvveti
V_w	: Enine donatının kesme dayanımına katkısı
V_{yi}	: Depremlili durumda düşey yükler altında basit kiriş mesnet kesme kuvveti
W_i	: Bina i'inci katına ait ağırlık
W	: Tüm bina ağırlığı
α	: Kolon – kiriş birleşiminde kullanılan katsayı
β_v	: Perdede kesme kuvveti dinamik büyütme katsayısı
Φ	: Donatı çapı
$\beta_{\text{II}}^{(X)}$	: (X) deprem doğrultusu için ikinci mertebe büyütme katsayısı
$\beta_{\text{tE}}^{(X)}$	: (X) deprem doğrultusu eşdeğer taban kesme kuvveti büyütme katsayısı
γ	: Kesitin kesmede çatlama dayanımını hesaplamada kullanılan değer
λ	: Göreli kat ötelemelerinin sınırlandırılmasında kullanılan ampirik katsayı
ρ_{sh}	: Perdede yatay gövde donatılarının hacimsel oranı (X) deprem doğrultusu için, binanın i'inci katındaki kolon veya

$\delta_i^{(X)}$	: perdeler için etkin görelî kat ötelemesi [m]
$\delta_{i,max}$	: Binanın i'inci katındaki kolon veya perdeler için etkin görelî kat ötelemelerinin en büyüğü
ρ	: Kiriş mesnedinde üstteki veya alttaki çekme donatısı oranı
ϵ_c	: Beton basınç birim şekildeğiştirmesi
$\epsilon_c^{(GÖ)}$	: Göçmenin önlenmesi performans düzeyi için izin verilen sargılı beton birim kısalması sınırı
$\epsilon_c^{(KH)}$	: Kontrollü hasar performans düzeyi için izin verilen sargılı beton birim kısalması sınırı
$\epsilon_c^{(SH)}$	: Sınırlı hasar performans düzeyi için izin verilen sargılı beton birim kısalması sınırı
ϵ_{cu}	: Beton ezilme birim kısalması
ϵ_s	: Donatı çeliğinin pekleşme başlangıcındaki birim şekildeğiştirmesi
$\epsilon_s^{(GO)}$	: Göçmenin önlenmesi performans düzeyi için izin verilen donatı çeliği birim şekildeğiştirme sınırı
$\epsilon_s^{(KH)}$	: Kontrollü hasar performans düzeyi için izin verilen donatı çeliği birim şekildeğiştirme sınırı
$\epsilon_s^{(SH)}$	: Sınırlı hasar performans düzeyi için izin verilen donatı çeliği birim şekildeğiştirme sınırı
ϵ_{sh}	: Çizelge 4.3'te yer alan çelik şekildeğiştirmelerinden biri
ϵ_{su}	: Donatı çeliğinin kopma birim şekildeğiştirmesi
ϵ_{sy}	: Donatı çeliğinin akma birim şekildeğiştirmesi
η_{bi}	: i'inci katta tanımlanan burulma düzensizliği katsayısı
η_{ci}	: i'inci latta tanımlanan dayanım düzensizliği katsayısı
η_{ki1}	: i'inci katta tanımlanan üst kata göre rijitlik düzensizliği katsayısı
η_{ki2}	: i'inci katta tanımlanan alt kata göre rijitlik düzensizliği katsayısı

$\theta_{II,i}^{(X)}$	: (X) deprem doğrultusunda her bir i'inci kat için tanımlanan ikinci mertebe gösterge değeri
$\theta_{II,mak}^{(X)}$	: (X) deprem doğrultusunda tanımlanan maksimum ikinci mertebe gösterge değeri
θ_{pi}	: i ucundaki plastik dönme miktarı
$\theta_p^{(GO)}$	: Göçmenin önlenmesi performans düzeyi için izin verilen plastik dönme sınırı [rad]
$\theta_p^{(KH)}$	: Kontrollü hasar performans düzeyi için izin verilen plastik dönme sınırı [rad]
$\theta_p^{(SH)}$	: Sınırlı hasar performans düzeyi için izin verilen plastik dönme sınırı [rad]
θ_k	: Yerdeğiştirmiş eksen dönmesi
θ_i	: Taşıyıcı elemanın i ucunda gerçekleşen dönme
θ_{yi}	: İ ucundaki akma dönmesi
$\geq \lambda$	: İzin verilen görelî kat ötelemelerinin tanımında betonarme ve çelik taşıyıcı sistemler için farklı olarak kullanılan katsayı
ϕ	: İkincil mertebe etkisi
ϕ_u	: Akma eğriliği [m^{-1}]
ϕ_t	: Toplam eğrilik
ϕ_y	: Göçme öncesi eğrilik [m^{-1}]
$\Delta F_{NE}^{(X)}$	: (X) deprem doğrultusunda binanın N'inci katına (tepesine) etkiyen ek eşdeğer deprem yükü [kN]
$\Delta_i^{(X)}$	: (X) deprem doğrultusunda herhangi bir kolon veya perde için, ardışık iki kat arasındaki yer değiştirme farkını ifade eden azaltılmış görelî kat ötelemesi [m]
$(\Delta_i^{(X)})_{max}$	: Binanın i'inci katındaki maksimum azaltılmış görelî kat ötelemesi [m]

- $(\Delta i^{(X)})_{\min}$: Binanın i'inci katındaki minimum azaltılmış görelî kat ötelemesi[m]
- $(\Delta i^{(X)})_{\text{ort}}$: Binanın i'inci katındaki ortalama azaltılmış görelî kat ötelemesi[m]
- ρ_t : Kolonda bulunan donatı oranı
- ψ : Kolon moment kapasitesi hesabında kullanılan katsayı $\psi = \rho_t \cdot f_{yd} / f_{cd}$





1.GİRİŞ

Ülkemizin çok büyük bir bölümünün 1. Derece deprem kuşağında olduğu kaçınılmaz bir gerçektir. Yaşadığımız 17 Ağustos 1999 İzmit (Kocaeli), 27 Ocak 2003 Tunceli Pülümür, 8 Mart 2010 Elazığ Karakoçan, 30 Ekim 2020 İzmir depremleri gibi verebildiğimiz örnekler, depremlerin hayatımızın bir gerçeği olduğunun göstergesi olmuşlardır.

1.1 Çalışmanın Önemi ve Amacı

Geçmişte yaşanan depremler göz önünde bulundurulduğunda Deprem Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik kapsamında bulunan ve resmî gazetede yayınlanıp yürürlüğe giren TBDY 2018'in Bölüm 15'inde yer alan Mevcut Binaların Değerlendirilmesi ve Güçlendirilmesi konusunun önemi anlaşılmaktadır (TBDY-2018).

Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği- 2018 Bölüm 15'te mevcut binaların deprem performansının tespiti için iki yöntem vardır. Bunlardan biri Doğrusal Analiz Yöntemi, diğeri ise Doğrusal Olmayan Analiz Yöntemi'dir.

Doğrusal yöntem ile mevcut bina performans analizi, çok sayıda kolaylık ve hazırda bulunan bilgisayar programlarının işlevselliğini sağlamaktadır

Bu tez çalışmasında, analiz yöntemlerini uygulamak için önce TBDY-2018'e göre taşıyıcı sisteminin sadece kiriş ve kolonlardan ibaret olduğu, 3 katlı bir betonarme yapı tasarlanmış ve mevcut bir bina olarak kabul edilmiştir. Elde bina hakkında TBDY-2018'de tanımlanan Kapsamlı Bilgi Düzeyi'nde bilgi olduğu kabul edilmiştir. Binada uygulanan Doğrusal Performans Analizi, geçerliliği uluslararası olarak kabul edilmiş SAP2000 programıyla gerçekleştirilmiş ve yönetmelikteki bilgiler ışığında binanın ve binada bulunan kesitlerin performans analizi yapılmıştır. Buradan elde edilen veriler ile TBDY-2018'in performans değerlendirme kriterlerinin uyumluluğu denetlenmiştir.

İkinci bir örnek olarak, Ferhat Kıran (2010) tarafından 2007 deprem yönetmeliği çerçevesinde incelenen, sadece çerçevelerden oluşmuş taşıyıcı sisteme ve düzgün bir aks sistemine sahip 2 katlı betonarme bir yapı TBDY 2018'e göre incelenip performans analizi doğrusal yöntemler ile gerçekleştirilmiştir. Buradan elde edilen sonuçlar, Kıran (2010)'dan alınan TBYBHY-07'e göre elde edilmiş sonuçlar ile karşılaştırılmıştır.

Şu ana kadar bahsi geçen tüm analizler, XTRACT V.3.0.8 ve SAP2000 bilgisayar yazılımlarından faydalanılarak gerçekleştirilmiştir.



2.ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Mevcut binaların performanslarının değerlendirilmesi ve güçlendirilmesi konusundan Türkiye’de ilk olarak Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik (DBYBHY-07) Bölüm 7’de bahsedilmiştir. Sonrasında bu konu üzerine Türkiye’de yapılan araştırmalar ve çalışmalar devam etmiş ve bunun bir sonucu olarak da ilk önce 2016 yılında taslağı ile daha sonrasında 2018’de nihai hali ile Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği (TBDY) ortaya çıkmıştır.

Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik (DBYBHY-07)’nin geliştirilip Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği (TBDY)’nin ortaya çıkması süreci ve sonrasında ülkemizde gerçekleştirilen çalışmaları aşağıda özetlenmiştir.

Öncü ve Şahin Yön (2016), artımsal dinamik analiz yöntemi ile betonarme binaların deprem davranışını çalışmalarında irdelemişlerdir. Çerçeve bir bina üzerine statik itme analizi ve artımsal dinamik analizleri uygulamışlardır. Bu analizlerin sonucunda binaya ait maksimum tepkiler, kapasite eğrisi ve görelî kat ötelemeleri bilgilerini tespit etmişler ve bu verilere göre bina performans değerlendirmesi gerçekleştirmişlerdir.

Kürkçü (2019) çalışmasında Dayanıma Göre Tasarım’ı esas alarak 20 katlı bir binayı tasarlayıp, sonrasında mevcut halde bulunan bir bina olarak kabul ederek Şekildeğiştirmeye Göre Değerlendirme ve Tasarım’ı esas alan doğrusal olmayan analizler gerçekleştirip yapı bina performansını tayin etmiştir.

Şahin (2019) çalışmasında Beşiktaş ilçesinde zaten mevcut durumda bulunan bir binada röleve ve tespit çalışmaları gerçekleştirdikten sonra yapıyı bire bir modelleyip, eleman ve bina düzeyinde performans analizi gerçekleştirmiştir. Elde edilen bu verileri kullanarak dinamik itme eğrisini elde etmiştir.

Kıran (2010) çalışmasının ilk örneğinde 8 katlı düzensiz aks sistemine ve perde ve çerçevelerden oluşan taşıyıcı sisteme sahip bir bina tasarlayıp, mevcut bir bina olarak kabul edip Doğrusal Elastik Performans Analizi ile performans

değerlendirmesi yapmıştır. İkinci örneğinde ise, düzgün bir aks sistemine ve sadece çerçevelerden meydana gelen taşıyıcı sisteme sahip 2 katlı bir binayı inceleyip performans analizini hem doğrusal elastik yöntem ile hem doğrusal elastik olmayan yöntem ile gerçekleştirip bu iki yöntemi kesit ve bina seviyesinde kıyaslamıştır.

Balıkçı (2019) çalışmasında 1998 yönetmeliğinden önce Denizli’de inşa edilmiş 2, 3, 4, 5, 6, 7 katlı zaten mevcut durumda olan 30 binayı SAP2000 aracılığıyla modelleyip DBYBHY-07 ve TDY-2018’e göre bina performans değerlendirmesi gerçekleştirmiştir.

Tekdemir (2020) çalışması 3 aşamadan oluşmaktadır. Çalışmasının ilk kısmında 4 katlı bir binada Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi ve Mod Birleştirme Yöntemi uygulamaları sonucunda meydana gelen sonuçlar kıyaslanmıştır. İkinci kısımda, 5 katlı 4 betonarme binanın Mod Birleştirme Yöntemi ile analizi gerçekleştirilip kendi içinde kıyaslaması yapılmıştır. Son kısımda ise, 8 katlı ve zemin katları 3.5 m ve 4.5 m olan iki adet binada Statik İtme analizi gerçekleştirilerek sonuçları kıyaslanmıştır.

Ulutaş (2019) çalışmasında, Doğrusal Olmayan Yöntem’ler ile analiz gerçekleştirip her bir yapı taşıyıcı elemanının şekil değiştirme değerini bulmuş ve hem DBYBHY 2007’de hem de TBDY 2018’de bulunan değerlerle karşılaştırmıştır. Ayrıca tüm bu işlemleri farklı dayanımlara sahip beton ve donatılar kullanarak tekrarlamış ve yine sonuçları DBYBHY 2007 ve TBDY 2018 düzeyinde karşılaştırmıştır.

Koçer, Nakipoğlu, Öztürk, Al-Hagri, Arslan (2018) çalışmasında, daha karmaşık ve zor olan dinamik analiz yöntemleri kullanmak yerine, daha kolay ve yaygın kullanımı olan spektral analiz yöntemlerini kullanmışlardır. 4 farklı il, farklı deprem bölgesi ve zemin sınıfları için TDY 2007 ve TBDY 2018’e göre bulunan spektral ivme değerlerini elde edip karşılaştırmışlar ve değerlendirme gerçekleştirmişlerdir.

Uçar (2019) çalışmasında, İstanbul ilinde bulunan 9 katlı bir binanın DBYBHY-07 ve TBDY 2018’e göre performans değerlendirmesini doğrusal

olmayan yöntemler kullanarak gerçekleştirmiş ve bu iki yönetmeliği denetlemek amaçlı çıkan sonuçları kıyaslamıştır. Aynı zamanda performans analizini Bina Önem Katsayısı $I=1$ ve $I=1.5$ için ve farklı deprem düzeyleri için ayrı ayrı gerçekleştirip performans üzerindeki etkilerini tespit etmiştir.

Soycan (2019) çalışmasında, farklı burulma düzensizliğine sahip (1.10 ve 1.21) 5 ve 7 katlı 4 adet bina üzerine uygulanan artımsal itme ve zaman tanım alanı yöntemleri ile bina performans değerlendirmesini gerçekleştirmiştir.

Türel (2019) çalışmasında, iki katlı bir betonarme bina üzerine DBYBHY-07 ve TBDY 2018'e göre X ve Y yönü ve Mod1 ve Mod2 için statik itme analizi uygulamış ve performans analizi gerçekleştirmiştir.

İbiş (2021) çalışmasında, TBDY 2018'e göre yapılan ve yapımı devam etmekte olan betonarme bir binanın ilk olarak Dayanıma Göre Tasarım kapsamında doğrusal analiz yöntemleri ile tasarımını gerçekleştirmiştir. Sonrasında ise, doğrusal olmayan yöntemlerden tek modlu statik itme analizi ile binanın performans analizini gerçekleştirmiştir.

Küçükarslan ve Altan (2021) çalışmalarında, İstanbul'da bulunan güçlendirilmesi gerçekleştirilmiş 9 katlı mevcut bir binanın güçlendirme öncesi ve sonrası deprem performansını DBYBHY-07 ve TBDY 2018'e göre belirleyip, kıyaslamasını gerçekleştirmişlerdir.

Sadat (2020) çalışmasında, farklı zemin sınıfları ve kat sayısına sahip binalarda DBYBHY-07 ve TBDY 2018'e göre dayanıma göre tasarım gerçekleştirip, buradan elde edilen doğal titreşim periyotlarını, göreceli kat ötelemelerini ve taban kesme kuvvetlerini kıyaslamıştır.

Dalyan ve Şahin (2019) çalışmalarında, 5 katlı mevcut haldeki bir binanın TBDY 2018 ve DBYBHY-07'ye göre deprem performans analizini Doğrusal Olmayan Artımsal İtme Analizi yöntemiyle gerçekleştirmiş ve sonuçlarını kıyaslamışlardır.

Yalın ve Ulutaş (2021), çalışmalarında, donatı olarak nervürsüz düz donatı çeliği kullanılan mevcut durumdaki bir okul binasında DBYBHY-07 ve TBDY

2018'e göre deprem performans değerlendirmesini doğrusal olmayan yöntemler ile gerçekleştirmiş ve sonuçlarını kıyaslamışlardır.

Özaydın (2019) çalışmasında, ilk olarak doğrusal analiz yöntemleri ile kesit boyutları ve donatı detaylarını belirlemiştir. Sonrasında ise, doğrusal olmayan analiz yöntemleri ile eleman hasar sınırlarını belirleyip performans analizi gerçekleştirmiştir.

Ayaz (2020) çalışmasında, gerçekte var olan ve DBYBHY-07'ye göre güçlendirilmesi gerçekleştirilmiş bulunan bir yapının nonlinear analiz yöntemleri ile TBDY 2018'e göre performans analizini gerçekleştirmiştir.

Akçora (2019) çalışmasında, 2 bodrum 30 normal kata sahip bir binayı doğrusal analiz yöntemlerinden olan Mod Birleştirme Yöntemi ile tasarlamıştır. Sonrasında ise, Doğrusal Olmayan Yöntemlerden Olan Zaman Tanım Alanında Doğrusal Olmayan Hesap Yöntemini uygulayarak bina performans değerlendirilmesini TBDY 2018'e göre gerçekleştirmiştir.

Foroughi ve Yüksel (2022) çalışmalarında, iki farklı tipteki betonarme binalardan birisine daha fazla deprem yükü ve taban kesme kuvveti uygulatmışlar ve bunun sonucunda oluşan 2 tip binada bulunan birbirinden farklı kesitlere sahip kolon ve kirişlerde, doğrusal olmayan yöntem ile performans analizi gerçekleştirmişlerdir.

Sarı (2020) çalışmasında, doğrusal olmayan analiz yöntemlerini kullanarak bina deprem performansını DBYBHY-07 VE TBDY 2018'e göre elde etmiştir. Sonrasında ise, kolonlar dahil edilmeden sadece kirişlerde, kirişler dahil edilmeden sadece kolonlarda ve hem kiriş hem de kolonlarda olmak üzere 3 farklı şekilde kıyaslama gerçekleştirmiştir.

3.MATERYAL VE METOT

Bu çalışmada SAP2000 paket programı kullanılarak eşdeğer çerçeve yöntemi ile binalar modellenmiştir. Modelleme bittikten sonra yine bilgisayar programı yardımıyla analiz gerçekleştirilmiş ve performans değerlendirmesi başta elemanlar üzerinden yapıp sonrasında eleman hasar düzeyleri ve hasar sınırları göz önünde bulundurularak yapı deprem performansı elde edilmiştir. Ayrıca bu çalışmada XTRACT V.3.0.8 programı da moment-eğrilik ilişkisi için kullanılmıştır.



4. BİNA PERFORMANS DEĞERLENDİRMESİ VE BİNA ELEMANLARINDAKİ HASAR SINIRLARI

Mehmet Buğra ÖZBEY

4. BİNA PERFORMANS DEĞERLENDİRMESİ VE BİNA ELEMANLARINDAKİ HASAR SINIRLARI

4.1. Bina Performans Düzeyleri

TBDY-2018’de tanımlanan Bina Performans düzeyleri aşağıdadır.

4.1.1. Kesintisiz Kullanım (KK) Performans Düzeyi

Eğer herhangi bir yapının taşıyıcı sistemini oluşturan elemanlarında herhangi bir hasar ortaya çıkmıyorsa veya ortaya çıkan hasar ihmal edilebilir bir derecede ise o zaman bu performans düzeyinden bahsedilebilir. (TBDY,2018).

4.1.2. Sınırlı Hasar (SH) Performans Düzeyi

Eğer herhangi bir yapının taşıyıcı sistemini oluşturan elemanlarında sınırlı düzeyde bir hasar ortaya çıkıyorsa yani doğrusal olmayan davranış sınırlı seviyede kalıyorsa o zaman bu performans düzeyinden bahsedilebilir. (TBDY,2018).

4.1.3. Kontrollü Hasar (KH) Performans Düzeyi

Eğer herhangi bir yapının taşıyıcı sistemini oluşturan elemanlarında oluşan hasar ağır değil veya onarılabilir bir halde ise o zaman bu performans düzeyinden bahsedilebilir (TBDY,2018).

4.1.4. Göçmenin Önlenmesi (GÖ) Performans Düzeyi

Eğer herhangi bir yapının taşıyıcı sistemini oluşturan elemanlarında, yapının herhangi bir şekilde göçmesini engellemek şartıyla, ileri düzeyde bir hasar ortaya çıkıyorsa bu performans düzeyinden bahsedilebilir (TBDY,2018).

Bu noktadan sonra yapılacak işlem mevcut bulunan yapıdan bilgilerin alınmasıdır (ŞAHİN,2019).

4.2. Binalardan Bilgi Toplanması

4.2.1. Binalardan Alınacak Bilginin Kapsamı

Mevcut binalarda bulunan taşıyıcı sistem elemanlarının kapasitelerinin elde edilmesinde ve deprem dayanımlarının yorumlanmasında kullanılan eleman ayrıntıları ve boyutları ile taşıyıcı sistem geometrisi ve malzeme özellikleri hakkında bilgiler, binaların projelerinden ve raporlarından, binada gerçekleştirilen gözlem ve ölçümlerden ve binadan alınan malzeme örnekleri üzerinde gerçekleştirilen deneylerden bulunur (TBDY,2018).

Binalardan bilgi toplanması için uygulanan işlemler aşağıda olduğu gibi sıralanabilir.

- Yapısal sistemin meydana getirilmesi (TBDY,2018).
- Bina geometrisinin, temel sisteminin ve zemin özelliklerinin belirlenmesi (TBDY,2018).
- Varsa mevcut hasarın ve daha önce gerçekleşmiş olan değişiklik ve/veya onarımların bulunması (TBDY,2018).
- Eleman boyutlarının belirlenmesi (TBDY,2018).
- Malzeme özelliklerinin belirlenmesi (TBDY,2018).
- Sahada elde edilen yukarıdaki bilgilerin varsa binanın projesine uygunluğunun kontrolünün sağlanması (TBDY,2018).

4.3. Bina Bilgi Düzeyleri

Bütün bina türleri için bilgi düzeyi ve bununla ilişkili olan bilgi düzeyi katsayıları, bu binaların incelenmesiyle belirlenen mevcut durum bilgilerinin kapsamına göre belirlenir. Bulunan bu bilgi düzeyleri taşıyıcı elemanların kapasitelerinin belirlenmesinde kullanılır (TBDY,2018).

Sınırlı bilgi düzeyinde, taşıyıcı sistem özellikleri binada gerçekleştirilen sınırlı sayıda ölçüm ile bulunuyorken, kapsamlı bilgi düzeyinde uygulanan ölçüm sayısı çok daha fazladır (TBDY,2018).

4.3.1. Betonarme Binalarda Sınırlı Bilgi Düzeyi

(a)Bina Geometrisi: Saha çalışması gerçekleştirilerek binanın taşıyıcı sistem rölevesi bulunur. Bu gerçekleştirilen işlemde eğer binanın mimari projeleri elde bulunuyor ise yararlanılır. Bulunan bilgiler içerisinde, bütün betonarme elemanların ve bölme duvarların her katta bulunduğu konumu, kendisini oluşturan malzemeleri, eksen açıklıklarını, yüksekliklerini ve boyutlarını bulundurmaktadır. Ayrıca bu elde edilen bilgiler bina hesap modelini yaratmayı da mümkün kılmalıdır. Yapının temel sistemi ise binanın içinde veya dışında yeteri kadar inceleme çukuru oluşturularak bulunmalıdır. Yapıdaki kısa kolonlar ve bunun gibi istenmeyen durumlar kat planında ve kesitlerde belirtilmelidir. Ayriyeten binanın yakınında bulunan binalarla ilişkisi de (ayrık, bitişik, derz var/yok) elde edilmelidir (TBDY,2018).

(b)Eleman Detayları: Betonarme projeler ve uygulama çizimleri mevcut durumda değildir. Yapıda bulunan betonarme elemanlardaki donatıların miktarlarının ve detaylarının yapının yapıldığı tarihte yönetmeliklerde bulunan minimum donatı koşullarını karşıladığı kabul edilir. Bu kabulün doğruluk oranının elde edilmesi için her katta en az birer adet olmak koşuluyla perde ve kolonların %5'i beton örtüsünden ayrılarak donatı tespiti yapılır. Bu eylem kolonların ve kirişlerin uzunluğunun açıklıklarının ortasındaki üçte birlik kısmında uygulanır. Bu eylemin gerçekleştiği yüzeyler yüksek dayanıma sahip tamir harcı ile doldurulur. Ayrıca beton örtüsünden ayrılma işleminin gerçekleşmediği perde ve kolonların %20'sinde enine ve boyuna donatı adeti ve yerleşimi donatı tespit cihazları aracılığıyla elde edilir. Donatı saptaması gerçekleştirilen betonarme perde ve kolonlarda hesaplanacak donatı gerçekleşme katsayısı mevcut donatının minimum donatıya oranı olarak elde edilir. Bu katsayı perde ve kolonların kapasitelerinin elde edilmesinde kullanılır ve 1'den büyük olamaz. Ayrıca bulunan bu katsayı donatı tespitinin yapılmadığı perde ve kolonlara uygulanarak tahmini donatı

4. BİNA PERFORMANS DEĞERLENDİRMESİ VE BİNA ELEMANLARINDAKİ HASAR SINIRLARI

Mehmet Buğra ÖZBEY

miktarları belirlenir. Kirişler için sadece düşey tasarım yükleri etkisinde ihtiyaç duyulan donatı sayısından yararlanılır (TBDY,2018).

(c)Malzeme Özellikleri: Yapıda bulunan katlardaki kolonlardan veya perdelerden, TS EN-12504-1’de gösterilen şartlara uyularak en az üç adet beton örneği (karot) alınıp deneye tabi tutulur. Mevcut beton dayanımının bulunmasında, uzunluğu ve anma çapı birbirine eşit ve 100 mm olan karotlara deney yapılarak bulunan dayanım değerlerinden, herhangi bir katsayı ile işleme sokulmadan yararlanılır. Farklı uzunluk/çap oranları olan karotlardan bulunan deney sonuçlarının dönüştürülmesinde uygun dönüştürme katsayıları kullanılır. Uygulanan toplam örnek sayısının üç olması durumunda, istatistiki olarak bir yorumlama getirilmeden örnekler içinden bulunan en düşük basınç dayanımı mevcut beton dayanımı olarak kabul edilir. Örnek sayısının üçten büyük olması durumunda ise örneklerden bulunan (ortalama-standart sapma) değeri ile $(0.85 * \text{ortalama})$ değerinden en büyüğü mevcut beton dayanımı şeklinde kabul edilir. Beton örneklerinden bir gruba ait deney neticeleri arasından en az olanı ile arta kalan neticelerin ortalamasının farklarının yorumlanması yolu ile en küçük değer in matematiksel olarak sapan bir netice olup olmadığı sonucuna varılır. Fakat burada dikkat edilmesi gereken husus, gruptaki numune neticelerinin yorumlanması gerçekleştirilirken en düşük tek değer, geriye kalan diğer neticelerin ortalamasının %75’inden daha az ise bu numunenin göz önünde bulundurulmamasıdır. Donatı sınıfı, 4.3.1.(b)’de belirtildiği gibi beton örtüsünden ayırma işleminin gerçekleştiği yüzeylerde yapılan görsel denetleme ile bulunur, elde edilen bu donatı sınıfındaki çeliğin karakteristik akma gerilmesi mevcut çelik dayanımı olarak kabul edilir. Gerçekleştirilen bu değerlendirmede, donatısında korozyon tespit edilen elemanlar planda belirtilir ve bu durum eleman kapasitesi hesap edilirken göz önünde bulundurulur (TBDY,2018).

4.3.2. Betonarme Binalarda Kapsamlı Bilgi Düzeyi

(a) Bina Geometrisi: Binanın betonarme projelerinin elde var olması halinde yapılacak ölçümlerle mevcut geometrinin projelere uygunluğu denetlenir. Projeler ve ölçüm arasında hatırı sayılır farklılıklar bulunması halinde proje göz ardı edilir. Bu durumda saha çalışması gerçekleştirilerek binanın taşıyıcı sistem rölevesi bulunmalıdır. Bulunan veriler, yapıda bulunan bütün betonarme elemanların ve bölme duvarların her kattaki konumu, açıklıkları, yüksekliği, boyutları ve malzemesi hakkında bilgiler vermelidir. Binadaki kısa kolonlar ve bunun gibi istenmeyen durumlar kat planında ve kesitlerde belirtilmelidir. Komşu binalar ile var olan (ayrık-bitişik, derz var/yok) ilişkileri de belirtilmelidir. Bina kütesinin olabildiğince hassas bir şekilde tanımlanması için bina geometrisi bilgileri ihtiyaç duyulan bütün ayrıntıları içinde bulundurmalıdır. Yapının temel sistemi ise binanın içinde veya dışında oluşturulacak yeterli miktarda inceleme çukuru ile bulunmalıdır (TBDY,2018).

(b) Eleman Detayları: Binanın betonarme detay projelerinin elimizde var olması halinde donatının projeye uygunluğu 4.3.1.(b)'deki işlemlerin aynı miktardaki betonarme elemanlarda uygulanması ile denetlenir. Ayrıca beton örtüsünün ayrılması işlemi gerçekleşmeyen perde ve kolonların %20'sinde ve çerçeve kirişlerinin %10'unda enine ve boyuna donatı sayısı ve yerleşimi, donatı tespiti için kullanılan cihazlar ile bulunur. Proje ile uygulama arasında uyumsuzluğun var olması durumunda perdeler, kolonlar ve kirişler için, betonarme elemanlarda mevcut bulunan donatının projede öngörülen donatıya oranını temsil eden donatı gerçekleşme katsayısı ayrı ayrı bulunur. Bu katsayı eleman kapasitelerinin belirlenmesinde kullanılır ve 1'den büyük olmamalıdır. Donatı tespitinin yapılmadığı diğer tüm elemanlarda ise bu katsayı kullanılarak olası donatı miktarı bulunur. Betonarme projelerin ve inşaat (uygulama) çizimlerinin mevcut olmaması halinde her katta en az ikişer adet olmak şartıyla kolonların ve perdelerin %10'unun beton örtüsü ayrılır ve bu sayede donatı tespiti

4. BİNA PERFORMANS DEĞERLENDİRMESİ VE BİNA ELEMANLARINDAKİ HASAR SINIRLARI

Mehmet Buğra ÖZBEY

gerçekleştirilir. Bu beton örtüsü ayrılan yüzeyler sonradan yüksek dayanıma sahip tamir harçlarıyla doldurulur. Beton örtüsü ayrılma işlemi gerçekleştirilemeyen kirişlerin %15'inde ve perde ve kolonların %30'unda enine ve boyuna donatı sayısı ve yerleşimi donatı tespit cihazları ile bulunur (TBDY,2018).

(c) Malzeme Özellikleri: Binada toplam dokuzdan, kolonlarda veya perdelerde TS EN 12504-1'e uygun olarak zemin katta üç, diğer katlarda iki adetten az olmamak koşuluyla her 400 m²'de bir adet beton örneği alınarak deney gerçekleştirilir. Uzunluğu ve anma çapı birbirine eşit ve 100 mm olan karotlarda gerçekleştirilen deney neticesinde belirlenen dayanım değerlerinden, herhangi bir katsayı uygulanmadan, mevcut beton dayanımının belirlenmesinde yararlanır. Fakat farklı uzunluk/çap oranları olan karotlara uygulanan deney neticesinde bulunan veriler uygun dönüştürme katsayıları kullanılarak dönüştürülmelidir. Örneklerden bulunan (ortalama-standart sapma) değeri ile (0.85 * ortalama) değeri arasından büyük olanı mevcut beton dayanımı olarak eleman kapasitelerinin hesaplanmasında kullanılır. Bir grup beton örneğine ait deney neticeleri arasından en küçük olanın matematiksel olarak sapan bir netice olup olmadığı, bu en küçük değer ile geriye kalan diğer sonuçların ortalamasının farklarının değerlendirilmesi ile denetlenir. Burada bir diğer önemli husus ise grupta bulunan numune neticelerinin değerlendirilmesinde, en düşük olan tek değer, geriye kalan diğer neticelerin ortalamasının %75'inden daha az olması durumunda bu numunenin dikkate alınmamasıdır. Beton örneklerinin deney sonuçları ile uyarlanmış beton çekici okumaları veya bunun gibi hasarsız inceleme araçları ile beton dayanımının bina üzerindeki dağılımı denetlenebilmektedir (TBDY,2018).

Donatı sınıfı, 4.3.2.b'de olduğu gibi beton örtüsünün ayrılması işleminin gerçekleştiği yüzeylerde yapılan değerlendirme ile bulunur, her çelik sınıfından (S220, S420, vb.) birer adet numune alınıp deneye tabi tutulur, çeliğin kopma dayanımı, akma gerilmesi ve şekil değiştirme özellikleri belirlenip projeye uygunluğu denetlenir. Bu denetlemeler neticesinde uygunluk tespit edilemezse

4. BİNA PERFORMANS DEĞERLENDİRMESİ VE BİNA ELEMANLARINDAKİ HASAR SINIRLARI

Mehmet Buğra ÖZBEY

ekstradan en az 3 adet örnek alınıp deneye tabi tutulur, bu deneyden bulunan en elverişsiz akma gerilmesi mevcut çelik akma gerilmesi olarak eleman kapasite hesaplarında kullanılır. Bu incelemede, korozyona maruz kalmış donatısı bulunan elemanlar planda belirtilir ve bu olay eleman kapasite hesaplarında göz önünde bulundurulur (TBDY,2018).

4.3.3. Bina Bilgi Düzeyi Katsayıları

İrdelenen binalar sayesinde bulunan bilgi düzeylerine göre eleman kapasitelerine etki ettirilen bilgi düzeyi katsayıları Çizelge.4.1.'de verilmiştir (TBDY,2018).

Çizelge.4.1. Bina Bilgi Düzeyi Katsayıları

Bilgi Düzeyi	Bilgi Düzeyi Katsayısı
Sınırlı	0.75
Kapsamlı	1.00

4.4. Yapı Elemanlarında Hasar Sınırları ve Hasar Bölgeleri

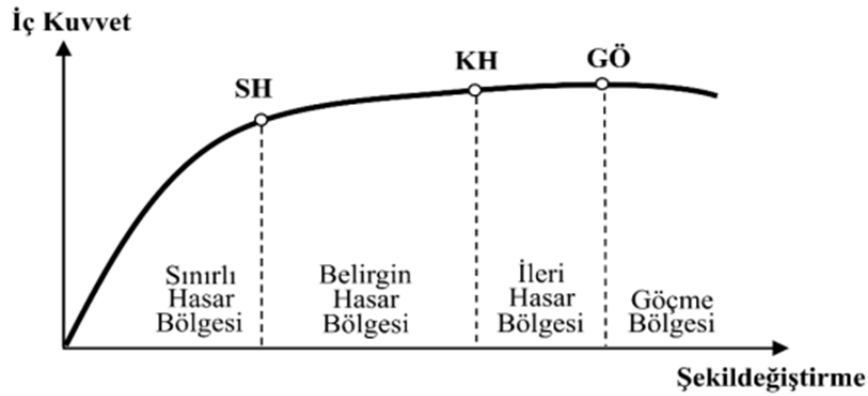
4.4.1. Kesit Hasar Durumları

TBDY-2018'de sünek elemanlar için geçerli Sınırlı Hasar (SH), Kontrollü Hasar (KH) ve Göçme Öncesi Hasar (GÖ) olmak üzere 3 adet hasar durumu ve bu hasar durumlarına ait sınır değerlerinden bahsedilmiştir. Sınırlı hasar, kesitte oluşan sınırlı miktarda elastik ötesi davranışken, kontrollü hasar, kesitte meydana gelen elastik ötesi ama dayanımın güvenli bir şekilde sağlanabildiği davranıştır. Göçme öncesi hasar durumu kavramından ise kesitte meydana gelen ileri düzeydeki elastik ötesi davranış olarak bahsedilmiştir. Bu yapılan sınıflandırma sadece sünek bir şekilde hasar görmüş elemanlar için geçerli iken, gevrek bir şekilde hasar görmüş elemanlar için bu sınıflandırmalar uygun değildir (TBDY,2018).

4.4.2. Kesit Hasar Bölgeleri

Kritik kesitlerinde meydana gelen hasarlar Sınırlı Hasar noktasını geçmeyen elemanlara Sınırlı Hasar Bölgesi'nde, Sınırlı Hasar ve Kontrollü Hasar noktalarının arasında bulunan elemanlara Belirgin Hasar Bölgesi'nde, Kontrollü Hasar ve Göçme Öncesi noktaları arasında bulunan elemanlara İleri Hasar Bölgesi'nde, Göçme Öncesi noktasını geçen elemanlara da Göçme Bölgesi'nde bulunuyor denmektedir (Şekil4.1).

Performans değerlendirmesi yapılırken ilk önce eleman bazlı kalınp her elemanın hasar tespiti gerçekleştirildikten sonra yönetmelikte bulunan değerlerle, elemanların toplam eğrilik istemlerinden elde edilen birim şekil değiştirme sınırları kıyaslanır. Bu kıyastan sonra elemanın beton ve donatı açısından hangi performans seviyesinde bulunduğu tespit edilir (ŞAHİN,2019)



Şekil.4.1. Eleman Hasar Sınırları ve Bölgeleri (TBDY,2018)

4.4.3. Eleman ve Kesit Hasarlarının Tanımlanması

Doğrusal veya doğrusal olmayan analizlerden biriyle iç kuvvetler ve şekil değiştirmeler hesaplanır ve hesaplaması yapılan bu iç kuvvetler ve şekil

4. BİNA PERFORMANS DEĞERLENDİRMESİ VE BİNA ELEMANLARINDAKİ HASAR SINIRLARI

Mehmet Buğra ÖZBEY

değiştirmeler Şekil.4.1.'deki hasar sınırlarına karşılık gelen değerler ile kıyaslanarak kesitlerin hangi hasar bölgesinde olduğu kararlaştırılır (TBDY,2018).

Bu çalışmada doğrusal hesap yöntemleri baz alınacaktır.

4.5. Deprem Hesabı Hakkında Genel İlke ve Kurallar

Mevcut veya güçlendirilmesi gerçekleştirilmiş binaların deprem sırasındaki performansının saptanması deprem hesabının amacı olarak tanımlanabilir. Deprem hesabının gerçekleştirilmesi için 2 yöntem vardır. Bunlardan biri, bu tezde de kullanılan doğrusal hesap yöntemi iken diğeri ise doğrusal olmayan hesap yöntemidir. Bu iki hesap yönteminin de aynı sonucu vermesi birbirlerinden farklı yaklaşımları esas aldıkları için beklenemez. Fakat aşağıdaki genel ilke ve kurallar yöntemlerden her ikisi için de geçerlidir (TBDY,2018).

Yatay elastik tasarım spektrumunun kullanımı, deprem etkisinin tasvirinde deprem yer hareketi düzeyleri için gerçekleşir. Bina Önem Katsayısı, deprem hesabı gerçekleştirilirken kullanılmaz ($I=1.0$) (TBDY,2018).

Binaların deprem performansının yorumlanması binayı etkileyen düşey yüklerin ve deprem etkilerinin kombinasyonu ile gerçekleşir (TBDY,2018).

Binanın her iki doğrultusu ve her iki yönüne deprem kuvvetleri tek tek uygulanır (TBDY,2018).

Deprem etkileri ve düşey yüklerin birleşiminden meydana gelecek iç kuvvetleri, yer değiştirmeleri ve şekil değiştirmeleri hesaplamada, bina taşıyıcı sistem modeli yeterli doğrulukta hesaplanarak kullanılır (TBDY,2018).

Binalarda döşemelerin yatay düzlemde rijit diyafram olarak çalışması durumunda bütün katlarda iki yöndeki yatay yer değiştirme ve düşey eksen etrafında dönme serbestlik dereceleri dikkate alınır. Ek dış merkezlilik kullanılmaz ve her katın kütle merkezine kat serbestlik dereceleri tanımlanır (TBDY,2018).

4. BİNA PERFORMANS DEĞERLENDİRMESİ VE BİNA ELEMANLARINDAKİ HASAR SINIRLARI

Mehmet Buğra ÖZBEY

Binadan elde edilen verilere göre belirlenen bilgi düzeyi katsayıları kullanılarak mevcut binaların taşıyıcı sistemlerine ait belirsizlikler hesap yöntemlerine yansıtılır (TBDY,2018).

Kısa kolon özelliği taşıyan kolonlar, taşıyıcı sistem modeline gerçek serbest boyutları ile işlenir (TBDY,2018).

Bir veya iki eksenli eksenel kuvvet ve eğilmeye maruz betonarme kesitlerin etkileşim diyagramlarının oluşturulması ile ilgili şartlar aşağıdadır (TBDY,2018).

(a)Deprem hesabında göz önünde bulundurulan beton ve çeliğin mevcut dayanımları, 4.2’de anlatılan bilgi düzeylerine göre şekillendirilir (TBDY,2018).

(b)Donatı çeliğinin maksimum birim şekil değiştirmesi 0.01 kabul edilirken, betondaki maksimum basınç birim şekil değiştirmesi 0.0035 kabul edilebilir (TBDY,2018).

(c)Etkileşim diyagramlarına, uygun bir şekilde olmak kaydıyla, doğrusallaştırma işlemi uygulanarak çok doğrulu veya çok düzlemli hale getirilebilir (TBDY,2018).

Betonarme sistemlerin eleman boyutlarının tanımlanmasında birleşim bölgeleri, rijit uç bölgeleri şeklinde değerlendirilebilir (TBDY,2018).

Betonarme tablalı kirişlerin tabla betonu ve içindeki donatıları hesaplara dahil edilerek pozitif ve negatif momentlerinin hesabı yapılabilir (TBDY,2018).

Betonarme elemanlarda yetersiz kenetlenme veya bindirme boyu mevcut ise kesit kapasite momentinin hesaplaması gerçekleştirilirken ilgili donatının akma gerilmesinde, kenetlenme veya bindirme boyundaki eksiklik oranında azaltma yapılır (TBDY,2018).

Eğer zemin şekil değiştirmeleri yapı davranışını etkiliyorsa zemin özellikleri analize mutlaka etki ettirilir (TBDY,2018).

4.6. Doğrusal Yöntemlerle Deprem Hesabı

4.6.1. Hesaplama Yöntemleri

Mevcut binaların deprem performansı belirlenirken uygulanabilecek iki adet doğrusal hesap yöntemi vardır. Bunlardan biri Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi iken diğeri ise Mod Birleştirme Yöntemidir. İlgili yönetmeliklerdeki ilgili ek şartlar sonraki paragraflarda belirtilmiştir (TBDY,2018).

Ek dışmerkezlilik, binalarda yapılan deprem hesabında hesaba katılmaz. Toplam eşdeğer deprem yükü hesaplaması gerçekleştirilirken $R_a=1$ olarak hesaplarda kullanılır (TBDY,2018).

Çizelge 4.2.'de Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi'nin uygulanabileceği binalar belirtilmiştir (TBDY,2018).

Çizelge.4.2. Eşdeğer Deprem Yüğü Yönteminin Uygulanabileceği Binalar

Bina Türü	İzin Verilen Bina Yükseklik Sınıfı	
	DTS=1,1a,2,2a	DTS=3,3a,4,4a
B2 türü düzensizliğin bulunmadığı ve her katında $\eta_{bi} \leq 2.0$ şartının sağlandığı binalar	BYS ≥ 4	BYS ≥ 5
Diğer tüm binalar	BYS ≥ 5	BYS ≥ 6

4.6.2. Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi Aracılığıyla Deprem Hesabı

Bahsi geçen bu yöntem, birbirine dik konumda bulunan X ve Y deprem doğrultularında binanın maruz kaldığı depremler için tek tek uygulanır. Bu başlık altında verilen denklemler X doğrultusu için hesaplanmıştır (TBDY,2018).

Deprem yükü hesabı yapılacak bodrum kata sahip binalar eğer söz edilen (a) ve (b)'deki şartları sağlıyorsa bina tabanı, bodrum perdelerinin üst kotundaki kat döşemesi seviyesinde kabul edilir (TBDY,2018).

(a) Binanın en az 3 tarafının rijit olan bodrum perdeler tarafından çevrilmesi (TBDY,2018).

4. BİNA PERFORMANS DEĞERLENDİRMESİ VE BİNA ELEMANLARINDAKİ HASAR SINIRLARI

Mehmet Buğra ÖZBEY

(b) Bütün bina (bodrum dahil) için hesaplaması yapılan doğal titreşim periyodu'nun, yine aynı taşıyıcı sistemde zemin kat döşemesini dahil edip tüm bodrum kütlelerini hesap dışı ederek birbirine dik bina eksenlerinin her birinin doğrultusundaki hakim titreşim modunda ve aynı doğrultuda hesaplanan doğal titreşim periyodu'na oranının 1.1'den küçük olması ($T_p, \text{tüm} \leq 1.1 T_p, \text{üst}$) (TBDY,2018).

Bodrumlu veya bodrumu olmayan binalar (a) ve (b)'deki şartların bir tanesini bile sağlamazsa bina tabanları temel üst kotu olarak kabul edilir (TBDY,2018).

(a) ve (b) şartlarını sağlayıp sağlamamasına göre belirlenen bina tabanından itibaren ölçülen mesafeye “bina yüksekliği” denir. Bu bina yüksekliğine çatının üzerinde yer alan asansör makine dairesi ve bunun gibi küçük kütleye sahip uzantılar dahil edilmeyebilir (TBDY,2018).

4.6.2.1 Etkileyen Toplam Eşdeğer Deprem Yükünün Hesaplanması

X doğrultusu için binanın hepsini etkileyen “toplam eşdeğer deprem yükü (taban kesme kuvveti), $V_{tE}^{(x)}$, Denk.(4.1) aracılığı ile hesaplanır (TBDY,2018).

$$V_{tE}^{(x)} = m_t S_{aR} (T_p^{(x)}) \geq 0.04 m_t S_{DS} \quad (4.1)$$

Formülde kullanılan $S_{aR}(T_p^{(x)})$ Azaltılmış Tasarım Spektral İvmesi'ni ifade eder ve Denk.(4.2) aracılığıyla hesaplanır (TBDY,2018).

$$S_{aR}(T) = \frac{S_{ae}(T)}{R_a(T)} \quad (4.2)$$

4. BİNA PERFORMANS DEĞERLENDİRMESİ VE BİNA ELEMANLARINDAKİ HASAR SINIRLARI

Mehmet Buğra ÖZBEY

Denk.(4.2)'de gösterilen $S_{ae}(T)$ yatay elastik tasarım spektral ivmesi ve $R_a(T)$ deprem yükü azaltma katsayısı değerleri Denk.(4.3) ve Denk.(4.4)'te gösterildiği gibi hesaplanır (TBDY,2018).

$$\begin{aligned} S_{ae}(T) &= (0.4 + 0.6 \frac{T}{T_A}) S_{DS} & (0 \leq T \leq T_A) \\ S_{ae}(T) &= S_{DS} & (T_A \leq T \leq T_B) \\ S_{ae}(T) &= \frac{S_{D1}}{T} & (T_B \leq T \leq T_L) \\ S_{ae}(T) &= \frac{S_{D1} T_L}{T^2} & (T_L \leq T) \end{aligned} \quad (4.3)$$

$$\begin{aligned} R_a(T) &= \frac{R}{I} & (T > T_B) \\ R_a(T) &= D + (\frac{R}{I} - D) \frac{T}{T_B} & (T \leq T_B) \end{aligned} \quad (4.4)$$

Denk.(4.3) ve Denk.(4.4)'te kullanılan yatay tasarım spektrumu köşe periyotları olan T_A ve T_B değerleri AFAD'dan alınan S_{DS} ve S_{D1} değerlerine bağlı olarak Denk.(4.5)'te olduğu gibi tanımlanır (TBDY,2018).

$$T_A = 0.2 \frac{S_{D1}}{S_{DS}} \quad T_B = \frac{S_{D1}}{S_{DS}} \quad (4.5)$$

T_L yani sabit yerdeğiştirme bölgesi geçiş periyodu "6 s" olarak alınacaktır (TBDY,2018).

4.6.2.2 Binalarda Bulunan Doğal Titreşim Periyodunun Tespiti

Yatay elastik tasarım spektral ivmesi ve deprem yükü azaltma katsayısı olan $S_{ae}(T)$ ve $R_a(T)$ değerlerinin hesabında kullanılan X yönündeki binanın hakim titreşim periyodu $T_p^{(X)}$ Denk.(4.6) ile hesaplanır (TBDY,2018).

4. BİNA PERFORMANS DEĞERLENDİRMESİ VE BİNA ELEMANLARINDAKİ HASAR SINIRLARI

Mehmet Buğra ÖZBEY

$$T_P^{(X)} = 2\pi \left(\frac{\sum_{i=1}^N m_i d_{fi}^{(X)2}}{\sum_{i=1}^N F_{fi}^{(X)} d_{fi}^{(X)}} \right)^{1/2} \quad (4.6)$$

Formülde bulunan $F_{fi}^{(X)}$ Denk.(4.7) ile hesaplanır.

$$F_{iE}^{(X)} = (V_{iE}^{(X)} - \Delta F_{NE}^{(X)}) \frac{m_i H_i}{\sum_{j=1}^N m_j H_j} \quad (4.7)$$

$F_{fi}^{(X)}$ formülünde binanın hakim titreşim periyodunu hesaplarken $(V_{iE}^{(X)} - \Delta F_{NE}^{(X)})$ kısmı yerine herhangi bir değer (örnek olarak 100) konulur (TBDY,2018).

Aynı zamanda hesaplanan bina doğal titreşim periyodu Denk.(4.8)'deki şartı sağlamalıdır (TBDY,2018).

$$T_P^{(X)} \leq 1.4 T_{PA} \quad T_{PA} = C_t H_N^{3/4} \quad (4.8)$$

C_t katsayısı eğer bina sadece betonarme çerçeveden oluşuyorsa 0.1, çelik çerçeveler ve çaprazlı çelik çerçevelerden oluşuyorsa 0.08, diğer tüm binalarda ise 0.07 olarak alınır (TBDY,2018).

Eğer deprem etkilerinin tamamı betonarme perdeler tarafından karşılanıyorsa C_t katsayısı aşağıda verilen denklem aracılığıyla hesaplanacaktır (TBDY,2018).

$$C_t = \frac{0.1}{\sqrt{A_t}} \leq 0.07 \quad A_t = \sum_j A_{wj} \left(0.2 + \left(\frac{l_{wj}}{H_N} \right)^2 \right) \leq \sum_j A_{wj} \quad (4.9)$$

4.6.2.3 Binalarda Bulunan Katlara Etkileyen Eşdeğer Deprem Yüklerinin Tespiti

Denk.(4.1)'de hesaplanan $V_{tE}^{(x)}$ toplam eşdeğer deprem yükü Denk.(4.10)'da bina katlarını etkileyen eşdeğer deprem yüklerinin toplamı olarak gösterilmiştir (TBDY,2018).

$$V_{tE}^{(X)} = \Delta F_{NE}^{(X)} + \sum_{i=1}^N F_{iE}^{(X)} \quad (4.10)$$

$\Delta F_{NE}^{(X)}$ yani binanın en üst katına etkiyen ek eşdeğer deprem yükü Denk.(4.11) ile ifade edilir (TBDY,2018).

$$\Delta F_{NE}^{(X)} = 0.0075 V_{tE}^{(X)} \quad (4.11)$$

Toplam eşdeğer deprem yükünün $\Delta F_{NE}^{(X)}$ haricindeki kısmı binanın bütün katlarına Denk.(4.7) yardımı ile paylaştırılır (TBDY,2018).

Kat döşemelerinin rijit diyafram olarak modellenmesi halinde Denk(4.7) ile hesaplaması gerçekleştirilen eşdeğer deprem yükü, dikkate alınan deprem doğrultusunda i'inci katta bulunan ana düğüm noktasına uygulanır (TBDY,2018).

Eğer kat döşemeleri levha(membran) sonlu elemanları olarak modellenirse, i'inci katta j'inci düğüm noktasına uygulanan eşdeğer deprem yükü Denk.(4.12) ile bulunur (TBDY,2018).

$$f_{jE}^{(S)} = \frac{F_{iE}^{(X)}}{m_i} m_j^{(s)} \quad (4.12)$$

Denk. (4.12)'de ifade edilen $m_j^{(s)}$, j'inci düğüm noktasına ait tekil kütledir (TBDY,2018).

4. BİNA PERFORMANS DEĞERLENDİRMESİ VE BİNA ELEMANLARINDAKİ HASAR SINIRLARI

Mehmet Buğra ÖZBEY

Deprem yüklerinin bina tabanında oluşturduğu toplam devrilme momenti denklemi Denk.(4.13)'tedir (TBDY,2018).

$$M_o^{(X)} = \sum_{i=1}^N F_{iE}^{(X)} H_i \quad (4.13)$$

4.6.3. Betonarme Binalarda Bulunan Yapı Elemanlarında Hasar Türlerinin Tespiti İçin Yapılacaklar

Kiriş, kolon ve perde elemanlarının kesitlerinin eğilme etki/kapasite oranları olan EKO değerleri, hesap yöntemlerinin betonarme sistemler için uygulanabilir olma sınırlarını belirler (TBDY,2018).

“Sünek” elemanların kırılma türü eğilmedir. “Gevrek” elemanların kırılma türü ise kesmedir (TBDY,2018).

Kolon, kiriş ve perdelerin kritik kesitlerinde eğilme kapasitesi ile entegre bir şekilde hesap edilen kesme kuvveti olan V_e 'nin, 4.3'te anlatılan bilgi düzeyi ile uyumlu mevcut malzeme dayanımları esas alınarak Denk.(4.14)'teki şartları sağlaması durumunda sünek eleman oldukları, aksi durumda gevrek oldukları varsayılabilir (TBDY,2018).

$$V_e \leq V_r \quad V_e \leq 0.85 b_w d \sqrt{f_{ck}} \quad (4.14)$$

Sünek kolon, kiriş ve perde kesitlerinin etki/kapasite oranını ifade eden EKO değeri, düşey yükler ve deprem etkisinde $R_a=1$ kabul edilerek elde edilen toplam kesit momentinin kesite ait moment kapasitesine bölünmesi ile deprem kuvvetinin yönü göz önünde bulundurularak bulunur. Perde ve kolon kesitlerinin eğilme momenti kapasitelerine denk olan eksenel kuvvetler tespit edilirken, düşey yükler ve $R_a=4$ kabul edilerek elde edilen deprem yüklerinin ortak etkisi göz önünde bulundurulur (TBDY,2018).

4. BİNA PERFORMANS DEĞERLENDİRMESİ VE BİNA ELEMANLARINDAKİ HASAR SINIRLARI

Mehmet Buğra ÖZBEY

Güçlendirilmiş bölme duvarlarının etki/kapasite oranı, deprem etkisinde hesabı gerçekleştirilen kesme kuvvetinin kesme kuvveti dayanımına bölünmesiyle elde edilir. Köşegen çubuklar ile modellenen güçlendirilmesi yapılmış bölme duvarlarda meydana gelen kesme kuvvetleri, çubuğun eksenel kuvvetinin yatay bir bileşeni olarak değerlendirilir (TBDY,2018).

V_e farklı yapı eleman türleri için farklı hesaplama yöntemlerine sahiptir (TBDY,2018).

4.6.3.1. Kolonlar için Hasar Türü Tespiti

$$V_e=(M_a+M_{\bar{u}})/l_n \quad (4.15)$$

D ile arttırımı sağlanmış deprem ve düşey yükler ile hesabı gerçekleştirilen kesme kuvvetinin toplamı, Denk.(4.15)'te hesabı gösterilen V_e 'den az ise, hesaplarda V_e 'nin yerine bu değer temel alınır (TBDY,2018).

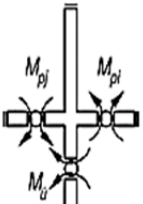
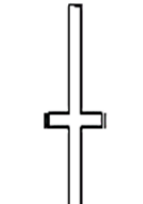
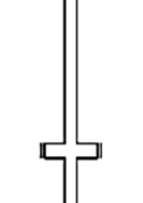
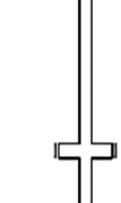
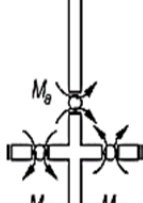
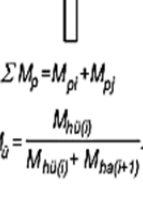
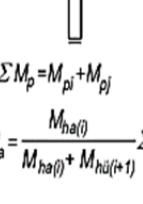
Sadece çerçevelerden veya perde ve çerçevelerin kombine edilmesinden meydana gelen taşıyıcı sistemlerde, her bir kolon-kiriş düğüm noktasında kesişen kolonların taşıma gücü momentlerinin toplamının, o düğümde kesişen kirişlerin kolon yüzünde meydana gelen taşıma gücü momentlerinin toplamından minimum %20 daha fazla olması gerekmektedir. Bu şartı sağlayıp sağlamamasına bağlı olarak Denk.(4.15)'te yer alan M_a ve $M_{\bar{u}}$ 'nün hesaplanması için 2 farklı yöntem mevcuttur (TBDY,2018).

$$M_{ra}+M_{r\bar{u}} \geq 1.2(M_{ri}+M_{rj}) \quad (4.16)$$

4. BİNA PERFORMANS DEĞERLENDİRMESİ VE BİNA ELEMANLARINDAKİ HASAR SINIRLARI

Mehmet Buğra ÖZBEY

Bu noktadaki önemli husus, Şekil.4.3.'teki abak kullanılıp $1.4G+1.6Q$, $G+Q+E$, $0.9G+E$ 'nin kendi içindeki kombinasyonları sonucu ortaya çıkan N_d 'leri kullanarak elde edilen en küçük moment değerlerinin M_{ra} ve $M_{r\bar{u}}$ olarak kabul edilmesidir (Dündar, 2015; Altundal,2015).

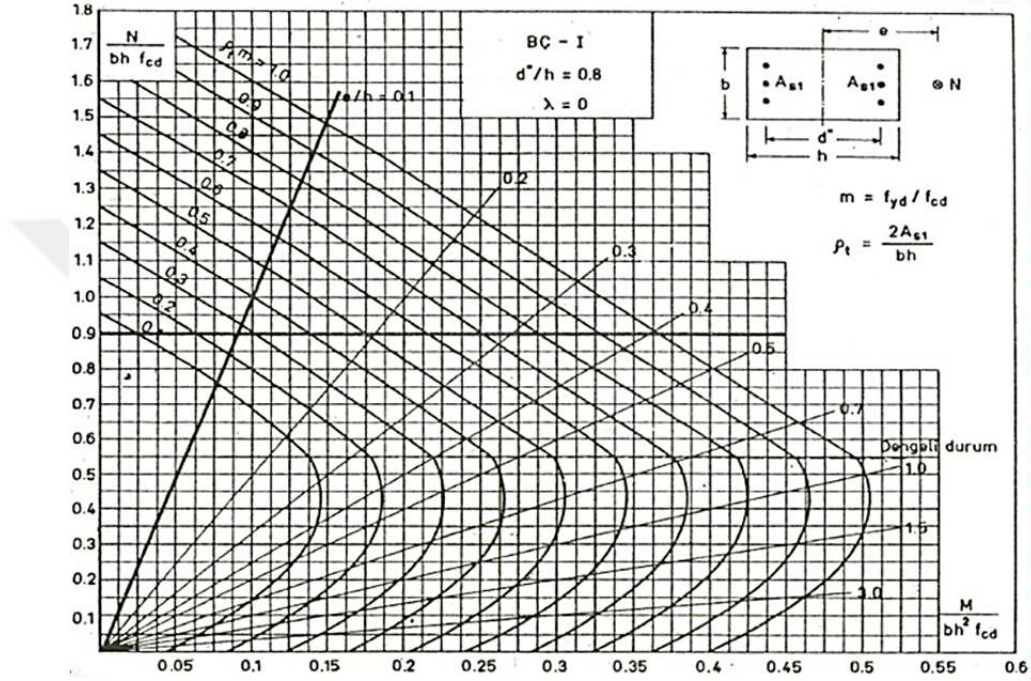
Kat No:	$M_{\bar{u}}$ 'nün hesaplanması		M_a 'nın hesaplanması	
	Kolon üst ucunda 4.15 sağlanıyorsa	Kolon üst ucunda 4.15 sağlanmıyorsa	Kolon alt ucunda 4.15 sağlanmıyorsa	Kolon alt ucunda 4.15 sağlanıyorsa
$i+1$				
i				
$i-1$				
	$\sum M_p = M_{pi} + M_{pj}$ $M_{\bar{u}} = \frac{M_{h\bar{u}(i)}}{M_{h\bar{u}(i)} + M_{ha(i+1)}} \sum M_p$			$\sum M_p = M_{pi} + M_{pj}$ $M_a = \frac{M_{ha(i)}}{M_{ha(i)} + M_{h\bar{u}(i+1)}} \sum M_p$

Şekil.4.2. M_a ve $M_{\bar{u}}$ 'nün Hesaplanması (TBDY,2018).

4. BİNA PERFORMANS DEĞERLENDİRMESİ VE BİNA ELEMANLARINDAKİ HASAR SINIRLARI

Mehmet Buğra ÖZBEY

Şekil.4.2.'de bahsi geçen $M_{hü(i)}$ ve $M_{ha(i)}$ değerleri Şekil.4.3.'teki abak yardımıyla bulunan i 'inci kattaki kolonun üst ve alt ucunda oluşan momentlerdir (Altundal,2015).



Şekil.4.3. Kolon Taşıma Gücü Abağı (Altundal,2015).

Taşıma gücü abağında $M_{hü}$ ve M_{ha} değerlerini hesaplarken $1.4G+1.6Q$, $G+Q+E$, $0.9G+E$ 'nin kendi içindeki kombinasyonları sonucu ortaya çıkan N_d 'ler kullanılır. Buradaki önemli husus, kombinasyonlardan elde edilen N_d 'lerin abağa yerleştirilmesi ile elde edilen moment değerleri içerisinde en büyüklerinin $M_{hü}$ ve M_{ha} olarak alınmasıdır (Altundal, 2015).

Yani kısaca özetlemek gerekirse, $1.4G+1.6Q$, $G+Q+E$, $0.9G+E$ 'nin kendi içindeki kombinasyonları sonucu ortaya çıkan N_d 'ler kullanılarak Şekil.4.3'teki abaktan elde edilen momentlerden en küçükleri M_{ra} ve $M_{rū}$ olarak, en büyükleri ise $M_{hü}$ ve M_{ha} olarak kullanılır.

4. BİNA PERFORMANS DEĞERLENDİRMESİ VE BİNA ELEMANLARINDAKİ HASAR SINIRLARI

Mehmet Buğra ÖZBEY

Denk.(4.16)'da bulunan şartın sağlanması durumunda düğüm noktasına birleşen kirişlerin uçlarındaki moment kapasitelerinin toplamı olarak ΣM_p hesaplanıp Şekil.4.2.'de belirtilen denklemlerde kullanılır (TBDY, 2018).

$$\Sigma M_p = M_{pi} + M_{pj} \quad (4.17)$$

Kirişin i ve j uçlarında oluşan ve Denk.(4.17)'de kullanılan M_{pi} ve M_{pj} değerleri, Denk.(4.21)'de belirtilen M_{ri} ve M_{rj} aracılığıyla Denk.(4.18)'de hesaplanır (TBDY, 2018).

$$M_{pi} = 1.4M_{ri} \quad M_{pj} = 1.4M_{rj} \quad (4.18)$$

Denk.(4.16)'da bulunan şartın sağlanmaması durumunda ise düğüm noktasında birleşen kolonların uçlarındaki momentler, artık $M_{hü}$ ve M_{hi} olarak değil, Şekil.4.2.'te bulunan denklem kullanılmadan direkt M_a ve $M_{ü}$ yani kolonların moment kapasiteleri olarak hesaplanır. Bu kolon uçlarında meydana gelen momentin hesaplanması ise daha önce anlatıldığı gibi Şekil.4.3.'te bulunan abak yardımı ile momentleri en büyük yapan N_d eksenel kuvvetleri baz alınarak gerçekleştirilir. Daha kesin hesabın gerçekleştirilemediği durumlarda moment kapasitelerinin tanımı $M_{pü} \approx 1.4M_{rü}$ ve $M_{pa} \approx 1.4M_{ra}$ şeklinde kabul edilebilir. (TBDY, 2018; Altundal, 2015).

Temele bağlanan kolonların alt ucunda bulunan M_a moment değeri de yukarıda olduğu gibi hesaplanır (TBDY, 2018).

Denk.(4.15)'de hesabı gösterilen V_e kesme kuvveti, yük katsayıları ile işleme sokulmuş düşey yükler ve deprem yüklerinin birleştirilmiş etkisi ile hesabı gerçekleştirilen V_d kesme kuvvetine ya eşit olmalı ya da daha büyük olmalıdır (TBDY, 2018).

4. BİNA PERFORMANS DEĞERLENDİRMESİ VE BİNA ELEMANLARINDAKİ HASAR SINIRLARI

Mehmet Buğra ÖZBEY

Denk.(4.15)'de hesabı gösterilen ve verilen şartı sağlayıp sağlamamasına göre şekillenen V_e kesme kuvvetinin Denk.(4.14)'te belirtilen şartları sağlaması gerekmektedir. Denk.(4.14)'te verilen koşullardan ikincisinin sağlanamaması halinde kesit boyutlarında revizyona gidilip deprem hesabı yenilenir (TBDY, 2018).

Denk.(4.14)'te belirtilen şartlarda bulunan V_r kesme kapasitesi TS500 8.1.3'te belirtilen formüller aracılığı ile hesaplanır.

$$\begin{aligned} V_r &= V_c + V_w \\ V_c &= 0.8V_{cr} \\ V_{cr} &= 0.65f_{ctm}b_w d \left(1 + \gamma \frac{N_d}{A_c}\right) \\ V_w &= f_{ywd} d \left(\frac{A_{sw}}{s}\right) \end{aligned} \quad (4.19)$$

γ değeri eksenel basınç durumunda 0.07, eksenel çekme durumunda -0.3 olarak alınır. Fakat kullanılan yöntem güvenilir ve gövde beton kesit alanı göz önünde bulundurularak hesabı yapılan eksenel çekme gerilmesi 0.5 MPa'dan küçükse $\gamma = 0$ kabul edilir (TS 500, 2000).

4.6.3.2. Kirişler için Hasar Türü Tespiti

V_e kesme kuvveti sağdan sola ve soldan sağa olmak üzere tek tek 2 farklı yönden depremin etki ettirilmesi koşulları için Denk.(4.20) ile elverişsiz sonucu verecek şekilde hesaplanır (TBDY, 2018).

$$V_e = V_{dy} + /-(M_{pi} + M_{pj})/l_n \quad (4.20)$$

Denk.(4.20)'de gösterilen M_{pi} ve M_{pj} ifadeleri Denk.(4.18)'de olduğu şekilde ifade edilebilir (TBDY, 2018).

4. BİNA PERFORMANS DEĞERLENDİRMESİ VE BİNA ELEMANLARINDAKİ HASAR SINIRLARI

Mehmet Buğra ÖZBEY

Denk.(4.18)'in içerisinde yer alan M_{ri} ve M_{rj} değerlerini ifade etmek için Denk.(4.21)'de yer alan formüllerden yararlanılır (Dündar,2015).

$$\begin{aligned} M_{ri1} &= A_{si1} f_{yd} (d-d') \\ M_{ri2} &= A_{si2} f_{yd} (d-d') \\ M_{rj1} &= A_{sj1} f_{yd} (d-d') \\ M_{rj2} &= A_{sj2} f_{yd} (d-d') \end{aligned} \quad (4.21)$$

Eğer dayanım fazlalığı katsayısı olan D ile çarpılarak arttırımı sağlanan deprem yükleri ve düşey yüklerin süperpozisyonundan elde edilen kesme kuvveti, Denk.(4.20)'da hesaplanan V_e değerinden küçük olması halinde, V_e yerine süperpozisyonundan elde edilen kesme kuvveti kullanılır (TBDY, 2018).

Denk.(4.14)'te kolonlar için ifade edilen iki şart kirişler için de geçerlidir

Denk.(4.14)'te belirtilen şartların kontrolü sağlanırken Denk.(4.19)'da belirtilen denklemler kullanılır. Fakat burada 2 adet önemli husus bulunmaktadır.

(a) Kolonlardan farklı olarak V_{cr} hesaplanırken $N_d=0$ alınır.

(b) Eğer yalnızca deprem yüklerinden meydana gelen kesme kuvveti depremli durumdaki toplam kesme kuvvetinin yarısından daha büyük olursa $V_e=0$ olarak kullanılır.

4.6.3.3. Kolon-Kiriş Birleşimi için Hasar Türü Tespiti

Kolon-kiriş birleşimi 2 farklı gruba ayrılmaktadır. Bunlardan biri, kolonlara kirişlerin 4 taraftan girdiği ve ayrı ayrı her kiriş genişliğinin kolon genişliğinin $\frac{3}{4}$ 'ünden daha küçük olmadığı kuşatılmış birleşimlerdir. Diğerisi ise, kuşatılmış birleşimde olması gereken şartları taşımayan birleşimleri ifade eden kuşatılmamış birleşimlerdir (TBDY,2018).

Kolon kiriş birleşimlerinde hesaplanacak V_e kesme kuvvetinin denklemi Denk.(4.22)'de verildiği gibidir (TBDY,2018).

4. BİNA PERFORMANS DEĞERLENDİRMESİ VE BİNA ELEMANLARINDAKİ HASAR SINIRLARI

Mehmet Buğra ÖZBEY

$$V_e = 1.25 f_{yk} (A_{s1} + A_{s2}) - V_{kol} \quad (4.22)$$

Kolona saplanan kirişler sadece tek taraftan saplanıyorsa $A_{s2}=0$ kabul edilir (TBDY,2018).

V_{kol} değeri kolonun üst ve alt ucunda oluşan V_e 'lerden en küçüğü olarak alınmalıdır (TBDY,2018).

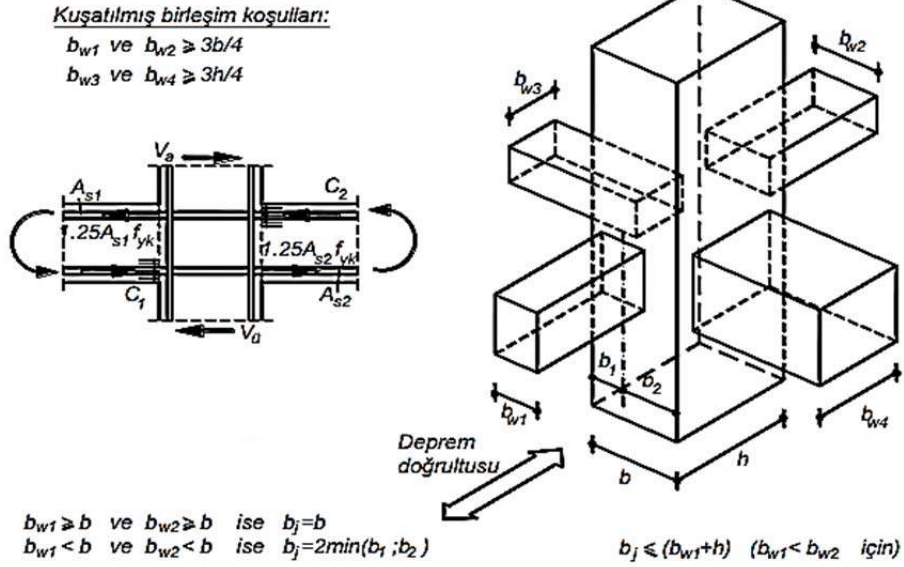
Binada bulunan bütün birleşim bölgelerinde Denk.(4.22) vasıtasıyla hesaplanan V_e kesme kuvveti, dikkate alınan deprem doğrultusunda Denk.(4.23) ve Denk.(4.24)'te verilen kuşatılmış ve kuşatılmamış birleşim koşullarını sağlamalıdır. Aksi takdirde yapı taşıyıcı eleman boyutları revize edilerek yeniden deprem hesabı yapılmalıdır (TBDY,2018).

(a) Kuşatılmış birleşimlerde $V_e \leq 1.7 b_j h \sqrt{f_{ck}} \quad (4.23)$

(b) Kuşatılmamış birleşimlerde $V_e \leq 1.0 b_j h \sqrt{f_{ck}} \quad (4.24)$

4. BİNA PERFORMANS DEĞERLENDİRMESİ VE BİNA ELEMANLARINDAKİ HASAR SINIRLARI

Mehmet Buğra ÖZBEY



Şekil.4.4. Kolon-Kiriş Birleşim

4.6.3.4. Perdeler için Hasar Türü Tespiti

Kritik durumdaki perde yüksekliği olan H_{cr} , $2l_w$ değerini aşmayacak şekilde, temelin üstünden veya perdenin planda bulunan uzunluğunun %20'den daha fazla azaldığı noktadan itibaren Denk(4.25)'te verilen şartların elverişsiz olanını sağlayacak şekilde elde edilir (TBDY,2018).

$$2l_w \geq H_{cr} \geq (l_w; H_w/6)_{maz} \quad (4.25)$$

Denk.(4.25)'te kullanılan l_w perdenin veya bağ kirişli perde parçasının plandaki uzunluğunu temsil ederken, H_w temelin üzerinden veya perdenin brüt kesit eğilme rijitliğinin yarıya düştüğü (planda bulunan uzunluğunun %20'den fazla azaldığı veya kesite ait genişliğin yarısından fazla azaldığı) nokta itibariyle ölçülen perde yüksekliğini ifade eder. H_w ve H_{cr} değerleri bodrum katlarında

4. BİNA PERFORMANS DEĞERLENDİRMESİ VE BİNA ELEMANLARINDAKİ HASAR SINIRLARI

Mehmet Buğra ÖZBEY

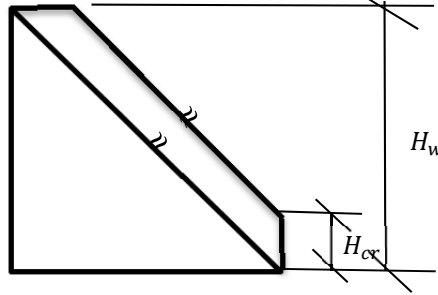
rijitliği üst katlara kıyasla çok büyük olan beton çerçevelere sahip ve bodrum kat döşemelerinin yatayda rijit diyafram olarak çalıştığı binalarda zemin kat döşemesinden yukarıya doğru değerlendirilir. Bu tarz binalarda kritik durumdaki perde bölgesi, en az zemin katın altında bulunan ilk bodrum katın yüksekliği boyunca alt zemin tabakasına doğru ayrıca uzatılır (TBDY,2018).

$H_w/l_w > 2$ olması durumunda, nasıl belirleneceği önceki paragrafta anlatılan H_{cr} yani kritik perde yüksekliği boyunca sabit olan perdelerdeki tasarıma esas eğilme momentleri, diğer etmenlerle birleştirilmiş deprem yükü altında hesaplanan perde tabanında bulunan eğilme momenti ile aynı kabul edilir. Kritik olarak ifade edilen perde yüksekliği bittikten sonraki bölgelerde oluşacak momentleri bulmak için ise diğer etmenlerle birleştirilmiş deprem yükü altında hesabı yapılmış perde en alt noktasındaki moment ve perde üst noktasındaki moment değeri bir doğru vasıtasıyla birleştirilir. Bu oluşan doğrunun en alt noktasından kritik yüksekliğe kadar dik bir doğru çizilir ve sonrasında bu dik doğrunun bitiminden itibaren daha önce çizilen doğruya paralel olarak yeni bir doğru çizilir. Bu çizilen yeni doğrunun üzerindeki değerler tasarım eğilme momentleri olarak alınır (TBDY,2018; Kürkçü, 2019).

Kolonlar için geçerli olan güçlü kolon zayıf kiriş prensibi perdeler için de geçerlidir. Bu yüzden $H_w/l_w > 2$ şartının sağlandığı perdelerde her katta bulunan perde kesitlerinin taşıma gücü momentlerinin Denk.(4.16)'yı sağlaması gerekir. Eğer Denk.(4.16) sağlanamıyorsa perde boyutları ile donatı miktarları yeniden ayarlanarak deprem hesabı yinelenir (TBDY,2018).

4. BİNA PERFORMANS DEĞERLENDİRMESİ VE BİNA ELEMANLARINDAKİ HASAR SINIRLARI

Mehmet Buğra ÖZBEY



Şekil.4.5. Perdelerde Tasarım Esaslı Eğilme Momentlerinin Elde Edilmesi

$H_w/l_w < 2$ olan perdelerde bütün kesitlerin tasarım eğilme momentleri, diğer etmenlerle birleştirilmiş deprem yükü altında hesaplanmış eğilme momentleri olarak alınır (TBDY,2018).

$H_w/l_w > 2$ şartını karşılayan perdelerde, dikkate alınan herhangi bir kesitte enine donatının hesaplanmasında tasarım kesme kuvveti V_e kullanılır ve bu V_e değeri Denk.(4.26) yardımı ile elde edilir (TBDY,2018).

$$V_e = \beta_v \frac{(M_p)_t}{(M_d)_t} V_d \quad (4.26)$$

Denklemden yer alan ve kesme kuvveti dinamik büyütme katsayısını ifade eden β_v , 1 olarak alınır (TBDY,2018).

Yine denklemde kullanılan $(M_p)_t$ değeri $(M_p)_t < (M_r)_t$ şartını sağlayacak şekilde seçilebilir. $(M_r)_t$ ise perdenin taban kesitinde f_{cd} ve f_{yd} 'ye bağlı olarak hesabı gerçekleştirilen taşıma gücü momentidir (TBDY,2018).

Eğer dayanım fazlalığı katsayısı olan D 'nin boşluksuz perdeler için 1.2 katı ile, bağ kirişli perdeler için 1.4 katı ile çarptırılarak arttırımı sağlanan deprem yükleri ve düşey yüklerin süperpozisyonundan elde edilen kesme kuvvetinin, Denk.(4.26) vasıtasıyla hesaplanan V_e değerinden küçük olması halinde, V_e yerine süperpozisyonundan elde edilen kesme kuvveti kullanılır (TBDY, 2018).

4. BİNA PERFORMANS DEĞERLENDİRMESİ VE BİNA ELEMANLARINDAKİ HASAR SINIRLARI

Mehmet Buğra ÖZBEY

$H_w/l_w < 2$ koşulunun geçerli olduğu bütün perde kesitlerinde tasarım kesme kuvvetleri, diğer etmenlerle birleştirilimi gerçekleştirmiş deprem yükü altında hesaplanan kesme kuvvetine eşit olarak kullanılır (TBDY, 2018).

Perde kesitlerinin kesme dayanımı olan V_r Denk.(4.27) yardımı ile bulunur (TBDY, 2018).

$$V_r = A_{ch}(0.65f_{ctd} + \rho_{sh}f_{ywd}) \quad (4.27)$$

Tasarım kesme kuvveti olan V_e 'nin Denk.(4.28)'de bulunan şartları sağlaması gerekmektedir. Bu şartların sağlanmaması durumunda, perde enine donatısı ve perde kesit boyları revize edilmelidir (TBDY, 2018).

$$V_e \leq V_r$$

$$\text{Boşluksuz perdeler için } V_e \leq 0.85A_{ch}\sqrt{f_{ck}} \quad (4.28)$$

$$\text{Bağ kirişli perdeler için } V_e \leq 0.65A_{ch}\sqrt{f_{ck}}$$

4.7. Şekildeğiştirme ve Şekildeğiştirme Sınırları

Doğrusal yöntemlerle performans analizini gerçekleştirirken elemanların plastik dönme talepleri olan θ_p 'den yararlanılır. Bu hesabın yapılabilmesi için ilk olarak θ_k yani toplam yerdeğiştirmiş eksen dönmesinin bulunması gerekmektedir. Bunun için Denk.(4.29)'dan yararlanılır (TBDY, 2018).

$$\theta_{ki} = \frac{\Delta}{l_c} - \theta_i \quad (4.29)$$

Bu noktada önemli olan bir diğer husus katlar arası öteleme değerinin kirişlerde genel olarak sıfır kabul edilebileceğidir (TBDY, 2018).

4. BİNA PERFORMANS DEĞERLENDİRMESİ VE BİNA ELEMANLARINDAKİ HASAR SINIRLARI

Mehmet Buğra ÖZBEY

Elde edilen θ_k yani toplam yerdeğiştirmiş eksen dönmesinden, performans değerlendirmesinde kullanılacak θ_p yani plastik dönme taleplerine geçiş Denk.(4.30) yardımı ile gerçekleşir (TDBY, 2018).

$$\theta_{ki} = \theta_{yi} + \theta_{pi} \quad (4.30)$$

Denk.(4.30)'da kullanılan etkin akma eğriliği θ_y ifadesi, moment eğrilik analizi aracılığıyla bulunmaktadır (TDBY, 2018).

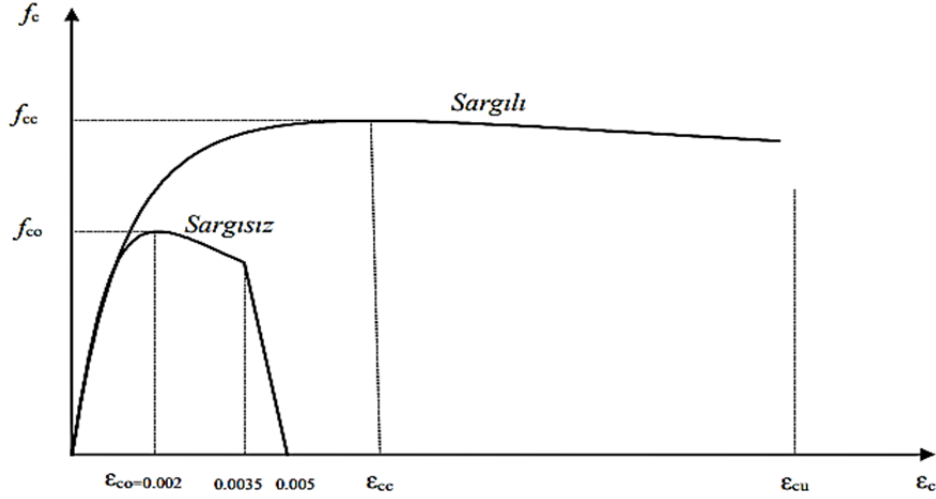
Performans analizi Göçmenin Önlenmesi Performans Düzeyi kapsamında gerçekleştirilirken plastik dönmeler için izin verilen sınır Denk.(4.31) aracılığıyla bulunur.

$$\theta_p^{\ddot{0}} = \frac{2}{3} \left[(\phi_u - \phi_y) L_p \left(1 - 0.5 \frac{L_p}{L_s} \right) + 4.5 \phi_u d_b \right] \quad (4.31)$$

Denk.(4.31)'de kullanılan ϕ_u ve ϕ_y yani sırasıyla göçme öncesi toplam eğriligi ve akma eğriligi değerleri sırasıyla verilen ve TDY 2018'den alınan Şekil.4.6. ve Çizelge.4.3.'teki veriler kullanılarak gerçekleştirilen moment eğrilik analizinden elde edilir (TBDY,2018;Kutaniş,2010)

4. BİNA PERFORMANS DEĞERLENDİRMESİ VE BİNA ELEMANLARINDAKİ HASAR SINIRLARI

Mehmet Buğra ÖZBEY



Şekil.4.6. Sargılı Sargısız Beton Özellikleri

Çizelge.4.3. Donatı Çeliği Özellikleri

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

Performans analizi Kontrollü Hasar Performans Düzeyi kapsamında gerçekleştirilirken kullanılacak plastik dönme sınırı $\theta_p^{(KH)}$ Denk.(4.32) yardımıyla hesaplanır (TDBY, 2018).

$$\theta_p^{(KH)} = 0.75\theta_p^{(GÖ)} \quad (4.32)$$

Performans analizi Sınırlı Hasar Performans Düzeyi kapsamında gerçekleştirilirken plastik mafsallın ortaya çıkmasına izin verilmez (TDBY, 2018).

$$\theta_p^{(SH)} = 0 \quad (4.33)$$

4. BİNA PERFORMANS DEĞERLENDİRMESİ VE BİNA ELEMANLARINDAKİ HASAR SINIRLARI

Mehmet Buğra ÖZBEY

Bu kısım için önemli olan hususlardan biri Denk.(4.31)'de kullanılan L_s 'nin, yine Denk.(4.31)'de kullanılan L_p 'den küçük olmaması gerektirir.

Şekil değiştirme hesabının gerçekleştirildiği betonarme kesitte Denk.(4.34)'te belirtilen koşulun sağlanması durumunda, hesaplanan şekil değiştirme sınırları direkt olarak kullanılır. Fakat koşulun sağlanmaması durumunda, Denk.(4.34)'te ifade edilen kesme kuvveti oranı 1.3'ten fazla ise şekil değiştirme sınırları 0.5 ile çarpılarak, 0.65 ve 1.3 arasında ise enterpolasyon uygulanarak kullanılır (TDBY, 2018).

$$V_e/(b_w d f_{ctm}) < 0.65 \quad (4.34)$$

4.8. Mevcut Halde Bulunan Binaların Deprem Performansının Tespiti

4.8.1. Mevcut veya Güçlendirme İşlemi Gerçekleşecek Binalardan İstenilen Deprem Performansı

Mevcut veya güçlendirilmesi yapılan binaların deprem performanslarının elde edilmesinde kullanılacak deprem yer hareketi düzeyleri ve bu deprem yer hareketi düzeylerinde binalar için göz önünde tutulan minimum performans hedefleri Çizelge 4.4'te belirtilmiştir (TDBY, 2018).

Çizelge 4.4. Mevcut Yerinde Dökme Betonarme Binalar BYS>2

Deprem Yer Hareketi Düzeyi	DTS=1,2,3,3a,4,4a		DTS=1a,2a	
	Normal Performans Hedefi	Değerlendirme/ Tasarım Yaklaşımı	İleri Performans Hedefi	Değerlendirme/Tasarım Yaklaşımı
DD-3	-	-	SH	ŞGDT
DD-2	KH	ŞGDT	-	-
DD-1	-	-	KH	ŞGDT

4.8.2. Mevcut veya Güçlendirme İşlemi Gerçekleşecek Binaların Deprem Performansı

4.6 başlığı altında incelenen doğrusal hesap yöntemi ile deprem hesabının yapılması gerçekleştirilip 4.7'de bulunan hasar sınır değerleri ile karşılaştırma

4. BİNA PERFORMANS DEĞERLENDİRMESİ VE BİNA ELEMANLARINDAKİ HASAR SINIRLARI

Mehmet Buğra ÖZBEY

yapılarak önce eleman performans değerlendirmesi sonra bina deprem performans değerlendirmesi gerçekleştirilir. 4.8.3.-4.8.4.-4.8.5.-4.8.6. başlıklarındaki bilgiler bina performansının elde edilmesi için gerekli olan kurallardır ve betonarme, önüretimli betonarme ve çelik binalarda geçerliliği bulunmaktadır (TDBY, 2018).

4.8.3. Mevcut Durumdaki Binalarda Sınırlı Hasar Performans Düzeyi

Mevcut durumdaki her bir deprem doğrultusu için betonarme binaların herhangi bir katında hesap gerçekleştirilir. Bu gerçekleştirilen hesabın sonucunda diğer tüm taşıyıcı elemanların Sınırlı Hasar Bölgesi'nde bulunması şartıyla kirişlerin en fazla %20'sinin Belirgin Hasar Bölgesi'nde bulunmasına izin verilebilir. (TDBY, 2018).

4.8.4. Mevcut Durumdaki Binalarda Kontrollü Hasar Performans Düzeyi

Gevrek bir elemanın mevcut olması durumunda güçlendirilme işleminin gerçekleşmesi koşulu ile, belirtilen şartları sağlayan binalar Kontrollü Hasar Performans Düzeyi'nde sayılabilir (TDBY, 2018).

- Mevcut durumdaki her bir deprem doğrultusu için betonarme binaların (çelik ve prefabrike betonarme binalar dahil olmamak üzere.) herhangi bir katında hesap gerçekleştirilir. Bu gerçekleştirilen hesabın sonucunda, yatay taşıyıcı sistemde bulunmayan yani ikincil durumdaki kirişler dahil edilmemek kaydı ile, kolon, perde ve güçlendirilmiş bölme duvardan oluşan düşey elemanların bir sonraki paragrafta anlatılan kadarı ve kirişlerin en fazla %35'i İleri Hasar Bölgesi'nde bulunabilir (TDBY, 2018).
- İleri Hasar Bölgesi'nde bulunan düşey doğrultudaki elemanların, her bir katta düşey doğrultudaki elemanlar tarafından taşınan kesme kuvvetine toplam getirisi %20 veya %20'nin üzerinde bulunmamalıdır.

4. BİNA PERFORMANS DEĞERLENDİRMESİ VE BİNA ELEMANLARINDAKİ HASAR SINIRLARI

Mehmet Buğra ÖZBEY

En üst katta bulunan İleri Hasar Bölgesi'ndeki düşey elemanların kesme kuvvetleri toplamının, o katta mevcut durumdaki bütün düşey doğrultudaki elemanların kesme kuvvetlerinin toplamına oranı %40'tan fazla olmamalıdır (TDBY, 2018).

- Diğer taşıyıcı olarak nitelenen elemanların hepsi Sınırlı Hasar Bölgesi veya Belirgin Hasar Bölgesi'nde bulunmaktadır. Fakat, binada bulunan herhangi bir katta alt ve üst kesitlerinin ikisinde de Belirgin Hasar Sınırı geçilmiş olan düşey elemanlar tarafından taşınan kesme kuvvetlerinin, binanın o katında bulunan bütün düşey elemanlar aracılığıyla taşınan kesme kuvvetine oranının %30 veya daha aşağısında kalması gerekmektedir. (Eğer güçlü kolon-zayıf kiriş şartı hem üst hem alt düğüm noktasında sağlanan kolonlar mevcut ise bu hesapta kullanılmazlar.) (TDBY, 2018).

4.8.5. Mevcut Durumdaki Binalarda Göçmenin Önlenmesi Performans Düzeyi

Gevrek olarak hasarlı hale gelen bütün elemanların Göçme Bölgesi'nde olduğu kabul edilir. Bu kabul doğrultusunda aşağıda bulunan şartları karşılayan binaların Göçmenin Önlenmesi Performans Düzeyi'nde olduğu varsayılır (TDBY, 2018).

- Mevcut durumdaki her bir deprem doğrultusu için betonarme binaların (çelik ve prefabrike betonarme binalar dahil olmamak üzere.) herhangi bir katında hesap gerçekleştirilir. Bu gerçekleştirilen hesabın sonucunda, yatay taşıyıcı sistemde bulunmayan yani ikincil durumdaki kirişler dahil edilmemek kaydı ile, kirişlerin en fazla %20'si Göçme Bölgesi'nde bulunabilir (TDBY, 2018).
- Binada mevcut bulunan diğer taşıyıcı elemanların hepsinin Sınırlı Hasar Bölgesi, Belirgin Hasar Bölgesi veya İleri Hasar Bölgesi'nde

4. BİNA PERFORMANS DEĞERLENDİRMESİ VE BİNA ELEMANLARINDAKİ HASAR SINIRLARI

Mehmet Buğra ÖZBEY

bulunduğu kabul edilir. Ancak, herhangi bir katta hem alt hem üst kesitinde Belirgin Hasar Sınırı geçilmiş olan düşey elemanlar aracılığıyla taşınan kesme kuvvetlerinin, o kattaki bütün düşey doğrultudaki elemanlar aracılığıyla taşınan kesme kuvvetine oranının %30 veya daha aşağısında kalması gerekmektedir (Eğer güçlü kolon-zayıf kiriş şartı hem üst hem alt düğüm noktasında sağlanan kolonlar mevcut ise bu hesaba dahil edilmezler) (TDBY, 2018).

Bu performans düzeyinde binanın mevcut durumdaki kullanımı can güvenliği açısından mahzurlu görünmektedir (TDBY, 2018).

4.8.6. Göçme Durumu

Herhangi bir bina Göçmenin Önlenmesi Performans Düzeyi'ni karşılamıyorsa Göçme Durumu bu bina için geçerli olmaktadır. Binanın kullanımı can güvenliği açısından mahzurludur (TDBY, 2018).

4.8.7. Betonarme Binalarda Güçlendirilmesi Gerçekleştirilmiş Bölme Duvarların Performans Düzeyleri

Her bir deprem doğrultusunda, binanın mevcut herhangi bir katındaki güçlendirilmesi gerçekleşmiş bölme duvar kayma açısı kapasitelerinin, her hasar sınırı değeri için Çizelge 4.5.'te bulunan kayma açısı sınırlarını sağlaması lazımdır. Eğer bu şart sağlanmıyorsa 4.8.3-4.8.6'da gerçekleştirilen hasar değerlendirmeleri hesaba katılmayacaktır (TDBY, 2018).

Çizelge.4.5. Güçlendirilmesi Gerçekleşmiş Bölme Duvarlar için Performans Sınırlarını Tanımlayan Kayma Açıları

Performans Sınırı		
SH	KH	GÖ
0.003	0.005	0.010

4. BİNA PERFORMANS DEĞERLENDİRMESİ VE BİNA ELEMANLARINDAKİ HASAR SINIRLARI

Mehmet Buğra ÖZBEY



5. SAYISAL UYGULAMALAR

Bu bölümde iki yapı ele alınıp incelenecektir. Birinci örnekte, 3 katlı betonarme bir yapıya doğrusal analiz yöntemleri uygulanarak hem taşıyıcı eleman hem de bina performans analizi gerçekleştirilecektir. İkinci örnekte ise, 2 katlı betonarme bir yapıya doğrusal analiz yöntemleri uygulanarak kesit ve bina düzeyinde performans analizi gerçekleştirilecek ve son kısımda aynı bina için Kıran 2010'da DBYBHY-07'e göre gerçekleştirilmiş analiz sonuçları ile karşılaştırma gerçekleştirilecektir. Binaların performans analizlerinde Doğrusal Analiz Hesap Yöntemlerinden "Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi" kullanılacaktır. Yöntemler uygulanırken Sap2000V.11, Sap2000 Advanced V.14.2.3, Xtract V.3.0.2 programlarından yararlanılmıştır.

Her iki örnekte de aşağıda listelenen hesap adımları uygulanmıştır.

- Eşdeğer deprem yüğü analizi
- Yapı düzensizlik Kontrolleri (A1, A2, A3, B1, B2, B3, Göreli Kat Öteleme, İkincil Mertebe Etkileri)
- Kiriş kapasite hesabı
- Kiriş kesme kontrolü
- Kolon kapasite hesabı
- Kolon kesme kontrolü
- Kolon-kiriş birleşim bölgesi kesme kontrolü
- Kolon performans değerlendirmesi
- Kiriş performans değerlendirmesi
- Bina performans değerlendirmesi

5.1. Örnek 1**5.1.1. Bina Bilgileri**

Performans analizi gerçekleştirilecek bina Adana İli, Sarıçam İlçesi Çukurova Üniversitesi kampüsü Mühendislik Fakültesi Enlem: 37.062114°, Boylam: 35.062114° koordinatlarında yer almaktadır. Üç katlı, kiriş ve kolonlardan oluşan karkas çerçevenin bina kat planı ve bina plan görünüşü Şekil.5.1. ve Şekil.5.2. 'de verilmektedir. Bina 3 normal kata sahiptir. Binanın taşıyıcı sistem türü yerinde dökme betonarme çerçeveli sitemdir. Kolon ve kiriş kesitleri aşağıda belirtilmiştir.

Kiriş Boyutları	: 250 mm x 500 mm
1. Kat Kolon Boyutları	: 350 mm x 350 mm
2. Kat Kolon Boyutları	: 300 mm x 300 mm
3. Kat Kolon Boyutları	: 300 mm x 300 mm
Döşeme Kalınlığı	: 15 cm (Betonarme plak)

5.1.1.1. Malzeme Bilgileri

Beton Sınıfı	: C25
Elastisite Modülü	: 3×10^7 kN/m ²
Poisson Oranı	: 0.2
Donatı Çeliği	: S420
Yerel Zemin Sınıfı	: ZC

5.1.1.2. Yükler**Sabit Yük:**

$$\text{Sabit Yük} : 0.15 \times 25 = 3.75 \text{ kN/m}^2$$

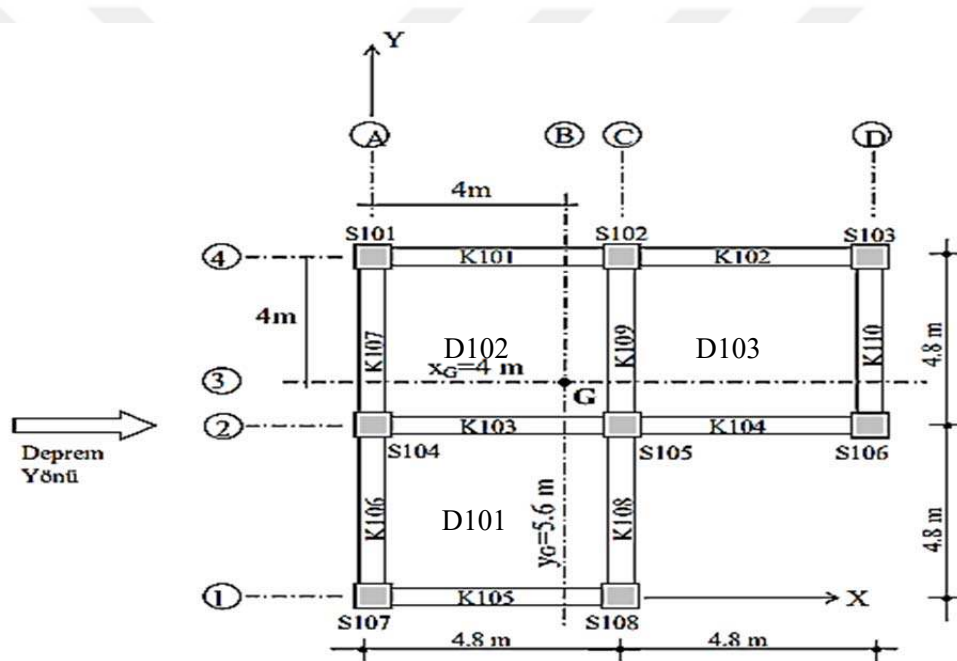
Duvar Yüğü = 3.35 kN/m

Duvar Yüğü(Çatı) = 1.675 kN/m

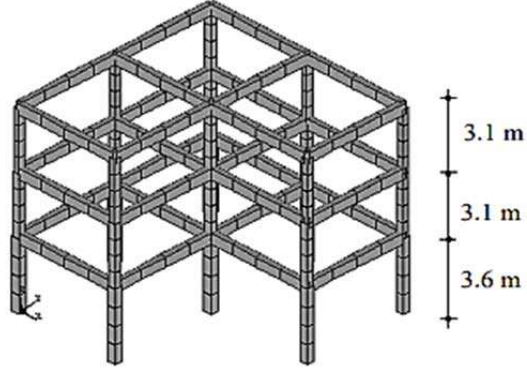
Hareketli Yük:

1. ve 2. Kat hareketli : = 2 kN/m²
yükleri

Çatı Katı için : = 1.5 kN/m²



Şekil.5.1. Bina Plan Görünüşü



Şekil.5.2. Bina Kat Planı

5.1.2. Elemanlara Gelen Yük Tespiti

5.1.2.1. Döşeme Yükleri

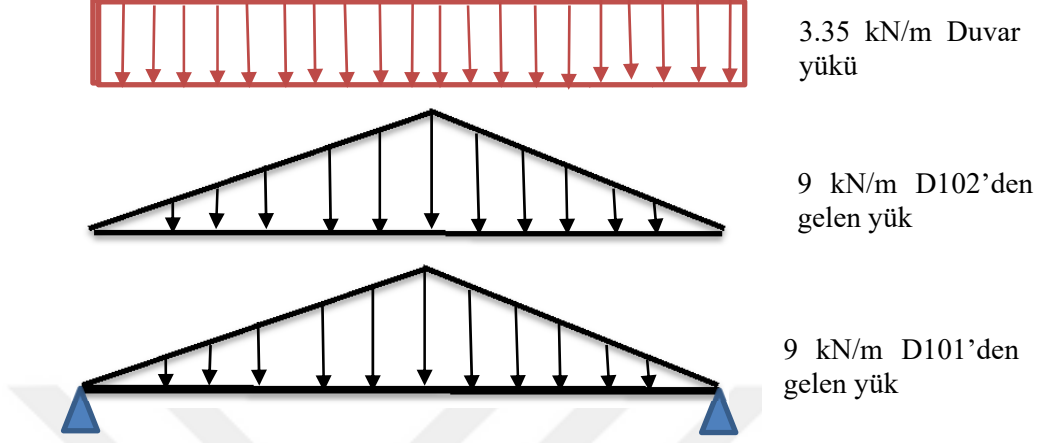
Çizelge.5.1. Döşemelerden Kirişlere Yük Aktarımı

Kat No	Döşeme No	L_k	$m \frac{L_u}{L_k}$	g_d	q_d	$\frac{L_k * g_d}{2}$	$\frac{L_k * q_d}{2}$
Kat1	D101	4.8	1	3.75	2	9	4.8
	D102	4.8	1	3.75	2	9	4.8
	D103	4.8	1	3.75	2	9	4.8
Kat 2	D201	4.8	1	3.75	2	9	4.8
	D202	4.8	1	3.75	2	9	4.8
	D203	4.8	1	3.75	2	9	4.8
Kat 3	D301	4.8	1	3.75	1.5	9	4.8
	D302	4.8	1	3.75	1.5	9	4.8
	D303	4.8	1	3.75	1.5	9	4.8

Özetle, döşemelerin çalışma şekli tespit edildikten sonra kirişlere aktarılabilecek eşdeğer düzgün yayılı yük değerleri hesaplanmaktadır.

5.1.2.2. Kirişlere Gelen Yükler

K103 kirişi için çizelgelerden de edinilen bilgiyle Şekil.5.3.'te bulunan sabit yük dağılım şekli elde edilir.



Şekil.5.3. K103 Örnek Kiriş Üzerine Gelen Yüklerin Gösterimi

Çizelge.5.2 Kirişlere Gelen Yükler 1

Kiriş Adı	Yük Gelecek Döşeme	q_d	g_d	Duvar Yükü
K101	D102	4.8	9	3.35
K102	D103	4.8	9	3.35
K103	D102	4.8	9	3.35
	D101	4.8	9	3.35
K104	D103	4.8	9	3.35
K105	D101	4.8	9	3.35
K106	D101	4.8	9	3.35
K107	D102	4.8	9	3.35
K108	D101	4.8	9	3.35
K109	D102	4.8	9	3.35
	D103	4.8	9	3.35
K110	D103	4.8	9	3.35
K201	D202	4.8	9	3.35
K202	D203	4.8	9	3.35
K203	D202	4.8	9	3.35
	D201	4.8	9	3.35
K204	D203	4.8	9	3.35
K205	D201	4.8	9	3.35
K206	D201	4.8	9	3.35
K207	D202	4.8	9	3.35

Çizelge.5.3 Kirişlere Gelen Yükler 2

Kiriş Adı	Yük Gelecek Döşeme	q_d	g_d	Duvar Yükü
K208	D201	4.8	9	3.35
K209	D202	4.8	9	3.35
	D203	4.8	9	3.35
K210	D203	4.8	9	3.35
K301	D302	3.6	9	1.675
K302	D303	3.6	9	1.675
K303	D302	3.6	9	1.675
	D301	3.6	9	1.675
K304	D303	3.6	9	1.675
K305	D301	3.6	9	1.675
K306	D301	3.6	9	1.675
K307	D302	3.6	9	1.675
K308	D301	3.6	9	1.675
K309	D302	3.6	9	1.675
	D303	3.6	9	1.675
K310	D303	3.6	9	1.675

5.1.3. Sap2000 Programına Malzemelerin Tanıtılması

General Data

Material Name and Display Color: C25

Material Type: Concrete

Material Grade:

Material Notes: Modify/Show Notes...

Weight and Mass

Weight per Unit Volume: 25

Mass per Unit Volume: 2.5493

Units

KN, m, C

Isotropic Property Data

Modulus Of Elasticity, E: 30000000.

Poisson, U: 0.2

Coefficient Of Thermal Expansion, A: 0.

Shear Modulus, G: 12500000.

Other Properties For Concrete Materials

Specified Concrete Compressive Strength, f'c: 25000.

Expected Concrete Compressive Strength: 25000.

Şekil.5.4. SAP2000 C25 Beton Tanımlama

General Data	
Material Name and Display Color	S420
Material Type	Rebar v
Material Grade	
Material Notes	Modify/Show Notes...
Weight and Mass	
Weight per Unit Volume	78.5
Mass per Unit Volume	0.
Units	
KN, m, C v	
Uniaxial Property Data	
Modulus Of Elasticity, E	2.000E+08
Poisson, U	0.
Coefficient Of Thermal Expansion, A	1.170E-05
Shear Modulus, G	
Other Properties For Rebar Materials	
Minimum Yield Stress, Fy	420000.
Minimum Tensile Stress, Fu	550000.
Expected Yield Stress, Fye	420000.
Expected Tensile Stress, Fue	550000.

Şekil.5.5.SAP2000 S420 Donatı Çeliği Tanımlama

Beton yoğunluğu TS498'den, donatı çeliğinin mekanik özellikleri TS708'den ve geriye kalan bilgiler ise TS500'den alınmıştır.

5.1.4. Etkin Kesit Rijitliği Çarpanı Tespiti

Etkin Kesit Rijitliği Çarpanı, Deprem Yönetmeliği 2007'nin aksine TBDY 2018'de etkin rijitlik katsayıları hesaplanarak değil Çizelge.5.4. yardımı ile tespit edilir.

Çizelge.5.4. Etkin Kesit Rijitlik Çarpanı

Betonarme Taşıyıcı Sistem Elemanı	Etkin Kesit Rijitlik Çarpanı	
	<i>Eksenel</i>	<i>Kayma</i>
<i>Perde-Döşeme (Düzlem İçi)</i>		
Perde	0.50	0.50
Bodrum perdesi	0.80	0.50
Döşeme	0.25	0.50
<i>Perde-Döşeme (Düzlem Dışı)</i>	<i>Eksenel</i>	<i>Kayma</i>
Perde	0.25	1.00
Bodrum perdesi	0.50	1.00
Döşeme	0.25	1.00
<i>Çubuk eleman</i>	<i>Eksenel</i>	<i>Kayma</i>
Bağ kirişi	0.15	1.00
Çerçeve kirişi	0.35	1.00
Çerçeve kolonu	0.70	1.00
Perde (eşdeğer çubuk)	0.50	0.50

5.1.5. Mass Source Tanımlama

Mass Source tanımlarken kullanılan Hareketli Yük Katılım Katsayısı Çizelge.5.5. yardımı ile bulunur.

Çizelge.5.5. Hareketli Yük Katılım Katsayısı

BİNA KULLANIM AMACI	N
Depo, antrepo, vb.	0.8
Okul, öğrenci yurdu, spor tesisi, sinema, tiyatro, konser salonu, ibadethane, lokanta, mağaza, vb.	0.6
Konut, işyeri, otel, hastane, otopark, vb.	0.3

Mass Source Name: MSSSRC1

Mass Source:

- ☐ Element Self Mass and Additional Mass
- ☒ Specified Load Patterns

Mass Multipliers for Load Patterns

Load Pattern	Multiplier
G	1.
G	1.
Q	0.3

Buttons: Add, Modify, Delete, OK, Cancel

Şekil.5.6. SAP2000 Üzerinde Mass Source Oluşturma

5.1.6. Eşdeğer Deprem Yüğü Analizi

5.1.6.1. Yapı Deprem Bilgileri

Çizelge.5.6. AFAD'dan Alınıp Kullanılan Veriler

Deprem Yer Hareketi Düzeyi	DD-2
Yerel Zemin Sınıfı	ZC
Enlem	37.062114
Boylam	35.353307
S_{DS}	0.679
S_{D1}	0.195
T_A	0.057 (s)
T_B	0.287 (s)
T_L	6 (s)

Çizelge.5.7. Bina Önem Katsayısı ve Bina Kullanım Sınıfı

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

$S_{DS}=0.679$ ve Bina Kullanım Sınıfı=3 için Çizelge.5.8. yardımıyla Deprem Tasarım Sınıfı tespit edilir.

Çizelge.5.8. Deprem Tasarım Sınıfı

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

Toplam bina yüksekliği=9.8 m ve Deprem Tasarım Sınıfı=2 bilgileri ve Çizelge.5.9. yardımı ile Bina Yükseklik Sınıfı tespit edilir.

Çizelge.5.9.Bina Yükseklik Sınıfı

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

Çizelge.5.9. ve Çizelge.5.8. yardımıyla bulunan BYS=7, DTS=2 bilgileri ile önce Çizelge.5.10'dan tasarımı yapılacak olan binanın tasarım yaklaşımı bulunur. Sonrasında bina mevcut bir bina olarak kabul edilip Çizelge.5.11.'den binadan beklenen performans ve değerlendirme yaklaşımı elde edilir.

Çizelge.5.10. Yeni Yapılacak Yerinde Dökme Betonarme, Önüretimli Betonarme ve Çelik Binalar (Yüksek Binalar Dışında BYS≥2)

Deprem Yer Hareketi Düzeyi	DTS=1, 1a ⁽¹⁾ , 2, 2a ⁽¹⁾ , 3, 3a, 4, 4a		DTS=1a ⁽²⁾ , 2a ⁽²⁾	
	Normal Performans Hedefi	Değerlendirme /Tasarım Yaklaşımı	İleri Performans Hedefi	Değerlendirme /Tasarım Yaklaşımı
DD-3	-	-	SH	ŞGDT
DD-2	KH	DGT	KH	DGT
DD-1	-	-	KH	ŞGDT

Çizelge.5.11. Mevcut Yerinde Dökme Betonarme, Önüretimli Betonarme ve Çelik Binalar (Yüksek Binalar dışında $BYS \geq 2$)

Deprem Yer Hareketi Düzeyi	DTS=1,1a ⁽¹⁾ , 2, 2a ⁽¹⁾ , 3, 3a, 4, 4a		DTS=1a ⁽²⁾ , 2a ⁽²⁾	
	Normal Performans Hedefi	Değerlendirme/Tasarım Yaklaşımı	İleri Performans Hedefi	Değerlendirme/Tasarım Yaklaşımı
DD-3	-	-	SH	ŞGDT
DD-2	KH	ŞDGT	-	-
DD-1	-	-	KH	ŞGDT

Çizelge.5.10.'dan tasarımın Dayanıma Göre Tasarım ile yapılacağını, Çizelge.5.11.'den ise binanın performans hedefinin Kontrollü Hasar olduğunu ve değerlendirmenin Şekildeğiştirmeye Göre gerçekleşeceği bulunur.

Çizelge.5.12.'den “Deprem etkilerinin tamamının moment aktaran süneklik düzeyi yüksek betonarme çerçevelerle karşılandığı binalar” için Dayanım Fazlalığı katsayısı $D=3$, Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı $R=8$ olarak elde edilir.

Çizelge.5.12. Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı, Dayanım Fazlalığı Katsayısı, Bina Yükseklik Sınıfı Tespiti

Bina Taşıyıcı Sistemi	Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı R	Dayanım Fazlalığı Katsayısı D	İzin Verilen Bina Yükseklik Sınıfları BYS
A. YERİNDE DÖKME BETONARME BİNA TAŞIYICI SİSTEMLERİ			
A1. Süneklik Düzeyi Yüksek Taşıyıcı Sistemler			
A11. Deprem etkilerinin tamamının moment aktaran <i>süneklik düzeyi yüksek</i> betonarme çerçevelerle karşılandığı binalar	8	3	$BYS \geq 3$
A12. Deprem etkilerinin tamamının <i>süneklik düzeyi yüksek</i> bağ kirişli (boşluklu) betonarme perdelerle karşılandığı binalar	7	2.5	$BYS \geq 2$
A13. Deprem etkilerinin tamamının <i>süneklik düzeyi yüksek</i> boşluksuz betonarme perdelerle karşılandığı binalar	6	2.5	$BYS \geq 2$
A14. Deprem etkilerinin moment aktaran <i>süneklik düzeyi yüksek</i> betonarme çerçeveler ile <i>süneklik düzeyi yüksek</i> bağ kirişli (boşluklu) betonarme perdeler tarafından birlikte karşılandığı binalar (Bkz.4.3.4.5)	8	2.5	$BYS \geq 2$
A15. Deprem etkilerinin moment aktaran <i>süneklik düzeyi yüksek</i> betonarme çerçeveler ile <i>süneklik düzeyi yüksek</i> boşluksuz betonarme perdeler tarafından birlikte karşılandığı binalar (Bkz.4.3.4.5)	7	2.5	$BYS \geq 2$
A16. Deprem etkilerinin tamamının çatı düzeyindeki bağlantıları mafsalı olan ve yüksekliği 12 m'yi geçmeyen <i>süneklik düzeyi yüksek</i> betonarme kolonlar tarafından karşılandığı tek katlı binalar	3	2	—
A2. Süneklik Düzeyi Karma Taşıyıcı Sistemler (Bkz. 4.3.4.1, 4.3.4.6)			
A21. Deprem etkilerinin moment aktaran <i>süneklik düzeyi sınırlı</i> betonarme çerçeveler ile <i>süneklik düzeyi yüksek</i> bağ kirişli (boşluklu) betonarme perdeler tarafından birlikte karşılandığı binalar (Bkz.4.3.1.2)	6	2.5	$BYS \geq 4$
A22. Deprem etkilerinin moment aktaran <i>süneklik düzeyi sınırlı</i> betonarme çerçeveler ile <i>süneklik düzeyi yüksek</i> boşluksuz betonarme perdeler tarafından birlikte karşılandığı binalar (Bkz.4.3.1.2)	5	2.5	$BYS \geq 4$
A23. Deprem etkilerinin moment aktaran <i>süneklik düzeyi sınırlı dolgu (asmolen) veya dolgu tek doğrultulu dışli döşemeli</i> betonarme çerçeveler ile <i>süneklik düzeyi yüksek</i> bağ kirişli (boşluklu) betonarme perdeler tarafından birlikte karşılandığı binalar	6	2.5	$BYS \geq 6$
A24. Deprem etkilerinin moment aktaran <i>süneklik düzeyi sınırlı dolgu (asmolen) veya dolgu tek doğrultulu dışli döşemeli</i> betonarme çerçeveler ile <i>süneklik düzeyi yüksek</i> boşluksuz betonarme perdeler tarafından birlikte karşılandığı binalar	5	2.5	$BYS \geq 6$
A3. Süneklik Düzeyi Sınırlı Taşıyıcı Sistemler (Bkz. 4.3.4.1, 4.3.4.3, 4.3.4.7)			
A31. Deprem etkilerinin tamamının moment aktaran <i>süneklik düzeyi sınırlı</i> betonarme çerçevelerle karşılandığı binalar	4	2.5	$BYS \geq 7$
A32. Deprem etkilerinin tamamının <i>süneklik düzeyi sınırlı</i> boşluksuz betonarme perdelerle karşılandığı binalar	4	2	$BYS \geq 6$
A33. Deprem etkilerinin moment aktaran <i>süneklik düzeyi sınırlı</i> betonarme çerçeveler ile <i>süneklik düzeyi sınırlı</i> boşluksuz betonarme perdeler tarafından birlikte karşılandığı binalar	4	2	$BYS \geq 6$

5.1.6.2. Eşdeğer Deprem Yüğü Hesabı

Çizelge.5.13.Eşdeğer Deprem Yüğü Hesabında Kullanılacak Veriler

$T_x=$	0.66	$T_A=\frac{0.2S_{D1}}{S_{DS}}$	0.0574374
$T_y=$	0.66	$T_B=\frac{S_{D1}}{S_{DS}}$	0.287187
$S_{ds}=$	0.679	$T_L=$	6
$S_{d1}=$	0.195	$D=$	3
$I=$	1	$R=$	8
$DTS=$	2		
$BKS=$	3		
$BYS=$	7		

Çizelge.5.14. Katlara Göre Bina Ağırlığı

2. Kat Ağırlığı	566.82
1. Kat Ağırlığı	660.36
Zemin Kat Ağırlığı	697.26
Toplam Ağırlık	1924.44

C_t betonarme binalarda 0.1 olarak alınır ve bulunan periyodun Denk.(4.8)'deki şartı sağlaması gerekir.

$$T_{PA} = C_t * H_N^{3/4}$$

$$T_{PA} = 0.1 * 9.8^{3/4}=0.55$$

$$1.4T_{PA} = 0.78 \geq T_x = 0.66 \text{ ve } 1.4T_{PA} = 0.78 \geq T_y = 0.66$$

Çizelge.5.15. X Yönü Eşdeğer Deprem Yüğü Hesabı Parametreleri

X Yönü İçin	
$S_{ae}(T)=$	0.295
$R_a(T)=$	8
$S_{aR}(T)=\frac{S_{ae}(T)}{R_a(T)}=$	0.037
$V_{IE}=m_t \cdot S_{aR}(T)=$	71.07
$\Delta F_{NE}=0.0075 \cdot V_{IE} \cdot \text{Kat adedi}$	1.6
$V_{IE}-\Delta F_{NE}=$	69.47

Çizelge.5.16. Y Yönü Eşdeğer Deprem Yüğü Hesabı Parametreleri

Y Yönü İçin	
$S_{ae}(T)=$	0.295
$R_a(T)=$	8
$S_{aR}(T)=\frac{S_{ae}(T)}{R_a(T)}=$	0.037
$V_{IE}=m_t \cdot S_{aR}(T)=$	71.07
$\Delta F_{NE}=0.0075 \cdot V_{IE} \cdot \text{Kat adedi}$	1.6
$V_{IE}-\Delta F_{NE}=$	69.47

$S_{ae}(T)$ ve $R_a(T)$ 'nin tespiti için Denk.(4.3) ve Denk.(4.4) kullanılır.

Çizelge.5.17. X ve Y Yönlü Eşdeğer Deprem Yüğü Tespiti

Kat No	W_i	H_i	$W_i \cdot H_i$	F_{fi}	F_x
Z	697.26	3.6	2510.143	0.2	13.96
1	660.36	6.7	4424.412	0.3542	24.61
2	566.82	9.8	5554.826	0.4447	32.5
			12489.38		71.07
Kat No	W_i	H_i	$W_i \cdot H_i$	F_{fi}	F_y
Z	697.26	3.6	2510.143	0.2	13.96
1	660.36	6.7	4424.412	0.3542	24.61
2	566.82	9.8	5554.826	0.4447	32.5
			12489.38		71.07

Aşağıda bulunan denklem yardımıyla eşdeğer deprem yükü şartı sağlanır.

$$V_{tE}=71.07 \geq 0.04 \cdot m_t \cdot I \cdot S_{DS} \cdot g = 0.04 \cdot \frac{1924.44}{9.81} \cdot 1 \cdot 0.679 \cdot 9.81 = 52.27$$

Çizelge.5.17. yardımıyla hesaplanan F_x ve F_y değerleri, +%5 ve -%5 dışmerkezlilikleri için kaydırılmış kütle merkezlerine etki ettirilerek deprem hesabı yapılır (TBDY,2018).

5.1.7. Deprem Yüklerinin Yapıya Tanımlanması

Bu işlemin gerçekleşmesi için önceden katlara tanımlanmış diyaframlar kaldırılır ve yeniden tanımlanıp katlara etki ettirilir

$$E_d^{(Z)} = \left(\frac{2}{3}\right) S_{DS} G = 0.45G$$

$$G+Q+0.2S+E_d^{(H)}+0.3E_d^{(Z)}$$

$$0.9G+H+E_d^{(H)}-0.3E_d^{(Z)}$$

Load Combination Name (User-Generated)

Notes

Load Combination Type

Options

Define Combination of Load Case Results

Load Case Name	Load Case Type	Scale Factor
G	Linear Static	0.45
G	Linear Static	0.45

Şekil.5.7. SAP2000'e Z Yönlü Deprem Kuvveti Tanımlama

Bina için 66 yük kombinasyonu oluşturulur. Kritik durumların tespiti için ise, bu 66 yük kombinasyonunu içeren “Toplam Yük” kombinasyonu oluşturulur.

1.4G+1.6Q	G+Q-EYP-0.3EXP+0.3EDZ	G+Q-EYP-0.3EXN+0.3EDZ
G+0.3Q	G+Q+EYN+0.3EXP+0.3EDZ	0.9G+EXP+0.3EYP-0.3EDZ
G+Q+EXP+0.3EYP+0.3EDZ	G+Q+EYN+0.3EXN+0.3EDZ	0.9G+EXP+0.3EYN-0.3EDZ
G+Q+EXP+0.3EYN+0.3EDZ	G+Q+EYN-0.3EXP+0.3EDZ	0.9G+EXP-0.3EYP-0.3EDZ
G+Q+EXP-0.3EYP+0.3EDZ	G+Q+EYN-0.3EXN+0.3EDZ	0.9G+EXP-0.3EYN-0.3EDZ
G+Q+EXP-0.3EYN+0.3EDZ	G+Q-EYN+0.3EXP+0.3EDZ	0.9G-EXP+0.3EYP-0.3EDZ
G+Q-EXP+0.3EYP+0.3EDZ	G+Q-EYN+0.3EXN+0.3EDZ	0.9G-EXP+0.3EYN-0.3EDZ
G+Q-EXP+0.3EYN+0.3EDZ	G+Q-EYN-0.3EXP+0.3EDZ	0.9G-EXP-0.3EYP-0.3EDZ
G+Q-EXP-0.3EYP+0.3EDZ	G+Q-EYN-0.3EXN+0.3EDZ	0.9G-EXP-0.3EYN-0.3EDZ
G+Q-EXP-0.3EYN+0.3EDZ	G+Q+EXN+0.3EYP+0.3EDZ	0.9G+EXN+0.3EYP-0.3EDZ
G+Q+EYP+0.3EXP+0.3EDZ	G+Q+EXN+0.3EYN+0.3EDZ	0.9G+EXN+0.3EYN-0.3EDZ
G+Q+EYP+0.3EXN+0.3EDZ	G+Q+EXN-0.3EYP+0.3EDZ	0.9G+EXN-0.3EYP-0.3EDZ
G+Q+EYP-0.3EXN+0.3EDZ	G+Q+EXN-0.3EYN+0.3EDZ	0.9G+EXN-0.3EYN-0.3EDZ
G+Q+EYP-0.3EXP+0.3EDZ	G+Q-EXN+0.3EYP+0.3EDZ	0.9G-EXN+0.3EYP-0.3EDZ
G+Q-EYP+0.3EXP+0.3EDZ	G+Q-EXN+0.3EYN+0.3EDZ	0.9G-EXN+0.3EYN-0.3EDZ
G+Q-EYP+0.3EXN+0.3EDZ	G+Q-EXN-0.3EYP+0.3EDZ	0.9G-EXN-0.3EYP-0.3EDZ
	G+Q-EXN-0.3EYN+0.3EDZ	0.9G-EXN-0.3EYN-0.3EDZ
	0.9G+EYP+0.3EXP-0.3EDZ	
	0.9G+EYP+0.3EXN-0.3EDZ	
	0.9G+EYP-0.3EXP-0.3EDZ	
	0.9G+EYP-0.3EXN-0.3EDZ	
	0.9G-EYP+0.3EXP-0.3EDZ	
	0.9G-EYP+0.3EXN-0.3EDZ	
	0.9G-EYP-0.3EXP-0.3EDZ	
	0.9G-EYP-0.3EXN-0.3EDZ	
	0.9G+EYN+0.3EXP-0.3EDZ	
	0.9G+EYN+0.3EXN-0.3EDZ	
	0.9G+EYN-0.3EXP-0.3EDZ	
	0.9G+EYN-0.3EXN-0.3EDZ	
	0.9G-EYN+0.3EXP-0.3EDZ	
	0.9G-EYN+0.3EXN-0.3EDZ	
	0.9G-EYN-0.3EXP-0.3EDZ	
	0.9G-EYN-0.3EXN-0.3EDZ	

Şekil.5.8. SAP2000'e Tanımlanan Yük Kombinasyonları

5.1.8. Yapı Düzensizlikleri Kontrolü

Görelî kat ötelemeleri tek tek X+, X-, Y+, Y- deprem yönleri için SAP2000 programı aracılığıyla Çizelge.5.18-19-20-21-22-23-24-25-26-27-28-29'da olduğu gibi hesaplanmıştır.

5.1.8.1. Göreli Kat Ötelemeleri

Çizelge.5.18. 3. Kat EXP Deprem Yüğü İçin Göreli Kat Öteleme

3.KATA AİT NOKTALAR	Deplasmanı	2. Kattaki Karşılık Noktası	Deplasman	$\Delta_l = u_l - u_{l-1}$
30	0.00644	29	0.0049	0.00154
36	0.00644	35	0.0049	0.00154
24	0.00644	23	0.0049	0.00154
28	0.00597	27	0.00454	0.00143
34	0.00597	33	0.00454	0.00143
22	0.00597	21	0.00454	0.00143
26	0.0055	25	0.00417	0.00133
32	0.0055	31	0.00417	0.00133

Çizelge.5.19. 2.Kat EXP Deprem Yüğü İçin Göreli Kat Öteleme

2.KATA AİT NOKTALAR	Deplasmanı	1. Kattaki Karşılık Noktası	Deplasman	$\Delta_l = u_l - u_{l-1}$
29	0.0049	10	0.00233	0.00257
35	0.0049	16	0.00233	0.00257
23	0.0049	18	0.00233	0.00257
27	0.00454	8	0.00215	0.00239
33	0.00454	14	0.00215	0.00239
21	0.00454	20	0.00215	0.00239
25	0.00417	6	0.00197	0.0022
31	0.00417	1	0.00197	0.0022

Çizelge.5.20. 1.Kat EXP Deprem Yüğü İçin Göreli Kat Öteleme

1.KATA AİT NOKTALAR	Deplasmanı	Zemin Kattaki Karşılık Noktası	Deplasman	$\Delta_l = u_l - u_{l-1}$
10	0.00233	10	0	0.00233
16	0.00233	16	0	0.00233
18	0.00233	18	0	0.00233
8	0.00215	8	0	0.00215
14	0.00215	14	0	0.00215
20	0.00215	20	0	0.00215
6	0.00197	6	0	0.00197
1	0.00197	1	0	0.00197

Çizelge.5.21. 3.Kat EXN Deprem Yüğü İçin Görelî Kat Öteleme

3.KATA AİT NOKTALAR	Deplasmanı	2. Kattaki Karşılık Noktası	Deplasman	$\Delta_i = u_i - u_{i-1}$
30	0.00566	29	0.00431	0.00135
36	0.00566	35	0.00464	0.00102
24	0.00566	23	0.00497	0.00069
28	0.00611	27	0.00431	0.0018
34	0.00611	33	0.00464	0.00147
22	0.00611	21	0.00497	0.00114
26	0.00655	25	0.00431	0.00224
32	0.00655	31	0.00464	0.00191

Çizelge.5.22. 2.Kat EXN Deprem Yüğü İçin Görelî Kat Öteleme

2.KATA AİT NOKTALAR	Deplasmanı	1. Kattaki Karşılık Noktası	Deplasman	$\Delta_i = u_i - u_{i-1}$
29	0.00431	10	0.00205	0.00226
35	0.00464	16	0.0022	0.00244
23	0.00497	18	0.00235	0.00262
27	0.00431	8	0.00205	0.00226
33	0.00464	14	0.0022	0.00244
21	0.00497	20	0.00235	0.00262
25	0.00431	6	0.00205	0.00226
31	0.00464	1	0.0022	0.00244

Çizelge.5.23. 1.Kat EXN Deprem Yüğü İçin Görelî Kat Öteleme

1.KATA AİT NOKTALAR	Deplasmanı	Zemin Kattaki Karşılık Noktası	Deplasman	$\Delta_i = u_i - u_{i-1}$
10	0.00205	10	0	0.00205
16	0.0022	16	0	0.0022
18	0.00235	18	0	0.00235
8	0.00205	8	0	0.00205
14	0.0022	14	0	0.0022
20	0.00235	20	0	0.00235
6	0.00205	6	0	0.00205
1	0.0022	1	0	0.0022

Çizelge.5.24. 3.Kat EYP Deprem Yüğü İçin Görelî Kat Öteleme

3.KATA AİT NOKTALAR	Deplasmanı	2. Kattaki Karşılık Noktası	Deplasman	$\Delta_i = u_i - u_{i-1}$
30	0.00566	29	0.00431	0.00135
36	0.00611	35	0.00464	0.00147
24	0.00655	23	0.00497	0.00158
28	0.00566	27	0.00431	0.00135
34	0.00611	33	0.00464	0.00147
22	0.00655	21	0.00497	0.00158
26	0.00566	25	0.00431	0.00135
32	0.00611	31	0.00464	0.00147

Çizelge.5.25. 2.Kat EYP Deprem Yüğü İçin Görelî Kat Öteleme

2.KATA AİT NOKTALAR	Deplasmanı	1. Kattaki Karşılık Noktası	Deplasman	$\Delta_i = u_i - u_{i-1}$
29	0.00431	10	0.00205	0.00226
35	0.00464	16	0.0022	0.00244
23	0.00497	18	0.00235	0.00262
27	0.00431	8	0.00205	0.00226
33	0.00464	14	0.0022	0.00244
21	0.00497	20	0.00235	0.00262
25	0.00431	6	0.00205	0.00226
31	0.00464	1	0.0022	0.00244

Çizelge.5.26. 1.Kat EYP Deprem Yüğü İçin Görelî Kat Öteleme

1.KATA AİT NOKTALAR	Deplasmanı	Zemin Kattaki Karşılık Noktası	Deplasman	$\Delta_i = u_i - u_{i-1}$
10	0.00205	10	0	0.00205
16	0.0022	16	0	0.0022
18	0.00235	18	0	0.00235
8	0.00205	8	0	0.00205
14	0.0022	14	0	0.0022
20	0.00235	20	0	0.00235
6	0.00205	6	0	0.00205
1	0.0022	1	0	0.0022

Çizelge.5.27. 3.Kat EYN Deprem Yüğü İçin Görelî Kat Öteleme

3.KATA AİT NOKTALAR	Deplasmanı	2. Kattaki Karşılık Noktası	Deplasman	$\Delta_l = u_l - u_{l-1}$
30	0.00644	29	0.0049	0.00154
36	0.00597	35	0.00454	0.00143
24	0.0055	23	0.00417	0.00133
28	0.00644	27	0.0049	0.00154
34	0.00597	33	0.00454	0.00143
22	0.0055	21	0.00417	0.00133
26	0.00644	25	0.0049	0.00154
32	0.00597	31	0.00454	0.00143

Çizelge.5.28. 2.Kat EYN Deprem Yüğü İçin Görelî Kat Öteleme

2.KATA AİT NOKTALAR	Deplasmanı	1. Kattaki Karşılık Noktası	Deplasman	$\Delta_l = u_l - u_{l-1}$
29	0.0049	10	0.00233	0.00257
35	0.00454	16	0.00215	0.00239
23	0.00417	18	0.00197	0.0022
27	0.0049	8	0.00233	0.00257
33	0.00454	14	0.00215	0.00239
21	0.00417	20	0.00197	0.0022
25	0.0049	6	0.00233	0.00257
31	0.00454	1	0.00215	0.00239

Çizelge.5.29. 1.Kat EYN Deprem Yüğü İçin Görelî Kat Öteleme

1.KATA AİT NOKTALAR	Deplasmanı	Zemin Kattaki Karşılık Noktası	Deplasman	$\Delta_l = u_l - u_{l-1}$
10	0.00233	10	0	0.00233
16	0.00215	16	0	0.00215
18	0.00197	18	0	0.00197
8	0.00233	8	0	0.00233
14	0.00215	14	0	0.00215
20	0.00197	20	0	0.00197
6	0.00233	6	0	0.00233
1	0.00215	1	0	0.00215

5.1.8.2. A1 Burulma Düzensizliği Kontrolü

Herhangi bir kattaki en büyük görelî kat ötelemesinin o katta aynı doğrultudaki ortalaması alınmış görelî kat ötelemesine oranını temsil eden Burulma Düzensizliği Katsayısı η_{bi} , birbirine dik konumda bulunan iki deprem doğrultusundan herhangi biri için 1.2'den büyük olmamalıdır (TBDY,2018).

Deprem doğrultuları için geçerli olan iki doğrultudan herhangi biri için bu kontrolün yapılması yeterli olacağından X deprem doğrultusunda $\pm 5\%$ dışmerkezlikli yüklemeler için kontroller gerçekleştirilir.

Çizelge.5.30. EXP Deprem Yüğü İçin Burulma Düzensizliği Kontrolü

EXP								
KAT	Katın Max ötelemesi $u_{i \max}$	Katın Min ötelemesi $u_{i \min}$	$(\Delta i)_{\max}$	$(\Delta i)_{\min}$	$(\Delta i)_{\text{ort}}$	η_{bi}		SONUÇ
	m	m	m	m	M			
3	0.00644	0.0055	0.001540	0.001330	0.00144	1.0732	<1.2	A1 YOK
2	0.0049	0.00417	0.002570	0.002200	0.002385	1.0776	<1.2	A1 YOK
1	0.00233	0.00197	0.002330	0.001970	0.002150	1.0837	<1.2	A1 YOK

Çizelge.5.31. EXN Deprem Yüğü İçin Burulma Düzensizliği Kontrolü

EXN								
KAT	Katın Max ötelemesi $u_{i \max}$	Katın Min ötelemesi $u_{i \min}$	$(\Delta i)_{\max}$	$(\Delta i)_{\min}$	$(\Delta i)_{\text{ort}}$	η_{bi}		SONUÇ
	m	m	m	m	M			
3	0.00655	0.00566	0.001580	0.001350	0.00147	1.0785	<1.2	A1 YOK
2	0.00497	0.00431	0.002620	0.002620	0.002440	1.0738	<1.2	A1 YOK
1	0.00235	0.00205	0.002350	0.002350	0.002200	1.0682	<1.2	A1 YOK

5.1.8.3. A2 Döşeme Süreksizliği Kontrolü

Belirtilen 3 şart sağlandığı için binada döşeme süreksizliği bulunmamaktadır.

- Merdiven ve asansör boşlukları dahil olmak üzere, binada bulunan boşluk alanları toplamı kat brüt alanının 1/3'ünden daha azdır (TBDY,2018).
- Deprem yüklerinin düşey taşıyıcı sistem elemanlarına güvenli bir şekilde geçebilmesini zorlaştıran herhangi bir yerel döşeme boşluğu bulunmamaktadır (TBDY,2018).
- Döşemenin düzlem içinde bulunan rijitlik ve dayanımında ani düşüşler mevcut değildir (TBDY,2018).

5.1.8.4. A3 Planda Bulunan Çıkıntı Düzensizlikleri

Yapıda herhangi bir çıkıntı bulunmadığı için A3 düzensizliği bulunmamaktadır (TBDY,2018).

5.1.8.5. B1 Düzensizliği

Yapıda etkili kesme alanı yani perde bulunmadığı için B1 düzensizliği bulunmamaktadır (TBDY,2018).

5.1.8.6. B2 Komşu Katlar Arası Rijitlik Düzensizliği (Yumuşak Kat)

Yapıda bulunan bodrum katları hariç herhangi bir kattaki ortalaması alınmış görel kat ötelemesi oranının bir üst veya bir alt katta hesaplanmış ortalama görel kat ötelemesi oranına bölünerek her iki deprem doğrultusundan herhangi biri için elde edilen Rijitlik Düzensizliği Katsayısı η_{ki} , 2'den küçük olmalıdır (TBDY,2018).

$$\eta_{ki1} = \frac{(\Delta_i)_{ort}/h_i}{(\Delta_{i+1})_{ort}/h_{i+1}}$$

$$\eta_{ki2} = \frac{(\Delta_i)_{ort}/h_i}{(\Delta_{i-1})_{ort}/h_{i-1}}$$

Çizelge.5.32. EXP Yumuşak Kat Kontrolü

EXP						
Kat No	h_i	$(\Delta_i)_{ort}$	$(\Delta_i)_{ort}/h_i$	η_{ki1}	η_{ki2}	Sonuç
3	3.1	0.001446	0.000467	-	0.6	<2 kat B2 türü kat düzensizliği yok
2	3.1	0.00241	0.000777	1.67	1.29	<2 kat B2 türü kat düzensizliği yok
1	3.6	0.002173	0.000603	0.78	-	<2 kat B2 türü kat düzensizliği yok

Çizelge.5.33. EXN Yumuşak Kat Kontrolü

EXN						
Kat No	h_i	$(\Delta_i)_{ort}$	$(\Delta_i)_{ort}/h_i$	η_{ki1}	η_{ki2}	Sonuç
3	3.1	0.00145	0.00047	-	0.6	<2 kat B2 türü kat düzensizliği yok
2	3.1	0.00242	0.00078	1.66	1.29	<2 kat B2 türü kat düzensizliği yok
1	3.6	0.00218	0.00061	0.78	-	<2 kat B2 türü kat düzensizliği yok

5.1.8.7. B3 Taşıyıcı Sistemdeki Düşey Elemanların Süreksizliği

Örnek bina taşıyıcı elemanlarında herhangi bir süreksizlik bulunmadığı için B3 düzensizliği bulunmamaktadır.

5.1.8.8. Göreli Kat Öteleme Kontrolü

λ Tespiti

S_{DS} , S_{D1} değerleri bu sefer DD-3 deprem yer hareketi düzeyi için AFAD üzerinden. $S_{DS}=0.243$, $S_{D1}=0.076$ olarak alınır.

$$T_A = 0.2 \frac{S_{D1}}{S_{DS}} = 0.2 \frac{0.076}{0.243} = 0.063$$

$$T_B = \frac{S_{D1}}{S_{DS}} = \frac{0.076}{0.243} = 0.313$$

$$T_x=0.66 \quad T_L=6$$

$$S_{ae}(Tx) = \frac{S_{D1}}{T_x} = \frac{0.076}{0.66} = 0.115$$

$$S_{ae}(Ty) = \frac{S_{D1}}{T_y} = \frac{0.076}{0.66} = 0.115$$

$S_{ae}(T)$ değerlerinin elde edilmesinde Denk.(4.3) kullanılmıştır.

Eşdeğer deprem yükü hesap kısmında 5.1.6.2. başlığı altında DD-2 deprem yer hareketi düzeyi için $S_{ae}(T_x)=0.295$ ve $S_{ae}(T_y)=0.295$ değerleri bulunmuştur.

$$\lambda_x = \frac{S_{ae}(Tx)_{DD3}}{S_{ae}(Tx)_{DD2}} = \frac{0.115}{0.295} = 0.39$$

$$\lambda_y = \frac{S_{ae}(Ty)_{DD3}}{S_{ae}(Ty)_{DD2}} = \frac{0.115}{0.295} = 0.39$$

$$\delta_i = \frac{R}{I} \Delta_i$$

Çizelge.5.34. EXP Görelî Kat Öteleme Kontrolü

EXP									
Kat No	U_{imax}	Δ_i	R	I	h_i	δ_i	I	$\frac{\delta_{i(MAX)}}{h} \lambda$	Sonuç
3	0.00644	0.00154	8	1	3.1	0.012	0.39	0.0015	<0.008
2	0.0049	0.00257			3.1	0.021	0.39	0.0026	<0.008
1	0.00233	0.00233			3.6	0.019	0.39	0.002	<0.008

Çizelge.5.35. EXN Görelî Kat Öteleme Kontrolü

EXN									
Kat No	U_{imax}	Δ_i	R	I	h_i	δ_i	I	$\frac{\delta_{i(MAX)}}{h} \lambda$	Sonuç
3	0.00655	0.00158	8	1	3.1	0.013	0.39	0.0016	<0.008
2	0.00497	0.00262			3.1	0.021	0.39	0.0026	<0.008
1	0.00235	0.00235			3.6	0.019	0.39	0.002	<0.008

Çizelge.5.36. EYP Görelî Kat Öteleme Kontrolü

EYP									
Kat No	U_{imax}	Δ_i	R	I	h_i	δ_i	I	$\frac{\delta_{i(MAX)}}{h} \lambda$	Sonuç
2	0.00655	0.00158	8	1	3.1	0.013	0.39	0.0016	<0.008
1	0.00497	0.00262			3.1	0.021	0.39	0.0026	<0.008
Z	0.00235	0.00235			3.6	0.019	0.39	0.002	<0.008

Çizelge.5.37. EYN Görelî Kat Öteleme Kontrolü

EYN									
Kat No	U_{imax}	Δ_i	R	I	h_i	δ_i	I	$\frac{\delta_{i(MAX)}}{h} \lambda$	Sonuç
3	0.00644	0.00154	8	1	3.1	0.012	0.39	0.0015	<0.008
2	0.0049	0.00257			3.1	0.021	0.39	0.0026	<0.008
1	0.00233	0.00233			3.6	0.019	0.39	0.002	<0.008

5.1.8.9. İkincil Mertebe Etkilerinin Kontrolü

$$\phi = \frac{(\Delta_i)_{ort} * \Sigma W}{V_i * h_i} \leq 0.12 * \frac{D}{C_h * R}$$

C_h beton için 0.5 alınır. Çizelge.5.12.'de R=8 D=3 olarak tespit edilmiştir.

$$0.12 * \frac{D}{C_h * R} = 0.12 * \frac{3}{0.5 * 8} = 0.09$$

Her kat için ikincil mertebe etkisi elde edilen bu 0.09 değerini aşmamalıdır.

Çizelge.5.38. Katlara Etkiyen Deprem Yüğü

	F_x	F_y
1	13.963029	13.963029
2	24.611421	24.611421
3	32.498656	32.498656

Çizelge.5.39. 3. Kat İkincil Mertebe Etkileri Kontrolü

3. Kat						
Yükleme	Δi	W	V	H	İkincil Mertebe	θ
EXP	0.00154	1924.44	32.4987	3.1	0.029	<0.09
EXN	0.00158				0.030	<0.09
EYP	0.00158		32.4987		0.030	<0.09
EYN	0.00154				0.029	<0.09

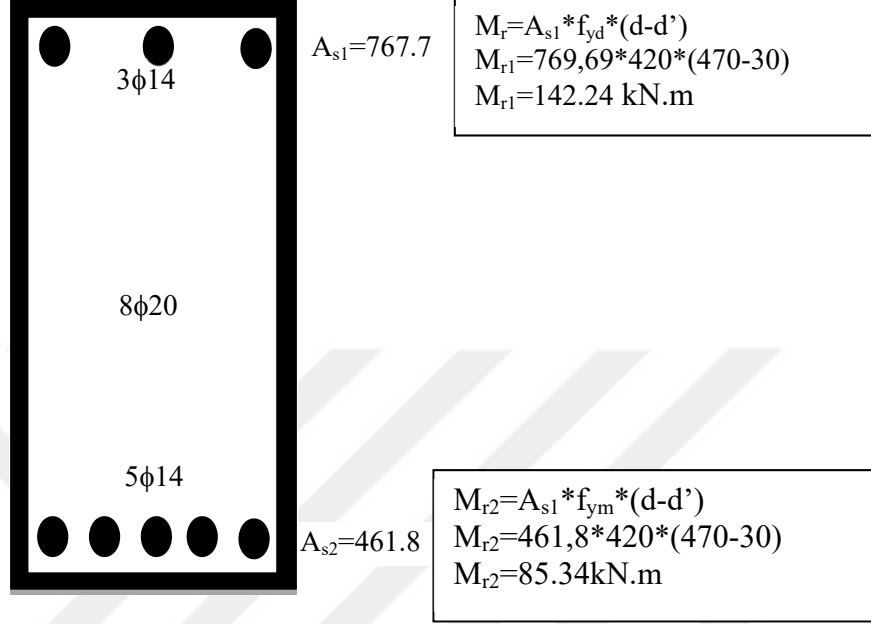
Çizelge.5.40. 2. Kat İkincil Mertebe Etkileri Kontrolü

2. Kat						
Yükleme	Δi	W	V	H	İkincil Mertebe	θ
EXP	0.00257	1924.44	24.6114	3.1	0.065	<0.09
EXN	0.00262				0.066	<0.09
EYP	0.00262		24.6114		0.066	<0.09
EYN	0.00257				0.065	<0.09

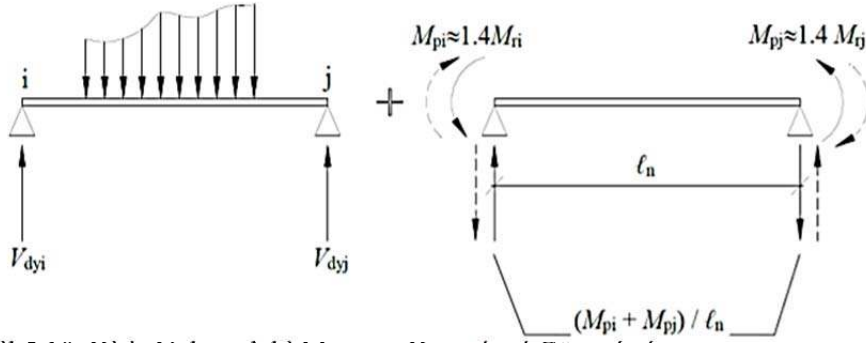
Çizelge.5.41. 1. Kat İkincil Mertebe Etkileri Kontrolü

1. Kat						
Yükleme	Δi	W	V	H	İkincil Mertebe	θ
EXP	0.00233	1924.44	13.963	3.6	0.0892	<0.09
EXN	0.00235				0.08997	<0.09
EYP	0.00235				0.08997	<0.09
EYN	0.00233		13.963		0.0892	<0.09

5.1.9. Kiriş Moment Kapasite Hesabı



Şekil.5.9. Kiriş En Kesiti ve Moment Kapasite Hesabı



Şekil.5.10. Kiriş Uçlarındaki Moment Kapasitesi Gösterimi

$$M_{pi} = 1.4 M_{ri} = 1.4 \cdot 142.24 = 199.14 \text{ kN.m} \quad M_{pj} = 1.4 M_{rj} = 1.4 \cdot 85.34 = 119.48 \text{ kN.m}$$

5.1.10. Kiriş Kesme Kontrolü

Çizelge.5.42. X Yönündeki Kirişlerin Kesme Kontrolü

			G+0,3Q				V _{emax}	V _{envelope}	V _e
			İ Ucu	J Ucu	İ Ucu	J Ucu			
	Kiriş Adı	L _n (m)	V _d (kN)		V _e (kN)				
1. Kat	K101	4.65	24.906	28.831	47.539	97.351	97.351	60.95	60.947
	K102	4.65	28.767	24.97	35.956	93.49	93.49	60.88	60.883
	K103	4.65	35.612	39.61	36.906	108.13	108.13	71.75	71.745
	K104	4.65	29.219	24.518	34.6	93.038	93.038	59.96	59.956
	K105	4.65	26.707	27.029	42.135	95.549	95.549	63.00	63
2. Kat	K201	4.7	25.645	28.451	44.952	96.242	96.242	54.04	54.042
	K202	4.7	28.366	25.73	36.789	93.521	93.521	53.97	53.971
	K203	4.7	36.452	39.16	34.047	106.95	106.95	65.25	65.254
	K204	4.7	28.505	25.591	36.372	93.382	93.382	53.18	53.179
	K205	4.7	26.91	27.186	41.157	94.977	94.977	55.60	55.598
3. Kat	K301	4.7	20.165	25.532	52.993	93.323	93.323	41.44	41.444
	K302	4.7	25.476	20.222	37.061	88.013	88.013	41.39	41.386
	K303	4.7	30.854	36.359	42.442	104.15	104.15	56.56	56.555
	K304	4.7	26.062	19.635	35.302	87.426	87.426	42.16	42.163
	K305	4.7	22.533	23.165	45.89	90.956	90.956	38.40	38.396

Bu hesapta V_d değerleri SAP2000 programından düşey yükleme altında alınan verilerdir. V_e hesabı $V_e = V_{dy} \pm (M_{pi} + M_{pj})/l_n$ formülü ile gerçekleştirilmiştir. V_{envelope} değeri yine SAP2000 programından deprem yükünün D dayanım fazlalığıyla artırılıp toplam yük kombinasyonlarına etki ettirilmesi sonucu oluşan max kesme değeri olarak alınmıştır.

Burada olduğu gibi TBDY-2018 7.4.5.1’de söz edildiği üzere V_e=(V_{envelope},V_{emax})_{min} olarak alınmıştır

Bu gerçekleşen işlemlerin aynısı y doğrultusunda bulunan kirişler için de Çizelge.5.43.’te gerçekleştirilmiştir.

Çizelge.5.43. Y Yönündeki Kirişlerin Kesme Kontrolü

			G+0,3Q				V _{emax}	V _{envelope}	V _e
			I Ucu	J Ucu	I Ucu	J Ucu			
	Kiriş Adı	L _n (m)	V _d (kN)		V _e (kN)				
1. Kat	K106	4.65	24.97	28.767	47.347	97.287	97.287	60.88	60.883
	K107	4.65	28.831	24.906	35.764	93.426	93.426	60.95	60.947
	K108	4.65	24.518	29.219	48.703	97.739	97.739	59.96	59.956
	K109	4.65	39.61	35.612	24.912	104.13	104.13	71.75	71.745
	K110	4.65	27.029	26.707	41.169	95.227	95.227	63.00	63
2. Kat	K206	4.7	25.73	28.366	44.697	96.157	96.157	53.97	53.971
	K207	4.7	28.451	25.645	36.534	93.436	93.436	54.04	54.042
	K208	4.7	25.591	28.505	45.114	96.296	96.296	53.18	53.179
	K209	4.7	39.16	36.452	25.923	104.24	104.24	65.25	65.254
	K210	4.7	27.186	26.91	40.329	94.701	94.701	55.60	55.598
3. Kat	K306	4.7	20.222	25.476	52.823	93.267	93.267	41.39	41.386
	K307	4.7	25.532	20.165	36.892	87.956	87.956	41.44	41.444
	K308	4.7	19.635	26.062	54.583	93.853	93.853	42.16	42.163
	K309	4.7	36.359	30.854	25.927	98.645	98.645	56.56	56.555
	K310	4.7	23.165	22.533	43.994	90.324	90.324	38.40	38.396

4.6.3 başlığı altında anlatılan ve Denk.(4.14)'te belirtilen aşağıdaki şartın kiriş kesme kuvveti için sağlanması gerekmektedir.

$$V_e \leq 0.85x b_w x d * \sqrt{f_{ck}}$$

Çizelge.5.44. Denk. 4.13'te Verilen İkinci Şartın X Yönlü Kirişlerdeki Kontrolü

			V_e		$0.85x b w x d * \sqrt{f_{ck}}$
	Kiriş Adı	L_n (m)			
1. Kat	K101	4.65	60.947	<	499.375
	K102	4.65	60.883	<	499.375
	K103	4.65	71.745	<	499.375
	K104	4.65	59.956	<	499.375
	K105	4.65	63	<	499.375
2. Kat	K201	4.7	54.042	<	499.375
	K202	4.7	53.971	<	499.375
	K203	4.7	65.254	<	499.375
	K204	4.7	53.179	<	499.375
	K205	4.7	55.598	<	499.375
3. Kat	K301	4.7	41.444	<	499.375
	K302	4.7	41.386	<	499.375
	K303	4.7	56.555	<	499.375
	K304	4.7	42.163	<	499.375
	K305	4.7	38.396	<	499.375

Çizelge.5.45. Denk. 4.13'te Verilen İkinci Şartın Y Yönlü Kirişlerdeki Kontrolü

			V_e	<	$0.85x b w x d * \sqrt{f_{ck}}$
	Kiriş Adı	L_n (m)			
1. Kat	K106	4.65	60.883	<	499.375
	K107	4.65	60.947	<	499.375
	K108	4.65	59.956	<	499.375
	K109	4.65	71.745	<	499.375
	K110	4.65	63	<	499.375
2. Kat	K206	4.7	53.971	<	499.375
	K207	4.7	54.042	<	499.375
	K208	4.7	53.179	<	499.375
	K209	4.7	65.254	<	499.375
	K210	4.7	55.598	<	499.375
3. Kat	K306	4.7	41.386	<	499.375
	K307	4.7	41.444	<	499.375
	K308	4.7	42.163	<	499.375
	K309	4.7	56.555	<	499.375
	K310	4.7	38.396	<	499.375

V_c hesabı gerçekleştirilirken nasıl hesaplanacağı 4.6.3.2-(b) kısmında anlatılan işlemler uygulanarak Çizelge.5.46.'da tespit edilmiştir

Çizelge.5.46. V_c Hesaplaması Kontrolü

	Kiriş Adı	Sadece Deprem Kuvvetlerinden Oluşan V	V (depremlili durum)	$0.5 V$ (depremlili durum)	V_c
1. Kat	K101	14.935	47.664	23.832	hesapla
	K102	14.924	47.587	23.794	hesapla
	K103	14.877	62.73	31.365	hesapla
	K104	14.991	48.19	24.095	hesapla
	K105	17.017	44.622	22.311	hesapla
	K106	14.924	47.587	23.794	hesapla
	K107	14.935	47.664	23.832	hesapla
	K108	14.991	48.19	24.095	hesapla
	K109	14.887	62.73	31.365	hesapla
	K110	17.017	44.622	22.311	hesapla
2. Kat	K201	10.902	47.036	23.518	hesapla
	K202	10.883	46.94	23.47	hesapla
	K203	10.98	62	31	hesapla
	K204	11.131	47.062	23.531	hesapla
	K205	12.592	44.839	22.42	hesapla
	K206	10.883	46.94	23.47	hesapla
	K207	10.902	47.036	23.518	hesapla
	K208	11.131	47.062	23.531	hesapla
	K209	10.98	62	31	hesapla
	K210	12.592	44.839	22.42	hesapla
3. Kat	K301	4.688	41.444	20.722	hesapla
	K302	4.667	41.386	20.693	hesapla
	K303	4.734	56.555	28.278	hesapla
	K304	4.877	42.163	21.082	hesapla
	K305	5.565	37.551	18.776	hesapla
	K306	4.667	41.386	20.693	hesapla
	K307	4.688	41.444	20.722	hesapla
	K308	4.877	42.163	21.082	hesapla
	K309	4.734	56.555	28.278	hesapla
	K310	5.565	37.551	18.776	hesapla

Deprem kuvvetleri de dahil edilerek oluşturulmuş toplam yük kombinasyonlarından bulunan V kesme kuvvetinin yarısı, sadece deprem kuvvetlerinin etkisiyle meydana gelen kesme kuvvetinden büyük olduğu için V_c sıfır alınmayıp hesaplanacaktır.

Denk.(4.14)'te verilen bir diğer şartın kontrolü için Denk.(4.19)'daki denklemler kullanılarak V_r hesaplanır.

$$V_{cr}=0.65f_{ctm}b_wd(1+\gamma\frac{N_d}{A_c})=0.65*1.75*250*470=133.66$$

$$V_c=0.8V_{cr}=0.8*133.66=106.925$$

$$A_{sw}=\frac{8^2\pi}{4}*2=100.53$$

$$V_w=f_{ywd}d(\frac{A_{sw}}{s})=365*470*\frac{100.53}{200}=86.23$$

$$V_r=V_c+V_w=106.925+86.23=193.155$$

Tüm kiriş kesitleri aynı olduğu için V_r tüm kirişler için 193.155 alınır.

Çizelge.5.47. Denk.(4.14)'te Verilen İki Şartın da Kontrolü

	Kiriş Adı	V_r		V_e		$0.85*bw d\sqrt{f_{ck}}$
1. Kat	K101	193.15	>	60.95	<	499.375
	K102	193.15	>	60.88	<	499.375
	K103	193.15	>	71.75	<	499.375
	K104	193.15	>	59.96	<	499.375
	K105	193.15	>	63	<	499.375
	K106	193.15	>	60.88	<	499.375
	K107	193.15	>	60.95	<	499.375
	K108	193.15	>	59.96	<	499.375
	K109	193.15	>	71.75	<	499.375
	K110	193.15	>	63	<	499.375
2. Kat	K201	193.15	>	54.04	<	499.375
	K202	193.15	>	53.97	<	499.375
	K203	193.15	>	65.25	<	499.375
	K204	193.15	>	53.18	<	499.375
	K205	193.15	>	55.6	<	499.375
	K206	193.15	>	53.97	<	499.375
	K207	193.15	>	54.04	<	499.375
	K208	193.15	>	53.18	<	499.375
	K209	193.15	>	65.25	<	499.375
	K210	193.15	>	55.6	<	499.375

Çizelge.5.48. Denk.(4.14)'te Verilen İki Şartın da Kontrolü

	Kiriş Adı	V_r		V_e		$0.85 \cdot b_w \cdot d \cdot \sqrt{f_{ck}}$
3. Kat	K301	193.15	>	41.44	<	499.375
	K302	193.15	>	41.39	<	499.375
	K303	193.15	>	56.56	<	499.375
	K304	193.15	>	42.16	<	499.375
	K305	193.15	>	38.4	<	499.375
	K306	193.15	>	41.39	<	499.375
	K307	193.15	>	41.44	<	499.375
	K308	193.15	>	42.16	<	499.375
	K309	193.15	>	56.56	<	499.375
	K310	193.15	>	38.4	<	499.375

5.1.11. Kolon Kontrolleri

İlk kontrol TBDY 2018 7.3.1.2'de belirtildiği üzere $\frac{N_{dm}}{A_c f_{ck}}$ değerinin 0.4 değerinden büyük olmamasıdır Buradaki N_{dm} , G+Q+E yükleri altında hesaplanan kolon eksenel basınçlarının en büyüğüdür.

Burada unutulmaması gereken bir diğer husus TBDY 2018'de 0.4 olarak belirlenen sınır değerinin 2007 yılında yürürlüğe giren DBYBHY'de 0.5 olmasıdır.

Çizelge.5.49. Kolon Kontrolü 1-1

		N_{dm}	$A_c * f_{ck}$	$\frac{N_{dm}}{A_c f_{ck}}$	
S1	1	234.625	3062.5	0.077	<0.4
	2	145.567	2250	0.065	<0.4
	3	62.879	2250	0.028	<0.4
S2	1	391.195	3062.5	0.128	<0.4
	2	248.8	2250	0.111	<0.4
	3	114.225	2250	0.051	<0.4
S3	1	244.862	3062.5	0.08	<0.4
	2	151.918	2250	0.068	<0.4
	3	66.44	2250	0.03	<0.4
S4	1	391.195	3062.5	0.128	<0.4
	2	248.8	2250	0.111	<0.4
	3	114.225	2250	0.051	<0.4

Çizelge.5.50.Kolon Kontrolü 1-2

		N_{dm}	$A_c \cdot f_{ck}$	$\frac{N_{dm}}{A_c f_{ck}}$	
S5	1	539.116	3062.5	0.176	<0.4
	2	347.744	2250	0.155	<0.4
	3	165.336	2250	0.073	<0.4
S6	1	246.032	3062.5	0.08	<0.4
	2	152.713	2250	0.068	<0.4
	3	66.695	2250	0.03	<0.4
S7	1	244.862	3062.5	0.08	<0.4
	2	151.918	2250	0.068	<0.4
	3	66.44	2250	0.03	<0.4
S8	1	246.032	3062.5	0.08	<0.4
	2	152.713	2250	0.068	<0.4
	3	66.695	2250	0.03	<0.4

Yine tüm kolonlar TS500 7.4.1’de belirtildiği üzere $\frac{N_d}{A_c f_{cd}} \leq 0.9$ şartını sağlamalıdır. Bu koşul Çizelge.5.51. ve Çizelge.5.52.’de denetlenmiştir.

Çizelge.5.51. Kolon Kontrolü 2-1

		N_d	$A_c \cdot f_{cd}$	$\frac{N_d}{A_c f_{cd}}$	
S1	1	174.4	2041.67	0.08	<0.9
	2	108.6	1500.00	0.07	<0.9
	3	48.28	1500.00	0.03	<0.9
S2	1	302.4	2041.67	0.15	<0.9
	2	194	1500.00	0.13	<0.9
	3	90.62	1500.00	0.06	<0.9
S3	1	178	2041.67	0.09	<0.9
	2	112.4	1500.00	0.07	<0.9
	3	50.7	1500.00	0.03	<0.9
S4	1	302.4	2041.67	0.15	<0.9
	2	194	1500.00	0.13	<0.9
	3	90.62	1500.00	0.06	<0.9
S5	1	435	2041.67	0.21	<0.9
	2	280.9	1500.00	0.19	<0.9
	3	134.4	1500.00	0.09	<0.9
S6	1	178.1	2041.67	0.09	<0.9
	2	112.5	1500.00	0.08	<0.9
	3	50.75	1500.00	0.03	<0.9

Çizelge.5.52. Kolon Kontrolü 2-2

		N_d	$A_c \cdot f_{cd}$	$\frac{N_d}{A_c f_{cd}}$	
S7	1	178.02	2041.67	0.087	<0.9
	2	112.36	1500.00	0.075	<0.9
	3	50.701	1500.00	0.034	<0.9
S8	1	178.07	2041.67	0.087	<0.9
	2	112.54	1500.00	0.075	<0.9
	3	50.747	1500.00	0.034	<0.9

5.1.11.1. Kolon Moment Kapasite Tespiti

Kolon moment kapasitesi hesabında Şekil.4.3.'de bulunan taşıma gücü abağından yararlanılmıştır (Altundal,2015).

Burada bir önemli nokta da kolon kare kesit olduğu için $M_x=M_y$ olduğudur.

Çizelge.5.53. Kolon Moment Tespiti 1

			Nd(kN)	$\frac{d_x}{b}$	$\frac{N_d}{b \cdot h \cdot f_{cd}}$	ρ_t	ψ	$\frac{M_d}{b \cdot h^2 \cdot f_{cd}}$	M _{rx}	M _{ry}	En küçük Mr	En büyük Mr
S101	i	1.4G+1.6Q	275.524	0.8	0.1	0.01	0.2	0.12	72.9	72.89	72.89	72.888
			194.898	0.8	0.1	0.01	0.2	0.12	72.9	72.89		
		G+Q+E	234.625	0.8	0.1	0.01	0.2	0.12	72.9	72.89		
			105.358	0.8	0.1	0.01	0.2	0.12	72.9	72.89		
	j	0.9G+E	145.085	0.8	0.1	0.01	0.2	0.12	72.9	72.89	51.63	72.888
		1.4G+1.6Q	196.976	0.8	0.1	0.01	0.2	0.12	72.9	72.89		
			183.254	0.8	0.1	0.01	0.2	0.12	72.9	72.89		
		G+Q+E	222.98	0.8	0.1	0.01	0.2	0.12	72.9	72.89		
			97.51	0.8	0.0	0.01	0.2	0.085	51.6	51.63		
		0.9G+E	137.236	0.8	0.1	0.01	0.2	0.12	72.9	72.89		

Çizelge.5.54. Kolon Moment Tespiti 2

			Nd(kN)	$\frac{d_x}{b}$	$\frac{N_d}{b \cdot h \cdot f_{cd}}$	ρt	ψ	$\frac{M_d}{b \cdot h^2 \cdot f_{cd}}$	M _{rx}	M _{ry}	En küçük Mr	En büyük Mr
S201	i	1.4G+1.6Q	173.692	0.8	0.1	0.014	0.3	0.15	57.4	57.38	45.9	57.375
		G+Q+E	125.145	0.8	0.1	0.014	0.3	0.15	57.4	57.38		
			145.567	0.8	0.1	0.014	0.3	0.15	57.4	57.38		
		0.9G+E	68.639	0.8	0.0	0.014	0.3	0.12	45.9	45.9		
			89.061	0.8	0.1	0.014	0.3	0.15	57.4	57.38		
	j	1.4G+1.6Q	165.502	0.8	0.1	0.014	0.3	0.15	57.4	57.38	45.9	57.375
		G+Q+E	118.506	0.8	0.1	0.014	0.3	0.15	57.4	57.38		
			138.928	0.8	0.1	0.014	0.3	0.15	57.4	57.38		
		0.9G+E	64.163	0.8	0.0	0.014	0.3	0.12	45.9	45.9		
			84.585	0.8	0.1	0.014	0.3	0.15	57.4	57.38		

Çizelge.5.55. Kolon Moment Tespiti 3

			Nd(kN)	$\frac{d_x}{b}$	$\frac{N_d}{b \cdot h \cdot f_{cd}}$	ρ_t	ψ	$\frac{M_d}{b \cdot h^2 \cdot f_{cd}}$	M _{rx}	M _{ry}	En küçük Mr	En büyük Mr
S301	i	1.4G+1.6Q	76.541	0.8	0.1	0.014	0.3	0.15	57.4	57.38	45.9	57.375
			56.718	0.8	0.0	0.014	0.3	0.12	45.9	45.9		
		G+Q+E	62.879	0.8	0.0	0.014	0.3	0.12	45.9	45.9		
			32.11	0.8	0.0	0.014	0.3	0.12	45.9	45.9		
		0.9G+E	38.271	0.8	0.0	0.014	0.3	0.12	45.9	45.9		
	j	1.4G+1.6Q	68.351	0.8	0.0	0.014	0.3	0.12	45.9	45.9	45.9	45.9
			50.079	0.8	0.0	0.014	0.3	0.12	45.9	45.9		
		G+Q+E	56.239	0.8	0.0	0.014	0.3	0.12	45.9	45.9		
			27.635	0.8	0.0	0.014	0.3	0.12	45.9	45.9		
		0.9G+E	33.796	0.8	0.0	0.014	0.3	0.12	45.9	45.9		

Çizelge.5.56. Kolon Moment Tespiti 4

			Nd(kN)	$\frac{d_x}{b}$	$\frac{N_d}{b \cdot h \cdot f_{cd}}$	ρ_t	ψ	$\frac{M_d}{b \cdot h^2 \cdot f_{cd}}$	M _{rx}	M _{ry}	En küçük Mr	En büyük Mr
S102	i	1.4G+1.6Q	481.212	0.8	0.3	0.01	0.2	0.18	109	109.3	72.89	109.33
			359.932	0.8	0.2	0.01	0.2	0.14	85	85.04		
		G+Q+E	391.195	0.8	0.3	0.01	0.2	0.18	109	109.3		
			204.472	0.8	0.1	0.01	0.2	0.12	72.9	72.89		
		0.9G+E	235.735	0.8	0.2	0.01	0.2	0.14	85	85.04		
	j	1.4G+1.6Q	466.848	0.8	0.3	0.01	0.2	0.18	109	109.3	72.89	109.33
			348.288	0.8	0.2	0.01	0.2	0.14	85	85.04		
		G+Q+E	379.551	0.8	0.3	0.01	0.2	0.18	109	109.3		
			196.624	0.8	0.1	0.01	0.2	0.12	72.9	72.89		
		0.9G+E	227.887	0.8	0.2	0.01	0.2	0.14	85	85.04		

Çizelge.5.57. Kolon Moment Tespiti 5

			Nd(kN)	$\frac{d_x}{b}$	$\frac{N_d}{b \cdot h \cdot f_{cd}}$	ρ_t	ψ	$\frac{M_d}{b \cdot h^2 \cdot f_{cd}}$	M _{rx}	M _{ry}	En küçük Mr	En büyük Mr
S202	i	1.4G+1.6Q	308.408	0.8	0.2	0.01	0.2	0.14	53.6	53.55	45.9	53.55
			232.7	0.8	0.2	0.01	0.2	0.14	53.6	53.55		
		G+Q+E	248.8	0.8	0.2	0.01	0.2	0.14	53.6	53.55		
			133.165	0.8	0.1	0.01	0.2	0.12	45.9	45.9		
		0.9G+E	149.265	0.8	0.1	0.01	0.2	0.12	45.9	45.9		
	j	1.4G+1.6Q	300.218	0.8	0.2	0.01	0.2	0.14	53.6	53.55	45.9	53.55
			226.06	0.8	0.2	0.01	0.2	0.14	53.6	53.55		
		G+Q+E	242.16	0.8	0.2	0.01	0.2	0.14	53.6	53.55		
			128.69	0.8	0.1	0.01	0.2	0.12	45.9	45.9		
		0.9G+E	144.789	0.8	0.1	0.01	0.2	0.12	45.9	45.9		

Çizelge.5.58. Kolon Moment Tespiti 6

			Nd(kN)	$\frac{d_x}{b}$	$\frac{N_d}{b \cdot h \cdot f_{cd}}$	ρ_t	ψ	$\frac{M_d}{b \cdot h^2 \cdot f_{cd}}$	M _{rx}	M _{ry}	En küçük Mr	En büyük Mr
S302	i	1.4G+1.6Q	142.848	0.8	0.1	0.01	0.2	0.12	45.9	45.9	32.51	45.9
			109.344	0.8	0.1	0.01	0.2	0.12	45.9	45.9		
		G+Q+E	114.225	0.8	0.1	0.01	0.2	0.12	45.9	45.9		
			63.775	0.8	0.0	0.01	0.2	0.085	32.5	32.51		
		0.9G+E	68.656	0.8	0.0	0.01	0.2	0.085	32.5	32.51		
	j	1.4G+1.6Q	134.658	0.8	0.1	0.01	0.2	0.12	45.9	45.9	32.51	45.9
			102.704	0.8	0.1	0.01	0.2	0.12	45.9	45.9		
		G+Q+E	107.585	0.8	0.1	0.01	0.2	0.12	45.9	45.9		
			59.3	0.8	0.0	0.01	0.2	0.085	32.5	32.51		
		0.9G+E	64.18	0.8	0.0	0.01	0.2	0.085	32.5	32.51		

Çizelge.5.59. Kolon Moment Tespiti 7

			Nd(kN)	$\frac{d_x}{b}$	$\frac{N_d}{b \cdot h \cdot f_{cd}}$	ρt	ψ	$\frac{M_d}{b \cdot h^2 \cdot f_{cd}}$	M _{rx}	M _{ry}	En küçük Mr	En büyük Mr
S103	i	1.4G+1.6Q	284.886	0.8	0.1	0.01	0.2	0.12	72.9	72.89	72.89	72.888
		G+Q+E	199.103	0.8	0.1	0.01	0.2	0.12	72.9	72.89		
			244.862	0.8	0.1	0.01	0.2	0.12	72.9	72.89		
			106.371	0.8	0.1	0.01	0.2	0.12	72.9	72.89		
		0.9G+E	152.13	0.8	0.1	0.01	0.2	0.12	72.9	72.89		
	j	1.4G+1.6Q	270.523	0.8	0.1	0.01	0.2	0.12	72.9	72.89	51.63	72.888
		G+Q+E	187.458	0.8	0.1	0.01	0.2	0.12	72.9	72.89		
			233.217	0.8	0.1	0.01	0.2	0.12	72.9	72.89		
			98.523	0.8	0.0	0.01	0.2	0.085	51.6	51.63		
		0.9G+E	144.282	0.8	0.1	0.01	0.2	0.12	72.9	72.89		

Çizelge.5.60. Kolon Moment Tespiti 8

			Nd(kN)	$\frac{d_x}{b}$	$\frac{N_d}{b \cdot h \cdot f_{cd}}$	ρ_t	ψ	$\frac{M_d}{b \cdot h^2 \cdot f_{cd}}$	M _{rx}	M _{ry}	En küçük Mr	En büyük Mr		
S203	i	1.4G+1.6Q	179.937	0.8	0.1	0.014	0.3	0.15	57.4	57.38	45.9	57.375		
		G+Q+E	128.435	0.8	0.1	0.014	0.3	0.15	57.4	57.38				
			151.918	0.8	0.1	0.014	0.3	0.15	57.4	57.38				
			69.808	0.8	0.0	0.014	0.3	0.12	45.9	45.9				
		0.9G+E	93.292	0.8	0.1	0.014	0.3	0.15	57.4	57.38				
	j	1.4G+1.6Q	171.747	0.8	0.1	0.014	0.3	0.15	57.4	57.38	45.9	57.375		
		G+Q+E	121.795	0.8	0.1	0.014	0.3	0.15	57.4	57.38				
			145.279	0.8	0.1	0.014	0.3	0.15	57.4	57.38				
			65.333	0.8	0.0	0.014	0.3	0.12	45.9	45.9				
		0.9G+E	88.816	0.8	0.1	0.014	0.3	0.15	57.4	57.38				

Çizelge.5.61. Kolon Moment Tespiti 9

			Nd(kN)	$\frac{d_x}{b}$	$\frac{N_d}{b \cdot h \cdot f_{cd}}$	ρt	ψ	$\frac{M_d}{b \cdot h^2 \cdot f_{cd}}$	M _{rx}	M _{ry}	En küçük Mr	En büyük Mr
S303	i	1.4G+1.6Q	80.492	0.8	0.1	0.014	0.3	0.15	57.4	57.38	45.9	57.375
		G+Q+E	59.282	0.8	0.0	0.014	0.3	0.12	45.9	45.9		
			66.44	0.8	0.0	0.014	0.3	0.12	45.9	45.9		
			33.358	0.8	0.0	0.014	0.3	0.12	45.9	45.9		
		0.9G+E	40.516	0.8	0.0	0.014	0.3	0.12	45.9	45.9		
	j	1.4G+1.6Q	72.302	0.8	0.0	0.014	0.3	0.12	45.9	45.9	45.9	45.9
		G+Q+E	52.643	0.8	0.0	0.014	0.3	0.12	45.9	45.9		
			59.801	0.8	0.0	0.014	0.3	0.12	45.9	45.9		
			28.883	0.8	0.0	0.014	0.3	0.12	45.9	45.9		
		0.9G+E	36.041	0.8	0.0	0.014	0.3	0.12	45.9	45.9		

Çizelge.5.62. Kolon Moment Tespiti 10

			Nd(kN)	$\frac{d_x}{b}$	$\frac{N_d}{b \cdot h \cdot f_{cd}}$	ρ_t	ψ	$\frac{M_d}{b \cdot h^2 \cdot f_{cd}}$	M _{rx}	M _{ry}	En küçük Mr	En büyük Mr
S104	i	1.4G+1.6Q	481.212	0.8	0.2	0.01	0.2	0.14	85	85.04	72.89	85.035
		G+Q+E	359.932	0.8	0.2	0.01	0.2	0.14	85	85.04		
			391.195	0.8	0.2	0.01	0.2	0.14	85	85.04		
			204.472	0.8	0.1	0.01	0.2	0.12	72.9	72.89		
		0.9G+E	235.735	0.8	0.1	0.01	0.2	0.12	72.9	72.89		
	j	1.4G+1.6Q	466.848	0.8	0.2	0.01	0.2	0.14	85	85.04	72.89	85.035
		G+Q+E	348.288	0.8	0.2	0.01	0.2	0.14	85	85.04		
			379.551	0.8	0.2	0.01	0.2	0.14	85	85.04		
			196.624	0.8	0.1	0.01	0.2	0.12	72.9	72.89		
		0.9G+E	227.887	0.8	0.1	0.01	0.2	0.12	72.9	72.89		

Çizelge.5.63. Kolon Moment Tespiti 11

			Nd(kN)	$\frac{d_x}{b}$	$\frac{N_d}{b \cdot h \cdot f_{cd}}$	ρt	ψ	$\frac{M_d}{b \cdot h^2 \cdot f_{cd}}$	M _{rx}	M _{ry}	En küçük Mr	En büyük Mr
S204	i	1.4G+1.6Q	308.408	0.8	0.2	0.014	0.3	0.2	76.5	76.5	57.38	76.5
		G+Q+E	232.7	0.8	0.2	0.014	0.3	0.2	76.5	76.5		
			248.8	0.8	0.2	0.014	0.3	0.2	76.5	76.5		
			133.165	0.8	0.1	0.014	0.3	0.15	57.4	57.38		
		0.9G+E	149.265	0.8	0.1	0.014	0.3	0.15	57.4	57.38		
	j	1.4G+1.6Q	300.218	0.8	0.2	0.014	0.3	0.2	76.5	76.5	57.38	76.5
		G+Q+E	226.06	0.8	0.2	0.014	0.3	0.2	76.5	76.5		
			242.16	0.8	0.2	0.014	0.3	0.2	76.5	76.5		
			128.69	0.8	0.1	0.014	0.3	0.15	57.4	57.38		
		0.9G+E	144.789	0.8	0.1	0.014	0.3	0.15	57.4	57.38		

Çizelge.5.64. Kolon Moment Tespiti 12

			Nd(kN)	$\frac{d_x}{b}$	$\frac{N_d}{b \cdot h \cdot f_{cd}}$	ρt	ψ	$\frac{M_d}{b \cdot h^2 \cdot f_{cd}}$	M _{rx}	M _{ry}	En küçük Mr	En büyük Mr
S304	i	1.4G+1.6Q	142.848	0.8	0.1	0.014	0.3	0.15	57.4	57.38	45.9	57.375
		G+Q+E	109.344	0.8	0.1	0.014	0.3	0.15	57.4	57.38		
			114.225	0.8	0.1	0.014	0.3	0.15	57.4	57.38		
			63.775	0.8	0.0	0.014	0.3	0.12	45.9	45.9		
		0.9G+E	68.656	0.8	0.0	0.014	0.3	0.12	45.9	45.9		
	j	1.4G+1.6Q	134.658	0.8	0.1	0.014	0.3	0.15	57.4	57.38	45.9	57.375
		G+Q+E	102.704	0.8	0.1	0.014	0.3	0.15	57.4	57.38		
			107.585	0.8	0.1	0.014	0.3	0.15	57.4	57.38		
			59.3	0.8	0.0	0.014	0.3	0.12	45.9	45.9		
		0.9G+E	54.181	0.8	0.0	0.014	0.3	0.12	45.9	45.9		

Çizelge.5.65. Kolon Moment Tespiti 13

			Nd(kN)	$\frac{d_x}{b}$	$\frac{N_d}{b \cdot h \cdot f_{cd}}$	ρ_t	ψ	$\frac{M_d}{b \cdot h^2 \cdot f_{cd}}$	M _{rx}	M _{ry}	En küçük Mr	En büyük Mr
S105	i	1.4G+1.6Q	689.821	0.8	0.3	0.01	0.2	0.18	109	109.3	85.04	109.33
		G+Q+E	538.702	0.8	0.3	0.01	0.2	0.18	109	109.3		
			539.116	0.8	0.3	0.01	0.2	0.18	109	109.3		
			316.886	0.8	0.2	0.01	0.2	0.14	85	85.04		
		0.9G+E	317.3	0.8	0.2	0.01	0.2	0.14	85	85.04		
	j	1.4G+1.6Q	675.458	0.8	0.3	0.01	0.2	0.18	109	109.3		
		G+Q+E	527.057	0.8	0.3	0.01	0.2	0.18	109	109.3		
			527.471	0.8	0.3	0.01	0.2	0.18	109	109.3		
			309.038	0.8	0.2	0.01	0.2	0.14	85	85.04		
		0.9G+E	309.452	0.8	0.2	0.01	0.2	0.14	85	85.04		

Çizelge.5.66. Kolon Moment Tespiti 14

			Nd(kN)	$\frac{d_x}{b}$	$\frac{N_d}{b \cdot h \cdot f_{cd}}$	ρt	ψ	$\frac{M_d}{b \cdot h^2 \cdot f_{cd}}$	M _{rx}	M _{ry}	En küçük Mr	En büyük Mr
S205	i	1.4G+1.6Q	444.735	0.8	0.3	0.014	0.3	0.21	80.3	80.33	57.38	80.325
		G+Q+E	347.422	0.8	0.2	0.014	0.3	0.2	76.5	76.5		
			347.744	0.8	0.2	0.014	0.3	0.2	76.5	76.5		
			204.692	0.8	0.1	0.014	0.3	0.15	57.4	57.38		
		0.9G+E	205.015	0.8	0.1	0.014	0.3	0.15	57.4	57.38		
	j	1.4G+1.6Q	436.545	0.8	0.3	0.014	0.3	0.21	80.3	80.33	57.38	80.325
		G+Q+E	340.782	0.8	0.2	0.014	0.3	0.2	76.5	76.5		
			341.104	0.8	0.2	0.014	0.3	0.2	76.5	76.5		
			200.217	0.8	0.1	0.014	0.3	0.15	57.4	57.38		
		0.9G+E	200.539	0.8	0.1	0.014	0.3	0.15	57.4	57.38		

Çizelge.5.67. Kolon Moment Tespiti 15

			Nd(kN)	$\frac{d_x}{b}$	$\frac{N_d}{b \cdot h \cdot f_{cd}}$	ρ_t	ψ	$\frac{M_d}{b \cdot h^2 \cdot f_{cd}}$	M _{rx}	M _{ry}	En küçük Mr	En büyük Mr
S305	i	1.4G+1.6Q	210.908	0.8	0.1	0.014	0.3	0.15	57.4	57.38	57.38	57.375
		G+Q+E	165.185	0.8	0.1	0.014	0.3	0.15	57.4	57.38		
			165.336	0.8	0.1	0.014	0.3	0.15	57.4	57.38		
			98.324	0.8	0.1	0.014	0.3	0.15	57.4	57.38		
		0.9G+E	98.475	0.8	0.1	0.014	0.3	0.15	57.4	57.38		
	j	1.4G+1.6Q	202.718	0.8	0.1	0.014	0.3	0.15	57.4	57.38	57.38	57.375
		G+Q+E	158.546	0.8	0.1	0.014	0.3	0.15	57.4	57.38		
			158.696	0.8	0.1	0.014	0.3	0.15	57.4	57.38		
			93.849	0.8	0.1	0.014	0.3	0.15	57.4	57.38		
		0.9G+E	94	0.8	0.1	0.014	0.3	0.15	57.4	57.38		

Çizelge.5.68. Kolon Moment Tespiti 16

			Nd(kN)	$\frac{d_x}{b}$	$\frac{N_d}{b \cdot h \cdot f_{cd}}$	ρ_t	ψ	$\frac{M_d}{b \cdot h^2 \cdot f_{cd}}$	M _{rx}	M _{ry}	En küçük Mr	En büyük Mr
S106	i	1.4G+1.6Q	285.249	0.8	0.1	0.01	0.2	0.12	72.9	72.89	72.89	72.888
		G+Q+E	198.375	0.8	0.1	0.01	0.2	0.12	72.9	72.89		
			246.032	0.8	0.1	0.01	0.2	0.12	72.9	72.89		
			105.405	0.8	0.1	0.01	0.2	0.12	72.9	72.89		
		0.9G+E	153.063	0.8	0.1	0.01	0.2	0.12	72.9	72.89		
	j	1.4G+1.6Q	270.886	0.8	0.1	0.01	0.2	0.12	72.9	72.89	51.63	72.888
		G+Q+E	186.731	0.8	0.1	0.01	0.2	0.12	72.9	72.89		
			234.388	0.8	0.1	0.01	0.2	0.12	72.9	72.89		
			97.557	0.8	0.0	0.01	0.2	0.085	51.6	51.63		
		0.9G+E	145.214	0.8	0.1	0.01	0.2	0.12	72.9	72.89		

Çizelge.5.69. Kolon Moment Tespiti 17

			Nd(kN)	$\frac{d_x}{b}$	$\frac{N_d}{b \cdot h \cdot f_{cd}}$	ρ_t	ψ	$\frac{M_d}{b \cdot h^2 \cdot f_{cd}}$	M _{rx}	M _{ry}	En küçük Mr	En büyük Mr
S206	i	1.4G+1.6Q	180.411	0.8	0.1	0.014	0.3	0.15	57.4	57.38	45.9	57.375
		G+Q+E	128.3	0.8	0.1	0.014	0.3	0.15	57.4	57.38		
			152.713	0.8	0.1	0.014	0.3	0.15	57.4	57.38		
			69.44	0.8	0.0	0.014	0.3	0.12	45.9	45.9		
		0.9G+E	93.853	0.8	0.0	0.014	0.3	0.12	45.9	45.9		
	j	1.4G+1.6Q	172.221	0.8	0.1	0.014	0.3	0.15	57.4	57.38	45.9	57.375
		G+Q+E	121.66	0.8	0.1	0.014	0.3	0.15	57.4	57.38		
			146.073	0.8	0.1	0.014	0.3	0.15	57.4	57.38		
			64.965	0.8	0.0	0.014	0.3	0.12	45.9	45.9		
		0.9G+E	89.378	0.8	0.0	0.014	0.3	0.12	45.9	45.9		

Çizelge.5.70. Kolon Moment Tespiti 18

			Nd(kN)	$\frac{d_x}{b}$	$\frac{N_d}{b \cdot h \cdot f_{cd}}$	ρ_t	ψ	$\frac{M_d}{b \cdot h^2 \cdot f_{cd}}$	M _{rx}	M _{ry}	En küçük Mr	En büyük Mr
S306	i	1.4G+1.6Q	80.685	0.8	0.0	0.014	0.3	0.12	45.9	45.9	45.9	45.9
		G+Q+E	59.276	0.8	0.0	0.014	0.3	0.12	45.9	45.9		
			66.695	0.8	0.0	0.014	0.3	0.12	45.9	45.9		
			33.238	0.8	0.0	0.014	0.3	0.12	45.9	45.9		
		0.9G+E	40.656	0.8	0.0	0.014	0.3	0.12	45.9	45.9		
	j	1.4G+1.6Q	72.495	0.8	0.0	0.014	0.3	0.12	45.9	45.9	45.9	45.9
		G+Q+E	52.636	0.8	0.0	0.014	0.3	0.12	45.9	45.9		
			60.055	0.8	0.0	0.014	0.3	0.12	45.9	45.9		
			28.762	0.8	0.0	0.014	0.3	0.12	45.9	45.9		
		0.9G+E	36.181	0.8	0.0	0.014	0.3	0.12	45.9	45.9		

Çizelge.5.71. Kolon Moment Tespiti 19

			Nd(kN)	$\frac{d_x}{b}$	$\frac{N_d}{b \cdot h \cdot f_{cd}}$	ρ_t	ψ	$\frac{M_d}{b \cdot h^2 \cdot f_{cd}}$	M _{rx}	M _{ry}	En küçük Mr	En büyük Mr
S107	i	1.4G+1.6Q	284.886	0.8	0.1	0.01	0.2	0.12	72.9	72.89	72.89	72.888
		G+Q+E	199.103	0.8	0.1	0.01	0.2	0.12	72.9	72.89		
			244.862	0.8	0.1	0.01	0.2	0.12	72.9	72.89		
			106.371	0.8	0.1	0.01	0.2	0.12	72.9	72.89		
		0.9G+E	152.13	0.8	0.1	0.01	0.2	0.12	72.9	72.89		
	j	1.4G+1.6Q	270.523	0.8	0.1	0.01	0.2	0.12	72.9	72.89		
		G+Q+E	187.458	0.8	0.1	0.01	0.2	0.12	72.9	72.89		
			233.217	0.8	0.1	0.01	0.2	0.12	72.9	72.89		
			98.523	0.8	0.0	0.01	0.2	0.085	51.6	51.63		
	0.9G+E	144.282	0.8	0.1	0.01	0.2	0.12	72.9	72.89			

Çizelge.5.72. Kolon Moment Tespiti 20

			Nd(kN)	$\frac{d_x}{b}$	$\frac{N_d}{b \cdot h \cdot f_{cd}}$	ρt	ψ	$\frac{M_d}{b \cdot h^2 \cdot f_{cd}}$	M _{rx}	M _{ry}	En küçük Mr	En büyük Mr
S207	i	1.4G+1.6Q	179.937	0.8	0.1	0.014	0.3	0.15	57.4	57.38	45.9	57.375
		G+Q+E	128.435	0.8	0.1	0.014	0.3	0.15	57.4	57.38		
			151.918	0.8	0.1	0.014	0.3	0.15	57.4	57.38		
			69.808	0.8	0.0	0.014	0.3	0.12	45.9	45.9		
		0.9G+E	93.292	0.8	0.1	0.014	0.3	0.15	57.4	57.38		
	j	1.4G+1.6Q	171.747	0.8	0.1	0.014	0.3	0.15	57.4	57.38	45.9	57.375
		G+Q+E	121.795	0.8	0.1	0.014	0.3	0.15	57.4	57.38		
			145.279	0.8	0.1	0.014	0.3	0.15	57.4	57.38		
			65.33	0.8	0.0	0.014	0.3	0.12	45.9	45.9		
		0.9G+E	88.816	0.8	0.1	0.014	0.3	0.15	57.4	57.38		

Çizelge.5.73. Kolon Moment Tespiti 21

			Nd(kN)	$\frac{d_x}{b}$	$\frac{N_d}{b \cdot h \cdot f_{cd}}$	ρ_t	ψ	$\frac{M_d}{b \cdot h^2 \cdot f_{cd}}$	M _{rx}	M _{ry}	En küçük Mr	En büyük Mr
S307	i	1.4G+1.6Q	80.492	0.8	0.1	0.014	0.3	0.15	57.4	57.38	45.9	57.375
		G+Q+E	59.282	0.8	0.0	0.014	0.3	0.12	45.9	45.9		
			66.44	0.8	0.0	0.014	0.3	0.12	45.9	45.9		
			33.358	0.8	0.0	0.014	0.3	0.12	45.9	45.9		
		0.9G+E	40.516	0.8	0.0	0.014	0.3	0.12	45.9	45.9		
	j	1.4G+1.6Q	72.302	0.8	0.0	0.014	0.3	0.12	45.9	45.9	45.9	45.9
		G+Q+E	52.643	0.8	0.0	0.014	0.3	0.12	45.9	45.9		
			59.801	0.8	0.0	0.014	0.3	0.12	45.9	45.9		
			28.883	0.8	0.0	0.014	0.3	0.12	45.9	45.9		
		0.9G+E	36.041	0.8	0.0	0.014	0.3	0.12	45.9	45.9		

Çizelge.5.74. Kolon Moment Tespiti 22

			Nd(kN)	$\frac{d_x}{b}$	$\frac{N_d}{b \cdot h \cdot f_{cd}}$	ρ_t	ψ	$\frac{M_d}{b \cdot h^2 \cdot f_{cd}}$	M _{rx}	M _{ry}	En küçük Mr	En büyük Mr
S108	i	1.4G+1.6Q	285.249	0.8	0.1	0.01	0.2	0.12	72.9	72.89	72.89	72.888
		G+Q+E	198.375	0.8	0.1	0.01	0.2	0.12	72.9	72.89		
			246.032	0.8	0.1	0.01	0.2	0.12	72.9	72.89		
			105.405	0.8	0.1	0.01	0.2	0.12	72.9	72.89		
		0.9G+E	153.063	0.8	0.1	0.01	0.2	0.12	72.9	72.89		
	j	1.4G+1.6Q	270.886	0.8	0.1	0.01	0.2	0.12	72.9	72.89	51.63	72.888
		G+Q+E	186.731	0.8	0.1	0.01	0.2	0.12	72.9	72.89		
			234.388	0.8	0.1	0.01	0.2	0.12	72.9	72.89		
			97.557	0.8	0.0	0.01	0.2	0.085	51.6	51.63		
		0.9G+E	145.214	0.8	0.1	0.01	0.2	0.12	72.9	72.89		

Çizelge.5.75. Kolon Moment Tespiti 23

			Nd(kN)	$\frac{d_x}{b}$	$\frac{N_d}{b \cdot h \cdot f_{cd}}$	ρ_t	ψ	$\frac{M_d}{b \cdot h^2 \cdot f_{cd}}$	M _{rx}	M _{ry}	En küçük Mr	En büyük Mr
S208	i	1.4G+1.6Q	180.411	0.8	0.1	0.014	0.3	0.15	57.4	57.38	45.9	57.375
		G+Q+E	128.3	0.8	0.1	0.014	0.3	0.15	57.4	57.38		
			152.713	0.8	0.1	0.014	0.3	0.15	57.4	57.38		
			69.44	0.8	0.0	0.014	0.3	0.12	45.9	45.9		
		0.9G+E	93.853	0.8	0.1	0.014	0.3	0.15	57.4	57.38		
	j	1.4G+1.6Q	172.221	0.8	0.1	0.014	0.3	0.15	57.4	57.38	45.9	57.375
		G+Q+E	121.66	0.8	0.1	0.014	0.3	0.15	57.4	57.38		
			146.073	0.8	0.1	0.014	0.3	0.15	57.4	57.38		
			64.965	0.8	0.0	0.014	0.3	0.12	45.9	45.9		
		0.9G+E	89.378	0.8	0.1	0.014	0.3	0.15	57.4	57.38		

Çizelge.5.76. Kolon Moment Tespiti 24

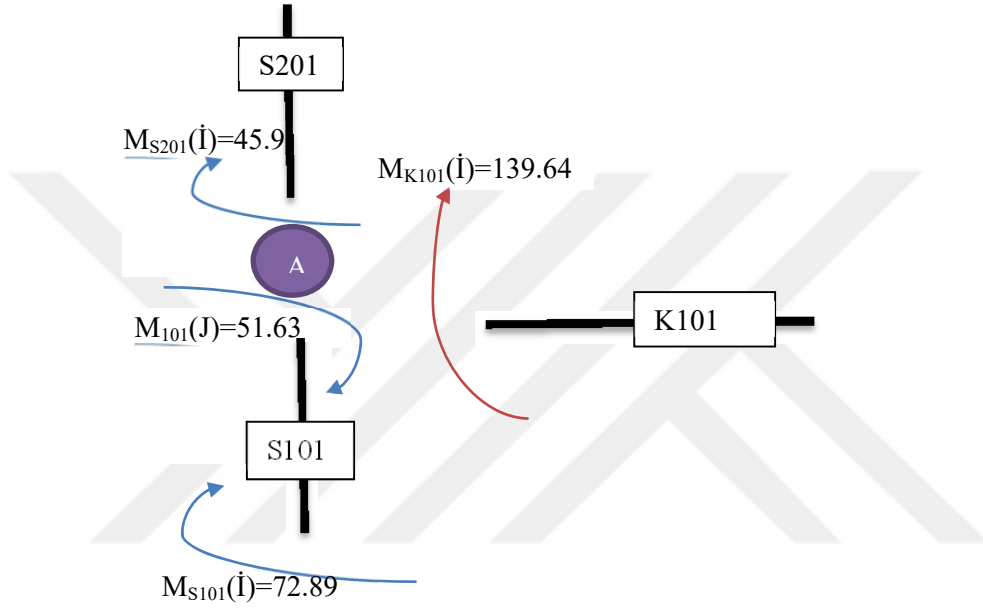
			Nd(kN)	$\frac{d_x}{b}$	$\frac{N_d}{b \cdot h \cdot f_{cd}}$	ρt	ψ	$\frac{M_d}{b \cdot h^2 \cdot f_{cd}}$	M _{rx}	M _{ry}	En küçük Mr	En büyük Mr
S308	i	1.4G+1.6Q	80.685	0.8	0.1	0.014	0.3	0.15	57.4	57.38	45.9	57.375
		G+Q+E	59.276	0.8	0.0	0.014	0.3	0.12	45.9	45.9		
			66.695	0.8	0.0	0.014	0.3	0.12	45.9	45.9		
			33.238	0.8	0.0	0.014	0.3	0.12	45.9	45.9		
		0.9G+E	40.656	0.8	0.0	0.014	0.3	0.12	45.9	45.9		
	j	1.4G+1.6Q	72.495	0.8	0.0	0.014	0.3	0.12	45.9	45.9	45.9	45.9
		G+Q+E	52.636	0.8	0.0	0.014	0.3	0.12	45.9	45.9		
			60.055	0.8	0.0	0.014	0.3	0.12	45.9	45.9		
			28.762	0.8	0.0	0.014	0.3	0.12	45.9	45.9		
		0.9G+E	36.181	0.8	0.0	0.014	0.3	0.12	45.9	45.9		

5.1.11.2. Güçlü Kolon Zayıf Kiriş Kontrolü

4.6.3.1'de 2. paragrafta anlatılan ve Denk.(4.16)'da gösterilen, sadece çerçevelerden veya perde ve çerçevelerin birleşiminden oluşan taşıyıcı sistemlerde, her bir kolon-kiriş düğüm noktasında birleşen kolonların taşıma gücü

momentlerinin toplamının, o düğüm noktasına birleşen kirişlerin kolon yüzündeki kesitlerinde bulunan taşıma gücü momentlerinin toplamından en az %20 daha fazla olması koşulu Çizelge.5.77-78-79-80.'de denetlenmiştir.

Örnek olarak S101-S201-K101 birleşim düğüm noktasını ele alalım;



Şekil.5.11. S101-S201-K101 Birleşim Düğüm Noktası Güçlü Kolon Kontrolü

$$(45.9+51.63) \geq 1.2(139.64) \rightarrow \rightarrow \rightarrow 97.53 \geq 167.57$$



Bu da demek oluyor ki güçlü kolon zayıf kiriş yerine zayıf kolon güçlü kiriş ilişkisi oluşur ve bundan dolayı kesme kontrolü yaparken moment kapasitesi olarak kirişin değil kolonun moment kapasitesi kullanılır.

$$M_{ü}=1.4*M_{r\bar{u}}$$

$$M_a=1.4*M_{ra}$$

Buradaki bir diğer önemli nokta ise kullanılan kolon momentlerinin kesme kuvvetinde kullanılanın aksine minimum değerler arasından seçilmesidir.

Çizelge.5.77. X Yönü İçin Güçlü Kolon- Zayıf Kiriş Tespiti 1

		$M_{rkirişsol}$	$M_{rkirişsağ}$	M_{rkolon}	$M_{ra}+M_{r\bar{u}}$	$1.2(M_{ri}+M_{rj})$	
S101	i			72.89	97.53	167.28	zayıf kolon
	j		139.4	51.63			
S201	i		139.4	45.9	91.8	167.28	zayıf kolon
	j		139.4	45.9			
S301	i		139.4	45.9	45.9	167.28	zayıf kolon
	j		139.4	45.9			
S102	i			72.89	118.79	271.356	zayıf kolon
	j	86.73	139.4	72.89			
S202	i	86.73	139.4	45.9	78.41	271.356	zayıf kolon
	j	86.73	139.4	45.9			
S302	i	86.73	139.4	32.51	32.51	271.356	zayıf kolon
	j	86.73	139.4	32.51			
S103	i			72.89	97.53	104.076	zayıf kolon
	j	86.73		51.63			
S203	i	86.73		45.9	91.8	104.076	zayıf kolon
	j	86.73		45.9			
S303	i	86.73		45.9	45.9	104.076	zayıf kolon
	j	86.73		45.9			
S104	i			72.89	130.27	167.28	zayıf kolon
	j		139.4	72.89			
S204	i		139.4	57.38	103.28	167.28	zayıf kolon
	j		139.4	57.38			
S304	i		139.4	45.9	45.9	167.28	zayıf kolon
	j		139.4	45.9			
S105	i			85.04	142.42	271.356	zayıf kolon
	j	86.73	139.4	85.04			
S205	i	86.73	139.4	57.38	114.76	271.356	zayıf kolon
	j	86.73	139.4	57.38			
S305	i	86.73	139.4	57.38	57.38	271.356	zayıf kolon
	j	86.73	139.4	57.38			
S106	i			72.89	97.53	104.076	zayıf kolon
	j	86.73		51.63			
S206	i	86.73		45.9	91.8	104.076	zayıf kolon
	j	86.73		45.9			
S306	i	86.73		45.9	45.9	104.076	zayıf kolon
	j	86.73		45.9			

Çizelge.5.78. X Yönü İçin Güçlü Kolon- Zayıf Kiriş Tespiti 2

		$M_{rkirişsol}$	$M_{rkirişsağ}$	M_{rkolon}	$M_{ra}+M_{rū}$	$1.2(M_{ri}+M_{rj})$	
S107	İ			72.89			
	J		139.4	51.63	97.53	167.28	zayıf kolon
S207	İ		139.4	45.9		167.28	zayıf kolon
	J		139.4	45.9	91.8	167.28	zayıf kolon
S307	İ		139.4	45.9		167.28	zayıf kolon
	J		139.4	45.9	45.9	167.28	zayıf kolon
S108	İ			72.89			
	J	86.73		51.63	97.53	104.076	zayıf kolon
S208	İ	86.73		45.9		104.076	zayıf kolon
	J	86.73		45.9	91.8	104.076	zayıf kolon
S308	İ	86.73		45.9		104.076	zayıf kolon
	J	86.73		45.9	45.9	104.076	zayıf kolon

Çizelge.5.79. Y Yönü İçin Güçlü Kolon- Zayıf Kiriş Tespiti 1

		$M_{rkirişsol}$	$M_{rkirişsağ}$	M_{rkolon}	$M_{ra}+M_{rū}$	$1.2(M_{ri}+M_{rj})$	
S101	İ			72.89			
	J		139.4	51.63	97.53	167.28	zayıf kolon
S201	İ		139.4	45.9		167.28	zayıf kolon
	J		139.4	45.9	91.8	167.28	zayıf kolon
S301	İ		139.4	45.9		167.28	zayıf kolon
	J		139.4	45.9	45.9	167.28	zayıf kolon
S102	İ			72.89			
	J		139.4	72.89	118.79	167.28	zayıf kolon
S202	İ		139.4	45.9		167.28	zayıf kolon
	J		139.4	45.9	78.41	167.28	zayıf kolon
S302	İ		139.4	32.51		167.28	zayıf kolon
	J		139.4	32.51	32.51	167.28	zayıf kolon
S103	İ			72.89			
	J		139.4	51.63	97.53	167.28	zayıf kolon
S203	İ		139.4	45.9		167.28	zayıf kolon
	J		139.4	45.9	91.8	167.28	zayıf kolon
S303	İ		139.4	45.9		167.28	zayıf kolon
	J		139.4	45.9	45.9	167.28	zayıf kolon
S104	İ			72.89			
	J	86.73	139.4	72.89	130.27	271.356	zayıf kolon
S204	İ	86.73	139.4	57.38		271.356	zayıf kolon
	J	86.73	139.4	57.38	103.28	271.356	zayıf kolon
S304	İ	86.73	139.4	45.9		271.356	zayıf kolon
	J	86.73	139.4	45.9	45.9	271.356	zayıf kolon

Çizelge.5.80. Y Yönü İçin Güçlü Kolon- Zayıf Kiriş Tespiti 2

		M _{rkişsol}	M _{rkişsağ}	M _{rkolon}	M _{ra} +M _{rü}	1.2(M _{ri} +M _{rj})	
S105	İ	0	0	85.04	142.42	271.356	zayıf kolon
	J	86.73	139.4	85.04			
S205	İ	86.73	139.4	57.38	114.76	271.356	zayıf kolon
	J	86.73	139.4	57.38			
S305	İ	86.73	139.4	57.38	57.38	271.356	zayıf kolon
	J	86.73	139.4	57.38			
S106	İ			72.89	97.53	104.076	zayıf kolon
	J	86.73		51.63			
S206	İ	86.73		45.9	91.8	104.076	zayıf kolon
	J	86.73		45.9			
S306	İ	86.73		45.9	45.9	104.076	zayıf kolon
	J	86.73		45.9			
S107	İ			72.89	97.53	104.076	zayıf kolon
	J	86.73		51.63			
S207	İ	86.73		45.9	91.8	104.076	zayıf kolon
	J	86.73		45.9			
S307	İ	86.73		45.9	45.9	104.076	zayıf kolon
	J	86.73		45.9			
S108	İ			72.89	97.53	104.076	zayıf kolon
	J	86.73		51.63			
S208	İ	86.73		45.9	91.8	104.076	zayıf kolon
	J	86.73		45.9			
S308	İ	86.73		45.9	45.9	104.076	zayıf kolon
	J	86.73		45.9			

5.1.11.3. Kolon Kesme Kontrolü

V_r kesme kapasitesi hesabı için 4.6.3.1’de yer alan Denk.(4.19) kullanılır

$$V_r = V_c + V_w$$

$$V_c = 0.8V_{cr}$$

$$V_{cr} = 0.65 * f_{ctm} b_w d (1 + \gamma \frac{N_d}{A_c})$$

$$V_w = f_{ywd} d \left(\frac{A_{sw}}{s} \right)$$

4.6.3.1'deki son paragrafta anlatıldığı üzere formülde kullanılan N_d değerleri eksenel basınç olduğu için $\gamma=0.07$ olarak alınacaktır

Çizelge.5.81. Kolon Kesme Kontrolü

		L_n	M_r	$V_e = \frac{M_a + M_b}{L_n}$	$V_{e(Envelope)}$	V_e		V_r	V_w	N_d	V_{cr}
S101	I	3.1	72.8875	47.02419355	31.79	31.8	<	160.64	58.71	172.38	127.4
	J		72.8875								
S201	I	2.6	57.375	44.13461538	27.744	27.7	<	123.25	49.54	108.58	92.1
	J		57.375								
S301	I	2.6	57.375	39.72115385	21.131	21.1	<	123.25	49.54	48.277	92.1
	J		45.9								
S102	I	3.1	109.33125	70.53629032	36.406	36.4	<	160.65	58.71	302.42	127.4
	J		109.33125								
S202	I	2.6	53.55	41.19230769	32.987	33	<	123.26	49.54	193.97	92.2
	J		53.55								
S302	I	2.6	45.9	35.30769231	24.48	24.5	<	123.25	49.54	90.619	92.1
	J		45.9								
S103	I	3.1	72.8875	47.02419355	33.765	33.8	<	160.64	58.71	178.02	127.4
	J		72.8875								
S203	I	2.6	57.375	44.13461538	30.336	30.3	<	123.25	49.54	112.36	92.1
	J		57.375								
S303	I	2.6	57.375	39.72115385	23.637	23.6	<	123.25	49.54	50.701	92.1
	J		45.9								
S104	I	3.1	85.03541667	54.86155914	36.406	36.4	<	160.65	58.71	302.42	127.4
	J		85.03541667								
S204	I	2.6	76.5	58.84615385	32.987	33	<	123.26	49.54	193.97	92.2
	J		76.5								
S304	I	2.6	57.375	44.13461538	24.48	24.5	<	123.25	49.54	90.619	92.1
	J		57.375								
S105	I	3.1	109.33125	70.53629032	35.247	35.2	<	160.66	58.71	435.04	127.4
	J		109.33125								
S205	I	2.6	80.325	61.78846154	33.352	33.4	<	123.26	49.54	280.88	92.2
	J		80.325								
S305	I	2.6	57.375	44.13461538	22.452	22.5	<	123.25	49.54	134.41	92.1
	J		57.375								
S106	I	3.1	72.8875	47.02419355	34.17	34.2	<	160.64	58.71	178.07	127.4
	J		72.8875								
S206	I	2.6	57.375	44.13461538	30.745	30.7	<	123.25	49.54	112.54	92.1
	J		57.375								
S306	I	2.6	45.9	35.30769231	23.821	23.8	<	123.25	49.54	50.747	92.1
	J		45.9								

Çizelge.5.82. Kolon Kesme Kontrolü

		L_n	M_r	$V_e = \frac{M_a + M_u}{L_n}$	$V_{e(envelope)}$	V_e		V_r	V_w	N_d	V_{cr}
S107	$\frac{I}{J}$	3.1	$\frac{72.89}{72.89}$	47.0241935	33.765	33.765	<	160.64	58.71	178.02	127.4
S207	$\frac{I}{J}$	2.6	$\frac{57.38}{57.38}$	44.1346154	30.336	30.336	<	123.25	49.54	112.356	92.1
S307	$\frac{I}{J}$	2.6	$\frac{57.38}{45.9}$	39.7211538	23.637	23.637	<	123.25	49.54	50.701	92.1
S108	$\frac{I}{J}$	3.1	$\frac{72.89}{72.89}$	47.0241935	34.17	34.17	<	160.64	58.71	178.073	127.4
S208	$\frac{I}{J}$	2.6	$\frac{57.38}{57.38}$	44.1346154	30.745	30.745	<	123.25	49.54	112.539	92.1
S308	$\frac{I}{J}$	2.6	$\frac{57.38}{45.9}$	39.7211538	23.821	23.821	<	123.25	49.54	50.747	92.1

V_e kesme kuvveti tespiti 4.6.3.1'e göre yapıp SAP2000'den alınan D dayanım fazlalığı katsayısı ile arttırılmış deprem yüklerinin toplam yüklemeye yansıtılması ile elde edilen $V_{envelope}$ ile kıyaslanarak nihai sonuca ulaşılır.

Kolon uç momentleri olan M_a ve M_u değerleri hesabı x ve y yönü için ayrı ayrı gerçekleştirilmemiştir. Bunun sebepleri belirtilen 2 maddede açıklanmıştır.

→Kolon kesiti simetriktir.

→Çizelge.5.77-78-79-80'de zayıf kolon güçlü kiriş sonucuna varıldığından dolayı kiriş momentleri değil sadece kolon momentleri kullanılıp kolona bağlanan kirişlerin önemi yoktur.

5.1.12. Kolon Kiriş Birleşim Bölgesi Kesme Kontrolü

4.6.3.3 başlığı altında anlatılan kontroller 4.20, 4.21, 4.22'deki denklemler yardımıyla gerçekleşir.

Çizelge.5.83 ve 5.84.'de kullanılan α katsayısı S105-S205-S305 kolonları kuşatılmış kolon statüsünde oldukları için 1.7, diğer kolonlarda ise 1 olarak alınmıştır.

Çizelge.5.83. Kolon-Kiriş Birleşimi X Yönü Kesme Kontrolü

			A _{s1}	A _{s2}	V _{e(kol)}	V _e		$\alpha * b_j * h * \sqrt{f_{ck}}$
S101	-	K101		462	27.744	214.8	<	612.5
S201	-	K101		462		214.8	<	450
S201	-	K201		462	21.131	221.4	<	450
S301	-	K201		462		221.4	<	450
S102	K101	K102	770	462	32.987	613.8	>	612.5
S202	K101	K102	770	462		613.8	>	450
S202	K201	K202	770	462	24.48	622.3	>	450
S302	K201	K202	770	462		622.3	>	450
S103	K102	-	770		30.336	373.9	<	612.5
S203	K102	-	770			373.9	<	450
S203	K202	-	770		23.637	380.6	<	450
S303	K202	-	770			380.6	<	450
S104	-	K103		462	32.987	209.6	<	612.5
S204	-	K103		462		209.6	<	450
S204	-	K203		462	24.48	218.1	<	450
S304	-	K203		462		218.1	<	450
S105	K103	K104	770	462	33.352	613.4	<	1041
S205	K103	K104	770	462		613.4	<	765
S205	K203	K204	770	462	22.452	624.3	<	765
S305	K203	K204	770	462		624.3	<	765
S106	K104	-	770		30.745	373.5	<	612.5
S206	K104	-	770			373.5	<	450
S206	K204	-	770		23.821	380.4	<	450
S306	K204	-	770			380.4	<	450
S107	-	K105		462	30.336	212.2	<	612.5
S207	-	K105		462		212.2	<	450
S207	-	K205		462	23.637	218.9	<	450
S307	-	K205		462		218.9	<	450
S108	K105	-	770		30.745	373.5	<	612.5
S208	K105	-	770			373.5	<	450
S208	K205	-	770		23.821	380.4	<	450
S308	K205	-	770			380.4	<	450

S102-S202-K101-K102 birleşimi yani S102'nin üst noktası ve S202-S302-K201-K202 birleşimi yani S202'nin üst noktası Denk.(4.24)'te verilen koşulu sağlamadıkları için kesme güvenliği sağlanmayıp “gevrek olarak hasar gören eleman” sınıfına girmektedirler.

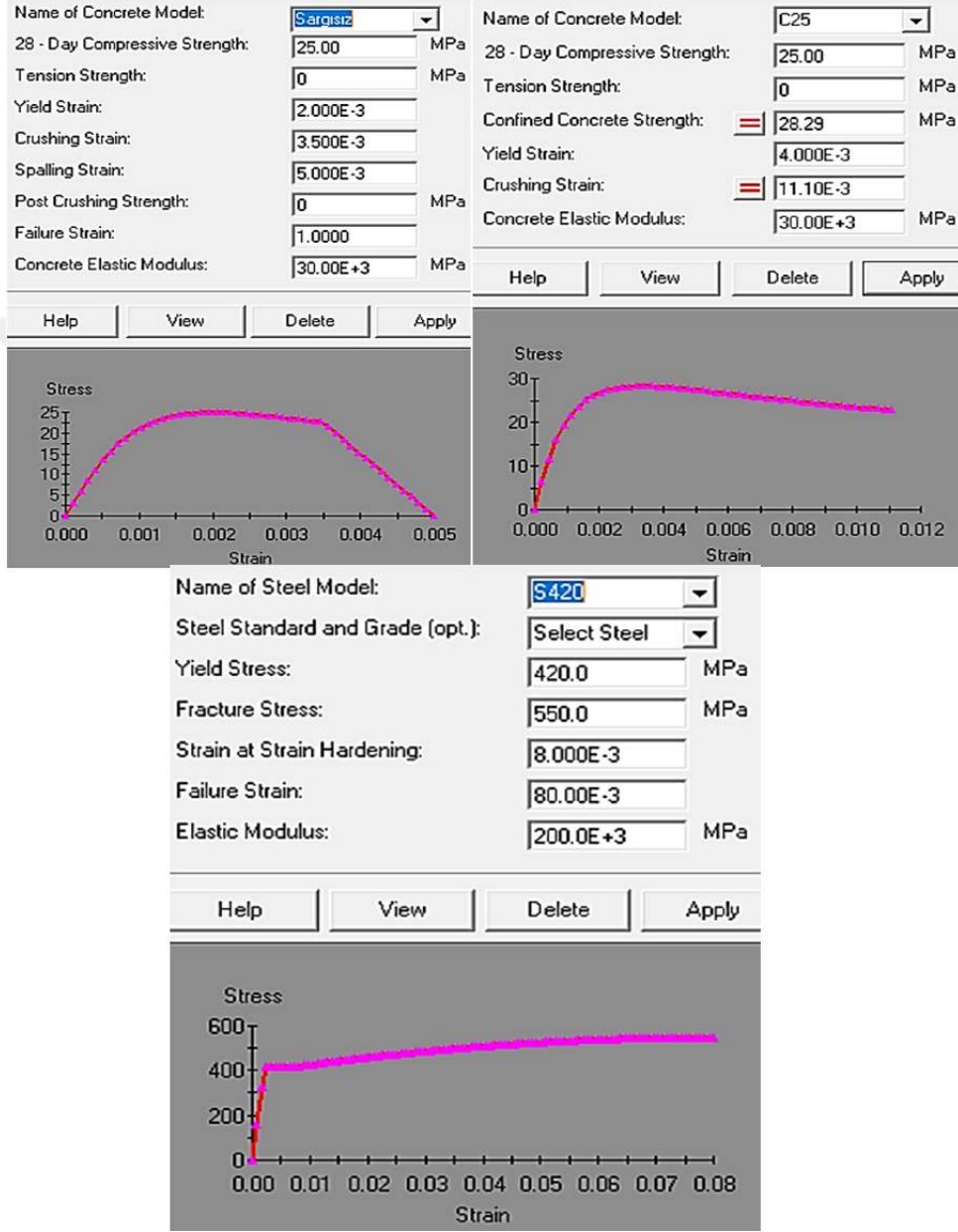
Çizelge.5.84. Kolon-Kiriş Birleşimi Y Yönü Kesme Kontrolü

			A _{s1}	A _{s2}	V _{e(kol)}	V _e		$\alpha^* b_j * h * \sqrt{f_{ck}}$
S101	-	K107		462	27.744	214.81	<	612.5
S201	-	K107		462		214.81	<	450
S201	-	K207		462	21.131	221.42	<	450
S301	-	K207		462		221.42	<	450
S102	-	K109		462	32.987	209.56	<	612.5
S202	-	K109		462		209.56	<	450
S202	-	K209		462	24.48	218.07	<	450
S302	-	K209		462		218.07	<	450
S103	-	K110		462	30.336	212.21	<	612.5
S203	-	K110		462		212.21	<	450
S203	-	K210		462	23.637	218.91	<	450
S303	-	K210		462		218.91	<	450
S104	K107	K106	770	462	32.987	613.81	>	612.5
S204	K107	K106	770	462		613.81	>	450
S204	K207	K206	770	462	24.48	622.32	>	450
S304	K207	K206	770	462		622.32	>	450
S105	K109	K108	770	462	33.352	613.45	<	1041.25
S205	K109	K108	770	462		613.45	<	765
S205	K209	K208	770	462	22.452	624.35	<	765
S305	K209	K208	770	462		624.35	<	765
S106	K110	-	770		30.745	373.51	<	612.5
S206	K110	-	770			373.51	<	450
S206	K210	-	770		23.821	380.43	<	450
S306	K210	-	770			380.43	<	450
S107	K106	-		462	30.336	212.21	<	612.5
S207	K106	-		462		212.21	<	450
S207	K206	-		462	23.637	218.91	<	450
S307	K206	-		462		218.91	<	450
S108	K108	-	770		30.745	373.51	<	612.5
S208	K108	-	770			373.51	<	450
S208	K208	-	770		23.821	380.43	<	450
S308	K208	-	770			380.43	<	450

S104-S204-K106-K107 birleşimi yani S104'ün üst noktası ve S204-S304-K206-K207 birleşimi yani S204'ün üst noktası Denk.(4.24)'te verilen koşulu sağlamadıkları için kesme güvenliği sağlanmayıp “gevrek olarak hasar gören eleman” sınıfına girmektedirler.

5.1.13. Kolon Performans Değerlendirmesi

5.1.13.1. 35x35 Kolon Xtract Moment Eğrilik İlişkisi



Şekil.5.12. Xtract'a Tanımlanan Sargılı-Sargısız Beton ve Çelik Özellikleri

Sargısız ve sargılı beton özellikleri Şekil.4.6.'dan alınmıştır.

Donatı çeliği özellikleri ise Çizelge.4.3.'ten alınmıştır

5.1.13.2. 35x35 Kolon Performans Değerlendirmesi

Xtract programı ile bulunan Yield Curvature ve Ultimate Curvature değerlerine aşağıda yer verilmiştir.

$$\phi_y = 0.01106(\text{Yield Curvature})$$

$$\phi_u = 0.3280(\text{Ultimate Curvature})$$

$$\text{Kat Yüksekliği}=3.6 \text{ m} \quad \text{Kiriş Boyutu}=0.5 \text{ m} \quad L_s = \frac{3.6-0.5}{2} = 1.55 \text{ m}$$

$$L_p = 0.175 \text{ m}$$

Plastik dönme sınırının elde edilmesi için Denk.(4.31), Denk.(4.32), Denk.(4.33) kullanılmıştır.

$$\theta_p^{G\ddot{O}} = \frac{2}{3} \left[(\phi_u - \phi_y) L_p \left(1 - 0.5 \frac{L_p}{L_s} \right) + 4.5 \phi_u d_b \right] = 0.03489$$

$$\theta_p^{KH} = 0.75 \theta_p^{G\ddot{O}} = 0.02617$$

$$\theta_p^{SH} = 0$$

Kolon performansının belirlenmesinde kullanılacak plastik dönme değeri Denk.(4.30)'dan yararlanılarak bulunacaktır.

Denk.(4.30)'da yer alan i ucundaki yer değiştirmiş eksen ve düğüm noktası dönmelerini bulmak için de Denk.(4.29)'den yararlanılacaktır.

Çizelge.5.85.'te önceden bulunmuş olan plastik dönme sınır değerlerinin Denk.(4.34)'te bulunan koşulu sağladığı görülür. Bundan dolayı bulunmuş olan plastik dönme sınır değerleri direkt olarak kullanılır.

Çizelge.5.85. Plastik Dönme Sınır Kontrolü

	V_e	$\frac{V_e}{b_w d f_{ctm}}$	
S101	31.79	0.16	<0.65
S102	36.406	0.19	<0.65
S103	33.765	0.17	<0.65
S104	36.406	0.19	<0.65
S105	35.247	0.18	<0.65
S106	34.17	0.17	<0.65
S107	33.765	0.17	<0.65
S108	34.17	0.17	<0.65

Çizelge.5.86. 35x35 Kolon Performans Değerlendirmesi 1

		S101		S102		S103		S104		S105	
		i	J	i	j	i	J	i	J	i	j
u	EXP	0	0.0023	0.	0.0023	0.	0.0023	0	0.0022	0	0.0022
	EXN	0	0.0021	0	0.0021	0	0.0021	0	0.0022	0	0.0022
	EYP	0	0.0021	0	0.0022	0	0.0024	0	0.0021	0	0.0022
	EYN	0	0.0023	0	0.0022	0	0.0020	0	0.0023	0	0.0022
Δ	EXP	0.0023		0.0023		0.0023		0.0022		0.0022	
	EXN	0.0021		0.0021		0.0021		0.0022		0.0022	
	EYP	0.0021		0.0022		0.0024		0.0021		0.0022	
	EYN	0.0023		0.0022		0.0020		0.0023		0.0022	
L_s		3.1000		3.1000		3.1000		3.1000		3.1000	
θ_{xi}		0.0000		0.0000		0.0000		0.0000		0.0000	
θ_{yi}		0.0000		0.0000		0.0000		0.0000		0.0000	
θ_{ki}	EXP	0.0007		0.0007		0.0007		0.0007		0.0007	
	EXN	0.0007		0.0007		0.0007		0.0007		0.0007	
	EYP	0.0007		0.0007		0.0008		0.0007		0.0007	
	EYN	0.0007		0.0007		0.0006		0.0007		0.0007	
θ_{pi}	EXP	0.0012		0.0012		0.0012		0.0012		0.0012	
	EXN	0.0013		0.0013		0.0013		0.0012		0.0012	
	EYP	0.0013		0.0012		0.0012		0.0013		0.0012	
	EYN	0.0012		0.0012		0.0013		0.0012		0.0012	
Hasar Sınırı	EXP	belirgin hasar		belirgin hasar		belirgin hasar		belirgin hasar		belirgin hasar	
	EXN	belirgin hasar		belirgin hasar		belirgin hasar		belirgin hasar		belirgin hasar	
	EYP	belirgin hasar		belirgin hasar		belirgin hasar		belirgin hasar		belirgin hasar	
	EYN	belirgin hasar		belirgin hasar		belirgin hasar		belirgin hasar		belirgin hasar	

Çizelge.5.87. 35x35 Kolon Performans Değerlendirmesi 2

		S106		S107		S108	
		i	j	i	j	i	j
u	EXP	0.0000	0.0022	0.0000	0.0020	0.0000	0.0020
	EYP	0.0000	0.0022	0.0000	0.0024	0.0000	0.0024
	EYN	0.0000	0.0024	0.0000	0.0021	0.0000	0.0022
	EXP	0.0000	0.0020	0.0000	0.0023	0.0000	0.0022
Δ	EXN	0.0022		0.0020		0.0020	
	EYP	0.0022		0.0024		0.0024	
	EYN	0.0024		0.0021		0.0022	
	EXP	0.0020		0.0023		0.0022	
L_c		3.1		3.1000		3.1000	
θ_{xi}		0		0.0000		0.0000	
θ_{yi}		0		0.0000		0.0000	
θ_{ki}	EXP	0.0007		0.0006		0.0006	
	EXN	0.0007		0.0008		0.0008	
	EYP	0.0008		0.0007		0.0007	
	EYN	0.0006		0.0007		0.0007	
θ_{pi}	EXP	0.0012		0.0013		0.0013	
	EXN	0.0012		0.0012		0.0012	
	EYP	0.0012		0.0013		0.0012	
	EYN	0.0013		0.0012		0.0012	
Hasar Sınırı	EXP	belirgin hasar		belirgin hasar		belirgin hasar	
	EXN	belirgin hasar		belirgin hasar		belirgin hasar	
	EYP	belirgin hasar		belirgin hasar		belirgin hasar	
	EYN	belirgin hasar		belirgin hasar		belirgin hasar	

5.1.13.3. 30x30 Kolon Performans Değerlendirmesi

5.1.13.1'deki verilerin aynıları xtract programına girilmiştir.

$$\phi_y = 0.01365 \text{ (Yield Curvature)}$$

$$\phi_u = 0.4182 \text{ (Ultimate Curvature)}$$

$$\text{Kat Yüksekliği}=3.1 \text{ m} \quad \text{Kiriş Boyutu}=0.5 \text{ m} \quad L_S = \frac{3.1-0.5}{2} = 1.3 \text{ m}$$

$$L_P = 0.15 \text{ m}$$

Plastik dönme sınırının elde edilmesi için Denk.(4.31), Denk.(4.32), Denk.(4.33) kullanılmıştır.

$$\theta_p^{G\ddot{O}} = \frac{2}{3} \left[(\phi_u - \phi_y) L_P \left(1 - 0.5 \frac{L_P}{L_S} \right) + 4.5 \phi_u d_b \right] = 0.03812$$

$$\theta_p^{KH} = 0.75 \theta_p^{G\ddot{O}} = 0.02859$$

$$\theta_p^{SH} = 0$$

Çizelge.5.88. Plastik Dönme Sınır Kontrolü

	V_e	$\frac{V_e}{b_w d f_{ctm}}$	
S201	27.74	0.196	<0.65
S202	32.99	0.233	<0.65
S203	30.34	0.214	<0.65
S204	32.99	0.233	<0.65
S205	33.35	0.235	<0.65
S206	30.75	0.217	<0.65
S207	30.34	0.214	<0.65
S208	30.75	0.217	<0.65
S301	21.13	0.149	<0.65
S302	24.48	0.173	<0.65
S303	23.64	0.167	<0.65
S304	24.48	0.173	<0.65
S305	22.45	0.158	<0.65
S306	23.82	0.168	<0.65
S307	23.64	0.167	<0.65
S308	23.82	0.168	<0.65

Çizelge.5.89. 30x30 Kolon Performans Değerlendirmesi 1

		S201		S202		S203		S204		S205	
		i	j	i	j	i	j	i	j	i	j
u	EXP	0.002	0.0049	0.002	0.0049	0.0023	0.0049	0.0022	0.0045	0.0022	0.0045
	EXN	0.002	0.0043	0.002	0.0043	0.0021	0.0043	0.0022	0.0046	0.0022	0.0046
	EYP	0.002	0.0043	0.002	0.0046	0.0024	0.0050	0.0021	0.0043	0.0022	0.0046
	EYN	0.002	0.0049	0.002	0.0045	0.0020	0.0042	0.0023	0.0049	0.0022	0.0045
Δ	EXP	0.0026		0.0026		0.0026		0.0024		0.0024	
	EXN	0.0023		0.0023		0.0023		0.0024		0.0024	
	EYP	0.0023		0.0024		0.0026		0.0023		0.0024	
	EYN	0.0026		0.0024		0.0022		0.0026		0.0024	
L_c		2.6000		2.6000		2.6000		2.6000		2.6000	
θ_{xi}		0.00102		0.0010		0.0011		0.0011		0.0004	
θ_{yi}		0.0102		0.0102		0.0004		-0.0010		0.0011	
θ_{ki}	EXP	0.0000		-0.0001		-0.0001		0.0005		0.0061	
	EXN	-0.0002		-0.0003		-0.0002		0.0005		0.0061	
	EYP	-0.0093		0.0005		0.0020		-0.0003		0.0015	
	EYN	-0.0092		0.0005		0.0018		-0.0001		0.0014	
θ_{pi}	EXP	0.0021		0.0022		0.0021		0.0015		0.0041	
	EXN	0.0022		0.0023		0.0022		0.0015		0.0041	
	EYP	0.0114		0.0015		0.0000		0.0023		0.0006	
	EYN	0.0113		0.0015		0.0002		0.0022		0.0006	
Hasar Sınırı	EXP	belirgin hasar		belirgin hasar		belirgin hasar		belirgin hasar		belirgin hasar	
	EXN	belirgin hasar		belirgin hasar		belirgin hasar		belirgin hasar		belirgin hasar	
	EYP	belirgin hasar		belirgin hasar		sınırlı hasar		belirgin hasar		belirgin hasar	
	EYN	belirgin hasar		belirgin hasar		belirgin hasar		belirgin hasar		belirgin hasar	

Çizelge.5.90. 30x30 Kolon Performans Değerlendirmesi 2

		S206		S207		S208	
		i	j	i	j	i	J
u	EXP	0.0022	0.0045	0.0020	0.0042	0.0020	0.0042
	EXN	0.0022	0.0046	0.0024	0.0050	0.0024	0.0043
	EYP	0.0024	0.0050	0.0021	0.0043	0.0022	0.0046
	EYN	0.0020	0.0042	0.0023	0.0049	0.0022	0.0045
Δ	EXP	0.0024		0.0022		0.0022	
	EXN	0.0024		0.0026		0.0026	
	EYP	0.0026		0.0023		0.0024	
	EYN	0.0022		0.0026		0.0024	
L_c		2.6		2.6000		2.6000	
θ_{xi}		-0.00102		-0.0010		-0.0010	
θ_{yi}		-0.0009533		-0.0010		0.0011	
θ_{ki}	EXP	0.0019		0.0018		0.0018	
	EXN	0.0020		0.0020		0.0020	
	EYP	0.0020		-0.0002		0.0020	
	EYN	0.0018		-0.0001		0.0019	
θ_{pi}	EXP	0.0001		0.0002		0.0002	
	EXN	0.0000		0.0020		0.0000	
	EYP	0.0000		0.0022		0.0000	
	EYN	0.0002		0.0021		0.0001	
Hasar Sınırı	EXP	belirgin hasar		belirgin hasar		belirgin hasar	
	EXN	sınırlı hasar		belirgin hasar		sınırlı hasar	
	EYP	sınırlı hasar		belirgin hasar		sınırlı hasar	
	EYN	belirgin hasar		belirgin hasar		belirgin hasar	

Çizelge.5.91. 30x30 Kolon Performans Değerlendirmesi 3

		S301		S302		S303		S304		S305	
		i	j	i	J	i	j	i	j	i	j
u	EXP	0.0049	0.0064	0.0049	0.0064	0.0049	0.0064	0.0045	0.0060	0.0045	0.0060
	EXN	0.0043	0.0057	0.0043	0.0057	0.0043	0.0057	0.0046	0.0061	0.0046	0.0061
	EYP	0.0043	0.0057	0.0046	0.0061	0.0050	0.0066	0.0043	0.0057	0.0046	0.0061
	EYN	0.0049	0.0064	0.0045	0.0060	0.0042	0.0055	0.0049	0.0064	0.0045	0.0060
Δ	EXP	0.0015		0.0015		0.0015		0.0014		0.0000	
	EXN	0.0014		0.0014		0.0014		0.0015		0.0015	
	EYP	0.0014		0.0015		0.0016		0.0014		0.0015	
	EYN	0.0015		0.0014		0.0013		0.0015		0.0014	
L_c		2.6000		2.6000		2.6000		2.6000		2.6000	
θ_{xi}		0.0008		0.0008		0.0009		0.0008		0.0003	
θ_{yi}		0.0008		0.0008		0.0003		-0.0008		0.0009	
θ_{ki}	EXP	-0.0002		-0.0003		-0.0002		0.0002		0.0004	
	EXN	-0.0003		-0.0004		-0.0003		0.0003		0.0010	
	EYP	-0.0003		0.0003		0.0014		-0.0004		0.0010	
	EYN	-0.0002		0.0002		0.0013		-0.0003		0.0010	
θ_{pi}	EXP	0.0023		0.0024		0.0023		0.0018		0.0011	
	EXN	0.0023		0.0024		0.0023		0.0018		0.0011	
	EYP	0.0023		0.0018		0.0006		0.0024		0.0011	
	EYN	0.0023		0.0018		0.0007		0.0024		0.0011	
Hasar Sınırı	EXP	belirgin hasar		belirgin hasar		belirgin hasar		belirgin hasar		belirgin hasar	
	EXN	belirgin hasar		belirgin hasar		belirgin hasar		belirgin hasar		belirgin hasar	
	EYP	belirgin hasar		belirgin hasar		belirgin hasar		belirgin hasar		belirgin hasar	
	EYN	belirgin hasar		belirgin hasar		belirgin hasar		belirgin hasar		belirgin hasar	

Çizelge.5.92. 30x30 Kolon Performans Değerlendirmesi 4

		S306		S307		S308	
		i	j	i	j	i	j
u	EXP	0.0045	0.0060	0.0042	0.0055	0.0042	0.0055
	EXN	0.0046	0.0061	0.0050	0.0066	0.0050	0.0057
	EYP	0.0050	0.0066	0.0043	0.0057	0.0046	0.0061
	EYN	0.0042	0.0055	0.0049	0.0064	0.0045	0.0060
Δ	EXP	0.0014		0.0013		0.0013	
	EXN	0.0015		0.0016		0.0016	
	EYP	0.0016		0.0014		0.0015	
	EYN	0.0013		0.0015		0.0014	
L_c		2.6000		2.6000		2.6000	
θ_{xi}		-0.0008		-0.0008		-0.0008	
θ_{yi}		-0.0008		-0.0008		0.0008	
θ_{ki}	EXP	0.0013		0.0013		0.0013	
	EXN	0.0014		0.0014		0.0014	
	EYP	0.0014		-0.0003		0.0014	
	EYN	0.0013		-0.0002		0.0013	
θ_{pi}	EXP	0.0007		0.0007		0.0007	
	EXN	0.0007		0.0014		0.0007	
	EYP	0.0007		0.0023		0.0007	
	EYN	0.0007		0.0023		0.0007	
Hasar Sınırı	EXP	belirgin hasar		belirgin hasar		belirgin hasar	
	EXN	belirgin hasar		belirgin hasar		belirgin hasar	
	EYP	belirgin hasar		belirgin hasar		belirgin hasar	
	EYN	belirgin hasar		belirgin hasar		belirgin hasar	

5.1.14. Kiriş Performans Değerlendirmesi

5.1.13.1’de gösterilen malzeme özellikleri yine aynı şekilde kullanılmıştır.

Kolonlarda olduğu gibi kirişlerde de ultimate curvature ve yield curvature değerleri xtract üzerinden alınmıştır.

$$\phi_y = 0.006868(\text{Yield Curvature})$$

$$\phi_u = 0.2088 (\text{Ultimate Curvature})$$

Çizelge.5.93. Plastik Dönme Sınır Kontrolü

	Kiriş Adı	Ve	$\frac{V_e}{b_w d f_{ctm}}$		
1. Kat	K101	60.947	0.30	<	0.65
	K102	60.883	0.30	<	0.65
	K103	71.745	0.35	<	0.65
	K104	59.956	0.29	<	0.65
	K105	63	0.31	<	0.65
	K106	60.883	0.30	<	0.65
	K107	60.947	0.30	<	0.65
	K108	59.956	0.29	<	0.65
	K109	71.745	0.35	<	0.65
	K110	63	0.31	<	0.65
2. Kat	K201	54.042	0.26	<	0.65
	K202	53.971	0.26	<	0.65
	K203	65.254	0.32	<	0.65
	K204	53.179	0.26	<	0.65
	K205	55.598	0.27	<	0.65
	K206	53.971	0.26	<	0.65
	K207	54.042	0.26	<	0.65
	K208	53.179	0.26	<	0.65
	K209	65.254	0.32	<	0.65
	K210	55.598	0.27	<	0.65
3. Kat	K301	41.444	0.20	<	0.65
	K302	41.386	0.20	<	0.65
	K303	56.555	0.28	<	0.65
	K304	42.163	0.21	<	0.65
	K305	38.396	0.19	<	0.65
	K306	41.386	0.20	<	0.65
	K307	41.444	0.20	<	0.65
	K308	42.163	0.21	<	0.65
	K309	56.555	0.28	<	0.65
	K310	38.396	0.19	<	0.65

5.1.14.1. 1. Kat Kiriş Performans Değerlendirmesi

Kolon boyutlarının farklı olmasından dolayı 1. kat kirişleri, 2. ve 3. kat kirişlerinden ayrı olarak değerlendirilir.

$$\text{Kiriş Uzunluğu}=4.8 \text{ m} \quad \text{Kolon Boyutu}=0.35 \text{ m} \quad L_S = \frac{4.8-0.35}{2} = 2.225 \text{ m}$$

$$L_P = 0.25 \text{ m}$$

Plastik dönme sınırının elde edilmesi için Denk.(4.31), Denk.(4.32), Denk.(4.33) kullanılmıştır

$$\theta_p^{G\ddot{O}} = \frac{2}{3} \left[(\phi_u - \phi_y) L_P \left(1 - 0.5 \frac{L_P}{L_S} \right) + 4.5 \phi_u d_b \right] = 0.0322073$$

$$\theta_p^{KH} = 0.75 \theta_p^{G\ddot{O}} = 0.024155475$$

$$\theta_p^{SH} = 0$$

Kiriş performansının belirlenmesinde kullanılacak plastik dönme Denk.(4.30) yardımıyla bulunacaktır.

$$\theta_{ki} = \theta_{yi} + \theta_{pi} \rightarrow \theta_{pi} = \theta_{ki} - \theta_{yi}$$

Denk.(4.30)'da yer alan i ucundaki yer değiştirmiş eksen ve düğüm noktası dönmelerini bulmak için Denk.(4.29) kullanılır. Fakat kolonlardan farklı olarak yine 4.7 başlığının 2. paragrafında belirtildiği üzere kiriş elemanlarında kat arası ötelenme değeri genel olarak sıfır alınabildiği için kirişlerde sonraki sayfada verilen formül kullanılır.

$$\theta_{ki} = -\theta_i$$

Çizelge.5.94. 1. Kat Kiriş Performans Değerlendirmesi 1

		K101	K102	K103	K104	K105
L_c		4.4500	4.4500	4.4500	4.4500	4.4500
θ_{xi}		0.0024	0.0024	0.0022	0.0022	0.0024
θ_{yi}		-0.0024	-0.0022	-0.0024	-0.0022	-0.0024
θ_{ki}	x	-0.0024	-0.0024	-0.0022	-0.0022	-0.0024
	y	0.0024	0.0022	0.0024	0.0022	0.0024
θ_{pi}	x	0.0041	0.0041	0.0039	0.0039	0.0041
	y	0.0007	0.0005	0.0007	0.0005	0.0007
Hasar Sınırı	x	belirgin hasar	belirgin hasar	belirgin hasar	belirgin hasar	belirgin hasar
	y	belirgin hasar	belirgin hasar	belirgin hasar	belirgin hasar	belirgin hasar

Çizelge.5.95. 1. Kat Kiriş Performans Değerlendirmesi 2

		K106	K107	K108	K109	K110
L_c		4.4500	4.4500	4.4500	4.4500	4.4500
θ_{xi}		0.0024	0.0022	0.0024	0.0022	0.0022
θ_{yi}		-0.0024	-0.0024	-0.0022	-0.0022	-0.0024
θ_{ki}	X	-0.0024	-0.0022	-0.0024	-0.0022	-0.0022
	Y	0.0024	0.0024	0.0022	0.0022	0.0024
θ_{pi}	x	0.0041	0.0039	0.0041	0.0039	0.0039
	y	0.0007	0.0007	0.0005	0.0005	0.0007
Hasar Sınırı	x	belirgin hasar	belirgin hasar	belirgin hasar	belirgin hasar	belirgin hasar
	y	belirgin hasar	belirgin hasar	belirgin hasar	belirgin hasar	belirgin hasar

5.1.14.2. 2. ve 3. Kat Kiriş Performans Değerlendirmesi

2. ve 3. kat kiriş performansları 1. kat kirişlerinden kolon boyutları farklılığı nedeniyle ayrı olarak değerlendirilir.

$$\text{Kiriş Uzunluğu}=4.8 \text{ m} \quad \text{Kolon Boyutu}=0.3 \text{ m} \quad L_S = \frac{4.8-0.3}{2} = 2.25 \text{ m}$$

$$L_P = 0.25 \text{ m}$$

Plastik dönme sınırının elde edilmesi için Denk.(4.31), Denk.(4.32), Denk.(4.33) kullanılmıştır

$$\theta_p^{G\ddot{O}} = \frac{2}{3} \left[(\phi_u - \phi_y) L_P \left(1 - 0.5 \frac{L_P}{L_S} \right) + 4.5 \phi_u d_b \right] = 0.0322283$$

$$\theta_p^{KH} = 0.75 \theta_p^{G\ddot{O}} = 0.024171231$$

$$\theta_p^{SH} = 0$$

Çizelge.5.96.2.Kat Kiriş Performans Değerlendirmesi 1

		K201	K202	K203	K204	K205
L_c		4.5000	4.5000	4.5000	4.5000	4.5000
θ_{xi}		0.0050	0.0050	0.0047	0.0047	0.0051
θ_{yi}		-0.0050	-0.0047	-0.0050	-0.0047	-0.0050
θ_{ki}	x	-0.0050	-0.0050	-0.0047	-0.0047	-0.0051
	y	0.0050	0.0047	0.0050	0.0047	0.0050
θ_{pi}	x	0.0067	0.0067	0.0064	0.0064	0.0068
	y	0.0033	0.0030	0.0033	0.0030	0.0033
Hasar Sınırı	x	belirgin hasar	belirgin hasar	belirgin hasar	belirgin hasar	belirgin hasar
	y	belirgin hasar	belirgin hasar	belirgin hasar	belirgin hasar	belirgin hasar

Çizelge.5.97.2.Kat Kiriş Performans Değerlendirmesi 2

		K206	K207	K208	K209	K210
L_c		4.5000	4.5000	4.5000	4.5000	4.5000
θ_{xi}		0.0051	0.0047	0.0051	0.0047	0.0047
θ_{yi}		-0.0050	-0.0050	-0.0047	-0.0047	-0.0051
θ_{ki}	x	-0.0051	-0.0047	-0.0051	-0.0047	-0.0047
	y	0.0050	0.0050	0.0047	0.0047	0.0051
θ_{pi}	x	0.0068	0.0064	0.0068	0.0064	0.0064
	y	0.0033	0.0033	0.0030	0.0030	0.0034
Hasar Sınırı	x	belirgin hasar	belirgin hasar	belirgin hasar	belirgin hasar	belirgin hasar
	y	belirgin hasar	belirgin hasar	belirgin hasar	belirgin hasar	belirgin hasar

Çizelge.5.98.3.Kat Kiriş Performans Değerlendirmesi 1

		K301	K302	K303	K304	K305
L_c		4.5000	4.5000	4.5000	4.5000	4.5000
θ_{xi}		0.0066	0.0066	0.0062	0.0062	0.0068
θ_{yi}		-0.0066	-0.0062	-0.0066	-0.0062	-0.0066
θ_{ki}	x	-0.0066	-0.0066	-0.0062	-0.0062	-0.0068
	y	0.0066	0.0062	0.0066	0.0062	0.0066
θ_{pi}	x	0.0083	0.0083	0.0079	0.0079	0.0085
	y	0.0049	0.0045	0.0049	0.0045	0.0049
Hasar Sınırı	x	belirgin hasar	belirgin hasar	belirgin hasar	belirgin hasar	belirgin hasar
	y	belirgin hasar	belirgin hasar	belirgin hasar	belirgin hasar	belirgin hasar

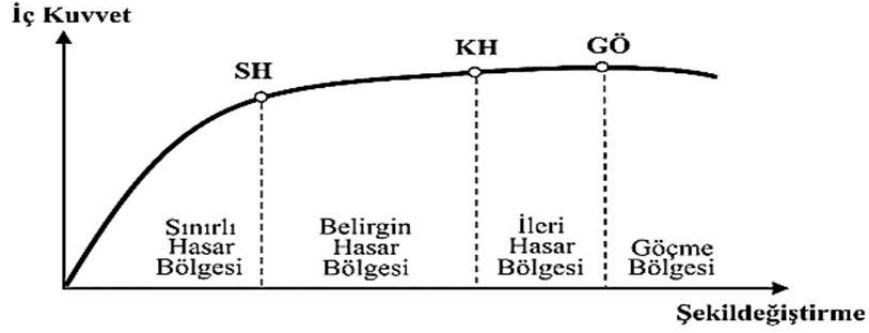
Çizelge.5.99.3.Kat Kiriş Performans Değerlendirmesi 2

		K306	K307	K308	K309	K310
L_c		4.5000	4.5000	4.5000	4.5000	4.5000
θ_{xi}		0.0068	0.0062	0.0068	0.0062	0.0062
θ_{yi}		-0.0066	-0.0066	-0.0062	-0.0062	-0.0068
θ_{ki}	x	-0.0068	-0.0062	-0.0068	-0.0062	-0.0062
	y	0.0066	0.0066	0.0062	0.0062	0.0068
θ_{pi}	x	0.0085	0.0079	0.0085	0.0079	0.0079
	y	0.0049	0.0049	0.0045	0.0045	0.0051
Hasar Sınırı	x	belirgin hasar	belirgin hasar	belirgin hasar	belirgin hasar	belirgin hasar
	y	belirgin hasar	belirgin hasar	belirgin hasar	belirgin hasar	belirgin hasar

5.1.15. Bina Performansının Belirlenmesi

5.1.6.1’de yer alan Çizelge.5.11’den yararlanılarak binada istenilen performans düzeyinin Kontrollü Hasar Performans Düzeyi olduğu tespit edilmiştir.

4.8.4’te belirtildiği üzere yapıdaki kirişlerin X ve Y yönlü dönmeleri için %100’ü, 35x35’lik kolonların EXP, EXN, EYP, EYN yüklemeleri için %100’ü, 30x30’luk kolonların EXP yüklemesi için %100’ü, EXN yüklemesi için %87.5’u, EYP yüklemesi için %81’i ve EYN yüklemesi için %100’ü Belirgin Hasar Bölgesi’nde olduğu ve 30x30 kolonların EXN yüklemesi için %12.5’u, EYP yüklemesi için %19’u Sınırlı Hasar Bölgesi’nde olduğu için, Çizelge.5.83. ve Çizelge.5.84.’te belirtilen gevrek olarak hasar görmüş S102-S202-K101-K102 birleşimi, S202-S302-K201-K202 birleşimi, S104-S204-K106-K107 birleşimi ve S204-S304-K206-K207 birleşiminin güçlendirilmeleri kaydıyla bina Kontrollü Hasar Bölgesinde kabul edilebilir.

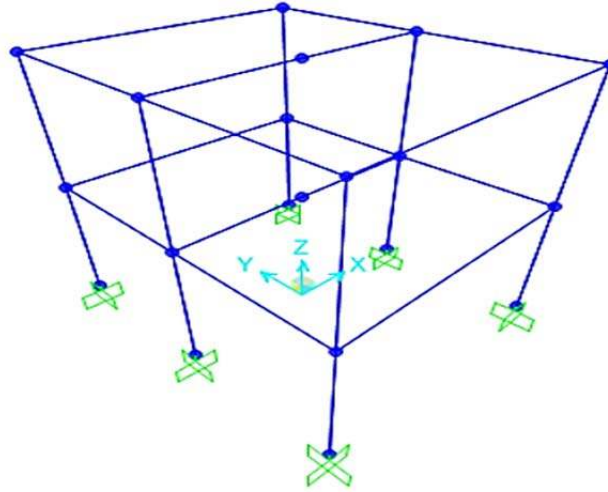


Şekil.4.1. Eleman Hasar Sınırları ve Bölgeleri (TBDY,2018)

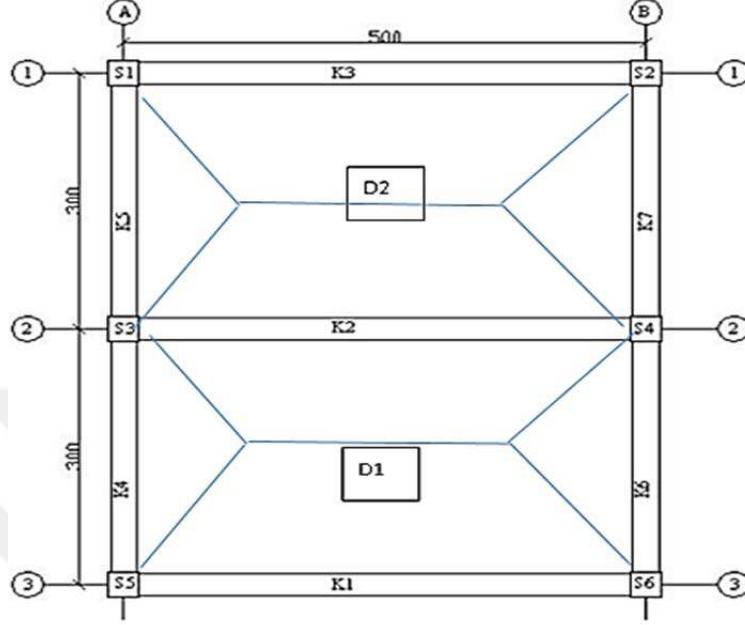
5.2 Örnek 2

5.2.1. Bina Bilgileri

Performans analizi gerçekleştirilecek bina İstanbul İli, Enlem: 41.000818°, Boylam: 28.789015° koordinatlarında yer almaktadır. İki katlı, kiriş ve kolonlardan oluşan karkas çerçevenin bina kat planı ve bina plan görünüşü Şekil.5.13. ve Şekil.5.14.'te verilmektedir. Bina 2 normal kata sahiptir. Binanın taşıyıcı sistem türü yerinde dökme betonarme çerçeveli sistemdir. Kolon ve kiriş kesitleri sırasıyla 30x30 ve 25x50 olarak belirtilmiştir.



Şekil.5.13. Örnek 2 Bina Kat Planı



Şekil.5.14. Örnek 2 Bina Plan Görünüşü

5.2.1.1. Bina Hakkında Genel Bilgiler

Kat Sayısı : 2
 Katların Yüksekliği : 3 m

5.2.1.2. Binaya Ait Malzeme Bilgileri

Donatı Malzemesi : S420
 Beton Malzemesi : C20
 Betona Ait Elastisite Modülü : 28000 Mpa
 Donatıya Ait Elastisite : 2×10^5 Mpa
 Modülü
 Zemin Sınıfı : ZC

5.2.1.3. Bina Döşeme Kalınlık Tespiti

Aşağıda bulunan işlemler yardımıyla döşeme kalınlık tespiti gerçekleştir.

$$\alpha_s = \frac{500}{500+300+500+300} = 0,31$$

$$h \geq \frac{L_{kn}}{15 + \frac{20}{m_n}} \left(1 - \frac{\alpha_s}{4}\right) \quad h \geq \frac{300}{15 + \frac{20}{1,67}} \left(1 - \frac{0,31}{4}\right)$$

$$h \geq 10,26$$

$$h = 18 \text{ cm}$$

5.2.1.4. Binaya Ait Yük Bilgileri

Sabit Yük $0.18 \cdot 25 = 4.5 \text{ kN/m}^2$

Duvar Yüğü $= 6 \text{ kN/m}$

Hareketli Yük : $q = 2 \text{ kN/m}^2$

Çizelge.5.100.Örnek 2 Döşemeden Gelecek Yükler

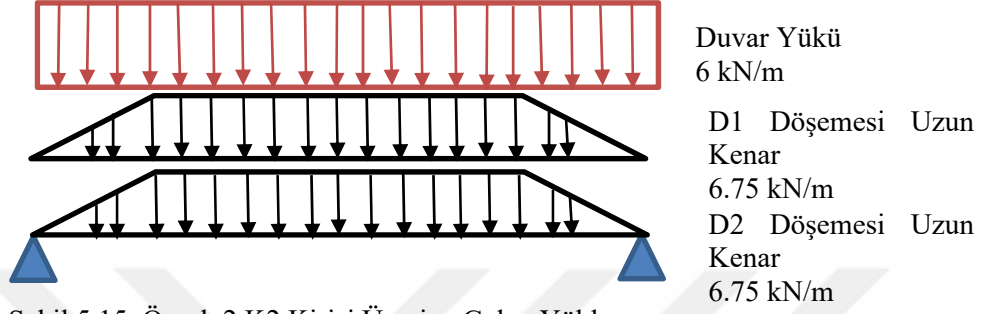
Döşeme No	Döşeme Uzun Kenar Uzunluğu(m)	Döşeme Kısa Kenar Uzunluğu(m)	m	q	g _d
1	5	3	1.667	3.5	4.5
2	5	3	1.667	3.5	4.5

Çizelge.5.101.Örnek 2 Döşemeden Gelecek Hesap Yükleri

Döşeme No	Döşemeden Kirişe Gelen Kısa Kenar Hareketli Yüğü	Döşemeden Kirişe Gelen Uzun Kenar Hareketli Yüğü	Döşemeden Kirişe Gelen Kısa Kenar Ölü Yüğü	Döşemeden Kirişe Gelen Uzun Kenar Ölü Yüğü	q _d
1	5.25	5.25	6.75	6.75	3.5
2	5.25	5.25	6.75	6.75	3.5

5.2.1.5. Kirişe Gelen Yük

Örnek olarak K2 kirişini inceleyelim.



Şekil.5.15. Örnek 2 K2 Kirişi Üzerine Gelen Yükler

Çizelge.5.102. Örnek 2 Kirişler Üzerine Gelen Yükler

Kiriş No	Yük Şekli	Yük Gelecek Döşeme No	q_d	g_d	Duvar Yüğü
K1	Trapez	D1 UZUN	5.3	6.75	6
K2	Trapez	D1 UZUN	5.3	6.75	6
	Trapez	D2 UZUN	5.3	6.75	6
K3	Trapez	D1 UZUN	5.3	6.75	6
K4	Üçgen	D1 KISA	5.3	6.75	6
K5	Üçgen	D2 KISA	5.3	6.75	6
K6	Üçgen	D1 KISA	5.3	6.75	6
K7	Üçgen	D2 KISA	5.3	6.75	6

5.2.2. SAP2000 Programına Malzemelerin Tanıtılması

General Data	
Material Name and Display Color	Concrete ■
Material Type	Concrete v
Material Grade	
Material Notes	Modify/Show Notes...
Weight and Mass	
Weight per Unit Volume	25.
Mass per Unit Volume	2.5493
Units	
kN, m, C v	
Isotropic Property Data	
Modulus Of Elasticity, E	28000000.
Poisson, U	0.2
Coefficient Of Thermal Expansion, A	0.
Shear Modulus, G	11666667.
Other Properties For Concrete Materials	
Specified Concrete Compressive Strength, f'c	20000.
Expected Concrete Compressive Strength	20000.
☐ Lightweight Concrete	
Shear Strength Reduction Factor	

Şekil.5.16. Örnek 2 SAP2000 C20 Beton Tanımlama

General Data	
Material Name and Display Color	çelik ■
Material Type	Rebar v
Material Grade	
Material Notes	Modify/Show Notes...
Weight and Mass	
Weight per Unit Volume	0.
Mass per Unit Volume	0.
Units	
kN, m, C v	
Uniaxial Property Data	
Modulus Of Elasticity, E	2.000E+08
Poisson, U	0.
Coefficient Of Thermal Expansion, A	1.170E-05
Shear Modulus, G	
Other Properties For Rebar Materials	
Minimum Yield Stress, Fy	420000.
Minimum Tensile Stress, Fu	550000.
Expected Yield Stress, Fye	420000.
Expected Tensile Stress, Fue	550000.

Şekil.5.17. Örnek 2 SAP2000 S420 Donatı Çeliği Tanımlama

Beton yoğunluğu TS498'den, donatı çeliğinin mekanik özellikleri TS708'den ve geriye kalan bilgiler ise TS500'den alınmıştır.

5.2.3. Etkin Kesit Rijitliği Çarpanı Tespiti

Etkin kesit rijitliği çarpanı tespit edilirken Çizelge.5.4.'te olduğu gibi tespit edilmiş ve aynı değerler kullanılmıştır.

5.2.4. Mass Source Tanımlama

Mass source tanımlamada kullanılan hareketli yük katılım katsayısı Çizelge.5.5.'te olduğu gibi tespit edilip aynı değer olan 0.3 alınmıştır. SAP2000'e Şekil.5.6.'da olduğu gibi veri girişi yapılarak mass source oluşturulmuştur.

5.2.5. Eşdeğer Deprem Yüğü Analizi

5.2.5.1. Yapı Deprem Bilgileri

Çizelge.5.103. Örnek 2 AFAD'dan Alınıp Kullanılacak Veriler

Deprem Yer Hareketi Düzeyi	DD-2
Yerel Zemin Sınıfı	ZC
Enlem	41.000818
Boylam	28.789015
S_{DS}	1.363
S_{D1}	0.466
T_A	0.0456 (s)
T_B	0.2282 (s)
T_L	6 (s)

Çizelge.5.7'den yararlanılarak BKS=3, I=1 alınır.

$S_{DS}=1.363$ ve BKS=3 verileri kullanılarak Deprem Tasarım Sınıfı Çizelge.5.8. yardımıyla DTS=1 olarak tespit edilir.

Toplam bina yüksekliği $H_N=6$ m ve Deprem Tasarım Sınıfı DTS=1 bilgileri ve Çizelge.5.9. yardımı ile Bina Yükseklik Sınıfı BYS=8 olarak tespit edilir.

Çizelge.5.9. ve Çizelge.5.8. yardımıyla bulunan $BYS=8$, $DTS=1$ bilgileri ile önce tasarlanacak bina için Çizelge.5.10. yardımı ile Normal Performans Hedefi=Kontrollü Hasar, Tasarım Yaklaşımı=Dayanıma Göre Tasarım bilgileri elde edilir. Sonrasında ise, Çizelge.5.11. kullanılarak mevcut bir bina olarak kabul edilip binadan beklenen performans= Kontrollü Hasar, değerlendirme yaklaşımı= Şekil Değiştirmeye Göre Tasarım olarak belirlenir.

Çizelge.5.12. yardımıyla, Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı $R=8$, Dayanım Fazlalığı Katsayısı $D=3$ olarak bulunur.

5.2.5.2. Eşdeğer Deprem Yüğü Hesabı

Çizelge.5.104. Örnek 2 Eşdeğer Deprem Yüğü Hesabında Kullanılacak Veriler

$T_x=$	0.44264	$T_A=\frac{0.2S_{D1}}{S_{DS}}$	0.045635
$T_y=$	0.381521	$T_B=\frac{S_{D1}}{S_{DS}}$	0.228173
$S_{ds}=$	1.363	$T_L=$	6
$S_{d1}=$	0.311	$D=$	3
$I=$	1	$R=$	8
$DTS=$	1		
$BKS=$	3		
$BYS=$	8		

Çizelge.5.105. Örnek 2 Katlara Göre Bina Ağırlığı

1. Kat Ağırlığı	450.018
Zemin Kat Ağırlığı	419.642
Toplam Ağırlık	869.66

C_t betonarme binalarda 0.1 olarak alınır ve bulunan periyodun aşağıdaki şartı sağlaması gerekir.

$$T_{PA} = C_t * H_N^{3/4}$$

$$T_{PA} = 0.1 * 6^{3/4} = 0.38337$$

$$1.4T_{PA} \geq T_x \text{ ve } 1.4T_{PA} \geq T_y$$

$$0.53671 \geq 0.4464$$

$$0.53671 \geq 0.381521$$

Çizelge.5.106. Örnek 2 X Yönü Eşdeğer Deprem Yüğü Hesabı Parametreleri

X Yönü İçin	
$S_{ae}(T)=$	0.702603
$R_a(T)=$	8
$S_{aR}(T)=\frac{S_{ae}(T)}{R_a(T)} =$	0.087825
$V_{tE}=m_t * S_{aR}(T)=$	76.38
$\Delta F_{NE}=0.0075 * V_{tE} * \text{Kat adedi}$	1.14
$V_{tE}-\Delta F_{NE}=$	75.2325

Çizelge.5.107. Örnek 2 Y Yönü Eşdeğer Deprem Yüğü Hesabı Parametreleri

Y Yönü İçin	
$S_{ae}(T)=$	0.815158
$R_a(T)=$	8
$S_{aR}(T)=\frac{S_{ae}(T)}{R_a(T)} =$	0.101895
$V_{tE}=m_t * S_{aR}(T)=$	88.61
$\Delta F_{NE}=0.0075 * V_{tE} * \text{Kat adedi}$	1.329
$V_{tE}-\Delta F_{NE}=$	87.285

Çizelge.5.108. Örnek 2 X ve Y Yönlü Eşdeğer Deprem Yüğü Tespiti

Kat No	W _i	H _i	W _i *H _i	F _{fi}	F _x
1	419.642	3	1258.926	0.317988	23.92304
2	450.018	6	2700.108	0.682012	52.45512
			3959.034		76.37817
Kat No	W _i	H _i	W _i *H _i	F _{fi}	F _y
1	419.642	3	1258.926	0.317988	27.75547
2	450.018	6	2700.108	0.682012	60.85834
			3959.034		88.61382

Sıradaki ilk iki denklem yardımıyla eşdeğer deprem yüğü şartı kontrolü sağlanır.

$$V_{tEx}=76.38 \geq 0.04 * m_t * I * S_{DS} * g = 0.04 * \frac{869.66}{9.81} * 1 * 1.363 * 9.81 = 47.41$$

$$V_{tEy}=88.61 \geq 0.04 * m_t * I * S_{DS} * g = 0.04 * \frac{869.66}{9.81} * 1 * 1.363 * 9.81 = 47.41$$

Çizelge.5.108. yardımıyla hesaplanan F_x ve F_y değerleri, +%5 ve- %5 dışmerkezlilikleri için kaydırılmış kütle merkezlerine etki ettirilerek deprem hesabı yapılır (TBDY,2018).

5.2.6. Deprem Yüklerinin Yapıya Tanımlanması

Bu işlemin gerçekleşmesi için önceden katlara tanımlanmış diyaframlar kaldırılır ve yeniden tanımlanıp katlara etki ettirilir.

$$E_d^{(Z)} = \left(\frac{2}{3}\right) S_{DS} G = 0.9087G$$

$$G + Q + 0.2S + E_d^{(H)} + 0.3E_d^{(Z)}$$

$$0.9G + H + E_d^{(H)} - 0.3E_d^{(Z)}$$

Load Combination Name (User-Generated)

Notes

Load Combination Type

Options

Define Combination of Load Case Results

Load Case Name	Load Case Type	Scale Factor
G	Linear Static	0.9087
G	Linear Static	0.9087

Şekil.5.18. Örnek 2 SAP2000'e Z Yönlü Deprem Kuvveti Tanımlama

Bina için 66 yük kombinasyonu Şekil.5.8.'de gösterildiği gibi oluşturulmuştur.

5.2.7. Yapı Düzensizlikleri Kontrolü

Görelî kat ötelemeleri tek tek X+, X-, Y+, Y- deprem yönleri için SAP2000 programı aralığıyla Çizelge.5.109-110-111-112-113-114-115-116'da olduğu gibi hesaplanmıştır.

5.2.7.1. Görelî Kat Ötelemeleri

Çizelge.5.109. Örnek 2 2. Kat EXP Deprem Yüğü İçin Görelî Kat Öteleme

2.KATA AİT NOKTALAR	Deplasmanı	1. Kattaki Karşılık Noktası	Deplasman	$\Delta_l = u_l - u_{l-1}$
3	0.005362	2	0.002805	0.002557
6	0.005362	5	0.002805	0.002557
9	0.005666	8	0.002976	0.00269
12	0.005666	11	0.002976	0.00269
15	0.00597	14	0.003147	0.002823
18	0.00597	17	0.003147	0.002823

Çizelge.5.110. Örnek 2 1. Kat EXP Deprem Yüğü İçin Görelî Kat Öteleme

1.KATA AİT NOKTALAR	Deplasmanı	Zemin Kattaki Karşılık Noktası	Deplasman	$\Delta_l = u_l - u_{l-1}$
2	0.005362	1	0	0.005362
5	0.005362	4	0	0.005362
8	0.005666	7	0	0.005666
11	0.005666	10	0	0.005666
14	0.00597	13	0	0.00597
17	0.00597	16	0	0.00597

Çizelge.5.111. Örnek 2 1. Kat EXN Deprem Yüğü İçin Görelî Kat Öteleme

2.KATA AİT NOKTALAR	Deplasmanı	1. Kattaki Karşılık Noktası	Deplasman	$\Delta_l = u_l - u_{l-1}$
3	0.00597	2	0.003147	0.002823
6	0.00597	5	0.003147	0.002823
9	0.005666	8	0.002976	0.00269
12	0.005666	11	0.002976	0.00269
15	0.005362	14	0.002805	0.002557
18	0.005362	17	0.002805	0.002557

Çizelge.5.112. Örnek 2 1. Kat EXN Deprem Yüğü İçin Görelî Kat Öteleme

1.KATA AİT NOKTALAR	Deplasmanı	Zemin Kattaki Karşılık Noktası	Deplasman	$\Delta_l = u_l - u_{l-1}$
2	0.003147	1	0	0.003147
5	0.003147	4	0	0.003147
8	0.002976	7	0	0.002976
11	0.002976	10	0	0.002976
14	0.002805	13	0	0.002805
17	0.002805	16	0	0.002805

Çizelge.5.113. Örnek 2 2. Kat EYP Deprem Yüğü İçin Görelî Kat Öteleme

2.KATA AİT NOKTALAR	Deplasmanı	1. Kattaki Karşılık Noktası	Deplasman	$\Delta_l = u_l - u_{l-1}$
3	0.004523	2	0.00259	0.001933
6	0.005013	5	0.002865	0.002148
9	0.004523	8	0.00259	0.001933
12	0.005013	11	0.002865	0.002148
15	0.004523	14	0.00259	0.001933
18	0.005013	17	0.002865	0.002148

Çizelge.5.114. Örnek 2 1. Kat EYP Deprem Yüğü İçin Görelî Kat Öteleme

1.KATA AİT NOKTALAR	Deplasmanı	Zemin Kattaki Karşılık Noktası	Deplasman	$\Delta_l = u_l - u_{l-1}$
2	0.00259	1	0	0.00259
5	0.002865	4	0	0.002865
8	0.00259	7	0	0.00259
11	0.002865	10	0	0.002865
14	0.00259	13	0	0.00259
17	0.002865	16	0	0.002865

Çizelge.5.115. Örnek 2 2. Kat EYN Deprem Yüğü İçin Görelî Kat Öteleme

2.KATA AİT NOKTALAR	Deplasmanı	1. Kattaki Karşılık Noktası	Deplasman	$\Delta_l = u_l - u_{l-1}$
3	0.00501	2	0.002862	0.002148
6	0.00452	5	0.002587	0.001933
9	0.00501	8	0.002862	0.002148
12	0.00452	11	0.002587	0.001933
15	0.00501	14	0.002862	0.002148
18	0.00452	17	0.002587	0.001933

Çizelge.5.116. Örnek 2 1. Kat EYN Deprem Yüğü İçin Görelî Kat Öteleme

1.KATA AİT NOKTALAR	Deplasmanı	Zemin Kattaki Karşılık Noktası	Deplasman	$\Delta_l = u_l - u_{l-1}$
2	0.002862	1	0	0.002862
5	0.002587	4	0	0.002587
8	0.002862	7	0	0.002862
11	0.002587	10	0	0.002587
14	0.002862	13	0	0.002862
17	0.002587	16	0	0.002587

5.2.7.2. A1 Burulma Düzensizliği Kontrolü

Herhangi bir kattaki en büyük görelî kat ötelemesinin o katta aynı doğrultudaki ortalaması alınmış görelî kat ötelemesine oranını temsil eden Burulma Düzensizliği Katsayısı η_{bi} , birbirine dik konumda bulunan iki deprem doğrultusundan herhangi biri için 1.2'den büyük olmamalıdır (TBDY,2018).

Deprem doğrultuları için geçerli olan iki doğrultudan herhangi biri için bu kontrolün yapılması yeterli olacağından X deprem doğrultusunda $\pm 5\%$ dışmerkezlilikli yüklemeler için kontroller gerçekleştir.

Çizelge.5.117. Örnek 2 EXP Deprem Yüğü İçin Burulma Düzensizliği Kontrolü

EXP								
KAT	Katın Max ötelemesi $u_{i \max}$	Katın Min ötelemesi $u_{i \min}$	$(\Delta i)_{\max}$	$(\Delta i)_{\min}$	$(\Delta i)_{\text{ort}}$	η_{bi}		SONUÇ
	m	m	m	m	m			
2	0.00597	0.005362	0.002823	0.002557	0.00269	1.0494	<1.2	A1 YOK
1	0.003147	0.002805	0.003147	0.002805	0.002976	1.0575	<1.2	A1 YOK

Çizelge.5.118. Örnek 2 EXN Deprem Yüğü İçin Burulma Düzensizliği Kontrolü

EXN								
KAT	Katın Max ötelemesi $u_{i \max}$	Katın Min ötelemesi $u_{i \min}$	$(\Delta i)_{\max}$	$(\Delta i)_{\min}$	$(\Delta i)_{\text{ort}}$	η_{bi}		SONUÇ
	m	m	m	m	m			
2	0.00597	0.005362	0.002823	0.002557	0.00269	1.0494	<1.2	A1 YOK
1	0.003147	0.002805	0.003147	0.002805	0.002976	1.0575	<1.2	A1 YOK

5.2.7.3. A2 Döşeme Süreksizliği Kontrolü

5.1.8.3.başlığı altında bulunan 3 şart sağlandığı için binada döşeme süreksizliği bulunmamaktadır.

5.2.7.4. A3 Planda Bulunan Çıkıntı Düzensizlikleri

Yapıda herhangi bir çıkıntı bulunmadığı için A3 düzensizliği bulunmamaktadır (TBDY,2018).

5.2.7.5. B1 Düzensizliği

Yapıda etkili kesme alanı yani perde bulunmadığı için B1 düzensizliği bulunmamaktadır (TBDY,2018).

5.2.7.6. B2 Komşu Katlar Arası Rijitlik Düzensizliği (Yumuşak Kat)

Yapıda bulunan bodrum katları hariç herhangi bir kattaki ortalaması alınmış görel kat ötelemesi oranının bir üst veya bir alt katta hesaplanmış ortalama görel kat ötelemesi oranına bölünerek her iki deprem doğrultusundan herhangi biri için elde edilen Rijitlik Düzensizliği Katsayısı η_{ki} , 2'den küçük olmalıdır (TBDY,2018).

$$\eta_{ki1} = \frac{(\Delta_i)_{ort}/h_i}{(\Delta_{i+1})_{ort}/h_{i+1}}$$

$$\eta_{ki2} = \frac{(\Delta_i)_{ort}/h_i}{(\Delta_{i-1})_{ort}/h_{i-1}}$$

Çizelge.5.119. Örnek 2 EXP Yumuşak Kat Kontrolü

EXP						
Kat No	h_i	$(\Delta_i)_{ort}$	$(\Delta_i)_{ort}/h_i$	η_{ki1}	η_{ki2}	Sonuç
2	3	0.00269	0.000897	-	0.47	<2 kat B2 türü kat düzensizliği yok
1	3	0.005666	0.001889	2.106	-	>2 B2 türü kat düzensizliği var

Çizelge.5.120. Örnek 2 EXN Yumuşak Kat Kontrolü

EXP						
Kat No	h_i	$(\Delta_i)_{ort}$	$(\Delta_i)_{ort}/h_i$	η_{ki1}	η_{ki2}	Sonuç
2	3	0.00269	0.0009	-	0.904	<2 kat B2 türü kat düzensizliği yok
1	3	0.003	0.001	1.106	-	<2 kat B2 türü kat düzensizliği yok

Yapının 1. Katında Yumuşak Kat Düzensizliği tespit edilmiştir. Fakat Çizelge.4.2.'de de görüleceği üzere $BYS=8$ olduğu için bu durum eşdeğer deprem yükü yönteminin kullanılmasını etkilememektedir.

5.2.7.7. B3 Taşıyıcı Sistemdeki Düşey Elemanların Süreksizliği

Örnek bina taşıyıcı elemanlarında herhangi bir süreksizlik bulunmadığı için B3 düzensizliği bulunmamaktadır.

5.2.7.8. Göreli Kat Öteleme Kontrolü **λ Tespiti**

S_{DS} , S_{D1} değerleri bu sefer DD-3 deprem yer hareketi düzeyi için AFAD üzerinden. $S_{DS}=0.0425$, $S_{D1}=0.114$ olarak alınır.

$$T_A = 0.2 \frac{S_{D1}}{S_{DS}} = 0.2 \frac{0.114}{0.425} = 0.054$$

$$T_B = \frac{S_{D1}}{S_{DS}} = \frac{0.114}{0.425} = 0.268$$

$$T_x=0.443 \quad T_L=6$$

$$S_{ae}(T_x) = \frac{S_{D1}}{T_x} = \frac{0.114}{0.443} = 0.257$$

$$S_{ae}(T_y) = \frac{S_{D1}}{T_y} = \frac{0.114}{0.382} = 0.298$$

$S_{ae}(T)$ değerlerinin elde edilmesinde Denk.(4.3) kullanılmıştır.

Eşdeğer deprem yükü hesap kısmında 5.2.5.2 başlığı altında DD-2 deprem yer hareketi düzeyi için $S_{ae}(T_x)=0.703$ ve $S_{ae}(T_y)=0.815$ bulunmuştur.

$$\lambda_x = \frac{S_{ae}(T_x)_{DD3}}{S_{ae}(T_x)_{DD2}} = \frac{0.257}{0.703} = 0.366$$

$$\lambda_y = \frac{S_{ae}(Ty)_{DD3}}{S_{ae}(Ty)_{DD2}} = \frac{0.298}{0.815} = 0.366$$

$$\delta_i = \frac{R}{I} \Delta_i$$

Çizelge.5.121. Örnek 2 EXP Görelî Kat Öteleme Kontrolü

EXP									
Kat No	U _{imax}	Δ_i	R	I	h _i	δ_i	I	$\frac{\delta_{i(MAX)}}{h} \lambda$	Sonuç
2	0.00597	0.00282	8	1	3	0.023	0.366	0.0028	<0.008
1	0.00315	0.00315			3	0.025	0.366	0.0031	<0.008

Çizelge.5.122. Örnek 2 EXN Görelî Kat Öteleme Kontrolü

EXN									
Kat No	U _{imax}	Δ_i	R	I	h _i	δ_i	I	$\frac{\delta_{i(MAX)}}{h} \lambda$	Sonuç
2	0.00597	0.00282	8	1	3	0.023	0.366	0.0028	<0.008
1	0.00315	0.00315			3	0.025	0.366	0.0031	<0.008

Çizelge.5.123. Örnek 2 EYP Görelî Kat Öteleme Kontrolü

EXN									
Kat No	U _{imax}	Δ_i	R	I	h _i	δ_i	I	$\frac{\delta_{i(MAX)}}{h} \lambda$	Sonuç
2	0.00501	0.00215	8	1	3	0.017	0.366	0.0021	<0.008
1	0.00286	0.00286			3	0.023	0.366	0.0028	<0.008

Çizelge.5.124. Örnek 2 EYN Görelî Kat Öteleme Kontrolü

EXN									
Kat No	U _{imax}	Δ_i	R	I	h _i	δ_i	I	$\frac{\delta_{i(MAX)}}{h} \lambda$	Sonuç
2	0.00501	0.00215	8	1	3	0.017	0.366	0.0021	<0.008
1	0.00286	0.00286			3	0.023	0.366	0.0028	<0.008

5.2.7.9. İkincil Mertebe Etkilerinin Kontrolü

$$\phi = \frac{(\Delta i)_{ort} * \Sigma W}{V_i * h_i} \leq 0.12 * \frac{D}{C_h * R}$$

C_h beton için 0.5 alınır. Daha önce ise $R=8$ $D=3$ olarak tespit edilmiştir.

$$0.12 * \frac{D}{C_h * R} = 0.12 * \frac{3}{0.5 * 8} = 0.09$$

Her kat için ikincil mertebe etkisi yukarıda bulunan 0.09 değerini aşmamalıdır.

Çizelge.5.125. Örnek 2 Katlara Etkiyen Deprem Yüğü

	F_x	F_y
1	23.92	27.76
2	52.46	60.86

Çizelge.5.126. Örnek 2 2. Kat İkincil Mertebe Etkileri Kontrolü

2. Kat						
Yükleme	Δi	W	V	H	İkincil Mertebe	θ
EXP	0.0028	869.66	52.46	3	0.0156	<0.09
EXN	0.0028				0.0156	<0.09
EYP	0.0021		60.86		0.0102	<0.09
EYN	0.0021				0.0102	<0.09

Çizelge.5.127. Örnek 2 1. Kat İkincil Mertebe Etkileri Kontrolü

1. Kat						
Yükleme	Δi	W	V	H	İkincil Mertebe	θ
EXP	0.0032	869.66	23.92	3	0.0381	<0.09
EXN	0.0032				0.0381	<0.09
EYP	0.0029		27.756		0.0299	<0.09
EYN	0.0029				0.0299	<0.09

5.2.8. Kiriş Moment Kapasite Hesabı

Kiriş kesiti ilk örnek ile aynı olduğu için 5.1.9. başlığı altında bulunan $M_{r1}=142.24$ kN.m, $M_{r2}=85.34$ kN.m, $M_{pi}=199.14$ kN.m ve $M_{pj}=119.48$ kN.m değerleri aynen kullanılır.

5.2.9. Kiriş Kesme Kontrolü

Çizelge.5.128. Örnek 2 X Yönündeki Kirişlerin Kesme Kontrolü

			G+0,3Q				V_{max}	$V_{envelope}$	V_e
			İ Ucu	J Ucu	İ Ucu	J Ucu			
	Kiriş Adı	L_n (m)	V_d (kN)		V_e (kN)				
1. Kat	K1	4.7	35.961	35.961	31.83	103.75	103.75	87.47	87.47
	K2	4.7	50.468	50.468	17.32	118.26	118.26	109.31	109.3
	K3	4.7	35.961	35.961	31.83	103.75	103.75	87.47	87.47
2. Kat	K1	4.7	35.961	35.961	31.83	103.75	103.75	70.53	70.53
	K2	4.7	50.468	50.468	17.3	118.26	118.26	93.54	93.54
	K3	4.7	35.961	35.961	31.83	103.75	103.75	70.53	70.53

Çizelge.5.129. Örnek 2 Y Yönündeki Kirişlerin Kesme Kontrolü

			G+0,3Q				V_{max}	$V_{envelope}$	V_e
			İ Ucu	J Ucu	İ Ucu	J Ucu			
	Kiriş Adı	L_n (m)	V_d (kN)		V_e (kN)				
1. Kat	K4	2.7	16.264	20.732	106.21	138.74	138.74	84.57	84.57
	K5	2.7	20.732	16.264	92.81	134.27	134.27	84.57	84.57
	K6	2.7	16.264	20.732	106.21	138.74	138.74	84.61	84.61
	K7	2.7	20.732	16.264	92.81	134.27	134.27	84.61	84.61
2. Kat	K4	2.7	15.525	21.472	108.43	139.48	139.48	55.13	55.13
	K5	2.7	21.472	15.525	90.59	133.53	133.53	55.13	55.13
	K6	2.7	15.525	21.472	108.43	139.48	139.48	55.14	55.14
	K7	2.7	21.472	15.525	90.59	133.53	133.53	55.14	55.14

4.6.3 başlığı altında anlatılan ve Denk.(4.14)'te belirtilen aşağıdaki şartın kiriş kesme kuvveti için sağlanması gerekmektedir.

$$V_e \leq 0.85x b_w x dx \sqrt{f_{ck}}$$

Çizelge.5.130. Örnek 2 Denk. 4.14'te Verilen İkinci Şartın X Yönlü Kirişlerdeki Kontrolü

			V_e		$0.85x b_w x dx \sqrt{f_{ck}}$
	Kiriş Adı	L_n (m)			
Zemin Kat	K1	4.7	87.466	<	446.6545785
	K2	4.7	109.312	<	446.6545785
	K3	4.7	87.466	<	446.6545785
1. Kat	K1	4.7	70.529	<	446.6545785
	K2	4.7	93.538	<	446.6545785
	K3	4.7	70.529	<	446.6545785

Çizelge.5.131. Örnek 2 Denk. 4.14'te Verilen İkinci Şartın Y Yönlü Kirişlerdeki Kontrolü

			V_e		$0.85x b_w x dx \sqrt{f_{ck}}$
	Kiriş Adı	L_n (m)			
Zemin Kat	K4	2.7	84.574	<	446.6545785
	K5	2.7	84.574	<	446.6545785
	K6	2.7	84.612	<	446.6545785
	K7	2.7	84.612	<	446.6545785
1. Kat	K4	2.7	55.134	<	446.6545785
	K5	2.7	55.134	<	446.6545785
	K6	2.7	55.137	<	446.6545785
	K7	2.7	55.137	<	446.6545785

V_c hesabı gerçekleştirilirken nasıl hesaplanacağı 4.6.3.2-(b) kısmında anlatılan işlemler uygulanarak Çizelge.5.132’de tespit edilmiştir.

Çizelge.5.132. Örnek 2 V_c Hesaplaması Kontrolü

	Kiriş Adı	Sadece Deprem Kuvvetlerinden Oluşan V	V_e (depremli durum)	$0.5V_{(depremli\ durum)}$	V_c
Zemin Kat	K1	22.52	63.468	31.734	Hesapla
	K2	22.52	92.231	46.1155	Hesapla
	K3	22.52	63.468	31.734	Hesapla
	K4	35.755	46.531	23.2655	0
	K5	35.755	46.531	23.2655	0
	K6	35.756	46.544	23.272	0
	K7	35.756	46.544	23.272	0
1. Kat	K1	12	61.233	30.6165	Hesapla
	K2	12	92.231	46.1155	Hesapla
	K3	12	61.233	30.6165	Hesapla
	K4	16.485	37.551	18.7755	Hesapla
	K5	16.485	37.551	18.7755	Hesapla
	K6	16.485	37.552	18.776	Hesapla
	K7	16.485	37.552	18.776	Hesapla

Deprem kuvvetleri de dahil edilerek oluşturulmuş toplam yük kombinasyonlarından bulunan V kesme kuvvetinin yarısı sadece deprem kuvvetlerinin etkisiyle meydana gelen kesme kuvvetinden büyük olduğundan ZK1, ZK2, ZK3, 1K1, 1K2, 1K3, 1K4, 1K5, 1K6, 1K7 kirişleri için V_c sıfır alınmayıp hesaplanacaktır.

Denk.(4.14)’te verilen bir diğer şartın kontrolü için Denk.(4.19)’daki denklemler kullanılarak V_r hesaplanacaktır.

$$V_{cr}=0.65f_{ctm}b_wd(1+\gamma\frac{N_d}{A_c})=0.65*1.6*250*470=122.2$$

$$V_c=0.8V_{cr}=0.8*122.2=97.76$$

$$A_{sw} = \frac{8^2 \pi}{4} * 2 = 100.53$$

$$V_w = f_{ywd} \left(\frac{A_{sw}}{s} \right) = 365 * 470 * \frac{100.53}{200} = 86.23$$

Çizelge.5.133. Örnek 2 V_c Hesap Türü Tespiti

	Kiriş Adı	Sadece Deprem Kuvvetlerinden Oluşan V	Ve (depremli durum)	0.5V _e	V _c
Zemin Kat	K1	22.52	63.468	31.734	Hesapla
	K2	22.52	92.231	46.1155	Hesapla
	K3	22.52	63.468	31.734	Hesapla
	K4	35.755	46.531	23.2655	0
	K5	35.755	46.531	23.2655	0
	K6	35.756	46.544	23.272	0
	K7	35.756	46.544	23.272	0
1. Kat	K1	12	61.233	30.6165	Hesapla
	K2	12	92.231	46.1155	Hesapla
	K3	12	61.233	30.6165	Hesapla
	K4	16.485	37.551	18.7755	Hesapla
	K5	16.485	37.551	18.7755	Hesapla
	K6	16.485	37.552	18.776	Hesapla
	K7	16.485	37.552	18.776	Hesapla

Çizelge.5.134. Örnek 2 V_r Tespiti

	Kiriş Adı	V_{cr}	V_c	V_w	V_r
Zemin Kat	K1	122.2	97.76	86.23043516	183.9904352
	K2	122.2	97.76	86.23043516	183.9904352
	K3	122.2	97.76	86.23043516	183.9904352
	K4	0	0	86.23043516	86.23043516
	K5	0	0	86.23043516	86.23043516
	K6	0	0	86.23043516	86.23043516
	K7	0	0	86.23043516	86.23043516
1. Kat	K1	122.2	97.76	86.23043516	183.9904352
	K2	122.2	97.76	86.23043516	183.9904352
	K3	122.2	97.76	86.23043516	183.9904352
	K4	122.2	97.76	86.23043516	183.9904352
	K5	122.2	97.76	86.23043516	183.9904352
	K6	122.2	97.76	86.23043516	183.9904352
	K7	122.2	97.76	86.23043516	183.9904352

Çizelge.5.135. Örnek 2 Denk.(4.14)'te Verilen İki Şartın da Kontrolü

	Kiriş Adı	V_r		V_e		$0.85x b_w x d * \sqrt{f_{ck}}$
Zemin Kat	K1	183.99	>	87.466	<	475.1644452
	K2	183.99	>	109.312	<	475.1644452
	K3	183.99	>	87.466	<	475.1644452
	K4	86.2304	>	84.574	<	475.1644452
	K5	86.2304	>	84.574	<	475.1644452
	K6	86.2304	>	84.612	<	475.1644452
	K7	86.2304	>	84.612	<	475.1644452
1. Kat	K1	183.99	>	70.529	<	475.1644452
	K2	183.99	>	93.538	<	475.1644452
	K3	183.99	>	70.529	<	475.1644452
	K4	183.99	>	55.134	<	475.1644452
	K5	183.99	>	55.134	<	475.1644452
	K6	183.99	>	55.137	<	475.1644452
	K7	183.99	>	55.137	<	475.1644452

5.2.10. Kolon Kontrolleri

İlk kontrol 5.1.11 başlığında belirtildiği üzere $\frac{N_{dm}}{A_c f_{ck}}$ değerinin 0.4'ten büyük olmamasıdır. Buradaki N_{dm} , G+Q+E yükleri altında hesaplanan kolon eksenel basınçlarının en büyüğüdür.

Burada unutulmaması gereken bir diğer husus TBDY 2018'de 0.4 olarak belirlenen sınır değer 2007 yılında yürürlüğe giren DBYBHY'de 0.5 olmasıdır

Çizelge.5.136. Örnek 2 Kolon Kontrolü 1

		N_{dm}	$A_c * f_{ck}$	$\frac{N_{dm}}{A_c f_{ck}}$	
S1	Z	160.88	1800	0.089	<0.4
	1	74.99		0.042	<0.4
S2	Z	229.94		0.128	<0.4
	1	99		0.055	<0.4
S3	Z	206.43		0.114	<0.4
	1	108.93		0.060	<0.4
S4	Z	275.48		0.153	<0.4
	1	132.95		0.073	<0.4
S5	Z	56.4		0.031	<0.4
	1	42.02		0.023	<0.4
S6	Z	125.45		0.070	<0.4
	1	66.03		0.037	<0.4

Çizelge.5.137. Örnek 2 Kolon Kontrolü 2

		N_d	$A_c * f_{cd}$	$\frac{N_d}{A_c f_{cd}}$	
S1	Z	124.96	1200	0.104	<0.9
	1	61.47		0.051	<0.9
S2	Z	124.96		0.104	<0.9
	1	61.47		0.051	<0.9
S3	Z	203.47		0.170	<0.9
	1	102.06		0.085	<0.9
S4	Z	203.47		0.170	<0.9
	1	102.06		0.085	<0.9
S5	Z	124.96		0.104	<0.9
	1	61.47		0.051	<0.9
S6	Z	124.86		0.104	<0.9
	1	61.47		0.051	<0.9

5.2.10.1. Kolon Moment Kapasite Tespiti

Kolon moment kapasitesi hesabında Şekil.4.3.'de bulunan taşıma gücü abağından yararlanılmıştır (Altundal,2015).

Burada bir önemli nokta da kolon kare kesit olduğu için $M_x=M_y$ olduğudur.

Çizelge.5.138. Örnek 2 Kolon Moment Tespiti 1

			N _d .kN	$\frac{d_x}{b}$	$\frac{N_d}{b * h * f_{cd}}$	ρt	ψ	$\frac{M_d}{b * h^2 * f_{cd}}$	M _{rx}	M _{ry}	En küçük Mr	En büyük Mr
ZS1	i	1.4G+1.6Q	205.63	0.8	0.2	0.01	0.4	0.23	70.4	70.4	48.96	70.38
		G+Q+E	143.18	0.8	0.1	0.01	0.4	0.2	61.2	61.2		
			207.03	0.8	0.2	0.01	0.4	0.23	70.4	70.4		
		0.9G+E	41.58	0.8	0.0	0.01	0.4	0.16	49	49		
	105.42		0.8	0.1	0.01	0.4	0.2	61.2	61.2			
	j	1.4G+1.6Q	196.98	0.8	0.2	0.01	0.4	0.23	70.4	70.4	48.96	70.38
		G+Q+E	135.31	0.8	0.1	0.01	0.4	0.2	61.2	61.2		
			199.15	0.8	0.2	0.01	0.4	0.23	70.4	70.4		
0.9G+E		37.7	0.8	0.0	0.01	0.4	0.16	49	49			
	101.54	0.8	0.1	0.01	0.4	0.2	61.2	61.2				

Çizelge.5.139. Örnek 2 Kolon Moment Tespiti 2

			N _d kN	$\frac{d_x}{b}$	$\frac{N_d}{b \cdot h \cdot f_{cd}}$	ρ _t	ψ	$\frac{M_d}{b \cdot h^2 \cdot f_{cd}}$	M _{rx}	M _{ry}	En küçük Mr	En büyük Mr
1S1	i	1.4G+1.6Q	101.30	0.8	0.1	0.01	0.4	0.20	61.2	61.2	48.96	61.2
			75.97	0.8	0.1	0.01	0.4	0.20	61.2	61.2		
		G+Q+E	96.46	0.8	0.1	0.01	0.4	0.20	61.2	61.2		
			25.89	0.8	0.0	0.01	0.4	0.16	49.0	49.0		
		0.9G+E	46.39	0.8	0.0	0.01	0.4	0.16	49.0	49.0		
	j	1.4G+1.6Q	93.42	0.8	0.1	0.01	0.4	0.20	61.2	61.2	48.96	61.2
			68.81	0.8	0.1	0.01	0.4	0.20	61.2	61.2		
		G+Q+E	89.30	0.8	0.1	0.01	0.4	0.20	61.2	61.2		
		22.36	0.8	0.0	0.01	0.4	0.16	49.0	49.0			
	0.9G+E	42.86	0.8	0.0	0.01	0.4	0.16	49.0	49.0			

Çizelge.5.140. Örnek 2 Kolon Moment Tespiti 3

			N _d kN	$\frac{d_x}{b}$	$\frac{N_d}{b \cdot h \cdot f_{cd}}$	ρ _t	ψ	$\frac{M_d}{b \cdot h^2 \cdot f_{cd}}$	M _{rx}	M _{ry}	En küçük Mr	En büyük Mr
ZS2	i	1.4G+1.6Q	205.64	0.8	0.2	0.01	0.4	0.23	70.4	70.4	48.96	70.38
			143.17	0.8	0.1	0.01	0.4	0.20	61.2	61.2		
		G+Q+E	207.04	0.8	0.2	0.01	0.4	0.23	70.4	70.4		
			41.57	0.8	0.0	0.01	0.4	0.16	49.0	49.0		
	j	0.9G+E	105.44	0.8	0.1	0.01	0.4	0.20	61.2	61.2	48.96	70.38
		1.4G+1.6Q	196.98	0.8	0.2	0.01	0.4	0.23	70.4	70.4		
			135.30	0.8	0.1	0.01	0.4	0.20	61.2	61.2		
		G+Q+E	199.17	0.8	0.2	0.01	0.4	0.23	70.4	70.4		
	37.69	0.8	0.0	0.01	0.4	0.16	49.0	49.0				
0.9G+E	101.56	0.8	0.1	0.01	0.4	0.20	61.2	61.2				

Çizelge.5.141. Örnek 2 Kolon Moment Tespiti 5

			N _d kN	$\frac{d_x}{b}$	$\frac{N_d}{b \cdot h \cdot f_{cd}}$	ρt	ψ	$\frac{M_d}{b \cdot h^2 \cdot f_{cd}}$	M _{rx}	M _{ry}	En küçük Mr	En büyük Mr
1S2	i	1.4G+1.6Q	101.30	0.8	0.1	0.01	0.4	0.20	61.2	61.2	48.96	61.2
		G+Q+E	75.96	0.8	0.1	0.01	0.4	0.20	61.2	61.2		
			96.46	0.8	0.1	0.01	0.4	0.20	61.2	61.2		
			25.89	0.8	0.0	0.01	0.4	0.16	49.0	49.0		
	j	0.9G+E	46.39	0.8	0.0	0.01	0.4	0.16	49.0	49.0	48.96	61.2
		1.4G+1.6Q	93.42	0.8	0.1	0.01	0.4	0.20	61.2	61.2		
			68.81	0.8	0.1	0.01	0.4	0.20	61.2	61.2		
			G+Q+E	89.30	0.8	0.1	0.01	0.4	0.20	61.2		
		22.36	0.8	0.0	0.01	0.4	0.16	49.0	49.0			
		0.9G+E	42.86	0.8	0.0	0.01	0.4	0.16	49.0			49.0

Çizelge.5.142. Örnek 2 Kolon Moment Tespiti 6

			N _d kN	$\frac{d_x}{b}$	$\frac{N_d}{b \cdot h \cdot f_{cd}}$	ρt	ψ	$\frac{M_d}{b \cdot h^2 \cdot f_{cd}}$	M _{rx}	M _{ry}	En küçük Mr	En büyük Mr
ZS3	i	1.4G+1.6Q	348.05	0.8	0.3	0.01	0.4	0.16	49.0	49.0	48.96	70.38
			274.78	0.8	0.2	0.01	0.4	0.23	70.4	70.4		
		G+Q+E	309.31	0.8	0.3	0.01	0.4	0.16	49.0	49.0		
			100.32	0.8	0.1	0.01	0.4	0.20	61.2	61.2		
	j	0.9G+E	134.84	0.8	0.1	0.01	0.4	0.20	61.2	61.2	48.96	70.38
		1.4G+1.6Q	339.38	0.8	0.3	0.01	0.4	0.16	49.0	49.0		
			266.91	0.8	0.2	0.01	0.4	0.23	70.4	70.4		
		G+Q+E	301.43	0.8	0.3	0.01	0.4	0.16	49.0	49.0		
		96.43	0.8	0.1	0.01	0.4	0.20	61.2	61.2			
		130.96	0.8	0.1	0.01	0.4	0.20	61.2	61.2			

Çizelge.5.143. Örnek 2 Kolon Moment Tespiti 7

			N_d kN	$\frac{d_x}{b}$	$\frac{N_d}{b \cdot h \cdot f_{cd}}$	ρt	ψ	$\frac{M_d}{b \cdot h^2 \cdot f_{cd}}$	M_{rx}	M_{ry}	En küçük Mr	En büyük Mr
1S3	i	1.4G+1.6Q	174.71	0.8	0.1	0.01	0.4	0.20	61.2	61.2	48.96	61.2
		G+Q+E	140.55	0.8	0.1	0.01	0.4	0.20	61.2	61.2		
			152.56	0.8	0.1	0.01	0.4	0.20	61.2	61.2		
			52.96	0.8	0.0	0.01	0.4	0.16	49.0	49.0		
	j	0.9G+E	64.96	0.8	0.1	0.01	0.4	0.20	61.2	61.2	48.96	61.2
		1.4G+1.6Q	166.83	0.8	0.1	0.01	0.4	0.20	61.2	61.2		
		G+Q+E	133.40	0.8	0.1	0.01	0.4	0.20	61.2	61.2		
			145.40	0.8	0.1	0.01	0.4	0.20	61.2	61.2		
49.43	0.8		0.0	0.01	0.4	0.16	49.0	49.0				
	0.9G+E	61.43	0.8	0.1	0.01	0.4	0.20	61.2	61.2			

Çizelge.5.144. Örnek 2 Kolon Moment Tespiti 8

			N _d kN	$\frac{d_x}{b}$	$\frac{N_d}{b \cdot h \cdot f_{cd}}$	ρt	ψ	$\frac{M_d}{b \cdot h^2 \cdot f_{cd}}$	M _{rx}	M _{ry}	En küçük Mr	En büyük Mr
ZS4	i	1.4G+1.6Q	348.05	0.8	0.3	0.01	0.4	0.16	49.0	49.0	48.96	70.38
			274.78	0.8	0.2	0.01	0.4	0.23	70.4	70.4		
		G+Q+E	309.31	0.8	0.3	0.01	0.4	0.16	49.0	49.0		
			100.32	0.8	0.1	0.01	0.4	0.20	61.2	61.2		
	j	0.9G+E	134.84	0.8	0.1	0.01	0.4	0.20	61.2	61.2	48.96	70.38
		1.4G+1.6Q	339.38	0.8	0.3	0.01	0.4	0.16	49.0	49.0		
			266.91	0.8	0.2	0.01	0.4	0.23	70.4	70.4		
		G+Q+E	301.43	0.8	0.3	0.01	0.4	0.16	49.0	49.0		
	96.43	0.8	0.1	0.01	0.4	0.20	61.2	61.2				
	0.9G+E	130.96	0.8	0.1	0.01	0.4	0.20	61.2	61.2			

Çizelge.5.145. Örnek 2 Kolon Moment Tespiti 9

			N_d kN	$\frac{d_x}{b}$	$\frac{N_d}{b \cdot h \cdot f_{cd}}$	ρt	ψ	$\frac{M_d}{b \cdot h^2 \cdot f_{cd}}$	M_{rx}	M_{ry}	En küçük Mr	En büyük Mr
1S4	i	1.4G+1.6Q	174.71	0.8	0.1	0.01	0.4	0.20	61.2	61.2	48.96	61.2
			140.55	0.8	0.1	0.01	0.4	0.20	61.2	61.2		
		G+Q+E	152.56	0.8	0.1	0.01	0.4	0.20	61.2	61.2		
			52.96	0.8	0.0	0.01	0.4	0.16	49.0	49.0		
	j	0.9G+E	64.96	0.8	0.1	0.01	0.4	0.20	61.2	61.2	48.96	61.2
		1.4G+1.6Q	166.83	0.8	0.1	0.01	0.4	0.20	61.2	61.2		
			133.40	0.8	0.1	0.01	0.4	0.20	61.2	61.2		
		G+Q+E	145.40	0.8	0.1	0.01	0.4	0.20	61.2	61.2		
		49.43	0.8	0.0	0.01	0.4	0.16	49.0	49.0			
		61.43	0.8	0.1	0.01	0.4	0.20	61.2	61.2			

Çizelge.5.146. Örnek 2 Kolon Moment Tespiti 10

			N _d kN	$\frac{d_x}{b}$	$\frac{N_d}{b \cdot h \cdot f_{cd}}$	ρt	ψ	$\frac{M_d}{b \cdot h^2 \cdot f_{cd}}$	M _{rx}	M _{ry}	En küçük Mr	En büyük Mr
ZS5	i	1.4G+1.6Q	205.64	0.8	0.2	0.01	0.4	0.23	70.4	70.4	48.96	70.38
			143.18	0.8	0.1	0.01	0.4	0.20	61.2	61.2		
		G+Q+E	207.03	0.8	0.2	0.01	0.4	0.23	70.4	70.4		
			41.58	0.8	0.0	0.01	0.4	0.16	49.0	49.0		
	j	0.9G+E	105.43	0.8	0.1	0.01	0.4	0.20	61.2	61.2	48.96	70.38
		1.4G+1.6Q	196.98	0.8	0.2	0.01	0.4	0.23	70.4	70.4		
			135.31	0.8	0.1	0.01	0.4	0.20	61.2	61.2		
		G+Q+E	199.15	0.8	0.2	0.01	0.4	0.23	70.4	70.4		
		37.70	0.8	0.0	0.01	0.4	0.16	49.0	49.0			
			101.54	0.8	0.1	0.01	0.4	0.20	61.2	61.2		

Çizelge.5.147. Örnek 2 Kolon Moment Tespiti 11

			N_d kN	$\frac{d_x}{b}$	$\frac{N_d}{b \cdot h \cdot f_{cd}}$	ρt	ψ	$\frac{M_d}{b \cdot h^2 \cdot f_{cd}}$	M_{rx}	M_{ry}	En küçük Mr	En büyük Mr
1S5	i	1.4G+1.6Q	101.30	0.8	0.1	0.01	0.4	0.20	61.2	61.2	48.96	61.2
		G+Q+E	75.97	0.8	0.1	0.01	0.4	0.20	61.2	61.2		
		25.89	0.8	0.0	0.01	0.4	0.16	49.0	49.0			
		0.9G+E	46.39	0.8	0.0	0.01	0.4	0.16	49.0	49.0		
	j	1.4G+1.6Q	93.42	0.8	0.1	0.01	0.4	0.20	61.2	61.2	48.96	61.2
		G+Q+E	68.81	0.8	0.1	0.01	0.4	0.20	61.2	61.2		
		22.36	0.8	0.0	0.01	0.4	0.16	49.0	49.0			
		0.9G+E	42.86	0.8	0.0	0.01	0.4	0.16	49.0	49.0		

Çizelge.5.148. Örnek 2 Kolon Moment Tespiti 12

			N_d kN	$\frac{d_x}{b}$	$\frac{N_d}{b \cdot h \cdot f_{cd}}$	ρt	ψ	$\frac{M_d}{b \cdot h^2 \cdot f_{cd}}$	M_{rx}	M_{ry}	En küçük Mr	En büyük Mr
ZS6	i	1.4G+1.6Q	205.64	0.8	0.2	0.01	0.4	0.23	70.4	70.4	48.96	70.38
			143.17	0.8	0.1	0.01	0.4	0.20	61.2	61.2		
		G+Q+E	207.04	0.8	0.2	0.01	0.4	0.23	70.4	70.4		
			41.57	0.8	0.0	0.01	0.4	0.16	49.0	49.0		
	j	0.9G+E	105.44	0.8	0.1	0.01	0.4	0.20	61.2	61.2	48.96	70.38
		1.4G+1.6Q	196.98	0.8	0.2	0.01	0.4	0.23	70.4	70.4		
			135.30	0.8	0.1	0.01	0.4	0.20	61.2	61.2		
		G+Q+E	199.17	0.8	0.2	0.01	0.4	0.23	70.4	70.4		
	37.69	0.8	0.0	0.01	0.4	0.16	49.0	49.0				
	0.9G+E	101.56	0.8	0.1	0.01	0.4	0.20	61.2	61.2			

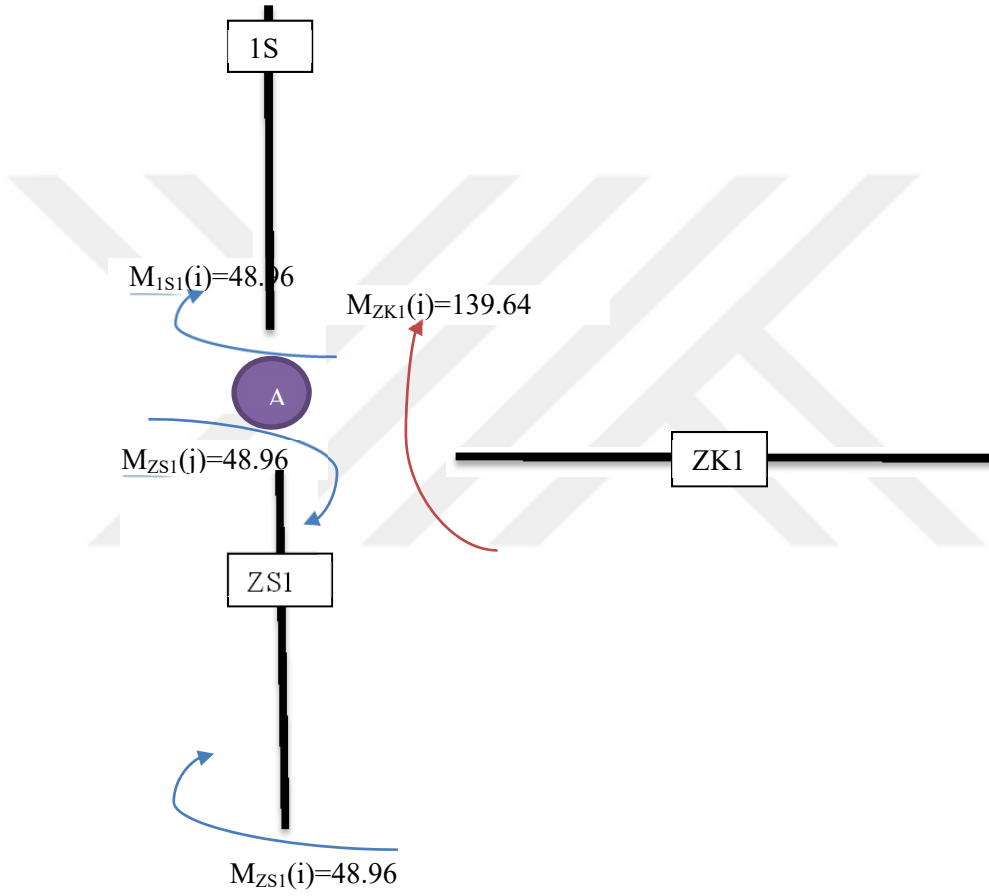
Çizelge.5.149. Örnek 2 Kolon Moment Tespiti 13

			N_d kN	$\frac{d_x}{b}$	$\frac{N_d}{b \cdot h \cdot f_{cd}}$	ρt	ψ	$\frac{M_d}{b \cdot h^2 \cdot f_{cd}}$	M_{rx}	M_{ry}	En küçük Mr	En büyük Mr
1S6	i	1.4G+1.6Q	101.30	0.8	0.1	0.01	0.4	0.20	61.2	61.2	48.96	61.2
			75.96	0.8	0.1	0.01	0.4	0.20	61.2	61.2		
		G+Q+E	96.46	0.8	0.1	0.01	0.4	0.20	61.2	61.2		
			25.89	0.8	0.0	0.01	0.4	0.16	49.0	49.0		
		0.9G+E	46.39	0.8	0.0	0.01	0.4	0.16	49.0	49.0		
	j	1.4G+1.6Q	93.42	0.8	0.1	0.01	0.4	0.20	61.2	61.2	48.96	61.2
			68.81	0.8	0.1	0.01	0.4	0.20	61.2	61.2		
		G+Q+E	89.30	0.8	0.1	0.01	0.4	0.20	61.2	61.2		
		22.36	0.8	0.0	0.01	0.4	0.16	49.0	49.0			
	0.9G+E	42.86	0.8	0.0	0.01	0.4	0.16	49.0	49.0			

5.2.10.2. Güçlü Kolon Zayıf Kiriş Kontrolü

5.1.11.2 başlığı altında anlatılan Güçlü Kolon Zayıf Kiriş prensibi aşağıda denetlenmiştir.

Örnek olarak ZS1-1S1-ZK1 birleşim düğüm noktasını ele alalım;



Şekil.5.19. Örnek 2 S101-S201-K101 Birleşim Düğüm Noktası Güçlü Kolon Kontrolü

$$(48.96 + 48.96) \geq 1.2(139.64) \implies 97.92 \geq 167.57 \quad \text{X}$$

Bu da demek oluyor ki güçlü kolon zayıf kiriş yerine zayıf kolon güçlü kiriş ilişkisi oluşur ve bundan dolayı kesme kontrolü yaparken moment kapasitesi olarak kirişin değil kolonun moment kapasitesi kullanılır.

$$M_u = 1.4 * M_{r\bar{u}}$$

$$M_a = 1.4 * M_{ra}$$

Buradaki bir diğer önemli nokta da kullanılan kolon momentlerinin kesme kuvvetinde kullanılanın aksine minimum değerler arasından seçilmesidir.

Çizelge.5.150. Örnek 2 X Yönü İçin Güçlü Kolon- Zayıf Kiriş Tespiti

			$M_{rkirişsol}$	$M_{rkirişsağ}$	M_{rkolon}	$M_{ra}+M_{r\bar{u}}$	$1.2(M_n+M_{rj})$	
S1	Z	İ	-	-	48.96	-		
		J	-	139.64	48.96	97.92	167.568	zayıf kolon
	1	İ	-	139.64	48.96	97.92	167.568	zayıf kolon
		J	-	139.64	48.96	48.96	167.568	zayıf kolon
S2	Z	İ	-	-	48.96	-		
		J	86.73	-	48.96	97.92	104.076	zayıf kolon
	1	İ	86.73	-	48.96	97.92	104.076	zayıf kolon
		J	86.73	-	48.96	48.96	104.076	zayıf kolon
S3	Z	İ	-	-	48.96			
		J	-	139.64	48.96	97.92	167.568	zayıf kolon
	1	İ	-	139.64	48.96	97.92	167.568	zayıf kolon
		J	-	139.64	48.96	48.96	167.568	zayıf kolon
S4	Z	İ	-	-	48.96			
		J	86.73	-	48.96	97.92	104.076	zayıf kolon
	1	İ	86.73	-	48.96	97.92	104.076	zayıf kolon
		J	86.73	-	48.96	48.96	104.076	zayıf kolon
S5	Z	İ	-	-	48.96			
		J	-	139.64	48.96	97.92	167.568	zayıf kolon
	1	İ	-	139.64	48.96	97.92	167.568	zayıf kolon
		J	-	139.64	48.96	48.96	167.568	zayıf kolon
S6	Z	İ	-	-	48.96			
		J	86.73	-	48.96	97.92	104.076	zayıf kolon
	1	İ	86.73	-	48.96	97.92	104.076	zayıf kolon
		J	86.73	-	48.96	48.96	104.076	zayıf kolon

Çizelge.5.151. Örnek 2 Y Yönü İçin Güçlü Kolon- Zayıf Kiriş Tespiti

			$M_{rkirişsol}$	$M_{rkirişsağ}$	M_{rkolon}	$M_{ra}+M_{rū}$	$1.2(M_{ri}+M_{rj})$	
S1	Z	İ	-	-	48.96	-		
		J	86.73		48.96	97.92	104.076	zayıf kolon
	1	İ	86.73		48.96	97.92	104.076	zayıf kolon
		J	86.73		48.96	48.96	104.076	zayıf kolon
S2	Z	İ	-	-	48.96	-	-	
		J	86.73		48.96	97.92	104.076	zayıf kolon
	1	İ	86.73		48.96	97.92	104.076	zayıf kolon
		J	86.73		48.96	48.96	104.076	zayıf kolon
S3	Z	İ	-	-	48.96		-	
		J	86.73	139.64	48.96	97.92	271.644	zayıf kolon
	1	İ	86.73	139.64	48.96	97.92	271.644	zayıf kolon
		J	86.73	139.64	48.96	48.96	271.644	zayıf kolon
S4	Z	İ	-	-	48.96		-	
		J	86.73	139.64	48.96	97.92	271.644	zayıf kolon
	1	İ	86.73	139.64	48.96	97.92	271.644	zayıf kolon
		J	86.73	139.64	48.96	48.96	271.644	zayıf kolon
S5	Z	İ	-	-	48.96		-	
		J		139.64	48.96	97.92	167.568	zayıf kolon
	1	İ		139.64	48.96	97.92	167.568	zayıf kolon
		J		139.64	48.96	48.96	167.568	zayıf kolon
S6	Z	İ	-	-	48.96		-	
		J		139.64	48.96	97.92	167.568	zayıf kolon
	1	İ		139.64	48.96	97.92	167.568	zayıf kolon
		J		139.64	48.96	48.96	167.568	zayıf kolon

5.2.10.3. Kolon Kesme Kontrolü

V_r kesme kapasitesi hesabı için 4.6.3.1’de yer alan Denk.(4.19) kullanılır.

$$V_r = V_c + V_w$$

$$V_c = 0.8V_{cr}$$

$$V_{cr} = 0.65 * f_{ctm} b_w d (1 + \gamma \frac{N_d}{A_c})$$

$$V_w = f_{ywd} d \left(\frac{A_{sw}}{s} \right)$$

4.6.3.1'deki son paragrafta anlatıldığı üzere formülde kullanılan N_d değerleri eksenel basınç olduğu için $\gamma=0.07$ olarak alınacaktır

Çizelge.5.152. Örnek 2 Kolon X Yönü Kesme Kontrolü

			L_n	M_r	$V_e = \frac{M_a + M_u}{L_n}$	$V_{e(\text{envelope})}$	V_e		V_r	N_d	V_w	V_{cr}
S1	Z	i	2.5	70.4	56.30	47.69	47.69	<	116.94	207.03	49.54	84.25
		J		70.4				<	116.94	199.17		84.25
	1	i	2.5	61.2	48.96	53.29	48.96	<	116.93	101.30		84.25
		J		61.2				<	116.93	93.42		84.25
S2	Z	i	2.5	70.4	56.30	47.69	47.69	<	116.94	207.04		84.25
		J		70.4				<	116.94	199.17		84.25
	1	i	2.5	61.2	48.96	53.29	48.96	<	116.93	101.30		84.25
		J		61.2				<	116.93	93.42		84.25
S3	Z	i	2.5	70.4	56.30	55.16	55.16	<	116.95	348.05		84.26
		J		70.4				<	116.95	339.38		84.26
	1	i	2.5	61.2	48.96	60.42	48.96	<	116.94	174.71		84.25
		J		61.2				<	116.94	166.83		84.25
S4	Z	i	2.5	70.4	56.30	55.22	55.22	<	116.95	348.05		84.26
		J		70.4				<	116.95	339.38		84.26
	1	i	2.5	61.2	48.96	60.42	48.96	<	116.94	174.71		84.25
		J		61.2				<	116.94	166.83		84.25
S5	Z	i	2.5	70.4	56.30	47.69	47.69	<	116.94	207.03		84.25
		J		70.4				<	116.94	199.15		84.25
	1	i	2.5	61.2	48.96	53.29	48.96	<	116.93	101.30		84.25
		J		61.2				<	116.93	93.42		84.25
S6	Z	i	2.5	70.4	56.30	47.69	47.69	<	116.94	207.04		84.25
		J		70.4				<	116.94	199.17		84.25
	1	i	2.5	61.2	48.96	53.29	48.96	<	116.93	101.30		84.25
		J		61.2				<	116.93	93.42		84.25

Kolon uç momentleri olan M_a ve M_u değerleri hesabı x ve y yönü için ayrı ayrı gerçekleştirilmemiştir. Bunun sebepleri belirtilen 2 maddede açıklanmıştır.

→Kolon kesiti simetriktir.

→Çizelge.5.150 ve Çizelge.5.151’de zayıf kolon güçlü kiriş sonucuna varıldığından dolayı kiriş momentleri değil sadece kolon momentleri kullanılıp kolona bağlanan kirişlerin önemi yoktur.

5.2.11. Kolon Kiriş Birleşim Bölgesi Kesme Kontrolü

4.6.3.3 başlığı altında anlatılan kontroller 4.20, 4.21, 4.22’deki denklemler yardımıyla gerçekleşir. Çizelge.5.153 ve Çizelge.5.154’te kullanılan α katsayısı yapıda kuşatılmış kolon bulunmadığı için 1 olarak alınır.

Çizelge.5.153. Örnek 2 Kolon-Kiriş Birleşimi X Yönü Kesme Kontrolü

			A _{s1}	A _{s2}	V _{e(kol)}	V _e		$\alpha * b_j * h * \sqrt{f_{ck}}$
ZS1	-	k3		462	47.69	194.86	<	402.49
1S1	-	k3		462		194.86	<	402.49
ZS2	k3	-	770		47.69	356.56	<	402.49
1S2	k3	-	770			356.56	<	402.49
ZS3	-	k2		462	55.16	194.86	<	402.49
1S3	-	k2		462		194.86	<	402.49
ZS4	k2	-	770		48.96	356.56	<	402.49
1S4	k2	-	770			356.56	<	402.49
ZS5	-	k1		462	47.694	194.86	<	402.49
1S5	-	k1		462		194.86	<	402.49
ZS6	k1	-	770		47.694	356.56	<	402.49
1S6	k1	-	770			356.56	<	402.49

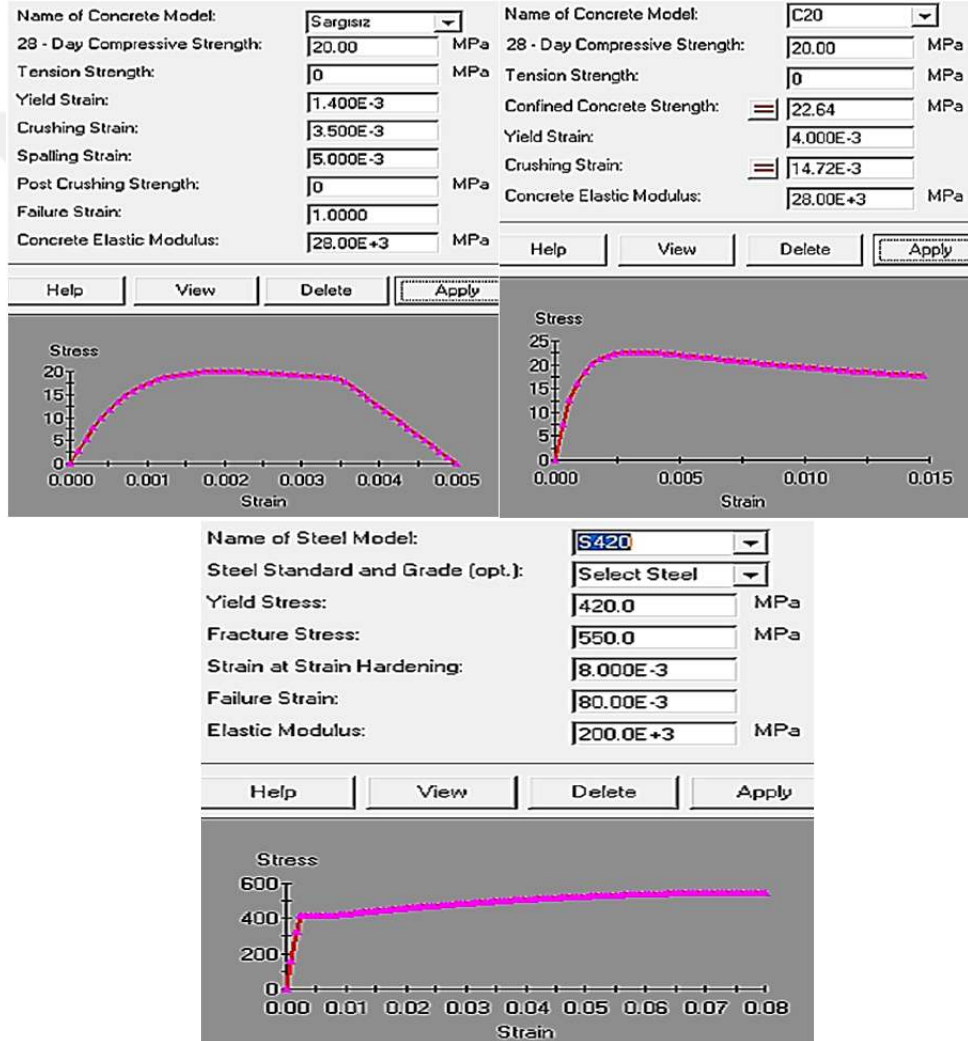
Çizelge.5.154. Örnek 2 Kolon-Kiriş Birleşimi Y Yönü Kesme Kontrolü

			A _{s1}	A _{s2}	V _{e(kol)}	V _e		$\alpha * b_j * h * \sqrt{f_{ck}}$
ZS1	k5		770		47.69	356.56	<	402.49
1S1	k5		770		47.69	356.56	<	402.49
ZS2	k7		770		47.69	356.56	<	402.49
1S2	k7		770		47.69	356.56	<	402.49
ZS3	k4	k5	770	462	55.16	591.65	>	402.49
1S3	k4	k5	770	462	55.16	591.65	>	402.49
ZS4	k6	k7	770	462	48.96	597.84	>	402.49
1S4	k6	k7	770	462	48.96	597.84	>	402.49
ZS5		k4		462	47.694	194.86	<	402.49
1S5		k4		462	47.694	194.86	<	402.49
ZS6		k6		462	47.694	194.86	<	402.49
1S6		k6		462	47.694	194.86	<	402.49

Y yönü için ZS3-1S3-K4-K5 birleşimi ve ZS4-1S4-K6-K7 birleşimi Denk.(4.24)'te verilen koşulu sağlamadıkları için kesme güvenliği sağlanmayıp “gevrek olarak hasar gören eleman” sınıfına girmektedirler.

5.2.12. Kolon Performans Değerlendirmesi

5.2.12.1.Kolon Xtract Moment Eğrilik İlişkisi



Şekil.5.20. Örnek 2 Xtract'a Tanımlanan Sargılı-Sargısız Beton ve Çelik Özellikleri

Sargısız ve sargılı beton özellikleri Şekil.4.6.'dan alınmıştır

Donatı çeliği özellikleri ise Çizelge.4.3.'ten alınmıştır

5.2.12.2. Kolon Performans Değerlendirmesi

Xtract programından yararlanılarak elde edilen Yield Curvature ve Ultimate Curvature değerleri performans değerlendirmesinde kullanılacaktır.

$$\phi_y = 0.01381 (\text{Yield Curvature})$$

$$\phi_u = 0.3824 (\text{Ultimate Curvature})$$

$$\text{Kat Yüksekliği}=3 \text{ m} \quad \text{Kiriş Boyutu}=0.5 \text{ m} \quad L_s = \frac{3-0.5}{2} = 1.25 \text{ m}$$

$$L_p = 0.15 \text{ m}$$

Plastik dönme sınırının elde edilmesi için Denk.(4.31), Denk.(4.32), Denk.(4.33) kullanılmıştır.

$$\theta_p^{G\ddot{O}} = \frac{2}{3} \left[(\phi_u - \phi_y) L_p \left(1 - 0.5 \frac{L_p}{L_s} \right) + 4.5 \phi_u d_b \right] = 0.03554$$

$$\theta_p^{KH} = 0.75 \theta_p^{G\ddot{O}} = 0.02665$$

$$\theta_p^{SH} = 0$$

Kolon performansının belirlenmesinde kullanılacak plastik dönme değeri, Denk.(4.30)'dan yararlanılarak bulunacaktır.

Denk.(4.30)'da yer alan i ucundaki yer değiştirmiş eksen ve düğüm noktası dönmelerini bulmak için de Denk.(4.29)'dan yararlanılacaktır.

Çizelge.5.155'te önceden bulunmuş olan plastik dönme sınır değerlerinin Denk.(4.34)'te bulunan koşulu sağladığı görülür. Bundan dolayı bulunmuş olan plastik dönme sınır değerleri direkt olarak kullanılır.

Çizelge.5.155. Örnek 2 Plastik Dönme Sınır Kontrolü

		V_e	$\frac{V_e}{b_w d f_{ctm}}$	
S1	Z	47.69	0.37	<0.65
	1	48.96	0.38	<0.65
S2	Z	47.69	0.37	<0.65
	1	48.96	0.38	<0.65
S3	Z	55.16	0.43	<0.65
	1	48.96	0.38	<0.65
S4	Z	55.22	0.43	<0.65
	1	48.96	0.38	<0.65
S5	Z	47.69	0.37	<0.65
	1	48.96	0.38	<0.65
S6	Z	47.69	0.37	<0.65
	1	48.96	0.38	<0.65

Çizelge.5.156. Örnek 2 Kolon Performans Değerlendirmesi 1

		ZS1		1S1		ZS2		1S2		ZS3	
		i	j	i	j	i	j	i	j	i	J
u	EXP	0	0.0031	0.0031	0.0060	0	0.0031	0.0031	0.0060	0	0.0030
	EXN	0	0.0028	0.0028	0.0054	0	0.0028	0.0028	0.0054	0	0.0030
	EYP	0	0.0026	0.0026	0.0045	0	0.0029	0.0029	0.0050	0	0.0026
	EYN	0	0.0029	0.0029	0.0050	0	0.0026	0.0026	0.0045	0	0.0029
Δ	EXP	0.0031		0.0029		0.0031		0.0029		0.0030	
	EXN	0.0028		0.0026		0.0028		0.0026		0.0030	
	EYP	0.0026		0.0019		0.0029		0.0021		0.0026	
	EYN	0.0029		0.0021		0.0026		0.0019		0.0029	
L_c		2.5000		2.5000		2.5000		2.5000		2.5000	
θ_{xi}		0.0000		0.0008		0.0000		0.0008		0.0000	
θ_{yi}		0.0000		0.0014		0.0000		-0.0014		0.0000	
θ_{ki}	EXP	0.0012		0.0004		0.0012		0.0004		0.0012	
	EXN	0.0011		0.0003		0.0011		0.0003		0.0012	
	EYP	0.0010		-0.0006		0.0012		0.0022		0.0010	
	EYN	0.0012		-0.0005		0.0010		0.0021		0.0012	
θ_{pi}	EXP	0.0008		0.0017		0.0008		0.0017		0.0009	
	EXN	0.0009		0.0018		0.0009		0.0018		0.0009	
	EYP	0.0010		0.0027		0.0009		0.0001		0.0010	
	EYN	0.0009		0.0026		0.0010		0.0000		0.0009	
Hasar Sınırı	EXP	belirgin hasar		belirgin hasar		belirgin hasar		belirgin hasar		belirgin hasar	
	EXN	belirgin hasar		belirgin hasar		belirgin hasar		belirgin hasar		belirgin hasar	
	EYP	belirgin hasar		belirgin hasar		belirgin hasar		belirgin hasar		belirgin hasar	
	EYN	belirgin hasar		belirgin hasar		belirgin hasar		sınırlı hasar		belirgin hasar	

Çizelge.5.157. Örnek 2 Kolon Performans Değerlendirmesi 2

		1S3		ZS4		1S4		ZS5	
		i	j	i	j	i	j	i	J
U	EXP	0.0030	0.0057	0	0.0030	0.0030	0.0057	0	0.0028
	EXN	0.0030	0.0057	0	0.0030	0.0030	0.0057	0	0.0031
	EYP	0.0026	0.0045	0	0.0029	0.0029	0.0050	0	0.0026
	EYN	0.0029	0.0050	0	0.0026	0.0026	0.0045	0	0.0029
Δ	EXP	0.0027		0.0030		0.0027		0.0028	
	EXN	0.0027		0.0030		0.0027		0.0031	
	EYP	0.0019		0.0029		0.0021		0.0026	
	EYN	0.0021		0.0026		0.0019		0.0029	
L_c		2.5000		2.5000		2.5000		2.5000	
θ_{xi}		-0.0003		0.0000		-0.0003		0.0000	
θ_{yi}		0.0015		0.0000		-0.0015		0.0000	
θ_{ki}	EXP	0.0014		0.0012		0.0014		0.0011	
	EXN	0.0014		0.0012		0.0014		0.0012	
	EYP	-0.0008		0.0012		0.0024		0.0010	
	EYN	-0.0007		0.0010		0.0023		0.0012	
θ_{pi}	EXP	0.0007		0.0009		0.0007		0.0010	
	EXN	0.0007		0.0009		0.0007		0.0008	
	EYP	0.0028		0.0009		0.0003		0.0010	
	EYN	0.0028		0.0010		0.0002		0.0009	
Hasar Sınırı	EXP	belirgin hasar		belirgin hasar		belirgin hasar		belirgin hasar	
	EXN	belirgin hasar		belirgin hasar		belirgin hasar		belirgin hasar	
	EYP	belirgin hasar		belirgin hasar		belirgin hasar		belirgin hasar	
	EYN	belirgin hasar		belirgin hasar		belirgin hasar		belirgin hasar	

Çizelge.5.158. Örnek 2 Kolon Performans Değerlendirmesi 3

		1S5		ZS6		1S6	
		i	j	i	j	i	j
u	EXP	0.0028	0.0054	0	0.0028	0.0028	0.0060
	EXN	0.0031	0.0060	0	0.0031	0.0031	0.0060
	EYP	0.0026	0.0045	0	0.0029	0.0029	0.0050
	EYN	0.0029	0.0050	0	0.0026	0.0026	0.0045
Δ	EXP	0.0026		0.0028		0.0032	
	EXN	0.0029		0.0031		0.0029	
	EYP	0.0019		0.0026		0.0021	
	EYN	0.0021		0.0026		0.0019	
L_c		2.5000		2.5000		2.5000	
θ_{xi}		-0.0008		0.0000		-0.0008	
θ_{yi}		0.0014		0.0000		-0.0014	
θ_{ki}	EXP	0.0018		0.0011		0.0020	
	EXN	0.0019		0.0012		0.0019	
	EYP	-0.0006		0.0010		0.0022	
	EYN	-0.0005		0.0010		0.0021	
θ_{pi}	EXP	0.0003		0.0010		0.0000	
	EXN	0.0002		0.0008		0.0002	
	EYP	0.003		0.0010		0.0001	
	EYN	0.003		0.0010		0.0000	
Hasar Sınırı	EXP	belirgin hasar		belirgin hasar		sınırlı hasar	
	EXN	belirgin hasar		belirgin hasar		belirgin hasar	
	EYP	belirgin hasar		belirgin hasar		belirgin hasar	
	EYN	belirgin hasar		belirgin hasar		sınırlı hasar	

5.2.13. Kiriş Performans Değerlendirmesi

Çizelge.5.159’da önceden bulunmuş olan plastik dönme sınır değerlerinin Denk.(4.34)’de bulunan koşulu sağladığı görülür. Bundan dolayı bulunmuş olan plastik dönme sınır değerleri direkt olarak kullanılır.

Çizelge.5.159. Örnek 2 Plastik Dönme Sınır Kontrolü

Kiriş Adı	V_e	$\frac{V_e}{b_w d f_{ctm}}$	
ZK1	87.47	0.47	<0.65
ZK2	109.31	0.58	<0.65
ZK3	87.47	0.47	<0.65
ZK4	84.57	0.45	<0.65
ZK5	84.57	0.45	<0.65
ZK6	84.61	0.45	<0.65
ZK7	84.61	0.45	<0.65
1K1	70.53	0.38	<0.65
1K2	93.54	0.50	<0.65
1K3	70.53	0.38	<0.65
1K4	55.13	0.29	<0.65
1K5	55.13	0.29	<0.65
1K6	55.14	0.29	<0.65
1K7	55.14	0.29	<0.65

5.2.13.1. X Yönlü Kiriş Performans Değerlendirmesi

Şekil.5.20’de gösterilen malzeme özellikleri yine aynı şekilde kullanılmıştır.

Kolonlarda olduğu gibi kirişlerde de ultimate curvature ve yield curvature değerleri xtract üzerinden alınmıştır

$$\phi_y = 0.007061 (\text{Yield Curvature})$$

$$\phi_u = 0.2182 (\text{Ultimate Curvature})$$

X Yönü Kiriş Uzunluğu = 5 m

Kolon Boyutu = 0.3 m

$$L_S = \frac{5-0.3}{2} = 2.35 \text{ m}$$

$$L_P = 0.25 \text{ m}$$

Plastik dönme sınırının elde edilmesi için Denk.(4.31), Denk.(4.32), Denk.(4.33) kullanılmıştır

$$\theta_p^{G\ddot{O}} = \frac{2}{3} \left[(\phi_u - \phi_y) L_P \left(1 - 0.5 \frac{L_P}{L_S} \right) + 4.5 \phi_u d_b \right] = 0.0338$$

$$\theta_p^{KH} = 0.75 \theta_p^{G\ddot{O}} = 0.02535$$

$$\theta_p^{SH} = 0$$

Kiriş performansının belirlenmesinde kullanılacak plastik dönme Denk.(4.30) yardımıyla bulunacaktır.

$$\theta_{ki} = \theta_{yi} + \theta_{pi} \rightarrow \theta_{pi} = \theta_{ki} - \theta_{yi}$$

Denk.(4.30)'da yer alan i ucundaki yer değiştirmiş eksen ve düğüm noktası dönmelerini bulmak için Denk.(4.29) kullanılır. Fakat kolonlardan farklı olarak yine 4.7 başlığının 2. paragrafında belirtildiği üzere kiriş elemanlarında kat arası

ötelenme değeri genel olarak sıfır alınabildiği için kirişlerde aşağıdaki formül kullanılır.

$$\theta_{ki} = -\theta_i$$

Çizelge.5.160. Örnek 2 X Yönlü Kiriş Performans Değerlendirmesi

		ZK1	1K1	ZK2	1K2	ZK3	1K3
L_c		4.7000	4.7000	4.7000	4.7000	4.7000	4.7000
θ_{xi}		-0.0008	-0.0005	-0.0005	-0.0001	0.0008	0.0005
θ_{yi}		0.0014	0.0016	0.0016	-0.0020	0.0014	0.0016
θ_{ki}	X	0.0008	0.0005	0.0005	0.0001	-0.0008	-0.0005
	Y	-0.0014	-0.0016	-0.0016	-0.0020	-0.0014	-0.0016
θ_{pi}	X	0.0010	0.0012	0.0012	0.0016	0.0025	0.0023
	Y	0.0031	0.0034	0.0034	0.0037	0.0031	0.0034
Hasar Sınırı	X	belirgin hasar	belirgin hasar	belirgin hasar	belirgin hasar	belirgin hasar	belirgin hasar
	Y	belirgin hasar	belirgin hasar	belirgin hasar	belirgin hasar	belirgin hasar	belirgin hasar

5.2.13.2. Y Yönlü Kiriş Performans Değerlendirmesi

5.2.13.1’de gösterilen ultimate curvature ve yield curvature değerleri aynen kullanılmıştır.

Y Yönü Kiriş Uzunluğu =3 m

Kolon Boyutu=0.3 m

$$L_S = \frac{3-0.3}{2} = 1.35 \text{ m}$$

$$L_P = 0.25 \text{ m}$$

Plastik dönme sınırının elde edilmesi için Denk.(4.31), Denk.(4.32), Denk.(4.33) kullanılmıştır.

$$\theta_p^{G\ddot{O}} = \frac{2}{3} \left[(\phi_u - \phi_y) L_P \left(1 - 0.5 \frac{L_P}{L_S} \right) + 4.5 \phi_u d_b \right] = 0.0324$$

$$\theta_p^{KH} = 0.75\theta_p^{GÖ} = 0.0243$$

$$\theta_p^{SH} = 0$$

Çizelge.5.161. Örnek 2 Y Yönlü Kiriş Performans Değerlendirmesi-1

		ZK4	1K4	ZK5	1K5
L_c		2.7000	2.7000	2.7000	2.7000
θ_{xi}		-0.0008	-0.0005	-0.0003	-0.0001
θ_{yi}		0.0014	0.0016	0.0015	0.0020
θ_{ki}	X	0.0008	0.0005	0.0003	0.00014
	Y	-0.0014	-0.0016	-0.0015	-0.0020
θ_{pi}	X	0.0010	0.0012	0.0015	0.0016
	Y	0.0031	0.0034	0.0033	0.0037
Hasar Sınırı	X	belirgin hasar	belirgin hasar	belirgin hasar	belirgin hasar
	Y	belirgin hasar	belirgin hasar	belirgin hasar	belirgin hasar

Çizelge.5.162. Örnek 2 Y Yönlü Kiriş Performans Değerlendirmesi-2

		ZK6	1K6	ZK7	1K7
L_c		2.7000	2.7000	2.7000	2.7000
θ_{xi}		0.0008	-0.0005	-0.0003	-0.0001
θ_{yi}		-0.0014	-0.0016	-0.0015	-0.0020
θ_{ki}	x	-0.0008	0.0005	0.0003	0.0001
	y	0.0014	0.0016	0.0068	0.0020
θ_{pi}	x	0.0025	0.0012	0.0015	0.0016
	y	0.0004	0.0001	0.0002	0.0002
Hasar Sınırı	x	belirgin hasar	belirgin hasar	belirgin hasar	belirgin hasar
	y	belirgin hasar	belirgin hasar	belirgin hasar	belirgin hasar

5.2.14. Bina Performansının Belirlenmesi

5.1.6.1’de yer alan Çizelge.5.11’den yararlanılarak binada istenilen performans düzeyinin Kontrollü Hasar Performans Düzeyi olduğu tespit edilmiştir

Çizelge.5.153. ve Çizelge 5.154.’e göre binada ZS3-1S3-K4-K5 birleşiminde ve ZS4-1S4-K6-K7 birleşiminde olmak üzere 2 adet gevrek hasar bulunmaktadır. 4.8.4’te belirtildiği üzere yapıdaki kirişlerin X ve Y yönlü dönmeleri için %100’ü, kolonların EXP yüklemesi için %92’si, EXN yüklemesi

için %100'ü, EYP yüklemesi için %100'ü, EYN yüklemesi için %83'ü Belirgin Hasar Bölgesi'nde ve kolonların EXP yüklemesi için %8'i, EYN yüklemesi için %17'si Sınırlı Hasar Bölgesi'nde olduğu için, bu gevrek olarak hasar gören ZS3-1S3-K4-K5 birleşimi ve ZS4-1S4-K6-K7 birleşiminin güçlendirilmeleri koşulu ile bina Kontrollü Hasar Bölgesinde kabul edilebilir.

5.2.15. Aynı Yapıda Kıran 2010'da DBYBHY-07'ye Göre Gerçekleştirilen Doğrusal Yöntemler ile Performans Analizi ve Bu Çalışmada Gerçekleştirilen TBDY-2018'e Göre Doğrusal Performans Analizinin Karşılaştırılması

5.2.15.1. Kesit Düzeyinde Karşılaştırılma

Kıran 2010'da DBYBHY-07'ye göre 50 yılda %10 aşılma olasılığına sahip tasarım deprem kuvvetinde Can Güvenliği performans düzeyinin sağlanması gerekirken, bu çalışmada TBDY'e göre DD-2 yani 50 yılda %10 aşılma olasılığına sahip tasarım deprem kuvvetinde Kontrollü Hasar performans düzeyinin sağlanması gerekiyordur.

Kıyaslama gerçekleştirilirken DBYBHY-07'ye göre Kıran 2010'da sadece +X ve +Y deprem yönlerinde analiz gerçekleştirildiği için bu çalışmada sadece EXP ve EYP'ye göre elde edilen veriler kullanılmıştır.

Çizelge.5.163.'te gösterildiği üzere TBDY 2018'e göre gerçekleştirilen kolon performans analizinde +Y yönünde tüm kolonlar (%100) Belirgin Hasar Bölgesi'nde, +X yönünde sadece 1 kolon (%8) Sınırlı Hasar Bölgesi'ndeyken geri kalan tüm kolonlar (%92) Belirgin Hasar Bölgesi'ndedir. DBYBHY-07'e göre +X deprem yönünde zemin kattaki tüm kolonlar Belirgin Hasar Bölgesi'nde, birinci kattaki tüm kolonlar Minimum Hasar Bölgesi'ndedir. +Y deprem yönünde ise zemin kattaki tüm kolonlar Belirgin Hasar Bölgesi'nde iken birinci kattaki 1S3 ve 1S4 kolonları Belirgin Hasar, geriye kalan tüm kolonlar Minimum Hasar Bölgesi'ndedir.

Kirişlerde ise Çizelge.5.164.'e bakılırsa +X yönünde DBYBHY-07'ye göre gerçekleştirilen analizde zemin kattaki tüm kirişler (%100) Belirgin Hasar

Bölgesi'nde çıkmış iken, birinci kattaki tüm kirişler (%100) Minimum Hasar Bölgesi'nde kalmışlardır. Yine aynı çizelgede TBDY 2018'e göre binada bulunan bütün kirişler (%100) Belirgin Hasar Bölgesi'nde kalmışlardır. +Y yönü için ise, Çizelge.5.165'te görülmektedir ki DBYBHY-07'ye göre gerçekleştirilen analizde binadaki kirişler Belirgin Hasar ve Minimum Hasar Bölgelerinde dağılım göstermişken, TBDY 2018'e göre binada bulunan tüm kirişler Belirgin Hasar Bölgesi'nde kalmaktadır.

Çizelge.5.163. Kolon Performanslarının DBYBHY-07 ve TBDY 2018 Üzerinden Karşılaştırılması

Kolon Adı	DBYBHY-07 Doğrusal Elastik Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi	TBDY-2018 Doğrusal Analiz ile Deprem Hesabı	DBYBHY-07 Doğrusal Elastik Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi	TBDY-2018 Doğrusal Analiz ile Deprem Hesabı
	+X Deprem Yönü		+Y Deprem Yönü	
ZS1	BH	BH	BH	BH
ZS2	BH	BH	BH	BH
ZS3	BH	BH	BH	BH
ZS4	BH	BH	BH	BH
ZS5	BH	BH	BH	BH
ZS6	BH	BH	BH	BH
1S1	MH	BH	MH	BH
1S2	MH	BH	MH	BH
1S3	MH	BH	BH	BH
1S4	MH	BH	BH	BH
1S5	MH	BH	MH	BH
1S6	MH	SH	MH	BH

Çizelge.5.164. Kiriş Performanslarının +X Yönünde DBYBHY-07 ve TBDY 2018 Üzerinden Karşılaştırılması

Kiriş Adı	DBYBHY-07 Doğrusal Elastik Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi	TBDY-2018 Doğrusal Analiz ile Deprem Hesabı
	+ X Deprem Yönü	
ZK1	BH	BH
ZK2	BH	BH
ZK3	BH	BH
1K1	MH	BH
1K2	MH	BH
1K3	MH	BH

Çizelge.5.165. Kiriş Performanslarının +Y Yönünde DBYBHY-07 ve TBDY 2018 Üzerinden Karşılaştırılması

Kiriş Adı	DBYBHY-07 Doğrusal Elastik Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi	TBDY-2018 Doğrusal Analiz ile Deprem Hesabı
	+ X Deprem Yönü	
ZK4	BH	BH
ZK5	MH	BH
ZK6	BH	BH
ZK7	MH	BH
1K4	MH	BH
1K5	-	BH
1K6	MH	BH
1K7	-	BH

5.2.15.2. Bina Performans Karşılaştırılması

Çizelge.5.166. +X Yönündeki Taşıyıcı Elaman Hasar Bölgesi Oranları

		DBYBHY-07			TBDY 2018		
		MHB%	BHB%	İHB%	MHB%	BHB%	İHB%
Zemin	Kolon	0	100	0	0	100	0
Kat	Kiriş	0	100	0	0	100	0
1. Kat	Kolon	100	0	0	17	83	0
	Kiriş	100	0	0	0	100	0

Çizelge.5.167. +Y Yönündeki Taşıyıcı Elaman Hasar Bölgesi Oranları

		DBYBHY-07			TBDY 2018		
		MHB%	BHB%	İHB%	MHB%	BHB%	İHB%
Zemin	Kolon	0	100	0	0	100	0
Kat	Kiriş	50	50	0	0	100	0
1. Kat	Kolon	67	33	0	0	100	0
	Kiriş	50	0	0	0	100	0

Çizelge.5.166. ve Çizelge.5.167.’de DBYBHY-07’ye göre bir değerlendirme gerçekleştirilmiştir. Bu değerlendirmeler ışığında sonraki belirtilen sonuçlara ulaşılmıştır.

- +X deprem yönü için zemin kattaki tüm kolon ve kirişlerin %100’ü Belirgin Hasar Bölgesi’nde kalmaktadır. Birinci katta ise kolon ve kirişlerin %100’ü bu sefer Minimum Hasar Bölgesi’nde kalmaktadır
- +Y deprem yönü için ise zemin kattaki kolonların %100’ü Belirgin Hasar Bölgesi’nde kalmaktadır. Kirişlerin ise %50’si Belirgin Hasar Bölgesi’nde %50’si Minimum Hasar Bölgesi’nde kalmaktadır. Birinci kata geçildiğinde ise, kolonların yüzde 67’sinin MHB’de, %33’ünün BHB’de olduğu görülmüştür. Kirişlerde ise %50’sinin Minimum Hasar Bölgesi’nde olup BHB veya İHB’de hiç bulunmadığı gözükmemektedir.

Yukarıda bulunan 2 madde halinde açıklanmış sonuçlar ışığında yapının DBYBHY-07’ye göre “Can Güvenliği” performansını sağladığına erişilmektedir.

TBDY 2018’e göre ise Çizelge.5.166. ve Çizelge.5.167.’deki veriler ışığında aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır.

→+X deprem yönü için yapıda bulunan zemin kattaki tüm kolonların (%100) ve X yönlü dönme için tüm kirişlerin (%100) Belirgin Hasar Bölgesi'nde, X yönlü dönme için birinci kattaki tüm kirişlerin (%100) Belirgin Hasar Bölgesi'nde, + X deprem yönü için kolonların 5 tanesinin (%83) Belirgin Hasar Bölgesi'nde, 1 tanesinin (%17) Sınırlı Hasar Bölgesi'nde kaldığı tespit edilmiştir.

→+Y deprem yönü için ise zemin kattaki ve birinci kattaki tüm kolonların (%100) ve Y yönlü dönme için tüm kirişlerin (%100) Belirgin Hasar Bölgesi'nde kaldığı tespit edilmiştir.

Yukarıda bulunan 2 madde halinde açıklanmış sonuçlar ışığında yapının herhangi bir taşıyıcı elemanının İleri Hasar Bölgesi'nde yer almadığı tespit edilmiştir. 5.2.10.3, 5.2.11 ve 5.2.9'da gerçekleştirilen kontroller sonucunda sadece gevrek hasarın ZS3-1S3-K4-K5 birleşiminde ve ZS4-1S4-K6-K7 birleşiminde olduğu tespit edilmiştir. Bu bilgilerin sonucunda eğer gevrek hasarın meydana geldiği ZS3-1S3-K4-K5 birleşimi ve ZS4-1S4-K6-K7 birleşimi güçlendirilirse, 5.1.6.1'de yer alan Çizelge.5.11'den yararlanılarak elde edilen Kontrollü Hasar performans düzeyi sağlanmış olur.

6.SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Gerçekleştirilen tez çalışmasında TBDY 2018’de Bölüm 15’te yer alan doğrusal yöntemler ile bina performans değerlendirmesi konusu irdelenmiş ve bu konu üzerine uygulamalar gerçekleştirilmiştir. Deprem yükü analizi için ise “Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi” tercih edilmiştir.

İlk örnekte Adana İli, Sarıçam İlçesi, Çukurova Üniversitesi kampüsü Mühendislik Fakültesi Enlem: 37.062114°, Boylam: 35.062114° koordinatlarında yer alan, üç katlı, kiriş ve kolonlardan oluşan karkas çerçeveye sahip bir bina TBDY 2018’e göre tasarlanmıştır. Tasarlama aşaması bittikten sonra bina mevcut bir bina olarak kabul edilip bina performans analizi gerçekleştirilmiştir. Binanın kiriş ve kolonlarında 4.6.3.1 ve 4.6.3.2’de belirtilen kontroller ışığında herhangi bir gevrek hasar tespit edilememiştir. Fakat 4.6.3.3’e göre X yönündeki S102-S202-K101-K102 birleşiminde, S202-S302-K201-K202 birleşiminde ve Y yönündeki S104-S204-K106-K107 birleşiminde ve S204-S304-K206-K207 birleşiminde gevrek hasar tespit edilmiştir. XTRACT programı yardımıyla bulunan akma eğriliği ve maksimum eğrilik değerleri ile yapı taşıyıcı elemanlarının plastik dönme sınırları bulunup, 4.7’de anlatılan eleman şekildeğiştirmeleri tespiti yapıp kıyaslama yapılarak 4.4 başlığı altında bulunan kesit hasar bölgelerinden, kirişlerin X ve Y yönlü dönmeleri için %100’ünün Belirgin Hasar Bölgesi’nde, 35x35’lik kolonların EXP, EXN, EYP, EYN yüklemeleri için %100’ünün Belirgin Hasar Bölgesi’nde 30x30’luk kolonların EXP yüklemesi için %100’ünün, EXN yüklemesi için %87.5’inin, EYP yüklemesi için %81’inin ve EYN yüklemesi için %100’ünün Belirgin Hasar Bölgesi’nde ve 30x30 kolonların EXN yüklemesi için %12.5’unun, EYP yüklemesi için %19’unun Sınırlı Hasar Bölgesi’nde oldukları keşfedilmiştir. Yapının olması gerektiği performans düzeyi hedefi 5.1.6.1’de yer alan Çizelge.5.11’den Kontrollü Hasar olarak belirlenmiştir. 4.8’e göre X yönündeki S102-S202-K101-K102 birleşiminde, S202-S302-K201-K202 birleşiminde ve Y yönündeki S104-S204-K106-K107 birleşiminde ve S204-S304-

K206-K207 birleşiminde gevrek hasar meydana geldiği halde eğer bu düğümlerde güçlendirme işlemi gerçekleştirilirse, herhangi bir taşıyıcı elemanının İleri Hasar Bölgesi'nde bulunmadığından dolayı, yapı istenilen performans düzeyi olan Kontrollü Hasar performans düzeyinde kabul edilir.

İkinci örnekte İstanbul İli, Enlem: 41.000818°, Boylam: 28.789015° koordinatlarında yer alan, 2 normal kata sahip betonarme çerçeveli bir yapı ele alınıp TBDY 2018'e göre Doğrusal Performans Analizi Yöntemleri ile Bina Performans Analizi gerçekleştirilmiştir. Binanın kiriş ve kolonlarında 4.6.3.1 ve 4.6.3.2'de belirtilen kontroller ışığında herhangi bir gevrek hasar tespit edilememiştir. Fakat 4.6.3.3'e göre Y yönündeki ZS3-1S3-K4-K5 birleşiminde ve ZS4-1S4-K6-K7 birleşiminde gevrek hasar tespit edilmiştir. XTRACT programı yardımıyla bulunan akma eğriliği ve maksimum eğrilik değerleri ile yapı taşıyıcı elemanlarının plastik dönme sınırları bulunup, 4.7'de anlatılan eleman şekildeğiştirmeleri bulunup kıyaslama yapılarak 4.4 başlığı altında bulunan kesit hasar bölgelerinden kirişlerin X ve Y yönlü dönmeleri için %100'ünün, kolonların EXP yüklemesi için %92'sinin, EXN yüklemesi için %100'ünün, EYP yüklemesi için %100'ünün, EYN yüklemesi için %83'ünün Belirgin Hasar Bölgesi'nde ve kolonların EXP yüklemesi için %8'inin, EYN yüklemesi için %17'sinin Sınırlı Hasar Bölgesi'nde oldukları bulunmuştur. Yapının olması gerektiği performans düzeyi hedefi 5.1.6.1'de yer alan Çizelge.5.11'den Kontrollü Hasar olarak belirlenmiştir. 4.8'e göre Y yönündeki ZS3-1S3-K4-K5 birleşiminde ve ZS4-1S4-K6-K7 birleşiminde gevrek hasar meydana geldiği halde eğer bu düğümlerde güçlendirme işlemi gerçekleştirilirse, yapının herhangi bir taşıyıcı elemanının İleri Hasar Bölgesi'nde bulunmadığından dolayı, yapı istenilen performans düzeyi olan Kontrollü Hasar performans düzeyinde kabul edilir.

İki katlı aynı yapı Kıran 2010'da DBYBHY-07'ye göre incelenmiştir Kıyaslama yapılrısa;

- Kirişlerde Çizelge.5.164.'e bakılırsa +X yönünde DBYBHY-07'ye göre gerçekleştirilen analizde zemin kattaki tüm kirişler Belirgin Hasar Bölgesi'nde çıkmış iken, birinci kattaki tüm kirişler Minimum Hasar Bölgesi'nde kalmışlardır. Yine aynı çizelgede X yönlü dönme için TBDY 2018'e göre binada bulunan bütün kirişler Belirgin Hasar Bölgesi'nde kalmışlardır. +Y yönü için ise, Çizelge.5.165.'te görülmektedir ki DBYBHY-07'ye göre gerçekleştirilen analizde binadaki kirişler Belirgin Hasar ve Minimum Hasar Bölgelerinde dağılım göstermişken, TBDY 2018'e göre binada bulunan tüm kirişler Belirgin Hasar Bölgesi'nde kalmaktadır.
- Çizelge.5.163.'te gösterildiği üzere TBDY 2018'e göre gerçekleştirilen kolon performans analizinde +Y deprem yönünde tüm kolonlar (%100) Belirgin Hasar Bölgesi'nde, +X deprem yönünde ise sadece 1 kolon (%8) Sınırlı Hasar bölgesindeyken geri kalan tüm kolonlar (%92) Belirgin Hasar Bölgesi'ndedir. DBYBHY-07'e göre +X deprem yönünde zemin kattaki tüm kolonlar Belirgin Hasar Bölgesi'nde, birinci kattaki tüm kolonlar Minimum Hasar Bölgesi'ndedir. +Y deprem yönünde ise zemin kattaki tüm kolonlar Belirgin Hasar Bölgesi'nde iken birinci kattaki 1S3 ve 1S4 kolonları Belirgin Hasar, geriye kalan tüm kolonlar Minimum Hasar Bölgesindedir.
- Bina performans düzeyi kıyasında ise; Çizelge.5.166. ve Çizelge.5.167.'de görüldüğü üzere her iki yönetmelik içinde gerçekleştirilmiş analizlerde İleri Hasar Bölgesi'nde herhangi bir eleman bulunmuyordur. Tek fark, Kıran (2010)'dan alınan Çizelge.6.1., Çizelge.6.2., Çizelge.6.3., Çizelge.6.4., Çizelge.6.5. ve Çizelge.6.6. çizelgelerinde görüldüğü üzere DBYBHY-07'ye göre yapıda herhangi bir gevrek hasar bulunmamışken, 4.6.3.1., 4.6.3.2. ve 4.6.3.3.'e göre gerçekleştirilen Çizelge.5.153 ve Çizelge.5.154.'de gerçekleştirilen

kontrollerde Y yönündeki ZS3-1S3-K4-K5 birleşiminde ve ZS4-1S4-K6-K7 birleşiminde gevrek hasar meydana gelmiş olmasıdır.

→ +X ve +Y yönüne göre elde edilen sonuçlardan yola çıkılırsa, sadece +X deprem kuvveti yönünde 1. kat kolonlarının 1 tanesi (%17) Minimum Hasar Bölgesinde olduğu ve 2 adet birleşim noktasında gevrek hasar meydana geldiği için TBDY 2018'e göre yapılan analizin en elverişsiz sonucu verdiği ortaya çıkmaktadır. DBYBHY-07 için Kıran (2010)'da gerçekleştirilen doğrusal analizin sonucunda can güvenliği performans düzeyinin sağlandığı görülürken, TBDY 2018 için gerçekleştirilen doğrusal performans analizi sonucunda gevrek hasar görünen 2 adet birleşim noktasının güçlendirilmesi kaydıyla hedeflenen Kontrollü Hasar performans düzeyinin sağlandığı kabul edilebilir.

Çizelge.6.1. +X Deprem Yönü İçin Kolon Kesme Kontrolü (Kıran,2018)

--	S5	K1	+X yönü ile uyumlu kiriş kapasitesi	+X yönü deprem momenti	+X yönü kolon kapasitesi	V _e (kN)	V _r (kN)
		ln (m)	---sol kiriş K1-sağ kiriş	M _E (kNm)	M _C (kNm)		
Z	I	2,5			68,65	49,00	< 127,29
	J			157,89	53,85		< 125,98
1	I	2,5	86,45	95,58	32,60	38,65	< 124,97
	J				64,03		< 125,12
--	S3	K2	+X yönü ile uyumlu kiriş kapasitesi	+X yönü deprem momenti	+X yönü kolon kapasitesi	V _e (kN)	V _r (kN)
		ln (m)	---sol kiriş K2-sağ kiriş	M _E (kNm)	M _C (kNm)		
Z	I	2,5			76,75	51,88	< 131,50
	J			192,14	52,95		< 130,07
1	I	2,5	86,45	121,56	33,50	40,91	< 127,24
	J				68,77		< 127,35
--	S1	K3	+X yönü ile uyumlu kiriş kapasitesi	+X yönü deprem momenti	+X yönü kolon kapasitesi	V _e (kN)	V _r (kN)
		ln (m)	---sol kiriş K3-sağ kiriş	M _E (kNm)	M _C (kNm)		
Z	I	2,5			68,65	49,00	< 127,29
	J			157,89	53,85		< 125,98
1	I	2,5	86,45	95,58	32,60	38,65	< 124,97
	J				64,03		< 125,12
K1	S6		+X yönü ile uyumlu kiriş kapasitesi	+X yönü deprem momenti	+X yönü kolon kapasitesi	V _e (kN)	V _r (kN)
		ln (m)	K1-sol kiriş -sağ kiriş	M _E (kNm)	M _C (kNm)		
Z	I	2,5			82,90	67,57	< 135,07
	J		138,1	157,89	86,02		< 136,21
1	I	2,5		95,58	52,08	50,14	< 130,53
	J				73,28		< 129,66
K2	S4		+X yönü ile uyumlu kiriş kapasitesi	+X yönü deprem momenti	+X yönü kolon kapasitesi	V _e (kN)	V _r (kN)
		ln (m)	K2-sol kiriş -sağ kiriş	M _E (kNm)	M _C (kNm)		
Z	I	2,5			90,08	69,87	< 139,66
	J		138,1	192,14	84,59		< 140,82
1	I	2,5		121,56	53,51	52,42	< 132,74
	J				77,53		< 131,95
K2	S2		+X yönü ile uyumlu kiriş kapasitesi	+X yönü deprem momenti	+X yönü kolon kapasitesi	V _e (kN)	V _r (kN)
		ln (m)	K2-sol kiriş -sağ kiriş	M _E (kNm)	M _C (kNm)		
Z	I	2,5			82,90	67,57	< 135,07
	J		138,1	157,89	86,02		< 136,21
1	I	2,5		95,58	52,08	50,14	< 130,53
	J				73,28		< 129,66

Çizelge.6.2. +Y Deprem Yönü İçin Kolon Kesme Kontrolü (Kıran, 2018)

-	S5	K4	+Y yönü ile uyumlu kiriş kapasitesi		+Y yönü deprem momenti	+Y yönü kolon kapasitesi	Ve (kN)	Vr (kN)
		ln (m)	-Sol Kiriş	K4-Sağ Kiriş	$M_E(kNm)$	$M_R(kNm)$		
Z	i	2,5				66,43	48,90	< 126,25
	j				174,86	55,83		< 125,20
1	i	2,5		86,45	95,92	30,62	37,62	< 124,66
	j					63,43		< 124,84
K4	S3	K5	+Y yönü ile uyumlu kiriş kapasitesi		+Y yönü deprem momenti	+Y yönü kolon kapasitesi	Ve (kN)	Vr (kN)
		ln (m)	K4-Sol Kiriş	K5-Sağ Kiriş	$M_E(kNm)$	$M_R(kNm)$		
Z	i	2,5				83,26	86,05	< 135,27
	j		138,1	86,45	234,62	131,87		< 134,95
1	i	2,5			164,88	92,68	66,30	< 129,84
	j					73,06		< 129,55
K5	S1	--	+Y yönü ile uyumlu kiriş kapasitesi		+Y yönü deprem momenti	+Y yönü kolon kapasitesi	Ve (kN)	Vr (kN)
		ln (m)	K5-Sol Kiriş	---Sağ Kiriş	$M_E(kNm)$	$M_R(kNm)$		
Z	i	2,5				85,51	69,88	< 136,57
	j		138,1		174,86	89,18		< 137,33
1	i	2,5			95,92	48,92	48,96	< 130,68
	j					73,49		< 129,77
--	S6	K6	+Y yönü ile uyumlu kiriş kapasitesi		+Y yönü deprem momenti	+Y yönü kolon kapasitesi	Ve (kN)	Vr (kN)
		ln (m)	---Sol Kiriş		$M_E(kNm)$	$M_R(kNm)$		
Z	i	2,5				66,43	48,90	< 126,18
	j			86,45	174,62	55,83		< 125,08
1	i	2,5			98,49	30,62	37,62	< 124,65
	j					63,43		< 124,80
K6	S4	K7	+Y yönü ile uyumlu kiriş kapasitesi		+Y yönü deprem momenti	+Y yönü kolon kapasitesi	Ve (kN)	Vr (kN)
		ln (m)	K4-Sol Kiriş	K5-Sağ Kiriş	$M_E(kNm)$	$M_R(kNm)$		
Z	i	2,5			0,00	83,26	86,05	< 135,27
	j		138,1	86,45	234,62	131,87		< 134,95
1	i	2,5			164,88	92,68	66,30	< 129,84
	j				0,00	73,06		< 129,55
K7	S2	--	+Y yönü ile uyumlu kiriş kapasitesi		+Y yönü deprem momenti	+Y yönü kolon kapasitesi	Ve (kN)	Vr (kN)
		ln (m)	K5-Sol Kiriş	---Sağ Kiriş	$M_E(kNm)$	$M_R(kNm)$		
Z	i	2,5				85,51	69,88	< 136,57
	j		138,1		174,86	89,18		< 137,33
1	i	2,5			95,92	48,92	48,96	< 130,68
	j					73,49		< 129,77

Çizelge.6.3. +X Deprem Yönü İçin Kiriş Kesme Kontrolü (Kıran, 2018)

			Moment Kapasitesi M_K (kNm)		Basit Kiriş Kesme Kuvveti		+X Yönü		Moment kapasitesi ile uyumlu kesme kuvveti	
	Kiriş Adı	L_n (m)	İ ucu	J ucu	V_{di} (kN)	V_{dj} (kN)	V_{ei} (kN)	V_{ej} (kN)		V_r (kN)
Zemin kat	K1	4.7	86.45	-138.10	32.75	32.75	15.03	80.53	<	196.98
	K2	4.7	86.45	-138.10	44.06	44.06	3.72	91.84	<	196.98
	K3	4.7	86.45	-138.10	32.75	32.75	15.03	80.53	<	196.98
1. kat	K1	4.7	86.45	-138.10	32.75	32.75	15.03	80.53	<	196.98
	K2	4.7	86.45	-138.10	44.06	44.06	3.72	91.84	<	196.98
	K3	4.7	86.45	-138.10	32.75	32.75	15.03	80.53	<	196.98

Çizelge.6.4. +Y Deprem Yönü İçin Kiriş Kesme Kontrolü (Kıran, 2018)

			Moment Kapasitesi M_K (kNm)		Basit Kiriş Kesme Kuvveti		+Y Yönü		Moment kapasitesi ile uyumlu kesme kuvveti	
	Kiriş Adı	L_n (m)	İ ucu	J ucu	V_{di} (kN)	V_{dj} (kN)	V_{ei} (kN)	V_{ej} (kN)		V_r (kN)
Zemin kat	K4	2,7	86,45	-138,10	42,86	42,86	40,30	126,03	<	196,98
	K5	2,7	86,45	-138,10	42,86	42,86	40,30	126,03	<	196,98
	K6	2,7	86,45	-138,10	42,86	42,86	40,30	126,03	<	196,98
	K7	2,7	86,45	-138,10	42,86	42,86	40,30	126,03	<	196,98
1. kat	K4	2,7	86,45	-138,10	42,86	42,86	40,30	126,03	<	196,98
	K5	2,7	86,45	-138,10	42,86	42,86	40,30	126,03	<	196,98
	K6	2,7	86,45	-138,10	42,86	42,86	40,30	126,03	<	196,98
	K7	2,7	86,45	-138,10	42,86	42,86	40,30	126,03	<	196,98

Çizelge.6.5. +X Deprem Yönü İçin Kolon Kiriş Birleşimi Kesme Kontrolü (Kıran, 2018)

		A_{s1} (mm ²)	A_{s2} (mm ²)	$V_{e(kol)}$ (kN)	V_e (kN)		V_r (kN)
ZS1	---;K1		462	38.65	203.90	<	810
1S1	---;K1		462	38.65	203.90	<	810
ZS2	---;K2		462	50.14	192.41	<	810
1S2	---;K2		462	50.14	192.41	<	810
ZS3	---;K3		462	40.91	201.64	<	810
1S3	---;K3		462	40.91	201.64	<	810
ZS4	K4;---	770		52.42	351.83	<	810
1S4	K4;---	770		52.42	351.83	<	810
ZS5	K5;---	770		38.65	365.60	<	810
1S5	K5;---	770		38.65	365.60	<	810
ZS6	K6;---	770		50.14	354.11	<	810
1S6	K6;---	770		50.14	354.11	<	810

Çizelge.6.6. +Y Deprem Yönü İçin Kolon Kiriş Birleşimi Kesme Kontrolü (Kıran, 2018)

		A_{s1} (mm ²)	A_{s2} (mm ²)	$V_{e(kol)}$ (kN)	V_e (kN)		V_r (kN)
ZS1	---;K4		462	37.62	204.93	<	810
1S1	---;K4		462	37.62	204.93	<	810
ZS2	K4;K5	770	462	66.30	580.50	<	810
1S2	K4;K5	770	462	66.30	580.50	<	810
ZS3	K5;---	770		48.96	355.29	<	810
1S3	K5;---	770		48.96	355.29	<	810
ZS4	---;K6			37.62	204.93	<	810
1S4	---;K6			37.62	204.93	<	810
ZS5	K6;K7	770	462	66.30	580.50	<	810
1S5	K6;K7	770	462	66.30	580.50	<	810
ZS6	K7;---	770		48.96	355.29	<	810
1S6	K7;---	770		48.96	355.29	<	810



KAYNAKLAR

- AFAD, 2018. Türkiye Deprem Tehlike Haritası.
- Akçora, A.A., 2020. Betonarme Yüksek Binaların 2018 Yılı Bina Deprem Yönetmeliğine Göre İncelenmesi: 30 Katlı Bina Örneği, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 141s.
- Altundal, A., 2015. Betonarme, Bileşik Eğilme Tesirindeki Kesitler ve Narin Kolonlar Ders Notları Sakarya Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü (Yayınlanmamış).
- Ayaz, U., 2020. Mevcut Bir Betonarme Binanın 2007 ve 2018 Türkiye Bina Deprem Yönetmeliklerine Göre Deprem Performansının Değerlendirilmesi ve Güçlendirilmesi, Gebze Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gebze, 111s.
- Balıkçı, İ., 2019. Mevcut Binaların Deprem Performanslarının 2007 ve 2018 Deprem Yönetmeliklerine Göre Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli, 106s.
- Dalyan, İ., Şahin, B., 2019. Mevcut Betonarme Bir Binanın 2007 ve 2018 Deprem Yönetmeliklerine Göre Deprem Yükleri Altındaki Taşıyıcı Sistem Performansının Değerlendirilmesi, Türk Deprem Araştırma Dergisi, 1(2):134-1147.
- DBYBHY, 2007. Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik, T.C. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı.
- Dündar, C., 2015. İMZ-304 / İNŞ-320 Betonarme 2 Ders Notları. Çukurova Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü (Yayınlanmamış).
- Foroughi, S., Yüksel, S.B., 2022. TBDY 2018'e göre Doğrusal Olmayan Hesap Yöntemleri ile Betonarme Yapı Sistemlerinin Performans Analizi, Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 4(1):33-55.

- Kıran, F., 2010. Binaların Performans Analizi için Kullanılan Doğrusal ve Doğrusal Olmayan Analiz Yöntemlerinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, 111s.
- Kutanis, M., 2010. Performansa Dayalı Deprem Mühendisliği Malzeme Davranışı Moment Eğrilik İlişkisi Ders Notları. Sakarya Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, (Yayınlanmamış).
- Küçükaslan, N., Altan, M.F., 2021. Güçlendirilen Mevcut Bir Yapının TDY 2007 ile 2018 Yeni Türkiye Bina Deprem Yönetmeliğine Göre Performansının Tekrar İncelenmesi, Afyon Kocatepe Üniversitesi Uluslararası Mühendislik Teknolojileri ve Uygulamalı Bilimler Dergisi, 4(1):18-36.
- Kürkçü, F., 2019. 20 Katlı Betonarme Bir Yapının Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği'ne Göre Tasarımı ve Deprem Performansının Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 203s.
- Koçer, M., Nakipoğlu, A., Öztürk, B., Al-Hagri, M.G., Arslan, M.H., 2018. Deprem Kuvvetine Esas Spektral İvme Değerlerinin TBDY 2018 ve TDY2007'ye Göre Karşılaştırılması. Selçuk Üniversitesi Teknik Dergi, 17(2): 43-58.
- İbiş, T., 2021. Yeni Yapılacak Betonarme Bir Binanın TBDY 2018'e Göre Tasarım Kontrolleri ve Deprem Performansının Belirlenmesi, Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Burdur, 93s.
- Öncü, M.E., Şahin Yön, M., 2016. Betonarme Binaların Deprem Davranışlarının Artımsal Dinamik Analiz Yöntemiyle Değerlendirilmesi, Dicle Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mühendislik Dergisi, 7(1): 23-32.
- SAP2000 V20.2 Integrated Structural Analysis and Desing Software, Computer and Structure Inc., Berkeley, California.

- Sadat, S.Q., 2020. Mevcut Deprem Yönetmeliği (TBDY-2018) ve Yürürlükten Kaldırılan Deprem Yönetmeliği (TDY-2007)'nin Yeni Betonarme Bina Tasarımı Açısından Kıyaslanması, Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa, 203s.
- Sarı, O., 2020. Mevcut Konut Türü Bir Binanın DBYBHY – 2007 ve TBDY – 2018 Deprem Yönetmeliklerine Göre Deprem Performansının Değerlendirilmesi, Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Burdur, 88s.
- Soycan, C., 2019. Depremde Betonarme Bina Performansının Türk Deprem Yönetmelikleri 2007 ve 2018'e Göre Değerlendirilmesi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 246s.
- Şahin, Y., 2019. Mevcut Bir Betonarme Binanın 2019 Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği'ne Göre Zaman Tanım Alanında Analizinin Yapılarak Performansının Belirlenmesi ve Çelik Güçlendirme Önerileri, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 95s.
- Tekdemir, H., 2010. Betonarme Binaların Deprem Performanslarının Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği 2018'e Göre Değerlendirilmesi, Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Diyarbakır, 83s.
- TS 498, 1977. Yapı Elemanlarının Boyutlandırılmasında Alınacak Yüklerin Hesap Değerleri, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TS 500, 2000. Betonarme Yapıların Tasarım ve Yapım Kuralları, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TS 708, 2010. Çelik – Betonarme İçin – Donatı Çeliği, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TS EN 12504-1, 2002. Beton- Yapıda Beton Deneyleri- Bölüm 1: Karot Numuneler – Karot Alma, Muayene ve Basınç Dayanımının Tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

- Türel, U., 2019. Düz Donatılı Betonarme Bina Performansının Statik İtme Analizi ile Belirlenmesi, Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Antalya, 41s.
- Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği (TBDY), 2018. Deprem Etkisi Altında Binaların Tasarımı İçin Kurallar, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Ankara.
- Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği (TBDY), 2018. Eğitim Elkitabı Açıklamalar ve Uygulama Örnekleri Kısım-1: Genel Konular, TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası Yayınları, Ankara, 672s.
- Uçar, B., 2019. Betonarme Bir Hastane Binasının DBYBHY 2007 ve TBDY 2018 Kapsamında Deprem Performansının Değerlendirilmesi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 133s.
- Ulutaş, H., 2019. DBYBHY 2007 ve TBDY 2018 Deprem Yönetmeliklerinin Kesit Hasar Sınırları Açısından Kıyaslanması. Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi, (17): 351-359.
- Yalın, M., Ulutaş, H., 2021. Mevcut Okul Türü Bir Binanın Deprem Performansının 2007 ve 2018 Deprem Yönetmeliklerine Göre Değerlendirilmesi, Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 10(2), 648-661.
- Özaydın, Y., 2019. 30 Katlı Betonarme Yüksek Bir Binanın 2018 TBDY Kapsamında Tasarımı ve Performansının Analizi, İstanbul Teknik Üniversitesi Deprem Mühendisliği ve Afet Yönetimi Enstitüsü, İstanbul, 105s.

ÖZGEÇMİŞ

Mehmet Buğra ÖZBEY, 2015 yılında Çukurova Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü'nü kazandı ve 2019 yılında mezun oldu. 2019 yılında Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Ana Bilim Dalı'nda yüksek lisans eğitimine başladı. 2022 yılında Adana Alparslan Türkeş Bilim ve Teknoloji Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü'ne Araştırma Görevlisi olarak atandı ve Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Ana Bilim Dalı'nda yüksek lisans eğitimine devam etti. Yazar, halen Adana Alparslan Türkeş Bilim ve Teknoloji Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü'nde Araştırma Görevlisi olarak görev yapmaktadır.